

電原設第43号

令和4年3月28日

原子力規制委員会 殿

広島市中区小町4番33号

中国電力株式会社

代表取締役社長執行役員 清水希茂

工事計画認可申請書の一部補正について

平成25年12月25日付け、電原設第69号をもって申請いたしました島根原子力発電所第2号機の工事計画認可申請書（令和3年10月1日付け電原設第17号及び令和3年12月22日付け電原設第28号にて一部補正）について、別紙のとおり一部補正いたします。

本資料のうち、枠囲みの
内容は機密に係る事項の
ため公開できません。

別 紙

目 次

1. 補正項目
2. 補正を必要とする理由を記載した書類
3. 補正前後比較表
4. 補正内容を反映した書類

1. 補正項目

補正項目

補正項目は下表のとおり

補正項目	補正箇所
<p>II 工事計画</p> <p>原子炉本体</p> <p>8. 原子炉本体の基本設計方針，適用基準及び適用規格</p> <p>(2) 適用基準及び適用規格</p> <p>核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設</p> <p>5. 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の基本設計方針，適用基準及び適用規格</p> <p>(2) 適用基準及び適用規格</p> <p>原子炉冷却系統施設</p> <p>11. 原子炉冷却系統施設（蒸気タービンを除く。）の基本設計方針，適用基準及び適用規格</p> <p>(2) 適用基準及び適用規格</p> <p>蒸気タービン</p> <p>3. 蒸気タービンの基本設計方針，適用基準及び適用規格</p> <p>(2) 適用基準及び適用規格</p> <p>計測制御系統施設</p> <p>10. 計測制御系統施設の基本設計方針，適用基準及び適用規格</p> <p>(2) 適用基準及び適用規格</p>	<p>追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。</p> <p>追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。</p> <p>追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。</p> <p>追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。</p> <p>追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。</p>

補正項目	補正箇所
<p>放射性廃棄物の廃棄施設</p> <p>5. 放射性廃棄物の廃棄施設の基本設計方針，適用基準及び適用規格</p> <p>(2) 適用基準及び適用規格</p>	<p>追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。</p>
<p>放射線管理施設</p> <p>4. 放射線管理施設の基本設計方針，適用基準及び適用規格</p> <p>(2) 適用基準及び適用規格</p>	<p>追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。</p>
<p>原子炉格納施設</p> <p>4. 原子炉格納施設の基本設計方針，適用基準及び適用規格</p> <p>(2) 適用基準及び適用規格</p>	<p>追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。</p>
<p>その他発電用原子炉の附属施設</p> <p>1. 非常用電源設備</p> <p>1.4 非常用電源設備の基本設計方針，適用基準及び適用規格</p> <p>(2) 適用基準及び適用規格</p> <p>2. 常用電源設備</p> <p>2.4 常用電源設備の基本設計方針，適用基準及び適用規格</p> <p>(2) 適用基準及び適用規格</p> <p>3. 補助ボイラー</p> <p>3.15 補助ボイラーの基本設計方針，適用基準及び適用規格</p> <p>(2) 適用基準及び適用規格</p>	<p>追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。</p> <p>追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。</p> <p>追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。</p>

補正項目	補正箇所
<p>4. 火災防護設備</p> <p>4.3 火災防護設備の基本設計方針，適用基準及び適用規格</p> <p>(2) 適用基準及び適用規格</p>	<p>追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。</p>
<p>5. 浸水防護施設</p> <p>5.1 外郭浸水防護設備</p> <p>5.2 内郭浸水防護設備</p> <p>(1) 防水区画構造物</p> <p>5.3 浸水防護施設の基本設計方針，適用基準及び適用規格</p> <p>(1) 基本設計方針</p> <p>(2) 適用基準及び適用規格</p>	<p>追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。</p> <p>「3. 補正前後比較表」による。 追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。</p>
<p>6. 補機駆動用燃料設備</p> <p>6.2 補機駆動用燃料設備の基本設計方針，適用基準及び適用規格</p> <p>(2) 適用基準及び適用規格</p>	<p>追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。</p>
<p>7. 非常用取水設備</p> <p>7.2 非常用取水設備の基本設計方針，適用基準及び適用規格</p> <p>(2) 適用基準及び適用規格</p>	<p>追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。</p>
<p>9. 緊急時対策所</p> <p>9.2 緊急時対策所の基本設計方針，適用基準及び適用規格</p> <p>(2) 適用基準及び適用規格</p>	<p>追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。</p>

補正項目	補正箇所
VI 添付書類	
VI-1 説明書	
VI-1-1 各発電用原子炉施設に共通の説明書	
VI-1-1-5 設備別記載事項の設定根拠に関する説明書	
VI-1-1-5-8 設備別記載事項の設定根拠に関する説明書 (その他発電用原子炉の附属施設)	
VI-1-1-5-8-3 設備別記載事項の設定根拠に関する説明書 (その他発電用原子炉の附属施設(浸水防護施設))	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-1-1-5-別添 2 設定根拠に関する説明書(別添)	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-1-3 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の説明書	
VI-1-3-1 使用済燃料貯蔵槽の温度、水位及び漏えいを監視する装置の構成に関する説明書並びに計測範囲及び警報動作範囲に関する説明書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-1-10 設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書	
VI-1-10-13 設工認に係る設計の実績、工事及び検査の計画 浸水防護施設	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2 耐震性に関する説明書	
VI-2-2 耐震設計上重要な設備を設置する施設の耐震性に関する説明書	
VI-2-2-3 原子炉建物の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。

補正項目	補正箇所
VI-2-2-10 廃棄物処理建物の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-2-14 排気筒の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-3 原子炉本体の耐震性に関する説明書	
VI-2-3-3 原子炉圧力容器の耐震性についての計算書	
VI-2-3-3-1 原子炉圧力容器本体の耐震性についての計算書	
VI-2-3-3-1-2 原子炉圧力容器の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-3-3-2 原子炉圧力容器付属構造物の耐震性についての計算書	
VI-2-3-3-2-4 ジェットポンプ計測配管貫通部シールの耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-4 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の耐震性に関する説明書	
VI-2-4-2 使用済燃料貯蔵設備の耐震性についての計算書	
VI-2-4-2-3 制御棒・破損燃料貯蔵ラックの耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-5 原子炉冷却系統施設の耐震性に関する説明書	
VI-2-5-5 非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備の耐震性についての計算書	
VI-2-5-5-2 低圧炉心スプレイ系の耐震性についての計算書	

補正項目	補正箇所
VI-2-5-5-2-3 管の耐震性についての計算書（低圧炉心スプレイ系）	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-5-5-4 原子炉隔離時冷却系の耐震性についての計算書	
VI-2-5-5-4-1 原子炉隔離時冷却系ストレーナの耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-5-6 原子炉冷却材補給設備の耐震性についての計算書	
VI-2-5-6-1 原子炉隔離時冷却系の耐震性についての計算書	
VI-2-5-6-1-4 ストレーナ部ティーの耐震性についての計算書（原子炉隔離時冷却系）	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-5-7 原子炉補機冷却設備の耐震性についての計算書	
VI-2-5-7-1 原子炉補機冷却系及び原子炉補機海水系の耐震性についての計算書	
VI-2-5-7-1-1 原子炉補機冷却系熱交換器の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-5-7-2 高圧炉心スプレイ補機冷却系及び高圧炉心スプレイ補機海水系の耐震性についての計算書	
VI-2-5-7-2-1 高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6 計測制御系統施設の耐震性に関する説明書	
VI-2-6-5 計測装置の耐震性についての計算書	
VI-2-6-5-11 高圧原子炉代替注水流量の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。

補正項目	補正箇所
VI-2-6-5-13 低圧原子炉代替注水流量の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-5-14 低圧原子炉代替注水流量（狭帯域用）の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-5-15 残留熱代替除去系原子炉注水流量の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-5-17 原子炉圧力（SA）の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-5-21 原子炉水位（SA）の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-5-25 ドライウェル圧力（SA）の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-5-26 サプレッションチェンバ圧力（SA）の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-5-33 格納容器酸素濃度（SA）の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-5-35 格納容器水素濃度（SA）の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-5-37 格納容器代替スプレイ流量の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-5-38 ペDESTAL代替注水流量の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-5-39 ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用）の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-5-40 残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。

補正項目	補正箇所
VI-2-6-5-54 原子炉圧力の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-7 その他の計測制御系統施設の耐震性についての計算書	
VI-2-6-7-1 その他の計測装置の耐震性についての計算書	
VI-2-6-7-1-1 原子炉圧力容器温度（S A）の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-7-1-9 残留熱代替除去ポンプ出口圧力の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-7-1-11 静的触媒式水素処理装置出口温度の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-7-2 計測装置の盤の耐震性についての計算書	
VI-2-6-7-2-10 A-RHR・LPCS 継電器盤の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-7-2-11 B・C-RHR 継電器盤の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-7-2-12 HPCS 継電器盤の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-7-2-13 HPCS トリップ設定器盤の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-7-2-14 A-格納容器隔離継電器盤の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-7-2-15 B-格納容器隔離継電器盤の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-7-2-16 A-原子炉保護継電器盤の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。

補正項目	補正箇所
VI-2-6-7-2-17 B-原子炉保護継電器盤の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-7-2-18 A1 原子炉保護トリップ設定器盤の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-7-2-19 A2 原子炉保護トリップ設定器盤の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-7-2-20 B1 原子炉保護トリップ設定器盤の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-7-2-21 B2 原子炉保護トリップ設定器盤の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-7-2-24 A-原子炉プロセス計測盤の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-7-2-25 B-原子炉プロセス計測盤の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-7-2-27 A-自動減圧継電器盤の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-7-2-28 B-自動減圧継電器盤の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-7-2-29 A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-7-2-30 B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-7-2-36 工学的安全施設トリップ設定器盤の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-7-2-39 重大事故変換器盤の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。

補正項目	補正箇所
VI-2-6-7-2-42 原子炉建物水素濃度変換器盤の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-7-2-50 格納容器水素／酸素計測装置制御盤の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-7-3 通信連絡設備の耐震性についての計算書	
VI-2-6-7-3-1 衛星電話設備（固定型）の耐震性についての計算書	
VI-2-6-7-3-1-4 衛星電話設備（固定型）（緊急時対策所）の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-7-3-2 無線通信設備（固定型）の耐震性についての計算書	
VI-2-6-7-3-2-4 無線通信設備（固定型）（緊急時対策所）の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-7-3-3 統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備の耐震性についての計算書	
VI-2-6-7-3-3-1 統合原子力防災NW盤の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-7-3-3-3 統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備（I P - F A X）の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-7-3-4 緊急時原子力発電所情報伝送システム（S P D S）の耐震性についての計算書	
VI-2-6-7-3-4-1 S P D S 伝送盤の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-7-3-4-2 1・2号S P D S 伝送用ゲートウェイ盤・データ収集盤の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。

補正項目	補正箇所
VI-2-6-7-3-4-3 2号SPDS伝送用インバータ盤の耐震性についての計算書	追加する。「4.補正内容を反映した書類」による。
VI-2-6-7-3-5 SPDSデータ表示装置の耐震性についての計算書	
VI-2-6-7-3-5-1 SPDSデータ表示装置（緊急時対策所）の耐震性についての計算書	追加する。「4.補正内容を反映した書類」による。
VI-2-7 放射性廃棄物の廃棄施設の耐震性に関する説明書	
VI-2-7-4 排気筒の耐震性についての計算書	追加する。「4.補正内容を反映した書類」による。
VI-2-8 放射線管理施設の耐震性に関する説明書	
VI-2-8-2 放射線管理用計測装置の耐震性についての計算書	
VI-2-8-2-1 主蒸気管放射線モニタの耐震性についての計算書	追加する。「4.補正内容を反映した書類」による。
VI-2-8-2-2 格納容器雰囲気放射線モニタ（ドライウェル）の耐震性についての計算書	追加する。「4.補正内容を反映した書類」による。
VI-2-8-4 生体遮蔽装置の耐震性についての計算書	
VI-2-8-4-4 中央制御室待避室遮蔽の耐震性についての計算書	追加する。「4.補正内容を反映した書類」による。
VI-2-9 原子炉格納施設の耐震性に関する説明書	
VI-2-9-2 原子炉格納容器の耐震性についての計算書	
VI-2-9-2-5 シヤラグの耐震性についての計算書	追加する。「4.補正内容を反映した書類」による。
VI-2-9-3 原子炉建物の耐震性についての計算書	

補正項目	補正箇所
VI-2-9-3-1-1 原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネルの耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-9-3-1-2 原子炉建物主蒸気管トンネル室ブローアウトパネルの耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-9-4 圧力低減設備その他安全設備の耐震性についての計算書	
VI-2-9-4-5 放射性物質濃度制御設備及び可燃性ガス濃度制御設備並びに格納容器再循環設備の耐震性についての計算書	
VI-2-9-4-5-1 非常用ガス処理系の耐震性についての計算書	
VI-2-9-4-5-1-3 非常用ガス処理系前置ガス処理装置及び後置ガス処理装置の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-9-4-5-3 原子炉建物水素濃度抑制設備の耐震性についての計算書	
VI-2-9-4-5-3-1 静的触媒式水素処理装置の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10 その他発電用原子炉の附属施設の耐震性に関する説明書	
VI-2-10-1 非常用電源設備の耐震性に関する説明書	
VI-2-10-1-2 非常用発電装置の耐震性についての計算書	
VI-2-10-1-2-3 ガスタービン発電機の耐震性についての計算書	
VI-2-10-1-2-3-5 ガスタービン発電機用サービスタンクの耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。

補正項目	補正箇所
VI-2-10-1-3 その他の電源装置の耐震性についての計算書	
VI-2-10-1-3-1 計装用無停電交流電源装置の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-1-3-2 230V 系充電器（常用）の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-1-3-3 B1-115V 系充電器（SA）の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-1-3-4 SA 用 115V 系充電器の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-1-3-6 A-115V 系蓄電池の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-1-4 その他のその他発電用原子炉の附属施設の耐震性についての計算書	
VI-2-10-1-4-1 230V 系充電器（RCIC）の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-1-4-2 A-115V 系充電器の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-1-4-3 B-115V 系充電器の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-1-4-5 原子炉中性子計装用充電器の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-1-4-6 メタルクラッド開閉装置の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。

補正項目	補正箇所
VI-2-10-1-4-7 ロードセンタの耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-1-4-10 緊急用メタクラの耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-1-4-14 メタクラ切替盤の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-1-4-24 緊急時対策所 低圧分電盤1の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-1-4-25 緊急時対策所 低圧分電盤2の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-1-4-28 A-115V 系直流盤の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-1-4-29 B-115V 系直流盤の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-1-4-32 B-115V 系直流盤 (SA) の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-1-4-33 緊急時対策所 無停電交流電源装置の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-1-4-34 緊急時対策所 無停電分電盤1の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-1-4-35 緊急時対策所 直流 115V 充電器の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-2 浸水防護施設の耐震性に関する説明書	
VI-2-10-2-1 浸水防護施設の耐震計算結果	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-10-2-10 床ドレン逆止弁の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。


補正項目	補正箇所
VI-2-11 波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震性に関する説明書	
VI-2-11-2 波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震性についての計算書	
VI-2-11-2-7 機器の耐震性についての計算書	
VI-2-11-2-7-9 格納容器空気置換排風機の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-11-2-7-10 中央制御室天井照明の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-11-2-7-13 主排気ダクトの耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-11-2-11 ガンマ線遮蔽壁の耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-2-別添 2 溢水防護に係る施設の耐震性についての計算書	
VI-2-別添 2-7 被水防護カバーの耐震性についての計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3 強度に関する説明書	
VI-3-3 強度計算書	
VI-3-3-2 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の強度に関する説明書	
VI-3-3-2-2 使用済燃料貯蔵槽冷却浄化設備の強度計算書	
VI-3-3-2-2-1 燃料プール冷却系の強度計算書	

補正項目	補正箇所
VI-3-3-2-2-1-4 管の強度計算書（燃料プール冷却系）	
VI-3-3-2-2-1-4-1 管の基本板厚計算書（燃料プール冷却系）	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-3-3 原子炉冷却系統施設の強度に関する説明書	
VI-3-3-3-4 非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備の強度計算書	
VI-3-3-3-4-4 原子炉隔離時冷却系の強度計算書	
VI-3-3-3-4-4-1 原子炉隔離時冷却系ストレーナの強度計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-3-3-4-4-2 ストレーナ部ティーの応力計算書（原子炉隔離時冷却系）	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-3-3-4-5 低圧原子炉代替注水系の強度計算書	
VI-3-3-3-4-5-2 管の強度計算書（低圧原子炉代替注水系）	
VI-3-3-3-4-5-2-1 管の基本板厚計算書（低圧原子炉代替注水系）	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-3-7 原子炉格納施設の強度に関する説明書	
VI-3-3-7-1 原子炉格納容器の強度計算書	
VI-3-3-7-1-5 ベント管の強度計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-3-7-1-19 配管貫通部ベローズ及びベント管ベローズの強度計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-3-7-2 圧力低減設備その他の安全設備の強度計算書	

補正項目	補正箇所
VI-3-3-7-2-1 ベントヘッド及びダウンカマの強度計算書	
VI-3-3-7-2-1-1 ベントヘッド及びダウンカマの強度計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-3-7-2-2 原子炉格納容器安全設備の強度計算書	
VI-3-3-7-2-2-2 格納容器代替スプレイ系の強度計算書	
VI-3-3-7-2-2-2-1 管の強度計算書（格納容器代替スプレイ系）	
VI-3-3-7-2-2-2-1-1 管の基本板厚計算書（格納容器代替スプレイ系）	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-3-7-2-2-4 残留熱代替除去系の強度計算書	
VI-3-3-7-2-2-4-3 管の強度計算書（残留熱代替除去系）	
VI-3-3-7-2-2-4-3-1 管の基本板厚計算書（残留熱代替除去系）	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-3-7-5 圧力逃がし装置の強度計算書	
VI-3-3-7-5-1 格納容器フィルタベント系の強度計算書	
VI-3-3-7-5-1-2 管の強度計算書（格納容器フィルタベント系）	
VI-3-3-7-5-1-2-1 管の基本板厚計算書（格納容器フィルタベント系）	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-別添 1 竜巻への配慮が必要な施設の強度計算書	
VI-3-別添 1-13 波及的影響を及ぼす可能性がある施設の強度計算書	

補正項目	補正箇所
VI-3-別添 1-13-1 建物の強度計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-別添 2 火山への配慮が必要な施設の強度計算書	
VI-3-別添 2-9 ディーゼル燃料貯蔵タンク室及びB-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の強度計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-別添 3 津波又は溢水への配慮が必要な施設の強度計算書	
VI-3-別添 3-2 津波への配慮が必要な施設の強度計算書	
VI-3-別添 3-2-7 床ドレン逆止弁の強度計算書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-別添 4 発電用火力設備の技術基準による強度に関する説明書	
VI-3-別添 4-1 発電用火力設備の技術基準による強度評価の基本方針	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-別添 4-2 発電用火力設備の技術基準による強度評価方法	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-3-別添 4-3 発電用火力設備の技術基準による強度評価書	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-5 計算機プログラム（解析コード）の概要	
VI-5-26 計算機プログラム（解析コード）の概要・MSC NASTRAN	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
VI-5-58 計算機プログラム（解析コード）の概要・SAP2000	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。

補正項目	補正箇所
VI-6 図面	
9. その他発電用原子炉の附属施設	
9.1 非常用電源設備	
9.1.1 非常用発電装置	
9.1.1.4 高圧発電機車	
第9-1-1-4-2-1 図 非常用発電装置に係る主配管の配置を明示した図面（高圧発電機車）	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
9.4 浸水防護施設	
9.4.1 外郭浸水防護設備	
第9-4-1-1-3 図 外郭浸水防護設備に係る機器の配置を明示した図面 1号機取水槽	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
第9-4-1-2-16 図 取水槽除じん機エリア水密扉（北）構造図	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
第9-4-1-2-17 図 1号機取水槽流路縮小工構造図	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
9.4.2 内郭浸水防護設備	
第9-4-2-1-20 図 内郭浸水防護設備に係る機器の配置を明示した図面 サイトバンカ建物（その1）	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
第9-4-2-1-21 図 内郭浸水防護設備に係る機器の配置を明示した図面 サイトバンカ建物（その2）	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
第9-4-2-1-22 図 内郭浸水防護設備に係る機器の配置を明示した図面 サイトバンカ建物（その3）	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。

補正項目	補正箇所
第 9-4-2-1-23 図 内郭浸水防護設備に係る機器の配置を明示した図面 復水貯蔵タンク	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
第 9-4-2-2-3-1 図 復水貯蔵タンク水密扉構造図	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
第 9-4-2-2-3-2 図 補助復水貯蔵タンク水密扉構造図	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
第 9-4-2-2-3-3 図 屋外配管ダクト (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物) 水密扉構造図	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
第 9-4-2-2-4 図 トーラス水受入タンク水密扉構造図	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
第 9-4-2-2-5-33 図 制御室建物 2 階 チェックポイント連絡水密扉構造図	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
第 9-4-2-2-5-34 図 サイトバンカ建物 1 階南東側ポンプ室水密扉構造図	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
第 9-4-2-2-6-74 図 原子炉建物 3 階北西側階段室浸水防止堰構造図	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
第 9-4-2-2-6-75 図 廃棄物処理建物 1 階 中央制御室横会議室浸水防止堰 (補助盤室側) 構造図	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
第 9-4-2-2-6-76 図 廃棄物処理建物 1 階 中央制御室横会議室浸水防止堰 (運転員控室側) 構造図	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
第 9-4-2-2-6-77 図 廃棄物処理建物 1 階 中央制御室横会議室浸水防止堰 (予備室側) 構造図	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
第 9-4-2-2-6-78 図 	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。

	補正項目	補正箇所
第 9-4-2-2-6-79 図	<div style="border: 1px solid black; width: 280px; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 140px; height: 15px;"></div>	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
第 9-4-2-2-6-80 図	<div style="border: 1px solid black; width: 280px; height: 15px; margin-bottom: 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 120px; height: 15px;"></div>	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
第 9-4-2-2-6-81 図	サイトバンカ建物 1 階排風機室北側 浸水防止堰構造図	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
第 9-4-2-2-6-82 図	サイトバンカ建物 1 階北西側階段室 浸水防止堰構造図	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
第 9-4-2-2-6-83 図	サイトバンカ建物 1 階建物出入口浸 水防止堰構造図	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
第 9-4-2-2-6-84 図	サイトバンカ建物 2 階プリコート室 浸水防止堰構造図	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
第 9-4-2-2-6-85 図	サイトバンカ建物 3 階固体廃棄物貯 蔵プール室北東側浸水防止堰構造図	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
第 9-4-2-2-6-86 図	サイトバンカ建物 3 階固体廃棄物貯 蔵プール室東側浸水防止堰構造図	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
第 9-4-2-2-6-87 図	サイトバンカ建物 3 階固体廃棄物貯 蔵プール室南東側浸水防止堰構造図	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
第 9-4-2-2-6-88 図	サイトバンカ建物 3 階固体廃棄物貯 蔵プール室北西側浸水防止堰構造図	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
第 9-4-2-2-6-89 図	サイトバンカ建物 3 階固体廃棄物貯 蔵プール室南西側浸水防止堰構造図	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
第 9-4-2-2-6-90 図	サイトバンカ建物 3 階固体廃棄物貯 蔵プール室機器搬入口浸水防止堰構 造図	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
第 9-4-2-2-6-91 図	サイトバンカ建物 3 階溶融物搬入機 室浸水防止堰構造図	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。

補正項目	補正箇所
第 9-4-2-2-6-92 図 サイトバンカ建物 1 階南側大物搬入口浸水防止堰構造図	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
第 9-4-2-2-6-93 図 サイトバンカ建物 1 階北側大物搬入口浸水防止堰構造図	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。
第 9-4-2-2-8-7 図 原子炉建物 3 階新燃料検査台ピット室防水板構造図	追加する。「4. 補正内容を反映した書類」による。

2. 補正を必要とする理由を記載した書類

補正を必要とする理由

平成 25 年 12 月 25 日付け電原設第 6 9 号にて申請した工事計画認可申請書（令和 3 年 10 月 1 日付け電原設第 17 号及び令和 3 年 12 月 22 日付け電原設第 28 号にて一部補正）において、平成 25 年 12 月 25 日付け電安炉技第 1 4 号にて申請した発電用原子炉設置変更許可申請書の一部補正（令和 3 年 5 月 10 日付け電安炉技第 1 号，令和 3 年 6 月 14 日付け電安炉技第 7 号，令和 3 年 6 月 17 日付け電安炉技第 8 号及び令和 3 年 9 月 6 日付け電安炉技第 1 6 号）に伴い，変更が必要となった事項を反映するため及び表現の明確化，記載の適正化を行うことから，「Ⅱ 工事計画」及び「Ⅴ 添付書類」を補正する。

3. 補正前後比較表

【その他発電用原子炉の附属施設 5. 浸水防護施設 5.3 浸水防護施設の基本設計方針、適用基準及び適用規格】

		変更前				変更後					
設備区分	系統名	機器区分	名称	設計基準対象施設 ¹⁾		設計基準対象施設 ¹⁾		重大事故等 機器 クラス	設備 分類	重大事故等 機器 クラス	
				耐震 重要度 分類	機器 クラス	耐震 重要度 分類	機器 クラス				
8.5-2-26	-	-	-	防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)	S*	-	S*	-	-	-	-
				防波壁 (逆T擁壁)	S*	-	S*	-	-	-	-
				防波壁 (波返重力擁壁)	S*	-	S*	-	-	-	-
				防波壁通路防波扉 (1号機北側)	S*	-	S*	-	-	-	-
				防波壁通路防波扉 (2号機北側)	S*	-	S*	-	-	-	-
				防波壁通路防波扉 (荷揚場南)	S*	-	S*	-	-	-	-
				防波壁通路防波扉 (3号機東側)	S*	-	S*	-	-	-	-
				屋外排水路逆止弁①	S*	-	S*	-	-	-	-
				屋外排水路逆止弁②	S*	-	S*	-	-	-	-
				屋外排水路逆止弁③	S*	-	S*	-	-	-	-
				屋外排水路逆止弁④	S*	-	S*	-	-	-	-
				屋外排水路逆止弁⑤	S*	-	S*	-	-	-	-
				屋外排水路逆止弁⑥	S*	-	S*	-	-	-	-
屋外排水路逆止弁⑦	S*	-	S*	-	-	-	-				
屋外排水路逆止弁⑧-1	S*	-	S*	-	-	-	-				
屋外排水路逆止弁⑧-2	S*	-	S*	-	-	-	-				
8.5-2-26											
S2 補 II R0											
表1 浸水防護施設の主要設備リスト (1/11)											
S2 補 II R1											
表1 浸水防護施設の主要設備リスト (1/13)											
8.5-2-26	-	-	-	防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)	S*	-	S*	-	-	-	-
				防波壁 (逆T擁壁)	S*	-	S*	-	-	-	-
				防波壁 (波返重力擁壁)	S*	-	S*	-	-	-	-
				防波壁通路防波扉 (1号機北側)	S*	-	S*	-	-	-	-
				防波壁通路防波扉 (2号機北側)	S*	-	S*	-	-	-	-
				防波壁通路防波扉 (荷揚場南)	S*	-	S*	-	-	-	-
				防波壁通路防波扉 (3号機東側)	S*	-	S*	-	-	-	-
				屋外排水路逆止弁①	S*	-	S*	-	-	-	-
				屋外排水路逆止弁②	S*	-	S*	-	-	-	-
				屋外排水路逆止弁③	S*	-	S*	-	-	-	-
				屋外排水路逆止弁④	S*	-	S*	-	-	-	-
				屋外排水路逆止弁⑤	S*	-	S*	-	-	-	-
				屋外排水路逆止弁⑥	S*	-	S*	-	-	-	-
屋外排水路逆止弁⑦	S*	-	S*	-	-	-	-				
屋外排水路逆止弁⑧-1	S*	-	S*	-	-	-	-				
屋外排水路逆止弁⑧-2	S*	-	S*	-	-	-	-				
8.5-2-26											
S2 補 II R0											
表1 浸水防護施設の主要設備リスト (1/11)											
S2 補 II R1											
表1 浸水防護施設の主要設備リスト (1/13)											
備考											
記載の適正化											

【その他発電用原子炉の附属施設 5. 浸水防護施設 5.3 浸水防護施設の基本設計方針、適用基準及び適用規格】

S2 補 II R0

表1 浸水防護施設の主要設備リスト (2/11)

設備区分	系統名	機器区分	変更前			変更後							
			名称	設計基準対象施設 ¹⁾ 耐震重要度 分類	機器 クラス	設備 分類	重大事故等 機器 クラス	名称	設計基準対象施設 ¹⁾ 耐震重要度 分類	機器 クラス	設備 分類	重大事故等 機器 クラス	
外郭浸水防護設備	-	-	屋外排水路逆止弁⑨	S*	-	-	-	-	-	-	-	-	
			屋外排水路逆止弁⑩	S*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			屋外排水路逆止弁⑪	S*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			屋外排水路逆止弁⑫	S*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			屋外排水路逆止弁⑬	S*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			取水槽除じん機エリア防水壁	S*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			取水槽除じん機エリア水密扉 (東)	S*	-	-	-	-	-	-	-	-	-
取水槽除じん機エリア水密扉 (西)	S*	-	-	-	-	-	-	-	-	-			

8.5-2-27

S2 補 II R1

表1 浸水防護施設の主要設備リスト (2/13)

設備区分	系統名	機器区分	変更前			変更後								
			名称	設計基準対象施設 ¹⁾ 耐震重要度 分類	機器 クラス	設備 分類	重大事故等 機器 クラス	名称	設計基準対象施設 ¹⁾ 耐震重要度 分類	機器 クラス	設備 分類	重大事故等 機器 クラス		
外郭浸水防護設備	-	-	屋外排水路逆止弁⑨	S*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			屋外排水路逆止弁⑩	S*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			屋外排水路逆止弁⑪	S*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			屋外排水路逆止弁⑫	S*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			屋外排水路逆止弁⑬	S*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			取水槽除じん機エリア防水壁	S*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			取水槽除じん機エリア水密扉 (東)	S*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			取水槽除じん機エリア水密扉 (西)	S*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			取水槽除じん機エリア水密扉 (北)	S*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
			1号機取水槽流路箱小工	S*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

8.5-2-27

記載の適正化

【その他発電用原子炉の附属施設 5. 浸水防護施設 5.3 浸水防護施設の基本設計方針、適用基準及び適用規格】

S2 補 II R0

表 1 浸水防護施設の主要設備リスト (3/11)

設備区分	系統名	機器区分	変更前			変更後								
			名称	設計基準対象施設 ¹⁾ 耐震 重要度 分類	機器 クラス	重大事故等 設備 分類	重大事故等 機器 クラス	設計基準対象施設 ¹⁾ 耐震 重要度 分類	機器 クラス	重大事故等 設備 分類	重大事故等 機器 クラス			
8.5-2-28 内 防災防護設備	—	防水区画 構造物	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			タービン建物 地下1階 復水系配管室防水壁	S*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			タービン建物 地下1階 復水器室北西側防水壁	S*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			タービン建物 地下1階 復水器室北側防水壁	S*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			タービン建物 地下1階 復水器室北東側防水壁	S*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			取水槽海水ポンプエリア防水壁	C-1 C-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			ディーゼル燃料移送ポンプエリア北側防水壁	C-1 C-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			ディーゼル燃料移送ポンプエリア南側防水壁	C-1 C-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			タービン建物 地下1階 復水系配管室北側水密扉	S*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			タービン建物 地下1階 復水系配管室南側水密扉	S*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			タービン建物 地下1階 封水回収ポンプ室北側水密扉	S*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			取水槽海水ポンプエリア水密扉 (西)	C-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			取水槽海水ポンプエリア水密扉 (中)	C-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			取水槽海水ポンプエリア水密扉 (東)	C-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ディーゼル燃料移送ポンプエリア北側水密扉	C-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
ディーゼル燃料移送ポンプエリア南側水密扉	C-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			

S2 補 II R1

表 1 浸水防護施設の主要設備リスト (3/13)

設備区分	系統名	機器区分	変更前			変更後								
			名称	設計基準対象施設 ¹⁾ 耐震 重要度 分類	機器 クラス	重大事故等 設備 分類	重大事故等 機器 クラス	設計基準対象施設 ¹⁾ 耐震 重要度 分類	機器 クラス	重大事故等 設備 分類	重大事故等 機器 クラス			
8.5-2-28 内 防災防護設備	—	防水区画 構造物	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
			タービン建物 地下1階 復水系配管室防水壁	S*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			タービン建物 地下1階 復水器室北西側防水壁	S*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			タービン建物 地下1階 復水器室北側防水壁	S*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			タービン建物 地下1階 復水器室北東側防水壁	S*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			取水槽海水ポンプエリア防水壁	C-1 C-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			ディーゼル燃料移送ポンプエリア北側防水壁	C-1 C-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			ディーゼル燃料移送ポンプエリア南側防水壁	C-1 C-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			タービン建物 地下1階 復水系配管室北側水密扉	S*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			タービン建物 地下1階 復水系配管室南側水密扉	S*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			タービン建物 地下1階 封水回収ポンプ室北側水密扉	S*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			取水槽海水ポンプエリア水密扉 (西)	C-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			取水槽海水ポンプエリア水密扉 (中)	C-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			取水槽海水ポンプエリア水密扉 (東)	C-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ディーゼル燃料移送ポンプエリア北側水密扉	C-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
ディーゼル燃料移送ポンプエリア南側水密扉	C-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			

記載の適正化

【その他発電用原子炉の附属施設 5. 浸水防護施設 5.3 浸水防護施設の基本設計方針，適用基準及び適用規格】

補正前	補正後	備考																																																																																												
	<p style="text-align: center;">S2 補 II RI</p> <p style="text-align: center;">表 1 浸水防護施設の主要設備リスト (4/13)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設備区分</th> <th rowspan="2">系統名</th> <th rowspan="2">機器区分</th> <th colspan="3">変更前</th> <th colspan="3">変更後</th> </tr> <tr> <th>名称</th> <th>設計基準対象施設^{*1} 耐震 重要度 分類</th> <th>機器 クラス</th> <th>重大事故等 対応設備^{*1} 機器 クラス</th> <th>名称</th> <th>設計基準対象施設^{*1} 耐震 重要度 分類</th> <th>機器 クラス</th> <th>重大事故等 対応設備^{*1} 機器 クラス</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>内部浸水防護設備</td> <td>—</td> <td>防水区画 構造物</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>復水貯蔵タンク水密扉</td> <td>C-2^{*2} B^{*3}</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>補助復水貯蔵タンク水密扉</td> <td>C-2^{*2} B^{*3}</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>トールラス水受入タンク水密扉</td> <td>C-2^{*2} B^{*3}</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>屋外配管ダクト(B-ディージェル燃料貯蔵タンク～原子炉建物)水密扉</td> <td>C-2</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">8.5-2-29</p>	設備区分	系統名	機器区分	変更前			変更後			名称	設計基準対象施設 ^{*1} 耐震 重要度 分類	機器 クラス	重大事故等 対応設備 ^{*1} 機器 クラス	名称	設計基準対象施設 ^{*1} 耐震 重要度 分類	機器 クラス	重大事故等 対応設備 ^{*1} 機器 クラス	内部浸水防護設備	—	防水区画 構造物																復水貯蔵タンク水密扉	C-2 ^{*2} B ^{*3}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				補助復水貯蔵タンク水密扉	C-2 ^{*2} B ^{*3}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				トールラス水受入タンク水密扉	C-2 ^{*2} B ^{*3}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				屋外配管ダクト(B-ディージェル燃料貯蔵タンク～原子炉建物)水密扉	C-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	<p>記載の適正化</p>
設備区分	系統名				機器区分	変更前			変更後																																																																																					
		名称	設計基準対象施設 ^{*1} 耐震 重要度 分類	機器 クラス		重大事故等 対応設備 ^{*1} 機器 クラス	名称	設計基準対象施設 ^{*1} 耐震 重要度 分類	機器 クラス	重大事故等 対応設備 ^{*1} 機器 クラス																																																																																				
内部浸水防護設備	—	防水区画 構造物																																																																																												
			復水貯蔵タンク水密扉	C-2 ^{*2} B ^{*3}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																																																																																
			補助復水貯蔵タンク水密扉	C-2 ^{*2} B ^{*3}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																																																																																
			トールラス水受入タンク水密扉	C-2 ^{*2} B ^{*3}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																																																																																
			屋外配管ダクト(B-ディージェル燃料貯蔵タンク～原子炉建物)水密扉	C-2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																																																																																

【その他発電用原子炉の附属施設 5. 浸水防護施設 5.3 浸水防護施設の基本設計方針、適用基準及び適用規格】

		変更前				変更後					
設備区分	系統名	機器区分	名称	設計基準対象施設 ¹⁾		設計基準対象施設 ¹⁾		重大事故等 機器 クラス	重大事故等 設備 分類	重大事故等 機器 クラス	重大事故等 設備 分類
				耐震 重要度 分類	機器 クラス	耐震 重要度 分類	機器 クラス				
S2 補 II RO	8.5-2-29	内 部 浸 水 防 護 設 備	—	防水区画 構造物	—	—	原子炉建物 地下2階 A-DG 制御室北側水密 扉	—	—	—	—
							原子炉建物 地下2階 A-RIR ボンプ室北側水 密扉	—	—	—	—
							原子炉建物 地下2階 トーラス室北東水密扉	—	—	—	—
							原子炉建物 地下2階 トーラス室南東水密扉	—	—	—	—
							原子炉建物 地下2階 トーラス室北西水密扉	—	—	—	—
							原子炉建物 地下2階 トーラス室西南水密扉	—	—	—	—
							原子炉建物 地下2階 H-DG 制御室南側水密 扉	—	—	—	—
							原子炉建物 地下2階 H-DG 制御室北側水密 扉	—	—	—	—
							原子炉建物 地下2階 RCTC ボンプ室西側水密 扉	—	—	—	—
							原子炉建物 地下2階 A-DG 制御室南側水密 扉	—	—	—	—
							原子炉建物 地下2階 C-RIR ボンプ室南側水 密扉	—	—	—	—
							原子炉建物 地下1階 CRD ボンプ室南側水密 扉	—	—	—	—
							原子炉建物 地下1階 CRD ボンプ室東側水密 扉	—	—	—	—
							原子炉建物 地下1階 IA 圧縮機室水密扉 (階 段室)	—	—	—	—
							原子炉建物 地下1階 IA 圧縮機室水密扉 (南 側)	—	—	—	—
							原子炉建物 1階 RCW 熱交換器室南側水密扉	—	—	—	—
							S2 補 II RI	8.5-2-30	内 部 浸 水 防 護 設 備	—	防水区画 構造物
原子炉建物 地下2階 A-RIR ボンプ室北側水 密扉	—	—	—	—							
原子炉建物 地下2階 トーラス室北東水密扉	—	—	—	—							
原子炉建物 地下2階 トーラス室南東水密扉	—	—	—	—							
原子炉建物 地下2階 トーラス室北西水密扉	—	—	—	—							
原子炉建物 地下2階 トーラス室西南水密扉	—	—	—	—							
原子炉建物 地下2階 H-DG 制御室南側水密 扉	—	—	—	—							
原子炉建物 地下2階 H-DG 制御室北側水密 扉	—	—	—	—							
原子炉建物 地下2階 RCTC ボンプ室西側水密 扉	—	—	—	—							
原子炉建物 地下2階 A-DG 制御室南側水密 扉	—	—	—	—							
原子炉建物 地下2階 C-RIR ボンプ室南側水 密扉	—	—	—	—							
原子炉建物 地下1階 CRD ボンプ室南側水密 扉	—	—	—	—							
原子炉建物 地下1階 CRD ボンプ室東側水密 扉	—	—	—	—							
原子炉建物 地下1階 IA 圧縮機室水密扉 (階 段室)	—	—	—	—							
原子炉建物 地下1階 IA 圧縮機室水密扉 (南 側)	—	—	—	—							
原子炉建物 1階 RCW 熱交換器室南側水密扉	—	—	—	—							

記載の適正化

【その他発電用原子炉の附属施設 5. 浸水防護施設 5.3 浸水防護施設の基本設計方針、適用基準及び適用規格】

S2 補 II R0

表1 浸水防護施設の主要設備リスト (5/11)

設備区分	系統名	機器区分	変更前			変更後					
			名称	設計基準対象施設 ¹⁾ 耐震 重要度 分類	機器 クラス	設備 分類	名称	設計基準対象施設 ¹⁾ 耐震 重要度 分類	機器 クラス	設備 分類	重大事故等 機器 クラス
内 部 浸 水 防 護 設 備	—	防水区画 構造物	—	原子炉建物 1階 大物搬入口水密扉	B ⁴³	—	—	—	—	—	—
				タービン建物 地下1階 TCW 熱交換器室南側水密扉	C-2 ⁴² B ⁴³	—	—	—	—	—	
				タービン建物 1階 西側エアロック前水密扉	C-2	—	—	—	—	—	
				タービン建物 2階 常用電気室南側水密扉	C-2	—	—	—	—	—	
				タービン建物 2階 離相母線室南側水密扉	C-2	—	—	—	—	—	
				タービン建物 2階 大物搬入口水密扉	B ⁴³	—	—	—	—	—	
				廃棄物処理建物 地下1階 ホット計器補修室前水密扉	C-2	—	—	—	—	—	
				廃棄物処理建物 地下1階 被服置場北側水密扉	C-2	—	—	—	—	—	
				廃棄物処理建物 1階 大物搬入口水密扉	B ⁴³	—	—	—	—	—	
				廃棄物処理建物 1階 ドラム缶搬入口水密扉	B ⁴³	—	—	—	—	—	
				廃棄物処理建物 2階 非常用再循環送風機室東側水密扉	C-2	—	—	—	—	—	

8.5-2-30

S2 補 II R1

表1 浸水防護施設の主要設備リスト (6/13)

設備区分	系統名	機器区分	変更前			変更後					
			名称	設計基準対象施設 ¹⁾ 耐震 重要度 分類	機器 クラス	設備 分類	名称	設計基準対象施設 ¹⁾ 耐震 重要度 分類	機器 クラス	設備 分類	重大事故等 機器 クラス
内 部 浸 水 防 護 設 備	—	防水区画 構造物	—	原子炉建物 1階 大物搬入口水密扉	B ⁴³	—	—	—	—	—	—
				タービン建物 地下1階 TCW 熱交換器室南側水密扉	C-2 ⁴² B ⁴³	—	—	—	—	—	—
				タービン建物 1階 西側エアロック前水密扉	C-2	—	—	—	—	—	—
				タービン建物 2階 常用電気室南側水密扉	C-2	—	—	—	—	—	—
				タービン建物 2階 離相母線室南側水密扉	C-2	—	—	—	—	—	—
				タービン建物 2階 大物搬入口水密扉	B ⁴³	—	—	—	—	—	—
				制御室建物 2階 チェックポイント連絡水密扉	C-2	—	—	—	—	—	—
				廃棄物処理建物 地下1階 被服置場北側水密扉	C-2	—	—	—	—	—	—
				廃棄物処理建物 1階 大物搬入口水密扉	B ⁴³	—	—	—	—	—	—
				廃棄物処理建物 1階 ドラム缶搬入口水密扉	B ⁴³	—	—	—	—	—	—
				廃棄物処理建物 2階 非常用再循環送風機室東側水密扉	C-2	—	—	—	—	—	—
				サイトバンガ建物 1階 南東側ポンプ室水密扉	B ⁴³	—	—	—	—	—	—

8.5-2-31

備考

記載の適正化

【その他発電用原子炉の附属施設 5. 浸水防護施設 5.3 浸水防護施設の基本設計方針、適用基準及び適用規格】

		補正前				補正後				備考
S2 補 II R0	表 1 浸水防護施設の主要設備リスト (6/11)	変更前		変更後		変更前		変更後		記載の適正化
		機器区分	名称	設計基準対象施設 ^{※1} 耐震 重要度 分類	機器 クラス	名称	設計基準対象施設 ^{※1} 耐震 重要度 分類	機器 クラス	重大事故等 設備 分類	
8.5-2-31	内郭浸水防護設備	防水区分 構造物	-	-	原子炉建物 地下2階 B-非常用DG電気室南側 浸水防止堰	C-2	-	-	-	-
					原子炉建物 地下1階 RCIC直流C/C浸水防止 堰	C-2	-	-	-	-
					原子炉建物 地下1階 HPXS給気消音器フィル タ室浸水防止堰	C-2	-	-	-	-
					原子炉建物 地下1階 南側通路浸水防止堰	C-2	-	-	-	-
					原子炉建物 地下1階 北西階段浸水防止堰	C-2	-	-	-	-
					原子炉建物 地下1階 DG室給気ダクト室南側 階段浸水防止堰	C-2 ^{※2} B ^{※3}	-	-	-	-
					原子炉建物 地下1階 第3チェックポイント 浸水防止堰	C-2 ^{※2} B ^{※3}	-	-	-	-
					原子炉建物 1階 北東階段浸水防止堰	C-2	-	-	-	-
					原子炉建物 1階 北西階段浸水防止堰	C-2	-	-	-	-
					原子炉建物 1階 PLRポンプMGセット室南西 階段浸水防止堰	C-2	-	-	-	-
					原子炉建物 1階 エアロック前浸水防止堰	C-2	-	-	-	-
					原子炉建物 1階 南東階段浸水防止堰	C-2	-	-	-	-
					原子炉建物 1階 南西階段浸水防止堰	C-2	-	-	-	-
					原子炉建物 1階 第2チェックポイント浸水 防止堰(非管理区域側)	C-2	-	-	-	-
					原子炉建物 1階 第2チェックポイント浸水 防止堰(管理区域側)	C-2 ^{※2} B ^{※3}	-	-	-	-
					原子炉建物 2階 原子炉棟送風機室南側階段 浸水防止堰	C-2	-	-	-	-
S2 補 II R1	表 1 浸水防護施設の主要設備リスト (7/13)	変更前		変更後		変更前		変更後		記載の適正化
		機器区分	名称	設計基準対象施設 ^{※1} 耐震 重要度 分類	機器 クラス	名称	設計基準対象施設 ^{※1} 耐震 重要度 分類	機器 クラス	重大事故等 設備 分類	
8.5-2-32	内郭浸水防護設備	防水区分 構造物	-	-	原子炉建物 地下2階 B-非常用DG電気室南側 浸水防止堰	C-2	-	-	-	-
					原子炉建物 地下1階 RCIC直流C/C浸水防止 堰	C-2	-	-	-	-
					原子炉建物 地下1階 HPXS給気消音器フィル タ室浸水防止堰	C-2	-	-	-	-
					原子炉建物 地下1階 南側通路浸水防止堰	C-2	-	-	-	-
					原子炉建物 地下1階 北西階段浸水防止堰	C-2	-	-	-	-
					原子炉建物 地下1階 DG室給気ダクト室南側 階段浸水防止堰	C-2	-	-	-	-
					原子炉建物 地下1階 第3チェックポイント 浸水防止堰	C-2 ^{※2} B ^{※3}	-	-	-	-
					原子炉建物 1階 北東階段浸水防止堰	C-2	-	-	-	-
					原子炉建物 1階 北西階段浸水防止堰	C-2	-	-	-	-
					原子炉建物 1階 PLRポンプMGセット室南西 階段浸水防止堰	C-2	-	-	-	-
					原子炉建物 1階 エアロック前浸水防止堰	C-2	-	-	-	-
					原子炉建物 1階 南東階段浸水防止堰	C-2	-	-	-	-
					原子炉建物 1階 南西階段浸水防止堰	C-2	-	-	-	-
					原子炉建物 1階 第2チェックポイント浸水 防止堰(非管理区域側)	C-2	-	-	-	-
					原子炉建物 1階 第2チェックポイント浸水 防止堰(管理区域側)	C-2 ^{※2} B ^{※3}	-	-	-	-
					原子炉建物 2階 原子炉棟送風機室南側階段 浸水防止堰	C-2	-	-	-	-

【その他発電用原子炉の附属施設 5. 浸水防護施設 5.3 浸水防護施設の基本設計方針、適用基準及び適用規格】

S2 補 II R0

表1 浸水防護施設の主要設備リスト (7/11)

設備区分	系統名	機器区分	変更前			変更後					
			名	設計基準対象施設 ¹⁾		名	設計基準対象施設 ¹⁾				
				耐震重要度分類	機器クラス		設備分類	重大事故等機器クラス	耐震重要度分類	機器クラス	設備分類
内郭浸水防護設備	-	防水区画 構造物	-	-	-	原子炉建物 2階 北東階段浸水防止堰	C-2	-	-	-	-
			原子炉建物 2階 北西階段浸水防止堰	C-2	-	-	-				
			原子炉建物 2階 A-原子炉格納容器 H2・O2分 析計ボンベラック室西側浸水防止堰	C-2	-	-	-				
			原子炉建物 2階 A-非常用電気室南側浸水防 止堰	C-2	-	-	-				
			原子炉建物 2階 B-非常用電気室北側浸水防 止堰	C-2	-	-	-				
			原子炉建物 2階 A-非常用 DG 室送風機室浸水 防止堰	C-2	-	-	-				
			原子炉建物 2階 東側 PCV ベネトレーション 室北側浸水防止堰	C-2	-	-	-				
			原子炉建物 2階 南東階段浸水防止堰	C-2	-	-	-				
			原子炉建物 2階 西側 PCV ベネトレーション 室北側浸水防止堰	C-2	-	-	-				
			原子炉建物 2階 南西階段浸水防止堰	C-2	-	-	-				
			原子炉建物 2階 非常用電気室北側浸水防止 堰	C-2	-	-	-				
			原子炉建物 2階 A-逃がし安全弁室素ガス供 給装置横浸水防止堰	C-2	-	-	-				
			原子炉建物 2階 RCW ハルプ室東側浸水防止 堰	C-2 ²⁾ B ⁶⁾	-	-	-				
			原子炉建物 2階 A-原子炉格納容器 H2・O2分 析計ボンベラック室東側浸水防止堰	C-2 ²⁾ B ⁶⁾	-	-	-				
			原子炉建物 中2階 北東階段浸水防止堰	C-2	-	-	-				
原子炉建物 中2階 エアロロック前浸水防止堰	C-2	-	-	-							

8.5-2-32

S2 補 II R1

表1 浸水防護施設の主要設備リスト (8/13)

設備区分	系統名	機器区分	変更前			変更後					
			名	設計基準対象施設 ¹⁾		名	設計基準対象施設 ¹⁾				
				耐震重要度分類	機器クラス		設備分類	重大事故等機器クラス	耐震重要度分類	機器クラス	設備分類
内郭浸水防護設備	-	防水区画 構造物	-	-	-	原子炉建物 2階 北東階段浸水防止堰	C-2	-	-	-	-
			原子炉建物 2階 北西階段浸水防止堰	C-2	-	-	-				
			原子炉建物 2階 A-原子炉格納容器 H2・O2分 析計ボンベラック室西側浸水防止堰	C-2	-	-	-				
			原子炉建物 2階 A-非常用電気室南側浸水防 止堰	C-2	-	-	-				
			原子炉建物 2階 B-非常用電気室北側浸水防 止堰	C-2	-	-	-				
			原子炉建物 2階 A-非常用 DG 室送風機室浸水 防止堰	C-2	-	-	-				
			原子炉建物 2階 東側 PCV ベネトレーション 室北側浸水防止堰	C-2	-	-	-				
			原子炉建物 2階 南東階段浸水防止堰	C-2	-	-	-				
			原子炉建物 2階 西側 PCV ベネトレーション 室北側浸水防止堰	C-2	-	-	-				
			原子炉建物 2階 南西階段浸水防止堰	C-2	-	-	-				
			原子炉建物 2階 非常用電気室北側浸水防止 堰	C-2	-	-	-				
			原子炉建物 2階 A-逃がし安全弁室素ガス供 給装置横浸水防止堰	C-2	-	-	-				
			原子炉建物 2階 RCW ハルプ室東側浸水防止 堰	C-2 ²⁾ B ⁶⁾	-	-	-				
			原子炉建物 2階 A-原子炉格納容器 H2・O2分 析計ボンベラック室東側浸水防止堰	C-2 ²⁾ B ⁶⁾	-	-	-				
			原子炉建物 中2階 北東階段浸水防止堰	C-2	-	-	-				
原子炉建物 中2階 エアロロック前浸水防止堰	C-2	-	-	-							

8.5-2-33

記載の適正化

【その他発電用原子炉の附属施設 5. 浸水防護施設 5.3 浸水防護施設の基本設計方針、適用基準及び適用規格】

		補正前				補正後				備考
S2 補 II R0	表1 浸水防護施設の主要設備リスト (8/11)	変更前		変更後		変更前		変更後		記載の適正化
		機器区分	系統名	名称	設計基準対象施設 ¹⁾ 耐震 重要度 分類	機器 クラス	名称	設計基準対象施設 ¹⁾ 耐震 重要度 分類	機器 クラス	
	内部浸水防護設備					原子炉建物 中2階 CIW バルブ室東側浸水防止堰	C-2			
						原子炉建物 中2階 CIW サージタンク室浸水防止堰	C-2			
						原子炉建物 中2階 南東階段浸水防止堰	C-2			
						原子炉建物 中2階 南西階段浸水防止堰	C-2			
						原子炉建物 3階 北東階段浸水防止堰	C-2			
						原子炉建物 3階 北西階段浸水防止堰	C-2			
						原子炉建物 3階 南東階段浸水防止堰	C-2			
						原子炉建物 3階 南西階段浸水防止堰	C-2			
						原子炉建物 3階 A-CAMS 室前浸水防止堰 (通路側)	C-2			
						原子炉建物 3階 A-CAMS 室前浸水防止堰 (SGT室側)	C-2			
						原子炉建物 3階 B-CAMS 室前浸水防止堰	C-2			
						原子炉建物 4階 北東階段浸水防止堰	C-2			
						原子炉建物 4階 エアロック浸水防止堰	C-2			
						原子炉建物 4階 南東階段浸水防止堰	C-2			
						原子炉建物 4階 北西階段浸水防止堰	C-2			
						原子炉建物 4階 大物搬入口浸水防止堰	C-2			
8.5-2-33										
S2 補 II R1	表1 浸水防護施設の主要設備リスト (9/13)	変更前		変更後		変更前		変更後		記載の適正化
		機器区分	系統名	名称	設計基準対象施設 ¹⁾ 耐震 重要度 分類	機器 クラス	名称	設計基準対象施設 ¹⁾ 耐震 重要度 分類	機器 クラス	
	内部浸水防護設備					原子炉建物 中2階 CIW バルブ室東側浸水防止堰	C-2			
						原子炉建物 中2階 CIW サージタンク室浸水防止堰	C-2			
						原子炉建物 中2階 南東階段浸水防止堰	C-2			
						原子炉建物 中2階 南西階段浸水防止堰	C-2			
						原子炉建物 3階 北東階段浸水防止堰	C-2			
						原子炉建物 3階 北西階段浸水防止堰	C-2			
						原子炉建物 3階 南東階段浸水防止堰	C-2			
						原子炉建物 3階 南西階段浸水防止堰	C-2			
						原子炉建物 3階 A-CAMS 室前浸水防止堰 (通路側)	C-2			
						原子炉建物 3階 A-CAMS 室前浸水防止堰 (SGT室側)	C-2			
						原子炉建物 3階 B-CAMS 室前浸水防止堰	C-2			
						原子炉建物 3階 北西側階段室浸水防止堰	C-2			
						原子炉建物 4階 北東階段浸水防止堰	C-2			
						原子炉建物 4階 エアロック浸水防止堰	C-2			
						原子炉建物 4階 南東階段浸水防止堰	C-2			
						原子炉建物 4階 北西階段浸水防止堰	C-2			
8.5-2-34										

【その他発電用原子炉の附属施設 5. 浸水防護施設 5.3 浸水防護施設の基本設計方針、適用基準及び適用規格】

S2 補 II R0

表1 浸水防護施設の主要設備リスト (9/11)

設備区分	系統名	機器区分	変更前			変更後		
			名称	設計基準対象施設 ¹⁾ 耐震 重要度 分類	機器 クラス	重大事故等 設備 分類	重大事故等 機器 クラス	設計基準対象施設 ¹⁾ 耐震 重要度 分類
内郭浸水防護設備	—	防水区画 構造物	タービン建物 1 階 給水加熱器室南西浸水防 止堰	—	—	C-2	—	—
			タービン建物 2 階 復水器室南西階段浸水防 止堰			C-2	—	—
			タービン建物 3 階 タービン建物ダストサン プラ室西側浸水防止堰			C-2	—	—
			タービン建物 3 階 オペベフロ南側階段浸水防 止堰			C-2	—	—
			タービン建物 3 階 オペベフロ北西階段浸水防 止堰			C-2	—	—
			タービン建物 3 階 オペベフロ南西階段浸水防 止堰			C-2	—	—
			タービン建物 3 階 オペベフロ南東階段浸水防 止堰			C-2 ²⁾ B ⁴⁾	—	—
			タービン建物 3 階 大物搬入口浸水防止堰			B ⁴⁾	—	—
			タービン建物 3 階 常用電気室送風機室南 側浸水防止堰			C-2 ²⁾ B ⁴⁾	—	—
			タービン建物 4 階 工具室浸水防止堰			C-2 ²⁾ B ⁴⁾	—	—
			制御室建物 2 階 第1 チェックポイント東側 浸水防止堰			B ⁴⁾	—	—
			制御室建物 2 階 第1 チェックポイント中央 浸水防止堰			B ⁴⁾	—	—

8.5-2-34

S2 補 II R1

表1 浸水防護施設の主要設備リスト (10/13)

設備区分	系統名	機器区分	変更前			変更後		
			名称	設計基準対象施設 ¹⁾ 耐震 重要度 分類	機器 クラス	重大事故等 設備 分類	重大事故等 機器 クラス	設計基準対象施設 ¹⁾ 耐震 重要度 分類
内郭浸水防護設備	—	防水区画 構造物	原子炉建物 4 階 大物搬入口浸水防止堰	—	—	C-2	—	—
			タービン建物 1 階 給水加熱器室南西浸水防 止堰			C-2	—	—
			タービン建物 2 階 復水器室南西階段浸水防 止堰			C-2	—	—
			タービン建物 3 階 タービン建物ダストサン プラ室西側浸水防止堰			C-2	—	—
			タービン建物 3 階 オペベフロ南側階段浸水防 止堰			C-2	—	—
			タービン建物 3 階 オペベフロ北西階段浸水防 止堰			C-2	—	—
			タービン建物 3 階 オペベフロ南西階段浸水防 止堰			C-2 ²⁾ B ⁴⁾	—	—
			タービン建物 3 階 大物搬入口浸水防止堰			B ⁴⁾	—	—
			タービン建物 3 階 常用電気室送風機室南 側浸水防止堰			C-2 ²⁾ B ⁴⁾	—	—
			タービン建物 4 階 工具室浸水防止堰			C-2 ²⁾ B ⁴⁾	—	—
			制御室建物 2 階 第1 チェックポイント東側 浸水防止堰			B ⁴⁾	—	—
			制御室建物 2 階 第1 チェックポイント中央 浸水防止堰			B ⁴⁾	—	—

8.5-2-35

記載の適正化

【その他発電用原子炉の附属施設 5. 浸水防護施設 5.3 浸水防護施設の基本設計方針、適用基準及び適用規格】

S2 補 II R0

表 1 浸水防護施設の主要設備リスト (10/11)

設備区分	系統名	機器区分	変更前			変更後				
			名称	設計基準対象施設 ¹⁾ 耐震 重要度 分類	機器 クラス	重大事故等 設備 分類	重大事故等 機器 クラス	設計基準対象施設 ¹⁾ 耐震 重要度 分類	機器 クラス	重大事故等 設備 分類
内 邦 浸 水 防 護 設 備	—	防 水 区 画 構 造 物	廃棄物処理建物 地下 1 階 通路東側浸水防止 堰	—	—	—	C-2	—	—	—
			廃棄物処理建物 1 階 補助盛室東側通路南側 扉浸水防止堰	—	—	—	C-2	—	—	—
			廃棄物処理建物 1 階 補助盛室東側 (北) 浸 水防止堰	—	—	—	C-2	—	—	—
			廃棄物処理建物 1 階 補助盛室東側 (中) 浸 水防止堰	—	—	—	C-2	—	—	—
			廃棄物処理建物 1 階 補助盛室東側 (南) 浸 水防止堰	—	—	—	C-2	—	—	—
			廃棄物処理建物 1 階 消防用ポンプ室扉浸水 防止堰	—	—	—	C-2	—	—	—
			廃棄物処理建物 1 階 補助盛室前浸水防止堰	—	—	—	C-2	—	—	—
			廃棄物処理建物 2 階 中央制御室送風機室階 段浸水防止堰	—	—	—	C-2	—	—	—
			廃棄物処理建物 2 階 計算機室連絡扉前浸水 防止堰	—	—	—	C-2	—	—	—
			廃棄物処理建物 4 階 廃棄物処理建物送風機 室南側浸水防止堰 (非管理区域側)	—	—	—	C-2	—	—	—
			廃棄物処理建物 4 階 廃棄物処理建物送風機 室南側浸水防止堰 (管理区域側)	—	—	—	C-2 ²⁾ B ³⁾	—	—	—
			廃棄物処理建物 4 階 南側シャッター前浸水 防止堰	—	—	—	B ³⁾	—	—	—

8.5-2-35

S2 補 II R1

表 1 浸水防護施設の主要設備リスト (11/13)

設備区分	系統名	機器区分	変更前			変更後				
			名称	設計基準対象施設 ¹⁾ 耐震 重要度 分類	機器 クラス	重大事故等 設備 分類	重大事故等 機器 クラス	設計基準対象施設 ¹⁾ 耐震 重要度 分類	機器 クラス	重大事故等 設備 分類
内 邦 浸 水 防 護 設 備	—	防 水 区 画 構 造 物	廃棄物処理建物 地下 1 階 通路東側浸水防止 堰	—	—	—	C-2	—	—	—
			廃棄物処理建物 1 階 補助盛室東側通路南側 扉浸水防止堰	—	—	—	C-2	—	—	—
			廃棄物処理建物 1 階 補助盛室東側 (北) 浸 水防止堰	—	—	—	C-2	—	—	—
			廃棄物処理建物 1 階 補助盛室東側 (中) 浸 水防止堰	—	—	—	C-2	—	—	—
			廃棄物処理建物 1 階 補助盛室東側 (南) 浸 水防止堰	—	—	—	C-2	—	—	—
			廃棄物処理建物 1 階 消防用ポンプ室扉浸水 防止堰	—	—	—	C-2	—	—	—
			廃棄物処理建物 1 階 補助盛室前浸水防止堰	—	—	—	C-2	—	—	—
			廃棄物処理建物 1 階 中央制御室横会議室浸 水防止堰 (補助盛室側)	—	—	—	C-2	—	—	—
			廃棄物処理建物 1 階 中央制御室横会議室浸 水防止堰 (予備室側)	—	—	—	C-2	—	—	—
			廃棄物処理建物 1 階 中央制御室横会議室浸 水防止堰 (運転員控室側)	—	—	—	C-2	—	—	—
			廃棄物処理建物 2 階 中央制御室送風機室階 段浸水防止堰	—	—	—	C-2	—	—	—
			廃棄物処理建物 2 階 計算機室連絡扉前浸水 防止堰	—	—	—	C-2	—	—	—
			廃棄物処理建物 4 階 廃棄物処理建物送風機 室南側浸水防止堰 (非管理区域側)	—	—	—	C-2	—	—	—
			廃棄物処理建物 4 階 廃棄物処理建物送風機 室南側浸水防止堰 (管理区域側)	—	—	—	C-2 ²⁾ B ³⁾	—	—	—
			廃棄物処理建物 4 階 南側シャッター前浸水 防止堰	—	—	—	B ³⁾	—	—	—

8.5-2-36

記載の適正化

【その他発電用原子炉の附属施設 5. 浸水防護施設 5.3 浸水防護施設の基本設計方針、適用基準及び適用規格】

補正前	補正後	備考																																																																																																																																																																																																	
	<p style="text-align: center;">S2 補 II R1</p> <p style="text-align: center;">表1 浸水防護施設の主要設備リスト (12/13)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">設備区分</th> <th rowspan="2">系統名</th> <th rowspan="2">機器区分</th> <th colspan="3">変更前</th> <th colspan="3">変更後</th> </tr> <tr> <th>名称</th> <th>設計基準対象施設¹⁾ 耐震 重要度 分類</th> <th>機器 クラス</th> <th>重大事故等 対処設備¹⁾ 重大事故等 機器 クラス</th> <th>名称</th> <th>設計基準対象施設¹⁾ 耐震 重要度 分類</th> <th>機器 クラス</th> <th>重大事故等 対処設備¹⁾ 重大事故等 機器 クラス</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="16">内野浸水防護設備</td> <td rowspan="16">—</td> <td rowspan="16">防水区画 構造物</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">8.5-2-37</p>	設備区分	系統名	機器区分	変更前			変更後			名称	設計基準対象施設 ¹⁾ 耐震 重要度 分類	機器 クラス	重大事故等 対処設備 ¹⁾ 重大事故等 機器 クラス	名称	設計基準対象施設 ¹⁾ 耐震 重要度 分類	機器 クラス	重大事故等 対処設備 ¹⁾ 重大事故等 機器 クラス	内野浸水防護設備	—	防水区画 構造物	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	<p style="text-align: center;">記載の適正化</p>
設備区分	系統名				機器区分	変更前			変更後																																																																																																																																																																																										
		名称	設計基準対象施設 ¹⁾ 耐震 重要度 分類	機器 クラス		重大事故等 対処設備 ¹⁾ 重大事故等 機器 クラス	名称	設計基準対象施設 ¹⁾ 耐震 重要度 分類	機器 クラス	重大事故等 対処設備 ¹⁾ 重大事故等 機器 クラス																																																																																																																																																																																									
内野浸水防護設備	—	防水区画 構造物	—	—	—	—	—	—	—	—	—																																																																																																																																																																																								
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																																																																																																																																																																																							
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																																																																																																																																																																																						
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																																																																																																																																																																																						
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																																																																																																																																																																																						
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																																																																																																																																																																																						
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																																																																																																																																																																																						
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																																																																																																																																																																																						
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																																																																																																																																																																																						
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																																																																																																																																																																																						
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																																																																																																																																																																																						
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																																																																																																																																																																																						
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																																																																																																																																																																																						
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																																																																																																																																																																																						
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																																																																																																																																																																																						
			—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																																																																																																																																																																																						

【その他発電用原子炉の附属施設 5. 浸水防護施設 5.3 浸水防護施設の基本設計方針、適用基準及び適用規格】

補正前		補正後		備考	
設備区分 内郭浸水防護設備	系統名 —	機器区分 防水区画 構造物	変更前	変更後	記載の適正化
			表1 浸水防護施設の主要設備リスト (11/11)	表1 浸水防護施設の主要設備リスト (13/13)	
		<p>注記 *1: 表1に用いる略語の定義は「原子炉本体」の「8. 原子炉本体の基本設計方針、適用基準及び適用規格」の「表1 原子炉本体の主要設備リスト」付表1)による。 *2: 浸水の伝播を防止する設備としての耐震重要度を示す。 *3: 放射性物質を内包する液体の建物の外への漏えいを防止する設備としての耐震重要度を示す。</p>			
		<p>注記 *1: 表1に用いる略語の定義は「原子炉本体」の「8. 原子炉本体の基本設計方針、適用基準及び適用規格」の「表1 原子炉本体の主要設備リスト」付表1)による。 *2: 浸水の伝播を防止する設備としての耐震重要度を示す。 *3: 放射性物質を内包する液体の建物の外への漏えいを防止する設備としての耐震重要度を示す。</p>			
S2 補 II R0		S2 補 II R1			
		<p>注記 *1: 表1に用いる略語の定義は「原子炉本体」の「8. 原子炉本体の基本設計方針、適用基準及び適用規格」の「表1 原子炉本体の主要設備リスト」付表1)による。 *2: 浸水の伝播を防止する設備としての耐震重要度を示す。 *3: 放射性物質を内包する液体の建物の外への漏えいを防止する設備としての耐震重要度を示す。</p>			
		<p>注記 *1: 表1に用いる略語の定義は「原子炉本体」の「8. 原子炉本体の基本設計方針、適用基準及び適用規格」の「表1 原子炉本体の主要設備リスト」付表1)による。 *2: 浸水の伝播を防止する設備としての耐震重要度を示す。 *3: 放射性物質を内包する液体の建物の外への漏えいを防止する設備としての耐震重要度を示す。</p>			
8.5-2-36		8.5-2-38			

4. 補正内容を反映した書類

II 工事計画

(2) 適用基準及び適用規格

変更前	変更後
<p>第1章 共通項目</p> <p>原子炉本体に適用する共通項目の基準及び規格については、原子炉冷却系統施設、火災防護設備、浸水防護施設の「適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p>	<p>第1章 共通項目</p> <p>原子炉本体に適用する共通項目の基準及び規格については、原子炉冷却系統施設、火災防護設備、浸水防護施設の「適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p>
<p>第2章 個別項目</p> <p>原子炉本体に適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈（平成17年12月15日原院第5号） ・発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年通商産業省告示第501号） ・発電用軽水型原子炉の燃料設計手法について（昭和63年5月12日原子力安全委員会了承） ・原子炉構造材の監視試験方法（J E A C 4 2 0 1 -2007） 	<p>第2章 個別項目</p> <p>原子炉本体に適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈（平成25年6月19日原規技発第1306194号） ・発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈（平成17年12月15日原院第5号） ・発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年通商産業省告示第501号） ・発電用軽水型原子炉の燃料設計手法について（昭和63年5月12日原子力安全委員会了承） ・原子炉構造材の監視試験方法（J E A C 4 2 0 1 -2007）

変更前	変更後
<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉構造材の監視試験方法((J E A C 4 2 0 1 -2007) (2010年追補版)) ・ J S M E S N C 1 -2005 発電用原子力設備規格設計・建設規格 ・ J S M E S N C 1 -2005/2007 発電用原子力設備規格設計・建設規格 	<ul style="list-style-type: none"> ・原子炉構造材の監視試験方法((J E A C 4 2 0 1 -2007) (2010年追補版)) ・原子炉構造材の監視試験方法((J E A C 4 2 0 1 -2007) (2013年追補版)) ・原子力発電所用機器に対する破壊靱性の確認試験方法 (J E A C 4 2 0 6 -2007) ・ J S M E S N C 1 -2005 発電用原子力設備規格設計・建設規格 ・ J S M E S N C 1 -2005/2007 発電用原子力設備規格設計・建設規格

(2) 適用基準及び適用規格

変更前	変更後
<p>第1章 共通項目</p> <p>核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設に適用する共通項目の基準及び規格については、原子炉冷却系統施設、火災防護設備、浸水防護施設の「適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p>	<p>第1章 共通項目</p> <p>核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設に適用する共通項目の基準及び規格については、原子炉冷却系統施設、火災防護設備、浸水防護施設の「適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p>
<p>第2章 個別項目</p> <p>核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設に適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈（平成17年12月15日原院第5号） ・実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示（平成13年経済産業省告示第187号） ・発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針（平成2年8月30日原子力安全委員会決定） 	<p>第2章 個別項目</p> <p>核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設に適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈（平成25年6月19日原規技発第1306194号） ・発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈（平成17年12月15日原院第5号） ・核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示（平成27年原子力規制委員会告示第8号） ・発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針（平成2年8月30日原子力安全委員会決定）

変更前	変更後
	<ul style="list-style-type: none"> ・ J S M E S N C 1 - 2 0 0 5 / 2 0 0 7 発 電 用 原 子 力 設 備 規 格 設 計 ・ 建 設 規 格 ・ ク レ ー ン 構 造 規 格 (平 成 1 5 年 1 2 月 1 9 日 厚 生 労 働 省 告 示 第 3 9 9 号) ・ ク レ ー ン 等 安 全 規 則 (令 和 元 年 1 1 月 1 日 令 和 元 年 厚 生 労 働 省 令 第 6 7 号) ・ J I S A 9 5 0 1 - 2 0 1 4 保 温 保 冷 工 事 施 工 標 準 ・ 発 電 用 原 子 力 設 備 に 関 する 構 造 等 の 技 術 基 準 (昭 和 5 5 年 通 商 産 業 省 告 示 第 5 0 1 号)

上記のほか「実用発電用原子炉に係る使用済燃料貯蔵槽における燃料損傷防止対策の有効性評価に関する審査ガイド（平成 25 年 6 月 19 日原規技発第 1 3 0 6 1 9 1 6 号）」を参照する。

(2) 適用基準及び適用規格

変更前	変更後
<p data-bbox="159 389 383 416">第1章 共通項目</p> <p data-bbox="159 437 1081 563">原子炉冷却系統施設に適用する共通項目の基準及び規格については、以下の基準及び規格並びに、火災防護設備、浸水防護施設の「(2)適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p> <p data-bbox="159 584 1081 710">なお、以下に示す原子炉冷却系統施設に適用する共通項目の基準及び規格を適用する個別の施設区分については「表1 施設共通の適用基準及び適用規格 (該当施設)」に示す。</p> <ul data-bbox="159 772 1081 1428" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="159 772 1081 855">・ 建築基準法 (昭和 25 年 5 月 24 日法律第 2 0 1 号) 建築基準法施行令 (昭和 25 年 11 月 16 日政令第 3 3 8 号) <li data-bbox="159 1015 1081 1141">・ 消防法 (昭和 23 年 7 月 24 日法律第 1 8 6 号) 消防法施行令 (昭和 36 年 3 月 25 日政令第 3 7 号) 消防法施行規則 (昭和 36 年 4 月 1 日自治省令第 6 号) <li data-bbox="159 1204 1081 1287">・ 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準 (昭和 55 年通商産業省告示第 5 0 1 号) <li data-bbox="159 1351 1081 1428">・ 発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈 (平成 17 年 12 月 15 日原院第 5 号) 	<p data-bbox="1104 389 1328 416">第1章 共通項目</p> <p data-bbox="1104 437 2016 563">原子炉冷却系統施設に適用する共通項目の基準及び規格については、以下の基準及び規格並びに、火災防護設備、浸水防護施設の「(2)適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p> <p data-bbox="1104 584 2016 710">なお、以下に示す原子炉冷却系統施設に適用する共通項目の基準及び規格を適用する個別の施設区分については「表1 施設共通の適用基準及び適用規格 (該当施設)」に示す。</p> <ul data-bbox="1104 772 2016 1428" style="list-style-type: none"> <li data-bbox="1104 772 2016 855">・ 建築基準法 (昭和 25 年 5 月 24 日法律第 2 0 1 号) 建築基準法施行令 (昭和 25 年 11 月 16 日政令第 3 3 8 号) <li data-bbox="1104 919 2016 946">・ 高圧ガス保安法 (昭和 26 年 6 月 7 日法律第 2 0 4 号) <li data-bbox="1104 1015 2016 1141">・ 消防法 (昭和 23 年 7 月 24 日法律第 1 8 6 号) 消防法施行令 (昭和 36 年 3 月 25 日政令第 3 7 号) 消防法施行規則 (昭和 36 年 4 月 1 日自治省令第 6 号) <li data-bbox="1104 1204 2016 1287">・ 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準 (昭和 55 年通商産業省告示第 5 0 1 号) <li data-bbox="1104 1351 2016 1428">・ 発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈 (平成 17 年 12 月 15 日原院第 5 号)

変更前	変更後
<ul style="list-style-type: none"> ・ 発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針（平成2年8月30日原子力安全委員会） ・ 実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について（内規）（平成21・06・25 原院第1号（平成21年6月30日）原子力安全・保安院一部改正） ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編（J E A G 4 6 0 1 ・ 補 - 1984） ・ 原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1 - 1987） ・ 原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1 - 1991 追補版） 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈（平成25年6月19日原規技発第1306194号） ・ 原子力発電工作物に係る電気設備の技術基準の解釈（平成25年6月19日原規技発第1306199号） ・ 発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針（平成2年8月30日原子力安全委員会） ・ 実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について（内規）（平成21・06・25 原院第1号（平成21年6月30日）原子力安全・保安院一部改正） ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編（J E A G 4 6 0 1 ・ 補 - 1984） ・ 原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1 - 1987） ・ 原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1 - 1991 追補版） ・ 原子力発電所用機器に対する破壊靱性の確認試験方法（J E A C 4 2 0 6 - 2007）

変更前	変更後
<ul style="list-style-type: none"> • J S M E S N C 1 -2001 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 • J S M E S N C 1 -2005 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 • J S M E S N C 1 -2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 • 【事例規格】 発電用原子力設備における「応力腐食割れ発生の抑制に対する考慮」(N C - C C - 0 0 2) 	<ul style="list-style-type: none"> • J S M E S N A 1 -2008 発電用原子力設備規格維持規格 • J S M E S N B 1 -2007 発電用原子力設備規格溶接規格 • J S M E S N C 1 -2001 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 • J S M E S N C 1 -2005 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 • J S M E S N C 1 -2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 • J S M E S N E 1 -2003 発電用原子力設備規格コンクリート製原子炉格納容器規格 • 日本電機工業会 J E M 1 3 9 8 -1995 ディーゼルエンジン駆動可搬形交流発電装置 • 【事例規格】 発電用原子力設備における「応力腐食割れ発生の抑制に対する考慮」(N C - C C - 0 0 2) • 土木学会 2002年 コンクリート標準示方書 構造性能照査編 • 土木学会 2007年 コンクリート標準示方書 設計編

変更前	変更後
<ul style="list-style-type: none"> • 日本建築学会 1999年 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計法 • 日本建築学会 2005年 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 • 日本建築学会 2005年 鋼構造設計規準－許容応力度設計法 	<ul style="list-style-type: none"> • 土木学会 2012年 コンクリート標準示方書 設計編 • 土木学会 2017年 コンクリート標準示方書 設計編 • 土木学会 2005年 原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル • 土木学会 2006年 トンネル標準示方書 • 日本建築学会 1999年 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計法 • 日本建築学会 2010年 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 • 日本建築学会 2001年 鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計法と保有水平耐力 • 日本建築学会 2005年 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 • 日本建築学会 2005年 鋼構造設計規準－許容応力度設計法 • 日本建築学会 2001年 建築基礎構造設計指針

変更前	変更後
<ul style="list-style-type: none"> ・ 日本建築学会 1980年 塔状鋼構造設計指針・同解説 ・ 日本建築学会 2007年 煙突構造設計指針 ・ 日本建築学会 1996年 容器構造設計指針・同解説 ・ 日本建築センター 1982年 煙突構造設計施工指針 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 日本建築学会 2010年 各種合成構造設計指針・同解説 ・ 日本建築学会 2004年 建築物荷重指針・同解説 ・ 日本建築学会 1980年 塔状鋼構造設計指針・同解説 ・ 日本建築学会 2007年 煙突構造設計指針 ・ 日本建築学会 2010年 容器構造設計指針・同解説 ・ 日本建築学会 1990年 建築耐震設計における保有耐力と変形性能 ・ 日本建築学会 2013年 建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5N 原子力発電所施設における鉄筋コンクリート工事 ・ 日本建築学会 2014年 建築工事標準仕様書・同解説 JASS 6 鉄骨工事 ・ 日本建築センター 1982年 煙突構造設計施工指針 ・ 地盤工学会基準（JGS 1521-2003）地盤の平板載荷試験方法 ・ 地盤工学会基準（JGS 3521-2004）剛体載荷板による岩盤の平板載荷試験方法

変更前	変更後
<p>・タービンミサイル評価について（昭和 52 年 7 月 20 日原子力委員会原子炉安全専門審査会）</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・日本道路協会 平成 14 年 3 月 道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説 ・日本道路協会 平成 14 年 3 月 道路橋示方書（V 耐震設計編）・同解説 ・ I S E S 7 6 0 7 - 3 「軽水炉構造機器の衝撃苛重に関する調査 その 3 ミサイルの衝突による構造壁の損傷に関する評価式の比較検討」（昭和 51 年 10 月 高温構造安全技術研究組合） ・タービンミサイル評価について（昭和 52 年 7 月 20 日原子力委員会原子炉安全専門審査会） ・発電用火力設備の技術基準の解釈（平成 25 年 5 月 17 日 2 0 1 3 0 5 0 7 商局第 2 号） ・2015 年版 建築物の構造関係技術基準解説書（国土交通省国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人建築研究所） ・松江市建築基準法施行細則（平成 17 年 3 月 31 日 松江市規則第 234 号）

変更前	変更後
<ul style="list-style-type: none"> ・発電用原子力設備における破壊を引き起こすき裂その他の欠陥の解釈について（平成 21・11・18 原院第 1 号平成 21 年 12 月 25 日原子力安全・保安院制定） ・非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について（内規）（平成 20・02・12 原院第 5 号（平成 20 年 2 月 27 日原子力安全・保安院制定）） ・BWR MARK I 型格納容器圧力抑制系に加わる動荷重の評価指針（原子力安全委員会 平成 2 年 8 月） 	<ul style="list-style-type: none"> ・実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈（平成 26 年 8 月 6 日原子力規制委員会決定） ・Methodology for Performing Aircraft Impact Assessments for New Plant Designs (Nuclear Energy Institute 2011Rev8 (NEI 07-13)) ・非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について（内規）（平成 20・02・12 原院第 5 号（平成 20 年 2 月 27 日原子力安全・保安院制定）） ・BWR MARK I 型格納容器圧力抑制系に加わる動荷重の評価指針（原子力安全委員会 平成 2 年 8 月） ・日本機械学会 機械工学便覧 ・U. S. Nuclear Regulatory Commission: REGULATORY GUIDE 1.76, DESIGN-BASIS TORNADO AND TORNADO MISSILES FOR NUCLEAR POWER PLANTS, Revision1, March 2007

上記のほか「原子力発電所の火山影響評価ガイド」、「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」、「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」、「耐震設計に係る工認審査ガイド」を参照する。

表1 施設共通の適用基準及び適用規格（該当施設）

	原子炉本体	核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設	原子炉冷却系統施設	蒸気タービン	計測制御系統施設	放射性廃棄物の廃棄施設	放射線管理施設	原子炉格納施設	その他発電用原子炉の附属施設								
									非常用電源設備	常用電源設備	補助ボイラー	火災防護設備	浸水防護施設 *	補機駆動用燃料設備 *	非常用取水設備	緊急時対策所	
建築基準法（昭和25年5月24日法律第201号） 建築基準法施行令（昭和25年11月16日政令第338号）	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
高圧ガス保安法（昭和26年6月7日法律第204号）	—	—		—	○	—	○	—	—	—	—	○	—	○	—	○	○
消防法（昭和23年7月24日法律第186号） 消防法施行令（昭和36年3月25日政令第37号） 消防法施行規則（昭和36年4月1日自治省令第6号）	○	○		○	○	○	○	○	○	○	—	○	○	○	—	○	○
発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年通商産業省告示第501号）	○	○		○	○	○	○	○	○	○	—	○	—	—	—	—	—
発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈（平成17年12月15日原院第5号）	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—	—	○	○
実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈（平成25年6月19日原規技発第1306194号）	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
原子力発電工作物に係る電気設備の技術基準の解釈（平成25年6月19日原規技発第1306199号）	—	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—	—	—	○
発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針（平成2年8月30日原子力安全委員会）	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—	○	○
実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について（内規）（平成21・06・25 原院第1号（平成21年6月30日）原子力安全・保安院一部改正）	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—	○	○
原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編（JEAG4601・補-1984）	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601-1987）	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—	○	○
原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601-1991 追補版）	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	—	○	○
原子力発電所用機器に対する破壊靱性の確認試験方法（JEAC4206-2007）	—	—		—	○	—	—	—	○	—	—	—	—	—	—	—	—

S2 補 II R0

表1 施設共通の適用基準及び適用規格（該当施設）

	原子炉本体	核燃料物質の 取扱施設及び貯蔵施設	原子炉冷却系統施設	蒸気タービン	計測制御系統施設	放射性廃棄物の廃棄施設	放射線管理施設	原子炉格納施設	その他発電用原子炉の附属施設							
									非常用電源設備	常用電源設備	補助ボイラー	火災防護設備	浸水防護施設 *	補機駆動用燃料設備 *	非常用取水設備	緊急時対策所
J SME S NA 1-2008 発電用原子力設備規格維持規格	○	○		-	○	○	○	○	○	-	-	○	-	○	-	-
J SME S NB 1-2007 発電用原子力設備規格溶接規格	-	○		-	○	-	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-
J SME S NC 1-2001 発電用原子力設備規格 設計・建設規格	○	-		-	○	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-
J SME S NC 1-2005 発電用原子力設備規格 設計・建設規格	○	○		-	○	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-
J SME S NC 1-2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
J SME S NE 1-2003 発電用原子力設備規格コンクリート製原子炉格納容器規格	-	-		-	-	-	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-
日本電機工業会 JEM 1398-1995 ディーゼルエンジン駆動可搬形交流発電装置	-	○		-	-	-	-	○	○	-	-	-	-	○	-	○
【事例規格】発電用原子力設備における「応力腐食割れ発生の抑制に対する考慮」(NC-CC-002)	○	-		-	○	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-
土木学会 2002年 コンクリート標準示方書 構造性能照査編	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
土木学会 2007年 コンクリート標準示方書 設計編	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○
土木学会 2012年 コンクリート標準示方書 設計編	-	-		-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	○	-
土木学会 2017年 コンクリート標準示方書 設計編	-	-		-	-	○	-	○	○	-	-	-	-	-	○	-
土木学会 2005年 原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル	-	-		-	-	○	-	○	○	-	-	-	-	-	○	-
土木学会 2006年 トンネル標準示方書	-	○		-	○	-	○	○	○	-	-	-	-	○	-	○

S2 補 II R0

表1 施設共通の適用基準及び適用規格（該当施設）

	原子炉本体	核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設	原子炉冷却系統施設	蒸気タービン	計測制御系統施設	放射性廃棄物の廃棄施設	放射線管理施設	原子炉格納施設	その他発電用原子炉の附属施設							
									非常用電源設備	常用電源設備	補助ボイラー	火災防護設備	浸水防護施設 *	補機駆動用燃料設備 *	非常用取水設備	緊急時対策所
日本建築学会 1999年 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計法	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
日本建築学会 2010年 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説	－	○		－	－	－	－	○	－	－	－	－	－	－	－	－
日本建築学会 2001年 鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計法と保有水平耐力	－	－		－	－	－	○	○	－	－	－	－	－	－	－	－
日本建築学会 2005年 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	－	○	○
日本建築学会 2005年 鋼構造設計規準－許容応力度設計法	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	－	○	○
日本建築学会 2001年 建築基礎構造設計指針	－	－		－	－	○	○	○	－	－	－	－	－	－	－	－
日本建築学会 2010年 各種合成構造設計指針・同解説	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	－	○	○
日本建築学会 2004年 建築物荷重指針・同解説	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	－	○	○
日本建築学会 1980年 塔状鋼構造設計指針・同解説	－	－		－	－	○	－	○	－	－	－	－	－	－	－	－
日本建築学会 2007年 煙突構造設計指針	－	－		－	－	○	－	○	－	－	－	－	－	－	－	－
日本建築学会 2010年 容器構造設計指針・同解説	－	－		－	－	○	－	○	－	－	－	－	－	－	－	－
日本建築学会 1990年 建築耐震設計における保有耐力と変形性能	－	－		－	－	○	○	○	－	－	－	－	－	－	－	－
日本建築学会 2013年 建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5N 原子力発電所施設における鉄筋コンクリート工事	－	－		－	－	－	－	○	－	－	－	－	○	－	－	－
日本建築学会 2014年 建築工事標準仕様書・同解説 JASS 6 鉄骨工事	－	－		－	－	－	－	○	－	－	－	○	○	－	－	－
日本建築センター 1982年 煙突構造設計施工指針	－	－		－	－	○	－	○	－	－	－	－	－	－	－	－

S2 補 II R0

表1 施設共通の適用基準及び適用規格（該当施設）

	原子炉本体	核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設	原子炉冷却系統施設	蒸気タービン	計測制御系統施設	放射性廃棄物の廃棄施設	放射線管理施設	原子炉格納施設	その他発電用原子炉の附属施設							
									非常用電源設備	常用電源設備	補助ボイラー	火災防護設備	浸水防護施設 *	補機駆動用燃料設備 *	非常用取水設備	緊急時対策所
地盤工学会基準（JGS1521-2003）地盤の平板載荷試験方法	-	-		-	-	○	-	○	○	-	-	-	-	-	○	-
地盤工学会基準（JGS3521-2004）剛体載荷板による岩盤の平板載荷試験方法	-	-		-	-	○	-	○	○	-	-	-	-	-	○	-
日本道路協会 平成14年3月 道路橋示方書（I共通編・IV下部構造編）・同解説	-	-		-	-	-	-	○	○	-	-	-	-	-	○	-
日本道路協会 平成14年3月 道路橋示方書（V耐震設計編）・同解説	-	-		-	-	-	-	○	○	-	-	-	-	-	○	-
ISES7607-3「軽水炉構造機器の衝撃荷重に関する調査 その3 ミサイルの衝突による構造壁の損傷に関する評価式の比較検討」（昭和51年10月 高温構造安全技術研究組合）	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○
タービンミサイル評価について（昭和52年7月20日原子炉安全専門審査会）	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○
発電用火気設備の技術基準の解釈（平成25年5月17日20130507商局第2号）	-	-		-	-	-	-	-	○	-	○	-	-	○	-	-
2015年版 建築物の構造関係技術基準解説書（国土交通省国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人建築研究所）	-	-		-	-	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-	-
松江市建築基準法施行細則（平成17年3月31日松江市規則第234号）	-	-		-	-	-	-	○	○	-	-	-	-	-	○	-
実用発電用原子炉及びその附属施設における破壊を引き起こす亀裂その他の欠陥の解釈（平成26年8月6日原子力規制委員会決定）	○	○		-	○	○	○	○	○	-	-	○	-	-	-	-
Methodology for Performing Aircraft Impact Assessments for New Plant Designs(Nuclear Energy Institute 2011 Rev8 (NEI07-13))	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○
非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について（内規）（平成20・02・12原院第5号（平成20年2月27日原子力安全・保安院制定））	-	-		-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-
BWR・MARK I型格納容器圧力抑制系に加わる動荷重の評価指針（原子力安全委員会 平成2年8月）	-	-		-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-
日本機械学会 機械工学便覧	-	○		-	○	-	○	○	○	-	-	-	-	-	-	-
U.S.Nuclear Regulatory Commission:REGULATORY GUIDE 1.76,DESIGN-BASIS TORNADO AND TORNADO MISSILES FOR NUCLEAR POWER PLANTS,Revision1, March 2007	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○

S2 補 II R0

変更前	変更後
<p>第2章 個別項目</p> <p>原子炉冷却系統施設に適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈（平成17年12月15日原院第5号） ・軽水型動力炉の非常用炉心冷却系の性能評価指針（平成4年6月11日原子力安全委員会一部改定） ・非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について（内規）（平成20・02・12原院第5号平成20年2月27日原子力安全・保安院制定） 	<p>第2章 個別項目</p> <p>原子炉冷却系統施設に適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈（平成25年6月19日原規技発第1306194号） ・発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈（平成17年12月15日原院第5号） ・発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年通商産業省告示第501号） ・軽水型動力炉の非常用炉心冷却系の性能評価指針（平成4年6月11日原子力安全委員会一部改定） ・非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について（内規）（平成20・02・12原院第5号平成20年2月27日原子力安全・保安院制定） ・原子力発電所耐震設計技術規程 J E A G 4 6 0 1 -2008

変更前	変更後
<ul style="list-style-type: none"> 原子力発電所配管破損防護設計技術指針 J E A G 4 6 1 3 -1998 (日本電気協会) 	<ul style="list-style-type: none"> 原子力発電所配管破損防護設計技術指針 J E A G 4 6 1 3 -1998 (日本電気協会)
<ul style="list-style-type: none"> J S M E S 0 1 2 -1998 配管内円柱状構造物の流力振動評価指針 	<ul style="list-style-type: none"> J S M E S 0 1 2 -1998 配管内円柱状構造物の流力振動評価指針
<ul style="list-style-type: none"> J S M E S 0 1 7 -2003 日本機械学会「配管の高サイクル熱疲労に関する評価指針 	<ul style="list-style-type: none"> J S M E S 0 1 7 -2003 日本機械学会「配管の高サイクル熱疲労に関する評価指針
	<ul style="list-style-type: none"> J S M E S N C 1 -2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格
<ul style="list-style-type: none"> BWR・MARK I 型格納容器圧力抑制系に加わる動荷重の評価指針 (原子力安全委員会 平成 2 年 8 月) 	<ul style="list-style-type: none"> BWR・MARK I 型格納容器圧力抑制系に加わる動荷重の評価指針 (原子力安全委員会 平成 2 年 8 月)

(2) 適用基準及び適用規格

変更前	変更後
<p>第1章 共通項目</p> <p>蒸気タービンに適用する共通項目の基準及び規格については、原子炉冷却系統施設、火災防護設備、浸水防護施設の「適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p>	<p>第1章 共通項目</p> <p>蒸気タービンに適用する共通項目の基準及び規格については、原子炉冷却系統施設、火災防護設備、浸水防護施設の「適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p>
<p>第2章 個別項目</p> <p>蒸気タービンに適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈（平成17年12月15日原院第5号） ・ 発電用火力設備の技術基準の解釈（平成25年5月17日 20130507 商局第2号） ・ J S M E S N B 1-2007 発電用原子力設備規格溶接規格 ・ J S M E S N C 1-2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 	<p>第2章 個別項目</p> <p>蒸気タービンに適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈（平成25年6月19日原規技発第1306194号） ・ 発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈（平成17年12月15日原院第5号） ・ 発電用火力設備の技術基準の解釈（平成25年5月17日 20130507 商局第2号） ・ J S M E S N B 1-2007 発電用原子力設備規格溶接規格 ・ J S M E S N C 1-2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格

(2) 適用基準及び適用規格

変更前	変更後
<p>第1章 共通項目</p> <p>計測制御系統施設に適用する共通項目の基準及び規格については、原子炉冷却系統施設、火災防護設備、浸水防護施設の「適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p>	<p>第1章 共通項目</p> <p>計測制御系統施設に適用する共通項目の基準及び規格については、原子炉冷却系統施設、火災防護設備、浸水防護施設の「適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p>
<p>第2章 個別項目</p> <p>計測制御系統施設に適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈（平成17年12月15日原院第5号） ・ 不正アクセス行為の禁止等に関する法律（平成11年8月13日法律第128号） 	<p>第2章 個別項目</p> <p>計測制御系統施設に適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈（平成25年6月19日原規技発第1306194号） ・ 発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈（平成17年12月15日原院第5号） ・ 消防法（昭和23年法律第186号） ・ 高圧ガス保安法（昭和26年法律第204号） ・ 毒物及び劇物取締法（昭和25年法律第303号） ・ 不正アクセス行為の禁止等に関する法律（平成11年8月13日法律第128号）

変更前	変更後
<ul style="list-style-type: none"> ・発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針（平成2年8月30日原子力安全委員会決定） 	<ul style="list-style-type: none"> ・発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針（平成2年8月30日原子力安全委員会決定）
<ul style="list-style-type: none"> ・発電用軽水型原子炉施設の反応度投入事象における燃焼の進んだ燃料の取扱いについて（平成10年4月13日原子力安全委員会了承） 	<ul style="list-style-type: none"> ・発電用軽水型原子炉施設の反応度投入事象における燃焼の進んだ燃料の取扱いについて（平成10年4月13日原子力安全委員会了承）
<ul style="list-style-type: none"> ・発電用軽水型原子炉施設の反応度投入事象に関する評価指針について（昭和59年1月19日原子力安全委員会決定） 	<ul style="list-style-type: none"> ・発電用軽水型原子炉施設の反応度投入事象に関する評価指針について（昭和59年1月19日原子力安全委員会決定）
<ul style="list-style-type: none"> ・原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について（内規）（平成21・07・27原院第1号（平成21年8月12日原子力安全・保安院制定）） 	<ul style="list-style-type: none"> ・原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について（内規）（平成21・07・27原院第1号（平成21年8月12日原子力安全・保安院制定））
<ul style="list-style-type: none"> ・原子力発電所安全保護系の設計規程（J E A C 4 6 0 4-2009） 	<ul style="list-style-type: none"> ・原子力発電所安全保護系の設計規程（J E A C 4 6 0 4-1993）
<ul style="list-style-type: none"> ・原子力発電所安全保護系の設計規程（J E A C 4 6 0 4-2009） 	<ul style="list-style-type: none"> ・原子力発電所安全保護系の設計規程（J E A C 4 6 0 4-2009）
<ul style="list-style-type: none"> ・デジタル安全保護系の検証及び妥当性確認に関する指針（J E A G 4 6 0 9-2008） 	<ul style="list-style-type: none"> ・デジタル安全保護系の検証及び妥当性確認に関する指針（J E A G 4 6 0 9-2008）
<ul style="list-style-type: none"> ・安全機能を有する計測制御装置の設計指針（J E A G 4 6 1 1-2009） 	<ul style="list-style-type: none"> ・安全機能を有する計測制御装置の設計指針（J E A G 4 6 1 1-2009）
<ul style="list-style-type: none"> ・安全保護系へのデジタル計算機の適用に関する規程（J E A C 4 6 2 0-2008） 	<ul style="list-style-type: none"> ・安全保護系へのデジタル計算機の適用に関する規程（J E A C 4 6 2 0-2008）

上記のほか「有毒ガス防護に係る影響評価ガイド」を参照する。

(2) 適用基準及び適用規格

変更前	変更後
<p>第1章 共通項目</p> <p>放射性廃棄物の廃棄施設に適用する共通項目の基準及び規格については、原子炉冷却系統施設、火災防護設備、浸水防護施設の「適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p>	<p>第1章 共通項目</p> <p>放射性廃棄物の廃棄施設に適用する共通項目の基準及び規格については、原子炉冷却系統施設、火災防護設備、浸水防護施設の「適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p>
<p>第2章 個別項目</p> <p>放射性廃棄物の廃棄施設に適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈（平成17年12月15日原院第5号） ・発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針（昭和50年5月13日原子力委員会決定） ・日本建築学会 1996年 鋼構造座屈設計指針 	<p>第2章 個別項目</p> <p>放射性廃棄物の廃棄施設に適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈（平成25年6月19日原規技発第1306194号） ・発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈（平成17年12月15日原院第5号） ・発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に関する指針（昭和50年5月13日原子力委員会決定） ・日本建築学会 1996年 鋼構造座屈設計指針 ・日本建築センター 1982年 煙突構造設計施工指針

(2) 適用基準及び適用規格

変更前	変更後
<p>第1章 共通項目</p> <p>放射線管理施設に適用する共通項目の基準及び規格については、原子炉冷却系統施設、火災防護設備、浸水防護施設の「適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p>	<p>第1章 共通項目</p> <p>放射線管理施設に適用する共通項目の基準及び規格については、原子炉冷却系統施設、火災防護設備、浸水防護施設の「適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p>
<p>第2章 個別項目</p> <p>放射線管理施設に適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈（平成17年12月15日原院第5号） 	<p>第2章 個別項目</p> <p>放射線管理施設に適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈（平成25年6月19日原規技発第1306194号） ・発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈（平成17年12月15日原院第5号） ・労働安全衛生法（昭和47年法律第57号） 酸素欠乏症等防止規則（昭和47年9月30日労働省令第42号） ・労働安全衛生法（昭和47年法律第57号） 事務所衛生基準規則（昭和47年9月30日労働省令第43号） ・鉱山保安法（昭和24年法律第70号）鉱山保安法施行規則（平成16年9月27日経済産業省令第96号）

変更前	変更後
<ul style="list-style-type: none"> ・発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針（昭和51年9月28日原子力委員会決定） 	<ul style="list-style-type: none"> ・発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針（昭和51年9月28日原子力委員会決定）
<ul style="list-style-type: none"> ・被ばく計算に用いる放射線エネルギー等について（原子力安全委員会了承，平成元年3月27日） 	<ul style="list-style-type: none"> ・被ばく計算に用いる放射線エネルギー等について（原子力安全委員会了承，平成元年3月27日）
<ul style="list-style-type: none"> ・発電用軽水型原子炉施設における事故時の放射線計測に関する審査指針（昭和56年7月23日原子力安全委員会決定） 	<ul style="list-style-type: none"> ・発電用軽水型原子炉施設における事故時の放射線計測に関する審査指針（昭和56年7月23日原子力安全委員会決定）
<ul style="list-style-type: none"> ・発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について（平成元年3月27日原子力安全委員会了承） 	<ul style="list-style-type: none"> ・発電用軽水型原子炉施設の安全審査における一般公衆の線量評価について（平成元年3月27日原子力安全委員会了承）
<ul style="list-style-type: none"> ・発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針（平成2年8月30日原子力安全委員会決定） 	<ul style="list-style-type: none"> ・発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針（平成2年8月30日原子力安全委員会決定）
<ul style="list-style-type: none"> ・発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針（昭和57年1月28日原子力安全委員会決定） 	<ul style="list-style-type: none"> ・発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針（昭和57年1月28日原子力安全委員会決定）
<ul style="list-style-type: none"> ・原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について（内規）（平成21・07・27原院第1号（平成21年8月12日原子力安全・保安院制定）） 	<ul style="list-style-type: none"> ・原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について（内規）（平成21・07・27原院第1号（平成21年8月12日原子力安全・保安院制定））
	<ul style="list-style-type: none"> ・原子力発電所中央制御室運転員の事故時被ばくに関する規程（J E A C 4 6 2 2-2009）（平成21年6月23日制定）

変更前	変更後
<ul style="list-style-type: none"> ・原子力発電所放射線遮へい設計規程（J E A C 4 6 1 5-2008） ・実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示（平成13年経済産業省告示第187号） ・実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の規定に基づく線量限度を定める告示（平成13年経済産業省告示第187号） 	<ul style="list-style-type: none"> ・原子力発電所放射線遮へい設計規程（J E A C 4 6 1 5-2008） ・核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示 昭和32年制定 ・核原料物質又は核燃料物質の製錬の事業に関する規則等の規定に基づく線量限度等を定める告示（平成27年原子力規制委員会告示第8号）

上記のほか「実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド」を参照する。

(2) 適用基準及び適用規格

変更前	変更後
<p>第1章 共通項目</p> <p>原子炉格納施設に適用する共通項目の基準及び規格については、原子炉冷却系統施設、火災防護設備、浸水防護施設の「適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p>	<p>第1章 共通項目</p> <p>原子炉格納施設に適用する共通項目の基準及び規格については、原子炉冷却系統施設、火災防護設備、浸水防護施設の「適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p>
<p>第2章 個別項目</p> <p>原子炉格納施設に適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈（平成17年12月15日原院第5号） ・発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年通商産業省告示第501号） ・発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針（平成2年8月30日原子力安全委員会決定） 	<p>第2章 個別項目</p> <p>原子炉格納施設に適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈（平成25年6月19日原規技発第1306194号） ・発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈（平成17年12月15日原院第5号） ・発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年通商産業省告示第501号） ・発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針（平成2年8月30日原子力安全委員会決定）

変更前	変更後
<ul style="list-style-type: none"> ・非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について（内規）（平成20・02・12原院第5号平成20年2月27日原子力安全・保安院制定） ・原子炉格納容器の漏えい率試験規程（J E A C 4 2 0 3-2008） 	<ul style="list-style-type: none"> ・非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について（内規）（平成20・02・12原院第5号平成20年2月27日原子力安全・保安院制定） ・原子炉格納容器の漏えい率試験規程（J E A C 4 2 0 3-2008） ・原子炉格納容器の漏えい率試験規程（J E A C 4 2 0 3-2017） ・J S M E S N C 1-2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ・J S M E S N E 1-2003 発電用原子力設備規格コンクリート製原子炉格納容器規格 ・日本建築学会 2010年 容器構造設計指針・同解説 ・日本建築学会 1996年 鋼構造座屈設計指針 ・日本建築学会 2010年 各種合成構造設計指針・同解説 ・日本建築学会 2013年 建築工事標準仕様書・同解説 JASS 5N 原子力発電所施設における鉄筋コンクリート工事

変更前	変更後
	<ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="1104 292 2004 368">・日本建築学会 2014年 建築工事標準仕様書・同解説 JASS 6 鉄骨工事<li data-bbox="1104 435 1794 467">・日本建築学会 1980年 塔状鋼構造設計指針・同解説<li data-bbox="1104 534 1653 566">・日本建築学会 2007年 煙突構造設計指針<li data-bbox="1104 633 1697 665">・J I S B 8 2 4 3-1981 圧力容器の構造

(2) 適用基準及び適用規格

変更前	変更後
<p>第1章 共通項目</p> <p>非常用電源設備に適用する共通項目の基準及び規格については、原子炉冷却系統施設、火災防護設備、浸水防護施設の「適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p>	<p>第1章 共通項目</p> <p>非常用電源設備に適用する共通項目の基準及び規格については、原子炉冷却系統施設、火災防護設備、浸水防護施設の「適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p>
<p>第2章 個別項目</p> <p>非常用電源設備に適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈（平成17年12月15日原院第5号） 	<p>第2章 個別項目</p> <p>非常用電源設備に適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈（平成25年6月19日原規技発第1306194号） ・発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈（平成17年12月15日原院第5号） ・発電用火力設備の技術基準の解釈（平成25年5月17日20130507商局第2号） ・原子力発電工作物に係る電気設備の技術基準の解釈（平成25年6月19日原規技発第1306199号） ・発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年通商産業省告示第501号）

変更前	変更後
<ul style="list-style-type: none"> • J I S B 8 2 0 1-1977 陸用鋼製ボイラー構造 	<ul style="list-style-type: none"> • 消防法（昭和23年7月24日法律第186号） 消防法施行令（昭和36年3月25日政令第37号） 消防法施行規則（昭和36年4月1日自治省令第6号） • J S M E S N C 1-2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 • N E G A C 3 3 1-2005 可搬形発電設備技術基準 • 日本電機工業会 J E M 1 3 5 4-2003 ディーゼルエンジン駆動陸用同期発電機 • 日本電機工業会 J E M 1 3 9 8-1995 ディーゼルエンジン駆動可搬形交流発電装置 • タービンミサイル評価について（昭和52年7月20日原子力委員会原子炉安全専門審査会） • J I S B 8 2 0 1-2005 陸用鋼製ボイラー構造

上記のほか「高エネルギーアーク損傷（HEAF）に係る電気盤の設計に関する審査ガイド」を参照する。

(2) 適用基準及び適用規格

変更前	変更後
<p>第1章 共通項目</p> <p>常用電源設備に適用する共通項目の基準及び規格については、原子炉冷却系統施設、火災防護設備、浸水防護施設の「適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p>	<p>第1章 共通項目</p> <p>常用電源設備に適用する共通項目の基準及び規格については、原子炉冷却系統施設、火災防護設備、浸水防護施設の「適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p>
<p>第2章 個別項目</p> <p>常用電源設備に適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈（平成17年12月15日原院第5号） ・電気学会 JEC 114-1979 同期機 ・電気学会 JEC 204-1978 変圧器 	<p>第2章 個別項目</p> <p>常用電源設備に適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈（平成25年6月19日原規技発第1306194号） ・発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈（平成17年12月15日原院第5号） ・原子力発電工作物に係る電気設備の技術基準の解釈（平成25年6月19日原規技発第1306199号） ・電気学会 JEC 114-1979 同期機 ・電気学会 JEC 204-1978 変圧器 ・電気学会 JEC 2200-1995 変圧器

変更前	変更後
・電気学会 JEC 181-1975 交流しゃ断器	・電気学会 JEC 181-1975 交流しゃ断器 ・電気学会 JEC 2300-1985 交流しゃ断器

(2) 適用基準及び適用規格

変更前	変更後
<p>第1章 共通項目</p> <p>補助ボイラーに適用する共通項目の基準及び規格については、原子炉冷却系統施設、火災防護設備、浸水防護施設の「適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p>	<p>第1章 共通項目</p> <p>補助ボイラーに適用する共通項目の基準及び規格については、原子炉冷却系統施設、火災防護設備、浸水防護施設の「適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p>
<p>第2章 個別項目</p> <p>補助ボイラーに適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ J I S B 8 2 4 3-1981 圧力容器の構造 ・ J S M E S N C 1-2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 	<p>第2章 個別項目</p> <p>補助ボイラーに適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ J I S B 8 2 4 3-1981 圧力容器の構造 ・ J S M E S N C 1-2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格

(2) 適用基準及び適用規格

変更前	変更後
<p>第1章 共通項目</p> <p>火災防護設備に適用する共通項目の基準及び規格については、以下の基準及び規格並びに、原子炉冷却系統施設、浸水防護施設の「(2)適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p> <p>なお、以下に示す火災防護設備に適用する共通項目の基準及び規格を適用する個別の施設区分については「表1 施設共通の適用基準及び適用規格(該当施設)」に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈(平成17年12月15日原院第5号) ・発電用軽水型原子炉施設の火災防護に関する審査指針(平成19年12月27日) ・原子力発電所の火災防護規程(JEAC4626-2010) 	<p>第1章 共通項目</p> <p>火災防護設備に適用する共通項目の基準及び規格については、以下の基準及び規格並びに、原子炉冷却系統施設、浸水防護施設の「(2)適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p> <p>なお、以下に示す火災防護設備に適用する共通項目の基準及び規格を適用する個別の施設区分については「表1 施設共通の適用基準及び適用規格(該当施設)」に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈(平成25年6月19日原規技発第1306194号) ・発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈(平成17年12月15日原院第5号) ・実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準(平成25年6月19日原規技発第1306195号) ・発電用軽水型原子炉施設の火災防護に関する審査指針(平成19年12月27日) ・原子力発電所の火災防護規程(JEAC4626-2010)

変更前	変更後
・原子力発電所の火災防護指針（J E A G 4 6 0 7-2010）	・原子力発電所の火災防護指針（J E A G 4 6 0 7-2010） ・ J I S A 4 2 0 1-1992 建築物等の避雷設備（避雷針） ・ J I S A 4 2 0 1-2003 建築物等の雷保護

上記のほか「原子力発電所の内部火災影響評価ガイド」を参照する。

表1 施設共通の適用基準及び適用規格（該当施設）

	原子炉本体	核燃料物質の 取扱施設及び貯蔵施設	原子炉冷却系統施設	蒸気タービン	計測制御系統施設	放射性廃棄物の廃棄施設	放射線管理施設	原子炉格納施設	その他発電用原子炉の附属施設							
									非常用電源設備	常用電源設備	補助ボイラー	火災防護設備	浸水防護施設 *	補機駆動用燃料設備 *	非常用取水設備	緊急時対策所
実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈（平成25年6月19日原規技発第1306194号）	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈（平成17年12月15日原院第5号）	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
実用発電用原子炉及びその附属施設の火災防護に係る審査基準（平成25年6月19日原規技発第1306195号）	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
発電用軽水型原子炉施設の火災防護に関する審査指針（平成19年12月27日）	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
原子力発電所の火災防護規程（JEAC4626-2010）	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
原子力発電所の火災防護指針（JEAG4607-2010）	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
JIS A 4201-1992 建築物等の避雷設備（避雷針）	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
JIS A 4201-2003 建築物等の雷保護	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

注記*：変更後のみ適用する施設

変更前	変更後
<p>第2章 個別項目</p> <p>火災防護設備に適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 建築基準法（昭和25年5月24日法律第201号） 建築基準法施行令（昭和25年11月16日政令第338号） ・ 高圧ガス保安法（昭和26年6月7日法律第204号） 高圧ガス保安法施行令（平成9年2月19日政令第20号） ・ 消防法（昭和23年7月24日法律第186号） 消防法施行令（昭和36年3月25日政令第37号） 消防法施行規則（昭和36年4月1日自治省令第6号） 	<p>第2章 個別項目</p> <p>火災防護設備に適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 建築基準法（昭和25年5月24日法律第201号） 建築基準法施行令（昭和25年11月16日政令第338号） ・ 高圧ガス保安法（昭和26年6月7日法律第204号） 高圧ガス保安法施行令（平成9年2月19日政令第20号） ・ 消防法（昭和23年7月24日法律第186号） 消防法施行令（昭和36年3月25日政令第37号） 消防法施行規則（昭和36年4月1日自治省令第6号） ・ 平成12年建設省告示第1400号（平成16年9月29日国土交通省告示第1178号による改定） ・ 発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針（平成21年3月9日原子力安全委員会一部改訂） ・ 発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針（平成13年3月29日原子力安全委員会一部改訂）

変更前	変更後
<ul style="list-style-type: none"> • I E E E S t d 3 8 3-1974 垂直トレイ燃焼試験 	<ul style="list-style-type: none"> • 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 (J E A G 4 6 0 1・補-1984) • 原子力発電所耐震設計技術指針 (J E A G 4 6 0 1-1987) • 原子力発電所耐震設計技術指針 (J E A G 4 6 0 1-1991 追補版) • J S M E S N C 1-2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 • J I S L 1 0 9 1-1999 繊維製品の燃焼性試験方法 • 独立行政法人産業安全研究所技術指針 工場電気設備防爆指針 (ガス蒸気防爆2006) • I E E E S t d 3 8 3-1974 垂直トレイ燃焼試験 • I E E E S t d 1 2 0 2-1991 垂直トレイ燃焼試験 • I E E E S t d 3 8 4-1992

変更前	変更後
	<ul style="list-style-type: none"> • UL 1581 (Fourth Edition) 1080.VW-1 垂直燃焼試験, 2006 • 公益社団法人日本空気清浄協会 空気清浄装置用ろ材燃焼性試験方法指針 (JACA No. 11A-2003) • 社団法人電池工業会 蓄電池室に関する設計指針 (SBA G 0603-2001) • Fire Dynamics Tools (FDTs) : Quantitative Fire Hazard Analysis Method for the U.S. Nuclear Regulatory Commission Fire Protection Inspection Program, " NUREG-1805, December 2004

			変更前	変 更 後
名 称			—	取水槽除じん機エリア水密扉 (北)
種 類		—		片開扉
主 要 寸 法	た て	mm		2248*
	横	mm		920*
材 料	扉 板	—		SS400
取 付 箇 所	系 統 名 (ラ イ ン 名)	—		—
	設 置 床	—		取水槽除じん機エリア EL 8800mm
	溢 水 防 護 上 の 区 画 番 号	—		—
	溢 水 防 護 上 の 配 慮 が 必 要 な 高 さ	—	—	

注記*：公称値を示す。

			変更前	変 更 後
名 称			—	1号機取水槽流路縮小工
種 類				流路縮小工
主 要 寸 法	縮 小 板 外 径	mm		3850*
	縮 小 板 貫 通 部 径	mm		<input type="text"/> *
	鋼 板 厚 さ	mm		44*
材 料	流 路 縮 小 工		SS400	

注記*：公称値を示す。

			変更前	変 更 後
名 称			—	復水貯蔵タンク水密扉
種 類		—		片開扉
主要寸法	た て	mm		1660*
	横	mm		860*
材 料	扉 板	—		SS400
取付箇所	系 統 名 (ラ イ ン 名)	—	—	
	設 置 床	—	復水貯蔵タンクエリア EL 16100mm	
	溢水防護上の区画番号	—	—	
	溢水防護上の 配慮が必要な高さ	—	—	

注記*：公称値を示す。

			変更前	変 更 後
名 称			—	補助復水貯蔵タンク水密扉
種 類		—		片開扉
主 要 寸 法	た て	mm		1660*
	横	mm		860*
材 料	扉 板	—	SS400	
取 付 箇 所	系 統 名 (ラ イ ン 名)	—	—	
	設 置 床	—	補助復水貯蔵タンクエリア EL 16100mm	
	溢 水 防 護 上 の 区 画 番 号	—	—	
	溢 水 防 護 上 の 配 慮 が 必 要 な 高 さ	—	—	

注記*：公称値を示す。

			変更前	変 更 後	
名		称	—	屋外配管ダクト（B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物）水密扉	
種		類		片開扉	
主要寸法	た	て		mm	1305*
	横			mm	750*
材料	扉	板		—	SS400
取付箇所	系 統 名 (ラ イ ン 名)		—	—	
	設	置	床	—	屋外配管ダクト（B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物） EL 11261mm
	溢水防護上の区画番号		—	—	—
	溢水防護上の配慮が必要な高さ		—	—	—

注記*：公称値を示す。

			変更前	変 更 後
名 称			—	トーラス水受入タンク水密扉
種 類		—		片開扉
主 要 寸 法	た て	mm		1660*
	横	mm		680*
材 料	扉 板	—		SS400
取 付 箇 所	系 統 名 (ラ イ ン 名)	—	—	
	設 置 床	—	トーラス水受入タンクエリア EL 16100mm	
	溢 水 防 護 上 の 区 画 番 号	—	—	
	溢 水 防 護 上 の 配 慮 が 必 要 な 高 さ	—	—	

注記*：公称値を示す。

			変更前	変 更 後
名 称				制御室建物 2階 チェックポイント 連絡水密扉
種 類		—		片開扉
主要寸法	た て	mm		1796*
	横	mm		1190*
材 料	扉 板	—	—	SS400
	芯 材	—		SS400
取 付 箇 所	系 統 名 (ラ イ ン 名)	—		—
	設 置 床	—		制御室建物 EL 8800mm
取 付 箇 所	溢 水 防 護 上 の 区 画 番 号	—		—
	溢 水 防 護 上 の 配 慮 が 必 要 な 高 さ	—		—

注記*：公称値を示す。

			変更前	変 更 後
名		称		サイトバンカ建物 1階 南東側ポンプ室水密扉
種		類	—	片開扉
主要寸法	た	て	mm	2081*
	横		mm	830*
材	扉		板	—
	芯		材	—
取	系		統	名
	(ラ	イ
付	設		置	床
	溢水防護上の区画番号			—
簡	溢水防護上の			—
	配慮が必要な高さ			—

注記*：公称値を示す。

			変更前	変更後	
名		称	—	原子炉建物 3階 北西側階段室浸水防止堰	
種		類		堰	
主要寸法	高	さ		mm	300 以上*
材	堰			—	SS400
取	系 統 名 (ラ イ ン 名)			—	—
	設 置 床			—	原子炉建物 EL 34800mm
簡	溢水防護上の区画番号			—	—
	溢水防護上の 配慮が必要な高さ			—	—

注記* : EL 34800mm からの高さ。

			変更前	変 更 後
名 称			—	廃棄物処理建物 1階 中央制御室横会議室浸水防止堰（補助盤室側）
種 類		—		堰
主要寸法	高 さ	mm		250 以上*
材 料	堰	—		SS400
取 付 箇 所	系 統 名 (ラ イ ン 名)	—		—
	設 置 床	—		廃棄物処理建物 EL 16900mm
取 付 箇 所	溢 水 防 護 上 の 区 画 番 号	—		—
	溢 水 防 護 上 の 配 慮 が 必 要 な 高 さ	—		—

注記* : EL 16900mm からの高さ。

			変更前	変 更 後
名 称			—	廃棄物処理建物 1階 中央制御室横会議室浸水防止堰（予備室側）
種 類		—		堰
主要寸法	高 さ	mm		300 以上*
材 料	堰	—		SS400
取 付 箇 所	系 統 名 (ラ イ ン 名)	—		—
	設 置 床	—		廃棄物処理建物 EL 16900mm
取 付 箇 所	溢 水 防 護 上 の 区 画 番 号	—		—
	溢 水 防 護 上 の 配 慮 が 必 要 な 高 さ	—		—

注記* : EL 16900mm からの高さ。

				変更前	変更後
名		称		—	廃棄物処理建物 1階 中央制御室横会議室浸水防止堰（運転員控室側）
種		類			堰
主要寸法	高	さ	mm		300 以上*
材	堰		—		SS400
取	系 統 名 (ラ イ ン 名)		—		—
	設 置 床		—		廃棄物処理建物 EL 16900mm
簡	溢水防護上の区画番号		—		—
	溢水防護上の 配慮が必要な高さ		—	—	

注記* : EL 16900mm からの高さ。

				変更前	変更後	
名		称		—		
種		類			—	堰
主要 寸法	高	さ	mm		—	200 以上*
材 料	堰		—		—	鉄筋コンクリート
取 付 箇 所	系 統 名 (ラ イ ン 名)		—		—	—
	設 置 床		—		—	制御室建物 EL 16900mm
溢 水 防 護 上 の 区 画 番 号		—			—	—
溢 水 防 護 上 の 配 慮 が 必 要 な 高 さ		—			—	—

注記* : EL 16900mm からの高さ。

				変更前	変更後	
名		称		—		
種		類			—	堰
主要寸法	高	さ	mm		—	200 以上*
材	堰		—		—	鉄筋コンクリート
取	系 統 名		—		—	—
	(ラ イ ン 名)		—		—	—
付	設 置 床		—		—	制御室建物 EL 16900mm
簡	溢水防護上の区画番号		—		—	—
	溢水防護上の 配慮が必要な高さ		—	—	—	

注記* : EL 16900mm からの高さ。

				変更前	変更後	
名		称		—	<div style="border: 2px solid black; height: 20px; width: 100%;"></div>	
種		類			—	堰
主要 寸法	高	さ	mm		—	200 以上*
材		料			—	鉄筋コンクリート
取 付 箇 所	系 統 名 (ラ イ ン 名)		—		—	—
	設 置 床		—		—	制御室建物 EL 16900mm
溢 水 防 護 上 の 区 画 番 号		—			—	—
溢 水 防 護 上 の 配 慮 が 必 要 な 高 さ		—			—	—

注記* : EL 16900mm からの高さ。

				変更前	変更後
名		称		—	サイトバンカ建物 1階 南側大物搬入口浸水防止堰
種		類			堰
主要寸法	高	さ	mm		100 以上*
材	堰		—		SS400
取	系 統 名		—		—
	(ラ イ ン 名)		—		—
付	設 置 床		—		サイトバンカ建物 EL 8900mm
簡	溢水防護上の区画番号		—		—
	溢水防護上の配慮が必要な高さ		—	—	

注記* : EL 8900mm からの高さ。

				変更前	変更後
名		称		—	サイトバンカ建物 1階 排風機室北側 浸水防止堰
種		類			堰
主要 寸法	高	さ	mm		300 以上*
材 料	堰		—		SS400
取 付 箇 所	系 統 名 (ラ イ ン 名)		—		—
	設 置 床		—		サイトバンカ建物 EL 10200mm
溢 水 防 護 上 の 区 画 番 号		—			—
溢 水 防 護 上 の 配 慮 が 必 要 な 高 さ		—			—

注記* : EL 10200mm からの高さ。

				変更前	変更後
名		称		—	サイトバンカ建物 1階 北側大物搬入口浸水防止堰
種		類			堰
主要寸法	高	さ	mm		200 以上*
材	堰		—		SS400
取	系 統 名 (ラ イ ン 名)		—		—
	設	置 床			—
簡	溢 水 防 護 上 の 区 画 番 号		—		—
	溢 水 防 護 上 の 配 慮 が 必 要 な 高 さ		—		—

注記* : EL 8800mm からの高さ。

				変更前	変更後
名		称		—	サイトバンカ建物 1階 北西側階段室 浸水防止堰
種		類			堰
主要 寸法	高	さ	mm		650 以上*
材 料	堰		—		SS400
取 付 箇 所	系 統 名 (ラ イ ン 名)		—		—
	設 置 床		—		サイトバンカ建物 EL 8800mm
	溢 水 防 護 上 の 区 画 番 号		—		—
	溢 水 防 護 上 の 配 慮 が 必 要 な 高 さ		—		—

注記* : EL 8800mm からの高さ。

				変更前	変更後
名		称		—	サイトバンカ建物 1階 建物出入口浸水防止堰
種		類			堰
主要寸法	高	さ	mm		200 以上*
材	堰		—		SS400
取	系 統 名 (ラ イ ン 名)		—		—
	設 置 床		—		サイトバンカ建物 EL 8800mm
簡	溢水防護上の区画番号		—		—
	溢水防護上の 配慮が必要な高さ		—		—

注記* : EL 8800mm からの高さ。

				変更前	変更後
名		称		—	サイトバンカ建物 2階 プリコート室 浸水防止堰
種		類			堰
主要 寸法	高	さ	mm		500 以上*
材 料	堰		—		SS400
取 付 箇 所	系 統 名 (ラ イ ン 名)		—		—
	設 置 床		—		サイトバンカ建物 EL 14800mm
溢 水 防 護 上 の 区 画 番 号		—			—
溢 水 防 護 上 の 配 慮 が 必 要 な 高 さ		—			—

注記* : EL 14800mm からの高さ。

			変更前	変 更 後
名 称			—	サイトバンカ建物 3階 固体廃棄物貯蔵プール室北東側浸水防止堰
種 類		—		堰
主要寸法	高 さ	mm		500 以上*
材 料	堰	—		SS400
取 付 箇 所	系 統 名 (ラ イ ン 名)	—		—
	設 置 床	—		サイトバンカ建物 EL 19800mm
取 付 箇 所	溢 水 防 護 上 の 区 画 番 号	—		—
	溢 水 防 護 上 の 配 慮 が 必 要 な 高 さ	—		—

注記* : EL 19800mm からの高さ。

			変更前	変 更 後
名 称			—	サイトバンカ建物 3階 固体廃棄物貯蔵プール室東側浸水防止堰
種 類		堰		
主要寸法	高 さ	mm		500 以上*
材 料	堰	—		SS400
取 付 箇 所	系 統 名 (ラ イ ン 名)	—		—
	設 置 床	—		サイトバンカ建物 EL 19800mm
取 付 箇 所	溢 水 防 護 上 の 区 画 番 号	—		—
	溢 水 防 護 上 の 配 慮 が 必 要 な 高 さ	—		—

注記* : EL 19800mm からの高さ。

			変更前	変 更 後
名 称			—	サイトバンカ建物 3階 固体廃棄物貯蔵プール室南東側浸水防止堰
種 類		堰		
主要寸法	高さ	mm		500 以上*
材 料	堰	—		SS400
取 付 箇 所	系 統 名 (ラ イ ン 名)	—		—
	設 置 床	—		サイトバンカ建物 EL 19800mm
取 付 箇 所	溢 水 防 護 上 の 区 画 番 号	—		—
	溢 水 防 護 上 の 配 慮 が 必 要 な 高 さ	—		—

注記* : EL 19800mm からの高さ。

			変更前	変 更 後
名 称			—	サイトバンカ建物 3階 固体廃棄物貯蔵プール室北西側浸水防止堰
種 類		堰		
主要寸法	高さ	mm		500 以上*
材 料	堰	—		SS400
取 付 箇 所	系 統 名 (ラ イ ン 名)	—		—
	設 置 床	—		サイトバンカ建物 EL 19800mm
取 付 箇 所	溢水防護上の区画番号	—		—
	溢水防護上の配慮が必要な高さ	—		—

注記* : EL 19800mm からの高さ。

			変更前	変 更 後
名 称			—	サイトバンカ建物 3階 固体廃棄物貯蔵プール室南西側浸水防止堰
種 類		堰		
主要寸法	高さ	mm		200 以上*
材 料	堰	—		SS400
取 付 箇 所	系 統 名 (ラ イ ン 名)	—		—
	設 置 床	—		サイトバンカ建物 EL 19800mm
取 付 箇 所	溢 水 防 護 上 の 区 画 番 号	—		—
	溢 水 防 護 上 の 配 慮 が 必 要 な 高 さ	—		—

注記* : EL 19800mm からの高さ。

			変更前	変 更 後
名 称			—	サイトバンカ建物 3階 固体廃棄物貯蔵プール室機器搬入口浸水防止堰
種 類		—		堰
主要寸法	高 さ	mm		500 以上*
材 料	堰	—		SS400
取 付 箇 所	系 統 名 (ラ イ ン 名)	—		—
	設 置 床	—		サイトバンカ建物 EL 19800mm
取 付 箇 所	溢 水 防 護 上 の 区 画 番 号	—		—
	溢 水 防 護 上 の 配 慮 が 必 要 な 高 さ	—		—

注記* : EL 19800mm からの高さ。

			変更前	変 更 後
名 称			—	サイトバンカ建物 3階 溶融物搬入機室浸水防止堰
種 類		—		堰
主要寸法	高 さ	mm		300 以上*
材 料	堰	—		SS400
取 付 箇 所	系 統 名 (ラ イ ン 名)	—		—
	設 置 床	—		サイトバンカ建物 EL 20300mm
取 付 箇 所	溢 水 防 護 上 の 区 画 番 号	—		—
	溢 水 防 護 上 の 配 慮 が 必 要 な 高 さ	—		—

注記* : EL 20300mm からの高さ。

			変更前	変 更 後
名 称				原子炉建物 3階 新燃料検査台ピット室防水板
種 類		—		防水板
主要寸法	た て	mm		2100*
	横	mm		1000*
材 料	防 水 板	—	—	SS400
取 付 箇 所	系 統 名 (ラ イ ン 名)	—		—
	設 置 床	—		原子炉建物 EL 34800mm
	溢水防護上の区画番号	—		—
	溢水防護上の 配慮が必要な高さ	—		—

注記*：公称値を示す。

表 1 浸水防護施設の主要設備リスト (1/13)

設備区分	系統名	機器区分	変更前				変更後					
			名称	設計基準対象施設*1		重大事故等対処設備*1		名称	設計基準対象施設*1		重大事故等対処設備*1	
				耐震重要度分類	機器クラス	設備分類	重大事故等機器クラス		耐震重要度分類	機器クラス	設備分類	重大事故等機器クラス
外郭浸水防護設備	—	—	—	—	—	—	防波壁（多重鋼管杭式擁壁）	S*	—	—	—	
							防波壁（逆 T 擁壁）	S*	—	—	—	
							防波壁（波返重力擁壁）	S*	—	—	—	
							防波壁通路防波扉（1号機北側）	S*	—	—	—	
							防波壁通路防波扉（2号機北側）	S*	—	—	—	
							防波壁通路防波扉（荷揚場南）	S*	—	—	—	
							防波壁通路防波扉（3号機東側）	S*	—	—	—	
							屋外排水路逆止弁①	S*	—	—	—	
							屋外排水路逆止弁②	S*	—	—	—	
							屋外排水路逆止弁③	S*	—	—	—	
							屋外排水路逆止弁④	S*	—	—	—	
							屋外排水路逆止弁⑤	S*	—	—	—	
							屋外排水路逆止弁⑥	S*	—	—	—	
							屋外排水路逆止弁⑦	S*	—	—	—	
屋外排水路逆止弁⑧-1	S*	—	—	—								
屋外排水路逆止弁⑧-2	S*	—	—	—								

表1 浸水防護施設の主要設備リスト (2/13)

設備区分	系統名	機器区分	変更前				変更後					
			名称	設計基準対象施設*1		重大事故等対処設備*1		名称	設計基準対象施設*1		重大事故等対処設備*1	
				耐震重要度分類	機器クラス	設備分類	重大事故等機器クラス		耐震重要度分類	機器クラス	設備分類	重大事故等機器クラス
外郭浸水防護設備	—	—	—	—	—	—	屋外排水路逆止弁⑨	S*	—	—	—	
							屋外排水路逆止弁⑩	S*	—	—	—	
							屋外排水路逆止弁⑪	S*	—	—	—	
							屋外排水路逆止弁⑫	S*	—	—	—	
							屋外排水路逆止弁⑬	S*	—	—	—	
							取水槽除じん機エリア防水壁	S*	—	—	—	
							取水槽除じん機エリア水密扉 (東)	S*	—	—	—	
							取水槽除じん機エリア水密扉 (西)	S*	—	—	—	
							取水槽除じん機エリア水密扉 (北)	S*	—	—	—	
							1号機取水槽流路縮小工	S*	—	—	—	

表 1 浸水防護施設の主要設備リスト (3/13)

設備区分	系統名	機器区分	変更前				変更後					
			名称	設計基準対象施設*1		重大事故等対処設備*1		名称	設計基準対象施設*1		重大事故等対処設備*1	
				耐震重要度分類	機器クラス	設備分類	重大事故等機器クラス		耐震重要度分類	機器クラス	設備分類	重大事故等機器クラス
内郭浸水防護設備	—	防水区画 構造物	—	—	—	—	タービン建物 地下 1 階 復水系配管室防水壁	S*	—	—	—	
							タービン建物 地下 1 階 復水器室北西側防水壁	S*	—	—	—	
							タービン建物 地下 1 階 復水器室北側防水壁	S*	—	—	—	
							タービン建物 地下 1 階 復水器室北東側防水壁	S*	—	—	—	
							取水槽海水ポンプエリア防水壁	C-1 C-2	—	—	—	
							ディーゼル燃料移送ポンプエリア北側防水壁	C-1 C-2	—	—	—	
							ディーゼル燃料移送ポンプエリア南側防水壁	C-1 C-2	—	—	—	
							タービン建物 地下 1 階 復水系配管室北側水密扉	S*	—	—	—	
							タービン建物 地下 1 階 復水系配管室南側水密扉	S*	—	—	—	
							タービン建物 地下 1 階 封水回収ポンプ室北側水密扉	S*	—	—	—	
							取水槽海水ポンプエリア水密扉 (西)	C-2	—	—	—	
							取水槽海水ポンプエリア水密扉 (中)	C-2	—	—	—	
							取水槽海水ポンプエリア水密扉 (東)	C-2	—	—	—	
							ディーゼル燃料移送ポンプエリア北側水密扉	C-2	—	—	—	
							ディーゼル燃料移送ポンプエリア南側水密扉	C-2	—	—	—	

表1 浸水防護施設の主要設備リスト (4/13)

設備区分	系統名	機器区分	変更前				変更後					
			名称	設計基準対象施設*1		重大事故等対処設備*1		名称	設計基準対象施設*1		重大事故等対処設備*1	
				耐震重要度分類	機器クラス	設備分類	重大事故等機器クラス		耐震重要度分類	機器クラス	設備分類	重大事故等機器クラス
内郭浸水防護設備	—	防水区画 構造物	—	—	—	—	復水貯蔵タンク水密扉	C-2*2 B*3	—	—	—	
							補助復水貯蔵タンク水密扉	C-2*2 B*3	—	—	—	
							トーラス水受入タンク水密扉	C-2*2 B*3	—	—	—	
							屋外配管ダクト (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物) 水密扉	C-2	—	—	—	

表 1 浸水防護施設の主要設備リスト (5/13)

設備区分	系統名	機器区分	変更前				変更後					
			名称	設計基準対象施設*1		重大事故等対処設備*1		名称	設計基準対象施設*1		重大事故等対処設備*1	
				耐震重要度分類	機器クラス	設備分類	重大事故等機器クラス		耐震重要度分類	機器クラス	設備分類	重大事故等機器クラス
内郭浸水防護設備	—	防水区画 構造物	—	—	—	—	原子炉建物 地下 2 階 A-DG 制御盤室北側水密扉	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 地下 2 階 A-RHR ポンプ室北側水密扉	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 地下 2 階 トーラス室北東水密扉	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 地下 2 階 トーラス室南東水密扉	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 地下 2 階 トーラス室北西水密扉	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 地下 2 階 トーラス室南西水密扉	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 地下 2 階 H-DG 制御盤室南側水密扉	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 地下 2 階 H-DG 制御盤室北側水密扉	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 地下 2 階 RCIC ポンプ室西側水密扉	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 地下 2 階 A-DG 制御盤室南側水密扉	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 地下 2 階 C-RHR ポンプ室南側水密扉	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 地下 1 階 CRD ポンプ室南側水密扉	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 地下 1 階 CRD ポンプ室東側水密扉	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 地下 1 階 IA 圧縮機室水密扉 (階段室)	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 地下 1 階 IA 圧縮機室水密扉 (南側)	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 1 階 RCW 熱交換器室南側水密扉	C-2	—	—	—	

表 1 浸水防護施設の主要設備リスト (6/13)

設備区分	系統名	機器区分	変更前				変更後					
			名称	設計基準対象施設*1		重大事故等対処設備*1		名称	設計基準対象施設*1		重大事故等対処設備*1	
				耐震重要度分類	機器クラス	設備分類	重大事故等機器クラス		耐震重要度分類	機器クラス	設備分類	重大事故等機器クラス
内郭浸水防護設備	—	防水区画 構造物	—	—	—	—	原子炉建物 1階 大物搬入口水密扉	B*3	—	—	—	
							タービン建物 地下 1階 TCW 熱交換器室南側水密扉	C-2*2 B*3	—	—	—	
							タービン建物 1階 西側エアロック前水密扉	C-2	—	—	—	
							タービン建物 2階 常用電気室南側水密扉	C-2	—	—	—	
							タービン建物 2階 離相母線室南側水密扉	C-2	—	—	—	
							タービン建物 2階 大物搬入口水密扉	B*3	—	—	—	
							制御室建物 2階 チェックポイント連絡水密扉	C-2	—	—	—	
							廃棄物処理建物 地下 1階 被服置場北側水密扉	C-2	—	—	—	
							廃棄物処理建物 1階 大物搬入口水密扉	B*3	—	—	—	
							廃棄物処理建物 1階 ドラム缶搬入口水密扉	B*3	—	—	—	
							廃棄物処理建物 2階 非常用再循環送風機室東側水密扉	C-2	—	—	—	
							サイトバンカ建物 1階 南東側ポンプ室水密扉	B*3	—	—	—	

表 1 浸水防護施設の主要設備リスト (7/13)

設備区分	系統名	機器区分	変更前				変更後					
			名称	設計基準対象施設*1		重大事故等対処設備*1		名称	設計基準対象施設*1		重大事故等対処設備*1	
				耐震重要度分類	機器クラス	設備分類	重大事故等機器クラス		耐震重要度分類	機器クラス	設備分類	重大事故等機器クラス
内郭浸水防護設備	—	防水区画 構造物	—	—	—	—	原子炉建物 地下2階 B-非常用DG電気室南側浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 地下1階 RCIC 直流 C/C 浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 地下1階 HPCS 給気消音器フィルタ室浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 地下1階 南側通路浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 地下1階 北西階段浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 地下1階 DG室給気ダクト室南側階段浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 地下1階 第3チェックポイント浸水防止堰	C-2*2 B*3	—	—	—	
							原子炉建物 1階 北東階段浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 1階 北西階段浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 1階 PLR ポンプ MG セット室南西階段浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 1階 エアロック前浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 1階 南東階段浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 1階 南西階段浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 1階 第2チェックポイント浸水防止堰 (非管理区域側)	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 1階 第2チェックポイント浸水防止堰 (管理区域側)	C-2*2 B*3	—	—	—	
							原子炉建物 2階 原子炉棟送風機室南側階段浸水防止堰	C-2	—	—	—	

表 1 浸水防護施設の主要設備リスト (8/13)

設備区分	系統名	機器区分	変更前				変更後					
			名称	設計基準対象施設*1		重大事故等対処設備*1		名称	設計基準対象施設*1		重大事故等対処設備*1	
				耐震重要度分類	機器クラス	設備分類	重大事故等機器クラス		耐震重要度分類	機器クラス	設備分類	重大事故等機器クラス
内郭浸水防護設備	—	防水区画 構造物	—	—	—	—	原子炉建物 2 階 北東階段浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 2 階 北西階段浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 2 階 A-原子炉格納容器 H2・O2 分析計ボンベラック室西側浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 2 階 A-非常用電気室南側浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 2 階 B-非常用電気室北側浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 2 階 A-非常用 DG 室送風機室浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 2 階 東側 PCV ペネトレーション室北側浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 2 階 南東階段浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 2 階 西側 PCV ペネトレーション室北側浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 2 階 南西階段浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 2 階 非常用電気室北側浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 2 階 A-逃がし安全弁室素ガス供給装置横浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 2 階 RCW バルブ室東側浸水防止堰	C-2*2 B*3	—	—	—	
							原子炉建物 2 階 A-原子炉格納容器 H2・O2 分析計ボンベラック室東側浸水防止堰	C-2*2 B*3	—	—	—	
							原子炉建物 中 2 階 北東階段浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 中 2 階 エアロック前浸水防止堰	C-2	—	—	—	

表1 浸水防護施設の主要設備リスト (9/13)

設備区分	系統名	機器区分	変更前				変更後					
			名称	設計基準対象施設*1		重大事故等対処設備*1		名称	設計基準対象施設*1		重大事故等対処設備*1	
				耐震重要度分類	機器クラス	設備分類	重大事故等機器クラス		耐震重要度分類	機器クラス	設備分類	重大事故等機器クラス
内郭浸水防護設備	—	防水区画 構造物	—	—	—	—	原子炉建物 中2階 CUW バルブ室東側浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 中2階 CUW サージタンク室浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 中2階 南東階段浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 中2階 南西階段浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 3階 北東階段浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 3階 北西階段浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 3階 南東階段浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 3階 南西階段浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 3階 A-CAMS 室前浸水防止堰 (通路側)	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 3階 A-CAMS 室前浸水防止堰 (SGT室側)	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 3階 B-CAMS 室前浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 3階 北西側階段室浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 4階 北東階段浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 4階 エアロック浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							原子炉建物 4階 南東階段浸水防止堰	C-2	—	—	—	
原子炉建物 4階 北西階段浸水防止堰	C-2	—	—	—								

表1 浸水防護施設の主要設備リスト (10/13)

設備区分	系統名	機器区分	変更前				変更後					
			名称	設計基準対象施設*1		重大事故等対処設備*1		名称	設計基準対象施設*1		重大事故等対処設備*1	
				耐震重要度分類	機器クラス	設備分類	重大事故等機器クラス		耐震重要度分類	機器クラス	設備分類	重大事故等機器クラス
内郭浸水防護設備	—	防水区画 構造物	—	—	—	—	原子炉建物 4階 大物搬入口浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							タービン建物 1階 給水加熱器室南西浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							タービン建物 2階 復水器室南西階段浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							タービン建物 3階 タービン建物ダストサン プラ室西側浸水防止堰	C-2	—	—	—	
							タービン建物 3階 オペフロ南側階段浸水防 止堰	C-2	—	—	—	
							タービン建物 3階 オペフロ北西階段浸水防 止堰	C-2	—	—	—	
							タービン建物 3階 オペフロ南西階段浸水防 止堰	C-2	—	—	—	
							タービン建物 3階 オペフロ南東階段浸水防 止堰	C-2*2 B*3	—	—	—	
							タービン建物 3階 大物搬入口浸水防止堰	B*3	—	—	—	
							タービン建物 3階 常用電気室送風機室南側 浸水防止堰	C-2*2 B*3	—	—	—	
							タービン建物 3階 タービン建物送風機室南 側浸水防止堰	C-2*2 B*3	—	—	—	
							タービン建物 4階 工具室浸水防止堰	C-2*2 B*3	—	—	—	
							制御室建物 2階 第1チェックポイント東側 浸水防止堰	B*3	—	—	—	
							制御室建物 2階 第1チェックポイント中央 浸水防止堰	B*3	—	—	—	
								C-2	—	—	—	
								C-2	—	—	—	

表1 浸水防護施設の主要設備リスト (11/13)

設備区分	系統名	機器区分	変更前				変更後						
			名称	設計基準対象施設*1		重大事故等対処設備*1		名称	設計基準対象施設*1		重大事故等対処設備*1		
				耐震重要度分類	機器クラス	設備分類	重大事故等機器クラス		耐震重要度分類	機器クラス	設備分類	重大事故等機器クラス	
内郭浸水防護設備	—	防水区画構造物	—	—	—	—		C-2	—	—			
							廃棄物処理建物 地下1階 通路東側浸水防止堰	C-2	—	—			
							廃棄物処理建物 1階 補助盤室東側通路南側扉浸水防止堰	C-2	—	—			
							廃棄物処理建物 1階 補助盤室東側(北)浸水防止堰	C-2	—	—			
							廃棄物処理建物 1階 補助盤室東側(中)浸水防止堰	C-2	—	—			
							廃棄物処理建物 1階 補助盤室東側(南)浸水防止堰	C-2	—	—			
							廃棄物処理建物 1階 消火用ポンベ室扉浸水防止堰	C-2	—	—			
							廃棄物処理建物 1階 補助盤室前浸水防止堰	C-2	—	—			
							廃棄物処理建物 1階 中央制御室横会議室浸水防止堰(補助盤室側)	C-2	—	—			
							廃棄物処理建物 1階 中央制御室横会議室浸水防止堰(予備室側)	C-2	—	—			
							廃棄物処理建物 1階 中央制御室横会議室浸水防止堰(運転員控室側)	C-2	—	—			
							廃棄物処理建物 2階 中央制御室送風機室階段浸水防止堰	C-2	—	—			
							廃棄物処理建物 2階 計算機室連絡扉前浸水防止堰	C-2	—	—			
							廃棄物処理建物 4階 廃棄物処理建物送風機室南側浸水防止堰(非管理区域側)	C-2	—	—			
							廃棄物処理建物 4階 廃棄物処理建物送風機室南側浸水防止堰(管理区域側)	C-2*2 B*3	—	—			
							廃棄物処理建物 4階 南側シャッター前浸水防止堰	B*3	—	—			

表1 浸水防護施設の主要設備リスト (12/13)

設備区分	系統名	機器区分	変更前				変更後					
			名称	設計基準対象施設*1		重大事故等対処設備*1		名称	設計基準対象施設*1		重大事故等対処設備*1	
				耐震重要度分類	機器クラス	設備分類	重大事故等機器クラス		耐震重要度分類	機器クラス	設備分類	重大事故等機器クラス
内郭浸水防護設備	—	防水区画 構造物	—	—	—	—	サイトバンカ建物 1 階 南側大物搬入口浸水防止堰	B*3	—	—	—	
							サイトバンカ建物 1 階 排風機室北側浸水防止堰	B*3	—	—	—	
							サイトバンカ建物 1 階 北側大物搬入口浸水防止堰	B*3	—	—	—	
							サイトバンカ建物 1 階 北西側階段室浸水防止堰	B*3	—	—	—	
							サイトバンカ建物 1 階 建物出入口浸水防止堰	B*3	—	—	—	
							サイトバンカ建物 2 階 プリコート室浸水防止堰	B*3	—	—	—	
							サイトバンカ建物 3 階 固体廃棄物貯蔵プール室北東側浸水防止堰	B*3	—	—	—	
							サイトバンカ建物 3 階 固体廃棄物貯蔵プール室東側浸水防止堰	B*3	—	—	—	
							サイトバンカ建物 3 階 固体廃棄物貯蔵プール室南東側浸水防止堰	B*3	—	—	—	
							サイトバンカ建物 3 階 固体廃棄物貯蔵プール室北西側浸水防止堰	B*3	—	—	—	
							サイトバンカ建物 3 階 固体廃棄物貯蔵プール室南西側浸水防止堰	B*3	—	—	—	
							サイトバンカ建物 3 階 固体廃棄物貯蔵プール室機器搬入口浸水防止堰	B*3	—	—	—	
							サイトバンカ建物 3 階 溶融物搬入機室浸水防止堰	B*3	—	—	—	

表 1 浸水防護施設の主要設備リスト (13/13)

設備区分	系統名	機器区分	変更前				変更後					
			名称	設計基準対象施設*1		重大事故等対処設備*1		名称	設計基準対象施設*1		重大事故等対処設備*1	
				耐震重要度分類	機器クラス	設備分類	重大事故等機器クラス		耐震重要度分類	機器クラス	設備分類	重大事故等機器クラス
内郭浸水防護設備	—	防水区画 構造物	—	—	—	—	原子炉建物 3 階 新燃料検査台ピット室防水板	C-2	—	—	—	
							タービン建物 2 階 固定子冷却装置室西側防水板 (非管理区域側)	C-2	—	—	—	
							タービン建物 2 階 固定子冷却装置室西側防水板 (管理区域側)	C-2*2 B*3	—	—	—	
							廃棄物処理建物 2 階 廃棄物処理建物 C/C 室防水板 (非管理区域側)	C-2	—	—	—	
							廃棄物処理建物 2 階 廃棄物処理建物 C/C 室防水板 (管理区域側)	B*3	—	—	—	
							廃棄物処理建物 2 階 A-原子炉浄化樹脂貯蔵タンク水中ポンプ操作室防水板 (非管理区域側)	C-2	—	—	—	
							廃棄物処理建物 2 階 A-原子炉浄化樹脂貯蔵タンク水中ポンプ操作室防水板 (管理区域側)	B*3	—	—	—	

注記 *1：表 1 に用いる略語の定義は「原子炉本体」の「8. 原子炉本体の基本設計方針、適用基準及び適用規格」の「表 1 原子炉本体の主要設備リスト 付表 1」による。

*2：溢水の伝播を防止する設備としての耐震重要度を示す。

*3：放射性物質を内包する液体の建物外への漏えいを防止する設備としての耐震重要度を示す。

(2) 適用基準及び適用規格

変更前	変更後
<p>第1章 共通項目</p> <p>浸水防護施設に適用する共通項目の基準及び規格については、以下の基準及び規格並びに、原子炉冷却系統施設、浸水防護施設の「(2)適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p> <p>なお、以下に示す浸水防護施設に適用する共通項目の基準及び規格を適用する個別の施設区分については「表1 施設共通の適用基準及び適用規格 (該当施設)」に示す。</p>	<p>第1章 共通項目</p> <p>浸水防護施設に適用する共通項目の基準及び規格については、以下の基準及び規格並びに、原子炉冷却系統施設、浸水防護施設の「(2)適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p> <p>なお、以下に示す浸水防護施設に適用する共通項目の基準及び規格を適用する個別の施設区分については「表1 施設共通の適用基準及び適用規格 (該当施設)」に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈 (平成25年6月19日原規技発第1306194号) ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 (J E A G 4 6 0 1 -1987)

上記のほか「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド」、 「耐津波設計に係る工認審査ガイド」を参照する。

表1 施設共通の適用基準及び適用規格（該当施設）

	原子炉本体	核燃料物質の 取扱施設及び貯蔵施設	原子炉冷却系統施設	蒸気タービン	計測制御系統施設	放射性廃棄物の廃棄施設	放射線管理施設	原子炉格納施設	その他発電用原子炉の附属施設								
									非常用電源設備	常用電源設備	補助ボイラー	火災防護設備	浸水防護施設 *	補機駆動用燃料設備 *	非常用取水設備	緊急時対策所	
実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈（平成25年6月19日原規技発第1306194号）	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	/	○	○	○
原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1 -1987）	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	○	—

注記*：変更後のみ適用する施設

変更前	変更後
<p>第2章 個別項目</p> <p>浸水防護施設に適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p>	<p>第2章 個別項目</p> <p>浸水防護施設に適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 建築基準法（昭和25年5月24日法律第201号） 建築基準法施行令（昭和25年11月16日政令第338号） ・ 消防法（昭和23年7月24日法律第186号） 消防法施行令（昭和36年3月25日政令第37号） ・ 発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針（平成2年8月30日原子力安全委員会） ・ 発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針（平成2年8月30日原子力安全委員会） ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編（J E A G 4 6 0 1・補-1984） ・ 原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1-1987） ・ 原子力発電所耐震設計技術指針（J E A G 4 6 0 1-1991 追補版）

変更前	変更後
	<ul style="list-style-type: none"> ・原子力発電所の火災防護指針 J E A G 4 6 0 7 -2010 ・ J S M E S N C 1 -2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ・土木学会 2002年 コンクリート標準示方書 構造性能照査編 ・土木学会 水理公式集 平成11年版 ・日本港湾協会 2007年 港湾の施設の技術上の基準・同解説 ・日本建築学会 2005年 鋼構造設計規準—許容応力度設計法 ・日本建築学会 2010年 各種合成構造設計指針・同解説 ・日本建築学会 1991年 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ・日本建築学会 1999年 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説—許容応力度設計法— ・日本建築学会 2010年 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説

変更前	変更後
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 日本建築学会 2012年 鋼構造接合設計指針 ・ 日本建築学会 2015年 原子力施設における建築物の維持管理指針・同解説 ・ 日本建築学会 2001年 建築基礎構造設計指針 ・ 日本水道協会 1997年版 水道施設耐震工法指針・解説 ・ 水門鉄管協会 平成19年9月 水門鉄管技術基準 ・ 日本道路協会 平成14年3月 道路橋示方書（Ⅱ鋼橋・鋼部材編）・同解説 ・ 日本道路協会 平成 14 年3 月 道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編） ・ 日本道路協会 平成 14 年3 月 道路橋示方書・同解説（Ⅴ耐震設計編） ・ 日本道路協会 平成24年3月 道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編） ・ ダム・堰施設技術協会 平成23年7月 ダム堰施設技術基準

変更前	変更後
	・地盤工学会 2012年 グラウンドアンカー設計・施工基準, 同解説

(2) 適用基準及び適用規格

変更前	変更後
<p>第1章 共通項目</p> <p>補機駆動用燃料設備に適用する共通項目の基準及び規格については、原子炉冷却系統施設、火災防護設備、浸水防護施設の「適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p>	<p>第1章 共通項目</p> <p>補機駆動用燃料設備に適用する共通項目の基準及び規格については、原子炉冷却系統施設、火災防護設備、浸水防護施設の「適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p>
<p>第2章 個別項目</p> <p>補機駆動用燃料設備に適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p>	<p>第2章 個別項目</p> <p>補機駆動用燃料設備に適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈（平成25年6月19日原規技発第1306194号） ・ 危険物の規制に関する政令（昭和34年9月26日政令第306号） ・ 発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年通商産業省告示第501号） ・ J S M E S N C 1 -2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格

(2) 適用基準及び適用規格

変更前	変更後
<p>第1章 共通項目</p> <p>非常用取水設備に適用する共通項目の基準及び規格については、原子炉冷却系統施設、火災防護設備、浸水防護施設の「適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p>	<p>第1章 共通項目</p> <p>非常用取水設備に適用する共通項目の基準及び規格については、原子炉冷却系統施設、火災防護設備、浸水防護施設の「適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p>
<p>第2章 個別項目</p> <p>非常用取水設備に適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈（平成17年12月15日原院第5号） 	<p>第2章 個別項目</p> <p>非常用取水設備に適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈（平成25年6月19日原規技発第1306194号） ・発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈（平成17年12月15日原院第5号） ・松江市建築基準法施行細則（平成17年3月31日 松江市規則第234号） ・発電用原子力設備に関する構造等の技術基準（昭和55年通商産業省告示第501号） ・J S M E S N C 1 -2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ・土木学会 2012年 コンクリート標準示方書 設計編

変更前	変更後
	<ul style="list-style-type: none"><li data-bbox="1104 336 1794 368">・ 日本水道協会 1997年 水道施設耐震工法指針・解説<li data-bbox="1104 432 1877 464">・ 日本水道鋼管協会 2006年 水道用埋設鋼管路耐震設計基準<li data-bbox="1104 528 1877 560">・ 日本港湾協会 2007年 港湾の施設の技術上の基準・同解説

(2) 適用基準及び適用規格

変更前	変更後
<p>第1章 共通項目</p> <p>緊急時対策所に適用する共通項目の基準及び規格については、原子炉冷却系統施設、火災防護設備、浸水防護施設の「適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p>	<p>第1章 共通項目</p> <p>緊急時対策所に適用する共通項目の基準及び規格については、原子炉冷却系統施設、火災防護設備、浸水防護施設の「適用基準及び適用規格 第1章 共通項目」に示す。</p>
<p>第2章 個別項目</p> <p>緊急時対策所に適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈（平成17年12月15日原院第5号） 	<p>第2章 個別項目</p> <p>緊急時対策所に適用する個別項目の基準及び規格は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈（平成25年6月19日原規技発第1306194号） ・発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈（平成17年12月15日原院第5号） ・労働安全衛生法（昭和47年法律第57号） 酸素欠乏症等防止規則（昭和47年9月30日労働省令第42号） ・労働安全衛生法（昭和47年法律第57号） 事務所衛生基準規則（昭和47年9月30日労働省令第43号） ・高圧ガス保安法（昭和26年法律第204号）

変更前	変更後
	<ul style="list-style-type: none">・ 毒物及び劇物取締法（昭和25年法律第303号） ・ 消防法（昭和23年法律第186号） ・ 鉱山保安法（昭和24年法律第70号） 鉱山保安法施行規則（平成16年9月27日 経済産業省令第96号） ・ 発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針（昭和51年9月28日 原子力委員会決定） ・ 被ばく計算に用いる放射線エネルギー等について（原子力安全委員会了承，平成元年3月27日） ・ 発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針（平成2年8月30日 原子力安全委員会決定） ・ 発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針（昭和57年1月28日 原子力安全委員会決定） ・ 原子力発電所中央制御室運転員の事故時被ばくに関する規程（J E A C 4 6 2 2-2009）

変更前	変更後
	<ul style="list-style-type: none">原子力発電所中央制御室の居住性に係る被ばく評価手法について（内規）（平成21・07・27原院第1号（平成21年8月12日原子力安全・保安院制定））

上記のほか「実用発電用原子炉に係る重大事故時の制御室及び緊急時対策所の居住性に係る被ばく評価に関する審査ガイド」及び「有毒ガス防護に係る影響評価ガイド」を参照する。

VI 添付書類

VI-1 説明書

VI-1-1 各発電用原子炉施設に共通の説明書

VI-1-1-5 設備別記載事項の設定根拠に関する説明書


VI-1-1-5-8 設備別記載事項の設定根拠に関する説明書
(その他発電用原子炉の附属施設)

VI-1-1-5-8-3 設備別記載事項の設定根拠に関する説明書

(その他発電用原子炉の附属施設 (浸水防護施設))

名	称	1号機取水槽流路縮小工
貫通部径	mm	<input type="text"/> (公称値)
<p>【設定根拠】 (概要)</p> <p>1号機取水槽流路縮小工は、1号機取水槽から敷地への津波の流入を防止するため、1号機取水槽北側壁に設置する。</p> <p>貫通部を設けた縮小板により流路を縮小する構造とし、1号機取水槽からの津波の流入を抑制し、1号機取水槽から敷地への津波の流入を防止する設計とする。</p> <p>また、1号機取水槽流路縮小工は1号機取水槽北側壁に設置するため、1号機の性能維持施設である1号機原子炉補機海水ポンプの維持が必要であることを踏まえ、通常時及び外部電源喪失時(以下「非常時」という)における1号機原子炉補機海水ポンプ運転時の取水機能への影響がない設計とする。</p> <p>1. 貫通部径の設定根拠</p> <p>2号機の津波防護施設である1号機取水槽流路縮小工は、外郭浸水防護設備として津波の流入を防止すること、かつ通常時及び非常時の1号機原子炉補機海水ポンプ運転時の取水機能を確保することを踏まえて、貫通部径を設定する。</p> <p>1号機取水槽流路縮小工の貫通部径の設定根拠として、外郭浸水防護設備として津波の流入を防止する観点から、基準津波の流入による1号機取水槽での津波高さが、1号機取水槽の天端高さを上回らない設計(表1)とする。また、通常時及び非常時の1号機原子炉補機海水ポンプ運転時の取水機能を確保する観点から、1号機原子炉補機海水ポンプ運転時の取水機能に影響を及ぼさない設計(表2)とする。1号機取水槽での津波高さは、同経路の水理特性を考慮した管路解析を行い、潮位、地殻変動等を考慮して安全側に算定する*。</p> <p>上記を踏まえ、貫通部径の公称値については、<input type="text"/>mmとする</p> <p>注記*：管路解析で考慮するパラメータの詳細は、「VI-1-1-3-2-3 入力津波の設定」に記載。</p>		


表1 2号機の津波防護機能に対する貫通部径の評価結果

流量 (m ³ /s)	流路面積 (m ²)	1号機取水槽の 水位(m)	1号機取水槽の 天端高さ(m)
1.0* ¹		EL 6.98* ²	EL 8.80

注記*1：1号機原子炉補機海水ポンプ（2台）運転時の流量（876m³/h×2台），1号機タービン補機海水ポンプ（2台）運転時の流量（1,000m³/h×2台）を設定。

*2：入力津波高さは，津波高さが最大となる「基準津波1」，「防波堤無し」，「貝付着無し」の条件として設定。また，潮位変動として，「朔望平均満潮位」（EL 0.58m）及び「潮位のばらつき」（EL 0.14m）を考慮。

表2 1号機原子炉補機海水ポンプ運転時の取水機能に対する貫通部径の評価結果

	流量 (m ³ /s)	流路面積 (m ²)	1号機取水槽の 水位(m)	原子炉補機海水ポンプの 取水可能水位(m)
通常時 非常時	2.0* ¹		EL-0.03* ²	EL-2.37

注記*1：運転状況や系統切替を考慮し，流量が安全側となるよう，1号機原子炉補機海水ポンプ（4台）運転時の流量（876m³/h×4台），1号機タービン補機海水ポンプ（3台）運転時の流量（1,000m³/h×3台），1号機除じんポンプ（2台）運転時の流量（300m³/h×2台）を設定。

*2：1号機取水口の水位は，朔望平均干潮位（EL-0.02m）。

VI-1-1-5-別添 2 設定根拠に関する説明書（別添）

目次

1. 概要	1
2. 設定根拠に関する説明書（別添）	2
2.1 シルトフェンス	2
2.2 小型船舶	4
2.3 泡消火薬剤容器	5
2.4 放射性物質吸着材	6
2.5 メタルクラッド開閉装置	8
2.6 ロードセンタ	10
2.7 コントロールセンタ	12
2.8 動力変圧器	15
2.9 緊急用メタクラ	17
2.10 メタクラ切替盤	19
2.11 高圧発電機車接続プラグ収納箱	21
2.12 緊急用メタクラ接続プラグ盤	22
2.13 SA ロードセンタ	24
2.14 SA1 コントロールセンタ	26
2.15 SA2 コントロールセンタ	28
2.16 充電器電源切替盤	30
2.17 SA 電源切替盤	32
2.18 緊急時対策所 発電機接続プラグ盤	34
2.19 緊急時対策所 低圧受電盤	35
2.20 緊急時対策所 低圧母線盤	37
2.21 緊急時対策所 低圧分電盤 1	39
2.22 緊急時対策所 低圧分電盤 2	41
2.23 緊急時対策所 無停電交流電源装置	43
2.24 緊急時対策所 無停電分電盤 1	44
2.25 緊急時対策所 直流 115V 充電器盤	46
2.26 可搬ケーブル	47
2.27 230V 系充電器 (RCIC)	48
2.28 A-115V 系充電器	49
2.29 B-115V 系充電器	50
2.30 高圧炉心スプレイ系充電器	51
2.31 原子炉中性子計装用充電器	52
2.32 230V 直流盤 (RCIC)	53

2.33	230V 系直流盤（常用）	54
2.34	115V 直流盤	55
2.35	中性子計装分電盤	58
2.36	HPAC 直流コントロールセンタ	59
2.37	SA 対策設備用分電盤（2）	60
2.38	SRV 用電源切替盤	62
2.39	格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（SA）及び 格納容器酸素濃度（SA））	63
2.40	格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び 格納容器酸素濃度（B系））	68

2.39 格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））

名 称	格納容器ガスサンプリング装置 （格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））		
	圧 縮 機	個 数	—
吐 出 圧 力		MPa	0.86 以上 (0.9)
容 量		ℓ/min	12.4 以上 (15)
冷 却 器	個 数	—	1
	容 量	kJ/h	15.4 以上 (40)
窒 素 ポ ン ベ	個 数	—	3 以上

【設 定 根 拠】
(概 要)

- ・ 重大事故等対処設備

計測制御系統施設のうち格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））は、以下の機能を有する。

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））は、炉心の著しい損傷が発生した場合において原子炉格納容器内における水素爆発による破損を防止するために必要な設備として設置する。

系統構成は、格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））を常設設備とし、中央制御室にて起動操作が可能であり、想定される重大事故等時の環境下においても、確実に操作できる設計とする。

1. 圧縮機

1.1. 個数

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））の圧縮機は、1 個を重大事故等対処設備として設置する。

1.2. 吐出圧力

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））の圧縮機を重大事故等対処設備として使用する場合の吐出圧力は、重大事故等時における原子炉格納容器の使用圧力 0.853MPa 及びサンプリングガスの流路中の圧力損失を考慮し、その合計値を上回る圧力として 0.86MPa 以上とする。

公称値については要求される吐出圧力 0.86MPa を上回る 0.9MPa とする。

1.3. 容量

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））の圧縮機を重大事故等対処設備として使用する場合の容量は、当該格納容器ガスサンプリング装置内へサンプリングガスを引き込む際の圧力変動及び流量変動を防止するために設置されるタンク容量 20ℓにサンプリング配管の容量 1ℓを含めた合計 21ℓの空間体積内を 90～110kPa[abs]から 70kPa[abs]に減圧するために必要な容量とする。

減圧するために必要なサンプリングガスの排出量は以下のとおり。

$$V = 21 \times (110 - 70) / 101.3 \\ = 8.29\ell$$

圧縮機容量は、上記により算出したサンプリングガスを、当該格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））の要求時間 40 秒以内に系統外に排出できる容量として 12.4ℓ/min 以上とする。

公称値については要求される容量 12.4ℓ/min を上回る 15ℓ/min とする。

2. 冷却器

2.1. 個数

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））の冷却器は、1 個を重大事故等対処設備として設置する。

2.2. 容量

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））の冷却器を重大事故等対処設備として使用する場合の容量は、120℃に制御されたキャビネット内から供給されるサンプリングガスを、酸素濃度計測に必要な 5℃に冷却するために必要な容量とする。サンプリングガスの条件は、格納容器ベント実施後、非凝縮性ガスが排出され原子炉格納容器内が蒸気で満たされた状態を考慮し、水蒸気濃度 100%とする。なお、検出器ラインの出口弁により、サンプリングガスは冷却器に約 100～110kPa [abs]の圧力に保持される。

冷却器に流入するサンプリングガスが有する熱量は以下のとおり。

徐熱を必要とするサンプリングガスの質量 m を比重 ρ と冷却器の容積 V により求める。

$$m = \rho \cdot V \\ = 0.614 \times 12.93 \times 10^{-6} \\ = 7.94 \times 10^{-6} \text{kg}$$

m : サンプリングガス質量 (kg) (100%蒸気)

ρ : サンプリングガスの比重 = 0.614kg/m³ (110kPa[abs], 120℃)

V : 冷却器の容積 = 12.93cm³

上記により求めたサンプリングガスを 120℃から 5℃に冷却するために必要な徐熱量を求める。

(Q_1 : 冷却器入口におけるガス熱量)

$$Q_1 = 7.94 \times 10^{-6} \times 2716 \times 1000$$

$$= 21.6 \text{ J}$$

110kPa[abs]及び 120℃における過熱蒸気のエンタルピ°=2716kJ/kg

(Q_2 : 冷却器出口におけるガス熱量)

$$Q_2 = 7.94 \times 10^{-6} \times 21 \times 1000$$

$$= 0.2 \text{ J}$$

5℃における飽和水のエンタルピ°*=21kJ/kg

* : 冷却器出口は飽和蒸気であるが、保守的に 5℃における飽和水のエンタルピを設定

(Q : 冷却器内で除去される総熱量)

$$Q = Q_1 - Q_2$$

$$= 21.6 - 0.2$$

$$= 21.4 \text{ J}$$

上記で算出した冷却器内で除去される総熱量を、格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））により設定されたサンプリングガスの接触時間 5 秒で除去可能な冷却器の容量として 15.4kJ/h 以上とする。

公称値については要求される容量 15.4kJ/h を上回る 40kJ/h とする。

3. 窒素ポンベ

3.1. 個数

重大事故等に使用する格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））の窒素ポンベは、高圧ガス保安法の適合品である一般汎用型の窒素ポンベを使用する。このため、本ポンベの容量は一般汎用型の窒素ポンベの標準容量 46.7ℓ/個となる。

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））の窒素ポンベの個数は、格納容器ガスサンプリング装置を 7 日間運転するために必要な個数を確保する。

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））について、1 日当たりの窒素消費量は以下のとおり。

- ①格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））の検出ラインにサンプリングガスを押し込むための消費量
=480ℓ/日 [normal]

②格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））の空気作動弁を駆動させるための消費量

$$=1430/\text{日}[\text{normal}]$$

③格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））の冷却器にて発生した凝縮水を原子炉格納容器内に押し込むための消費量

$$=10000/\text{日}[\text{normal}]$$

上記①～③より合計は 16230/日[normal]であり，7日間の運転における窒素消費量は 113610[normal]となる。

窒素ポンベ1個当たりの供給量 S_b は，下記の式で求める。なお，ポンベ使用下限圧力 P_2 は重大事故等時における原子炉格納容器の使用圧力 0.853MPa 及びポンベ減圧弁における差圧 0.2～0.3MPa を考慮し，1.2MPa[abs]に設定する。

$$\begin{aligned} S_b &= \frac{P_1 - P_2}{P_N} \cdot V_b \\ &= \frac{14.7 - 1.2}{0.1013} \times 46.7 \\ &= 62240/\text{個}[\text{normal}] \end{aligned}$$

S_b ：1個当たりのポンベによる供給量（ℓ/個[normal]）

P_1 ：ポンベ初期充填圧力=14.7MPa[abs]

P_2 ：ポンベ使用下限圧力=1.2MPa[abs]

P_N ：大気圧=0.1013MPa[abs]

V_b ：ポンベ容量=46.7ℓ/個

上記より，格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））を7日間運転するために必要な窒素ポンベの個数 M は以下となる。

$$S_b \cdot M > 11361$$

$$6224 \cdot M > 11361$$

$$M > 1.83$$

よって，格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（S A）及び格納容器酸素濃度（S A））の窒素ポンベの個数は1.83個となることから，必要な個数は2個となるため，窒素ポンベは2個を上回る3個以上とする。

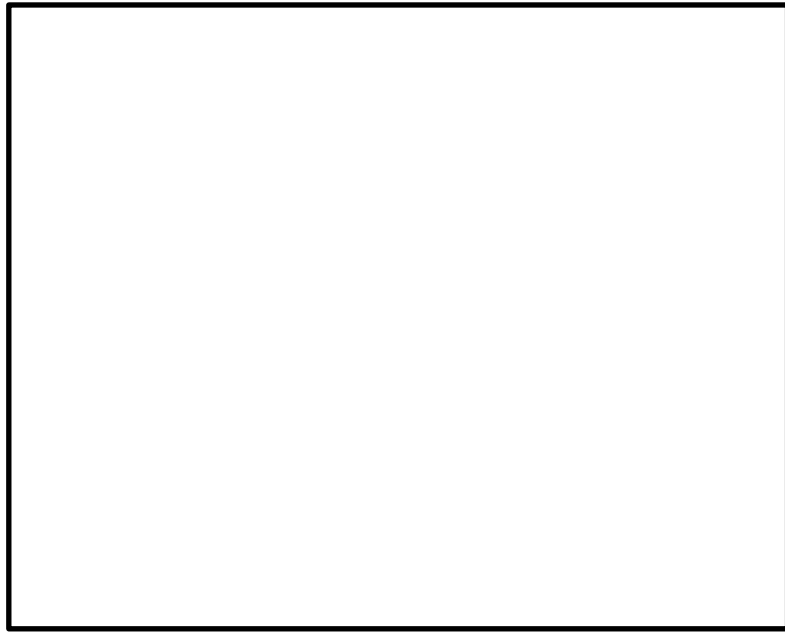


図1 格納容器ガスサンプリング装置
(格納容器水素濃度 (S A) 及び格納容器酸素濃度 (S A)) の概略構成図

2.40 格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））

名 称	格納容器ガスサンプリング装置 （格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））		
	サンプリングポンプ	個 数	—
吐 出 圧 力		MPa	0.66 以上 (0.69)
容 量		ℓ/min/個	1 以上 (20)
冷 却 器	個 数	—	2
	伝 熱 面 積	m ² /個	0.22 以上 (0.53)

【設 定 根 拠】

（概 要）

・設計基準対象施設

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））は、設計基準対象施設として原子炉格納容器内における水素濃度及び酸素濃度を計測するため、原子炉格納容器内からのサンプリングガスを循環及び冷却するために設置する。

・重大事故等対処設備

計測制御系統施設のうち格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））は、以下の機能を有する。

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））は、炉心の著しい損傷が発生した場合において原子炉格納容器内における水素爆発による破損を防止するために必要な常設設備として設置する。

系統構成は、格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））を常設設備とし、中央制御室にて起動操作が可能であり、想定される重大事故等時の環境下においても、確実に操作できる設計とする。

1. サンプリングポンプ

1.1. 個数

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））のサンプリングポンプは、設計基準対象施設として原子炉格納容器内からのサンプリングガスを循環するために必要な個数であり、1個設置する。

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））のサンプリングポンプは、設計基準対象施設として1個設置しているものを重大事故等対処設備として使用する。

1.2. 吐出圧力

設計基準対象施設として使用する格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））のサンプリングポンプの吐出圧力は、原子炉格納容器内の圧力（最高使用圧力）0.427MPaを考慮し、0.427MPa以上とする。

重大事故等対処設備として使用する格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））のサンプリングポンプの吐出圧力は、原子炉格納容器内の重大事故等時における使用圧力0.66MPaを考慮し、0.66MPa以上とする。

公称値については要求される吐出圧力0.66MPaを上回る0.69MPaとする。

1.3. 容量

設計基準対象施設として使用する格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））のサンプリングポンプの容量は、計測に必要な流量として、10/min/個以上とする。

重大事故等対処設備として使用する格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））のサンプリングポンプの容量は、設計基準対象施設と同仕様で設計し、10/min/個以上とする。

公称値については要求される容量10/min/個を上回る200/min/個とする。

2. 冷却器

2.1. 個数

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））の冷却器は、設計基準対象施設として原子炉格納容器内からのサンプリングガスを冷却するために必要な個数であり、2個設置する。

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））の冷却器は、設計基準対象施設として2個設置しているものを重大事故等対処設備として使用する。

2.2. 伝熱面積

設計基準対象施設として使用する格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））の冷却器の伝熱面積は、原子炉格納容器内からのサンプリングガスを40℃以下とするために必要な容量1.18kWを満足するために必要な最小伝熱面積を基に設定する。

必要な最小伝熱面積は、設計熱交換量、伝熱管熱通過率及び高温側と低温側の温度差の平均値である対数平均温度差を用いて求められる。

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））の冷却器の伝熱面積は、必要な最小伝熱面積が格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））の冷却器への原子炉補機冷却系の設計流量である $3.2\text{m}^3/\text{h}$ において、 0.20m^2 であることから、 $0.20\text{m}^2/\text{個}$ 以上とする。

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））の冷却器を重大事故等時において使用する場合の伝熱面積は、重大事故等時の原子炉格納容器内からのサンプリングガスを 40°C 以下とするために必要な容量 1.72kW を満足するために必要な最小伝熱面積を基に設定する。

必要な最小伝熱面積は、設計熱交換量、伝熱管熱通過率及び高温側と低温側の温度差の平均値である対数平均温度差を用いて求められる。

格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））の冷却器の伝熱面積は、必要な最小伝熱面積が格納容器ガスサンプリング装置（格納容器水素濃度（B系）及び格納容器酸素濃度（B系））の冷却器への原子炉補機代替冷却系の設計流量である $3.2\text{m}^3/\text{h}$ において、 0.22m^2 であることから、 $0.22\text{m}^2/\text{個}$ 以上とする。

公称値については要求される容量 $0.22\text{m}^2/\text{個}$ を上回る $0.53\text{m}^2/\text{個}$ とする。

VI-1-3 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の説明書

VI-1-3-1 使用済燃料貯蔵槽の温度，水位及び漏えいを監視する装置の構成に関する説明書並びに計測範囲及び警報動作範囲に関する説明書

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
2.1 設計基準対象施設に関する使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位の計測	1
2.1.1 計測結果の記録の保存	1
2.1.2 自動的に警報する装置	1
2.2 重大事故等対処設備に関する使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等の計測	2
2.2.1 燃料貯蔵設備に係る重大事故等時の使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等の監視	2
2.2.2 重大事故等の対処に必要なパラメータの計測又は推定	2
3. 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の構成	4
3.1 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等の計測	5
3.2 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の計測結果の表示，記録及び保存	26
3.2.1 計測結果の指示又は表示	26
3.2.2 設計基準対象施設に関する計測結果の記録及び保存	26
3.2.3 重大事故等対処設備に関する計測結果の記録及び保存	26
3.3 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の電源構成	28
4. 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の計測範囲及び警報動作範囲	30

1. 概要

本資料は、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）第 34 条及び第 47 条並びにそれらの「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈」（以下「解釈」という。）に関わる核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設のうち使用済燃料貯蔵槽の温度、水位及び漏えいを監視する装置の構成、計測範囲及び警報動作範囲について説明するとともに、技術基準規則第 69 条及び第 73 条並びにそれらの解釈に関わる核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設のうち使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の構成、計測範囲について説明するものである。

併せて技術基準規則第 34 条及びその解釈に関わる使用済燃料貯蔵槽の温度、水位の計測結果の記録の保存及び外部電源が喪失した場合の計測についても説明するとともに、技術基準規則第 69 条及びその解釈に関わる核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設のうち使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の交流又は直流電源が必要な場合の代替電源設備からの給電及び使用済燃料貯蔵槽の状態を監視するカメラの構成、構造及び取付箇所についても説明する。

今回は、核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設のうち、設計基準対象施設に関する使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の構成、計測範囲、警報動作範囲、計測結果の記録の保存及び外部電源が喪失した場合の計測、重大事故等対処設備に関する使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の構成、計測範囲、計測結果の記録及び交流又は直流電源が必要な場合の代替電源設備からの給電並びに使用済燃料貯蔵槽の状態を監視するカメラの構成、構造及び取付箇所について説明する。

2. 基本方針

2.1 設計基準対象施設に関する使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位の計測

2.1.1 計測結果の記録の保存

技術基準規則第 34 条及びその解釈に基づき、使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位の監視に必要な設備として、燃料プール温度、燃料プール冷却ポンプ入口温度、燃料プール水位、燃料プールライナドレン漏えい水位及び燃料プール水位・温度（S A）を設け、燃料プールの水温の著しい上昇又は水位の著しい低下が計測可能な設計とし、計測結果は指示又は表示し、記録計又はプロセス計算機から出力される帳票にて継続的に記録し、帳票は保存できる設計とする。また、外部電源が喪失した場合でも、非常用交流電源設備又は非常用直流電源設備からの給電によりこれらを計測することができる設計とする。

2.1.2 自動的に警報する装置

技術基準規則第 47 条及びその解釈に基づき、燃料プールの水温の著しい上昇又は燃料プールの水位の著しい低下を確実に検知し、自動的に警報する装置を設け、燃

料プール温度，燃料プール冷却ポンプ入口温度，燃料プール水位，燃料プールライナドレン漏えい水位及び燃料プール水位・温度（S A）の計測値が警報設定値に達した場合には，中央制御室に警報を発信する設計とする。

2.2 重大事故等対処設備に関する使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等の計測

2.2.1 燃料貯蔵設備に係る重大事故等時の使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等の監視

技術基準規則第 69 条及びその解釈に基づき，燃料貯蔵設備に係る重大事故等時*に燃料プールの監視に必要な設備として，燃料プール水位・温度（S A），燃料プール水位（S A）及び燃料プール監視カメラ（S A）を設け，燃料貯蔵設備に係る重大事故等により変動する可能性のある範囲にわたり計測可能な設計とする。

燃料プール監視カメラ（S A）は，燃料プールの状態が確認できるよう高所に設置し，燃料貯蔵設備に係る重大事故等時において，燃料プールの状態を監視できる設計とする。また，照明がない場合や蒸気雰囲気下においても燃料プールの状態を監視できるよう赤外線機能を有する設計とする。

これらの計測装置及びカメラは，交流又は直流電源が必要な場合に常設代替交流電源設備，可搬型代替交流電源設備，所内常設蓄電式直流電源設備，常設代替直流電源設備又は可搬型直流電源設備から給電できる設計とする。

2.2.2 重大事故等の対処に必要なパラメータの計測又は推定

技術基準規則第 73 条及びその解釈に基づき，重大事故等が発生し，当該重大事故等に対処するために監視することが必要なパラメータとして，燃料プールの監視に必要なパラメータの計測装置を設ける設計とするとともに，重大事故等が発生し，計測機器（非常用のものを含む。）の故障により，当該重大事故等に対処するために監視することが必要なパラメータを計測することが困難となった場合において，当該パラメータを推定するために必要なパラメータを計測する設備を設置又は保管する設計とする。

重大事故等に対処するために監視することが必要なパラメータを，炉心損傷防止対策及び格納容器破損防止対策等を成功させるために必要な発電用原子炉施設の状態を把握するためのパラメータとする。

炉心損傷防止対策及び格納容器破損防止対策等を成功させるために必要な発電用原子炉施設の状態を把握するためのパラメータを計測する装置は，設計基準事故時に想定される変動範囲の最大値を考慮し，適切に対応するための計測範囲を有する設計とするとともに，重大事故等が発生し，当該重大事故等に対処するために監視することが必要なパラメータの計測が困難となった場合又は計測範囲を超えた場合に，代替パラメータによる推定手段等により推定ができる設計とする。

また，重大事故等時に設計基準を超える状態における発電用原子炉施設の状態を把握するための能力（最高計測可能温度等）の明確化をするとともに，パラメータ

の計測が困難となった場合又は計測範囲を超えた場合に、代替パラメータによる推定の対応手段等、複数のパラメータの中から確からしさを考慮した優先順位を保安規定に定めて管理する。

想定される重大事故等の対応に必要な炉心損傷防止対策及び格納容器破損防止対策等を成功させるために必要な発電用原子炉施設の状態を把握するためのパラメータは、計測又は監視及び記録できる設計とする。

重大事故等の対応に必要なパラメータは、SPDSデータ収集サーバ、SPDS伝送サーバ及びSPDSデータ表示装置で構成する安全パラメータ表示システム（SPDS）に電磁的に記録、保存し、電源喪失により保存した記録が失われない設計とする。また、記録は必要な容量を保存できる設計とする。

注記＊：燃料貯蔵設備に係る重大事故等は以下のとおり。

- a. 「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の規準に関する規則」第37条及びその解釈の3-1(a)及び(b)で定義する想定事故1（使用済燃料貯蔵槽の冷却機能又は注水機能が喪失することにより使用済燃料貯蔵槽内の水の温度が上昇し、蒸発により水位が低下する事故）及び想定事故2（サイフォン現象等により使用済燃料貯蔵槽内の水の小規模な喪失が発生し、使用済燃料貯蔵槽の水位が低下する事故）において想定する使用済燃料貯蔵槽の水位の低下
- b. 使用済燃料貯蔵槽からの大量の水の漏えいその他要因により当該使用済燃料貯蔵槽の水位が異常に低下した場合

3. 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の構成

使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の検出器から計測結果の指示又は表示，記録及び警報装置に至るシステムの構成を「3.1 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等の計測」に示す。

設計基準対象施設及び重大事故等対処設備の使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の計測結果の指示又は表示，記録及び保存については，「3.2 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の計測結果の表示，記録及び保存」に示す。

また，設計基準対象施設の外部電源が喪失した場合の非常用交流電源設備又は非常用直流電源設備からの給電及び重大事故等対処設備の交流又は直流電源が必要な場合の常設代替交流電源設備，可搬型代替交流電源設備，所内常設蓄電式直流電源設備，常設代替直流電源設備又は可搬型直流電源設備からの給電について「3.3 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の電源構成」に示す。

3.1 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等の計測

(1) 燃料プール温度

燃料プール温度は、設計基準対象施設の機能を有しており、燃料プール温度の検出信号は、熱電対からの起電力を、中央制御室の指示部にて温度信号に変換する処理を行った後、燃料プール温度を中央制御室に指示し、記録及び保存する。記録及び保存については、「3.2 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の計測結果の表示、記録及び保存」に示す。

また、検出信号が警報設定値に達した場合には、中央制御室に音とともに警報表示を行う。(図3-1「燃料プール温度の概略構成図」参照。)

外部電源が喪失した場合においても、非常用交流電源設備からの給電により、燃料プールの温度を計測することができる。電源構成について「3.3 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の電源構成」に示す。

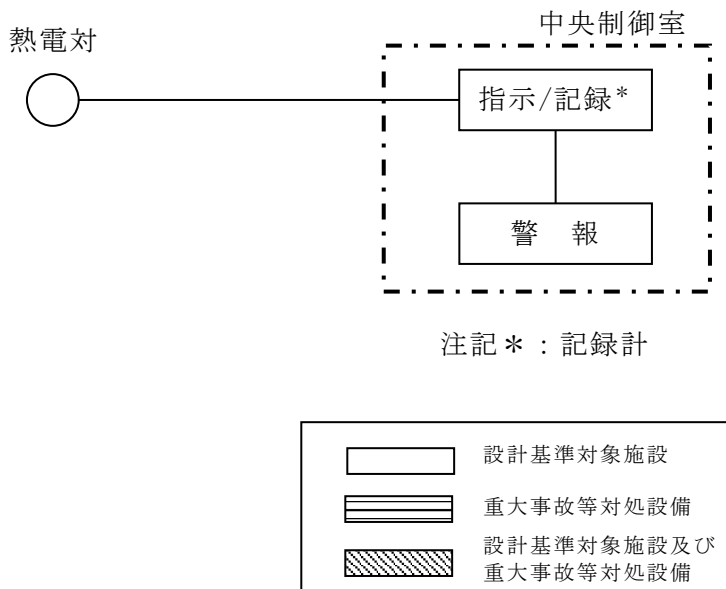


図 3-1 燃料プール温度の概略構成図

(2) 燃料プール冷却ポンプ入口温度

燃料プール冷却ポンプ入口温度は、設計基準対象施設の機能を有しており、燃料プール冷却ポンプ入口温度の検出信号は、熱電対からの起電力を、中央制御室の指示部にて温度信号に変換する処理を行った後、燃料プール冷却ポンプ入口温度を中央制御室に指示し、記録及び保存する。記録及び保存については、「3.2 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の計測結果の表示、記録及び保存」に示す。

また、検出信号が警報設定値に達した場合には、中央制御室に音とともに警報表示を行う。(図3-2「燃料プール冷却ポンプ入口温度の概略構成図」参照。)

外部電源が喪失した場合においても、非常用交流電源設備からの給電により、燃料プールの温度を計測することができる。電源構成について「3.3 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の電源構成」に示す。

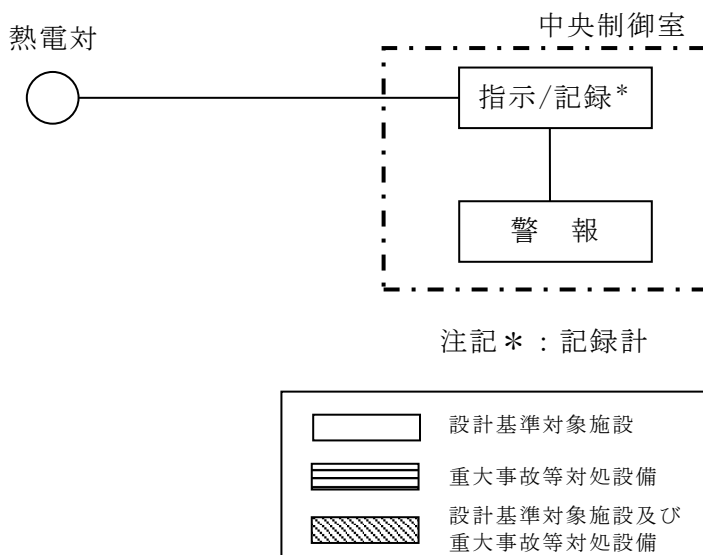


図3-2 燃料プール冷却ポンプ入口温度の概略構成図

(3) 燃料プール水位

燃料プール水位は、設計基準対象施設の機能を有しており、フロート式水位検出器で検出された燃料プール水位の検出信号が警報設定値に達した場合、中央制御室に音とともに警報表示を行い、記録及び保存する。記録及び保存については、「3.2 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の計測結果の表示、記録及び保存」に示す。(図 3-3「燃料プール水位の概略構成図」参照。)

外部電源が喪失した場合においても、非常用交流電源設備からの給電により、燃料プールの水位を計測することができる。電源構成について「3.3 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の電源構成」に示す。

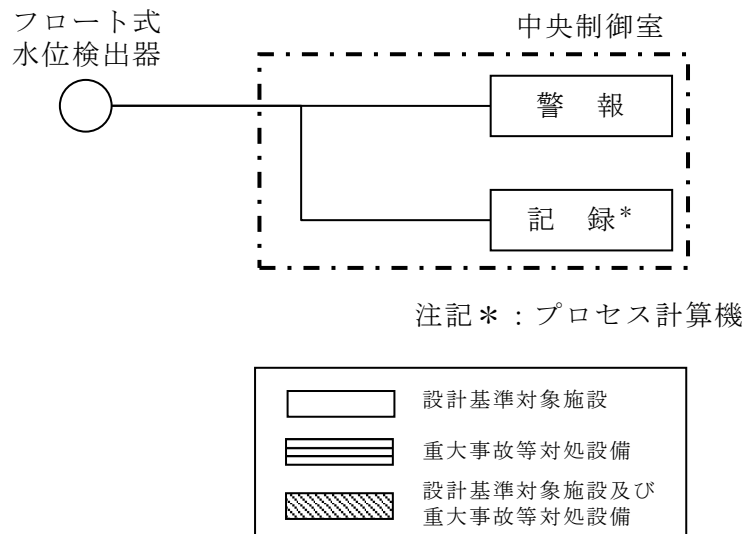


図 3-3 燃料プール水位の概略構成図

(4) 燃料プールライナドレン漏えい水位

燃料プールライナドレン漏えい水位は、設計基準対象施設の機能を有しており、フロート式水位検出器で検出された燃料プールライナドレン漏えい水位の検出信号が警報設定値に達した場合、中央制御室に音とともに警報表示を行い、記録及び保存する。記録及び保存については、「3.2 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の計測結果の表示、記録及び保存」に示す。(図 3-4「燃料プールライナドレン漏えい水位の概略構成図」参照。)

外部電源が喪失した場合においても、非常用交流電源設備からの給電により、燃料プールの水位を計測することができる。電源構成について「3.3 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の電源構成」に示す。

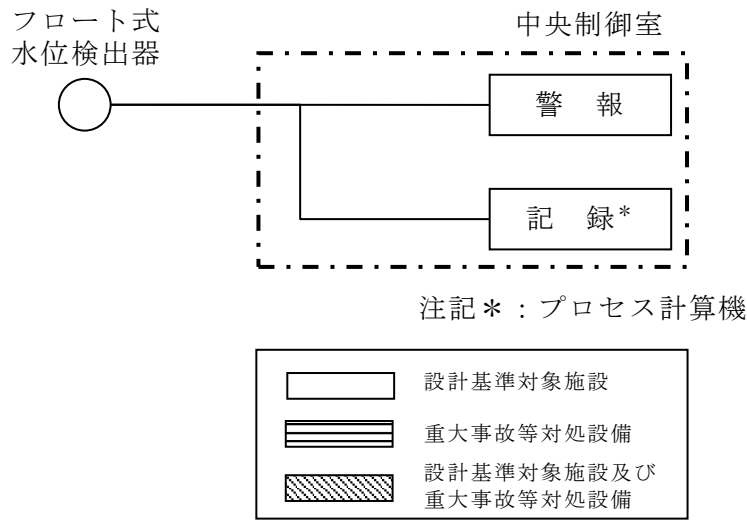


図 3-4 燃料プールライナドレン漏えい水位の概略構成図

(5) 燃料プール水位・温度（S A）

a. 水位計測について

燃料プール水位・温度（S A）の水位計測は、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備の機能を有しており、燃料プール水位・温度（S A）の水位検出信号は、-1000mm* (EL 34518mm)から 6 箇所を設置した熱電対からの起電力を、演算装置を経由して中央制御室の指示部にて水位信号へ変換する処理を行った後、燃料プール水位・温度（S A）の水位を中央制御室に指示し、記録及び保存するとともに、安全パラメータ表示システム（SPDS）にて記録及び保存する。熱電対は各検出点においてヒータを付設しており、ヒータ加熱開始前後の熱電対の温度変化から水中／気中を判定することにより間接的に水位を監視することができる。記録及び保存については、「3.2 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の計測結果の表示、記録及び保存」に示す。

また、検出信号が警報設定値に達した場合には、中央制御室に音とともに警報表示を行う。（図 3-5「燃料プール水位・温度（S A）の概略構成図（水位）」及び図 3-7「燃料プール水位・温度（S A）の構造図」参照。）

注記*：基準点は使用済燃料貯蔵ラック上端（EL 35518mm）

外部電源が喪失した場合においても、非常用直流電源設備からの給電により燃料プールの水位を計測することができる。また、直流電源が必要な場合、所内常設蓄電式直流電源設備であるB1-115V系蓄電池（SA）又は可搬型直流電源設備である高圧発電機車及びB1-115V系充電器（SA）からの給電が可能である。電源構成について「3.3 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の電源構成」に示す。

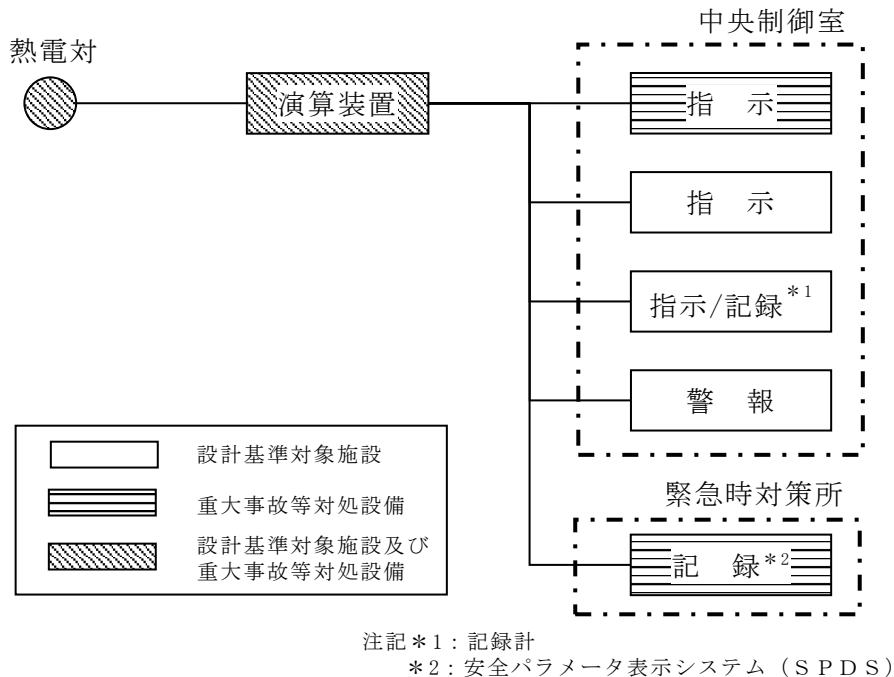


図 3-5 燃料プール水位・温度（S A）の概略構成図（水位）

b. 温度計測について

燃料プール水位・温度（SA）の温度計測は、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備の機能を有しており、燃料プール水位・温度（SA）の温度検出信号は、熱電対からの起電力を、演算装置を経由して中央制御室の指示部にて温度信号へ変換する処理を行った後、燃料プール水位・温度（SA）の温度を中央制御室に指示し、記録及び保存するとともに、安全パラメータ表示システム（SPDS）にて記録及び保存する。記録及び保存については、「3.2 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の計測結果の表示、記録及び保存」に示す。

また、検出信号が警報設定値に達した場合には、中央制御室に音とともに警報表示を行う。（図3-6「燃料プール水位・温度（SA）の概略構成図（温度）」及び図3-7「燃料プール水位・温度（SA）の構造図」参照。）

外部電源が喪失した場合においても、非常用直流電源設備からの給電により燃料プールの温度を計測することができる。また、直流電源が必要な場合、所内常設蓄電式直流電源設備であるB1-115V系蓄電池（SA）又は可搬型直流電源設備である高圧発電機車及びB1-115V系充電器（SA）からの給電が可能である。電源構成について「3.3 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の電源構成」に示す。

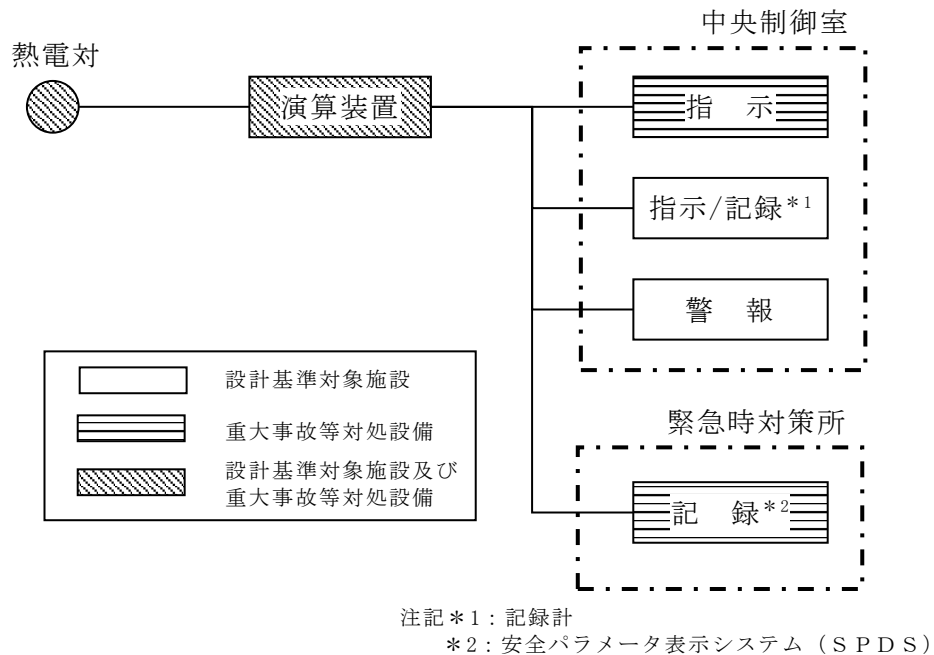


図3-6 燃料プール水位・温度（SA）の概略構成図（温度）

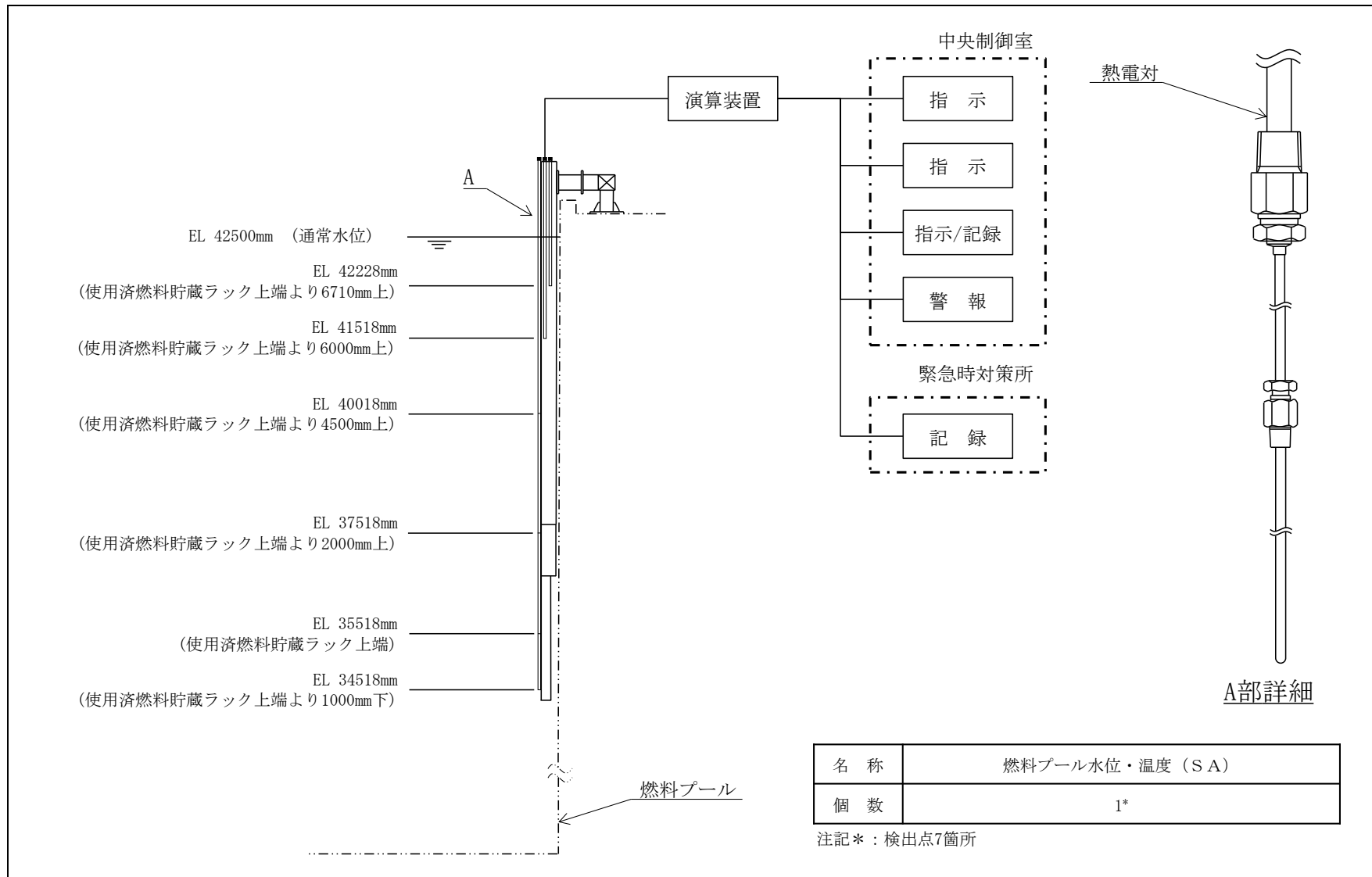


図 3-7 燃料プール水位・温度 (S A) の構造図

(6) 燃料プール水位 (S A)

燃料プール水位 (S A) は、重大事故等対処設備の機能を有しており、燃料プール水位 (S A) の検出信号は、ガイドパルス式水位検出器からの電気信号を、演算装置を経由して中央制御室の指示部にて水位信号へ変換する処理を行った後、燃料プール水位 (S A) を中央制御室に指示し、安全パラメータ表示システム (S P D S) にて記録及び保存する。記録及び保存については、「3.2 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の計測結果の表示、記録及び保存」に示す。(図 3-8 「燃料プール水位 (S A) の概略構成図」及び図 3-9 「燃料プール水位 (S A) の構造図」参照。)

交流電源が必要な場合、常設代替交流電源設備であるガスタービン発電機又は可搬型代替交流電源設備である高圧発電機車からの給電が可能である。電源構成について「3.3 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の電源構成」に示す。

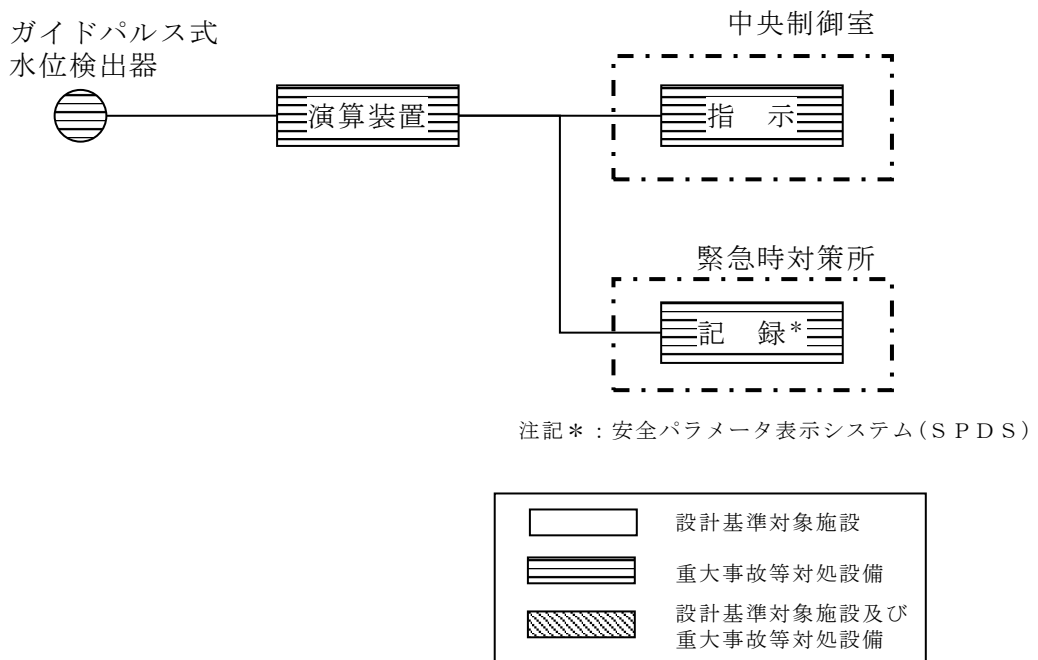


図 3-8 燃料プール水位 (S A) の概略構成図

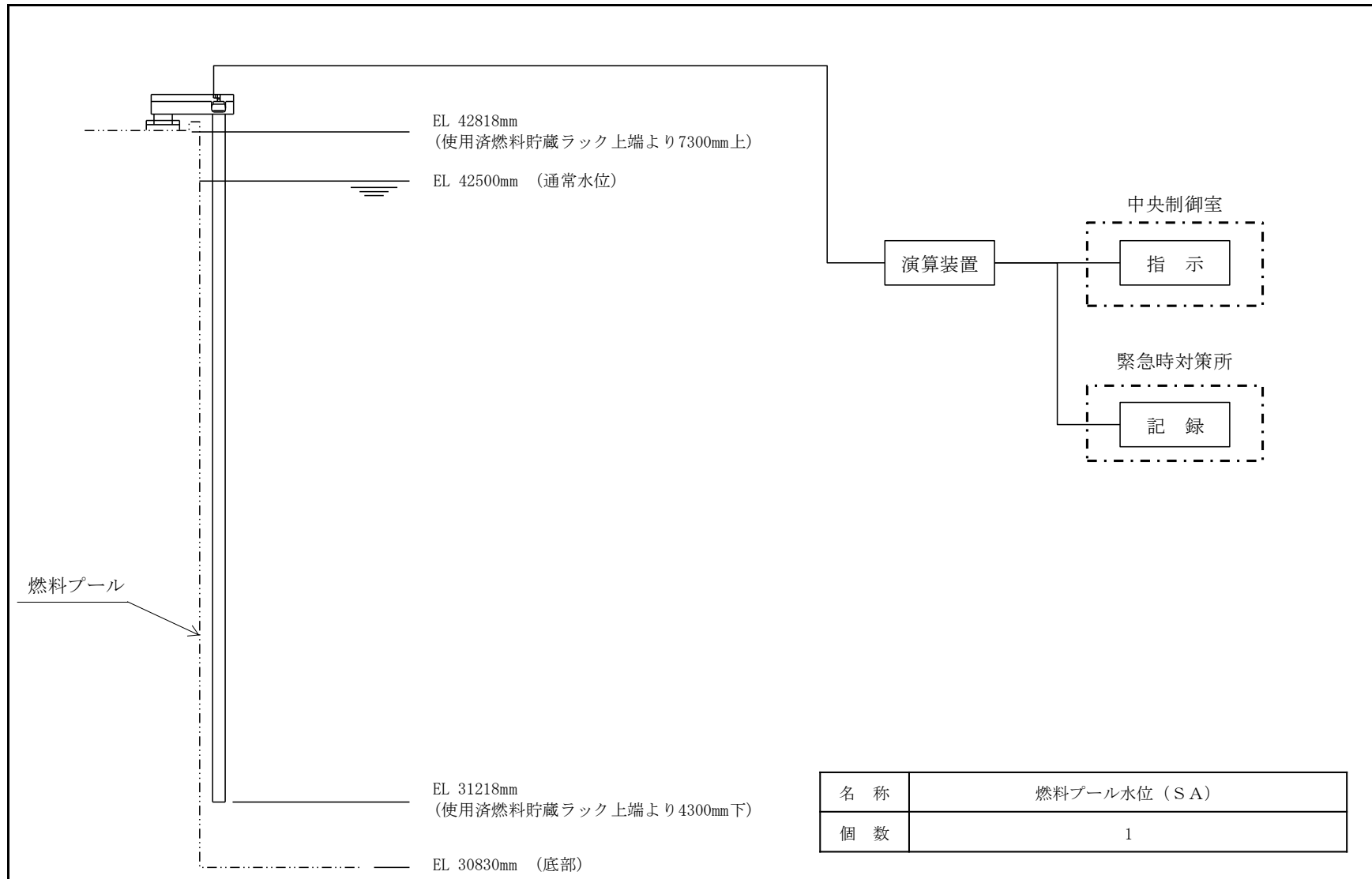


図 3-9 燃料プール水位 (S A) の構造図

(7) 燃料プール監視カメラ (SA)

a. 燃料プール監視カメラ (SA)

燃料プール監視カメラ (SA) は、重大事故等対処設備の機能を有しており、燃料プールの状態が確認できるよう高所に設置し、燃料貯蔵設備に係る重大事故等時において、燃料プールの状態を監視する。また、照明がない場合や蒸気雰囲気下においても燃料プールの状態が監視できる赤外線監視カメラとする。燃料プール監視カメラ (SA) の映像信号は、制御ユニットを介し燃料プールの状態を中央制御室の監視モニタに表示する。(図 3-10「燃料プール監視カメラ (SA) の概略構成図」、図 3-11「燃料プール監視カメラ (SA) の構造図」及び図 3-12「燃料プール監視カメラ (SA) の取付箇所を明示した図面」参照。)

直流電源が必要な場合、常設代替直流電源設備である SA 用 115V 系蓄電池又は可搬型直流電源設備である高圧発電機車及び SA 用 115V 系充電器からの給電が可能である。電源構成について「3.3 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の電源構成」に示す。

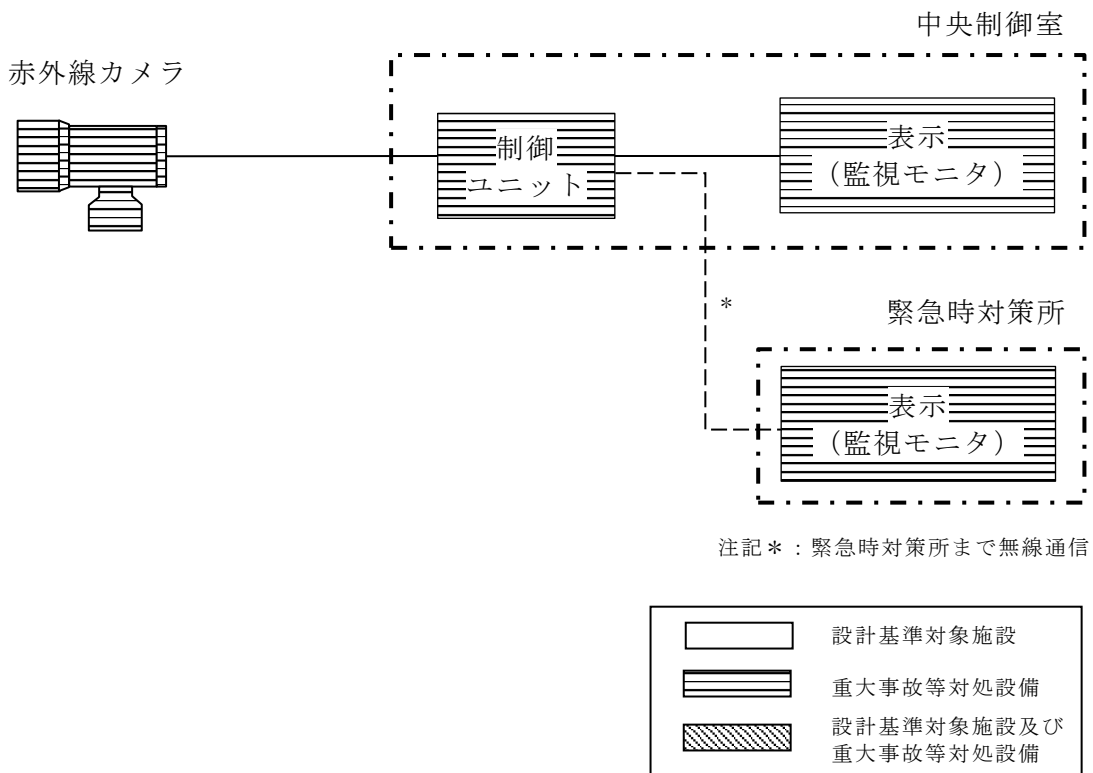


図 3-10 燃料プール監視カメラ (SA) の概略構成図

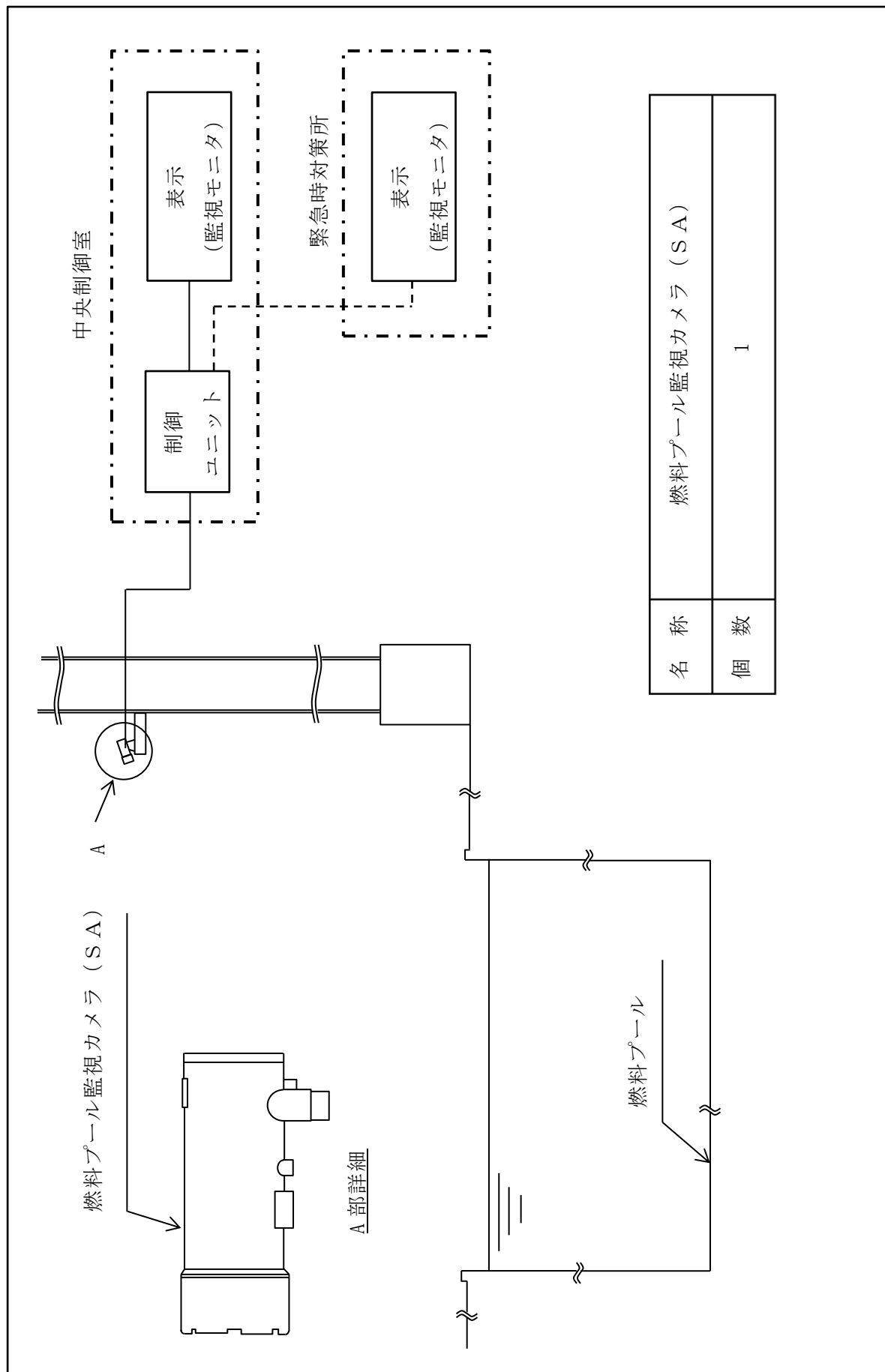


図 3-11 燃料プールの監視カメラ (SA) の構造図

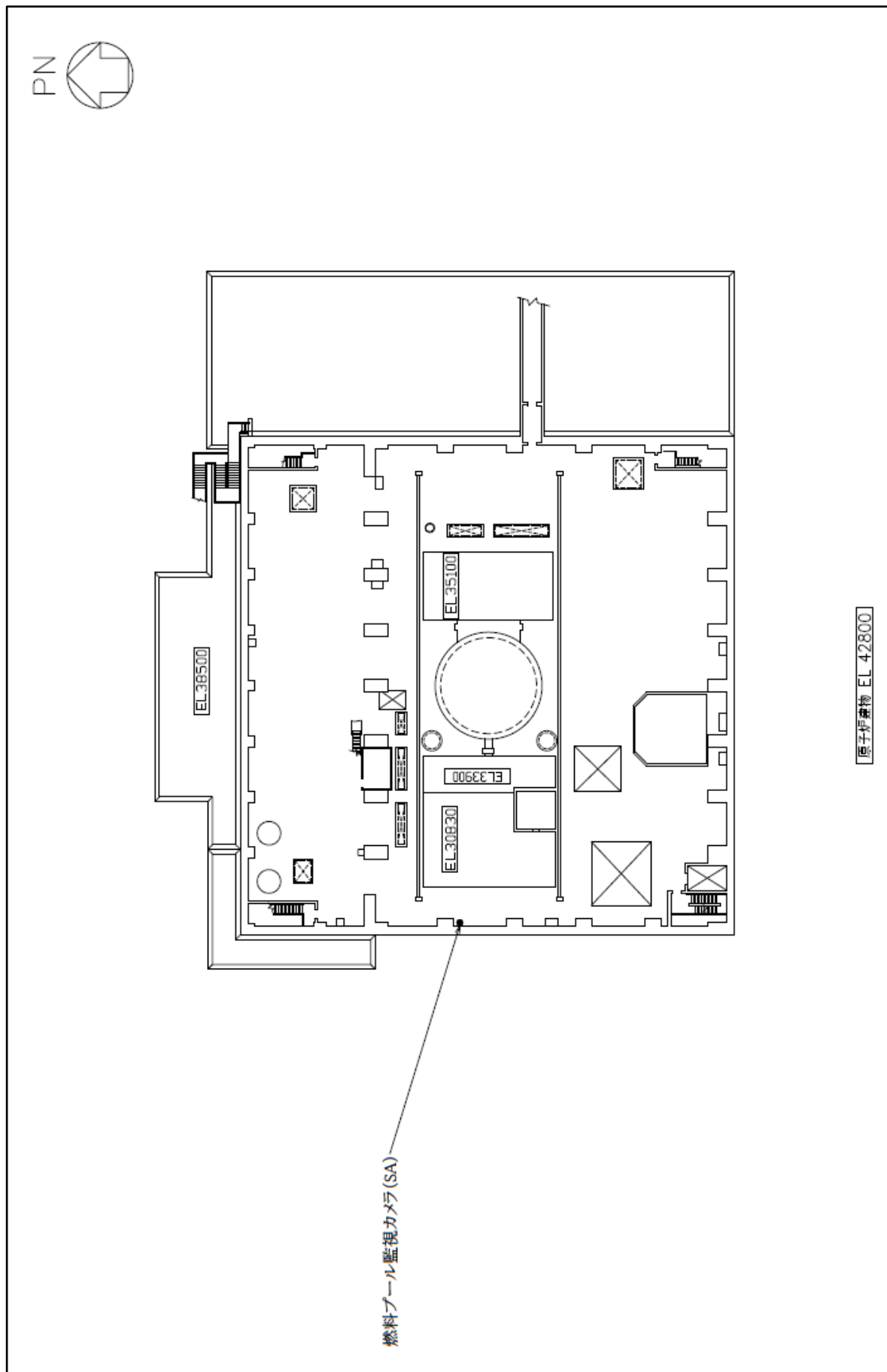


図 3-12 燃料プール監視カメラ (SA) の取付箇所を明示した図面

b. 燃料プール監視カメラ用冷却設備

燃料プール監視カメラ用冷却設備は、重大事故等対処設備の機能を有しており、コンプレッサ、冷却器等で構成し、燃料貯蔵設備に係る重大事故等時に燃料プール監視カメラ（S A）の耐環境性向上用の空気を供給する。燃料プール監視カメラ（S A）の冷却に必要な空気を設置場所での操作のみで確保できる設計とする。

（図 3-13「燃料プール監視カメラ用冷却設備の概略構成図」、図 3-14「燃料プール監視カメラ用冷却設備の構造図」及び図 3-15「燃料プール監視カメラ用冷却設備の取付箇所を明示した図面」参照。）

交流電源が必要な場合、常設代替交流電源設備であるガスタービン発電機又は可搬型代替交流電源設備である高圧発電機車からの給電が可能である。電源構成について「3.3 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の電源構成」に示す。

また、燃料プール監視カメラ用冷却設備を用いた燃料プール監視カメラ（S A）の耐環境性向上については、VI-1-1-7「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」の「3.1 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設」に示す。

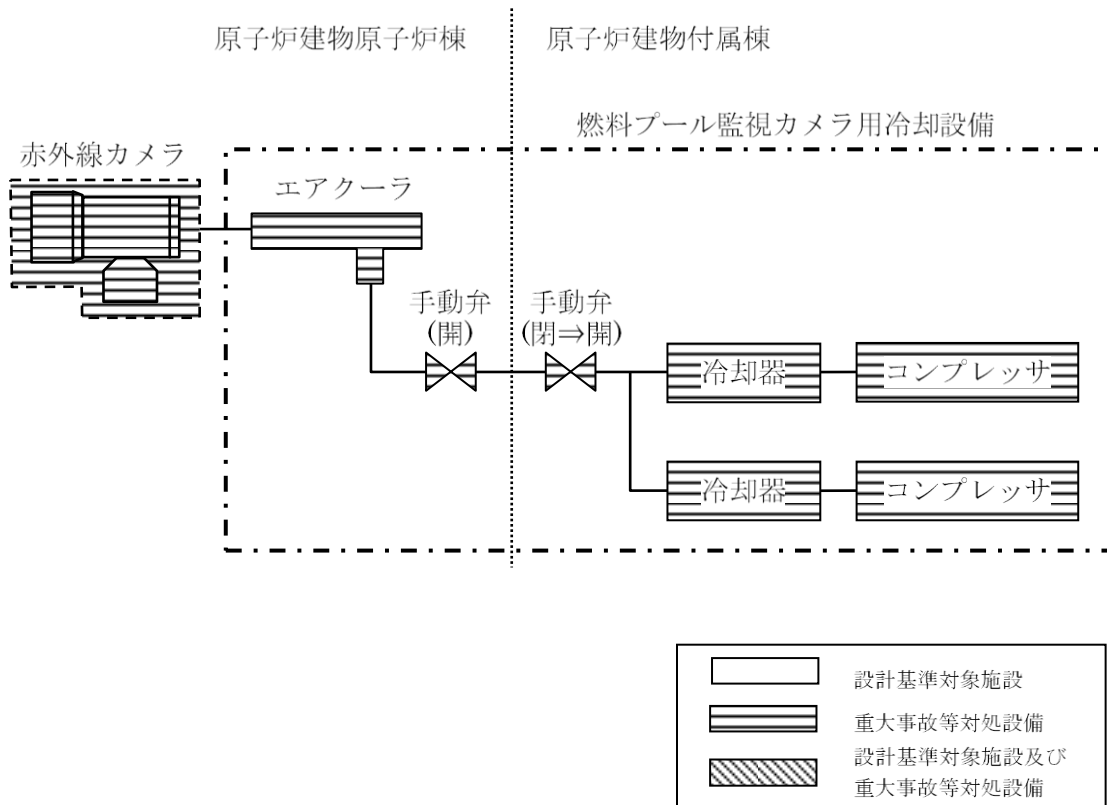


図 3-13 燃料プール監視カメラ用冷却設備の概略構成図

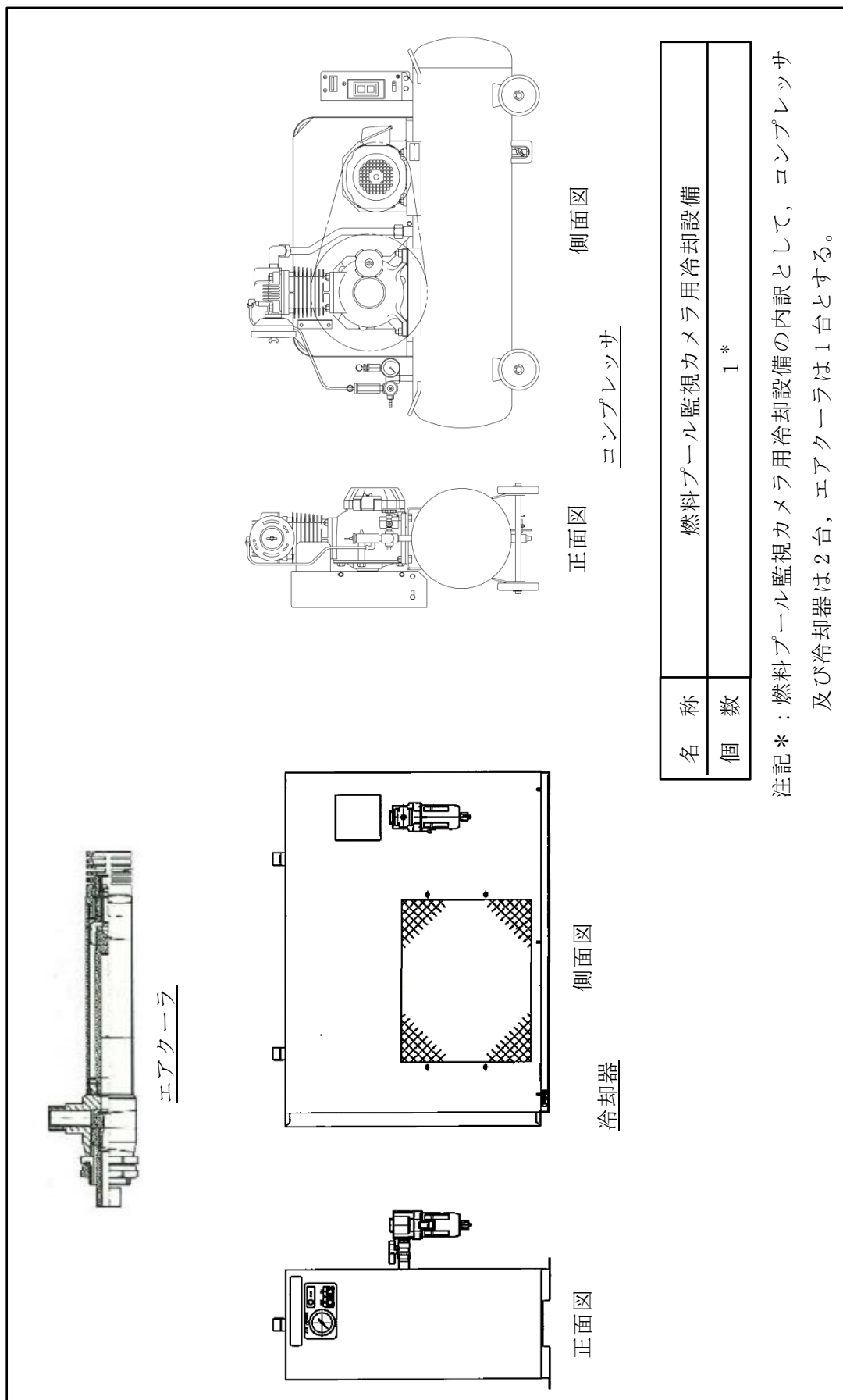


図 3-14 燃料プール監視カメラ用冷却設備の構造図

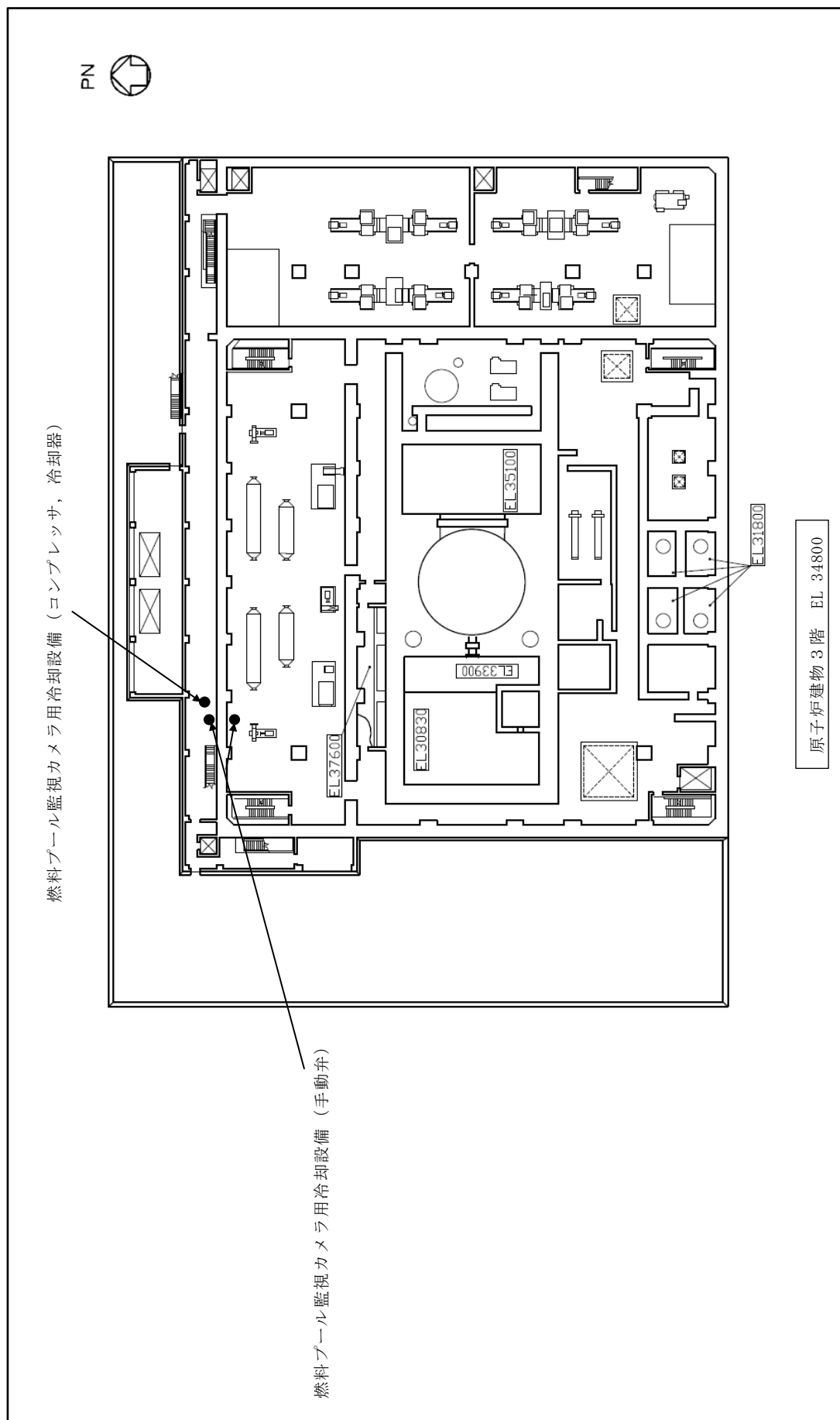


図 3-15 燃料プール監視カメラ用冷却設備の取付箇所を明示した図面 (1/2)

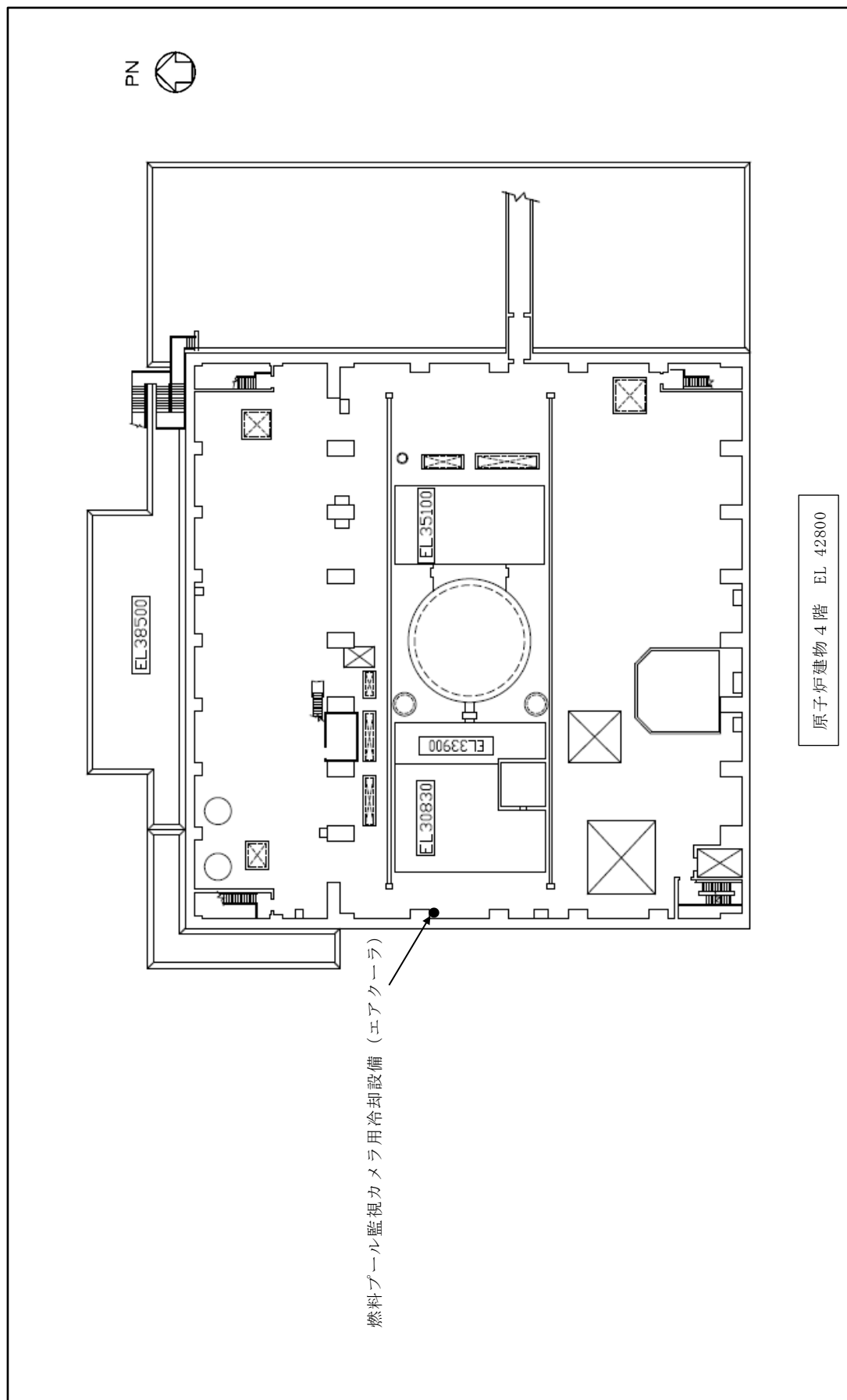


図 3-15 燃料プール監視カメラ用冷却設備の取付箇所を明示した図面 (2/2)

(8) 可搬型計測器

可搬型計測器は、重大事故等対処設備の機能を有しており、重大事故等時に計測に必要な計器電源が喪失した場合には、炉心損傷防止対策及び格納容器破損防止対策等を成功させるために必要な発電用原子炉施設の状態を把握するためのパラメータを計測する設備について、熱電対からの起電力を計測することにより、燃料プールの温度及び水位を監視するとともに、要員が記録用紙に記録し、保存する。記録及び保存については、「3.2 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の計測結果の表示、記録及び保存」に示す。可搬型計測器は、1セット 30 個（必要数 29 個（予備 1 個））を廃棄物処理建物に保管し、予備 1セット 30 個を緊急時対策所に保管する。（図 3-16「可搬型計測器の概略構成図」、図 3-17「可搬型計測器の構造図」、図 3-18「可搬型計測器の保管場所を明示した図面」、図 3-19「可搬型計測器（予備）の保管場所を明示した図面」、表 3-1「可搬型計測器の計測対象パラメータ」及び表 4-1「可搬型計測器の計測範囲」参照。）

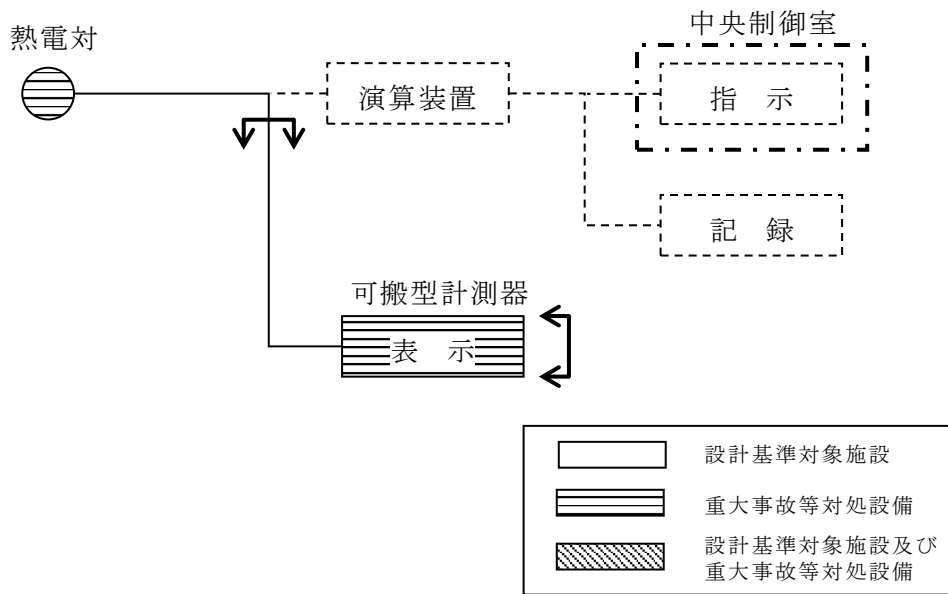
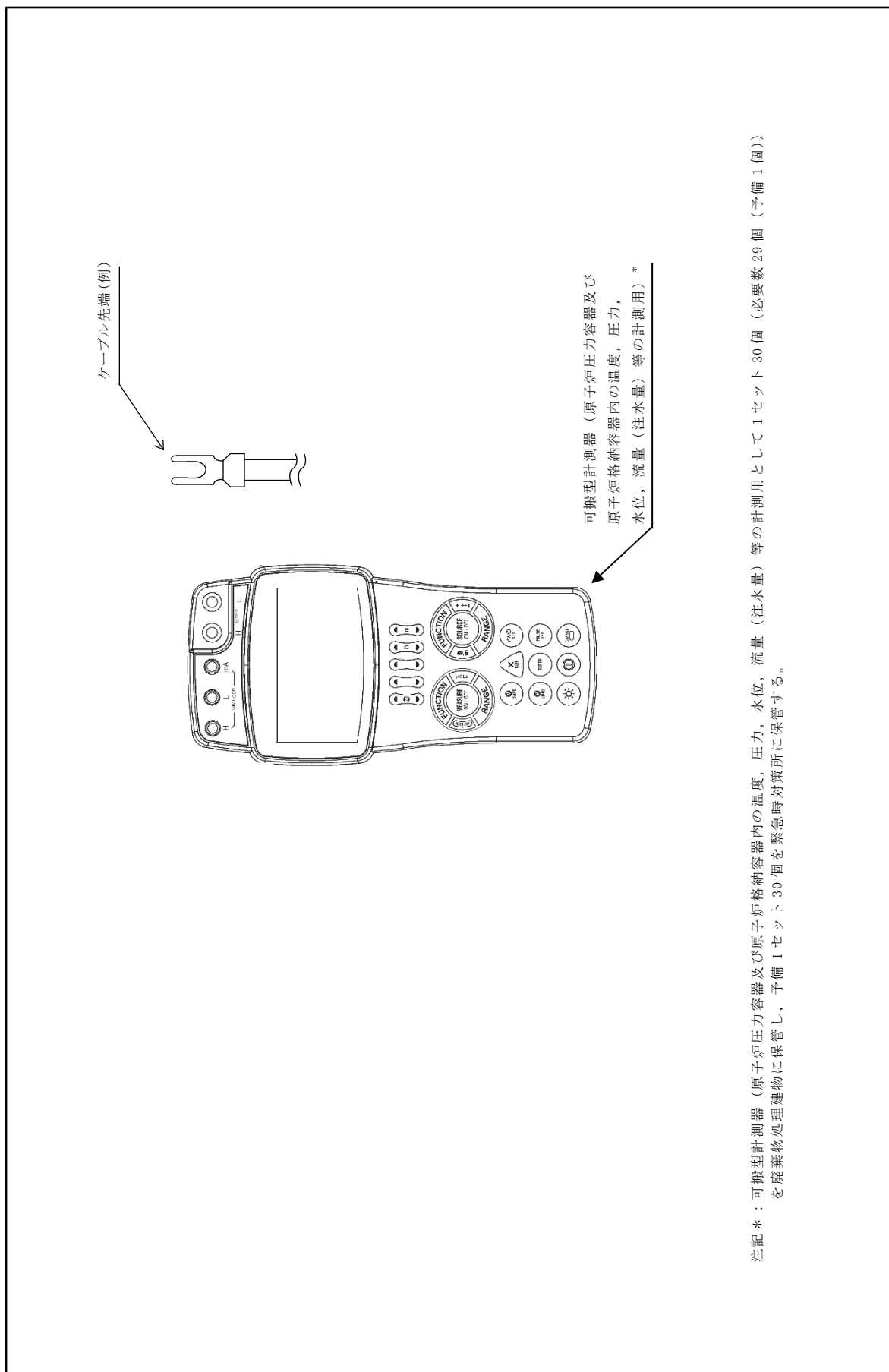


図 3-16 可搬型計測器の概略構成図



注記* : 可搬型計測器 (原子炉圧力容器及び原子炉格納容器内の温度, 圧力, 水位, 流量 (注水量) 等の計測用として1セット30個 (必要数29個 (予備1個)))
を廃棄物処理建物に保管し, 予備1セット30個を緊急時対策所に保管する。

図 3-17 可搬型計測器の構造図

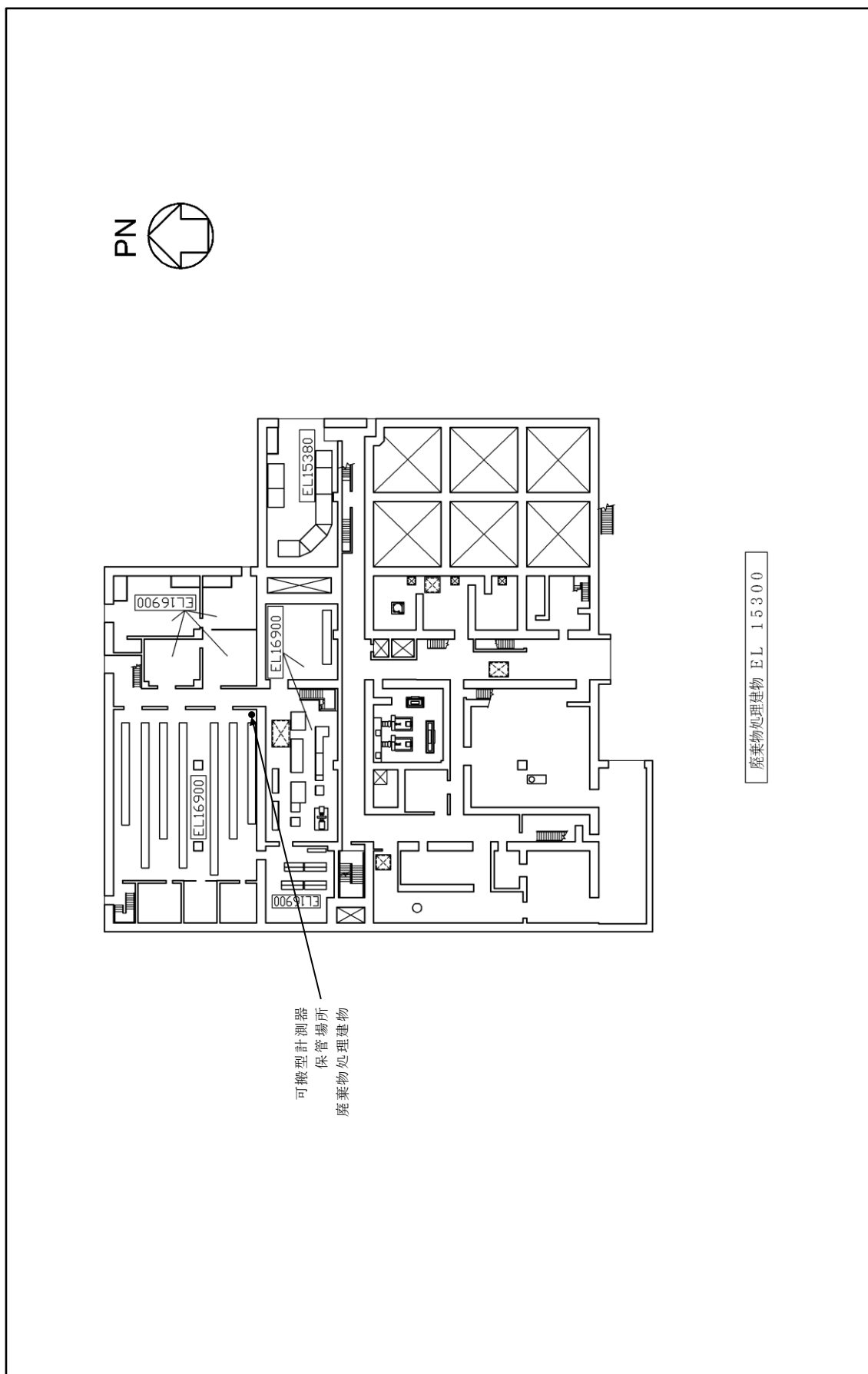


図 3-18 可搬型計測器の保管場所を明示した図面

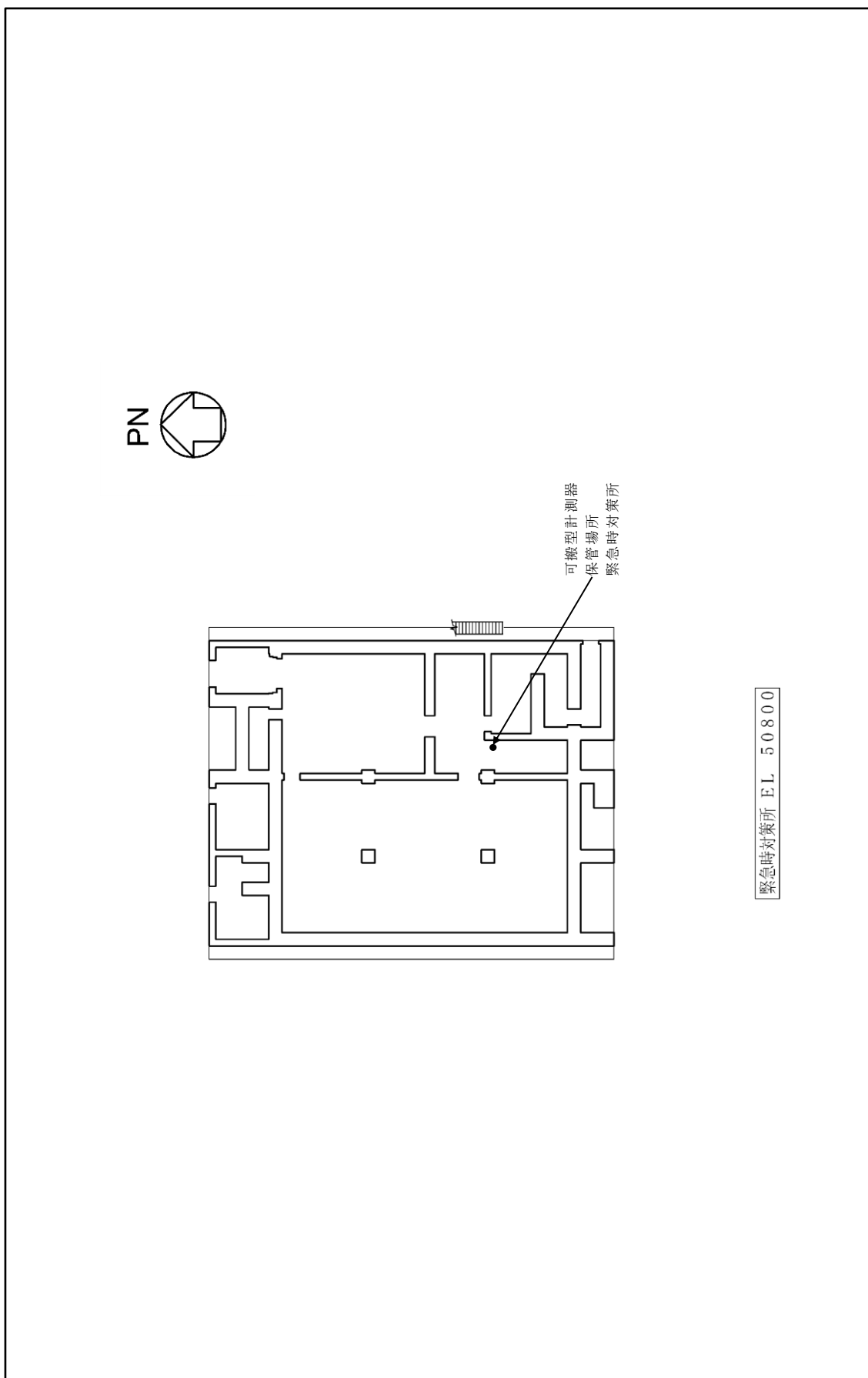


図 3-19 可搬型計測器（予備）の保管場所を明示した図面

表 3-1 可搬型計測器の計測対象パラメータ

監視パラメータ
燃料プール水位・温度 (S A)

3.2 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の計測結果の表示，記録及び保存

3.2.1 計測結果の指示又は表示

使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の計測結果は，中央制御室に指示又は表示し，記録できる設計とする。使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の計測結果の指示又は表示場所及び記録場所を表 3-2「使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の計測結果の指示又は表示場所及び記録場所」に示す。

3.2.2 設計基準対象施設に関する計測結果の記録及び保存

技術基準規則第 34 条第 4 項及びその解釈に関わる燃料プール温度，燃料プール冷却ポンプ入口温度及び燃料プール水位・温度（SA）の計測結果は，中央制御室の記録計にて継続的に記録し，記録紙は取り替えて保存できる設計又は外部記憶媒体へ保存できる設計とする。燃料プール水位及び燃料プールライナドレン漏えい水位の計測結果は中央制御室のプロセス計算機から記録を帳票として出力し保存できる設計とする。記録を保存する計測項目と計測装置等を表 3-3「記録を保存する計測項目と計測装置等」に示す。

3.2.3 重大事故等対処設備に関する計測結果の記録及び保存

燃料プール水位・温度（SA）及び燃料プール水位（SA）の計測結果は安全パラメータ表示システム（SPDS）に電磁的に記録，保存し，電源喪失により保存した記録が失われないとともに，帳票として出力できる設計とする。また，プラント状態の推移を把握するためにデータ収集周期は 1 分，記録の保存容量は計測結果を取り出すことで継続的なデータを得ることができるよう，14 日以上保存できる設計とする。

表 3-2 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の計測結果の指示又は表示場所及び記録場所

計測装置	指示又は表示	記録
燃料プール温度	中央制御室	中央制御室（記録計）
燃料プール冷却ポンプ入口温度	中央制御室	中央制御室（記録計）
燃料プール水位・温度（SA）*1	中央制御室*2	中央制御室（記録計） 緊急時対策所（安全パラメータ表示システム（SPDS））
燃料プール水位	中央制御室	中央制御室（プロセス計算機）
燃料プールライナドレン漏えい水位	中央制御室	中央制御室（プロセス計算機）
燃料プール水位（SA）	中央制御室*2	緊急時対策所（安全パラメータ表示システム（SPDS））

注記*1：重大事故等時に計測に必要な計器電源が喪失した場合には、可搬型計測器を接続し、計測結果を要員が記録用紙に記録し、保存する。

*2：中央制御室待避室も含む。

表 3-3 記録を保存する計測項目と計測装置等

計測項目	計測装置等
使用済燃料その他高放射性の液体を貯蔵する水槽の水温及び水位	燃料プール温度
	燃料プール冷却ポンプ入口温度
	燃料プール水位・温度（SA）
	燃料プール水位
	燃料プールライナドレン漏えい水位

技術基準規則第 34 条第 4 項及びその解釈に関わるその他の計測項目については、VI-1-5-1「計測装置の構成に関する説明書並びに計測範囲及び警報動作範囲に関する説明書」の「3.2 計測装置の計測結果の表示、記録及び保存」及びVI-1-7-1「放射線管理用計測装置の構成に関する説明書並びに計測範囲及び警報動作範囲に関する説明書」の「3.6 放射線管理用計測装置の計測結果の表示、記録及び保存」に示す。

3.3 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位等を監視する装置の電源構成

設計基準対象施設の燃料プール温度，燃料プール冷却ポンプ入口温度，燃料プール水位，燃料プールライナドレン漏えい水位及び燃料プール水位・温度（SA）は外部電源が喪失した場合でも，非常用交流電源設備又は非常用直流電源設備からの給電によりこれらを計測することができる設計とする。

また，重大事故等対処設備の燃料プール水位・温度（SA）は，直流電源が必要な場合，所内常設蓄電式直流電源設備であるB1-115V系蓄電池（SA）又は可搬型直流電源設備である高圧発電機車及びB1-115V系充電器（SA）からの給電が可能な設計とする。燃料プール監視カメラ（SA）は，直流電源が必要な場合，常設代替直流電源設備であるSA用115V系蓄電池又は可搬型直流電源設備である高圧発電機車及びSA用115V系充電器からの給電が可能な設計とする。燃料プール水位（SA）及び燃料プール監視カメラ用冷却設備は，交流電源が必要な場合，常設代替交流電源設備であるガスタービン発電機又は可搬型代替交流電源設備である高圧発電機車からの給電が可能な設計とする。
（図3-20「燃料プールの温度及び水位等を監視する装置の概略電源系統図」参照。）

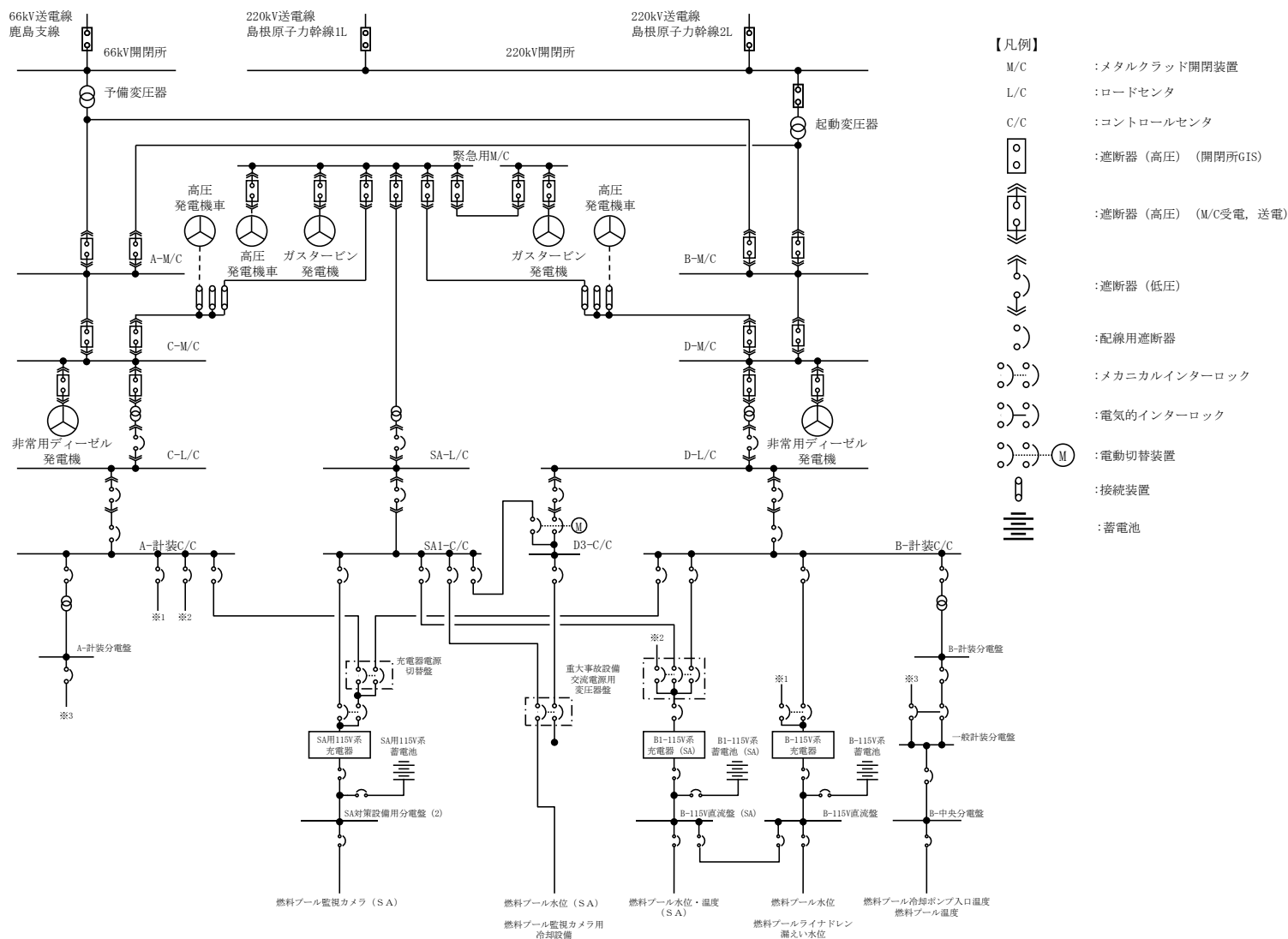


図 3-20 燃料プールの温度及び水位等を監視する装置の概略電源系統図

4. 使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の計測範囲及び警報動作範囲

使用済燃料貯蔵槽の温度及び水位を監視する装置の計測範囲及び警報動作範囲の設定に対する考え方について以下に示す。また、重大事故等が発生し、計測に必要な計器電源が喪失した場合に使用する可搬型計測器の計測範囲を表 4-1「可搬型計測器の計測範囲」に示す。

重大事故等対処設備については、燃料貯蔵設備に係る重大事故等時に変動する可能性のある範囲にわたり計測（パラメータの推定を含む）する設計とすること及び技術基準規則の要求に該当しないことから警報装置を設けない設計とする。

重大事故等が発生し、当該重大事故等に対処するために監視することが必要なパラメータの計測が困難となった場合又は計測範囲を超えた場合の対応におけるパラメータの推定手段及び推定方法については、VI-1-1-7「安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書」の「3.3 計測制御系統施設」に示す。

重大事故等時に設計基準を超える状態における発電用原子炉施設の状態を把握するための能力（最高計測可能温度等）を明確化するとともに、パラメータの計測が困難となった場合又は計測範囲を超えた場合に、代替パラメータによる推定の対応手段等、複数のパラメータの中から確からしさを考慮した優先順位を保安規定に明確にし、確実に運用及び遵守できるように手順として定めて管理する。

(1) 燃料プール温度

燃料プール温度は、熱電対からの起電力を検出することにより、温度を連続的に計測する。

燃料プール温度の計測範囲は、燃料プール内における冷却水の過熱状態を監視できるよう、0～150℃の温度を計測可能とする。また、燃料プール水位の水位低警報設定（EL 42290mm）を包絡する範囲で温度計測可能な設置位置とする。（図4-1「燃料プール温度の設置図」参照。）

警報動作は、0～150℃の範囲で設定可能であり、検出信号が警報設定値に達した場合には、中央制御室に音とともに警報表示を行う。温度高の警報動作温度以上の温度では、警報表示状態を継続する。

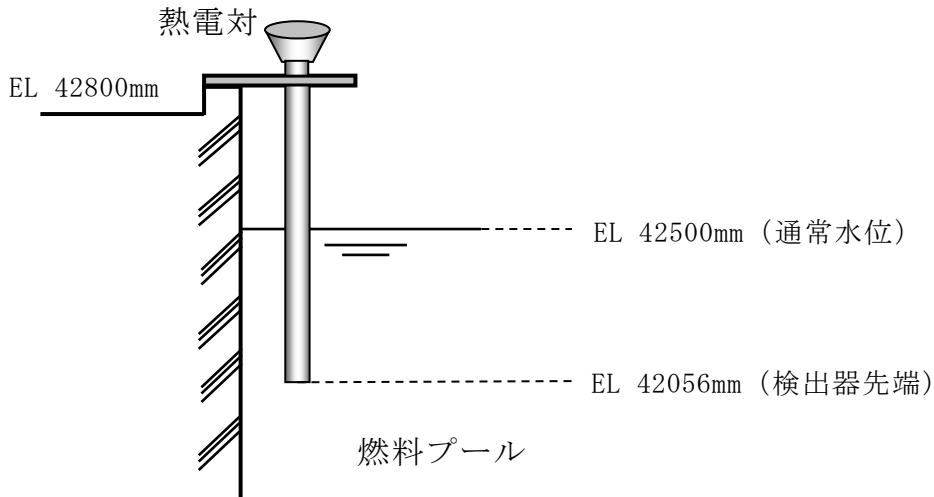


図4-1 燃料プール温度の設置図

(2) 燃料プール冷却ポンプ入口温度

燃料プール冷却ポンプ入口温度は、熱電対からの起電力を検出することにより、温度を連続的に計測する。

燃料プール冷却ポンプ入口温度の計測範囲は、燃料プール冷却ポンプ入口における冷却水の過熱状態を監視できるように、0～150℃の温度を計測可能とする。(図 4-2 「燃料プール冷却ポンプ入口温度の設置図」参照。)

警報動作は、0～150℃の範囲で設定可能であり、検出信号が警報設定値に達した場合には、中央制御室に音とともに警報表示を行う。温度高の警報動作温度以上の温度では、警報表示状態を継続する。

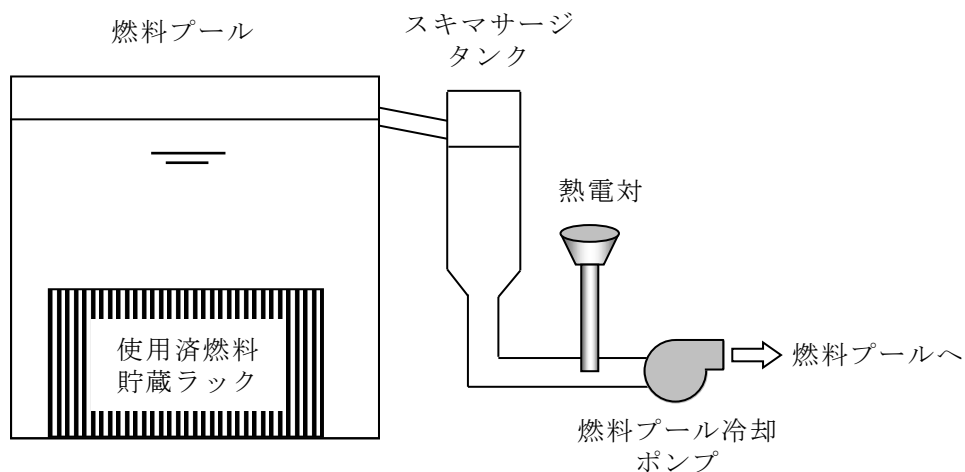


図 4-2 燃料プール冷却ポンプ入口温度の設置図

(3) 燃料プール水位

燃料プール水位は、フロート式水位検出器で計測され、燃料プール水位が警報設定値に達した場合には、中央制御室に音とともに警報表示を行う。

燃料プール水位高警報については通常最大負荷時水位（EL 42543mm）から原子炉建物 4 階（EL 42800mm）の間の通常水位+60mm（EL 42560mm）とする。燃料プール水位低警報についてはスキマサージタンク開口部下端（EL 42350mm）より下の通常水位-210mm（EL 42290mm）とする。（図 4-3「燃料プール水位の設置図」参照。）

水位低の警報動作水位以下又は水位高の警報動作水位以上の水位では、警報表示状態を継続する。

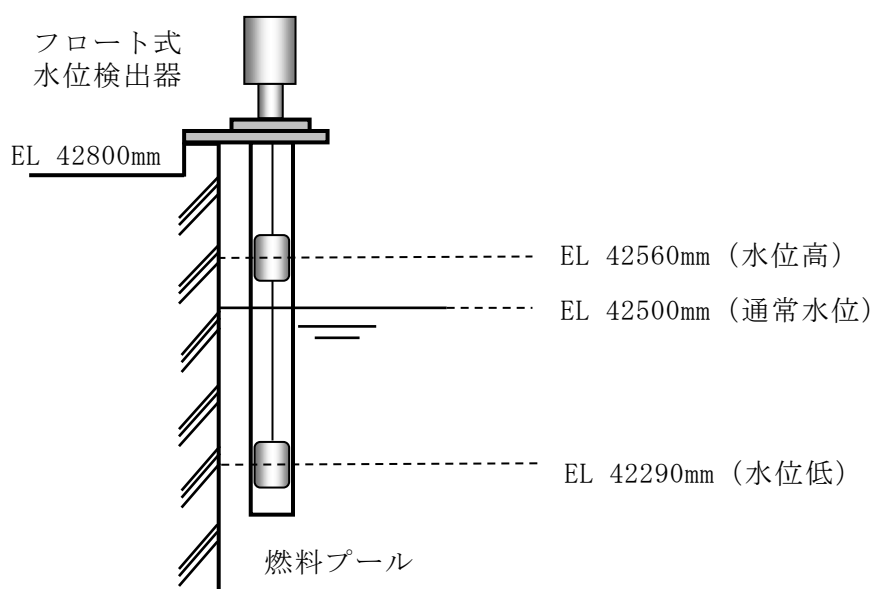


図 4-3 燃料プール水位の設置図

(4) 燃料プールライナドレン漏えい水位

燃料プールライナドレン漏えい水位は、フロート式水位検出器で計測され、水位が警報設定値に達した場合に、中央制御室に音とともに警報表示を行う。

燃料プールライナドレン漏えい水位高警報は燃料プールライナからの微小漏えいを監視するため、計器の設置スペースを考慮しドレン止め弁（EL 28750mm）から+400mm（EL 29150mm）とする。（図 4-4「燃料プールライナドレン漏えい水位の設置図」参照。）

水位高の警報動作水位以上の水位では、警報表示状態を継続する。

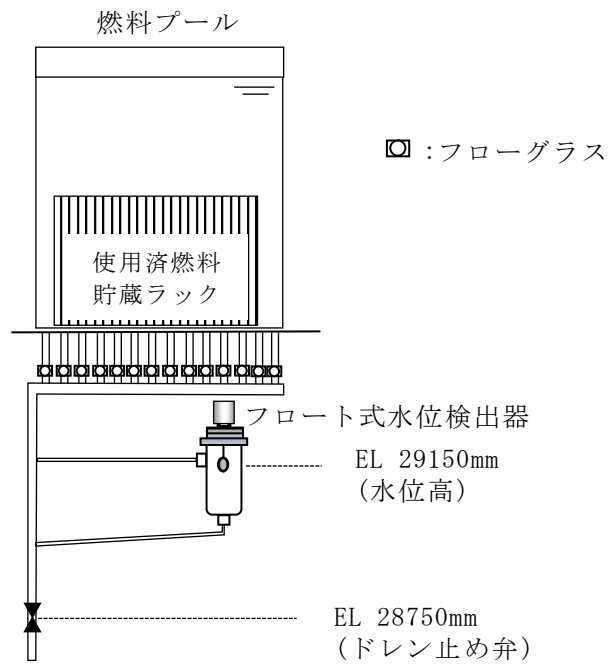


図 4-4 燃料プールライナドレン漏えい水位の設置図

(5) 燃料プール水位・温度（S A）

a. 水位の計測範囲及び警報動作範囲について

燃料プール水位・温度（S A）の水位計測は、 -1000mm^* （EL 34518mm）から6箇所
所に設置した熱電対のヒータ加熱による気中と水中の温度変化の差を確認すること
により間接的に水位を計測する。

燃料プール水位・温度（S A）の水位計測範囲は、想定事故 1，想定事故 2 及び
燃料プールからの大量の水の漏えいその他の要因により当該燃料プールの水位が異
常に低下する事故を考慮し、使用済燃料貯蔵ラック上端近傍（ -1000mm^*

（EL 34518mm）から燃料プール上部（ $+6710\text{mm}^*$ （EL 42228mm））を計測範囲とする。

警報動作は、 -1000mm^* （EL 34518mm）～ $+6710\text{mm}^*$ （EL 42228mm）の範囲におけ
る検出点 6 箇所で設定可能であり、検出信号が警報設定値に達した場合には、中央
制御室に音とともに警報表示を行う。水位低の警報動作水位以下の水位では、警報
表示状態を継続する。（図 4-5「燃料プール水位・温度（S A）の設置図」参照。）

注記*：基準点は使用済燃料貯蔵ラック上端（EL 35518mm）

b. 温度の計測範囲及び警報動作範囲について

燃料プール水位・温度（S A）の温度計測は、熱電対からの起電力を検出するこ
とにより、温度を連続的に計測する。

燃料プール水位・温度（S A）の温度計測範囲は、燃料プール内における冷却水
の過熱状態を監視できるよう、 $0\sim 150^{\circ}\text{C}$ の温度を計測可能とする。また、想定事故
1 及び想定事故 2 において想定する最低水位（EL 42150mm）においても温度計測でき
る設置位置とする。

警報動作は、 $0\sim 150^{\circ}\text{C}$ の範囲で設定可能であり、検出信号が警報設定値に達した
場合には、中央制御室に音とともに警報表示を行う。温度高の警報動作温度以上の
温度では、警報表示状態を継続する。（図 4-5「燃料プール水位・温度（S A）の
設置図」参照。）

- : ヒータ付熱電対 (水位・温度計測用 : 温度高警報なし)
- : 熱電対 (温度計測用 : 温度高警報発報)

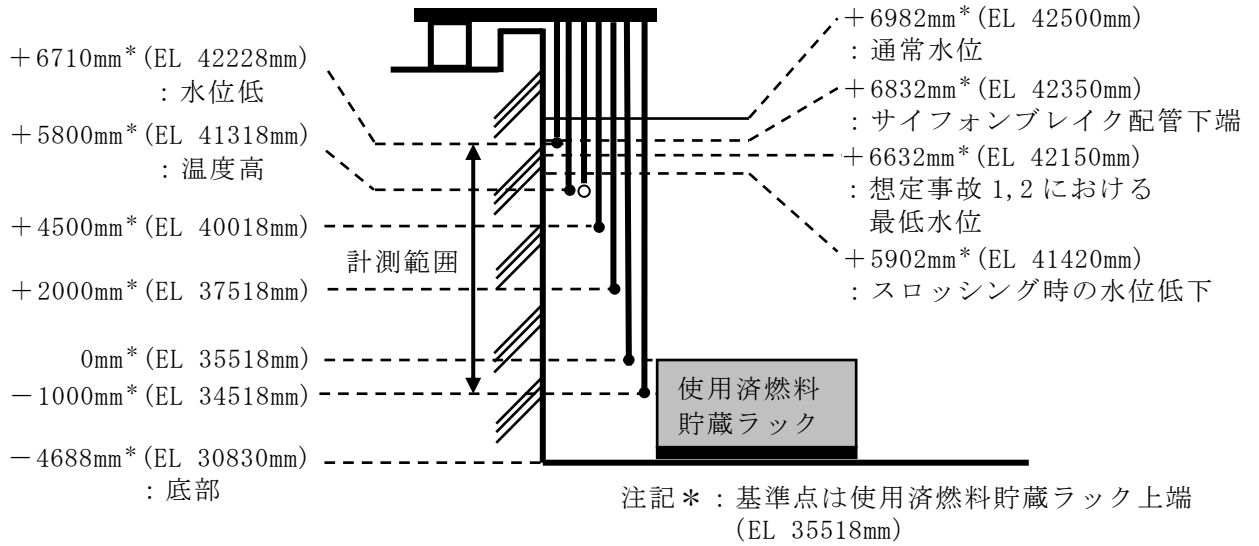


図 4-5 燃料プール水位・温度 (S A) の設置図

(6) 燃料プール水位 (S A)

燃料プール水位 (S A) は、断続的に発信したパルスを探測に伝播し、水面部でのインピーダンス変化により反射してくるパルスの往復時間を測定することで、水位を連続的に計測する。

燃料プール水位 (S A) の計測範囲は、想定事故 1, 想定事故 2 及び燃料プールからの大量の水の漏えいその他の要因により当該燃料プールの水位が異常に低下する事故を考慮し、使用済燃料貯蔵ラック下端近傍 (-4.30m^* (EL 31218mm)) から燃料プール上端近傍 ($+7.30\text{m}^*$ (EL 42818mm)) を計測範囲とする。(図 4-6「燃料プール水位 (S A) の設置図」参照。)

注記* : 基準点は使用済燃料貯蔵ラック上端 (EL 35518mm)

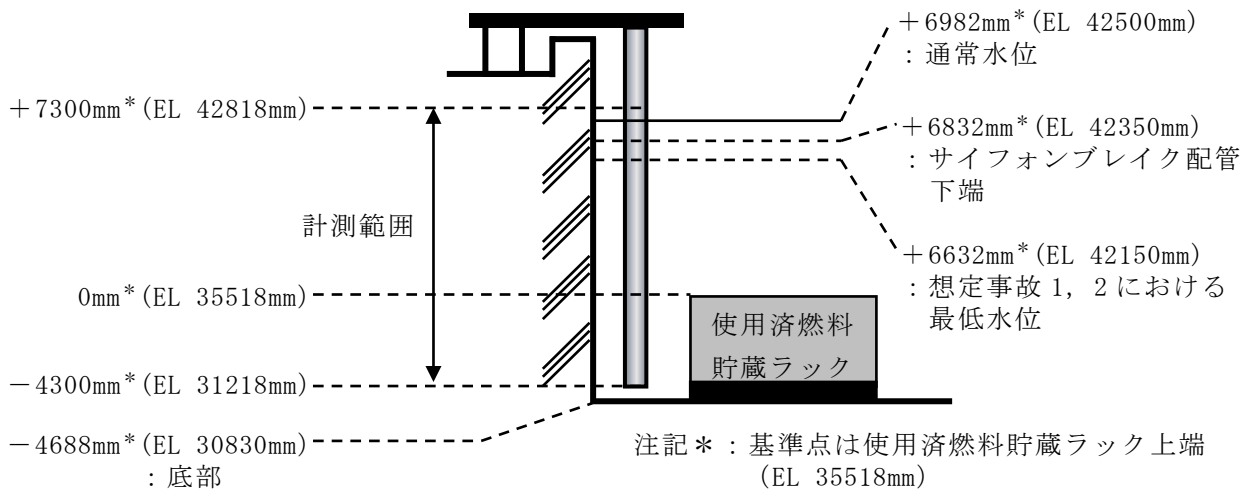


図 4-6 燃料プール水位 (S A) の設置図

表 4-1 可搬型計測器の計測範囲

監視パラメータ	常設計器の計測範囲	計測範囲等
燃料プール水位・温度 (S A)	0~150℃	検出器内部の温度素子の耐熱温度である 1200℃までの温度計測が可能。

VI-1-10 設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する
説明書

VI-1-10-13 設工認に係る設計の実績，工事及び検査の計画

浸水防護施設

1. 概要

本資料は、本文「設計及び工事に係る品質マネジメントシステム」に基づく設計に係るプロセスの実績、工事及び検査に係るプロセスの計画について説明するものである。

2. 基本方針

島根原子力発電所第2号機における設計に係るプロセスとその実績について、「設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書」に示した設計の段階ごとに、組織内外の相互関係、進捗実績及び具体的な活動実績について説明する。

工事及び検査に関する計画として、組織内外の相互関係、進捗実績及び具体的な活動計画について説明する。

適合性確認対象設備ごとの調達に係る管理のグレードと実績について説明する。

3. 設計及び工事に係るプロセスとその実績又は計画

「設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書」に基づき実施した、島根原子力発電所第2号機における設計の実績、工事及び検査の計画について、「設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書」の様式-1により示す。

また、適合性確認対象設備ごとの調達に係る管理のグレードと実績について、「設計及び工事に係る品質マネジメントシステムに関する説明書」の様式-9により示す。

設工認に係る設計の実績、工事及び検査の計画

各段階	プロセス（設計対象） 実績：3.3.1～3.3.3(5) 計画：3.4.1～3.7.2	組織内外の相互関係 ◎：主担当 ○：関連			インプット	アウトプット	他の記録類			
		本社	発電所	供給者						
設計	3.3.1	適合性確認対象設備に対する要求事項の明確化	◎	—	—	・設置変更許可申請書 ・設置許可基準規則 ・技術基準規則	—			
	3.3.2	各条文の対応に必要な適合性確認対象設備の選定	◎	—	—	・設置変更許可申請書 ・設置許可基準規則 ・安全審査指針 ・技術基準規則 ・旧技術基準規則	・様式-2			
	3.3.3 (1)	基本設計方針の作成（設計 1）	◎	—	—	・様式-2 ・技術基準規則	・様式-3 ・様式-4	—		
						・様式-2 ・様式-4 ・実用炉規則別表第二 ・技術基準規則	・様式-5			
						・設置変更許可申請書 ・設置許可基準規則 ・技術基準規則	・様式-6 ・様式-7			
						・基本設計方針	・様式-5			
	3.3.3 (2)	適合性確認対象設備の各条文への適合性を確保するための設計（設計 2）	◎	—	—	・様式-2 ・様式-5 ・基本設計方針	・様式-8 の「設工認設計結果（要目表／設計方針）」欄	—		
						1. 共通的に適用される設計	「原子炉冷却系統施設」参照		「原子炉冷却系統施設」参照	「原子炉冷却系統施設」参照
						2. 耐津波設計				
	3.3.3 (2)	2.1 耐津波設計の基本方針の設定	◎	—	—	・基本設計方針 ・VI-1-10-4 の「6.1 自然現象等への配慮に関する基本方針」で定めた設計方針	・発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書	—		
2.2 津波防護対象設備の選定						◎	—		—	・様式-5 ・基本設計方針 ・「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」 ・VI-1-10-4 の「6.1 自然現象等への配慮に関する基本方針」で定めた基本方針

設工認に係る設計の実績、工事及び検査の計画

各段階	プロセス（設計対象） 実績：3.3.1～3.3.3(5) 計画：3.4.1～3.7.2	組織内外の相互関係 ◎：主担当 ○：関連			インプット	アウトプット	他の記録類		
		本社	発電所	供給者					
設計	3.3.3 (2)	2.3 入力津波の設定	◎	○	○	<ul style="list-style-type: none"> 基本設計方針 設備図書 設置変更許可申請書 ウォークダウンの実施報告書 業務報告書 敷地及び敷地周辺の地図 敷地前面海域における適用可能な通過船舶航路 	<ul style="list-style-type: none"> 発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書 	<ul style="list-style-type: none"> 仕様書 解析業務実施状況確認記録 	
		2.4 入力津波による津波防護対象設備への影響評価の実施	◎	—	○	<ul style="list-style-type: none"> 基本設計方針 設備図書 業務報告書 	<ul style="list-style-type: none"> 発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書 	<ul style="list-style-type: none"> 仕様書 解析業務実施状況確認記録 	
		2.5 津波防護に関する施設の設計方針の設定	◎	○	—	<ul style="list-style-type: none"> 基本設計方針 設備図書 ウォークダウンの実施報告書 VI-1-10-9 の「2.1 非常用発電装置」及び「2.2 直流電源設備及び計測制御用電源設備」で設計した結果 	<ul style="list-style-type: none"> 要目表 発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書 環境測定装置の構造図及び取付箇所を明示した図面 浸水防護設備に係る機器の配置を明示した図面 構造図 	—	
		3. 溢水防護に関する設計							
		3.1 基本方針の設定	◎	—	—	<ul style="list-style-type: none"> 基本設計方針 原子力発電所の内部溢水評価ガイド（令和2年3月31日原規規発第 20033110 号原子力規制委員会） 	<ul style="list-style-type: none"> 発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書 	—	
		3.2 防護すべき設備の設定	◎	○	—	<ul style="list-style-type: none"> 基本設計方針 設備図書 ウォークダウンの実施報告書 	<ul style="list-style-type: none"> 発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書 	—	
		3.3 溢水評価の実施	◎	○	○	<ul style="list-style-type: none"> 基本設計方針 設備図書 ウォークダウンの実施報告書 業務報告書 	<ul style="list-style-type: none"> 発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書 	<ul style="list-style-type: none"> 仕様書 解析業務実施状況確認記録 	
		3.4 溢水防護施設の詳細設計	◎	—	—	<ul style="list-style-type: none"> 基本設計方針 設備図書 	<ul style="list-style-type: none"> 要目表 発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書 浸水防護設備に係る機器の配置を明示した図面 構造図 	—	
		4. 設備共用の設計		「原子炉冷却系統施設」参照			「原子炉冷却系統施設」参照	「原子炉冷却系統施設」参照	「原子炉冷却系統施設」参照

設工認に係る設計の実績，工事及び検査の計画

各段階	プロセス（設計対象） 実績：3.3.1～3.3.3(5) 計画：3.4.1～3.7.2	組織内外の相互関係 ◎：主担当 ○：関連			インプット	アウトプット	他の記録類
		本社	発電所	供給者			
設計	3.3.3 (3) 設計のアウトプットに対する検証	◎	—	—	・様式-2～様式-8	—	—
	3.3.3 (4) 設工認申請書の作成	◎	○	—	・設計 1 ・設計 2 ・工事の方法	・設工認申請書案	・工事計画認可申請書（補正）妥当性確認チェックシート
	3.3.3 (5) 設工認申請書の承認	◎	—	—	・設工認申請書案	・設工認申請書	・立案・決定票
工事 及び 検査	3.4.1 設工認に基づく具体的な設備の設計の実施（設計 3）	—	◎	○	・設計資料 ・業務報告書	・様式-8 の「設備の具体的設計結果」欄	・仕様書
	3.4.2 具体的な設備の設計に基づく工事の実施	—	◎	○	・仕様書 ・工事の方法	・工事記録	—
	3.5.2 使用前事業者検査の計画	—	◎	○	・様式-8 の「設工認設計結果（要目表／設計方針）」欄及び「設備の具体的設計結果」欄 ・工事の方法	・様式-8 の「確認方法」欄	—
	3.5.3 検査計画の管理	—	◎	○	・使用前事業者検査工程表	・検査成績書	—
	3.5.4 主要な耐圧部の溶接部に係る使用前事業者検査の管理	—	◎	○	・溶接部詳細一覧表	・工事記録	—
	3.5.5 使用前事業者検査の実施	—	◎	○	・様式-8 の「確認方法」欄 ・工事の方法	・検査要領書	—
		—	◎	○	・検査要領書	・検査記録	—
3.7.2 識別管理及びトレーサビリティ	—	◎	○	—	・検査記録	—	

適合性確認対象設備ごとの調達に係る管理のグレード及び実績（設備関係）

発電用原子炉施設の種別	設備区分	系統名	機器区分	機器名称	品質保証ランク	「7.3 設計開発」の適用業務 保安規定品質マネジメント システム計画	「7.4 調達」の適用業務 保安規定品質マネジメント システム計画	備考
その他発電用原子炉の附属施設	外郭浸水防護設備 浸水防護施設	—*	—*	防波壁（多重鋼管杭式擁壁）	I	○	○	
				防波壁（逆T擁壁）	I	○	○	
				防波壁（波返重力擁壁）	I	○	○	
				防波壁通路防波扉（1号機北側）	II	○	○	
				防波壁通路防波扉（2号機北側）	II	○	○	
				防波壁通路防波扉（荷揚場南）	II	○	○	
				防波壁通路防波扉（3号機東側）	II	○	○	
				屋外排水路逆止弁①	I	○	○	
				屋外排水路逆止弁②	I	○	○	
				屋外排水路逆止弁③	I	○	○	
				屋外排水路逆止弁④	I	○	○	
				屋外排水路逆止弁⑤	I	○	○	
				屋外排水路逆止弁⑥	I	○	○	
				屋外排水路逆止弁⑦	I	○	○	
				屋外排水路逆止弁⑧-1	I	○	○	
				屋外排水路逆止弁⑧-2	I	○	○	
				屋外排水路逆止弁⑨	I	○	○	
				屋外排水路逆止弁⑩	I	○	○	
				屋外排水路逆止弁⑪	I	○	○	
				屋外排水路逆止弁⑫	I	○	○	
				屋外排水路逆止弁⑬	I	○	○	
				取水槽除じん機エリア防水壁	I	○	○	
				取水槽除じん機エリア水密扉（東）	I	○	○	
				取水槽除じん機エリア水密扉（西）	I	○	○	
				取水槽除じん機エリア水密扉（北）	I	○	○	
				1号機取水槽流路縮小工	I	○	○	
				内郭浸水防護設備	—*	防水区画構造物	タービン建物 地下1階 復水系配管室防水壁	I
	タービン建物 地下1階 復水器室北西側防水壁	I	○				○	
	タービン建物 地下1階 復水器室北側防水壁	I	○				○	
	タービン建物 地下1階 復水器室北東側防水壁	I	○				○	

適合性確認対象設備ごとの調達に係る管理のグレード及び実績（設備関係）

発電用原子炉施設の種別	設備区分	系統名	機器区分	機器名称	品質保証ランク	「7.4 調達」の適用業務			備考
						保安規定品質マネジメントシステム計画	「7.3 設計開発」の適用業務	保安規定品質マネジメントシステム計画	
その他発電用原子炉の附属施設	浸水防護施設	内郭浸水防護設備	—*	防水区画構造物	取水槽海水ポンプエリア防水壁	I	○	○	
					ディーゼル燃料移送ポンプエリア北側防水壁	I	○	○	
					ディーゼル燃料移送ポンプエリア南側防水壁	I	○	○	
					タービン建物 地下1階 復水系配管室北側水密扉	I	○	○	
					タービン建物 地下1階 復水系配管室南側水密扉	I	○	○	
					タービン建物 地下1階 封水回収ポンプ室北側水密扉	I	○	○	
					取水槽海水ポンプエリア水密扉（西）	I	○	○	
					取水槽海水ポンプエリア水密扉（中）	I	○	○	
					取水槽海水ポンプエリア水密扉（東）	I	○	○	
					ディーゼル燃料移送ポンプエリア北側水密扉	I	○	○	
					ディーゼル燃料移送ポンプエリア南側水密扉	I	○	○	
					復水貯蔵タンク水密扉	I	○	○	
					補助復水貯蔵タンク水密扉	I	○	○	
					トーラス水受入タンク水密扉	I	○	○	
					屋外配管ダクト（B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物）水密扉	I	○	○	
					原子炉建物 地下2階 A-DG 制御盤室北側水密扉	I	○	○	
					原子炉建物 地下2階 A-RHR ポンプ室北側水密扉	既設設備であり、当時の調達管理に基づき実施している。			
					原子炉建物 地下2階 トーラス室北東水密扉	既設設備であり、当時の調達管理に基づき実施している。			
					原子炉建物 地下2階 トーラス室南東水密扉	既設設備であり、当時の調達管理に基づき実施している。			
					原子炉建物 地下2階 トーラス室北西水密扉	既設設備であり、当時の調達管理に基づき実施している。			
					原子炉建物 地下2階 トーラス室南西水密扉	既設設備であり、当時の調達管理に基づき実施している。			
					原子炉建物 地下2階 H-DG 制御盤室南側水密扉	I	○	○	
					原子炉建物 地下2階 H-DG 制御盤室北側水密扉	I	○	○	
					原子炉建物 地下2階 RCIC ポンプ室西側水密扉	I	○	○	
					原子炉建物 地下2階 A-DG 制御盤室南側水密扉	I	○	○	
					原子炉建物 地下2階 C-RHR ポンプ室南側水密扉	I	○	○	
					原子炉建物 地下1階 CRD ポンプ室南側水密扉	I	○	○	
					原子炉建物 地下1階 CRD ポンプ室東側水密扉	I	○	○	
					原子炉建物 地下1階 IA 圧縮機室水密扉（階段室）	I	○	○	
					原子炉建物 地下1階 IA 圧縮機室水密扉（南側）	I	○	○	

適合性確認対象設備ごとの調達に係る管理のグレード及び実績（設備関係）

発電用原子炉施設の種類	設備区分	系統名	機器区分	機器名称	品質保証ランク	「7.3 設計開発」の適用業務	「7.4 調達」の適用業務	保安規定品質マネジメントシステム計画	備考
その他発電用原子炉の附属施設	浸水防護施設	内郭浸水防護設備	—*	防水区画構造物	原子炉建物 1階 RCW 熱交換器室南側水密扉	I	○	○	
					原子炉建物 1階 大物搬入口水密扉	I	○	○	
					タービン建物 地下1階 TCW 熱交換器室南側水密扉	I	○	○	
					タービン建物 1階 西側エアロック前水密扉	I	○	○	
					タービン建物 2階 常用電気室南側水密扉	I	○	○	
					タービン建物 2階 離相母線室南側水密扉	I	○	○	
					タービン建物 2階 大物搬入口水密扉	I	○	○	
					制御室建物 2階 チェックポイント連絡水密扉	I	○	○	
					廃棄物処理建物 地下1階 被服置場北側水密扉	I	○	○	
					廃棄物処理建物 1階 大物搬入口水密扉	I	○	○	
					廃棄物処理建物 1階 ドラム缶搬入口水密扉	I	○	○	
					廃棄物処理建物 2階 非常用再循環送風機室東側水密扉	I	○	○	
					サイトバンカ建物 1階 南東側ポンプ室水密扉	I	○	○	
					原子炉建物 地下2階 B-非常用 DG 電気室南側浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 地下1階 RCIC 直流 C/C 浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 地下1階 HPCS 給気消音器フィルタ室浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 地下1階 南側通路浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 地下1階 北西階段浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 地下1階 DG 室給気ダクト室南側階段浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 地下1階 第3チェックポイント浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 1階 北東階段浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 1階 北西階段浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 1階 PLR ポンプ MG セット室南西階段浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 1階 エアロック前浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 1階 南東階段浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 1階 南西階段浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 1階 第2チェックポイント浸水防止堰（非管理区域側）	I	○	○	
					原子炉建物 1階 第2チェックポイント浸水防止堰（管理区域側）	I	○	○	
					原子炉建物 2階 原子炉棟送風機室南側階段浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 2階 北東階段浸水防止堰	I	○	○	

適合性確認対象設備ごとの調達に係る管理のグレード及び実績（設備関係）

発電用原子炉施設の種別	設備区分	系統名	機器区分	機器名称	品質保証ランク	「7.3 設計開発」の適用業務	「7.4 調達」の適用業務	保安規定品質マネジメントシステム計画	備考
その他発電用原子炉の附属施設	浸水防護施設	内郭浸水防護設備	—*	防水区画構造物	原子炉建物 2階 北西階段浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 2階 A-原子炉格納容器 H2・O2 分析計ボンベラック室西側浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 2階 A-非常用電気室南側浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 2階 B-非常用電気室北側浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 2階 A-非常用 DG 室送風機室浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 2階 東側 PCV ペネトレーション室北側浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 2階 南東階段浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 2階 西側 PCV ペネトレーション室北側浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 2階 南西階段浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 2階 非常用電気室北側浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 2階 A-逃がし安全弁室素ガス供給装置横浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 2階 RCW バルブ室東側浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 2階 A-原子炉格納容器 H2・O2 分析計ボンベラック室東側浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 中2階 北東階段浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 中2階 エアロック前浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 中2階 CUW バルブ室東側浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 中2階 CUW サージタンク室浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 中2階 南東階段浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 中2階 南西階段浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 3階 北東階段浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 3階 北西階段浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 3階 南東階段浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 3階 南西階段浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 3階 A-CAMS 室前浸水防止堰（通路側）	I	○	○	
					原子炉建物 3階 A-CAMS 室前浸水防止堰（SGT 室側）	I	○	○	
					原子炉建物 3階 B-CAMS 室前浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 3階 北西側階段室浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 4階 北東階段浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 4階 エアロック浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 4階 南東階段浸水防止堰	I	○	○	

適合性確認対象設備ごとの調達に係る管理のグレード及び実績（設備関係）

発電用原子炉施設の種別	設備区分	系統名	機器区分	機器名称	品質保証ランク	「7.3 設計開発」の適用業務	「7.4 調達」の適用業務	保安規定品質マネジメントシステム計画	備考
その他発電用原子炉の附属施設	浸水防護施設	内郭浸水防護設備	—*	防水区画構造物	原子炉建物 4階 北西階段浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 4階 大物搬入口浸水防止堰	I	○	○	
					タービン建物 1階 給水加熱器室南西浸水防止堰	I	○	○	
					タービン建物 2階 復水器室南西階段浸水防止堰	I	○	○	
					タービン建物 3階 タービン建物ダストサンブラ室西側浸水防止堰	I	○	○	
					タービン建物 3階 オペフロ南側階段浸水防止堰	I	○	○	
					タービン建物 3階 オペフロ北西階段浸水防止堰	I	○	○	
					タービン建物 3階 オペフロ南西階段浸水防止堰	I	○	○	
					タービン建物 3階 オペフロ南東階段浸水防止堰	I	○	○	
					タービン建物 3階 大物搬入口浸水防止堰	I	○	○	
					タービン建物 3階 常用電気室送風機室南側浸水防止堰	I	○	○	
					タービン建物 3階 タービン建物送風機室南側浸水防止堰	I	○	○	
					タービン建物 4階 工具室浸水防止堰	I	○	○	
					制御室建物 2階 第1チェックポイント東側浸水防止堰	I	○	○	
					制御室建物 2階 第1チェックポイント中央浸水防止堰	I	○	○	
					[Redacted]	I	○	○	
					[Redacted]	I	○	○	
					[Redacted]	I	○	○	
					廃棄物処理建物 地下1階 通路東側浸水防止堰	I	○	○	
					廃棄物処理建物 1階 補助盤室東側通路南側扉浸水防止堰	I	○	○	
					廃棄物処理建物 1階 補助盤室東側（北）浸水防止堰	I	○	○	
					廃棄物処理建物 1階 補助盤室東側（中）浸水防止堰	I	○	○	
					廃棄物処理建物 1階 補助盤室東側（南）浸水防止堰	I	○	○	
					廃棄物処理建物 1階 消火用ポンベ室扉浸水防止堰	I	○	○	
					廃棄物処理建物 1階 補助盤室前浸水防止堰	I	○	○	
					廃棄物処理建物 1階 中央制御室横会議室浸水防止堰（補助盤室側）	I	○	○	
					廃棄物処理建物 1階 中央制御室横会議室浸水防止堰（予備室側）	I	○	○	
					廃棄物処理建物 1階 中央制御室横会議室浸水防止堰（運転員控室側）	I	○	○	
					廃棄物処理建物 2階 中央制御室送風機室階段浸水防止堰	I	○	○	
					廃棄物処理建物 2階 計算機室連絡扉前浸水防止堰	I	○	○	

適合性確認対象設備ごとの調達に係る管理のグレード及び実績（設備関係）

発電用原子炉施設の種別	設備区分	系統名	機器区分	機器名称	品質保証ランク	「7.3 設計開発」の適用業務	保安規定品質マネジメントシステム計画 「7.4 調達」の適用業務	保安規定品質マネジメントシステム計画	備考
その他発電用原子炉の附属施設	浸水防護施設	内郭浸水防護設備	—*	防水区画構造物	廃棄物処理建物 4階 廃棄物処理建物送風機室南側浸水防止堰（非管理区域側）	I	○	○	
					廃棄物処理建物 4階 廃棄物処理建物送風機室南側浸水防止堰（管理区域側）	I	○	○	
					廃棄物処理建物 4階 南側シャッター前浸水防止堰	I	○	○	
					サイトバンカ建物 1階 南側大物搬入口浸水防止堰	I	○	○	
					サイトバンカ建物 1階 排風機室北側浸水防止堰	I	○	○	
					サイトバンカ建物 1階 北側大物搬入口浸水防止堰	I	○	○	
					サイトバンカ建物 1階 北西側階段室浸水防止堰	I	○	○	
					サイトバンカ建物 1階 建物出入口浸水防止堰	I	○	○	
					サイトバンカ建物 2階 プリコート室浸水防止堰	I	○	○	
					サイトバンカ建物 3階 固体廃棄物貯蔵プール室北東側浸水防止堰	I	○	○	
					サイトバンカ建物 3階 固体廃棄物貯蔵プール室東側浸水防止堰	I	○	○	
					サイトバンカ建物 3階 固体廃棄物貯蔵プール室南東側浸水防止堰	I	○	○	
					サイトバンカ建物 3階 固体廃棄物貯蔵プール室北西側浸水防止堰	I	○	○	
					サイトバンカ建物 3階 固体廃棄物貯蔵プール室南西側浸水防止堰	I	○	○	
					サイトバンカ建物 3階 固体廃棄物貯蔵プール室機器搬入口浸水防止堰	I	○	○	
					サイトバンカ建物 3階 溶融物搬入機室浸水防止堰	I	○	○	
					原子炉建物 3階 新燃料検査台ピット室防水板	I	○	○	
					タービン建物 2階 固定子冷却装置室西側防水板（非管理区域側）	I	○	○	
					タービン建物 2階 固定子冷却装置室西側防水板（管理区域側）	I	○	○	
					廃棄物処理建物 2階 廃棄物処理建物 C/C 室防水板（非管理区域側）	I	○	○	
					廃棄物処理建物 2階 廃棄物処理建物 C/C 室防水板（管理区域側）	I	○	○	
廃棄物処理建物 2階 A-原子炉浄化樹脂貯蔵タンク水中ポンプ操作室防水板（非管理区域側）	I	○	○						
廃棄物処理建物 2階 A-原子炉浄化樹脂貯蔵タンク水中ポンプ操作室防水板（管理区域側）	I	○	○						

注記*：「—」は、該当する系統が存在しない場合、又は実用炉規則別表第二を細分化した際に、該当する機器区分が存在しない場合を示す。

VI-2 耐震性に関する説明書

VI-2-2 耐震設計上重要な設備を設置する施設の耐震性に関する
説明書

VI-2-2-3 原子炉建物の耐震性についての計算書

目次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	11
2.4 適用規格・基準等	13
3. 地震応答解析による評価方法	14
4. 地震応答解析による評価結果	16
4.1 耐震壁のせん断ひずみの評価結果	16
4.2 保有水平耐力の評価結果	20

1. 概要

本資料は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、原子炉建物の地震時の構造強度及び機能維持の確認について説明するものであり、その評価は地震応答解析による評価により行う。

原子炉建物は、建物内部に「Sクラスの施設」が収納されている。このため、設計基準対象施設においては「Sクラスの施設の間接支持構造物」に、重大事故等対処施設においては「常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）の間接支持構造物」に分類される。原子炉建物のうち、原子炉建物原子炉棟（二次格納施設）は、設計基準対象施設においては「Sクラスの施設」に、重大事故等対処施設においては「常設重大事故緩和設備」に分類される。また、原子炉建物を構成する壁及びスラブの一部は、原子炉建物の原子炉二次遮蔽及び補助遮蔽（原子炉建物）に該当し、その原子炉二次遮蔽及び補助遮蔽（原子炉建物）は、重大事故等対処施設においては「常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備」に分類される。

以下、原子炉建物の「Sクラスの施設の間接支持構造物」及び「常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）の間接支持構造物」としての分類に応じた耐震評価を示す。

なお、「Sクラスの施設」及び「常設重大事故緩和設備」としての分類に応じた耐震評価は、原子炉建物原子炉棟（二次格納施設）については、VI-2-9-3-1「原子炉建物原子炉棟（二次格納施設）の耐震性についての計算書」にて、原子炉建物機器搬出入口については、VI-2-9-3-2「原子炉建物機器搬出入口の耐震性についての計算書」にて、原子炉建物エアロックについては、VI-2-9-3-3「原子炉建物エアロックの耐震性についての計算書」にて実施する。また、原子炉建物基礎スラブの「Sクラスの施設の間接支持構造物」及び「常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）の間接支持構造物」としての分類に応じた耐震評価は、VI-2-9-3-4「原子炉建物基礎スラブの耐震性についての計算書」にて、燃料プールの「Sクラスの施設」及び「常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備」としての分類に応じた耐震評価は、VI-2-4-2-1「燃料プール（キャスク置場を含む）の耐震性についての計算書」にて、原子炉二次遮蔽及び補助遮蔽（原子炉建物）の「常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備」としての分類に応じた耐震評価は、VI-2-9-3-1「原子炉建物原子炉棟（二次格納施設）の耐震性についての計算書」にて実施する。

2. 基本方針

2.1 位置

原子炉建物の設置位置を図 2-1 に示す。

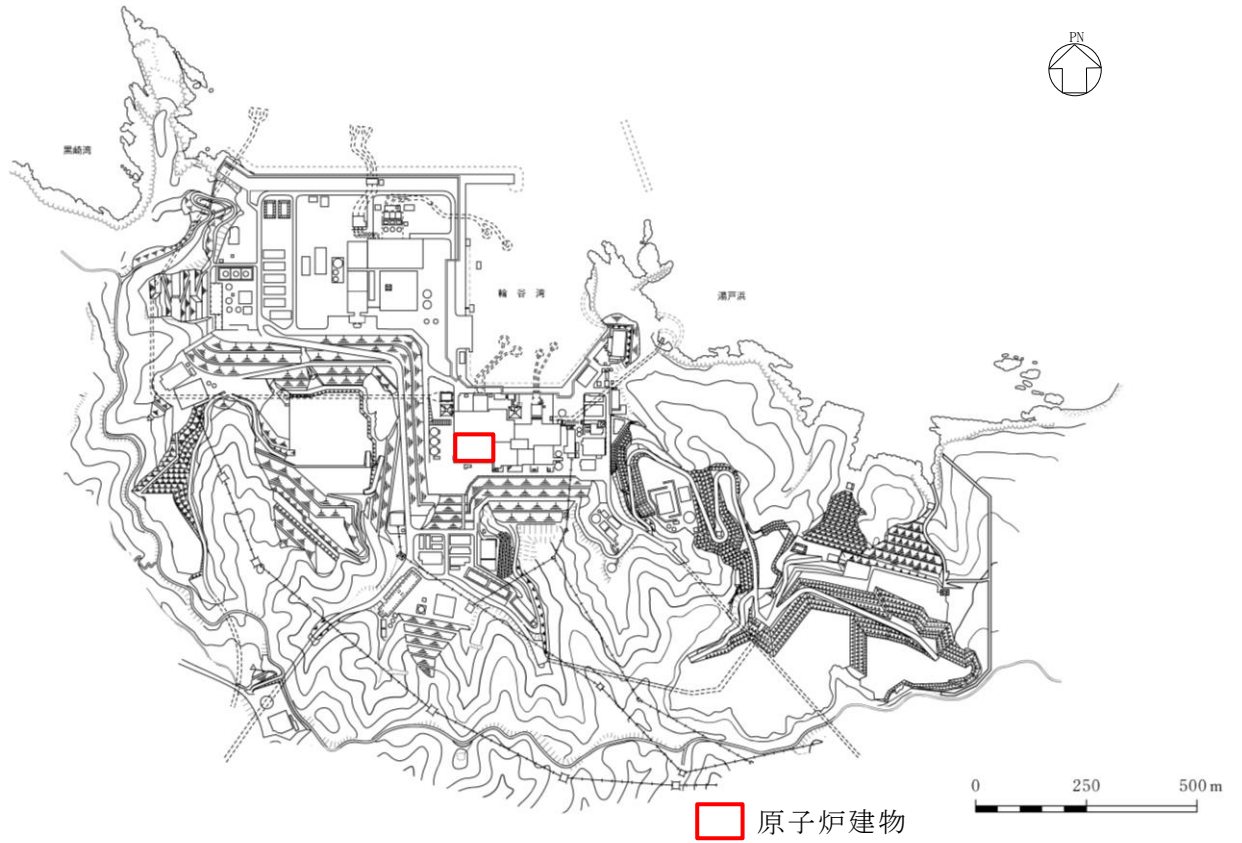


図 2-1 原子炉建物の設置位置

2.2 構造概要

原子炉建物は、中央部に地上4階、地下2階建で平面寸法が53.3m*（NS）×53.8m*（EW）の原子炉棟があり、その周囲に地上2階（一部3階）、地下2階建の原子炉建物付属棟（以下「付属棟」という。）を配置した鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）の建物である。

原子炉棟と付属棟は、一体構造で同一基礎スラブ上に設置され、本建物の平面寸法は、70.0m*（NS）×89.4m*（EW）の矩形を成している。基礎スラブ底面からの高さは68.2mである。また、原子炉建物は隣接する他の建物と構造的に分離している。

原子炉建物の基礎は厚さ6.0mのべた基礎で、岩盤に直接設置している。

原子炉棟の中央部には、原子炉圧力容器を収容している原子炉格納容器があり、これらの周囲は鉄筋コンクリート造の原子炉一次遮蔽壁（以下「ドライウエル外側壁」という。）で囲まれている。

原子炉棟の外壁（以下「内部ボックス壁」という。）は基礎スラブ上から屋根面まで連続しており、壁厚は地下部分で1.9m～2.3m、地上部分では0.45m～2.3mである。また、付属棟の外壁（以下「外部ボックス壁」という。）の壁厚は地下部分で1.5m～1.9m、地上部分では0.9m～1.9mである。これらの壁は建物の中心に対してほぼ対称に配置されており、開口部も少なく、建物は全体として非常に剛性の高い構造となっている。建物に加わる地震時の水平力はすべてこれらの耐震壁（ドライウエル外側壁、内部ボックス壁及び外部ボックス壁）に負担させている。

原子炉建物の概略平面図及び概略断面図を図2-2及び図2-3に示す。

注記*：建物寸法は壁外面寸法とする。

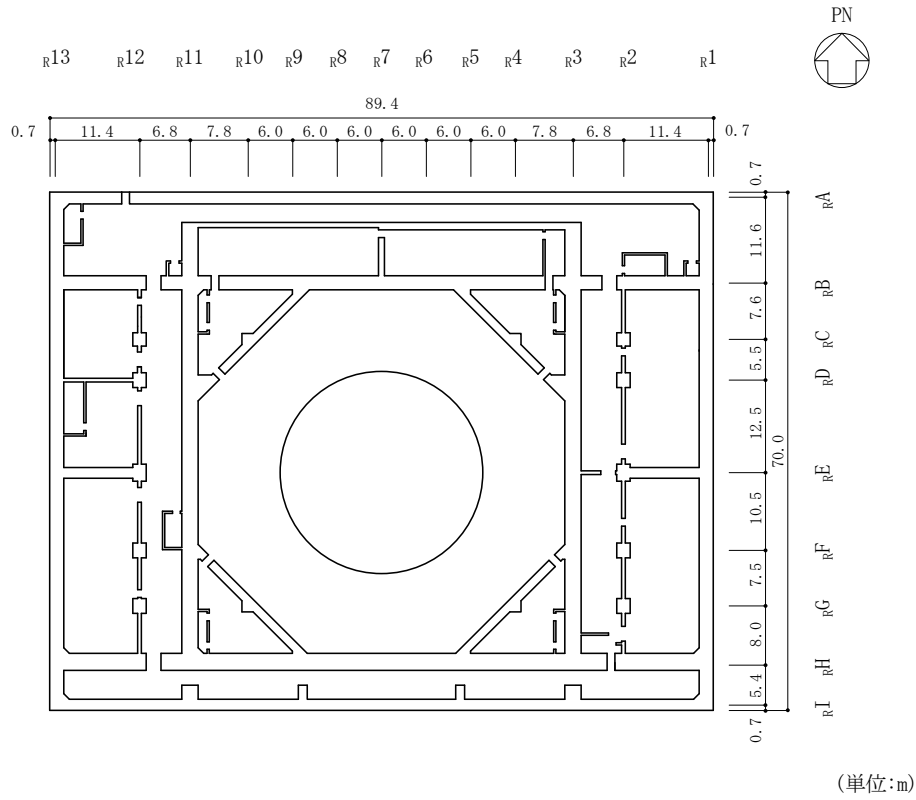


図 2-2(1) 原子炉建物の概略平面図 (EL 1.3m*)

注記* : 「EL」は東京湾平均海面 (T.P.) を基準としたレベルを示す。

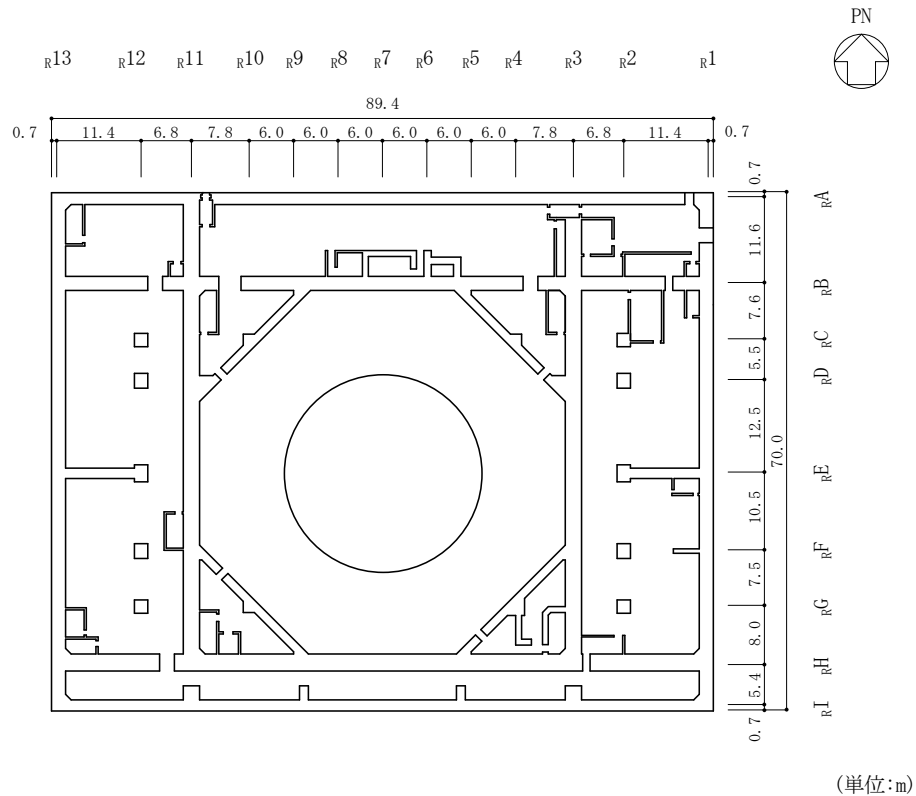
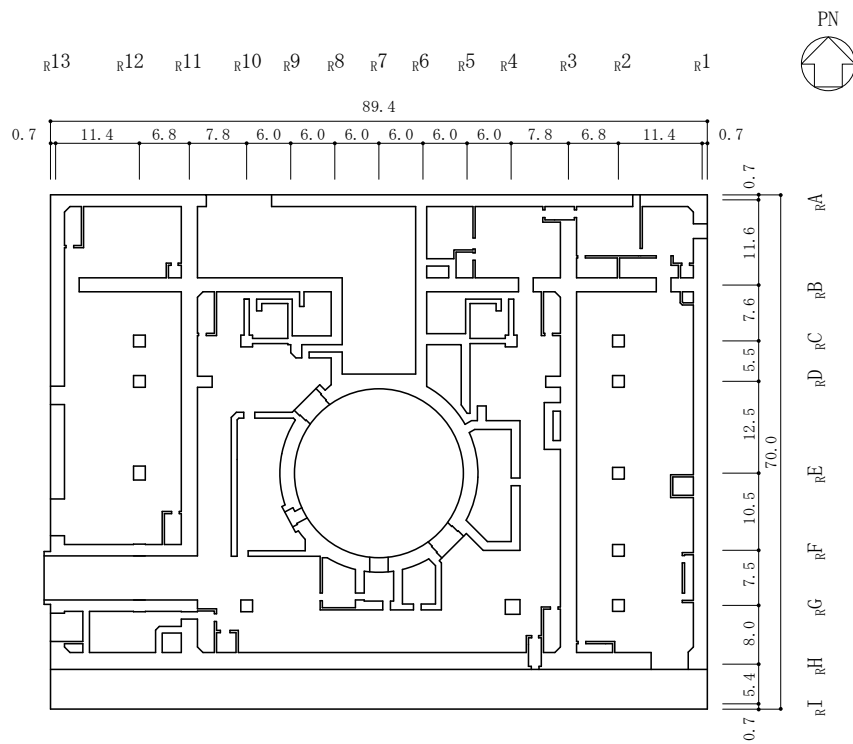
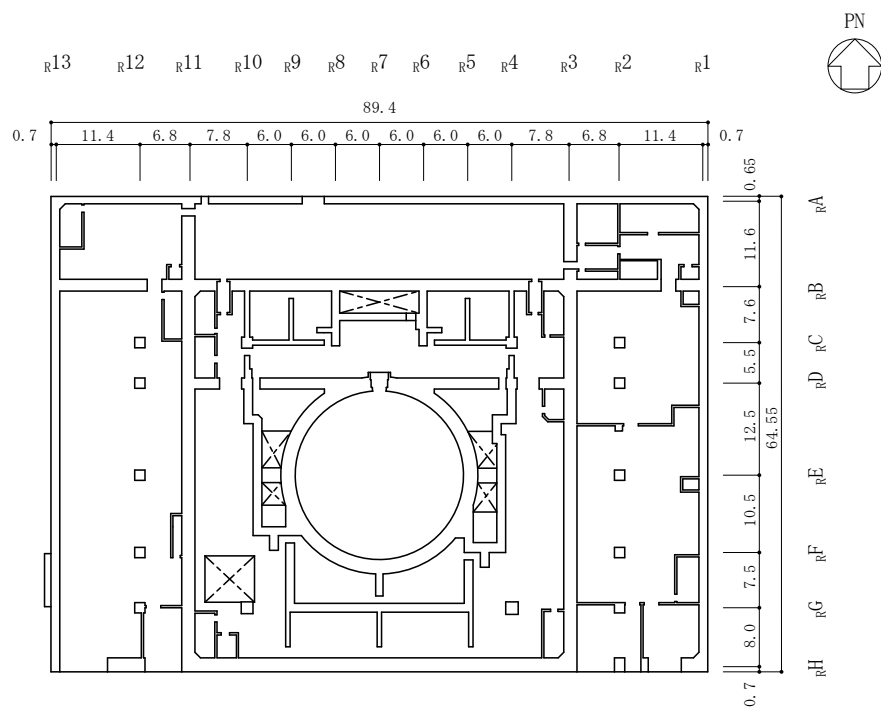


図 2-2(2) 原子炉建物の概略平面図 (EL 8.8m)



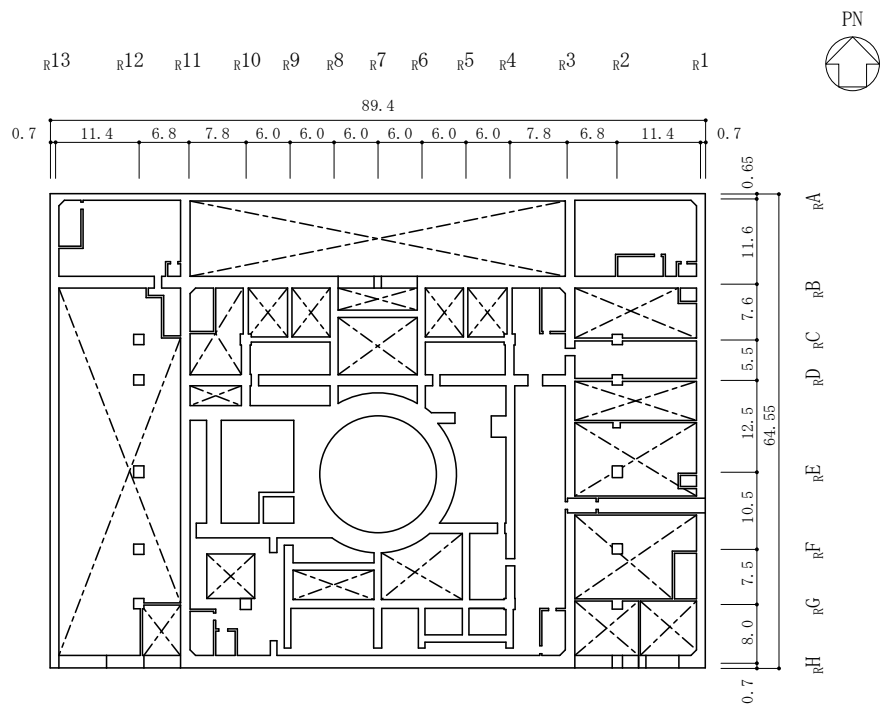
(単位:m)

図 2-2(3) 原子炉建物の概略平面図 (EL 15.3m)



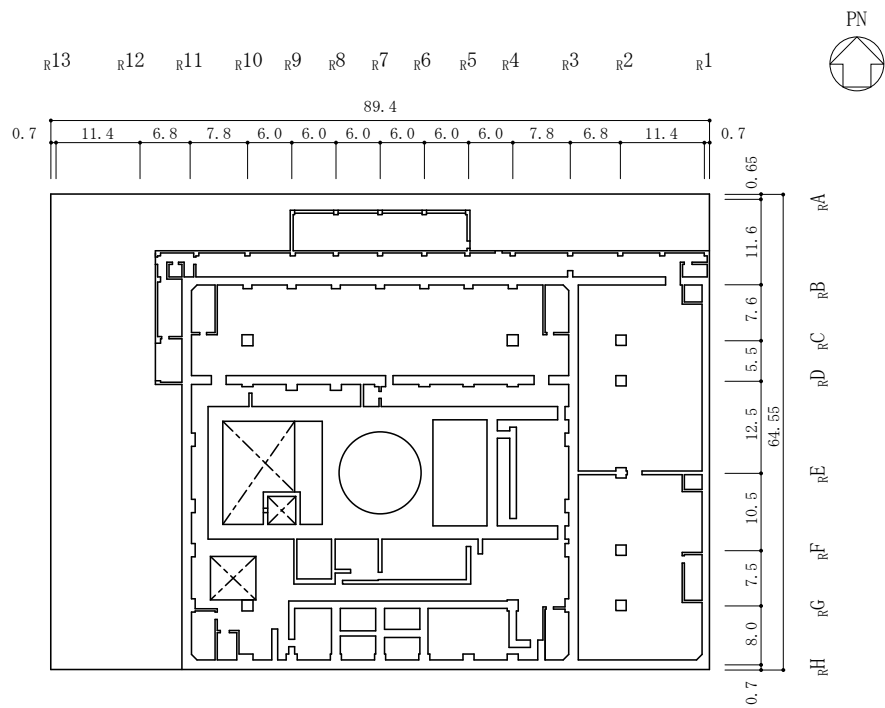
(単位:m)

図 2-2(4) 原子炉建物の概略平面図 (EL 23.8m)



(単位:m)

図 2-2(5) 原子炉建物の概略平面図 (EL 30.5m)



(単位:m)

図 2-2(6) 原子炉建物の概略平面図 (EL 34.8m)

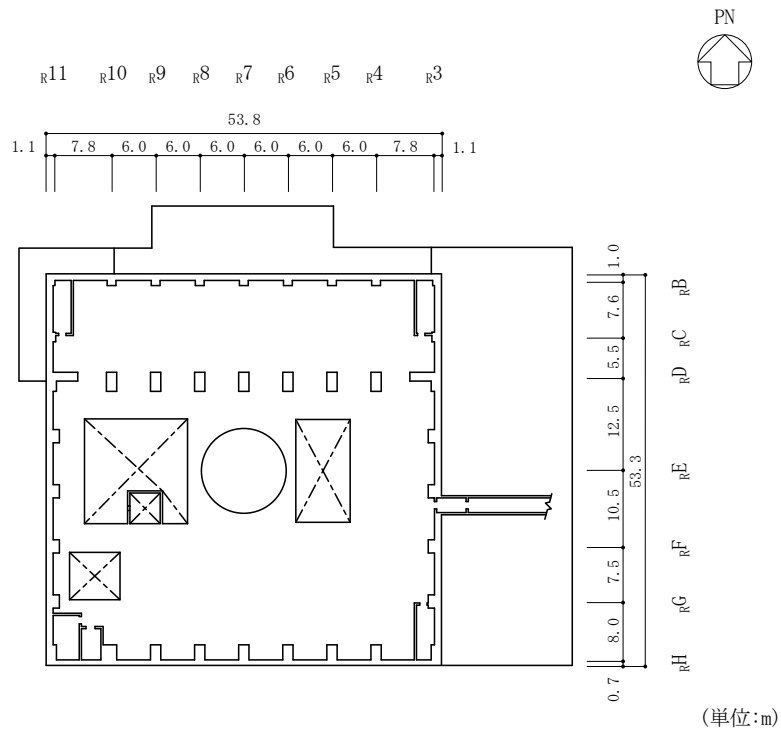


図 2-2(7) 原子炉建物の概略平面図 (EL 42.8m)

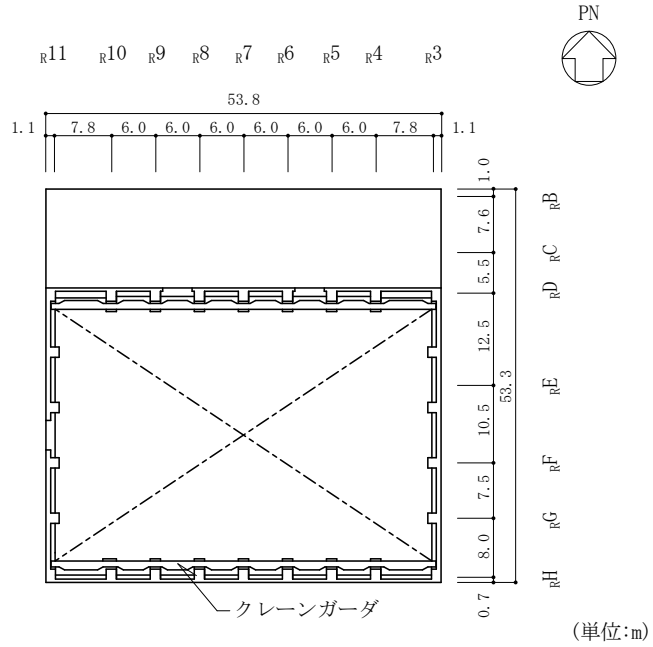


図 2-2(8) 原子炉建物の概略平面図 (EL 51.7m)

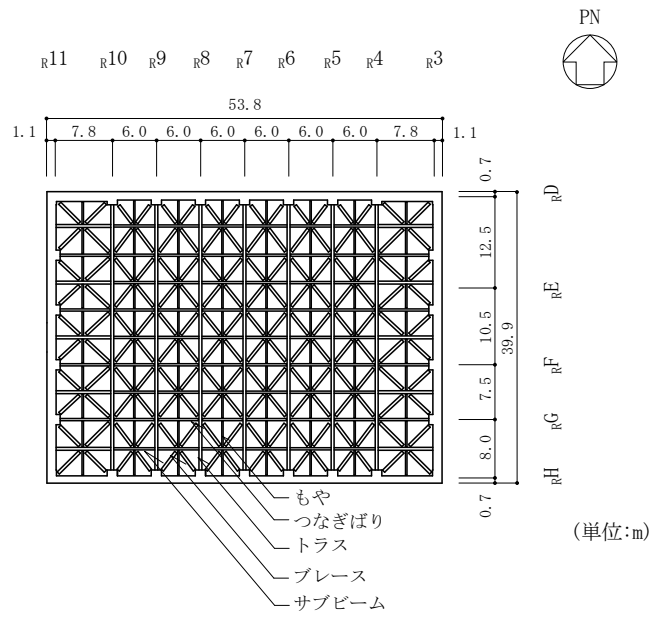


図 2-2(9) 原子炉建物の概略平面図 (EL 63.5m)

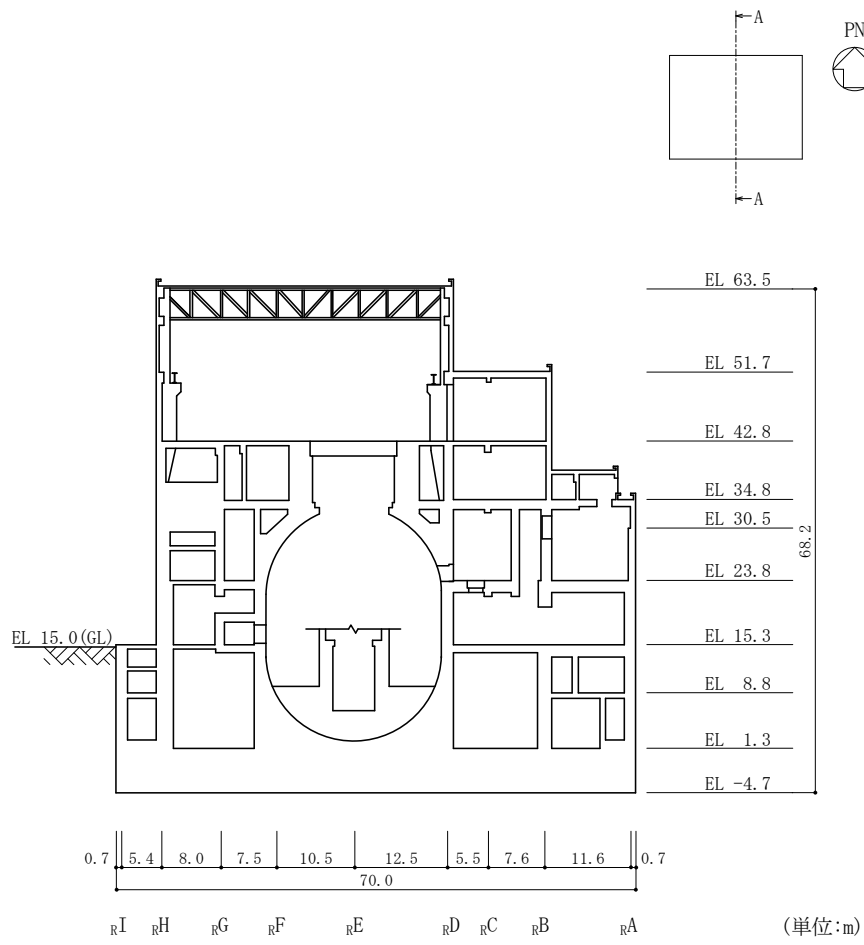


図 2-3(1) 原子炉建物の概略断面図 (A-A 断面, NS 方向)

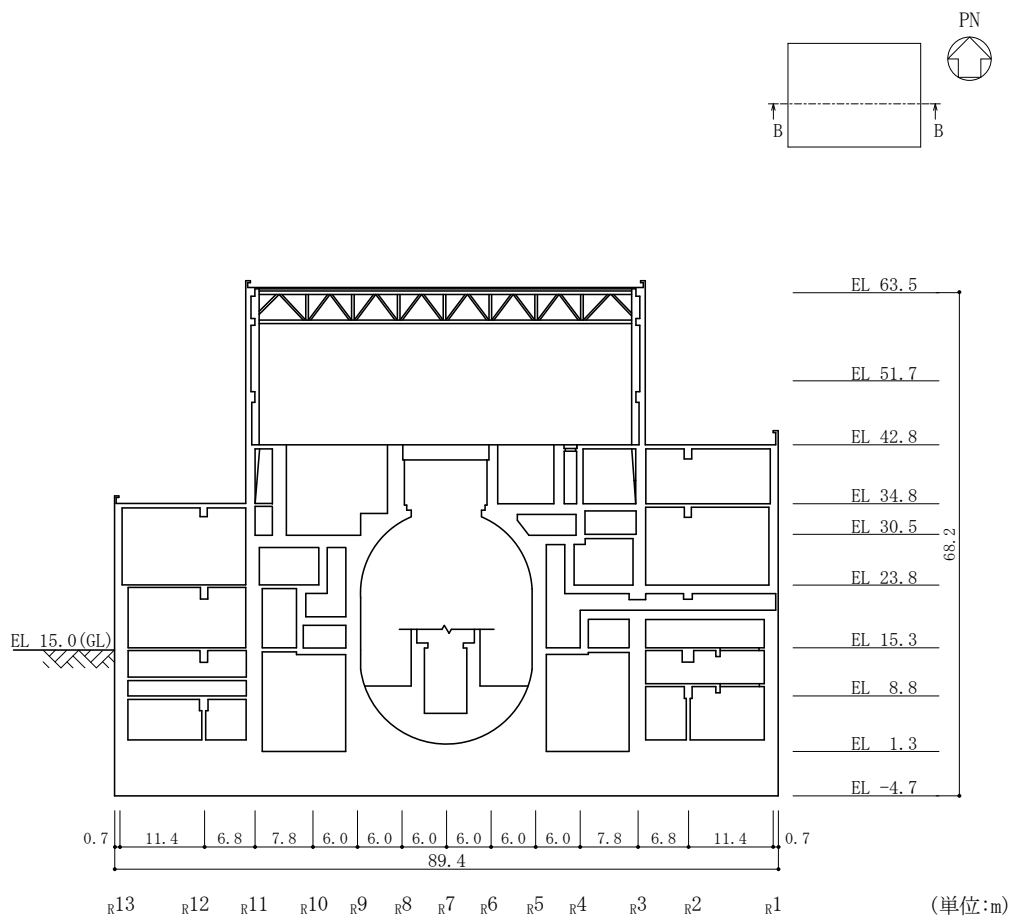


図2-3(2) 原子炉建物の概略断面図 (B-B断面, EW方向)

2.3 評価方針

原子炉建物は、建物内部に「Sクラスの施設」が収納されている。このため、設計基準対象施設においては「Sクラスの施設の間接支持構造物」に、重大事故等対処施設においては「常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）の間接支持構造物」に分類される。

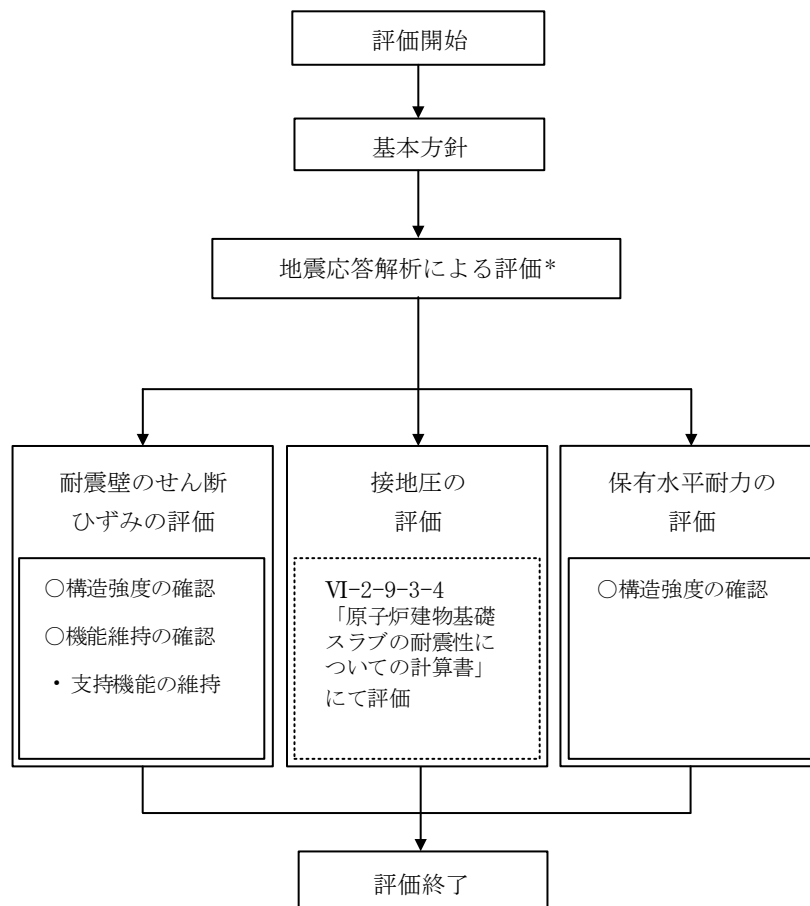
原子炉建物の設計基準対象施設としての評価においては、基準地震動 S_s による地震力に対する評価（以下「 S_s 地震時に対する評価」という。）及び保有水平耐力の評価を行うこととし、それぞれの評価は、VI-2-2-2「原子炉建物の地震応答計算書」の結果を踏まえたものとする。原子炉建物の評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、耐震壁のせん断ひずみ及び保有水平耐力の評価を行うことで、原子炉建物の地震時の構造強度及び機能維持の確認を行う。評価にあたっては、材料物性の不確かさを考慮する。表2-1に材料物性の不確かさを考慮する解析ケースを示す。

また、重大事故等対処施設としての評価においては、 S_s 地震時に対する評価及び保有水平耐力の評価を行う。ここで、原子炉建物は燃料プールにおいて、運転時、設計基準事故時及び重大事故等時の状態で、温度の条件が異なるが、コンクリートの温度が上昇した場合においても、コンクリートの圧縮強度の低下は認められず、剛性低下は認められるが、その影響は小さいと考えられること、また、「発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格（（社）日本機械学会，2003）」では要素内の温度差及び拘束力により発生する熱応力は自己拘束的な応力であり、十分な塑性変形能力がある場合は終局耐力に影響しないとされていることから、重大事故等対処施設としての評価は、設計基準対象施設としての評価と同一となる。

図2-4に原子炉建物の評価フローを示す。

表 2-1 材料物性の不確かさを考慮する解析ケース

検討ケース	コンクリート剛性	地盤物性	備考
ケース 1 (工認モデル)	設計基準強度	標準地盤	基本ケース
ケース 2 (地盤物性 + σ)	設計基準強度	標準地盤 + σ (+10%, +20%)	
ケース 3 (地盤物性 - σ)	設計基準強度	標準地盤 - σ (-10%, -20%)	
ケース 4 (積雪)	設計基準強度	標準地盤	積雪荷重との 組合せを考慮



注記* : VI-2-2-2 「原子炉建物の地震応答計算書」の結果を踏まえた評価を行う。

図 2-4 原子炉建物の評価フロー

2.4 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- ・建築基準法・同施行令
- ・鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ー許容応力度設計法ー ((社) 日本建築学会, 1999 改定)
- ・原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ((社) 日本建築学会, 2005 制定)
- ・鋼構造設計規準 ー許容応力度設計法ー ((社) 日本建築学会, 2005 改定)
- ・発電用原子力設備規格 コンクリート製原子炉格納容器規格 ((社) 日本機械学会, 2003)

3. 地震応答解析による評価方法

原子炉建物の構造強度については、VI-2-2-2「原子炉建物の地震応答計算書」に基づき、材料物性の不確かさを考慮した耐震壁の最大応答せん断ひずみが許容限界を超えないこと及び保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して妥当な安全余裕を有することを確認する。

また、支持機能の維持については、VI-2-2-2「原子炉建物の地震応答計算書」に基づき、材料物性の不確かさを考慮した耐震壁の最大応答せん断ひずみが許容限界を超えないことを確認する。

地震応答解析による評価における原子炉建物の許容限界は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に記載の構造強度上の制限及び機能維持方針に基づき、表 3-1 及び表 3-2 のとおり設定する。

表 3-1 地震応答解析による評価における許容限界
(設計基準対象施設としての評価)

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界(評価基準値)
—	構造強度を有すること	基準地震動 S_s	耐震壁*1	最大応答せん断ひずみが構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	せん断ひずみ 2.0×10^{-3}
		保有水平耐力	構造物全体	保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して妥当な安全余裕を有することを確認	必要保有水平耐力
支持機能*2	機器・配管系等の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 S_s	耐震壁*1	最大応答せん断ひずみが支持機能を維持するための許容限界を超えないことを確認	せん断ひずみ 2.0×10^{-3}

注記*1: 建物全体としては、耐震壁で地震力を全て負担する構造となっており、剛性の高い耐震壁の変形に追従する柱、はり、間仕切壁等の部材の層間変形は十分小さいこと、また、全体に剛性の高い構造となっており複数の耐震壁間の相対変形が小さく床スラブの変形が抑えられることから、各層の耐震壁の最大応答せん断ひずみが許容限界を満足していれば、建物・構築物に要求される機能は維持される。

*2: 「支持機能」の確認には、「内包する設備に対する波及的影響の確認」が含まれる。

表 3-2 地震応答解析による評価における許容限界
(重大事故等対処施設としての評価)

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界(評価基準値)
—	構造強度を有すること	基準地震動 S _s	耐震壁*1	最大応答せん断ひずみが構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	せん断ひずみ 2.0×10 ⁻³
		保有水平耐力	構造物全体	保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して妥当な安全余裕を有することを確認	必要保有水平耐力
支持機能*2	機器・配管系等の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 S _s	耐震壁*1	最大応答せん断ひずみが支持機能を維持するための許容限界を超えないことを確認	せん断ひずみ 2.0×10 ⁻³

注記*1: 建物全体としては、耐震壁で地震力を全て負担する構造となっており、剛性の高い耐震壁の変形に追従する柱、はり、間仕切壁等の部材の層間変形は十分小さいこと、また、全体に剛性の高い構造となっており複数の耐震壁間の相対変形が小さく床スラブの変形が抑えられることから、各層の耐震壁の最大応答せん断ひずみが許容限界を満足していれば、建物・構築物に要求される機能は維持される。

*2: 「支持機能」の確認には、「内包する設備に対する波及的影響の確認」が含まれる。

4. 地震応答解析による評価結果

4.1 耐震壁のせん断ひずみの評価結果

鉄筋コンクリート造耐震壁について、 S_s 地震時の各層の最大応答せん断ひずみが許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認する。

材料物性の不確かさを考慮した最大応答せん断ひずみは 0.77×10^{-3} (NS方向, $S_s - N1$, ケース3, 要素番号18) であり, 許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認した。各要素の耐震壁の最大応答せん断ひずみ一覧を表4-1に示す。各表において, 各要素の最大応答せん断ひずみのうち最も大きい値について, せん断スケルトン曲線上にプロットした図を図4-1に示す。

表 4-1(1) 最大応答せん断ひずみ一覧 (N S 方向)

部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	許容限界 ($\times 10^{-3}$)
OW-13	34.8~30.5	1	0.30	2.0
	30.5~23.8	2	0.37	
	23.8~15.3	3	0.38	
	15.3~8.8	4	0.43	
	8.8~1.3	5	0.52	
IW-11	63.5~51.7	6	0.39	
	51.7~42.8	7	0.41	
	42.8~34.8	8	0.35	
	34.8~30.5	9	0.33	
	30.5~23.8	10	0.33	
	23.8~15.3	11	0.38	
	15.3~8.8	12	0.43	
	8.8~1.3	13	0.52	
DW	42.8~34.8	14	0.12	
	34.8~30.5	15	0.16	
	30.5~23.8	16	0.16	
	23.8~15.3	17	0.24	
	15.3~10.1	18	0.77	
	10.1~1.3	19	0.22	
IW-3	63.5~51.7	20	0.33	
	51.7~42.8	21	0.48	
	42.8~34.8	22	0.35	
	34.8~30.5	23	0.33	
	30.5~23.8	24	0.33	
	23.8~15.3	25	0.38	
	15.3~8.8	26	0.42	
	8.8~1.3	27	0.53	
OW-1	42.8~34.8	28	0.35	
	34.8~30.5	29	0.28	
	30.5~23.8	30	0.35	
	23.8~15.3	31	0.37	
	15.3~8.8	32	0.42	
	8.8~1.3	33	0.52	

注：ハッチングは各要素の最大応答せん断ひずみのうち最も大きい値を表示。

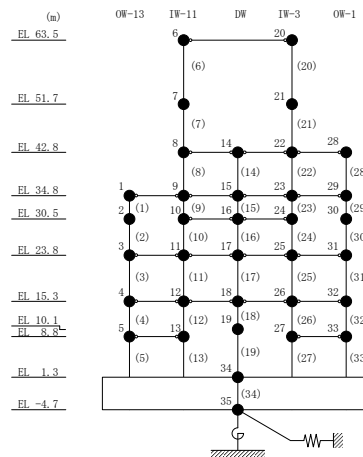
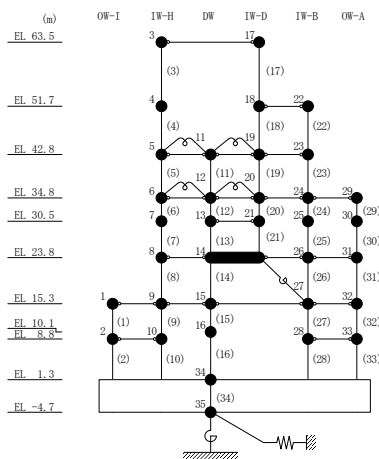
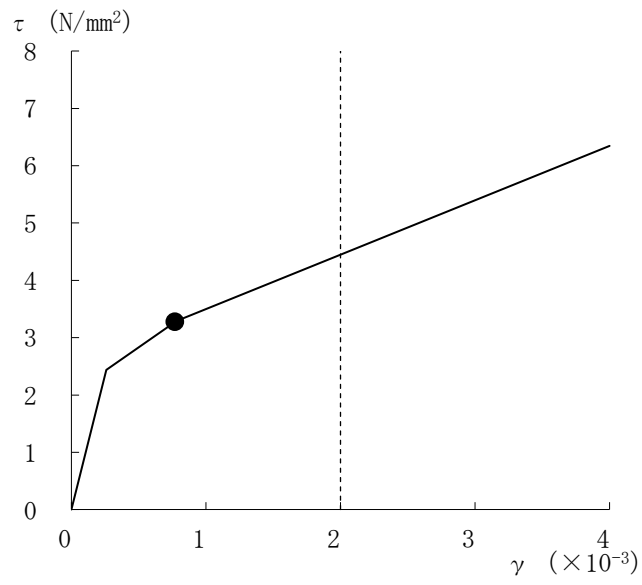


表 4-1(2) 最大応答せん断ひずみ一覧 (EW方向)

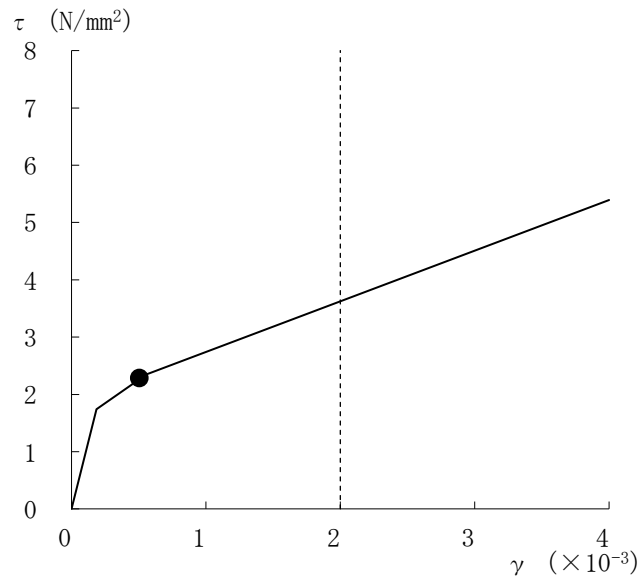
部位	EL (m)	要素番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)	許容限界 ($\times 10^{-3}$)
OW-I	15.3~8.8	1	0.32	2.0
	8.8~1.3	2	0.23	
IW-H	63.5~51.7	3	0.31	
	51.7~42.8	4	0.37	
	42.8~34.8	5	0.19	
	34.8~30.5	6	0.18	
	30.5~23.8	7	0.40	
	23.8~15.3	8	0.50	
	15.3~8.8	9	0.31	
	8.8~1.3	10	0.22	
DW	42.8~34.8	11	0.09	
	34.8~30.5	12	0.07	
	30.5~23.8	13	0.27	
	23.8~15.3	14	0.37	
	15.3~10.1	15	0.29	
	10.1~1.3	16	0.16	
IW-D	63.5~51.7	17	0.24	
	42.8~34.8	19	0.17	
	34.8~30.5	20	0.18	
	30.5~23.8	21	0.40	
IW-B	51.7~42.8	22	0.48	
	42.8~34.8	23	0.21	
	34.8~30.5	24	0.26	
	30.5~23.8	25	0.37	
	23.8~15.3	26	0.50	
	15.3~8.8	27	0.22	
	8.8~1.3	28	0.30	
OW-A	34.8~30.5	29	0.32	
	30.5~23.8	30	0.33	
	23.8~15.3	31	0.50	
	15.3~8.8	32	0.22	
	8.8~1.3	33	0.30	

注：ハッチングは各要素の最大応答せん断ひずみのうち最も大きい値を表示。





(a) NS方向 (S_s-N1, ケース3, 要素番号18)



(b) EW方向 (S_s-D, ケース2, 要素番号31)

図4-1 せん断スケルトン曲線上の最大応答せん断ひずみ

4.2 保有水平耐力の評価結果

各層において、保有水平耐力 Q_u が必要保有水平耐力 Q_{un} に対して妥当な安全余裕を有していることを確認する。なお、各層の保有水平耐力 Q_u は昭和59年2月24日付け58資庁第15180号にて認可された工事計画の添付資料IV-2-4-2「原子炉建物の耐震性についての計算書」によるものとする。

必要保有水平耐力 Q_{un} と保有水平耐力 Q_u の比較結果を表4-2に示す。各層において、保有水平耐力 Q_u が必要保有水平耐力 Q_{un} に対して妥当な安全余裕を有していることを確認した。

なお、必要保有水平耐力 Q_{un} に対する保有水平耐力 Q_u の比は最小で2.78である。

表 4-2 必要保有水平耐力 Q_{un} と保有水平耐力 Q_u の比較結果

(a) NS 方向

EL (m)	必要保有水平耐力 Q_{un} ($\times 10^3$ kN)	保有水平耐力 Q_u ($\times 10^3$ kN)	Q_u/Q_{un}
63.5~51.7	78.19	222.02	2.83
51.7~42.8	141.22	431.20	3.05
42.8~34.8	280.46	946.93	3.37
34.8~30.5	447.90	1320.37	2.94
30.5~23.8	579.16	1665.86	2.87
23.8~15.3	722.69	2200.81	3.04
15.3~8.8	829.57	2458.23	2.96
8.8~1.3	904.99	2852.56	3.15

(b) EW 方向

EL (m)	必要保有水平耐力 Q_{un} ($\times 10^3$ kN)	保有水平耐力 Q_u ($\times 10^3$ kN)	Q_u/Q_{un}
63.5~51.7	74.98	249.78	3.33
51.7~42.8	139.35	387.75	2.78
42.8~34.8	268.31	1157.18	4.31
34.8~30.5	438.60	1682.72	3.83
30.5~23.8	594.51	1884.35	3.16
23.8~15.3	724.78	2120.59	2.92
15.3~8.8	828.65	2711.05	3.27
8.8~1.3	904.99	3262.97	3.60

VI-2-2-10 廃棄物処理建物の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	10
2.4 適用規格・基準等	16
3. 地震応答解析による評価方法	17
4. 地震応答解析による評価結果	19
4.1 耐震壁のせん断ひずみの評価結果	19
4.2 保有水平耐力の評価結果	23

1. 概要

本資料は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、廃棄物処理建物の地震時の構造強度及び機能維持の確認について説明するものであり、その評価は地震応答解析による評価により行う。

廃棄物処理建物は、建物内部に「Sクラスの施設」が収納されている。このため、設計基準対象施設においては「Sクラスの施設の間接支持構造物」に、重大事故等対処施設においては「常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備の間接支持構造物」に分類される。

以下、廃棄物処理建物の「Sクラスの施設の間接支持構造物」及び「常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備の間接支持構造物」としての分類に応じた耐震評価を示す。

2. 基本方針

2.1 位置

廃棄物処理建物の設置位置を図 2-1 に示す。

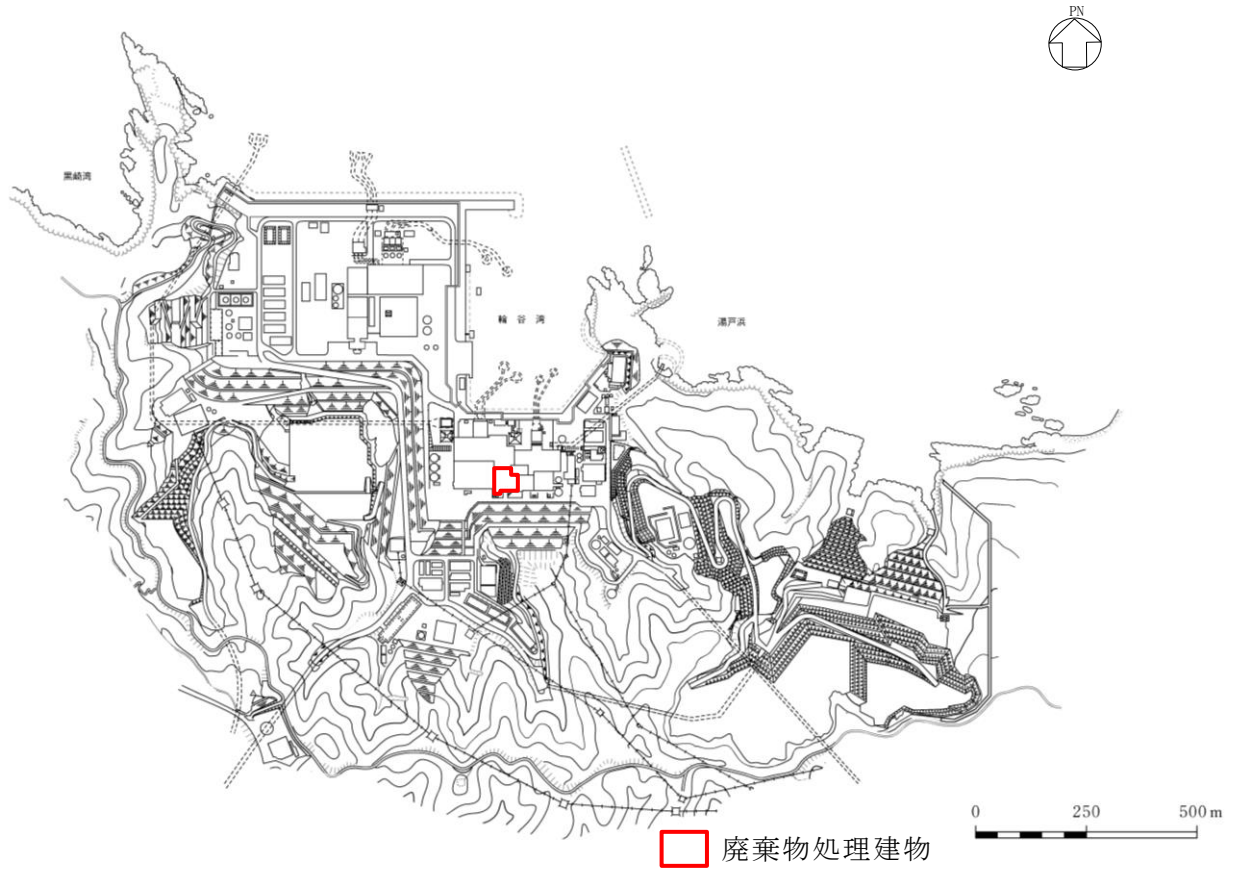


図 2-1 廃棄物処理建物の設置位置

2.2 構造概要

廃棄物処理建物は、地上 5 階、地下 2 階建の鉄筋コンクリート造の建物である。

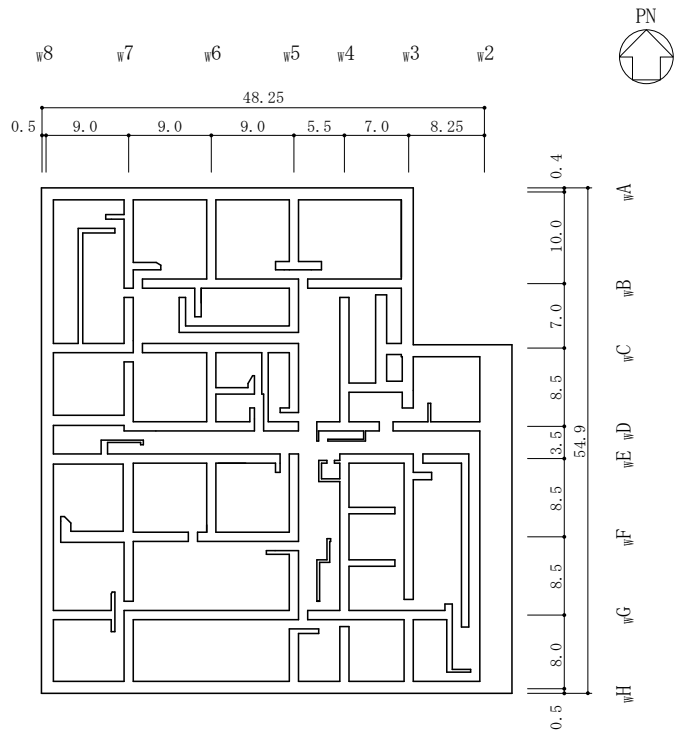
廃棄物処理建物の平面寸法は、54.9m（一部 37.86m）*（NS）×56.97m（一部 40.5m）*（EW）である。基礎スラブ底面からの高さは 42.0m である。また、廃棄物処理建物は隣接する他の建物と構造的に分離している。

廃棄物処理建物の基礎は厚さ 3.0m のべた基礎で、岩盤に直接設置している。

建物に加わる地震時の水平力はすべて耐震壁に負担させている。

廃棄物処理建物の概略平面図及び概略断面図を図 2-2 及び図 2-3 に示す。

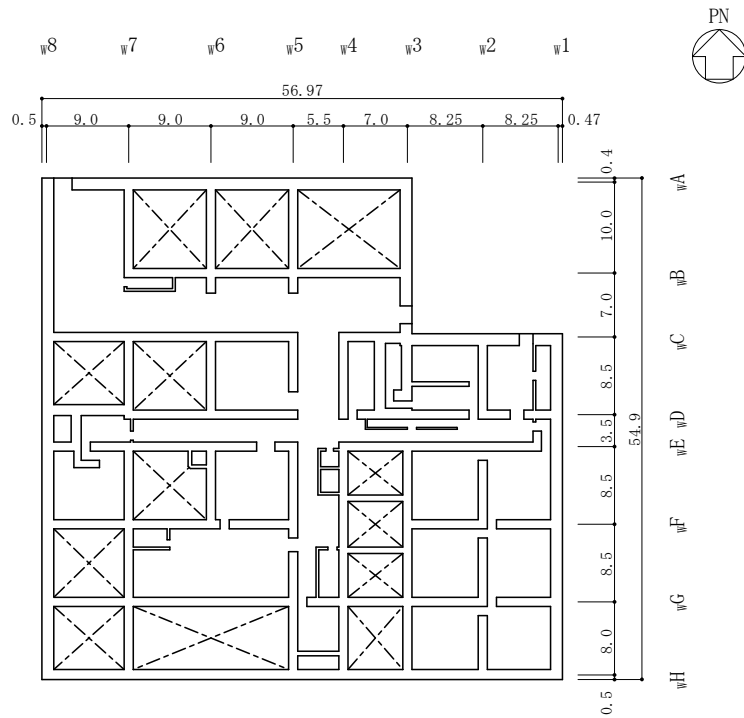
注記*：建物寸法は壁外面寸法とする。



(単位:m)

図 2-2(1) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 3.0m*)

注記* : 「EL」は東京湾平均海面 (T.P.) を基準としたレベルを示す。



(単位:m)

図 2-2(2) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 8.8m)

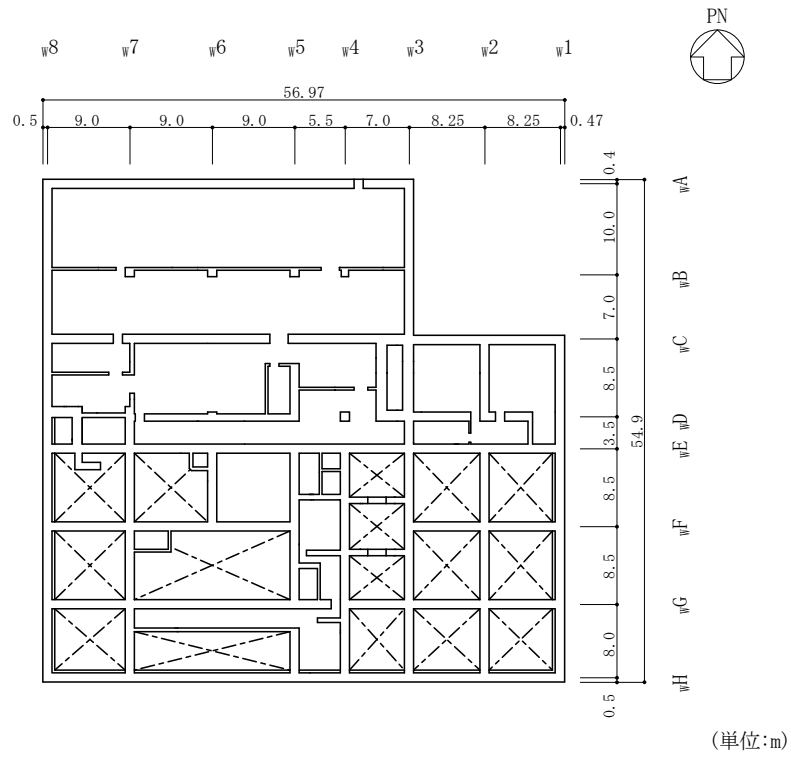


図 2-2(3) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 12.3m)

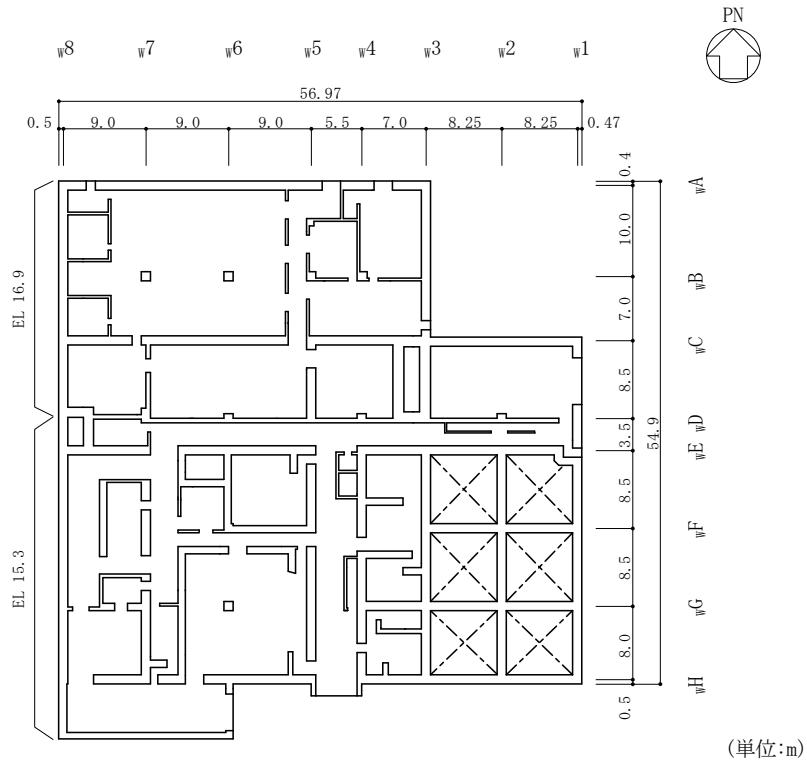


図 2-2(4) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 15.3m, EL 16.9m)

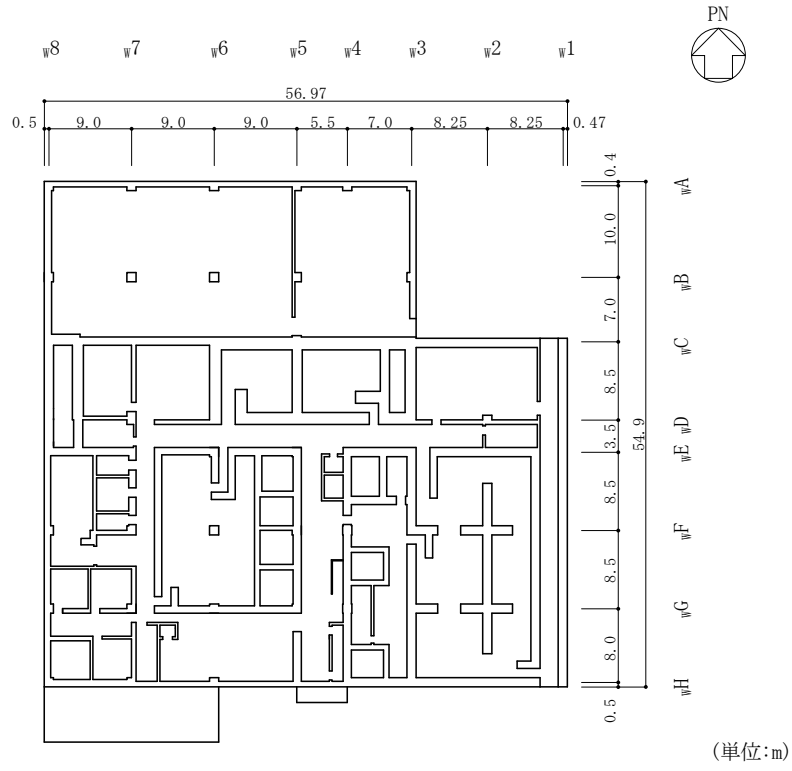


図 2-2(5) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 22.1m)

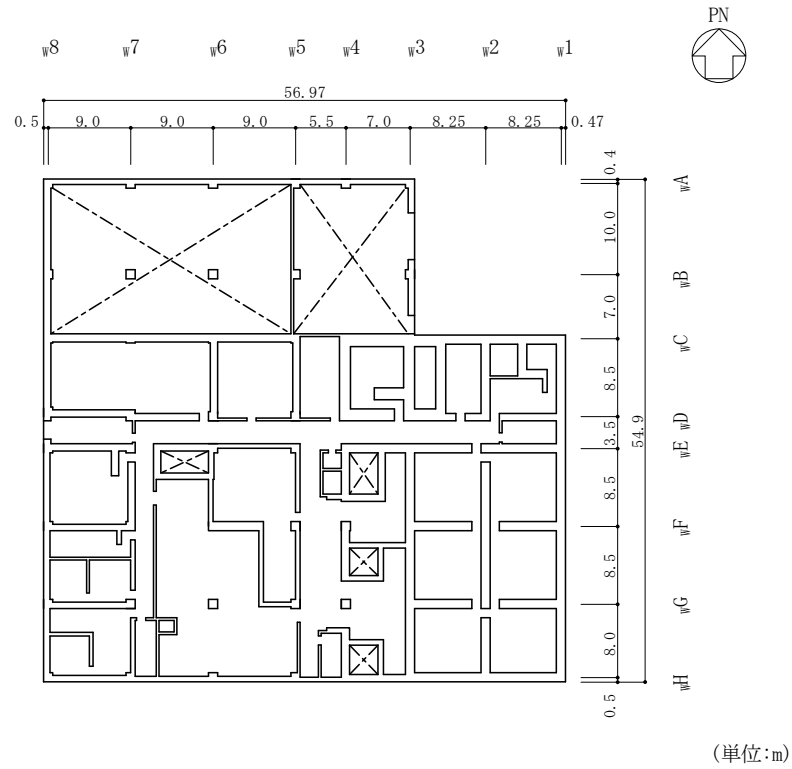


図 2-2(6) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 26.7m)

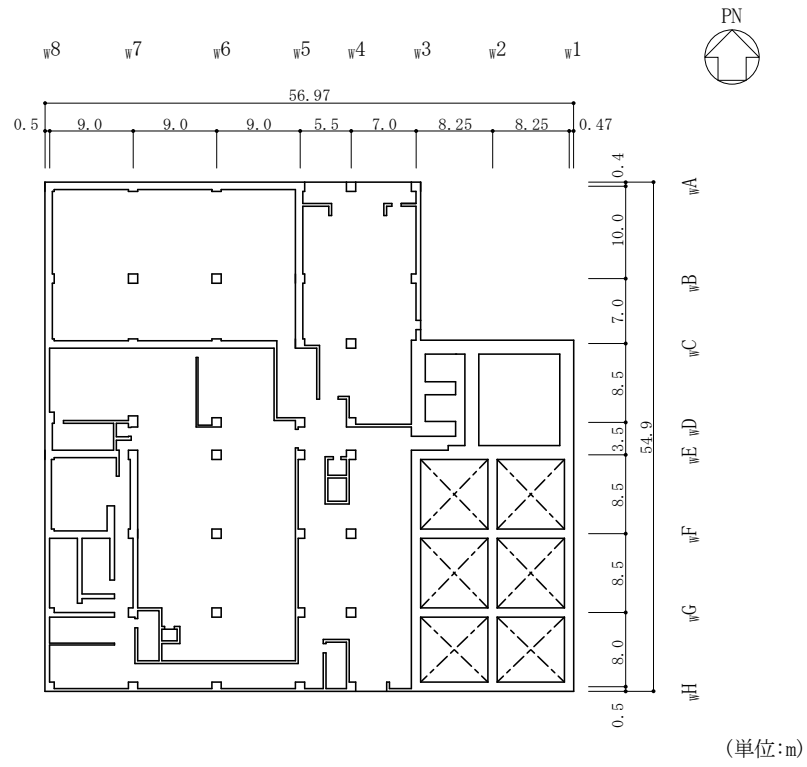


図 2-2(7) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 32.0m)

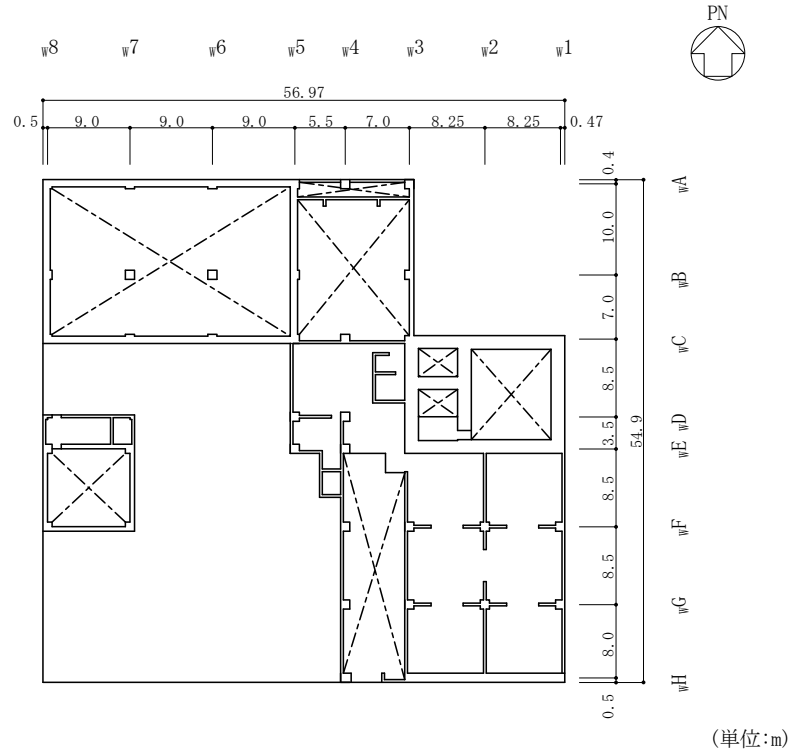


図 2-2(8) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 37.5m)

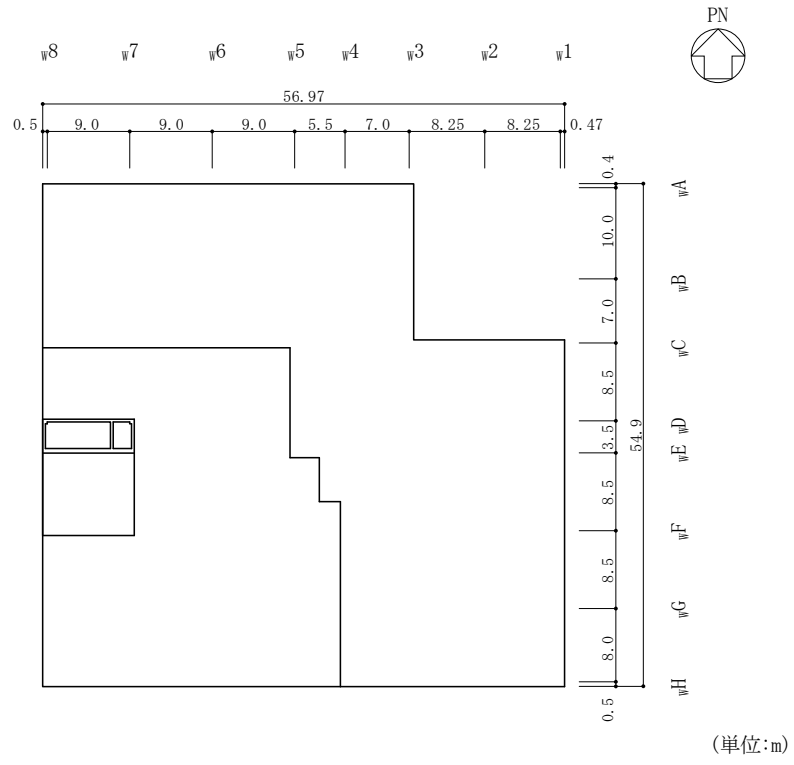


図 2-2(9) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 42.0m)

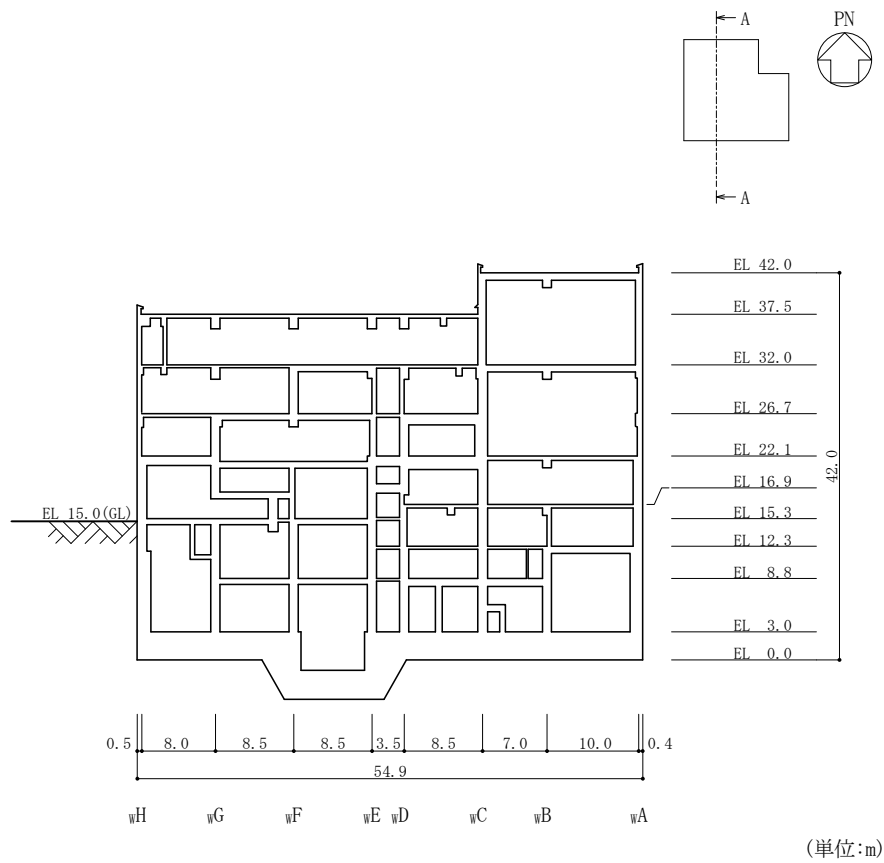


図 2-3(1) 廃棄物処理建物の概略断面図 (A-A 断面, NS 方向)

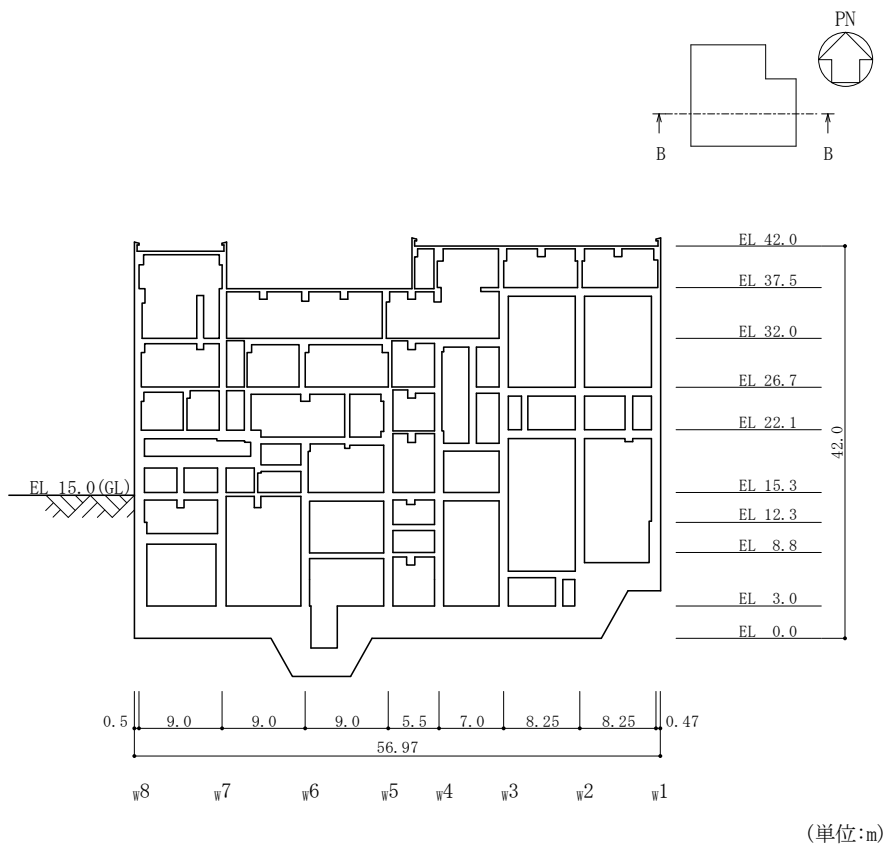


図 2-3(2) 廃棄物処理建物の概略断面図 (B-B 断面, EW 方向)

2.3 評価方針

廃棄物処理建物は、建物内部に「Sクラスの施設」が収納されている。このため、設計基準対象施設においては「Sクラスの施設の間接支持構造物」に、重大事故等対処施設においては「常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備の間接支持構造物」に分類される。

廃棄物処理建物の設計基準対象施設としての評価においては、基準地震動 S_s による地震力に対する評価（以下「 S_s 地震時に対する評価」という。）及び保有水平耐力の評価を行うこととし、それぞれの評価は、VI-2-2-9「廃棄物処理建物の地震応答計算書」の結果を踏まえたものとする。廃棄物処理建物の評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、耐震壁のせん断ひずみ及び保有水平耐力の評価を行うことで、廃棄物処理建物の地震時の構造強度及び機能維持の確認を行う。評価にあたっては、材料物性の不確かさを考慮する。表2-1に材料物性の不確かさを考慮する解析ケースを示す。

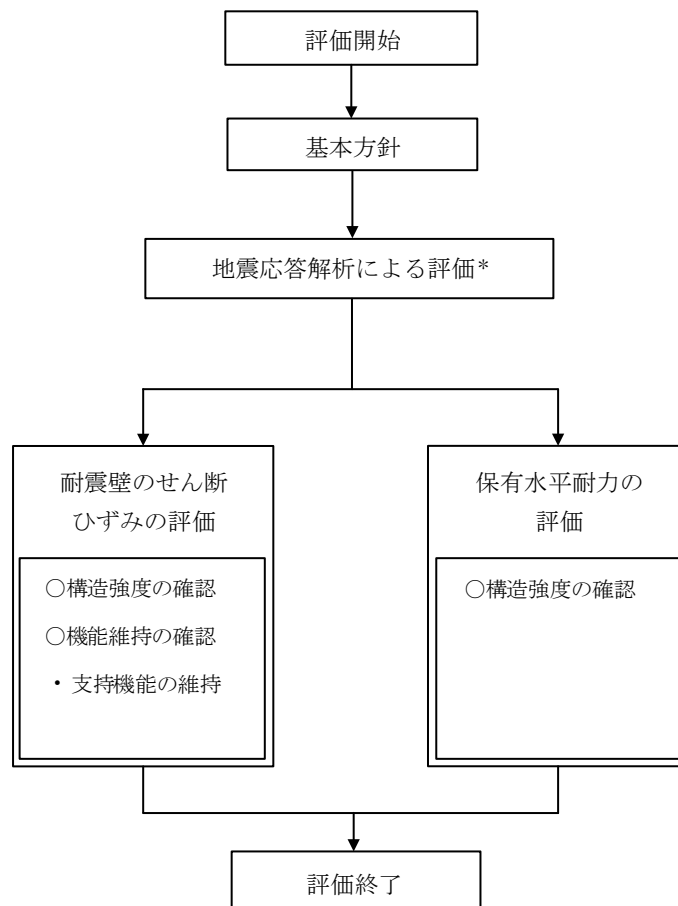
また、重大事故等対処施設としての評価においては、 S_s 地震時に対する評価及び保有水平耐力の評価を行う。ここで、廃棄物処理建物では、運転時、設計基準事故時及び重大事故等時の状態において、圧力、温度等の条件について有意な差異がないことから、重大事故等対処施設としての評価は、設計基準対象施設としての評価と同一となる。

図2-4に廃棄物処理建物の評価フローを示す。

図2-5に基準地震動 S_s に対する機能維持要求エリアを示す。

表 2-1 材料物性の不確かさを考慮する解析ケース

検討ケース	コンクリート 剛性	地盤物性	備考
ケース 1 (工認モデル)	設計基準強度	標準地盤	基本ケース
ケース 2 (地盤物性 + σ)	設計基準強度	標準地盤 + σ (+10%, +20%)	
ケース 3 (地盤物性 - σ)	設計基準強度	標準地盤 - σ (-10%, -20%)	
ケース 4 (積雪)	設計基準強度	標準地盤	積雪荷重との 組合せを考慮



注記* : VI-2-2-9 「廃棄物処理建物の地震応答計算書」の結果を踏まえた評価を行う。

図 2-4 廃棄物処理建物の評価フロー

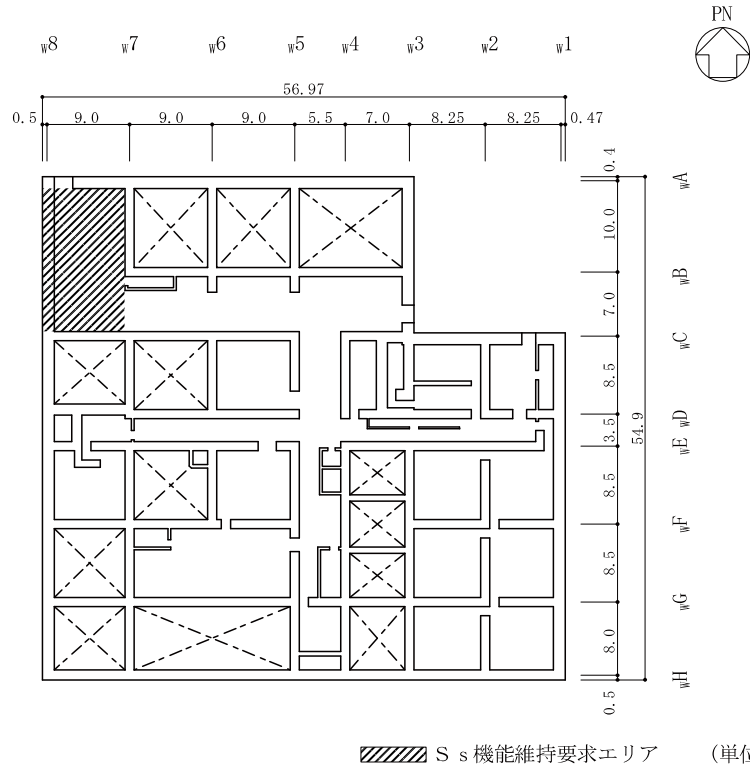


図 2-5(1) 基準地震動 S s に対する機能維持要求エリア (EL 8.8m)

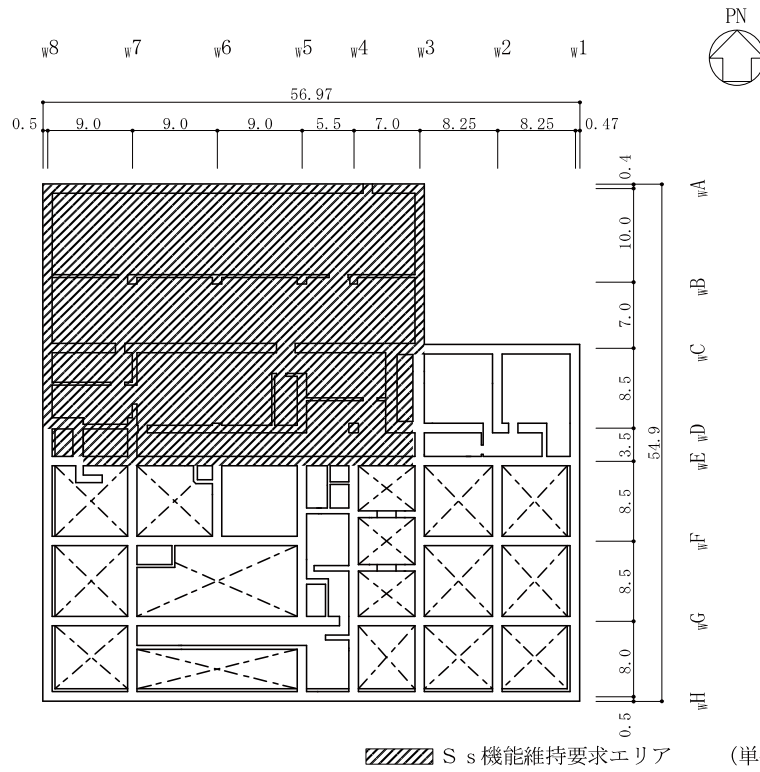


図 2-5(2) 基準地震動 S s に対する機能維持要求エリア (EL 12.3m)

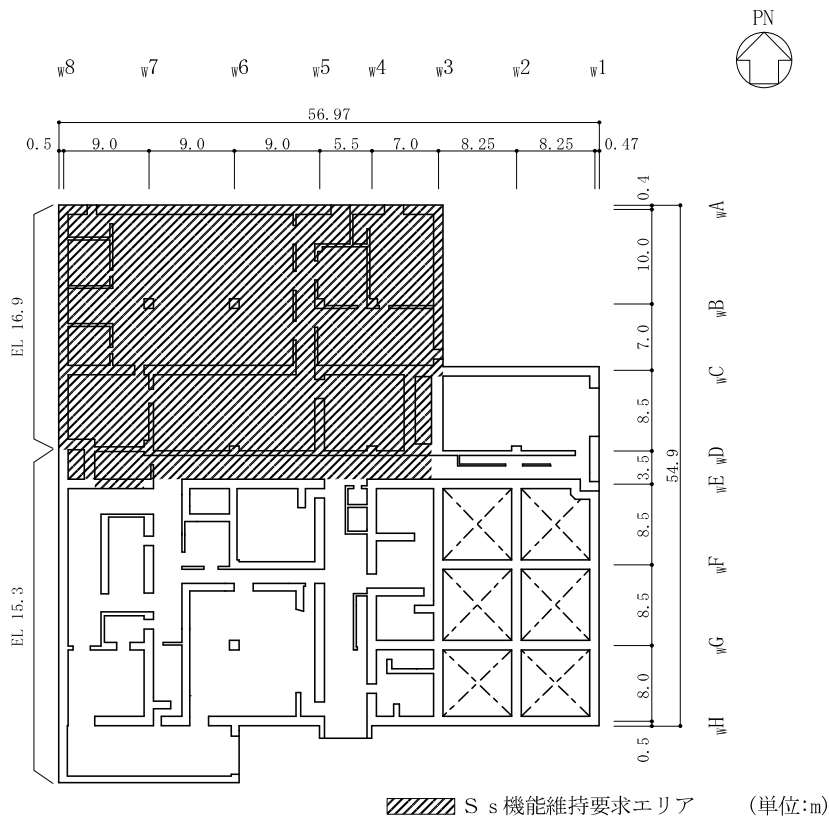


図 2-5(3) 基準地震動 S_s に対する機能維持要求エリア (EL 15.3m, EL 16.9m)

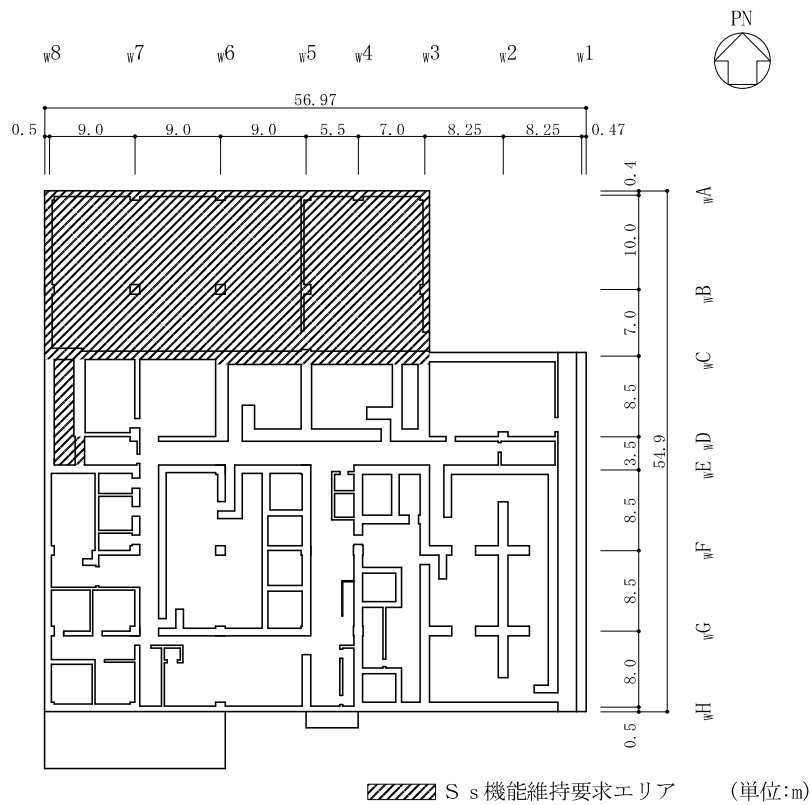


図 2-5(4) 基準地震動 S_s に対する機能維持要求エリア (EL 22.1m)

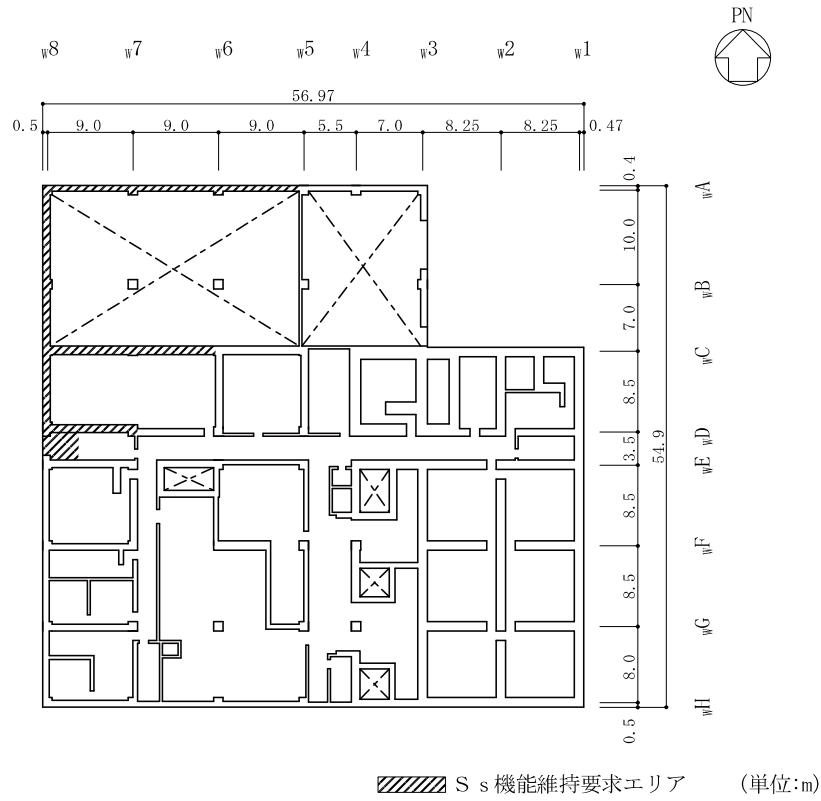


図 2-5(5) 基準地震動 S s に対する機能維持要求エリア (EL 26.7m)

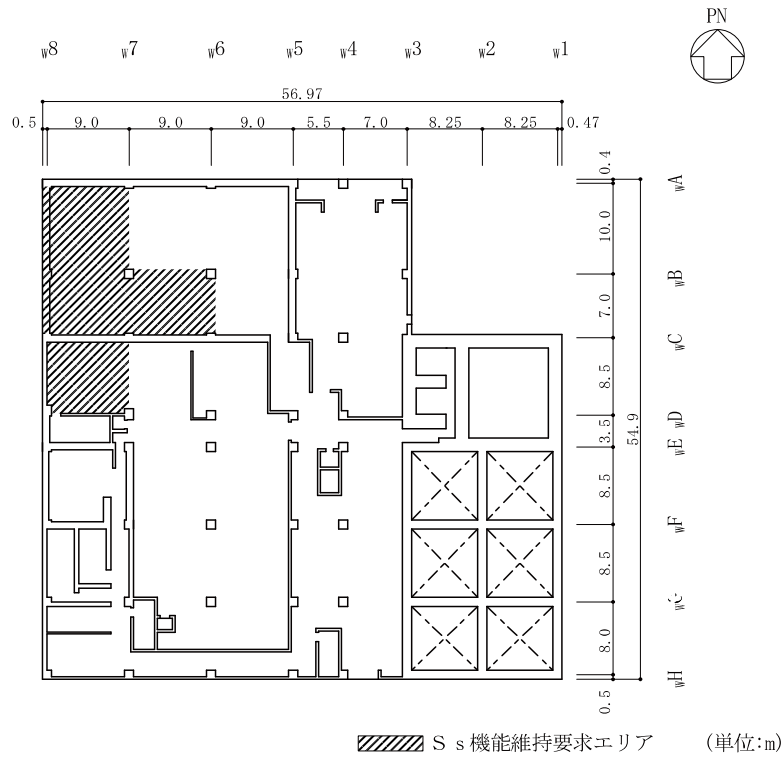


図 2-5(6) 基準地震動 S s に対する機能維持要求エリア (EL 32.0m)

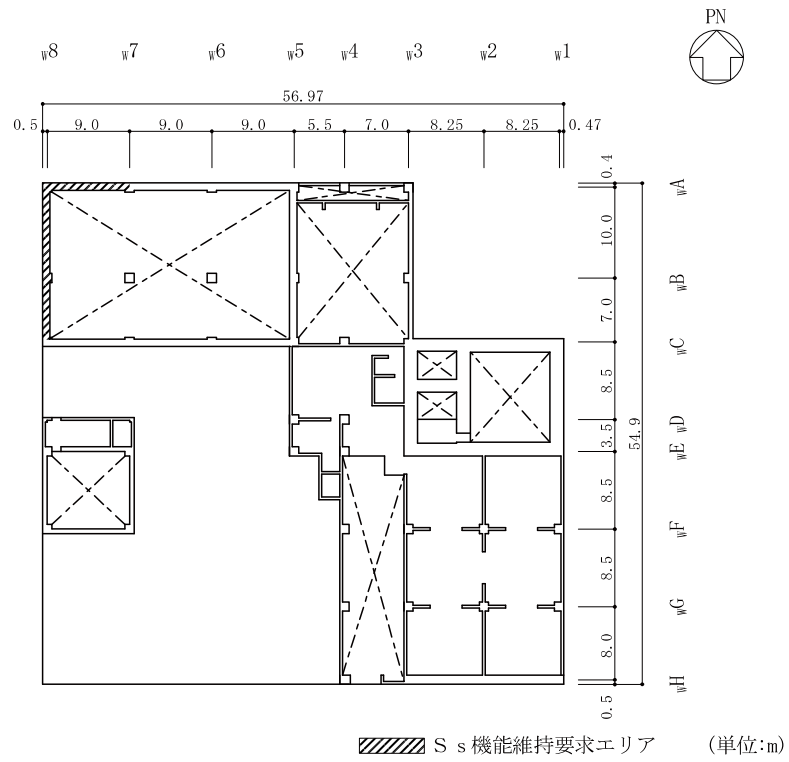


図 2-5(7) 基準地震動 S_s に対する機能維持要求エリア (EL 37.5m)

2.4 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- ・建築基準法・同施行令
- ・鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ー許容応力度設計法ー ((社) 日本建築学会, 1999 改定)
- ・原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ((社) 日本建築学会, 2005 制定)
- ・鋼構造設計規準 ー許容応力度設計法ー ((社) 日本建築学会, 2005 改定)

3. 地震応答解析による評価方法

廃棄物処理建物の構造強度については、VI-2-2-9「廃棄物処理建物の地震応答計算書」に基づき、材料物性の不確かさを考慮した耐震壁の最大応答せん断ひずみが許容限界を超えないこと及び保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して妥当な安全余裕を有することを確認する。

また、支持機能の維持については、VI-2-2-9「廃棄物処理建物の地震応答計算書」に基づき、材料物性の不確かさを考慮した耐震壁の最大応答せん断ひずみが許容限界を超えないことを確認する。

地震応答解析による評価における廃棄物処理建物の許容限界は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に記載の構造強度上の制限及び機能維持方針に基づき、表 3-1 及び表 3-2 のとおり設定する。

表 3-1 地震応答解析による評価における許容限界
(設計基準対象施設としての評価)

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界(評価基準値)
—	構造強度を有すること	基準地震動 S _s	耐震壁* ¹	最大応答せん断ひずみが構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	せん断ひずみ 2.0×10 ⁻³
		保有水平耐力	構造物全体	保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して妥当な安全余裕を有することを確認	必要保有水平耐力
支持機能* ²	機器・配管系等の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 S _s	耐震壁* ¹	最大応答せん断ひずみが支持機能を維持するための許容限界を超えないことを確認	せん断ひずみ 2.0×10 ⁻³

注記*1: 建物全体としては、耐震壁で地震力を全て負担する構造となっており、剛性の高い耐震壁の変形に追従する柱、はり、間仕切壁等の部材の層間変形は十分小さいこと、また、全体に剛性の高い構造となっており複数の耐震壁間の相対変形が小さく床スラブの変形が抑えられることから、各層の耐震壁の最大応答せん断ひずみが許容限界を満足していれば、建物・構築物に要求される機能は維持される。

*2: 「支持機能」の確認には、「内包する設備に対する波及的影響の確認」が含まれる。

表 3-2 地震応答解析による評価における許容限界
(重大事故等対処施設としての評価)

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界(評価基準値)
—	構造強度を有すること	基準地震動 S _s	耐震壁*1	最大応答せん断ひずみが構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	せん断ひずみ 2.0×10 ⁻³
		保有水平耐力	構造物全体	保有水平耐力が必要保有水平耐力に対して妥当な安全余裕を有することを確認	必要保有水平耐力
支持機能*2	機器・配管系等の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 S _s	耐震壁*1	最大応答せん断ひずみが支持機能を維持するための許容限界を超えないことを確認	せん断ひずみ 2.0×10 ⁻³

注記*1: 建物全体としては、耐震壁で地震力を全て負担する構造となっており、剛性の高い耐震壁の変形に追従する柱、はり、間仕切壁等の部材の層間変形は十分小さいこと、また、全体に剛性の高い構造となっており複数の耐震壁間の相対変形が小さく床スラブの変形が抑えられることから、各層の耐震壁の最大応答せん断ひずみが許容限界を満足していれば、建物・構築物に要求される機能は維持される。

*2: 「支持機能」の確認には、「内包する設備に対する波及的影響の確認」が含まれる。

4. 地震応答解析による評価結果

4.1 耐震壁のせん断ひずみの評価結果

鉄筋コンクリート造耐震壁について、 S_s 地震時の各層の最大応答せん断ひずみが許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認する。

材料物性の不確かさを考慮した最大応答せん断ひずみは 0.42×10^{-3} (NS方向, S_s-D , ケース 2, 要素番号 7) であり, 許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認した。各要素の耐震壁の最大応答せん断ひずみ一覧を表 4-1 に示す。各表において, 各要素の最大応答せん断ひずみのうち最も大きい値について, せん断スケルトン曲線上にプロットした図を図 4-1 に示す。

表 4-1(1) 最大応答せん断ひずみ一覧 (N S 方向)

EL (m)	要素 番号	最大応答せん断 ひずみ ($\times 10^{-3}$)	許容限界 ($\times 10^{-3}$)
42.0~37.5	1	0.16	2.0
37.5~32.0	2	0.13	
32.0~26.7	3	0.17	
26.7~22.1	4	0.20	
22.1~16.9	5	0.27	
16.9~15.3	6	0.40	
15.3~12.3	7	0.42	
12.3~8.8	8	0.20	

注：ハッチングは各要素の最大応答せん断ひずみのうち最も大きい値を表示。

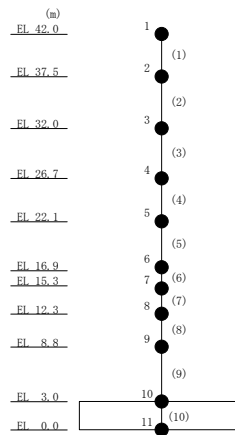
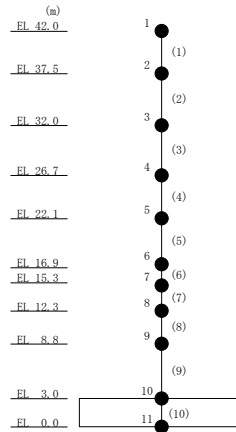
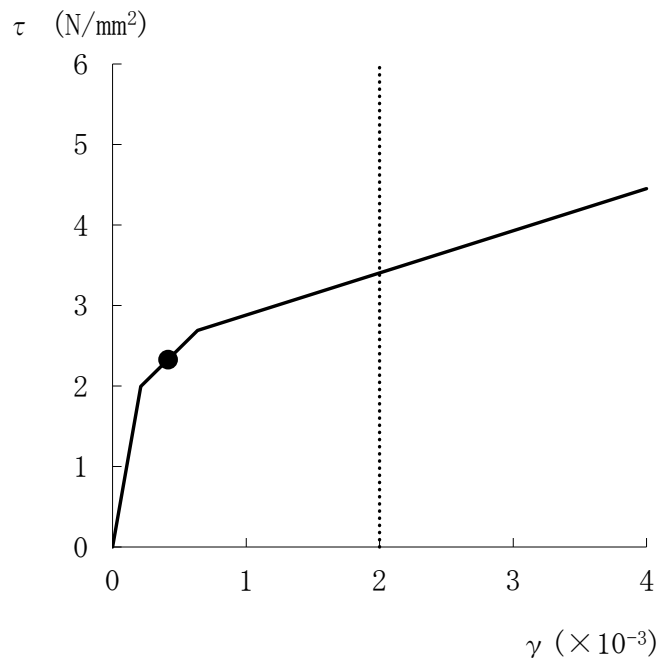


表 4-1(2) 最大応答せん断ひずみ一覧 (E W方向)

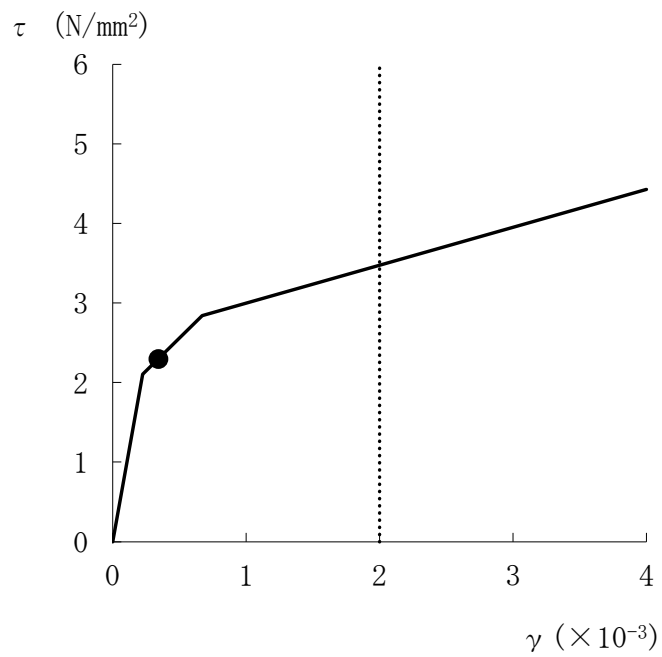
EL (m)	要素 番号	最大応答せん断 ひずみ ($\times 10^{-3}$)	許容限界 ($\times 10^{-3}$)
42.0~37.5	1	0.09	2.0
37.5~32.0	2	0.12	
32.0~26.7	3	0.15	
26.7~22.1	4	0.28	
22.1~16.9	5	0.31	
16.9~15.3	6	0.34	
15.3~12.3	7	0.21	
12.3~8.8	8	0.19	

注：ハッチングは各要素の最大応答せん断ひずみのうち最も大きい値を表示。





(a) NS方向 (S_s-D, ケース 2, 要素番号 7)



(b) EW方向 (S_s-D, ケース 2, 要素番号 6)

図 4-1 せん断スケルトン曲線上の最大応答せん断ひずみ

4.2 保有水平耐力の評価結果

各層において、保有水平耐力 Q_u が必要保有水平耐力 Q_{un} に対して妥当な安全余裕を有していることを確認する。なお、各層の保有水平耐力 Q_u は昭和59年9月17日付け59資庁第8283号にて認可された工事計画の添付資料IV-2-8「廃棄物処理建物の耐震性についての計算書」によるものとする。

必要保有水平耐力 Q_{un} と保有水平耐力 Q_u の比較結果を表4-2に示す。各層において、保有水平耐力 Q_u が必要保有水平耐力 Q_{un} に対して妥当な安全余裕を有していることを確認した。

なお、必要保有水平耐力 Q_{un} に対する保有水平耐力 Q_u の比は最小で2.16である。

表 4-2 必要保有水平耐力 Q_{un} と保有水平耐力 Q_u の比較結果

(a) NS 方向

EL (m)	必要保有水平耐力 Q_{un} ($\times 10^3$ kN)	保有水平耐力 Q_u ($\times 10^3$ kN)	Q_u/Q_{un}
42.0~37.5	69.31	177.11	2.55
37.5~32.0	115.10	439.53	3.81
32.0~26.7	185.31	551.23	2.97
26.7~22.1	245.14	593.20	2.41
22.1~16.9	301.27	732.85	2.43
16.9~15.3	322.22	697.25	2.16
15.3~12.3	338.77	796.50	2.35
12.3~8.8	357.01	868.28	2.43
8.8~3.0	434.87	1041.76	2.39

(b) EW 方向

EL (m)	必要保有水平耐力 Q_{un} ($\times 10^3$ kN)	保有水平耐力 Q_u ($\times 10^3$ kN)	Q_u/Q_{un}
42.0~37.5	58.60	297.73	5.08
37.5~32.0	114.61	411.88	3.59
32.0~26.7	184.50	593.99	3.21
26.7~22.1	245.14	531.23	2.16
22.1~16.9	300.42	660.38	2.19
16.9~15.3	321.26	730.20	2.27
15.3~12.3	337.70	1023.62	3.03
12.3~8.8	356.21	1171.11	3.28
8.8~3.0	384.84	960.17	2.49

VI-2-2-14 排気筒の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
2.1 位置	2
2.2 構造概要	3
2.3 評価方針	7
2.4 適用規格・基準等	9
3. 応力解析による評価方針	10
3.1 評価対象部位及び評価方針	10
3.2 使用材料及び材料の許容応力度	12
3.3 荷重及び荷重の組合せ	13
3.3.1 荷重	13
3.3.2 荷重の組合せ	18
3.4 許容限界	19
3.5 応力解析による評価方法	21
3.5.1 応力解析方法	21
3.5.2 断面の評価方法	23
4. 部材応力	25
5. 鉄塔及び筒身の応力評価結果	31
6. 鉄塔脚部及び筒身脚部の断面評価	37
6.1 評価方法	37
6.2 鉄塔脚部の評価	38
6.3 筒身脚部の評価	51
7. 制震装置（粘性ダンパ）支持点部の評価	66
8. SGT S用排気筒の評価	68
8.1 筒身部の評価	68
8.2 支持部の評価	73

1. 概要

本資料は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、排気筒の地震時の構造強度及び機能維持の確認について説明するものであり、その評価は応力解析により行う。

排気筒のうち鉄塔及び空調換気系用排気筒（以下「筒身」という。）は、設計基準対象施設においては「Sクラスの施設の間接支持構造物」に、重大事故等対処施設においては「常設重大事故緩和設備の間接支持構造物」に分類される。

排気筒のうち非常用ガス処理系用排気筒（以下「SGTS用排気筒」という。）は、設計基準対象施設においては「Sクラスの施設」に、重大事故等対処施設においては「常設重大事故緩和設備」に分類される。

以下、鉄塔及び筒身の「Sクラスの施設の間接支持構造物」及び「常設重大事故緩和設備の間接支持構造物」としての分類に応じた耐震評価並びにSGTS用排気筒の「Sクラスの施設」及び「常設重大事故緩和設備」としての分類に応じた耐震評価を示す。

2. 基本方針

2.1 位置

排気筒の設置位置を図 2-1 に示す。

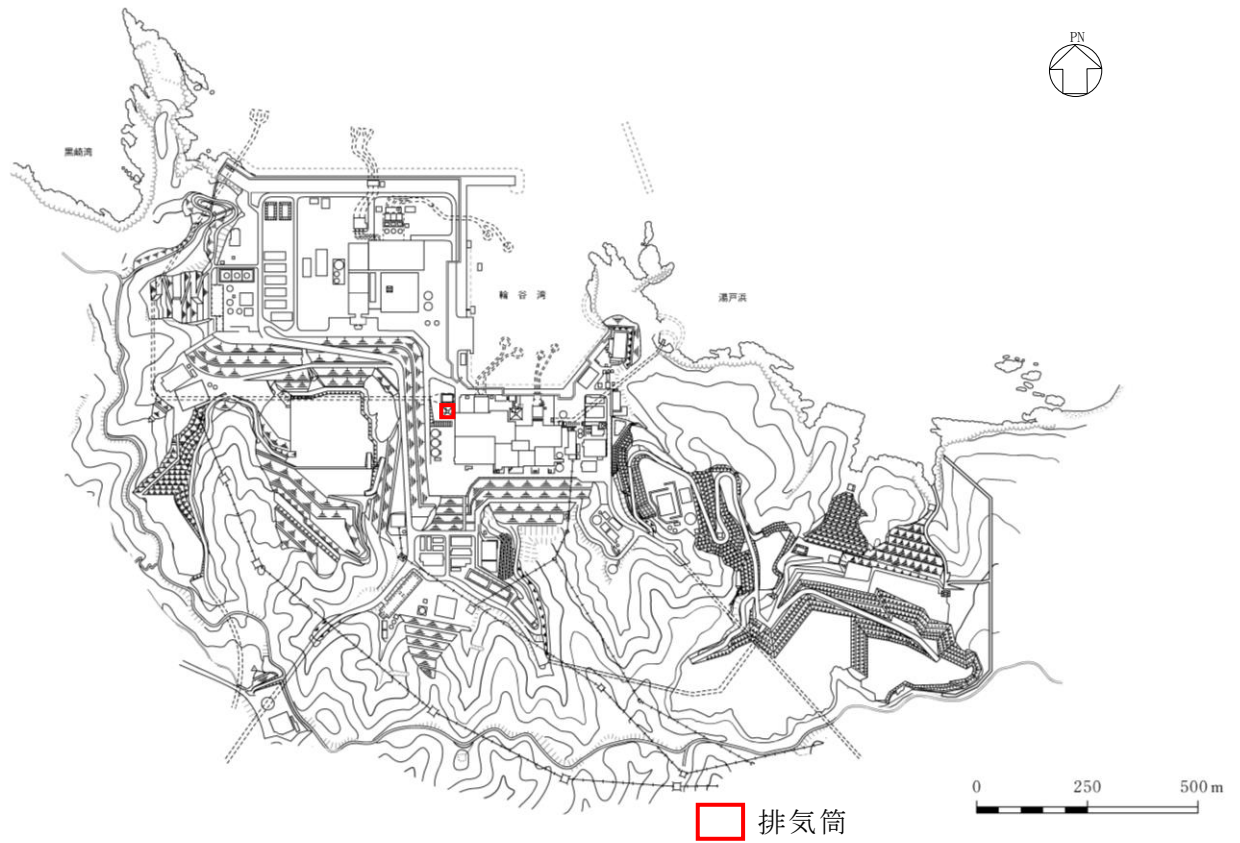


図 2-1 排気筒の設置位置

2.2 構造概要

排気筒は、地盤面からの高さ 120m である内径 3.3m の鋼板製筒身を鋼管四角形鉄塔で支えた鋼製鉄塔支持型排気筒である。

排気筒の基礎は鉄筋コンクリート造であり、岩盤に直接設置している。

また、筒身外部には S G T S 用排気筒が筒身に支持されている。

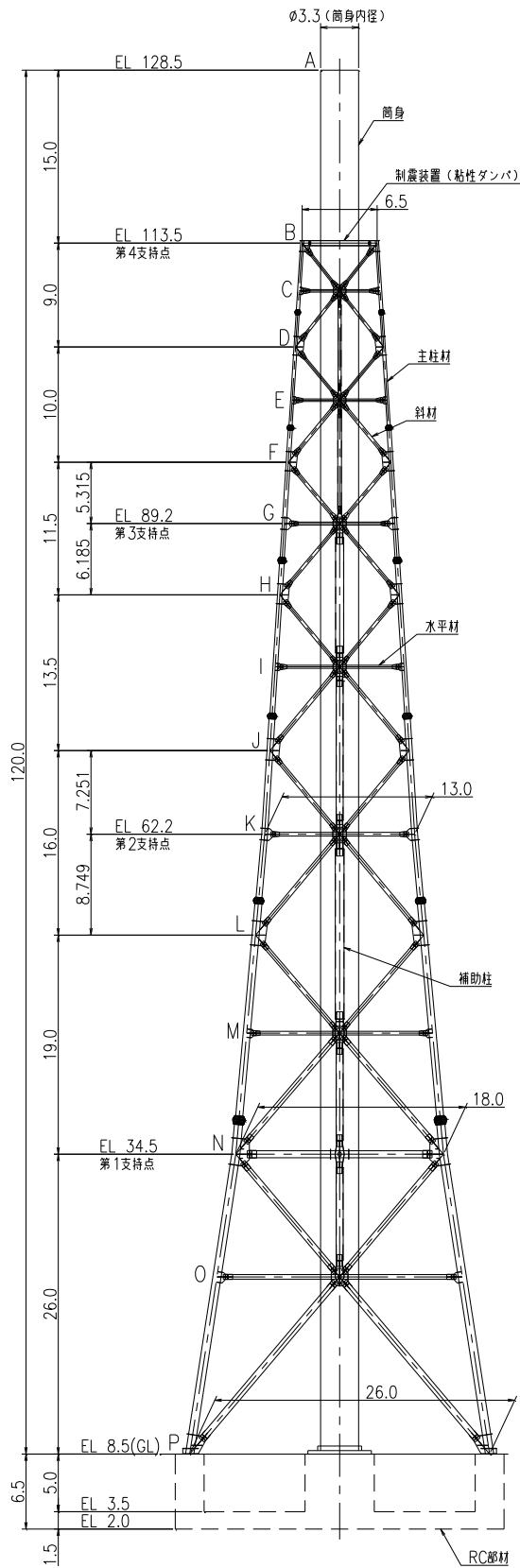
筒身は第 4 支持点位置 (EL 113.5m*) にて制震装置 (粘性ダンパ) を介して鉄塔と接合されている。

排気筒の概要図を図 2-2 に、主要レベルの概略平面図を図 2-3 に、基礎の概要図を図 2-4 に示す。

構造概要

構造形状	鋼製鉄塔支持型 (制震装置 (粘性ダンパ) 付)
排気筒高さ	筒身 120.0m (EL 128.5m)
鉄塔高さ	105.0m (EL 113.5m)
鉄塔幅	頂 部 6.5m 根開き 26.0m
筒身支持点位置	EL 34.5m, EL 62.2m, EL 89.2m, EL 113.5m
基礎	鉄筋コンクリート造

注記* : 「EL」は東京湾平均海面 (T.P.) を基準としたレベルを示す。



部材リスト (単位:mm)				
主柱材	斜材	水平材	筒身	補助柱
-	-	-	10	-
φ267.4×6.6	φ216.3×5.8	H-450×300×10×15*2	12	φ267.4×6.0
φ355.6×6.4	φ267.4×6.6	φ216.3×5.8	10	φ318.5×6.0
φ406.4×7.9	φ267.4×6.6	φ267.4×6.6	12	φ711.2×7.9
φ508.0×9.5	φ318.5×6.9	φ267.4×6.6	10	φ609.6×12.7
φ609.6×12.7	φ355.6×7.9	φ318.5×6.9	12	φ762.0×12.7*3
φ711.2×12.7 8PLs-22×100*1	φ457.2×9.5	φ609.6×9.5	10	φ609.6×12.7*3
φ558.8×9.5	φ406.4×9.5	t=10	12	-
STK41 (STK400相当)				STK400
				SMA41A (SMA400AP相当)

注記*1: SS400材を示す。
 *2: SS41材 (SS400相当) を示す。
 *3: STK490材を示す。

図 2-2 排気筒の概要図 (単位 : m)

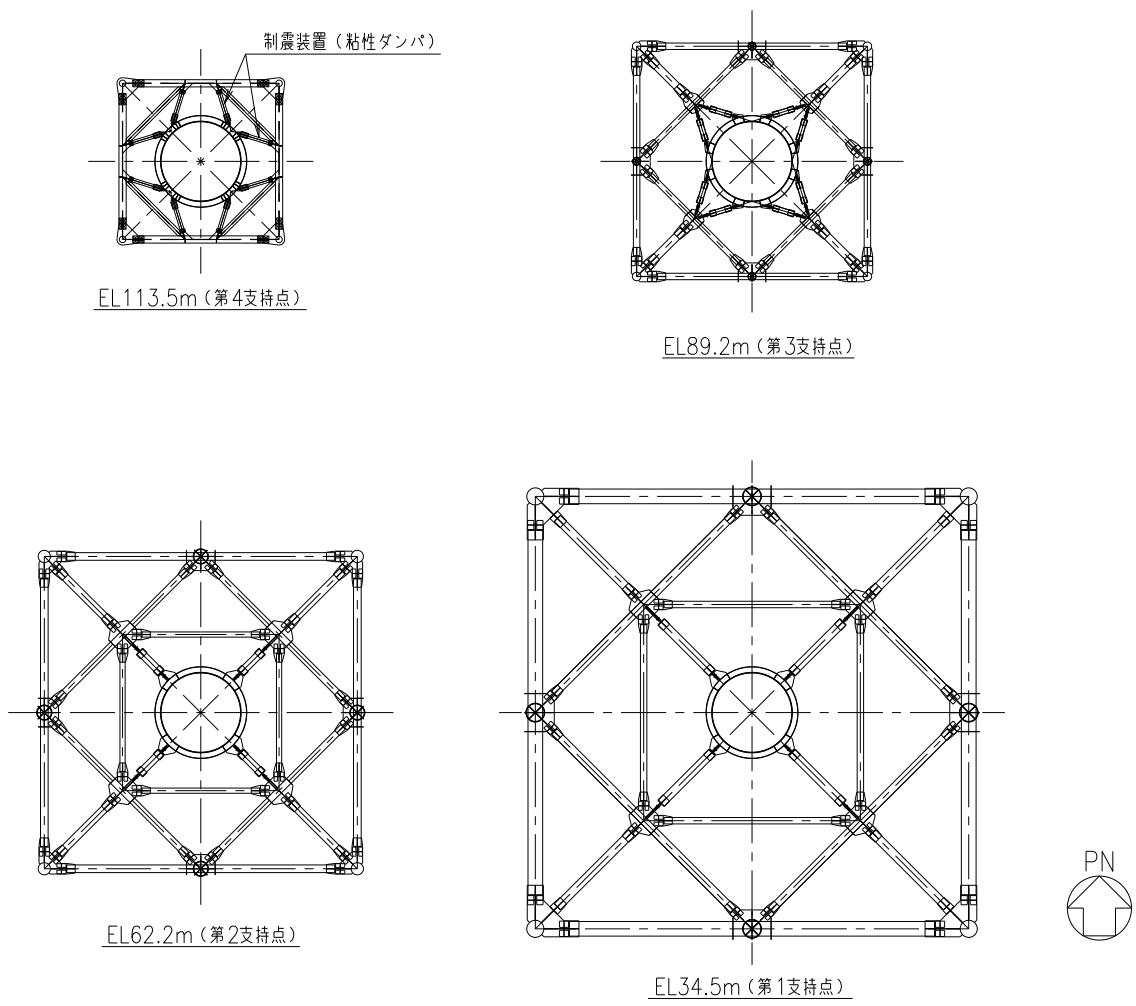
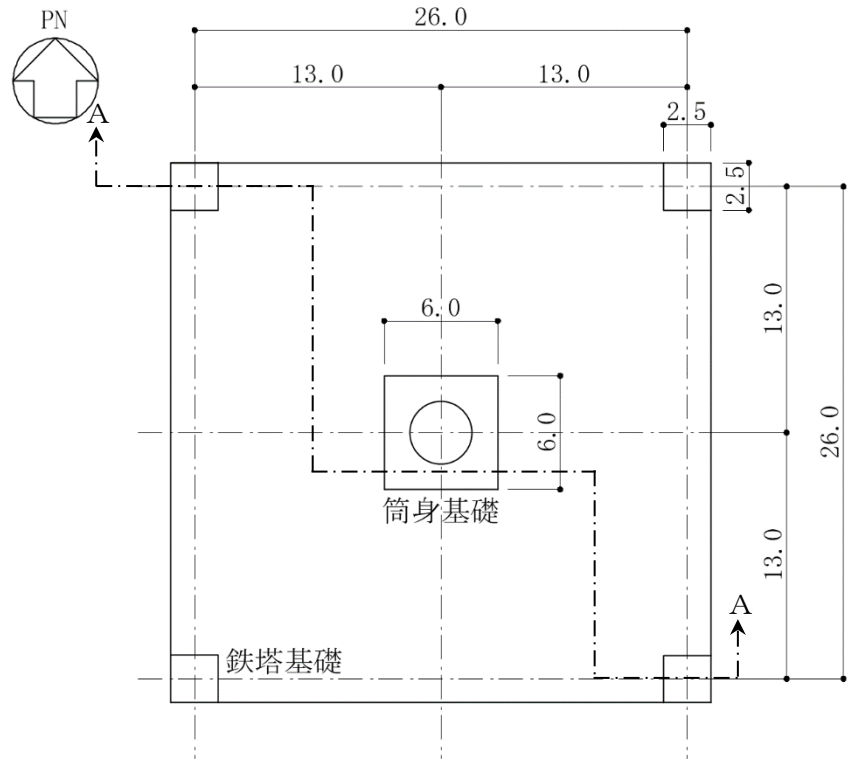
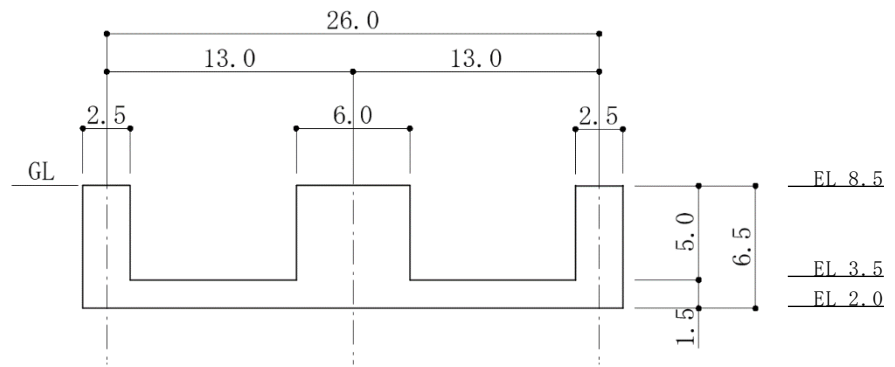


図 2-3 主要レベルの概略平面図



(a) 平面図



(b) 断面図 (A-A 断面)

図 2-4 基礎の概要図 (単位 : m)

2.3 評価方針

鉄塔及び筒身は、設計基準対象施設においては「Sクラスの施設の間接支持構造物」に、重大事故等対処施設においては「常設重大事故緩和設備の間接支持構造物」に分類される。

鉄塔及び筒身の設計基準対象施設としての評価においては、風荷重に対する評価及び基準地震動 S_s による地震力に対する評価（以下「 S_s 地震時に対する評価」という。）を行うこととし、 S_s 地震時に対する評価はVI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」の結果を踏まえたものとする。鉄塔及び筒身は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、応力解析による評価において、地震時の構造強度及び機能維持の確認を行う。評価にあたっては、材料物性の不確かさを考慮する。

S G T S用排気筒は、設計基準対象施設においては「Sクラスの施設」に、重大事故等対処施設においては「常設重大事故緩和設備」に分類される。

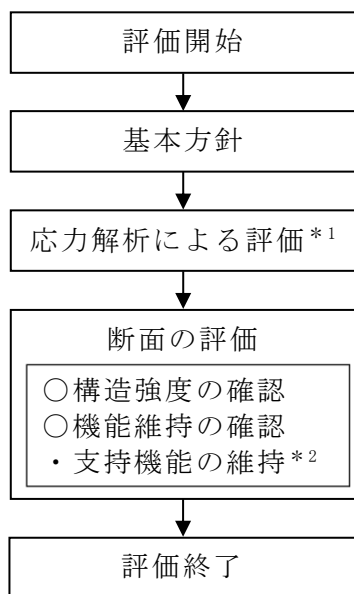
S G T S用排気筒の設計基準対象施設としての評価においては、風荷重に対する評価、 S_s 地震時に対する評価及び弾性設計用地震動 S_d による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対する評価（以下「 S_d 地震時に対する評価」という。）を行うこととし、 S_s 地震時に対する評価及び S_d 地震時に対する評価はVI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」の結果を踏まえたものとする。S G T S用排気筒は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、応力解析による評価において、地震時の構造強度及び機能維持の確認を行う。評価にあたっては、材料物性の不確かさを考慮する。

なお、重大事故等対処施設としての評価においては、 S_s 地震時に対する評価を行う。ここで、排気筒では、運転時、設計基準事故時及び重大事故等時の状態における圧力、温度等の条件に有意な差異がないことから、重大事故等対処施設としての評価は、設計基準対象施設としての評価と同一となる。

表 2-1 に材料物性の不確かさを考慮する解析ケースを示す。また、図 2-5 に排気筒の評価フローを示す。

表 2-1 材料物性の不確かさを考慮する解析ケース

検討ケース	コンクリート 剛性	地盤物性	制震装置 (粘性ダンパ)		備考
			減衰係数	台数	
ケース 1 (工認モデル)	設計基準強度	標準地盤	標準値	8	基本 ケース
ケース 2 (地盤物性 + σ)	設計基準強度	標準地盤 + σ (+10%, +20%)	標準値	8	
ケース 3 (地盤物性 - σ)	設計基準強度	標準地盤 - σ (-10%, -20%)	標準値	8	
ケース 4 (減衰係数上限)	設計基準強度	標準地盤	標準値 × 1.3	8	
ケース 5 (減衰係数下限)	設計基準強度	標準地盤	標準値 × 0.7	7	



注記*1：VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」の結果を踏まえた評価を行う。

*2：鉄塔及び筒身について実施する。

図 2-5 排気筒の評価フロー

2.4 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- ・建築基準法・同施行令
- ・鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ー許容応力度設計法ー ((社) 日本建築学会, 1999 改定)
- ・原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ((社) 日本建築学会, 2005 制定)
- ・鋼構造設計規準 ー許容応力度設計法ー ((社) 日本建築学会, 2005 改定)
- ・煙突構造設計施工指針 ((財) 日本建築センター, 1982 年版)
- ・煙突構造設計指針 ((社) 日本建築学会, 2007 制定)
- ・塔状鋼構造設計指針・同解説 ((社) 日本建築学会, 1980 制定)
- ・鋼構造座屈設計指針 ((社) 日本建築学会, 1996 改定)
- ・容器構造設計指針・同解説 ((社) 日本建築学会, 2010 改定)
- ・各種合成構造設計指針・同解説 ((社) 日本建築学会, 2010 改定)
- ・2015 年版 建築物の構造関係技術基準解説書 (国土交通省国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人建築研究所)

3. 応力解析による評価方針

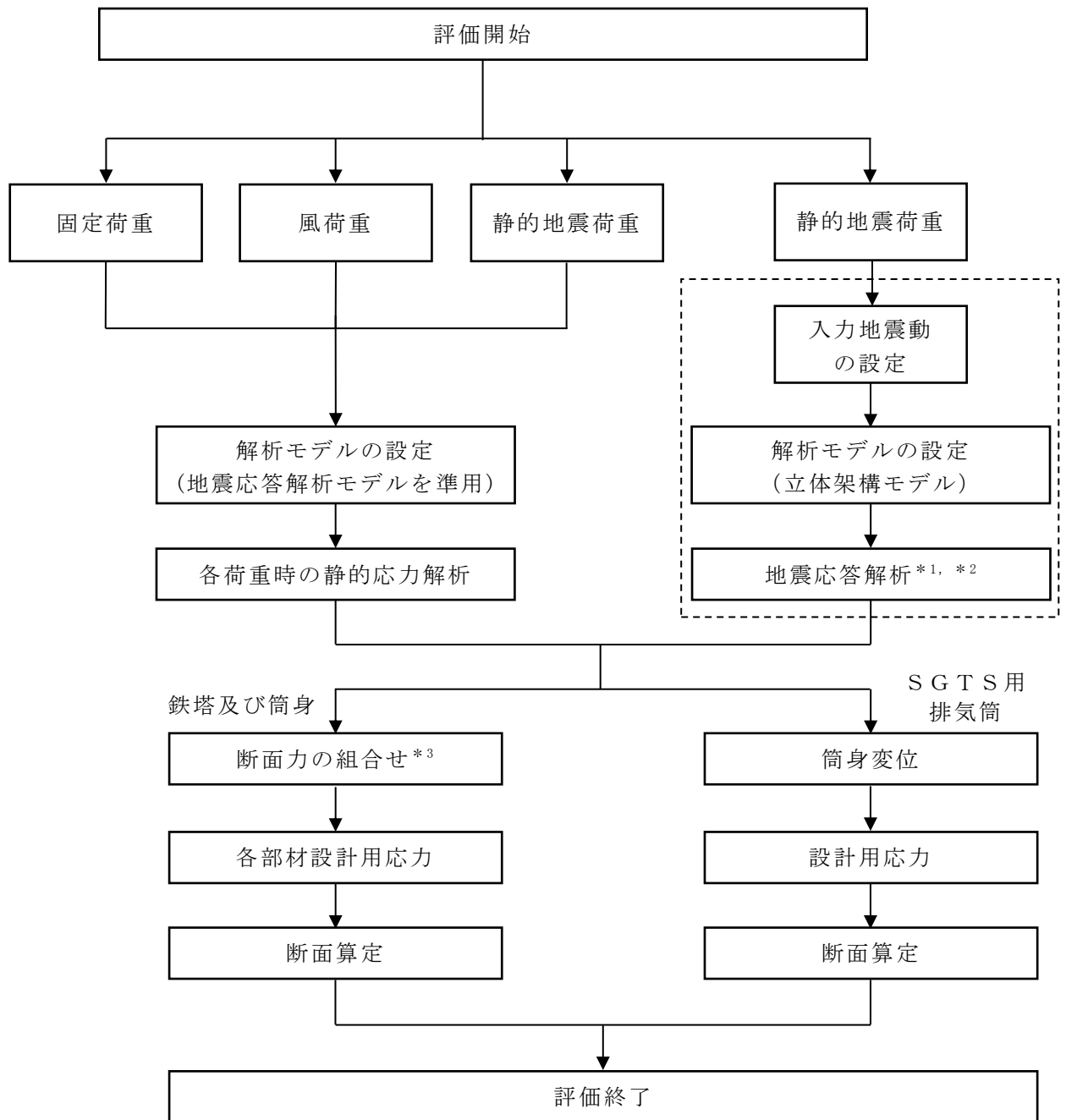
3.1 評価対象部位及び評価方針

排気筒の応力解析による評価対象部位は、鉄塔及び筒身並びにSGTS用排気筒とし、立体架構モデルを用いた応力解析により評価を行う。

鉄塔及び筒身の評価にあたっては、VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」より得られた結果及び「3.3 荷重及び荷重の組合せ」に示す風荷重による応力解析結果を用いて、各部材の断面評価を行う。

SGTS用排気筒は、筒身に支持されており、SGTS用排気筒の剛性は筒身の剛性と比べて小さいため、筒身の水平方向の変形に追従する。したがって、SGTS用排気筒の評価にあたっては、筒身の水平方向変位をSGTS用排気筒に強制的に与えることにより応力を算定し、断面の評価を行う。なお、鉛直方向の地震荷重は、鉛直震度として考慮する。

図3-1に応力解析による評価フローを示す。



注記*1：鉛直荷重を考慮した応答値
 *2：材料物性の不確かさを考慮する。
 *3：組合せは「3.3.2 荷重の組合せ」による。

：VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」の地震応答解析結果による。

図 3-1 応力解析による評価フロー

3.2 使用材料及び材料の許容応力度

鋼材は、J I S G 3 1 0 1で規定される一般構造用圧延鋼材 SS400 (SS41) * , J I S G 3 1 1 4で規定される溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材 SMA400AP (SMA41A) * , J I S G 3 4 4 4で規定される一般構造用炭素鋼鋼管 STK400 (STK41) * 及び STK490 を使用する。

また、基礎で使用するコンクリートは普通コンクリートとし、設計基準強度 F_c は 20.6 N/mm^2 とする。

各使用材料の許容応力度を表 3-1 及び表 3-2 に示す。

注記* : () 内は従来表記を示す。

表 3-1 鋼材及びボルトの許容応力度

板厚	材料	基準強度 F (N/mm ²)	許容応力度
t ≤ 40 mm	SS400 (SS41) SMA400AP (SMA41A) STK400 (STK41)	235	許容応力度は F 値より求める。
	STK490 SM490A	325	

表 3-2 コンクリートの許容応力度

(単位 : N/mm²)

$F_c = 20.6$	圧縮	せん断	付着*	
			上端筋	下端筋
長期	6.8	0.68	0.72	0.90
短期	13.6	1.02	1.05	1.35

注記* : 付着は丸鋼の許容付着応力度とし、筒身脚部のアンカーボルトの検討に用いる。

3.3 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは，VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せを用いる。

3.3.1 荷重

(1) 固定荷重

鉄塔及び筒身自重の他に，制震装置（粘性ダンパ），歩廊等の付属設備の重量を考慮する。

(2) 積載荷重

排気筒に積載物はない。また，排気筒上部に作業員が常駐することもない。よって，積載荷重は考慮しない。

(3) 積雪荷重

歩廊の床材はグレーチングのため，雪が積もらない構造となっている。よって，積雪荷重は考慮しない。

(4) 風荷重

風荷重は，「建築基準法・同施行令」に基づき次式によって算定することとし， 0° 方向及び 45° 方向について考慮する。

排気筒に作用する風圧力（ P ）は，（3.1）式によって算定する。

$$P = q \cdot C_f \cdot A \quad (3.1)$$

ここで，

$$q \quad : \text{速度圧 (N/m}^2\text{)} = 0.6 \cdot E \cdot V_0^2$$

$$V_0 \quad : \text{当該地の基準風速 (= 30 m/s)}$$

$$E \quad : \text{国土交通大臣が定める方法により算出した数値}$$

$$= E_r^2 \cdot G_f$$

$$E_r \quad : \text{平均風速の高さ方向の分布を表す係数}$$

$$= 1.7 \cdot \left(\frac{Z_b}{Z_G} \right)^\alpha \quad (H \leq Z_b)$$

$$= 1.7 \cdot \left(\frac{H}{Z_G} \right)^\alpha \quad (H > Z_b)$$

$$H \quad : \text{建築物の高さ (m) (鉄塔 : 105 m, 筒身 : 120 m)}$$

$$Z_b, Z_G, \alpha \quad : \text{地表面粗度区分に応じて示される数値}$$

$$(\text{当該地の地表面粗度区分 II : } Z_b = 5 \text{ m, } Z_G = 350 \text{ m, } \alpha = 0.15)$$

$$G_f \quad : \text{ガスト影響係数 (= 2.0)}$$

$$C_f \quad : \text{風力係数 (表 3-3 ~ 表 3-5 による)}$$

$$A \quad : \text{見付面積 (m}^2\text{)} (\text{図 3-2 による})$$

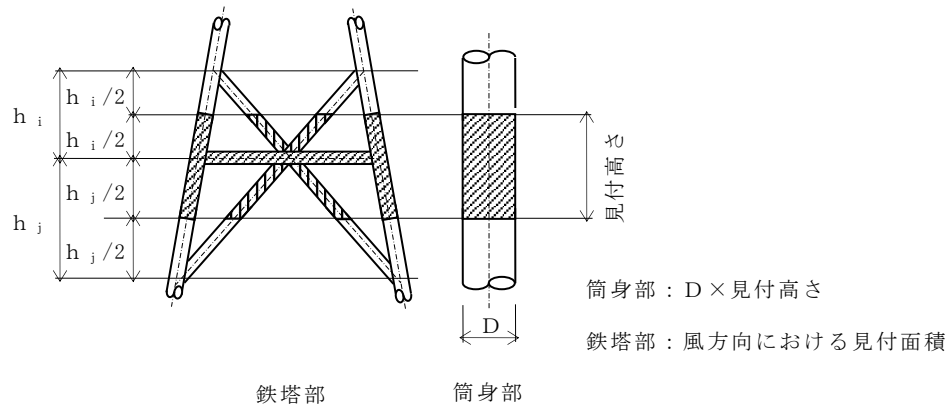


図 3-2 鉄塔及び筒身の見付面積

表 3-3 鉄塔の風力係数 C_f

種類		ϕ^*	(1)	(2)	(3)
			0.1 以下	0.1 を超え 0.6 未満	0.6
鋼管	0° (正面)		$2.2 k_z$	(1) と (3) とに掲げる数値を直線的に補間した数値	$1.5 k_z$
	45° (斜め)		$1.7 k_z$		$1.3 k_z$

注記* : 充実率 (風を受ける部分の最外縁により囲まれる面積に対する見付面積の割合)

表 3-4 筒身の風力係数 C_f

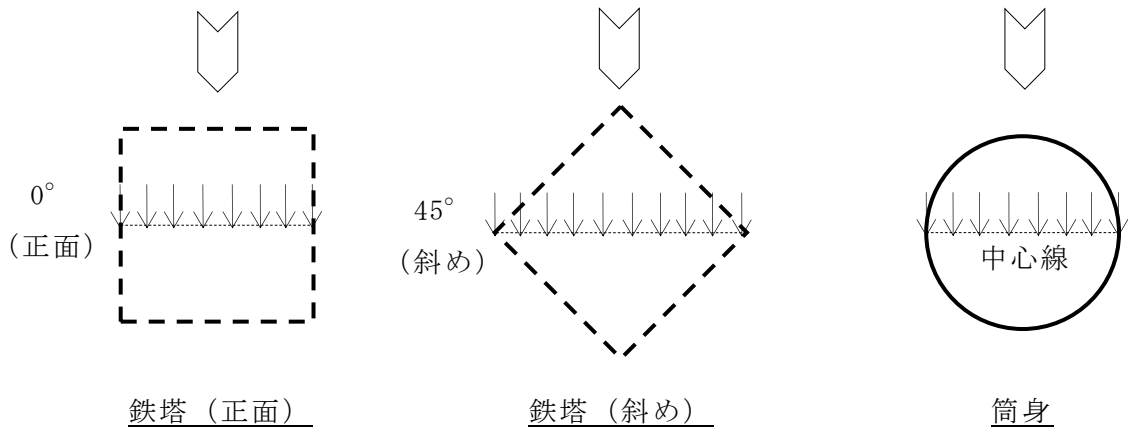
H/B^*	(1)	(2)	(3)
		1 以下	1 を超え 8 未満
C_f	$0.7 k_z$	(1) と (3) とに掲げる数値を直線的に補間した数値	$0.9 k_z$

注記* : 風向に対する見付幅 (m)

表 3-5 高さ方向係数 k_z の算出

H が Z_b 以下の場合		1.0
H が Z_b を超える場合	Z^* が Z_b 以下の場合	$\left(\frac{Z_b}{H}\right)^{2\alpha}$
	Z^* が Z_b を超える場合	$\left(\frac{Z}{H}\right)^{2\alpha}$

注記* : 当該部分の地盤面からの高さ (m)



注：風圧作用面積は、 Σ の作用する方向から見た鉄塔及び筒身の見付面積とする。

図 3-3 鉄塔及び筒身の風圧作用面積

以上より算定した風荷重を表3-6に示す。

表 3-6 風荷重計算表

鉄塔部

高さ EL (m)	速度圧 q (kN/m ²)	0° 方向風荷重			45° 方向風荷重		
		見付面積 A (m ²)	風力係数 C _f	風圧力 P (kN)	見付面積 A (m ²)	風力係数 C _f	風圧力 P (kN)
113.5	2.175	5.2	1.88	22	7.9	1.49	26
109.4	2.175	10.4	2.03	46	17.2	1.57	59
99.9	2.175	16.4	1.99	71	27.8	1.53	93
89.2	2.175	24.9	1.88	102	42.4	1.45	134
76.8	2.175	33.2	1.80	130	57.0	1.38	172
62.2	2.175	45.6	1.68	167	77.7	1.29	219
45.0	2.175	45.9	1.50	150	77.3	1.15	194
34.5	2.175	46.3	1.33	134	75.5	1.03	170
23.9	2.175	53.5	1.17	137	86.3	0.91	171
8.5	2.175	25.4	0.87	49	41.4	0.67	61

筒身部

高さ EL (m)	速度圧 q (kN/m ²)	0° 方向風荷重			45° 方向風荷重		
		見付面積 A (m ²)	風力係数 C _f	風圧力 P (kN)	見付面積 A (m ²)	風力係数 C _f	風圧力 P (kN)
128.5	2.264	24.9	0.90	51	24.9	0.90	51
113.5	2.264	31.8	0.86	62	31.8	0.86	62
109.4	2.264	23.0	0.85	45	23.0	0.85	45
99.9	2.264	33.2	0.83	63	33.2	0.83	63
89.2	2.264	38.1	0.80	70	38.1	0.80	70
76.8	2.264	44.8	0.76	78	44.8	0.76	78
62.2	2.264	53.1	0.71	86	53.1	0.71	86
45.0	2.264	45.7	0.63	66	45.7	0.63	66
34.5	2.264	35.1	0.57	46	35.1	0.57	46
23.9	2.264	42.7	0.49	48	42.7	0.49	48
8.8	2.264	25.0	0.49	28	25.0	0.49	28

(5) 地震荷重

地震荷重は、VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」による動的地震力及び静的地震力を考慮する。

3.3.2 荷重の組合せ

荷重の組合せは、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表3-7に示す荷重の組合せを用いる。

表 3-7 荷重の組合せ

荷重状態	荷重の組合せ	水平荷重方向
S _s 地震時 S _d 地震時*	G + S _{s1}	0° 方向
		45° 方向
	G + S _{s2}	方位に準じる
暴風時	G + W	0° 方向
		45° 方向

注：記号の説明

G : 固定荷重

S_{s1} : 方向性のない地震動 (S_s-D, S_s-N1, S_d-D, S_d-N1, S_d-1) 又は静的地震力による地震荷重

S_{s2} : 方向性のある地震動 (S_s-F1, S_s-F2, S_s-N2, S_d-F1, S_d-F2, S_d-N2) による地震荷重

W : 風荷重

注記* : SGT S用排気筒の許容限界は短期許容応力度とし、基準地震動S_sにより生じる応力が短期許容応力度を超えないことを確認することで弾性設計用地震動S_dによる評価は省略する。

3.4 許容限界

排気筒の鉄塔及び筒身並びにSGTS用排気筒の許容限界は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、表3-8及び表3-9のとおり設定する。

表3-8 応力評価における許容限界（設計基準対象施設としての評価）

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界（評価基準値）
—	構造強度を有すること	基準地震動 S_s	鉄塔及び筒身	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	終局耐力に対して適切な安全裕度を有する許容限界 ^{*1, *2}
			SGTS用排気筒		
		弾性設計用地震動 S_d 及び静的地震力	SGTS用排気筒	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	短期許容応力度 ^{*3}
支持機能	機器・配管系の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 S_s	鉄塔及び筒身	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	終局耐力に対して適切な安全裕度を有する許容限界 ^{*1}

注記*1：許容限界は終局耐力に対して適切な裕度を有する弾性限強度を用いる。鋼材の基準強度を「平12建告第2464号」に準拠して $1.1F$ と読み替え、鉄塔の許容限界は「平13国交告第1024号」による材料強度、筒身の許容限界は「容器構造設計指針・同解説（（社）日本建築学会，2010改定）」（以下「容器構造設計指針」という。）によって求めた地震時許容応力度とする。

*2：SGTS用排気筒の許容限界は更なる裕度を考慮して短期許容応力度とする。

*3：基準地震動 S_s により生じる応力が短期許容応力度を超えないことを確認することで弾性設計用地震動 S_d による評価は省略する。

表 3-9 応力評価における許容限界（重大事故等対処施設としての評価）

要求機能	機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界（評価基準値）
—	構造強度を有すること	基準地震動 S _s	鉄塔及び筒身 S G T S 用排気筒	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	終局耐力に対して適切な安全裕度を有する許容限界*
支持機能	機器・配管系の設備を支持する機能を損なわないこと	基準地震動 S _s	鉄塔及び筒身	部材に生じる応力が構造強度を確保するための許容限界を超えないことを確認	終局耐力に対して適切な安全裕度を有する許容限界*

注記*：許容限界は終局耐力に対して適切な裕度を有する弾性限強度を用いる。鋼材の基準強度を「平 12 建告第 2464 号」に準拠して 1.1F と読み替え、鉄塔の許容限界は「平 13 国交告第 1024 号」による材料強度、筒身の許容限界は「容器構造設計指針」によって求めた地震時許容応力度とする。

3.5 応力解析による評価方法

3.5.1 応力解析方法

排気筒の断面の評価に用いる応力は、VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」で用いた立体架構モデルによる弾性応力解析により算定する。排気筒の応力解析モデルを図 3-4 に示す。解析には、解析コード「SNAP-LE」を用いる。評価に用いる解析コードの検証，妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

なお，動的地震荷重については，VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」の地震応答解析結果を用いる。

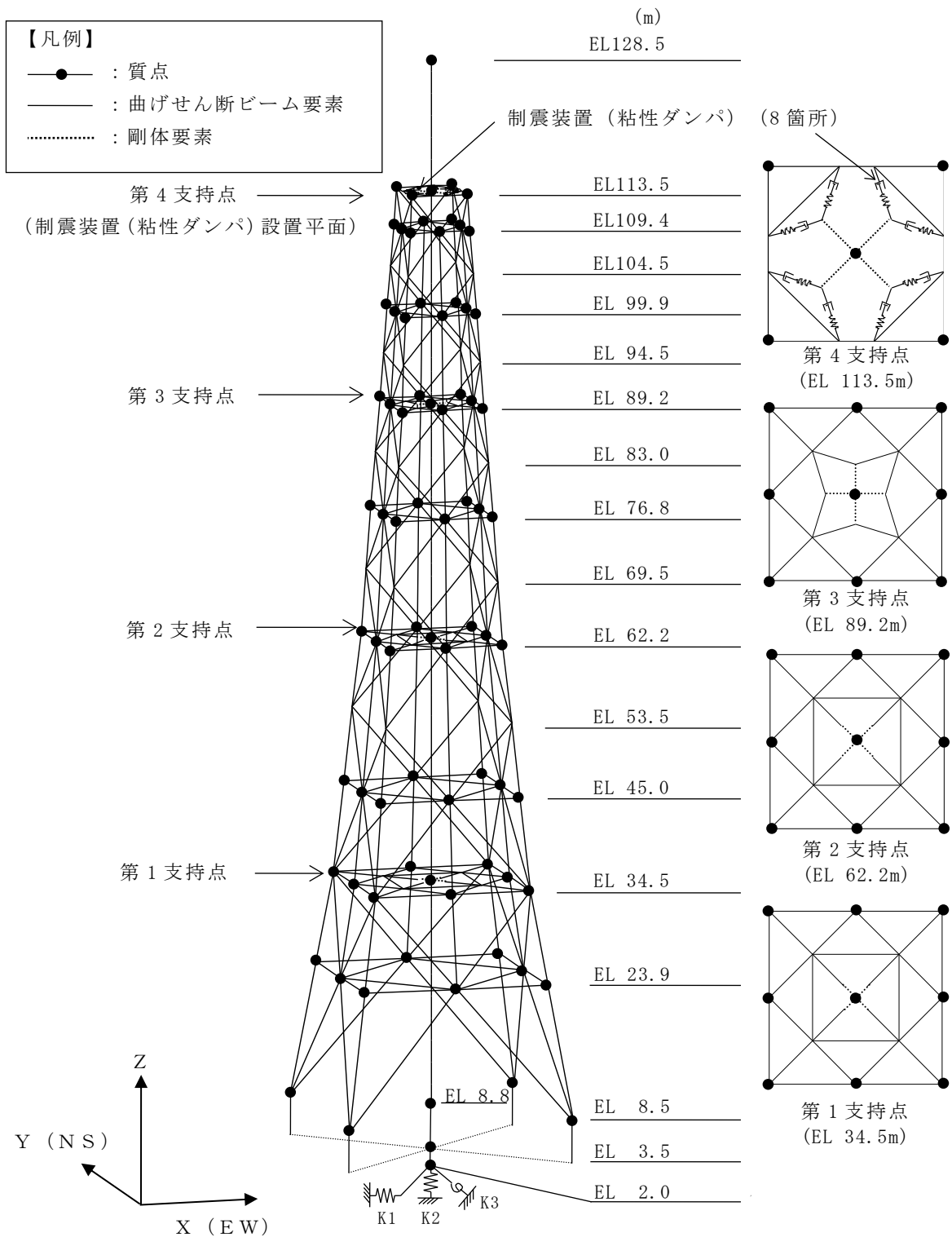


図 3-4 応力解析モデル

3.5.2 断面の評価方法

「3.3 荷重及び荷重の組合せ」により組み合わせた荷重に対して鉄塔及び筒身の各部材の断面評価を次のとおり行う。

(1) 鉄塔に対する断面の評価方法

鉄塔を構成する支柱材，斜材，水平材及び補助柱材の断面算定は，以下の式により行う。

なお，断面性能の算定において腐食代は考慮しない。

$$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b} \leq 1 \quad (\text{支柱材，水平材})$$

$$\frac{\sigma_c}{f_c} \leq 1 \quad (\text{斜材，補助柱材})$$

ここで，

σ_c : 圧縮応力度 ($\sigma_c = N/A$) (N/mm^2)

N : 圧縮力 (N)

A : 断面積 (mm^2)

σ_b : 曲げ応力度 ($\sigma_b = M/Z_t$) (N/mm^2)

M : 曲げモーメント ($N\cdot m$)

Z_t : 断面係数 (mm^3)

f_c : 許容圧縮応力度 (N/mm^2)

f_b : 許容曲げ応力度 (N/mm^2)

f_c 及び f_b は「平 13 国交告第 1024 号」による材料強度の評価式に「平 12 建告第 2464 号」に基づき F 値×1.1 を適用して算定する。

(2) 筒身に対する断面の評価方法

筒身部材の断面算定は、「容器構造設計指針」に準拠して以下の式により行う。
なお、断面性能の算定において腐食代 2mm（内側 1mm，外側 1mm）を考慮する。

$$\frac{\sigma_c}{c f_{c r}} + \frac{\sigma_b}{b f_{c r}} \leq 1$$

ここで、

σ_c : 圧縮応力度 ($\sigma_c = N / A$) (N/mm²)

N : 圧縮力 (N)

A : 円筒の断面積 (mm²)

σ_b : 曲げ応力度 ($\sigma_b = M / Z_c$) (N/mm²)

M : 曲げモーメント (N・m)

Z_c : 断面係数 (mm³)

$c f_{c r}$: 局部座屈を考慮した圧縮応力度に対する許容値 (N/mm²)

$b f_{c r}$: 局部座屈を考慮した曲げ応力度に対する許容値 (N/mm²)

$c f_{c r}$ 及び $b f_{c r}$ は「容器構造設計指針」による許容応力度の評価式に「平 12 建告第 2464 号」に基づき F 値×1.1 を適用して算定する。

4. 部材応力

「3. 応力解析による評価方針」で示した解析により求まる各部材の評価用応力を表 4-1～表 4-5 に示す。

主 柱 材	表 4-1
斜 材	表 4-2
水 平 材	表 4-3
補助柱材	表 4-4
筒 身	表 4-5

なお、評価用応力は、表 3-7 に示した荷重の組合せのうち応力度比が最大となる解析ケースの応力を用いることとし、表 4-1～表 4-5 に併せて示す。

また、地震荷重については、応力度比が最大となる地震動及び地震応答解析ケースを示す。

表 4-1 主柱材応力

高さ EL (m)	部材間	風荷重* ¹				地震荷重* ¹			評価用応力* ¹	
		0° 方向		45° 方向		N (kN)	M (kN・m)	地震動 (ケース) (方向)* ²	N (kN)	M (kN・m)
		N (kN)	M (kN・m)	N (kN)	M (kN・m)					
113.5- 104.5	B-D	36.7	1.1	32.9	1.4	<u>168.8</u>	<u>3.5</u>	S s - N 1 (ケース 4) (45° 方向)	168.8	3.5
104.5- 94.5	D-F	77.3	2.5	99.4	1.2	<u>468.4</u>	<u>8.1</u>	S s - N 1 (ケース 4) (45° 方向)	468.4	8.1
94.5- 83.0	F-H	105.7	5.6	143.7	3.3	<u>672.3</u>	<u>13.0</u>	S s - N 1 (ケース 5) (45° 方向)	672.3	13.0
83.0- 69.5	H-J	348.9	9.7	502.7	11.3	<u>919.7</u>	<u>19.6</u>	S s - N 1 (ケース 5) (45° 方向)	919.7	19.6
69.5- 53.5	J-L	680.8	18.0	992.8	25.2	<u>1408.8</u>	<u>43.3</u>	S s - D (ケース 5) (45° 方向)	1408.8	43.3
53.5- 34.5	L-N	1097.1	21.4	1623.1	31.0	<u>2043.5</u>	<u>46.3</u>	S s - D (ケース 5) (45° 方向)	2043.5	46.3
34.5- 8.5	N-P	1943.0	23.4	2801.0	30.9	<u>3218.8</u>	<u>46.1</u>	S s - N 2 (ケース 4)	3218.8	46.1

注記*1：固定荷重による影響を含む。

*2：方向性のない地震動によるケースについては、水平方向地震動の入力方向を示す。

注：下線部は断面算定に用いた値を示す。

記号の説明

N：軸力（圧縮を正とする）

M：曲げモーメント

表 4-2 斜材応力

高さ EL (m)	部材間	風荷重*1		地震荷重*1		評価用応力*1 N (kN)
		0° 方向	45° 方向	N (kN)	地震動 (ケース) (方向)*2	
		N (kN)	N (kN)			
113.5- 99.9	B-E	25.5	30.2	<u>207.5</u>	S s - N 1 (ケース 4) (0° 方向)	207.5
99.9- 89.2	E-G	51.4	79.7	<u>258.7</u>	S s - N 1 (ケース 5) (45° 方向)	258.7
89.2- 76.8	G-I	268.8	297.5	<u>426.0</u>	S s - D (ケース 5) (45° 方向)	426.0
76.8- 62.2	I-K	286.2	308.8	<u>420.4</u>	S s - D (ケース 5) (0° 方向)	420.4
62.2- 45.0	K-M	266.1	245.6	<u>527.2</u>	S s - N 1 (ケース 4) (0° 方向)	527.2
45.0- 23.9	M-O	337.2	490.7	<u>697.1</u>	S s - N 2 (ケース 4)	697.1
23.9- 8.5	O-P	547.5	664.5	<u>1018.0</u>	S s - N 1 (ケース 4) (0° 方向)	1018.0

注記*1：固定荷重による影響を含む。

*2：方向性のない地震動によるケースについては、水平方向地震動の入力方向を示す。

注：下線部は断面算定に用いた値を示す。

記号の説明

N：軸力（圧縮を正とする）

表4-3 水平材応力

高さ EL (m)	部材 位置	風荷重* ¹				地震荷重* ¹			評価用応力* ¹	
		0° 方向		45° 方向		N (kN)	M (kN・m)	地震動 (ケース) (方向)* ²	N (kN)	M (kN・m)
		N (kN)	M (kN・m)	N (kN)	M (kN・m)					
113.5	B	-5.5	22.1* ³	-3.5	22.1* ³	<u>47.8</u>	46.5* ³	S s - N 1 (ケース 5) (0° 方向)	47.8	46.5* ³
			0.0* ⁴		0.0* ⁴		57.9* ⁴			57.9* ⁴
109.4	C	12.6	0.1	11.7	0.1	<u>48.2</u>	<u>0.1</u>	S s - N 1 (ケース 5) (0° 方向)	48.2	0.1
99.9	E	18.5	0.1	17.8	0.1	<u>35.5</u>	<u>0.1</u>	S s - N 1 (ケース 5) (0° 方向)	35.5	0.1
89.2	G	93.8	0.3	120.4	0.9	<u>169.1</u>	<u>1.5</u>	S s - D (ケース 5) (45° 方向)	169.1	1.5
76.8	I	34.8	0.1	35.1	0.8	<u>38.5</u>	<u>1.1</u>	S s - N 2 (ケース 5)	38.5	1.1
62.2	K	23.6	1.0	40.1	0.9	<u>167.1</u>	<u>0.9</u>	S s - N 1 (ケース 5) (45° 方向)	167.1	0.9
45.0	M	47.8	0.0	47.1	0.2	<u>106.9</u>	<u>0.3</u>	S s - F 2 (ケース 3)	106.9	0.3
34.5	N	91.7	5.4	70.9	4.6	<u>126.9</u>	<u>9.0</u>	S s - D (ケース 5) (0° 方向)	126.9	9.0
23.9	O	60.6	0.3	56.8	1.4	<u>189.5</u>	<u>1.5</u>	S s - F 2 (ケース 3)	189.5	1.5

注記*1：固定荷重による影響を含む。

*2：方向性のない地震動によるケースについては、水平方向地震動の入力方向を示す。

*3：強軸まわりの曲げモーメントを示す。

*4：弱軸まわりの曲げモーメントを示す。

注：下線部は断面算定に用いた値を示す。

記号の説明

N：軸力（圧縮を正とする）

M：曲げモーメント

表 4-4 補助柱材応力

高さ EL (m)	部材間	風荷重*1		地震荷重*1		評価用応力*1 N (kN)
		0° 方向	45° 方向	N (kN)	地震動 (ケース) (方向)*2	
		N (kN)	N (kN)			
109.4- 99.9	C-E	47.4	44.8	<u>227.4</u>	S s - N 1 (ケース 4) (0° 方向)	227.4
99.9- 89.2	E-G	155.5	140.3	<u>529.2</u>	S s - N 1 (ケース 5) (0° 方向)	529.2
89.2- 76.8	G-I	444.8	379.4	<u>987.0</u>	S s - N 1 (ケース 5) (0° 方向)	987.0
76.8- 62.2	I-K	825.3	691.8	<u>1387.4</u>	S s - N 1 (ケース 5) (0° 方向)	1387.4
62.2- 45.0	K-M	1064.6	897.6	<u>1586.9</u>	S s - D (ケース 5) (0° 方向)	1586.9
45.0- 34.5	M-N	677.7	576.7	<u>936.5</u>	S s - D (ケース 5) (0° 方向)	936.5
34.5- 23.9	N-O	710.0	608.4	<u>982.0</u>	S s - D (ケース 5) (0° 方向)	982.0

注記*1：固定荷重による影響を含む。

*2：方向性のない地震動によるケースについては、水平方向地震動の入力方向を示す。

注：下線部は断面算定に用いた値を示す。

記号の説明

N：軸力（圧縮を正とする）

表 4-5 筒身応力

高さ EL (m)	部材間	風荷重* ¹				地震荷重* ¹			評価用応力* ¹	
		0° 方向		45° 方向		N (kN)	M (kN・m)	地震動 (ケース) (方向)* ²	N (kN)	M (kN・m)
		N (kN)	M (kN・m)	N (kN)	M (kN・m)					
128.5- 113.5	A-B	93.7	701.3	93.7	702.0	<u>184.6</u>	<u>3323.5</u>	S s - F 2 (ケース 3)	184.6	3323.5
113.5- 89.2	B-G	321.4	4818.3	321.4	4825.2	<u>685.6</u>	<u>11509.1</u>	S s - N 2 (ケース 5)	685.6	11509.1
89.2- 62.2	G-K	611.8	4824.2	611.8	4835.6	<u>1257.2</u>	<u>11374.0</u>	S s - N 2 (ケース 5)	1257.2	11374.0
62.2- 34.5	K-N	935.3	715.6	935.3	788.4	<u>1888.6</u>	<u>2122.1</u>	S s - N 1 (ケース 5) (0° 方向)	1888.6	2122.1
34.5- 8.8	N-P	1240.9	843.7	1240.9	981.6	<u>2736.3</u>	<u>1867.9</u>	S s - D (ケース 3) (0° 方向)	2736.3	1867.9

注記*1：固定荷重による影響を含む。

*2：方向性のない地震動によるケースについては、水平方向地震動の入力方向を示す。

注：下線部は断面算定に用いた値を示す。

記号の説明

N：軸力（圧縮を正とする）

M：曲げモーメント

5. 鉄塔及び筒身の応力評価結果

表 4-1～表 4-5 の評価用応力に対して、「3.5.2 断面の評価方法」に基づき各部材の断面算定を行う。

各部材の断面算定結果を表 5-1～表 5-5 に示す。

主 柱 材	表 5-1
斜 材	表 5-2
水 平 材	表 5-3
補助柱材	表 5-4
筒 身	表 5-5

各部材に生じる応力が許容限界を超えないことを確認した。

表 5-1 主柱材の断面算定結果 (STK400, SS400)

高さ EL (m)	部材間	評価用応力		使用部材				ℓ_k (mm)	λ	f_c (N/mm ²)	f_b (N/mm ²)	σ_c (N/mm ²)	σ_b (N/mm ²)	$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$
		N (kN)	M (kN・m)	寸法 (mm)	A (mm ²)	Z ($\times 10^3$ mm ³)	i (mm)							
113.5- 104.5	B-D	168.8	3.5	$\phi 267.4 \times 6.6$	5408	344	92.2	4883	53	235	258	31	10	0.18
104.5- 94.5	D-F	468.4	8.1	$\phi 267.4 \times 6.6$	5408	344	92.2	5405	59	230	258	87	24	0.48
94.5- 83.0	F-H	672.3	13.0	$\phi 355.6 \times 6.4$	7021	602	123.5	6210	50	238	258	96	22	0.49
83.0- 69.5	H-J	919.7	19.6	$\phi 406.4 \times 7.9$	9890	967	140.9	7294	52	236	258	93	20	0.48
69.5- 53.5	J-L	1408.8	43.3	$\phi 508.0 \times 9.5$	14880	1820	176.3	8820	50	238	258	95	24	0.50
53.5- 34.5	L-N	2043.5	46.3	$\phi 609.6 \times 12.7$	23820	3480	211.1	10583	50	238	258	86	13	0.42
34.5- 8.5	N-P	3218.8	46.1	$\phi 711.2 \times 12.7^*$	45470	6570	256.5	15723	61	228	258	71	7	0.34

注記* : 補強リブ 8PLs-22 \times 100 (SS400)付きの鋼管とする。

注 : 許容応力度は材料強度評価に基づく。

記号の説明

N : 軸力 (圧縮を正とする)

f_c : 許容圧縮応力度

M : 曲げモーメント

f_b : 許容曲げ応力度

A : 断面積

σ_c : 圧縮応力度 (N/A)

Z : 断面係数

σ_b : 曲げ応力度 (M/Z)

i : 断面二次半径

ℓ_k : 座屈長さ

λ : 細長比 (ℓ_k / i)

表5-2 斜材の断面算定結果 (STK400)

高さ EL (m)	部材間	評価用応力	使用部材			ℓ_k (mm)	λ	f_c (N/mm ²)	σ_c (N/mm ²)	$\frac{\sigma_c}{f_c}$
		N (kN)	寸法 (mm)	A (mm ²)	i (mm)					
113.5- 99.9	B-E	207.5	ϕ 216.3×5.8	3836	74.5	6192	83	203	54	0.27
99.9- 89.2	E-G	258.7	ϕ 267.4×6.6	5408	92.2	6996	76	212	48	0.23
89.2- 76.8	G-I	426.0	ϕ 267.4×6.6	5408	92.2	8080	88	196	79	0.41
76.8- 62.2	I-K	420.4	ϕ 318.5×6.9	6755	110.2	9459	86	199	62	0.32
62.2- 45.0	K-M	527.2	ϕ 355.6×7.9	8629	123.0	11414	93	189	61	0.33
45.0- 23.9	M-O	697.1	ϕ 457.2×9.5	13360	158.3	13860	88	196	52	0.27
23.9- 8.5	O-P	1018.0	ϕ 558.8×9.5	16390	194.2	20264	104	172	62	0.37

注：許容応力度は材料強度評価に基づく。

記号の説明

N : 軸力 (圧縮を正とする)

f_c : 許容圧縮応力度

A : 断面積

σ_c : 圧縮応力度 (N/A)

i : 断面二次半径

ℓ_k : 座屈長さ

λ : 細長比 (ℓ_k / i)

表 5-3 水平材の断面算定結果 (STK400, SS400)

高さ EL (m)	部材 位置	評価用応力		使用部材				ℓ_k (mm)	λ	f_c (N/mm ²)	f_b (N/mm ²)	σ_c (N/mm ²)	σ_b (N/mm ²)	$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$
		N (kN)	M (kN・m)	寸法 (mm)	A (mm ²)	Z ($\times 10^3 \text{mm}^3$)	i (mm)							
113.5	B	47.8	46.5 ^{*1} 57.9 ^{*2}	H-450×300×10×15 ^{*3}	13200	2170 ^{*4} 450 ^{*5}	71.5 ^{*6}	6500	91	192	258	4	150 ^{*7}	0.61
109.4	C	48.2	0.1	φ216.3×5.8	3836	197	74.5	3512	47	240	258	13	1	0.06
99.9	E	35.5	0.1	φ216.3×5.8	3836	197	74.5	4114	55	234	258	9	1	0.05
89.2	G	169.1	1.5	φ267.4×6.6	5408	344	92.2	4792	52	236	258	31	4	0.15
76.8	I	38.5	1.1	φ267.4×6.6	5408	344	92.2	5580	61	228	258	7	3	0.05
62.2	K	167.1	0.9	φ318.5×6.9	6755	515	110.2	6500	59	230	258	25	2	0.12
45.0	M	106.9	0.3	φ318.5×6.9	6755	515	110.2	8054	73	215	258	16	1	0.08
34.5	N	126.9	9.0	φ609.6×9.5	17910	2650	212.2	9000	42	244	258	7	3	0.05
23.9	O	189.5	1.5	φ406.4×9.5	11850	1150	140.4	10636	76	212	258	16	1	0.08

注記*1：強軸まわりの曲げモーメントを示す。

*2：弱軸まわりの曲げモーメントを示す。

*3：材質はSS400とする（注記のない部材の材質はSTK400）。

*4：強軸まわりの断面係数を示す。

*5：弱軸まわりの断面係数を示す。

*6：最小断面二次半径とする。

*7：H形鋼における σ_b は2軸の足し合わせとする。

注：許容応力度は材料強度評価に基づく。

記号の説明

N：軸力（圧縮を正とする） λ ：細長比 (ℓ_k / i)

M：曲げモーメント f_c ：許容圧縮応力度

A：断面積 f_b ：許容曲げ応力度

Z：断面係数 σ_c ：圧縮応力度 (N/A)

i：断面二次半径 σ_b ：曲げ応力度 (M/Z)

ℓ_k ：座屈長さ

表 5-4 補助柱材の断面算定結果 (STK400, STK490)

高さ EL (m)	部材間	評価用応力	使用部材			ℓ_k (mm)	λ	f_c (N/mm ²)	σ_c (N/mm ²)	$\frac{\sigma_c}{f_c}$
		N (kN)	寸法 (mm)	A (mm ²)	i (mm)					
109.4- 99.9	C-E	227.4	ϕ 267.4×6.0	4927	92.4	9499	103	174	46	0.27
99.9- 89.2	E-G	529.2	ϕ 318.5×6.0	5891	110.5	10720	97	183	90	0.50
89.2- 76.8	G-I	987.0	ϕ 711.2×7.9	17450	248.7	12445	50	238	57	0.24
76.8- 62.2	I-K	1387.4	ϕ 609.6×12.7	23820	211.1	14545	69	220	58	0.27
62.2- 45.0	K-M	1586.9	ϕ 762.0×12.7*	29900	265.0	17321	65	293	53	0.19
45.0- 34.5	M-N	936.5	ϕ 609.6×12.7*	23820	211.1	10541	50	319	39	0.13
34.5- 23.9	N-O	982.0	ϕ 609.6×12.7*	23820	211.1	10762	51	317	41	0.13

注記* : 材質は STK490 とする (注記のない部材の材質は STK400)。

注 : 許容応力度は材料強度評価に基づく。

記号の説明

N : 軸力 (圧縮を正とする)

λ : 細長比 (ℓ_k / i)

A : 断面積

f_c : 許容圧縮応力度

i : 断面二次半径

σ_c : 圧縮応力度 (N/A)

ℓ_k : 座屈長さ

表 5-5 筒身の断面算定結果 (SMA400A)

高さ EL (m)	部材間	評価用応力		使用部材*			$c f_{c r}$ (N/mm ²)	$b f_{c r}$ (N/mm ²)	σ_c (N/mm ²)	σ_b (N/mm ²)	$\frac{\sigma_c}{c f_{c r}} + \frac{\sigma_b}{b f_{c r}}$
		N (kN)	M (kN・m)	寸法 (mm)	A (mm ²)	Z ($\times 10^3 \text{mm}^3$)					
128.5- 113.5	A-B	184.6	3323.5	$\phi 3320 \times 10$	83189	68700	196	209	2	48	0.24
113.5- 89.2	B-G	685.6	11509.1						8	168	0.85
89.2- 62.2	G-K	1257.2	11374.0						15	166	0.88
62.2- 34.5	K-N	1888.6	2122.1						23	31	0.27
34.5- 8.8	N-P	2736.3	1867.9						33	27	0.30

注記* : 腐食代 2mm (内側 : 1mm, 外側 : 1mm) を考慮した断面により算定した断面性能により断面算定

注 : 許容応力度は材料強度評価に基づく。

記号の説明

N : 軸力 (圧縮を正とする)

M : 曲げモーメント

A : 断面積

Z : 断面係数

$c f_{c r}$: 局部座屈を考慮した圧縮応力度に対する許容値

$b f_{c r}$: 局部座屈を考慮した曲げ応力度に対する許容値

σ_c : 圧縮応力度 (N/A)

σ_b : 曲げ応力度 (M/Z)

6. 鉄塔脚部及び筒身脚部の断面評価

6.1 評価方法

脚部の断面算定に用いる評価用応力は、立体架構モデルを用いた応力解析により得られた脚部反力を用いて算定する。

なお、動的地震荷重については、VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」の地震応答解析結果を用いる。

6.2 鉄塔脚部の評価

(1) 鉄塔脚部の概要

鉄塔脚部の概要図を図 6-1 に示す。

なお、鉄塔脚部は竜巻に対する補強を行っており、既設部の断面には期待せず、補強部のみの評価を行う。

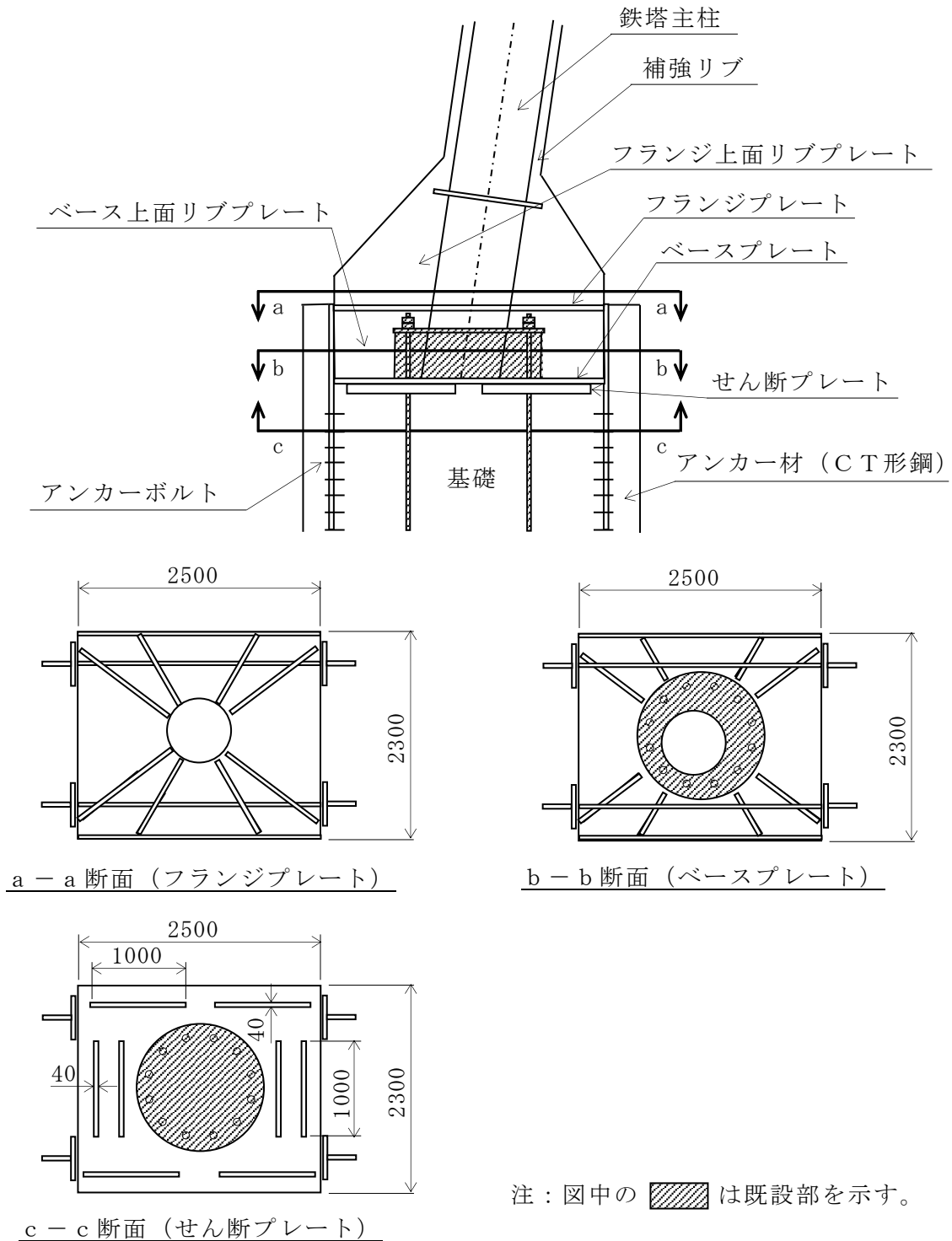


図 6-1 鉄塔脚部の概要図 (単位: mm)

(2) 評価用応力

評価用応力は地震荷重及び風荷重による発生応力の最大値とする。

鉄塔脚部の評価用応力を表 6-1 に示す。

表 6-1 鉄塔脚部の評価用応力

部材力	地震荷重 *1		風荷重 *1		評価用応力
		地震動 (ケース)	0° 方向	45° 方向	
圧縮側軸力 N_c (kN) *2	<u>4481.4</u>	S s - N 2 (ケース 4)	2746.4	3894.5	4481.4
引張側軸力 N_t (kN) *2	<u>-2551.2</u>	S s - N 2 (ケース 4)	-816.2	-1964.3	-2551.2
せん断力 Q (kN)	<u>1643.0</u>	S s - N 2 (ケース 3)	915.9	1321.4	1643.0
曲げモーメント M (kN・m)	0	-	0	0	0

注記*1：固定荷重による影響を含む。

*2：圧縮を正とする。

注：下線部は断面算定に用いた値を示す。

(3) せん断プレートの評価

a. コンクリートの圧縮応力度に対する評価

せん断プレートの概要図を図 6-2 に示す。

鉄塔脚部に作用する水平力は、せん断プレートの抵抗力によって基礎に伝達される。ここでは、せん断プレート側面のコンクリートについて、せん断プレートを介して圧縮応力度が作用するものとして評価を行う。評価においては、鉄塔脚部に作用する水平力を各方向 4 枚のせん断プレートで均等に負担するものとする。

$$f_c = 13.6 \text{ N/mm}^2$$

$$Q_s = \frac{Q}{n} = \frac{1643}{4} = 411 \text{ kN/枚}$$

$$\sigma_c = \frac{Q_s}{L \cdot b}$$

ここで、

f_c : コンクリートの許容圧縮応力度 (N/mm²)

Q_s : せん断プレート 1 枚あたりの水平力 (kN/枚)

Q : 鉄塔脚部のせん断力 (kN)

n : せん断プレートの枚数 (枚)

σ_c : 圧縮応力度 (N/mm²)

L : せん断プレートの長さ (mm)

b : せん断プレートの幅 (深さ) (mm)

以上より、

$$\sigma_c = \frac{411 \times 1000}{1000 \times 80} = 5.2 \text{ N/mm}^2 \leq 13.6 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

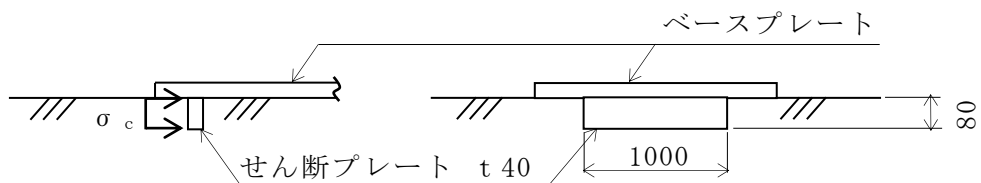


図 6-2 せん断プレートの概要図 (単位: mm)

b. せん断プレートの曲げ応力度に対する評価

ここでは、せん断プレートの曲げ応力度の評価を行う。評価においては、鉄塔脚部に作用する水平力を各方向4枚のせん断プレートで均等に負担するものとする。また、水平力の作用位置は、せん断プレートの幅（深さ）方向の中央に作用するものとする。

$$f_b = 1.1 \cdot F = 357 \text{ N/mm}^2$$

$$M_s = Q_s \cdot \frac{b}{2} = 411 \times \frac{80}{2} = 16440 \text{ kN}\cdot\text{mm/枚}$$

$$Z = \frac{L \cdot t^2}{6} = \frac{1000 \times 40^2}{6} = 267000 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_b = \frac{M_s}{Z}$$

ここで、

f_b : 鋼材の許容曲げ応力度 (N/mm²)

F : 鋼材の基準強度 (N/mm²)

M_s : せん断プレート1枚あたりの曲げモーメント (kN・mm/枚)

Q_s : せん断プレート1枚あたりの水平力 (kN/枚)

b : せん断プレートの幅（深さ） (mm)

L : せん断プレートの長さ (mm)

t : せん断プレートの板厚 (mm)

σ_b : 曲げ応力度 (N/mm²)

Z : せん断プレートの断面係数 (mm³)

以上より、

$$\sigma_b = \frac{16440 \times 1000}{267000} = 62 \text{ N/mm}^2 \leq 357 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

(4) フランジプレート及びベースプレートの評価

a. コンクリートの圧縮応力度に対する評価

コンクリートに作用する圧縮力の概要図を図 6-3 に示す。

ここでは、鉄塔脚部に作用する圧縮力に対して、ベースプレート下面のコンクリートの圧縮応力度の評価を行う。評価においては、圧縮力がウェブプレート間の図 6-3 に示すコンクリート圧縮領域に作用するものとする。

$$f_c = 13.6 \text{ N/mm}^2$$

$$A = 2 \cdot L \cdot L_b = 2 \times 382 \times 2500 = 1910000 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_c = \frac{N_c}{A}$$

ここで、

f_c : コンクリートの許容圧縮応力度 (N/mm²)

A : 圧縮領域の面積 (mm²)

L : ウェブプレート間の距離 (mm)

L_b : ベースプレートの長さ (mm)

σ_c : 圧縮応力度 (N/mm²)

N_c : 鉄塔脚部の圧縮力 (kN)

以上より、

$$\sigma_c = \frac{4481.4 \times 1000}{1910000} = 2.4 \text{ N/mm}^2 \leq 13.6 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

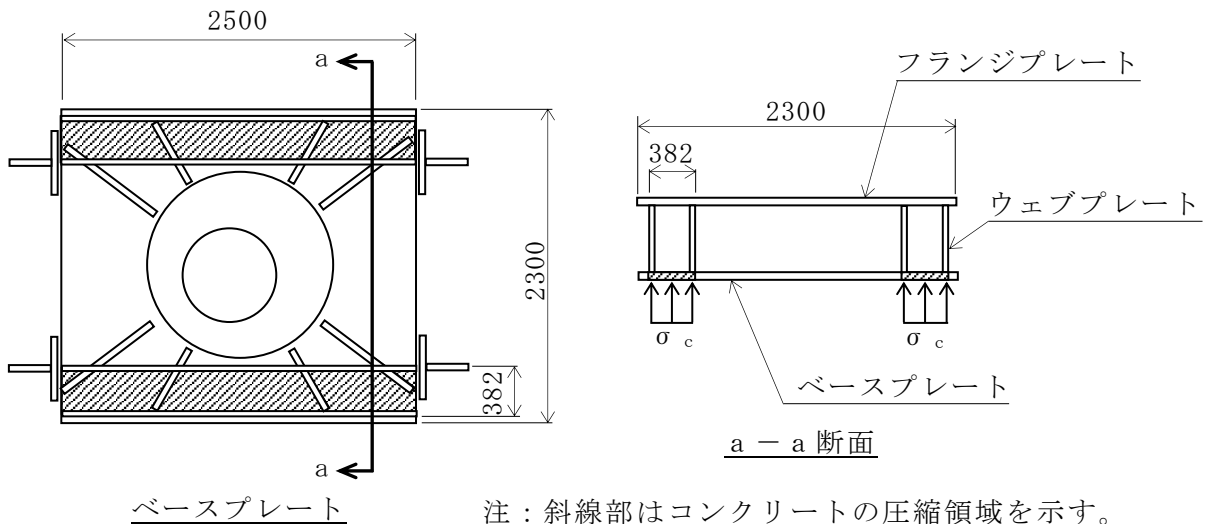


図 6-3 コンクリートに作用する圧縮力の概要図 (単位: mm)

- b. フランジプレート、ベースプレート及びウェブプレートの曲げ応力度及びせん断応力度に対する評価

フランジプレート、ベースプレート及びウェブプレートから成る合成断面の概要図を図6-4に、荷重及び支持条件を図6-5に示す。

ここでは、鉄塔脚部に作用する引張力に対して、図6-4に示す合成断面の曲げ応力度及びせん断応力度の評価を行う。評価においては、引張力が図6-5に示す単純支持梁の中央部に集中荷重として作用するものとする。

$$f_b = 1.1 \cdot F = 357 \text{ N/mm}^2$$

$$f_s = \frac{1.1 \cdot F}{\sqrt{3}} = \frac{357}{\sqrt{3}} = 206 \text{ N/mm}^2$$

$$M_f = \frac{(N_t / 2) \cdot L_{br}}{4} = \frac{(2551.2 / 2) \times 2500}{4} = 797300 \text{ kN} \cdot \text{mm}$$

$$Z_{min} = 12400000 \text{ mm}^3$$

$$A_s = t_{br} \cdot h_{br} = 22 \times 620 = 13640 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_b = \frac{M_f}{Z_{min}}$$

$$\tau = \frac{N_t / 4}{A_s}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma_b^2 + 3 \cdot \tau^2}$$

ここで、

f_b : 鋼材の許容曲げ応力度 (N/mm²)

f_s : 鋼材の許容せん断応力度 (N/mm²)

F : 鋼材の基準強度 (N/mm²)

M_f : 評価断面における曲げモーメント (kN・mm)

N_t : 鉄塔脚部の引張力 (kN)

L_{br} : ウェブプレートの長さ (mm)

Z_{min} : 合成断面の最小断面係数 (mm³)

A_s : 合成断面のせん断断面積 (mm²)

t_{br} : ウェブプレートの板厚 (mm)

h_{br} : ウェブプレートの高さ (mm)

σ_b : 曲げ応力度 (N/mm²)

τ : せん断応力度 (N/mm²)

σ : 合成応力度 (N/mm²)

以上より,

$$\sigma_b = \frac{797300 \times 1000}{12400000} = 65 \text{ N/mm}^2 \leq 357 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

$$\tau = \frac{2551.2 / 4 \times 1000}{13640} = 47 \text{ N/mm}^2 \leq 206 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma_b^2 + 3 \cdot \tau^2} = 105 \leq 357 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

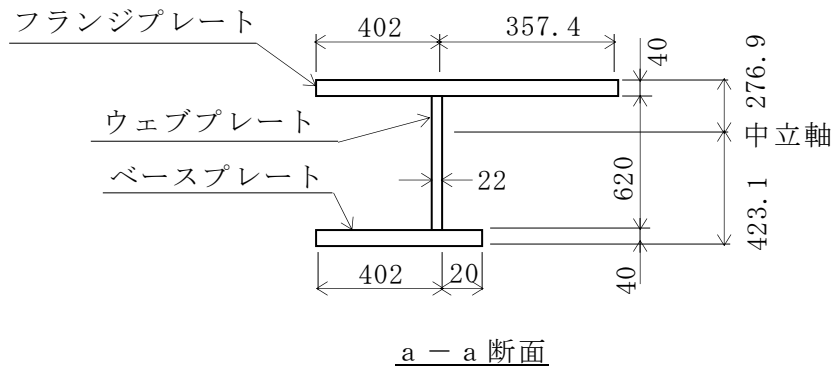
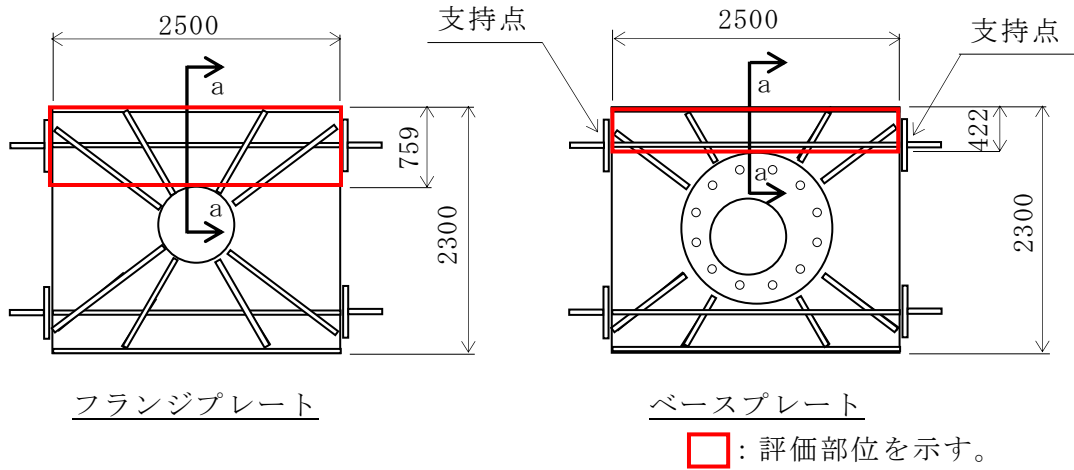
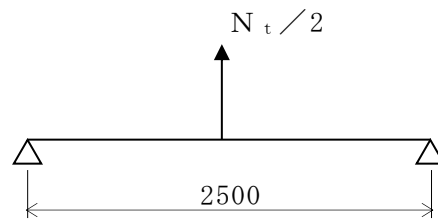


図 6-4 フランジプレート, ベースプレート及びウェブプレートから成る合成断面の概要図 (単位: mm)



注: アンカー材 (C T 形鋼) の位置を支点とする。

図 6-5 荷重及び支持条件

c. ベースプレート圧縮領域の曲げ応力度に対する評価

ベースプレートに作用する圧縮力の概要図を図 6-6 に示す。

ここでは、鉄塔脚部に作用する圧縮力に対して、ベースプレートの圧縮領域の曲げ応力度の評価を行う。評価においては、圧縮領域はウェブプレート間とし、その間のベースプレートの評価を行う。

$$f_b = 1.1 \cdot F = 357 \text{ N/mm}^2$$

$$M_b = \sigma_c \cdot \frac{L^2}{8} = 2.4 \times \frac{382^2}{8} = 43780 \text{ (N}\cdot\text{mm)/mm}$$

$$Z = \frac{t^2}{6} = \frac{40^2}{6} = 267 \text{ mm}^3/\text{mm}$$

$$\sigma_b = \frac{M_b}{Z}$$

ここで、

f_b : 鋼材の許容曲げ応力度 (N/mm²)

F : 鋼材の基準強度 (N/mm²)

M_b : ベースプレート圧縮領域の曲げモーメント (N・mm/mm)

σ_c : コンクリートの圧縮応力度 (N/mm²)

L : ウェブプレート間の距離 (mm)

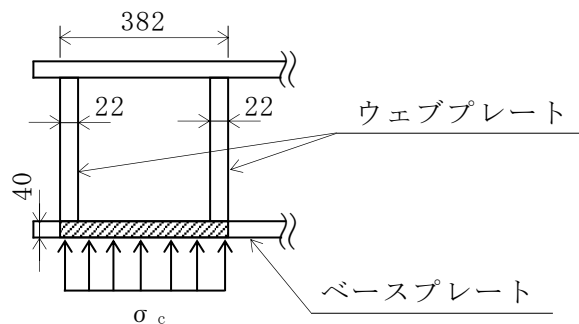
Z : ベースプレート圧縮領域の単位幅あたりの断面係数 (mm³/mm)

t : ベースプレートの板厚 (mm)

σ_b : 曲げ応力度 (N/mm²)

以上より、

$$\sigma_b = \frac{43780}{267} = 164 \text{ N/mm}^2 \leq 357 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$



注：斜線部はベースプレートの圧縮領域を示す。

図 6-6 ベースプレートに作用する圧縮力の概要図 (単位: mm)

(5) ベース上面リブプレートの評価

a. ベース上面リブプレートの圧縮応力度に対する評価

ベース上面リブプレートの概要図を図 6-7 に示す。

ここでは、鉄塔脚部に作用する圧縮力に対して、リブプレートの圧縮応力度の評価を行う。評価においては、ベース上面リブプレートを三辺単純支持一辺自由端とみなす。許容座屈応力度は図 6-7 に示す代表とするリブプレートにより算定する。

$$F = 357 \text{ N/mm}^2$$

$$K_r = 0.42 + \left(\frac{b_r}{h_r}\right)^2 = 0.42 + \left(\frac{645}{620}\right)^2 = 1.502$$

$$\begin{aligned}\sigma_{rk} &= \frac{K_r}{\mu_r} \cdot \pi^2 \cdot \frac{E}{12 \cdot (1-\nu^2)} \cdot \left(\frac{t_r}{b_r}\right)^2 \\ &= \frac{1.502}{1.5} \times \pi^2 \times \frac{205000}{12 \times (1-0.3^2)} \times \left(\frac{22}{645}\right)^2 = 215 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

よって、

$$\sigma_{rk} = 215 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_r = \frac{N_c}{4 \cdot t_r \cdot (b_{r1} + b_{r2})}$$

ここで、

F : 鋼材の基準強度 (N/mm²) (F 値は 1.1 倍とする。)

K_r : 係数

b_r : ベース上面リブプレートの幅 (mm)

h_r : ベース上面リブプレートの高さ (mm)

σ_{rk} : 許容座屈応力度 (N/mm²) (F と σ_{rk} の小さい方の値をとる)

μ_r : 座屈安全率 (1.5 とする)

E : 鋼材のヤング係数 (N/mm²)

ν : 鋼材のポアソン比

σ_r : 座屈応力度 (N/mm²)

t_r : ベース上面リブプレートの板厚 (mm)

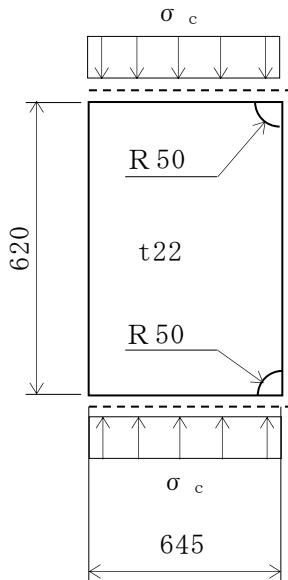
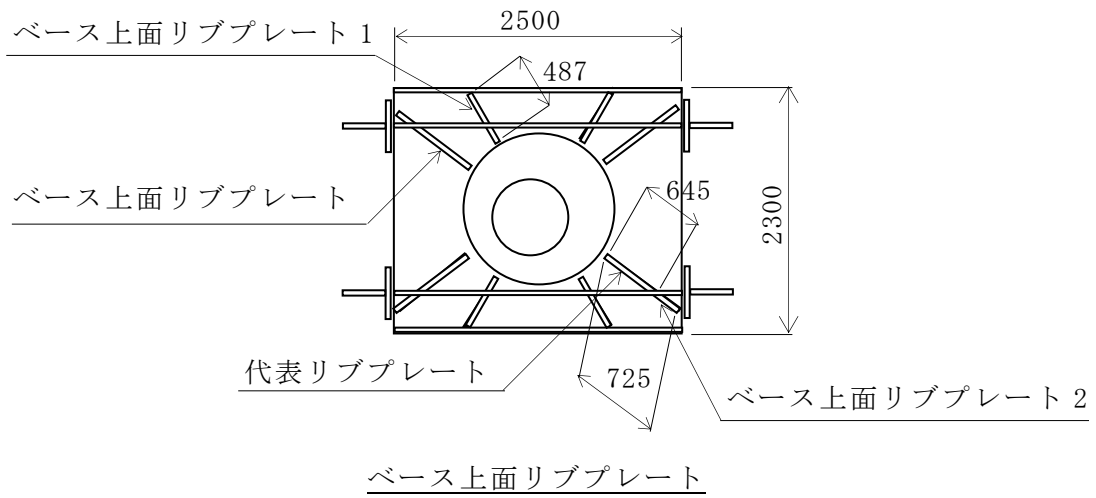
b_{r1} : ベース上面リブプレート 1 の幅 (mm)

b_{r2} : ベース上面リブプレート 2 の幅 (mm)

N_c : 鉄塔脚部の圧縮力 (kN)

以上より、

$$\sigma_r = \frac{4481.4 \times 1000}{4 \times 22 \times (487 + 725)} = 43 \text{ N/mm}^2 \leq 215 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$



代表とするリブプレートの計算モデル

図 6-7 ベース上面リブプレートの概要図 (単位: mm)

(6) アンカー部の評価

a. アンカー材（C T形鋼）の引張応力度に対する評価

アンカー材（C T形鋼）の概要図を図 6-8 に示す。

ここでは、鉄塔脚部に作用する引張力に対して、アンカー材（C T形鋼）の引張応力度の評価を行う。評価においては、鉄塔脚部に作用する引張力に対して、4本のアンカー材（C T形鋼）で均等に負担するものとする。

$$f_t = 1.1 \cdot F = 357 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_t = \frac{N_t}{n \cdot A_H}$$

$$\begin{aligned} A_H &= B_f \cdot t_f + (h_T - t_f) \cdot t_w - 2 \cdot D_b \cdot t_f \\ &= 422 \times 36 + (260 - 36) \times 36 - 2 \times 22 \times 36 = 21672 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

ここで、

f_t : 許容引張応力度 (N/mm²)

F : 鋼材の基準強度 (N/mm²)

n : アンカー材の本数 (本)

N_t : 鉄塔脚部の引張力 (kN)

σ_t : 引張応力度 (N/mm²)

A_H : アンカー材の断面積 (mm²)

B_f : アンカー材の幅 (mm)

t_f : アンカー材フランジの板厚 (mm)

h_T : アンカー材の高さ (mm)

t_w : アンカー材ウェブの板厚 (mm)

D_b : ボルト穴の直径 (mm)

以上より、

$$\sigma_t = \frac{2551.2 \times 1000}{4 \times 21672} = 30 \text{ N/mm}^2 \leq 357 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

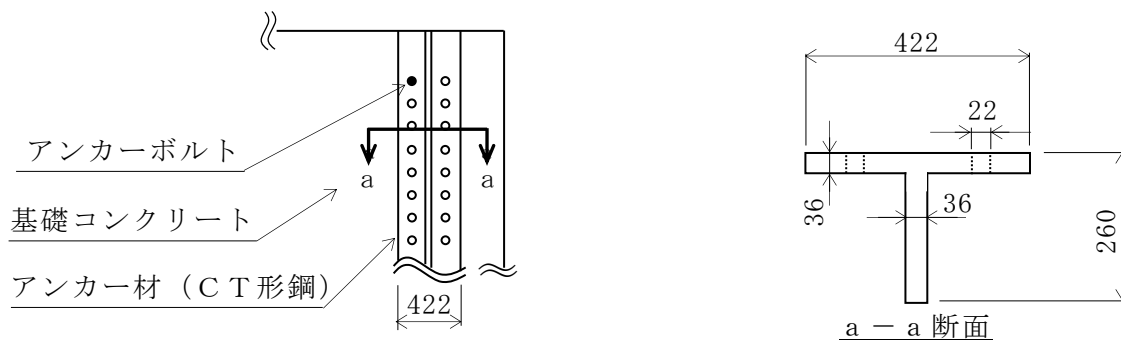


図 6-8 アンカー材（C T形鋼）の概要図（単位：mm）

b. アンカーボルトのせん断応力度評価

アンカーボルトのコーン状破壊の概要図を図 6-9 に示す。

ここでは、鉄塔脚部に作用する引張力に対して、アンカーボルトのせん断応力度の評価を行う。アンカー材（C T形鋼）に引張力が作用すると、アンカー材とコンクリートの接合面にせん断力が生じる。評価においては、接合面に生じるせん断力をすべてのアンカーボルトで均等に負担するものとする。

アンカーボルト 1 本あたりの許容せん断力 q_a は、以下の式で算定される値のうち最小値とする。

アンカーボルトのせん断強度で決まる場合の許容せん断力 q_{a1}

$${}_s \sigma_{qa} = 0.7 \cdot {}_s \sigma_y = 0.7 \times 240 = 168 \text{ N/mm}^2$$

$$q_{a1} = \phi_1 \cdot {}_s \sigma_{qa} \cdot A_a = 1.0 \times 168 \times 245 = 41 \text{ kN}$$

定着した躯体の支圧強度で決まる場合の許容せん断力 q_{a2}

$${}_c \sigma_{qa} = 0.5 \cdot \sqrt{F_c \cdot E_c} = 0.5 \times \sqrt{20.6 \times 21500} = 332 \text{ N/mm}^2$$

$$q_{a2} = \phi_2 \cdot {}_c \sigma_{qa} \cdot A_a = 2/3 \times 332 \times 245 = 54 \text{ kN}$$

定着した躯体のコーン状破壊で決まる場合の許容せん断力 q_{a3}

$${}_c \sigma_t = 0.31 \cdot \sqrt{F_c} = 0.31 \times \sqrt{20.6} = 1.4 \text{ N/mm}^2$$

$$q_{a3} = \phi_2 \cdot {}_c \sigma_t \cdot A_{qc} = 2/3 \times 1.4 \times 76566 = 71 \text{ kN}$$

よって、

$$q_a = 41 \text{ kN}$$

ここで、

${}_s \sigma_{qa}$: 接着系アンカーボルトのせん断強度 (N/mm²)

${}_s \sigma_y$: 接着系アンカーボルトの規格降伏点強度 (N/mm²) (強度区分 4.8)

A_a : アンカーボルトの有効断面積 (M20) (mm²)

ϕ_1 : 低減係数 (=1.0)

${}_c \sigma_{qa}$: コンクリートの支圧強度 (N/mm²)

F_c : コンクリートの設計基準強度 (N/mm²)

E_c : コンクリートのヤング係数 (N/mm²)

ϕ_2 : 低減係数 (=2/3)

${}_c \sigma_t$: コーン状破壊に対するコンクリートの引張強度 (N/mm²)

A_{qc} : アンカーボルト 1 本あたりのせん断力に対するコーン状破壊面の有効投影面積 (mm²)

$$Q_a = \frac{N_t}{n}$$

ここで、

Q_a : アンカーボルト 1 本あたりのせん断力 (kN)

N_t : 鉄塔脚部の引張力 (kN)

n : アンカーボルトの本数 (本)

以上より、

$$Q_a = \frac{2551.2}{248} = 11 \text{ kN} \leq 41 \text{ kN} \quad \text{可}$$

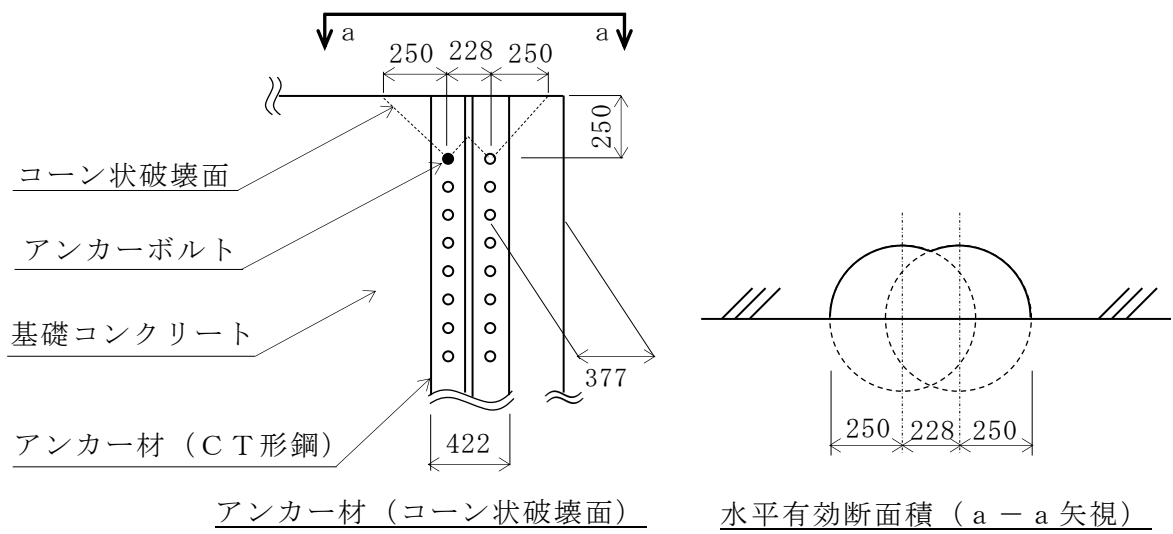


図 6-9 アンカーボルトのコーン状破壊の概要図 (単位: mm)

6.3 筒身脚部の評価

(1) 筒身脚部の概要

筒身脚部の概要図を図 6-10 に示す。

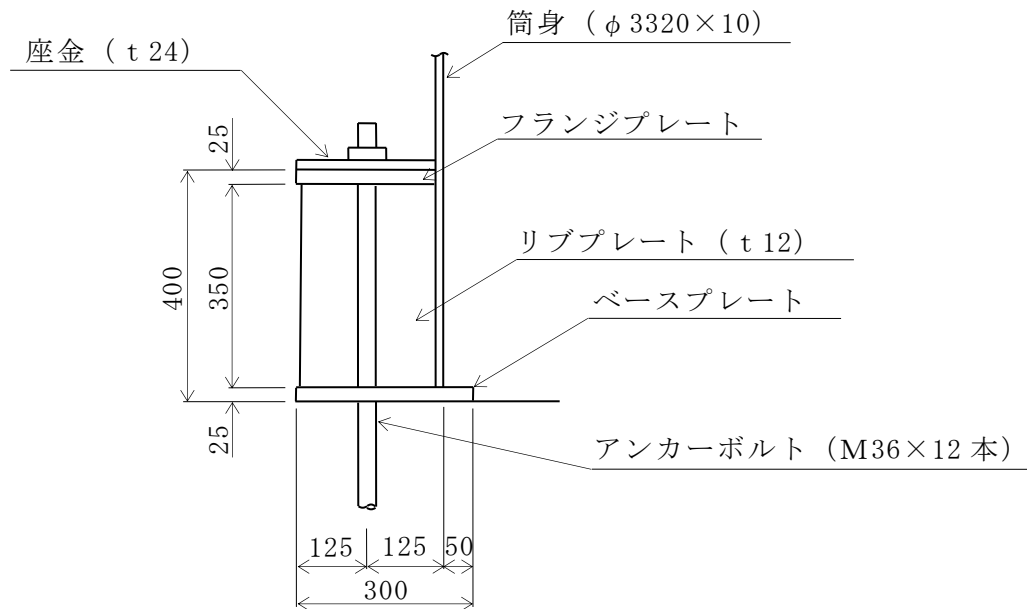


図 6-10 筒身脚部の概要図 (単位 : mm)

(2) 評価用応力

評価用応力は地震荷重及び風荷重による発生応力の最大値とする。

筒身脚部の評価用応力を表 6-2 に示す。

表 6-2 筒身脚部の評価用応力

部材力	地震荷重*1		風荷重*1		評価用応力
		地震動 (ケース)	0° 方向	45° 方向	
圧縮側軸力 N_c (kN) *2	<u>3097.5</u>	S _s -D (ケース 3)	1523.8	1523.8	3097.5
引張側軸力 N_t (kN) *2	<u>-49.9</u>	S _s -D (ケース 3)	1523.8	1523.8	-49.9
せん断力 Q (kN)	<u>424.2</u>	S _s -F 2 (ケース 3)	50.2	52.8	424.2
曲げモーメント M (kN・m)	<u>2385.1</u>	S _s -F 2 (ケース 3)	843.7	981.6	2385.1

注記*1：固定荷重による影響を含む。

*2：圧縮を正とする。

注：下線部は断面算定に用いた値を示す。

(3) アンカーボルトの評価

a. アンカーボルトのせん断応力度に対する評価

アンカーボルトの概要図を図 6-11 に示す。

ここでは、筒身脚部に作用する水平力に対して、アンカーボルトのせん断応力度の評価を行う。評価においては、筒身脚部に作用する水平力をすべてのアンカーボルトで均等に負担するものとする。

$$f_s = \frac{1.1 \cdot F}{\sqrt{3}} = \frac{258}{\sqrt{3}} = 148 \text{ N/mm}^2$$

$$Q_A = \frac{Q}{n} = \frac{424.2}{12} = 35 \text{ kN/本}$$

$$\tau = \frac{Q_A}{A_a}$$

ここで、

f_s : 許容せん断応力度 (N/mm²)

F : アンカーボルトの基準強度 (N/mm²)

Q_A : アンカーボルト 1 本あたりのせん断力 (kN/本)

Q : 筒身脚部のせん断力 (kN)

n : アンカーボルトの本数 (本)

τ : せん断応力度 (N/mm²)

A_a : アンカーボルトの有効断面積 (mm²)

以上より、

$$\tau = \frac{35 \times 1000}{817} = 43 \text{ N/mm}^2 \leq 148 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

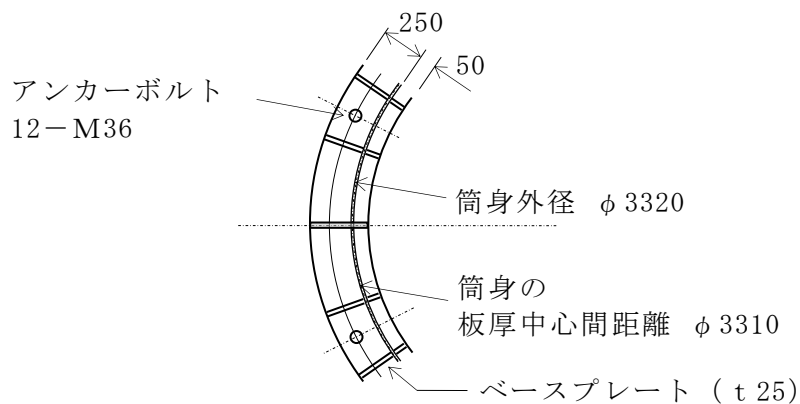


図 6-11 アンカーボルトの概要図 (単位: mm)

b. アンカーボルトの引張とせん断を同時に受ける場合に対する評価

ここでは、引張とせん断を同時に受ける場合のアンカーボルトの評価を行う。

$$f_{t0} = 1.1 \cdot F = 258 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ts} = 1.4 \cdot f_{t0} - 1.6 \cdot \tau = 1.4 \times 258 - 1.6 \times 43 = 292 \text{ N/mm}^2$$

$f_{ts} > f_{t0}$ より、

$$f_{ts} = 258 \text{ N/mm}^2$$

ここで、

f_{t0} : せん断力が作用しないときの許容引張応力度 (N/mm²)

f_{ts} : せん断力が同時に作用するときの許容引張応力度 (N/mm²)

アンカーボルトの引張力 T_A の算定にあたって、鉄筋コンクリート構造計算規
準・同解説（（社）日本建築学会，1988年改定，1991年一部改定）を参考に、筒
身内壁から外側のベースプレート下面を円筒断面の鉄筋コンクリート柱とみなし、
中立軸が断面内にある状態（主筋に相当するアンカーボルトの一部が引張りとな
る状態）を考慮する。この時、引張側のアンカーボルトに作用する最大引張力を
 T_A とする。

$$T_A = 157 \text{ kN}$$

$$\sigma_t = \frac{T_A}{A_a}$$

ここで、

T_A : アンカーボルトの最大引張力 (kN)

σ_t : 引張応力度 (N/mm²)

以上より、

$$\sigma_t = \frac{157 \times 1000}{817} = 193 \text{ N/mm}^2 \leq 258 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

c. アンカーボルト埋込長さに対する評価

アンカーボルトの概要図を図 6-12 に示す。

ここでは、アンカーボルト埋込長さの評価を行う。

$$f_a = 1.35 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_a = \frac{T_A}{\pi \cdot d \cdot L}$$

ここで、

f_a : 許容付着応力度 (丸鋼) (N/mm²)

σ_a : 付着応力度 (N/mm²)

d : アンカーボルト径 (mm)

L : アンカーボルト埋込長さ (mm)

以上より、

$$\sigma_a = \frac{157 \times 1000}{\pi \times 36 \times 1500} = 0.93 \text{ N/mm}^2 \leq 1.35 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

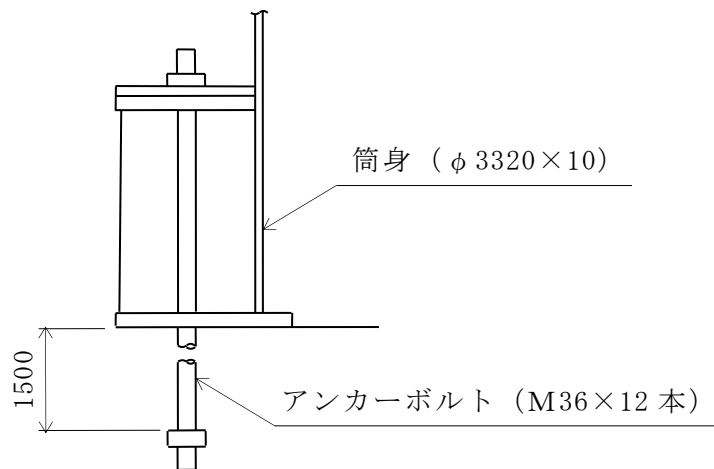


図 6-12 アンカーボルトの概要図 (単位 : mm)

(4) フランジプレートの評価

フランジプレートの概要図を図 6-13 に示す。

a. フランジプレートの曲げ応力度に対する評価

フランジプレートは、ベース上面リブプレート位置を支持点とする周方向連続梁とみなし、アンカーボルトの引張力 T_A が作用する状態の評価を行う。

$$f_b = 1.1 \cdot F = 258 \text{ N/mm}^2$$

$$L_f = 300 \text{ mm}$$

$$M = T_A \cdot \frac{L_f}{8} = 157 \times 1000 \times \frac{300}{8} = 5888000 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

$$\begin{aligned} Z &= \frac{(B - d_f) \cdot (t_f + t_f')^2}{6} \\ &= \frac{(240 - 46) \times (25 + 24)^2}{6} = 77600 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

ここで、

f_b : 許容曲げ応力度 (N/mm²)

F : フランジプレートの設計基準強度 (N/mm²)

L_f : リブ間距離 (mm)

M : 曲げモーメント (N·mm)

T_A : アンカーボルト 1 本あたりの引張力 (kN/本)

Z : 断面係数 (mm³)

B : フランジプレート幅 (mm)

d_f : ボルト孔径 (mm)

t_f : フランジプレートの板厚 (mm)

t_f' : 座金厚 (mm)

σ_b : 曲げ応力度 (N/mm²)

以上より、

$$\sigma_b = \frac{5888000}{77600} = 76 \text{ N/mm}^2 \leq 258 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

b. フランジプレートの円周方向応力の検定

ここでは、フランジプレートの円周方向応力の評価を行う。

$$w_1 = T_A \cdot \frac{e_1}{h \cdot L_f} = 157 \times 1000 \times \frac{120}{375 \times 300} = 167 \text{ N/mm}$$

$$\sigma_{rf} = D_f \cdot \frac{w_1}{2 \cdot (B - d_f) \cdot (t_f + t_f')}$$

ここで、

w_1 : 偏心距離 e_1 によって発生する水平力 (N/mm)

e_1 : 偏心距離 (mm)

h : フランジプレートからベースプレート間の板厚中心間距離 (mm)

σ_{rf} : 水平力 w_1 による円周方向応力度 (N/mm²)

D_f : フランジプレート中心径 (mm)

以上より、

$$\begin{aligned} \sigma_{rf} &= 3560 \times \frac{167}{2 \times (240 - 46) \times (25 + 24)} \\ &= 32 \text{ N/mm}^2 \leq 258 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可} \end{aligned}$$

c. フランジプレートの合成応力度に対する評価

ここでは、曲げ応力度及び円周方向応力度の合成応力度の評価を行う。

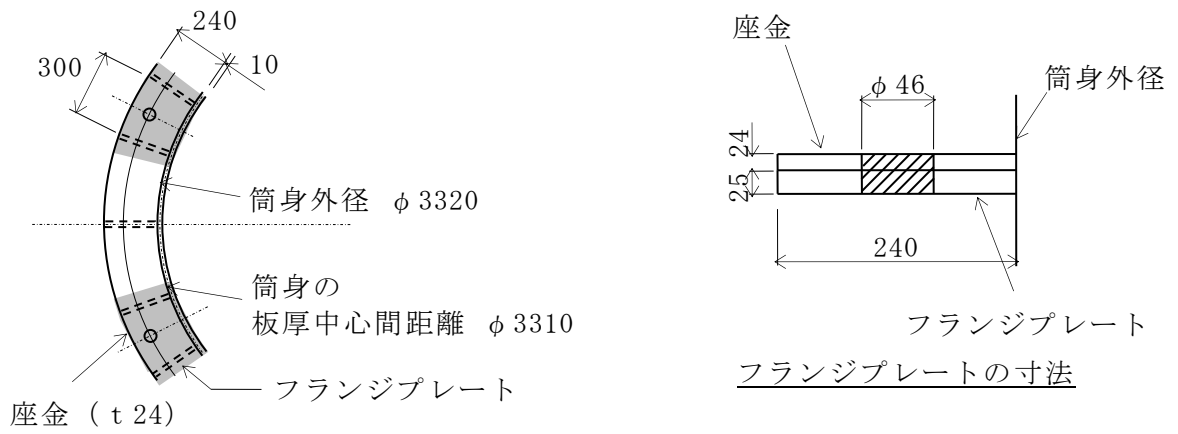
$$\sigma = \sigma_b + \sigma_{rf}$$

ここで、

σ : 合成応力度 (N/mm²)

以上より

$$\sigma = 76 + 32 = 108 \text{ N/mm}^2 \leq 258 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$



フランジプレートの評価部位

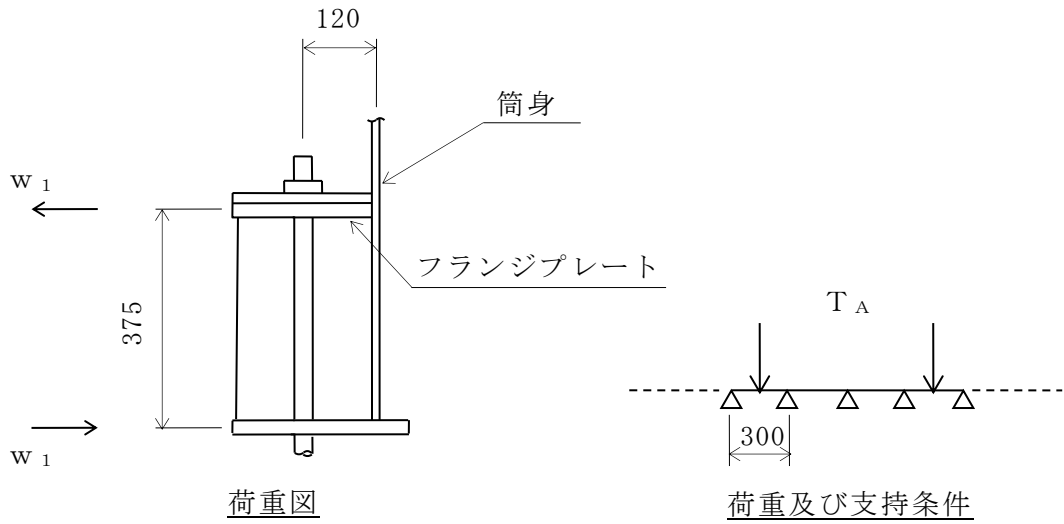


図 6-13 フランジプレートの概要図 (単位 : mm)

(5) ベースプレートの評価

a. コンクリートの圧縮応力度に対する評価

ベースプレートの概要図及びコンクリートの圧縮力分布図を図 6-14 に示す。

ここでは、筒身脚部に作用する圧縮力及び曲げモーメントによる圧縮応力度に対して、ベースプレート下面のコンクリートの評価を行う。

$$f_c = 13.6 \text{ N/mm}^2$$

$$\begin{aligned} P_c &= \left(\frac{N_c}{A} + \frac{M}{Z} \right) \cdot A_2 \\ &= \left(\frac{3097.5}{83189} + \frac{2385.1 \times 1000}{68700000} \right) \times 2383 = 171 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\sigma_c = \frac{P_c}{A_b}$$

ここで、

f_c : 許容圧縮応力度 (N/mm²)

P_c : リブプレート間に作用する圧縮力 (kN)

N_c : 筒身脚部の圧縮力 (kN)

A : 筒身の断面積 (mm²) (腐食代 2mm を考慮)

M : 筒身脚部の曲げモーメント (kN・m)

Z : 筒身の断面係数 (mm³) (腐食代 2mm を考慮)

A_2 : 筒身のリブプレート間の断面積 (mm²)

σ_c : コンクリートの圧縮応力度 (N/mm²)

A_b : リブプレート間のベースプレートの接地面積 (mm²)

以上より

$$\sigma_c = \frac{171 \times 1000}{94500} = 1.9 \text{ N/mm}^2 \leq 13.6 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

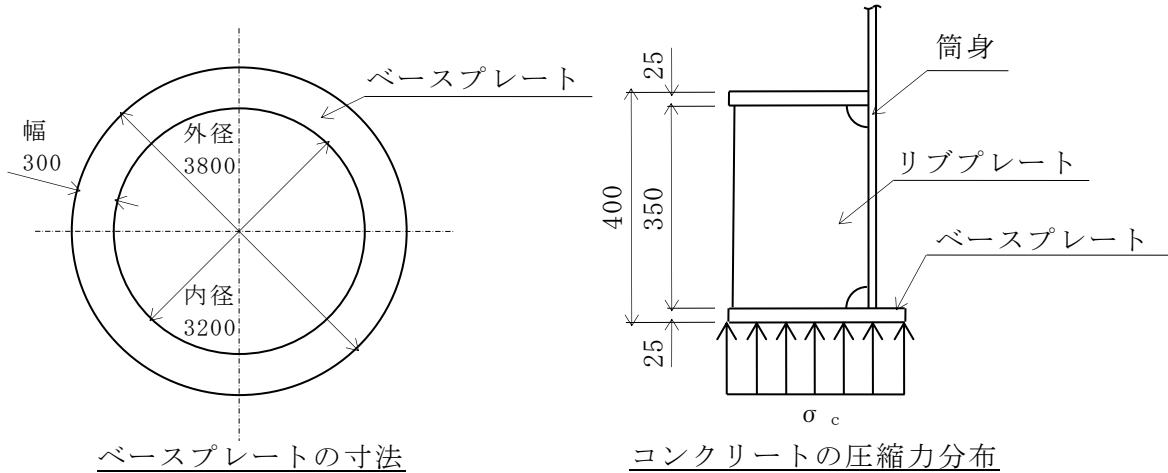


図 6-14 ベースプレートの概要図及びコンクリートの圧縮力分布図 (単位: mm)

b. ベースプレートの曲げ応力度に対する評価

ベースプレートの概要図を図 6-15 に示す。

ベースプレートは、ベース上面リブプレート位置を支持点とする周方向連続梁とみなし、リブプレート間に作用する圧縮応力度 σ_{rc} が作用する状態の評価を行う。

$$f_b = 1.1 \cdot F = 258 \text{ N/mm}^2$$

$$L_b = 315 \text{ mm}$$

$$M = \sigma_{rc} \cdot \frac{L_b^2}{12} = 1.9 \times \frac{315^2}{12} = 15710 \text{ N}\cdot\text{mm/mm}$$

$$Z = \frac{t_b^2}{6} = \frac{25^2}{6} = 104 \text{ mm}^3/\text{mm}$$

$$\sigma_b = \frac{M}{Z}$$

ここで、

f_b : 許容曲げ応力度 (N/mm²)

F : ベースプレートの基準強度 (N/mm²)

L_b : リブ間距離 (mm)

M : 曲げモーメント (N・mm/mm)

σ_{rc} : リブプレート間に作用する圧縮応力度 (N/mm²)

Z : 断面係数 (mm³/mm)

t_b : ベースプレートの板厚 (mm)

σ_b : 曲げ応力度 (N/mm²)

以上より

$$\sigma_b = \frac{15710}{104} = 152 \text{ N/mm}^2 \leq 258 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

c. ベースプレートの円周方向応力度に対する評価

ここでは、ベースプレートの円周方向応力の評価を行う。

$$w_2 = P_c \cdot \frac{e_2}{h \cdot L_b} = 171 \times 1000 \times \frac{95}{375 \times 315} = 138 \text{ N/mm}$$

$$\sigma_{rb} = D_b \cdot \frac{w_2}{2 \cdot B \cdot t_b}$$

ここで、

w_2 : 偏心距離 e_2 によって発生する水平力 (N/mm)

e_2 : 偏心距離 (mm)

h : ベースプレート板厚中心間距離 (mm)

σ_{rb} : 水平力 w_2 による円周方向応力度 (N/mm²)

D_b : ベースプレート中心径 (mm)

B : ベースプレート幅 (mm)

以上より、

$$\sigma_{rb} = 3500 \times \frac{138}{2 \times 300 \times 25} = 33 \text{ N/mm}^2 \leq 258 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

d. ベースプレートの合成応力度に対する評価

ここでは、曲げ応力度及び円周方向応力度の合成応力度の評価を行う。

$$\sigma = \sigma_b + \sigma_{rb}$$

ここで、

σ : 合成応力度 (N/mm²)

以上より、

$$\sigma = 152 + 33 = 185 \text{ N/mm}^2 \leq 258 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

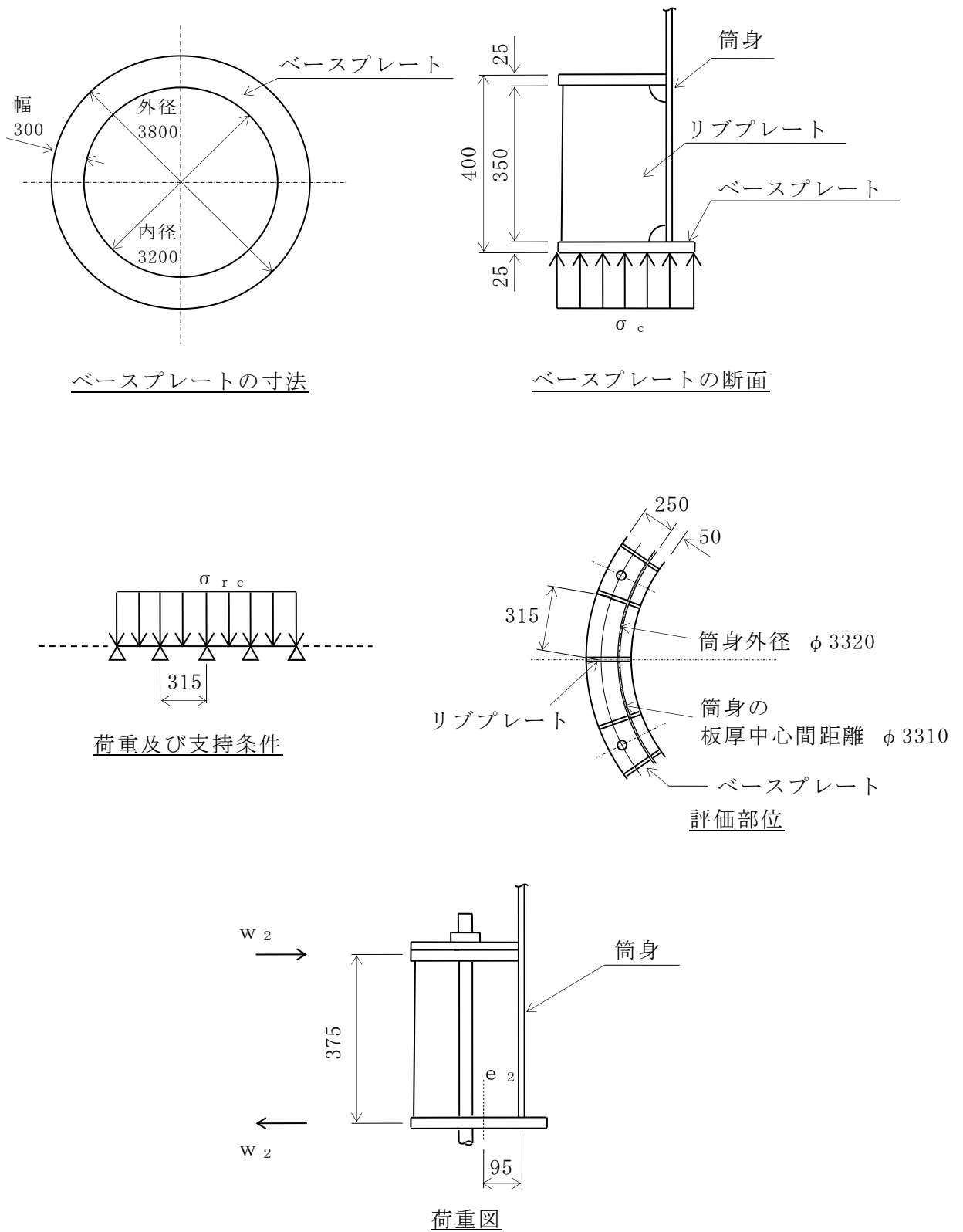


図 6-15 ベースプレートの概要図 (単位 : mm)

(6) リブプレートの評価

a. リブプレートの圧縮応力度に対する評価

リブプレートの概要図を図 6-16 に示す。

ここでは、筒身脚部に作用する圧縮力に対して、リブプレートの圧縮応力度の評価を行う。評価においては、リブプレートを三辺単純支持一辺自由端とみなす。

$$F = 258 \text{ N/mm}^2$$

$$K_r = 0.42 + \left(\frac{b_r}{h_r}\right)^2 = 0.42 + \left(\frac{230}{350}\right)^2 = 0.8518$$

$$\begin{aligned}\sigma_{rk} &= \frac{K_r}{\mu_r} \cdot \pi^2 \cdot \frac{E}{12 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \left(\frac{t_r}{b_r}\right)^2 \\ &= \frac{0.8518}{1.5} \times \pi^2 \times \frac{205000}{12 \times (1 - 0.3^2)} \times \left(\frac{12}{230}\right)^2 = 286 \text{ N/mm}^2\end{aligned}$$

よって、

$$\sigma_{rk} = 258 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_r = \frac{P_c}{b_r \cdot t_r}$$

ここで、

F : リブプレートの基準強度 (F 値は 1.1 倍とする。) (N/mm^2)

K_r : 係数

b_r : リブプレートの幅 (mm)

h_r : リブプレートの高さ (mm)

σ_{rk} : 許容座屈応力度 (N/mm^2) (F と σ_{rk} の小さい方の値をとる)

μ_r : 座屈安全率 (=1.5)

E : ヤング係数 (N/mm^2)

ν : ポアソン比

t_r : リブプレートの板厚 (mm)

σ_r : 座屈応力度 (N/mm^2)

P_c : リブプレート間に作用する圧縮力 (kN)

以上より、

$$\sigma_r = \frac{171 \times 1000}{230 \times 12} = 62 \text{ N/mm}^2 \leq 258 \text{ N/mm}^2 \quad \text{可}$$

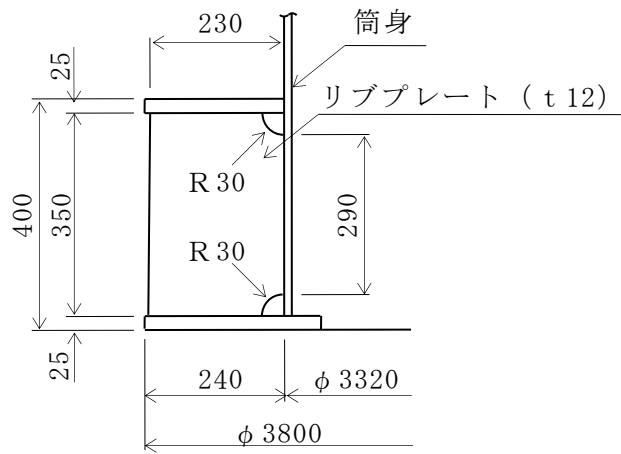


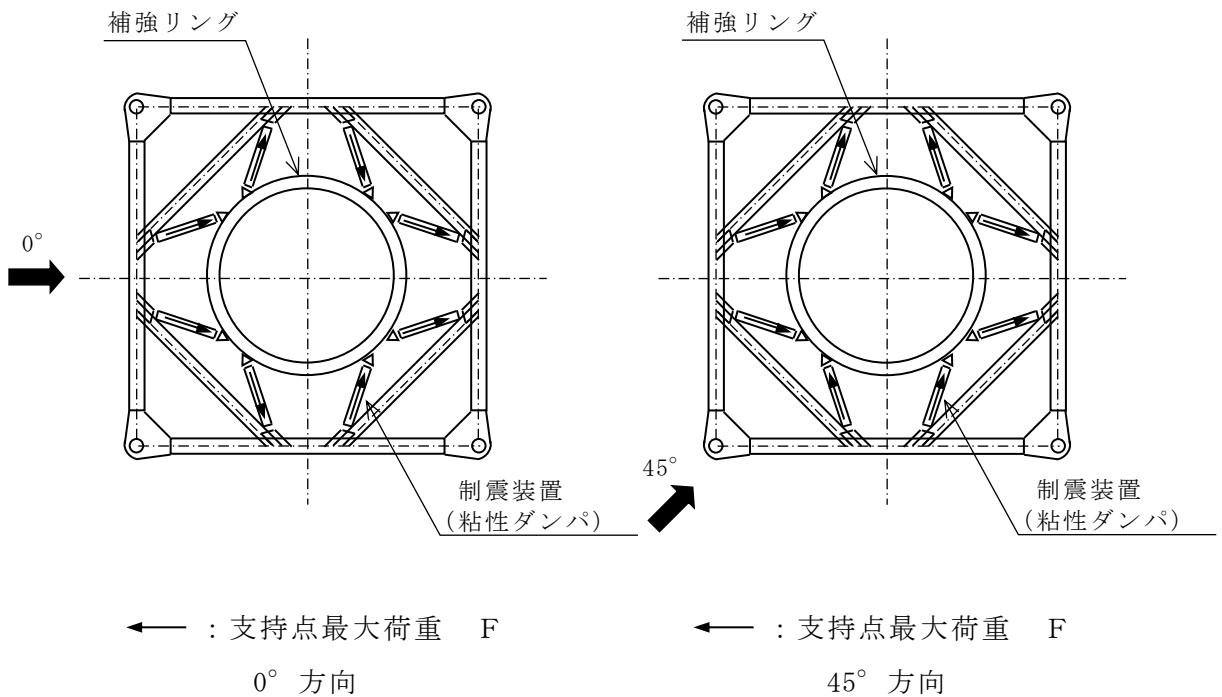
図 6-16 リブプレートの概要図 (単位: mm)

7. 制震装置（粘性ダンパ）支持点部の評価

制震装置（粘性ダンパ）における鉄塔と筒身の支持点部の設計は、基準地震動 S_s による地震荷重に対して行う。地震荷重として補強リングに加わる荷重は、VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」における基本ケース及び材料物性の不確かさを考慮したケースより求まる制震装置（粘性ダンパ）の反力から設定した値とし、「 0° 方向」と「 45° 方向」に入力する。支持点部平面図及び補強リングに加わる荷重を図 7-1 に示す。

補強リングの評価用応力は、支持点最大荷重 F を全ての制震装置（粘性ダンパ）に作用させて算定する。

補強リングの評価用応力及び断面算定結果を表 7-1 に示す。



支持点レベル EL (m)	支持点最大荷重 F (kN/箇所)
113.5	86.1

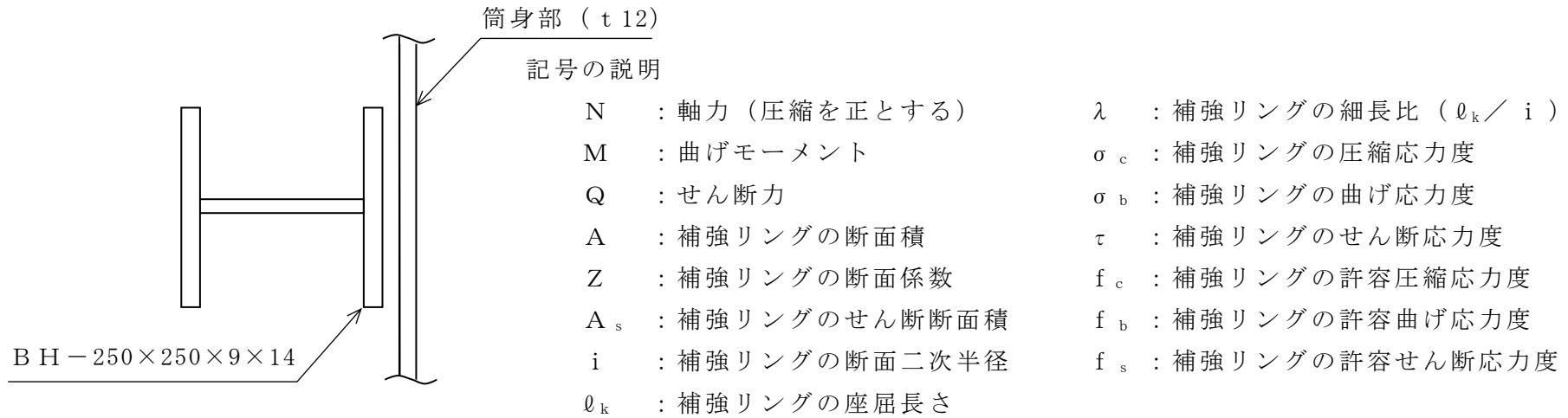
図 7-1 制震装置（粘性ダンパ）支持点部平面図及び支持点荷重

表 7-1 補強リングの断面算定結果 (SS400)

検討 ケース	使用部材	評価用応力			A (mm ²)	Z (×10 ³ mm ³)	A _s (mm ²)	i (mm)	ℓ _k (mm)	λ
		N (kN)	M (kN・m)	Q (kN)						
0°	BH-250×250×9×14	100.4	11.8	24.2	8998	846	1998	63.7	2807	44
45°		76.2	16.7	40.2						

検討 ケース	σ _c (N/mm ²)	σ _b (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	f _c (N/mm ²)	f _b (N/mm ²)	f _s (N/mm ²)	$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$	$\frac{\tau}{f_s}$
0°	11	14	12	242	258	148	0.10	0.09
45°	8	20	20				0.12	0.14

67



8. S G T S用排気筒の評価

8.1 筒身部の評価

S G T S用排気筒については、「3.1 評価対象部位及び評価方針」に示す評価方針に基づいて断面の算定を行う。また、S G T S用排気筒の各支持点間での1次固有振動数は高いため、筒身と共振することはない。

S G T S用排気筒の評価の概要を図8-1に示す。

設計用応力のうち軸力については、動的地震荷重及び静的地震荷重による鉛直震度を算定し、大きい方の震度を用いて各部材間の応力を算定する。このとき、動的地震荷重による鉛直震度は、VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」の地震応答解析における基本ケース及び材料物性の不確かさを考慮したケースによる筒身脚部の最大応答加速度により算定する。また、静的地震荷重による鉛直震度は、鉛直震度0.3を基準として、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して設定する。図8-1に示すとおり、静的地震荷重より動的地震荷重による鉛直震度が大きいことから、軸力は動的地震荷重による鉛直震度に基づき設定する。

設計用応力のうち曲げモーメントについては、風荷重、動的地震荷重及び静的地震荷重による筒身の変位のうち最大変位を強制載荷することにより設定する。各荷重による筒身の変位を表8-1に示す。このとき、風荷重による変位は、表3-6に示す風荷重を用いた静的解析における応答変位である。また、動的地震荷重による変位は、VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」の地震応答解析における基本ケース及び材料物性の不確かさを考慮したケースによる最大応答変位であり、静的地震荷重による変位は、地震層せん断力係数 $3.0 \cdot C_1$ による静的地震力を用いた静的解析における応答変位である。表8-1に示すとおり、静的地震荷重による変位が大きいことから、曲げモーメントは静的地震荷重による変位を用いた静的解析に基づき設定する。

S G T S用排気筒の概要図を図8-2に、断面算定結果を表8-2に示す。

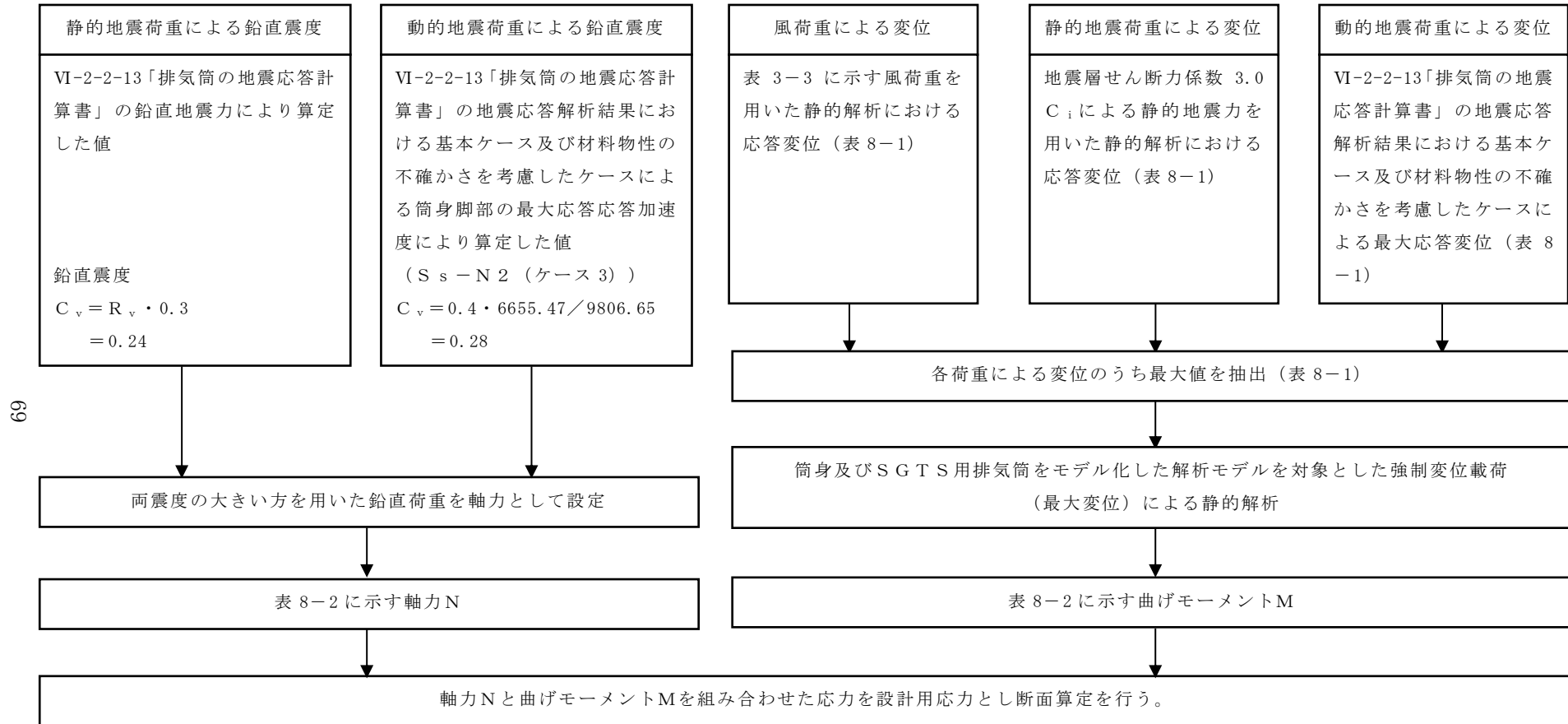


図 8-1 SGT S 用排気筒の評価の概要

表 8-1 筒身の変位

(単位：mm)

支持点	高さ EL (m)	風荷重		動的*	地震荷重		最大変位
		0° 方向	45° 方向		静的		
					0° 方向	45° 方向	
A	128.5	269.5	288.7	467.2	<u>1498.0</u>	<u>1498.0</u>	1498.0
B	113.5	187.0	202.8	300.8	<u>1068.9</u>	<u>1068.9</u>	1068.9
C	89.2	74.8	85.3	111.7	<u>481.8</u>	<u>481.8</u>	481.8
D	62.2	29.7	34.6	45.9	<u>201.8</u>	<u>201.8</u>	201.8
E	34.5	7.9	9.3	13.8	<u>59.4</u>	<u>59.4</u>	59.4

注記*：材料物性の不確かさを考慮した値であり，S_s-N2（ケース5）による。

注：下線部は各荷重による変位のうち最大値を示す。

筒身 (φ 3300mm)

S G T S 用排気筒 (φ 406.4mm)

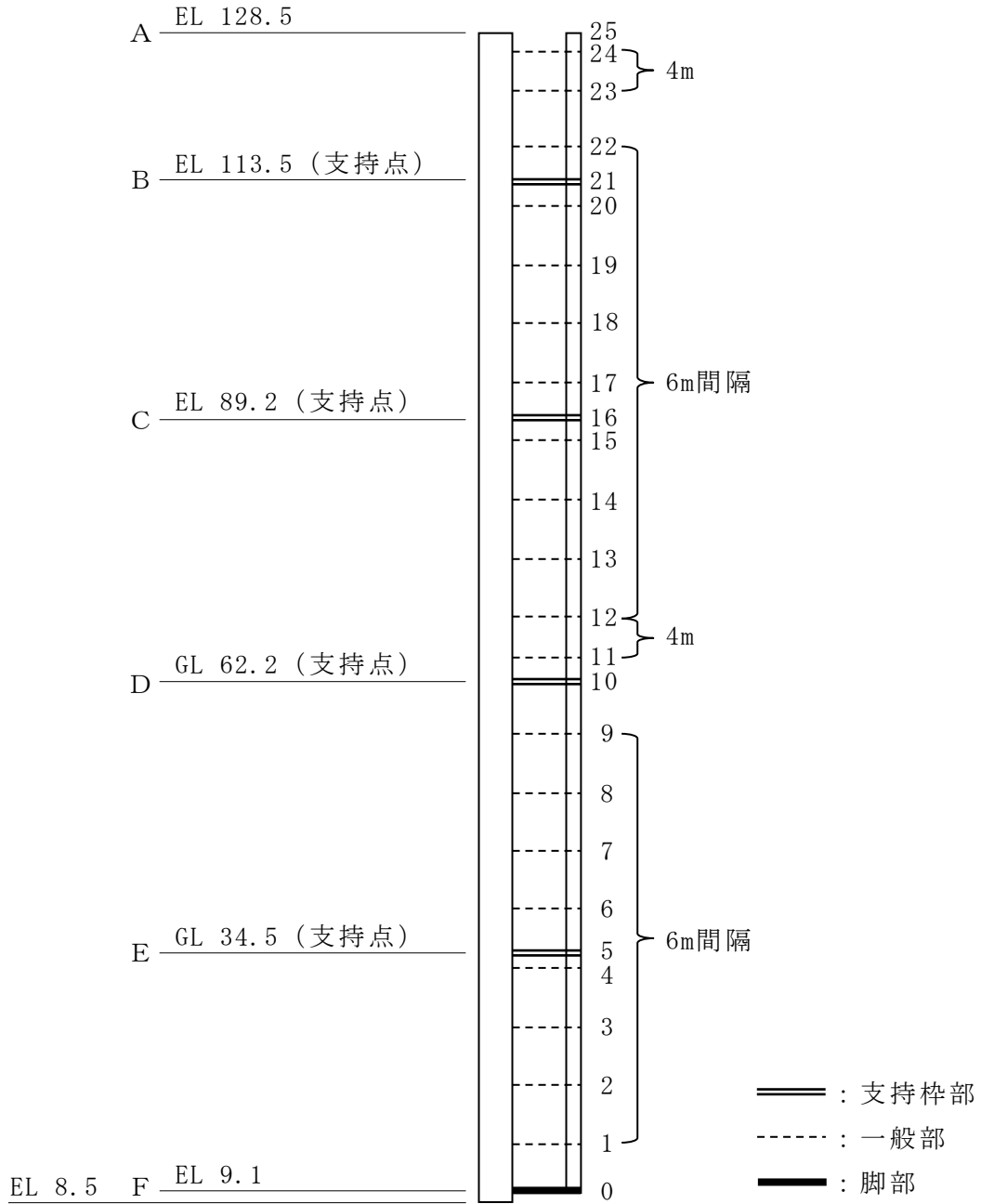


図 8-2 S G T S 用排気筒概要図 (単位 : m)

表 8-2 SGT S用排気筒の断面算定結果 (STK400)

部材間		評価用応力		使用部材*				ℓ_k (mm)	λ	f_c (N/mm ²)	f_b (N/mm ²)	σ_c (N/mm ²)	σ_b (N/mm ²)	$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$
		N (kN)	M (kN・m)	寸法 (mm)	A (mm ²)	Z ($\times 10^3$ mm ³)	i (mm)							
A-B	25 - 24	2.4	0	$\phi 406.4 \times 9.5$	9352	911	140.4	4200	30	222	235	0	0	0.00
	24 - 23	7.2	2.1					4000	28	224		1	2	0.02
	23 - 22	13.8	6.1					5594	40	213		1	7	0.04
	22 - 21	17.9	6.1					3406	24	227		2	7	0.04
B-C	21 - 20	21.0	10.1					2594	18	230		2	11	0.06
	20 - 19	28.0	16.2					6000	43	210		3	18	0.10
	19 - 18	35.1	24.3					6000	43	210		4	27	0.14
	18 - 17	42.1	30.7					6000	43	210		5	34	0.17
C-D	17 - 16	46.5	37.4					3721	27	225		5	41	0.20
	16 - 15	49.2	37.4					2279	16	231		5	41	0.20
	15 - 14	56.2	33.1					6000	43	210		6	36	0.19
	14 - 13	63.2	26.4					6000	43	210		7	29	0.16
	13 - 12	70.3	19.2					6000	43	210		8	21	0.13
D-E	12 - 11	75.0	12.6					4000	28	224		8	14	0.10
	11 - 10	78.2	7.4					2657	19	230		8	8	0.07
	10 - 9	84.5	5.1	5343	38	215	9	6	0.07					
	9 - 8	91.5	5.1	6000	43	210	10	6	0.08					
	8 - 7	98.6	4.6	6000	43	210	11	5	0.08					
E-F	7 - 6	105.6	4.4	6000	43	210	11	5	0.08					
	6 - 5	110.8	4.2	4406	31	222	12	5	0.08					
	5 - 4	112.8	4.2	1594	11	233	12	5	0.08					
	4 - 3	119.8	6.5	6000	43	210	13	7	0.10					
	3 - 2	126.8	7.6	6000	43	210	14	8	0.11					
	2 - 1	133.9	8.6	6000	43	210	14	9	0.11					
	1 - 0	139.5	11.5	4781	34	219	15	13	0.13					

注記* : 断面性能は 2mm (内側 1mm, 外側 1mm) の腐食代を考慮した。

記号の説明

N : 軸力 (圧縮を正とする)

M : 曲げモーメント

A : 断面積

Z : 断面係数

i : 断面二次半径

ℓ_k : 座屈長さ

λ : 細長比 (ℓ_k / i)

f_c : 許容圧縮応力度

f_b : 許容曲げ応力度

σ_c : 圧縮応力度 (N/A)

σ_b : 曲げ応力度 (M/Z)

8.2 支持部の評価

SGTS用排気筒は、図8-2に示す位置において、支持枠部、一般部及び脚部のいずれかの方法により筒身に支持されている。支持部材の設計は、SGTS用排気筒の解析結果より、各部材の設計用応力を算定して検討を行う。

(1) 支持部材

a. 支持枠部の検討

支持枠部の部材（ $[-150 \times 75 \times 6.5 \times 10 : SS400]$ ）について検討を行う。

支持枠部の形状及び設計モデルを図8-3に、評価用荷重を表8-3に、評価用応力を表8-4に、断面算定結果を表8-5にそれぞれ示す。

評価用荷重は、各支持枠部における評価用荷重のうち最大値を用いる。

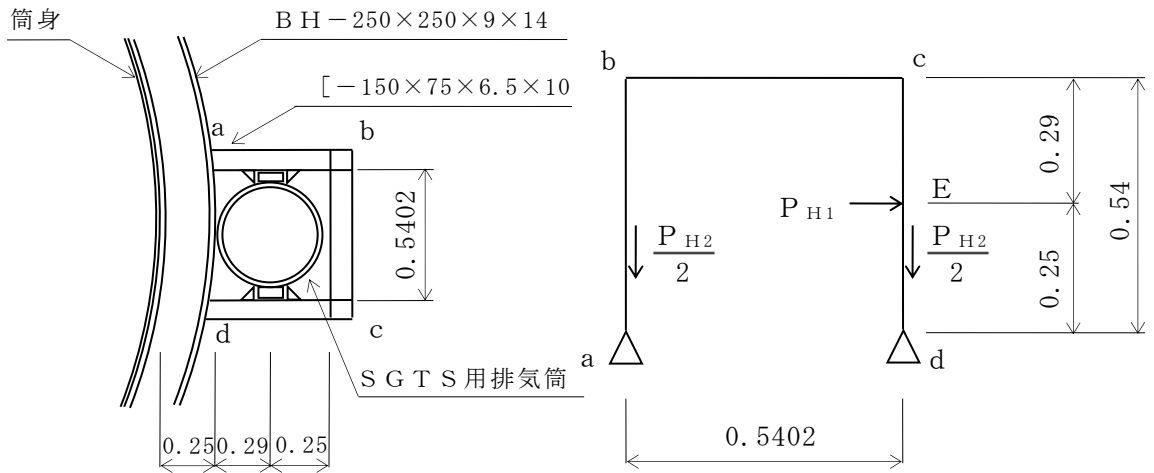


図8-3 支持枠部の形状及び設計モデル（単位：m）

表8-3 支持枠部の評価用荷重

（単位：kN）

支持点	EL (m)	各支持枠部における 評価用荷重		評価用荷重	
		P_{H1}	P_{H2}	P_{H1}	P_{H2}
B	113.5	<u>3.8</u>	<u>5.0</u>	3.8	5.0
C	89.2	2.4	3.9		
D	62.2	1.8	2.9		
E	34.5	0.4	0.5		

注：下線部は最大値を示す。

表 8-4 支持枠部の評価用応力

部位	軸力 N (kN)	曲げモーメント M (kN・m)	せん断力 Q (kN)
部材 a b	1.8	0.5	1.0
部材 b c	1.0	0.5	1.8
部材 c d	<u>4.3</u>	<u>0.7</u>	<u>2.8</u>
評価用応力	4.3	0.7	2.8

注 1：軸力，曲げモーメント及びせん断力は絶対値とする。

注 2：下線部は断面算定に用いた値を示す。

表 8-5 支持枠部の断面算定結果 (SS400)

使用部材					ℓ_k (mm)	λ	f_c (N/mm ²)	f_b (N/mm ²)	f_s (N/mm ²)	σ_c (N/mm ²)	σ_b (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$	$\frac{\tau}{f_s}$
寸法 (mm)	A (mm ²)	A _s (mm ²)	Z (×10 ³ mm ³)	i (mm)										
[-150×75×6.5×10	2371	1500	22.4	22.2	540	24	227	235	135	2	31	2	0.15	0.02

記号の説明

A	: 支持部材の断面積	σ_c	: 支持部材の圧縮応力度
A _s	: 支持部材のせん断断面積	σ_b	: 支持部材の曲げ応力度
Z	: 支持部材の断面係数	τ	: 支持部材のせん断応力度
i	: 断面二次半径	f_c	: 支持部材の許容圧縮応力度
ℓ_k	: 座屈長さ	f_b	: 支持部材の許容曲げ応力度
λ	: 細長比 (ℓ_k / i)	f_s	: 支持部材の許容せん断応力度

b. 一般部の検討

一般部の部材（H-200×200×8×12：SS400）について検討を行う。

一般部の形状及び設計モデルを図8-4に、評価用荷重を表8-6に、評価用応力を表8-7に、断面算定結果を表8-8にそれぞれ示す。

評価用荷重は、各一般部における評価用荷重のうち最大値を用いる。

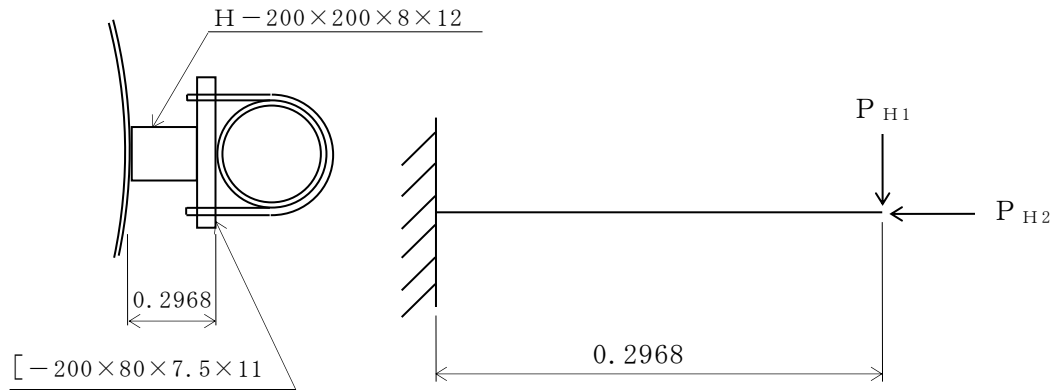


図8-4 一般部の形状及び設計モデル（単位：m）

表 8-6 一般部の評価用荷重

(単位：kN)

EL (m)	各一般部における 評価用荷重		評価用荷重	
	P _{H1}	P _{H2}	P _{H1}	P _{H2}
126.5	0.4	0.5	1.8	2.6
122.5	0.1	0.2		
116.9	1.7	2.2		
110.9	<u>1.8</u>	<u>2.6</u>		
104.9	0.2	0.5		
98.9	0.1	0.4		
92.9	0.4	0.8		
86.9	0.3	1.1		
80.9	0.0	0.2		
74.9	0.0	0.0		
68.9	0.2	0.2		
64.9	0.3	1.1		
56.9	0.4	0.9		
50.9	0.1	0.2		
44.9	0.1	0.1		
38.9	0.0	0.1		
32.9	0.8	0.9		
26.9	0.3	0.3		
20.9	0.1	0.1		
14.9	0.3	0.4		

注：下線部は断面算定に用いた値を示す。

表 8-7 一般部の評価用応力

軸力 N (kN)	曲げモーメント M (kN・m)	せん断 Q (kN)
2.6	0.5	1.8

表 8-8 一般部の断面算定結果 (SS400)

使用部材				ℓ_k	λ	f_c	f_b	f_s	σ_c	σ_b	τ	$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$	$\frac{\tau}{f_s}$	
寸法 (mm)	A (mm ²)	A _s (mm ²)	Z ($\times 10^3$ mm ³)											i (mm)
H-200×200×8×12	6353	4800	160	50.2	623	12	233	235	135	0	3	0	0.02	0.00

記号の説明

A : 支持部材の断面積

A_s : 支持部材のせん断断面積

Z : 支持部材の断面係数

i : 断面二次半径

 ℓ_k : 座屈長さ λ : 細長比 (ℓ_k / i) σ_c : 支持部材の圧縮応力度 σ_b : 支持部材の曲げ応力度 τ : 支持部材のせん断応力度 f_c : 支持部材の許容圧縮応力度 f_b : 支持部材の許容曲げ応力度 f_s : 支持部材の許容せん断応力度

c. 脚部の検討

脚部の部材 (BC-180×90×9×16 : SM490A) について検討を行う。

脚部の形状及び検討モデルを図 8-5 に、部材寸法を図 8-6 に、評価用荷重を表 8-9 に、評価用応力を表 8-10 に、断面算定結果を表 8-11 にそれぞれ示す。

なお、断面算定の結果、部材 c k が最大応力度比となったことから、断面算定結果は部材 c k に対するものを示す。

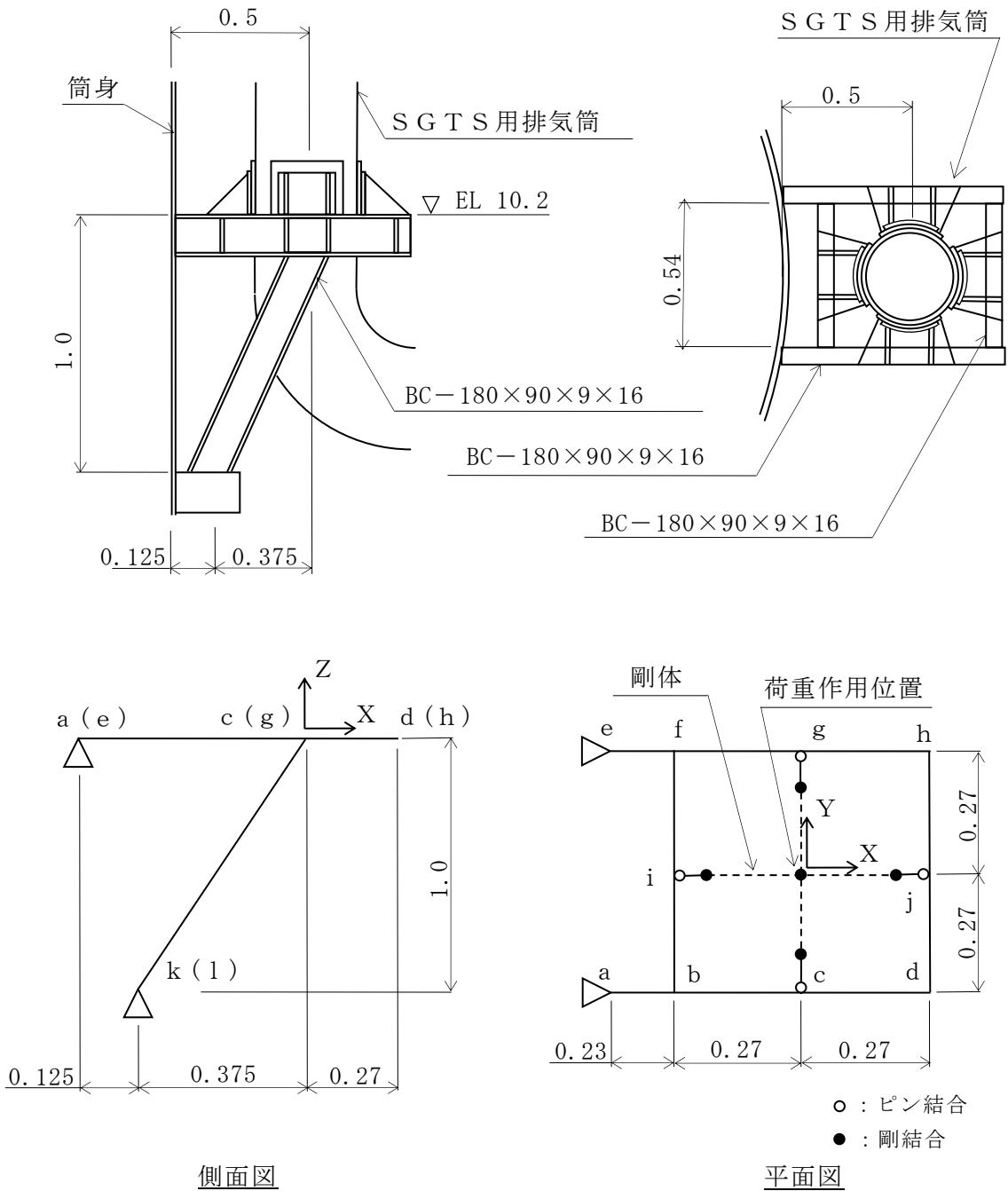


図 8-5 脚部の形状及び検討モデル (単位 : m)

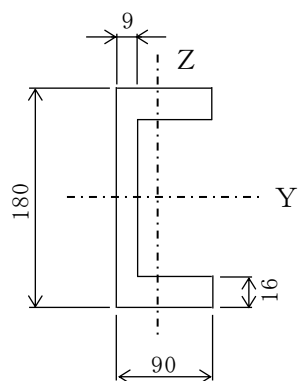


図 8-6 部材寸法 (BC-180×90×9×16)

表 8-9 脚部の評価用荷重

(単位 : kN, kN・m)

支持点	EL (m)	荷重	評価用荷重
F	9.1	P_x	0.5
		P_y	0.4
		P_z	139.5
		M_x	8.2
		M_y	11.1
		M_z	0.9

記号の説明

P_x : X 軸方向の荷重

P_y : Y 軸方向の荷重

P_z : Z 軸方向の荷重

M_x : X 軸回りのモーメント荷重

M_y : Y 軸回りのモーメント荷重

M_z : Z 軸回りのモーメント荷重

(X, Y, Z 軸は図 8-5 を参照)

表 8-10 脚部の評価用応力

部位	軸力 N (kN)	曲げモーメント		せん断力	
		M_y (kN・m)	M_z (kN・m)	Q_z (kN)	Q_y (kN)
部材 a b (部材 e f)	38.9	2.6	0.2	11.5	0.7
部材 c k (部材 g l)	97.9	2.6	0.0	2.4	0.0
部材 b c (部材 f g)	36.7	2.6	0.2	6.7	0.7
部材 c d (部材 g h)	0.0	2.2	0.0	8.0	0.1
部材 b i (部材 f i)	0.5	3.9	0.3	14.3	2.2
部材 d j (部材 h j)	0.1	2.1	0.0	8.0	0.0

記号の説明

N : 支持部材の軸力

M_y : Y軸回りの曲げモーメント

M_z : Z軸回りの曲げモーメント

Q_z : Z軸方向のせん断力

Q_y : Y軸方向のせん断力

表 8-5 支持枠部（部材 c k）の断面算定結果（SM490A）

使用部材							ℓ_k	λ	f_c	f_b	f_s	σ_c	σ_b	τ	$\frac{\sigma_c}{f_c} + \frac{\sigma_b}{f_b}$	$\frac{\tau}{f_s}$
寸法 (mm)	A (mm ²)	A _{s z} (mm ²)	A _{s y} (mm ²)	Z _y (×10 ³ mm ³)	Z _z (×10 ³ mm ³)	i (mm)										
B C - 180×90×9×16	4212	1332	2880	243	59.6	28.6	2136	75	205	325	187	23	11	2	0.15	0.02

記号の説明

A : 支持部材の断面積

A_{s z} : 支持部材のせん断断面積（Z 軸方向）A_{s y} : 支持部材のせん断断面積（Y 軸方向）Z_y : 支持部材の断面係数（Y 軸回り）Z_z : 支持部材の断面係数（Z 軸回り）

i : 断面二次半径

 ℓ_k : 座屈長さ λ : 細長比（ ℓ_k / i ） σ_c : 支持部材の圧縮応力度 σ_b : 支持部材の曲げ応力度 τ : 支持部材のせん断応力度 f_c : 支持部材の許容圧縮応力度 f_b : 支持部材の許容曲げ応力度 f_s : 支持部材の許容せん断応力度

VI-2-3 原子炉本体の耐震性に関する説明書

VI-2-3-3 原子炉圧力容器の耐震性についての計算書

VI-2-3-3-1 原子炉圧力容器本体の耐震性についての計算書

VI-2-3-3-1-2 原子炉圧力容器の耐震性についての計算書

目 次
(概要)

1. 概要 1-1

目 次
(円筒胴)

2. 円筒胴の応力計算	2-1
2.1 一般事項	2-1
2.1.1 形状・寸法・材料	2-1
2.1.2 解析範囲	2-1
2.1.3 計算結果の概要	2-1
2.2 計算条件	2-4
2.2.1 設計条件	2-4
2.2.2 運転条件	2-4
2.2.3 材料	2-4
2.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態	2-4
2.2.5 荷重の組合せ及び応力評価	2-4
2.2.6 許容応力	2-4
2.3 応力計算	2-4
2.3.1 応力評価点	2-4
2.3.2 内圧による応力	2-4
2.3.3 外荷重による応力	2-4
2.3.4 応力の評価	2-5
2.4 応力強さの評価	2-5
2.4.1 一次一般膜応力強さの評価	2-5
2.4.2 一次膜＋一次曲げ応力強さの評価	2-5
2.4.3 一次＋二次応力強さの評価	2-5
2.5 繰返し荷重の評価	2-5
2.5.1 疲労解析	2-5

図 表 目 次
(円筒胴)

図2-1	形状・寸法・材料・応力評価点	2-2
表2-1	計算結果の概要	2-3
表2-2	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	2-6
表2-3	一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ	2-7
表2-4	一次+二次応力強さの評価のまとめ	2-8
表2-5	疲労累積係数	2-9
表2-6	疲労累積係数の評価のまとめ	2-10

目 次
(下鏡)

3. 下鏡の応力計算	3-1
3.1 一般事項	3-1
3.1.1 形状・寸法・材料	3-1
3.1.2 解析範囲	3-1
3.1.3 計算結果の概要	3-1
3.2 計算条件	3-4
3.2.1 設計条件	3-4
3.2.2 運転条件	3-4
3.2.3 材料	3-4
3.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態	3-4
3.2.5 荷重の組合せ及び応力評価	3-4
3.2.6 許容応力	3-4
3.3 応力計算	3-4
3.3.1 応力評価点	3-4
3.3.2 内圧による応力	3-4
3.3.3 外荷重による応力	3-4
3.3.4 応力の評価	3-5
3.4 応力強さの評価	3-5
3.4.1 一次一般膜応力強さの評価	3-5
3.4.2 一次膜＋一次曲げ応力強さの評価	3-5
3.4.3 一次＋二次応力強さの評価	3-5
3.5 繰返し荷重の評価	3-5
3.5.1 疲労解析	3-5

図 表 目 次
(下鏡)

図3-1	形状・寸法・材料・応力評価点	3-2
表3-1	計算結果の概要	3-3
表3-2	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	3-6
表3-3	一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ	3-7
表3-4	一次+二次応力強さの評価のまとめ	3-8
表3-5	疲労累積係数	3-10
表3-6	疲労累積係数の評価のまとめ	3-13

目 次
(制御棒貫通孔)

4. 制御棒貫通孔の応力計算	4-1
4.1 一般事項	4-1
4.1.1 記号の説明	4-1
4.1.2 形状・寸法・材料	4-1
4.1.3 解析範囲	4-1
4.1.4 計算結果の概要	4-1
4.2 計算条件	4-4
4.2.1 設計条件	4-4
4.2.2 運転条件	4-4
4.2.3 材料	4-4
4.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態	4-4
4.2.5 荷重の組合せ及び応力評価	4-4
4.2.6 許容応力	4-4
4.3 応力計算	4-4
4.3.1 応力評価点	4-4
4.3.2 内圧による応力	4-4
4.3.3 外荷重による応力	4-4
4.3.4 応力の評価	4-5
4.4 応力強さの評価	4-5
4.4.1 一次一般膜応力強さの評価	4-5
4.4.2 一次膜＋一次曲げ応力強さの評価	4-5
4.4.3 一次＋二次応力強さの評価	4-5
4.5 繰返し荷重の評価	4-6
4.5.1 疲労解析	4-6
4.6 特別な応力の評価	4-6
4.6.1 座屈に対する評価	4-6

図 表 目 次
(制御棒貫通孔)

図4-1	形状・寸法・材料・応力評価点	4-2
表4-1	計算結果の概要	4-3
表4-2	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	4-8
表4-3	一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ	4-9
表4-4	一次+二次応力強さの評価のまとめ	4-10
表4-5	疲労累積係数	4-11
表4-6	疲労累積係数の評価のまとめ	4-13
表4-7	座屈に対する評価に用いる荷重	4-14
表4-8	座屈に対する評価	4-14

目 次
(原子炉中性子計装孔)

5. 原子炉中性子計装孔の応力計算	5-1
5.1 一般事項	5-1
5.1.1 形状・寸法・材料	5-1
5.1.2 解析範囲	5-1
5.1.3 計算結果の概要	5-1
5.2 計算条件	5-4
5.2.1 設計条件	5-4
5.2.2 運転条件	5-4
5.2.3 材料	5-4
5.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態	5-4
5.2.5 荷重の組合せ及び応力評価	5-4
5.2.6 許容応力	5-4
5.3 応力計算	5-4
5.3.1 応力評価点	5-4
5.3.2 内圧による応力	5-4
5.3.3 外荷重による応力	5-4
5.3.4 応力の評価	5-5
5.4 応力強さの評価	5-5
5.4.1 一次一般膜応力強さの評価	5-5
5.4.2 一次膜＋一次曲げ応力強さの評価	5-5
5.4.3 一次＋二次応力強さの評価	5-5
5.5 繰返し荷重の評価	5-5
5.5.1 疲労解析	5-5

図 表 目 次
(原子炉中性子計装孔)

図5-1	形状・寸法・材料・応力評価点	5-2
表5-1	計算結果の概要	5-3
表5-2	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	5-6
表5-3	一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ	5-7
表5-4	一次+二次応力強さの評価のまとめ	5-8
表5-5	疲労累積係数	5-9
表5-6	疲労累積係数の評価のまとめ	5-10

目 次
(再循環水出口ノズル (N1))

6.	再循環水出口ノズル (N1) の応力計算	6-1
6.1	一般事項	6-1
6.1.1	形状・寸法・材料	6-1
6.1.2	解析範囲	6-1
6.1.3	計算結果の概要	6-1
6.2	計算条件	6-4
6.2.1	設計条件	6-4
6.2.2	運転条件	6-4
6.2.3	材料	6-4
6.2.4	荷重の組合せ及び許容応力状態	6-4
6.2.5	荷重の組合せ及び応力評価	6-4
6.2.6	許容応力	6-4
6.3	応力計算	6-4
6.3.1	応力評価点	6-4
6.3.2	内圧による応力	6-4
6.3.3	外荷重による応力	6-4
6.3.4	応力の評価	6-5
6.4	応力強さの評価	6-5
6.4.1	一次一般膜応力強さの評価	6-5
6.4.2	一次膜＋一次曲げ応力強さの評価	6-5
6.4.3	一次＋二次応力強さの評価	6-5
6.5	繰返し荷重の評価	6-5
6.5.1	疲労解析	6-5

図 表 目 次
(再循環水出口ノズル (N1))

図6-1	形状・寸法・材料・応力評価点	6-2
表6-1	計算結果の概要	6-3
表6-2	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	6-6
表6-3	一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ	6-7
表6-4	一次+二次応力強さの評価のまとめ	6-8
表6-5	疲労累積係数	6-9
表6-6	疲労累積係数の評価のまとめ	6-12

目 次
(再循環水入口ノズル (N2))

7. 再循環水入口ノズル (N2) の応力計算	7-1
7.1 一般事項	7-1
7.1.1 形状・寸法・材料	7-1
7.1.2 解析範囲	7-1
7.1.3 計算結果の概要	7-1
7.2 計算条件	7-4
7.2.1 設計条件	7-4
7.2.2 運転条件	7-4
7.2.3 材料	7-4
7.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態	7-4
7.2.5 荷重の組合せ及び応力評価	7-4
7.2.6 許容応力	7-4
7.3 応力計算	7-4
7.3.1 応力評価点	7-4
7.3.2 内圧及び差圧による応力	7-4
7.3.3 外荷重による応力	7-4
7.3.4 応力の評価	7-5
7.4 応力強さの評価	7-5
7.4.1 一次一般膜応力強さの評価	7-5
7.4.2 一次膜＋一次曲げ応力強さの評価	7-5
7.4.3 一次＋二次応力強さの評価	7-5
7.5 繰返し荷重の評価	7-5
7.5.1 疲労解析	7-5

図 表 目 次
(再循環水入口ノズル (N2))

図7-1	形状・寸法・材料・応力評価点	7-2
表7-1	計算結果の概要	7-3
表7-2	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	7-6
表7-3	一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ	7-7
表7-4	一次+二次応力強さの評価のまとめ	7-8
表7-5	疲労累積係数	7-10
表7-6	疲労累積係数の評価のまとめ	7-14

目 次
(主蒸気ノズル (N3))

8. 主蒸気ノズル (N3) の応力計算	8-1
8.1 一般事項	8-1
8.1.1 形状・寸法・材料	8-1
8.1.2 解析範囲	8-1
8.1.3 計算結果の概要	8-1
8.2 計算条件	8-4
8.2.1 設計条件	8-4
8.2.2 運転条件	8-4
8.2.3 材料	8-4
8.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態	8-4
8.2.5 荷重の組合せ及び応力評価	8-4
8.2.6 許容応力	8-4
8.3 応力計算	8-4
8.3.1 応力評価点	8-4
8.3.2 内圧による応力	8-4
8.3.3 外荷重による応力	8-4
8.3.4 応力の評価	8-5
8.4 応力強さの評価	8-5
8.4.1 一次一般膜応力強さの評価	8-5
8.4.2 一次膜＋一次曲げ応力強さの評価	8-5
8.4.3 一次＋二次応力強さの評価	8-5
8.5 繰返し荷重の評価	8-5
8.5.1 疲労解析	8-5

図 表 目 次
(主蒸気ノズル (N3))

図8-1	形状・寸法・材料・応力評価点	8-2
表8-1	計算結果の概要	8-3
表8-2	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	8-6
表8-3	一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ	8-7
表8-4	一次+二次応力強さの評価のまとめ	8-8
表8-5	疲労累積係数	8-9
表8-6	疲労累積係数の評価のまとめ	8-12

目 次
(給水ノズル (N4))

9. 給水ノズル (N4) の応力計算	9-1
9.1 一般事項	9-1
9.1.1 形状・寸法・材料	9-1
9.1.2 解析範囲	9-1
9.1.3 計算結果の概要	9-1
9.2 計算条件	9-4
9.2.1 設計条件	9-4
9.2.2 運転条件	9-4
9.2.3 材料	9-4
9.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態	9-4
9.2.5 荷重の組合せ及び応力評価	9-4
9.2.6 許容応力	9-4
9.3 応力計算	9-4
9.3.1 応力評価点	9-4
9.3.2 内圧及び差圧による応力	9-4
9.3.3 外荷重による応力	9-4
9.3.4 応力の評価	9-5
9.4 応力強さの評価	9-5
9.4.1 一次一般膜応力強さの評価	9-5
9.4.2 一次膜＋一次曲げ応力強さの評価	9-5
9.4.3 一次＋二次応力強さの評価	9-5
9.5 繰返し荷重の評価	9-6
9.5.1 疲労解析	9-6

図 表 目 次
(給水ノズル (N4))

図9-1	形状・寸法・材料・応力評価点	9-2
表9-1	計算結果の概要	9-3
表9-2	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	9-7
表9-3	一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ	9-9
表9-4	一次+二次応力強さの評価のまとめ	9-11
表9-5	疲労累積係数	9-13
表9-6	疲労累積係数の評価のまとめ	9-16

目 次
(低圧炉心スプレインズル (N5))

10. 低圧炉心スプレインズル (N5) の応力計算	10-1
10.1 一般事項	10-1
10.1.1 形状・寸法・材料	10-1
10.1.2 解析範囲	10-1
10.1.3 計算結果の概要	10-1
10.2 計算条件	10-4
10.2.1 設計条件	10-4
10.2.2 運転条件	10-4
10.2.3 材料	10-4
10.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態	10-4
10.2.5 荷重の組合せ及び応力評価	10-4
10.2.6 許容応力	10-4
10.3 応力計算	10-4
10.3.1 応力評価点	10-4
10.3.2 内圧及び差圧による応力	10-4
10.3.3 外荷重による応力	10-4
10.3.4 応力の評価	10-5
10.4 応力強さの評価	10-5
10.4.1 一次一般膜応力強さの評価	10-5
10.4.2 一次膜＋一次曲げ応力強さの評価	10-5
10.4.3 一次＋二次応力強さの評価	10-5
10.5 繰返し荷重の評価	10-5
10.5.1 疲労解析	10-5

図 表 目 次
(低圧炉心スプレインズル (N5))

図10-1	形状・寸法・材料・応力評価点	10-2
表10-1	計算結果の概要	10-3
表10-2	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	10-6
表10-3	一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ	10-7
表10-4	一次+二次応力強さの評価のまとめ	10-8
表10-5	疲労累積係数	10-10
表10-6	疲労累積係数の評価のまとめ	10-13

目 次
(低圧注水ノズル (N6))

11. 低圧注水ノズル (N6) の応力計算	11-1
11.1 一般事項	11-1
11.1.1 形状・寸法・材料	11-1
11.1.2 解析範囲	11-1
11.1.3 計算結果の概要	11-1
11.2 計算条件	11-4
11.2.1 設計条件	11-4
11.2.2 運転条件	11-4
11.2.3 材料	11-4
11.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態	11-4
11.2.5 荷重の組合せ及び応力評価	11-4
11.2.6 許容応力	11-4
11.3 応力計算	11-4
11.3.1 応力評価点	11-4
11.3.2 内圧及び差圧による応力	11-4
11.3.3 外荷重による応力	11-4
11.3.4 応力の評価	11-5
11.4 応力強さの評価	11-5
11.4.1 一次一般膜応力強さの評価	11-5
11.4.2 一次膜＋一次曲げ応力強さの評価	11-5
11.4.3 一次＋二次応力強さの評価	11-5
11.5 繰返し荷重の評価	11-5
11.5.1 疲労解析	11-5

図 表 目 次
(低圧注水ノズル (N6))

図11-1	形状・寸法・材料・応力評価点	11-2
表11-1	計算結果の概要	11-3
表11-2	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	11-6
表11-3	一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ	11-7
表11-4	一次+二次応力強さの評価のまとめ	11-8
表11-5	疲労累積係数	11-10
表11-6	疲労累積係数の評価のまとめ	11-13

目 次
(上ぶたスプレイノズル (N7))

12.	上ぶたスプレイノズル (N7) の応力計算	12-1
12.1	一般事項	12-1
12.1.1	形状・寸法・材料	12-1
12.1.2	解析範囲	12-1
12.1.3	計算結果の概要	12-1
12.2	計算条件	12-4
12.2.1	設計条件	12-4
12.2.2	運転条件	12-4
12.2.3	材料	12-4
12.2.4	荷重の組合せ及び許容応力状態	12-4
12.2.5	荷重の組合せ及び応力評価	12-4
12.2.6	許容応力	12-4
12.3	応力計算	12-4
12.3.1	応力評価点	12-4
12.3.2	内圧による応力	12-4
12.3.3	外荷重による応力	12-4
12.3.4	ボルト荷重による応力	12-5
12.3.5	応力の評価	12-5
12.4	応力強さの評価	12-5
12.4.1	一次一般膜応力強さの評価	12-5
12.4.2	一次膜＋一次曲げ応力強さの評価	12-5
12.4.3	一次＋二次応力強さの評価	12-5
12.5	繰返し荷重の評価	12-6
12.5.1	疲労解析	12-6

図 表 目 次
(上ぶたスプレイングル (N7))

図12-1	形状・寸法・材料・応力評価点	12-2
表12-1	計算結果の概要	12-3
表12-2	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	12-7
表12-3	一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ	12-8
表12-4	一次+二次応力強さの評価のまとめ	12-9
表12-5	疲労累積係数	12-10
表12-6	疲労累積係数の評価のまとめ	12-12

目 次
(計測及びベントノズル (N8))

13. 計測及びベントノズル (N8) の応力計算	13-1
13.1 一般事項	13-1
13.1.1 形状・寸法・材料	13-1
13.1.2 解析範囲	13-1
13.1.3 計算結果の概要	13-1
13.2 計算条件	13-4
13.2.1 設計条件	13-4
13.2.2 運転条件	13-4
13.2.3 材料	13-4
13.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態	13-4
13.2.5 荷重の組合せ及び応力評価	13-4
13.2.6 許容応力	13-4
13.3 応力計算	13-4
13.3.1 応力評価点	13-4
13.3.2 内圧による応力	13-4
13.3.3 外荷重による応力	13-4
13.3.4 ボルト荷重による応力	13-5
13.3.5 応力の評価	13-5
13.4 応力強さの評価	13-5
13.4.1 一次一般膜応力強さの評価	13-5
13.4.2 一次膜＋一次曲げ応力強さの評価	13-5
13.4.3 一次＋二次応力強さの評価	13-5
13.5 繰返し荷重の評価	13-6
13.5.1 疲労解析	13-6

図 表 目 次
(計測及びベントノズル (N8))

図13-1	形状・寸法・材料・応力評価点	13-2
表13-1	計算結果の概要	13-3
表13-2	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	13-7
表13-3	一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ	13-8
表13-4	一次＋二次応力強さの評価のまとめ	13-9
表13-5	疲労累積係数	13-10
表13-6	疲労累積係数の評価のまとめ	13-12

目 次
(ジェットポンプ計測ノズル (N9))

14.	ジェットポンプ計測ノズル (N9) の応力計算	14-1
14.1	一般事項	14-1
14.1.1	形状・寸法・材料	14-1
14.1.2	解析範囲	14-1
14.1.3	計算結果の概要	14-1
14.2	計算条件	14-4
14.2.1	設計条件	14-4
14.2.2	運転条件	14-4
14.2.3	材料	14-4
14.2.4	荷重の組合せ及び許容応力状態	14-4
14.2.5	荷重の組合せ及び応力評価	14-4
14.2.6	許容応力	14-4
14.3	応力計算	14-4
14.3.1	応力評価点	14-4
14.3.2	内圧による応力	14-4
14.3.3	外荷重による応力	14-4
14.3.4	応力の評価	14-5
14.4	応力強さの評価	14-5
14.4.1	一次一般膜応力強さの評価	14-5
14.4.2	一次膜＋一次曲げ応力強さの評価	14-5
14.4.3	一次＋二次応力強さの評価	14-5
14.5	繰返し荷重の評価	14-5
14.5.1	疲労解析	14-5

図 表 目 次
(ジェットポンプ計測ノズル (N9))

図14-1	形状・寸法・材料・応力評価点	14-2
表14-1	計算結果の概要	14-3
表14-2	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	14-6
表14-3	一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ	14-7
表14-4	一次+二次応力強さの評価のまとめ	14-8
表14-5	疲労累積係数	14-9
表14-6	疲労累積係数の評価のまとめ	14-12

目 次

(ほう酸水注入及び炉心差圧計測ノズル (N11))

15. ほう酸水注入及び炉心差圧計測ノズル (N11) の応力計算	15-1
15.1 一般事項	15-1
15.1.1 形状・寸法・材料	15-1
15.1.2 解析範囲	15-1
15.1.3 計算結果の概要	15-1
15.2 計算条件	15-5
15.2.1 設計条件	15-5
15.2.2 運転条件	15-5
15.2.3 材料	15-5
15.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態	15-5
15.2.5 荷重の組合せ及び応力評価	15-5
15.2.6 許容応力	15-5
15.3 応力計算	15-5
15.3.1 応力評価点	15-5
15.3.2 内圧による応力	15-5
15.3.3 外荷重による応力	15-5
15.3.4 応力の評価	15-6
15.4 応力強さの評価	15-6
15.4.1 一次一般膜応力強さの評価	15-6
15.4.2 一次膜＋一次曲げ応力強さの評価	15-6
15.4.3 一次＋二次応力強さの評価	15-6
15.5 繰返し荷重の評価	15-6
15.5.1 疲労解析	15-6

図 表 目 次

(ほう酸水注入及び炉心差圧計測ノズル (N11))

図15-1	形状・寸法・材料・応力評価点	15-2
表15-1	計算結果の概要	15-3
表15-2	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	15-7
表15-3	一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ	15-8
表15-4	一次＋二次応力強さの評価のまとめ	15-9
表15-5	疲労累積係数	15-11
表15-6	疲労累積係数の評価のまとめ	15-17

目 次
(計測ノズル (N12))

16.	計測ノズル (N12) の応力計算	16-1
16.1	一般事項	16-1
16.1.1	形状・寸法・材料	16-1
16.1.2	解析範囲	16-1
16.1.3	計算結果の概要	16-1
16.2	計算条件	16-4
16.2.1	設計条件	16-4
16.2.2	運転条件	16-4
16.2.3	材料	16-4
16.2.4	荷重の組合せ及び許容応力状態	16-4
16.2.5	荷重の組合せ及び応力評価	16-4
16.2.6	許容応力	16-4
16.3	応力計算	16-4
16.3.1	応力評価点	16-4
16.3.2	内圧による応力	16-4
16.3.3	外荷重による応力	16-4
16.3.4	応力の評価	16-5
16.4	応力強さの評価	16-5
16.4.1	一次一般膜応力強さの評価	16-5
16.4.2	一次膜＋一次曲げ応力強さの評価	16-5
16.4.3	一次＋二次応力強さの評価	16-5
16.5	繰返し荷重の評価	16-5
16.5.1	疲労解析	16-5

図 表 目 次
(計測ノズル (N12))

図16-1	形状・寸法・材料・応力評価点	16-2
表16-1	計算結果の概要	16-3
表16-2	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	16-6
表16-3	一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ	16-7
表16-4	一次+二次応力強さの評価のまとめ	16-8
表16-5	疲労累積係数	16-9
表16-6	疲労累積係数の評価のまとめ	16-12

目 次
(計測ノズル (N13))

17. 計測ノズル (N13) の応力計算	17-1
17.1 一般事項	17-1
17.1.1 形状・寸法・材料	17-1
17.1.2 解析範囲	17-1
17.1.3 計算結果の概要	17-1
17.2 計算条件	17-4
17.2.1 設計条件	17-4
17.2.2 運転条件	17-4
17.2.3 材料	17-4
17.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態	17-4
17.2.5 荷重の組合せ及び応力評価	17-4
17.2.6 許容応力	17-4
17.3 応力計算	17-4
17.3.1 応力評価点	17-4
17.3.2 内圧による応力	17-4
17.3.3 外荷重による応力	17-4
17.3.4 応力の評価	17-5
17.4 応力強さの評価	17-5
17.4.1 一次一般膜応力強さの評価	17-5
17.4.2 一次膜＋一次曲げ応力強さの評価	17-5
17.4.3 一次＋二次応力強さの評価	17-5
17.5 繰返し荷重の評価	17-5
17.5.1 疲労解析	17-5

図 表 目 次
(計測ノズル (N13))

図17-1	形状・寸法・材料・応力評価点	17-2
表17-1	計算結果の概要	17-3
表17-2	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	17-6
表17-3	一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ	17-7
表17-4	一次+二次応力強さの評価のまとめ	17-8
表17-5	疲労累積係数	17-9
表17-6	疲労累積係数の評価のまとめ	17-12

目 次
(計測ノズル (N14))

18. 計測ノズル (N14) の応力計算	18-1
18.1 一般事項	18-1
18.1.1 形状・寸法・材料	18-1
18.1.2 解析範囲	18-1
18.1.3 計算結果の概要	18-1
18.2 計算条件	18-4
18.2.1 設計条件	18-4
18.2.2 運転条件	18-4
18.2.3 材料	18-4
18.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態	18-4
18.2.5 荷重の組合せ及び応力評価	18-4
18.2.6 許容応力	18-4
18.3 応力計算	18-4
18.3.1 応力評価点	18-4
18.3.2 内圧による応力	18-4
18.3.3 外荷重による応力	18-4
18.3.4 応力の評価	18-5
18.4 応力強さの評価	18-5
18.4.1 一次一般膜応力強さの評価	18-5
18.4.2 一次膜＋一次曲げ応力強さの評価	18-5
18.4.3 一次＋二次応力強さの評価	18-5
18.5 繰返し荷重の評価	18-5
18.5.1 疲労解析	18-5

図 表 目 次
(計測ノズル (N14))

図18-1	形状・寸法・材料・応力評価点	18-2
表18-1	計算結果の概要	18-3
表18-2	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	18-6
表18-3	一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ	18-7
表18-4	一次＋二次応力強さの評価のまとめ	18-8
表18-5	疲労累積係数	18-9
表18-6	疲労累積係数の評価のまとめ	18-11

目 次
(ドレンノズル (N15))

19. ドレンノズル (N15) の応力計算	19-1
19.1 一般事項	19-1
19.1.1 形状・寸法・材料	19-1
19.1.2 解析範囲	19-1
19.1.3 計算結果の概要	19-1
19.2 計算条件	19-4
19.2.1 設計条件	19-4
19.2.2 運転条件	19-4
19.2.3 材料	19-4
19.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態	19-4
19.2.5 荷重の組合せ及び応力評価	19-4
19.2.6 許容応力	19-4
19.3 応力計算	19-4
19.3.1 応力評価点	19-4
19.3.2 内圧による応力	19-4
19.3.3 外荷重による応力	19-4
19.3.4 応力の評価	19-5
19.4 応力強さの評価	19-5
19.4.1 一次一般膜応力強さの評価	19-5
19.4.2 一次膜＋一次曲げ応力強さの評価	19-5
19.4.3 一次＋二次応力強さの評価	19-5
19.5 繰返し荷重の評価	19-5
19.5.1 疲労解析	19-5

図 表 目 次
(ドレンノズル (N15))

図19-1	形状・寸法・材料・応力評価点	19-2
表19-1	計算結果の概要	19-3
表19-2	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	19-6
表19-3	一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ	19-7
表19-4	一次+二次応力強さの評価のまとめ	19-8
表19-5	疲労累積係数	19-9
表19-6	疲労累積係数の評価のまとめ	19-11

目 次
(高圧炉心スプレインズル (N16))

20.	高圧炉心スプレインズル (N16) の応力計算	20-1
20.1	一般事項	20-1
20.1.1	形状・寸法・材料	20-1
20.1.2	解析範囲	20-1
20.1.3	計算結果の概要	20-1
20.2	計算条件	20-4
20.2.1	設計条件	20-4
20.2.2	運転条件	20-4
20.2.3	材料	20-4
20.2.4	荷重の組合せ及び許容応力状態	20-4
20.2.5	荷重の組合せ及び応力評価	20-4
20.2.6	許容応力	20-4
20.3	応力計算	20-4
20.3.1	応力評価点	20-4
20.3.2	内圧及び差圧による応力	20-4
20.3.3	外荷重による応力	20-4
20.3.4	応力の評価	20-5
20.4	応力強さの評価	20-5
20.4.1	一次一般膜応力強さの評価	20-5
20.4.2	一次膜＋一次曲げ応力強さの評価	20-5
20.4.3	一次＋二次応力強さの評価	20-5
20.5	繰返し荷重の評価	20-5
20.5.1	疲労解析	20-5

図 表 目 次
(高圧炉心スプレイングル (N16))

図20-1	形状・寸法・材料・応力評価点	20-2
表20-1	計算結果の概要	20-3
表20-2	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	20-6
表20-3	一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ	20-7
表20-4	一次+二次応力強さの評価のまとめ	20-8
表20-5	疲労累積係数	20-10
表20-6	疲労累積係数の評価のまとめ	20-13

目 次
(原子炉压力容器支持スカート)

21. 原子炉压力容器支持スカートの応力計算	21-1
21.1 一般事項	21-1
21.1.1 記号の説明	21-1
21.1.2 形状・寸法・材料	21-1
21.1.3 解析範囲	21-1
21.1.4 計算結果の概要	21-1
21.2 計算条件	21-4
21.2.1 設計条件	21-4
21.2.2 運転条件	21-4
21.2.3 材料	21-4
21.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態	21-4
21.2.5 荷重の組合せ及び応力評価	21-4
21.2.6 許容応力	21-4
21.3 応力計算	21-4
21.3.1 応力評価点	21-4
21.3.2 内圧による応力	21-4
21.3.3 外荷重による応力	21-4
21.3.4 応力の評価	21-5
21.4 応力強さの評価	21-5
21.4.1 一次一般膜応力強さの評価	21-5
21.4.2 一次膜＋一次曲げ応力強さの評価	21-5
21.4.3 一次＋二次応力強さの評価	21-5
21.5 繰返し荷重の評価	21-5
21.5.1 疲労解析	21-5
21.6 特別な応力の評価	21-6
21.6.1 座屈に対する評価	21-6

図 表 目 次
(原子炉压力容器支持スカート)

図21-1	形状・寸法・材料・応力評価点	21-2
表21-1	計算結果の概要	21-3
表21-2	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	21-8
表21-3	一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ	21-9
表21-4	一次＋二次応力強さの評価のまとめ	21-10
表21-5	疲労累積係数	21-11
表21-6	疲労累積係数の評価のまとめ	21-12
表21-7	座屈に対する評価に用いる荷重	21-13
表21-8	座屈に対する評価	21-13

目 次
(ブラケット類)

22. ブラケット類の応力計算	22-1
22.1 一般事項	22-1
22.1.1 形状・寸法・材料	22-1
22.1.2 解析範囲	22-1
22.1.3 計算結果の概要	22-1
22.2 計算条件	22-7
22.2.1 設計条件	22-7
22.2.2 材料	22-7
22.2.3 荷重の組合せ及び許容応力状態	22-7
22.2.4 荷重の組合せ及び応力評価	22-7
22.2.5 許容応力	22-7
22.2.6 応力の記号と方向	22-7
22.3 応力計算	22-8
22.3.1 応力評価点	22-8
22.3.2 外荷重による応力	22-8
22.3.3 応力の評価	22-8
22.4 応力強さの評価	22-9
22.4.1 ブラケット付根の応力強さの評価	22-9
22.4.2 ロッド穴周辺の応力強さの評価	22-9

図 表 目 次
(ブラケット類)

図22-1	形状・寸法・材料	22-2
表22-1	計算結果の概要	22-6
表22-2	ブラケット付根の一次一般膜応力強さの評価	22-10
表22-3	ブラケット付根の一次膜+一次曲げ応力強さの評価	22-11
表22-4	ロッド穴周辺の純せん断応力の評価	22-12
表22-5	ロッド穴周辺の一次膜+一次曲げ応力強さの評価	22-12

目 次
(原子炉压力容器基礎ボルト)

23. 原子炉压力容器基礎ボルトの応力計算	23-1
23.1 一般事項	23-1
23.1.1 形状・寸法・材料	23-1
23.1.2 解析範囲	23-1
23.1.3 計算結果の概要	23-1
23.2 計算条件	23-4
23.2.1 設計条件	23-4
23.2.2 材料	23-4
23.2.3 荷重の組合せ及び許容応力状態	23-4
23.2.4 荷重の組合せ及び応力評価	23-4
23.2.5 許容応力	23-4
23.2.6 許容応力評価条件	23-4
23.3 応力計算	23-4
23.3.1 外荷重による応力	23-4
23.4 応力の評価	23-5

図 表 目 次
(原子炉压力容器基礎ボルト)

図23-1	形状・寸法・材料	23-2
表23-1	計算結果の概要	23-3
表23-2	許容応力評価条件	23-6
表23-3	計算結果	23-6

1. 概要

本計算書は、原子炉圧力容器の耐震性についての計算書である。

本計算書の各機器は、VI-2-3-3-1-1「原子炉圧力容器の応力解析の方針」（以下「応力解析の方針」という。）に基づき評価する。

本計算書は、原子炉圧力容器であって、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備に分類される下記の機器について、構造強度評価の結果を示すものである。

- ・ 円筒胴
- ・ 下鏡
- ・ 制御棒貫通孔
- ・ 原子炉中性子計装孔
- ・ 再循環水出口ノズル (N1)
- ・ 再循環水入口ノズル (N2)
- ・ 主蒸気ノズル (N3)
- ・ 給水ノズル (N4)
- ・ 低圧炉心スプレイノズル (N5)
- ・ 低圧注水ノズル (N6)
- ・ 上ぶたスプレイノズル (N7)
- ・ 計測及びベントノズル (N8)
- ・ ジェットポンプ計測ノズル (N9)
- ・ ほう酸水注入及び炉心差圧計測ノズル (N11)
- ・ 計測ノズル (N12, N13, N14)
- ・ ドレンノズル (N15)
- ・ 高圧炉心スプレイノズル (N16)
- ・ 原子炉圧力容器支持スカート
- ・ ブラケット類
- ・ 原子炉圧力容器基礎ボルト

注：本計算書においては、昭和60年12月25日付け60資庁第11431号及び昭和59年9月17日付け59資庁第8283号にて認可された工事計画の添付書類（「応力解析の方針」の参照図書(1)及び(2)）を「既工認」という。

2. 円筒胴の応力計算

2.1 一般事項

本章は、円筒胴の応力計算について示すものである。

円筒胴は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備，常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。

以下，設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

2.1.1 形状・寸法・材料

本章で解析する箇所形状・寸法・材料を図2-1に示す。

2.1.2 解析範囲

解析範囲を図2-1に示す。

2.1.3 計算結果の概要

計算結果の概要を表2-1に示す。

なお，応力評価点の選定に当たっては，形状不連続部，溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し，部分ごとに数点の評価点を設けて評価を行い，疲労累積係数が厳しくなる評価点を記載する。

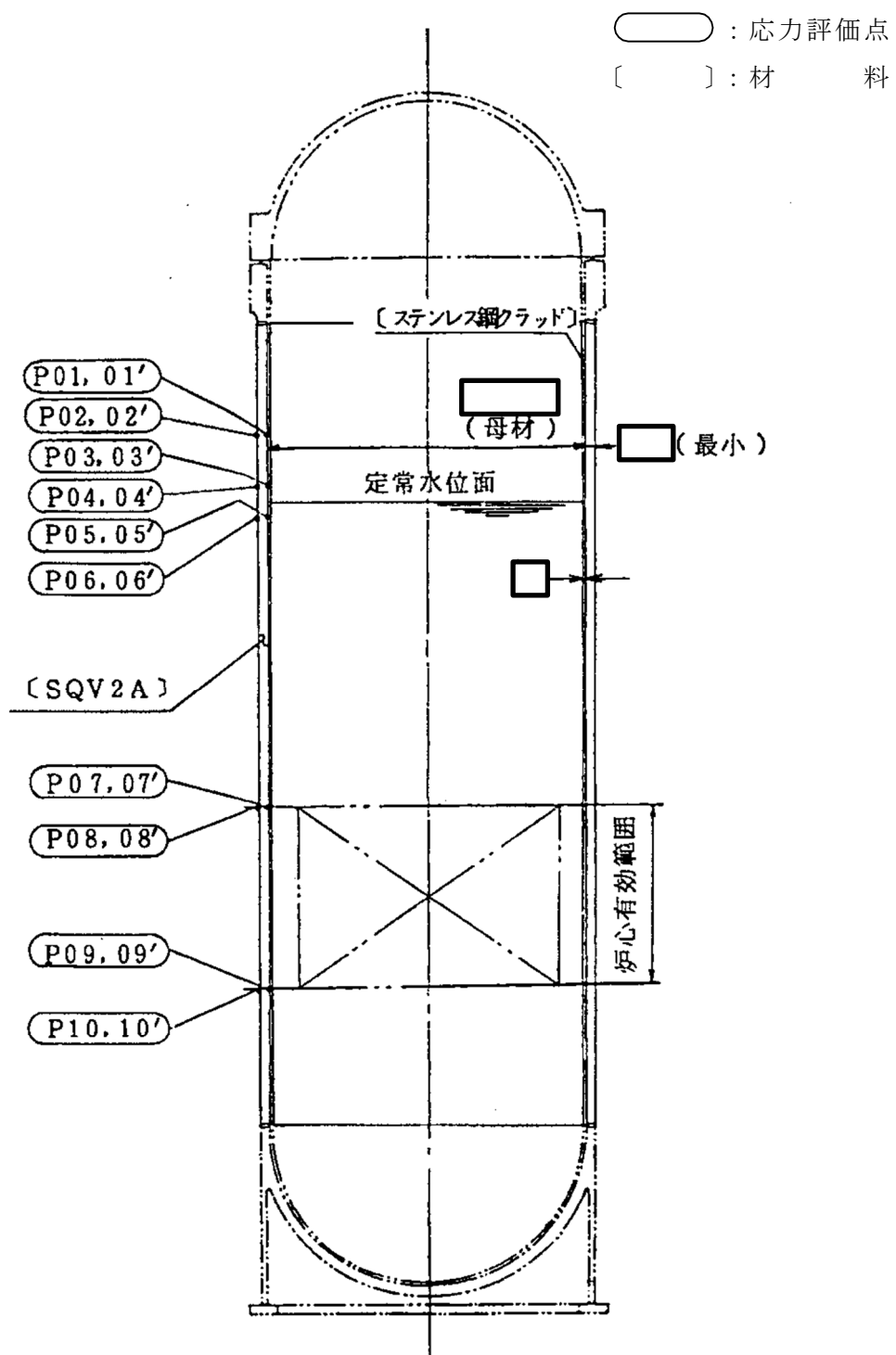


図2-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

表2-1 計算結果の概要

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ (MPa)			一次膜+一次曲げ応力強さ (MPa)			一次+二次応力強さ (MPa)			疲労解析		
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価点	疲労* 累積係数	許容値	応力 評価点
円筒胴	ⅢA S	175	303	P01 - P02	175	395	P01 - P02	—	—	—	—	—	
	ⅣA S	183	326	P01' - P02'	183	425	P01' - P02'	—	—	—	—	—	
SQV2A	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	91	552	P02	0.005	—	
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	177	552	P02	1.0	P01	

注記*：疲労累積係数は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S_d *又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

2.2 計算条件

2.2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の4.1節に示す。

2.2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の4.2節に示す。

2.2.3 材料

各部の材料を図2-1に示す。

2.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の3.4節に示す。

2.2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の4.3節に示す。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

2.2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の3.5節に示す。

2.3 応力計算

2.3.1 応力評価点

応力評価点の位置を図2-1に示す。

2.3.2 内圧による応力

(1) 荷重条件 (L01)

各運転状態による内圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)c.に定めるとおりである。

2.3.3 外荷重による応力

(1) 荷重条件 (L04, L08, L14及びL16)

外荷重を「応力解析の方針」の表4-1(1)に示す。

2.3.4 応力の評価

各応力評価点で荷重ごとに計算した応力を重ね合わせ、応力強さを算出する。
応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の5.1.2項に定めるとおりである。

2.4 応力強さの評価

2.4.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表2-2に示す。

表2-2より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

2.4.2 一次膜+一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表2-3に示す。

表2-3より、各許容応力状態の一次膜+一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

2.4.3 一次+二次応力強さの評価

地震荷重のみにおける評価を表2-4に示す。

表2-4より、すべての評価点において $S_n^{\#1}$ 及び $S_n^{\#2}$ は、 $3 \cdot S_m$ 以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

2.5 繰返し荷重の評価

2.5.1 疲労解析

円筒胴の応力評価点について、詳細な繰返し荷重の評価を行う。

(1) 疲労累積係数

最も厳しい応力評価点における疲労累積係数の計算結果を表2-5に示す。また、各応力評価点における疲労累積係数を表2-6に示す。

表2-6より、各応力評価点において疲労累積係数は1.0以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容値を満足する。

表2-2 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	175	303	181	326
P01' P02'	175	303	183	326
P03 P04	175	303	181	326
P03' P04'	175	303	183	326
P05 P06	175	303	181	326
P05' P06'	175	303	183	326
P07 P08	175	303	181	326
P07' P08'	175	303	183	326
P09 P10	175	303	181	326
P09' P10'	175	303	183	326

表2-3 一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	175	395	181	425
P01' P02'	175	395	183	425
P03 P04	175	395	181	425
P03' P04'	175	395	183	425
P05 P06	175	395	181	425
P05' P06'	175	395	183	425
P07 P08	175	395	181	425
P07' P08'	175	395	183	425
P09 P10	175	395	181	425
P09' P10'	175	395	183	425

表2-4 一次+二次応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	一次+二次応力差最大範囲 ($P_L + P_b + Q$)		
	$S_n^{\#1}$	$S_n^{\#2}$	許容値 $3 \cdot S_m$
P01	88	170	552
P01'	88	170	552
P02	91	177	552
P02'	91	177	552
P03	88	170	552
P03'	88	170	552
P04	91	177	552
P04'	91	177	552
P05	88	170	552
P05'	88	170	552
P06	91	177	552
P06'	91	177	552
P07	88	170	552
P07'	88	170	552
P08	91	177	552
P08'	91	177	552
P09	88	170	552
P09'	88	170	552
P10	91	177	552
P10'	91	177	552

表2-5 疲労累積係数

応力評価点 —— P01

材 料 —— SQV2A

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	87	—	87	44	49	1000000	300	0.000
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.001
2	170	—	170	85	95	443118	150	0.000
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.001
疲労累積係数 $U_n =$								0.004
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.005

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0 / E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表2-6 疲労累積係数の評価のまとめ

応力評価点	疲労累積係数				許容値
	U_n	U_{S_d}	U_{S_s}	U_f^*	
P01	0.004	0.001	0.001	0.005	1.0
P01'	0.004	0.001	0.001	0.005	1.0
P02	0.001	0.001	0.001	0.002	1.0
P02'	0.001	0.001	0.001	0.002	1.0
P03	0.003	0.001	0.001	0.004	1.0
P03'	0.003	0.001	0.001	0.004	1.0
P04	0.001	0.001	0.001	0.002	1.0
P04'	0.001	0.001	0.001	0.002	1.0
P05	0.001	0.001	0.001	0.002	1.0
P05'	0.001	0.001	0.001	0.002	1.0
P06	0.001	0.001	0.001	0.002	1.0
P06'	0.001	0.001	0.001	0.002	1.0
P07	0.001	0.001	0.001	0.002	1.0
P07'	0.001	0.001	0.001	0.002	1.0
P08	0.001	0.001	0.001	0.002	1.0
P08'	0.001	0.001	0.001	0.002	1.0
P09	0.001	0.001	0.001	0.002	1.0
P09'	0.001	0.001	0.001	0.002	1.0
P10	0.001	0.001	0.001	0.002	1.0
P10'	0.001	0.001	0.001	0.002	1.0

注記*：疲労累積係数 U_f は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S_d^* 又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

3. 下鏡の応力計算

3.1 一般事項

本章は、下鏡の応力計算について示すものである。

下鏡は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。

以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

3.1.1 形状・寸法・材料

本章で解析する箇所形状・寸法・材料を図3-1に示す。

3.1.2 解析範囲

解析範囲を図3-1に示す。

3.1.3 計算結果の概要

計算結果の概要を表3-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部、溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し、部分ごとに数点の評価点を設けて評価を行い、疲労累積係数が厳しくなる評価点を記載する。

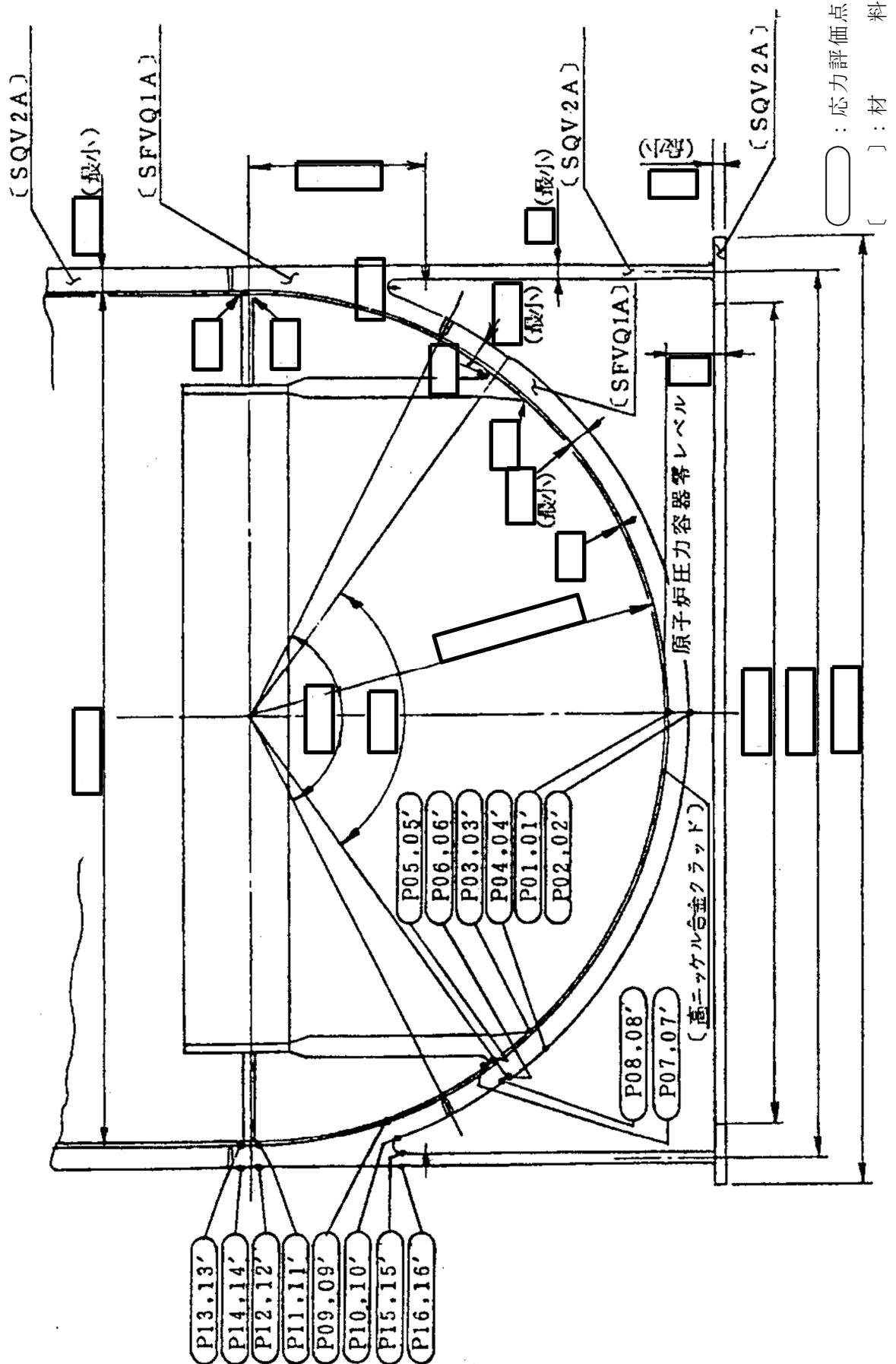


図3-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

表3-1 計算結果の概要

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ (MPa)				一次膜+一次曲げ応力強さ (MPa)				一次+二次応力強さ (MPa)				疲労解析				
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面	疲労*累積係数	許容値	応力評価点
下鏡	ⅢA S	173	303	P01 - P02	202	395	P01 - P02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ⅣA S	173	320	P01 - P02	212	417	P01 - P02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	100	552	P04	—	—	—	—
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	213	552	P04	0.009	1.0	P10	
下鏡と円筒胴の接合部	ⅢA S	178	303	P13 - P14	100	395	P13 - P14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ⅣA S	178	320	P13 - P14	115	417	P13 - P14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	61	552	P11	—	—	—	—
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	118	552	P11	0.016	1.0	P13	
原子炉圧力容器支持スカートと円筒胴の接合部	ⅢA S	72	303	P15' - P16'	72	391	P15' - P16'	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ⅣA S	125	320	P15' - P16'	110	413	P15' - P16'	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	126	552	P16	—	—	—	—
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	245	552	P16	0.407	1.0	P15	

注記*：疲労累積係数は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S_d *又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

3.2 計算条件

3.2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の4.1節に示す。

3.2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の4.2節に示す。

3.2.3 材料

各部の材料を図3-1に示す。

3.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の3.4節に示す。

3.2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の4.3節に示す。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

3.2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の3.5節に示す。

3.3 応力計算

3.3.1 応力評価点

応力評価点の位置を図3-1に示す。

3.3.2 内圧による応力

(1) 荷重条件 (L01)

各運転状態による内圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)e.に定めるとおりである。

3.3.3 外荷重による応力

(1) 荷重条件 (L04, L08, L14及びL16)

外荷重を「応力解析の方針」の表4-1(1)に示す。

3.3.4 応力の評価

各応力評価点で荷重ごとに計算した応力を重ね合わせ、応力強さを算出する。
応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の5.1.2項に定めるとおりである。

3.4 応力強さの評価

3.4.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表3-2に示す。

表3-2より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

3.4.2 一次膜+一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表3-3に示す。

表3-3より、各許容応力状態の一次膜+一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

3.4.3 一次+二次応力強さの評価

地震荷重のみにおける評価を表3-4に示す。

表3-4より、すべての評価点において $S_n^{\#1}$ 及び $S_n^{\#2}$ は、 $3 \cdot S_m$ 以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

3.5 繰返し荷重の評価

3.5.1 疲労解析

下鏡の応力評価点について、詳細な繰返し荷重の評価を行う。

(1) 疲労累積係数

最も厳しい応力評価点における疲労累積係数の計算結果を表3-5に示す。また、各応力評価点における疲労累積係数を表3-6に示す。

表3-6より、各応力評価点において疲労累積係数は1.0以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容値を満足する。

表3-2 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01				
P02	173	303	173	320
P01'				
P02'	173	303	173	320
P03				
P04	101	303	105	320
P03'				
P04'	92	303	87	320
P05				
P06	88	303	88	320
P05'				
P06'	88	303	88	320
P07				
P08	92	303	92	320
P07'				
P08'	92	303	92	320
P09				
P10	92	303	92	320
P09'				
P10'	92	303	92	320
P11				
P12	103	303	113	320
P11'				
P12'	92	303	92	320
P13				
P14	178	303	178	320
P13'				
P14'	178	303	178	320
P15				
P16	45	303	98	320
P15'				
P16'	72	303	125	320

表3-3 一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	202	395	212	417
P01' P02'	182	395	173	417
P03 P04	126	395	164	417
P03' P04'	75	395	64	417
P05 P06	106	395	136	417
P05' P06'	56	395	36	417
P07 P08	117	395	145	417
P07' P08'	71	395	48	417
P09 P10	105	395	121	417
P09' P10'	78	395	76	417
P11 P12	93	395	100	417
P11' P12'	92	395	98	417
P13 P14	100	395	115	417
P13' P14'	83	395	77	417
P15 P16	57	391	103	413
P15' P16'	72	391	110	413

表3-4(1) 一次+二次応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	一次+二次応力差最大範囲 ($P_L + P_b + Q$)		
	$S_n \# 1$	$S_n \# 2$	許容値 $3 \cdot S_m$
P01	19	37	552
P01'	19	37	552
P02	24	49	552
P02'	24	49	552
P03	94	204	552
P03'	94	204	552
P04	100	213	552
P04'	100	213	552
P05	42	90	552
P05'	42	90	552
P06	71	153	552
P06'	71	153	552
P07	55	115	552
P07'	55	115	552
P08	48	104	552
P08'	48	104	552
P09	38	87	552
P09'	38	87	552
P10	52	107	552
P10'	52	107	552
P11	61	118	552
P11'	61	118	552
P12	27	58	552
P12'	27	58	552
P13	30	61	552
P13'	30	61	552
P14	52	94	552
P14'	52	94	552

表3-4(2) 一次+二次応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	一次+二次応力差最大範囲 ($P_L + P_b + Q$)		
	$S_n \# 1$	$S_n \# 2$	許容値 $3 \cdot S_m$
P15	94	179	552
P15'	94	179	552
P16	126	245	552
P16'	126	245	552

表3-5(1) 疲労累積係数

応力評価点 —— P10
材 料 —— SFVQ1A

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c/N_a
1	52	—	96	48	56	1000000	300	0.000
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.001
2	107	—	196	98	115	186875	150	0.001
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.001
疲労累積係数 $U_n =$								0.008
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.009

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表3-5(2) 疲労累積係数

応力評価点 —— P13

材 料 —— SFVQ1A

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	30	—	66	33	39	1000000	300	0.000
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.001
2	19	—	117	59	69	1000000	150	0.000
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.001
疲労累積係数 $U_n =$								0.016
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_d} =$								0.016

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0 / E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表3-5(3) 疲労累積係数

応力評価点 —— P15

材 料 —— SFVQ1A

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c/N_a
1	63	—	132	66	78	1000000	300	0.000
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.001
2	117	—	244	122	144	79375	150	0.002
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.002
疲労累積係数 $U_n =$								0.405
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.407

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表3-6 疲労累積係数の評価のまとめ

応力評価点	疲労累積係数				許容値
	U_n	U_{S_d}	U_{S_s}	U_f^*	
P01	0.002	0.001	0.001	0.002	1.0
P01'	0.002	0.001	0.001	0.002	1.0
P02	0.002	0.001	0.001	0.002	1.0
P02'	0.002	0.001	0.001	0.002	1.0
P03	0.000	0.001	0.002	0.002	1.0
P03'	0.000	0.001	0.002	0.002	1.0
P04	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P04'	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P05	0.003	0.001	0.001	0.004	1.0
P05'	0.003	0.001	0.001	0.004	1.0
P06	0.001	0.001	0.001	0.001	1.0
P06'	0.001	0.001	0.001	0.001	1.0
P07	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P07'	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P08	0.004	0.001	0.001	0.004	1.0
P08'	0.004	0.001	0.001	0.004	1.0
P09	0.006	0.001	0.001	0.007	1.0
P09'	0.006	0.001	0.001	0.007	1.0
P10	0.008	0.001	0.001	0.009	1.0
P10'	0.008	0.001	0.001	0.009	1.0
P11	0.015	0.001	0.002	0.016	1.0
P11'	0.015	0.001	0.002	0.016	1.0
P12	0.001	0.001	0.001	0.002	1.0
P12'	0.001	0.001	0.001	0.002	1.0
P13	0.016	0.001	0.001	0.016	1.0
P13'	0.016	0.001	0.001	0.016	1.0
P14	0.001	0.001	0.001	0.002	1.0
P14'	0.001	0.001	0.001	0.002	1.0
P15	0.405	0.001	0.002	0.407	1.0
P15'	0.405	0.001	0.002	0.407	1.0
P16	0.027	0.001	0.002	0.029	1.0
P16'	0.027	0.001	0.002	0.029	1.0

注記*：疲労累積係数 U_f は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S_d^* 又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

4. 制御棒貫通孔の応力計算

4.1 一般事項

本章は、制御棒貫通孔の応力計算について示すものである。

制御棒貫通孔は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。

以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

注：以下、制御棒駆動機構ハウジングを「ハウジング」、制御棒貫通孔スタブチューブを「スタブチューブ」という。

4.1.1 記号の説明

記号の説明を「応力解析の方針」の2.4節に示す。

さらに、本計算書において、以下の記号を用いる。

記号	記号の説明	単位
R_i	スタブチューブの内半径	mm
t	スタブチューブの最小厚さ	mm
A	スタブチューブの断面積	mm ²
Z	スタブチューブの断面係数	mm ³
σ_{ca}	許容応力	MPa
L	スタブチューブの最大長さ	m

4.1.2 形状・寸法・材料

本章で解析する箇所形状・寸法・材料を図4-1に示す。

4.1.3 解析範囲

解析範囲を図4-1に示す。

4.1.4 計算結果の概要

計算結果の概要を表4-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部、溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し、部分ごとに数点の評価点を設けて評価を行い、疲労累積係数が厳しくなる評価点を記載する。

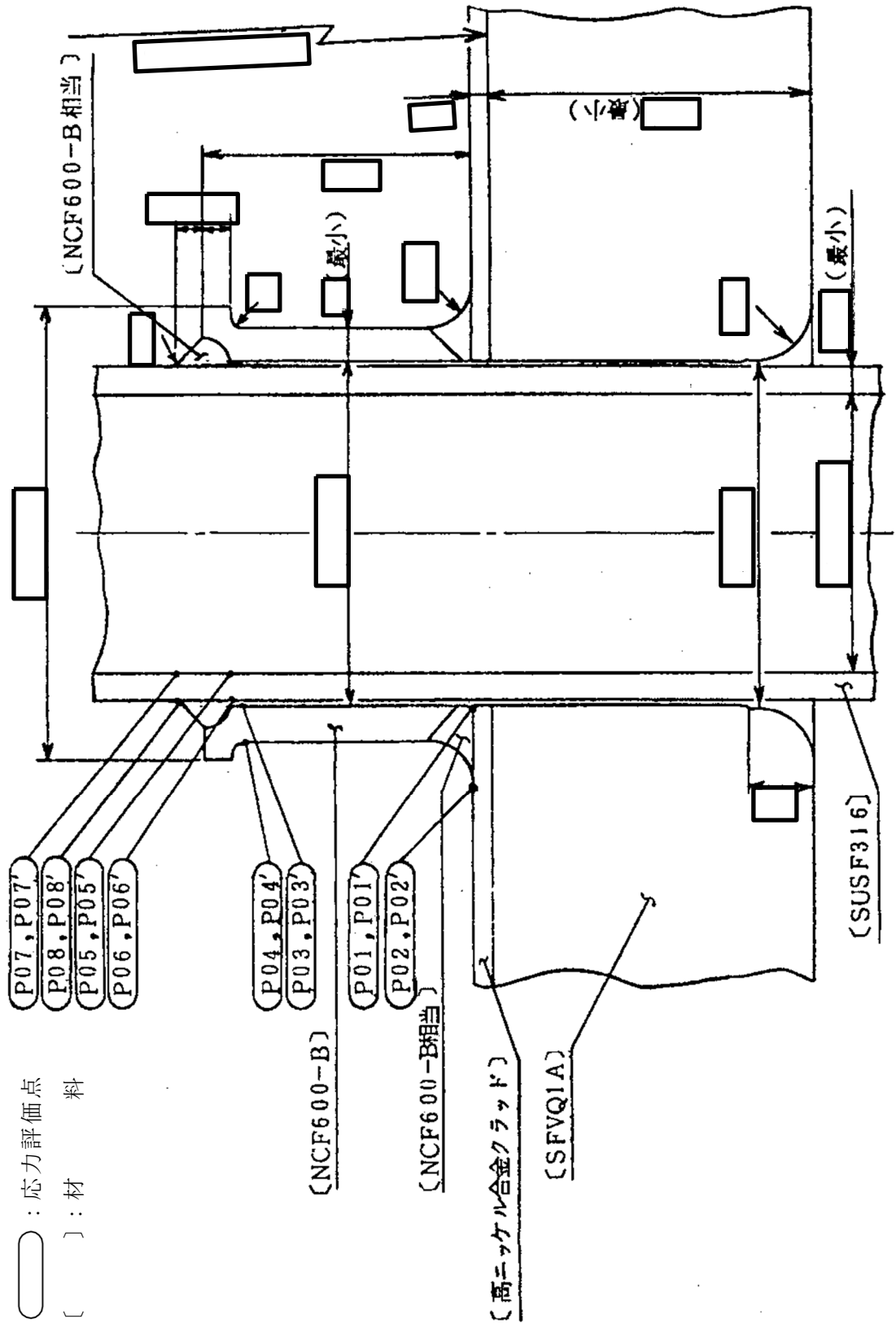


図4-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

表4-1(1) 計算結果の概要

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ (MPa)			一次膜+一次曲げ応力強さ (MPa)			一次+二次応力強さ (MPa)			疲労解析		
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面	疲労*累積係数	許容値	応力評価点
スタブチューブ	III A S	52	196	P01 - P02	83	271	P03 - P04	—	—	—	—	—	
	IV A S	55	334	P01 - P02	123	460	P03 - P04	—	—	—	—	—	
NCF600-B NCF600-B相当	III A S	—	—	—	—	—	—	162	492	P03	0.187	1.0	
	IV A S	—	—	—	—	—	348	492	P03				
ハウジング	III A S	61	143	P05' - P06'	89	198	P05' - P06'	—	—	—	—	—	
	IV A S	62	284	P05' - P06'	115	395	P05' - P06'	—	—	—	—	—	
SUSF316	III A S	—	—	—	—	—	—	82	360	P06	0.059	1.0	
	IV A S	—	—	—	—	—	193	360	P08				

注記*：疲労累積係数は、運転状態 I 及び II に地震荷重 S d *又は地震荷重 S s のいずれか大きい方を加えた値である。

表4-1(2) 計算結果の概要

(単位：MPa)

部分及び材料	許容応力状態	座屈に対する評価	
		圧縮応力	許容応力
スタブチューブ NCF600-B	III A S	52	99
	IV A S	103	124

4.2 計算条件

4.2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の4.1節に示す。

4.2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の4.2節に示す。

4.2.3 材料

各部の材料を図4-1に示す。

4.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の3.4節に示す。

4.2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の4.3節に示す。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

4.2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の3.5節に示す。

4.3 応力計算

4.3.1 応力評価点

応力評価点の位置を図4-1に示す。

4.3.2 内圧による応力

(1) 荷重条件 (L01)

各運転状態による内圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)f.に定めるとおりである。

4.3.3 外荷重による応力

(1) 荷重条件 (L04, L08, L14及びL16)

外荷重を「応力解析の方針」の表4-1(2)に示す。

4.3.4 応力の評価

各応力評価点で荷重ごとに計算した応力を重ね合わせ、応力強さを算出する。
応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の5.1.2項に定めるとおりである。

4.4 応力強さの評価

4.4.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表4-2に示す。

表4-2より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

4.4.2 一次膜＋一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表4-3に示す。

表4-3より、各許容応力状態の一次膜＋一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

4.4.3 一次＋二次応力強さの評価

地震荷重のみにおける評価を表4-4に示す。

表4-4より、すべての評価点において $S_n\#1$ 及び $S_n\#2$ は、 $3 \cdot S_m$ 以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

4.5 繰返し荷重の評価

4.5.1 疲労解析

スタブチューブ及びハウジングの応力評価点について、詳細な繰返し荷重の評価を行う。

(1) 疲労累積係数

それぞれの部分で最も厳しい応力評価点における疲労累積係数の計算結果を表4-5に示す。また、各応力評価点における疲労累積係数を表4-6に示す。

表4-6より、各応力評価点において疲労累積係数は1.0以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容値を満足する。

4.6 特別な応力の評価

4.6.1 座屈に対する評価

スタブチューブには、制御棒貫通孔に作用する鉛直力及びモーメントにより、圧縮応力が生じる。したがって、これらの荷重の組合せにより発生する圧縮応力の評価を行う。

(1) 計算データ

スタブチューブの内半径 $R_i = \boxed{} \text{ mm}$

スタブチューブの最小厚さ $t = \boxed{} \text{ mm}$

スタブチューブの断面積

$$A = \pi \cdot \{(R_i + t)^2 - R_i^2\} = \pi \times \boxed{} = \boxed{} \text{ mm}^2$$

スタブチューブの断面係数

$$Z = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{(R_i + t)^4 - R_i^4}{R_i + t} = \frac{\pi}{4} \times \frac{\boxed{}}{\boxed{}} = \boxed{} \text{ mm}^3$$

(2) 荷重

スタブチューブに作用する鉛直力及びモーメントを「応力解析の方針」の表4-1(2)に示す。

(3) 圧縮応力

計算データ（断面性能）を基に、表4-7に示す各許容応力状態の荷重によってスタブチューブに発生する圧縮応力を表4-8に示す。

(4) 許容応力

各許容応力状態における許容応力の計算は、設計・建設規格 PVB-3117を準用して計算する。

a. 許容応力状態ⅢAS

許容応力状態ⅢASにおける許容応力 σ_{ca} は、次のように得られる。

$$\sigma_{ca} = 1.2 \text{MIN}[S_m, B]$$

ここで、

$$S_m = 164 \text{ MPa}$$

$$B = 83 \text{ MPa}$$

(°Cにおける値)

このうちB値は、設計・建設規格 PVB-3117より、次のようにして求める。

設計・建設規格 付録材料図表 Part7 図1より

$$A = \frac{0.125}{R_i / t} = \frac{0.125}{\text{}} = 0.0246063$$

を用いて、設計・建設規格 付録材料図表 Part7 図7より

$$B = 83 \text{ MPa}$$

よって、許容応力 σ_{ca} は、

$$\sigma_{ca} = 1.2 \cdot B = 1.2 \times 83 = 99 \text{ MPa}$$

b. 許容応力状態ⅣAS

許容応力状態ⅣASにおける許容応力 σ_{ca} は、次のように得られる。

$$\sigma_{ca} = 1.5 \text{MIN}[S_m, B]$$

よって、許容応力 σ_{ca} は、

$$\sigma_{ca} = 1.5 \cdot B = 1.5 \times 83 = 124 \text{ MPa}$$

(5) 座屈に対する評価

各許容応力状態における座屈に対する評価を表4-8に示す。

表4-8より、各許容応力状態における圧縮応力は、許容応力を満足するため、座屈は発生しない。

表4-2 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	52	196	55	334
P01' P02'	48	196	48	334
P03 P04	52	196	55	334
P03' P04'	48	196	48	334
P05 P06	59	143	58	284
P05' P06'	61	143	62	284
P07 P08	7	143	11	284
P07' P08'	2	143	6	284

表4-3 一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	36	271	77	460
P01' P02'	38	271	78	460
P03 P04	83	271	123	460
P03' P04'	48	271	72	460
P05 P06	44	198	44	395
P05' P06'	89	198	115	395
P07 P08	31	198	70	395
P07' P08'	25	198	65	395

表4-4 一次+二次応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	一次+二次応力差最大範囲 ($P_L + P_b + Q$)		
	$S_n \# 1$	$S_n \# 2$	許容値 $3 \cdot S_m$
P01	38	80	492
P01'	38	80	492
P02	23	52	492
P02'	23	52	492
P03	162	348	492
P03'	162	348	492
P04	24	54	492
P04'	24	54	492
P05	24	68	360
P05'	24	68	360
P06	82	133	360
P06'	82	133	360
P07	33	53	360
P07'	33	53	360
P08	70	193	360
P08'	70	193	360

表4-5(1) 疲労累積係数

応力評価点 —— P03

材 料 —— NCF600-B

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	161	—	807	403	397	16554	300	0.018
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.019
2	348	—	1740	870	857	870	150	0.172
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.173
疲労累積係数 $U_n =$								0.014
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.187

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0 / E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表4-5(2) 疲労累積係数

応力評価点 —— P06

材 料 —— SUSF316

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	81	—	406	203	225	359583	300	0.001
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.001
2	133	—	663	332	367	24406	150	0.006
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.007
疲労累積係数 $U_n =$								0.052
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.059

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表4-6 疲労累積係数の評価のまとめ

応力評価点	疲労累積係数				許容値
	U_n	U_{S_d}	U_{S_s}	U_f^*	
P01	0.001	0.000	0.000	0.001	1.0
P01'	0.001	0.000	0.000	0.001	1.0
P02	0.001	0.000	0.000	0.001	1.0
P02'	0.001	0.000	0.000	0.001	1.0
P03	0.014	0.019	0.173	0.187	1.0
P03'	0.014	0.019	0.173	0.187	1.0
P04	0.001	0.000	0.000	0.001	1.0
P04'	0.001	0.000	0.000	0.001	1.0
P05	0.001	0.000	0.000	0.001	1.0
P05'	0.001	0.000	0.000	0.001	1.0
P06	0.052	0.001	0.007	0.059	1.0
P06'	0.052	0.001	0.007	0.059	1.0
P07	0.001	0.000	0.000	0.001	1.0
P07'	0.001	0.000	0.000	0.001	1.0
P08	0.001	0.000	0.000	0.001	1.0
P08'	0.001	0.000	0.000	0.001	1.0

注記* : 疲労累積係数 U_f は、運転状態 I 及び II に地震荷重 S_d^* 又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

表4-7 座屈に対する評価に用いる荷重

許容応力状態	鉛直力*1 V (kN)	モーメント*2 M (kN・m)
ⅢAS	86.8	12.3
ⅣAS	109.6	27.2

注記*1：「応力解析の方針」の4.2節に示す $V_1 + V_2$ の値

*2：「応力解析の方針」の4.2節に示す $M_1 + M_2 + (H_1 + H_2) \cdot L$ の値

Lは、スタブチューブの最大長さ= mである。

表4-8 座屈に対する評価

(単位：MPa)

許容応力状態	圧縮応力	許容応力
ⅢAS	52	99
ⅣAS	103	124

5. 原子炉中性子計装孔の応力計算

5.1 一般事項

本章は、原子炉中性子計装孔の応力計算について示すものである。

原子炉中性子計装孔は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備，常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。

以下，設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

5.1.1 形状・寸法・材料

本章で解析する箇所形状・寸法・材料を図5-1に示す。

5.1.2 解析範囲

解析範囲を図5-1に示す。

5.1.3 計算結果の概要

計算結果の概要を表5-1に示す。

なお，応力評価点の選定に当たっては，形状不連続部，溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し，部分ごとに数点の評価点を設けて評価を行い，疲労累積係数が厳しくなる評価点を記載する。

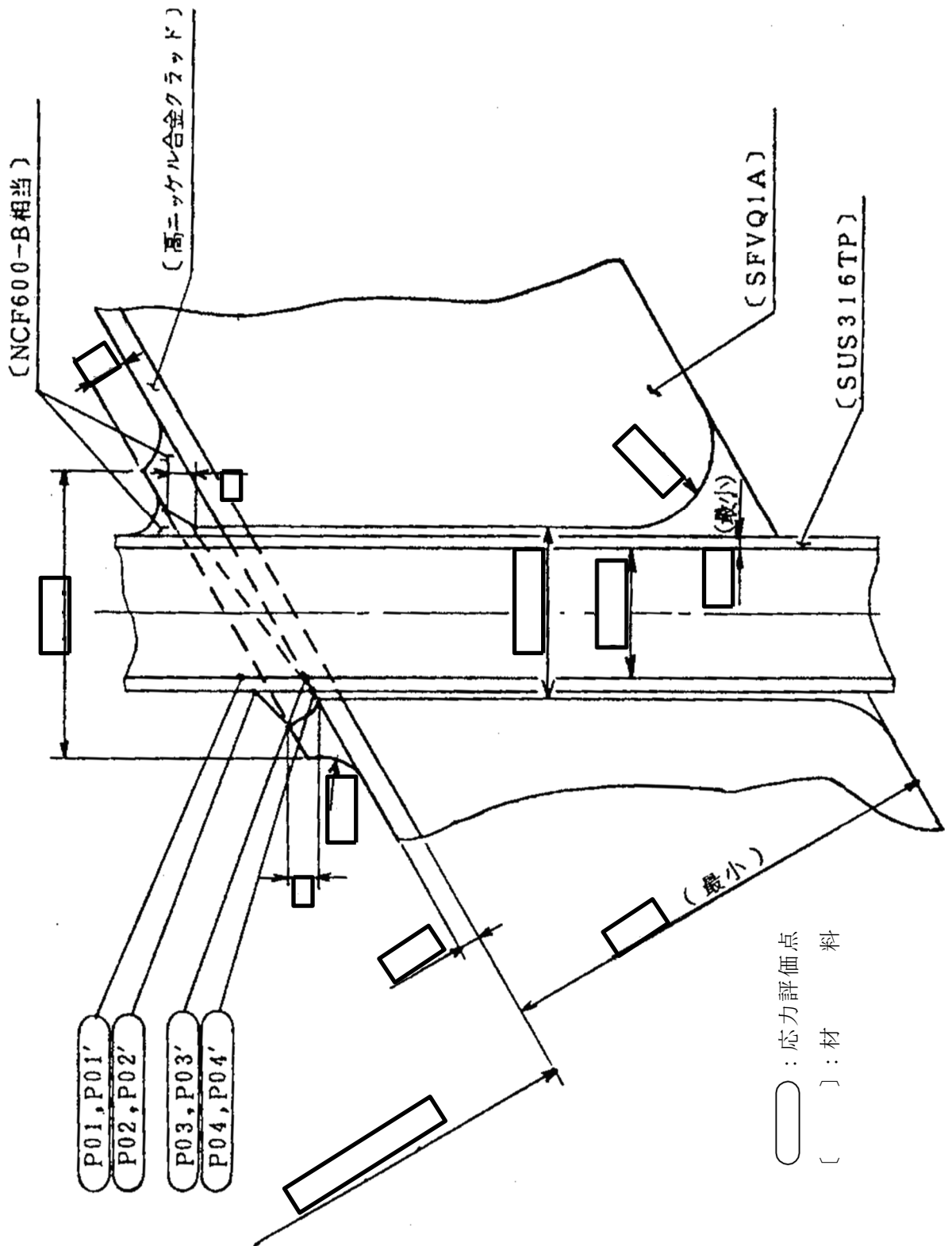


図5-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

表5-1 計算結果の概要

部分及びび材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ (MPa)			一次膜+一次曲げ応力強さ (MPa)			一次+二次応力強さ (MPa)			疲労解析		
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価点	疲労*1 累積係数	許容値	応力 評価点
原子炉 中性子計装 ハウジング SUS316TP	ⅢA S	48	143	P03 - P04	181	202	P01' - P02'	—	—	—	—	—	—
	ⅣA S	102	284	P03' - P04'	240	403	P01' - P02'	—	—	—	—	—	—
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	371*2	360	P02	0.963	1.0	P04
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	463*2	360	P02	—	—	—

注：管台（穴の周辺部）については設計・建設規格 PVB-3510(1)により，応力評価は不要である。

注記*1：疲労累積係数は，運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S_d^* 又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

*2：許容値 $3 \cdot S_m$ を超えるため，設計・建設規格 PVB-3300の簡易弾塑性解析を行う。

5.2 計算条件

5.2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の4.1節に示す。

5.2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の4.2節に示す。

5.2.3 材料

各部の材料を図5-1に示す。

5.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の3.4節に示す。

5.2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の4.3節に示す。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

5.2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の3.5節に示す。

5.3 応力計算

5.3.1 応力評価点

応力評価点の位置を図5-1に示す。

5.3.2 内圧による応力

(1) 荷重条件 (L01)

各運転状態による内圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)g.に定めるとおりである。

5.3.3 外荷重による応力

(1) 荷重条件 (L04, L14及びL16)

外荷重を「応力解析の方針」の表4-1(3)に示す。

5.3.4 応力の評価

各応力評価点で荷重ごとに計算した応力を重ね合わせ、応力強さを算出する。
 応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の5.1.2項に定めるとおりである。

5.4 応力強さの評価

5.4.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表5-2に示す。

表5-2より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

5.4.2 一次膜＋一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表5-3に示す。

表5-3より、各許容応力状態の一次膜＋一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

5.4.3 一次＋二次応力強さの評価

地震荷重のみにおける評価を表5-4に示す。

表5-4より、以下の評価点を除くすべての評価点において $S_n^{\#1}$ 及び $S_n^{\#2}$ は、 $3 \cdot S_m$ 以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

P02, P02', P04及びP04'

一次＋二次応力強さの最大範囲が $3 \cdot S_m$ を超える上記の応力評価点にあつては、「応力解析の方針」の5.2節に示す簡易弾塑性解析の方法を適用する。

5.5 繰返し荷重の評価

5.5.1 疲労解析

原子炉中性子計装孔の応力評価点について、詳細な繰返し荷重の評価を行う。

(1) 疲労累積係数

最も厳しい応力評価点における疲労累積係数の計算結果を表5-5に示す。また、各応力評価点における疲労累積係数を表5-6に示す。

表5-6より、各応力評価点において疲労累積係数は1.0以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容値を満足する。

表5-2 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	3	143	4	284
P01' P02'	4	143	5	284
P03 P04	48	143	101	284
P03' P04'	47	143	102	284

表5-3 一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	171	202	230	403
P01' P02'	181	202	240	403
P03 P04	81	202	190	403
P03' P04'	57	202	166	403

表5-4 一次+二次応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	一次+二次応力差最大範囲 ($P_L + P_b + Q$)		
	$S_n \# 1$	$S_n \# 2$	許容値 $3 \cdot S_m$
P01	61	115	360
P01'	61	115	360
P02	371	463 *	360
P02'	371	463 *	360
P03	47	38	360
P03'	47	38	360
P04	113	375 *	360
P04'	113	375 *	360

注記*：簡易弾塑性解析を行う。

表5-5 疲労累積係数

応力評価点 —— P04

材 料 —— SUS316TP

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	113	—	538	269	298	72769	300	0.004
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.005
2	375	1.568	1714	1344	1489	163	150	0.920
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.921
疲労累積係数 $U_n =$								0.042
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.963

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表5-6 疲労累積係数の評価のまとめ

応力評価点	疲労累積係数				許容値
	U_n	U_{S_d}	U_{S_s}	U_f^*	
P01	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P01'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P02	0.000	0.004	0.018	0.018	1.0
P02'	0.000	0.004	0.018	0.018	1.0
P03	0.031	0.000	0.000	0.031	1.0
P03'	0.031	0.000	0.000	0.031	1.0
P04	0.042	0.005	0.921	0.963	1.0
P04'	0.042	0.005	0.921	0.963	1.0

注記*：疲労累積係数 U_f は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S_d^* 又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

6. 再循環水出口ノズル (N1) の応力計算

6.1 一般事項

本章は、再循環水出口ノズル (N1) の応力計算について示すものである。

再循環水出口ノズル (N1) は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。

以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

6.1.1 形状・寸法・材料

本章で解析する箇所の形状・寸法・材料を図6-1に示す。

6.1.2 解析範囲

解析範囲を図6-1に示す。

6.1.3 計算結果の概要

計算結果の概要を表6-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部、溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し、部分ごとに数点の評価点を設けて評価を行い、疲労累積係数が厳しくなる評価点を記載する。

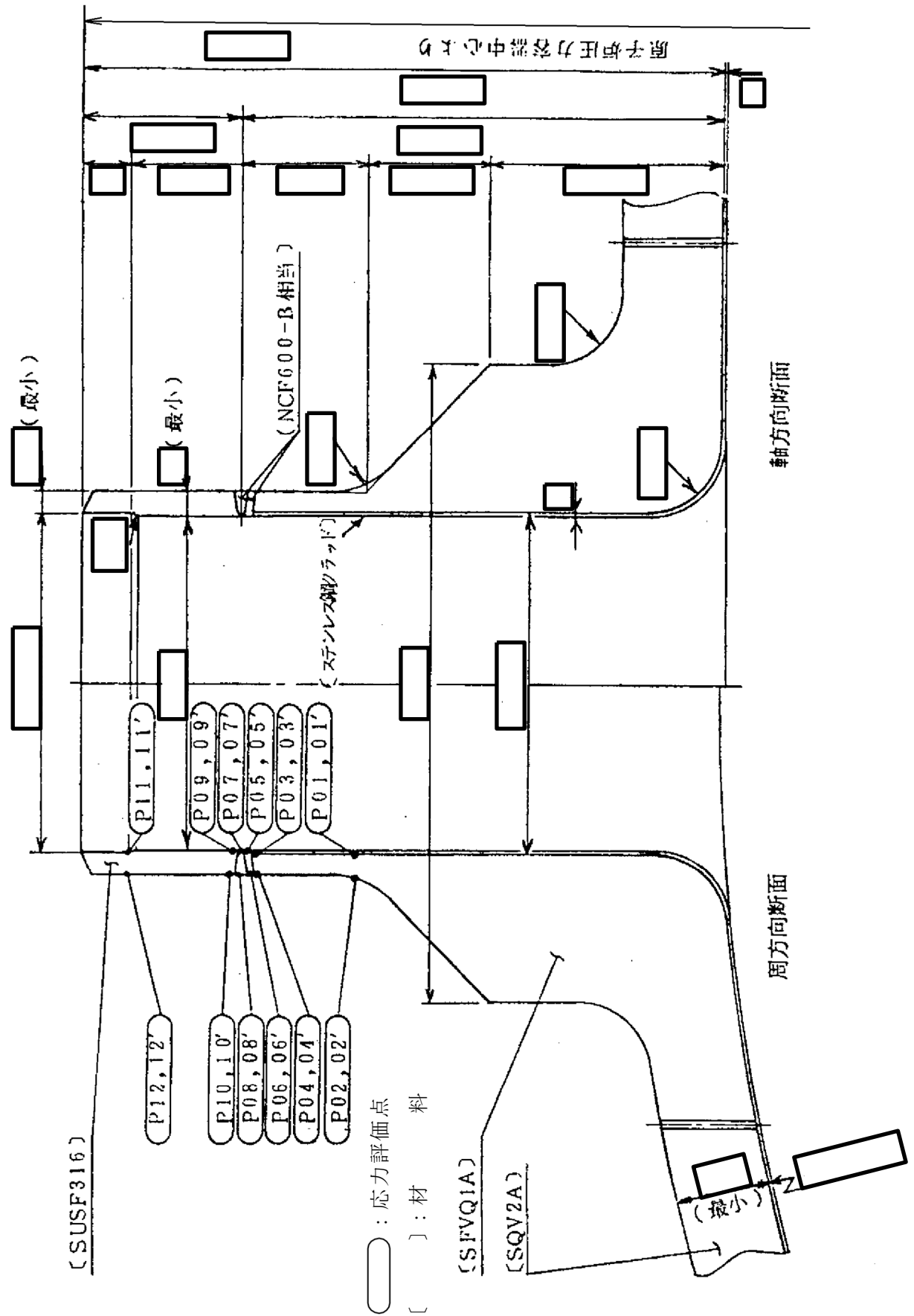


図6-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

表6-1 計算結果の概要

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ (MPa)			一次膜+一次曲げ応力強さ (MPa)			一次+二次応力強さ (MPa)			疲労解析		
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価点	疲労*1 累積係数	許容値	応力 評価点
ノズルエンド	ⅢA S	87	303	P01 - P02	225	406	P01 - P02	—	—	—	—	—	
	ⅣA S	106	320	P01 - P02	387	429	P01' - P02'	—	—	—	—	—	
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	337	552	P02	—	—	
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	629*2	552	P02	0.137	P02	
ノズル- セーフエンド 溶接部 NCF600-B相当	ⅢA S	72	196	P05 - P06	175	266	P05 - P06	—	—	—	—	—	
	ⅣA S	88	334	P05 - P06	300	452	P05' - P06'	—	—	—	—	—	
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	285	492	P05	—	—	
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	532*2	492	P05	0.003	P05	
ノズル セーフエンド	ⅢA S	74	143	P11 - P12	173	193	P09 - P10	—	—	—	—	—	
	ⅣA S	90	284	P11 - P12	296	385	P09' - P10'	—	—	—	—	—	
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	279	360	P09	—	—	
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	521*2	360	P09	0.021	P09	

注：管台（穴の周辺部）については設計・建設規格 PVB-3510(1)により、応力評価は不要である。

注記*1：疲労累積係数は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S d *又は地震荷重 S s のいずれか大きい方を加えた値である。

*2：許容値 $3 \cdot S_m$ を超えるため、設計・建設規格 PVB-3300の簡易弾塑性解析を行う。

6.2 計算条件

6.2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の4.1節に示す。

6.2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の4.2節に示す。

6.2.3 材料

各部の材料を図6-1に示す。

6.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の3.4節に示す。

6.2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の4.3節に示す。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

6.2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の3.5節に示す。

6.3 応力計算

6.3.1 応力評価点

応力評価点の位置を図6-1に示す。

6.3.2 内圧による応力

(1) 荷重条件 (L01)

各運転状態による内圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)h.に定めるとおりである。

6.3.3 外荷重による応力

(1) 荷重条件 (L04, L07, L14, L15, L16及びL17)

外荷重を「応力解析の方針」の表4-1(4)に示す。

6.3.4 応力の評価

各応力評価点で荷重ごとに計算した応力を重ね合わせ、応力強さを算出する。
 応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の5.1.2項に定めるとおりである。

6.4 応力強さの評価

6.4.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表6-2に示す。

表6-2より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

6.4.2 一次膜＋一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表6-3に示す。

表6-3より、各許容応力状態の一次膜＋一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

6.4.3 一次＋二次応力強さの評価

地震荷重のみにおける評価を表6-4に示す。

表6-4より、以下の評価点を除くすべての評価点において $S_n^{\#1}$ 及び $S_n^{\#2}$ は、 $3 \cdot S_m$ 以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

P02, P02', P05, P05', P06, P06', P07, P07', P08, P08', P09, P09', P10, P10',
 P11, P11', P12及びP12'

一次＋二次応力強さの最大範囲が $3 \cdot S_m$ を超える上記の応力評価点にあつては、「応力解析の方針」の5.2節に示す簡易弾塑性解析の方法を適用する。

6.5 繰返し荷重の評価

6.5.1 疲労解析

ノズルエンド及びノズルセーフエンドの応力評価点について、詳細な繰返し荷重の評価を行う。

(1) 疲労累積係数

それぞれの部分で最も厳しい応力評価点における疲労累積係数の計算結果を表6-5に示す。また、各応力評価点における疲労累積係数を表6-6に示す。

表6-6より、各応力評価点において疲労累積係数は1.0以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容値を満足する。

表6-2 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01				
P02	87	303	106	320
P01'				
P02'	86	303	102	320
P03				
P04	87	303	106	320
P03'				
P04'	86	303	102	320
P05				
P06	72	196	88	334
P05'				
P06'	71	196	84	334
P07				
P08	72	196	88	334
P07'				
P08'	71	196	84	334
P09				
P10	72	143	88	284
P09'				
P10'	71	143	84	284
P11				
P12	74	143	90	284
P11'				
P12'	73	143	86	284

表6-3 一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01				
P02	225	406	387	429
P01'				
P02'	225	406	387	429
P03				
P04	208	406	355	429
P03'				
P04'	208	406	356	429
P05				
P06	175	266	300	452
P05'				
P06'	175	266	300	452
P07				
P08	173	266	296	452
P07'				
P08'	173	266	296	452
P09				
P10	173	193	296	385
P09'				
P10'	173	193	296	385
P11				
P12	163	193	275	385
P11'				
P12'	162	193	276	385

表6-4 一次+二次応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	一次+二次応力差最大範囲 ($P_L + P_b + Q$)		
	$S_n^{\#1}$	$S_n^{\#2}$	許容値 $3 \cdot S_m$
P01	113	210	552
P01'	113	210	552
P02	337	629 *	552
P02'	337	629 *	552
P03	286	534	552
P03'	286	534	552
P04	273	511	552
P04'	273	511	552
P05	285	532 *	492
P05'	285	532 *	492
P06	271	507 *	492
P06'	271	507 *	492
P07	281	524 *	492
P07'	281	524 *	492
P08	276	515 *	492
P08'	276	515 *	492
P09	279	521 *	360
P09'	279	521 *	360
P10	268	501 *	360
P10'	268	501 *	360
P11	234	438 *	360
P11'	234	438 *	360
P12	267	500 *	360
P12'	267	500 *	360

注記*：簡易弾塑性解析を行う。

表6-5(1) 疲労累積係数

応力評価点 —— P02
材 料 —— SFVQ1A

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	336	—	391	196	230	15467	300	0.019
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.020
2	629	1.279	731	468	550	1110	150	0.135
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.136
疲労累積係数 $U_n =$								0.001
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.137

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表6-5(2) 疲労累積係数

応力評価点 —— P05

材 料 —— NCF600-B相当

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	284	—	284	142	140	3230615	300	0.000
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.000
2	531	1.155	531	307	302	67129	150	0.002
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.003
疲労累積係数 $U_n =$								0.000
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.003

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0 / E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表6-5(3) 疲労累積係数

応力評価点 —— P09
材 料 —— SUSF316

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	278	—	278	139	154	2159084	300	0.000
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.001
2	520	1.647	520	428	475	7444	150	0.020
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.021
疲労累積係数 $U_n =$								0.000
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.021

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0 / E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表6-6 疲労累積係数の評価のまとめ

応力評価点	疲労累積係数				許容値
	U_n	U_{S_d}	U_{S_s}	U_f^*	
P01	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P01'	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P02	0.001	0.020	0.136	0.137	1.0
P02'	0.000	0.020	0.136	0.136	1.0
P03	0.002	0.008	0.026	0.028	1.0
P03'	0.000	0.008	0.026	0.026	1.0
P04	0.000	0.007	0.023	0.023	1.0
P04'	0.002	0.007	0.023	0.025	1.0
P05	0.000	0.000	0.003	0.003	1.0
P05'	0.000	0.000	0.003	0.003	1.0
P06	0.000	0.000	0.001	0.001	1.0
P06'	0.000	0.000	0.001	0.001	1.0
P07	0.000	0.000	0.002	0.002	1.0
P07'	0.000	0.000	0.002	0.002	1.0
P08	0.000	0.000	0.002	0.002	1.0
P08'	0.000	0.000	0.002	0.002	1.0
P09	0.000	0.001	0.021	0.021	1.0
P09'	0.000	0.001	0.021	0.021	1.0
P10	0.000	0.001	0.015	0.015	1.0
P10'	0.000	0.001	0.015	0.015	1.0
P11	0.000	0.000	0.006	0.006	1.0
P11'	0.000	0.000	0.006	0.006	1.0
P12	0.000	0.001	0.015	0.015	1.0
P12'	0.000	0.001	0.015	0.015	1.0

注記*：疲労累積係数 U_f は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S_d^* 又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

7. 再循環水入口ノズル (N2) の応力計算

7.1 一般事項

本章は、再循環水入口ノズル (N2) の応力計算について示すものである。

再循環水入口ノズル (N2) は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。

以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

7.1.1 形状・寸法・材料

本章で解析する箇所形状・寸法・材料を図7-1に示す。

7.1.2 解析範囲

解析範囲を図7-1に示す。

7.1.3 計算結果の概要

計算結果の概要を表7-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部、溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し、部分ごとに数点の評価点を設けて評価を行い、疲労累積係数が厳しくなる評価点を記載する。

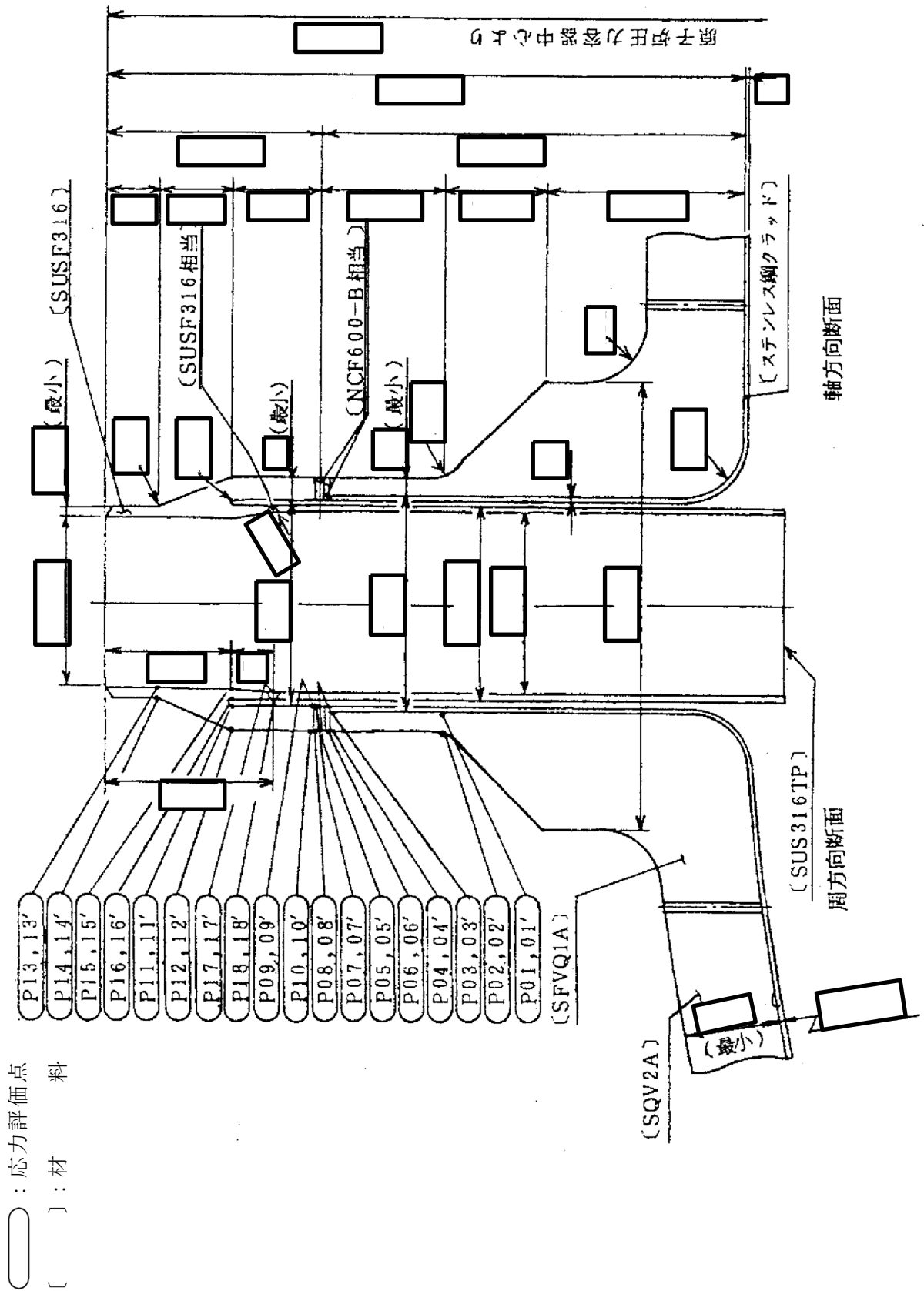


図7-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

表7-1 計算結果の概要

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ (MPa)			一次膜+一次曲げ応力強さ (MPa)			一次+二次応力強さ (MPa)			疲労解析		
		応力 強さ	許容 応力	応力評価面	応力 強さ	許容 応力	応力評価面	応力 強さ	許容 応力	応力 評価点	疲労*1 累積係数	許容値	応力 評価点
ノズルエンド	ⅢA S	59	303	P01 - P02	125	414	P01 - P02	—	—	—	—	—	
	ⅣA S	68	320	P01 - P02	198	438	P01 - P02	—	—	—	—	—	
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	145	552	P04	—	—	
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	301	552	P04	0.007	P02	
ノズル- セーフエンド	ⅢA S	47	196	P05 - P06	103	272	P05 - P06	—	—	—	—	—	
	ⅣA S	55	334	P05 - P06	161	463	P05 - P06	—	—	—	—	—	
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	154	492	P08	—	—	
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	320	492	P08	0.001	P08	
溶接部 NCF600-B相当	ⅢA S	86	143	P13 - P14	177	193	P13 - P14	—	—	—	—	—	
	ⅣA S	100	284	P13 - P14	295	384	P13' - P14'	—	—	—	—	—	
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	355	360	P14	—	—	
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	735*2	360	P14	0.625	P11	
ノズルセーフエ ンド-サーマル スリーブ溶接部 SUSF316相当	ⅢA S	37	143	P17' - P18'	144	188	P17' - P18'	—	—	—	—	—	
	ⅣA S	60	284	P17' - P18'	201	375	P17' - P18'	—	—	—	—	—	
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	262	360	P17	—	—	
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	542*2	360	P17	0.002	P18'	

注：管台（穴の周辺部）については設計・建設規格 PVB-3510(1)により、応力評価は不要である。

注記*1：疲労累積係数は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S d *又は地震荷重 S s のいずれか大きい方を加えた値である。

*2：許容値 $3 \cdot S_m$ を超えるため、設計・建設規格 PVB-3300の簡易弾塑性解析を行う。

7.2 計算条件

7.2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の4.1節に示す。

7.2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の4.2節に示す。

7.2.3 材料

各部の材料を図7-1に示す。

7.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の3.4節に示す。

7.2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の4.3節に示す。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

7.2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の3.5節に示す。

7.3 応力計算

7.3.1 応力評価点

応力評価点の位置を図7-1に示す。

7.3.2 内圧及び差圧による応力

(1) 荷重条件 (L01及びL02)

各運転状態による内圧及び差圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)i.に定めるとおりである。

7.3.3 外荷重による応力

(1) 荷重条件 (L04, L07, L14, L15, L16及びL17)

外荷重を「応力解析の方針」の表4-1(4)及び表4-1(5)に示す。

7.3.4 応力の評価

各応力評価点で荷重ごとに計算した応力を重ね合わせ、応力強さを算出する。
 応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の5.1.2項に定めるとおりである。

7.4 応力強さの評価

7.4.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表7-2に示す。

表7-2より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

7.4.2 一次膜＋一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表7-3に示す。

表7-3より、各許容応力状態の一次膜＋一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

7.4.3 一次＋二次応力強さの評価

地震荷重のみにおける評価を表7-4に示す。

表7-4より、以下の評価点を除くすべての評価点において $S_n^{\#1}$ 及び $S_n^{\#2}$ は、 $3 \cdot S_m$ 以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

P11, P11', P14, P14', P17及びP17'

一次＋二次応力強さの最大範囲が $3 \cdot S_m$ を超える上記の応力評価点にあつては、「応力解析の方針」の5.2節に示す簡易弾塑性解析の方法を適用する。

7.5 繰返し荷重の評価

7.5.1 疲労解析

ノズルエンド、ノズルセーフエンド及びサーマルスリーブの応力評価点について、詳細な繰返し荷重の評価を行う。

(1) 疲労累積係数

それぞれの部分で最も厳しい応力評価点における疲労累積係数の計算結果を表7-5に示す。また、各応力評価点における疲労累積係数を表7-6に示す。

表7-6より、各応力評価点において疲労累積係数は1.0以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容値を満足する。

表7-2 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	59	303	68	320
P01' P02'	58	303	65	320
P03 P04	59	303	68	320
P03' P04'	58	303	65	320
P05 P06	47	196	55	334
P05' P06'	47	196	53	334
P07 P08	47	196	55	334
P07' P08'	47	196	53	334
P09 P10	47	143	55	284
P09' P10'	47	143	53	284
P11 P12	47	143	55	284
P11' P12'	47	143	53	284
P13 P14	86	143	100	284
P13' P14'	85	143	96	284
P15 P16	20	143	33	284
P15' P16'	21	143	34	284
P17 P18	36	143	57	284
P17' P18'	37	143	60	284

表7-3 一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	125	414	198	438
P01' P02'	121	414	195	438
P03 P04	123	414	192	438
P03' P04'	119	414	188	438
P05 P06	103	272	161	463
P05' P06'	100	272	158	463
P07 P08	103	272	160	463
P07' P08'	99	272	157	463
P09 P10	103	198	160	395
P09' P10'	99	198	157	395
P11 P12	101	198	156	395
P11' P12'	98	198	153	395
P13 P14	177	193	295	384
P13' P14'	177	193	295	384
P15 P16	80	194	114	387
P15' P16'	86	194	121	387
P17 P18	132	188	189	375
P17' P18'	144	188	201	375

表7-4(1) 一次+二次応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	一次+二次応力差最大範囲 ($P_L + P_b + Q$)		
	$S_n \# 1$	$S_n \# 2$	許容値 $3 \cdot S_m$
P01	61	125	552
P01'	61	125	552
P02	144	298	552
P02'	144	298	552
P03	115	238	552
P03'	115	238	552
P04	145	301	552
P04'	145	301	552
P05	119	247	492
P05'	119	247	492
P06	150	310	492
P06'	150	310	492
P07	124	256	492
P07'	124	256	492
P08	154	320	492
P08'	154	320	492
P09	119	247	360
P09'	119	247	360
P10	148	306	360
P10'	148	306	360
P11	261	540 *	360
P11'	261	540 *	360
P12	64	132	360
P12'	64	132	360
P13	91	189	360
P13'	91	189	360
P14	355	735 *	360
P14'	355	735 *	360

注記*：簡易弾塑性解析を行う。

表7-4(2) 一次+二次応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	一次+二次応力差最大範囲 ($P_L + P_b + Q$)		
	$S_n \# 1$	$S_n \# 2$	許容値 $3 \cdot S_m$
P15	71	146	360
P15'	71	146	360
P16	163	338	360
P16'	163	338	360
P17	262	542 *	360
P17'	262	542 *	360
P18	165	341	360
P18'	165	341	360

注記*：簡易弾塑性解析を行う。

表7-5(1) 疲労累積係数

応力評価点 —— P02
材 料 —— SFVQ1A

No.	S _n (MPa)	K _e	S _p (MPa)	S _ℓ ^{*1} (MPa)	S _ℓ ' ^{*2} (MPa)	N _a	N _c	N _c /N _a
1	144	—	167	83	98	390284	300	0.001
疲労累積係数 U _{S_d} =								0.001
2	298	—	345	173	203	23122	150	0.006
疲労累積係数 U _{S_s} =								0.007
疲労累積係数 U _n =								0.000
疲労累積係数 U _f = U _n + U _{S_s} =								0.007

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2：S_ℓに (E₀/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表7-5(2) 疲労累積係数

応力評価点 —— P08

材 料 —— NCF600-B相当

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	154	—	154	77	76	1000×10^8	300	0.000
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.000
2	319	—	319	160	157	1988683	150	0.000
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.000
疲労累積係数 $U_n =$								0.001
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.001

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0 / E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表7-5(3) 疲労累積係数

応力評価点 —— P11
材 料 —— SUSF316

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c/N_a
1	260	—	649	324	359	27236	300	0.011
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.011
2	540	1.740	1345	1171	1297	241	150	0.622
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.623
疲労累積係数 $U_n =$								0.002
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.625

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表7-5(4) 疲労累積係数

応力評価点 —— P18'

材 料 —— SUSF316相当

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	164	—	164	82	91	1000×10^8	300	0.000
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.000
2	341	—	341	170	189	1094310	150	0.000
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.001
疲労累積係数 $U_n =$								0.001
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.002

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0 / E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表7-6(1) 疲労累積係数の評価のまとめ

応力評価点	疲労累積係数				許容値
	U_n	U_{S_d}	U_{S_s}	U_f^*	
P01	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P01'	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P02	0.000	0.001	0.007	0.007	1.0
P02'	0.000	0.001	0.007	0.007	1.0
P03	0.001	0.001	0.002	0.003	1.0
P03'	0.001	0.001	0.002	0.003	1.0
P04	0.000	0.001	0.005	0.005	1.0
P04'	0.001	0.001	0.005	0.006	1.0
P05	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P05'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P06	0.001	0.000	0.000	0.001	1.0
P06'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P07	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P07'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P08	0.001	0.000	0.000	0.001	1.0
P08'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P09	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P09'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P10	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P10'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P11	0.002	0.011	0.623	0.625	1.0
P11'	0.001	0.011	0.623	0.624	1.0
P12	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P12'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P13	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P13'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P14	0.000	0.001	0.264	0.264	1.0
P14'	0.000	0.001	0.264	0.264	1.0
P15	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P15'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P16	0.001	0.001	0.010	0.011	1.0
P16'	0.000	0.001	0.010	0.010	1.0

注記* : 疲労累積係数 U_f は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S_d^* 又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

表7-6(2) 疲労累積係数の評価のまとめ

応力評価点	疲労累積係数				許容値
	U_n	U_{S_d}	U_{S_s}	U_f^*	
P17	0.000	0.001	0.050	0.050	1.0
P17'	0.000	0.001	0.050	0.050	1.0
P18	0.000	0.000	0.001	0.001	1.0
P18'	0.001	0.000	0.001	0.002	1.0

注記* : 疲労累積係数 U_f は、運転状態 I 及び II に地震荷重 S_d^* 又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

8. 主蒸気ノズル (N3) の応力計算

8.1 一般事項

本章は、主蒸気ノズル (N3) の応力計算について示すものである。

主蒸気ノズル (N3) は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備，常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。

以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

8.1.1 形状・寸法・材料

本章で解析する箇所の形状・寸法・材料を図8-1に示す。

8.1.2 解析範囲

解析範囲を図8-1に示す。

8.1.3 計算結果の概要

計算結果の概要を表8-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部、溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し、部分ごとに数点の評価点を設けて評価を行い、疲労累積係数が厳しくなる評価点を記載する。

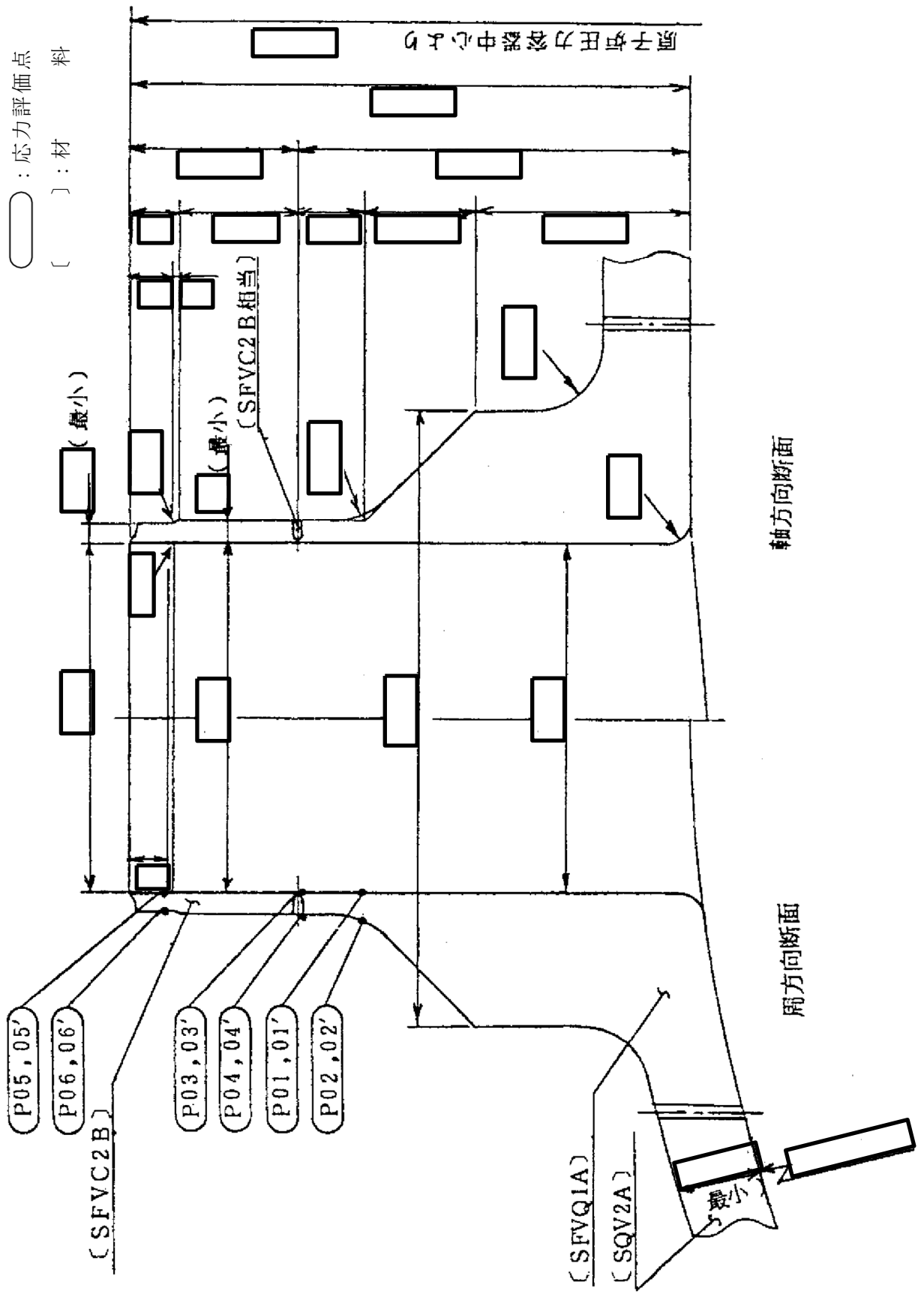


図8-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

表8-1 計算結果の概要

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ (MPa)			一次膜+一次曲げ応力強さ (MPa)			一次+二次応力強さ (MPa)			疲労解析		
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面	疲労*1 累積係数	許容値	応力 評価点
ノズルエンド SFVQ1A	ⅢA S	90	303	P01 - P02	227	405	P01 - P02	—	—	—	—	—	
	ⅣA S	94	320	P01 - P02	258	429	P01 - P02	—	—	—	—	—	
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	657*2	552	P02	0.444	P02'	
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	776*2	552	P02	—	—	
ノズル— セーフエンド 溶接部 SFVC2B相当	ⅢA S	90	188	P03 - P04	215	252	P03 - P04	—	—	—	—	—	
	ⅣA S	94	292	P03 - P04	245	390	P03 - P04	—	—	—	—	—	
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	582*2	383	P04	0.317	P04	
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	688*2	383	P04	—	—	
ノズル セーフエンド SFVC2B	ⅢA S	106	188	P05 - P06	226	250	P05 - P06	—	—	—	—	—	
	ⅣA S	110	292	P05 - P06	257	388	P05 - P06	—	—	—	—	—	
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	714*2	383	P06	0.728	P06	
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	844*2	383	P06	—	—	

注：管台（穴の周辺部）については設計・建設規格 PVB-3510(1)により，応力評価は不要である。

注記*1：疲労累積係数は，運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S d *又は地震荷重 S s のいずれか大きい方を加えた値である。

*2：許容値 $3 \cdot S_m$ を超えるため，設計・建設規格 PVB-3300の簡易弾塑性解析を行う。

8.2 計算条件

8.2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の4.1節に示す。

8.2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の4.2節に示す。

8.2.3 材料

各部の材料を図8-1に示す。

8.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の3.4節に示す。

8.2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の4.3節に示す。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

8.2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の3.5節に示す。

8.3 応力計算

8.3.1 応力評価点

応力評価点の位置を図8-1に示す。

8.3.2 内圧による応力

(1) 荷重条件 (L01)

各運転状態による内圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)j.に定めるとおりである。

8.3.3 外荷重による応力

(1) 荷重条件 (L04, L07, L14, L15, L16及びL17)

外荷重を「応力解析の方針」の表4-1(4)に示す。

8.3.4 応力の評価

各応力評価点で荷重ごとに計算した応力を重ね合わせ、応力強さを算出する。
 応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の5.1.2項に定めるとおりである。

8.4 応力強さの評価

8.4.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表8-2に示す。

表8-2より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

8.4.2 一次膜+一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表8-3に示す。

表8-3より、各許容応力状態の一次膜+一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

8.4.3 一次+二次応力強さの評価

地震荷重のみにおける評価を表8-4に示す。

表8-4より、以下の評価点を除くすべての評価点において $S_n^{\#1}$ 及び $S_n^{\#2}$ は、 $3 \cdot S_m$ 以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

P02, P02', P03, P03', P04, P04', P05, P05', P06及びP06'

一次+二次応力強さの最大範囲が $3 \cdot S_m$ を超える上記の応力評価点にあつては、「応力解析の方針」の5.2節に示す簡易弾塑性解析の方法を適用する。

8.5 繰返し荷重の評価

8.5.1 疲労解析

ノズルエンド及びノズルセーフエンドの応力評価点について、詳細な繰返し荷重の評価を行う。

(1) 疲労累積係数

それぞれの部分で最も厳しい応力評価点における疲労累積係数の計算結果を表8-5に示す。また、各応力評価点における疲労累積係数を表8-6に示す。

表8-6より、各応力評価点において疲労累積係数は1.0以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容値を満足する。

表8-2 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	90	303	94	320
P01' P02'	87	303	89	320
P03 P04	90	188	94	292
P03' P04'	87	188	89	292
P05 P06	106	188	110	292
P05' P06'	102	188	105	292

表8-3 一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	227	405	258	429
P01' P02'	226	405	258	429
P03 P04	215	252	245	390
P03' P04'	215	252	244	390
P05 P06	226	250	257	388
P05' P06'	226	250	256	388

表8-4 一次+二次応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	一次+二次応力差最大範囲 ($P_L + P_b + Q$)		
	$S_n \# 1$	$S_n \# 2$	許容応力 $3 \cdot S_m$
P01	247	291	552
P01'	247	291	552
P02	657 *	776 *	552
P02'	657 *	776 *	552
P03	545 *	643 *	383
P03'	545 *	643 *	383
P04	582 *	688 *	383
P04'	582 *	688 *	383
P05	485 *	573 *	383
P05'	485 *	573 *	383
P06	714 *	844 *	383
P06'	714 *	844 *	383

注記*：簡易弾塑性解析を行う。

表8-5(1) 疲労累積係数

応力評価点 —— P02'
材 料 —— SFVQ1A

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	657	1.335	762	508	598	877	300	0.342
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.342
2	776	1.606	900	723	851	339	150	0.442
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.443
疲労累積係数 $U_n =$								0.002
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.444

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表8-5(2) 疲労累積係数

応力評価点 —— P04

材 料 —— SFVC2B相当

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	582	1.717	582	500	556	1079	300	0.278
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.278
2	688	1.930	688	664	738	475	150	0.316
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.316
疲労累積係数 $U_n =$								0.001
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.317

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表8-5(3) 疲労累積係数

応力評価点 —— P06

材 料 —— SFVC2B

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	714	1.973	714	704	783	413	300	0.726
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.727
2	843	2.146	843	905	1007	226	150	0.664
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.664
疲労累積係数 $U_n =$								0.001
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_d} =$								0.728

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表8-6 疲労累積係数の評価のまとめ

応力評価点	疲労累積係数				許容値
	U_n	U_{S_d}	U_{S_s}	U_f^*	
P01	0.002	0.004	0.004	0.006	1.0
P01'	0.001	0.004	0.004	0.005	1.0
P02	0.001	0.342	0.443	0.443	1.0
P02'	0.002	0.342	0.443	0.444	1.0
P03	0.001	0.200	0.231	0.232	1.0
P03'	0.001	0.200	0.231	0.231	1.0
P04	0.001	0.278	0.316	0.317	1.0
P04'	0.001	0.278	0.316	0.316	1.0
P05	0.000	0.152	0.187	0.187	1.0
P05'	0.001	0.152	0.187	0.188	1.0
P06	0.001	0.727	0.664	0.728	1.0
P06'	0.001	0.727	0.664	0.727	1.0

注記*：疲労累積係数 U_f は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S_d^* 又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

9. 給水ノズル (N4) の応力計算

9.1 一般事項

本章は、給水ノズル (N4) の応力計算について示すものである。

給水ノズル (N4) は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備 (設計基準拡張) に分類される。

以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

9.1.1 形状・寸法・材料

本章で解析する箇所形状・寸法・材料を図9-1に示す。

9.1.2 解析範囲

解析範囲を図9-1に示す。

9.1.3 計算結果の概要

計算結果の概要を表9-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部、溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し、部分ごとに数点の評価点を設けて評価を行い、疲労累積係数が厳しくなる評価点を記載する。

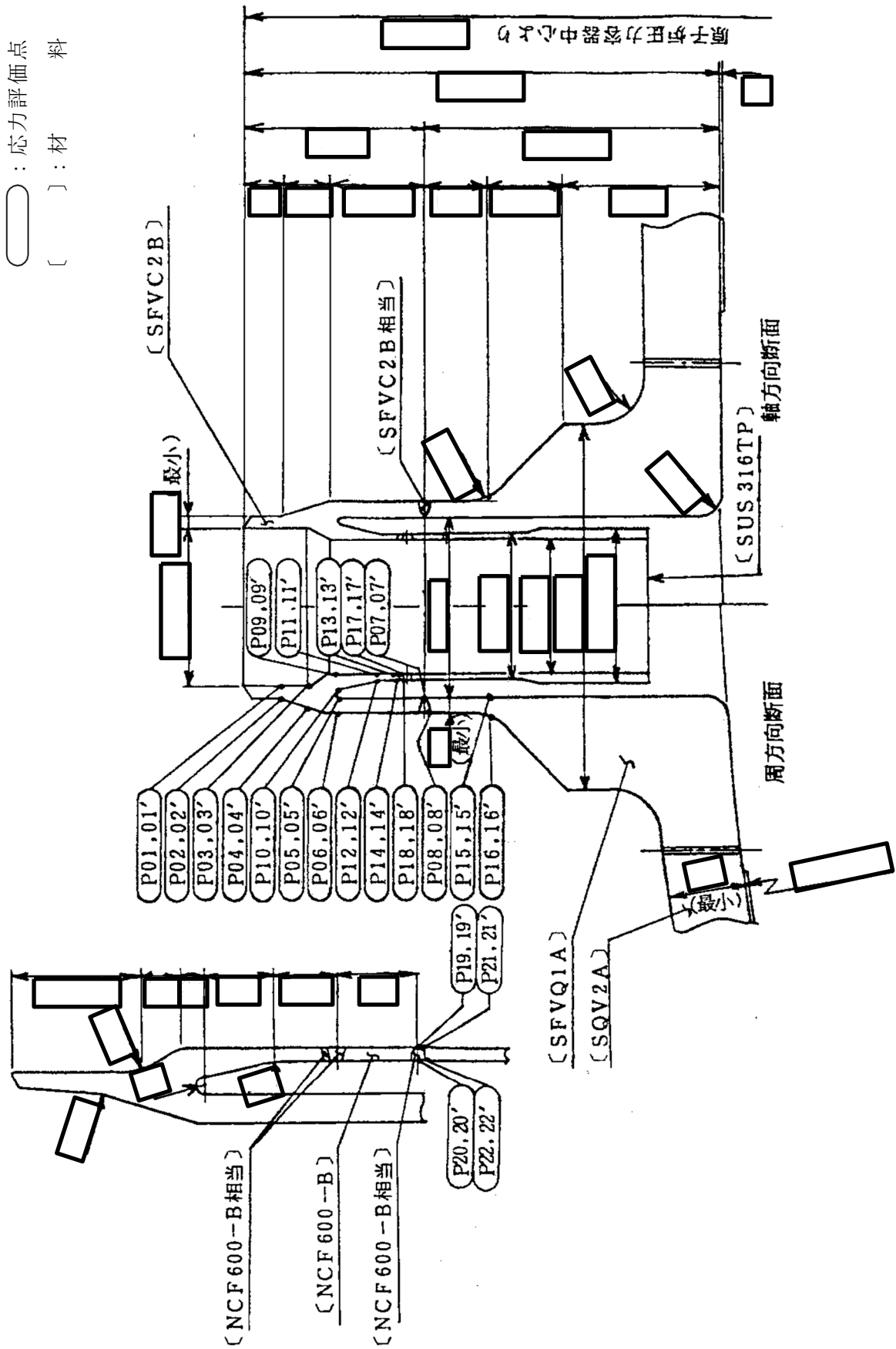


図9-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

表9-1 計算結果の概要

部分及びび材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ (MPa)				一次膜+一次曲げ応力強さ (MPa)				一次+二次応力強さ (MPa)				疲労解析				
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面	疲労*1 累積係数	許容値	応力 評価点
ノズル セーフエンド	ⅢA S	110	188	P01 - P02	247	252	P01' - P02'	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ⅣA S	118	292	P01 - P02	284	390	P01' - P02'	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SFVC2B	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	604*2	383	P12	—	—	—	—
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	719*2	383	P12	0.966	1.0	P05	
ノズルエンド	ⅢA S	80	303	P15 - P16	193	409	P15' - P16'	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ⅣA S	84	320	P15 - P16	222	433	P15' - P16'	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
SFVQ1A	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	487	552	P16	—	—	—
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	580*2	552	P16	0.092	1.0	P16
サーマル スリーブ	ⅢA S	10	143	P21 - P22	83	189	P21 - P22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ⅣA S	11	284	P21 - P22	97	377	P21 - P22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NCF600-B相当 SUS316TP	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	426	492	P17	—	—	—	—
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	507*2	492	P17	0.009	1.0	P21'	

注：管台（穴の周辺部）については設計・建設規格 PVB-3510(1)により、応力評価は不要である。

注記*1：疲労累積係数は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S d *又は地震荷重 S s のいずれか大きい方を加えた値である。

*2：許容値 $3 \cdot S_m$ を超えるため、設計・建設規格 PVB-3300の簡易弾塑性解析を行う。

9.2 計算条件

9.2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の4.1節に示す。

9.2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の4.2節に示す。

9.2.3 材料

各部の材料を図9-1に示す。

9.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の3.4節に示す。

9.2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の4.3節に示す。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

9.2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の3.5節に示す。

9.3 応力計算

9.3.1 応力評価点

応力評価点の位置を図9-1に示す。

9.3.2 内圧及び差圧による応力

(1) 荷重条件 (L01及びL02)

各運転状態による内圧及び差圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)k.に定めるとおりである。

9.3.3 外荷重による応力

(1) 荷重条件 (L04, L07, L14, L15, L16及びL17)

外荷重を「応力解析の方針」の表4-1(4)及び表4-1(5)に示す。

9.3.4 応力の評価

各応力評価点で荷重ごとに計算した応力を重ね合わせ、応力強さを算出する。
応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の5.1.2項に定めるとおりである。

9.4 応力強さの評価

9.4.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表9-2に示す。

表9-2より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

9.4.2 一次膜+一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表9-3に示す。

表9-3より、各許容応力状態の一次膜+一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

9.4.3 一次+二次応力強さの評価

地震荷重のみにおける評価を表9-4に示す。

表9-4より、以下の評価点を除くすべての評価点において $S_n^{\#1}$ 及び $S_n^{\#2}$ は、 $3 \cdot S_m$ 以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

P02, P02', P05, P05', P07, P07', P08, P08', P12, P12', P13, P13', P14, P14',
P16, P16', P17及びP17'

一次+二次応力強さの最大範囲が $3 \cdot S_m$ を超える上記の応力評価点にあつては、「応力解析の方針」の5.2節に示す簡易弾塑性解析の方法を適用する。

9.5 繰返し荷重の評価

9.5.1 疲労解析

ノズルセーフエンド、ノズルエンド及びサーマルスリーブの応力評価点について、詳細な繰返し荷重の評価を行う。

(1) 疲労累積係数

それぞれの部分で最も厳しい応力評価点における疲労累積係数の計算結果を表9-5に示す。また、各応力評価点における疲労累積係数を表9-6に示す。

表9-6より、各応力評価点において疲労累積係数は1.0以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容値を満足する。

表9-2(1) 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	110	188	118	292
P01' P02'	108	188	115	292
P03 P04	59	188	63	292
P03' P04'	58	188	62	292
P05 P06	80	188	84	292
P05' P06'	78	188	82	292
P07 P08	80	188	84	292
P07' P08'	78	188	82	292
P09 P10	5	188	5	292
P09' P10'	4	188	5	292
P11 P12	14	188	16	292
P11' P12'	13	188	15	292
P13 P14	14	188	16	292
P13' P14'	13	188	15	292
P15 P16	80	303	84	320
P15' P16'	78	303	82	320
P17 P18	10	196	11	334
P17' P18'	9	196	11	334
P19 P20	10	196	11	334
P19' P20'	9	196	11	334

表9-2(2) 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P21 P22	10	143	11	284
P21' P22'	9	143	11	284

表9-3(1) 一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01				
P02	243	252	279	390
P01'				
P02'	247	252	284	390
P03				
P04	128	261	147	405
P03'				
P04'	130	261	149	405
P05				
P06	174	254	199	394
P05'				
P06'	177	254	203	394
P07				
P08	183	254	210	394
P07'				
P08'	186	254	214	394
P09				
P10	41	259	48	401
P09'				
P10'	39	259	46	401
P11				
P12	130	246	152	382
P11'				
P12'	125	246	147	382
P13				
P14	124	246	146	382
P13'				
P14'	119	246	141	382
P15				
P16	191	409	219	433
P15'				
P16'	193	409	222	433
P17				
P18	87	260	103	442
P17'				
P18'	84	260	99	442
P19				
P20	83	260	97	442
P19'				
P20'	79	260	94	442

表9-3(2) 一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P21 P22	83	189	97	377
P21' P22'	79	189	94	377

表9-4(1) 一次+二次応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	一次+二次応力差最大範囲 ($P_L + P_b + Q$)		
	$S_n^{\#1}$	$S_n^{\#2}$	許容応力 $3 \cdot S_m$
P01	267	318	383
P01'	267	318	383
P02	573 *	682 *	383
P02'	573 *	682 *	383
P03	319	380	383
P03'	319	380	383
P04	218	260	383
P04'	218	260	383
P05	526 *	627 *	383
P05'	526 *	627 *	383
P06	235	280	383
P06'	235	280	383
P07	348	414 *	383
P07'	348	414 *	383
P08	346	412 *	383
P08'	346	412 *	383
P09	141	168	383
P09'	141	168	383
P10	150	178	383
P10'	150	178	383
P11	299	356	383
P11'	299	356	383
P12	604 *	719 *	383
P12'	604 *	719 *	383
P13	508 *	604 *	383
P13'	508 *	604 *	383
P14	366	435 *	383
P14'	366	435 *	383

注記*：簡易弾塑性解析を行う。

表9-4(2) 一次+二次応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	一次+二次応力差最大範囲 ($P_L + P_b + Q$)		
	$S_n^{\#1}$	$S_n^{\#2}$	許容応力 $3 \cdot S_m$
P15	209	249	552
P15'	209	249	552
P16	487	580 *	552
P16'	487	580 *	552
P17	426	507 *	492
P17'	426	507 *	492
P18	321	382	492
P18'	321	382	492
P19	279	333	492
P19'	279	333	492
P20	312	372	492
P20'	312	372	492
P21	268	319	360
P21'	268	319	360
P22	296	353	360
P22'	296	353	360

注記*：簡易弾塑性解析を行う。

表9-5(1) 疲労累積係数

応力評価点 —— P05

材 料 —— SFVC2B

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	505	1.516	942	714	795	399	300	0.752
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.752
2	601	1.763	1121	988	1100	183	150	0.820
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.820
疲労累積係数 $U_n =$								0.146
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.966

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0 / E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表9-5(2) 疲労累積係数

応力評価点 —— P16

材 料 —— SFVQ1A

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	487	—	563	282	331	4946	300	0.061
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.061
2	580	1.185	670	397	467	1713	150	0.088
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.088
疲労累積係数 $U_n =$								0.004
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.092

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0 / E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表9-5(3) 疲労累積係数

応力評価点 —— P21'
材 料 —— SUS316TP

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	1	—	1	1	1	1000×10^8	300	0.000
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.000
2	1	—	1	1	1	1000×10^8	150	0.000
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.000
疲労累積係数 $U_n =$								0.009
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_d} =$								0.009

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表9-6(1) 疲労累積係数の評価のまとめ

応力評価点	疲労累積係数				許容値
	U_n	U_{S_d}	U_{S_s}	U_f^*	
P01	0.038	0.004	0.004	0.042	1.0
P01'	0.010	0.004	0.004	0.013	1.0
P02	0.010	0.387	0.430	0.440	1.0
P02'	0.021	0.387	0.430	0.451	1.0
P03	0.003	0.016	0.014	0.019	1.0
P03'	0.001	0.018	0.016	0.018	1.0
P04	0.001	0.002	0.002	0.003	1.0
P04'	0.001	0.002	0.002	0.002	1.0
P05	0.146	0.752	0.820	0.966	1.0
P05'	0.075	0.752	0.820	0.894	1.0
P06	0.002	0.003	0.003	0.004	1.0
P06'	0.007	0.003	0.003	0.010	1.0
P07	0.001	0.012	0.016	0.017	1.0
P07'	0.001	0.012	0.016	0.016	1.0
P08	0.001	0.011	0.015	0.015	1.0
P08'	0.001	0.011	0.015	0.016	1.0
P09	0.076	0.001	0.001	0.076	1.0
P09'	0.086	0.001	0.001	0.087	1.0
P10	0.017	0.003	0.004	0.020	1.0
P10'	0.016	0.003	0.004	0.019	1.0
P11	0.006	0.007	0.006	0.013	1.0
P11'	0.005	0.007	0.006	0.012	1.0
P12	0.007	0.532	0.544	0.551	1.0
P12'	0.007	0.532	0.544	0.551	1.0
P13	0.003	0.136	0.168	0.171	1.0
P13'	0.003	0.136	0.168	0.171	1.0
P14	0.003	0.013	0.024	0.026	1.0
P14'	0.003	0.013	0.024	0.026	1.0
P15	0.001	0.002	0.002	0.003	1.0
P15'	0.001	0.002	0.002	0.003	1.0
P16	0.004	0.061	0.088	0.092	1.0
P16'	0.002	0.061	0.088	0.089	1.0

注記* : 疲労累積係数 U_f は、運転状態 I 及び II に地震荷重 S_d^* 又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

表9-6(2) 疲労累積係数の評価のまとめ

応力評価点	疲労累積係数				許容値
	U_n	U_{S_d}	U_{S_s}	U_f^*	
P17	0.000	0.001	0.001	0.002	1.0
P17'	0.000	0.001	0.001	0.002	1.0
P18	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P18'	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P19	0.004	0.000	0.000	0.004	1.0
P19'	0.004	0.000	0.000	0.004	1.0
P20	0.003	0.001	0.001	0.003	1.0
P20'	0.002	0.001	0.001	0.002	1.0
P21	0.009	0.000	0.000	0.009	1.0
P21'	0.009	0.000	0.000	0.009	1.0
P22	0.005	0.000	0.000	0.005	1.0
P22'	0.005	0.000	0.000	0.005	1.0

注記*：疲労累積係数 U_f は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S_d^* 又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

10. 低圧炉心スプレイノズル（N5）の応力計算

10.1 一般事項

本章は、低圧炉心スプレイノズル（N5）の応力計算について示すものである。

低圧炉心スプレイノズル（N5）は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備，常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。

以下，設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

10.1.1 形状・寸法・材料

本章で解析する箇所の形状・寸法・材料を図10-1に示す。

10.1.2 解析範囲

解析範囲を図10-1に示す。

10.1.3 計算結果の概要

計算結果の概要を表10-1に示す。

なお，応力評価点の選定に当たっては，形状不連続部，溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し，部分ごとに数点の評価点を設けて評価を行い，疲労累積係数が厳しくなる評価点を記載する。

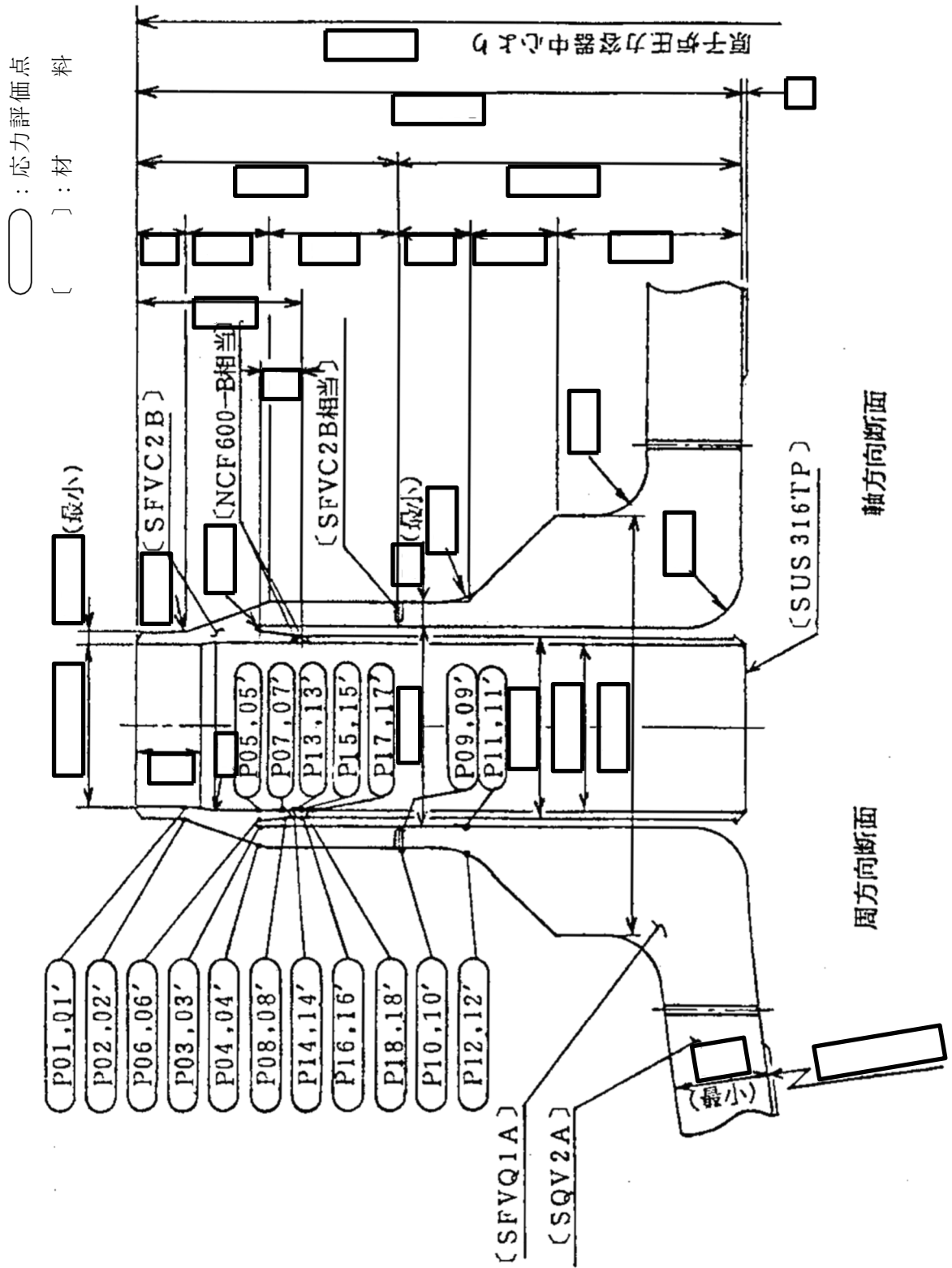


図10-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

表10-1 計算結果の概要

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ (MPa)			一次膜+一次曲げ応力強さ (MPa)			一次+二次応力強さ (MPa)			疲労解析		
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価点	疲労*1 累積係数	許容値	応力 評価点
ノズル セーフエント SFVC2B SFVC2B相当	ⅢA S	78	188	P01 - P02	145	246	P07 - P08	—	—	—	—	—	
	ⅣA S	78	292	P01 - P02	145	382	P07 - P08	—	—	—	—	—	
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	457*2	383	P08	0.091	P08'	
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	457*2	383	P08	—	—	
ノズルエント SFVQ1A	ⅢA S	46	303	P11 - P12	79	419	P11' - P12'	—	—	—	—	—	
	ⅣA S	46	320	P11 - P12	79	443	P11' - P12'	—	—	—	—	—	
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	154	552	P12	0.001	P12	
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	154	552	P12	—	—	
サーマル スリーブ NCF600-B相当 SUS316TP	ⅢA S	18	143	P17 - P18	102	189	P17 - P18	—	—	—	—	—	
	ⅣA S	18	284	P17 - P18	102	377	P17 - P18	—	—	—	—	—	
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	325	360	P17	0.001	P14	
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	325	360	P17	—	—	

注：管台（穴の周辺部）については設計・建設規格 PVB-3510(1)により、応力評価は不要である。

注記*1：疲労累積係数は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S d *又は地震荷重 S s のいずれか大きい方を加えた値である。

*2：許容値 $3 \cdot S_m$ を超えるため、設計・建設規格 PVB-3300の簡易弾塑性解析を行う。

10.2 計算条件

10.2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の4.1節に示す。

10.2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の4.2節に示す。

10.2.3 材料

各部の材料を図10-1に示す。

10.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の3.4節に示す。

10.2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の4.3節に示す。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

10.2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の3.5節に示す。

10.3 応力計算

10.3.1 応力評価点

応力評価点の位置を図10-1に示す。

10.3.2 内圧及び差圧による応力

(1) 荷重条件 (L01及びL02)

各運転状態による内圧及び差圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)ℓ.に定めるとおりである。

10.3.3 外荷重による応力

(1) 荷重条件 (L04, L07, L14, L15, L16及びL17)

外荷重を「応力解析の方針」の表4-1(4)及び表4-1(5)に示す。

10.3.4 応力の評価

各応力評価点で荷重ごとに計算した応力を重ね合わせ、応力強さを算出する。
 応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の5.1.2項に定めるとおりである。

10.4 応力強さの評価

10.4.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表10-2に示す。

表10-2より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

10.4.2 一次膜＋一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表10-3に示す。

表10-3より、各許容応力状態の一次膜＋一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

10.4.3 一次＋二次応力強さの評価

地震荷重のみにおける評価を表10-4に示す。

表10-4より、以下の評価点を除くすべての評価点において $S_n^{\#1}$ 及び $S_n^{\#2}$ は、 $3 \cdot S_m$ 以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

P08及びP08'

一次＋二次応力強さの最大範囲が $3 \cdot S_m$ を超える上記の応力評価点にあつては、「応力解析の方針」の5.2節に示す簡易弾塑性解析の方法を適用する。

10.5 繰返し荷重の評価

10.5.1 疲労解析

ノズルセーフエンド、ノズルエンド及びサーマルスリーブの応力評価点について、詳細な繰返し荷重の評価を行う。

(1) 疲労累積係数

それぞれの部分で最も厳しい応力評価点における疲労累積係数の計算結果を表10-5に示す。また、各応力評価点における疲労累積係数を表10-6に示す。

表10-6より、各応力評価点において疲労累積係数は1.0以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容値を満足する。

表10-2 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	78	188	78	292
P01' P02'	78	188	78	292
P03 P04	52	188	52	292
P03' P04'	52	188	52	292
P05 P06	14	188	14	292
P05' P06'	11	188	11	292
P07 P08	25	188	25	292
P07' P08'	21	188	21	292
P09 P10	46	188	46	292
P09' P10'	46	188	46	292
P11 P12	46	303	46	320
P11' P12'	46	303	46	320
P13 P14	18	196	18	334
P13' P14'	15	196	15	334
P15 P16	18	196	18	334
P15' P16'	15	196	15	334
P17 P18	18	143	18	284
P17' P18'	15	143	15	284

表10-3 一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	137	252	137	390
P01' P02'	136	252	136	390
P03 P04	87	258	87	400
P03' P04'	89	258	89	400
P05 P06	80	252	80	390
P05' P06'	72	252	72	390
P07 P08	145	246	145	382
P07' P08'	130	246	130	382
P09 P10	76	260	76	403
P09' P10'	78	260	78	403
P11 P12	77	419	77	443
P11' P12'	79	419	79	443
P13 P14	102	260	102	442
P13' P14'	92	260	92	442
P15 P16	102	260	102	442
P15' P16'	92	260	92	442
P17 P18	102	189	102	377
P17' P18'	92	189	92	377

表10-4(1) 一次+二次応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	一次+二次応力差最大範囲 ($P_L + P_b + Q$)		
	$S_n^{\#1}$	$S_n^{\#2}$	許容応力 $3 \cdot S_m$
P01	76	76	383
P01'	76	76	383
P02	229	229	383
P02'	229	229	383
P03	272	272	383
P03'	272	272	383
P04	55	55	383
P04'	55	55	383
P05	161	161	383
P05'	161	161	383
P06	291	291	383
P06'	291	291	383
P07	345	345	383
P07'	345	345	383
P08	457 *	457 *	383
P08'	457 *	457 *	383
P09	111	111	383
P09'	111	111	383
P10	119	119	383
P10'	119	119	383
P11	62	62	552
P11'	62	62	552
P12	154	154	552
P12'	154	154	552
P13	335	335	492
P13'	335	335	492
P14	395	395	492
P14'	395	395	492

注記*：簡易弾塑性解析を行う。

表10-4(2) 一次+二次応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	一次+二次応力差最大範囲 ($P_L + P_b + Q$)		
	$S_n^{\#1}$	$S_n^{\#2}$	許容応力 $3 \cdot S_m$
P15	331	331	492
P15'	331	331	492
P16	290	290	492
P16'	290	290	492
P17	325	325	360
P17'	325	325	360
P18	273	273	360
P18'	273	273	360

表10-5(1) 疲労累積係数

応力評価点 —— P08'
材 料 —— SFVC2B

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	456	1.338	501	335	373	3394	300	0.088
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.089
2	456	1.338	501	335	373	3394	150	0.044
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.045
疲労累積係数 $U_n =$								0.003
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_d} =$								0.091

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表10-5(2) 疲労累積係数

応力評価点 —— P12

材 料 —— SFVQ1A

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	154	—	179	89	105	282561	300	0.001
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.001
2	154	—	179	89	105	282561	150	0.001
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.001
疲労累積係数 $U_n =$								0.000
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_d} =$								0.001

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表10-5(3) 疲労累積係数

応力評価点 —— P14

材 料 —— NCF600-B相当

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	395	—	433	217	213	494297	300	0.001
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.001
2	395	—	433	217	213	494297	150	0.000
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.001
疲労累積係数 $U_n =$								0.000
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_d} =$								0.001

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表10-6(1) 疲労累積係数の評価のまとめ

応力評価点	疲労累積係数				許容値
	U_n	U_{S_d}	U_{S_s}	U_f^*	
P01	0.001	0.001	0.001	0.001	1.0
P01'	0.001	0.001	0.001	0.001	1.0
P02	0.003	0.005	0.003	0.008	1.0
P02'	0.002	0.005	0.003	0.007	1.0
P03	0.004	0.054	0.027	0.058	1.0
P03'	0.001	0.054	0.027	0.055	1.0
P04	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P04'	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P05	0.007	0.001	0.001	0.007	1.0
P05'	0.007	0.001	0.001	0.007	1.0
P06	0.001	0.025	0.013	0.026	1.0
P06'	0.002	0.025	0.013	0.027	1.0
P07	0.002	0.011	0.006	0.013	1.0
P07'	0.002	0.011	0.006	0.013	1.0
P08	0.002	0.089	0.045	0.090	1.0
P08'	0.003	0.089	0.045	0.091	1.0
P09	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P09'	0.001	0.001	0.001	0.001	1.0
P10	0.001	0.001	0.001	0.001	1.0
P10'	0.001	0.001	0.001	0.001	1.0
P11	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P11'	0.001	0.001	0.001	0.001	1.0
P12	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P12'	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P13	0.000	0.001	0.000	0.001	1.0
P13'	0.000	0.001	0.000	0.001	1.0
P14	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P14'	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P15	0.000	0.001	0.000	0.001	1.0
P15'	0.000	0.001	0.000	0.001	1.0
P16	0.000	0.000	0.000	0.001	1.0
P16'	0.000	0.000	0.000	0.001	1.0

注記* : 疲労累積係数 U_f は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S_d^* 又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

表10-6(2) 疲労累積係数の評価のまとめ

応力評価点	疲労累積係数				許容値
	U_n	U_{S_d}	U_{S_s}	U_f^*	
P17	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P17'	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P18	0.000	0.001	0.000	0.001	1.0
P18'	0.000	0.001	0.000	0.001	1.0

注記* : 疲労累積係数 U_f は、運転状態 I 及び II に地震荷重 S_d^* 又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

11. 低圧注水ノズル (N6) の応力計算

11.1 一般事項

本章は、低圧注水ノズル (N6) の応力計算について示すものである。

低圧注水ノズル (N6) は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備 (設計基準拡張) に分類される。

以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

11.1.1 形状・寸法・材料

本章で解析する箇所の形状・寸法・材料を図11-1に示す。

11.1.2 解析範囲

解析範囲を図11-1に示す。

11.1.3 計算結果の概要

計算結果の概要を表11-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部、溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し、部分ごとに数点の評価点を設けて評価を行い、疲労累積係数が厳しくなる評価点を記載する。

表11-1 計算結果の概要

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ (MPa)			一次膜+一次曲げ応力強さ (MPa)			一次+二次応力強さ (MPa)			疲労解析		
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面	疲労*1 累積係数	許容値	応力 評価点
ノズル セーフエント SFVC2B SFVC2B相当	ⅢA S	87	188	P01 - P02	236	252	P01 - P02	—	—	—	—	—	
	ⅣA S	97	292	P01 - P02	346	390	P01' - P02'	—	—	—	—	—	
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	409*2	383	P01	0.747	1.0	P03
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	674*2	383	P01	—	—	—
ノズルエント SFVQ1A	ⅢA S	53	303	P11 - P12	173	418	P11' - P12'	—	—	—	—	—	
	ⅣA S	58	320	P11 - P12	253	442	P11' - P12'	—	—	—	—	—	
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	367	552	P12	0.108	1.0	P12
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	604*2	552	P12	—	—	—
サーマル スリーブ NCF600-B相当 SUS316TP	ⅢA S	15	143	P17 - P18	61	191	P17 - P18	—	—	—	—	—	
	ⅣA S	16	284	P17 - P18	79	381	P17 - P18	—	—	—	—	—	
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	103	360	P18	0.001	1.0	P17'
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	170	360	P18	—	—	—

注：管台（穴の周辺部）については設計・建設規格 PVB-3510(1)により，応力評価は不要である。

注記*1：疲労累積係数は，運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S d *又は地震荷重 S s のいずれか大きい方を加えた値である。

*2：許容値 $3 \cdot S_m$ を超えるため，設計・建設規格 PVB-3300の簡易弾塑性解析を行う。

11.2 計算条件

11.2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の4.1節に示す。

11.2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の4.2節に示す。

11.2.3 材料

各部の材料を図11-1に示す。

11.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の3.4節に示す。

11.2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の4.3節に示す。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

11.2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の3.5節に示す。

11.3 応力計算

11.3.1 応力評価点

応力評価点の位置を図11-1に示す。

11.3.2 内圧及び差圧による応力

(1) 荷重条件 (L01及びL02)

各運転状態による内圧及び差圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)m.に定めるとおりである。

11.3.3 外荷重による応力

(1) 荷重条件 (L04, L07, L14, L15, L16及びL17)

外荷重を「応力解析の方針」の表4-1(4)及び表4-1(5)に示す。

11.3.4 応力の評価

各応力評価点で荷重ごとに計算した応力を重ね合わせ、応力強さを算出する。
 応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の5.1.2項に定めるとおりである。

11.4 応力強さの評価

11.4.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表11-2に示す。

表11-2より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

11.4.2 一次膜＋一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表11-3に示す。

表11-3より、各許容応力状態の一次膜＋一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

11.4.3 一次＋二次応力強さの評価

地震荷重のみにおける評価を表11-4に示す。

表11-4より、以下の評価点を除くすべての評価点において $S_n^{\#1}$ 及び $S_n^{\#2}$ は、 $3 \cdot S_m$ 以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

P01, P01', P02, P02', P03, P03', P05, P05', P06, P06', P12及びP12'

一次＋二次応力強さの最大範囲が $3 \cdot S_m$ を超える上記の応力評価点にあつては、「応力解析の方針」の5.2節に示す簡易弾塑性解析の方法を適用する。

11.5 繰返し荷重の評価

11.5.1 疲労解析

ノズルセーフエンド、ノズルエンド及びサーマルスリーブの応力評価点について、詳細な繰返し荷重の評価を行う。

(1) 疲労累積係数

それぞれの部分で最も厳しい応力評価点における疲労累積係数の計算結果を表11-5に示す。また、各応力評価点における疲労累積係数を表11-6に示す。

表11-6より、各応力評価点において疲労累積係数は1.0以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容値を満足する。

表11-2 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	87	188	97	292
P01' P02'	86	188	93	292
P03 P04	53	188	58	292
P03' P04'	52	188	55	292
P05 P06	53	188	58	292
P05' P06'	52	188	55	292
P07 P08	11	188	12	292
P07' P08'	10	188	11	292
P09 P10	17	188	19	292
P09' P10'	16	188	18	292
P11 P12	53	303	58	320
P11' P12'	52	303	55	320
P13 P14	13	196	14	334
P13' P14'	12	196	13	334
P15 P16	15	196	16	334
P15' P16'	14	196	15	334
P17 P18	15	143	16	284
P17' P18'	14	143	15	284

表11-3 一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	236	252	345	390
P01' P02'	236	252	346	390
P03 P04	150	260	218	402
P03' P04'	154	260	223	402
P05 P06	162	260	237	402
P05' P06'	166	260	242	402
P07 P08	48	255	62	395
P07' P08'	38	255	52	395
P09 P10	72	250	93	387
P09' P10'	57	250	78	387
P11 P12	169	418	249	442
P11' P12'	173	418	253	442
P13 P14	53	264	69	449
P13' P14'	42	264	58	449
P15 P16	61	263	79	446
P15' P16'	48	263	66	446
P17 P18	61	191	79	381
P17' P18'	48	191	66	381

表11-4(1) 一次+二次応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	一次+二次応力差最大範囲 ($P_L + P_b + Q$)		
	$S_n^{\#1}$	$S_n^{\#2}$	許容応力 $3 \cdot S_m$
P01	409 *	674 *	383
P01'	409 *	674 *	383
P02	321	529 *	383
P02'	321	529 *	383
P03	339	559 *	383
P03'	339	559 *	383
P04	170	280	383
P04'	170	280	383
P05	255	419 *	383
P05'	255	419 *	383
P06	257	423 *	383
P06'	257	423 *	383
P07	73	120	383
P07'	73	120	383
P08	93	154	383
P08'	93	154	383
P09	132	219	383
P09'	132	219	383
P10	103	170	383
P10'	103	170	383
P11	127	208	552
P11'	127	208	552
P12	367	604 *	552
P12'	367	604 *	552
P13	122	201	492
P13'	122	201	492
P14	98	162	492
P14'	98	162	492

注記*：簡易弾塑性解析を行う。

表11-4(2) 一次+二次応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	一次+二次応力差最大範囲 ($P_L + P_b + Q$)		
	$S_n^{\#1}$	$S_n^{\#2}$	許容応力 $3 \cdot S_m$
P15	100	166	492
P15'	100	166	492
P16	107	177	492
P16'	107	177	492
P17	99	164	360
P17'	99	164	360
P18	103	170	360
P18'	103	170	360

表11-5(1) 疲労累積係数

応力評価点 —— P03
材 料 —— SFVC2B

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	339	—	692	346	385	3070	300	0.098
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.098
2	558	1.660	1141	947	1054	203	150	0.739
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.739
疲労累積係数 $U_n =$								0.009
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.747

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{ MPa}, \quad E = \boxed{} \text{ MPa}$$

表11-5(2) 疲労累積係数

応力評価点 —— P12

材 料 —— SFVQ1A

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	366	—	423	211	249	11905	300	0.025
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.026
2	604	1.228	697	428	503	1408	150	0.107
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.107
疲労累積係数 $U_n =$								0.001
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.108

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{ MPa}, \quad E = \boxed{} \text{ MPa}$$

表11-5(3) 疲労累積係数

応力評価点 —— P17'
材 料 —— SUS316TP

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	99	—	99	49	55	1000×10^8	300	0.000
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.000
2	164	—	164	82	91	1000×10^8	150	0.000
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.000
疲労累積係数 $U_n =$								0.001
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_d} =$								0.001

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0 / E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{ MPa}, \quad E = \boxed{} \text{ MPa}$$

表11-6(1) 疲労累積係数の評価のまとめ

応力評価点	疲労累積係数				許容値
	U_n	U_{S_d}	U_{S_s}	U_f^*	
P01	0.003	0.049	0.435	0.438	1.0
P01'	0.004	0.049	0.435	0.439	1.0
P02	0.001	0.009	0.086	0.086	1.0
P02'	0.001	0.009	0.086	0.086	1.0
P03	0.009	0.098	0.739	0.747	1.0
P03'	0.002	0.098	0.739	0.741	1.0
P04	0.000	0.001	0.003	0.003	1.0
P04'	0.000	0.001	0.003	0.003	1.0
P05	0.000	0.004	0.018	0.018	1.0
P05'	0.001	0.004	0.018	0.018	1.0
P06	0.000	0.004	0.019	0.019	1.0
P06'	0.000	0.004	0.019	0.019	1.0
P07	0.006	0.001	0.001	0.006	1.0
P07'	0.004	0.001	0.001	0.004	1.0
P08	0.002	0.001	0.003	0.005	1.0
P08'	0.001	0.001	0.003	0.003	1.0
P09	0.002	0.001	0.001	0.003	1.0
P09'	0.003	0.001	0.001	0.004	1.0
P10	0.002	0.001	0.001	0.002	1.0
P10'	0.001	0.001	0.001	0.002	1.0
P11	0.001	0.001	0.001	0.002	1.0
P11'	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P12	0.001	0.026	0.107	0.108	1.0
P12'	0.001	0.026	0.107	0.107	1.0
P13	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P13'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P14	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P14'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P15	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P15'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P16	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P16'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0

注記* : 疲労累積係数 U_f は、運転状態 I 及び II に地震荷重 S_d * 又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

表11-6(2) 疲労累積係数の評価のまとめ

応力評価点	疲労累積係数				許容値
	U_n	U_{S_d}	U_{S_s}	U_f^*	
P17	0.001	0.000	0.000	0.001	1.0
P17'	0.001	0.000	0.000	0.001	1.0
P18	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P18'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0

注記*：疲労累積係数 U_f は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S_d^* 又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

12. 上ぶたスプレイノズル (N7) の応力計算

12.1 一般事項

本章は、上ぶたスプレイノズル (N7) の応力計算について示すものである。

上ぶたスプレイノズル (N7) は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備 (設計基準拡張) に分類される。

以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

12.1.1 形状・寸法・材料

本章で解析する箇所の形状・寸法・材料を図12-1に示す。

12.1.2 解析範囲

解析範囲を図12-1に示す。

12.1.3 計算結果の概要

計算結果の概要を表12-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部、溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し、部分ごとに数点の評価点を設けて評価を行い、疲労累積係数が厳しくなる評価点を記載する。

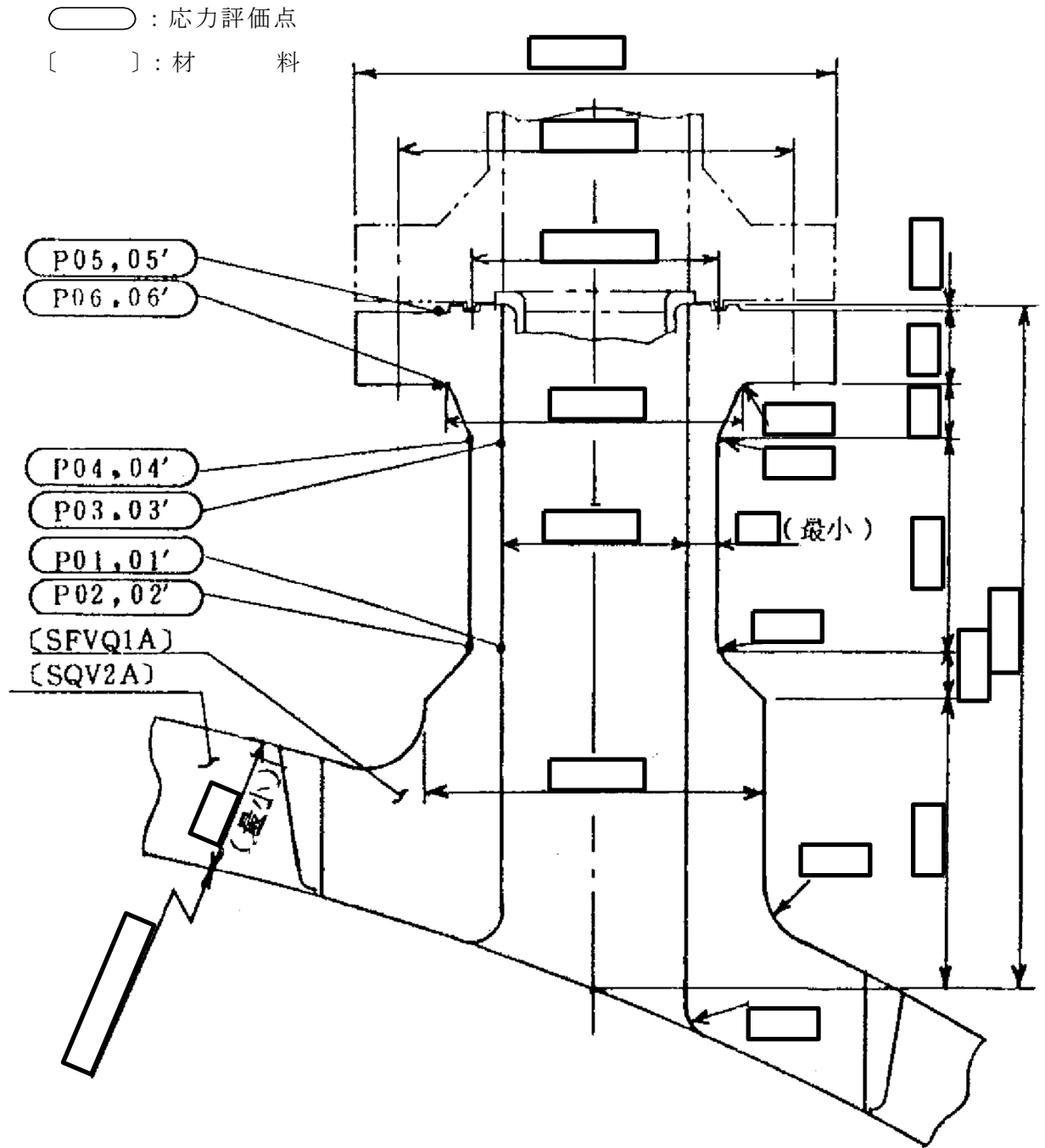


図12-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

表12-1 計算結果の概要

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ (MPa)			一次膜+一次曲げ応力強さ (MPa)			一次+二次応力強さ (MPa)			疲労解析		
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面	疲労*1 累積係数	許容値	応力 評価点
ノズルエンド	ⅢA S	38	303	P01 - P02	86	426	P01 - P02	—	—	—	—	—	—
	ⅣA S	39	320	P01 - P02	96	451	P01 - P02	—	—	—	—	—	—
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	678*2	552	P02	—	—	—
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	791*2	552	P02	0.601	1.0	P02
フランジ	ⅢA S	38	303	P03 - P04	94	426	P03' - P04'	—	—	—	—	—	—
	ⅣA S	39	320	P03 - P04	102	451	P03' - P04'	—	—	—	—	—	—
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	587*2	552	P04	—	—	—
SFVQ1A	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.288	1.0	P04

注：管台（穴の周辺部）については設計・建設規格 PVB-3510(1)により，応力評価は不要である。

注記*1：疲労累積係数は，運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S_d^* 又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

*2：許容値 $3 \cdot S_m$ を超えるため，設計・建設規格 PVB-3300の簡易弾塑性解析を行う。

12.2 計算条件

12.2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の4.1節に示す。

12.2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の4.2節に示す。

12.2.3 材料

各部の材料を図12-1に示す。

12.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の3.4節に示す。

12.2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の4.3節に示す。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

12.2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の3.5節に示す。

12.3 応力計算

12.3.1 応力評価点

応力評価点の位置を図12-1に示す。

12.3.2 内圧による応力

(1) 荷重条件 (L01)

各運転状態による内圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)n.に定めるとおりである。

12.3.3 外荷重による応力

(1) 荷重条件 (L04, L07, L14, L15, L16及びL17)

外荷重を「応力解析の方針」の表4-1(4)に示す。

12.3.4 ボルト荷重による応力

(1) 荷重条件 (L11)

ボルト荷重は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)n.に定めるとおりである。

12.3.5 応力の評価

各応力評価点で荷重ごとに計算した応力を重ね合わせ、応力強さを算出する。応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の5.1.2項に定めるとおりである。

12.4 応力強さの評価

12.4.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表12-2に示す。

表12-2より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

12.4.2 一次膜+一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表12-3に示す。

表12-3より、各許容応力状態の一次膜+一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

12.4.3 一次+二次応力強さの評価

地震荷重のみにおける評価を表12-4に示す。

表12-4より、以下の評価点を除くすべての評価点において $S_n^{\#1}$ 及び $S_n^{\#2}$ は、 $3 \cdot S_m$ 以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

P02, P02', P04及びP04'

一次+二次応力強さの最大範囲が $3 \cdot S_m$ を超える上記の応力評価点にあつては、「応力解析の方針」の5.2節に示す簡易弾塑性解析の方法を適用する。

12.5 繰返し荷重の評価

12.5.1 疲労解析

ノズルエンド及びフランジの応力評価点について、詳細な繰返し荷重の評価を行う。

(1) 疲労累積係数

それぞれの部分で最も厳しい応力評価点における疲労累積係数の計算結果を表12-5に示す。また、各応力評価点における疲労累積係数を表12-6に示す。

表12-6より、各応力評価点において疲労累積係数は1.0以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容値を満足する。

表12-2 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	38	303	39	320
P01' P02'	38	303	38	320
P03 P04	38	303	39	320
P03' P04'	38	303	38	320

表12-3 一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	86	426	96	451
P01' P02'	84	426	95	451
P03 P04	72	426	80	451
P03' P04'	94	426	102	451
P05 P06	7	454	7	481
P05' P06'	14	454	14	481

表12-4 一次+二次応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	一次+二次応力差最大範囲 ($P_L + P_b + Q$)		
	$S_n \# 1$	$S_n \# 2$	許容値 $3 \cdot S_m$
P01	136	159	552
P01'	136	159	552
P02	678 *	791 *	552
P02'	678 *	791 *	552
P03	112	130	552
P03'	112	130	552
P04	587 *	685 *	552
P04'	587 *	685 *	552
P05	95	111	552
P05'	95	111	552
P06	102	119	552
P06'	102	119	552

注記*：簡易弾塑性解析を行う。

表12-5(1) 疲労累積係数

応力評価点 —— P02
材 料 —— SFVQ1A

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	677	1.432	856	613	721	504	300	0.595
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.596
2	791	1.634	999	817	960	253	150	0.593
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.593
疲労累積係数 $U_n =$								0.005
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_d} =$								0.601

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表12-5(2) 疲労累積係数

応力評価点 —— P04

材 料 —— SFVQ1A

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	587	1.251	722	452	531	1218	300	0.246
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.247
2	685	1.428	843	602	708	532	150	0.282
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.282
疲労累積係数 $U_n =$								0.006
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.288

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{ MPa}, E = \boxed{} \text{ MPa}$$

表12-6 疲労累積係数の評価のまとめ

応力評価点	疲労累積係数				許容値
	U_n	U_{S_d}	U_{S_s}	U_f^*	
P01	0.001	0.001	0.001	0.002	1.0
P01'	0.001	0.001	0.001	0.002	1.0
P02	0.005	0.596	0.593	0.601	1.0
P02'	0.004	0.596	0.593	0.600	1.0
P03	0.001	0.001	0.001	0.002	1.0
P03'	0.001	0.001	0.001	0.002	1.0
P04	0.006	0.247	0.282	0.288	1.0
P04'	0.003	0.247	0.282	0.285	1.0
P05	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P05'	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P06	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P06'	0.001	0.001	0.001	0.002	1.0

注記*：疲労累積係数 U_f は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S_d^* 又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

13. 計測及びベントノズル (N8) の応力計算

13.1 一般事項

本章は、計測及びベントノズル (N8) の応力計算について示すものである。

計測及びベントノズル (N8) は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。

以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

13.1.1 形状・寸法・材料

本章で解析する箇所の形状・寸法・材料を図13-1に示す。

13.1.2 解析範囲

解析範囲を図13-1に示す。

13.1.3 計算結果の概要

計算結果の概要を表13-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部、溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し、部分ごとに数点の評価点を設けて評価を行い、疲労累積係数が厳しくなる評価点を記載する。

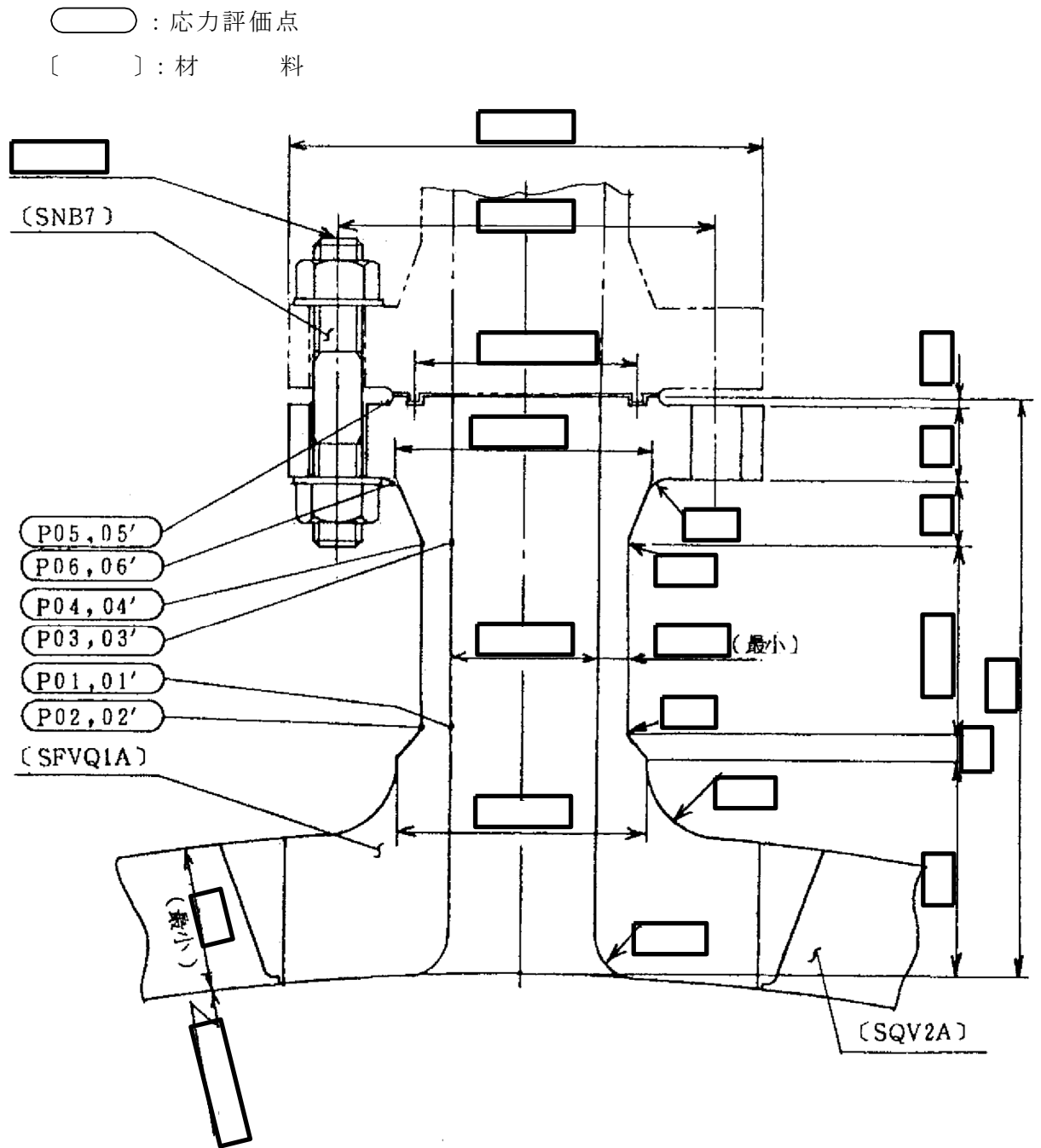


図13-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

表13-1 計算結果の概要

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ (MPa)			一次膜+一次曲げ応力強さ (MPa)			一次+二次応力強さ (MPa)			疲労解析		
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面	疲労*1 累積係数	許容値	応力 評価点
ノズルエンド	ⅢA S	39	303	P01 - P02	78	425	P01 - P02	—	—	—	—	—	—
	ⅣA S	40	320	P01 - P02	87	449	P01 - P02	—	—	—	—	—	—
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	670*2	552	P02	—	—	—
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	769*2	552	P02	0.657	1.0	P02
フランジ	ⅢA S	39	303	P03 - P04	79	425	P03' - P04'	—	—	—	—	—	—
	ⅣA S	40	320	P03 - P04	86	449	P03' - P04'	—	—	—	—	—	—
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	553*2	552	P04	—	—	—
SFVQ1A	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.178	1.0	P04

注：管台（穴の周辺部）については設計・建設規格 PVB-3510(1)により、応力評価は不要である。

注記*1：疲労累積係数は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S d *又は地震荷重 S s のいずれか大きい方を加えた値である。

*2：許容値 $3 \cdot S_m$ を超えるため、設計・建設規格 PVB-3300の簡易弾塑性解析を行う。

13.2 計算条件

13.2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の4.1節に示す。

13.2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の4.2節に示す。

13.2.3 材料

各部の材料を図13-1に示す。

13.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の3.4節に示す。

13.2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の4.3節に示す。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

13.2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の3.5節に示す。

13.3 応力計算

13.3.1 応力評価点

応力評価点の位置を図13-1に示す。

13.3.2 内圧による応力

(1) 荷重条件 (L01)

各運転状態による内圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)ο.に定めるとおりである。

13.3.3 外荷重による応力

(1) 荷重条件 (L04, L07, L14, L15, L16及びL17)

外荷重を「応力解析の方針」の表4-1(4)に示す。

13.3.4 ボルト荷重による応力

(1) 荷重条件 (L11)

ボルト荷重は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)o.に定めるとおりである。

13.3.5 応力の評価

各応力評価点で荷重ごとに計算した応力を重ね合わせ、応力強さを算出する。応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の5.1.2項に定めるとおりである。

13.4 応力強さの評価

13.4.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表13-2に示す。

表13-2より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

13.4.2 一次膜+一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表13-3に示す。

表13-3より、各許容応力状態の一次膜+一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

13.4.3 一次+二次応力強さの評価

地震荷重のみにおける評価を表13-4に示す。

表13-4より、以下の評価点を除くすべての評価点において $S_n^{\#1}$ 及び $S_n^{\#2}$ は、 $3 \cdot S_m$ 以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

P02, P02', P04及びP04'

一次+二次応力強さの最大範囲が $3 \cdot S_m$ を超える上記の応力評価点にあつては、「応力解析の方針」の5.2節に示す簡易弾塑性解析の方法を適用する。

13.5 繰返し荷重の評価

13.5.1 疲労解析

ノズルエンド及びフランジの応力評価点について、詳細な繰返し荷重の評価を行う。

(1) 疲労累積係数

それぞれの部分で最も厳しい応力評価点における疲労累積係数の計算結果を表13-5に示す。また、各応力評価点における疲労累積係数を表13-6に示す。

表13-6より、各応力評価点において疲労累積係数は1.0以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容値を満足する。

表13-2 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	39	303	40	320
P01' P02'	39	303	40	320
P03 P04	39	303	40	320
P03' P04'	39	303	40	320

表13-3 一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	78	425	87	449
P01' P02'	77	425	86	449
P03 P04	67	425	73	449
P03' P04'	79	425	86	449
P05 P06	4	454	4	481
P05' P06'	4	454	4	481

表13-4 一次+二次応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	一次+二次応力差最大範囲 ($P_L + P_b + Q$)		
	$S_n \# 1$	$S_n \# 2$	許容値 $3 \cdot S_m$
P01	97	112	552
P01'	97	112	552
P02	670 *	769 *	552
P02'	670 *	769 *	552
P03	124	143	552
P03'	124	143	552
P04	553 *	635 *	552
P04'	553 *	635 *	552
P05	62	72	552
P05'	62	72	552
P06	79	91	552
P06'	79	91	552

注記*：簡易弾塑性解析を行う。

表13-5(1) 疲労累積係数

応力評価点 —— P02
材 料 —— SFVQ1A

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	670	1.439	887	638	750	457	300	0.656
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.657
2	769	1.602	1017	815	959	254	150	0.591
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.591
疲労累積係数 $U_n =$								0.000
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_d} =$								0.657

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表13-5(2) 疲労累積係数

応力評価点 —— P04

材 料 —— SFVQ1A

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	553	1.183	675	399	469	1693	300	0.177
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.178
2	634	1.330	775	515	606	843	150	0.178
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.178
疲労累積係数 $U_n =$								0.000
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.178

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表13-6 疲労累積係数の評価のまとめ

応力評価点	疲労累積係数				許容値
	U_n	U_{S_d}	U_{S_s}	U_f^*	
P01	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P01'	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P02	0.000	0.657	0.591	0.657	1.0
P02'	0.000	0.657	0.591	0.657	1.0
P03	0.001	0.001	0.001	0.002	1.0
P03'	0.001	0.001	0.001	0.002	1.0
P04	0.000	0.178	0.178	0.178	1.0
P04'	0.000	0.178	0.178	0.178	1.0
P05	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P05'	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P06	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P06'	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0

注記*：疲労累積係数 U_f は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S_d *又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

14. ジェットポンプ計測ノズル (N9) の応力計算

14.1 一般事項

本章は、ジェットポンプ計測ノズル (N9) の応力計算について示すものである。

ジェットポンプ計測ノズル (N9) は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備 (設計基準拡張) に分類される。

以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

14.1.1 形状・寸法・材料

本章で解析する箇所の形状・寸法・材料を図14-1に示す。

14.1.2 解析範囲

解析範囲を図14-1に示す。

14.1.3 計算結果の概要

計算結果の概要を表14-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部、溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し、部分ごとに数点の評価点を設けて評価を行い、疲労累積係数が厳しくなる評価点を記載する。

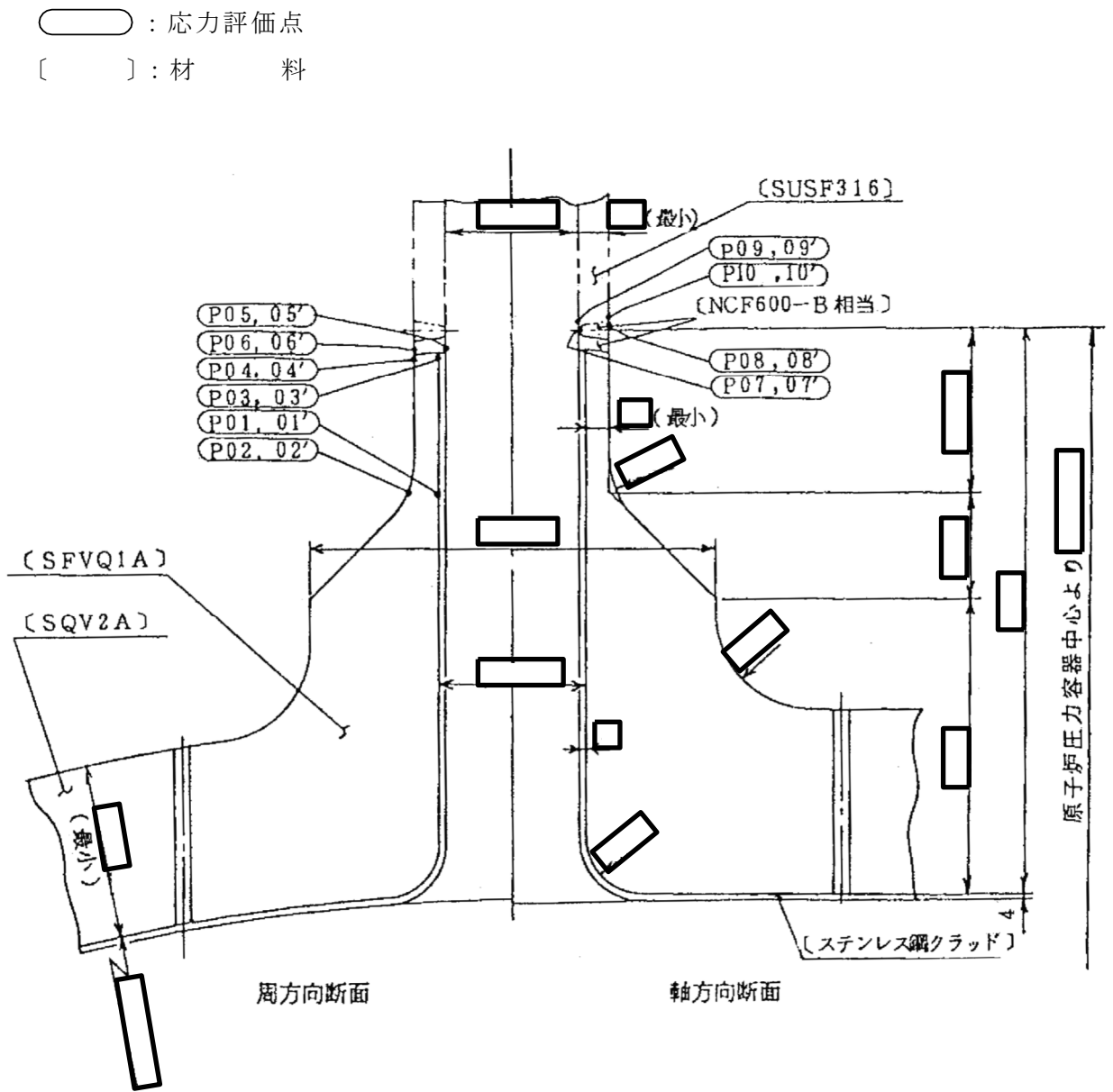


図14-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

表14-1 計算結果の概要

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ (MPa)			一次膜+一次曲げ応力強さ (MPa)			一次+二次応力強さ (MPa)			疲労解析		
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価点	疲労*1 累積係数	許容値	応力 評価点
ノズルエンド	ⅢA S	92	303	P01' - P02'	276	427	P01' - P02'	—	—	—	—	—	
	ⅣA S	136	320	P01' - P02'	406	451	P01' - P02'	—	—	—	—	—	
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	431	552	P02	0.159	P02	
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	650*2	552	P02	—	—	
溶接部	ⅢA S	71	196	P05' - P06'	193	287	P05' - P06'	—	—	—	—	—	
	ⅣA S	105	334	P05' - P06'	284	487	P05' - P06'	—	—	—	—	—	
NCF600-B相当	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	426	492	P06	0.020	P06	
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	643*2	492	P06	—	—	
ペネシール	ⅢA S	71	143	P09' - P10'	188	208	P09' - P10'	—	—	—	—	—	
	ⅣA S	105	284	P09' - P10'	278	416	P09' - P10'	—	—	—	—	—	
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	394*2	360	P10	0.051	P10	
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	595*2	360	P10	—	—	

注：管台（穴の周辺部）については設計・建設規格 PVB-3510(1)により、応力評価は不要である。

注記*1：疲労累積係数は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S d *又は地震荷重 S s のいずれか大きい方を加えた値である。

*2：許容値 $3 \cdot S_m$ を超えるため、設計・建設規格 PVB-3300の簡易弾塑性解析を行う。

14.2 計算条件

14.2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の4.1節に示す。

14.2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の4.2節に示す。

14.2.3 材料

各部の材料を図14-1に示す。

14.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の3.4節に示す。

14.2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の4.3節に示す。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

14.2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の3.5節に示す。

14.3 応力計算

14.3.1 応力評価点

応力評価点の位置を図14-1に示す。

14.3.2 内圧による応力

(1) 荷重条件 (L01)

各運転状態による内圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)p.に定めるとおりである。

14.3.3 外荷重による応力

(1) 荷重条件 (L04, L07, L14, L15, L16及びL17)

外荷重を「応力解析の方針」の表4-1(4)に示す。

14.3.4 応力の評価

各応力評価点で荷重ごとに計算した応力を重ね合わせ、応力強さを算出する。
 応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の5.1.2項に定めるとおりである。

14.4 応力強さの評価

14.4.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表14-2に示す。

表14-2より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

14.4.2 一次膜＋一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表14-3に示す。

表14-3より、各許容応力状態の一次膜＋一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

14.4.3 一次＋二次応力強さの評価

地震荷重のみにおける評価を表14-4に示す。

表14-4より、以下の評価点を除くすべての評価点において $S_n^{\#1}$ 及び $S_n^{\#2}$ は、 $3 \cdot S_m$ 以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

P02, P02', P04, P04', P06, P06', P08, P08', P09, P09', P10及びP10'

一次＋二次応力強さの最大範囲が $3 \cdot S_m$ を超える上記の応力評価点にあつては、「応力解析の方針」の5.2節に示す簡易弾塑性解析の方法を適用する。

14.5 繰返し荷重の評価

14.5.1 疲労解析

ノズルエンド及びペネシールの応力評価点について、詳細な繰返し荷重の評価を行う。

(1) 疲労累積係数

それぞれの部分で最も厳しい応力評価点における疲労累積係数の計算結果を表14-5に示す。また、各応力評価点における疲労累積係数を表14-6に示す。

表14-6より、各応力評価点において疲労累積係数は1.0以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容値を満足する。

表14-2 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	90	303	134	320
P01' P02'	92	303	136	320
P03 P04	90	303	134	320
P03' P04'	92	303	136	320
P05 P06	70	196	104	334
P05' P06'	71	196	105	334
P07 P08	70	196	104	334
P07' P08'	71	196	105	334
P09 P10	70	143	104	284
P09' P10'	71	143	105	284

表14-3 一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	270	427	396	451
P01' P02'	276	427	406	451
P03 P04	242	427	354	451
P03' P04'	248	427	365	451
P05 P06	188	287	276	487
P05' P06'	193	287	284	487
P07 P08	184	287	269	487
P07' P08'	188	287	278	487
P09 P10	184	208	269	416
P09' P10'	188	208	278	416

表14-4 一次+二次応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	一次+二次応力差最大範囲 ($P_L + P_b + Q$)		
	$S_n \# 1$	$S_n \# 2$	許容値 $3 \cdot S_m$
P01	157	237	552
P01'	157	237	552
P02	431	650 *	552
P02'	431	650 *	552
P03	277	419	552
P03'	277	419	552
P04	422	637 *	552
P04'	422	637 *	552
P05	274	414	492
P05'	274	414	492
P06	426	643 *	492
P06'	426	643 *	492
P07	266	402	492
P07'	266	402	492
P08	398	601 *	492
P08'	398	601 *	492
P09	260	393 *	360
P09'	260	393 *	360
P10	394 *	595 *	360
P10'	394 *	595 *	360

注記*：簡易弾塑性解析を行う。

表14-5(1) 疲労累積係数

応力評価点 —— P02
材 料 —— SFVQ1A

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	430	—	498	249	293	7143	300	0.042
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.042
2	650	1.316	753	495	583	947	150	0.158
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.159
疲労累積係数 $U_n =$								0.000
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.159

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表14-5(2) 疲労累積係数

応力評価点 —— P06

材 料 —— NCF600-B相当

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	425	—	425	213	209	567622	300	0.001
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.001
2	642	1.491	642	479	471	7648	150	0.020
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.020
疲労累積係数 $U_n =$								0.000
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.020

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{ MPa}, \quad E = \boxed{} \text{ MPa}$$

表14-5(3) 疲労累積係数

応力評価点 —— P10

材 料 —— SUSF316

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	394	1.180	394	232	258	159736	300	0.002
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.002
2	595	1.829	595	544	603	2951	150	0.051
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.051
疲労累積係数 $U_n =$								0.000
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.051

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{ MPa}, \quad E = \boxed{} \text{ MPa}$$

表14-6 疲労累積係数の評価のまとめ

応力評価点	疲労累積係数				
	U_n	U_{S_d}	U_{S_s}	U_f^*	許容値
P01	0.000	0.001	0.002	0.002	1.0
P01'	0.000	0.001	0.002	0.002	1.0
P02	0.000	0.042	0.159	0.159	1.0
P02'	0.000	0.042	0.159	0.159	1.0
P03	0.001	0.007	0.013	0.014	1.0
P03'	0.001	0.007	0.013	0.014	1.0
P04	0.000	0.025	0.094	0.094	1.0
P04'	0.001	0.025	0.094	0.095	1.0
P05	0.000	0.000	0.001	0.001	1.0
P05'	0.000	0.000	0.001	0.001	1.0
P06	0.000	0.001	0.020	0.020	1.0
P06'	0.000	0.001	0.020	0.020	1.0
P07	0.000	0.000	0.001	0.001	1.0
P07'	0.000	0.000	0.001	0.001	1.0
P08	0.000	0.001	0.011	0.011	1.0
P08'	0.000	0.001	0.011	0.011	1.0
P09	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P09'	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P10	0.000	0.002	0.051	0.051	1.0
P10'	0.000	0.002	0.051	0.051	1.0

注記* : 疲労累積係数 U_f は、運転状態 I 及び II に地震荷重 S_d^* 又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

15. ほう酸水注入及び炉心差圧計測ノズル (N11) の応力計算

15.1 一般事項

本章は、ほう酸水注入及び炉心差圧計測ノズル (N11) の応力計算について示すものである。

ほう酸水注入及び炉心差圧計測ノズル (N11) は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。

以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

15.1.1 形状・寸法・材料

本章で解析する箇所の形状・寸法・材料を図15-1に示す。

15.1.2 解析範囲

解析範囲を図15-1に示す。

15.1.3 計算結果の概要

計算結果の概要を表15-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部、溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し、部分ごとに数点の評価点を設けて評価を行い、疲労累積係数が厳しくなる評価点を記載する。

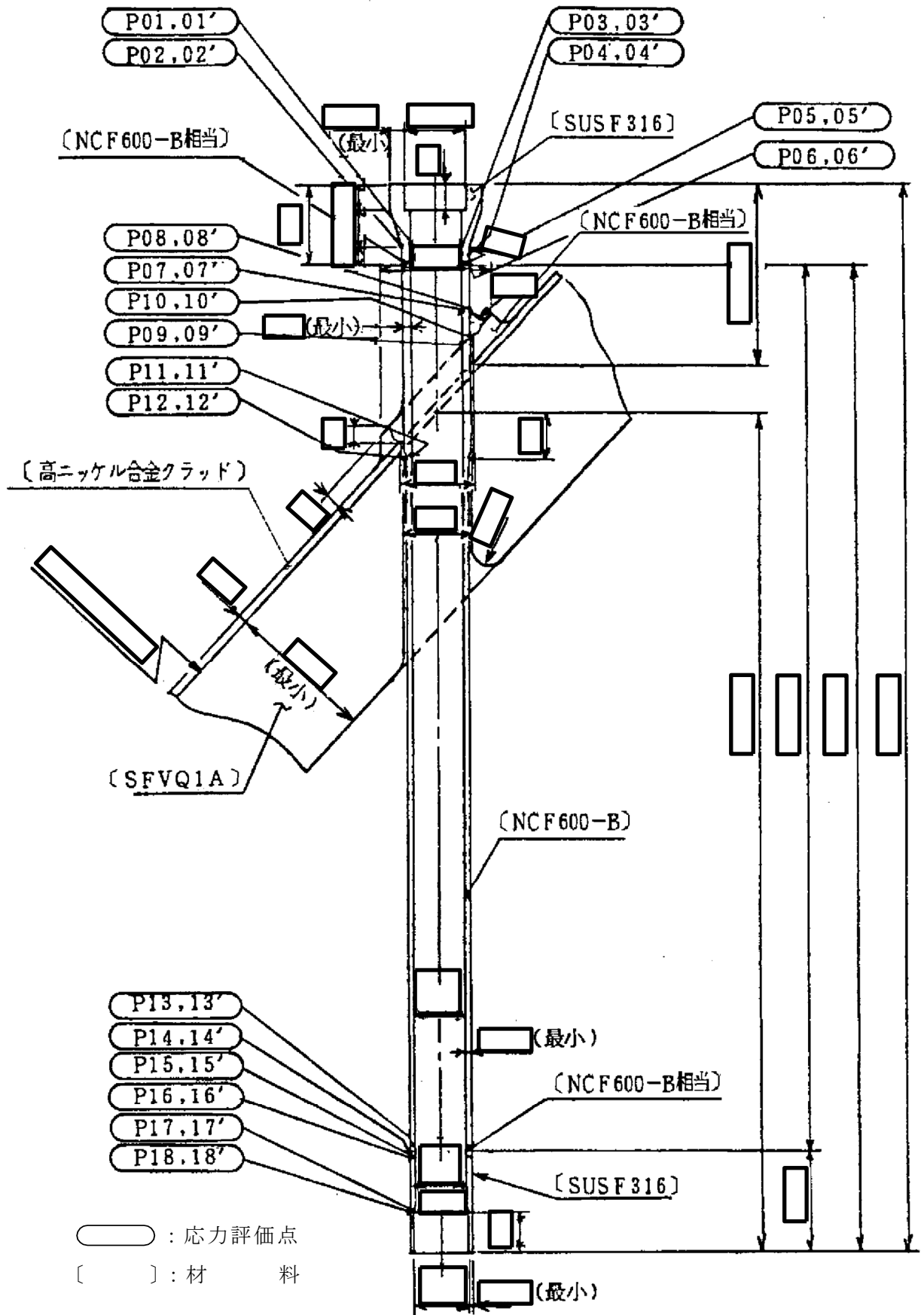


図15-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

表15-1(1) 計算結果の概要

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ (MPa)			一次膜+一次曲げ応力強さ (MPa)			一次+二次応力強さ (MPa)			疲労解析		
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価点	疲労*1 累積係数	許容値	応力 評価点
カップリング	ⅢA S	0	143	P01 - P02	0	206	P01 - P02	—	—	—	—	—	
	ⅣA S	0	284	P01 - P02	0	410	P01 - P02	—	—	—	—	—	
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	0	360	P01	0.000	1.0	P01
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	0	360	P01	—	—	—
ノズル下鏡 内面側	ⅢA S	0	196	P05 - P06	6	283	P07 - P08	—	—	—	—	—	
	ⅣA S	0	334	P05 - P06	6	481	P07 - P08	—	—	—	—	—	
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	0	492	P05	0.000	1.0	P05
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	0	492	P05	—	—	—
ノズル下鏡 外面側	ⅢA S	55	196	P11 - P12	101	272	P11 - P12	—	—	—	—	—	
	ⅣA S	55	334	P11 - P12	101	462	P11 - P12	—	—	—	—	—	
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	660*2	492	P12	0.868	1.0	P10
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	660*2	492	P12	—	—	—
ノズル セーフエントド 溶接部 NCF600-B相当	ⅢA S	55	196	P13 - P14	71	272	P13 - P14	—	—	—	—	—	
	ⅣA S	55	334	P13 - P14	71	462	P13 - P14	—	—	—	—	—	
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	271	492	P14	0.000	1.0	P14
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	271	492	P14	—	—	—

注：管台（穴の周辺部）については設計・建設規格 PVB-3510(1)により、応力評価は不要である。

注記*1：疲労累積係数は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S d *又は地震荷重 S s のいずれか大きい方を加えた値である。

*2：許容値 3・S_m を超えるため、設計・建設規格 PVB-3300の簡易弾塑性解析を行う。

表15-1(2) 計算結果の概要

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ (MPa)			一次膜+一次曲げ応力強さ (MPa)			一次+二次応力強さ (MPa)			疲労解析		
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価点	疲労* 累積係数	許容値	応力 評価点
ノズル セーフエントド	ⅢA S	59	143	P17 - P18	71	197	P17 - P18	—	—	—	—	—	
	ⅣA S	59	284	P17 - P18	71	392	P17 - P18	—	—	—	—	—	
SUSF316	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	263	360	P16	0.002	—	
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	263	360	P16	1.0	P16'	

注：管台（穴の周辺部）については設計・建設規格 PVB-3510(1)により、応力評価は不要である。

注記*：疲労累積係数は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S d *又は地震荷重 S s のいずれか大きい方を加えた値である。

15.2 計算条件

15.2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の4.1節に示す。

15.2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の4.2節に示す。

15.2.3 材料

各部の材料を図15-1に示す。

15.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の3.4節に示す。

15.2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の4.3節に示す。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

15.2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の3.5節に示す。

15.3 応力計算

15.3.1 応力評価点

応力評価点の位置を図15-1に示す。

15.3.2 内圧による応力

(1) 荷重条件 (L01)

各運転状態による内圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)q.に定めるとおりである。

15.3.3 外荷重による応力

(1) 荷重条件 (L04, L07, L14, L15, L16及びL17)

外荷重を「応力解析の方針」の表4-1(4)に示す。

15.3.4 応力の評価

各応力評価点で荷重ごとに計算した応力を重ね合わせ、応力強さを算出する。
 応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の5.1.2項に定めるとおりである。

15.4 応力強さの評価

15.4.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表15-2に示す。

表15-2より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

15.4.2 一次膜＋一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表15-3に示す。

表15-3より、各許容応力状態の一次膜＋一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

15.4.3 一次＋二次応力強さの評価

地震荷重のみにおける評価を表15-4に示す。

表15-4より、以下の評価点を除くすべての評価点において $S_n^{\#1}$ 及び $S_n^{\#2}$ は、 $3 \cdot S_m$ 以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

P12及びP12'

一次＋二次応力強さの最大範囲が $3 \cdot S_m$ を超える上記の応力評価点にあつては、「応力解析の方針」の5.2節に示す簡易弾塑性解析の方法を適用する。

15.5 繰返し荷重の評価

15.5.1 疲労解析

カップリング、ノズル及びノズルセーフエンドの応力評価点について、詳細な繰返し荷重の評価を行う。

(1) 疲労累積係数

それぞれの部分で最も厳しい応力評価点における疲労累積係数の計算結果を表15-5に示す。また、各応力評価点における疲労累積係数を表15-6に示す。

表15-6より、各応力評価点において疲労累積係数は1.0以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容値を満足する。

表15-2 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	0	143	0	284
P01' P02'	0	143	0	284
P03 P04	0	143	0	284
P03' P04'	0	143	0	284
P05 P06	0	196	0	334
P05' P06'	0	196	0	334
P07 P08	0	196	0	334
P07' P08'	0	196	0	334
P09 P10	34	196	34	334
P09' P10'	34	196	34	334
P11 P12	55	196	55	334
P11' P12'	55	196	55	334
P13 P14	55	196	55	334
P13' P14'	55	196	55	334
P15 P16	55	143	55	284
P15' P16'	55	143	55	284
P17 P18	59	143	59	284
P17' P18'	59	143	59	284

表15-3 一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	0	206	0	410
P01' P02'	0	206	0	410
P03 P04	0	206	0	410
P03' P04'	0	206	0	410
P05 P06	0	283	0	481
P05' P06'	0	283	0	481
P07 P08	6	283	6	481
P07' P08'	6	283	6	481
P09 P10	60	283	60	481
P09' P10'	41	283	41	481
P11 P12	101	272	101	462
P11' P12'	101	272	101	462
P13 P14	71	272	71	462
P13' P14'	68	272	68	462
P15 P16	71	198	71	394
P15' P16'	68	198	68	394
P17 P18	71	197	71	392
P17' P18'	66	197	66	392

表15-4(1) 一次+二次応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	一次+二次応力差最大範囲 ($P_L + P_b + Q$)		
	$S_n \# 1$	$S_n \# 2$	許容値 $3 \cdot S_m$
P01	0	0	360
P01'	0	0	360
P02	0	0	360
P02'	0	0	360
P03	0	0	360
P03'	0	0	360
P04	0	0	360
P04'	0	0	360
P05	0	0	492
P05'	0	0	492
P06	0	0	492
P06'	0	0	492
P07	0	0	492
P07'	0	0	492
P08	0	0	492
P08'	0	0	492
P09	60	60	492
P09'	60	60	492
P10	472	472	492
P10'	472	472	492
P11	202	202	492
P11'	202	202	492
P12	660 *	660 *	492
P12'	660 *	660 *	492
P13	207	207	492
P13'	207	207	492
P14	271	271	492
P14'	271	271	492

注記*：簡易弾塑性解析を行う。

表15-4(2) 一次+二次応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	一次+二次応力差最大範囲 ($P_L + P_b + Q$)		
	$S_n \# 1$	$S_n \# 2$	許容値 $3 \cdot S_m$
P15	203	203	360
P15'	203	203	360
P16	263	263	360
P16'	263	263	360
P17	212	212	360
P17'	212	212	360
P18	255	255	360
P18'	255	255	360

表15-5(1) 疲労累積係数

応力評価点 —— P01

材 料 —— SUSF316

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	0	—	0	0	0	1000×10^8	300	0.000
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.000
2	0	—	0	0	0	1000×10^8	150	0.000
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.000
疲労累積係数 $U_n =$								0.000
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_d} =$								0.000

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表15-5(2) 疲労累積係数

応力評価点 —— P05

材 料 —— NCF600-B

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	0	—	0	0	0	1000×10^8	300	0.000
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.000
2	0	—	0	0	0	1000×10^8	150	0.000
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.000
疲労累積係数 $U_n =$								0.000
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_d} =$								0.000

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0 / E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{ MPa}, \quad E = \boxed{} \text{ MPa}$$

表15-5(3) 疲労累積係数

応力評価点 —— P10

材 料 —— NCF600-B

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	471	1.000	2336	1168	1150	347	300	0.865
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.865
2	471	1.000	2336	1168	1150	347	150	0.432
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.433
疲労累積係数 $U_n =$								0.003
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_d} =$								0.868

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0 / E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表15-5(4) 疲労累積係数

応力評価点 —— P12

材 料 —— NCF600-B

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	660	1.534	904	693	682	1861	300	0.161
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.162
2	660	1.534	904	693	682	1861	150	0.081
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.081
疲労累積係数 $U_n =$								0.000
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_d} =$								0.162

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表15-5(5) 疲労累積係数

応力評価点 —— P14

材 料 —— NCF600-B相当

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	271	1.000	271	135	133	3953859	300	0.000
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.000
2	271	1.000	271	135	133	3953859	150	0.000
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.000
疲労累積係数 $U_n =$								0.000
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_d} =$								0.000

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{ MPa}, E = \boxed{} \text{ MPa}$$

表15-5(6) 疲労累積係数

応力評価点 —— P16'
材 料 —— SUSF316

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	262	1.000	262	131	145	2763505	300	0.000
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.001
2	262	1.000	262	131	145	2763505	150	0.000
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.000
疲労累積係数 $U_n =$								0.001
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_d} =$								0.002

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表15-6(1) 疲労累積係数の評価のまとめ

応力評価点	疲労累積係数				許容値
	U_n	U_{S_d}	U_{S_s}	U_f^*	
P01	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P01'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P02	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P02'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P03	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P03'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P04	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P04'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P05	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P05'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P06	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P06'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P07	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P07'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P08	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P08'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P09	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P09'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P10	0.003	0.865	0.433	0.868	1.0
P10'	0.002	0.865	0.433	0.867	1.0
P11	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P11'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P12	0.000	0.162	0.081	0.162	1.0
P12'	0.000	0.162	0.081	0.162	1.0
P13	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P13'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P14	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P14'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P15	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P15'	0.001	0.000	0.000	0.001	1.0
P16	0.000	0.001	0.000	0.001	1.0
P16'	0.001	0.001	0.000	0.002	1.0

注記* : 疲労累積係数 U_f は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S_d^* 又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

表15-6(2) 疲労累積係数の評価のまとめ

応力評価点	疲労累積係数				許容値
	U_n	U_{S_d}	U_{S_s}	U_f^*	
P17	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P17'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P18	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P18'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0

注記*：疲労累積係数 U_f は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S_d^* 又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

16. 計測ノズル (N12) の応力計算

16.1 一般事項

本章は、計測ノズル (N12) の応力計算について示すものである。

計測ノズル (N12) は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備 (設計基準拡張) に分類される。

以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

16.1.1 形状・寸法・材料

本章で解析する箇所の形状・寸法・材料を図16-1に示す。

16.1.2 解析範囲

解析範囲を図16-1に示す。

16.1.3 計算結果の概要

計算結果の概要を表16-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部、溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し、部分ごとに数点の評価点を設けて評価を行い、疲労累積係数が厳しくなる評価点を記載する。

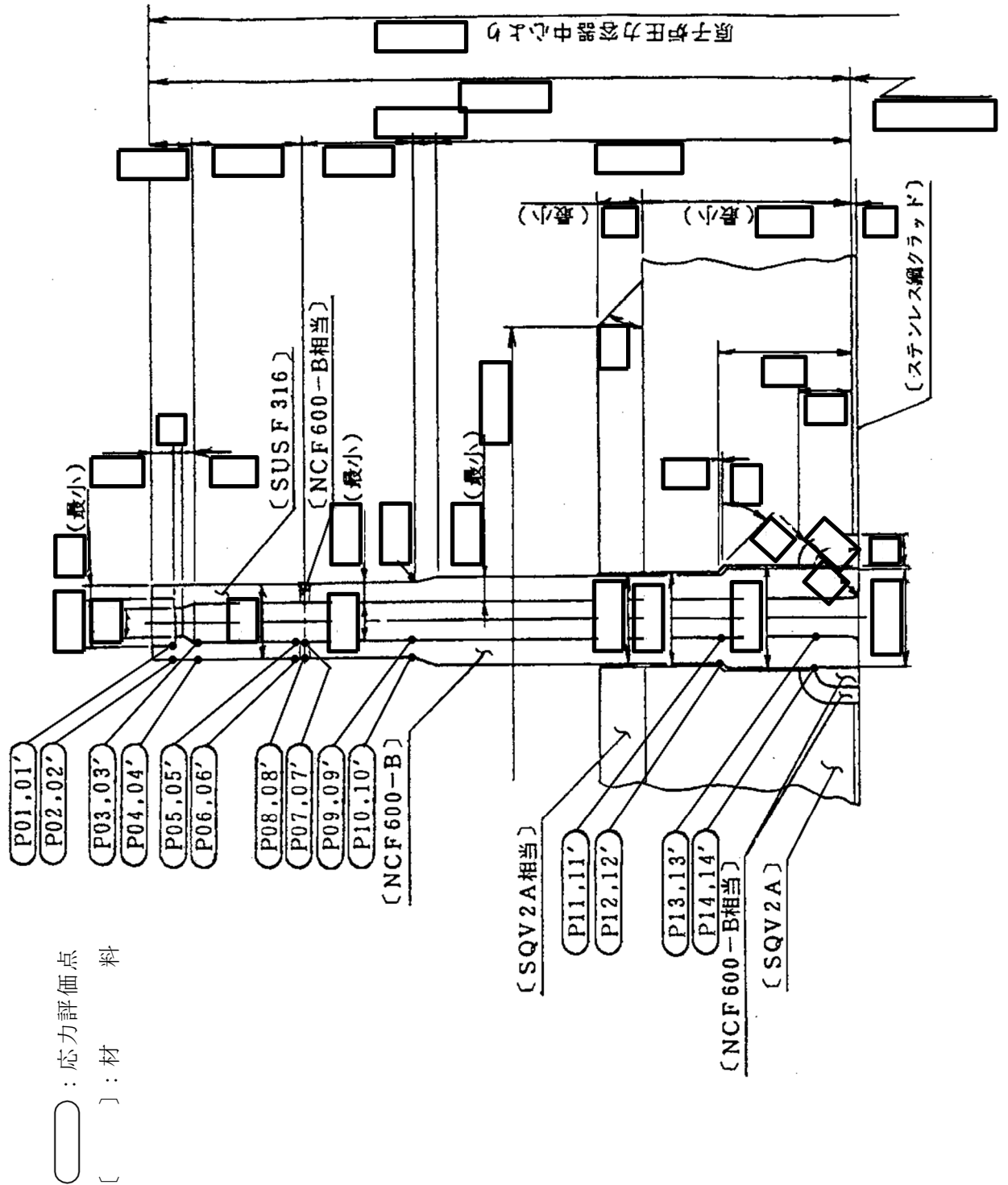


図16-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

表16-1 計算結果の概要

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ (MPa)			一次膜+一次曲げ応力強さ (MPa)			一次+二次応力強さ (MPa)			疲労解析		
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価点	疲労*1 累積係数	許容値	応力 評価点
ノズル セーフエンド	ⅢA S	72	143	P01' - P02'	182	214	P05' - P06'	—	—	—	—	—	—
	ⅣA S	94	284	P01' - P02'	226	427	P05' - P06'	—	—	—	—	—	—
SUSF316	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	454*2	360	P06	0.172	1.0	P01'
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	597*2	360	P06	—	—	—
ノズルエンド	ⅢA S	67	196	P07' - P08'	212	295	P09' - P10'	—	—	—	—	—	—
	ⅣA S	88	334	P07' - P08'	261	501	P09' - P10'	—	—	—	—	—	—
NCF600-B NCF600-B相当	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	553*2	492	P10	0.318	1.0	P14
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	714*2	492	P10	—	—	—

注：管台（穴の周辺部）については設計・建設規格 PVB-3510(1)により、応力評価は不要である。

注記*1：疲労累積係数は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S d *又は地震荷重 S s のいずれか大きい方を加えた値である。

*2：許容値 $3 \cdot S_m$ を超えるため、設計・建設規格 PVB-3300の簡易弾塑性解析を行う。

16.2 計算条件

16.2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の4.1節に示す。

16.2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の4.2節に示す。

16.2.3 材料

各部の材料を図16-1に示す。

16.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の3.4節に示す。

16.2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の4.3節に示す。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

16.2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の3.5節に示す。

16.3 応力計算

16.3.1 応力評価点

応力評価点の位置を図16-1に示す。

16.3.2 内圧による応力

(1) 荷重条件 (L01)

各運転状態による内圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)r.に定めるとおりである。

16.3.3 外荷重による応力

(1) 荷重条件 (L04, L07, L14, L15, L16及びL17)

外荷重を「応力解析の方針」の表4-1(4)に示す。

16.3.4 応力の評価

各応力評価点で荷重ごとに計算した応力を重ね合わせ、応力強さを算出する。
 応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の5.1.2項に定めるとおりである。

16.4 応力強さの評価

16.4.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表16-2に示す。

表16-2より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

16.4.2 一次膜+一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表16-3に示す。

表16-3より、各許容応力状態の一次膜+一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

16.4.3 一次+二次応力強さの評価

地震荷重のみにおける評価を表16-4に示す。

表16-4より、以下の評価点を除くすべての評価点において $S_n^{\#1}$ 及び $S_n^{\#2}$ は、 $3 \cdot S_m$ 以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

P02, P02', P04, P04', P06, P06', P08, P08', P10及びP10'

一次+二次応力強さの最大範囲が $3 \cdot S_m$ を超える上記の応力評価点にあつては、「応力解析の方針」の5.2節に示す簡易弾塑性解析の方法を適用する。

16.5 繰返し荷重の評価

16.5.1 疲労解析

ノズルセーフエンド及びノズルエンドの応力評価点について、詳細な繰返し荷重の評価を行う。

(1) 疲労累積係数

それぞれの部分で最も厳しい応力評価点における疲労累積係数の計算結果を表16-5に示す。また、各応力評価点における疲労累積係数を表16-6に示す。

表16-6より、各応力評価点において疲労累積係数は1.0以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容値を満足する。

表16-2 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	71	143	94	284
P01' P02'	72	143	94	284
P03 P04	67	143	88	284
P03' P04'	67	143	88	284
P05 P06	67	143	88	284
P05' P06'	67	143	88	284
P07 P08	67	196	88	334
P07' P08'	67	196	88	334
P09 P10	67	196	88	334
P09' P10'	67	196	88	334
P11 P12	35	196	47	334
P11' P12'	36	196	47	334
P13 P14	27	196	35	334
P13' P14'	27	196	35	334

表16-3 一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	154	214	191	427
P01' P02'	160	214	200	427
P03 P04	149	214	185	427
P03' P04'	154	214	193	427
P05 P06	178	214	219	427
P05' P06'	182	214	226	427
P07 P08	178	295	219	501
P07' P08'	182	295	226	501
P09 P10	209	295	255	501
P09' P10'	212	295	261	501
P11 P12	155	295	187	501
P11' P12'	155	295	188	501
P13 P14	127	295	153	501
P13' P14'	126	295	152	501

表16-4 一次+二次応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	一次+二次応力差最大範囲 ($P_L + P_b + Q$)		
	$S_n \# 1$	$S_n \# 2$	許容応力 $3 \cdot S_m$
P01	264	351	360
P01'	264	351	360
P02	409 *	545 *	360
P02'	409 *	545 *	360
P03	220	292	360
P03'	220	292	360
P04	403 *	535 *	360
P04'	403 *	535 *	360
P05	235	309	360
P05'	235	309	360
P06	454 *	597 *	360
P06'	454 *	597 *	360
P07	245	321	492
P07'	245	321	492
P08	469	615 *	492
P08'	469	615 *	492
P09	180	238	492
P09'	180	238	492
P10	553 *	714 *	492
P10'	553 *	714 *	492
P11	111	143	492
P11'	111	143	492
P12	366	465	492
P12'	366	465	492
P13	57	74	492
P13'	57	74	492
P14	324	410	492
P14'	324	410	492

注記*：簡易弾塑性解析を行う。

表16-5(1) 疲労累積係数

応力評価点 —— P01'
材 料 —— SUSF316

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	264	—	1179	589	653	2179	300	0.138
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.138
2	351	—	1544	772	855	875	150	0.171
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.172
疲労累積係数 $U_n =$								0.000
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.172

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表16-5(2) 疲労累積係数

応力評価点 —— P10

材 料 —— NCF600-B

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	553	1.245	714	445	438	10340	300	0.029
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.029
2	713	1.652	919	759	748	1366	150	0.110
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.110
疲労累積係数 $U_n =$								0.000
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.110

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表16-5(3) 疲労累積係数

応力評価点 —— P14

材 料 —— NCF600-B

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	283	—	1674	837	825	983	300	0.305
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.306
2	358	—	2109	1054	1039	473	150	0.317
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.318
疲労累積係数 $U_n =$								0.000
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.318

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0 / E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表16-6 疲労累積係数の評価のまとめ

応力評価点	疲労累積係数				許容値
	U_n	U_{S_d}	U_{S_s}	U_f^*	
P01	0.000	0.138	0.172	0.172	1.0
P01'	0.000	0.138	0.172	0.172	1.0
P02	0.000	0.003	0.029	0.029	1.0
P02'	0.000	0.003	0.029	0.029	1.0
P03	0.000	0.066	0.088	0.088	1.0
P03'	0.000	0.066	0.088	0.088	1.0
P04	0.000	0.003	0.025	0.025	1.0
P04'	0.000	0.003	0.025	0.025	1.0
P05	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P05'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P06	0.000	0.012	0.052	0.052	1.0
P06'	0.000	0.012	0.052	0.052	1.0
P07	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P07'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P08	0.000	0.001	0.014	0.014	1.0
P08'	0.000	0.001	0.014	0.014	1.0
P09	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P09'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P10	0.000	0.029	0.110	0.110	1.0
P10'	0.000	0.029	0.110	0.110	1.0
P11	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P11'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P12	0.000	0.037	0.046	0.046	1.0
P12'	0.000	0.037	0.046	0.046	1.0
P13	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P13'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P14	0.000	0.306	0.318	0.318	1.0
P14'	0.000	0.306	0.318	0.318	1.0

注記* : 疲労累積係数 U_f は、運転状態 I 及び II に地震荷重 S_d^* 又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

17. 計測ノズル (N13) の応力計算

17.1 一般事項

本章は、計測ノズル (N13) の応力計算について示すものである。

計測ノズル (N13) は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備 (設計基準拡張) に分類される。

以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

17.1.1 形状・寸法・材料

本章で解析する箇所の形状・寸法・材料を図17-1に示す。

17.1.2 解析範囲

解析範囲を図17-1に示す。

17.1.3 計算結果の概要

計算結果の概要を表17-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部、溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し、部分ごとに数点の評価点を設けて評価を行い、疲労累積係数が厳しくなる評価点を記載する。

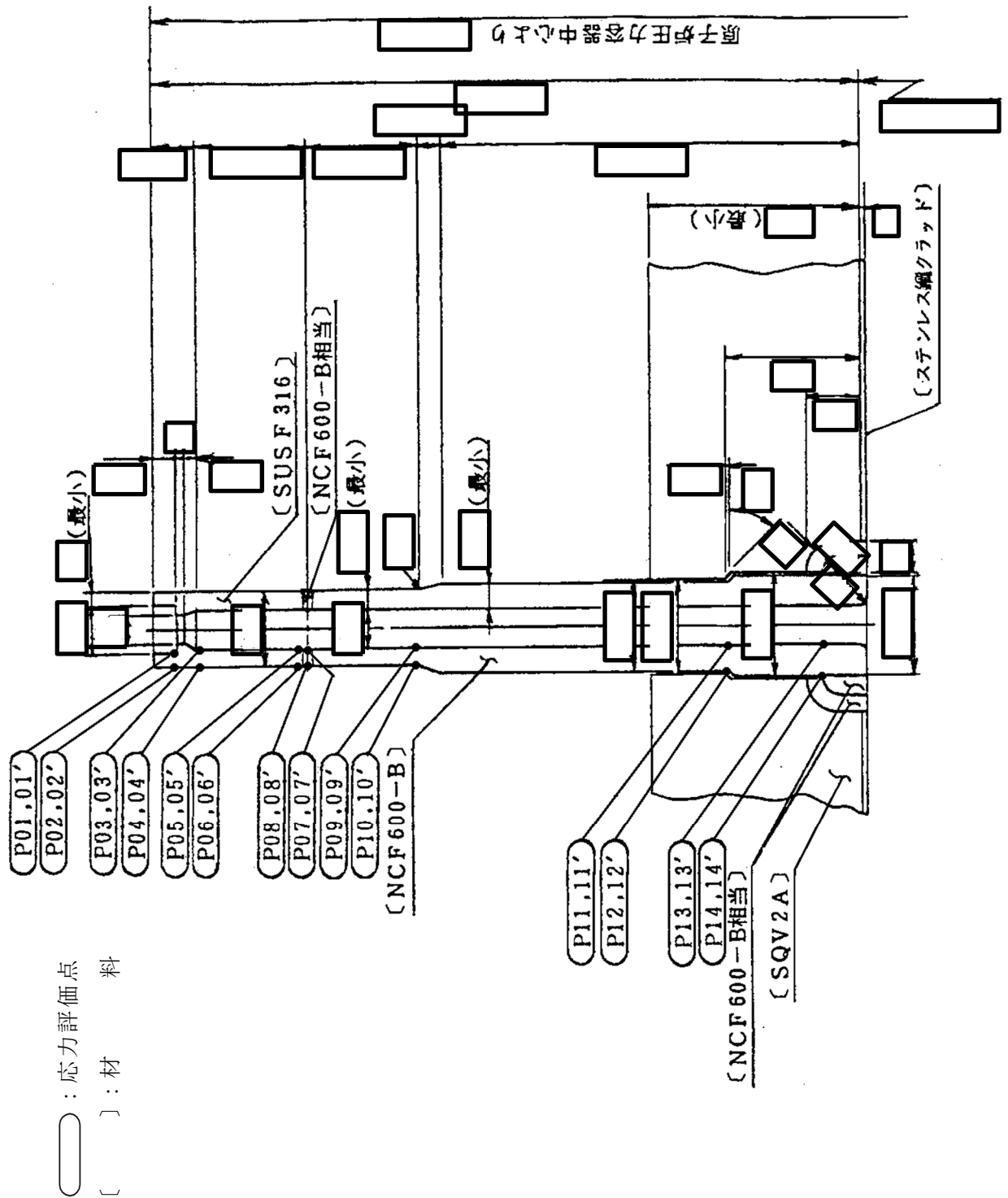


図17-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

表17-1 計算結果の概要

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ (MPa)			一次膜+一次曲げ応力強さ (MPa)			一次+二次応力強さ (MPa)			疲労解析		
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価点	疲労*1 累積係数	許容値	応力 評価点
ノズル セーフエンド	ⅢA S	72	143	P01' - P02'	182	214	P05' - P06'	—	—	—	—	—	
	ⅣA S	94	284	P01' - P02'	226	427	P05' - P06'	—	—	—	—	—	
SUSF316	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	454*2	360	P06	0.172	1.0	
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	597*2	360	P06	—	P01	
ノズルエンド	ⅢA S	67	196	P07' - P08'	212	295	P09' - P10'	—	—	—	—	—	
	ⅣA S	88	334	P07' - P08'	261	501	P09' - P10'	—	—	—	—	—	
NCF600-B NCF600-B相当	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	553*2	492	P10	0.318	1.0	
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	714*2	492	P10	—	P14	

注：管台（穴の周辺部）については設計・建設規格 PVB-3510(1)により、応力評価は不要である。

注記*1：疲労累積係数は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S d *又は地震荷重 S s のいずれか大きい方を加えた値である。

*2：許容値 $3 \cdot S_m$ を超えるため、設計・建設規格 PVB-3300の簡易弾塑性解析を行う。

17.2 計算条件

17.2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の4.1節に示す。

17.2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の4.2節に示す。

17.2.3 材料

各部の材料を図17-1に示す。

17.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の3.4節に示す。

17.2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の4.3節に示す。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

17.2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の3.5節に示す。

17.3 応力計算

17.3.1 応力評価点

応力評価点の位置を図17-1に示す。

17.3.2 内圧による応力

(1) 荷重条件 (L01)

各運転状態による内圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)r.に定めるとおりである。

17.3.3 外荷重による応力

(1) 荷重条件 (L04, L07, L14, L15, L16及びL17)

外荷重を「応力解析の方針」の表4-1(4)に示す。

17.3.4 応力の評価

各応力評価点で荷重ごとに計算した応力を重ね合わせ、応力強さを算出する。
 応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の5.1.2項に定めるとおりである。

17.4 応力強さの評価

17.4.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表17-2に示す。

表17-2より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

17.4.2 一次膜＋一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表17-3に示す。

表17-3より、各許容応力状態の一次膜＋一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

17.4.3 一次＋二次応力強さの評価

地震荷重のみにおける評価を表17-4に示す。

表17-4より、以下の評価点を除くすべての評価点において $S_n^{\#1}$ 及び $S_n^{\#2}$ は、 $3 \cdot S_m$ 以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

P02, P02', P04, P04', P06, P06', P08, P08', P10及びP10'

一次＋二次応力強さの最大範囲が $3 \cdot S_m$ を超える上記の応力評価点にあつては、「応力解析の方針」の5.2節に示す簡易弾塑性解析の方法を適用する。

17.5 繰返し荷重の評価

17.5.1 疲労解析

ノズルセーフエンド及びノズルエンドの応力評価点について、詳細な繰返し荷重の評価を行う。

(1) 疲労累積係数

それぞれの部分で最も厳しい応力評価点における疲労累積係数の計算結果を表17-5に示す。また、各応力評価点における疲労累積係数を表17-6に示す。

表17-6より、各応力評価点において疲労累積係数は1.0以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容値を満足する。

表17-2 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	71	143	94	284
P01' P02'	72	143	94	284
P03 P04	67	143	88	284
P03' P04'	67	143	88	284
P05 P06	67	143	88	284
P05' P06'	67	143	88	284
P07 P08	67	196	88	334
P07' P08'	67	196	88	334
P09 P10	67	196	88	334
P09' P10'	67	196	88	334
P11 P12	35	196	47	334
P11' P12'	36	196	47	334
P13 P14	27	196	35	334
P13' P14'	27	196	35	334

表17-3 一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	154	214	191	427
P01' P02'	160	214	200	427
P03 P04	149	214	185	427
P03' P04'	154	214	193	427
P05 P06	178	214	219	427
P05' P06'	182	214	226	427
P07 P08	178	295	219	501
P07' P08'	182	295	226	501
P09 P10	209	295	255	501
P09' P10'	212	295	261	501
P11 P12	155	295	187	501
P11' P12'	155	295	188	501
P13 P14	127	295	153	501
P13' P14'	126	295	152	501

表17-4 一次+二次応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	一次+二次応力差最大範囲 ($P_L + P_b + Q$)		
	$S_n \# 1$	$S_n \# 2$	許容応力 $3 \cdot S_m$
P01	264	351	360
P01'	264	351	360
P02	409 *	545 *	360
P02'	409 *	545 *	360
P03	220	292	360
P03'	220	292	360
P04	403 *	535 *	360
P04'	403 *	535 *	360
P05	235	309	360
P05'	235	309	360
P06	454 *	597 *	360
P06'	454 *	597 *	360
P07	245	321	492
P07'	245	321	492
P08	469	615 *	492
P08'	469	615 *	492
P09	180	238	492
P09'	180	238	492
P10	553 *	714 *	492
P10'	553 *	714 *	492
P11	111	143	492
P11'	111	143	492
P12	366	465	492
P12'	366	465	492
P13	57	75	492
P13'	57	75	492
P14	324	410	492
P14'	324	410	492

注記*：簡易弾塑性解析を行う。

表17-5(1) 疲労累積係数

応力評価点 —— P01

材 料 —— SUSF316

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	264	—	1179	589	653	2179	300	0.138
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.138
2	351	—	1544	772	855	875	150	0.171
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.172
疲労累積係数 $U_n =$								0.000
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.172

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0 / E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{ MPa}, E = \boxed{} \text{ MPa}$$

表17-5(2) 疲労累積係数

応力評価点 —— P10

材 料 —— NCF600-B

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	553	1.245	714	445	438	10340	300	0.029
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.029
2	713	1.652	919	759	748	1366	150	0.110
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.110
疲労累積係数 $U_n =$								0.000
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.110

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表17-5(3) 疲労累積係数

応力評価点 —— P14

材 料 —— NCF600-B

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	283	—	1675	838	825	981	300	0.306
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.306
2	359	—	2110	1055	1039	473	150	0.317
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.318
疲労累積係数 $U_n =$								0.000
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.318

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{ MPa}, \quad E = \boxed{} \text{ MPa}$$

表17-6 疲労累積係数の評価のまとめ

応力評価点	疲労累積係数				許容値
	U_n	U_{S_d}	U_{S_s}	U_f^*	
P01	0.000	0.138	0.172	0.172	1.0
P01'	0.000	0.138	0.172	0.172	1.0
P02	0.000	0.003	0.029	0.029	1.0
P02'	0.000	0.003	0.029	0.029	1.0
P03	0.000	0.066	0.088	0.088	1.0
P03'	0.000	0.066	0.088	0.088	1.0
P04	0.000	0.003	0.025	0.025	1.0
P04'	0.000	0.003	0.025	0.025	1.0
P05	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P05'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P06	0.000	0.012	0.052	0.052	1.0
P06'	0.000	0.012	0.052	0.052	1.0
P07	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P07'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P08	0.000	0.001	0.014	0.014	1.0
P08'	0.000	0.001	0.014	0.014	1.0
P09	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P09'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P10	0.000	0.029	0.110	0.110	1.0
P10'	0.000	0.029	0.110	0.110	1.0
P11	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P11'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P12	0.000	0.037	0.046	0.046	1.0
P12'	0.000	0.037	0.046	0.046	1.0
P13	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P13'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P14	0.000	0.306	0.318	0.318	1.0
P14'	0.000	0.306	0.318	0.318	1.0

注記* : 疲労累積係数 U_f は、運転状態 I 及び II に地震荷重 S_d^* 又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

18. 計測ノズル (N14) の応力計算

18.1 一般事項

本章は、計測ノズル (N14) の応力計算について示すものである。

計測ノズル (N14) は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。

以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

18.1.1 形状・寸法・材料

本章で解析する箇所の形状・寸法・材料を図18-1に示す。

18.1.2 解析範囲

解析範囲を図18-1に示す。

18.1.3 計算結果の概要

計算結果の概要を表18-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部、溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し、部分ごとに数点の評価点を設けて評価を行い、疲労累積係数が厳しくなる評価点を記載する。

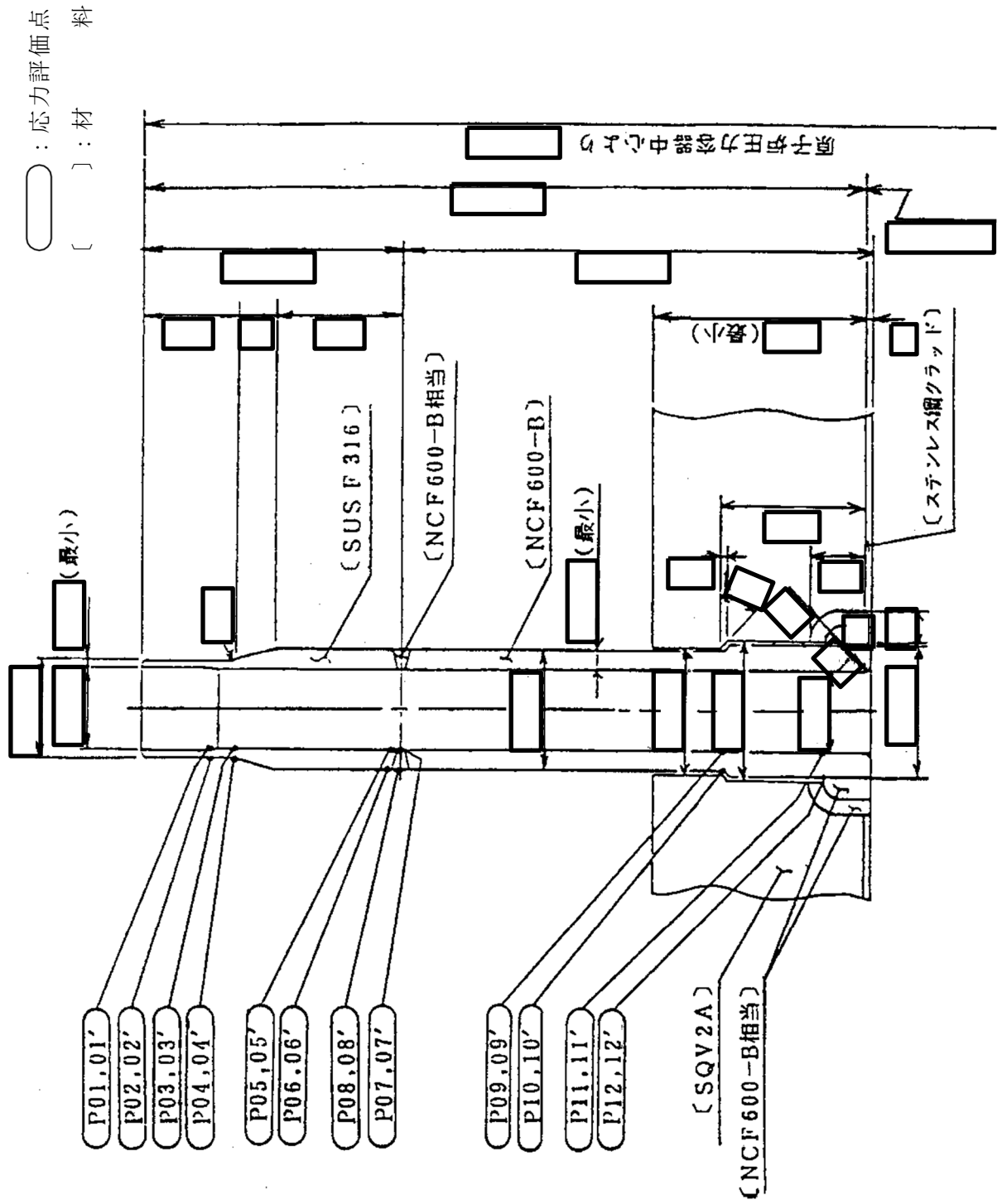


図18-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

表18-1 計算結果の概要

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ (MPa)			一次膜+一次曲げ応力強さ (MPa)			一次+二次応力強さ (MPa)			疲労解析		
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価点	疲労*1 累積係数	許容値	応力 評価点
ノズル セーフエンド	ⅢA S	70	143	P01 - P02	164	197	P01' - P02'	—	—	—	—	—	—
	ⅣA S	89	284	P01' - P02'	200	392	P01' - P02'	—	—	—	—	—	—
SUSF316	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	418*2	360	P04	0.049	1.0	P04
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	546*2	360	P04	—	—	—
ノズルエンド	ⅢA S	26	196	P07 - P08	91	295	P09 - P10	—	—	—	—	—	—
	ⅣA S	29	334	P07 - P08	108	501	P09' - P10'	—	—	—	—	—	—
NCF600-B NCF600-B相当	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	212	492	P12	0.082	1.0	P12'
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	268	492	P12	—	—	—

注：管台（穴の周辺部）については設計・建設規格 PVB-3510(1)により、応力評価は不要である。

注記*1：疲労累積係数は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S d *又は地震荷重 S s のいずれか大きい方を加えた値である。

*2：許容値 $3 \cdot S_m$ を超えるため、設計・建設規格 PVB-3300の簡易弾塑性解析を行う。

18.2 計算条件

18.2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の4.1節に示す。

18.2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の4.2節に示す。

18.2.3 材料

各部の材料を図18-1に示す。

18.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の3.4節に示す。

18.2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の4.3節に示す。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

18.2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の3.5節に示す。

18.3 応力計算

18.3.1 応力評価点

応力評価点の位置を図18-1に示す。

18.3.2 内圧による応力

(1) 荷重条件 (L01)

各運転状態による内圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)r.に定めるとおりである。

18.3.3 外荷重による応力

(1) 荷重条件 (L04, L07, L14, L15, L16及びL17)

外荷重を「応力解析の方針」の表4-1(4)に示す。

18.3.4 応力の評価

各応力評価点で荷重ごとに計算した応力を重ね合わせ、応力強さを算出する。
 応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の5.1.2項に定めるとおりである。

18.4 応力強さの評価

18.4.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表18-2に示す。

表18-2より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

18.4.2 一次膜＋一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表18-3に示す。

表18-3より、各許容応力状態の一次膜＋一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

18.4.3 一次＋二次応力強さの評価

地震荷重のみにおける評価を表18-4に示す。

表18-4より、以下の評価点を除くすべての評価点において $S_n^{\#1}$ 及び $S_n^{\#2}$ は、 $3 \cdot S_m$ 以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

$$P01, P01', P02, P02', P04 \text{ 及び } P04'$$

一次＋二次応力強さの最大範囲が $3 \cdot S_m$ を超える上記の応力評価点にあつては、「応力解析の方針」の5.2節に示す簡易弾塑性解析の方法を適用する。

18.5 繰返し荷重の評価

18.5.1 疲労解析

ノズルセーフエンド及びノズルエンドの応力評価点について、詳細な繰返し荷重の評価を行う。

(1) 疲労累積係数

それぞれの部分で最も厳しい応力評価点における疲労累積係数の計算結果を表18-5に示す。また、各応力評価点における疲労累積係数を表18-6に示す。

表18-6より、各応力評価点において疲労累積係数は1.0以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容値を満足する。

表18-2 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01				
P02	70	143	87	284
P01'				
P02'	70	143	89	284
P03				
P04	64	143	80	284
P03'				
P04'	64	143	81	284
P05				
P06	26	143	29	284
P05'				
P06'	26	143	29	284
P07				
P08	26	196	29	334
P07'				
P08'	26	196	29	334
P09				
P10	26	196	29	334
P09'				
P10'	26	196	29	334
P11				
P12	22	196	24	334
P11'				
P12'	21	196	23	334

表18-3 一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01				
P02	161	197	194	392
P01'				
P02'	164	197	200	392
P03				
P04	153	198	185	396
P03'				
P04'	156	198	191	396
P05				
P06	66	214	79	427
P05'				
P06'	66	214	80	427
P07				
P08	66	295	79	501
P07'				
P08'	66	295	80	501
P09				
P10	91	295	108	501
P09'				
P10'	90	295	108	501
P11				
P12	76	295	90	501
P11'				
P12'	75	295	90	501

表18-4 一次+二次応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	一次+二次応力差最大範囲 ($P_L + P_b + Q$)		
	$S_n \# 1$	$S_n \# 2$	許容応力 $3 \cdot S_m$
P01	337	445 *	360
P01'	337	445 *	360
P02	374 *	495 *	360
P02'	374 *	495 *	360
P03	217	287	360
P03'	217	287	360
P04	418 *	546 *	360
P04'	418 *	546 *	360
P05	92	120	360
P05'	92	120	360
P06	144	187	360
P06'	144	187	360
P07	96	124	492
P07'	96	124	492
P08	149	193	492
P08'	149	193	492
P09	96	123	492
P09'	96	123	492
P10	207	264	492
P10'	207	264	492
P11	36	48	492
P11'	36	48	492
P12	212	268	492
P12'	212	268	492

注記*：簡易弾塑性解析を行う。

表18-5(1) 疲労累積係数

応力評価点 —— P04
材 料 —— SUSF316

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	417	1.289	479	309	342	34973	300	0.009
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.009
2	546	1.715	625	536	594	3113	150	0.048
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.049
疲労累積係数 $U_n =$								0.000
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.049

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表18-5(2) 疲労累積係数

応力評価点 —— P12'
材 料 —— NCF600-B

No.	S _n (MPa)	K _e	S _p (MPa)	S _ℓ *1 (MPa)	S _ℓ '*2 (MPa)	N _a	N _c	N _c /N _a
1	174	—	1073	537	528	4844	300	0.062
疲労累積係数 U _{S_d} =								0.062
2	220	—	1351	676	665	2029	150	0.074
疲労累積係数 U _{S_s} =								0.074
疲労累積係数 U _n =								0.008
疲労累積係数 U _f = U _n + U _{S_s} =								0.082

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2：S_ℓに（E₀/E）を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表18-6 疲労累積係数の評価のまとめ

応力評価点	疲労累積係数				許容値
	U_n	U_{S_d}	U_{S_s}	U_f^*	
P01	0.000	0.001	0.007	0.007	1.0
P01'	0.000	0.001	0.007	0.007	1.0
P02	0.000	0.001	0.014	0.014	1.0
P02'	0.000	0.001	0.014	0.014	1.0
P03	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P03'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P04	0.000	0.009	0.049	0.049	1.0
P04'	0.000	0.009	0.049	0.049	1.0
P05	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P05'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P06	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P06'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P07	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P07'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P08	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P08'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P09	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P09'	0.000	0.000	0.000	0.000	1.0
P10	0.000	0.002	0.003	0.003	1.0
P10'	0.000	0.002	0.003	0.003	1.0
P11	0.001	0.000	0.000	0.001	1.0
P11'	0.001	0.000	0.000	0.001	1.0
P12	0.007	0.062	0.074	0.081	1.0
P12'	0.008	0.062	0.074	0.082	1.0

注記* : 疲労累積係数 U_f は、運転状態 I 及び II に地震荷重 S_d^* 又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

19. ドレンノズル (N15) の応力計算

19.1 一般事項

本章は、ドレンノズル (N15) の応力計算について示すものである。

ドレンノズル (N15) は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備 (設計基準拡張) に分類される。

以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

19.1.1 形状・寸法・材料

本章で解析する箇所の形状・寸法・材料を図19-1に示す。

19.1.2 解析範囲

解析範囲を図19-1に示す。

19.1.3 計算結果の概要

計算結果の概要を表19-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部、溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し、部分ごとに数点の評価点を設けて評価を行い、疲労累積係数が厳しくなる評価点を記載する。

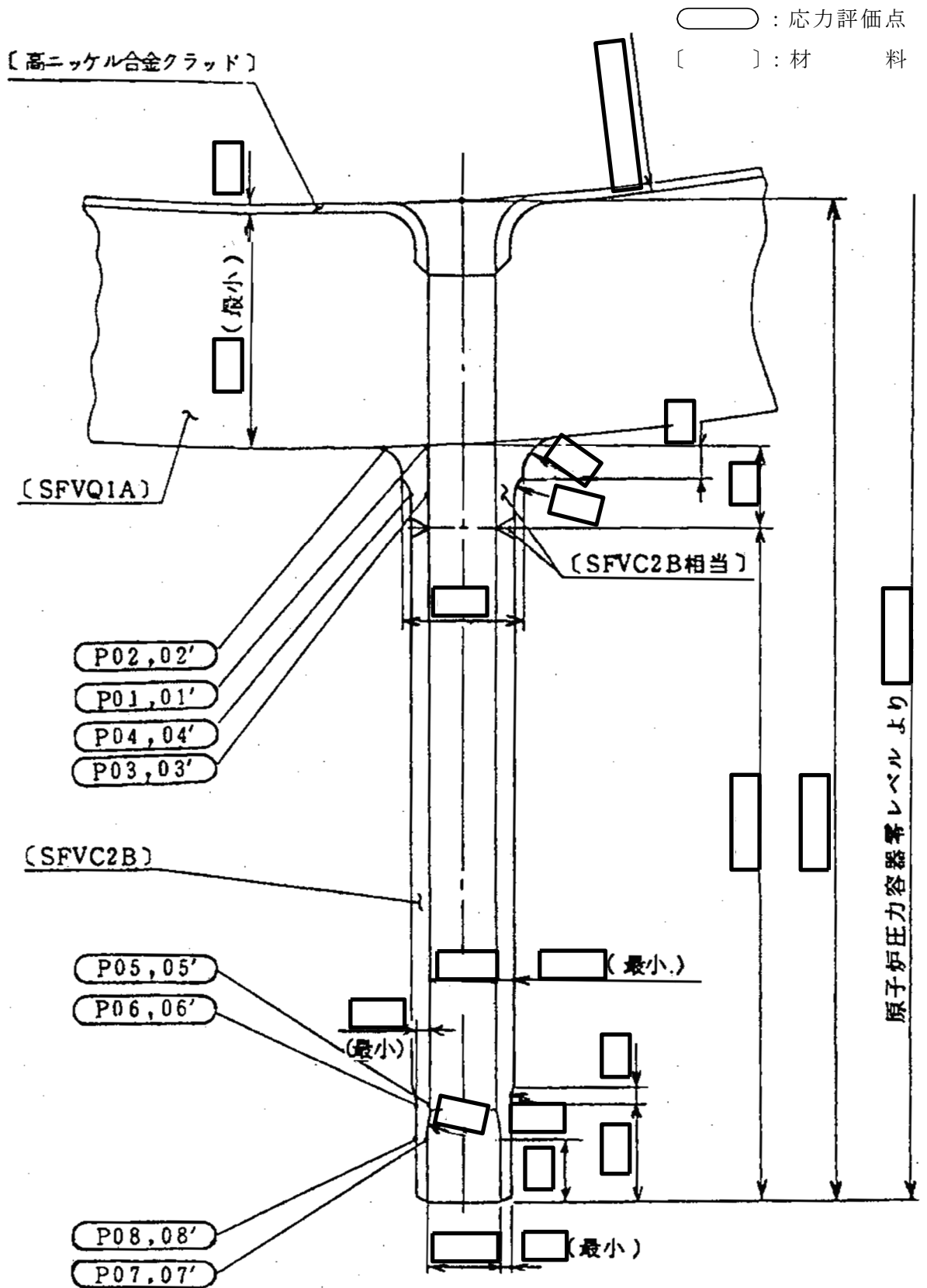


図19-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

表19-1 計算結果の概要

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ (MPa)			一次膜+一次曲げ応力強さ (MPa)			一次+二次応力強さ (MPa)			疲労解析		
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価点	疲労*1 累積係数	許容値	応力 評価点
ノズル (肉盛溶接部)	ⅢA S	52	188	P03' - P04'	191	271	P03' - P04'	—	—	—	—	—	—
	ⅣA S	82	292	P03' - P04'	307	421	P03' - P04'	—	—	—	—	—	—
SFVC2B相当	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	327	383	P04	0.226	1.0	P04
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	575*2	383	P04	—	—	—
ノズル セーフエントド	ⅢA S	84	188	P07' - P08'	231	261	P07' - P08'	—	—	—	—	—	—
	ⅣA S	133	292	P07' - P08'	367	405	P07' - P08'	—	—	—	—	—	—
SFVC2B	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	370	383	P06	0.321	1.0	P06
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	653*2	383	P06	—	—	—

注：管台（穴の周辺部）については設計・建設規格 PVB-3510(1)により、応力評価は不要である。

注記*1：疲労累積係数は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S d *又は地震荷重 S s のいずれか大きい方を加えた値である。

*2：許容値 $3 \cdot S_m$ を超えるため、設計・建設規格 PVB-3300の簡易弾塑性解析を行う。

19.2 計算条件

19.2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の4.1節に示す。

19.2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の4.2節に示す。

19.2.3 材料

各部の材料を図19-1に示す。

19.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の3.4節に示す。

19.2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の4.3節に示す。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

19.2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の3.5節に示す。

19.3 応力計算

19.3.1 応力評価点

応力評価点の位置を図19-1に示す。

19.3.2 内圧による応力

(1) 荷重条件 (L01)

各運転状態による内圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)s.に定めるとおりである。

19.3.3 外荷重による応力

(1) 荷重条件 (L04, L07, L14, L15, L16及びL17)

外荷重を「応力解析の方針」の表4-1(4)に示す。

19.3.4 応力の評価

各応力評価点で荷重ごとに計算した応力を重ね合わせ、応力強さを算出する。
 応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の5.1.2項に定めるとおりである。

19.4 応力強さの評価

19.4.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表19-2に示す。

表19-2より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

19.4.2 一次膜＋一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表19-3に示す。

表19-3より、各許容応力状態の一次膜＋一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

19.4.3 一次＋二次応力強さの評価

地震荷重のみにおける評価を表19-4に示す。

表19-4より、以下の評価点を除くすべての評価点において $S_n^{\#1}$ 及び $S_n^{\#2}$ は、 $3 \cdot S_m$ 以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

P04, P04', P06, P06', P07, P07', P08及びP08'

一次＋二次応力強さの最大範囲が $3 \cdot S_m$ を超える上記の応力評価点にあつては、「応力解析の方針」の5.2節に示す簡易弾塑性解析の方法を適用する。

19.5 繰返し荷重の評価

19.5.1 疲労解析

ノズル及びノズルセーフエンドの応力評価点について、詳細な繰返し荷重の評価を行う。

(1) 疲労累積係数

それぞれの部分で最も厳しい応力評価点における疲労累積係数の計算結果を表19-5に示す。また、各応力評価点における疲労累積係数を表19-6に示す。

表19-6より、各応力評価点において疲労累積係数は1.0以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容値を満足する。

表19-2 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	30	188	45	292
P01' P02'	29	188	45	292
P03 P04	51	188	82	292
P03' P04'	52	188	82	292
P05 P06	74	188	119	292
P05' P06'	75	188	120	292
P07 P08	83	188	132	292
P07' P08'	84	188	133	292

表19-3 一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	108	282	172	438
P01' P02'	108	282	173	438
P03 P04	190	271	304	421
P03' P04'	191	271	307	421
P05 P06	209	264	331	410
P05' P06'	212	264	338	410
P07 P08	227	261	360	405
P07' P08'	231	261	367	405

表19-4 一次+二次応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	一次+二次応力差最大範囲 ($P_L + P_b + Q$)		
	$S_n \# 1$	$S_n \# 2$	許容値 $3 \cdot S_m$
P01	102	179	383
P01'	102	179	383
P02	62	112	383
P02'	62	112	383
P03	178	314	383
P03'	178	314	383
P04	327	575 *	383
P04'	327	575 *	383
P05	190	338	383
P05'	190	338	383
P06	370	653 *	383
P06'	370	653 *	383
P07	279	494 *	383
P07'	279	494 *	383
P08	342	606 *	383
P08'	342	606 *	383

注記*：簡易弾塑性解析を行う。

表19-5(1) 疲労累積係数

応力評価点 —— P04
材 料 —— SFVC2B相当

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	327	—	393	197	219	18245	300	0.016
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.017
2	575	1.701	693	589	656	668	150	0.225
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.225
疲労累積係数 $U_n =$								0.001
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.226

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{ MPa}, \quad E = \boxed{} \text{ MPa}$$

表19-5(2) 疲労累積係数

応力評価点 —— P06

材 料 —— SFVC2B

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	370	—	405	202	225	16602	300	0.018
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.018
2	653	1.868	714	667	743	469	150	0.320
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.320
疲労累積係数 $U_n =$								0.001
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.321

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0 / E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表19-6 疲労累積係数の評価のまとめ

応力評価点	疲労累積係数				許容値
	U_n	U_{S_d}	U_{S_s}	U_f^*	
P01	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P01'	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P02	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P02'	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P03	0.000	0.001	0.004	0.004	1.0
P03'	0.000	0.001	0.004	0.004	1.0
P04	0.001	0.017	0.225	0.226	1.0
P04'	0.000	0.017	0.225	0.225	1.0
P05	0.000	0.001	0.005	0.005	1.0
P05'	0.000	0.001	0.005	0.005	1.0
P06	0.001	0.018	0.320	0.321	1.0
P06'	0.000	0.018	0.320	0.320	1.0
P07	0.000	0.007	0.066	0.066	1.0
P07'	0.000	0.007	0.066	0.066	1.0
P08	0.000	0.011	0.171	0.171	1.0
P08'	0.000	0.011	0.171	0.171	1.0

注記*：疲労累積係数 U_f は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S_d^* 又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

20. 高圧炉心スプレイノズル (N16) の応力計算

20.1 一般事項

本章は、高圧炉心スプレイノズル (N16) の応力計算について示すものである。

高圧炉心スプレイノズル (N16) は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。

以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

20.1.1 形状・寸法・材料

本章で解析する箇所の形状・寸法・材料を図20-1に示す。

20.1.2 解析範囲

解析範囲を図20-1に示す。

20.1.3 計算結果の概要

計算結果の概要を表20-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部、溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し、部分ごとに数点の評価点を設けて評価を行い、疲労累積係数が厳しくなる評価点を記載する。

表20-1 計算結果の概要

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ (MPa)			一次膜+一次曲げ応力強さ (MPa)			一次+二次応力強さ (MPa)			疲労解析		
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価点	疲労*1 累積係数	許容値	応力 評価点
ノズル セーフエンド SFVC2B SFVC2B相当	ⅢA S	79	188	P01 - P02	175	246	P07 - P08	—	—	—	—	—	
	ⅣA S	79	292	P01 - P02	175	382	P07 - P08	—	—	—	—	—	
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	580*2	383	P08	0.361	P08'	
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	580*2	383	P08	—	—	
ノズル セーフエンド SFVQ1A	ⅢA S	46	303	P11 - P12	87	419	P11' - P12'	—	—	—	—	—	
	ⅣA S	46	320	P11 - P12	87	443	P11' - P12'	—	—	—	—	—	
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	206	552	P12	0.004	P12	
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	206	552	P12	—	—	
サーマル スリーブ NCF600-B相当 SUS316TP	ⅢA S	20	143	P17 - P18	123	189	P17 - P18	—	—	—	—	—	
	ⅣA S	20	284	P17 - P18	123	377	P17 - P18	—	—	—	—	—	
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	414*2	360	P17	0.004	P17	
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	414*2	360	P17	1.0	P17	

注：管台（穴の周辺部）については設計・建設規格 PVB-3510(1)により、応力評価は不要である。

注記*1：疲労累積係数は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S_d^* 又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

*2：許容値 $3 \cdot S_m$ を超えるため、設計・建設規格 PVB-3300の簡易弾塑性解析を行う。

20.2 計算条件

20.2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の4.1節に示す。

20.2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の4.2節に示す。

20.2.3 材料

各部の材料を図20-1に示す。

20.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の3.4節に示す。

20.2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の4.3節に示す。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

20.2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の3.5節に示す。

20.3 応力計算

20.3.1 応力評価点

応力評価点の位置を図20-1に示す。

20.3.2 内圧及び差圧による応力

(1) 荷重条件 (L01及びL02)

各運転状態による内圧及び差圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)t.に定めるとおりである。

20.3.3 外荷重による応力

(1) 荷重条件 (L04, L07, L14, L15, L16及びL17)

外荷重を「応力解析の方針」の表4-1(4)及び表4-1(5)に示す。

20.3.4 応力の評価

各応力評価点で荷重ごとに計算した応力を重ね合わせ、応力強さを算出する。
 応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の5.1.2項に定めるとおりである。

20.4 応力強さの評価

20.4.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表20-2に示す。

表20-2より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

20.4.2 一次膜＋一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表20-3に示す。

表20-3より、各許容応力状態の一次膜＋一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

20.4.3 一次＋二次応力強さの評価

地震荷重のみにおける評価を表20-4に示す。

表20-4より、以下の評価点を除くすべての評価点において $S_n^{\#1}$ 及び $S_n^{\#2}$ は、 $3 \cdot S_m$ 以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

P07, P07', P08, P08', P14, P14', P17及びP17'

一次＋二次応力強さの最大範囲が $3 \cdot S_m$ を超える上記の応力評価点にあつては、「応力解析の方針」の5.2節に示す簡易弾塑性解析の方法を適用する。

20.5 繰返し荷重の評価

20.5.1 疲労解析

ノズルセーフエンド、ノズルエンド及びサーマルスリーブの応力評価点について、詳細な繰返し荷重の評価を行う。

(1) 疲労累積係数

それぞれの部分で最も厳しい応力評価点における疲労累積係数の計算結果を表20-5に示す。また、各応力評価点における疲労累積係数を表20-6に示す。

表20-6より、各応力評価点において疲労累積係数は1.0以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容値を満足する。

表20-2 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	79	188	79	292
P01' P02'	79	188	79	292
P03 P04	52	188	52	292
P03' P04'	52	188	52	292
P05 P06	15	188	15	292
P05' P06'	13	188	13	292
P07 P08	29	188	29	292
P07' P08'	24	188	24	292
P09 P10	46	188	46	292
P09' P10'	46	188	46	292
P11 P12	46	303	46	320
P11' P12'	46	303	46	320
P13 P14	20	196	20	334
P13' P14'	17	196	17	334
P15 P16	20	196	20	334
P15' P16'	17	196	17	334
P17 P18	20	143	20	284
P17' P18'	17	143	17	284

表20-3 一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	149	252	149	390
P01' P02'	148	252	148	390
P03 P04	97	258	97	400
P03' P04'	99	258	99	400
P05 P06	97	252	97	390
P05' P06'	89	252	89	390
P07 P08	175	246	175	382
P07' P08'	161	246	161	382
P09 P10	85	260	85	403
P09' P10'	87	260	87	403
P11 P12	85	419	85	443
P11' P12'	87	419	87	443
P13 P14	123	260	123	442
P13' P14'	113	260	113	442
P15 P16	123	260	123	442
P15' P16'	113	260	113	442
P17 P18	123	189	123	377
P17' P18'	113	189	113	377

表20-4(1) 一次+二次応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	一次+二次応力差最大範囲 ($P_L + P_b + Q$)		
	$S_n \# 1$	$S_n \# 2$	許容応力 $3 \cdot S_m$
P01	105	105	383
P01'	105	105	383
P02	322	322	383
P02'	322	322	383
P03	359	359	383
P03'	359	359	383
P04	74	74	383
P04'	74	74	383
P05	210	210	383
P05'	210	210	383
P06	364	364	383
P06'	364	364	383
P07	439 *	439 *	383
P07'	439 *	439 *	383
P08	580 *	580 *	383
P08'	580 *	580 *	383
P09	147	147	383
P09'	147	147	383
P10	158	158	383
P10'	158	158	383
P11	82	82	552
P11'	82	82	552
P12	206	206	552
P12'	206	206	552
P13	427	427	492
P13'	427	427	492
P14	501 *	501 *	492
P14'	501 *	501 *	492

注記*：簡易弾塑性解析を行う。

表20-4(2) 一次+二次応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	一次+二次応力差最大範囲 ($P_L + P_b + Q$)		
	$S_n \# 1$	$S_n \# 2$	許容応力 $3 \cdot S_m$
P15	422	422	492
P15'	422	422	492
P16	367	367	492
P16'	367	367	492
P17	414 *	414 *	360
P17'	414 *	414 *	360
P18	346	346	360
P18'	346	346	360

注記*：簡易弾塑性解析を行う。

表20-5(1) 疲労累積係数

応力評価点 —— P08'
材 料 —— SFVC2B

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	580	1.713	637	545	607	840	300	0.357
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.358
2	580	1.713	637	545	607	840	150	0.179
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.179
疲労累積係数 $U_n =$								0.003
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_d} =$								0.361

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表20-5(2) 疲労累積係数

応力評価点 —— P12

材 料 —— SFVQ1A

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c/N_a
1	205	—	239	119	140	89210	300	0.003
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.004
2	205	—	239	119	140	89210	150	0.002
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.002
疲労累積係数 $U_n =$								0.000
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_d} =$								0.004

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表20-5(3) 疲労累積係数

応力評価点 —— P17

材 料 —— SUS316TP

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c/N_a
1	414	1.272	414	263	292	81771	300	0.004
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.004
2	414	1.272	414	263	292	81771	150	0.002
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.002
疲労累積係数 $U_n =$								0.000
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_d} =$								0.004

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{ MPa}, \quad E = \boxed{} \text{ MPa}$$

表20-6(1) 疲労累積係数の評価のまとめ

応力評価点	疲労累積係数				許容値
	U_n	U_{S_d}	U_{S_s}	U_f^*	
P01	0.001	0.001	0.001	0.002	1.0
P01'	0.001	0.001	0.001	0.001	1.0
P02	0.003	0.014	0.007	0.017	1.0
P02'	0.002	0.014	0.007	0.016	1.0
P03	0.005	0.130	0.065	0.134	1.0
P03'	0.001	0.130	0.065	0.130	1.0
P04	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P04'	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P05	0.018	0.001	0.001	0.018	1.0
P05'	0.018	0.001	0.001	0.018	1.0
P06	0.002	0.051	0.026	0.053	1.0
P06'	0.002	0.051	0.026	0.053	1.0
P07	0.002	0.050	0.025	0.052	1.0
P07'	0.002	0.050	0.025	0.051	1.0
P08	0.002	0.358	0.179	0.359	1.0
P08'	0.003	0.358	0.179	0.361	1.0
P09	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P09'	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P10	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P10'	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P11	0.001	0.001	0.001	0.001	1.0
P11'	0.001	0.001	0.001	0.001	1.0
P12	0.000	0.004	0.002	0.004	1.0
P12'	0.000	0.004	0.002	0.004	1.0
P13	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P13'	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P14	0.000	0.004	0.002	0.004	1.0
P14'	0.000	0.004	0.002	0.004	1.0
P15	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P15'	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P16	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P16'	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0

注記* : 疲労累積係数 U_f は、運転状態 I 及び II に地震荷重 S_d^* 又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

表20-6(2) 疲労累積係数の評価のまとめ

応力評価点	疲労累積係数				
	U_n	U_{S_d}	U_{S_s}	U_f^*	許容値
P17	0.000	0.004	0.002	0.004	1.0
P17'	0.000	0.004	0.002	0.004	1.0
P18	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0
P18'	0.000	0.001	0.001	0.001	1.0

注記*：疲労累積係数 U_f は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S_d^* 又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

21. 原子炉圧力容器支持スカートの応力計算

21.1 一般事項

本章は、原子炉圧力容器支持スカート（以下「支持スカート」という。）の応力計算について示すものである。

支持スカートは、設計基準対象施設においてはSクラス施設に分類される。

以下、設計基準対象施設としての構造強度評価を示す。

なお、支持スカートは、設計・建設規格 SSB-3010(1)の規定により、設計・建設規格 PVB-3110からPVB-3117, PVB-3130, PVB-3140及びPVB-3310の規定を適用し、「応力解析の方針」に従い解析する。

21.1.1 記号の説明

記号の説明を「応力解析の方針」の2.4節に示す。

さらに、本章において、以下の記号を用いる。

記号	記号の説明	単位
R_m	支持スカートの平均半径	mm
t	支持スカートの板厚	mm
A	支持スカートの断面積	mm ²
Z	支持スカートの断面係数	mm ³
l	座屈長さ	mm
f_c	鉛直方向荷重に対する許容圧縮応力	MPa
f_b	曲げモーメントに対する許容曲げ応力	MPa
α	安全率	—
F	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値	MPa

21.1.2 形状・寸法・材料

本章で解析する箇所形状・寸法・材料を図21-1に示す。

21.1.3 解析範囲

解析範囲を図21-1に示す。

21.1.4 計算結果の概要

計算結果の概要を表21-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、形状不連続部、溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し、部分ごとに数点の評価点を設けて評価を行い、疲労累積係数が厳しくなる評価点を記載する。

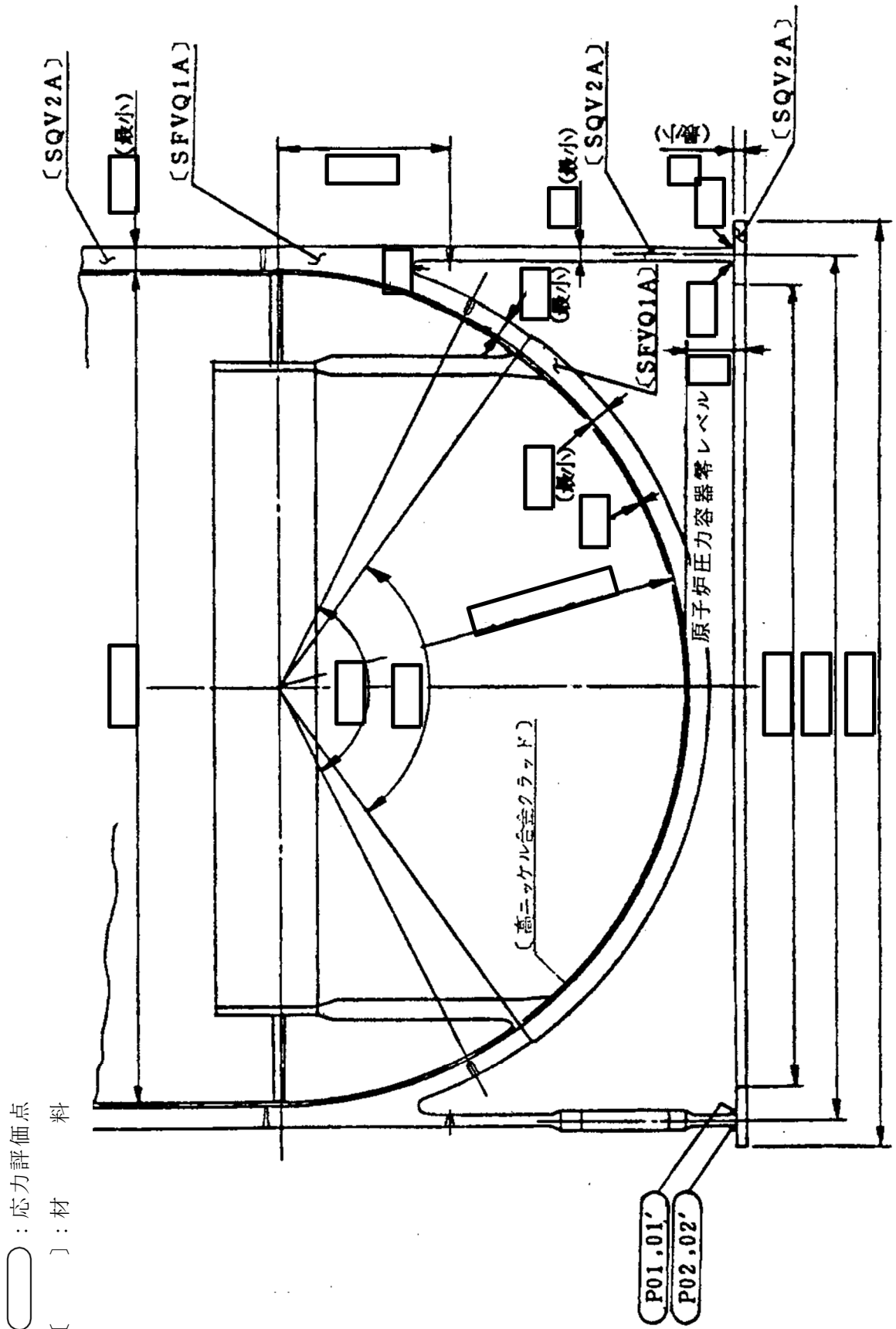


図21-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

表21-1(1) 計算結果の概要

部分及び材料	許容応力状態	一次一般膜応力強さ (MPa)			一次膜+一次曲げ応力強さ (MPa)			一次+二次応力強さ (MPa)			疲労解析				
		応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面	応力強さ	許容応力	応力評価面	疲労* 累積係数	許容値
支持スカート SQV2A	ⅢA S	85	303	P01' - P02'	75	391	P01' - P02'	—	—	—	—	—	—	—	—
	ⅣA S	151	326	P01' - P02'	132	421	P01' - P02'	—	—	—	—	—	—	—	—
	ⅢA S	—	—	—	—	—	—	186	552	P02	—	—	—	—	—
	ⅣA S	—	—	—	—	—	—	361	552	P02	—	—	0.037	1.0	P02

注記*：疲労累積係数は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S d *又は地震荷重 S s のいずれか大きい方を加えた値である。

表21-1(2) 計算結果の概要

部分及び材料	許容応力状態	座屈に対する評価	
		計算結果	許容値
スカート SQV2A	ⅢA S	0.3	1
	ⅣA S	0.5	1

21.2 計算条件

21.2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の4.1節に示す。

21.2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の4.2節に示す。

21.2.3 材料

各部の材料を図21-1に示す。

21.2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の3.4節に示す。

21.2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の4.3節に示す。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

21.2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の3.5節に示す。

21.3 応力計算

21.3.1 応力評価点

応力評価点の位置を図21-1に示す。

21.3.2 内圧による応力

(1) 荷重条件 (L01)

各運転状態による内圧は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)e.に定めるとおりである。

21.3.3 外荷重による応力

(1) 荷重条件 (L04, L08, L14及びL16)

外荷重を「応力解析の方針」の表4-1(1)に示す。

21.3.4 応力の評価

各応力評価点で荷重ごとに計算した応力を重ね合わせ、応力強さを算出する。
応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の5.1.2項に定めるとおりである。

21.4 応力強さの評価

21.4.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表21-2に示す。

表21-2より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

21.4.2 一次膜＋一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表21-3に示す。

表21-3より、各許容応力状態の一次膜＋一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

21.4.3 一次＋二次応力強さの評価

地震荷重のみにおける評価を表21-4に示す。

表21-4より、すべての評価点において $S_n^{\#1}$ 及び $S_n^{\#2}$ は、 $3 \cdot S_m$ 以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

21.5 繰返し荷重の評価

21.5.1 疲労解析

支持スカートに応力評価点について、詳細な繰返し荷重の評価を行う。

(1) 疲労累積係数

最も厳しい応力評価点における疲労累積係数の計算結果を表21-5に示す。また、各応力評価点における疲労累積係数を表21-6に示す。

表21-6より、各応力評価点において疲労累積係数は1.0以下であり、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容値を満足する。

21.6 特別な応力の評価

21.6.1 座屈に対する評価

支持スカートには、鉛直力及びモーメントにより、圧縮応力が生じる。したがって、これらの荷重の組合せにより発生する圧縮応力の評価を行う。

(1) 計算データ

支持スカートの平均半径 $R_m = \boxed{} \text{ mm}$

支持スカートの板厚 $t = \boxed{} \text{ mm}$ (くされ代を除いた値)

支持スカートの断面積

$$\begin{aligned} A &= \pi \cdot \{(R_m + t/2)^2 - (R_m - t/2)^2\} \\ &= \pi \times \{(\boxed{} + \boxed{}/2)^2 - (\boxed{} - \boxed{}/2)^2\} \\ &= \boxed{} \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

支持スカートの断面係数

$$\begin{aligned} Z &= \frac{\pi}{4} \cdot \frac{(R_m + t/2)^4 - (R_m - t/2)^4}{R_m + t/2} \\ &= \frac{\pi}{4} \times \frac{(\boxed{} + \boxed{}/2)^4 - (\boxed{} - \boxed{}/2)^4}{\boxed{} + \boxed{}/2} \\ &= \boxed{} \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

(2) 荷重

支持スカートに作用する鉛直力及びモーメントを「応力解析の方針」の表4-1(1)に示す。

(3) 評価方法

各許容応力状態において支持スカートに圧縮応力を生じさせる荷重は表21-7に示す鉛直力及びモーメントである。

これらの荷重の組合せにより発生する圧縮応力の評価を以下により行う。

($l/R_m = 0.75$)

$$\frac{\alpha \cdot (V_1 + V_2 + V_3) / A}{f_c} + \frac{\alpha \cdot (M / Z)}{f_b} \leq 1$$

ここに、

座屈長さ $l = \boxed{} \text{ mm}$

鉛直方向荷重に対する許容圧縮応力 $f_c = F = 303 \text{ MPa}$

曲げモーメントに対する許容曲げ応力 $f_b = F = 303 \text{ MPa}$

安全率 $\alpha = 1.0$

設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値 $F = 303 \text{ MPa}$

(4) 座屈に対する評価

各許容応力状態における座屈に対する評価を表21-8に示す。

表21-8より、各許容応力状態における座屈に対する評価は、許容値を満足するため、座屈は発生しない。

表21-2 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	57	303	123	326
P01' P02'	85	303	151	326

表21-3 一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態ⅢA S		許容応力状態ⅣA S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	50	391	108	421
P01' P02'	75	391	132	421

表21-4 一次+二次応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	一次+二次応力差最大範囲 ($P_L + P_b + Q$)		
	$S_n \# 1$	$S_n \# 2$	許容値 $3 \cdot S_m$
P01	73	140	552
P01'	73	140	552
P02	186	361	552
P02'	186	361	552

表21-5 疲労累積係数

応力評価点 —— P02
材 料 —— SQV2A

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c / N_a
1	186	—	307	153	172	38244	300	0.008
疲労累積係数 $U_{S_d} =$								0.008
2	361	—	595	298	335	4782	150	0.031
疲労累積係数 $U_{S_s} =$								0.032
疲労累積係数 $U_n =$								0.006
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} =$								0.037

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の5.2.1項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表21-6 疲労累積係数の評価のまとめ

応力評価点	疲労累積係数				許容値
	U_n	U_{S_d}	U_{S_s}	U_f^*	
P01	0.010	0.001	0.002	0.012	1.0
P01'	0.010	0.001	0.002	0.012	1.0
P02	0.006	0.008	0.032	0.037	1.0
P02'	0.006	0.008	0.032	0.037	1.0

注記*：疲労累積係数 U_f は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S_d^* 又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

表21-7 座屈に対する評価に用いる荷重

許容応力状態	鉛直力*1			モーメント*2 M (kN・m)
	V ₁ (kN)	V ₂ (kN)	V ₃ (kN)	
ⅢAS				
ⅣAS				

注記*1：「応力解析の方針」の4.2節に示すV₁、V₂及びV₃の値

*2：「応力解析の方針」の4.2節に示すMの値

表21-8 座屈に対する評価

許容応力状態	計算結果	許容値
ⅢAS	0.3	1
ⅣAS	0.5	1

22. ブラケット類の応力計算

22.1 一般事項

本章は、ブラケット類の応力計算について示すものである。

ブラケット類は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に分類される。

以下、設計基準対象施設としての構造強度評価を示す。

22.1.1 形状・寸法・材料

本章で解析する箇所の形状・寸法・材料を図22-1に示す。

22.1.2 解析範囲

解析範囲を図22-1に示す。

22.1.3 計算結果の概要

計算結果の概要を表22-1に示す。

なお、応力評価点の選定に当たっては、モーメントが大きくなるブラケット付根部及び穴により断面の小さくなるロッド穴周辺部に着目し、応力評価上厳しくなる評価点を記載する。

[] : 材 料

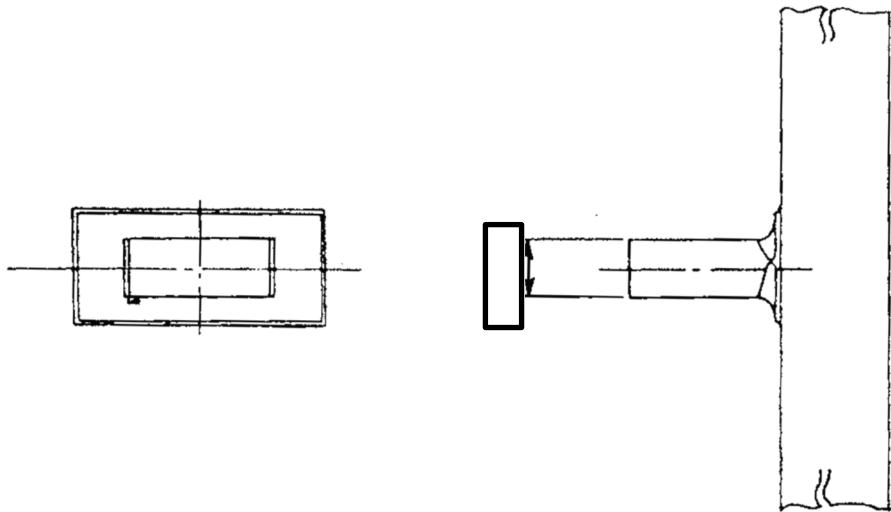
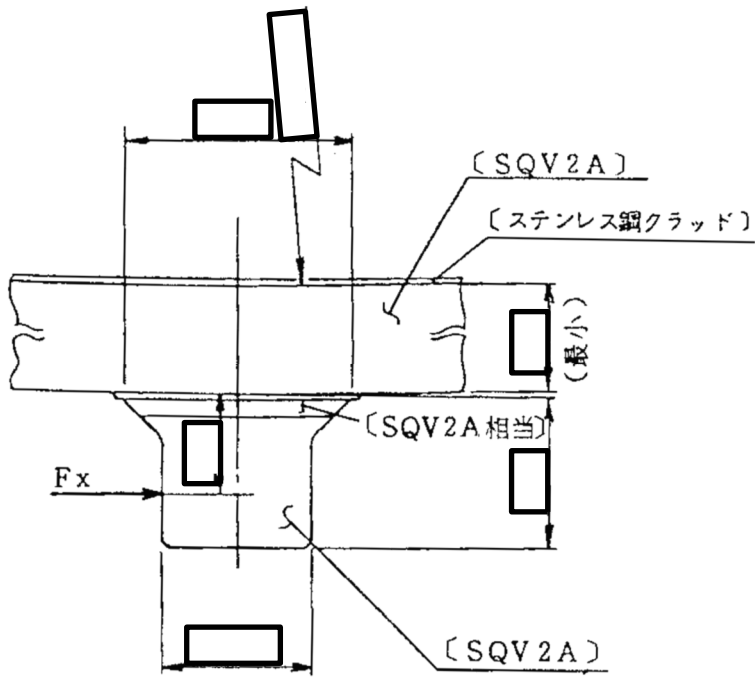


図 22-1(1) 形状・寸法・材料 (単位: mm)
(スタビライザブラケット)

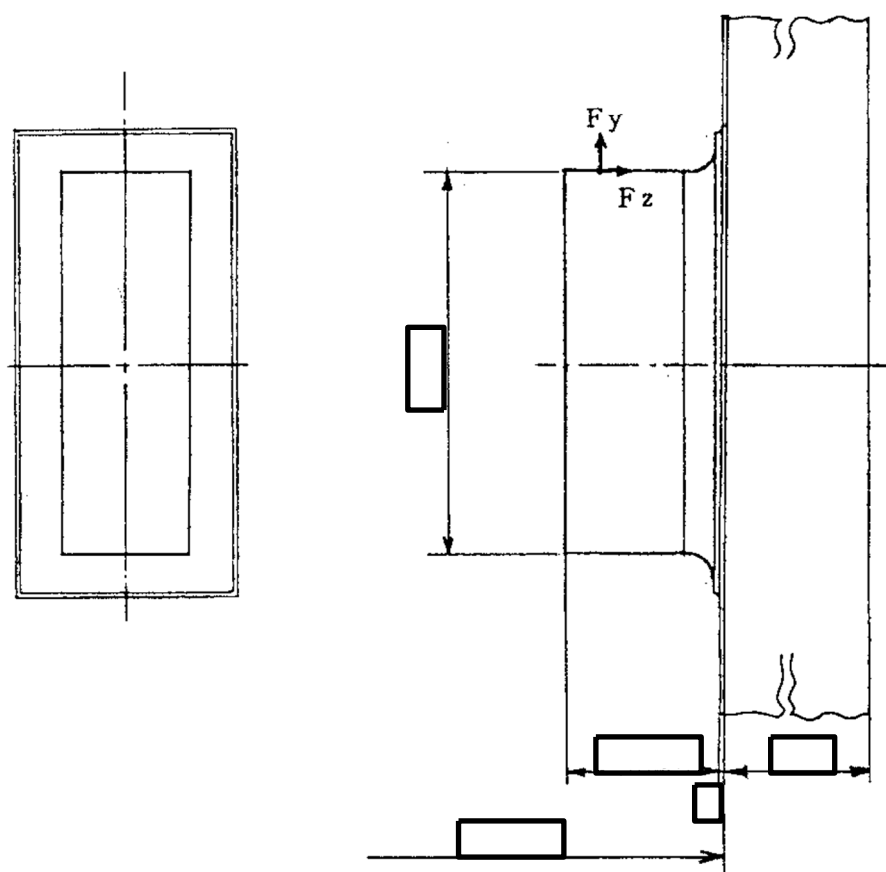
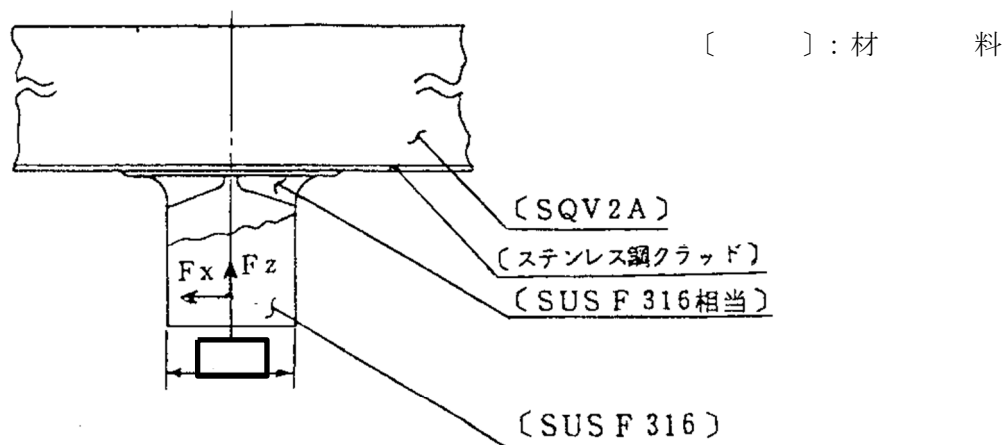


図 22-1(2) 形状・寸法・材料 (単位: mm)
 (蒸気乾燥器支持ブラケット)

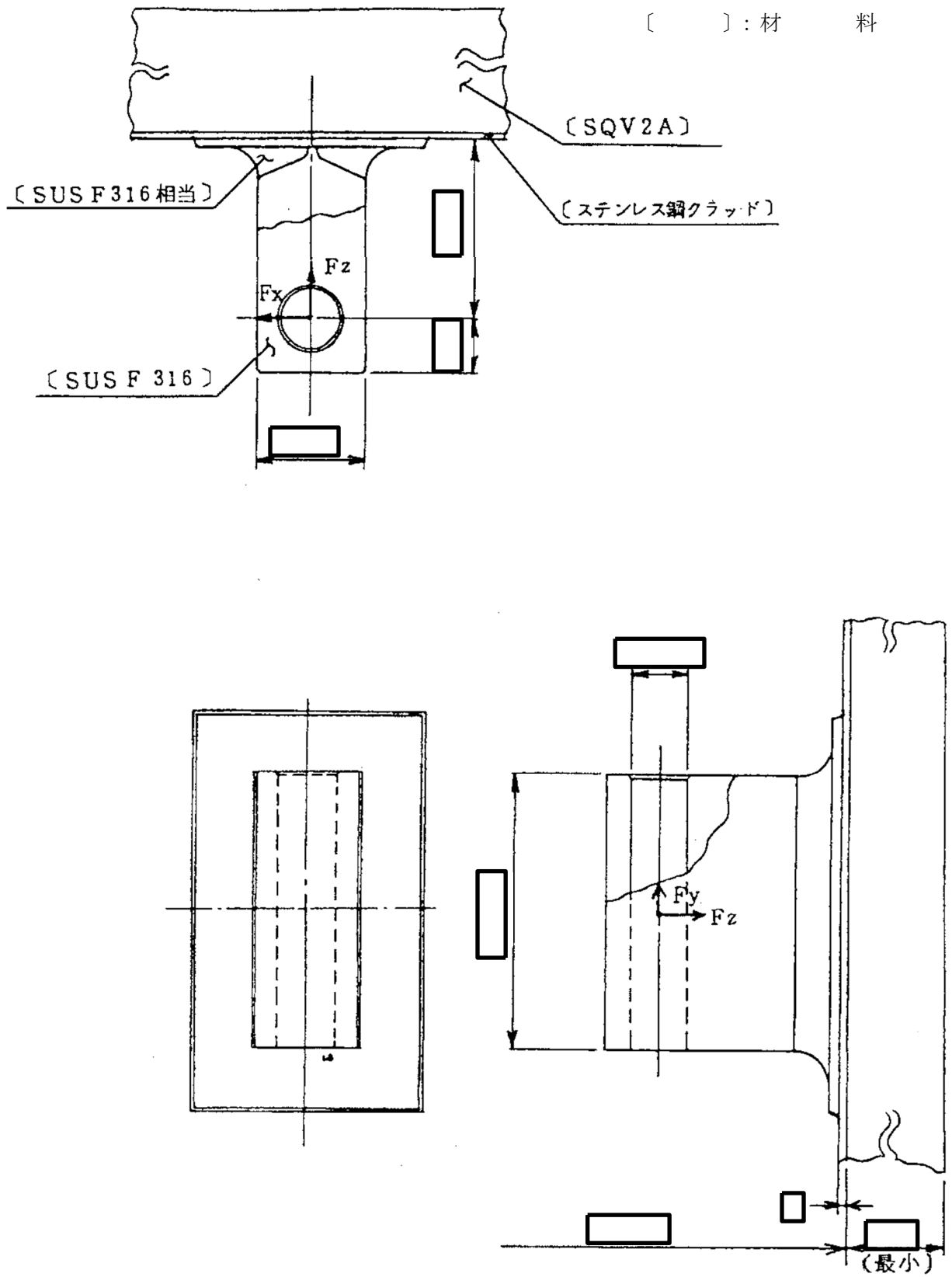


図 22-1(3) 形状・寸法・材料 (単位: mm)
(給水スパージャブラケット)

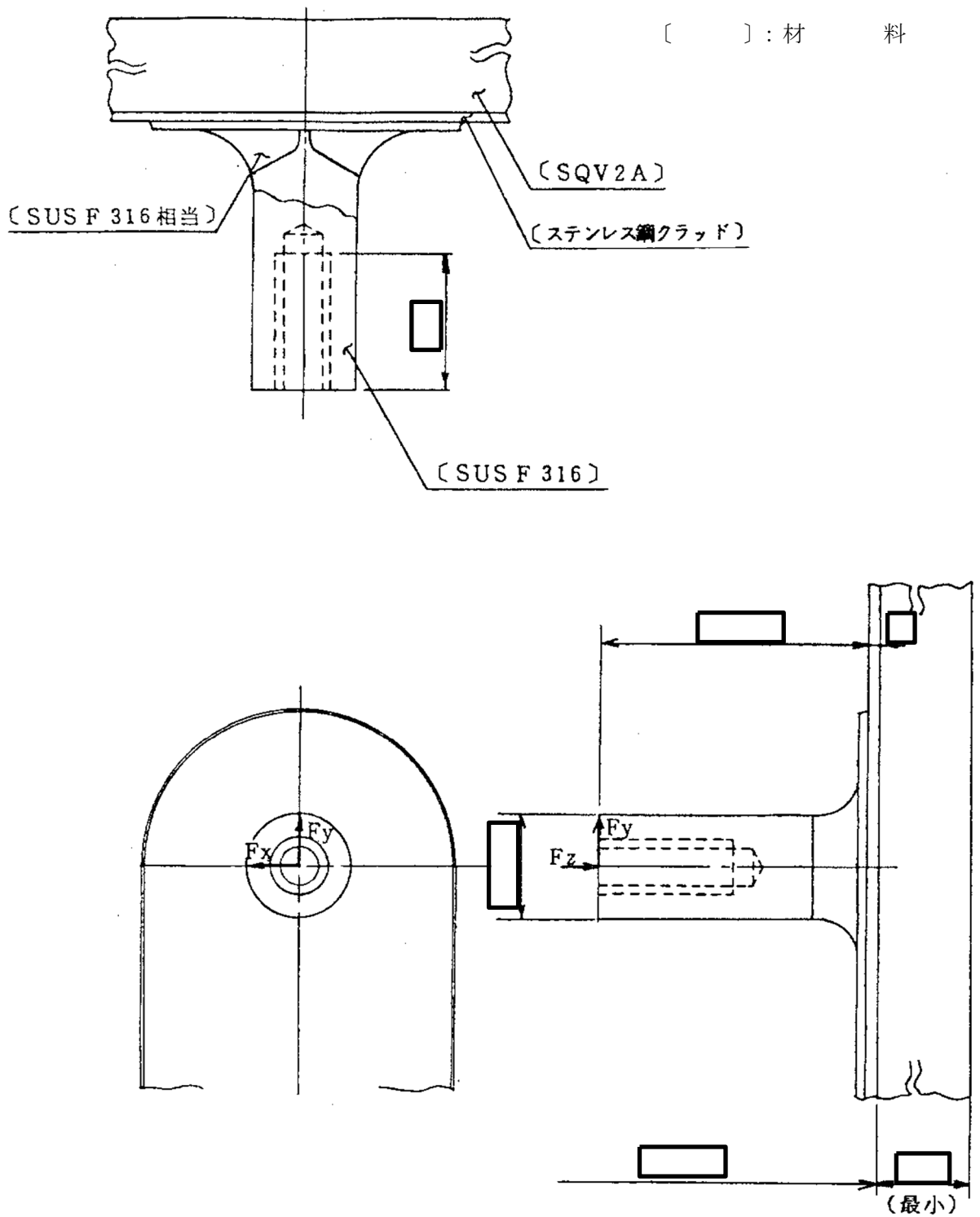


図 22-1(4) 形状・寸法・材料 (単位: mm)
(炉心スプレイブラケット)

表 22-1 計算結果の概要

(単位：MPa)

ブラケット	許容応力 状態	一次一般膜 応力強さ		一次膜＋一次曲げ 応力強さ		純せん断応力	
		応力 強さ	許容 応力	応力 強さ	許容* 応力	応力	許容 応力
スタビライザ ブラケット	ⅢA S	140	303	298	454	—	—
	ⅣA S	167	326	356	490	—	—
蒸気乾燥器支持 ブラケット	ⅢA S	42	143	172	214	—	—
	ⅣA S	87	284	340	427	—	—
給水スパージャ ブラケット	ⅢA S	3	143	34	214	2	71
	ⅣA S	6	284	71	427	4	170
炉心スプレイ ブラケット	ⅢA S	7	143	71	214	—	—
	ⅣA S	18	284	186	427	—	—

注記*：中実矩形断面の形状係数 $\alpha = 1.5$ を用いた。

22.2 計算条件

22.2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の4.1節に示す。

22.2.2 材料

各部の材料を図22-1に示す。

22.2.3 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の3.4節に示す。

22.2.4 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の4.3節に示す。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

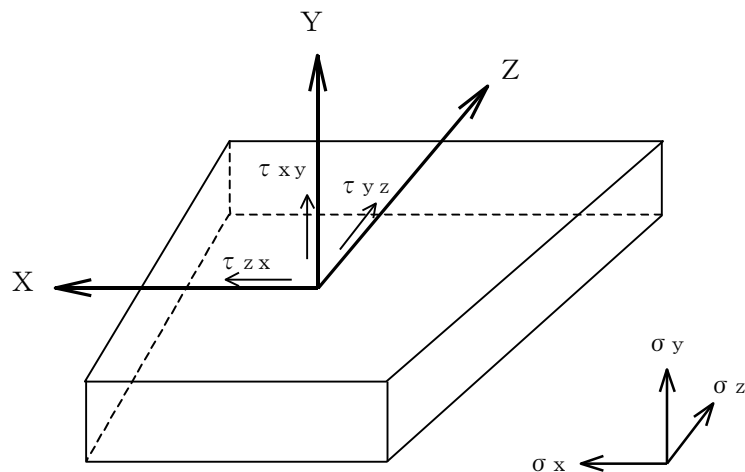
22.2.5 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の3.5節に示す。

22.2.6 応力の記号と方向

応力の記号とその方向は、以下のとおりとする。

- σ_x : 周方向応力
- σ_y : 軸方向応力
- σ_z : 半径方向応力
- τ_{xy} : せん断応力
- τ_{yz} : せん断応力
- τ_{zx} : せん断応力



22.3 応力計算

22.3.1 応力評価点

応力評価点は、図22-1(1)～図22-1(4)に示すそれぞれのブラケット付根及び図22-1(3)に示すブラケットのロッド穴周辺とする。

22.3.2 外荷重による応力

(1) 荷重条件

ブラケットに作用する外荷重を「応力解析の方針」の表4-1(6)に示す。

ブラケットの荷重作用点を図22-1に示す。

(2) 計算方法

a. ブラケット付根の応力

ブラケット付根の応力の計算は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)v.に定めるとおりである。

なお、ブラケット付根は集中荷重を受ける片持ちばりにモデル化し計算する。

b. ロッド穴周辺の応力

給水スパージャブラケットのロッド穴周辺の応力の計算は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(1)v.に定めるとおりである。

なお、ロッド穴周辺は矩形断面の円環にモデル化し計算する。

22.3.3 応力の評価

計算された応力から、応力強さを算出する。

応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の5.1.2項に定めるとおりである。

22.4 応力強さの評価

22.4.1 ブラケット付根の応力強さの評価

(1) 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表22-2に示す。

表22-2より、各許容応力状態の一次一般膜応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

(2) 一次膜+一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表22-3に示す。

表22-3より、各許容応力状態の一次膜+一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

22.4.2 ロッド穴周辺の応力強さの評価

(1) 純せん断応力の評価

各許容応力状態における評価を表22-4に示す。

表22-4より、各許容応力状態の純せん断応力は、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

(2) 一次膜+一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表22-5に示す。

表22-5より、各許容応力状態の一次膜+一次曲げ応力強さは、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

表22-2 ブラケット付根の一次一般膜応力強さの評価

(単位：MPa)

ブラケット	許容応力 状態	応力		主応力			応力強さ	許容応力
		σ_z	τ	σ_1	σ_2	σ_3		
スタビライザ ブラケット	ⅢA S	0	70	0	-70	70	140	303
	ⅣA S	0	83	0	-83	83	167	326
蒸気乾燥器支持 ブラケット	ⅢA S	5	21	0	-18	23	42	143
	ⅣA S	7	43	0	-40	47	87	284
給水スパージャ ブラケット	ⅢA S	1	1	0	0	2	3	143
	ⅣA S	2	3	0	-2	4	6	284
炉心スプレイ ブラケット	ⅢA S	2	3	0	-2	4	7	143
	ⅣA S	6	8	0	-6	11	18	284

表22-3 ブラケット付根の一次膜+一次曲げ応力強さの評価

(単位：MPa)

ブラケット	許容応力 状態	応力		主応力			応力強さ	許容応力*
		σ_z	τ	σ_1	σ_2	σ_3		
スタビライザ ブラケット	ⅢA S	263	70	0	-17	281	298	454
	ⅣA S	314	83	0	-21	335	356	490
蒸気乾燥器支持 ブラケット	ⅢA S	167	21	0	-3	169	172	214
	ⅣA S	328	43	0	-6	334	340	427
給水スパージャ ブラケット	ⅢA S	10	1	0	0	10	10	214
	ⅣA S	27	3	0	0	27	28	427
炉心スプレイ ブラケット	ⅢA S	70	3	0	0	70	71	214
	ⅣA S	185	8	0	0	185	186	427

注記*：中実矩形断面の形状係数 $\alpha = 1.5$ を用いた。

表22-4 ロッド穴周辺の純せん断応力の評価

(単位：MPa)

ブラケット	許容応力状態	純せん断応力	許容応力
給水スパージャ ブラケット	ⅢA S	2	71
	ⅣA S	4	170

表22-5 ロッド穴周辺の一次膜+一次曲げ応力強さの評価

(単位：MPa)

ブラケット	許容応力状態	応力強さ	許容応力*
給水スパージャ ブラケット	ⅢA S	34	214
	ⅣA S	71	427

注記*：中実矩形断面の形状係数 $\alpha = 1.5$ を用いた。

23. 原子炉圧力容器基礎ボルトの応力計算

23.1 一般事項

本章は、原子炉圧力容器基礎ボルト（以下「基礎ボルト」という。）の応力計算について示すものである。

基礎ボルトは、設計基準対象施設においてはSクラス施設に分類される。

以下、設計基準対象施設としての構造強度評価を示す。

23.1.1 形状・寸法・材料

本章で解析する箇所の形状・寸法・材料を図23-1に示す。

23.1.2 解析範囲

解析範囲を図23-1に示す。

23.1.3 計算結果の概要

計算結果の概要を表23-1に示す。

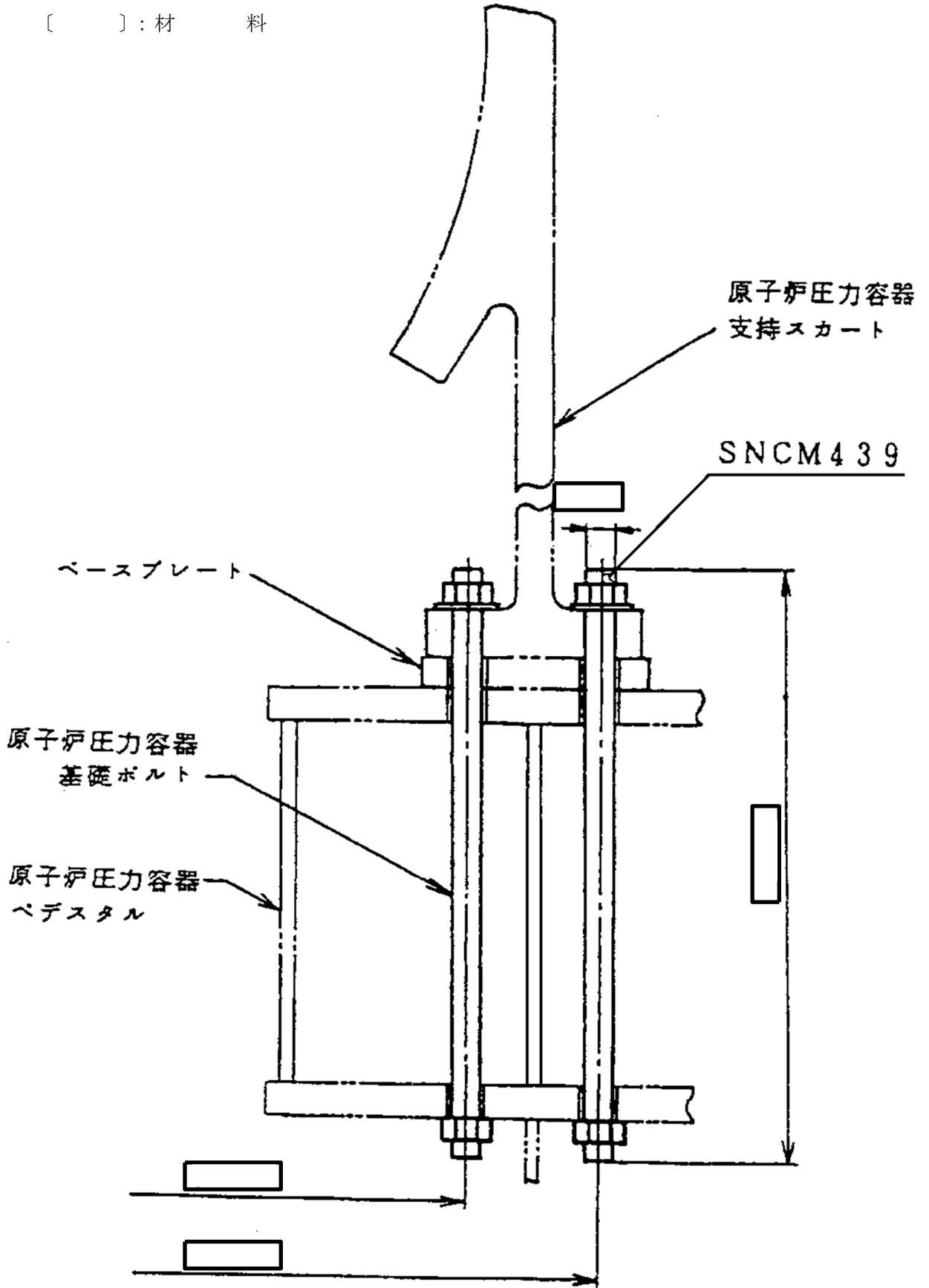


図23-1 形状・寸法・材料 (単位: mm)

表23-1 計算結果の概要

(単位：MPa)

許容応力状態	地震荷重	応力の種類	計算結果	許容応力
ⅢA S	S d *	引張り	369	499*
		せん断	67	384
ⅣA S	S s	引張り	432	499*
		せん断	82	384
ⅣA S	S d *	引張り	369	458*
		せん断	67	353

注記* : $f_{ts} = \text{Min.} (1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to})$

23.2 計算条件

23.2.1 設計条件

設計条件は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(2)に定めるとおりである。

23.2.2 材料

各部の材料を図23-1に示す。

23.2.3 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(2)に定めるとおりである。

23.2.4 荷重の組合せ及び応力評価

応力評価は、23.2.3項に示す荷重の組合せにより発生する引張応力及びせん断応力について行う。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、組合せ係数法を適用する。

23.2.5 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の3.5節に示す。

23.2.6 許容応力評価条件

- (1) 許容応力状態ⅢA S及び許容応力状態ⅣA Sの応力の評価には、運転状態Ⅰ及びⅡの荷重と組み合わせる場合には□℃、冷却材喪失事故後の荷重と組み合わせる場合には□℃に対する許容応力を用いる。
- (2) 基礎ボルトの許容応力評価条件を表23-2に示す。

23.3 応力計算

23.3.1 外荷重による応力

(1) 荷重条件

基礎ボルトに作用する外荷重を「応力解析の方針」の表4-1(7)に示す。

(2) 計算方法

外荷重による応力の計算は、既工認から変更はなく「応力解析の方針」の参照図書(2)に定めるとおりである。

なお、引張応力は基礎ボルトを断面積の等しい等価な円筒としてモデル化し、せん断応力は基礎ボルトの本数と断面性能より計算する。

23.4 応力の評価

各許容応力状態における評価を表23-3に示す。

表23-3より、各許容応力状態においてボルトに発生する応力は、「応力解析の方針」の3.5節に示す許容応力を満足する。

表 23-2 許容応力評価条件

評価部位	材料	温度条件 (°C)	S _m (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
基礎 ボルト	SNCM439	運転状態 I 及び II の温度	—	865	951	—
		運転状態 IV の温度*	—	774	873	—

注記*：冷却材喪失事故後の温度を表す。

表23-3 計算結果

許容応力状態	地震荷重	温 度 (°C)	応力の種類	計算結果 (MPa)	許容応力 (MPa)
Ⅲ A S	S d *		引張り	369	499*
			せん断	67	384
Ⅳ A S	S s		引張り	432	499*
			せん断	82	384
Ⅳ A S	S d *		引張り	369	458*
			せん断	67	353

注記*： $f_{ts} = \text{Min.} (1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to})$

VI-2-3-3-2 原子炉压力容器附属構造物の耐震性についての計算書

VI-2-3-3-2-4 ジェットポンプ計測配管貫通部シールの耐震性についての計算書

目 次

1. 一般事項	1
1.1 記号の説明	2
1.2 形状・寸法・材料	2
1.3 解析範囲	2
1.4 計算結果の概要	2
2. 計算条件	5
2.1 設計条件	5
2.2 運転条件	5
2.3 材料	5
2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態	5
2.5 荷重の組合せ及び応力評価	5
2.6 許容応力	5
3. 応力計算	6
3.1 応力評価点	6
3.2 内圧による応力	6
3.2.1 荷重条件 (L01)	6
3.2.2 計算方法	6
3.3 外荷重による応力	6
3.3.1 荷重条件 (L04, L07, L14, L15, L16 及び L17)	6
3.3.2 計算方法	6
3.4 応力の評価	6
4. 応力強さの評価	7
4.1 一次一般膜応力強さの評価	7
4.2 一次膜＋一次曲げ応力強さの評価	7
4.3 一次＋二次応力強さの評価	7
5. 繰返し荷重の評価	8
5.1 疲労解析	8
6. 参照図書	9

図 表 目 次

図 1-1	形状・寸法・材料・応力評価点	3
図 3-1	応力計算のモデル	10
表 1-1	計算結果の概要	4
表 4-1	一次一般膜応力強さの評価のまとめ	11
表 4-2	一次膜＋一次曲げ応力強さの評価のまとめ	11
表 4-3	一次＋二次応力強さの評価のまとめ	12
表 5-1	疲労累積係数	13
表 5-2	疲労累積係数の評価のまとめ	14

1. 一般事項

本計算書は、ジェットポンプ計測配管貫通部シール（以下「貫通部シール」という。）の耐震計算書である。

貫通部シールは設計基準対象施設においてはSクラス施設に分類される。

以下、設計基準対象施設としての構造強度評価を示す。

貫通部シールは、クラス1配管であるが、設計・建設規格 PPB-3112により、設計・建設規格 PVB-3100を適用し、VI-2-3-3-1-1「原子炉压力容器の応力解析の方針」（以下「応力解析の方針」という。）に基づき評価する。

注：本計算書においては、昭和60年12月25日付け60資庁第11431号にて認可された工事計画の添付書類を「既工認」という。

1.1 記号の説明

記号の説明を「応力解析の方針」の2.4節に示す。

1.2 形状・寸法・材料

本計算書で解析する箇所の形状・寸法・材料を，図1-1に示す。

1.3 解析範囲

解析範囲を図1-1に示す。なお，ノズルと貫通部シールの溶接部については，VI-2-3-3-1-2「原子炉圧力容器の耐震性についての計算書」に示す。

1.4 計算結果の概要

計算結果の概要を表1-1に示す。

なお，応力評価点の選定に当たっては，形状不連続部，溶接部及び厳しい荷重作用点に着目し，応力評価上厳しくなる代表的な評価点を記載する。

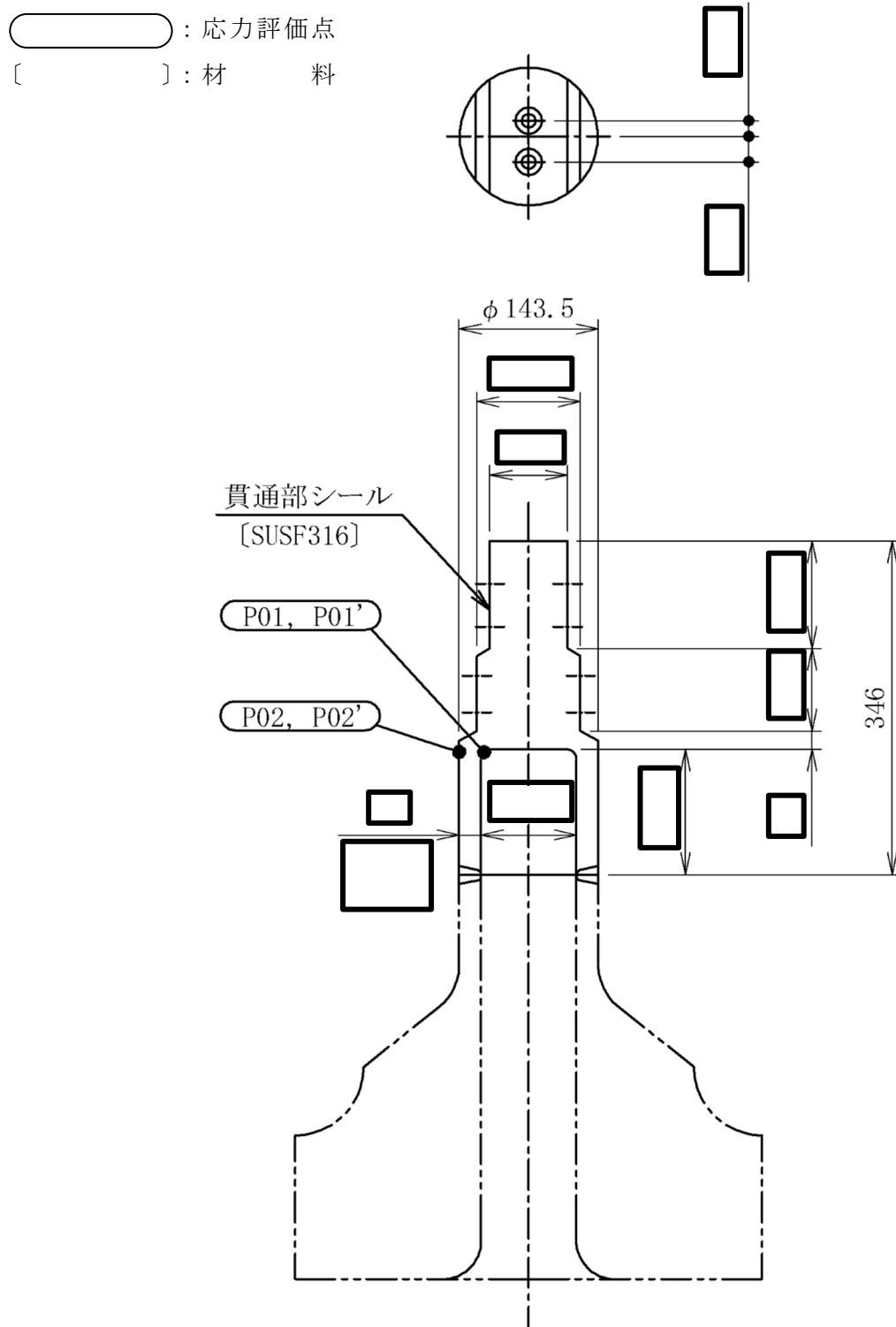


図1-1 形状・寸法・材料・応力評価点 (単位: mm)

表 1-1 計算結果の概要

部分及び材料	許容 応力 状態	一次一般膜応力強さ (MPa)			一次膜+一次曲げ 応力強さ (MPa)			一次+二次応力強さ (MPa)			疲労解析		
		応力 強さ	許容 応力	応力 評価面	応力 強さ	許容 応力	応力 評価面	応力 強さ	許容 応力	応力 評価点	疲労 累積 係数*1	許容値	応力 評価点
貫通部シール SUSF316	Ⅲ A S	71	143	P01' - P02'	190	208	P01' - P02'	—	—	—	—	—	—
	Ⅳ A S	105	284	P01' - P02'	279	416	P01' - P02'	—	—	—	—	—	—
	Ⅲ A S	—	—	—	—	—	—	402*2	360	P02	0.255	1.0	P01
	Ⅳ A S	—	—	—	—	—	—	607*2	360	P02			

注記*1：疲労累積係数は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S_d^* 又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

*2：許容値 $3 \cdot S_m$ を超えるため、設計・建設規格 PVB-3300 の簡易弾塑性解析を行う。

2. 計算条件

2.1 設計条件

設計条件を「応力解析の方針」の 4.1 節に示す。

2.2 運転条件

考慮した運転条件を「応力解析の方針」の 4.2 節に示す。

2.3 材料

各部の材料を図 1-1 に示す。

2.4 荷重の組合せ及び許容応力状態

荷重の組合せ及び許容応力状態を「応力解析の方針」の 3.4 節に示す。

2.5 荷重の組合せ及び応力評価

荷重の組合せ及び応力評価を「応力解析の方針」の 4.3 節に示す。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

2.6 許容応力

許容応力を「応力解析の方針」の 3.5 節に示す。

3. 応力計算

3.1 応力評価点

応力評価点の位置を図 1-1 に示す。

3.2 内圧による応力

3.2.1 荷重条件 (L01)

各運転状態による内圧は、既工認から変更なく、参照図書(1)に定めるとおりである。

3.2.2 計算方法

内圧による応力の計算は、二次元軸対称の有限要素でモデル化し、計算機コード「ABAQUS」により行う。なお、評価に用いる計算機コードの検証及び妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

応力計算のモデル及び仮定した境界条件（拘束条件）を図 3-1(a)に示す。

なお、各許容応力状態での内圧による応力は、単位圧力での応力を用いて、圧力比を乗じて計算する。

3.3 外荷重による応力

3.3.1 荷重条件 (L04, L07, L14, L15, L16 及び L17)

外荷重を「応力解析の方針」の表 4-1(4)「ジェットポンプ計測ノズル (N9)」に示す。

3.3.2 計算方法

外荷重による応力の計算は、二次元軸対称の有限要素でモデル化し、計算機コード「ABAQUS」により行う。

応力計算のモデル及び仮定した境界条件（拘束条件）を図 3-1(b)に示す。

なお、各荷重での応力は、単位荷重（水平力、軸力等）での応力を用いて、荷重比を乗じて計算する。

3.4 応力の評価

各応力評価点で荷重ごとに計算した応力を重ね合わせ、応力強さを算出する。

応力強さの算出方法は、「応力解析の方針」の 5.1.2 項に定めるとおりである。

4. 応力強さの評価

4.1 一次一般膜応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表 4-1 に示す。

表 4-1 より，各許容応力状態の一次一般膜応力強さは，「応力解析の方針」の 3.5 節に示す許容応力を満足する。

4.2 一次膜＋一次曲げ応力強さの評価

各許容応力状態における評価を表 4-2 に示す。

表 4-2 より，各許容応力状態の一次膜＋一次曲げ応力強さは，「応力解析の方針」の 3.5 節に示す許容応力を満足する。

4.3 一次＋二次応力強さの評価

地震荷重のみにおける評価を表 4-3 に示す。

表 4-3 より，すべての評価点において一次＋二次応力強さの最大範囲が $3 \cdot S_m$ を超えるため，「応力解析の方針」の 5.2 節に示す簡易弾塑性解析の方法を適用する。

5. 繰返し荷重の評価

5.1 疲労解析

貫通部シールの応力評価点について、詳細な繰返し荷重の評価を行う。

(1) 疲労累積係数

最も厳しい評価点における疲労累積係数の計算結果を表 5-1 に示す。また、各応力評価点における疲労累積係数を表 5-2 に示す。

表 5-2 より、各応力評価点において疲労累積係数は 1.0 以下であり、「応力解析の方針」の 3.5 節に示す許容値を満足する。

6. 参照図書

- (1) 島根原子力発電所第2号機 第5回工事計画認可申請書 添付書類
IV-3-1-3-3 「ジェットポンプ計測配管貫通部シールの応力計算書」

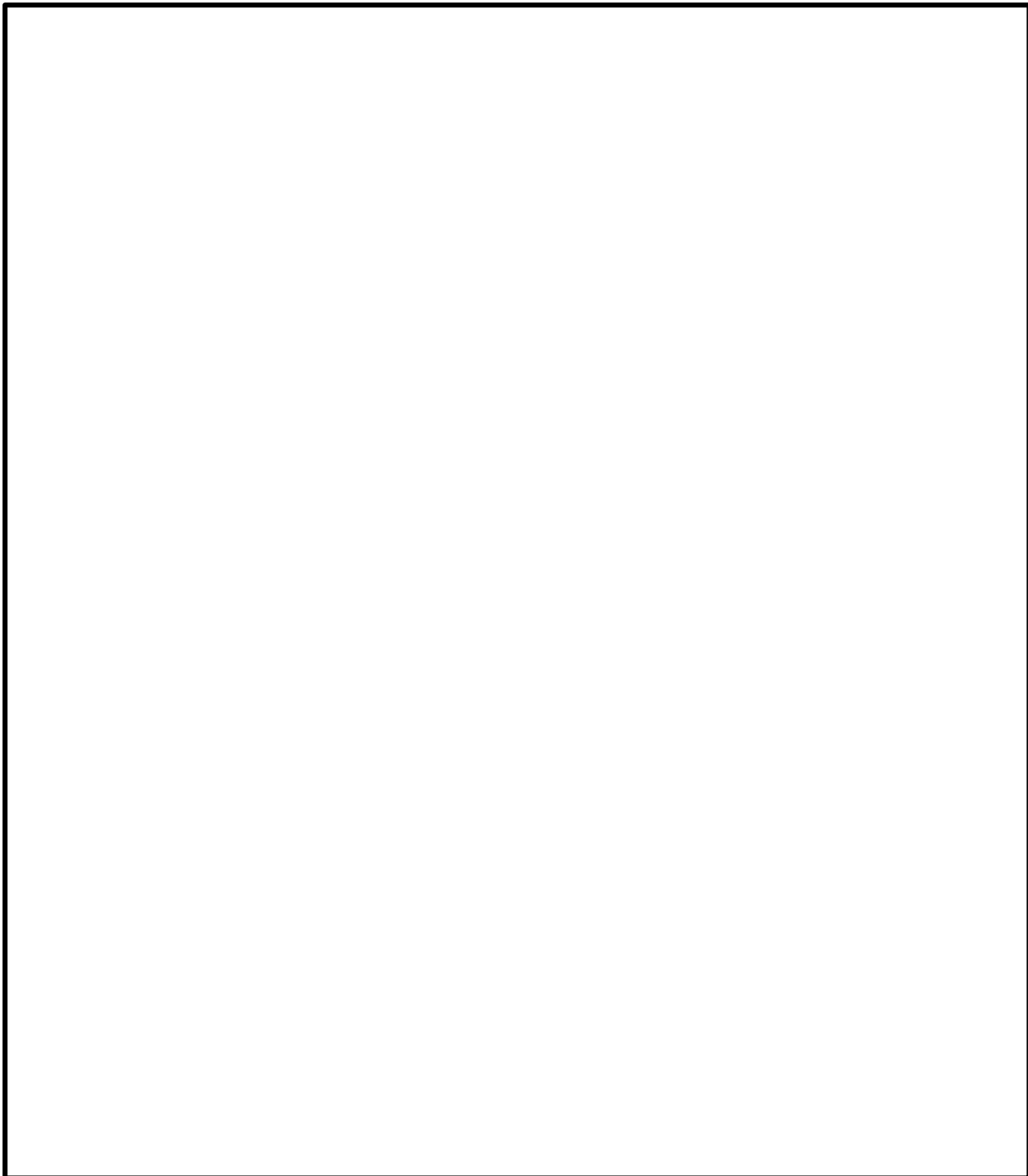


図 3-1 応力計算のモデル

表 4-1 一次一般膜応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態Ⅲ A S		許容応力状態Ⅳ A S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	70	143	104	284
P01' P02'	71	143	105	284

表 4-2 一次膜+一次曲げ応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価面	許容応力状態Ⅲ A S		許容応力状態Ⅳ A S	
	応力強さ	許容応力	応力強さ	許容応力
P01 P02	185	208	271	416
P01' P02'	190	208	279	416

表 4-3 一次+二次応力強さの評価のまとめ

(単位：MPa)

応力評価点	一次+二次応力差最大範囲 ($P_L + P_b + Q$)		
	$S_n^{\#1}$	$S_n^{\#2}$	許容応力 $3 \cdot S_m$
P01	381*	576*	360
P01'	381*	576*	360
P02	402*	607*	360
P02'	402*	607*	360

注記*：簡易弾塑性解析を行う。

表 5-1 疲労累積係数
 応力評価点 — P01
 材料 — SUSF316

No.	S_n (MPa)	K_e	S_p (MPa)	S_ℓ^{*1} (MPa)	$S_\ell'^{*2}$ (MPa)	N_a	N_c	N_c/N_a
1	576	1.788	976	873	967	592	150	0.254
疲労累積係数 $U_{S_s} = 0.254$								
疲労累積係数 $U_n = 0.001$								
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_s} = 0.255$								
2	381	1.328	646	429	476	7356	300	0.041
疲労累積係数 $U_{S_d} = 0.041$								
疲労累積係数 $U_n = 0.001$								
疲労累積係数 $U_f = U_n + U_{S_d} = 0.042$								

注：疲労累積係数の求め方は、「応力解析の方針」の 5.2.1 項（疲労解析）に示す。

注記*1：設計・建設規格 PVB-3315(1)又は(2)により求めた値である。

*2： S_ℓ に (E_0/E) を乗じた値である。

$$E_0 = \boxed{} \text{MPa}, E = \boxed{} \text{MPa}$$

表 5-2 疲労累積係数の評価のまとめ

応力評価点	疲労累積係数				許容値
	U_n	U_{S_d}	U_{S_s}	U_f^*	
P01	0.001	0.041	0.254	0.255	1.0
P01'	0.001	0.041	0.254	0.255	1.0
P02	0.000	0.003	0.066	0.066	1.0
P02'	0.001	0.003	0.066	0.067	1.0

注記*：疲労累積係数 U_f は、運転状態Ⅰ及びⅡに地震荷重 S_d^* 又は地震荷重 S_s のいずれか大きい方を加えた値である。

VI-2-4 核燃料物質の取扱施設及び貯蔵施設の耐震性に関する説明書

VI-2-4-2 使用済燃料貯蔵設備の耐震性についての計算書

VI-2-4-2-3 制御棒・破損燃料貯蔵ラックの耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
2.2 評価方針	3
2.3 適用規格・基準等	4
2.4 記号の説明	5
2.5 計算精度と数値の丸め方	8
3. 評価部位	9
4. 固有周期	11
4.1 固有周期の計算方法	11
4.2 固有周期の計算条件	12
4.3 固有周期の計算結果	12
5. 構造強度評価	13
5.1 構造強度評価方法	13
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	13
5.3 設計用地震力	17
5.4 計算方法	18
5.5 計算条件	25
5.6 応力の評価	25
6. 評価結果	26
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	26
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	26

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、制御棒・破損燃料貯蔵ラック（以下「ラック」という。）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

ラックは、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

ラックの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>制御棒・破損燃料貯蔵ラックは、原子炉建物の燃料プールの底部に基礎ボルトで固定及び壁からのサポートで支持される。</p> <p>破損燃料格納容器は、最大 10 体をラック内に挿入できるが、格納容器上部についてはラック外となる構造である。</p>	<p>たて置ラック式 (ステンレス鋼製)</p>	<p>(単位: mm)</p>

2.2 評価方針

ラックの応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示すラックの部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」で算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することを実施する。確認結果を「6. 評価結果」に示す。

ラックの耐震評価フローを図 2-1 に示す。

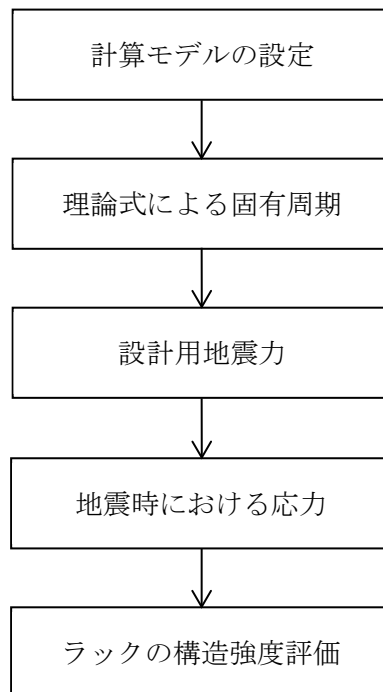


図 2-1 ラックの耐震評価フロー

2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984
((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ((社) 日本機械学会, 2005/2007) (以下「設計・建設規格」という。)

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A	ラックの断面積	mm ²
A _b	基礎ボルトの軸断面積	mm ²
A _p	サポートの断面積	mm ²
A _{p x} , A _{p z}	サポートのせん断断面積	mm ²
A _{s i} * ¹	ラックのせん断断面積	mm ²
C _H	水平方向設計震度	—
C _V	鉛直方向設計震度	—
d	基礎ボルトの呼び径	mm
E	縦弾性係数	MPa
F	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値	MPa
F*	設計・建設規格 SSB-3121.3 又は SSB-3133 に定める値	MPa
F _a	ラックに働く軸力	N
F _i * ¹	ラックに働くせん断力	N
F _{y B}	ベース底部に働くせん断力	N
F _{y G}	ラック重心位置に働くせん断力	N
F _{y i} * ¹	サポート部に働く軸力	N
F _{x i} , F _{z i} * ¹	サポート部に働くせん断力	N
f _{1 i} , f _{2 i} * ¹	底部基礎ボルトに働く引張力 (1本当たり)	N
f _{s m}	部材の許容せん断応力	MPa
f _{s b}	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
f _{t m}	部材の許容引張応力	MPa
f _{t o}	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
f _{t s}	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力 (許容組合せ応力)	MPa
G	せん断弾性係数	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s ²
h ₁	破損燃料貯蔵時のラック重心高さ (応力評価時に使用)	mm
h ₂	破損燃料貯蔵時のラック重心からサポートまでの高さ (応力評価時に使用)	mm
h ₃	サポート高さ	mm
h _{x 1}	破損燃料貯蔵時のラック重心高さ (X方向の固有周期計算時に使用)	mm
h _{y 1}	破損燃料貯蔵時のラック重心高さ (Y方向の固有周期計算時に使用)	mm
h _{y 2}	破損燃料貯蔵時のラック重心からサポートまでの高さ (Y方向の固有周期計算時に使用)	mm
h _{z 1}	破損燃料貯蔵時のラック重心高さ (Z方向の固有周期計算時に使用)	mm
I _x	ラックの断面二次モーメント (X軸回り)	mm ⁴
I _y	ラックの断面二次モーメント (Y軸回り)	mm ⁴

記号	記号の説明	単位
K_i^{*1}	ラックのばね定数	N/mm
K_z	ラックのばね定数 (Z方向の固有周期計算時に使用)	N/mm
l	サポート取付部からサポート重心までの水平距離	mm
$l_{g_i}^{*1}$	ベース端からラック重心までの距離	mm
l_1, l_2, l_3, l_4	サポート部基礎ボルトの中心からプレート先端までの距離	mm
l_{1i}, l_{2i}^{*1}	ベース端から底部基礎ボルトまでの距離	mm
l_s	サポート中心からラックによるサポート反力発生点までの距離	mm
M_i^{*1}	ラックの転倒モーメント	N・mm
M_{xB}	ベース底部の転倒モーメント	N・mm
M_{xG}	ラック重心位置の転倒モーメント	N・mm
M_{xi}, M_{zi}^{*1}	サポート部に働くモーメント	N・mm
m	破損燃料貯蔵時のラックの全質量 (応力評価時に使用)	kg
m_a	破損燃料貯蔵時のラックの全質量 (固有周期計算時に使用)	kg
m_c	破損燃料格納容器の質量	kg
m_F	破損燃料の質量	kg
m_R	ラックの質量	kg
m_s	サポートの全質量	kg
m_{sa}	サポートの質量	kg
m_{sth}	サポートの排除水質量*2	kg
m_{th}	ラックの排除水質量*2	kg
m_{vi}^{*1}	ラックの付加質量*3	kg
m_{vz}	ラックの付加質量*3 (Z方向)	kg
m_w	ラックに含まれる水の質量	kg
N_{pm}	M_{xi}, M_{zi} により生じる基礎ボルト1本当たりの最大引張力	N
n	底部及びサポート部基礎ボルトの全本数	—
n_{1i}, n_{2i}^{*1}	各部の底部基礎ボルトの本数	—
R	ラックによるサポート反力	N
S_u	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
S_y	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa
$S_y(RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の40℃における値	MPa
T_i^{*1}	固有周期	s
T_z	固有周期 (Z方向)	s
Z_x	ラックの断面係数 (X軸回り)	mm ³
Z_y	ラックの断面係数 (Y軸回り)	mm ³
Z_{px}, Z_{pz}	サポートの断面係数	mm ³
σ_b	基礎ボルトに生じる引張応力	MPa

記号	記号の説明	単位
σ_{fa}	部材に生じる組合せ応力	MPa
σ_{ft}	部材に生じる引張応力	MPa
τ_b	基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
τ_f	部材に生じるせん断応力	MPa

注記*1: A_{si} , F_i , F_{yi} , F_{xi} , F_{zi} , f_{1i} , f_{2i} , K_i , l_{gi} , l_{1i} , l_{2i} ,
 M_i , M_{xi} , M_{zi} , m_{vi} , n_{1i} , n_{2i} 及び T_i の添字 i の意味は、以下のとおりとする。

$i = x$: X方向 (長辺方向)

$i = y$: Y方向 (短辺方向)

*2: 排除水質量とは、機器が流体中にある場合に、機器が排除する流体の質量であり、ラックの質量として考慮する、貯蔵物、ラック自身、ラックに含まれる水が占める体積分の水に相当する質量を示す。

*3: 付加質量とは、機器が流体中で加速度を受けた場合に質量が増加したような効果を模擬した、機器の形状により定まる仮想質量をいう。

2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2-2に示すとおりである。

表2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	S	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
震度	—	小数点以下第3位	切上げ	小数点以下第2位
温度	°C	—	—	整数位
質量	Kg	—	—	整数位
長さ	Mm	—	—	整数位 ^{*1}
面積	mm ²	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 ^{*2}
モーメント	N・mm	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 ^{*2}
力	N	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 ^{*2}
算出応力	Mpa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*3}	Mpa	小数点以下第1位	切捨て	整数位

注記*1：設計上定める値が小数点以下第1位の場合は、小数点以下第1位表示とする。

*2：絶対値が1000以上のときはべき数表示とする。

*3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は、比例法により補間した値の小数点以下第1位を切り捨て、整数位までの値とする。

3. 評価部位

ラックの耐震評価は、「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなるラック、サポート部材及び基礎ボルトについて実施する。ラックの耐震評価部位については、図3-1の構造概要図に示す。ただし、破損燃料格納容器はラックに挿入されているだけであるため、ラックの耐震評価の計算に見込むが評価部位とはしない。

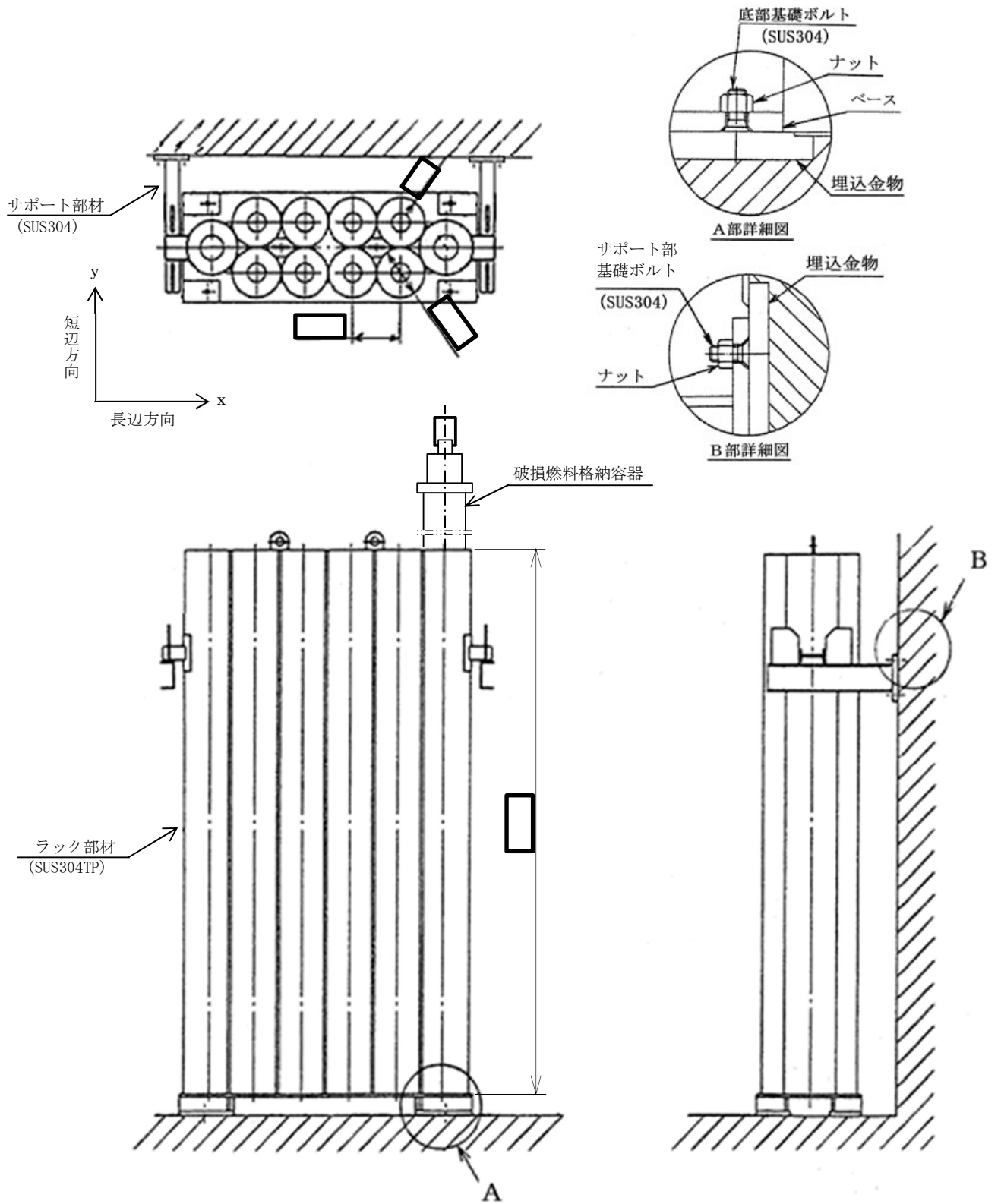


図 3-1 構造概要図 (単位: mm)

4. 固有周期

4.1 固有周期の計算方法

- (1) ラックの質量は、破損燃料と破損燃料格納容器 10 体の質量、ラック自身の質量、ラックに含まれる水の質量及び付加質量を考慮した値とする。
- (2) ラックは、ベース底部で基礎ボルトを介し床に完全固定とする。
- (3) 変形モードは、曲げたわみとせん断たわみの合成とする。
- (4) ラックは、Y方向の振動に対してサポートにより支持されるものとする。
- (5) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。
- (6) 本ラックは、各部材をすべて溶接にて接合されており、一体の構造物とみなして、上述より図 4-1 に示すようなラックの重心位置での 1 質点系の計算モデルと考える。
- (7) 図 4-1 に示す 1 質点系の計算モデルの固有周期は、(4.1.1)及び(4.1.2)式より求める。

$$T_i = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_a + m_{v i}}{1000 \cdot K_i}} \dots\dots\dots (4.1.1)$$

(i = x : X方向 (長辺方向), y : Y方向 (短辺方向))

$$T_z = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_a + m_{v z}}{1000 \cdot K_z}} \dots\dots\dots (4.1.2)$$

ただし、ラックのばね定数は、(4.1.3)、(4.1.4)及び(4.1.5)式より求める。

$$K_x = \frac{1}{\frac{h_{x1}^3}{3 \cdot E \cdot I_y} + \frac{h_{x1}}{A_{sx} \cdot G}} \dots\dots\dots (4.1.3)$$

$$K_y = \frac{1}{\frac{h_{y2}^2 \cdot h_{y1}^3 \cdot (4 \cdot h_{y2} + 3 \cdot h_{y1})}{12 \cdot E \cdot I_x \cdot h_3^3} + \frac{h_{y2} \cdot h_{y1}}{A_{sy} \cdot G \cdot h_3}} \dots\dots\dots (4.1.4)$$

$$K_z = \frac{A \cdot E}{h_{z1}} \dots\dots\dots (4.1.5)$$

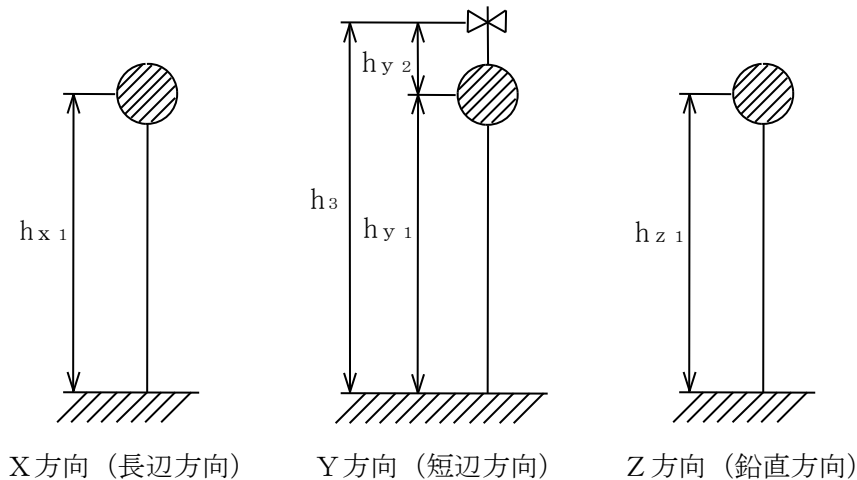


図 4-1 計算モデル

4.2 固有周期の計算条件

固有周期の計算に用いる計算条件は、本計算書の【制御棒・破損燃料貯蔵ラックの耐震性についての計算結果】の機器要目に示す。

4.3 固有周期の計算結果

固有周期の計算結果を表 4-1 に示す。計算の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛構造であることを確認した。

表 4-1 固有周期 (単位：s)

	固有周期
X方向 (長辺方向)	
Y方向 (短辺方向)	
Z方向 (鉛直方向)	

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

4.1 項(5)のほか、次の条件で計算する。

- (1) ラックは、原子炉建物の燃料プールの底部 (EL 30.83m) に基礎ボルトで固定し、更に壁からのサポートで支持されるものとする。
- (2) ラックの質量は、破損燃料と破損燃料格納容器 10 体の質量、ラック自身の質量及びラックに含まれる水の質量とする。また、更に精緻に評価するため、排除水質量（水中に設置される機器が排除する水の質量）の減算を考慮する。
- (3) 地震力は、ラックに対して水平方向から作用するものとする。ここで水平方向地震力は、ラックの長辺方向に作用する場合と短辺方向に作用する場合を考慮する。
また、鉛直方向地震力は、水平方向地震力と同時に不利な方向に作用するものとする。

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ラックの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-2 に示す。

5.2.2 許容応力

ラックの許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 5-3 に示す。

5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ラックの使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 5-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 5-5 に示す。

表 5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
核燃料物質の取扱施設 及び貯蔵施設	使用済燃料 貯蔵設備	制御棒・破損燃料 貯蔵ラック	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	ⅢA S
					$D + P_D + M_D + S_s$	ⅣA S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 5-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* ¹	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
核燃料物質の取扱施設 及び貯蔵施設	使用済燃料 貯蔵設備	制御棒・破損燃料 貯蔵ラック	常設耐震／防止 常設／緩和	—* ²	$D + P_D + M_D + S_s^*$ ³	ⅣA S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V A S (V A SとしてⅣA Sの 許容限界を用いる。)

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：重大事故等その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 5-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界 ^{*1, *2} （ボルト等以外）		許容限界 ^{*1, *2} （ボルト等）	
	一次応力		一次応力	
	引張	せん断	引張	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
Ⅴ _A S (Ⅴ _A SとしてⅣ _A Sの 許容限界を用いる。)				

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 5-4 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度					
ラック	SUS304TP	周囲環境温度	66	—	188	479	205
サポート	SUS304	周囲環境温度	66	—	188	479	205
基礎ボルト	SUS304	周囲環境温度	66	—	188	479	205

表 5-5 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度					
ラック	SUS304TP	周囲環境温度	100	—	171	441	205
サポート	SUS304	周囲環境温度	100	—	171	441	205
基礎ボルト	SUS304	周囲環境温度	100	—	171	441	205

5.3 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 5-6 及び表 5-7 に示す。

「弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度」及び「基準地震動 S_s」による地震力は、VI-2-1-7 「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表 5-6 設計用地震力（設計基準対象施設）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉建物 EL 30.83 (EL 34.8 ^{*1})			C _H =1.06 ^{*2}	C _V =0.96 ^{*2}	C _H =2.32 ^{*3}	C _V =1.79 ^{*3}

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 I（弾性設計用地震動 S_d）又は静的震度

*3：設計用震度 I（基準地震動 S_s）を上回る設計震度

表 5-7 設計用地震力（重大事故等対処設備）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉建物 EL 30.83 (EL 34.8 ^{*1})			—	—	C _H =2.32 ^{*2}	C _V =1.79 ^{*2}

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 I（基準地震動 S_s）を上回る設計震度

5.4 計算方法

5.4.1 ラック部材の応力

部材の荷重状態を図 5-1 に示す。

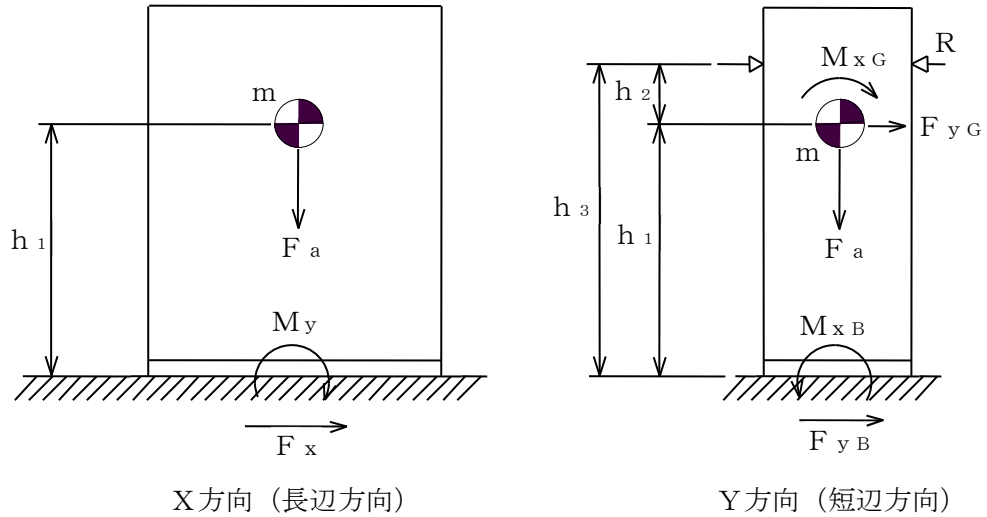


図 5-1 荷重状態

ラックの全質量は、(5.4.1)式より破損燃料と破損燃料格納容器 10 体の質量、ラック自身の質量及びラックに含まれる水の質量の合計から排除水質量を減じて求める。

$$m = m_c + m_F + m_R + m_w - m_{th} \quad \dots\dots\dots (5.4.1)$$

ここで、 m_{th} は排除水質量（水中に設置される機器が排除する水の質量）を示す。

(1) せん断応力

せん断力 F_i により、部材に生じるせん断応力 τ_f は、(5.4.2)式より求める。

$$\tau_f = \frac{F_i}{A_{s_i}} \quad \dots\dots\dots (5.4.2)$$

($i = x$: X 方向 (長辺方向), y : Y 方向 (短辺方向))

ここで、ラックに働くせん断力 F_i は、(5.4.3), (5.4.4), (5.4.5) 及び (5.4.6) 式より求める。

$$F_x = C_H \cdot m \cdot g \quad \dots\dots\dots (5.4.3)$$

$$F_y = \text{Max}(F_{yB}, F_{yG}) \quad \dots\dots\dots (5.4.4)$$

$$F_{yB} = \frac{C_H \cdot m \cdot g \cdot h_2}{2 \cdot h_3^3} \cdot (2 \cdot h_2^2 + 6 \cdot h_1 \cdot h_2 + 3 \cdot h_1^2) \quad \dots\dots\dots (5.4.5)$$

$$F_{yG} = \frac{C_H \cdot m \cdot g \cdot h_1^2}{2 \cdot h_3^3} \cdot (3 \cdot h_2 + 2 \cdot h_1) \quad \dots\dots\dots (5.4.6)$$

また、サポート反力 R は、 F_{yG} に等しい。

(2) 引張応力

軸力 F_a 及び転倒モーメント M_i により部材に生じる引張応力 σ_{ft} は, (5.4.7) 及び (5.4.8) 式より求める。

$$\sigma_{ft} = \frac{F_a}{A} + \frac{M_y}{Z_y} \dots\dots\dots (5.4.7)$$

$$\sigma_{ft} = \frac{F_a}{A} + \frac{M_x}{Z_x} \dots\dots\dots (5.4.8)$$

ここで, ラックに働く軸力 F_a 及びラックの転倒モーメント M_i は, (5.4.9), (5.4.10), (5.4.11), (5.4.12) 及び (5.4.13) 式より求める。

$$F_a = (1 + C_v) \cdot m \cdot g \dots\dots\dots (5.4.9)$$

$$M_x = \text{Max}(M_{xB}, M_{xG}) \dots\dots\dots (5.4.10)$$

$$M_{xB} = \frac{C_H \cdot m \cdot g \cdot h_1 \cdot h}{2 \cdot h_3^2} \cdot (2 \cdot h_2 + h_1) \dots\dots\dots (5.4.11)$$

$$M_{xG} = \frac{C_H \cdot m \cdot g \cdot h_2 \cdot h_1}{2 \cdot h_3^3} \cdot (3 \cdot h_2 + 2 \cdot h_1) \dots\dots\dots (5.4.12)$$

$$M_y = F_x \cdot h_1 \dots\dots\dots (5.4.13)$$

(3) 組合せ応力

部材に生じる組合せ応力 σ_{fa} は, (5.4.14) 式より求める。

$$\sigma_{fa} = \sqrt{\sigma_{ft}^2 + 3 \cdot \tau_f^2} \dots\dots\dots (5.4.14)$$

5.4.2 底部基礎ボルトの応力

基礎ボルトの荷重状態を図5-2に示す。

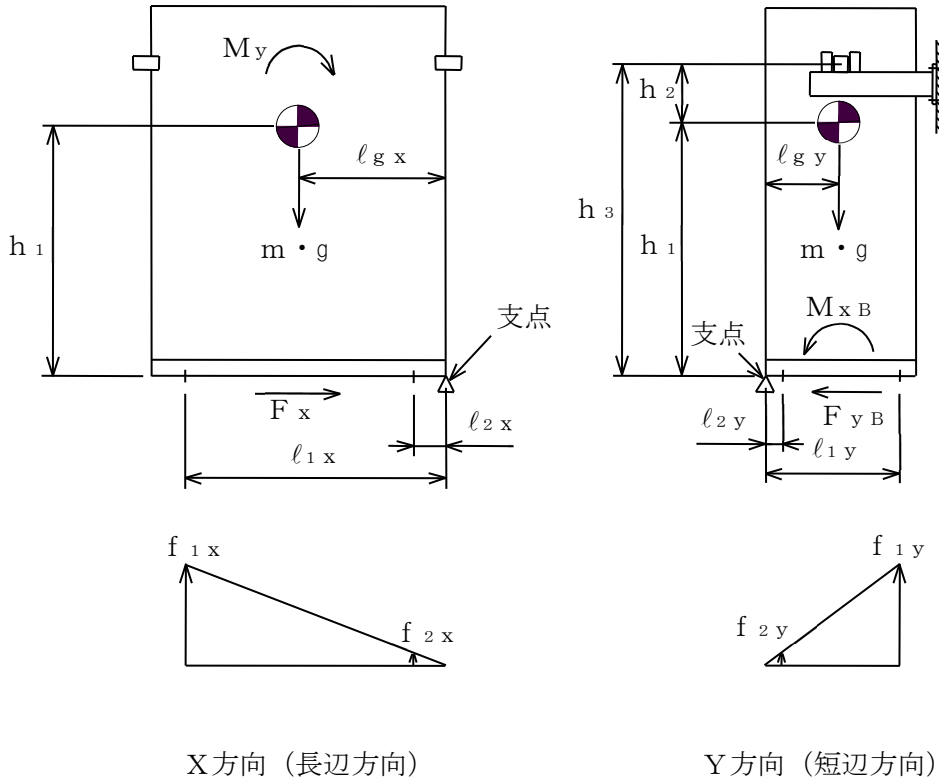


図5-2 荷重状態

(1) せん断応力

ベース底部に働くせん断力 F_x 又は F_{yB} により，基礎ボルトに生じるせん断応力 τ_b は，(5.4.15)及び(5.4.16)式より求める。

$$\tau_b = \frac{F_x}{n \cdot A_b} \dots\dots\dots (5.4.15)$$

$$\tau_b = \frac{F_{yB}}{n \cdot A_b} \dots\dots\dots (5.4.16)$$

ここで，基礎ボルトの軸断面積 A_b は(5.4.17)式より求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \dots\dots\dots (5.4.17)$$

(2) 引張応力

図 5-2 荷重状態において支点回りのモーメントの平衡により基礎ボルト 1 本当たりの引張力 f_{1i} , f_{2i} を求める。

$f_{1i} > f_{2i}$ の関係にあるので f_{1i} のみを (5.4.18) 及び (5.4.19) 式より求める。

$$f_{1x} = \frac{\ell_{1x} \cdot \{\sqrt{M_y^2 + (C_V \cdot m \cdot g \cdot \ell_{gx})^2} - m \cdot g \cdot \ell_{gx}\}}{n_{1x} \cdot \ell_{1x}^2 + n_{2x} \cdot \ell_{2x}^2} \dots\dots\dots (5.4.18)$$

$$f_{1y} = \frac{\ell_{1y} \cdot \{\sqrt{M_{xB}^2 + (C_V \cdot m \cdot g \cdot \ell_{gy})^2} - m \cdot g \cdot \ell_{gy}\}}{n_{1y} \cdot \ell_{1y}^2 + n_{2y} \cdot \ell_{2y}^2} \dots\dots\dots (5.4.19)$$

したがって、引張力 f_{1i} により基礎ボルトに生じる引張応力 σ_b は、(5.4.20) 式より求める。

$$\sigma_b = \frac{f_{1i}}{A_b} \dots\dots\dots (5.4.20)$$

($i = x$: X 方向 (長辺方向), y : Y 方向 (短辺方向))

ここで、基礎ボルトの軸断面積 A_b は、(5.4.17) 式による。

ただし、 f_{1i} の値が負となった場合は、引張力が生じないので以後の引張応力の計算は省略する。

5.4.3 サポート部材の応力

サポート部材にかかる荷重状態を図 5-3 に示す。

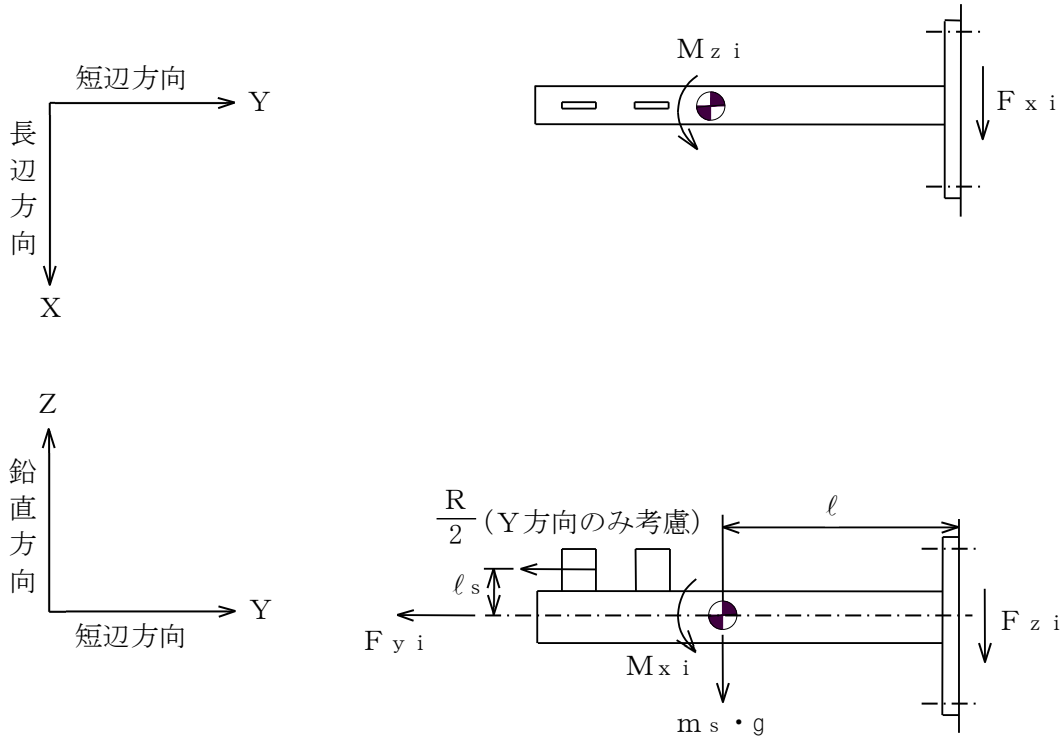


図 5-3 荷重状態

サポートの全質量は、(5.4.21)式よりサポートの質量から排除水質量を減じて求める。

$$m_s = m_{sa} - m_{sth} \quad \dots\dots\dots (5.4.21)$$

ここで、 m_{sth} は排除水質量（水中に設置される機器が排除する水の質量）を示す。

(1) せん断応力

せん断力 F_{xi} 、 F_{zi} により部材に生じるせん断応力 τ_f は、(5.4.22)式より求める。

$$\tau_f = \sqrt{\left(\frac{F_{xi}}{A_{px}}\right)^2 + \left(\frac{F_{zi}}{A_{pz}}\right)^2} \quad \dots\dots\dots (5.4.22)$$

($i = x$: X方向 (長辺方向), y : Y方向 (短辺方向))

ここで、サポート部に働くせん断力は、(5.4.23)、(5.4.24)及び(5.4.25)式より求める。

$$F_{xx} = C_H \cdot m_s \cdot g \quad \dots\dots\dots (5.4.23)$$

$$F_{xy} = 0 \quad \dots\dots\dots (5.4.24)$$

$$F_{zi} = (1 + C_V) \cdot m_s \cdot g \quad \dots\dots\dots (5.4.25)$$

($i = x$: X方向 (長辺方向), y : Y方向 (短辺方向))

(2) 引張応力

軸力 $F_{y i}$ 及び曲げモーメント $M_{x i}$, $M_{z i}$ により部材に生じる引張応力 $\sigma_{f t}$ は、(5.4.26) 式より求める。

$$\sigma_{f t} = \frac{F_{y i}}{A_p} + \frac{M_{x i}}{Z_{p x}} + \frac{M_{z i}}{Z_{p z}} \quad \dots\dots\dots (5.4.26)$$

($i = x$: X 方向 (長辺方向), y : Y 方向 (短辺方向))

ここで、サポート部に働く軸力及びモーメントは、(5.4.27), (5.4.28), (5.4.29), (5.4.30), (5.4.31) 及び (5.4.32) 式より求める。

$$F_{y x} = 0 \quad \dots\dots\dots (5.4.27)$$

$$F_{y y} = \frac{R}{2} + C_H \cdot m_s \cdot g \quad \dots\dots\dots (5.4.28)$$

$$M_{x x} = (1 + C_V) \cdot m_s \cdot g \cdot \ell \quad \dots\dots\dots (5.4.29)$$

$$M_{x y} = (1 + C_V) \cdot m_s \cdot g \cdot \ell + \frac{R}{2} \cdot \ell \quad \dots\dots\dots (5.4.30)$$

$$M_{z x} = C_H \cdot m_s \cdot g \cdot \ell \quad \dots\dots\dots (5.4.31)$$

$$M_{z y} = 0 \quad \dots\dots\dots (5.4.32)$$

(3) 組合せ応力

組合せ応力 $\sigma_{f a}$ は、(5.4.33) 式より求める。

$$\sigma_{f a} = \sqrt{\sigma_{f t}^2 + 3 \cdot \tau_f^2} \quad \dots\dots\dots (5.4.33)$$

5.4.4 サポート部基礎ボルトの応力

基礎ボルトに作用する引張力 $F_{y i}$ ，せん断力 $F_{x i}$ ， $F_{z i}$ 及び曲げモーメント $M_{x i}$ ， $M_{z i}$ の荷重状態を図 5-4 に示す。

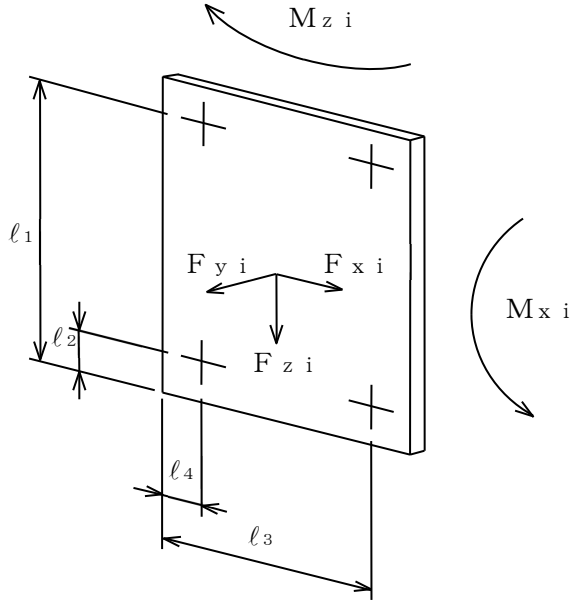


図 5-4 荷重状態

(1) せん断応力

せん断力 $F_{x i}$ ， $F_{z i}$ により基礎ボルトに生じるせん断応力 τ_b は，(5.4.34) 式より求める。

$$\tau_b = \frac{\sqrt{F_{x i}^2 + F_{z i}^2}}{n \cdot A_b} \dots\dots\dots (5.4.34)$$

($i = x$: X 方向 (長辺方向)， y : Y 方向 (短辺方向))

ここで，基礎ボルトの軸断面積 A_b は，(5.4.17) 式による。

(2) 引張応力

曲げモーメント $M_{x i}$ ， $M_{z i}$ により生じる基礎ボルト 1 本当たりの最大引張力 $N_{p m}$ 及び軸力 $F_{y i}$ により生じる基礎ボルトの引張応力 σ_b は，(5.4.35) 式より求める。

$$\sigma_b = \frac{N_{p m}}{A_b} + \frac{F_{y i}}{n \cdot A_b} \dots\dots\dots (5.4.35)$$

($i = x$: X 方向 (長辺方向)， y : Y 方向 (短辺方向))

ここで，基礎ボルトの軸断面積 A_b は，(5.4.17) 式による。

また，基礎ボルト 1 本当たりの最大引張力は(5.4.36) 式より求める。

$$N_{p m} = \sqrt{\left[\frac{l_1 \cdot M_{x i}}{2 \cdot (l_1^2 + l_2^2)} \right]^2 + \left[\frac{l_3 \cdot M_{z i}}{2 \cdot (l_3^2 + l_4^2)} \right]^2} \dots\dots\dots (5.4.36)$$

($i = x$: X 方向 (長辺方向)， y : Y 方向 (短辺方向))

5.5 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【制御棒・破損燃料貯蔵ラックの耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

5.6 応力の評価

5.6.1 部材の応力評価

5.4.1 項及び5.4.3 項で求めた各部材の引張応力 σ_{ft} 及び組合せ応力 σ_{fa} が、許容引張応力 f_{tm} 以下であること。

また、5.4.1 項及び5.4.3 項で求めた各部材のせん断応力 τ_f が、許容せん断応力 f_{sm} 以下であること。ただし、 f_{tm} 及び f_{sm} は下表による。

	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度による荷重 との組合せの場合	基準地震動 S_s による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{tm}	$\frac{F}{1.5} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sm}	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

5.6.2 基礎ボルトの応力評価

5.4.2 項及び5.4.4 項で求めた基礎ボルトの引張応力 σ_b は次式より求めた許容組合せ応力 f_{ts} 以下であること。ただし、 f_{to} は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}] \dots\dots\dots (5.6.1)$$

また、5.4.2 項及び5.4.4 項で求めた基礎ボルトのせん断応力 τ_b が、せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。ただし、 f_{sb} は下表による。

	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度による荷重 との組合せの場合	基準地震動 S_s による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{to}	$\frac{F}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sb}	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

ラックの設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

ラックの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

【制御棒・破損燃料貯蔵ラックの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度 分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度		
制御棒・破損燃料 貯蔵ラック	S	原子炉建物 EL 30.83 (EL 34.8 ^{*1})			$C_H=1.06^{*2}$	$C_V=0.96^{*2}$	$C_H=2.32^{*3}$	$C_V=1.79^{*3}$	—	66

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 I（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

*3：設計用震度 I（基準地震動 S s）を上回る設計震度

1.2 機器要目

1.2.1 固有周期の計算に用いる要目

m _a (kg)	m _c (kg)	m _F (kg)	m _R (kg)	m _w (kg)	m _{v x} (kg)	m _{v y} (kg)	m _{v z} (kg)	A (mm ²)	A _{s x} (mm ²)	A _{s y} (mm ²)	I _x (mm ⁴)	I _y (mm ⁴)
								3.547×10^4	1.773×10^4	1.773×10^4	8.491×10^8	5.924×10^9

E (MPa)	G (MPa)	h _{x 1} (mm)	h _{y 1} (mm)	h _{z 1} (mm)	h _{y 2} (mm)	h ₃ (mm)
192000	73800	2144	1913	2298	625	2538

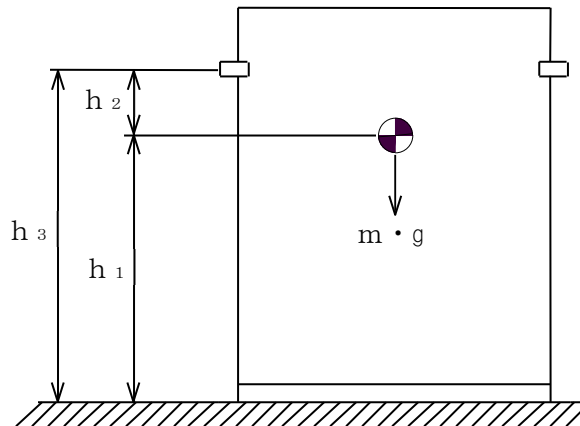
1.2.2 部材の応力評価に用いる要目

m (kg)	m _c (kg)	m _F (kg)	m _R (kg)	m _w (kg)	m _{t h} (kg)	m _s (kg)	m _{s a} (kg)	m _{s t h} (kg)	A (mm ²)	A _{s x} (mm ²)	A _{s y} (mm ²)
									3.547×10 ⁴	1.773×10 ⁴	1.773×10 ⁴

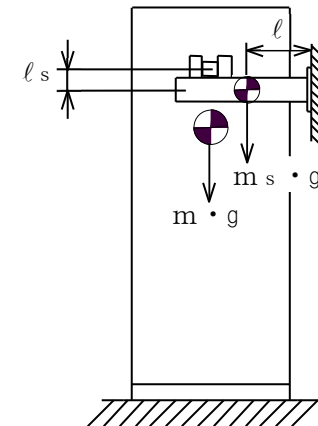
A _p (mm ²)	A _{p x} (mm ²)	A _{p z} (mm ²)	Z _x (mm ³)	Z _y (mm ³)	Z _{p x} (mm ³)	Z _{p z} (mm ³)	h ₁ (mm)	h ₂ (mm)	h ₃ (mm)	ℓ _s (mm)	ℓ (mm)
1.728×10 ³	642.4	768.9	3.110×10 ⁶	7.571×10 ⁶	7.976×10 ⁴	1.735×10 ⁴	2187	351	2538	175	286

	材料	S _y * (MPa)	S _u * (MPa)	S _y (R T) (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
ラック	SUS304TP	188	479	205	205	246
サポート	SUS304					

注記*：周囲環境温度(66℃)で算出



X方向(長辺方向)



Y方向(短辺方向)

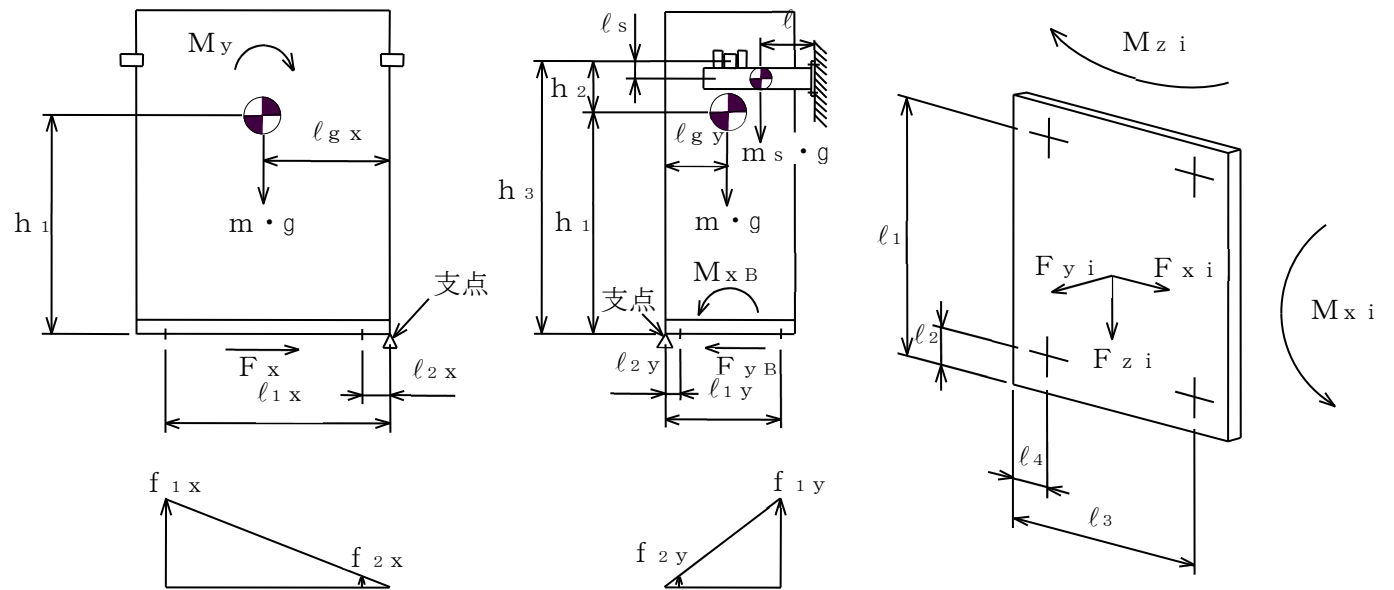
1.2.3 基礎ボルトの応力評価に用いる要目

m (kg)	m _s (kg)	d (mm)		A _b (mm ²)		l _{1x} (mm)	l _{2x} (mm)	l _{1y} (mm)	l _{2y} (mm)
		底部基礎ボルト	サポート部基礎ボルト	底部基礎ボルト	サポート部基礎ボルト				
		24 (M24)	16 (M16)	452.4	201.1	1470	150	540	60

l (mm)	l _s (mm)	l ₁ (mm)	l ₂ (mm)	l ₃ (mm)	l ₄ (mm)	l _{gx} (mm)	l _{gy} (mm)	n	n _{1x}	n _{2x}	n _{1y}	n _{2y}
286	175	265	35	265	35	810	300	4	2	2	2	2

基礎ボルト材料	S _y * (MPa)	S _u * (MPa)	S _y (RT) (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
SUS304	188	479	205	205	246

注記*：周囲環境温度(66℃)で算出



X方向 (長辺方向)

Y方向 (短辺方向)

1.3 計算数値

1.3.1 部材に生じる応力

(単位：MPa)

部材	応力の種類	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
		X方向	Y方向	X方向	Y方向
ラック	引張 σ_{ft}	16	7	33	13
	せん断 τ_f	3	2	6	5
	組合せ σ_{fa}	17	8	35	15
サポート	引張 σ_{ft}	7	54	14	115
	せん断 τ_f	1	1	2	1
	組合せ σ_{fa}	8	54	14	115

1.3.2 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

基礎 ボルト	応力の種類	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
		X方向	Y方向	X方向	Y方向
底部	引張 σ_b	54	4	146	33
	せん断 τ_b	26	6	56	12
サポート部	引張 σ_b	2	55	3	118
	せん断 τ_b	1	1	2	1

1.4 結論

1.4.1 固有周期 (単位：s)

方向	固有周期
水平方向 (X方向)	
水平方向 (Y方向)	
鉛直方向 (Z方向)	

1.4.2 部材に生じる応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力の種類	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
ラック	SUS304TP	引張	$\sigma_{ft}=16$	$f_{tm}=205$	$\sigma_{ft}=33$	$f_{tm}=246$
		せん断	$\tau_f = 3$	$f_{sm}=118$	$\tau_f = 6$	$f_{sm}=142$
		組合せ	$\sigma_{fa}=17$	$f_{tm}=205$	$\sigma_{fa}=35$	$f_{tm}=246$
サポート	SUS304	引張	$\sigma_{ft}=54$	$f_{tm}=205$	$\sigma_{ft}=115$	$f_{tm}=246$
		せん断	$\tau_f = 1$	$f_{sm}=118$	$\tau_f = 1$	$f_{sm}=142$
		組合せ	$\sigma_{fa}=54$	$f_{tm}=205$	$\sigma_{fa}=115$	$f_{tm}=246$

すべて許容応力以下である。

1.4.3 基礎ボルトに生じる応力 (単位：MPa)

基礎ボルト	材料	応力の種類	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
底部	SUS304	引張	$\sigma_b=54$	$f_{ts}=153^*$	$\sigma_b=146$	$f_{ts}=168^*$
		せん断	$\tau_b=26$	$f_{sb}=118$	$\tau_b=56$	$f_{sb}=142$
サポート部		引張	$\sigma_b=55$	$f_{ts}=153^*$	$\sigma_b=118$	$f_{ts}=184^*$
		せん断	$\tau_b=1$	$f_{sb}=118$	$\tau_b=1$	$f_{sb}=142$

すべて許容応力以下である。

注記* : $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

【制御棒・破損燃料貯蔵ラックの耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度		
制御棒・破損燃料 貯蔵ラック	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉建物 EL 30.83 (EL 34.8 ^{*1})			—	—	C _H =2.32 ^{*2}	C _V =1.79 ^{*2}	—	100

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 I（基準地震動 S_s）を上回る設計震度

2.2 機器要目

2.2.1 固有周期の計算に用いる要目

m _a (kg)	m _c (kg)	m _F (kg)	m _R (kg)	m _w (kg)	m _{v x} (kg)	m _{v y} (kg)	m _{v z} (kg)	A (mm ²)	A _{s x} (mm ²)	A _{s y} (mm ²)	I _x (mm ⁴)	I _y (mm ⁴)
								3.547×10 ⁴	1.773×10 ⁴	1.773×10 ⁴	8.491×10 ⁸	5.924×10 ⁹

E (MPa)	G (MPa)	h _{x 1} (mm)	h _{y 1} (mm)	h _{z 1} (mm)	h _{y 2} (mm)	h ₃ (mm)
192000	73800	2144	1913	2298	625	2538

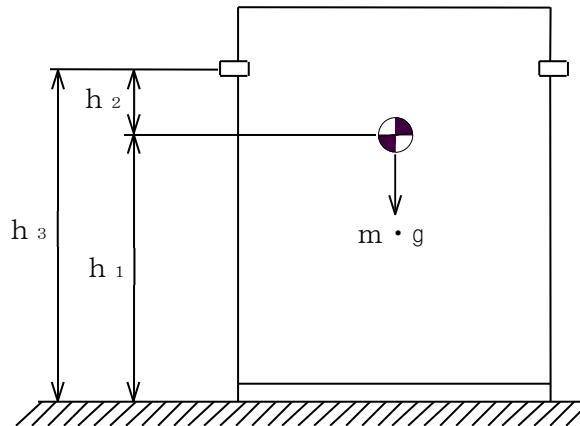
2.2.2 部材の応力評価に用いる要目

m (kg)	m _c (kg)	m _F (kg)	m _R (kg)	m _w (kg)	m _{t h} (kg)	m _s (kg)	m _{s a} (kg)	m _{s t h} (kg)	A (mm ²)	A _{s x} (mm ²)	A _{s y} (mm ²)
									3.547×10 ⁴	1.773×10 ⁴	1.773×10 ⁴

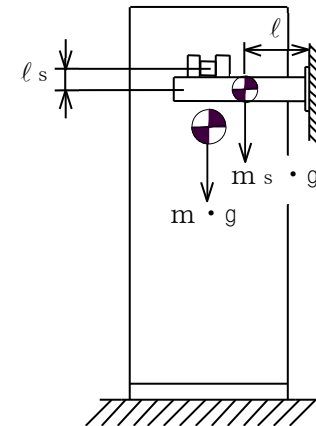
A _p (mm ²)	A _{p x} (mm ²)	A _{p z} (mm ²)	Z _x (mm ³)	Z _y (mm ³)	Z _{p x} (mm ³)	Z _{p z} (mm ³)	h ₁ (mm)	h ₂ (mm)	h ₃ (mm)	ℓ _s (mm)	ℓ (mm)
1.728×10 ³	642.4	768.9	3.110×10 ⁶	7.571×10 ⁶	7.976×10 ⁴	1.735×10 ⁴	2187	351	2538	175	286

	材料	S _y * (MPa)	S _u * (MPa)	S _y (R T) (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
ラック	SUS304TP	171	441	205	—	230
サポート	SUS304					

注記*：周囲環境温度(100℃)で算出



X方向（長辺方向）



Y方向（短辺方向）

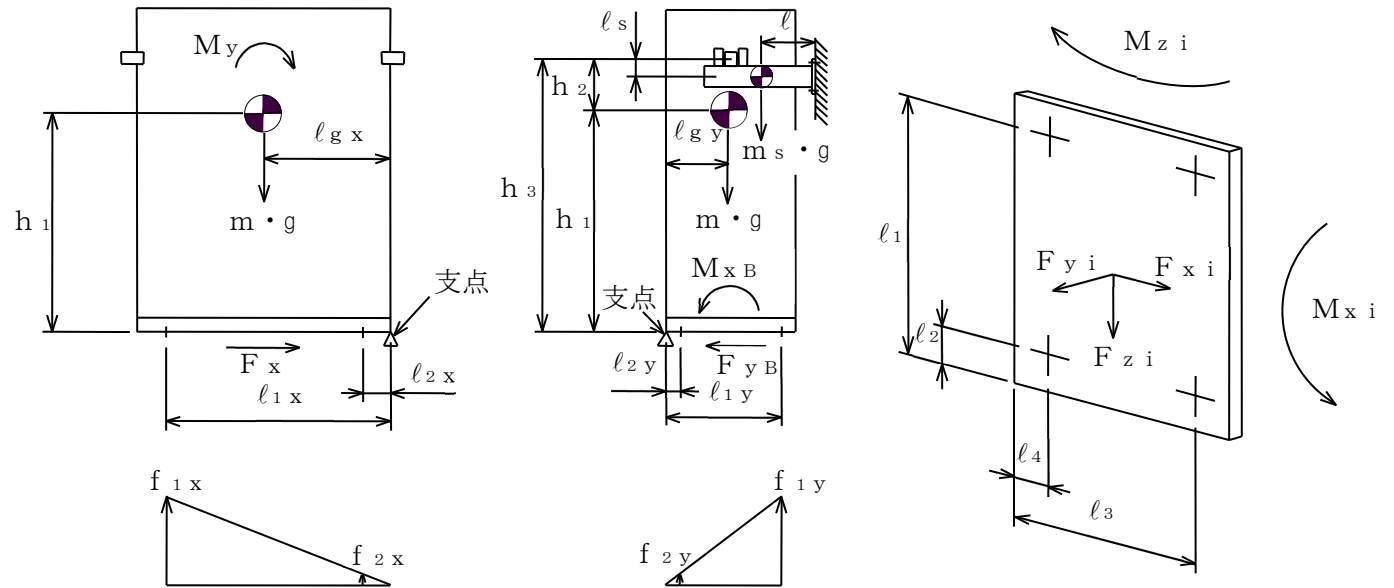
2.2.3 基礎ボルトの応力評価に用いる要目

m (kg)	m _s (kg)	d (mm)		A _b (mm ²)		l _{1x} (mm)	l _{2x} (mm)	l _{1y} (mm)	l _{2y} (mm)
		底部基礎ボルト	サポート部基礎ボルト	底部基礎ボルト	サポート部基礎ボルト				
		24 (M24)	16 (M16)	452.4	201.1	1470	150	540	60

l (mm)	l _s (mm)	l ₁ (mm)	l ₂ (mm)	l ₃ (mm)	l ₄ (mm)	l _{gx} (mm)	l _{gy} (mm)	n	n _{1x}	n _{2x}	n _{1y}	n _{2y}
286	175	265	35	265	35	810	300	4	2	2	2	2

基礎ボルト材料	S _y * (MPa)	S _u * (MPa)	S _y (RT) (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
SUS304	171	441	205	—	230

注記*：周囲環境温度(100℃)で算出



X方向 (長辺方向)

Y方向 (短辺方向)

2.3 計算数値

2.3.1 部材に生じる応力

(単位：MPa)

部材	応力の種類	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
		X方向	Y方向	X方向	Y方向
ラック	引張 σ_{ft}	—	—	33	13
	せん断 τ_f	—	—	6	5
	組合せ σ_{fa}	—	—	35	15
サポート	引張 σ_{ft}	—	—	14	115
	せん断 τ_f	—	—	2	1
	組合せ σ_{fa}	—	—	14	115

2.3.2 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

基礎 ボルト	応力の種類	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
		X方向	Y方向	X方向	Y方向
底部	引張 σ_b	—	—	146	33
	せん断 τ_b	—	—	56	12
サポート部	引張 σ_b	—	—	3	118
	せん断 τ_b	—	—	2	1

2.4 結論

2.4.1 固有周期 (単位：s)

方向	固有周期
水平方向 (X方向)	
水平方向 (Y方向)	
鉛直方向 (Z方向)	

2.4.2 部材に生じる応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力の種類	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
ラック	SUS304TP	引張	—	—	$\sigma_{ft} = 33$	$f_{tm} = 230$
		せん断	—	—	$\tau_f = 6$	$f_{sm} = 132$
		組合せ	—	—	$\sigma_{fa} = 35$	$f_{tm} = 230$
サポート	SUS304	引張	—	—	$\sigma_{ft} = 115$	$f_{tm} = 230$
		せん断	—	—	$\tau_f = 1$	$f_{sm} = 132$
		組合せ	—	—	$\sigma_{fa} = 115$	$f_{tm} = 230$

すべて許容応力以下である。

2.4.3 基礎ボルトに生じる応力 (単位：MPa)

基礎ボルト	材料	応力の種類	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
底部	SUS304	引張	—	—	$\sigma_b = 146$	$f_{ts} = 151^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 56$	$f_{sb} = 132$
サポート部		引張	—	—	$\sigma_b = 118$	$f_{ts} = 172^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 1$	$f_{sb} = 132$

すべて許容応力以下である。

注記* : $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

VI-2-5 原子炉冷却系統施設の耐震性に関する説明書

VI-2-5-5 非常用炉心冷却設備その他原子炉注水設備の
耐震性についての計算書

VI-2-5-5-2 低圧炉心スプレイ系の耐震性についての計算書

VI-2-5-5-2-3 管の耐震性についての計算書
(低圧炉心スプレイ系)

目 次

1. 概要	1
2. 概略系統図及び鳥瞰図	2
2.1 概略系統図	2
2.2 鳥瞰図	4
3. 計算条件	15
3.1 計算方法	15
3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態	16
3.3 設計条件	18
3.4 材料及び許容応力	33
3.5 設計用地震力	34
4. 解析結果及び評価	35
4.1 固有周期及び設計震度	35
4.2 評価結果	51
4.2.1 管の応力評価結果	51
4.2.2 支持構造物評価結果	53
4.2.3 弁の動的機能維持の評価結果	54
4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果	55

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」（以下「基本方針」という。）に基づき、低圧炉心スプレイ系の管，支持構造物及び弁が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，動的機能を維持できることを説明するものである。

計算結果の記載方法は，以下に示すとおりである。

(1) 管

工事計画記載範囲の管のうち，各応力区分における最大応力評価点の評価結果を解析モデル単位に記載する。また，全3モデルのうち，各応力区分における最大応力評価点の許容値／発生値（以下「裕度」という。）が最小となる解析モデルを代表として鳥瞰図，計算条件及び評価結果を記載する。各応力区分における代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を4.2.4に記載する。

(2) 支持構造物

工事計画記載範囲の支持点のうち，種類及び型式単位に反力が最大となる支持点の評価結果を代表として記載する。





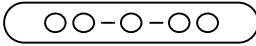
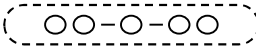

(3) 弁

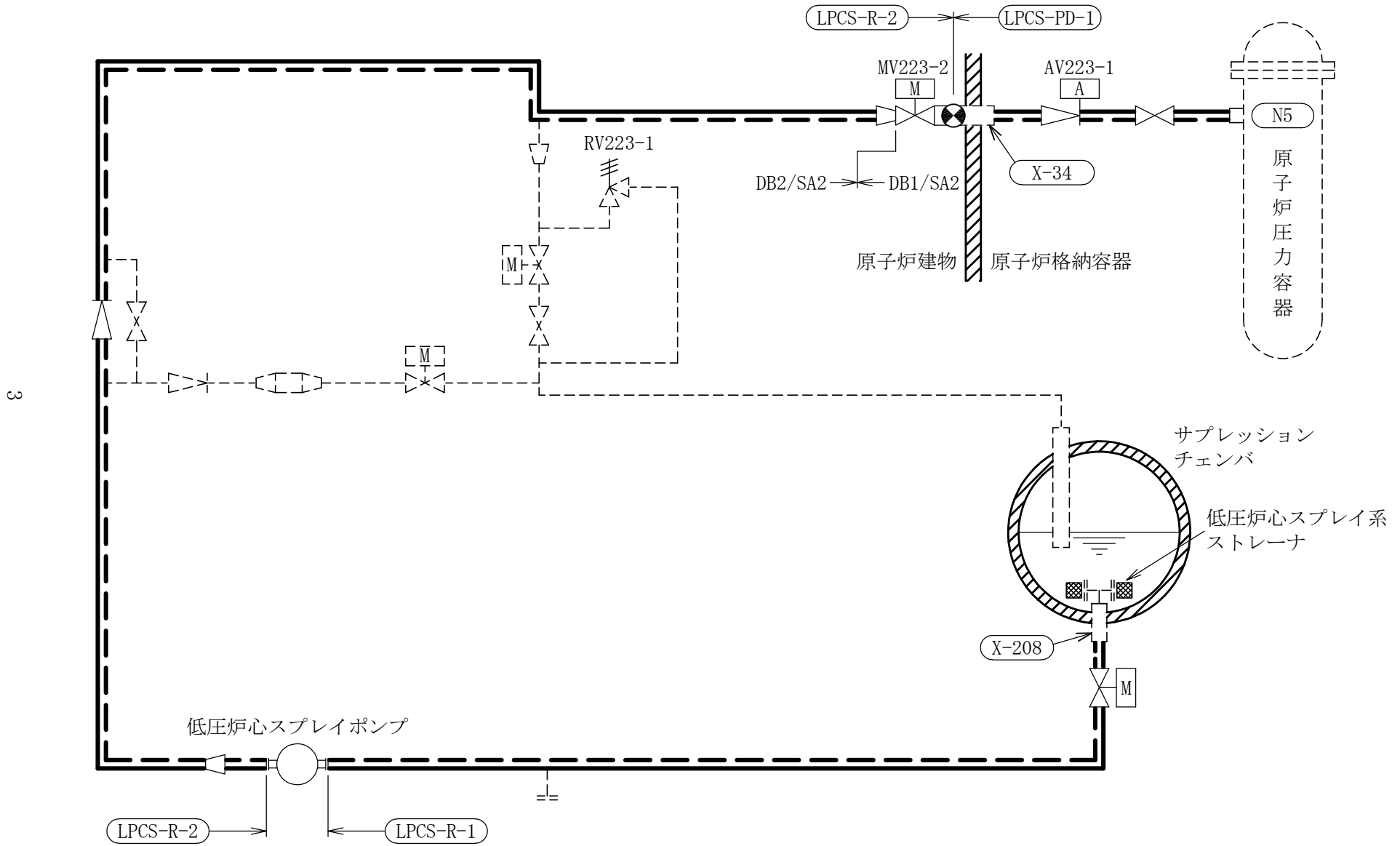
機能確認済加速度の機能維持評価用加速度に対する裕度が最小となる動的機能維持要求弁を代表として，弁型式別に評価結果を記載する。

2. 概略系統図及び鳥瞰図

2.1 概略系統図

概略系統図記号凡例


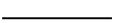



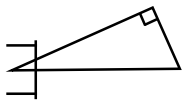
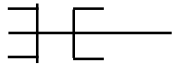

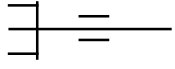
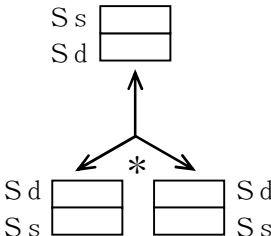
記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備)
 (太破線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (設計基準対象施設)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他 計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管、又は工事計画記載範囲の管 のうち他系統の管であって系統の概略を示すために表 記する管
	鳥瞰図番号 (代表モデル)
	鳥瞰図番号 (代表モデル以外)
	アンカ
[管クラス] DB1 DB2 DB3 DB4 SA2 SA3 DB1/SA2 DB2/SA2 DB3/SA2 DB4/SA2	クラス 1 管 クラス 2 管 クラス 3 管 クラス 4 管 重大事故等クラス 2 管 重大事故等クラス 3 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 1 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 2 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 3 管 重大事故等クラス 2 管であってクラス 4 管



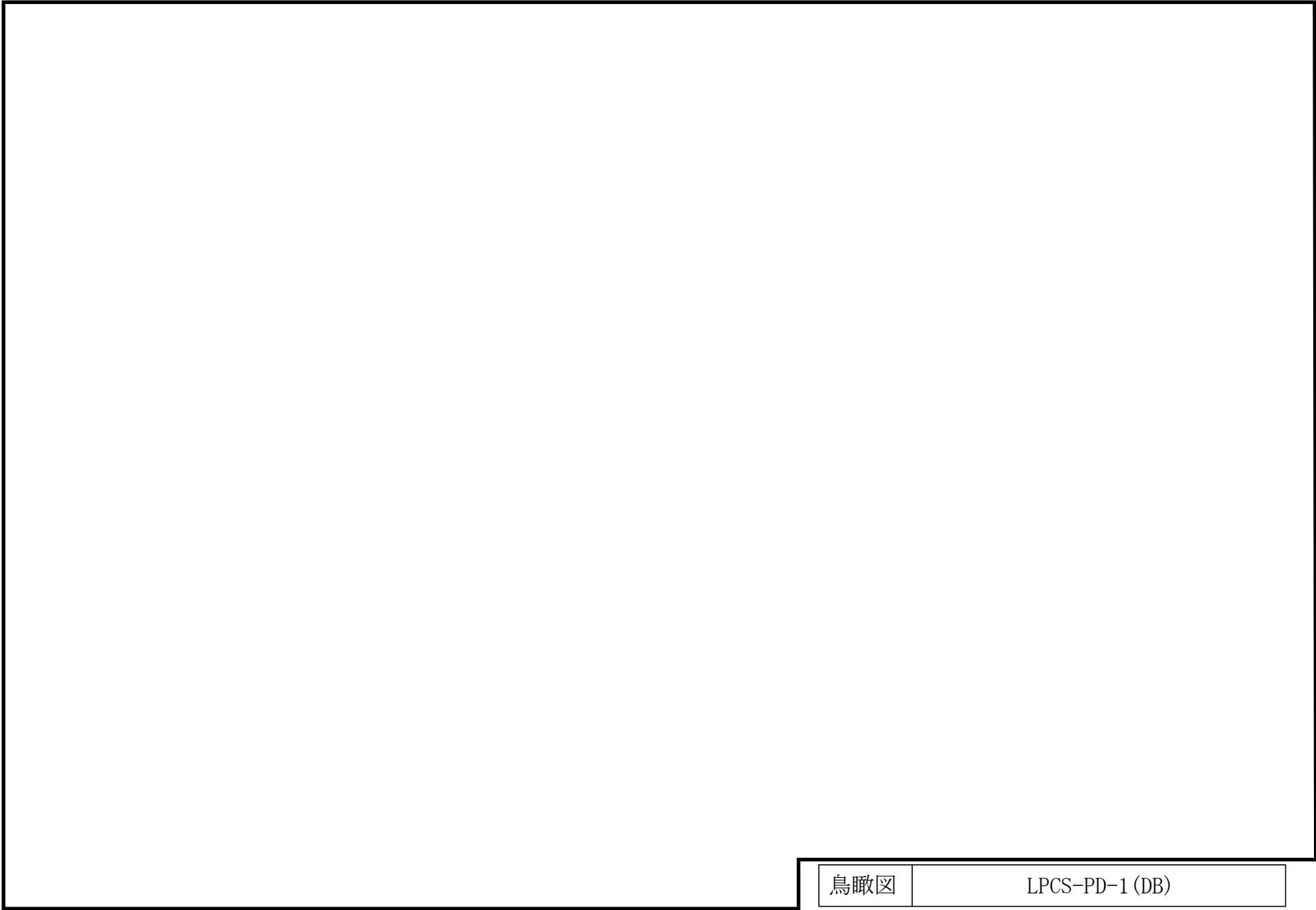
低圧炉心スプレイ系概略系統図

2.2 鳥瞰図

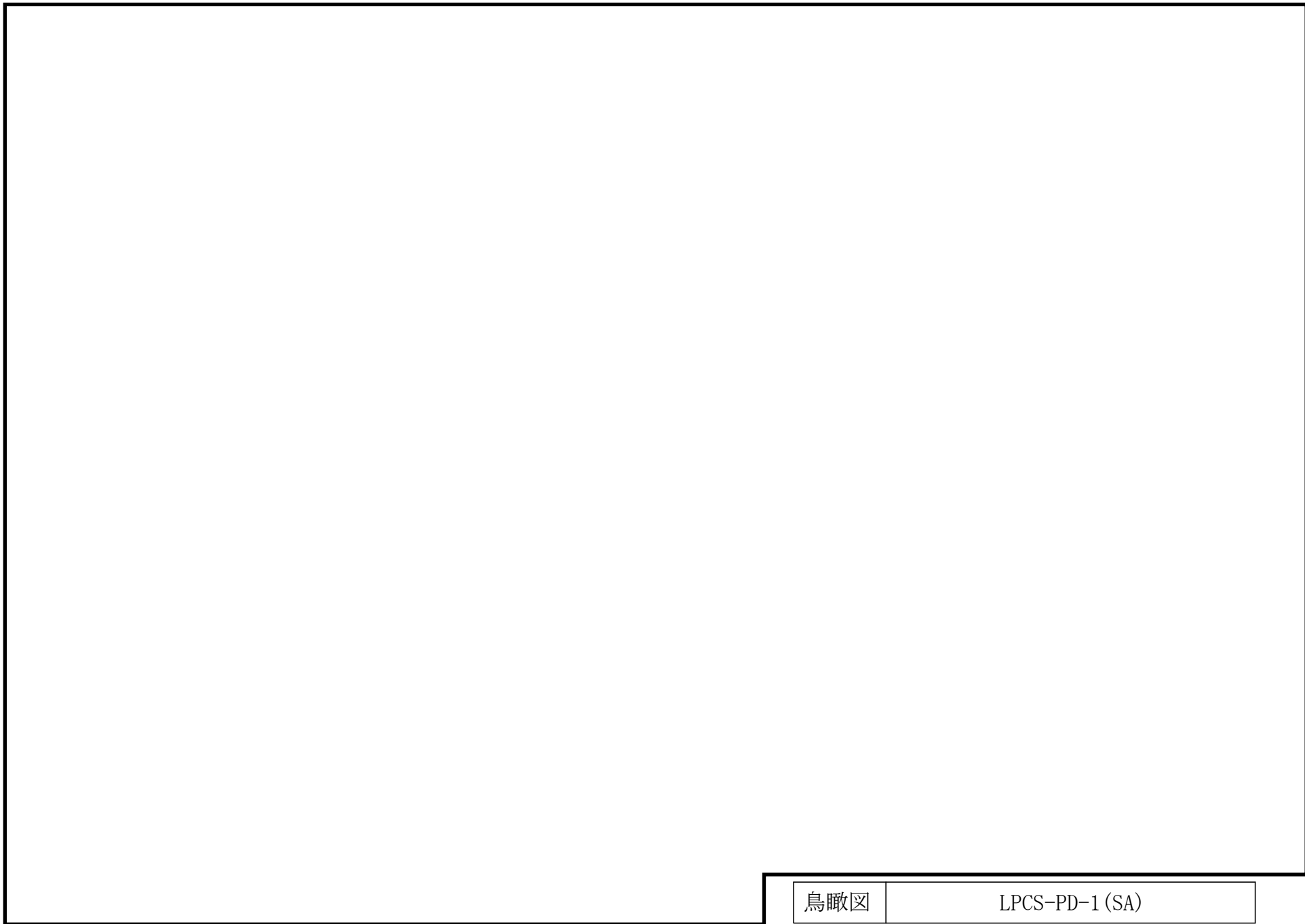
鳥瞰図記号凡例

記号	内容
 (太線)	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管 (重大事故等対処設備の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(SA)」, 設計基準対象施設の場合は鳥瞰図番号の末尾を「(DB)」とする。)
 (細線)	工事計画記載範囲の管のうち、本系統の管であって他計算書記載範囲の管
 (破線)	工事計画記載範囲外の管, 又は工事計画記載範囲の管のうち他系統の管であって解析モデルの概略を示すために表記する管
	質点
	アンカ
	レストレイント (本図は斜め拘束の場合の全体座標系における拘束方向成分を示す。スナップについても同様とする。)
	スナップ
	ハンガ
	リジットハンガ
	拘束点の地震による相対変位量(mm) (*は評価点番号, 矢印は拘束方向を示す。また, 内に変位量を記載する。なお, S s 機能維持の範囲は S s 地震動による変位量のみを記載する。)
注：鳥瞰図中の寸法の単位はmmである。	

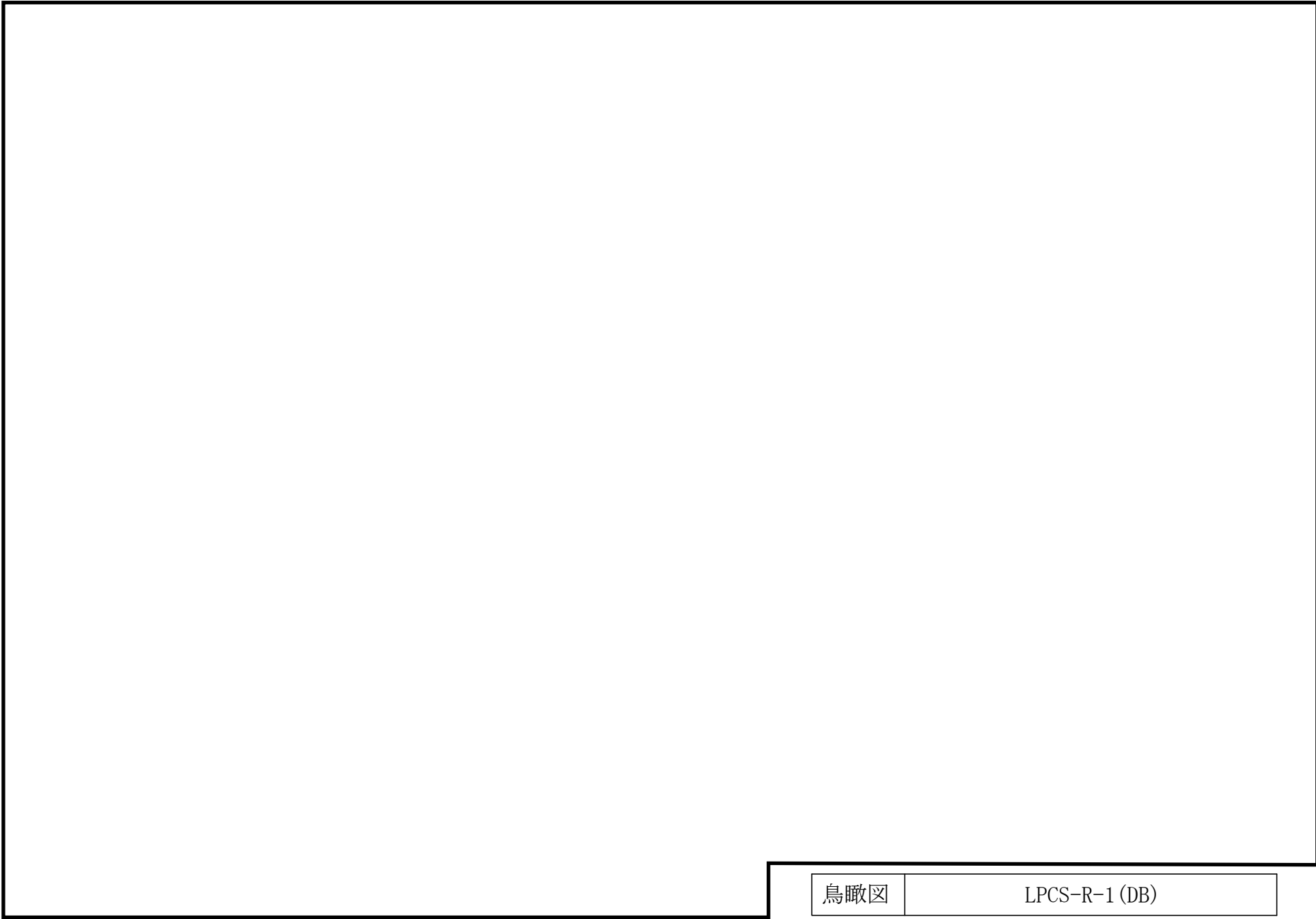
S2 補 VI-2-5-5-2-3 R0



鳥瞰図	LPCS-PD-1 (DB)
-----	----------------



鳥瞰図	LPCS-PD-1 (SA)
-----	----------------



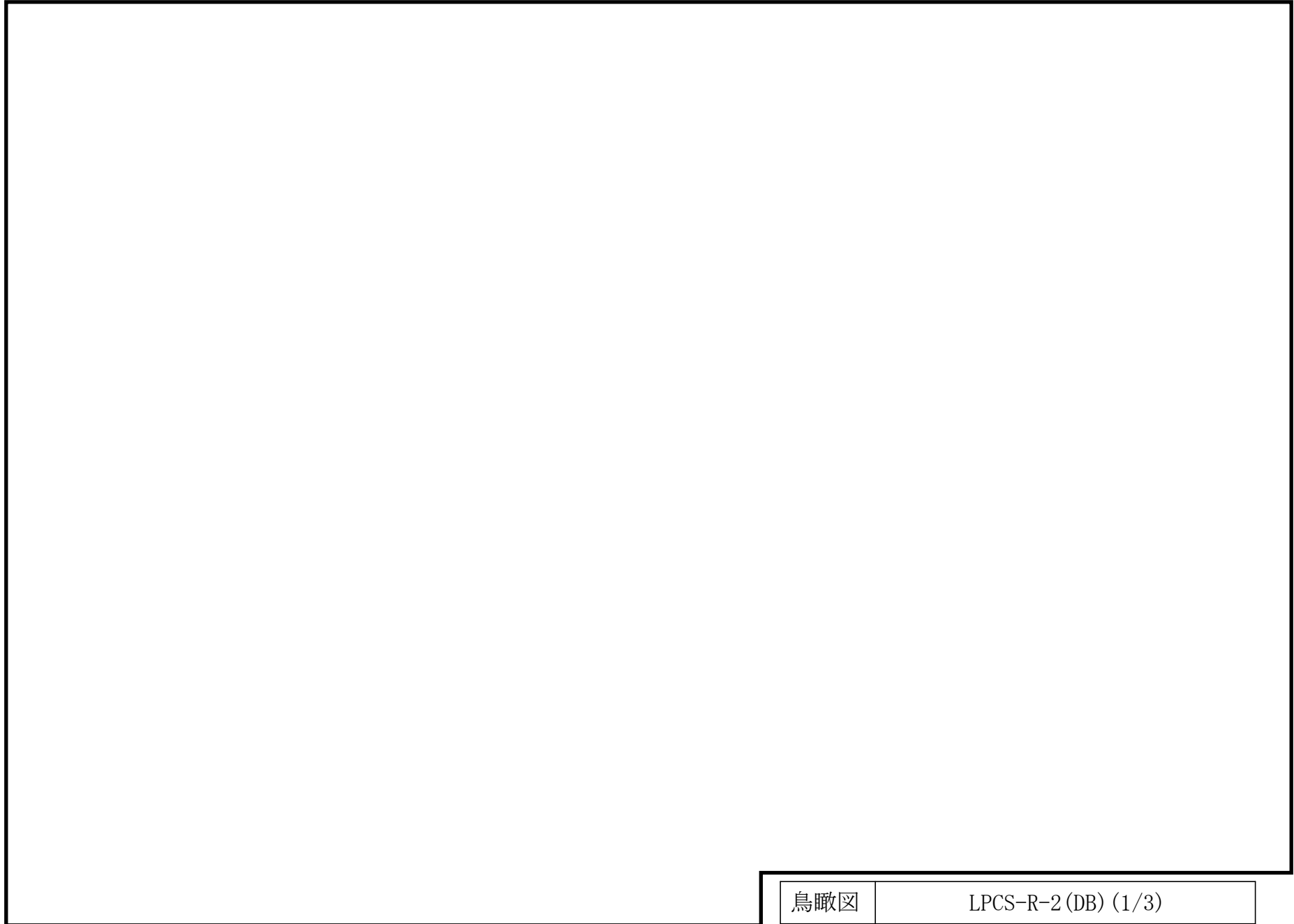
鳥瞰図

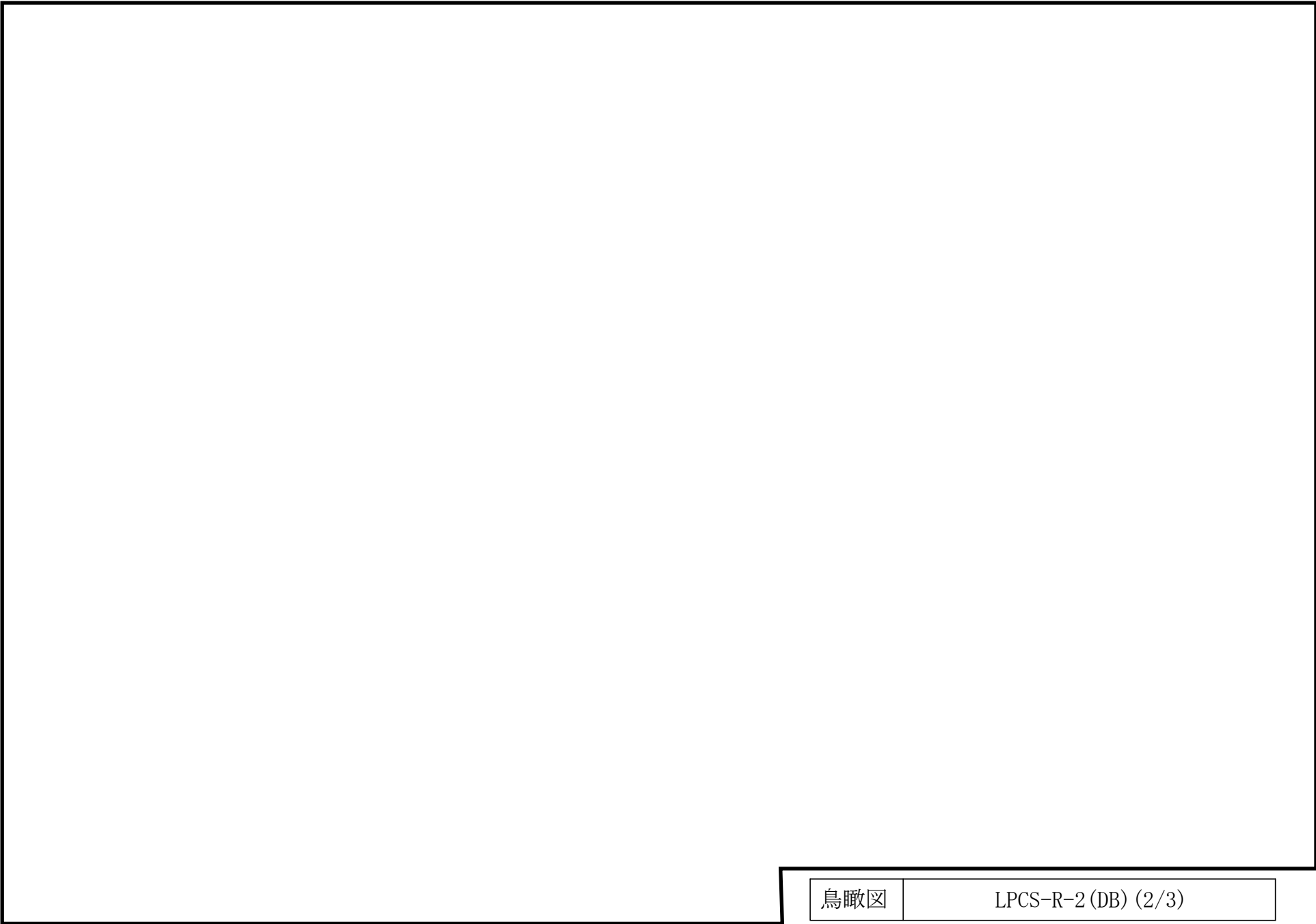
LPCS-R-1 (DB)

∞

鳥瞰図

LPCS-R-1 (SA)



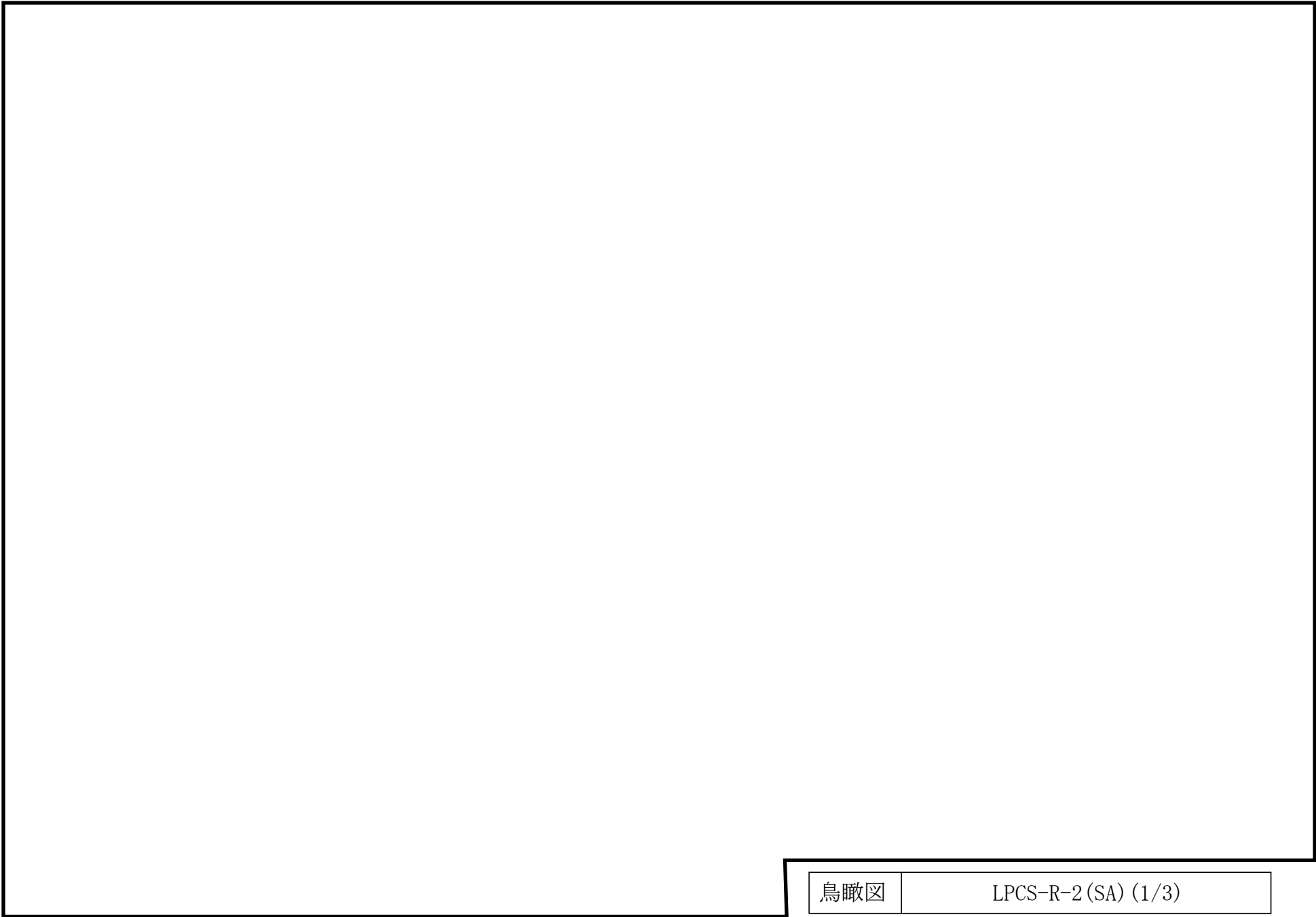


鳥瞰図

LPCS-R-2 (DB) (2/3)

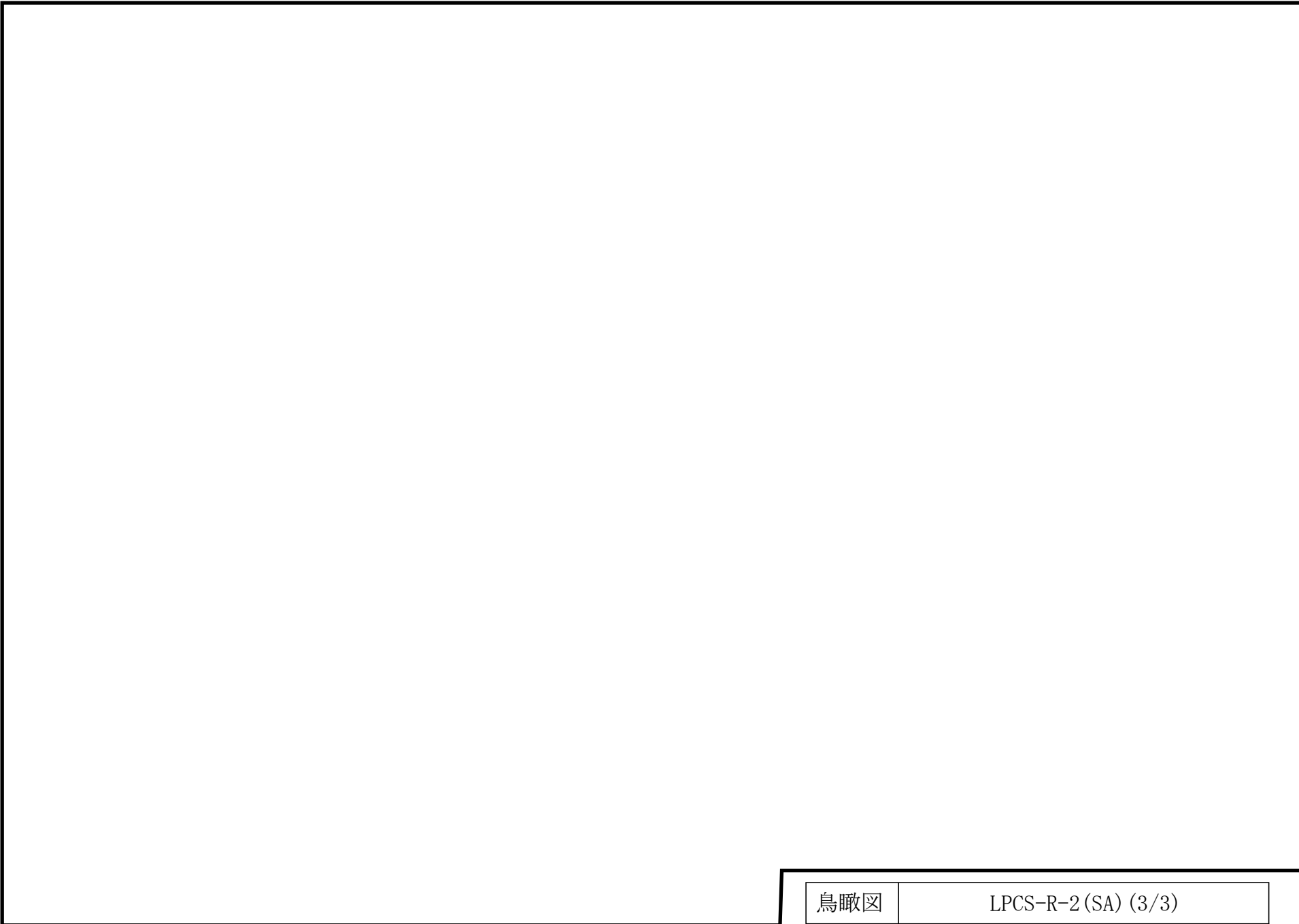
鳥瞰図

LPCS-R-2 (DB) (3/3)



鳥瞰図

LPCS-R-2(SA) (2/3)



鳥瞰図

LPCS-R-2(SA) (3/3)

3. 計算条件

3.1 計算方法

管の構造強度評価は、基本方針に記載の評価方法に基づき行う。解析コードは「H I S A P」を使用し、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類 ^{*1}	設備分類 ^{*2}	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ ^{*3, *4}	許容応力状態 ^{*5}
原子炉冷却系統施設	非常用炉心冷却設備 その他原子炉注水設備	低圧炉心スプレイ系	DB	—	クラス1管 クラス2管	S	I _L +S _d	Ⅲ _A S
							Ⅱ _L +S _d	
							Ⅳ _{L(L)} +S _d	
							I _L +S _s	Ⅳ _A S
							Ⅱ _L +S _s	

荷重の組合せ及び許容応力状態

本計算書において考慮する荷重の組合せ及び許容応力状態を下表に示す。

施設名称	設備名称	系統名称	施設分類 ^{*1}	設備分類 ^{*2}	機器等の区分	耐震重要度分類	荷重の組合せ ^{*3, *4}	許容応力状態 ^{*5}
原子炉冷却系統施設	非常用炉心冷却設備 その他原子炉注水設備	低圧炉心スプレイ系	SA	常設/防止(DB拡張)	重大事故等クラス2管	—	I _L + S _s	IV _A S
							II _L + S _s	
							IV _{L(L)} + S _d ^{*6}	
							V _{L(L)} + S _d ^{*7~*9}	V _A S
							V _{L(LL)} + S _s ^{*10}	
							V _L + S _s ^{*11}	

注記*1 : DBは設計基準対象施設, SAは重大事故等対処設備を示す。

*2 : 「常設/防止(DB拡張)」は常設重大事故防止設備(設計基準拡張)を示す。

*3 : 運転状態の添字Lは荷重, (L)は荷重が長期間作用している状態, (LL)は(L)より更に長期的に荷重が作用している状態を示す。

*4 : 許容応力状態ごとに最も厳しい条件又は包絡条件を用いて評価を実施する。

*5 : 許容応力状態V_ASは許容応力状態IV_ASの許容限界を使用し, 許容応力状態IV_ASとして評価を実施する。

*6 : 原子炉冷却材圧力バウンダリのみにおいて考慮する。

*7 : 原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器バウンダリにおいて考慮する。

*8 : 原子炉格納容器バウンダリは, 事象の進展によっては, 重大事故等時の最大荷重の発生タイミングが遅くなる可能性があることから, 保守的に重大事故等時の最大荷重とS_d地震力の組合せを考慮する。

*9 : 原子炉格納容器バウンダリにおいては, 原子炉格納容器過圧・過温破損(残留熱代替除去系を使用しない場合)における荷重条件を適用する。

*10 : 原子炉格納容器バウンダリにおいては, 原子炉格納容器過圧・過温破損(残留熱代替除去系を使用する場合)における荷重条件を適用する。

*11 : 原子炉冷却材圧力バウンダリ及び原子炉格納容器バウンダリを除く設備は必ずしも重大事故等時の荷重の時間履歴を詳細に評価しないことから, 重大事故等時の最大荷重とS_s地震力の組合せを考慮する。

3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 LPCS-PD-1

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	5~19, 20~24 25~33	8.62	302	267.4	18.2	STS42	S	200400
2	33~36N	8.62	302	267.4	18.2	STS42	S	186920

配管の付加質量

鳥 瞰 図 LPCS-PD-1

質量	対応する評価点
□	5～5001, 1201～1301, 1501～1601, 1701～19, 20～24 25～2701, 2801～3001, 35～3501
□	5001～1201, 1301～1501, 1601～1701, 2701～2801, 3001～33
□	33～35, 3501～36N

弁部の質量

鳥 瞰 図 LPCS-PD-1

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
<input type="text"/>	19～20	<input type="text"/>	24～25

弁部の寸法

鳥 瞰 図 LPCS-PD-1

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
19~20				24~25			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 LPCS-PD-1

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1A						
6						
16						
** 16 **						
** 16 **						
23						
** 26 **						
** 27 **						
2702						
31						
32						
N7						

S2 補 VI-2-5-5-2-3 R0

設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 LPCS-R-1

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	2~10	0.853	178	508.0	9.5	SM41C	S	201667
2	14~24N	1.37	116	508.0	9.5	SM41C	S	201667

フランジ部の質量

鳥 瞰 図 LPCS-R-1

質量	対応する評価点
<input type="checkbox"/>	23F
<input type="checkbox"/>	24N

弁部の質量

鳥 瞰 図 LPCS-R-1

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
<input type="checkbox"/>	10, 14	<input type="checkbox"/>	11
<input type="checkbox"/>	12	<input type="checkbox"/>	13

弁部の寸法

鳥 瞰 図 LPCS-R-1

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
10~11				11~12			
12~1201				1201~13			
11~14							

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 LPCS-R-1

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
** 1N **						
** 1N **						
** 1N **						
9						
** 9 **						
1201						
** 1201 **						
17						
2001						
2001						
2201						
24N						

S2 補 VI-2-5-5-2-3 R0

設計条件


鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管番号で区分し，管番号と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 LPCS-R-2

管番号	対応する評価点	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震重要度分類	縦弾性係数 (MPa)
1	1N~3	4.41	116	355.6	19.0	STS42	S	201667
2	4~8, 9~32 32~81	4.41	116	318.5	14.3	STS42	S	201667

フランジ部の質量

鳥 瞰 図 LPCS-R-2

質量	対応する評価点
	1N
	29F
	69F

弁部の質量

鳥 瞰 図 LPCS-R-2

質量	対応する評価点	質量	対応する評価点
	8~9		82~83, 83~86
	82, 86		83
	84		85

弁部の寸法

鳥 瞰 図 LPCS-R-2

評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)
8~9				82~83			
83~84				84~8401			
8401~85				83~86			

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 LPCS-R-2

支持点番号	各軸方向ばね定数 (N/mm)			各軸回り回転ばね定数 (N・mm/rad)		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1N						
13						
** 13 **						
23						
** 23 **						
** 23 **						
30						
** 30 **						
62						
** 62 **						
** 62 **						
6901						
71						
71						
7401						
** 7401 **						
77						
8401						
** 8401 **						
87A						

S2 補 VI-2-5-5-2-3 R0

3.4 材料及び許容応力

使用する材料の最高使用温度での許容応力を下表に示す。

材 料	最高使用温度 (°C)	許容応力 (MPa)			
		S m	S y	S u	S
STS42	302	122	—	—	—
SM41C	178	—	199	373	—
SM41C	116	—	216	373	—
STS42	116	—	218	404	—

3.5 設計用地震力

本計算書において考慮する設計用地震力の算出に用いる設計用床応答スペクトルを下表に示す。

なお、設計用床応答スペクトルは、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数はVI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

鳥瞰図	建物・構築物	標高	減衰定数 (%)	等価繰返し回数	
				S _d	S _s
LPCS-PD-1	ガンマ線遮蔽壁				
LPCS-R-1	原子炉建物				
LPCS-R-2	原子炉建物				

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 LPCS-PD-1

適用する地震動等		弾性設計用地震動 S d 及び静的震度			基準地震動 S s		
モード*1	固有周期 (s)	応答水平震度*2		応答鉛直 震度*2	応答水平震度*3		応答鉛直 震度*3
		X方向	Z方向	Y方向	X方向	Z方向	Y方向
1次							
2次							
3次							
動的震度*4							
静的震度*5							

注記*1：固有周期が0.050 s以上のモードを示す。0.020 s以上0.050 s未満のモードに対しては、最大応答加速度又はこれを上回る震度を適用する。なお、1次固有周期が0.050s未満である場合は、1次モードのみを示す。

*2：設計用床応答スペクトル I（弾性設計用地震動 S d）より得られる震度

*3：設計用床応答スペクトル I（基準地震動 S s）より得られる震度

*4：設計用震度 I（弾性設計用地震動 S d）及び設計用震度 I（基準地震動 S s）

*5： $3.6 \cdot C_I$ 及び $1.2 \cdot C_v$ より定めた震度

各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 LPCS-PD-1

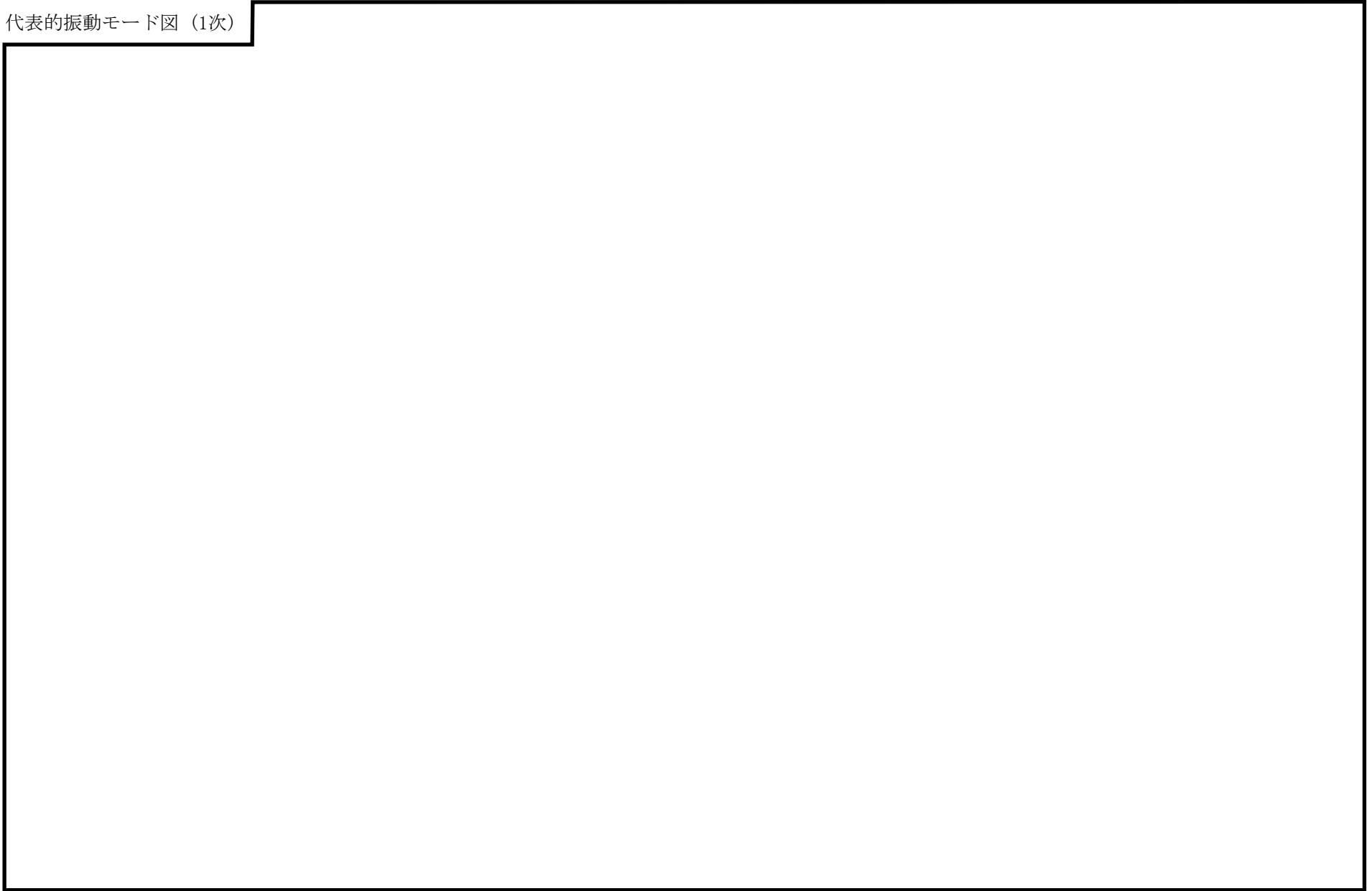
モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

代表的振動モード図

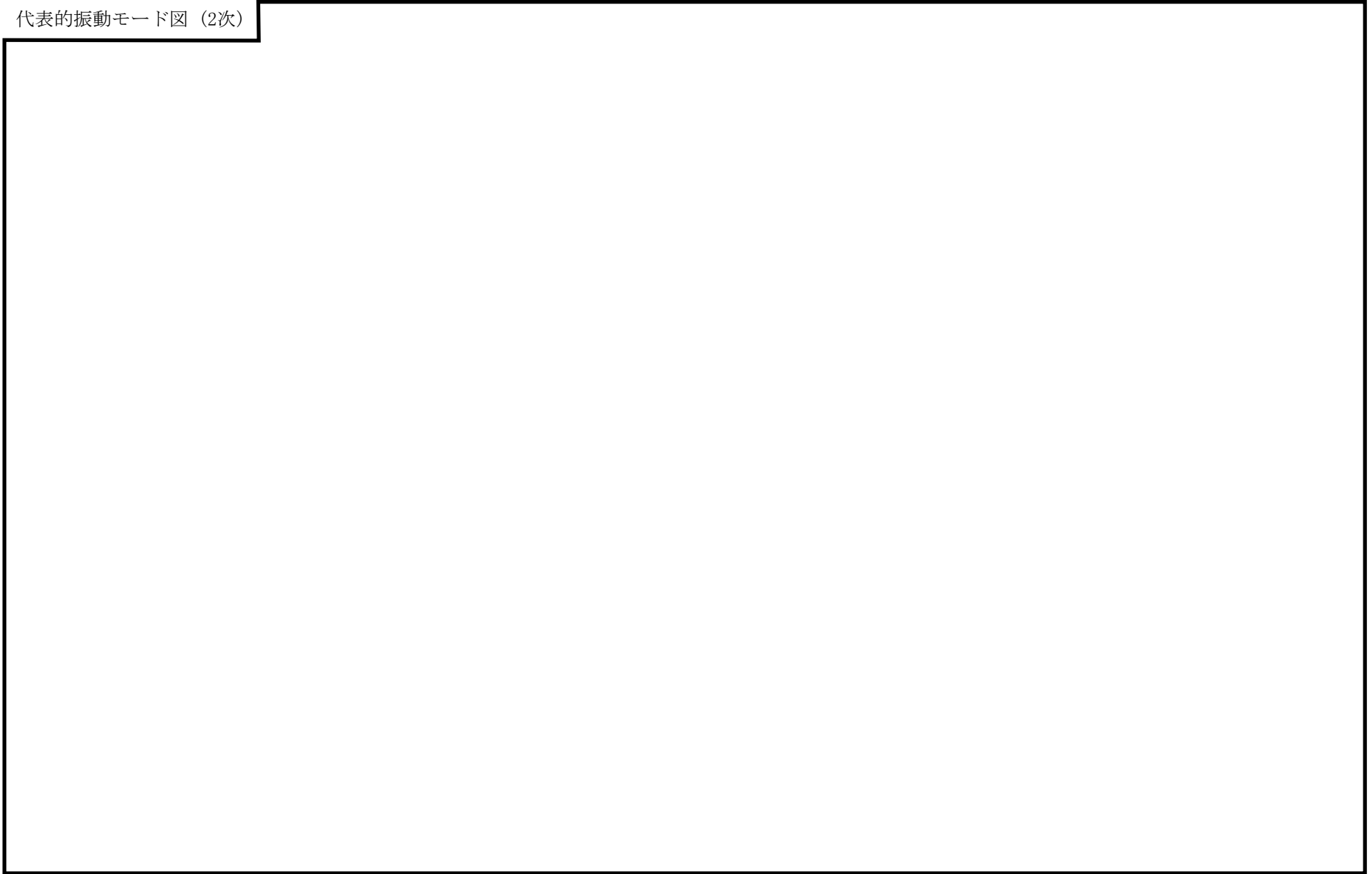
振動モード図は，3次モードまでを代表とし，各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し，次頁以降に示す。

代表的振動モード図 (1次)



38

代表的振動モード図 (2次)



代表的振動モード図 (3次)

40

固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 LPCS-R-1

適用する地震動等		弾性設計用地震動 S d 及び静的震度			基準地震動 S s		
モード*1	固有 周期 (s)	応答水平震度*2		応答鉛直 震度*2	応答水平震度*3		応答鉛直 震度*3
		X方向	Z方向	Y方向	X方向	Z方向	Y方向
1次							
動的震度*4							
静的震度*5							

注記*1：固有周期が0.050 s以上のモードを示す。0.020 s以上0.050 s未満のモードに対しては、最大応答加速度又はこれを上回る震度を適用する。なお、1次固有周期が0.050s未満である場合は、1次モードのみを示す。

*2：設計用床応答スペクトル I (弾性設計用地震動 S d) より得られる震度

*3：設計用床応答スペクトル I (基準地震動 S s) より得られる震度

*4：設計用震度 I (弾性設計用地震動 S d) 及び設計用震度 I (基準地震動 S s)

*5： $3.6 \cdot C_I$ 及び $1.2 \cdot C_V$ より定めた震度

各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 LPCS-R-1

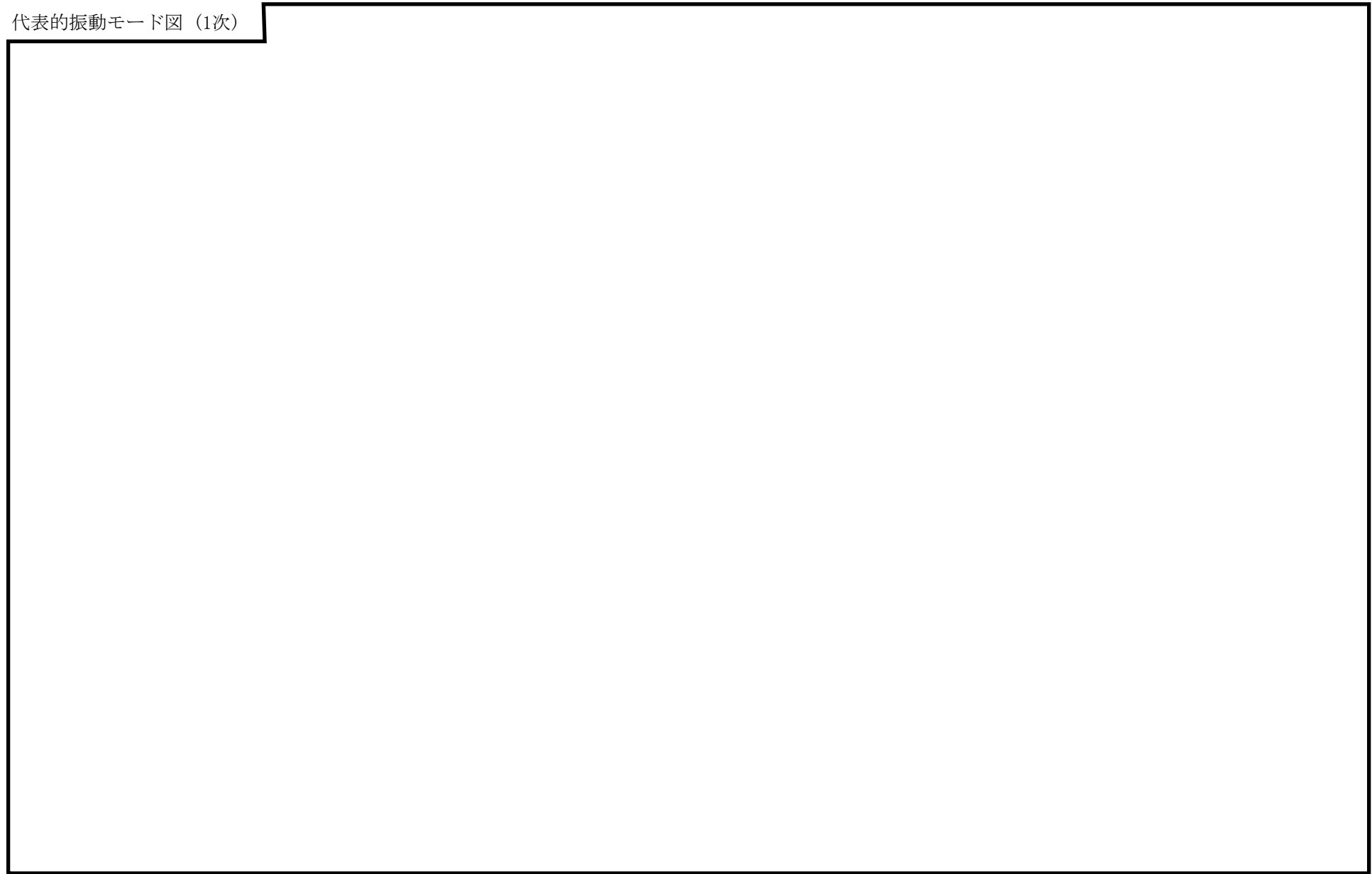
モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

代表的振動モード図

振動モード図は，3次モードまでを代表とし，各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し，次頁以降に示す。

代表的振動モード図 (1次)



固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 LPCS-R-2

適用する地震動等		弾性設計用地震動 S _d 及び静的震度			基準地震動 S _s		
モード*1	固有周期 (s)	応答水平震度*2		応答鉛直 震度*2	応答水平震度*3		応答鉛直 震度*3
		X方向	Z方向	Y方向	X方向	Z方向	Y方向
1次							
2次							
3次							
4次							
5次							
6次							
7次							
8次							
13次							
動的震度*4							
静的震度*5							

注記*1：固有周期が0.050 s以上のモードを示す。0.020 s以上0.050 s未満のモードに対しては、最大応答加速度又はこれを上回る震度を適用する。なお、1次固有周期が0.050s未満である場合は、1次モードのみを示す。

*2：設計用床応答スペクトル I (弾性設計用地震動 S_d) より得られる震度

*3：設計用床応答スペクトル I (基準地震動 S_s) より得られる震度

*4：設計用震度 I (弾性設計用地震動 S_d) 及び設計用震度 I (基準地震動 S_s)

*5：3.6・C_I及び1.2・C_Vより定めた震度

各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 LPCS-R-2

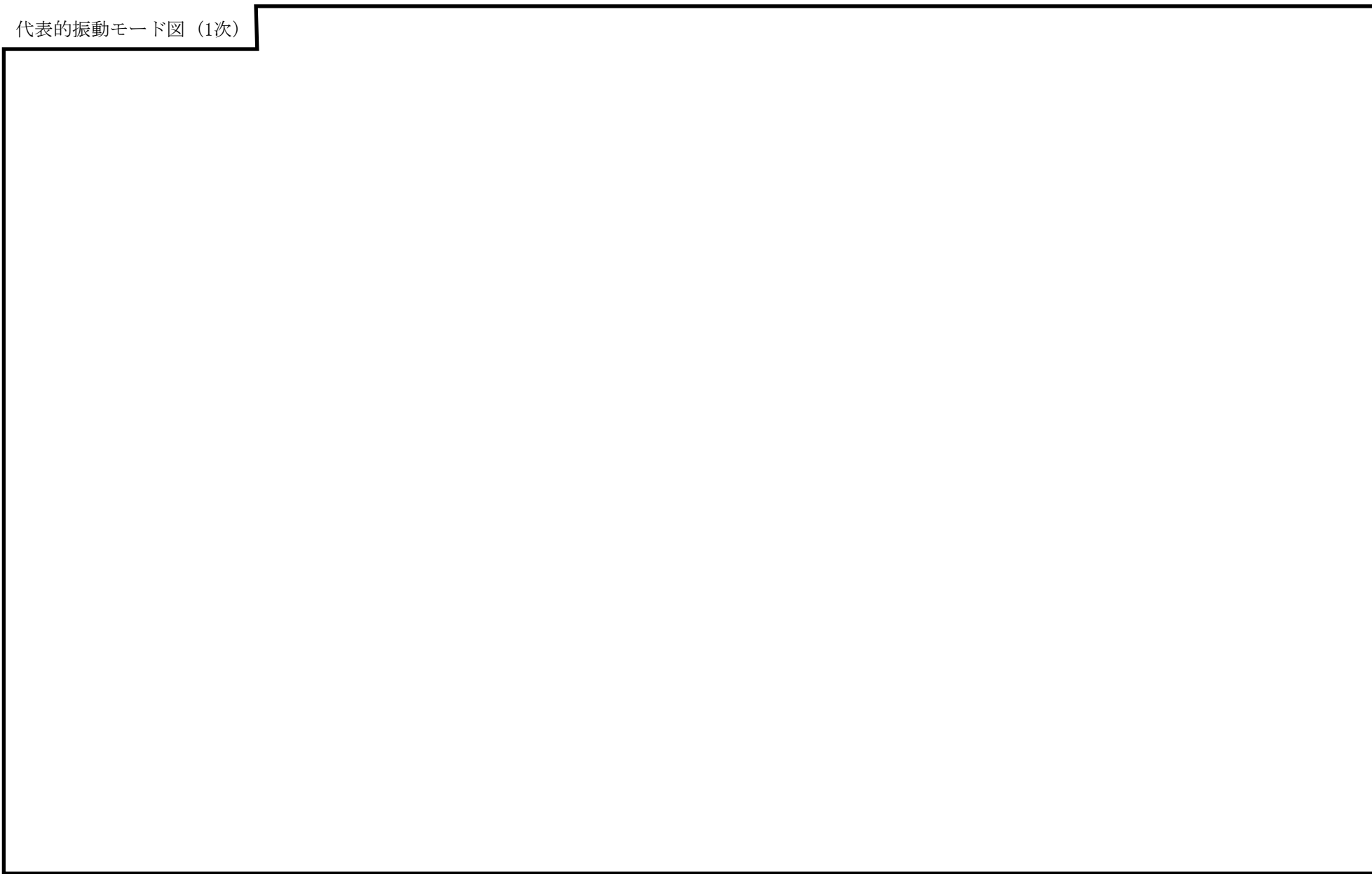
モード	固有周期 (s)	刺激係数*		
		X方向	Y方向	Z方向
1次				
2次				
3次				
4次				
5次				
6次				
7次				
8次				
13次				

注記*：刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。

代表的振動モード図

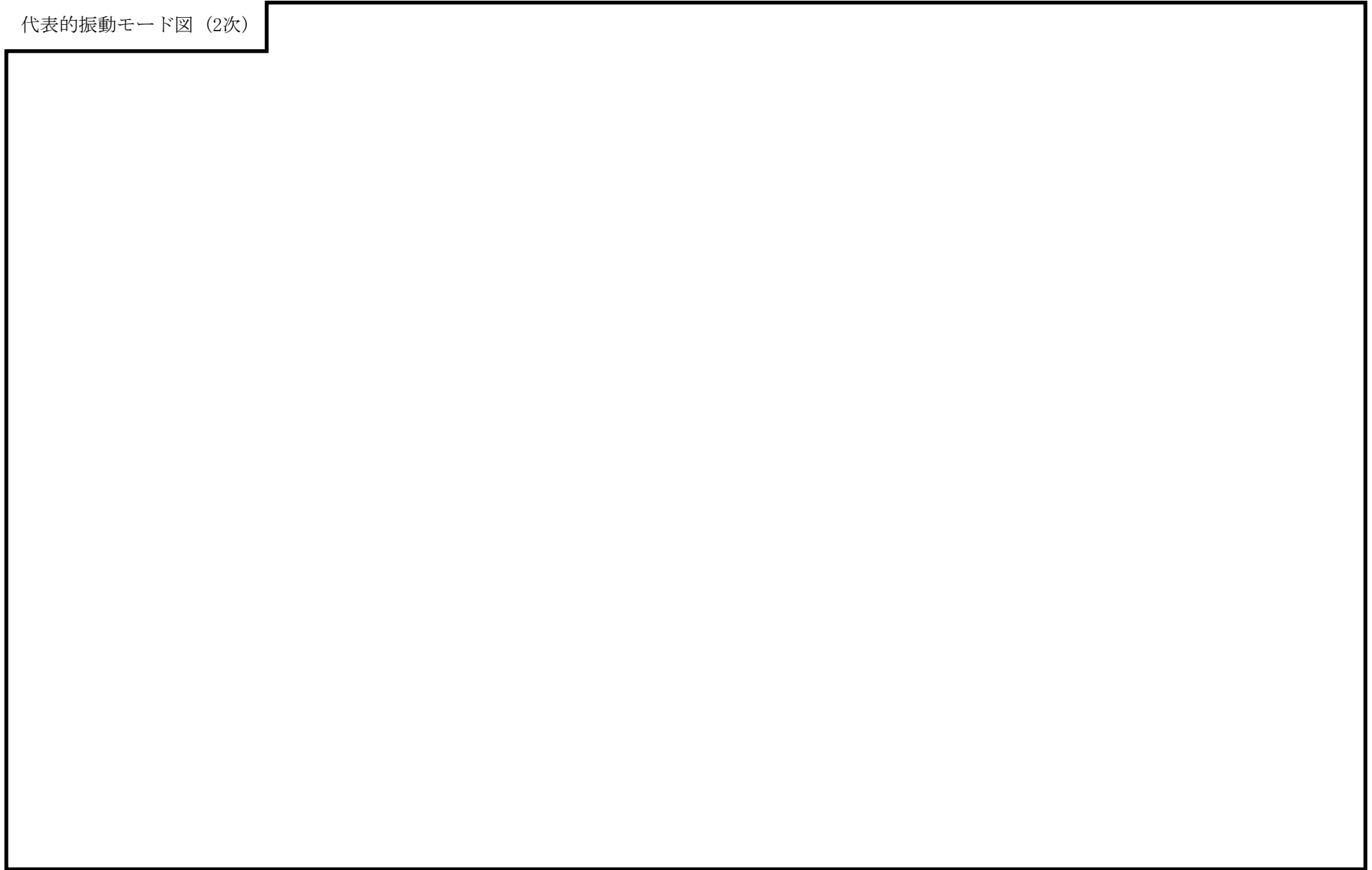
振動モード図は，3次モードまでを代表とし，各質点の変位の相対量・方向を破線で図示し，次頁以降に示す。

代表的振動モード図 (1次)



48

代表的振動モード図 (2次)



代表的振動モード図 (3次)

50

4.2 評価結果

4.2.1 管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス1管

許容応力 状態	最大応力区分(許容応力)		鳥瞰図 番号	最大応力 評価点	配管要素 名称	応力評価		疲労評価
						計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	疲労累積係数
ⅢA S	一次応力	膜+曲げ(2.25・S m)	LPCS-PD-1	1701	ELBOW	89	274	—
		ねじり(0.55・S m)	LPCS-PD-1	1701	ELBOW	23	67	—
		ねじり+曲げ(1.8・S m)	LPCS-PD-1	—	—	—	—	—
	一次+二次応力(3・S m)		LPCS-PD-1	1701	ELBOW	171	366	—
	疲労累積係数		LPCS-PD-1	36N	NOZZLE	—	—	0.0031
ⅣA S V A S *	一次応力	膜+曲げ(3・S m)	LPCS-PD-1	1701	ELBOW	131	366	—
		ねじり(0.73・S m)	LPCS-PD-1	1701	ELBOW	40	89	—
		ねじり+曲げ(2.4・S m)	LPCS-PD-1	—	—	—	—	—
	一次+二次応力(3・S m)		LPCS-PD-1	1701	ELBOW	316	366	—
	疲労累積係数		LPCS-PD-1	1701	ELBOW	—	—	0.0042

注記*：重大事故等クラス2管であってクラス1管の場合は，許容応力状態ⅣA S と許容応力状態V A S を包絡した結果を記載する。

評価結果

管の応力評価結果

下表に示すとおり最大応力及び疲労累積係数はそれぞれの許容値以下である。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

許容応力 状態	最大応力区分(許容応力)	鳥瞰図 番号	最大応力 評価点	応力評価		疲労評価
				計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	疲労累積係数
Ⅲ _A S	一次応力(S_y^{*2})	LPCS-R-2	23	56	218	—
	一次+二次応力($2 \cdot S_y$)	LPCS-R-1	5	107	398	—
Ⅳ _A S Ⅴ _A S ^{*1}	一次応力($0.9 \cdot S_u$)	LPCS-R-2	23	80	363	—
	一次+二次応力($2 \cdot S_y$)	LPCS-R-1	5	225	398	—

注記*1：重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管の場合は，許容応力状態Ⅳ_ASと許容応力状態Ⅴ_ASを包絡した結果を記載する。

*2：オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については， S_y と $1.2 \cdot S$ のうち大きい方とする。

4.2.2 支持構造物評価結果

下表に示すとおり計算応力及び計算荷重はそれぞれの許容値以下である。

支持構造物評価結果（荷重評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	評価結果		
					計算荷重 (kN)	許容荷重 (kN)	
						一次評価*1	二次評価*2
—	メカニカルスナッパ	—	VI-2-1-12「配 管及び支持構造 物の耐震計算に ついて」参照	—	—	—	
SNO-LPCS-11	オイルスナッパ	SN-3×2*3		43	90	—	
RE-LPCS-5	ロッドレストレイント	RSA-6		84	108	—	
—	スプリングハンガ	—		—	—		
—	コンスタントハンガ	—		—	—		
—	リジットハンガ	—		—	—		

注記*1：あらかじめ設定した設計上の基準値を許容荷重として実施する評価

*2：計算荷重があらかじめ設定した設計上の基準値を超過した箇所に対して，J E A G 4 6 0 1 に定める許容限界を満足する範囲内で新たに設定した設計上の基準値を許容荷重として実施する評価。なお，一次評価を満足する場合は「—」と記載する。

*3：2台の支持装置を用いて同一支持点，同一方向を支持（2本引き）

支持構造物評価結果（応力評価）

支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (°C)	支持点荷重						評価結果		
					反力 (kN)			モーメント (kN・m)			応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
					F _x	F _y	F _z	M _x	M _y	M _z			
RE-LPCS-201	レストレイント	ビーム	STKR400	100	0	173	0	—	—	—	組合せ	96	135
AN-LPCS-210	アンカ	ラグ	SGV480	302	128	71	53	34	76	88	組合せ	62	137

4.2.3 弁の動的機能維持の評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下又は機能維持評価用加速度が動作機能確認済加速度以下かつ計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能 ^{*1}	機能維持評価用加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		動作機能確認済加速度 ^{*2} ($\times 9.8\text{m/s}^2$)		構造強度評価結果 ^{*2} (MPa)			
			水平	鉛直	水平	鉛直	水平	鉛直	評価部位	応力分類	計算応力	許容応力
AV223-1	空気作動逆止弁	β (S d)	5.9	2.4	6.0	6.0	—	—	—	—	—	—
MV223-2	電動ゲート弁	β (S d)	1.9	1.3	6.0	6.0	—	—	—	—	—	—

注記*1：弁に要求される機能に応じて以下を記載する。

α (S s)：基準地震動 S s，弾性設計用地震動 S d 時に動的機能が要求されるもの

α (S d)：弾性設計用地震動 S d 時に動的機能が要求されるもの

β (S s)：基準地震動 S s，弾性設計用地震動 S d 後に動的機能が要求されるもの

β (S d)：弾性設計用地震動 S d 後に動的機能が要求されるもの

*2：機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超過する場合は詳細評価を実施し，機能維持評価用加速度が動作機能確認済加速度以下かつ計算応力が許容応力以下であることを確認する。なお，機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下の場合は「—」と記載する。

4.2.4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

重大事故等クラス2管であってクラス1管

No	鳥瞰図番号	許容応力状態ⅢA S												
		一次応力評価					一次+二次応力評価					疲労評価		
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積係数	代表
1	LPCS-PD-1	1701	89	274	3.07	○	1701	171	366	2.14	○	36N	0.0031	○

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

重大事故等クラス2管であってクラス1管

No	鳥瞰図番号	許容応力状態IV _A S及びV _A S*												
		一次応力評価					一次+二次応力評価					疲労評価		
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	疲労累積 係数	代表
1	LPCS-PD-1	1701	131	366	2.79	○	1701	316	366	1.15	○	1701	0.0042	○

注記*：重大事故等クラス2管であってクラス1管の場合は、許容応力状態IV_ASと許容応力状態V_ASを包絡した結果を記載する。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

No	鳥瞰図番号	許容応力状態ⅢA S										
		一次応力評価					一次+二次応力評価					
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	疲労累積係数	代表
1	LPCS-R-1	9	47	199	4.23	—	5	107	398	3.71	—	○
2	LPCS-R-2	23	56	218	3.89	○	23	51	436	8.54	—	—

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果

代表モデルは各モデルの最大応力点の応力と裕度を算出し、応力分類ごとに裕度最小のモデルを選定して鳥瞰図、計算条件及び評価結果を記載している。下表に、代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果を示す。

重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管

No	鳥瞰図番号	許容応力状態IV _A S及びV _A S*										
		一次応力評価					一次+二次応力評価					
		評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	代表	評価点	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	疲労累積 係数	代表
1	LPCS-R-1	9	67	335	5.00	—	5	225	398	1.76	—	○
2	LPCS-R-2	23	80	363	4.53	○	55	101	436	4.31	—	—

注記*：重大事故等クラス2管であってクラス2以下の管の場合は、許容応力状態IV_ASと許容応力状態V_ASを包絡した結果を記載する。

VI-2-5-5-4 原子炉隔離時冷却系の耐震性についての計算書

VI-2-5-5-4-1 原子炉隔離時冷却系ストレーナの耐震性についての
計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
2.2 評価方針	3
2.3 適用規格・基準等	4
2.4 記号の説明	5
2.5 計算精度と数値の丸め方	6
3. 評価部位	7
4. 地震応答解析及び構造強度評価	9
4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法	9
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	9
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	9
4.2.2 許容応力	9
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	9
4.2.4 設計荷重	13
4.3 解析モデル及び諸元	14
4.4 固有周期	15
4.5 設計用地震力	16
4.6 計算方法	17
4.6.1 応力評価点	17
4.6.2 応力の計算方法	18
4.7 計算条件	24
4.8 応力の評価	24
5. 評価結果	24
5.1 重大事故等対処設備としての評価結果	24
6. 引用文献	25

1. 概要

本計算書は、技術基準規則の解釈第 17 条 4 において記載される「非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について（内規）」（平成 20・02・12 原院第 5 号（平成 20 年 2 月 27 日原子力安全・保安院制定））及び VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、原子炉隔離時冷却系ストレーナが設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

原子炉隔離時冷却系ストレーナは、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

原子炉隔離時冷却系ストレーナの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>ストレーナはサブプレッションプール内に水没された状態で設置されており，原子炉格納容器貫通部に取り付けられたティーにフランジ及び取付ボルトにより据え付けられる。</p>	<p>外径 <input type="text"/> mm，長さ <input type="text"/> mm の円筒形の鋼製構造物である。</p>	<p>(単位：mm)</p>

2.2 評価方針

原子炉隔離時冷却系ストレーナの応力評価は、「非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について（内規）」（平成20・02・12原院第5号（平成20年2月27日原子力安全・保安院制定））及びVI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示す原子炉隔離時冷却系ストレーナの部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4.3 解析モデル及び諸元」及び「4.4 固有周期」で算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「4. 地震応答解析及び構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

原子炉隔離時冷却系ストレーナの耐震評価フローを図2-1に示す。

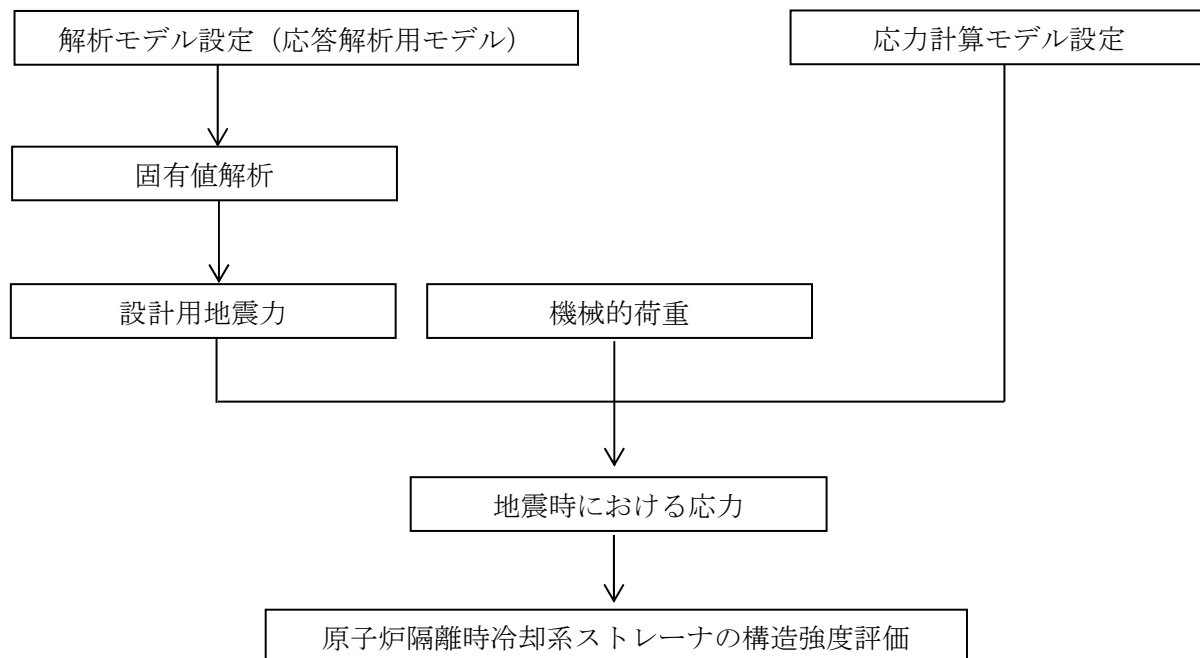


図2-1 原子炉隔離時冷却系ストレーナの耐震評価フロー

2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984
((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格 ((社) 日本機械学会, 2005/2007) (以下「設計・建設規格」という。)
- ・非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について (内規)
(平成 20・02・12 原院第 5 号 (平成 20 年 2 月 27 日原子力安全・保安院制定))

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A	断面積	mm ²
a	ボルト穴中心円半径	mm
b	フランジ内半径	mm
D _i	各部位の直径*	mm
d	孔径	mm
F	軸力	N
f _t	ボルトの発生応力	MPa
L	長さ	mm
ℓ	ボルトのZ軸からの距離	mm
M	モーメント	N・mm
n	ボルトの本数	—
P	孔の間隔（中心間）	mm
S _d *	弾性設計用地震動S _d により定まる地震力又は静的地震力	—
S _s	基準地震動S _s により定まる地震力	—
t	板厚	mm
W	ストレーナ重心に作用する荷重	—
X	軸直角方向（水平）	—
Y	軸方向	—
Z	軸直角方向（鉛直）	—
β	形状係数	—
σ _r	曲げ応力	MPa
τ	せん断応力	MPa

注：ここで定義されない記号については、各計算の項目において説明する。

注記*：D_iの添字iの意味は、以下のとおりとする。

i = 0 : ストレーナ直径

i = 1 : ボルト孔中心円直径

2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2-2に示すとおりとする。

表2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
震度	—	小数点以下第3位	切上げ	小数点以下第2位
圧力	MPa	小数点以下第3位	四捨五入	小数点以下第2位 ^{*1}
温度	℃	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位 ^{*2}
面積	mm ²	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 ^{*3}
モーメント	N・mm	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 ^{*3}
力	N	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 ^{*3}
縦弾性係数	MPa	有効数字4桁目	四捨五入	有効数字3桁
算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*4}	MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位

注記*1：必要に応じて小数点以下第3位表示とする。

*2：設計上定める値が小数点以下第1位の場合は、小数点以下第1位表示とする。

*3：絶対値が1000以上のときは、べき数表示とする。

*4：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における許容引張応力、設計降伏点及び設計引張強さは、比例法により補間した値の小数点以下第1位を切り捨て、整数位までの値とする。

3. 評価部位

原子炉隔離時冷却系ストレーナの耐震評価は、「4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法」に示す条件に基づき、主要部品である多孔プレート、フランジ及びストレーナ取付部ボルトについて実施する。

原子炉隔離時冷却系ストレーナの取付け状況、形状及び主要寸法を図 3-1 及び図 3-2 に示す。

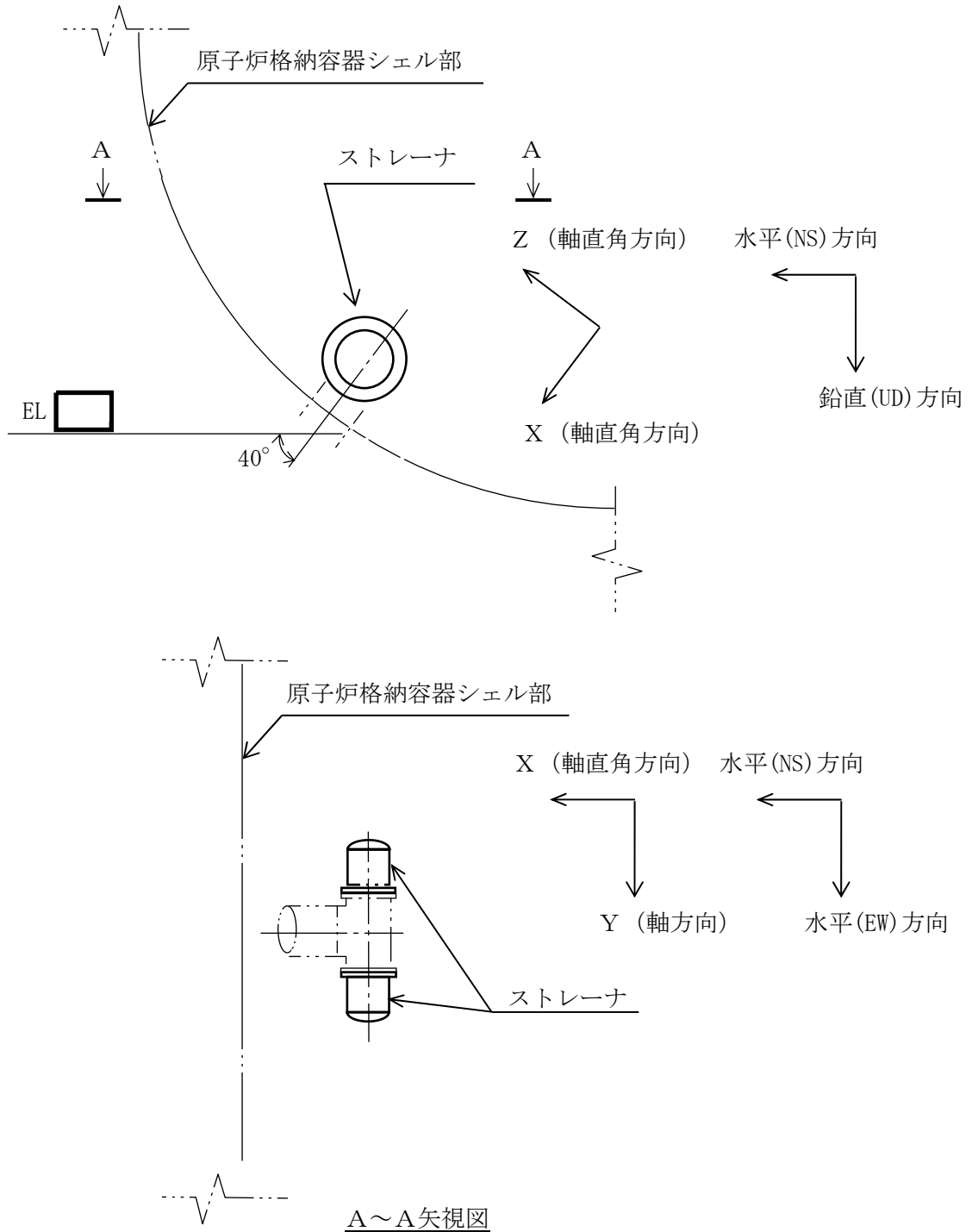
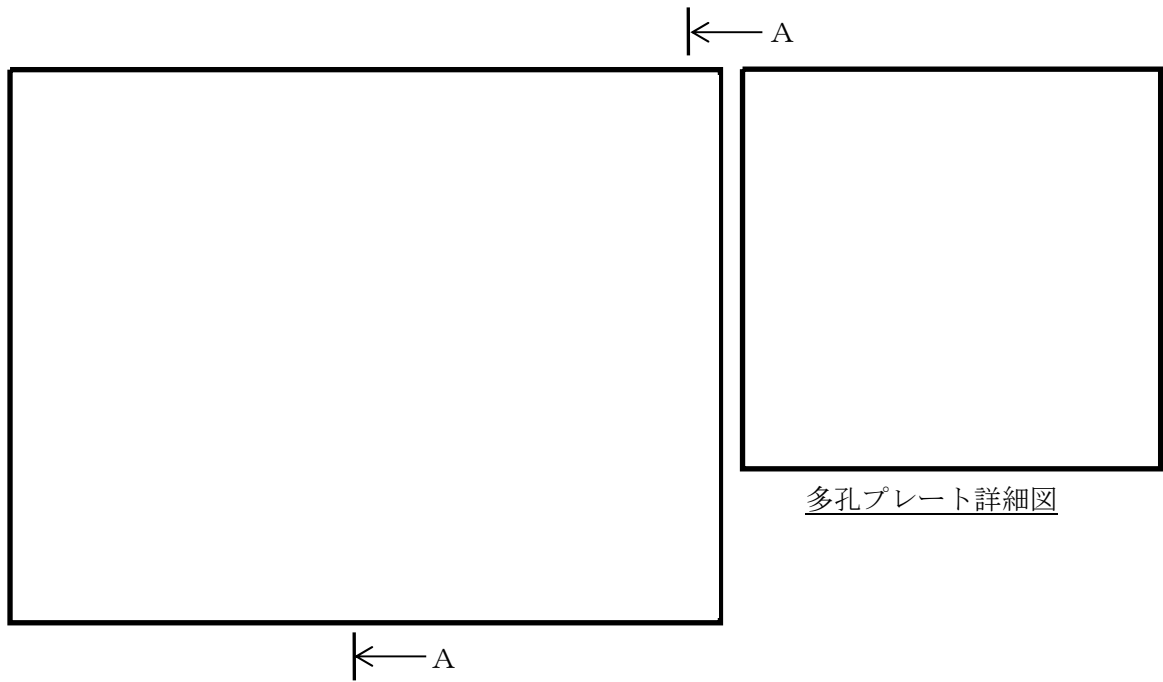
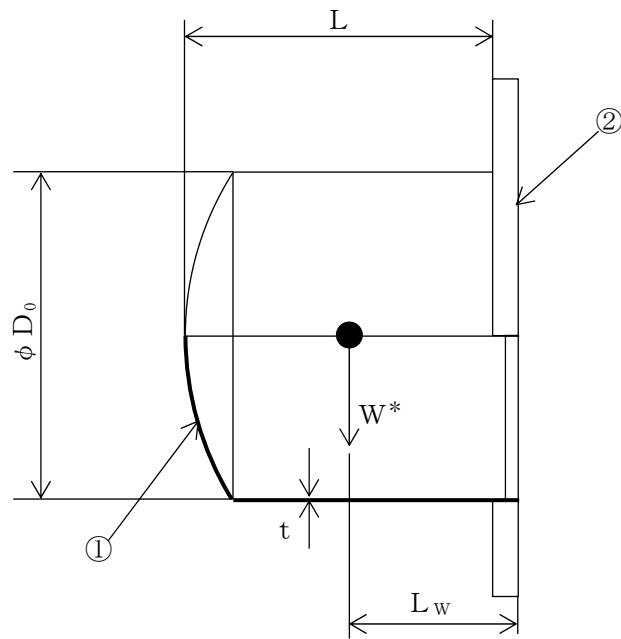


図 3-1 原子炉隔離時冷却系ストレーナの取付け状況



多孔プレート詳細図



A~A 矢視図

$D_0 =$ $L =$ $L_w =$ $t =$ $d =$
 $P =$

① 多孔プレート ② フランジ (厚さ mm)

注記* : W (死荷重) の作用点を示す。

図 3-2 原子炉隔離時冷却系ストレーナの形状及び主要寸法 (単位 : mm)

4. 地震応答解析及び構造強度評価

4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法

- (1) 原子炉隔離時冷却系ストレーナは、原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーに据付部材を介さずに、ストレーナ取付部ボルトにて直接接続されるものとする。
- (2) 地震力は、原子炉隔離時冷却系ストレーナに対して軸方向及び軸直角方向（水平，鉛直）に作用するものとし、軸直角方向に作用する荷重については水平方向と鉛直方向地震力の二乗和平方根により算出する。
- (3) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。
- (4) 水平方向及び鉛直方向の地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

原子炉隔離時冷却系ストレーナの荷重の組合せ及び許容応力状態について、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。また、荷重の組合せの整理表を表 4-2 に示す。

4.2.2 許容応力

原子炉隔離時冷却系ストレーナの許容応力は「非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について（内規）」（平成 20・02・12 原院第 5 号（平成 20 年 2 月 27 日原子力安全・保安院制定））及び VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 及び表 4-4 に示す。なお、評価対象は、構造又は形状の不連続性を有する部分であることから、発生する一次一般膜応力は十分小さいため、一次一般膜応力の評価結果の記載については省略する。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

原子炉隔離時冷却系ストレーナの許容応力評価条件について、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

なお、各評価部位の使用材料については以下のとおり。




多孔プレート	
フランジ	
ストレーナ取付部ボルト	

表4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉冷却 系統施設	非常用炉心冷却 設備その他 原子炉注水設備	原子炉隔離時冷却系 ストレーナ	常設／防止 (DB拡張)	重大事故等 クラス2	$D + P_D + M_D + S_s$ *2	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとしてIVASの許容 限界を用いる。)

注記*1: 「常設／防止 (DB拡張)」は常設重大事故防止設備 (設計基準拡張) を示す。

*2: 「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表4-2 荷重の組合せ整理表

組合せ No.	運転状態	死荷重	異物 荷重	差圧	SRV荷重		LOCA荷重			地震荷重		許容応力 状態
					運転時	中小 破断時	プール スウェル	蒸気 凝縮 (CO)	チャギング (CH)	Sd* 荷重	Ss 荷重	
SA*1	SA-1	運転状態V(L)*2	○	○						○		VAS*3
	SA-2	運転状態V(LL)	○	○							○	VAS*3

注記*1: 重大事故等対処設備

*2: 運転状態V(L)は、温度条件を重大事故等時における最高使用温度104℃とした運転状態V(LL)の評価で代表される。

*3: 許容応力状態VASとしてIVASの許容応力を用いる。

表4-3 許容応力（重大事故等クラス2管）

許容応力状態	許容限界* ¹		
	一次一般膜応力	一次応力（曲げ応力を含む）	一次＋二次応力* ²
IVAS	0.6・S _u	左欄の1.5倍の値	S _s 地震動のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が1.0以下であること。 ただし、地震動のみによる一次＋二次応力の変動値が2・S _y 以下であれば、疲労解析は不要。
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)			

注記*1：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

注記*2：二次応力が発生する場合のみ考慮する。

表 4-4 許容応力（重大事故等クラス 2 耐圧部テンションボルト）

許容応力状態	許容限界
IVAS	2・S
VAS (VASとして, IVASの許容限界を用いる。)	

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
		最高使用温度	104				
多孔プレート		最高使用温度	104				—
フランジ		最高使用温度	104				—
ストレーナ取付部ボルト		最高使用温度	104				—

4.2.4 設計荷重

(1) 死荷重

原子炉隔離時冷却系ストレナの自重による荷重を考慮する。なお、原子炉隔離時冷却系ストレナに付着する異物は想定しない。

原子炉隔離時冷却系ストレナの自重 $W_1 = \square$ N

内包水を含めた原子炉隔離時冷却系ストレナの自重 $W_2 = \square$ N

(2) 差圧

差圧による荷重*は、原子炉隔離時冷却系ストレナを通しての最大設計差圧より設定し、以下のとおりとする。

差圧荷重 $P_{\text{dif}} = \square$ MPa

注記*：差圧荷重は運転状態Ⅳ及びⅤの荷重の組合せ時に考慮する。

4.3 解析モデル及び諸元

原子炉隔離時冷却系ストレーナの応答解析に用いる、ストレーナから原子炉格納容器貫通部までをモデル化したはりモデル（以下「応答解析用モデル」という。）について説明する。

原子炉隔離時冷却系ストレーナの解析モデルを図 4-1 に、応答解析用モデルの概要を以下に示す。また、機器の諸元を本計算書の【原子炉隔離時冷却系ストレーナの耐震性についての計算結果】の機器要目に示す。

- (1) 応答解析用モデルではストレーナから原子炉格納容器貫通部までをはり要素を用いた有限要素モデルとしてモデル化して解析を行い、固有値を算出する。なお、ストレーナについては、構造上十分に剛性が高いため、剛体としてモデル化する。
- (2) ストレーナ部ティールと原子炉格納容器貫通部は溶接構造で取り付けられており、付根部は原子炉格納容器シェル部を模擬したばねの端点を拘束する。
- (3) 各部の質量は、各部の重心位置（図 4-1 の○の節点）に集中質量を与える。
- (4) 本設備はサプレッションプールに水没している機器であるため、内包水及び排除水の影響を加味し、ストレーナ質量に含める。
- (5) 解析コードは「MSC NASTRAN」を使用し、固有値を求める。なお、評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

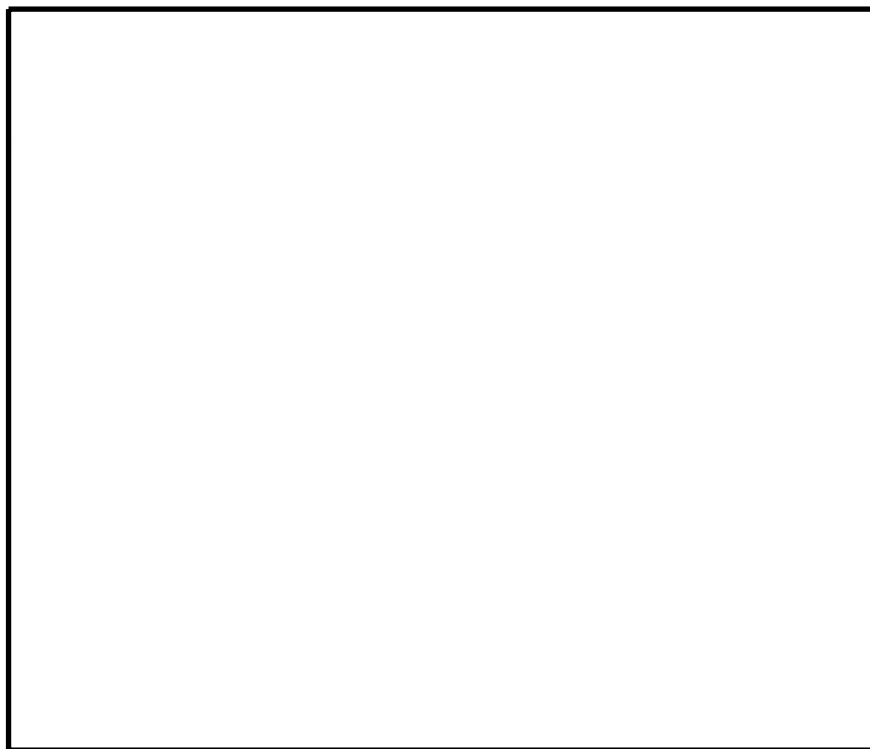


図 4-1 応答解析用モデル

4.4 固有周期

固有値解析の結果を表 4-6, 振動モード図を図 4-2 に示す。固有周期は, 0.05 秒以下であり, 剛構造であることを確認した。

表 4-6 固有値解析結果

モード	卓越方向	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向 刺激係数
			NS 方向	EW 方向	
1 次	軸直角方向 (水平/鉛直)	□	—	—	—

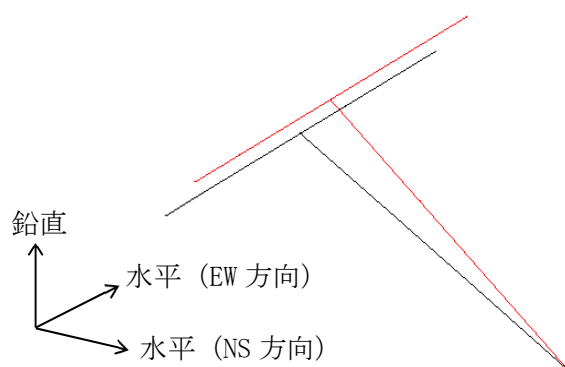


図 4-2 振動モード (1 次モード □ s)

4.5 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 4-7 に示す。

「弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度」及び「基準地震動 S_s」による地震力は、VI-2-1-7 「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。なお、図 3-1 に示すように、ストレーナの軸方向には水平方向の震度、軸直角方向には水平方向及び鉛直方向の震度が作用するため、軸方向及び軸直角方向に作用する地震力を表 4-8 に示す。

表 4-7 設計用地震力（重大事故等対処設備）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉建屋 EL <input type="text"/> (EL 1.300* ¹)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =6.20* ² (NS 方向) C _H =7.74* ² (EW 方向)	C _V =5.84* ²

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）を上回る設計震度

表 4-8 ストレーナに作用する地震力

取付け位置 EL <input type="text"/> m		
地震荷重	軸方向震度	軸直角方向震度
S _s	7.74	8.52

注：方向は図 3-1 参照。ただし、軸直角方向震度については、水平(NS)方向と鉛直方向の設計震度の二乗和平方根としている。

4.6 計算方法

4.6.1 応力評価点

原子炉隔離時冷却系ストレーナは、フランジに円筒型の多孔プレートが取り付く構造となっている。ここでは、多孔プレートとフランジの取付部、フランジ及びボルトを応力評価点として選定し、評価を実施する。

応力評価点を表 4-9 及び図 4-3 に示す。

表 4-9 応力評価点

名称	応力評価点番号	応力評価点
多孔プレート	P1	多孔プレートとフランジの取付部
フランジ	P2	フランジ
ストレーナ取付部 ボルト	P3	ボルト

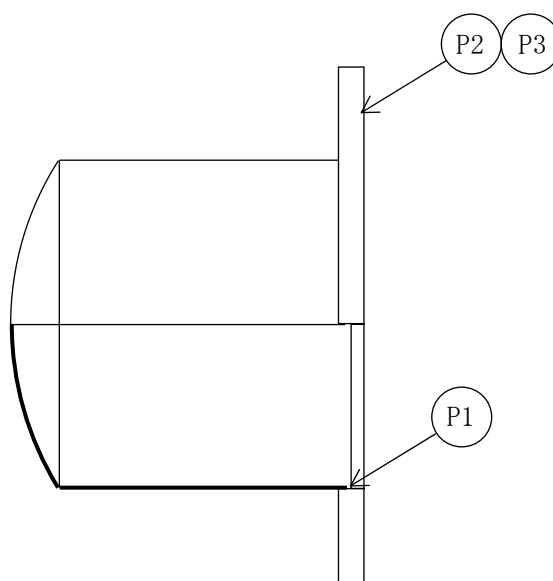


図 4-3 応力評価点

4.6.2 応力の計算方法

応力の計算方法について、以下に示す。なお、フランジ及びボルトについては作用する荷重についても本項目で記載する。

(1) 多孔プレート (応力評価点 P1)

a. 差圧荷重による応力

円周方向応力

$$\sigma_t = -\frac{P_{dif} \cdot D_0}{2 \cdot t'}$$

ここに、 P_{dif} : 4.2.4(2)項に示す差圧荷重

D_0 : ストレーナ直径 = (mm)

t' : 多孔プレートの等価板厚 (設計・建設規格 PVE-3251 準用)
 $= \frac{P-d}{P} \cdot t$

P : 孔の間隔 (中心間) = (mm)

d : 孔径 = (mm)

t : 板厚 = (mm)

軸方向応力

$$\sigma_l = -\frac{P_{dif} \cdot D_0}{4 \cdot t'}$$

b. ストレーナに作用する荷重による応力

(a) 死荷重による荷重

軸直角方向荷重によるモーメント

$$M_{ZX} = W_1 \cdot L_w$$

軸直角方向荷重

$$F_{ZX} = W_1$$

ここに、 W_1 : 4.2.4(1)項に示す原子炉隔離時冷却系ストレーナの自重(N)

L_w : モーメントアーム = (mm)

(b) 地震荷重作用時荷重

軸方向荷重

$$F_Y = \pm C_A \cdot W_2$$

軸直角方向荷重によるモーメント

$$M_{ZX} = \pm C_R \cdot W_2 \cdot L_w$$

軸直角方向荷重

$$F_{ZX} = \pm C_R \cdot W_2$$

ここに、 C_A ：表 4-8 に示す地震荷重作用時の軸方向震度

C_R ：表 4-8 に示す地震荷重作用時の軸直角方向震度

W_2 ：4.2.4(1)項に示す内包水を含めた原子炉隔離時冷却系ストレーナの自重(N)

L_W ：モーメントアーム

(c) 各荷重による応力

軸方向荷重による応力

$$\sigma = \frac{F_Y}{A}$$

ここに、 A ：ストレーナ取付部円筒胴の断面積

$$= \frac{\pi \cdot \{D_0^2 - (D_0 - 2 \cdot t')^2\}}{4}$$

モーメントによる応力

$$\sigma_b = \frac{M_{ZX}}{Z}$$

ここに、 Z ：ストレーナ取付部円筒胴の断面係数

$$= \frac{\pi \cdot \{D_0^4 - (D_0 - 2 \cdot t')^4\}}{32 \cdot D_0}$$

軸直角方向荷重による応力

$$\tau = \frac{F_{ZX}}{A}$$

ここに、 A ：ストレーナ取付部円筒胴の断面積

(2) フランジ (応力評価点 P2)

以下に示す計算方法により応力評価を行う。

ストレーナ取付部のフランジは、一般的なフランジとは異なりガスケットを使用しない。そこで、フランジを以下のようにモデル化し、応力評価を行う。

フランジを外周 (ボルト穴中心円直径) が固定された平板と考え、表 4-10 に示すモーメントが中心部に作用すると考える。この場合の発生応力は、引用文献(1)より、図 4-4 に示す計算モデルで下記の計算式より求める。

$$\sigma_r = \frac{\beta \cdot M_{fmax}}{a \cdot t^2}$$

ここに、 σ_r : 曲げ応力 (MPa)

M_{fmax} : 表 4-10 に示すモーメント (N・mm)

a : ボルト穴中心円半径 = (mm)

b : フランジ内半径 = (mm)

t : フランジ板厚 = (mm)

β : b/a (=) から決まる計算上の係数 =

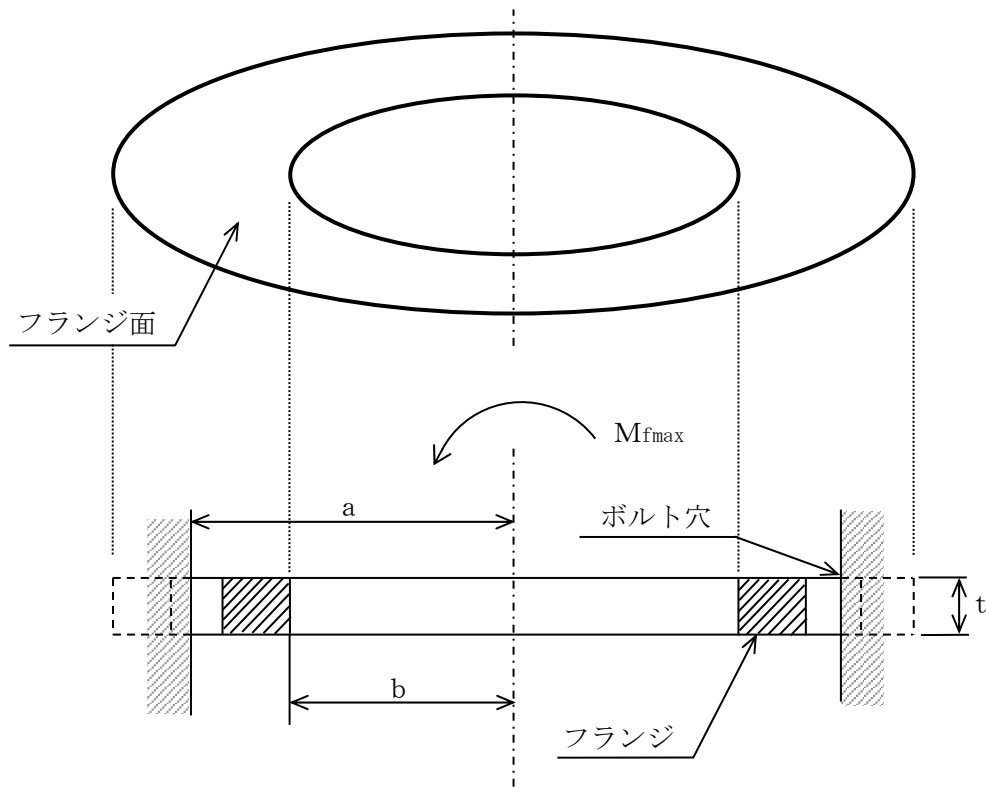


図 4-4 フランジ断面の計算モデル

ストレーナ取付部フランジの設計荷重は、ストレーナに作用する荷重から算出したフランジ部のモーメントを用いる。ここでのモーメントとは、図 4-5 に示すように、ストレーナ重心に作用する荷重とその作用点からフランジまでのモーメントアームから計算したモーメントであり、フランジに対して面外方向の曲げモーメント（2 方向ある面外方向曲げモーメントの二乗和平方根の合成値）とする。

ストレーナ重心がフランジ中心軸上に位置することから、フランジ面内方向のモーメント（ねじりモーメント）は発生しないため、ここでは評価対象としない。

フランジの設計荷重を表 4-10 に示す。

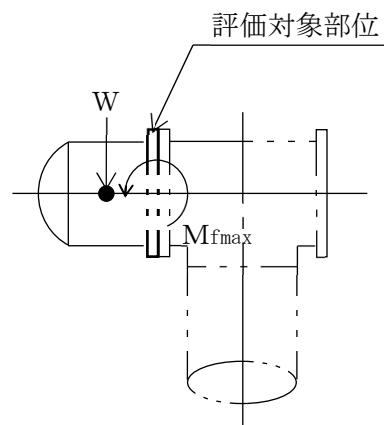


図 4-5 フランジに作用するモーメント

表 4-10 フランジの設計荷重

(単位：N・mm)

荷重		モーメント
1	死荷重	
2	差圧	
3	ストレーナ S_s 地震荷重	

(3) ストレーナ取付部ボルト（応力評価点 P3）

ボルトには、表 4-10 に示すモーメントに加え、ストレーナの軸方向に発生する荷重によりボルトの軸方向荷重が発生する。

フランジに作用するモーメントにより、ボルトに生じる軸力は、以下のように算出する。

図 4-6 に示すフランジの中心を通る中立軸（Z 軸）まわりのモーメントを考える。このとき、Z 軸まわりのモーメントは、各ボルトに発生する軸力とボルトの Z 軸からの距離の積から得られるモーメントとつりあっていると考えることができる。ここで、軸方向荷重によって中立軸が移動するが、軸方向荷重のボルトへの影響が小さいため、軸方向荷重による中立軸の移動は無視する。

したがって、Z 軸まわりのモーメントと各ボルトの軸力の関係は下記となる。

$$M_Z = \sum_{k=1}^n F_{tk} \cdot l_k$$

ここに、 M_Z : Z 軸まわりのモーメント (N・mm)

F_{tk} : 各ボルトに発生する軸力 (N)

l_k : 任意のボルト k における Z 軸からの距離 (mm)

n : ボルトの本数 = \square

なお、ストレーナ重心がフランジ中心軸上に位置することから、フランジ面内方向のモーメント（ねじりモーメント）は発生しないため、ここでは評価対象としない。

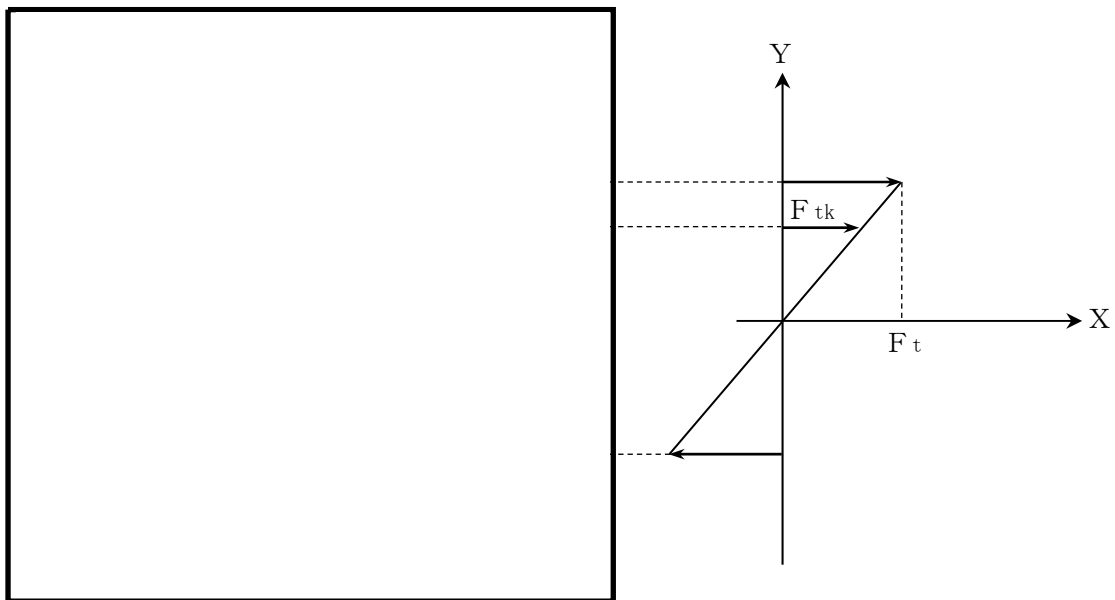


図 4-6 各ボルトに発生する軸力とモーメントアームの関係

また、ボルト軸力の Z 軸まわりのモーメント寄与分は中立軸上ではゼロであり、図 4-6 に示すように、曲げモーメントを伝えるボルトの軸力は回転中心からの距離に比例して変化するとして算定する。この場合、ボルトに発生する最大の軸力を F_t とすると、各ボルトに発生する軸力 F_{tk} は下記となる。

$$F_{tk} = F_t \cdot \frac{\ell_k}{D_1/2}$$

ここに、 F_t : 最大の軸力が発生するボルトの軸力(N)

F_{tk} : 各ボルトに発生する軸力(N)

D_1 : ボルト孔中心円直径 = (mm)

以上より、 n が偶数の場合、Z軸まわりのモーメントは下記となる。

$$M_z = \frac{2 \cdot F_t}{D_1} \cdot \sum_{k=1}^n \ell_k^2 = \frac{F_t \cdot D_1 \cdot n}{4}$$

$$\text{ただし、} \ell_k = \frac{D_1}{2} \cdot \sin\left\{\frac{2 \cdot \pi}{n} \cdot (k-1)\right\}$$

よって、表4-10に示すモーメントから、ボルトの軸力は以下のように算出できる。

$$F_t = \frac{4 \cdot M_{f \max}}{D_1 \cdot n}$$

したがって、ボルトに発生する応力は下記となる。

$$f_t = \frac{F_t}{A_s} + \frac{F_{axl}}{A_s \cdot n}$$

ここに、 f_t : ボルトの発生応力(MPa)

$$A_s : \text{ボルトの有効断面積} = \frac{\pi \cdot d_b^2}{4} \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$d_b : \text{ボルトのねじ部谷径} = \text{ (mm)}$$

F_{axl} : 表4-11に示す軸方向荷重(N)

ストレーナ取付部ボルトの設計荷重は、4.6.2(2)項に示すフランジに作用する最大モーメントに加え、ストレーナの軸方向に発生する反力であるボルトの軸方向荷重を考慮した引張力を合算して応力評価を行う。フランジとボルトは摩擦接合であるため、ボルトに対するせん断力は作用しないものとする。

ボルトの設計荷重を表4-11に示す。

表 4-11 ボルトの設計荷重

(単位：N)

荷重		軸方向荷重
1	死荷重	
2	差圧	
3	ストレーナ S s 地震荷重	

4.7 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【原子炉隔離時冷却系ストレーナの耐震性についての計算結果】に示す。

4.8 応力の評価

「4.6 計算方法」で求めた応力が表 4-3, 表 4-4 及び表 4-5 を用いて算出した許容応力以下であること。

5. 評価結果

5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

原子炉隔離時冷却系ストレーナの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

なお、各評価点における算出応力は表 4-2 に示す荷重の組合せのうち、許容応力状態 VAS で、発生値が高い方の評価を記載している。

6. 引用文献

(1) WARREN C. YOUNG

“ROARK'S FORMULAS for Stress and Strain” 7th Edition

【原子炉隔離時冷却系ストレーナの耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度		
原子炉隔離時冷却系 ストレーナ	常設／防止 (DB 拡張)	原子炉建屋 EL (EL 1.300 ^{*1})	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H = 6.20 ^{*2} (NS 方向) C _H = 7.74 ^{*2} (EW 方向)	C _V = 5.84 ^{*2}	104	—

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）を上回る設計震度

1.2 機器要目

m (kg)	L (mm)	D _o (mm)	L _w (mm)	t (mm)	d (mm)	P (mm)

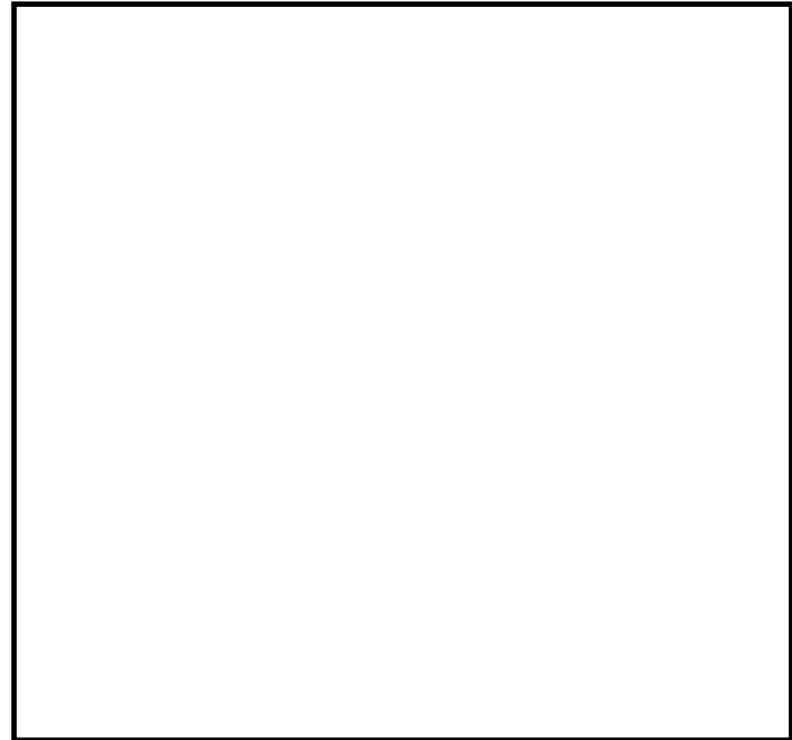
(単位：MPa)

部材	材料	S	S _y	S _u	S _y (R T)
多孔プレート					—
フランジ					—
取付ボルト					—

(解析モデルの諸元)

項目	単位	入力値
原子炉隔離時冷却系ストレナの材質	—	
原子炉隔離時冷却系ストレナの質量	kg/個	
原子炉隔離時冷却系ストレナの 内包水及び排除水の質量	kg/個	
縦弾性係数	MPa	
ポアソン比	—	
要素数	個	
節点数	個	

断面積 A (mm ²)	断面係数 Z (mm ³)



1.3 計算数値

1.3.1 ストレーナの設計荷重

自重 (N)	内包水を含めた自重 (N)	差圧 (MPa)

1.3.2 フランジの設計荷重

(単位：N・mm)

荷重		モーメント
1	死荷重	
2	差圧	
3	ストレーナ S s 地震荷重	

1.3.3 ボルトの設計荷重

(単位：N)

荷重		軸方向荷重
1	死荷重	
2	差圧	
3	ストレーナ S s 地震荷重	

1.4 結論

1.4.1 固有周期 (単位：s)

方向	固有周期
軸直角方向 (水平／鉛直)	□

1.4.2 応力

(単位：MPa)

評価対象設備	評価部位		材料	応力分類	V A S		
					算出 応力	許容 応力	荷重 組合せ
原子炉隔離時冷却系 ストレナ	P1	多孔プレートとフランジ の取付部	□	一次膜応力 +一次曲げ応力	15	394	SA-2
	P2	フランジ	□	曲げ応力	3	395	SA-2
	P3	ボルト	□	引張応力	2	210	SA-2

すべて許容応力以下である。

VI-2-5-6 原子炉冷却材補給設備の耐震性についての計算書

VI-2-5-6-1 原子炉隔離時冷却系の耐震性についての計算書

VI-2-5-6-1-4 ストレーナ部ティーの耐震性についての計算書
(原子炉隔離時冷却系)

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
2.2 評価方針	3
2.3 適用規格・基準等	4
2.4 記号の説明	5
2.5 計算精度と数値の丸め方	6
3. 評価部位	7
4. 地震応答解析及び構造強度評価	8
4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法	8
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	8
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	8
4.2.2 許容応力	8
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件	8
4.2.4 設計荷重	13
4.3 解析モデル及び諸元	14
4.4 固有周期	15
4.5 設計用地震力	16
4.6 計算方法	17
4.6.1 応力の計算方法	17
4.6.2 応力解析に用いるモーメント	17
4.7 計算条件	18
4.8 応力の評価	18
5. 評価結果	19
5.1 設計基準対象施設としての評価結果	19
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果	19

1. 概要

本計算書は、技術基準規則の解釈第 17 条 4 において記載される「非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について（内規）」（平成 20・02・12 原院第 5 号（平成 20 年 2 月 27 日原子力安全・保安院制定））及びVI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーが設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーは、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>ティーは、サプレッションプール内に水没された状態で設置されており、原子炉格納容器貫通部に取り付けられている。</p>	<p>ティー形の管継手</p>	<p>(単位: mm)</p>

2.2 評価方針

原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの応力評価は、「非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について（内規）」（平成 20・02・12 原院第 5 号（平成 20 年 2 月 27 日原子力安全・保安院制定））及びVI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示す原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4.3 解析モデル及び諸元」及び「4.4 固有周期」で算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「4. 地震応答解析及び構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの耐震評価フローを図 2-1 に示す。

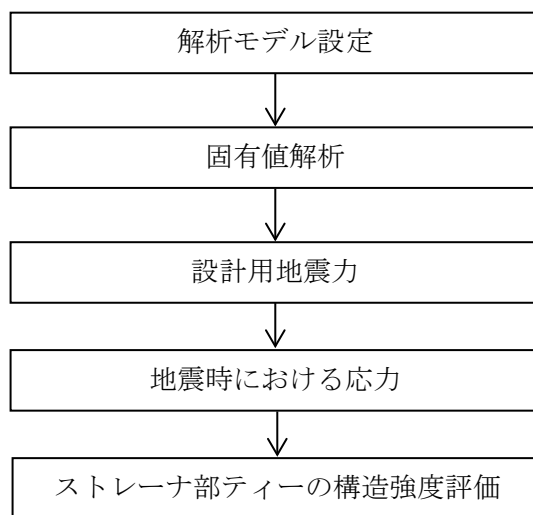


図 2-1 原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの耐震評価フロー

2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984
（（社）日本電気協会）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 （（社）日本電気協会）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版（（社）日本電気協会）
- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格（（社）日本機械学会，2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）
- ・非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について（内規）
（平成 20・02・12 原院第 5 号（平成 20 年 2 月 27 日原子力安全・保安院制定））

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
S_{pm}	発生応力	MPa
P	最高使用圧力（設計圧力）	MPa
D_o	管の外径	mm
t	管の厚さ	mm
B_1	設計・建設規格 表 PPB-3812. 1-1 で規定する応力係数 (= <input type="text"/>)	—
B_{2b}	設計・建設規格 式 PPB-4. 29 により計算した分岐管の応力係数 $= 0.4 \cdot \left(\frac{R_m}{T_r} \right)^{\frac{2}{3}} (= \text{})$	—
R_m	主管の平均半径	mm
T_r	主管の厚さ	mm
B_{2r}	設計・建設規格 式 PPB-4. 30 により計算した主管の応力係数 $= 0.5 \cdot \left(\frac{R_m}{T_r} \right)^{\frac{2}{3}} (= \text{})$	—
M_b	表 4-11 に示す分岐管に作用する最大モーメント	N・mm
M_r	表 4-11 に示す主管に作用する最大モーメント	N・mm
Z_b	分岐管の断面係数	mm ³
Z_r	主管の断面係数	mm ³
S_d^*	弾性設計用地震動 S_d により定まる地震力又は静的地震力	—
S_s	基準地震動 S_s により定まる地震力	—

注：ここで定義されない記号については，各計算の項目において説明する。

2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表 2-2 に示すとおりとする。

表 2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類	単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期	s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度	—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
圧力	MPa	小数点以下第 3 位	四捨五入	小数点以下第 2 位* ¹
温度	℃	—	—	整数位
質量	kg	—	—	整数位
長さ	mm	—	—	整数位* ²
面積	mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁* ³
モーメント	N・mm	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁* ³
力	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁* ³
縦弾性係数	MPa	有効数字 4 桁目	四捨五入	有効数字 3 桁
算出応力	MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力* ⁴	MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記*1：必要に応じて小数点以下第 3 位とする。

*2：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

*3：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

*4：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の間における許容引張応力、設計降伏点及び設計引張強さは、比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

3. 評価部位

原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの耐震評価は、「4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法」に示す条件に基づき、ティーについて実施する。なお、原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーのフランジの評価は、ストレーナ側フランジより板厚を大きく設計しており（ティー側フランジ厚さ \square mm, ストレーナ側フランジ厚さ \square mm），ティー側フランジにかかる荷重はストレーナ側フランジと同じであるため、VI-2-5-5-4-1「原子炉隔離時冷却系ストレーナの耐震性についての計算書」に示すストレーナ側フランジの評価に包含されるため、ここでは記載を省略する。

原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの形状及び主要寸法を図 3-1 及び表 3-1 に示す。

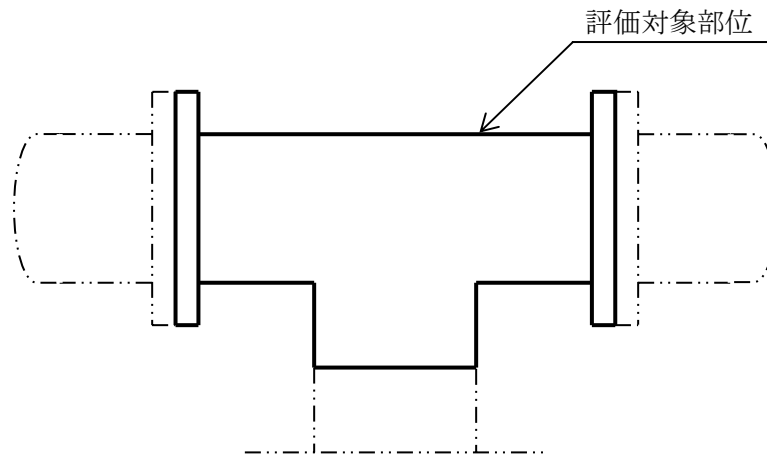


図 3-1 原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの形状

表 3-1 原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの主要寸法

(単位：mm)

貫通部番号	部位	外径	板厚	フランジ間距離
X-214	主管			
	分岐管			

4. 地震応答解析及び構造強度評価

4.1 地震応答解析及び構造強度評価方法

- (1) ストレーナ部ティーは、ストレーナ部を含む一体モデルでの応答解析から得られたモーメントとストレーナから作用する荷重を用いて構造強度評価を行う。
- (2) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。
- (3) 水平方向及び鉛直方向の地震力による荷重の組合せには、絶対値和を適用する。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの荷重の組合せ及び許容応力状態のうち、設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。また、荷重の組合せの整理表を表 4-3 に示す。

4.2.2 許容応力

原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの許容応力は「非常用炉心冷却設備又は格納容器熱除去設備に係るろ過装置の性能評価等について（内規）」（平成 20・02・12 原院第 5 号（平成 20 年 2 月 27 日原子力安全・保安院制定））及び VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-4 に示す。なお、評価対象は、基本板厚計算書で膜応力を考慮した最小板厚の評価を実施していることから、一次一般膜応力の評価結果の記載については省略する。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-5 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-6 に示す。

なお、各評価部位の使用材料については以下のとおり。

ティー



表4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉冷却 系統施設	原子炉冷却材 補給設備	原子炉隔離時冷却系 ストレーナ部ティー	S	クラス2	$D + P_D + M_D + S_d^*$	ⅢAS
					$D + P_L + M_L + S_d^*$	ⅢAS
					$D + P_D + M_D + S_s$	ⅣAS

表4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉冷却 系統施設	非常用炉心冷却 設備その他 原子炉注水設備	原子炉隔離時冷却系 ストレーナ部ティー	常設／防止 (DB拡張)	重大事故等 クラス2	$D + P_D + M_D + S_s^{*2}$	ⅣAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	ⅤAS (ⅤASとしてⅣAS の許容限界を用いる)

注記*1：「常設／防止（DB拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

*2：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 荷重の組合せ整理表

組合せ No.	運転状態	死荷重	異物荷重	差圧	SRV 荷重		LOCA 荷重			地震荷重		許容応力状態
					運転時	中小破断時	プールスウェル	蒸気凝縮(CO)	チャギング(CH)	S d* 荷重	S s 荷重	
DBA* ¹	DBA-1	運転状態 I	○							○		Ⅲ A S
	DBA-2	運転状態 I	○								○	Ⅳ A S
	DBA-3	運転状態 II	○			○				○		Ⅲ A S
	DBA-4	運転状態 II	○			○					○	Ⅳ A S
	DBA-5	運転状態Ⅳ (L)	○		○					○		Ⅲ A S
SA* ²	SA-1	運転状態Ⅴ (L) * ³	○		○					○		V A S * ⁴
	SA-2	運転状態Ⅴ (L L)	○		○						○	V A S * ⁴

注記*1：設計基準対象施設

*2：重大事故等対処設備

*3：運転状態Ⅴ (L) は、温度条件を重大事故等時における最高使用温度 104℃とした運転状態Ⅴ (L L) の評価で代表される。

*4：許容応力状態 V A S としてⅣ A S の許容応力を用いる。

表4-4 許容応力（クラス2，3管及び重大事故等クラス2管（クラス2，3管））

許容応力 状態	許容限界*1			
	一次一般膜応力	一次応力 (曲げ応力を含む)	一次+二次応力*2	一次+二次応力 +ピーク応力*2
ⅢAS	S_y と $0.6 \cdot S_u$ の小さい方 ただし，オーステナイト系ステン レス鋼及び高ニッケル合金につい ては上記値と $1.2 \cdot S$ との大きい 方	S_y ただし，オーステナイト系ステン レス鋼及び高ニッケル合金につい ては上記値と $1.2 \cdot S$ との大きい 方	S _d 又はS _s 地震動のみによる疲労解析を行 い，疲労累積係数が1.0以下であること。 ただし，地震動のみによる一次+二次応力の 変動値が $2 \cdot S_y$ 以下であれば，疲労解析は不 要。	
ⅣAS				
VAS (VASとしてⅣASの 許容限界を用いる。)	$0.6 \cdot S_u$	左欄の1.5倍の値	S _s 地震動のみによる疲労解析を行い，疲労 累積係数が1.0以下であること。 ただし，地震動のみによる一次+二次応力の 変動値が $2 \cdot S_y$ 以下であれば，疲労解析は不 要。	

注記*1：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

*2：二次応力が発生する場合のみ考慮する。

表4-5 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
		最高使用温度	104				
ティー		最高使用温度	104				—

表4-6 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
		最高使用温度	104				
ティー		最高使用温度	104				—

4.2.4 設計荷重

ストレーナに作用する荷重（死荷重，水力的動荷重，地震荷重等）はフランジを介してティーに伝達される。なお，原子炉隔離時冷却系ストレーナに付着する異物は想定しない。

(1) 死荷重

ティーの死荷重を表 4-7 に示す。

表 4-7 死荷重

(単位：N)

部位	原子炉隔離時冷却系
ティー	<input type="text"/>

(2) 差圧

ティーの設計圧力は MPa を考慮する。

4.3 解析モデル及び諸元

原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの応答解析用モデルを図 4-1 に、解析モデルの概要を以下に示す。解析モデルはVI-2-5-5-4-1「原子炉隔離時冷却系ストレーナの耐震性についての計算書」に示す応答解析用モデルと同じモデルである。また、機器の諸元を本計算書の【原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの耐震性についての計算結果】の機器要目に示す。

- (1) 応答解析用モデルではストレーナから原子炉格納容器貫通部までをはり要素を用いた有限要素モデルとしてモデル化して解析を行い、固有値及び荷重を算出する。なお、ストレーナについては構造上十分に剛性が高いため、剛体としてモデル化する。
- (2) ストレーナ部ティーと原子炉格納容器貫通部は溶接構造で取り付けられており、付根部は原子炉格納容器シェル部を模擬したばねの端点を拘束する。
- (3) 各部の質量は、各部の重心位置（図 4-1 の○の節点）に集中質量を与える。
- (4) 本設備はサプレッションプールに水没している機器であるため、応答解析では内包水及び排除水の影響を加味し、ストレーナ質量に含める。
- (5) 解析コードは「MSC NASTRAN」を使用し、固有値及び荷重を求める。なお、評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

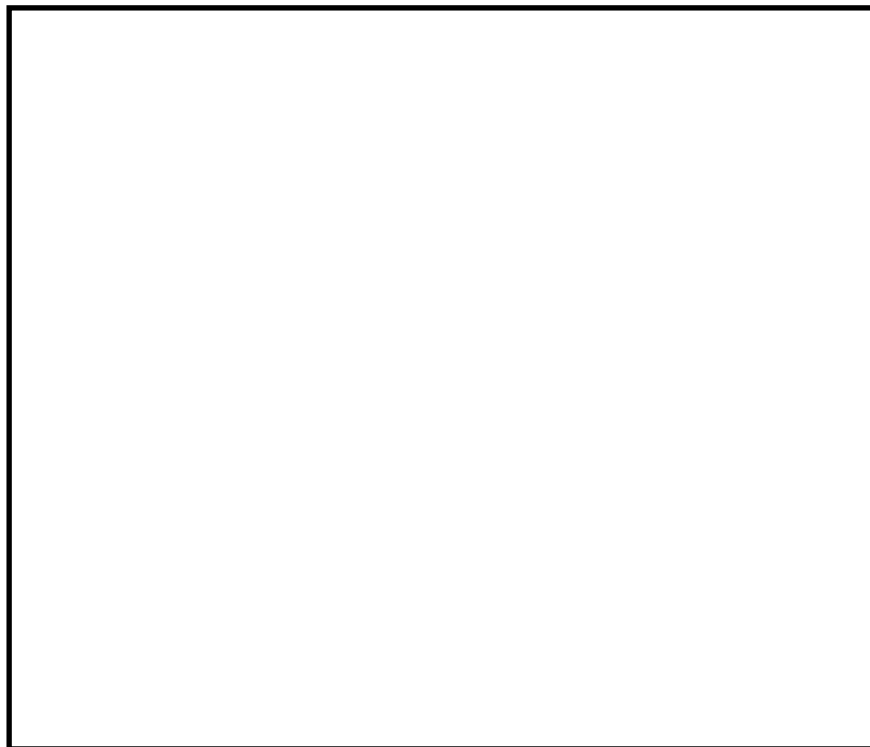


図 4-1 応答解析用モデル

4.4 固有周期

固有値解析の結果を表 4-8, 振動モード図を図 4-2 に示す。固有周期は, 0.05 秒以下であり, 剛構造であることを確認した。

表 4-8 固有値解析結果

モード	卓越方向	固有周期 (s)	水平方向刺激係数		鉛直方向 刺激係数
			NS 方向	EW 方向	
1 次	軸直角方向 (水平/鉛直)	□	—	—	—

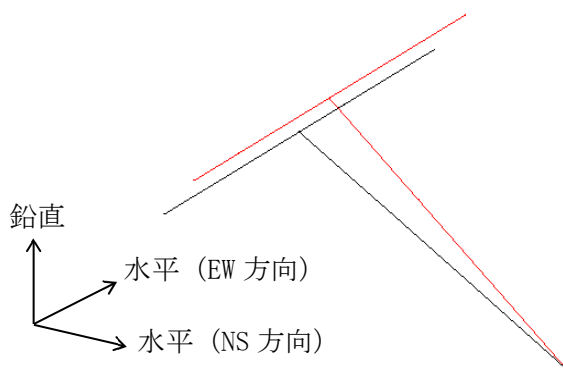


図 4-2 振動モード (1 次モード □ s)

4.5 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 4-9 及び表 4-10 に示す。

「弾性設計用地震動 S d 又は静的震度」及び「基準地震動 S s」による地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表 4-9 設計用地震力（設計基準対象施設）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉建屋 EL (EL 1.300* ¹)	0.05 以下	0.05 以下	C _H =3.44* ² (NS 方向) C _H =3.86* ² (EW 方向)	C _V =3.02* ²	C _H =6.20* ³ (NS 方向) C _H =7.74* ³ (EW 方向)	C _V =5.84* ³

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S d）及び静的震度を上回る設計震度。なお、水平方向設計震度は評価の精緻化として個別震度を適用。

*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）を上回る設計震度。なお、水平方向設計震度は評価の精緻化として個別震度を適用。

表 4-10 設計用地震力（重大事故等対処設備）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉建屋 EL (EL 1.300* ¹)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =6.20* ² (NS 方向) C _H =7.74* ² (EW 方向)	C _V =5.84* ²

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）を上回る設計震度。なお、水平方向設計震度は評価の精緻化として個別震度を適用。

4.6 計算方法

4.6.1 応力の計算方法

ティーに発生する応力は、設計・建設規格 PPC-3520 に従い算出する。なお、ティーの溶接継手は管の板厚の強度と同等以上となるように設計しているため、ここでは管についての評価を行う。

$$S_{\text{prm}} = \frac{B_1 \cdot P \cdot D_o}{2 \cdot t} + \frac{B_{2b} \cdot M_b}{Z_b} + \frac{B_{2r} \cdot M_r}{Z_r}$$

4.6.2 応力解析に用いるモーメント

応力解析に用いるモーメントは、図 4-3 に示す主管と分岐管に作用するモーメントを用いる。主管と分岐管のモーメントは 4.2.4 項に示したようにストレーナからの伝達荷重を考慮する。

算出したモーメントを表 4-11 に示す。ここでのモーメントとは、設計・建設規格 解説 PPC-3520 の考え方に基づいて設定した 3 方向のモーメントを二乗和平方根で合成したものである。

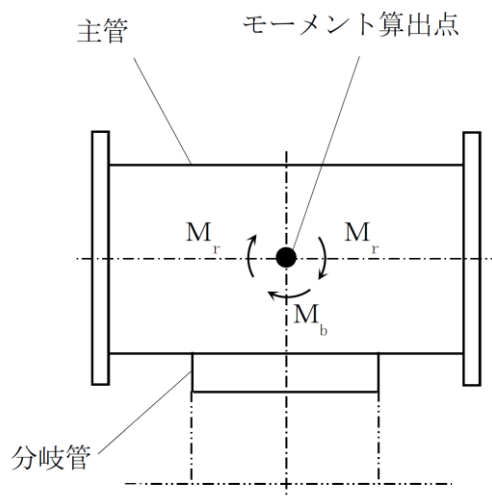


図 4-3 ティーのモーメント算出点

表 4-11 ティーの設計荷重

(単位：N・mm)

荷重		モーメント	
		主管	分岐管
1	死荷重		
2	差圧		
3	S R V 荷重		
4	S d *地震荷重		
5	S s 地震荷重		

4.7 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの耐震性についての計算結果】に示す。

4.8 応力の評価

「4.6 計算方法」で求めた応力が表 4-4、表 4-5 及び表 4-6 を用いて算出される許容応力以下であること。

5. 評価結果

5.1 設計基準対象施設としての評価結果

原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

なお，各評価点における算出応力は表 4-3 に示す荷重の組合せのうち，各許容応力状態ⅢA S及びⅣA Sで，発生値が高い方の評価を記載している。

5.2 重大事故等対処設備としての評価結果

原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

なお，各評価点における算出応力は表 4-3 に示す荷重の組合せのうち，許容応力状態ⅤA Sで，発生値が高い方の評価を記載している。

【原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度		
原子炉隔離時冷却系 ストレーナ部ティー	S	原子炉建屋 EL (EL 1.300 ^{*1})	0.05 以下	0.05 以下	C _H = 3.44 ^{*2} (NS 方向) C _H = 3.86 ^{*2} (EW 方向)	C _V = 3.02 ^{*2}	C _H = 6.20 ^{*3} (NS 方向) C _H = 7.74 ^{*3} (EW 方向)	C _V = 5.84 ^{*3}	104	—

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S d）及び静的震度を上回る設計震度。なお、水平方向設計震度は評価の精緻化として個別震度を適用

*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）を上回る設計震度

1.2 機器要目

(単位：mm)

貫通部番号	部位	外径 D_o	板厚 t	フランジ間距離 L
X-214	主管			
	分岐管			

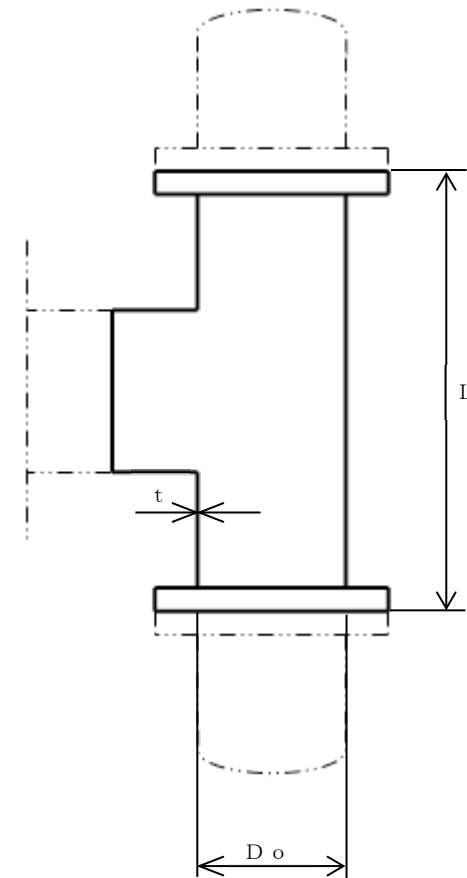
B_1 (—)	B_{2b} (—)	B_{2r} (—)	Z_b (mm^3)	Z_r (mm^3)

(単位：MPa)

部材	材料	S	S_y	S_u	S_y (RT)
ティー					—

(解析モデルの諸元)

項目	単位	入力値
原子炉隔離時冷却系ストレナ部ティーの材質	—	
原子炉隔離時冷却系ストレナ部ティーの質量	kg	
原子炉隔離時冷却系ストレナ部ティーの内包水及び排除水の質量	kg	
縦弾性係数	MPa	
ポアソン比	—	
要素数	個	
節点数	個	



1.3 計算数値

1.3.1 ティーの設計荷重

自重 (N)	設計圧力 P (MPa)

(単位 : N・mm)

荷重		モーメント	
		主管	分岐管
1	死荷重		
2	差圧		
3	S R V 荷重		
4	S d *地震荷重		
5	S s 地震荷重		

1.4 結論

1.4.1 固有周期 (単位 : s)

方向	固有周期
軸直角方向 (水平/鉛直)	□

1.4.2 応力

(単位 : MPa)

評価対象設備	材料	応力分類	Ⅲ A S			Ⅳ A S		
			算出 応力	許容 応力	荷重 組合せ	算出 応力	許容 応力	荷重 組合せ
原子炉隔離時冷却系 ストレーナ部ティー	□	一次応力	7	219	DBA-5	7	364	DBA-4

すべて許容応力以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度		
原子炉隔離時冷却系 ストレナ部ティール	常設/防止 (DB 拡張)	原子炉建屋 EL (EL 1.300* ¹)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H = 6.20* ² (NS 方向) C _H = 7.74* ² (EW 方向)	C _V = 5.84* ²	104	—

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S s) を上回る設計震度。なお、水平方向設計震度は評価の精緻化として個別震度を適用

2.2 機器要目

(単位：mm)

貫通部番号	部位	外径 D_o	板厚 t	フランジ間距離 L
X-214	主管			
	分岐管			

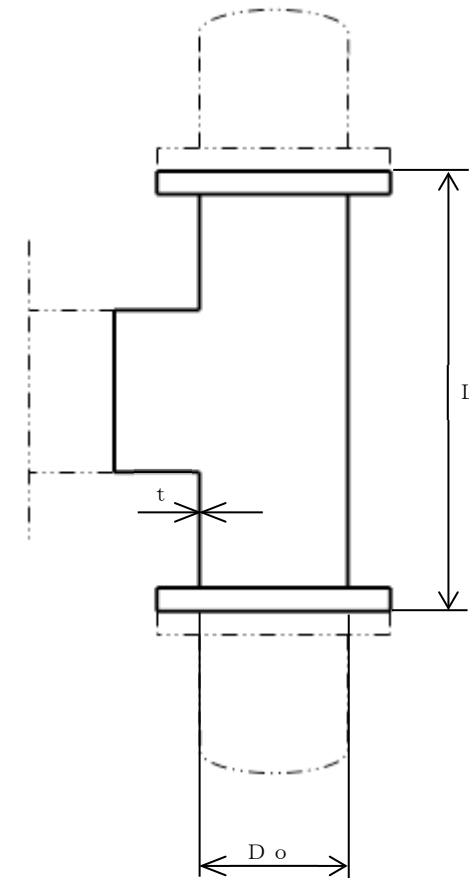
B_1 (—)	B_{2b} (—)	B_{2r} (—)	Z_b (mm^3)	Z_r (mm^3)

(単位：MPa)

部材	材料	S	S_y	S_u	S_y (RT)
ティー					—

(解析モデルの諸元)

項目	単位	入力値
原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの材質	—	
原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの質量	kg	
原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティーの内包水及び排除水の質量	kg	
縦弾性係数	MPa	
ポアソン比	—	
要素数	個	
節点数	個	



2.3 計算数値

2.3.1 ティーの設計荷重

自重 (N)	設計圧力 P (MPa)

(単位 : N・mm)

荷重		モーメント	
		主管	分岐管
1	死荷重		
2	差圧		
3	S s 地震荷重		

2.4 結論

2.4.1 固有周期 (単位：s)

方向	固有周期
軸直角方向 (水平／鉛直)	□

2.4.2 応力

(単位：MPa)

評価対象設備	材料	応力分類	V Δ S		
			算出 応力	許容 応力	荷重 組合せ
原子炉隔離時冷却系 ストレーナ部ティー	□	一次応力	9	364	SA-2

すべて許容応力以下である。

VI-2-5-7 原子炉補機冷却設備の耐震性についての計算書

VI-2-5-7-1 原子炉補機冷却系及び原子炉補機海水系の
耐震性についての計算書

VI-2-5-7-1-1 原子炉補機冷却系熱交換器の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
2.2 評価方針	5
2.3 適用規格・基準等	6
2.4 記号の説明	7
2.5 計算精度と数値の丸め方	12
3. 評価部位	13
4. 固有周期	13
4.1 固有周期の計算方法	13
4.2 固有周期の計算条件	15
4.3 固有周期の計算結果	16
5. 構造強度評価	17
5.1 構造強度評価方法	17
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	17
5.3 設計用地震力	22
5.4 計算方法	23
5.5 計算条件	36
5.6 応力の評価	36
6. 評価結果	38
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	38
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	38
7. 引用文献	38

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、原子炉補機冷却系熱交換器が設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

原子炉補機冷却系熱交換器は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

原子炉補機冷却系熱交換器の構造計画を表 2-1、表 2-2 及び表 2-3 に示す。

表 2-1 構造計画 (その 1)

計画の概要		概略構造図 (全体図)
基礎・支持構造	主体構造	
<p>胴を 2 個の脚で支持し、脚をそれぞれ基礎ボルト及び耐震補強サポート (サポート、連結板及びスペーサ) で基礎に据え付ける。</p>	<p>前後水室に平板及び鏡板を有する横置一胴円筒形容器</p>	<p>(単位 : mm)</p>

表 2-2 構造計画 (その 2)

概略構造図 (耐震補強サポート (平面図))

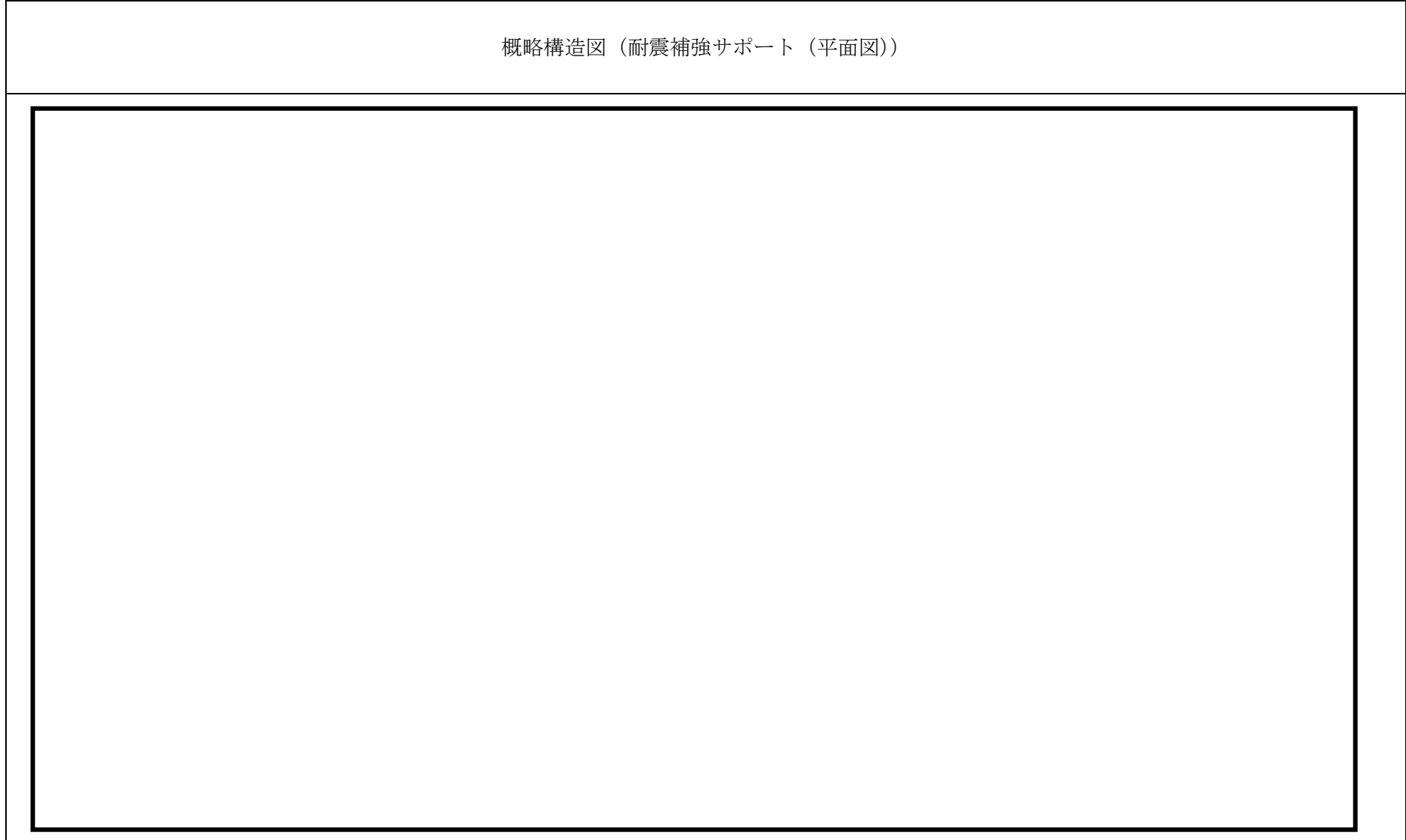
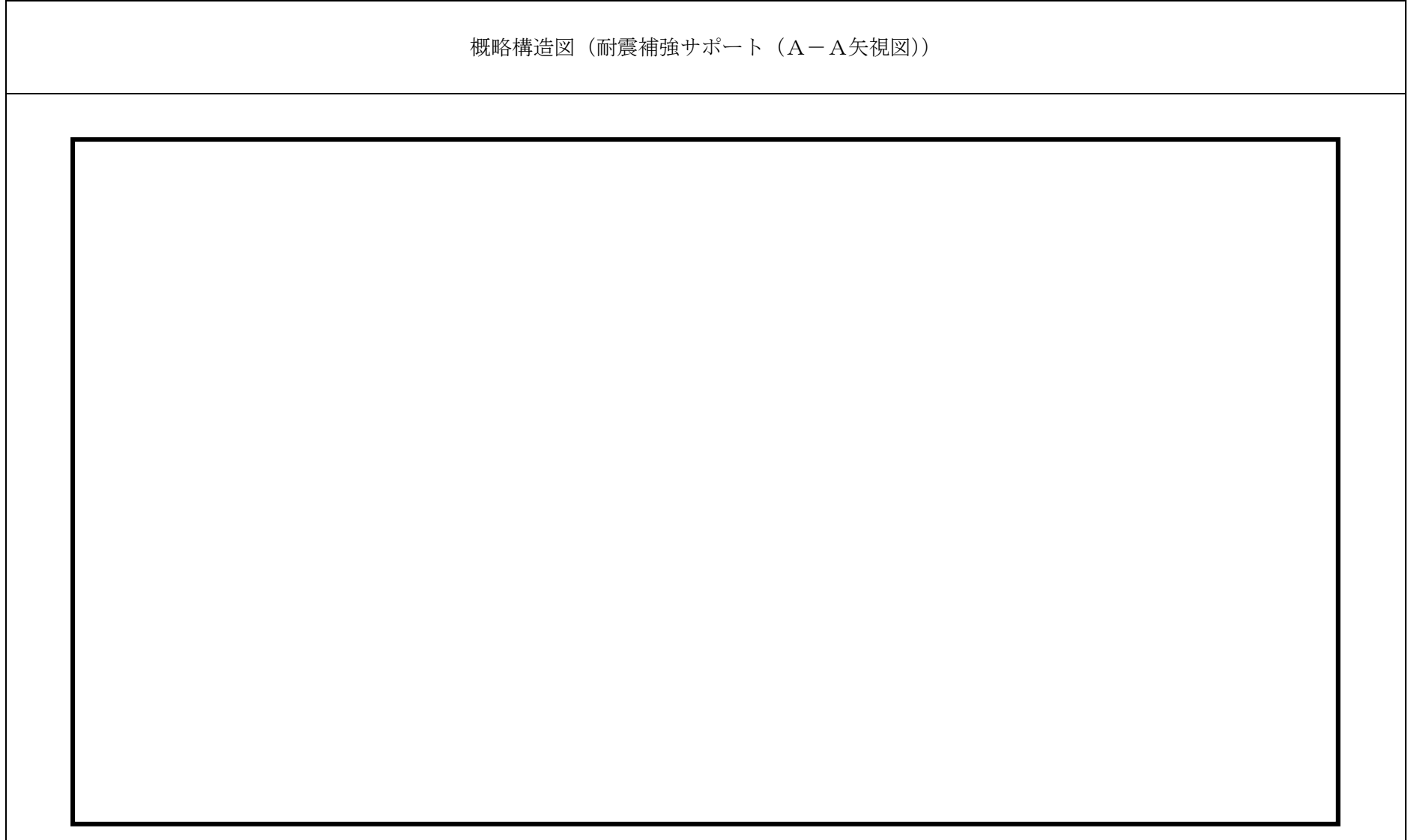


表 2-3 構造計画 (その 3)

概略構造図 (耐震補強サポート (A-A 矢視図))



2.2 評価方針

原子炉補機冷却系熱交換器の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示す原子炉補機冷却系熱交換器の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」にて算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6. 評価結果」に示す。

原子炉補機冷却系熱交換器の耐震評価フローを図2-1に示す。

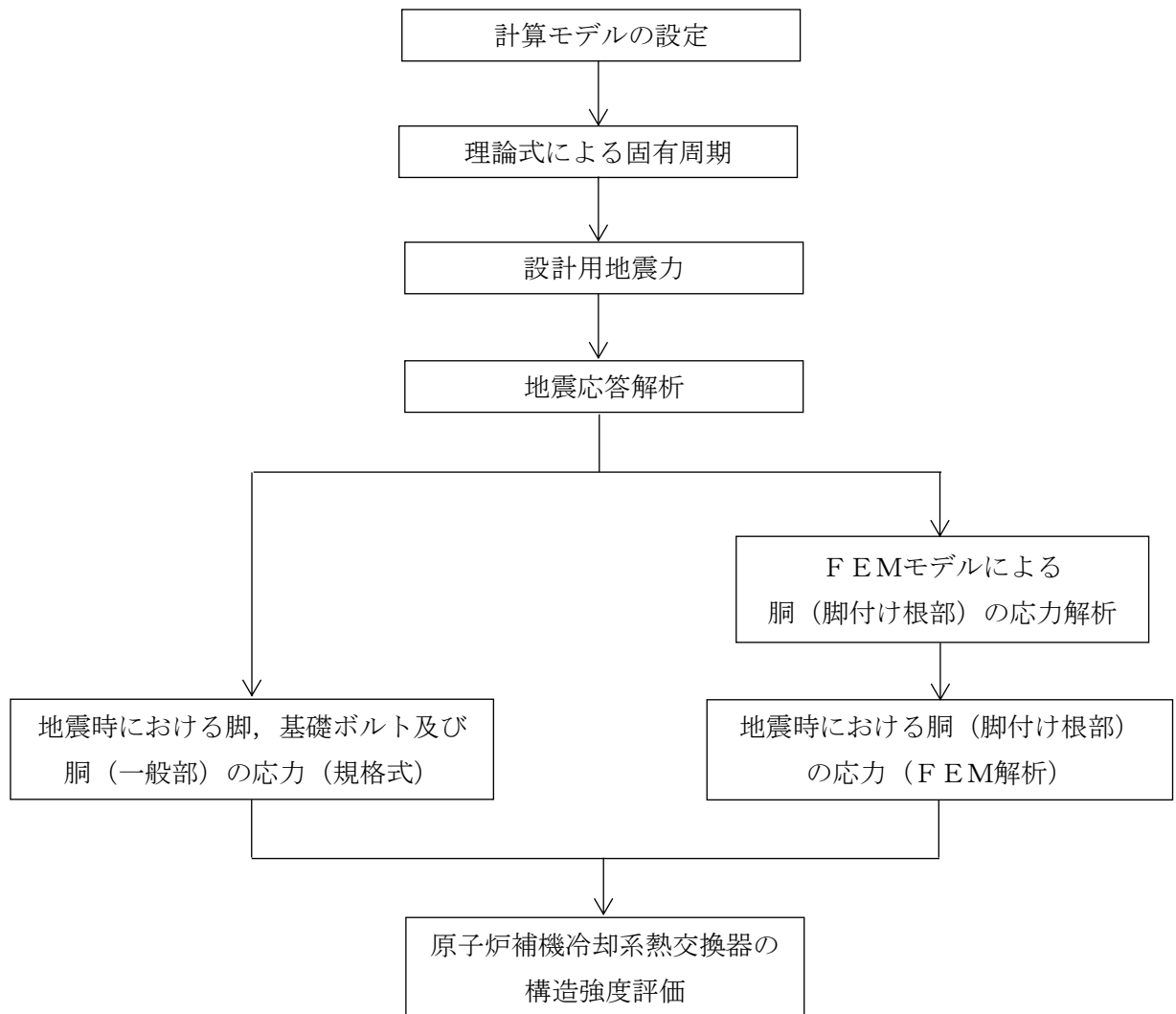


図2-1 原子炉補機冷却系熱交換器の耐震評価フロー

2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984
（（社）日本電気協会）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 （（社）日本電気協会）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版（（社）日本電気協会）
- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格（（社）日本機械学会，2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_b	基礎ボルトの軸断面積	mm^2
A_f	耐震補強サポートの連結板の断面積	mm^2
A_s	第1脚の断面積	mm^2
A_{s1}	第1脚の長手方向に対する有効せん断断面積	mm^2
A_{s2}	第1脚の横方向に対する有効せん断断面積	mm^2
A_{s3}	第1脚の長手方向に対するせん断断面積	mm^2
A_{s4}	第1脚の横方向に対するせん断断面積	mm^2
a	第1脚底板の長手方向幅	mm
b	第1脚底板の横方向幅	mm
C_1	第1脚の胴付け根部のアタッチメントの幅の2分の1 (胴の横方向)	mm
C_2	第1脚の胴付け根部のアタッチメントの幅の2分の1 (胴の長手方向)	mm
C_H	水平方向設計震度	—
C_v	鉛直方向設計震度	—
D_i	胴の内径	mm
d	基礎ボルトの呼び径	mm
d_1	第1脚底板端面から基礎ボルト中心までの長手方向の距離	mm
d_2	第1脚底板端面から基礎ボルト (外側) 中心までの横方向の距離	mm
E_s	脚の縦弾性係数	MPa
e	第1脚中心から偏心荷重作用点までの距離	mm
F	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値	MPa
F^*	設計・建設規格 SSB-3121.3又はSSB-3133に定める値	MPa
F_b	基礎ボルトに作用する引張力	N
f_{sb}	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
f_{tm}	脚の許容引張応力	MPa
f_{tf}	耐震補強サポートの連結板の許容引張応力	MPa
f_{to}	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
f_{ts}	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力 (許容組合せ応力)	MPa
G_s	脚のせん断弾性係数	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s^2
H	水頭	mm
h_1	基礎から第1脚の胴付け根部までの高さ	mm
h_2	基礎から胴の中心までの高さ	mm
I_{sx}	第1脚の長手方向軸に対する断面二次モーメント	mm^4
I_{sy}	第1脚の横方向軸に対する断面二次モーメント	mm^4
j_1	荷重分布で分割する荷重の数	—
j_2	第1脚より第2脚と反対の方向に作用する荷重の数 (第1脚上の荷重は含まない。)	—

記号	記号の説明	単位
j_3	第2脚より第1脚と反対の方向に作用する荷重の数（第2脚上の荷重は含まない。）	—
K_c	第1脚のばね定数（胴の横方向に水平力が作用する場合）	N/m
K_ℓ	第1脚のばね定数（胴の長手方向に水平力が作用する場合）	N/m
K_v	第1脚のばね定数（胴に鉛直力が作用する場合）	N/m
l_0	脚中心間距離	mm
l_i	第1脚より各荷重までの距離（ここで第2脚側の距離は正，その反対側は負とする。）（ $i=1, 2, 3\cdots j_1$ ）	mm
M	第1脚底板に作用するモーメント	N・mm
M_1	第1脚付け根部における胴の運転時質量によるモーメント	N・mm
M_2	第2脚付け根部における胴の運転時質量によるモーメント	N・mm
M_c	横方向地震により胴の第1脚付け根部に作用するモーメント	N・mm
M_{c1}	横方向地震により第1脚底面に作用するモーメント	N・mm
M_ℓ	長手方向地震により胴の第1脚付け根部に作用するモーメント	N・mm
$M_{\ell 1}$	長手方向地震により第1脚底面に作用するモーメント	N・mm
m_0	容器の運転時質量	kg
m_i	容器各部の質量（ $i=1, 2, 3\cdots j_1$ ）	kg
m_{s1}	第1脚の質量	kg
m_{s2}	第2脚の質量	kg
n_1	長手方向及び鉛直方向地震時に引張りを受ける基礎ボルトの本数	—
n_2	横方向及び鉛直方向地震時に引張りを受ける基礎ボルトの本数	—
P	運転時質量により胴の第1脚付け根部に作用する反力	N
P_e	鉛直方向地震により胴の第1脚付け根部に作用する反力	N
P_ℓ	長手方向地震により胴の第1脚付け根部に作用する鉛直荷重	N
P_r	最高使用圧力	MPa
P_s	長手方向及び鉛直方向地震により第1脚底部に作用する鉛直荷重	N
P_{s1}	横方向及び鉛直方向地震により第1脚底部に作用する鉛直荷重	N
R_1	第1脚の受ける荷重	N
R_2	第2脚の受ける荷重	N
r_m	第1脚付け根部における胴の平均半径	mm
r_o	第1脚付け根部における胴の外半径	mm
S	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表5に定める値	MPa
S_a	胴の許容応力	MPa
S_u	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
S_y	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa

記号	記号の説明	単位
$S_y (R T)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の 40°Cにおける値	MPa
s	基礎ボルトと基礎の縦弾性係数比	—
T_1	長手方向固有周期	s
T_2	横方向固有周期	s
T_3	鉛直方向固有周期	s
t	第1脚側胴板の厚さ	mm
t_e	第1脚付け根部における胴の有効板厚	mm
X_n	基礎が圧縮力を受ける幅	mm
Z	引用文献(1)による胴の断面係数	mm ³
$Z_{s x}$	第1脚の長手方向軸に対する断面係数	mm ³
$Z_{s y}$	第1脚の横方向軸に対する断面係数	mm ³
θ	引用文献(1)による胴の有効範囲角の2分の1	rad
θ_0	胴の第1脚端部より鉛直軸までの角度	rad
π	円周率	—
σ_0	胴の組合せ一次一般膜応力の最大値	MPa
σ_{0c}	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次一般膜応力	MPa
σ_{0cx}	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次一般膜応力の和	MPa
$\sigma_{0c\phi}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次一般膜応力の和	MPa
σ_{0l}	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次一般膜応力	MPa
σ_{0lx}	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次一般膜応力の和	MPa
$\sigma_{0l\phi}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次一般膜応力の和	MPa
σ_1	胴の組合せ一次応力の最大値	MPa
σ_{1c}	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa
σ_{1cx}	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次応力の和	MPa
$\sigma_{1c\phi}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次応力の和	MPa
σ_{1l}	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa
σ_{1lx}	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次応力の和	MPa
$\sigma_{1l\phi}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次応力の和	MPa
σ_2	地震動のみによる胴の組合せ一次応力と二次応力の和の変動値の最大値	MPa

記号	記号の説明	単位
σ_{2c}	横方向及び鉛直方向地震のみによる胴の組合せ一次応力と二次応力の和	MPa
σ_{2cx}	横方向及び鉛直方向地震のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2c\phi}$	横方向及び鉛直方向地震のみによる胴の周方向一次応力と二次応力の和	MPa
σ_{2l}	長手方向及び鉛直方向地震のみによる胴の組合せ一次応力と二次応力の和	MPa
σ_{2lx}	長手方向及び鉛直方向地震のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2l\phi}$	長手方向及び鉛直方向地震のみによる胴の周方向一次応力と二次応力の和	MPa
σ_b	基礎ボルトに生じる引張応力の最大値	MPa
σ_{b1}	長手方向及び鉛直方向地震により基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
σ_{b2}	横方向及び鉛直方向地震により基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
σ_{f1}	長手方向地震により耐震補強サポートの連結板に生じる引張応力	MPa
σ_{f2}	横方向地震により耐震補強サポートの連結板に生じる引張応力	MPa
σ_s	第1脚の組合せ応力の最大値	MPa
σ_{sc}	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の第1脚の組合せ応力	MPa
σ_{sl}	鉛直方向と長手方向地震が作用した場合の第1脚の組合せ応力	MPa
σ_{s1}	運転時質量により第1脚に生じる圧縮応力	MPa
σ_{s2}	長手方向地震により第1脚に生じる曲げ及び圧縮応力の和	MPa
σ_{s3}	横方向地震により第1脚に生じる曲げ応力	MPa
σ_{s4}	鉛直方向地震により第1脚に生じる圧縮応力	MPa
σ_{x1}	内圧又は静水頭により胴に生じる軸方向一次応力	MPa
σ_{x2}	運転時質量による長手方向曲げモーメントにより胴の第1脚付け根部に生じる軸方向一次応力	MPa
σ_{x3}	運転時質量により胴の第1脚付け根部に生じる軸方向一次応力	MPa
$\sigma_{x41}, \sigma_{x42}$	長手方向地震により胴の第1脚付け根部に生じる軸方向一次応力の和及び二次応力の和	MPa
$\sigma_{x411}, \sigma_{x421}$	長手方向地震による曲げモーメントにより胴の第1脚付け根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{x412}, \sigma_{x422}$	長手方向地震による鉛直荷重により胴の第1脚付け根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa
σ_{x413}	長手方向地震による水平方向荷重により胴に生じる軸方向一次応力	MPa

記号	記号の説明	単位
$\sigma_{x51}, \sigma_{x52}$	横方向地震による曲げモーメントにより胴の第1脚付け根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa
σ_{x6}	鉛直方向地震による長手方向曲げモーメントにより胴の第1脚付け根部に生じる軸方向一次応力	MPa
$\sigma_{x71}, \sigma_{x72}$	鉛直方向地震により胴の第1脚付け根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi 1}$	内圧又は静水頭により胴に生じる周方向一次応力	MPa
$\sigma_{\phi 2}$	静水頭に鉛直地震力が加わり胴に生じる周方向一次応力	MPa
$\sigma_{\phi 3}$	運転時質量により胴の第1脚付け根部に生じる周方向一次応力	MPa
$\sigma_{\phi 41}, \sigma_{\phi 42}$	長手方向地震により胴の第1脚付け根部に生じる周方向一次応力の和及び二次応力の和	MPa
$\sigma_{\phi 411}, \sigma_{\phi 421}$	長手方向地震による曲げモーメントにより胴の第1脚付け根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi 412}, \sigma_{\phi 422}$	長手方向地震による鉛直荷重により胴の第1脚付け根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi 51}, \sigma_{\phi 52}$	横方向地震による曲げモーメントにより胴の第1脚付け根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi 71}, \sigma_{\phi 72}$	鉛直方向地震により胴の第1脚付け根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
τ_c	横方向地震により胴の第1脚付け根部に生じるせん断応力	MPa
τ_l	長手方向地震により胴の第1脚付け根部に生じるせん断応力	MPa
τ_{s2}	長手方向地震により第1脚に生じるせん断応力	MPa
τ_{s3}	横方向地震により第1脚に生じるせん断応力	MPa

2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字 6 桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表 2-4 に示すとおりである。

表 2-4 表示する数値の丸め方

数値の種類		単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期		s	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
震度		—	小数点以下第 3 位	切上げ	小数点以下第 2 位
最高使用圧力		MPa	—	—	小数点以下第 2 位
温度		℃	—	—	整数位
比重		—	小数点以下第 3 位	四捨五入	小数点以下第 2 位
質量		kg	—	—	整数位
長さ	下記以外の長さ	mm	—	—	整数位 ^{*1}
	胴板の厚さ	mm	—	—	小数点以下第 1 位
面積		mm ²	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
モーメント		N・mm	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
力		N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁 ^{*2}
角度		rad	小数点以下第 4 位	四捨五入	小数点以下第 3 位
算出応力		MPa	小数点以下第 1 位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*3}		MPa	小数点以下第 1 位	切捨て	整数位

注記*1：設計上定める値が小数点以下第 1 位の場合は、小数点以下第 1 位表示とする。

*2：絶対値が 1000 以上のときは、べき数表示とする。

*3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は、比例法により補間した値の小数点以下第 1 位を切り捨て、整数位までの値とする。

3. 評価部位

原子炉補機冷却系熱交換器の耐震評価は、「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる胴、脚、基礎ボルト及び連結板について実施する。原子炉補機冷却系熱交換器の耐震評価部位については、表 2-1、表 2-2 及び表 2-3 の概略構造図に示す。

4. 固有周期

4.1 固有周期の計算方法

原子炉補機冷却系熱交換器の固有周期の計算方法を以下に示す。

(1) 計算モデル

モデル化に当たっては次の条件で行う。

- a. 容器及び内容物の質量は胴の中心軸に集中するものとする。
- b. 容器の胴は 2 個の脚で支持され、脚はそれぞれ基礎ボルトで基礎に固定されており、固定端とする。
- c. 胴は剛体とし、脚をはりと考え、変形モードは脚の曲げ及びせん断変形を考慮する。
- d. 脚が長手方向に変形する場合、脚を基礎に取り付ける基礎ボルトが、脚の変形方向に直角な方向より見て脚 1 個につき 1 列の場合は下端を単純支持とする。
その他の場合は、固定とする。
- e. 第 2 脚は長手方向にスライドできるものとし、その方向の力はすべて第 1 脚で受けるものとする。
- f. 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

本容器の荷重状態及び胴に生じるモーメントを図 4-1～図 4-4 に示す。

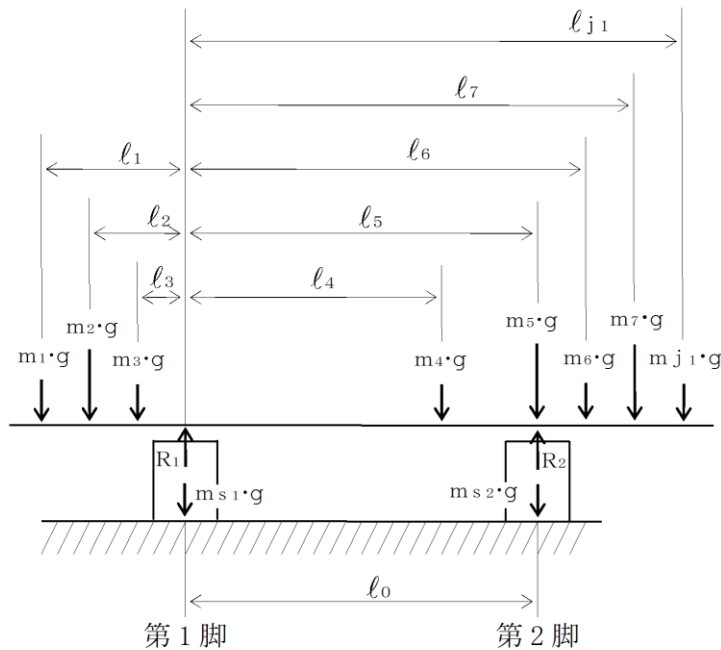


図4-1 荷重状態

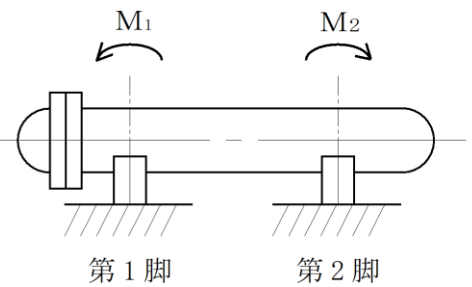


図4-2 脚の位置での曲げモーメント

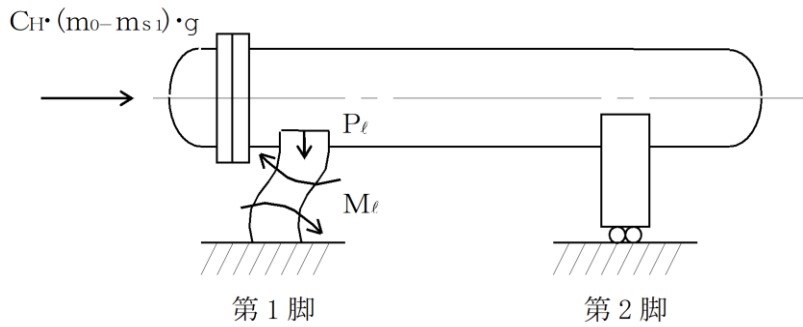


図4-3 長手方向荷重による胴の第1脚付け根部のモーメント及び鉛直荷重

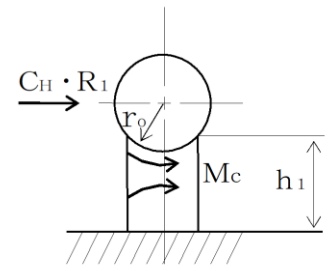


図4-4 横方向荷重による胴の第1脚付け根部のモーメント

本容器は、前記の条件より図4-5、図4-6及び図4-7のような1質点系振動モデルとして考える。

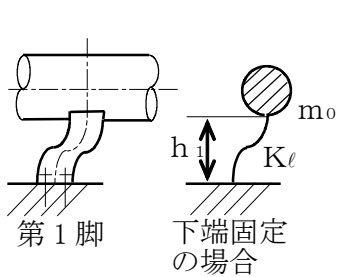


図4-5 長手方向の固有周期計算モデル

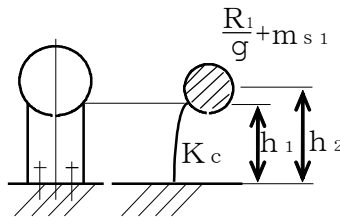


図4-6 横方向の固有周期計算モデル

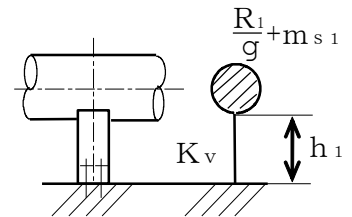


図4-7 鉛直方向の固有周期計算モデル

(2) 脚の受ける荷重

脚の受ける荷重はモーメントの釣合いより求める。図4-1において第1脚回りのモーメントの釣合いは次式で求める。

$$\sum_{i=1}^{j_1} m_i \cdot g \cdot l_i - R_2 \cdot l_0 = 0 \quad \dots\dots\dots (4.1.1)$$

したがって、脚の受ける荷重は次式で求める。

$$R_2 = \sum_{i=1}^{j_1} m_i \cdot g \cdot l_i / l_0 \quad \dots\dots\dots (4.1.2)$$

$$R_1 = \sum_{i=1}^{j_1} m_i \cdot g - R_2 \quad \dots\dots\dots (4.1.3)$$

(3) 長手方向の固有周期

図4-5におけるばね定数は次式で求める。

$$K_{\ell} = \frac{1000}{\frac{h_1^3}{12 \cdot E_s \cdot I_{s y}} + \frac{h_1}{G_s \cdot A_{s 1}}} \quad \dots\dots\dots (4.1.4)$$

固有周期は次式で求める。

$$T_1 = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_0}{K_{\ell}}} \quad \dots\dots\dots (4.1.5)$$

(4) 横方向の固有周期

図4-6におけるばね定数は次式で求める。

$$K_c = \frac{1000}{\frac{h_1^2 \cdot (3 \cdot h_2 - h_1)}{6 \cdot E_s \cdot I_{s x}} + \frac{(h_2 - h_1) \cdot h_1 \cdot (h_2 - h_1 / 2)}{E_s \cdot I_{s x}} + \frac{h_1}{G_s \cdot A_{s 2}}} \quad \dots\dots\dots (4.1.6)$$

固有周期は次式で求める。

$$T_2 = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{\frac{R_1}{g} + m_{s 1}}{K_c}} \quad \dots\dots\dots (4.1.7)$$

ただし、脚の受ける荷重が $R_2 > R_1$ となる場合は、 R_1 を R_2 に置き換える。

(5) 鉛直方向の固有周期

図4-7におけるばね定数は次式で求める。

$$K_v = \frac{1000}{\frac{h_1}{A_s \cdot E_s}} \quad \dots\dots\dots (4.1.8)$$

固有周期は次式で求める。

$$T_3 = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{\frac{R_1}{g} + m_{s 1}}{K_v}} \quad \dots\dots\dots (4.1.9)$$

ただし、脚の受ける荷重が $R_2 > R_1$ となる場合は、 R_1 を R_2 に置き換える。

4.2 固有周期の計算条件

固有周期の計算に用いる計算条件は、本計算書の【原子炉補機冷却系熱交換器の耐震性についての計算結果】の機器要目に示す。

4.3 固有周期の計算結果

固有周期の計算結果を表 4-1 に示す。計算の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛構造であることを確認した。

表 4-1 固有周期 (単位 : s)

水平			
鉛直			

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

4.1(1)項a.～f.のほか、次の条件で計算する。概要図を図5-1に示す。

- (1) 地震力は容器に対して水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。ここで、水平方向地震力は胴の長手方向に作用する場合と胴の横方向に作用する場合を考慮する。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、SRSS法を用いる。
- (2) 第1脚と第2脚は同形状であり、受ける荷重の大きい方の脚についての評価を計算書に記載する。

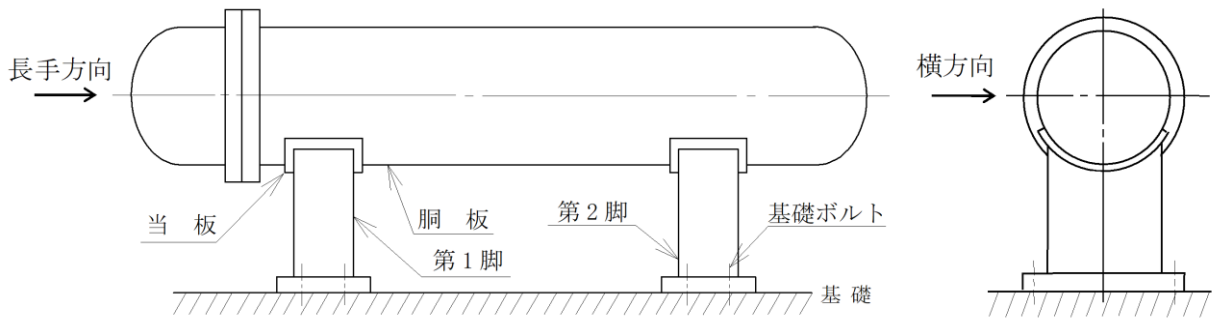


図5-1 概要図

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

原子炉補機冷却系熱交換器の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表5-1に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表5-2に示す。

5.2.2 許容応力

原子炉補機冷却系熱交換器の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表5-3及び表5-4のとおりとする。

5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

原子炉補機冷却系熱交換器の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表5-5に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表5-6に示す。

表 5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉冷却 系統施設	原子炉補機 冷却設備	原子炉補機冷却系 熱交換器	S	クラス3容器*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：クラス3容器の支持構造物を含む。

表 5-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* ¹	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉冷却 系統施設	原子炉補機 冷却設備	原子炉補機冷却系 熱交換器	常設／防止 (DB拡張)	重大事故等* ² クラス2容器	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{sAD} + M_{sAD} + S_s$	V _A S (V _A Sとして Ⅳ _A Sの許容限界 を用いる。)

注記*1：「常設／防止（DB拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

*2：重大事故等クラス2容器の支持構造物を含む。

*3：「 $D + P_{sAD} + M_{sAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 5-3 許容応力 (クラス 2, 3 容器及び重大事故等クラス 2 容器)

許容応力状態	許容限界 ^{*1, *2}			
	一次一般膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
Ⅲ _A S	S _y と 0.6・S _u の小さい方 ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については上記値と 1.2・S との大きい方	左欄の 1.5 倍の値	弾性設計用地震動 S _d 又は基準地震動 S _s のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が 1.0 以下であること。 ただし、地震動のみによる一次+二次応力の変動値が 2・S _y 以下であれば、疲労解析は不要	
Ⅳ _A S				
Ⅴ _A S (Ⅴ _A S としてⅣ _A S の許容限界を用いる。)	0.6・S _u	左欄の 1.5 倍の値	基準地震動 S _s のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が 1.0 以下であること。 ただし、地震動のみによる一次+二次応力の変動値が 2・S _y 以下であれば、疲労解析は不要	

注記*1：座屈による評価は、クラスMC容器の座屈に対する評価式による。

*2：当該の応力が生じない場合、規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 5-4 許容応力（クラス 2， 3 支持構造物及び重大事故等クラス 2 支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等以外)	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	一次応力	
	引張	引張	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
Ⅴ _A S (Ⅴ _A SとしてⅣ _A Sの許容限界 を用いる。)			

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 5-5 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		最高使用温度					
胴	SGV49 ^{*1}	最高使用温度	85	—	242	441	—
脚	SM41A ^{*2} (16mm<厚さ≤40mm)	最高使用温度	85	—	218	377	—
基礎ボルト	SS41 ^{*3} (40mm<径)	周囲環境温度	55	—	209	391	—
連結板	SM400A (16mm<厚さ≤40mm)	周囲環境温度	55	—	229	391	—

注記*1 : SGV480 相当

*2 : SM400A 相当

*3 : SS400 相当

表 5-6 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		最高使用温度					
胴	SGV49 ^{*1}	最高使用温度	85	—	242	441	—
脚	SM41A ^{*2} (16mm<厚さ≤40mm)	最高使用温度	85	—	218	377	—
基礎ボルト	SS41 ^{*3} (40mm<径)	周囲環境温度	55	—	209	391	—
連結板	SM400A (16mm<厚さ≤40mm)	周囲環境温度	55	—	229	391	—

注記*1 : SGV480 相当

*2 : SM400A 相当

*3 : SS400 相当

5.3 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 5-7 及び表 5-8 に示す。

「弾性設計用地震動 S d 又は静的震度」及び「基準地震動 S s」による地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表 5-7 設計用地震力（設計基準対象施設）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉建物 EL 15.3 ^{*1}			$C_H=0.89^{*2}$	$C_V=0.81^{*2}$	$C_H=1.45^{*3}$	$C_V=1.16^{*3}$

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

*3：設計用震度 I（基準地震動 S s）を上回る設計震度

表 5-8 設計用地震力（重大事故等対処設備）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉建物 EL 15.3 ^{*1}			—	—	$C_H=1.45^{*2}$	$C_V=1.16^{*2}$

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 I（基準地震動 S s）を上回る設計震度

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

5.4.1.1 胴の計算方法

(1) 曲げモーメント

図4-1に示すように胴を集中荷重を受けるはりとして考える。

図4-2において脚付け根部における曲げモーメント M_1 及び M_2 は次式で求める。

$$M_1 = \sum_{i=1}^{j_2} m_i \cdot g \cdot |l_i| \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.1)$$

$$M_2 = \sum_{i=j_1-j_3+1}^{j_1} m_i \cdot g \cdot |l_i - l_0| \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.2)$$

(2) 内圧による応力

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{P_r \cdot (D_i + 1.2 \cdot t)}{2 \cdot t} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.3)$$

$$\sigma_{\phi 2} = 0 \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.4)$$

$$\sigma_{x 1} = \frac{P_r \cdot (D_i + 1.2 \cdot t)}{4 \cdot t} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.5)$$

(3) 運転時質量及び鉛直方向地震により生じる長手方向曲げモーメントによる応力

(1)で求めた曲げモーメントにより胴の第1脚付け根部に生じる応力は次のように求める。

引用文献(1)によれば、この曲げモーメントは胴の断面に対して一様に作用するものではなく、脚取付部において円周方向の曲げモーメントに置き換えられ、胴の局部変形を生じさせようとする。

長手方向の曲げモーメントによる胴の応力の影響範囲を脚上 $\frac{\theta_0}{6}$ の点とすると長手方向曲げモーメントに対する胴の有効断面積は図5-2に 2θ で示される円殻である。したがって、運転時質量による応力は次式で求める。

$$\sigma_{x 2} = \frac{M_1}{Z} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.6)$$

また、鉛直方向地震による応力は次式で求める。

$$\sigma_{x 6} = \frac{M_1}{Z} \cdot C_v \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.7)$$

ここで,

$$r_m = \frac{D_i + t_e}{2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.8)$$

$$Z = r_m^2 \cdot t_e \cdot \left\{ \frac{\theta + \sin \theta \cdot \cos \theta - 2 \cdot \sin^2 \theta / \theta}{(\sin \theta / \theta) - \cos \theta} \right\} \dots\dots (5.4.1.1.9)$$

であり, 脚付け根部における胴の有効板厚 t_e は胴板の厚さとする。

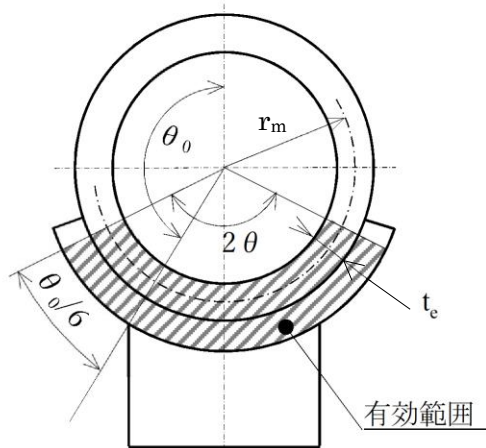


図5-2 脚付け根部の有効範囲

(4) 運転時質量及び鉛直方向地震による脚付け根部の応力

脚の受ける荷重が $R_2 > R_1$ となる場合は, R_1 を R_2 に置き換える。

胴の脚付け根部には脚反力による周方向応力及び軸方向応力が生じる。胴の第1脚付け根部に作用する反力は次式で求める。

運転時質量による反力は,

$$P = R_1 \dots\dots\dots (5.4.1.1.10)$$

鉛直方向地震による反力は,

$$P_e = C_v \cdot R_1 \dots\dots\dots (5.4.1.1.11)$$

一次応力のうち, 周方向応力 $\sigma_{\phi 3}$ 及び軸方向応力 $\sigma_{x 3}$ は「5.4.2 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルに反力 P を入力し, FEM解析により求める。

一次応力のうち, 周方向応力 $\sigma_{\phi 71}$ 及び軸方向応力 $\sigma_{x 71}$ 並びに二次応力のうち, 周方向応力 $\sigma_{\phi 72}$ 及び軸方向応力 $\sigma_{x 72}$ は「5.4.2 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルに反力 P_e を入力し, FEM解析により求める。

(5) 長手方向地震による脚付け根部の応力

第2脚は長手方向に自由にスライドできるので第1脚は図4-3のように変形し, 脚付け根部に生じる曲げモーメント及び鉛直荷重は次式で求める。

$$M_{\ell} = \frac{1}{2} \cdot C_H \cdot (m_0 - m_{s1}) \cdot g \cdot h_1 \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.12)$$

$$P_{\ell} = C_H \cdot (m_0 - m_{s1}) \cdot g \cdot \frac{h_2 - \frac{1}{2} \cdot h_1}{\ell_0} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.13)$$

一次応力のうち，周方向応力 $\sigma_{\phi 411}$ 及び軸方向応力 $\sigma_{x 411}$ 並びに二次応力のうち，周方向応力 $\sigma_{\phi 421}$ 及び軸方向応力 $\sigma_{x 421}$ は「5.4.2 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルに曲げモーメント M_{ℓ} を入力し，FEM解析により求める。

一次応力のうち，周方向応力 $\sigma_{\phi 412}$ 及び軸方向応力 $\sigma_{x 412}$ 並びに二次応力のうち，周方向応力 $\sigma_{\phi 422}$ 及び軸方向応力 $\sigma_{x 422}$ は「5.4.2 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルに鉛直荷重 P_{ℓ} を入力し，FEM解析により求める。

また，水平方向荷重により胴には，次式で求める引張応力が生じる。

$$\sigma_{x 413} = \frac{C_H \cdot (m_0 - m_{s1}) \cdot g}{\pi \cdot (D_i + t) \cdot t} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.14)$$

したがって，曲げモーメント M_{ℓ} ，鉛直荷重 P_{ℓ} 及び水平方向荷重により生じる胴の応力は次式で求める。

一次応力

$$\sigma_{\phi 41} = \sigma_{\phi 411} + \sigma_{\phi 412} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.15)$$

$$\sigma_{x 41} = \sigma_{x 411} + \sigma_{x 412} + \sigma_{x 413} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.16)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi 42} = \sigma_{\phi 421} + \sigma_{\phi 422} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.17)$$

$$\sigma_{x 42} = \sigma_{x 421} + \sigma_{x 422} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.18)$$

また，長手方向地震が作用した場合，第1脚付け根部に生じるせん断応力は次式で求める。

$$\tau_{\ell} = \frac{C_H \cdot (m_0 - m_{s1}) \cdot g}{4 \cdot C_2 \cdot t} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.19)$$

(6) 横方向地震による脚付け根部の応力

脚の受ける荷重が $R_2 > R_1$ となる場合は， R_1 を R_2 に置き換える。

横方向地震が作用した場合，第1脚の付け根部に生じる曲げモーメント M_c は次式で求める。

$$M_c = C_H \cdot R_1 \cdot r_o \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.20)$$

$$r_o = \frac{D_i}{2} + t_e \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.21)$$

一次応力のうち，周方向応力 $\sigma_{\phi 51}$ 及び軸方向応力 $\sigma_{x 51}$ 並びに二次応力のうち，周方向応力 $\sigma_{\phi 52}$ 及び軸方向応力 $\sigma_{x 52}$ は「5.4.2 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルに曲げモーメント M_c を入力し，FEM解析により求める。

また，横方向地震が作用した場合，第1脚付け根部に生じるせん断応力は次式で求める。

$$\tau_c = \frac{C_H \cdot R_1}{4 \cdot C_1 \cdot t} \dots\dots\dots (5.4.1.1.22)$$

(7) 組合せ応力

(2)～(6)によって求めた第1脚付け根部に生じる胴の応力は以下のように組み合わせる。

a. 一次一般膜応力

鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

$$\sigma_{ol} = \text{Max} \{ \text{周方向応力}(\sigma_{ol\phi}), \text{軸方向応力}(\sigma_{olx}) \} \dots\dots\dots (5.4.1.1.23)$$

ここで,

$$\sigma_{ol\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.24)$$

$$\sigma_{olx} = \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sqrt{\sigma_{x 6}^2 + \sigma_{x 4 1 3}^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.25)$$

鉛直方向と横方向地震が作用した場合

$$\sigma_{oc} = \text{Max} \{ \text{周方向応力}(\sigma_{oc\phi}), \text{軸方向応力}(\sigma_{ocx}) \} \dots\dots\dots (5.4.1.1.26)$$

ここで,

$$\sigma_{oc\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.27)$$

$$\sigma_{ocx} = \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sigma_{x 6} \dots\dots\dots (5.4.1.1.28)$$

したがって、胴に生じる一次一般膜応力の最大値は、

$$\sigma_o = \text{Max} \{ \text{長手方向地震時応力}(\sigma_{ol}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{oc}) \} \dots\dots\dots (5.4.1.1.29)$$

とする。

b. 一次応力

鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

$$\sigma_{1\ell} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ (\sigma_{1\ell\phi} + \sigma_{1\ell x}) + \sqrt{(\sigma_{1\ell\phi} - \sigma_{1\ell x})^2 + 4 \cdot \tau_{\ell}^2} \right\} \dots\dots\dots (5.4.1.1.30)$$

ここで,

$$\sigma_{1\ell\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 3} + \sqrt{\sigma_{\phi 41}^2 + (\sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 71})^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.31)$$

$$\sigma_{1\ell x} = \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sigma_{x 3} + \sqrt{\sigma_{x 41}^2 + (\sigma_{x 6} + \sigma_{x 71})^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.32)$$

鉛直方向と横方向地震が作用した場合

$$\sigma_{1c} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ (\sigma_{1c\phi} + \sigma_{1cx}) + \sqrt{(\sigma_{1c\phi} - \sigma_{1cx})^2 + 4 \cdot \tau_c^2} \right\} \dots\dots\dots (5.4.1.1.33)$$

ここで,

$$\sigma_{1c\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 3} + \sqrt{\sigma_{\phi 51}^2 + (\sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 71})^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.34)$$

$$\sigma_{1cx} = \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sigma_{x 3} + \sqrt{\sigma_{x 51}^2 + (\sigma_{x 6} + \sigma_{x 71})^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.35)$$

したがって、胴に生じる一次応力の最大値は,

$$\sigma_1 = \text{Max} \{ \text{長手方向地震時応力}(\sigma_{1\ell}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{1c}) \} \dots\dots\dots (5.4.1.1.36)$$

とする。

- c. 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値
鉛直方向と長手方向地震が作用した場合の変動値

$$\sigma_{2l} = (\sigma_{2l\phi} + \sigma_{2lx}) + \sqrt{(\sigma_{2l\phi} - \sigma_{2lx})^2 + 4 \cdot \tau_l^2}$$

..... (5.4.1.1.37)

ここで,

$$\sigma_{2l\phi} = \sqrt{(\sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 71} + \sigma_{\phi 72})^2 + (\sigma_{\phi 41} + \sigma_{\phi 42})^2}$$

..... (5.4.1.1.38)

$$\sigma_{2lx} = \sqrt{(\sigma_{x41} + \sigma_{x42})^2 + (\sigma_{x6} + \sigma_{x71} + \sigma_{x72})^2}$$

..... (5.4.1.1.39)

鉛直方向と横方向地震が作用した場合の変動値

$$\sigma_{2c} = (\sigma_{2c\phi} + \sigma_{2cx}) + \sqrt{(\sigma_{2c\phi} - \sigma_{2cx})^2 + 4 \cdot \tau_c^2}$$

..... (5.4.1.1.40)

ここで,

$$\sigma_{2c\phi} = \sqrt{(\sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 71} + \sigma_{\phi 72})^2 + (\sigma_{\phi 51} + \sigma_{\phi 52})^2}$$

..... (5.4.1.1.41)

$$\sigma_{2cx} = \sqrt{(\sigma_{x51} + \sigma_{x52})^2 + (\sigma_{x6} + \sigma_{x71} + \sigma_{x72})^2}$$

..... (5.4.1.1.42)

したがって、胴に生じる地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値の最大値は,

$$\sigma_2 = \text{Max} \{ \text{長手方向地震時応力}(\sigma_{2l}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{2c}) \}$$

..... (5.4.1.1.43)

とする。

5.4.1.2 脚の計算方法

脚の受ける荷重が $R_2 > R_1$ となる場合は、 R_1 を R_2 に置き換える。

- (1) 運転時荷重による応力

$$\sigma_{s1} = \frac{R_1 + m_{s1} \cdot g}{A_s} \dots\dots\dots (5.4.1.2.1)$$

- (2) 鉛直方向地震による応力

$$\sigma_{s4} = \frac{R_1 + m_{s1} \cdot g}{A_s} \cdot C_v \dots\dots\dots (5.4.1.2.2)$$

- (3) 長手方向地震による応力

曲げ及び圧縮応力は次式で求める。

$$\sigma_{s2} = \frac{M_{\ell 1}}{Z_{sy}} + \frac{P_{\ell}}{A_s} \dots\dots\dots (5.4.1.2.3)$$

ここで、

$$M_{\ell 1} = \frac{1}{2} \cdot C_H \cdot m_0 \cdot g \cdot h_1 \dots\dots\dots (5.4.1.2.4)$$

せん断応力は次式で求める。

$$\tau_{s2} = \frac{C_H \cdot m_0 \cdot g}{A_{s3}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.5)$$

- (4) 横方向地震による応力

曲げ応力は次式で求める。

$$\sigma_{s3} = \frac{C_H \cdot (R_1 + m_{s1} \cdot g) \cdot h_2}{Z_{sx}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.6)$$

せん断応力は次式で求める。

$$\tau_{s3} = \frac{C_H \cdot (R_1 + m_{s1} \cdot g)}{A_{s4}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.7)$$

- (5) 組合せ応力

鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

$$\sigma_{s\ell} = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sqrt{\sigma_{s2}^2 + \sigma_{s4}^2})^2 + 3 \cdot \tau_{s2}^2} \dots\dots\dots (5.4.1.2.8)$$

鉛直方向と横方向地震が作用した場合

$$\sigma_{sc} = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sqrt{\sigma_{s3}^2 + \sigma_{s4}^2})^2 + 3 \cdot \tau_{s3}^2} \dots\dots\dots (5.4.1.2.9)$$

したがって、脚に生じる最大応力は、

$$\sigma_s = \text{Max} \{ \text{長手方向地震時応力}(\sigma_{s\ell}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{sc}) \} \dots\dots\dots (5.4.1.2.10)$$

とする。

5.4.1.3 基礎ボルトの計算方法

(1) 鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

a. 引張応力

長手方向地震が作用した場合に脚底面に作用するモーメントは次式で求める。

$$M = M_{\ell 1} \quad \dots \dots \dots (5.4.1.3.1)$$

鉛直荷重は

$$P_s = R_1 + m_{s1} \cdot g - \sqrt{\{C_v \cdot (R_1 + m_{s1} \cdot g)\}^2 + P_{\ell}^2} \quad \dots \dots \dots (5.4.1.3.2)$$

である。ここで、モーメントと鉛直荷重の比を

$$e = M / P_s \quad \dots \dots \dots (5.4.1.3.3)$$

とする。

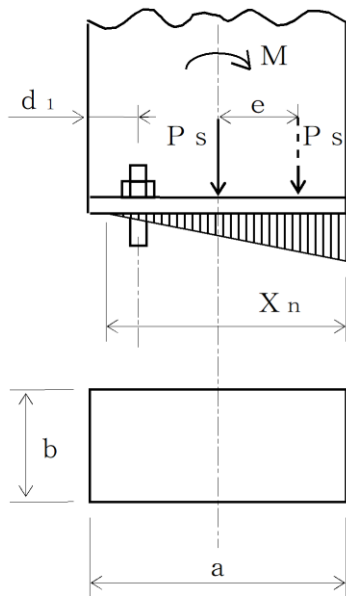


図5-3 基礎部に作用する外荷重より生じる荷重の関係 (その1)

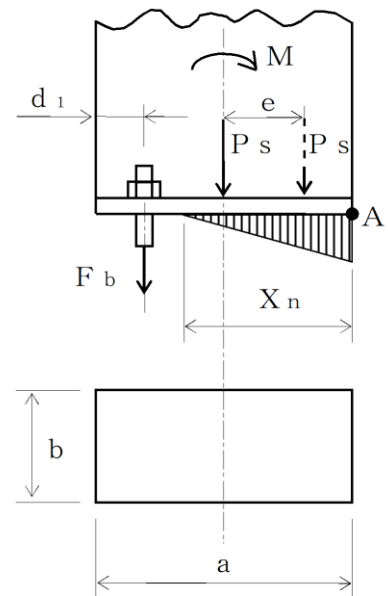


図5-4 基礎部に作用する外荷重より生じる荷重の関係 (その2)

図5-3のように脚底面においてボルト位置に圧縮荷重がかかる状況では基礎ボルトに引張力は作用しないため、引張力の評価は行わない。

一方、図5-4のように、ボルト位置に圧縮荷重がかからない状況に相当する

$$e > \frac{a}{6} + \frac{d_1}{3} \quad \dots \dots \dots (5.4.1.3.4)$$

の場合及び e が負の場合に、基礎ボルトに引張力が生じる。

このとき図5-4において、鉛直荷重の釣合い、A点回りのモーメントの釣合い、基礎ボルトの伸びと基礎の縮みの関係から中立軸の位置 X_n は

$$X_n^3 + 3 \cdot \left(e - \frac{a}{2}\right) \cdot X_n^2 - \frac{6 \cdot s \cdot A_b \cdot n_1}{b} \cdot \left(e + \frac{a}{2} - d_1\right) \cdot (a - d_1 - X_n) = 0 \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3.5)$$

より求めることができ、基礎ボルトに生じる引張力は

$$F_b = \frac{P_s \cdot \left(e - \frac{a}{2} + \frac{X_n}{3}\right)}{a - d_1 - \frac{X_n}{3}} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3.6)$$

となる。

したがって、基礎ボルトに生じる引張応力は次のようになる。

$$\sigma_{b1} = \frac{F_b}{n_1 \cdot A_b} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3.7)$$

ここで、基礎ボルトの軸断面積 A_b は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3.8)$$

b. せん断応力

脚底面の長手方向荷重は、第一脚の耐震補強サポートにより基礎に伝達するため、基礎ボルトにせん断応力は生じない。

(2) 鉛直方向と横方向地震が作用した場合

脚の受ける荷重が $R_2 > R_1$ となる場合は、 R_1 を R_2 に置き換える。

a. 引張応力

鉛直方向と横方向地震が作用した場合に脚底面に作用するモーメントは

$$M_{c1} = C_H \cdot (R_1 + m_{s1} \cdot g) \cdot h_2 \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3.9)$$

鉛直荷重は

$$P_{s1} = (1 - C_v) \cdot (R_1 + m_{s1} \cdot g) \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3.10)$$

で求める。

(1)と同様にして引張応力は求められるが、 M を M_{c1} 、 P_s を P_{s1} 、 d_1 を d_2 、 a を b 、 b を a 及び n_1 を n_2 に置き換え、得られた基礎ボルトの応力を σ_{b2} とする。

b. せん断応力

脚底面の横方向荷重は、第一脚及び第二脚の耐震補強サポートにより基礎に伝達するため、基礎ボルトにせん断応力は生じない。

(3) 基礎ボルトに生じる最大応力

(1)及び(2)より求められた基礎ボルトの応力のうち最大のものを σ_b とする。

a. 基礎ボルトの最大引張応力

$$\sigma_b = \text{Max} \{ \text{長手方向地震時応力}(\sigma_{b1}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{b2}) \} \dots\dots\dots (5.4.1.3.11)$$

b. 基礎ボルトの最大せん断応力

脚底面の水平方向荷重は、耐震補強サポートにより基礎に伝達するため、基礎ボルトにせん断応力は生じない。

5.4.1.4 耐震補強サポートの計算方法

耐震補強サポートの荷重伝達機構（横方向荷重が作用する場合）を図5-5に示す。長手方向荷重が作用する場合は荷重の方向が異なるが、荷重伝達機構は同様である。第1脚については、脚底板に生じる長手方向荷重及び横方向荷重を耐震補強サポートにより基礎に伝達する。第2脚については、脚底板に生じる横方向荷重のみ耐震補強サポートにより基礎に伝達する。

耐震補強サポートの構造強度評価は、耐震評価上厳しくなる連結板について実施する。構造強度評価として、荷重伝達の際に連結板に生じる引張応力について、材料力学の公式に基づいて評価する。

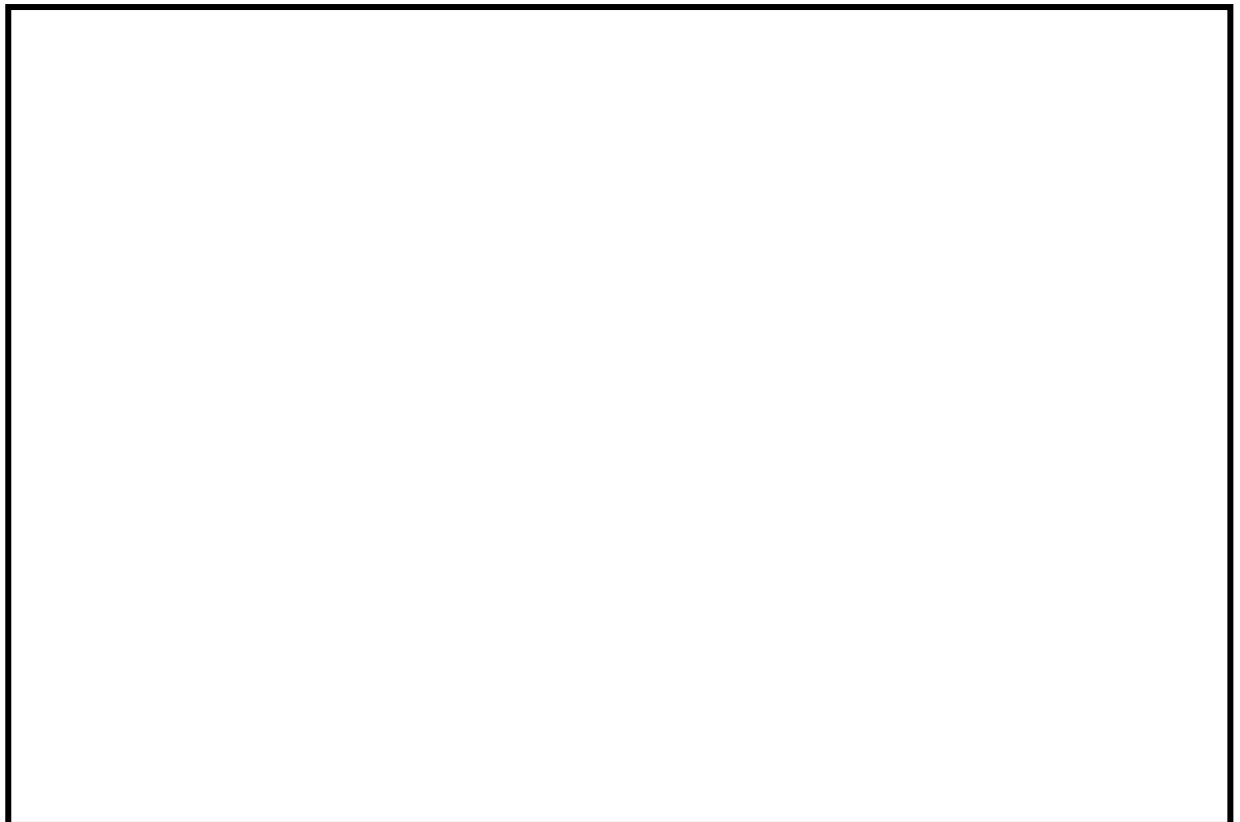


図5-5 耐震補強サポートの荷重伝達機構（横方向荷重が作用する場合）

(1) 長手方向地震が作用した場合

a. 引張応力

長手方向地震が作用した場合に連結板に作用する引張応力は次式で求める。

$$\sigma_{f1} = \frac{C_H \cdot m_0 \cdot g}{2 \cdot A_f} \dots\dots\dots (5.4.1.4.1)$$

(2) 横方向地震が作用した場合

脚の受ける荷重が $R_2 > R_1$ となる場合は、 R_1 を R_2 に置き換える。

a. 引張応力

横方向地震が作用した場合に連結板に作用する引張応力は次式で求める。

$$\sigma_{f2} = \frac{C_H \cdot (R_1 + m_{s1} \cdot g)}{2 \cdot A_f} \dots\dots\dots (5.4.1.4.2)$$

(3) 連結板に生じる最大引張応力

(1) 及び (2) より求められた連結板の引張応力のうち最大のものを σ_f とする。

a. 連結板の最大引張応力

$$\sigma_f = \text{Max} \{ \text{長手方向地震時応力} (\sigma_{f1}), \text{横方向地震時応力} (\sigma_{f2}) \} \dots\dots\dots (5.4.1.4.3)$$

5.4.2 解析モデル及び諸元

原子炉補機冷却系熱交換器の解析モデルを図5-6に、解析モデルの概要を以下に示す。また、機器の諸元を本計算書【原子炉補機冷却系熱交換器の耐震性についての計算結果】の機器要目及びその他の機器要目に示す。

- (1) 原子炉補機冷却系熱交換器の胴について、脚付け根部の応力を評価するために十分な範囲をシェル要素でモデル化したFEMモデルを用いる。なお、胴の応力が大きくなるように脚は剛体とする。
- (2) 拘束条件は、胴の両端部を完全拘束とする。胴の脚付け根部に作用する荷重及びモーメントを脚に入力することで、胴の応力のうち脚付け根部の応力を求める。荷重作用点並びに荷重及びモーメントの入力方向を図5-7に示す。
- (3) 解析コードは「Simcenter Nastran」を使用し、胴の応力のうち脚付け根部の応力をFEM解析により求める。なお、評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要についてはVI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

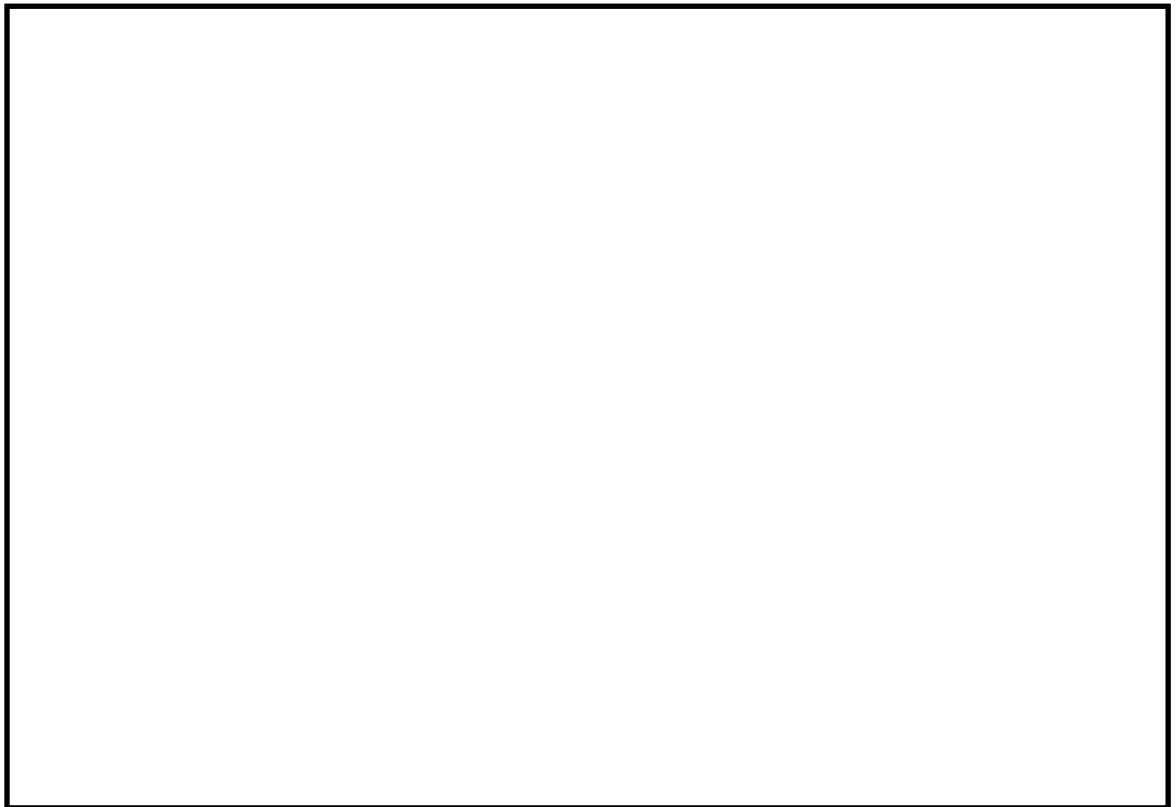


図5-6 解析モデルの概要

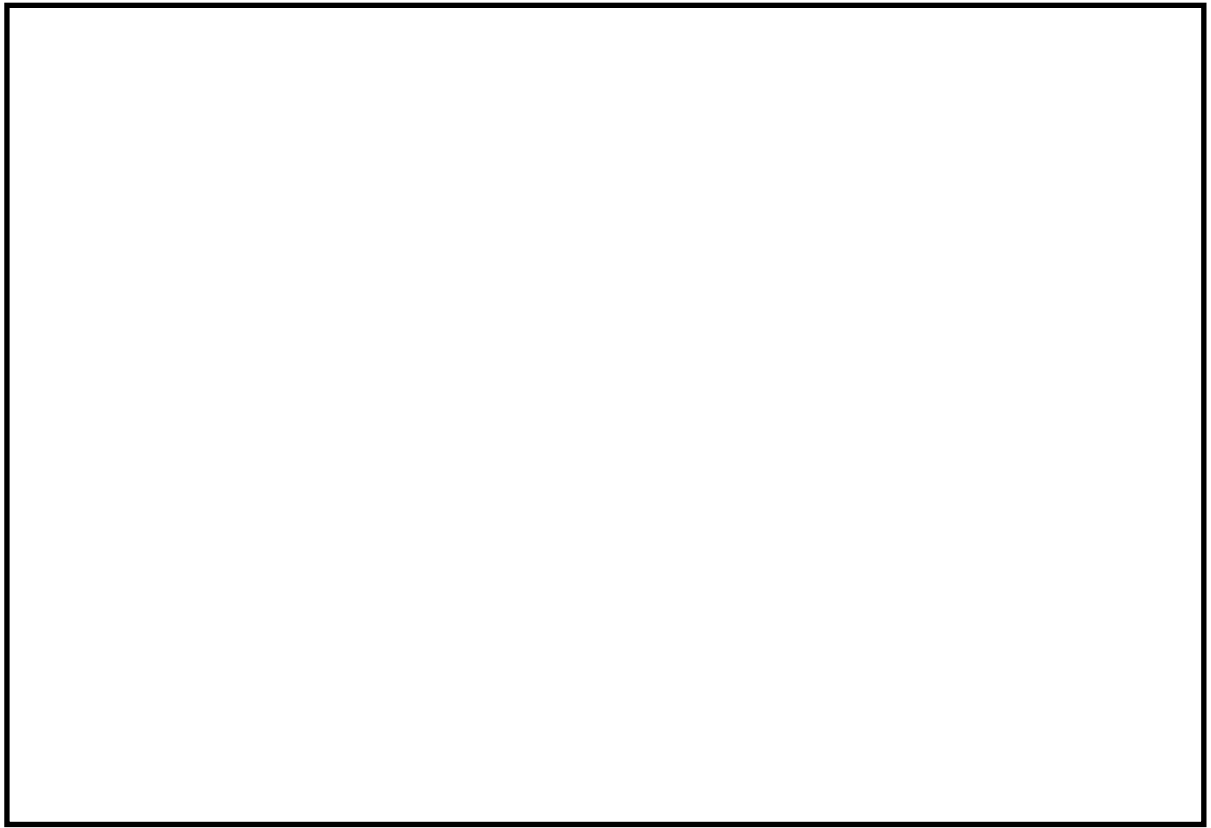


図 5-7 荷重作用点並びに荷重及びモーメントの入力方向（下から見た図）

5.5 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【原子炉補機冷却系熱交換器の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

5.6 応力の評価

5.6.1 胴の応力評価

5.4.1.1項で求めた組合せ応力が胴の最高使用温度における許容応力 S_a 以下であること。ただし、 S_a は下表による。

応力の種類	許容応力 S_a	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 S_s による 荷重との組合せの場合
一次一般膜応力	S_y と $0.6 \cdot S_u$ のいずれか小さい方の値。ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあつては $1.2 \cdot S$ の方が大きい場合は、この大きい方の値とする。	$0.6 \cdot S_u$
一次応力 (一次膜応力＋ 一次曲げ応力)	上記の1.5倍の値	
一次＋二次応力	地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値が $2 \cdot S_y$ 以下であれば、疲労解析は不要とする。	
一次＋二次 ＋ピーク応力		

5.6.2 脚の応力評価

5.4.1.2項で求めた脚の組合せ応力が許容引張応力 f_{tm} 以下であること。ただし、 f_{tm} は下表による。

	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 S_s による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{tm}	$\frac{F}{1.5} \cdot 1.5$	$\frac{F}{1.5}^* \cdot 1.5$

5.6.3 基礎ボルトの応力評価

5.4.1.3項で求めた基礎ボルトの引張応力 σ_b が許容引張応力 f_{t0} 以下であること。
ただし、 f_{t0} は下表による。

	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 S s による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{t0}	$\frac{F}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$

5.6.4 連結板の応力評価

5.4.1.4項で求めた連結板の引張応力 σ_f が許容引張応力 f_{tf} 以下であること。
ただし、 f_{tf} は下表による。

	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 S s による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{tf}	$\frac{F}{1.5} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

原子炉補機冷却系熱交換器の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有することを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

原子炉補機冷却系熱交換器の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有することを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

7. 引用文献

- (1) Stresses in Large Horizontal Cylindrical Pressure Vessels on Two Saddle Supports, Welding Research Supplement, Sep. 1951.

【原子炉補機冷却系熱交換器の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び 床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
原子炉補機冷却系 熱交換器	S	原子炉建物 EL. 15.3 ^{*1}			C _H =0.89 ^{*2}	C _V =0.81 ^{*2}	C _H =1.45 ^{*3}	C _V =1.16 ^{*3}	1.37	85	55

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S d）又は静的震度

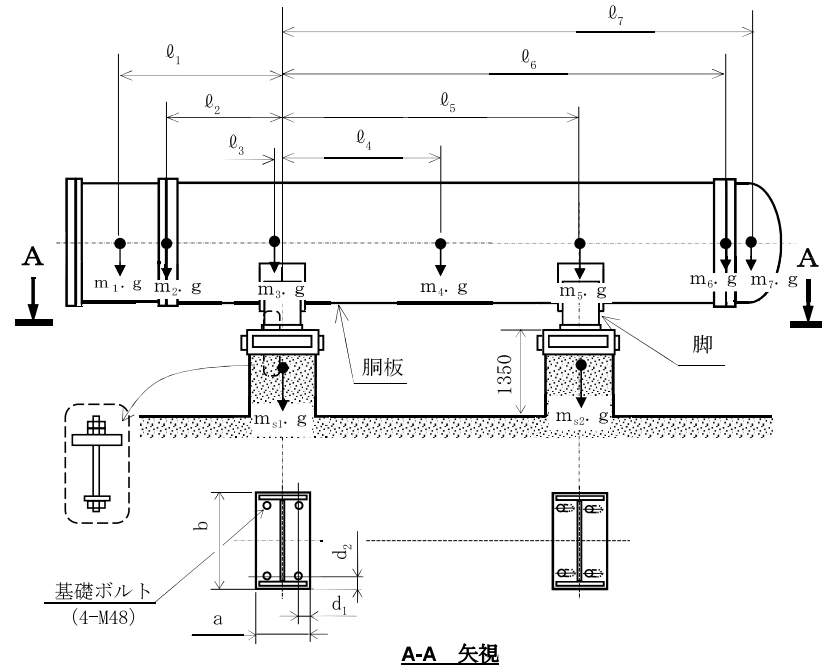
*3：設計用震度Ⅰ（基準地震動 S s）を上回る設計震度

1.2 機器要目

m ₁ (kg)	m ₂ (kg)	m ₃ (kg)	m ₄ (kg)	m ₅ (kg)	m ₆ (kg)	m ₇ (kg)

ℓ ₁ (mm)	ℓ ₂ (mm)	ℓ ₃ (mm)	ℓ ₄ (mm)	ℓ ₅ (mm)	ℓ ₆ (mm)	ℓ ₇ (mm)
1990	749	0	1950	3900	4812	5611

M ₁ (N・mm)	M ₂ (N・mm)	R ₁ (N)	R ₂ (N)
2.506×10 ⁸	1.171×10 ⁸	3.283×10 ⁵	2.008×10 ⁵



m_o (kg)	m_{s1} (kg)	m_{s2} (kg)	D_i (mm)	t (mm)	t_e (mm)	ℓ_o (mm)	h_1 (mm)	h_2 (mm)
			1700	14	14	3900	753	1200

I_{sx} (mm ⁴)	I_{sy} (mm ⁴)	Z_{sx} (mm ³)	Z_{sy} (mm ³)	θ_o (rad)	θ (rad)
2.895×10^{10}	1.470×10^9	3.784×10^7	4.324×10^6	2.100	1.392

A_s (mm ²)	E_s (MPa)	G_s (MPa)	A_{s1} (mm ²)	A_{s2} (mm ²)	A_{s3} (mm ²)	A_{s4} (mm ²)
7.953×10^4	199000*1	76500*1	3.440×10^4	4.188×10^4	2.548×10^4	3.701×10^4

s	n_1	n_2	a (mm)	b (mm)	d (mm)	A_b (mm ²)	d_1 (mm)	d_2 (mm)	A_f (mm ²)
9.27	2	2	750	1600	48 (M48)	1810	100	175	3.840×10^3

S_y (胴板) (MPa)	S_u (胴板) (MPa)	S_y (脚) (MPa)	S_u (脚) (MPa)	F (脚) (MPa)	F^* (脚) (MPa)	S_y (基礎ボルト) (MPa)	S_u (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	F^* (基礎ボルト) (MPa)
242*1	441*1	218*1	377*1	218	261	209*2	391*2	209	250

S_y (連結板) (MPa)	S_u (連結板) (MPa)	F (連結板) (MPa)	F^* (連結板) (MPa)
229*2	391*2	229	273

注記*1：最高使用温度で算出
*2：周囲環境温度で算出

1.3 計算数値

1.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般膜応力

(単位：MPa)

	地震の種類	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度				基準地震動 S_s			
	地震の方向	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	応力の方向	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
内圧による応力		$\sigma_{\phi 1}=85$	$\sigma_{x 1}=43$	$\sigma_{\phi 1}=85$	$\sigma_{x 1}=43$	$\sigma_{\phi 1}=85$	$\sigma_{x 1}=43$	$\sigma_{\phi 1}=85$	$\sigma_{x 1}=43$
内圧による応力 (鉛直方向地震時)		$\sigma_{\phi 2}=0$	—	$\sigma_{\phi 2}=0$	—	$\sigma_{\phi 2}=0$	—	$\sigma_{\phi 2}=0$	—
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力		—	$\sigma_{x 2}=74$	—	$\sigma_{x 2}=74$	—	$\sigma_{x 2}=74$	—	$\sigma_{x 2}=74$
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力		—	$\sigma_{x 6}=60$	—	$\sigma_{x 6}=60$	—	$\sigma_{x 6}=86$	—	$\sigma_{x 6}=86$
長手方向地震により胴軸断面 全面に生じる引張応力		—	$\sigma_{x 4 1 3}=7$	—	—	—	$\sigma_{x 4 1 3}=11$	—	—
組合せ応力		$\sigma_{0t}=176$		$\sigma_{0c}=175$		$\sigma_{0t}=202$		$\sigma_{0c}=201$	

(2) 一次応力

(単位：MPa)

	地震の種類	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度				基準地震動 S_s			
	地震の方向	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	応力の方向	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
内圧による応力		$\sigma_{\phi 1}=85$	$\sigma_{x 1}=43$	$\sigma_{\phi 1}=85$	$\sigma_{x 1}=43$	$\sigma_{\phi 1}=85$	$\sigma_{x 1}=43$	$\sigma_{\phi 1}=85$	$\sigma_{x 1}=43$
内圧による応力 (鉛直方向地震時)		$\sigma_{\phi 2}=0$	—	$\sigma_{\phi 2}=0$	—	$\sigma_{\phi 2}=0$	—	$\sigma_{\phi 2}=0$	—
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力		—	$\sigma_{x 2}=74$	—	$\sigma_{x 2}=74$	—	$\sigma_{x 2}=74$	—	$\sigma_{x 2}=74$
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力		—	$\sigma_{x 6}=60$	—	$\sigma_{x 6}=60$	—	$\sigma_{x 6}=86$	—	$\sigma_{x 6}=86$
運転時質量による脚反力 により生じる応力		$\sigma_{\phi 3}=7$	$\sigma_{x 3}=7$	$\sigma_{\phi 3}=7$	$\sigma_{x 3}=7$	$\sigma_{\phi 3}=7$	$\sigma_{x 3}=7$	$\sigma_{\phi 3}=7$	$\sigma_{x 3}=7$
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力		$\sigma_{\phi 7 1}=6$	$\sigma_{x 7 1}=6$	$\sigma_{\phi 7 1}=6$	$\sigma_{x 7 1}=6$	$\sigma_{\phi 7 1}=8$	$\sigma_{x 7 1}=9$	$\sigma_{\phi 7 1}=8$	$\sigma_{x 7 1}=9$
水平方向地震 による応力	引張	$\sigma_{\phi 4 1 1}=20$	$\sigma_{x 4 1 1}=14$	$\sigma_{\phi 5 1}=8$	$\sigma_{x 5 1}=11$	$\sigma_{\phi 4 1 1}=32$	$\sigma_{x 4 1 1}=22$	$\sigma_{\phi 5 1}=12$	$\sigma_{x 5 1}=18$
		$\sigma_{\phi 4 1 2}=2$	$\sigma_{x 4 1 2}=3$			$\sigma_{\phi 4 1 2}=4$	$\sigma_{x 4 1 2}=4$		
	せん断	$\tau_t=25$		$\tau_c=7$		$\tau_t=41$		$\tau_c=12$	
組合せ応力		$\sigma_{1t}=199$		$\sigma_{1c}=190$		$\sigma_{1t}=238$		$\sigma_{1c}=219$	

(3) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位: MPa)

	地震の種類	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度				基準地震動 S _s			
	地震の方向	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	応力の方向	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
内圧による応力 (鉛直方向地震時)		$\sigma_{\phi 2}=0$	—	$\sigma_{\phi 2}=0$	—	$\sigma_{\phi 2}=0$	—	$\sigma_{\phi 2}=0$	—
鉛直方向地震による長手方向 曲げモーメントにより生じる応力		—	$\sigma_{x6}=60$	—	$\sigma_{x6}=60$	—	$\sigma_{x6}=86$	—	$\sigma_{x6}=86$
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力		$\sigma_{\phi 71}=6$ $\sigma_{\phi 72}=25$	$\sigma_{x71}=6$ $\sigma_{x72}=15$	$\sigma_{\phi 71}=6$ $\sigma_{\phi 72}=25$	$\sigma_{x71}=6$ $\sigma_{x72}=15$	$\sigma_{\phi 71}=8$ $\sigma_{\phi 72}=28$	$\sigma_{x71}=9$ $\sigma_{x72}=18$	$\sigma_{\phi 71}=8$ $\sigma_{\phi 72}=28$	$\sigma_{x71}=9$ $\sigma_{x72}=18$
水平方向地震 による応力	引張	$\sigma_{\phi 41}=22$	$\sigma_{x41}=22$	$\sigma_{\phi 51}=8$	$\sigma_{x51}=11$	$\sigma_{\phi 41}=35$	$\sigma_{x41}=36$	$\sigma_{\phi 51}=12$	$\sigma_{x51}=18$
		$\sigma_{\phi 421}=86$	$\sigma_{x421}=46$	$\sigma_{\phi 52}=48$	$\sigma_{x52}=23$	$\sigma_{\phi 421}=139$	$\sigma_{x421}=74$	$\sigma_{\phi 52}=78$	$\sigma_{x52}=38$
		$\sigma_{\phi 422}=8$	$\sigma_{x422}=5$			$\sigma_{\phi 422}=12$	$\sigma_{x422}=8$		
	$\sigma_{\phi 42}=93$	$\sigma_{x42}=50$	$\sigma_{\phi 42}=151$	$\sigma_{x42}=81$					
せん断	$\tau_{\ell}=25$		$\tau_{c}=7$		$\tau_{\ell}=41$		$\tau_{c}=12$		
組合せ応力		$\sigma_{2\ell}=276$		$\sigma_{2c}=178$		$\sigma_{2\ell}=436$		$\sigma_{2c}=255$	

1.3.2 脚に生じる応力

(単位: MPa)

	地震の種類	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
	地震の方向	長手方向	横方向	長手方向	横方向
	運転時質量による応力	圧縮	$\sigma_{s1}=5$	$\sigma_{s1}=5$	$\sigma_{s1}=5$
鉛直方向地震による応力	圧縮	$\sigma_{s4}=4$	$\sigma_{s4}=4$	$\sigma_{s4}=5$	$\sigma_{s4}=5$
水平方向地震による応力	曲げ	$\sigma_{s2}=44$	$\sigma_{s3}=10$	$\sigma_{s2}=71$	$\sigma_{s3}=16$
	せん断	$\tau_{s2}=19$	$\tau_{s3}=9$	$\tau_{s2}=31$	$\tau_{s3}=14$
組合せ応力		$\sigma_{s\ell}=58$	$\sigma_{sc}=20$	$\sigma_{s\ell}=92$	$\sigma_{sc}=31$

1.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位: MPa)

	地震の種類	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
	地震の方向	長手方向	横方向	長手方向	横方向
	鉛直方向地震及び水 平方向地震による応力	引張	$\sigma_{b1}=78$	$\sigma_{b2}=67$	$\sigma_{b1}=149$

1.3.4 連結板に生じる応力

(単位: MPa)

	地震の種類	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
	地震の方向	長手方向	横方向	長手方向	横方向
	水平方向地震による応力	引張	$\sigma_{f1}=63$	$\sigma_{f2}=39$	$\sigma_{f1}=103$

1.4 結論

1.4.1 固有周期 (単位: s)

方向	固有周期
長手方向	$T_1 =$ <input type="text"/>
横方向	$T_2 =$ <input type="text"/>
鉛直方向	$T_3 =$ <input type="text"/>

1.4.2 応力 (単位: MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S_a 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板	SGV49*1	一次一般膜	$\sigma_0 = 176$	$S_a = 242$	$\sigma_0 = 202$	$S_a = 264$
		一次	$\sigma_1 = 199$	$S_a = 363$	$\sigma_1 = 238$	$S_a = 396$
		一次+二次	$\sigma_2 = 276$	$S_a = 484$	$\sigma_2 = 436$	$S_a = 484$
脚	SM41A*2 (16mm<厚さ \leq 40mm)	組合せ	$\sigma_s = 58$	$f_{tm} = 218$	$\sigma_s = 92$	$f_{tm} = 261$
基礎ボルト	SS41*3 (40mm<径)	引張	$\sigma_b = 78$	$f_{to} = 156$	$\sigma_b = 149$	$f_{to} = 187$
連結板	SM400A (16mm<厚さ \leq 40mm)	引張	$\sigma_f = 63$	$f_{tf} = 229$	$\sigma_f = 103$	$f_{tf} = 273$

すべて許容応力以下である。

注記*1: SGV480 相当

*2: SM400A 相当

*3: SS400 相当

1.5 その他の機器要目

項目	記号	単位	入力値
縦弾性係数	E	MPa	199000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	8841
節点数	—	個	8990

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び 床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
原子炉補機冷却系 熱交換器	常設/防止 (DB拡張)	原子炉建物 EL 15.3*1			—	—	C _H =1.45*2	C _V =1.16*2	1.37	85	55

注記*1：基準床レベルを示す。

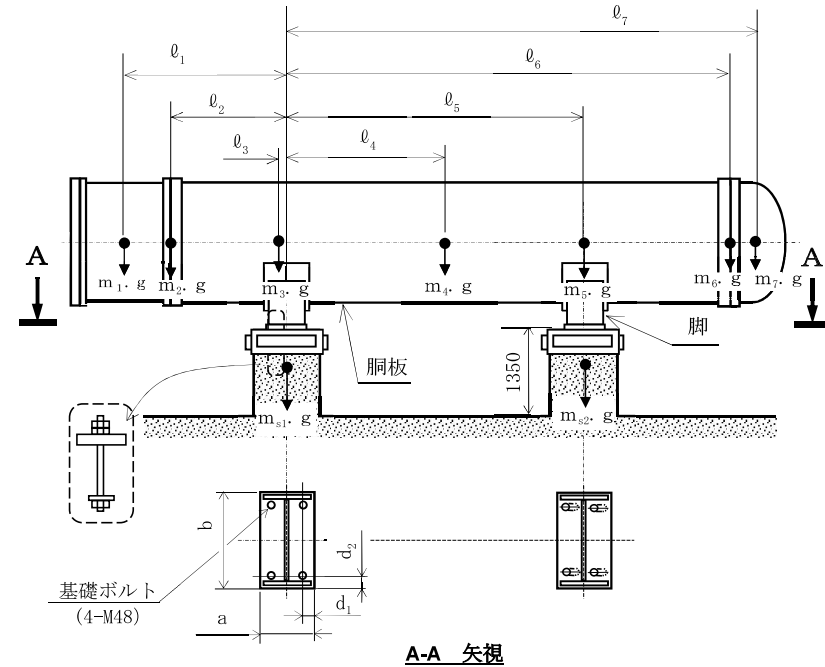
*2：設計用震度 I（基準地震動 S s）を上回る設計震度

2.2 機器要目

m ₁ (kg)	m ₂ (kg)	m ₃ (kg)	m ₄ (kg)	m ₅ (kg)	m ₆ (kg)	m ₇ (kg)

ℓ ₁ (mm)	ℓ ₂ (mm)	ℓ ₃ (mm)	ℓ ₄ (mm)	ℓ ₅ (mm)	ℓ ₆ (mm)	ℓ ₇ (mm)
1990	749	0	1950	3900	4812	5611

M ₁ (N・mm)	M ₂ (N・mm)	R ₁ (N)	R ₂ (N)
2.506 × 10 ⁸	1.171 × 10 ⁸	3.283 × 10 ⁵	2.008 × 10 ⁵



A-A 矢視

m_o (kg)	m_{s1} (kg)	m_{s2} (kg)	D_i (mm)	t (mm)	t_e (mm)	ℓ_o (mm)	h_1 (mm)	h_2 (mm)
			1700	14	14	3900	753	1200

I_{sx} (mm ⁴)	I_{sy} (mm ⁴)	Z_{sx} (mm ³)	Z_{sy} (mm ³)	θ_o (rad)	θ (rad)
2.895×10^{10}	1.470×10^9	3.784×10^7	4.324×10^6	2.100	1.392

A_s (mm ²)	E_s (MPa)	G_s (MPa)	A_{s1} (mm ²)	A_{s2} (mm ²)	A_{s3} (mm ²)	A_{s4} (mm ²)
7.953×10^4	199000*1	76500*1	3.440×10^4	4.188×10^4	2.548×10^4	3.701×10^4

s	n_1	n_2	a (mm)	b (mm)	d (mm)	A_b (mm ²)	d_1 (mm)	d_2 (mm)	A_f (mm ²)
9.27	2	2	750	1600	48 (M48)	1810	100	175	3.840×10^3

S_y (胴板) (MPa)	S_u (胴板) (MPa)	S_y (脚) (MPa)	S_u (脚) (MPa)	F^* (脚) (MPa)	S_y (基礎ボルト) (MPa)	S_u (基礎ボルト) (MPa)	F^* (基礎ボルト) (MPa)
242*1	441*1	218*1	377*1	261	209*2	391*2	250

S_y (連結板) (MPa)	S_u (連結板) (MPa)	F^* (連結板) (MPa)
229*2	391*2	273

注記*1：最高使用温度で算出

*2：周囲環境温度で算出

2.3 計算数値

2.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般膜応力

(単位：MPa)

	地震の種類	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度				基準地震動 S_s			
	地震の方向	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	応力の方向	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
内圧による応力		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1}=85$	$\sigma_{x 1}=43$	$\sigma_{\phi 1}=85$	$\sigma_{x 1}=43$
内圧による応力 (鉛直方向地震時)		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2}=0$	—	$\sigma_{\phi 2}=0$	—
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力		—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2}=74$	—	$\sigma_{x 2}=74$
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力		—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6}=86$	—	$\sigma_{x 6}=86$
長手方向地震により胴軸断面 全面に生じる引張応力		—	—	—	—	—	$\sigma_{x 4 1 3}=11$	—	—
組合せ応力		—		—		$\sigma_{0t}=202$		$\sigma_{0c}=201$	

(2) 一次応力

(単位：MPa)

	地震の種類	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度				基準地震動 S_s			
	地震の方向	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	応力の方向	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
内圧による応力		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1}=85$	$\sigma_{x 1}=43$	$\sigma_{\phi 1}=85$	$\sigma_{x 1}=43$
内圧による応力 (鉛直方向地震時)		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2}=0$	—	$\sigma_{\phi 2}=0$	—
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力		—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2}=74$	—	$\sigma_{x 2}=74$
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力		—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6}=86$	—	$\sigma_{x 6}=86$
運転時質量による脚反力 により生じる応力		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 3}=7$	$\sigma_{x 3}=7$	$\sigma_{\phi 3}=7$	$\sigma_{x 3}=7$
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 7 1}=8$	$\sigma_{x 7 1}=9$	$\sigma_{\phi 7 1}=8$	$\sigma_{x 7 1}=9$
水平方向地震 による応力	引張	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 4 1 1}=32$	$\sigma_{x 4 1 1}=22$	$\sigma_{\phi 5 1}=12$	$\sigma_{x 5 1}=18$
		—	—			$\sigma_{\phi 4 1 2}=4$	$\sigma_{x 4 1 2}=4$		
	せん断	—		—		$\tau_t=41$		$\tau_c=12$	
組合せ応力		—		—		$\sigma_{1t}=238$		$\sigma_{1c}=219$	

(3) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

	地震の種類	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度				基準地震動 S_s			
	地震の方向	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	応力の方向	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
内圧による応力 (鉛直方向地震時)		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2}=0$	—	$\sigma_{\phi 2}=0$	—
鉛直方向地震による長手方向 曲げモーメントにより生じる応力		—	—	—	—	—	$\sigma_{x6}=86$	—	$\sigma_{x6}=86$
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 71}=8$ $\sigma_{\phi 72}=28$	$\sigma_{x71}=9$ $\sigma_{x72}=18$	$\sigma_{\phi 71}=8$ $\sigma_{\phi 72}=28$	$\sigma_{x71}=9$ $\sigma_{x72}=18$
水平方向地震 による応力	引張	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 41}=35$	$\sigma_{x41}=36$	$\sigma_{\phi 51}=12$	$\sigma_{x51}=18$
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 421}=139$ $\sigma_{\phi 422}=12$	$\sigma_{x421}=74$ $\sigma_{x422}=8$	$\sigma_{\phi 52}=78$	$\sigma_{x52}=38$
		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 42}=151$	$\sigma_{x42}=81$		
	せん断	—	—	—	—	$\tau_{\ell}=41$		$\tau_c=12$	
組合せ応力		—	—	—	—	$\sigma_{2\ell}=436$		$\sigma_{2c}=255$	

2.3.2 脚に生じる応力

(単位：MPa)

	地震の種類	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
	地震の方向	長手方向	横方向	長手方向	横方向
運転時質量による応力	圧縮	—	—	$\sigma_{s1}=5$	$\sigma_{s1}=5$
鉛直方向地震による応力	圧縮	—	—	$\sigma_{s4}=5$	$\sigma_{s4}=5$
水平方向地震による応力	曲げ	—	—	$\sigma_{s2}=71$	$\sigma_{s3}=16$
	せん断	—	—	$\tau_{s2}=31$	$\tau_{s3}=14$
組合せ応力		—	—	$\sigma_{s\ell}=92$	$\sigma_{sc}=31$

2.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

	地震の種類	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
	地震の方向	長手方向	横方向	長手方向	横方向
鉛直方向地震及び水 平方向地震による応力	引張	—	—	$\sigma_{b1}=149$	$\sigma_{b2}=130$

2.3.4 連結板に生じる応力

(単位：MPa)

	地震の種類	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
	地震の方向	長手方向	横方向	長手方向	横方向
水平方向地震による応力	引張	—	—	$\sigma_{f1}=103$	$\sigma_{f2}=64$

2.4 結論

2.4.1 固有周期 (単位: s)

方向	固有周期
長手方向	$T_1 =$ <input type="text"/>
横方向	$T_2 =$ <input type="text"/>
鉛直方向	$T_3 =$ <input type="text"/>

2.4.2 応力

(単位: MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S_a 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板	SGV49*1	一次一般膜	—	—	$\sigma_0 = 202$	$S_a = 264$
		一次	—	—	$\sigma_1 = 238$	$S_a = 396$
		一次+二次	—	—	$\sigma_2 = 436$	$S_a = 484$
脚	SM41A*2 (16mm<厚さ \leq 40mm)	組合せ	—	—	$\sigma_s = 92$	$f_{tm} = 261$
基礎ボルト	SS41*3 (40mm<径)	引張	—	—	$\sigma_b = 149$	$f_{to} = 187$
連結板	SM400A (16mm<厚さ \leq 40mm)	引張	—	—	$\sigma_f = 103$	$f_{tf} = 273$

すべて許容応力以下である。

注記*1: SGV480 相当

*2: SM400A 相当

*3: SS400 相当

2.5 その他の機器要目

項目	記号	単位	入力値
縦弾性係数	E	MPa	199000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	8841
節点数	—	個	8990

VI-2-5-7-2 高圧炉心スプレイ補機冷却系及び高圧炉心スプレイ
補機海水系の耐震性についての計算書

VI-2-5-7-2-1 高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器の耐震性についての
計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
2.2 評価方針	3
2.3 適用規格・基準等	4
2.4 記号の説明	5
2.5 計算精度と数値の丸め方	10
3. 評価部位	11
4. 固有周期	11
4.1 固有周期の計算方法	11
4.2 固有周期の計算条件	13
4.3 固有周期の計算結果	14
5. 構造強度評価	15
5.1 構造強度評価方法	15
5.2 荷重の組合せ及び許容応力	15
5.3 設計用地震力	20
5.4 計算方法	21
5.5 計算条件	33
5.6 応力の評価	33
6. 評価結果	35
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	35
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	35
7. 引用文献	35

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度の設計方針に基づき、高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器が設計用地震力に対して十分な構造強度を有していることを説明するものである。

高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>胴を2個の脚で支持し、脚をそれぞれ基礎ボルトで基礎に据え付ける。</p>	<p>前後水室に平板及び鏡板を有する横置一胴円筒形容器</p>	<p>(単位：mm)</p>

2.2 評価方針

高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器の応力評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した荷重及び荷重の組合せ並びに許容限界に基づき、「2.1 構造計画」にて示す高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器の部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において、「4. 固有周期」にて算出した固有周期に基づく設計用地震力による応力等が許容限界内に収まることを、「5. 構造強度評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「6. 評価結果」に示す。

高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器の耐震評価フローを図2-1に示す。

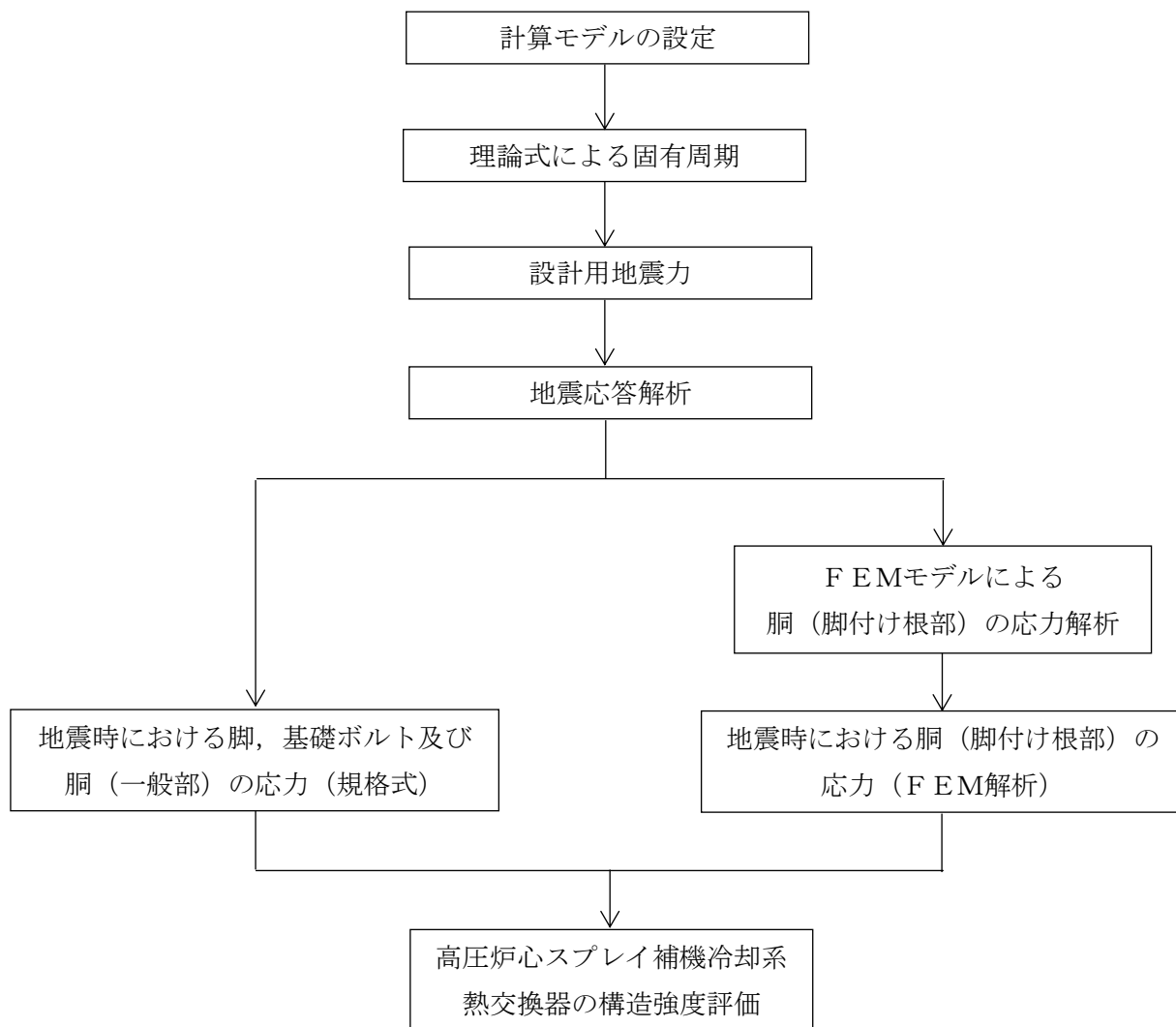


図2-1 高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器の耐震評価フロー

2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984
（（社）日本電気協会）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 （（社）日本電気協会）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版（（社）日本電気協会）
- ・発電用原子力設備規格 設計・建設規格（（社）日本機械学会，2005/2007）（以下「設計・建設規格」という。）

2.4 記号の説明

記号	記号の説明	単位
A_b	基礎ボルトの軸断面積	mm^2
A_s	第1脚の断面積	mm^2
A_{s1}	第1脚の長手方向に対する有効せん断断面積	mm^2
A_{s2}	第1脚の横方向に対する有効せん断断面積	mm^2
A_{s3}	第1脚の長手方向に対するせん断断面積	mm^2
A_{s4}	第1脚の横方向に対するせん断断面積	mm^2
a	第1脚底板の長手方向幅	mm
b	第1脚底板の横方向幅	mm
C_1	第1脚の胴付け根部のアタッチメントの幅の2分の1 (胴の横方向)	mm
C_2	第1脚の胴付け根部のアタッチメントの幅の2分の1 (胴の長手方向)	mm
C_H	水平方向設計震度	—
C_v	鉛直方向設計震度	—
D_i	胴の内径	mm
d	基礎ボルトの呼び径	mm
d_1	第1脚底板端面から基礎ボルト中心までの長手方向の距離	mm
d_2	第1脚底板端面から基礎ボルト (外側) 中心までの横方向の距離	mm
E_s	脚の縦弾性係数	MPa
e	第1脚中心から偏心荷重作用点までの距離	mm
F	設計・建設規格 SSB-3121.1(1)に定める値	MPa
F^*	設計・建設規格 SSB-3121.3又はSSB-3133に定める値	MPa
F_b	基礎ボルトに作用する引張力	N
f_{sb}	せん断力のみを受ける基礎ボルトの許容せん断応力	MPa
f_{tm}	脚の許容引張応力	MPa
f_{to}	引張力のみを受ける基礎ボルトの許容引張応力	MPa
f_{ts}	引張力とせん断力を同時に受ける基礎ボルトの許容引張応力 (許容組合せ応力)	MPa
G_s	脚のせん断弾性係数	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s^2
H	水頭	mm
h_1	基礎から第1脚の胴付け根部までの高さ	mm
h_2	基礎から胴の中心までの高さ	mm
I_{sx}	第1脚の長手方向軸に対する断面二次モーメント	mm^4
I_{sy}	第1脚の横方向軸に対する断面二次モーメント	mm^4
j_1	荷重分布で分割する荷重の数	—
j_2	第1脚より第2脚と反対の方向に作用する荷重の数 (第1脚上の荷重は含まない。)	—
j_3	第2脚より第1脚と反対の方向に作用する荷重の数 (第2脚上の荷重は含まない。)	—

記号	記号の説明	単位
K_c	第1脚のばね定数（胴の横方向に水平力が作用する場合）	N/m
K_ℓ	第1脚のばね定数（胴の長手方向に水平力が作用する場合）	N/m
K_v	第1脚のばね定数（胴に鉛直力が作用する場合）	N/m
l_0	脚中心間距離	mm
l_i	第1脚より各荷重までの距離（ここで第2脚側の距離は正，その反対側は負とする。）（ $i=1, 2, 3\cdots j_1$ ）	mm
M	第1脚底板に作用するモーメント	N・mm
M_1	第1脚付け根部における胴の運転時質量によるモーメント	N・mm
M_2	第2脚付け根部における胴の運転時質量によるモーメント	N・mm
M_c	横方向地震により胴の第1脚付け根部に作用するモーメント	N・mm
M_{c1}	横方向地震により第1脚底面に作用するモーメント	N・mm
M_ℓ	長手方向地震により胴の第1脚付け根部に作用するモーメント	N・mm
$M_{\ell 1}$	長手方向地震により第1脚底面に作用するモーメント	N・mm
m_0	容器の運転時質量	kg
m_i	容器各部の質量（ $i=1, 2, 3\cdots j_1$ ）	kg
m_{s1}	第1脚の質量	kg
m_{s2}	第2脚の質量	kg
n	脚1個当たりの基礎ボルトの本数	—
n_1	長手方向及び鉛直方向地震時に引張りを受ける基礎ボルトの本数	—
n_2	横方向及び鉛直方向地震時に引張りを受ける基礎ボルトの本数	—
P	運転時質量により胴の第1脚付け根部に作用する反力	N
P_e	鉛直方向地震により胴の第1脚付け根部に作用する反力	N
P_ℓ	長手方向地震により胴の第1脚付け根部に作用する鉛直荷重	N
P_r	最高使用圧力	MPa
P_s	長手方向及び鉛直方向地震により第1脚底部に作用する鉛直荷重	N
P_{s1}	横方向及び鉛直方向地震により第1脚底部に作用する鉛直荷重	N
R_1	第1脚の受ける荷重	N
R_2	第2脚の受ける荷重	N
r_m	第1脚付け根部における胴の平均半径	mm
r_o	第1脚付け根部における胴の外半径	mm
S	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表5に定める値	MPa
S_a	胴の許容応力	MPa
S_u	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表9に定める値	MPa
S_y	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める値	MPa
$S_y(RT)$	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表8に定める材料の40°Cにおける値	MPa

記号	記号の説明	単位
s	基礎ボルトと基礎の縦弾性係数比	—
T_1	長手方向固有周期	s
T_2	横方向固有周期	s
T_3	鉛直方向固有周期	s
t	第1脚側胴板の厚さ	mm
t_e	第1脚付け根部における胴の有効板厚	mm
X_n	基礎が圧縮力を受ける幅	mm
Z	引用文献(1)による胴の断面係数	mm ³
Z_{sx}	第1脚の長手方向軸に対する断面係数	mm ³
Z_{sy}	第1脚の横方向軸に対する断面係数	mm ³
θ	引用文献(1)による胴の有効範囲角の2分の1	rad
θ_0	胴の第1脚端部より鉛直軸までの角度	rad
π	円周率	—
σ_0	胴の組合せ一次一般膜応力の最大値	MPa
σ_{0c}	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次一般膜応力	MPa
σ_{0cx}	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次一般膜応力の和	MPa
$\sigma_{0c\phi}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次一般膜応力の和	MPa
σ_{0l}	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次一般膜応力	MPa
σ_{0lx}	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次一般膜応力の和	MPa
$\sigma_{0l\phi}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次一般膜応力の和	MPa
σ_1	胴の組合せ一次応力の最大値	MPa
σ_{1c}	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa
σ_{1cx}	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次応力の和	MPa
$\sigma_{1c\phi}$	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次応力の和	MPa
σ_{1l}	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の組合せ一次応力	MPa
σ_{1lx}	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の軸方向一次応力の和	MPa
$\sigma_{1l\phi}$	長手方向及び鉛直方向地震が作用した場合の胴の周方向一次応力の和	MPa
σ_2	地震動のみによる胴の組合せ一次応力と二次応力の和の変動値の最大値	MPa
σ_{2c}	横方向及び鉛直方向地震のみによる胴の組合せ一次応力と二次応力の和	MPa

記号	記号の説明	単位
σ_{2cx}	横方向及び鉛直方向地震のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2c\phi}$	横方向及び鉛直方向地震のみによる胴の周方向一次応力と二次応力の和	MPa
σ_{2l}	長手方向及び鉛直方向地震のみによる胴の組合せ一次応力と二次応力の和	MPa
σ_{2lx}	長手方向及び鉛直方向地震のみによる胴の軸方向一次応力と二次応力の和	MPa
$\sigma_{2l\phi}$	長手方向及び鉛直方向地震のみによる胴の周方向一次応力と二次応力の和	MPa
σ_b	基礎ボルトに生じる引張応力の最大値	MPa
σ_{b1}	長手方向及び鉛直方向地震により基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
σ_{b2}	横方向及び鉛直方向地震により基礎ボルトに生じる引張応力	MPa
σ_s	第1脚の組合せ応力の最大値	MPa
σ_{sc}	横方向及び鉛直方向地震が作用した場合の第1脚の組合せ応力	MPa
σ_{sl}	鉛直方向と長手方向地震が作用した場合の第1脚の組合せ応力	MPa
σ_{s1}	運転時質量により第1脚に生じる圧縮応力	MPa
σ_{s2}	長手方向地震により第1脚に生じる曲げ及び圧縮応力の和	MPa
σ_{s3}	横方向地震により第1脚に生じる曲げ応力	MPa
σ_{s4}	鉛直方向地震により第1脚に生じる圧縮応力	MPa
σ_{x1}	内圧又は静水頭により胴に生じる軸方向一次応力	MPa
σ_{x2}	運転時質量による長手方向曲げモーメントにより胴の第1脚付け根部に生じる軸方向一次応力	MPa
σ_{x3}	運転時質量により胴の第1脚付け根部に生じる軸方向一次応力	MPa
$\sigma_{x41}, \sigma_{x42}$	長手方向地震により胴の第1脚付け根部に生じる軸方向一次応力の和及び二次応力の和	MPa
$\sigma_{x411}, \sigma_{x421}$	長手方向地震による曲げモーメントにより胴の第1脚付け根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{x412}, \sigma_{x422}$	長手方向地震による鉛直荷重により胴の第1脚付け根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa
σ_{x413}	長手方向地震による水平方向荷重により胴に生じる軸方向一次応力	MPa
$\sigma_{x51}, \sigma_{x52}$	横方向地震による曲げモーメントにより胴の第1脚付け根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa
σ_{x6}	鉛直方向地震による長手方向曲げモーメントにより胴の第1脚付け根部に生じる軸方向一次応力	MPa

記号	記号の説明	単位
$\sigma_{x71}, \sigma_{x72}$	鉛直方向地震により胴の第1脚付け根部に生じる軸方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi 1}$	内圧又は静水頭により胴に生じる周方向一次応力	MPa
$\sigma_{\phi 2}$	静水頭に鉛直地震力が加わり胴に生じる周方向一次応力	MPa
$\sigma_{\phi 3}$	運転時質量により胴の第1脚付け根部に生じる周方向一次応力	MPa
$\sigma_{\phi 41}, \sigma_{\phi 42}$	長手方向地震により胴の第1脚付け根部に生じる周方向一次応力の和及び二次応力の和	MPa
$\sigma_{\phi 411}, \sigma_{\phi 421}$	長手方向地震による曲げモーメントにより胴の第1脚付け根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi 412}, \sigma_{\phi 422}$	長手方向地震による鉛直荷重により胴の第1脚付け根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi 51}, \sigma_{\phi 52}$	横方向地震による曲げモーメントにより胴の第1脚付け根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
$\sigma_{\phi 71}, \sigma_{\phi 72}$	鉛直方向地震により胴の第1脚付け根部に生じる周方向一次応力及び二次応力	MPa
τ_b	基礎ボルトに生じるせん断応力の最大値	MPa
τ_{b1}	長手方向地震により基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
τ_{b2}	横方向地震により基礎ボルトに生じるせん断応力	MPa
τ_c	横方向地震により胴の第1脚付け根部に生じるせん断応力	MPa
τ_l	長手方向地震により胴の第1脚付け根部に生じるせん断応力	MPa
τ_{s2}	長手方向地震により第1脚に生じるせん断応力	MPa
τ_{s3}	横方向地震により第1脚に生じるせん断応力	MPa

2.5 計算精度と数値の丸め方

精度は、有効数字6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は表2-2に示すとおりである。

表2-2 表示する数値の丸め方

数値の種類		単位	処理桁	処理方法	表示桁
固有周期		s	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
震度		—	小数点以下第3位	切上げ	小数点以下第2位
最高使用圧力		MPa	—	—	小数点以下第2位
温度		℃	—	—	整数位
比重		—	小数点以下第3位	四捨五入	小数点以下第2位
質量		kg	—	—	整数位
長さ	下記以外の長さ	mm	—	—	整数位 ^{*1}
	胴板の厚さ	mm	—	—	小数点以下第1位
面積		mm ²	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 ^{*2}
モーメント		N・mm	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 ^{*2}
力		N	有効数字5桁目	四捨五入	有効数字4桁 ^{*2}
角度		rad	小数点以下第4位	四捨五入	小数点以下第3位
算出応力		MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
許容応力 ^{*3}		MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位

注記*1：設計上定める値が小数点以下第1位の場合は、小数点以下第1位表示とする。

*2：絶対値が1000以上のときは、べき数表示とする。

*3：設計・建設規格 付録材料図表に記載された温度の中間における引張強さ及び降伏点は、比例法により補間した値の小数点以下第1位を切り捨て、整数位までの値とする。

3. 評価部位

高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器の耐震評価は、「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき、耐震評価上厳しくなる胴、脚及び基礎ボルトについて実施する。高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器の耐震評価部位については、表 2-1 の概略構造図に示す。

4. 固有周期

4.1 固有周期の計算方法

高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器の固有周期の計算方法を以下に示す。

(1) 計算モデル

モデル化に当たっては次の条件で行う。

- a. 容器及び内容物の質量は胴の中心軸に集中するものとする。
- b. 容器の胴は 2 個の脚で支持され、脚はそれぞれ基礎ボルトで基礎に固定されており、固定端とする。
- c. 胴は剛体とし、脚をはりと考え、変形モードは脚の曲げ及びせん断変形を考慮する。
- d. 脚が長手方向に変形する場合、脚を基礎に取り付ける基礎ボルトが、脚の変形方向に直角な方向より見て脚 1 個につき 1 列の場合は下端を単純支持とする。
その他の場合は、固定とする。
- e. 第 2 脚は長手方向にスライドできるものとし、その方向の力はすべて第 1 脚で受けるものとする。
- f. 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

本容器の荷重状態及び胴に生じるモーメントを図 4-1～図 4-4 に示す。

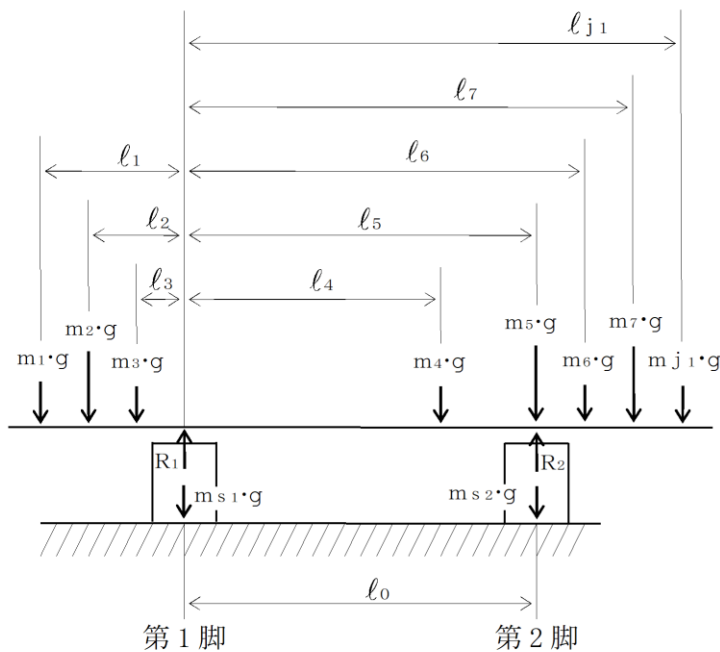


図4-1 荷重状態

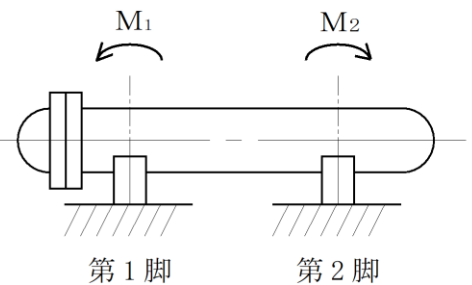


図4-2 脚の位置での曲げモーメント

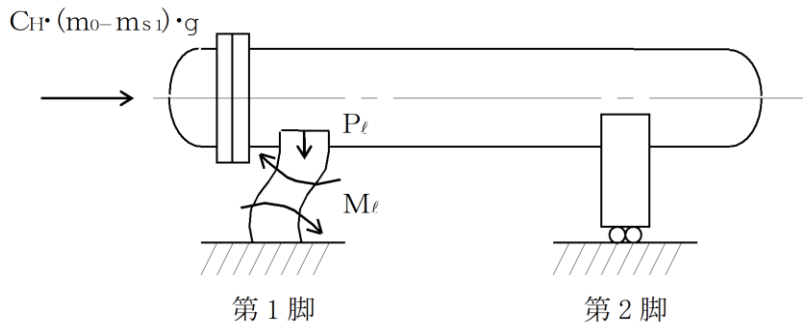


図4-3 長手方向荷重による胴の第1脚付け根部のモーメント及び鉛直荷重

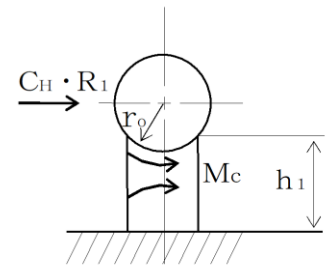


図4-4 横方向荷重による胴の第1脚付け根部のモーメント

本容器は、前記の条件より図4-5、図4-6及び図4-7のような1質点系振動モデルとして考える。

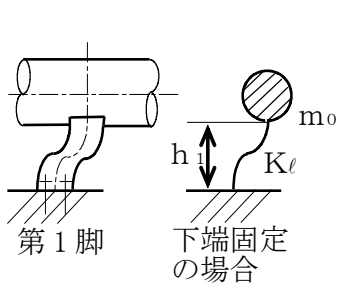


図4-5 長手方向の固有周期計算モデル

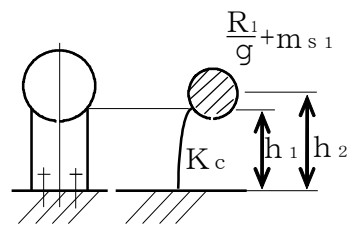


図4-6 横方向の固有周期計算モデル

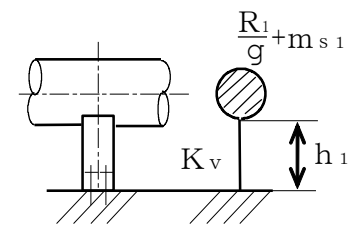


図4-7 鉛直方向の固有周期計算モデル

(2) 脚の受ける荷重

脚の受ける荷重はモーメントの釣合いより求める。図4-1において第1脚回りのモーメントの釣合いは次式で求める。

$$\sum_{i=1}^{j1} m_i \cdot g \cdot l_i - R_2 \cdot l_0 = 0 \quad \dots\dots\dots (4.1.1)$$

したがって、脚の受ける荷重は次式で求める。

$$R_2 = \sum_{i=1}^{j1} m_i \cdot g \cdot l_i / l_0 \quad \dots\dots\dots (4.1.2)$$

$$R_1 = \sum_{i=1}^{j1} m_i \cdot g - R_2 \quad \dots\dots\dots (4.1.3)$$

(3) 長手方向の固有周期

図4-5におけるばね定数は次式で求める。

$$K_{\ell} = \frac{1000}{\frac{h_1^3}{12 \cdot E_s \cdot I_{s y}} + \frac{h_1}{G_s \cdot A_{s 1}}} \dots\dots\dots (4.1.4)$$

固有周期は次式で求める。

$$T_1 = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m_0}{K_{\ell}}} \dots\dots\dots (4.1.5)$$

(4) 横方向の固有周期

図4-6におけるばね定数は次式で求める。

$$K_c = \frac{1000}{\frac{h_1^2 \cdot (3 \cdot h_2 - h_1)}{6 \cdot E_s \cdot I_{s x}} + \frac{(h_2 - h_1) \cdot h_1 \cdot (h_2 - h_1 / 2)}{E_s \cdot I_{s x}} + \frac{h_1}{G_s \cdot A_{s 2}}} \dots\dots\dots (4.1.6)$$

固有周期は次式で求める。

$$T_2 = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{\frac{R_1}{g} + m_{s 1}}{K_c}} \dots\dots\dots (4.1.7)$$

ただし、脚の受ける荷重が $R_2 > R_1$ となる場合は、 R_1 を R_2 に置き換える。

(5) 鉛直方向の固有周期

図4-7におけるばね定数は次式で求める。

$$K_v = \frac{1000}{\frac{h_1}{A_s \cdot E_s}} \dots\dots\dots (4.1.8)$$

固有周期は次式で求める。

$$T_3 = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{\frac{R_1}{g} + m_{s 1}}{K_v}} \dots\dots\dots (4.1.9)$$

ただし、脚の受ける荷重が $R_2 > R_1$ となる場合は、 R_1 を R_2 に置き換える。

4.2 固有周期の計算条件

固有周期の計算に用いる計算条件は、本計算書の【高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器の耐震性についての計算結果】の機器要目に示す。

4.3 固有周期の計算結果

固有周期の計算結果を表 4-1 に示す。計算の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛構造であることを確認した。

表 4-1 固有周期 (単位 : s)

水平			
鉛直			

5. 構造強度評価

5.1 構造強度評価方法

4.1(1)項a.～f.のほか、次の条件で計算する。概要図を図5-1に示す。

- (1) 地震力は容器に対して水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。ここで、水平方向地震力は胴の長手方向に作用する場合と胴の横方向に作用する場合を考慮する。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、SRSS法を用いる。
- (2) 第1脚と第2脚は同形状であり、受ける荷重の大きい方の脚についての評価を計算書に記載する。

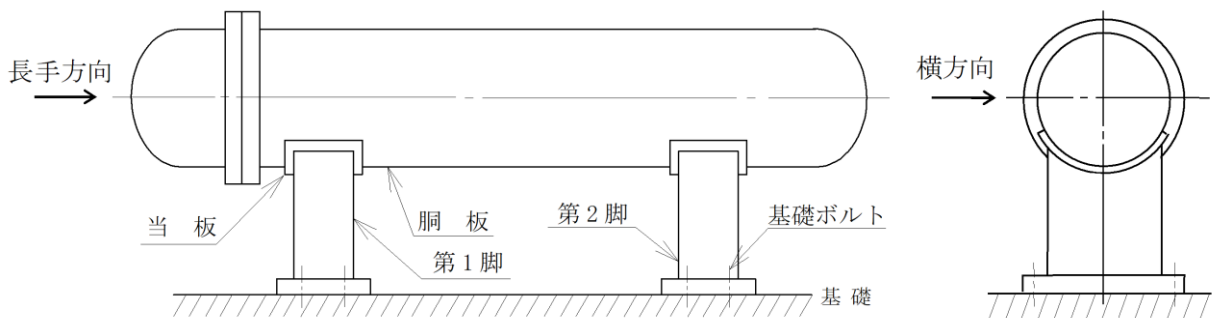


図5-1 概要図

5.2 荷重の組合せ及び許容応力

5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表5-1に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表5-2に示す。

5.2.2 許容応力

高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表5-3及び表5-4のとおりとする。

5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表5-5に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表5-6に示す。

表 5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉冷却 系統施設	原子炉補機 冷却設備	高圧炉心スプレイ補機冷却系 熱交換器	S	クラス3容器*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：クラス3容器の支持構造物を含む。

表 5-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* ¹	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
原子炉冷却 系統施設	原子炉補機 冷却設備	高圧炉心スプレイ補機冷却系 熱交換器	常設／防止 (DB拡張)	重大事故等* ² クラス2容器	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{sAD} + M_{sAD} + S_s$	V _A S (V _A Sとして Ⅳ _A Sの許容限界 を用いる。)

注記*1：「常設／防止（DB拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

*2：重大事故等クラス2容器の支持構造物を含む。

*3：「 $D + P_{sAD} + M_{sAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 5-3 許容応力 (クラス 2, 3 容器及び重大事故等クラス 2 容器)

許容応力状態	許容限界*1, *2			
	一次一般膜応力	一次膜応力+ 一次曲げ応力	一次+二次応力	一次+二次+ ピーク応力
Ⅲ _A S	S _y と 0.6・S _u の小さい方 ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金については上記値と 1.2・S との大きい方	左欄の 1.5 倍の値	弾性設計用地震動 S _d 又は基準地震動 S _s のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が 1.0 以下であること。 ただし、地震動のみによる一次+二次応力の変動値が 2・S _y 以下であれば、疲労解析は不要	
Ⅳ _A S				
V _A S (V _A S としてⅣ _A S の許容限界を用いる。)	0.6・S _u	左欄の 1.5 倍の値	基準地震動 S _s のみによる疲労解析を行い、疲労累積係数が 1.0 以下であること。 ただし、地震動のみによる一次+二次応力の変動値が 2・S _y 以下であれば、疲労解析は不要	

注記*1：座屈による評価は、クラスMC容器の座屈に対する評価式による。

*2：当該の応力が生じない場合、規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 5-4 許容応力（クラス 2， 3 支持構造物及び重大事故等クラス 2 支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等以外)	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	一次応力	
	引張	引張	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
Ⅴ _A S (Ⅴ _A SとしてⅣ _A Sの許容限界 を用いる。)			

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 5-5 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		最高使用温度					
胴	SM41B ^{*1} (厚さ ≤ 16mm)	最高使用温度	66	—	234	385	—
脚	SM41A ^{*2} (16mm < 厚さ ≤ 40mm)	最高使用温度	66	—	225	385	—
基礎ボルト	SS41 ^{*3} (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	40	—	235	400	—

注記*1：SM400B 相当

*2：SM400A 相当

*3：SS400 相当

表 5-6 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S (MPa)	S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		最高使用温度					
胴	SM41B ^{*1} (厚さ ≤ 16mm)	最高使用温度	100	—	221	373	—
脚	SM41A ^{*2} (16mm < 厚さ ≤ 40mm)	最高使用温度	100	—	212	373	—
基礎ボルト	SS41 ^{*3} (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	100	—	212	373	—

注記*1：SM400B 相当

*2：SM400A 相当

*3：SS400 相当

5.3 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 5-7 及び表 5-8 に示す。

「弾性設計用地震動 S d 又は静的震度」及び「基準地震動 S s」による地震力は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき設定する。

表 5-7 設計用地震力（設計基準対象施設）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉建物 EL 1.3 ^{*1}			$C_H=0.78^{*2}$	$C_V=0.54^{*2}$	$C_H=1.56^{*3}$	$C_V=1.16^{*3}$

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計用地震動 S d）及び静的震度を上回る設計震度

*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）を上回る設計震度

表 5-8 設計用地震力（重大事故等対処設備）

据付場所 及び 床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度
原子炉建物 EL 1.3 ^{*1}			—	—	$C_H=1.56^{*2}$	$C_V=1.16^{*2}$

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）を上回る設計震度

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

5.4.1.1 胴の計算方法

(1) 曲げモーメント

図4-1に示すように胴を集中荷重を受けるはりとして考える。

図4-2において脚付け根部における曲げモーメント M_1 及び M_2 は次式で求める。

$$M_1 = \sum_{i=1}^{j_2} m_i \cdot g \cdot |\ell_i| \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.1)$$

$$M_2 = \sum_{i=j_1-j_3+1}^{j_1} m_i \cdot g \cdot |\ell_i - \ell_0| \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.2)$$

(2) 内圧による応力

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{P_r \cdot (D_i + 1.2 \cdot t)}{2 \cdot t} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.3)$$

$$\sigma_{\phi 2} = 0 \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.4)$$

$$\sigma_{x 1} = \frac{P_r \cdot (D_i + 1.2 \cdot t)}{4 \cdot t} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.5)$$

(3) 運転時質量及び鉛直方向地震により生じる長手方向曲げモーメントによる応力

(1)で求めた曲げモーメントにより胴の第1脚付け根部に生じる応力は次のように求める。

引用文献(1)によれば、この曲げモーメントは胴の断面に対して一様に作用するものではなく、脚取付部において円周方向の曲げモーメントに置き換えられ、胴の局部変形を生じさせようとする。

長手方向の曲げモーメントによる胴の応力の影響範囲を脚上 $\frac{\theta_0}{6}$ の点とすると長手方向曲げモーメントに対する胴の有効断面積は図5-2に 2θ で示される円殻である。したがって、運転時質量による応力は次式で求める。

$$\sigma_{x 2} = \frac{M_1}{Z} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.6)$$

また、鉛直方向地震による応力は次式で求める。

$$\sigma_{x 6} = \frac{M_1}{Z} \cdot C_v \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.7)$$

ここで,

$$r_m = \frac{D_i + t_e}{2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.8)$$

$$Z = r_m^2 \cdot t_e \cdot \left\{ \frac{\theta + \sin \theta \cdot \cos \theta - 2 \cdot \sin^2 \theta / \theta}{(\sin \theta / \theta) - \cos \theta} \right\} \dots\dots (5.4.1.1.9)$$

であり、脚付け根部における胴の有効板厚 t_e は胴板の厚さとする。

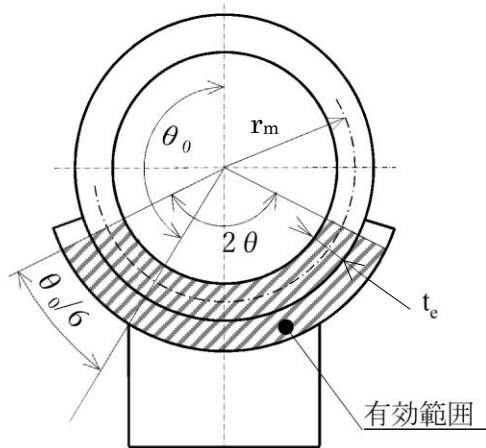


図5-2 脚付け根部の有効範囲

(4) 運転時質量及び鉛直方向地震による脚付け根部の応力

脚の受ける荷重が $R_2 > R_1$ となる場合は、 R_1 を R_2 に置き換える。

胴の脚付け根部には脚反力による周方向応力及び軸方向応力が生じる。胴の第1脚付け根部に作用する反力は次式で求める。

運転時質量による反力は、

$$P = R_1 \dots\dots\dots (5.4.1.1.10)$$

鉛直方向地震による反力は、

$$P_e = C_v \cdot R_1 \dots\dots\dots (5.4.1.1.11)$$

一次応力のうち、周方向応力 $\sigma_{\phi 3}$ 及び軸方向応力 $\sigma_{x 3}$ は「5.4.2 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルに反力 P を入力し、FEM解析により求める。

一次応力のうち、周方向応力 $\sigma_{\phi 71}$ 及び軸方向応力 $\sigma_{x 71}$ 並びに二次応力のうち、周方向応力 $\sigma_{\phi 72}$ 及び軸方向応力 $\sigma_{x 72}$ は「5.4.2 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルに反力 P_e を入力し、FEM解析により求める。

(5) 長手方向地震による脚付け根部の応力

第2脚は長手方向に自由にスライドできるので第1脚は図4-3のように変形し、脚付け根部に生じる曲げモーメント及び鉛直荷重は次式で求める。

$$M_{\ell} = \frac{1}{2} \cdot C_H \cdot (m_0 - m_{s1}) \cdot g \cdot h_1 \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.12)$$

$$P_{\ell} = C_H \cdot (m_0 - m_{s1}) \cdot g \cdot \frac{h_2 - \frac{1}{2} \cdot h_1}{\ell_0} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.13)$$

一次応力のうち、周方向応力 $\sigma_{\phi 411}$ 及び軸方向応力 $\sigma_{x 411}$ 並びに二次応力のうち、周方向応力 $\sigma_{\phi 421}$ 及び軸方向応力 $\sigma_{x 421}$ は「5.4.2 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルに曲げモーメント M_{ℓ} を入力し、FEM解析により求める。

一次応力のうち、周方向応力 $\sigma_{\phi 412}$ 及び軸方向応力 $\sigma_{x 412}$ 並びに二次応力のうち、周方向応力 $\sigma_{\phi 422}$ 及び軸方向応力 $\sigma_{x 422}$ は「5.4.2 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルに鉛直荷重 P_{ℓ} を入力し、FEM解析により求める。

また、水平方向荷重により胴には、次式で求める引張応力が生じる。

$$\sigma_{x 413} = \frac{C_H \cdot (m_0 - m_{s1}) \cdot g}{\pi \cdot (D_i + t) \cdot t} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.14)$$

したがって、曲げモーメント M_{ℓ} 、鉛直荷重 P_{ℓ} 及び水平方向荷重により生じる胴の応力は次式で求める。

一次応力

$$\sigma_{\phi 41} = \sigma_{\phi 411} + \sigma_{\phi 412} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.15)$$

$$\sigma_{x 41} = \sigma_{x 411} + \sigma_{x 412} + \sigma_{x 413} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.16)$$

二次応力

$$\sigma_{\phi 42} = \sigma_{\phi 421} + \sigma_{\phi 422} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.17)$$

$$\sigma_{x 42} = \sigma_{x 421} + \sigma_{x 422} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.18)$$

また、長手方向地震が作用した場合、第1脚付け根部に生じるせん断応力は次式で求める。

$$\tau_{\ell} = \frac{C_H \cdot (m_0 - m_{s1}) \cdot g}{4 \cdot C_2 \cdot t} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.19)$$

(6) 横方向地震による脚付け根部の応力

脚の受ける荷重が $R_2 > R_1$ となる場合は、 R_1 を R_2 に置き換える。

横方向地震が作用した場合、第1脚の付け根部に生じる曲げモーメント M_c は次式で求める。

$$M_c = C_H \cdot R_1 \cdot r_o \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.20)$$

$$r_o = \frac{D_i}{2} + t_e \quad \dots\dots\dots (5.4.1.1.21)$$

一次応力のうち、周方向応力 $\sigma_{\phi 51}$ 及び軸方向応力 $\sigma_{x 51}$ 並びに二次応力のうち、周方向応力 $\sigma_{\phi 52}$ 及び軸方向応力 $\sigma_{x 52}$ は「5.4.2 解析モデル及び諸元」に示す解析モデルに曲げモーメント M_c を入力し、FEM解析により求める。

また、横方向地震が作用した場合、第1脚付け根部に生じるせん断応力は次式で求める。

$$\tau_c = \frac{C_H \cdot R_1}{4 \cdot C_1 \cdot t} \dots\dots\dots (5.4.1.1.22)$$

(7) 組合せ応力

(2)～(6)によって求めた第1脚付け根部に生じる胴の応力は以下のように組み合わせる。

a. 一次一般膜応力

鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

$$\sigma_{ol} = \text{Max} \{ \text{周方向応力}(\sigma_{ol\phi}), \text{軸方向応力}(\sigma_{olx}) \} \dots\dots\dots (5.4.1.1.23)$$

ここで,

$$\sigma_{ol\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.24)$$

$$\sigma_{olx} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sqrt{\sigma_{x6}^2 + \sigma_{x413}^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.25)$$

鉛直方向と横方向地震が作用した場合

$$\sigma_{oc} = \text{Max} \{ \text{周方向応力}(\sigma_{oc\phi}), \text{軸方向応力}(\sigma_{ocx}) \} \dots\dots\dots (5.4.1.1.26)$$

ここで,

$$\sigma_{oc\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.27)$$

$$\sigma_{ocx} = \sigma_{x1} + \sigma_{x2} + \sigma_{x6} \dots\dots\dots (5.4.1.1.28)$$

したがって、胴に生じる一次一般膜応力の最大値は、

$$\sigma_o = \text{Max} \{ \text{長手方向地震時応力}(\sigma_{ol}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{oc}) \} \dots\dots\dots (5.4.1.1.29)$$

とする。

b. 一次応力

鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

$$\sigma_{1\ell} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ (\sigma_{1\ell\phi} + \sigma_{1\ell x}) + \sqrt{(\sigma_{1\ell\phi} - \sigma_{1\ell x})^2 + 4 \cdot \tau_{\ell}^2} \right\} \dots\dots\dots (5.4.1.1.30)$$

ここで,

$$\sigma_{1\ell\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 3} + \sqrt{\sigma_{\phi 41}^2 + (\sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 71})^2} \dots\dots (5.4.1.1.31)$$

$$\sigma_{1\ell x} = \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sigma_{x 3} + \sqrt{\sigma_{x 41}^2 + (\sigma_{x 6} + \sigma_{x 71})^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.32)$$

鉛直方向と横方向地震が作用した場合

$$\sigma_{1c} = \frac{1}{2} \cdot \left\{ (\sigma_{1c\phi} + \sigma_{1cx}) + \sqrt{(\sigma_{1c\phi} - \sigma_{1cx})^2 + 4 \cdot \tau_c^2} \right\} \dots\dots\dots (5.4.1.1.33)$$

ここで,

$$\sigma_{1c\phi} = \sigma_{\phi 1} + \sigma_{\phi 3} + \sqrt{\sigma_{\phi 51}^2 + (\sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 71})^2} \dots\dots (5.4.1.1.34)$$

$$\sigma_{1cx} = \sigma_{x 1} + \sigma_{x 2} + \sigma_{x 3} + \sqrt{\sigma_{x 51}^2 + (\sigma_{x 6} + \sigma_{x 71})^2} \dots\dots\dots (5.4.1.1.35)$$

したがって、胴に生じる一次応力の最大値は,

$$\sigma_1 = \text{Max} \{ \text{長手方向地震時応力}(\sigma_{1\ell}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{1c}) \} \dots\dots\dots (5.4.1.1.36)$$

とする。

- c. 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値
鉛直方向と長手方向地震が作用した場合の変動値

$$\sigma_{2l} = (\sigma_{2l\phi} + \sigma_{2lx}) + \sqrt{(\sigma_{2l\phi} - \sigma_{2lx})^2 + 4 \cdot \tau_l^2}$$

..... (5.4.1.1.37)

ここで,

$$\sigma_{2l\phi} = \sqrt{(\sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 71} + \sigma_{\phi 72})^2 + (\sigma_{\phi 41} + \sigma_{\phi 42})^2}$$

..... (5.4.1.1.38)

$$\sigma_{2lx} = \sqrt{(\sigma_{x41} + \sigma_{x42})^2 + (\sigma_{x6} + \sigma_{x71} + \sigma_{x72})^2}$$

..... (5.4.1.1.39)

鉛直方向と横方向地震が作用した場合の変動値

$$\sigma_{2c} = (\sigma_{2c\phi} + \sigma_{2cx}) + \sqrt{(\sigma_{2c\phi} - \sigma_{2cx})^2 + 4 \cdot \tau_c^2}$$

..... (5.4.1.1.40)

ここで,

$$\sigma_{2c\phi} = \sqrt{(\sigma_{\phi 2} + \sigma_{\phi 71} + \sigma_{\phi 72})^2 + (\sigma_{\phi 51} + \sigma_{\phi 52})^2}$$

..... (5.4.1.1.41)

$$\sigma_{2cx} = \sqrt{(\sigma_{x51} + \sigma_{x52})^2 + (\sigma_{x6} + \sigma_{x71} + \sigma_{x72})^2}$$

..... (5.4.1.1.42)

したがって、胴に生じる地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値の最大値は,

$$\sigma_2 = \text{Max} \{ \text{長手方向地震時応力}(\sigma_{2l}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{2c}) \}$$

..... (5.4.1.1.43)

とする。

5.4.1.2 脚の計算方法

脚の受ける荷重が $R_2 > R_1$ となる場合は、 R_1 を R_2 に置き換える。

- (1) 運転時荷重による応力

$$\sigma_{s1} = \frac{R_1 + m_{s1} \cdot g}{A_s} \dots\dots\dots (5.4.1.2.1)$$

- (2) 鉛直方向地震による応力

$$\sigma_{s4} = \frac{R_1 + m_{s1} \cdot g}{A_s} \cdot C_v \dots\dots\dots (5.4.1.2.2)$$

- (3) 長手方向地震による応力

曲げ及び圧縮応力は次式で求める。

$$\sigma_{s2} = \frac{M_{\ell 1}}{Z_{sy}} + \frac{P_{\ell}}{A_s} \dots\dots\dots (5.4.1.2.3)$$

ここで、

$$M_{\ell 1} = \frac{1}{2} \cdot C_H \cdot m_0 \cdot g \cdot h_1 \dots\dots\dots (5.4.1.2.4)$$

せん断応力は次式で求める。

$$\tau_{s2} = \frac{C_H \cdot m_0 \cdot g}{A_{s3}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.5)$$

- (4) 横方向地震による応力

曲げ応力は次式で求める。

$$\sigma_{s3} = \frac{C_H \cdot (R_1 + m_{s1} \cdot g) \cdot h_2}{Z_{sx}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.6)$$

せん断応力は次式で求める。

$$\tau_{s3} = \frac{C_H \cdot (R_1 + m_{s1} \cdot g)}{A_{s4}} \dots\dots\dots (5.4.1.2.7)$$

- (5) 組合せ応力

鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

$$\sigma_{s\ell} = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sqrt{\sigma_{s2}^2 + \sigma_{s4}^2})^2 + 3 \cdot \tau_{s2}^2} \dots\dots\dots (5.4.1.2.8)$$

鉛直方向と横方向地震が作用した場合

$$\sigma_{sc} = \sqrt{(\sigma_{s1} + \sqrt{\sigma_{s3}^2 + \sigma_{s4}^2})^2 + 3 \cdot \tau_{s3}^2} \dots\dots\dots (5.4.1.2.9)$$

したがって、脚に生じる最大応力は、

$$\sigma_s = \text{Max} \{ \text{長手方向地震時応力} (\sigma_{s\ell}), \text{横方向地震時応力} (\sigma_{sc}) \} \dots\dots\dots (5.4.1.2.10)$$

とする。

5.4.1.3 基礎ボルトの計算方法

(1) 鉛直方向と長手方向地震が作用した場合

a. 引張応力

長手方向地震が作用した場合に脚底面に作用するモーメントは次式で求める。

$$M = M_{\ell 1} \quad \dots \dots \dots (5.4.1.3.1)$$

鉛直荷重は

$$P_s = R_1 + m_{s1} \cdot g - \sqrt{\{C_v \cdot (R_1 + m_{s1} \cdot g)\}^2 + P_{\ell}^2} \quad \dots \dots \dots (5.4.1.3.2)$$

である。ここで、モーメントと鉛直荷重の比を

$$e = M / P_s \quad \dots \dots \dots (5.4.1.3.3)$$

とする。

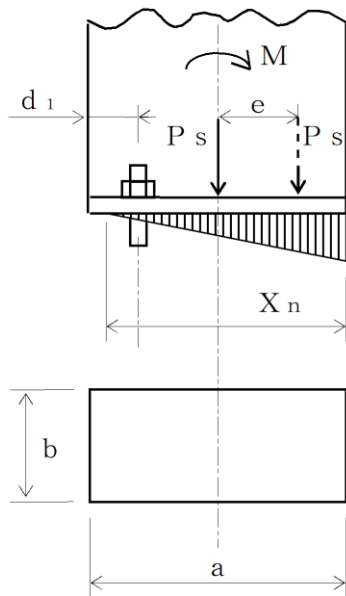


図5-3 基礎部に作用する外荷重より生じる荷重の関係 (その1)

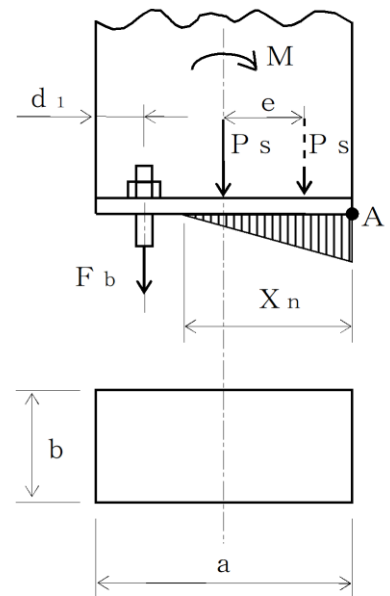


図5-4 基礎部に作用する外荷重より生じる荷重の関係 (その2)

図5-3のように脚底面においてボルト位置に圧縮荷重がかかる状況では基礎ボルトに引張力は作用しないため、引張力の評価は行わない。

一方、図5-4のように、ボルト位置に圧縮荷重がかからない状況に相当する

$$e > \frac{a}{6} + \frac{d_1}{3} \quad \dots \dots \dots (5.4.1.3.4)$$

の場合及びeが負の場合に、基礎ボルトに引張力が生じる。

このとき図5-4において、鉛直荷重の釣合い、A点回りのモーメントの釣合い、基礎ボルトの伸びと基礎の縮みの関係から中立軸の位置 X_n は

$$X_n^3 + 3 \cdot \left(e - \frac{a}{2}\right) \cdot X_n^2 - \frac{6 \cdot s \cdot A_b \cdot n_1}{b} \cdot \left(e + \frac{a}{2} - d_1\right) \cdot (a - d_1 - X_n) = 0 \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3.5)$$

より求めることができ、基礎ボルトに生じる引張力は

$$F_b = \frac{P_s \cdot \left(e - \frac{a}{2} + \frac{X_n}{3}\right)}{a - d_1 - \frac{X_n}{3}} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3.6)$$

となる。

したがって、基礎ボルトに生じる引張応力は次のようになる。

$$\sigma_{b1} = \frac{F_b}{n_1 \cdot A_b} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3.7)$$

ここで、基礎ボルトの軸断面積 A_b は次式により求める。

$$A_b = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3.8)$$

b. せん断応力

$$\tau_{b1} = \frac{C_H \cdot m_0 \cdot g}{n \cdot A_b} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3.9)$$

(2) 鉛直方向と横方向地震が作用した場合

脚の受ける荷重が $R_2 > R_1$ となる場合は、 R_1 を R_2 に置き換える。

a. 引張応力

鉛直方向と横方向地震が作用した場合に脚底面に作用するモーメントは

$$M_{c1} = C_H \cdot (R_1 + m_{s1} \cdot g) \cdot h_2 \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3.10)$$

鉛直荷重は

$$P_{s1} = (1 - C_v) \cdot (R_1 + m_{s1} \cdot g) \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3.11)$$

で求める。

(1)と同様にして引張応力は求められるが、 M を M_{c1} 、 P_s を P_{s1} 、 d_1 を d_2 、 a を b 、 b を a 及び n_1 を n_2 に置き換え、得られた基礎ボルトの応力を σ_{b2} とする。

b. せん断応力

$$\tau_{b2} = \frac{C_H \cdot (R_1 + m_{s1} \cdot g)}{n \cdot A_b} \quad \dots\dots\dots (5.4.1.3.12)$$

(3) 基礎ボルトに生じる最大応力

(1)及び(2)より求められた基礎ボルトの応力のうち最大のものを σ_b 及び τ_b とする。

a. 基礎ボルトの最大引張応力

$$\sigma_b = \text{Max} \{ \text{長手方向地震時応力}(\sigma_{b1}), \text{横方向地震時応力}(\sigma_{b2}) \} \dots\dots\dots (5.4.1.3.13)$$

b. 基礎ボルトの最大せん断応力

$$\tau_b = \text{Max} \{ \text{長手方向地震時応力}(\tau_{b1}), \text{横方向地震時応力}(\tau_{b2}) \} \dots\dots\dots (5.4.1.3.14)$$

5.4.2 解析モデル及び諸元

高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器の解析モデルを図5-5に、解析モデルの概要を以下に示す。また、機器の諸元を本計算書【高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器の耐震性についての計算結果】の機器要目及びその他の機器要目に示す。

- (1) 高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器の胴について、脚付け根部の応力を評価するために十分な範囲をシェル要素でモデル化したFEMモデルを用いる。なお、胴の応力が大きくなるように脚は剛体とする。
- (2) 拘束条件は、胴の両端部を完全拘束とする。胴の脚付け根部に作用する荷重及びモーメントを脚に入力することで、胴の応力のうち脚付け根部の応力を求める。荷重作用点並びに荷重及びモーメントの入力方向を図5-6に示す。
- (3) 解析コードは「Simcenter Nastran」を使用し、胴の応力のうち脚付け根部の応力をFEM解析により求める。なお、評価に用いる解析コードの検証及び妥当性確認等の概要についてはVI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

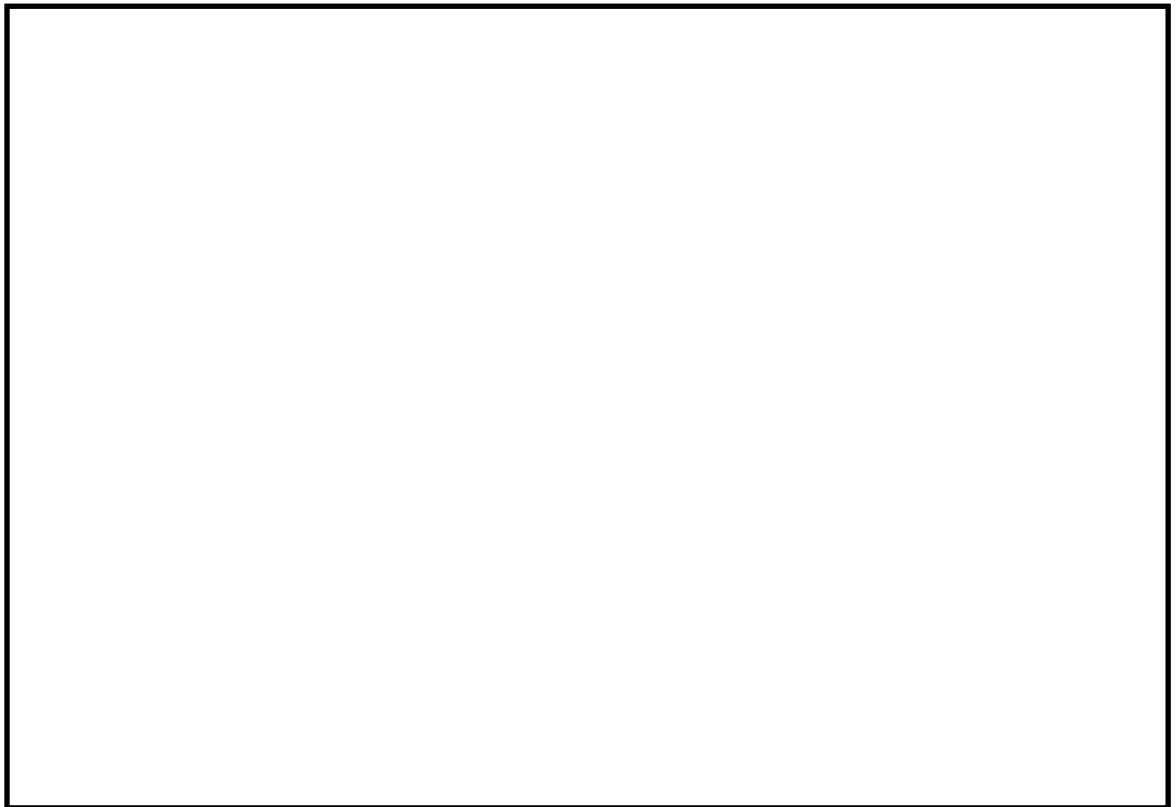


図5-5 解析モデルの概要

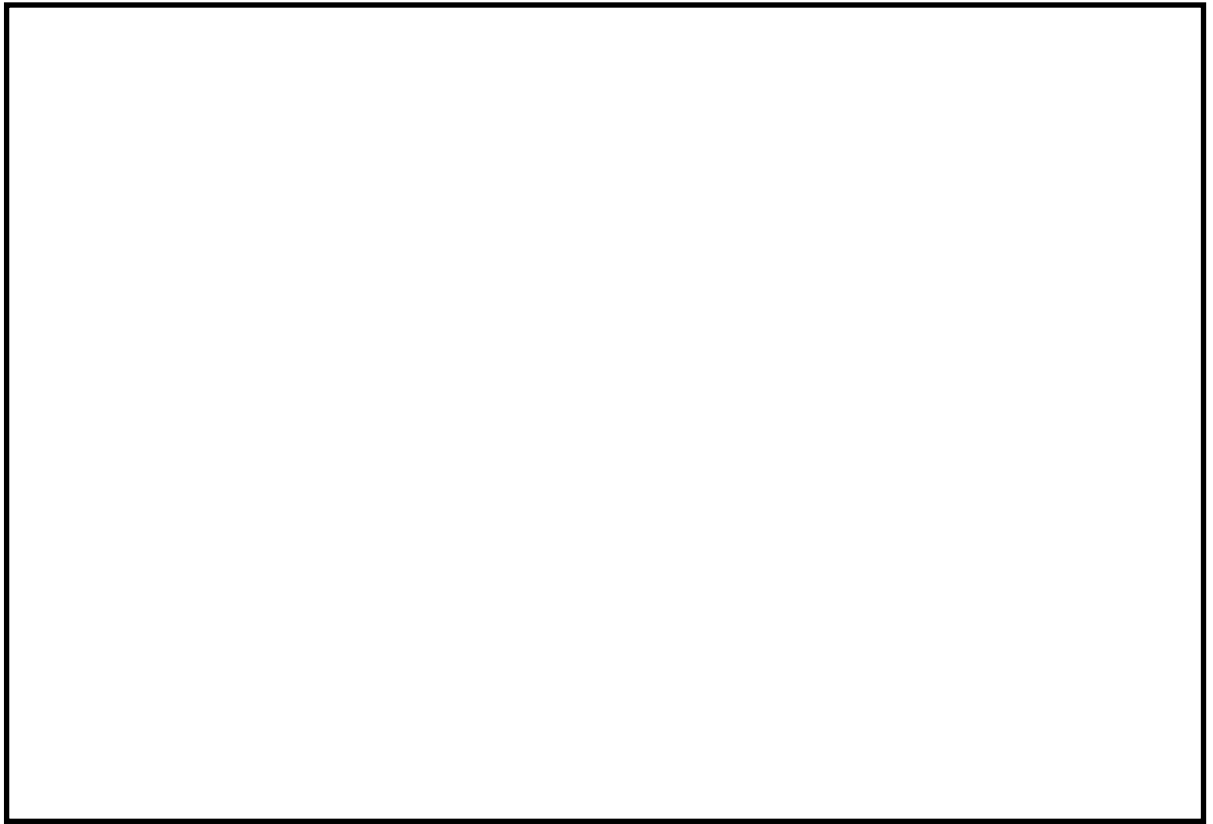


図 5-6 荷重作用点並びに荷重及びモーメントの入力方向（下から見た図）

5.5 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

5.6 応力の評価

5.6.1 胴の応力評価

5.4.1.1項で求めた組合せ応力が胴の最高使用温度における許容応力 S_a 以下であること。ただし、 S_a は下表による。

応力の種類	許容応力 S_a	
	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 S_s による 荷重との組合せの場合
一次一般膜応力	S_y と $0.6 \cdot S_u$ のいずれか小さい方の値。ただし、オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金にあつては $1.2 \cdot S$ の方が大きい場合は、この大きい方の値とする。	$0.6 \cdot S_u$
一次応力 (一次膜応力＋ 一次曲げ応力)	上記の1.5倍の値	
一次＋二次応力	地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値が $2 \cdot S_y$ 以下であれば、疲労解析は不要とする。	
一次＋二次 ＋ピーク応力		

5.6.2 脚の応力評価

5.4.1.2項で求めた脚の組合せ応力が許容引張応力 f_{tm} 以下であること。ただし、 f_{tm} は下表による。

	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 S_s による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{tm}	$\frac{F}{1.5} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5} \cdot 1.5$

5.6.3 基礎ボルトの応力評価

5.4.1.3項で求めた基礎ボルトの引張応力 σ_b は、次式より求めた許容組合せ応力 f_{ts} 以下であること。ただし、 f_{to} は下表による。

$$f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}] \quad \dots\dots\dots (5.6.3.1)$$

せん断応力 τ_b はせん断力のみ受ける基礎ボルトの許容せん断応力 f_{sb} 以下であること。ただし、 f_{sb} は下表による。

	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度による 荷重との組合せの場合	基準地震動 S_s による 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{to}	$\frac{F}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f_{sb}	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有することを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有することを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

7. 引用文献

- (1) Stresses in Large Horizontal Cylindrical Pressure Vessels on Two Saddle Supports, Welding Research Supplement, Sep. 1951.

【高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度			
高圧炉心スプレイ補機冷却系熱交換器	S	原子炉建物 EL 1.3 ^{*1}			C _H =0.78 ^{*2}	C _V =0.54 ^{*2}	C _H =1.56 ^{*3}	C _V =1.16 ^{*3}	0.98	66	40

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（弾性設計用地震動 S d）及び静的震度を上回る設計震度

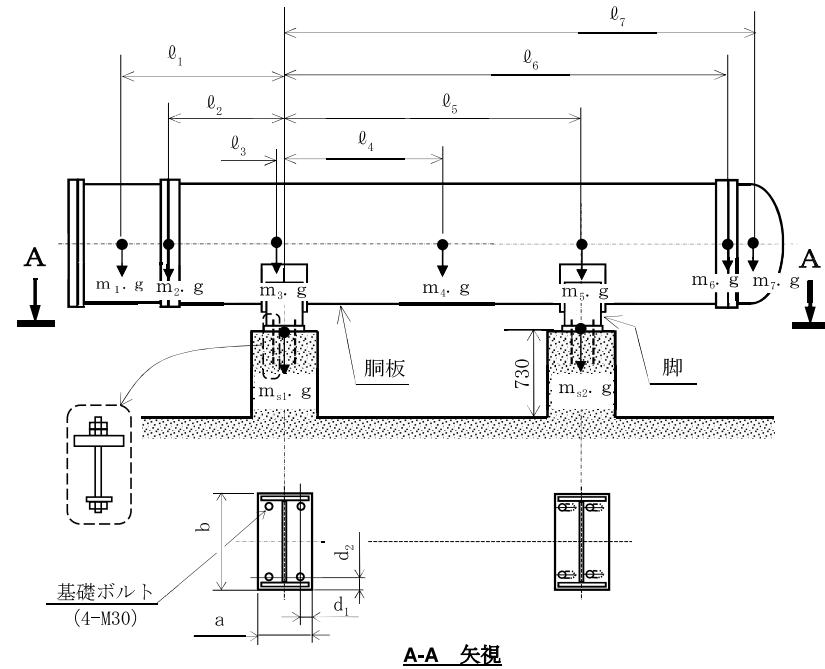
*3：設計用震度 II（基準地震動 S s）を上回る設計震度

1.2 機器要目

m ₁ (kg)	m ₂ (kg)	m ₃ (kg)	m ₄ (kg)	m ₅ (kg)	m ₆ (kg)	m ₇ (kg)

ℓ ₁ (mm)	ℓ ₂ (mm)	ℓ ₃ (mm)	ℓ ₄ (mm)	ℓ ₅ (mm)	ℓ ₆ (mm)	ℓ ₇ (mm)
1496	650	0	1250	2500	3236	3874

M ₁ (N・mm)	M ₂ (N・mm)	R ₁ (N)	R ₂ (N)
4.668×10 ⁷	2.581×10 ⁷	7.518×10 ⁴	4.446×10 ⁴



m_o (kg)	m_{s1} (kg)	m_{s2} (kg)	D_i (mm)	t (mm)	t_e (mm)	ℓ_o (mm)	h_1 (mm)	h_2 (mm)
			900	12.0	12.0	2500	432	670

I_{sx} (mm ⁴)	I_{sy} (mm ⁴)	Z_{sx} (mm ³)	Z_{sy} (mm ³)	θ_o (rad)	θ (rad)
3.561×10^9	3.087×10^8	8.685×10^6	1.342×10^6	2.096	1.395

A_s (mm ²)	E_s (MPa)	G_s (MPa)	A_{s1} (mm ²)	A_{s2} (mm ²)	A_{s3} (mm ²)	A_{s4} (mm ²)
3.234×10^4	200000*1	76900*1	1.577×10^4	1.528×10^4	1.169×10^4	1.366×10^4

s	n	n_1	n_2	a (mm)	b (mm)	d (mm)	A_b (mm ²)	d_1 (mm)	d_2 (mm)
9.27	4	2	2	500	870	30 (M30)	706.9	100	100

S_y (胴板) (MPa)	S_u (胴板) (MPa)	S_y (脚) (MPa)	S_u (脚) (MPa)	F (脚) (MPa)	F*(脚) (MPa)	S_y (基礎ボルト) (MPa)	S_u (基礎ボルト) (MPa)	F (基礎ボルト) (MPa)	F*(基礎ボルト) (MPa)
234*1	385*1	225*1	385*1	225	269	235*2	400*2	235	280

注記*1：最高使用温度で算出
*2：周囲環境温度で算出

1.3 計算数値

1.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般膜応力

(単位：MPa)

	地震の種類	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度				基準地震動 S_s			
	地震の方向	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	応力の方向	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
内圧による応力		$\sigma_{\phi 1}=38$	$\sigma_{x 1}=19$	$\sigma_{\phi 1}=38$	$\sigma_{x 1}=19$	$\sigma_{\phi 1}=38$	$\sigma_{x 1}=19$	$\sigma_{\phi 1}=38$	$\sigma_{x 1}=19$
内圧による応力 (鉛直方向地震時)		$\sigma_{\phi 2}=0$	—	$\sigma_{\phi 2}=0$	—	$\sigma_{\phi 2}=0$	—	$\sigma_{\phi 2}=0$	—
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力		—	$\sigma_{x 2}=57$	—	$\sigma_{x 2}=57$	—	$\sigma_{x 2}=57$	—	$\sigma_{x 2}=57$
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力		—	$\sigma_{x 6}=31$	—	$\sigma_{x 6}=31$	—	$\sigma_{x 6}=65$	—	$\sigma_{x 6}=65$
長手方向地震により胴軸断面 全面に生じる引張応力		—	$\sigma_{x 4 1 3}=3$	—	—	—	$\sigma_{x 4 1 3}=6$	—	—
組合せ応力		$\sigma_{0\ell}=106$		$\sigma_{0c}=105$		$\sigma_{0\ell}=140$		$\sigma_{0c}=140$	

(2) 一次応力

(単位：MPa)

	地震の種類	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度				基準地震動 S_s			
	地震の方向	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	応力の方向	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
内圧による応力		$\sigma_{\phi 1}=38$	$\sigma_{x 1}=19$	$\sigma_{\phi 1}=38$	$\sigma_{x 1}=19$	$\sigma_{\phi 1}=38$	$\sigma_{x 1}=19$	$\sigma_{\phi 1}=38$	$\sigma_{x 1}=19$
内圧による応力 (鉛直方向地震時)		$\sigma_{\phi 2}=0$	—	$\sigma_{\phi 2}=0$	—	$\sigma_{\phi 2}=0$	—	$\sigma_{\phi 2}=0$	—
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力		—	$\sigma_{x 2}=57$	—	$\sigma_{x 2}=57$	—	$\sigma_{x 2}=57$	—	$\sigma_{x 2}=57$
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力		—	$\sigma_{x 6}=31$	—	$\sigma_{x 6}=31$	—	$\sigma_{x 6}=65$	—	$\sigma_{x 6}=65$
運転時質量による脚反力 により生じる応力		$\sigma_{\phi 3}=4$	$\sigma_{x 3}=4$	$\sigma_{\phi 3}=4$	$\sigma_{x 3}=4$	$\sigma_{\phi 3}=4$	$\sigma_{x 3}=4$	$\sigma_{\phi 3}=4$	$\sigma_{x 3}=4$
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力		$\sigma_{\phi 7 1}=2$	$\sigma_{x 7 1}=2$	$\sigma_{\phi 7 1}=2$	$\sigma_{x 7 1}=2$	$\sigma_{\phi 7 1}=5$	$\sigma_{x 7 1}=4$	$\sigma_{\phi 7 1}=5$	$\sigma_{x 7 1}=4$
水平方向地震 による応力	引張	$\sigma_{\phi 4 1 1}=8$	$\sigma_{x 4 1 1}=5$	$\sigma_{\phi 5 1}=4$	$\sigma_{x 5 1}=4$	$\sigma_{\phi 4 1 1}=17$	$\sigma_{x 4 1 1}=10$	$\sigma_{\phi 5 1}=7$	$\sigma_{x 5 1}=8$
		$\sigma_{\phi 4 1 2}=1$	$\sigma_{x 4 1 2}=1$			$\sigma_{\phi 4 1 2}=2$	$\sigma_{x 4 1 2}=2$		
	せん断	$\sigma_{\phi 4 1}=9$	$\sigma_{x 4 1}=9$	$\tau_{\ell}=9$	$\tau_c=3$	$\sigma_{\phi 4 1}=18$	$\sigma_{x 4 1}=17$	$\tau_{\ell}=18$	$\tau_c=6$
組合せ応力		$\sigma_{1\ell}=113$		$\sigma_{1c}=111$		$\sigma_{1\ell}=152$		$\sigma_{1c}=148$	

(3) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

	地震の種類	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度				基準地震動 S _s			
	地震の方向	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	応力の方向	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
内圧による応力 (鉛直方向地震時)		$\sigma_{\phi 2}=0$	—	$\sigma_{\phi 2}=0$	—	$\sigma_{\phi 2}=0$	—	$\sigma_{\phi 2}=0$	—
鉛直方向地震による長手方向 曲げモーメントにより生じる応力		—	$\sigma_{x6}=31$	—	$\sigma_{x6}=31$	—	$\sigma_{x6}=65$	—	$\sigma_{x6}=65$
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力		$\sigma_{\phi 71}=2$ $\sigma_{\phi 72}=8$	$\sigma_{x71}=2$ $\sigma_{x72}=5$	$\sigma_{\phi 71}=2$ $\sigma_{\phi 72}=8$	$\sigma_{x71}=2$ $\sigma_{x72}=5$	$\sigma_{\phi 71}=5$ $\sigma_{\phi 72}=18$	$\sigma_{x71}=4$ $\sigma_{x72}=11$	$\sigma_{\phi 71}=5$ $\sigma_{\phi 72}=18$	$\sigma_{x71}=4$ $\sigma_{x72}=11$
水平方向地震 による応力	引張	$\sigma_{\phi 41}=9$	$\sigma_{x41}=9$	$\sigma_{\phi 51}=4$	$\sigma_{x51}=4$	$\sigma_{\phi 41}=18$	$\sigma_{x41}=17$	$\sigma_{\phi 51}=7$	$\sigma_{x51}=8$
		$\sigma_{\phi 421}=42$	$\sigma_{x421}=17$	$\sigma_{\phi 52}=25$	$\sigma_{x52}=10$	$\sigma_{\phi 421}=83$	$\sigma_{x421}=34$	$\sigma_{\phi 52}=49$	$\sigma_{x52}=19$
		$\sigma_{\phi 422}=4$	$\sigma_{x422}=2$			$\sigma_{\phi 422}=7$	$\sigma_{x422}=5$		
	せん断	$\tau_{\ell}=9$		$\tau_{c}=3$		$\tau_{\ell}=18$		$\tau_{c}=6$	
組合せ応力		$\sigma_{2\ell}=120$		$\sigma_{2c}=80$		$\sigma_{2\ell}=242$		$\sigma_{2c}=170$	

1.3.2 脚に生じる応力

(単位：MPa)

	地震の種類	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
	地震の方向	長手方向	横方向	長手方向	横方向
運転時質量による応力	圧縮	$\sigma_{s1}=3$	$\sigma_{s1}=3$	$\sigma_{s1}=3$	$\sigma_{s1}=3$
鉛直方向地震による応力	圧縮	$\sigma_{s4}=2$	$\sigma_{s4}=2$	$\sigma_{s4}=3$	$\sigma_{s4}=3$
水平方向地震による応力	曲げ	$\sigma_{s2}=16$	$\sigma_{s3}=5$	$\sigma_{s2}=32$	$\sigma_{s3}=10$
	せん断	$\tau_{s2}=9$	$\tau_{s3}=5$	$\tau_{s2}=17$	$\tau_{s3}=9$
組合せ応力		$\sigma_{s\ell}=24$	$\sigma_{sc}=11$	$\sigma_{s\ell}=45$	$\sigma_{sc}=20$

1.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

	地震の種類	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
	地震の方向	長手方向	横方向	長手方向	横方向
鉛直方向地震及び水 平方向地震による応力	引張	$\sigma_{b1}=28$	$\sigma_{b2}=28$	$\sigma_{b1}=87$	$\sigma_{b2}=84$
水平方向地震による 応力	せん断	$\tau_{b1}=34$	$\tau_{b2}=22$	$\tau_{b1}=68$	$\tau_{b2}=43$

1.4 結論

1.4.1 固有周期 (単位: s)

方向	固有周期
長手方向	$T_1 =$ <input type="text"/>
横方向	$T_2 =$ <input type="text"/>
鉛直方向	$T_3 =$ <input type="text"/>

1.4.2 応力 (単位: MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S_a 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
銅板	SM41B*1 (厚さ $\leq 16\text{mm}$)	一次一般膜	$\sigma_0 = 106$	$S_a = 231$	$\sigma_0 = 140$	$S_a = 231$
		一次	$\sigma_1 = 113$	$S_a = 346$	$\sigma_1 = 152$	$S_a = 346$
		一次+二次	$\sigma_2 = 120$	$S_a = 468$	$\sigma_2 = 242$	$S_a = 468$
脚	SM41A*1 ($16\text{mm} < \text{厚さ} \leq 40\text{mm}$)	組合せ	$\sigma_s = 24$	$f_{tm} = 225$	$\sigma_s = 45$	$f_{tm} = 269$
基礎ボルト	SS41*2 ($16\text{mm} < \text{径} \leq 40\text{mm}$)	引張	$\sigma_b = 28$	$f_{ts} = 176^{*3}$	$\sigma_b = 87$	$f_{ts} = 185^{*3}$
		せん断	$\tau_b = 34$	$f_{sb} = 135$	$\tau_b = 68$	$f_{sb} = 161$

すべて許容応力以下である。

注記*1: SM400A 相当

*2: SS400 相当

*3: $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.5 その他の機器要目

項目	記号	単位	入力値
縦弾性係数	E	MPa	200000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	3985
節点数	—	個	4070

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び 床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (°C)	周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度			
高圧炉心スプレイ 補機冷却系熱交換器	常設/防止 (DB拡張)	原子炉建物 EL 1.3*1			—	—	$C_H=1.56^{*2}$	$C_V=1.16^{*2}$	0.98	100	100

注記*1：基準床レベルを示す。

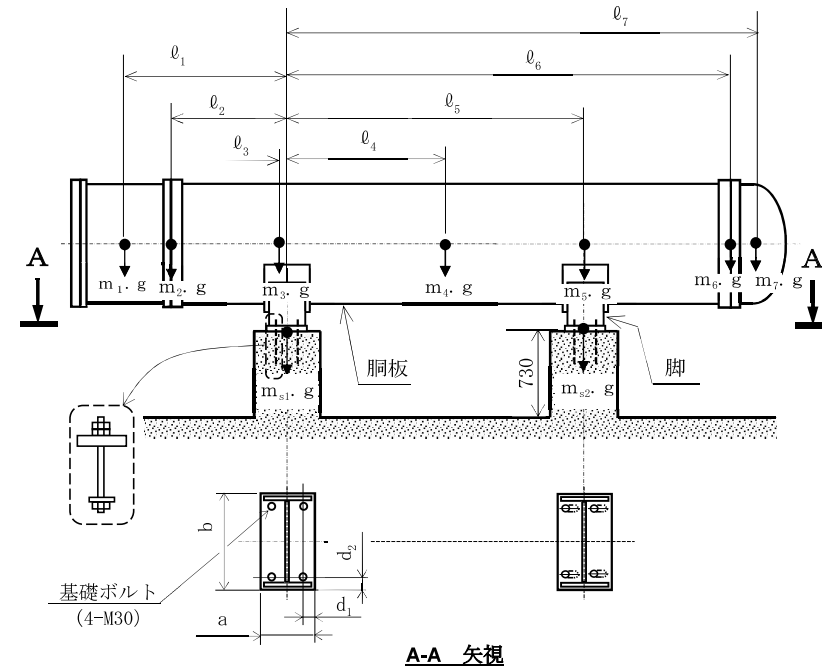
*2：設計用震度II（基準地震動 S s）を上回る設計震度

2.2 機器要目

m_1 (kg)	m_2 (kg)	m_3 (kg)	m_4 (kg)	m_5 (kg)	m_6 (kg)	m_7 (kg)

l_1 (mm)	l_2 (mm)	l_3 (mm)	l_4 (mm)	l_5 (mm)	l_6 (mm)	l_7 (mm)
1496	650	0	1250	2500	3236	3874

M_1 (N·mm)	M_2 (N·mm)	R_1 (N)	R_2 (N)
4.668×10^7	2.581×10^7	7.518×10^4	4.446×10^4



S2 補 VI-2-5-7-2-1 R0

m_o (kg)	m_{s1} (kg)	m_{s2} (kg)	D_i (mm)	t (mm)	t_e (mm)	ℓ_o (mm)	h_1 (mm)	h_2 (mm)
			900	12.0	12.0	2500	432	670

I_{sx} (mm ⁴)	I_{sy} (mm ⁴)	Z_{sx} (mm ³)	Z_{sy} (mm ³)	θ_o (rad)	θ (rad)
3.561×10^9	3.087×10^8	8.685×10^6	1.342×10^6	2.096	1.395

A_s (mm ²)	E_s (MPa)	G_s (MPa)	A_{s1} (mm ²)	A_{s2} (mm ²)	A_{s3} (mm ²)	A_{s4} (mm ²)
3.234×10^4	198000 ^{*1}	76100 ^{*1}	1.577×10^4	1.528×10^4	1.169×10^4	1.366×10^4

s	n	n_1	n_2	a (mm)	b (mm)	d (mm)	A_b (mm ²)	d_1 (mm)	d_2 (mm)
9.13	4	2	2	500	870	30 (M30)	706.9	100	100

S_y (胴板) (MPa)	S_u (胴板) (MPa)	S_y (脚) (MPa)	S_u (脚) (MPa)	F^* (脚) (MPa)	S_y (基礎ボルト) (MPa)	S_u (基礎ボルト) (MPa)	F^* (基礎ボルト) (MPa)
221 ^{*1}	373 ^{*1}	212 ^{*1}	373 ^{*1}	254	212 ^{*2}	373 ^{*2}	254

注記*1：最高使用温度で算出
*2：周囲環境温度で算出

2.3 計算数値

2.3.1 胴に生じる応力

(1) 一次一般膜応力

(単位：MPa)

	地震の種類	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度				基準地震動 S_s			
	地震の方向	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	応力の方向	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
内圧による応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1}=38$	$\sigma_{x 1}=19$	$\sigma_{\phi 1}=38$	$\sigma_{x 1}=19$
内圧による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2}=0$	—	$\sigma_{\phi 2}=0$	—
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2}=57$	—	$\sigma_{x 2}=57$
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6}=65$	—	$\sigma_{x 6}=65$
長手方向地震により胴軸断面 全面に生じる引張応力	—	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 413}=6$	—	—
組合せ応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{0i}=140$		$\sigma_{0c}=140$	

(2) 一次応力

(単位：MPa)

	地震の種類	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度				基準地震動 S_s			
	地震の方向	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	応力の方向	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
内圧による応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 1}=38$	$\sigma_{x 1}=19$	$\sigma_{\phi 1}=38$	$\sigma_{x 1}=19$
内圧による応力 (鉛直方向地震時)	—	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2}=0$	—	$\sigma_{\phi 2}=0$	—
運転時質量による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 2}=57$	—	$\sigma_{x 2}=57$
鉛直方向地震による長手方向曲げ モーメントにより生じる応力	—	—	—	—	—	—	$\sigma_{x 6}=65$	—	$\sigma_{x 6}=65$
運転時質量による脚反力 により生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 3}=4$	$\sigma_{x 3}=4$	$\sigma_{\phi 3}=4$	$\sigma_{x 3}=4$
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 71}=5$	$\sigma_{x 71}=4$	$\sigma_{\phi 71}=5$	$\sigma_{x 71}=4$
水平方向地震 による応力	引張	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 411}=17$	$\sigma_{x 411}=10$	$\sigma_{\phi 51}=7$	$\sigma_{x 51}=8$
		—	—			$\sigma_{\phi 412}=2$	$\sigma_{x 412}=2$		
	せん断	—	—	—	—	$\tau_t=18$		$\tau_c=6$	
組合せ応力	—	—	—	—	—	$\sigma_{1i}=152$		$\sigma_{1c}=148$	

(3) 地震動のみによる一次応力と二次応力の和の変動値

(単位：MPa)

	地震の種類	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度				基準地震動 S_s			
	地震の方向	長手方向		横方向		長手方向		横方向	
	応力の方向	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力	周方向応力	軸方向応力
内圧による応力 (鉛直方向地震時)		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 2}=0$	—	$\sigma_{\phi 2}=0$	—
鉛直方向地震による長手方向 曲げモーメントにより生じる応力		—	—	—	—	—	$\sigma_{x6}=65$	—	$\sigma_{x6}=65$
鉛直方向地震による脚反力 により生じる応力		—	—	—	—	$\sigma_{\phi 71}=5$ $\sigma_{\phi 72}=18$	$\sigma_{x71}=4$ $\sigma_{x72}=11$	$\sigma_{\phi 71}=5$ $\sigma_{\phi 72}=18$	$\sigma_{x71}=4$ $\sigma_{x72}=11$
水平方向地震 による応力	引張	—	—	—	—	$\sigma_{\phi 41}=18$ $\sigma_{\phi 421}=83$ $\sigma_{\phi 422}=7$ $\sigma_{\phi 42}=90$	$\sigma_{x41}=17$ $\sigma_{x421}=34$ $\sigma_{x422}=5$ $\sigma_{x42}=38$	$\sigma_{\phi 51}=7$ $\sigma_{\phi 52}=49$	$\sigma_{x51}=8$ $\sigma_{x52}=19$
		せん断	—	—	—	$\tau_{\ell}=18$	$\tau_c=6$		
		組合せ応力	—	—	—	$\sigma_{2\ell}=242$	$\sigma_{2c}=170$		

2.3.2 脚に生じる応力

(単位：MPa)

	地震の種類	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
	地震の方向	長手方向	横方向	長手方向	横方向
運転時質量による応力	圧縮	—	—	$\sigma_{s1}=3$	$\sigma_{s1}=3$
鉛直方向地震による応力	圧縮	—	—	$\sigma_{s4}=3$	$\sigma_{s4}=3$
水平方向地震による応力	曲げ	—	—	$\sigma_{s2}=32$	$\sigma_{s3}=10$
	せん断	—	—	$\tau_{s2}=17$	$\tau_{s3}=9$
組合せ応力		—	—	$\sigma_{s\ell}=45$	$\sigma_{sc}=20$

2.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位：MPa)

	地震の種類	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
	地震の方向	長手方向	横方向	長手方向	横方向
鉛直方向地震及び水 平方向地震による応力	引張	—	—	$\sigma_{b1}=87$	$\sigma_{b2}=84$
水平方向地震による 応力	せん断	—	—	$\tau_{b1}=68$	$\tau_{b2}=43$

2.4 結論

2.4.1 固有周期 (単位: s)

方向	固有周期
長手方向	$T_1 =$
横方向	$T_2 =$
鉛直方向	$T_3 =$

2.4.2 応力

(単位: MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S_a 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
銅板	SM41B*1 (厚さ $\leq 16\text{mm}$)	一次一般膜	—	—	$\sigma_0 = 140$	$S_a = 223$
		一次	—	—	$\sigma_1 = 152$	$S_a = 334$
		一次+二次	—	—	$\sigma_2 = 242$	$S_a = 442$
脚	SM41A*1 ($16\text{mm} < \text{厚さ} \leq 40\text{mm}$)	組合せ	—	—	$\sigma_s = 45$	$f_{tm} = 254$
基礎ボルト	SS41*2 ($16\text{mm} < \text{径} \leq 40\text{mm}$)	引張	—	—	$\sigma_b = 87$	$f_{ts} = 157^{*3}$
		せん断	—	—	$\tau_b = 68$	$f_{sb} = 146$

すべて許容応力以下である。

注記*1: SM400A 相当

*2: SS400 相当

*3: $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

2.5 その他の機器要目

項目	記号	単位	入力値
縦弾性係数	E	MPa	198000
ポアソン比	ν	—	0.3
要素数	—	個	3985
節点数	—	個	4070

VI-2-6 計測制御系統施設の耐震性に関する説明書

VI-2-6-5 計測装置の耐震性についての計算書

VI-2-6-5-11 高圧原子炉代替注水流量の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、高圧原子炉代替注水流量が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

高圧原子炉代替注水流量は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

なお、高圧原子炉代替注水流量は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の壁掛形計器スタンションであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

高圧原子炉代替注水流量の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>検出器は、計器取付ボルトにより計器取付板に固定され、取付板は、取付板取付ボルトにより計器ステーションに固定される。</p> <p>計器ステーションは、基礎ボルトで基礎に設置する。</p>	<p>差圧式流量検出器</p>	<p>【高圧原子炉代替注水流量】</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

高圧原子炉代替注水流量の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

高圧原子炉代替注水流量 (FX2B1-1)	水平	
	鉛直	

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

高圧原子炉代替注水流量の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

高圧原子炉代替注水流量の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

高圧原子炉代替注水流量の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

高圧原子炉代替注水流量の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【高圧原子炉代替注水流量 (FX2B1-1) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置	高圧原子炉代替注水流量	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f _t [*]	1.5・f _s [*]
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)		

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

高圧原子炉代替注水流量の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

計器スタンションに設置される検出器の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
高圧原子炉代替注水流量 (FX2B1-1)	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

高圧原子炉代替注水流量の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【高圧原子炉代替注水流量（FX2B1-1）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
高圧原子炉代替注水流量 (FX2B1-1)	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉建物 EL 1.3 (EL 8.8*1)			—	—	C _H =1.63*2	C _V =0.99*2	100

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 I（基準地震動 S s）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		184	12 (M12)	113.1	4	221 (径 ≤ 16mm)	373

部材	ℓ ₃ * (mm)	ℓ _a * (mm)	ℓ _b * (mm)	n _{fV} *	n _{fH} *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト	807	160	1140	2	2	—	261	—	正面方向
	807	160	1140	2	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位: MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 4$	$f_{ts} = 156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 3$	$f_{sb} = 120$

すべて許容応力以下である。

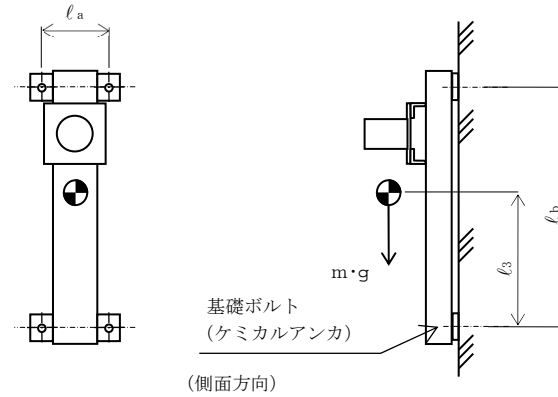
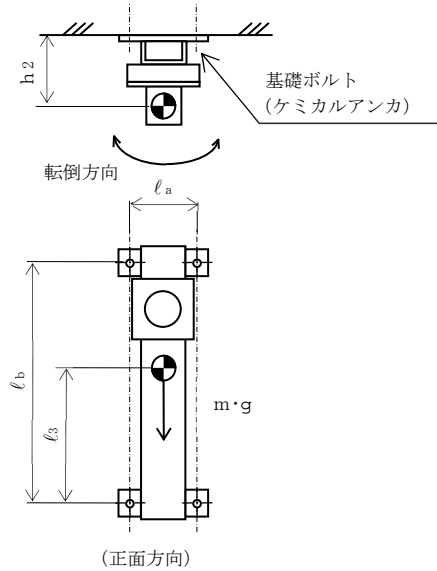
注記*: $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
高压原子炉代替注水流量 (FX2B1-1)	水平方向	1.29	
	鉛直方向	0.96	

注記*: 設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-5-13 低圧原子炉代替注水流量の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、低圧原子炉代替注水流量が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

低圧原子炉代替注水流量は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

なお、低圧原子炉代替注水流量は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計器スタンションであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

低圧原子炉代替注水流量の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>検出器は、計器取付ボルトにより計器取付板に固定され、取付板は、取付板取付ボルトにより計器スターションに固定される。</p> <p>計器スターションは、基礎ボルトで基礎に設置する。</p>	<p>差圧式流量検出器</p>	<p>【低圧原子炉代替注水流量】</p> <table border="1" style="margin-top: 20px;"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>低圧原子炉代替注水流量 (FX2B2-2A-1)</th> <th>低圧原子炉代替注水流量 (FX2B2-2B-1)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">(単位：mm)</p>	機器名称	低圧原子炉代替注水流量 (FX2B2-2A-1)	低圧原子炉代替注水流量 (FX2B2-2B-1)	たて			横			高さ		
機器名称	低圧原子炉代替注水流量 (FX2B2-2A-1)	低圧原子炉代替注水流量 (FX2B2-2B-1)												
たて														
横														
高さ														

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

低圧原子炉代替注水流量の固有周期は、構造が同等な計器スタンションに対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位 : s)

低圧原子炉代替注水流量 (FX2B2-2A-1)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
低圧原子炉代替注水流量 (FX2B2-2B-1)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

低圧原子炉代替注水流量の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

低圧原子炉代替注水流量の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

低圧原子炉代替注水流量の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

低圧原子炉代替注水流量の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【低圧原子炉代替注水流量 (FX2B2-2A-1) の耐震性についての計算結果】、【低圧原子炉代替注水流量 (FX2B2-2B-1) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置	低圧原子炉代替注水流量	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f _t * (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5・f _s * (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)
VAS		

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S_y (MPa)	S_u (MPa)	S_y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (径 \leq 16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

低圧原子炉代替注水流量の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

計器スタンションに設置される検出器の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
低圧原子炉代替注水流量 (FX2B2-2A-1)	水平	
	鉛直	
低圧原子炉代替注水流量 (FX2B2-2B-1)	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

低圧原子炉代替注水流量の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【低圧原子炉代替注水流量 (FX2B2-2A-1) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	
低圧原子炉代替注水流量 (FX2B2-2A-1)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL 15.3*1	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.59*2	C _V =1.58*2	100

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₁ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		712	12 (M12)	113.1	4	221 (径 ≤ 16mm)	373

部材	ℓ ₁ * (mm)	ℓ ₂ * (mm)	n _f *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	100	100	2	—	261	—	側面方向
	36	236	2				

注記*: 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、

下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 14$	$f_{ts} = 156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 120$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

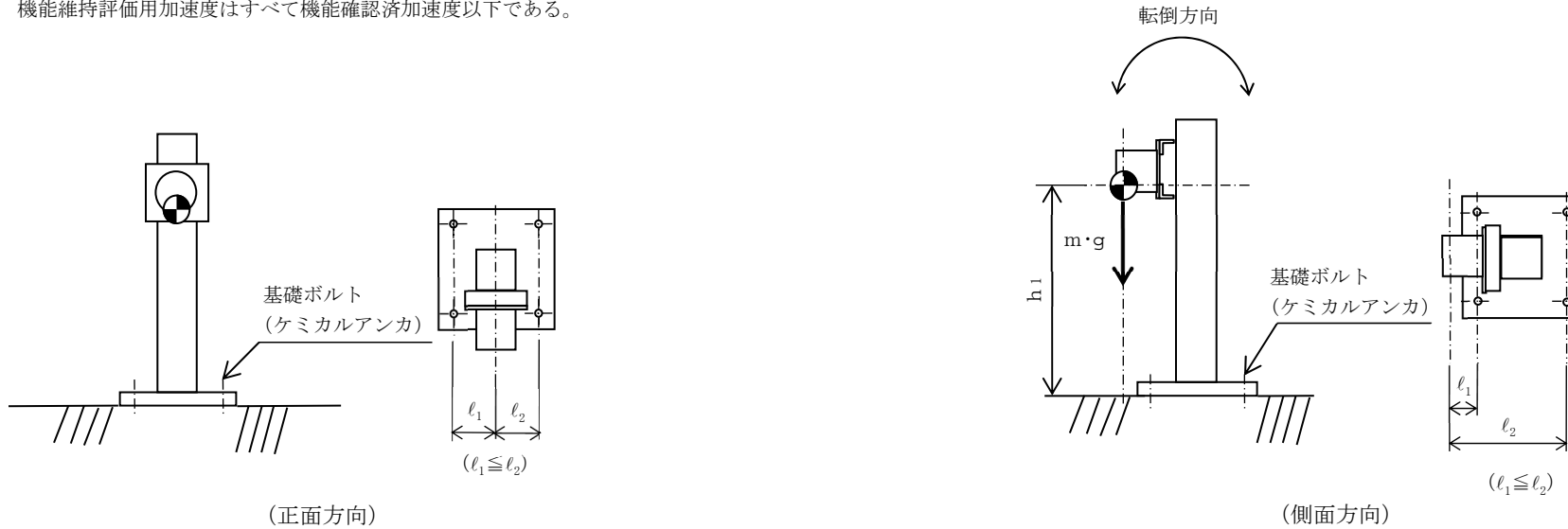
1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
低圧原子炉代替注水流量 (FX2B2-2A-1)	水平方向	1.32	
	鉛直方向	1.31	

注記*：設計用震度 II（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

11



【低圧原子炉代替注水流量 (FX2B2-2B-1) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
低圧原子炉代替注水流量 (FX2B2-2B-1)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL 15.3*1	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.59*2	C _V =1.58*2	100

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₁ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		712	12 (M12)	113.1	4	221 (径≤16mm)	373

部材	ℓ ₁ * (mm)	ℓ ₂ * (mm)	n _f *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	100	100	2	—	261	—	側面方向
	36	236	2				

注記*: 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 14$	$f_{ts} = 156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 120$

すべて許容応力以下である。

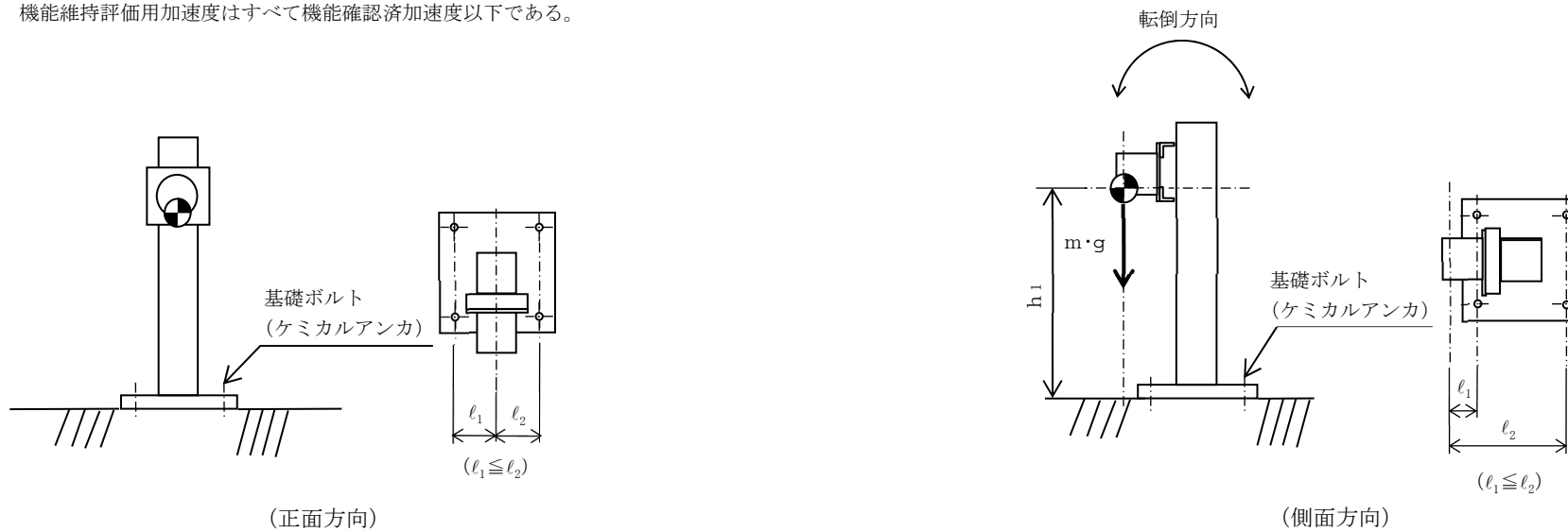
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
低圧原子炉代替注水流量 (FX2B2-2B-1)	水平方向	1.32	
	鉛直方向	1.31	

注記*：設計用震度 II（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-5-14 低圧原子炉代替注水流量（狭帯域用）の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、低圧原子炉代替注水流量（狭帯域用）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

低圧原子炉代替注水流量（狭帯域用）は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、低圧原子炉代替注水流量（狭帯域用）は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計器スタンションであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

低圧原子炉代替注水流量（狭帯域用）の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>検出器は、計器取付ボルトにより計器取付板に固定され、取付板は、取付板取付ボルトにより計器スターションに固定される。</p> <p>計器スターションは、基礎ボルトで基礎に設置する。</p>	<p>差圧式流量検出器</p>	<p>【低圧原子炉代替注水流量（狭帯域用）】</p> <p>平面</p> <p>正面横</p> <p>側面たて</p> <p>計器スターション</p> <p>基礎ボルト (ケミカルアンカ)</p> <p>床</p> <p>検出器</p> <p>計器取付ボルト</p> <p>取付板取付ボルト</p> <p>取付板</p> <p>(正面方向)</p> <p>(側面方向)</p> <table border="1" style="margin-top: 20px;"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>低圧原子炉代替注水流量 (狭帯域用) (FX2B2-2A-2)</th> <th>低圧原子炉代替注水流量 (狭帯域用) (FX2B2-2B-2)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">(単位 : mm)</p>	機器名称	低圧原子炉代替注水流量 (狭帯域用) (FX2B2-2A-2)	低圧原子炉代替注水流量 (狭帯域用) (FX2B2-2B-2)	たて			横			高さ		
機器名称	低圧原子炉代替注水流量 (狭帯域用) (FX2B2-2A-2)	低圧原子炉代替注水流量 (狭帯域用) (FX2B2-2B-2)												
たて														
横														
高さ														

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

低圧原子炉代替注水流量（狭帯域用）の固有周期は、構造が同等な計器スターションに対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

低圧原子炉代替注水流量 （狭帯域用） （FX2B2-2A-2）	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
低圧原子炉代替注水流量 （狭帯域用） （FX2B2-2B-2）	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

低圧原子炉代替注水流量（狭帯域用）の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

低圧原子炉代替注水流量（狭帯域用）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

低圧原子炉代替注水流量（狭帯域用）の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

低圧原子炉代替注水流量（狭帯域用）の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【低圧原子炉代替注水流量（狭帯域用）(FX2B2-2A-2) の耐震性についての計算結果】、【低圧原子炉代替注水流量（狭帯域用）(FX2B2-2B-2) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置	低圧原子炉代替注水流量 (狭帯域用)	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f _t [*]	1.5・f _s [*]
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)		

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S_y (MPa)	S_u (MPa)	S_y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100	221	373	—
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16 mm)					

5. 機能維持評価

5.1 電気的機能維持評価方法

低圧原子炉代替注水流量（狭帯域用）の電気的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

計器スタンションに設置される検出器の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体の正弦波加振試験において、電気的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
低圧原子炉代替注水流量（狭帯域用） (FX2B2-2A-2)	水平	
	鉛直	
低圧原子炉代替注水流量（狭帯域用） (FX2B2-2B-2)	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

低圧原子炉代替注水流量（狭帯域用）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【低圧原子炉代替注水流量（狭帯域用）（FX2B2-2A-2）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
低圧原子炉代替注水流量 (狭帯域用) (FX2B2-2A-2)	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉建物 EL 15.3* ¹	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.59* ²	C _V =1.58* ²	100

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₁ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		689	12 (M12)	113.1	4	221 (径≤16mm)	373

部材	ℓ ₁ * (mm)	ℓ ₂ * (mm)	n _f * (mm)	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	100	100	2	—	261	—	側面方向
	23	223	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、

下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 12$	$f_{ts} = 156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 120$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

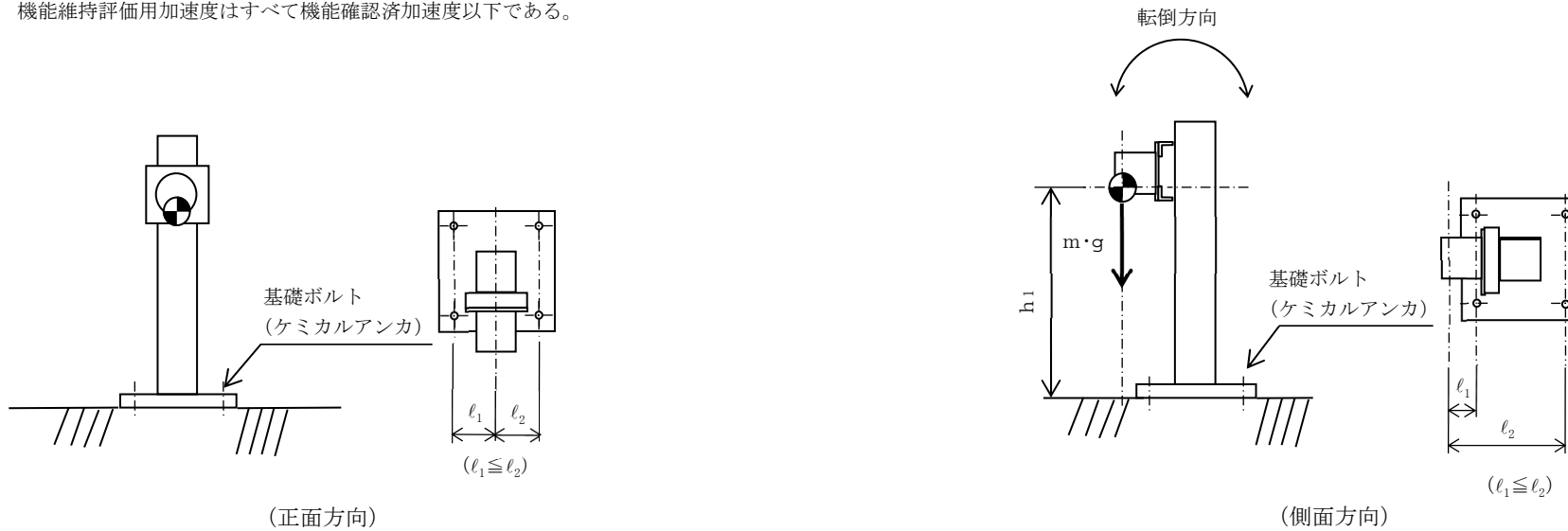
1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
低圧原子炉代替注水流量 (狭帯域用) (FX2B2-2A-2)	水平方向	1.32	
	鉛直方向	1.31	

注記*：設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

11



【低圧原子炉代替注水流量（狭帯域用）（FX2B2-2B-2）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
低圧原子炉代替注水流量 (狭帯域用) (FX2B2-2B-2)	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉建物 EL 15.3* ¹	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.59* ²	C _V =1.58* ²	100

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₁ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		689	12 (M12)	113.1	4	221 (径≤16mm)	373

部材	ℓ ₁ * (mm)	ℓ ₂ * (mm)	n _f * (mm)	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	100	100	2	—	261	—	側面方向
	23	223	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、

下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 12$	$f_{ts} = 156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 120$

すべて許容応力以下である。

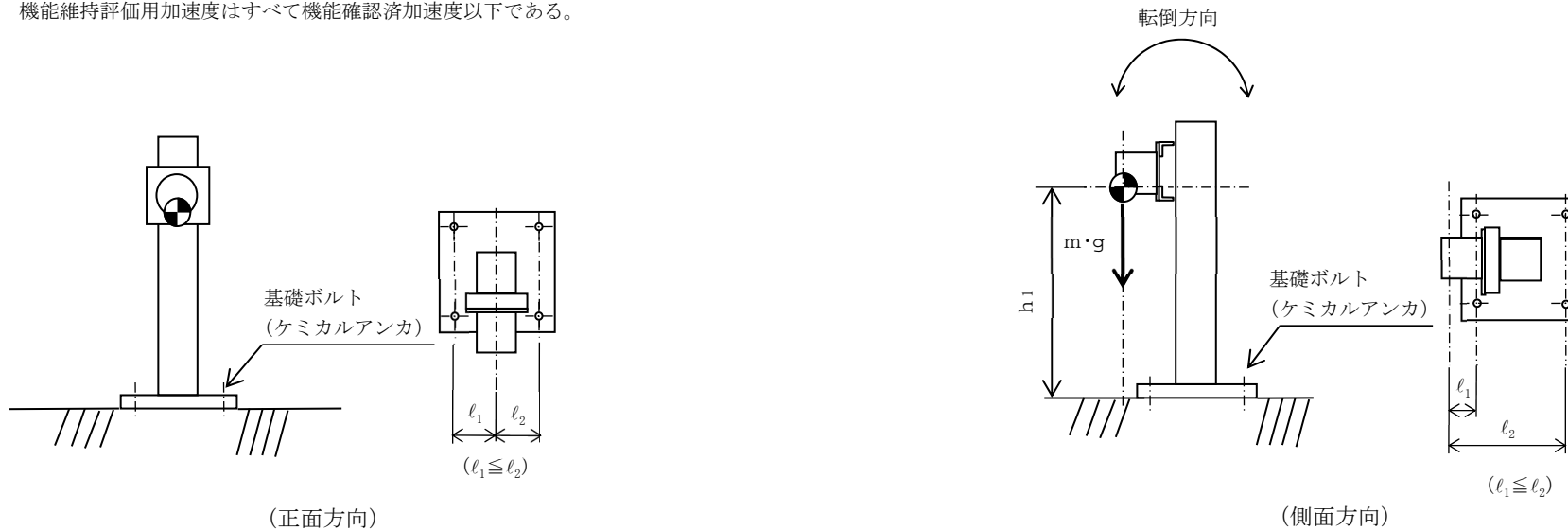
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
低圧原子炉代替注水流量 (狭帯域用) (FX2B2-2B-2)	水平方向	1.32	
	鉛直方向	1.31	

注記*：設計用震度 II（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-5-15 残留熱代替除去系原子炉注水流量の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、残留熱代替除去系原子炉注水流量が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

残留熱代替除去系原子炉注水流量は、重大事故等対処設備においては常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

なお、残留熱代替除去系原子炉注水流量は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計器スタンションであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

残留熱代替除去系原子炉注水流量の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>検出器は、計器取付ボルトにより計器取付板に固定され、取付板は、取付板取付ボルトにより計器スターションに固定される。</p> <p>計器スターションは、基礎ボルトで基礎に設置する。</p>	<p>差圧式流量検出器</p>	<p>【残留熱代替除去系原子炉注水流量】</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

残留熱代替除去系原子炉注水流量の固有周期は、構造が同等な計器スターションに対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

残留熱代替除去系 原子炉注水流量 (FX222-10)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

残留熱代替除去系原子炉注水流量の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

残留熱代替除去系原子炉注水流量の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

残留熱代替除去系原子炉注水流量の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

残留熱代替除去系原子炉注水流量の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【残留熱代替除去系原子炉注水流量 (FX222-10) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置	残留熱代替除去系 原子炉注水流量	常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f _t [*]	1.5・f _s [*]
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)		

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S_y (MPa)	S_u (MPa)	S_y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100	221	373	—
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16 mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

残留熱代替除去系原子炉注水流量の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

計器スタンションに設置される検出器の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
残留熱代替除去系原子炉注水流量 (FX222-10)	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

残留熱代替除去系原子炉注水流量の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【残留熱代替除去系原子炉注水流量（FX222-10）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
残留熱代替除去系 原子炉注水流量 (FX222-10)	常設/緩和	原子炉建物 EL 15.3*1	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.59*2	C _V =1.58*2	100

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₁ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		835	12 (M12)	113.1	4	221 (径≦16mm)	373

部材	ℓ ₁ * (mm)	ℓ ₂ * (mm)	n _f * (mm)	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	100	100	2	—	261	—	側面方向
	33	233	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、

下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 18$	$f_{ts} = 156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 120$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

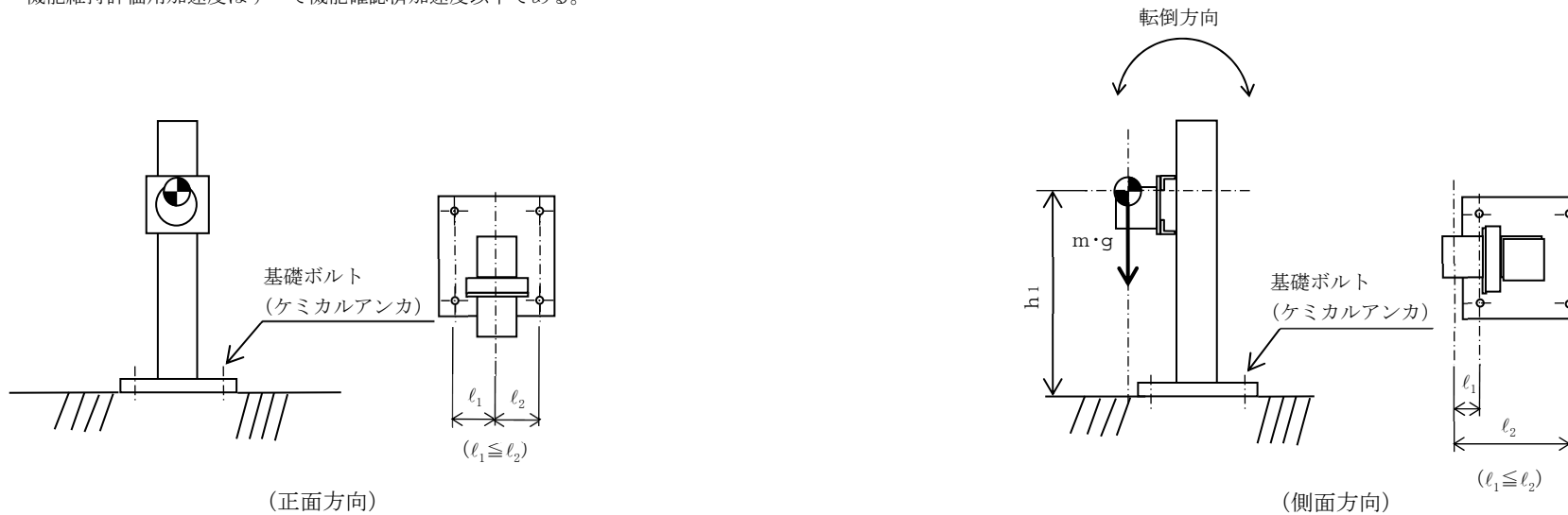
1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
残留熱代替除去系 原子炉注水流量 (FX222-10)	水平方向	1.32	
	鉛直方向	1.31	

注記*：設計用震度 II（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

11



VI-2-6-5-17 原子炉圧力（S A）の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、原子炉圧力（SA）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

原子炉圧力（SA）は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

なお、原子炉圧力（SA）は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の壁掛形計器スタンションであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

原子炉圧力（SA）の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>検出器は、計器取付ボルトにより計器取付板に固定され、取付板は、取付板取付ボルトにより計器スターションに固定される。</p> <p>計器スターションは、基礎ボルトで基礎に設置する。</p>	<p>弾性圧力検出器</p>	<p>【原子炉圧力 (SA)】</p> <p>(単位 : mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

原子炉圧力（S A）の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

原子炉圧力（S A） (PX298-9)	水平	
	鉛直	

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

原子炉圧力（S A）の構造強度評価は，VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

原子炉圧力（S A）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

原子炉圧力（S A）の許容応力は，VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

原子炉圧力（S A）の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は，本計算書の【原子炉圧力（S A）(PX298-9) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置	原子炉圧力（S A）	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS （VASとして IVASの許容限 界を用いる。）

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f _t * (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5・f _s * (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)
VAS		

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100	221	373	—
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

原子炉圧力（S A）の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

計器スタンションに設置される検出器の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
原子炉圧力（S A） (PX298-9)	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

原子炉圧力（S A）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【原子炉圧力（S A）（PX298-9）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
原子炉圧力（S A） （PX298-9）	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉建物 EL 8.8 (EL 10.1*1)			—	—	C _H =1.63*2	C _V =1.28*2	100

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 I（基準地震動 S s）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		144	12 (M12)	113.1	4	221 (径 ≤ 16mm)	373

部材	ℓ ₃ * (mm)	ℓ _a * (mm)	ℓ _b * (mm)	n _{fV} *	n _{fH} *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト	647	160	840	2	2	—	261	—	正面方向
	647	160	840	2	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、

下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b=3$	$f_{ts}=156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=2$	$f_{sb}=120$

すべて許容応力以下である。

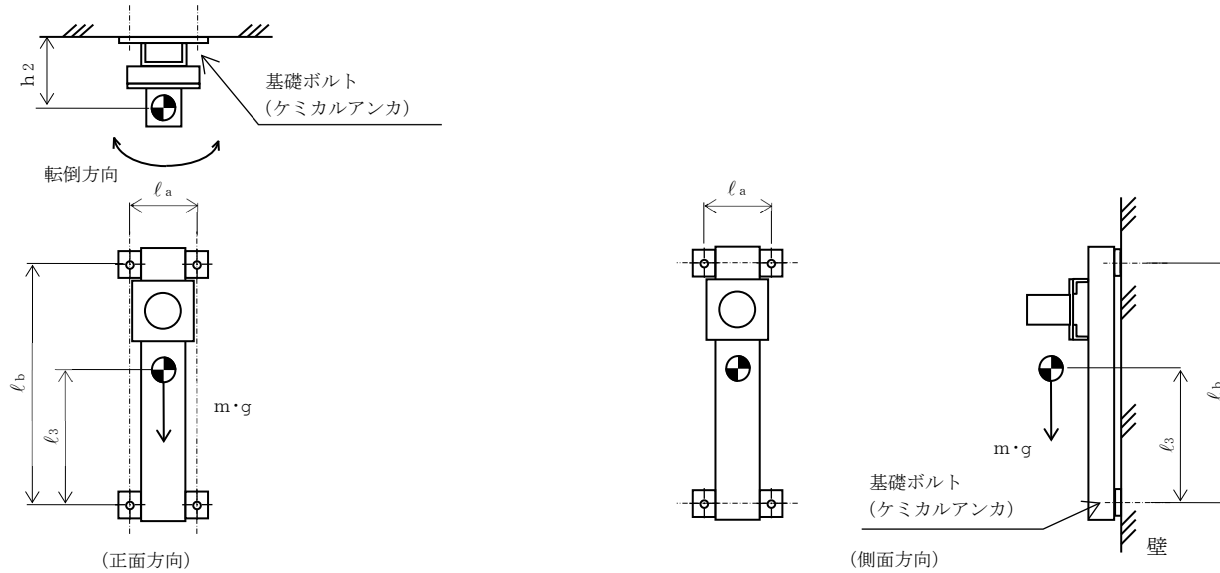
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉圧力 (S A) (PX298-9)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.05	

注記*：設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-5-21 原子炉水位（S A）の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、原子炉水位（SA）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

原子炉水位（SA）は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

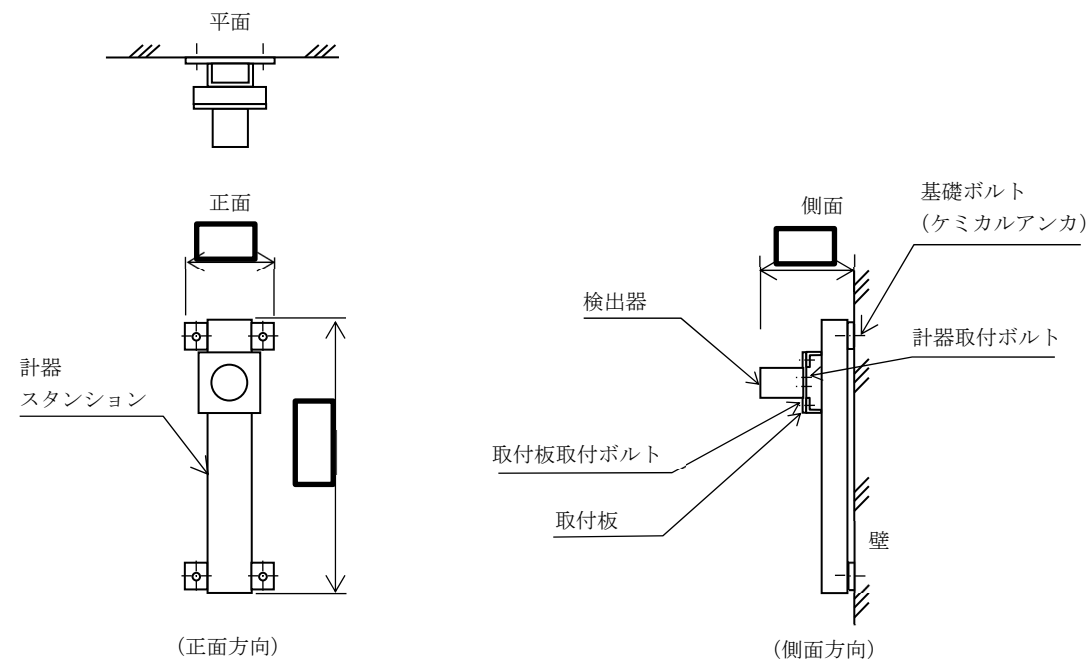
なお、原子炉水位（SA）は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の壁掛形計器スタンションであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

原子炉水位（SA）の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>検出器は、計器取付ボルトにより計器取付板に固定され、取付板は、取付板取付ボルトにより計器ステーションに固定される。</p> <p>計器ステーションは、基礎ボルトで基礎に設置する。</p>	<p>差圧式水位検出器</p>	<p>【原子炉水位 (S A)】</p>  <p>(単位: mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

原子炉水位（S A）の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

原子炉水位（S A） (LX298-13)	水平	
	鉛直	

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

原子炉水位（S A）の構造強度評価は，VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

原子炉水位（S A）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

原子炉水位（S A）の許容応力は，VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

原子炉水位（S A）の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は，本計算書の【原子炉水位（S A）(LX298-13)の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置	原子炉水位（S A）	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f _t [*]	1.5・f _s [*]
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)		

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100			
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

原子炉水位（S A）の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

計器スタンションに設置される検出器の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
原子炉水位（S A） (LX298-13)	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

原子炉水位（S A）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【原子炉水位（S A）（LX298-13）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
原子炉水位（S A） (LX298-13)	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉建物 EL 8.8 (EL 10.1*1)			—	—	C _H =1.63*2	C _V =1.28*2	100

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 I（基準地震動 S s）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		194	12 (M12)	113.1	4	221 (径≤16mm)	373

部材	ℓ ₃ * (mm)	ℓ _a * (mm)	ℓ _b * (mm)	n _{fV} *	n _{fH} *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト	797	160	1040	2	2	—	261	—	正面方向
	797	160	1040	2	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 5$	$f_{ts} = 156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 3$	$f_{sb} = 120$

すべて許容応力以下である。

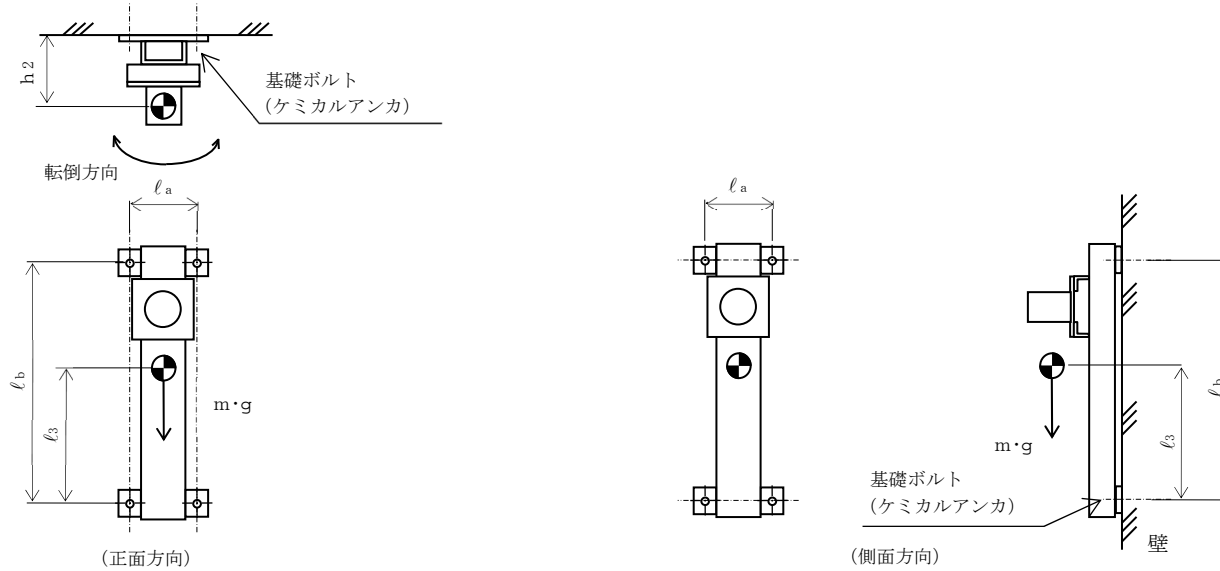
注記* : $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉水位 (S A) (LX298-13)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.05	

注記* : 設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-5-25 ドライウェル圧力 (S A) の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、ドライウェル圧力（SA）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

ドライウェル圧力（SA）は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

なお、ドライウェル圧力（SA）は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の壁掛形計器スタンションであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

ドライウェル圧力（SA）の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>検出器は、計器取付ボルトにより計器取付板に固定され、取付板は、取付板取付ボルトにより計器スターションに固定される。</p> <p>計器スターションは、基礎ボルトで基礎に設置する。</p>	<p>弾性圧力検出器</p>	<p>【ドライウェル圧力 (SA)】</p> <p>(正面方向)</p> <p>(側面方向)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>ドライウェル圧力 (SA) (PX217-14)</th> <th>ドライウェル圧力 (SA) (PX217-16)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">(単位 : mm)</p>	機器名称	ドライウェル圧力 (SA) (PX217-14)	ドライウェル圧力 (SA) (PX217-16)	たて			横			高さ		
機器名称	ドライウェル圧力 (SA) (PX217-14)	ドライウェル圧力 (SA) (PX217-16)												
たて														
横														
高さ														

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

ドライウエル圧力（S A）の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

ドライウエル圧力（S A） （PX217-14）	水平	
	鉛直	
ドライウエル圧力（S A） （PX217-16）	水平	
	鉛直	

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

ドライウエル圧力（SA）の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ドライウエル圧力（SA）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-1に示す。

4.2.2 許容応力

ドライウエル圧力（SA）の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表4-2のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ドライウエル圧力（SA）の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-3に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【ドライウエル圧力（SA）（PX217-14）の耐震性についての計算結果】、【ドライウエル圧力（SA）（PX217-16）の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置	ドライウエル圧力（SA）	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS （VASとして IVASの許容限 界を用いる。）

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f _t [*]	1.5・f _s [*]
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)		

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト (ドライウェル圧力 (S A) (PX217-14))	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—
基礎ボルト (ドライウェル圧力 (S A) (PX217-16))	SS400 (40mm < 径)	周囲環境温度	100	194	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

ドライウエル圧力（S A）の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

計器スタンションに設置される検出器の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
ドライウエル圧力（S A） （PX217-14）	水平	
	鉛直	
ドライウエル圧力（S A） （PX217-16）	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

ドライウェル圧力（SA）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【ドライウエル圧力（SA）（PX217-14）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
ドライウエル圧力（SA） （PX217-14）	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉建物 EL 30.5* ¹ (EL 34.8* ¹)			—	—	C _H =2.83* ²	C _V =2.32* ²	100

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 I（基準地震動 S_s）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		157	12 (M12)	113.1	4	221 (径 ≤ 16mm)	373

部材	ℓ ₃ * (mm)	ℓ _a * (mm)	ℓ _b * (mm)	n _{fV} *	n _{fH} *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	673	160	840	2	2	—	261	—	正面方向
	673	160	840	2	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、

下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 6$	$f_{ts} = 156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 4$	$f_{sb} = 120$

すべて許容応力以下である。

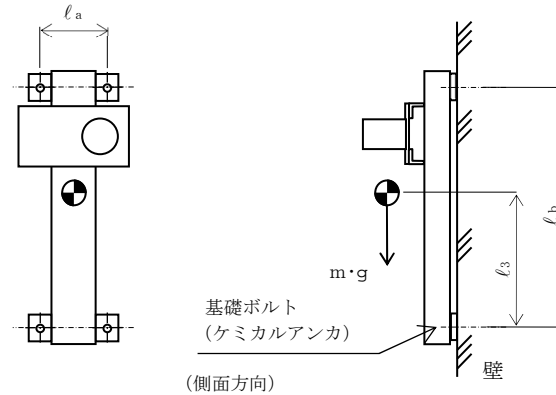
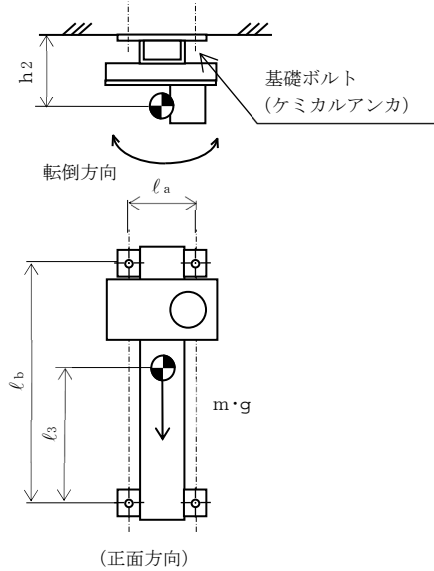
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ドライウェル圧力 (S A) (PX217-14)	水平方向	1.95	
	鉛直方向	1.98	

注記*：設計用震度 II（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【ドライウエル圧力（SA）（PX217-16）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
ドライウエル圧力（SA） （PX217-16）	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉建物 EL 34.8 (EL 42.8*1)			—	—	C _H =3.66*2	C _V =2.36*2	100

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度I（基準地震動S_s）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		157	12 (M12)	113.1	4	194 (40mm<径)	373

部材	ℓ ₃ * (mm)	ℓ _a * (mm)	ℓ _b * (mm)	n _{fV} *	n _{fH} *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	674	160	840	2	2	—	232	—	正面方向
	674	160	840	2	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動S _s
基礎ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 7$	$f_{ts} = 139^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 4$	$f_{sb} = 107$

すべて許容応力以下である。

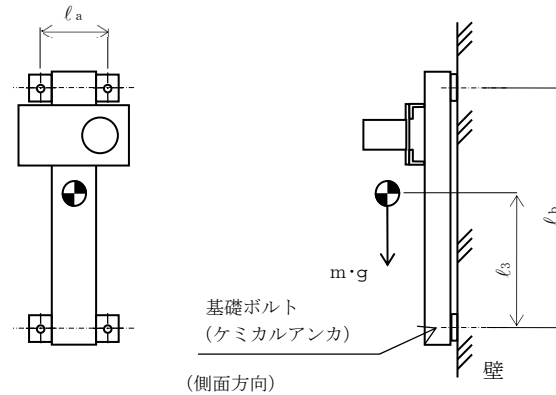
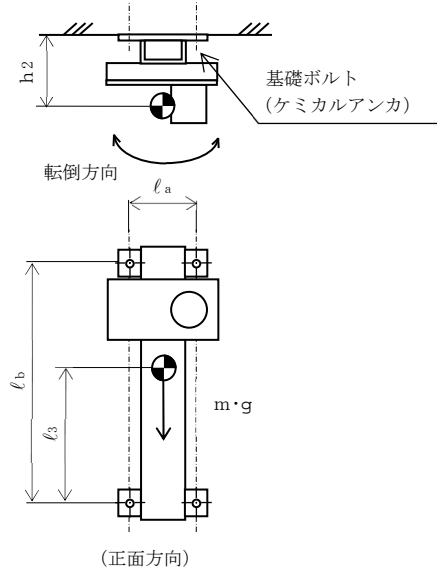
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ドライウェル圧力 (SA) (PX217-16)	水平方向	2.10	
	鉛直方向	2.06	

注記*：設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-5-26 サプレッションチェンバ圧力（S A）の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、サプレッションチェンバ圧力（SA）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

サプレッションチェンバ圧力（SA）は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

なお、サプレッションチェンバ圧力（SA）は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の壁掛形計器スタンションであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

サプレッションチェンバ圧力（SA）の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>検出器は、計器取付ボルトにより計器取付板に固定され、取付板は、取付板取付ボルトにより計器スターションに固定される。</p> <p>計器スターションは、基礎ボルトで基礎に設置する。</p>	<p>弾性圧力検出器</p>	<p>【サプレッションチェンバ圧力 (S A)】</p> <p>計器スターション</p> <p>(正面方向)</p> <p>(側面方向)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>サプレッションチェンバ圧力 (S A) (PX217-15)</th> <th>サプレッションチェンバ圧力 (S A) (PX217-17)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td style="border: 2px solid black;"></td> <td style="border: 2px solid black;"></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td style="border: 2px solid black;"></td> <td style="border: 2px solid black;"></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td style="border: 2px solid black;"></td> <td style="border: 2px solid black;"></td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位 : mm)</p>	機器名称	サプレッションチェンバ圧力 (S A) (PX217-15)	サプレッションチェンバ圧力 (S A) (PX217-17)	たて			横			高さ		
機器名称	サプレッションチェンバ圧力 (S A) (PX217-15)	サプレッションチェンバ圧力 (S A) (PX217-17)												
たて														
横														
高さ														

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

サブプレッションチェンバ圧力（SA）の固有周期は，プラスチックハンマ等により，当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し，確認する。試験の結果，剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

サブプレッションチェンバ圧力 (SA) (PX217-15)	水平	
	鉛直	
サブプレッションチェンバ圧力 (SA) (PX217-17)	水平	
	鉛直	

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

サプレッションチェンバ圧力（SA）の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

サプレッションチェンバ圧力（SA）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-1に示す。

4.2.2 許容応力

サプレッションチェンバ圧力（SA）の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表4-2のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

サプレッションチェンバ圧力（SA）の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-3に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【サプレッションチェンバ圧力（SA）（PX217-15）の耐震性についての計算結果】、【サプレッションチェンバ圧力（SA）（PX217-17）の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置	サプレッションチェンバ圧力 (SA)	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f _t * (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5・f _s * (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)
VAS		

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト (サプレッションチェンバ圧力 (S A) (PX217-15))	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—
基礎ボルト (サプレッションチェンバ圧力 (S A) (PX217-17))	SS400 (40mm < 径)	周囲環境温度	100	194	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

サブプレッションチェンバ圧力（S A）の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

計器スタンションに設置される検出器の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
サブプレッションチェンバ圧力（S A） (PX217-15)	水平	
	鉛直	
サブプレッションチェンバ圧力（S A） (PX217-17)	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

サブプレッションチェンバ圧力（S A）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【サブプレッションチェンバ圧力（SA）（PX217-15）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
サブプレッションチェンバ 圧力（SA） （PX217-15）	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉建物 EL 30.5* ¹ (EL 34.8* ¹)			—	—	C _H =2.83* ²	C _V =2.32* ²	100

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度I（基準地震動S_s）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		157	12 (M12)	113.1	4	221 (径 ≤ 16mm)	373

部材	l ₃ * (mm)	l _a * (mm)	l _b * (mm)	n _{fV} *	n _{fH} *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	673	160	840	2	2	—	261	—	正面方向
	673	160	840	2	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動S _s
基礎ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 6$	$f_{ts} = 156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 4$	$f_{sb} = 120$

すべて許容応力以下である。

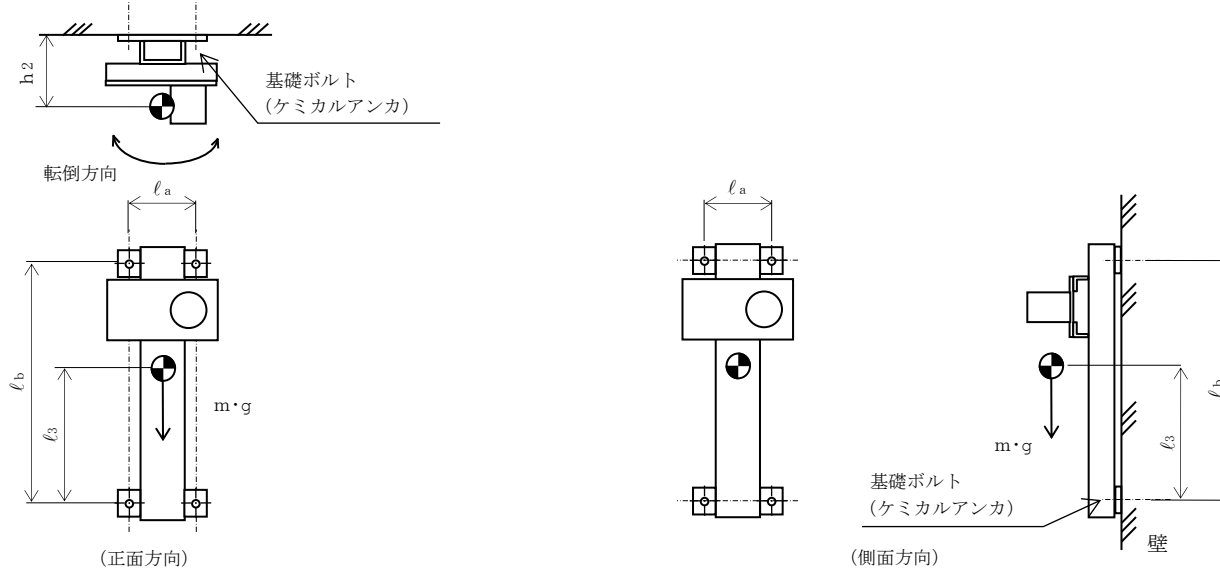
注記* : $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
サプレッションチェンバ圧力 (S A) (PX217-15)	水平方向	1.95	
	鉛直方向	1.98	

注記* : 設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【サブプレッションチェンバ圧力（SA）（PX217-17）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
サブプレッションチェンバ 圧力（SA） （PX217-17）	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉建物 EL 34.8 (EL 42.8*1)			—	—	C _H =3.66*2	C _V =2.36*2	100

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度I（基準地震動S_s）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		157	12 (M12)	113.1	4	194 (40mm<径)	373

部材	ℓ ₃ * (mm)	ℓ _a * (mm)	ℓ _b * (mm)	n _{fV} *	n _{fH} *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	674	160	840	2	2	—	232	—	正面方向
	674	160	840	2	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動S _s
基礎ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b=7$	$f_{ts}=139^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=4$	$f_{sb}=107$

すべて許容応力以下である。

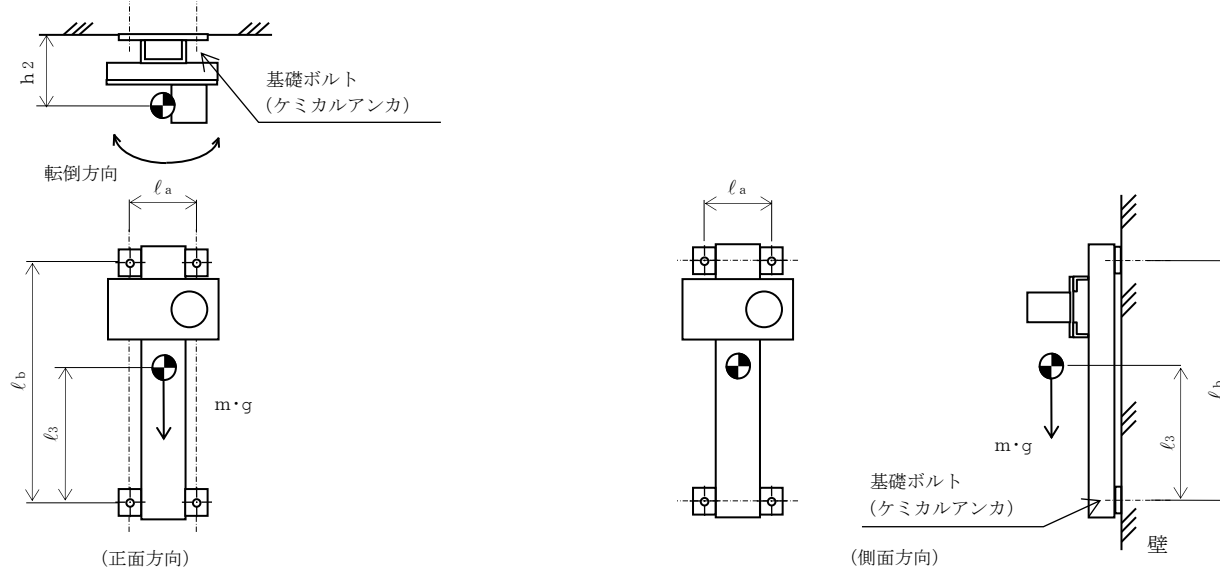
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
サプレッションチェンバ圧力 (SA) (PX217-17)	水平方向	2.10	
	鉛直方向	2.06	

注記*：設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-5-33 格納容器酸素濃度（S A）の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、格納容器酸素濃度（S A）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

格納容器酸素濃度（S A）は、重大事故等対処設備においては常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

なお、格納容器酸素濃度（S A）が設置されるサンプリング装置は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計装ラックであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

格納容器酸素濃度（S A）の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>検出器は、計器取付ボルトによりサンプリング装置に固定される。</p> <p>サンプリング装置は、チャンネルベースにサンプリング装置取付ボルトで固定される。</p> <p>チャンネルベースは、溶接により後打金物に固定され、後打金物は、基礎ボルトで基礎に設置する。</p>	<p>磁気力式酸素検出器</p>	<p>【格納容器酸素濃度 (SA)】</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

格納容器酸素濃度（S A）が設置されるサンプリング装置の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

格納容器酸素濃度（S A） (0 ₂ E2D2-1)	水平	
	鉛直	

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

格納容器酸素濃度（S A）の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

格納容器酸素濃度（S A）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

格納容器酸素濃度（S A）の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

格納容器酸素濃度（S A）の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【格納容器酸素濃度（S A）(O₂E2D2-1)の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置	格納容器酸素濃度（SA）	常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS （VASとして IVASの許容限界 を用いる。）

注記*1：「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界 ^{*1, *2} (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IV _A S	1.5・f _t [*]	1.5・f _s [*]
V _A S (V _A SとしてIV _A Sの許容限界を用いる。)		

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—
取付ボルト	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	100	212	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

格納容器酸素濃度（S A）の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

サンプリング装置に設置される検出器の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、実機の据付状態を模擬したうえで、サンプリング装置が設置される床における設計用床応答スペクトルを包絡する模擬地震波による加振試験において電氣的機能の健全性を確認した加振台の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
格納容器酸素濃度（S A） (O ₂ E2D2-1)	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

格納容器酸素濃度（SA）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【格納容器酸素濃度 (S A) (O₂E2D2-1) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
格納容器酸素濃度 (S A) (O ₂ E2D2-1)	常設/緩和	原子炉建物 EL 30.5* ¹			—	—	C _H =2.68* ²	C _V =2.23* ²	100

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 I (基準地震動 S s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
基礎ボルト (i=1)		987	16 (M16)	201.1	24	221 (径≦16mm)	373
取付ボルト (i=2)		868	12 (M12)	113.1	24	212 (16mm<径≦40mm)	373

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト (i=1)	366.5	463.5	6	—	261	—	短辺方向
	719	771	4				
取付ボルト (i=2)	299	396	6	—	254	—	短辺方向
	664	716	4				

注記*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、

下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	—		—	
取付ボルト (i=2)	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b1}=37$	$f_{ts1}=156^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=7$	$f_{sb1}=120$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=58$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=10$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。

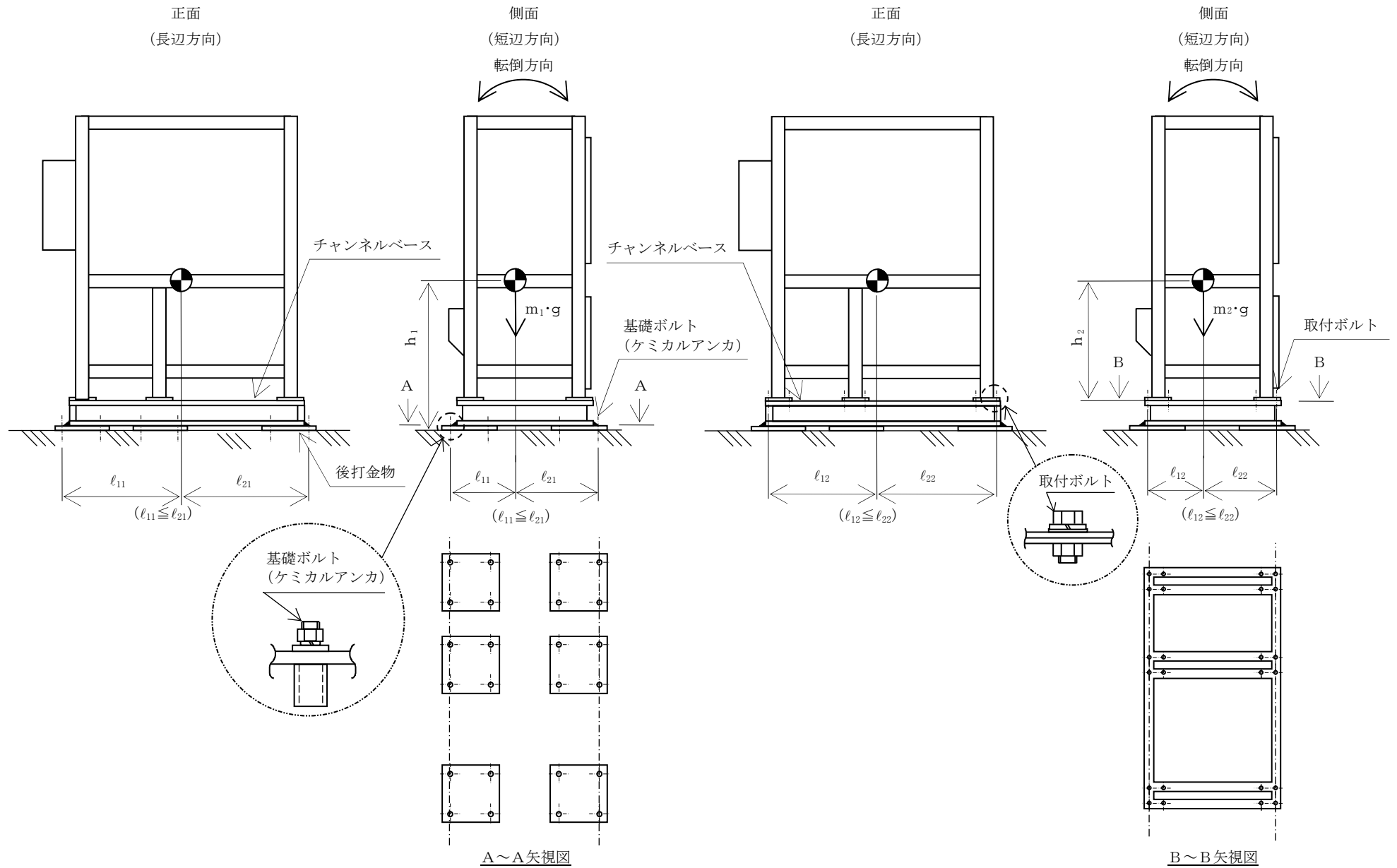
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器酸素濃度 (S A) (O ₂ E2D2-1)	水平方向	1.95	
	鉛直方向	1.94	

注記*：設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-5-35 格納容器水素濃度（S A）の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、格納容器水素濃度（S A）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

格納容器水素濃度（S A）は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

なお、格納容器水素濃度（S A）が設置されるサンプリング装置は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計装ラックであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

格納容器水素濃度（S A）の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>検出器は、計器取付ボルトによりサンプリング装置に固定される。</p> <p>サンプリング装置は、チャンネルベースにサンプリング装置取付ボルトで固定される。</p> <p>チャンネルベースは、溶接により後打金物に固定され、後打金物は、基礎ボルトで基礎に設置する。</p>	<p>熱伝導式水素検出器</p>	<p>【格納容器水素濃度 (SA)】</p> <p>正面</p> <p>側面</p> <p>サンプリング装置</p> <p>計器取付ボルト</p> <p>検出器</p> <p>サンプリング装置取付ボルト</p> <p>チャンネルベース</p> <p>基礎ボルト (ケミカルアンカ)</p> <p>後打金物</p> <p>床</p> <p>(長辺方向)</p> <p>(短辺方向)</p>

(単位：mm)

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

格納容器水素濃度（S A）が設置されるサンプリング装置の固有周期は，プラスチックハンマ等により，当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し，確認する。試験の結果，剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

格納容器水素濃度（S A） (H ₂ E2D2-1)	水平	
	鉛直	

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

格納容器水素濃度（S A）の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

格納容器水素濃度（S A）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

格納容器水素濃度（S A）の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

格納容器水素濃度（S A）の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【格納容器水素濃度（S A）（H₂E2D2-1）の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置	格納容器水素濃度（SA）	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限界 を用いる。)

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界 ^{*1, *2} (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IV _A S	1.5・f _t [*]	1.5・f _s [*]
V _A S (V _A SとしてIV _A Sの許容限界を用いる。)		

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—
取付ボルト	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	100	212	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

格納容器水素濃度（S A）の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-7 計装ラックの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

サンプリング装置に設置される検出器の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、実機の据付状態を模擬したうえで、サンプリング装置が設置される床における設計用床応答スペクトルを包絡する模擬地震波による加振試験において電氣的機能の健全性を確認した加振台の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
格納容器水素濃度（S A） (H ₂ E2D2-1)	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

格納容器水素濃度（SA）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【格納容器水素濃度 (S A) (H₂E2D2-1) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
格納容器水素濃度 (S A) (H ₂ E2D2-1)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL 30.5* ¹			—	—	C _H =2.68* ²	C _V =2.23* ²	100

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 I (基準地震動 S s) を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
基礎ボルト (i=1)		987	16 (M16)	201.1	24	221 (径≦16mm)	373
取付ボルト (i=2)		868	12 (M12)	113.1	24	212 (16mm<径≦40mm)	373

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
基礎ボルト (i=1)	366.5	463.5	6	—	261	—	短辺方向
	719	771	4				
取付ボルト (i=2)	299	396	6	—	254	—	短辺方向
	664	716	4				

注記*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、

下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	—		—	
取付ボルト (i=2)	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b1}=37$	$f_{ts1}=156^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=7$	$f_{sb1}=120$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=58$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=10$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。

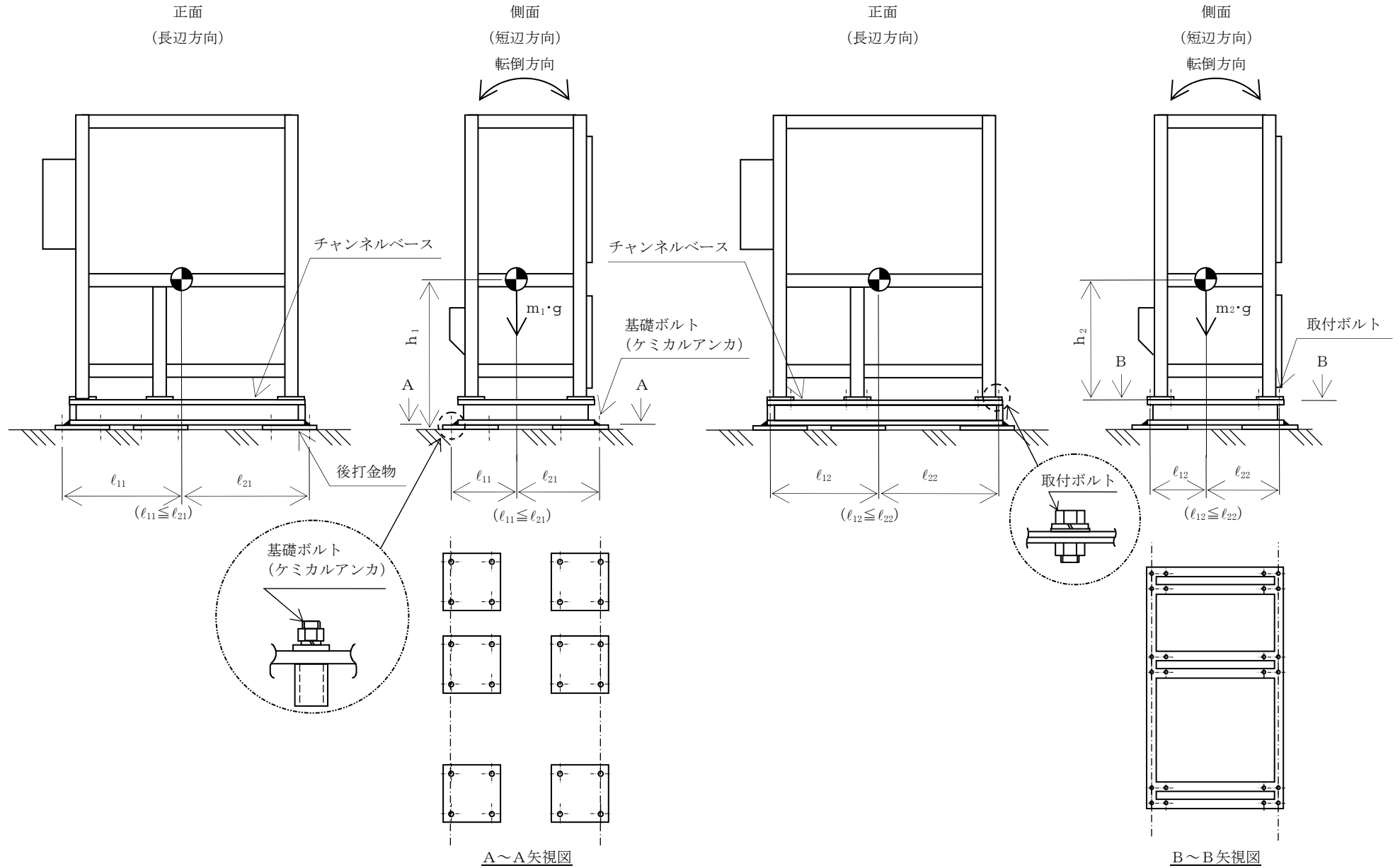
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器水素濃度 (S A) (H ₂ E2D2-1)	水平方向	1.95	
	鉛直方向	1.94	

注記*：設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-5-37 格納容器代替スプレイ流量の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、格納容器代替スプレイ流量が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

格納容器代替スプレイ流量は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

なお、格納容器代替スプレイ流量は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計器スタンションであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

格納容器代替スプレイ流量の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>検出器は、計器取付ボルトにより計器取付板に固定され、取付板は、取付板取付ボルトにより計器スタンションに固定される。</p> <p>計器スタンションは、基礎ボルトで基礎に設置する。</p>	<p>差圧式流量検出器</p>	<p>【格納容器代替スプレイ流量】</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2A)</th> <th>格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2B)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：mm)</p>	機器名称	格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2A)	格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2B)	たて			横			高さ		
機器名称	格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2A)	格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2B)												
たて														
横														
高さ														

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

格納容器代替スプレイ流量の固有周期は、構造が同等な計器スタンションに対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2A)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2B)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

格納容器代替スプレイ流量の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

格納容器代替スプレイ流量の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

格納容器代替スプレイ流量の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

格納容器代替スプレイ流量の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2A) の耐震性についての計算結果】、【格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2B) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分	機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置 格納容器代替スプレイ流量	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	IV_{AS}
				$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V_{AS} (V_{AS} として IV_{AS} の許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力 (重大事故等その他の支持構造物)

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f _t * 1.5・f _s *	
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)		

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (重大事故等対処設備)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100			
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

格納容器代替スプレイ流量の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

計器スタンションに設置される検出器の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2A)	水平	
	鉛直	
格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2B)	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

格納容器代替スプレイ流量の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2A) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2A)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建屋 EL 15.3*1	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.59*2	C _V =1.58*2	100

注記*1：基準レベルを示す。

*2：設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₁ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		700	12 (M12)	113.1	4	221 (径≤16mm)	373

部材	ℓ ₁ * (mm)	ℓ ₂ * (mm)	n _f * (mm)	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	100	100	2	—	261	—	側面方向
	31	231	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、

下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b			Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	
基礎ボルト	—		—		

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 13$	$f_{ts} = 156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 120$

すべて許容応力以下である。

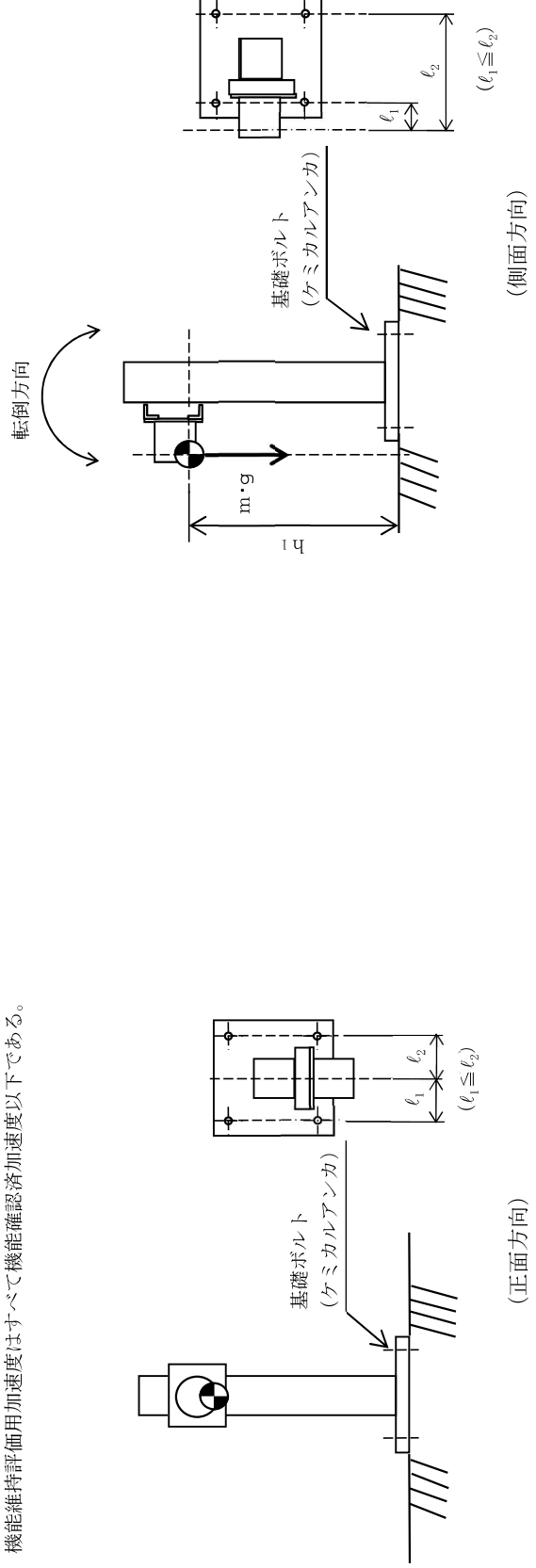
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8m/s^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2A)	水平方向	1.32	
	鉛直方向	1.31	

注記*：設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2B) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2B)	常設耐震/防止 常設/緩和	原子炉建物 EL 15.3*1	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.59*2	C _V =1.58*2	100

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₁ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		805	12 (M12)	113.1	4	221 (径≦16mm)	373

部材	ℓ ₁ * (mm)	ℓ ₂ * (mm)	n _f * (mm)	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	100	100	2	—	261	—	側面方向
	23	223	2	—			

注記*：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S_d 又は静的震度		基準地震動 S_s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 16$	$f_{ts} = 156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 120$

すべて許容応力以下である。

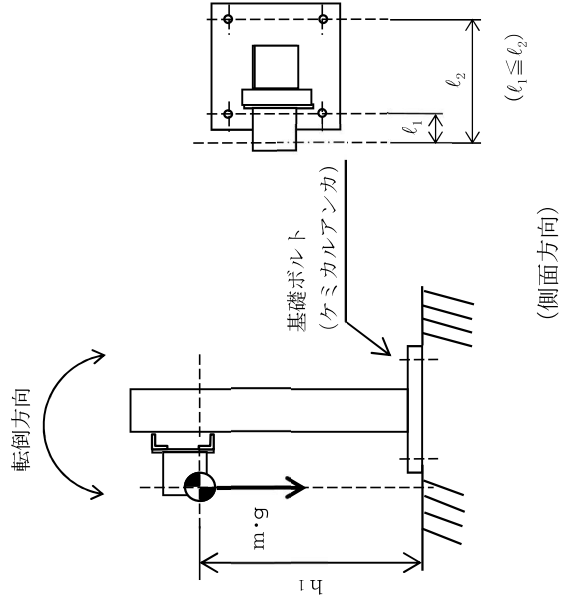
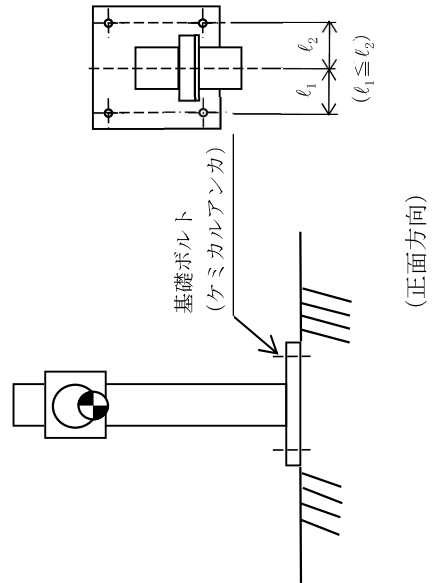
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器代替スプレイ流量 (FX2B5-2B)	水平方向	1.32	
	鉛直方向	1.31	

注記*：設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-5-38 ペデスタル代替注水流量の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、ペDESTAL代替注水流量が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

ペDESTAL代替注水流量は、重大事故等対処設備においては常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、ペDESTAL代替注水流量は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計器スタンションであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

ペDESTAL代替注水流量の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>検出器は、計器取付ボルトにより計器取付板に固定され、取付板は、取付板取付ボルトにより計器スターションに固定される。</p> <p>計器スターションは、基礎ボルトで基礎に設置する。</p>	<p>差圧式流量検出器</p>	<p>【ペDESTAL代替注水流量】</p> <p>基礎ボルト (ケミカルアンカ)</p> <p>正面 横</p> <p>側面 たて</p> <p>検出器</p> <p>計器取付ボルト</p> <p>取付板取付ボルト</p> <p>取付板</p> <p>計器 スターション</p> <p>床</p> <p>(正面方向)</p> <p>(側面方向)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>ペDESTAL代替注水流量 (FX2B6-2A-1)</th> <th>ペDESTAL代替注水流量 (FX2B6-2B-1)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td style="border: 2px solid black;"></td> <td style="border: 2px solid black;"></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td style="border: 2px solid black;"></td> <td style="border: 2px solid black;"></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td style="border: 2px solid black;"></td> <td style="border: 2px solid black;"></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">(単位：mm)</p>	機器名称	ペDESTAL代替注水流量 (FX2B6-2A-1)	ペDESTAL代替注水流量 (FX2B6-2B-1)	たて			横			高さ		
機器名称	ペDESTAL代替注水流量 (FX2B6-2A-1)	ペDESTAL代替注水流量 (FX2B6-2B-1)												
たて														
横														
高さ														

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

ペDESTAL代替注水流量の固有周期は、構造が同等な計器スタンションに対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表3-1に示す。

表3-1 固有周期 (単位：s)

ペDESTAL代替注水流量 (FX2B6-2A-1)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
ペDESTAL代替注水流量 (FX2B6-2B-1)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

ペDESTAL代替注水流量の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ペDESTAL代替注水流量の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-1に示す。

4.2.2 許容応力

ペDESTAL代替注水流量の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表4-2のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ペDESTAL代替注水流量の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-3に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【ペDESTAL代替注水流量（FX2B6-2A-1）の耐震性についての計算結果】、【ペDESTAL代替注水流量（FX2B6-2B-1）の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置	ペDESTAL代替注水流量	常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f _t [*]	1.5・f _s [*]
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)		

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100			
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

ペDESTAL代替注水流量の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

計器スタンションに設置される検出器の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
ペDESTAL代替注水流量 (FX2B6-2A-1)	水平	
	鉛直	
ペDESTAL代替注水流量 (FX2B6-2B-1)	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

ペDESTAL代替注水流量の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【ペDESTAL代替注水流量 (FX2B6-2A-1) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	
ペDESTAL代替注水流量 (FX2B6-2A-1)	常設/緩和	原子炉建物 EL 1.3*1	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.41*2	C _V =1.05*2	100

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₁ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		712	12 (M12)	113.1	4	221 (径≤16mm)	373

部材	ℓ ₁ * (mm)	ℓ ₂ * (mm)	n _f *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	100	100	2	—	261	—	側面方向
	36	236	2				

注記*: 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、

下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 12$	$f_{ts} = 156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 120$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

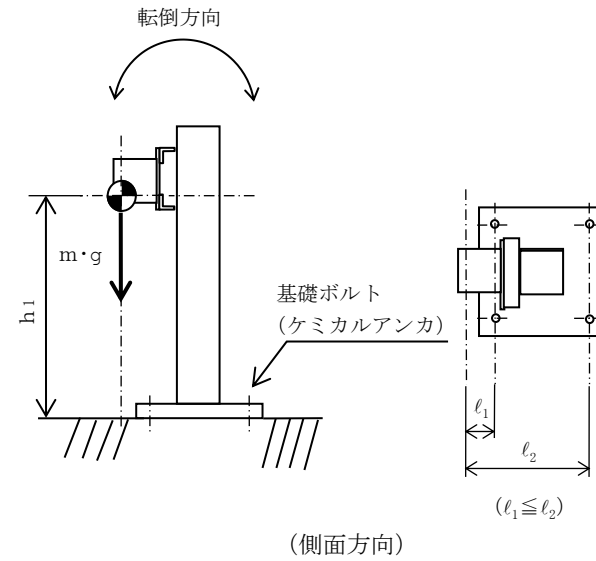
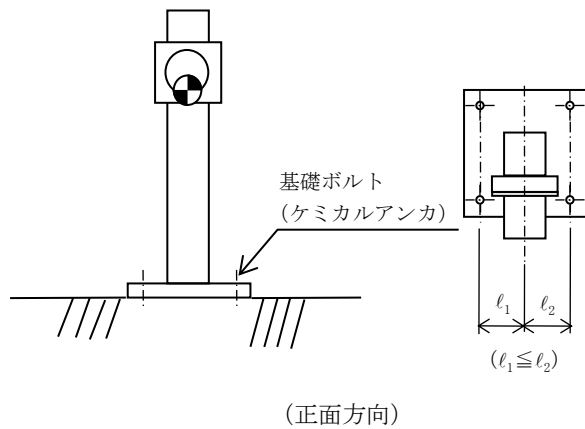
1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ペDESTAL代替注水流量 (FX2B6-2A-1)	水平方向	1.17	
	鉛直方向	0.87	

注記*：設計用震度 II（基準地震動 S s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

11



【ペDESTAL代替注水流量 (FX2B6-2B-1) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
ペDESTAL代替注水流量 (FX2B6-2B-1)	常設/緩和	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8*1)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.73*2	C _V =2.07*2	100

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₁ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		645	12 (M12)	113.1	4	221 (径≤16mm)	373

部材	ℓ ₁ * (mm)	ℓ ₂ * (mm)	n _f * (mm)	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	100	100	2	—	261	—	側面方向
	40	240	2				

注記*: 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 15$	$f_{ts} = 156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 120$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ペDESTAL代替注水流量 (FX2B6-2B-1)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

注記*：設計用震度 II（基準地震動 S s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

13



VI-2-6-5-39 ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用）の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用）が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用）は、重大事故等対処設備においては常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

なお、ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用）は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計器スタンションであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用）の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>検出器は、計器取付ボルトにより計器取付板に固定され、取付板は、取付板取付ボルトにより計器スターションに固定される。</p> <p>計器スターションは、基礎ボルトで基礎に設置する。</p>	<p>差圧式流量検出器</p>	<p>【ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用）】</p> <p>（正面方向）</p> <p>（側面方向）</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>ペDESTAL代替注水流量 （狭帯域用） （FX2B6-2A-2）</th> <th>ペDESTAL代替注水流量 （狭帯域用） （FX2B6-2B-2）</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">（単位：mm）</p>	機器名称	ペDESTAL代替注水流量 （狭帯域用） （FX2B6-2A-2）	ペDESTAL代替注水流量 （狭帯域用） （FX2B6-2B-2）	たて			横			高さ		
機器名称	ペDESTAL代替注水流量 （狭帯域用） （FX2B6-2A-2）	ペDESTAL代替注水流量 （狭帯域用） （FX2B6-2B-2）												
たて														
横														
高さ														

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

ペデスタル代替注水流量（狭帯域用）の固有周期は、構造が同等な計器スタンションに対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表3-1に示す。

表3-1 固有周期 (単位：s)

ペデスタル代替注水流量 （狭帯域用） （FX2B6-2A-2）	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
ペデスタル代替注水流量 （狭帯域用） （FX2B6-2B-2）	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用）の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用）の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-1に示す。

4.2.2 許容応力

ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用）の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表4-2のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用）の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-3に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用）(FX2B6-2A-2)の耐震性についての計算結果】、【ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用）(FX2B6-2B-2)の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置	ペDESTAL代替注水流量 (狭帯域用)	常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f _t * (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5・f _s * (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)
VAS		

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	100			
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

ペデスタル代替注水流量（狭帯域用）の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

計器スタンションに設置される検出器の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
ペデスタル代替注水流量（狭帯域用） (FX2B6-2A-2)	水平	
	鉛直	
ペデスタル代替注水流量（狭帯域用） (FX2B6-2B-2)	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用）（FX2B6-2A-2）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
ペDESTAL代替注水流量 (狭帯域用) (FX2B6-2A-2)	常設/緩和	原子炉建物 EL 1.3*1	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.41*2	C _V =1.05*2	100

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動S_s）

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₁ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		689	12 (M12)	113.1	4	221 (径≤16mm)	373

部材	ℓ ₁ * (mm)	ℓ ₂ * (mm)	n _f *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	100	100	2	—	261	—	側面方向
	23	223	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、

下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動S _s
基礎ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 10$	$f_{ts} = 156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 120$

すべて許容応力以下である。

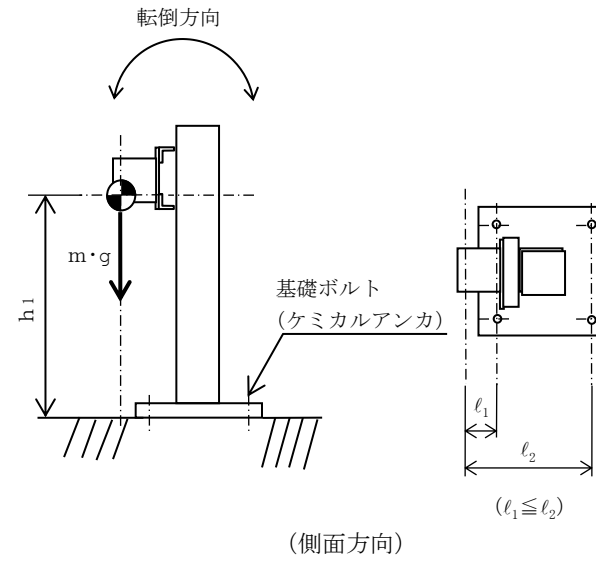
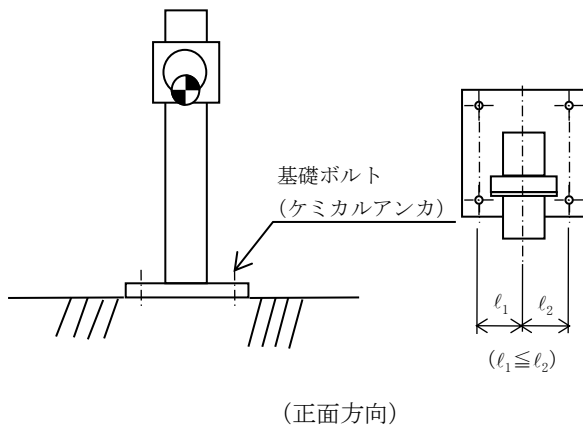
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ペダスタル代替注水流量 (狭帯域用) (FX2B6-2A-2)	水平方向	1.17	
	鉛直方向	0.87	

注記*：設計用震度 II (基準地震動 S s) により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【ペDESTAL代替注水流量（狭帯域用）（FX2B6-2B-2）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動S _d 又は静的震度		基準地震動S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
ペDESTAL代替注水流量 (狭帯域用) (FX2B6-2B-2)	常設/緩和	原子炉建物 EL 19.5 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.73 ^{*2}	C _V =2.07 ^{*2}	100

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動S_s）

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₁ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		628	12 (M12)	113.1	4	221 (径≤16mm)	373

部材	ℓ ₁ [*] (mm)	ℓ ₂ [*] (mm)	n _f [*]	F (MPa)	F [*] (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	100	100	2	—	261	—	側面方向
	29	229	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、

下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動S _s
基礎ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 13$	$f_{ts} = 156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 120$

すべて許容応力以下である。

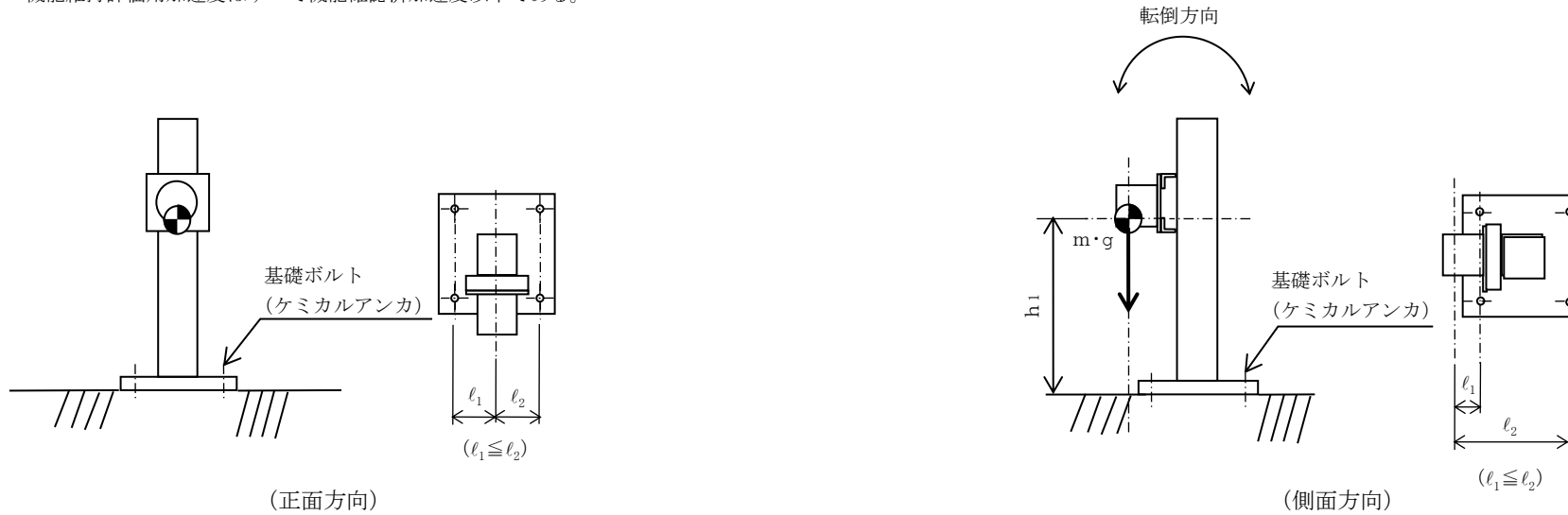
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ペDESTAL代替注水流量 (狭帯域用) (FX2B6-2B-2)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

注記*：設計用震度 II（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-5-40 残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量は、重大事故等対処設備においては常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

なお、残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形計器スタンションであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>検出器は、計器取付ボルトにより計器取付板に固定され、取付板は、取付板取付ボルトにより計器スターションに固定される。</p> <p>計器スターションは、基礎ボルトで基礎に設置する。</p>	<p>差圧式流量検出器</p>	<p>【残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量】</p> <p style="text-align: right;">(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量の固有周期は、構造が同等な計器スターションに対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

残留熱代替除去系 格納容器スプレイ流量 (FX222-11)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-1に示す。

4.2.2 許容応力

残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表4-2のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-3に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量 (FX222-11) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置	残留熱代替除去系 格納容器スプレイ流量	常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f _t [*]	1.5・f _s [*]
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)		

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
		周囲環境温度	100			
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	100	221	373	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

計器スタンションに設置される検出器の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量 (FX222-11)	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【残留熱代替除去系格納容器スプレイ流量 (FX222-11) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
残留熱代替除去系 格納容器スプレイ流量 (FX222-11)	常設/緩和	原子炉建物 EL 15.3*1	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.59*2	C _V =1.58*2	100

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₁ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		835	12 (M12)	113.1	4	221 (径≤16mm)	373

部材	ℓ ₁ * (mm)	ℓ ₂ * (mm)	n _f * (mm)	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	100	100	2	—	261	—	側面方向
	33	233	2				

注記*: 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、

下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b = 18$	$f_{ts} = 156^*$
		せん断	—	—	$\tau_b = 2$	$f_{sb} = 120$

すべて許容応力以下である。

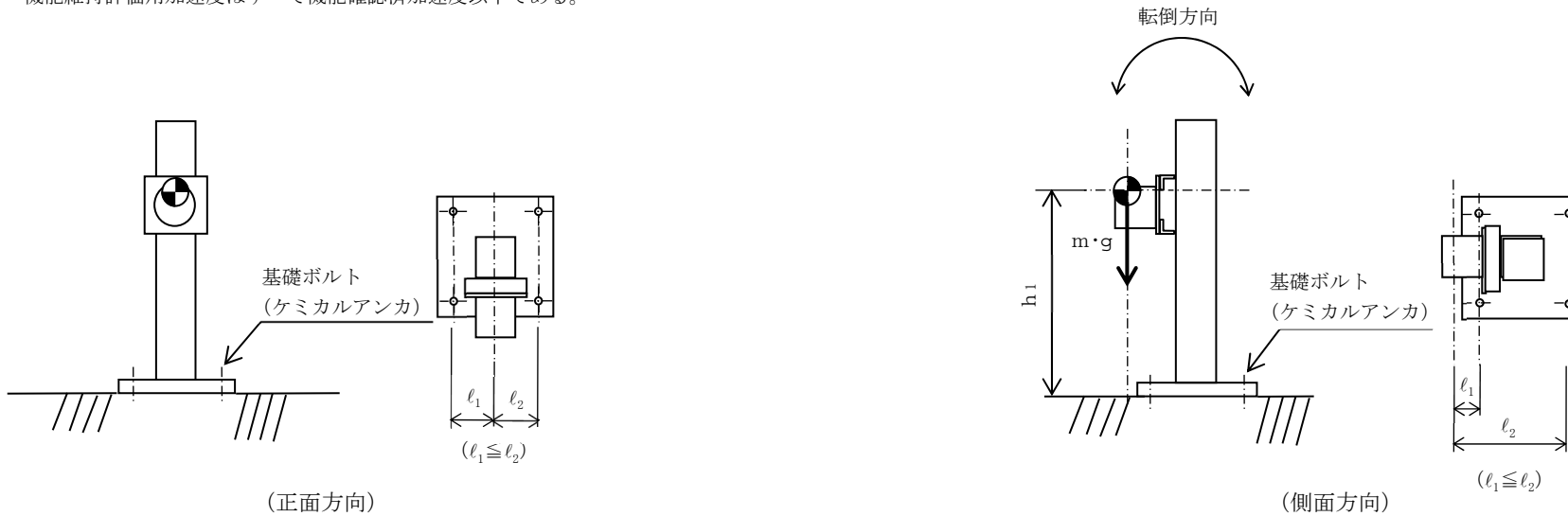
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8 \text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
残留熱代替除去系 格納容器スプレイ流量 (FX222-11)	水平方向	1.32	
	鉛直方向	1.31	

注記*：設計用震度 II（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-5-54 原子炉圧力の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、原子炉圧力が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

原子炉圧力は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、原子炉圧力は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の壁掛形計器スタンションであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

原子炉圧力の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図																				
基礎・支持構造	主体構造																					
<p>検出器は、計器取付ボルトにより計器取付板に固定され、取付板は、取付板取付ボルトにより計器スターションに固定される。</p> <p>計器スターションは、基礎ボルトで基礎に設置する。</p>	<p>原子炉圧力検出器</p>	<p>【原子炉圧力】</p> <p>(正面方向)</p> <p>(側面方向)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>原子炉圧力 (PX298-8A)</th> <th>原子炉圧力 (PX298-8B)</th> <th>原子炉圧力 (PX298-8C)</th> <th>原子炉圧力 (PX298-8D)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>(単位：mm)</p>	機器名称	原子炉圧力 (PX298-8A)	原子炉圧力 (PX298-8B)	原子炉圧力 (PX298-8C)	原子炉圧力 (PX298-8D)	たて					横					高さ				
機器名称	原子炉圧力 (PX298-8A)	原子炉圧力 (PX298-8B)	原子炉圧力 (PX298-8C)	原子炉圧力 (PX298-8D)																		
たて																						
横																						
高さ																						

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

原子炉圧力の固有周期は、構造が同等な計器スタンションに対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位 : s)

原子炉圧力 (PX298-8A)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
原子炉圧力 (PX298-8B)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
原子炉圧力 (PX298-8C)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
原子炉圧力 (PX298-8D)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

原子炉圧力の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

原子炉圧力の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

原子炉圧力の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

原子炉圧力の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【原子炉圧力 (PX298-8A) の耐震性についての計算結果】、【原子炉圧力 (PX298-8B) の耐震性についての計算結果】、【原子炉圧力 (PX298-8C) の耐震性についての計算結果】、【原子炉圧力 (PX298-8D) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称		設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置	原子炉圧力		常設耐震／防止	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
						$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)
計測制御 系統施設	工学的安全 施設等の起 動信号	ATWS緩和 設備（代替制 御棒挿入機 能）	原子炉圧力高	常設耐震／防止	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
						$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)
計測制御 系統施設	工学的安全 施設等の起 動信号	ATWS緩和 設備（代替原 子炉再循環ポ ンプトリップ 機能）	原子炉圧力高	常設耐震／防止	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
						$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f _t [*]	1.5・f _s [*]
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)		

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS41* (40mm<径)	周囲環境温度	100	194	373	—

注記* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

原子炉圧力の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

計器スタンションに設置される検出器の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
原子炉圧力 (PX298-8A)	水平	
	鉛直	
原子炉圧力 (PX298-8B)	水平	
	鉛直	
原子炉圧力 (PX298-8C)	水平	
	鉛直	
原子炉圧力 (PX298-8D)	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

原子炉圧力の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【原子炉圧力 (PX298-8A) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
原子炉圧力 (PX298-8A)	常設耐震/防止	原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8*1)	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.73*2	C _V =2.07*2	100

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		135	12 (M12)	113.1	4	194 (40mm < 径)	373

部材	ℓ ₃ * (mm)	ℓ _a * (mm)	ℓ _b * (mm)	n _{fV} *	n _{fH} *	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	807	160	1140	2	2	—	232	—	正面方向
	807	160	1140	2	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS41	引張	—	—	$\sigma_b=3$	$f_{ts}=139^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=3$	$f_{sb}=107$

すべて許容応力以下である。

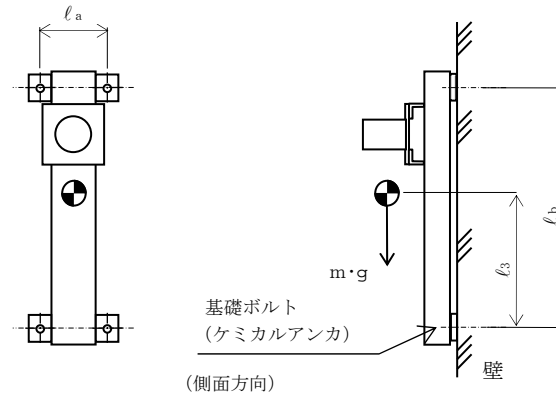
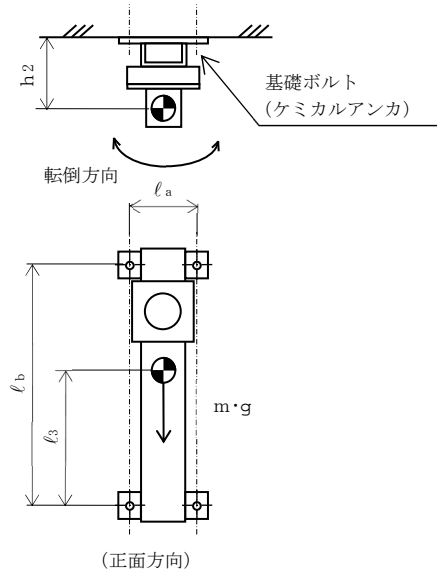
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉圧力 (PX298-8A)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

注記*：設計用震度 II（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉圧力 (PX298-8B) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
原子炉圧力 (PX298-8B)	常設耐震/防止	原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.73 ^{*2}	C _V =2.07 ^{*2}	100

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		135	12 (M12)	113.1	4	194 (40mm < 径)	373

部材	ℓ ₃ [*] (mm)	ℓ _a [*] (mm)	ℓ _b [*] (mm)	n _{fV} [*]	n _{fH} [*]	F (MPa)	F [*] (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	807	160	1140	2	2	—	232	—	正面方向
	807	160	1140	2	2				

注記*: 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS41	引張	—	—	$\sigma_b=3$	$f_{ts}=139^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=3$	$f_{sb}=107$

すべて許容応力以下である。

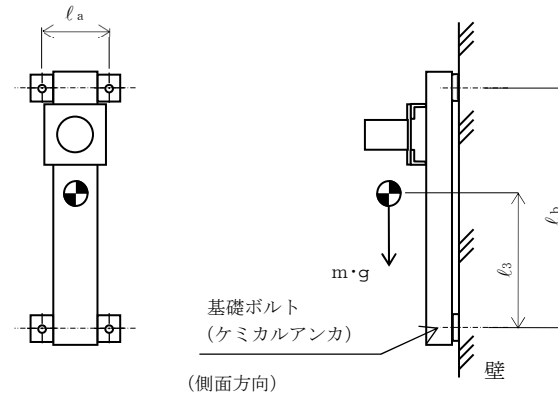
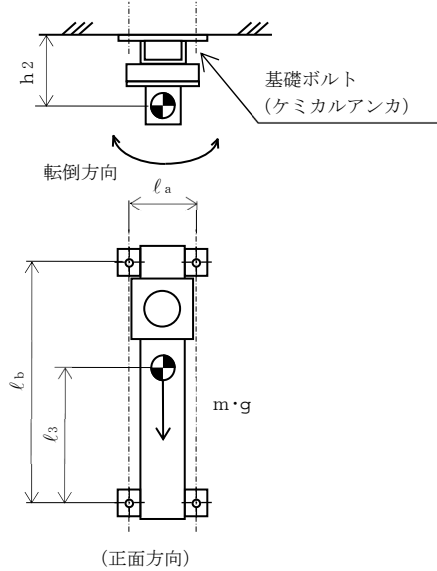
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉圧力 (PX298-8B)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

注記*：設計用震度 II（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉圧力 (PX298-8C) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	水平方向設計震度	鉛直方向設計震度	
原子炉圧力 (PX298-8C)	常設耐震/防止	原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.73 ^{*2}	C _V =2.07 ^{*2}	100

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		135	12 (M12)	113.1	4	194 (40mm < 径)	373

部材	ℓ ₃ [*] (mm)	ℓ _a [*] (mm)	ℓ _b [*] (mm)	n _{fV} [*]	n _{fH} [*]	F (MPa)	F [*] (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	807	160	1140	2	2	—	232	—	正面方向
	807	160	1140	2	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS41	引張	—	—	$\sigma_b=3$	$f_{ts}=139^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=3$	$f_{sb}=107$

すべて許容応力以下である。

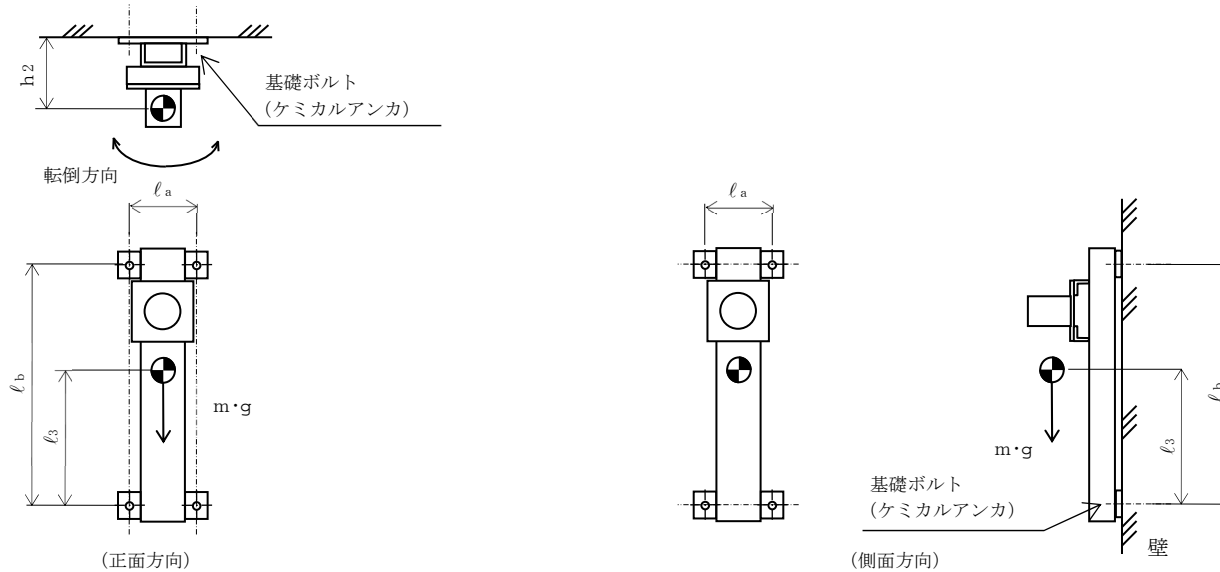
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉圧力 (PX298-8C)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

注記*：設計用震度 II（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【原子炉圧力 (PX298-8D) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
原子炉圧力 (PX298-8D)	常設耐震/防止	原子炉建物 EL 15.3 (EL 23.8 ^{*1})	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.73 ^{*2}	C _V =2.07 ^{*2}	100

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		135	12 (M12)	113.1	4	194 (40mm < 径)	373

部材	ℓ ₃ [*] (mm)	ℓ _a [*] (mm)	ℓ _b [*] (mm)	n _{fV} [*]	n _{fH} [*]	F (MPa)	F [*] (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	807	160	1140	2	2	—	232	—	正面方向
	807	160	1140	2	2				

注記*: 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位: MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS41	引張	—	—	$\sigma_b=3$	$f_{ts}=139^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=3$	$f_{sb}=107$

すべて許容応力以下である。

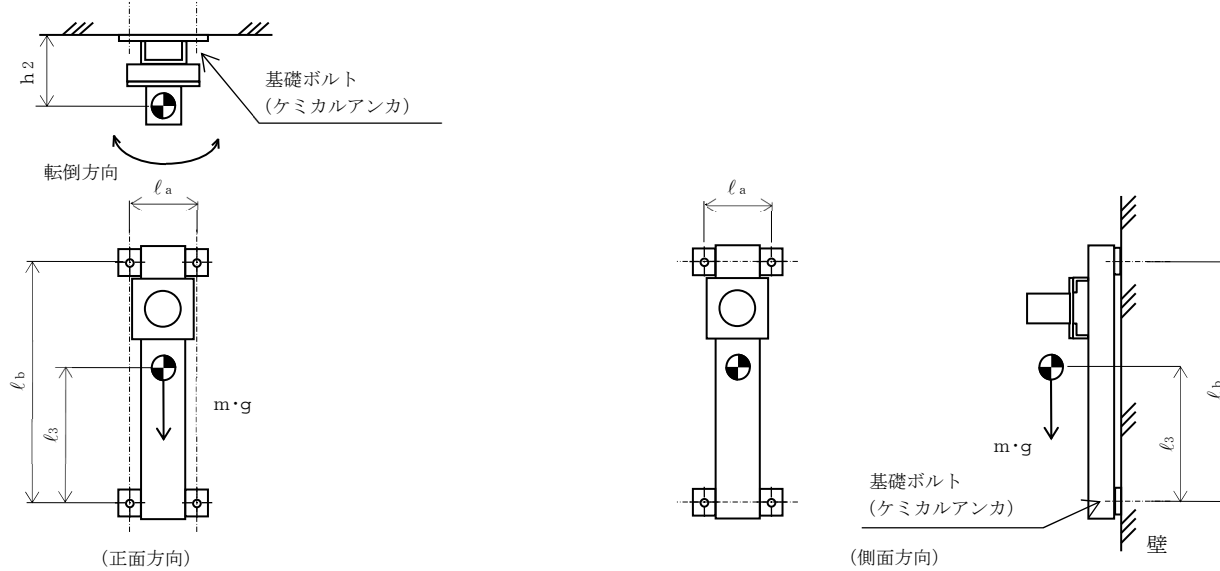
注記*: $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉圧力 (PX298-8D)	水平方向	1.44	
	鉛直方向	1.73	

注記*: 設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7 その他の計測制御系統施設の耐震性についての計算書

VI-2-6-7-1 その他の計測装置の耐震性についての計算書

VI-2-6-7-1-1 原子炉圧力容器温度（S A）の耐震性についての
計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
2.2 評価方針	3
2.3 適用規格・基準等	3
3. 評価部位	3
4. 機能維持評価	4
4.1 機能維持評価用加速度	4
4.2 機能確認済加速度	5
5. 評価結果	6
5.1 重大事故等対処設備としての評価結果	6

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している機能維持の設計方針に基づき、原子炉圧力容器温度（SA）が設計用地震力に対して十分な電氣的機能を維持できることを説明するものである。

原子炉圧力容器温度（SA）は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての電氣的機能維持評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

原子炉圧力容器温度（SA）の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>検出器は、原子炉圧力容器に直接取り付けられたエンドパッド及びクランプパッドにボルトを用いて固定する。</p>	<p>熱電対</p>	<p>(側面方向)</p> <p>(正面方向)</p> <p>(単位：mm)</p>

2.2 評価方針

原子炉圧力容器温度（S A）の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「4. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

原子炉圧力容器温度（S A）の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

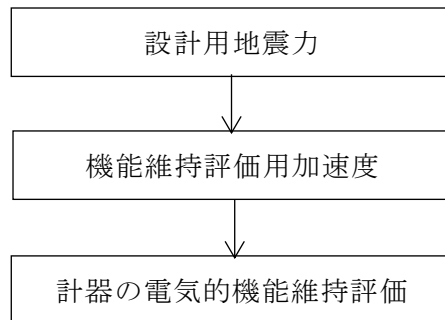


図 2-1 原子炉圧力容器温度（S A）の耐震評価フロー

2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984（（社）日本電気協会）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987（（社）日本電気協会）
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版（（社）日本電気協会）

3. 評価部位

原子炉圧力容器温度（S A）は、原子炉圧力容器に直接取り付けられたエンドパッド及びクランプパッドに挿入され固定されることから、原子炉圧力容器が支持している。原子炉圧力容器の構造強度評価はVI-2-3-3-1-2「原子炉圧力容器の耐震性についての計算書」にて実施しているため、本計算書では、原子炉圧力容器の地震応答解析結果を用いた原子炉圧力容器温度（S A）の電氣的機能維持評価について示す。

4. 機能維持評価

原子炉圧力容器温度（S A）の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

4.1 機能維持評価用加速度

原子炉圧力容器温度（S A）は原子炉圧力容器に直接取り付けられたエンドパッド及びクランプパッドに挿入され固定されることから、機能維持評価用加速度は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動S_sにより定まる加速度とする。機能維持評価用加速度を表4-1に示す。

表4-1 機能維持評価用加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	対象機器設置箇所 (m)	方向	機能維持評価用加速度
原子炉圧力容器温度 (S A)	原子炉圧力容器下鏡 EL 16.508*	水平	1.82
		鉛直	1.28

注記*：基準床レベルを示す。

4.2 機能確認済加速度

原子炉压力容器温度（S A）の機能確認済加速度には、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体の正弦波加振試験において電氣的機能の健全性を確認した加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 4-2 に示す。

表 4-2 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
原子炉压力容器温度（S A）	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

5. 評価結果

5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

原子炉圧力容器温度（S A）の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。機能維持評価用加速度は機能確認済加速度以下であり，設計用地震力に対して電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【原子炉圧力容器温度（S A）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉圧力容器温度（S A）	水平方向	1.82	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.28	<input type="text"/>

注記*：機能維持評価用加速度は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動S_sにより定まる加速度とする。

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

VI-2-6-7-1-9 残留熱代替除去ポンプ出口圧力の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、残留熱代替除去ポンプ出口圧力が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

残留熱代替除去ポンプ出口圧力は、重大事故等対処設備においては常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、残留熱代替除去ポンプ出口圧力は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の壁掛形計器スタンションであるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

残留熱代替除去ポンプ出口圧力の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図												
基礎・支持構造	主体構造													
<p>検出器は、計器取付ボルトにより計器取付板に固定され、取付板は、取付板取付ボルトにより計器スターションに固定される。</p> <p>計器スターションは、基礎ボルトで基礎に設置する。</p>	<p>弾性圧力検出器</p>	<p>【残留熱代替除去ポンプ出口圧力】</p> <p>(正面方向)</p> <p>(側面方向)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">機器名称</th> <th style="width: 35%;">残留熱代替除去ポンプ出口圧力 (PX2BB-2A)</th> <th style="width: 35%;">残留熱代替除去ポンプ出口圧力 (PX2BB-2B)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td style="border: 2px solid black;"></td> <td style="border: 2px solid black;"></td> </tr> <tr> <td>横</td> <td style="border: 2px solid black;"></td> <td style="border: 2px solid black;"></td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td style="border: 2px solid black;"></td> <td style="border: 2px solid black;"></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">(単位 : mm)</p>	機器名称	残留熱代替除去ポンプ出口圧力 (PX2BB-2A)	残留熱代替除去ポンプ出口圧力 (PX2BB-2B)	たて			横			高さ		
機器名称	残留熱代替除去ポンプ出口圧力 (PX2BB-2A)	残留熱代替除去ポンプ出口圧力 (PX2BB-2B)												
たて														
横														
高さ														

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

残留熱代替除去ポンプ出口圧力の固有周期は、構造が同等な計器スタンションに対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位 : s)

残留熱代替除去ポンプ 出口圧力 (PX2BB-2A)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下
残留熱代替除去ポンプ 出口圧力 (PX2BB-2B)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

残留熱代替除去ポンプ出口圧力の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

残留熱代替除去ポンプ出口圧力の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

残留熱代替除去ポンプ出口圧力の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

残留熱代替除去ポンプ出口圧力の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【残留熱代替除去ポンプ出口圧力 (PX2BB-2A) の耐震性についての計算結果】、【残留熱代替除去ポンプ出口圧力 (PX2BB-2B) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	計測装置	残留熱代替除去ポンプ出口圧力	常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f _t [*]	1.5・f _s [*]
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)		

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (径 ≤ 16mm)	周囲環境温度	50	241	394	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

残留熱代替除去ポンプ出口圧力の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-8 計器スタンションの耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

計器スタンションに設置される検出器の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
残留熱代替除去ポンプ出口圧力 (PX2BB-2A)	水平	
	鉛直	
残留熱代替除去ポンプ出口圧力 (PX2BB-2B)	水平	
	鉛直	

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

残留熱代替除去ポンプ出口圧力の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【残留熱代替除去ポンプ出口圧力（PX2BB-2A）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
残留熱代替除去ポンプ出口 圧力 (PX2BB-2A)	常設/緩和	原子炉建物 EL 1.3 (EL 8.8 ^{*1})	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.56 ^{*2}	C _V =1.16 ^{*2}	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		131	12 (M12)	113.1	4	241 (径 ≤ 16mm)	394

部材	ℓ ₃ [*] (mm)	ℓ _a [*] (mm)	ℓ _b [*] (mm)	n _{fV} [*]	n _{fH} [*]	F (MPa)	F [*] (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	803	160	1140	2	2	—	276	—	正面方向
	803	160	1140	2	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、

下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=165^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=2$	$f_{sb}=127$

すべて許容応力以下である。

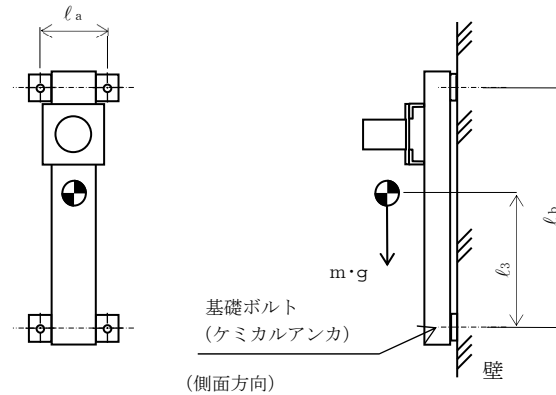
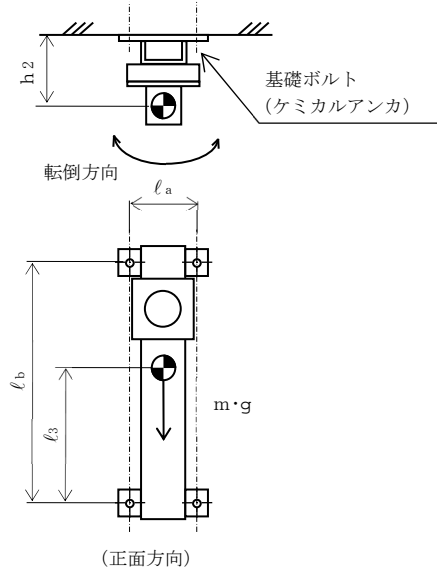
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
残留熱代替除去ポンプ出口 圧力 (PX2BB-2A)	水平方向	1.29	
	鉛直方向	0.96	

注記*：設計用震度 II（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



【残留熱代替除去ポンプ出口圧力 (PX2BB-2B) の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
残留熱代替除去ポンプ出口 圧力 (PX2BB-2B)	常設/緩和	原子炉建物 EL 1.3 (EL 8.8 ^{*1})	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.56 ^{*2}	C _V =1.16 ^{*2}	50

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h ₂ (mm)	d (mm)	A _b (mm ²)	n	S _y (MPa)	S _u (MPa)
基礎ボルト		131	12 (M12)	113.1	4	241 (径 ≤ 16mm)	394

部材	ℓ ₃ [*] (mm)	ℓ _a [*] (mm)	ℓ _b [*] (mm)	n _{fV} [*]	n _{fH} [*]	F (MPa)	F [*] (MPa)	転倒方向	
								弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	803	160	1140	2	2	—	276	—	正面方向
	803	160	1140	2	2				

注記*: 各ボルトの機器要目における上段は正面方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は側面方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位: N)

部材	F _b		Q _b	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト	—		—	

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト	SS400	引張	—	—	$\sigma_b=2$	$f_{ts}=165^*$
		せん断	—	—	$\tau_b=2$	$f_{sb}=127$

すべて許容応力以下である。

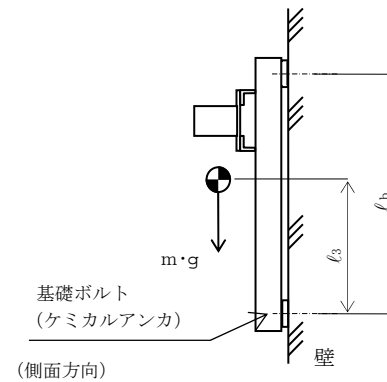
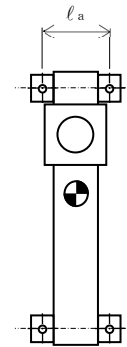
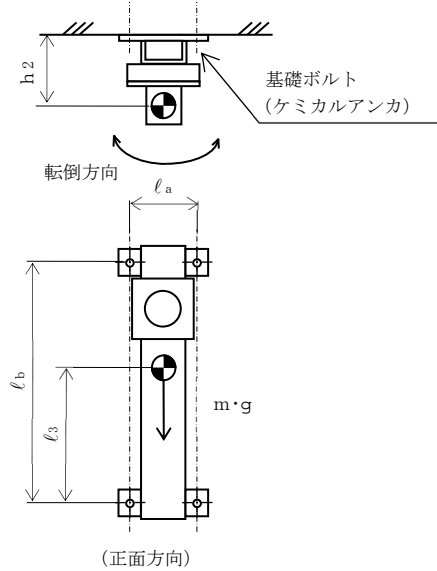
注記*： $f_{ts} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$

1.4.2 電気的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
残留熱代替除去ポンプ出口 圧力 (PX2BB-2B)	水平方向	1.29	
	鉛直方向	0.96	

注記*：設計用震度 II（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-1-11 静的触媒式水素処理装置出口温度の耐震性について
の計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
2.2 評価方針	3
2.3 適用規格・基準等	3
3. 評価部位	3
4. 機能維持評価	4
4.1 機能維持評価用加速度	4
4.2 機能確認済加速度	5
5. 評価結果	6
5.1 重大事故等対処設備としての評価結果	6

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している機能維持の設計方針に基づき、静的触媒式水素処理装置出口温度が設計用地震力に対して十分な電氣的機能を維持できることを説明するものである。

静的触媒式水素処理装置出口温度は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての電氣的機能維持評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

静的触媒式水素処理装置出口温度の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>検出器は、圧縮継手にて 静的触媒式水素処理装置 に固定する。</p>	<p>熱電対</p>	<p>The diagram shows a vertical cylindrical component labeled '静的触媒式水素処理装置' (Static catalytic hydrogen treatment device). A horizontal pipe labeled '検出器' (Detector) is connected to the side of this device. The connection is made using a '圧縮継手' (Compression joint). A dashed line indicates the internal structure or a break in the device. The detector is positioned to measure the temperature of the device.</p>

(単位：mm)

2.2 評価方針

静的触媒式水素処理装置出口温度の機能維持評価は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定した電氣的機能維持の方針に基づき、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度以下であることを、「4. 機能維持評価」にて示す方法にて確認することで実施する。確認結果を「5. 評価結果」に示す。

静的触媒式水素処理装置出口温度の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

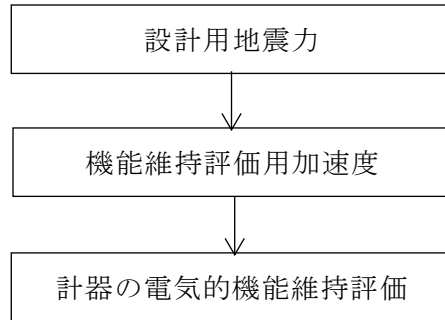


図 2-1 静的触媒式水素処理装置出口温度の耐震評価フロー

2.3 適用規格・基準等

本評価において適用する規格・基準等を以下に示す。

- ・原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 J E A G 4 6 0 1 ・補-1984 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987 ((社) 日本電気協会)
- ・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)

3. 評価部位

静的触媒式水素処理装置出口温度は、静的触媒式水素処理装置に直接取り付けられた圧縮継手に挿入して固定されることから、静的触媒式水素処理装置が支持している。静的触媒式水素処理装置の構造強度評価はVI-2-9-4-5-3-1「静的触媒式水素処理装置の耐震性についての計算書」にて実施しているため、本計算書では、静的触媒式水素処理装置の地震応答解析結果を用いた静的触媒式水素処理装置出口温度の電氣的機能維持評価について示す。

4. 機能維持評価

静的触媒式水素処理装置出口温度の電氣的機能維持評価について、以下に示す。

4.1 機能維持評価用加速度

静的触媒式水素処理装置出口温度は静的触媒式水素処理装置に直接取り付けられた圧縮継手に挿入して固定されることから、機能維持評価用加速度は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動 S_s により定まる加速度とする。機能維持評価用加速度を表 4-1 に示す。

表 4-1 機能維持評価用加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

機器名称	対象機器設置箇所 (m)	方向	機能維持評価用加速度
静的触媒式水素処理 装置出口温度	原子炉建物 EL 42.8 (EL 51.7*)	水平	2.93
		鉛直	2.06

注記*：基準床レベルを示す。

4.2 機能確認済加速度

静的触媒式水素処理装置出口温度の機能確認済加速度には、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の検出器単体の正弦波加振試験において電氣的機能の健全性を確認した加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 4-2 に示す。

表 4-2 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
静的触媒式水素処理装置出口温度	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

5. 評価結果

5.1 重大事故等対処設備としての評価結果

静的触媒式水素処理装置出口温度の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。機能維持評価用加速度は機能確認済加速度以下であり、設計用地震力に対して電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【静的触媒式水素処理装置出口温度の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
静的触媒式水素処理装置出口温度	水平方向	2.93	<input type="text"/>
	鉛直方向	2.06	<input type="text"/>

注記*：機能維持評価用加速度は、VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に基づき、基準地震動S_sにより定まる加速度とする。

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

VI-2-6-7-2 計測装置の盤の耐震性についての計算書

VI-2-6-7-2-10 A-RHR・LPCS 継電器盤の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、A-RHR・LPCS 継電器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

A-RHR・LPCS 継電器盤は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、A-RHR・LPCS 継電器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

A-RHR・LPCS 継電器盤の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>A-RHR・LPCS 継電器盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>【A-RHR・LPCS 継電器盤】</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

A-RHR・LPCS 継電器盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

A-RHR・LPCS 継電器盤 (2-920A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

A-RHR・LPCS 継電器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

A-RHR・LPCS 継電器盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

4.2.2 許容応力

A-RHR・LPCS 継電器盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

A-RHR・LPCS 継電器盤の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【A-RHR・LPCS 継電器盤(2-920A)の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	A-RHR・LPCS 継電器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	A-RHR・LPCS 継電器盤	常設／防止 (DB 拡張)	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A Sとして Ⅳ _A Sの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設／防止（DB 拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界 ^{*1, *2} (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A Sの許容限界を用いる。)		

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記* : SS400 相当

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

A-RHR・LPCS 継電器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

A-RHR・LPCS 継電器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該機器と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
A-RHR・LPCS 継電器盤 (2-920A)	水平	□
	鉛直	□

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

A-RHR・LPCS 継電器盤の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

A-RHR・LPCS 継電器盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。



(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【A-RHR・LPCS 継電器盤 (2-920A) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
A-RHR・LPCS 継電器盤 (2-920A)	S	廃棄物処理建物 EL16.9* ¹			C _H =1.25* ²	C _V =0.68* ²	C _H =1.88* ³	C _V =1.46* ³	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（弾性設計地震動 S d）又は静的震度

*3：設計用震度 II（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径)	394

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果



($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A-RHR・LPCS 継電器盤 (2-920A)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備


2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
A-RHR・LPCS 継電器盤 (2-920A)	常設/防止 (DB拡張)	廃棄物処理建物 EL16.9*1			—	—	C _H =1.88*2	C _V =1.46*2	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

2.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径)	394

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	n _{f i} *	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	325	405	4	—	253	—	短辺方向
	270	510	4				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	□	—	□

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

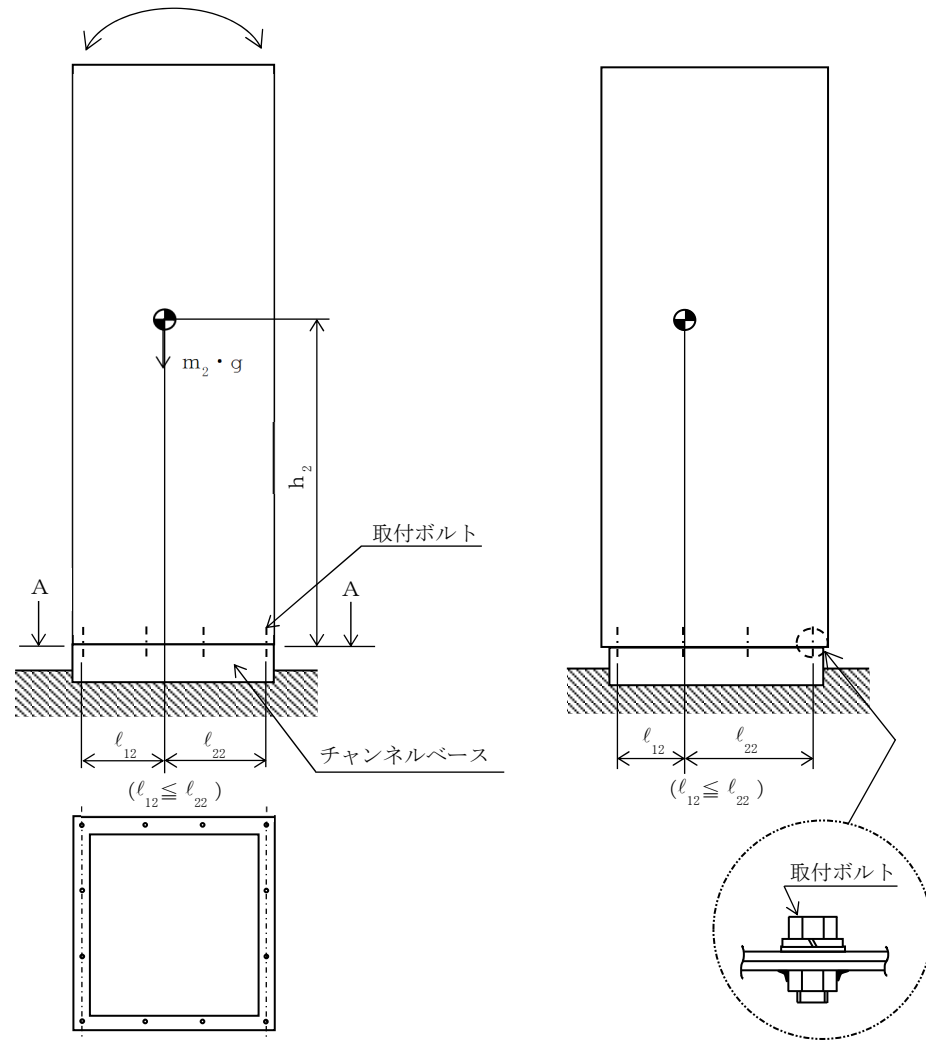
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A-RHR・LPCS 継電器盤 (2-920A)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

正面
(短辺方向)
転倒方向

側面
(長辺方向)



A~A 矢視図

VI-2-6-7-2-11 B・C-RHR 継電器盤の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、B・C-RHR 継電器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

B・C-RHR 継電器盤は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、B・C-RHR 継電器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

B・C-RHR 継電器盤の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>B・C-RHR 継電器盤は、 取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>【B・C-RHR 継電器盤】</p> <p>正面 (短辺方向) 800 2300 取付ボルト チャンネルベース 床</p> <p>側面 (長辺方向) 900</p> <p>(単位 : mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

B・C-RHR 継電器盤の固有周期は、構造が同等な盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

B・C-RHR 継電器盤 (2-920B)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

B・C-RHR 継電器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

B・C-RHR 継電器盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

4.2.2 許容応力

B・C-RHR 継電器盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

B・C-RHR 継電器盤の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【B・C-RHR 継電器盤(2-920B)の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	B・C-RHR 継電器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	B・C-RHR 継電器盤	常設／防止 (DB 拡張)	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A Sとして Ⅳ _A Sの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設／防止（DB 拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界 ^{*1, *2} (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A Sの許容限界を用いる。)		

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記* : SS400 相当

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

B・C-RHR 継電器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

B・C-RHR 継電器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該機器と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
B・C-RHR 継電器盤 (2-920B)	水平	□
	鉛直	□

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

B・C-RHR 継電器盤の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

B・C-RHR 継電器盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【B・C-RHR 継電器盤 (2-920B) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B・C-RHR 継電器盤 (2-920B)	S	廃棄物処理建物 EL16.9* ¹	0.05 以下	0.05 以下	C _H =1.25* ²	C _V =0.68* ²	C _H =1.88* ³	C _V =1.46* ³	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II (弾性設計地震動 S d) 又は静的震度

*3：設計用震度 II (基準地震動 S s)

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径)	394

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	n _{f i} *	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B・C-RHR 継電器盤 (2-920B)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記*：設計用震度 II（基準地震動 S_s）により定まる加速度又はこれを上回る加速度とする。

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備


2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B・C-RHR 継電器盤 (2-920B)	常設/防止 (DB拡張)	廃棄物処理建物 EL16.9*1	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.88*2	C _V =1.46*2	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）又はこれを上回る設計震度

2.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径)	394

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	n _{f i} *	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	325	405	4	—	253	—	短辺方向
	270	510	4				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	□	—	□

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

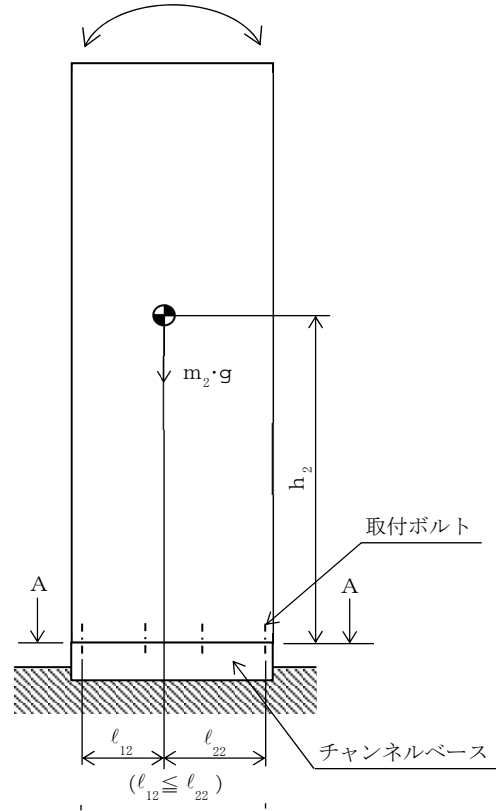
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B・C-RHR 継電器盤 (2-920B)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

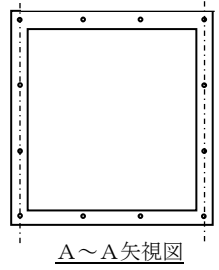
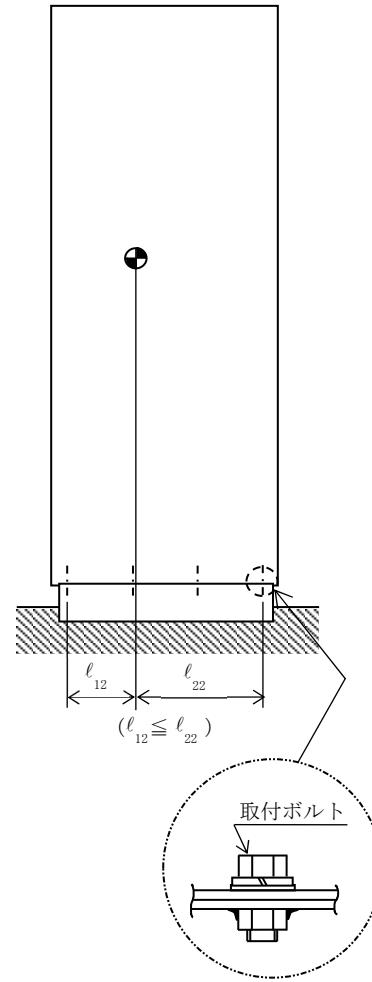
注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度又はこれを上回る加速度とする。

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

正面
(短辺方向)
転倒方向



側面
(長辺方向)



VI-2-6-7-2-12 HPCS 継電器盤の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、HPCS 継電器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

HPCS 継電器盤は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、HPCS 継電器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

HPCS 継電器盤の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>HPCS 継電器盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>【HPCS 継電器盤】</p> <p>正面 (短辺方向) 800 2300 取付ボルト 盤 床 チャンネルベース</p> <p>側面 (長辺方向) 900</p> <p>(単位 : mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

HPCS 継電器盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

HPCS 継電器盤 (2-921)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

HPCS 継電器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

HPCS 継電器盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

4.2.2 許容応力

HPCS 継電器盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

HPCS 継電器盤の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【HPCS 継電器盤（2-921）の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	HPCS 継電器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* ¹	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	HPCS 継電器盤	常設／防止 (DB 拡張)	—* ²	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A Sとして Ⅳ _A Sの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設／防止（DB 拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
Ⅴ _A S (Ⅴ _A SとしてⅣ _A Sの許容限界を用いる。)		

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記* : SS400 相当

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

HPCS 継電器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

HPCS 継電器盤に設置される器具の機能維持確認済加速度には、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該機器と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

機器名称	方向	機能確認済加速度
HPCS 継電器盤 (2-921)	水平	□
	鉛直	□

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

HPCS 継電器盤の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

HPCS 継電器盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。



(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【HPCS 継電器盤 (2-921) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
HPCS 継電器盤 (2-921)	S	廃棄物処理建物 EL16.9*1			C _H =1.25*2	C _V =0.68*2	C _H =1.88*3	C _V =1.46*3	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（弾性設計地震動 S d）

*3：設計用震度 II（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径)	394

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	n _{f i} *	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$



1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
HPCS 継電器盤 (2-921)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記*：設計震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度。
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備


2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
HPCS 継電器盤 (2-921)	常設/防止 (DB 拡張)	廃棄物処理建物 EL16.9*1			—	—	C _H =1.88*2	C _V =1.46*2	50

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S_s)

2.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径)	394

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	n _{f i} *	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	325	405	4	—	253	—	短辺方向
	270	510	4				

注記*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

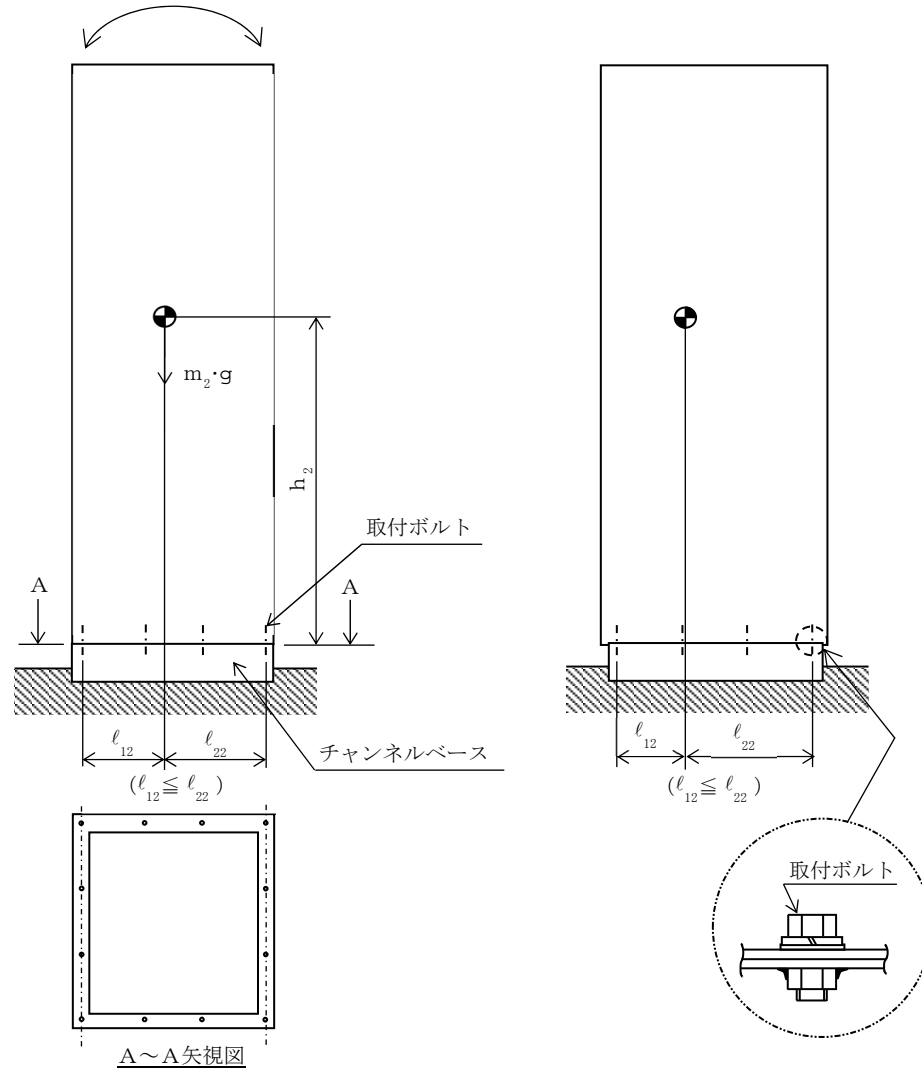
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
HPCS 継電器盤 (2-921)	水平方向	1.56	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.22	<input type="text"/>

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度。

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

正面
(短辺方向)
転倒方向

側面
(長辺方向)



VI-2-6-7-2-13 HPCS トリップ設定器盤の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、HPCS トリップ設定器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

HPCS トリップ設定器盤は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

なお、HPCS トリップ設定器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

HPCS トリップ設定器盤の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>HPCS トリップ設定器盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>【HPCS トリップ設定器盤】</p> <p>正面 (短辺方向) 800 2300 取付ボルト チャンネルベース 床</p> <p>側面 (長辺方向) 900</p> <p>(単位 : mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

HPCS トリップ設定器盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

HPCS トリップ設定器盤 (2-921A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

HPCS トリップ設定器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

HPCS トリップ設定器盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

4.2.2 許容応力

HPCS トリップ設定器盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

HPCS トリップ設定器盤の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【HPCS トリップ設定器盤(2-921A)の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	HPCS トリップ設定器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* ¹	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	HPCS トリップ設定器盤	常設／防止 (DB 拡張)	—* ²	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A Sとして Ⅳ _A Sの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設／防止（DB 拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
Ⅴ _A S (Ⅴ _A SとしてⅣ _A Sの許容限界を用いる。)		

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記* : SS400 相当

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

HPCS トリップ設定器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

HPCS トリップ設定器盤に設置される器具の機能維持確認済加速度には、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該機器と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
HPCS トリップ設定器盤 (2-921A)	水平	□
	鉛直	□

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

HPCS トリップ設定器盤の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。
発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電
氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

HPCS トリップ設定器盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以
下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度
を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。



(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【HPCS トリップ設定器盤 (2-921A) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
HPCS トリップ設定器盤 (2-921A)	S	廃棄物処理建物 EL16.9* ¹			C _H =1.25* ²	C _V =0.68* ²	C _H =1.88* ³	C _V =1.46* ³	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計地震動 S_d）又は静的震度

*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径)	394

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	n _{f i} *	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
HPCS トリップ 設定器盤 (2-921A)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記*：設計震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
HPCS トリップ 設定器盤 (2-921A)	常設/防止 (DB 拡張)	廃棄物処理建物 EL16.9*1	□	□	—	—	$C_H=1.88^{*2}$	$C_V=1.46^{*2}$	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（基準地震動 S s）

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{b_i} (mm ²)	n_i	S_{y_i} (MPa)	S_{u_i} (MPa)
取付ボルト ($i=2$)	□	1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径)	394

部材	l_{1i}^* (mm)	l_{2i}^* (mm)	n_{fi}^*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト ($i=2$)	325	405	4	—	253	—	短辺方向
	270	510	4				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

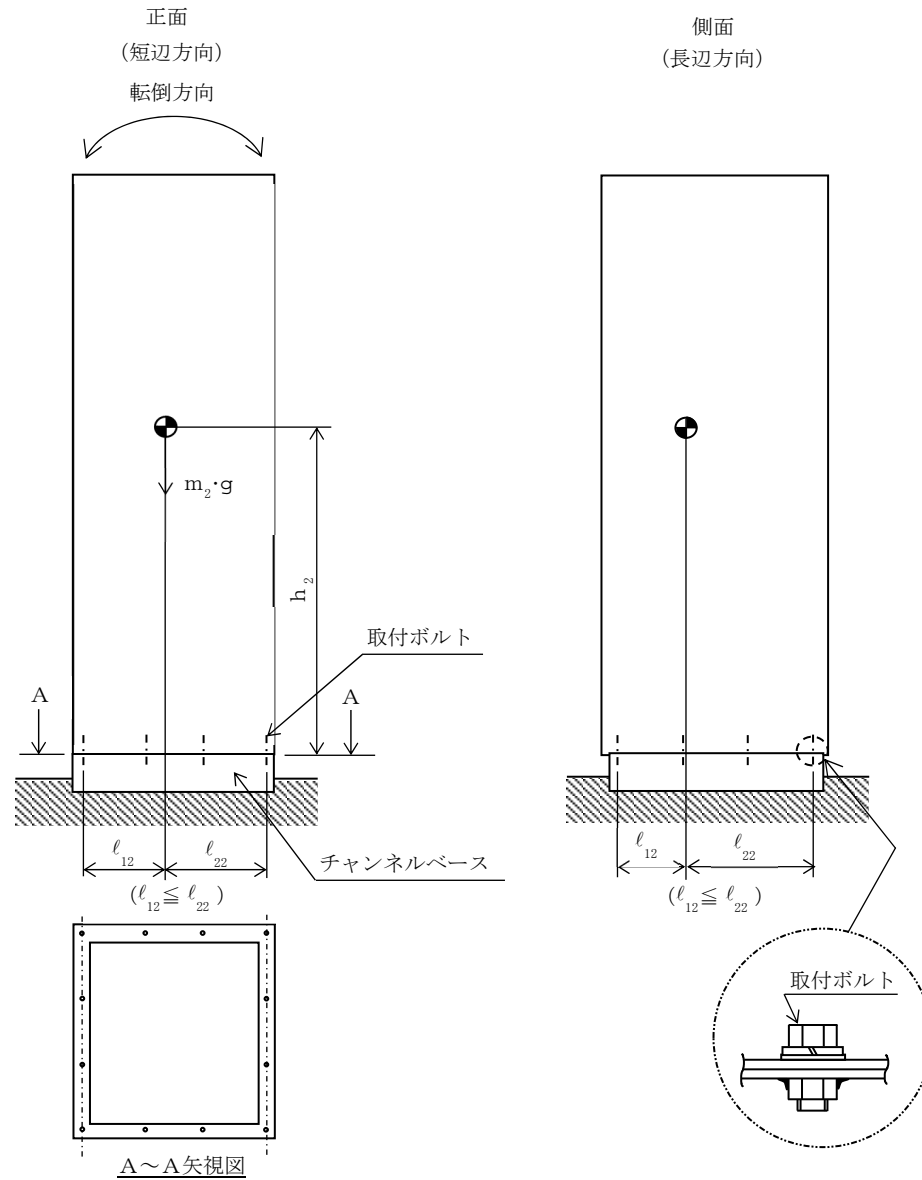
すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

2.4.2 電気の機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
HPCS トリップ 設定器盤 (2-921A)	水平方向	1.56	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.22	<input type="text"/>

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-14 A-格納容器隔離継電器盤の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、A-格納容器隔離継電器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

A-格納容器隔離継電器盤は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に分類される。以下、設計基準対象施設としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

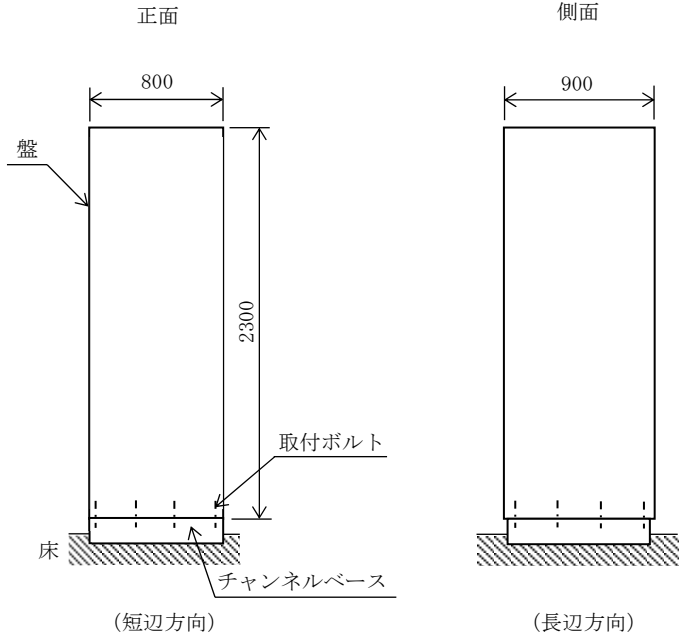
なお、A-格納容器隔離継電器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

A-格納容器隔離継電器盤の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>A-格納容器隔離継電器盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>【A-格納容器隔離継電器盤】</p>  <p>正面 800 2300 側面 900</p> <p>盤 取付ボルト チャンネルベース 床</p> <p>(短辺方向) (長辺方向)</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

A-格納容器隔離継電器盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表3-1に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

A-格納容器隔離継電器盤 (2-923A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

A-格納容器隔離継電器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

A-格納容器隔離継電器盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

A-格納容器隔離継電器盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

A-格納容器隔離継電器盤の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【A-格納容器隔離継電器盤(2-923A)の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	A-格納容器隔離継電器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 許容応力（その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS41* (40mm<径)					

注記* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

A-格納容器隔離継電器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

A-格納容器隔離継電器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該機器と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
A-格納容器隔離継電器盤 (2-923A)	水平	□
	鉛直	□

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

A-格納容器隔離継電器盤の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。



(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【A-格納容器隔離継電器盤 (2-923A) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
A-格納容器隔離継電器盤 (2-923A)	S	廃棄物処理建物 EL16.9*1			$C_H=1.25^{*2}$	$C_V=0.68^{*2}$	$C_H=1.88^{*3}$	$C_V=1.46^{*3}$	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計地震動 S d）又は静的震度

*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{b_i} (mm ²)	n_i	S_{y_i} (MPa)	S_{u_i} (MPa)
取付ボルト ($i=2$)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径)	394

部材	l_{1i}^* (mm)	l_{2i}^* (mm)	n_{fi}^*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト ($i=2$)	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電気の機能維持の評価結果

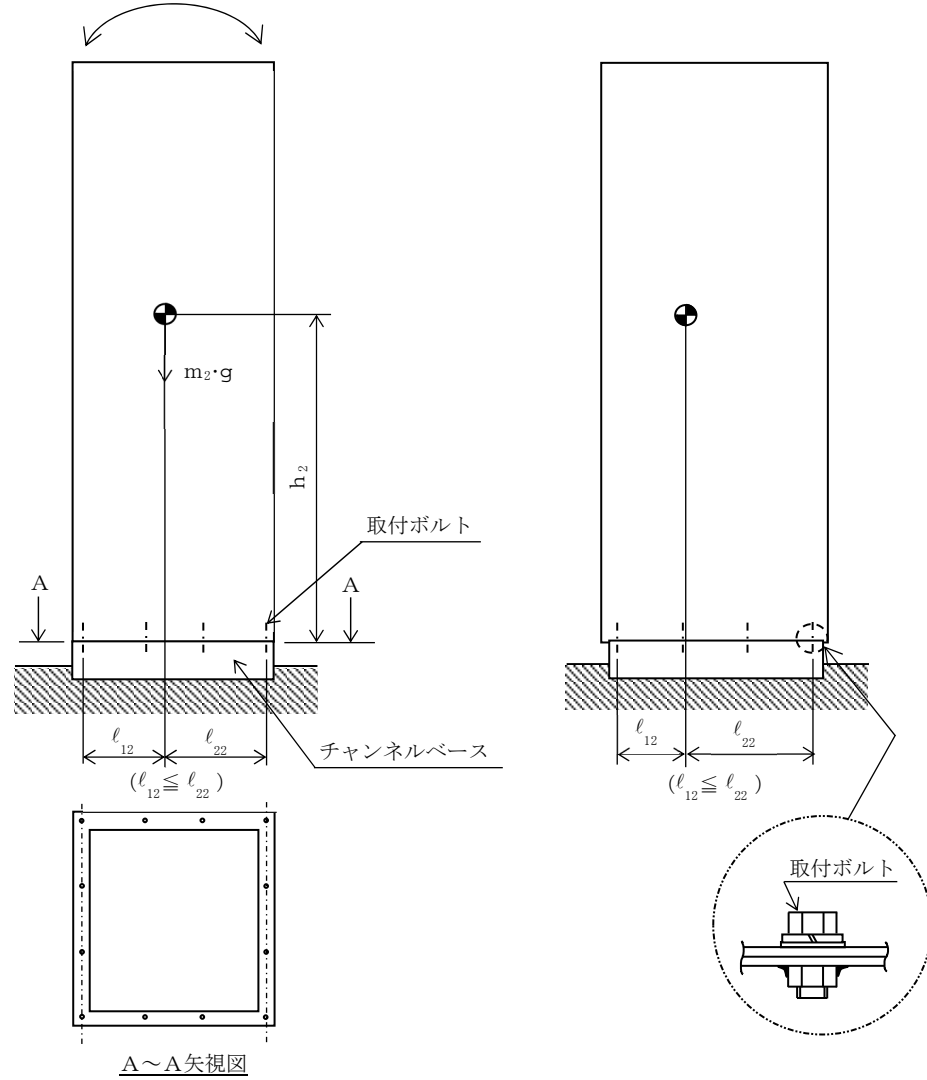
($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A-格納容器隔離 継電器盤 (2-923A)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記*：設計震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

正面
(短辺方向)
転倒方向

側面
(長辺方向)



VI-2-6-7-2-15 B-格納容器隔離継電器盤の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、B-格納容器隔離継電器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

B-格納容器隔離継電器盤は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に分類される。以下、設計基準対象施設としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、B-格納容器隔離継電器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

B-格納容器隔離継電器盤の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>B-格納容器隔離継電器盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>【B-格納容器隔離継電器盤】</p> <p>正面</p> <p>側面</p> <p>盤</p> <p>取付ボルト</p> <p>チャンネルベース</p> <p>床</p> <p>(短辺方向)</p> <p>(長辺方向)</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

B-格納容器隔離継電器盤の固有周期は、構造が同等な盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

B-格納容器隔離継電器盤 (2-923B)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

B-格納容器隔離継電器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

B-格納容器隔離継電器盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

B-格納容器隔離継電器盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

B-格納容器隔離継電器盤の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【B-格納容器隔離継電器盤(2-923B)の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	B-格納容器隔離継電器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 許容応力（その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
ⅢAS	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
ⅣAS	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS41* (40mm<径)					

注記* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

B-格納容器隔離継電器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

B-格納容器隔離継電器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該機器と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
B-格納容器隔離継電器盤 (2-923B)	水平	□
	鉛直	□

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

B-格納容器隔離継電器盤の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【B-格納容器隔離継電器盤 (2-923B) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B-格納容器隔離継電器盤 (2-923B)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9*1	0.05 以下	0.05 以下	C _H =1.25*2	C _V =0.68*2	C _H =1.88*3	C _V =1.46*3	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計地震動 S d）又は静的震度

*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径)	394

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	n _{f i} *	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

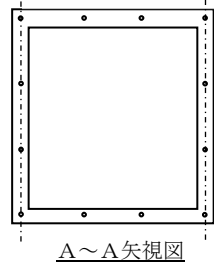
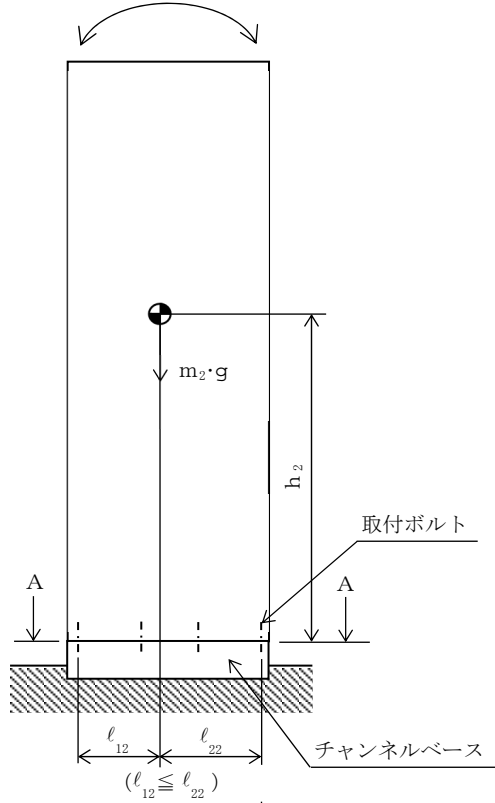
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

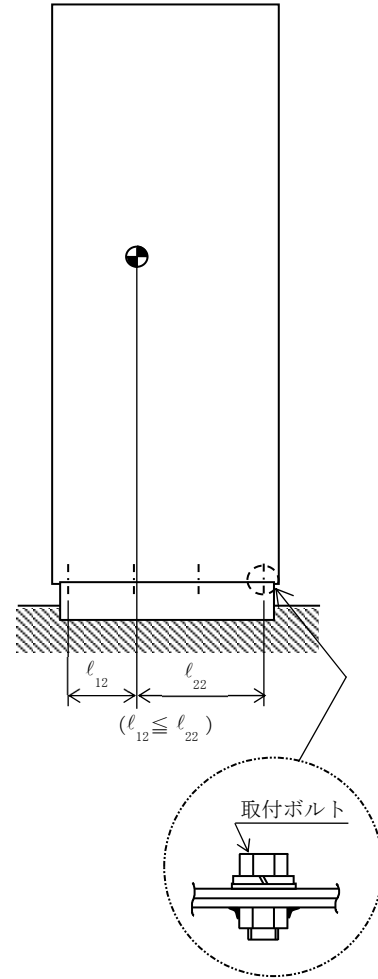
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B-格納容器隔離 継電器盤 (2-923B)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

正面
(短辺方向)
転倒方向



側面
(長辺方向)



VI-2-6-7-2-16 A-原子炉保護継電器盤の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、A-原子炉保護継電器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

A-原子炉保護継電器盤は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に分類される。以下、設計基準対象施設としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、A-原子炉保護継電器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

A-原子炉保護継電器盤の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>A-原子炉保護継電器盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>【A-原子炉保護継電器盤】</p> <p>正面 2400</p> <p>側面 900</p> <p>盤</p> <p>2300</p> <p>取付ボルト</p> <p>床</p> <p>チャンネルベース</p> <p>(長辺方向) (短辺方向)</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

A-原子炉保護継電器盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表3-1に示す。

表3-1 固有周期 (単位：s)

A-原子炉保護継電器盤 (2-924A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

A-原子炉保護継電器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

A-原子炉保護継電器盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

A-原子炉保護継電器盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

A-原子炉保護継電器盤の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【A-原子炉保護継電器盤（2-924A）の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	A-原子炉保護継電器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 許容応力（その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界 ^{*1, *2} (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
		周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS41* (40mm<径)					

注記* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

A-原子炉保護継電器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

A-原子炉保護継電器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該機器と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
A-原子炉保護継電器盤 (2-924A)	水平	□
	鉛直	□

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

A-原子炉保護継電器盤の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。



(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【A-原子炉保護継電器盤 (2-924A) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
A-原子炉保護継電器盤 (2-924A)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9*1			$C_H=1.25^{*2}$	$C_V=0.68^{*2}$	$C_H=1.88^{*3}$	$C_V=1.46^{*3}$	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計地震動 S d）又は静的震度

*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{bi} (mm ²)	n_i	S_{yi} (MPa)	S_{ui} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	36	211 (40mm<径)	394

部材	l_{1i}^* (mm)	l_{2i}^* (mm)	n_{fi}^*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	230	550	12	211	253	短辺方向	長辺方向
	1045	1285	4				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=17$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=32$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。

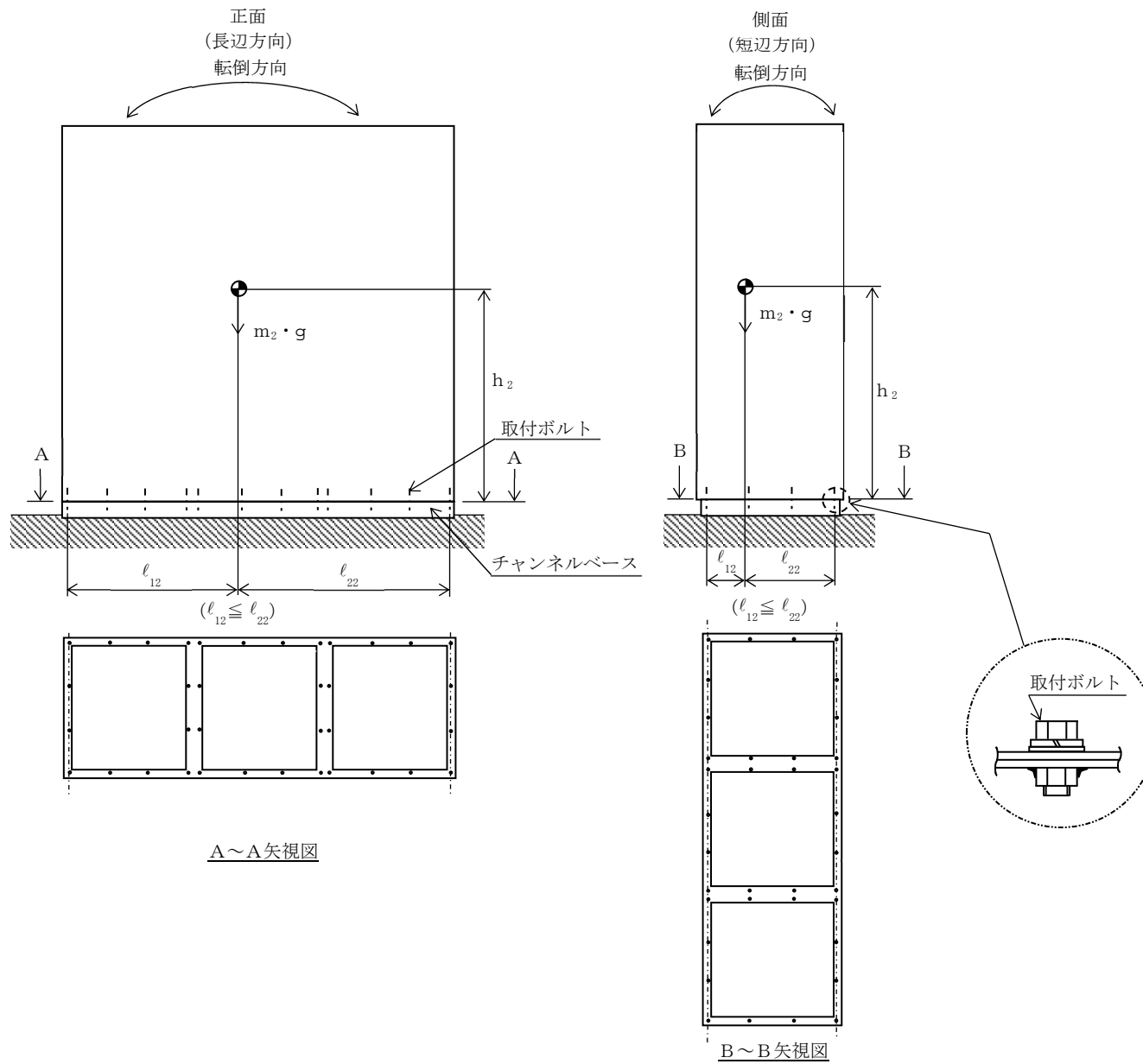
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A-原子炉保護 継電器盤 (2-924A)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記*：設計震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-17 B-原子炉保護継電器盤の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、B-原子炉保護継電器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

B-原子炉保護継電器盤は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に分類される。以下、設計基準対象施設としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、B-原子炉保護継電器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

B-原子炉保護継電器盤の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>B-原子炉保護継電器盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>【B-原子炉保護継電器盤】</p> <p>The diagram shows two views of the relay panel. The front view (正面) is a rectangle with a width of 2400 mm and a height of 2300 mm. The side view (側面) shows a width of 900 mm. Both views show the panel resting on a channel base (チャンネルベース) which is mounted on a bed (床). Mounting bolts (取付ボルト) are shown at the bottom of the panel. Labels include '盤' (panel), '取付ボルト' (mounting bolt), and 'チャンネルベース' (channel base). Dimensions are given in mm.</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

B-原子炉保護継電器盤の固有周期は、構造が同等な盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表3-1に示す。

表3-1 固有周期 (単位：s)

B-原子炉保護継電器盤 (2-924B)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

B-原子炉保護継電器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

B-原子炉保護継電器盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

B-原子炉保護継電器盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

B-原子炉保護継電器盤の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【B-原子炉保護継電器盤（2-924B）の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	B-原子炉保護継電器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 許容応力（その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界 ^{*1, *2} (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
ⅢAS	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
ⅣAS	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
		周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS41* (40mm<径)					

注記* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

B-原子炉保護継電器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

B-原子炉保護継電器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該機器と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
B-原子炉保護継電器盤 (2-924B)	水平	□
	鉛直	□

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

B-原子炉保護継電器盤の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【B-原子炉保護継電器盤 (2-924B) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B-原子炉保護継電器盤 (2-924B)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9* ¹	0.05 以下	0.05 以下	C _H =1.25* ²	C _V =0.68* ²	C _H =1.88* ³	C _V =1.46* ³	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計地震動 S_d）又は静的震度

*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	36	211 (40mm<径)	394

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	230	550	12	211	253	短辺方向	長辺方向
	1045	1285	4				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=17$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=32$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=5$	$f_{sb2}=146$

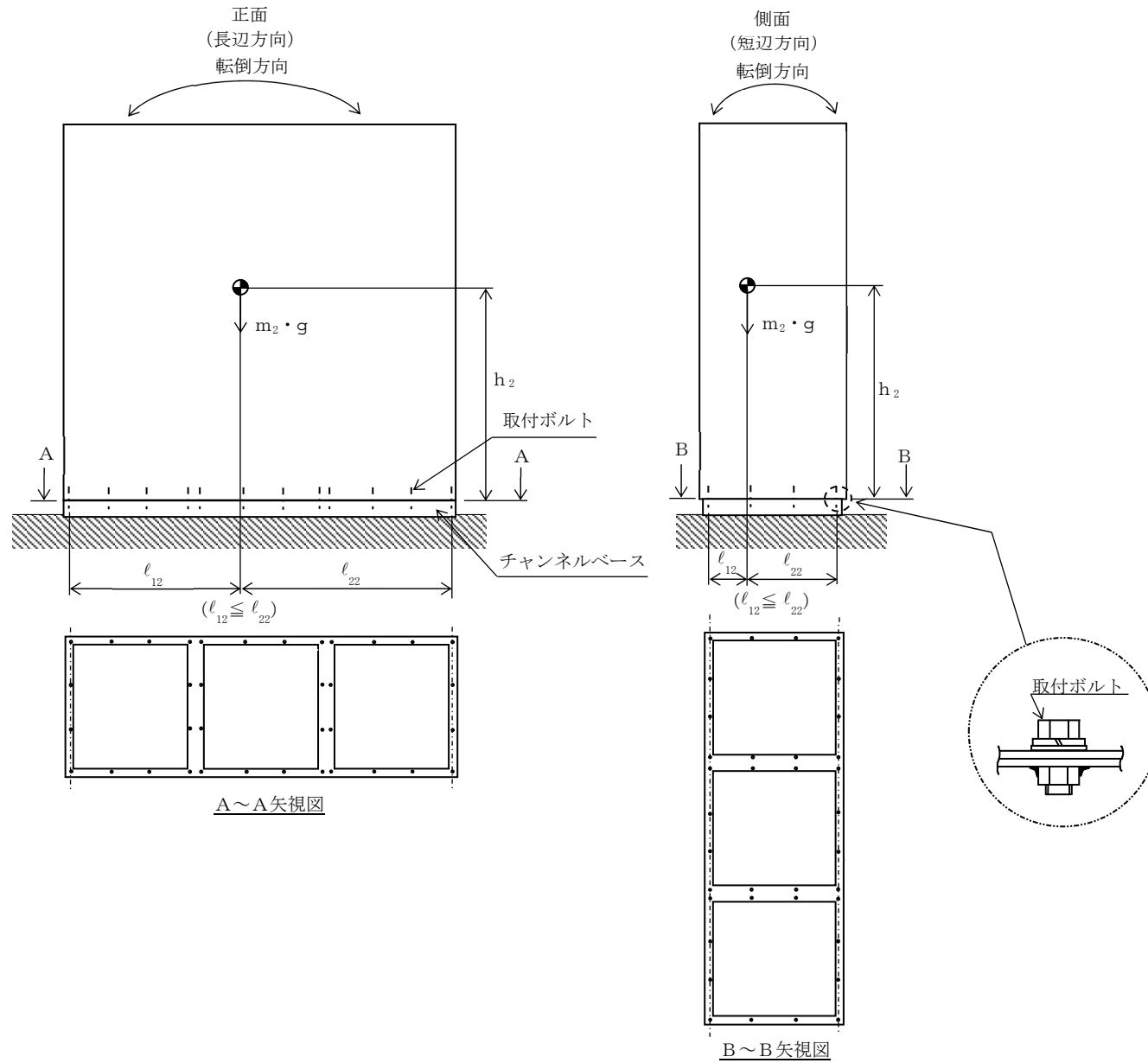
すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B-原子炉保護 継電器盤 (2-924B)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記*：設計震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-18 A1 原子炉保護トリップ設定器盤の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、A1 原子炉保護トリップ設定器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

A1 原子炉保護トリップ設定器盤は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に分類される。以下、設計基準対象施設としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、A1 原子炉保護トリップ設定器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

A1 原子炉保護トリップ設定器盤の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>A1 原子炉保護トリップ 設定器盤は、取付ボルト にてチャンネルベースに 固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み 合わせた自立閉鎖型の 盤)</p>	<p>【A1 原子炉保護トリップ設定器盤】</p> <p>正面</p> <p>側面</p> <p>800</p> <p>2300</p> <p>900</p> <p>盤</p> <p>取付ボルト</p> <p>チャンネルベース</p> <p>床</p> <p>(短辺方向)</p> <p>(長辺方向)</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

A1 原子炉保護トリップ設定器盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位 : s)

A1 原子炉保護トリップ設定器盤 (2-924A1)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

A1 原子炉保護トリップ設定器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

A1 原子炉保護トリップ設定器盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

A1 原子炉保護トリップ設定器盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

A1 原子炉保護トリップ設定器盤の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【A1 原子炉保護トリップ設定器盤(2-924A1)の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	A1 原子炉保護トリップ 設定器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 許容応力（その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
ⅢA S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
ⅣA S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS41* (40mm<径)					

注記* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

A1 原子炉保護トリップ設定器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

A1 原子炉保護トリップ設定器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該器具と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
A1 原子炉保護トリップ設定器盤 (2-924A1)	水平	□
	鉛直	□

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

A1 原子炉保護トリップ設定器盤の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。
発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。



(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【A1 原子炉保護トリップ設定器盤 (2-924A1) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
A1 原子炉保護 トリップ設定器盤 (2-924A1)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9*1			$C_H=1.25^{*2}$	$C_V=0.68^{*2}$	$C_H=1.88^{*3}$	$C_V=1.46^{*3}$	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（弾性設計地震動 S d）又は静的震度

*3：設計用震度 II（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{b_i} (mm ²)	n_i	S_{y_i} (MPa)	S_{u_i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径)	394

部材	l_{1i}^* (mm)	l_{2i}^* (mm)	n_{fi}^*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

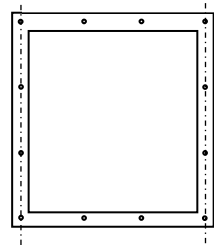
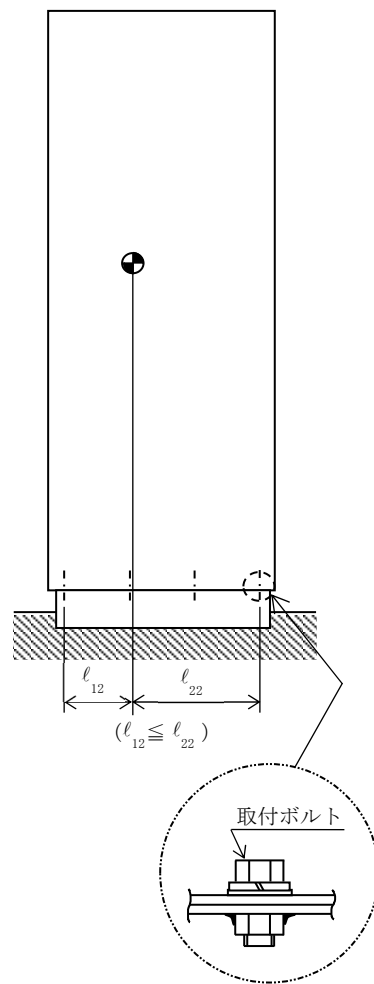
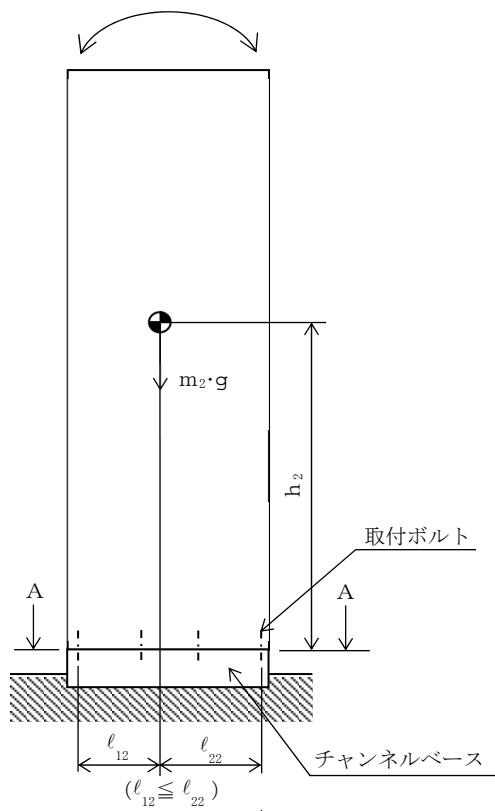
(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A1 原子炉保護 トリップ設定器盤 (2-924A1)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

正面
(短辺方向)
転倒方向

側面
(長辺方向)



A~A矢视图

VI-2-6-7-2-19 A2 原子炉保護トリップ設定器盤の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、A2 原子炉保護トリップ設定器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

A2 原子炉保護トリップ設定器盤は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に分類される。以下、設計基準対象施設としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

なお、A2 原子炉保護トリップ設定器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

A2 原子炉保護トリップ設定器盤の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>A2 原子炉保護トリップ 設定器盤は、取付ボルト にてチャンネルベースに 固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み 合わせた自立閉鎖型の 盤)</p>	<p>【A2 原子炉保護トリップ設定器盤】</p> <p>正面</p> <p>側面</p> <p>800</p> <p>2300</p> <p>900</p> <p>盤</p> <p>取付ボルト</p> <p>チャンネルベース</p> <p>床</p> <p>(短辺方向)</p> <p>(長辺方向)</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

A2 原子炉保護トリップ設定器盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

A2 原子炉保護トリップ設定器盤 (2-924A2)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

A2 原子炉保護トリップ設定器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

A2 原子炉保護トリップ設定器盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

A2 原子炉保護トリップ設定器盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

A2 原子炉保護トリップ設定器盤の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【A2 原子炉保護トリップ設定器盤 (2-924A2) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	A2 原子炉保護トリップ 設定器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 許容応力（その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界 ^{*1, *2} (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
ⅢAS	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
ⅣAS	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS41* (40mm<径)					

注記* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

A2 原子炉保護トリップ設定器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

A2 原子炉保護トリップ設定器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該機器と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
A2 原子炉保護トリップ設定器盤 (2-924A2)	水平	□
	鉛直	□

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

A2 原子炉保護トリップ設定器盤の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。
発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。



(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【A2 原子炉保護トリップ設定器盤 (2-924A2) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
A2 原子炉保護 トリップ設定器盤 (2-924A2)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9*1			$C_H=1.25^{*2}$	$C_V=0.68^{*2}$	$C_H=1.88^{*3}$	$C_V=1.46^{*3}$	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II (弾性設計地震動 S d) 又は静的震度

*3：設計用震度 II (基準地震動 S s)

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{b_i} (mm ²)	n_i	S_{y_i} (MPa)	S_{u_i} (MPa)
取付ボルト ($i=2$)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径)	394

部材	l_{1i}^* (mm)	l_{2i}^* (mm)	n_{fi}^*	F_i (MPa)	F_{i}^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト ($i=2$)	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

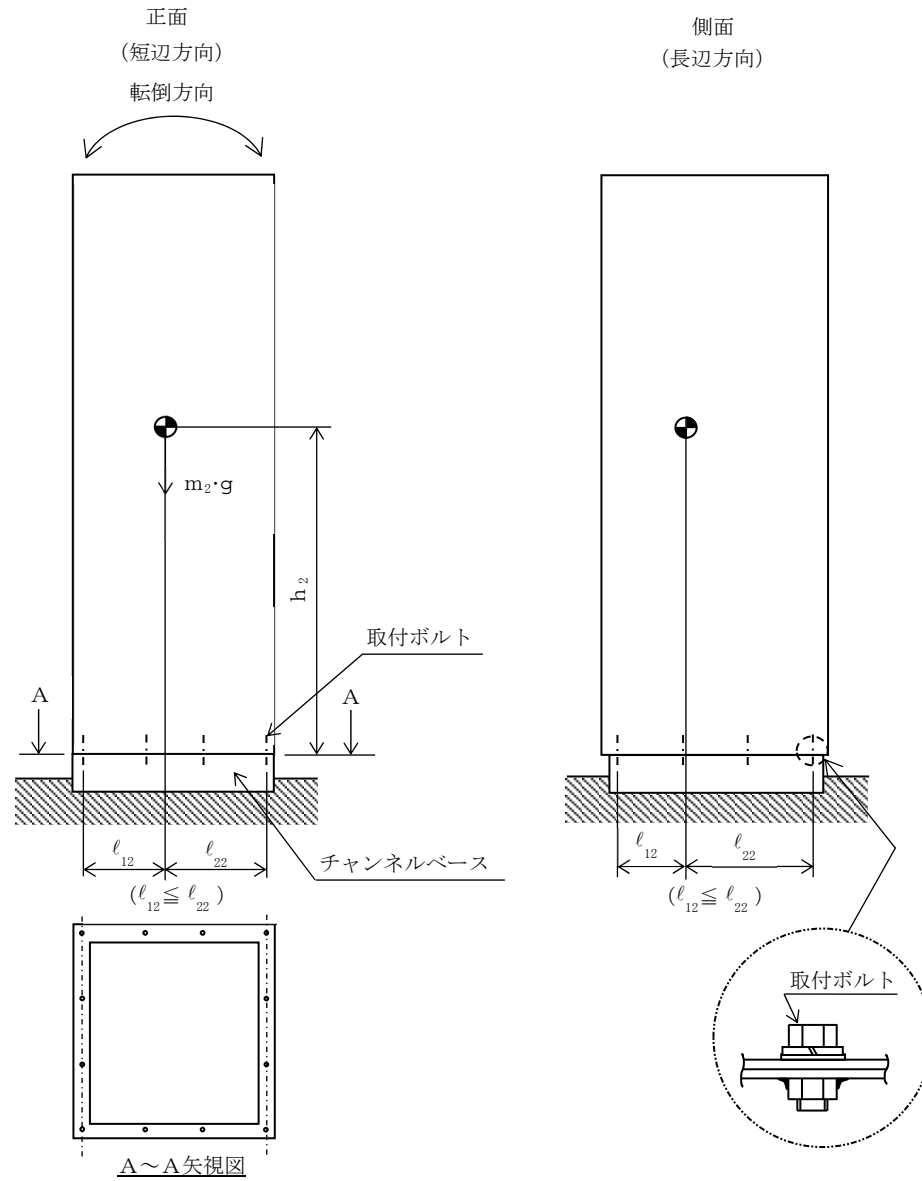
1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A2 原子炉保護 トリップ設定器盤 (2-924A2)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度。

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-20 B1 原子炉保護トリップ設定器盤の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、B1 原子炉保護トリップ設定器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

B1 原子炉保護トリップ設定器盤は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に分類される。以下、設計基準対象施設としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、B1 原子炉保護トリップ設定器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

B1 原子炉保護トリップ設定器盤の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>B1 原子炉保護トリップ 設定器盤は、取付ボルト にてチャンネルベースに 固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み 合わせた自立閉鎖型の 盤)</p>	<p>【B1 原子炉保護トリップ設定器盤】</p> <p>正面</p> <p>側面</p> <p>800</p> <p>2300</p> <p>900</p> <p>盤</p> <p>取付ボルト</p> <p>チャンネルベース</p> <p>床</p> <p>(短辺方向)</p> <p>(長辺方向)</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

B1 原子炉保護トリップ設定器盤の固有周期は、構造が同等な盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

B1 原子炉保護トリップ設定器盤 (2-924B1)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

B1 原子炉保護トリップ設定器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

B1 原子炉保護トリップ設定器盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

B1 原子炉保護トリップ設定器盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

B1 原子炉保護トリップ設定器盤の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【B1 原子炉保護トリップ設定器盤(2-924B1)の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	B1 原子炉保護トリップ 設定器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 許容応力（その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
ⅢAS	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
ⅣAS	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS41* (40mm<径)					

注記* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

B1 原子炉保護トリップ設定器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

B1 原子炉保護トリップ設定器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該機器と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
B1 原子炉保護トリップ設定器盤 (2-924B1)	水平	□
	鉛直	□

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

B1 原子炉保護トリップ設定器盤の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。
発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【B1 原子炉保護トリップ設定器盤 (2-924B1) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B1 原子炉保護 トリップ設定器盤 (2-924B1)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9*1	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=1.25^{*2}$	$C_V=0.68^{*2}$	$C_H=1.88^{*3}$	$C_V=1.46^{*3}$	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II (弾性設計地震動 S d) 又は静的震度

*3：設計用震度 II (基準地震動 S s)

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{b_i} (mm ²)	n_i	S_{y_i} (MPa)	S_{u_i} (MPa)
取付ボルト ($i=2$)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径)	394

部材	l_{1i}^* (mm)	l_{2i}^* (mm)	n_{fi}^*	F_i (MPa)	F_{i}^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト ($i=2$)	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。

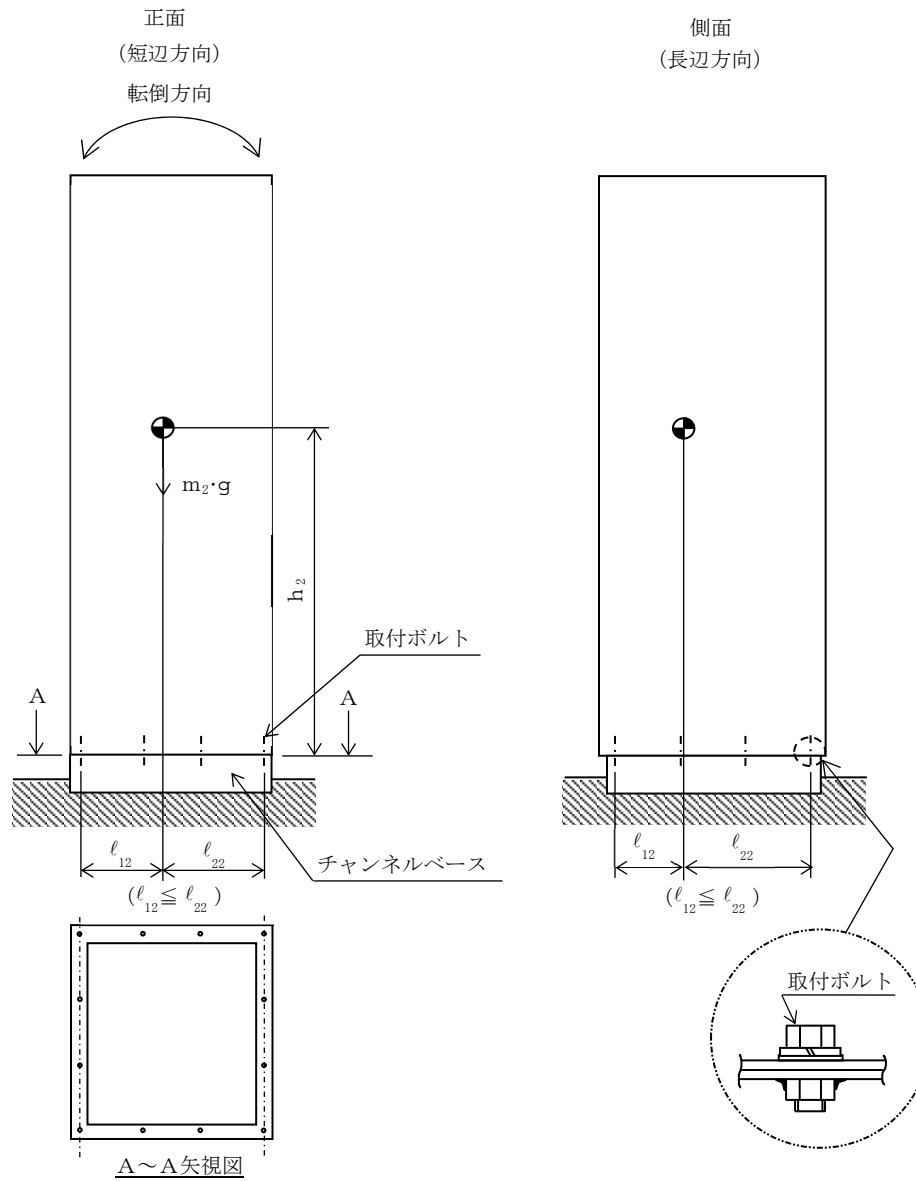
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B1 原子炉保護 トリップ設定器盤 (2-924B1)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度。

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-21 B2 原子炉保護トリップ設定器盤の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、B2 原子炉保護トリップ設定器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

B2 原子炉保護トリップ設定器盤は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に分類される。以下、設計基準対象施設としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、B2 原子炉保護トリップ設定器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

B2 原子炉保護トリップ設定器盤の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>B2 原子炉保護トリップ 設定器盤は、取付ボルト にてチャンネルベースに 固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み 合わせた自立閉鎖型の 盤)</p>	<p>【B2 原子炉保護トリップ設定器盤】</p> <p>正面</p> <p>側面</p> <p>800</p> <p>2300</p> <p>900</p> <p>盤</p> <p>取付ボルト</p> <p>チャンネルベース</p> <p>床</p> <p>(短辺方向)</p> <p>(長辺方向)</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

B2 原子炉保護トリップ設定器盤の固有周期は、構造が同等な盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

B2 原子炉保護トリップ設定器盤 (2-924B2)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

B2 原子炉保護トリップ設定器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

B2 原子炉保護トリップ設定器盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

B2 原子炉保護トリップ設定器盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

B2 原子炉保護トリップ設定器盤の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【B2 原子炉保護トリップ設定器盤(2-924B2)の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	B2 原子炉保護トリップ 設定器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 許容応力（その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界 ^{*1, *2} (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
ⅢAS	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
ⅣAS	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50	211	394	—
取付ボルト	SS41* (40mm<径)					

注記* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

B2 原子炉保護トリップ設定器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

B2 原子炉保護トリップ設定器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、当該機器と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
B2 原子炉保護トリップ設定器盤 (2-924B2)	水平	□
	鉛直	□

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

B2 原子炉保護トリップ設定器盤の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。
発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【B2 原子炉保護トリップ設定器盤 (2-924B2) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B2 原子炉保護 トリップ設定器盤 (2-924B2)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9*1	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=1.25^{*2}$	$C_V=0.68^{*2}$	$C_H=1.88^{*3}$	$C_V=1.46^{*3}$	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II (弾性設計地震動 S d) 又は静的震度

*3：設計用震度 II (基準地震動 S s)

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{b_i} (mm ²)	n_i	S_{y_i} (MPa)	S_{u_i} (MPa)
取付ボルト ($i=2$)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径)	394

部材	l_{1i}^* (mm)	l_{2i}^* (mm)	n_{fi}^*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト ($i=2$)	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。

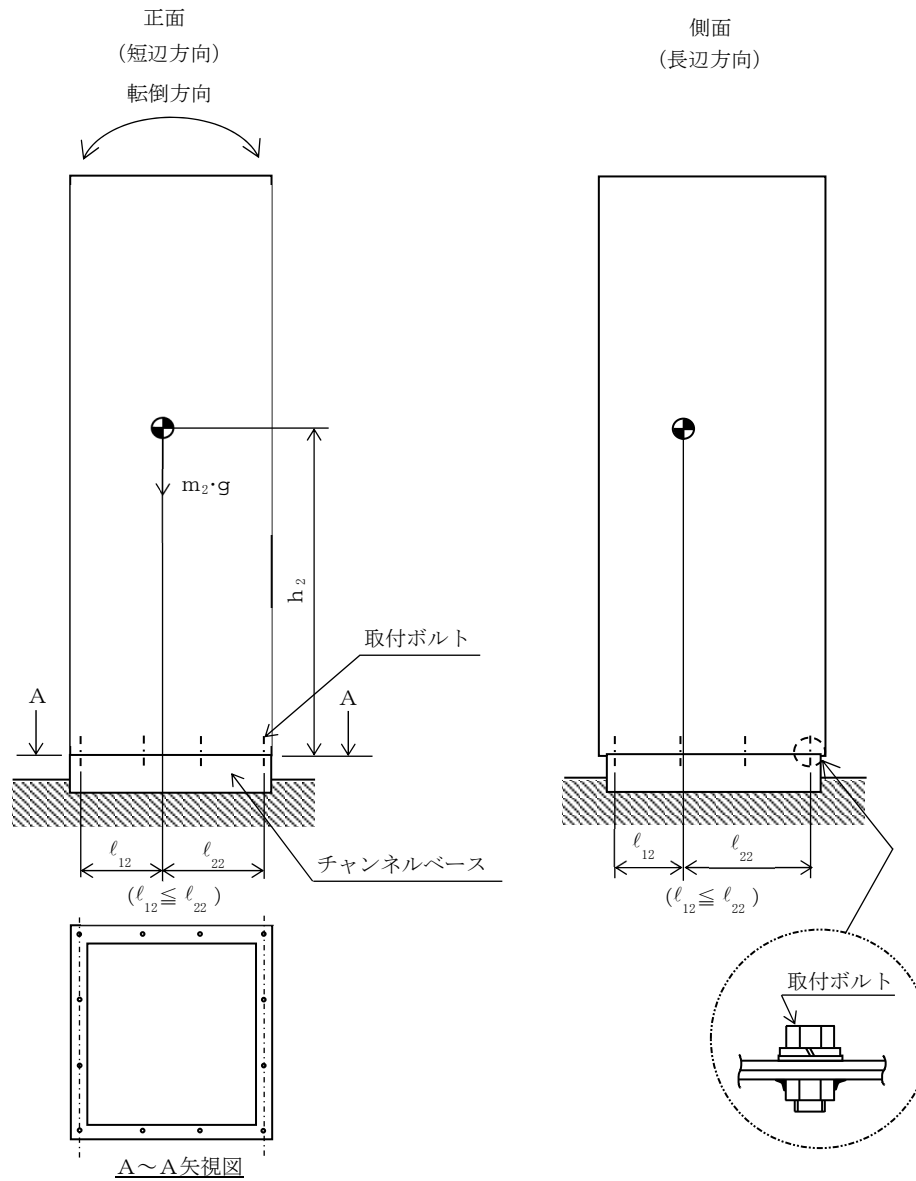
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B2 原子炉保護 トリップ設定器盤 (2-924B2)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-24 A-原子炉プロセス計測盤の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、A-原子炉プロセス計測盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

A-原子炉プロセス計測盤は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

なお、A-原子炉プロセス計測盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

A-原子炉プロセス計測盤の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>A-原子炉プロセス計測盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>【A-原子炉プロセス計測盤】</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

A-原子炉プロセス計測盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

A-原子炉プロセス計測盤 (2-934A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

A-原子炉プロセス計測盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

A-原子炉プロセス計測盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表4-1に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-2に示す。

4.2.2 許容応力

A-原子炉プロセス計測盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表4-3のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

A-原子炉プロセス計測盤の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表4-4に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-5に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【A-原子炉プロセス計測盤 (2-934A) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	A-原子炉プロセス計測盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* ¹	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	A-原子炉プロセス計測盤	常設／防止 (DB拡張)	—* ²	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A Sとして Ⅳ _A Sの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設／防止（DB拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A Sの許容限界を用いる。)		

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記* : SS400 相当

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

A-原子炉プロセス計測盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

A-原子炉プロセス計測盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該機器と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
A-原子炉プロセス計測盤 (2-934A)	水平	□
	鉛直	□

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

A-原子炉プロセス計測盤の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

A-原子炉プロセス計測盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。



(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【A-原子炉プロセス計測盤 (2-934A) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
A-原子炉プロセス計測盤 (2-934A)	S	廃棄物処理建物 EL16.9* ¹			C _H =1.25* ²	C _V =0.68* ²	C _H =1.88* ³	C _V =1.46* ³	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（弾性設計地震動 S_d）又は静的震度

*3：設計用震度 II（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	36	211 (40mm<径)	394

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	300	480	12	211	253	短辺方向	長辺方向
	1045	1285	4				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=20$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=39$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A-原子炉プロセス 計測盤 (2-934A)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記*：設計用震度 II（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
A-原子炉プロセス計測盤 (2-934A)	常設/防止 (DB拡張)	廃棄物処理建物 EL16.9*1	□	□	—	—	$C_H=1.88^{*2}$	$C_V=1.46^{*2}$	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{b_i} (mm ²)	n_i	S_{y_i} (MPa)	S_{u_i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1300	16 (M16)	201.1	36	211 (40mm<径)	394

部材	$\ell_{1_i}^*$ (mm)	$\ell_{2_i}^*$ (mm)	$n_{f_i}^*$	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	300	480	12	—	253	—	長辺方向
	1045	1285	4				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=39$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

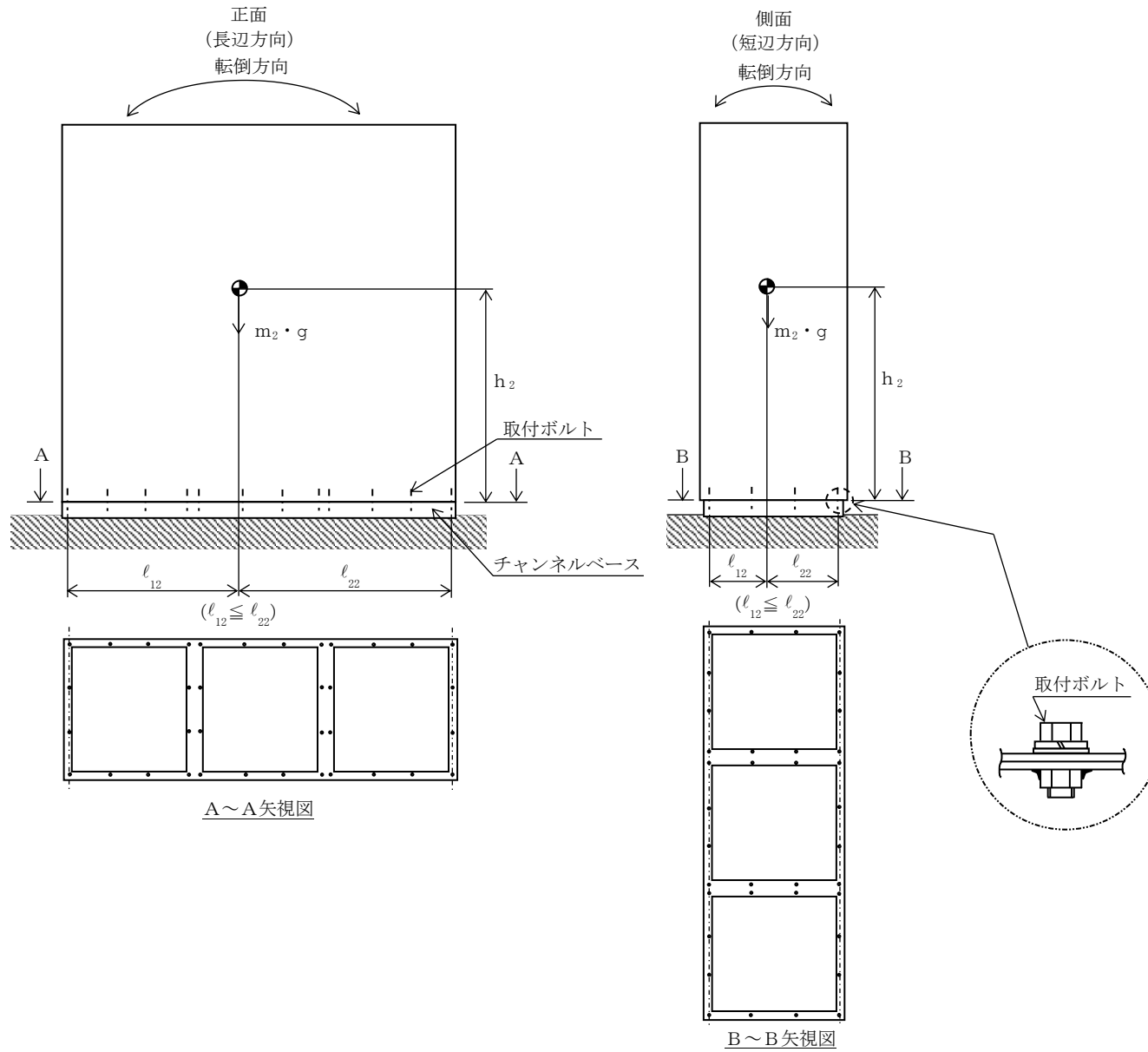
すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A-原子炉プロセス計測盤 (2-934A)	水平方向	1.56	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.22	<input type="text"/>

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-25 B-原子炉プロセス計測盤の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、B-原子炉プロセス計測盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

B-原子炉プロセス計測盤は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故防止設備（設計基準拡張）に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

なお、B-原子炉プロセス計測盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

B-原子炉プロセス計測盤の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>B-原子炉プロセス計測盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>【B-原子炉プロセス計測盤】</p> <p>正面 1600 2300 側面 900</p> <p>盤</p> <p>取付ボルト</p> <p>チャンネルベース</p> <p>床</p> <p>(長辺方向) (短辺方向)</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

B-原子炉プロセス計測盤の固有周期は、構造が同等な盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

B-原子炉プロセス計測盤 (2-934B)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

B-原子炉プロセス計測盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

B-原子炉プロセス計測盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

4.2.2 許容応力

B-原子炉プロセス計測盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

B-原子炉プロセス計測盤の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【B-原子炉プロセス計測盤 (2-934B) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	B-原子炉プロセス計測盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* ¹	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	B-原子炉プロセス計測盤	常設／防止 (DB拡張)	—* ²	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A Sとして Ⅳ _A Sの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設／防止（DB拡張）」は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A Sの許容限界を用いる。)		

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記* : SS400 相当

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

B-原子炉プロセス計測盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

B-原子炉プロセス計測盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該機器と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
B-原子炉プロセス計測盤 (2-934B)	水平	□
	鉛直	□

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

B-原子炉プロセス計測盤の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

B-原子炉プロセス計測盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており、設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【B-原子炉プロセス計測盤 (2-934B) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B-原子炉プロセス計測盤 (2-934B)	S	廃棄物処理建物 EL16.9* ¹	0.05 以下	0.05 以下	C _H =1.25* ²	C _V =0.68* ²	C _H =1.88* ³	C _V =1.46* ³	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（弾性設計地震動 S_d）又は静的震度

*3：設計用震度 II（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	24	211 (40mm<径)	394

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	300	480	8	211	253	短辺方向	長辺方向
	685	845	4				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=20$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=37$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B-原子炉プロセス 計測盤 (2-934E)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備


2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B-原子炉プロセス計測盤 (2-934B)	常設/防止 (DB拡張)	廃棄物処理建物 EL16.9*1	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.88*2	C _V =1.46*2	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

2.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	24	211 (40mm<径)	394

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	300	480	8	—	253	—	長辺方向
	685	845	4				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=37$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。

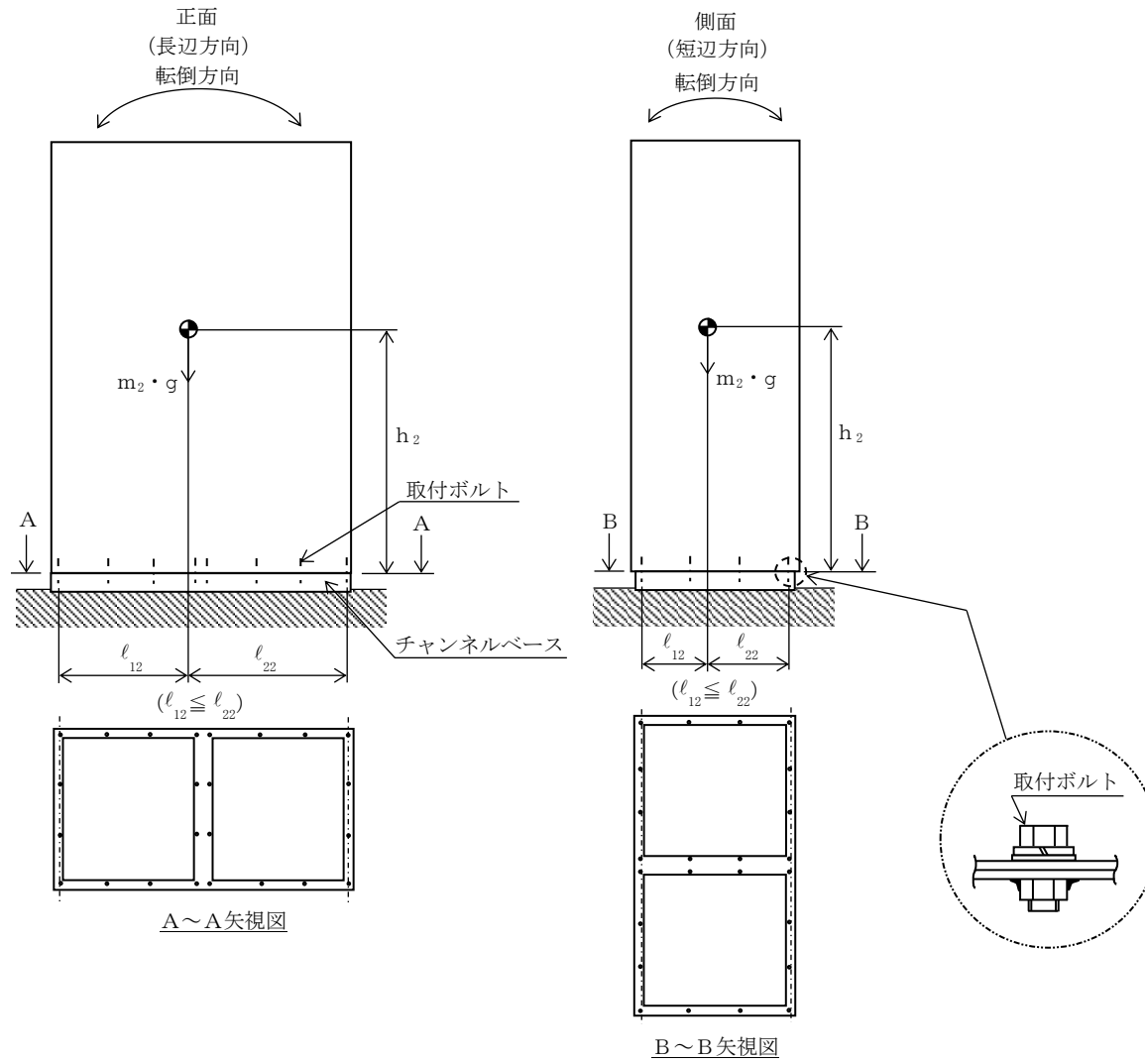
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B-原子炉プロセス 計測盤 (2-934B)	水平方向	1.56	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.22	<input type="text"/>

注記*：設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-27 Aー自動減圧継電器盤の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、Aー自動減圧継電器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

Aー自動減圧継電器盤は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、Aー自動減圧継電器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

Aー自動減圧継電器盤の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>A-自動減圧継電器盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>【A-自動減圧継電器盤】</p> <p>(短辺方向) (長辺方向)</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

A-自動減圧継電器盤の固有周期は、構造が同等な盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表3-1に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

A-自動減圧継電器盤 (2-970A)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

Aー自動減圧継電器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

Aー自動減圧継電器盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表4-1に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-2に示す。

4.2.2 許容応力

Aー自動減圧継電器盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表4-3のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

Aー自動減圧継電器盤の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表4-4に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-5に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【Aー自動減圧継電器盤（2-970A）の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	A-自動減圧継電器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	A-自動減圧継電器盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A Sとして Ⅳ _A Sの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A Sの許容限界を用いる。)		

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記* : SS400 相当

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

Aー自動減圧継電器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

Aー自動減圧継電器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該機器と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
Aー自動減圧継電器盤 (2-970A)	水平	□
	鉛直	□

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

Aー自動減圧継電器盤の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

Aー自動減圧継電器盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【A-自動減圧継電器盤 (2-970A) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
A-自動減圧継電器盤 (2-970A)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9* ¹	0.05 以下	0.05 以下	C _H =1.25* ²	C _V =0.68* ²	C _H =1.88* ³	C _V =1.46* ³	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（弾性設計地震動 S_d）又は静的震度

*3：設計用震度 II（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径)	394

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	n _{f i} *	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A-自動減圧継電器盤 (2-970A)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備


2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
A-自動減圧継電器盤 (2-970A)	常設耐震/防止 常設/緩和	廃棄物処理建物 EL 16.9*1	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.88*2	C _V =1.46*2	50

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度Ⅱ (基準地震動 S s)

2.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径)	394

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	n _{f i} *	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	325	405	4	—	253	—	短辺方向
	270	510	4				

注記*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位: N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	□	—	□

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位: MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

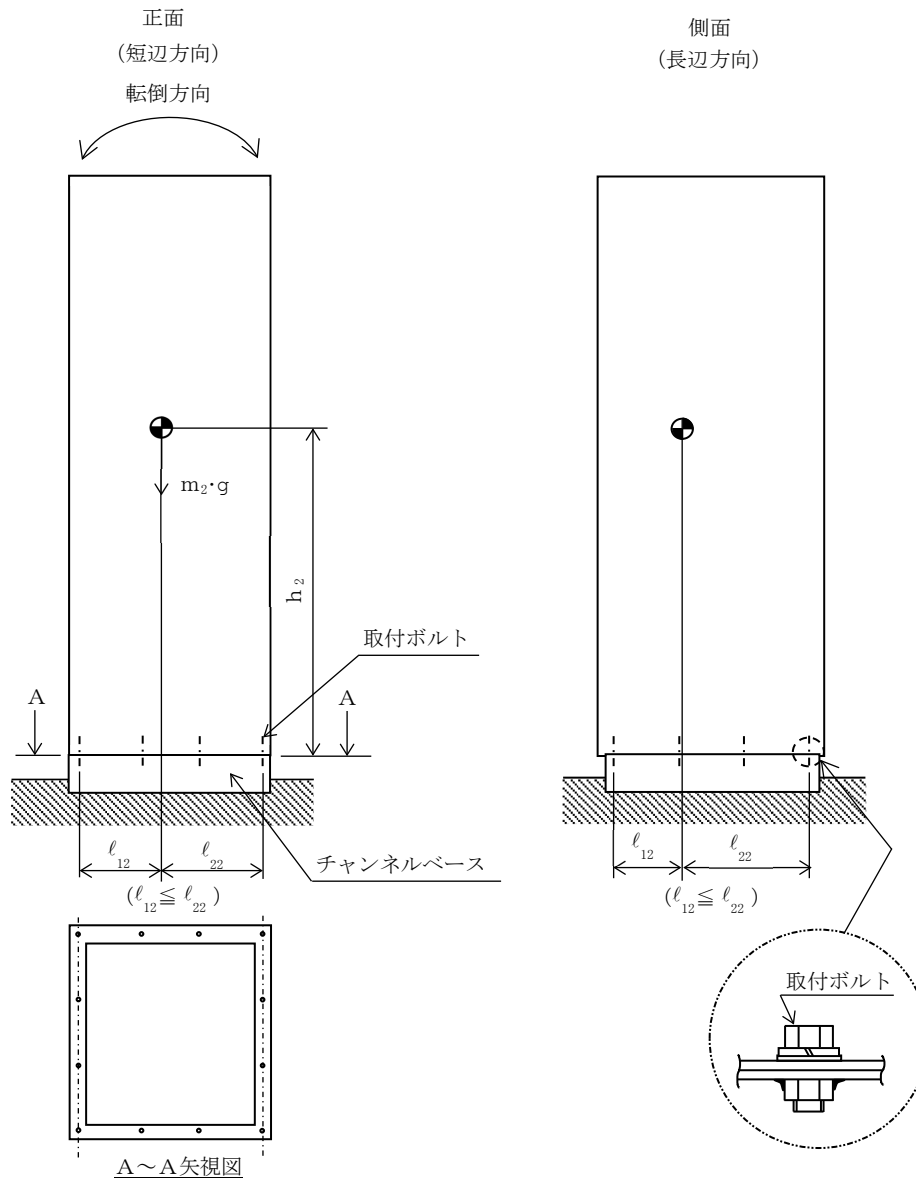
すべて許容応力以下である。

注記*: $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A-自動減圧継電器盤 (2-970A)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記*: 設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-28 B-自動減圧継電器盤の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、B-自動減圧継電器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

B-自動減圧継電器盤は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、B-自動減圧継電器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

B-自動減圧継電器盤の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>B-自動減圧継電器盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>【B-自動減圧継電器盤】</p> <p>(短辺方向) (長辺方向)</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

B-自動減圧継電器盤の固有周期は、構造が同等な盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表3-1に示す。

表3-1 固有周期 (単位：s)

B-自動減圧継電器盤 (2-970B)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

Bー自動減圧継電器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

Bー自動減圧継電器盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表4-1に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-2に示す。

4.2.2 許容応力

Bー自動減圧継電器盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表4-3のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

Bー自動減圧継電器盤の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表4-4に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表4-5に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【Bー自動減圧継電器盤（2-970B）の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	B-自動減圧継電器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	B-自動減圧継電器盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A Sとして Ⅳ _A Sの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A Sの許容限界を用いる。)		

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記* : SS400 相当

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

B-自動減圧継電器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

B-自動減圧継電器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該機器と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

機器名称	方向	機能確認済加速度
B-自動減圧継電器盤 (2-970B)	水平	□
	鉛直	□

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

Bー自動減圧継電器盤の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

Bー自動減圧継電器盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【B-自動減圧継電器盤 (2-970B) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B-自動減圧継電器盤 (2-970B)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9*1	0.05 以下	0.05 以下	$C_H=1.25^{*2}$	$C_V=0.68^{*2}$	$C_H=1.88^{*3}$	$C_V=1.46^{*3}$	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II (弾性設計地震動 S d) 又は静的震度

*3：設計用震度 II (基準地震動 S s)

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{b_i} (mm ²)	n_i	S_{y_i} (MPa)	S_{u_i} (MPa)
取付ボルト ($i=2$)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径)	394

部材	l_{1i}^* (mm)	l_{2i}^* (mm)	n_{fi}^*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト ($i=2$)	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B-自動減圧継電器盤 (2-970B)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備


2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B-自動減圧継電器盤 (2-970B)	常設耐震/防止 常設/緩和	廃棄物処理建物 EL 16.9* ¹	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.88* ²	C _V =1.46* ²	50

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度Ⅱ (基準地震動 S_s)

2.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径)	394

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	n _{f i} *	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	325	405	4	—	253	—	短辺方向
	270	510	4				

注記*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位: N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	□	—	□

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位: MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。

注記*: $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

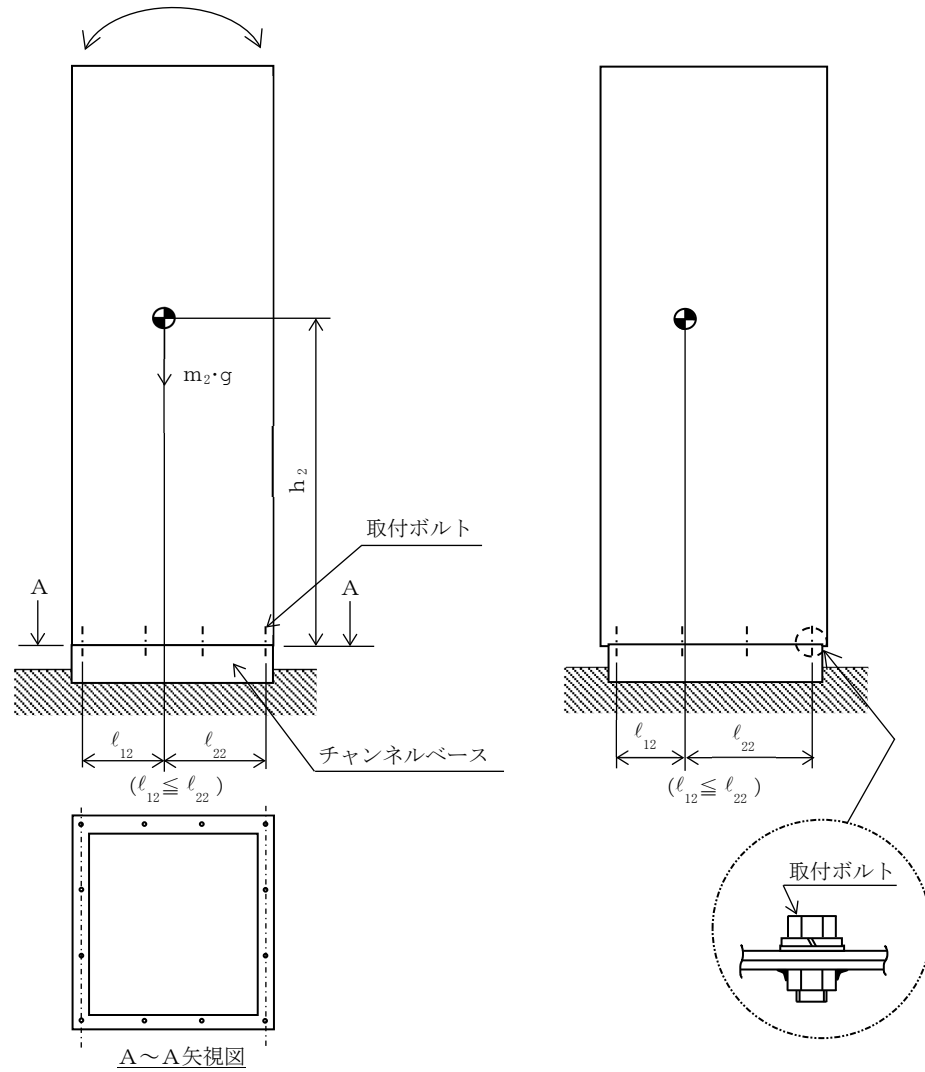
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B-自動減圧継電器盤 (2-970B)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記*: 設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

正面
(短辺方向)
転倒方向

側面
(長辺方向)



VI-2-6-7-2-29 A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>【A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤】</p> <p>正面 (短辺方向) 800 2300 取付ボルト 盤 床 チャンネルベース</p> <p>側面 (長辺方向) 900</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤 (2-972A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

4.2.2 許容応力

A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤 (2-972A) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* ¹	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤	常設／緩和	—* ²	$D + P_D + M_D + S_s^*$ ³	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A Sとして Ⅳ _A Sの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A Sの許容限界を用いる。)		

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記* : SS400 相当

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該機器と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤 (2-972A)	水平	□
	鉛直	□

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。



(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤 (2-972A) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
A-SGT・FCS・ MSLC 継電器盤 (2-972A)	S	廃棄物処理建物 EL16.9* ¹			C _H =1.25* ²	C _V =0.68* ²	C _H =1.88* ³	C _V =1.46* ³	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（弾性設計地震動 S_d）又は静的震度

*3：設計用震度 II（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径)	394

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A-SGT・FCS・MSLC 継電器盤 (2-972A)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記*：設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備

2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
A-SGT・FCS・ MSLC 継電器盤 (2-972A)	常設/緩和	廃棄物処理建物 EL16.9*1	□	□	—	—	$C_H=1.88^{*2}$	$C_V=1.46^{*2}$	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（基準地震動 S s）

2.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{b_i} (mm ²)	n_i	S_{y_i} (MPa)	S_{u_i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径)	394

部材	l_{1i}^* (mm)	l_{2i}^* (mm)	n_{fi}^*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	325	405	4	—	253	—	短辺方向
	270	510	4				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	□	—	□

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

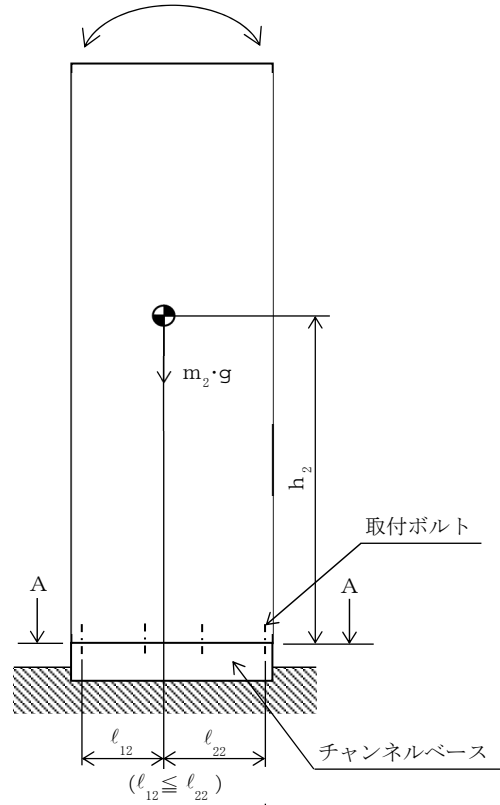
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

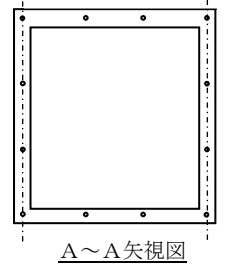
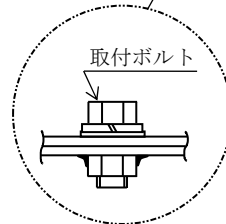
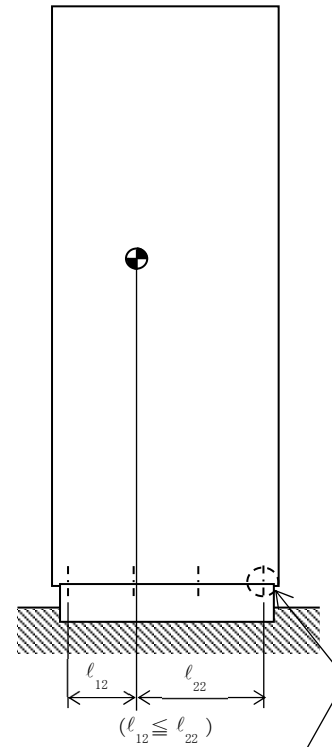
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
A-SGT・FCS・ MSLC 継電器盤 (2-972A)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

正面
(短辺方向)
転倒方向



側面
(長辺方向)



A~A 矢视图

VI-2-6-7-2-30 B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設重大事故緩和設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>【B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤】</p> <p>正面 (短辺方向)</p> <p>側面 (長辺方向)</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の固有周期は、構造が同等な盤に対する振動試験（自由振動試験）の結果算定された固有周期を使用する。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤 (2-972B)	水平	0.05 以下
	鉛直	0.05 以下

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

4.2.2 許容応力

B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤 (2-972B) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類* ¹	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤	常設／緩和	—* ²	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A Sとして Ⅳ _A Sの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A Sの許容限界を用いる。)		

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記* : SS400 相当

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (RT) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該機器と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤 (2-972B)	水平	□
	鉛直	□

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【B-SGT・FCS・MSLC 継電器盤 (2-972B) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B-SGT・FCS・ MSLC 継電器盤 (2-972B)	S	廃棄物処理建物 EL16.9* ¹	0.05 以下	0.05 以下	C _H =1.25* ²	C _V =0.68* ²	C _H =1.88* ³	C _V =1.46* ³	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II (弾性設計地震動 S_d) 又は静的震度

*3：設計用震度 II (基準地震動 S_s)

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径)	394

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	n _{f i} *	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{bi}		Q _{bi}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B-SGT・FCS・ MSLC 継電器盤 (2-972B)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記*：設計用震度 II（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備


2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
B-SGT・FCS・ MSLC 継電器盤 (2-972B)	常設/緩和	廃棄物処理建物 EL16.9*1	0.05 以下	0.05 以下	—	—	C _H =1.88*2	C _V =1.46*2	50

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度 II (基準地震動 S s)

2.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径)	394

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	325	405	4	—	253	—	短辺方向
	270	510	4				

注記*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果

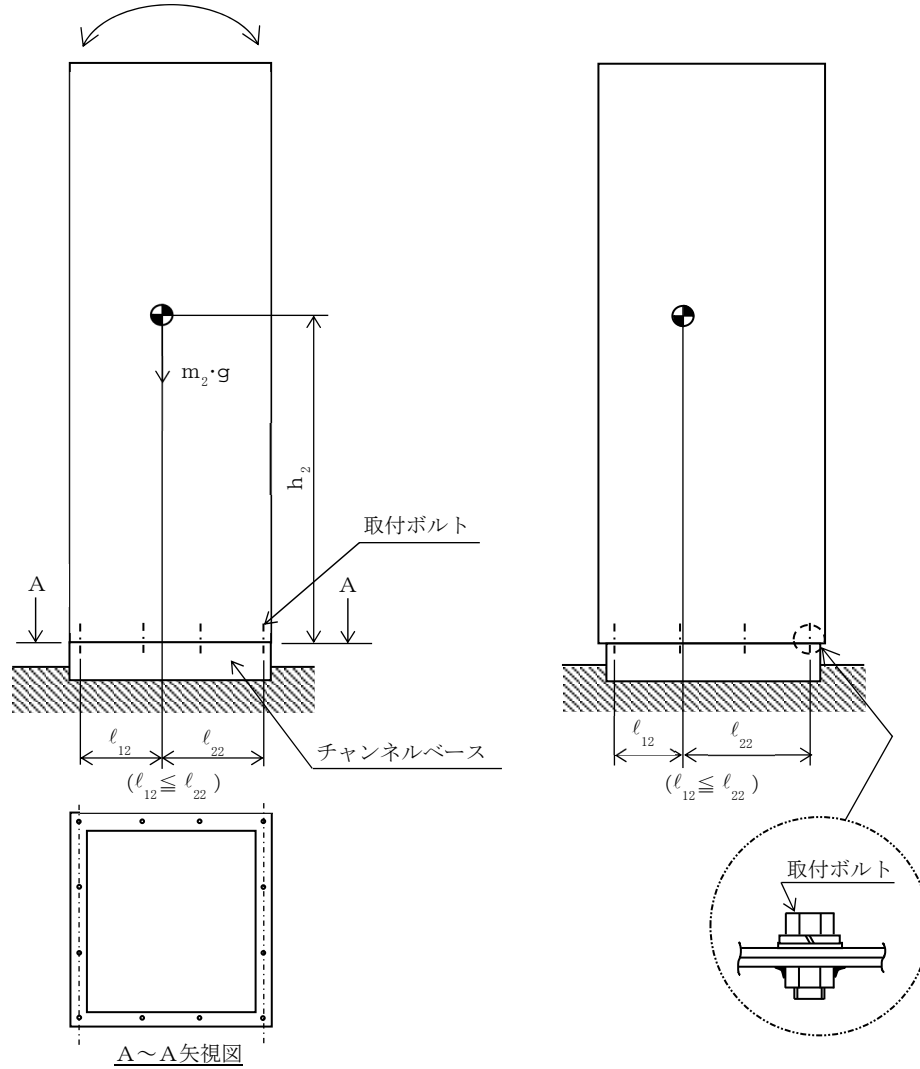
($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
B-SGT・FCS・ MSLC 継電器盤 (2-972B)	水平方向	1.56	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.22	<input type="text"/>

注記*：設計用震度 II（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

正面
(短辺方向)
転倒方向

側面
(長辺方向)



VI-2-6-7-2-36 工学的安全施設トリップ設定器盤の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 設計基準対象施設としての評価結果	9
6.2 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、工学的安全施設トリップ設定器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電気的機能を維持できることを説明するものである。

工学的安全施設トリップ設定器盤は、設計基準対象施設においてはSクラス施設に、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備に分類される。以下、設計基準対象施設及び重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電気的機能維持評価を示す。

なお、工学的安全施設トリップ設定器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

工学的安全施設トリップ設定器盤の構造計画を表2-1に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図										
基礎・支持構造	主体構造											
工学的安全施設トリップ設定器盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【工学的安全施設トリップ設定器盤】</p>										
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>機器名称</th> <th>工学的安全施設トリップ設定器盤 (2-976A)</th> <th>工学的安全施設トリップ設定器盤 (2-976B)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>たて</td> <td>900</td> <td>900</td> </tr> <tr> <td>横</td> <td>800</td> <td>800</td> </tr> <tr> <td>高さ</td> <td>2300</td> <td>2300</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">(単位：mm)</p>	機器名称	工学的安全施設トリップ設定器盤 (2-976A)	工学的安全施設トリップ設定器盤 (2-976B)	たて	900	900	横	800	800	高さ
機器名称	工学的安全施設トリップ設定器盤 (2-976A)	工学的安全施設トリップ設定器盤 (2-976B)										
たて	900	900										
横	800	800										
高さ	2300	2300										

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

工学的安全施設トリップ設定器盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

工学的安全施設トリップ設定器盤 (2-976A)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>
工学的安全施設トリップ設定器盤 (2-976B)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

工学的安全施設トリップ設定器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

工学的安全施設トリップ設定器盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-2 に示す。

4.2.2 許容応力

工学的安全施設トリップ設定器盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

工学的安全施設トリップ設定器盤の使用材料の許容応力評価条件のうち設計基準対象施設の評価に用いるものを表 4-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-5 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【工学的安全施設トリップ設定器盤 (2-976A) の耐震性についての計算結果】、【工学的安全施設トリップ設定器盤 (2-976B) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（設計基準対象施設）

施設区分		機器名称	耐震重要度分類	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	工学的安全施設トリップ 設定器盤	S	—*	$D + P_D + M_D + S_d^*$	Ⅲ _A S
					$D + P_D + M_D + S_s$	Ⅳ _A S

注記*：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

表 4-2 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	工学的安全施設トリップ 設定器盤	常設耐震／防止	—*2	$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	Ⅳ _A S
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	V _A S (V _A Sとして Ⅳ _A Sの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-3 許容応力（その他の支持構造物及び重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
Ⅲ _A S	$1.5 \cdot f_t$	$1.5 \cdot f_s$
Ⅳ _A S	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
V _A S (V _A SとしてⅣ _A Sの許容限界を用いる。)		

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-4 使用材料の許容応力評価条件（設計基準対象施設）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記* : SS400 相当

表 4-5 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度	50			
取付ボルト	SS41* (40mm<径)	周囲環境温度	50	211	394	—

注記* : SS400 相当

5. 機能維持評価

5.1 電気的機能維持評価方法

工学的安全施設トリップ設定器盤の電気的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

工学的安全施設トリップ設定器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該機器と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電気的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
工学的安全施設トリップ設定器盤 (2-976A)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>
工学的安全施設トリップ設定器盤 (2-976B)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

工学的安全施設トリップ設定器盤の設計基準対象施設としての耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

工学的安全施設トリップ設定器盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。



(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【工学的安全施設トリップ設定器盤 (2-976A) の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
工学的安全施設トリップ 設定器盤 (2-976A)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9*1			$C_H=1.25^{*2}$	$C_V=0.68^{*2}$	$C_H=1.88^{*3}$	$C_V=1.46^{*3}$	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度 II（弾性設計地震動 S d）又は静的震度

*3：設計用震度 II（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{b_i} (mm ²)	n_i	S_{y_i} (MPa)	S_{u_i} (MPa)
取付ボルト ($i=2$)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径)	394

部材	l_{1i}^* (mm)	l_{2i}^* (mm)	n_{fi}^*	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト ($i=2$)	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果



($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
工学的安全施設トリップ 設定器盤 (2-976A)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備


2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
工学的安全施設トリップ 設定器盤 (2-976A)	常設耐震/防止	廃棄物処理建物 EL 16.9* ¹			—	—	C _H =1.88* ²	C _V =1.46* ²	50

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度Ⅱ (基準地震動 S s)

2.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径)	394

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	n _{f i} *	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	325	405	4	—	253	—	短辺方向
	270	510	4				

注記*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

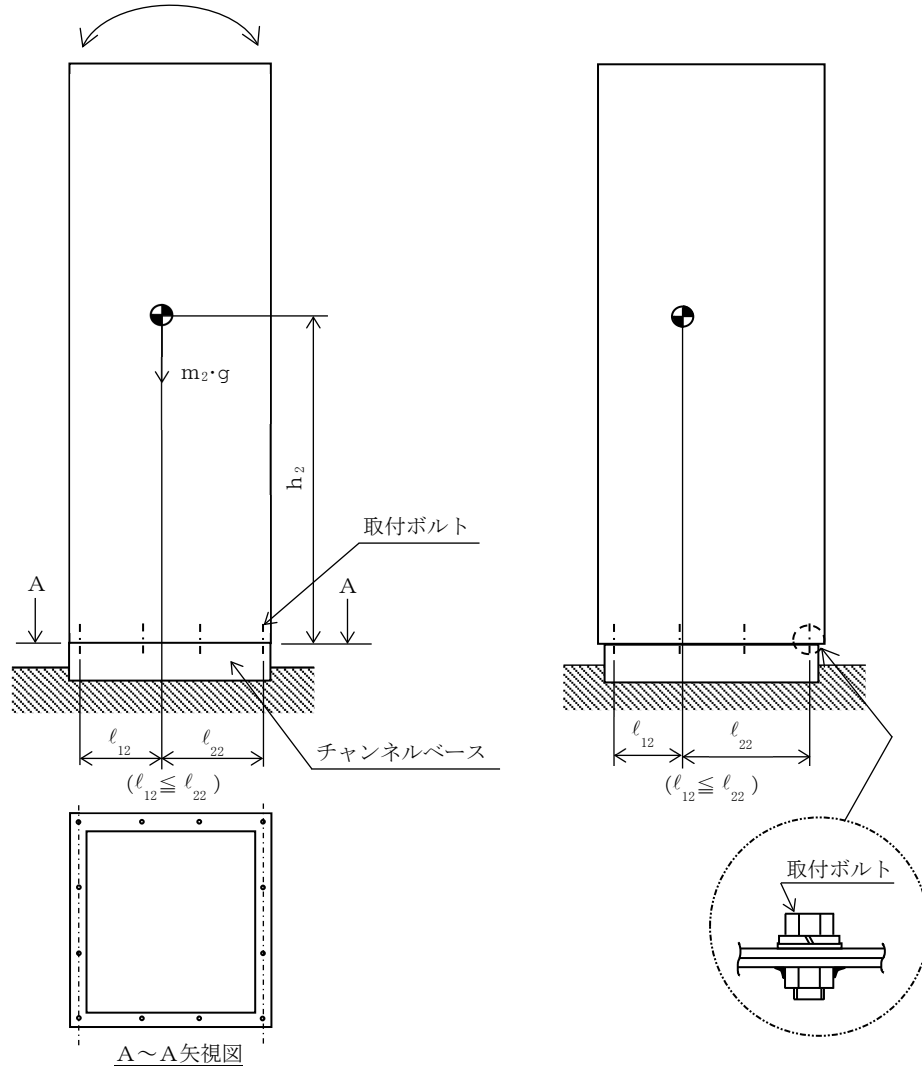
2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
工学的安全施設トリップ 設定器盤 (2-976A)	水平方向	1.56	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.22	<input type="text"/>

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

正面
(短辺方向)
転倒方向



側面
(長辺方向)



【工学的安全施設トリップ設定器盤（2-976B）の耐震性についての計算結果】

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件


機器名称	耐震重要度分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
工学的安全施設トリップ 設定器盤 (2-976B)	S	廃棄物処理建物 EL 16.9* ¹			C _H =1.25* ²	C _V =0.68* ²	C _H =1.88* ³	C _V =1.46* ³	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（弾性設計地震動 S_d）又は静的震度

*3：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径)	394

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	325	405	4	211	253	短辺方向	短辺方向
	270	510	4				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	□	□	□	□

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	$\sigma_{b2}=21$	$f_{ts2}=158^*$	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	$\tau_{b2}=4$	$f_{sb2}=122$	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果



(×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
工学的安全施設トリップ 設定器盤 (2-976B)	水平方向	1.56	□
	鉛直方向	1.22	□

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

2. 重大事故等対処設備


2.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
工学的安全施設トリップ 設定器盤 (2-976B)	常設耐震/防止	廃棄物処理建物 EL 16.9* ¹			—	—	C _H =1.88* ²	C _V =1.46* ²	50

注記*1: 基準床レベルを示す。

*2: 設計用震度Ⅱ (基準地震動 S_s)

2.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
取付ボルト (i=2)		1300	16 (M16)	201.1	12	211 (40mm<径)	394

部材	l _{1 i} * (mm)	l _{2 i} * (mm)	n _{f i} *	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	325	405	4	—	253	—	短辺方向
	270	510	4				

注記*: 各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

2.4 結論

2.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS41	引張	—	—	$\sigma_{b2}=36$	$f_{ts2}=190^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=146$

すべて許容応力以下である。

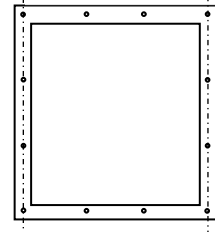
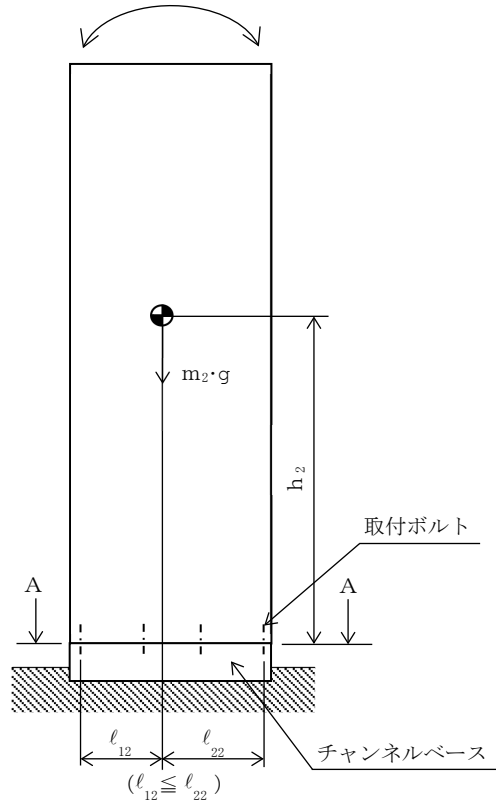
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

2.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
工学的安全施設トリップ 設定器盤 (2-976B)	水平方向	1.56	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.22	<input type="text"/>

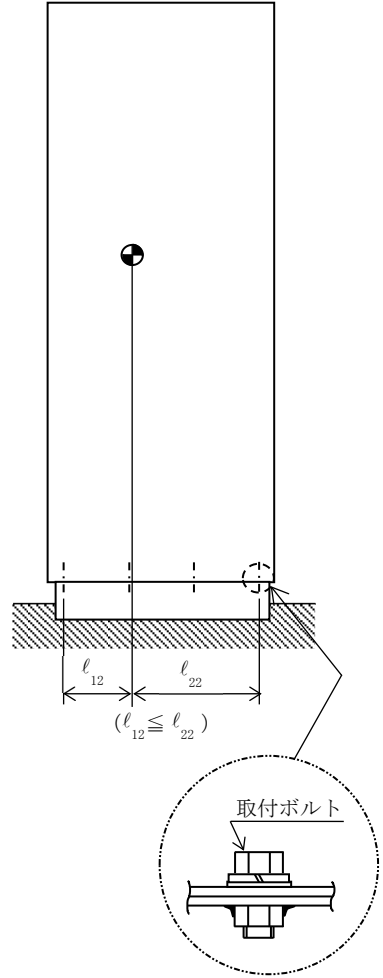
注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

正面
(短辺方向)
転倒方向



A~A矢视图

側面
(長辺方向)



VI-2-6-7-2-39 重大事故変換器盤の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、重大事故変換器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

重大事故変換器盤は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、重大事故変換器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

重大事故変換器盤の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
重大事故変換器盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【重大事故変換器盤】</p> <p>(単位: mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

重大事故変換器盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位：s)

重大事故変換器盤 (2-1008)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

重大事故変換器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

重大事故変換器盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

重大事故変換器盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

重大事故変換器盤の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【重大事故変換器盤（2-1008）の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	重大事故変換器盤	常設耐震／防止 常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設耐震／防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力 (重大事故等その他の支持構造物)

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	$1.5 \cdot f_t^*$	$1.5 \cdot f_s^*$
VAS (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)		

9 注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S_y (MPa)	S_u (MPa)	$S_y(RT)$ (MPa)
		周囲環境温度				
取付ボルト	SS400 (16mm < 径 ≤ 40mm)	周囲環境温度	50	231	394	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

重大事故変換器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

重大事故変換器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具又は当該機器と類似の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
重大事故変換器盤 (2-1008)	水平	□
	鉛直	□

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

重大事故変換器盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【重大事故変換器盤（2-1008）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d 又は静的震度		基準地震動 S s		周囲環境温度 (℃)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
重大事故変換器盤 (2-1008)	常設耐震／防止 常設／緩和	廃棄物処理建物 EL16.9*1	□	□	—	—	$C_H=1.88^{*2}$	$C_V=1.46^{*2}$	50

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S s）

1.2 機器要目

部材	m_i (kg)	h_i (mm)	d_i (mm)	A_{b_i} (mm ²)	n_i	S_{y_i} (MPa)	S_{u_i} (MPa)
取付ボルト (i=2)	□	1300	16 (M16)	201.1	36	231 (16mm<径≤40mm)	394

部材	$\ell_{1_i}^*$ (mm)	$\ell_{2_i}^*$ (mm)	$n_{f_i}^*$	F_i (MPa)	F_i^* (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
取付ボルト (i=2)	300	480	12	—	276	—	長辺方向
	1045	1285	4				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=39$	$f_{ts2}=207^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=7$	$f_{sb2}=159$

すべて許容応力以下である。

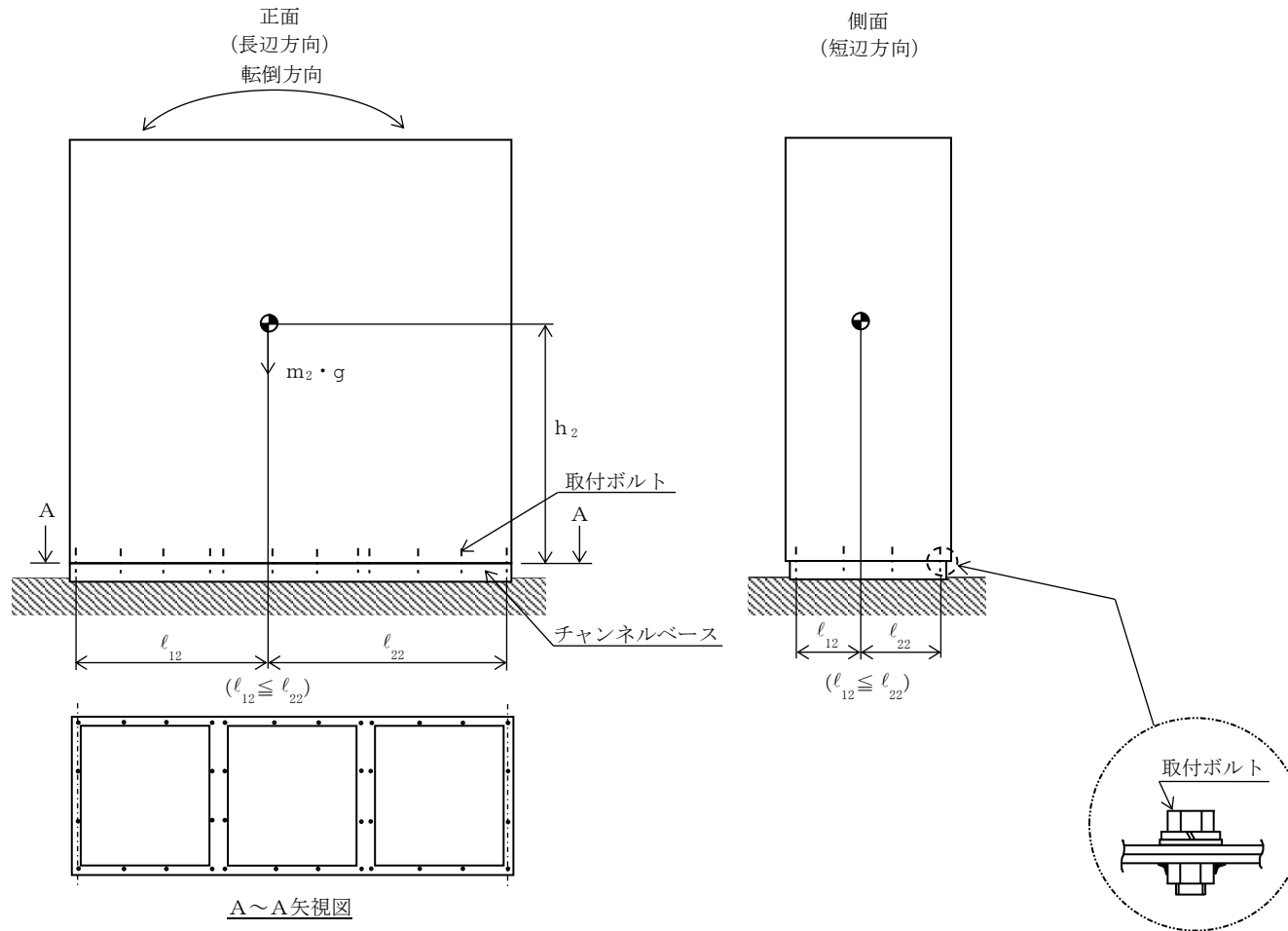
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果

($\times 9.8\text{m/s}^2$)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
重大事故変換器盤 (2-1008)	水平方向	1.56	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.22	<input type="text"/>

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-42 原子炉建物水素濃度変換器盤の耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、原子炉建物水素濃度変換器盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

原子炉建物水素濃度変換器盤は、重大事故等対処設備においては常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、原子炉建物水素濃度変換器盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

原子炉建物水素濃度変換器盤の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
原子炉建物水素濃度変換器盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。チャンネルベースは基礎ボルトにて基礎に設置する。	直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)	<p>【原子炉建物水素濃度変換器盤】</p> <p>正面 1000</p> <p>側面 1000</p> <p>2300</p> <p>盤</p> <p>チャンネルベース</p> <p>基礎ボルト</p> <p>取付ボルト</p> <p>床</p> <p>(長辺方向)</p> <p>(短辺方向)</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

原子炉建物水素濃度変換器盤の固有周期は、プラスチックハンマ等により、当該設備に振動を与え自由減衰振動を振動解析装置により記録解析し、確認する。試験の結果、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

原子炉建物 水素濃度変換器盤 (2-1221)	水平	<input type="text"/>
	鉛直	<input type="text"/>

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

原子炉建物水素濃度変換器盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

原子炉建物水素濃度変換器盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

原子炉建物水素濃度変換器盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

原子炉建物水素濃度変換器盤の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【原子炉建物水素濃度変換器盤（2-1221）の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	原子炉建物水素濃度変換器盤	常設／緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設／緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f _t * (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5・f _s * (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)
VAS		

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 (40mm<径)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト	SS400 (16mm<径≤40mm)	周囲環境温度	40	235	400	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

原子炉建物水素濃度変換器盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

原子炉建物水素濃度変換器盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、同形式の器具単体の正弦波加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した評価部位の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
原子炉建物水素濃度変換器盤 (2-1221)	水平	□
	鉛直	□

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

原子炉建物水素濃度変換器盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【原子炉建物水素濃度変換器盤（2-1221）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
原子炉建物 水素濃度変換器盤 (2-1221)	常設/緩和	原子炉建物 EL 34.8*1	□	□	—	—	C _H =2.07*2	C _V =2.39*2	40

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	1310	16 (M16)	201.1	10	215 (40mm<径)	400 (40mm<径)
取付ボルト (i=2)	□	1210	16 (M16)	201.1	8	235 (16mm<径≤40mm)	400 (16mm<径≤40mm)

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} * (mm)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	400	500	2	—	258	—	短辺方向
	400	500	3				
取付ボルト (i=2)	370	470	3	—	280	—	短辺方向
	400	500	3				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、

下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b1}=108$	$f_{ts1}=154^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=12$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト (i=2)	SS400	引張	—	—	$\sigma_{b2}=68$	$f_{ts2}=210^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=14$	$f_{sb2}=161$

すべて許容応力以下である。

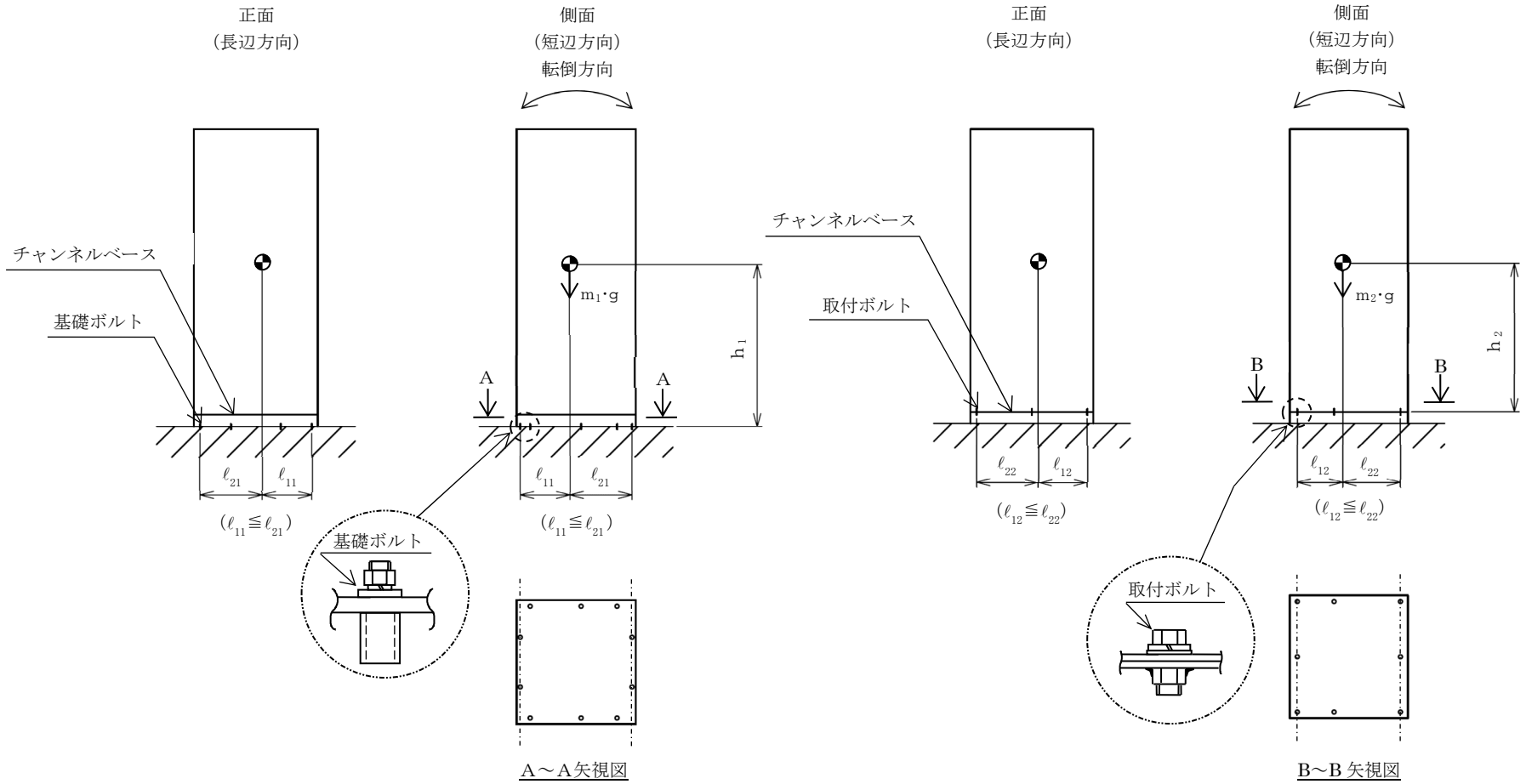
注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
原子炉建物 水素濃度変換器盤 (2-1221)	水平方向	1.73	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.98	<input type="text"/>

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度。

機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。



VI-2-6-7-2-50 格納容器水素／酸素計測装置制御盤の
耐震性についての計算書

目 次

1. 概要	1
2. 一般事項	1
2.1 構造計画	1
3. 固有周期	3
3.1 固有周期の確認	3
4. 構造強度評価	4
4.1 構造強度評価方法	4
4.2 荷重の組合せ及び許容応力	4
4.3 計算条件	4
5. 機能維持評価	8
5.1 電氣的機能維持評価方法	8
6. 評価結果	9
6.1 重大事故等対処設備としての評価結果	9

1. 概要

本計算書は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している構造強度及び機能維持の設計方針に基づき、格納容器水素／酸素計測装置制御盤が設計用地震力に対して十分な構造強度を有し、電氣的機能を維持できることを説明するものである。

格納容器水素／酸素計測装置制御盤は、重大事故等対処設備においては常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備に分類される。以下、重大事故等対処設備としての構造強度評価及び電氣的機能維持評価を示す。

なお、格納容器水素／酸素計測装置制御盤は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の直立形盤であるため、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を実施する。

2. 一般事項

2.1 構造計画

格納容器水素／酸素計測装置制御盤の構造計画を表 2-1 に示す。

表 2-1 構造計画

計画の概要		概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
<p>格納容器水素／酸素計測装置制御盤は、取付ボルトにてチャンネルベースに固定する。</p> <p>チャンネルベースは、基礎ボルトで基礎に設置する。</p>	<p>直立形 (鋼材及び鋼板を組み合わせた自立閉鎖型の盤)</p>	<p>【格納容器水素／酸素計測装置制御盤】</p> <p>(単位：mm)</p>

3. 固有周期

3.1 固有周期の確認

格納容器水素／酸素計測装置制御盤の固有周期は、振動試験装置により確認する。試験の結果、固有周期は0.05秒以下であり、剛構造であることを確認した。固有周期の確認結果を表3-1に示す。

表 3-1 固有周期

(単位：s)

格納容器水素／ 酸素計測装置制御盤 (2-1240)	水平	<input type="checkbox"/>
	鉛直	<input type="checkbox"/>

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

格納容器水素／酸素計測装置制御盤の構造強度評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の耐震計算方法に基づき行う。

4.2 荷重の組合せ及び許容応力

4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

格納容器水素／酸素計測装置制御盤の荷重の組合せ及び許容応力状態のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-1 に示す。

4.2.2 許容応力

格納容器水素／酸素計測装置制御盤の許容応力は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき表 4-2 のとおりとする。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

格納容器水素／酸素計測装置制御盤の使用材料の許容応力評価条件のうち重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 4-3 に示す。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【格納容器水素／酸素計測装置制御盤 (2-1240) の耐震性についての計算結果】の設計条件及び機器要目に示す。

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態（重大事故等対処設備）

施設区分		機器名称	設備分類*1	機器等の区分	荷重の組合せ	許容応力状態
計測制御 系統施設	その他の 計測制御 系統施設	格納容器水素/ 酸素計測装置制御盤	常設耐震/防止 常設/緩和	—*2	$D + P_D + M_D + S_s$ *3	IVAS
					$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$	VAS (VASとして IVASの許容限 界を用いる。)

注記*1：「常設耐震/防止」は常設耐震重要重大事故防止設備，「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備を示す。

*2：その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力を適用する。

*3：「 $D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_s$ 」の評価に包絡されるため，評価結果の記載を省略する。

表 4-2 許容応力（重大事故等その他の支持構造物）

許容応力状態	許容限界*1, *2 (ボルト等)	
	一次応力	
	引張	せん断
IVAS	1.5・f _t * (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)	1.5・f _s * (VASとしてIVASの許容限界を用いる。)
VAS		

注記*1：応力の組合せが考えられる場合には，組合せ応力に対しても評価を行う。

*2：当該の応力が生じない場合，規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

表 4-3 使用材料の許容応力評価条件（重大事故等対処設備）

評価部材	材料	温度条件 (°C)		S _y (MPa)	S _u (MPa)	S _y (R T) (MPa)
		周囲環境温度				
基礎ボルト	SS400 相当 (40mm<径)	周囲環境温度	40	215	400	—
取付ボルト	SUS304 相当	周囲環境温度	40	205	520	—

5. 機能維持評価

5.1 電氣的機能維持評価方法

格納容器水素／酸素計測装置制御盤の電氣的機能維持評価は、VI-2-1-14「機器・配管系の計算書作成の方法 添付資料-9 盤の耐震性についての計算書作成の基本方針」に記載の評価方法に基づき行う。

格納容器水素／酸素計測装置制御盤に設置される器具の機能確認済加速度は、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、実機の据付状態を模擬したうえで、当該機器が設置される床における設計用床応答スペクトルを包絡する模擬地震波による加振試験において、電氣的機能の健全性を確認した加振台の最大加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 5-1 に示す。

表 5-1 機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

機器名称	方向	機能確認済加速度
格納容器水素／酸素計測装置制御盤 (2-1240)	水平	□
	鉛直	□

6. 評価結果

6.1 重大事故等対処設備としての評価結果

格納容器水素／酸素計測装置制御盤の重大事故等時の状態を考慮した場合の耐震評価結果を以下に示す。発生値は許容限界を満足しており，設計用地震力に対して十分な構造強度を有し，電氣的機能を維持できることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

電氣的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【格納容器水素／酸素計測装置制御盤（2-1240）の耐震性についての計算結果】

1. 重大事故等対処設備

1.1 設計条件

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ (m)	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s		周囲環境温度 (°C)
			水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
格納容器水素／ 酸素計測装置制御盤 (2-1240)	常設耐震／防止 常設／緩和	原子炉建物 EL 30.5* ¹	□	□	—	—	C _H =2.80* ²	C _V =2.31* ²	40

注記*1：基準床レベルを示す。

*2：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）を上回る設計震度

1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h _i (mm)	d _i (mm)	A _{b i} (mm ²)	n _i	S _{y i} (MPa)	S _{u i} (MPa)
基礎ボルト (i=1)	□	1089	16 (M16)	201.1	4	215 (40mm<径)	400
取付ボルト (i=2)	□	889	24 (M24)	452.4	4	205	520

部材	ℓ _{1 i} * (mm)	ℓ _{2 i} * (mm)	n _{f i} *	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	転倒方向	
						弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	269	331	2	—	258	—	短辺方向
	636	638	2				
取付ボルト (i=2)	249	311	2	—	246	—	短辺方向
	666	668	2				

注記*：各ボルトの機器要目における上段は短辺方向転倒に対する評価時の要目を示し、
下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数値

1.3.1 ボルトに作用する力 (単位：N)

部材	F _{b i}		Q _{b i}	
	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度	基準地震動 S _s
基礎ボルト (i=1)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>
取付ボルト (i=2)	—	<input type="text"/>	—	<input type="text"/>

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力 (単位：MPa)

部材	材料	応力	弾性設計用地震動 S _d 又は静的震度		基準地震動 S _s	
			算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト (i=1)	SS400 相当	引張	—	—	$\sigma_{b1}=145$	$f_{ts1}=154^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b1}=35$	$f_{sb1}=119$
取付ボルト (i=2)	SUS304 相当	引張	—	—	$\sigma_{b2}=51$	$f_{ts2}=184^*$
		せん断	—	—	$\tau_{b2}=14$	$f_{sb2}=142$

すべて許容応力以下である。

注記*： $f_{tsi} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$

1.4.2 電氣的機能維持の評価結果 (×9.8m/s²)

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
格納容器水素/ 酸素計測装置制御盤 (2-1240)	水平方向	1.95	<input type="text"/>
	鉛直方向	1.94	<input type="text"/>

注記*：設計用震度Ⅱ（基準地震動 S_s）により定まる加速度
機能維持評価用加速度はすべて機能確認済加速度以下である。

