

東海第二発電所 審査資料	
資料番号	TKK補-III-7 改5
提出年月日	平成30年5月2日

東海第二発電所 劣化状況評価
(耐震安全性評価)

補足説明資料

平成30年5月2日
日本原子力発電株式会社

本資料のうち、枠囲みの範囲は、営業秘密又は
防護上の観点から公開できません。

目次

1. はじめに	1
2. 耐震安全性評価の目的	1
3. 評価対象機器	1
4. 耐震安全性評価の評価手順	2
5. 耐震安全性評価の概要	6
6. 耐震安全性評価内容及び結果	11
7. 耐震安全性評価のまとめ	24
8. 高経年化への対応	24
9. 審査基準適合性	24

参考：基準地震動の特性について	26
-----------------	----

別紙 1. 弁の動的機能維持評価について	30
別紙 2. 水平 2 方向を考慮した耐震評価について	39
別紙 3. 制御棒挿入性評価について	66
別紙 4. 工事計画認可申請の内容を踏まえ劣化状況評価の見直しがある場合の見直し 前後の相違点について	68
別紙 5. 建設後の耐震補強の実績について	69
別紙 6. 震災が評価に与える影響とその考え方について	136
別紙 7. 低サイクル疲労割れに対する耐震安全性評価について	148
別紙 8. 中性子照射脆化に対する耐震安全性評価について	159
別紙 9. 照射誘起型応力腐食割れに対する耐震安全性評価について	160
別紙 10. 主要 6 事象以外の経年劣化事象に対する耐震安全性評価	
別紙 10-1. シュラウドサポートの粒界型応力腐食割れに対する耐震安全性評価 について	161
別紙 10-2. 流れ加速型腐食に対する耐震安全性評価について	173
別紙 10-3. 機器付基礎ボルトの腐食に対する耐震安全性評価について	193
別紙 10-4. 後打ちアンカの耐震安全性評価について	107
別紙 11. 浸水防護施設の耐震安全性評価について	209

添付資料-1 V-2-6-2-1 制御棒の耐震性についての計算書

添付資料-2 V-2-3-3-1 燃料集合体の耐震性についての計算書

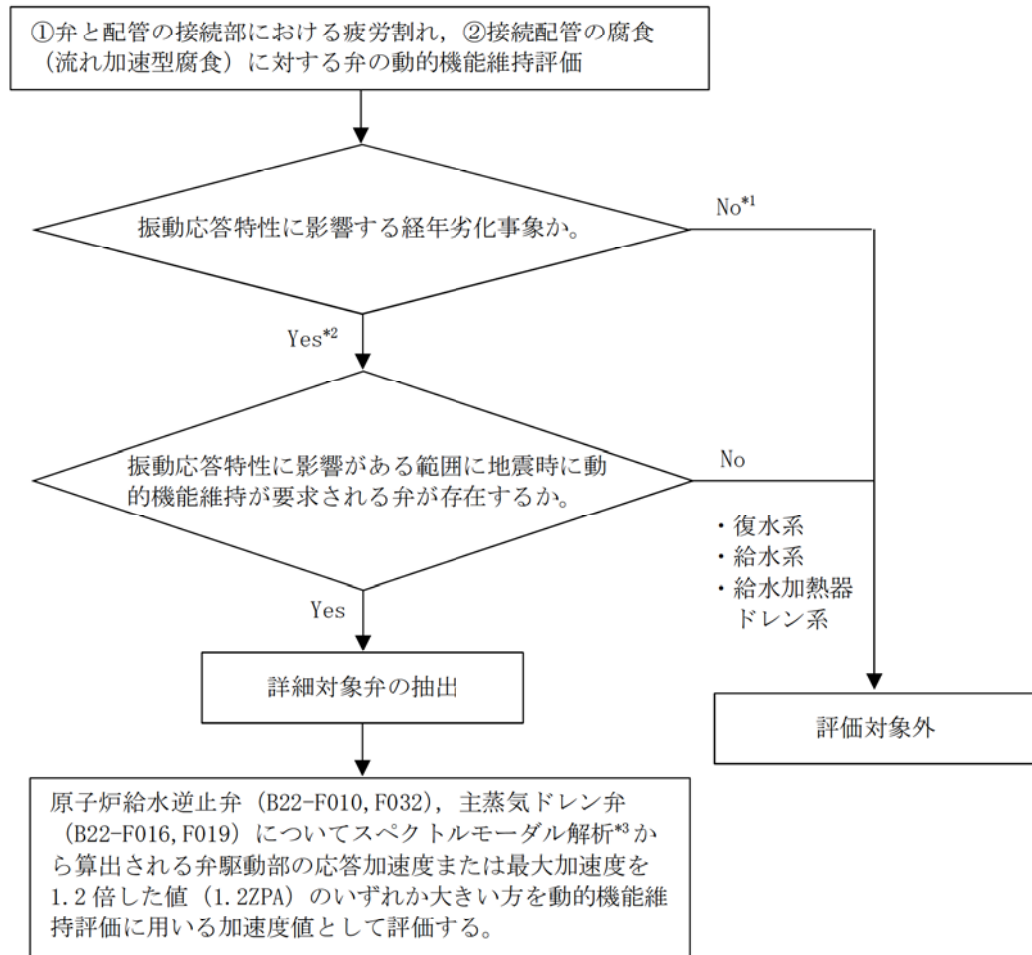
別紙

- 別紙 1. 弁の動的機能維持評価について
- 別紙 2. 水平 2 方向を考慮した耐震評価について
- 別紙 3. 制御棒挿入性評価について
- 別紙 4. 工事計画認可申請の内容を踏まえ劣化状況評価の見直しがある場合の見直し前後の相違点について
- 別紙 5. 建設後の耐震補強の実績について
- 別紙 6. 震災が評価に与える影響とその考え方について
- 別紙 7. 低サイクル疲労割れに対する耐震安全性評価について
- 別紙 8. 中性子照射脆化に対する耐震安全性評価について
- 別紙 9. 照射誘起型応力腐食割れに対する耐震安全性評価について
- 別紙 10. 主要 6 事象以外の経年劣化事象に対する耐震安全性評価
- 別紙 10-1. シュラウドサポートの粒界型応力腐食割れに対する耐震安全性評価について
- 別紙 10-2. 流れ加速型腐食に対する耐震安全性評価について
- 別紙 10-3. 機器付基礎ボルトの腐食に対する耐震安全性評価について
- 別紙 10-4. 後打ちアンカの耐震安全性評価について
- 別紙 11 浸水防護施設の耐震安全性評価のについて

弁の動的機能維持評価について

1. 動的機能維持評価の対象弁・経年劣化事象の抽出

地震時の応答加速度が機能確認済加速度以下であることを確認すべき対象を以下のとおり選定した。



*1: 疲労割れが生じた場合は、影響を与える可能性があるが、疲労累積係数が1以下であることを確認しているため、割れは発生せず、振動応答に影響を与える経年劣化事象ではない。

*2: 弁そのものの経年劣化事象ではないが、接続配管に流れ加速型腐食が生じた場合は、配管の振動応答特性の変化が弁の応答加速度に影響すると考えられる。

*3: 振動数領域として50Hzまで考慮した地震応答解析により算定する。

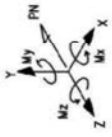
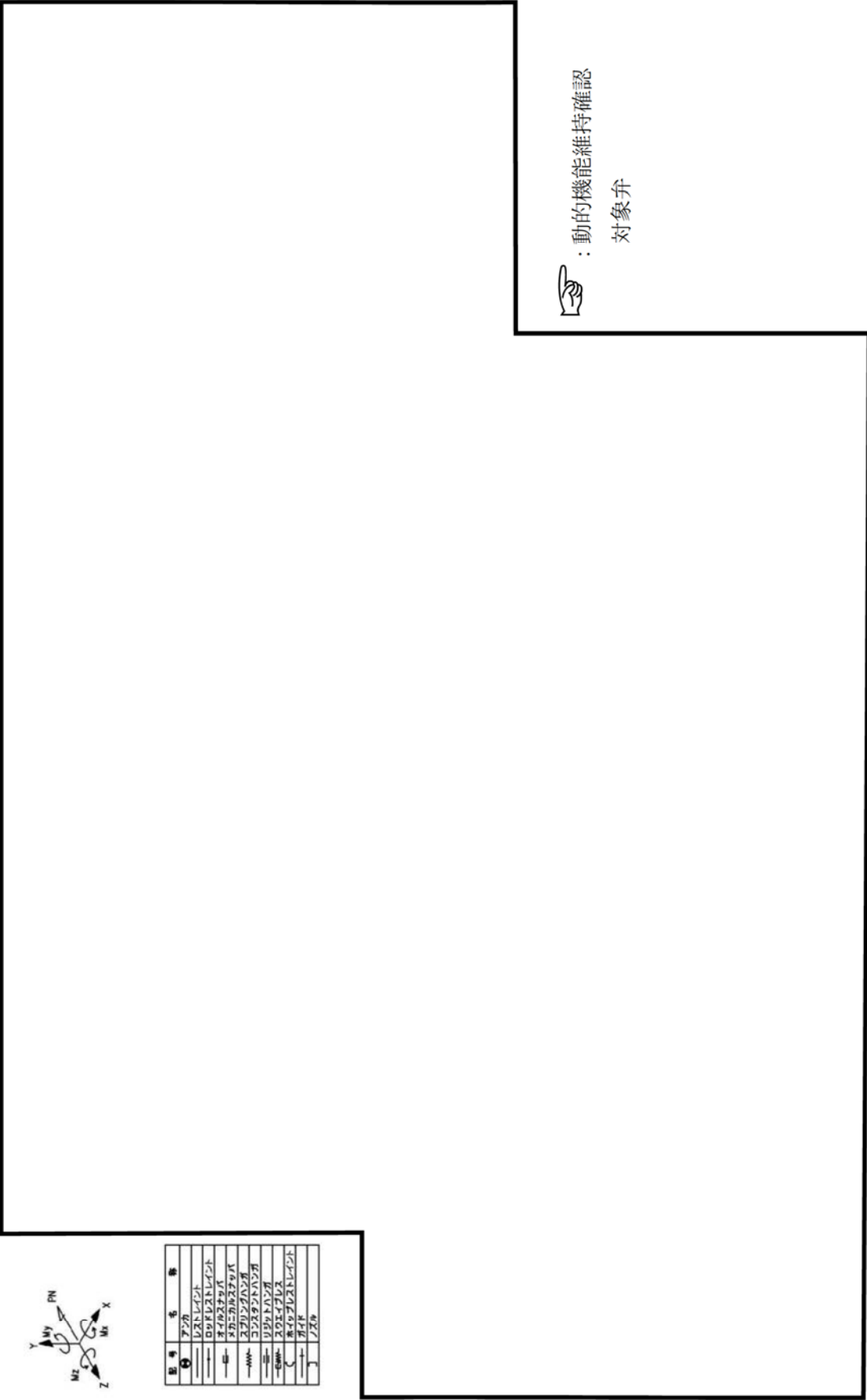
原子炉給水逆止弁，主蒸気ドレン弁に接続する原子炉系（蒸気部，純水部）配管の腐食（流れ加速型腐食）に係る減肉管理部位を必要最小肉厚まで一様に減肉させた，図 1～6 に示す解析モデルを用いて，計算機コード HISAP により FRS（基準地震動 Ss8 波包絡）によるスペクトルモーダル解析を実施し，対象弁における応答加速度を算出した。

これにより，地震時の応答加速度が機能確認済加速度を下回ることを確認した。評価結果を表 1 に示す。

表1 原子炉給水逆止弁, 主蒸気ドレン弁の動的機能維持評価結果

		逆止弁 (弁箱材料:炭素鋼, 内部流体:純水)				仕切弁 (弁箱材料:炭素鋼, 内部流体:蒸気)			
		原子炉系				原子炉系			
地震力	振動数 (Hz)	原子炉給水逆止弁 (B22-F010)		原子炉給水逆止弁 (B22-F032)		主蒸気ドレン弁*1 (B22-F016)		主蒸気ドレン弁*1 (B22-F019)	
		応答加速度 ($\times 9.8m/s^2$)	機能確認済加速度 ($\times 9.8m/s^2$)	応答加速度 ($\times 9.8m/s^2$)	機能確認済加速度 ($\times 9.8m/s^2$)	応答加速度 ($\times 9.8m/s^2$)	機能確認済加速度 ($\times 9.8m/s^2$)	応答加速度 ($\times 9.8m/s^2$)	機能確認済加速度 ($\times 9.8m/s^2$)
Ss	20	工認未反映のため追而とします							
		4.90	6.0	3.88	6.0	5.82	6.0	1.74	6.0
	50	評価未完のため追而とします。							
鉛直	20	工認未反映のため追而とします							
		3.37	6.0	1.31	6.0	1.24	6.0	1.01	6.0
	50	評価未完のため追而とします。							

* 1 : 「弁の技術評価書」における代表機器以外の弁



図号	名称
①	ファン
②	レストレイト
③	ロッドレストレイト
④	ブリスティング
⑤	ブリスティング
⑥	ブリスティング
⑦	ブリスティング
⑧	ブリスティング
⑨	ブリスティング
⑩	ブリスティング
⑪	ブリスティング
⑫	ブリスティング
⑬	ブリスティング
⑭	ブリスティング
⑮	ブリスティング
⑯	ブリスティング
⑰	ブリスティング
⑱	ブリスティング
⑲	ブリスティング
⑳	ブリスティング
㉑	ブリスティング
㉒	ブリスティング
㉓	ブリスティング
㉔	ブリスティング
㉕	ブリスティング
㉖	ブリスティング
㉗	ブリスティング
㉘	ブリスティング
㉙	ブリスティング
㉚	ブリスティング
㉛	ブリスティング
㉜	ブリスティング
㉝	ブリスティング
㉞	ブリスティング
㉟	ブリスティング
㊱	ブリスティング
㊲	ブリスティング
㊳	ブリスティング
㊴	ブリスティング
㊵	ブリスティング
㊶	ブリスティング
㊷	ブリスティング
㊸	ブリスティング
㊹	ブリスティング
㊺	ブリスティング
㊻	ブリスティング
㊼	ブリスティング
㊽	ブリスティング
㊾	ブリスティング
㊿	ブリスティング


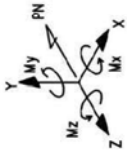
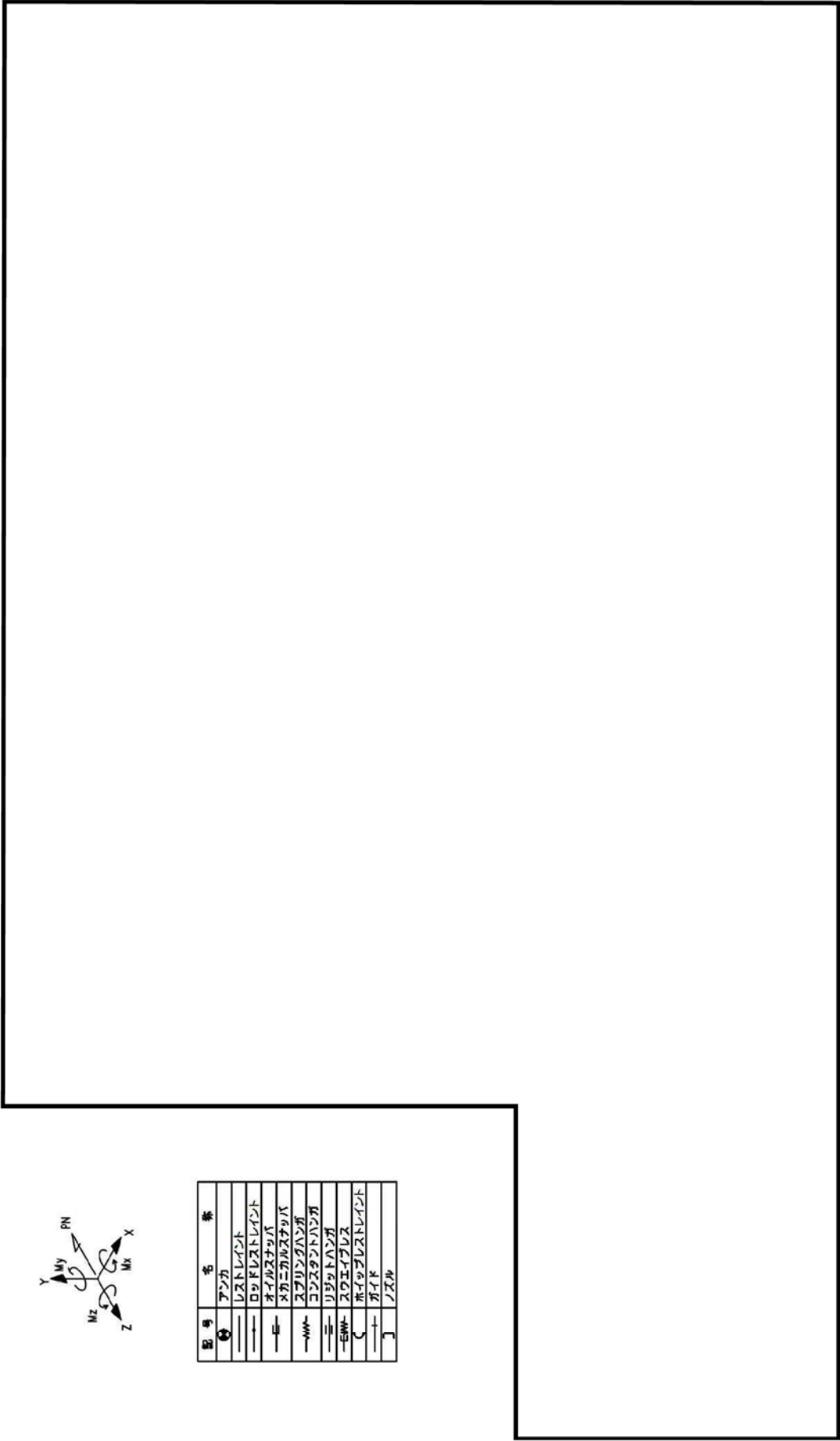
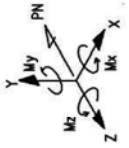
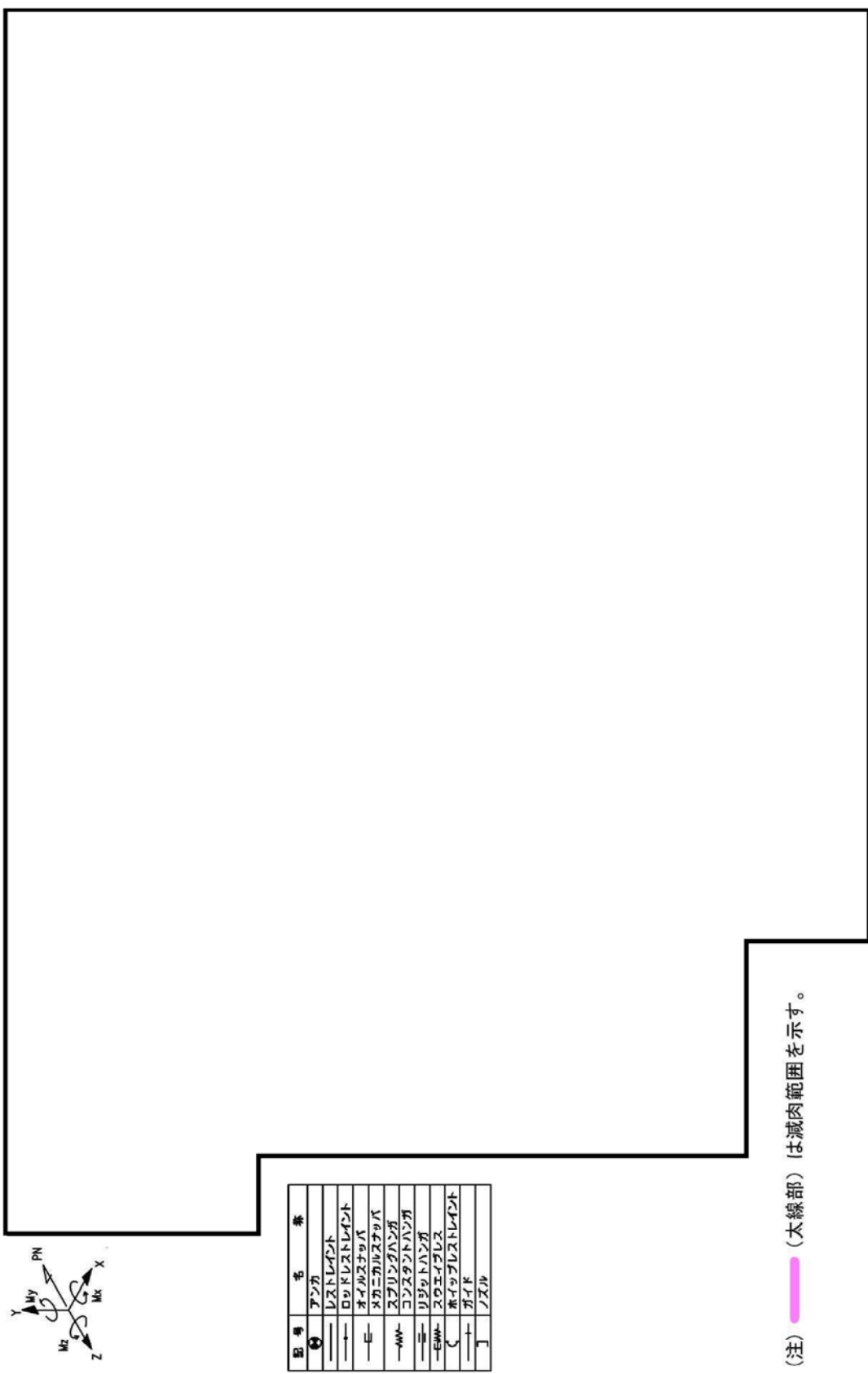

 : 動的機能維持確認
 対象弁

図2 原子炉系（純水部）B系配管（解析モデル）



記号	名称
○	アンカ
—	レストレイント
—	ロットレストレイント
—	オイルスタップ
—	メカニカルスタップ
—	スプリングハンダ
—	コンスタントハンダ
—	リフトハンダ
—	スウェイブレス
—	ワイブレストレイント
—	ガイド
—	ノズル

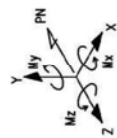
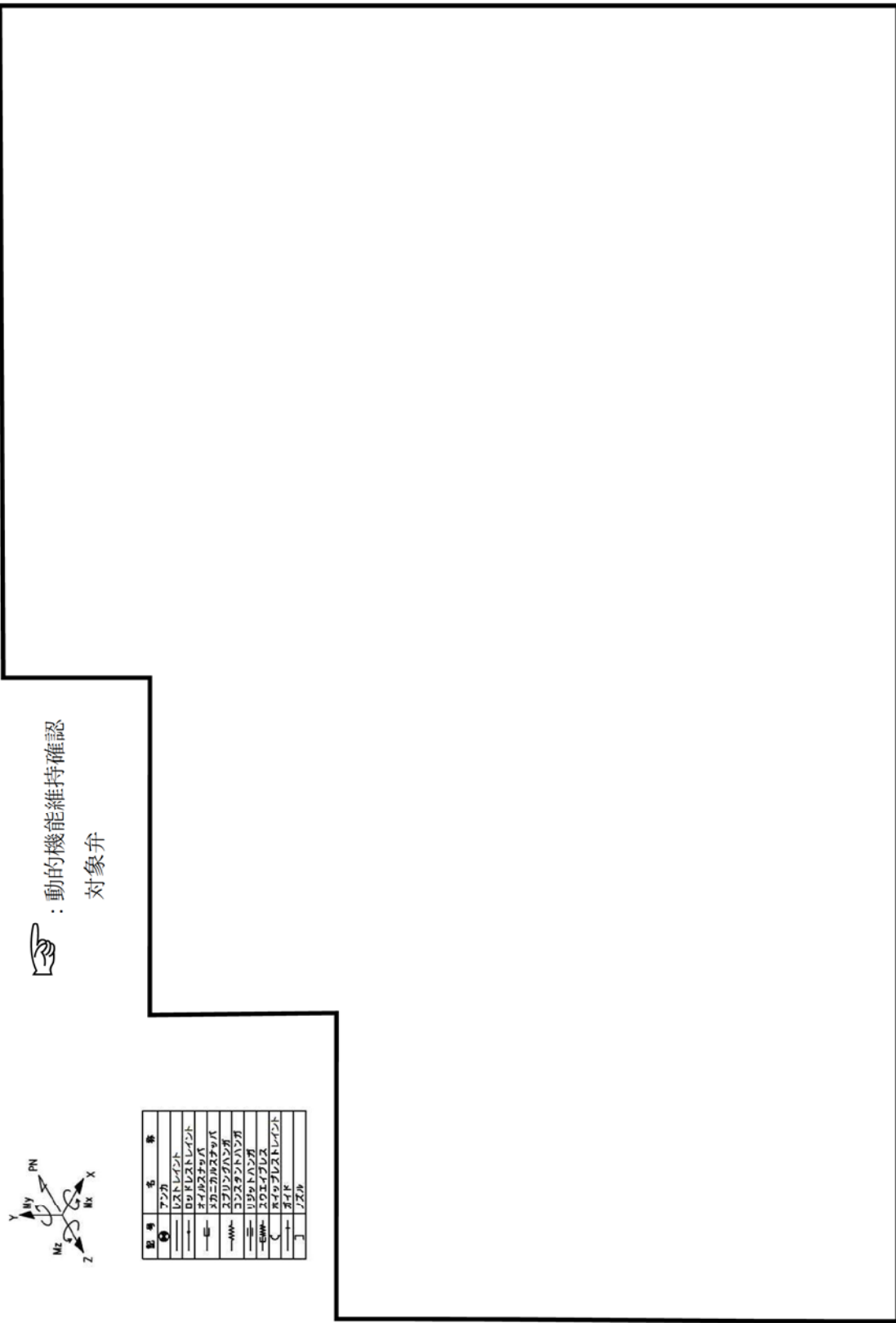
図3 原子炉系（蒸気部）配管（1/3）（原子炉格納容器内）（解析モデル）




記号	名称
○	ポンプ
—	レストレイント
→	ロットレストレイント
—E	オイルブナッパ
—AW	メカニカルスワッパ
—	スプリングハンダ
—	コンスタントハンダ
—EAW	リフトハンダ
—	スウェイブレス
—C	ホイップレストレイント
—	ガイド
—J	ノズル

(注) (太線部) は減肉範囲を示す。

図 4 原子炉系 (蒸気部) (原子炉格納容器内) 配管 (2/3) (解析モデル)




 : 動的機能維持確認
 対象弁

記号	名称
①	アソク
②	バネ
③	バネ
④	バネ
⑤	バネ
⑥	バネ
⑦	バネ
⑧	バネ
⑨	バネ
⑩	バネ
⑪	バネ
⑫	バネ
⑬	バネ
⑭	バネ
⑮	バネ
⑯	バネ
⑰	バネ
⑱	バネ
⑲	バネ
⑳	バネ
㉑	バネ
㉒	バネ
㉓	バネ
㉔	バネ
㉕	バネ
㉖	バネ
㉗	バネ
㉘	バネ
㉙	バネ
㉚	バネ
㉛	バネ
㉜	バネ
㉝	バネ
㉞	バネ
㉟	バネ
㊱	バネ
㊲	バネ
㊳	バネ
㊴	バネ
㊵	バネ
㊶	バネ
㊷	バネ
㊸	バネ
㊹	バネ
㊺	バネ
㊻	バネ
㊼	バネ
㊽	バネ
㊾	バネ
㊿	バネ

図6 原子炉系（蒸気部）（原子炉格納容器外）（1/1）（解析モデル）

水平 2 方向を考慮した耐震評価について

工事計画認可申請（平成 30 年 2 月補正申請）における水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価の評価部位に対し、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象が想定される場合は、経年劣化事象を考慮した水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を行う。

水平 2 方向を考慮した耐震評価については、工事計画認可申請（平成 30 年 2 月補正申請）にて水平 2 方向を考慮した耐震評価を行う設備を対象とする。評価方針を以下に示す。

1. 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価方針

機器・配管系において、水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮した場合に影響を受ける可能性がある設備（部位）の評価を行う。

評価対象は、耐震重要施設、常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故対処施設の機器・配管系並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する設備とする。

対象とする設備を機種ごとに分類し、それぞれの構造上の特徴により荷重の伝達方向、その荷重を受ける構造部材の配置及び構成等により水平 2 方向の地震力による影響を受ける可能性のある設備（部位）を抽出する。

構造上の特徴により影響の可能性のある設備（部位）は、水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響の検討を実施する。水平各方向の地震力が 1 : 1 で入力された場合の発生値を従来の評価結果の荷重又は算出応力等を水平 2 方向及び鉛直方向に整理して組み合わせる又は新たな解析等により高度化した手法を用いる等により、水平 2 方向の地震力による設備（部位）に発生する荷重や応力を算出する。

これらの検討により、水平 2 方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた荷重や応力の結果が従来の発生値と同等である場合は影響がある設備として抽出せず、従来の発生値を超えて耐震性への影響が懸念される場合は、設備が有する耐震性への影響を確認する。

設備が有する耐震性への影響が確認された場合は、詳細な手法を用いた検討等、新たに設計上の対応策を講じる。

水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響評価は、基準地震動 S_s を対象とするが、複数の基準地震動 S_s における地震動の特性及び包絡関係、地震力の包絡関係を確認し、代表可能である場合は代表の基準地震動 S_s にて評価する。また、水平各方向の地震動は、それぞれの位相を変えた地震動を用いることを基本とするが、保守的な手法を用いる場合もある。

2. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

機器・配管系において、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響を受ける可能性があり、水平 1 方向及び鉛直方向の従来評価に加え、更なる設計上の配慮が必要な設備について、構造及び発生値の増分の観点から抽出し、影響を評価する。影響評価は従来設計で用いている質点系モデルによる評価結果を用いて行うことを基本とする。影響評価のフローを第 1 図に示す。

なお、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を検討する際は、地震時に水平 2 方向及び鉛直方向それぞれの最大応答が同時に発生する可能性は極めて低いとした考え方である Square-Root-of-the-Sum-of-the-Squares 法（以下「最大応答の非同時性を考慮した SRSS 法」という。）又は組合せ係数法（1.0 : 0.4 : 0.4）を適用する。この組合せ方法については、現状の耐震評価は基本的におおむね弾性範囲でとどまる体系であることに加え、国内と海外の機器の耐震解析は、基本的に線形モデルにて実施している等類似であり、水平 2 方向及び鉛直方向の位相差は機器の応答にも現れることから、米国 Regulatory Guide 1.92 の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考としているものである。

① 評価対象となる設備の整理

耐震重要施設、常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する設備を評価対象とし、代表的な機種ごとに分類し整理する（第図 ①）。

② 構造上の特徴による抽出

機種ごとに構造上の特徴から水平 2 方向の地震力が重複する観点、もしくは応答軸方向以外の振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点にて検討を行い、水平 2 方向の地震力による影響の可能性がある設備を抽出する（図 1 ②）。

③ 発生値の増分による抽出

水平 2 方向の地震力による影響の可能性がある設備に対して、水平 2 方向の地震力が各方向 1 : 1 で入力された場合に各部にかかる荷重や応力を求め、従来の水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる設計に対して、水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮した発生値の増分を用いて影響を検討し、耐震性への影響が懸念される設備を抽出する。

また、建物・構築物及び屋外重要土木構築物の検討により、機器・配管系への影響の可能性がある部位が抽出された場合は、機器・配管系への影響を評価し、耐震性への影響が懸念される設備を抽出する。

影響の検討は、機種ごとの分類に対して地震力の寄与度に配慮し耐震裕度が小さい設備（部位）を対象とする（図 1 ③）。

④ 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響評価

③の検討において算出された荷重や応力を用いて、設備の耐震性への影響を確認する（図 1 ④）。

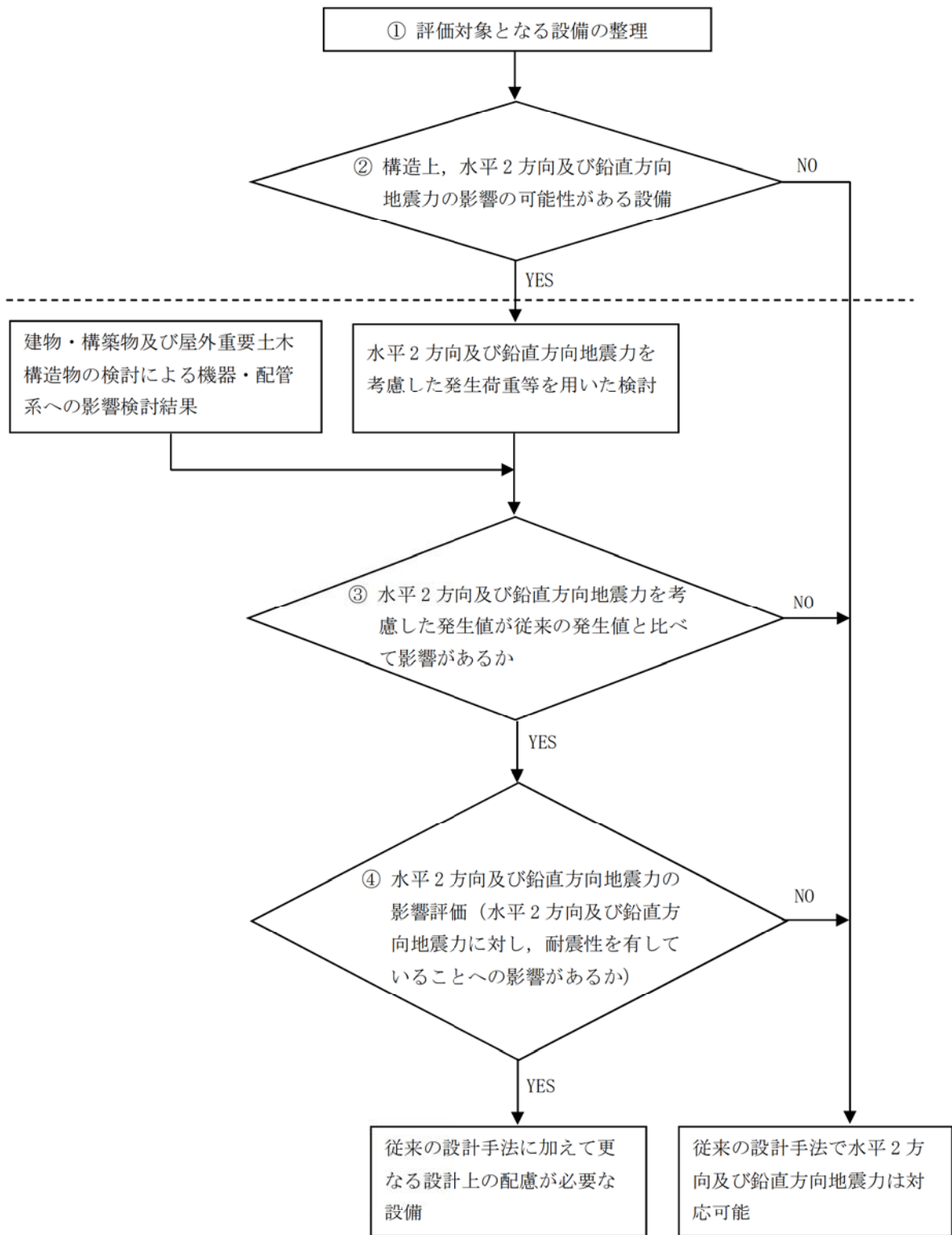


図1 水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮した影響評価フロー

3. 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価設備（部位）の抽出

評価対象設備を機種ごとに分類した結果を、表1に示す。機種ごとに分類した設備の各評価部位、応力分類に対し構造上の特徴から水平2方向の地震力による影響を水平2方向の地震力が重複する観点より検討し、影響の可能性のある設備を抽出した。

(1) 水平2方向の地震力が重複する観点

水平1方向の地震力に加えて、さらに水平直交方向に地震力が重複した場合、水平2方向の地震力による影響を検討し、影響が軽微な設備以外の影響検討が必要となる可能性があるものを抽出する。以下の場合、水平2方向の地震力により影響が軽微な設備であると整理した（別紙4.1参照）。なお、ここでの影響が軽微な設備とは、構造上の観点から発生応力への影響に着目し、その増分が1割程度以下となる機器を分類しているが、水平1方向地震力による裕度（許容応力/発生応力）が1.1未満の機器については個別に検討を行うこととする。

- a. 水平2方向の地震力を受けた場合でも、その構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの

横置き容器等は、水平2方向の地震力を想定した場合、水平1方向を拘束する構造であることや水平各方向で振動特性及び荷重の負担断面が異なる構造であることにより、特定の方向の地震力の影響を受ける部位であるため、水平1方向の地震力しか負担しないものとして分類した

- b. 水平2方向の地震力を受けた場合、その構造により最大応力の発生箇所が異なるもの
一様断面を有する容器類の胴板等は、水平2方向の地震力を想定した場合、それぞれの水平方向地震力に応じて応力が最大となる箇所があることから、最大応力の発生箇所が異なり、水平2方向の地震力を組み合わせても影響が軽微であるものとして分類した。その他の設備についても同様の理由から最大応力の発生箇所が異なり、水平2方向の地震力を組み合わせても影響が軽微であるものとして分類した。

- c. 水平2方向の地震力を組み合わせても水平1方向の地震による応力と同等と言えるもの

原子炉圧力容器スタビライザ及び格納容器スタビライザは、周方向8箇所を支持する構造で配置されており、水平1方向の地震力を6体で支持する設計としており、水平2方向の地震力を想定した場合、地震力を負担する部位が増え、また、最大反力を受けもつ部位が異なることで、水平1方向の地震力による荷重と水平2方向の地震力を想定した場合における荷重が同等になるものであり、水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等のものと分類した。

スタビライザと同様の支持方式を有するその他の設備についても、同様の理由から水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同様のものと分類した。

d. 従来評価において、水平2方向の考慮をした評価を行っているもの

蒸気乾燥器支持ブラケット等は、従来評価において、水平2方向地震を考慮した評価を行っているため、水平2方向の影響を考慮しても影響がないものとして分類した。

(2) 水平方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点

水平方向とその直交方向が相関する振動モードが生じることで優位な影響が生じる可能性のある設備を抽出する。

機器・配管系設備のうち、水平方向の各軸方向に対して均等な構造となっている機器は、評価上有意なねじれ振動は生じない。

一方、3次元的な広がりを持つ配管系等は、系全体として考えた場合、有意なねじれ振動が発生する可能性がある。しかし、水平方向とその直交方向が相関する振動が想定される設備は、従来設計より3次元のモデル化を行っており、その振動モードは適切に考慮した評価としているため、この観点から抽出される機器は無かった。

(3) 水平1方向及び鉛直方向地震力に対する水平2方向及び鉛直方向地震力の増分の観点

(1)及び(2)にて影響の可能性のある設備について、水平2方向の地震力が各方向1:1で入力された場合に各部にかかる荷重や応力を求め、従来の水平1方向及び鉛直方向地震力の設計手法による発生値と比較し、その増分により影響の程度を確認し、耐震性への影響が懸念される設備を抽出した。

水平1方向に対する水平2方向の地震力による発生値の増分の検討は、機種毎の分類に対して地震力の寄与度に配慮し耐震裕度が小さい設備（部位）を対象とする。別紙4.4に対象の考え方を示し、別紙1.4表に(1)及び(2)において抽出された設備のうち対象とした部位や応力分類の詳細を示す。水平2方向の地震力の組合せは米国 Regulatory Guide 1.92の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考として非同時性を考慮したSRSS法により組合せ、発生値の増分を算出する。増分の算出は、従来の評価で考慮している保守性により増分が低減又は包絡されることも考慮する。算出の方法を以下に示す。

- ・ 従来の評価データを用いた簡易的な算出では、地震・地震以外の応力に分離可能なものは地震による発生値のみを組み合わせ後、地震以外による応力と組み合わせで算出する。
- ・ 設備（部位）によっては解析等で求められる発生荷重より大きな設計荷重を用いているものもあるため、設計荷重が上記組合せによる発生値を上回ることを確認したものは、水平2方向の地震力による発生値の増分はないものとして扱う。

- ・ 応答軸が明確な設備で、設備の応答軸の方向あるいは厳しい応力が発生する向きへ地震力を入力している場合は、耐震性への影響が懸念されないものとして扱う。

今回の耐震計算では、一部設備については、建物・構築物、土木構造物及び建屋—機器連成解析モデルにおける地震応答解析から得られる最大応答加速度（ZPA）、設計用床応答曲線及び地震荷重（せん断力、モーメント及び軸力）に係数倍した耐震評価条件（以下、本資料では「設計用地震力」という。）を用いている。水平2方向の地震力は、水平方向の地震力に対する方向性を踏まえれば、水平1方向の地震力を $\sqrt{2}$ 倍以上した地震力を耐震評価条件とすれば、水平2方向の地震力による増分を考慮したといえる。これより、 $\sqrt{2}$ 倍以上の設計用地震力を適用した設備については、水平2方向及び鉛直方向による地震力に対する影響の懸念はないと整理する。

表 1(1/4) 水平 2 方向入力の影響検討対象設備

設 備		部 位
炉心支持構造物	炉心シュラウド	上部胴 下部胴 下部胴
	シュラウドサポート	レグ シリンダプレート 下部胴
	上部格子板	グリッドプレート
	炉心支持板	補強ビーム 支持板
	燃料支持金具	中央燃料支持金具 周辺燃料支持金具
	制御棒案内管	長手中央部 下部溶接部
原子炉圧力容器	胴板 下鏡	鏡板 下鏡 下鏡と胴板の接合部 下鏡とスカートとの接合部
	制御棒駆動機構ハウジング貫通部	スタブチューブ ハウジング 下部鏡板リガメント
	中性子計測ハウジング貫通部	ハウジング
	ノズル	各部位
	ブラケット類	原子炉圧力容器スタビライザブラケット スチームドライヤサポートブラケット 炉心スプレイブラケット 給水スパージャブラケット
原子炉圧力容器支持構造物	原子炉圧力容器支持スカート	スカート
	原子炉圧力容器基礎ボルト	基礎ボルト
原子炉圧力容器付属構造物	原子炉圧力容器スタビライザ 原子炉格納容器スタビライザ	各部位 ボルト
	制御棒駆動機構ハウジング支持金具	レストレイントビーム ボルト
	蒸気乾燥器	ユニットサポート 耐震用ブロック
原子炉圧力容器内部構造物	気水分離器及びスタンドパイプ	各部位
	シュラウドヘッド 中性子束案内管	各部位
	スパージャ 炉内配管	各部位
	ジェットポンプ	ライザ ディフューザ ライサブレース

表 1 (2/4) 水平 2 方向入力の影響検討対象設備

設 備		部 位
貯蔵ラック (共通ベース含む)		ラック部材
		基礎ボルト ラック取付ボルト
乾式貯蔵容器		各部位
四脚たて置き円筒形容器		胴板
		脚
横置円筒形容器		胴板
		脚
		基礎ボルト
立形ポンプ		コラムパイプ パレルケーシング
		基礎ボルト 取付ボルト
ECCS ストレーナ		各部位
横形ポンプ ポンプ駆動用タービン 海水ストレーナ 空調ファン 空調ユニット 空気圧縮機		基礎ボルト 取付ボルト
制御棒駆動機構		各部位
水圧制御ユニット		フレーム
		基礎ボルト
平底たて置円筒容器		胴板
		基礎ボルト
核計装設備		各部位
伝送器 (壁掛)		取付ボルト
伝送器 (円形吊下)		取付ボルト
制御盤		取付ボルト
原子炉格納容器	サブプレッションチェンバ底部ライナ	ライナプレート リングガータ部
	ドライウェル円錐部及びサブプレッションチェンバ円筒部シェル部及びサンドクッション部	各部位
	ドライウェルビームシート	各部位 ビームシート

表 1(3/4) 水平 2 方向入力の影響検討対象設備

設 備		部 位
原子炉格納容器	ドライウェル上部シアラグ 及びスタビライザ ドライウェル下部シアラグ 及びスタビライザ	各部位
		上部シアラグと格納容器胴との接合部 下部シアラグと格納容器胴との接合部
	機器搬入用ハッチ 所員用エアロック サブプレッション・チェンパ アクセスハッチ	本体と補強板との接合部 補強板と格納容器胴一般部との接合部
	原子炉格納容器胴アンカー 部	各部位
		コンクリート
	配管貫通部	原子炉格納容器胴とスリーブとの接合部
	電気配線貫通部	スリーブ付根部
補強板付根部		
ダイヤフラムフロア	基礎コンクリートスラブ	
	大梁 小梁	
	柱	
	シアコネクタ	
ベント管	上部 ブレイジング部	
格納容器スプレイヘッド	スプレイ管部 ティー部 案内管部	
可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ	ブレース	
	ベース取付溶接部	
ディーゼル発電機	基礎ボルト 取付ボルト	
プレート式熱交換器	側板	
	脚	
	基礎ボルト	
ラグ支持たて置き円筒形容器	胴板	
	振れ止め シアラグ	
	取付ボルト	
その他電源設備	取付ボルト	
配管本体, サポート (多質点梁モデル解析)	配管, サポート	

表 1(4/4) 水平 2 方向入力の影響検討対象設備

設 備	部 位
矩形構造の架構設備（静的触媒式水素再結合装置、 架台を含む）	各部位
通信連絡設備（アンテナ）	基礎ボルト
水位計	取付ボルト
温度計	溶接部
監視カメラ	取付ボルト
	据付部材
貫通部止水処置	シール材
浸水防止蓋	蓋
	基礎ボルト
逆流防止逆止弁	各部位
原子炉ウェル遮へいプラグ	本体
原子炉本体の基礎	円筒部 中間スラブ
	下層円筒基部
燃料取替機	燃料取替機構造物フレーム ブリッジ脱線防止ラグ(本体) トロリ脱線防止ラグ(本体) 走行レール 横行レール
	ブリッジ脱線防止ラグ(取付ボルト) トロリ脱線防止ラグ(取付ボルト)
	吊具
建屋クレーン	クレーン本体ガード
	落下防止金具
	トロリストoppa
	トロリ
	吊具
原子炉遮蔽	一般胴部 開口集中部

表 2 (1/15) 水平 2 方向入力の影響有無整理結果

② 機器・配管系の耐震評価における水平 2 方向入力の影響有無整理結果

表 1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平 2 方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4 項(1)に対応)	影響程度とした分類 A: 水平 2 方向の地震力を受けた場合でも、構造上より水平 1 方向の地震力しか負担しないもの。 B: 水平 2 方向の地震力を受けた場合、構造上より最大応力点の発生箇所が異なるもの。 C: 水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも 1 方向の地震力による応力と同等といえるもの。 D: 従来評価にて、水平 2 方向の地震力を考慮しているもの。	①-1 の影響有無の説明	①-2 水平 2 方向とその直交方向が相関する地動モード (おなじ振動モード) が生じる地点 (3.2.4 項(2)に対応)	左記の振動モードとの影響がないこと、理由 新たな応力成分の発生しない理由 ×: 発生しない ○: 発生する
炉心支持構造物	炉心シユラウド	一次一般横応力	△	B	評価部位は円形の一樣断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点が変わる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】	×	-
		一次横応力+一次曲げ応力	△	B	同上		
		支圧応力	△	C	鉛直荷重のみ作用し、水平荷重が作用しないため、水平 2 方向入力の影響はない。		
	シユラウドサポート	一次一般横応力	△	B	評価部位は円筒状であるため、水平地震の方向毎に最大応力点が変わる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】		
		一次横応力+一次曲げ応力	△	B	同上		
		軸圧縮応力	△	B	同上	×	-
	上部格子板	一次一般横応力	△	B	評価部位は円形の一樣断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点が変わる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】		
		一次横応力+一次曲げ応力	△	B	同上		
		一次一般横応力	△	B	評価部位は格子構造であることから、水平地震の方向毎に最大応力点が変わる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。	×	-
	炉心支持板	一次一般横応力	△	B	評価部位は円形の一樣断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点が変わる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】		
		一次横応力+一次曲げ応力	△	B	同上	×	-
		一次一般横応力	△	B	水平地震の方向毎に最大応力点が変わる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。		
燃料支持金具	一次一般横応力	△	B	評価部位は円形の一樣断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点が変わる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】	×	-	
	一次横応力+一次曲げ応力	△	B	同上			
	一次一般横応力	△	B	評価部位は円形の一樣断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点が変わる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】	×	-	
制御棒案内管	一次一般横応力	△	B	評価部位は円形の一樣断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点が変わる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】			
	一次横応力+一次曲げ応力	△	B	同上	×	-	
	一次一般横応力	△	B	評価部位は円形の一樣断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点が変わる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】			
原子炉圧力容器	筒板下縁	一次一般横応力	△	B	評価部位は円形の一樣断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点が変わる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】	×	-
	筒板下縁とスカーポートの接合部	一次+二次応力	△	B	同上		
	一次+二次+トビーク応力	△	B	同上			

表 2 (2/15) 水平 2 方向入力の影響有無整理結果

② 機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響有無整理結果

表 1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平 2 方向の地震力の有無 (3.2.4項(1)に対応)	影響程度とした分類 A: 水平 2 方向の地震力を受けた場合でも、構造が崩壊しなかったもの B: 水平 2 方向の地震力を受けた場合、構造が崩壊するもの C: 水平 2 方向の地震力を受けた場合でも 1 方向の地震力による応力と同程度と評価されるもの D: 従来評価にて、水平 2 方向の地震力を考慮しているもの	①-1 水平 2 方向の地震力の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○: 影響あり △: 影響無効	影響程度とした分類 A: 水平 2 方向の地震力を受けた場合でも、構造が崩壊しなかったもの B: 水平 2 方向の地震力を受けた場合、構造が崩壊するもの C: 水平 2 方向の地震力を受けた場合でも 1 方向の地震力による応力と同程度と評価されるもの D: 従来評価にて、水平 2 方向の地震力を考慮しているもの	①-1 の影響有無の説明	①-2 水平 2 方向とその直交方向が相関する振動モード (ねじれ振動等) が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)	左記の振動モードの影響がないことの原因 ×: 発生しない ○: 発生しないことの原因
原子炉圧力容器	制御棒駆動機構ハウジング貫通部	一次一般縦応力	△	B	評価部位は円形の一種断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点が必要なる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】	同上	①-1 の影響有無の説明	×	-
		一次縦応力+一次曲げ応力	△	B	同上	同上			
		一次+二次応力	△	B	同上	同上			
		一次+二次+ピーク応力	△	B	同上	同上			
	中柱・計測ハウジング貫通部	圧縮 (軸圧縮)	△	B	同上	評価部位は円形の一種断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点が必要なる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】	同上	×	-
		一次一般縦応力	△	B	同上	同上			
		一次縦応力+一次曲げ応力	△	B	同上	同上			
		一次+二次応力	△	B	同上	同上			
	各部位	一次一般縦応力	○	-	-	評価においては 3 次元的に配置されている接続配管の応答を使用しており、接続配管において地震入力方向に対する直角方向の応答が生じるため、水平 2 方向入力の影響がある。	同上	○	3次元はりモデルの応答解析結果(配管反力)を用い、耐震評価を実施している。
		一次+二次応力	○	-	-	同上	同上		
原子炉圧力容器スタビライザブラケット	一次一般縦応力	△	△	C	水平方向の地震荷重を分散して負担する多角形配置の構造となっているため、水平 2 方向の地震荷重が同時に作用した場合においても方向毎にその地震荷重は分担される。したがって、水平 2 方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料 1】	同上	×	-	
	一次縦応力+一次曲げ応力	△	△	C	同上	同上			
	一次一般縦応力	△	△	D	水平 2 方向入力時の地震力を 4 つのブラケットのうち 2 つで分担した荷重を方向毎に考慮した評価を行っている。【補足説明資料 2】	同上			
	一次縦応力+一次曲げ応力	△	△	D	同上	同上			
ブラケット類	スタートドライブヤードブラケット	一次一般縦応力	△	D	評価においては 3 次元的に配置されている炉内配管の応答を使用しており、炉内配管において地震入力方向に対する直交方向の応答が生じるため、水平 2 方向入力の影響がある。	同上	×	-	
		一次一般縦応力	○	-	-	同上			
	炉心スプレイレイブラケット	一次一般縦応力+一次曲げ応力	○	-	-	同上			同上

表 2 (3/15) 水平 2 方向入力の影響有無整理結果

②_機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響有無整理結果

表 1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平 2 方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平 2 方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平 1 方向の地震力しか負担しないもの B：水平 2 方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平 2 方向の地震を組み合わせても 1 方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて、水平 2 方向の地震力を考慮しているもの	①-1 の影響有無の説明	①-2 水平 2 方向とその直交方向が相関する振動モード(おじれ振動等)が生じる観点(3.2.4項(2)に対応)		
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ○：発生する	上記の振動モードの影響がない理由 新たな応力成分が発生しないこととの理由	
原子炉圧力容器	給水スパーチャブラケット	一次一般応力	○	—	評価においては 3 次元的に配置されている炉内配管の応答を使用しており、炉内配管において地震入力方向に対する直交方向の応答が生じるため、水平 2 方向入力の影響がある。	×	—	
		一次断応力	○	—		×	—	
		一次一般応力	△	B		評価位置は円形の一様断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力が異なる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせ合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】	×	—
		一次断応力+一次曲げ応力	△	B		同上	×	—
		一次+二次応力	△	B		同上	×	—
原子炉圧力容器支持スカート	スカート	一次+二次+ビーク応力	△	B	同上	×	—	
		屈曲(軸圧縮)	△	B	同上	×	—	
		引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震の方向毎に最大応力の発生点が変わる。したがって水平 2 方向の影響は軽微である。	×	—	
		せん断応力	△	C	水平 2 方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平 2 方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。	×	—	
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平 2 方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平 2 方向の影響は軽微である。	×	—	
原子炉圧力容器基礎ボルト	基礎ボルト	引張応力	△	C	水平方向の地震荷重を分散して負担する多角形配置の構造となっているため、水平 2 方向の地震荷重が同時に作用した場合においても方向毎にその地震荷重は分散される。したがって、水平 2 方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料 1】	×	—	
		せん断応力	△	C	同上	×	—	
		圧縮応力	△	C	同上	×	—	
		曲げ応力	△	C	同上	×	—	
		組合せ応力	△	C	同上	×	—	
原子炉圧力容器支持構造物	ボルト	引張応力	△	C	水平方向の地震荷重を分散して負担する多角形配置の構造となっているため、水平 2 方向の地震荷重が同時に作用した場合においても方向毎にその地震荷重は分散される。したがって、水平 2 方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料 1】	×	—	

表 2 (4/15) 水平 2 方向入力の影響有無整理結果

② 機器・配管系の耐震評価における水平 2 方向入力の影響有無整理結果

表 1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1. 水平 2 方向の地震力の重複による影響の有無 (注: ①: 頭(1)に対応) ○: 影響あり △: 影響軽微	影響軽微とした分類 A: 水平 2 方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平 1 方向の地震力しか負担しないもの B: 水平 2 方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C: 水平 2 方向の地震力を組み合わせても 1 方向の地震による応力と同等と見なせるもの D: 従来評価にて、水平 2 方向の地震力を考慮しているもの	①-1 の影響有無の説明	①-2. 水平 2 方向とその直交方向が同時に振動モード(わがれ振動モード)が生じる観点(3.2.4項(2)に対応)		
						振動モード及びびびり成分の発生有無 ×: 発生しない ○: 発生する	左記の振動モードの影響がない新たな応力成分が発生しないこととの理由 ×: 発生しない ○: 発生する	
①-1	レストレイントビーム	せん断応力	△	水平方向地震が作用する際に、加振軸上に最大応力が発生する。水平 2 方向の地震力が同時に作用した場合においても、それぞれ方向の加振軸上に最大応力が発生する。したがって、水平 2 方向入力の影響は軽微である。	同上			
		圧縮応力	△	同上				
	ボルト	曲げ応力	△	同上	同上	水平方向地震が作用する際に、加振軸上に最大応力が発生する。水平 2 方向の地震力が同時に作用した場合においても、それぞれ方向の加振軸上に最大応力が発生する。したがって、水平 2 方向入力の影響は軽微である。	×	-
		引張応力	△	同上				
		せん断応力	△	同上				
		組合せ応力	△	同上				
	ユニットサポート	一次一般縦応力	△	従来評価で評価が軽くなる方向に地震荷重を与えているため、水平 2 方向入力も考慮しても水平 1 方向の地震荷重と同等となる。したがって水平 2 方向の影響は軽微である。	同上	同上	×	-
		一次縦応力+一次曲げ応力	△	同上				
	耐震用ブロック	せん断応力	△	地震の水平力は 4 箇所の耐震用ブロックのうち相対する 2 箇所で作られるものとして評価しているが、水平 2 方向入力では 4 箇所の耐震用ブロックに荷重が分担されるため、水平 2 方向入力の影響は軽微である。	耐震部位は田形の一様断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点が発生する。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料-3】	同上	×	-
		軸直力	△	同上				
気水分離器及びスタンドパイプ	水平力	△	同上	同上	評価部位は田形の一様断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点が発生する。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料-3】	×	-	
	モーメント	△	同上					
	一次一般縦応力	△	同上					
原子炉圧力容器内部構造物	一次縦応力+一次曲げ応力	△	同上	同上	3 次元的に配置されているため、水平それぞれの方向の地震力に対し、各方向で応力が発生する。したがって、水平 2 方向入力の影響がある。	×	-	
	一次一般縦応力	○	同上					
スパーージャケット配管	一次縦応力+一次曲げ応力	○	同上	同上	従来より、3次元はリモデルの応答解析結果を用いて、耐震評価を実施しており、重ね合わせても耐震評価に用いる向きの荷重として算出される。	○		
	一次縦応力+一次曲げ応力	○	同上					

表2 (5/15) 水平2方向入力の影響有無整理結果

② 機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響有無整理結果

表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震力と水平1方向の地震力による応力と同等といえるもの D：従来評価にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの	①-1の影響有無の説明	①-2 水平2方向とその直交方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)	①-2 振動モード及びび新たな応力成分の発生有無 △：発生しない ○：発生する	①-2 左記の振動モードの新たな応力成分が新たな応力成分が生成しないことと理由 ○：新たな応力成分が生成しないことと理由
ジェットポンプ	ライザ ダイフューザ ライサブレース	一次一般応力	○	-	①-1の影響有無の説明 非対象構造であるため3次元モデルを用いた解析を行っており、水平地震力に対する発生応力が入力方向毎に異なる。したがって、水平2方向入力の影響がある。	○	従来より、3次元解析結果を用いて、耐震評価を実施している。	
		一次せん断応力+一次曲げ応力	○	-				
耐震ラック (共通ベース含む)	ラック部材	引張応力	○	-	水平それぞれ方向における評価において、最大応力発生箇所は異なるものの、円筒状の一種断面でないため、発生応力は積算される。したがって、水平2方向入力の影響がある。	○	3次元有限要素法を用いて、耐震評価を実施している。	
		せん断応力	○	-				
		組合せ応力	○	-				
		引張応力	△	C				
		せん断応力	△	C				
	基礎ボルト ラック取付ガルト	組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。	×	-	
		一次一般応力	△	B				
		一次せん断応力+一次曲げ応力	△	B				
		一次+二次応力	△	B				
		一次+二次+ヒーク応力	△	B				
各部位 (支持構造等以外)	せん断応力	△	B	せん断は矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応力の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	-		
	支圧応力	△	B					
	引張応力	△	B					
	せん断応力	△	B					
	支圧応力	△	B					
乾式貯蔵容器	各部位 (支持構造等 (ボルト以外))	引張応力	△	B	評価部位は円筒の一種断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点の発生点も異なる。したがって、評価部位の最大応力点も水平地震の方向毎に異なるため、水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料3】	×	-	
		せん断応力	△	B				
		圧縮応力	△	B				
		曲げ応力	△	B				
		支圧応力	△	B				
		組合せ応力	△	B				
		組合せ応力	△	B				

表 2 (6/15) 水平 2 方向入力の影響有無整理結果

② 機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響有無整理結果

表 1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平 2 方向の地震力の重畳による影響 (S.2.4項(1)に対応)	影響程度とした分類	説明	①-2 水平 2 方向とその直交方向が相関する振動モード (おおよそ振動モード) が生じる観点 (S.2.4項(2)に対応)		
立形ポンプ	ボルト	平均引張応力	△	B	ボルトは円筒状に配置され、水平地震の方向毎に最大応力の発生点が変わる。したがって水平 2 方向の影響は軽微である。	振動モード及びび新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ○：発生する		
		平均引張応力+曲げ応力	△	B	同上	×		
		一次+二次+ピーク応力	△	B	同上			
		一次一般値	○	-	評価点が無影響の箇所であり、1方向の地震においても軸直角方向の評価点へも影響が生じることから、2方向入力の影響がある。			
		一次最大応力+一次曲げ応力	○	-	同上	×		
		一次+二次応力	○	-	同上			
		組合せ	○	-	評価点が無影響の箇所であり、1方向の地震においても軸直角方向の評価点へも影響が生じることから、2方向入力の影響がある。			
		座屈	○	-	同上			
		一次一般値	△	A	水平 2 方向が同時に作用した場合においても、引張と座屈の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。			
		一次最大応力+一次曲げ応力	△	A	同上	×		
横置円筒形容器	脚	組合せ	△	A	水平 2 方向が同時に作用した場合においても、引張と座屈の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。			
		一次最大応力	△	A	同上			
		一次最大応力+一次曲げ応力	△	A	同上			
		一次+二次応力	△	A	同上			
		組合せ	△	A	水平 2 方向が同時に作用した場合においても、引張と座屈の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。			
		引張応力	△	A	水平 2 方向が同時に作用した場合においても、引張と座屈の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。			
		せん断応力	△	C	せん断方向に作用する地震力に比べて引張応力を検討した結果、水平 2 方向の地震力におけるせん断応力の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料 6】			
		組合せ	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平 2 方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平 2 方向の影響は軽微である。			
		一次一般値	△	B	評価点は円筒の一端断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点が変わる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】			
		引張応力	△	B	ボルトは円筒状に配置され、水平地震の方向毎に最大応力の発生点が変わる。したがって水平 2 方向の影響は軽微である。	○		
立形ポンプ	コラムベース/ハレラクーリング	一次一般値	△	B	評価点は円筒の一端断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点が変わる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。			
		引張応力	△	B	ボルトは円筒状に配置され、水平地震の方向毎に最大応力の発生点が変わる。したがって水平 2 方向の影響は軽微である。			
		せん断応力	△	C	せん断方向に作用する地震力に比べて引張応力を検討した結果、水平 2 方向の地震力におけるせん断応力の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。			
		組合せ	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平 2 方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平 2 方向の影響は軽微である。			
		一次最大応力+一次曲げ応力	△	D	水平 2 方向の組合せを考慮した評価を実施している。	×		
		立形ポンプ	基礎ボルト取付ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円筒状に配置され、水平地震の方向毎に最大応力の発生点が変わる。したがって水平 2 方向の影響は軽微である。	
				せん断応力	△	C	せん断方向に作用する地震力に比べて引張応力を検討した結果、水平 2 方向の地震力におけるせん断応力の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。	
				組合せ	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平 2 方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平 2 方向の影響は軽微である。	
				一次最大応力+一次曲げ応力	△	D	水平 2 方向の組合せを考慮した評価を実施している。	×
				引張応力	△	B	ボルトは円筒状に配置され、水平地震の方向毎に最大応力の発生点が変わる。したがって水平 2 方向の影響は軽微である。	
せん断応力	△			C	せん断方向に作用する地震力に比べて引張応力を検討した結果、水平 2 方向の地震力におけるせん断応力の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。			
組合せ	△			C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平 2 方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平 2 方向の影響は軽微である。			
一次最大応力+一次曲げ応力	△			D	水平 2 方向の組合せを考慮した評価を実施している。	×		
引張応力	△			B	ボルトは円筒状に配置され、水平地震の方向毎に最大応力の発生点が変わる。したがって水平 2 方向の影響は軽微である。			
せん断応力	△			C	せん断方向に作用する地震力に比べて引張応力を検討した結果、水平 2 方向の地震力におけるせん断応力の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。			

表 2 (7/15) 水平 2 方向入力の影響有無整理結果

② 機器・配管系の耐震評価における水平 2 方向入力の影響有無整理結果

表 1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1、水平 2 方向の地震力の重複による影響の有無(1)に対応 ②、影響あり ③、影響なし ④、影響不明	影響程度とした分類 A：水平 2 方向の地震力を合わせた場合でも、構造により水平 1 方向の地震力が負担しないもの B：水平 2 方向の地震力を合わせた場合、影響がなくなる C：水平 2 方向の地震力を合わせた場合、影響がなくなる D：従来評価にて、水平 2 方向の地震力を考慮しているもの	①-1、水平 2 方向との直交方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)	①-2 水平 2 方向との直交方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)
構形ポンプ ポンプ駆動用タービン 溶水ストレーナ 空調ファン 空調ユニット 空気圧縮機	基礎ポルト 取付ポルト	引張応力	△	C	①-1の影響有無の説明 ポルトは矩形断面であり、水平 2 方向の入力による対角方向への転倒を想定し、他の影響は軽微である。【補足説明参照】 水平 1 方向入力時のポルトに発生する応力応答を検討した結果、水平 2 方向地震力との重複による最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微となる。【補足説明参照】 上記の引張応力及びせん断応力は、水平 2 方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平 2 方向の影響は軽微である。	振動モード及びび下の影響がない新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ○：発生しない との理由
		せん断応力	△	C		
		組合せ応力	△	C		
		一次応力	△	B		
制御棒駆動機構	各部位	一次+二次応力	△	B	同上	×
		一次+二次+ピーク応力	△	B		
		引張応力	○	-		
		せん断応力	○	-		
水圧制御ユニット	フレーム	引張応力	○	-	非対象構造であるため 3 次元モデルを用いた解析を行っており、水平地震力に対する発生応力が入力方向毎に異なる。したがって、水平 2 方向入力の影響がある。	○
		せん断応力	○	-		
		曲げ応力	○	-		
		組合せ応力	○	-		
脚板	基礎ポルト	引張応力	○	-	非対象構造であるため 3 次元モデルを用いた解析を行っており、水平地震力に対する発生応力が入力方向毎に異なる。したがって、水平 2 方向入力の影響がある。	○
		せん断応力	○	-		
		組合せ応力	○	-		
		一次+二次応力	△	B		
平底たて置円筒容器	基礎ポルト	引張応力	△	B	評価部位は円形の一端断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点位置が異なる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明参照】 同上	×
		せん断応力	△	C		
		組合せ応力	△	C		
		引張応力	△	C		

表 2 (8/15) 水平 2 方向入力の影響有無整理結果

② 機器・配管系の耐震評価における水平 2 方向入力の影響有無整理結果

表 1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平 2 方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応): ○: 影響あり △: 影響軽微	影響軽微とした分類 A: 水平 2 方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平 1 方向の地震力しか負担しないもの B: 水平 2 方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C: 水平 2 方向の地震力を受けた場合でも 1 方向の地震による応力と同等と見なせるもの D: 従来評価にて、水平 2 方向の地震力を考慮しているもの	①-1 の影響有無の説明	①-2 水平 2 方向とその直交方向が相関する振動モード (ねじれ振動等) が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)
様計装設備	各部位	一次一般応力 一次応力+一次曲げ応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点が異なる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】	振動モード及びびびりの影響がない新たな応力成分の発生有無 ×: 発生しない ○: 発生する
	取付ボルト	引張応力	○	-	水平 2 方向入力の影響がある。	左記の振動モードの影響がないこと、理由 新たな応力成分が発生しないこと、理由
伝送器 (磁掛)	取付ボルト	せん断応力	△	A	水平 1 方向及び鉛直方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平 2 方向入力の影響は軽微である。	×
	取付ボルト	組合せ応力	○	-	水平 2 方向入力の影響がある。	×
制御盤	取付ボルト	引張応力	△	C	鉛直荷重のみ作用し、水平荷重が作用しないため、水平 2 方向の影響はない。	×
	取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平 2 方向の入力による直角方向への距離を相対比較し、結果として水平 2 方向の地震力の最大応力の非同時性を考慮することに留意し、影響は軽微である。【補足説明資料 6】	×
	取付ボルト	せん断応力	△	C	水平 2 方向入力の発生は、上部固定するの懸念を検討した結果、水平 2 方向地震における最大応力の非同時性を考慮することにより、影響は軽微となる。【補足説明資料 6】	×
	取付ボルト	組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平 2 方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平 2 方向の影響は軽微である。	×
原子炉格納容器	ライナプレート リングガード部	圧縮ひずみ 引張ひずみ	△	B	一様断面であるため、地震方向毎に最大応力 (ひずみ) 点が異なり影響は軽微である。	×
	各部位	一次一般応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点が異なる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】	×
		一次応力+一次曲げ応力	△	B	同上	×
		一次二次応力	△	B	同上	×
		引張応力	△	C	多角形配置により水平地震力は分担されるため、水平 2 方向入力の影響は軽微である。	×
	各部位	せん断応力 圧縮応力 曲げ応力 組合せ応力	△	C	同上 同上 同上 同上	×

表 2 (9/15) 水平 2 方向入力の影響有無整理結果

② 機器・配管系の耐震評価における水平 2 方向入力の影響有無整理結果

表 1 構造強度評価

設備	部立	応力分類	①-1 水平 2 方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響無 ×：発生しない ○：発生しない理由	影響程度とした分類 A：水平 2 方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平 1 方向の地震力しか負担しないもの B：水平 2 方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平 2 方向の地震力を組み合わせても 1 方向の地震力と同等といえるもの D：従来評価にて、水平 2 方向の地震力を考慮しているもの	①-2 水平 2 方向とその直交方向が相関する振動モード (例えば振動等) が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)
	ビームシート	一次応力+一次曲げ応力 一次+二次応力	△ △	C C	①-1の影響有無の説明 振動モード及び以下の影響がない新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ○：発生しない理由
	各部位	せん断応力 曲げ応力 組合せ応力	△ △ △	C C C	多角形配置により水平地震力は分担されるため、水平 2 方向入力の影響は軽微である。 同上
	上部シヤラグと格納容器胴との接合部 下部シヤラグと格納容器胴との接合部	一次応力+一次曲げ応力 一次+二次応力	△ △	C C	水平方向の地震荷重を分解して負担する多角形配置の構造となっているため、水平 2 方向の地震荷重が同時に作用した場合においても、方向毎にその地震荷重は分担される。したがって、水平 2 方向入力の影響は軽微である。 【補足説明資料 1】 同上
原子炉格納容器	機器投入用ハッチ 分真用エアロロック メンテナンスハッチ	一次応力+一次曲げ応力 一次+二次応力	○ ○	- -	評価部位は水平地震力に相関する発生応力が入力方向毎に異なる。したがって、水平 2 方向入力の影響がある。 同上
	原子炉格納容器胴アンカー部	引張応力 曲げ応力 圧縮応力 組合せ応力 圧縮応力度 せん断応力度	△ △ △ △ △ △	B B B B B B	評価部位は円周上に配置されていることから、水平地震の方向毎に最大応力点が異なる。従って、水平 2 方向入力の影響は軽微である。 同上 同上 同上 評価部位は円周上に配置されていることから、水平地震の方向毎に最大応力点が異なる。従って、水平 2 方向入力の影響は軽微である。 同上
配管貫通部	原子炉格納容器胴とスリーブとの接合部	一次応力+一次曲げ応力 一次+二次応力	○ ○	- -	評価部位は水平地震力に相関する発生応力が入力方向毎に異なる。したがって、水平 2 方向入力の影響がある。 同上

表 2 (10/15) 水平 2 方向入力の影響有無整理結果

② 機器・配管系の耐震評価における水平 2 方向入力の影響有無整理結果

表 1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平 2 方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4 項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平 2 方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平 1 方向の地震力しか負担しないもの B：水平 2 方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平 2 方向の地震を組み合わせても 1 方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて、水平 2 方向の地震力を考慮しているもの	①-2 水平 2 方向とその他の直交方向が相関する振動モード (おしげ振動等) が生じる観点 (3.2.4 項(2)に対応)	
電気設備貫通部	スリーブ付根部	一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	①-1の影響有無の説明 振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ○：発生する との理由	
	補強板付根部	一次+二次応力	△	D		
	ダイヤフラムフロア	鉄筋コンクリートスラブ	引張応力度 せん断応力度	△ △	C C	①-1の影響有無の説明 振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ○：発生する との理由
		大梁 小梁	圧縮応力度 曲げ応力 せん断応力	△ △ △	C C C	
ベント管	柱	圧縮応力	△	C	①-1の影響有無の説明 振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ○：発生する との理由	
	シアコネクタ	せん断応力	△	C		
	上部 ブレージング部	一次膜応力+一次曲げ応力 一次+二次応力	△ △	B B		
格納容器スプレイヘッド	スプレイ管部 デォー部 案内管部	一次膜応力+一次曲げ応力	○	-	①-1の影響有無の説明 振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ○：発生する との理由	
		一次+二次応力	○	-		
可燃性ガス濃度制御系再結合装置プロロ	ブレース	圧縮応力	△	A	①-1の影響有無の説明 振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×：発生しない ○：発生する との理由	
		せん断応力	○	-		

表 2 (11/15) 水平 2 方向入力の影響有無整理結果

② 機器・配管系の耐震評価における水平 2 方向入力の影響有無整理結果

表 1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平 2 方向の地震力の重畳による影響の有無 (3.2.4項(1)対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平 2 方向の地震力をかけた場合でも、構造により水平 1 方向の地震力しか負担しないもの B：水平 2 方向の地震力をかけた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平 2 方向の地震力による応力と同等と見做せるもの D：従来評価しているもの 地震力を考慮しているもの	①-10の影響有無の説明	①-2 水平 2 方向とその直交方向が相関する振動モード (おれれ振動等) が生じる観点 (3.2.4項(2)対応)
ディーゼル発電機	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平 2 方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平 2 方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することに 【補足説明資料 6】 水平 2 方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平 2 方向地震力における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微となる。 【補足説明資料 6】 上記の引張応力及びせん断応力は、水平 2 方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平 2 方向の影響は軽微である。	振動モード及び新たな応力成分の発生しない ○：発生する △：発生しない ○：発生しないこと の理由
		せん断応力	△	C		
		組合せ応力	△	C		
ブレータ式熱交換器	側板	一次一般応力	△	A	ボルトは矩形配置であり、水平 2 方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平 2 方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微となる。 【補足説明資料 6】 水平 2 方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平 2 方向地震力における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微となる。 【補足説明資料 6】 上記の引張応力及びせん断応力は、水平 2 方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平 2 方向の影響は軽微である。	振動モード及び新たな応力成分の発生しない ○：発生する △：発生しない ○：発生しないこと の理由
		一次応力+一次曲げ応力	△	A		
		一次+二次応力	△	A		
	脚	組合せ応力	△	A		
		引張応力	△	C		
		せん断応力	△	C		
基礎ボルト	組合せ応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平 2 方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平 2 方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微となる。 【補足説明資料 6】 水平 2 方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平 2 方向地震力における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微となる。 【補足説明資料 6】 上記の引張応力及びせん断応力は、水平 2 方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平 2 方向の影響は軽微である。	振動モード及び新たな応力成分の発生しない ○：発生する △：発生しない ○：発生しないこと の理由	
		一次一般応力	△			C
		一次応力+一次曲げ応力	△			C
	側板	組合せ応力	△			B
		一次一般応力	△			B
		一次+二次応力	△			B
ラダ支持たて置き日筒形容器	振止め シヤック	組合せ応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力が異なる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。 【補足説明資料 3】 同上 同上 水平 2 方向が同時に作用した場合においても、応力評価点が区別されるため、2 方向入力の影響は軽微である。 ラダ構造は径方向にスライド可能であり、水平 2 方向が同時に作用した場合においても、応力評価点が区別されるため、2 方向入力の影響は軽微である。 ラダ構造は径方向にスライド可能であり、荷重を分担する部位は地震方向により異なるため、荷重の重ね合わせが発生せず、影響は軽微である。 上記引張応力及びせん断応力は、水平 2 方向の影響が軽微のため、組み合わせ応力も水平 2 方向の影響は軽微である。	振動モード及び新たな応力成分の発生しない ○：発生する △：発生しない ○：発生しないこと の理由
		引張応力	△	B		
		せん断応力	△	B		
	取付ボルト	組合せ応力	△	B		
		一次一般応力	△	B		
		一次+二次応力	△	B		

表2 (12/15) 水平2方向入力の影響有無整理結果
 ② 機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響有無整理結果

表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) △:影響あり ○:影響無	影響軽微とした分類 A:水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B:水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C:水平2方向の地震力による応力と同等といえるもの D:従来評価にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの	①-1の影響有無の説明	①-2 水平2方向とその他の直交方向が相関する振動モード(例えば振動等)が生じる観点(3.2.4項(2)に対応)
その他電源設備	取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ×:発生しない ○:発生する
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震力における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微となる。【補足説明資料6】	左記の振動モード下の影響がないこと、理由新たな応力成分が発生しないこと、理由
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。	—
配管本体、サポート(多管点梁モジュール解析)	配管、サポート	一次応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。	3次元のモデルを用いた解析により、従来と異なる応力分布を考慮し、応力評価を詳細している。
		一次+二次応力	○	—	同上	—
		各応力分類	○	—	水平2方向入力の影響がある。	—
矩形構造の集積設備(静的軸線式水素再結合装置、集管を含む)	ボルト	引張応力	△	A	壁面に取付部材を介して支持される構造上、壁に垂直な方向の地震力では取付ボルトの応力成分は引張応力のみであるのに対し、壁面と平行な方向はせん断応力及び曲げモーメントによる引張応力が発生する。壁面と平行な応力が支配的であるため、水平2方向の影響は軽微である。	—
		せん断応力	△	A	同上	—
		組合せ応力	△	A	同上	—
水位計	取付ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円筒状に配置され、水平地震の方向毎に最大応力の発生点が多くなる。したがって水平2方向の影響は軽微である。	—
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震力における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。	—
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。	—
湿度計	溶接部	一次応力	△	D	水平2方向の影響を考慮した評価を実施している。	—
		引張応力	△	C	車面に設置されており、車両の左右方向の応答が支配的であるため、影響は軽微である。	—
		せん断応力	△	C	同上	—
常設制御高圧電源装置	取付ボルト	組合せ応力	△	C	同上	—

表 2 (13/15) 水平 2 方向入力の影響有無整理結果

② 機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響有無整理結果

表 1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平 2 方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平 2 方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平 1 方向の地震力しか負担しないもの B：水平 2 方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平 2 方向の地震力を組み合わせたも 1 方向の地震による応力と同等といえるもの D：従来評価にて、水平 2 方向の地震力を考慮しているもの	①-10の影響有無の説明	①-2 水平 2 方向とその他の直交方向が相関する振動モード (なおこれ振動等) が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生しない ×：発生する	上記の影響がないことと理由 ×：発生しないことと理由
監視カメラ	取付ボルト	引張応力	△	B	①-10の影響有無の説明 ボルトは円筒状に配置され、水平地震の方向毎に最大応力の発生点が異なる。したがって水平 2 方向の影響は軽微である。 水平 2 方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平 2 方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。 上記の引張応力及びせん断応力は、水平 2 方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平 2 方向の影響は軽微である。 水平 2 方向入力の影響がある。	×	-
		せん断応力	△	C			
		組合せ応力	△	C			
		組合せ応力	○	-			
貫通部止水処置	シール材	シールに生じる変位	△	C	対象となる箇所は建設時にシール材の配管と一体化していることから、シール材に知覚するせん断力及び圧縮力による影響は、水平 1 方向の地震力の応答が支配的であり、他の水平方向の地震力による応答は小さいため、水平 2 方向入力の影響は軽微である。 鉛直方向加速度のみを用いた評価であるため、水平 2 方向を考慮しても影響はない。 同上 同上	×	-
		曲げ応力	△	C			
		せん断応力	△	C			
		組合せ応力	△	C			
浸水防止蓋	基礎ボルト	せん断応力	△	C	水平 2 方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平 2 方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。 水平 2 方向入力の影響がある。	×	-
		各応力分類	○	-			
		せん断応力度	△	C			
		引張応力度	△	C			
逆流防止用逆止弁	本体	せん断応力度	△	C	評価部位は円形の一樣断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力点が多くなる。したがって、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】 同上 同上	×	-
		引張応力度	△	B			
		せん断応力度	△	B			
		引張応力度	△	B			
原子炉本体の基礎	下層円筒基部	せん断応力度	△	B	円筒配管であり、水平地震の方向毎に最大応力の発生点が異なる。したがって水平 2 方向の影響は軽微である。 同上 同上	×	-
		せん断応力度	△	B			
		曲げ応力度	△	B			
		曲げ応力度	△	B			

表 2 (14/15) 水平 2 方向入力の影響有無整理結果

② 機器・配管系の耐震評価における水平 2 方向入力の影響有無整理結果

表 1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平 2 方向の地震力の有無 (3.2.4項(1)に対処)	影響程度とした分類 (A: 水平 2 方向の地震力を受けた場合でも、構造により負担しないもの。B: 水平 2 方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの。C: 水平 1 方向の地震力と同等といえるもの。D: 従来評価にて、水平 2 方向の地震力を考慮しているもの)	①-1 の影響有無の説明	①-2 水平 2 方向とその直交方向が相関する振動モード (ねじれ振動等) が生じる観点 (3.2.4項(2)に対処)	3次元のモデルを用いた解析による、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
燃料貯蔵機	燃料貯蔵機構造物ア フレーム	引張応力	△	A	すべり方向とすべり直交方向では、それぞれ水平方向地震を受けた場合の差が異なるため、方向毎に発生応力が異なる。したがって、水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 5】	振動モード及びび 新たな応力成分 の発生有無 ×：発生しない ○：発生する	3次元のモデルを用いた解析による、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
	ブリッジ脱線防止ラ グ(本体)	せん断応力	△	A	同上	○	
	トロリ脱線防止ラ グ(本体)	せん断応力	△	A	同上		
	走行レール	組合せ応力	△	A	同上		
	燃料貯蔵機	せん断応力	△	A	すべり方向とすべり直交方向では、それぞれ水平方向地震を受けた場合の差が異なるため、方向毎に発生応力が異なる。したがって、水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 5】		
	吊具	吊具荷重	△	C	鉛直荷重のみ作用し、水平荷重が作用しないため、水平 2 方向入力の影響はない。	×	
	クレーン本体ガード	せん断応力	△	D	水平 2 方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析による、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
	落下防止金具	曲げ応力 浮上り量 圧縮応力	△ △ △	D D A	同上 同上 すべり方向とすべり直交方向では、それぞれ水平方向地震を受けた場合の差が異なるため、方向毎に発生応力が異なる。したがって、水平 2 方向の影響は軽微である。	×	
	トロリストッパ	曲げ応力	△	D	水平 2 方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。		
	トロリ	組合せ応力 浮上り量	△ △	D D	同上 水平 2 方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析による、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
原子炉遮蔽	吊具	吊具荷重	△	D	水平 2 方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。		
	一般鋼部	せん断応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】		
	開口集中部	圧縮応力	△	C	鉛直方向荷重のみ作用し、水平方向荷重が作用しない。したがって、水平 2 方向入力の影響は軽微である。	×	
		曲げ応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向毎に最大応力方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】		
		組合せ応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平 2 方向の地震力を組み合わせた場合でも水平 2 方向の影響は軽微である。【補足説明資料 3】		

表 2 (15/15) 水平 2 方向入力の影響有無整理結果

② 機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響有無整理結果

表 2 動的／電気的機能評価

機 種	①-1 水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力が負担しないものによる影響の有無(注1) (注2) (注3) (注4)	影響程度とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力が負担しないものによる影響の有無(注1) (注2) (注3) (注4) B：水平2方向の地震力が負担するものによる影響の有無(注1) (注2) (注3) (注4) C：水平2方向の地震力が負担しないものによる影響の有無(注1) (注2) (注3) (注4) D：従来評価にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの	①-1の影響有無の説明	①-2 水平2方向とその他の震交方向が相関する振動モード(おしり振動等)が生じる観点(注5,注6)に対応)	
				機種モード及び耐震応答(注7)の振動モードが成分の振動有無(注8) (注9) (注10) X：発生しない O：発生する	右記の振動モード(注11)の理由 ※異なる成分成分が発生しないことの種類
立形ポンプ	O	-	軸受は円筒に均等に地震力を受け持つため、水平2方向入力の影響を受ける。	X	-
横形ポンプ	△	A	現行の機能維持耐震設計速度における詳細評価 [※] で耐震部である軸系に対して、曲げに対して軸直角方向の水平2方向の地震力のみを負担し、他の水平2方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。	X	-
ポンプ駆動用クレーン	△	B	現行の機能維持耐震設計速度における詳細評価 [※] で耐震部である弁室(主蒸気止め弁ヨーテ部(立置き))に対して、水平2方向による最大応力の発生箇所が異なるため影響は軽微である。	X	-
立形機器用電動機	△	D	泉部部である軸受に対して、現行の機能維持耐震設計速度における詳細評価 [※] において十分な裕度を確認されており、水平2方向入力による応答増加の影響は軽微である。	X	-
横形機器用電動機	△	D	泉部部であるフレームに対して、現行の機能維持耐震設計速度における詳細評価 [※] において十分な裕度を確認されており、水平2方向入力による応答増加の影響は軽微である。	X	-
空調ファン	△	A	現行の機能維持耐震設計速度における詳細評価 [※] で耐震部である軸系に対して、曲げに対して軸直角方向の水平2方向の地震力のみを負担し、他の水平2方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。	X	-
非常用ディーゼル発電機(燃料本体)	△	A	現行の機能維持耐震設計速度における詳細評価 [※] で耐震部である軸系に対して、曲げに対して軸直角方向の水平2方向の地震力のみを負担し、他の水平2方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。	X	-
非常用ディーゼル発電機(ガバナ)	O	-	ガバナについては水平2方向合成による応答増加の影響がある。ただし、JB61601に記載の機能維持耐震設計速度は1.8Gであるが、旧INS試験より4Gまで機能維持を確認しているため、2方向合成加速度が4G未満であれば問題ない。	X	-
弁	O	-	弁については水平2方向合成による応答増加の影響があるが、2方向合成加速度が試験にて確認して機能維持耐震設計速度未満であれば問題ない。	X	-
制御棒挿入性	O	-	水平2方向入力の影響がある。	X	-
電気線	A	A	電気線、制御等に取付けられているリレー、遮断器等の電気部品は、基本的に既述の極点の軌道に固定されるため、耐震部は耐震部を形成している。加えて、基本的に全端で、耐震の運動部に固定して固定されるため、耐震部は耐震部を形成している。また、水平2方向の地震力による影響は軽微である。	X	-
伝感器・指示計	△	A	伝感器・指示計は、現行の機能維持耐震設計速度における詳細評価 [※] で耐震部である軸系に対して、曲げに対して軸直角方向の水平2方向の地震力のみを負担し、他の水平2方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。	X	-
常設制御用電源装置	△	A	水平2方向の入力で軸角方向に発生することはないため、水平2方向の入力の影響は軽微である。	X	-
水位計	△	A	導引機構結果において、X、Y各成分に共振は発生しないことを確認していることから、水平2方向入力の影響は軽微である。	X	-
監視カメラ	△	A	導引機構結果において、X、Y各成分に共振は発生しないことを確認していることから、水平2方向入力の影響は軽微である。	X	-
通信連絡設備(アンテナ側)	O	-	水平2方向入力の影響がある。	X	-

※：JB61601で定められた評価部位の耐震評価

4. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価

3. (3)において抽出された設備について、水平 2 方向及び鉛直方向地震力を想定した発生値（発生荷重、発生応力、応答加速度）を以下の方法により算出する。発生値の算出における水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せは、米国 Regulatory Guide 1.92 の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考として非同時性を考慮した SRSS 法を適用する。

(1) 従来評価データを用いた算出

従来の水平 1 方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた評価結果を用いて、以下の条件により水平 2 方向及び鉛直方向の地震力に対する発生値を算出することを基本とする。

- ・ 水平各方向及び鉛直方向地震力をそれぞれ個別に用いて従来の発生値を算出している設備は、水平 2 方向及び鉛直方向地震力を組み合わせて水平 2 方向を考慮した発生値の算出を行う。

$$\text{水平 2 方向発生値} = \sqrt{\{(\text{NS 方向発生値})^2 + (\text{EW 方向発生値})^2 + (\text{UD 方向発生値})^2\}}$$

- ・ 水平 1 方向と鉛直方向の地震力を組合せた上で従来の発生値を各方向で算出している設備は、鉛直方向を含んだ水平各方向別の発生値を組み合わせて水平 2 方向を考慮した発生値の算出を行う。

$$\text{水平 2 方向発生値} = \sqrt{\{(\text{NS+UD 方向地震力による発生値})^2 + (\text{EW+UD 方向地震力による発生値})^2\}}$$

- ・ 水平各方向を包絡した床応答曲線による地震力と鉛直方向の地震力を組み合わせた上で従来の発生値を算出している設備は、鉛直方向を含んだ水平各方向同一の発生値を組み合わせて水平 2 方向を考慮した発生値の算出を行う。

$$\text{水平 2 方向発生値} = \sqrt{\{(\text{NS+UD 方向地震力による発生値})^2 + (\text{NS+UD 方向地震力による発生値})^2\}}$$

$$\text{または、} \sqrt{\{(\text{EW+UD 方向地震力による発生値})^2 + (\text{EW+UD 方向地震力による発生値})^2\}}$$

また、算出にあたっては必要に応じて以下も考慮する。

- ・ 発生値が地震以外の応力成分を含む場合、地震による応力成分と地震以外の応力成分を分けて算出する。

5. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響評価結果

4. の影響評価条件において算出した発生値に対して設備の耐震性への影響を確認する。評価

した内容を設備（部位）毎に以下に示し，その影響評価結果については重大事故等の状態も考慮した結果について別紙 4.3 に示す。

建設後の耐震補強の実績について

耐震設計審査指針の改正後の耐震バックチェックに関連して実施した耐震補強（以下、「耐震 BC による耐震補強」という）について表 1 に示す。

表 1 過去の耐震補強概要

種別	内容	評価への影響有無 ^{*1}
配管類	サポート追設・撤去，サポート取替（容量変更），架構補強，ラグ改造，拘束方向変更（16 系統，約 350 箇所）	○
電路類	ケーブルトレイのサポート改造（約 260 箇所）	×
	電線管のサポート改造（約 70 箇所）	×
機器類	中央制御室換気空調系ダクトサポートの追設，補強	×
	残留熱除去系熱交換器架台のサポート追設	○
建物・構築物，屋外土木構造物	取水口護岸部（南北）兩岸の地盤の改良	×
	非常用海水系配管（二重管）下部の地盤の改良	×
	主排気筒鉄塔の一部撤去，制震ダンパ，弾塑性ダンパ取付け，鉄塔補強	○
	原子炉建屋 6 F の屋根トラスの鉄骨補強，原子炉建屋 6 F 天井走行クレーンのクレーンガータの振れ止め敷設	×
	非常用ガス処理系屋外配管のルート変更，変更後配管用高架陸橋（架構）設置	×

*1：耐震安全性評価書に記載される評価結果に影響を及ぼす工事を○，評価結果に影響を及ぼさない工事を×とする。

工事計画認可申請（平成 30 年 2 月補正申請）及び今回の劣化状況評価における耐震安全性評価によって今後予定されている耐震補強（以下、「補正工認等による耐震補強」という）について表 2 に示す。

表 2 今後の耐震補強工事概要

種別	内容
配管類	サポート追設・撤去，サポート取替（型式・容量変更），ラグ改造，拘束方向変更（242 箇所）
機器類	残留熱除去系熱交換器架台のサポート追設
建物・構築物，屋外土木構造物	主排気筒鉄塔の一部撤去，制震ダンパ，弾塑性ダンパ取付け，鉄塔補強

表 1 で評価への影響有とした耐震補強工事，並びに表 2 に示す工事計画認可申請（平成 30 年 2 月補正申請）及び今回の劣化状況評価における耐震安全性評価において現状の構造から補強のため変更を加えて評価を行った機器について，補強概要を次項以降に示す。

(1) 配管類耐震補強

配管類耐震補強のうち、耐震安全性評価を実施する範囲においてサポート追設等を実施した箇所の内訳を表1に示す。

系統	耐震 BC による耐震補強の箇所数	補正工認等による耐震補強の実施予定箇所数
原子炉再循環系	①11	⑥21 ^{*1}
残留熱除去系	②15 ^{*3}	⑦19 ^{*1,*3}
原子炉系（蒸気部）	③20	⑧66 ^{*1} / 47 ^{*2}
原子炉系（純水部）	④10	⑨8 ^{*1,*2}
給水系	⑤4	⑩2 ^{*2}
復水系	—	⑪3 ^{*2}
給水加熱器ドレン系	—	⑫2 ^{*2}

*1：配管の疲労割れを考慮した耐震安全性評価におけるサポート追設等の実施箇所数を示す

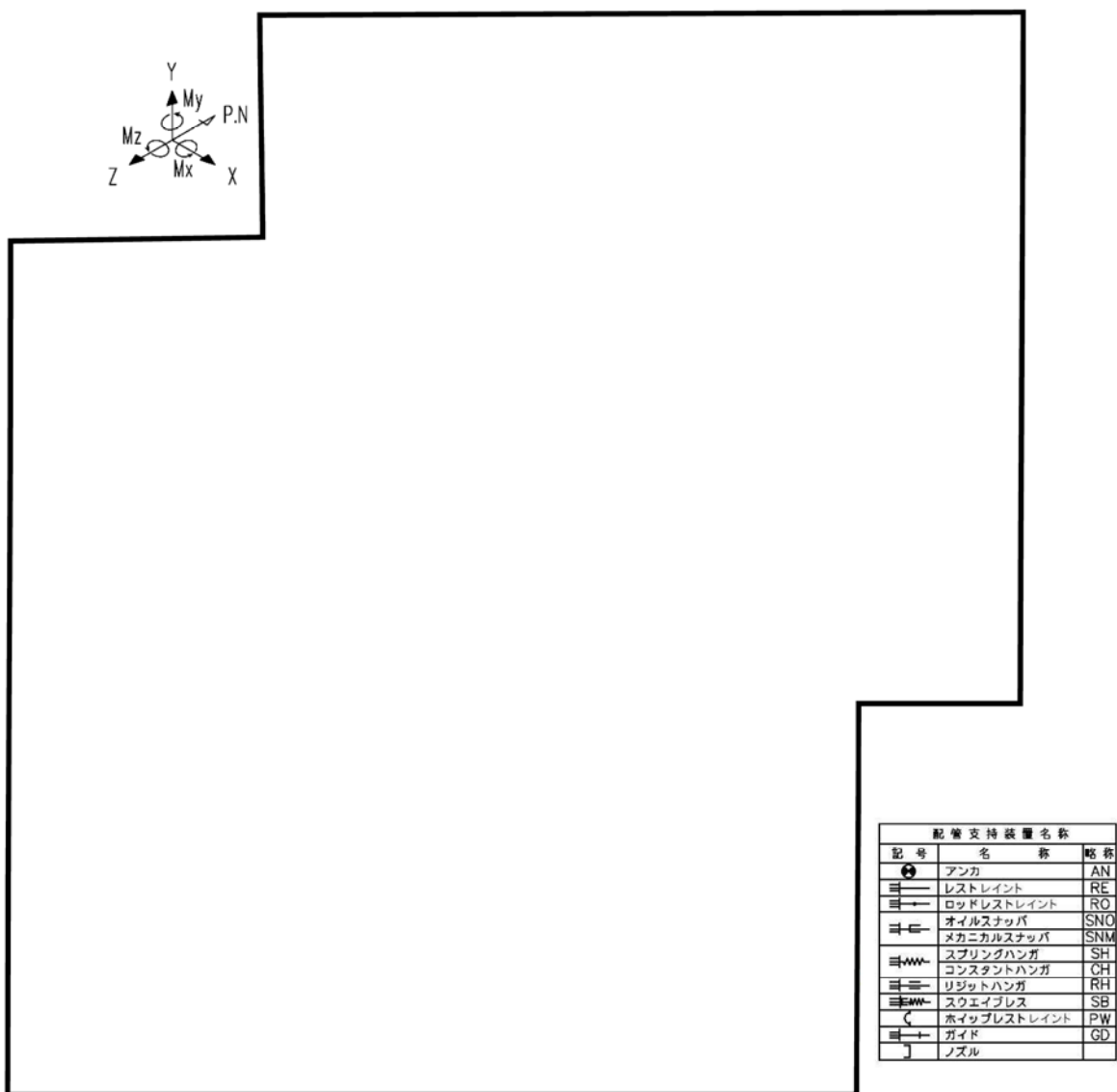
*2：配管の腐食（流れ加速型腐食）を考慮した耐震安全性評価範囲におけるサポート追設等の実施箇所数を示す

*3：原子炉再循環系の解析モデルに含まれる範囲におけるサポート追設等の実施箇所数を示す

耐震 BC による耐震補強概要を①～⑤、補正工認等による耐震補強概要を⑥～⑫にそれぞれ示す。

補正工認等による耐震補強のうち、基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d 見直しによる補正工認での耐震評価において補強の必要となった箇所については補強内容欄に【工】、劣化状況評価における耐震安全性評価により補強の必要となった箇所については【劣】と記載する。

① 原子炉再循環系

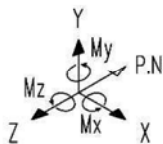


○ : 耐震 BC による耐震補強箇所

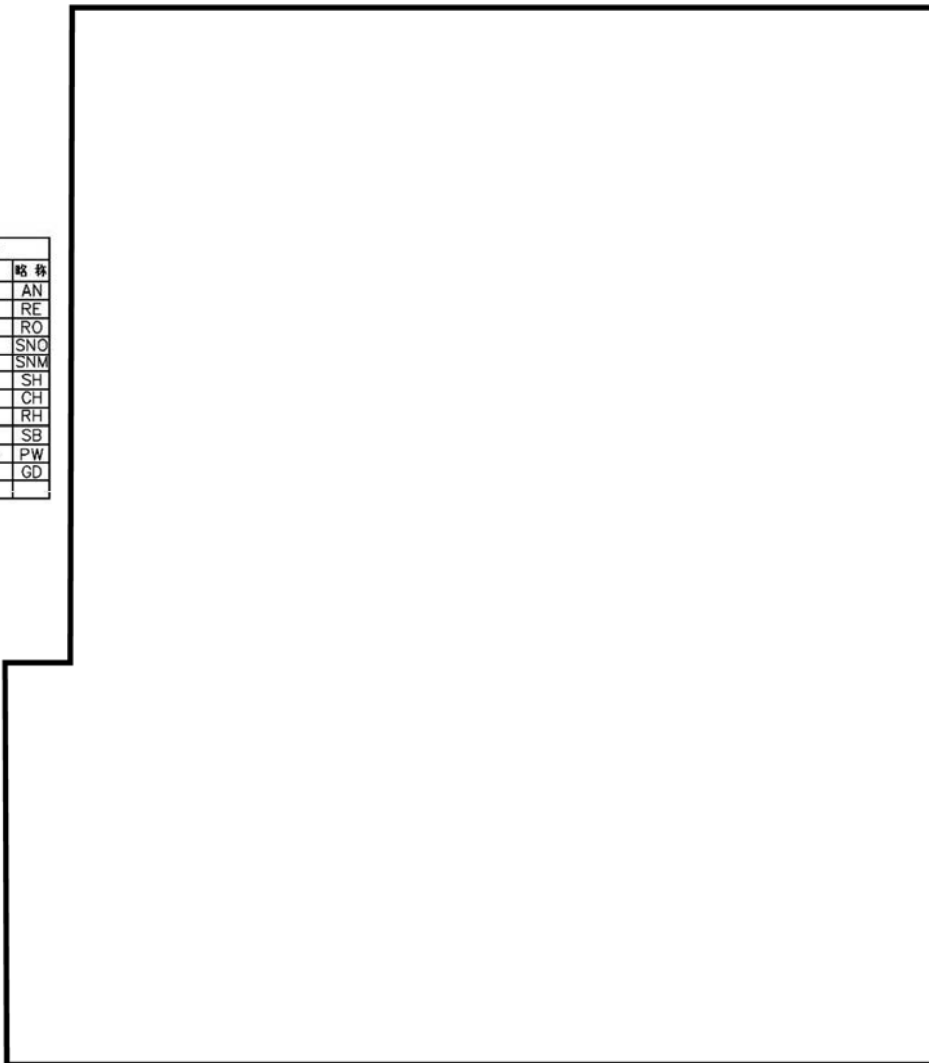
図 1 (1/2) 耐震 BC による耐震補強実施箇所【原子炉再循環系】

表 1-1 耐震 BC による耐震補強内容【原子炉再循環系】

サポート番号	補強内容
SNO-PLR-SA1	サポート容量変更 (100 kN → 160 kN)
SNO-PLR-SA2	サポート容量変更 (100 kN → 160 kN)
SNO-PLR-SA8	サポート容量変更 (50 kN → 100 kN), 架構補強
SNO-PLR-SA11	架構補強
SNO-PLR-SA14	架構補強
SNO-PLR-SA22	架構補強
SNO-PLR-SA23	サポート容量変更 (100 kN → 250 kN), 架構補強



配管支持装置名称		
記号	名称	略称
	アンカ	AN
	レストレイント	RE
	ロッドレストレイント	RO
	オイルスナッパ	SNO
	メカニカルスナッパ	SNM
	スプリングハンガ	SH
	コンスタントハンガ	CH
	リジッドハンガ	RH
	スウェイブレス	SB
	ホイップレストレイント	PW
	ガイド	GD
	ノズル	



: 耐震 BC による耐震補強箇所

図 1 (2/2) 耐震 BC による耐震補強実施箇所【原子炉再循環系】

表 1-2 耐震 BC による耐震補強内容【原子炉再循環系】

サポート番号	補強内容
SNO-PLR-SB8	サポート容量変更 (50 kN → 100 kN), 架構補強
SNO-PLR-SB14	架構補強
SNO-PLR-SB22	架構補強
SNO-PLR-SB23	サポート容量変更 (100 kN → 250 kN), 架構補強

サポート番号：SNO-PLR-SA1 サポート容量変更



サポート番号：SNO-PLR-SA11 架構補強

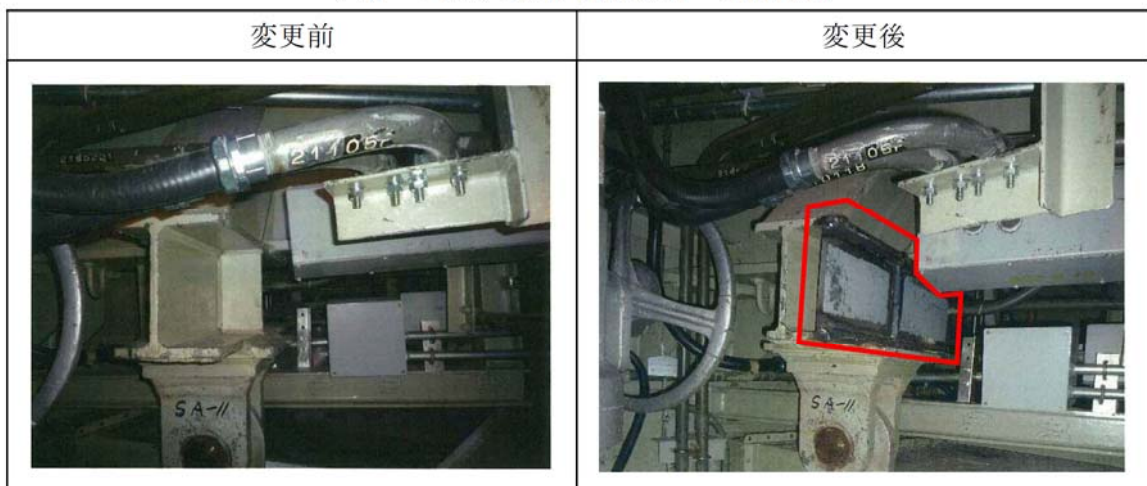
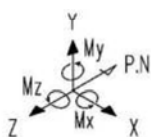


図2 サポート変更概要現場写真

② 残留熱除去系



配管支持装置名称		
記号	名称	略称
⊕	アンカ	AN
≡	レストレスト	RE
≡→	ロッドレストレスト	RO
≡	オイルスナッチ	SNO
≡	メガニカルスナッチ	SNM
≡	スプリングハンガ	SH
≡	コンスタントハンガ	CH
≡	リジッドハンガ	RH
≡	スウェイブレス	SB
⌒	ホイップレストレスト	PW
≡→	ガイド	GD
⌒	ノズル	

○ : 耐震 BC による耐震補強箇所

図 3 (1/3) 耐震 BC による耐震補強実施箇所【残留熱除去系】

表 2-1 耐震 BC による耐震補強内容【残留熱除去系】

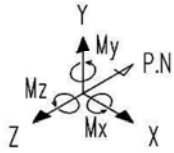
サポート番号	補強内容
SNO-RHR-30A	サポート容量変更 (50 kN → 100 kN), 架構補強
SNO-RHR-31A	架構補強
SNO-RHR-31C	サポート容量変更 (50 kN → 100 kN)
SNO-RHR-32T1	サポート追設 (160 kN × 1 本)
SNO-RHR-33A	架構補強



図 3 (2/3) 耐震 BC による耐震補強実施箇所【残留熱除去系】

表 2-2 耐震 BC による耐震補強内容【残留熱除去系】

サポート番号	補強内容
SNO-RHR-412A	サポート容量変更 (10 kN → 30 kN)
SNO-RHR-413A	サポート容量変更 (30 kN → 60 kN)
SNO-RHR-413T	サポート追設 (60 kN ×1 本)
SNO-RHR-415A	サポート容量変更 (30 kN → 60 kN)
SNO-RHR-415B	架構補強



配管支持装置名称		
記号	名称	略称
●	アンカ	AN
≡	レストレイント	RE
≡→	ロッドレストレイント	RO
≡≡	オイルスナップ	SNO
≡≡	メカニカルスナップ	SNM
≡≡≡	スプリングハンガ	SH
≡≡≡	コンスタントハンガ	CH
≡≡≡	リジッドハンガ	RH
≡≡≡	スウェイブレス	SB
⌒	ホイップレストレイント	PW
≡→	ガイド	GD
J	ノズル	

○ : 耐震 BC による耐震補強箇所

図 3 (3/3) 耐震 BC による耐震補強実施箇所【残留熱除去系】

表 2-3 耐震 BC による耐震補強内容【残留熱除去系】

サポート番号	補強内容
AN-RHR-20	架構補強, ラグ補強
SNO-RHR-21A	サポート容量変更 (10 kN → 30 kN)
SNO-RHR-23A	サポート容量変更 (50 kN → 60 kN)
SNO-RHR-23B	サポート容量変更 (50 kN → 100 kN), 架構補強
SNO-RHR-26A	サポート容量変更 (50 kN → 100 kN), 架構補強

サポート番号 : AN-RHR-20 ラグ補強

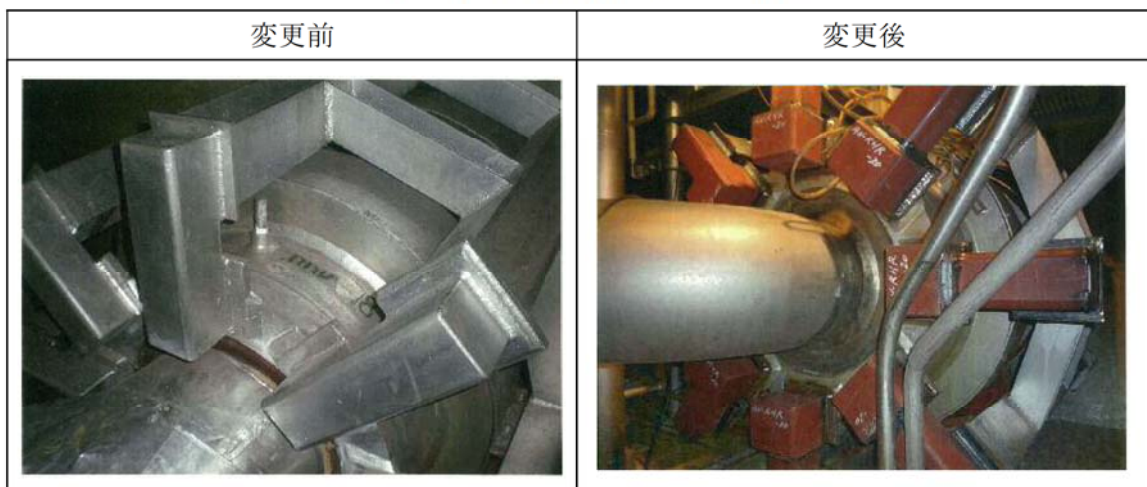
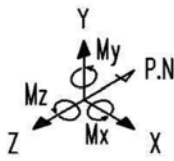


図 4 サポート変更概要現場写真

③ 原子炉系（蒸気部）



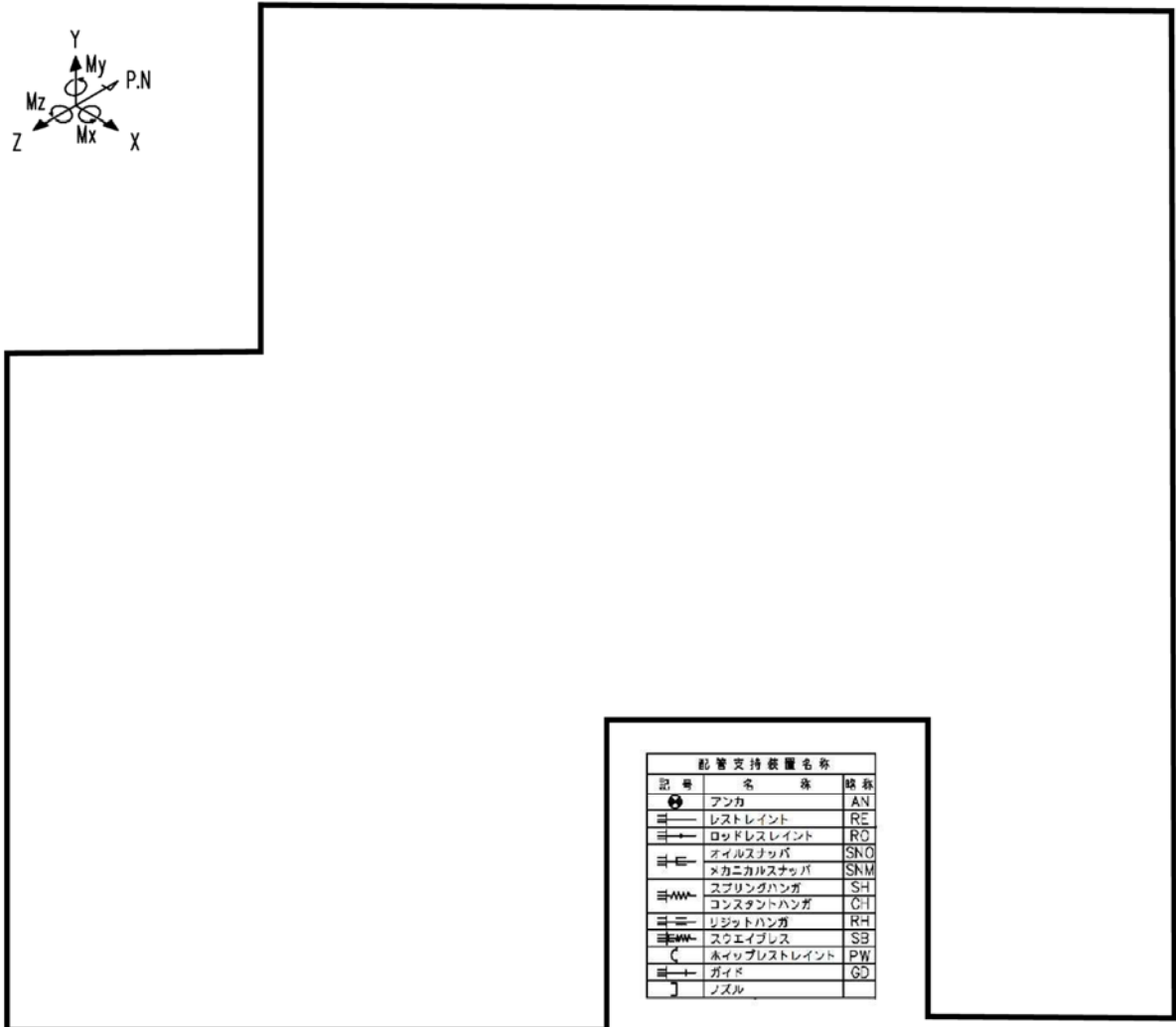
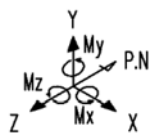
配管支持装置名称		
記号	名称	略称
●	アンカ	AN
≡	レストレイント	RE
≡→	ロッドレストレイント	RO
≡E	オイルスナッチ	SNO
≡E	メカニカルスナッチ	SNM
≡w	スプリングハンガ	SH
≡w	コンスタントハンガ	CH
≡=	リジットハンガ	RH
≡w	スウェイブレス	SB
C	ホイップレストレイント	PW
≡→	ガイド	GD
J	ノズル	

○ : 耐震 BC による耐震補強箇所

図 5 (1/12) 耐震 BC による耐震補強実施箇所【原子炉系（蒸気部）】

表 3-1 耐震 BC による耐震補強内容【原子炉系（蒸気部）】

サポート番号	補強内容
SNO-MS-501	サポート容量変更 (50 kN → 100 kN)



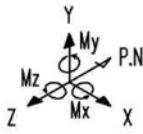
○ : 耐震 BC による耐震補強箇所

配管支持装置名称		
記号	名称	略称
☉	アンカ	AN
≡	レストレイント	RE
≡→	ロードレストレイント	RO
≡←	オイルスナッチ	SNO
≡←	メカニカルスナッチ	SNM
≡AW	スプリングハンガ	SH
≡AW	コンスタントハンガ	CH
≡=	リジッドハンガ	RH
≡AW	スクエイブレス	SB
C	ホイップレストレイント	PW
≡+	ガイド	GD
J	ノズル	

図 5 (2/12) 耐震 BC による耐震補強実施箇所【原子炉系 (蒸気部)】

表 3-2 耐震 BC による耐震補強内容【原子炉系 (蒸気部)】

サポート番号	補強内容
SNM-MS-114-248	サポート容量変更 (20 kN → 30 kN)
SNM-MS-114-250	サポート容量変更 (20 kN → 60 kN)



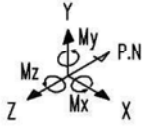
記号	名称	略称
	アンカ	AN
	レストレイント	RE
	ロッドレストレイント	RO
	オイルスワッパ	SNO
	メカニカルスワッパ	SNM
	スプリングハンガ	SH
	コンスタントハンガ	CH
	リジッドハンガ	RH
	スウェイブレス	SB
	ホイップレストレイント	PW
	ガイド	GD
	ノズル	

: 耐震 BC による耐震補強箇所

図 5 (3/12) 耐震 BC による耐震補強実施箇所【原子炉系（蒸気部）】

表 3-3 耐震 BC による耐震補強内容【原子炉系（蒸気部）】

サポート番号	補強内容
SNO-MS-512-1	架構補強
SNO-MS-512-2	架構補強



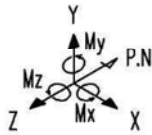
配管支持装置名称		
記号	名称	略称
	アンカ	AN
	レストレイント	RE
	ロッドレストレイント	RC
	オイルストップ	SNO
	メカニカルストップ	SNM
	スプリングハンガ	SH
	コンスタントハンガ	CH
	リジッドハンガ	RH
	スライプレスト	SB
	ホイップレストレイント	PW
	ガイド	GD
	ノズル	

: 耐震 BC による耐震補強箇所

図 5 (4/12) 耐震 BC による耐震補強実施箇所【原子炉系 (蒸気部)】

表 3-4 耐震 BC による耐震補強内容【原子炉系 (蒸気部)】

サポート番号	補強内容
SNO-MS-SB4	サポート容量変更 (100 kN → 160 kN)
SNO-MS-SB6	架構補強



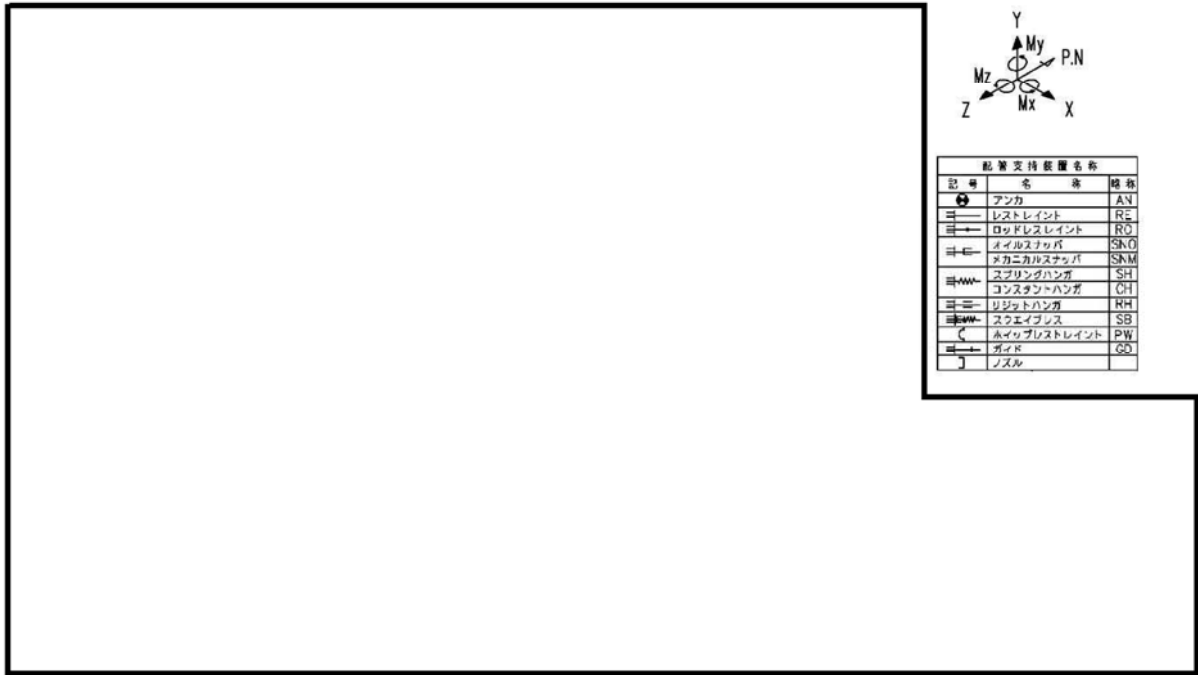
配管支持装置名称		
記号	名称	略称
	アンカ	AN
	レストレイント	RE
	ロッドレスレイント	RO
	オイルスナッパ	SNO
	メカニカルスナッパ	SNM
	スプリングハンガ	SH
	コンスタントハンガ	CH
	リジットハンガ	RH
	スウェイブレス	SB
	ホイップレストレイント	PW
	ガイド	GD
	ノズル	

: 耐震 BC による耐震補強箇所

図 5 (5/12) 耐震 BC による耐震補強実施箇所【原子炉系（蒸気部）】

表 3-5 耐震 BC による耐震補強内容【原子炉系（蒸気部）】

サポート番号	補強内容
SNO-MS-538-1	架構補強
SNO-MS-538-2	架構補強

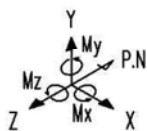


: 耐震 BC による耐震補強箇所

図 5 (6/12) 耐震 BC による耐震補強実施箇所【原子炉系（蒸気部）】

表 3-6 耐震 BC による耐震補強内容【原子炉系（蒸気部）】

サポート番号	補強内容
SN0-MS-SC4	サポート容量変更 (100 kN → 160 kN)
SN0-MS-SC6	架構補強
SN0-MS-SC7	サポート容量変更 (50 kN → 100 kN)



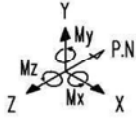
配管支持装置名称		
記号	名称	略称
	アンカ	AN
	レストレイント	RE
	ロッドレストレイント	RO
	オイルスナッパ	SNO
	メカニカルスナッパ	SNM
	スプリングハンガ	SH
	コンスタントハンガ	CH
	リジッドハンガ	RH
	スクエイブレス	SB
	ホイップレストレイント	PW
	ガイド	GD
	ノズル	

: 耐震 BC による耐震補強箇所

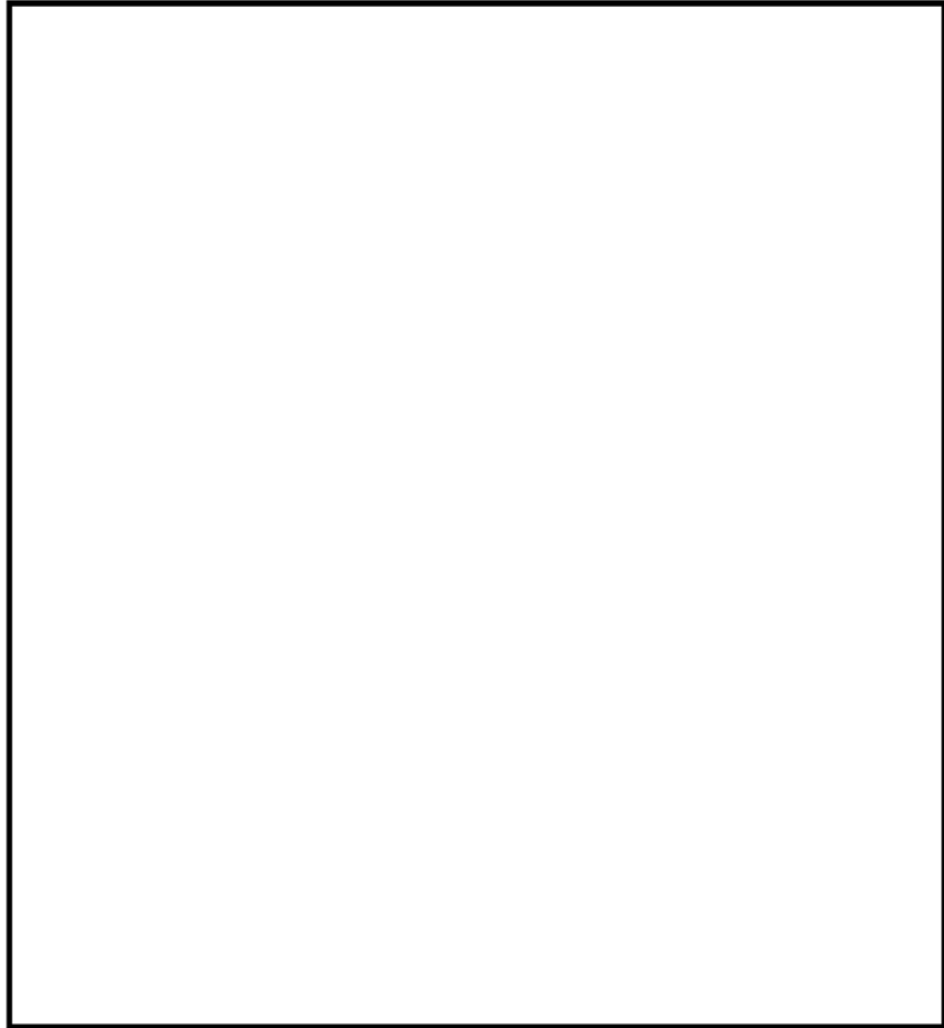
図 5 (7/12) 耐震 BC による耐震補強実施箇所【原子炉系（蒸気部）】

表 3-7 耐震 BC による耐震補強内容【原子炉系（蒸気部）】

サポート番号	補強内容
SNO-MS-590-2	架構補強



配管支持装置名称		
記号	名称	略称
	アンカ	AN
	レストレイント	RE
	ロッドレストレイント	RO
	オイルスナッパ	SNO
	メカニカルスナッパ	SNM
	スプリングハンガ	SH
	コンスタントハンガ	CH
	リジッドハンガ	RH
	スウェイブレス	SB
	ホップレストレイント	PW
	ガイド	GD
	ノズル	



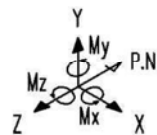
: 耐震 BC による耐震補強箇所

図 5 (8/12) 耐震 BC による耐震補強実施箇所【原子炉系（蒸気部）】

表 3-8 耐震 BC による耐震補強内容【原子炉系（蒸気部）】

サポート番号	補強内容
SNO-MS-598	ラグ補強

配管支持装置名称		
記号	名称	略称
	アンカ	AN
	レストレイント	RE
	ロードレストレイント	RO
	オイルスナッチ	SNO
	メカニカルスナッチ	SNM
	スプリングハンガ	SH
	コンスタントハンガ	CH
	リジットハンガ	RH
	スクエイブレス	SB
	ホイップレストレイント	PW
	ガイド	GD
	ノズル	

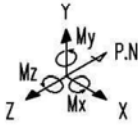


: 耐震 BC による耐震補強箇所

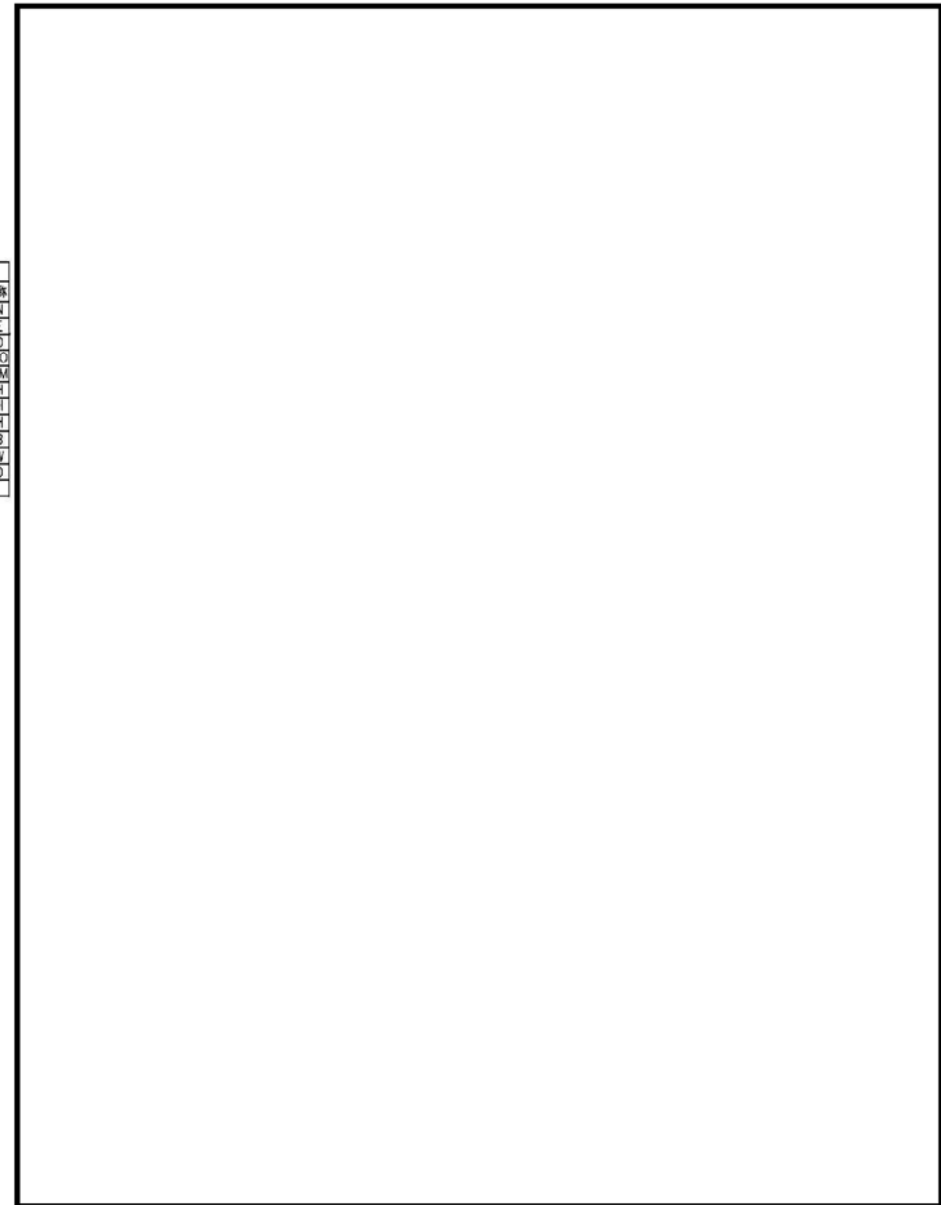
図 5 (9/12) 耐震 BC による耐震補強実施箇所【原子炉系 (蒸気部)】

表 3-9 耐震 BC による耐震補強内容【原子炉系 (蒸気部)】

サポート番号	補強内容
SNO-MS-550-1	架構補強



配管支持装置名称		
記号	名称	略称
●	アンカ	AN
≡	レストレイント	RE
≡	ロッドレストレイント	RO
≡	オイルスナック	SNO
≡	メカニカルスナック	SNM
≡	スプリングハンガ	SH
≡	コンスタントハンガ	CH
≡	リジッドハンガ	RH
≡	スラエイブレス	SB
≡	ハイアップレストレイント	PW
≡	ガイド	GD
≡	インスル	

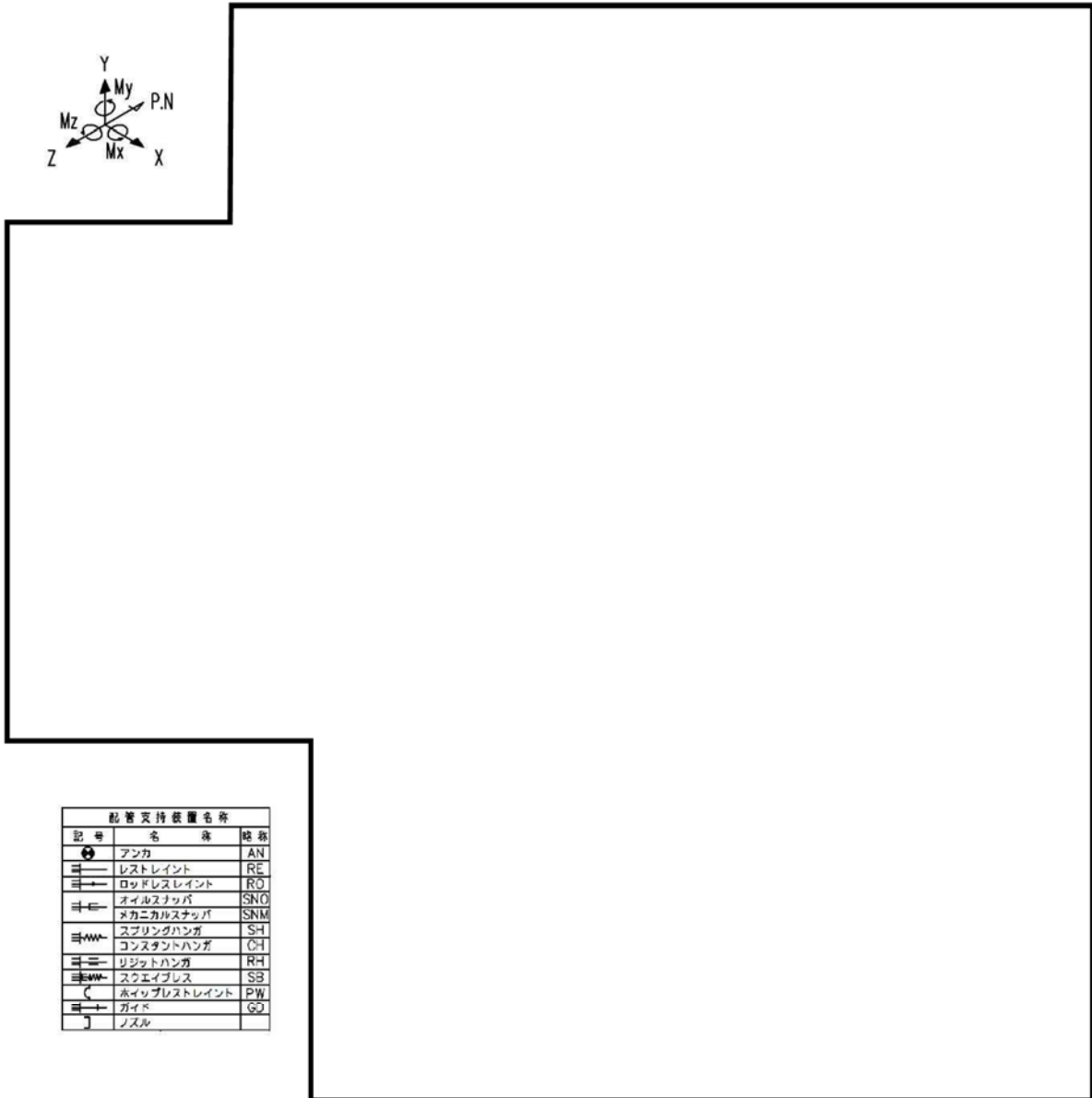
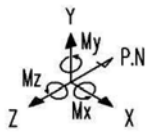


○ : 耐震 BC による耐震補強箇所

図 5 (10/12) 耐震 BC による耐震補強実施箇所【原子炉系 (蒸気部)】

表 3-10 耐震 BC による耐震補強内容【原子炉系 (蒸気部)】

サポート番号	補強内容
SNM-MS-123-276	サポート容量変更 (10 kN → 30 kN)
SNM-MS-123-278	サポート容量変更 (10 kN → 60 kN)



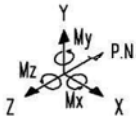
配管支持装置名		
記号	名称	略称
⊙	アンカ	AN
⊕	レストレイント	RE
⊖	ロッドレストレイント	RO
⊗	オイルスナッチ	SNO
⊘	メカニカルスナッチ	SNM
≡	スプリングハンガ	SH
≡	コンスタントハンガ	CH
≡	リジッドハンガ	RH
≡	スウェイブレス	SB
⊕	ホイップレストレイント	PW
⊖	ガイド	GD
⊔	ノズル	

○ : 耐震 BC による耐震補強箇所

図 5 (11/12) 耐震 BC による耐震補強実施箇所【原子炉系 (蒸気部)】

表 3-11 耐震 BC による耐震補強内容【原子炉系 (蒸気部)】

サポート番号	補強内容
RE-MSIV-76-3	架構補強



配管支持装置名称		
記号	名称	略称
●	アンカ	AN
—	レストレイント	RE
→	ロッドレストレイント	RO
—	オイルスナップ	SNO
—	メカニカルスナップ	SNM
—	スプリングハンガ	SH
—	コンスタントハンガ	CI
—	リジッドハンガ	RI
—	スクエイブレス	SB
—	ホップレストレイント	PW
—	ガイド	GO
—	ノズル	

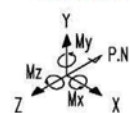
○ : 耐震 BC による耐震補強箇所

図 5 (12/12) 耐震 BC による耐震補強実施箇所【原子炉系 (蒸気部)】

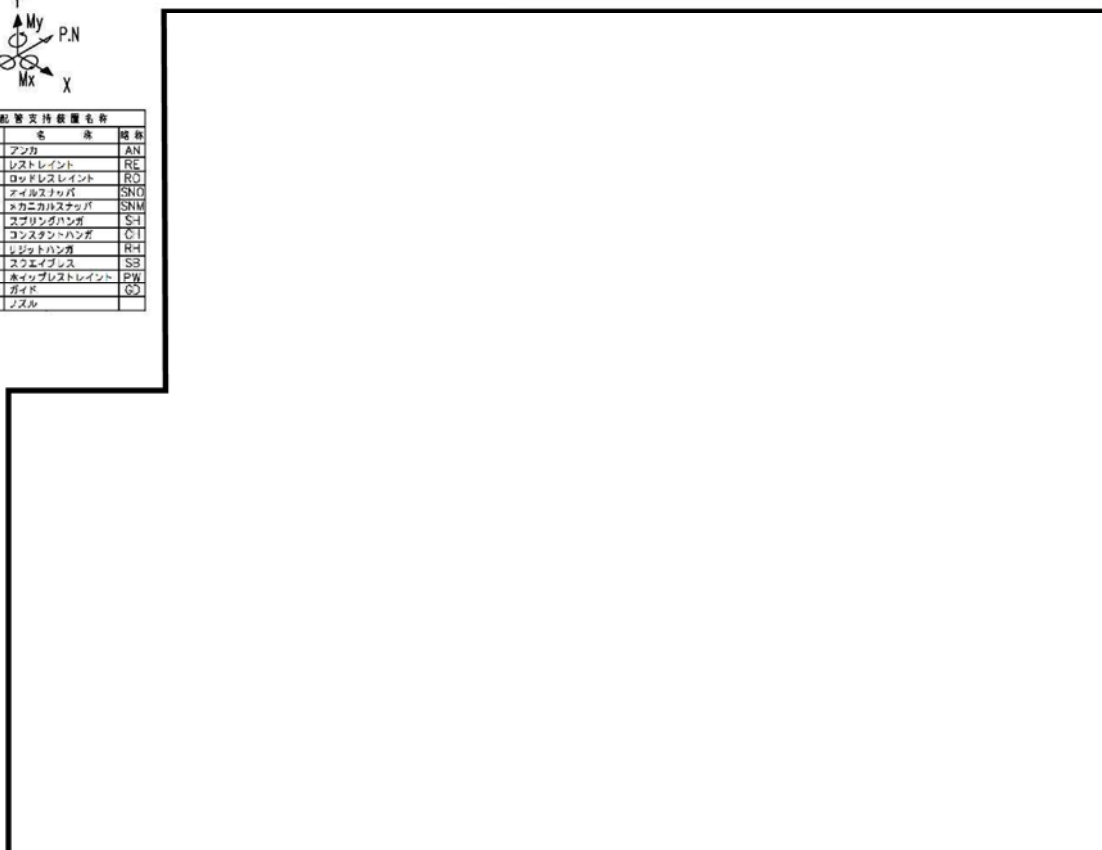
表 3-12 耐震 BC による耐震補強内容【原子炉系 (蒸気部)】

サポート番号	補強内容
AN-MSIV-41	架構補強
RE-MSIV-41T	サポート追設

④ 原子炉系（純水部）



配管支持装置名称			
記号	名称	略称	略称
☉	アンカ	AN	
≡	レストレイント	RE	
≡	ロッドレスレイント	RD	
≡	フェルマナット	SND	
≡	スカーレスナット	SNM	
≡	スプリングハンガ	S-I	
≡	コンスタントハンガ	C-I	
≡	レジットハンガ	R-I	
≡	スウェイブレス	SS	
≡	ホップレストレイント	FW	
≡	ガイド	GD	
≡	ノズル		

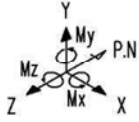


☉ : 耐震 BC による耐震補強箇所

図 6 (1/2) 耐震 BC による耐震補強実施箇所【原子炉系（純水部）】

表 4-1 耐震 BC による耐震補強内容【原子炉系（純水部）】

サポート番号	補強内容
RE-FDW-142A	架構補強
SNO-FDW-143B	架構補強
SNO-FDW-144(C)	サポート容量変更 (50 kN → 160 kN), 架構補強
SNO-FDW-144(D)	サポート容量変更 (50 kN → 160 kN), 架構補強
SNO-FDW-147(C)	サポート容量変更 (50 kN → 100 kN)
SNO-FDW-148-1	架構補強



配管支持装置名称		
記号	名称	略称
⊕	アンカ	AN
≡	レストレイント	RE
≡→	ロッドレストレイント	RO
≡	オイルスナッチ	SNO
≡	メカニカルスナッチ	SNM
≡	スプリングハンガ	SH
≡	コンスタントハンガ	CH
≡	リジッドハンガ	RH
≡	スラエーブレス	SB
≡	ホイップレストレイント	PW
≡→	ガイド	GD
⌋	ノズル	

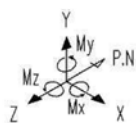
○ : 耐震 BC による耐震補強箇所

図 6 (2/2) 耐震 BC による耐震補強実施箇所【原子炉系（純水部）】

表 4-2 耐震 BC による耐震補強内容【原子炉系（純水部）】

サポート番号	補強内容
SNO-FDW-134(C)	サポート容量変更 (50 kN → 160 kN)
SNO-FDW-134(D)	サポート容量変更 (50 kN → 160 kN)
RE-FDW-135	架構補強
SNO-FDW-138-1	架構補強

⑤ 給水系



耐震支持装置名所		
記号	名称	略称
	アンカ	AN
	レストレイント	RE
	ロッドレストレイント	RO
	ネイルストップパ	SNO
	メカニカルストップパ	SNM
	スプリングハンガ	SH
	コンスタントハンガ	CH
	リジッドハンガ	RH
	スウェイブレス	SB
	オーバーレストレイント	PW
	ガイド	GD
	ノズル	



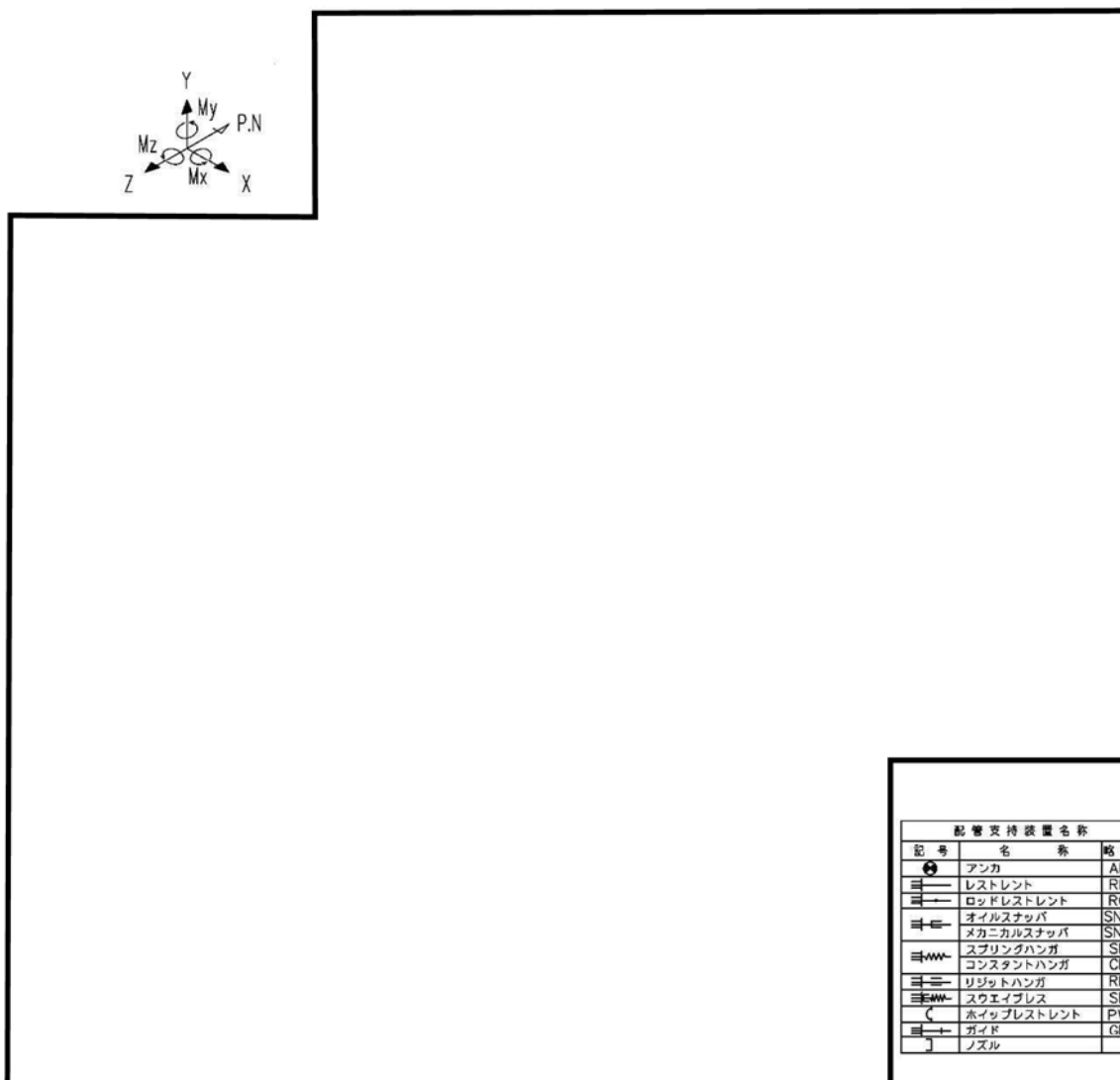
: 耐震 BC による耐震補強箇所

図 7 耐震 BC による耐震補強実施箇所【給水系】

表 5 耐震 BC による耐震補強内容【給水系】

サポート番号	補強内容
SNO-FDW-130F-1	架構補強
SNO-FDW-130F-2	架構補強
SNO-FDW-140D-1	架構補強
SNO-FDW-140D-2	架構補強

⑥ 原子炉再循環系



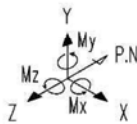
配管支持装置名称		
記号	名称	略称
●	アンカ	AN
—	レストレスト	RE
—	ロッドレストレスト	RO
—	オイルスナップ	SNO
—	メカニカルスナップ	SNM
—	スプリングハンガ	SH
—	コンスタントハンガ	CH
—	リジッドハンガ	RH
—	スウェイブレス	SB
—	ホイップレストレスト	PW
—	ガイド	GD
—	ノズル	

○ : 耐震 BC による耐震補強箇所 ○ — : 補正工認等による耐震補強実施箇所

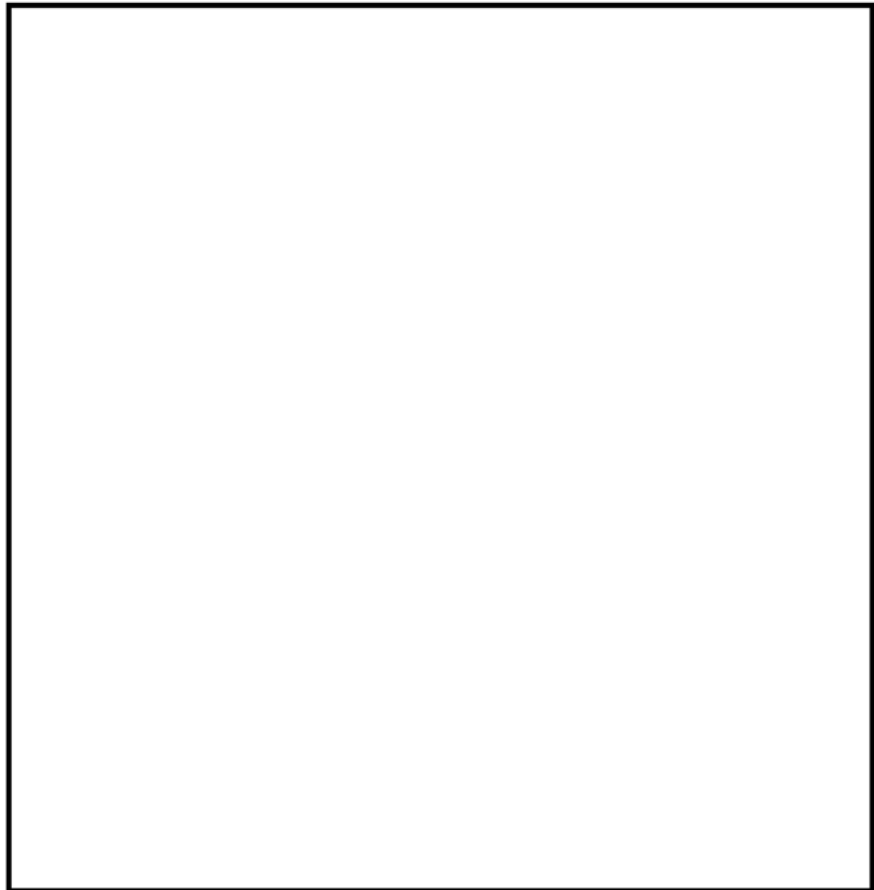
図 8 (1/2) 補正工認等による耐震補強実施箇所【原子炉再循環系】

表 6-1 補正工認等による耐震補強内容

サポート番号	補強内容
SNO-PLR-SA3	【工】 サポート容量変更 (500 kN → 1000 kN)
SNO-PLR-SA4	【工】 サポート容量変更 (500 kN → 1000 kN)
SNO-PLR-SA5	【工】 サポート容量変更 (300 kN → 600 kN)
SNO-PLR-SA12	【工】 サポート容量変更 (50 kN → 100 kN)
SNO-PLR-SA14	【工】 サポート容量変更 (100 kN → 600 kN)
SNO-PLR-SA15	【工】 サポート容量変更 (50 kN → 100 kN)
SNO-PLR-SA22	【工】 サポート撤去
(評価点 512)	【工】 サポート追設 (SNO : 160 kN × 2 本)
(評価点 1401)	【工】 サポート追設 (SNO : 100 kN × 1 本)



配管支持装置名称		
記号	名称	略称
	アンカ	AN
	レストレイント	RE
	ロッドレストレイント	RO
	オイルスナッチャ	SNO
	メカニカルスナッチャ	SNM
	スプリングハンガ	SH
	コンスタントハンガ	CH
	リジッドハンガ	RH
	スクエイブレス	SB
	ホイップレストレイント	PW
	ガイド	GD
	ノズル	



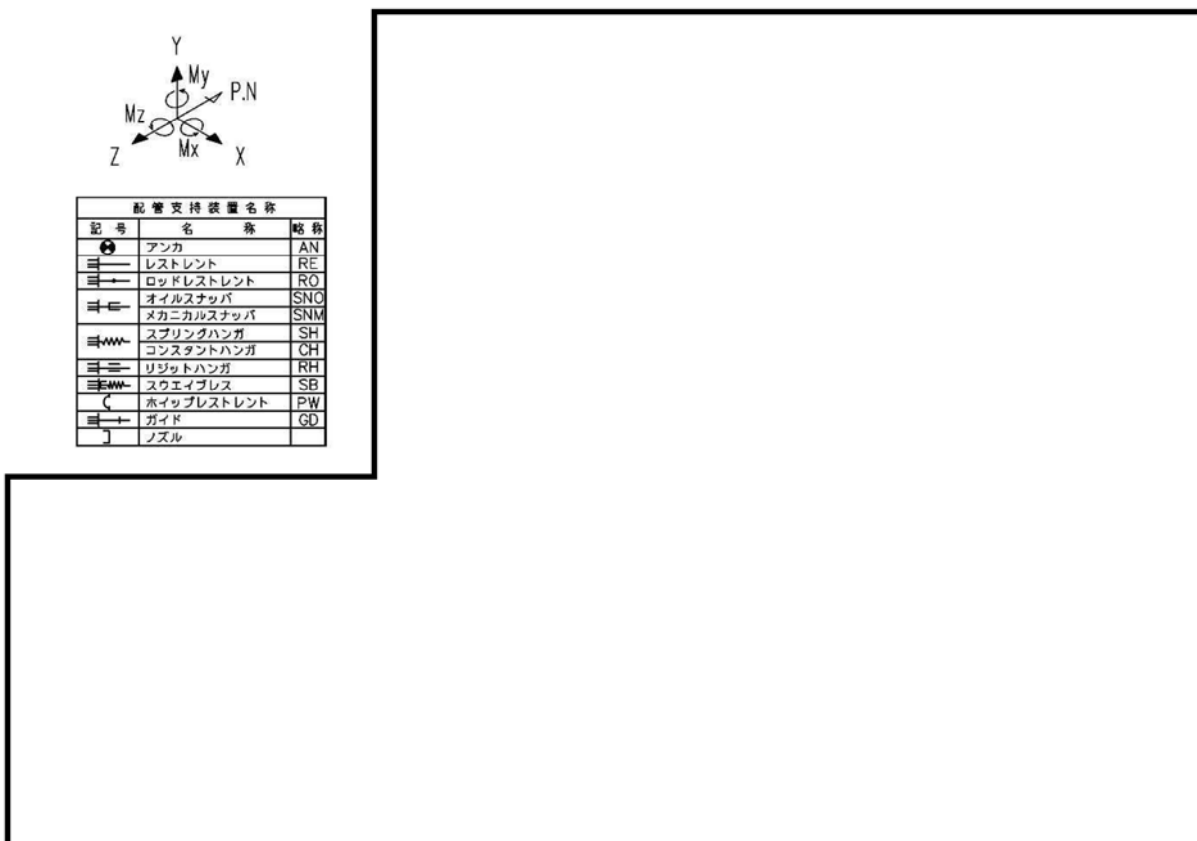
○ : 耐震 BC による耐震補強箇所 ○ — : 補正工認等による耐震補強実施箇所

図 8 (2/2) 補正工認等による耐震補強実施箇所【原子炉再循環系】

表 6-2 補正工認等による耐震補強内容

サポート番号	補強内容
SNO-PLR-SB1	【工】 サポート容量変更 (100 kN → 250 kN)
SNO-PLR-SB2	【工】 サポート容量変更 (100 kN → 250 kN)
SNO-PLR-SB3	【工】 サポート容量変更 (500 kN → 1000 kN)
SNO-PLR-SB4	【工】 サポート容量変更 (500 kN → 1000 kN)
SNO-PLR-SB5	【工】 サポート容量変更 (300 kN → 600 kN)
SNO-PLR-SB6	【工】 サポート容量変更 (100 kN → 400 kN)
SNO-PLR-SB12	【工】 サポート容量変更 (50 kN → 100 kN)
SNO-PLR-SB14	【工】 サポート容量変更 (100 kN → 600 kN)
SNO-PLR-SB15	【工】 サポート容量変更 (50 kN → 100 kN)
SNO-PLR-SB22	【工】 サポート撤去
(評価点 1401)	【工】 サポート追設 (SNO : 160 kN ×1 本)
(評価点 5101)	【工】 サポート追設 (SNO : 160 kN ×2 本)

⑦ 残留熱除去系

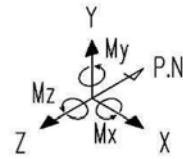
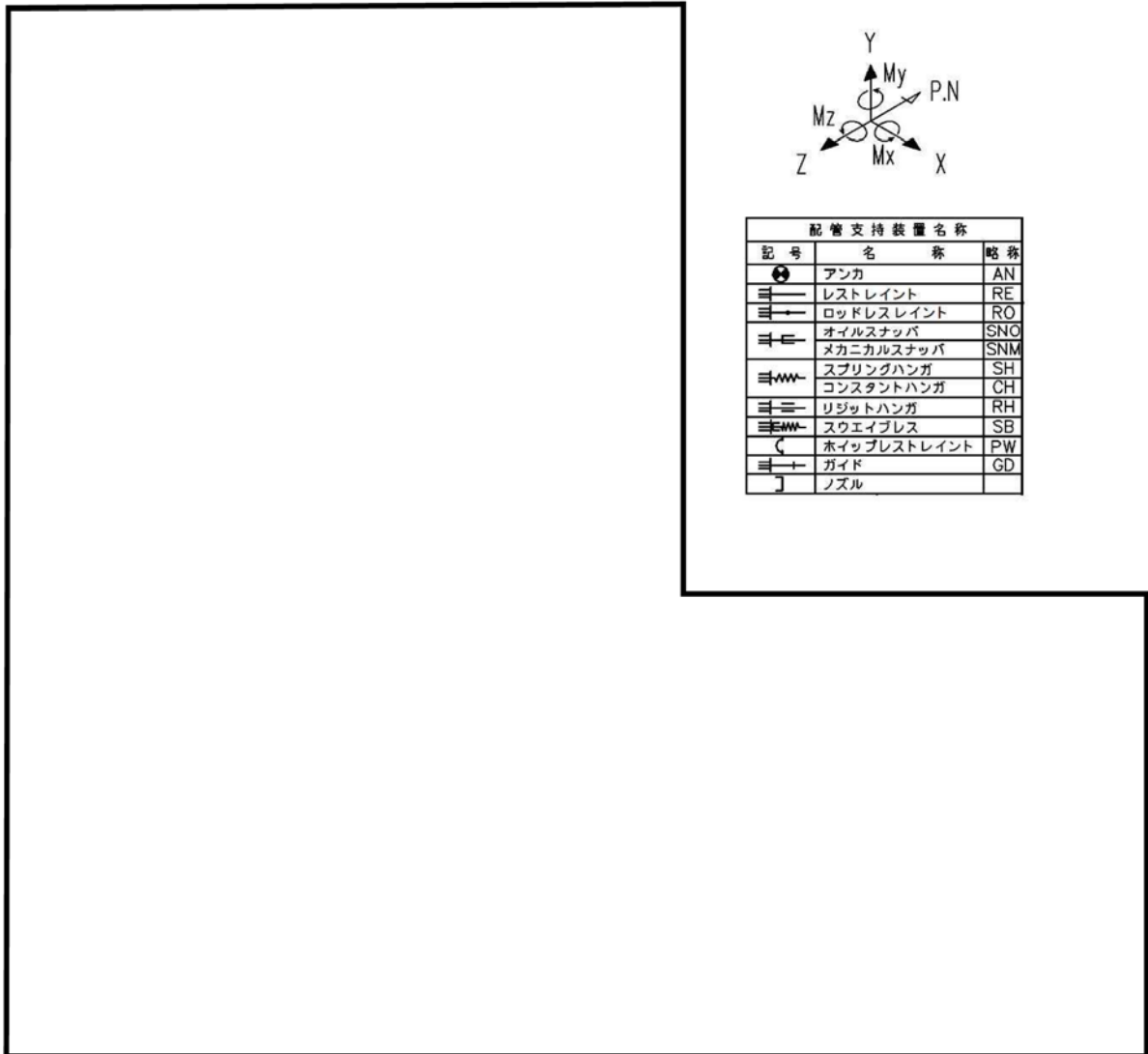


○ : 耐震 BC による耐震補強箇所 ○ — : 補正工認等による耐震補強実施箇所

図 9 (1/3) 補正工認等による耐震補強実施箇所【残留熱除去系】

表 7-1 補正工認等による耐震補強内容【残留熱除去系】

サポート番号	補強内容
SNO-RHR-30A	【工】サポート容量変更 (100 kN → 160 kN)
SNO-RHR-30B	【工】サポート容量変更 (50 kN → 100 kN)
SNO-RHR-31A	【工】サポート容量変更 (50 kN → 160 kN)
SNO-RHR-31B	【工】サポート容量変更 (50 kN → 100 kN)
SNO-RHR-31C	【工】サポート容量変更 (100 kN → 160 kN)
SNO-RHR-32C	【工】サポート容量変更 (200 kN → 250 kN)
SNO-RHR-33A	【工】サポート容量変更 (100 kN → 250 kN)
SNO-RHR-33B	【工】サポート容量変更 (100 kN → 160 kN)
SNO-RHR-34A	【工】サポート容量変更 (50 kN → 100 kN)
(評価点 320)	【工】サポート追設 (SNO : 60 kN ×1 本)
(評価点 327)	【工】サポート追設 (SNO : 60 kN ×1 本)



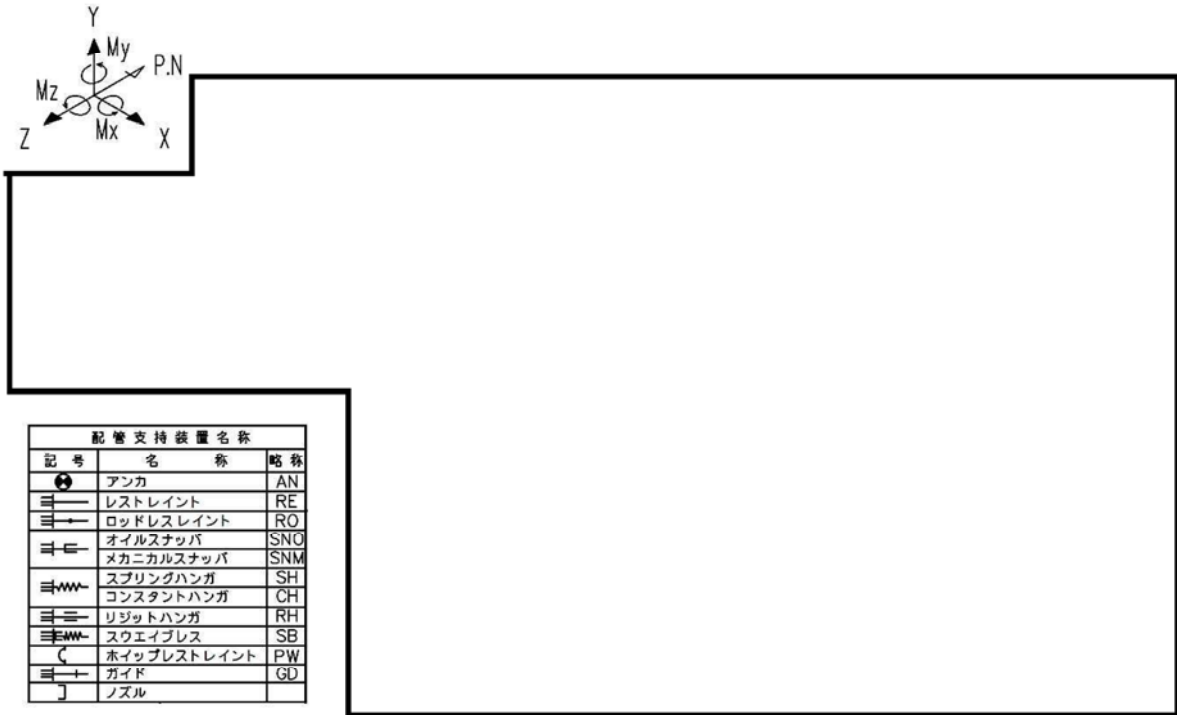
配管支持装置名称		
記号	名称	略称
⊕	アンカ	AN
≡	レストレイント	RE
≡→	ロッドレストレイント	RO
≡⇄	オイルスナップ	SNO
≡⇄	メカニカルスナップ	SNM
≡↺↻	スプリングハンガ	SH
≡↺↻	コンスタントハンガ	CH
≡⇄	リジットハンガ	RH
≡↺↻	スウェイブレス	SB
⇄	ホイップレストレイント	PW
≡→	ガイド	GD
⌋	ノズル	

○ : 耐震 BC による耐震補強箇所 ○ — : 補正工認等による耐震補強実施箇所

図 9 (2/3) 補正工認等による耐震補強実施箇所【残留熱除去系】

表 7-2 補正工認等による耐震内容【残留熱除去系】

サポート番号	補強内容
SNM-RHR-413C	【工】サポート容量変更 (60 kN → 100 kN)
SNO-RHR-414B	【工】サポート容量変更 (50 kN → 100 kN)
(評価点 212)	【工】サポート追設 (SNO : 100 kN ×1 本)
(評価点 215)	【工】サポート追設 (SNO : 100 kN ×1 本)



配管支持装置名称		
記号	名称	略称
●	アンカ	AN
≡	レストレイント	RE
≡→	ロッドレストレイント	RO
≡	オイルスナップ	SNO
≡	メカニカルスナップ	SNM
≡	スプリングハンガ	SH
≡	コンスタントハンガ	CH
≡	リジッドハンガ	RH
≡	スウェイブレス	SB
⌒	ホイップレストレイント	PW
≡→	ガイド	GD
J	ノズル	

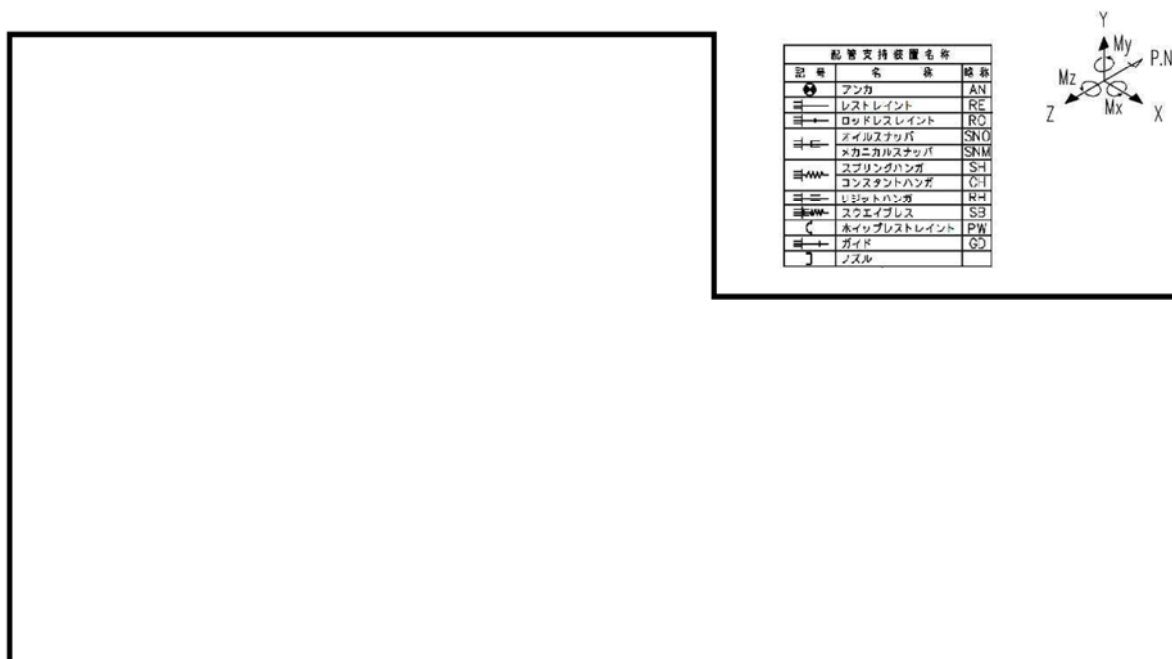
○:耐震 BC による耐震補強箇所 ○—: 補正工認等による耐震補強実施箇所

図 9 (3/3) 補正工認等による耐震補強実施箇所【残留熱除去系】

表 7-3 補正工認等による耐震補強内容【残留熱除去系】

サポート番号	補強内容
SNO-RHR-21A	【工】 サポート容量変更 (30 kN → 60 kN)
SNO-RHR-25	【工】 サポート容量変更 (50 kN → 100 kN)
(評価点 212)	【工】 サポート追設 (SNO : 60 kN ×1 本)
(評価点 2151)	【工】 サポート追設 (SNO : 60 kN ×1 本)

⑧ 原子炉系（蒸気部）

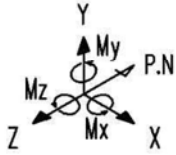


○:耐震 BC による耐震補強箇所 ○ —: 補正工認等による耐震補強実施箇所

図 10 (1/24) 補正工認等による耐震補強実施箇所【原子炉系（蒸気部）】

表 8-1 補正工認等による耐震補強内容【原子炉系（蒸気部）】

サポート番号	補強内容
(評価点 24)	【工】サポート追設 (SNO : 160 kN ×1 本 , 250 kN ×1 本)
(評価点 28)	【工】サポート追設 (SNO : 160 kN ×1 本 , 250 kN ×1 本)
(評価点 4702)	【工】サポート追設 (SNO : 250 kN ×1 本)
(評価点 5402)	【工】サポート追設 (SNO : 250 kN ×1 本) (RO ×1)



配管支持装置名称		
記号	名称	略称
	アンカ	AN
	レストレイント	RE
	ロッドレストレイント	RO
	オイルスナッチャ	SNO
	メカニカルスナッチャ	SNM
	スプリングハンガ	SH
	コンスタントハンガ	CH
	リジッドハンガ	RH
	スウェイブレス	SB
	ホイップレストレイント	PW
	ガイド	GD
	ノズル	

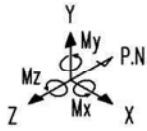


○ : 耐震 BC による耐震補強箇所 ○ : 補正工認等による耐震補強実施箇所

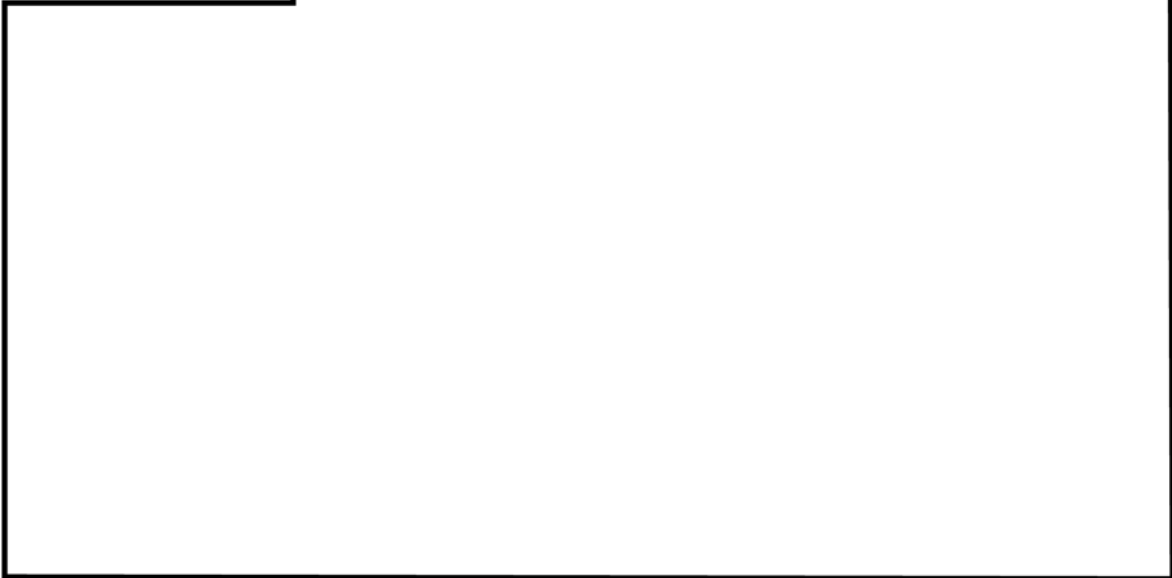
図 10 (2/24) 補正工認等による耐震補強実施箇所【原子炉系 (蒸気部)】

表 8-2 補正工認等による耐震補強内容【原子炉系 (蒸気部)】

サポート番号	補強内容
SNO-MS-503	【工】 サポート追設 (SNO : 30 kN × 1 本)
SNM-MS-113-230	【工】 サポート容量変更 (80 kN → 100 kN)



配管支持装置名称		
記号	名称	略称
↻	アンカ	AN
≡	レストレイント	RE
≡→	ロッドレストレイント	RD
≡	オイルスナッチ	SNO
≡	メカニカルスナッチ	SNM
≡-w	スプリングハンガ	SH
≡	コンスタントハンガ	CH
≡	リジッドハンガ	RH
≡-w	スウェイブレス	SB
C	ホイップレストレイント	PW
≡→	ガイド	GD
J	ノズル	

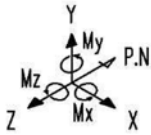


○ : 耐震 BC による耐震補強箇所 ○ — : 補正工認等による耐震補強実施箇所

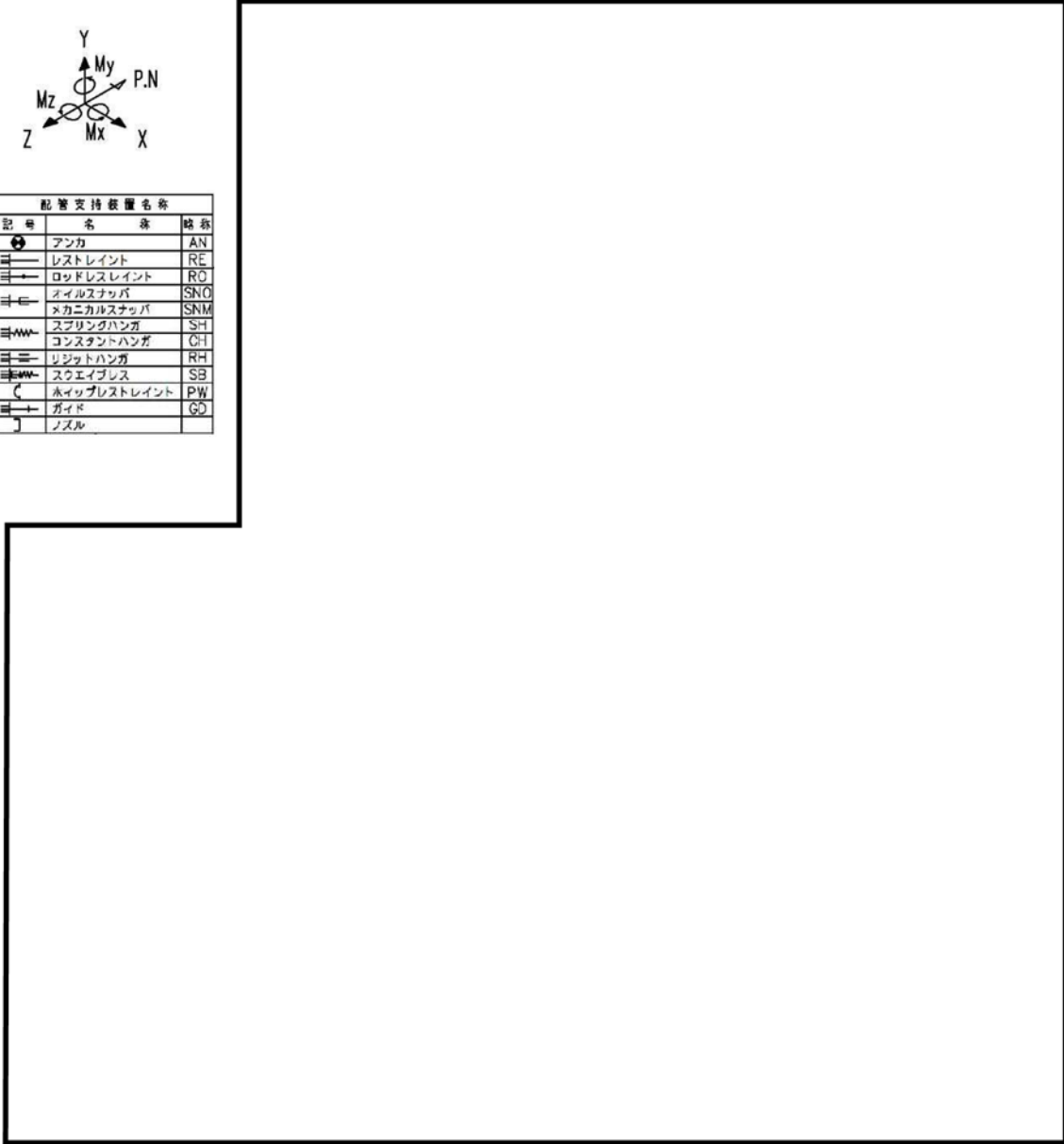
図 10 (3/24) 補正工認等による耐震補強実施箇所【原子炉系（蒸気部）】

表 8-3 補正工認等による耐震補強内容【原子炉系（蒸気部）】

サポート番号	補強内容
SNO-MS-505-1	【工】サポート容量変更 (50 kN → 60 kN)
(評価点 221)	【工】サポート追設 (SNO : 30 kN × 1 本)
SNM-MS-114-248	【工】サポート容量変更 (30 kN → 60 kN)



配管支持装置名称		
記号	名称	略称
	アンカ	AN
	レストレイント	RE
	ロッドレストレイント	RO
	オイルスナッパ	SNO
	メカニカルスナッパ	SNM
	スプリングハンガ	SH
	コンスタントハンガ	CH
	リジッドハンガ	RH
	スウェイブレス	SB
	ホイップレストレイント	PW
	ガイド	GD
	ノズル	

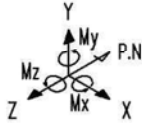


○ : 耐震 BC による耐震補強箇所 ○ — : 補正工認等による耐震補強実施箇所

図 10 (4/24) 補正工認等による耐震補強実施箇所【原子炉系（蒸気部）】

表 8-4 補正工認等による耐震補強内容【原子炉系（蒸気部）】

サポート番号	補強内容
SNO-MS-510	【工】 サポート容量変更 (50 kN → 60 kN)
SNO-MS-513	【工】 サポート容量変更 (100 kN → 160 kN)
(評価点 322)	【工】 サポート追設 (SNO : 30 kN ×1 本)
SNO-MS-514-1	【工】 サポート容量変更 (50 kN → 100 kN)
SNM-MS-115-266	【工】 サポート容量変更 (60 kN → 100 kN)



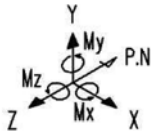
配管支持装置名		
記号	名称	略称
	アンカ	AN
	レストレイント	RE
	ロッドレストレイント	RO
	オイルスナッパ	SNO
	メカニカルスナッパ	SNM
	スプリングハンガ	SH
	コンスタントハンガ	CH
	リジッドハンガ	RH
	スクエアプレス	SB
	ホイップレストレイント	PW
	ガイド	GD
	ノズル	

○ : 耐震 BC による耐震補強箇所 ○— : 補正工認等による耐震補強実施箇所

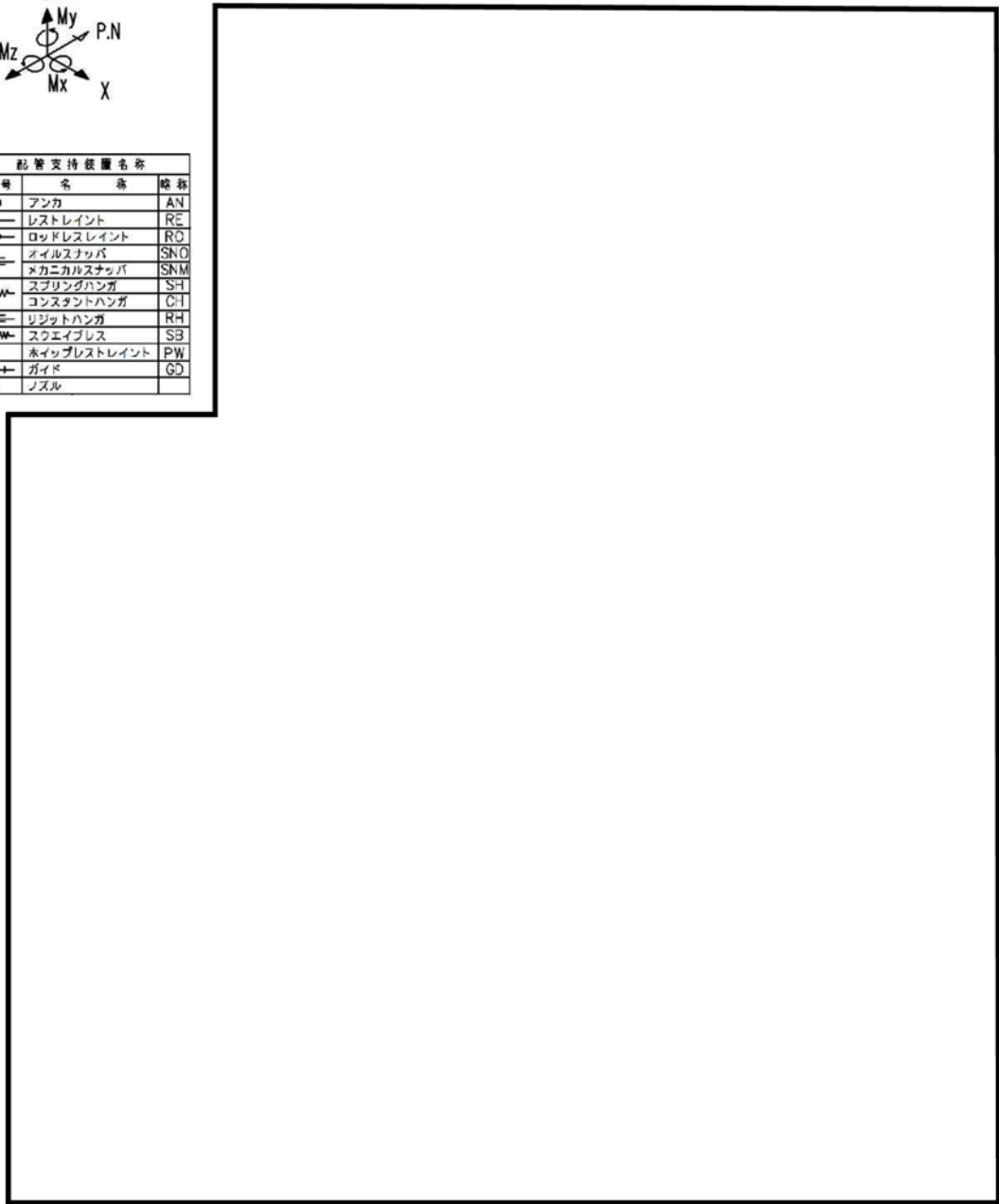
図 10 (5/24) 補正工認等による耐震補強実施箇所【原子炉系（蒸気部）】

表 8-5 補正工認等による耐震補強内容【原子炉系（蒸気部）】

サポート番号	補強内容
(評価点 7)	【工】サポート追設 (SNO : 160 kN ×1 本)
SNO-MS-SB1	【工】サポート容量変更 (100 kN → 250 kN)
SNO-MS-SB6	【工】サポート容量変更 (100 kN → 250 kN)
(評価点 29)	【工】サポート追設 (SNO : 160 kN ×1 本)
(評価点 38)	【工】サポート追設 (SNO : 250 kN ×2 本)
(評価点 60)	【工】サポート追設 (SNO : 160 kN ×2 本)
SNO-MS-SB3	【工】サポート容量変更 (50 kN → 100 kN)
SNO-MS-SB5	【工】サポート容量変更 (100 kN → 160 kN)
(評価点 7802)	【工】サポート追設 (SNO : 250 kN ×1 本)
(評価点 8402)	【工】サポート追設 (SNO : 250 kN ×1 本) (RO ×1)



配管支持装置名称		
記号	名称	略称
	アンカ	AN
	レストレイント	RE
	ロッドレストレイント	RO
	オイルスナッチ	SNO
	メカニカルスナッチ	SNM
	スプリングハンガ	SH
	コンスタントハンガ	CH
	リジッドハンガ	RH
	スウェイブレス	SB
	ホイップレストレイント	PW
	ガイド	GD
	ノズル	

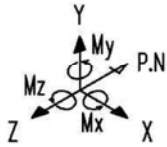


: 補正工認等による耐震補強実施箇所

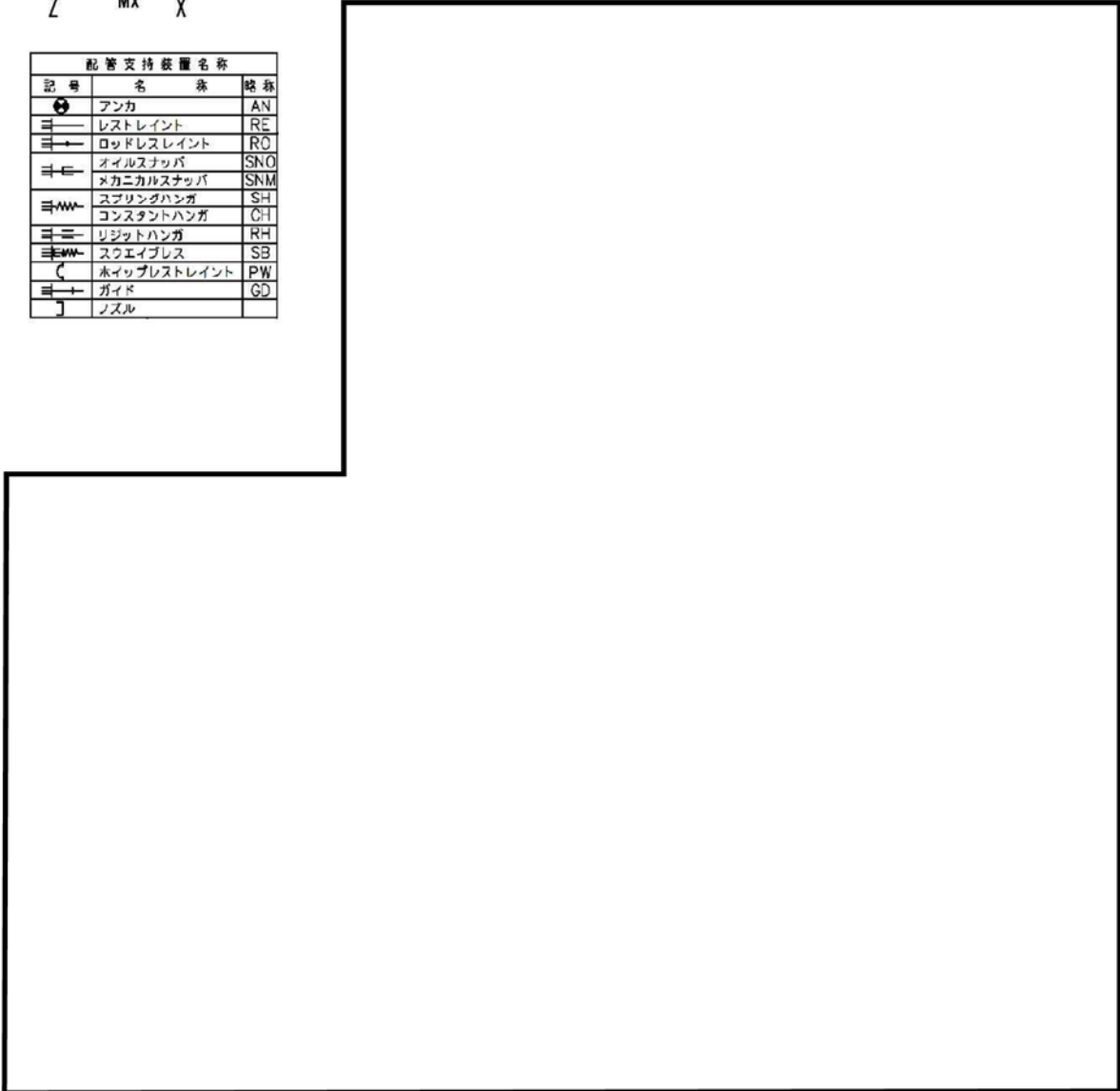
図 10 (6/24) 補正工認等による耐震補強実施箇所【原子炉系（蒸気部）】

表 8-6 補正工認等による耐震補強内容【原子炉系（蒸気部）】

サポート番号	補強内容
SNO-MS-517-1	【工】サポート容量変更 (50 kN → 100 kN)
(評価点 116)	【工】サポート追設 (SNO : 30 kN ×1 本)
(評価点 119)	【工】サポート追設 (SNO : 30 kN ×1 本)



配管支持装置名称		
記号	名称	略称
	アンカ	AN
	レストレイント	RE
	ロッドレストレイント	RO
	オイルスタッパ	SNO
	メカニカルスタッパ	SNM
	スプリングハンガ	SH
	コンスタントハンガ	CH
	リジッドハンガ	RH
	スウェイブレス	SB
	ホイップレストレイント	PW
	ガイド	GD
	ノズル	

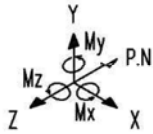


: 補正工認等による耐震補強実施箇所

図 10 (7/24) 補正工認等による耐震補強実施箇所【原子炉系（蒸気部）】

表 8-7 補正工認等による耐震補強内容【原子炉系（蒸気部）】

サポート番号	補強内容
SNO-MS-523	【工】 サポート容量変更 (100 kN → 160 kN), サポート追設 (SNO : 60 kN ×1 本)



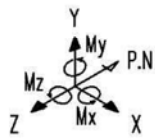
配管支持装置名称		
記号	名称	略称
	アンカ	AN
	レストレイント	RE
	ロッドレスレイント	RO
	オイルスナッパ	SNO
	メカニカルスナッパ	SNM
	スプリングハンガ	SH
	コンスタントハンガ	CH
	リジッドハンガ	RH
	スウェイブレス	SB
	ホイップレストレイント	PW
	ガイド	GD
	ノズル	

: 補正工認等による耐震補強実施箇所

図 10 (8/24) 補正工認等による耐震補強実施箇所【原子炉系（蒸気部）】

表 8-8 補正工認等による耐震補強内容【原子炉系（蒸気部）】

サポート番号	補強内容
SNO-MS-528	【工】 サポート容量変更 (100 kN → 160 kN), サポート追設 (SNO : 30 kN ×1 本)



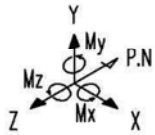
配管支持装置名称		
記号	名称	略称
	アンカ	AN
	レストレイント	RE
	ロッドレストレイント	RO
	オイルストップ	SNO
	メカニカルストップ	SNM
	スプリングハンガ	SH
	コンスタントハンガ	CH
	リジッドハンガ	RH
	スウェイブレス	SB
	ホイップレストレイント	PW
	ガイド	GD
	ノズル	

: 補正工認等による耐震補強実施箇所

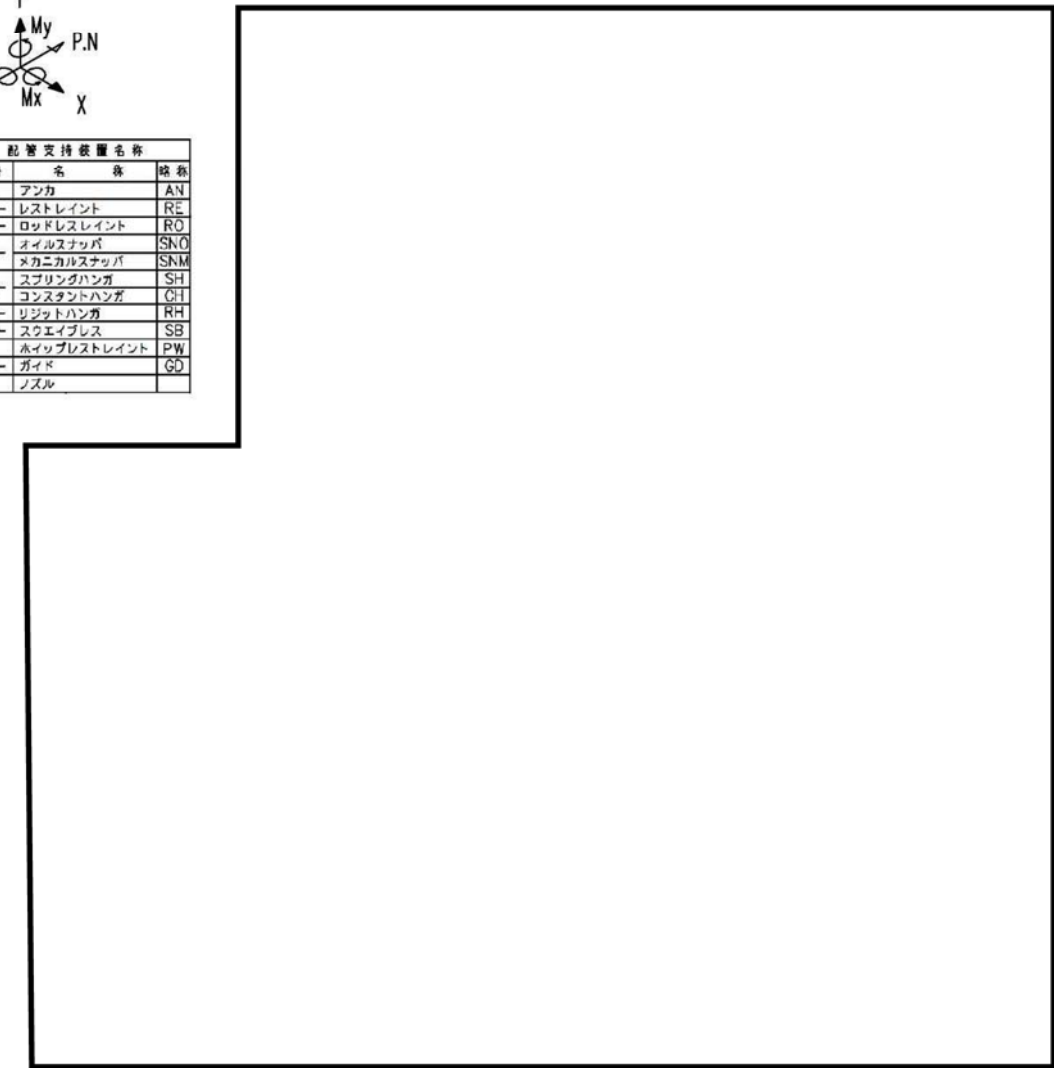
図 10 (9/24) 40 年目 PLM 評価により実施する耐震補強実施箇所【原子炉系（蒸気部）】

表 8-9 40 年目 PLM 評価により実施する補強内容【原子炉系（蒸気部）】

サポート番号	補強内容
SNO-MS-532	【工】サポート容量変更 (50 kN → 100 kN)
(評価点 419)	【工】サポート追設 (SNO : 30 kN × 1 本)
SNO-MS-534	【工】サポート容量変更 (100 kN → 160 kN)



配管支持装置名称		
記号	名称	略称
⊙	アンカ	AN
≡	レストレイント	RE
≡→	ロッドレストレイント	RO
≡←	オイルスナッパ	SNO
≡←	メカニカルスナッパ	SNM
≡↖↗	スプリングハンガ	SH
≡↖↗	コンスタントハンガ	CH
≡↖↗	リジッドハンガ	RH
≡↖↗	スウェイブレス	SB
↖↗	ホイップレストレイント	PW
≡→	ガイド	GD
J	ノズル	

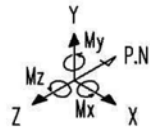


○ : 耐震 BC による耐震補強箇所 — : 補正工認等による耐震補強実施箇所

図 10 (10/24) 補正工認等による耐震補強実施箇所【原子炉系（蒸気部）】

表 8-10 補正工認等による耐震補強内容【原子炉系（蒸気部）】

サポート番号	補強内容
(評価点 505)	【工】 サポート追設 (SNO : 60 kN × 1 本)
(評価点 516)	【工】 サポート追設 (SNO : 60 kN × 1 本)
(評価点 522)	【工】 サポート追設 (SNO : 30 kN × 1 本)



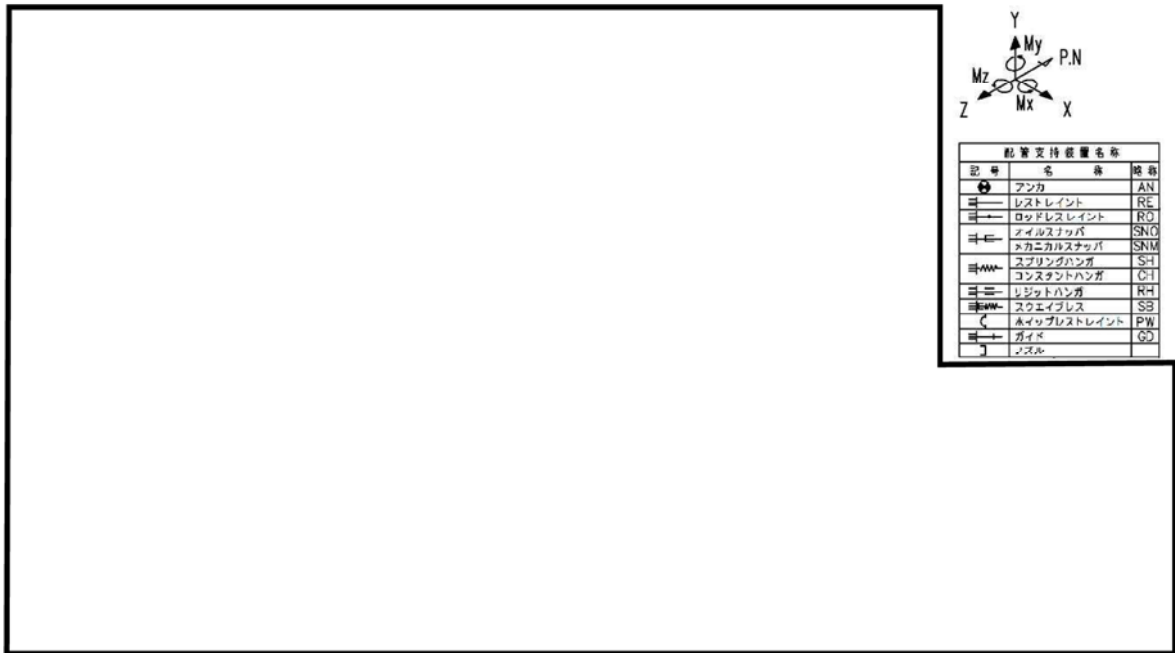
配管支持装置名称		
記号	名称	略称
⊙	アンカ	AN
≡	レストレイント	RE
≡→	ロッドレストレイント	RO
≡←	オイルスナッチ	SNO
≡←	メカニカルスナッチ	SNM
≡↔	スプリングハンガ	SH
≡↔	コンスタントハンガ	CH
≡↔	リジッドハンガ	RH
≡↔	スクエイブレス	SB
↔	ホイップレストレイント	PW
≡→	ガイド	GD
↓	ノズル	

○ — : 補正工認等による耐震補強実施箇所

図 10 (11/24) 補正工認等による耐震補強実施箇所【原子炉系 (蒸気部)】

表 8-11 補正工認等による耐震補強内容【原子炉系 (蒸気部)】

サポート番号	補強内容
SNO-MS-543	【工】 サポート容量変更 (50 kN → 100 kN), サポート追設 (SNO : 60 kN ×1 本)

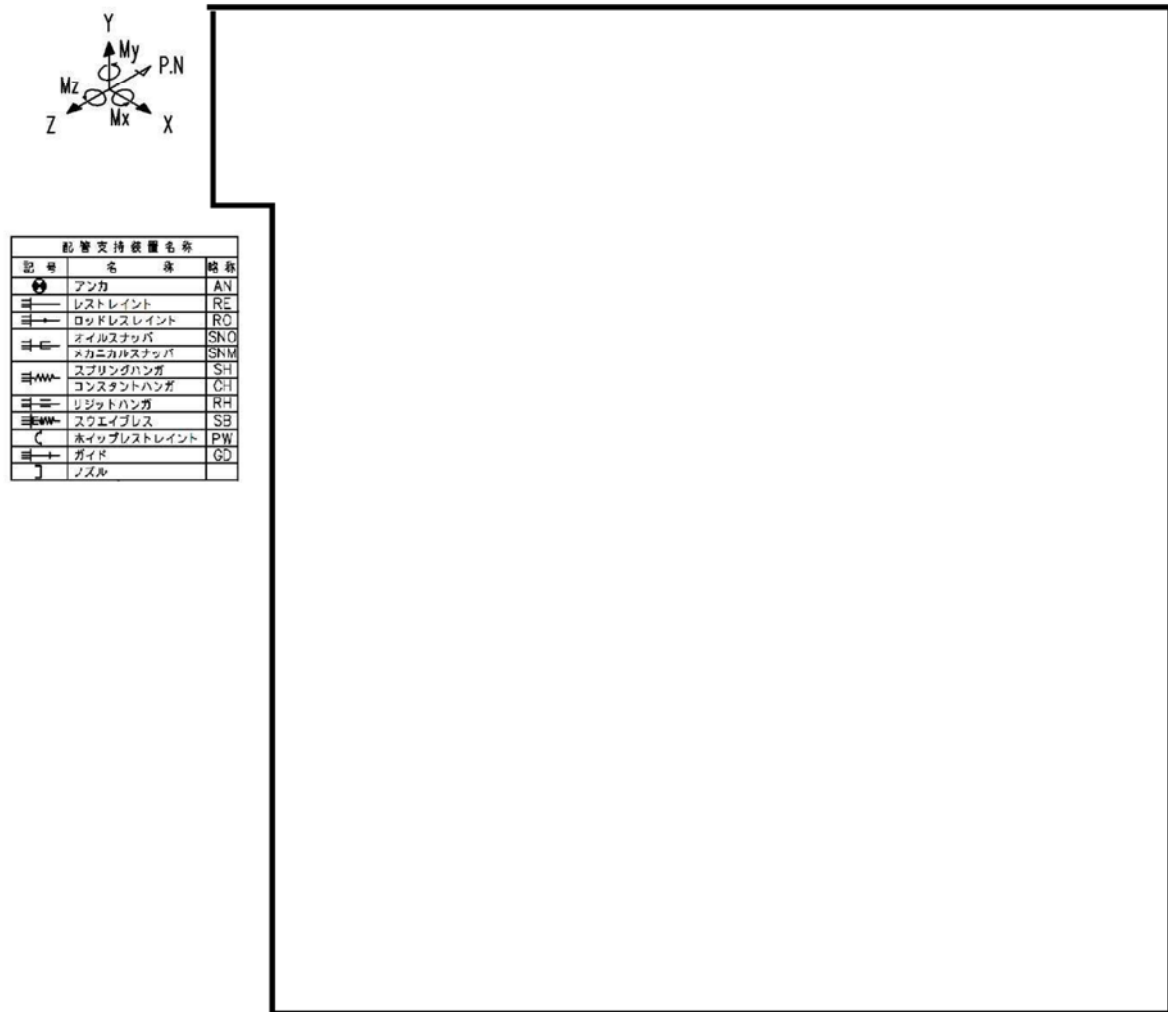


○ : 耐震 BC による耐震補強箇所 ○ — : 補正工認等による耐震補強実施箇所

図 10 (12/24) 補正工認等による耐震補強実施箇所【原子炉系（蒸気部）】

表 8-12 補正工認等による耐震補強内容【原子炉系（蒸気部）】

サポート番号	補強内容
(評価点 7)	【工】 サポート追設 (SNO : 160 kN × 1 本)
SNO-MS-SC1	【工】 サポート容量変更 (100 kN → 250 kN)
SNO-MS-SC4	【工】 サポート容量変更 (160 kN → 250 kN)
SNO-MS-SC6	【工】 サポート容量変更 (100 kN → 250 kN)
(評価点 23)	【工】 サポート追設 (SNO : 250 kN × 1 本)
(評価点 32)	【工】 サポート追設 (SNO : 160 kN × 2 本)
(評価点 54)	【工】 サポート追設 (SNO : 250 kN × 2 本)
SNO-MS-SC3	【工】 サポート容量変更 (50 kN → 100 kN)
(評価点 7202)	【工】 サポート追設 (SNO : 250 kN × 1 本)
(評価点 7802)	【工】 サポート追設 (SNO : 250 kN × 1 本) (RO × 1)



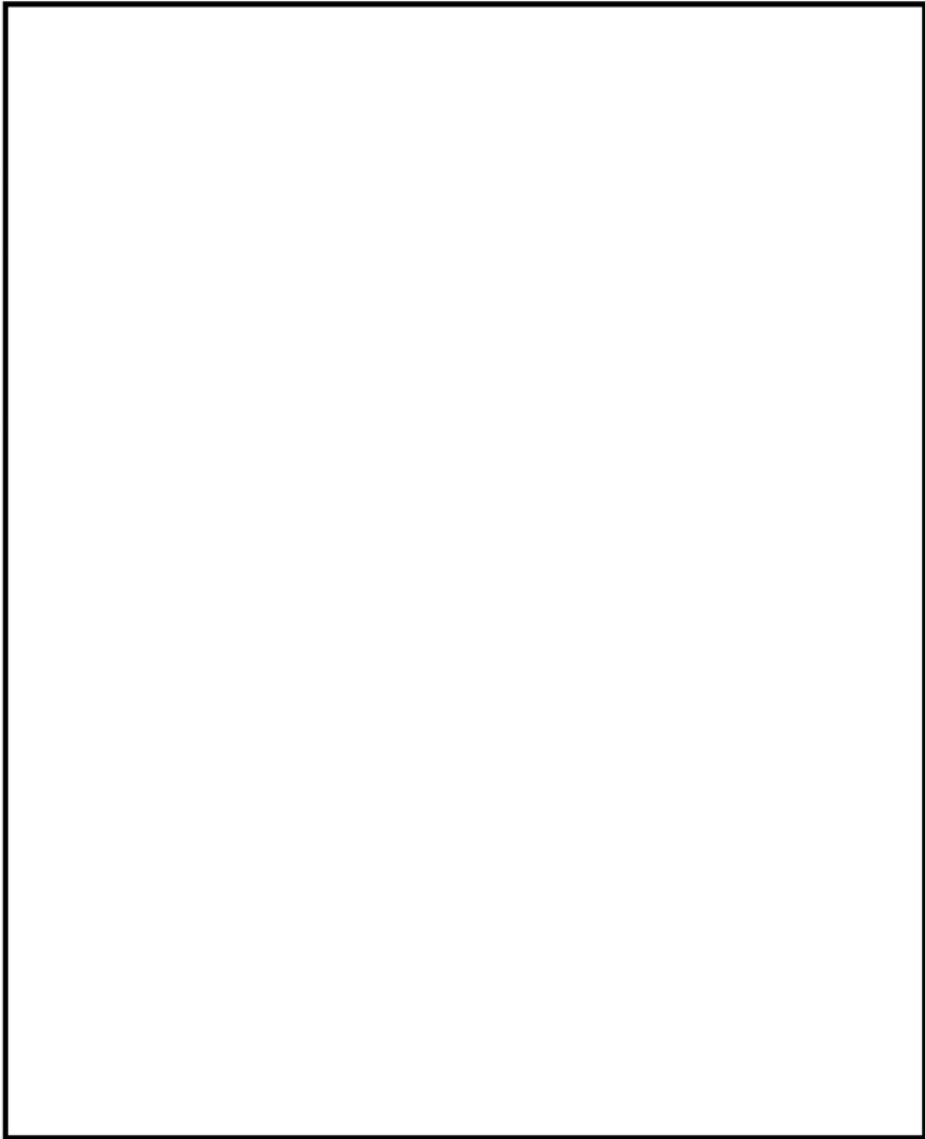
配管支持装置名称		
記号	名称	略称
☉	アンカ	AN
≡	レストレイント	RE
≡→	ロッドレストレイント	RO
≡←	オイルスナッチ	SNO
≡←	メカニカルスナッチ	SNM
≡≡≡	スプリングハンガ	SH
≡≡≡	コンスタントハンガ	CH
≡≡	リジッドハンガ	RH
≡≡≡	スウェイブレス	SB
↙	ホップレストレイント	PW
≡→	ガイド	GD
↓	ノズル	

☉：補正工認等による耐震補強実施箇所

図 10 (13/24) 補正工認等による耐震補強実施箇所【原子炉系（蒸気部）】

表 8-13 補正工認等による耐震補強内容【原子炉系（蒸気部）】

サポート番号	補強内容
SNO-MS-568	【工】 サポート容量変更 (50 kN → 100 kN)

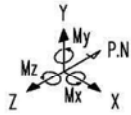


○ : 補正工認等による耐震補強実施箇所

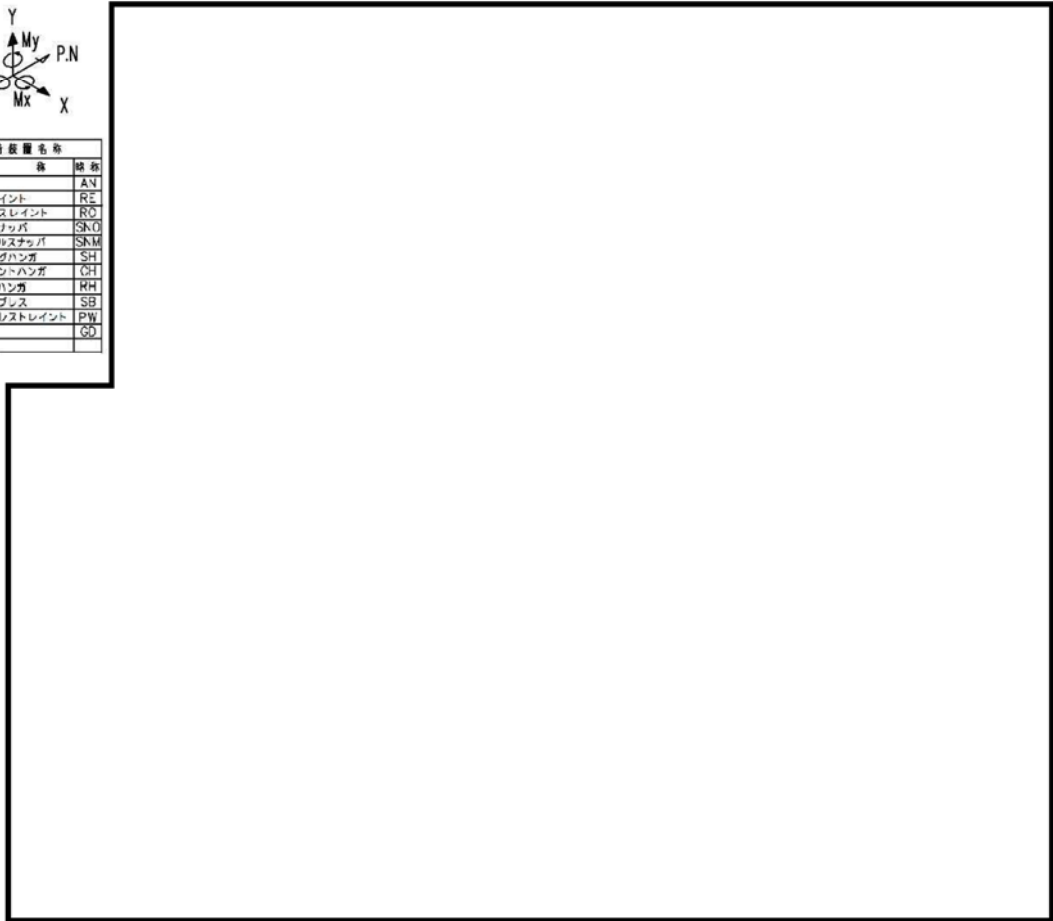
図 10 (14/24) 補正工認等による耐震補強実施箇所【原子炉系（蒸気部）】

表 8-14 補正工認等による耐震補強内容【原子炉系（蒸気部）】

サポート番号	補強内容
SNO-MS-578-2	【工】 サポート容量変更 (50 kN → 100 kN)



配管支持装置名称		
記号	名称	補強
⊙	アンカ	AN
⊖	レストレイント	RE
⊖	ロッドレストレイント	RO
⊖	アールスナック	SNO
⊖	スカーカスナック	SKM
⊖	スプリングハンゴ	SH
⊖	コンスタントハンゴ	CH
⊖	リジッドハンゴ	RH
⊖	スクエイブレス	SB
⊖	スロップレストレイント	PW
⊖	ガイド	GD
⊖	ノズル	

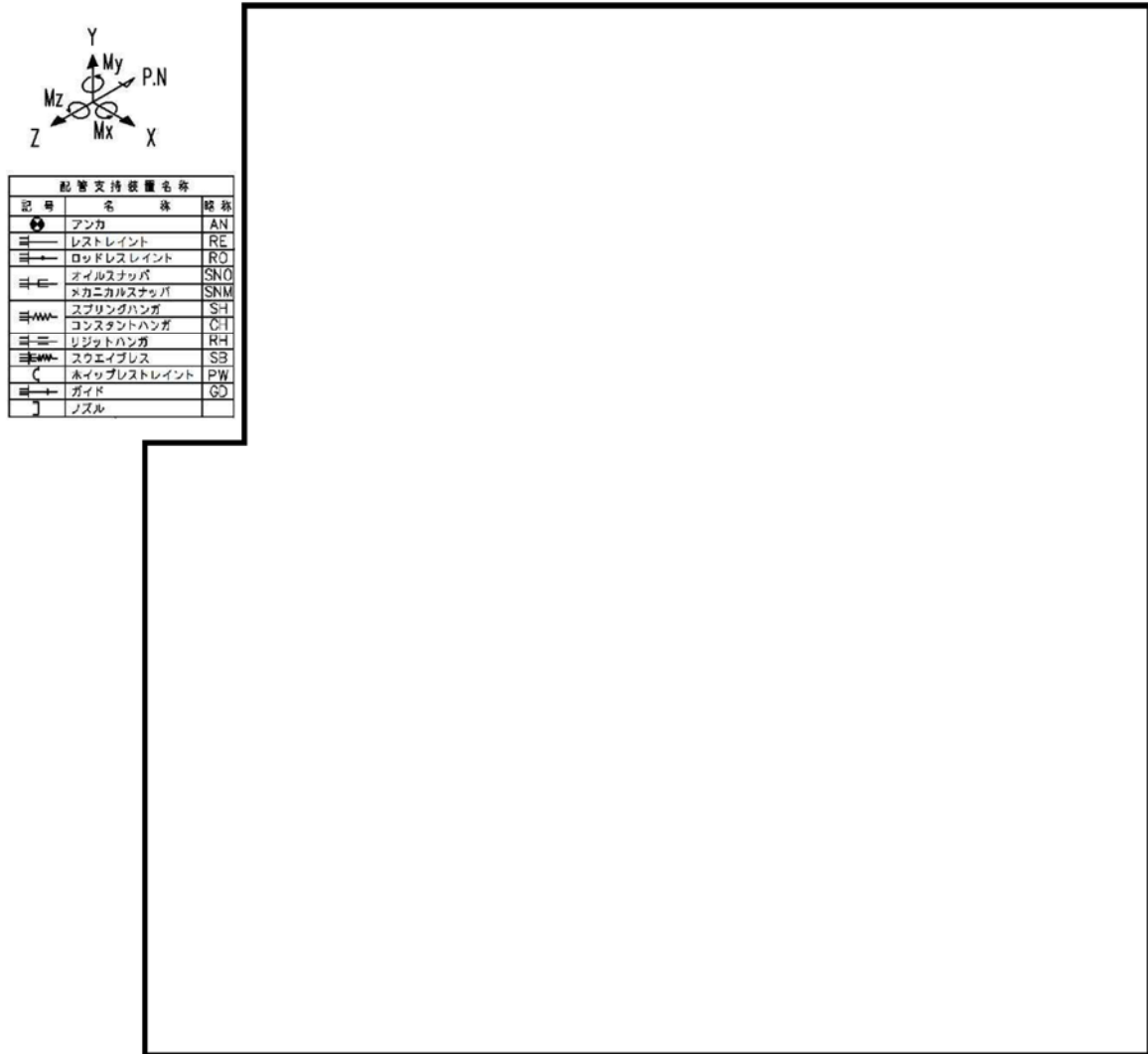


○：補正工認等による耐震補強実施箇所

図 10 (15/24) 補正工認等による耐震補強実施箇所【原子炉系（蒸気部）】

表 8-15 補正工認等による耐震補強内容【原子炉系（蒸気部）】

サポート番号	補強内容
SNO-MS-583	【工】 サポート容量変更 (50 kN → 100 kN)
SNM-MS-128-464	【工】 サポート容量変更 (100 kN → 160 kN)

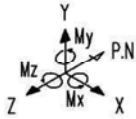


☉ : 耐震 BC による耐震補強箇所 ☉ — : 補正工認等による耐震補強実施箇所

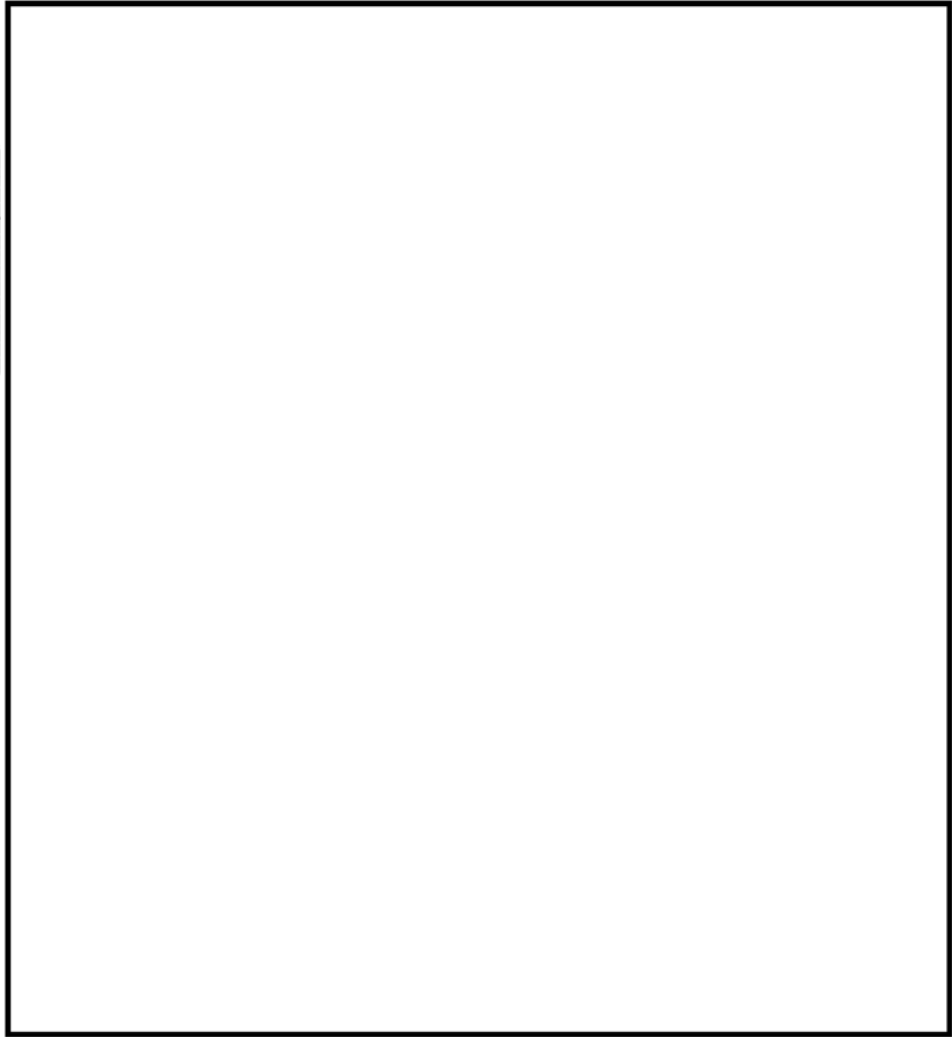
図 10 (16/24) 補正工認等による耐震補強実施箇所【原子炉系 (蒸気部)】

表 8-16 補正工認等による耐震補強内容【原子炉系 (蒸気部)】

サポート番号	補強内容
(評価点 503)	【工】 サポート追設 (SNO : 100 kN ×1 本)
(評価点 520)	【工】 サポート追設 (SNO : 100 kN ×1 本)
SNO-MS-592	【工】 サポート容量変更 (100 kN → 160 kN)



配管支持装置名称		
記号	名称	略称
↔	アンカ	AN
≡	レストレイント	RE
≡→	ロッドレストレイント	RC
≡←	オイルスタッパ	SNO
≡←	メカニカルスタッパ	SNM
≡↔	スプリングハンガ	SH
≡↔	コンスタントハンガ	CH
≡↔	リジッドハンガ	RH
≡↔	スウェイブレス	SB
≡↔	ホップレストレイント	PW
≡→	ガイド	GD
≡	ノズル	

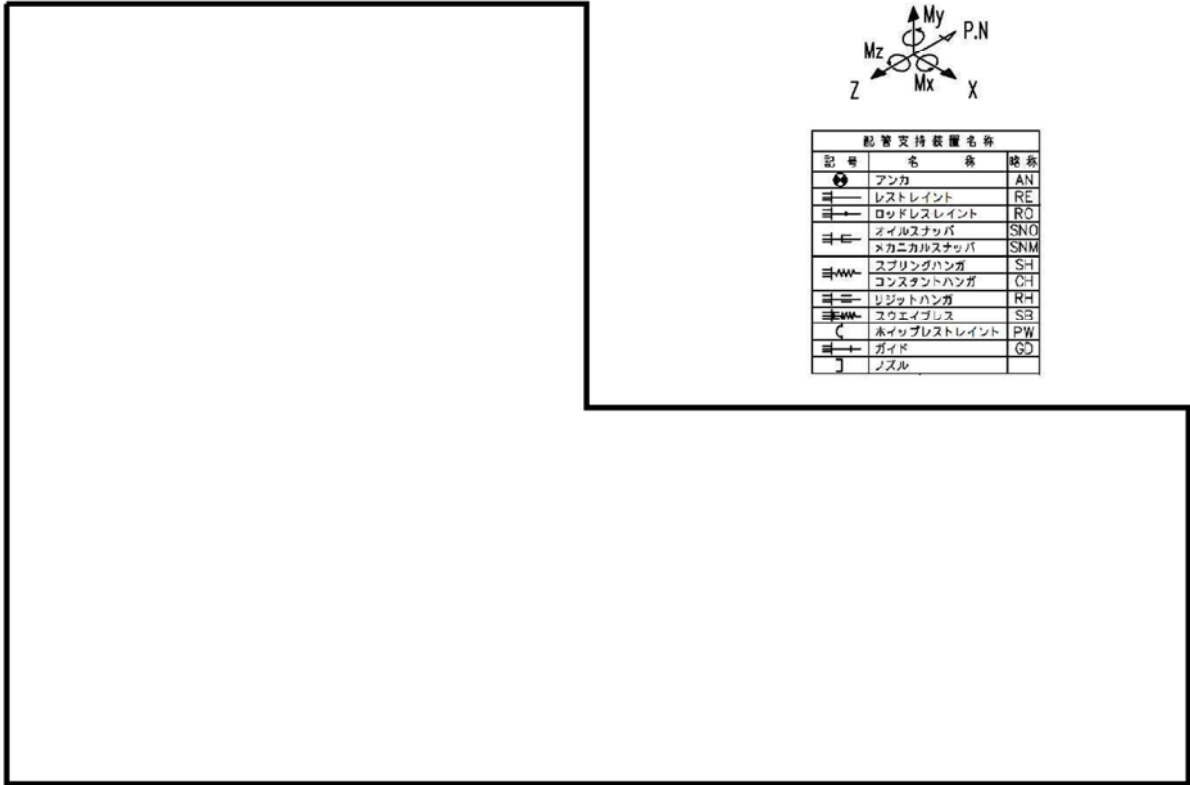


○ : 耐震 BC による耐震補強箇所 — : 補正工認等による耐震補強実施箇所

図 10 (17/24) 補正工認等による耐震補強実施箇所【原子炉系（蒸気部）】

表 8-17 補正工認等による耐震補強内容【原子炉系（蒸気部）】

サポート番号	補強内容
(評価点 602)	【工】 サポート追設 (SNO : 100 kN ×1 本)
(評価点 619)	【工】 サポート追設 (SNO : 30 kN ×1 本)

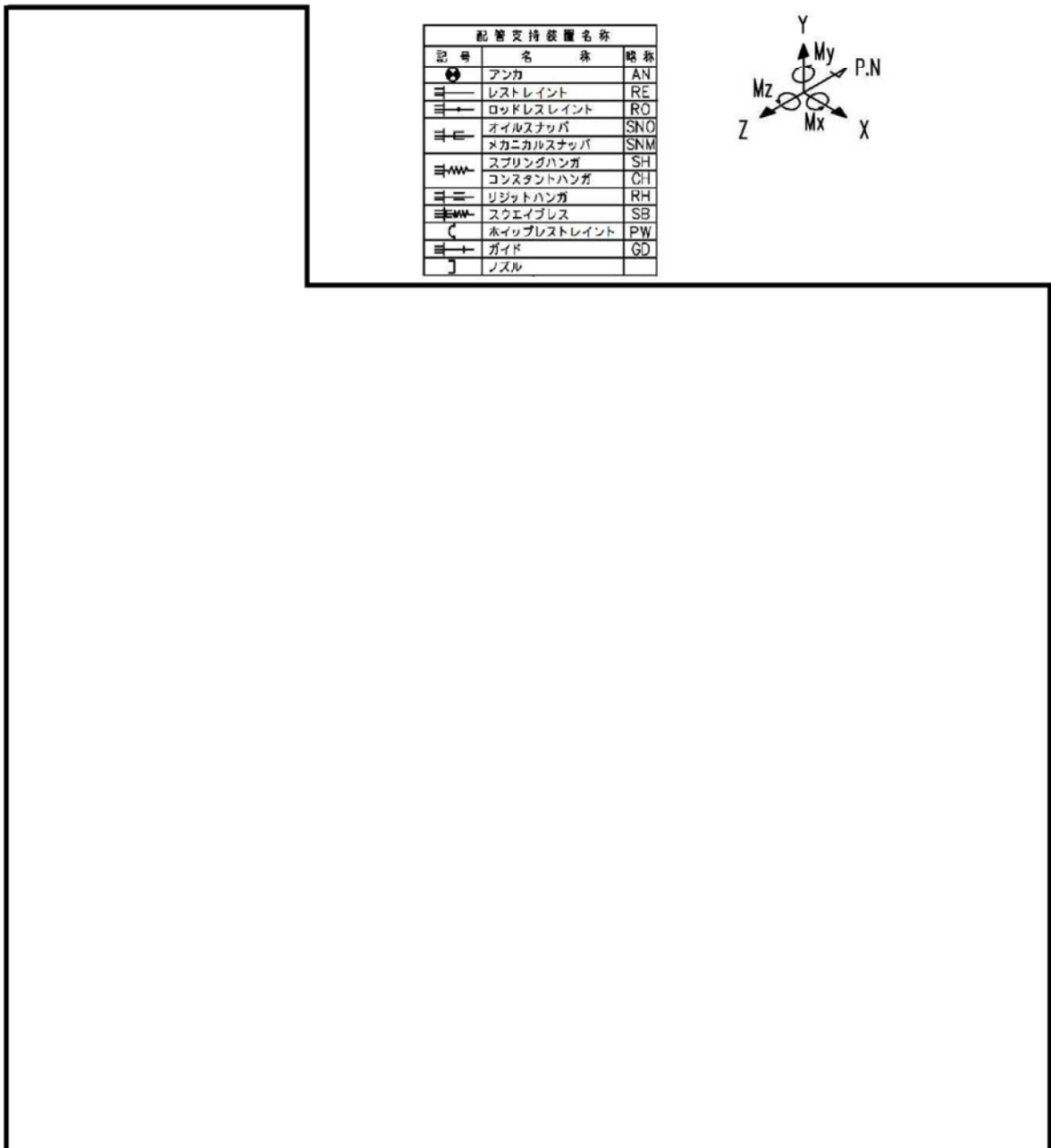


— : 補正工認等による耐震補強実施箇所

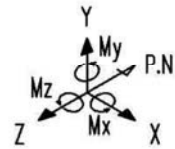
図 10 (18/24) 補正工認等による耐震補強実施箇所【原子炉系 (蒸気部)】

表 8-18 補正工認等による耐震補強内容【原子炉系 (蒸気部)】

サポート番号	補強内容
(評価点 22)	【工】サポート追設 (SNO : 160 kN × 2 本)
(評価点 26)	【工】サポート追設 (SNO : 160 kN × 2 本)
(評価点 4402)	【工】サポート追設 (SNO : 250 kN × 1 本)
(評価点 5102)	【工】サポート追設 (SNO : 250 kN × 1 本) (RO × 1)



配置支持装置名称		
記号	名称	略称
⊙	アンカ	AN
≡	レストレイント	RE
≡→	ロッドレストレイント	RO
≡≡	オイルスナップ	SNO
≡≡	メカニカルスナップ	SNM
≡≡≡	スプリングハンガ	SH
≡≡≡	コンスタントハンガ	CH
≡≡≡	リジッドハンガ	RH
≡≡≡	スクエイブレス	SB
⌒	ホイップレストレイント	PW
≡→	ガイド	GD
J	ノズル	

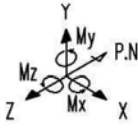


⊙ : 耐震 BC による耐震補強箇所 ⊙ : 補正工認等による耐震補強実施箇所

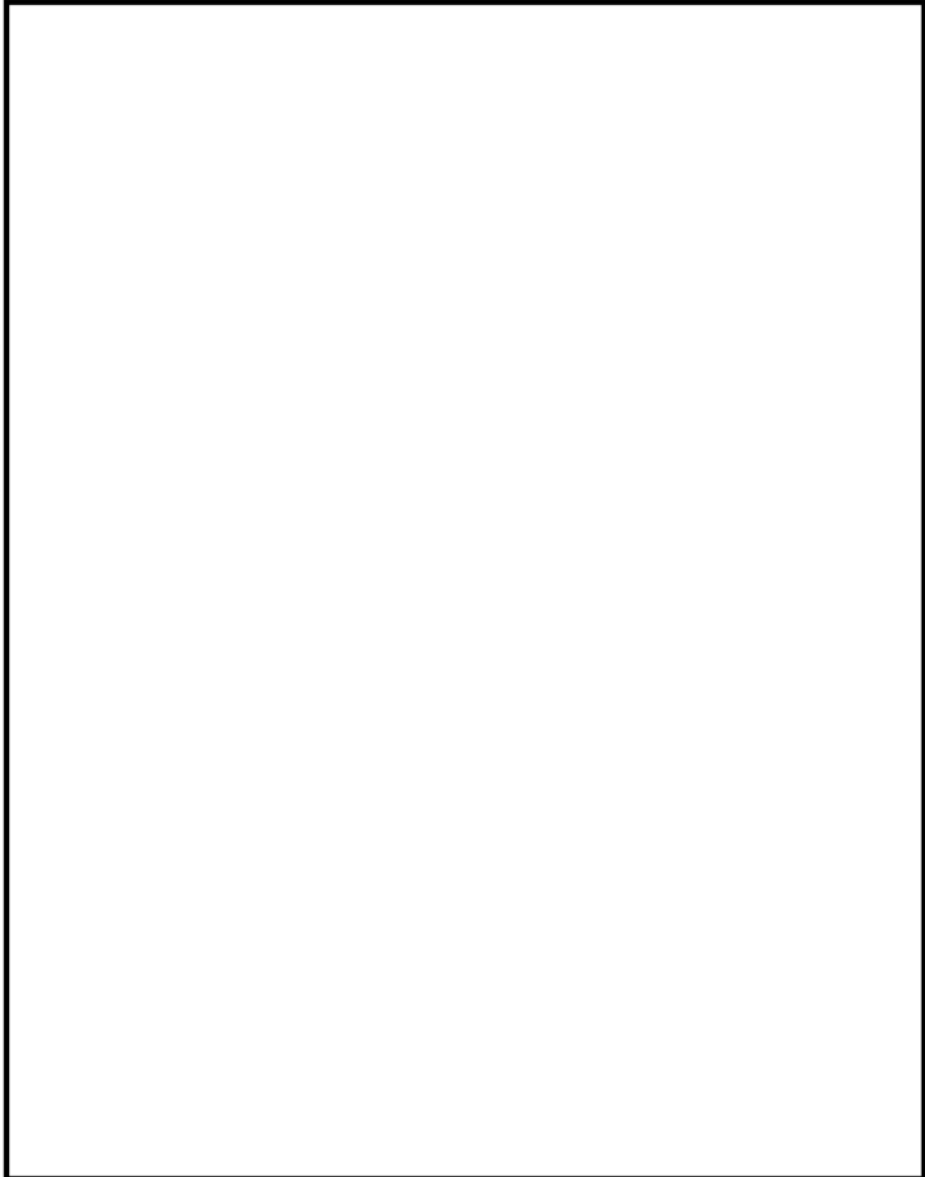
図 10 (19/24) 補正工認等による耐震補強実施箇所【原子炉系 (蒸気部)】

表 8-19 補正工認等による耐震補強内容【原子炉系 (蒸気部)】

サポート番号	補強内容
SNO-MS-550-2	【工】 サポート容量変更 (50 kN → 100 kN)
SNO-MS-551-1	【工】 サポート容量変更 (50 kN → 100 kN)
SNO-MS-551-2	【工】 サポート容量変更 (50 kN → 100 kN)
SNM-MS-122-258	【工】 サポート容量変更 (80 kN → 100 kN)
SNM-MS-122-260	【工】 サポート容量変更 (50 kN → 100 kN)



配管支持装置名称		
記号	名称	略称
●	アンカ	AN
≡	レストレイント	RE
≡	ロッドレストレイント	RO
≡	オイルスナッチ	SNO
≡	スカーニカルスナッチ	SNM
≡	スプリングハンガ	SH
≡	コンスタントハンガ	CH
≡	リジッドハンガ	RH
≡	スラエイブレス	SB
≡	ホイップレストレイント	PW
≡	ガイド	GD
≡	インスル	

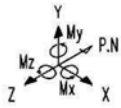


○ : 耐震 BC による耐震補強箇所 ○ : 補正工認等による耐震補強実施箇所

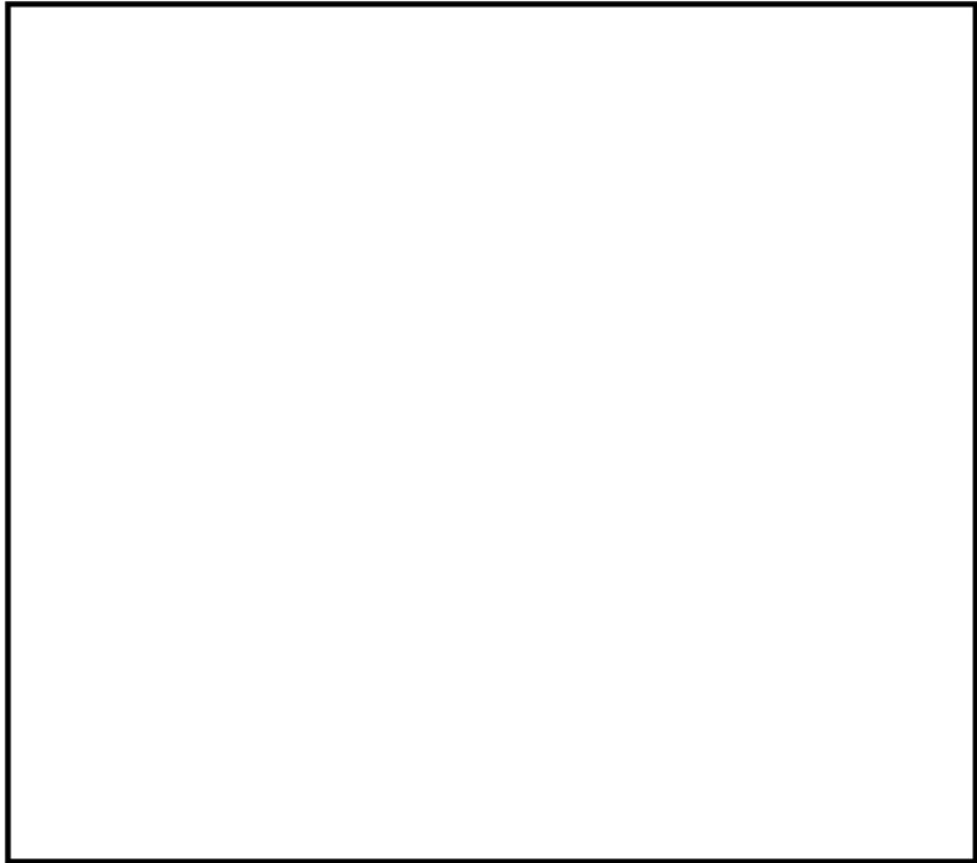
図 10 (20/24) 補正工認等による耐震補強実施箇所【原子炉系 (蒸気部)】

表 8-20 補正工認等による耐震補強内容

サポート番号	補強内容
SNO-MS-556	【工】 サポート容量変更 (100 kN → 160 kN)



耐震支持装置名表		
記号	名称	略称
●	アンカ	AN
□	リフトレイト	RE
□	ロッドレスレイト	RL
□	アイムスノッパ	SNO
□	スカーカリスナッパ	SNM
□	スプリングハンガ	SH
□	コンスタントハンガ	CH
□	レジットハンガ	RH
□	スクエアプレス	SE
□	アイムスリフトレイト	PW
□	ガイダ	GD
□	ノズル	

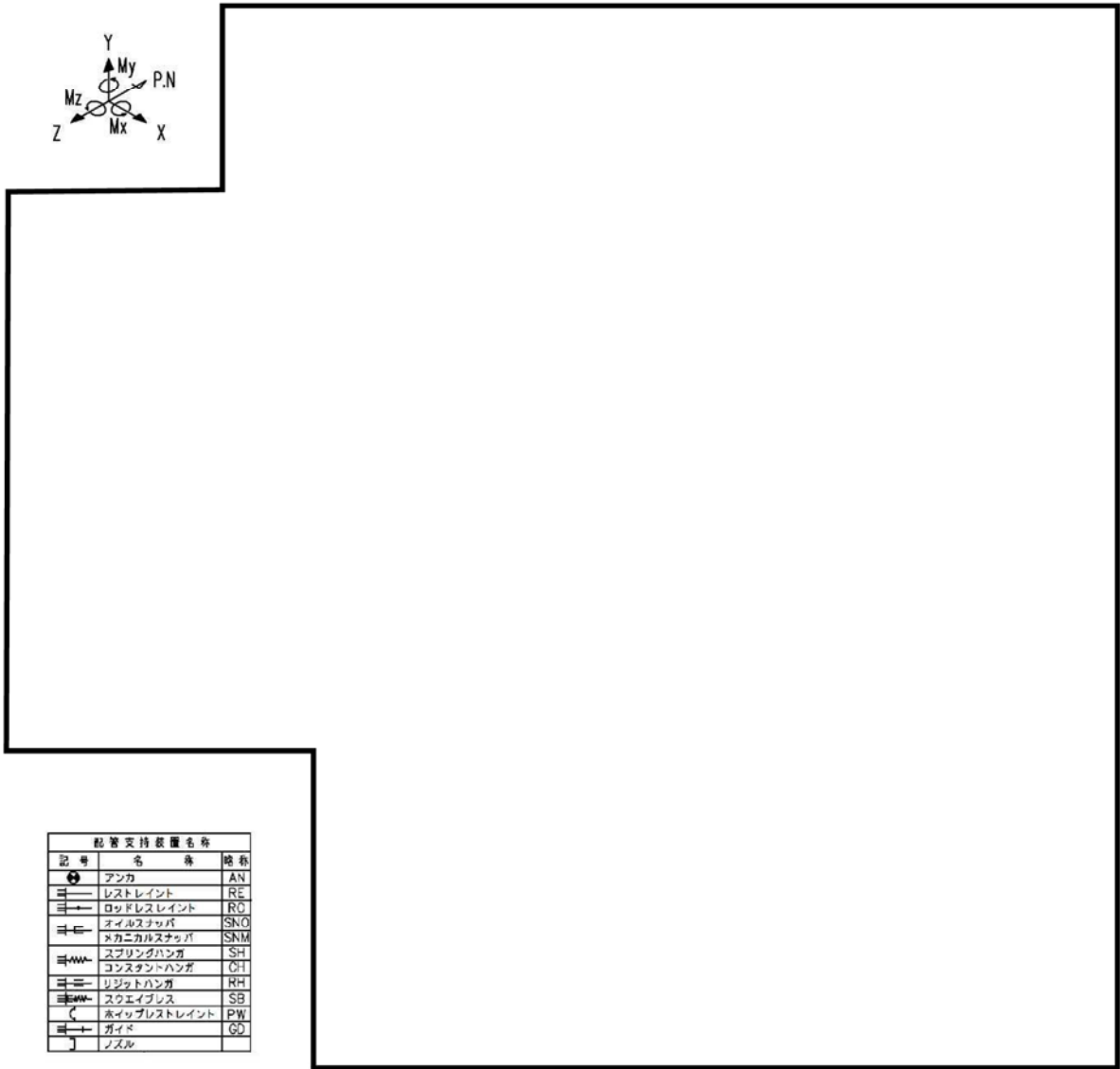
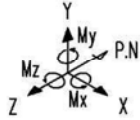


○ : 補正工認等による耐震補強実施箇所

図 10 (21/24) 補正工認等による耐震補強実施箇所【原子炉系（蒸気部）】

表 8-21 補正工認等による耐震内容【原子炉系（蒸気部）】

サポート番号	補強内容
SNO-MS-559	【工】サポート容量変更 (50 kN → 100 kN)



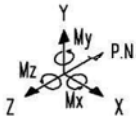
配管支持装置名称		
記号	名称	略称
●	アンカ	AN
—	レストレイント	RE
—	ロッドレストレイント	RO
—	オイルスナップ	SNO
—	メカニカルスナップ	SNM
—	スプリングハンガ	SH
—	コンスタントハンガ	CH
—	リジッドハンガ	RH
—	スクエイブレス	SB
—	ホイップレストレイント	PW
—	ガイド	GD
—	ノズル	

○ : 耐震 BC による耐震補強箇所 — : 補正工認等による耐震補強実施箇所

図 10 (22/24) 補正工認等による耐震補強実施箇所【原子炉系（蒸気部）】

表 8-22 補正工認等による耐震補強内容【原子炉系（蒸気部）】

サポート番号	補強内容
(評価点 4001)	【工】サポート追設 (SNO : 3 kN ×1 本)
(評価点 1701)	【工】サポート追設 (SNO : 3 kN ×1 本)
(評価点 21)	【工】サポート追設 (RE ×1)
(評価点 2401)	【工】サポート追設 (RH ×1)
(評価点 2403)	【工】サポート追設 (SNO : 3 kN ×2 本), サポート変更 (RE → SNO : 3 kN ×1 本)
(評価点 2701)	【工】サポート追設 (SNO : 3 kN ×2 本)
(評価点 34A)	【工】AN 移動
(評価点 52)	【工】RE 撤去, サポート追設 (RE ×1) (SNO : 3 kN ×1 本)
(評価点 5304)	【工】サポート追設 (SNO : 3 kN ×2 本)
(評価点 60)	【工】RE 拘束方向変更
(評価点 101)	【工】サポート追設 (SNO : 3 kN ×2 本)
(評価点 1051)	【工】RE 撤去, サポート追設 (SNO : 3 kN ×2 本)
(評価点 1061)	【工】サポート追設 (RH ×1)
(評価点 1063)	【工】サポート追設 (SNO : 3 kN ×1 本), サポート変更 (RE → SNO : 3 kN ×1 本)
(評価点 1071)	【工】RE 撤去, サポート追設 (SNO : 3 kN ×2 本) (RH ×1)
(評価点 1173)	【工】サポート追設 (SNO : 3 kN ×1 本), サポート変更 (RE → SNO : 3 kN ×1 本)
(評価点 1601)	【工】サポート追設 (SNO : 3 kN ×1 本)
(評価点 4591)	【工】サポート追設 (RE ×1) (SNO : 3 kN ×1 本)
(評価点 8021)	【工】サポート追設 (RE ×1)
(評価点 8061)	【工】サポート追設 (RE ×1)
(評価点 8521)	【工】サポート追設 (RE ×1)



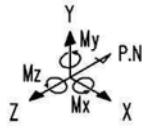
配管支持装置名称		
記号	名称	略称
⊙	アンカ	AN
≡	レストレイント	RE
≡→	ロッドレストレイント	RO
≡⇐	オイルスナップ	SNO
≡⇐	メカニカルスナップ	SNM
≡≡≡	スプリングハンガ	SH
≡≡≡	コンスタントハンガ	CT
≡≡	リジッドハンガ	RH
≡≡≡	スクエイブレス	SB
≡⇐	ホイップレストレイント	PW
⇐	ガイド	GD
丁	ノズル	

○ : 耐震 BC による耐震補強箇所 — : 補正工認等による耐震補強実施箇所

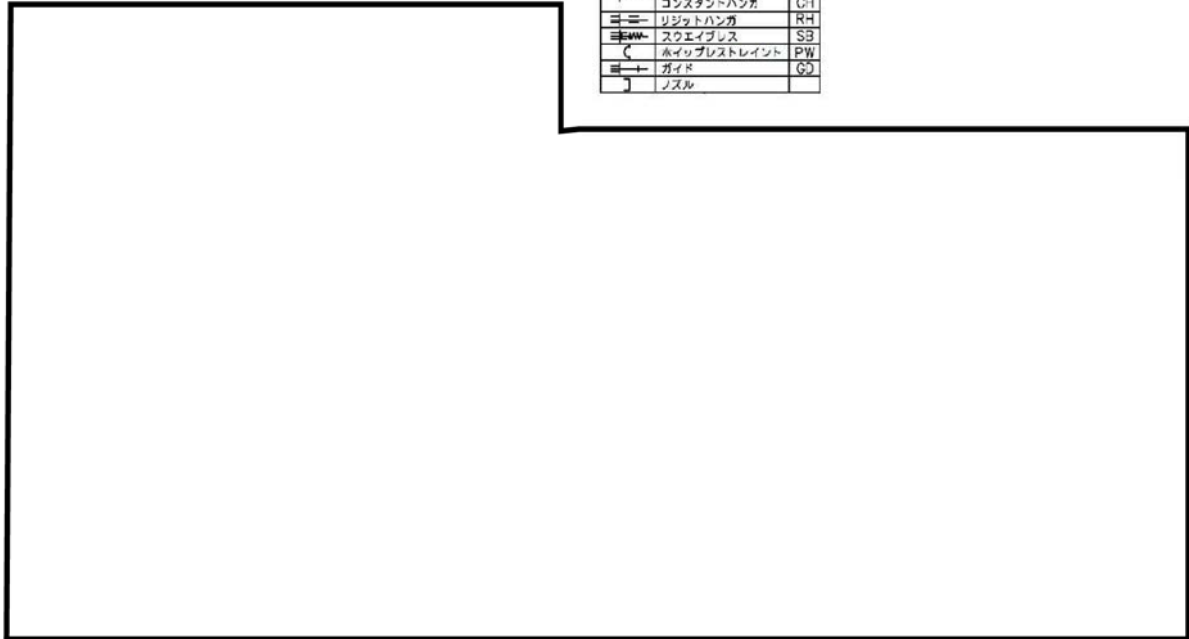
図 10 (23/24) 補正工認等による耐震補強実施箇所【原子炉系（蒸気部）】

表 8-23 補正工認等による耐震補強内容【原子炉系（蒸気部）】

サポート番号	補強内容
(評価点 7101)	【工】サポート追設 (SNO : 3 kN ×1 本)
(評価点 72)	【工】サポート追設 (RE ×1)
(評価点 73)	【工】サポート追設 (SNO : 3 kN ×1 本)
(評価点 75)	【工】サポート追設 (SNO : 3 kN ×2 本)
(評価点 7701)	【工】サポート追設 (SNO : 3 kN ×2 本)
(評価点 83)	【工】RE 撤去, サポート追設 (SNO : 3 kN ×2 本)
(評価点 2031)	【工】サポート追設 (RH ×1)
(評価点 2034)	【工】サポート追設 (SNO : 3 kN ×2 本)
(評価点 216)	【工】サポート追設 (SNO : 3 kN ×1 本)
(評価点 2581)	【工】サポート追設 (SNO : 3 kN ×1 本)
(評価点 3031)	【工】サポート追設 (RH ×1)
(評価点 3034)	【工】サポート追設 (SNO : 3 kN ×2 本)
(評価点 310)	【工】サポート追設 (SNO : 3 kN ×1 本)
(評価点 316)	【工】サポート追設 (SNO : 3 kN ×1 本)
(評価点 3203)	【工】サポート追設 (SNO : 3 kN ×1 本), サポート変更 (RE → SNO : 3 kN ×1 本)
(評価点 3581)	【工】サポート追設 (SNO : 3 kN ×1 本)
(評価点 511)	【工】サポート追設 (SNO : 3 kN ×1 本)
(評価点 5581)	【工】サポート追設 (RE ×1) (SNO : 3 kN ×1 本)
(評価点 903)	【工】サポート追設 (RE ×1)
(評価点 9501)	【工】サポート追設 (RE ×1) (SNO : 3 kN ×1 本)



配管支持装置名称		
記号	名称	略称
☉	アンカ	AN
≡	レストレイント	RE
≡→	ロッドレストレイント	RO
⇒	オイルスナッチ	SNO
⇒	メカニカルスナッチ	SNM
≡↘	スプリングハンガ	SH
≡↘	コンスタントハンガ	CI
≡↘	リジッドハンガ	RH
≡↘	スクエイブレス	SB
☉	ホイップレストレイント	PW
≡+	ガイド	GD
⌋	ノズル	



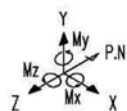
☉ — : 補正工認等による耐震補強実施箇所

図 10 (24/24) 補正工認等による耐震補強実施箇所【原子炉系 (蒸気部)】

表 8-24 補正工認等による耐震補強内容【原子炉系 (蒸気部)】

サポート番号	補強内容
(評価点 6074)	【工】 サポート追設 (SNO : 3 kN × 2 本)
(評価点 6594)	【工】 サポート追設 (SNO : 3 kN × 2 本)
RE-MS-300	【工】 RE 拘束方向変更
RE-MS-318	【工】 RE 拘束方向変更
(評価点 7074)	【工】 サポート追設 (SNO : 3 kN × 2 本)
(評価点 7584)	【工】 サポート追設 (SNO : 3 kN × 2 本)

⑨ 原子炉系（純水部）



記号	名称	略称
☉	アンカ	AN
☉	レストレイント	RE
☉	ロッドレスレイント	RD
☉	フェルアライト	SND
☉	スカーニカルスナップ	SNM
☉	スプリングハンダ	S-I
☉	コンスタントハンダ	C-I
☉	レジットハンダ	R-I
☉	スフエイブレス	SS
☉	ホップレストレイント	FW
☉	ガイド	GD
☉	ノズル	

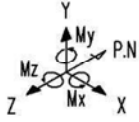


☉ : 耐震 BC による耐震補強箇所 ☉ : 補正工認等による耐震補強実施箇所

図 11 (1/2) 補正工認等による耐震補強実施箇所【原子炉系（純水部）】

表 9-1 補正工認等による耐震補強内容【原子炉系（純水部）】

サポート番号	補強内容
SNO-FDW-144-1	【工】 サポート容量変更 (100 kN → 160 kN)
SNO-FDW-144 (C)	【工】 サポート容量変更 (160 kN → 250 kN)
SNO-FDW-144 (D)	【工】 サポート容量変更 (160 kN → 250 kN)
SNO-FDW-147 (C)	【工】 サポート容量変更 (100 kN → 160 kN)



配管支持装置名称		
記号	名称	略称
⊕	アンカ	AN
⊖	レストレイント	RE
⊖→	ロッドレストレイント	RC
⊖⇐	オイルスナッチ	SNO
⊖⇐⇐	メカニカルスナッチ	SNM
⇐⇐⇐	スプリングハンガ	SH
⇐⇐⇐⇐	コンスタントハンガ	CH
⇐⇐⇐⇐⇐	リジッドハンガ	RH
⇐⇐⇐⇐⇐⇐	スラエーブレス	SB
⇐⇐⇐⇐⇐⇐⇐	ホイップレストレイント	PW
⇐⇐⇐⇐⇐⇐⇐⇐	ガイド	GD
⌋	ノズル	

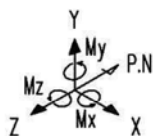
○ : 耐震 BC による耐震補強箇所 ○ : 補正工認等による耐震補強実施箇所

図 11 (2/2) 補正工認等による耐震補強実施箇所【原子炉系（純水部）】

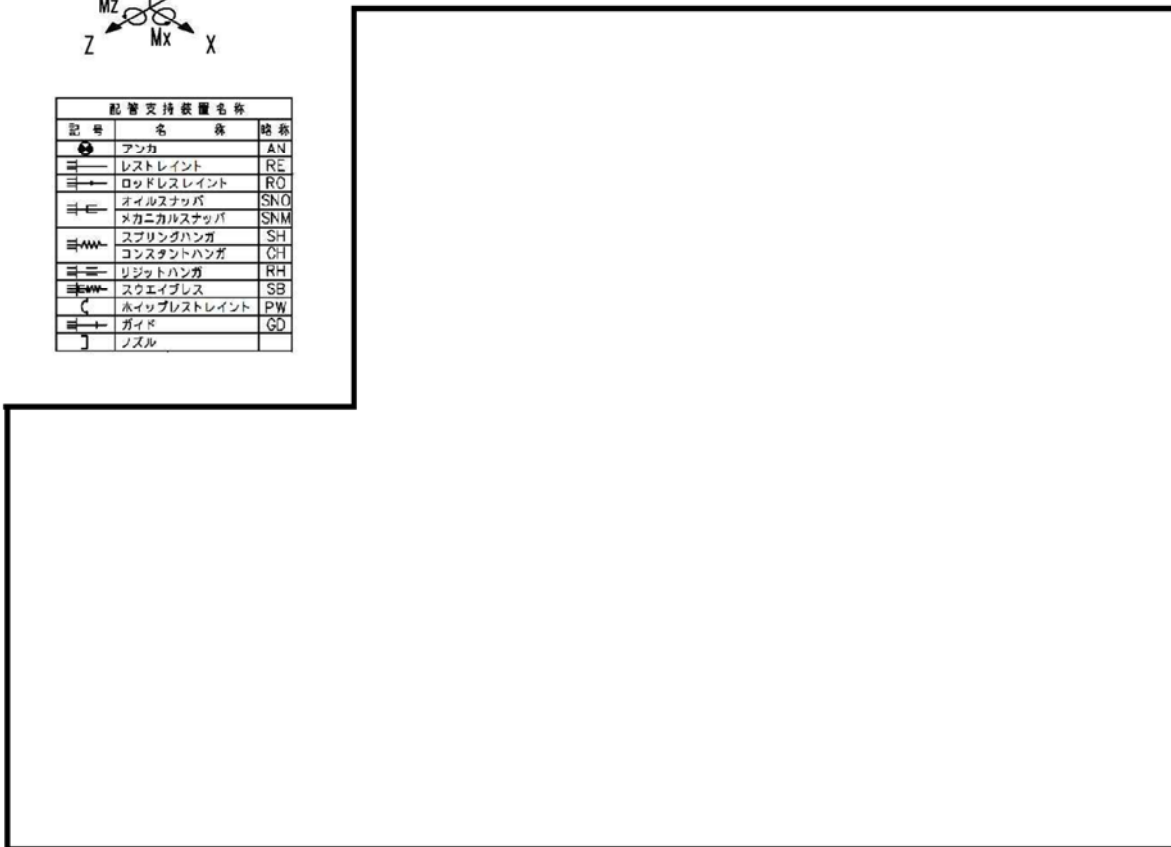
表 9-2 補正工認等による耐震補強内容【原子炉系（純水部）】

サポート番号	補強内容
SNO-FDW-134 (C)	【工】 サポート容量変更 (160 kN → 250 kN)
SNO-FDW-134 (D)	【工】 サポート容量変更 (160 kN → 250 kN)
SNO-FDW-137-3	【工】 サポート容量変更 (50 kN → 100 kN)
SNO-FDW-138-5	【工】 サポート容量変更 (50 kN → 100 kN)

⑩ 給水系



配管支持装置名称		
記号	名称	略称
	アンカ	AN
	レストレイント	RE
	ロッドレストレイント	RO
	オイルスナッパ	SNO
	メカニカルスナッパ	SNM
	スプリングハンガ	SH
	コンスタントハンガ	CH
	リジッドハンガ	RH
	スウェイブレス	SB
	ホイップレストレイント	PW
	ガイド	GD
	ノズル	

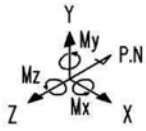


: 補正工認等による耐震補強実施箇所

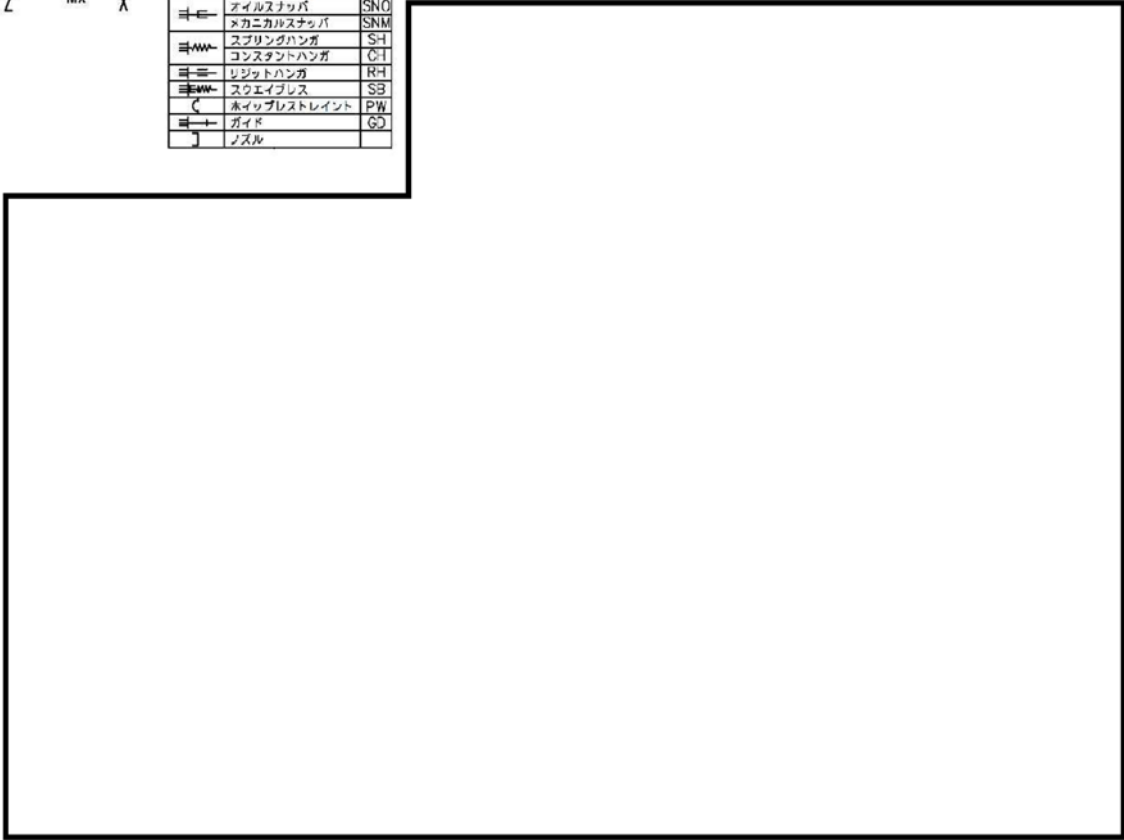
図 12 (1/2) 補正工認等による耐震耐震補強実施箇所【給水系】

表 10-1 補正工認等による耐震補強内容【給水系】

サポート番号	補強内容
SNO-FDW-153-1	【工】サポート容量変更 (50 kN → 160 kN)



配管支持装置名称		
記号	名称	略称
⊕	アンカ	AN
≡	レストレスト	RE
≡→	ロッドレスト	RO
≡	アイルスナック	SNO
≡	メカニカルスナック	SNM
≡↖↗	スプリングハンガ	SH
≡↖↗	コンスタントハンガ	CH
≡↖↗	レジットハンガ	RH
≡↖↗	スウェイブレス	SB
⊂	ホワイプレストレスト	PW
≡→	ガイド	GD
└	ノズル	



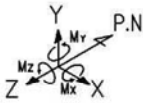
○ : 補正工認等による耐震補強実施箇所

図 12 (2/2) 補正工認等による耐震補強実施箇所【給水系】

表 10-2 補正工認等による耐震補強内容【給水系】

サポート番号	補強内容
RE-FDW-152A	【工】 サポート変更 (RE → SNO : 60 kN ×1 本)

⑪ 復水系



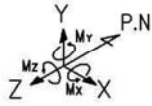
記号	名称	略称
	フック	AN
	レストレイント	RE
	ロッドレストレイント	RO
	イェルストップ	SNO
	メカニカルストップ	SNM
	スプリングハンガ	SH
	コンスタントハンガ	CH
	レジットハンガ	RH
	スウェイブレス	SB
	ホイップレストレイント	PW
	ガイド	GD
	ノズル	

: 補正工認等による耐震補強実施箇所

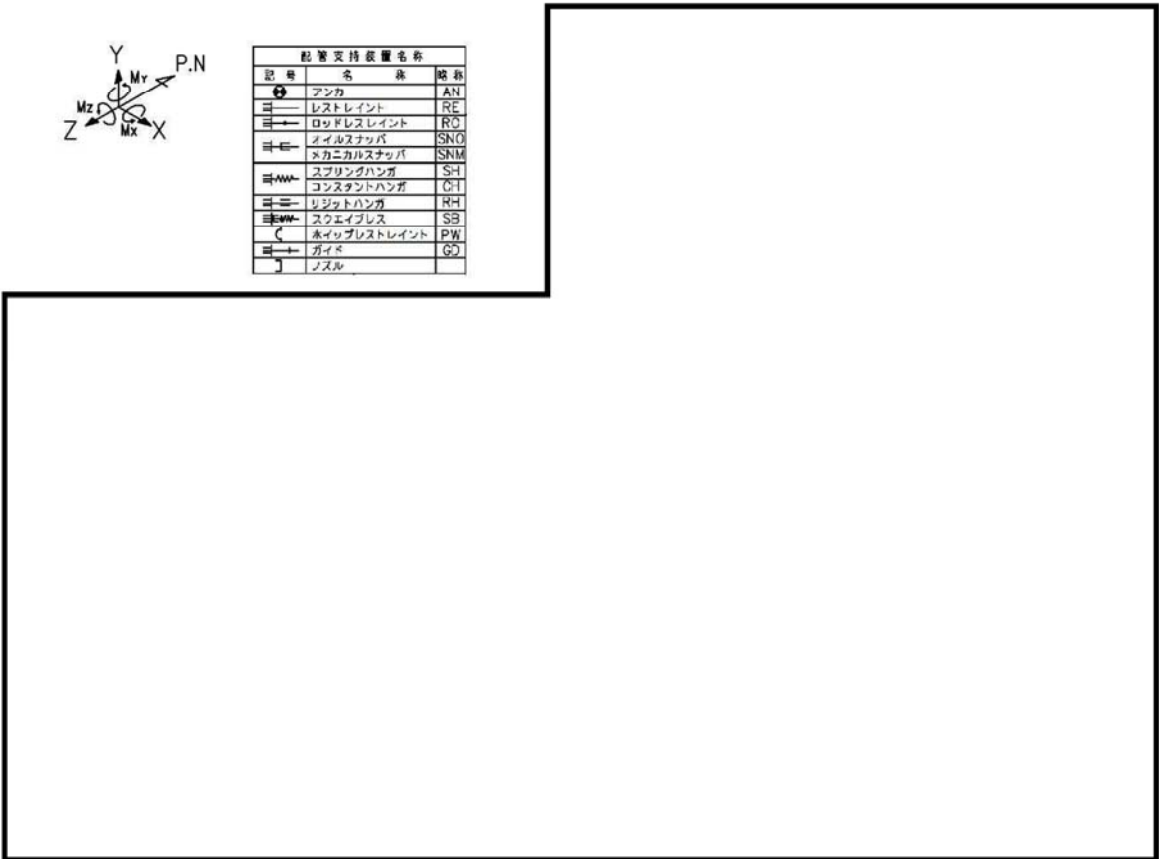
図 13 (1/3) 補正工認等による耐震補強実施箇所【復水系】

表 11-1 補正工認等による耐震補強内容【復水系】

サポート番号	補強内容
SNO-C-85A	【工】 サポート容量変更 (5 kN × 2 本 → 30 kN × 2 本)



配置支持設置名称		
記号	名称	略称
	アンカ	AN
	レストレイント	RE
	ロッドレストレイント	RO
	オイルスナップ	SNO
	メカニカルスナップ	SNM
	スプリングハンガ	SH
	コンスタントハンガ	CH
	リジッドハンガ	RH
	スクエイブレス	SB
	ホイップレストレイント	PW
	ガイド	GD
	ノズル	

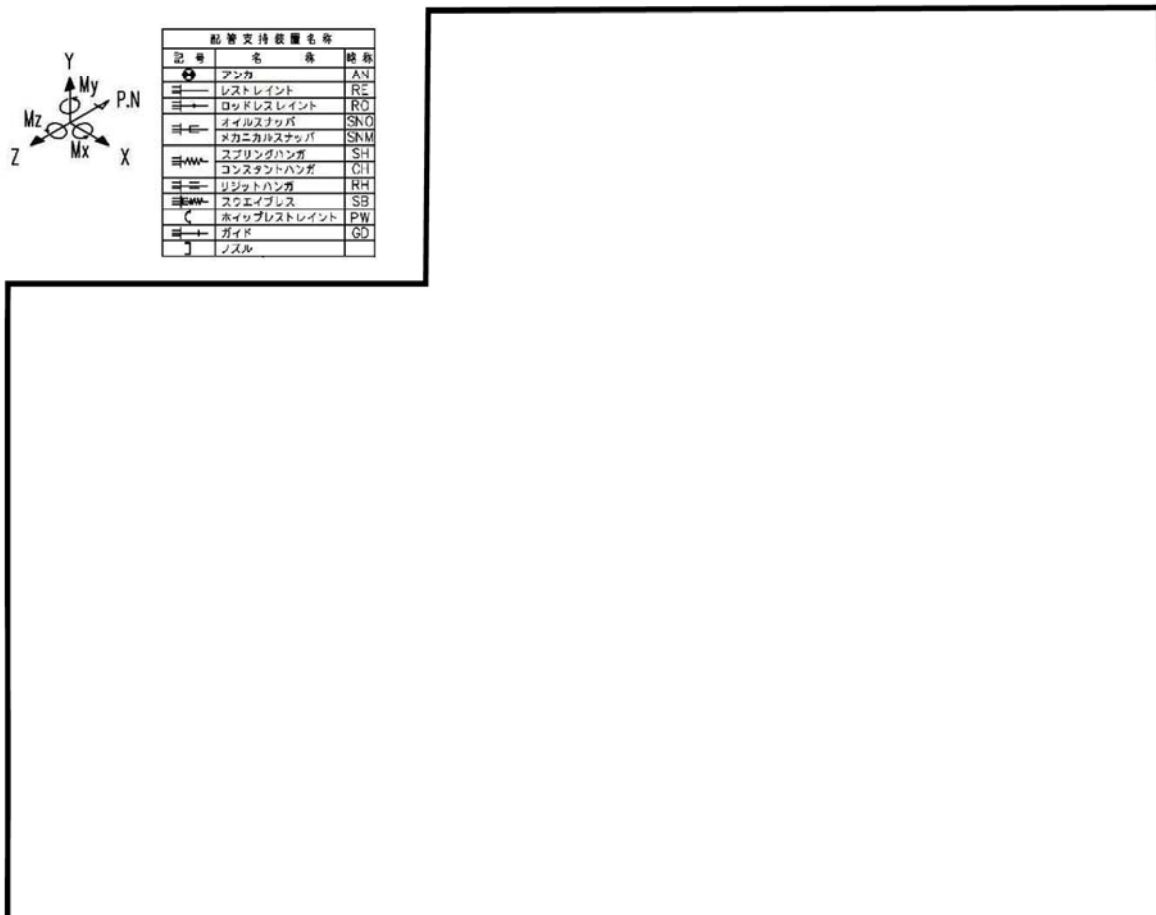


○ : 補正工認等による耐震補強実施箇所

図 13 (2/3) 補正工認等による耐震補強実施箇所【復水系】

表 11-2 補正工認等による耐震補強内容【復水系】

サポート番号	補強内容
SNO-C-84B	【工】サポート容量変更 (50 kN ×2 本 → 100 kN ×2 本)



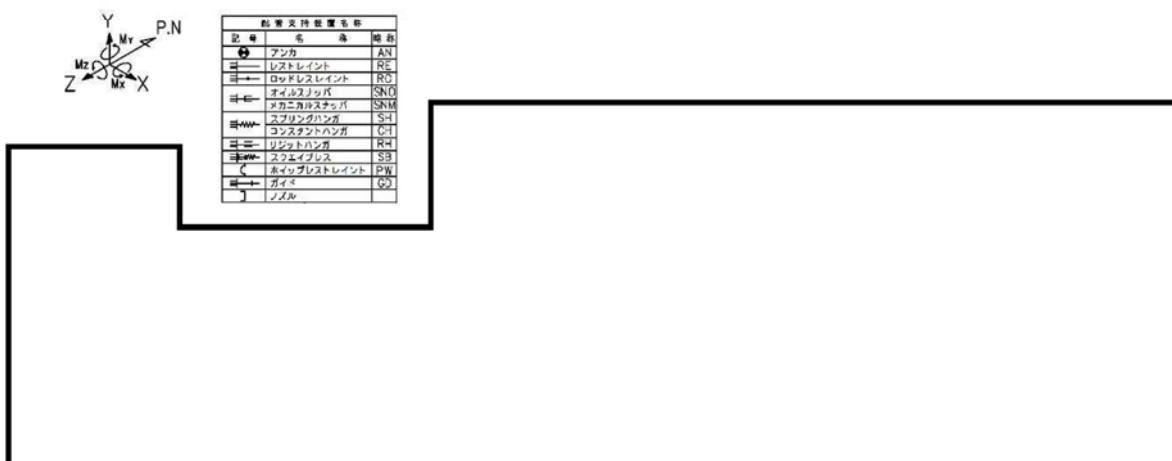
○ : 補正工認等による耐震補強実施箇所

図 13 (3/3) 補正工認等による耐震補強実施箇所【復水系】

表 11-3 補正工認等による耐震補強内容【復水系】

サポート番号	補強内容
(評価点 105)	【工】 サポート追設 (RE ×1)

⑫ 給水加熱器ドレン系

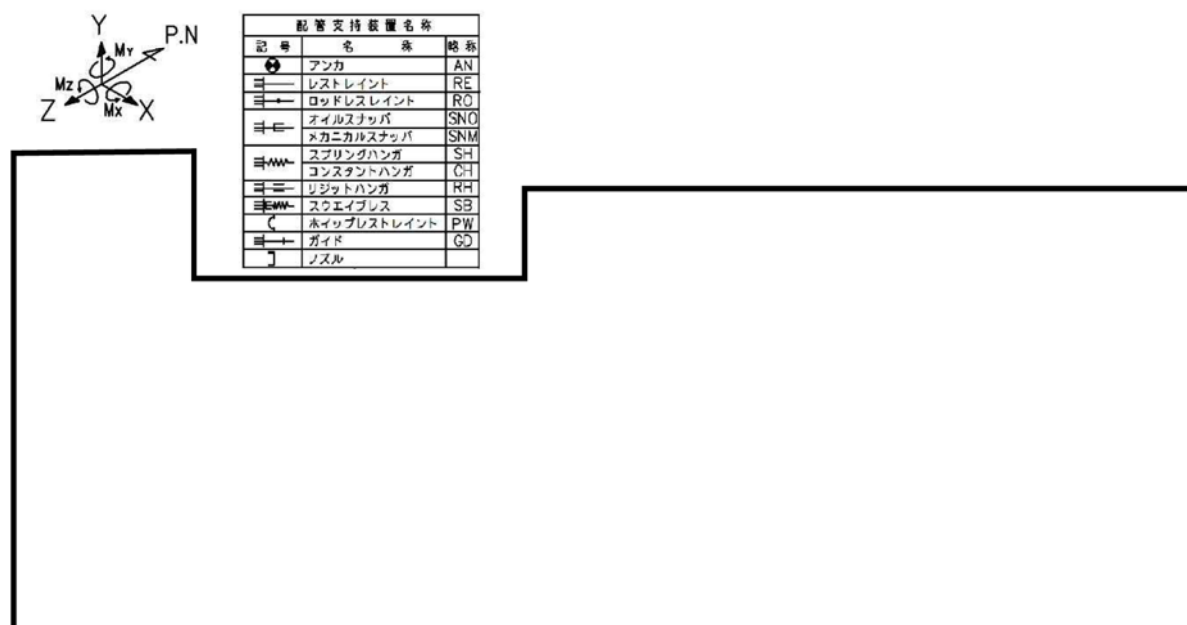


○ : 補正工認等による耐震補強実施箇所

図 14 (1/2) 補正工認等による耐震補強実施箇所【給水加熱器ドレン系】

表 12-1 補正工認等による耐震補強内容【給水加熱器ドレン系】

サポート番号	補強内容
SNO-HD-614	【工】 サポート容量変更 (5 kN → 10 kN)



○ : 補正工認等による耐震補強実施箇所

図 14 (2/2) 補正工認等による耐震補強実施箇所【給水加熱器ドレン系】

表 12-2 補正工認等による耐震補強内容【給水加熱器ドレン系】

サポート番号	補強内容
SNO-HD-539A	【劣】 サポート容量変更 (5 kN → 10 kN)

(2) 残留熱除去系熱交換器架台のサポート追設

残留熱除去系熱交換器架台は、耐震 BC 時に耐震補強を実施しており、また、今回の補正工認による耐震補強を予定している。

① 耐震 BC 時の耐震補強概要

a. プレート補強

b. サポート補強

耐震 BC 時の耐震補強概略図を図 15 に示す。

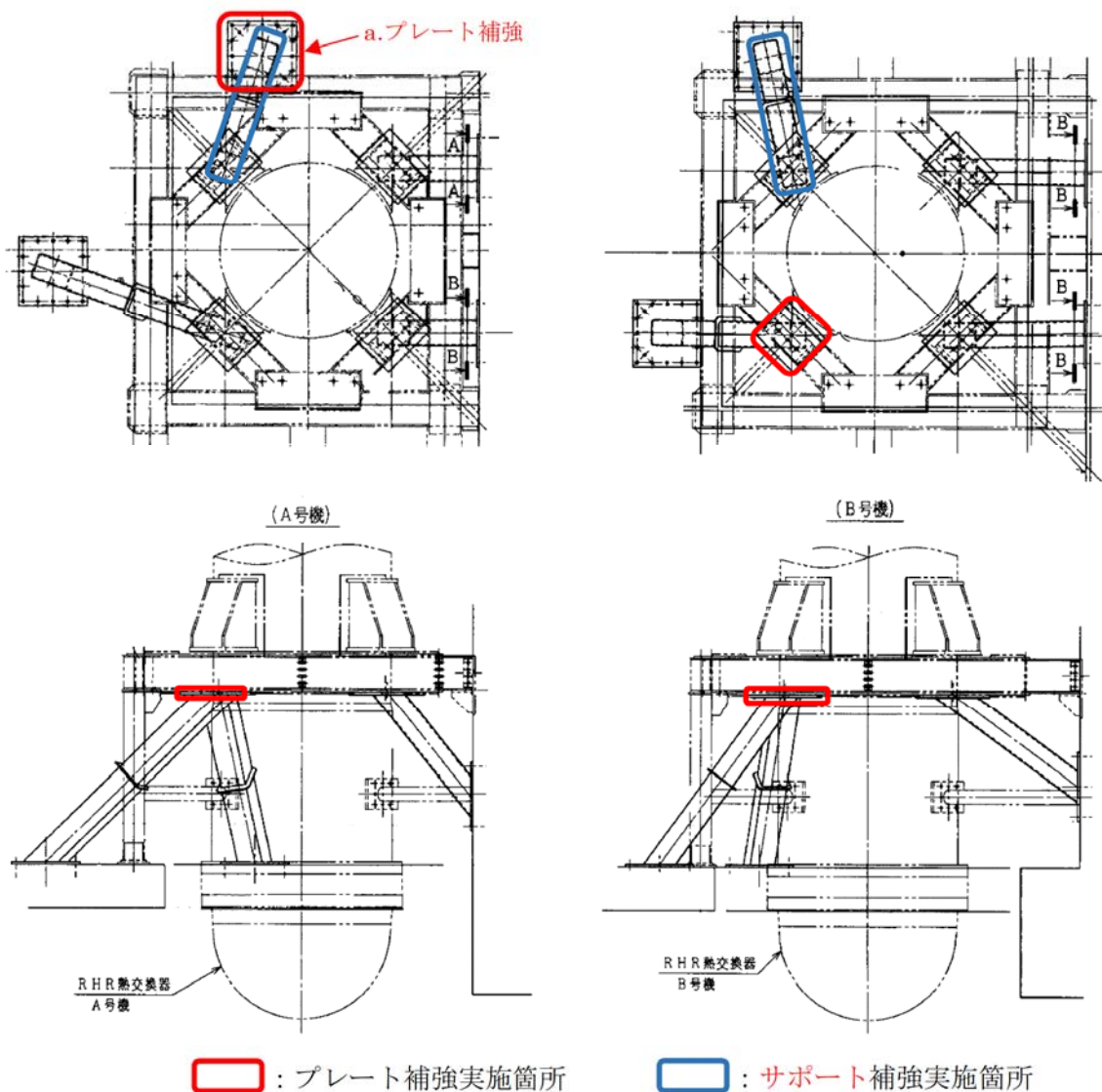


図 1 耐震 BC による耐震補強概要図

② 工事計画認可申請（平成 29 年 11 月補正）における耐震補強概要

主排気筒の耐震クラスはSクラスに分類され、工事計画認可申請（平成 29 年 11 月補正）における耐震評価に伴う耐震補強（以下、「補正工認による耐震補強」という）を予定している。

補正工認による耐震補強概要図を図 1 に示す。

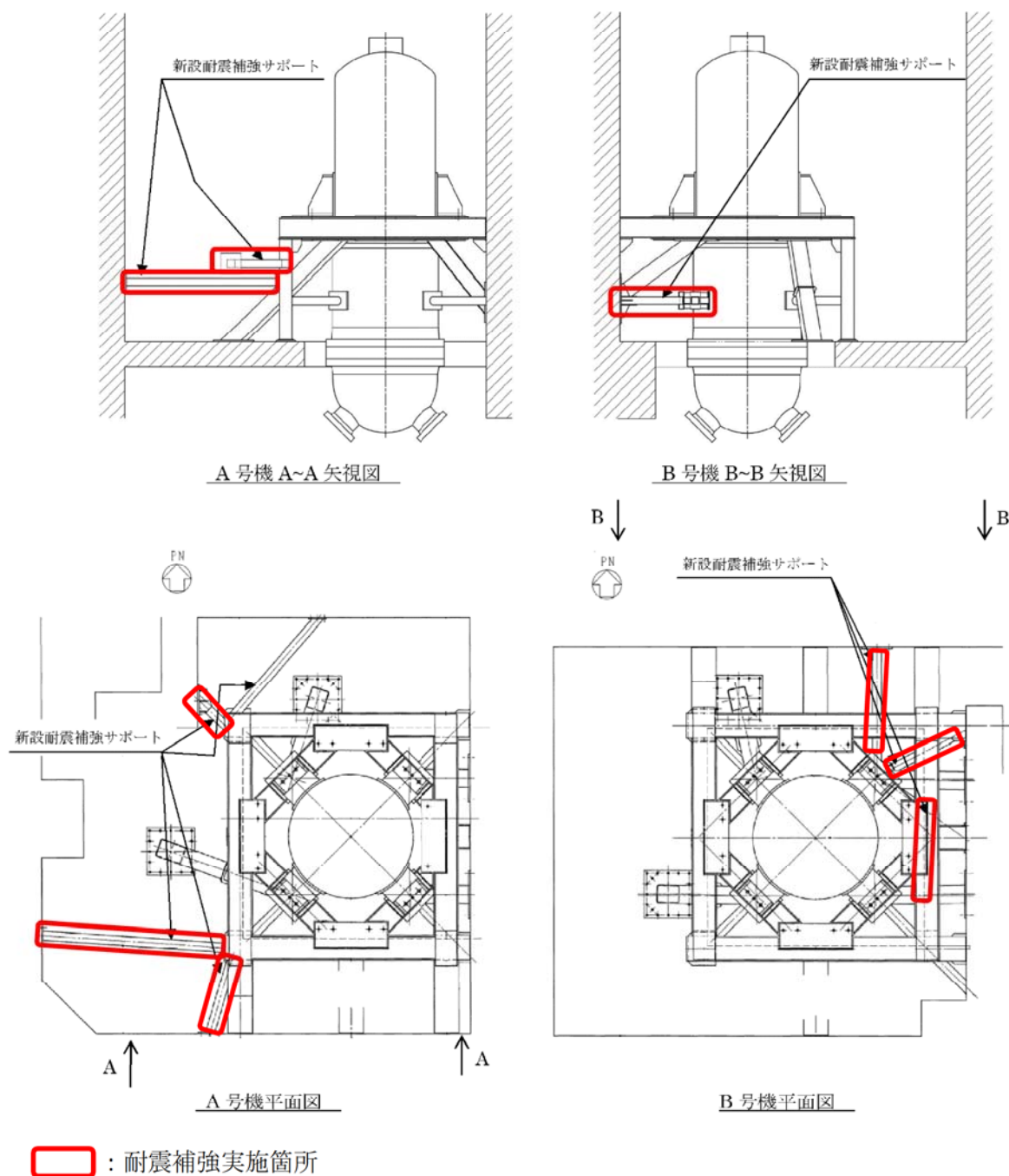


図 1 補正工認による耐震補強概要図【鉄塔部】（工事計画認可申請書より抜粋）

(3) 主排気筒耐震補強

主排気筒は、耐震 BC 時に耐震補強を実施しており、また、今回の補正工認による耐震補強を予定している。

① 耐震 BC 時の耐震補強概要

耐震 BC 時の耐震補強概要は以下のとおりであり、工事を実施するにあたっては事前に工事計画届出書を提出している。

- a. 制震装置（オイルダンパ及び弾塑性ダンパ）の設置
- b. 上層鉄塔の撤去（上部の重量を低減させ、上部の応答を低減させる）
- c. 主排気筒鉄塔部への補強材追加

耐震 BC 時の耐震補強概略図を図 1、弾塑性ダンパ及びオイルダンパ設置状況を図 2 に示す。

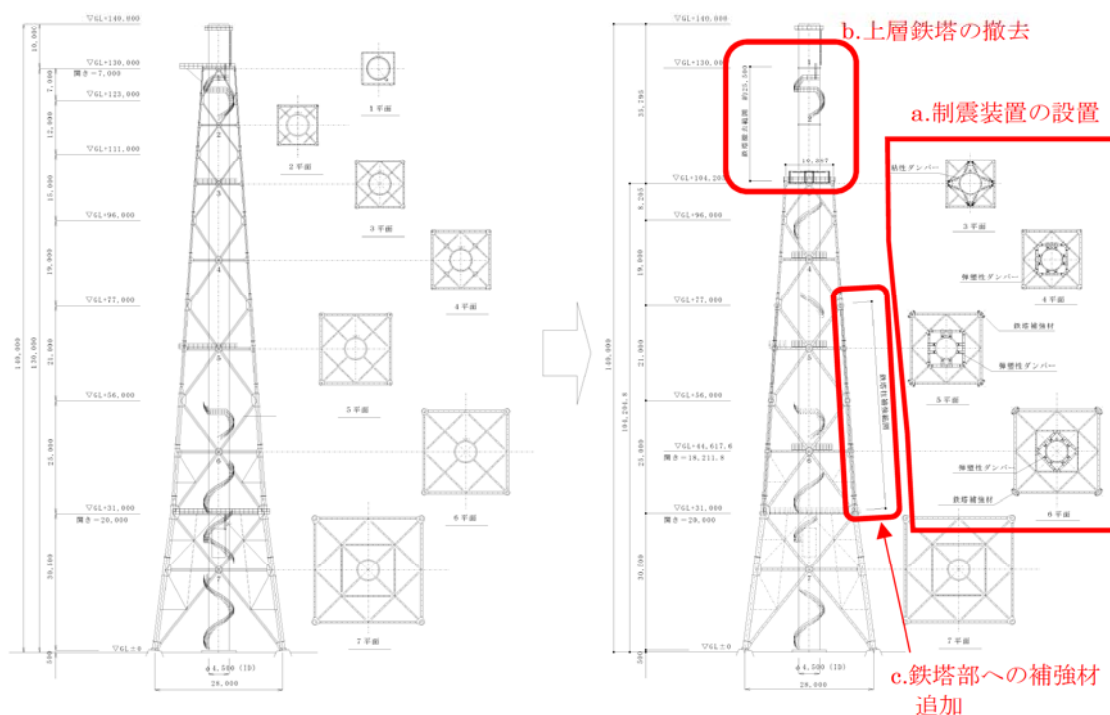


図 1 耐震 BC 時の主排気筒耐震補強概略図

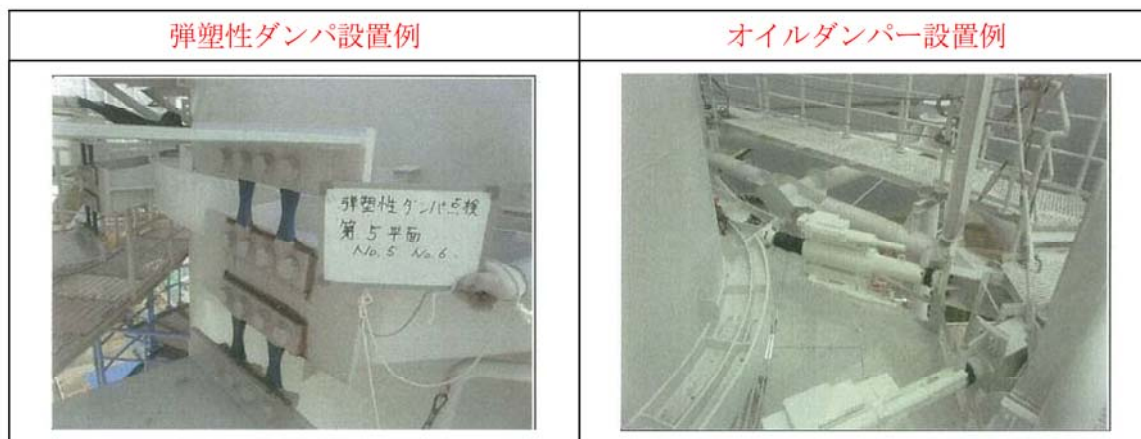


図 2 弾塑性ダンパ、オイルダンパ設置状況

② 工事計画認可申請（平成 29 年 11 月補正）における耐震補強概要

主排気筒の耐震クラスはCクラスに分類されるが、耐震Sクラスである非常用ガス処理系排気筒を支持しており、主排気筒の筒身、鉄塔及び基礎部は設計基準対処施設においては、「Sクラスの施設の間接支持構造物」に分類されることから、設置変更許可申請の基準地震動SSでの機能維持が求められることから、工事計画認可申請（平成 29 年 11 月補正）における耐震評価に伴う耐震補強（以下、「補正工認による耐震補強」という）を予定している。

補正工認による耐震補強概要は以下のとおりである

- a. 鉄塔補強高さの嵩上げ（主柱の延伸）
- b. 鉄塔補強（脚数の増加。高さ 104.205m 以下において 8 脚増加。）
- c. 基礎梁の増強、鋼管杭の増設

補正工認による耐震補強概要図を図 1 に、基礎図を図 2 に示す。

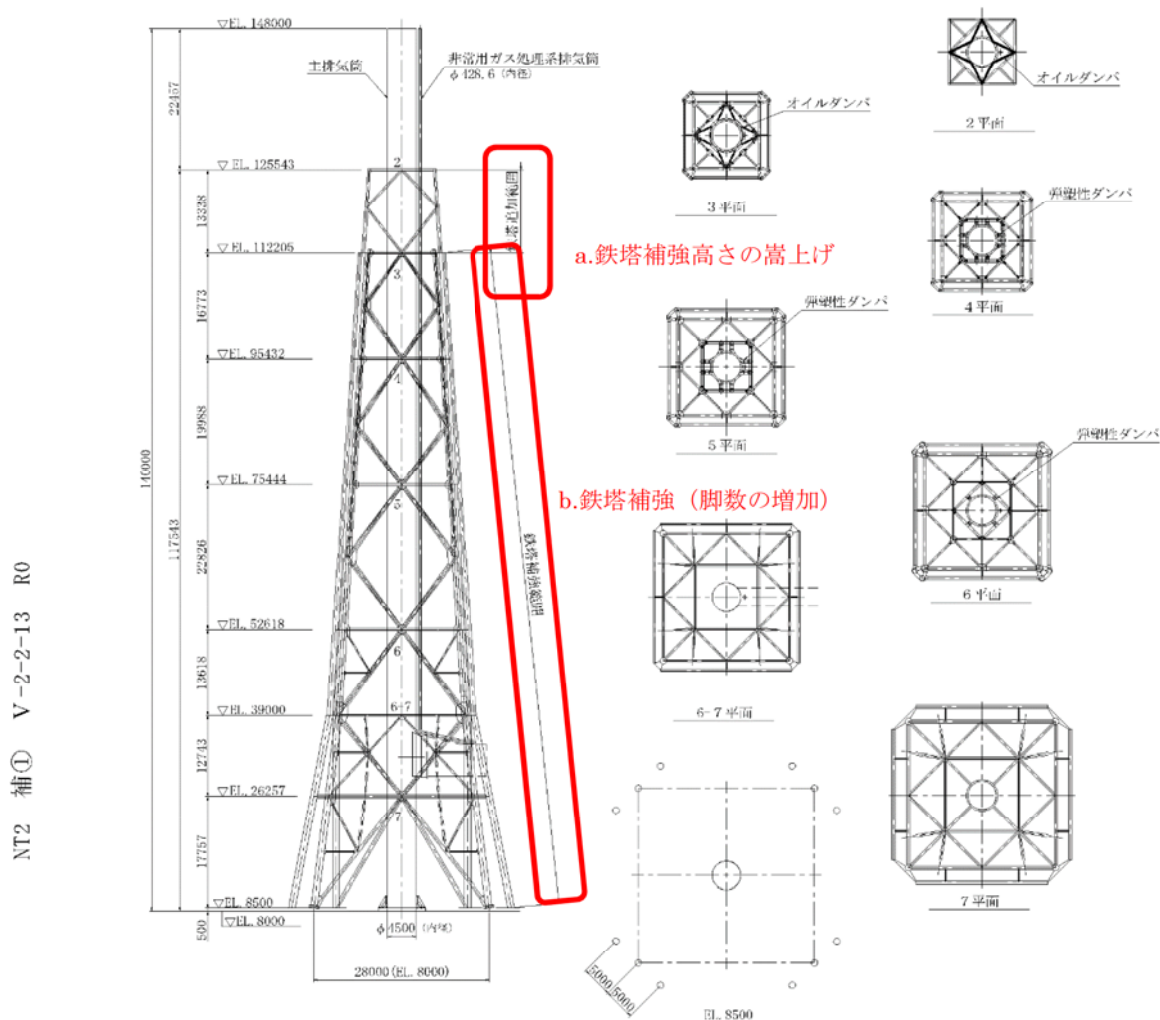


図2-2 主排気筒概要図（単位：mm）

図 3 補正工認による耐震補強概要図【鉄塔部】（工事計画認可申請書より抜粋）

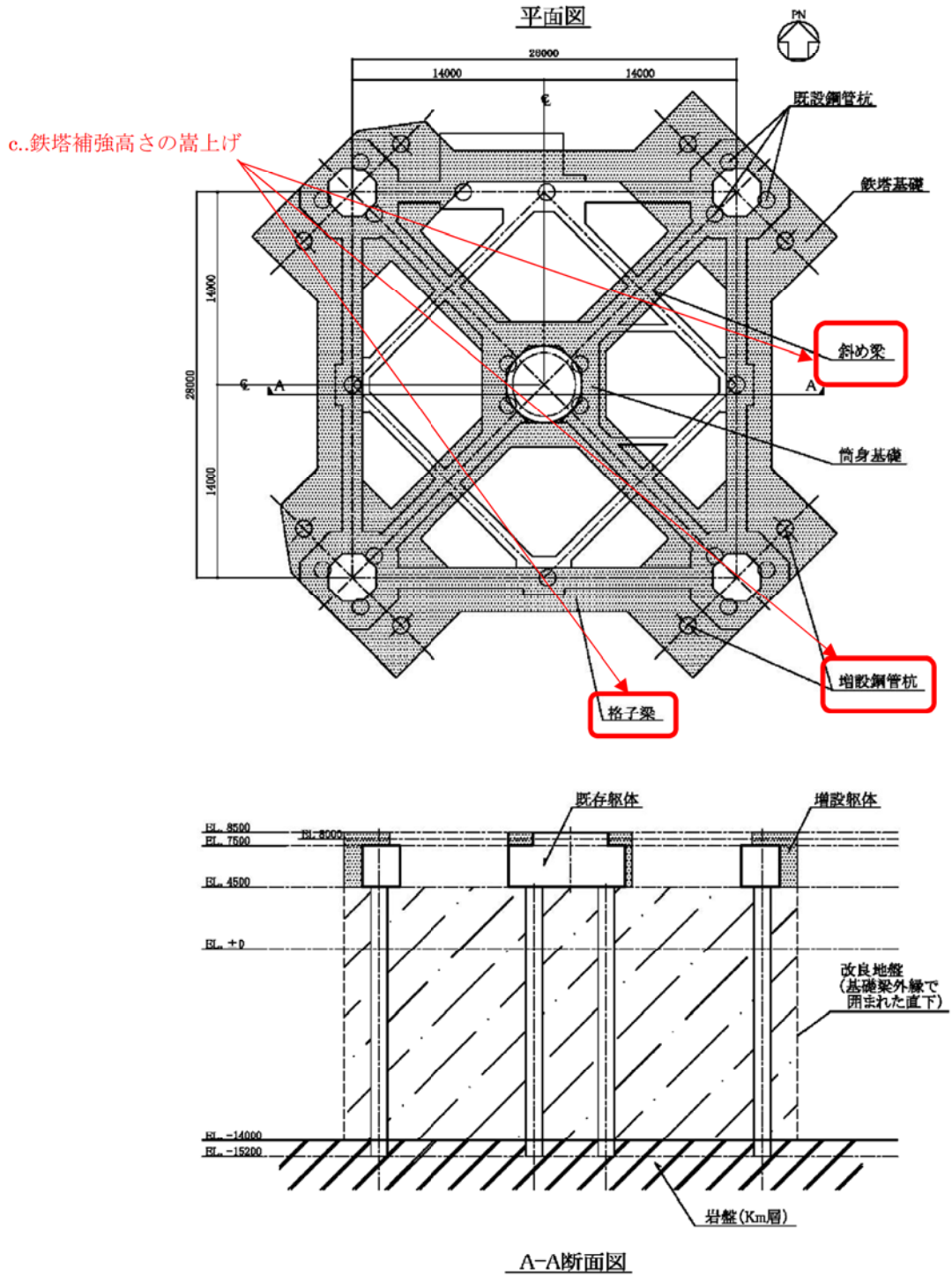


図2-3 主排気筒基礎概要図 (単位: mm)

図4 補正工認による耐震補強概要図【基礎部】(工事計画認可申請書より抜粋)

低サイクル疲労に対する耐震安全性評価について

1. 通常運転時における疲労累積係数

(1) 過渡回数

原子炉系（蒸気部）配管の通常運転時における疲労評価に用いた 60 年時点の推定過渡回数を表 1 に示す。

表 1 原子炉系（蒸気部）における推定過渡回数

運転条件	過渡回数	
	2016年11月時点	60年時点*1
ボルト締付	26	46
耐圧試験	72	132
起動（昇温）	65	110
起動（タービン起動）	65	110
夜間低出力運転（出力75 %）	67	120
週末低出力運転（出力50 %）	115	165
制御棒パターン変更	96	176
給水加熱機能喪失（発電機トリップ）	0	1
給水加熱機能喪失（給水加熱器部分バイパス）	0	1
スクラム（タービントリップ）	16	22
スクラム（その他）	20	24
停止	65	111
スクラム（原子炉給水ポンプ停止）	3	6
ボルト取外し	26	49

*1：60年時点過渡回数

＝実績過渡回数＋推定過渡回数

≥（試運転時過渡回数＋運転開始後過渡回数）＋（運転開始後実績過渡回数／運転開始後現時点までの運転期間年数）× 1.5 × 残年数

（評価条件として 2011 年 3 月から 2020 年 8 月末まで冷温停止状態，2020 年 9 月以降の過渡回数発生頻度は実績の 1.5 倍以上を想定）

(2) 解析モデル

原子炉系（蒸気部）配管の疲労累積係数の算出に用いた解析モデル（3次元梁モデル）を図1に示す。解析コードはHISAPを使用した。

(3) 解析結果

原子炉系（蒸気部）配管の通常運転時における疲労累積係数の最大評価値は 0.0853 となる。

なお、解析コードを使用した原子炉系（蒸気部）配管の疲労累積係数の最大評価点の算出結果を表 2 に、また、その解析モデルにおける全評価点の疲労累積係数を表 3 にそれぞれ示す。

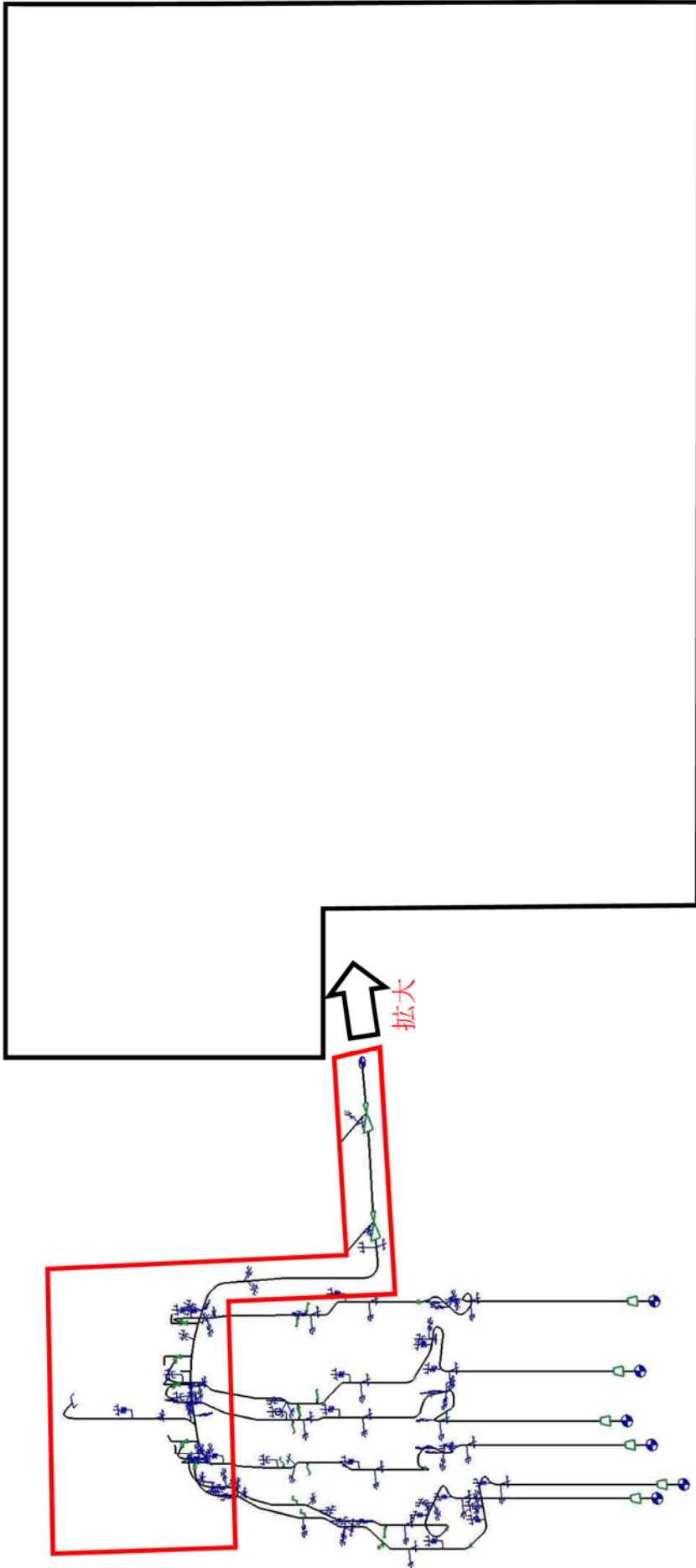


図1 原子炉系（蒸気部）配管の疲労解析モデル

評価モデル全体図

3) 原子炉系配管 (蒸気節)

配管疲労評価 付表

No.	主蒸気系		配管モデル名		MS-C		評価点No.		12		評価点属性		通常運転時の疲労累積係数最大点				
	名称	番号	始点	終点	始点	終点	始点	終点	一次 + 二次 応力	Ke係数	繰返し ピーク応力 (ヤング率 補正前)	材質 最高使用温度 における ヤング率	STPT49 繰返し ピーク応力 (ヤング率 補正後)	60日想定 繰返し回数	評価ケース	疲労累積係数	
			始点	終点	始点	終点	ピーク応力	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	ni	MPa	MPa	MPa
							MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
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																	

疲労累積係数総合計 0.0853

表 2 最大評価点の解析結果

評価点	疲労評価結果	評価点	疲労評価結果	評価点	疲労評価結果	評価点	疲労評価結果
12	U	0.0853					

: 最大評価点を示す

表 3 原子炉系（蒸気部）配管（解析モデル MS-C）の疲労解析結果

2. 基準地震動 S_s による疲労累積係数

(1) 評価仕様

原子炉系（蒸気部）の配管仕様を表 4 に示す。

表 4 原子炉系（蒸気部）主配管の配管仕様

項目	単位	評価対象配管	
		MS-C ライン (PCV 内)	
		節点 50	
		主管側	分岐側
配管口径 D_o	mm	<input type="text"/>	<input type="text"/>
配管肉厚 t	mm	<input type="text"/>	<input type="text"/>
材質	—	STPT49	<input type="text"/>
縦弾性係数	MPa	182,840 ^{*1}	
最高使用圧力	MPa	8.62	
最高使用温度	℃	302	
設計応力強さ (S_m)	MPa	138 ^{*2}	115 ^{*2}

*1：設計・建設規格 付録材料図表 Part6 表 1 の値を最高使用温度の値に線形補間したもの

*2：設計・建設規格 付録材料図表 Part5 表 1 の値を最高使用温度の値に線形補間したもの

(2) 解析モデル

発生応力の算出には、「1. 通常運転時における疲労累積係数」の算出に用いたものと同じの解析モデル（3次元梁モデル）を用いた。

(3) 入力条件

基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d を用いた地震応答解析より得られた地震波（基準地震動 S_s 8 波を包絡させた床応答スペクトル）を用いている。

また、等価繰返し回数は、基準地震動 S_s 、弾性設計用地震動 S_d とともに工事計画認可申請（平成 30 年 2 月補正申請）で適用している 110 回としている。

地震応答解析により算出した原子炉系（蒸気部）配管の荷重条件を表 5 に示す。

表 5 原子炉系（蒸気部）配管の荷重条件

荷重	要素	モーメント [N・mm]		
		Mx	My	Mz
自重及び地震 Ss	主管側			
	分岐側			
自重及び地震 Sd	主管側			
	分岐側			
地震及び相対変位 Ss	主管側			
	分岐側			
地震及び相対変位 Sd	主管側			
	分岐側			

3. 評価結果

(1) 応力の解析結果

地震時に生じる応力の解析結果を表 6 に示す。

表 6 地震時に生じる応力の解析結果

	一次応力					一次+二次応力	
	圧力*1	自重及び地震	合計	許容値	ねじり	許容値	地震及び相対変位
Ss							
Sd							

*1：圧力の算出は、以下のとおり。

S_s 地震時

$$S = \frac{B1 \times P \times Do}{2 \times t}$$

$$= \frac{0.5 \times 8.62 \times \boxed{}}{2 \times \boxed{}} = \boxed{} \rightarrow \boxed{} \text{ [MPa]}$$

ここで、

B1 = 0.5 (応力係数)

P = 8.62 (負荷喪失時の圧力)

Do = (主管側の配管口径)

t = (主管側の配管肉厚)

S_d地震時

$$S = \frac{B1 \times P \times Do}{2 \times t}$$

$$= \frac{0.5 \times 9.482 \times \boxed{}}{2 \times \boxed{}} = \boxed{} \rightarrow \boxed{} \text{ [MPa]}$$

ここで、

B1 = 0.5 (応力係数)
 P = 8.62 · 1.1 = 9.482 (負荷喪失時の圧力)
 Do = $\boxed{}$ (主管側の配管口径)
 t = $\boxed{}$ (主管側の配管肉厚)

(2) 地震による疲労評価結果

① S_s地震による疲労評価

S_s地震による一次+二次+ピーク応力と繰返しピーク応力強さは、次式により算出される。

地震による一次+二次+ピーク応力

$$Spb = \frac{K_{2b} \times C_{2b} \times M_b \times 2}{Z_b}$$

$$= \frac{1.00 \times 3.96 \times \boxed{} \times 2}{1.4071 \quad 0} = \boxed{} \text{ [MPa]}$$

$$Spr = \frac{K_{2r} \times C_{2r} \times M_r \times 2}{Z_r}$$

$$= \frac{1.75 \times 1.50 \times \boxed{} \times 2}{1.08 \quad 07} = \boxed{} \text{ [MPa]}$$

$$Sp = Spb + Spr$$

$$= \boxed{} + \boxed{} = \boxed{} \rightarrow \boxed{} \text{ [MPa]}$$

繰返しピーク応力強さ(ヤング率補正前)

$$Sl = \frac{K_e \times Sp}{2}$$

$$= \frac{2.20 \times \boxed{}}{2} = \boxed{} \rightarrow \boxed{} \text{ [MPa]}$$

繰返しピーク応力強さ(ヤング率補正後)

$$\begin{aligned}
 \sigma_r &= \frac{SI \times (2.07 \times 10^5)}{E} \\
 &= \frac{\boxed{} \times (2.07 \times 10^5)}{182840} = \boxed{} \rightarrow \boxed{} \text{ [MPa]}
 \end{aligned}$$

ここで、

Ke= 2.20 (割増し係数)

C_{2b}= 3.96 (応力係数)

C_{2r}= 1.50 (応力係数)

K_{2b}= 1.00 (応力係数)

K_{2r}= 1.75 (応力係数)

M_b= $\boxed{}$ (N・mm) (モーメント, 解析により算出)

M_r= $\boxed{}$ (N・mm) (モーメント, 解析により算出)

Z_b= $\boxed{}$ (mm³) (配管の断面係数)

Z_r= $\boxed{}$ (mm³) (配管の断面係数)

E= 182840 (材料の使用温度におけるヤング率)

以上より、基準地震動 S_sによる疲労評価結果を表7に、また、その解析モデルにおける全評価点の疲労累積係数を表8にそれぞれ示す。

表7 S_s地震による疲労評価結果

節点番号	地震による一次+二次+ピーク応力 (MPa)	繰返しピーク応力強さ (MPa)	地震による疲労累積係数
50	$\boxed{}$	$\boxed{}$	0.4509

※S_s地震動評価では、簡易弾塑性評価による Ke ファクターを考慮しており、「一次+二次応力」が大きく Ke ファクターとヤング率(2.07×10⁵/E)の積が2を超えるため、「繰返しピーク応力強さ」が「一次+二次+ピーク応力」を上回る。

4. 通常運転時の疲労累積係数との組合せによる評価結果

通常運転時の疲労累積係数を加えた結果を表 9 に示す。疲労累積係数が許容値の 1 を下回り、原子炉系（蒸気部）配管の疲労割れに対する耐震安全性に問題はない。

表 9 S_s地震時の通常運転時疲労累積係数との組み合わせによる評価結果

通常運転時	S _s 地震時	合計
0.0853	0.4509	0.5362

シュラウドサポートの粒界型応力腐食割れに対する耐震安全性評価について

1. 評価方針

1.1 はじめに

東海第二発電所の炉内構造物であるシュラウドサポート溶接部については、第 21 回定期検査（平成 17 年度）において、粒界型応力腐食割れと推定されるひび割れが認められており、その後、第 24 回定期検査（平成 22 年度）の継続検査においても、その進展が確認されていることから、構造健全性評価（極限解析）を行い所定の期間（運転開始後 60 年時点までを包絡する期間）での技術基準への適合性を確認している。

構造健全性評価の結果は、電気事業法第 55 条第 3 項（現 核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律第 43 条の 3 の 16 第 3 項）の設備に発見された技術基準に適合しなくなるおそれのある部分の措置に該当するため、平成 22 年 3 月に経済産業大臣に報告^{*1}しており、技術基準に適合しなくなると見込まれる時期は、運転開始後 60 年時点までを包絡するのに十分に安全側の時期^{*2}であることを報告した。

しかしながら、劣化状況評価における耐震安全性評価（以下、耐震安全性評価）にあたっては、新規基準対応に伴う基準地震動の見直しがなされていることから、基準地震動 S_s を用いた極限解析を実施し、所定の期間（運転開始後 60 年時点まで）での技術基準への適合性を確認する。

なお、評価にあたっては、第 25 回定期検査で実施した最新のシュラウドサポートの検査結果を考慮する。

図 1 に評価対象であるシュラウドサポートの概略図を示す。

* 1：東海第二発電所におけるシュラウドサポート溶接部のひび割れに関する報告について（発室発第 556 号 平成 22 年 3 月 1 日：第 24 回定期検査）

* 2：技術基準に適合しなくなると見込まれる時期は、評価時点から 45 年後（運転年数）と評価され、第 24 回定期検査は運転開始後 約 31 年であるため、運転開始後 60 年時点までを包絡できる時期となる。

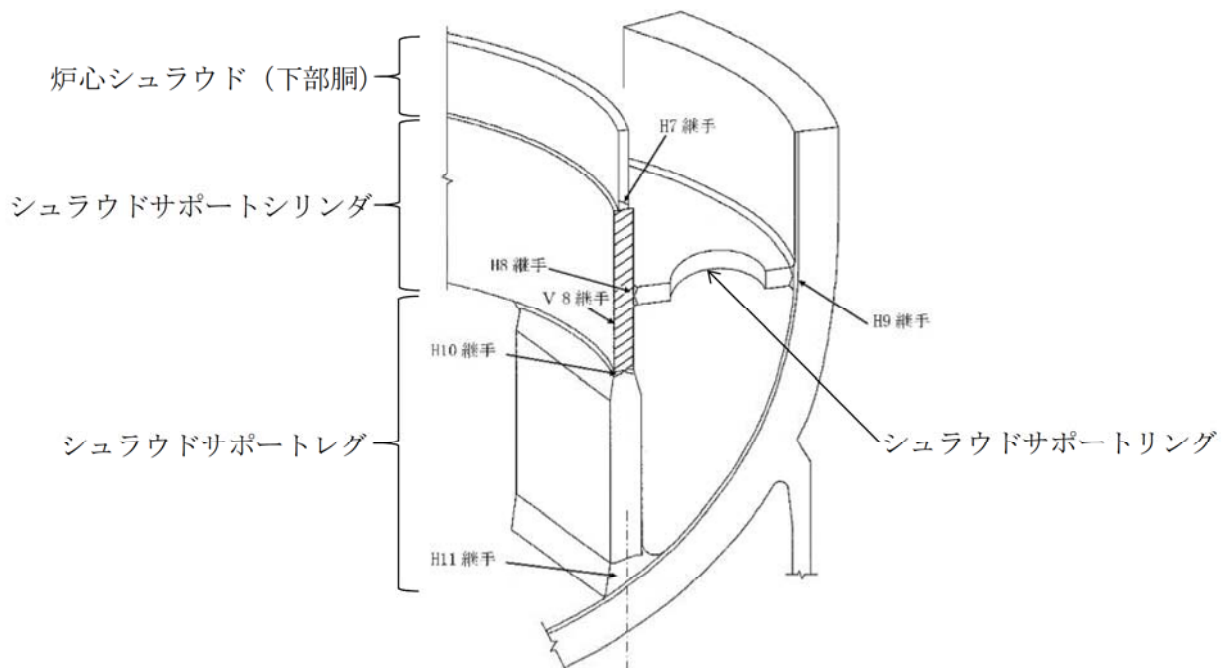


図 1 シュラウドサポート概略図

1.2 評価手順

第 24 回定期検査における構造健全性評価は、以下の評価①～④の順で実施している。

具体的には、極限解析により、ひび割れを模擬したシュラウドサポートの解析モデルを用いて、シュラウドサポートの荷重と変位特性を有限要素法により解析し、得られた荷重変位曲線と弾性勾配の 2 倍の傾きの直線との交点を崩壊荷重とみなす 2 倍勾配法により評価している。

また、構造健全性の判断は、2 倍勾配法によって得られた崩壊荷重が、地震荷重の 1.5 倍以上であれば健全性は確保されると判断している。

耐震安全性評価としては、評価①～③を実施することで運転開始後 60 年時点までの技術基準への適合性を確認できることから、構造健全性評価で実施した評価①～③を基に、解析モデルで模擬されているひび割れの包絡性を確認するとともに、変更となる地震荷重を評価条件に反映し耐震安全性評価を実施した。

<第 24 回定期検査 構造健全性評価のプロセス>

評価①：ひび割れの形状，大きさを特定

評価②：ひび割れの進展予測

評価③：所定の期間（運転開始後 60 年時点までを包絡する期間）での技術基準への適合確認

評価④：技術基準に適合しなくなる時期の評価

2. 評価内容

2.1 第 24 回定期検査の構造健全性評価について

耐震安全性評価における極限解析の前提としている第 24 回定期検査の構造健全性評価の内容を記載する。

2.1.1 評価①：ひび割れの形状、大きさを特定

評価①では、目視検査 (MVT-1) によりひび割れを検出し、体積検査 (UT) によりひび割れの長さ及び深さを測定することで、ひび割れを特定している。

第 24 回定期検査で検出されたひび割れの状況を表 1 に示す。

表 1 第 24 回定期検査で検出されたひび割れの状況

溶接部位	数量	検出部位	方向
H7	33 個 [検査範囲 47 %] ↓ 126 個* ¹	内面	軸方向
V8	8 個	内面及び外面	軸方向 周方向 (ほう酸注入配管サポート溶接部)

* 1 : 日本原子力技術協会「BWR 炉内構造物点検評価ガイドライン [シュラウドサポート] (第 3 版)」の「未点検範囲の欠陥想定」に基づき算出したもの

2.1.2 評価②：ひび割れの進展予測

評価①で検出された H7 及び V8 の軸方向及び周方向 (ほう酸注入配管サポート) のひび割れは、溶接部において全て貫通するものとしている。

また、H7 については、検査範囲と溶接残留応力の観点から、周方向ひび割れの発生が否定できないため、保守的に周方向亀裂が発生したものと仮定し、「日本機械学会 発電用原子力設備規格 維持規格 (2008 年版)」(以下「維持規格」) の添付 E_{JG-B-2-1} シュラウドの欠陥評価 3. (4) a. (a) i. (i) に基づき、深さ 1 mm、長さ 10 mm の周方向半楕円の初期欠陥を設定し、残留応力を考慮した上で維持規格の低炭素ステンレス鋼の亀裂進展速度を用いて、進展評価を実施している。(維持規格 添付 E-5 [応力拡大係数の算出] 5.3(6) a., 添付 E-2 [亀裂進展速度] 図 添付 E-2-SA-2)

進展評価の結果から、所定の期間 (運転開始後 60 年時点までを包絡する期間) での亀裂深さは mm に設定している。

図 2 にひび割れ深さと運転年数の関係を示す。

なお、第 24 回定期検査は運転開始後約 31 年であり、そこから 30 年 (運転年数) を想定すると運転開始後 60 年時点を保絡する期間となる。

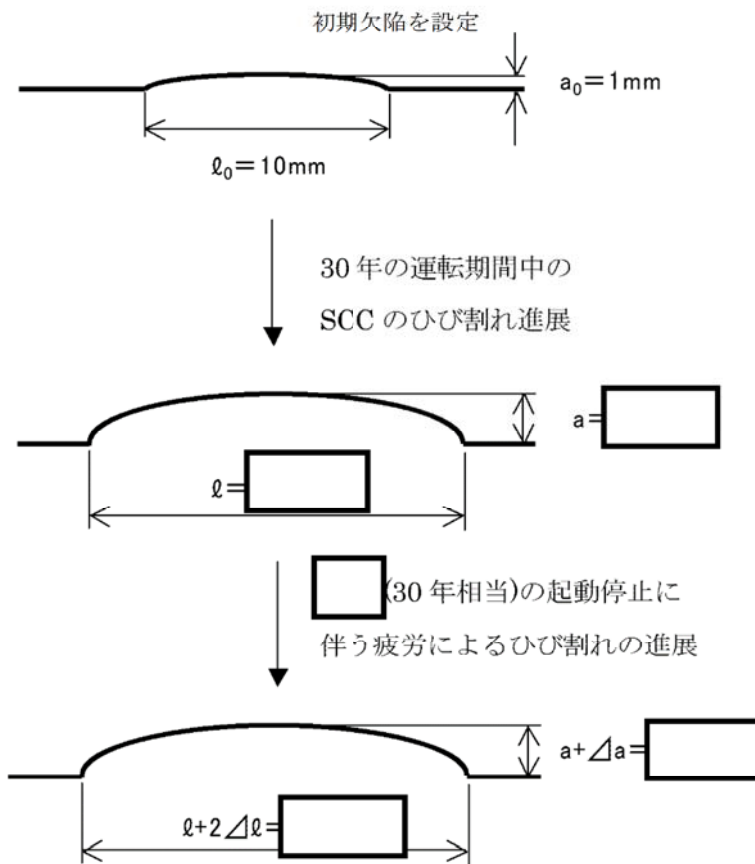


図2 ひび割れの深さと運転年数の関係 (1/2)

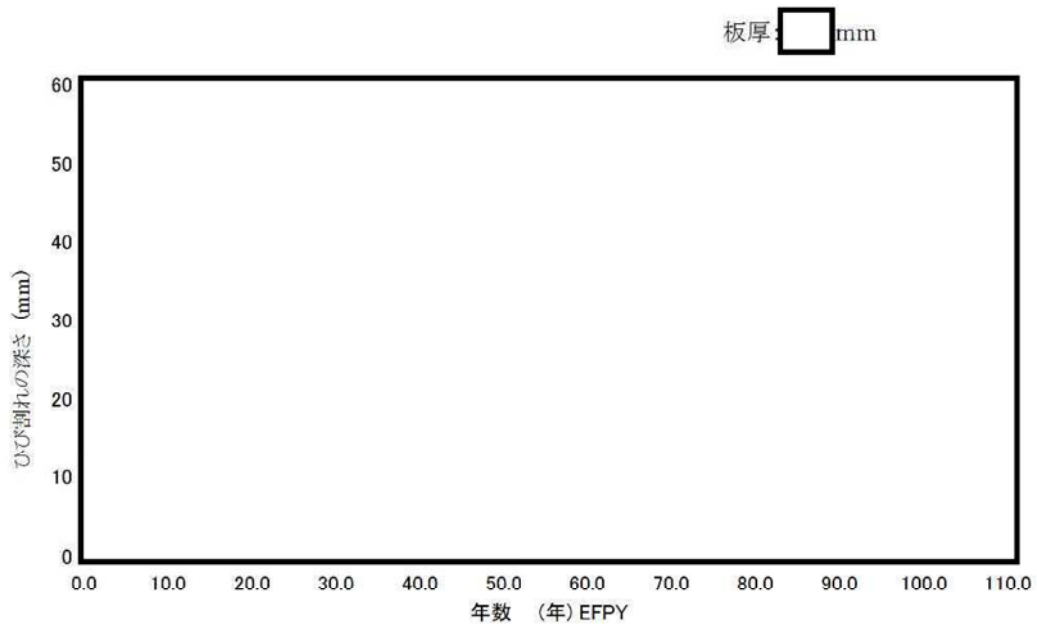


図2 ひび割れの深さと運転年数の関係 (2/2)

2.1.3 評価③：所定の期間（運転開始後 60 年時点までを包絡する期間）での技術基準への適合確認

(1) 解析モデル

解析モデルは評価対象が H7 及び V8 近傍であることからシュラウドサポートから炉心シュラウド下部胴までを模擬し、3次元シェル要素による全周モデルとしている。

解析モデルを図 3 に示す。

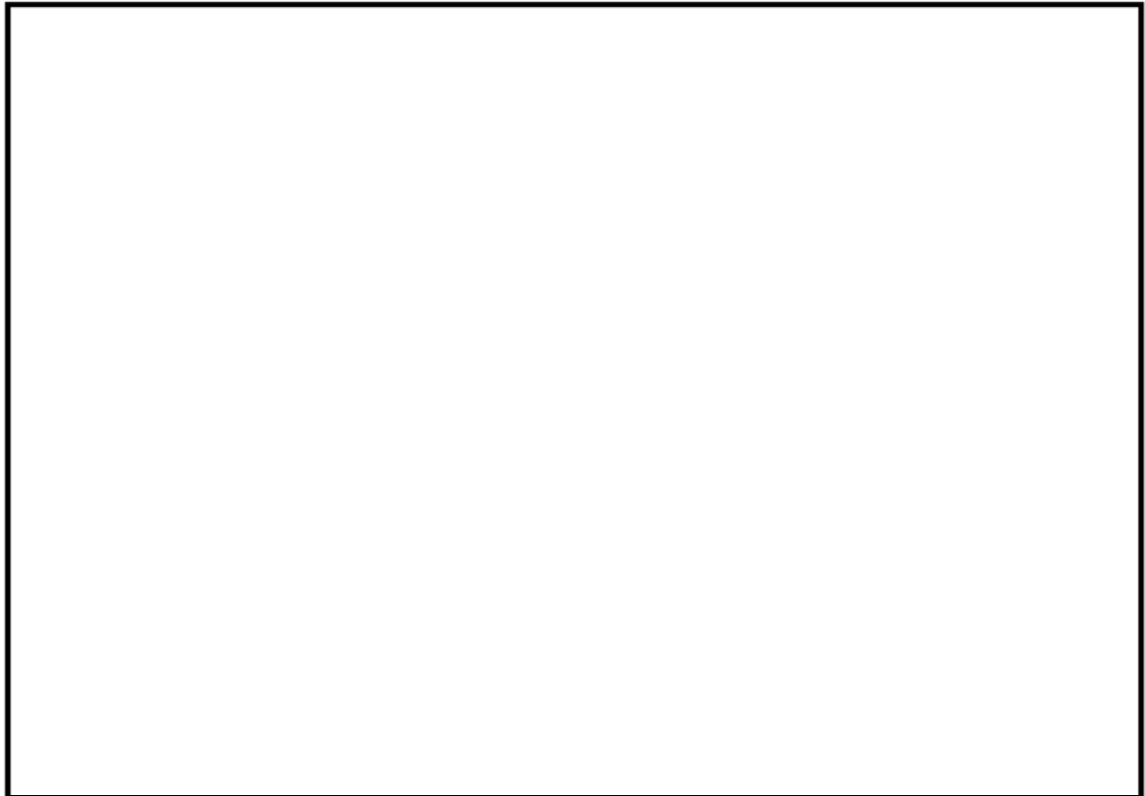


図 3 解析モデル

(2) ひび割れの付与位置

解析モデル上のひび割れは、シュラウドサポートシリンダの V8 長手方向溶接部については、全 4 箇所（ 0° 、 90° 、 180° 、 270° ）にシュラウドサポートシリンダの頂部からシュラウドサポートレグ接続部まで全長貫通亀裂（幅 mm の矩形開口）を設定している。また、ほう酸注入配管サポート溶接部の上部に水平長さ mm の周方向貫通亀裂（スリット）を設定している。

H7 周方向溶接部については、軸方向貫通亀裂（スリット）を 1° 間隔で設定するとともに、溶接熱影響部の全周に周方向亀裂（内表面に深さ mm、幅 mm）を設定している。

解析モデルにおけるひび割れの付与位置を図 4 に示す。

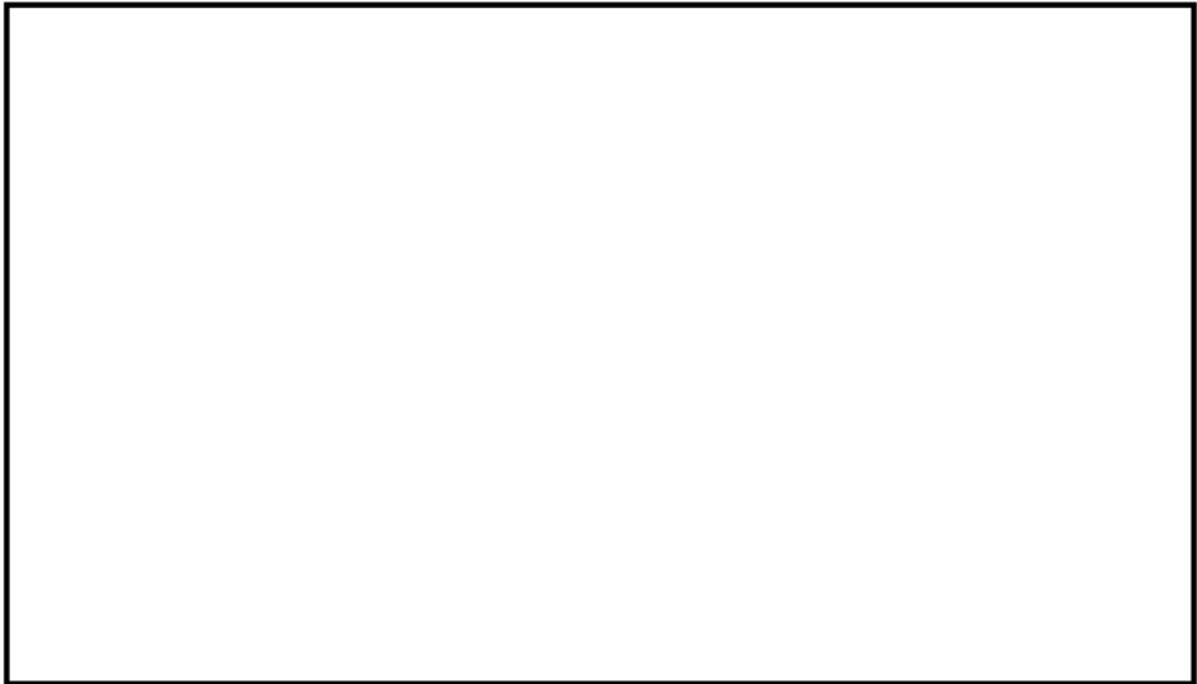


図4 ひび割れの付与位置

(3) 解析コード

3次元汎用有限要素法解析コード「MARC」を用いている。

(4) 荷重条件

解析に用いた供用状態 A, B の荷重（死荷重及び差圧）及び地震荷重を表 2 に示す。

供用状態 A, B の荷重（死荷重及び差圧）を負荷後，地震荷重を比例負荷し，設計上の地震に対する負荷荷重の比率（荷重倍率）と変位の関係を求め，2 倍勾配法により崩壊時の荷重倍率を求めている。

また，水平荷重の負荷方向は，90° ピッチで同じひびがある場合，180° 付近のほう酸注入配管サポート溶接部の上部に mm の周方向貫通亀裂（ が中心）を加えているため，荷重負荷方向を から の方向とした場合が，周方向のひび割れをもっとも開口し易い地震荷重負荷方向となることから，構造健全性評価における地震荷重負荷は から の方向に設定している。

表 2 荷重条件

荷重	種類	鉛直力 V (kN)	水平力 H (kN)	モーメント M (kN・m)	差圧 P (MPa)
供用状態 A, B の荷重	死荷重		—	—	—
	差圧	—	—	—	
地震時の荷重	地震荷重 S ₁ *				—
	地震荷重 S ₂				

S₁* : 水平地震力は動的解析結果から得られた地震力と静的震度から得られた地震力のうちいずれか大きい方の値を、鉛直地震力は鉛直地震動により定まる値を示す。

(5) 物性値

解析に用いた物性値を表 3 に示す。

表 3 解析に用いた物性値

材質	温度 (°C)	S _m (MPa)	弾完全塑性体の 降伏点 (MPa)	縦弾性係数 (MPa)	加工硬化係数 (MPa)
SUS304L (シュラウド下部胴)	302	96.8	S ₁ * : 1.5S _m =145		
			S ₂ : 2.3S _m =222 (注 1) 0.7S _u =253		
NCF600-P (シュラウドサポート)	302	164	S ₁ * : 1.5S _m =246		
			S ₂ : 2.3S _m =377 (注 1) 0.7S _u =350		

(注 1) : 2.3m と 0.7S_u のいずれか小さい方を用いる。

(注 2) : 加工硬化係数は、応力-塑性ひずみ曲線の傾きとして定義される係数である。弾完全塑性体を用いる極限解析において、解析応力が降伏応力を超えると、荷重とひずみのバランスが不安定となり解析の収束が難しくなるため、極めて小さな加工硬化係数 (=E/1000) を与えることにより、降伏後の解析の収束性を上げている。

(6) 評価結果

保守的にひび割れを付与した解析モデルを用いて極限解析を実施した結果、崩壊荷重は設計上の地震荷重に対して余裕を有していることが確認されたことから、所定の期間（運転開始後 60 年時点までを包絡する期間）において、技術基準に適合しないものではないと評価している。（維持規格 添付 EJJ-B-2-2）

図 5 に評価結果がより厳しい地震荷重 S₂ の極限解析結果を示す。

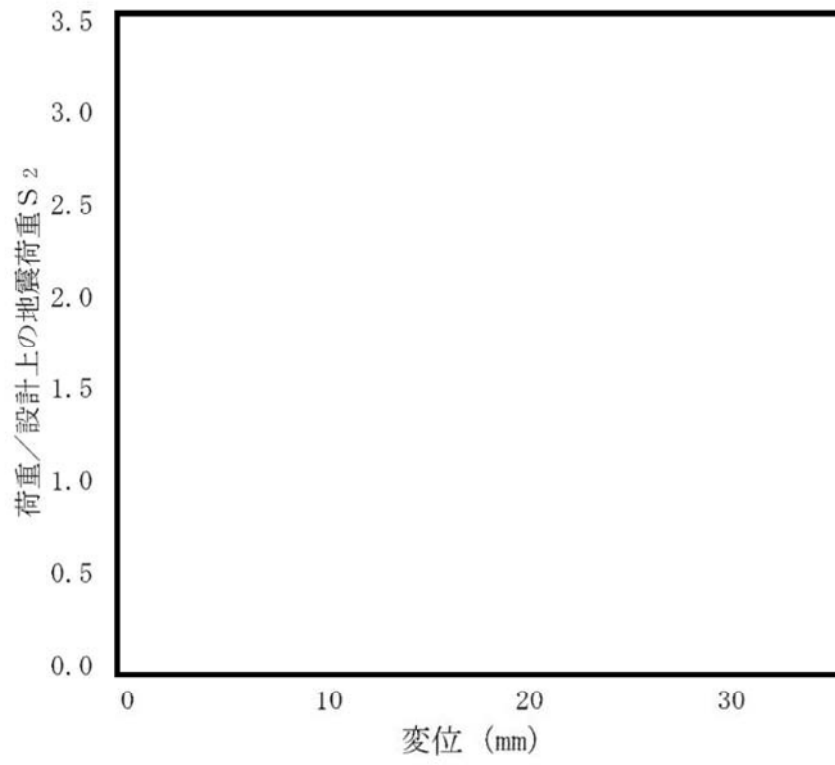


図5 極限解析結果 (地震荷重 S_2)

2.2. 耐震安全性評価について

2.2.1 評価①：ひび割れの形状，大きさを特定

最新のシュラウドサポートの検査結果である，第 25 回定期検査での検査結果を確認した。確認の結果，検出されたひび割れは，以下に示す通り，第 24 回定期検査の構造健全性評価で想定している範囲にとどまっていることが確認されている。

第 25 回定期検査で検出されたひび割れの状況を表 4 に示す。

①H7 及び V8 のひび割れの発生・進展は，予測した範囲にとどまっていた。

②H7 溶接金属に周方向のひび割れは発生・進展していなかった。

③H7 軸方向のひび割れは，360 個を超えないと評価された。

表 4 第 25 回定期検査で検出されたひび割れの状況

溶接部位	数量	検出部位	方向
H7	59 個 [検査範囲 65.2 %] ↓ 91 個* ¹	内面	軸方向
V8	8 個	内面及び外面	軸方向 周方向（ほう酸注入配管サポート溶接部）

* 1：日本原子力技術協会「BWR 炉内構造物点検評価ガイドライン[シュラウドサポート]（第 3 版）」の「未点検範囲の欠陥想定」に基づき算出したもの。

2.2.2 評価②：ひび割れの進展予測

第 25 回定期検査においては，ひび割れの進展は認められるものの，検出されたひび割れは，第 24 回定期検査の構造健全性評価で想定している範囲に包絡されることから，耐震安全性評価においては，第 24 回定期検査の評価と同条件で評価するものとした。

2.2.3 評価③：所定の期間（運転開始後 60 年時点まで）での技術基準への適合確認

(1) 解析モデル

耐震安全性評価では，第 24 回定期検査での評価と同一の解析モデルを用いた。

(2) ひび割れの付与位置

耐震安全性評価では，第 24 回定期検査での評価の付与位置と同一とした。

評価モデル及びひび割れの付与位置を図 6 に示す。

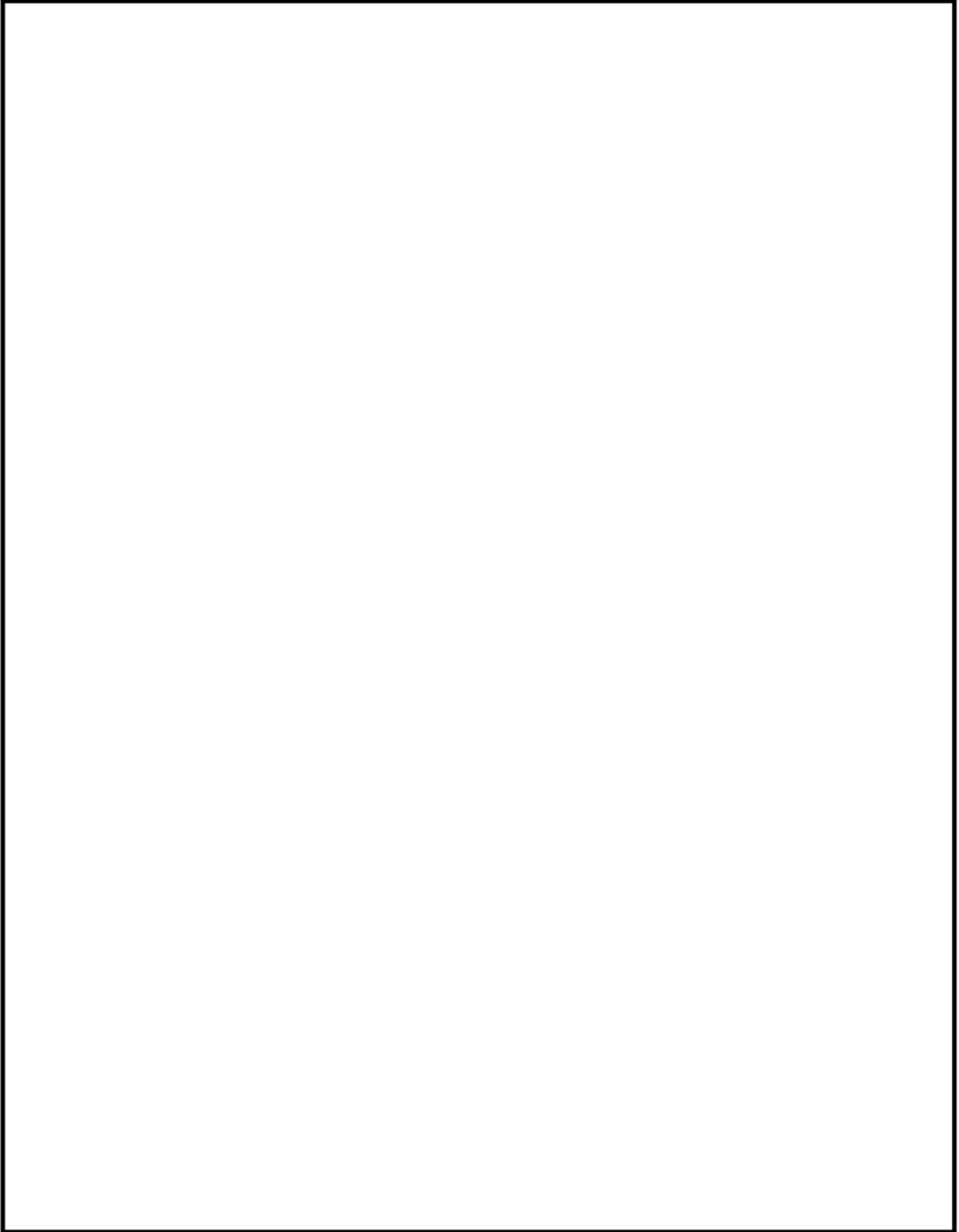


図 6 解析モデル及びひび割れの付与位置

(3) 解析コード

耐震安全性評価では、3次元汎用有限要素法解析コード「ABAQUS 6.13-1」を用いた。

(4) 荷重条件

耐震安全性評価で解析に用いた供用状態 A, B の荷重（死荷重及び差圧）及び地震荷重を表 5 に示す。

このうち、供用荷重 A, B の荷重は、第 24 回定期検査の評価と同一である。

一方、地震荷重については、基準地震動 Ss（Ss8 波包絡条件）による地震荷重を用いた。

表 5 耐震安全性評価で用いた荷重条件

荷重	種類	鉛直力 V (kN)	水平力 H (kN)	モーメント M (kN・m)	差圧 P (MPa)
供用状態 A, B の荷重	死荷重		—	—	—
	差圧	—	—	—	
地震時の荷重	地震荷重 Ss				—

(5) 物性値

耐震安全性評価で解析に用いた物性値を表 6 に示す。

表 6 解析に用いた物性値

材質	温度 (°C)	Sm (MPa)	弾完全塑性体の 降伏点 (MPa)	縦弾性係数 (MPa)	加工硬化係数 (MPa)
SUS304L (シュラウド下部胴)	301 (注 1)	96.9	Ss : 2.3Sm=222 (注 2) 0.7Su=253		(注 3)
NCF600-P (シュラウドサポート)	301 (注 1)	164	Ss : 2.3Sm=377 (注 2) 0.7Su=350		(注 3)

(注 1) : 供用状態 A, B の最高温度を用いた。

(注 2) : 2.3m と 0.7Su のいずれか小さい方を用いる。

(注 3) : 加工硬化係数は、応力-塑性ひずみ曲線の傾きとして定義される係数である。弾完全塑性体を用いる極限解析において、解析応力が降伏応力を超えると、荷重とひずみのバランスが不安定となり解析の収束が難しくなるため、極めて小さな加工硬化係数 (=E/1000) を与えることにより、降伏後の解析の収束性を上げている。

(6) 評価結果

保守的にひび割れを付与した解析モデルを用いて極限解析を実施した結果、崩壊荷重は設計上の地震荷重に対して余裕を有していることが確認されたことから、所定の期間（運転開始後 60 年時点まで）において、技術基準に適合しないものではないと評価した。（維持規格添付 EJG-B-2-2）

地震荷重 Ss（Ss8 波包絡条件）における極限解析結果を図 7 示す。

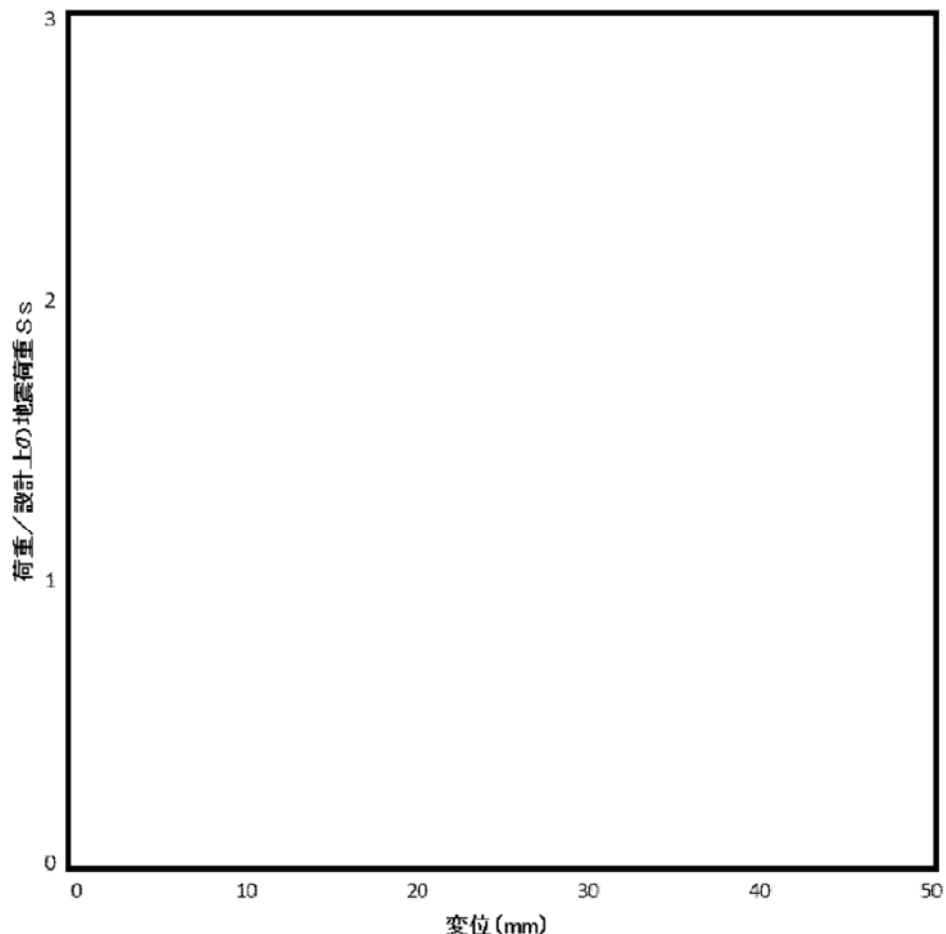


図 7 極限解析結果（地震荷重 Ss）

3. 耐震安全性評価結果

耐震安全性評価における極限解析の結果、運転開始後 60 年時点において、シュラウドサポートの崩壊荷重は地震荷重に対して余裕を有していることを確認したことから、シュラウドサポートの粒界型応力腐食割れは、耐震安全性評価上問題ない。

流れ加速型腐食に対する耐震安全評価について

腐食（流れ加速型腐食）に対する耐震安全性評価については、以下の劣化事象について実施する。

1. 配管内面の腐食（流れ加速型腐食）（炭素鋼配管）
2. 管支持板の腐食（流れ加速型腐食）（第3給水加熱器）
3. 伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）（非常用ディーゼル発電機／高圧炉心スプレー系ディーゼル発電機 空気冷却器，潤滑油冷却器及び清水冷却器）

1. 配管内面の腐食（流れ加速型腐食）（炭素鋼配管）に対する耐震安全性評価

(1) 評価対象ラインの抽出について

東海第二の劣化状況評価における、「配管の腐食（流れ加速型腐食）」に対する耐震安全性評価は、日本機械学会「発電用原子力設備規格 沸騰水型原子力発電所 配管減肉管理に関する技術規格（JSME S NH1-2006）」（以下、JSME 減肉管理規格という）において、流れ加速型腐食の可能性が小さいとされているFAC-1管理範囲以外の箇所を含むラインを評価対象ラインとして選定した。

(2) 評価対象ライン数

評価対象として抽出され評価を実施したライン数は合計 31 ラインであり、系統分類毎に以下のとおりである。

- ・原子炉系（蒸気部） 3 ライン
- ・原子炉系（純水系） 2 ライン
- ・給水系 5 ライン
- ・復水系 18 ライン
- ・給水加熱器ドレン系 3 ライン

(3) 評価対象ライン

評価対象ラインの概略図を図1に、評価対象ラインのうち、劣化状況評価書に評価結果を記載した代表ラインの解析モデル図を図2～図10に示す。

解析モデルは、3次元多質点系モデルとし、その他のモデル化の条件は、工事計画認可申請の評価と同等とする。解析は、計算機コード「HISAP」を使用する。

また、地震動による配管応力解析及び発生応力が許容応力を上回った際に実施する疲労累積係数の評価を計算機コードにより実施する。

(4) 使用する地震動

耐震評価を行うにあたり使用する地震動は、東海第二発電所設置変更許可申請書（平成 29 年 11 月 8 日補正）及び工事計画認可申請書（平成 29 年 11 月 24 日補正）で記載される基準地震動 S_s （SD-1～SD-31）の 8 波、弾性設計用地震動 S_d 等を用いて原子炉建屋、タービン建屋各床レベルの地震応答解析結果に基づき作成された床応答スペクトルを包絡したスペクトル波にて評価を行った。

(5) 評価内容

エルボ部、分岐部、レジューサ等の変流発生部位及びその下流側に周方向及び軸方向一様に必要最小板厚まで減肉を想定した評価を実施する。評価結果が許容値を超える系統については実測データに基づく運転開始後 60 年時点の減肉を想定した応力評価及び疲労解析による評価を実施する。

(6) 評価結果

必要最小板厚又は運転開始後 60 年時点までの減肉を想定し、地震時に発生する応力又は疲労累積係数を評価した結果、許容値を下回ることを確認した。

評価対象ラインのうち、補足説明資料の代表機器である原子炉系（蒸気部）の評価結果を表 1 に示す。

算出過程については、追々とさせていただきます。

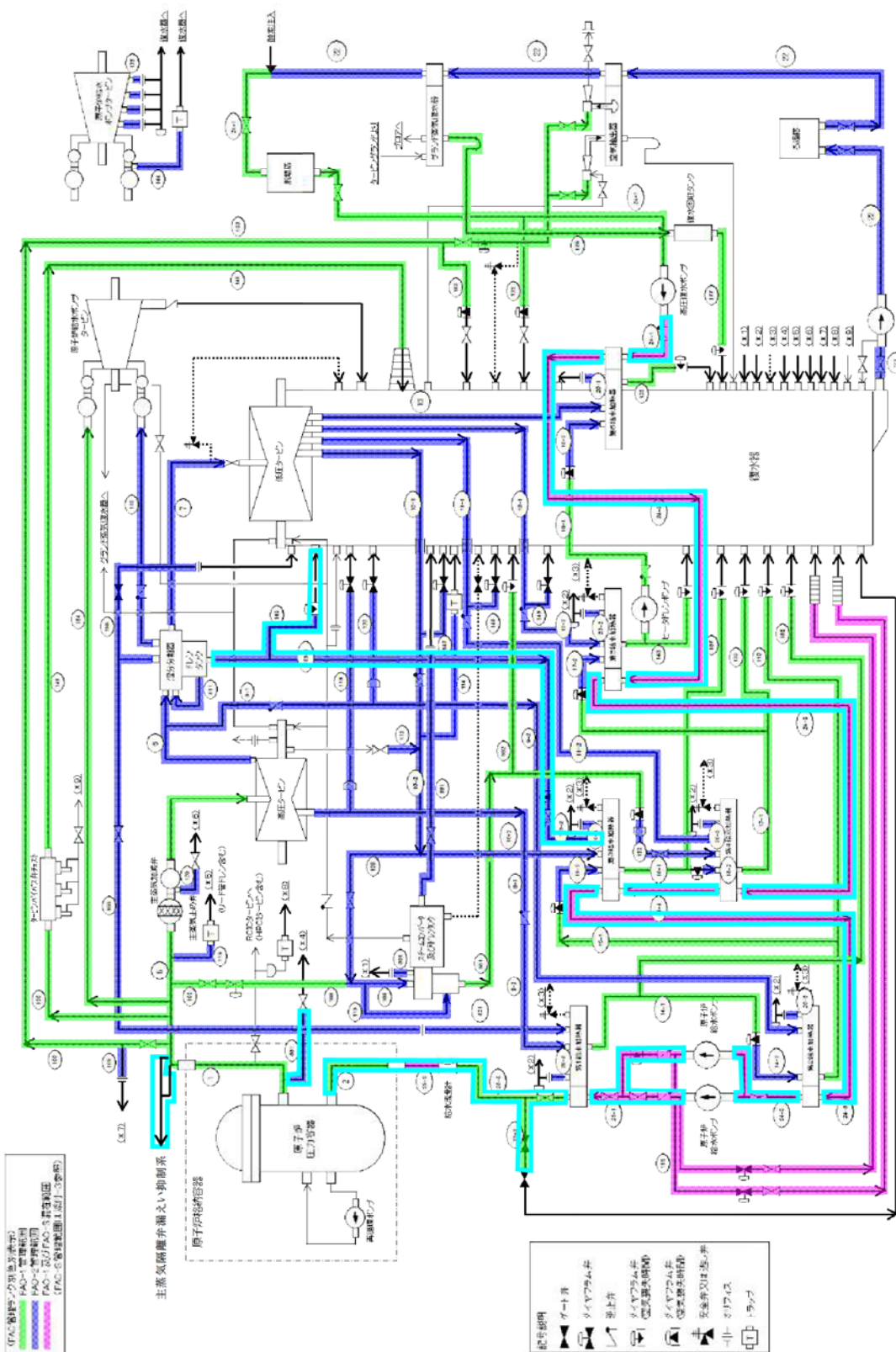


図 GA-1000-1 FAC管理範囲図(概略系統図)

図1 配管の腐食(流れ加速型腐食)による減肉を考慮した耐震評価対象範囲

□ : 配管の腐食(流れ加速型腐食)による減肉を考慮した耐震評価対象範囲

(JSM S NH1-2006 図 CA-1000-1 (追加筆))

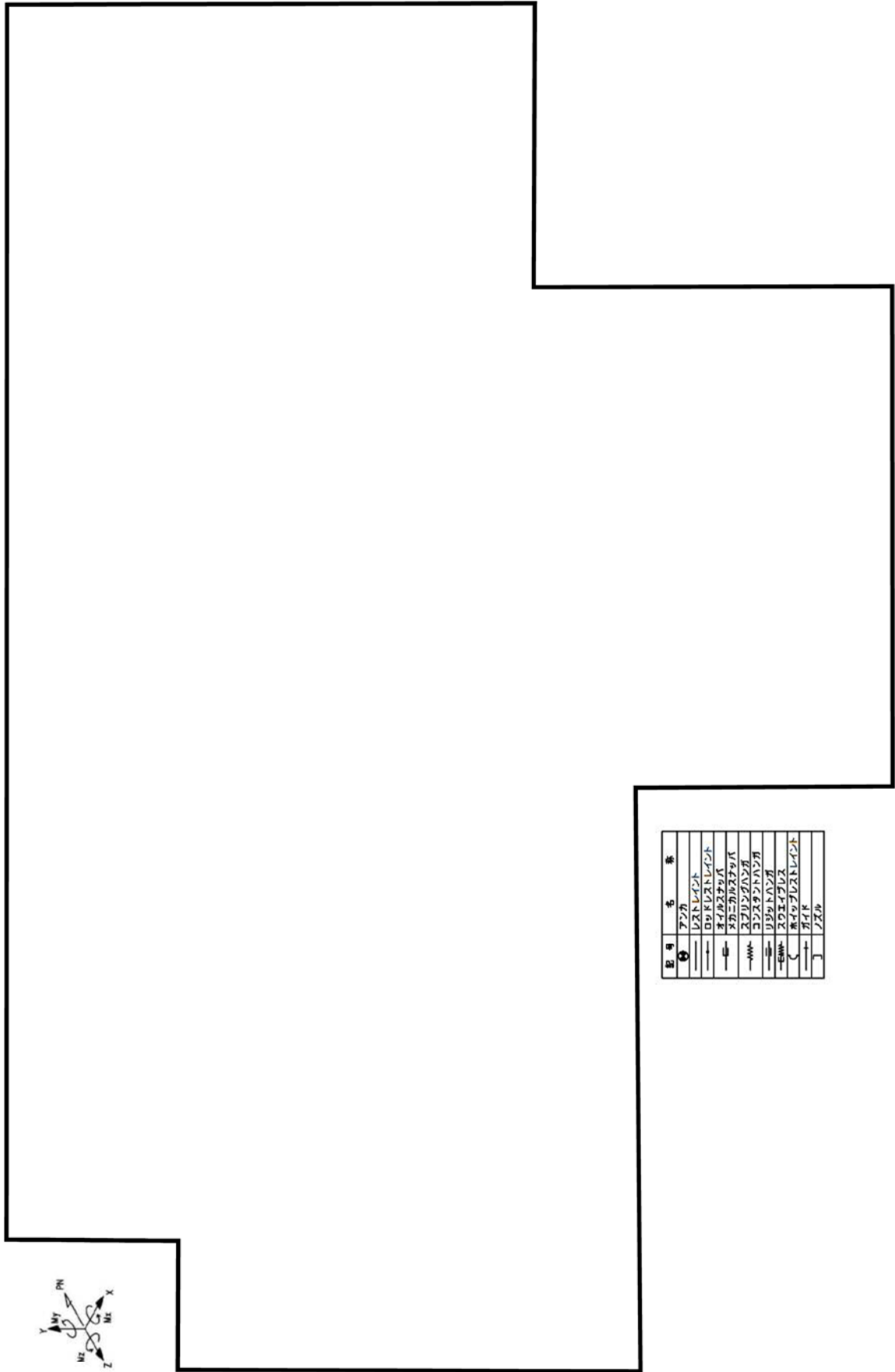
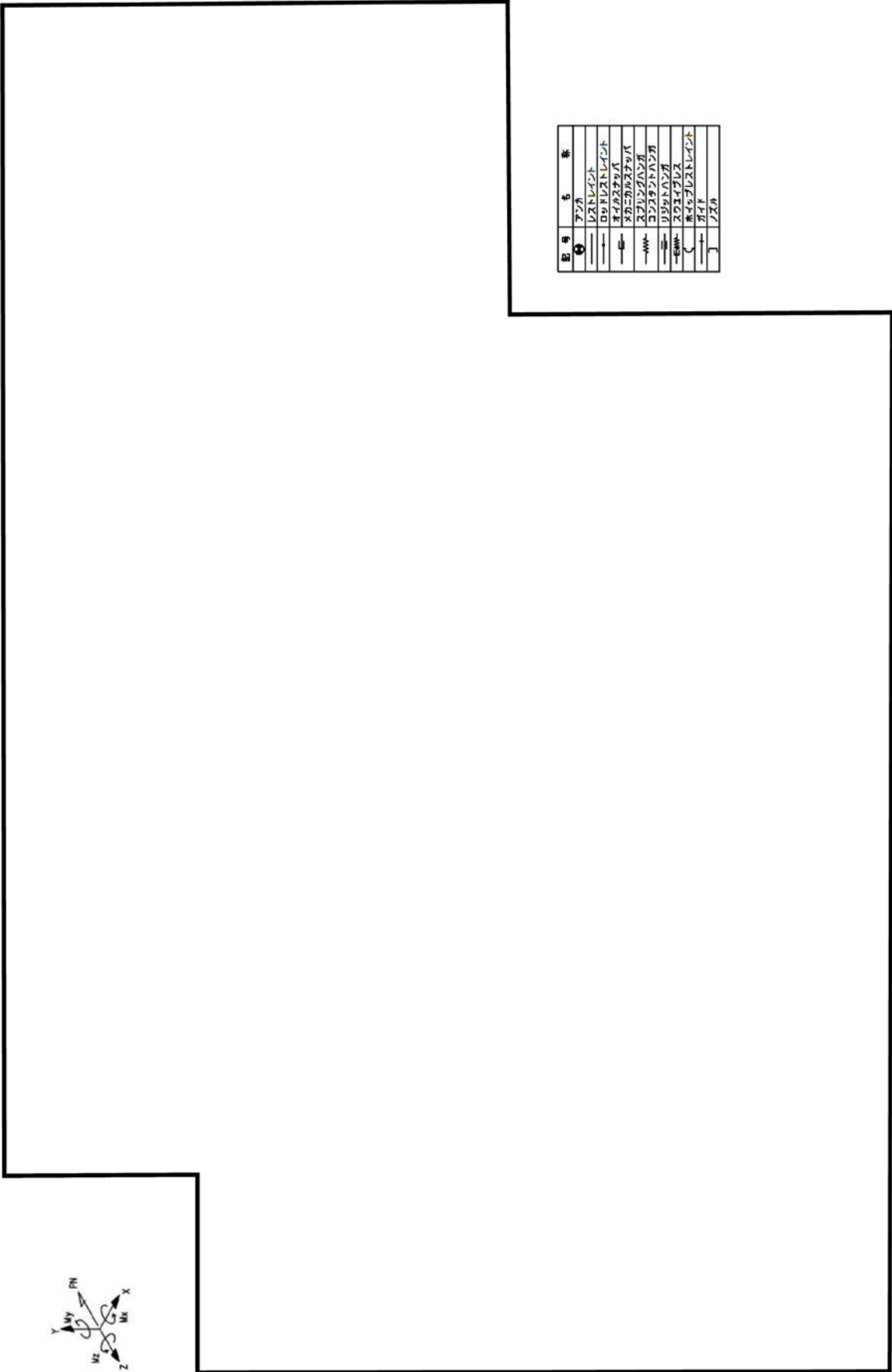
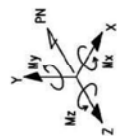


図2 原子炉系（純水部）[クラス1耐震Sクラス] アイソメモ図



記号	名称
☉	アソシ
—	レスト
—	レストレスト
—	レストレストレスト
—	レストレストレストレスト
—	レストレストレストレストレスト
—	レストレストレストレストレストレスト
—	レストレストレストレストレストレストレスト
—	レストレストレストレストレストレストレストレスト
—	レストレストレストレストレストレストレストレストレスト
—	レストレストレストレストレストレストレストレストレストレスト
—	レストレストレストレストレストレストレストレストレストレストレスト
—	レストレストレストレストレストレストレストレストレストレストレストレスト
—	レストレストレストレストレストレストレストレストレストレストレストレストレスト
—	レストレストレストレストレストレストレストレストレストレストレストレストレストレスト
—	レストレストレストレストレストレストレストレストレストレストレストレストレストレストレスト

図3 原子炉系（純水部）[クラス2-耐震Sクラス] アイソメ図



記号	名称
①	炉心
②	炉心反射体
③	炉心遮蔽体
④	炉心冷却管
⑤	炉心冷却管配管
⑥	炉心遮蔽体配管
⑦	炉心遮蔽体配管
⑧	炉心遮蔽体配管
⑨	炉心遮蔽体配管
⑩	炉心遮蔽体配管
⑪	炉心遮蔽体配管
⑫	炉心遮蔽体配管
⑬	炉心遮蔽体配管
⑭	炉心遮蔽体配管
⑮	炉心遮蔽体配管
⑯	炉心遮蔽体配管
⑰	炉心遮蔽体配管
⑱	炉心遮蔽体配管
⑲	炉心遮蔽体配管
⑳	炉心遮蔽体配管
㉑	炉心遮蔽体配管
㉒	炉心遮蔽体配管
㉓	炉心遮蔽体配管
㉔	炉心遮蔽体配管
㉕	炉心遮蔽体配管
㉖	炉心遮蔽体配管
㉗	炉心遮蔽体配管
㉘	炉心遮蔽体配管
㉙	炉心遮蔽体配管
㉚	炉心遮蔽体配管
㉛	炉心遮蔽体配管
㉜	炉心遮蔽体配管
㉝	炉心遮蔽体配管
㉞	炉心遮蔽体配管
㉟	炉心遮蔽体配管
㊱	炉心遮蔽体配管
㊲	炉心遮蔽体配管
㊳	炉心遮蔽体配管
㊴	炉心遮蔽体配管
㊵	炉心遮蔽体配管
㊶	炉心遮蔽体配管
㊷	炉心遮蔽体配管
㊸	炉心遮蔽体配管
㊹	炉心遮蔽体配管
㊺	炉心遮蔽体配管
㊻	炉心遮蔽体配管
㊼	炉心遮蔽体配管
㊽	炉心遮蔽体配管
㊾	炉心遮蔽体配管
㊿	炉心遮蔽体配管

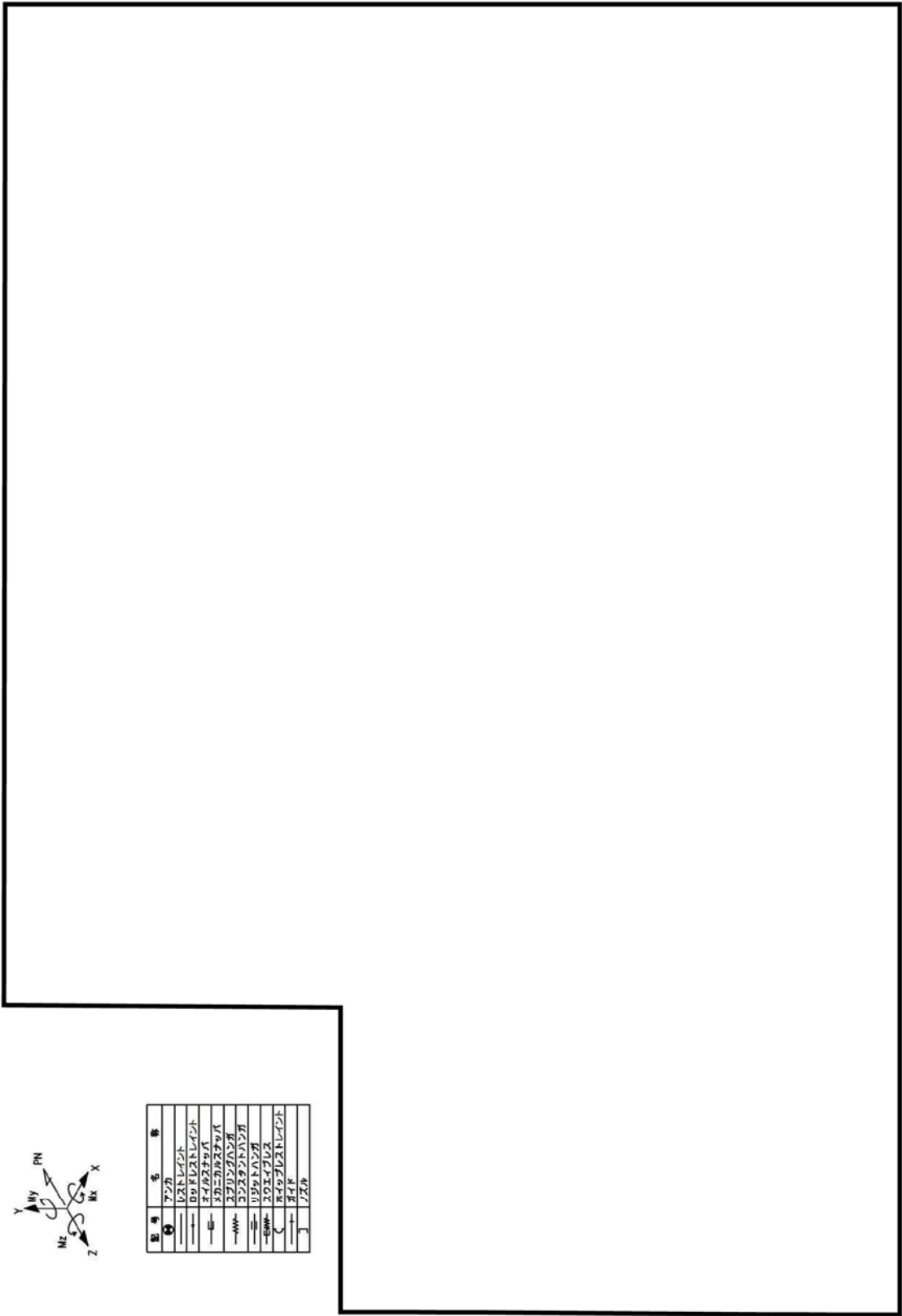
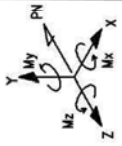
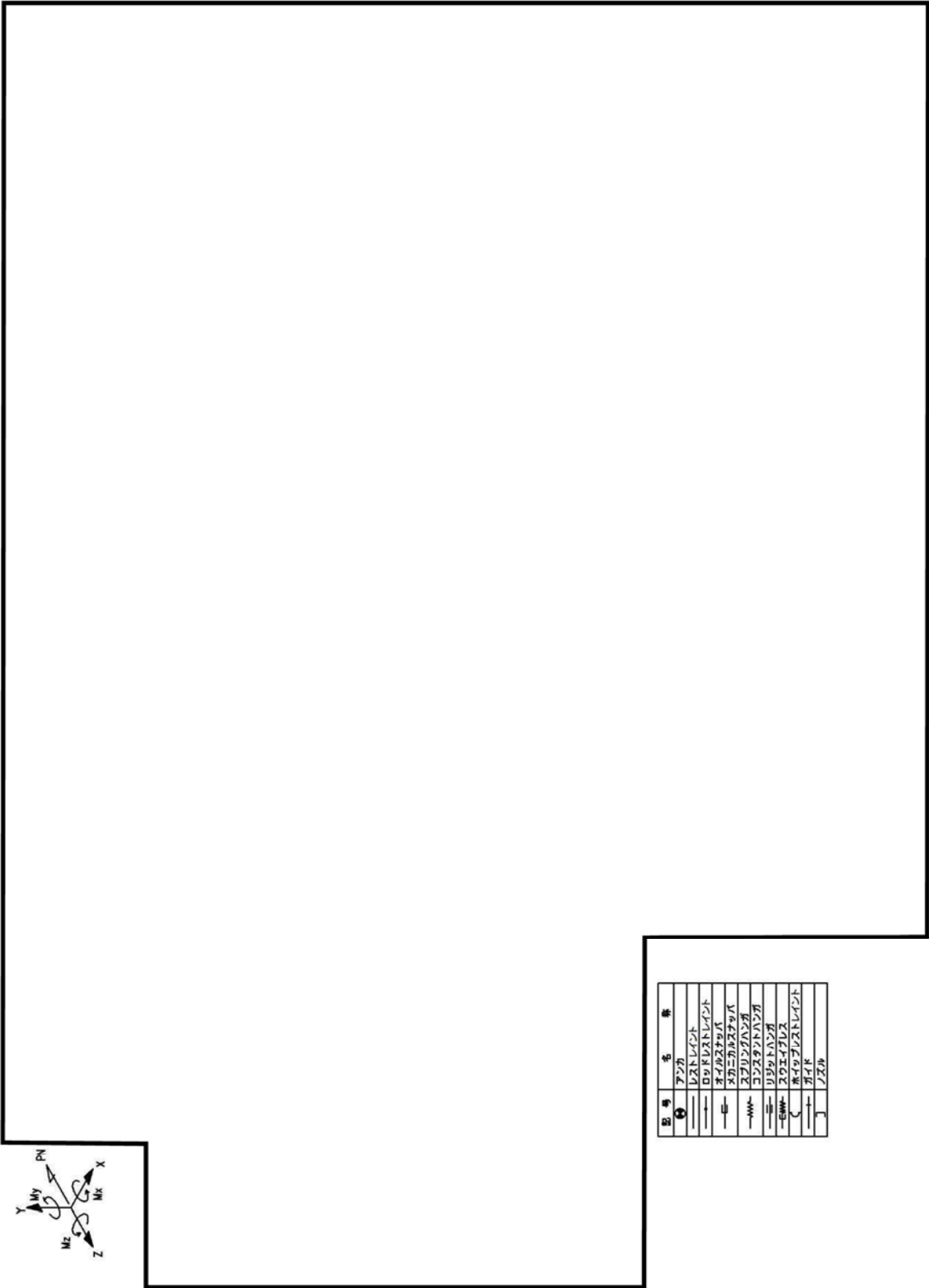
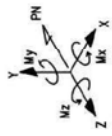
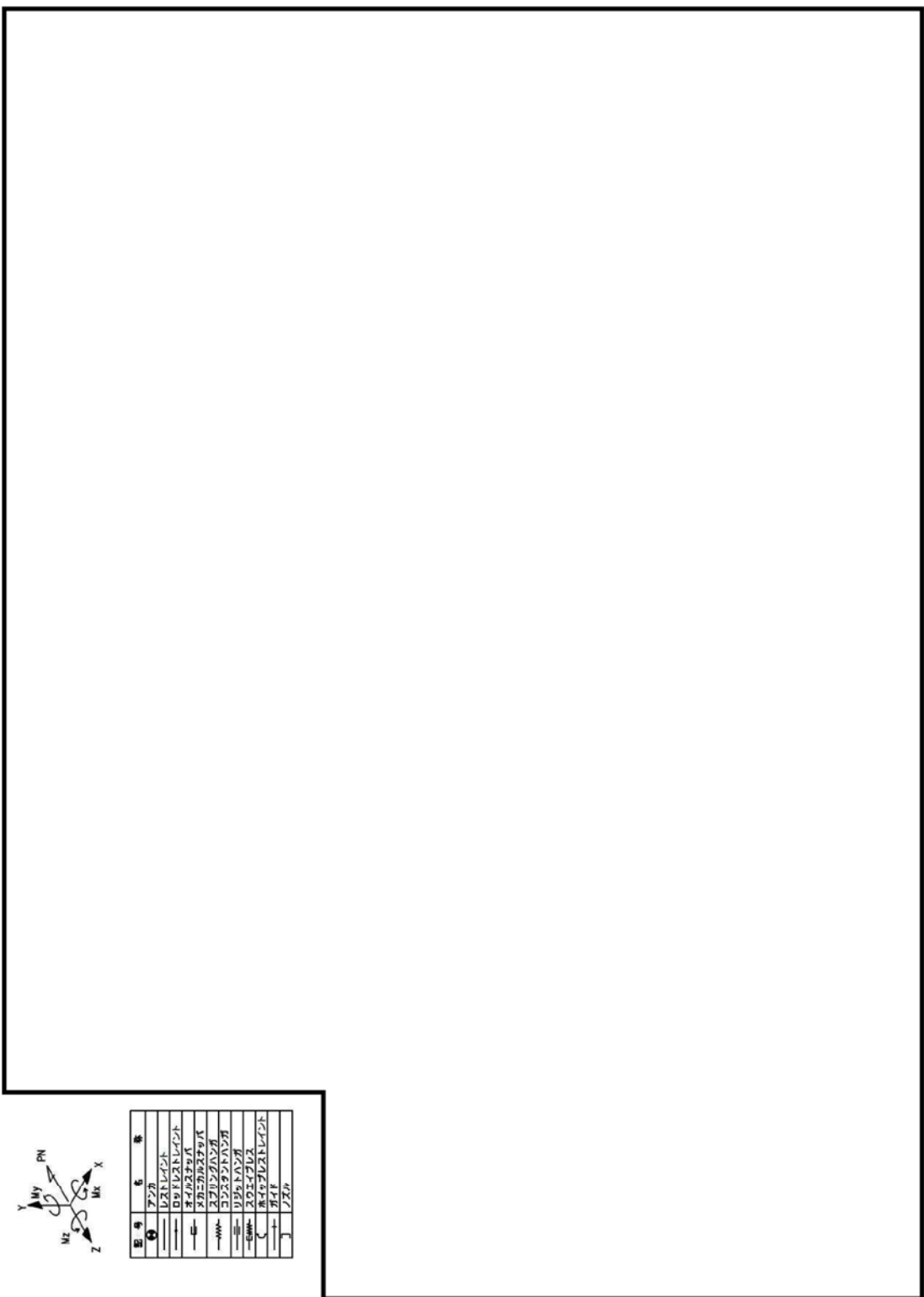


図 4 (1/2) 原子炉系 (蒸気部) [クラス1-耐震Sクラス] アイソメ図



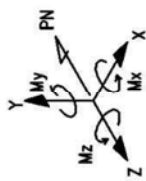
記号	名	番
①	アンカ	
—	レストレイント	
—	ロッドレストレイント	
—	オイルスタップ	
—	マカニカルスタップ	
—	スプリングハンダ	
—	コンスタントハンダ	
—	リフトハンダ	
—	スウェーブルス	
—	ワイヤブルレストレイント	
—	ワイヤ	
—	ノズル	

図 4 原子炉系 (2/2) (蒸気部) [クラス 1-耐震 S クラス] アイソメ図



記号	記号	名称
σ	σ	圧縮力
τ	τ	せん断力
M_x	M_x	X軸方向モーメント
M_y	M_y	Y軸方向モーメント
M_z	M_z	Z軸方向モーメント
θ_x	θ_x	X軸方向回転角
θ_y	θ_y	Y軸方向回転角
θ_z	θ_z	Z軸方向回転角
δ_x	δ_x	X軸方向変位
δ_y	δ_y	Y軸方向変位
δ_z	δ_z	Z軸方向変位
u	u	X軸方向変位
v	v	Y軸方向変位
w	w	Z軸方向変位
ϕ_x	ϕ_x	X軸方向回転角
ϕ_y	ϕ_y	Y軸方向回転角
ϕ_z	ϕ_z	Z軸方向回転角
ψ_x	ψ_x	X軸方向変位
ψ_y	ψ_y	Y軸方向変位
ψ_z	ψ_z	Z軸方向変位

図6 復水系 [クラス3-耐震Bクラス] アイソメ図



記号	名称
●	アンカ
—	レストレイント
—	ロックレストレイント
—	オイルスタンプ
—	メカニカルスタンプ
—	スプリングハンガ
—	コンスタントハンガ
—	リジッドハンガ
—	スウェイブレス
—	ホイップレストレイント
—	ガイド
—	ワズル

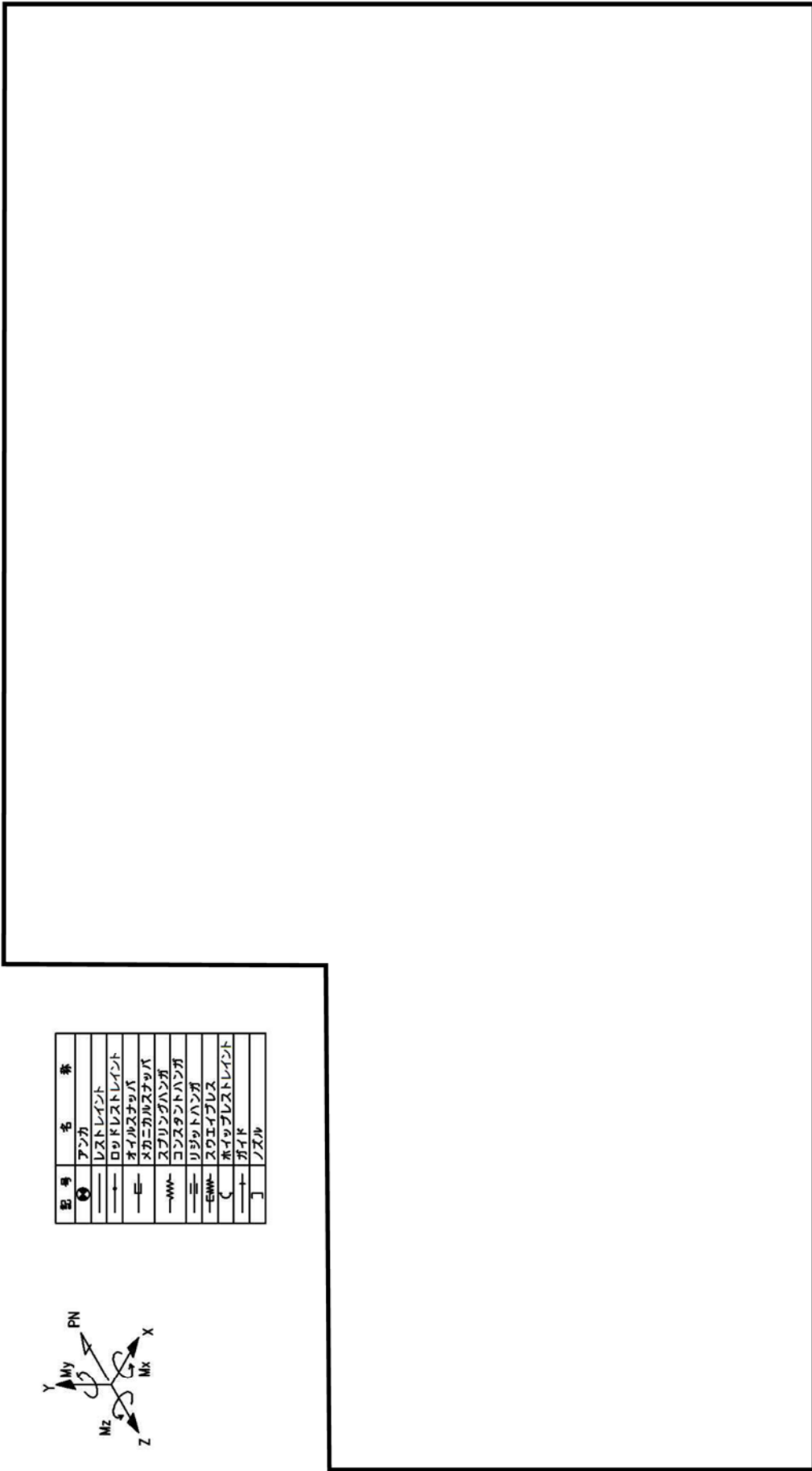
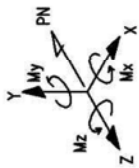


図7 給水系 [クラス2-耐震Sクラス] アイソメ図



記号	名称
⊕	アング
—	レストレイト
—	ロッドレストレイト
—	オイルスタンプ
—	メカニカルスタンプ
—	スプリングハンダ
—	コンタクトハンダ
—	リソットハンダ
—	スウェイブレス
⌋	ホイップレストレイト
—	ガイド
⌋	ノズル

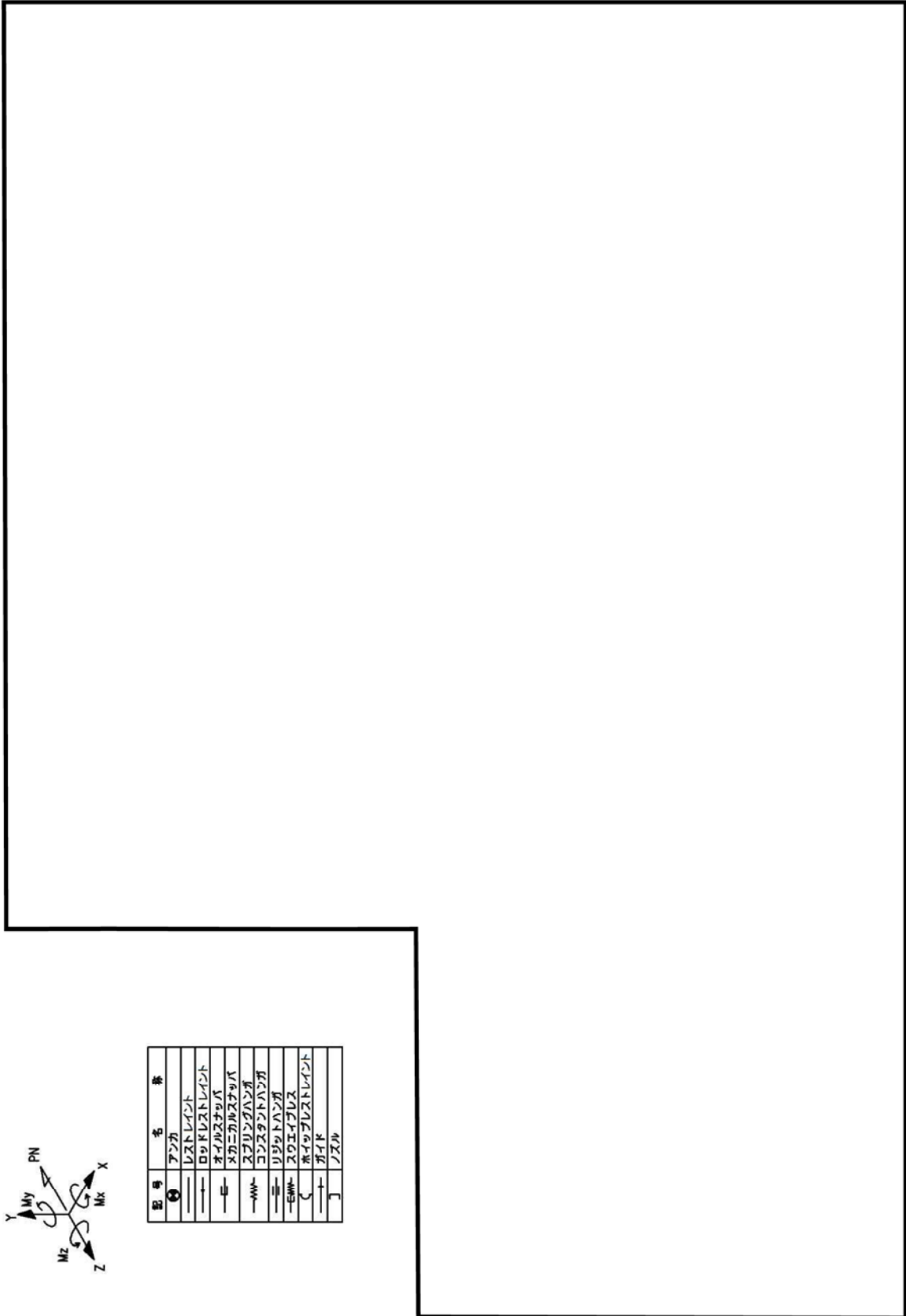
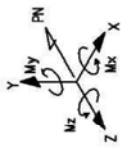


図8 給水系 [クラス 2-耐震 B クラス] アイソメ図



記号	名称
①	アング
②	レストレイント
③	ロッドレストレイント
④	スライダジョイント
⑤	スプリングジョイント
⑥	コネクタジョイント
⑦	リフトジョイント
⑧	スウェーブルジョイント
⑨	スライダレストレイント
⑩	ジョイント
⑪	リスト

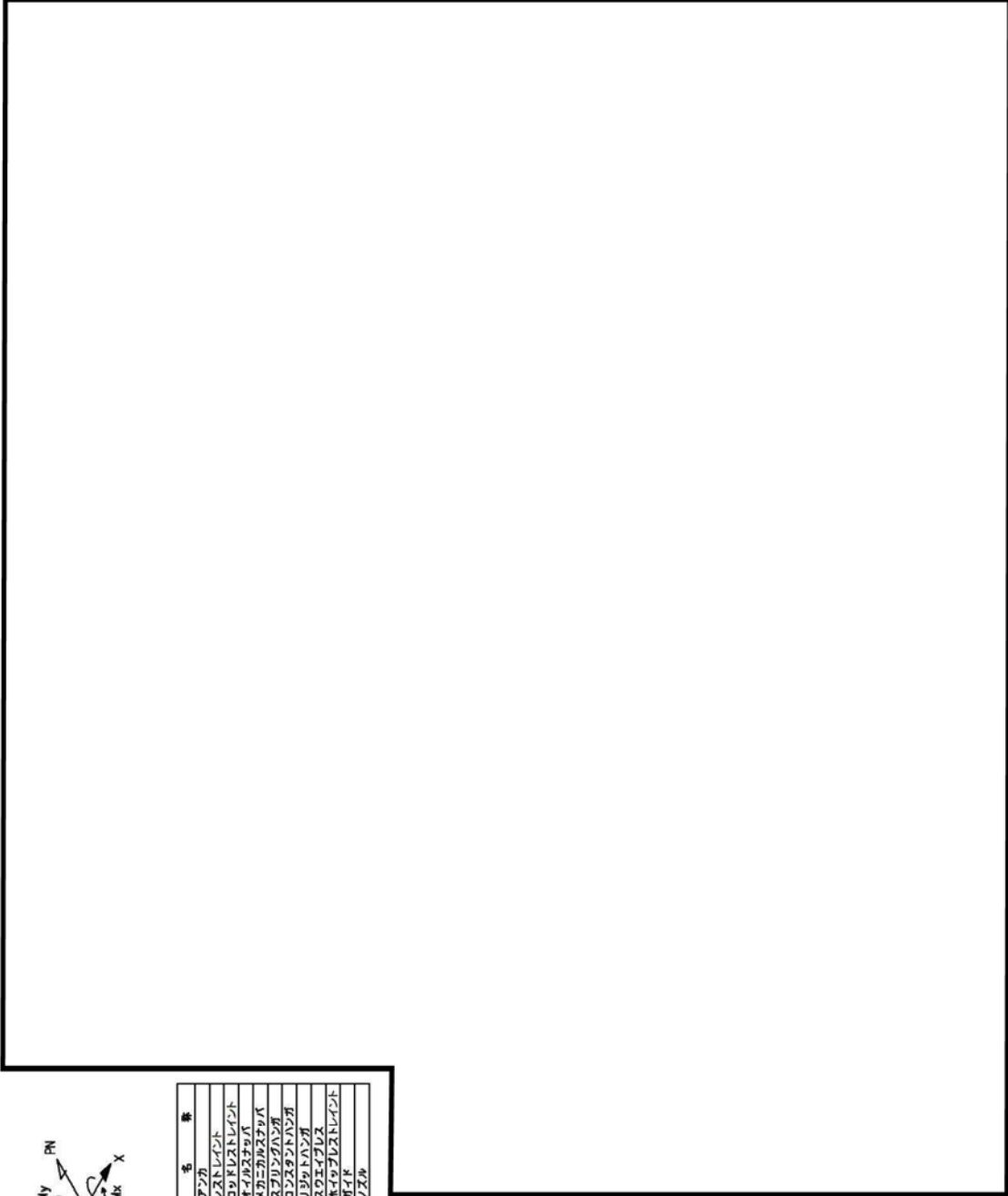
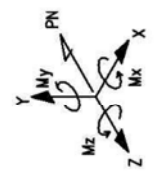


図9 給水系 [クラス 3-耐震 B クラス] アイソメ図



記号	名称
④	アンカ
—	レストレイト
—	ロッドレストレイト
—	ネイルスナック
—	ボルトナック
—	スクリューナック
—	コンクリートナック
—	リフトナック
—	スロイブレ
—	ワイプレストレイト
—	ワイプ
—	ワズル

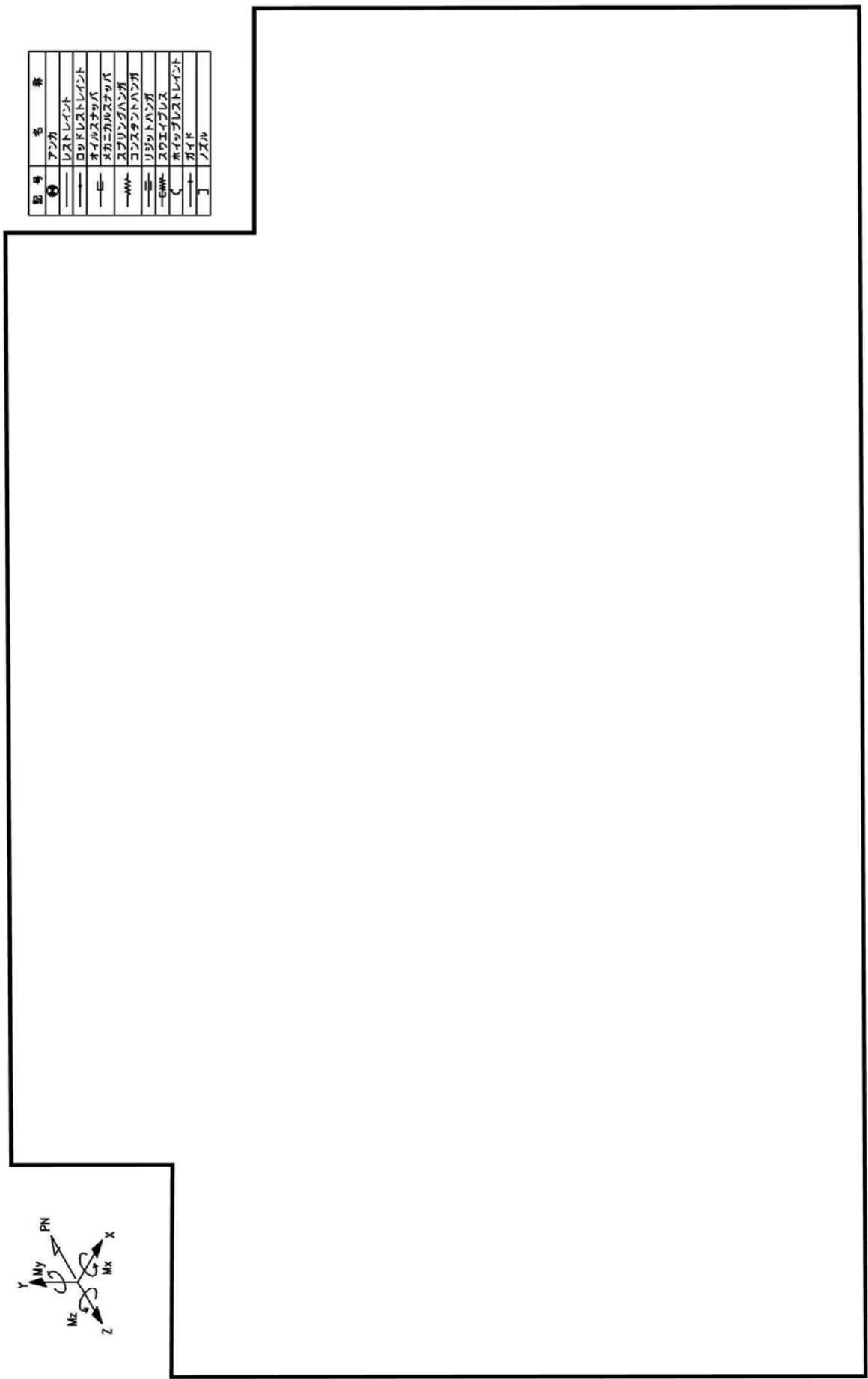


図 10 給水加熱器ドレン系 [クラス 3-耐震 B クラス] アイソメ図

表 1 原子炉系（蒸気部）の腐食（流れ加速型腐食）の耐震安全性評価結果

系統	主蒸気系		配管モデル名		MS-17		評価点No.		118		
	(1) 熱サイクルによる疲労評価の計算パラメータ及び結果										
No.	事象毎の組合せ										
	名称	番号		運転温度(°C)		ピーク応力 MPa	一次・二次 応力 MPa	K _e 係数	繰返し ピーク応力 (ヤング率補正前) SL MPa	繰返し ピーク応力 (ヤング率補正後) SL' MPa	疲労累積係数
始点		終点	始点	終点	実回数						
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											
										疲労累積係数総合計	0.4580

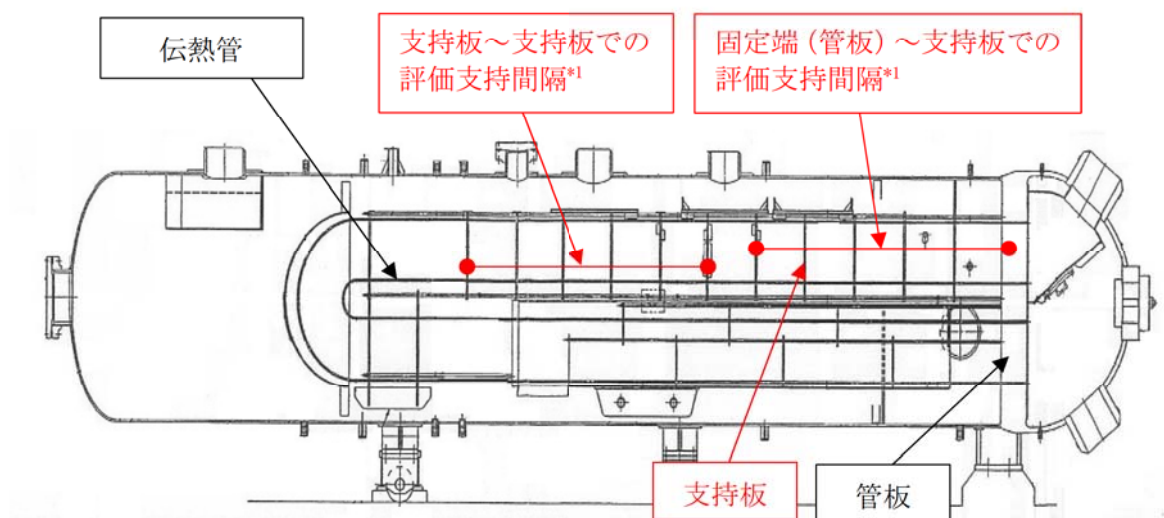
(2) 地震による疲労評価の計算パラメータ及び結果												
No.	事象毎の組合せ											
	名称	番号		運転温度(°C)		ピーク応力 MPa	一次・二次 応力 MPa	K _e 係数	繰返し ピーク応力 (ヤング率補正前) SL MPa	繰返し ピーク応力 (ヤング率補正後) SL' MPa	疲労累積係数	
始点		終点	始点	終点	実回数							許容回数
-	Ss地震											
-	Ss地震											
										110	1,022	0.1077
										110	215	0.5117

2. 第3 給水加熱器の伝熱管の耐震安全性評価について

給水加熱器については、経年劣化事象として管支持板の腐食が想定され、伝熱管支持間隔の拡大により、伝熱管の耐震安全性に影響を及ぼす可能性があるため、耐震安全性評価を実施した。

なお、設計上の施栓基準である「固定端（管板）から支持板」、「支持板から支持板」までのそれぞれの伝熱管の支持間隔*1 喪失（支持長さ 2.5 スパン）を考慮し、伝熱管の耐震評価を実施した。

第3 給水加熱器の構造図を図1 に示す。



*1 : スパンは、支持板 2 枚を 1 スパンとする。

図1 第3 給水加熱器構造図

第3 給水加熱器伝熱管の主な諸元を表1 に示す。

表1 第3 給水加熱器伝熱管の主な諸元

項目	記号	諸元
材質	—	SUS27TB
外径	Do	
内径	Di	
板厚	t	
運転圧力（管側）（運転データより）	P1	
運転圧力（胴側）（熱精算図より）	P2	
最高使用温度	—	205 °C
支持間隔（固定（管板）～支持（管支持板））	L	
支持間隔（支持（管支持板）～支持（管支持板））	L	
許容応力	—	166 MPa

評価に用いる床応答スペクトルを図2に示す。

プラント名 : 東海第二発電所
構造物名 : タービン建屋
方向 : 水平方向
波形名 : Sd-D1、Sd-11、Sd-12、Sd-13、Sd-14、Sd-21、Sd-22 及び Sd-31
(柔構造のため 1/2 Sd を評価に用いる)
標高 : EL8.200m
減衰 : 1.0 (%)

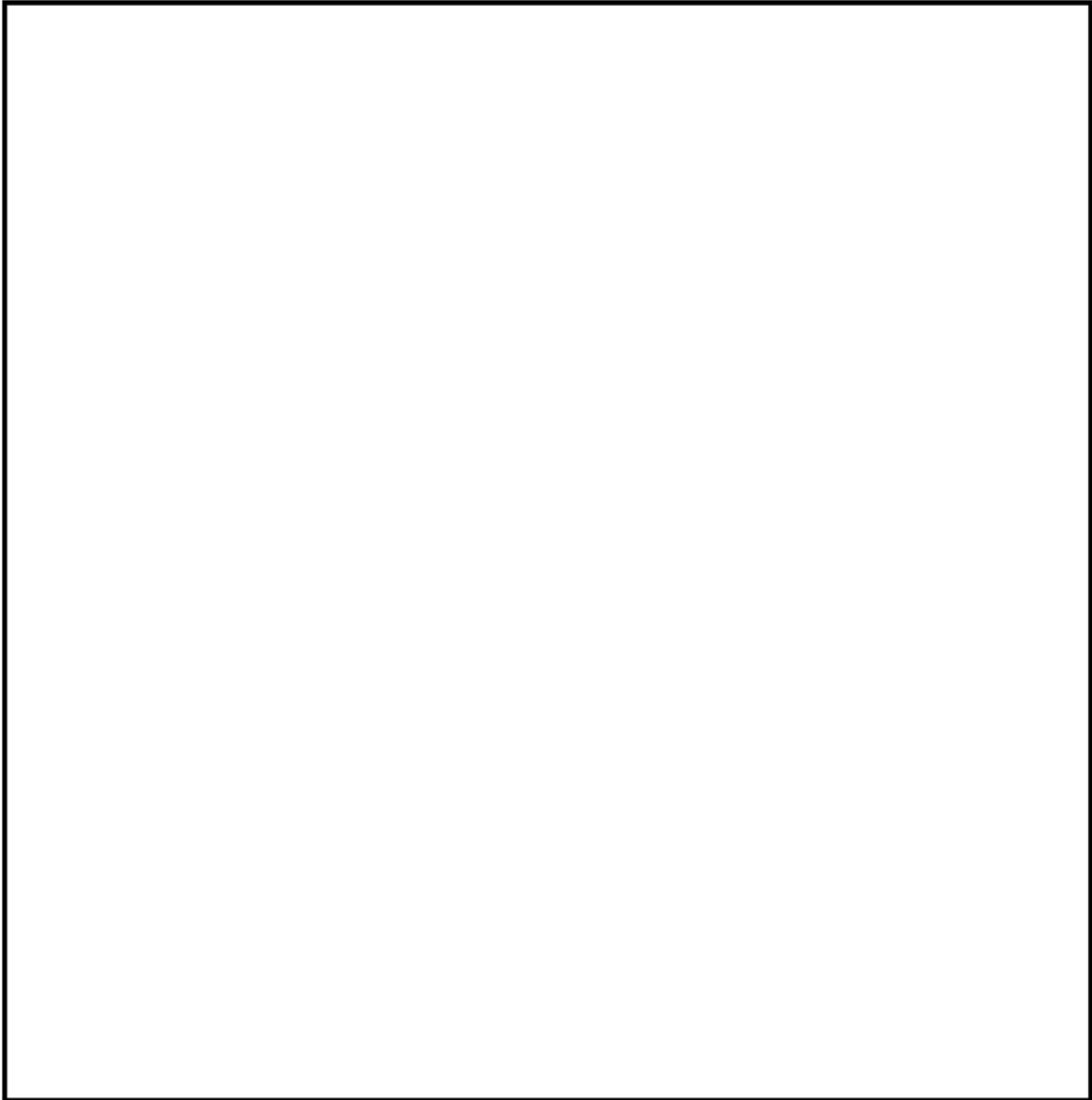


図2 第3給水加熱器設置場所(タービン建屋1階)の床応答スペクトル

片方の端部形状が固定端、支持端であっても計算手法については同様であるため、評価結果において発生応力の高い「支持板から支持板」の計算過程を以下に示す。

(1) 固有振動数の算出

① 伝熱管の断面二次モーメント：I[m⁴]を以下により求める。

$$\begin{aligned}
 I &= \frac{\pi}{64} (D_o^4 - D_i^4) \\
 &= \frac{\pi}{64} ((\text{□})^4 - (\text{□})^4) \\
 &= \text{□} \text{ [m}^4\text{]}
 \end{aligned}$$

D_o：伝熱管外形[m]

D_i：伝熱管内径[m]

② 伝熱管の単位長さ当たりの重量：m[kg/m]を以下により求める。

$$\begin{aligned}
 m &= \frac{\pi}{4} (D_o^2 - D_i^2) \times \gamma \\
 &= \frac{\pi}{4} ((\text{□})^2 - (\text{□})^2) \times 8030 \\
 &= 0.375882 \text{ [kg/m]}
 \end{aligned}$$

γ：伝熱管比重[kg/m³]

(機械工学便覧 第1章 工業材料一般(材料学)より)

③ チューブの相当重量[kg/m]：m_eを以下より求める。

$$m_e = m_{e1} + m_{e2} + m_{e3}$$

m_{e1}：チューブ内付加重量[kg/m]

m_{e2}：チューブ外付加重量[kg/m]

m_{e3}：チューブの単位当たりの重量[kg/m]

$$m_{e1}[\text{lb/ft}] = 0.00545 \times \rho_i[\text{lb/ft}^3] \times D_i^2[\text{in}]$$

(「STANDARDS OF THE TUBULAR EXCHANGER MANUFACTURERS ASSOCIATION (TEMA) NINTH EDITION V-7.1」より)

$$\begin{aligned}
 m_{e1}[\text{kg/m}] &= 0.00545 \times \rho_i[\text{lb/ft}^3] \times D_i^2[\text{in}] \times \frac{0.453592}{0.3048} \\
 &= 0.00545 \times \text{□}[\text{lb/ft}^3] \times (\text{□})^2[\text{in}] \times \frac{0.453592}{0.3048} \\
 &= \text{□} \text{ [kg/m]}
 \end{aligned}$$

ρ_i：内部流体重量[lb/ft³]

(内部流体の温度及び圧力より非体積を算出)

$$\begin{aligned}
me2[\text{kg/m}] &= 0.00545 \times \rho_o[\text{lb/ft}^3] \times Do^2[\text{in}] \times \frac{0.453592}{0.3048} \\
&= 0.00545 \times \boxed{} [\text{lb/ft}^3] \times (\boxed{})^2[\text{in}] \times \frac{0.453592}{0.3048} \\
&= \boxed{} [\text{kg/m}]
\end{aligned}$$

ρ_o : 外部流体重量[lb/ft^3]

(外部流体の圧力から飽和蒸気の非体積を算出)

$$me3 = m = \boxed{} [\text{kg/m}]$$

したがって、チューブの相当重量 : me は

$$\begin{aligned}
me &= me1 + me2 + me3 \\
&= \boxed{} + \boxed{} + \boxed{} \\
&= \boxed{} [\text{kg/m}]
\end{aligned}$$

④ 伝熱管の固有振動数 (1次) : $f_n[\text{Hz}]$ を以下により求める。

$$\begin{aligned}
f_n &= \frac{\lambda^2}{2\pi L^2} \times \sqrt{\frac{E \times 10^6 \times I}{me}} \quad (\text{機械工学便覧 A3編 力学・機械力学より}) \\
&= \frac{\pi^2}{2 \times \pi \times (\boxed{})^2} \times \sqrt{\frac{1.824 \times 10^5 \times 10^6 \times \boxed{}}{\boxed{}}} \\
&= \boxed{} [\text{Hz}]
\end{aligned}$$

λ : 振動係数

(機械工学便覧 A3編 力学・機械力学 表19より引用)

L : 管支持板スパン[m]

E : 伝熱管縦弾性係数

(設計・建設規格 (2005/2007) 第I編 付録図表 Part6 I-付録図表-99より)

よって固有周期 (1次) [s] : T は以下となる。

$$\begin{aligned}
T &= \frac{1}{f_n} \\
&= \frac{1}{\boxed{}} = \boxed{} [\text{s}]
\end{aligned}$$

(2) 発生応力の算出

① チューブの断面係数 : $Z[\text{m}^3]$ を以下より求める。

$$\begin{aligned}
Z &= \frac{\pi (Do^4 - Di^4)}{32 Do} \\
&= \frac{\pi}{32} \times \frac{((\boxed{})^4 - (\boxed{})^4)}{\boxed{}} = \boxed{} [\text{m}^3]
\end{aligned}$$

② 自重による曲げモーメント：Ma[N・m]を以下より求める。

$$Ma = \frac{mc \times L \times 9.80665 \times L}{4} \quad (\text{機械設計便覧 新版 第6章 6-1節 はり 表6-2より})$$

$$= \frac{(\quad) \times (\quad) \times 9.80665 \times (\quad)}{4} = \quad [\text{N} \cdot \text{m}]$$

L：管支持板スパン[m]

③ 地震時の曲げモーメント：Mb [N・m]を以下より求める。

$$Mb = \frac{me \times L \times 9.80665 \times CH \times L}{4} \quad (\text{機械設計便覧 新版 第6章 6-1節 はり 表6-2より})$$

$$= \frac{(\quad) \times (\quad) \times 9.80665 \times (\quad) \times (\quad)}{4}$$

$$= \quad [\text{N} \cdot \text{m}]$$

CH：加速度（1次）（設計用応答スペクトルから引用）

④ 自重+地震による発生応力：σa[N/m²]を以下より求める。

$$\sigma_a = \frac{(Mb + Ma)}{Z}$$

$$= \frac{(\quad + \quad)}{1.6414 \times 10^{-7}}$$

$$= \quad [\text{N}/\text{m}^2] = \quad [\text{MPa}]$$

⑤ 内圧による応力：σp[MPa]を以下より求める。

$$\sigma_P = \frac{\max(P1, P2) \times Di}{4t} \quad (\text{圧力容器 (野原石松 著) 第6章 6.1.1 薄膜応力 (6.1式) より})$$

$$= \frac{\max(\quad, \quad) \times 0.0139}{4 \times \quad} = \quad [\text{MPa}]$$

P1：運転圧力（管側）[MPa]

P2：運転圧力（胴側）[MPa]

T：板厚 [m]

⑥ 伝熱管に作用する発生応力：σ [MPa]は以下となる。

$$\sigma = \sigma_a + \sigma_P$$

$$= \quad + \quad = \quad \rightarrow 163 \quad [\text{MPa}]$$

したがって、伝熱管の腐食を想定した耐震評価については、発生応力 163 MPa が許容応力 166 MPa を下回ることを確認した。

3. 伝熱管の腐食（流れ加速型腐食）の伝熱管の耐震安全性評価について（非常用ディーゼル発電機／高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機 空気冷却器，潤滑油冷却器及び清水冷却器）

非常用ディーゼル発電機及び高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の空気冷却器，潤滑油冷却器及び清水冷却器の伝熱管については，運転時間が短く，流れ加速型腐食が発生する可能性が小さいものの，耐震安全性評価を実施した。

評価結果については，追々とさせていただきます。

機器付基礎ボルトの腐食に対する耐震安全性評価について

耐震安全性評価書における基礎ボルトの腐食を考慮した耐震安全性評価に伴う計算過程については、表1に示す理由により代表機器を選定して説明する。

表1 補足説明代表機器の選定

補足説明資料として 代表する機器	選定理由	添付番号
主排気筒	・耐震補強工事を前提とした耐震安全性評価を実施しており、評価結果（発生応力と許容応力の比）が最も厳しい機器であるため。	1
残留熱除去系熱交換器	・耐震補強工事を前提とした耐震安全性評価を実施しており、基礎ボルトの発生応力が最も大きい機器であるため。	2

浸水防護施設の耐震安全性評価について

東海第二の「浸水防護施設」のうち、耐震安全性評価対象とした設備について、経年劣化事象の抽出や耐震安全性評価の要否判断などのプロセスを示す。

1. 浸水防護施設について

耐震安全性評価対象とした浸水防護施設（津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備）については以下（1）～（3）のとおり。

また、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出までの手順を表 1 に、浸水防護施設の概要を図 1 に示す。

(1) 津波防護施設：防潮堤^{*1}… a

原子炉建屋…b

防潮扉…c

放水路ゲート…d

構内排水路逆流防止設備…e

貯留堰…f

^{*1}：コンクリート構造物（鉄筋コンクリート防潮壁及び鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁）及び鉄骨構造物（鋼製防護壁）

(2) 浸水防止設備：浸水防止蓋^{*2}…g

水密扉^{*3}…h

浸水防護施設^{*4}…i

^{*2}：海水ポンプ室ケーブル点検口 1, 2, 3, 放水路ゲート点検用, SA 用海水ピット開口部 1, 2, 3, 4, 5, 6, 緊急用海水ポンプ点検用開口部及び人員用開口部, 格納容器圧力逃がし装置格納槽点検用水密ハッチ 1, 2, 常設低圧注水系格納槽点検用水密ハッチ及び可搬型ポンプ用水密ハッチ 1, 2

^{*3}：原子炉建屋原子炉棟水密扉, 原子炉建屋付属棟東側水密扉, 原子炉建屋付属棟南側水密扉, 原子炉建屋付属棟西側水密扉, 原子炉建屋付属棟北側水密扉 1, 原子炉建屋付属棟北側水密扉 2, 原子炉建屋残留熱除去系 A 系ポンプ室水密扉, 原子炉建屋原子炉隔離時冷却系室北側水密扉, 原子炉建屋原子炉隔離時冷却系室南側水密扉, 原子炉建屋高圧炉心スプレイ系ポンプ室水密扉, 常設代替高圧電源装置用カルバート原子炉建屋側水密扉

^{*4}：海水ポンプグラウンドドレン排出口逆止弁, 取水ピット空気抜き配管逆止弁, 緊急用海水ポンプグラウンドドレン排出口逆止弁及び緊急用海水ポンプ室床ドレン排出口逆止弁

(3) 津波監視設備：取水ピット水位計測装置…j

潮位計測装置…k

潮位監視盤…l

津波・構内監視設備…m

2. 想定される劣化事象*

(1) コンクリート構造物 (a, b)

(a) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 (○事象)

- ・中性化…①
- ・塩分浸透…②

(b) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (△▲事象)

- ・アルカリ骨材反応…③
- ・凍結融解…④
- ・耐火能力低下…⑤

(2) 鉄骨構造物 (a, c, d, e, f, g, h)

(a) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 (○事象)

該当なし

(b) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (△▲事象)

- ・腐食…⑥
- ・風等による疲労…⑦

(3) 弁 (i)

(a) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 (○事象)

該当なし

(b) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (△▲事象)

- ・腐食 (孔食・隙間腐食) (弁箱, 弁体ガイド, 基礎ボルト) …⑧

(4) 計測制御設備 (j, k, l, m)

(a) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象 (○事象)

該当なし

(b) 高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象 (△▲事象)

- ・腐食 (全面腐食) (スリーブ, 取付座, 上部閉止板及び取付ボルト・ナット, 筐体, チャンネルベース) …⑨ (j, l, m)
- ・腐食 (コンクリート埋設部) (ジベル) …⑩ (j)
- ・腐食 (孔食・隙間腐食) (水位検出器, 検出器ガイド, サポート, ベースプレート, 取付ボルト, 基礎ボルト) …⑪ (k)
- ・腐食 (基礎ボルト) …⑫ (l, m)
- ・樹脂の劣化 (後打ちケミカルアンカ) …⑬ (k, l, m)

*: 絶縁低下 (絶縁体の水トリー劣化による絶縁低下を含む), 特性変化及び導通不良については, 耐震性に影響を及ぼすパラメータの変化とは無関係であるため記載は省略する。

3. 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出

「2. 想定される劣化事象」で整理した経年劣化事象①～⑬について、耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象を抽出した結果を表1に示す。

抽出の結果、潮位監視盤及び津波・構内監視設備の基礎ボルトの腐食が抽出されたため、耐震安全性評価を実施した。

表 1 耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象の抽出までの手順

「技術評価」で想定される経年劣化事象	ステップ1		ステップ2		ステップ3	
			i	ii		
高経年化対策上 着目すべき経年 劣化事象	下記 1)～2)を除く経年劣化事象	○	現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、又は小さいもの × ①②	×	振動応答特性上又は構造・強度上「軽微若しくは無視」できない事象 ◎	
高経年化対策上 着目すべき経年 劣化事象ではな い事象	1)△ 想定した劣化傾向と実際の劣化傾向の乖離が考え難い経年劣化事象であって、想定した劣化傾向等に基づき適切な保全活動を行っているもの（日常劣化管理事象）	○	現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないもの ○	○	振動応答特性上又は構造・強度上「軽微若しくは無視」できない事象 ◎ ⑬	
	2)▲ 現在までの運転経験や使用条件から得られた材料試験データとの比較等により、今後も経年劣化の進展が考えられず、又は進展傾向が極めて小さいと考えられる経年劣化事象（日常劣化管理事象以外）	－	現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、又は小さいもの － ③	現在発生しているか、又は将来にわたって起こることが否定できないもの ○	－ ④⑤⑦⑩⑬	振動応答特性上又は構造・強度上「軽微若しくは無視」できない事象 ◎ ⑬ 振動応答特性上又は構造・強度上「軽微若しくは無視」できない事象 ■ ⑥⑧⑨⑪

○：評価対象として抽出

－：評価対象から除外

×：現在発生しておらず、今後も発生の可能性がないもの、又は小さいものとして評価対象から除外

■：振動応答特性上又は構造・強度上「軽微若しくは無視」できない事象として評価対象から除外

◎：耐震安全上考慮する必要のある経年劣化事象として抽出

△：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象）

▲：高経年化対策上着目すべき経年劣化事象ではない事象（日常劣化管理事象以外）

【凡例】

- T. P. +3.0m~T. P. +8.0m
- T. P. +8.0m~T. P. +11.0m
- T. P. +11.0m 以上

【凡例】

- : 津波防護施設
- : 浸水防止設備
- : 津波監視設備
- : 設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画

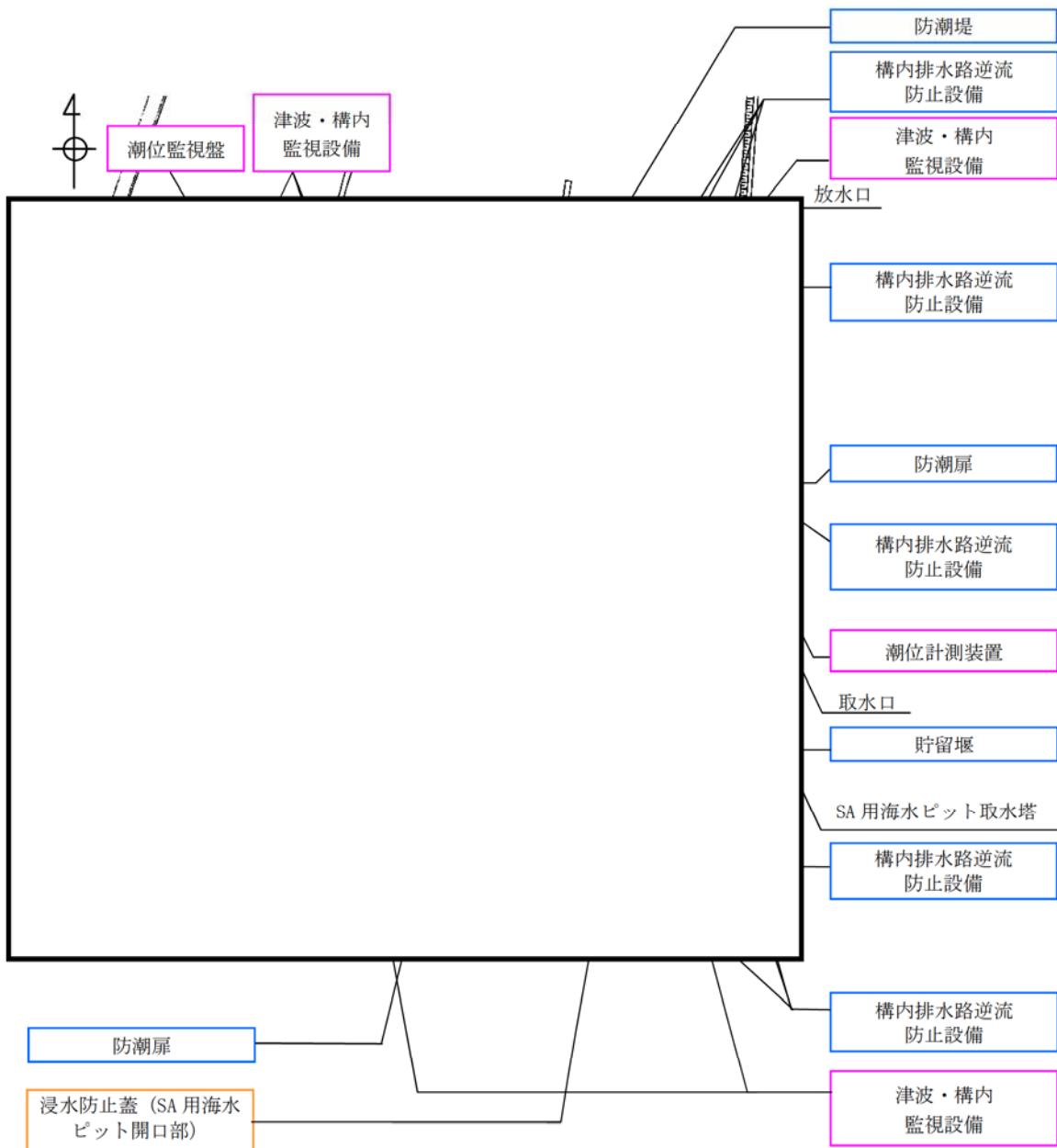
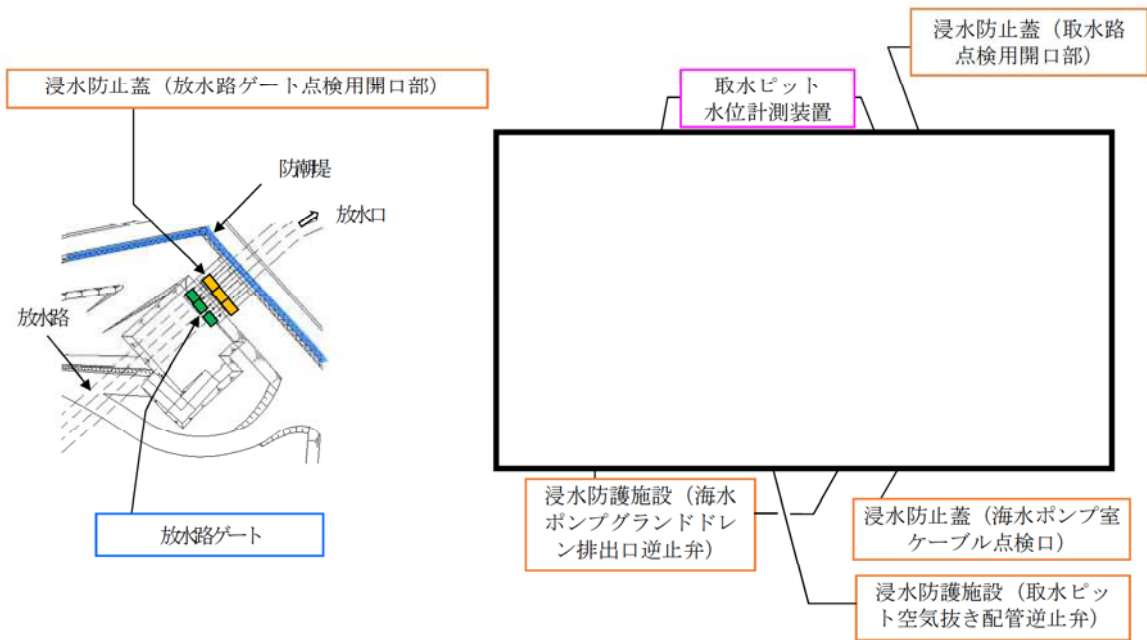


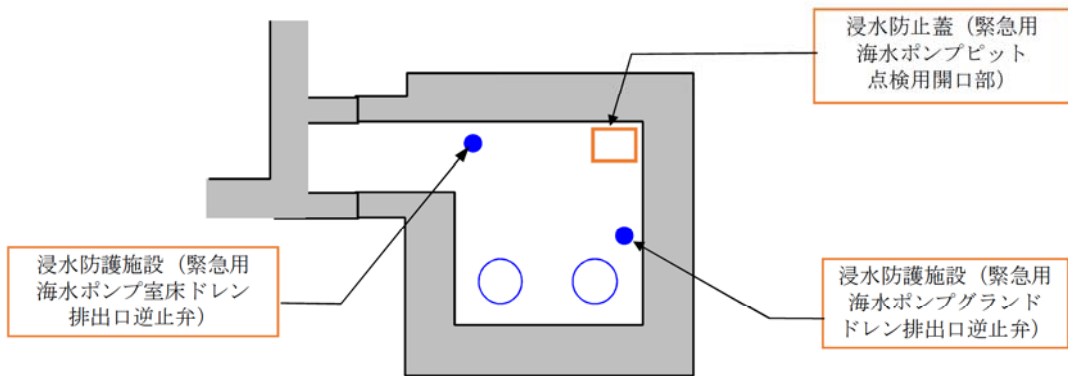
図1 東海第二 浸水防護施設の概要 (1/5)

- 津波防護施設
- 浸水防止設備
- 津波監視設備
- 設計基準対象施設の津波防護対象設備を内包する建屋及び区画



図① (放水口周辺拡大図)

図② (海水ポンプエリア周辺拡大図)



図③ (緊急用海水ポンプエリア周辺拡大図)

図1 東海第二 浸水防護施設の概要 (2/5)

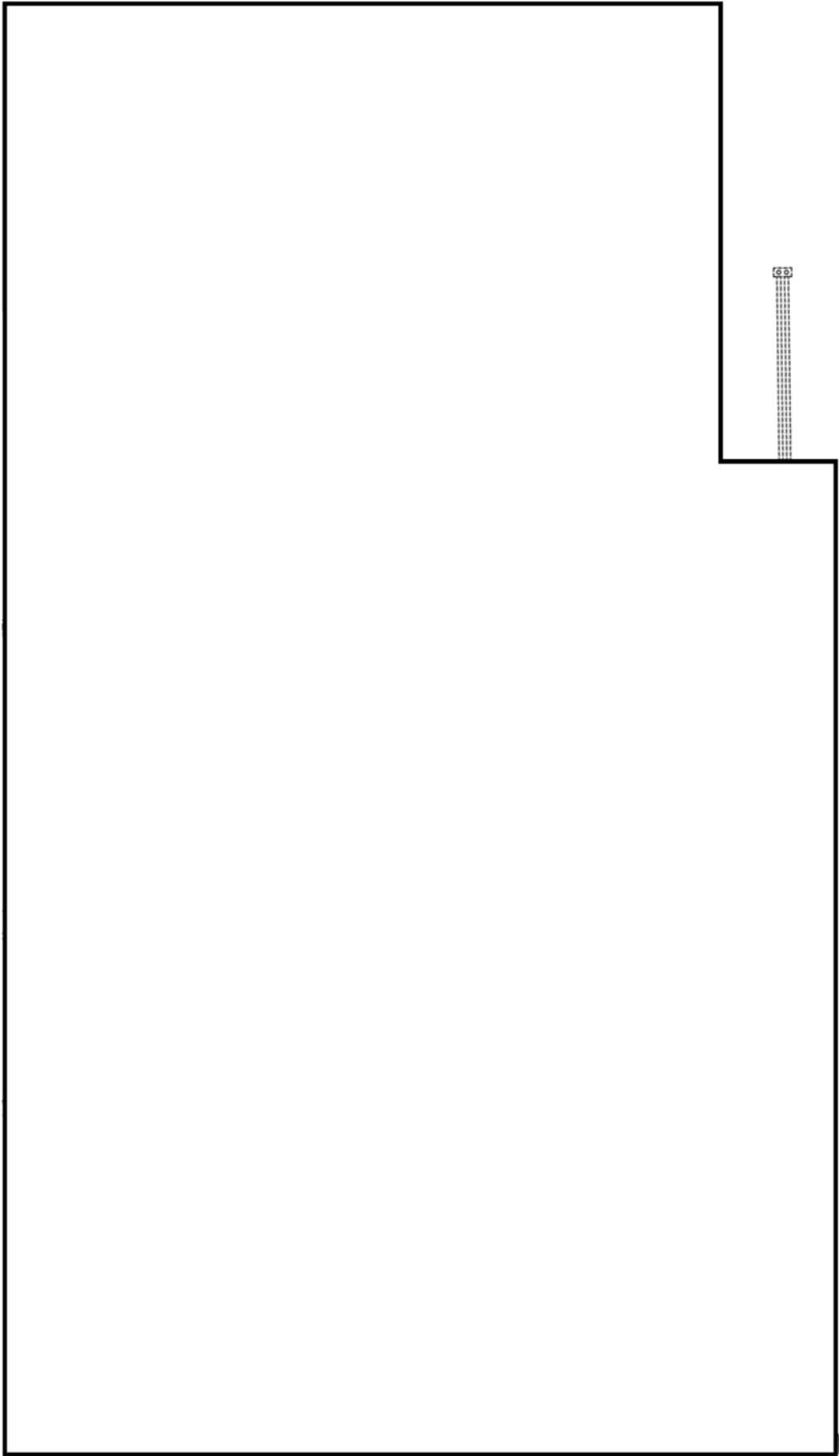
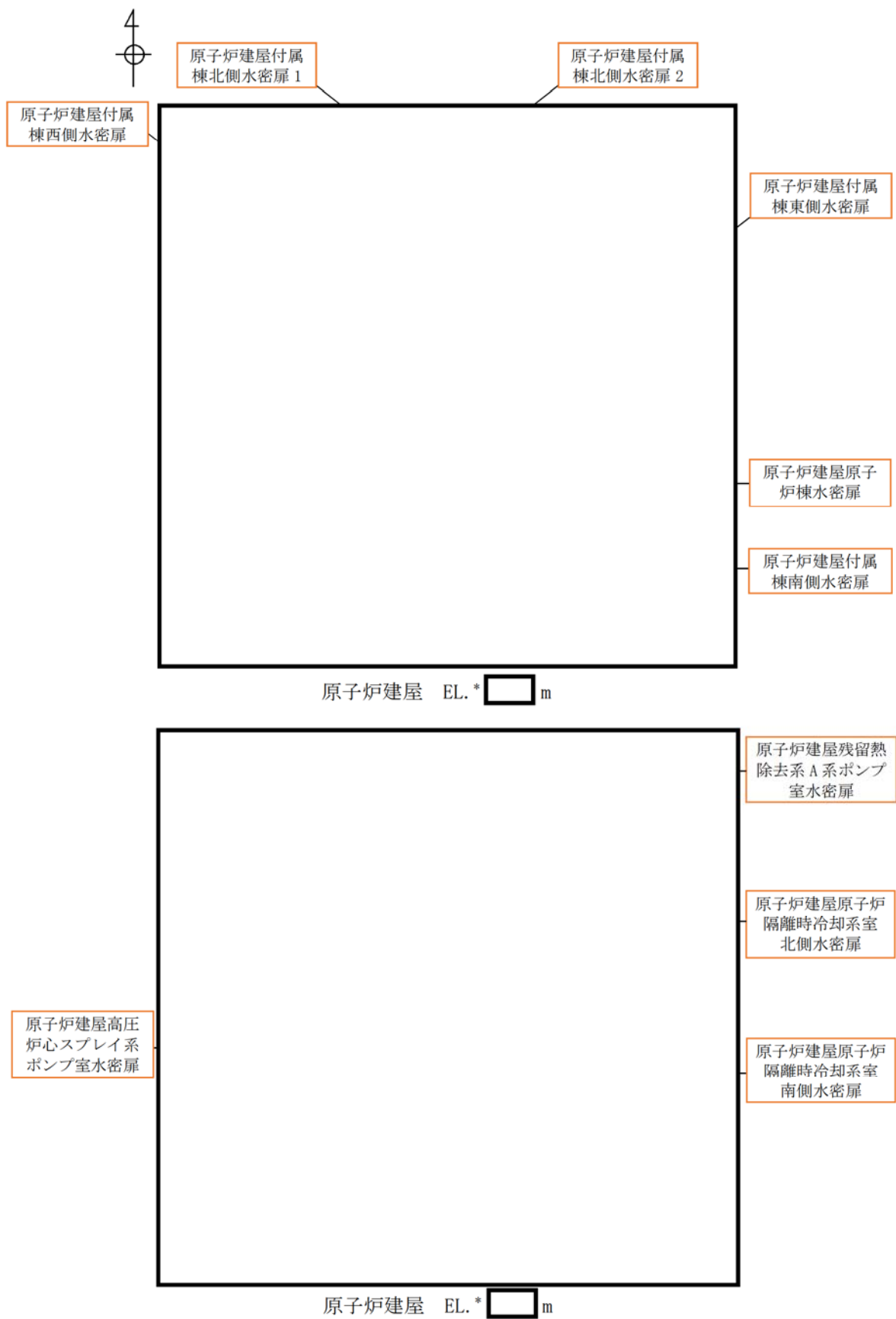
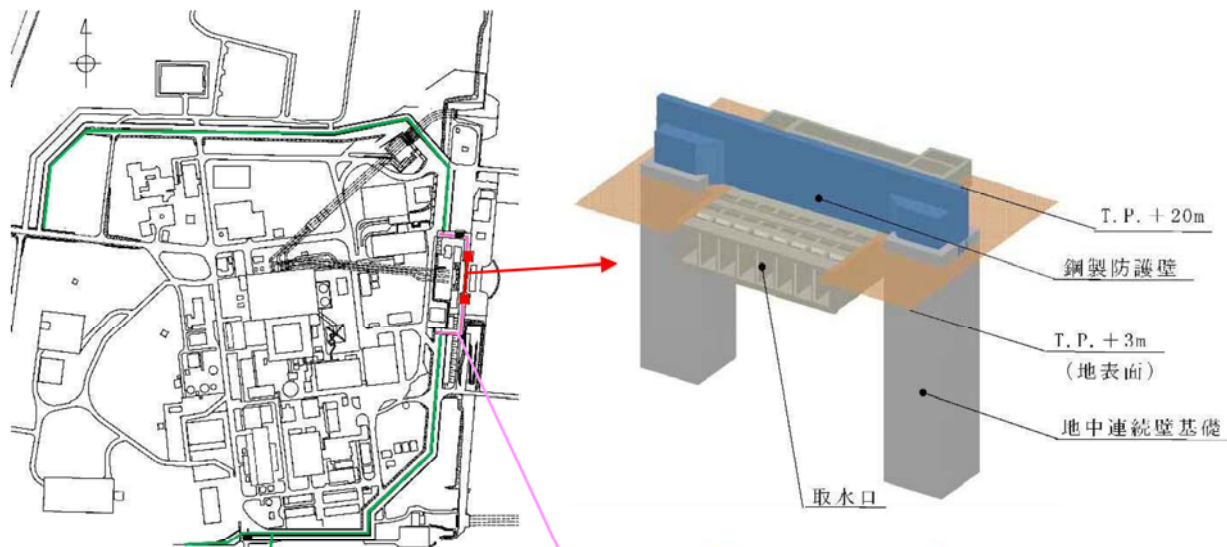


図1 東海第二 浸水防護施設の概要 (3/5)



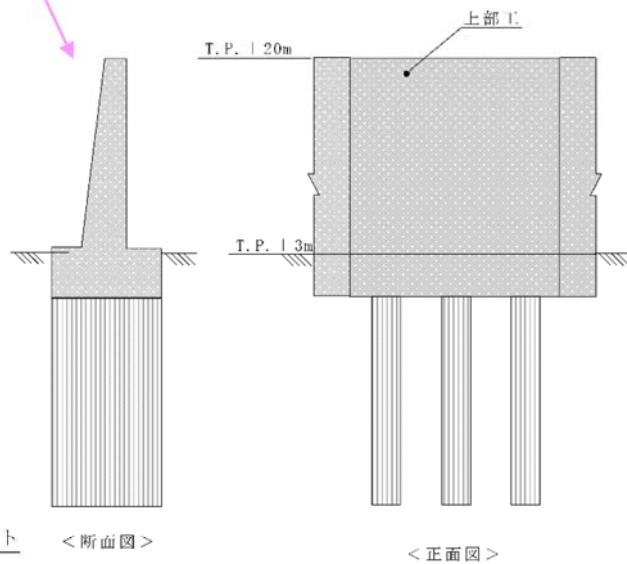
* : EL. (Elevation Level) は地盤の標高を示しており, T.P. ±0 m 基準としているため, T.P. =EL. となる

図 1 東海第二 浸水防護施設の概要 (4/5)

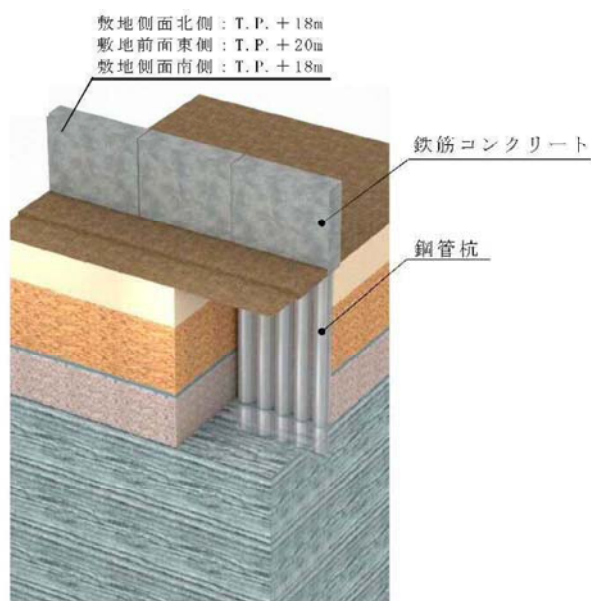


■：鋼製防護壁*

*：鋼製防護壁アンカーボルトは、鋼製防護壁と地中連続壁基礎の接合部に設置され、全てコンクリート埋設となる



■：鉄筋コンクリート防潮壁



(鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁)

■：鋼管杭鉄筋コンクリート防潮壁

図1 東海第二 浸水防護施設の概要 (5/5)