本資料のうち、枠囲みの内容は商業機 密の観点から公開できません。

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料				
資料番号	02-補-E-19-0600-10_改 7			
提出年月日	2021年11月9日			

補足-600-10 機電設備の耐震計算書の作成について

目 次

1. 目:	ry
2. 適	用範囲
3. 基	本方針1
4. 機能	電設備耐震計算書の分類と構成について2
5. 耐	雲計算書記載注意事項 3
5.1 商	震計算書の全般的な注意事項3
5.2 商	震計算書の各項目の注意事項3
5. 2. 1	「①概要」について3
5. 2. 2	「②一般事項」について4
5. 2. 3	「③評価部位」について5
5. 2. 4	「④固有周期」について
5. 2. 5	「⑤地震応答解析及び構造強度評価」について
5. 2. 6	「⑥構造強度評価」について8
5. 2. 7	「⑦構造強度評価」について8
5. 2. 8	「⑧機能維持評価」について8
5. 2. 9	「⑨機能維持評価」について
5. 2. 10	「⑩評価結果」について

- 添付資料-1 「計算書作成の基本方針」を呼び込む設備の耐震計算書 (Fパターン「横軸ポンプ」の耐震計算書記載例)
- 添付資料-2 「計算書作成の基本方針」を呼び込む設備の耐震計算書 (Fパターン「容器」の耐震計算書記載例)
- 添付資料-3 「計算書作成の基本方針」を呼び込む設備の耐震計算書 (Fパターン「たて軸ポンプ」の耐震計算書記載例
- 添付資料-4 「計算書作成の基本方針」を呼び込む設備の耐震計算書 (Fパターン「盤」の耐震計算書記載例)
- 添付資料-5 機能維持評価で詳細検討を実施する場合
- 添付資料-6 個別に地震応答解析の説明が必要な設備の耐震計算書 (Aパターンの耐震計算書記載例)
- 添付資料-7-1 個別に地震応答解析の説明が必要な設備の耐震計算書 (C-1 パターン「解析」の耐震計算書記載例)
- 添付資料-7-2 個別に地震応答解析の説明が必要な設備の耐震計算書 (C-2 パターン「手計算」の耐震計算書記載例)
- 添付資料-8 個別に地震応答解析の説明が必要な設備の耐震計算書 (Dパターンの耐震計算書記載例)
- 添付資料-9 機能維持評価のみを確認する設備の耐震計算書 (Eパターンの耐震計算書記載例)
- 添付資料-10 「計算書作成の基本方針」を呼び込む設備の耐震計算書 (Fパターン「管」の耐震計算書記載例)

1. 目的

新規制基準を適用するに当たり、建設時の工事計画認可申請等既工認と比べて耐震計算を必要とする設備の種類・数が増加し、これに伴い、記載内容も既工認の記載事項には収まらない多様なものとなった。本資料「機電設備の耐震計算書の作成について」は、耐震計算書を地震応答解析及び応力評価手法等による分類を行い、それぞれの分類において耐震計算書の構成・記載程度について整理することで、耐震計算書の品質向上に資するものである。

本資料は、耐震計算書作成の手引きとして使用するものであり、設備や評価手法の独自性を 踏まえて、本資料と異なる記載を妨げるものではない。

2. 適用範囲

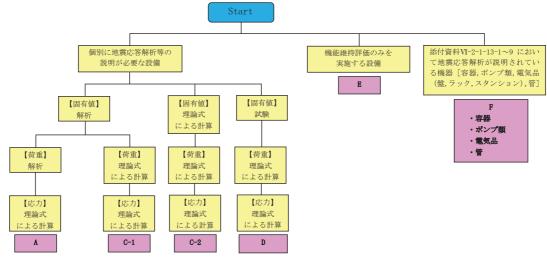
本資料は,女川原子力発電所第2号機の工事計画認可申請における添付書類のうち「VI-2 耐 震性に関する説明書」及び「VI-2-別添」の機電設備に適用するものとする。

3. 基本方針

耐震計算書の品質向上のため、耐震計算書は評価手法に基づき体系的に分類し、同じ分類に 属する耐震計算書においては章構成、内容、用語等をできるだけ統一的な記載とする。具体的 には以下の方針に基づいて本資料を作成し、本資料を耐震計算書の記載の手引きとして活用す る。

- ・耐震計算書を分類し、分類ごとに章構成をできるだけ統一する。
- ・分類に当たっては耐震計算書分類のフロー図を作成し、これに基づき耐震計算書を分類する。
- ・分類は地震応答解析、応力評価方法等により分類する。

機電設備耐震計算書の分類と構成について 4. 図 4-1 に機電設備耐震計算書の分類と各分類の構成を示す。



パターン	A	C-1	C-2	D	E
該当設備	[添付資料-6 参照]	[添付資料-7-1 参照]	[添付資料-7-2 参照]	[添付資料-8 参照] 安全パラメータ表示システム	[添付資料-9参照]
(例)	3. 評価部位・・・・③ 4. 地震応答解析及び 構造強度評価・・・・⑤ 4.1 地震応答解析及び構造強度 評価方法 4.2 荷重の組合せ及び許容応力 4.3 解析モデル及び諸元 4.4 固有周期 4.5 設計用地震力*² 4.6 計算方法 4.7 計算条件 4.8 応力の評価 5. 機能維持評価*².*³ 5.1 (動的 or 電気的)機能維持 評価方法 6. 評価結果*4 6.1 設計基準対象施設としての 評価結果	2. 一般事項・・・・② 2.1 配置概要*1 2.2 構造計画 2.3 評価方針 2.4 適用規格・基準等 2.5 記号の説明 2.6 計算精度と数値の丸め方 3. 評価の間期・・・・・③ 4.1 固有値解析方法 4.2 解析モデル及び諸元 4.3 固有値解析結果 5. 構造強度評価・・・・⑤ 5.1 構造強度評価方法 5.3 設計用地震力*2 5.4 計算方法 5.5 計算条件 5.6 応力の評価 6. 機能維持評価の需気的)機能維持 評価方法 評価方法	2. 一般事項・・・・・② 2. 1 配置版要*1 2. 2 精配声針 2. 4 適用規格・基準等 2. 5 記号の説明 2. 6 計算精度と数値の丸め方 3. 評価預期・・・・・③ 4. 固有周期期・計算条件 4. 2 固有周期期の計算条件 4. 3 固有角度財制無価方法 4. 3 情養強度を計算・・・・⑥ 5. 1 構養強度配針を決定に対しませる。 5. 4 計算方法 5. 4 計算方法 5. 5 計算条件 5. 6 応力の評価	(SPDS) 無線通信用アンテナなど 1. 概要・・・・・・・・・・② 2. 一般事項・・・② 2. 1 配響概要*1 2. 2 構造計画 2. 3 評価方針 2. 4 適用規格・基準等 2. 5 記号の説明 2. 6 計算特度と数値の丸め方 3. 評価所期・・・・・・③ 4. 1 基本方針 4. 2 固有周期の確認お結果 4. 2 固有周期の確認お結果 5. 構造強度評価・・・・・・⑤ 5. 1 構造強度評価・・・・・⑥ 5. 1 構造強度評価・・・・⑥ 5. 1 構造強度評価・・・・⑥ 5. 1 構造強度評価・・・・⑥ 5. 1 機能維持評価・・・・⑥ 6. 1 (動的の電気的)機能維持評価・2. *3・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	2. 一般事項・・・・② 2.1 配置概要*1 2.2 構造計画 2.3 評価方針 2.4 適用規格・基準等 3. 評価部位・・・・③ 4. 機能維持評価*2.*3・・③ 4. 機能維持評価m加速度 4. 機能維持評価用加速度 4.1 機能維持評価用加速度
パターン	評価結果 F (横軸ポンプ類) [添付資料-1 参照]	評価結果 F (容器) [添付資料-2 参照]	の評価結果 F (たて軸ポンプ類) [添付資料-3 参照]	の評価結果 F (電気品) (盤, ラック, スタンション) [添付資料-4 参照]	ての評価結果 F (管) [添付資料-10 参照]
該当設備 (例)	はり販小住八小ノノなと	非常用ディーゼル発電機空気だめ など	残留熱除去系ポンプなど	無停電交流電源用静止形無停電電源装置など	配管
計算書*5 構成 (目次)	2. 一般事項・・・・② 2. 1 配置概要*1 2. 2 構造計画 2. 3 適用規格・基準等*1 3. 構造強度評価・・・・⑦ 3. 1 構造強度評価・・・・⑦ 3. 2 荷重の組合せ及び許容応力 3. 3 計算条件 4. 機能維持評価*3・・・・⑧	2. 一般事項・・・・・② 2. 1 配置概要*1 2. 2 構造計画 2. 3 適用規格・基準等*1 3. 固有周期 3. 1 固有周期の計算	3.2 解析モデル及び諸元 3.3 解析モデル及び諸元 3.4 固有周期 3.5 設計用地震力 3.6 計算条件 4. 機能維持評価*3・・・・・⑧	1. 概要・・・・・② 2. 一般事項・・・・② 2. 1 配置概要*1 2. 2 構造計画 2. 3 適用規格・基準等*1 3. 1 固有周期の算出方法 4. 構造強度評価・・・・⑦ 4. 1 構造強度評価・・・・⑦ 4. 1 構造強度評価・・・・⑦ 4. 3 計算条件 5. 機能維持評価*4・・・③	 機略系統図及び鳥瞰図 1 概略系統図 2 鳥瞰図 計算条件 1 計算方法 2 荷重の組合せ及び
	4.1 動的機能維持評価方法	5.1 設計基準対象施設としての 評価結果 5.2 重大事故等対処設備として の評価結果	** ******************************	5.1 電気的機能維持評価方法 6. 評価結果*4・・・・・・⑩ 6.1 設計基準対象施設としての 評価结果	

図 4-1 機電設備耐震計算書の分類と各分類の構成

^{*1:} 波及的影響を及ぼすおそれのある施設のみ記載。
*2: 動的又は電気的機能維持評価が必要な設備のみ記載。
*3: 機能維持評価で詳細評価が必要な設備のみ記載。
*3: 機能維持評価で詳細評価が必要な場合(機能確認済加速度を超えた場合)の記載は添付資料・5を参照する。
*4: 設計基準対象施設単独又は重大事故等対処設備単独の場合は該当する項目のみ記載する。
*5: 各計算書の目次は、「補足-100-1 工認本文および添付書類の作成要領」に従った章構成とする。

図 4-1 は各耐震計算書の第 1 章「概要」から最終章「評価結果」に至るまでの基本的な章構成, 主な記載内容を示している。フローパターンは A~F (Bを除く)の種類があり,各耐震計算書は 概ねこれらのフローパターンに分類することができるような記載とする。設備の特性上,特殊な 評価が必要な場合でフローパターンに分類することができなくても本資料の目的を踏まえ,記載 の品質向上を図る。

5. 耐震計算書記載注意事項

以降は、女川原子力発電所第2号機の耐震計算書(機電分)(以下「耐震計算書」という。) における記載項目、様式及び耐震計算書作成上の注意事項について整理し、耐震計算書の作成 上の注意事項としてまとめたものである。

なお、具体的な記載例は添付資料に示す。

5.1 耐震計算書の全般的な注意事項

○評価手法について

- ・自プラント既工認の記載内容から変更がある場合は、その内容が分かるように記載する。自 社他プラントや既往研究の評価手法を引用する場合は、参照する工認書類等を記載する。な お、他社プラント工認で適用実績がある評価手法を用いる場合においても、自社として初め ての適用となる場合は内容を省略せずに記載する。
- ・評価手法が既工認の記載事項から変更がなく,詳細な記載を省略する場合は,参照する工認 書類等を記載する。

○評価対象(機器及び部位), 評価内容について

- ・複数の評価対象に対して代表で評価する場合は、評価対象の母集団及び代表選定の考え方(条件が厳しい、すべて評価の上代表として記載するなど)の概要を計算書に記載する。
- ・評価を省略する場合は、その理由を記載する(変更がない、他で包含されているなど)。
- ・評価に当たり必要となる記号及び数値を記載する。
- ○耐震計算書中で「設備分類」として,設計基準拡張設備の記載が必要な場合,次のような設備名及び略称記載をする。
- ·設備名:常設重大事故防止設備(設計基準拡張),常設重大事故緩和設備(設計基準拡張)
- ・略称:常設/防止(DB 拡張),常設/緩和(DB 拡張)

5.2 耐震計算書の各項目の注意事項

5.2.1 「①概要」について

「概要」は「目的」,「評価の概要」,「設計基準対象施設としての重要度分類」,「重大事故等対処設備としての設備区分」等を記載することを目的としている。

・各計算書に記載する「概要」は評価目的(「設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能維持を有していることを説明するものである。」、「基準地震動Ssによる地震力に対して機能を維持できることを確認するものである。」等)を明確にし「評価結果」の

章においては評価目的に対応した結論(「設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを確認した。」,「十分な構造強度及び止水性を有していることを確認した。」,「波及的影響を及ぼさないことを確認した。」等)を記載する。

- ・機能維持評価について詳細評価する場合はその旨を記載する。
- ・関連する上位文書があれば記載する。
- ・添付書類「VI-2-1-13 計算書作成の方法」(以下「基本方針(添付書類)」という。)を呼び込む設備の計算書(容器,ポンプ類,電気品)については基本方針(添付書類)のフォーマットが使用できることについて構造上等からの適用性根拠を記載する。

例)~○○ポンプは横軸ポンプであり~

- ・計算書の対象となる機器の名称が系統名や設備名を含まない場合には,「概要」の初出箇 所で系統名や設備名を補うことで対象を明確にする。
 - 例) 空気だめ → 非常用ディーゼル発電設備の空気だめ ドレンタンク → 格納容器圧力逃がし装置のドレンタンク

5.2.2 「②一般事項」について

「一般事項」においては「配置概要(波及的影響を及ぼすおそれのある施設に係る設備のみ記載)」、「構造計画」、「評価方針」、「適用規格・基準等」、「記号の説明」、「計算精度と数値の丸め方」を記載することを目的としている。

基本方針(添付書類)を呼び込む設備の耐震計算書においては、基本方針(添付書類)に記載している項目を耐震計算書に記載する必要はない(以降の頁についても同様に基本方針の記載されている項目を耐震計算書に記載する必要はない)。ただし、波及的影響を及ぼすおそれのある施設に係る設備で基本方針(添付書類)に記載されていない「適用規格・基準等」がある場合は記載する。

- ・「配置概要」では各設備の設置箇所を説明する。
- ・「構造計画」では、「計画の概要」及び「概略構造図」により、「主体構造」から「支持構造物」、据付部(ボルト、溶接部)に至るまでの荷重伝播経路を説明する。
- ・「構造計画」では、「主体構造」を要目表の表現で記載する場合、必要に応じて耐震計算 書のパターンの表現(横軸ポンプ、スカート支持たて置円筒容器など)を含む表現を() 付で記載する。
- ・「構造計画」では、「計画の概要」と「概略構造図」の説明においては用語を統一する(以降の頁についても同様に用語の整合性をとること)。
- ・「構造計画」では、据付ボルトが後施工の場合は「概略構造図」においてアンカの種類 (メカニカルアンカ、ケミカルアンカ)を記載する。
- ・「構造計画」では、支持部が溶接の場合は溶接であることが分かるように「概略構造図」 において溶接線を記載する。
- ・「構造計画」では、設備の概略寸法が分かるように「概略構造図」に必要な寸法(高さ、

幅,内径,外径,板厚等)を記載する。なお,高さの寸法を記載する場合は,基礎台を 除いた設備の全高を記載した上で,その他に必要な高さ情報を記載する。

- ・「評価方針」では、「構造強度は応力等が許容限界以内であること」、「機能維持確認は機 能確認済加速度以下であること」等どのような方法で確認するかを記載する。
- ・「評価方針」では、原則として耐震評価フロー図を記載する(評価手法が既工認の記載 事項から変更がなく、詳細な記載を省略するとした場合は省略可)。
- ・「評価方針」では、耐震評価フロー図を用いて、固有周期を求めた後に設計用地震力を 定めることを示す。
- ・「評価方針」では、ポンプ振動等を考慮する必要がある設備の場合は耐震評価フローに おいて「機械的荷重」の項目を記載する。
- ・「評価方針」では、屋外設備などの自然現象による荷重を考慮する必要がある設備の場合は耐震評価フローにおいてその旨の項目及び考え方の注記を記載する。

例)

追加項目:自然現象による荷重の算定・常時荷重

考え方: 常時荷重は、自重、風荷重を考慮するものとする。また、上面面積は小さく、積雪荷重はわずかであるため、積雪荷重を含めない。

- ・「適用規格・基準等」では、計算書において準拠する規格及び基準について具体的な規格番号、名称、及び制定又は改訂年度も含め記載する。
- ・「記号の説明」では、「記号」、「記号の説明」、「単位」を記載する。
- ・「計算精度と数値の丸め方」では、「数値の種類」、「単位」、「処理桁」、「処理方法」、「表示析」を記載する。

5.2.3 「③評価部位」について

耐震評価を行う部位を記載することを目的としている。

- ・5.2.2「②一般事項」の「構造計画」で示した部位に対し、評価対象を選定している理由を記載する。
- ・複数の評価対象に対して代表で評価する場合は、評価対象の母集団及び代表選定の考 え方(条件が厳しい、すべて評価の上代表として記載するなど)の概要を計算書に記 載する。

5.2.4 「④固有周期」について

固有周期の求め方及び固有周期を記載することを目的としている。

- ・解析モデルを用いて固有周期を算出する場合 (C-1 他) において,「固有値解析方法」「解析モデル及び諸元」,「固有値解析結果」を記載する。
- 「固有値解析方法」では、適用する解析モデル(3次元 FEM モデル等)、使用する要素 (板要素,はり要素等)を記載する。
- 「解析モデル及び諸元」では、内装品・取付け器具がある場合の解析モデル上での扱い(質量や重心位置等の計算条件)を記載する。

- 「解析モデル及び諸元」では、基礎(据付)ボルト部をモデル化していない場合は「基礎(据付)ボルト部は剛体として評価する。」と記載する。
- 「解析モデル及び諸元」では、解析モデル図、解析モデルの諸元を記載する。解析モデル図は座標系を記載し、必要に応じ、どの部分のモデルかを示す。対称性等を考慮した部分モデル(1/2 モデル等)は考え方を記載する。諸元は、解析モデルの要素数、節点数、拘束条件(完全固定、並進方向固定/自由、回転方向固定/自由、ピン支持等)を含め記載する。物性値(縦弾性係数、ポアソン比等)はモデル化した材料が複数あればそれごとに記載する。(ボルトをモデル化しているなら、ボルトの物性値を記載する。)
- 「解析モデル及び諸元」では、最後の記載項目として、解析に用いる計算機プログラムを記載する。
- 「固有値解析結果」では、固有周期を記載するとともに、柔構造の場合はその振動モード図及び刺激係数を記載する(刺激係数がモード質量を正規化して求めた値である等、刺激係数の算出方法について注記で記載する)。振動モード図は、最大で3次モードまでを、又は、各方向の卓越モードを代表として記載する。また、剛構造の場合は、剛であることを確認した1次モードの振動モード図を記載する。
- ・評価対象の設備が流体中に設置される場合には、流体による付加質量(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質量)を考慮することを記載する。
- ・理論式を用いて固有値を求める場合 (C-2) において,「固有周期の計算方法」,「固有周期の計算条件」,「固有周期の計算結果」を記載する。
- 「固有周期の計算方法」では、解析適用する解析モデル(1 質点系モデル等)、解析モデル図、計算式を記載する。
- 「固有周期の計算条件」では、各項目に対する記号、単位及び数値等を記載する。
- ・固有周期を振動試験等で求める場合(D)において、「基本方針」、「固有周期の確認方法」、「固有周期の確認結果」を記載する。
- 「基本方針」では、試験名称(振動台を用いた加振試験又は打診試験(自由振動試験)) を記載する。

例)

計器スタンションの固有周期は、振動試験(加振試験)にて求める。

【類似品の結果を流用する場合の記載例】

計器スタンションの固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性をもつ計器 スタンションに対する振動試験(加振試験)の結果算定された固有周期を使用する。

5.2.5 「⑤地震応答解析及び構造強度評価」について

地震応答解析、構造強度評価の方法及びそれらに使用する解析手法および解析条件を 記載することを目的としている。

- ・下記の項目を記載する。
 - 地震応答解析及び構造強度評価方法
 - 荷重の組合せ及び許容応力
 - 解析モデル及び諸元
 - 固有周期
 - 設計用地震力
 - 計算方法
 - 計算条件
 - 応力の評価
- ・「地震応答解析及び構造強度評価方法」には以下について記載する。
 - 適用する解析モデル (3 次元 FEM モデル等), 使用する要素 (板要素, はり要素等) を記載する。
 - 公称値を使用する設備については、その旨を記載する。
 - 内装品・取付け器具がある場合,解析モデル上での扱い(質量や重心位置等の計算 条件)を記載する。
- 基礎(据付)ボルト部をモデル化していない場合は、「基礎(据付)ボルト部は剛体 として評価する。」と記載する。
- 水平2方向及び鉛直方向の地震力を考慮した評価を実施する設備については、その 旨を記載する。
- ・「解析モデル及び諸元」では、解析モデル図、解析モデルの諸元を記載する。解析モデル図は座標系を記載し、必要に応じ、どの部分のモデルかを示す。対称性等を考慮した部分モデル(1/2 モデル等)は考え方を記載する。諸元は、解析モデルの要素数、節点数、拘束条件(完全固定、並進方向固定/自由、回転方向固定/自由、ピン支持等)を含め記載する。物性値(縦弾性係数、ポアソン比等)はモデル化した材料が複数あればそれごとに記載する。(ボルトをモデル化しているなら、ボルトの物性値を記載する。)また、最後の記載項目として、解析に用いる計算機プログラムを記載する。
- ・固有値解析を実施する場合は、固有周期を記載するとともに、柔構造の場合はその振動モード図及び刺激係数を記載する(刺激係数がモード質量を正規化して求めた値である等、刺激係数の算出方法について注記で記載する)。振動モード図は、最大で3次モードまでを、又は、各方向の卓越モードを代表として記載する。
- ・動的解析を実施する場合は、評価に用いる具体的な解析手法(スペクトルモーダル解析法、時刻歴応答解析法)を記載する。
- ・評価対象の設備が流体中に設置される場合には、流体による付加質量(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質量)を考慮することを記載する。また、必要に応じて、排除水体積質量(流体-機器の相互作用による応答低減効果を模擬した質量)を考慮することを記載する。
- ・建屋壁により支持される機器,建屋中間階に設置される機器の設計用地震力は,当該機の設置される上下階のいずれか大きい方を用いることを基本とする。

- ・応力の評価に使用する解析の結果を記載する(応力計算式を用いて手計算できる程度)。
- ・許容応力を記載するすべての表に「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。」の注記を 記載する。

5.2.6 「⑥構造強度評価」について

応力評価の方法、応力評価に使用する条件を記載することを目的としている。

- ・下記の項目を必要に応じて記載する。
 - 構造強度評価方法
 - 荷重の組合せ及び許容応力
 - 設計用地震力
 - 計算方法
 - 計算条件
 - 応力の評価
- ・記載時の注意事項については5.2.5「⑤地震応答解析及び構造強度評価」を参照。

5.2.7 「⑦構造強度評価」について

応力評価の方法、応力評価に使用する条件を記載することを目的としている。

- ・下記の項目を記載する。手計算で計算するものは、計算に用いる全ての記号の値を記載する(本文中又は計算結果の表中に記載)。
 - 構造強度評価方法
 - 荷重の組合せ及び許容応力
 - 計算条件
- ・基本方針(添付書類)を呼び込む設備の計算書(容器,ポンプ類,電気品)について は評価に使用する基本方針(添付書類)を記載する。また,基本方針に水平地震動に よる応力と鉛直地震動による応力の組合せ方法が2通り(絶対値和,SRSS法)示され ている場合は適用している方法を記載する。
- ・その他の記載時の注意事項については 5.2.5「⑤地震応答解析及び構造強度評価」を 参照。
- ・耐震クラスがSクラスのもので、基準地震動Ssで許容応力状態Ⅲ₄Sの評価をし、弾性設計用地震動Sdでの評価を省略する場合は、その旨を記載する。

5.2.8 「⑧機能維持評価」について

機能維持評価の方法(詳細評価を含む)について記載することを目的としている。

- ・機能維持評価用加速度*と機能確認済加速度との比較評価を実施し、必要に応じてJEAG4601に記載の詳細評価を実施する。
- ・ JEAG 4 6 0 1 の詳細評価を実施する場合,評価項目ごとに個別の評価書として章 の構成を行い必要な内容を記載する。
- ・機能維持評価方法の説明が必要な場合の記載は添付資料-5を参考とする。

注記*:用語は、「評価用加速度」ではなく、「機能維持評価用加速度」とする。

5.2.9 「⑨機能維持評価」について

機能維持評価(機能確認済加速度と比較)のみ確認する設備の機能維持評価の方法及び 条件について記載することを目的としている。

- ・「機能維持評価用加速度*」では、機能維持評価用加速度の根拠等を記載する。
- ・「機能確認済加速度」では、加振試験に用いる加速度、加振試験の条件等を記載する。 注記*:用語は、「評価用加速度」ではなく、「機能維持評価用加速度」とする。

5.2.10 「⑩評価結果」について

設計基準対象施設としての評価結果,重大事故等対処設備としての評価結果を記載することを目的としている。

・評価結果においては「①概要」に記載の評価目的に対応した結論を記載する。 例)

「設計用地震力に対して十分な構造強度及び電気的機能を有していることを確認した。」

「十分な構造強度及び止水性を有していることを確認した。」

「波及的影響を及ぼさないことを確認した。」

・解析モデルによる固有値解析や耐震評価を実施する設備については、解析モデルの諸 元 (断面性状等) について「機器要目」に記載する。 添付資料-1:「計算書作成の基本方針」を呼び込む設備の耐震計算書 (Fパターン「横軸ポンプ」の耐震計算書記載例)

Ⅵ-○-○-○ ○○○ポンプの耐震性についての計算書

目 次

1. 概要
2. 一般事項
2.1 構造計画
3. 構造強度評価 3
3.1 構造強度評価方法5
3.2 荷重の組合せ及び許容応力5
3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態5
3.2.2 許容応力5
3.2.3 使用材料の許容応力評価条件5
3.3 計算条件5
4. 機能維持評価9
4.1 動的機能維持評価方法9
5. 評価結果10
5.1 設計基準対象施設としての評価結果10
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果10
\wedge

・DB+SAの場合の記載例を示す。

[DB単独又はSA単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。]

1. 概要

本計算書は、添付書類「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、〇〇〇ポンプが設計用地震力に対して十分な構造強 度及び動的機能を有していることを説明するものである。

○○○ポンプは、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(設計基準拡張)及び常設重大事故緩和設備(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動的機能維持評価を示す。

なお、 $\bigcirc\bigcirc\bigcirc$ ポンプは、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の横軸ポンプと類似の構造であるため、添付書類「VI-2-1-13-4 横軸ポンプ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

○○○ポンプの構造計画を表 2-1 に示す。

・DB+SAの場合の記載例を示す。

[DB単独又は SA単独の場合は、それぞれ該当する項目のみ記載する。]

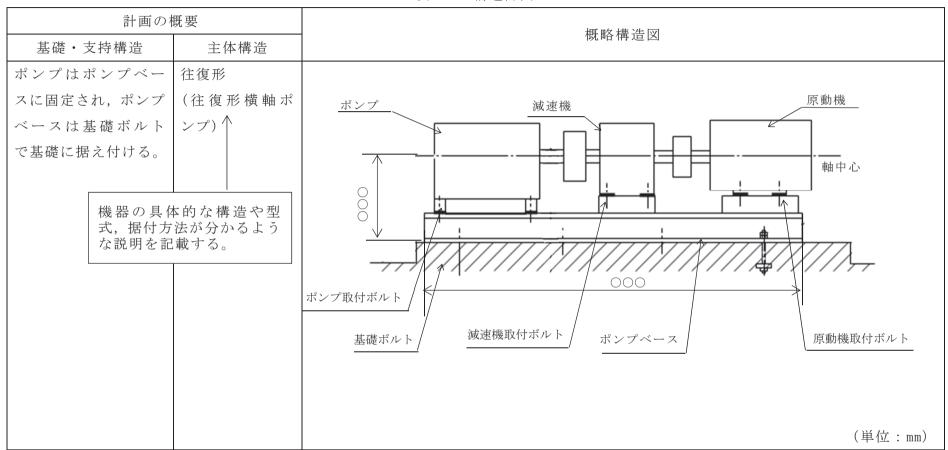
2.1 配置概要

<u>波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震計算書のみ対象とする。</u> 波及的影響を及ぼすおそれのある施設に係る設備の設置箇所を説明する。 その場合は、目次にも本項目を記載する。

波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震計算書の目次構成は,

「2.1 配置概要」,「2.2 構造計画」,「2.3 適用規格・基準等」と続く。

表 2-1 構造計画



3. 固有周期

3.1 記号の説明

記号	記 号 の 説 明	単 位
A	断面積	mm^2
A _e	有効せん断断面積	mm^2
E	縦弾性係数	MPa
G	せん断弾性係数	MPa
h	据付面から重心までの距離	mm
I	断面二次モーメント	mm^4
K _H	水平方向ばね定数	N/m
K_{V}	鉛直方向ばね定数	N/m
m	運転時質量	kg
Тн	水平方向固有周期	S
T _V	鉛直方向固有周期	S

3.2 固有周期の計算方法

○○○ポンプの固有周期の計算方法を以下に示す。

(1) 計算モデル

- a. ○○○ポンプの質量は重心に集中するものとする。
- b. ○○○ポンプは基礎ボルトで基礎に固定されており、固定端とする。
- c. ○○○ポンプをはりと考え,変形モードは曲げ及びせん断変形を考慮する。
- d. 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。
 - ○○○ポンプは、図 3-1 に示す下端固定の1質点系振動モデルとして考える。

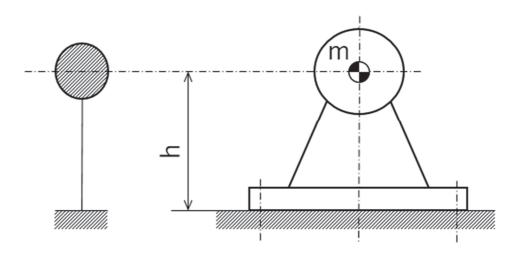


図 3-1 固有周期の計算モデル

個別に固有周期を算出する設備 (ファン等) の場合記載する。

(2) 水平方向固有周期

曲げ及びせん断変形によるばね定数KHは次式で求める。

$$K_{H} = \frac{1000}{\frac{h}{3 \cdot E \cdot I} + \frac{h}{G \cdot A_{c}}}$$
 (3. 2. 1)

したがって、固有周期THは次式で求める。

(3) 鉛直方向固有周期

軸方向変形によるばね定数Kvは次式で求める。

$$K_{V} = \frac{1000}{\frac{h}{E \cdot A}}$$
 (3.2.3)

したがって、固有周期Tvは次式で求める。

$$T_{V} = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{K_{V}}} \qquad (3. 2. 4)$$

3.2 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【〇〇〇ポンプの耐震性についての計算結果】の機器要目に示す。

3.3 固有周期の計算結果

固有周期の計算結果を表 3-1 に示す。計算の結果,固有周期は 0.05 秒以下であり,剛であることを確認した。

表 3-1 固有周期 (単位:s)

水平方向	
鉛直方向	

個別に固有周期を算出する設備の場合記載する。

断面積ではなく保守的に有効せん断断面積を適用して固有周期を算出する場合は以下の注記を記載の上でAeを適用する。

注記*:断面積には、固有周期が大きく算出される有効 せん断断面積Aeを用いる。 個別に固有周期を算出する設備の場合,目次構成は「4.構造強度評価」,「4.1構造強度評価方法」,「4.2荷重の組合せ及び許容応力」と続く。

3. 構造強度評価

3.1 構造強度評価方法

○○○ポンプの構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-4 横軸ポンプ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。なお、水平地震動による応力と鉛

直地震動による応力の組合せには絶対値和を適用する。

「基本方針」に絶対値和及び SRSS 法の計算方法が示されている場合,計算に適用する手法を記載する。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

○○○ポンプ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 3-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-2 に示す。

3.2.2 許容応力

○○○ポンプの許容応力は, 添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき, 表 3-3 のとおりとする。

3.2.3 使用材料の許容応力評価条件

○○○ポンプ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 3-4 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-5 に示す。

・DB+SA の場合の記載例を示す。

[DB 単独又は SA 単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。]

3.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【○○○ポンプ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。

X o I ME o Male Coo that Me of the Cook and Cook							
施設区分		機器名称	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	
○○系統		C	クラス 2 ポンプ*	$D + P_D + M_D + S d *$	III _A S		
○○余元	○○設備	○○○ポンプ	3		$D + P_D + M_D + S_S$	IV _A S	

表 3-1 荷重の組合せ及び許容応力状態(設計基準対象施設)

注記*:クラス2ポンプの支持構造物を含む。

表 3-2 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	设区分	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
			常設耐震/防止常設/緩和	重大事故等 クラス 2 ポンプ* ²	$D + P_D + M_D + S_S^{*3}$	IV AS
	0 0 77 11.	○○設備 ○○○ポンプ				V _A S
○○系統	○○系統 ○○設備				$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_S$	(VAS として
					D T SAD WISAD C S	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/防止」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備,「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備,「常設/防止(DB 拡張)」は常設重大事故防止設備(設計基準拡張),「常設/緩和(DB 拡張)」は常設重大事故緩和設備(設計基準拡張)を示す。

*2: 重大事故等クラス2ポンプの支持構造物を含む。

*3: $\lceil D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_{S} \rfloor$ の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

該当する設備分類のみ記載する。

- ・DB+SA の場合を示す。
- ・DB 単独の場合は、許容応力(クラス2,3支持構造物)
- ・SA 単独の場合は、許容応力(重大事故等クラス2支持構造物)とする。

表 3-3 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)

	許容限	界*1, *2	
	(ボルト等)		
許容応力状態	一次応力		
	引張り	せん断	
III _A S	1.5 · f t	1.5 · f s	
IV AS			
V _A S	1.5 · f _t *	1.5 • f _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。

• DB+SA の場合は、V_AS を追加する。

許容応力を記載するすべての表に「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。」の注記を記載する。

JIS 以外の規格に基づく材料を用いる場合は、材料記号の後に「*」を記載し、注記に JIS 規格における相当材料の記号を記載する。

		表 3-4 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		S y	S u	S y (R T)
計価部物		MA	(℃)		(MPa)	(MPa)	(MPa)
基礎ボルト		(mm < 径 ≤ mm)	周囲環境温度				
ポンプ取付ボルト			最高使用温度				
原動機取付ボルト			周囲環境温度				
減速機取付ボルト	`		周囲環境温度				
注記*:○○○日	注記*:○○○相当						

施設時の材料記号と、設計・建設規格における JIS 材料記号が異なる場合は、設計・建設規格における JIS 記号を記載する。

厚さ,径等による強度区分がある場合には,該当する強度区分を記載する。

オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金に 該当する場合は記載する。

⇒ /正 ☆ ++	++ #1	温度条件	S y	S u	S y (R T)
評価部材	材料	(\mathcal{C})	(MPa)	(MPa)	(MPa)
基礎ボルト	○○* (mm<径 mm)	周囲環境温度			
ポンプ取付ボルト		最高使用温度			_
原動機取付ボルト		周囲環境温度			
減速機取付ボルト		周囲環境温度			

注記*:○○○□相当 ←

JIS 以外の規格に基づく材料を用いる場合は、材料記号の後に「*」を記載し、注記に JIS 規格における相当材料の記号を記載する。

4. 機能維持評価

4.1 動的機能維持評価方法

○○○ポンプの動的機能維持評価は,添付書類「VI-2-1-13-4 横軸ポンプ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。

○○○ポンプは地震時動的機能維持が確認された機種と類似の構造及び振動特性であるため、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に記載の機能確認済加速度を適用する。機能確認済加速度を表 4-1 に示す。

表 4-1 機能確認済加速度

 $(\times 9.8 \text{m/s}^2)$

評価部位	形式	方向	機能確認済加速度
ポンプ	横形〇〇〇〇	水平方向	
ホンク	ポンプ	鉛直方向	
百香	横形〇〇〇〇	水平方向	
原動機	電動機	鉛直方向	

5. 評価結果

5.1 設計基準対象施設としての評価結果

○○○ポンプ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及び動的機能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、弾性設計用地震動Sdによる動的震度及び静的震度は基準地震動Ssを下回っており、基準地震動Ssによる発生値が、弾性設計用地震動Sd又は静的震度に対する評価における許容限界を満足するため、弾性設計用地震動Sd又は静的震度による発生値の算出を省略した。

ⅢASの評価をSsで実施する場合は追記する。

(2) 機能維持評価結果

動的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

5.2 重大事故等対処設備としての評価結果

○○○ポンプ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及び動的機 能を有していることを確認した。

(1) 構造強度評価結果

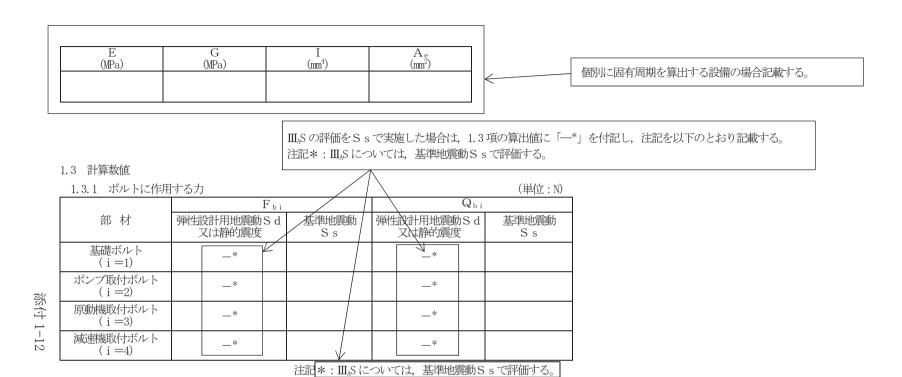
構造強度評価の結果を次頁以降の表に示す。

(2) 機能維持評価結果

動的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

基準床レベルと設備が設置されている高さが異なる場合は、 個別に固有周期を算出する設備の場合、固有 設置場所のレベルとして (0.P.) を追加する。 【〇〇〇ポンプの耐震性についての計算結果】 周期の算出結果を記載する。 例:基礎台高さが500mm以上の基礎台に設置されている設備に適用 1. 設計基準対象施設 1.1 設計条件 弹性設計用地震動Sd 固有周期(s) 基準地震動Ss 又は静的震度 据付場所及び床面高さ ポンプ振動に 最高使用温度 周囲環境温度 耐震重要度分類 機器名称 水平方向~ 水平方向 鉛直方向 よる震度 $(^{\circ}C)$ $(^{\circ}C)$ 鉛直方向 水平方向 鉛直方向 設計震度 設計震度 設計震度 設計震度 ○○建屋 __*2 __*2 __*3 __*3 0. P. ○○○ポンプ S $C_H =$ $C_{V} =$ $C_p =$ (0, P, 注記 *1: 基準床レベルを示す。 **Ⅲ**Sの評価をSsで実施した場合は、震度に「—*3」を付記し、 *2:固有周期は十分に小さく、計算は省略する。 注記を以下のとおり書き換える。 *3: **II** _AS については、基準地震動S s で評価する。 注記*3:ⅢSについては、基準地震動Ssで評価する。 1.2 機器要目 Q 1 i *1 Q 2 i *1 d i h i m i A_{bi} n_{fi}^{*1} 部材 n i (kg) (mm) (mm) (mm) (mm^2) (mm) ボルト径を記載する。 基礎ボルト (i = 1)(M) ポンプ取付ボルト 厚さ、径等による強度区分がある場合は、 (i = 2)(M) 原動機取付ボルト 該当する強度区分を記載する。 (i = 3)(M) 減速機取付ボルト (i = 4)(M) 転倒方向 転倒方向 $M_{\rm p}$ F_i* S_{yi} S_{ui} 部材 弹性設計用地震動Sd 基準地震動 (MPa) (MPa) (MPa) $(N \cdot mm)$ 又は静的震度 Ss *3 基礎ボルト (i = 1)mm<径≦ mm) (mm<径≦ mm) ポンプ取付ボルト M。が生じない場合は「一」とする。 (i = 2)(mm<径≦ mm) (mm<径≦ mm) 原動機取付ボルト (i = 3)(mm<径≦ mm) (mm<径≦ mm) 減速機取付ボルト (i = 4)(mm<径≦ mm) (mm<径≦ mm) 注記*1:各ボルトの機器要目における上段は軸直角方向転倒に対する評価時の H_{p} Ν 要目を示し、下段は軸方向転倒に対する評価時の要目を示す。 ⅢSの評価をSsで実施する場合は「一」とする。 (μm) (rpm) *2: 最高使用温度で算出

*3:周囲環境温度で算出



1.4 結論

1.4.1 固有周期	(単位:s)		
方向	固有周期		
水平方向		\leftarrow	個別に固有周期を算出する設備の場合記載する。
鉛直方向			以降の目次構成は「1.4.2 ボルトの応力」,「1.4.3 動的機能の評価結果」と続く。
	<u> </u>		

O 2 O VI-O-O-O R 0

III、S の評価をS s で実施した場合は、算出応力は基準地震動S s c よる算出値を「OO *2 」と記載し、注記を以下のとおりとする。

注記*2:基準地震動Ssによる算出値

1.4.1 ボルトの応力

(単位:MPa)

☆ ₽ + +	材料	応 力	弹性設計用地震動	Sd又は静的震度	基準地	震動S s
部材	州 科		算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト		引張り	$\sigma_{b1} =$	$f_{\rm t s 1} = $ *1	$\sigma_{b1} =$	$f_{\text{t s 1}} = *1$
(i = 1)		せん断	$\tau_{b1} =$	$f_{\mathrm{s}\mathrm{b}1} =$	$\tau_{b1} =$	$f_{\mathrm{s}\mathrm{b}1} =$
ポンプ取付ボルト		引張り	$\sigma_{b2}=$	$f_{\text{t s 2}} = *1$	$\sigma_{b2} =$ /	$f_{\text{t s 2}} = *1$
(i =2)		せん断	$\tau_{b2} =$	$f_{\mathrm{s}\mathrm{b}2} =$	$\tau_{b2} = /$	$f_{\mathrm{s}\mathrm{b}2} =$
原動機取付ボルト		引張り	σ _{b3} =	$f_{\rm t s 3} = $ *1	$\sigma_{b3} = /$	$f_{\text{t s 3}} = *1$
(i =3)		せん断	$\tau_{b3} =$	$f_{\rm sb3}=$	$\tau_{b3} = /$	$f_{\mathrm{s}\mathrm{b}3} =$
減速機取付ボルト		引張り	σ _{b4} =	$f_{t s 4} = {}^{*1}$	$\sigma_{b4} = /$	$f_{\text{t s 4}} = *1$
(i =4)		せん断	$\tau_{b4} =$	$f_{\rm sb4}=$	τ _{b4} =/	$f_{\text{s b 4}} =$

すべて許容応力以下である。

注記 $*1: f_{tsi} = Min[f.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \overline{ \cdot \tau_{bi}, f_{toi}}]$ より算出

*2: 基準地震動Ssによる算出値

1.4.2 動的機能の評価結果

 $(\times 9.8 \text{m/s}^2)$

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ポンプ	水平方向		
W > 7	鉛直方向		
原動機	水平方向		
/宋男// 茂	鉛直方向		
33 d : 11:341 1 = 321			

注記*:基準地震動Ssにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)は、すべて機能確認済加速度以下である。

「機能維持評価用加速度≦機能確認済加速度」の場合は、ここで終了。 ※:機能維持評価用加速度>機能確認済加速度の場合は、詳細評価を追加する。 【SA 単独の場合】

本フォーマットを使用する。ただし、章番を1.とする。

【〇〇〇ポンプ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

基準床レベルと設備が設置されている高さが異なる場合は、

設置場所のレベルとして (0.P.) を追加する。

例: 基礎台高さが500mm以上の基礎台に設置されている設備に適用

個別に固有周期を算出する設備の場合, 固有 周期の算出結果を記載する。

機器名称	+	- 11/世八海	据付場所及び床面高さん	// 固有周	期 (s)	弹性設計用地震動	Sd又は静的震度	基準地震	憂動S s	ポンプ振動に	最高使用温度	周囲環境温度
	設備分類	! () / [7	/	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	」 よる震度	(°C)	(°C)	
	○○○ポンプ		〇〇建屋 0. P. *1 (0. P.)	*2	_*2	_	_	$C_H =$	$C_V =$	С р =	_	_

注記 *1: 基準床レベルを示す。

*2:固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

2 2 機器更日

m _i (kg)	h i (mm)	0 1 i *1 (mm)	0 2 i *1 (mm)	$ m d_{i}$ (mm)	$A_{\mathrm{b}\mathrm{i}} \ \mathrm{(mm^2)}$	n i	n _{f i} *1
				(M)			
				(M)			
				(M)			
				(M)			
			III i II i li l		T	M M M M M M M M M M	Ti

ボルト径を記載する。

厚さ、径等による強度区分がある場合は、 該当する強度区分を記載する。

	Q	S .	E.	F ,*	転倒方	-	М
部材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	(MPa)	(MPa)	弾性設計用地震動S d 又は静的震度	基準地震動 S s	$ ext{M}_{ ext{p}}$ (N • mm)
基礎ボルト (i =1)	*3 (mm<径≦ mm)	*3 (mm<径≦ mm)	ı		_		_
ポンプ取付ボルト (i =2)	*2 (mm<径≦ mm)	*2 (mm<径≦ mm)	-//		_		- K
原動機取付ボルト (i =3)	*2 (mm<径≦ mm)	*2 (mm<径≦ mm)	_		_		_
減速機取付ボルト (i =4)	*3 (mm<径≤ mm)	*3 (mm<径≤ mm)	_		_		_

Mpが生じない場合は「一」とする。

Ν Ηр (rpm) (μm)

注記*1:各ボルトの機器要目における上段は軸直角方向転倒に対する評価時の

要目を示し、下段は軸方向転倒に対する評価時の要目を示す。 *2:最高使用温度で算出

*3:周囲環境温度で算出

E (MPa)	G (MPa)	I (mm ⁴)	$A_{ m e} \over ({ m mm}^2)$	
(/	(- <u>-</u> ,	(1111)	(4-2-12)	<

個別に固有周期を算出する設備の場合記載する。

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位:N)

	F _{bi}		$Q_{\mathrm{b}\mathrm{i}}$	
部材	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)	_		_	
ポンプ取付ボルト (i =2)	_		_	
原動機取付ボルト (i =3)	_		_	
減速機取付ボルト (i =4)	_		_	

2.4 結論

2.4.1 固有周期	(単位:s)
方向	固有周期
水平方向	
鉛直方向	

個別に固有周期を算出する設備の場合記載する。

以降の目次構成は「2.4.2 ボルトの応力」,「2.4.3 動的機能の評価結果」と続く。

2.4.1 ボルトの応力

(単位:MPa)

D: 1: 1 .40. 1 .20002						(<u> / </u>
部材	材 料	± +	弾性設計用地震動	IS d 又は静的震度	基準地震動S s	
司) 1/2	材 料	応 力	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト		引張り	_	_	$\sigma_{b1} =$	$f_{t s 1} = *$
(i = 1)		せん断	_	_	τ b 1 $=$	$f_{\text{s b 1}} =$
ポンプ取付ボルト		引張り	_	_	$\sigma_{b2} =$	$f_{\text{t s 2}} = *$
(i = 2)		せん断	_	_	$\tau_{b2} =$	$f_{\mathrm{s}\mathrm{b}2} =$
原動機取付ボルト		引張り	_	_	$\sigma_{\rm b3} =$	$f_{t s 3} = *$
(i = 3)		せん断	_	_	$\tau_{b3} =$	$f_{\text{s b 3}} =$
減速機取付ボルト		引張り	_	_	$\sigma_{\mathrm{b}4} =$	$f_{t s 4} = *$
(i = 4)		せん断	_	_	$\tau_{b4} =$	$f_{\mathrm{s}\mathrm{b}4} =$

すべて許容応力以下である。

注記*: $f_{tsi} = Min[1.4 \cdot f_{toi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

2.4.2 動的機能の評価結果

 $(\times 9.8 \text{m/s}^2)$

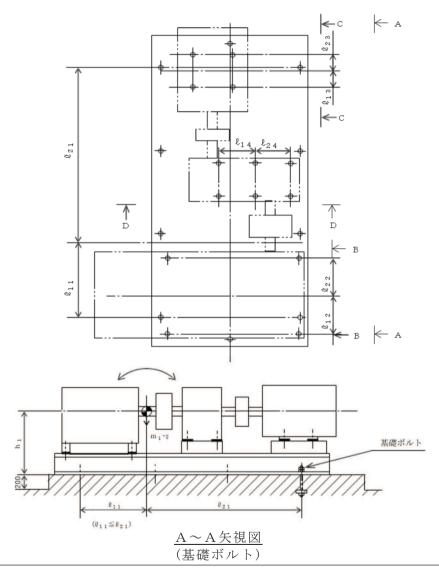
by 41. 41. /41. H.			
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ポンプ	水平方向		
W > 7	鉛直方向		
原動機	水平方向		
原動機	鉛直方向		

注記*:基準地震動Ssにより定まる応答加速度とする。

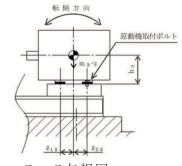
機能維持評価用加速度(1.0ZPA)は、すべて機能確認済加速度以下である。

「機能維持評価用加速度≦機能確認済加速度」の場合は、ここで終了。 ※:機能維持評価用加速度>機能確認済加速度の場合は、詳細評価を追加する。

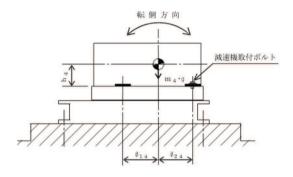
終付 1-1



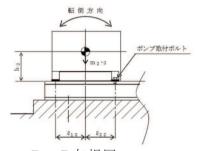
本図は、原則として「機器要目」の箇所に記載するものとする。 ただし、配置上入らない場合は本図のように最終ページに記載するものとする。 なお、DB+SA の場合は、SA の結果表の最終ページに記載するものとする。



<u>C~C矢視図</u> (原動機取付ボルト)



<u>D~D矢視図</u> (減速機取付ボルト)



<u>B~B矢視図</u> (ポンプ取付ボルト)

添付資料-2:「計算書作成の基本方針」を呼び込む設備の耐震計算書 (Fパターン「容器」の耐震計算書記載例)

Ⅵ-○-○-○ ○○○○空気だめ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 固有周期の計算・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	3
4. 構造強度評価 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	3
4.1 構造強度評価方法 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	3
4.2 荷重の組合せ及び許容応力・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	3
4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	3
4.2.2 許容応力 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
4.2.3 使用材料の許容応力評価条件・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	3
4.3 計算条件 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	3
5. 評価結果 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	8
5.1 設計基準対象施設としての評価結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	8
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	8
・DB+SAの場合の記載例を示す。	

DB+SAの場合の記載例を示す。 [DB単独又はSA単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。]

1. 概要

本計算書は、添付書類「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、〇〇〇〇空気だめ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。

○○○○空気だめは、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)及び常設重大事故緩和設備(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。

なお,○○○○空気だめは,添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載のスカート支持たて置円筒形容器と類似の構造であるため,添付書類「VI-2-1-13-1 スカート支持たて置円筒形容器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

○○○○空気だめの構造計画を表 2-1 に示す。

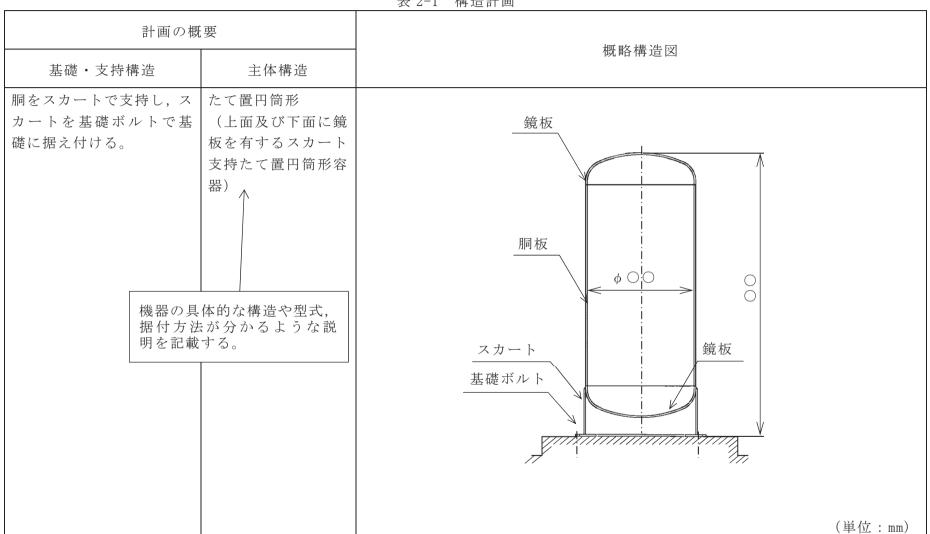
・DB+SAの場合の記載例を示す。 [DB単独又はSA単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。]

2.1 配置概要

<u>波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震計算書のみ対象とする。</u> 波及的影響を及ぼすおそれのある施設に係る設備の設置箇所を説明する。 その場合は、目次にも本項目を記載する。

波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震計算書の目次構成は, 「2.1 配置概要」,「2.2 構造計画」,「2.3 適用規格・基準等」と続く。

表 2-1 構造計画



3. 固有周期

3.1 固有周期の計算

理論式により固有周期を計算する。固有周期の計算に用いる計算条件は、本計算書の【〇〇〇空気だめの耐震性についての計算結果】の機器要目に示す。

計算の結果,固有周期は 0.05 秒以下であり,剛であることを確認した。固有周期の計算結果を表 3-1 に示す。

 表 3-1	固有周期		(単位:s)
水平方向			
鉛直方向			

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

○○○○空気だめの構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-1 スカート支持たて置円筒形容器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。なお、水平地震動による応力と鉛直地震動による応力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

「基本方針」に絶対値和及び SRSS 法の 計算方法が示されている場合,計算に適 用する手法を記載する。

- 4.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態
 - ○○○○空気だめ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
 - ○○○○空気だめの許容応力は,添付書類「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 のとおりとする。
- 4.2.3 使用材料の許容応力評価条件
 - ○○○○空気だめ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 4-5 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。

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【〇〇〇〇空気だめ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。

・DB+SAの場合の記載例を示す。 「DB単独又はSA単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。]

表 4-1	荷重の組み	合せ及び許容応力状態	(設計基準対象施設)

XII NE METONO HIMONOMONO							
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	
() 		○○○○空気だめ	C	カニコの広叩*	$D + P_D + M_D + S d *$	III _A S	
○○施設	○○設備	OOOO全 x ため	5	クラス 3 容器*	$D + P_D + M_D + S s$	IV _A S	

注記*:クラス3容器の支持構造物を含む。

表 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)

_	X = = 4 = - 4							
	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	
				常設/防止		$D + P_D + M_D + S s^{*3}$	IV _A S	
	○○施設	○○設備	○○○○空気だめ	(DB 拡張) 常設/緩和 (DB 拡張)	重大事故等* ² クラス2容器	$D + P_{SAD} + M_{SAD} + Ss$	の計谷限界を用	
							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/防止」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,「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備,「常設/防止(DB拡張)は常設重大事故防止設備(設計基準拡張)、「常設/緩和(DB拡張)」は常設重大事故緩和設備(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: $\lceil D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_{S} \rfloor$ の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

該当する設備分類のみ記載する。

- ·DB+SAの場合を示す。
- ・DB 単独の場合は、許容応力(クラス 2, 3 容器)
- ・SA 単独の場合は、許容応力(重大事故等クラス2容器)とする。

表 4-3 許容応力 (クラス 2, 3 容器及び重大事故等クラス 2 容器)

		許容限	录界* ^{1,*2}	
許容応力状態	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	Syと 0.6・Su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Sd又は 疲労解析を行い、疲労累積	系数が 1.0 以下であること。
IV _A S			ただし,地震動のみによる 2・Sy以下であれば,疲労	
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 のみによる数が 1.0 以下であること。 ただし、地震動のみによる- 2・S y 以下であれば、疲労	一次+二次応力の変動値が

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。

·DB+SAの場合は、V_ASを追加する。

許容応力を記載するすべての表に「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。」の注記を記載する。

- ・DB+SA の場合を示す。
- ・DB 単独の場合は、許容応力(クラス2,3支持構造物)
- ・SA 単独の場合は、許容応力(重大事故等クラス2支持構造物)とする。

表 4-4 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)

	許容限界* ^{1,*2} (ボルト等以外)	許容限界 ^{*1,*2} (ボルト等) 一次応力			
許容応力状態	一次応力				
	組合せ	引張り	せん断		
III _A S	1.5 · f t	1.5 • f t	1.5 • f s		
IV _A S					
V _A S (V _A S としてIV _A S の許容限界を用いる。)	1.5 • f _t *	1.5 • f t * 1.5 • 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。

• DB+SA の場合は、VSを追加する。

許容応力を記載するすべての表に「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。」 の注記を記載する。

添付 2-6

JIS 以外の規格に基づく材料を用いる場合は、 材料記号の後に「*」を記載し、注記に JIS 規格における相当材料の記号を記載する。

表 4-5 使用材料 ♠ 許容応力評価条件 (設計基準対象施設) 温度条件 S S_{u} $S_{v}(RT)$ S_{v} 材料 評価部材 (MPa) $(^{\circ}C)$ (MPa) (MPa) (MPa) 最高使 胴板 用温度 $\circ \circ$ 周囲環 スカート (厚さ≦ 境温度 /mm)00* 周囲環 mm<径登 基礎ボルト mm) 境温度 注記*:〇〇〇〇相当 厚さ, 径等による強度区 分がある場合は,該当す る強度区分を記載する。

施設時の材料記号と、設計・建設規格における JIS 材料記号が異なる場合は、設計・建設規格における JIS 記号を記載する。

オーステナイト系ステンレス鋼及 び高ニッケル合金に該当する場合 は記載する。

JIS 以外の規格に基づく材料を用いる場合は、 材料記号の後に「*」を記載し、注記に JIS 規格における相当材料の記号を記載する。

俄用材料の許容応力評価条件(重大事故等対処設備) 表 4-6 温度条件 S $S_{v}(RT)$ S_{v} S_{u} 材料 評価部材 (\mathcal{C}) (MPa) (MPa) (MPa) (MPa) 最高使 $\circ \phi$ 胴板 用温度 00 周囲環 スカート (厚さ≦ mm) 境温度 周囲環 $\cap \cap^*$ 基礎ボル 境温度 mm<径≦ mm) 注記*:○○○○相当 厚さ, 径等による強度区 分がある場合は, 該当す る強度区分を記載する。

施設時の材料記号と、設計・建設 規格における JIS 材料記号が異 なる場合は、設計・建設規格にお ける JIS 記号を記載する。

オーステナイト系ステンレス鋼及 び高ニッケル合金に該当する場合 は記載する。

5. 評価結果

5.1 設計基準対象施設としての評価結果

○○○○空気だめ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、弾性設計用地震動Sdによる動的震度及び静的震度は基準地震動Ssを下回っており、基準地震動Ssによる発生値が、弾性設計用地震動Sd又は静的震度に対する評価における許容限界を満足するため、弾性設計用地震動Sd又は静的震度による発生値の算出を省略した。

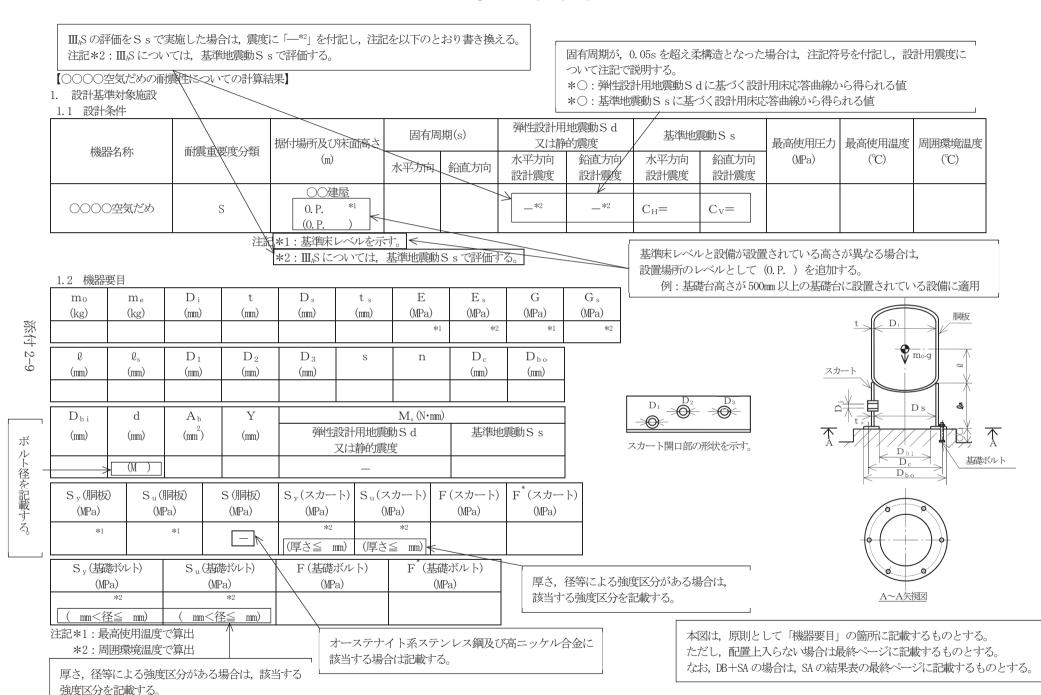
Ⅲ_AS の評価を S s で実施する場合は追記する。

5.2 重大事故等対処設備としての評価結果

○○○○空気だめ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。



 III_{a} S の評価をSs で実施した場合は、1.3 項の算出値に「--*」を付記し、注記を以下のとおり記載する。注記 $*:III_{a}$ S については、基準地震動Ss で評価する。

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)

		弾性	設計用地震動Sd又は静	的震度 //		基準地震動S s	
		周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力
静水頭又は内圧	による応力	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	/ /	$\sigma_{\phi 1} =$	$\sigma_{x 1} =$	_
運転時質量によ	る引張応力	_	$\sigma_{x2}=$	/ /-		σ_{x2} =	_
鉛直方向地震によ	よる引張応力	_	σ_{x5} =	/ / -	$\sigma_{\phi 2} =$	σ_{x5} =	_
空質量による	圧縮応力	_	$\sigma_{x3} =$			σ_{x3} =	_
鉛直方向地震によ	よる圧縮応力	-	$\sigma_{x6} =$	/ / -		$\sigma_{x6} =$	_
水平方向地震は	こよる応力	_	$\sigma_{x4} =$ /	/ τ =		$\sigma_{x4} =$	$\tau =$
応力の和	引張側	$\sigma_{\phi} =$	$\sigma_{x t} =$		$\sigma_{\phi} =$	$\sigma_{x t} =$	_
ルロンフマンイロ	圧縮側	$\sigma_{\phi} =$	$\sigma_{xc} =$		$\sigma_{\phi} = \backslash$	$\sigma_{\rm xc} =$	_
組合せ応力	引張り	$\sigma_{0 t} =$			$\sigma_{0 t} = \setminus$		
ボエロ ビルンノ	圧縮		-/	/		_	

(2) 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)

		弾性	設計用地震動Sd又は静	/ 震度		基準地震動S s		
		周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力	
鉛直方向地震によ	にる引張応力	$\sigma_{\phi 2} =$	$\sigma_{x5} =$	_	$\sigma_{\phi 2} = $	$\sigma_{x5} =$	_	
鉛直方向地震によ	にる圧縮応力	_	$\sigma_{x6} =$	_	_	$\sigma_{x6} =$	_	
水平方向地震は	こよる応力	_ /	$\sigma_{x4} =$	$\tau =$	_	$\sigma_{x4} =$	$\tau =$	
応力の和	引張側	$\sigma_{2\phi} =$	$\sigma_{2xt} =$	_	$\sigma_{2\phi} =$	$\sigma_{2xt} =$	_	
かいノフマン不日	圧縮側	$\sigma_{2\phi} =$	$\sigma_{2 \mathrm{x} \mathrm{c}} =$	_	$\sigma_{2\phi} =$	$\setminus \sigma_{2 \times c} =$	_	
組合せ応力	引張り	$\sigma_{2 t} =$			$\sigma_{2t} =$		_	
(変動値)	圧縮	$\sigma_{2c}=$			$\sigma_{2c} =$			

1.3.2 スカートに生じる応力

(単位:MPa)

1.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位:MPa)

	弹性設計用地震動S	d又は静的震度	基準地震動	JS s
	応力	組合せ応力	応 力	組合せ応力
運転時質量による応え	$\sigma_{s1} =$		$\sigma_{s 1} =$	
鉛直方向地震による応え	$\sigma_{s3} =$		$\sigma_{s3}=$	
水平方向地震 曲げ	$\sigma_{s2}=$	$\sigma_{\rm s}$ =	$\sigma_{s2}=$	σ_s =
による応力せん断	$\tau_s =$		τ_s =	

	弾性設計用地震動S d 又は静的震度	基準地震動S s
引張応力	σ_b =	σ_b =
せん断応力	τ _b =	τ _b =

1.4 結論

1.4.1 固有周期

(単位:s)

方 向	固有周期
水平方向	$T_H =$
鉛直方向	$T_{V}=$

III.S の評価をSs で実施した場合は,算出応力は基準地震動Ss による 算出値を 「OO *2 」と記載し,注記を以下のとおりとする。

注記*2:基準地震動Ssによる算出値

1.4.2 応力

(単位:MPa)

部材	材料	応力	弹性設計用地震動	IS d 又は静的震度		基準地震動S s		
Hb 451	12) 121) II)]	算出応力	許容応力		算出応力	許容応力	
胴板		一次一般膜	σ 0=	S a =	q	=0	S a=	
лелух		一次+二次	σ 2=	S a=	¢	- 2=	S a=	
		組合せ	σ_s =	$f_{\mathrm{t}} =$	o	· _s =	$f_{ m t} =$	
スカート		圧縮と曲げ	$\eta \cdot (\sigma_{s^1} + \sigma_{s^3})$	$\eta \cdot \sigma_{s^2}$		$\eta \cdot (\sigma_{s^1} + \sigma_{s^3})$	$\eta \cdot \sigma_{s^2}$	
		の組合せ	$f_{ m c}$	$+ {f_{b}} \leq 1$		$f_{ m c}$	$f_{\mathrm{b}} = 1$	
		(座屈の評価)	(無没	欠元)		(無)	欠元)	
基礎ボルト		引張り	$\sigma_b =$	$f_{ts} = *1$		$\sigma_b =$	$f_{ts} = *1$	
本版ハノレト		せん断	$\tau_b =$	$f_{\rm sb} =$		= _b =	$f_{\rm sb} =$	

注記*1 $\sqrt{f_{\mathrm{ts}}} = \mathrm{Min} [1.4 \cdot f_{\mathrm{to}} - 1.6 \cdot \tau_{\mathrm{b}}, f_{\mathrm{to}}]$ より算出

*2:基準地震動Ssによる算出値

すべて許容応力以下である。

派行 2-1

【SA 単独の場合】

本フォーマットを使用する。ただし、章番を1.とする。

【〇〇〇〇空気だめ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

終

2-12

ボ

ルト径を記載する

固有周期が、0.05sを超え柔構造となった場合は、注記符号を付記し、設計用震度について注記で説明する。

*○: 基準地震動Ssに基づく設計用床応答曲線から得られる値

1660 DD 57 Th-	5几/共八将石	設備分類	据付場所及び床面高さ	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	最高使用温度	周囲環境温度
機器名称	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	(m)	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	(MPa)	(℃)	(°C)	
○○○○空気だめ	常設/防止 (DB 拡張) 常設/緩和 (DB 拡張)	〇〇建屋 0. P. * (0. P.)			1	-	C _H =	$C_V =$				
	注	記*:基準床レベルを示	す。						: (,)			

2.2 機器要目

 E_s m_0 D_i t D_s t s E G G_s (mm)(MPa) (kg) (kg) (mm) (mm) (mm) (MPa) (MPa) (MPa)

 $D_{b\,i}$ d A_{b} Y M_{s} (N·mm) (mm) (mm) (mm) (mm) M_{s} (mm) 弹性設計用地震動S d 基準地震動S s 又は静的震度

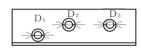
 S_y (胴板) S_u (胴板) S_u (胴板) S_y (スカート) S_u (スカート) F (スカート) F^* (スカート) F^* (Aカート) A (APa) A (APa) A (APa) A (APa) A (APa) APa) APa) APa (APa) APa) APa (APa) A

S_y(基礎がレト) S_u(基礎がレト) F(基礎ボルト) F*(基礎ボルト) (MPa) (M

基準床レベルと設備が設置されている高さが異なる場合は、 設置場所のレベルとして (0.P.) を追加する。

例: 基礎台高さが500mm以上の基礎台に設置されている設備に適用

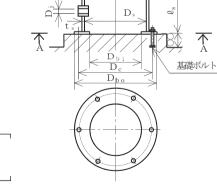
スカート



スカート開口部の形状を示す。

厚さ、径等による強度区分がある場合は、

該当する強度区分を記載する。



D

 m_0 .g

A~A矢視図

注記*1:最高使用温度で算出

*2:周囲環境温度で算出

厚さ、径等による強度区分がある場合は、該当する 強度区分を記載する。 オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金に 該当する場合は記載する。 本図は、原則として「機器要目」の箇所に記載するものとする。 ただし、配置上入らない場合は最終ページに記載するものとする。 なお、DB+SAの場合は、SAの結果表の最終ページに記載するものとする。

添付 2-13

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)

		弹性	設計用地震動Sd又は静的	震度	基準地震動S s		
		周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力
静水頭又は内圧	による応力	_	_	_	σ φ 1=	σ _{x1} =	_
運転時質量によ	る引張応力	_	_	-	_	σ _{x2} =	_
鉛直方向地震に	よる引張応力	_	_	-	σ φ 2=	σ _{x5} =	_
空質量による圧縮応力		_	_	_	_	σ _{x3} =	_
鉛直方向地震に。	よる圧縮応力	_	_	_	_	σ _{x6} =	_
水平方向地震	による応力	_	_	_	_	σ _{x4} =	$\tau =$
応力の和	引張側	_	_	_	σ φ=	$\sigma_{xt} =$	_
かいノノマノイロ	圧縮側	_	_	-	$\sigma_{\phi} =$	σ_{xc} =	_
組合せ応力	引張り		_		$\sigma_{0t} =$		
	圧縮		_	_		_	

(2) 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)

		弾性設計用地震動Sd又は静的震度			基準地震動S s		
		周方向応力	軸方向応力	せん断応力	周方向応力	軸方向応力	せん断応力
鉛直方向地震に	よる引張応力	_	_	_	σ φ 2=	σ _{x5} =	_
鉛直方向地震に	よる圧縮応力	_	_	_	_	σ _{x6} =	_
水平方向地震	水平方向地震による応力		_	_	_	σ _{x4} =	$\tau =$
応力の和	_	_	_	_	σ _{2φ} =	$\sigma_{2xt} =$	_
ルロノリマン作目	_	_	_	_	σ _{2φ} =	σ _{2xc} =	_
組合せ応力	引張り	_		σ _{2t} =			
(変動値)	圧縮	-			σ_{2c} =		

2.3.2 スカートに生じる応力

(単位:MPa)

		弹性設計用地震動So	l 又は静的震度	基準地震動S s		
		応 力	組合せ応力	応 力	組合せ応力	
運転時質量に	よる応力	_		σ_{s1} =		
鉛直方向地震に	こよる応力	_		σ _{s3} =		
水平方向地震	曲げ	_	_	σ _{s2} =	σ_s =	
による応力	せん断	_		τ $_{\mathrm{s}}=$		
	•		•			

2.3.3 基礎ボルトに生じる応力

(単位:MPa)

	弾性設計用地震動S d 又は静的震度	基準地震動S s		
引張応力	_	σ_b =		
せん断応力	_	τ b=		

2.4 結論

2.4.1 固有周期

(単位:s)

方 向	固有周期
水平方向	$T_H =$
鉛直方向	$T_{V}=$

2.4.2 応力

(単位:MPa)

部材	材料	応力	弹性設計用地震動	Sd又は静的震度	基準地震	震動S s
由12 42	12) 121)/L /J	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
胴板		一次一般膜	_	_	σ_0 =	S a=
лених		一次+二次	_	_	$\sigma_2 =$	S a=
		組合せ	_	_		
					$\sigma_{\rm s}$ =	$f_{\rm t}$ =
スカート		圧縮と曲げ			$\eta \cdot (\sigma_{s^1} + \sigma_{s^3})$	$\eta \cdot \sigma_{\mathrm{s}^{2}}$
		の組合せ	-	=	$f_{\rm C}$	$-\frac{f_b}{f_b} \leq 1$
		(座屈の評価)	_		(無次元)	
基礎ボルト		引張り	_	_	σ_b =	f _{t s} = *
		せん断	_	_	τ $_{b}=$	$f_{\rm sb} =$

注記 $*:f_{ts}= \min \left[1.4 \cdot f_{to}-1.6 \cdot \tau_{b} \right]$, f_{to} より算出

すべて許容応力以下である。

添付 2-14

添付資料-3:「計算書作成の基本方針」を呼び込む設備の耐震計算書 (Fパターン「たて軸ポンプ」の耐震計算書記載例)

Ⅵ-○-○-○ ○○○ポンプの耐震性についての計算書

目 次

1.	村	死要	
2.	-	一般	事項1
2	. 1	構	造計画1
3.		固有	∮値解析及び構造強度評価3
3	. 1	構	造強度評価方法3
3	. 2	荷	重の組合せ及び許容応力3
	3.2	. 1	荷重の組合せ及び許容応力状態3
	3. 2	. 2	許容応力3
	3.2	. 3	使用材料の許容応力評価条件3
3	. 3	解	析モデル及び諸元9
3	. 4	固	有周期9
3	. 5	設	計用地震力10
3	. 6	計	算条件13
4.	杉	幾能	維持評価14
4	. 1	動	的機能維持評価方法14
5.	1	平価	結果15
5	. 1	設	計基準対象施設としての評価結果15
5	. 2	重	大事故等対処設備としての評価結果15

・DB+SAの場合の記載例を示す。

[DB 単独又は SA 単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。]

1. 概要

本計算書は、添付書類「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、〇〇〇ポンプが設計用地震力に対して十分な構造強 度及び動的機能を有していることを説明するものである。

○○○ポンプは, 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(設計基準拡張)及び常設重大事故緩和設備(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動的機能維持評価を示す。

なお、 $\bigcirc\bigcirc\bigcirc$ ポンプは、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載のたて軸ポンプと類似の構造であるため、添付書類「VI-2-1-13-5 たて軸ポンプ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

○○○ポンプの構造計画を表 2-1 に示す。

・DB+SAの場合の記載例を示す。

[DB単独又は SA単独の場合は、それぞれ該当する項目のみ記載する。]

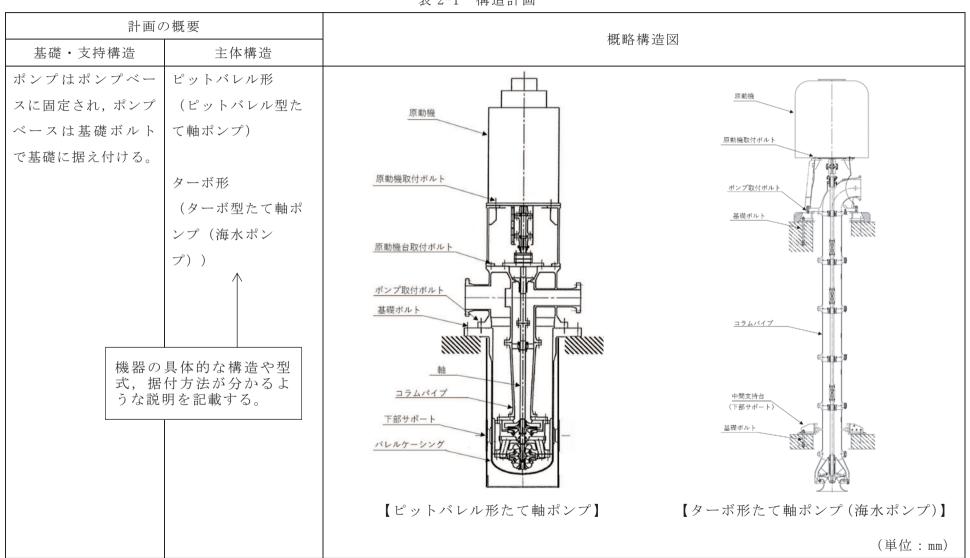
2.1 配置概要

<u>波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震計算書のみ対象とする。</u> 波及的影響を及ぼすおそれのある施設に係る設備の設置箇所を説明する。 その場合は、目次にも本項目を記載する。

波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震計算書の目次構成は,

「2.1 配置概要」,「2.2 構造計画」,「2.3 適用規格・基準等」と続く。

表 2-1 構造計画



- 3. 固有値解析及び構造強度評価
- 3.1 構造強度評価方法

○○○ポンプの構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-5 たて軸ポンプの耐震性 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。

- 3.2 荷重の組合せ及び許容応力
- 3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

○○○ポンプ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 3-1 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-2 に示 す。

3.2.2 許容応力

○○○ポンプの許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 3-3 及び表 3-4 のとおりとする。

3.2.3 使用材料の許容応力評価条件

○○○ポンプ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 3-5 に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表 3-6 に示す。

・DB+SAの場合の記載例を示す。

[DB単独又は SA 単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。]

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	
				4 - 1 0 .12 \ 18 *	$D + P_D + M_D + S d *$	Ⅲ _A S
○○施設 ○○設備	○○設備 	○○○ポンプ	S	クラス 2 ポンプ*	$D + P_D + M_D + S_S$	IV _A S

表 3-1 荷重の組合せ及び許容応力状態(設計基準対象施設)

注記*:クラス2ポンプの支持構造物を含む。

表 3-2 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
					$D + P_D + M_D + S_s^{*3}$	IV AS
○○施設	○○設備	○○○ポンプ	常設耐震/防止常設/緩和	重大事故等 クラス 2 ポンプ* ²	$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_S$	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/防止」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,「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備,「常設/防止(DB拡張)は常設重大事故防止設備(設計基準拡張),「常 設/緩和(DB拡張)」は常設重大事故緩和設備(設計基準拡張)を示す。

*2: 重大事故等クラス2ポンプ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。

該当する設備分類のみ記載する。

- DB+SAの場合を示す。
- ・DB 単独の場合は、許容応力 (クラス 2, 3 ポンプ)
- ・SA 単独の場合は、許容応力(重大事故等クラス2ポンプ)とする。

表 3-3 許容応力 (クラス 2, 3 ポンプ及び重大事故等クラス 2 ポンプ)

	許容限界*					
許容応力状態	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 一ク応力		
III _A S	Syと 0.6・Su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	し, オーステナイト系ステン 鋼及び高ニッケル合金につ 左欄の 1.5 倍の値 は上記値と 1.2・S との大き		性設計用地震動Sd又は基準地震動Ssのみによる 労解析を行い,疲労累積係数が 1.0 以下であること。 だし,地震動のみによる一次+二次応力の変動値が		
IV _A S			2・S _y 以下であれば、疲労解析は行わない。			
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 Ss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・Sy以下であれば、疲労解析は行わない。			

注記* : 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。

・DB+SAの場合は、V_ASを追加する。

許容応力を記載するすべての表に「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。」の注記を記載する。

- DB+SAの場合を示す。
- ・DB 単独の場合は、許容応力 (クラス 2, 3 支持構造物)
- ・SA 単独の場合は、許容応力(重大事故等クラス 2 支持構造物)とする。

表 3-4 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)

	許容限界* ^{1,*2} (ボルト等)			
許容応力状態	一次応力			
	引張り	せん断		
III _A S	1.5 · f _t	1.5 · f s		
IV AS		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。)	1.5 · f _t *			

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。

·DB+SAの場合は、V_ASを追加する。

許容応力を記載するすべての表に「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。」の注記を記載する。

JIS 以外の規格に基づく材料を用いる場合は、材料記号の後に「*」を記載し、注記に JIS 規格における相当材料の記号を記載する。

	表 3-5 使用材料の許	容応力評価条件(設	計基準対象施設)			
₹₩ /₩ ₩ ₽ ++	1-1-101	温度条件	S	S y	S u	S _y (RT)
評価部材	材料	(℃)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
バレルケーシング	「(mm<厚さ≦ mm)	最高使用温度				_
コラムパイプ	(mm<厚さ≦ mm)	最高使用温度	_			_
基礎ボルト	(mm<径≦ mm)	周囲環境温度				_
ポンプ取付ボルト	(mm<径≦ mm)	最高使用温度				_
原動機台取付ボルト	(mm<径≦ mm)	最高使用温度	_			_
原動機取付ボルト	(mm<径≦ mm)	周囲環境温度				
注記*:○○○相当						

施設時の材料記号と、設計・建設規格における JIS 材料記号が異なる場合は、設計・建設規格における JIS 記号を記載する。

厚さ,径等による強度区分がある場合は,該当する強度区分を記載する。

オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金に該当する場合は記載する。

JIS 以外の規格に基づく材料を用いる場合は、材料記号の後に「*」を記載し、注記に JIS 規格における相当材料の記号を記載する。

表 3-6 使用材料の許容応力評価条件(重大事故等対処設備)									
₹₩ ±₩ ±₩	++ \psi	温度条件		S	S y	S u	S_y (RT)		
評価部材	材料	$(^{\circ}\!\mathbb{C})$		(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)		
バレルケーシング	「(mm<厚さ≦ mm)	最高使用温度		_					
コラムパイプ		最高使用温度		_			_		
基礎ボルト	(mm<径≦ mm)	周囲環境温度		_			_		
ポンプ取付ボルト	(mm<径≦ mm)	最高使用温度		_			_		
原動機台取付ボルト	(mm<径≤ mm)	最高使用温度		_			_		
原動機取付ボルト	(/mm<径≦ mm)	周囲環境温度							
注記*:○○○相当									

施設時の材料記号と,設計・建設規格における JIS 材料記号が異なる場合は,設計・建設 規格における JIS 記号を記載する。 厚さ,径等による強度区分がある場合には,該当する強度区分を記載する。

オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金に該当する場合は記載する。

3.3 解析モデル及び諸元

固有値解析及び構造強度評価に用いる解析モデル及び諸元は、本計算書の【 $\bigcirc\bigcirc\bigcirc$ ポンプ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。解析コードは、 $\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc$ 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、添付書類「VI-5 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

3.4 固有周期

固有値解析の結果を表 3-7 に、振動モード図を図 3-1 に示す。固有周期は、0.05 秒を超えており、柔構造であることを確認した。

水平方向刺激係数* 固有周期 鉛直方向 モード 卓越方向 (s)刺激係数* Χ Y 1 次 水平方向 . . . 鉛直方向 水平方向 n 次 n+1次 水平方向

表 3-7 固有值解析結果

記事* : 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クスの積から算出した値を示す。

適用する刺激係数について記載する。固有周期が 0.05 秒以下となる方向については「一」とする。

n次までは固有周期が 0.050s より長いモード, n+1 次は固有周期が 0.050s 以下のモードを示す。

柔構造の場合は、振動モード図(最大で3次モードまで又は各方向の卓越モード)を記載する。

剛構造の場合は、1次モードの振動モード図を記載する。

図 3-1 振動モード (1 次モード 水平方向 ○.○○ s)

3.5 設計用地震力

「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、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。また、減衰定数は添付書類「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。

評価に用いる設計用地震力を表 3-8 に示す。

表 3-8 設計用地震力 据付場所 固有周期 弹性設計用地震動 S d 基準地震動 S s (s)又は静的震度 及び 床面高さ 水平 鉛直 水平方向 鉛直方向 水平方向│鉛直方向 (m)方向 方向 設計震度 設計震度 設計震度 設計震度 ○○建屋 0. P. $C_H =$ $C_{v} =$ $C_H =$ $C_{v} =$ (0.P.注記*:基準床レベルを示す 基準床レベルと設備が設置されている高さが異なる場合は、設置場所 のレベルとして (0.P.) を追加する。 例:基礎台高さが500mm以上の基礎台に設置されている設備に適用

剛な設備の場合は本表を用いる。

		表	き 3-8 設計	用地震力					
据付場所 床面高る			○○建屋 0.P. ○○*1 (0.P. ○○)						
固有周期	(s) *2			水平:	鉛直:				
減衰定数	女(%)		;	水平:	鉛直:				
地震	カ		设計用地震動 スは静的震原		基	基準地震動 S s			
ギード	固有周期 (s)	応答水≦	严震度* 3	応答鉛直	応答水平震度*4		応答鉛直		
+		NS 方向	EW方向	震度*3	NS 方向	EW方向	震度*4		
1 次									
n 次									
n+1次									
動的地震	· 麦力* ⁵								
静的地震	毫力 *6		1						

注記*1:基準床レベルを示す。

*2:1次固有周期について記載。

*3:各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線(Sd)より得られる震度を 示す。

*4:各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線(Ss)より得られる震度を示す。

*5: S s 又は S d に基づく設計用最大応答加速度 (1.2・ZPA) より定めた震度を示す。

*6:静的震度(3.6・¢i及び1.2・Cv)を示す。

n次までは固有周期が 0.050s/より長いモード, n+1次は固有周期が 0.050s以下のモードを示す。

 $\coprod_{A}S$ の評価をS s で実施した場合は、震度に「-*3」を付記し、注記を以下のとおり書き換える。注記 $*3:\coprod_{A}S$ については、基準地震動 S s で評価する。

柔な設備の場合は本表を用いる。

3.6 サポート部の計算方法

3.6.1 記号の説明

○○○ポンプのサポート部の応力評価に使用する記号を表 3-9 に示す。

表 3-9 記号の説明

記号	記号の説明	単位
W	サポートに作用する荷重	N
$A_{s\ b\ j}$	サポートボルトの軸断面積*1	mm^2
n _{s j}	サポートボルトの本数*1	_
τ _{в в ј}	サポートボルトに生じるせん断応力*1	MPa

注記*1: A_{sbj} , n_{sj} 及び τ_{sbj} の添字 jの意味は,以下のとおりとする。

j=1:第一中間サポート基礎ボルト

j=2:第一中間サポート取付ボルト

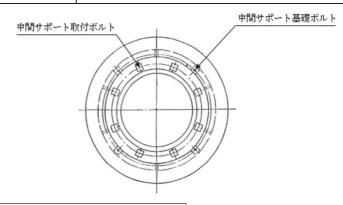
i=3:第二中間サポート基礎ボルト

i=4:第二中間サポート取付ボルト

3.6.2 応力の計算方法

多質点モデルを用いて応答計算を行い、得られた荷重Wにより、サポート取付ボルトに生じるせん断応力は次式で求める。

$$\tau_{sb} = \frac{W}{A_{sb} \cdot n_{s}} \qquad (3.6.2.1)$$



サポート取付ボルトが複数種類ある場合には、添字jを用いて記号を定義する。また、添字の意味については設備構成に応じた記載とする。

図 3-2 サポート部の応力計算モデル

中間サポートを有するポンプの場合記載する。 この場合,目次構成は「3.6 サポート部の計算方法」,「3.7 計算 条件」,「3.8 応力の評価」とする。

3.6 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【〇〇〇ポンプ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。

3.8 応力の評価

3.8.1 ボルトの応力評価

3.6.2 項で求めたボルトのせん断応力 τ_{sbj} はせん断力のみを受けるボルトの許容応力 f_{ssbj} 以下であること。

ただし、 f_{ssbj} 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
許容せん断応力	$\frac{\mathrm{F}_{\mathrm{j}}}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F_{j}^{*}}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

4. 機能維持評価

4.1 動的機能維持評価方法

- ○○○ポンプの地震後の動的機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-13-5 たて軸ポンプ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。
- ○○○ポンプは地震時動的機能維持が確認された機種と類似の構造及び振動特性であるため、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に記載の機能確認済加速度を適用する。機能確認済加速度を表 4-1 に示す。

表 4-1 機能確認済加速度

 $(\times 9.8 \, \text{m/s}^2)$

評価部位	形式	方向	機能確認済加速度
+° > / ¬°	0000 ポンプ	水平方向	
W >)		鉛直方向	
百番地	立形〇〇〇〇	水平方向	
原動機	軸受電動機	鉛直方向	

5. 評価結果

5.1 設計基準対象施設としての評価結果

○○○ポンプ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及び動的機能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、弾性設計用地震動Sdによる動的震度及び静的震度は基準地震動Ssを下回っており、基準地震動Ssによる発生値が、弾性設計用地震動Sd又は静的震度に対する評価における許容限界を満足するため、弾性設計用地震動Sd又は静的震度による発生値の算出を省略した。

Ⅲ_ASの評価をSsで実施する場合は追記する。

(2) 機能維持評価結果

動的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

5.2 重大事故等対処設備としての評価結果

○○○○ポンプ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及び動的機 能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。

(2) 機能維持評価結果

動的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【〇〇〇〇ポンプの耐震性についての計算結果】

 $III_{A}S$ の評価をS s で実施した場合は、震度に「-*2」を付記し、注記を以下のとおり書き換える。注記 $*2:III_{A}S$ については、基準地震動S s で評価する。

最高使用圧力が吸込側/吐出側とも 同じであれば区別せず,最高使用圧力を 記載する。

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件 最高使用圧力 弹性設計用地震動 s d 固有周期(s) 基準地震動S s 最高使用 周囲環境 又は静的震度 (MPa) 据付場所及び床面高さ ポンプ振動 機器名称 耐震重要度分類 温度 温度 水平方向 鉛直方向 水平方向 鉛直方向 (m) による震度 吸込側 吐出側 水平方向 鉛直方向 $(^{\circ}C)$ $(^{\circ}C)$ 設計震度 設計震度 設計震度 設計震度 ○○建屋 $C^{H} =$ $C_{\rm v} =$ $C_H =$ $C_v =$ ○○○○ポンプ 0. P. $C_p =$

又は*2

又は*3

又は*3

又は*2

注記*1:基準床レベルを示す。

(0. P.

*2:弾性設計用地震動Sdに基づく設計用床応答曲線より得られる値

*3: 基準地震動Ssに基づく設計用床応答曲線より得られる値

1.2 機器要目

基準床レベルと設備が設置されている高さが異なる場合は、設置場所のレベルとして (0.P.) を追加する。

例:基礎台高さが500mm以上の基礎台に設置されている設備に適用

部材	m i (kg)	D_{i} (mm)	d_{i} (mm)	$A_{\mathrm{b}\mathrm{i}}$ (mm ²)	n i	n _{f i}	$M_{ m p}$ (N· mm)	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)
基礎ボルト								*2	*2		
(i = 1)			(M)					(径≦ mm)	(径≦ mm)		
ポンプ取付ボルト							\`	*1	*1		
(i =2)			(M)					(径≦ mm)	(径≦ mm)		
原動機台取付ボルト								*1	*1		
(i = 3)			(M)			/		(径≦ mm)	(径≦ mm)		
原動機取付ボルト								*2	*2		
(i =4)			(M)					(径≤ mm)	(径≤ mm)		

(2) バレルケーシング, コラムパイプ

部材	S	Sy	S_{u}	D_{C}	t
司》 77	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)
バレルケーシング	_*	*	*		
コラムパイプ	_*	*	*		
	//\				1.1.

注記*:最高使用温度で算出

オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金に 該当する場合は記載する。

/

ボルト径を記載する。

Mnが生じない場合は"一"とする。

注記*1:最高使用温度で算出 *2:周囲環境温度で算出

厚さ、径等による強度区分がある場合は、該当する強度区分を記載する。 (バレルケーシング、コラムパイプについても同様とする。)

(3)	サポート	・ボル	レト
		並収	オナ

部材	A_{sbj} (mm ²)	n s j	S _{yj} (MPa)	S _{uj} (MPa)	S _{yj} (RT) (MPa)	F _j (MPa)	F _j * (MPa)
第一中間サポート基礎ボルト (j=1)			*	*			
第一中間サポート取付ボルト (j=2)			*	*			
第二中間サポート基礎ボルト (j=3)			*	*			
第二中間サポート取付ボルト (j=4)			*	*			

注記*:周囲環境温度で算出

H_P	N
(μm)	(rpm)

3	1
2	1
C	ċ
\vdash	_
C	C

 III_s の評価をSsで実施した場合は、1.3項の算出値に「-*」を付記し、注記を以下のとおり記載する。注記 $*:III_s$ については、基準地震動Ssで評価する。

1.3 計算数値

(1) ボルトに作用する力

(2) バレルケーシング, コラムパイプに作用する力 (単位:N·mm)

	\mathbf{M}_{i} (N • mm)		F _{bi} (N)			Q _{bi} (N)			
部材	弹性設計用地震動S d	基準地震動	弾性設計用地震動	基準地震動	弾性設	計用地震動S d	基準地震動		75
	又は静的震度	Ss	Sd又は静的震度	Ss	🔻	は静的震度	Ss		治
基礎ボルト									バレル
(i = 1)									, .
ポンプ取付ボルト									コラ
(i = 2)									
原動機台取付ボルト									
(i = 3)									
原動機取付ボルト									
(i =4)									

		(—————————————————————————————————————
	M	
777 ++	弾性設計用地震動S d	基準地震動
部材	又は静的震度	Ss
バレルケーシング	A	
コラムパイプ		

(3) サポートボルトに作用する力

(単位:N)

	W _j			
部材	弾性設計用地震動	世海山原金山の		
	Sd又は静的震度	基準地震動S s		
第一中間サポート基礎ボルト				
(j = 1)				
第一中間サポート取付ボルト				
(j =2)				
第二中間サポート基礎ボルト				
(j = 3)				
第二中間サポート基礎ボルト				
(j =4)				

1.4 結論

1.4.1 固有周期

(単位:s)

固有周期

Tv1=0.05以下

 $T_{H1} =$

 ${
m III}_{
m i}$ S の評価をS s で実施した場合は,算出応力は基準地震動S s による

算出値を「○○*○」と記載し、注記を以下のとおりとする。

注記*○:基準地震動Ssによる算出値

 鉛直 1次

 1.4.2 ボルトの応力

モード

水平 1次

(単位:MPa)

1.4.3 バレルケーシング, コラムパイプの応力

(単位:MPa)

部材	材料		一次一般膜応力		
即 松	1/1 1/1	7	算出応力	許容応力	
バレルケーシング		弾性設計用地震動S d 又は静的震度	$\sigma =$	Sa=	
		基準地震動S s	$\sigma =$	Sa=	
コラムパイプ		弾性設計用地震動S d 又は静的震度	$\sigma =$	Sa=	
		基準地震動S s	$\sigma =$	Sa=	

注記*:基準地震動Ssによる算出値

すべて許容応力以下である。

弾性設計用地震動Sd 基準地震動S s 応 力 部 材 料 又は静的震度 許容応力 算出応力 許容応力 算出応力 $f_{t s} =$ $f_{t s 1} =$ 引張り $\sigma_{b1} =$ $\sigma_{b1} =$ 基礎ボルト $\tau_{b1} =$ (i = 1)せん断 $f_{\rm s\,b\,1} =$ $\tau_{b1} =$ 引張り $\sigma_{b2} =$ $f_{\rm t \ s \ 2} =$ $\sigma_{b2} =$ $/f_{\rm t \ s \ 2} =$ ポンプ取付ボルト (i = 2)せん断 $f_{\rm s\,b\,2} =$ $f_{\rm s\,b\,2} =$ $\tau_{b2} =$ $\tau_{b2} =$ $f_{\rm t.s.3} =$ $f_{t,s,3} =$ 原動機台取付ボルト 引張り $\sigma_{b3} =$ $\sigma_{b3} =$ (i = 3)せん断 $\tau_{b3} =$ $f_{\rm sb3} =$ τ_{b3}≠ $f_{\rm sb3} =$ 原動機取付ボルト 引張り $\sigma_{b4} =$ $f_{t s 4} =$ $\sigma /_{4} =$ $f_{\rm t\ s\ 4} =$ (i = 4)せん断 $f_{\rm sb4} =$ $\tau_{b4} =$ $f_{\rm sb4} =$ $\tau_{b4} =$

すべて許容応力以下である。

注記*1: $f_{tsi} = Min[1.4 \cdot f_{boi} - 1.6 \cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ より算出

*2:基準地震動Ssによる算出値

1.4.4 サポートボルトの応力

(単位:MPa)

☆ 17 - -		rt1-	弹性設計用地震動	Sd又は静的震度	基準地震動S s	
部材	材料	応力	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
第一中間サポート基礎ボルト						
(j=1)						
第一中間サポート取付ボルト						
(j =2)						
第二中間サポート基礎ボルト						
(j =3)						
第二中間サポート基礎ボルト						
(j =4)						

添付 3-20

1.4.5 動的機能の評価結果

 $(\times 9.8 \text{m/s}^2)$

	機能維持評価用加速度*			機能確認済加速度	
ポンプ	水平方向				
W > 7	鉛直方向				
四番林修	水平方向				
原動機	鉛直方向				

・水平方向は、ポンプにあってはコラム先端(原動機にあっては軸受部)の応答加速度 又は設計用最大応答加速度のどちらか大きい方を記載する。

・鉛直方向は、設計用最大応答加速度を記載する。

注記*:基準地震動Ssにより定まる応答加速度を設定する。なお、水平方向の機能維持評価用加速度はコラム先端(原動機にあっては軸受部)の応答加速度 又は設計用最大応答加速度(1.0・ZPA)のいずれか大きい方を、鉛直方向は設計用最大応答加速度(1.0・ZPA)を設定する。

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。

「機能維持評価用加速度≦機能確認済加速度」の場合は、ここで終了。

※:機能維持評価用加速度>機能確認済加速度の場合は、詳細評価を追加する。

1.5 その他の機器要目

(1) 節点データ

然上亚日	節点座標(mm)					
節点番号	X	У	Z			
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

(2) 要素の断面性状

。// 安米 ⁽⁾ / 阿田庄()					
要素両端の節点 番号	材料 番号	断面積 (mm²)	断面二次 モーメント (mm ⁴)	断面二次 極モーメント (mm ⁴)	
	要素両端の節点番号	要素両端の節点	要素両端の節点 材料 番号 (mm²)		

(3) ばね結合部の指定

ばねの両端の節点番号		ばね定数
1	15	(N/mm)
3	17	(N/mm)
6	20	(N/mm)
9	23	(N/mm)
12	38	(N/mm)
13	39	(N/mm)
17	27	(N/mm)
31	33	(N·mm/rad)

(4) 節点の質量

節点番号	質量(kg)
1	貝里(Kg)
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14 15	
16	
17	
18	
19	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	

(5) 材料物性值

材料番号	温度	縦弾性係数	質量密度	ポアソン比	材質	部位
附件留方	(\mathcal{C})	(MPa)	(kg/mm^3)	(-)	初貝	<u></u> 由幻 <u>小</u>
1						
2						
3						
4						
5						

【SA 単独の場合】

本フォーマットを使用する。ただし、章番を1.とする。

【〇〇〇〇ポンプの耐震性についての計算結果】

2. 重大事故等対処設備

基準床レベルと設備が設置されている高さが異なる場合は、 設置場所のレベルとして (0.P.) を追加する。

例:基礎台高さが500mm以上の基礎台に設置されている設備に適用

2.1 設計条件

機器名称	₹ 7. /#7./#6	据付場所及び床面高さ	固有周期](s)		月地震動Sd 針的震度	基準地震	動Ss	ポンプ振動		周囲環境	最高使(MI	
/茨伯产-17/1	設備分類	文/用分科 (m)	水平方向鉛	沿直方向	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	による震度	温度 (℃)	温度 (°C)	吸込側	吐出側
○○○○ポンプ		〇〇建屋 L 0. P. *1 (0. P.)			_	_	C _H = 又は*2	C _v = 又は*2	C p =				

注記*1:基準床レベルを示す。

*2: 基準地震動Ssに基づく設計用床応答曲線より得られる値

ボルトの評価温度を記載する。 なお、使用しない場合は「一」とする。

最高使用圧力が吸込側/吐出側とも同じであ れば区別せず、最高使用圧力を記載する。

2.2 機器要目

(1) ボルト

ボルト径を記載する。

(2) バレルケーシング, コラムパイプ

(1) 7000				/							
部材	m _i (kg)	D _i (mm)	d _i	$A_{\mathrm{b}\mathrm{i}}$ (mm ²)	n i	n _{f i}	M _p (N· mm)	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)
	(Kg)	(IIIII)	(mm)/	(IIIII)			(IV IIIII)	(Mra)	(Mra)	(Mra)	(Mra)
基礎ボルト (i =1)			(-)				_	*2	*2	_	
(1=1)			(M)					(径≦ mm)	(径≦ mm)		
ポンプ取付ボルト								*1	*1	-	
(i =2)			(M)					(径≦ mm)	(径≦ mm)		
原動機台取付ボルト								*1	*1		
(i =3)			(M)					(径≦ mm)	(径≦ mm)		
原動機取付ボルト	·			·				*2	*2	,	
(i =4)			(M)					(径≦ mm)	(径≦ mm)		

 S_{u} D_{C} 部材 (MPa) (MPa) (MPa) (mm) (mm) バレルケーシング (mm<厚さ≦ mm) コラムパイプ (mm<厚さ≦ mm)

注記*:最高使用温度で算出

オーステナイト系ステンレス鋼及び高ニッケル合金に 該当する場合は記載する。

注記*1:最高使用温度で算出

*2:周囲環境温度で算出

M,が生じない場合は "一" とする。

厚さ, 径等による強度区分がある場合は, 該当する強度区分を記載する。 (バレルケーシング、コラムパイプについても同様とする。)

(3) サポートボルト							
部材	A_{sbj}	n	Syj	S_{uj}	S _{yj} (RT)	F _j	F ;*
나 생	(mm^2)	n _{s j}	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
第一中間サポート基礎ボルト			*	*			
(j = 1)							
第一中間サポート取付ボルト			*	*			
(j =2)							
第二中間サポート基礎ボルト			*	*			
(j =3)							
第二中間サポート取付ボルト			*	*			
(j =4)							

注記*:周囲環境温度で算出

H_P	N
$(\mu\mathrm{m})$	(rpm)

中間サポートを有するポンプの場合記載する。

2.3 計算数値

(1) ボルトに作用する力

	M₁ (N•mm))	$F_{bi}(N)$		$Q_{\mathrm{b}\mathrm{i}}$ (N)		
部材	弾性設計用地震動S d	基準地震動	弾性設計用地震動S d	基準地震動	弹性設計用地震動Sd	基準地震動	
	又は静的震度	Ss	又は静的震度	Ss	又は静的震度	Ss	
基礎ボルト							
(i = 1)	_		_		_		
ポンプ取付ボルト							
(i =2)	_		_		_		
原動機台取付ボルト							
(i = 3)	_		_		_		
原動機取付ボルト							
(i = 4)	-		_		_		

(2) バレルケーシング, コラムパイプに作用する力

(単位:N·mm)

	M	
部材	弾性設計用地震動	基準地震動
	Sd又は静的震度	Ss
バレルケーシング	_	
コラムパイプ	_	

(3) サポートボルトに作用する力

(単位:N)

	\mathbf{W}_{j}				
部材	弾性設計用地震動	基準地震動S s			
	Sd又は静的震度	左中心長期 3 S			
第一中間サポート基礎ボルト					
(j = 1)					
第一中間サポート取付ボルト					
(j =2)					
第二中間サポート基礎ボルト					
(j = 3)					
第二中間サポート基礎ボルト					
(j =4)					

中間サポートを有するポンプの場合記載する。

2.4 結論

2.4.1 固有周期

(単位:s)

モード	固有周期	卓越方向
1次		
2次		

2.4.2 ボルトの応力

(単位: MPa) 2.4.3 バレルケーシング、コラムパイプの応力

(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		引張り	_		σ _{b1} =	$f_{t s 1} = *$		
(i = 1)		せん断	_		$\tau_{b1} =$	$f_{\text{sb1}} =$		
ポンプ取付ボルト		引張り	_	_	σ _{b2} =	$f_{t s 2} = *$		
(i =2)		せん断	_	_	τ _{b2} =	$f_{\mathrm{sb2}} =$		
原動機台取付ボルト		引張り	_		σ _{b3} =	$f_{t s 3} = *$		
(i = 3)		せん断	_	_	τ _{b3} =	$f_{\text{sb3}}=$		
原動機取付ボルト		引張り	_		σ _{b4} =	$f_{\text{t s 4}} = *$		
(i =4)		せん断	_	_	τ _{b4} =	$f_{\mathrm{s}\mathrm{b}4} =$		

2. 4. 0	· · · · ·	(十 <u> </u> 1. Mi a)			
部材	材料		一次一船	別関応力	
部材	171 141		算出応力	許容応力	
バレルケーシング		弾性設計用地震動S d 又は静的震度	_	_	
		基準地震動S s	$\sigma =$	Sa =	
コラムパイプ		弾性設計用地震動S d 又は静的震度	_	_	
		基準地震動S s	$\sigma =$	S a =	

すべて許容応力以下である。

すべて許容応力以下である。

 $f_{\text{tsi}} = \text{Min}[1.4 \cdot f_{\text{toi}} - 1.6 \cdot \tau_{\text{bi}}, f_{\text{toi}}]$ より算出

2.4.4 サポートボルトの応力

(単位:MPa)

部材	材料 応力		弾性設計用地震動	IS d 又は静的震度	基準地震動S s		
Hb 451	竹竹	かいとり	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
第一中間サポート基礎ボルト							
(j = 1)							
第一中間サポート取付ボルト							
(j =2)							
第二中間サポート基礎ボルト							
(j = 3)							
第二中間サポート基礎ボルト							
(j =4)							

中間サポートを有するポン プの場合記載する。

添付 3-29

2.4.5 動的機能の評価結果

 $(\times 9.8 \text{m/s}^2)$

		機能維持評価用加速度*		機能確認済加速度
ポンプ	水平方向			
ハンノ	鉛直方向			
原動機	水平方向			
	鉛直方向			

・水平方向は、ポンプにあってはコラム先端(原動機にあっては軸受部)の応答加速度 又は設計用最大応答加速度のどちらか大きい方を記載する。

・鉛直方向は、設計用最大応答加速度を記載する。

注記*: 基準地震動Ssにより定まる応答加速度を設定する。なお、水平方向の機能維持評価用加速度はコラム先端(原動機にあっては軸受部)の応答加速度 又は設計用最大応答加速度(1.0・ZPA)のいずれか大きい方を、鉛直方向は設計用最大応答加速度(1.0・ZPA)を設定する。

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。

「機能維持評価用加速度≦機能確認済加速度」の場合は、ここで終了。

※:機能維持評価用加速度>機能確認済加速度の場合は、詳細評価を追加する。

2.5 その他の機器要目

(1) 節点データ

然上亚日	節点座標(mm)		
節点番号	X	У	Z
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			

(2) 要素の断面性状

一 安条の関連性					
断面特性番号 (要素番号)	要素両端の節点 番号	材料 番号	断面積 (mm²)	断面二次 モーメント (mm ⁴)	断面二次 極モーメント (mm ⁴)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					

(3) ばね結合部の指定

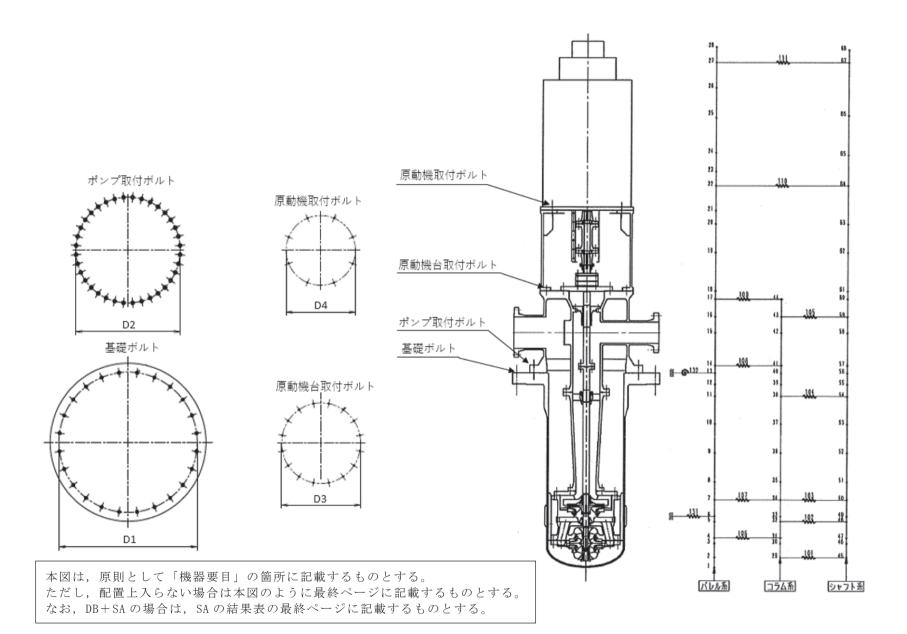
ばねの両端	の節点番号	ばね定数
1	15	(N/mm)
3	17	(N/mm)
6	20	(N/mm)
9	23	(N/mm)
12	38	(N/mm)
13	39	(N/mm)
17	27	(N/mm)
31	33	(N·mm/rad)

(4) 節点の質量

節点番号	質量(kg)
1	貝里(Kg)
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	
25	
26	
27	
28	
29	
30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	

(5) 材料物性值

				,		
材料番号	温度(℃)			ポアソン比(一)	材質	部位
111111111111111111111111111111111111111		(MPa)	(kg/mm^3)		1.7	H 17 1-124
1						
2						
3						
4						
5						



添付資料-4:「計算書作成の基本方針」を呼び込む設備の耐震計算書 (Fパターン「盤」の耐震計算書記載例)

VI-○-○-○ ○○○○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	固有周期の算出方法	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.	2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	4
4.	2.2 許容応力	4
4.	2.3 使用材料の許容応力評価条件	4
4.3	計算条件	4
5.	機能維持評価	8
5. 1	電気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、添付書類「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、〇〇〇〇盤が設計用地震力に対して十分な構造強度 及び電気的機能を有していることを説明するものである。

○○○○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)及び常設重大事故緩和設備(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、○○○○盤は、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の盤と類似の構造であるため、添付書類「VI-2-1-13-7 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

○○○○盤の構造計画を表 2-1 に示す。

・DB+SAの場合の記載例を示す。 [DB 単独又は SA 単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。]

2.1 配置概要

<u>波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震計算書のみ対象とする。</u> 波及的影響を及ぼすおそれのある施設に係る設備の設置箇所を説明する。 その場合は、目次にも本項目を記載する。

波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震計算書の目次構成は, 「2.1 配置概要」,「2.2 構造計画」,「2.3 適用基準・規格等」と続く。 主体構造について

基本方針に記載の形状+ (盤を構成する部材等, 具体的に記載する。)

		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	M			
○○○○盤は,基礎に	直立形/壁掛形	正面		側面	
埋め込まれた後打ち	(鋼材及び鋼板を組	(横)	→	(たて)	
金物で固定されたチ	み合わせた自立閉鎖	40.			
ャンネルベースに, 取	型/壁掛形の盤)	<u>盤</u>			
付ボルトで設置する。	/ベンチ形(鋼材及び	4			
	鋼板を組み合わせた	<u>取付ポルト</u>	φ φ (高さ)	1	
	ベンチ形の操作卓)	後打ち金物			
標準的な基礎・支持構造の分	う類 (実機ベースで記載)	\neg			
・ベンチ形・直立形(埋込金 ○○○○盤は、基礎に埋め に取付ボルトで設置する。 ⇒評価対象:取付ボルト)込まれたチャンネルベース		<u>・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・</u>	·	
	、にてチャンネルベースに固 は後打ち金物と基礎ボルトに	たて	○○盤	○○盤	
・壁掛形(埋込金物+取付オ ○○○○盤は,壁に埋めど 取付ボルトで設置する。 ⇒評価対象:取付ボルト	ボルト) の場合 Sまれたチャンネルベースに	高さ			
・壁掛形 (基礎ボルト+取付 ○○○○盤は、チャンネル する。チャンネルベースは壁 ⇒評価対象:基礎ボルト及び	ンベースに取付ボルトで固定 産に基礎ボルトで固定する。	【後施工アンカの場合】 基礎ボルトが後施工の場合は、アンカの種類(メカニカルアンカ又はケミカルアンカ) を記載する。		(単位:mm) を記載 ズ違いが複数ある場合)。	

固有周期の記載については、加振試験(掃引試験)、打振試験(自由振動試験)にて求める場合、構造が同様な他計器の結果から判断する場合のいずれかを記載する。

K

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

振動試験装置により固有振動数(共振振動数)を測定する。測定の結果,固有周期は 0.05 秒以下であり,剛であることを確認した。固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位:s)

水平方向	鉛直方向

3. 固有周期

3.1 固有周期の算出方法

プラスチックハンマ等により当該装置に振動を与え、自由減衰振動を振動計により 記録解析し、共振振動数を算出する。測定の結果、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛 であることを確認した。固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位:s)

水平方向	鉛直方向

3. 固有周期

○○○○盤の固有周期は、構造が同等であり、同様な振動特性を持つ盤(加振試験 or 打振試験)の測定結果から、固有周期は 0.05 秒以下であり、剛とする。固有周期を表 3-1 に示す。

表 3-1 固有周期 (単位:s)

次 0 1 回 日 / 同 7	列 (十二,5)
水平方向	鉛直方向

4. 構造強度評価

4.1 構造強度評価方法

○○○○盤の構造強度評価は,添付書類「VI-2-1-13-7 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

○○○○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

○○○○盤の許容応力は,添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」は基づき表 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

○○○○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。

> ・DB+SAの場合の記載例を示す。 [DB単独又はSA単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。]

4.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【〇〇〇〇盤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。

施設	区分	機器名称	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
○○施設	○○設備	○○○○盤	般		$D + P_D + M_D + S d *$	III _A S
○○旭政			3		$D + P_D + M_D + S_S$	IV _A S

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)

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	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
					$D + P_D + M_D + S_{S}^{*3}$	IV AS	
)設備	常設耐震/防止常設/緩和	*2	V _A S	
	○○施設 ○○設備	○○設備			* 2	$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S s$	(VAS としてIV
						D + 1 SAD + WISAD + O 3	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/防止」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,「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備,「常設/防止(DB拡張)」は常設重大事故防止設備(設計基準拡張),「常 設/緩和(DB拡張)」は常設重大事故緩和設備(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。

該当する設備分類のみ記載する。

- DB+SAの場合を示す。
- ・DB 単独の場合は、許容応力(その他の支持構造物)
- ・SA 単独の場合は、許容応力(重大事故等その他の支持構造物)とする。

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)

	許容限界* ¹ , * ² (ボルト等)			
許容応力状態	一次応力			
	引張り	せん断		
III _A S	1.5 · f t	1.5 · f s		
IV AS		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	1.5 • f _t *			

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。

• DB+SA の場合は、V_AS を追加する。

許容応力を記載するすべての表に「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。」の注記を記載する。

JIS 以外の規格に基づく材料を用いる場合は、材料記号の後に「*」を記載し、注記に JIS 規格における相当材料の記号を記載する。

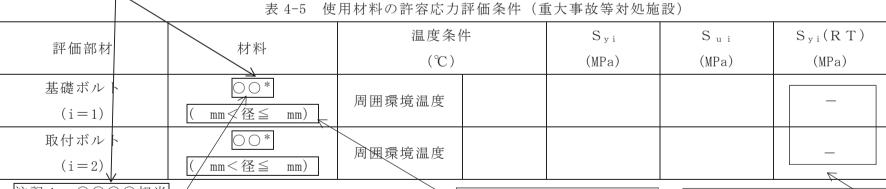
	表 4-4 億	表 4-4 使用材料の許容応力評価条件 (設計基準対象施設)									
評価部材	材料	温度条件	Syi	S _{u i}	S _{yi} (RT)						
評価部4	MAY	(℃)	(MPa)	(MPa)	(MPa)						
基礎ボルト	<u></u>	田田連接担由									
(i=1)	(mm ≠ 径 ≤ mm) 下	周囲環境温度									
取付ボルト	/00*	田田福祥祖莊									
(i=2)	(mm<径≦ mm)	周囲環境温度									
注記*:0000	1当 /										

施設時の材料記号と、設計・建設規格における JIS 材料記号が異なる場合は、設計・建設規格における JIS 記号を記載する。

厚さ,径等による強度区分がある場合は,該当する強度区分を記載する。

オーステナイト系ステンレス鋼及び 高ニッケル合金に該当する場合は記 載する。

JIS 以外の規格に基づく材料を用いる場合は、材料記号の後に「*」を記載し、注記に JIS 規格における相当材料の記号を記載する。



注記*:○○○相当

施設時の材料記号と、設計・建設規格における JIS 材料記号が 異なる場合は、設計・建設規格における JIS 記号を記載する。 厚さ,径等による強度区分 がある場合は,該当する強 度区分を記載する。 オーステナイト系ステンレス鋼及び 高ニッケル合金に該当する場合は記 載する。

5. 機能維持評価

- 5.1 電気的機能維持評価方法
 - ○○○○盤の電気的機能維持評価について、以下に示す。

電気的機能維持評価は,添付書類「VI-2-1-13-7 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評価する。

○○○○盤に設置される検出器の機能維持確認済加速度は,添付資料「VI-2-1-9 機 能維持の基本方針」に基づき、同形式の盤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器具の加速度を適用する。

/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 $(×9.8 \text{m/s}^2)$

評価部位	方向	機能確認済加速度
○○○○盤	水平方向	
	鉛直方向	

加振試験を根拠として, 電気的機能維持評価を示す場合, 加振試 験の概要が分かるよう記載する。

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

○○○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及び電気的機能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、弾性設計用地震動Sdによる動的震度及び静的震度は基準地震動Ssを下回っており、基準地震動Ssによる発生値が、弾性設計用地震動Sd又は静的震度に対する評価における許容限界を満足するため、弾性設計用地震動Sd又は静的震度による発生値の算出を省略した。

Ⅲ_AS の評価をSs で実施 する場合は追記する。

(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。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

○○○○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及び電気的機能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。

(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。

・同様の構造の盤で確認している場合(盤等の電気計装品) (例) ・加振試験及び固有値解析にて柔な領域に固有周期が 0.05以下 0.05以下 無いことを確認した設備 【フォーマット 】 直立形盤の設計基準対象施設としての評価結果】 【○○○○盤の耐震性についての計算結果】 1. 設計基準対象施設 0.031 0.015

・JEAG 等、文献において十分に剛であることが明確な場合 ・構造等から技術的に剛であることが判断できる場合

・加振試験, 打振試験, 固有値解析, 理論式による算出を 実施している場合

弹性設計用地震動Sd 固有周期(象) 基準地震動 S s 据付場所及び床面高さ 又は静的震度 周囲環境温度 機器名称 耐震重要度分類 (m) 水平方向 鉛直方向 水平方向 鉛直方向 $(^{\circ}C)$ 鉛直方向 水平方向 設計震度 設計震度 設計震度 設計震度 ○○建屋 ○○○○盤 S 0. P. $C_H =$ $C_{v} =$ C = $C_{v} =$ 7 (O.P.

注記*1:基準床レベルを示す

*2: Ⅲ ₄S については、基準地震動 S s で評価する。

基準床レベルと設備が設置されている高さが異なる場合は,

設置場所のレベルとして(0.P.) を追加する。

例:基礎台高さが500mm以上の基礎台に設置されている設備に適用

注記を以下のとおり書き換える。

注記*2:Ⅲ、Sについては、基準地震動Ssで評価する。

ボルト径を記載する。

1.2 機器要目

1.1 設計条件

部材	m i (kg)	$h_{i} \pmod{mm}$	0 1 i * 1 (mm)	0 2 i * 1 (mm)	$d_{i} \pmod{m}$	$A_{bi} (mm^2)$	n i	n _{f i} *1
基礎ボルト (i=1)		* 2			(M)			
取付ボルト (i=2)		* 2			(M)			

厚さ,径等による強度区分がある場合は, 該当する強度区分を記載する。

		/			転倒方向	
部材	S y i (MPa)	S u i (MPa)	F _i (MPa)	F [*] (MPa)	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)	(厚さ≦ mm)	(厚さ≦ mm)				
取付ボルト (i =2)	(厚さ≦ mm)	(厚さ≦ mm)				
注記*1. 各ボルト	の機界更日は	マおける上段	け毎辺方向転	倒に対する	並価時の更日を示し	

下段は長辺方向転倒に対する評価時の要目を示す。

*2: 重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

保守的な寸法を取る場合のみ記載する。

Ⅲ AS の評価をSsで実施する 場合は「一」とする。

 III_AS の評価をSsで実施した場合は、1.3項の算出値に「-*」を付記し、注記を以下のとおり記載する。 注記 $*:III_AS$ については、基準地震動Ssで評価する。

())/ //- 27)

1.3 計算数值

1.3.1 ボルトに作用する力

1.3.1 ホルト	に作用する刀			(単位:N)
	F b i		Q _{b i}	
部 材	弾性設計用地震動 S 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)				

注記*2:基準地震動Ssによる算出値

(単位·MPa)

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

1. 1. 1	マンルロ・フリ		(-)				
部材	材料	応力	弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地別	통動 S∕s	
司)	1/1 代	応力	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
基礎ボルト		引張り	σ _{b 1} =	$f_{t s 1} = *1$	$\sigma_{b1} =$	$f_{t s 1} = *1$	
(i = 1)		せん断	τ ь 1 =	$f_{s b 1} =$	τ _{b 1} =	$f_{\text{s b 1}} =$	
取付ボルト (i = 2)		引張り	σ _{b 2} =	$f_{t s 2} = *1$	σ _{b 2} =	$f_{t s 2} = *1$	
(i = 2)		せん断	τ _{b 2} =	$f_{sb2} =$	τ _{b 2} =	f_{s} b $_{2}$ $=$	

すべて許容応力以下である。

注記*1: f_{tsi}=Min [1.4・f_{toi}-μ.6・τ_{bi}, f_{toi}] より算出

*2:基準地震動 S s による算出値

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
水平方向		
鉛直方向		

注記*:基準地震動Ssにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。

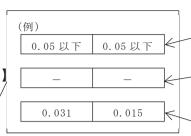
【SA単独の場合】

本フォーマットを使用する。ただし、章番を1.とする。

【フォーマットⅡ 直立形盤の重大事故等対処設備としての評価結果】

【○○○○盤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



- ・同様の構造の盤で確認している場合(盤等の電気計装品)
- ・加振試験及び固有値解析にて柔な領域に固有周期が 無いことを確認した設備
- ・JEAG 等,文献において十分に剛であることが明確な場合
- ・構造等から技術的に剛であることが判断できる場合
- ・加振試験, 打振試験, 固有値解析, 理論式による算出を 実施している場合

機器名称	設備分類	据付場所及び床面高さ	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
	改加力類	(m)	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	(℃)
○○○○盤		○○建屋 0. P. * (0. P.)			_	_	С н=	C _v =	

注記*:基準床レベルを示す

基準床レベルと設備が設置されている高さが異なる場合は,設置場所の レベルとして (0.P.) を追加する。

例:基礎台高さが 500mm 以上の基礎台に設置されている設備に適用

2.2 機器要目

	2.2 成而女日									_
	部材	m i (kg)	$h_{i} \atop (mm)$	0 1 i * 1 (mm)	0 _{2 i} * 1 (mm)	$\begin{matrix} d_{i} \\ (mm) \end{matrix}$	$A_{bi} (mm^2)$	n i	n f i *1	
	基礎ボルト (i=1)		* 2							
-						(M)				ボ
	取付ボルト (i = 2)		* 2			(M)				
-										-

ボルト径を記載する。

厚さ,径等による強度区分がある場合は,該当する強度区分を記載する。

	C		/	E *	転倒方向		
部材	S y i (MPa)	(MPa)	(MPa)	F ;* (MPa)	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)	(厚さ≦ mm)	(厚さ≦ mm)	_		_		
取付ボルト (i = 2)	(厚さ≦ mm)	(厚さ≦ mm)	_		_		

注記*1: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: 重心位置を保守的な位置に設定して評価する。

保守的な寸法を取る場合のみ記載する。

2.3 計算数值

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位:N)

	F b i		$Q_{\mathrm{\ b\ i}}$		
部材	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 Ss	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)	_		_		

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Sd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)		引張り	_	_	σ _{b 1} =	$f_{t s 1} = *$	
		せん断	_	_	τ _{b 1} =	$f_{s b 1} =$	
取付ボルト (i=2)		引張り	_	_	σ _{b 2} =	$f_{t s 2} = *$	
		せん断	_	_	τ _{b 2} =	$f_{\rm s\ b\ 2}=$	

すべて許容応力以下である。

注記*: f_{tsi}=Min[1.4·f_{toi}-1.6·τ_{bi}, f_{toi}]より算出

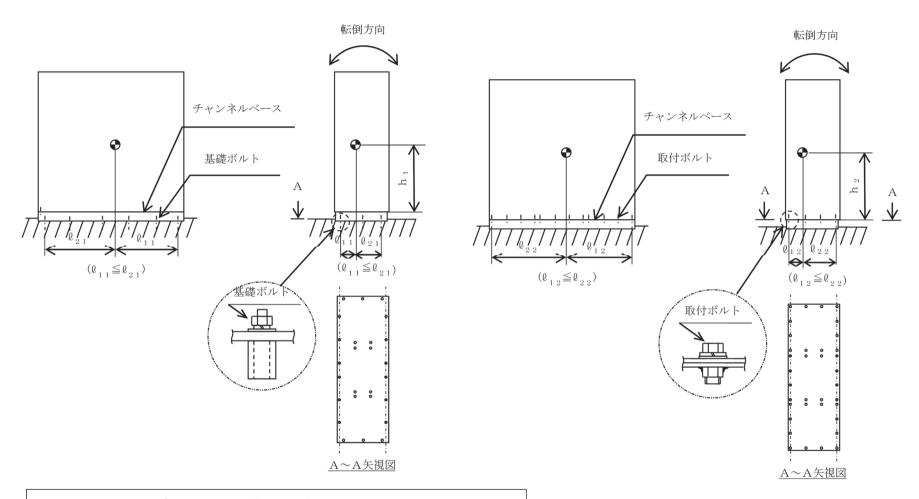
2.4.2 電気的機能維持の評価結果

 $(\times 9.8 \text{m/s}^2)$

	A 19 TO VIEW A A V PU I I I I VIEW A POLITICAL		(/
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
○○○○盤	水平方向		
	鉛直方向		

注記*:基準地震動Ssにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



本図は、原則として「機器要目」の箇所に記載するものとする。 ただし、配置上入らない場合は本図のように最終ページに記載するものとする。 なお、DB+SAの場合は、SAの結果表の最終ページに記載するものとする。 添付資料-5:機能維持評価で詳細検討を実施する場合 (機能維持評価用加速度>機能確認済加速度)

VI-O-O-O ○○○○ポンプ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. 構造強度評価 3
3.1 構造強度評価方法 3
3.2 荷重の組合せ及び許容応力 3
3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態3
3.2.2 許容応力 3
3.2.3 使用材料の許容応力評価条件3
3.3 計算条件 3
4. 機能維持評価 7
4.1 基本方針 7
4.2 ポンプの動的機能維持評価 8
4.2.1 評価対象部位 8
4.2.2 許容値
4.2.3 記号の説明 9
4.2.4 評価方法10
4.3 原動機の動的機能維持評価 12
4.3.1 評価対象部位
4.3.2 許容値
4.3.3 記号の説明
4.3.4 評価方法
5. 評価結果
5.1 設計基準対象施設としての評価結果16
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果16
・DB+SAの場合の記載例を示す。
[DB 単独又は SA 単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。]

機能維持評価で詳細評価が必要な場合は、目次構成に本項目を追加するものとする。

1. 概要

本計算書は、添付書類「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、○○○ポンプが設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

○○○○ポンプは、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動的機能維持評価を示す。

なお、 $\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc$ ポンプは、添付書類「VI-2-1-13 機器・配管系の計算書作成の方法」に記載の横軸ポンプであるため、構造強度評価は添付書類「VI-2-1-13-4 横軸ポンプの耐震性についての計算書作成の基本方針」に基づき評価を行う。

また、○○○○ポンプは、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に記載の往復動式ポンプであり、機能維持評価において機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を上回ることから、原子力発電所耐震設計技術指針(JEAG4601-1991 追補版(社)日本電気協会)(以下「JEAG4601」という。)に定められた評価部位の健全性を詳細評価することで動的機能維持の確認を行う。

2. 一般事項

2.1 構造計画

○○○○ポンプの構造計画を表2-1に示す。

・DB+SAの場合の記載例を示す。

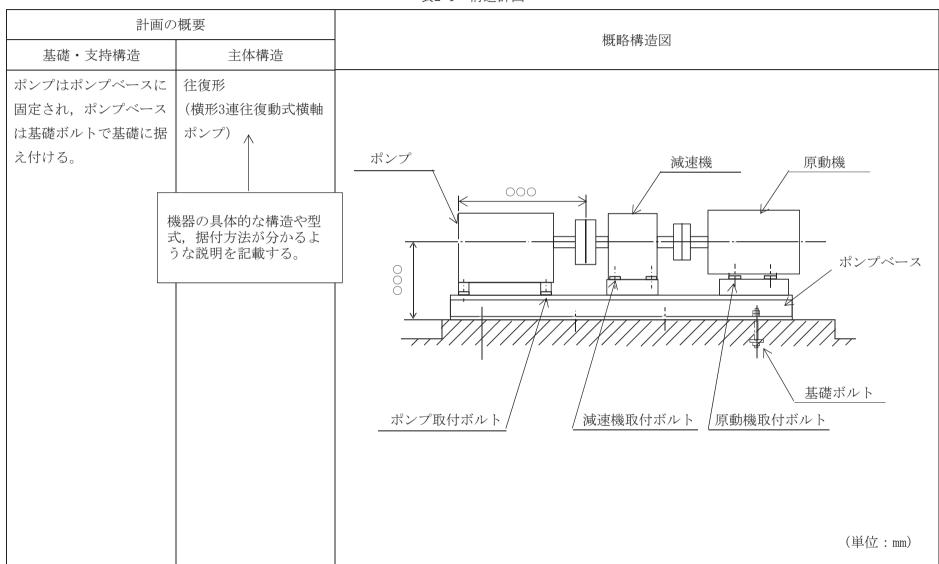
[DB 単独又は SA 単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。]

2.1 配置概要

<u>波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震計算書のみ対象とする。</u> 波及的影響を及ぼすおそれのある施設に係る設備の設置箇所を説明する。 その場合は、目次にも本項目を記載する。

波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震計算書の目次構成は, 「2.1 配置概要」,「2.2 構造計画」,「2.3 適用規格・基準等」と続く。

表2-1 構造計画



3. 構造強度評価

3.1 構造強度評価方法

○○○ポンプの構造強度評価は、添付書類「VI-2-1-13-4 横軸ポンプ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。

3.2 荷重の組合せ及び許容応力

3.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態

○○○○ポンプ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3-1に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表3-2に示す。

3.2.2 許容応力

 $\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc$ のポンプの許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表3-3のとおりとする。

3.2.3 使用材料の許容応力評価条件

○○○○ポンプ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3-4に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表3-5に示す。

3.3 計算条件

応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【〇〇〇〇ポンプ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。

・DB+SAの場合の記載例を示す。 「DB単独又はSA単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。」

表3-1 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
				20 04	D+PD+MD+Sd*	III aS
○○施設	○○設備	0000ポンプ	S	クラス2ポンプ*	$D+P_D+M_D+S_S$	IV _A S

注記*:クラス2ポンプの支持構造物を含む。

表3-2 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
				D+P _D +M _D +S _s *3	IVAS	
○○施設	○○設備	○○○ ポンプ	常設耐震/防止	重大事故等 クラス2ポンプ* ²	D+Psad+Msad+Ss	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/防止」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備,「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備,「常設/防止(DB拡張)」は常設重大事故防止設備(設計基準拡張),「常設/緩和(DB拡張)」は常設重大事故緩和設備(設計基準拡張)を示す。

*2: 重大事故等クラス2ポンプの支持構造物を含む。

*3:「D+Psad+Msad+Ss」の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

該当する設備分類のみ記載する。

- ・DB+SA の場合を示す。
- ・DB 単独の場合は、許容応力(クラス2,3 支持構造物)
- ・SA 単独の場合は、許容応力(重大事故等クラス2支持構造物)とする。

表3-3 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)

	許容限界* ^{1,*2} (ボルト等)				
許容応力状態	一次応力				
	引張り	せん断			
III AS	1.5 · f t	1.5 · f s			
IVaS		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。)	1.5 · f t*				

↑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。

・DB+SA の場合は、V_AS を追加する。

許容応力を記載するすべての表に「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。」の注記を記載する。 IIS 以外の規格に基づく材料を用いる場合は、材料記号の後に「*」を 記載し、注記に JIS 規格における相当材料の記号を記載する。

施設時の材料記号と、設計・建設規格における JIS 材料記号が 異なる場合は、設計・建設規格における JIS 記号を記載する。

	表3-4 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 (℃)	S _y (MPa)	S u (MPa)	S _y (RT) (MPa)		
	基礎ボルト	(mm<径≦ mm)	周囲環境温度					
	ポンプ取付ボルト	○○* (mm<径≦ mm)	最高使用温度			_		
	原動機取付ボルト	○○* (mm<径≦ mm)	最高使用温度			_		
	減速機取付ボルト		周囲環境温度					
注言	注記*:○○○○相当							

厚さ、径等による強度区分がある場合は、 該当する強度区分を記載する。

オーステナイト系ステンレス鋼及び高二 ッケル合金に該当する場合は記載する。

JIS 以外の規格に基づく材料を用いる場合は、材料記号の後に「*」を 記載し、注記に JIS 規格における相当材料の記号を記載する。

施設時の材料記号と、設計・建設規格における JIS 材料記号が 異なる場合は、設計・建設規格における JIS 記号を記載する。

	表3-5 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	S _y (MPa)	S u (MPa)	S _y (RT) (MPa)		
	基礎ボルト	(mm<径≦ mm)	周囲環境温度					
	ポンプ取付ボルト	○○* (mm<径≦ mm)	最高使用温度					
	原動機取付ボルト	○○* (mm<径≦ mm)	最高使用温度			_		
	減速機取付ボルト	○○* (mm<径≦ mm)	周囲環境温度					
V →	0 0 0 0 1-11		<u> </u>	<u> </u>				

注記*:○○○相当

▽ 厚さ、径等による強度区分がある場合は、 該当する強度区分を記載する。

オーステナイト系ステンレス鋼及び 高ニッケル合金に該当する場合は記 載する。

4. 機能維持評価

4.1 基本方針

○○○○ポンプは、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に記載の往復動式ポンプであり、機能維持評価において機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を上回ることから、JEAG4601に定められた評価部位の健全性を詳細評価することで動的機能維持の確認を行う。

詳細評価に用いる機能維持評価用加速度は,添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成 方針」に基づき,基準地震動Ssにより定まる設計用最大応答加速度(1.0ZPA)を設定する。

(1) 原動機は横形ころがり軸受電動機であるため、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に記載されている往復動式ポンプ及び原動機の機能確認済加速度を適用する。

本項目は原動機の機能維持評価において機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を上回ることがない場合に記載する。原動機も機能確認済加速度を上回る場合は(1)を削除し、4.1 基本方針に記載する「○○○ポンプは、」を「○○○ポンプ及び原動機は、」に修正する。

評価に用いる機能維持評価用加速度について記載する。

4.2 ポンプの動的機能維持評価

4.2.1 評価対象部位

JEAG4601に記載の往復動式ポンプの動的機能維持評価に従い、以下の部位について評価を実施する。

- a. 基礎ボルト, ポンプ本体取付ボルト, 減速機取付ボルト
- b. コネクティングロッド軸受
- c. クランク軸
- d. クランク軸受
- e. 動弁機構及び弁シート面
- f. 減速機軸受
- g. 減速機軸
- h. 減速機歯車
- i. 軸継手(原動機~減速機~ポンプ)

このうち「a. 基礎ボルト,ポンプ本体取付ボルト,減速機取付ボルト」については,「3. 構造強度評価」に従い評価を行った「5. 評価結果」にて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ている。また,「g. 減速機軸」及び「h. 減速機歯車」は一体構造となっているため、弱部となる歯車の強度評価に軸の強度評価も含め評価している。

以上より、本計算書においては、コネクティングロッド軸受、クランク軸、クランク軸 受、動弁機構及び弁シート面、減速機軸受、減速機軸(歯車)及び軸継手(原動機~減速 機~ポンプ)を評価対象部位とする。

4.2.2 許容値

クランク軸の許容値は、クラス 2 ポンプの許容応力状態ⅢAS に準拠し設定する。また、コネクティングロッド軸受、クランク軸受、減速機軸受、動弁機構及び弁シート面についてはメーカ規定の許容値を、減速機軸(歯車)については、許容面圧を、軸継手については、変位可能寸法を許容値として設定する。

部位ごとの許容値を記載する。

JEAG4601で規定している評価対象部位を全て記載し、評価対象外として整理 した部位がある場合は、その理由を記載する。

(例)「○. 軸継手」は、軸受がボールベアリングでありサイドスラスト荷重が 発生しない構造であるため、評価対象外とする。

4.2.3 記号の説明

○○○ポンプの動的機能維持評価に使用する記号を表4-1に示す。

表4-1 記号の説明

衣4-1 記号の説明								
記号	記号の説明	単位						
F _R	クランク軸に生じるラジアル荷重							
Qcs	クランク軸に生じるスラスト荷重							
F _B	大端部、小端部及びクロスヘッドガイド部の軸受に生じる荷重							
A_{LB}	コネクティングロッド大端部軸受の投影面積							
A_{SB}	コネクティングロッド小端部軸受の投影面積							
A_{CB}	クロスヘッドガイド部軸受の投影面積							
Рьв	大端部軸受面圧							
P _{SB}	小端部軸受面圧							
Рсв	クロスヘッドガイド部軸受面圧							
	ポンプの詳細評価に使用する記号の							
	説明を記載する。							

4.2.4 評価方法

(1) コネクティングロッド軸受

各軸受に地震力が作用することにより発生する面圧を求め、メーカ規定の許容値以下であることを確認する。

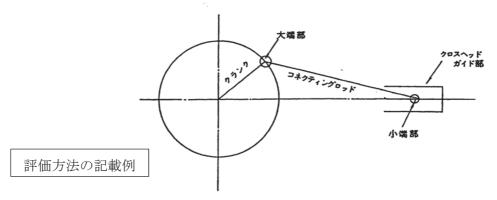


図 4-1 コネクティングロッド軸受の計算モデル

各軸受に生じる面圧は次式で求める。

ここで, 各軸受に生じる荷重FBは

(2) クランク軸

評価モデル及び評価式等を記載する。

(3) クランク軸受

評価モデル及び評価式等を記載する。

(4) 動弁機構及び弁シート面

評価モデル及び評価式等を記載する。

(5) 減速機軸受

評価モデル及び評価式等を記載する。

(6) 減速機軸(歯車)

評価モデル及び評価式等を記載する。

(7) 軸継手(原動機~減速機~ポンプ)

評価モデル及び評価式等を記載する。

4.3 原動機の動的機能維持評価

4.3.1 評価対象部位

JEAG4601の原動機の動的機能維持評価に従い、以下の部位について評価を実施する。

- a. 取付ボルト
- b. 固定子
- c. 軸 (回転子)
- d. 端子箱
- e. 軸受
- f. 固定子と回転子間のクリアランス
- g. モータフレーム
- h. 軸継手

このうち「a. 取付ボルト」については、「3. 構造強度評価」に従い評価を行った「5. 評価結果」にて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ている。

以上より、本計算書においては、固定子、軸(回転子)、端子箱、軸受、固定子と回転子間のクリアランス、モータフレーム及び軸継手を評価対象部位とする。なお、軸継手においては、ポンプの動的機能維持評価に含まれている。

4.3.2 許容値

固定子,軸(回転子),端子箱及びモータフレームの許容値は、クラス2ポンプの許容応力状態ⅢASに準拠し設定する。また軸受については、メーカ規定の軸受の定格荷重を、固定子と回転子間のクリアランス及び軸継手については、変位可能寸法を許容値として設定する。

部位ごとの許容値を記載する。

JEAG4601で規定している評価対象部位を全て記載し、 評価対象外の部位がある場合は、その理由を記載する。

4.3.3 記号の説明

○○○ポンプ用原動機の動的機能維持評価に使用する記号を表4-2に示す。

表4-2 記号の説明

記号	記号の説明	単位
	原動機の詳細評価に使用する記号の説明を記載する。	

4.3.4 評価方法

(1) 固定子

評価モデル及び評価式等を記載する。

(2) 軸 (回転子)

評価モデル及び評価式等を記載する。

(3) 端子箱

評価モデル及び評価式等を記載する。

(4) 軸受

評価モデル及び評価式等を記載する。

(5) 固定子と回転子間のクリアランス

評価モデル及び評価式等を記載する。

(6) モータフレーム

評価モデル及び評価式等を記載する。

(7) 軸継手

軸継手(原動機~減速機)の評価は、4.2.4(7)のポンプの動的機能維持評価に含まれている。

原動機の機能維持評価で詳細評価が不要な場合の記載例

4.3 原動機の動的機能維持評価

○○○ポンプ用原動機は地震時動的機能維持が確認された機種と類似の構造及び振動特性であるため、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に記載の機能確認済加速度を適用する。機能確認済加速度を表4-3に示す。

表4-3 機能確認済加速度

 $(\times 9.8 \text{m/s}^2)$

	2(10)	X110 PEPO 1/ 1/3 PXE/X	(/ (0 · OIII / D)
評価部位	形式	方向	機能確認済加速度
原動機	○○○○電動機	水平方向	
/	00000电剔機	鉛直方向	

5. 評価結果

5.1 設計基準対象施設としての評価結果

○○○○ポンプ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及び動的機能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、弾性設計用地震動Sdによる動的震度及び静的震度は基準地震動Ssを下回っており、基準地震動Ssによる発生値が、弾性設計用地震動Sd又は静的震度に対する評価における許容限界を満足するため、弾性設計用地震動Sd又は静的震度による発生値の算出を省略した。

(2) 機能維持評価結果

動的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

5.2 重大事故等対処設備としての評価結果

○○○○ポンプ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及び動的機能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。

(2) 機能維持評価結果

動的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

I O O O O I'' I I I I I I	717741	44 B 1	0 2	2 O V	I - O - O -	O R 0					
1. 設計基準対象 1.1 構造強度評価	国 〈	動的機能維持の	詳細評価が 本項目を追加する。	,	4		されている高さ nm 以上の基礎台			νベルとして (0.P	.)を追加する。
1.1.1 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 水平方向 鉛面	水	受計用地震動 S 平方向 計震度	3 d 又は静的震 鉛直方向 設計震度	度 基準地 水平方向 設計震度	型震動Ss 鉛直方向 設計震度	ポンプ振動による震度	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (℃)
○○○○ポンフ	r S	○○建屋 0. P. *1 (0. P.)		_*2		C _V =	C _H =	C v=	C _P =		
1.1.2 機器要目	■		ベルを示す。 (十分に小さく,計 () では,基準地震動		· 注意*		実施した場合は, ては, 基準地震			記を以下のとおり	書き換える。
部材	m _i (kg)	h i (mm)	0 1 i *1 (mm)	Q _{2 i} *1 (mm)	$\begin{array}{c} d_{~i} \\ \text{(mm)} \end{array}$	$\begin{array}{c} A_{b~i} \\ \text{(mm}^2) \end{array}$		i	n f i *1	- F. 1 1 1 2 + 31	±1
基礎ボルト (i=1)					(M)					ボルト径を記	載する。
ポンプ取付ボル (i =2)	F				(M)						
原動機取付ボル (i=3)	F				(M)						
減速機取付ボル (i =4)	F				(M)						
部材	S y i (MPa)	S _{ui} (MPa)	F i (MPa)	F ·* (MPa)		転倒方向 引地震動Sd 計的震度	基準地震動 S s	M _P (N⋅mm)			
基礎ボルト (i=1)	○○* ³ (mm<径≦ m	m) (mm<径≦ mm)		-	_		_			
ポンプ取付ボル (i=2)	ト	m) (mm<径≦ mm)		-	_		_		等による強度区分2 区分を記載する。(がある場合は, 該当 (Suも同様)
原動機取付ボル (i=3)	ト (mm<径≦ m	m) (mm<径≦ mm)					_			
減速機取付ボル (i =4)	ト ○○*3 (mm<径≦ m	mm) (mm<径≦ mm			_				M _p 7	が生じない場合は"	'一"とする。
H_{p} (μ m)	N (ポンプ) (rpm)	N(原動機) (rpm)	*2:最高使	トの機器要目にお 示し,下段は軸方 用温度で算出。 境温度で算出。						の評価をSsで実施 - 」とする。	施する場合

 III_AS の評価をSSで実施した場合は、1.1.3項の算出値に「-*」を付記し、注記を以下のとおり記載する。

(単位: MPa)

1.1.3 計算数値 注記*: ⅢAS については、基準地震動 S s で評価する。

.1.3 可异效胆

1.1.3.1 ボルトに作	F用する力							(単位:N)
		F $_{\rm b\ i}$					$Q_{\ b\ i}$	
部材	弾性設計用地震! 又は静的震		基準地震動S	S	· \	设計用地震動 なは静的震原		基準地震動 S s
基礎ボルト (i =1)					7			
ポンプ取付ボルト (i=2)								
原動機取付ボルト (i=3)								
減速機取付ボルト (i =4)								

注記: *ⅢASについては、基準地震動Ssで評価する。

1.1.4 結論

1.1.4.1 ボルトの応力

弾性設計用地震動 S d 又は静的震度_ 基準地震動 S s 材料 部材 応力 算出応力 許容応力 算出応力 許容応力 引張り $\sigma_{b1} =$ $f_{t,s,1} =$ $\sigma_{b1} =$ $f_{t,s,1} =$ 基礎ボルト (i = 1)せん断 $f_{sb1} =$ τ bl= $f_{\rm s\ b\ l} =$ $\tau_{\rm b1} =$ $f_{t} =$ 引張り $f_{\rm t\ s\ 2} =$ $\sigma_{b2} =$ $\sigma_{b2} =$ ポンプ取付ボルト (i = 2)せん断 $f_{\rm s\ b\ 2} =$ τ _{b2}= τ _{b2}= 引張り $f_{t s 3} =$ $f_{\rm t\ s\ 3} =$ $\sigma_{b3} =$ $\sigma_{b3} =$ 原動機取付ボルト (i = 3)せん断 $\tau_{b3} =$ $f_{sb3} =$ $\tau_{b3} =$ $f_{sb3} =$ $f_{t s 4} =$ 引張り $f_{\rm t\ s\ 4} =$ $\sigma_{b4} =$ $\sigma_{b4} =$ 減速機取付ボルト (i = 4)せん断 $f_{\rm s\ b\ 4} =$ $\tau_{b4} = 1$ $f_{\rm s\ b\ 4} =$ $\tau_{b4} =$

すべて許容応力以下である。

注記 $\underbrace{*1:f_{tsi}}= Min[1.4\cdot f_{toi}+1.6\cdot \tau_{bi}, f_{toi}]$ により算出

*2:基準地震動Ssによる算出値

Ⅲ&の評価をSsで実施した場合は,算出応力は 基準地震動Ssによる算出値を「○○*2」と記載 し、注記を以下のとおりとする。

注記*2: 基準地震動 Ssによる算出値

	O 2	\bigcirc	VI - () - () - ()	R 0
--	-----	------------	-------------------	-----

1.2 動的機能維持評価

動的機能維持の詳細評価が必要な場合のみ本項目を追加する。

基準床レベルと設備が設置されている高さが異なる場合は、設置場所のレベルとして(0.P.) を追加する。例:基礎台高さが500mm以上の基礎台に設置されている設備に適用

1.2.1 設計条件

III BB 6 61		定格容量	据付場所及び床面高さ	固有厚	朝(s)	基準地別	震動Ss	ポンプ振動	最高使用温度	周囲環境温度
機器名称	形式	(m³/h)	(m)	水平方向	/ 鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	による震度	(°C)	(°C)
○○○ ポンプ	往復動式 ポンプ		〇〇建屋 0. P. *1 (0. P.)	- 2	*2	C _H =	C _V =	C _P =		

注記*1:基準床レベルを示す。

*2:固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

W BB b cl	TT - 15	出力	据付場所及び床面高さ	1	固有周	引期(s)	基準地別	戛動Ss	ポンプ振動	最高使用温度	周囲環境温度
機器名称	形式	(kW)	(m)	水	平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	による震度	(°C)	(℃)
○○○○ポンプ用原動機	○○○○電動機		○○建屋 V 0. P. *1 (0. P.)	_	*2	*2	Сн=	C v=	C _P =		

注記*1:基準床レベルを示す。

*2:固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

1.2.2 機器要目 ←

動的機能維持の詳細評価が必要な機器要目表を記載する。

1.2.3 結論

1.2.3.1 機能確認済加速度との比較

 $(\times 9.8 \text{m/s}^2)$

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
ポンプ	水平方向		
ハンノ	鉛直方向		
原動機	水平方向		
/	鉛直方向		

原動機について,機能確認済加速度を超えていない時は, 「原動機は,機能維持評価用加速度がすべて機能確認済加 速度以下である。」と記載する。

注記*:基準地震動Ssにより定まる応答加速度とする。

ポンプは、水平、鉛直方向ともに機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超えるため、以下の項目について評価する。 原動機は、鉛直方向の機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超えるため、以下の項目について評価する。

- 1.2.3.2 往復動式ポンプの動的機能維持評価
- 1.2.3.2.1 代表評価項目の評価

基礎ボルト、ポンプ取付ボルト、減速機取付ボルトについては、構造強度評価にて設計用地震力に対して十分な構造強度を有しているため、計算は省略する。

- 1.2.3.2.2 上記以外の基本評価項目の評価
- 1.2.3.2.2.1 コネクティングロッド軸受の評価

(単位:MPa)

評価部位	発生応力	許容応力
コネクティングロッド大端部		
コネクティングロッド小端部		
クロスヘッドガイド部		

すべて許容応力以下である。

1.2.3.2.2.2 クランク軸の評価

(単位:MPa)

評価部位	発生応力	許容応力
クランク軸		

すべて許容応力以下である。

1.2.3.2.2.3 クランク軸受の評価

(単位:N)

評価部位	発生荷重	許容荷重
軸継手側		
反軸継手側		

すべて許容荷重以下である。

1.2.3.2.2.4 動弁機構及び弁シート面の評価

(単位:MPa)

評価部位	発生応力	許容応力
弁シート面		

すべて許容応力以下である。

1.2.3.2.2.5 減速機軸受の評価

(単位:N)

評価部位	発生荷重	許容荷重
入力軸軸受		
中間軸軸受		
出力軸軸受		

すべて許容荷重以下である。

1.2.3.2.2.6 減速機軸(歯車)の評価

(単位:N)

評価部位	歯車の自	曲げ強さ	歯車の面圧強さ		
計刊四百121亿		発生荷重	許容荷重	発生荷重	許容荷重
1段目(入力側)	小歯車				
1段日(八万則)	大歯車				
の配日(出土側)	小歯車				
2 段目(出力側)	大歯車				

すべて許容荷重以下である。

O 2 \bigcirc VI- \bigcirc - \bigcirc - \bigcirc R 0

1.2.3.2.2.7 軸継手の評価

(単位:mm)

評価部位	変位量	許容変位量
減速機~ポンプ間		
減速機~原動機間		

すべて許容変位量以下である。

1.2.3.3 原動機の動的機能維持評価

1.2.3.3.1 代表評価項目の評価

原動機取付ボルトについては、構造強度評価にて設計用地震力に対して十分な構造強度を有しているため、計算は省略する。

1.2.3.3.2 上記以外の基本評価項目の評価

1.2.3.3.2.1 固定子の評価

(単位:MPa)

評価部位	応力	発生応力	許容応力	
固定子	せん断			

すべて許容応力以下である。

1.2.3.3.2.2 軸 (回転子) の評価

(単位: MPa)

評価部位	発生応力	許容応力
軸(回転子)		

すべて許容応力以下である。

1.2.3.3.2.3 端子箱の評価

(単位:MPa)

評価部位	応力	発生応力	許容応力
端子箱	引張り		
如一个相	せん断		

すべて許容応力以下である。

1.2.3.3.2.4 軸受の評価

(単位:N)

評価部位	発生荷重	許容荷重
軸継手側		
反軸継手側		

すべて許容荷重以下である。

1.2.3.3.2.5 固定子と回転子間のクリアランスの評価

(単位:mm)

評価部位	回転子のたわみ	許容変位量
固定子と回転子間のクリアランス		

すべて許容変位量以下である。

1.2.3.3.2.6 モータフレームの評価

(単位:MPa)

評価部位	応力	発生応力	許容応力
モータフレーム	引張り		
T-970-A	せん断		

すべて許容応力以下である。

1.2.3.3.2.7 軸継手の評価

原動機軸継手の評価は、「1.2.3.2 往復動式ポンプの動的機能維持評価」に含まれている。

【SA 単独の場合】 本フォーマットを使用する。ただし,章番を 1. とする。 O 2 \bigcirc VI- \bigcirc - \bigcirc - \bigcirc R O

基準床レベルと設備が設置されている高さが異なる場合は, 設置場所のレベルとして (0.P.) を追加する。

例:基礎台高さが 500mm 以上の基礎台に設置されている設備に適用

2. 重大事故等対処設備 2.1 構造強度評価 2.1.1 設計条件

	· 1				弾性設計用地震動Sd又は静的震度		基準地震動 S s		المحاصد ١٥٠	是宣估田沮庇	
機器名称	設備分類	据付場所及び 床面高さ(m)	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	ポンプ振動 による震度	最高使用温度 (℃)	周囲環境温度 (°C)
○○○○ポンプ	常設耐震/防止	○○建屋 0. P. *1 (0. P.)	*2	*2	_	_	Сн=	C v=	C P=		

注記*1:基準床レベルを示す。

*2:固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

2.1.2 機器要目

部材	m _i (kg)	h i (mm)	0 1 i *1 (mm)	ℓ _{2 i} *1 (mm)	d i (mm)	$A_{\mathrm{b}\ \mathrm{i}}$ (mm ²)	n i	n _{f i} *3	
基礎ボルト (i=1)					(M)				
ポンプ取付ボルト (i=2)					(M)				ボルト径を記載する。
原動機取付ボルト (i=3)					(M)				
減速機取付ボルト (i =4)					(M)				

					転倒方向			
部材	S _{yi} (MPa)	S _{ui} (MPa)	F _i (MPa)	F _i * (MPa)	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	M _P (N⋅mm)	
基礎ボルト (i=1)	○○* ³ (mm<径≦ mm)	○○* ³ (mm<径≦ mm)	_		_			
ポンプ取付ボルト (i=2)	○○* ² (mm<径≦ mm)	○○*² (mm<径≦ mm)	_					1 1 1
原動機取付ボルト (i=3)	○○* ² (mm<径≦ mm)	○○* ² (mm<径≦ mm)			_			
減速機取付ボルト (i =4)	○○*³ (mm<径≦ mm)	○○*3 (mm<径≦ mm)	_		_			M

厚さ,径等による強度区分がある場合は, 該当する強度区分を記載する。(S』も同様)

M,が生じない場合は"-"とする。

$_{ m H_{p}}$ (μ m)	N (ポンプ) (rpm)	N (原動機) (rpm)

注記*1:各ボルトの機器要目における上段は軸直角方向転倒に対する評価時の 要目を示し、下段は軸方向転倒に対する評価時の要目を示す。

*2:最高使用温度で算出。 *3:周囲環境温度で算出。

2.1.3 計算数值

2.1.3.1 ボルトに作用する力

(単位:N)

	F _{bi}		$Q_{\ b\ i}$		
部材	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)	ı		_		
ポンプ取付ボルト (i=2)			_		
原動機取付ボルト (i=3)	_		_		
減速機取付ボルト (i =4)	_		_		

2.1.4 結論

2.1.4.1 ボルトの応力

(単位:MPa)

			弾性設計用地震動	JSd 又は静的震度	基準地震動 S s		
部材	材料	応力	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
基礎ボルト		引張り	_	_	σ _{b1} =	$f_{\mathrm{t s l}} = *$	
(i =1)		せん断	_	_	$\tau_{b1} =$	$f_{sbl} =$	
ポンプ取付ボルト		引張り	_	_	σ _{b2} =	f _{t s 2} = *	
(i =2)		せん断	_	_	τь2=	f_{s} b 2	
原動機取付ボルト		引張り	_	_	σ _{b3} =	$f_{\mathrm{t s 3}} = *$	
(i = 3)		せん断	_	_	τ ьз=	$f_{sb3} =$	
減速機取付ボルト (i =4)		引張り	_	_	σ _{b4} =	f _{t s 4} = *	
		せん断	_	_	τь4=	f_{s} b4=	

すべて許容応力以下である。

注記 $*: f_{\mathsf{t} \; \mathsf{s} \; \mathsf{i}} = \mathsf{Min}[1.4 \cdot f_{\mathsf{t} \; \mathsf{o} \; \mathsf{i}} - 1.6 \cdot \; \tau_{\; \mathsf{b} \; \mathsf{i}}, \; f_{\mathsf{t} \; \mathsf{o} \; \mathsf{i}}]$ にて算出

動的機能維持の詳細評価が必要な場合のみ本項目を追加する。

基準床レベルと設備が設置されている高さが異なる場合は、設置場所のレベルとして(0.P.) を追加する。

例:基礎台高さが500mm以上の基礎台に設置されている設備に適用

2.2 動的機能維持評価

2.2.1 設計条件

		定格容量	据付場所及び床面高さ	固有周期(s)	基準地震動 S s	ポンプ振動	最高使用温度	周囲環境温度
機器名称	形式	(m³/h)	(m)	水平方向 鉛直方向	水平方向 鉛直方向 設計震度 設計震度	による震度	(°C)	(°C)
○○○○ポンプ	往復動式ポンプ		○○建屋 0. P. *1 (0. P.)	*2 / -*2	$C_H = C_V =$	C _P =		

注記 *1:基準床レベルを示す。 *2:固有周期は十分に小さく,計算は省略する。

ſ	III DD 6 61		出力	据付場所及び床面高さ		固有周]期(s)	基準地震		ポンプ振動	最高使用温度	周囲環境温度
	機器名称	形式	(kW)	(m)	/ I	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	による震度	(°C)	(℃)
	○○○ポンプ用原動機	○○電動機		○○建屋 0. P. *1 (0. P.)		*2	*2	Сн=	C v=	C _P =		

注記 *1: 基準床レベルを示す。

*2:固有周期は十分に小さく、計算は省略する。

2.2.2 機器要目 2.2.3 結論

動的機能維持の詳細評価が 必要な機器要目表を記載する。

2.2.3.1 機能確認済加速度との比較

 $(\times 9.8 \text{m/s}^2)$

17.11-12-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1-1						
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度			
ポンプ	水平方向					
ハンノ	鉛直方向					
原動機	水平方向					
	鉛直方向					

原動機について、機能確認済加速度を超えていない時は、「原動機 は、機能維持評価用加速度がすべて機能確認済加速度以下である。」 と記載する。

注記*:基準地震動Ssにより定まる応答加速度とする。

ポンプは、水平、鉛直方向ともに機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超えるため、以下の項目について評価する。 原動機は、鉛直方向の機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超えるため、以下の項目について評価する。

- 2.2.3.2 往復動式ポンプの動的機能維持評価
- 2.2.3.2.1 代表評価項目の評価

基礎ボルト、ポンプ取付ボルト、減速機取付ボルトについては、構造強度評価にて設計用地震力に対して十分な構造強度を有しているため、計算は省略する。

- 2.2.3.2.2 上記以外の基本評価項目の評価
- 2.2.3.2.2.1 コネクティングロッド軸受の評価

(単位:MPa)

評価部位	発生応力	許容応力
コネクティングロッド大端部		
コネクティングロッド小端部		
クロスヘッドガイド部		

すべて許容応力以下である。

2.2.3.2.2.2 クランク軸の評価

(単位: MPa)

評価部位	発生応力	許容応力
クランク軸		

すべて許容応力以下である。

2.2.3.2.2.3 クランク軸受の評価

(単位:N)

評価部位	発生荷重	許容荷重
軸継手側		
反軸継手側		

すべて許容荷重以下である。

2.2.3.2.2.4 動弁機構及び弁シート面の評価

(単位:MPa)

27.71 07.11.72 4 = 71	II—	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
評価部位	発生応力	許容応力
弁シート面		

すべて許容応力以下である。

2.2.3.2.2.5 減速機軸受の評価

(単位:N)

評価部位	発生荷重	許容荷重
入力軸軸受		
中間軸軸受		
出力軸軸受		

すべて許容荷重以下である。

2.2.3.2.2.6 減速機軸(歯車)の評価

(単位·N)

<u> </u>					
評価部位		歯車の曲げ強さ		歯車の面圧強さ	
		発生荷重	許容荷重	発生荷重	許容荷重
1段目(入力側)	小歯車				
	大歯車				
2段目(出力側)	小歯車				
2权目(山//侧/	大歯車				

すべて許容荷重以下である。

2.2.3.2.2.7 軸継手の評価

(単位:mm)

評価部位	変位量	許容変位量
減速機~ポンプ間		
減速機~原動機間		

すべて許容変位量以下である。

2.2.3.3 原動機の動的機能維持評価

2.2.3.3.1 代表評価項目の評価

原動機取付ボルトについては、構造強度評価にて設計用地震力に対して十分な構造強度を有しているため、計算は省略する。

2.2.3.3.2 上記以外の基本評価項目の評価

2.2.3.3.2.1 固定子の評価

(単位:MPa)

評価部位	応力	発生応力	許容応力
固定子	せん断		

すべて許容応力以下である。

2.2.3.3.2.2 軸 (回転子) の評価

(単位:MPa)

評価部位	発生応力	許容応力
軸 (回転子)		

すべて許容応力以下である。

2.2.3.3.2.3 端子箱の評価

(単位:MPa)

評価部位	応力	発生応力	許容応力
端子箱	引張り		
	せん断		

すべて許容応力以下である。

2.2.3.3.2.4 軸受の評価

(単位:N)

評価部位	発生荷重	許容荷重
軸継手側		
反軸継手側		

すべて許容荷重以下である。

2.2.3.3.2.5 固定子と回転子間のクリアランスの評価

(単位:mm)

評価部位	回転子のたわみ	許容変位量
固定子と回転子間のクリアランス		

すべて許容変位量以下である。

2.2.3.3.2.6 モータフレームの評価

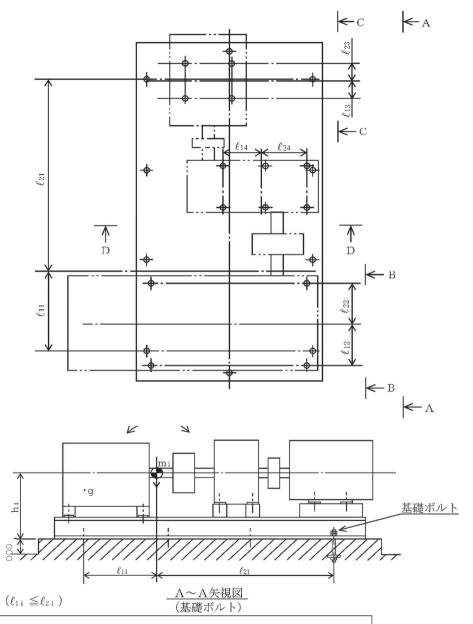
(単位:MPa)

評価部位	応力	発生応力	許容応力
モータフレーム	引張り		
£-970-A	せん断		

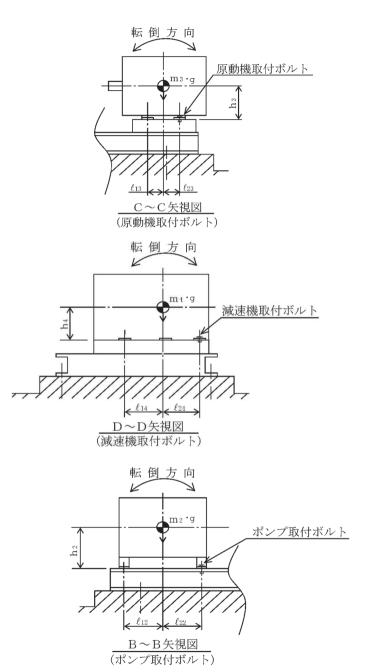
すべて許容応力以下である。

2.2.3.3.2.7 軸継手の評価

原動機軸継手の評価は、「2.2.3.2 往復動式ポンプの動的機能維持評価」に含まれている。



本図は、原則として「機器要目」の箇所に記載するものとする。 ただし、配置上入らない場合は本図のように最終ページに記載するものとする。 なお、DB+SAの場合は、SAの結果表の最終ページに記載するものとする。



添付資料-6:個別に地震応答解析の説明が必要な設備の耐震計算書 (Aパターンの耐震計算書記載例)

VI-○-○-○ ○○○○の耐震性についての計算書

目 次

1.	概要	1
2	-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	7
3. 言	平価部位	8
4. ±	也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	2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態	8
4.2	2.2 許容応力	8
4.2	2.3 使用材料の許容応力評価条件	8
4.3	解析モデル及び諸元	12
4.4	固有周期	14
4.5	設計用地震力	15
4.6	計算方法	16
4.6	3.1 応力の計算方法	16
4.7	計算条件	23
4.8	応力の評価	23
4.8	3.1 フレームの応力評価	23
4.8	3.2 取付ボルトの応力評価	24
5. 村	幾能維持評価	25
5.1	動的機能維持評価方法	25
6. 青	平価結果	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

・DB+SAの場合の記載例を示す。

[DB単独又はSA単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。]

1. 概要

本計算書は、添付書類「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、〇〇〇〇が設計用地震力に対して十分な構造強度及び動的機能を有していることを説明するものである。

○○○○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動的機能維持評価を示す。

2. 一般事項

2.1 構造計画

○○○○の構造計画を表 2-1 に示す。

・DB+SA の場合の記載例を示す。

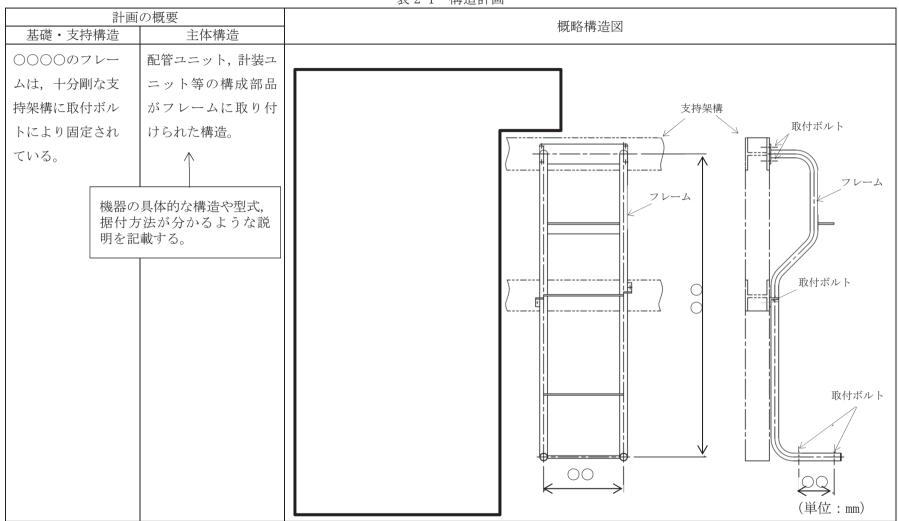
[DB 単独又は SA 単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。]

2.1 配置概要

<u>波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震計算書のみ対象とする。</u> 波及的影響を及ぼすおそれのある施設に係る設備の設置箇所を説明する。 その場合は、目次にも本項目を記載する。

波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震計算書の目次構成は, 「2.1 配置概要」,「2.2 構造計画」,「2.3 評価方針」と続く。

表 2-1 構造計画



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

下記内容は案として記載したものであり、本項目については各計算書に合った記載内容並びにフロー図とする。

2.2 評価方針

○○○○の応力評価は,添付書類「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○○○○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。

また,○○の機能維持評価は,添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した動的機器の機能維持の方針に基づき,地震時の応答加速度が動的機能確認済加速度以下であることを,「5. 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「6.評価結果」に示す。

○○○○及び○○の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

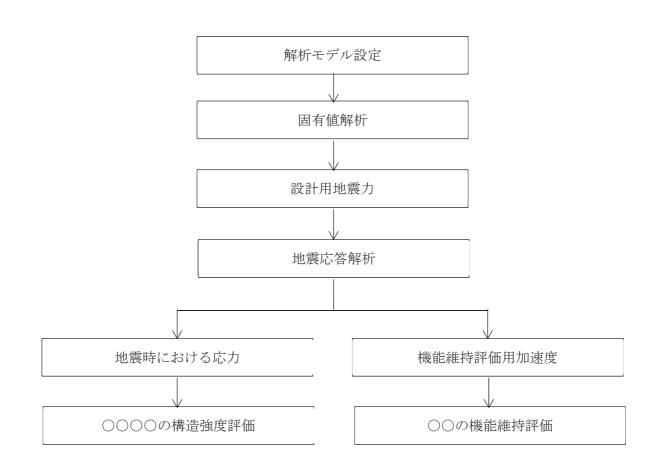


図 2-1 〇〇〇〇及び〇〇の耐震評価フロー

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。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG4601-1987)
- (2) 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)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG4601-1991追補版)
- (4) JSME S NC1-2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (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	フレームの断面積	mm^2
A_{b1}	フレームを床に取付けるボルトの軸断面積	mm^2
A_{b2}	フレームの上端を支持架構に取付けるボルトの軸断面積	mm^2
A 63	フレームの中間を支持架構に取付けるボルトの軸断面積	mm^2
Сн	水平方向設計震度	_
C _V	鉛直方向設計震度	_
d o1	フレームを床に取付けるボルトの呼び径	mm
d o2	フレームの上端を支持架構に取付けるボルトの呼び径	mm
d o3	フレームの中間を支持架構に取付けるボルトの呼び径	mm
Е	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 b ●	節点●の取付ボルトに作用する引張力	N
F _x	フレームの軸力 (x方向)	N
F y	フレームのせん断力 (y方向)	N
F z	フレームのせん断力 (z方向)	N
$f_{ m b}$	フレームの許容曲げ応力	MPa
$f_{ m c}$	フレームの許容圧縮応力	MPa
$f_{ m s}$	フレーム又はボルト等の許容せん断応力	MPa
$f_{ m s\ b}$	せん断力のみを受ける取付ボルトの許容せん断応力	MPa
$f_{ m t}$	フレーム又はボルト等の許容引張応力	MPa
$f_{ m t~o}$	引張力のみを受ける取付ボルトの許容引張応力	MPa
$f_{ m t\ s}$	引張力とせん断力を同時に受ける取付ボルトの許容引張応力	MPa
i	断面二次半径	mm
Q_1	フレームを床に取付けるボルト間のX軸方向の取付距離	mm
Q_2	フレームの上端を支持架構に取付けるボルト間のZ軸方向の	mm
	取付距離	
Q_3	フレームの上端を支持架構に取付けるボルト間のY軸方向の	mm
	取付距離	
ϱ_4	フレームの中間を支持架構に取付けるボルトとサポート端との	mm
-	Z軸方向の距離	
ϱ_5	フレームの中間を支持架構に取付けるボルトとサポート端との	mm
	Y軸方向の距離	
ϱ_{k}	座屈長さ	mm

記号	記号の説明	単位
M _x	フレームのねじりモーメント (x軸)	N•mm
Му	フレームの曲げモーメント (y軸)	N•mm
M_z	フレームの曲げモーメント (z軸)	N•mm
m	○○○○解析モデル各節点の付加質量の合計	kg
N_1	フレームを床に取付けるボルトの本数	_
N_2	フレームの上端を支持架構に取付けるボルトの本数	_
N_3	フレームの中間を支持架構に取付けるボルトの本数	_
Q _b •	節点●の取付ボルトに作用するせん断力	N
r	フレームパイプの外半径	mm
R•, R'•, R″•	節点●の取付ボルトに作用する反力	N
S	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 5 に定める値	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	MPa
	40°Cにおける値	
X, Y, Z	絶対(節点)座標軸	_
х,у, z	局所(要素)座標軸	_
Z _p	フレームのねじり断面係数	mm^3
Z _y	フレームの断面係数 (y軸)	mm^3
Z_z	フレームの断面係数 (z軸)	mm^3
Λ	フレームの限界細長比	_
λ	フレームの有効細長比	_
ν	ポアソン比	_
ν′	座屈に対する安全率	_
π	円周率	_
о в	フレームに生じる曲げ応力	MPa
σс	フレームに生じる圧縮応力	MPa
О б	フレームに生じる組合せ応力	MPa
О f а	フレームに生じる引張応力又は圧縮応力と曲げ応力の和	MPa
σ _t	フレームに生じる引張応力	MPa
Отьь	節点●の取付ボルトに生じる引張応力	MPa
τ	フレームに生じるせん断応力	MPa
τь•	節点●の取付ボルトに生じるせん断応力	MPa

2.5 計算精度と数値の丸め方

計算精度は、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

		1	スムム 双小りの数値の		
	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	$^{\circ}\! \mathbb{C}$	_	_	整数位
	質量	kg	_	_	整数位*1
長	下記以外の長さ	mm	_	_	整数位*1
さ	部材断面寸法	mm	小数点以下第2位*3	四捨五入	小数点以下第1位*2
	面積	mm^2	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁*4
	モーメント	N•mm	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁*4
	カ	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁*4
	縦弾性係数	MPa	有効数字 4 桁目	四捨五入	有効数字3桁*4
	算出応力	MPa	小数点以下第1位	切上げ	整数位
	許容応力	MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位*5

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: 設計上定める値が小数点以下第2位の場合は、小数点以下第2位表示とする。

*3: 設計上定める値が小数点以下第3位の場合は、小数点以下第3位表示とする。

*4:絶対値が1000以上のときはべき数表示とする。

*5: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。 「構造計画」で示した部位に対し、評価対象を選定している理由を記載する。 複数の評価対象に対して、代表で評価する場合は、評価対象の母集団及び代表選定の 考え方(条件が厳しい、すべて評価のうえ代表として記載するなど)の概要を計算書 に記載する。

3. 評価部位

 $\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc$ の耐震評価は、 $\boxed{}$ 「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、耐震評価上厳しくなるフレーム及び取付ボルトについて実施する。 なお、 $\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc$ は、構造物として十分な剛性を有しており、支持構造物であるフレーム及び取付ボルトが健全であれば $\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc$ 機能を維持できるため、フレーム及び取付ボルトを評価対象とする。 $\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc\bigcirc$ 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. 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) ○○○のフレームは、十分剛な壁及び床に取付ボルトにより固定されるものと する。
 - (2) ○○○○の質量には、フレーム自身の質量のほか、○○、○○及び○○の質量を 考慮する。
 - (3) 地震力は、○○○○に対して水平方向及び鉛直方向から個別に作用するものとし、 作用する荷重の算出において組み合わせるものとする。
 - (4) 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

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

○○○○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

○○○○の許容応力は,添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 4-3 に示す。

4.2.3 使用材料の許容応力評価条件

○○○○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。

DB+SAの場合の記載例を示す。

[DB 単独又は SA 単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。]

表 4-1 荷重の組合せ及び許容応力状態(設計基準対象施)	.び許容応力状態(設計基準対象	疫施設`
-------------------------------	-----------------	------

施設日	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
○○施設	○○設備	○○設備 ○○○○	S	クラス 2	$D + P_D + M_D + S d *$	III _A S
○○ m 放				支持構造物	$D + P_D + M_D + S_S$	IV AS

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
○○施設	○○設備 ○○)設備 ○○○○ 常設耐震/防山	常設耐震/防止	重大事故等 クラス2支持構造物	$D + P_D + M_D + S_s^{*2}$	IV AS
					D+Psad+Msad+Ss	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/防止」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,「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備,「常設/防止(DB拡張)」は常設重大事故防止設備(設計基準拡張),「常設/緩和 (DB拡張)」は常設重大事故緩和設備(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。

該当する設備分類のみ記載する。

- DB+SAの場合を示す。
- ・DB 単独の場合は、許容応力 (クラス 2, 3 支持構造物)
- ・SA 単独の場合は、許容応力(重大事故等クラス2支持構造物)とする。

表 4-3 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)

	許容限界*1, *2	許容限界*1, *2		
	(ボルト等以外)	(ボルト等)		
許容応力状態	一次応力	一次応力		
	組合せ	引張り	せん断	
III _A S	1.5 · f _t	1.5 · f _t	1.5 · f s	
IV _A S				
V _A S	1.5 • f _t *	1.5 • f _t *	1.5 • f _s *	
$(V_AS$ として IV_AS 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。

·DB+SAの場合は、V_ASを追加する。

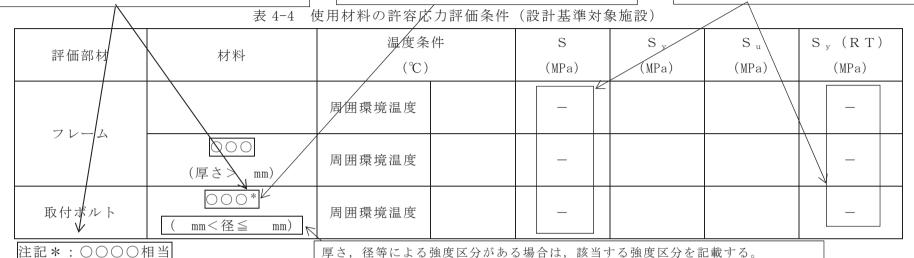
許容応力を記載するすべての表に「当該の応力が生じない場合,規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。」の注記を記載する。

O 2 \bigcirc VI- \bigcirc - \bigcirc - \bigcirc R 0

JIS 以外の規格に基づく材料を用いる場合は、材料 記号の後に「*」を記載し、注記に JIS 規格におけ る相当材料の記号を記載する。

施設時の材料記号と、設計・建設規格における IIS 材料記号が異なる場合は、設計・建設規格 における IIS 記号を記載する。

オーステナイト系ステンレス鋼及び高 ニッケル合金に該当する場合は記載す



JIS 以外の規格に基づく材料を用いる場合は、材料 記号の後に「*」を記載し、注記に JIS 規格におけ る相当材料の記号を記載する。

厚さ、径等による強度区分がある場合は、該当する強度区分を記載する。

施設時の材料記号と、設計・建設規格における JIS 材料記号が異なる場合は、設計・建設規格における JIS 記号を記載する。

オーステナイト系ステンレス鋼及び 高ニッケル合金に該当する場合は記 載する。

		表 4-5 使用]材料の許容応力評(丽条件 (重大事故等対	奶設備) □	~ / • 0	
_		五 1 0 − 人/1.	1414145 1130 40.22 111	<u> </u>	主八子队八八	/C /m /		
	評価部材	材料	温度条件		S	S _y	S u	S _y (RT)
		गर्भ गर्भ	(℃)		(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
	フレーム		周囲環境温度					
		(厚さ mm)	周囲環境温度					_
	取付ボルト	○○○* (mm<径≦ mm)	周囲環境温度					

注記*:○○○相当

厚さ、径等による強度区分がある場合は、該当する強度区分を記載する。

4.3 解析モデル及び諸元

○○○○の解析モデルを図 4-1 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の【○○○○の耐震性についての計算結果】の機器要目に示す。

- (1) ○○○○のフレームをはり要素でモデル化した FEM モデルを用いる。
- (2) 解析モデル各節点の質量は、〇〇弁、〇〇弁、〇〇部品等であり、実際の位置 (記載例) を考慮して付加する。
 - (3) 拘束条件は、フレームの壁及び床への取付部を固定とする。
 - 【(3) 拘束条件として,基礎部の○○方向を固定する。なお,基礎ボルト部は剛体として評価する。】
 - (4) 解析コードは「○○○」を使用し、固有値と各要素に発生する荷重及びモーメントを求める。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、添付書類「VI-5 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。

拘束条件(基礎(据付)ボルト含む。)を記載する。 なお、基礎(据付)ボルト部をモデル化していない場合は 「なお、基礎ボルト部は剛体として評価する。」と追記する。

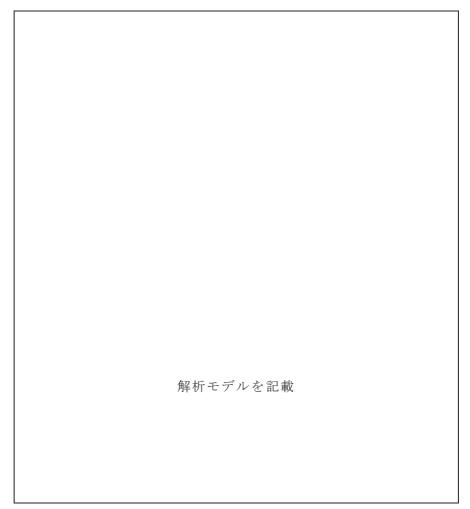


図 4-1 ○○○○解析モデル (単位:mm)

4.4 固有周期

固有値解析の結果を表 4-6 に示す。固有周期は、0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。

表 4-6 固有值解析結果

- I	£ ++ +- +-	固有周期	水平方向	刺激係数	鉛直方向	
モード	卓越方向	(_S)	X方向	Y方向	刺激係数	
1 次	水平方向				_	
1 次	鉛直方向			_	_	

適用する刺激係数について記載する。固有周期が 0.05 秒以下となる方向については「-」とする。

柔構造の場合は、適用する刺激係数の正規化方法についての注記を記載する。 (記載例)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。

柔構造の場合は、振動モード図(最大で3次モードまで又は各方向の卓越モード)を記載する。

剛構造の場合は、1次モードの振動モード図を記載する。

図 4-2 振動モード (1 次モード 水平方向 ○.○○s)

柔な場合,添付資料-3「たて軸ポンプの耐震計算書記載例」を参考に記載する。

4.5 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 4-7 及び表 4-8 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、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

固有周期が、0.05 s を超え柔構造となった場合は、注記符号を付記し、設計用震度について注記で説明する。

表 4-7 設計用地震力(設計基準対象施設)

据付場所 及び	固有周	期(s)	弾性設計用 又は静	/	基準地震動 S s		
床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度/	全型	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	
〇〇建屋 0. P. * (0. P.)			C _H = 又は*2	C _V =	C _H = 又は*3	C _V =	

注記 *1:基準床レベルを示す。

★2:弾性設計用地震動Sd、に基づく設備評価用床応答曲線より得られる値。

*3:基準地震動Ssに基づく設備評価用床応答曲線より得られる値。

 $\coprod_A S$ の評価をS S で実施する場合、表中は「 $-*^2$ 」とし、*2 は「 $\coprod_A S$ については、基準地震動S S で評価する。」と書き替える。

基準床レベルと設備が設置されている高さが異なる場合は,

|設置場所のレベルとして(0.P.) を追加する。

例:基礎台高さが500mm以上の基礎台に設置されている設備に適用

固有周期が、0.05 s を超え柔構造となった場合は、注記符号を付記し、設計 用震度について注記で説明する。

表 4-8 設計用地震力 (重大事故等対処設備)

据付場所 及び	固有周	期(s)	弾性設計用 又は静		基準地震動 S s		
床面高さ (m)	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	
① P. *1 (0. P.)			_	_	C _H = 又は*2	C _v =	

注記*1:基準床レベルを示す。

*½: 基準地震動 S s に基づく設備評価用床応答曲線より得られる値。

基準床レベルと設備が設置されている高さが異なる場合は, 設置場所のレベルとして(0.P.) を追加する。

例:基礎台高さが500mm以上の基礎台に設置されている設備に適用

4.6 計算方法

4.6.1 応力の計算方法

4.6.1.1 フレームの応力

解析による計算で得られる各要素端での軸力Fx, せん断力Fy, Fz, ねじりモーメントMx及び曲げモーメントMy, Mzより各応力を次のように求める。

(1) 引張応力又は圧縮応力

$$\sigma_{t} = \frac{\left| F_{x} \right|}{A} \qquad (4.6.1.1.1)$$

$$\sigma_{c} = -\frac{\left|F_{x}\right|}{A} \quad \cdots \quad (4.6.1.1.2)$$

(2) せん断応力

(3) 曲げ応力

$$\sigma_{b} = \frac{\left|M_{y}\right|}{Z_{y}} + \frac{\left|M_{z}\right|}{Z_{z}} \qquad (4.6.1.1.4)$$

(4) 組合せ応力

$$\sigma_{f} = \sqrt{\sigma_{fa}^{2} + 3 \cdot \tau^{2}} \quad \cdots \qquad (4.6.1.1.5)$$

ここで,

$$\sigma_{fa} = \frac{\left|F_{x}\right|}{A} + \sigma_{b} \qquad \cdots \qquad (4.6.1.1.6)$$

4.6.1.2 取付ボルトの応力

取付ボルトに生じる応力は、解析による計算で得られる各要素端での軸力Fx, せん断力Fy, Fz, ねじりモーメントMx及び曲げモーメントMy, Mzから手計算により、地震による引張応力とせん断応力について計算する。

4.6.1.2.1 ○○○を床に取付けるボルトの応力

○○○を床に取付けるボルトの概要を図 4-2 に示す。

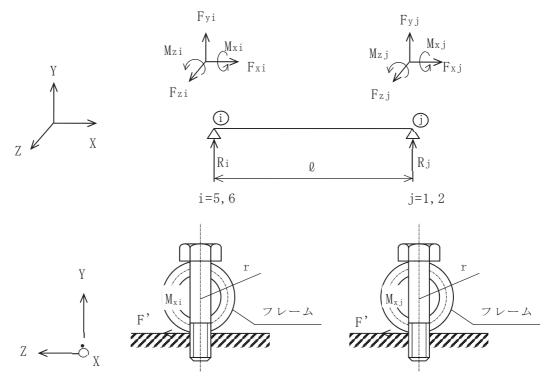


図 4-2 ○○○○の取付ボルトに作用する力とモーメント

(1) 引張応力

取付ボルトに対する引張応力は、図 4-2 に示すフレームの節点 i 及び節点 j (ここで、(i, j)の組合せは(5, 1)及び(6, 2))での軸力とモーメントを考えて計算する。

a. 引張力

$$F_{b i} = |F_{y i}| + \frac{|M_{z i}| + |M_{z j}|}{\varrho} \qquad (4.6.1.2.1)$$

$$F_{b j} = |F_{y j}| + \frac{|M_{z i}| + |M_{z j}|}{\varrho} \qquad (4.6.1.2.2)$$

b. 引張応力

$$\sigma_{t b i} = \frac{F_{b i}}{n_{f} \cdot A_{b}} \cdot \dots (4.6.1.2.3)$$

$$\sigma_{t b j} = \frac{F_{b j}}{n_{f} \cdot A_{b}} \cdot \dots (4.6.1.2.4)$$

ここで,ボルトの軸断面積 A b は次式により求める。

$$A_{b} = \frac{\pi}{4} \cdot d_{0}^{2}$$
 (4. 6. 1. 2. 5)

(2) せん断応力

取付ボルトに対するせん断力は、フレームと壁及び床の取付部1箇所当たりの取付ボルトの本数で受けるものとして計算する。

a. せん断力

$$Q_{b i} = \sqrt{|F_{x i}|^2 + (|F_{z i}| + \frac{|M_{x i}|}{\varrho})^2} \quad \cdots \quad (4.6.1.2.6)$$

$$Q_{b j} = \sqrt{|F_{x j}|^2 + (|F_{z j}| + \frac{|M_{x j}|}{\ell})^2} \quad \dots \quad (4.6.1.2.7)$$

b. せん断応力

$$\tau_{b i} = \frac{Q_{b i}}{n \cdot A_{b}} \qquad (4.6.1.2.8)$$

$$\tau_{b j} = \frac{Q_{b j}}{n \cdot A_{b}} \qquad \cdots \qquad (4.6.1.2.9)$$

ここで,ボルトの軸断面積A_bは,(4.6.1.2.5)式による。

4.6.1.2.2 フレームの上端を支持架構に取付けるボルトの応力 フレームの上端を支持架構に取付けるボルトの概要を図 4-3 に示す。

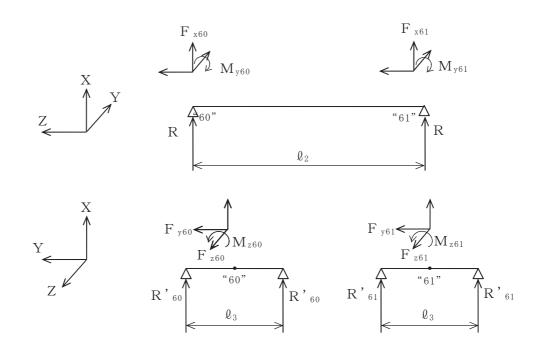


図 4-3 フレームの上端を支持架構に取付けるボルトに作用する力とモーメント

(1) 引張応力

図 4-3 において節点 60 及び節点 61 での反力は

$$R_{60} = \left| F_{x 60} \right| + \frac{M_{y 61}}{\ell_{2}}$$

$$R_{61} = \left| F_{x 61} \right| + \frac{M_{y 60}}{\ell_{2}}$$

$$(4. 6. 1. 2. 2. 1)$$

$$(4. 6. 1. 2. 2. 2)$$

また、実際の取付ボルトの取付状態を考慮して、 M_{z60} 及び M_{z61} による反力は

$$R_{60} = \frac{\left| M_{z 60} \right|}{\ell_3} \qquad (4.6.1.2.2.3)$$

$$R_{61} = \frac{\left|M_{z 61}\right|}{\ell_{3}} \qquad (4. 6. 1. 2. 2. 4)$$

したがって,取付ボルトに作用する反力は

$$R_{60}^{"} = \frac{|R_{60}|}{2} + |R_{60}| \qquad (4.6.1.2.2.5)$$

$$R_{61}^{"} = \frac{|R_{61}|}{2} + |R_{61}| \qquad (4. 6. 1. 2. 2. 6)$$

よって,取付ボルトの引張応力は

ここで、ボルトの軸断面積 A h 2 は次式により求める。

(2) せん断応力

図 4-3 において節点 60 及び節点 61 でのせん断力は

$$Q_{b 60} = \sqrt{|F_{y60}|^2 + |F_{y60}|^2} \quad \dots \qquad (4.6.1.2.2.10)$$

$$Q_{b 61} = \sqrt{|F_{y61}|^2 + |F_{z61}|^2} \quad \dots \qquad (4.6.1.2.2.11)$$

よって,取付ボルトのせん断応力は

$$\tau_{b 60} = \frac{F_{s60}}{2 \cdot A_{b 2}}$$
 (4. 6. 1. 2. 2. 12)

$$\tau_{b 61} = \frac{F_{s61}}{2 \cdot A_{b 2}}$$
 (4. 6. 1. 2. 2. 13)

ここで,ボルトの軸断面積 A_{b2} は, (4.6.1.2.2.9)式による。

4.6.1.2.3 フレームの中間を支持架構に取付けるボルトの応力 フレームの中間を支持架構に取付けるボルトの概要を図 4-4 に示す。

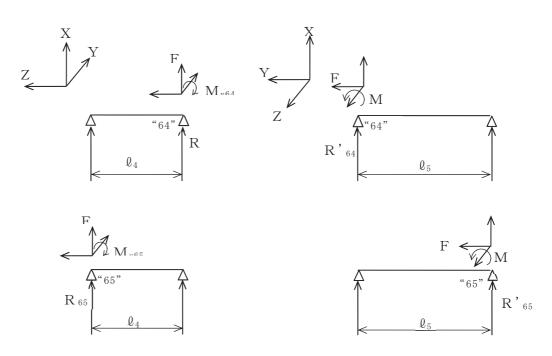


図 4-4 フレームの中間を支持架構に取付けるボルト に作用する力とモーメント

(1) 引張応力

図 4-4 において節点 64 及び節点 65 での反力は

$$R_{64} = \left| F_{x 64} \right| + \frac{M_{y 64}}{\ell_4} \qquad (4.6.1.2.3.1)$$

$$M_{x 64} = \left| F_{x 64} \right| + \frac{M_{y 64}}{\ell_4} = \frac{1}{2} \left| \frac{M_{y 64}}{\ell_4} \right| + \frac{M_{y 64}}{\ell_4} = \frac{1}{2} \left| \frac{M_{y 64}}{\ell_4} \right| + \frac{M_{y 64}}{\ell_4} = \frac{1}{2} \left| \frac{M_{y 64}}{\ell_4} \right| + \frac{M_{y 64}}{\ell_4} = \frac{1}{2} \left| \frac{M_{y 64}}{\ell_4} \right| + \frac{M_{y 64}}{\ell_4} = \frac{1}{2} \left| \frac{M_{y 64}}{\ell_4} \right| + \frac{M_{y 64}}{\ell_4} = \frac{1}{2} \left| \frac{M_{y 64}}{\ell_4} \right| + \frac{M_{y 64}}{\ell_4} = \frac{1}{2} \left| \frac{M_{y 64}}{\ell_4} \right| + \frac{M_{y 64}}{\ell_4} = \frac{1}{2} \left| \frac{M_{y 64}}{\ell_4} \right| + \frac{M_{y 64}}{\ell_4} = \frac{1}{2} \left| \frac{M_{y 64}}{\ell_4} \right| + \frac{M_{y 64}}{\ell_4} = \frac{1}{2} \left| \frac{M_{y 64}}{\ell_4} \right| + \frac{M_{y 64}}{\ell_4} = \frac{1}{2} \left| \frac{M_{y 64}}{\ell_4} \right| + \frac{M_{y 64}}{\ell_4} = \frac{1}{2} \left| \frac{M_{y 64}}{\ell_4} \right| + \frac{M_{y 64}}{\ell_4} = \frac{1}{2} \left| \frac{M_{y 64}}{\ell_4} \right| + \frac{M_{y 64}}{\ell_4} = \frac{1}{2} \left| \frac{M_{y 64}}{\ell_4} \right| + \frac{M_{y 64}}{\ell_4} = \frac{1}{2} \left| \frac{M_{y 64}}{\ell_4} \right| + \frac{M_{y 64}}{\ell_4} = \frac{1}{2} \left| \frac{M_{y 64}}{\ell_4} \right| + \frac{M_{y 64}}{\ell_4} = \frac{1}{2} \left| \frac{M_{y 64}}{\ell_4} \right| + \frac{M_{y 64}}{\ell_4} = \frac{1}{2} \left| \frac{M_{y 64}}{\ell_4} \right| + \frac{M_{y 64}}{\ell_4} = \frac{1}{2} \left| \frac{M_{y 64}}{\ell_4} \right| + \frac{M_{y 64}}{\ell_4} = \frac{1}{2} \left| \frac{M_{y 64}}{\ell_4} \right| + \frac{M_{y 64}}{\ell_4} = \frac{1}{2} \left| \frac{M_{y 64}}{\ell_4} \right| + \frac{M_{y 64}}{\ell_4} = \frac{M_{y 6$$

$$R_{65} = \left| F_{x 65} \right| + \frac{M_{y 65}}{\ell_4} \qquad \cdots \qquad (4.6.1.2.3.2)$$

また, 実際の取付ボルトの取付状態を考慮して, M_{z60} 及び M_{z61} による反力は

$$R_{64} = \frac{|M_{z 64}|}{\ell_5} \qquad (4. 6. 1. 2. 3. 3)$$

$$R_{65}^{'} = \frac{\left|M_{z 65}\right|}{\varrho_{5}} \qquad (4.6.1.2.3.4)$$

したがって, 取付ボルトに作用する反力は

$$R_{64}^{"} = |R_{64}| + |R_{64}|^{"} \qquad (4.6.1.2.3.5)$$

$$R_{65} = |R_{65}| + |R_{65}|$$
 (4. 6. 1. 2. 3. 6)

よって,取付ボルトの引張応力は

ここで、ボルトの軸断面積A_{b3}は次式により求める。

$$A_{b3} = \frac{\pi}{4} \cdot d_{o2}^{2} \cdot \cdots \cdot (4.6.1.2.3.9)$$

(2) せん断応力

図 4-4 において節点 64 及び節点 65 でのせん断力は

$$Q_{b 64} = \sqrt{|F_{y64}|^2 + |F_{z64}|^2} \quad \cdots \qquad (4.6.1.2.3.10)$$

$$Q_{b 65} = \sqrt{|F_{y65}|^2 + |F_{z65}|^2} \cdots (4.6.1.2.3.11)$$

となる。

よって,取付ボルトのせん断応力は

$$\tau_{b 64} = \frac{F_{s64}}{2 \cdot A_{b 3}} \qquad (4.6.1.2.3.12)$$

$$\tau_{b65} = \frac{F_{s65}}{A_{b2}} \qquad (4.6.1.2.3.13)$$

ここで、ボルトの軸断面積 A_{b3} は、(4.6.1.2.3.9)式による。

4.7 計算条件

応力解析に用いる自重 (○○○○) 及び荷重 (地震荷重) は、本計算書の【○○○ ○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。

4.8 応力の評価

4.8.1 フレームの応力評価

4.6.1.1 項で求めた各応力が下表で定めた許容応力以下であること。ただし、許容組合せ応力は f_t 以下であること。

	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Ssによる 荷重との組合せの場合		
許容引張応力 f _t	$\frac{\mathrm{F}}{1.5} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5}$ 1.5		
許容圧縮応力 f _c	$\left\{1-0.4\cdot\left(\frac{\lambda}{\Lambda}\right)^2\right\}\cdot\frac{F}{\nu}, 1.5$	$\left\{1 - 0.4 \cdot \left(\frac{\lambda}{\Lambda}\right)^2\right\} \cdot \frac{F}{\nu_{\prime}} * 1.5$		
許容せん断応力 f_s	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt[4]{3}} \cdot 1.5$		
許容曲げ応力 f _b	$\frac{F}{1.5}$ • 1.5	$\frac{F^*}{1.5}$ • 1.5		

ただし,

$$\lambda = \frac{\ell_{k}}{i} \qquad (4.8.1.1)$$

弾性設計用地震動Sd又は静的震度による荷重との組合せの場合

$$\Lambda = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E}{0.6 \cdot F}} \cdot \dots (4.8.1.2)$$

基準地震動 S s による荷重との組合せの場合

$$\Lambda = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot E}{0.6 \cdot F^*}} \cdot \dots$$
 (4. 8. 1. 3)

$$v' = 1.5 + \frac{2}{3} \cdot \left(\frac{\lambda}{\Lambda}\right)^2 \cdot \dots \cdot (4.8.1.4)$$

4.8.2 取付ボルトの応力評価

4.6.1.2 項で求めた取付ボルトの引張応力は、次式より求めた許容引張応力 $f_{\rm ts}$ 以下であること。

ただし、 f_t 。は下表による。

$$f_{t s} = Min[1.4 \cdot f_{t o} - 1.6 \cdot \tau_{b}, f_{t o}] \quad \cdots \qquad (4.8.2.1)$$

せん断応力 τ b はせん断力のみを受ける取付ボルトの許容せん断応力 $f_{\rm s}$ b 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Ssによる 荷重との組合せの場合
許容引張応力 ft 。	$\frac{F}{2}$ • 1.5	$\frac{\mathrm{F}}{2}$ · 1. 5
許容せん断応力 ƒ _{s b}	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

5. 機能維持評価

5.1 動的機能維持評価方法

○○○○系○○弁の動的機能維持評価について以下に示す。

なお、機能維持評価用加速度は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき、基準地震動 S s により定まる応答加速度を設定する。

○○○系○○弁は、地震時動的機能維持が確認された機種と類似の構造であるため、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に記載の機能確認済加速度を適用する。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

 $(\times 9.8 \, \text{m/s}^2)$

評価部位	方向	機能確認済加速度
	水平方向	
○○○○系○○弁	鉛直方向	

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

○○○○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及び動的機能を有している 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、弾性設計用地震動Sdによる動的震度及び静的震度は基準地震動Ssを下回っており、基準地震動Ssによる発生値が、弾性設計用地震動Sd又は静的震度に対する評価における許容限界を満足するため、弾性設計用地震動Sd又は静的震度による発生値の算出を省略した。

Ⅲ_ASの評価をSsで実施する場合は追記する。

(2) 機能維持評価結果

動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

○○○○の重大事故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及び動的機能を有 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。

(2) 機能維持評価結果

動的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

际付 6-27

基準床レベルと設備が設置されている高さが異なる場合は、設置場所の 【○○○○の耐震性についての計算結果】 レベルとして(0.P.) を追加する。

例:基礎台高さが500mm以上の基礎台に設置されている設備に適用

1. 設計基準対象施設

1.1 設計条件

_	1.1 阪川木川			/ 1							
	機器名称	科索 重	据付場所及び床面高さ (m)		期(s)	弾性設計用 又は静	地震動Sd 的震度	基準地別	憂動Ss	最高使用温度	周囲環境温度
	(残 谷 石 小				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	(℃)	(℃)
	0000		原子炉建屋 0. P. *1 (0. P.)			$\begin{array}{c c} C_{H} = & *^{2} \\ & \checkmark \end{array}$	C _V = *2	С н=	C v=		

注記 *1: 基準床レベルを示す。

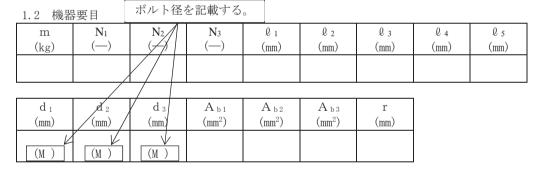
*2: **II**_AS については、基準地震動Ssで評価する。 ▼

 $\coprod_A S$ の評価をS s で実施した場合は,震度に「 $--*^2$ 」を付記し,注記を以下のとおり書き換える。注記*2: $\coprod_A S$ については,基準地震動S s で評価する。

固有周期が、0.05sを超え柔構造となった場合は、注記符号を付記し、 設計用震度について注記で説明する。

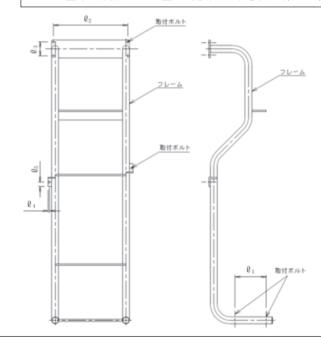
*○:弾性設計用地震動Sdに基づく設計用床応答曲線から得られる値

*○:基準地震動Ss 基づく設計用床応答曲線から得られる値



部材	材料	S _y (MPa)	S _u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
フレーム	(厚さ <u>≤</u> mm)				
	(厚さ <u>≤</u> mm)				
取付ボルト	(mm≦径≦ mm)				

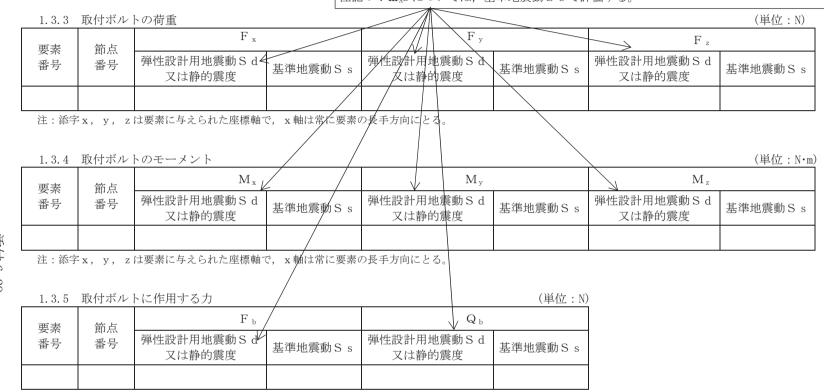
厚さ,径等による強度区分がある場合には,該当する強度区分を記載する。



本図は、原則として「機器要目」の箇所に記載するものとする。 ただし、配置上入らない場合は最終ページに記載するものとする。 なお、DB+SAの場合は、SAの結果表の最終ページに記載するものとする。 $\coprod_A S$ の評価を S s で実施した場合は、1.3 項の算出値に「-*」を付記し、注記を以下のとおり記載する。 注記 $*:\coprod_A S$ については、基準地震動 S s で評価する。

1.3 計算	粉估		往記:	* : III _A S (C	ついては,奉	华地震動Ss (洋)	四 9 る。	
1. 3. 1	女に フレーム(の荷重		\mathcal{I}				(単位:
要素節点		F x			F y		F z	
番号	番号	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s		地震動Sd 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
注:添字	z, y, z	は要素に与えられた座標軸で	、x軸は常に要素の	の長手方向に	とる。			
1. 3. 2	フレームの	のモーメント				\		(単位:N
要素	節点	M_{x}			√ M _y		M_z	
番号	番号	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s		用地震動S d 争的震度	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Ss

注:添字x,y,zは要素に与えられた座標軸で,x軸は常に要素の長手方向にとる。



1.4 結論

1.4.1 固有周期

(単位:s)

モード	方向	固有周期

1.4.2 応力

(単位:MPa)

1.4.2 心刀							(単位:MPa)		
 → 7 + +	1-1-40	* +	要素	節点	弾性設計用地震動	bSd 又は静的震度	基準地別	震動Ss	
部材	材料	応力	番号	番号	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力	
		引張り			$\sigma_t =$	$f_{\rm t} =$	$\sigma_t =$	$f_{\rm t}$ =	
		圧縮			$\sigma_c = *1$	$f_{\rm c} =$	⊘ c *1	$f_{\rm c} =$	
		せん断			τ =	$f_{\rm s}$ =	τ =	$f_{\rm s} =$	
		曲げ			σ b=	$f_{\rm b}$ =	σ b=	$f_{\rm b}$ =	
フレーム		組合せ			$\sigma_{\mathrm{f}} =$	$f_{\rm t}$ =	$\sigma_{\mathrm{f}} =$	$f_{\rm t} =$	
		引張り			$\sigma_{\rm t}$ =	$f_{\rm t}$ =	$\sigma_t =$	$f_{\rm t} =$	
		圧縮			$\sigma_{c} = *1$	$f_{\rm c}$ =	$\sigma_{c} = *1$	$f_{\rm c} =$	
		せん断			τ =	$f_{\rm s} =$	τ =	$f_{\rm s} =$	
		曲げ			σ _b =	$f_{\rm b}$ =	σ _b =	$f_{\rm b} =$	
		組合せ			$\sigma_{\mathrm{f}} =$	$f_{\rm t}$ =	$\sigma_{\mathrm{f}} =$	$f_{\rm t} =$	
取付ボルト		引張り			σ _{t b} =	$f_{\rm t \ s} = *2$	σ _{t b} =	$f_{\rm t\ s} =$ / *2	
丸刈り 小ノレ ト		せん断			т ь=	$f_{\rm s\ b} =$	τь=	f _{s b} =	

すべて許容応力以下である。

注記*1:絶対値を記載

*2: $f_{t s}$ =Min[1.4・ $f_{t o}$ -1.6・ $\tau_{t b}$ / $f_{t o}$]にて算出

*3:基準地震動Ssによる算出値

1.4.3 動的機能の評価結果

 $(\times 9.8 \text{ m/s}^2)$

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
0007004	水平方向		
○○○系○○弁	鉛直方向		

注記*:基準地震動Ssにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。

注記を以下のとおりとする。 注記*3:基準地震動Ssによる算出値

「機能維持評価用加速度≦機能確認済加速度」の場合は、ここで終了。

※:機能維持評価用加速度>機能確認済加速度の場合は,詳細評価を追加する。

3	
Ì	j
O	
- 1	
- 1	
77.7	

材料	E (MPa)	ν	${rac{\varrho}{k}}$ (mm)	i (mm)	λ	1	1	ν	/
						*1	*2		
						*1	*2		
						*1	*2		

注記*1:弾性設計用地震動Sd又は静的震度による荷重との組合せの場合

*2: 基準地震動Ssによる荷重との組合せの場合

材料					
要素番号	0, 0, 0~00, 0~00	00~00	0, 00	00~00	00~00
A (mm ²)					
$Z_y \text{ (mm}^3)$					
Z_{z} (mm 3)					
$Z_p (mm^3)$					
断面形状	$D_{\circ} D_{i} \longrightarrow Z$			$\begin{array}{c} b \\ \hline \\ a \\ \hline \\ y \end{array} $	$\begin{array}{c} y \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \end{array}$
寸法 (mm)	$D_{o} = \bigcirc \bigcirc . \bigcirc$ $D_{i} = \bigcirc \bigcirc . \bigcirc$	a = \(\cap \) b = \(\cap \) c = \(\cap \)	a = \(\cap \) b = \(\cap \) c = \(\cap \)	a = () b = ()()	a = \(\cap \) \(\cap \) b = \(\cap \)

【SA 単独の場合】

本フォーマットを使用する。 ただし, 章番を 1. とする。

基準床レベルと設備が設置されている高さが異なる場合は,

設置場所のレベルとして(0.P.) を追加する。

例:基礎台高さが500mm以上の基礎台に設置されている設備に適用

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	固有周	期(s)	弾性設計用 又は静	地震動Sd 的震度	基準地寫	憂動Ss	最高使用温度	周囲環境温度
		則 (m)	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	(℃)	(℃)
0000		〇〇建屋 0. P. * (0. P.)			_	_	C _H =	C _V =		

0 5

(mm)

注記*:基準床レベルを示す。

ボルト径を記載する。

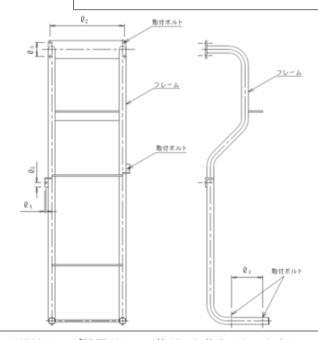
m	N_1	N ₂ //	N_3	ϱ_1	Q 2	Q 3	Q 4	
(kg)	(—)	\mathcal{A}	(—)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	
		/					_	
d_1	/d 2 /	d_3	A b 1	A_{b2}	A_{b3}	r		
(mm)	(mm) /	(mm)	A_{b1} (mm^2)	(mm^2)	(mm^2)	(mm)		
K								
(M)	(M)	(M)						

部材	材料	S _y (MPa)	S u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)
フレーム	(厚さ≦ mm)				
	(厚さ≦ mm)				
取付ボルト	(mm≦径≦ mm)►				

厚さ,径等による強度区分がある場合には,該当する強度区分を記載する。

固有周期が、0.05 s を超え柔構造となった場合は、注記符号を付記し、設計用震度について注記で説明する。

*○: 基準地震動Ssに基づく設計用床応答曲線から得られる値



本図は、原則として「機器要目」の箇所に記載するものとする。 ただし、配置上入らない場合は最終ページに記載するものとする。 なお、DB+SAの場合は、SAの結果表の最終ページに記載するものとする。

添付 6-32

2.3 計算数值

2.3.1 フレームの荷重

(単位:N)

要素	節点	F _x		F y		F _z		
番号	番号	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	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	
		_		_		_		
		_		_		_		
		_		_		_		
		_		_		_		

注:添字x,y,zは要素に与えられた座標軸で,x軸は常に要素の長手方向にとる。

2.3.2 フレームのモーメント

(単位:N·m)

要素	節点	M _x		Му		${ m M}_{ m z}$		
番号	番号	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	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s	
		_		_		_		
		_		_		_		
		_		_		_		
		_		_		_		

注:添字x,y,zは要素に与えられた座標軸で,x軸は常に要素の長手方向にとる。

2.3.3 取付ボルトの荷重

(単位:N)

要素	節点	F _x		F _y		F z	
番号	番号	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	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
		_		_		_	

注:添字x,y,zは要素に与えられた座標軸で,x軸は常に要素の長手方向にとる。

2.3.4 取付ボルトのモーメント

(単位: N·m)

要素	節点 M			My		M z	
番号	番号	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	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
		_		_		_	

注:添字x,y,zは要素に与えられた座標軸で,x軸は常に要素の長手方向にとる。

2.3.5 取付ボルトに作用する力

(単位:N)

要素	節点	F _b		$Q_{\rm \ b}$		
番号	番号	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	
		_		_		

2.4 結論

2.4.1 固有周期

(単位:s)

モード	卓越方向	固有周期

2.4.2 応力 (単位: MPa)

der I I	LLJal		要素	節点	弾性設計用地震	動Sd又は静的震度	基準地	震動Ss
部材	材料	応力	番号	番号	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
		引張り			_	_	$\sigma_{\rm t} =$	$f_{\rm t} =$
		圧縮			_	_	$\sigma_{c} = *1$	$f_{\rm c} =$
		せん断			_	_	τ =	$f_s =$
フレーム		曲げ			_	_	σ _b =	$f_{\rm b} =$
		組合せ			_	_	$\sigma_{\mathrm{f}} =$	$f_{\rm t} =$
		引張り			_	_	$\sigma_{\rm t} =$	$f_{\rm t} =$
	圧縮 せん断 曲げ 組合せ	圧縮			_	_	$\sigma_{c} = *1$	$f_{\rm c} =$
				_	_	τ =	$f_s =$	
		曲げ			_	_	σ _b =	$f_{\rm b} =$
		組合せ			_	_	$\sigma_{\rm f} =$	$f_{\rm t} =$
取付ボルト		引張り			_	_	$\sigma_{tb} =$	f _{t s} = *2
		せん断			_	_	$\tau_b =$	$f_{Sb} =$

すべて許容応力以下である。

注記*1:絶対値を記載

*2: $f_{t s} = Min[1.4 \cdot f_{t o} - 1.6 \cdot \tau_{b}, f_{t o}]$ にて算出

2.4.3 動的機能の評価結果

 $(\times 9.8 \text{m/s}^2)$

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
○○○系○○弁	水平方向		
	鉛直方向		

注記*:基準地震動 S s により定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。

「機能維持評価用加速度≦機能確認済加速度」の場合は、

ここで終了。

※:機能維持評価用加速度>機能確認済加速度の場合は, 詳細評価を追加する。

材料	E (MPa)	ν	${rac{Q}{k}}$	i (mm)	λ	Λ		ν	, /
						* 1	* 2		
						* 1	* 2		
						* 1	* 2		

注記*1:弾性設計用地震動Sd又は静的震度による荷重との組合せの場合

*2:基準地震動Ssによる荷重との組合せの場合

材料					
要素番号	0, 0, 0~00, 0~00	00~00	0, 00	00~00	00~00
$A \pmod{2}$					
$Z_y (mm^3)$					
$Z_{z} (mm^3)$					
$Z_p (mm^3)$					
断面形状	$D_{\circ} \longrightarrow \mathcal{T}$	h V		y y	
寸法 (mm)	$\begin{array}{c} D_{\circ} = \bigcirc \bigcirc . \bigcirc \\ D_{i} = \bigcirc \bigcirc . \bigcirc \end{array}$	a = \(\cap \) b = \(\cap \cap \) c = \(\cap \cap \)	a = \(\cap \) b = \(\cap \) c = \(\cap \)	a = () b = ()()	a = ()() b = ()

添付資料-7-1:個別に地震応答解析の説明が必要な設備の耐震計算書 (C-1 パターン「解析」の耐震計算書記載例)

Ⅵ-○-○-○ ○○○○放射線モニタの耐震性についての計算書

目 次

1. 概要 1
2. 一般事項
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. 固有周期 8
4.1 固有値解析方法8
4.2 解析モデル及び諸元8
4.3 固有値解析結果9
5. 構造強度評価
5.1 構造強度評価方法10
5.2 荷重の組合せ及び許容応力10
5.2.1 荷重の組合せ及び許容応力状態10
5.2.2 許容応力 10
5.2.3 使用材料の許容応力評価条件10
5.3 設計用地震力14
5.4 計算方法15
5.4.1 応力の計算方法15
5.5 計算条件18
5.5.1 ボルトの応力計算条件18
5.6 応力の評価18
5.6.1 ボルトの応力評価18
6. 機能維持評価19
6.1 電気的機能維持評価方法19
7. 評価結果 20
7.1 重大事故等対処設備としての評価結果20

- ・DB+SA の場合
 - 7.1 設計基準対象施設としての評価結果
 - 7.2 重大事故等対処設備としての評価結果
- ・DB 単独又は SA 単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。

1. 概要

本計算書は、添付資料「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、〇〇〇〇放射線モニタが設計用地震力に対して十分 な構造強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

○○○○放射線モニタは、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。

2. 一般事項

2.1 構造計画

○○○○放射線モニタの構造計画を表 2-1 に示す。

・DB+SAの場合

○○○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(設計基準拡張)及び常設重大事故緩和設備(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。

・DB 単独又は SA 単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。

2.1 配置概要

波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震計算書のみ対象とする。 波及的影響を及ぼすおそれのある施設に係る設備の設置箇所を説明する。 その場合は、目次にも本項目を記載する。

波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震計算書の目次構成は, 「2.1 配置概要」,「2.2 構造計画」,「2.3 評価方針」と続く。

表 2-1 構造計画

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	% 呵 将 足 囚					
検出器は、計器スタ	床面に設置された計	【後施工アンカの場合】					
ンションに取付ボルト	器スタンションに,検	【後施工アンカの場合】 基礎ボルトが後施工の場合は、ア ンカの種類(メカニカルアンカ又 基礎ボルト					
により固定される。	出器(電離箱)を取付	はケミカルアンカ)を記載する。 基礎ボルト (ケミカルアンカ)					
計器スタンション	ボルトにより固定す						
は、基礎ボルトにより	る構造。						
床に設置する。	\uparrow						
型型型	器の具体的な構造や 式,据付方法が分かる うな説明を記載する。	上面					
		接機ボルト 上面	ション 位: mm)				

下記内容は案として記載したものであり、本項目については各計算書に合った記載内容並びにフロー図にする。

2.2 評価方針

○○○○放射線モニタの応力評価は、添付書類「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、○○○○放射線モニタの部位を踏まえ「2.1 構造計画」にて示す「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で実施する。

また,〇〇〇〇放射線モニタの機能維持評価は,添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した電気的機能維持の方針に基づき,地震時の応答加速度が電気的機能確認済加速度以下であることを,「6. 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「7. 評価結果」に示す。

○○○○放射線モニタの耐震評価フローを図 2-1 に示す。

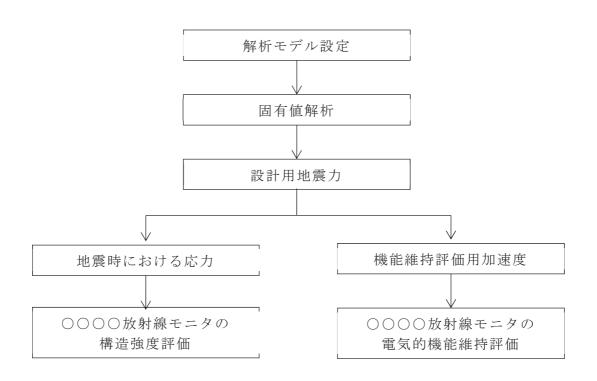


図 2-1 ○○○○放射線モニタの耐震評価フロー

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。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG4601-1987)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類·許容応力編 (JEAG 4 6 0 1· 補-1984)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG4601-1991追補版)
- (4) JSME S NC1-2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (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	ボルトの軸断面積	mm^2					
Сн	水平方向設計震度	_					
C _V	鉛直方向設計震度	_					
d	ボルトの呼び径						
F	設計・建設規格 SSB-3131 に定める値	MPa					
F *	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値	MPa					
F _b	ボルトに作用する引張力 (1本当たり)	N					
$f_{ m s\ b}$	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力(f _s を1.5倍した値	MPa					
	又は f _s *を 1.5 倍した値)						
$f_{ m t~o}$	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力(f t を 1.5 倍した値又は	MPa					
	f _t *を 1.5 倍した値)						
$f_{ m t\ s}$	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力	MPa					
g	重力加速度 (=9.80665)						
h	取付面から重心までの距離						
Q 1	重心とボルト間の水平方向距離*						
ℓ_2	重心とボルト間の水平方向距離*						
m	質量						
n	ボルトの本数						
n f	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数	_					
Q _b	ボルトに作用するせん断力	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	MPa					
	おける値						
π	円周率	_					
σь	ボルトに生じる引張応力	MPa					
τь	ボルトに生じるせん断応力	MPa					

注記*:ℓ₁≦ℓ₂

2.5 計算精度と数値の丸め方

計算精度は,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	$^{\circ}\!\mathbb{C}$	_	_	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	
カ	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	MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位*3	

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

○○○○放射線モニタの耐震評価は,「5.1 構造強度評価方法」に示す条件に基づき,

「構造計画」で示した部位に対し、評価対象を選定している理由を記載する。 複数の評価対象に対して、代表で評価する場合は、評価対象の母集団及び代表選定の考え方 (条件が厳しい、すべて評価のうえ代表として記載するなど)の概要を計算書に記載する。 (記載例)

4. 固有周期

- 4.1 固有值解析方法
 - ○○○○放射線モニタの固有値解析方法を以下に示す。
- (1) ○○○○放射線モニタは、「4.2 解析モデル及び諸元」に示す三次元はりモデルとし て考える。
- 4.2 解析モデル及び諸元

○○○○放射線モニタの解析モデルを図 4-1 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の【○○○放射線モニタの耐震性についての計算結果】 のその他の機器要目に示す。

- (1) ○○○○放射線モニタの質量は、重心に集中するものとする。
- (2) ○○○○放射線モニタの重心位置については、計算条件が厳しくなる位置に重心 位置を設定するものとする。
- (3)拘束条件は,○○部を完全拘束とする。
- 【(3) 拘束条件として,基礎部の○○方向を固定する。なお,基礎ボルト部は剛体とし て評価する。】
- (4) 転倒方向は、○○○○放射線モニタを正面より見て左右に転倒する場合を「正面方 向転倒」,前方に転倒する場合を「側面方向転倒」という。
- 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。
- (6) 解析コードは、「○○」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, 添付書 類「VI-5 計算機プログラム (解析コード) の概要」に示す。

拘束条件(基礎(据付)ボルト含む。)を記載する。

なお、基礎(据付)ボルト部をモデル化していない場合は、「なお、基礎ボルト部は剛 体として評価する。」と追記する。

解析モデル図を記載

図 4-1 解析モデル

4.3 固有値解析結果

固有値解析結果を表 4-1 に示す。固有周期は 0.05 秒以下であり、剛であることを確認した。

表 4-1 固有值解析結果

モード	卓越方向	固有周期	水平方向	鉛直方向	
4- F	平 <i>地刀</i> 间	(s)	X方向	Y方向	刺激係数
1 次	水平方向		_	_	_
1 次	鉛直方向		_		_

適用する刺激係数について記載する。固有周期が 0.05秒以下となる方向については「-」とする。

柔構造の場合は,適用する刺激係数の正規化方法についての注記を記載する。 (記載例)

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。

柔構造の場合は、振動モード図(最大で3次モードまで又は各方向の卓越モード)を記載する。

剛構造の場合は、1次モードの振動モード図を記載する。

図 4-2 振動モード (1 次モード 水平方向 ○.○○s)

5. 構造強度評価

- 5.1 構造強度評価方法
 - 4.2項(1)~(5)のほか、次の条件で計算する。
 - (1) 地震力は、○○○○放射線モニタに対して、水平方向及び鉛直方向から作用する ものとする。
- 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

○○○○放射線モニタ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 5-1 に示す。

・DB+SAの場合

○○○ 放射線モニタ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○-○に、重大事故等対処設備の評価に用いるものを表○-○に示す。

・DB 単独又は SA 単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。

5.2.2 許容応力

○○○○放射線モニタの許容応力は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 5-1 に示す。

5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

○○○○放射線モニタ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 5-3 に示す。

・DB+SAの場合

○○○○放射線モニタ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○-○に,重大事故等対処設備の評価に用いるものを表○-○に示す。

・DB 単独又は SA 単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。

		X 0 1 内主 27		73 70 温 (里)(引导		
施設	设区分	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
					$D + P_D + M_D + S_S^{*3}$	IV _A S
○○施設	○○設備	○○○○放射線モニタ	常設/緩和	*2	$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S s$	V _A S (V _A S としてIV _A S の許容限界を
						用いる。)

表 5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態(重大事故等対処設備)

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/防止」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,「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備,「常設/防止 (DB 拡張)」は常設重大事故防止設備 (設計基準拡張),「常 設/緩和 (DB 拡張)」は常設重大事故緩和設備 (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。

該当する設備分類のみ記載する。

・DB+SAの場合、以下を上記 SAの前に追加する。

表 5-○ 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
					$D + P_D + M_D + S d^*$	III _A S
○○施設	○○設備	○○○○放射線モニタ	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。

・DB+SAの場合

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)とする。

・DB 単独又は SA 単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。

表 5-2 許容応力 (重大事故等その他の支持構造物)

	許容限界* ^{1,*2} (ボルト等)				
許容応力状態	一次応力				
	引張り	せん断			
IV _A S					
V _A S (V _A S としてIV _A S の 許容限界を用いる。)	1.5 · f _t *	1.5 · 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。

許容応力を記載するすべての表に「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。」の注記を記載する。

・DB+SAの場合,以下をIV_ASの前に追加する。

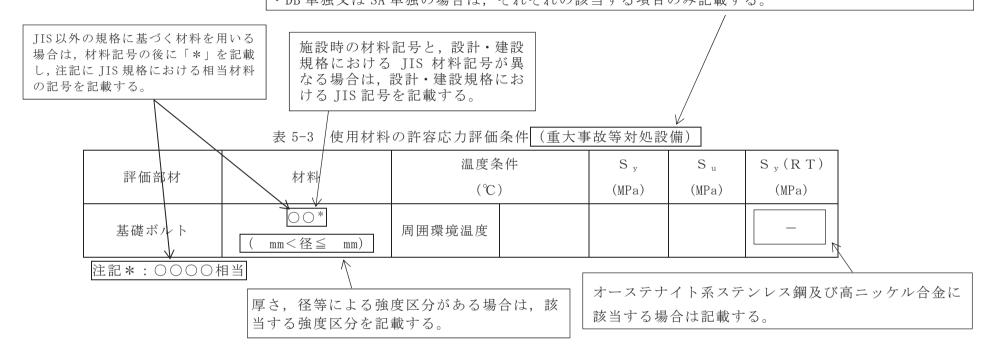
III_AS

1.5・f_t

1.5・f_s

・DB+SAの場合

本表の前に DB の条件である「表 5-〇 使用材料の許容応力条件(設計基準対象施設)」を追加する。
・DB 単独又は SA 単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。



柔な場合、添付資料-3「たて軸ポンプの耐震計算書記載例」を参考に記載する。

5.3 設計用地震力

評価に用いる設計用地震力を表 5-4 に示す。

「基準地震動 S s 」による地震力は、添付資料「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

固有周期が, 0.05 s を超え柔構造となった 場合は,注記符号を付記し,設計用震度につい て注記で説明する。

表 5-4 設計用地震力 (重大事故等対処設備)

据付場所	田方田	固有周期(s)		弹性設計用地震動 S d		震動Ss
及び	凹 作 凡			又は静的震度		長期38
床面高さ	水平方向	鉛直方向	水平方向	鉛直方向	水平方向	鉛直方向
(m)	八千万円	四 旦 <i>刀</i> 円	設計震度	設計震度	設計震度	設計震度
○○建屋						
0. P. \bigcirc * 1			_	_	フは*2	$C_{v} =$
(0. P. OO)					X 14 * 2	

注記*1:基準床レベルを示す。

*2: 基準地震動 S s に基づく設備評価用床応答曲線より得られる値。

据付場所の床面高さと設備が設置されている高さが異なる場合は、 設備設置場所のレベルとして(0.P.) を追加する。

例:基礎台高さが500mm以上の基礎台に設置されている設備に適用

・DB+SAの場合

本表の前に DB の条件である「表 5-〇 設計用地震力(設計基準対象施設)」を 追加する。

・DB 単独又は SA 単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

5.4.1.1 基礎ボルトの計算方法

基礎ボルトの応力は、地震による震度により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

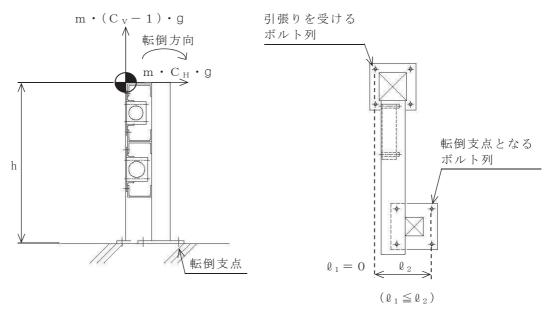


図 5-1(1) 計算モデル (短辺方向転倒の場合)

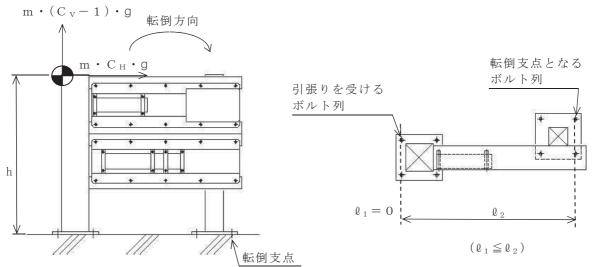


図 5-1(2) 計算モデル (長辺方向転倒の場合)

(1) 引張応力

基礎ボルトに対する引張力は、最も厳しい条件として、図 5-1 で最外列の基礎ボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列の基礎ボルトで受けるものとして計算する。

引張力

計算モデル図5-1(1)及び5-1(2)の場合の引張力

$$F_{b} = \frac{m \cdot g \cdot C_{H} \cdot h - m \cdot g \cdot (1 - C_{V}) \cdot \ell_{2}}{n_{f} \cdot (\ell_{1} + \ell_{2})} \cdot \cdots (5.4.1.1.1)$$

引張応力

$$\sigma_{b} = \frac{F_{b}}{A_{b}} \cdots (5.4.1.1.2)$$

ここで, ボルトの軸断面積 A b は次式により求める。

$$A_{b} = \frac{\pi}{4} \cdot d^{2} \cdot \dots (5.4.1.1.3)$$

(2)せん断応力

基礎ボルトに対するせん断力は、基礎ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_b = m \cdot g \cdot C_H \cdot \cdots \cdot (5.4.1.1.4)$$

せん断応力

$$\tau_{b} = \frac{Q_{b}}{n \cdot A_{b}} \cdot \dots (5.4.1.1.5)$$

5.5 計算条件

5.5.1 ボルトの応力計算条件

応力計算に用いる計算条件は,本計算書の【○○○○放射線モニタの耐震性についての計算結果】の設計条件および機器要目に示す。

5.6 応力の評価

5.6.1 ボルトの応力評価

5.4 項で求めたボルトの引張応力 σ_b は次式より求めた許容引張応力 f_{ts} 以下であること。

ただし、 f_t 。は下表による。

$$f_{\rm t\ s} = {\rm Min}[1.4 \cdot f_{\rm t\ o} - 1.6 \cdot \tau_{\rm b}, f_{\rm t\ o}] \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (5.6.1.1)$$

せん断応力 τ_b はせん断力のみ受けるボルトの許容せん断応力 $f_{s,b}$ 以下であること。

ただし、 f_{sb} は下表による。

・SA 単独の場合	
	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	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
$f_{ m t}$ o	$\frac{1}{2}$ · 1. 5
許容せん断応力	F* . 1 5
$f_{ m s\ b}$	$\frac{1}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

・DB+SA 又は DB 単独の場合

	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Ssによる 荷重との組合せの場合
許 容 引 張 応 力 ft.	$\frac{\mathrm{F}}{2} \cdot 1.5$	$\frac{\text{F}^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 $f_{ m sb}$	$\frac{\mathrm{F}}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

6. 機能維持評価

- 6.1 電気的機能維持評価方法
 - ○○○○放射線モニタの電気的機能維持評価について以下に示す。

なお,機能維持評価用加速度は,添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき,基準地震動 S s により定まる応答加速度を設定する。

○○○○放射線モニタの機能確認済加速度は、添付書類「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加速度を適用する。

↑機能確認済加速度を表 6-1 に示す。

表 6-1 機能確認済加速度

 $(\times 9.8 \, \text{m/s}^2)$

評価部位	方向	機能確認済加速度
○○○○放射線モニタ	水平方向	
しししし放射線モータ	鉛直方向	

加振試験を根拠として,電気的機能維持評価を示す場合,加振試験の概要が分かるよう記載する。

7. 評価結果

7.1 重大事故等対処設備としての評価結果

○○○○放射線モニタ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及 び電気的機能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。

(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。

・DB+SAの場合

- 「7.1 設計基準対象施設としての評価結果」,
- 「7.2 重大事故等対処施設としての評価結果」とする。
- 7.1 設計基準対象施設としての評価結果
 - ○○○○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及び電気的機能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、弾性設計用地震動Sdによる動的震度及び静的震度は基準地震動Ssを下回っており、基準地震動Ssによる発生値が、弾性設計用地震動Sd又は静的震度に対する評価における許容限界を満足するため、弾性設計用地震動Sd又は静的震度による発生値の算出を省略した。

(2) 機能維持評価結果

Ⅲ_ASの評価をSsで実施する場合は追記する。

電気的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

【SA単独の場合】

本フォーマットを使用する。

【DB+SAの場合】

本ページの前に「1. 設計基準対象施設」の計算結果表を追加する。

その場合、本表は「2. 重大事故等対処設備」となる。

【○○○○放射線モニタ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

固有周期が、0.05sを超え柔構造となった場合は、 注記符号を付記し、設計用震度について注記で説明する。 *○:基準地震動Ssに基づく設計用床応答曲線から得られる値

166 BB 17 II-	=n /#: /\	据付場所及び床面高さ	固有周	期 (s)	弾性設計用 又は静	地震動Sd 的震度	基準地	震動Ss	周囲環境
機器名称	設備分類	(m)	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	温度 (℃)
○○○○放射線モニタ	常設/緩和	○○建屋 0. P. * (0. P.)			_	_	C _H =	C _v =	

注記*:基準床レベルを示す。

1.2 機器要目

部材	m (kg)	h (mm)	ℓ ₁ * (mm)	0 ₂ * (mm)	d (mm)	$A_b \pmod{2}$	n	n f*
基礎ボル					(M)			

据付場所の床面高さと設備が設置されている高さが異なる場合は, 設備設置場所のレベルとして(0.P.) を追加する。

例:基礎台高さが500mm以上の基礎台に設置されている設備に適用

ボルト径を記載する。

ſ			S	S	ਜ	F*	転倒方向	
	部	材	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	弾性設計用地震動 S d 又は静的震度	基準地震動 S s
	基礎ス	ボルト					_	
Į			(厚さ> mm)	(厚さ> mm)				

注記*:各ボルトの機器要目における上段は左右方向転倒に対する評価時の要目を示し,

下段は前後方向転倒に対する評価時の要目を示す。

1.3 計算数值

厚さ,径等による強度区分がある場合には,該当する強度区分を記載する。

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位:N)

		F _b		$ m Q_{b}$		
部	材	弾性設計用地震動 S d	基準地震動	弾性設計用地震動 S d	基準地震動	
		又は静的震度	Ss	又は静的震度	Ss	
基礎ボルト		_		_		

添付 7-1-22

1.4 結論

1.4.1 ボルトの応力

(単位: MPa)

_	1.1.1						(
	部材	材料	応力		用地震動 S d 静的震度	基準地	震動Ss
	ын .k1	151 151	//L /J	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
	基礎ボルト		引張り	_	_	$\sigma_b =$	$f_{t-s} = *$
	を 使 ハ ル ト		せん断	_	_	$\tau_b =$	$f_{sb} =$

すべて許容応力以下である。

注記*: f_{ts}=Min[1.4·f_{to}-1.6·τ_b, f_{to}]より算出

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
○○○○放射線モニタ	水平方向		
0000放射線モータ	鉛直方向		

注記*:基準地震動Ssによる定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。

1.5 その他の機器要目

(1)機器諸元

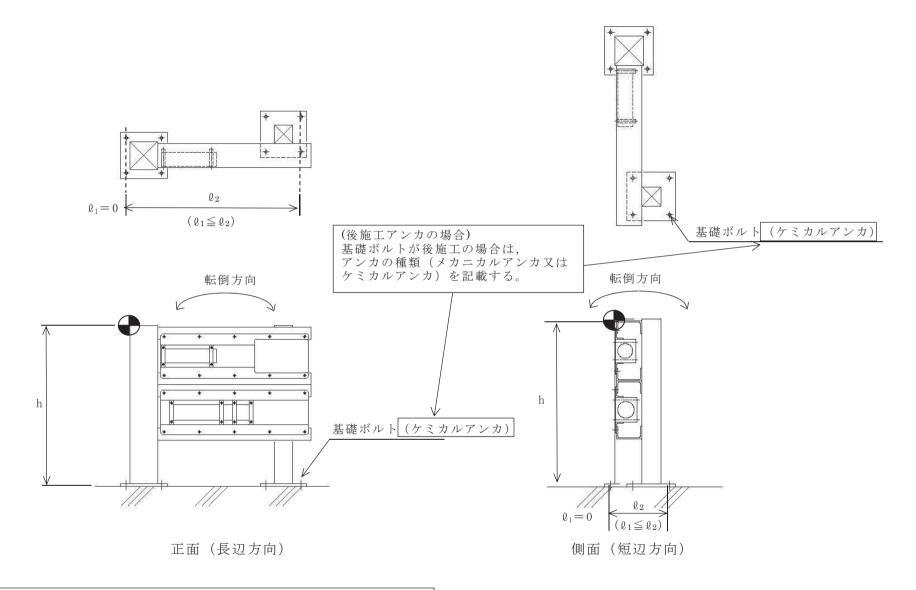
(2) 100 11 11 72						
項目	記号	単位	入力値			
材質	_					
質量	m a	kg				
貝里	m _b	kg				
温度条件	Т	$^{\circ}\!\mathbb{C}$				
(雰囲気温度)	1	C				
縦弾性係数	E	MPa				
ポアソン比	ν					
要素数	_	個				
節点数	_	個				

解析に使用する諸元を記載する。

物性値(縦弾性係数等)はモデル化した材料が複数あればそれごとに記載する。 (ボルトをモデル化している場合,ボルトの物性値を記載する。)

(2)部材の機器要目

材料			
対象要素	0	0	0~0
$A (mm^2)$			
$I_y (mm^4)$			
I_{z} (mm^4)			
I_{p} (mm^4)			
断面形状(mm)	$ \begin{array}{c c} & y \\ & c \\ & z \end{array} $ $ \begin{array}{c c} & c \\ & z \end{array} $ $ \begin{array}{c c} & c \\ & z \end{array} $ $ \begin{array}{c c} & c \\ & z \end{array} $ $ \begin{array}{c c} & c \\ & z \end{array} $	$ \begin{array}{c c} & y \\ & \downarrow & \downarrow \\ & \downarrow $	y a c



本図は、原則として「機器要目」の箇所に記載するものとする。 ただし、配置上入らない場合は最終ページに記載するものとする。 なお、DB+SAの場合は、SAの結果表の最終ページに記載するものとする。 添付資料-7-2:個別に地震応答解析の説明が必要な設備の耐震計算書 (C-2 パターン「手計算」の耐震計算書記載例)

VI-O-O-O ○○○フィルタ装置の耐震性についての計算書

目 次

	1. 概	要 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	L
		般事項	
	2. 1	構造計画	L
	2.2	評価方針 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	}
	2.3	適用規格・基準等・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	5
	2.4	記号の説明 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	3
	2.5	計算精度と数値の丸め方・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 7	7
	3. 評	価部位・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	3
		有周期 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
	4. 1	固有周期の計算方法・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・)
	4.2	固有周期の計算条件・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・10)
	4.3	固有周期の計算結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・10)
	5. 構	造強度評価 · · · · · · · · · · · · · · · · · · 11	L
		構造強度評価方法 · · · · · · · · · · · · · · · · 11	
	5.2	荷重の組合せ及び許容応力・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・11	L
	5. 2.	1 荷重の組合せ及び許容応力状態・・・・・・・・・・・・・・・・11	L
	5. 2.		
	5. 2.	3 使用材料の許容応力評価条件・・・・・・・・・・・・・・・・・・11	L
	5.3	設計用地震力 · · · · · · · · · · · · · · · · 15	-
	5.4	計算方法 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	;
	5.4	.1 応力の計算方法・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 16	;
		計算条件 20	
	5. 5.	1 ボルトの応力計算条件・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 20)
	5.6	応力の評価 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 20)
	5.6.		
	6. 機	能維持評価 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
	6. 1	動的機能維持評価方法 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	L
_	6. 評	価結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	2
	6.1	設計基準対象施設としての評価結果・・・・・・・・・・・・・・・・・22	2
1	6.2	重大事故等対処設備としての評価結果・・・・・・・・・・・・・・・・・22	2
L			_
		・DB+SA の場合の記載例を示す。 [DB 単独又は SA 単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。]	
_		LDD 平郷スはられ 半塚ツ吻口は,で40で40ツ吸コりる切りりが削戦りる。]	

・動的機能維持評価が必要な場合の記載例を示す。 その場合,「7. 評価結果」と続く。

1. 概要

本計算書は、添付書類「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、〇〇〇〇フィルタ装置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。

○○○○フィルタ装置は、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

○○○○フィルタ装置の構造計画を表 2-1 に示す。

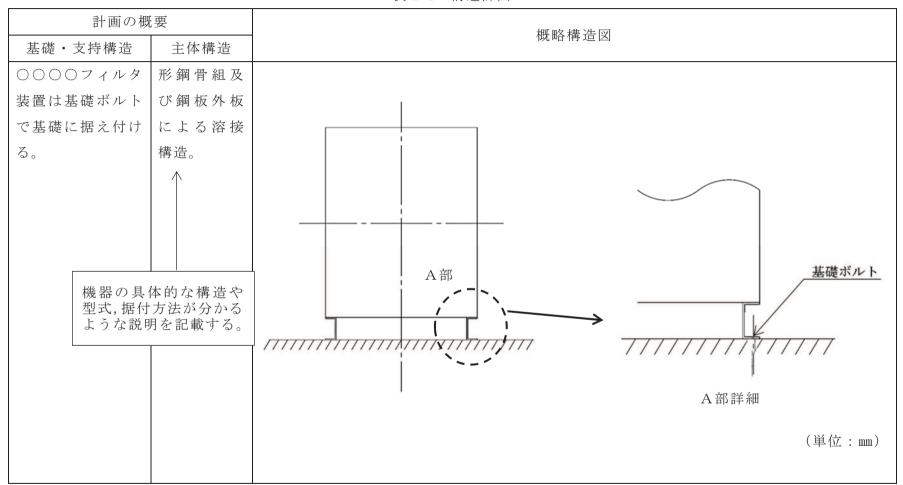
・DB+SAの場合の記載例を示す。 [DB単独又はSA単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。]

2.1 配置概要

<u>波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震計算書のみ対象とする。</u> 波及的影響を及ぼすおそれのある施設に係る設備の設置箇所を説明する。 その場合は、目次にも本項目を記載する。

波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震計算書の目次構成は, 「2.1 配置概要」,「2.2 構造計画」,「2.3 評価方針」と続く。

表 2-1 構造計画



下記内容は案として記載したものであり、本項目については各計算書に合った記載内容並びにフロー図にする。

2.2 評価方針

○○○○フィルタ装置の応力評価は、添付書類「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○○○○フィルタ装置の部位を踏まえ「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で実施する。○○○○フィルタ装置の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

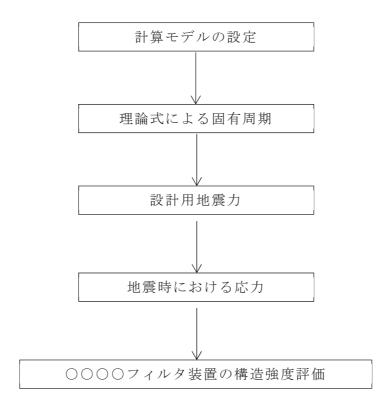
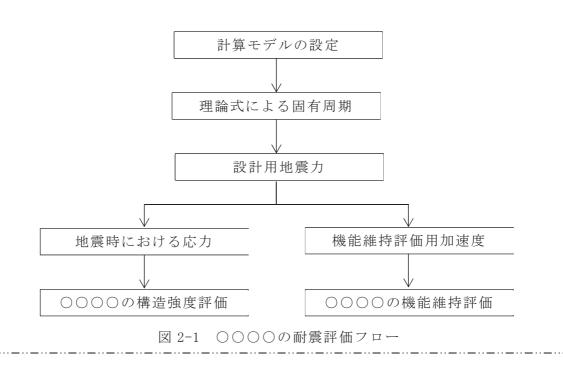


図 2-1 ○○○○フィルタ装置の耐震評価フロー

動的機能維持評価が必要な設備については、構造強度評価の記載の後に、以下の記載を追加し、フロー図は以下に置きかえる。

また,○○○○の機能維持評価は,添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に て設定した動的機器の機能維持の方針に基づき,地震時の応答加速度が動的機能確認 済加速度以下であることを,「6. 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「7. 評価結果」に示す。

○○○○の耐震評価フローを図 2-1 に示す。



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。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG4601-1987)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類·許容応力編 (JEAG 4 6 0 1· 補-1984)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG4601-1991追補版)
- (4) JSME S NC1-2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (以下「設計・建設規格」という。)

2.4 記号の説明

記号の説明	記号の説明	単位
	ボルトの軸断面積	_
A_{b}		mm ²
A _e	最小有効せん断断面積	mm ²
A	断面積	mm ²
Сн	小平方向設計 展及 鉛直方向設計 震度	
C _V	新旦万円設計長及 ボルトの呼び径	
E		mm MPa
	一縦弾性係数 記載・建設性機 CSP 2121 1(1)に実める構	
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-3133 に定める値	MPa M
F _b	ボルトに作用する引張力(1本当たり)	N
$f_{ m s}$ b	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力	MPa
$f_{ m t}$ o	引張力のみを受ける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ボルトの許容引張応力	MPa
G	せん断弾性係数 素力が事度(-0.00ccs)	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s^2
h	据付面から重心までの距離	mm 4
I	断面二次モーメント	mm ⁴
K _H	水平方向ばね定数	N/m
K _V	鉛直方向ばね定数 素としずれた関の水平大力 野難*	N/m
ℓ_1	重心とボルト間の水平方向距離*	mm
Q_2	重心とボルト間の水平方向距離*	mm
m	運転時質量	kg
n	ボルトの本数	_
n _f	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数	
Q _b	ボルトに作用するせん断力 記書・建設相対 仕録せ料図書 Port 5 書 0 に 字める値	N MD o
S u	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 9 に定める値	MPa MDa
S _y	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 8 に定める値	MPa 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	MPa
T	の 40℃における値 * 水平大点田有用期	
T _H	水平方向固有周期	S
T _V	鉛直方向固有周期 四周家	S
π	円周率	MD
σь	ボルトに生じる引張応力	MPa MD-
τь	ボルトに生じるせん断応力	MPa

注記*: $\ell_1 \leq \ell_2$

2.5 計算精度と数値の丸め方

計算精度は,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	$^{\circ}\!\mathbb{C}$	_	_	整数位
質量	kg	_	_	整数位
長さ	mm	_	_	整数位*1
面積	${\tt mm}^2$	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字 4 桁*2
断面二次モーメント	mm^4	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	MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位*3

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

○○○○フィルタ装置の耐震評価は「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基礎ボルトについて実施する。○○○○フィルタ装置の耐震評価が 部位については、表 2-1 の概略構造図に示す。

「構造計画」で示した部位に対し、評価対象を選定している理由を記載する。 複数の評価対象に対して、代表で評価する場合は、評価対象の母集団及び代表選 定の考え方(条件が厳しい、すべて評価のうえ代表として記載するなど)の概要 を計算書に記載する。

4. 固有周期

4.1 固有周期の計算方法

○○○○フィルタ装置の固有周期の計算方法を以下に示す。

(1) 計算モデル

- a. ○○○○フィルタ装置の質量は,重心に集中するものとする。
- b. ○○○○フィルタ装置は基礎ボルトで基礎に固定されており, 固定端とする。
- c. ○○○○フィルタ装置をはりと考え、変形モードは曲げ及びせん断変形を考慮する。
- d. 耐震計算に用いる寸法は、公称値を使用する。

○○○○フィルタ装置は、図 4-1 に示す下端固定の 1 質点系振動モデルとして考える。

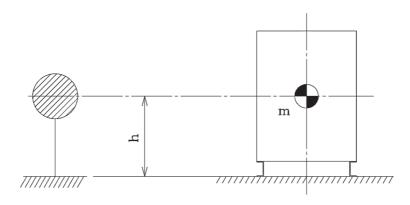


図 4-1 固有周期の計算モデル

(2) 水平方向固有周期

曲げ及びせん断変形によるばね定数KHは次式で求める。

$$K_{H} = \frac{1000}{\frac{h^{3}}{3 \cdot E \cdot I} + \frac{h}{G \cdot A_{e}}}$$
 (4.1.1)

したがって、水平方向固有周期T_Hは次式で求める。

$$T_{H} = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{K_{H}}} \qquad (4.1.2)$$

(3) 鉛直方向固有周期

軸方向変形によるばね定数Kvは次式で求める。

$$K_{V} = \frac{1000}{\frac{h}{E \cdot A}} \qquad (4.1.3)$$

したがって、鉛直方向固有周期 Tvは次式で求める。

$$T_{V} = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{K_{V}}} \qquad (4.1.4)$$

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【〇〇〇〇フィルタ装置の耐震性 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 0.05s 以下であり, 剛であることを確認した。

	表 4-1	固有周期	(単位:s)
水平方向			
鉛直方向			

5. 構造強度評価

- 5.1 構造強度評価方法
 - 4.1項 a. ~d. のほか, 次の条件で計算する。
 - (1) 地震力は〇〇〇〇フィルタ装置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。
 - (2) 転倒方向は図 5-1 及び図 5-2 における長辺方向及び短辺方向について検討し、計算書には計算結果の厳しい方(許容値/発生値の小さい方をいう。)を記載する。
- 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

○○○○フィルタ装置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

○○○○フィルタ装置の許容応力は, 添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」 に基づき表 5-3 のとおりとする。

5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

○○○○フィルタ装置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。

・DB+SAの場合の記載例を示す。 [DB単独又はSA単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。]

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
○○施設	○○設備	○○○○フィルタ装置	c	*	$D + P_D + M_D + S d *$	III _A S
○○施設		OOOOフィルタ装直 	5		$D + P_D + M_D + S s$	IV _A S

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)

注記*:その他の支持構造物の荷重の組合せ及び許容応力状態を適用する。

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
					$D + P_D + M_D + S s^{*3}$	IV _A S
○○施設	○○設備	○○○○フィルタ装置	常設耐震/防止常設/緩和	*2	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/防止」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,「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備,「常設/防止(DB拡張)」は常設重大事故防止設備(設計基準拡張),「常設/緩和(DB拡張)」は常設重大事故緩和設備(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状態を適用する。

*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。

該当する設備分類のみ記載する。

O 2 \bigcirc VI $-\bigcirc$ $-\bigcirc$ R O

- ・DB+SA の場合を示す。
- ・DB 単独の場合は、許容応力(その他の支持構造物)
- ・SA 単独の場合は、許容応力(重大事故等その他の支持構造物)とする。

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)

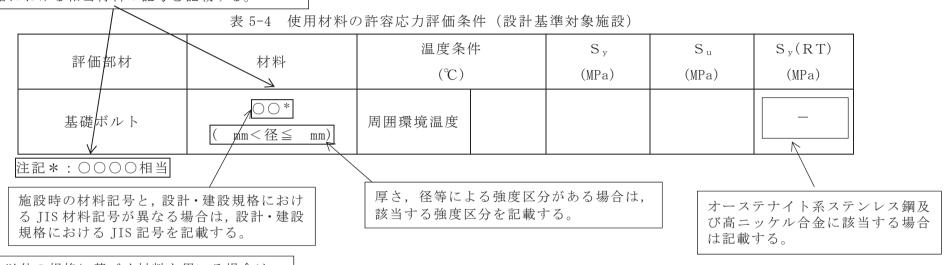
許容応力状態	許容限界* ^{1,*2} (ボルト等) 一次応力		
	引張り	せん断	
III _A S	1.5 · f t	1.5 · f s	
IV _A S			
V _A S	1.5 · f _t *	1.5 • f _s *	
↑(V _A SとしてIV _A Sの許容限界を用いる。)			

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。

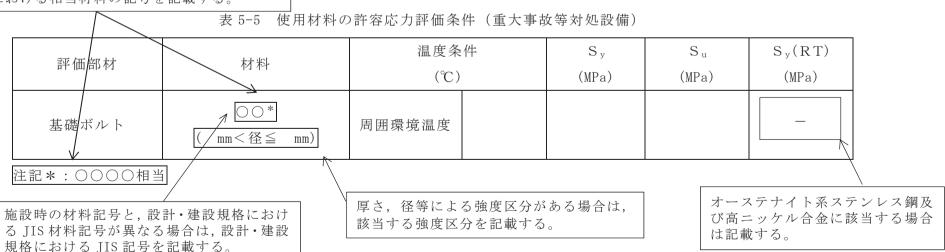
|*2:当該の応力が生じない場合,規格基準で省略可能とされている場合及び他の応力で代表可能である場合は評価を省略する。

• DB+SA の場合は、V_ASを追加する。

許容応力を記載するすべての表に「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。」の注記を記載する。 JIS 以外の規格に基づく材料を用いる場合は、 材料記号の後に「*」を記載し、注記に JIS 規 格における相当材料の記号を記載する。



JIS 以外の規格に基づく材料を用いる場合は、 材料記号の後に「*」を記載し、注記に JIS 規 格における相当材料の記号を記載する。



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、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定する。

固有周期が、0.05 s を超え柔構造となった場合は、注記符号を付記し、設計用震度について注記で説明する。

表 5-6 設計用地震力(設計基準対象施設)

据付場所及び	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	
床面高さ (m)	水平方向	鉛直方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設 <u>計</u> 震度	水平方向 設計震度	/鉛直方向 ▶設計震度
○○建屋 0. P. *1 (0. P.)			C _H = 又は*2	$C_V =$	C _H = 又は*3	C _V =

注記 *1: 基準床レベルを示す。

*2:弾性設計用地震動Sdに基づく設備評価用床応答曲線よ♥得られる値。

*3:基準地震動 S s に基づく設備評価用床応答曲線より得られる値。

据付場所の床面高さと設備が設置されている高さが異なる場合は, 設備設置場所のレベルとして (0.P.) を追加する。

例: 基礎台高さが 500mm以上の基礎台に設置されている設備に適用

 $\coprod_{A}S$ の評価をS s で実施する場合,表中は「 $-*^2$ 」とし, *2 は「 $\coprod_{A}S$ については,基準地震動 S s で評価する」と書き替える。

表 5-7 設計用地震力 (重大事故等対処設備)

据付場所	固有周期(s)		弾性設計用地震動 S d		基準地震動 S s	
及び	回 伯 川 	舟(S)	又は静的震度		基準地展期 5 S	
床面高さ	水平方向	鉛直方向	水平方向	鉛直方向	水平方向	鉛直方向
(m)	八 平 万 问	如色刀円 	設計震度	設計震度	設計震度	設計震度
○○建屋					C -	
0. P. *1			_	_	C _H = 又は*2	$C_{V} =$
(0. P.)					入はかる	

注記 *1: 基準床レベルを示す。

*2: 基準地震動 S s に基づく設備評価用床応答曲線より得られる値。

据付場所の床面高さと設備が設置されている高さが異なる場合は, 設備設置場所のレベルとして (0.P.) を追加する。

例:基礎台高さが500mm上の基礎台に設置されている設備に適用

固有周期が、0.05 s を超え柔構造となった場合は、注記符号を付記し、設計用震度について注記で説明する。

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

5.4.1.1 基礎ボルトの計算方法

基礎ボルトの応力は地震による震度により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

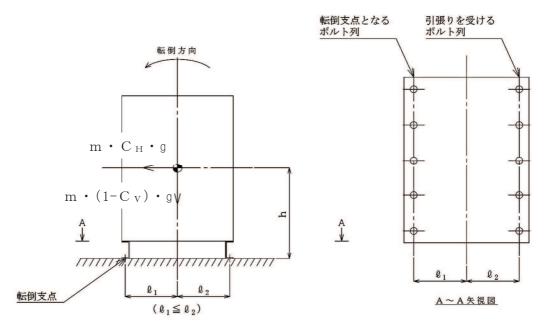


図 5-1(1) 計算モデル (短辺方向転倒-1 (1-C_V)≥0の場合)

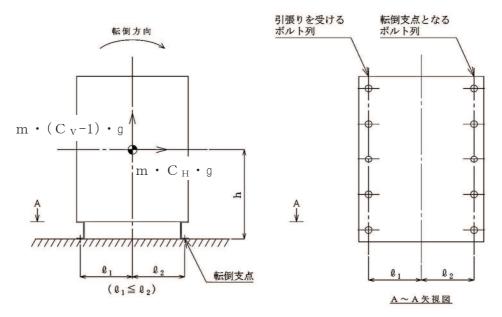
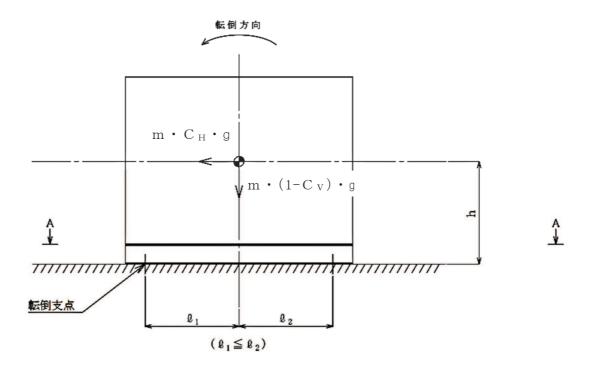


図 5-1(2) 計算モデル (短辺方向転倒-2 (1-C_V)<0の場合)



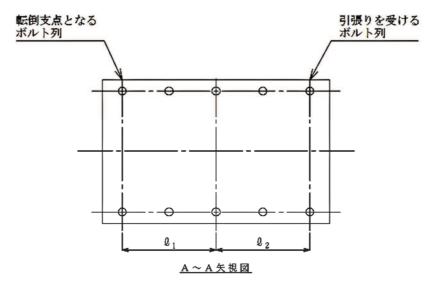
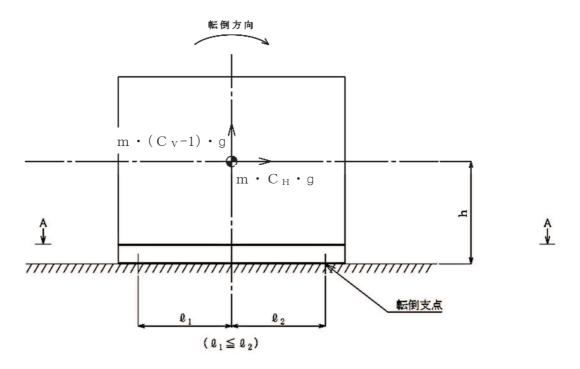


図 5-2(1) 計算モデル (長辺方向転倒-1 (1-C_V)≥0の場合)



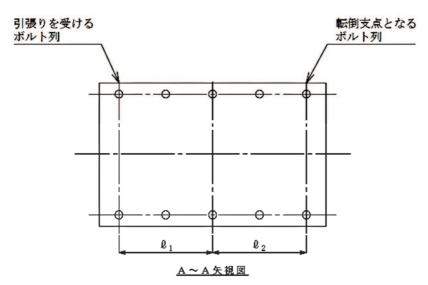


図 5-2(2) 計算モデル (長辺方向転倒-2 $(1-C_V)<0$ の場合)

(1) 引張応力

基礎ボルトに対する引張力は最も厳しい条件として、図 5-1 及び図 5-2 で最外列のボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列の基礎ボルトで受けるものとして計算する。

a. 引張力

計算モデル図 5-1(1)及び図 5-2(1)の場合の引張力 ((1-C_V)≥0 の場合)

$$F_{b} = \frac{C_{H} \cdot m \cdot g \cdot h - (1 - C_{V}) \cdot m \cdot g \cdot \ell_{1}}{n_{f} \cdot (\ell_{1} + \ell_{2})}$$

 $\cdots \cdots \cdots \cdots \cdots (5, 4, 1, 1, 1)$

計算モデル図 5-1(2)及び図 5-2(2)の場合の引張力((1-C_V)<0の場合)

b. 引張応力

$$\sigma_{\rm b} = \frac{{\rm F}_{\rm b}}{{\rm A}_{\rm b}}$$
 (5. 4. 1. 1. 3)

ここで、基礎ボルトの軸断面積 A b は次式により求める。

$$A_{b} = \frac{\pi}{4} \cdot d^{2}$$
 (5.4.1.1.4)

ただし、 F_b が負のとき基礎ボルトには引張力が生じないので、引張応力の計算は行わない。

(2) せん断応力

基礎ボルトに対するせん断力は基礎ボルト全本数で受けるものとして計算する。

a. せん断力

$$Q_{b} = C_{H} \cdot m \cdot g$$
 (5.4.1.1.5)

b. せん断応力

$$\tau_{b} = \frac{Q_{b}}{n \cdot A_{b}} \qquad (5.4.1.1.6)$$

5.5 計算条件

5.5.1 ボルトの応力計算条件

基礎ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【〇〇〇〇フィルタ装置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 ボルトの応力評価

5.4 項で求めたボルトの引張応力 σ_b は次式より求めた許容引張応力 f_{ts} 以下であること。

ただし、 f_{t} 。は下表による。

$$f_{ts} = Min \left[1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_{b}, f_{to} \right] \cdot \dots$$
 (5. 6. 1. 1)

せん断応力 $\tau_{\rm b}$ はせん断力のみ受けるボルトの許容せん断応力 $f_{\rm sb}$ 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Ssによる 荷重との組合せの場合
許 容 引 張 応 力 f _t 。	$\frac{F}{2}$ • 1.5	$\frac{\text{F}^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 $f_{ m sb}$	$\frac{\mathrm{F}}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{\text{F}^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

動的機能維持評価が必要な設備については,以下を追加

6. 機能維持評価

- 6.1 動的機能維持評価方法
 - ○○○の動的機能維持評価について以下に示す。

なお,機能維持評価用加速度は,添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき,基準地震動Ssにより定まる応答加速度を設定する。

○○○○の機能確認済加速度は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に記載の機能確認済加速度を適用する。

機能確認済加速度を表 6-1 に示す。

表 6-1 機能確認済加速度

 $(\times 9.8 \, \text{m/s}^2)$

	201 - 1000000000000000000000000000000000							
評価部位	形式	方向	機能確認済加速度					
0000		水平方向						
		鉛直方向						

6. 評価結果

6.1 設計基準対象施設としての評価結果

○○○○フィルタ装置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及び動的機能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、弾性設計用地震動Sdによる動的震度及び静的震度は基準地震動Ssを下回っており、基準地震動Ssによる発生値が、弾性設計用地震動Sd又は静的震度に対する評価における許容限界を満足するため、弾性設計用地震動Sd又は静的震度による発生値の算出を省略した。

Ⅲ_ASの評価をSsで実施する場合は追記する。

(2) 機能維持評価結果

動的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

機能維持評価を確認するものは追加する。

6.2 重大事故等対処設備としての評価結果

○○○○フィルタ装置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及 で動的機能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。

(2) 機能維持評価結果

動的機能維持評価の結果を次頁以降の表に示す。

機能維持評価を確認するものは追加。

 III_AS の評価をSsで実施した場合は、震度に「-*2」を付記し、注記を以下のとおり書き換える。注記 $*2:III_AS$ については、基準地震動 Ssで評価する。

【〇〇〇〇フィルタ装置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

固有周期が、0.05sを超え柔構造となった場合は、注記符号を付記し、設計用震度について注記で説明する。

*○: 弾性設計用地震動Sdに基づく設計用床応答曲線から得られる値。

*○: 基準地震動Ss に基づく設計用床応答曲線から得られる値。

		据付場所及び	固有周	期(s)		地震動Sd 的震度	基準	地震動Ss	最高使用温度	周囲環境温度
機器名称	耐震重要度分類	床面高さ (m)	水平 方向	鉛直 方向	水平方向 設計震度	鉛直方向 設計震度	1 /		(°C)	(°C)
○○○○フィルタ装置	S	〇〇建屋 0. P. *1 (0. P.)			_*2	_*2	C _H =	C _v =		

注記*1:基準床レベルを示す。

*2: III.S については、基準地震動S s で評価する。

 $\bigcirc\bigcirc$

(mm<径≦ mm)

据付場所の床面高さと設備が設置されている高さが異なる場合は、設備設置場所のレベルとして (0.P.) を追加する。

例: 基礎台高さが500mm以上の基礎台に設置されている設備に適用

1.2 機器要目

基礎ボルト

部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	0 ₁ *1 (mm)	${\ell_2}^{*1}$ (mm)	n	n _f *1	ボルト径を記載	ける。
基礎ボルト			(M)						
	Λ			C		E	E*	転倒方向	
部材	A_b) (MD	·	S _u		r (vm.)	1.	弾性設計用地震動Sd	基準地震動
	(mm^2)	(MP	a)	(MPa)		(MPa)	(MPa)	又は静的震度	Ss

厚さ、径等による強度区分が ある場合は、該当する強度区 分を記載する。

Е	G	I	A_{e}	A
(MPa)	(MPa)	(mm^4)	(mm^2)	(mm^2)
*2	*2			

 $\bigcirc\bigcirc$

(mm<径≦ mm)

注記*1:ボルト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:周囲環境温度で算出。

ⅢSの評価をSsで実施した場合は、1.3項の算出値に「一*」を付記し、注記を以下のとおり記載する。 注記*: ⅢAS については、基準地震動S s で評価する。

1.3 計算数値

101 ギュリア作用ナフナ

1.0 PI 2F2/VIE					
1.3.1 ボルトに作用す	る力			(単位:N)	
	F _b		Q _b /		
部材	弾性設計用地震動S d 又は静的震度	基準地震動Ss	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 固有周期 方向

固有周期

(単位:s)

水平方向 鉛直方向 ⅢASの評価をSsで実施した場合は、算出応力は基準地震動Ssによる

算出値を「○○*2」と記載し、注記を以下のとおりとする。

注記*2: 基準地震動Ssによる算出値

1.4.2 ボルトの応力

(単位:MPa)

	1014-4	料 応力 弾性設		iSd又は静的震度		基準地震動S s		
当外	部材 材料		算出応力	許容応力		算出応力	許容応力	
基礎ボルト		引張り	$\sigma_b =$	$f_{\mathrm{t}\mathrm{s}} =$ *1	σb	,=	$f_{\mathrm{t}\;\mathrm{s}} =$ *1	
本が定れソレト		せん断	τ $_{b}=$	$f_{\rm sb} =$	7 b	,=	$f_{\rm sb} =$	

すべて許容応力以下である。

注記* ψ : $f_{t,s} = Min [1.4 \cdot f_{t,o} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{t,o}]$ により算出

*2: 基準地震動Ssによる算出値

動的機能維持評価が必要な機器の場合は本表を追加する。

1.4.3 動的機能の評価結果

 $(\times 9.8 \text{ m/s}^2)$

	= PM-40/AIG - BT (Impt B) 14									
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度							
	水平方向									
000	鉛直方向									

注記*:基準地震動Ssにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。

「機能維持評価用加速度≦機能確認済加速度」の場合は、ここで終了。 ※:機能維持評価用加速度>機能確認済加速度の場合は、詳細評価を追加する。 【SA 単独の場合】

本フォーマットを使用する。ただし、章番を1.とする。

【○○○○フィルタ装置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

固有周期が、0.05sを超え柔構造となった場合は、注記符号を付記し、設計用震度について注記で説明する。

*○: 基準地震動Ss に基づく設計用床応答曲線から得られる値。

100 UD 67 #fr-	51./±/\¥5	据付場所及び	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Ss		最高	周囲
機器名称 設備分類	改(佣力)独	床面高さ (m)	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	使用温度 (°C)	環境温度 (°C)
○○○○フィルタ装置	常設耐震/防止常設/緩和	〇〇建屋 0. P. * (0. P.)			_	_	C _H =	C _V =		

注記*:基準床レベルを示す。

ボルト径を記載する。

据付場所の床面高さと設備が設置されている高さが異なる場合は、設備設置場所の レベルとして (O.P.) を追加する。

例:基礎台高さが500mm以上の基礎台に設置されている設備に適用

2.2 機器要目

		,	1				
部材	m (kg)	h (mm)	d (mm)	ℓ ₁ *1 (mm)	ℓ_2^{*1} (mm)	n	n _f *1
甘7株よ り 1			\				
基礎ボルト			(M)				

	Δ			E	F*	転倒方向	
部材	(mm ²)	(MPa)	(MPa)	r (MPa)	(MPa)	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		○○ (mm<径≦ mm)	○○ (mm<径≦ mm			_	

厚さ,径等による強度区分が ある場合は,該当する強度区 分を記載する。

E	G	Ι	A_{e}	A
(MPa)	(MPa)	(mm^4)	(mm ²)	(mm^2)
*2	*2			

注記*1:ボルト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:周囲環境温度で算出。

添付 7-2-26

2.3 計算数値

2.3.1 ボルトに作用する力

(単位:N)

	F _b		Q_{b}		
部材	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		

2.4 結論

2.4.1 固有周期

(単位:s)

方向	固有周期
水平方向	
鉛直方向	

2.4.2 ボルトの応力

(単位: MPa)

47744	ادامليا	弾性設計用地震動S d 又は静的震度		基準地震動S s		
部材 材料 几		応力	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
基礎ボルト		引張り	_	-	$\sigma_b =$	$f_{\mathrm{t}\mathrm{s}} =$ *
本碇ハゾレト		せん断	_	_	$ au_b =$	$f_{\mathrm{s}\mathrm{b}} =$

すべて許容応力以下である。

注記*: f_{ts}=Min [1.4 · f_{to}-1.6 · τ_b, f_{to}]により算出

動的機能維持評価が必要な機器の場合は本表を追加する。

2.4.3 動的機能の評価結果

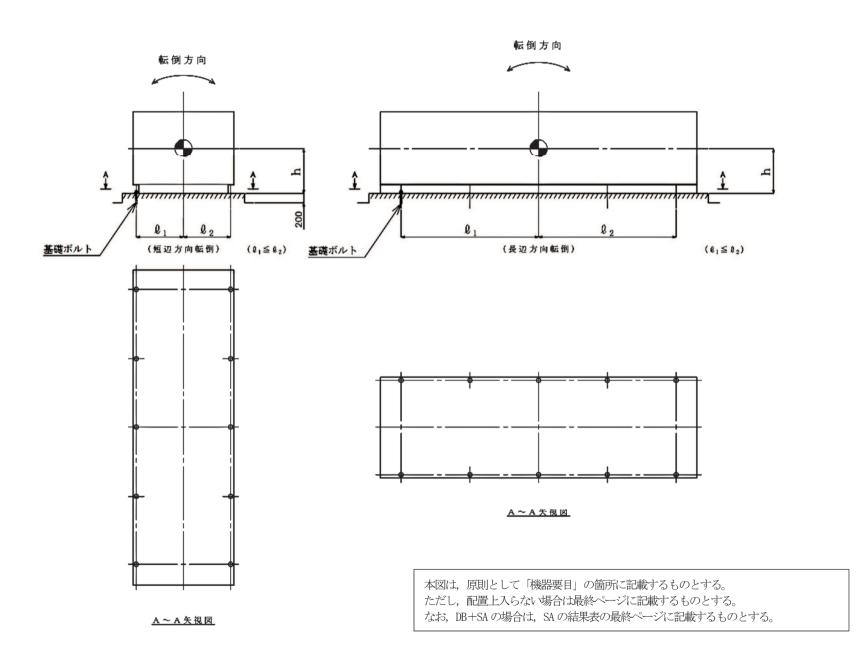
 $(\times 9.8 \text{ m/s}^2)$

SAM ADMIT - HI IIIMIE	D *		(/
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
	水平方向		
000	鉛直方向		

注記*:基準地震動Ssにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度 (1.0ZPA) はすべて機能確認済加速度以下である。

「機能維持評価用加速度≦機能確認済加速度」の場合は、ここで終了。 ※:機能維持評価用加速度>機能確認済加速度の場合は、詳細評価を追加する。



添付資料-8:個別に地震応答解析の説明が必要な設備の耐震計算書 (Dパターンの耐震計算書記載例)

VI-O-O-O OOOアンテナの耐震性についての計算書

目 次

1. 概	要
2. —	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. 固	有周期7
4. 1	基本方針 7
4.2	固有周期の確認方法 7
4.3	固有周期の確認結果 7
5. 構	造強度評価8
5. 1	構造強度評価方法 8
5.2	荷重の組合せ及び許容応力 8
5. 2.	1 荷重の組合せ及び許容応力状態8
5. 2.	2 許容応力 8
5. 2.	3 使用材料の許容応力評価条件8
5. 2.	4 風荷重 8
5. 2.	5 積雪荷重 8
5. 3	設計用地震力
5. 4	計算方法
5. 4.	1 応力の計算方法
5. 5	計算条件
5. 5.	1 ボルトの応力計算条件 16
	応力の評価
5. 6.	
6. 機	能維持評価
6. 1	電気的機能維持評価方法17
	: 価結果 18
	重大事故等対処設備としての評価結果18

- ・DB+SAの場合
- 7.1 設計基準対象施設としての評価結果 7.2 重大事故等対処設備としての評価結果 DB 単独又は SA 単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。

1. 概要

本計算書は、添付書類「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、〇〇〇アンテナが設計用地震力に対して十分な構造 強度及び電気的機能を有していることを説明するものである。

○○○アンテナは, 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。

2. 一般事項

2.1 構造計画

○○○アンテナの構造計画を表 2-1 に示す。

- ・SA単独の場合の記載例を示す。
- ・DB+SA又はDB単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。

2.1 配置概要

<u>波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震計算書のみ対象とする。</u> 波及的影響を及ぼすおそれのある施設に係る設備の設置箇所を説明する。 その場合は、目次にも本項目を記載する。

波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震計算書の目次構成は, 「2.1 配置概要」,「2.2 構造計画」,「2.3 評価方針」と続く。

表 2-1 構造計画

		表 2-1 構造計画
計画の	機要	概略構造図
基礎・支持構造	主体構造	
○○○アンテナは,	○○○アンテナ取付	【〇〇〇アンテナ】
基礎(壁面)に基礎ボ	架台を壁面に設置	
ルトで設置する。	し,その架台に〇〇	[後施工アンカの場合]
	○アンテナをアンテ	後施工アンカの種類(メカニカルアンカ,
	ナ金具を介して設置	ケミカルアンカ)を記載する。
	する構造	
	1	○○○アンテナ取付架台
		▼ンテナ金具
	の具体的な構造や型 据付方法が分かるよ	<u> </u>
	説明を記載する。	
		正面 側面 基礎 (壁面)
		(単位:mm)
	l .	1

下記内容は案として記載したものであり、本項目については各計算書に合った記載内容及びフロー図にする。

2.2 評価方針

○○○アンテナの応力評価は,添付書類「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○○アンテナの部位を踏まえ「3. 評価部位」にて設定する箇所において,「4. 固有周期」で確認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。また,○○○アンテナの機能維持評価は,添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した電気的機能維持の方針に基づき,地震時の応答加速度が電気的機能確認済加速度以下であることを,「6. 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「7. 評価結果」に示す。

○○○アンテナの耐震評価フローを図 2-1 に示す。

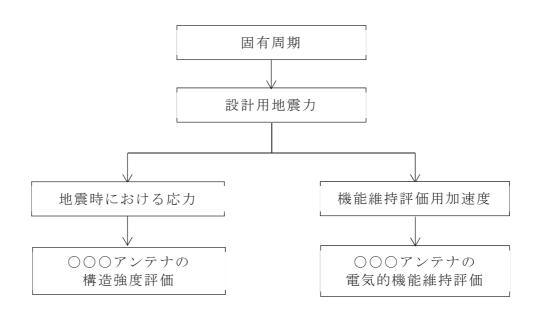


図 2-1 ○○○アンテナの耐震評価フロー

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。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG4601-1987)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類·許容応力編 (JEAG 4 6 0 1· 補-1984)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG4601-1991追補版)
- (4) JSME S NC1-2005/2007 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 (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	○○○アンテナ取付架台の断面積	mm^2
A _b	ボルトの軸断面積	mm^2
Сн	水平方向設計震度	_
C_{V}	鉛直方向設計震度	_
d	ボルトの呼び径	mm
Е	縦弾性係数	MPa
F	設計・建設規格 SSB-3131 に定める値	MPa
F *	設計・建設規格 SSB-3133 に定める値	MPa
F _b	ボルトに作用する引張力(1本当たり)	N
$F_{\ b\ 1}$	鉛直方向地震及び壁掛盤取付面に対し左右方向の水平方向 地震によりボルトに作用する引張力(1本当たり)(壁掛形)	N
F _{b 2}	鉛直方向地震及び壁掛盤取付面に対し前後方向の水平方向 地震によりボルトに作用する引張力(1本当たり)(壁掛形)	N
$f_{ m s}$ b	せん断力のみを受けるボルトの許容せん断応力	MPa
$f_{ m t}$ o	引張力のみを受けるボルトの許容引張応力	MPa
$f_{ m t\ s}$	引張力とせん断力を同時に受けるボルトの許容引張応力	MPa
g	重力加速度 (=9.80665)	m/s^2
h 1	取付面から重心までの距離	mm
h 2	取付面から重心までの距離(壁掛型)	mm
h a	取付面からアンテナ先端までの距離(壁掛型)	mm
Q_{1}	重心とボルト間の水平方向距離*	mm
\mathcal{Q}_{2}	重心とボルト間の水平方向距離*	mm
Q ₃	重心と下側ボルト間の距離 (壁掛型)	mm
\mathcal{Q}_{a}	側面(左右)ボルト間の距離(壁掛型)	mm
ϱ _b	上下ボルト間の距離 (壁掛型)	mm
m	○○○アンテナの質量	kg
n	ボルトの本数	_
n f	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数	_
n f V	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数(側面方向)(壁掛形)	_
$n_{\rm fH}$	評価上引張力を受けるとして期待するボルトの本数(正面方向)(壁掛形)	_
P_k	風荷重	N
P_s	積雪荷重	N
$Q_{\ b}$	ボルトに作用するせん断力	N
$Q_{\ b\ 1}$	水平方向地震によりボルトに作用するせん断力(壁掛型)	N
$Q_{\ b\ 2}$	鉛直方向地震によりボルトに作用するせん断力(壁掛型)	N
S_{u}	設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 9 に定める値	MPa

記号	記号の説明	単位
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 (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℃における値	MPa
π	円周率	_
о в	ボルトに生じる引張応力	MPa
τ ь	ボルトに生じるせん断応力	MPa

注記*: ℓ₁≦ℓ₂

2.5 計算精度と数値の丸め方

計算精度は、6桁以上を確保する。

表示する数値の丸め方は、表 2-3 に示すとおりである。

表 2-3 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	$^{\circ}$ 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		
断面二次モーメント	mm^4	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字4桁*2		
カ	N	有効数字 5 桁目	四捨五入	有効数字4桁*2		
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	MPa	小数点以下第1位	切捨て	整数位*3		

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

○○○アンテナの耐震評価は,「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基礎ボルトについて実施する。

○○○アンテナの耐震評価部位については、表 2-1 の概略構造図に示す。

「構造計画」で示した部位に対し、評価対象を選定している理由 を記載する。複数の評価対象に対して、代表で評価する場合は、評 価対象の母集団及び代表選定の考え方(条件が厳しい、すべて評 価のうえ代表として記載するなど)の概要を計算書に記載する。

4. 固有周期

4.1 基本方針

○○○アンテナの固有周期は、振動試験(加振試験)にて求める。

4.2 固有周期の確認方法

振動試験装置により固有振動数を測定する。

4.3 固有周期の確認結果

固有周期の確認結果を表 4-1 に示す。測定の結果,固有周期は 0.05 秒以下であり、 剛であることを確認した。

表 4-1 固有周期 (単位:s)

水平方向	
鉛直方向	

【固有周期を「振動試験(自由振動試験)」にて求める場合の記載を示す。】

4.1 基本方針

○○○アンテナの固有周期は、振動試験(自由振動試験)にて求める。

4.2 固有周期の確認方法

プラスチックハンマ等により当該装置に振動を与え、自由減衰振動を振動計により記録解析し、共振振動数を算出する。 $\bigcirc\bigcirc\bigcirc$ アンテナの外形図を表 2-1 の概略構造図に示す。

4.3 固有周期の確認結果

固有周期の確認結果を表 4-〇に示す。試験の結果,固有周期は 0.05 秒以下であり,剛であることを確認した。

5. 構造強度評価

- 5.1 構造強度評価方法
 - (1) ○○○アンテナの質量は,重心に集中しているものとする。
 - (2) 地震力は,〇〇〇アンテナに対して,水平方向及び鉛直方向から作用するものとする。
 - (3) ○○○アンテナは基礎ボルトで基礎(壁面)に固定されており,固定端とする。
 - (4) 転倒方向は,図5-1及び図5-2における水平方向及び鉛直方向について検討し, 計算書には計算結果の厳しい方(許容値/発生値の小さい方をいう。)を記載する。
 - (5) ○○○アンテナの重心位置については、転倒方向を考慮して、計算条件が厳し くなる位置に重心位置を設定して耐震性の計算を行うものとする。
 - (6) 耐震計算書に用いる寸法は、公称値を使用する。
- 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

○○○アンテナ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 5-1 に示す。

5.2.2 許容応力

○○○アンテナの許容応力は,添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき表 5-2 のとおりとする。

5.2.3 使用材料の許容応力評価条件

○○○アンテナ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 5-3 に示す。

・DB+SAの場合

○○○アンテナの荷重の組合せ及び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○-○に,重大事故等対処設備の評価に用いるものを表○-○に示す。

・DB 単独又は SA 単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。

5.2.4 風荷重

風荷重は、風速○○m/s を使用し、○○○アンテナの形状、風向きを踏まえ、作用する風圧力を算出する。風圧力の算出の基準となる基準速度圧を表 5-4 に示す。

5.2.5 積雪荷重

積雪荷重は、単位荷重○○N/cm/㎡*を使用し、○○○アンテナの形状を踏まえ、作用する積雪荷重を算出する。算出した積雪荷重を表 5-5 に示す。

注記*:積雪量 \bigcirc \bigcirc cm ごとに 1 \mathbf{m} あたり \bigcirc \bigcirc \bigcirc N であることを示す。

屋外設備で、風及び積雪を考慮する必要がない場合は、記載を省略する。

		T		T	T		
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	
					$D + P_D + M_D + S_S + P_K + P_S^{*3}$	IV _A S	
○○施設	○○設備	○○○アンテナ	アンテナ 常設/緩和 —* ²	/ 小友 作日		V _A S (V _A S として	
							$D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_S + P_K + P_S$
						界を用いる。)	

表 5-1 荷重の組合せ及び許容応力状態 (重大事故等対処設備)

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/防止」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,「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備,「常設/防止(DB拡張)」は常設重大事故防止設備(設計基準拡張), 「常設/緩和(DB拡張)」は常設重大事故緩和設備(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: $\lceil D + P_{SAD} + M_{SAD} + S_S + P_K + P_S \rfloor$ の評価に包絡されるため、評価結果の記載を省略する。

該当する設備分類のみ記載する。

- ・DB+SAの場合,以下を上記 SAの前に追加
- ・DB 単独の場合,以下を使用

表 5-○ 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
O → +/- =π.	0 0 70 144	00071-1		str 1	$D + P_D + M_D + S d^* + P_K + P_S$	III _A S
○○施設	○○設備	○○○アンテナ 	S	S -*1	$D + P_D + M_D + S_S + P_K + P_S$	IV _A S

注記*1: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。

- ・DB+SAの場合は、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)とする。
- ・DB 単独または SA 単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。

表 5-2 許容応力 (重大事故等その他の支持構造物)

_	A COMPANIAN (EXPENIED AND MEMORIAL MARKET)						
		許容限界*1, *2					
>	許容応力状態	(ボルト等) 一次応力					
							引張り
	IV AS						
Ī	V _A S	1.5 • f _t *	1.5 • f _s *				
	$(V_AS \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \$	1. 0 1 t	1. 0 · 1 s				
	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。

許容応力を記載するすべての表に「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。」の注記を記載する。

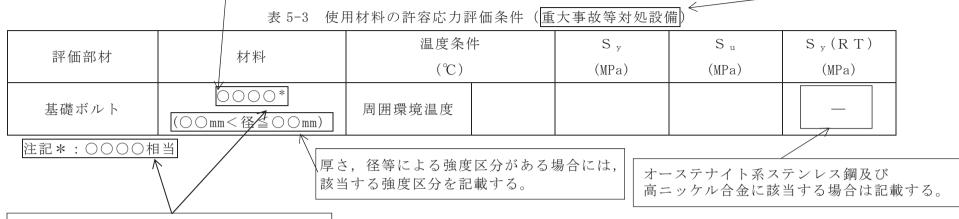
DB+SA の場合は,以下をIV_AS の前に追加する。

|--|

O 2 O VI - O - O - O R O

施設時の材料記号と、設計・建設規格における JIS 材料記号が異なる場合は、設計・建設規格 における JIS 記号を記載する。

- ・DB+SAの場合は、本表の前にDBの条件である 「表 5-〇 使用材料の許容応力評価条件(設計基準対象施設)」を追加する。
- ・DB 単独または SA 単独の場合は、それぞれの該当する表のみ記載する。



JIS 以外の規格に基づく材料を用いる場合は、材料記号の後に「*」を記載し、注記に JIS 規格における相当材料の記号を記載する。



柔な場合、添付資料-3「たて軸ポンプの耐震計算書記載例」を参考に記載する。

5.3 設計用地震力

「基準値震動 S_S 」による地震力は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成 方針」に基づき設定する。

評価に用いる設計用地震力を表 5-6 に示す。

表 5-6 設計用地震力(重大事故等対処設備)

	据付場所	固有周期 (s)		弾性設計用地震動 S d		甘淮沽電訊の			
	及び			又は静	的震度	基準値震動 S s			
	床面高さ			水平方向	鉛直方向	水平方向	鉛直方向		
	(m)	水平方向	鉛直方向	設計震度	設計震度	設計震度	設計震度		
	○○建屋 0. P. *1 (0. P.)								
•	注記*1:基準床レベルを示す。								
	*2/: 基準地震動 S s に基づく設備評価用床応答曲線より得られる値								

固有周期が、0.05 s を超え柔構造となった場合は、注記符号を付記し、設計用震度について注記で説明する。

据付場所の床面高さと設備が設置されている高さが異なる場合は, 設備設置場所のレベルとして(0.P.) を追加する。

例:基礎台高さが500mm以上の基礎台に設置されている設備に適用

- ・DB+SAの場合は、本表の前に DBの条件である「表 5-○ 設計地震力(設計基準対象施設)」を追加する。
- ・DB 単独または SA 単独の場合は、それぞれの該当する表のみ記載する。

5.4 計算方法

5.4.1 応力の計算方法

5.4.1.1 基礎ボルトの計算方法

基礎ボルトの応力は、地震による震度により作用するモーメントによって生じる引張力とせん断力について計算する。

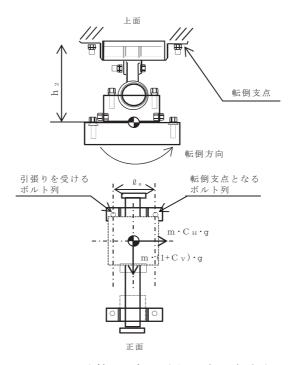


図 5-1 計算モデル (水平方向転倒)

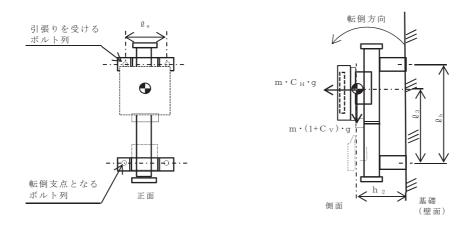


図 5-2 計算モデル (鉛直方向転倒)

(1) 引張応力

基礎ボルトに対する引張力は、最も厳しい条件として、図5-1及び図5-2で最外列の基礎ボルトを支点とする転倒を考え、これを片側の最外列の基礎ボルトで受けるものとして計算する。

引張力(F_b)

計算モデル図5-1の場合の引張力

計算モデル図5-2の場合の引張力

$$F_{b2} = \left(m \cdot g + 0.35 P_{s}\right) \cdot \left[\frac{C_{H} \cdot \ell_{3} + \left(1 + C_{V}\right) \cdot h_{2}}{n_{fV} \cdot \ell_{b}}\right] \cdot \cdot \cdot (5.4.1.1.2)$$

引張応力 (σ ь)

ここで、基礎ボルトの軸断面積 A b は次式により求める。

ただし、 F_b が負のとき基礎ボルトには引張力が生じないので、引張応力の計算は行わない。

(2) せん断応力

基礎ボルトに対するせん断力は、基礎ボルト全本数で受けるものとして計算する。

せん断力

$$Q_{b1} = (m \cdot g + 0. 35 P_s) \cdot C_H \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (5.4.1.1.6)$$

$$Q_{b} = (m \cdot g + 0. 35 P_{s}) \cdot (1 + C_{V}) \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (5.4.1.1.7)$$

せん断応力

5.5 計算条件

5.5.1 ボルトの応力計算条件

基礎ボルトの応力計算に用いる計算条件は、本計算書の【〇〇〇アンテナ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 基礎ボルトの応力評価

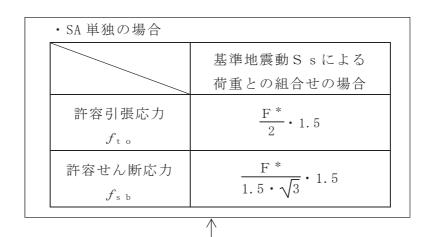
5.4 項で求めた基礎ボルトの引張応力 σ_b は次式より求めた許容引張応力 $f_{\rm t}$ s以下であること。

ただし、 f_t 。は下表による。

$$f_{\rm t\ s} = {\rm Min}[1.4 \cdot f_{\rm t\ o} - 1.6 \cdot \tau_{\rm b}, f_{\rm t\ o}] \cdots (5.6.1.1)$$

せん断応力 τ_b は、せん断力のみを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, fsbは下表による。



・DB+SA 又は DB 単独の場合

	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Ssによる 荷重との組合せの場合
許容引張応力 f_{t} 。	$\frac{F}{2} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{2} \cdot 1.5$
許容せん断応力 f _{s b}	$\frac{\mathrm{F}}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$	$\frac{F^*}{1.5 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1.5$

6. 機能維持評価

- 6.1 電気的機能維持評価方法
 - ○○○アンテナの電気的機能維持評価について以下に示す。

なお,機能維持評価用加速度は,添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき,基準地震動 S s により定まる応答加速度を設定する。

○○○アンテナの機能確認済加速度は,添付書類「VI-2-1-9 機能維持の方針」に 基づき,同形式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 6-1 に示す。

表 6-1 機能確認済加速度

 $(\times 9.8 \, \text{m/s}^2)$

評価部位	方向	機能確認済加速度
○○○アンテナ	水平方向	
(○○建屋側)	鉛直方向	

加振試験を根拠として,電気的機能維持評価を示す場合,加振試験の概要が分かるよう記載する。

7. 評価結果

7.1 重大事故等対処設備としての評価結果

○○○アンテ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及び電気 的機能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。

(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。

・DB+SAの場合

7.1 設計基準対象施設としての評価結果

○○○アンテナ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及び電気的機能 を有していることを確認した。

ⅢASの評価をSsで実施する場合は追記する。

(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、弾性設計用地震動Sdによる動的震度及び静的震度は基準地震動Ssを下回っており、基準地震動Ssによる発生値が、弾性設計用地震動Sd又は静的震度に対する評価における許容限界を満足するため、弾性設計用地震動Sd又は静的震度による発生値の算出を省略した。

(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。

7.2 重大事故等対処設備としての評価結果

○○○アンテ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及び電気的機能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。

(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。

【DB+SAの場合】

本ページの前に「1. 設計基準対象施設」の計算結 果表を追加する。

【SA単独の場合】

本フォーマットを使用

【〇〇〇アンテ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	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
	以順力類	(m)	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	(℃)
○○○アンテナ(○○建屋側)	常設/緩和	○○建屋 0. P. * (0. P.)			-	_	С н=	$C_{V} =$	

注記*:基準床レベルを示す。

基準床レベルと設備が設置されている高さが異なる場合は,

設置場所のレベルとして(0.P.)を追加する。

例:基礎台高さが 500mm 以上の基礎台に設置されている設備に適用

1.2 機器要目

1.2 成加女日												_
部材	m (kg)	h 2 (mm)	h a (mm)	θ ₃ (mm)	Q a (mm)	Q _b (mm)	d (mm)	$A_b \pmod{2}$	n	n f v	n _{f H}	
基礎ボルト							(M)					

ボルト径を記載する。

	C	S u (MPa)	F (MPa)	F* (MPa)	転倒方向		
部材	(MPa)				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	○○ (mm<径≦ mm)	○○ (mm<径≦ mm)	_		_		

転倒方向が同じ場合でも, セルを一つ にしない。

厚さ, 径等による強度区分がある場合は, 該当する強度区分を記載する。(S』も同様)

1.3 計算数值

1.3.1 ボルトに作用する力

(単位:N)

	Fь		Q _b		
部材	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)

☆ 77 ++	++ vci	, +	弾性設計用地震動	Sd又は静的震度	基準地震動 S s	
部材	材料	応力	算出応力	許容応力	算出応力	許容応力
甘7株子月.1		引張り	_	_	σ _b =	$f_{t s} = *$
基礎ボルト		せん断	_	-	$\tau_b =$	$f_{\rm s\ b}=$

注記*: $f_{ts} = Min [1.4 \cdot f_{to} - 1.6 \cdot \tau_b, f_{to}]$ より算出すべて許容応力以下である。

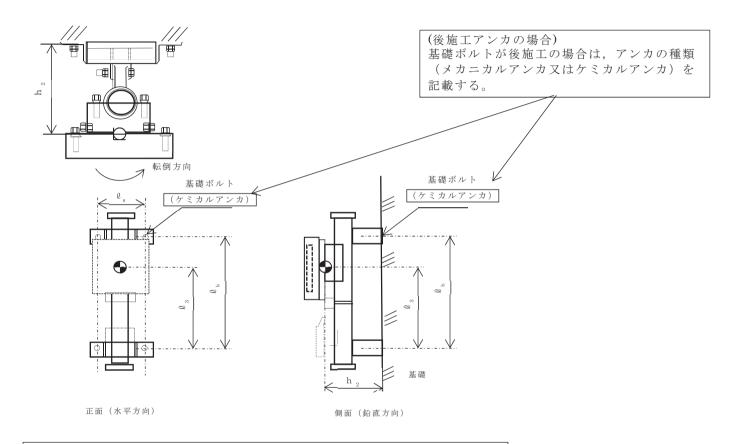
1.4.2 電気的機能維持の評価結果

 $(\times 9.8 \text{m/s}^2)$

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
000アンテナ	水平方向		
(○○建屋側)	鉛直方向		

注記*:基準地震動Ssにより定まる応答加速度とする。

機能維持評価用加速度(1.0ZPA)はすべて機能確認済加速度以下である。



本図は、原則として「機器要目」の箇所に記載するものとする。 ただし、配置上入らない場合は最終ページに記載するものとする。 なお、DB+SAの場合は、SAの結果表の最終ページに記載するものとする。 添付資料-9:機能維持評価のみを確認する設備の耐震計算書 (Eパターンの耐震計算書記載例)

VI-○-○-○ ○○○○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 設計基準対象施設としての評価結果	6
5.2 重大事故等対処設備としての評価結果	6
・DB+SA の場合の記載例を示す。	

[DB 単独又は SA 単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。]

1. 概要

本計算書は、添付書類「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、〇〇〇〇温度が設計用地震力に対して十分な電気的機能を有していることを説明するものである。

2. 一般事項

2.1 構造計画

○○○○温度の構造計画を表 2-1 に示す。

・DB+SA の場合の記載例を示す。

[DB 単独又は SA 単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。]

2.1 配置概要

<u>波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震計算書のみ対象とする。</u> 波及的影響を及ぼすおそれのある施設に係る設備の設置箇所を説明する。 その場合は、目次にも本項目を記載する。

波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震計算書の目次構成は,

「2.1 配置概要」,「2.2 構造計画」,「2.3 評価方針」と続く。

表 2-1 構造計画

	× = = 117.00	- PT
計画の)概要	HIL MA 144 74 129
基礎・支持構造 主体構造		概略構造図
検出器は,袋ナットにて,○○○○	検出器は、○○○○系管に溶接さ	.00,
系管に溶接された保護管に固定す	れた保護管に袋ナットで固定され	袋ナット 検出器
る。	る構造。	QQQQ系管 (R護管
	機器の具体的な構造や型式,据付方法が分かるような説明を記載する。	(単位: mm)

2.2 評価方針

○○○○温度の機能維持評価は、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」にて設定した電気的機能維持の方針に基づき、地震時の応答加速度が電気的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。

○○○○温度の耐震評価フローを図 2-1 に示す。

なお,○○○○温度は,小型で軽量であることから十分に剛であるとみなせるため, 固有周期の計算は省略し,設置位置の最大応答加速度を適用する。

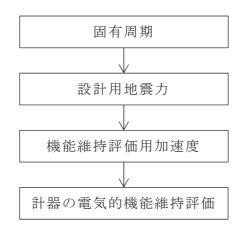


図 2-1 ○○○○温度の耐震評価フロー

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。

- (1) 原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG 4 6 0 1 1987)
- (2) 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類·許容応力編 (JEAG 4 6 0 1· 補-1984)
- (3) 原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG4601-1991追補版)

3. 評価部位

○○○○温度は、○○○○系管に直接取り付けられた保護管に挿入され固定されることから、○○○○系管が支持している。○○○○系管の構造強度評価は、添付書類「VI-○-○-○-○ 管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、○○○○系管の地震応答解析結果を用いた○○○○温度の電気的機能維持評価について示す。

4. 機能維持評価

○○○○温度の電気的機能維持に評価について,以下に示す。

4.1 機能維持評価用加速度

機能維持評価用加速度について、どのような値を用いるか記載する。

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
○○○○温度	○○建屋	水平方向	
	(0. P.)	鉛直方向	

注記*:基準床レベルを示す。

据付場所の床面高さと設備が設置されている高さが異なる場合は, 設備設置場所のレベルとして(0.P.) を追加する。

例:基礎台高さが500mm以上の基礎台に設置されている設備に適用

4.2 機能確認済加速度

○○○○温度の機能維持確認済加速度は、添付資料「VI-2-1-9 機能維持の基本方 針」に基づき,同形式の盤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 した器具の加速度を適用する。

、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)

評価部位	方向	機能確認済加速度
	水平方向	
○○○□度	鉛直方向	

加振試験を根拠として, 電気的機能維持評価を示す場合, 加振試 験の概要が分かるよう記載する。

・DB+SAの場合の記載例を示す。

[DB単独又は SA 単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。]

5. 評価結果

- 5.1 設計基準対象施設としての評価結果
 - ○○○□温度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。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気的機能が維持されていることを確認した。
 - (1) 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。

- 5.2 重大事故等対処設備としての評価結果
 - ○○○□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気的 機能が維持されていることを確認した。
 - (1) 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。

・DB+SAの場合の記載例を示す。

[DB単独又はSA単独の場合は、それぞれの該当する項目のみ記載する。]

- 【〇〇〇〇温度の耐震性についての計算結果】
- 1. 設計基準対象施設

1.1 電気的機能維持の評価結果

評価に用いる加速度を記載する。

 $(\times 9.8 \text{m/s}^2)$

		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
	水平方向		
○○○□温度	鉛直方向		

注記 *:基準地震動Ssにより定まる評価部位における応答加速度又は1.0・ZPAのいずれか大きい値とする。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。

機能維持評価用加速度として,設計用最大応答加速度以外を用いる場合には,注記を記載する。 また,使用する設計用最大応答加速度(1.0・ZPA または 1.2・ZPA)を記載する。

- 2. 重大事故等対処設備
- 2.1 電気的機能維持の評価結果

評価に用いる加速度を記載する。

 $(\times 9.8 \, \text{m/s}^2)$

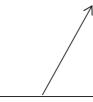
		機能維持評価用加速度*	機能確認済加速度
	水平方向		
○○○温度	鉛直方向		

注記 *: 基準地震動 S s により定まる評価部位における応答加速度又は 1.0・ZPA のいずれか大きい値とする。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。

機能維持評価用加速度として,設計用最大応答加速度以外を用いる場合には,注記を記載する。 また,使用する設計用最大応答加速度(1.0・ZPA または1.2・ZPA)を記載する。 添付資料-10:「計算書作成の基本方針」を呼び込む設備の耐震計算書 (Fパターン「管」の耐震計算書記載例)

Ⅵ-○-○-○ 管の耐震性についての計算書(系統名称)

設計基準対象施設



設計基準対象施設としての評価及び重大事故等対処設備としての 評価ごとに中表紙を作成する。

図書番号に,設計基準対象施設は「(設)」を, 重大事故等対処設備は「(重)」を記載する。

目次

1. 概显	要	1
2. 概即	格系統図及び鳥瞰図 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	2
2.1 柞	既略系統図	2
2.2	鳥瞰図	4
3. 計算	章条件	6
3.1 青	計算方法	6
3.2 存	苛重の組合せ及び許容応力状態 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	7
3.3 責	設計条件	8
3.4 柞	材料及び許容応力	2
3.5 責	設計用地震力	. 3
4. 解标	折結果及び評価 ····· 1	4
4.1	固有周期及び設計震度	4
4.2 青	評価結果	20
4. 2.	1 管の応力評価結果 2	20
4. 2.	2 支持構造物評価結果 2	23
4.2.	3 弁の動的機能維持評価結果 2	25
4.2.	4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果 2	27

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-6 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、〇〇系の管、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及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果の記載方法は,以下に示すとおりである。

(1) 管

当該系統の配管モデル数を記載する。

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、全〇モデルのうち、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、評価結果を記載する。

2. 概要系統図及び鳥瞰図

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
————(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
(000-000)	鳥瞰図番号
•	アンカ

図示

2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

記号	内 容
	工事計画記載範囲の管のうち,本計算書記載範囲の管
申請範囲外	工事計画記載範囲外の管
〇〇〇系 (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 として本系統に記載する管
•	質 点
•	アンカ
\$\frac{1}{8}	レストレイント (矢印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。スナッバについても同様とする。)
**************************************	スナッバ
<u></u>	ハンガ
3 5	ガイド
	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。)



図示

鳥瞰図

000-000

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、「〇〇〇」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、添付書類「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。

重大事故等対処設備の評価時のみ記載する。

施設名称	設備名称	系統名称	施設 分類* ¹	設備分類	機器等 の区分	耐震重要度 分類	荷重の組合せ*2,3	許容応力 状態
				_				
				_				

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: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を示す。

*3: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。

該当するもののみ記載する。

3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し,管名称と対応する評価 点番号を示す。

鳥 瞰 図 〇〇〇一〇〇〇

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度(℃)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)

設計条件

管名称と対応する評価点

評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 ○○○-○○

管名称	対応する評価点

配管の質量 (付加質量含む)

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)								

配管の質量は、配管自体、管内流体、フランジ及び保温等の配管に付加される質量を含む。

弁部の質量を下表に示す。

弁〇

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)

弁の質量は,弁自体,管内流体及び保温等の弁に付加される重量を含む。

弁部の寸法を下表に示す。

弁 NO	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 ○○○一○○○

支持点部のばね定数を下表に示す。

士士上平日	各軸方	向ばね定数(N/mm)	各軸回り回	転ばね定数()	V·mm/rad)
支持点番号	X	Y	Z	X	Y	Z

- ** 印は斜め拘束を示しばね定数をXに示す。下段は方向余弦を示す。
- 注1 地震荷重及び地震荷重を除く短期的機械荷重の解析に使用するスナッバのばね 定数を示す。
- 注 2 自重解析にのみ使用するハンガのばね定数を示す。地震, 地震を除く短期的機械 荷重及び熱の解析においてはハンガのばね定数は考慮しない。

該当する場合に記載する。

3.4 材料及び許容応力評価条件 使用する材料の最高使用温度での許容応力評価条件を下表に示す。

材料	最高使用温度	Sm	Sу	Su	Sh
材料	(℃)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
	•	$\overline{\mathcal{A}}$			

評価に使用しない許容応力評価条件については「-」を記載する。

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曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に 基づき策定したものを用いる。また、減衰定数は添付書類「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。

本計算書の疲労評価は,等価繰返し回数○○回(Ss)及び○○回(Sd)で実施する。

疲労評価を行う場合は記載する。Ssによる疲労評価のみを行う場合は、Ssによる等価繰返し回数のみを記載する。

鳥瞰図	建物・構築物	標高 (0.P.(m))	減衰定数(%)						
	12	欠固有周期が 0.05s 以下の場合に	は「一」を記載する。						

配管系が設置されているレベルを包絡する設計用床応答曲線を用いる場合は,用いるすべての標高を記載する。

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥瞰図 〇〇〇一〇〇〇

		ī			ī			
適用する知	地震動等		Sd及び静的意	美 度		Ss		
モード	固有周期	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1	応答水-	平震度*1	応答鉛直震度*1	
-C	(s)	X方向 Z方向		Y方向	X方向	Z方向	Y方向	
1 次								
2 次								
3 次								
• • •								
8 次								
n 次								
n+1 次*2		_	1	_	_	_	_	
動的震度*3								
静的震	度*4				_	_		

注記*1:各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

*2: 固有周期が 0.050s 以下であることを示す。

*3: Sd 又は Ss 地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。

*4:3.6C_I及び1.2C_Vより定めた震度を示す。

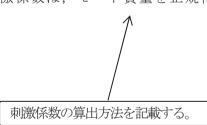
n次までは固有周期が 0.050s より長いモード, n+1次は固有周期が 0.050s 以下のモードを示す。

各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 ○○○-○○

モード	固有周期		刺 激 係 数*	
- F	(s)	X方向	Y方向	Z方向
1 次				
2 次				
3 次				
• • •				
8 次				
n 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。



飛付 10-1-15

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、次ページ以降に示す。



代表的振動モード図(1次)



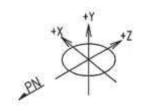
図示

鳥瞰図

000-000

添付 10-1-18

代表的振動モード図(2次)

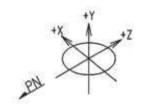


図示

鳥瞰図

000-000

代表的振動モード図(3次)



図示

鳥瞰図

000-000

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。

クラス1管

	許容	最大	配管			一次応力 (MPa			一次+二次// (MPa)		疲労評価
鳥瞰図	応力	応力	要素	最大応力	一次応力	許容応力	ねじり応力	許容応力	一次+二次応力	許容応力	疲労累積係数
	状態	評価点	名称	区分	Sprm(Sd)	2. 25·Sm	S t (S d)	0. 55·Sm	Sn(Sd)	3⋅S m	U+US d
					S p r m (S s)	3 ⋅ S m	St(Ss)	0. 73·Sm	Sn(Ss)	3⋅S m	U+USs
	$\coprod_A S$			Sprm(Sd)			_	_	_	_	_
	${\rm I\hspace{1em}I\hspace{1em}I}_A \ S$			S t (S d)	_	_			_	_	_
	$\coprod_A S$			S n (S d)	_	_	_	_			
	${\rm I\hspace{1em}I\hspace{1em}I}$ A S			U+USd	_	_	_	_	_	_	/\
	IV_AS			S p r m (S s)			_	_	_	_	- \
	$IV_A S$			St(Ss)	_	_			_	_	- \
	$IV_A S$			S n (S s)	_	_	_	_			- K /
	$IV_A S$			U+USs	_	_	_	_	_	_	

*印はねじりによる最大応力発生点において応力が許容応力を超えていることを示し、次頁に曲げとねじりによる応力評価結果を示す。

**印は一次+二次応力が許容応力を超えていることを示し、簡易弾塑性解析を行い疲労評価の結果疲労累積係数が1以下であり許容値を満足している。

該当する場合に記載する。

一次+二次応力が35m以下の場合は「一」を記載する。

添付 10-1-20

下表に示すとおりねじりによる応力が許容応力状態 \mathbf{III}_{A} Sのとき 0. 5 5 · S m, 又は許容応力状態 \mathbf{IV}_{A} Sのとき 0. 7 3 · S m を超える評価点のうち曲げとねじりによる応力は許容値を満足している。

鳥瞰図番号

		一次応力評価(MPa)								
評価点	ねじり応力	許容応力	曲げとねじり応力	許容応力						
	S t (S d)	0. 55·Sm	S t + S b (S d)	1. 8 · S m						
	S t (S s)	0. 73·Sm	S t + S b (S s)	2. 4 · S m						

本表はねじり+曲げ応力評価結果を示すものである。

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。

クラス2以下の管

	_			一次応力評価	町 (MPa)	一次+二次応力	力評価 (MPa)	疲労評価
鳥瞰図	許容応力	最大応力	最大応力	計算応力	許容応力	計算応力	許容応力	疲労累積係数
局瞰凶	水態		区分	Sprm(Sd)	S y *1	Sn(Sd)	2 · S y	USd
	, , <u>, , , , , , , , , , , , , , , , , </u>		. 20	Sprm(Ss)	0. 9·S u	Sn(Ss)	2 · S y	USs
	III _A S		Sprm (Sd)			_	_	_
	III _A S		Sn(Sd)	_	_			- V
	IV A S		Sprm (Ss)			_	_	- \
	IV _A S		Sn(Ss)	_	_			_

*印は一次+二次応力が許容応力を超えていることを示し、簡易弾塑性解析を行い疲労評価の結果疲労累積係数が 1以下であり許容値を満足している。

注記*1: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、Syと1.2・Shのうち大きい方とする。

該当する場合に記載する。

一次+二次応力が2Sy以下の場合は「一」を記載する。

許容応力状態IVASにおいて一次+二次応力評価の計算応力が許容応力以下の場合は記載しない。 許容応力状態IVASにおいて一次+二次応力評価の計算応力が許容応力を上回る場合は、IIIASにおける一次+二次応力評価結果を 記載し、計算応力が許容応力を上回る場合は疲労評価結果を記載する。

際付 10-1-2.

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。

対象がない場合は,「一」を記載する。

支持構造物評価結果(荷重評価)

					評価	結果
支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (℃)	計算荷重	許容荷重
					(kN)	(kN)
			添付書類	「VI−2−1−1	*	
			2-1 配管及			
			造物の耐息 いて」参照			
			V・C 参照	π.		

注記*:当該メカニカルスナッバの計算荷重が許容荷重を超えるため、詳細評価を実施する。

詳細評価を実施する場合は記載する。

支持構造物評価結果(応力評価)

						支持点荷重					評価結果			
支持構造 番号	物 種類	型式	型式 材質 温度 (℃)		温度 (℃)	D → → (kN)		モーメント (kN・m)		N • m)	応力	計算	許容	
						F _x	F _Y	F z	M_{X}	Му	M_{Z}	分類	応力 (MPa)	応力 (MPa)
													_	_

際付 10-1

ⅢAS, IVASの評価結果のうち, 裕度最小の結果を記載する。

詳細評価を実施する場合に記載する。

メカニカルスナッバの詳細評価結果

			評価結果							
支持構造物 番号	型式		強度	機能確認						
		評価部位*	応力分類	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	計算荷重 (kN)	許容荷重 (kN)			

注記*:裕度が最小となる部位に対する評価を実施する。

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

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である。

- 1. 評価対象弁の機能維持評価用加速度がすべて機能確認済加速度以下の場合に記載する。(評価対象弁がない場合は記載しない。)
- 2. 評価対象弁の機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超える弁が混在する場合は、下記を追記する。「また、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超える弁については、詳細評価を実施する。」
- 3. 評価対象弁の機能維持評価用加速度がすべて機能確認済加速度を超える場合は下記を記載する。「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を超える弁については、詳細評価を実施する。」

弁番号	形式	要求機能		· 価用加速度 8 m/s²)	機能確認済加速度 (×9.8 m/s²)		
			水平	鉛直	水平	鉛直	
_	_	->-	_ *	*	_		

対象がない場合は、「一」を記載する。

注:機能維持評価用加速度は、配管系の地震応答解析による打ち切り振動数を 50Hz として計算した結果を示す。

注記*:機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超えるため、詳細評価を行う。

評価対象がある場合に記載する。

要求機能は、弁に要求される機能に応じて以下を記載する。

α(Ss):基準地震動Ss, 弾性設計用地震動Sd時に動的機能が要求されるもの。

 α (Sd): 弾性設計用地震動 Sd時に動的機能が要求されるもの。

 β (Ss):基準地震動 Ss, 弾性設計用地震動 Sd後に動的機能が要求されるもの。

β(Sd):弾性設計用地震動 Sd後に動的機能が要求されるもの。

詳細評価を実施する場合に記載する。

詳細評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が駆動部の動作機能確認済加速度以下及び計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能		価用加速度 8m/s²)	 加速	F機能確認済 速度 8m/s ²)	構造強度評価結果 (MPa)					
			水平	鉛直	水平	鉛直	評価部位*1	応力分類	計算応力	許容応力		
_	_	_	_	_	_ * 2	* 2	* 3	_	_	_		

注記*1:裕度が最小となる部位に対する評価を実施する。

|*2:逆止弁のため開機能維持又は閉機能維持のための動作機能確認済加速度を示す。

|*3:強制開閉装置のない逆止弁であり、構造強度評価部位がない。

該当する場合に記載する。

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が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。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(クラス○管) ←

評価クラス毎に記載する。

No.		配管モデル	許容応力状態 Ⅲ _A S				許容応力状態 IV _A S													
).T		一次応力				一次応力				一次+二次応力*					疲労評価				
	No.		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	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

注記*: ${\bf III}_A$ Sの一次+二次応力の許容値は ${\bf IV}_A$ Sと同様であることから、地震荷重が大きい ${\bf IV}_A$ Sの一次+二次応力裕度最小を代表とする。

添付 10-1-27

重大事故等対処設備

設計基準対象施設としての評価及び重大事故等対処設備 としての評価ごとに中表紙を作成する。

図書番号に,設計基準対象施設は「(設)」を, 重大事故等対処設備は「(重)」を記載する。

目次

1. 機要		1
2. 概略	S系統図及び鳥瞰図 ······	2
2.1 櫻	既略系統図	2
2.2 鳥	- 脚図	4
3. 計算	1条件 ······	6
3.1 計	· 算方法 · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	6
3.2 荷	f重の組合せ及び許容応力状態 ·····	7
3.3 設	け計条件 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	8
3.4 材	†料及び許容応力	12
3.5 設	は計用地震力	13
4. 解析	「結果及び評価 ·····]	14
4.1 固	有周期及び設計震度 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	14
4.2 評	『価結果 2	20
4.2.	1 管の応力評価結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 2	20
4.2.2	2 支持構造物評価結果 2	23
4.2.3	3 弁の動的機能維持評価結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 2	25
4.2.4	4 代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果 2	27

1. 概要

本計算書は、添付書類「VI-2-1-13-6 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、〇〇系の管、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及び動的機能を有していることを説明するものである。

評価結果の記載方法は,以下に示すとおりである。

(1) 管

当該系統の配管モデル数を記載する。

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、全〇モデルのうち、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、評価結果を記載する。

2. 概要系統図及び鳥瞰図

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
(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
000-000	に表記する管鳥瞰図番号
	アンカ

添付 10-2-3

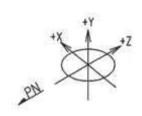
図示

2.2 鳥瞰図

鳥瞰図記号凡例

記号	内 容
	工事計画記載範囲の管のうち、本計算書記載範囲の管
申請範囲外	工事計画記載範囲外の管
○○○系 ○	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と して本系統に記載する管
•	質 点
lacktriangle	アンカ
	レストレイント (矢印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。スナッバについても同様とする。)
H. H.	スナッバ
<u></u>	ハンガ
3 5 6	ガイド
	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。)





図示

鳥瞰図

000-000

屋外を含む2つ以上の建屋を渡る配管については建屋境界を記載する。また、申請範囲内のアンカ (評価点)を代表として拘束点のSsによる相対変位量を記載する。

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、「〇〇〇」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、添付書類「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。

重大事故等対処設備は「一」を記載。

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
						_		
						_	該当する設備分類のみ記	記載する。

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:「常設耐震/防止」は常設耐震重要重大事故防止設備,「常設/防止」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,「常設/防止(DB 拡張)」は常設重大事故防止設備(設計基準拡張),「常設/緩和」は常設重大事故緩和設備,「常 設/緩和(DB 拡張)」は常設重大事故緩和設備(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VASは許容応力状態IVASの許容限界を使用し、許容応力状態IVASとして評価を実施する。

重大事故等対処設備の評価時のみ記載する。

該当するもののみ記載する。

3.3 設計条件

鳥瞰図番号ごとに設計条件に対応した管名称で区分し、管名称と対応する評価点番号を示す。

鳥 瞰 図 〇〇〇一〇〇〇

管名称	最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	外径 (mm)	厚さ (mm)	材料	耐震 重要度分類	縦弾性係数 (MPa)

設計条件

管名称と対応する評価点 評価点の位置は鳥瞰図に示す。

鳥 瞰 図 ○○○一○○○

管名称	対応する評価点

配管の質量(付加質量含む)

鳥 瞰 図 ○○○一○○

評価点の質量を下表に示す。

評価点	質量(kg)								

配管の質量は、配管自体、管内流体、フランジ及び保温等の配管に付加される質量を含む。

弁部の質量を下表に示す。

弁〇

評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)	評価点	質量(kg)

弁の質量は,弁自体,管内流体及び保温等の弁に付加される重量を含む。

弁部の寸法を下表に示す。

弁 NO	評価点	外径(mm)	厚さ(mm)	長さ(mm)

支持点及び貫通部ばね定数

鳥 瞰 図 ○○○一○○○

支持点部のばね定数を下表に示す。

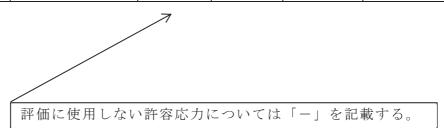
++++	各軸方向ばね定数(N/mm)			各軸回り回転ばね定数(N・mm/rad)			
支持点番号	X	Y	Z	X	Y	Z	

- ** 印は斜め拘束を示しばね定数をXに示す。下段は方向余弦を示す。
- 注1 地震荷重及び地震荷重を除く短期的機械荷重の解析に使用するスナッバのばね 定数を示す。
- 注2 自重解析にのみ使用するハンガのばね定数を示す。地震,地震を除く短期的機械荷重及び熱の解析においてはハンガのばね定数は考慮しない。

該当する場合に記載する。

3.4 材料及び許容応力評価条件 使用する材料の最高使用温度での許容応力評価条件を下表に示す。

材料	最高使用温度	S m	S y	Su	S h
	(℃)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)



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曲線を下表に示す。

なお、設計用床応答曲線は、添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に 基づき策定したものを用いる。また、減衰定数は添付書類「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。

本計算書の疲労評価は、等価繰返し回数○○回(Ss)で実施する。

疲労評価を行う場合は記載する。

鳥瞰図	建物・構築物	標高 (0.P.(m))	減衰定数(%)					
1 次固有周期が 0.05s 以下の場合は「一」を記載する。								

配管系が設置されているレベルを包絡する設計用床応答曲線を用いる場合は,用いるすべての標高を記載する。

4. 解析結果及び評価

4.1 固有周期及び設計震度

鳥 瞰 図 〇〇〇一〇〇

適用する地震動等			S d 及び静的震度			S s		
モード	固有周期	応答水	平震度*1	応答鉛直震度*1	応答水平震度*1		応答鉛直震度*1	
モート	(s)	X方向	Z方向	Y方向	X方向	Z方向	Y方向	
1 次		_	_	_				
2 次		_	_	_				
3 次		_	_	_				
• • •		_	_	_				
8 次		_	_	_				
n 次		_	_	_				
↑ n+1 次*²		_	_	_	1		_	
動 的 震 度*3			_	_				
静的意	. 度*4	_	_	_	_		_	

注記*1:各モードの固有周期に対し、設計用床応答曲線より得られる震度を示す。

*2:固有周期が 0.050s 以下であることを示す。

*3: Sd又はSs地震動に基づく設計用最大床応答加速度より定めた震度を示す。

*4:3.6C₁及び1.2C_vより定めた震度を示す。

n次までは固有周期が 0.050s より長いモード, n+1次は固有周期が 0.050s 以下のモードを示す。

各モードに対応する刺激係数

鳥 瞰 図 ○○○-○○

モード	固 有 周 期		刺激係数*	
4-1	(s)	X方向	Y方向	Z方向
1 次				
2 次				
3 次				
• • •				
8 次				
n 次				

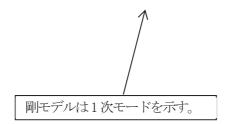
注記*:刺激係数は、モード質量を正規化し、固有ベクトルと質量マトリックスの積から算出した値を示す。



添付 10-2-1

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、次ページ以降に示す。



代表的振動モード図(1次)



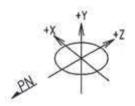
図示

添付 10-2-17

鳥瞰図

000-000

代表的振動モード図(2次)



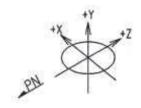
図示

添付 10-2-18

鳥瞰図

000-000

代表的振動モード図(3次)



図示

鳥瞰図

000-000

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	最大	配管	最大応力		一次応 (MP		一次+二次応 (MPa)	疲労評価		
鳥瞰図	応力	応力	要素	区分	一次応力	許容応力	ねじり応力	許容応力	一次+二次応	許容応力	疲労累積係数
	状態	評価点	名称		S p r m (S s)	3 ⋅ S m	St(Ss)	0. 73·Sm	S n (S s)	3⋅S m	U+USs
	V _A S			Sprm(Ss)			_	_	_	_	_
	$V_A S$			St(Ss)	_	_			_	_	_
	$V_A S$			Sn(Ss)	_	_	_	_			
	$V_A S$			U+USs	_	_	_	_	_	_	

*印はねじりによる最大応力発生点において応力が許容応力を超えていることを示し、次頁に曲げとねじりによる応力評価結果を示す。 **印は一次+二次応力が許容応力を超えていることを示し、簡易弾塑性解析を行い疲労評価の結果疲労累積係数が 1 以下であり許容値を満足している。

一次+二次応力が35m以下の場合は「一」を記載する。

該当する場合に記載する。

下表に示すとおりねじりによる応力が許容応力状態 V_A S のとき 0 . 7 3 S m を超える評価点のうち曲げとねじりによる応力は許容値を満足している。

鳥瞰図番号

		一次応力評価(MPa)											
評価点	ねじり応力 S t (S s)	許容応力 0.73·Sm	曲げとねじり応力 S t + S b (Ss)	許容応力 2. 4·S m									

注:本表はねじり+曲げ応力評価結果を示すものである。

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

鳥瞰図	許容応力 状態	最大応力評価点	最大応力 区分	一次応力評価	断 (MPa)	一次+二次応力	疲労評価	
				計算応力	許容応力	計算応力	許容応力	疲労累積係数
				Sprm (Ss)	0. 9·S u	Sn(Ss)	2 · S y	US s
	V A S		Sprm (Ss)			_	_	_
	V A S		S n (S s)	_	_			_ _K

*印は一次+二次応力が許容応力を超えていることを示し、簡易弾塑性解析を行い疲労評価の結果疲労累積係数が1以下であり許容値を満足している。

一次+二次応力が28y以下の場合は「一」を記載する。

該当する場合に記載する。

添付 10-2-22

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。

対象がない場合は,「一」を記載する。

支持構造物評価結果(荷重評価)

L. H. Maryland					評価	后結果
支持構造物 番号	種類	型式	材質	温度 (℃)	計算	許容
					荷重 (kN)	荷重 (kN)
					*	(===,/
			添付書類	VI - 2 - 1 - 1		
			2-1 配管及	及び支持構	\	
			造物の耐震計算につ			
			いて」参照			
					\	

注記*:当該メカニカルスナッバの計算荷重が許容荷重を超えるため、詳細評価を実施する。

詳細評価を実施する場合は記載する。

支持構造物評価結果(応力評価)

	種類	型式		温度 (℃)			支持,	点荷重				評価結果	
支持構造物 番号			材質		↑ 反力 (kN)		モーメント (kN・m)		応力		許容		
					F _x	F _Y	F z	M _x	Му	M z	分類	応力 (MPa)	応力 (MPa)

添付 10-2-23

詳細評価を実施する場合に記載する。

メカニカルスナッバの詳細評価結果

		評価結果										
支持構造物 番号	型式		強度		機能確認							
		評価部位*	応力分類	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	計算荷重 (kN)	許容荷重 (kN)					

注記*:裕度が最小となる部位に対する評価を実施する。

4.2.3 弁の動的機能維持評価結果

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である。

1. 評価対象弁の機能維持評価用加速度がすべて機能確認済加速度以下の場合に記載する。(評価対象弁がない場合は記載しない。)

2. 評価対象弁の機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超える弁が混在する場合は、下記を追記する。

「また、機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超える弁については、詳細評価を実施する。」 3. 評価対象弁の機能維持評価用加速度がすべて機能確認済加速度を超える場合は下記を記載する。

「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を超える弁については、詳細評価を実施する。」

弁番号	形式	要求機能		·価用加速度 3 m/s²)	機能確認済加速度 (×9.8 m/s²)		
			水平	鉛直	水平	鉛直	
_	_		_ *	_ *	_		

対象がない場合は、「一」を記載する。

注:機能維持評価用加速度は、配管系の地震応答解析による打ち切り振動数を 50Hz として計算した結果を示す。

注記*:機能維持評価用加速度が機能確認済加速度を超えるため、詳細評価を行う。

評価対象がある場合に記載する。

要求機能は、弁に要求される機能に応じて以下を記載する。

 α (Ss) : 基準地震動 Ss, 弾性設計用地震動 Sd 時に動的機能が要求されるもの。

 α (Sd): 弾性設計用地震動 Sd時に動的機能が要求されるもの。

 β (Ss):基準地震動 Ss, 弾性設計用地震動 Sd後に動的機能が要求されるもの。

 β (Sd): 弾性設計用地震動 Sd後に動的機能が要求されるもの。

詳細評価を実施する場合に記載する。

詳細評価結果

下表に示すとおり機能維持評価用加速度が駆動部の動作機能確認済加速度以下及び計算応力が許容応力以下である。

弁番号	形式	要求機能	機能維持評価用加速度 (×9.8m/s²)		加速	駆動部の動作機能確認済 加速度 (×9.8m/s²)		構造強度評価結果 (MPa)				
			水平	鉛直	水平	鉛直	評価部位*1	応力分類	計算応力	許容応力		
_	_	_	_	_	* 2	_ * 2	— * 3	<u>-</u>	_	_		

注記*1: 裕度が最小となる部位に対する評価を実施する。

|*2:逆止弁のため開機能維持又は閉機能維持のための動作機能確認済加速度を示す。

|*3:強制開閉装置のない逆止弁であり、構造強度評価部位がない。

該当する場合に記載する。

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が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。

代表モデルの選定結果及び全モデルの評価結果(重大事故等クラス2管であってクラス〇管)

							許容応	力状態 V	A S					
	配管モデル	一次応力				一次	+二次応え	h		疲労評価				
No.		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
					·									

「重大事故等クラス2管であってクラス1管」と「重大事故等クラス2管であってクラス1管以外」の評価結果は、分けて記載する。

添付 10-2-27