

本資料のうち、枠囲みの内容は商業機密の観点や防護上の観点から公開できません。

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-補-E-19-0600-5_改0
提出年月日	2021年 5月 13日

補足-600-5 水平2方向及び鉛直方向の適切な組合せに関する
検討について

目 次

1. 検討の目的	1
2. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響評価に用いる地震動	1
2.1 女川原子力発電所の基準地震動	1
2.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響評価に用いる地震動	4
3. 各施設における水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する検討結果	4
3.1 建物・構築物	4
3.1.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方	4
3.1.2 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	7
3.1.3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価部位の抽出	12
3.1.4 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価部位の抽出結果	33
3.1.5 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針	35
3.1.6 排気筒の検討	36
3.1.7 使用済燃料プールの壁の検討	47
3.1.8 原子炉建屋の基礎版の検討	65
3.2 機器・配管系	81
3.2.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方	81
3.2.2 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針	82
3.2.3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せ影響評価方法	83
3.2.4 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	86
3.2.5 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価部位の抽出結果	88
3.2.6 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価	89
3.2.7 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響評価結果	90
3.2.8 まとめ	90
3.3 屋外重要土木構造物	106
3.3.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方	106
3.3.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針	109
3.3.3 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	110
3.3.4 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出	113
3.3.5 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出結果	130
3.3.6 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響評価結果	141
3.3.7 まとめ	155

: 今回提出範囲

3.4 津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備	156
3.4.1 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物	156
3.4.2 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方	169
3.4.3 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針	170
3.4.4 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	171
3.4.5 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出	174
3.4.6 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出結果	185
3.4.7 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価結果	188
3.4.8 機器・配管系への影響	245

別紙1 評価部位の抽出に関する説明資料

別紙2 3次元FEMモデルを用いた精査

別紙3 3次元FEMモデルによる地震応答解析

別紙4 機器・配管系に関する説明資料

別紙5 方向性を考慮しない水平地震動における模擬地震波の作成方針

: 今回提出範囲

1. 検討の目的

平成25年に制定された「実用発電用原子炉及びその付属施設の技術基準に関する規則（平成25年6月28日原子力規制委員会規則第6号）」（以下「技術基準」という。）は、従前の耐震設計審査指針から充実が図られている。

そのうち、新たに要求された水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せについて、耐震設計に係る工認審査ガイドにおいて、以下の内容が示されている。

耐震設計に係る工認審査ガイド（抜粋）

3.5.2 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せ（4.5.2及び5.5.2も同様）

水平2方向及び鉛直方向の地震力による応力の組合せを適切に行っていることを確認する。

(1) 動的な地震力の組合せ

水平2方向及び鉛直方向の地震力による応力の組合せを簡易的に行う際には、各方向の入力地震動の位相特性や建物・構築物の構造、応答特性に留意し、非安全側の評価にならない組合せ方法を適用していること。

なお、各方向の入力地震動の位相特性や建物・構築物の三次元応答特性により応答の同時性を考慮する必要がある場合は、各方向の各時刻歴での応答値を逐次重ね合わせる等の方法により、応答の同時性を考慮していること。

上記審査ガイドを踏まえ、従来の設計手法における水平1方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた耐震計算に対して、施設の構造特性から水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の可能性のあるものを抽出し、施設が有する耐震性に及ぼす影響を評価する。

2. 水平2方向及び鉛直方向地震力による影響評価に用いる地震動

2.1 女川原子力発電所の基準地震動

女川原子力発電所の基準地震動 S_s は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」と「震源を特定せず策定する地震動」を評価して、これらの評価結果に基づき策定している。「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」としては、応答スペクトルに基づく地震動評価及び断層モデルを用いた手法による地震動評価を実施し、その結果を踏まえ、応答スペクトルに基づく手法による基準地震動 $S_s - D1 \sim D3$ 、断層モデルを用いた手法による基準地震動 $S_s - F1 \sim F3$ を策定している。また、「震源を特定せず策定する地震動」として、震源を特定せず策定する地震動による基準地震動 $S_s - N1$ を策定している。

基準地震動 S_s のスペクトル図（水平方向）を図2-1-1に、基準地震動 S_s のスペクトル図（鉛直方向）を図2-1-2に示す。

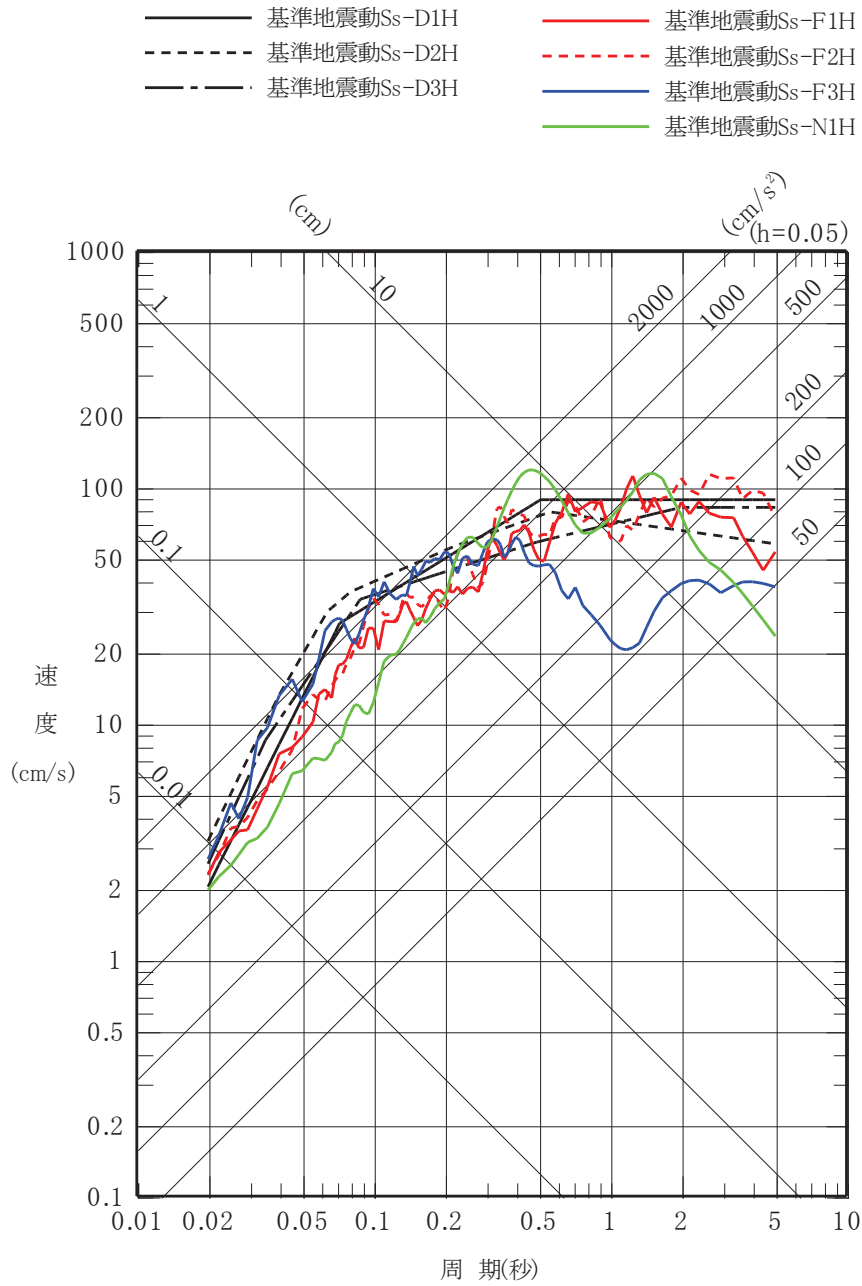


図 2-1-1 基準地震動 S s のスペクトル (水平方向)

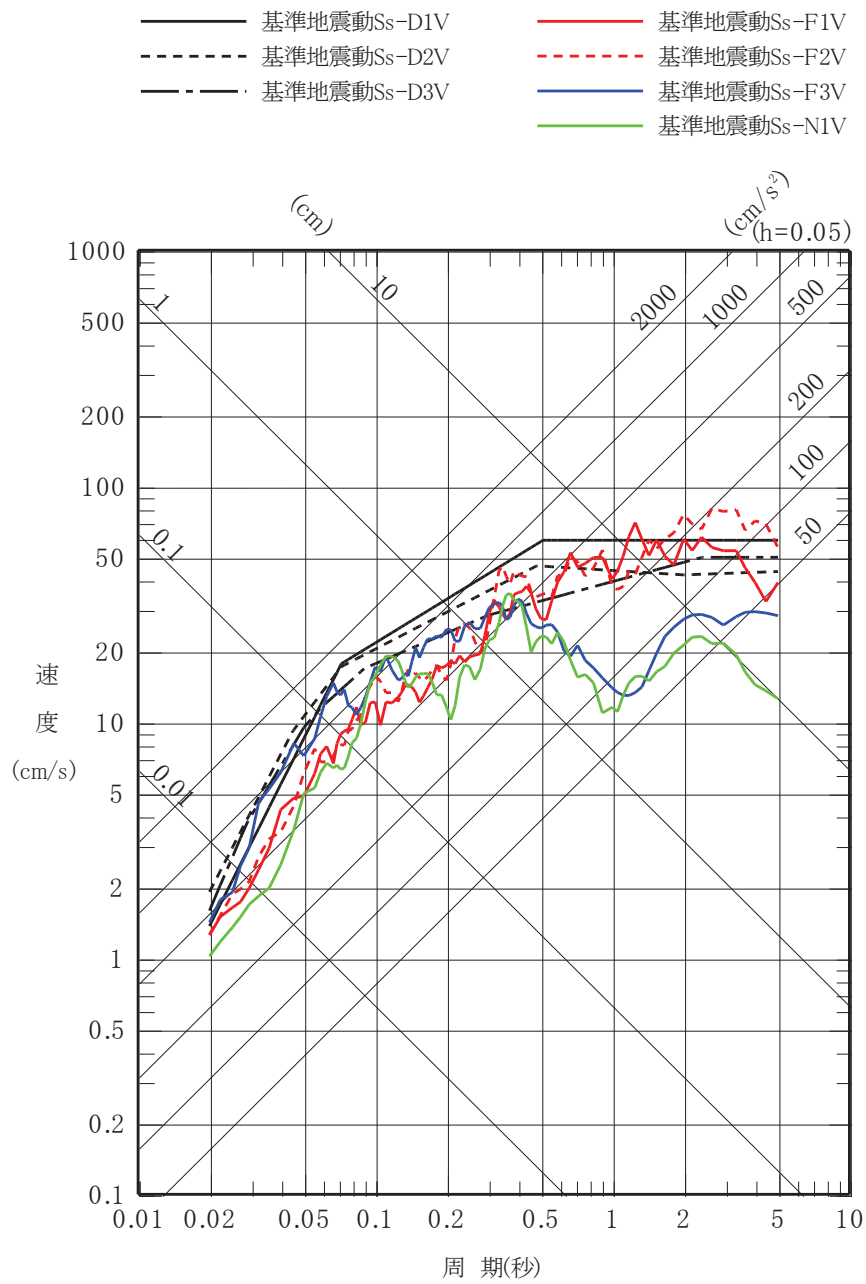


図 2-1-2 基準地震動 S s のスペクトル (鉛直方向)

2.2 水平2方向及び鉛直方向地震力による影響評価に用いる地震動

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に用いる基準地震動 S_s は、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を、施設の特性による影響も考慮した上で確認し、本影響評価に用いる。

3. 各施設における水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する検討結果

本資料では添付書類「VI-2-1-8 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価方針」の「2.基本方針」に記載の対象について建物・構築物、機器・配管系、屋外重要土木構造物、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備に分類し検討した結果を示す。

なお、VI-2「耐震性に関する説明書」の別添として整理している火災防護設備、溢水防護に関する施設及び可搬型重大事故等対処設備に係る施設については下記資料にて水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する検討を行う。

- ・VI-2-別添1-8

「火災防護設備の水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」

- ・VI-2-別添2-3

「溢水防護に関する施設の水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」

- ・VI-2-別添3-6

「可搬型重大事故等対処設備の水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」

3.1 建物・構築物

3.1.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方

従来の設計手法では、建物・構築物の地震応答解析において、各水平方向及び鉛直方向の地震動を質点系モデルにそれぞれの方向ごとに入力し解析を行っている。また、原子力施設における建物・構築物は、全体形状及び平面レイアウトから、地震力を主に耐震壁で負担する構造であり、剛性の高い設計としている。

水平方向の地震力に対しては、せん断力について評価することを基本とし、建物・構築物に作用するせん断力に対して、地震時に生じる力の流れが明解になるように、直交する2方向に釣合いよく配置された鉄筋コンクリート造耐震壁を主な耐震要素として構造計画を行う。地震応答解析は、水平2方向の耐震壁に対して、それぞれ剛性を評価し、各水平方向に対して解析を実施している。

したがって、建物・構築物に対し、水平2方向の入力がある場合、各方向から作用するせん断力を負担する部位が異なるため、水平2方向の入力がある場合の評価は、水平1方向にのみ入力がある場合と同等な評価となる。

鉛直方向の地震力に対しては、軸力について評価することを基本としている。建物・構築物に作用する軸力に対して、鉄筋コンクリート造耐震壁を主な耐震要素として構造計画を行う。

入力方向ごとの耐震要素について、図3-1-1及び図3-1-2に示す。

また、添付書類「VI-2-2 耐震設計上重要な設備を設置する施設の耐震性についての計

算書」，添付書類「VI-2-3～VI-2-10 の申請設備の耐震計算書」及び添付書類「VI-2-11 波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震性についての計算書」のうち建物・構築物の局部評価は，地震応答解析により算出された応答を水平 1 方向及び鉛直方向に組み合わせて行っている。

排気筒については，J E A C 4 6 0 1 -2015 に基づき，斜め方向に作用する地震力に対する隅柱（主柱材）の軸力変動に対する検討として，支持鉄塔の対角線方向に地震動を入力した検討を実施している。

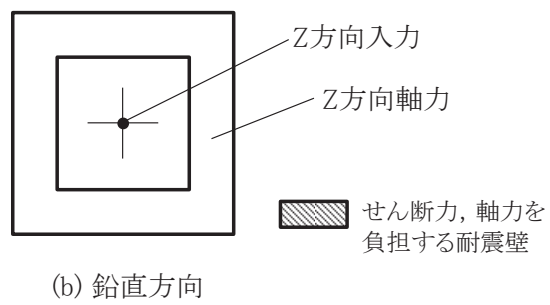
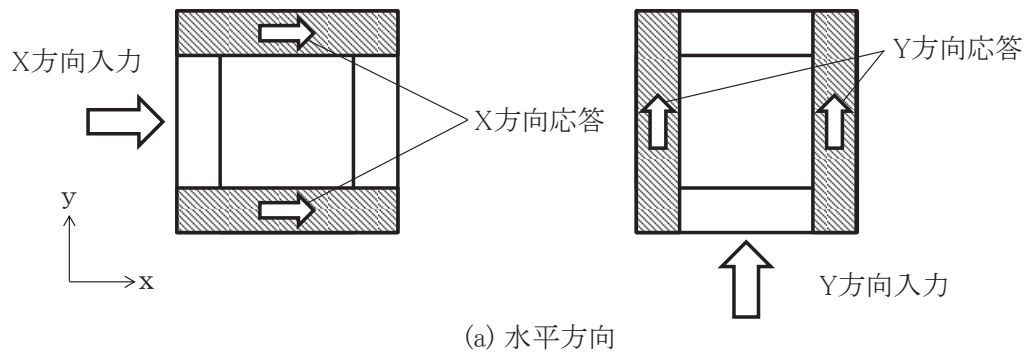


図 3-1-1 入力方向ごとの耐震要素 (矩形)

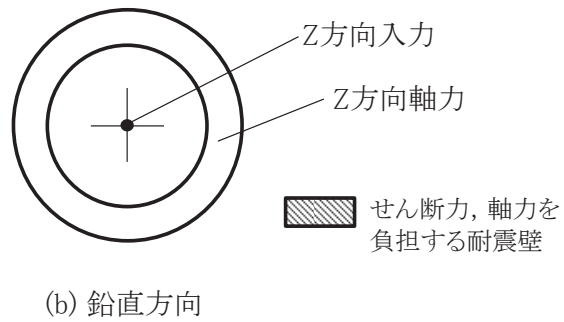
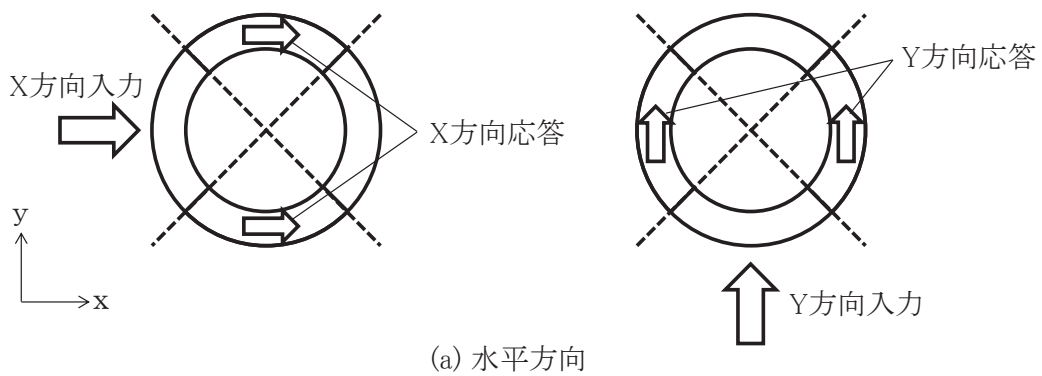


図 3-1-2 入力方向ごとの耐震要素 (円筒形)

3.1.2 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

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した場合に影響を受ける可能性がある部位の評価を行う。

評価対象は、耐震重要施設及びその間接支持構造物、常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備、常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）又は常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）が設置される重大事故等対処施設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施設の部位とする。

対象とする部位について、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される応答特性から水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を受ける可能性がある部位を抽出する。

応答特性から抽出された水平2方向及び鉛直方向地震力による影響を受ける可能性がある部位は、従来の評価結果の荷重又は応力の算出結果等を水平2方向及び鉛直方向に組み合わせ、各部位に発生する荷重や応力を算出し、各部位が有する耐震性への影響を確認する。

各部位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。

影響検討のフローを図3-1-3に示す。

(1) 影響評価部位の抽出

① 耐震評価上の構成部位の整理

建物・構築物における耐震評価上の構成部位を整理し、各建屋・構築物において、該当する耐震評価上の構成部位を網羅的に確認する。

② 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される応答特性の整理

建物・構築物における耐震評価上の構成部位について、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定される応答特性を整理する。

なお、隣接する上位クラス建物・構築物への波及的影響防止のための建物・構築物の評価は、上位クラスの建物・構築物との相対変位による衝突の有無の判断が基本となる。そのため、せん断及び曲げ変形等の評価を行うこととなり、壁式構造では耐震壁等（ラーメン構造では柱、梁）を主たる評価対象部位とし、その他の構成部位については抽出対象に該当しない。

③ 荷重の組合せによる応答特性が想定される部位の抽出

整理した耐震評価上の構成部位について、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される応答特性のうち、荷重の組合せによる応答特性を検討する。水平2方向及び鉛直方向地震力に対し、荷重の組合せによる応答特性により、耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

④ 3次元的な応答特性が想定される部位の抽出

荷重の組合せによる応答特性が想定される部位として抽出されなかった部位のうち、3次元的な応答特性が想定される部位を検討する。水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対し、3次元的な応答特性により、耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

⑤ 3次元解析モデルによる精査

3次元的な応答特性が想定される部位として抽出された部位について、3次元 FEM モデルを用いた精査を実施し、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せにより、耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

また、3次元的な応答特性が想定される部位として抽出されなかった部位についても、局所応答の観点から、3次元 FEM モデルによる精査を実施し、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せにより、耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

局所応答に対する3次元 FEM モデルによる精査は、施設の重要性、建屋規模及び構造特性を考慮し、原子炉建屋について、地震応答解析を行う。

原子炉建屋の3次元 FEM モデルの概要図を図 3-1-4 に示す。

(2) 影響評価手法

⑥ 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

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においては、水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せによる局所評価の荷重又は応力の算出結果を用い、水平2方向及び鉛直方向地震力を組み合わせる方法として、米国 REGULATORY GUIDE 1.92*の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考として、組合せ係数法(1.0:0.4:0.4)等の最大応答の非同時性を考慮した地震力を設定する。

評価対象として抽出した耐震評価上の構成部位について、構造部材の発生応力等を適切に組み合わせることで、各部位の設計上の許容値に対する評価を実施し、各部位の耐震性への影響を評価する。

注記* : REGULATORY GUIDE 1.92 “COMBINING MODAL RESPONSES AND SPATIAL COMPONENTS IN SEISMIC RESPONSE ANALYSIS”

⑦ 機器・配管系への影響検討

③及び⑤で、施設が有する耐震性への影響が想定され、評価対象として抽出された部位が、耐震重要施設、常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備、常設重大事故防止設備(設計基準拡張)(当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの)又は常設重大事故緩和設備(設計基準拡張)が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系の間接支持機能を有する場合、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響を確認する。

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響が確認された場合、機器・

配管系の影響評価に反映する。

なお、⑤の精査にて、建物・構築物の影響の観点から抽出されなかった部位であっても、3次元 FEM モデルによる地震応答解析結果から、機器・配管系への影響の可能性が想定される部位について検討対象として抽出する。

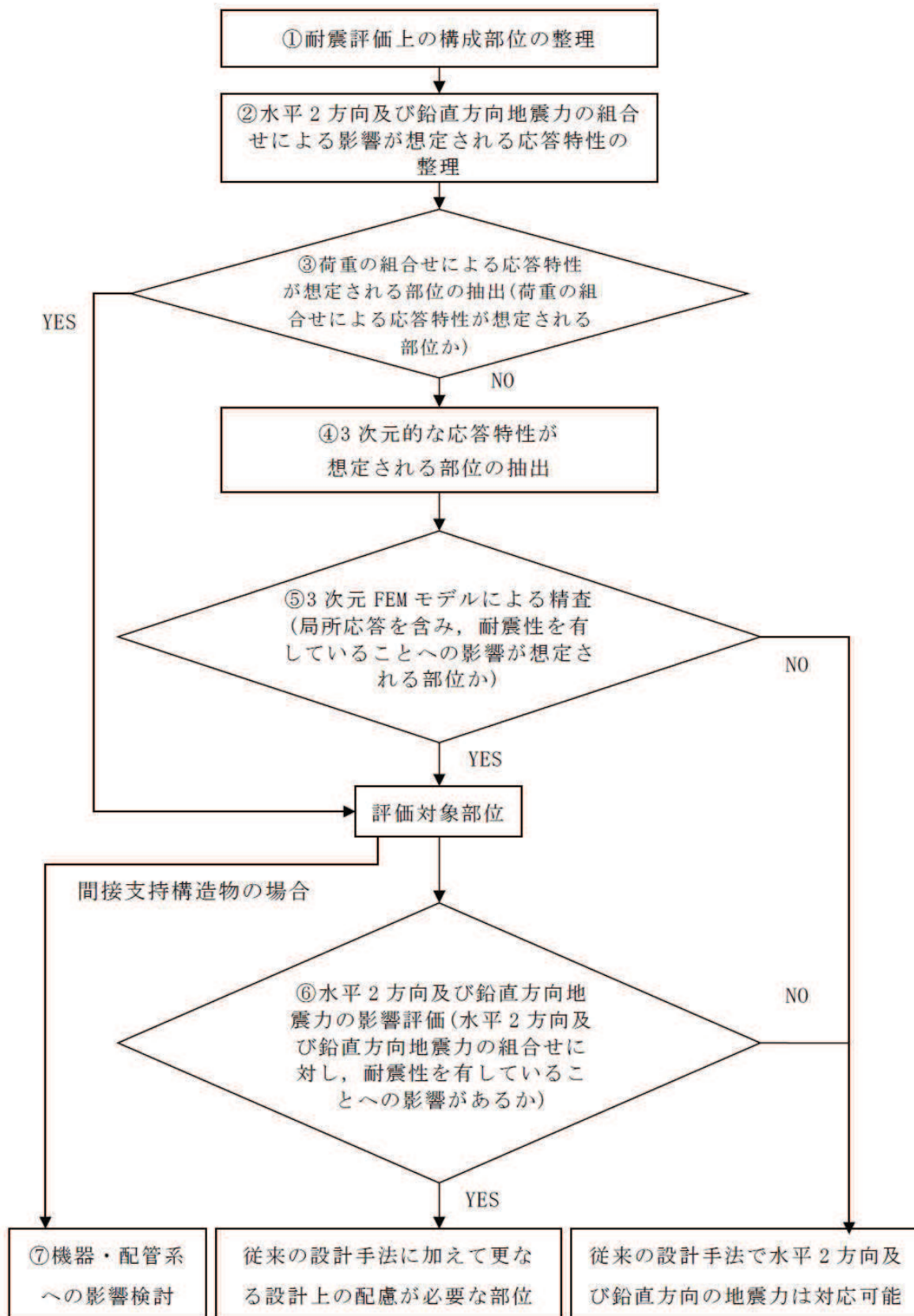


図 3-1-3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響検討のフロー
(建物・構築物)

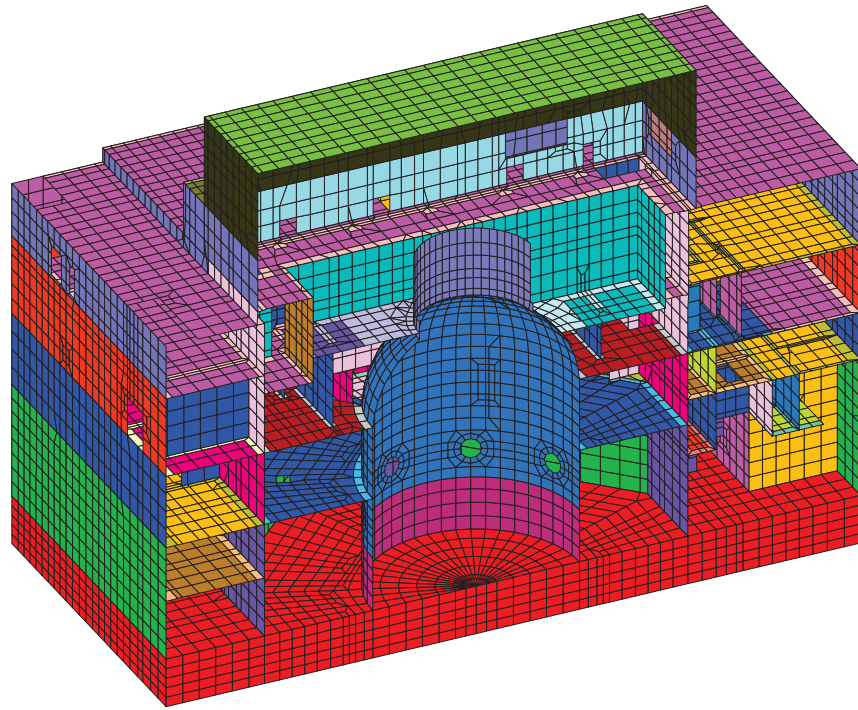


図 3-1-4 原子炉建屋の 3 次元 FEM モデルの概要図 (断面図)

3.1.3 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価部位の抽出

対象とする部位について、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定される応答特性から、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を受ける可能性のある部位を抽出する。影響評価部位の抽出の詳細について別紙1に示す。

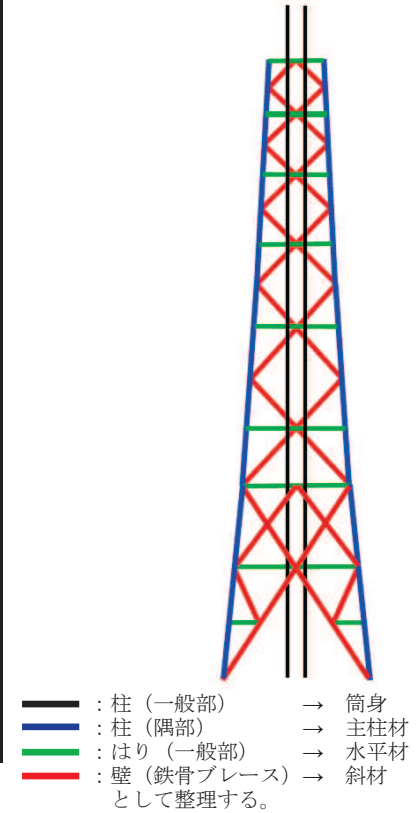
(1) 耐震評価上の構成部位の整理

建物・構築物の耐震評価上の構成部位を整理し、各建物・構築物において、該当する耐震評価上の構成部位を網羅的に確認した。確認した結果を表3-1-1に示す。

表 3-1-1 各建物・構築物における耐震評価上の構成部位 (1/3)

耐震性評価部位		原子炉建屋			制御建屋	排気筒
			使用済燃料 プール	上部鉄骨		
		RC 造	RC 造	S 造, SRC 造		
柱	一般部	○	-	○	○	○
	隅部	○	-	○	○	○
	地下部	○	-	-	○	-
はり	一般部	○	-	○	○	○
	地下部	○	-	-	○	-
	鉄骨トラス	-	-	○	○	-
壁	一般部	○	○	-	○	-
	地下部	○	-	-	○	-
	鉄骨ブレース	-	-	○	-	○
床・屋根	一般部	○	○	-	○	-
基礎	矩形	○	-	-	○	○
	杭基礎	-	-	-	-	-

凡例 ○：対象の構造部材あり，-：対象の構造部材なし



参考：排気筒構成部位概要図

表3-1-1 各建物・構築物における耐震評価上の構成部位 (2/3)

耐震性評価部位		第3号機海水熱交換器建屋	緊急用電気品建屋	緊急時対策建屋
		RC造	S造, RC造	S造, RC造, SRC造
柱	一般部	○	○	○
	隅部	○	○	-
	地下部	○	○	○
はり	一般部	○	○	○
	地下部	○	○	○
	鉄骨トラス	-	-	-
壁	一般部	○	○	○
	地下部	○	○	○
	鉄骨ブレース	-	-	-
床・屋根	一般部	○	○	○
基礎	矩形	○	○	○
	杭基礎	-	-	-

凡例 ○：対象の構造部材あり，-：対象の構造部材なし

表 3-1-1 各建物・構築物における耐震評価上の構成部位 (3/3)

耐震性評価部位		タービン建屋		補助ボイラー建屋	第1号機 制御建屋	第1号機 排気筒
			上部鉄骨			
		RC造	S造, SRC造	S造, RC造, SRC造	S造, RC造	S造, RC造
柱	一般部	○	○	○	○	○
	隅部	○	○	○	○	○
	地下部	○	-	○	○	-
はり	一般部	○	○	○	○	○
	地下部	○	-	○	○	-
	鉄骨トラス	-	○	-	-	-
壁	一般部	○	-	○	○	-
	地下部	○	-	○	○	-
	鉄骨ブレース	-	-	-	-	○
床・屋根	一般部	○	-	○	○	-
基礎	矩形	○	-	○	○	○
	杭基礎	-	-	-	-	-

凡例 ○：対象の構造部材あり， -：対象の構造部材なし

(2) 応答特性の整理

建物・構築物における耐震評価上の構成部位について、水平2方向及び鉛直方向地震力の影響が想定される応答特性を整理した。応答特性は、荷重の組合せによる影響が想定されるもの及び3次元的な建屋挙動から影響が想定されるものに分けて整理した。

整理した結果を表3-1-2及び表3-1-3に示す。また、応答特性を踏まえ、耐震評価上の構成部位に対する水平2方向入力のお考え方を表3-1-4に示す。

表 3-1-2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響が想定される応答特性
(荷重の組合せによる応答特性)

荷重の組合せによる 応答特性		影響想定部位
①-1	直交する水平 2 方向の荷重 が、応力とし て集中	<p>応力が集中する隅柱等 (例)</p> <p>隅柱</p> <p>円筒壁</p> <p>矩形の基礎版</p>
①-2	面内方向の荷 重を負担しつ つ、面外方向 の荷重が作用	<p>土圧を負担する地下耐震壁等 水圧を負担するプール壁等 (例)</p> <p>耐震壁</p> <p>面内荷重</p> <p>面外荷重(土圧, 水圧等)</p>

表 3-1-3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響が想定される応答特性
(3 次元的な応答特性)

3 次元的な応答特性	影響想定部位
<p>②-1</p> <p>面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい</p>	<p>大スパン又は吹き抜け部に設置された部位 (例)</p>
<p>②-2</p> <p>加振方向以外の方向に励起される振動</p>	<p>塔状構造物等含む、ねじれ挙動が想定される建物・構築物 (例)</p>

表 3-1-4 耐震評価上の構成部位に対する水平 2 方向入力のかえ方(1/2)

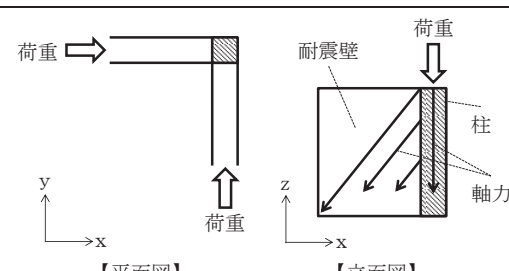
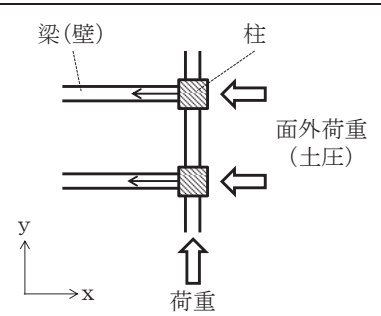
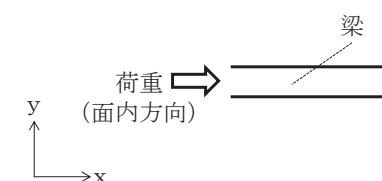
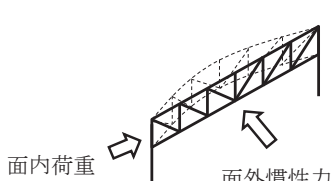
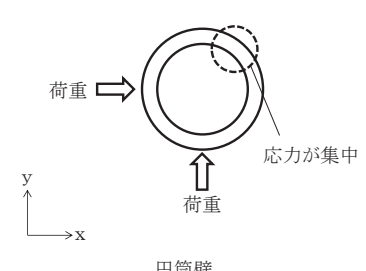
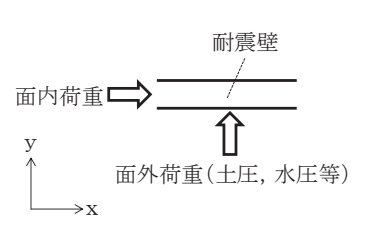
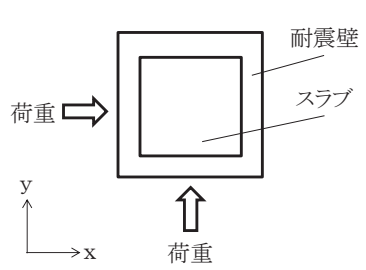
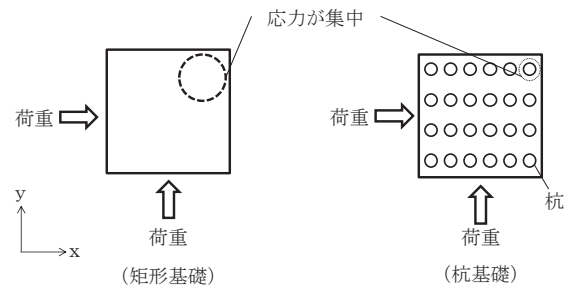
耐震評価上の構成部材		水平 2 方向入力のかえ方
柱	一般部	耐震壁付構造の場合、水平入力による影響は小さい。
	隅部 (端部含む)	<p>独立した隅柱は、直交する地震荷重が同時に作用する。ただし、耐震壁付きの隅柱は、軸力が耐震壁に分散されることで影響は小さい。</p>  <p>【平面図】 【立面図】</p>
	地下部	<p>地下外周柱は面内方向の荷重を負担しつつ面外方向の荷重（土圧）が作用する。ただし、外周部は耐震壁付きのため、水平入力による影響は小さい。また、土圧が作用する方向にあるはり及び壁が応力を負担することで、水平面外入力による影響は小さい。</p> 
はり	一般部	<p>大スパンや吹抜け部では面内方向の荷重に加え、面外慣性力が作用する。ただし、1 方向のみ地震荷重を負担することが基本であり、また、床及び壁の拘束により面外荷重負担による影響は小さい。</p> 
	地下部	<p>地下外周はりでは面内方向の荷重を負担しつつ面外方向の荷重（土圧）が作用する。ただし、1 方向のみ地震荷重を負担することが基本であり、また、床及び壁の拘束により面外荷重負担による影響は小さい。</p>
	鉄骨トラス	<p>大スパンや吹抜け部では面内方向の荷重に加え、面外慣性力が作用する。ただし、1 方向のみ地震荷重を負担することが基本であり、また、床による拘束があるため、面外荷重負担による影響は小さい。</p> 

表 3-1-4 耐震評価上の構成部位に対する水平 2 方向入力のかえ方 (2/2)

耐震評価上の構成部材		水平 2 方向入力のかえ方
壁	一般部	<p>1 方向のみ地震荷重を負担することが基本であり、円筒壁は直交する水平 2 方向の地震力により、集中応力が作用する。</p> 
	地下部 プール壁	<p>地下部分の耐震壁は直交する方向からの地震時面外土圧荷重も受ける。同様にプール部の壁については水圧を面外方向から受ける。</p> 
	鉄骨ブレース	<p>1 方向のみ地震荷重を負担することが基本であり、ねじれによる荷重増分は軽微と考えられ影響は小さい。</p>
床 屋根	一般部	<p>スラブは四辺が壁及びはりで拘束され、水平方向に変形しにくい構造となっており、水平地震力の影響は小さい。</p> 
基礎	矩形 杭基礎	<p>直交する水平 2 方向の地震力により集中応力が作用する。</p> 

(3) 荷重の組合せによる応答特性が想定される部位の抽出

表 3-1-1 に示す耐震評価上の構成部位のうち、表 3-1-2 に示す荷重の組合せによる応答特性により、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される部位を抽出した。抽出した結果を表 3-1-5 に示す。

応答特性①-1「直交する水平 2 方向の荷重が、応力として集中」する部位として、排気筒、緊急用電気品建屋、第 1 号機排気筒の柱（隅部）、原子炉建屋、制御建屋、第 3 号機海水熱交換器建屋、緊急用電気品建屋、緊急時対策建屋の基礎（矩形）を抽出した。

また、応答特性①-2「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」する部位として各建物・構築物の壁（地下部）並びに原子炉建屋（使用済燃料プール）の壁（一般部）を抽出した。

a. 柱

柱は、①-1「直交する水平 2 方向の荷重が、応力として集中」する部位としては、隅柱が考えられる。

対象の建物・構築物の鉄筋コンクリート造部（以下「RC 造部」という。）並びに原子炉建屋の上部鉄骨部の隅柱は、耐震壁又は鉄骨ブレース付き等の隅柱であり、軸力が耐震壁等に分散されることから応力が集中することはなく該当しない。また、タービン建屋の上部鉄骨部の隅柱については、下部に上位クラス施設がないため、抽出しない。

排気筒及び第 1 号機排気筒については、隅柱（支柱材）が①-1 に該当するものとして抽出した。

①-2「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」する部位としては、土圧が作用する地下外周柱が考えられるが、対象の建物・構築物の地下外周柱は、耐震壁に囲まれており、面内の荷重を負担しないこと、また、地下外周柱はすべてはりに接続しており、土圧はそのままはりに伝達されることから、該当しない。

b. はり

はりの一般部、地下部及び鉄骨トラス部については、地震力の負担について方向性を持っており、①-1「直交する水平 2 方向の荷重が、応力として集中」する部位に該当しない。

①-2「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」する部位としては、土圧が作用する地下外周はりが考えられるが、対象の建物・構築物の地下外周はりは直交する床及び壁が存在し、これらによる面外方向の拘束があるため、該当しない。

c. 壁

矩形の壁は、地震力の負担について方向性を持っており、①-1「直交する水平 2 方向の荷重が、応力として集中」する部位に該当しない。独立した円筒壁は応力の集中が考えられる。ただし、原子炉建屋の一次格納容器を囲む円型遮蔽壁の様に、建屋の中央付近に位置し、その外側にあるボックス型の壁とスラブで一体化されている場合は、①-

1 「直交する水平 2 方向の荷重が，応力として集中」の部位に該当しない。

①-2 「面内方向の荷重を負担しつつ，面外方向の荷重が作用」する部位としては，土圧や水圧が作用する地下部やプール部が考えられ，対象の建物・構築物の地下外壁，原子炉建屋（使用済燃料プール）の壁（一般部）を，①-2 に該当するものとして抽出した。

d. 床及び屋根

床及び屋根については，軸力の負担について方向性を持っており，①-1 「直交する水平 2 方向の荷重が，応力として集中」する部位及び①-2 「面内方向の荷重を負担しつつ，面外方向の荷重が作用」する部位に該当しない。

e. 基礎

①-1 「直交する水平 2 方向の荷重が，応力として集中」する部位としては，矩形の基礎が考えられる。

排気筒基礎を除いた各建物・構築物の基礎（矩形）を①-1 に該当するものとして抽出した。排気筒についてはマスコンクリート基礎であり，剛体とみなすことから該当しない。

また，①-2 「面内方向の荷重を負担しつつ，面外方向の荷重が作用」する部位としては，基礎は該当しない。

表 3-1-5 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認が必要な部位の抽出 (1/3)
(荷重の組合せによる応答特性を踏まえたスクリーニング)

耐震性評価部位		原子炉建屋			制御建屋	排気筒
		RC 造	使用済燃料プール	上部鉄骨		
			RC 造	S 造, SRC 造	S 造, RC 造	S 造, RC 造
柱	一般部	該当なし	-	該当なし	該当なし	該当なし
	隅部	該当なし	-	該当なし	該当なし	要①-1
	地下部	該当なし	-	-	該当なし	-
はり	一般部	該当なし	-	該当なし	該当なし	該当なし
	地下部	該当なし	-	-	該当なし	-
	鉄骨トラス	-	-	該当なし	該当なし	-
壁	一般部	該当なし	要①-2	-	該当なし	-
	地下部	要①-2	-	-	要①-2	-
	鉄骨ブレース	-	-	該当なし	-	該当なし
床・屋根	一般部	該当なし	該当なし	-	該当なし	-
基礎	矩形	要①-1	-	-	要①-1	該当なし
	杭基礎	-	-	-	-	-

- 凡例
- ・要：評価必要
 - ・不要：評価不要
 - ・①-1：応答特性「直交する水平 2 方向の荷重が応力として集中」
 - ・①-2：応答特性「面内荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」

表 3-1-5 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認が必要な部位の抽出 (2/3)
(荷重の組合せによる応答特性を踏まえたスクリーニング)

耐震性評価部位		第 3 号機海水熱交換器建屋	緊急用電気品建屋	緊急時対策建屋
		RC 造	S 造, RC 造	S 造, RC 造, SRC 造
柱	一般部	該当なし	該当なし	該当なし
	隅部	該当なし	要①-1	-
	地下部	該当なし	該当なし	該当なし
はり	一般部	該当なし	該当なし	該当なし
	地下部	該当なし	該当なし	該当なし
	鉄骨トラス	-	-	-
壁	一般部	該当なし	該当なし	該当なし
	地下部	要①-2	要①-2	要①-2
	鉄骨ブレース	-	-	-
床・屋根	一般部	該当なし	該当なし	該当なし
基礎	矩形	要①-1	要①-1	要①-1
	杭基礎	-	-	-

凡例 要：評価必要

不要：評価不要

①-1：応答特性「直交する水平 2 方向の荷重が応力として集中」

①-2：応答特性「面内荷重を負担しつつ，面外方向の荷重が作用」

表 3-1-5 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認が必要な部位の抽出 (3/3)
(荷重の組合せによる応答特性を踏まえたスクリーニング)

耐震性評価部位		タービン建屋		補助ボイラー建屋	第 1 号機制御建屋	第 1 号機排気筒
		上部鉄骨				
		RC 造	S 造, SRC 造	RC 造, S 造, SRC 造	S 造, RC 造	S 造, RC 造
柱	一般部	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし
	隅部	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	要①-1
	地下部	該当なし	-	該当なし	該当なし	-
はり	一般部	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし
	地下部	該当なし	-	該当なし	該当なし	-
	鉄骨トラス	-	該当なし	-	-	-
壁	一般部	該当なし	-	該当なし	該当なし	-
	地下部	要①-2	-	要①-2	要①-2	-
	鉄骨ブレース	-	-	-	-	該当なし
床・屋根	一般部	該当なし	-	該当なし	該当なし	-
基礎	矩形	不要*	-	不要*	不要*	不要*
	杭基礎	-	-	-	-	-

- 凡例
- ・要：評価必要
 - ・不要：評価不要
 - ・①-1：応答特性「直交する水平 2 方向の荷重が応力として集中」
 - ・①-2：応答特性「面内荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」

注記*：上位クラス建物・構築物への波及的影響防止のための評価対象建屋及び第 1 号機排気筒は、衝突の有無の判断が基本となることから、上部躯体を対象に評価しており、評価対象建屋は耐震壁、第 1 号機排気筒は筒身及び鉄塔を主たる評価対象部位としている。そのため、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対して、耐震評価への影響が想定される部位として抽出対象に該当しない。

(4) 3次元的な応答特性が想定される部位の抽出

表 3-1-1 に示す耐震評価上の構成部位のうち、荷重の組合せによる応答特性が想定される部位として抽出されなかった部位について、表 3-1-3 に示す 3 次元的な応答特性により、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される部位を抽出した。抽出した結果を表 3-1-6 に示す。

応答特性②-1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」可能性がある部位として、原子炉建屋（燃料取替床レベル）の壁（一般部）を抽出した。

応答特性②-2「加振方向以外の方向に励起される振動」が発生する可能性がある部位として、抽出する部位はなかった。

a. 柱

(3)で抽出されている以外の各建屋の柱は各部とも、両方向に対して断面算定を実施しており、面外慣性力の影響も考慮済みであるため、②-1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」部位には該当しない。

また、排気筒及び第 1 号機排気筒以外の対象の建物・構築物は、鉄筋コンクリート造耐震壁又は鉄骨造ブレースを主な耐震要素として扱っており、地震力のほとんどを耐震壁又はブレースが負担する。ねじれ振動の影響が想定される部位についても、ねじれを加味した構造計画を行っており、②-2「加振方向以外の方向に励起される振動」が発生する可能性がある部位にも関しても該当しない。

排気筒及び第 1 号機排気筒は地震力のほとんどを鉄塔が負担しており、筒身は②-1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」可能性がある部位には該当しない。また、釣合いよく鉄塔に支持される構造計画を行っており、②-2「加振方向以外の方向に励起される振動」が発生する可能性がある部位にも該当しない。

b. はり

対象の建物・構築物のはり一般部及び地下部は、剛性の高い床や耐震壁が付帯するため、面外方向の変形を抑制することから、②-1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」可能性がある部位及び②-2「加振方向以外の方向に励起される振動」が発生する可能性がある部位には該当しない。

鉄骨トラス部は、1 方向トラスの場合には、面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きいと考えられるが、各建屋の鉄骨トラスは直交方向にもトラスが存在し、面外慣性力を負担するため、②-1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」可能性がある部位には該当しない。

排気筒及び第 1 号機排気筒の水平材は、軽量のトラス部材で構成されており、面外慣性力の影響が小さいことから、②-1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」可能性がある部位には該当しない。

c. 壁

(3)で抽出されている以外の建物・構築物の壁について②-1「面内方向の荷重に加え、

面外慣性力の影響が大きい」可能性がある部位及び②-2「加振方向以外の方向に励起される振動」が発生する可能性がある部位の検討を行う。原子炉建屋の上部階の壁は複数スパンにまたがって直交方向に壁及び大ばりがなく（以下「大スパン部」という。）、面内方向荷重に加え、面外慣性力の影響が大きいと考えられることから、②-1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」可能性がある部位として抽出する。タービン建屋の上部階の大スパン部については、下部に上位クラス施設がないため、抽出しない。

d. 床及び屋根

各建物・構築物の床及び屋根については、釣合いよく壁が配置されているため、②-1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」可能性がある部位及び②-2「加振方向以外の方向に励起される振動」が発生する可能性がある部位に該当しない。

e. 基礎

矩形の基礎は、(3)の荷重の組合せによる応答特性を踏まえたスクリーニングで抽出されている。

表 3-1-6 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認が必要な部位の抽出 (1/3)
(3 次元的な応答特性を踏まえたスクリーニング)

耐震性評価部位		原子炉建屋			制御建屋	排気筒
		RC 造	使用済燃料プール	上部鉄骨		
			RC 造	S 造, SRC 造	S 造, RC 造	S 造, RC 造
柱	一般部	不要	-	不要	不要	不要
	隅部	不要	-	不要	不要	要①-1
	地下部	不要	-	-	不要	-
はり	一般部	不要	-	不要	不要	不要
	地下部	不要	-	-	不要	-
	鉄骨トラス	-	-	不要	不要	-
壁	一般部	②-1	要①-2	-	不要	-
	地下部	要①-2	-	-	要①-2	-
	鉄骨ブレース	-	-	不要	-	不要
床・屋根	一般部	不要	不要	-	不要	-
基礎	矩形	要①-1	-	-	要①-1	不要
	杭基礎	-	-	-	-	-

- 凡例
- ・要：荷重組合せによる応答特性でのスクリーニングで抽出済み
 - ・不要：評価不要
 - ・「①-1」：応答特性「直交する水平 2 方向の荷重が応力として集中」
 - ・「①-2」：応答特性「面内荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」
 - ・「②-1」：応答特性「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」
 - ・「②-2」：応答特性「加振方向以外の方向に励起される振動」

表 3-1-6 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認が必要な部位の抽出 (2/3)
(3 次元的な応答特性を踏まえたスクリーニング)

耐震性評価部位		第 3 号機海水熱交換器建屋	緊急用電気品建屋	緊急時対策建屋
		RC 造	S 造, RC 造	S 造, RC 造, SRC 造
柱	一般部	不要	不要	不要
	隅部	不要	要①-1	-
	地下部	不要	不要	不要
はり	一般部	不要	不要	不要
	地下部	不要	不要	不要
	鉄骨トラス	-	-	-
壁	一般部	不要	不要	不要
	地下部	要①-2	要①-2	要①-2
	鉄骨ブレース	-	-	-
床・屋根	一般部	不要	不要	不要
基礎	矩形	要①-1	要①-1	要①-1
	杭基礎	-	-	-

- 凡例
- ・要：荷重組合せによる応答特性でのスクリーニングで抽出済み
 - ・不要：評価不要
 - ・「①-1」：応答特性「直交する水平 2 方向の荷重が応力として集中」
 - ・「①-2」：応答特性「面内荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」
 - ・「②-1」：応答特性「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」
 - ・「②-2」：応答特性「加振方向以外の方向に励起される振動」

表 3-1-6 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認が必要な部位の抽出 (3/3)
(3 次元的な応答特性を踏まえたスクリーニング)

耐震性評価部位		タービン建屋		補助ボイラー建屋	第 1 号機 制御建屋	第 1 号機 排気筒
		上部鉄骨				
		RC 造	S 造, SRC 造	RC 造, S 造, SRC 造	S 造, RC 造	S 造, RC 造
柱	一般部	不要	不要	不要	不要	不要
	隅部	不要	不要	不要	不要	要①-1
	地下部	不要	-	不要	不要	-
はり	一般部	不要	不要	不要	不要	不要
	地下部	不要	-	不要	不要	-
	鉄骨トラス	-	不要	-	-	-
壁	一般部	不要	-	不要	不要	-
	地下部	要①-2	-	要①-2	要①-2	-
	鉄骨ブレース	-	-	-	-	不要
床・屋根	一般部	不要	-	不要	不要	-
基礎	矩形	不要*	-	不要*	不要*	不要*
	杭基礎	-	-	-	-	-

- 凡例
- ・要：荷重組合せによる応答特性でのスクリーニングで抽出済み
 - ・不要：評価不要
 - ・「①-1」：応答特性「直交する水平 2 方向の荷重が応力として集中」
 - ・「①-2」：応答特性「面内荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」
 - ・「②-1」：応答特性「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」
 - ・「②-2」：応答特性「加振方向以外の方向に励起される振動」

注記*：上位クラス建物・構築物への波及的影響防止のための評価対象建屋及び第 1 号機排気筒は、衝突の有無の判断が基本となることから、上部躯体を対象に評価しており、評価対象建屋は耐震壁、第 1 号機排気筒は筒身及び鉄塔を主たる評価対象部位としている。そのため、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対して、耐震評価への影響が想定される部位として抽出対象に該当しない。

(5) 3次元 FEM モデルによる精査

3次元的な応答特性が想定される部位として抽出した部位について、3次元 FEM モデルにより精査を行った。

②-1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」可能性がある部位については、原子炉建屋の燃料取替床レベルの壁に対して3次元 FEM モデルによる精査を行った。

また、原子炉建屋の耐震評価部位全般に対し、局所的な応答について、3次元 FEM モデルによる精査を行った。局所的な応答と併せてねじれ挙動についても確認を行った。精査は、地震応答解析により水平2方向及び鉛直方向入力時の影響を評価することで行った。その結果、原子炉建屋の燃料取替床レベルの壁の応答が増幅する傾向が確認されたため、燃料取替床レベルの壁の面外応答増幅による影響検討を行った。応答増幅を考慮しても燃料取替床レベルの壁の耐震性への影響は小さい事を確認した。

3次元 FEM モデルを用いた精査の結果、有している耐震性への影響が小さいことから、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価を実施する部位は抽出されなかった。

3次元 FEM モデルを用いた精査の結果を表 3-1-7 に示す。また、3次元 FEM モデルによる精査の詳細については別紙 2 に示す。

表 3-1-7 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認が必要な部位の抽出

耐震評価部位		対象 建物・構築物	3次元的な応答特性	3次元モデルを用いた 精査方法	3次元モデルを用いた精査結果
壁	一般部	原子炉建屋 (燃料取替床レベル)	②-1 (面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい)	水平2方向及び鉛直方向入力時の応答の水平1方向入力時の応答に対する増分が小さいことを確認する。	水平2方向及び鉛直方向地震力による左記の対象の耐震性への影響が想定されないため抽出しない。
耐震評価 部位全般		原子炉建屋	局所的な影響	同上	原子炉建屋の燃料取替床レベルの壁では、面外方向に応答する傾向が確認されるものの、水平2方向及び鉛直方向地震力による左記の対象の耐震性への影響が想定されないため抽出しない。

3.1.4 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価部位の抽出結果

(1) 建物・構築物における影響評価部位の抽出結果

建物・構築物において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定されるとして抽出した部位を表3-1-8に示す。

応答特性①-1「直交する水平2方向の荷重が、応力として集中」する部位のうち、排気筒の支柱材及び建屋規模が大きく、重要な設備を多く内包している等の留意すべき特徴を有している原子炉建屋の基礎を代表として、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。

応答特性①-2「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」する部位として施設の重要性、建屋規模及び構造特性を考慮し、上部に床等の拘束がなく、面外荷重（水圧）が作用する原子炉建屋（使用済燃料プール）の壁（一般部）を代表として、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。

(2) 機器・配管系への影響が考えられる部位の抽出結果

建物・構築物において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価対象として抽出した耐震評価上の構成部位について、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響の観点から、機器・配管系への影響の可能性のある部位について検討した。

排気筒の支柱材については、機器・配管系を支持していないことから影響はない。

原子炉建屋の基礎については、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せにより応力集中する部位であり、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響がないため、機器・配管系への影響の可能性はない。

原子炉建屋（使用済燃料プール）の壁（一般部）については、面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用する部位であり、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響がないため、機器・配管系への影響の可能性はない。

表3-1-8 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部位の抽出結果

応答特性	耐震評価部位		対象 建物・構築物	代表評価部位
①-1	柱	隅部	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>排気筒</u> ・ 緊急用電気品建屋 ・ 第1号機排気筒 	排気筒の支柱材を代表として評価する。
	基礎	基礎版	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>原子炉建屋</u> ・ 制御建屋 ・ 第3号機海水熱交換器建屋 ・ 緊急用電気品建屋 ・ 緊急時対策建屋 	建屋規模が大きく、重要な設備を多く内包している等の留意すべき特徴を有している原子炉建屋の基礎を代表として評価する。
①-2	壁	水圧作業部 ・ 地下部	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>使用済燃料プール</u> ・ 原子炉建屋 ・ 制御建屋 ・ タービン建屋 ・ 補助ボイラー建屋 ・ 第1号機制御建屋 ・ 第3号機海水熱交換器建屋 ・ 緊急用電気品建屋 ・ 緊急時対策建屋 	上部に床等の拘束がなく、面外荷重(水圧)が作用する使用済燃料プールの壁を評価する。

凡例 ①-1：応答特性「直交する水平2方向の荷重が、応力として集中」

①-2：応答特性「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」

注：下線部は代表として評価する建物・構築物。

3.1.5 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

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部位として抽出された部位について、基準地震動 S_s を用い、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を評価する。評価に当たっては、従来設計手法による各部位の解析モデル及び鉛直方向地震力の組合せによる評価結果を用いることとする。評価に用いる地震動を表 3-1-9 に示す。

また影響評価は、水平2方向及び鉛直方向を同時に入力する時刻歴応答解析による評価又は基準地震動 S_s の各方向地震成分により、個別に計算した最大応答値を用い、水平2方向及び鉛直方向地震力を組み合わせる方法として、米国 REGULATORY GUIDE 1.92 の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考に、組合せ係数法 (1.0 : 0.4 : 0.4) 等の最大応答の非同時性を考慮した評価により実施した。

表 3-1-9 評価に用いる地震動

応答特性 耐震評価部位		対象建物・構築物	評価に用いる地震動
柱	隅部	・ 排気筒	VI-2-7-2-1 において、主柱材に対して最も厳しい評価結果となった基準地震動 $S_s - N1$ 及び 2 番目に照査値が厳しい基準地震動 $S_s - F1$ を用いる。 直交方向の地震動は、基準地震動 $S_s - N1$ 及び $S_s - F1$ の模擬地震波を用いる。
基礎	矩形	・ 原子炉建屋	VI-2-9-3-4 の評価結果を用いるため、基準地震動 $S_s - D1 \sim S_s - N1$ による動的地震力を包絡した地震力とする。
壁	水圧作用部	・ 使用済燃料プール	VI-2-4-2-1 の評価結果を用いるため、基準地震動 $S_s - D1 \sim S_s - N1$ による動的地震力を包絡した地震力とする。

3.1.6 排気筒の検討

(1) 検討の概要

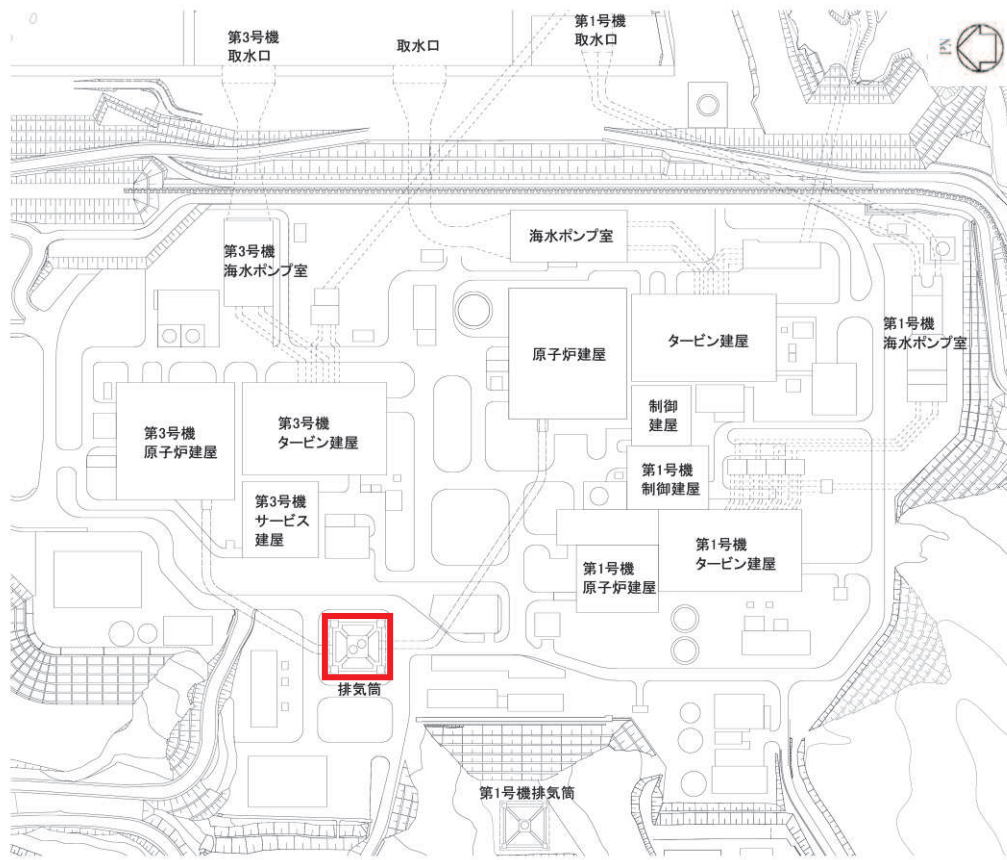
隅柱は、直交する水平 2 方向の荷重が応力として集中する部位である。排気筒の鉄塔部支柱材は、応力集中の影響が大きいと想定されるため、3次元 FEM モデルを用いて、基準地震動 S_s を水平 2 方向及び鉛直方向に同時入力した場合の検討を実施する。

排気筒は、地上からの高さ 160.0m、基部内径 3.7m、頂部内径 3.0m の鋼板製筒身 2 本を鋼管四角形鉄塔（制震装置付）で支えた四角鉄塔支持形鋼管構造であり、第 2 号機排気筒と第 3 号機排気筒で支持構造物を共有する集合方式である。

筒身と鉄塔は O.P. *+41.8m, O.P. +74.8m, O.P. +161.8m の 3 つの高さで接続されており、更に O.P. +134.8m は制震オイルダンパで接続されている。

排気筒の設置位置を図 3-1-5 に、概要図を図 3-1-6 及び図 3-1-7 に示す。

注記* : O.P. は女川原子力発電所工事用基準面であり、東京湾平均海面(T.P.)-0.74m である。



□ 排気筒

図 3-1-5 排気筒の設置位置

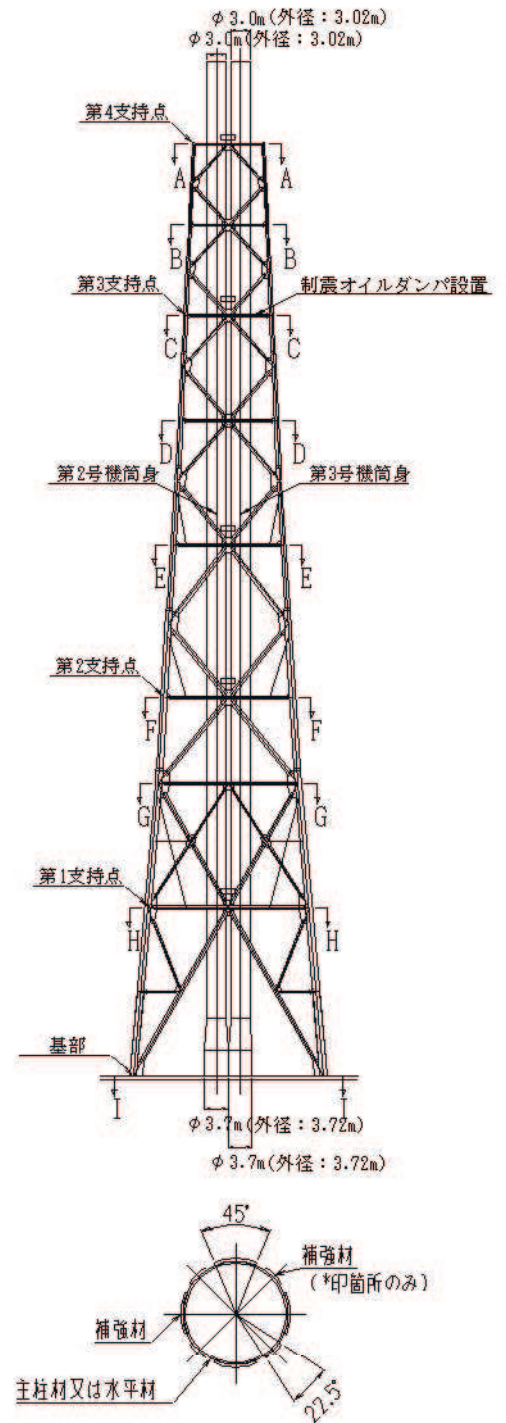
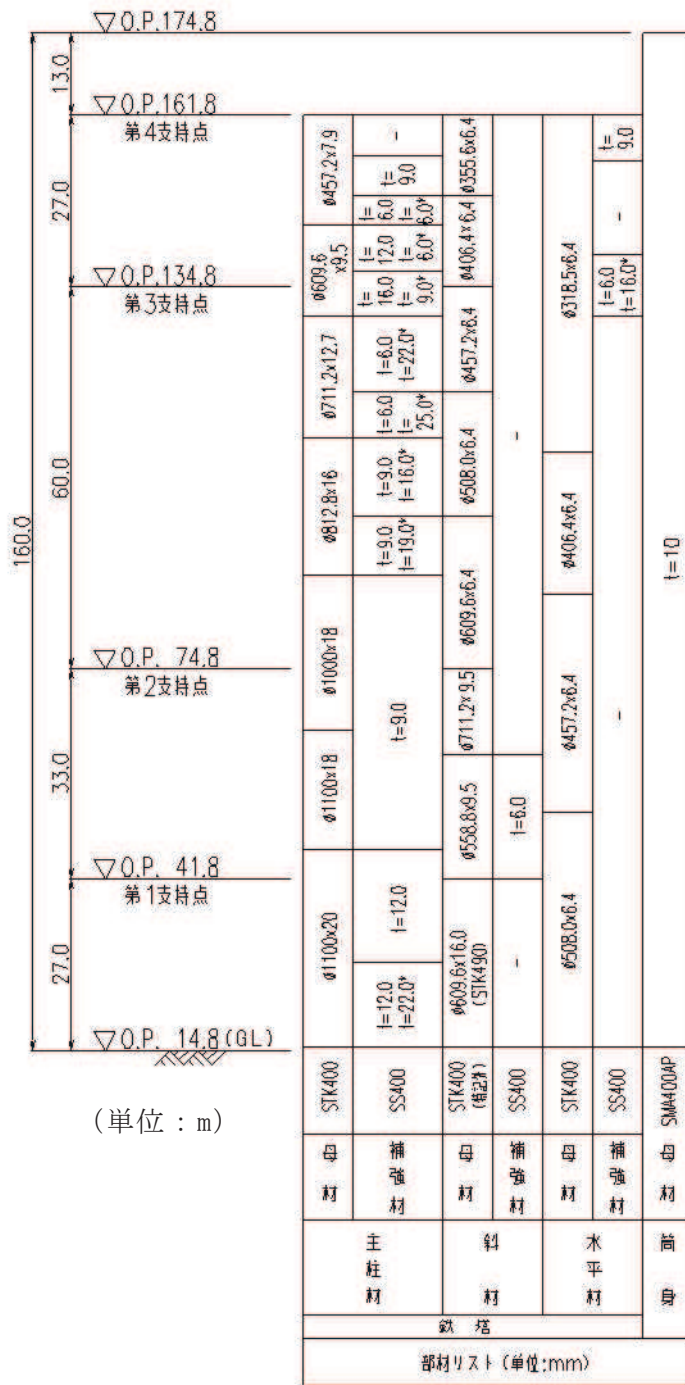
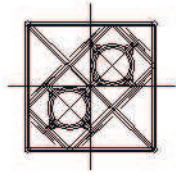
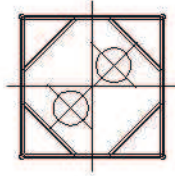


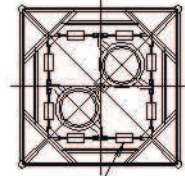
図 3-1-6 排気筒の概要図



A-A断面 (第4支持点)

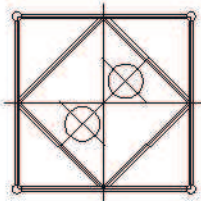


B-B断面

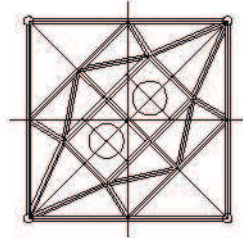


制震オイルダンパ設置

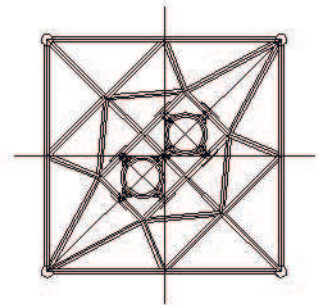
C-C断面 (第3支持点)



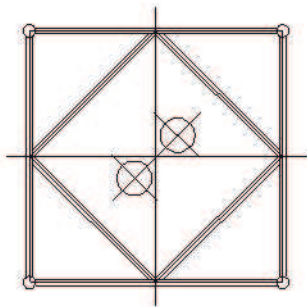
D-D断面



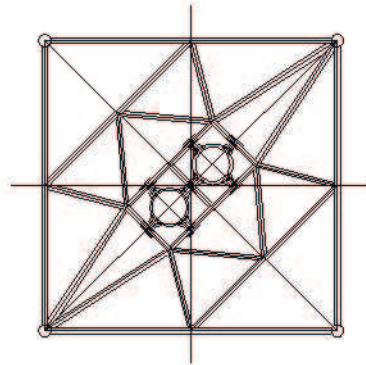
E-E断面



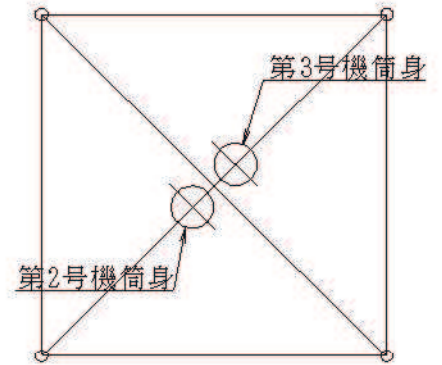
F-F断面 (第2支持点)



G-G断面



H-H断面 (第1支持点)



I-I断面 (基部)

図 3-1-7 排気筒の概略平面図

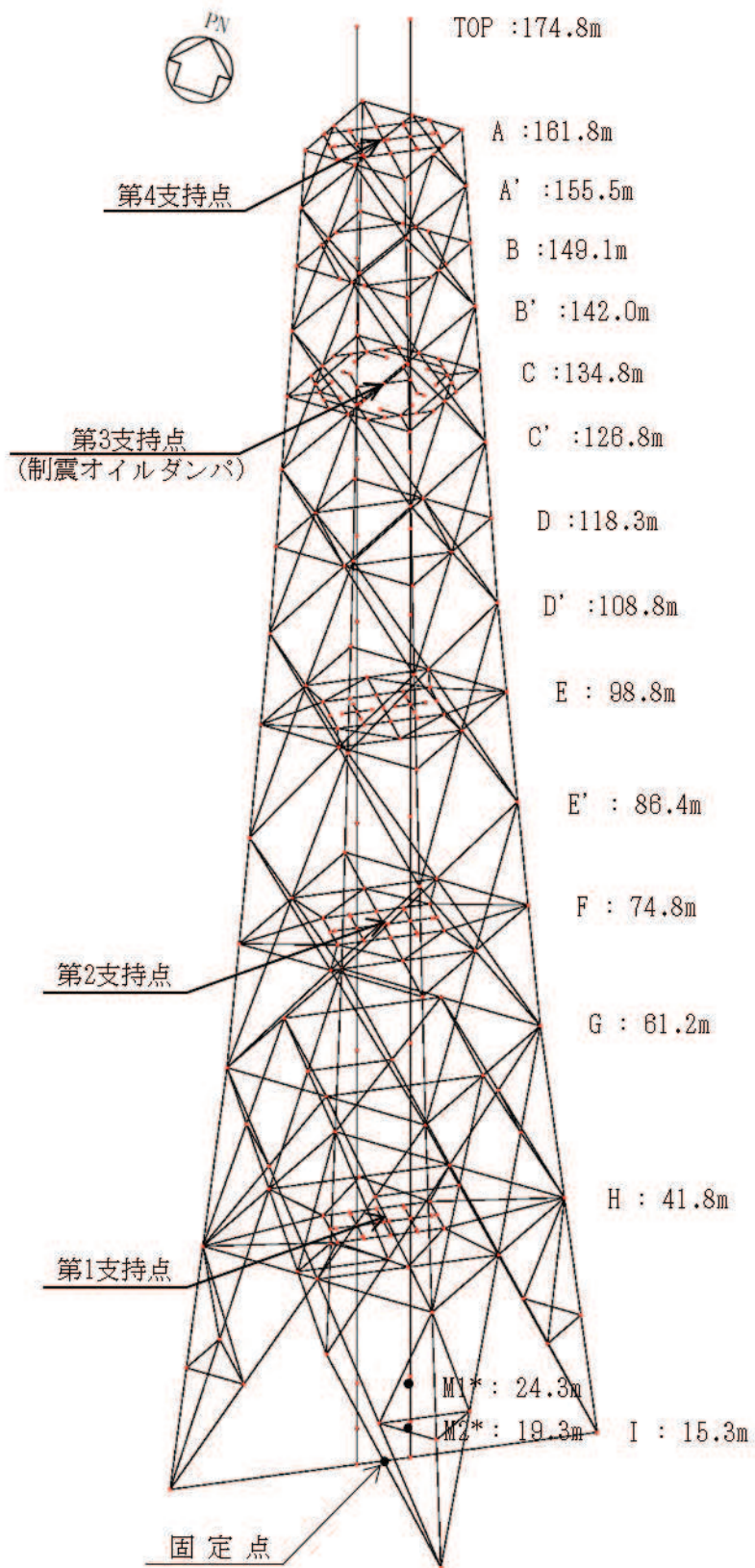
(2) 検討方針

排気筒の鉄塔のうち、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価として、直交する水平 2 方向の荷重が応力として集中する部位である鉄塔部支柱材を対象に評価を行う。

評価に当たっては、基準地震動 S_s を用い、水平 2 方向及び鉛直方向を同時に入力（以下「3 方向同時入力」という。）する時刻歴応答解析を行い、排気筒が有する耐震性に影響しないことを確認する。支柱材（鉄塔脚部含む）の耐震性への影響については、基準地震動 S_s を 3 方向同時入力した地震応答解析の結果による各断面算定結果（検定値）が、1.0 を超えないことにより確認する。

解析モデルの詳細及び許容値については、添付書類「VI-2-7-2-1 排気筒の耐震性についての計算書」（以下「排気筒の耐震計算書」という。）に示すものと同様である。

解析モデルを図 3-1-8 に示す。



注記* : M1 は筒身の内径 3.0m, M2 は筒身の内径 3.7m の位置を示す。

図 3-1-8 排気筒の地震応答解析モデル

(3) 解析諸元

排気筒の地震応答解析モデルへの入力地震動は、基準地震動 $S_s - F1$ 及び基準地震動 $S_s - N1$ による「VI-2-2-25 排気筒基礎の地震応答計算書」から得られる基礎上端レベル (O.P. +15.3m) の応答加速度 (並進, 鉛直, 回転成分) を用いる。

加振方向を図 3-1-9 に、地震動の組合せを表 3-1-10 に示す。

排気筒の耐震計算書による評価では、3次元 FEM モデルを用いた上で、水平 1 方向及び鉛直同時入力を行っていて、基準地震動 S_s のうち基準地震動 $S_s - N1$ は支柱材に対して最も厳しい評価結果となった。そのため、排気筒の地震応答解析モデルへの入力地震動は、水平 1 方向及び鉛直同時入力において、支柱材に対して最も厳しい評価結果となった基準地震動 $S_s - N1$ を用いて評価を行う。

また、基準地震動 $S_s - N1$ は観測波に基づく地震動のため方向に偏りがあり、基準地震動 S_s と直交する地震動が基準地震動 S_s に比べ小さい。基準地震動 $S_s - N1$ が水平 2 方向評価の地震波に選定されたことから、2 番目に照査値が厳しい基準地震動 $S_s - F1$ についても水平 2 方向評価を行う。

水平 1 方向及び鉛直同時入力による地震動の入力方法は、排気筒の耐震計算書に基づき、図 3-1-9 に示す I 方向～IV 方向加振の結果を示す。水平 2 方向及び鉛直同時入力による地震動の入力方法は、支柱材への軸力変動の影響を確認するため、図 3-1-9 に示す I 方向と III 方向の同時入力の評価を行う。

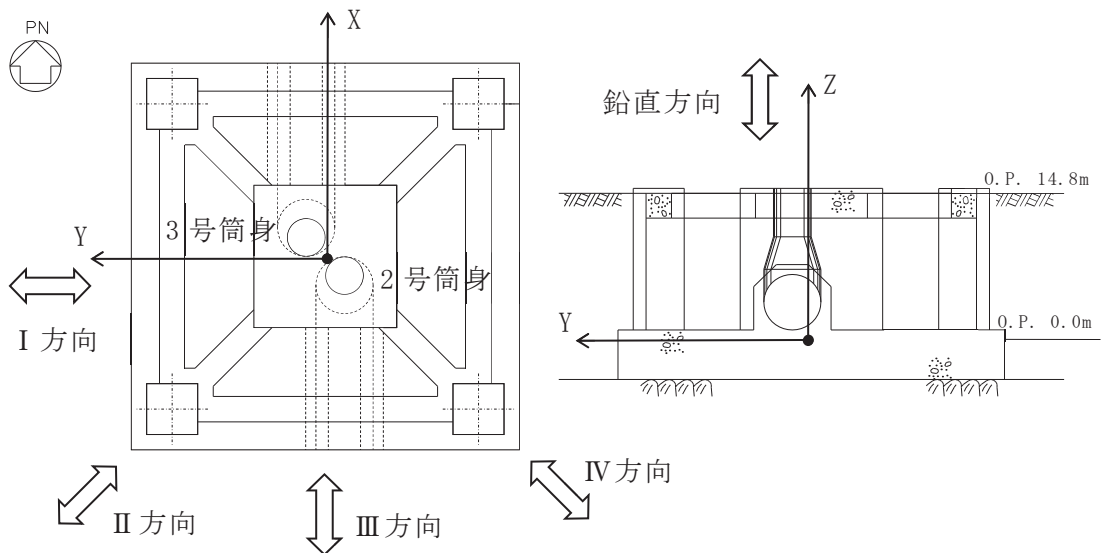


図 3-1-9 加振方向の説明

表 3-1-10 地震動の組合せ

地震動の 入力方法	水平方向		鉛直方向
	加振方向	入力地震動	入力地震動
2 方向 同時入力* ¹	I 方向	NS 断面地震動による S s 7 波の応答 (並進, 回転成分)	NS 断面地震動による S s 7 波の応答 (鉛直成分)
	II 方向	NS, EW 断面地震動による S s 7 波の応答 (並進, 回転成分)	NS, EW 断面地震動による S s 7 波の応答 (鉛直成分)
	III 方向	EW 断面地震動による S s 7 波の応答 (並進, 回転成分)	EW 断面地震動による S s 7 波の応答 (鉛直成分)
	IV 方向	NS, EW 断面地震動による S s 7 波の応答 (並進, 回転成分)	NS, EW 断面地震動による S s 7 波の応答 (鉛直成分)
3 方向 同時入力	I 方向 (主方向)	NS 断面地震動による S s - F 1, S s - N 1 の応答 (並進, 回転成分)	NS 断面地震動による S s - F 1, S s - N 1 の 応答 (鉛直成分)
	III 方向 (従方向)	直交方向は模擬地震波* ² による応答 (並進, 回転成分)	
	III 方向 (主方向)	EW 断面地震動による S s - F 1, S s - N 1 の応答 (並進, 回転成分)	EW 断面地震動による S s - F 1, S s - N 1 の 応答 (鉛直成分)
	I 方向 (従方向)	直交方向は模擬地震波* ² による応答 (並進, 回転成分)	

注記*1: 2 方向同時入力 (水平 1 方向及び鉛直方向同時入力) については, 排気筒の耐震計算書に示すものと同一である。

*2: 模擬地震波の作成方針については, 別紙 5 「方向性を考慮しない水平方向地震動における模擬地震波の作成方針」に示す。

(4) 使用材料の許容応力度

鋼材，コンクリート及び鉄筋の許容応力度は，排気筒の耐震計算書に示す内容と同一である。

(5) 解析諸元

使用材料の物性値は排気筒の耐震計算書に示す内容と同一である。

(6) 評価方法

基準地震動 $S_s - F1$ 及び基準地震動 $S_s - N1$ を 3 方向同時入力した，3 次元 FEM モデルによる地震応答解析を行い，支柱材（鉄塔脚部含む）の断面算定結果（検定値）が 1.0 を超えないことを確認する。

断面算定の方法は，排気筒の耐震計算書に示す方法と同一である。

(7) 評価結果

3 方向同時入力時及び 2 方向同時入力時における支柱材の評価結果を表 3-1-11 に，鉄塔脚部の評価結果を表 3-1-12 に示す。

2 方向同時入力時の評価結果は，排気筒の耐震計算書の I ～ IV 方向における基本ケース（ケース①）で最も厳しい照査結果を示しており，3 方向同時入力時の評価結果は，主方向加振が I 方向（従方向加振が III 方向）と主方向加振が III 方向（従方向加振が I 方向）で最も厳しい照査結果を示している。

評価の結果，2 方向同時入力時の検定値と比較し，3 方向同時入力時の検定値は減少傾向であることを確認した。排気筒の 2 方向同時入力の評価においては，J E A C 4 6 0 1 -2015 に基づき，排気筒に対して斜め方向から加振を行っており，3 方向同時入力と同等の評価がなされていることを示す結果となった。

以上より，水平 2 方向及び鉛直方向地震力に対し，排気筒の支柱材が有する耐震性への影響が無いことを確認した。

表3-1-11 支柱材の評価結果

高さ O.P. (m)	区間	使用部材(mm)	2方向同時 入力	3方向同時 入力	
				S _s -N1	S _s -F1
161.8-155.5	A-A'	φ 457.2×7.9	<u>0.31</u>	0.29	0.24
155.5-149.1	A'-B	φ 457.2×7.9	<u>0.71</u>	0.70	0.51
149.1-142.0	B-B'	φ 457.2×7.9	<u>0.81</u>	0.80	0.60
142.0-134.8	B'-C	φ 609.6×9.5	<u>0.87</u>	<u>0.87</u>	0.61
134.8-126.8	C-C'	φ 609.6×9.5	<u>0.83</u>	0.81	0.61
126.8-118.3	C'-D	φ 711.2×12.7	<u>0.87</u>	0.85	0.59
118.3-108.8	D-D'	φ 711.2×12.7	<u>0.85</u>	0.84	0.56
108.8- 98.8	D'-E	φ 812.8×16.0	<u>0.88</u>	0.85	0.63
98.8- 86.4	E-E'	φ 812.8×16.0	<u>0.90</u>	0.88	0.66
86.4- 74.8	E'-F	φ 1000×18.0	<u>0.86</u>	0.84	0.70
74.8- 61.2	F-G	φ 1000×18.0	<u>0.89</u>	0.87	0.72
61.2- 41.8	G-H	φ 1100×18.0	0.65	0.60	<u>0.66</u>
41.8- 28.6	H-H'	φ 1100×20.0	<u>0.75</u>	0.70	0.74
28.6- 15.3	H'-I	φ 1100×20.0	0.74	<u>0.76</u>	0.75

注：下線部は検定値が最大となる値を示す。

表3-1-12 鉄塔脚部の評価結果

評価部位	応力分類	2方向同時 入力	3方向同時 入力	
			S _s -N1	S _s -F1
アンカーボルト	引張	0.57	<u>0.58</u>	<u>0.58</u>
	せん断	<u>0.28</u>	<u>0.28</u>	0.26
	組合せ	0.57	<u>0.58</u>	<u>0.58</u>
コンクリート（コーン状破壊）	引張	0.75	<u>0.76</u>	<u>0.76</u>
コンクリート（圧縮）	圧縮	<u>0.45</u>	<u>0.45</u>	<u>0.45</u>
ベースプレート	面外曲げ	0.63	<u>0.64</u>	<u>0.64</u>
フランジプレート	面外曲げ	<u>0.52</u>	<u>0.52</u>	<u>0.52</u>
リブプレート	圧縮	0.38	<u>0.39</u>	<u>0.39</u>
	せん断	0.73	<u>0.74</u>	<u>0.74</u>

注：下線部は検定値が最大となる値を示す。

(8) 検討のまとめ

隅柱は直交する水平 2 方向の荷重が応力として集中する部位である。

応力集中の影響が大きいと考えられる排気筒の鉄塔部支柱材（鉄塔脚部含む）について、排気筒の 3 次元 FEM モデルに対し、基準地震動 S_s を水平 2 方向及び鉛直方向に同時入力した場合の検討を行った。

検討の結果、支柱材は、2 方向同時入力時の検定値と 3 方向同時入力時の検定値を比較すると減少傾向であることを確認した。排気筒の 2 方向同時入力の評価においては、J E A C 4 6 0 1 -2015 に基づき、排気筒に対して斜め方向から加振を行っており、3 方向同時入力と同等の評価がなされていることを示す結果となった。また、鉄塔脚部は、2 方向同時入力時の検定値と 3 方向同時入力時の検定値は同等であることを確認した。

以上のことから、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対し、隅柱が有する耐震性への影響が無いことを確認した。

3.1.7 使用済燃料プールの壁の検討

(1) 検討の概要

使用済燃料プールの壁は、面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の水圧等の荷重が作用する部位であり、水平 2 方向の地震力を受けることから、S s 地震時を対象として水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を検討する。

使用済燃料プールは、原子炉建屋の燃料取替床（O.P. 33.2m）付近に位置する鉄筋コンクリート構造物で、使用済燃料、制御棒及び使用済燃料輸送容器が収容される。使用済燃料プール内には、収容される機器の遮蔽及び冷却のため常時水が張られている。使用済燃料プール内面はステンレス鋼でライニングされており、漏水を防ぐとともに、保守、点検についても考慮されている。

使用済燃料プールの大きさは、内面寸法で平面 12.20m×14.035m、深さ 8.00～11.82m、主要な壁厚 2.10m、底面スラブ厚 2.10m である。

使用済燃料プールを含む原子炉建屋の概略平面図及び概略断面図を図 3-1-10 及び図 3-1-11 に、使用済燃料プール周りの概略平面図及び概略断面図を図 3-1-12 及び図 3-1-13 に示す。

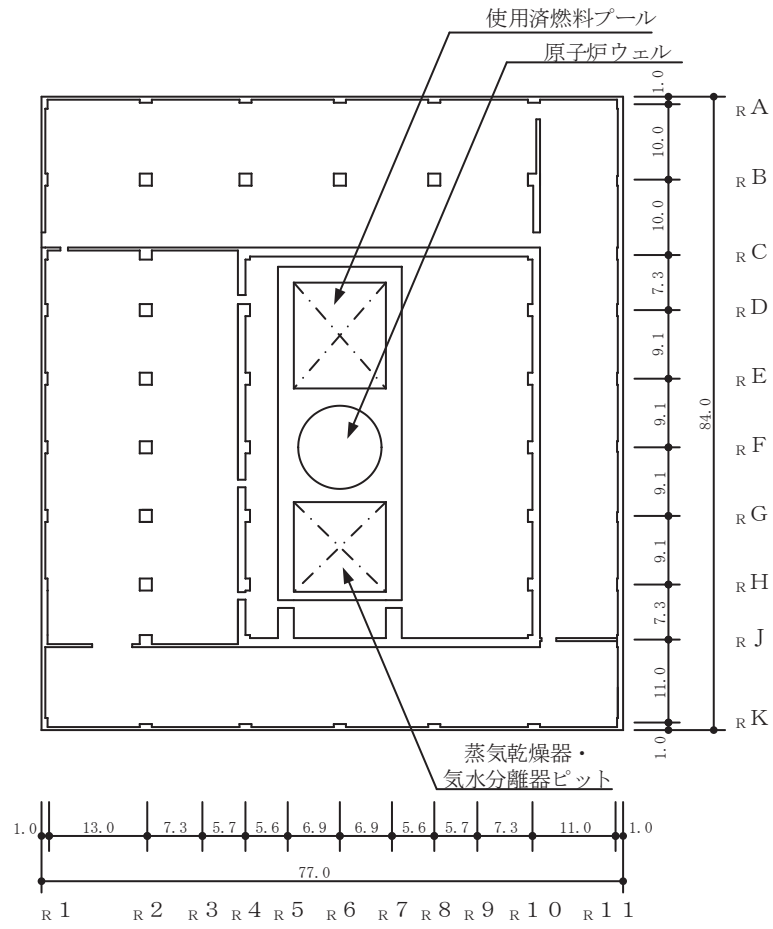


図 3-1-10 使用済燃料プールを含む原子炉建屋の概略平面図 (0.P. 33. 2m)
 (単位 : m)

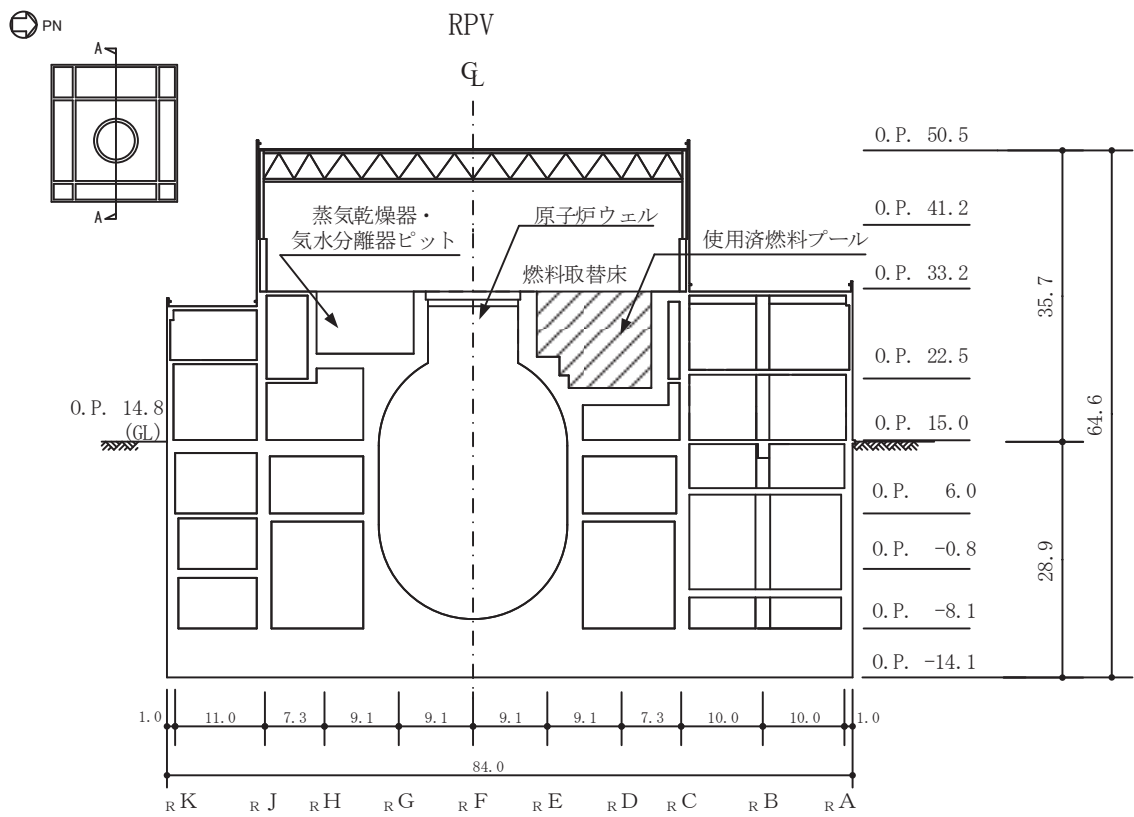


図 3-1-11 使用済燃料プールを含む原子炉建屋の概略断面図
(A-A 断面) (単位：m)

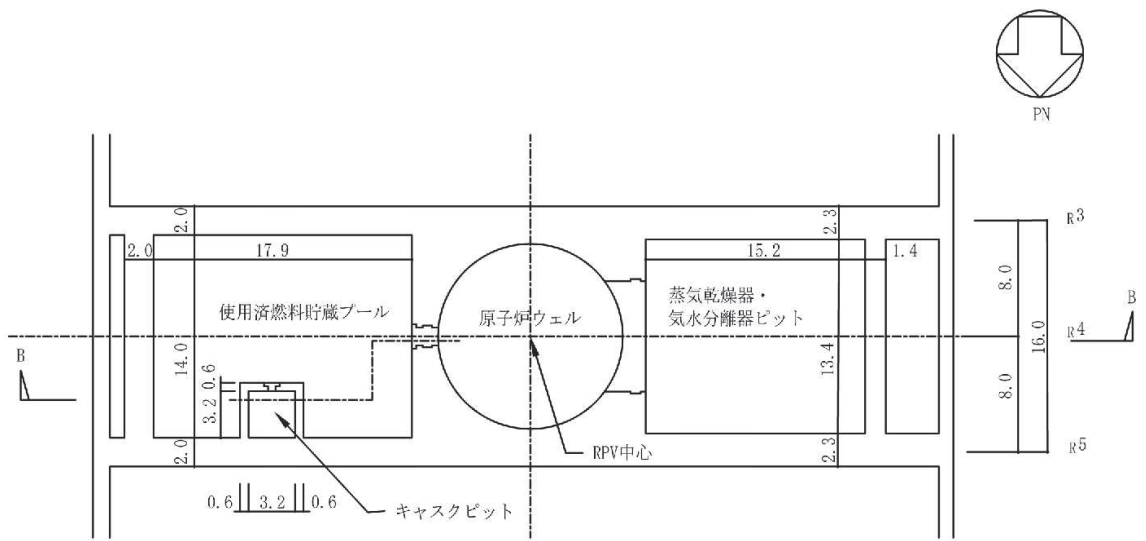


図 3-1-12 使用済燃料プール周りの概略平面図（単位：m）

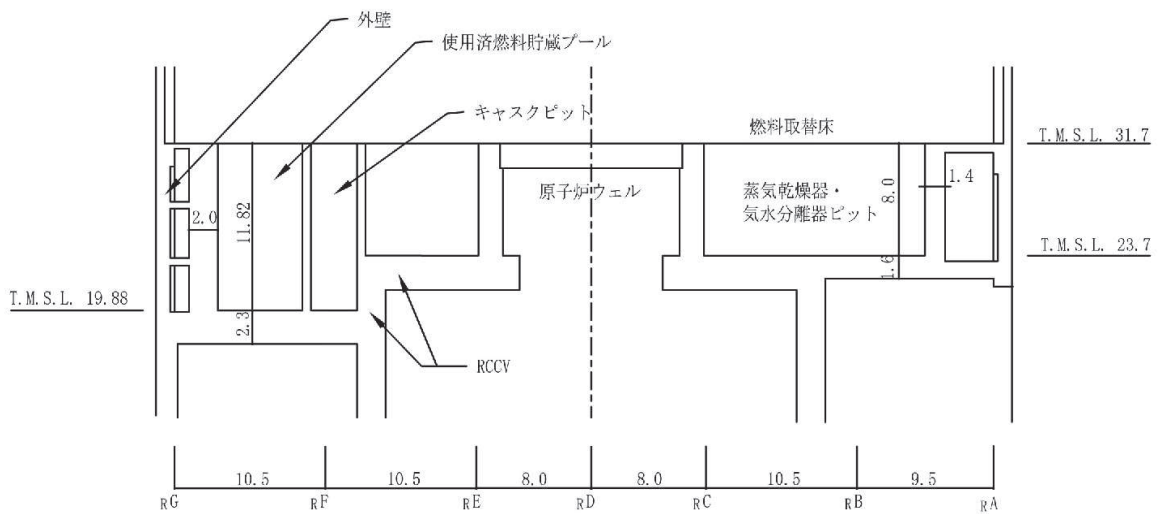


図 3-1-13 使用済燃料プール周りの概略断面図
(B-B 断面)（単位：m）

(2) 検討方針

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価として、面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用する使用済燃料プールの壁について、評価を行う。

評価に当たっては、 S_s 地震時に対して、3次元 FEM モデルの応力解析結果を用いた断面の評価について、許容値を超えないことを確認する。

解析モデルの詳細及び許容値については、添付資料「VI-2-4-2-1 使用済燃料プール（キャスクピットを含む）（第 1, 2 号機共用）の耐震性についての計算書」（以下「SFP の耐震計算書」という。）に示すものと同一である。

(3) 荷重及び荷重の組合せ

荷重の組合せは、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき設定する。荷重の組合せを表 3-1-13 に示す。荷重の詳細は、SFP の耐震計算書の「3.2.1 荷重」に示す固定荷重（ G ）、積載荷重（ P ）及び地震荷重（ S_s ）と同一である。

表 3-1-13 荷重の組合せケース（ S_s 地震時）

外力の状態	荷重の組合せ
S_s 地震時	$G + P + S_s$

G : 固定荷重

P : 積載荷重

S_s : 地震荷重（地震時動水圧荷重を含む）

(4) 使用材料の許容限界

コンクリート及び鉄筋の許容限界は、SFP の耐震計算書の「3.3 許容限界」に示す内容と同一である。

(5) 応力解析

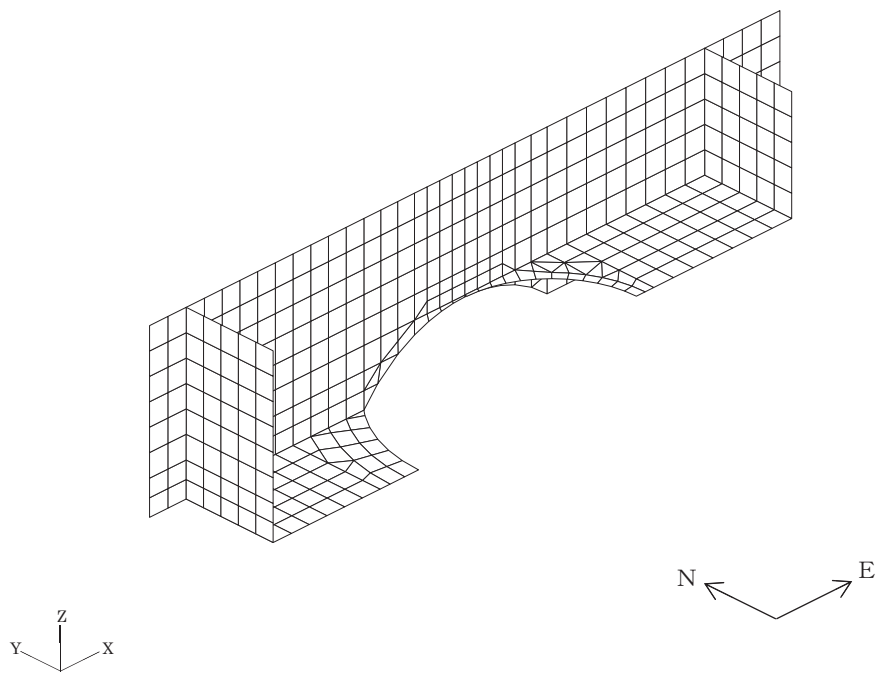
解析モデル概要図を図 3-1-14 に示す。解析モデルの詳細は、SFP の耐震計算書の「3.4 解析モデル及び諸元」に示す内容と同一である。

S_s地震時の応力は、SFP の耐震計算書の「3.5.1 応力解析方法」に示す、次の荷重ケースによる応力を組み合わせて求める。

G	:	固定荷重
P	:	積載荷重
S _s S _N *	:	S→N 方向 S _s 地震荷重 (S _s 地震時動水圧荷重を含む)
S _s S _{WE} *	:	W→E 方向 S _s 地震荷重 (S _s 地震時動水圧荷重を含む)
S _s S _{UD} *	:	鉛直方向 S _s 地震荷重

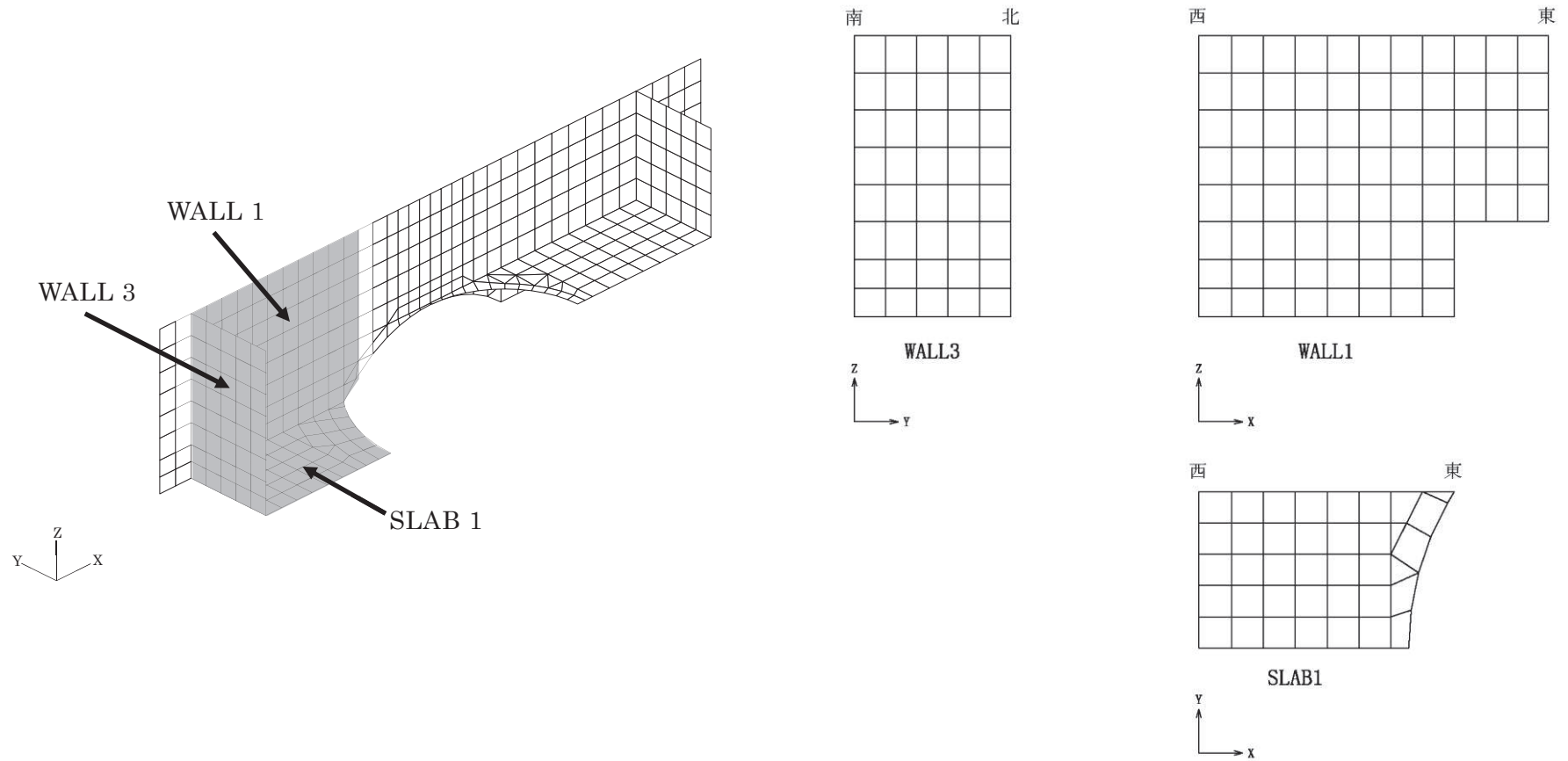
注記* : 計算上の座標軸を基準として、EW 方向は W→E 方向の加力、NS 方向は S→N 方向の加力、鉛直方向は下向きの加力を記載している。

水平地震力と鉛直地震力による応力の組合せは、米国 Regulatory Guide 1.92 の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考に、組合せ係数法 (1.0 : 0.4 : 0.4) に基づいて評価する。荷重の組合せケースを表 3-1-14 及び表 3-1-15 に示す。



(a) 全体鳥瞰図

図 3-1-14 解析モデル概要図 (1/2)



注：X，Y，Zは全体座標系を示す。

(b) プール部要素分割図

図 3-1-14 解析モデル概要図 (2/2)

表 3-1-14 荷重の組合せケース（水平 2 方向）

外力の 状態	ケース No.	荷重の組合せ
S s 地震時	3-1	$G + P + 1.0 S_{sN} - 0.4 S_{sWE} + 0.4 S_{sUD}$
	3-2	$G + P + 1.0 S_{sN} + 0.4 S_{sWE} + 0.4 S_{sUD}$
	3-3	$G + P - 1.0 S_{sN} - 0.4 S_{sWE} + 0.4 S_{sUD}$
	3-4	$G + P - 1.0 S_{sN} + 0.4 S_{sWE} + 0.4 S_{sUD}$
	3-5	$G + P + 0.4 S_{sN} - 1.0 S_{sWE} + 0.4 S_{sUD}$
	3-6	$G + P - 0.4 S_{sN} - 1.0 S_{sWE} + 0.4 S_{sUD}$
	3-7	$G + P + 0.4 S_{sN} + 1.0 S_{sWE} + 0.4 S_{sUD}$
	3-8	$G + P - 0.4 S_{sN} + 1.0 S_{sWE} + 0.4 S_{sUD}$
	3-9	$G + P + 1.0 S_{sN} - 0.4 S_{sWE} - 0.4 S_{sUD}$
	3-10	$G + P + 1.0 S_{sN} + 0.4 S_{sWE} - 0.4 S_{sUD}$
	3-11	$G + P - 1.0 S_{sN} - 0.4 S_{sWE} - 0.4 S_{sUD}$
	3-12	$G + P - 1.0 S_{sN} + 0.4 S_{sWE} - 0.4 S_{sUD}$
	3-13	$G + P + 0.4 S_{sN} - 1.0 S_{sWE} - 0.4 S_{sUD}$
	3-14	$G + P - 0.4 S_{sN} - 1.0 S_{sWE} - 0.4 S_{sUD}$
	3-15	$G + P + 0.4 S_{sN} + 1.0 S_{sWE} - 0.4 S_{sUD}$
	3-16	$G + P - 0.4 S_{sN} + 1.0 S_{sWE} - 0.4 S_{sUD}$
	3-17	$G + P + 0.4 S_{sN} - 0.4 S_{sWE} + 1.0 S_{sUD}$
	3-18	$G + P + 0.4 S_{sN} + 0.4 S_{sWE} + 1.0 S_{sUD}$
	3-19	$G + P - 0.4 S_{sN} - 0.4 S_{sWE} + 1.0 S_{sUD}$
	3-20	$G + P - 0.4 S_{sN} + 0.4 S_{sWE} + 1.0 S_{sUD}$
	3-21	$G + P + 0.4 S_{sN} - 0.4 S_{sWE} - 1.0 S_{sUD}$
	3-22	$G + P + 0.4 S_{sN} + 0.4 S_{sWE} - 1.0 S_{sUD}$
	3-23	$G + P - 0.4 S_{sN} - 0.4 S_{sWE} - 1.0 S_{sUD}$
	3-24	$G + P - 0.4 S_{sN} + 0.4 S_{sWE} - 1.0 S_{sUD}$

表 3-1-15 荷重の組合せケース（水平 1 方向）

外力の 状態	ケース No.	荷重の組合せ
S s 地震時	2-1	$G + P + 1.0 S_{sN} + 0.4 S_{sUD}$
	2-2	$G + P - 1.0 S_{sN} + 0.4 S_{sUD}$
	2-3	$G + P - 1.0 S_{sWE} + 0.4 S_{sUD}$
	2-4	$G + P + 1.0 S_{sWE} + 0.4 S_{sUD}$
	2-5	$G + P + 1.0 S_{sN} - 0.4 S_{sUD}$
	2-6	$G + P - 1.0 S_{sN} - 0.4 S_{sUD}$
	2-7	$G + P - 1.0 S_{sWE} - 0.4 S_{sUD}$
	2-8	$G + P + 1.0 S_{sWE} - 0.4 S_{sUD}$
	2-9	$G + P + 0.4 S_{sN} + 1.0 S_{sUD}$
	2-10	$G + P - 0.4 S_{sN} + 1.0 S_{sUD}$
	2-11	$G + P - 0.4 S_{sWE} + 1.0 S_{sUD}$
	2-12	$G + P + 0.4 S_{sWE} + 1.0 S_{sUD}$
	2-13	$G + P + 0.4 S_{sN} - 1.0 S_{sUD}$
	2-14	$G + P - 0.4 S_{sN} - 1.0 S_{sUD}$
	2-15	$G + P - 0.4 S_{sWE} - 1.0 S_{sUD}$
	2-16	$G + P + 0.4 S_{sWE} - 1.0 S_{sUD}$

(6) 評価方法

使用済燃料プールの壁の評価は、SFPの耐震計算書の「3.5.2 断面の評価方法」に示す方法と同一である。

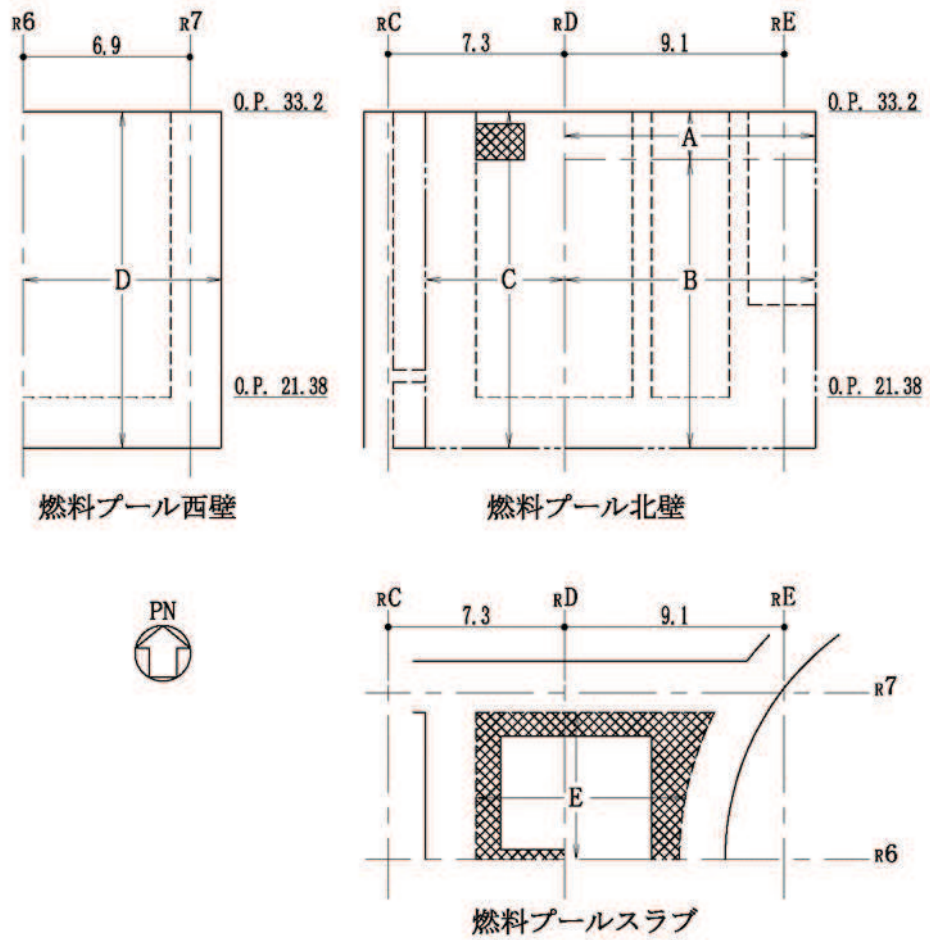
(7) 評価結果

断面の評価結果を以下に示す。また、3次元FEMモデルの配筋領域図を図3-1-15に、配筋一覧を表3-1-16に示す。

断面の評価結果を記載する要素は、軸力、曲げモーメント及び面内せん断力による鉄筋及びコンクリートのひずみ、軸力による圧縮応力度、面内せん断応力度並びに面外せん断応力度に対する評価において、発生値に対する許容値の割合が最小となる要素とする。

選定した要素の位置を図3-1-16及び図3-1-17に、評価結果を表3-1-17及び表3-1-18に示す。

S s地震時における水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せにおいて、水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する評価結果と水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する評価結果を比較すると、水平2方向の地震力の影響により発生値は増加傾向にあり、一部最大となる要素が変わるものもあるが、軸力、曲げモーメント及び面内せん断力による鉄筋及びコンクリートのひずみ、軸力による圧縮応力度、面内せん断応力度並びに面外せん断応力度が、各許容値を超えないことを確認した。




注：面外せん断補強筋  : D22@200×@400

図 3-1-15 配筋領域図

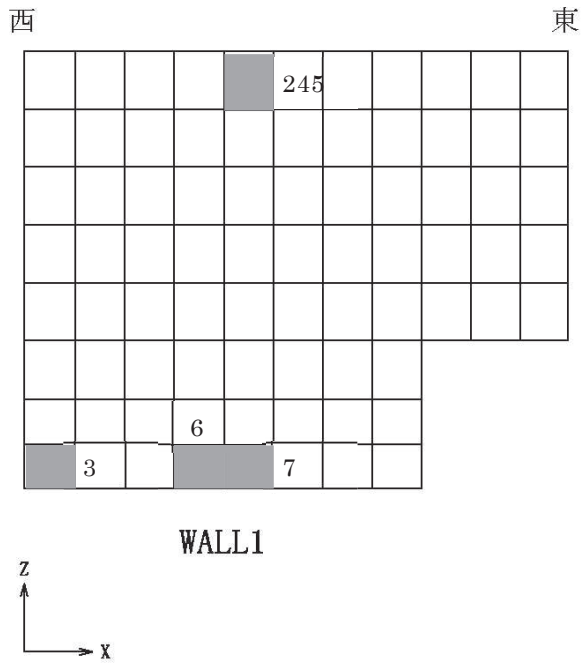
表 3-1-16 配筋一覧

(a) 北側壁

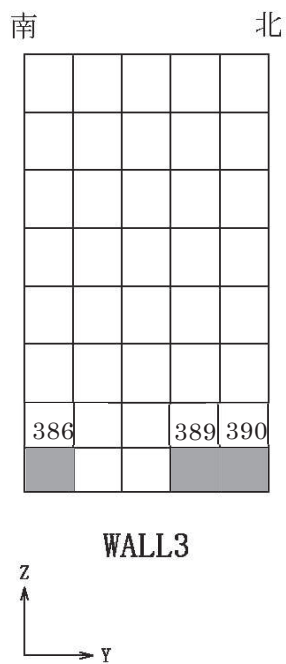
区分	タテ方向	ヨコ方向
A	(内側) 2-D38@200+D38@400 (外側) 2-D38@200+2-D38@400	(内側) 3-D38@200 (外側) 4-D38@200
B	(内側) 2-D38@200+D38@400 (外側) 2-D38@200+2-D38@400	(内側) 3-D38@200 (外側) 3-D38@200+D38@400
C	(内側) 3-D38@200+D38@400 (外側) 3-D38@200	(内側) 2-D38@200+2-D38@400 (外側) 3-D38@200

(b) 西側壁

区分	タテ方向	ヨコ方向
D	(内側) D38@200+D38@400 (外側) D38@200+2-D38@400	(内側) 2-D38@200 (外側) 2-D38@200+D38@400



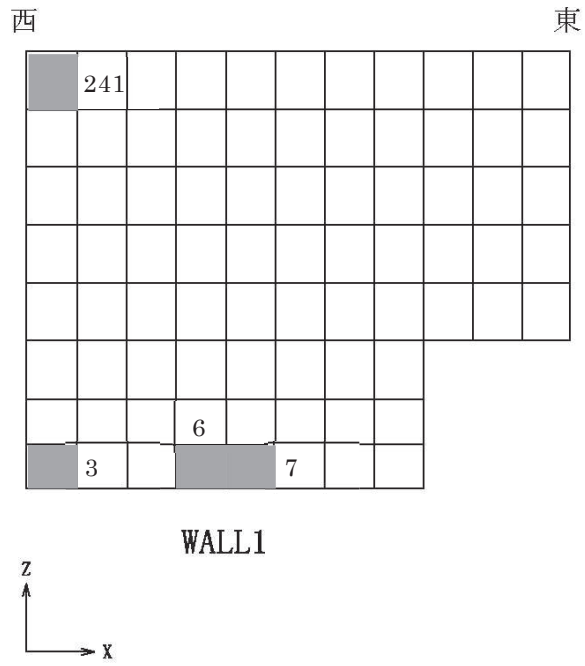
(a) 北側壁



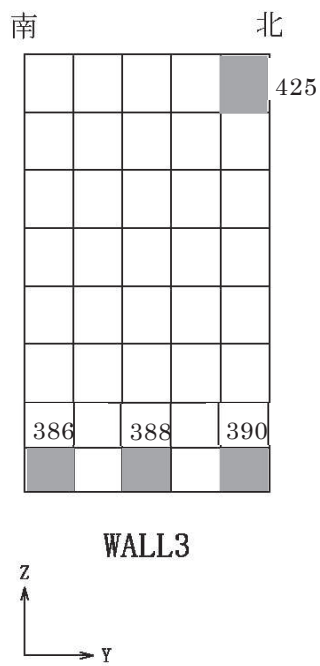
(b) 西側壁

注：数字は要素番号を示す。

図 3-1-16 選定した要素の位置 S s 地震時（水平 2 方向）



(a) 北側壁



(b) 西側壁

注：数字は要素番号を示す。

図 3-1-17 選定した要素の位置 S s 地震時 (水平 1 方向)

表 3-1-17 使用済燃料プールの壁の評価結果 S s 地震時（水平 2 方向）

部位	評価項目		方向	要素 番号	組合せ ケース	発生値	許容値
北側壁	軸力 + 曲げモーメント + 面内せん断力	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	7	3-17	0.288	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	6	3-17	1.42	5.00
	軸力	圧縮応力度 (N/mm^2)	水平	245	3-5	2.62	21.6
	面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm^2)	—	3	3-17	2.34	5.82
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	鉛直	7	3-17	0.661	1.51
西側壁	軸力 + 曲げモーメント + 面内せん断力	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	386	3-19	0.509	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	389	3-17	1.38	5.00
	軸力	圧縮応力度 (N/mm^2)	鉛直	390	3-18	2.40	21.6
	面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm^2)	—	390	3-17	1.24	4.02
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	鉛直	386	3-19	0.815	1.44

表 3-1-18 使用済燃料プールの壁の評価結果 S s 地震時（水平 1 方向）

部位	評価項目		方向	要素 番号	組合せ ケース	発生値	許容値
北側壁	軸力 +	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	7	2-9	0.269	3.00
	曲げモーメント +	鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	6	2-9	1.28	5.00
	面内せん断力						
	軸力	圧縮応力度 (N/mm^2)	鉛直	3	2-10	2.40	21.6
	面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm^2)	—	3	2-11	2.21	5.99
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	水平	241	2-1	0.892	2.08
西側壁	軸力 +	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	386	2-11	0.502	3.00
	曲げモーメント +	鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	水平	425	2-1	1.30	5.00
	面内せん断力						
	軸力	圧縮応力度 (N/mm^2)	鉛直	390	2-12	2.40	21.6
	面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm^2)	—	388	2-10	1.14	4.02
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	鉛直	386	2-11	0.808	1.44

(8) 検討のまとめ

使用済燃料プールの壁は、面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の水圧等の荷重が作用する部位であるため、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対して、3次元 FEM モデルを用いた応力解析を実施した。

検討の結果、水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する評価結果と水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する評価結果を比較すると、水平 2 方向の地震力の影響により発生値は増加傾向にあり、一部最大となる要素が変わるものもあるが、軸力、曲げモーメント及び面内せん断力による鉄筋及びコンクリートのひずみ、軸力による圧縮応力度、面内せん断応力度並びに面外せん断応力度が、各許容値を超えないことを確認した。

以上のことから、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対し、使用済燃料プールの壁が有する耐震性への影響はないことを確認した。

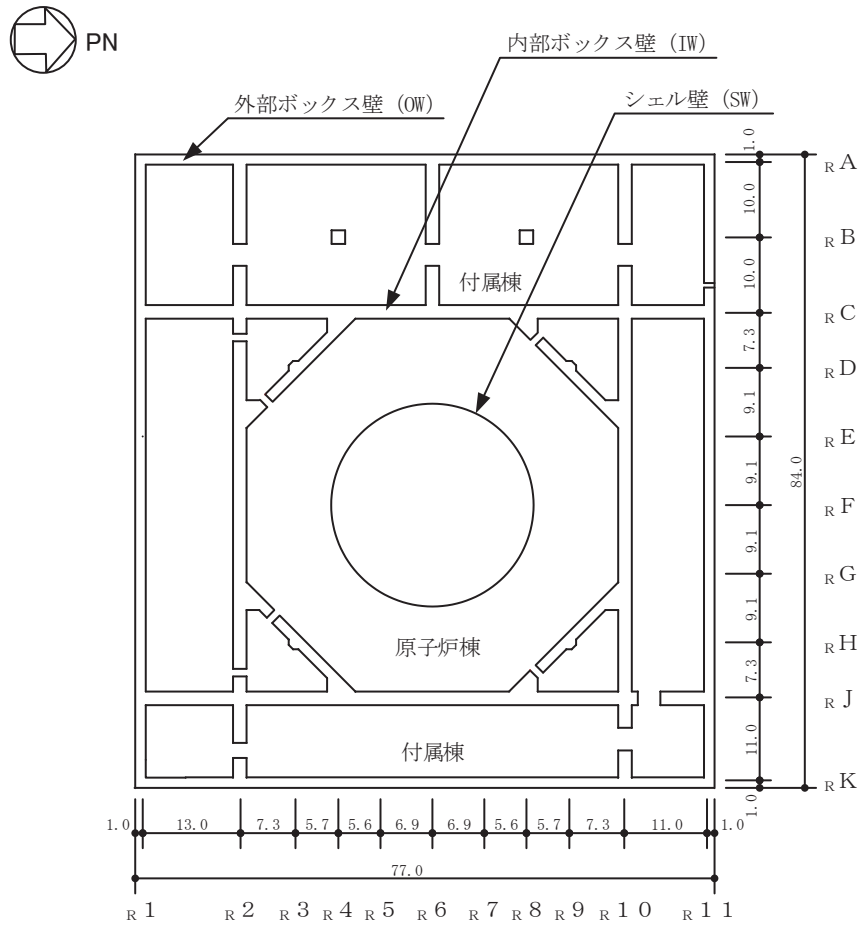
3.1.8 原子炉建屋の基礎版の検討

(1) 検討の概要

原子炉建屋基礎版は、矩形であり直交する水平2方向の荷重が隅部に応力集中する可能性があることから、 S_s 地震時を対象として水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を検討する。

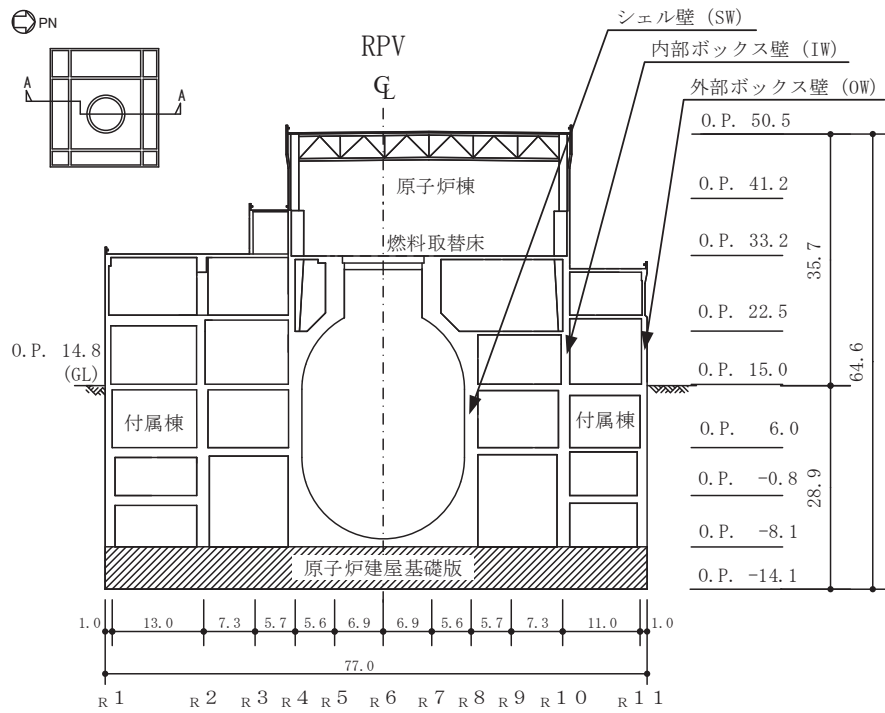
原子炉建屋基礎版は、付属棟基礎と一体となっており、付属棟基礎を含む平面の形状は、南北方向77.0m、東西方向84.0mの矩形であり、厚さは6.0mである。

原子炉建屋基礎版の概略平面図及び概略断面図を図3-1-18及び図3-1-19に示す。



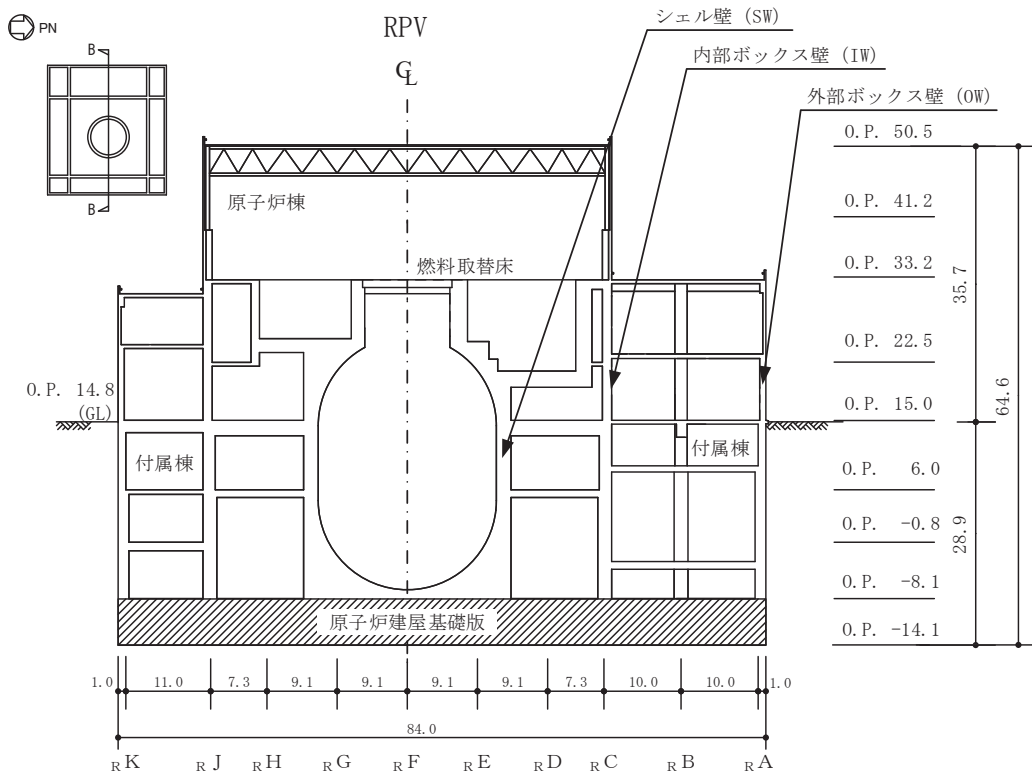
(単位 : m)

図 3-1-18 原子炉建屋基礎版の概略平面図 (0.P. -8.1 m)



(単位 : m)

図 3-1-19 原子炉建屋基礎版の概略断面図 (A-A 断面 NS 方向) (1/2)



(単位 : m)

図 3-1-19 原子炉建屋基礎版の概略断面図 (B-B 断面 EW 方向) (2/2)

(2) 検討方針

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価として、直交する水平 2 方向の荷重が応力として集中する部位である原子炉建屋基礎版について、評価を行う。

評価に当たっては、 S_s 地震時に対して、3次元 FEM モデルの応力解析結果を用いた断面の評価について、許容値を超えないことを確認する。

解析モデルの詳細及び許容値については、添付書類「VI-2-9-3-4 原子炉建屋基礎版の耐震性についての計算書」（以下「基礎版の耐震計算書」という。）に示すものと同一である。

(3) 荷重及び荷重の組合せ

荷重の組合せは、添付書類「VI-2-1-9 機能維持の基本方針」に基づき設定する。

また、荷重の組合せを表 3-1-19 に示す。荷重の詳細は、基礎版の耐震計算書に示す固定荷重（G）、積載荷重（P）及び地震荷重（ S_s ）と同一である。

表 3-1-19 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
S_s 地震時	G + P + S_s

G : 固定荷重

P : 積載荷重

S_s : 地震荷重（地震時土圧を含む）

(4) 使用材料の許容限界

コンクリート及び鉄筋の許容限界は、基礎版の耐震計算書の「4.3 許容限界」に示す内容と同一である。

(5) 応力解析

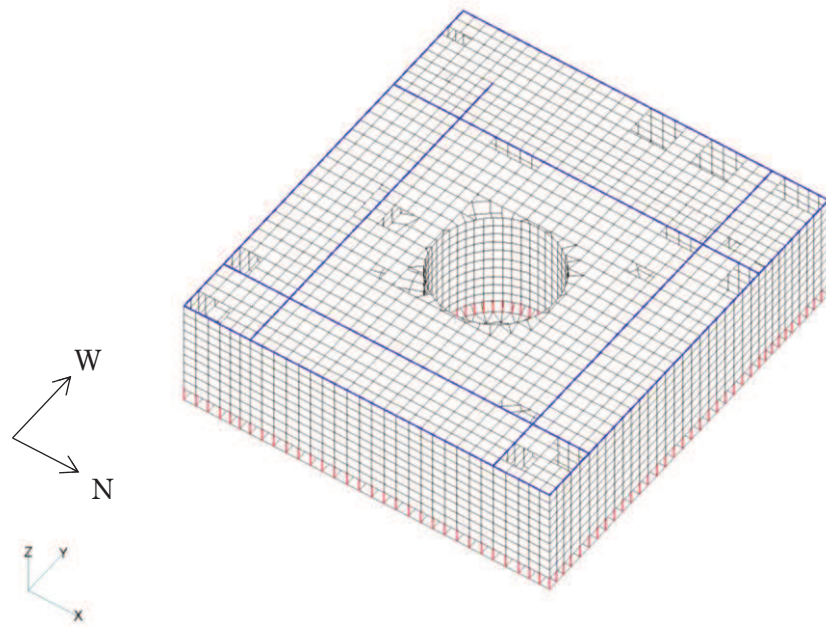
解析モデル図を図 3-1-20 に示す。解析モデルの詳細は、基礎版の耐震計算書の「4.4 解析モデル及び諸元」に示す内容と同一である。

S s 地震時の応力は、基礎版の耐震計算書の「4.5.1 応力解析方法」に示す、次の荷重ケースによる応力を組み合わせて求める。

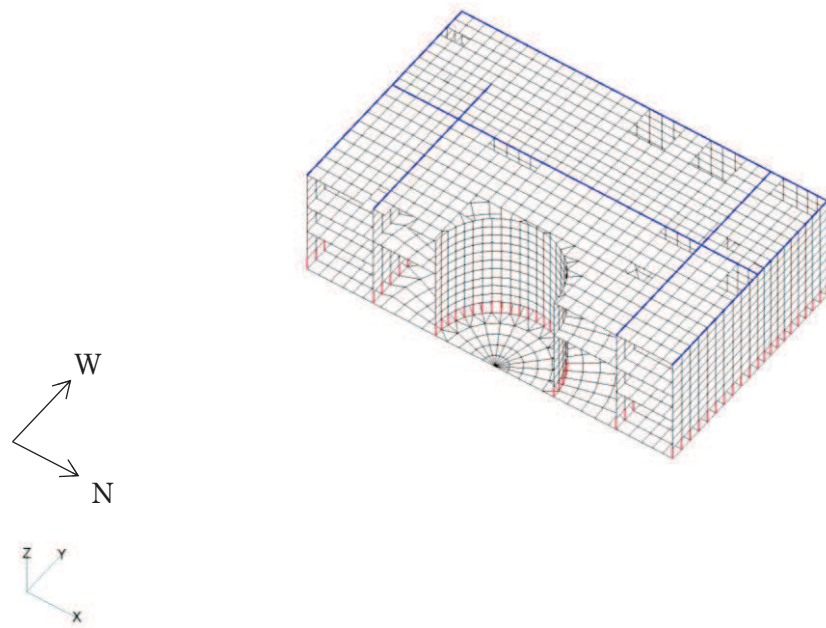
G	: 固定荷重
P	: 積載荷重
S s s _N *	: S→N 方向 S s 地震荷重 (S s 地震時土圧荷重を含む)
S s s _{EW} *	: E→W 方向 S s 地震荷重 (S s 地震時土圧荷重を含む)
S s s _{UD} *	: 鉛直方向 S s 地震荷重

注記* : 計算上の座標軸を基準として、NS 方向は S→N 方向の加力、EW 方向は E→W 方向の加力、鉛直方向は下向きの加力を記載している。

水平地震力と鉛直地震力による応力の組合せは、米国 Regulatory Guide 1.92 の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考に、組合せ係数法 (1.0 : 0.4 : 0.4) に基づいて評価する。なお、水平 2 方向と鉛直方向の組合せにおいては、水平 1 方向と鉛直方向の組合せの結果を考慮して鉛直方向地震力に 0.4 を乗じるケースに対して実施する。荷重の組合せケースを表 3-1-20 及び表 3-1-21 に示す。

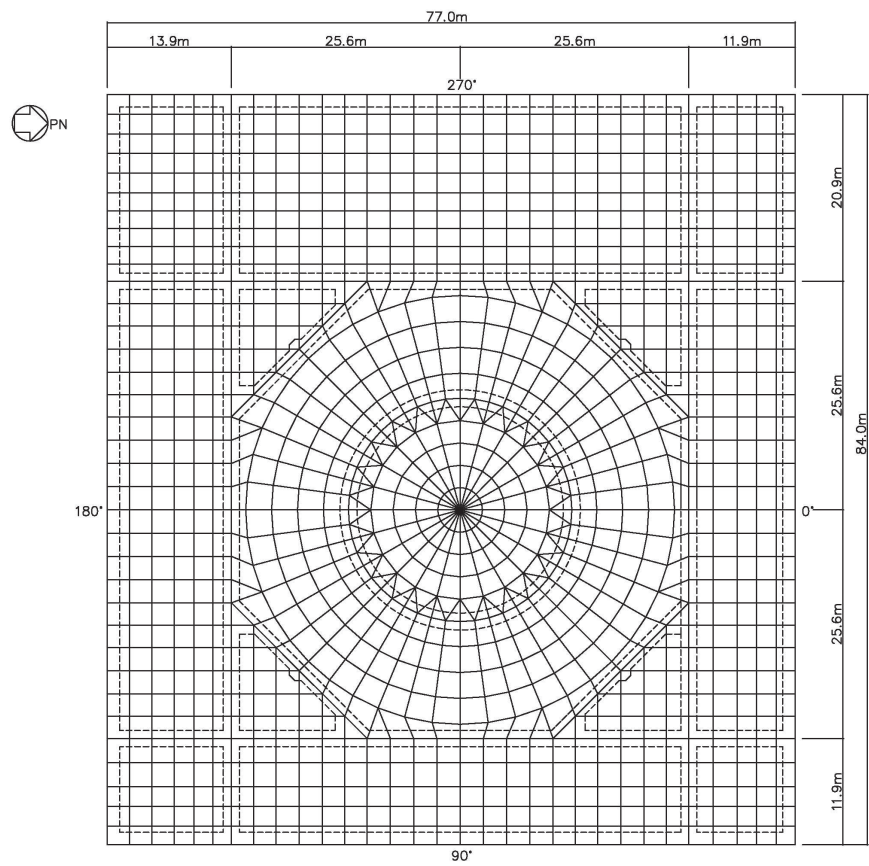


(a) 全体鳥瞰図



(b) 全体鳥瞰断面図

図 3-1-20 解析モデル (1/2)



(c) 基礎版要素分割図

図 3-1-20 解析モデル (2/2)

表 3-1-20 荷重の組合せケース（水平 2 方向）

外力の状態	ケース No.	荷重の組合せ
S s 地震時	3-1	$G + P + 1.0 S_{s\ SN} + 0.4 S_{s\ EW} + 0.4 S_{s\ UD}$
	3-2	$G + P + 1.0 S_{s\ SN} - 0.4 S_{s\ EW} + 0.4 S_{s\ UD}$
	3-3	$G + P + 0.4 S_{s\ SN} + 1.0 S_{s\ EW} + 0.4 S_{s\ UD}$
	3-4	$G + P - 0.4 S_{s\ SN} + 1.0 S_{s\ EW} + 0.4 S_{s\ UD}$
	3-5	$G + P - 1.0 S_{s\ SN} + 0.4 S_{s\ EW} + 0.4 S_{s\ UD}$
	3-6	$G + P - 1.0 S_{s\ SN} - 0.4 S_{s\ EW} + 0.4 S_{s\ UD}$
	3-7	$G + P + 0.4 S_{s\ SN} - 1.0 S_{s\ EW} + 0.4 S_{s\ UD}$
	3-8	$G + P - 0.4 S_{s\ SN} - 1.0 S_{s\ EW} + 0.4 S_{s\ UD}$
	3-9	$G + P + 1.0 S_{s\ SN} + 0.4 S_{s\ EW} - 0.4 S_{s\ UD}$
	3-10	$G + P + 1.0 S_{s\ SN} - 0.4 S_{s\ EW} - 0.4 S_{s\ UD}$
	3-11	$G + P + 0.4 S_{s\ SN} + 1.0 S_{s\ EW} - 0.4 S_{s\ UD}$
	3-12	$G + P - 0.4 S_{s\ SN} + 1.0 S_{s\ EW} - 0.4 S_{s\ UD}$
	3-13	$G + P - 1.0 S_{s\ SN} + 0.4 S_{s\ EW} - 0.4 S_{s\ UD}$
	3-14	$G + P - 1.0 S_{s\ SN} - 0.4 S_{s\ EW} - 0.4 S_{s\ UD}$
	3-15	$G + P + 0.4 S_{s\ SN} - 1.0 S_{s\ EW} - 0.4 S_{s\ UD}$
	3-16	$G + P - 0.4 S_{s\ SN} - 1.0 S_{s\ EW} - 0.4 S_{s\ UD}$

表 3-1-21 荷重の組合せケース（水平 1 方向）

外力の状態	ケース No.	荷重の組合せ
S s 地震時	1-1	$G + P + 1.0 S_{s_{SN}} + 0.4 S_{s_{UD}}$
	1-2	$G + P + 1.0 S_{s_{SN}} - 0.4 S_{s_{UD}}$
	1-3	$G + P - 1.0 S_{s_{SN}} + 0.4 S_{s_{UD}}$
	1-4	$G + P - 1.0 S_{s_{SN}} - 0.4 S_{s_{UD}}$
	1-5	$G + P + 1.0 S_{s_{EW}} + 0.4 S_{s_{UD}}$
	1-6	$G + P + 1.0 S_{s_{EW}} - 0.4 S_{s_{UD}}$
	1-7	$G + P - 1.0 S_{s_{EW}} + 0.4 S_{s_{UD}}$
	1-8	$G + P - 1.0 S_{s_{EW}} - 0.4 S_{s_{UD}}$
	1-9	$G + P + 0.4 S_{s_{SN}} + 1.0 S_{s_{UD}}$
	1-10	$G + P + 0.4 S_{s_{SN}} - 1.0 S_{s_{UD}}$
	1-11	$G + P - 0.4 S_{s_{SN}} + 1.0 S_{s_{UD}}$
	1-12	$G + P - 0.4 S_{s_{SN}} - 1.0 S_{s_{UD}}$
	1-13	$G + P + 0.4 S_{s_{EW}} + 1.0 S_{s_{UD}}$
	1-14	$G + P + 0.4 S_{s_{EW}} - 1.0 S_{s_{UD}}$
	1-15	$G + P - 0.4 S_{s_{EW}} + 1.0 S_{s_{UD}}$
	1-16	$G + P - 0.4 S_{s_{EW}} - 1.0 S_{s_{UD}}$

(6) 評価方法

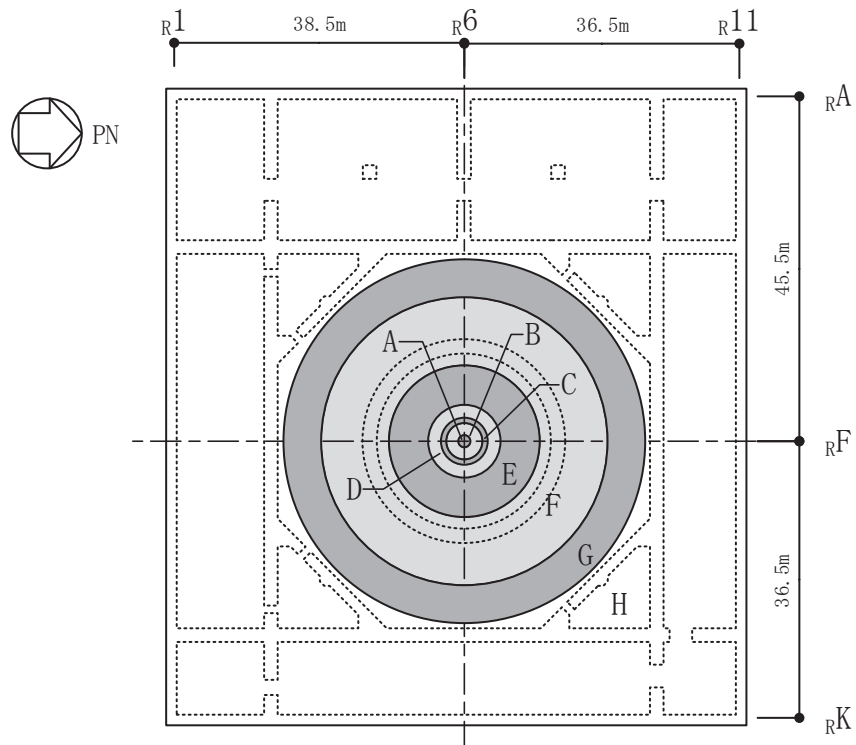
基礎の断面の評価は、基礎版の耐震計算書の「4.5.2 断面の評価方法」に示す方法と同一である。

(7) 評価結果

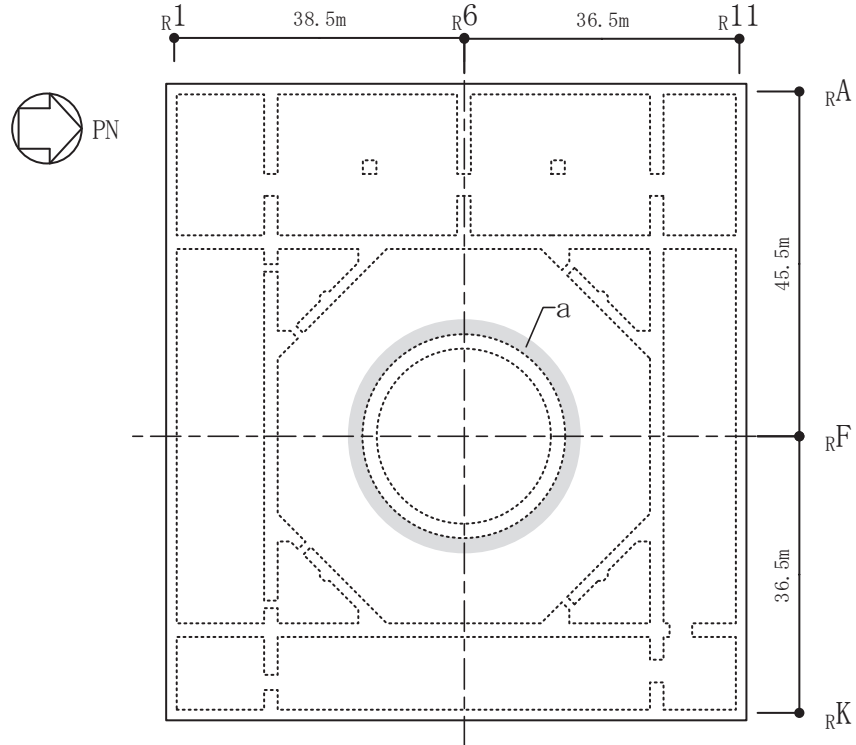
断面の評価結果を以下に示す。また、3次元 FEM モデルの配筋領域図及び配筋一覧を図 3-1-21 及び表 3-1-22 に示す。断面の評価結果を記載する要素は、軸力及び曲げモーメントによる鉄筋及びコンクリートのひずみ並びに面外せん断力に対する評価において、発生値に対する許容値の割合が最小となる要素とする。

選定した要素の位置を図 3-1-22 に、評価結果を表 3-1-23 に示す。

S s 地震時における水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおいて、水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する評価結果と水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する評価結果を比較すると、水平 2 方向の地震力の影響により発生値は増加傾向にあり、一部最大となる要素が変わるものもあるが、軸力及び曲げモーメントによる鉄筋及びコンクリートのひずみ並びに面外せん断応力度が、各許容値を超えないことを確認した。



(a) 主筋



(b) せん断補強筋

図 3-1-21 配筋領域図

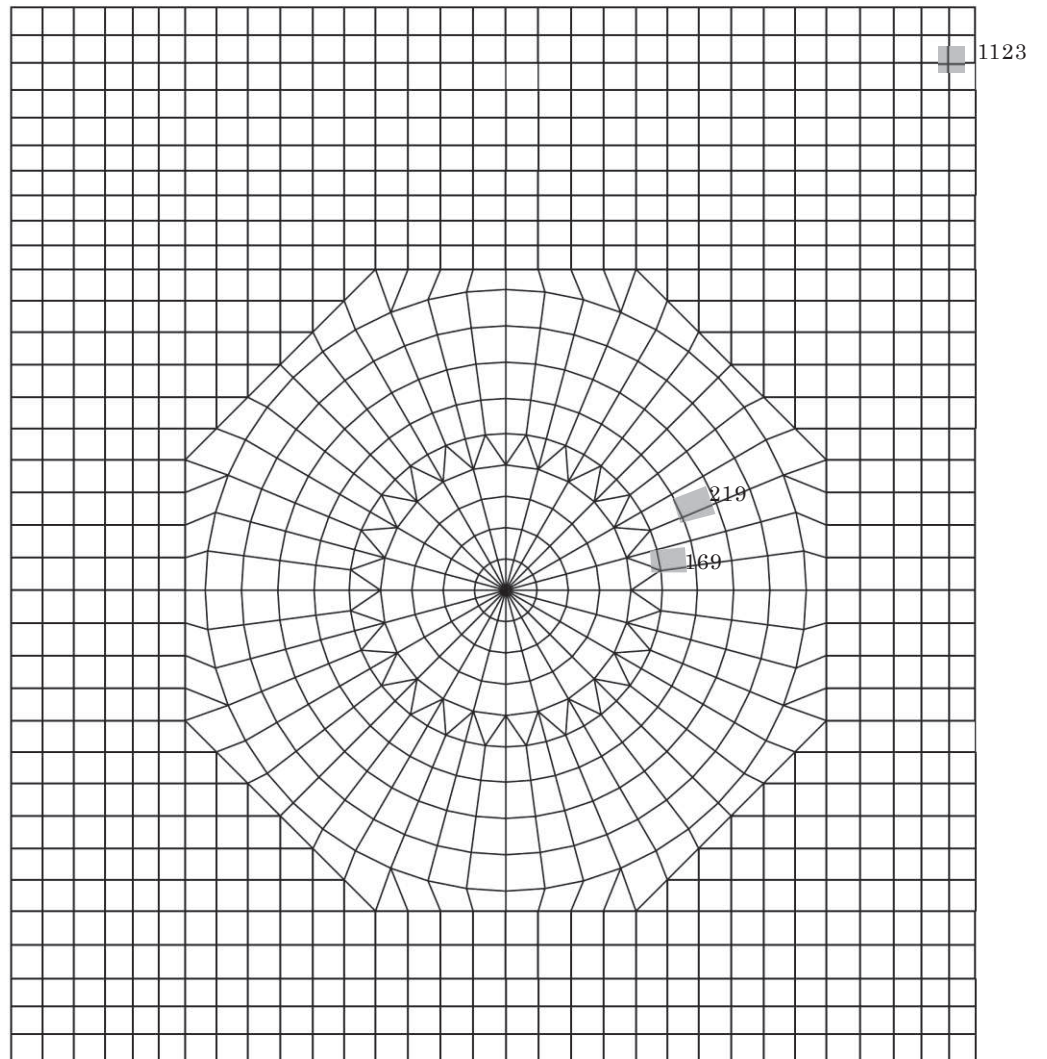
表 3-1-22 配筋一覧

(a) 主筋

領域	上ば筋		下ば筋	
	方向	配筋	方向	配筋
A	NS	2-D38@200	NS	2-D38@200
	EW	2-D38@200	EW	2-D38@200
B	NS	2-D38@200	NS	2-D38@200
	EW	2-D38@200	EW	2-D38@200
	放射	3×54-D38	放射	5×54-D38
C	放射	3×54-D38	放射	5×54-D38
	円周	2-D38@200 + D38@400	円周	2-D38@200 + 3-D38@400
D	放射	3×108-D38	放射	5×108-D38
	円周	2-D38@200 + D38@400	円周	2-D38@200 + 3-D38@400
E	放射	3×216-D38	放射	5×216-D38
	円周	2-D38@200 + D38@400	円周	2-D38@200 + 3-D38@400
F	放射	3×432-D38	放射	5×432-D38
	円周	2-D38@200 + D38@400	円周	2-D38@200 + 3-D38@400
G	放射	3×864-D38	放射	5×864-D38
	円周	2-D38@200 + D38@400	円周	2-D38@200 + 3-D38@400
H	NS	2-D38@200	NS	3-D38@200 + D38@400
	EW	2-D38@200	EW	3-D38@200 + D38@400

(b) せん断補強筋

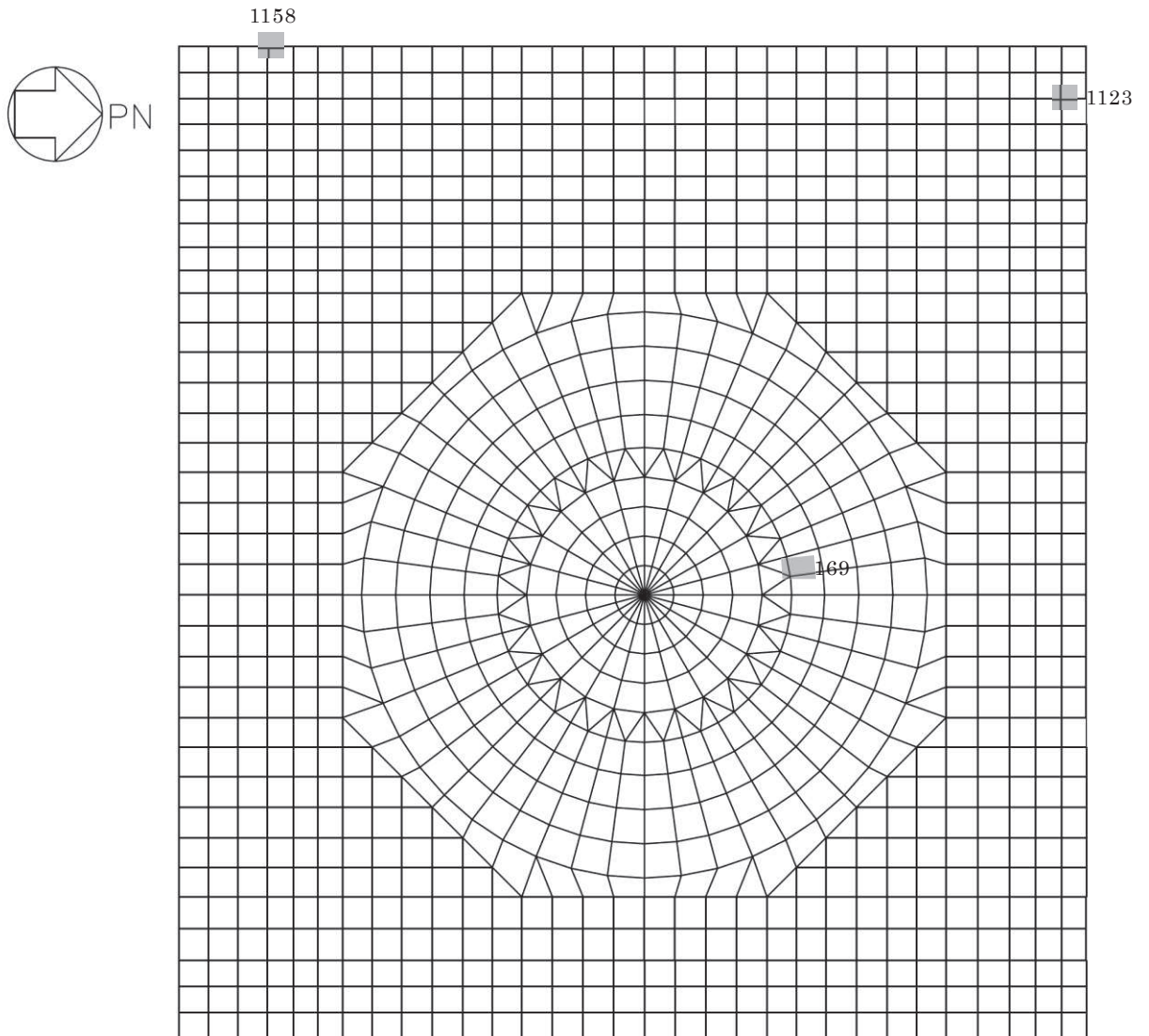
領域	配筋
a	D32@400×108/周



注：数字は要素番号を示す。

(a) 水平 2 方向

図 3-1-22 選定した要素の位置 S s 地震時 (1/2)



注：数字は要素番号を示す。

(b) 水平 1 方向

図 3-1-22 選定した要素の位置 S s 地震時 (2/2)

表 3-1-23 周辺部基礎の評価結果 S s 地震時

(a) 水平 2 方向

評価項目		方向	要素 番号	組合せ ケース	発生値	許容値
軸力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	EW	1123	3-11	1.16	3.00
	鉄筋圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	放射	169	3-9	0.832	5.00
面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	放射	219	3-9	2.12*	2.13

注記*：応力の再分配等を考慮して、応力平均化を行った結果。

(b) 水平 1 方向

評価項目		方向	要素 番号	組合せ ケース	発生値	許容値
軸力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	EW	1123	1-6	0.766	3.00
	鉄筋圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	放射	169	1-2	0.488	5.00
面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	NS	1158	1-4	2.36	2.42

(8) 検討のまとめ

矩形の基礎は、直交する水平 2 方向の荷重が隅部に応力集中する可能性があることから、原子炉建屋基礎版について、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対して、3 次元 FEM モデルを用いた応力解析を実施した。

検討の結果、水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する評価結果と水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する評価結果を比較すると、水平 2 方向の地震力の影響により発生値は増加傾向にあり、一部最大となる要素位置が変わるものもあるが、軸力及び曲げモーメントによる鉄筋及びコンクリートのひずみ並びに面外せん断応力度が、各許容値を超えないことを確認した。

以上のことから、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対し、原子炉建屋基礎版が有する耐震性への影響はないことを確認した。

3.2 機器・配管系

3.2.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方

機器・配管系における従来の水平方向及び鉛直方向の組合せによる設計手法では、建物・構築物の振動特性を考慮し、変形するモードが支配的となり応答が大きくなる方向（応答軸方向）に基準地震動を入力して得られる各方向の地震力（床応答）を用いている。

応答軸（強軸・弱軸）が明確となっている設備の耐震評価においては、水平各方向の地震力を包絡し、変形モードが支配的となる応答軸方向に入力するなど、従来評価において保守的な取り扱いを基本としている。

一方、応答軸が明確となっていない設備で3次元的な広がりを持つ設備の耐震評価においては、基本的に3次元のモデル化を行っており、建物・構築物の応答軸方向の地震力をそれぞれ入力し、この入力により算定される荷重や応力のうち大きい方を用いて評価を実施している。設備配置及び応答軸の概念図を図3-2-1に示す。

さらに、応答軸以外の振動モードが生じにくい構造の採用、応答軸以外の振動モードが生じにくいサポート設計の採用といった構造上の配慮など、水平方向の入力に対して配慮した設計としている。

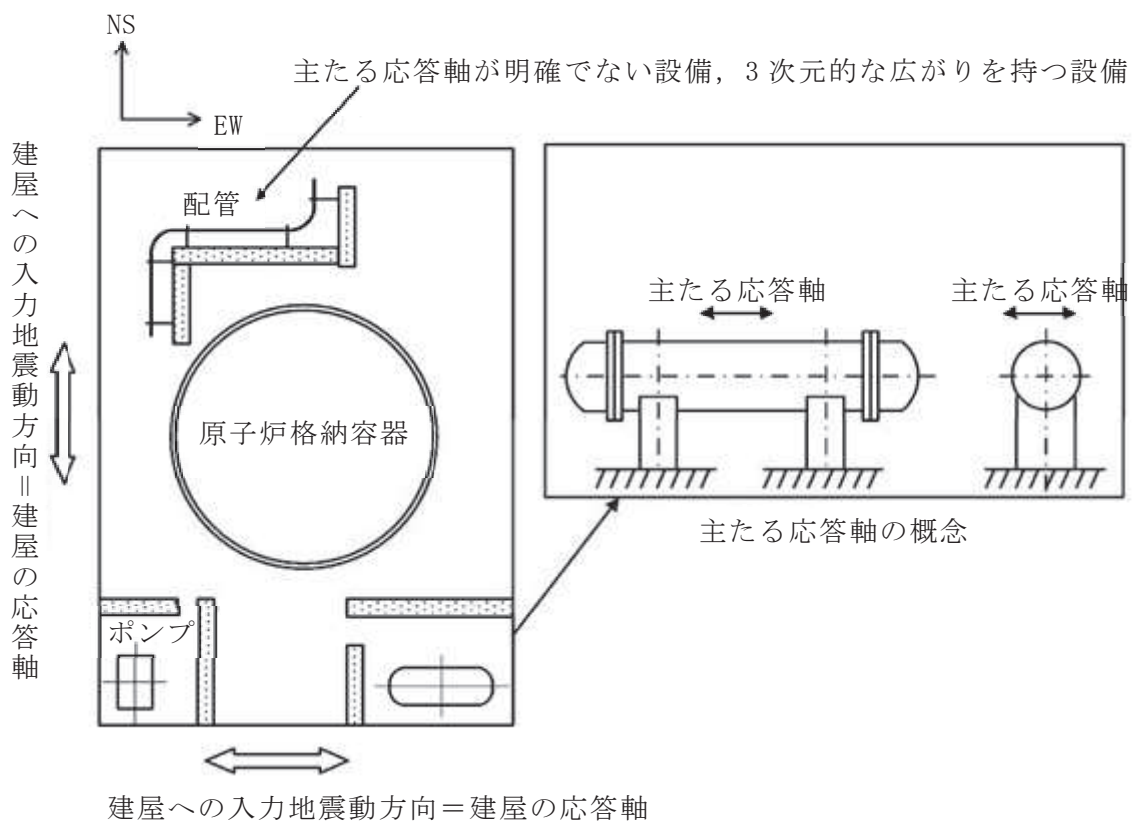


図 3-2-1 設備配置及び応答軸の概念図

3.2.2 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

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、常設重大事故緩和設備、常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）又は常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）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をもとに荷重の伝達方向、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がある設備（部位）を抽出する。

構造上の特徴により影響の可能性がある設備（部位）は、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せ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のない設備とし、評価対象として抽出せず、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 $S_s - D1 \sim D3$ 、 $S_s - F1 \sim F3$ 及び $S_s - N1$ 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。

スロッシング評価については、水平2方向の影響が考えられることから、水平2方向による影響を確認する。使用済燃料プール等のスロッシングによる溢水量評価は、添付書類「VI-1-1-8-4 溢水影響に関する評価」に記載のとおり、水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた場合の溢水量として、保守的に水平1方向+鉛直方向の溢水量に、直交する水平1方向+鉛直方向の溢水量を足し合せ、影響を確認している。

3.2.3 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せ影響評価方法

機器・配管系において、水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮した評価又は水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せで評価した上で、その計算結果に基づき水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響の可能性のある設備を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図3-2-2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。）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、常設重大事故緩和設備、常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）又は常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）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、機種ごとに分類し整理する。（図3-2-2①）

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、若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のある設備を抽出する（図3-2-2②）。

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のある設備に対して、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造物の検討により、機器・配管系への

影響の可能性の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 3-2-2③）。

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、設備が有する耐震性への影響を確認する（図 3-2-2④）。

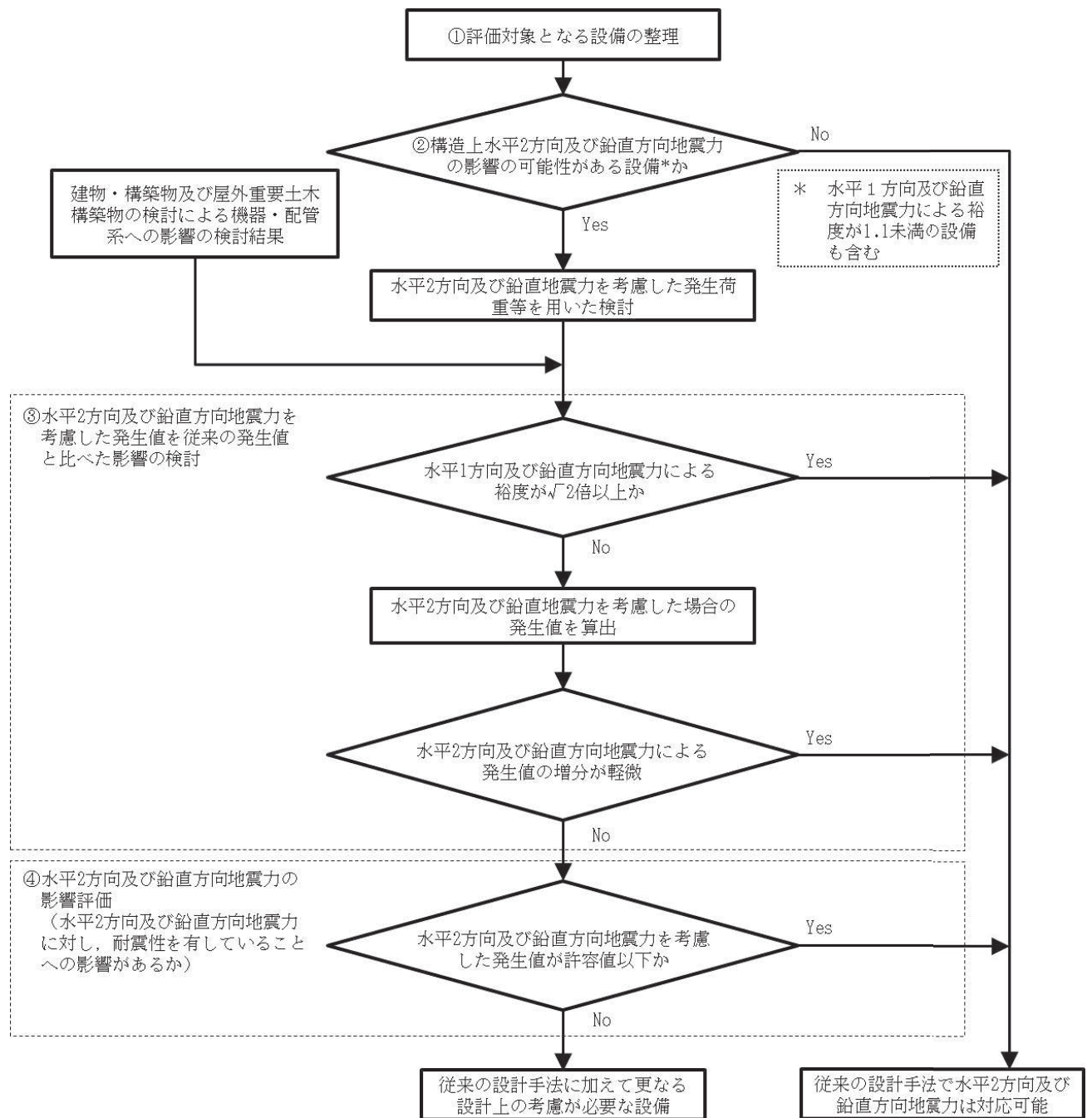


図 3-2-2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価フロー（機器・配管系）

3.2.4 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3-2-1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方向の地震力が重畳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方向の地震力が重畳する観点

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畳した場合、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

制御棒・破損燃料貯蔵ラックのサポートや横置き of 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性状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。その他の設備についても同様の理由から水平1方向の地震力しか負担しないものを分類した。

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を分類した。

- 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いえるもの

原子炉圧力容器スタビライザ及び原子炉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、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。その他の設備についても、同様の理由から水平 2 方向の地震力を組み合わせても 1 方向の地震による応力と同様のものと分類した（別紙 1 参照）。

- D. 従来評価において、保守性（水平 2 方向の考慮を含む）を考慮した評価を行っているもの

蒸気乾燥器支持ブラケットは、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。その他の設備についても、同様の理由から従来評価にて保守性を考慮しており、水平 2 方向の影響を考慮しても影響がないものを分類した。

- (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有意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発生しない。

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。

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モード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設備はなかった。

(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), (2) におい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を比較し、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。別紙 4.5 に対象の考え方を示し、別紙 4.1 表 1 に (1), (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」を参考として最大応答の非同時性を考慮した SRSS 法により組み合わせ、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組み合わせた後、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、上記組合せによる発生値を設計荷重が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。

3.2.5 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価部位の抽出結果

3.2.4 項(1)及び(2)による影響を整理した結果を別紙 4.1 に、3.2.4 項(3)による影響を整理した結果を別紙 4.2 に示す。なお、別紙 4.2 では、別紙 4.1 にて影響ありとされた設備、又は裕度が 1.1 未満の設備を抽出して記載しているが、応答軸が明確な設備については耐震性への影響が懸念されないものとして整理している。また、水平 2 方向の地震力を組み合わせる場合、発生応力は最大応答の非同時性を考慮した SRSS 法では最大 $\sqrt{2}$ 倍、組合せ係数法で最大 1.4 倍となるため、裕度（許容応力／発生応力）が $\sqrt{2}$ 以上ある設備については、水平 2 方向の地震力による影響の評価は不要とし、別紙 4.2 で裕度が $\sqrt{2}$ 以上あるか確認している。

3.2.6 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価

別紙4.1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「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 of 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。

水平2方向発生値

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

- ・水平1方向と鉛直方向の地震力を組み合わせたうえ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。

水平2方向発生値

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

- ・水平方向を包絡した地震力と鉛直方向地震力を組み合わせたうえ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。

水平2方向発生値

$$= \sqrt{(\text{水平方向包絡+鉛直方向地震力による発生値})^2 + (\text{水平方向包絡+鉛直方向地震力による発生値})^2}$$

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。

3.2.7 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響評価結果

別紙 4.2 において水平 2 方向での発生値の増分の影響が無視できないと整理した設備について、3.2.6 項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）ごとに示し、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。

3.2.8 まとめ

機器・配管系において、水平 2 方向の地震力の影響を受ける可能性がある設備（部位）について、従来設計手法における保守性も考慮した上で抽出し、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影響を評価した。その結果、従来設計の発生値を超えて耐震性への影響が懸念される設備については、水平 2 方向及び鉛直方向地震力を想定した発生値が許容値を満足し、設備が有する耐震性に影響のないことを確認した。

本影響評価は、水平 2 方向及び鉛直方向地震力により設備が有する耐震性への影響を確認することを目的としている。そのため、従来設計の発生値をそのまま用いて水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せを評価しており、以下に示す保守側となる要因を含んでいる。

- ・従来設計の発生値（水平 1 方向及び鉛直方向地震力による応力成分と圧力等の地震以外の応力成分の組合せ）に対して、係数（ $\sqrt{2}$ ）を乗じて水平 2 方向及び鉛直方向地震力を想定した発生値として算出しているため、係数を乗じる必要のない鉛直方向地震力による応力成分と圧力等の地震以外の応力成分についても係数を乗じている。
- ・従来設計において水平各方向を包絡した床応答曲線を各方向に入力している設備は各方向の大きい方の地震力が水平 2 方向に働くことを想定した発生値として算出している。

以上のことから、水平 2 方向及び鉛直方向地震力については、機器・配管系が有する耐震性に影響がないことを確認した。

表3-2-1 水平2方向入力の影響検討対象設備 (1/15)

設備		部位
燃料集合体		燃料被覆管
炉心支持構造物	炉心シュラウド	上部胴
		中間胴
		下部胴
		上部格子板支持面
		炉心支持板支持面
		上部サポート支持面
	シュラウドサポート	レグ
		シリンダ
		プレート
		下部胴
		プレートのトグル支持面
	炉心シュラウド支持ロッド	上部サポート
		上部タイロッド
		下部タイロッド
		トグルクレビス
		トグルピン
	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	胴板
		上部ウェッジ支持面
		下部スタビライザ支持面
	下部鏡板	下部鏡板
	制御棒駆動機構ハウジング貫通孔	ハウジング
		スタブチューブ
		下部鏡板リガメント
ノズル	各部位	

表3-2-1 水平2方向入力の影響検討対象設備 (2/15)

設備		部位
原子炉圧力容器	ブラケット類	原子炉圧力容器スタビライザブラケット
		蒸気乾燥器支持ブラケット
		給水スパーチャブラケット
		炉心スプレイブラケット
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	ロッド
		ブラケット
	原子炉格納容器スタビライザ	パイプ
		ガセットプレート
		内側メイルシヤラグ
	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
		ブラケット
スプライスプレート		
原子炉圧力容器内部構造物	蒸気乾燥器	ユニットサポート
		耐震用ブロック溶接部
	気水分離器及びスタンドパイプ	スタンドパイプ
	シュラウドヘッド	シュラウドヘッド
	ジェットポンプ	ライザ
		ディフューザ
		ライザプレース
スパーチャ	各部位	
原子炉内配管		
中性子束計測案内管	中性子束計測案内管下部	
使用済燃料貯蔵ラック	角管	
	補強板	
	燃料支持板	
	ベース	
	基礎ボルト	

表3-2-1 水平2方向入力の影響検討対象設備 (3/15)

設備	部位
制御棒・破損燃料貯蔵ラック	ラック部材
	支持ビーム部材
	ラック基礎ボルト
	支持ビーム基礎ボルト
使用済燃料プール水位／温度（ガイドパルス式）	検出器
	基礎ボルト
使用済燃料プール水位／温度（ヒートサーモ式）	基礎ボルト
	検出器架台
	保護管
	ワーキングテーブルラグ
燃料プール冷却浄化系熱交換器	胴板
	脚
	基礎ボルト
燃料プール冷却浄化系ポンプ	基礎ボルト
	ポンプ取付ボルト
	原動機取付ボルト
使用済燃料プール監視カメラ	基礎ボルト
	取付ボルト
主蒸気逃がし安全弁逃がし弁機能用アキュムレータ	ラグ
	ボルト
	H形鋼
主蒸気逃がし安全弁自動減圧機能用アキュムレータ	ラグ
	ボルト
	H形鋼
残留熱除去系熱交換器	胴板
	脚
	基礎ボルト
残留熱除去系ポンプ	バレルケーシング
	コラムパイプ
	基礎ボルト
	ポンプ取付ボルト
	原動機台取付ボルト
	原動機取付ボルト

表3-2-1 水平2方向入力の影響検討対象設備 (4/15)

設備	部位
ECCS ストレーナ	アウタージャケット
	フランジプレート
	多孔プレート (ディスクシート)
	多孔プレート (ポケットシート)
	多孔プレート (フロントシート)
	フランジ
	ボルト
ストレーナ部ティー	ティー
高圧炉心スプレイ系ポンプ	バレルケーシング
	コラムパイプ
	基礎ボルト
	ポンプ取付ボルト
	原動機台取付ボルト
	原動機取付ボルト
低圧炉心スプレイ系ポンプ	バレルケーシング
	コラムパイプ
	基礎ボルト
	ポンプ取付ボルト
	原動機台取付ボルト
	原動機取付ボルト
高圧代替注水系タービンポンプ	基礎ボルト
	ポンプ取付ボルト
直流駆動低圧注水系ポンプ	基礎ボルト
	ポンプ取付ボルト
	原動機取付ボルト
原子炉隔離時冷却系ポンプ	基礎ボルト
	ポンプ取付ボルト
原子炉隔離時冷却系ポンプ駆動用タービン	基礎ボルト
	タービン取付ボルト
復水移送ポンプ	基礎ボルト
	ポンプ取付ボルト
	原動機取付ボルト

表 3-2-1 水平 2 方向入力の影響検討対象設備 (5/15)

設備	部位
復水貯蔵タンク	胴板
	基礎ボルト
原子炉補機冷却水系熱交換器	胴板
	脚
	基礎ボルト
原子炉補機冷却水ポンプ	基礎ボルト
	ポンプ取付ボルト
	原動機取付ボルト
原子炉補機冷却海水ポンプ	コラムパイプ
	基礎ボルト
	ポンプ取付ボルト
	原動機取付ボルト
	中間支持台基礎ボルト
原子炉補機冷却水サージタンク	胴板
	基礎ボルト
原子炉補機冷却海水系ストレーナ	胴板
	脚
	基礎ボルト
高圧炉心スプレイ補機冷却水系熱交換器	胴板
	脚
	基礎ボルト
高圧炉心スプレイ補機冷却水ポンプ	基礎ボルト
	ポンプ取付ボルト
	原動機取付ボルト
高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ	コラムパイプ
	基礎ボルト
	ポンプ取付ボルト
	原動機取付ボルト
	中間支持台基礎ボルト
高圧炉心スプレイ補機冷却水サージタンク	胴板
	基礎ボルト
制御棒駆動機構	フランジ

表 3-2-1 水平 2 方向入力の影響検討対象設備 (6/15)

設備	部位
水圧制御ユニット	フレーム
	取付ボルト
ほう酸水注入系ポンプ	基礎ボルト
	ポンプ取付ボルト
	減速機取付ボルト
	原動機取付ボルト
ほう酸水注入系貯蔵タンク	胴板
	基礎ボルト
起動領域モニタ	ドライチューブ
出力領域モニタ	カバーチューブ
	校正用導管
伝送器 (矩形床置)	基礎ボルト
	取付ボルト
	溶接部
伝送器 (矩形壁掛)	基礎ボルト
	取付ボルト
	溶接部
盤 (矩形床置)	基礎ボルト
	取付ボルト
盤 (矩形壁掛)	取付ボルト
衛星電話設備 (屋外アンテナ) (中央制御室)	基礎ボルト
衛星電話設備 (屋外アンテナ) (緊急時対策所)	基礎ボルト
無線連絡設備 (屋外アンテナ) (中央制御室)	基礎ボルト
無線連絡設備 (屋外アンテナ) (緊急時対策所)	基礎ボルト
安全パラメータ表示システム (SPDS) 無線通信用アンテナ	基礎ボルト
統合原子力防災ネットワーク設備衛星アンテナ	基礎ボルト

表 3-2-1 水平 2 方向入力の影響検討対象設備 (7/15)

設備	部位
ダクト本体, サポート	ダクト本体 (矩形)
	ダクト本体 (円形)
	サポート
中央制御室送風機	基礎ボルト
	原動機取付ボルト
中央制御室排風機	基礎ボルト
	原動機取付ボルト
中央制御室再循環送風機	基礎ボルト
	原動機取付ボルト
中央制御室再循環フィルタ装置	基礎ボルト
緊急時対策所非常用送風機	基礎ボルト
	原動機取付ボルト
緊急時対策所非常用フィルタ装置	基礎ボルト
	取付ボルト
差圧計 (中央制御室待避所用)	基礎ボルト
差圧計 (緊急時対策所用)	基礎ボルト
ドライウエル	上鏡球形部
	上鏡球形部と上鏡ナックル部の接合部
	円筒部と上フランジの接合部
	下フランジと円筒部の接合部
	円筒部とナックル部の接合部
	ナックル部と上部球形部の接合部
ドライウエル	ドライウエルスプレイ管取付部
	上部球形部と円筒部の接合部
	円筒部中心部
	円筒部と下鏡の接合部
	サンドクッション部
ドライウエルベント開口部	ベントノズル円すい部
	ドライウエルベント開口部
サプレッションチェンバ	胴中央部外側
	胴中央部底部
	胴中央部内側

表 3-2-1 水平 2 方向入力の影響検討対象設備 (8/15)

設備	部位
サプレッションチェンバ	胴中央部頂部
	胴エビ継手部外側
	胴エビ継手部底部
	胴エビ継手部内側
	胴エビ継手部頂部
	内側ボックスサポート取付部
	外側ボックスサポート取付部
原子炉格納容器シヤラグ	内側フィメールシヤラグ本体 (溶接部)
	内側フィメールシヤラグ取付部 (溶接部)
	外側メイルシヤラグ取付部 (溶接部)
	外側メイルシヤラグ本体
	外側フィメールシヤラグ本体 (溶接部)
	外側フィメールシヤラグ本体
	外側フィメールシヤラグベースプレート
	外側フィメールシヤラグ基礎ボルト
	外側フィメールシヤラグ本体 (溶接部)
	コンクリート
	シヤラグ取付部
ボックスサポート	ボックスプレート
	ボックスプレート取付部
	ボックスプレート (上側) 取付部
	フランジプレートとシヤラグ接触部
	シヤラグ取付部
	基礎ボルト
	フランジプレート
	フランジプレート (外側)
	ベースプレート
	シヤコネクタ取付部
	コンクリート (ベースプレート下面)
	コンクリート (シヤコネクタ (外側) 側面)
	コンクリート (シヤプレート上面)
	パッド取付部

表 3-2-1 水平 2 方向入力の影響検討対象設備 (9/15)

設備		部位
原子炉格納容器	機器搬出入用ハッチ	機器搬出入用ハッチ取付部
	逃がし安全弁搬出入口	逃がし安全弁搬出入口取付部
	制御棒駆動機構搬出入口	制御棒駆動機構搬出入口取付部
	サプレッションチェンバ出入口	サプレッションチェンバ出入口円筒胴
		サプレッションチェンバ出入口取付部
	所員用エアロック	所員用エアロック取付部
	原子炉格納容器配管貫通部	貫通部管台取付部
		貫通部管台
原子炉格納容器電気配線貫通部	フランジとスリーブの継手	
	フランジとアダプタの継手	
	アダプタとヘッダの継手	
ダウンカム	ダウンカム (一般部)	
	ダウンカム (一般部以外)	
ベント管	ベント管 (一般部)	
	ベント管 (一般部以外)	
	真空破壊装置スリーブ	
ベント管ベローズ	ベント管ベローズ	
ベントヘッド	ベントヘッド (一般部)	
	ベントヘッド (一般部以外)	
	ベントヘッドサポート (下側)	
	ピン (下側)	
	エンドプレート (下側)	
	ベントヘッドサポート (上側)	
	ピン (上側)	
	エンドプレート (上側)	
サプレッションチェンバスプレイ管	スプレイ管	
	スプレイ管とスプレイ管案内管との接続部	
代替循環冷却ポンプ	基礎ボルト	
	ポンプ取付ボルト	
	原動機取付ボルト	
非常用ガス処理系空気乾燥装置	基礎ボルト	
	スライドボルト	
	固定ボルト	

表 3-2-1 水平 2 方向入力の影響検討対象設備 (10/15)

設備	部位
非常用ガス処理系排風機	基礎ボルト
	排風機取付ボルト
	原動機取付ボルト
非常用ガス処理系フィルタ装置	基礎ボルト
	スライドボルト
	固定ボルト
原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置	内梁
	門ピン
	丁番ブラケット
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
可燃性ガス濃度制御系再結合装置	基礎ボルト
静的触媒式水素再結合装置 (その 1)	静的触媒式水素再結合装置本体
	架台
	取付ボルト
	基礎ボルト
静的触媒式水素再結合装置 (その 2)	静的触媒式水素再結合装置本体
	架台
	取付ボルト
	基礎ボルト
フィルタ装置	胴板
	ラグ
	基礎ボルト
非常用ディーゼル発電設備 機関	基礎ボルト
非常用ディーゼル発電設備 発電機	基礎ボルト
	固定子取付ボルト
	軸受台取付ボルト
非常用ディーゼル発電設備 空気だめ	胴板
	スカート
	基礎ボルト
非常用ディーゼル発電設備 燃料デイトンク	胴板
	スカート
	基礎ボルト

表 3-2-1 水平 2 方向入力の影響検討対象設備 (11/15)

設備	部位
非常用ディーゼル発電設備 燃料移送ポンプ	基礎ボルト
	ポンプ取付ボルト
	原動機取付ボルト
非常用ディーゼル発電設備 制御盤	取付ボルト
高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備 機関	基礎ボルト
	機関取付ボルト
高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備 発電機	基礎ボルト
	固定子取付ボルト
	機関側軸受台取付ボルト
	反機関側軸受台取付ボルト
高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備 空気だめ	胴板
	スカート
	基礎ボルト
高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備 燃料デイトンク	胴板
	スカート
	基礎ボルト
高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備 燃料移送ポンプ	基礎ボルト
	ポンプ取付ボルト
	原動機取付ボルト
軽油タンク	胴板
	脚
	基礎ボルト
高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備 制御盤	取付ボルト
ガスタービン発電設備 機関・発電機	取付ボルト
	発電機車フレーム
	制御車フレーム
ガスタービン発電設備 燃料移送ポンプ	基礎ボルト
	ポンプ取付ボルト
	原動機取付ボルト
ガスタービン発電設備 軽油タンク	胴板
	脚
	基礎ボルト

表 3-2-1 水平 2 方向入力の影響検討対象設備 (12/15)

設備	部位
ガスタービン発電設備 燃料小出槽	胴板
	取付ボルト
	架台取付ボルト
ガスタービン発電設備 制御盤	取付ボルト
緊急時対策所軽油タンク	胴板
	スカート
	基礎ボルト
無停電交流電源用静止形 無停電電源装置	取付ボルト
蓄電池	基礎ボルト
	取付ボルト
配管本体, サポート	配管, サポート
逆流防止設備	扉体
	固定部
	漂流物防護工
浸水防止蓋	浸水防止蓋
	固定ボルト
浸水防止壁	浸水防止壁
	基礎ボルト
逆止弁付ファンネル	弁本体
	弁体
貫通部止水処置	モルタル
堰	止水板
	梁材
	柱材
	アンカーボルト
津波監視カメラ (原子炉建屋屋上)	基礎ボルト
津波監視カメラ (防潮堤)	基礎ボルト
津波監視設備制御盤	基礎ボルト
取水ピット水位計 (バブラー管)	基礎ボルト
	取付ボルト

表 3-2-1 水平 2 方向入力の影響検討対象設備 (13/15)

設備	部位
取水ピット水位計 (アキュムレータ)	胴板
	スカート
	基礎ボルト
取水ピット水位計 (検出器)	基礎ボルト
	取付ボルト
取水ピット水位計 (ボンベラック)	フレーム
	溶接部
	取付ボルト
原子炉本体の基礎	内筒
	外筒
	縦リブ
	アンカボルト
	スカートフランジ
	CRD 開口まわり
海水ポンプ室門型クレーン	ガーダ
	剛脚
	揺脚
	下部連結材 (剛脚側)
	下部連結材 (揺脚側)
	脱線防止装置
	トロリストッパ
	クレーン本体 トロリ
吊具	
竜巻防護ネット	大梁
	フレーム
	ゴム支承
	取付ボルト
	基礎ボルト
	可動支承
	フレームの移動量

表 3-2-1 水平 2 方向入力の影響検討対象設備 (14/15)

設備	部位
ほう酸水注入系テストタンク	胴板
	脚
	基礎ボルト
原子炉建屋クレーン	クレーン本体ガード
	脱線防止ラグ
	トロリストoppa
	トロリ
	吊具
燃料交換機	構造物フレーム
	ブリッジ転倒防止装置
	走行レール
	トロリ転倒防止装置
	横行レール
	吊具
原子炉しゃへい壁	一般胴部
	開口集中部
原子炉ウェルカバー	本体
	支持部
耐火隔壁	フレーム部材
	基礎ボルト
制御棒貯蔵ラック	上部枠
	コラム
	補強板
	ブレース
	ベース
	基礎ボルト
制御棒貯蔵ハンガ	ハンガ部
	支持ビーム
	振れ止め
	基礎ボルト

表 3-2-1 水平 2 方向入力の影響検討対象設備 (15/15)

設備	部位
CRD 自動交換機	構造物フレーム
	旋回用レール
	固定用サポート (上部) 固定ピン
	固定用サポート (上部) 取付ボルト
	固定用サポート (下部) 固定ピン
	固定用サポート (下部) 取付ボルト
地下水位低下設備揚水ポンプ	基礎ボルト
地下水位低下設備水位計	溶接部
地下水位低下設備制御盤	フレーム
	器具取付板
	盤取付板
	据付架台
	盤取付ボルト
地下水位低下設備電源盤	基礎ボルト
	フレーム
	器具取付板
	筐体
	据付架台
	盤取付ボルト
	基礎ボルト

3.3 屋外重要土木構造物

3.3.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方

一般的な地上構造物では、躯体の慣性力が主たる荷重であるのに対し、屋外重要土木構造物はおおむね地中に埋設されているため、動土圧や動水圧等の外力が主たる荷重となる。屋外重要土木構造物のうち、比較的単純な構造部材の配置で構成され、ほぼ同一の断面が奥行方向に連続する構造的特徴を有する構造物（以下「線状構造物」という。）は、3次元的な応答の影響は小さいため、2次元断面での耐震評価を行っている。

線状構造物の代表として、取水路を例として従来設計手法の考え方を表3-3-1に示す。線状構造物は、主に海水の通水機能や配管等の間接支持機能を維持するため、通水方向や管軸方向に対して空間を保持できるように構造部材が配置されることから、構造上の特徴として、明確な弱軸、強軸を有する。

強軸方向の地震時挙動は、弱軸方向に対して顕著な影響を及ぼさないことから、従来設計手法では、弱軸方向を評価対象断面として、耐震設計上求められる水平1方向及び鉛直方向地震力による耐震評価を実施している。

図3-3-1に示すとおり、線状構造物に関する従来設計手法では、構造上の特徴から、評価対象断面となる弱軸方向の地震荷重に対して、保守的に加振方向に平行な壁部材を見込まない設計をしている。

一方、断面が奥行方向に一様ではなく、妻壁や隔壁を有する3次元的な構造を耐震設計にて考慮すべき構造物（以下「箱形構造物」という。）では、3次元モデルにより耐震評価を行っている。

箱形構造物の代表として、ガスタービン発電設備軽油タンク室を例として従来設計手法の考え方を表3-3-2に示す。箱形構造物のうち、矩形の構造物については、加振方向に対して、耐震設計上見込むことができる平行な壁部材の配置や壁部材の間隔により弱軸方向が明確であることから、弱軸方向を評価対象としている。また、円筒形の遮蔽壁を有する復水貯蔵タンク基礎については、弱軸及び強軸方向が明確ではないことから、従来設計では、両方向ともに評価対象としている。

図3-3-2に示すとおり、複雑な形状を有する箱形構造物に対して、3次元モデルを用いることにより、加振方向に平行な壁部材が地震時の応答に与える影響を考慮して耐震評価を実施している。

表3-3-1 従来設計手法における評価対象断面の考え方（取水路の例）

	横断方向の加振	縦断方向の加振
従来設計の評価対象断面の考え方	<p>取水方向</p> <p>加振方向</p> <p>加振方向に平行な壁部材がない。</p>	<p>取水方向</p> <p>加振方向</p> <p>加振方向に平行な側壁材及び隔壁を震設計上見込むことができる。</p>
	<ul style="list-style-type: none"> 横断方向は、加振方向に平行な壁部材がないため、弱軸方向にあたる。 	<ul style="list-style-type: none"> 縦断方向は、加振方向に平行な側壁及び隔壁を耐震設計上見込むことができ、強軸方向にあたる。
<ul style="list-style-type: none"> 強軸方向の地震時挙動は、弱軸方向に対して顕著な影響を及ぼさない。 弱軸方向を評価対象断面とする。 		

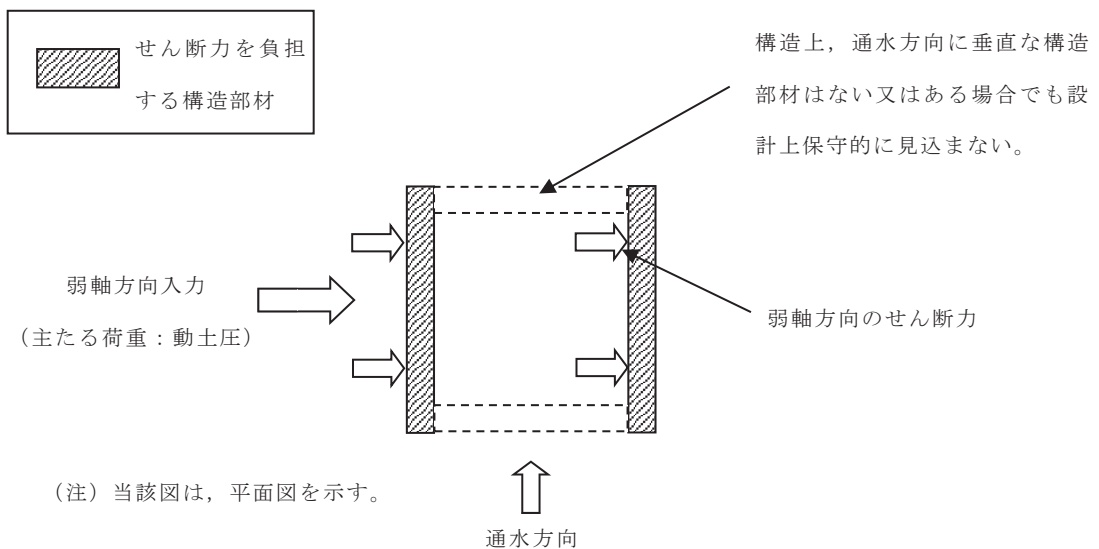


図3-3-1 線状構造物の従来設計手法の考え方

表3-3-2 従来設計手法における評価対象断面の考え方
(ガスタービン発電設備軽油タンク室の例)

	東西方向の加振	南北方向の加振
従来設計 の評価対 象断面の 考え方	<p>構造が奥行方向に一樣ではなく、耐震設計上見込むことができる、加振方向に平行な側壁が存在するが、設置個所は限定される。</p>	<p>耐震設計上見込むことができる、加振方向に平行な妻壁及び隔壁が多数配置されている。</p>
	<ul style="list-style-type: none"> 東西方向は、加振方向に平行な壁部材の設置個所が限定されるため弱軸方向にあたる。 	<ul style="list-style-type: none"> 南北方向は、加振方向に平行な側壁及び隔壁が多数配置されており、強軸方向にあたる。
	<ul style="list-style-type: none"> 妻壁や隔壁を有する3次元的な構造を耐震設計にて考慮する。 耐震設計にて考慮する加振方向に平行な壁部材の配置や間隔等から、弱軸となる方向を評価対象とする。 	

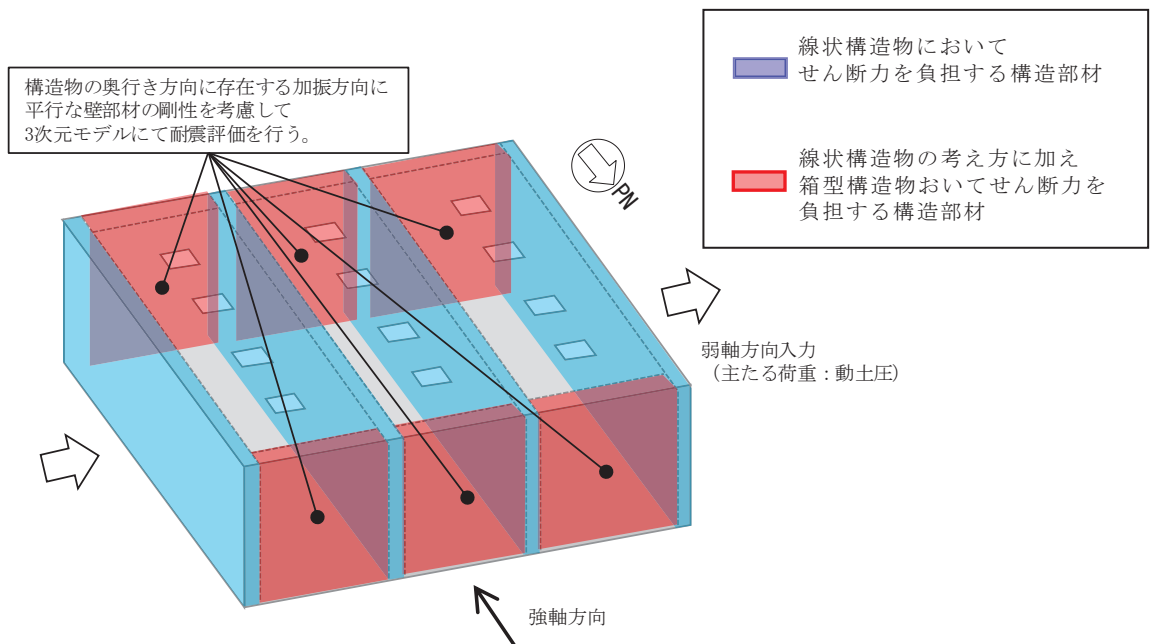


図3-3-2 箱形構造物の従来設計手法の考え方
(ガスタービン発電設備軽油タンク室の例)

3.3.2 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

屋外重要土木構造物において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した場合に影響を受ける可能性がある構造物の評価を行う。

評価対象は、屋外重要土木構造物等である、軽油タンク連絡ダクト、排気筒連絡ダクト、原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）、原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）、取水路（漸拡部）、取水路（標準部）、軽油タンク室、軽油タンク室(H)、海水ポンプ室、取水口、貯留堰、復水貯蔵タンク基礎、ガスタービン発電設備軽油タンク室及び第3号機海水ポンプ室とする。

屋外重要土木構造物を構造形式ごとに分類し、構造形式ごとに作用すると考えられる荷重を整理し、荷重が作用する構造部材の配置等から水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を受ける可能性のある構造物を抽出する。

箱形構造物は、加振方向に平行に配置される妻壁や隔壁を耐震部材として考慮して3次元モデルによる構造解析を実施している。これらの壁部材は、従来設計手法では主たる荷重としては面内の荷重に抵抗していたが、水平2方向の地震力に対しては、面外荷重の影響も受けることになる。また、従来より主に面外荷重に抵抗していた側壁等にも、直交する2方向の地震力の影響や、妻壁や隔壁の面外変形の影響が作用する。よって、箱形構造物については、加振方向に平行に配置された壁部材への影響等を確認するため、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価を実施することとする。

抽出された構造物については、従来設計手法での評価対象断面（弱軸方向）の地震応答解析に基づく構造部材の照査において、評価対象断面（弱軸方向）に直交する断面（強軸方向）の地震応答解析に基づく地震時荷重を適切に組み合わせることで、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる構造部材の発生応力等を算出し、構造物が有する耐震性への影響を確認する。

評価対象断面（弱軸方向）に直交する断面（強軸方向）の地震応答解析に基づく地震時荷重は、基準地震動 S_s による評価対象断面（弱軸方向）での地震時荷重算定時刻と同時刻の荷重を、位相の異なる地震動にて算出して用いることとする。

なお、部材が非線形化する可能性がある構造物においては、耐震要素として考慮される評価対象断面（弱軸方向）に平行な壁部材が、評価時刻に至るまでの荷重により受ける影響を考慮して水平2方向同時入力の影響を評価することとする。

構造物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。

3.3.3 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

屋外重要土木構造物において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せ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構造物について、構造形式及び作用荷重の観点から影響評価の対象とする構造物を抽出し、構造物が有する耐震性への影響を評価する。影響評価のフローを図3-3-3に示す。

(1) 水平2方向の地震力が重畳する観点

① 構造形式の分類

屋外重要土木構造物について、各構造物の構造上の特徴や従来設計手法の考え方を踏まえ、構造形式ごとに大別する。

② 従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の整理

従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重を抽出する。

③ 荷重の組合せによる応答特性が想定される構造形式の抽出

②で整理した荷重に対して、構造形式ごとにどのように作用するかを整理し、耐震性に与える影響程度を検討した上で、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定される構造形式を抽出する。

④ 従来設計手法における評価対象断面以外の3次元的な応答特性が想定される箇所

③で抽出されなかった構造形式について、従来設計手法における評価対象断面以外の箇所で、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響により3次元的な応答が想定される箇所を抽出する。

⑤ 従来設計手法の妥当性の確認

④で抽出された箇所が、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対して、従来設計手法における評価対象断面の耐震評価で満足できるか検討を行う。

(2) 影響評価手法

⑥ 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価

評価対象として抽出された構造物について、従来設計手法での評価対象断面（弱軸方向）の地震応答解析に基づく構造部材の照査において、評価対象断面（弱軸方向）に直交する断面（強軸方向）の地震応答解析に基づく地震時荷重を適切に組み合わせることで、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる構造部材の発

生応力を算出するとともに構造部材の設計上の許容値に対する評価を実施し、構造部材が有する耐震性への影響を確認する。

評価対象部位については、屋外重要土木構造物が明確な弱軸・強軸を示し、地震時における構造物のせん断変形方向が明確であることを考慮し、従来設計手法における評価対象断面（弱軸方向）における構造部材の耐震評価結果及び水平2方向の影響の程度を踏まえて選定する。

⑦ 機器・配管系への影響検討

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が確認された構造物が、耐震重要施設、常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備、常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）又は常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系の間接支持構造物である場合には、機器・配管系に対して、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響を確認する。

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響が確認された場合、機器・配管系の影響評価に反映する。

なお、④及び⑤の精査にて、屋外重要土木構造物の影響の観点から抽出されなかった部位であっても、地震応答解析結果から機器・配管系への影響の可能性が想定される部位については検討対象として抽出する。

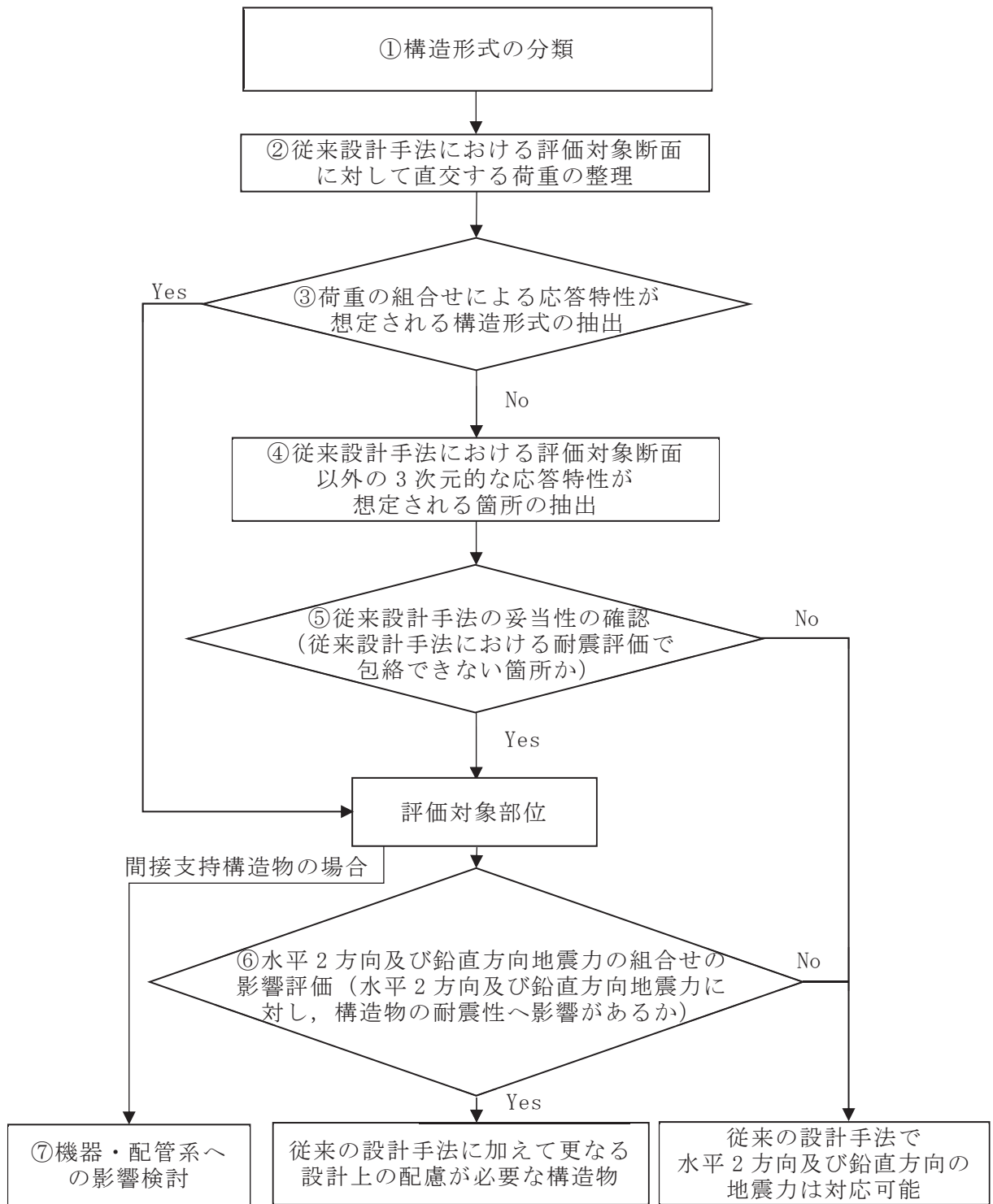


図 3-3-3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価のフロー

3.3.4 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出

(1) 構造形式の分類

図3-3-4に屋外重要土木構造物の配置図を示す。

その構造形式より1)軽油タンク連絡ダクト，排気筒連絡ダクト，原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部），原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部），取水路（漸拡部）及び取水路（標準部）のような「1)線状構造物」，2)軽油タンク室，軽油タンク室（H），海水ポンプ室，取水口，貯留堰，復水貯蔵タンク基礎，ガスタービン発電設備軽油タンク室及び第3号機海水ポンプ室のように加振方向に平行な妻壁や隔壁等の部材を有する「2)箱形構造物」の2つに大別される。

屋外重要土木構造物の構造形式を表3-3-3に示す。

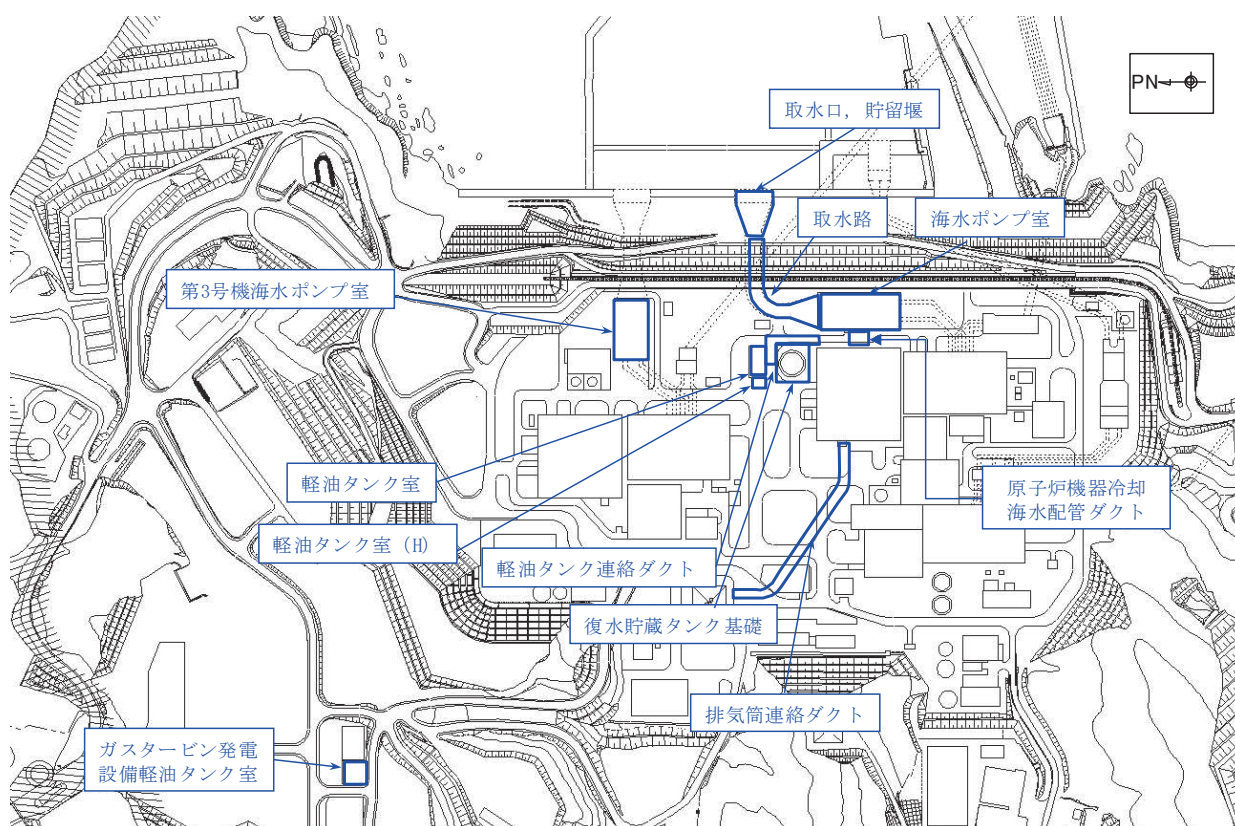


図 3-3-4 屋外重要土木構造物配置図

表3-3-3 屋外重要土木構造物等の構造形式

対象構造物	構造形式	
	1) 線状構造物	2) 箱形構造物
軽油タンク連絡ダクト	○	
排気筒連絡ダクト	○	
原子炉機器冷却海水配管 ダクト（水平部）	○	
原子炉機器冷却海水配管 ダクト（鉛直部）	○	
取水路（漸拡部）	○	
取水路（標準部）	○	
軽油タンク室		○
軽油タンク室（H）		○
海水ポンプ室		○
取水口，貯留堰		○
復水貯蔵タンク基礎		○
ガスタービン発電設備 軽油タンク室		○
第3号機海水ポンプ室		○

(2) 従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の整理

表3-3-4に従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重を示す。従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重として、動土圧及び動水圧、摩擦力、慣性力が挙げられる。

表3-3-4 従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重

作用荷重		作用荷重のイメージ
①動土圧及び動水圧	従来設計手法における評価対象断面に対して、平行に配置される構造部材に作用する動土圧及び動水圧	
②摩擦力	周辺の埋戻土と躯体間で生じる相対変位に伴い発生する摩擦力	
③慣性力	躯体に作用する慣性力	

注：当該図は、平面図を示す。

(3) 荷重の組合せによる応答特性が想定される構造形式の抽出

表3-3-5に、3.3.1(1)で整理した構造形式ごとに、3.3.1(2)で整理した荷重作用による影響程度を示す。

「1)線状構造物」、「2)箱形構造物」の地震時の挙動は、躯体が主に地中に埋設されることから、周辺地盤の挙動に大きく影響される。3.3.1(2)で整理した荷重のうち「②摩擦力」や「③慣性力」は、「①動土圧及び動水圧」と比較するとその影響は小さいことから、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響検討の対象とする構造物の抽出では、「①動土圧及び動水圧」による影響を考慮する。

「1)線状構造物」については、その構造上の特徴として、妻壁（評価対象断面に対して平行に配置される壁部材）等を有さない若しくは妻壁（小口）の面積が小さいことから、従来設計手法における評価対象断面に対して直交する「①動土圧及び動水圧」は作用しない。

「2)箱形構造物」は、妻壁等を有することから、従来設計手法における評価対象断面に対して直交する「①動土圧及び動水圧」が作用する。また、復水貯蔵タンク基礎の円筒形しゃへい壁については、図3-3-5に示すとおり、水平1方向への地震時荷重作用時と、水平2方向への地震時荷重作用時では、最大応力発生位置や応力値が異なる。

以上のことから、荷重の組合せによる応答特性が想定される構造形式として、地中埋設構造物のうち、従来評価手法における評価対象断面に対して直交する「①動土圧及び動水圧」が作用する箱形構造物を抽出する。

なお、円筒形しゃへい壁の最大応力発生位置は地震時荷重の入力方向により異なり、耐荷性能には方向性がない。よって、表3-3-5(2/2)に示すとおり、従来設計手法における評価方向に対して平行する側面に荷重が作用する地下ピット部に着目して従来どおり直交2方向の評価断面を選定し、水平2方向同時入力の影響検討を実施することとする。

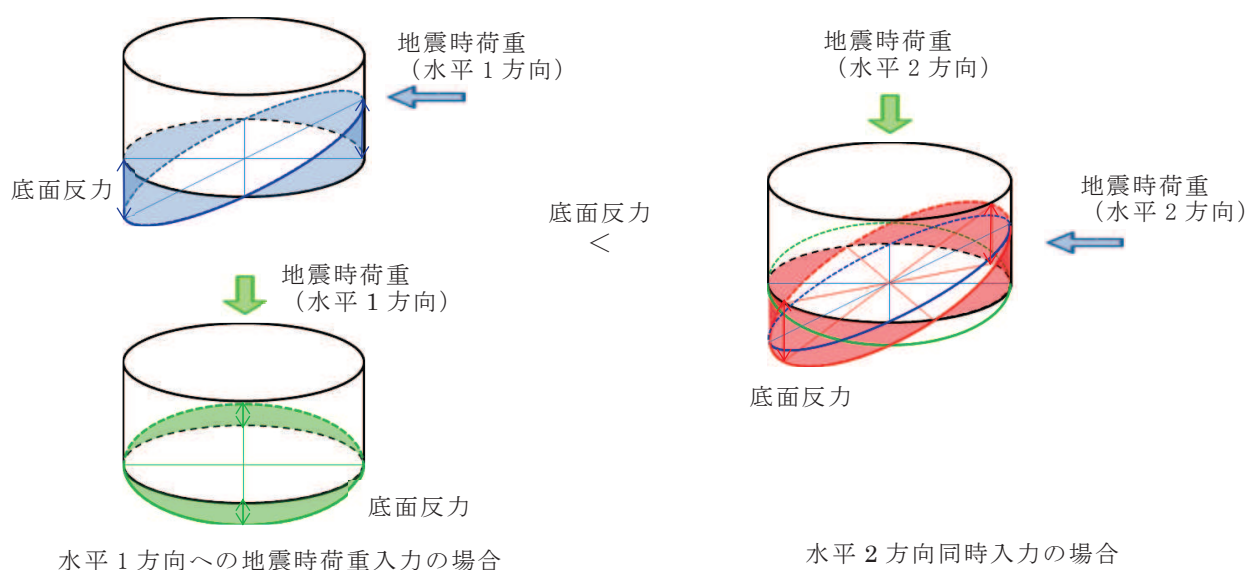


図 3-3-5 遮蔽壁の応力分布概念図（底面反力の例）

表3-3-5 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出(1/2)

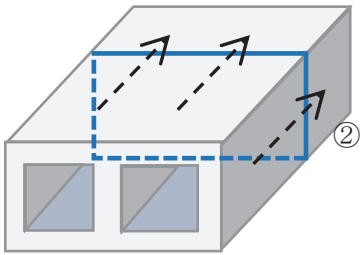
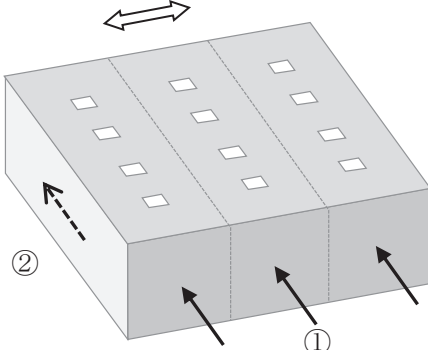
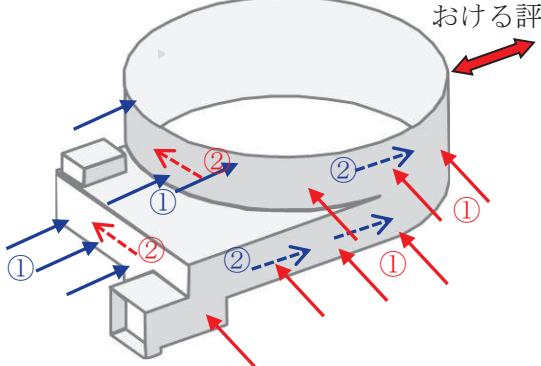
<p>3.3.1(1)で整理した構造形式の分類 (対象構造物)</p>	<p>1)線状構造物 (軽油タンク連絡ダクト, 排気筒連絡ダクト, 原子炉機器冷却海水配管ダクト(水平部), 原子炉機器冷却海水配管ダクト(鉛直部), 取水路(漸拡部), 取水路(標準部))</p>							
<p>3.3.1(2)で整理した荷重の作用状況</p>	<p>—— 従来設計手法での評価対象断面</p>  <p>(注) ③慣性力は全ての部材に作用</p> <table border="1" data-bbox="544 875 1453 987"> <tr> <td>①動土圧及び動水圧</td> <td>作用しない</td> </tr> <tr> <td>②摩擦力</td> <td>側壁, 頂版に作用</td> </tr> <tr> <td>③慣性力</td> <td>全ての部材に作用</td> </tr> </table>		①動土圧及び動水圧	作用しない	②摩擦力	側壁, 頂版に作用	③慣性力	全ての部材に作用
①動土圧及び動水圧	作用しない							
②摩擦力	側壁, 頂版に作用							
③慣性力	全ての部材に作用							
<p>従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の影響程度</p>	<p>従来設計手法における評価対象断面に対して平行に配置される構造部材を有さず, ①動土圧及び動水圧による荷重が作用しないため影響小。</p>							
<p>抽出結果</p>	<p>×</p>							

表3-3-5 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出(2/2)

<p>3.3.1(1)で整理した構造形式の分類(対象構造物)</p>	<p>2)箱形構造物 (軽油タンク室, 軽油タンク室(H), 海水ポンプ室, 取水口, 貯留堰, ガスタービン発電設備軽油タンク室, 第3号機海水ポンプ室)</p>		<p>2)箱形構造物 (復水貯蔵タンク基礎)</p>													
<p>3.3.1(2)で整理した荷重の作用状況</p>	<p>従来評価手法における評価方向</p>  <p>注記：③慣性力は全ての部材に作用</p> <table border="1" data-bbox="472 949 1279 1102"> <tr> <td>①動土圧及び動水圧</td> <td>主に妻壁に作用</td> </tr> <tr> <td>②摩擦力</td> <td>側壁に作用</td> </tr> <tr> <td>③慣性力</td> <td>全ての部材に作用</td> </tr> </table>		①動土圧及び動水圧	主に妻壁に作用	②摩擦力	側壁に作用	③慣性力	全ての部材に作用	<p>従来評価手法における評価方向</p>  <table border="1" data-bbox="1285 949 2029 1102"> <tr> <td>①動土圧及び動水圧</td> <td>主に妻壁に作用</td> </tr> <tr> <td>②摩擦力</td> <td>側壁に作用</td> </tr> <tr> <td>③慣性力</td> <td>全ての部材に作用</td> </tr> </table>		①動土圧及び動水圧	主に妻壁に作用	②摩擦力	側壁に作用	③慣性力	全ての部材に作用
①動土圧及び動水圧	主に妻壁に作用															
②摩擦力	側壁に作用															
③慣性力	全ての部材に作用															
①動土圧及び動水圧	主に妻壁に作用															
②摩擦力	側壁に作用															
③慣性力	全ての部材に作用															
<p>従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の影響程度</p>	<p>従来設計手法における評価対象断面に対して平行に配置される構造部材(妻壁)を有し, ①動土圧及び動水圧による荷重が作用するため影響大。</p>		<p>従来設計手法における評価対象断面に対して平行に配置される構造部材(妻壁)を有し, ①動土圧及び動水圧による荷重が作用するため影響大。</p>													
<p>抽出結果</p>	<p>○</p>		<p>○</p>													

(4) 従来設計手法における評価対象断面以外の3次元的な応答特性が想定される箇所の抽出

(3)で抽出しなかった構造形式である線状構造物について、構造物ごとの平面図及び断面図を以下に示す。各構造物の構造，地盤条件等を考慮した上で，従来設計手法における評価対象断面以外の3次元的な応答特性が想定される箇所を抽出する。

a. 軽油タンク連絡ダクト【線状構造物】

図3-3-6～図3-3-9に軽油タンク連絡ダクトの平面図及び断面図を示す。

軽油タンク連絡ダクトは、ほぼ等間隔に構造目地が設けられており構造物に応力集中が発生しない設計としているとともに、それぞれが十分な支持性能を有する岩盤にマンメイドロックを介して設置されているため、構造物の勾配や延長方向に影響するような強軸方向の変形については影響をほとんど受けない。また、小規模ながら評価対象断面に直交する方向に動土圧が作用する妻壁があるが、従来設計においては、妻壁による評価対象断面のせん断変形の抑制効果に期待せず、評価対象断面に直交する部材のみで荷重を受け持たせる保守的な設計をしている。軽油タンク連絡ダクトの屈曲部は、復水貯蔵タンク基礎と軽油タンク室に挟まれて配置されていることから、妻壁に作用する動土圧は構造物間のわずかな盛土により発生するものであり、面外荷重に対する妻壁の設計は、従来設計の評価対象断面における側壁の設計にて担保される。

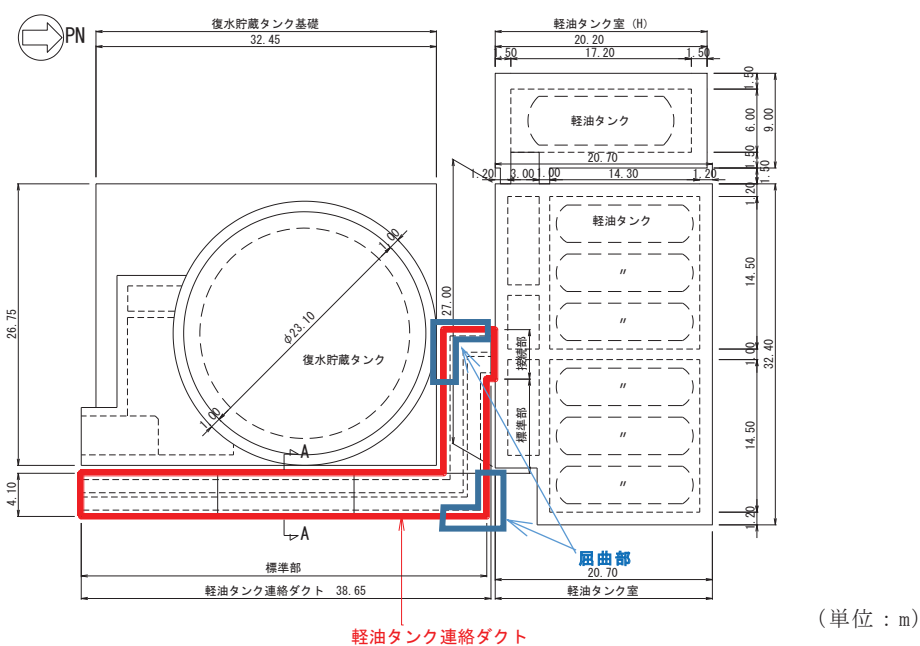


図 3-3-6 軽油タンク連絡ダクト平面図

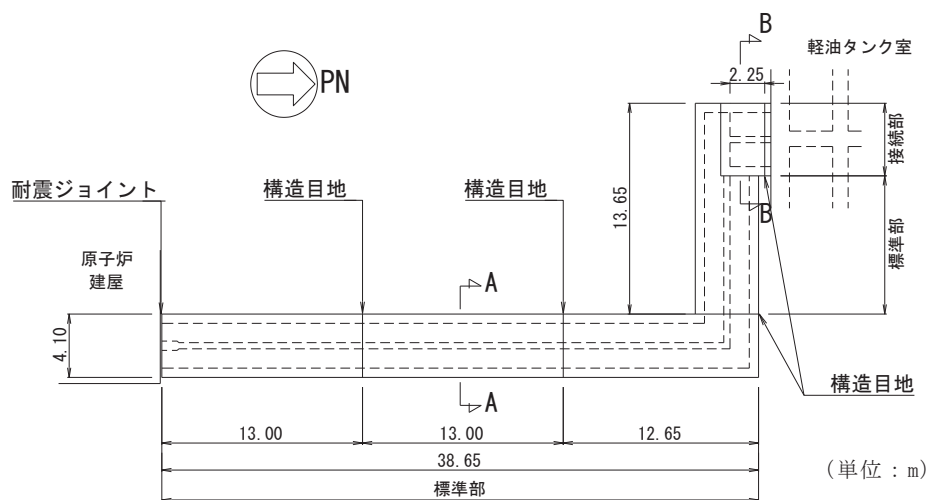


図 3-3-7 軽油タンク連絡ダクト平面図（詳細）

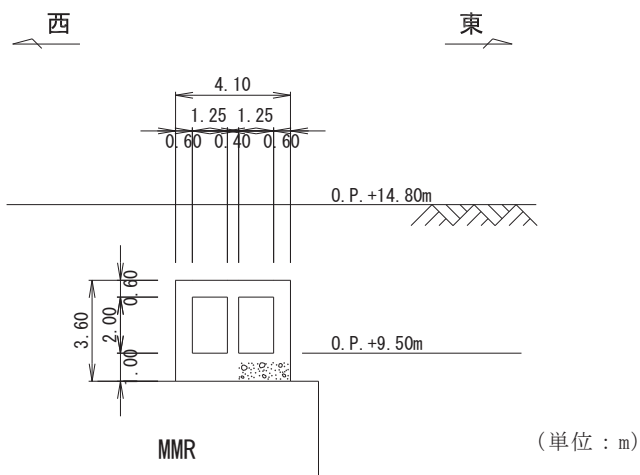


図 3-3-8 軽油タンク連絡ダクト断面図（標準部，A-A）

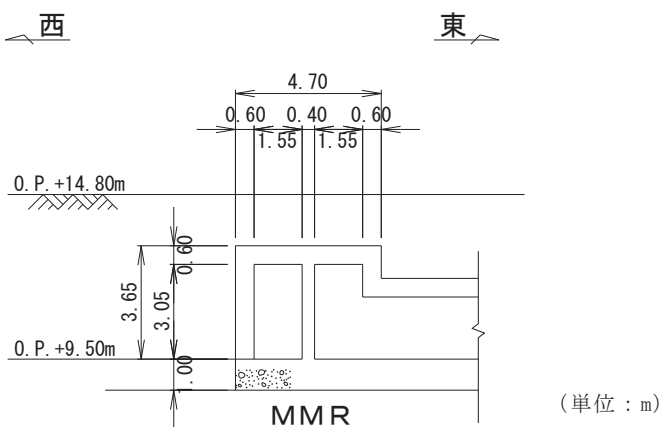


図 3-3-9 軽油タンク連絡ダクト断面図（接続部，B-B）

b. 排気筒連絡ダクト【線状構造物】

図3-3-10～図3-3-12に排気筒連絡ダクトの平面図及び断面図を示す。

排気筒連絡ダクトは、ほぼ等間隔に構造目地が設けられており構造物に応力集中が発生しない設計としているとともに、それぞれが十分な支持性能を有する岩盤に直接あるいはマンメイドロックを介して設置されているため、構造物の勾配や延長方向に影響するような強軸方向の変形については影響をほとんど受けない。

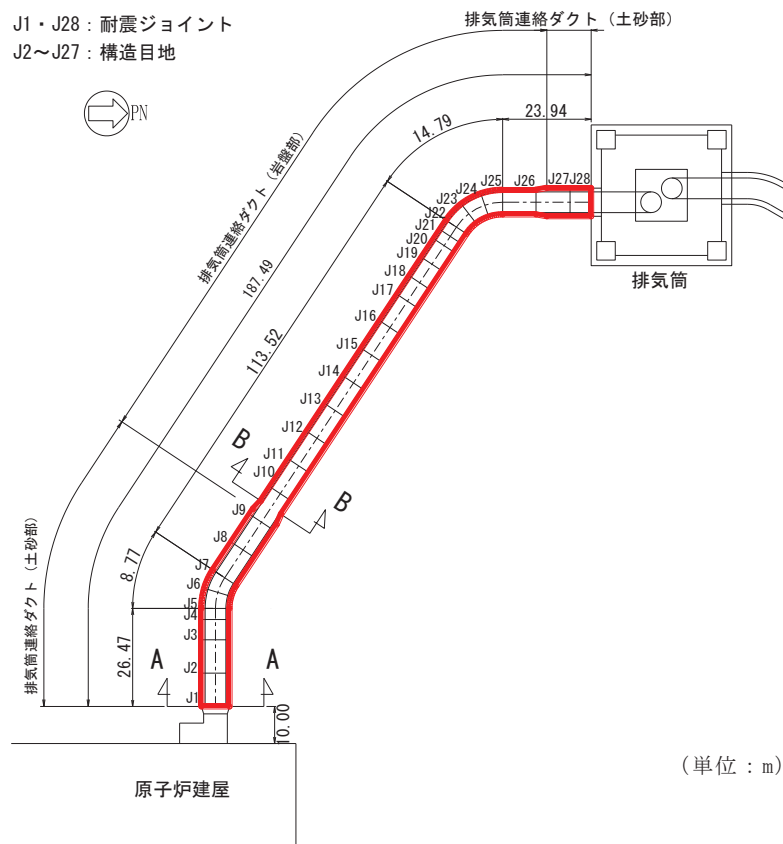


図 3-3-10 排気筒連絡ダクト平面図

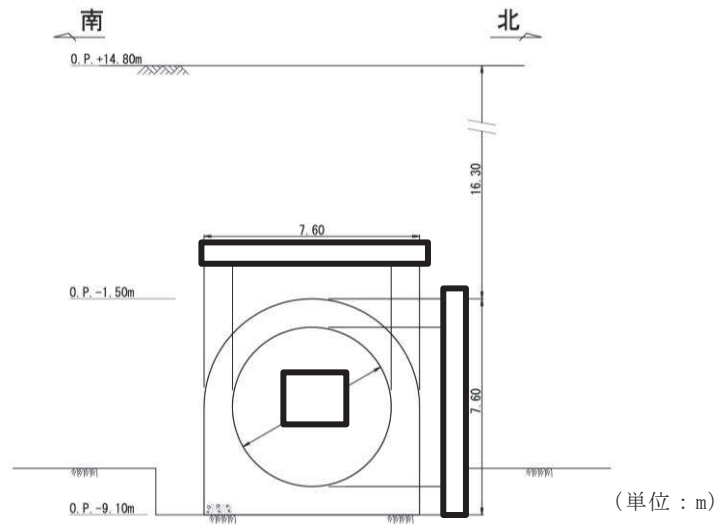


図 3-3-11 排気筒連絡ダクト断面図（土砂部，A-A）

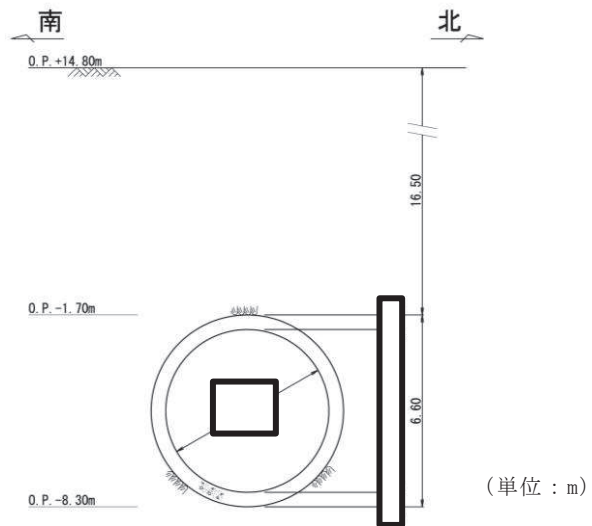


図 3-3-12 排気筒連絡ダクト断面図（岩盤部，B-B）

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

c. 原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部，鉛直部）【線状構造物】

図3-3-13～図3-3-15に原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部，鉛直部）の平面図及び断面図を示す。

原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）は，延長が短く，両端に耐震ジョイントが設けられており構造物に応力集中が発生しない設計としているとともに，それぞれが十分な支持性能を有する岩盤にマンメイドロックを介して設置されているため，構造物の延長方向に影響するような強軸方向の変形については影響をほとんど受けない。

原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）は，水平断面に耐震評価を行っており，小規模ながら評価対象断面に直交する方向に地盤反力が作用する底版があるが，底版による評価対象断面のせん断変形の抑制効果に期待せず，評価対象断面に直交する部材のみで荷重を受け持たせる保守的な設計をしており，従来設計の評価対象断面における設計にて担保される。

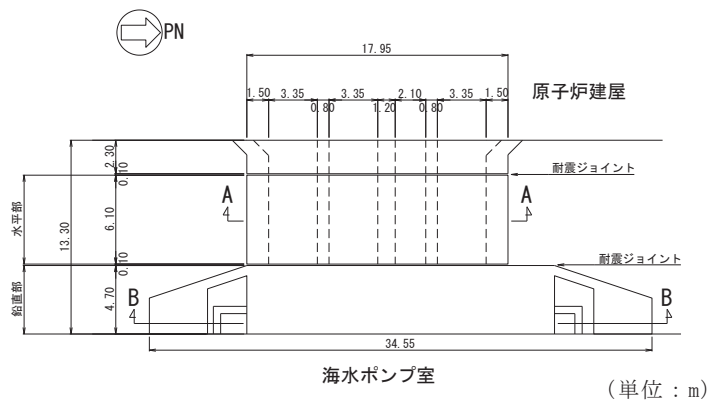


図 3-3-13 原子炉機器冷却海水配管ダクト平面図

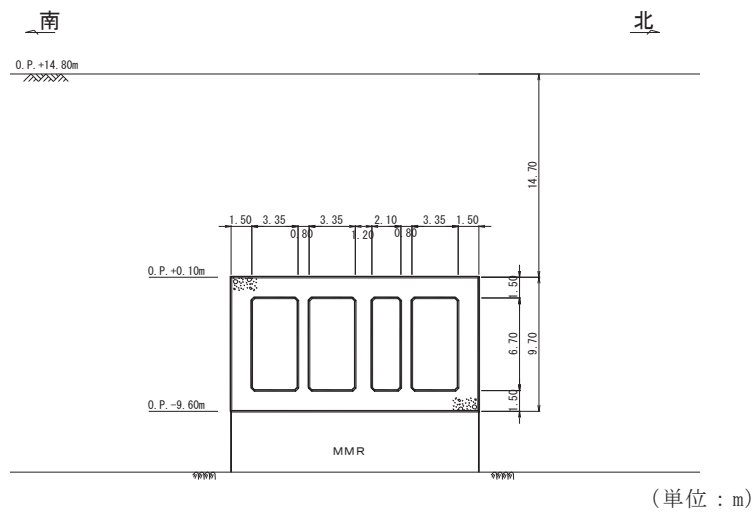


図 3-3-14 原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部）断面図（A-A）

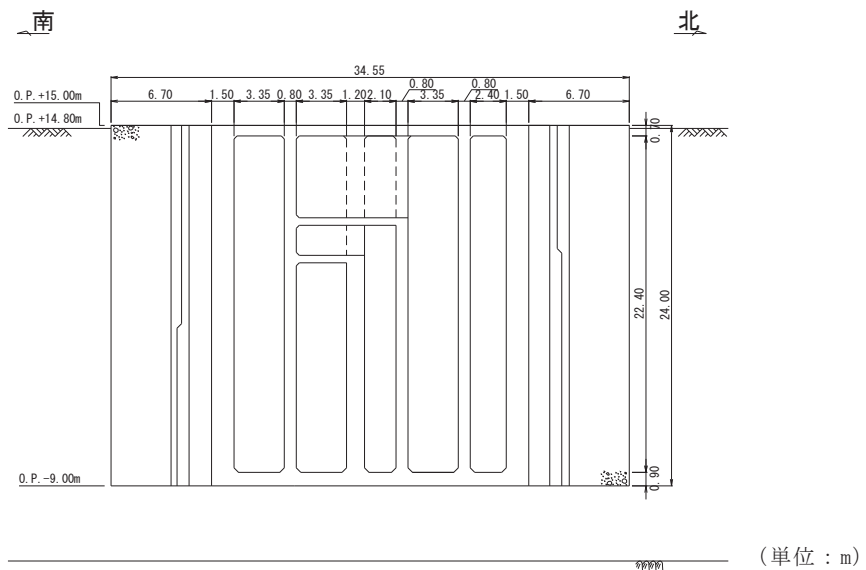


図 3-3-15 原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）断面図（B-B）

d. 取水路（漸拡部）【線状構造物】

図3-3-16及び図3-3-17に取水路（漸拡部）の平面図及び断面図を示す。

取水路（漸拡部）は、十分な支持性能を有する岩盤に直接あるいはマンメイドロックを介して直線状に設置されているため、強軸方向の変形については影響をほとんど受けない。また、断面変化があるものの断面が徐々に漸拡していく形状であり、屈曲部は有さないため、強軸方向の曲げの影響はほとんど受けない。

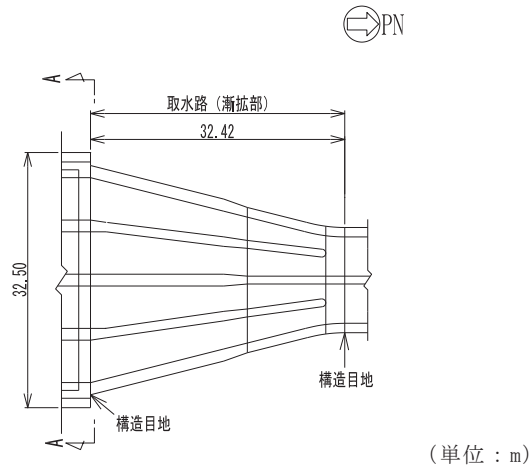


図 3-3-16 取水路（漸拡部）平面図

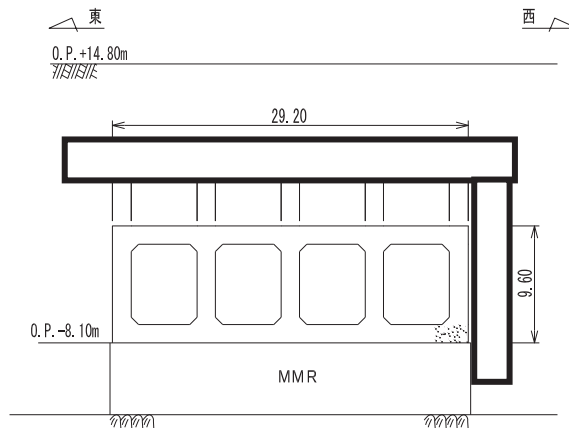


図 3-3-17 取水路（漸拡部）断面図（A-A）

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

線状構造物として分類した軽油タンク連絡ダクト，排気筒連絡ダクト，原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部），原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）及び取水路（漸拡部）について，各構造物の構造，地盤条件等を考慮した上で，従来設計手法における評価対象断面以外の3次元的な応答特性が想定される箇所を確認した。

その結果，これらの構造物については，従来設計手法における評価対象断面以外の3次元的な応答特性が想定される箇所が無いことを確認した。

(5) 従来設計手法の妥当性確認

図3-3-18及び図3-3-19に取水路（標準部）の平面図及び断面図を示す。

取水路（標準部）は構造目地により直線部及び曲線部に分かれている。直線部及び曲線部は十分な支持性能を有する岩盤にマンメイドロックを介して設置しており強軸方向の変形の影響は無く、従来設計では評価対象断面に直交する部材のみで荷重を受け持たせる設計としているが、図3-3-20に示すとおり、曲線部の各断面位置にて弱軸方向外側に変形した場合には、取水路の強軸方向に引張力が発生するため、従来設計では評価していない配力鉄筋への影響を確認する必要がある。

よって、取水路（標準部）のうち曲線部については、弱軸方向への変形により発生する軸方向の引張力が配力鉄筋に与える影響を確認するため、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実施することとする。

なお、取水路（標準部）のうち直線部については、構造物の延長方向に影響するような強軸方向の変形については影響をほとんど受けない。

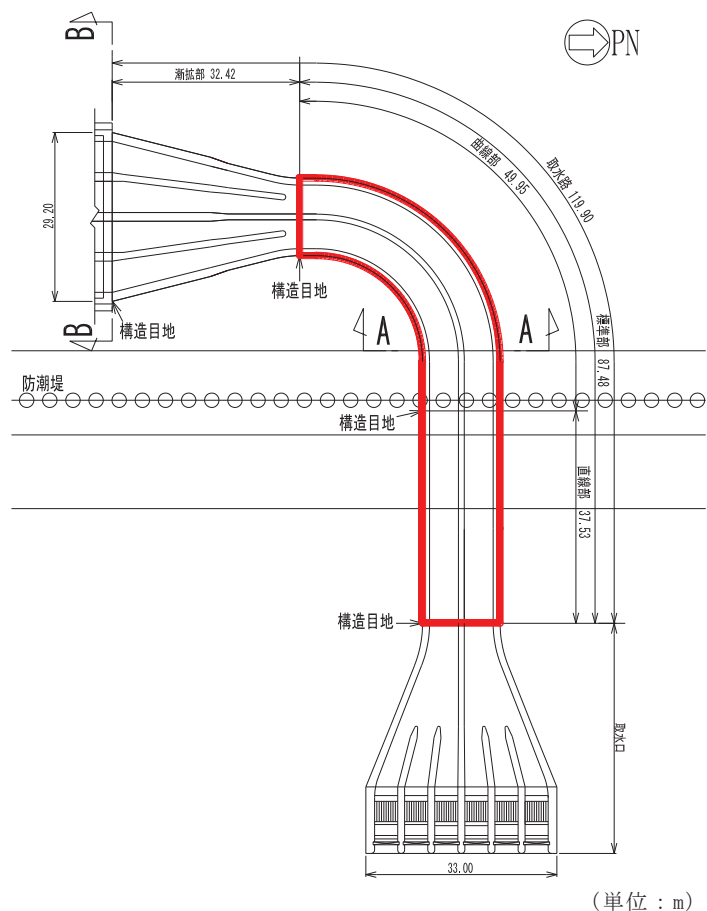
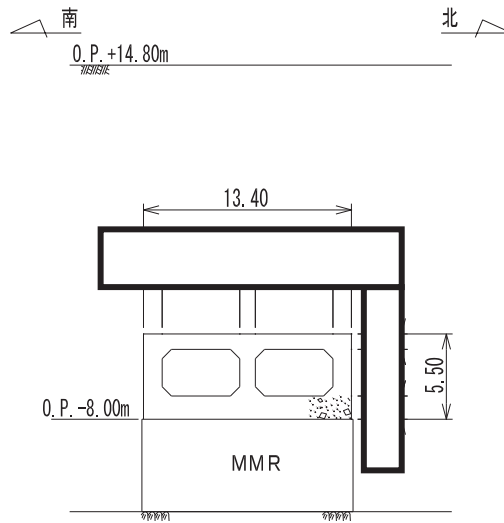


図 3-3-18 取水路（標準部）平面図



(単位：m)

図 3-3-19 取水路（標準部）断面図（A-A 断面）

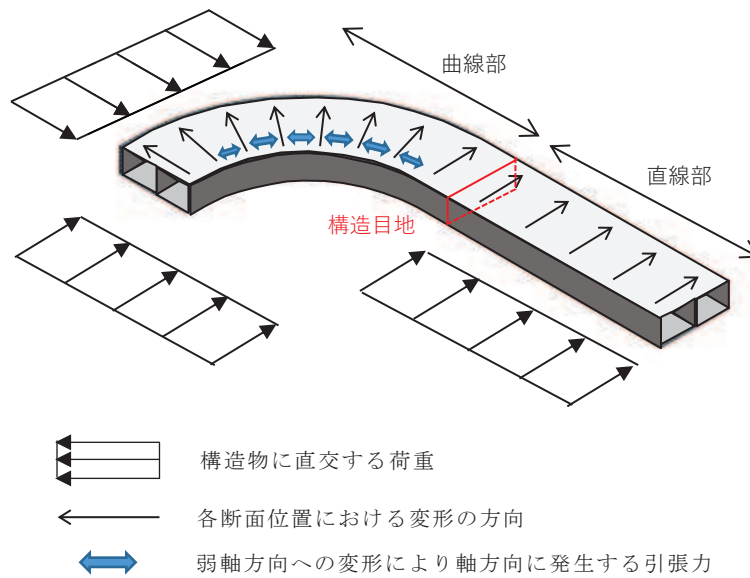


図3-3-20 取水路（標準部）における変形

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

3.3.5 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出結果

3.3.4の検討を踏まえ、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検討すべき構造形式として、構造及び作用荷重の観点から、線状構造物の取水路（標準部）のうち曲線部及び箱形構造物を抽出した。上記で抽出した構造物の水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を実施する。

箱形構造物である軽油タンク室、軽油タンク室（H）、海水ポンプ室、取水口、貯留堰、復水貯蔵タンク基礎、ガスタービン発電設備軽油タンク室及び第3号機海水ポンプ室の平面図、断面図及び縦断図を図3-3-21～図3-3-46に示す。

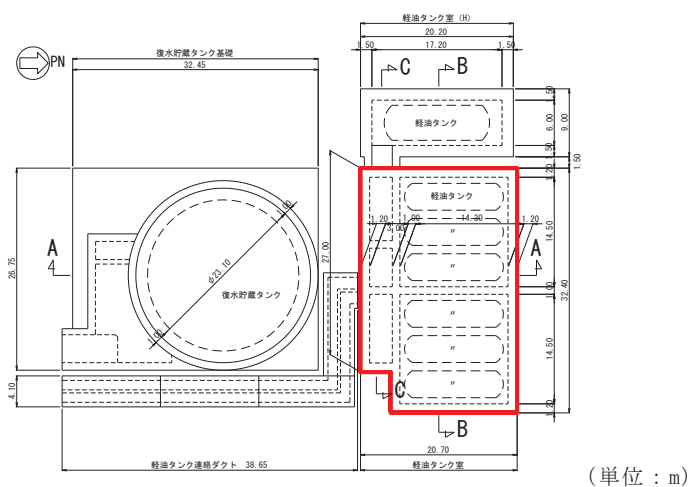


図 3-3-21 軽油タンク室平面図

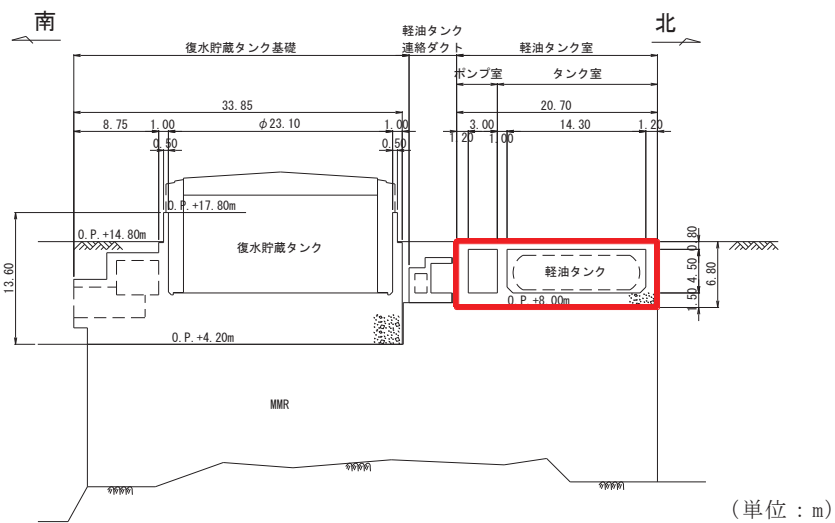


図 3-3-22 軽油タンク室断面図 (A-A)

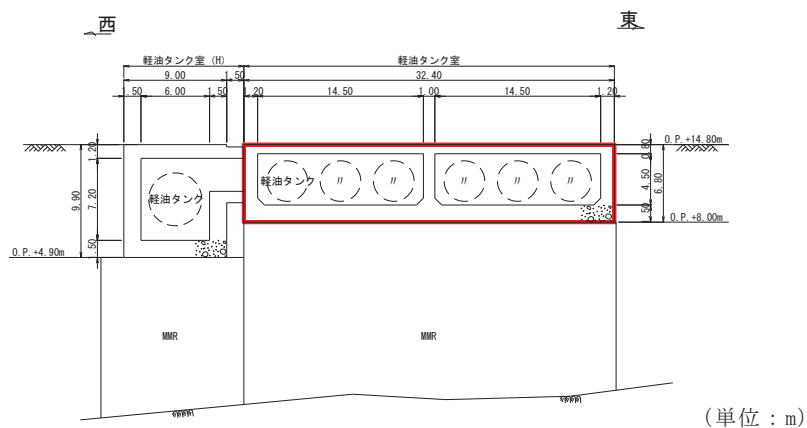


図 3-3-23 軽油タンク室断面図 (B-B, タンク室)

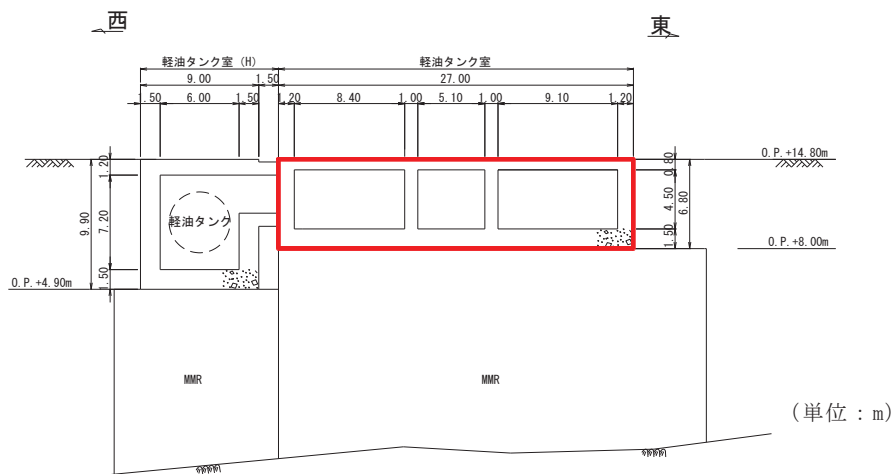


図 3-3-24 軽油タンク室断面図 (C-C, ポンプ室)

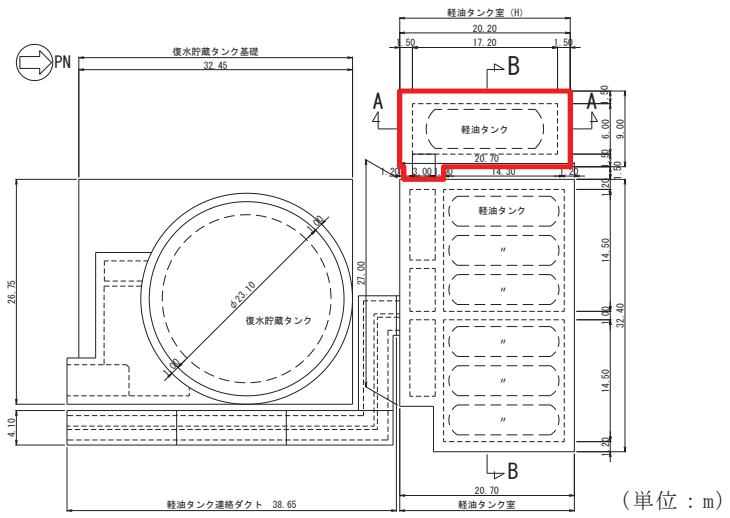


図 3-3-25 軽油タンク室 (H) 平面図

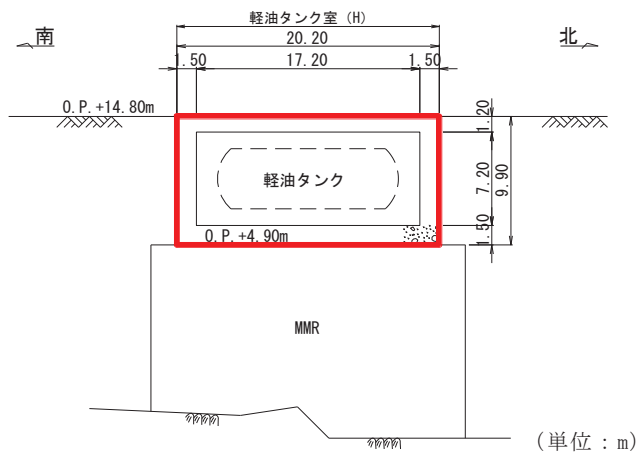


図 3-3-26 軽油タンク室 (H) 断面図 (A-A)

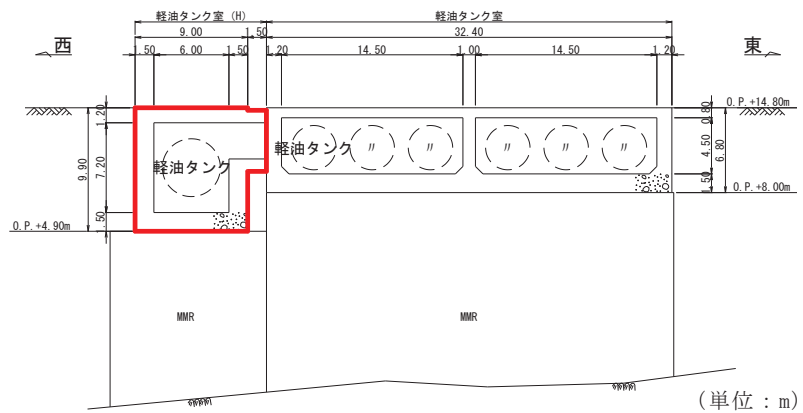


図 3-3-27 軽油タンク室 (H) 断面図 (B-B)

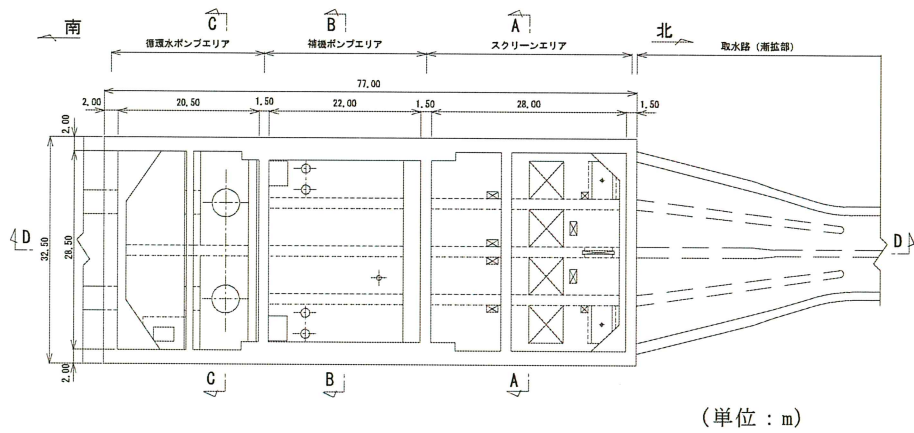


図 3-3-28 海水ポンプ室平面図

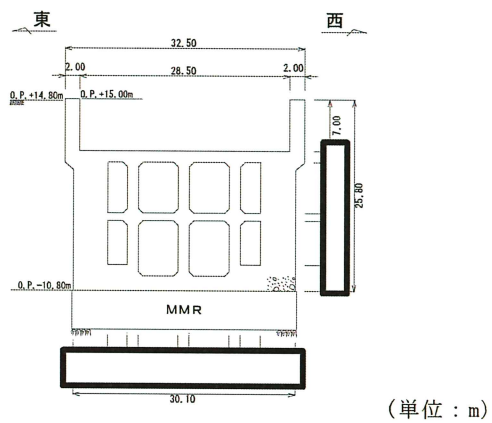


図 3-3-29 海水ポンプ室縦断図 (A-A)

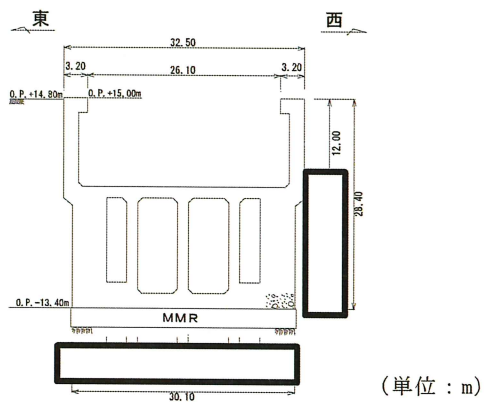
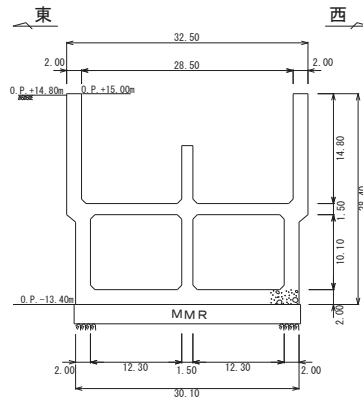


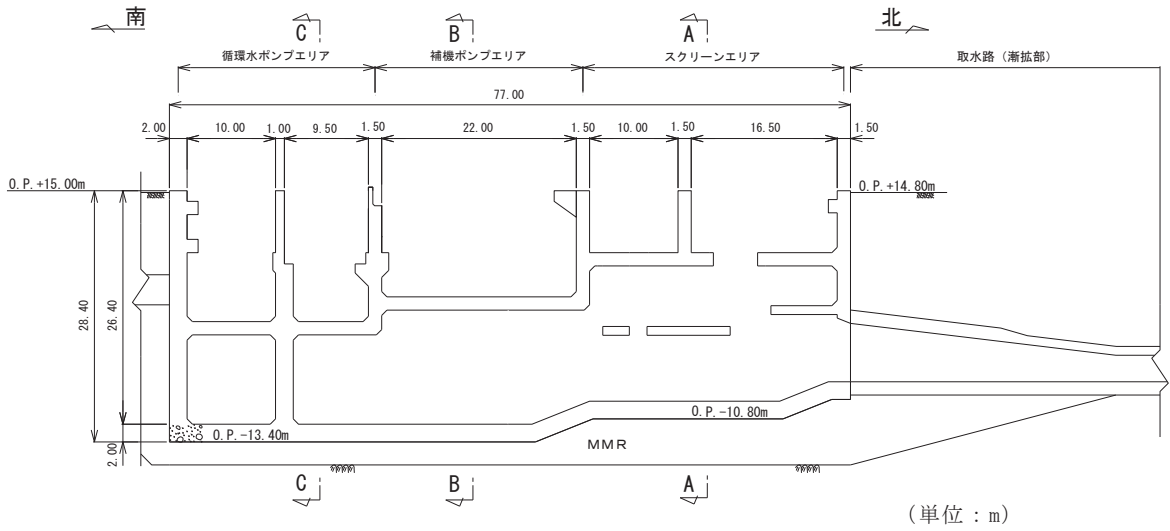
図 3-3-30 海水ポンプ室断面図 (B-B)

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



(単位：m)

図 3-3-31 海水ポンプ室断面図 (C-C)



(単位：m)

図 3-3-32 海水ポンプ室断面図 (D-D)

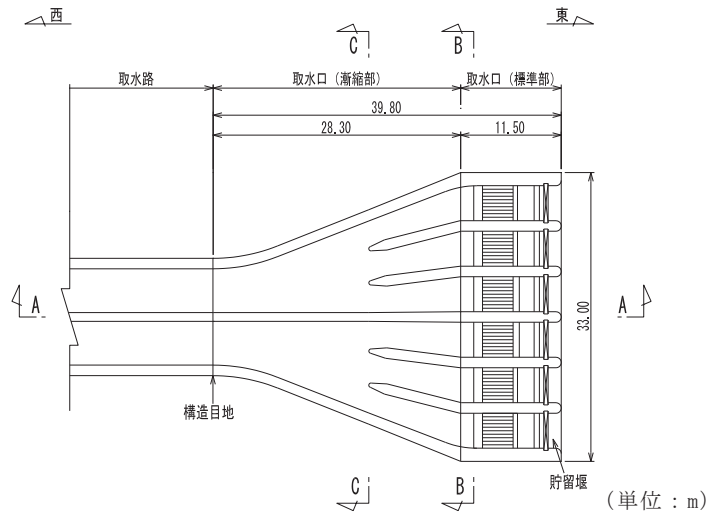


図 3-3-33 取水口，貯留堰平面図

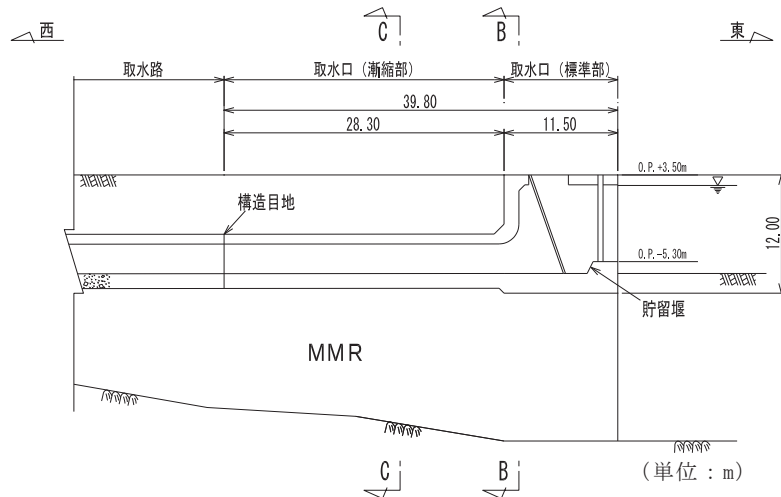


図 3-3-34 取水口，貯留堰縦断図 (A-A)

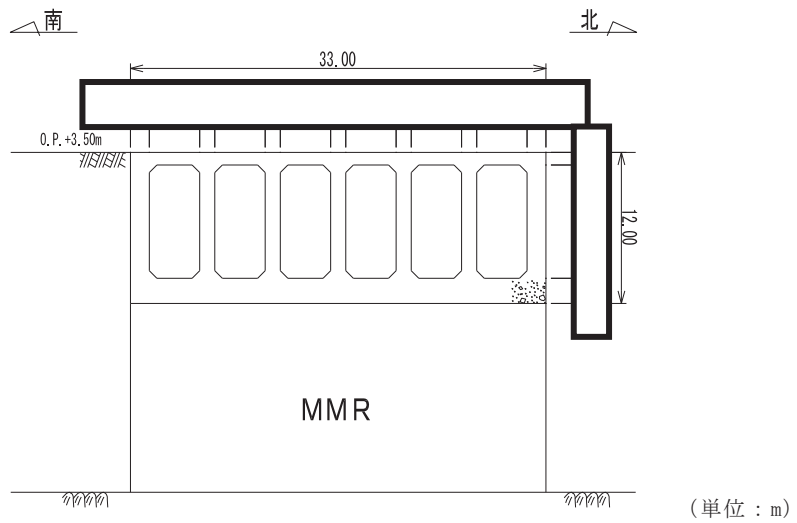


図 3-3-35 取水口断面図 (標準部，B-B)

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

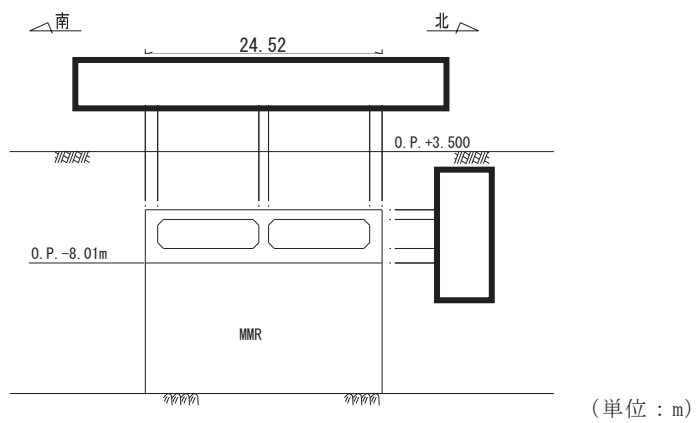


図 3-3-36 取水口断面図（漸縮部，C-C）

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

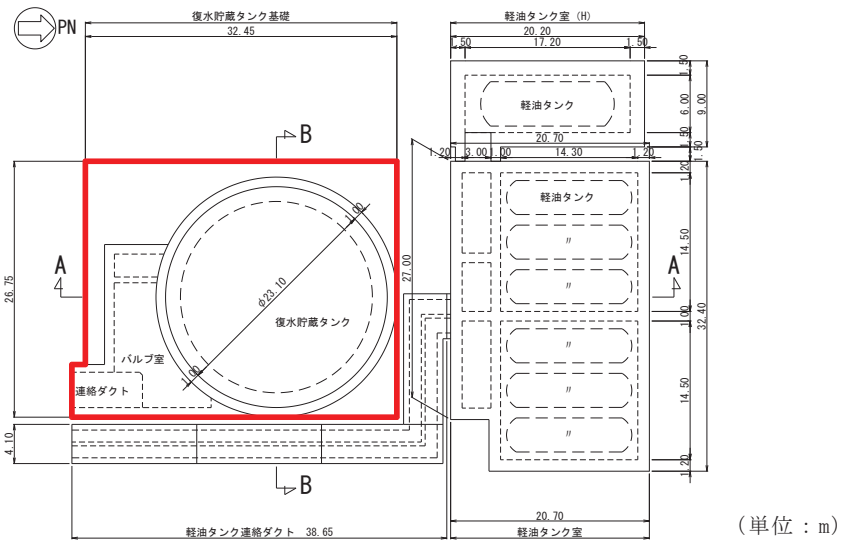


図 3-3-37 復水貯蔵タンク基礎平面図

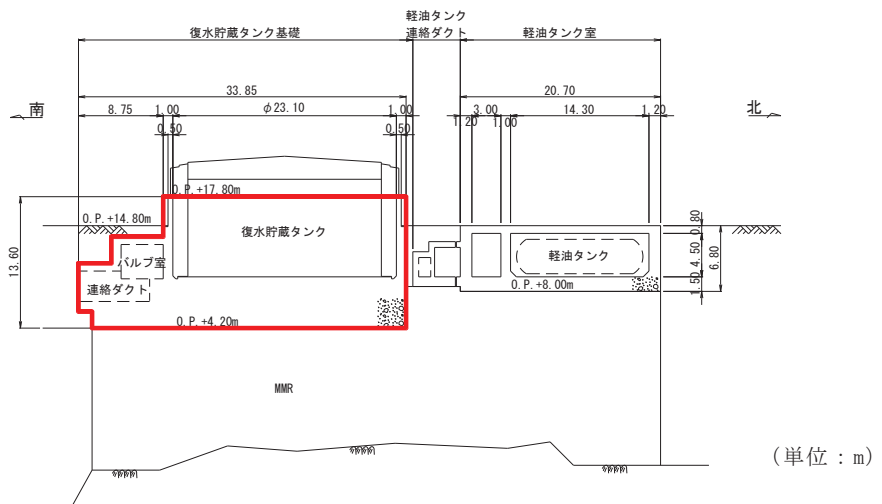


図 3-3-38 復水貯蔵タンク基礎断面図 (A-A)

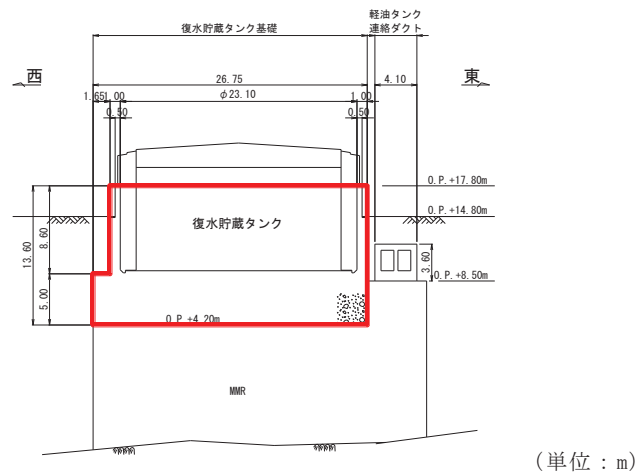


図 3-3-39 復水貯蔵タンク基礎断面図 (B-B)

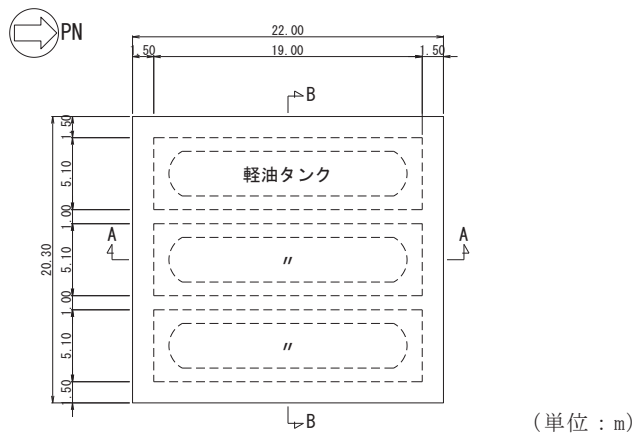


図 3-3-40 ガスタービン発電設備軽油タンク室平面図

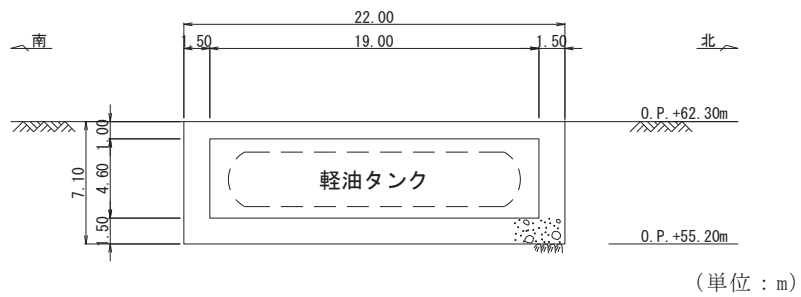


図 3-3-41 ガスタービン発電設備軽油タンク室断面図 (A-A)

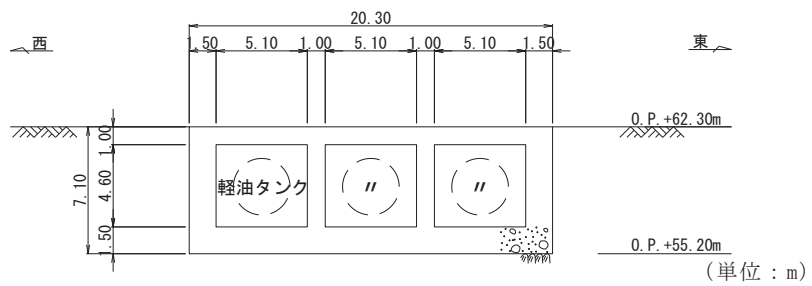


図 3-3-42 ガスタービン発電設備軽油タンク室断面図 (B-B)

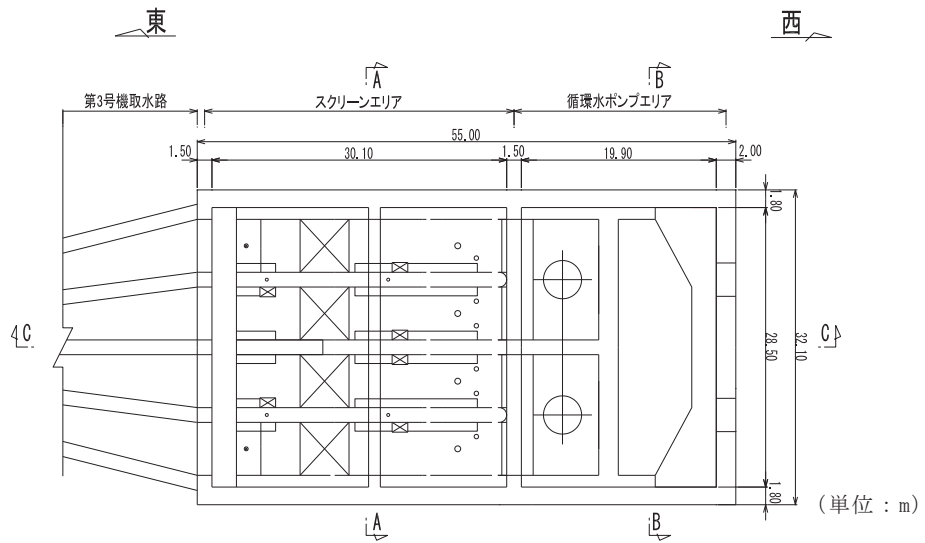


図 3-3-43 第 3 号機海水ポンプ室平面図

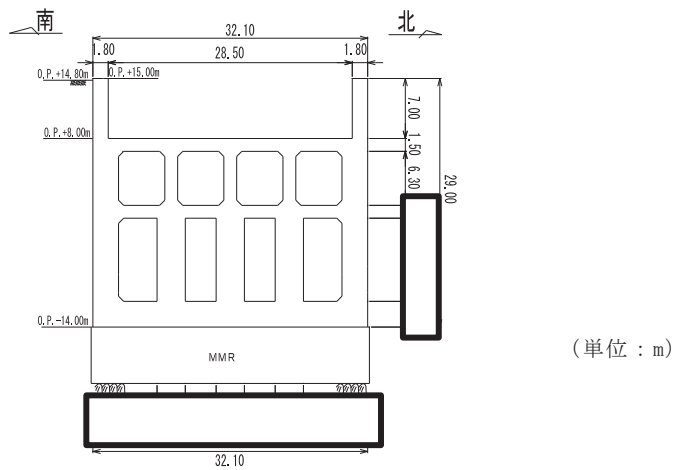


図 3-3-44 第 3 号機海水ポンプ室縦断図 (A-A)

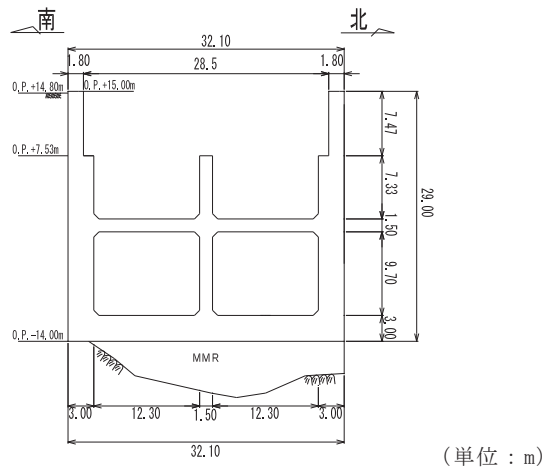


図 3-3-45 第 3 号機海水ポンプ室断面図 (B-B)

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

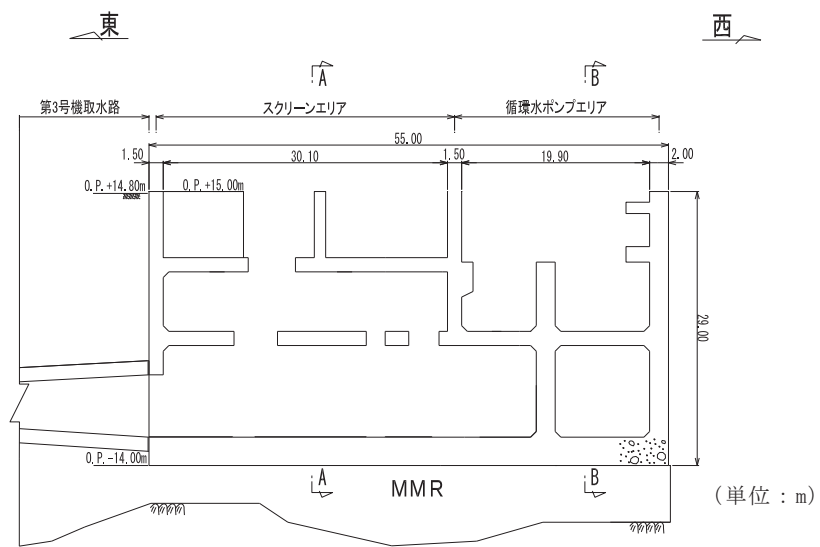


図 3-3-46 第 3 号機海水ポンプ室断面図 (C-C)

3.3.6 水平2方向及び鉛直方向地震力の影響評価結果

軽油タンク室，軽油タンク室（H），海水ポンプ室，取水口，貯留堰，復水貯蔵タンク基礎，ガスタービン発電設備軽油タンク室，第3号機海水ポンプ室及び取水路（標準部）のうち曲線部について，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した耐震評価を実施し，十分な構造強度を有していることを確認している。

本書においては，矩形の構造物のうち構造が単純で水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価が明確なガスタービン発電設備軽油タンク室，及び円筒形のしゃへい壁を有する復水貯蔵タンク基礎の評価結果を表3-3-6～表3-3-16に示す。

また，軽油タンク室，軽油タンク室（H），海水ポンプ室，取水口，貯留堰，第3号機海水ポンプ室及び取水路（標準部）のうち曲線部について，「補足-610-20 【屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について】 水平2方向載荷による評価結果」において，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した耐震評価を実施し，十分な構造強度を有していることを確認している。

表3-3-6 ガスタービン発電設備軽油タンク室の評価結果

(曲げ・軸力系の破壊に対する照査 (コンクリート))

評価部材	水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せ				水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せ			
	評価位置*	解析ケース	地震動	照査値 σ'_c / σ'_{ca}	評価位置*	解析ケース	地震動	照査値 σ'_c / σ'_{ca}
底版	13	③	S _s -F ₂ (++)	0.30	13	①	主方向： S _s -F ₂ (++) 従方向： S _s -F ₂	0.30
頂版	21	③	S _s -F ₂ (++)	0.22	21			0.21
南北壁	31	③	S _s -F ₂ (++)	0.15	41			0.15
東西壁	50	①	S _s -D ₂ (++)	0.26	60			0.23
隔壁	80	③	S _s -F ₂ (++)	0.34	80			0.34

注記*：評価位置は図3-3-47に示す。

表3-3-7 ガスタービン発電設備軽油タンク室の評価結果

(曲げ・軸力系の破壊に対する照査 (鉄筋))

評価部材	水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せ				水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せ			
	評価位置*	解析ケース	地震動	照査値 σ_s / σ_{sa}	評価位置*	解析ケース	地震動	照査値 σ_s / σ_{sa}
底版	12	③	S _s -F ₂ (++)	0.35	11	①	主方向： S _s -F ₂ (++) 従方向： S _s -F ₂	0.36
頂版	21	③	S _s -F ₂ (++)	0.39	21			0.44
南北壁	42	③	S _s -F ₂ (++)	0.40	32			0.40
東西壁	60	①	S _s -F ₂ (++)	0.55	60			0.57
隔壁	80	③	S _s -F ₂ (++)	0.46	80			0.59

注記*：評価位置は図3-3-47に示す。

表3-3-8 ガスタービン発電設備軽油タンク室の評価結果
(せん断破壊に対する照査)

評価部材	水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せ				水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せ			
	評価位置*	解析ケース	地震動	照査値 V/V_a	評価位置*	解析ケース	地震動	照査値 V/V_a
底版	11	①	$S_s - D 2 (++)$	0.43	13	①	主方向： $S_s - F 2 (++)$ 従方向： $S_s - F 2$	0.35
頂版	22	③	$S_s - F 2 (++)$	0.26	22			0.26
南北壁	33	③	$S_s - F 2 (++)$	0.16	31			0.20
東西壁	60	①	$S_s - F 2 (++)$	0.49	60			0.50
隔壁	70	③	$S_s - F 2 (++)$	0.35	70			0.34

注記*：評価位置は図3-3-47に示す。

表3-3-9 復水貯蔵タンク基礎（しゃへい壁，バルブ室及び連絡ダクト）における構造部材の健全性に対する評価結果
 （曲げ・軸力系の破壊に対する照査（コンクリートの圧縮ひずみ））

評価部材		水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せ					水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せ					
		評価位置*1	解析ケース	地震動	加振方向	照査値 $\epsilon_d^{*2}/\epsilon_R$	評価位置*1	解析ケース	地震動	加振方向	照査値 $\epsilon_d^{*2}/\epsilon_R$	
しゃへい壁	地上部	13	①	S _s -F2(++)	東西方向	0.01	14	②	主方向： S _s -D2(++) 従方向： S _s -D2	主方向： 東西 従方向： 南北	0.01	
	地中部	17	①	S _s -D2(-+)	東西方向	0.03	18				0.03	
バルブ室	頂版	22	①	S _s -D1(-+)	南北方向	0.02	22				0.02	
	南壁	32	①	S _s -D1(-+)	南北方向	0.03	32				0.02	
	東西壁	50	②	S _s -D2(++)	東西方向	0.03	50				0.03	
	隔壁	60	①	S _s -D1(-+)	南北方向	0.02	60				0.02	
	ハッチ部	頂版	110	①	S _s -F2(++)	東西方向	0.01				110	0.01
		南北壁	130	①	S _s -F2(++)	東西方向	0.02				120	0.01
		東西壁	140	①	S _s -D1(-+)	南北方向	0.02				150	0.01
連絡ダクト	底版	70	①	S _s -D2(++)	南北方向	0.01	70				0.01	
	頂版	80	③	S _s -D2(++)	東西方向	0.03	80	0.03				
	東西壁	90	①	S _s -F3(++)	東西方向	0.02	100	0.02				

注記*1：評価位置は図 3-3-48 に示す。

*2：照査用ひずみ ϵ_d = 発生ひずみ × 構造解析係数 γ_a

表3-3-10 復水貯蔵タンク基礎（しゃへい壁，バルブ室及び連絡ダクト）における支持機能に対する評価結果
（曲げ・軸力系の破壊に対する照査（コンクリートの圧縮ひずみ））

評価部材		水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せ					水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せ					
		評価位置*1	解析ケース	地震動	加振方向	照査値 $\epsilon_d^{*2}/\epsilon_R$	評価位置*1	解析ケース	地震動	加振方向	照査値 $\epsilon_d^{*2}/\epsilon_R$	
しゃへい壁	地上部	13	①	S _s -F2(++)	東西方向	0.05	14	②	主方向： S _s -D2(++) 従方向： S _s -D2	主方向： 東西 従方向： 南北	0.04	
	地中部	17	①	S _s -D2(-+)	東西方向	0.14	18				0.12	
バルブ室	頂版	22	①	S _s -D1(-+)	南北方向	0.08	22				0.07	
	南壁	32	①	S _s -D1(-+)	南北方向	0.13	32				0.06	
	東西壁	50	②	S _s -D2(++)	東西方向	0.11	50				0.11	
	隔壁	60	①	S _s -D1(-+)	南北方向	0.08	60				0.06	
	ハッチ部	頂版	110	①	S _s -F2(++)	東西方向	0.05				110	0.02
		南北壁	130	①	S _s -F2(++)	東西方向	0.09				120	0.04
		東西壁	140	①	S _s -D1(-+)	南北方向	0.09				150	0.03
連絡ダクト	底版	70	①	S _s -D2(++)	南北方向	0.03	70				0.02	
	頂版	80	③	S _s -D2(++)	東西方向	0.11	80	0.11				
	東西壁	90	①	S _s -F3(++)	東西方向	0.09	100	0.07				

注記*1：評価位置は図3-3-48に示す。

*2：照査用ひずみ ϵ_d = 発生ひずみ × 構造解析係数 γ_a

表3-3-11 復水貯蔵タンク基礎（しゃへい壁，バルブ室及び連絡ダクト）における支持機能に対する評価結果
（曲げ・軸力系の破壊に対する照査（主鉄筋ひずみ））

評価部材		水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せ					水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せ					
		評価位置*1	解析ケース	地震動	加振方向	照査値 $\epsilon_d^{*2}/\epsilon_R$	評価位置*1	解析ケース	地震動	加振方向	照査値 $\epsilon_d^{*2}/\epsilon_R$	
しゃへい壁	地上部	13	①	S _s -F2(++)	東西方向	0.04	13	②	主方向： S _s -D2(++) 従方向： S _s -D2	主方向： 東西 従方向： 南北	0.02	
	地中部	17	①	S _s -D2(-+)	東西方向	0.16	18				0.10	
バルブ室	頂版	22	①	S _s -D1(-+)	南北方向	0.06	22				0.05	
	南壁	32	①	S _s -D1(-+)	南北方向	0.10	32				0.02	
	東西壁	50	①	S _s -F2(-+)	東西方向	0.10	50				0.10	
	隔壁	60	①	S _s -D1(-+)	南北方向	0.06	60				0.01	
	ハッチ部	頂版	110	①	S _s -F2(++)	東西方向	0.02				110	0.01
		南北壁	130	①	S _s -D2(++)	南北方向	0.02				120	0.01
		東西壁	140	①	S _s -F2(++)	東西方向	0.03				140	0.02
連絡ダクト	底版	70	①	S _s -D2(++)	南北方向	0.01	70				0.01	
	頂版	80	①	S _s -D1(-+)	南北方向	0.11	80				0.04	
	東西壁	90	①	S _s -D1(-+)	南北方向	0.06	90	0.05				

注記*1：評価位置は図3-3-48に示す。

*2：照査用ひずみ $\epsilon_d =$ 発生ひずみ \times 構造解析係数 γ_a

表3-3-12 復水貯蔵タンク基礎（しゃへい壁、バルブ室及び連絡ダクト）における構造部材の健全性に対する評価結果
（せん断破壊に対する照査）

評価部材		水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せ					水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せ					
		評価位置*1	解析ケース	地震動	加振方向	照査値 V_d^{*2}/V_{yd}	評価位置*1	解析ケース	地震動	加振方向	照査値 V_d^{*2}/V_{yd}	
しゃへい壁	地上部	13	①	S _s -F2(++)	東西方向	0.26	14	②	主方向： S _s -D2(++) 従方向： S _s -D2	主方向： 東西 従方向： 南北	0.11	
	地中部	18	②	S _s -D2(++)	東西方向	0.95	18				0.93	
バルブ室	頂版	22	①	S _s -F1(++)	南北方向	0.34	22				0.27	
	南壁	32	①	S _s -D1(-+)	南北方向	0.71	32				0.17	
	東西壁	50	②	S _s -D2(++)	東西方向	0.85	50				0.84	
	隔壁	60	①	S _s -D2(-+)	東西方向	0.18	60				0.15	
	ハッチ部	頂版	110	①	S _s -F1(++)	東西方向	0.17				110	0.16
		南北壁	120	①	S _s -D1(-+)	南北方向	0.31				120	0.08
東西壁		140	①	S _s -F2(++)	東西方向	0.37	140				0.10	
連絡ダクト	底版	70	①	S _s -D2(++)	南北方向	0.33	70				0.23	
	頂版	80	④	S _s -D2(++)	東西方向	0.30	80	0.25				
	東西壁	90	④	S _s -D2(++)	東西方向	0.56	100	0.53				

注記*1：評価位置は図3-3-48に示す。

*2：照査用せん断力 V_d =発生せん断力×構造解析係数 γ_a

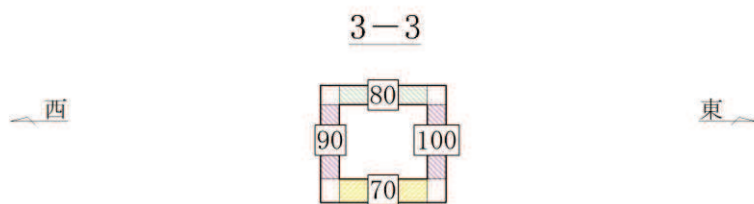
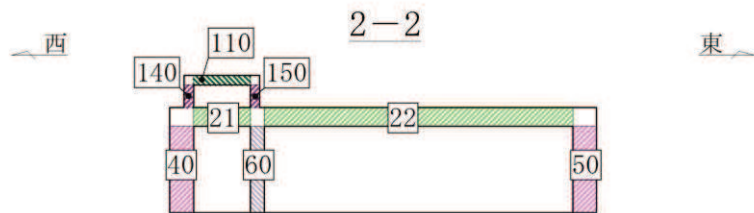
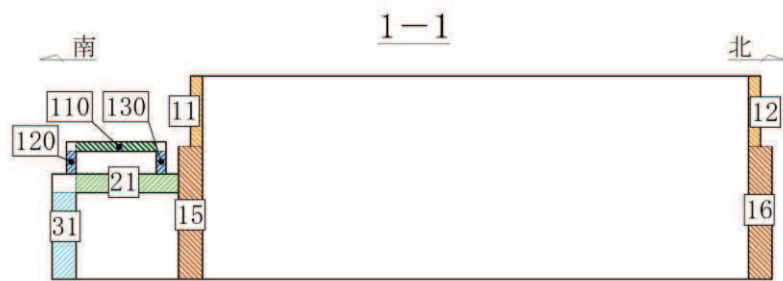
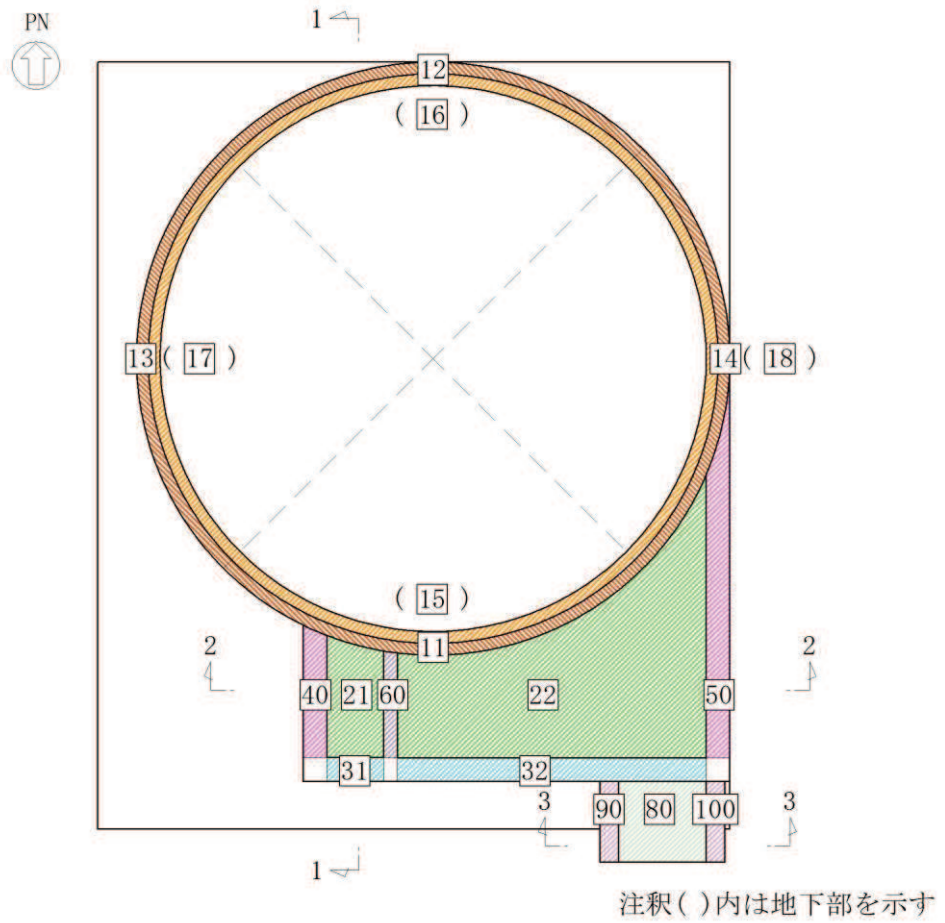


図 3-3-48 復水貯蔵タンク基礎（しゃへい壁，バルブ室及び連絡ダクト）評価位置図

表3-3-13 復水貯蔵タンク基礎（壁部材）の評価結果
（面内せん断ひずみに対する照査）

評価部材		水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せ					水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せ					
		評価位置*1	解析ケース	地震動	加振方向	照査値 γ_d^{*2}/γ_R	評価位置*1	解析ケース	地震動	加振方向	照査値 γ_d^{*2}/γ_R	
しゃへい壁	地上部	1	①	S _s -D 2 (-+)	東西方向	0.03	1	②	主方向： S _s -D 2 (++) 従方向： S _s -D 2	主方向： 東西 従方向： 南北	0.02	
	バルブ室	南壁	30	①	S _s -D 2 (-+)	東西方向	0.05				30	0.04
	東西壁	40	①	S _s -D 1 (-+)	南北方向	0.06	50				0.02	
	隔壁	60	①	S _s -D 1 (-+)	南北方向	0.10	60				0.01	
	ハッチ部	南北壁	120	①	S _s -F 1 (++)	東西方向	0.03				120	0.02
		東西壁	140	①	S _s -F 3 (++)	南北方向	0.03				150	0.01
連絡ダクト	東西壁	90	①	S _s -D 2 (-+)	南北方向	0.07	90				0.02	

注記*1：評価位置は図 3-3-49 に示す。

*2：照査用面内せん断ひずみ γ_d = 発生する面内せん断ひずみ × 構造解析係数 γ_a

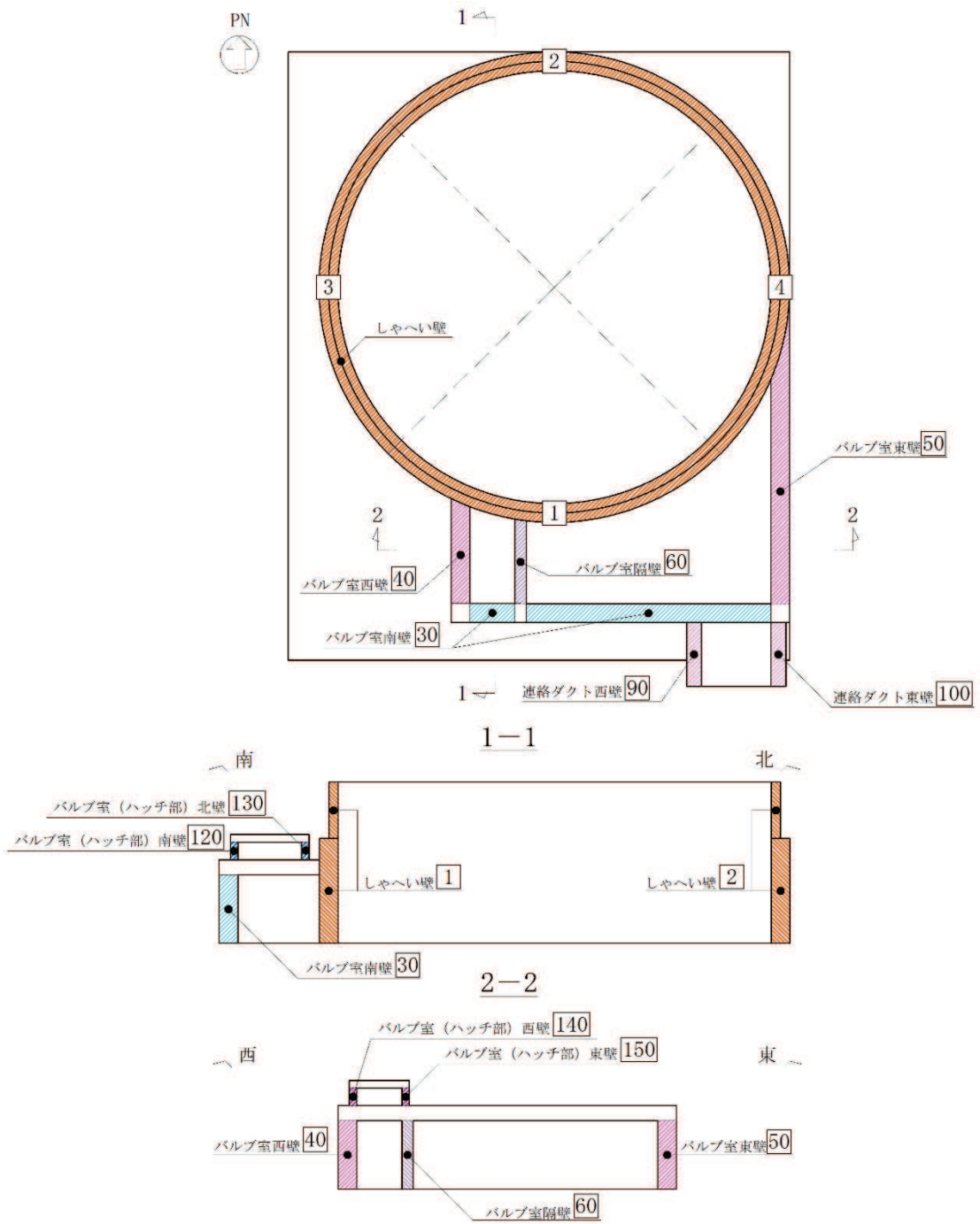


図 3-3-49 復水貯蔵タンク基礎（各壁部材） 評価位置図

表3-3-14 復水貯蔵タンク基礎（基礎版）の評価結果
 （曲げ・軸力系の破壊に対する照査（コンクリート））

水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せ					水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せ				
評価位置*	解析ケース	地震動	加振方向	照査値 σ'_c / σ'_{ca}	評価位置*	解析ケース	地震動	加振方向	照査値 σ'_c / σ'_{ca}
212	①	S s - D 2 (-+)	東西方向	0.12	211	②	主方向： S s - D 2 (++) 従方向： S s - D 2	主方向： 南北 従方向： 東西	0.13

注記*：評価位置は図3-3-50に示す。

表3-3-15 復水貯蔵タンク基礎（基礎版）の評価結果
 （曲げ・軸力系の破壊に対する照査（鉄筋））

水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せ					水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せ				
評価位置*	解析ケース	地震動	加振方向	照査値 σ_s / σ_{sa}	評価位置*	解析ケース	地震動	加振方向	照査値 σ_s / σ_{sa}
213	②	S s - D 2 (++)	南北方向	0.42	213	②	主方向： S s - D 2 (++) 従方向： S s - D 2	主方向： 南北 従方向： 東西	0.48

注記*：評価位置は図3-3-50に示す。

表3-3-16 復水貯蔵タンク基礎（基礎版）の評価結果
 （せん断破壊に対する照査）

水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せ					水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せ				
評価位置*	解析ケース	地震動	加振方向	照査値 τ_d / τ_{al}	評価位置*	解析ケース	地震動	加振方向	照査値 τ_d / τ_{al}
213	②	S s - D 2 (++)	南北方向	0.64	213	②	主方向： S s - D 2 (++) 従方向： S s - D 2	主方向： 南北 従方向： 東西	0.81

注記*：評価位置は図3-3-50に示す。

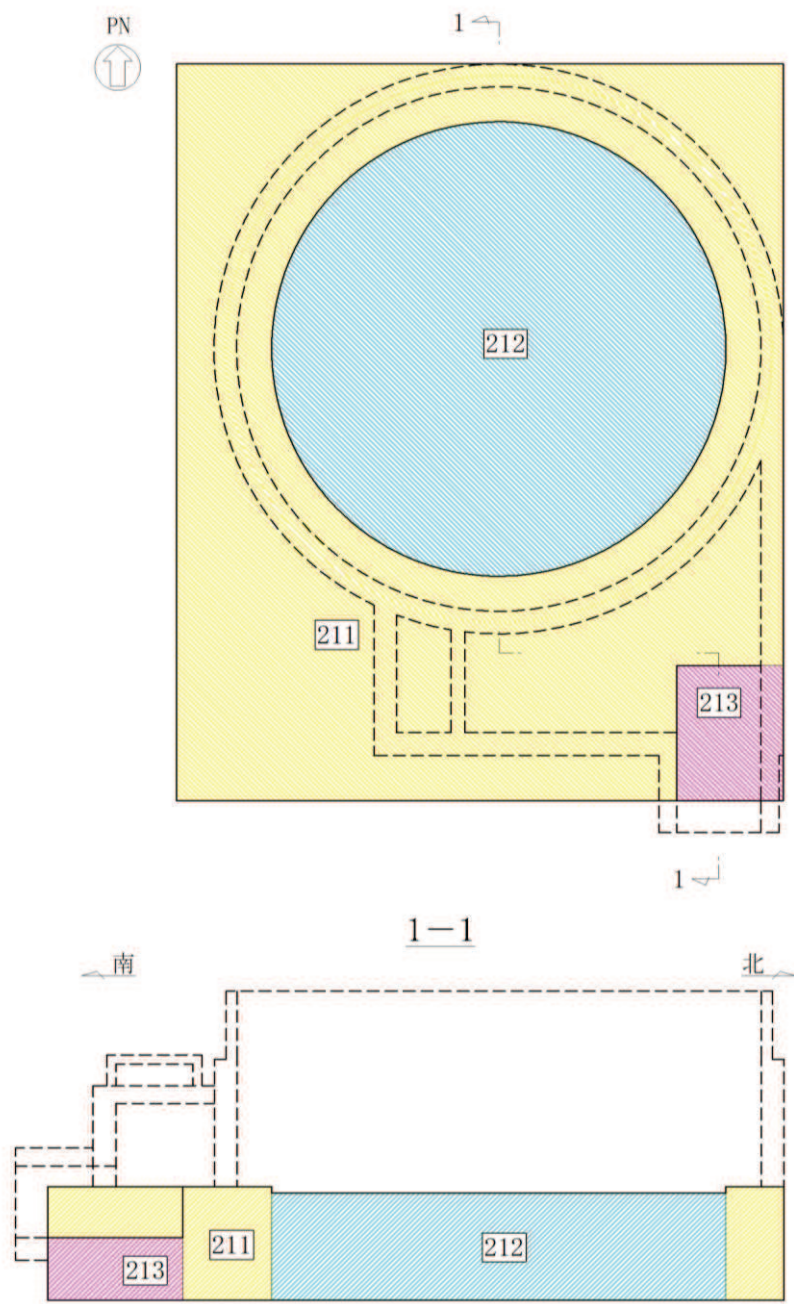


図 3-3-50 復水貯蔵タンク基礎（基礎版） 評価位置図

3.3.7 まとめ

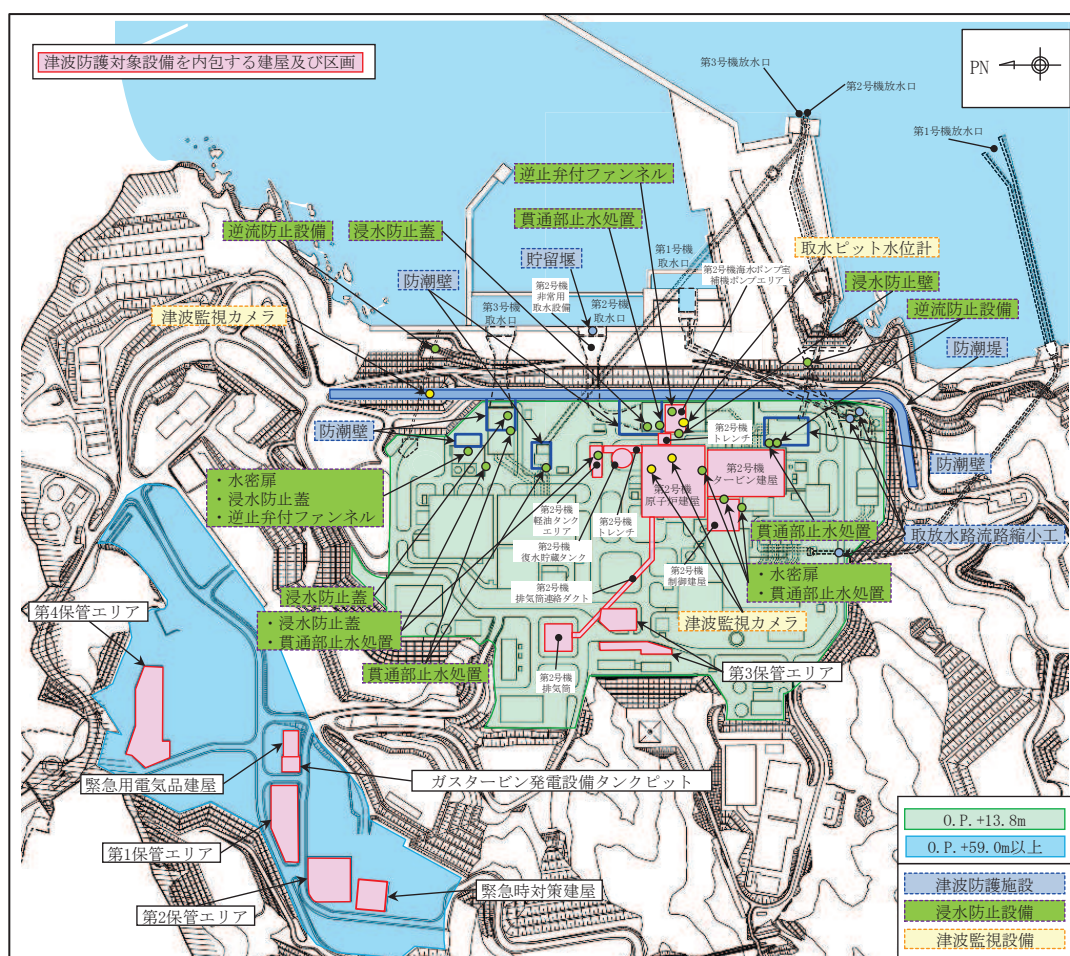
屋外重要土木構造物において、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響を受ける可能性がある施設（部位）について、従来設計手法における保守性も考慮した上で抽出し、水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる設計に対して影響を評価した。

その結果、水平 2 方向及び鉛直方向地震力を想定した発生応力が許容値を満足し、施設が有する耐震性に影響のないことを確認した。

3.4 津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備

3.4.1 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価を実施する対象設備は、津波防護施設である防潮堤、防潮壁、取放水路流路縮小工及び貯留堰、浸水防止設備である水密扉、逆流防止設備、浸水防止蓋、浸水防止壁、貫通部止水処置及び逆止弁付ファンネル、津波監視設備である津波監視カメラ及び取水ピット水位計とする。各構造物の位置図を図3-4-1に示す。また、強度評価の対象施設を表3-4-1に示す。



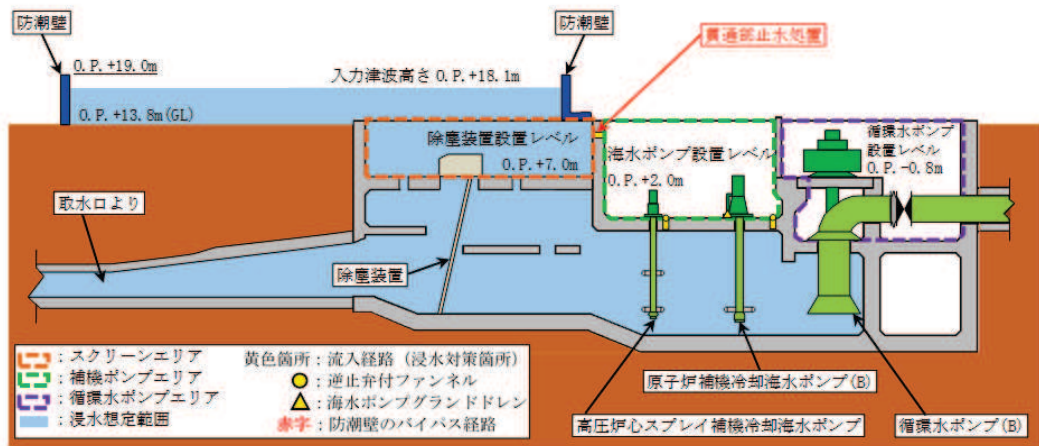
注：東北地方太平洋沖地震による約1mの沈下を考慮した標高を記載

図3-4-1 津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備位置図 (1/18)



(第2号機海水ポンプ室平面図)

図 3-4-1 津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備位置図 (2/18)

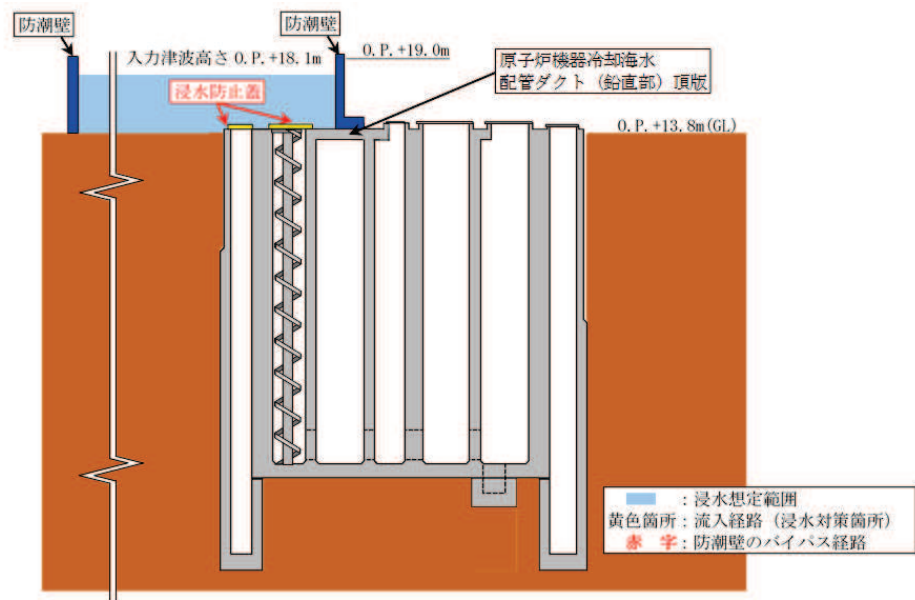


注：東北地方太平洋沖地震による約 1m の沈下を考慮した標高を記載

(第2号機海水ポンプ室 A-A 断面図)

図 3-4-1 津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備位置図 (3/18)

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



注：東北地方太平洋沖地震による約 1m の沈下を考慮した標高を記載

(第 2 号機海水ポンプ室 B-B 断面図)

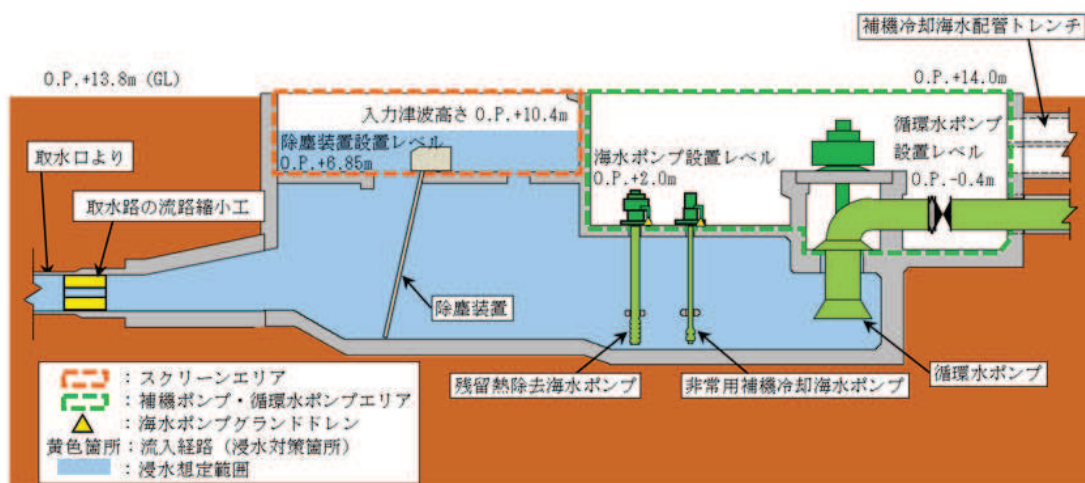
図 3-4-1 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備位置図 (4/18)



(第1号機海水ポンプ室平面図)

図 3-4-1 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備位置図 (5/18)

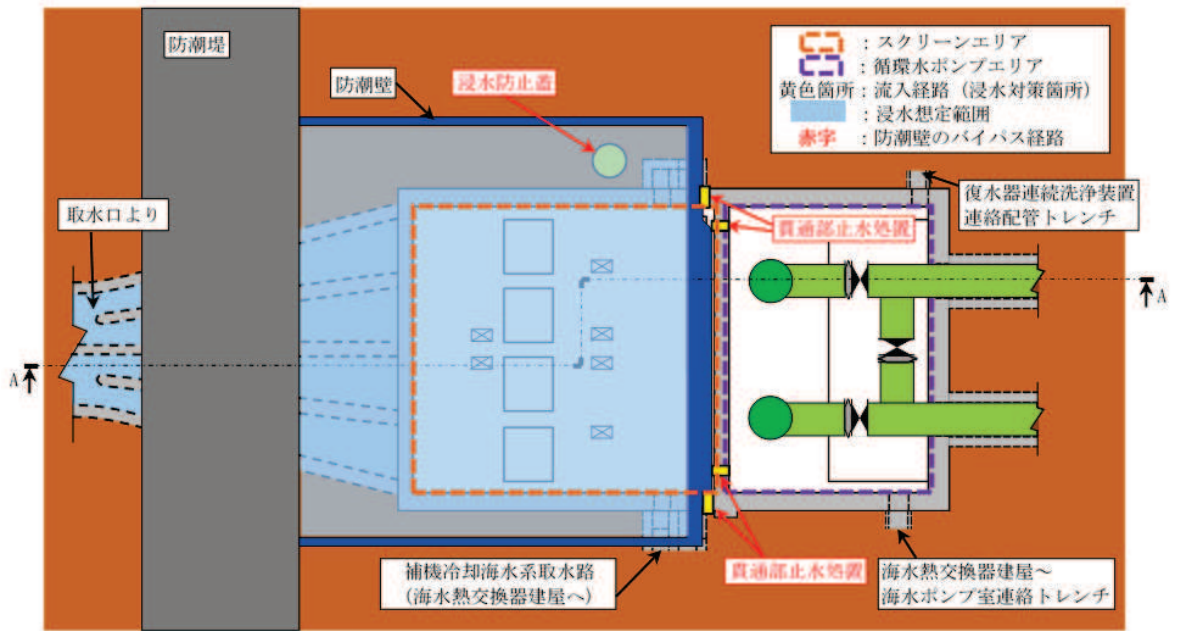
枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



注：東北地方太平洋沖地震による約 1m の沈下を考慮した標高を記載

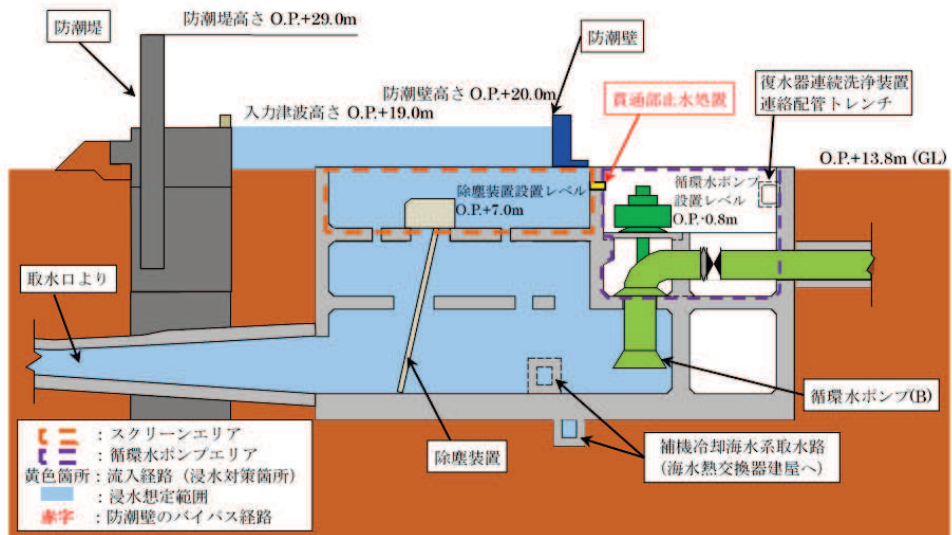
(第1号機海水ポンプ室 A-A 断面図)

図 3-4-1 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備位置図 (6/18)



(第3号機海水ポンプ室平面図)

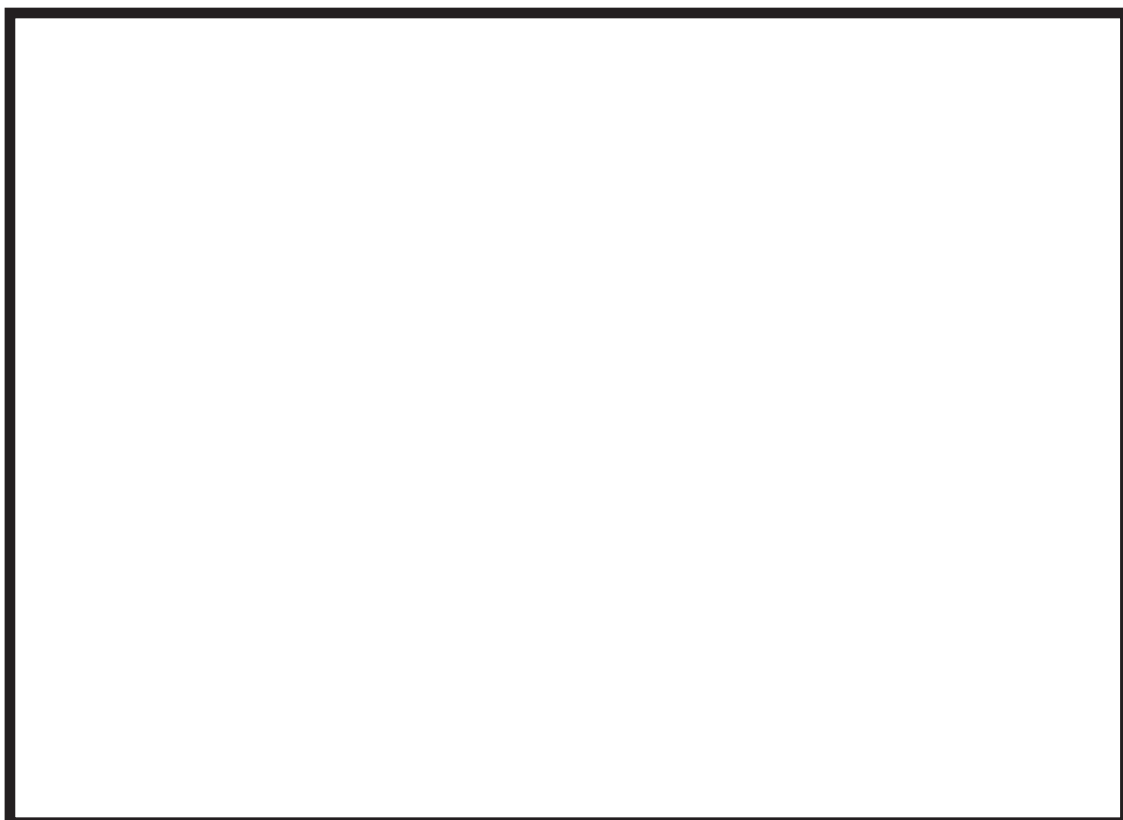
図 3-4-1 津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備位置図 (7/18)



注：東北地方太平洋沖地震による約 1m の沈下を考慮した標高を記載

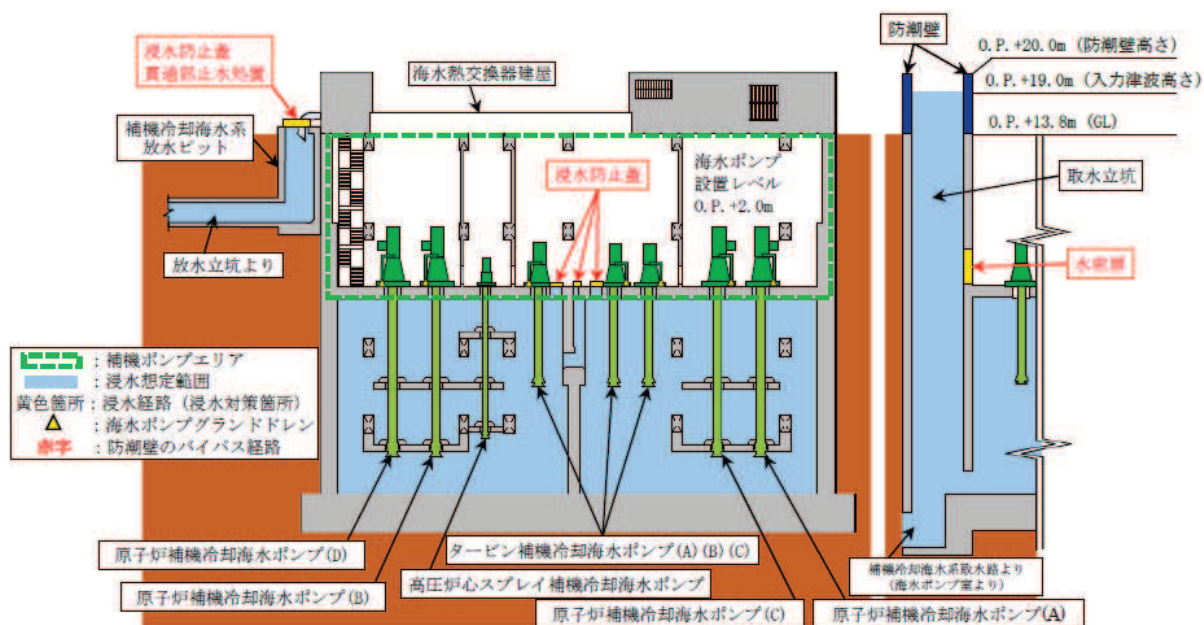
(第3号機海水ポンプ室 A-A 断面図)

図 3-4-1 津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備位置図 (8/18)



(第3号機海水熱交換器建屋補機ポンプエリア平面図)

図 3-4-1 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備位置図 (9/18)

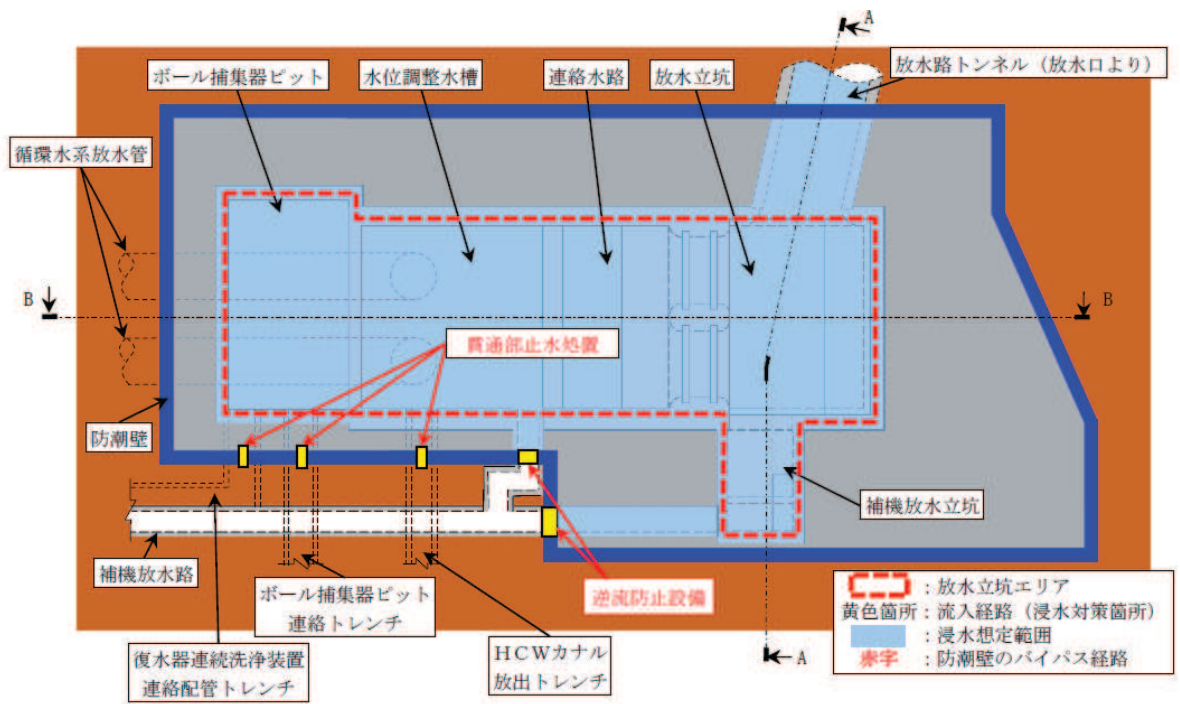


注：東北地方太平洋沖地震による約 1m の沈下を考慮した標高を記載

(第3号機海水熱交換器建屋補機ポンプエリア 左：A-A 断面図 右：B-B 断面図)

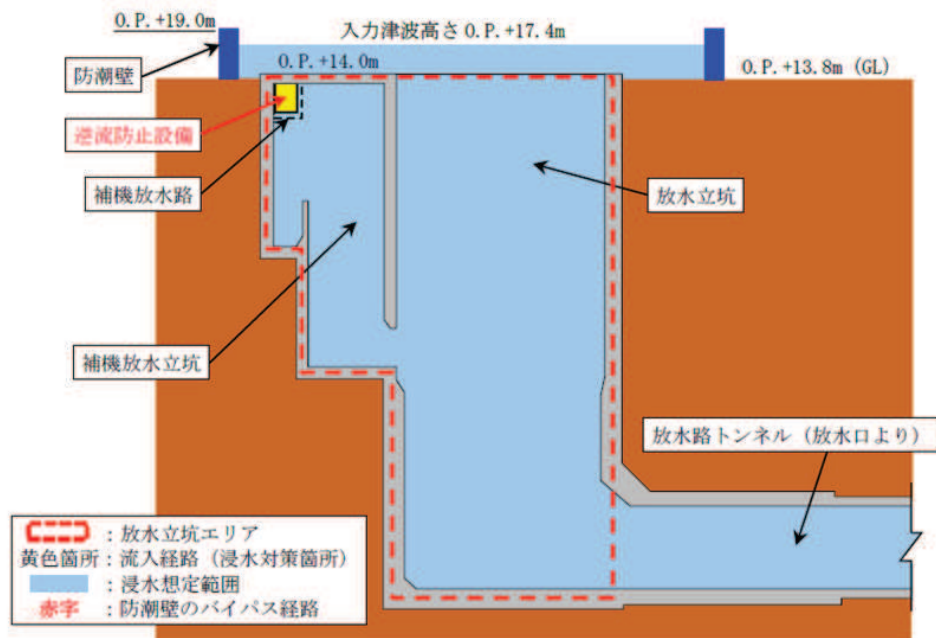
図 3-4-1 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備位置図 (10/18)

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



(第2号機放水立坑平面図)

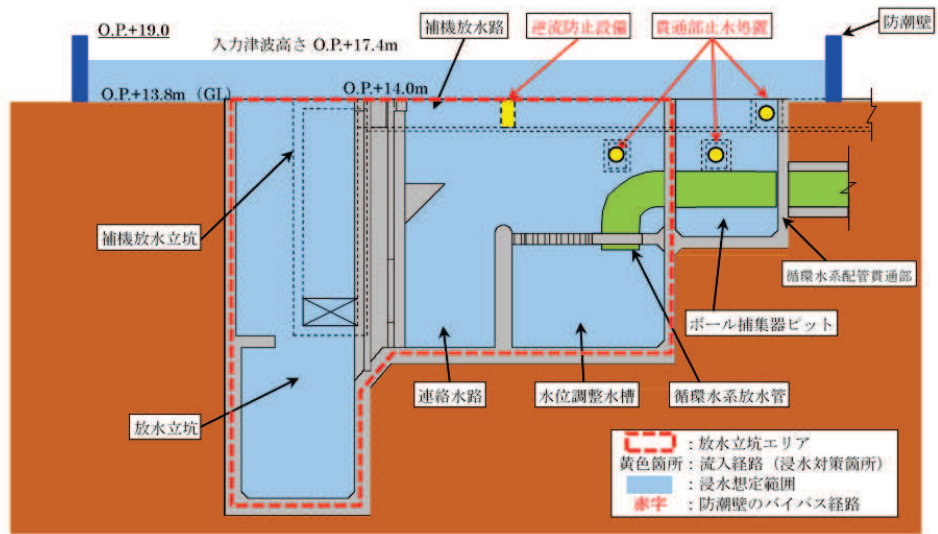
図 3-4-1 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備位置図 (11/18)



注：東北地方太平洋沖地震による約 1m の沈下を考慮した標高を記載

(第2号機放水立坑 A-A 断面図)

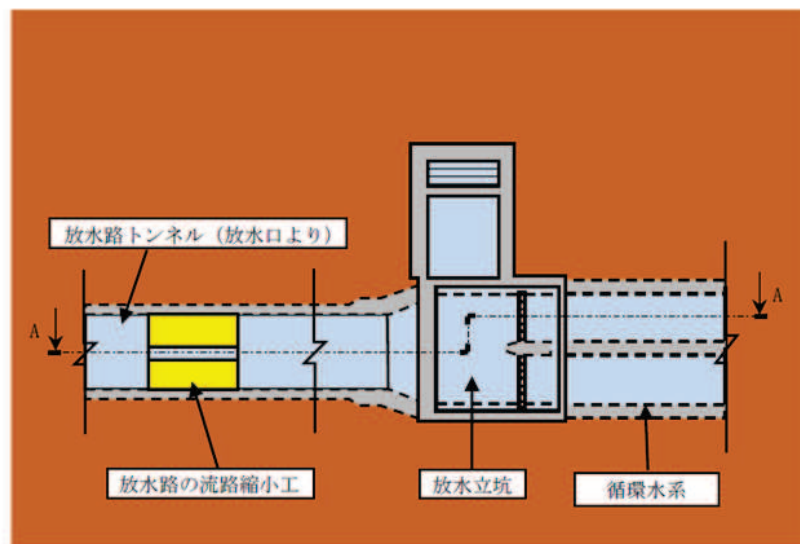
図 3-4-1 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備位置図 (12/18)



注：東北地方太平洋沖地震による約 1m の沈下を考慮した標高を記載

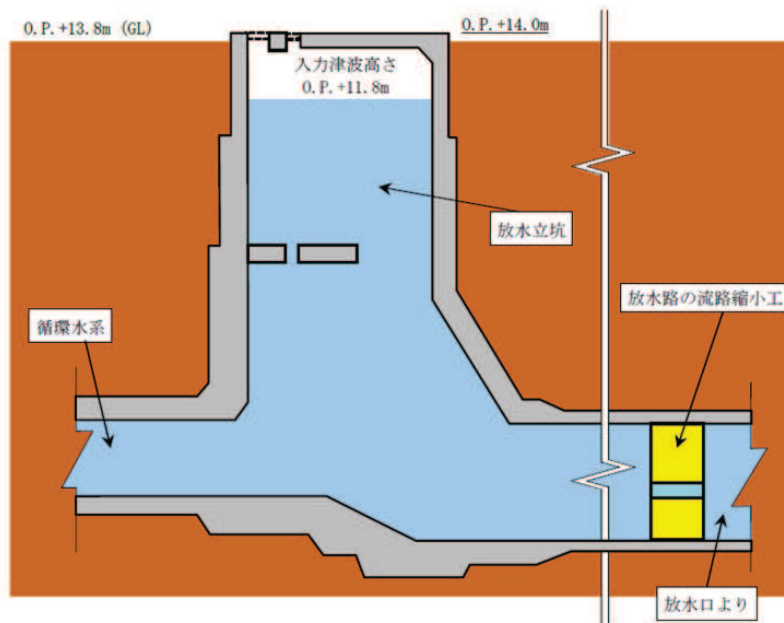
(第 2 号機放水立坑 B-B 断面図)

図 3-4-1 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備位置図 (13/18)



(第 1 号機放水立坑平面図)

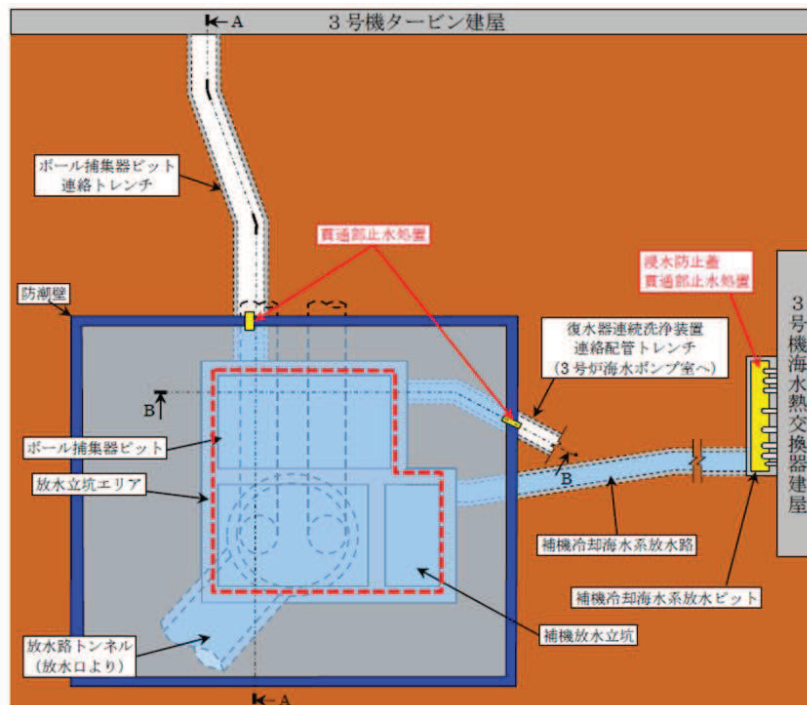
図 3-4-1 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備位置図 (14/18)



注：東北地方太平洋沖地震による約 1m の沈下を考慮した標高を記載

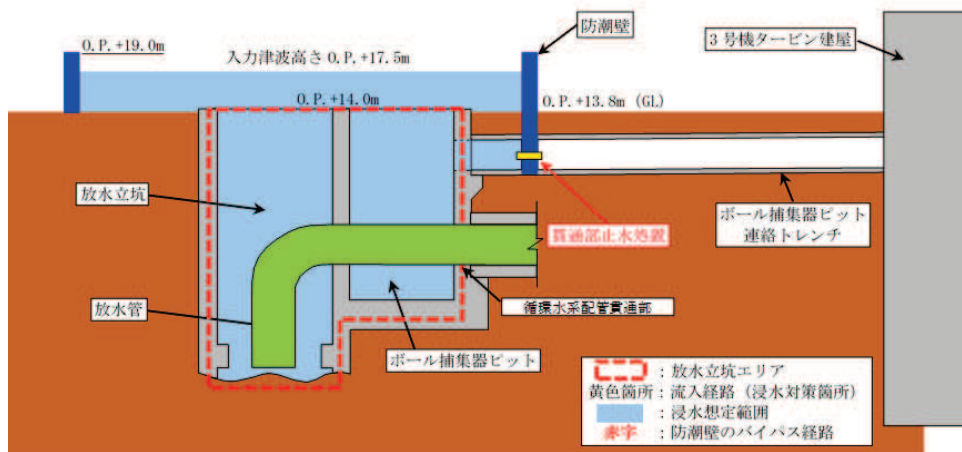
(第 1 号機放水立坑 A-A 断面図)

図 3-4-1 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備位置図 (15/18)



(第 3 号機放水立坑平面図)

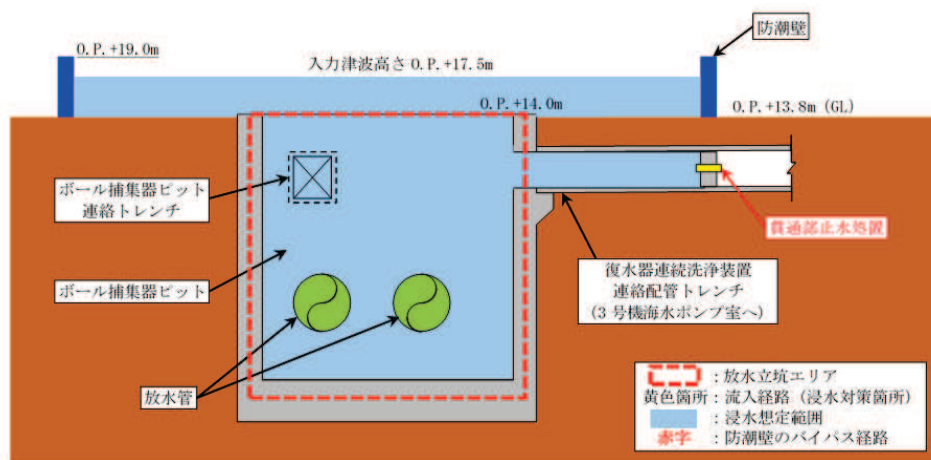
図 3-4-1 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備位置図 (16/18)



注：東北地方太平洋沖地震による約 1m の沈下を考慮した標高を記載

(第 3 号機放水立坑 A-A 断面図)

図 3-4-1 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備位置図 (17/18)



注：東北地方太平洋沖地震による約 1m の沈下を考慮した標高を記載

(第 3 号機放水立坑 B-B 断面図)

図 3-4-1 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備位置図 (18/18)

表 3-4-1 強度評価の対象施設 (1/3)

設備名称		施設分類	
防潮堤	防潮堤 (鋼管式鉛直壁)	津波防護施設	
	防潮堤 (盛土堤防)		
防潮壁	防潮壁 (第 2 号機海水ポンプ室)		
	防潮壁 (第 2 号機放水立坑)		
	防潮壁 (第 3 号機海水ポンプ室)		
	防潮壁 (第 3 号機放水立坑)		
	防潮壁 (第 3 号機海水熱交換器建屋)		
取放水路流路縮小工	取放水路流路縮小工 (第 1 号機取水路) (No. 1), (No. 2)		
	取放水路流路縮小工 (第 1 号機放水路)		
貯留堰 (No. 1), (No. 2), (No. 3), (No. 4), (No. 5), (No. 6)			
逆流防止設備	屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤南側) (No. 1), (No. 2), (No. 3)		浸水防止設備
	屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤北側)		
	補機冷却海水系放水路逆流防止設備 (No. 1), (No. 2)		
水密扉	水密扉 (第 3 号機海水熱交換器建屋海水ポンプ設置エリア) (No. 1)		
	水密扉 (第 3 号機海水熱交換器建屋海水ポンプ設置エリア) (No. 2)		
	原子炉建屋浸水防止水密扉 (No. 1)		
	原子炉建屋浸水防止水密扉 (No. 2)		
	制御建屋浸水防止水密扉 (No. 1)		
	制御建屋浸水防止水密扉 (No. 2)		
	制御建屋浸水防止水密扉 (No. 3)		
	計測制御電源室 (B) 浸水防止水密扉 (No. 3)		
	制御建屋空調機械 (A) 室浸水防止水密扉		
	制御建屋空調機械 (B) 室浸水防止水密扉		
	第 2 号機 MCR 浸水防止水密扉		
	制御建屋浸水防止水密扉 (No. 4)		
制御建屋浸水防止水密扉 (No. 5)			

表 3-4-1 強度評価の対象施設 (2/3)

設備名称		施設分類
浸水防止蓋	浸水防止蓋 (原子炉機器冷却海水配管ダクト)	浸水防止設備
	浸水防止蓋 (第 3 号機補機冷却海水系放水ピット)	
	浸水防止蓋 (第 3 号機海水熱交換器建屋海水ポンプ設置エリア角落し部)	
	浸水防止蓋 (第 3 号機海水熱交換器建屋海水ポンプ設置エリア点検用開口部) (No. 1), (No. 2)	
	浸水防止蓋 (揚水井戸 (第 2 号機海水ポンプ室防潮壁区画内))	
	浸水防止蓋 (揚水井戸 (第 3 号機海水ポンプ室防潮壁区画内))	
	地下軽油タンク燃料移送ポンプ室アクセス用浸水防止蓋 (No. 1), (No. 2)	
	地下軽油タンク機器搬出入用浸水防止蓋	
浸水防止壁	第 2 号機海水ポンプ室浸水防止壁	
逆止弁付ファンネル	第 2 号機原子炉補機冷却海水ポンプ (A) (C) 室逆止弁付ファンネル (No. 1), (No. 2), (No. 3)	
	第 2 号機原子炉補機冷却海水ポンプ (B) (D) 室逆止弁付ファンネル (No. 1), (No. 2), (No. 3)	
	第 2 号機高圧炉心スプレー補機冷却海水ポンプ室逆止弁付ファンネル (No. 1), (No. 2)	
	第 2 号機タービン補機冷却海水ポンプ室逆止弁付ファンネル (No. 1), (No. 2), (No. 3)	
	第 3 号機原子炉補機冷却海水ポンプ (A) (C) 室逆止弁付ファンネル (No. 1), (No. 2)	
	第 3 号機原子炉補機冷却海水ポンプ (B) (D) 室逆止弁付ファンネル (No. 1), (No. 2)	
	第 3 号機高圧炉心スプレー補機冷却海水ポンプ室逆止弁付ファンネル (No. 1), (No. 2)	
	第 3 号機タービン補機冷却海水ポンプ室逆止弁付ファンネル (No. 1), (No. 2), (No. 3)	

表3-4-1 強度評価の対象施設 (3/3)

設備名称		施設分類
貫通部止水処置	貫通部止水処置(第2号機海水ポンプ室防潮壁横断部)	
	貫通部止水処置(第2号機放水立坑防潮壁横断部)	
	貫通部止水処置(第3号機海水ポンプ室防潮壁横断部)	
	貫通部止水処置(第3号機放水立坑防潮壁横断部)	
	貫通部止水処置(第3号機補機冷却海水系放水ピット浸水防止蓋貫通部)	
	貫通部止水処置(第2号機原子炉建屋)	
	貫通部止水処置(第2号機制御建屋)	
	貫通部止水処置(第2号機軽油タンクエリア)	
津波監視カメラ	津波監視 設備	
取水ピット水位計		

なお、津波防護施設のうち防潮壁（第3号機海水熱交換器建屋）については、添付書類「VI-2-10-2-3-4 防潮壁（第3号機海水熱交換器建屋）の耐震性についての計算書」において水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した耐震評価を実施し、十分な構造強度を有していることを確認していることから、本章での評価は省略する。

また、浸水防止設備及び津波監視設備の水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価については、添付書類「VI-2-1-8 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価方針」の「4.1 建物・構築物」及び「4.2 機器・配管系」に基づき、「3.1 建物・構築物」及び「3.2 機器・配管系」にて評価結果を示しているため、本章では評価は省略する。浸水防止設備の間接支持構造物のうち、「3.1 建物・構築物」及び「3.3 屋外重要土木構造物」にて評価結果を示している施設についても、本章では評価は省略する。

3.4.2 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方

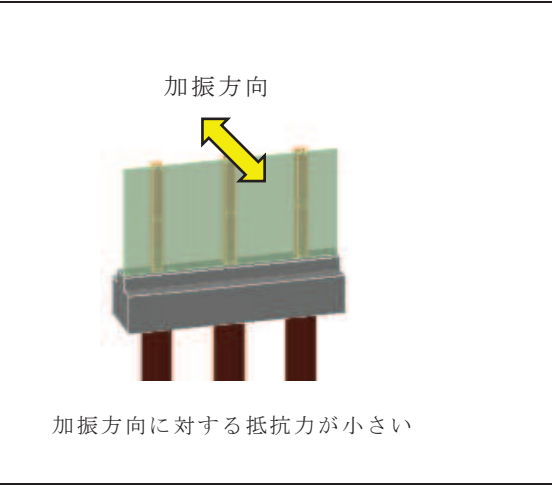
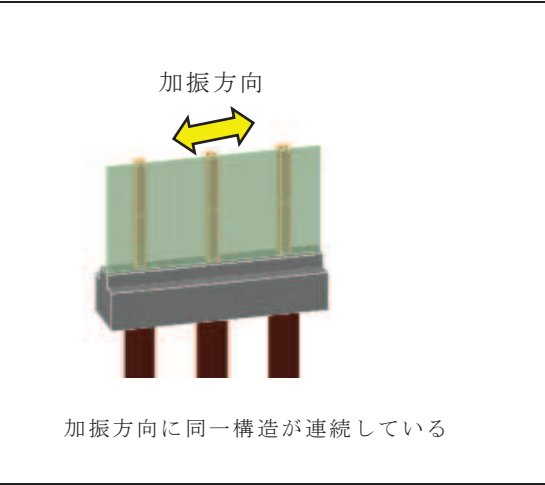
津波防護施設における従来設計手法の考え方について、防潮壁を例に表 3-4-2 に示す。津波防護施設は、地中構造物と地上構造物に分けられる。地上構造物は、躯体の慣性力や基礎部分に係る動土圧等の外力が主たる荷重となる。地中構造物については、動土圧や動水圧等の外力が主たる荷重となる。地中構造物、地上構造物のうち屋外重要土木構造物同様、比較的単純な構造部材の配置で構成され、ほぼ同一の断面が奥行方向に連続する構造的特徴を有する線状構造物は、3次元的な応答の影響が小さいため、2次元断面での耐震評価を行っている。

線状構造物は、ほぼ同一の断面が長手方向に連続する構造的特徴を有していることから、構造上の特徴として明確な弱軸、強軸を有する。

強軸方向の地震時挙動は、弱軸方向に対して顕著な影響を及ぼさないことから、従来評価手法では弱軸方向を評価対象として、耐震設計上求められる水平1方向及び鉛直方向地震力による耐震評価を実施している。

表 3-4-2 に示すとおり、線状構造物に関する従来設計手法では、津波防護施設の構造上の特徴から、弱軸方向の地震荷重に対して、垂直に配置された構造部材のみで受け持つよう設計している。

表 3-4-2 従来設計手法における評価対象断面の考え方

	横断方向の加振	縦断方向の加振
従来設計の評価対象断面の考え方	 <p>加振方向に対する抵抗力が小さい</p>	 <p>加振方向に同一構造が連続している</p>
	<ul style="list-style-type: none"> ・横断方向は，加振方向に対する抵抗力が小さく，弱軸方向にあたる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・縦断方向は，加振方向に同一構造が連続しており，強軸方向にあたる。
	<ul style="list-style-type: none"> ・強軸方向の地震時挙動は，弱軸方向に対して顕著な影響を及ぼさない。 ・弱軸方向を評価対象断面とする。 	

3.4.3 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

評価対象構造物において，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した場合に影響を受ける可能性がある構造物の評価を行う。

評価対象構造物を構造形式ごとに分類し，構造形式ごとに作用すると考えられる荷重を整理し，荷重が作用する構造部材の配置等から水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を受ける可能性のある構造形式を抽出する。

抽出された構造形式については，従来設計手法での評価対象断面（弱軸方向）の地震応答解析に基づく構造部材の照査において，評価対象断面（弱軸方向）に直交する断面（強軸方向）の地震応答解析に基づく地震時荷重等を適切に組み合わせることで，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる構造部材の発生応力を算出し，構造物が有する耐震性への影響を確認する。

評価対象断面（弱軸方向）に直交する断面（強軸方向）の地震応答解析に基づく地震時荷重は，基準地震動 S_s による評価対象断面（弱軸方向）での地震時荷重算定時刻と同時刻の荷重を，位相の異なる地震動にて算出して用いることとする。

構造物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。

3.4.4 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

評価対象構造物において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せ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構造物について、構造形式及び作用荷重の観点から影響評価の対象とする構造物を抽出し、構造物が有する耐震性への影響を評価する。影響評価のフローを図3-4-2に示す。

(1) 影響評価対象構造物の抽出

① 構造形式の分類

津波防護施設について、各構造物の構造上の特徴や従来設計手法の考え方を踏まえ、構造形式ごとに大別する。

② 従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の整理

従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重を抽出する。

③ 荷重の組合せによる応答特性が想定される構造形式の抽出

②で整理した荷重に対して、構造形式ごとにどのように作用するかを整理し、耐震性に与える影響程度を検討した上で、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定される構造形式を抽出する。

④ 従来設計手法における評価対象断面以外の3次元的な応答特性が想定される箇所の抽出

③で抽出されなかった構造形式について、従来設計手法における評価対象断面以外の箇所で、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響により3次元的な応答が想定される箇所を抽出する。

⑤ 従来設計手法の妥当性の確認

④で抽出された箇所が、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対して、従来設計手法における評価対象断面の耐震評価で満足できるか検討を行う。

(2) 影響評価手法

⑥ 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価

評価対象として抽出された構造物について、従来設計手法での評価対象断面（弱軸方向）の地震応答解析に基づく構造部材の照査において、評価対象断面（弱軸方向）に直交する断面（強軸方向）の地震応答解析に基づく地震時荷重等を適切に組み合わせることで、構造部材の設計上の許容値に対する評価を実

施し、構造部材が有する耐震性への影響を確認する。

評価手法については、評価対象構造物の構造形式を考慮し選定する。

⑦ 機器・配管系への影響検討

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が確認された構造物が、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・配管系の間接支持構造物である場合には、機器・配管系に対して、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響を確認する。

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響が確認された場合、機器・配管系の影響評価に反映する。

なお、④及び⑤の精査にて、津波防護施設の影響の観点から抽出されなかった部位であっても、地震応答解析結果から機器・配管系への影響の可能性が想定される部位については検討対象として抽出する。

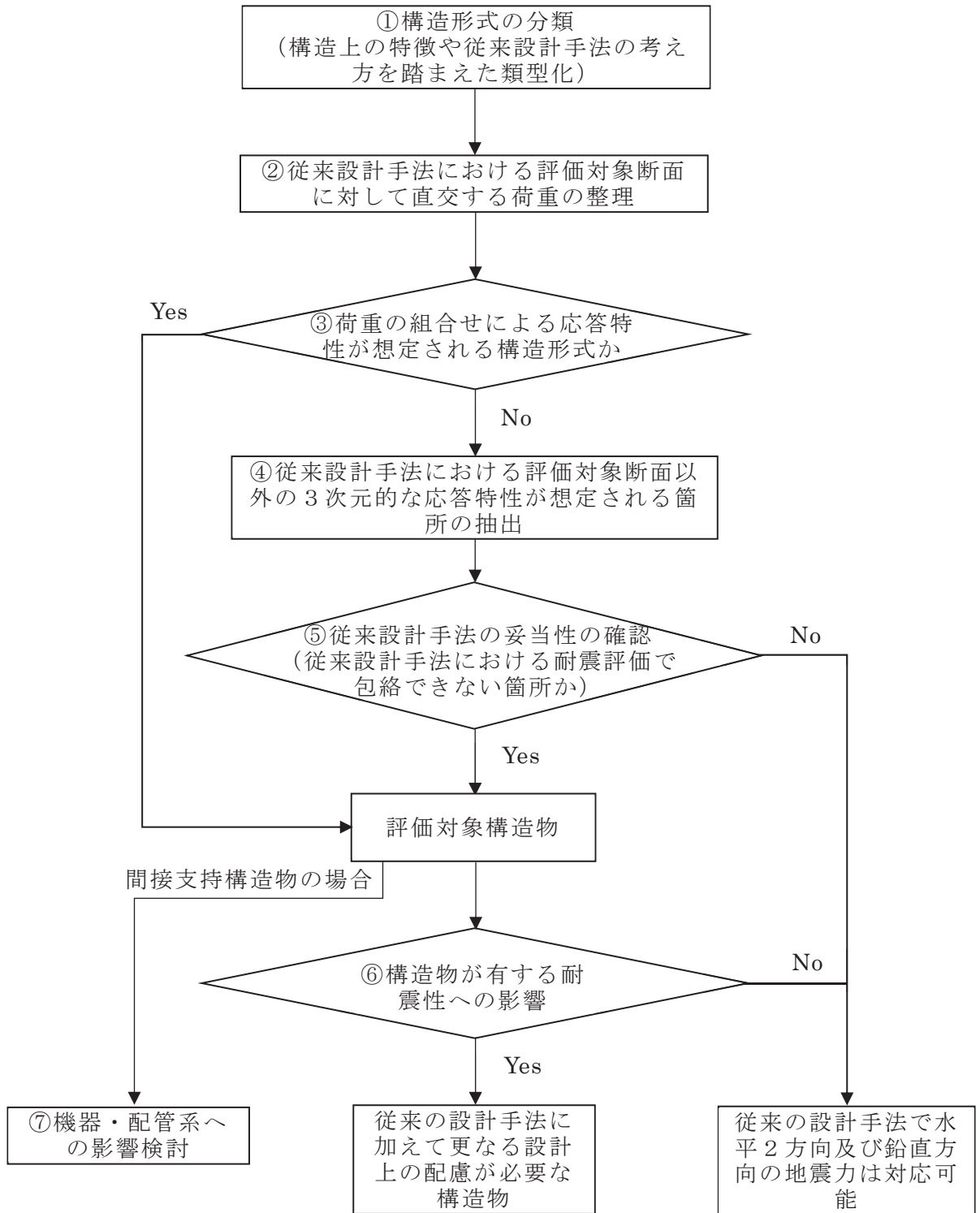


図 3-4-2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価のフロー

3.4.5 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出

(1) 構造形式の分類

本章における評価対象構造物である津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備の間接支持構造物の構造形式の分類を表3-4-3に示す。

構造形式により1)線状構造物，2)箱形構造物，3)門型構造物，4)円筒型構造物の4つの構造形式に大別される。

表 3-4-3 津波防護施設並びに浸水防止設備及び津波監視設備の間接支持構造物
の構造形式の分類 (1/2)

分類	構造物		1) 線状 構造物	2) 箱形 構造物	3) 門型 構造物	4) 円筒型 構造物
津波防護施設	防潮堤	鋼管式鉛直壁	○ (上部工)			○ (鋼管杭)
		盛土堤防	○			
	防潮壁 (第2号 機海水ポ ンプ室, 第2号機 放水立 坑, 第3 号機海水 ポンプ 室, 第3 号機放水 立坑)	鋼製遮水壁 (鋼板)	○ (上部工)			○ (杭基礎)
		鋼製遮水壁 (鋼桁)			○ (上部工)	○ (杭基礎)
		鋼製扉			○ (上部工)	○ (杭基礎)
	取放水路流路縮小工		○			
	貯留堰		○ ^{*1}			

表 3-4-3 津波防護施設並びに浸水防止設備及び津波監視設備の間接支持構造物
の構造形式の分類 (2/2)

分類	構造物		1) 線状 構造物	2) 箱形 構造物	3) 門型 構造物	4) 円筒型 構造物
浸水防止設備 ^{*1}	逆流防止 設備	屋外排水路 逆流防止設備 (防潮堤南側)		○ (出口側集 水ピット)		
		屋外排水路 逆流防止設備 (防潮堤北側)		○ 出口側集水 ピット)		
		補機冷却海水系 放水路逆流防止 設備	○ ^{*3} (基礎)			
	浸水防止 蓋	揚水井戸 (第 3 号機海水ポン プ室防潮壁区 画内)				○ (井戸)
津波監視設備 ^{*2}	津波監視カメラ		○ (防潮堤 (盛土堤 防))			

注記*1: 取水口と一体構造であり、「3.3 屋外重要土木構造物」にて評価結果を示していることから、本章では評価は省略する。

*2: 間接支持構造物を示す。なお、本表に示している設備以外の浸水防止設備及び津波監視設備の間接支持構造物については「3.1 建物・構築物」及び「3.3 屋外重要土木構造物」にて評価結果を示していることから、本章では評価は省略する。

*3: 防潮壁 (第 2 号機放水立坑)

(2) 従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の整理

表 3-4-4 に、従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重を示す。

従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重として、動土圧、動水圧、摩擦力及び慣性力が挙げられる。

表 3-4-4 従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重

作用荷重		作用荷重のイメージ(*)
①動土圧及び動水圧	従来設計手法における評価対象断面に対して、平行に配置される構造部材に作用する動土圧及び動水圧	
②摩擦力	周辺の埋戻土と躯体間で生じる相対変位に伴い発生する摩擦力	
③慣性力	躯体に作用する慣性力	

注記*：当該図は、平面図を示す。

(3) 荷重の組合せによる応答特性が想定される構造形式の抽出

表 3-4-5 に、3.4.5(1)で整理した構造形式ごとに、3.4.5(2)で整理した荷重作用による影響程度を示す。

表 3-4-5 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出(1/2)

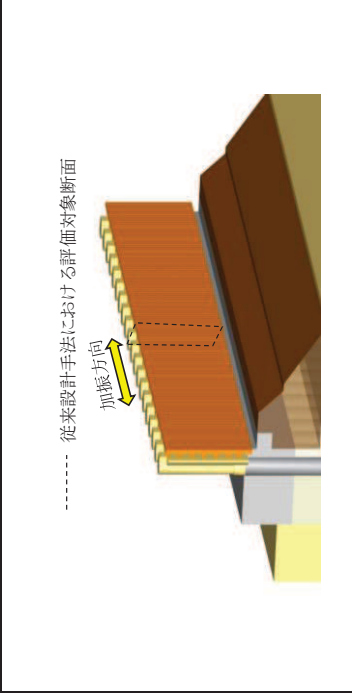
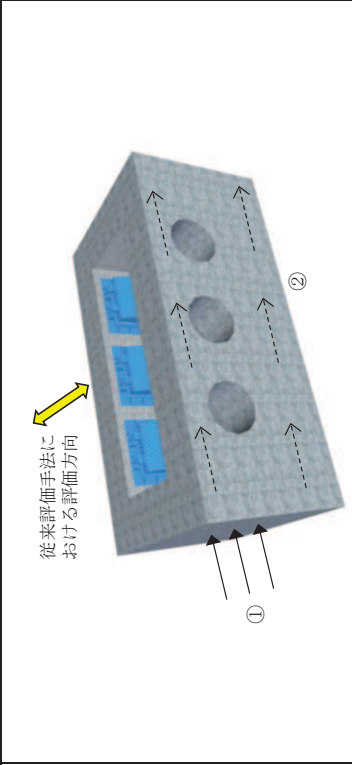
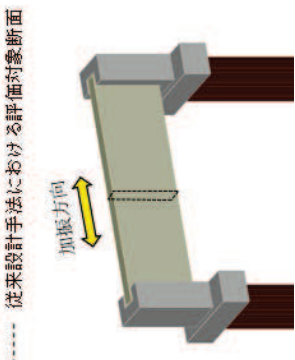
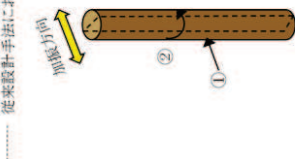
<p>3.4.1(2)で整理した 構造形式の分類</p>	<p>1) 線状構造物 (防潮堤(鋼管式鉛直壁)の上部工等)</p>  <p>----- 従来設計手法における評価対象断面 加振方向</p>	<p>2) 箱形構造物 (逆流防止設備の基礎等)</p>  <p>従来評価手法における評価方向</p>
<p>3.4.1(3)で整理した 荷重の作用状況</p>	<p>(注) ③慣性力はすべての構造部材に作用</p> <p>①動土圧及び動水圧 作用しない</p> <p>②摩擦力 作用しない</p> <p>③慣性力 全ての部材に作用</p>	<p>(注) ③慣性力はすべての構造部材に作用</p> <p>①動土圧及び動水圧 従来設計手法における評価方向に対して平行する側面に作用</p> <p>②摩擦力 従来設計手法における評価方向に対して平行する側面に作用</p> <p>③慣性力 全ての部材に作用</p>
<p>従来設計手法における評価対象断面に対する評価対象断面に対して直交する荷重の影響度</p>	<p>従来設計手法における評価対象断面に対して直角方向(強軸方向)に①動土圧及び動水圧による荷重が作用しないため影響の程度が小さい。</p>	<p>従来設計手法における評価対象断面に対して平行する側面に、①動土圧及び動水圧による荷重が作用するため影響大。</p>
<p>抽出結果</p>	<p>×</p>	<p>○</p>

表 3-4-5 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出 (2/2)

<p>3.4.1(2)で整理した 構造形式の分類</p>	<p>3) 門型構造物 (杭基礎構造防潮壁 (鋼製遮水壁 (鋼桁)) の 上部工等)</p>	<p>4) 円筒型構造物 (防潮壁の下部工等)</p>
<p>3.4.1(3)で整理した 荷重の作用状況</p>	<p>(注) ③慣性力はすべての構造部材に作用</p>  <p>従来設計手法における評価対象断面</p>	<p>(注) ③慣性力はすべての構造部材に作用</p>  <p>従来設計手法における評価対象断面</p>
<p>従来設計手法における評価対象断面に 対して直角方向 (強軸方向) に①動土圧及び動水圧による荷重が作用しないため影響の程度が小さいが、左右の RC 支柱に桁や扉を支持させた門型構造形式であり、妻側に配置された RC 支柱への強軸方向の慣性力等の荷重が作用する等、影響の程度が大きい。</p>	<p>従来設計手法における評価対象断面に 対して直角方向 (強軸方向) に①動土圧及び動水圧による荷重が作用しないため影響の程度が小さいが、左右の RC 支柱に桁や扉を支持させた門型構造形式であり、妻側に配置された RC 支柱への強軸方向の慣性力等の荷重が作用する等、影響の程度が大きい。</p>	<p>胴体部において、①動土圧及び動水圧による荷重、上部工からの荷重が作用するため影響の程度が大きい。</p>
<p>抽出結果 (○:影響検討実施)</p>	<p>○</p>	<p>○</p>
<p>①動土圧及び動水圧</p>	<p>作用しない</p>	<p>主に胴体部に作用</p>
<p>②摩擦力</p>	<p>作用しない</p>	<p>主に胴体部に作用</p>
<p>③慣性力</p>	<p>全ての部材に作用</p>	<p>全ての部材に作用</p>

(4) 従来設計手法における評価対象以外の3次元的な応答特性が想定される箇所の抽出

3.4.1(4)で抽出しなかった構造形式である1)線状構造物について、各構造物の構造等を考慮した上で、従来設計手法における評価対象断面以外の3次元的な応答特性が想定される箇所を抽出し、以下に示す。

a. 防潮堤（鋼管式鉛直壁の上部工，盛土堤防）

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の上部工は、軸方向に対して同一の構造断面が連続する線状構造物であり、構造上の特徴として、妻壁（評価対象断面に対して平行に配置される壁部材）等を有さず、明確な弱軸・強軸を示し、強軸方向の慣性力により発生する応力の影響は小さいことから、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響は小さい。

防潮堤（盛土堤防）はセメント改良土盛土による線状構造物であり、従来設計手法における評価対象断面に対して直交する動土圧はほとんど作用しないことから、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響は小さい。

防潮堤の構造概要を図3-4-3に示す。

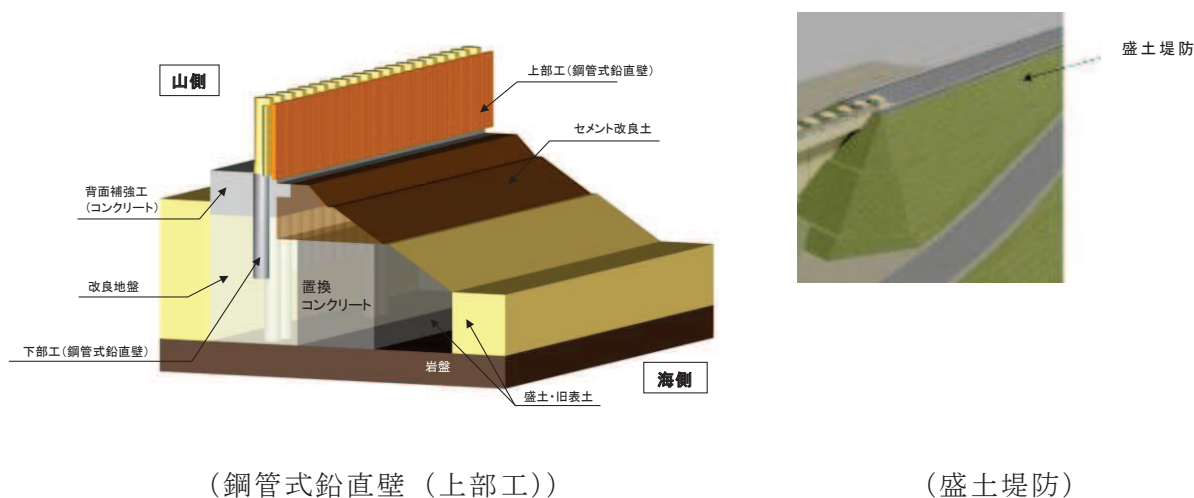


図 3-4-3 防潮堤（鋼管式鉛直壁の上部工，盛土堤防）の構造概要

b. 防潮壁（鋼製遮水壁（鋼板））の上部工

防潮壁（鋼製遮水壁（鋼板））の上部工は，壁軸方向に対して同一の構造断面が連続する線状構造物であり，妻壁（評価対象断面に対して平行に配置される壁部材）等を有さず，相対的に断面係数が大きい壁軸方向が明確な強軸を示し，強軸方向の慣性力により発生する応力の影響は小さいことから，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響は小さい。

なお，防潮壁（鋼製遮水壁（鋼板））の隅角部については，隣接する構造との接続のために妻壁に相当する部位を有するが，その面積は小さく，鋼製支柱や全体構造に与える慣性力等の影響も小さいため，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響は小さい。

防潮壁（鋼製遮水壁（鋼板））の上部工の構造概要を図3-4-4に，隅角部の構造概要を図3-4-5に，平面配置を図3-4-6，図3-4-7に示す。

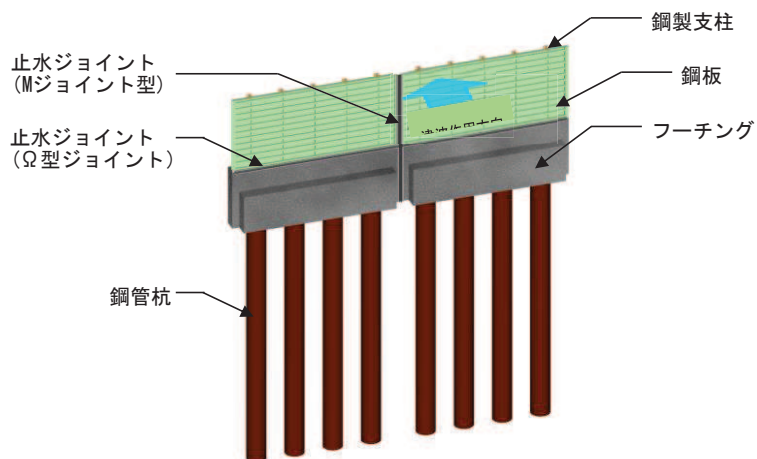


図 3-4-4 防潮壁（鋼製遮水壁（鋼板））の上部工の構造概要

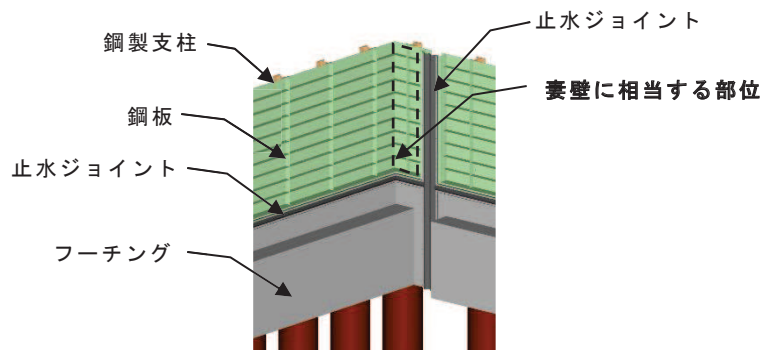
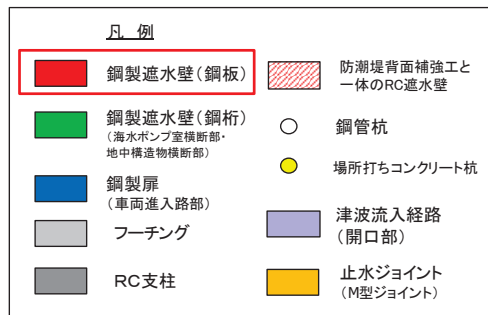
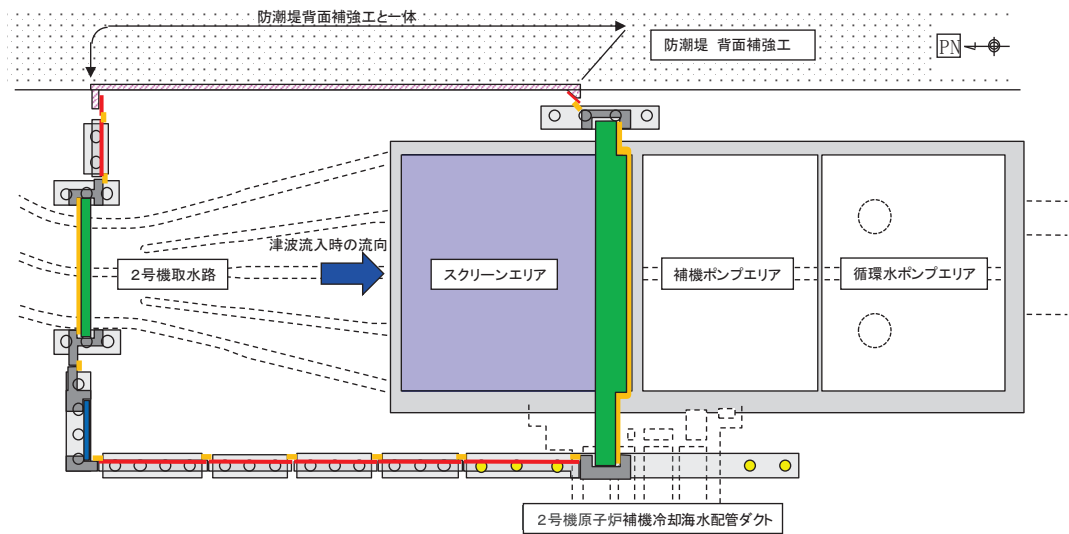
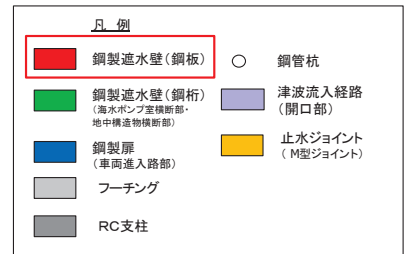
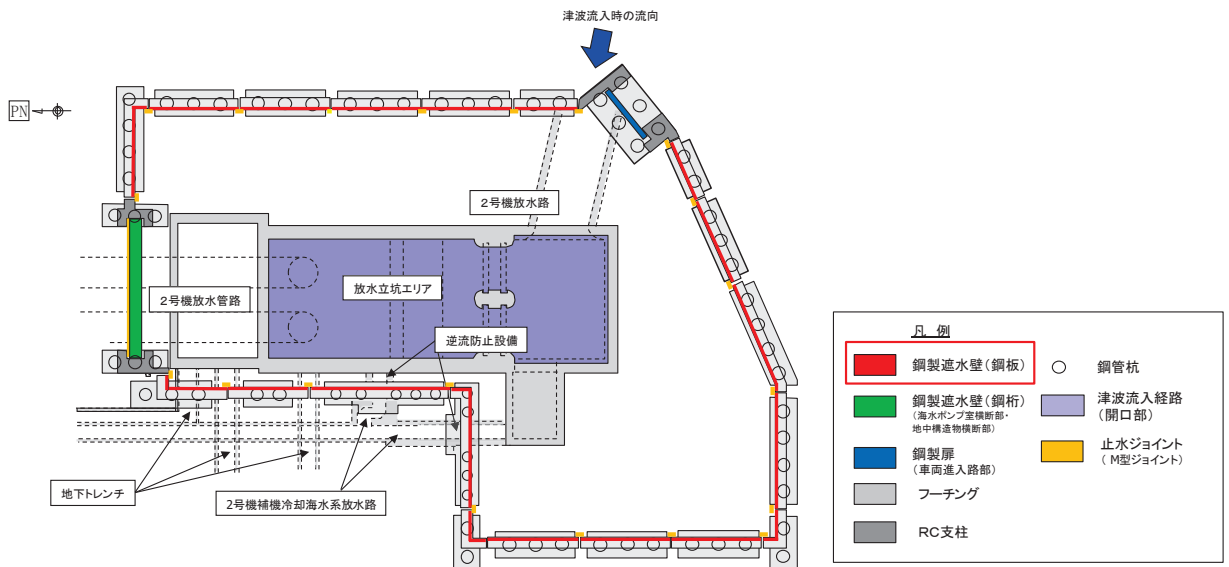


図 3-4-5 鋼製遮水壁（鋼板）の上部工（隅角部）

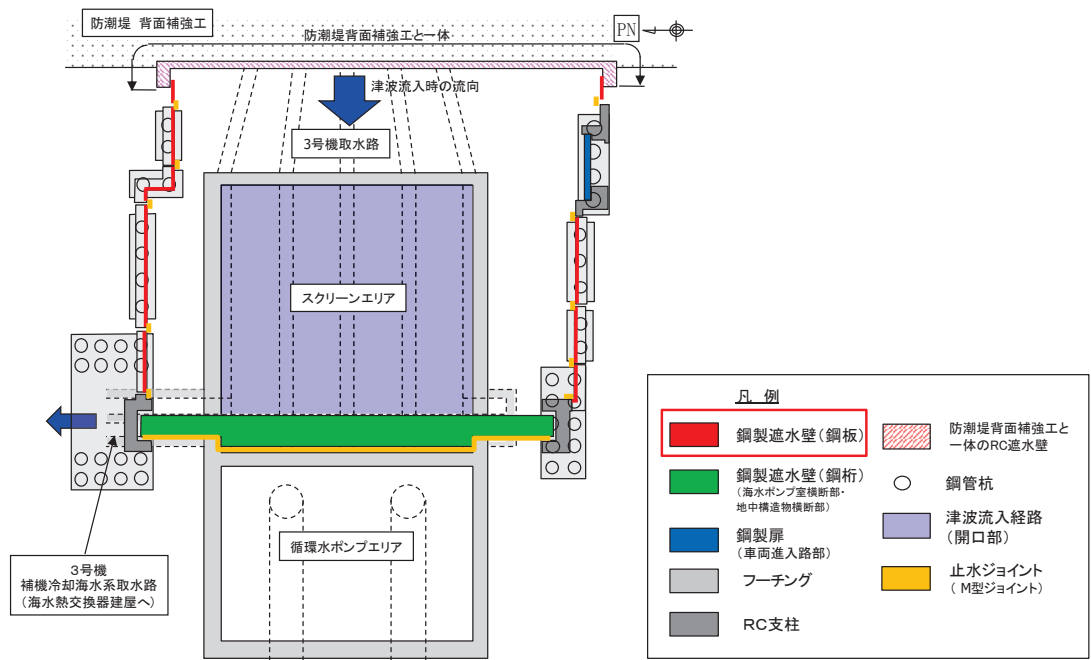


(第2号機海水ポンプ室防潮壁)

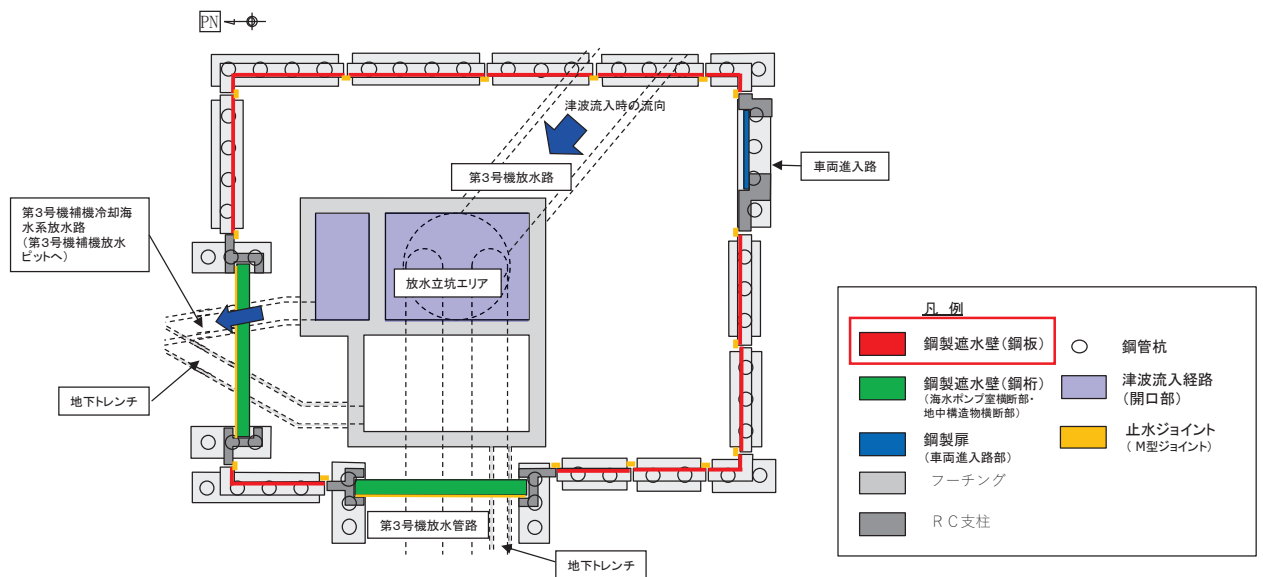


(第2号機放水立坑防潮壁)

図 3-4-6 防潮壁(鋼製遮水壁(鋼板))の平面配置



(第3号機海水ポンプ室防潮壁)



(第3号機放水立坑防潮壁)

図 3-4-7 防潮壁 (鋼製遮水壁 (鋼板)) の平面配置

c. 取放水路流路縮小工

取放水路流路縮小工は、岩盤内に構築された線状構造物である既設取放水路内に設置する構造物で、縦断方向に同一断面が連続した形状となっており、また横断方向を岩盤により拘束された構造であるため、地震時の水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響は小さい（縦断方向に対しては津波時及び津波余震重畳時における強度評価を実施）。

構造概要を図3-4-8、図3-4-9に示す。

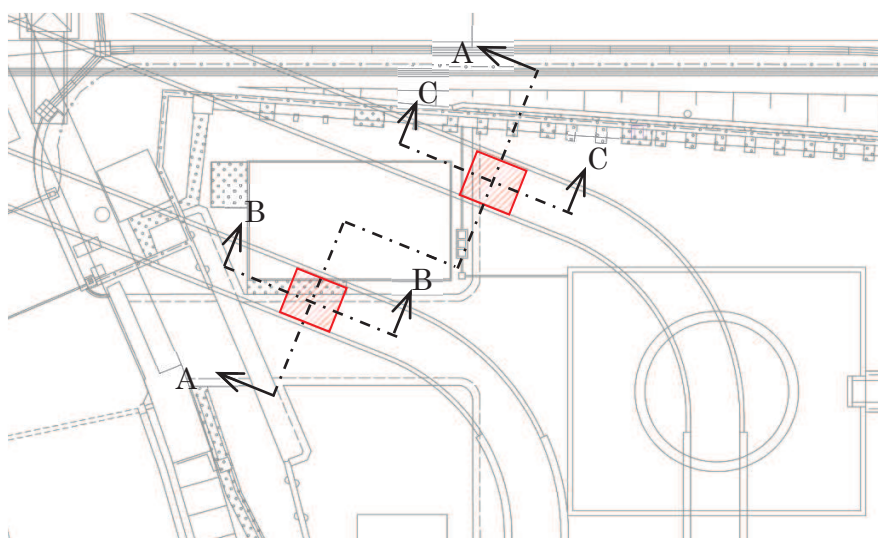
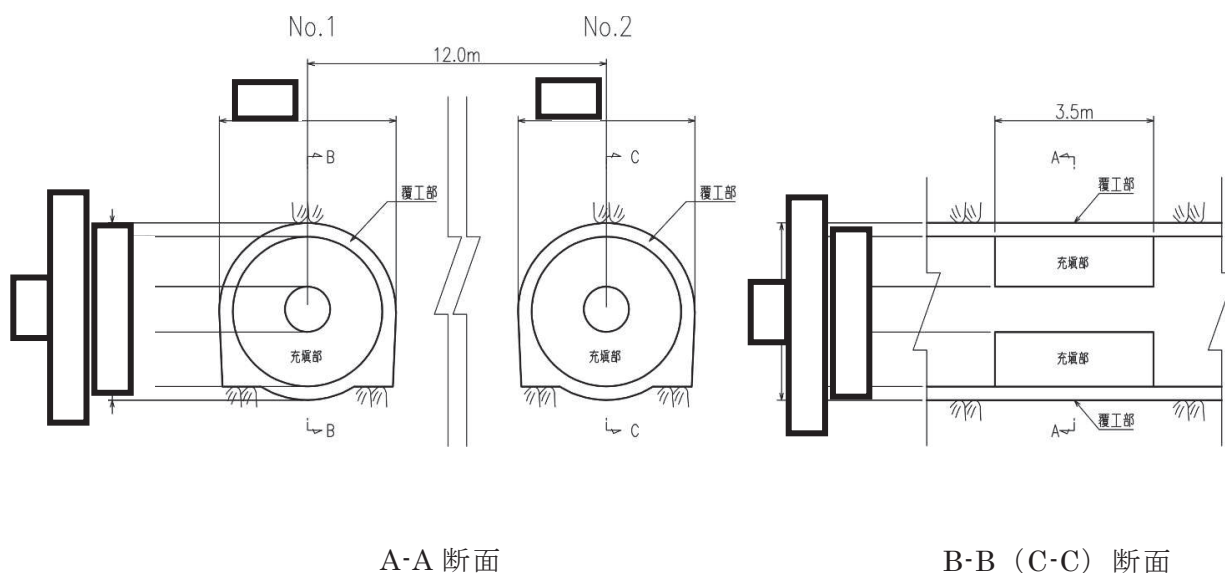


図 3-4-8 取放水路流路縮小工 平面図
(第1号機取水路の例)



A-A 断面

B-B (C-C) 断面

図 3-4-9 取放水路流路縮小工 断面図
(第1号機取水路の例)

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

3.4.6 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出結果

(1) 箱形構造物

箱形構造物である屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）及び屋外排水路逆流防止設備（防潮堤南側）の出口側集水ピットについて、構造形状が異なることを踏まえ、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を評価する。屋外排水路逆流防止設備出口側集水ピットの構造概要を図3-4-10～図3-4-11に示す。

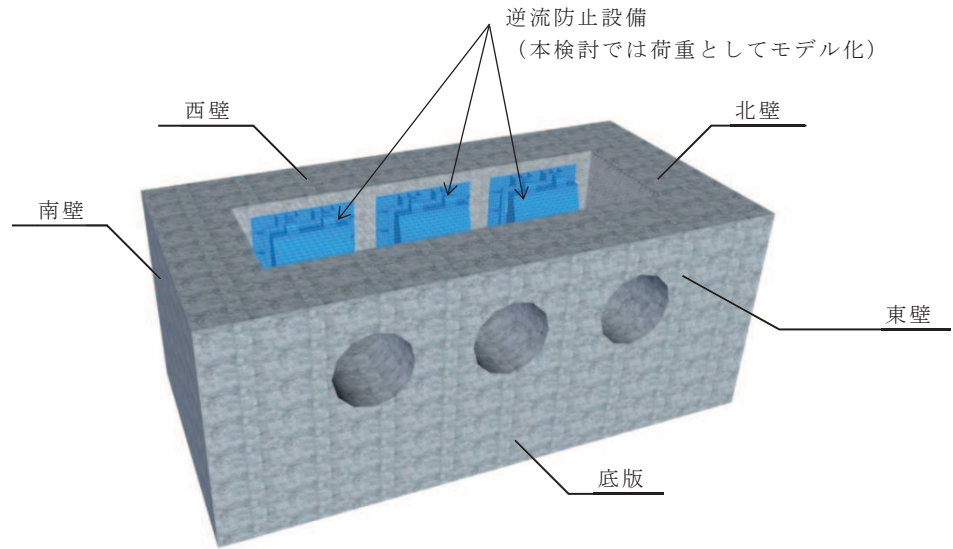


図 3-4-10 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤南側）出口側集水ピット 構造概要図

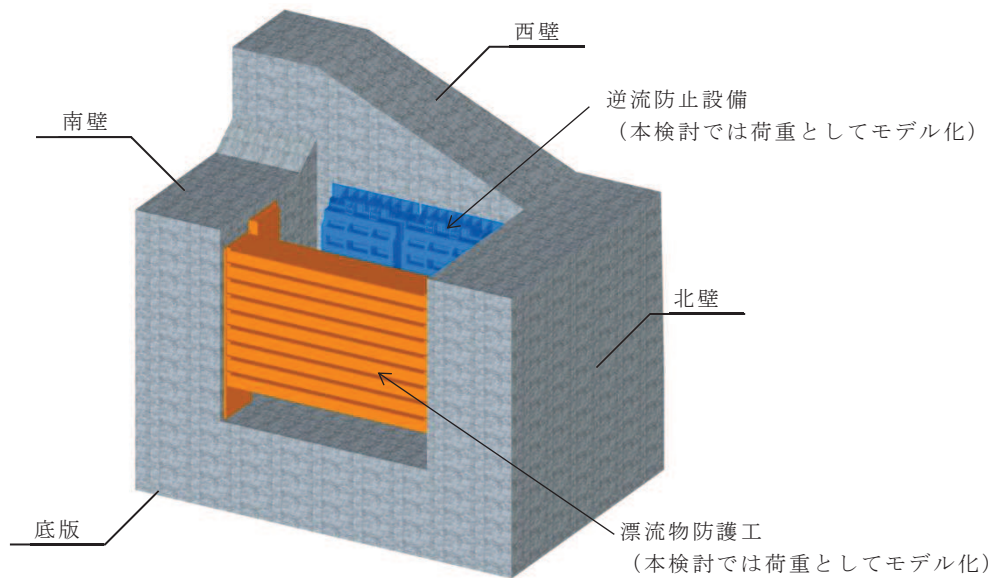


図3-4-11 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）出口側集水ピット 構造概要図

(2) 門型構造物

門型構造物である，防潮壁（杭基礎構造）のうち鋼製遮水壁（鋼桁）の構造概要図を図3-4-12に，鋼製扉の上部工の構造概要図を図3-4-13に示す。

主たる止水構造である鋼桁及び鋼製扉（扉体）については，従来設計手法における評価対象断面に対して直角方向（強軸方向）の断面係数が相対的に大きいいため，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響は小さい。

一方，鋼桁や鋼製扉を支持する左右のRC支柱に対しては，強軸方向の慣性力等の荷重が作用することで，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定される。

よって，鋼製遮水壁（鋼桁）及び鋼製扉の上部工のうちRC支柱を水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価対象とする。ここで，扉体よりも鋼桁の方が，重量があり慣性力がより大きくなることで，相対的に影響が大きいと考えられる鋼製遮水壁（鋼桁）を代表に評価する。

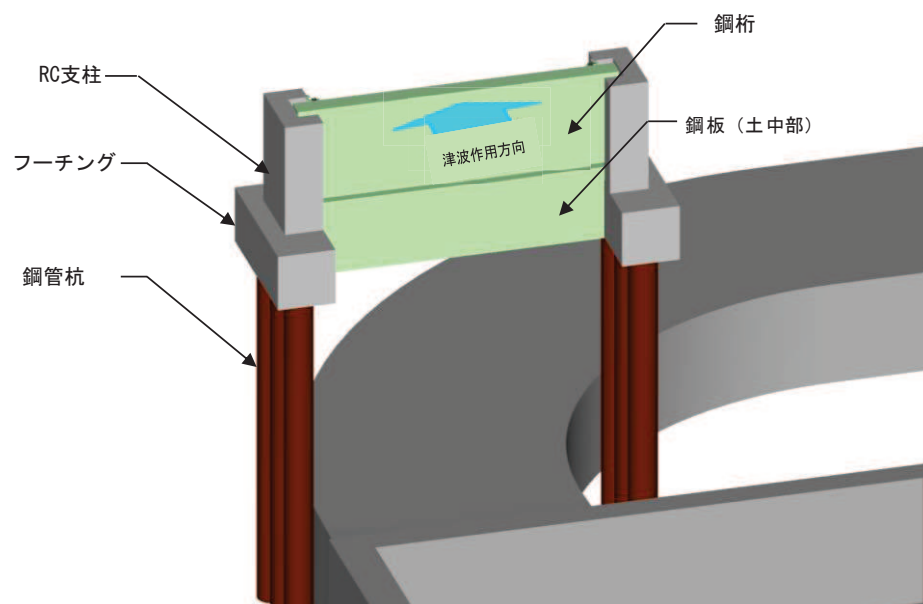


図 3-4-12 鋼製遮水壁（鋼桁） 構造概要図

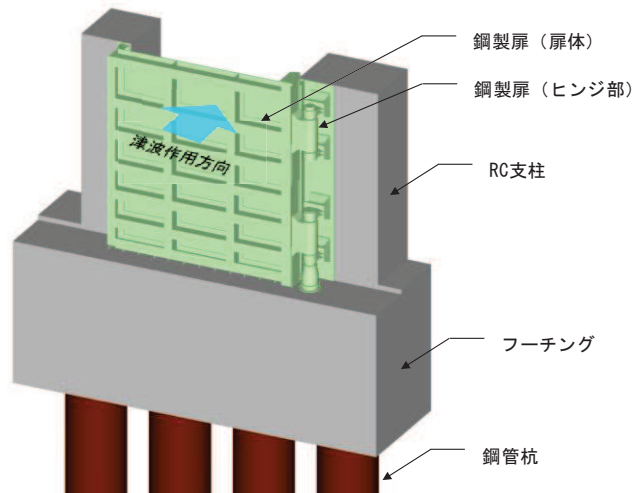


図 3-4-13 鋼製扉 構造概要図

(3) 円筒型構造物

円筒型構造物は防潮堤（鋼管式鉛直壁）の下部工及び防潮壁（杭基礎構造）の下部工の基礎杭と揚水井戸（第3号機海水ポンプ室防潮壁区画内）の鋼製シャフトが該当する。それぞれの構造概要を図3-4-14～図3-4-16に示す。

基礎杭について、防潮堤（鋼管式鉛直壁）の下部工は、改良地盤又は岩盤内に設置されており、動土圧の影響は小さく、応答については上部工の影響が支配的である。上部工については、先に示したように線状構造物であり明確な強軸・弱軸を示し、強軸方向の慣性力により発生する応力の影響は小さい。防潮堤（鋼管式鉛直壁）の下部工の基礎杭に対する水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響は小さいため、防潮壁の基礎杭を代表に水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を評価する。

よって、防潮壁の基礎杭及び揚水井戸（第3号機海水ポンプ室防潮壁区画内）を円筒型構造物の影響評価の代表構造物として選定する。

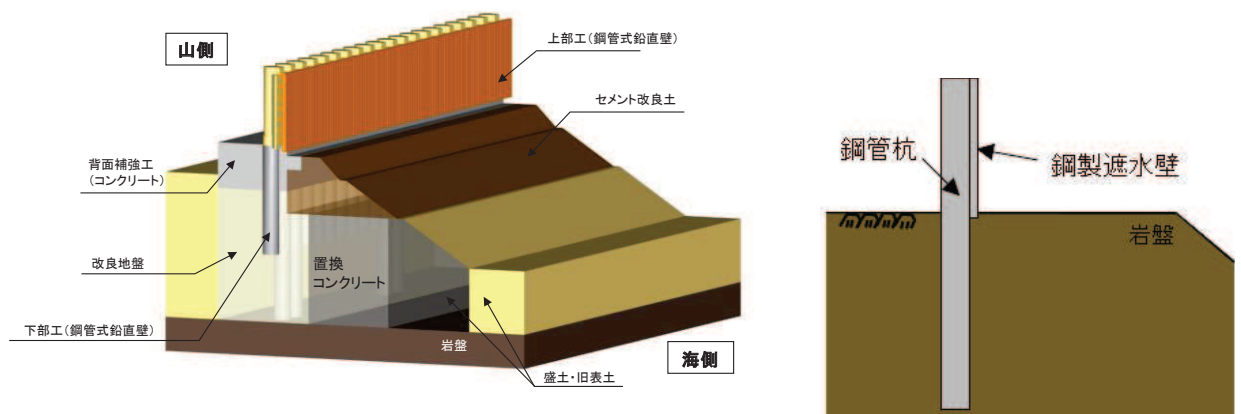


図3-4-14 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の下部工の概要

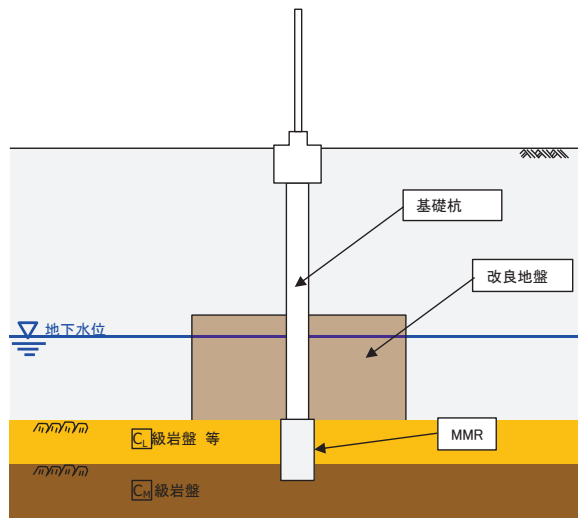


図3-4-15 防潮壁の下部工（基礎杭）の概要

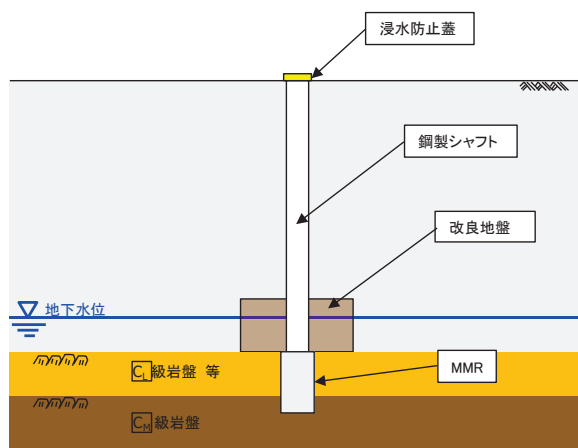


図3-4-16 揚水井戸（第3号機海水ポンプ室防潮壁区画内）の概要

3.4.7 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価結果

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価については、従来設計手法での評価対象断面（弱軸方向）の地震応答解析に基づく構造部材の照査において、評価対象断面（弱軸方向）に直交する断面（強軸方向）の地震応答解析に基づく地震時荷重等を適切に組み合わせることで、構造部材の設計上の許容値に対する評価を実施し、構造部材が有する耐震性への影響を確認する。

評価対象断面（弱軸方向）に直交する断面（強軸方向）の地震応答解析に基づく地震時荷重は、基準地震動 S_s による評価対象断面（弱軸方向）での地震時荷重算定時刻と同時刻の荷重を、位相の異なる地震動にて算出して用いることとする。

(1) 箱形構造物

a. 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤南側）

(a) 評価方法

屋外排水路逆流防止設備（防潮堤南側）の出口側集水ピットの水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価については、評価対象断面（弱軸方向）の水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せに基づく耐震評価に対して、直交する方向（強軸方向）に対する地震応答解析を行い、それぞれの地震応答解析より算定した同時刻の地震時荷重を出口側集水ピットに作用させ、構造部材の発生応力を求める。

これにより算定した水平2方向及び鉛直方向地震力による応力が許容限界以下であることを確認する。

(b) 評価対象

評価対象は、添付書類「VI-2-10-2-6-1-1 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤南側）の耐震性についての計算書」に示す、出口側集水ピットとする。

(c) 評価条件

①地震応答解析

地震応答解析は添付書類「VI-2-10-2-6-1-1 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤南側）の耐震性についての計算書」に示す方法と同様とする。

直交方向（強軸方向）の断面位置を図3-4-17に、解析モデルを図3-4-18に示す。

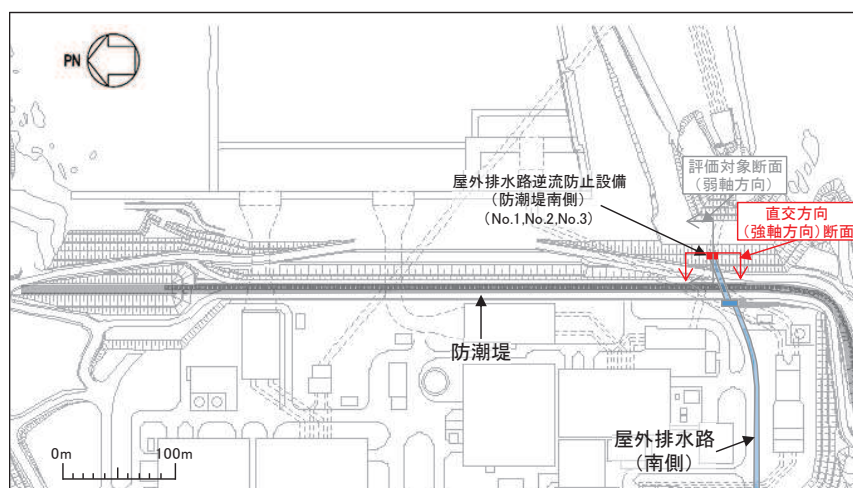


図 3-4-17 直交方向（強軸方向）断面位置

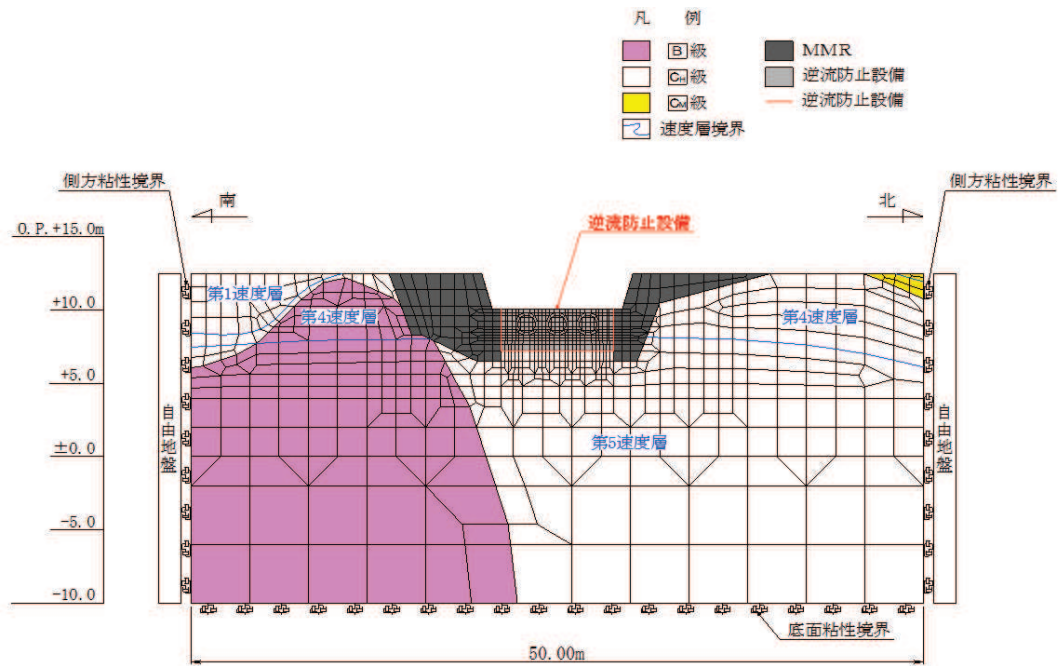


図 3-4-18 解析モデル

② 模擬地震動

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では、全く同じ地震動が同時に水平2方向に発生することは現実的には考えにくいことから、水平1方向の照査において最大照査値となる断面に直交する方向には、位相の異なる模擬地震波を用いる。

③ 検討ケース

耐震評価における解析ケースを表3-4-6に示す。水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せに基づく耐震評価において、最も照査値が厳しい $S_s - F_2(-+)$ 、解析ケース③*を対象に、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する検討を行う。

注記*：「VI-2-10-2-6-1-1 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤南側）の耐震性についての計算書」において実施している表3-4-6に示す解析ケースを示す。

表 3-4-6 耐震評価における解析ケース

解析ケース	材料物性 (コンクリート) (E_o : ヤング係数)	地盤物性	
		旧表土, 盛土, D級岩盤, 改良地盤 (G_o : 初期せん断弾性係数)	C _L 級岩盤, C _M 級岩盤, C _H 級岩盤, B級岩盤 (G_d : 動せん断弾性係数)
ケース① (基本ケース)	設計基準強度	平均値	平均値
ケース②	設計基準強度	平均値	平均値+1 σ
ケース③	設計基準強度	平均値	平均値+1 σ

④許容限界

許容限界は添付書類「VI-2-10-2-6-1-1 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤南側）の耐震性についての計算書」に示す値と同様とする。

曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界を表3-4-7に示す。また、せん断破壊に対する許容限界は、表3-4-7に示すコンクリートと鉄筋の短期許容応力度から算定した短期許容せん断力とする。

表 3-4-7 出口側集水ピットの許容限界

種別	許容応力度 (N/mm ²)		短期許容応力度* (N/mm ²)
コンクリート ($f'_{ck}=30\text{N/mm}^2$)	許容曲げ圧縮応力度 σ_{ca}	11	16.5
	許容せん断応力度 τ_{al}	0.5	0.75
鉄筋(SD345)	許容曲げ引張応力度 σ_{sa}	196	294

注記* : コンクリート標準示方書[構造性能照査編] (土木学会, 2002年制定) により地震時の割り増し係数として 1.5 を考慮する。

(d) 評価結果

屋外排水路逆流防止設備（防潮堤南側）の出口側集水ピットの水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価結果を表3-4-8～表3-4-10に、出口側集水ピットの評価位置を図3-4-19に示す。また、評価時刻における断面力分布図を図3-4-20～図3-4-26に示す。

これらの結果により、水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮した場合でも、出口側集水ピットは十分な構造強度を有していることを確認した。

表3-4-8 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤南側）の評価結果
（曲げ・軸力系の破壊に対する照査（コンクリート））

	評価位置		解析 ケース	地震動	曲げモー メント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)	発生	短期許容	照査値 σ'_c / σ'_{ca}
							応力度 σ'_c (N/mm ²)	応力度 σ'_{ca} (N/mm ²)	
水平1方向 及び鉛直方 向地震力の 組合せ	底版	1	③	S s - F 2 (- +)	284	-436	1.2	16.5	0.08
	南壁	2	③	S s - F 2 (- +)	217	-287	1.5	16.5	0.10
	西壁	3	③	S s - F 2 (- +)	-121	163	0.6	16.5	0.04
	北壁	4	③	S s - F 2 (- +)	157	-470	1.0	16.5	0.07
水平2方向 及び鉛直方 向地震力の 組合せ	底版	1	③	主方向：	284	-430	1.2	16.5	0.08
	南壁	2		S s - F 2 (- +)	217	-291	1.5	16.5	0.10
	西壁	3		従方向：	-121	153	0.6	16.5	0.04
	北壁	4		S s - F 2	157	-486	1.0	16.5	0.07

表3-4-9 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤南側）の評価結果
（曲げ・軸力系の破壊に対する照査（鉄筋））

	評価位置		解析 ケース	地震動	曲げモー メント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)	発生	短期許容	照査値 σ_s / σ_{sa}
							応力度 σ_s (N/mm ²)	応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	
水平1方向 及び鉛直方 向地震力の 組合せ	底版	1	③	S s - F 2 (- +)	284	-443	13.2	294	0.05
	南壁	2	③	S s - F 2 (- +)	-205	32	33.3	294	0.12
	西壁	3	③	S s - F 2 (- +)	-121	168	29.8	294	0.11
	北壁	4	①	S s - F 3 (- +)	15	81	18.5	294	0.07
水平2方向 及び鉛直方 向地震力の 組合せ	底版	1	③	主方向：	284	-447	13.2	294	0.05
	南壁	2		S s - F 2 (- +)	-205	34	33.4	294	0.12
	西壁	3		従方向：	-121	170	30.0	294	0.11
	北壁	4		S s - F 2	17	68	17.2	294	0.06

表3-4-10 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤南側）の評価結果
 （せん断破壊に対する照査（鉄筋））

	評価位置		解析 ケース	地震動	発生	短期許容	照査値 V/V_a
					せん断力 V (kN/m)	せん断力 V_a (kN/m)	
水平1方向 及び鉛直方 向地震力の 組合せ	底版	1	①	$S_s - F_3 (-+)$	215	1227	0.18
	南壁	2	③	$S_s - F_2 (-+)$	370	1563	0.24
	西壁	3	③	$S_s - F_2 (-+)$	120	1563	0.08
	北壁	4	③	$S_s - F_2 (-+)$	65	944	0.07
水平2方向 及び鉛直方 向地震力の 組合せ	底版	1	③	主方向：	212	1227	0.18
	南壁	2		$S_s - F_2 (-+)$	369	1563	0.24
	西壁	3		従方向：	120	1563	0.08
	北壁	4		$S_s - F_2$	68	944	0.08

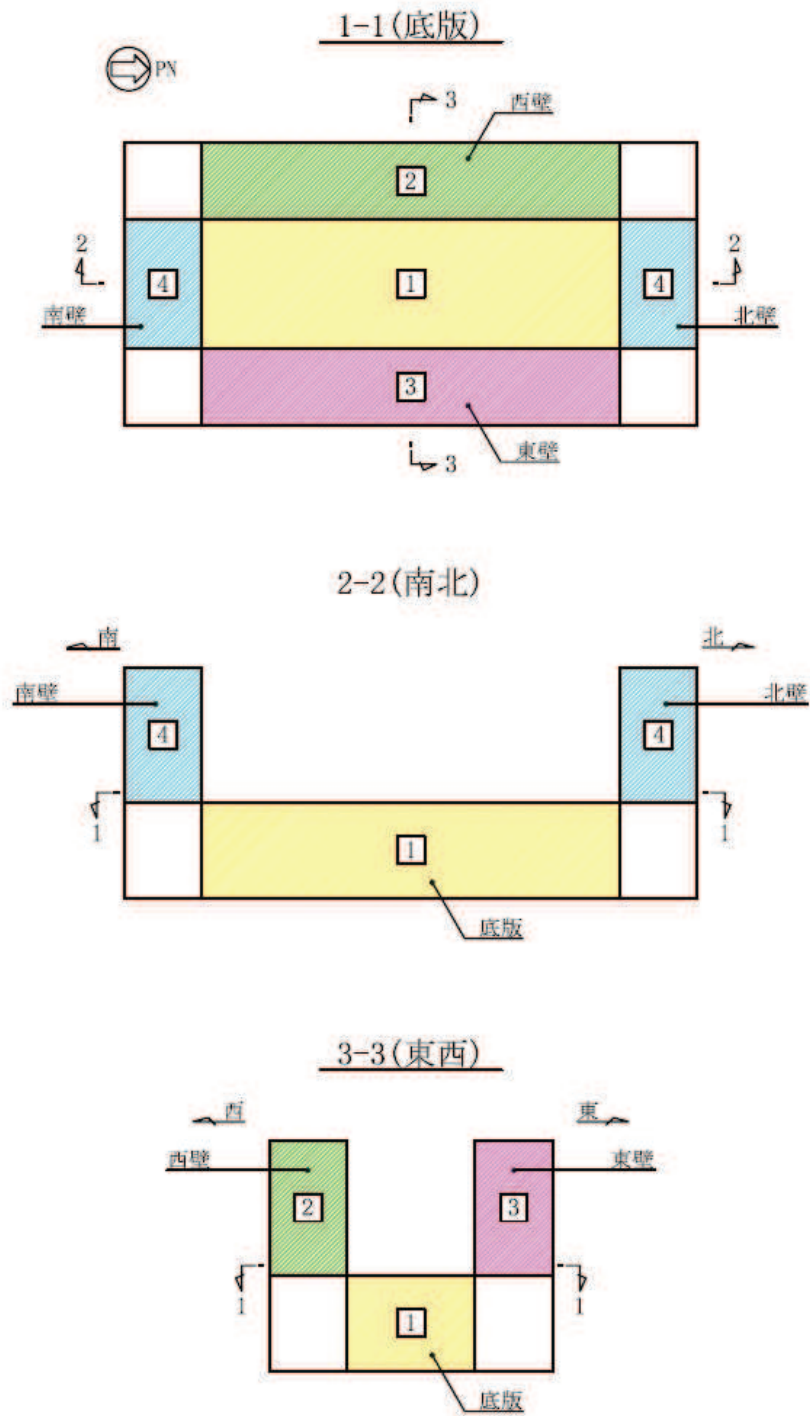


図3-4-19 評価位置図

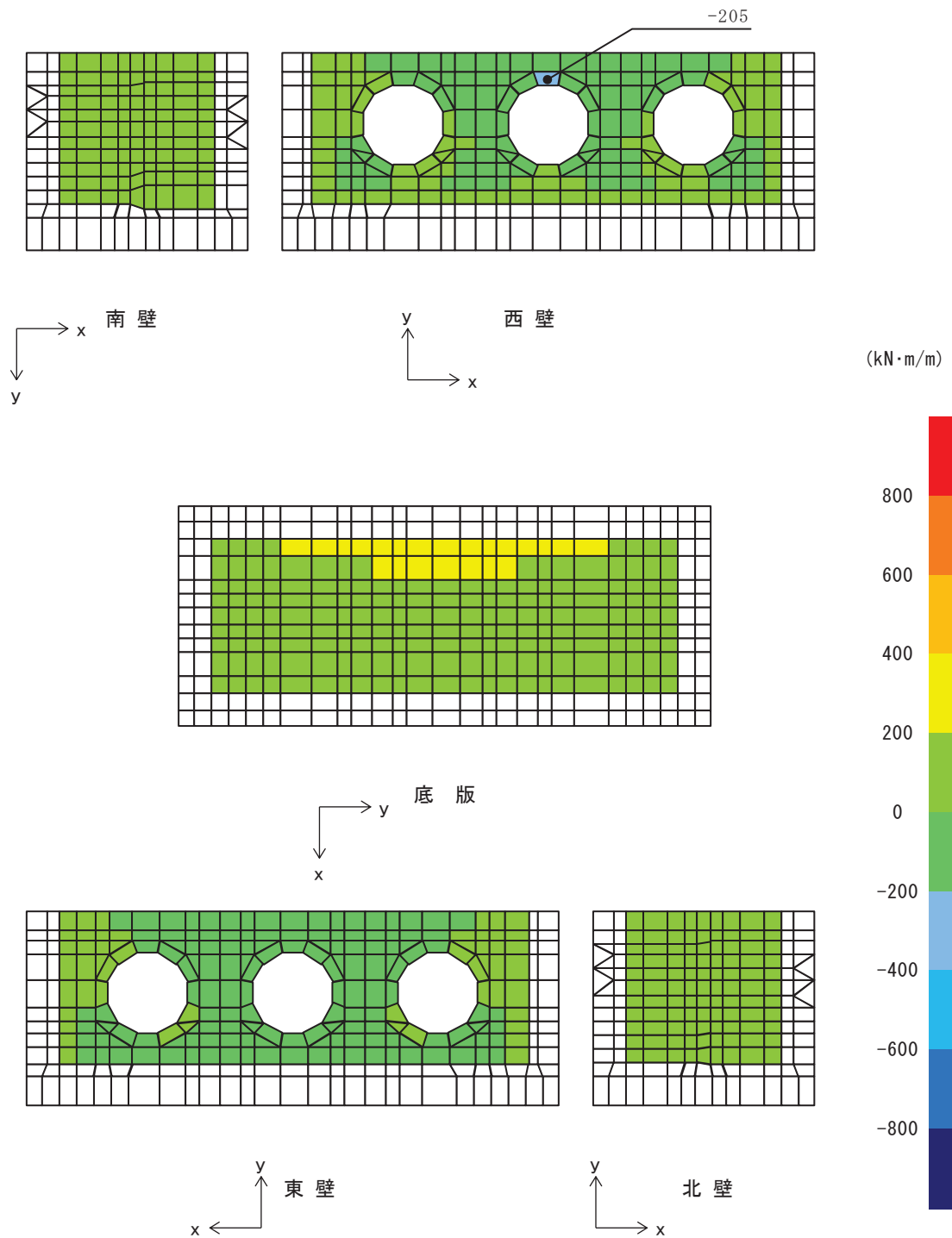


図3-4-20 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる
 曲げ・軸力系の破壊に対する照査時の断面力分布図
 (曲げモーメント ($\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$) : M_x)
 (解析ケース③, $S_s - F_2 (-+)$)

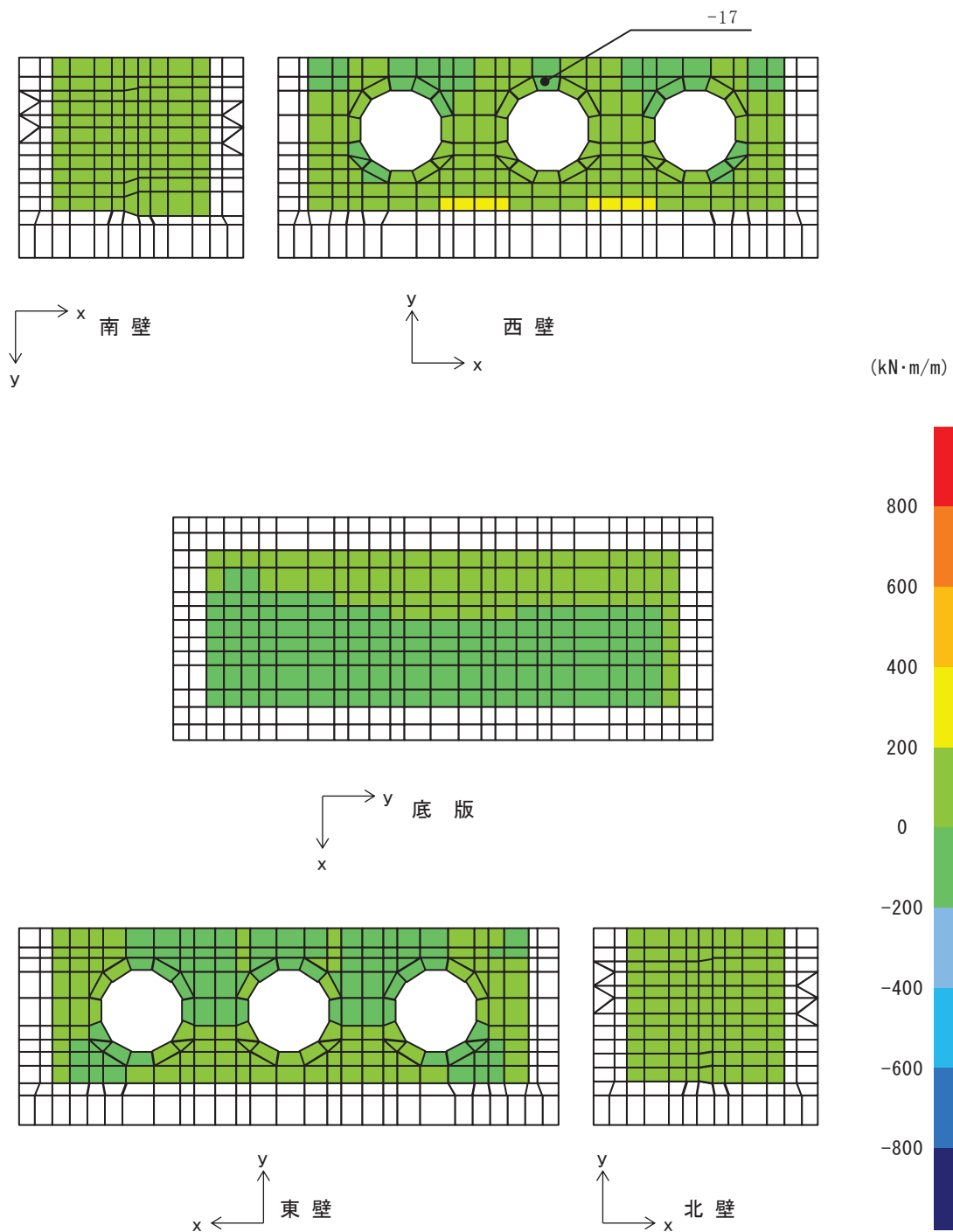


図3-4-21 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる
 曲げ・軸力系の破壊に対する照査時の断面力分布図
 (曲げモーメント ($\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$) : M_y)
 (解析ケース③, $S_s - F_2 (-+)$)

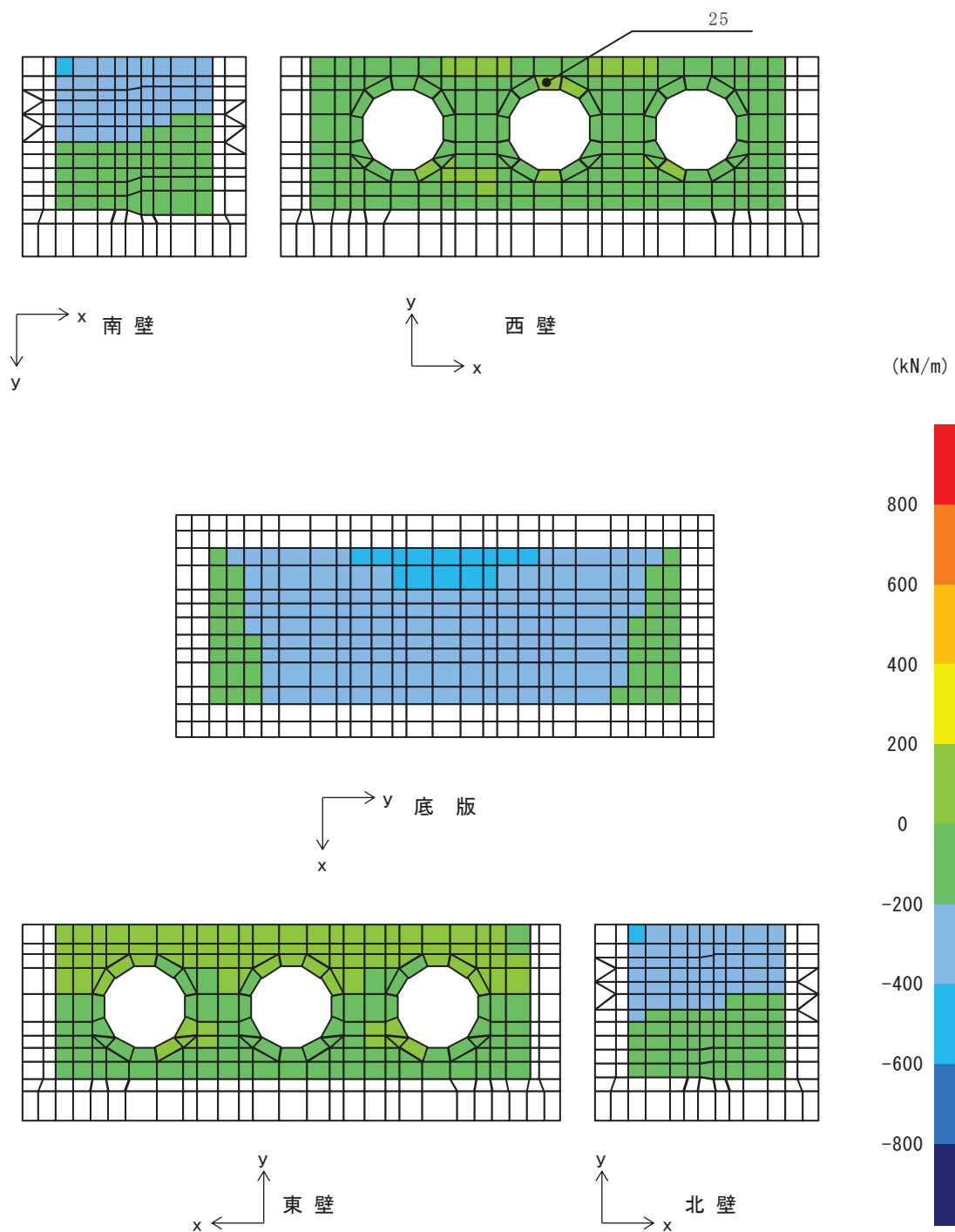


図3-4-22 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる
 曲げ・軸力系の破壊に対する照査時の断面力分布図
 (軸力 (kN/m) : N_x)
 (解析ケース③, $S_s - F_2 (-+)$)

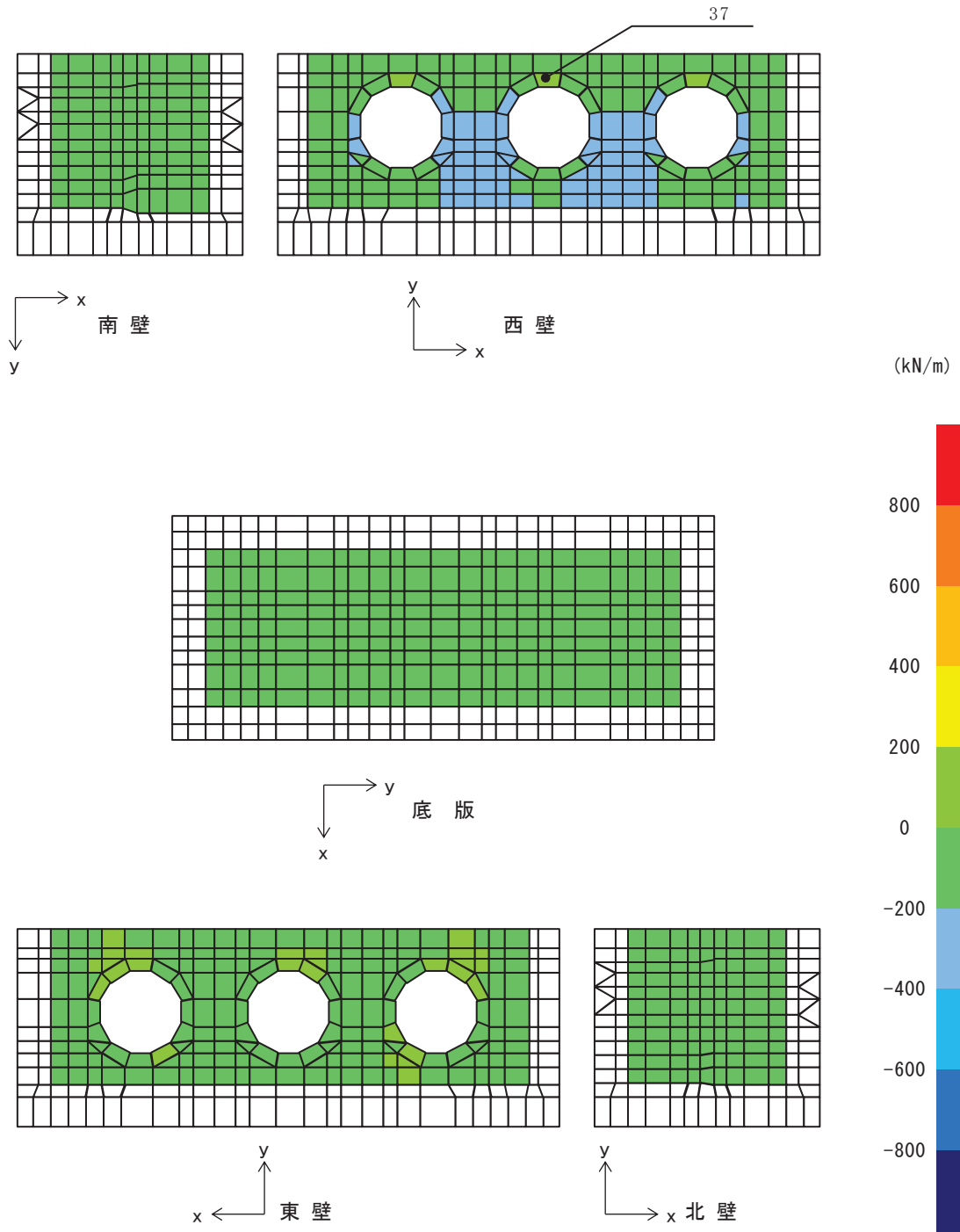


図3-4-23 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる
 曲げ・軸力系の破壊に対する照査時の断面力分布図
 (軸力 (kN/m) : N_y)
 (解析ケース③, $S_s - F_2 (-+)$)

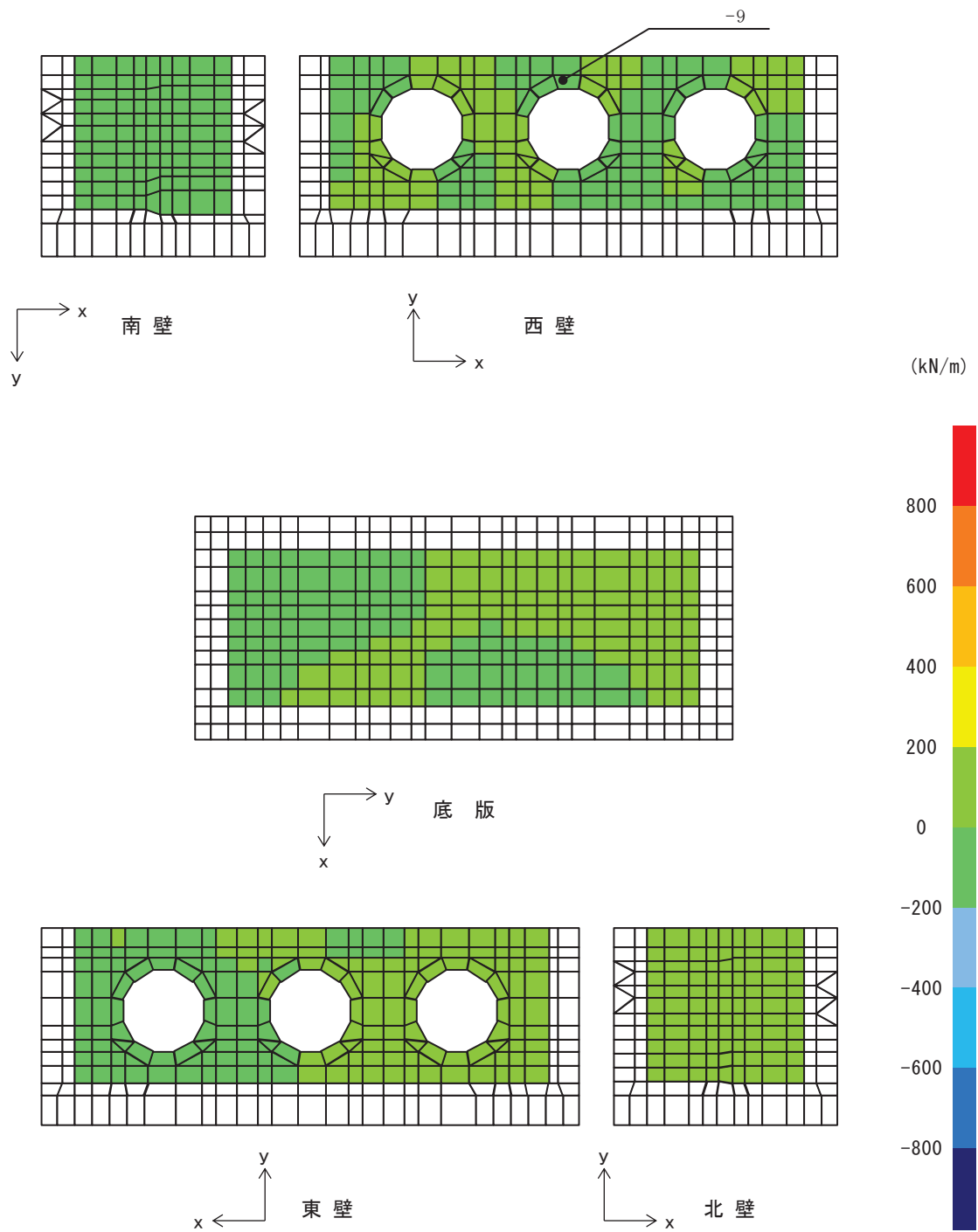


図3-4-24 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる
 曲げ・軸力系の破壊に対する照査時の断面力分布図
 (軸力 (kN/m) : N x y)
 (解析ケース③, S s - F 2 (-+))

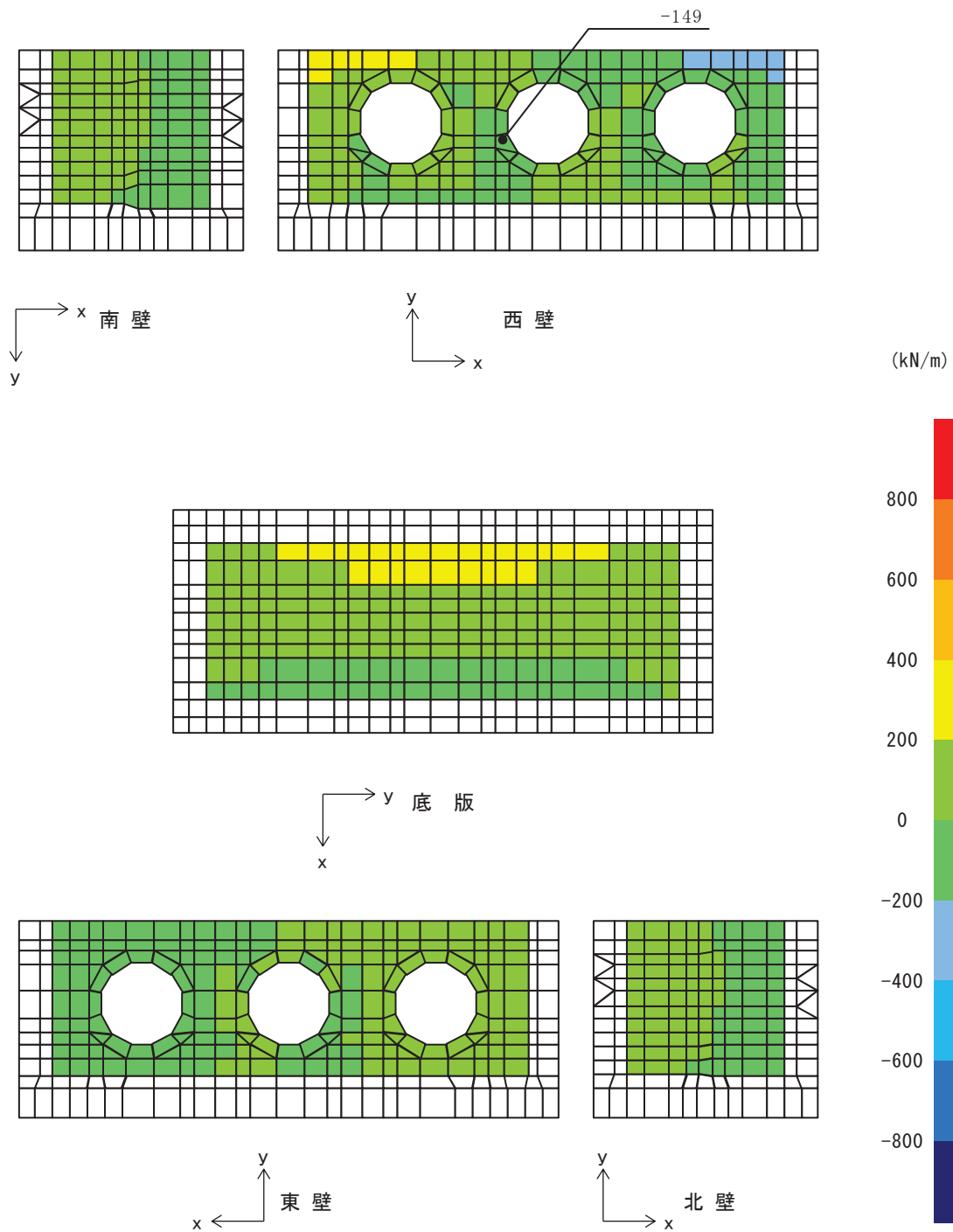


図3-4-25 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによるせん断破壊に対する照査時の断面力分布図
 (せん断力 (kN/m) : Q_x)
 (解析ケース③, $S_s - F_2 (-+)$)

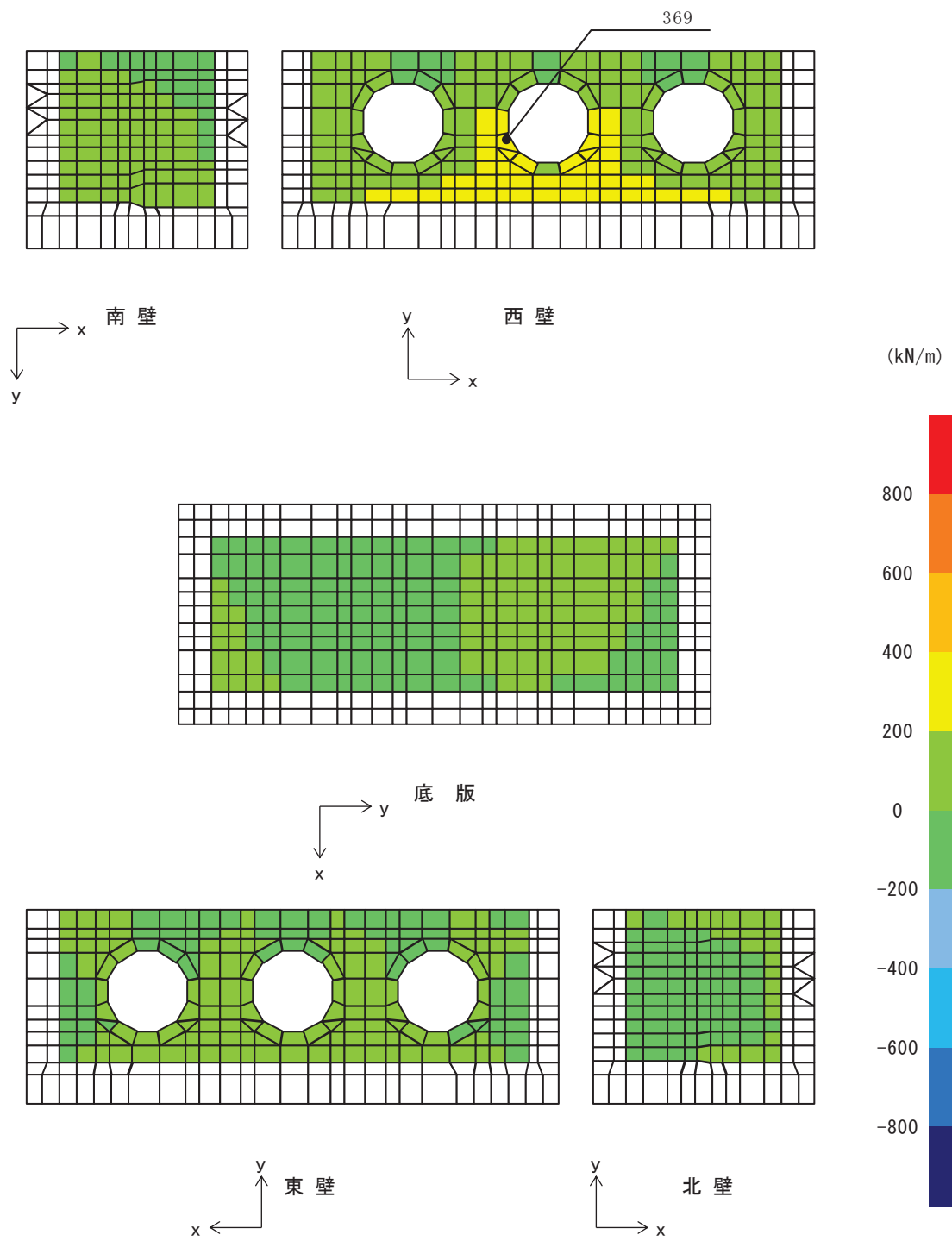


図3-4-26 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによるせん断破壊に対する照査時の断面力分布図
 (せん断力 (kN/m) : Q_y)
 (解析ケース③, $S_s - F_2 (-+)$)

b. 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）

(a) 評価方法

屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の出口側集水ピットの水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価については、評価対象断面（弱軸方向）の水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せに基づく耐震評価に対して、直交する方向（強軸方向）に対する地震応答解析を行い、それぞれの地震応答解析より算定した同時刻の地震時荷重を出口側集水ピットに作用させ、構造部材の発生応力を求める。

これにより算定した水平2方向及び鉛直方向地震力による応力が許容限界以下であることを確認する。

(b) 評価対象

評価対象は、添付書類「VI-2-10-2-6-1-2 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の耐震性についての計算書」に示す、出口側集水ピットとする。

(c) 評価条件

①地震応答解析

地震応答解析は添付書類「VI-2-10-2-6-1-2 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の耐震性についての計算書」に示す方法と同様とする。

直交方向（強軸方向）の断面位置を図3-4-27に、解析モデルを図3-4-28に示す。

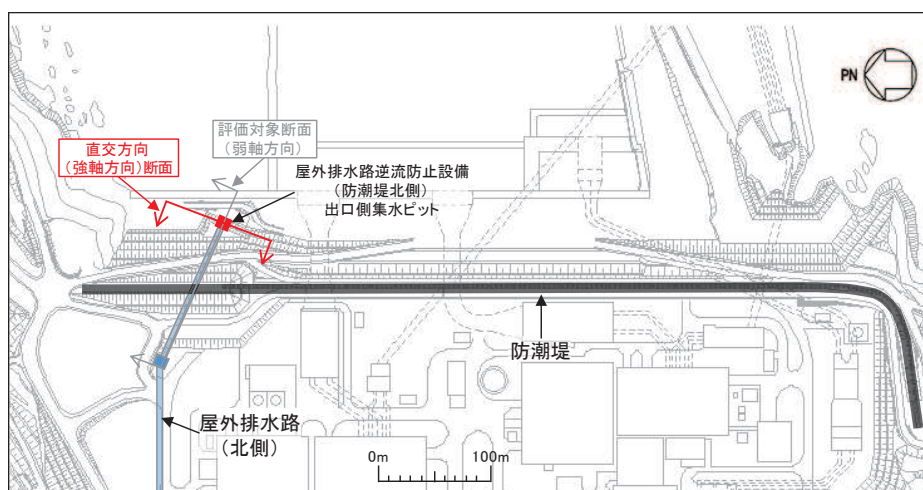


図 3-4-27 直交方向（強軸方向）断面位置

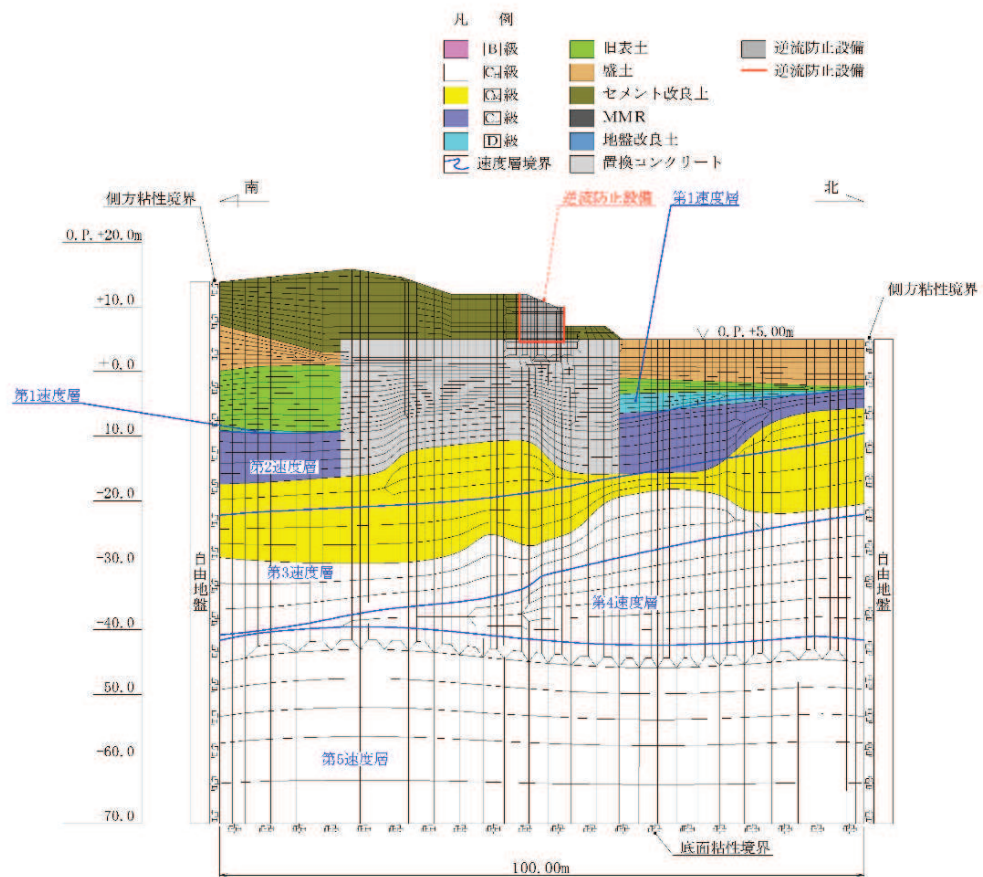


図 3-4-28 解析モデル

②模擬地震動

耐震評価における解析ケースを表3-4-11に示す。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では、全く同じ地震動が同時に水平2方向に発生することは現実的には考えにくいことから、水平1方向の照査において最大照査値となる断面に直交する方向には、位相の異なる模擬地震波を用いる。

③検討ケース

水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せに基づく耐震評価において、最も照査値が厳しいS s - D 2 (-+), 解析ケース③*を対象に、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する検討を行う。

注記* : 「VI-2-10-2-6-1-2 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の耐震性についての計算書」において実施している表3-4-11に示す解析ケースを示す。

表 3-4-11 耐震評価における解析ケース

解析ケース	材料物性 (コンクリート) (E_o : ヤング係数)	地盤物性	
		旧表土, 盛土, D級岩盤, 改良地盤 (G_o : 初期せん断弾性係数)	C _L 級岩盤, C _M 級岩盤, C _H 級岩盤, B級岩盤 (G_d : 動せん断弾性係数)
ケース① (基本ケース)	設計基準強度	平均値	平均値
ケース②	設計基準強度	平均値+1 σ	平均値
ケース③	設計基準強度	平均値-1 σ	平均値

④許容限界

許容限界は添付書類「VI-2-10-2-6-1-2 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の耐震性についての計算書」に示す値と同様とする。

曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界を表3-4-12に示す。また、せん断破壊に対する許容限界は、表3-4-12に示すコンクリートと鉄筋の短期許容応力度から算定した短期許容せん断力とする。

表 3-4-12 出口側集水ピットの許容限界

種別	許容応力度 (N/mm ²)		短期許容応力度* (N/mm ²)
コンクリート ($f'_{ck}=30\text{N/mm}^2$)	許容曲げ圧縮応力度 σ_{ca}	11	16.5
	許容せん断応力度 τ_{al}	0.5	0.75
鉄筋(SD345)	許容曲げ引張応力度 σ_{sa}	196	294

注記* : コンクリート標準示方書[構造性能照査編] (土木学会, 2002年制定) により地震時の割り増し係数として 1.5 を考慮する。

(d) 評価結果

屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の出口側集水ピットの水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価結果を表3-4-13～表3-4-15に、出口側集水ピットの評価位置を図3-4-29に示す。また、評価時刻における断面力分布図を図3-4-30～図3-4-36に示す。

これらの結果により、水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮した場合でも、出口側集水ピットは十分な構造強度を有していることを確認した。

表3-4-13 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の評価結果
（曲げ・軸力系の破壊に対する照査（コンクリート））

	評価位置		解析 ケース	地震動	曲げモー メント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)	発生	短期許容	照査値 σ'_c / σ'_{ca}
							応力度 σ'_c (N/mm ²)	応力度 σ'_{ca} (N/mm ²)	
水平1方向 及び鉛直方 向地震力の 組合せ	底版	1	③	S s - D 2 (- +)	-1283	-1051	2.7	16.5	0.17
	南壁	2			1366	-4646	3.8	16.5	0.24
	西壁	3			-1206	-363	2.5	16.5	0.16
	北壁	4			667	-4029	2.7	16.5	0.17
水平2方向 及び鉛直方 向地震力の 組合せ	底版	1	③	主方向：	-1314	-1085	2.8	16.5	0.17
	南壁	2		S s - D 2 (- +)	1602	-4936	4.2	16.5	0.26
	西壁	3		従方向：	-1231	-92	2.5	16.5	0.16
	北壁	4		S s - D 2	463	-4002	2.4	16.5	0.15

表3-4-14 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の評価結果
（曲げ・軸力系の破壊に対する照査（鉄筋））

	評価位置		解析 ケース	地震動	曲げモー メント (kN・m/m)	軸力 (kN/m)	発生	短期許容	照査値 σ_s / σ_{sa}
							応力度 σ_s (N/mm ²)	応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	
水平1方向 及び鉛直方 向地震力の 組合せ	底版	1	③	S s - D 2 (- +)	594	824	102.1	294	0.35
	南壁	2			624	420	77.2	294	0.27
	西壁	3			-1304	740	152.2	294	0.52
	北壁	4			①	S s - N 1 (+ +)	102	803	60.8
水平2方向 及び鉛直方 向地震力の 組合せ	底版	1	③	主方向：	507	886	99.3	294	0.34
	南壁	2		S s - D 2 (- +)	1041	-72	79.0	294	0.27
	西壁	3		従方向：	-1300	808	156.4	294	0.54
	北壁	4		S s - D 2	405	401	58.8	294	0.20

表3-4-15 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）の評価結果
 （せん断破壊に対する照査（鉄筋））

	評価位置		解析 ケース	地震動	発生	短期許容	照査値 V/V_a		
					せん断力 V (kN/m)	せん断力 V_a (kN/m)			
水平1方向 及び鉛直方 向地震力の 組合せ	底版	1	③	S s - D 2 (- +)	2060	3495	0.59		
	南壁	2			570			0.17	
	西壁	3			1807				0.52
	北壁	4			251				
水平2方向 及び鉛直方 向地震力の 組合せ	底版	1	③	主方向：	2193	3495	0.63		
	南壁	2		S s - D 2 (- +)	724		0.21		
	西壁	3		従方向：	1868		0.54		
	北壁	4		S s - D 2	268		0.08		

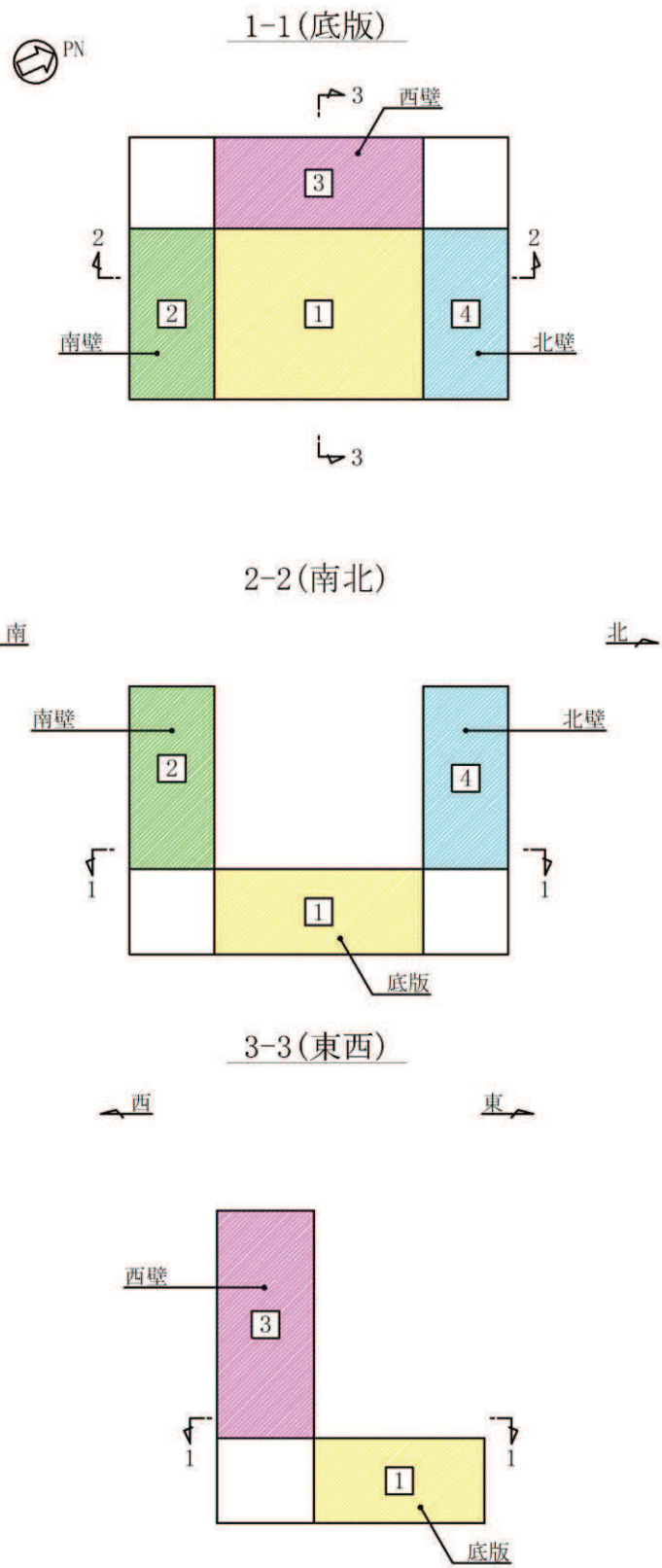


图3-4-29 評価位置図

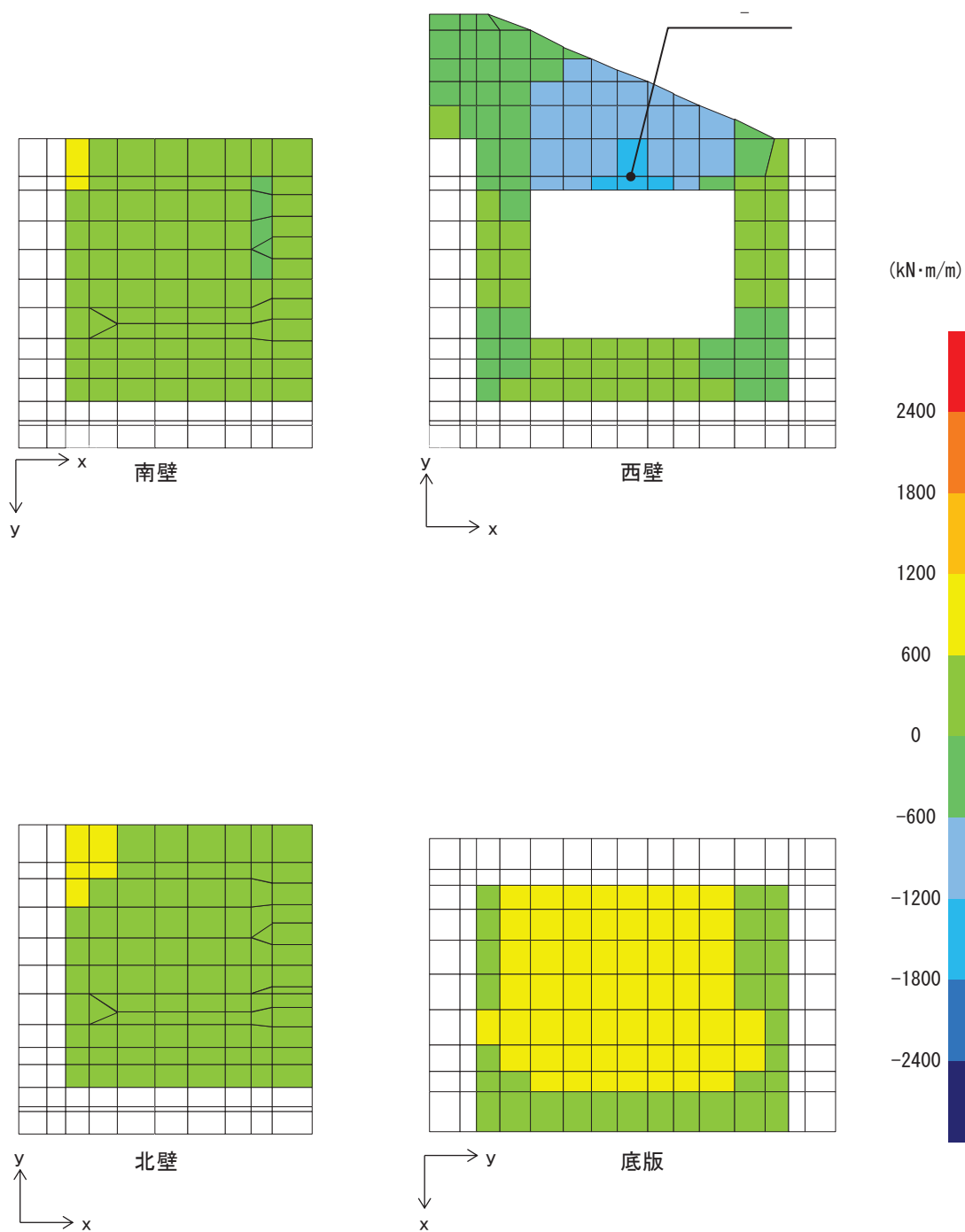


図3-4-30 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる
 曲げ・軸力系の破壊に対する照査時の断面力分布図
 (曲げモーメント ($\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$) : M_x)
 (解析ケース③, $S_s - D_2$ (-+))

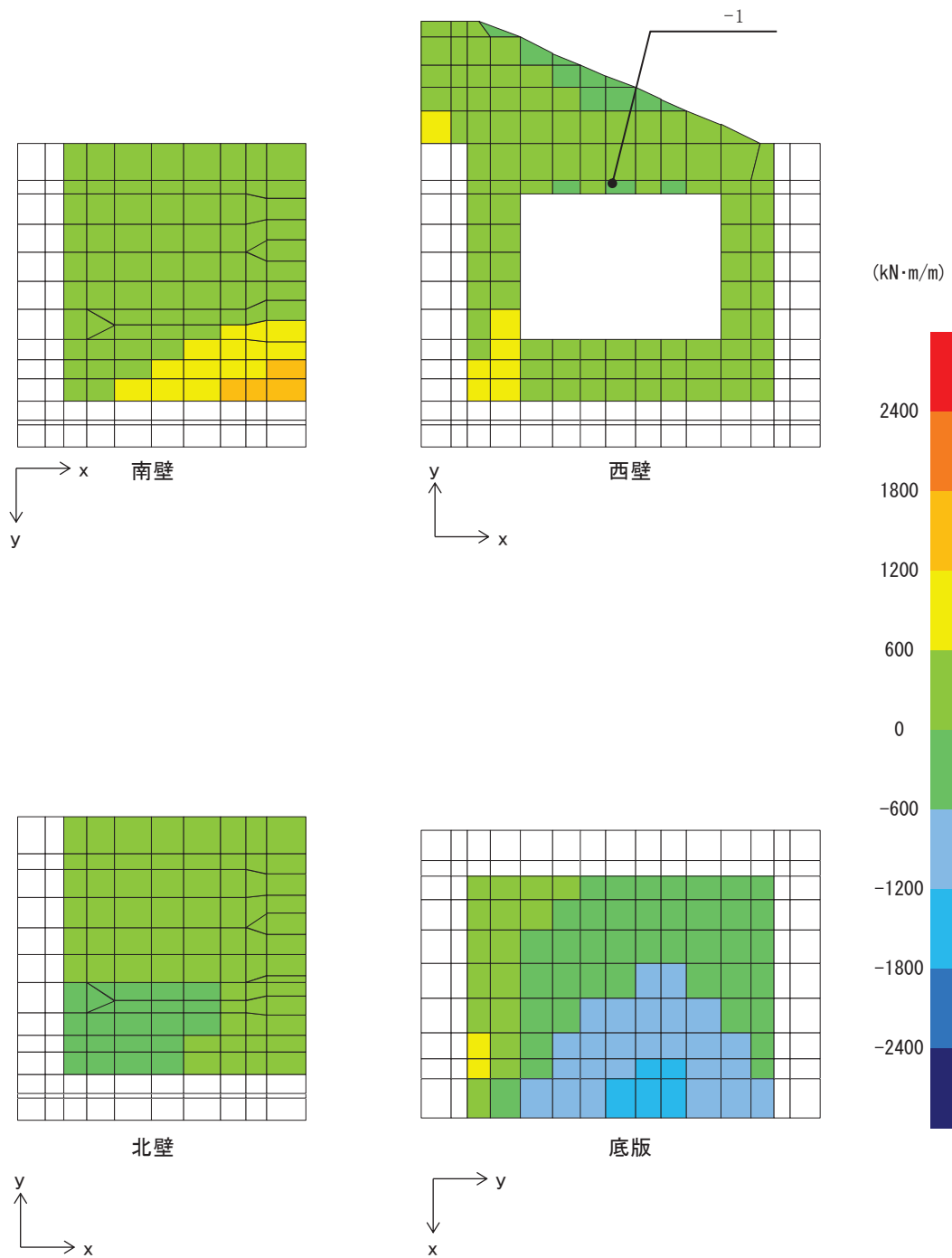


図3-4-31 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる
 曲げ・軸力系の破壊に対する照査時の断面力分布図
 (曲げモーメント ($\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$) : M_y)
 (解析ケース③, $S_s - D_2 (-+)$)

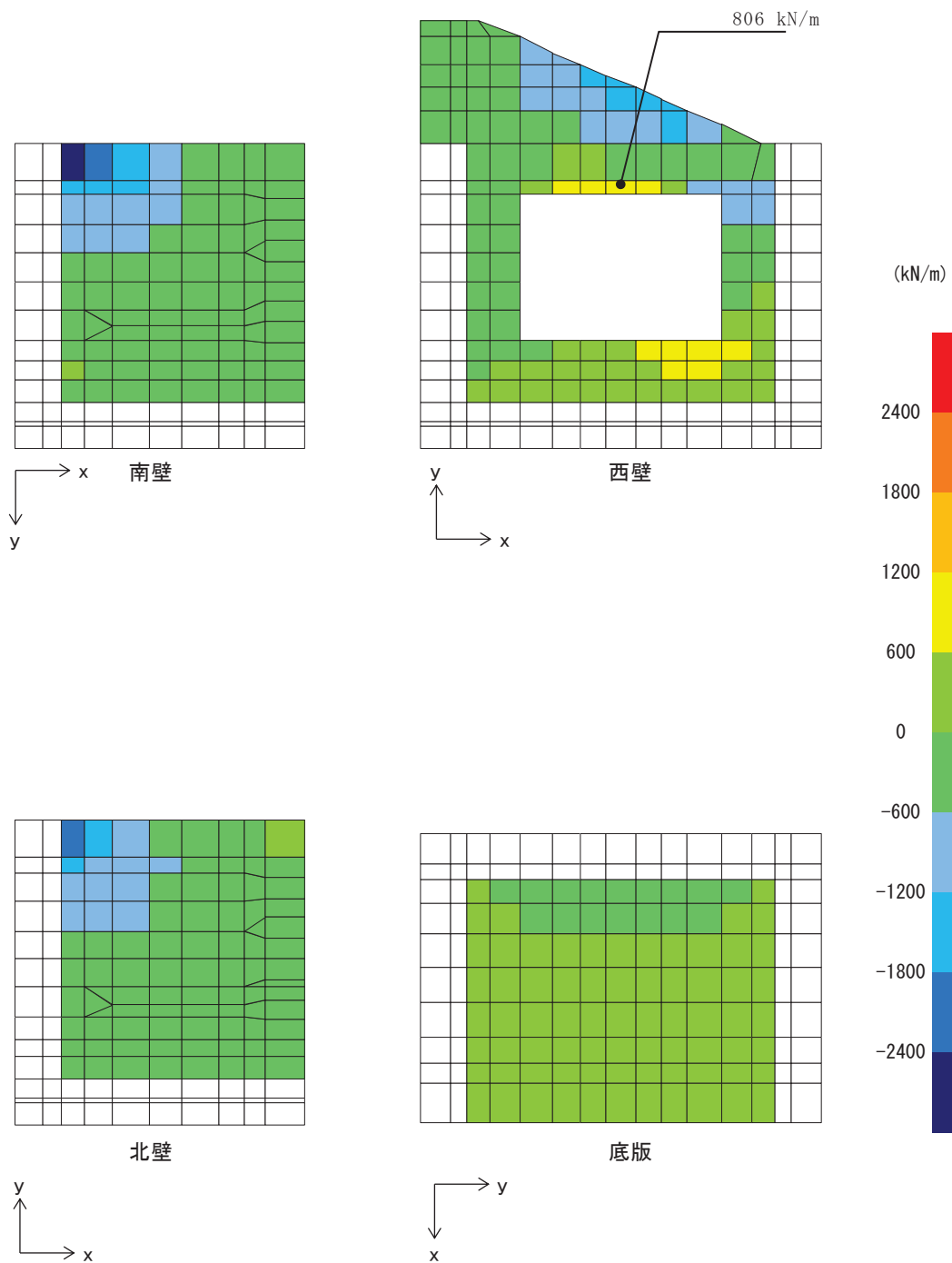


図3-4-32 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる
 曲げ・軸力系の破壊に対する照査時の断面力分布図
 (軸力 (kN/m) : N_x)
 (解析ケース③, $S_s - D_2 (-+)$)

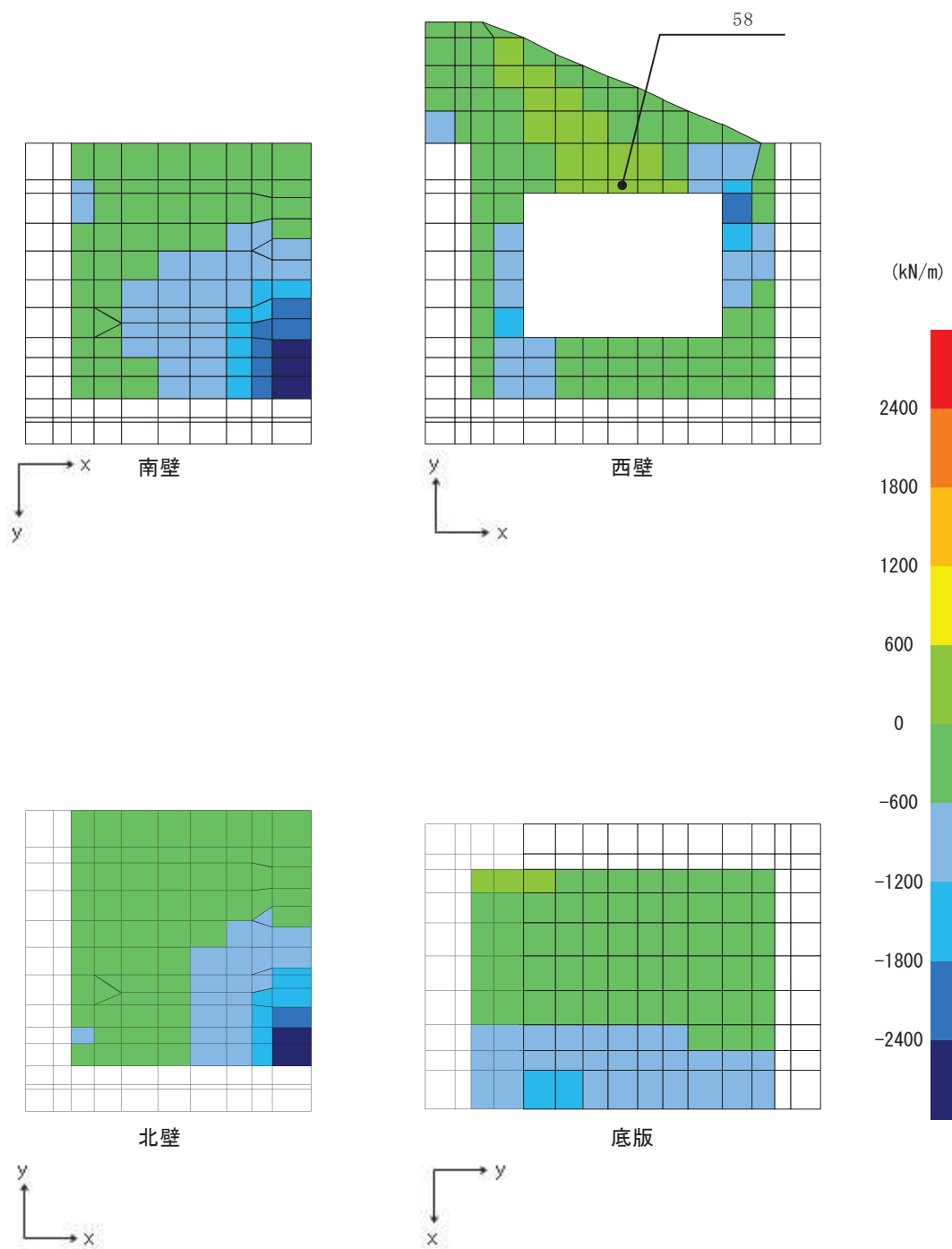


図3-4-33 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる
 曲げ・軸力系の破壊に対する照査時の断面力分布図
 (軸力 (kN/m) : N_y)
 (解析ケース③, $S_s - D2$ (-+))

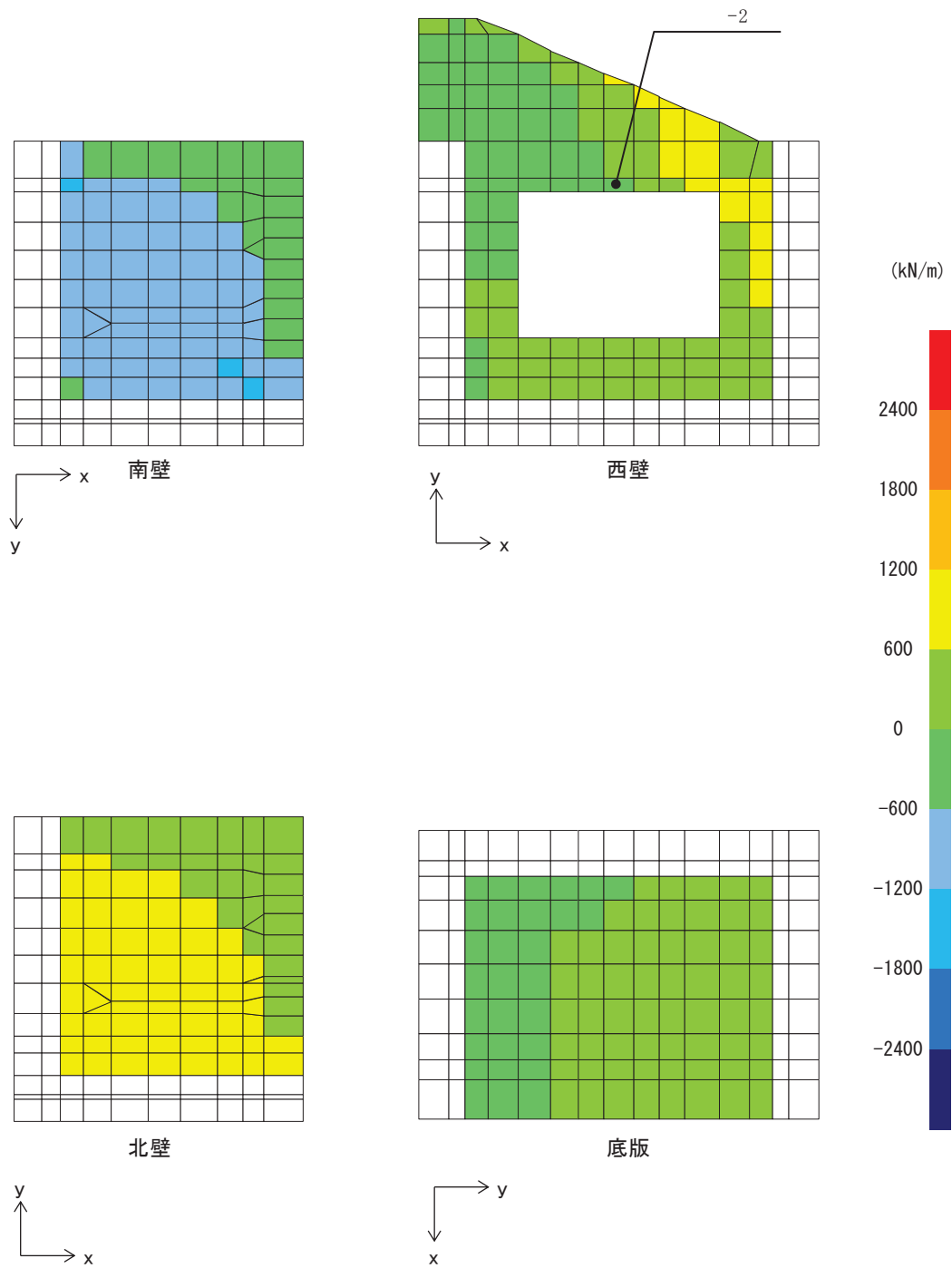


図3-4-34 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる
 曲げ・軸力系の破壊に対する照査時の断面力分布図
 (軸力 (kN/m) : N x y)
 (解析ケース③, S s - D 2 (-+))

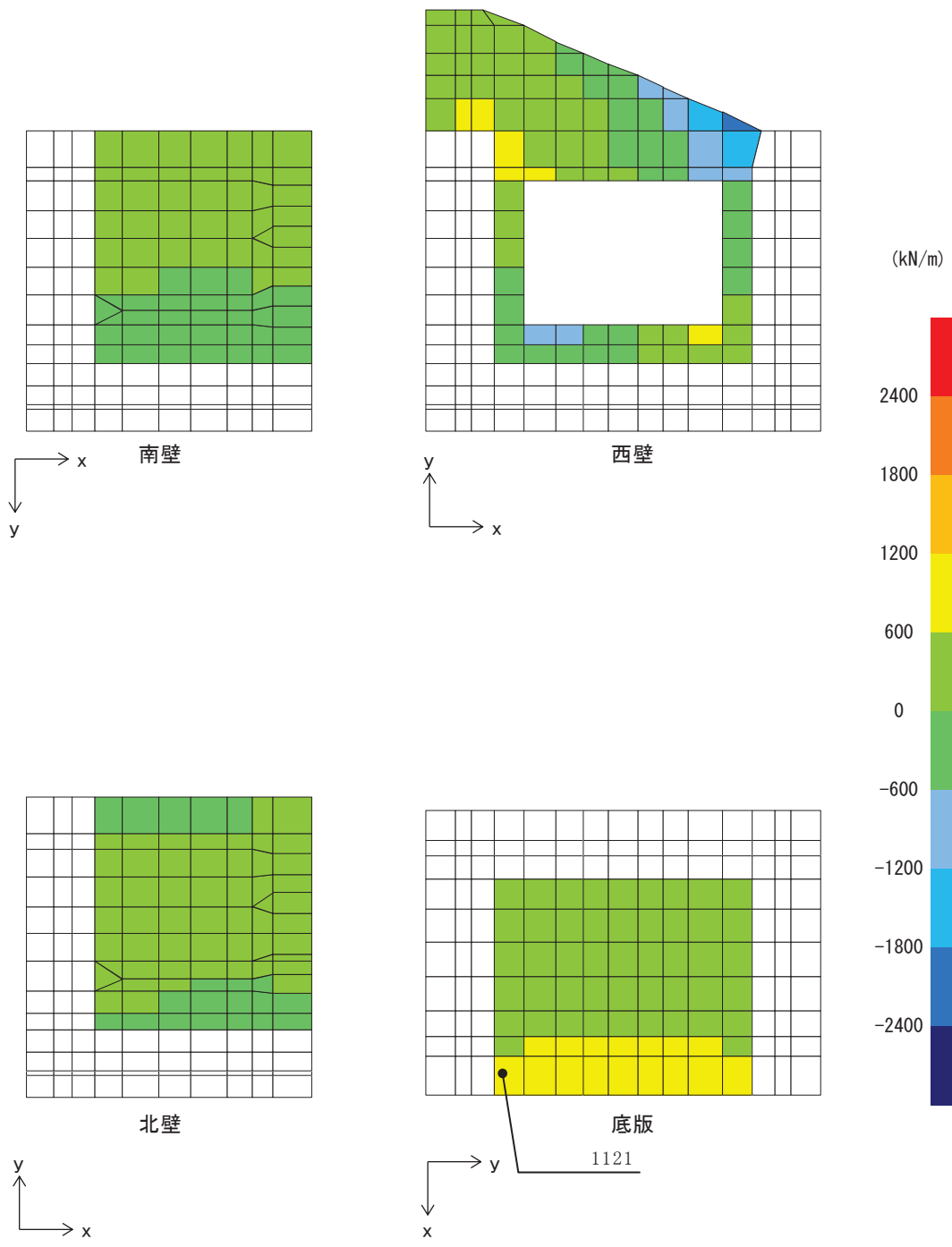


図3-4-35 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによるせん断破壊に対する照査時の断面力分布図
 (せん断力 (kN/m) : Q_x)
 (解析ケース③, $S_s - D2 (-+)$)

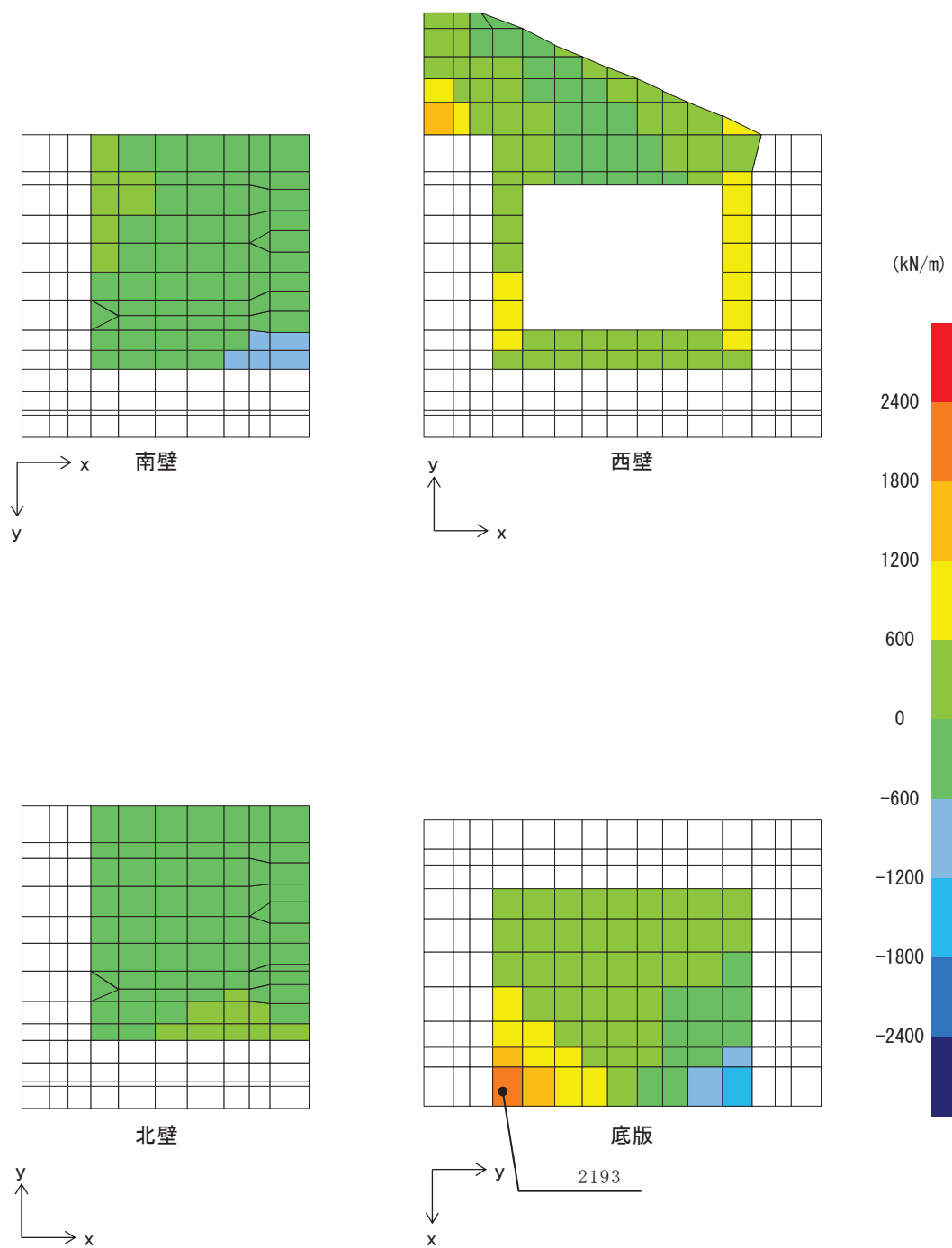


図3-4-36 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによるせん断破壊に対する照査時の断面力分布図
 (せん断力 (kN/m) : Q_y)
 (解析ケース③, $S_s - D_2 (-+)$)

(2) 門型構造物

(a) 評価方法

鋼製遮水壁（鋼桁）の水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価については、評価対象断面（弱軸方向）の水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せに基づく耐震評価に対して、直交する方向（強軸方向）に対する地震応答解析を行い、それぞれの地震応答解析より算定した断面力を合成し、構造部材の発生応力を求める。

これにより算定した水平2方向及び鉛直方向地震力による応力が許容限界以下であることを確認する。

なお、せん断力に対しては、桁軸方向加振と桁軸直角方向加振により生じるせん断力に対して、図3-4-37に示すとおり帯状に配置したせん断補強筋が負担する面が異なるため、それぞれの加振方向に対して基準地震動 S_s により生じるせん断力が許容限界以下であることを示すことで影響評価とする。

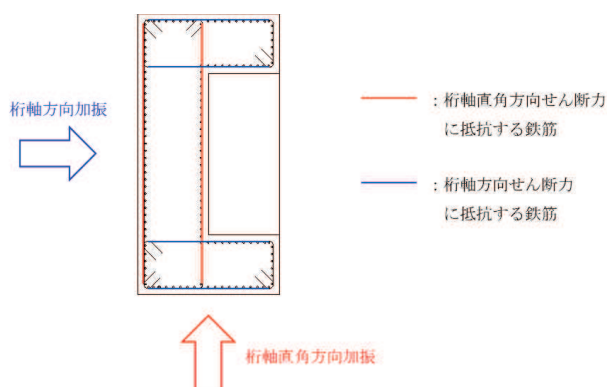


図3-4-37 RC支柱の配筋概要

(b) 評価対象

評価対象は、RC支柱の構造諸元や支持する鋼桁の構造諸元及び周辺地盤の状況が異なるため、添付書類「VI-2-10-2-3-2 杭基礎構造防潮壁 鋼製遮水壁（鋼桁）の耐震性についての計算書」に示す、RC支柱の照査値（水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せに基づく耐震評価結果）に基づき、照査値の厳しい構造物を選定し、影響評価を行う。

表3-4-16に評価対象の選定結果を示す。また、図3-4-38に、構造物の平面位置を示す。表3-4-16より、曲げ軸力照査に対しては、照査値が最も大きい鋼製遮水壁（鋼桁）のうち鋼桁3のRC支柱を代表構造物として選定する。せん断力に対しては、桁軸方向加振と桁軸直角方向加振のそれぞれにより生じるせん断力が許容限界以下であり、照査値に十分な裕度を有することを確認した。

表3-4-16 RC支柱の代表構造物選定結果

構造物名	加振方向	全地震動における最大照査値		選定結果	選定理由
		曲げ軸力照査*	せん断力照査*		
鋼桁 (鋼桁1)	桁軸	0.747 (S _s -D ₂ (++))	0.41 (S _s -D ₂ (+-))		
	桁軸直交	0.126 (S _s -D ₂ (++))	0.14 (S _s -D ₂ (--))		
鋼桁 (鋼桁2)	桁軸	0.727 (S _s -N ₁ (++))	0.43 (S _s -N ₁ (+-))		
	桁軸直交	0.117 (S _s -D ₂ (++))	0.15 (S _s -D ₂ (+-))		
鋼桁 (鋼桁3)	桁軸	0.784 (S _s -D ₂ (-+))	0.30 (S _s -D ₂ (+-))	○	曲げ軸力照査値最大
	桁軸直交	0.345 (S _s -D ₂ (++))	0.34 (S _s -D ₂ (++))		
鋼桁 (鋼桁4)	桁軸	0.420 (S _s -D ₂ (++))	0.25 (S _s -D ₁ (--))		
	桁軸直交	0.176 (S _s -F ₂ (++))	0.24 (S _s -D ₁ (--))		
鋼桁 (鋼桁5)	桁軸	0.763 (S _s -N ₁ (-+))	0.32 (S _s -N ₁ (++))		
	桁軸直交	0.187 (S _s -F ₃ (-+))	0.20 (S _s -F ₃ (-+))		
鋼桁 (鋼桁6)	桁軸	0.775 (S _s -N ₁ (++))	0.31 (S _s -N ₁ (++))		
	桁軸直交	0.188 (S _s -F ₃ (++))	0.15 (S _s -F ₃ (++))		

注記*：添付書類「VI-2-10-2-3-2 杭基礎構造防潮壁 鋼製遮水壁（鋼桁）の耐震性についての計算書」より最大照査値を抜粋して記載。

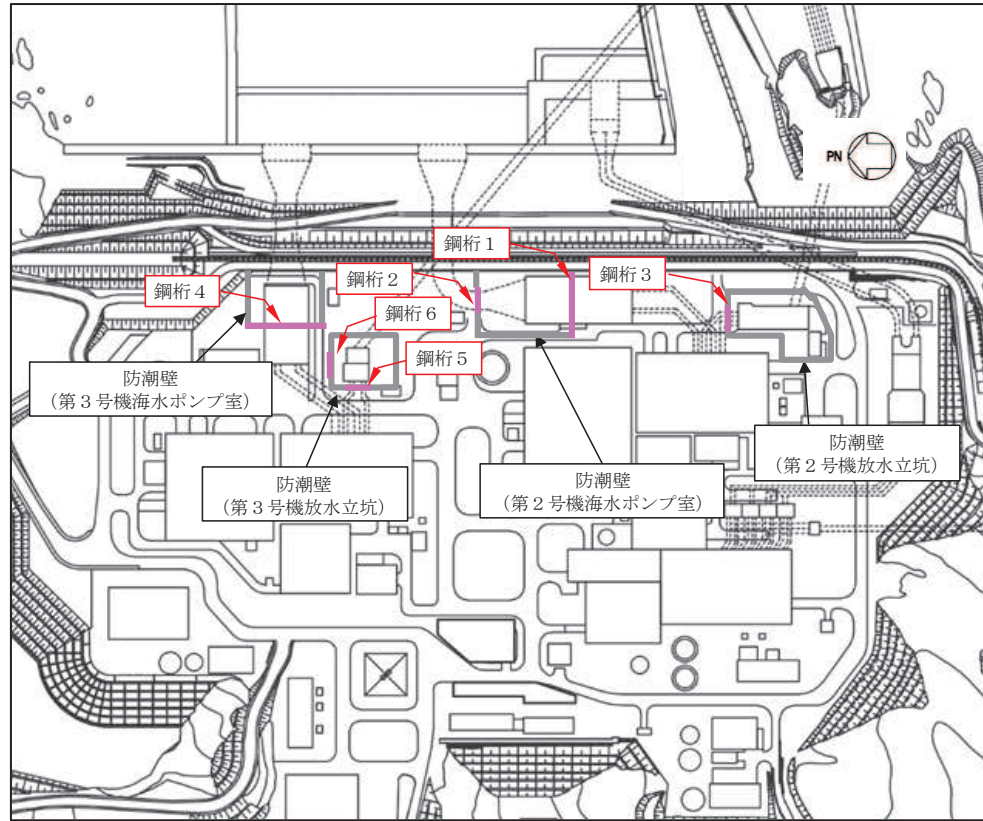


図3-4-38 鋼製遮水壁(鋼桁)の平面位置図

(c) 評価条件

①地震応答解析

地震応答解析は添付書類「VI-2-10-2-3-2 杭基礎構造防潮壁 鋼製遮水壁(鋼桁)の耐震性についての計算書」に示す方法と同様とする。

地震応答解析モデルを図3-4-39に示す。

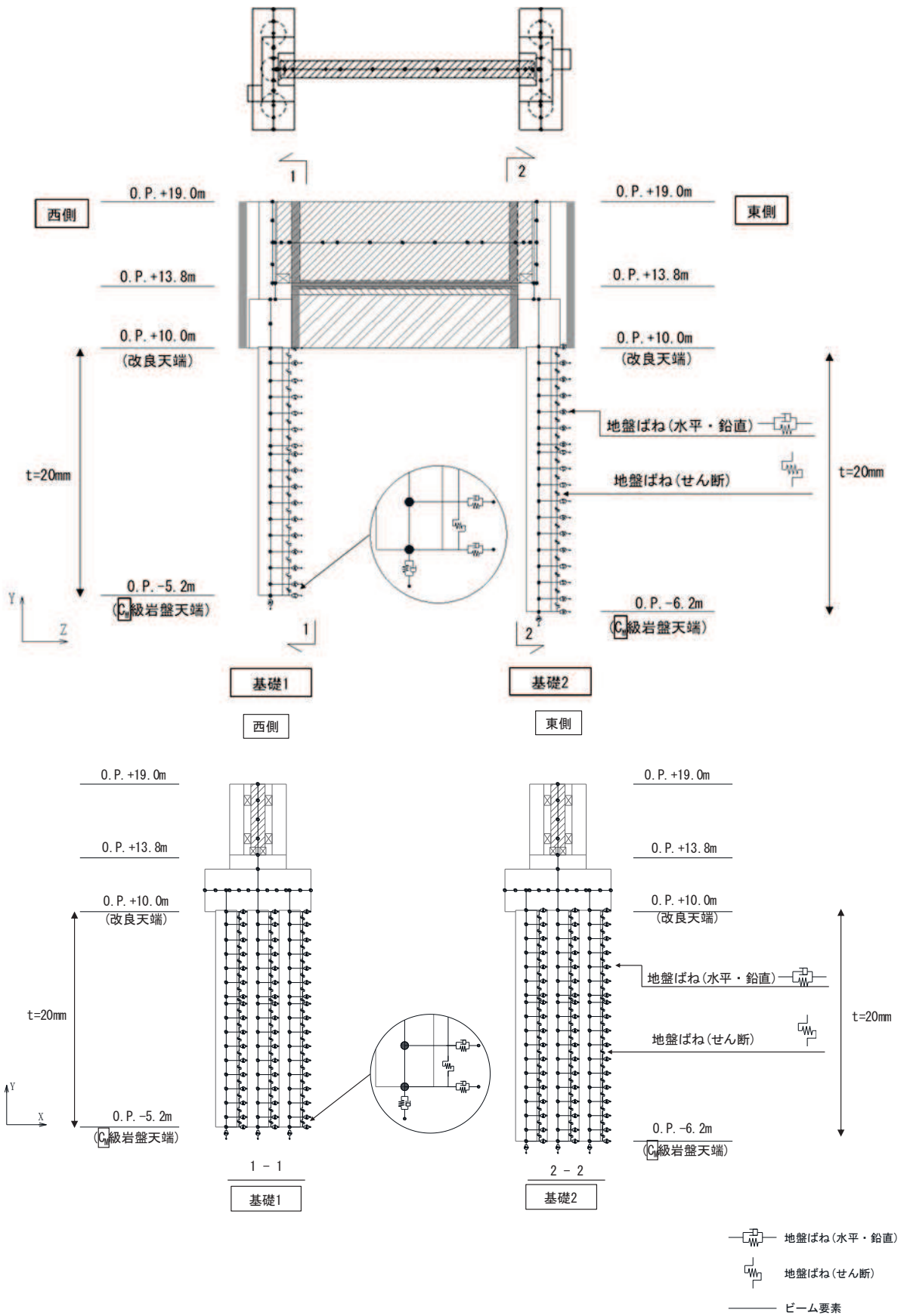


図 3-4-39 解析モデル (鋼桁 3)

②模擬地震動

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では、全く同じ地震動が同時に水平2方向に発生することは現実的には考えにくいことから、水平1方向の照査において最大照査値となる断面に直交する方向には、位相の異なる模擬地震波を用いる。

③検討ケース

耐震評価における解析ケースを表3-4-17に示す。水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せに基づく耐震評価において、最も照査値が厳しい下記に示す構造物及び地震動を対象に、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する検討を行う。

- ・鋼桁3「加振方向（主）：桁軸， $S_s - D_2$ （-+），解析ケース①*」

注記*：「VI-2-10-2-3-2 杭基礎構造防潮壁 鋼製遮水壁（鋼桁）の耐震性についての計算書」において実施している表3-4-17に示す解析ケースを示す。

表 3-4-17 耐震評価における解析ケース

解析ケース	材料物性 (コンクリート) (E_0 : ヤング係数)	地盤物性	
		旧表土, 盛土, D 級岩盤, 改良地盤 (G_0 : 初期せん断弾性係数)	C_1 級岩盤, C_M 級岩盤, C_H 級岩盤, B 級岩盤 (G_d : 動せん断弾性係数)
ケース① (基本ケース)	設計基準強度	平均値	平均値
ケース②	設計基準強度	平均値+ 1σ	平均値
ケース③	設計基準強度	平均値- 1σ	平均値

④許容限界

許容限界は添付書類「VI-2-10-2-3-2 杭基礎構造防潮壁 鋼製遮水壁（鋼桁）の耐震性についての計算書」に示す値と同様とする。

RC支柱の許容限界を表3-4-18に示す。

表 3-4-18 RC 支柱（鋼桁 3，鉄筋）の許容限界

種別	許容応力度 (N/mm ²)		短期許容応力度 (N/mm ²)
	許容曲げ引張応力度 σ_{sa}	196	294
鉄筋(SD345)			

(d) 評価結果

RC支柱の水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮した曲げ・軸力系の破壊に対する照査値を表3-4-19に示す。また，評価時刻における断面力分布を図3-4-40～図3-4-42に示す。

水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮した場合でも，それぞれの照査値が許容限界以下であることを確認した。

表 3-4-19 RC 支柱の曲げ・軸力系の破壊に対する照査値（鉄筋）（鋼桁 3 基礎 2）

（加振方向（主）：桁軸， $S_s - D_2$ （-+），解析ケース①）

加振方向	発生断面力		曲げ圧縮 応力度 (N/mm ²) (a)	許容限界 (N/mm ²) (b)	照査値 (a / b)
	曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)			
1 方向目* ¹ (桁軸方向)	-12540	362	231	294	0.79
2 方向目* ¹ (桁軸直交方向)	-12421	439	96	294	0.33
2 方向及び鉛直方向 地震力を考慮* ²	My : -12540 Mz : 3770	843	243	294	0.83

注記*1：曲げモーメントについては，全時刻の絶対値最大となる断面力を抽出し，軸力については全時刻の最小値を抽出した上で，曲げモーメントは保守的となるよう正負を入れ替えた組合せでの照査を行い，照査値が最大となった組み合わせでの断面力の値を示している。

*2：曲げモーメントについては，My：桁軸方向加振で生じる曲げモーメント，Mz：桁軸直角方向加振で生じる曲げモーメントが最大最小となる時刻及びMy，Mzの合成モーメント（2乗和平方根）が最大となる時刻並びに軸力（桁軸方向）が最大最小となる時刻における断面力の組合せを抽出した上で，保守的となるよう正負を入れ替えた組合せでの照査を行い，照査値が最大となった組み合わせでの断面力の値を示している。

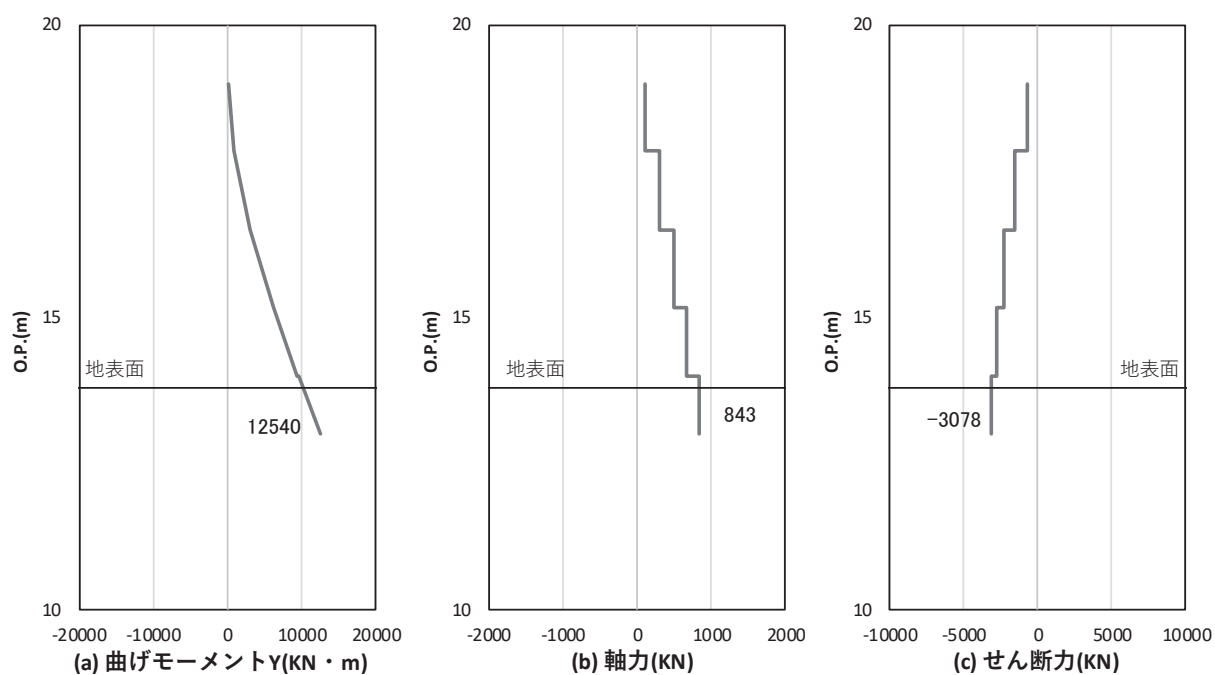


図 3-4-40 1 方向目（弱軸方向）における
RC 支柱の曲げ・軸力系の破壊に対する照査時刻での断面力
(鋼桁 3：基礎 2，桁軸方向， $t = 6.94s$)

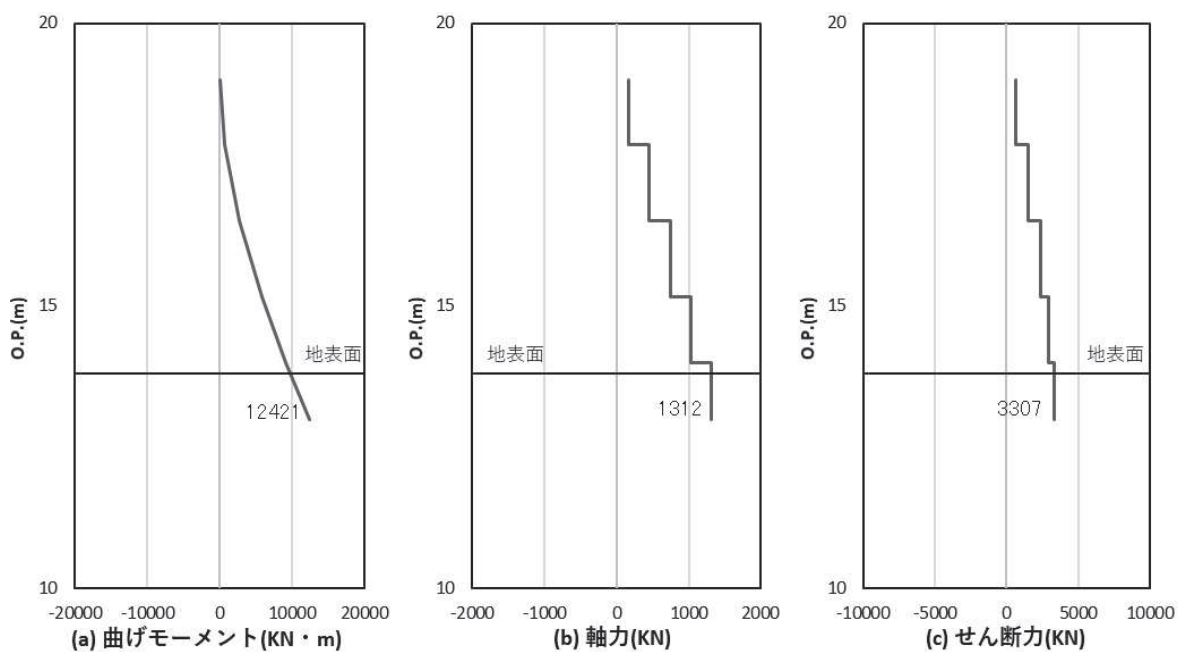


図 3-4-41 2 方向目（強軸方向）における
RC 支柱の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における照査時刻での断面力
(鋼桁 3：基礎 2，桁軸直交方向， $t = 24.73s$)

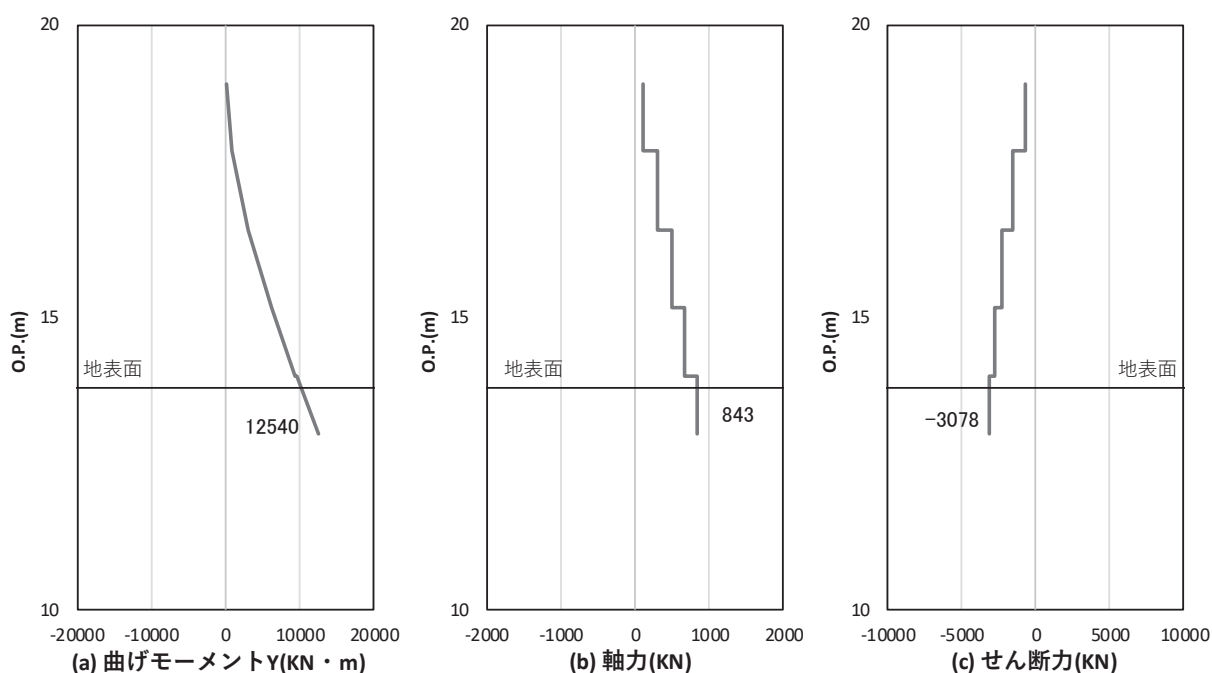


図 3-4-42 (1) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおける RC 支柱の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における照査時刻での断面力 (鋼桁 3 : 基礎 2, 1 方向目 (桁軸方向), $t = 6.94s$)

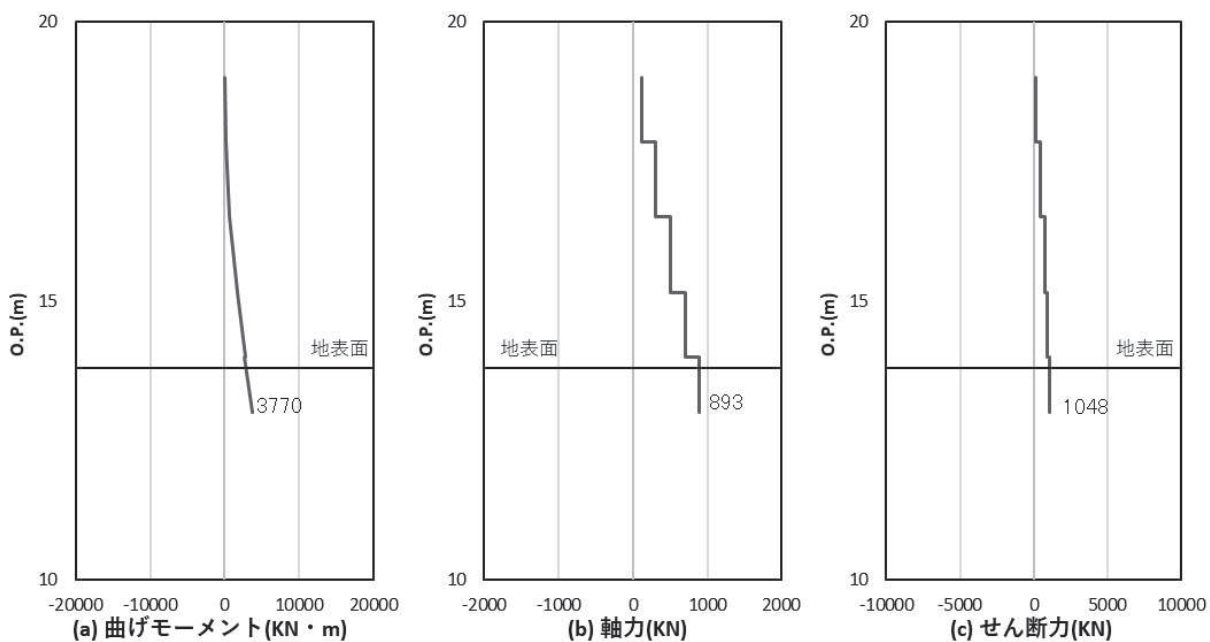


図 3-4-42 (2) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおける RC 支柱の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における照査時刻での断面力 (鋼桁 3 : 基礎 2, 2 方向目 (桁軸直交方向), $t = 6.94s$)

(3) 円筒型構造物

a. 基礎杭

(a) 評価方法

基礎杭の水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価については、評価対象断面（弱軸方向）の水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せに基づく耐震評価に対して、直交する方向（強軸方向）に対する地震応答解析を行い、それぞれの地震応答解析より算定した断面力を合成し、構造部材の発生応力を求める。

これにより算定した水平2方向及び鉛直方向地震力による応力が許容限界以下であることを確認する。

(b) 評価対象

評価対象は、材質、杭径、杭間隔、長さ、上載荷重及び周辺地盤の状況が異なるため、添付書類「VI-2-10-2-3-1 杭基礎構造防潮壁 鋼製遮水壁（鋼板）の耐震性についての計算書」、「VI-2-10-2-3-2 杭基礎構造防潮壁 鋼製遮水壁（鋼桁）の耐震性についての計算書」及び「VI-2-10-2-3-3 杭基礎構造防潮壁 鋼製扉の耐震性についての計算書」に示す、各構造形式の耐震評価対象断面における鋼管杭の照査値（水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せに基づく耐震評価結果）に基づき、照査値の厳しい構造物を選定し、影響評価を行う。

表3-4-20に評価対象の選定結果を、各構造物の平面位置を図3-4-43に示す。鋼管杭の曲げ軸力及びせん断力照査のうち、照査値が最も大きい鋼桁1, 4, 5を影響評価の代表構造物として選定する。

表3-4-20 基礎杭の代表構造物選定結果(1/2)

構造形式	構造物名	最大照査値		選定結果	選定理由
		曲げ軸力照査	せん断力照査		
基礎杭	鋼板（断面①）	0.713 (S _s -N ₁ (-+))	0.434 (S _s -N ₁ (-+))		
	鋼板（断面②）	0.619 (S _s -N ₁ (++))	0.385 (S _s -N ₁ (++))		
	鋼板（断面③）	0.388 (S _s -N ₁ (-+))	0.100 (S _s -N ₁ (++))		
	鋼板（断面④）	0.266 (S _s -D ₂ (++))	0.248 (S _s -D ₃ (++))		
	鋼板（断面⑤）	0.483 (S _s -D ₃ (-+))	0.413 (S _s -D ₃ (-+))		
	鋼板（断面⑥）	0.407 (S _s -D ₂ (++))	0.626 (S _s -D ₁ (-+))		
	鋼板（断面⑦）	0.604 (S _s -D ₂ (++))	0.480 (S _s -D ₂ (++))		

表3-4-20 基礎杭の代表構造物選定結果(2/2)

	構造物名	最大照査値		選定結果	選定理由
		曲げ軸力照査	せん断力照査		
構造形式	鋼桁（鋼桁1）	0.739 ($S_s - D_2$) (++)	0.627 ($S_s - D_2$) (++)	○	曲げ軸力照査値 ($S_s - N_1$ を除く) 最大* せん断力照査値 ($S_s - N_1$ を除く) 最大*
	鋼桁（鋼桁2）	0.854 ($S_s - N_1$) (-+)	0.412 ($S_s - N_1$) (++)		
	鋼桁（鋼桁3）	0.653 ($S_s - D_2$) (++)	0.608 ($S_s - D_2$) (++)		
	鋼桁（鋼桁4）	0.884 ($S_s - N_1$) (++)	0.696 ($S_s - N_1$) (++)	○	せん断力照査値最大
	鋼桁（鋼桁5）	0.908 ($S_s - N_1$) (-+)	0.414 ($S_s - N_1$) (++)	○	曲げ軸力照査値最大
	鋼桁（鋼桁6）	0.900 ($S_s - N_1$) (-+)	0.355 ($S_s - N_1$) (++)		
	鋼製扉（扉2）	0.270 ($S_s - D_2$) (-+)	0.265 ($S_s - D_2$) (-+)		
	鋼製扉（扉3）	0.898 ($S_s - N_1$) (-+)	0.496 ($S_s - N_1$) (-+)		

注記* : $S_s - N_1$ は観測波に基づいており、地震動の方向に偏りがあり、基準地震動 S_s と直交する地震動が基準地震動 S_s に比べ小さいことから、 $S_s - N_1$ 以外の2番目に照査値が厳しい地震動に対しても水平2方向評価を実施

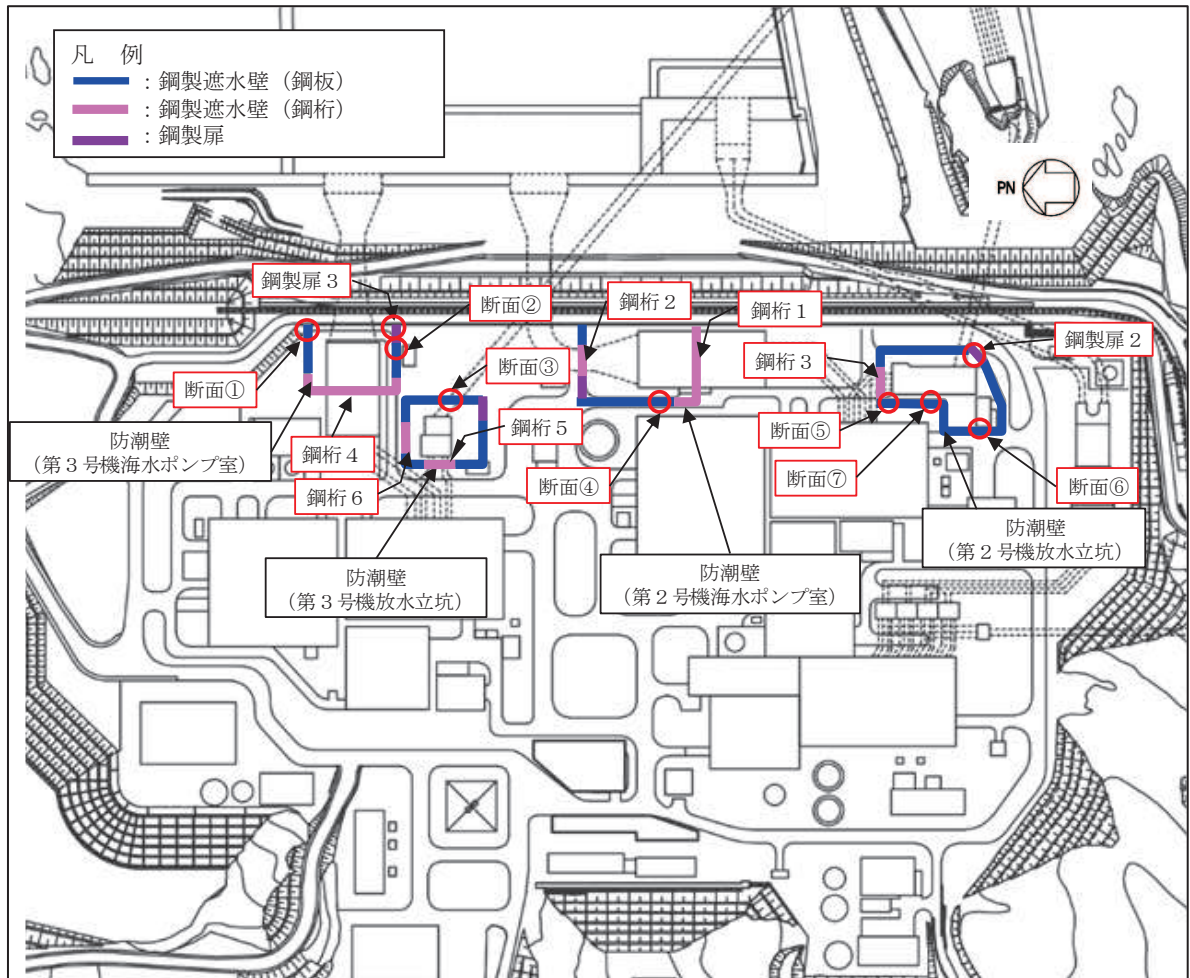


図3-4-43 防潮壁の平面位置図

(c) 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した照査値の算定方法

基礎杭の水平2方向及び鉛直地震力の組合せによる影響評価については、直交する水平2方向におけるそれぞれの地震応答解析にて算定した同時刻の断面力に対して以下に示す方法により照査を行う。

これにより算定した水平2方向及び鉛直方向地震力による照査値が許容限界以下であることを確認する。

① 曲げ軸力照査

曲げ軸力照査値の算定式を以下に示す。

$$M_y = \left(\sigma_y - \frac{|N_4|}{A_4} \right) \cdot Z_4$$

ここで、

M_y : 鋼管杭の降伏モーメント (kN・m)

σ_y : 鋼管杭の降伏強度 (N/mm²)

N_4 : 鋼管杭に発生する軸力 (kN)

A_4 : 鋼管杭の断面積 (m²)

Z_4 : 鋼管杭の断面係数 (m³)

② せん断力照査

せん断照査値の算定式を以下に示す。

$$\tau_1 = \kappa_1 \frac{S_1}{A_1}$$

ここで、

τ_1 : 鋼管杭のせん断力より算定されるせん断応力 (N/mm²)

S_1 : 鋼管杭に発生するせん断力 (N)

A_1 : 鋼管杭の断面積 (mm²)

κ_1 : せん断応力の分布係数 (2.0)

(d) 評価条件

① 地震応答解析

地震応答解析は添付書類「VI-2-10-2-3-2 杭基礎構造防潮壁 鋼製遮水壁(鋼桁)の耐震性についての計算書」に示す方法と同様とする。

解析モデルを図3-4-44～図3-4-46に示す。

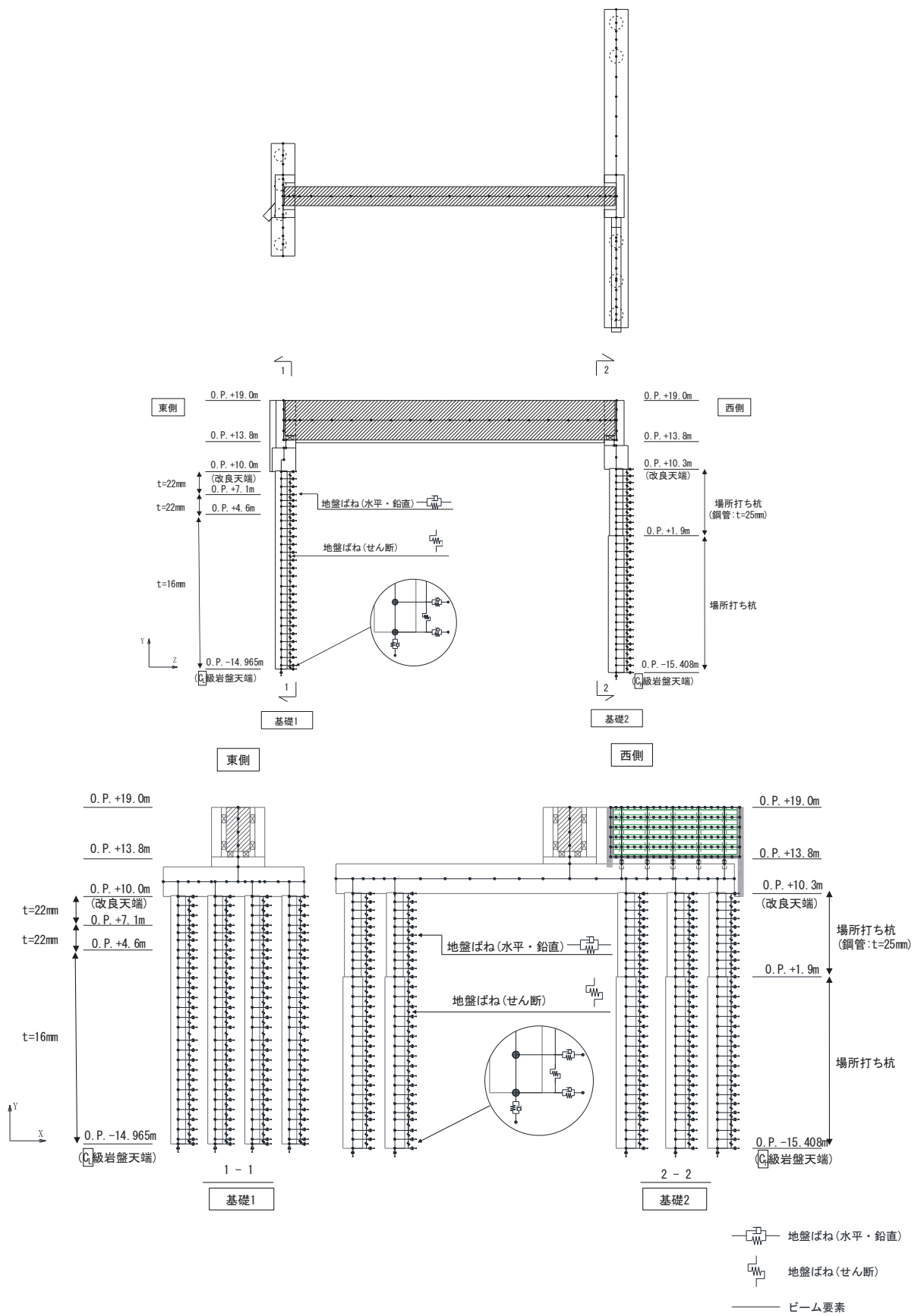


図 3-4-44 解析モデル (鋼桁 1)

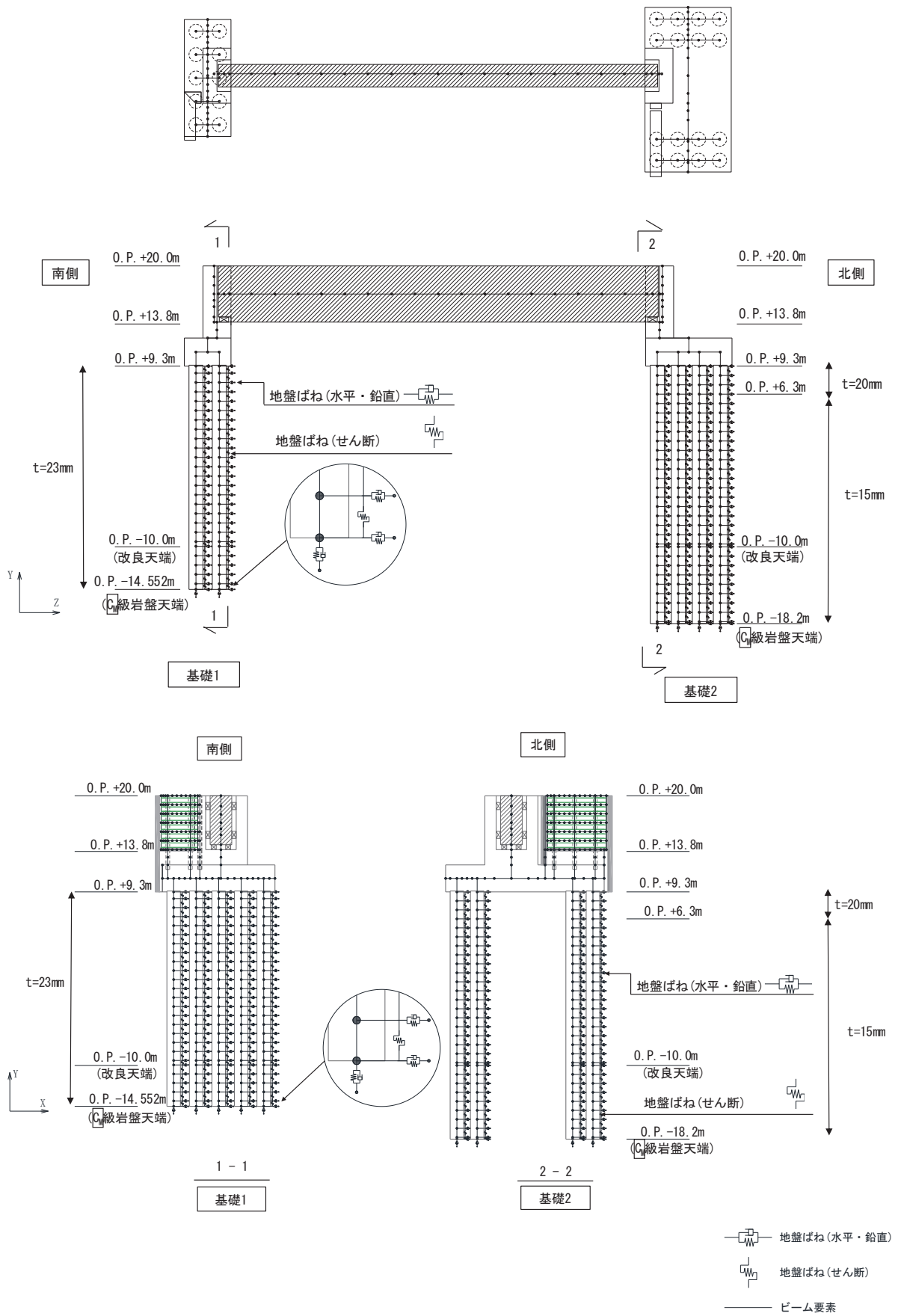


図 3-4-45 解析モデル (鋼桁 4)

② 模擬地震動

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では、全く同じ地震動が同時に水平2方向に発生することは現実的には考えにくいことから、水平1方向の照査において最大照査値となる断面に直交する方向には、位相の異なる模擬地震波を用いる。

③ 検討ケース

耐震評価における解析ケースを表3-4-21に示す。水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せに基づく耐震評価において、最も照査値が厳しい下記構造物及び地震動を対象に、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する検討を行う。

曲げ軸力

- ・ 鋼桁5「加振方向（主）：桁軸直交， $S_s - N1$ （-+），解析ケース①*」
- ・ 鋼桁1「加振方向（主）：桁軸， $S_s - D2$ （++），解析ケース①*」

せん断力照査

- ・ 鋼桁4「加振方向（主）：桁軸直交， $S_s - N1$ （++），解析ケース②*」
- ・ 鋼桁1「加振方向（主）：桁軸， $S_s - D2$ （++），解析ケース①*」

注記*：「VI-2-10-2-3-2 杭基礎構造防潮壁 鋼製遮水壁（鋼桁）の耐震性についての計算書」において実施している表3-4-21に示す解析ケースを示す。

表 3-4-21 耐震評価における解析ケース

解析ケース	材料物性 (コンクリート) (E_0 : ヤング係数)	地盤物性	
		旧表土，盛土， D 級岩盤，改良地盤 (G_0 : 初期せん断弾性係数)	C_L 級岩盤， C_M 級岩盤， C_H 級岩盤， B 級岩盤 (G_d : 動せん断弾性係数)
ケース① (基本ケース)	設計基準強度	平均値	平均値
ケース②	設計基準強度	平均値+ 1σ	平均値
ケース③	設計基準強度	平均値- 1σ	平均値

④許容限界

許容限界は添付書類「VI-2-10-2-3-2 杭基礎構造防潮壁 鋼製遮水壁(鋼桁)の耐震性についての計算書」に示す値と同様とする。

基礎杭の許容限界を表3-4-22に示す。

鋼管杭及び場所打ちコンクリート杭の許容限界は、「道路橋示方書（I 共通編・II 鋼橋編・IV 下部構造編）・同解説（日本道路協会，平成24年3月）」に基づき，鋼管杭については，表3-4-22に示す降伏強度を用いた降伏モーメント及びせん断強度とする。

場所打ちコンクリート杭については，表3-4-23に示す鉄筋の降伏応力度を用いた降伏モーメント及びせん断強度とする。降伏モーメントの算定は，解析コード「RC断面計算Ver. 8.00.06」により算定する。解析コードの検証及び妥当性確認の概要については，添付書類「VI-5 計算機プログラム(解析コード)の概要」に示す。せん断耐力は，建設技術審査証明報告書 内面リブ付鋼管巻き場所打ち杭「JFETB杭」に基づく式により算定する。

表 3-4-22 鋼管杭（杭体）の許容限界

杭種		降伏強度（曲げ） (N/mm ²)	せん断強度 (N/mm ²)
鋼管杭 (杭体)	SKK490 (t < 40mm)	315	160
	SM570 (t < 40mm)	450	260

表 3-4-23 場所打ちコンクリート杭の許容限界

項目	種別	降伏応力度 (N/mm ²)
場所打ち コンクリート杭	軸方向鉄筋(SD490)	490
	帯鉄筋(SD345)	345

(e) 評価結果

基礎杭の水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮した曲げ・軸力系の破壊に対する照査値を表3-4-24，表3-4-25に，せん断破壊に対する照査値を表3-4-26，表3-4-27に示す。また，照査時刻における曲げ・軸力系の破壊に対する断面力を図3-4-47～図3-4-52に，せん断破壊に対する断面力を図3-4-53～図3-4-58に示す。

水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮した場合でも，それぞれの照査値が許容限界以下であることを確認した。

表 3-4-24 基礎杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査値（鋼桁 5）
 （加振方向（主）：桁軸直交，S_s-N1（-+），解析ケース①）

加振方向	発生断面力		降伏曲げ モーメント (kN・m) (b)	照査値 (a/b)
	曲げモーメント (kN・m) (a)	軸力 (kN)		
1 方向目 (桁軸直交)	12284	8727	13522	0.91
2 方向目 (桁軸)	9206	1066	26175	0.36
2 方向及び鉛直方向 地震力を考慮	12302*	8727	13522	0.91

注記*：水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮する曲げモーメントについては，1方向目と2方向目の等時刻の曲げモーメントの合成（2乗和平方根）が最大となる時刻の合成曲げモーメント

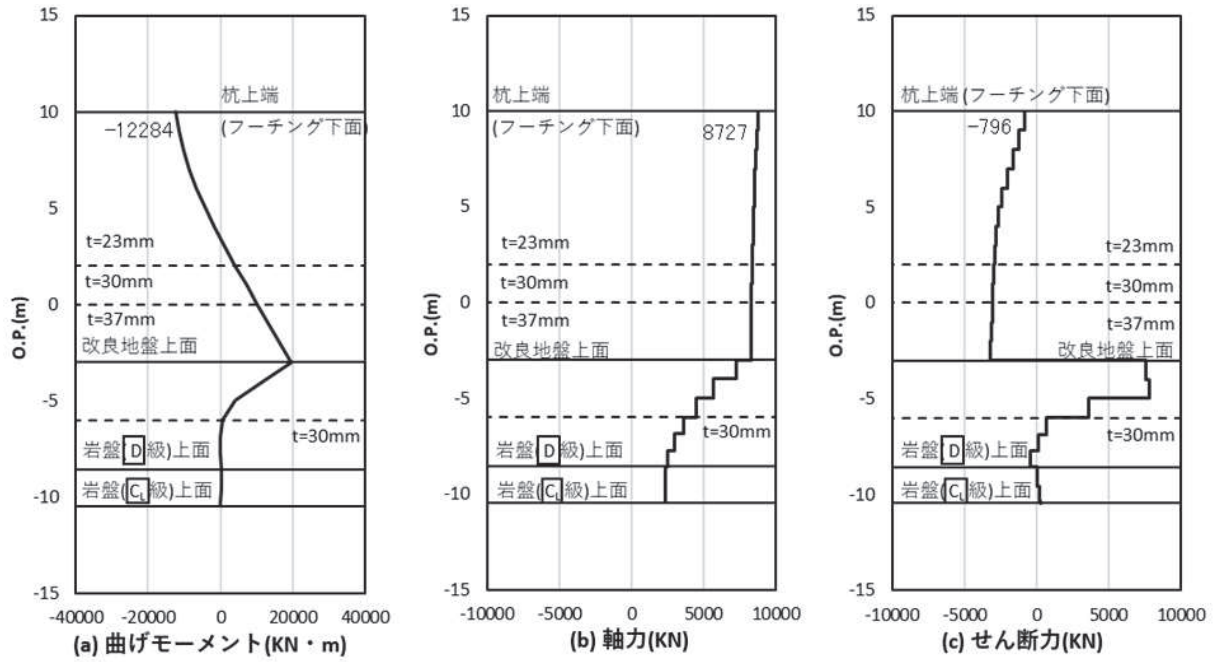


図 3-4-47 1 方向目（弱軸方向）における
基礎杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査時刻での断面力
(鋼桁 5, 桁軸直交方向, $t = 7.84s$)

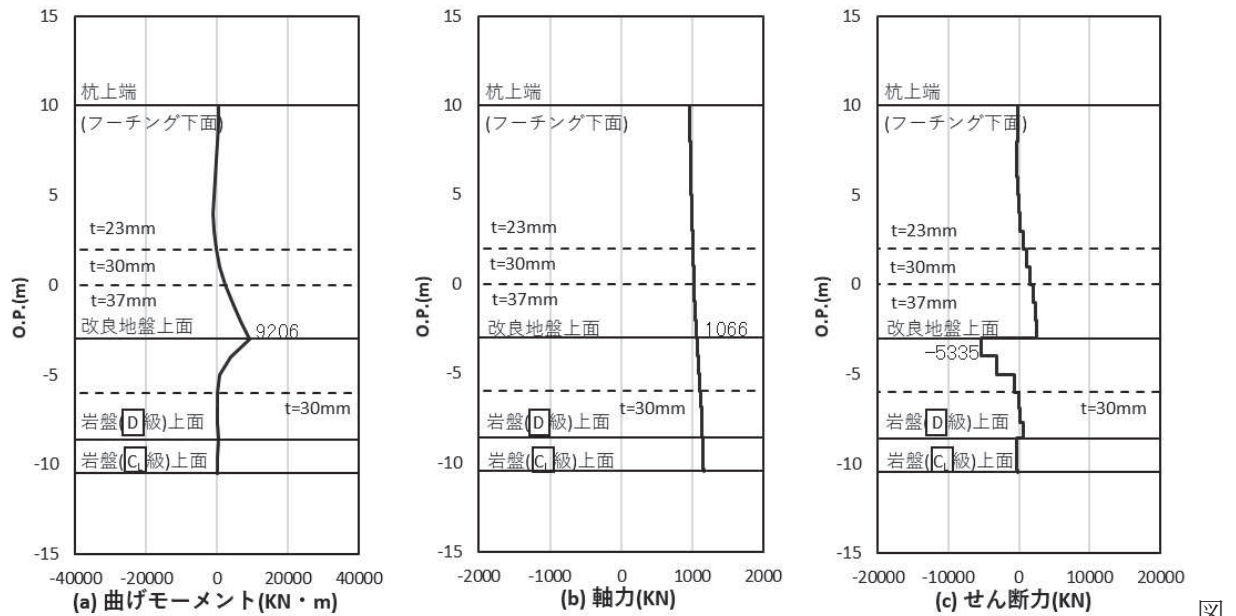


図 3-4-48 2 方向目（強軸方向）における
基礎杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における照査時刻での断面力
(鋼桁 5, 桁軸方向, $t = 7.01s$)

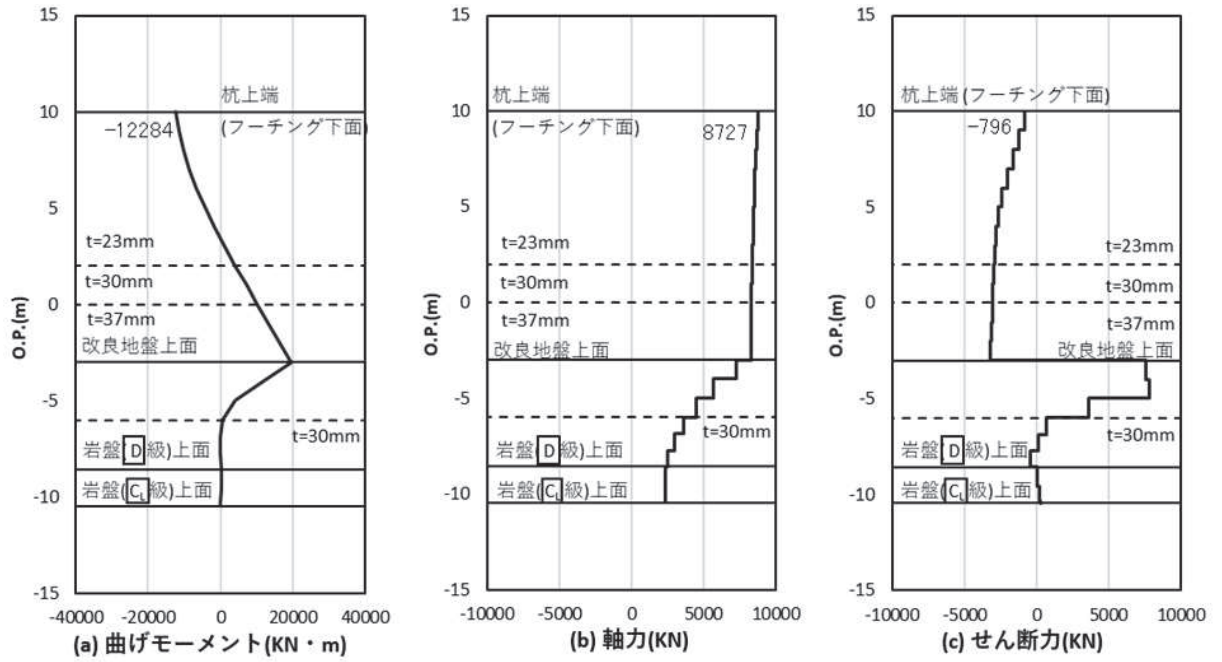


図 3-4-49 (1) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおける基礎杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における照査時刻での断面力 (鋼桁 5, 1 方向目 (桁軸直交方向), $t = 7.84s$)

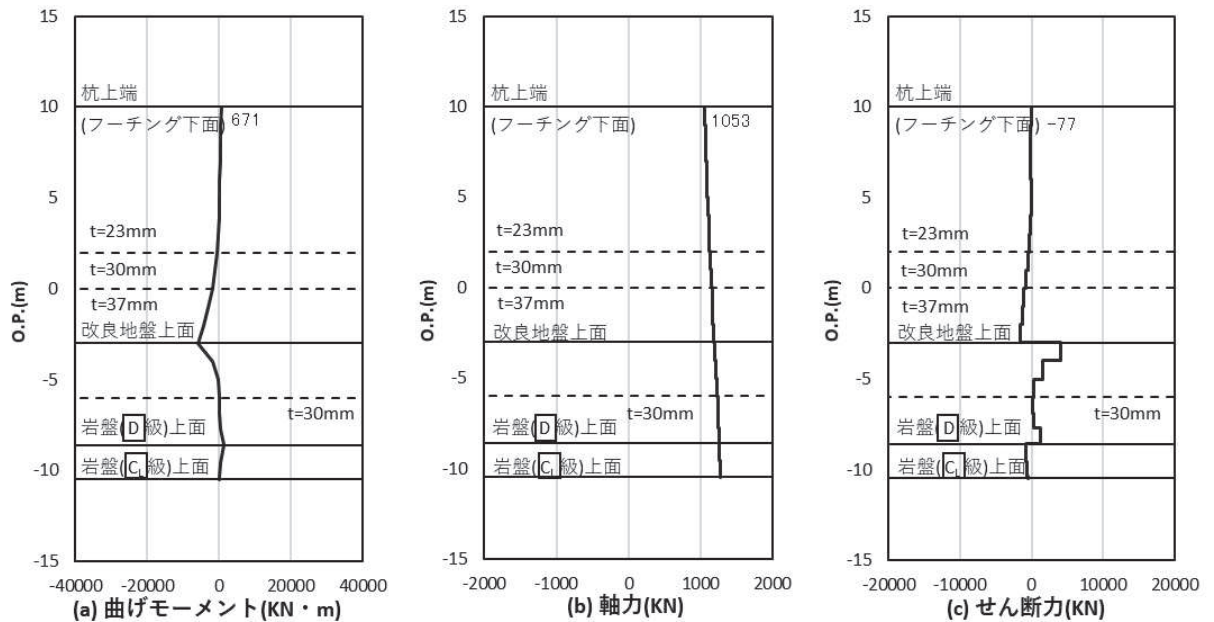


図 3-4-49 (2) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおける基礎杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における照査時刻での断面力 (鋼桁 5, 2 方向目 (桁軸方向), $t = 7.84s$)

表 3-4-25 基礎杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査値（鋼桁 1）
 （加振方向（主）：桁軸， $S_s - D_2$ （++），解析ケース①）

加振方向	発生断面力		降伏曲げ モーメント (kN・m) (b)	照査値 (a/b)
	曲げモーメント (kN・m) (a)	軸力 (kN)		
1 方向目 (桁軸)	11287	1935	15264	0.74
2 方向目 (桁軸直交)	851	3152	14821	0.06
2 方向及び鉛直方向 地震力を考慮	11296*	1935	15264	0.75

注記*：水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮する曲げモーメントについては、1方向目と2方向目の等時刻の曲げモーメントの合成（2乗和平方根）が最大となる時刻の合成曲げモーメント

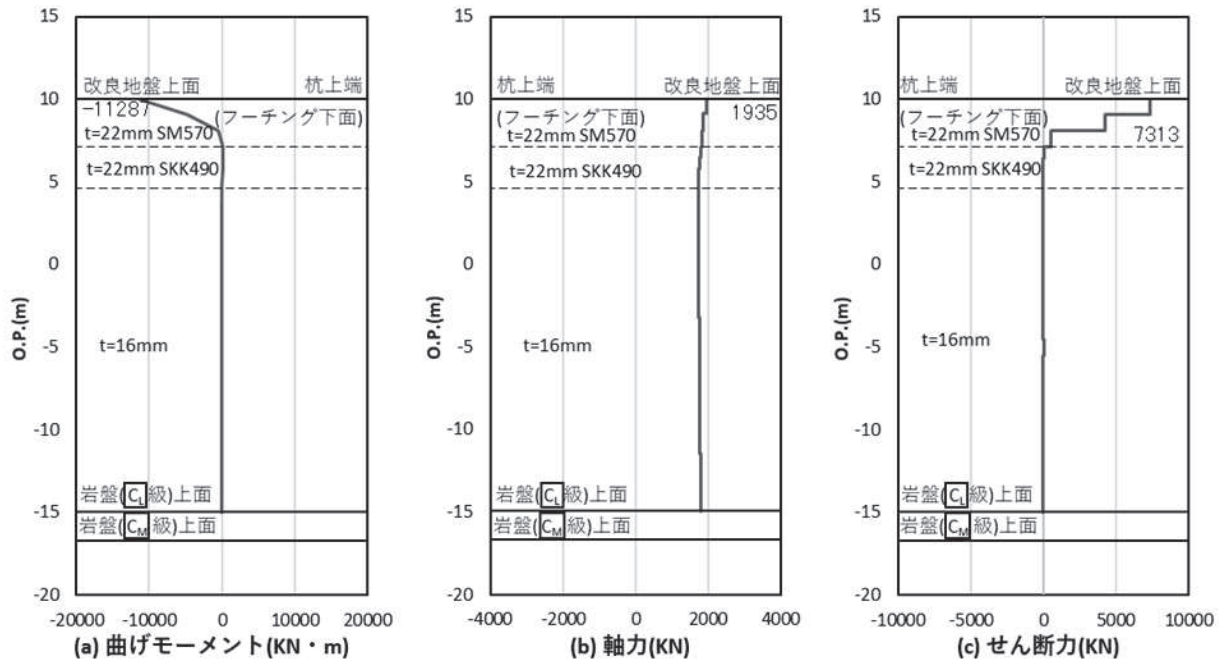


図 3-4-50 1 方向目（弱軸方向）における
基礎杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査時刻での断面力
(鋼桁 1, 桁軸方向, $t = 24.00s$)

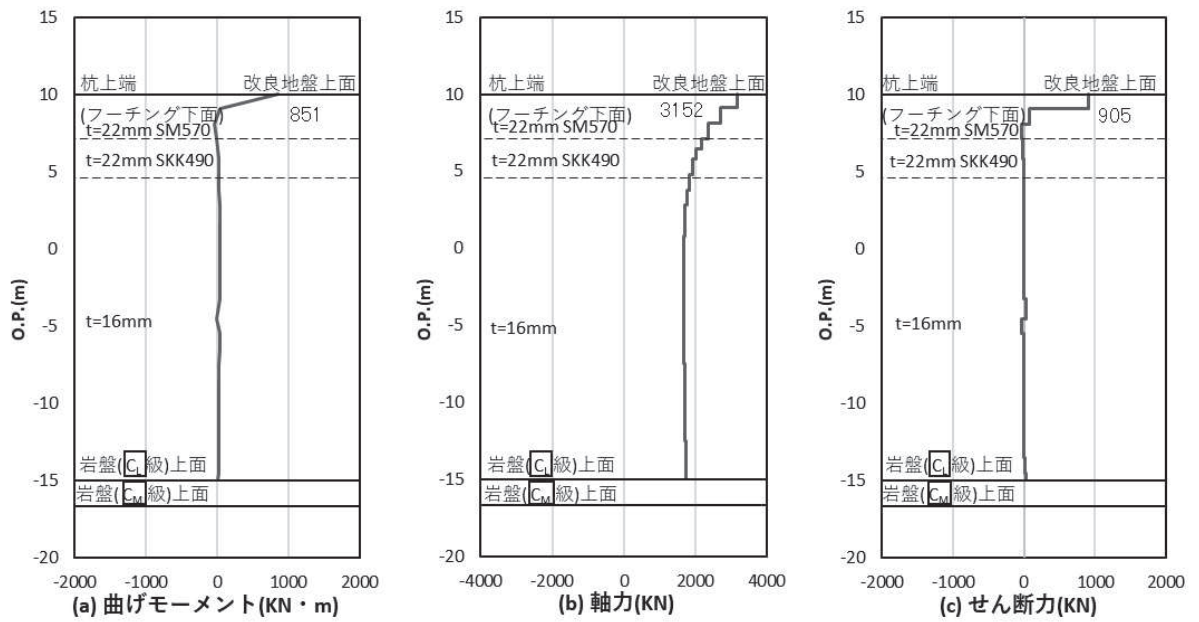


図 3-4-51 2 方向目（強軸方向）における
基礎杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における照査時刻での断面力
(鋼桁 1, 桁軸直交方向, $t = 19.46s$)

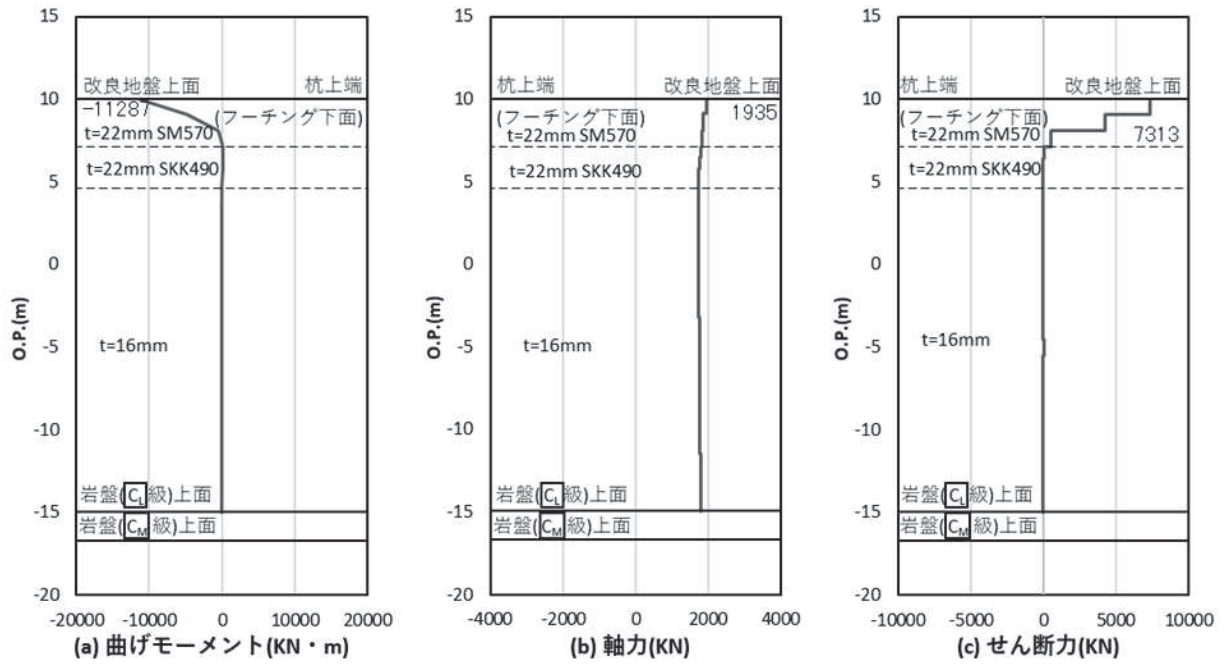


図 3-4-52 (1)

図 3-4-52 (1) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおける基礎杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における照査時刻での断面力 (鋼桁 1, 1 方向目 (桁軸方向), $t = 24.00s$)

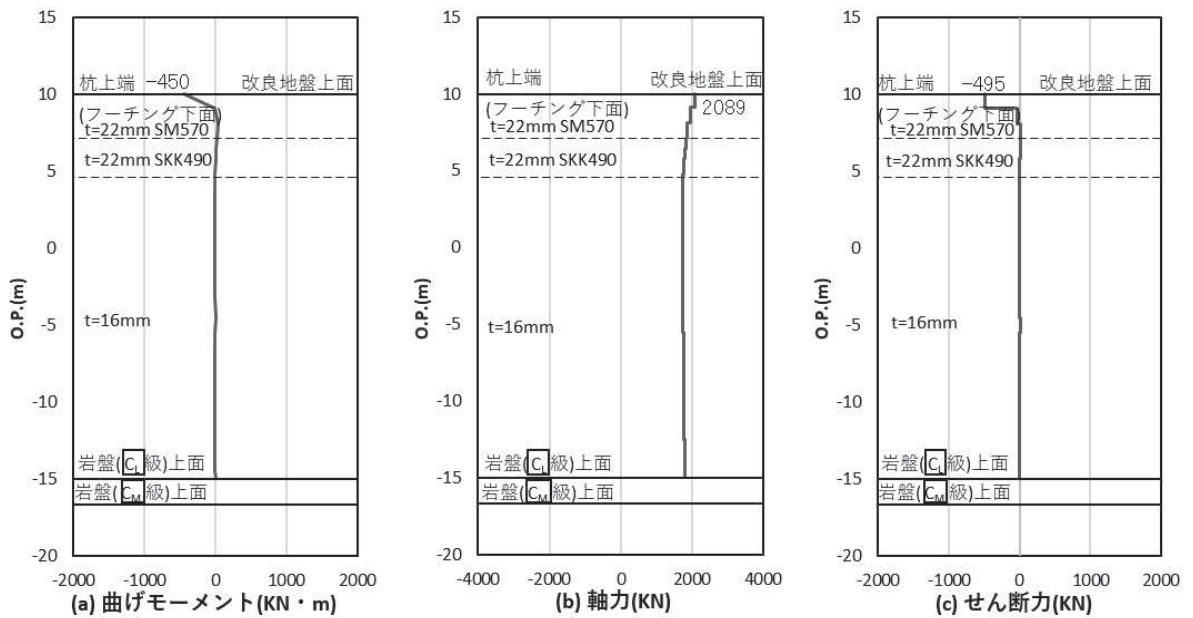


図 3-4-52 (2) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおける基礎杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における照査時刻での断面力 (鋼桁 1, 2 方向目 (桁軸方向), $t = 24.00s$)

表 3-4-26 基礎杭のせん断破壊に対する照査値（鋼桁 4）
 （加振方向（主）：桁軸直交， $S_s - N1$ （++），解析ケース②）

加振方向	発生断面力	せん断 応力度 (N/mm^2) (a)	許容限界 (N/mm^2) (b)	照査値 (a/b)
	せん断力 (kN)			
1 方向目 (桁軸直交)	5895	181	260	0.70
2 方向目 (桁軸)	3708	114	260	0.44
2 方向及び鉛直方向 地震力を考慮	6551*	201	260	0.78

注記*：水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮するせん断力については，1方向目と2方向目の等時刻のせん断力の合成（2乗和平方根）が最大となる時刻の合成せん断力

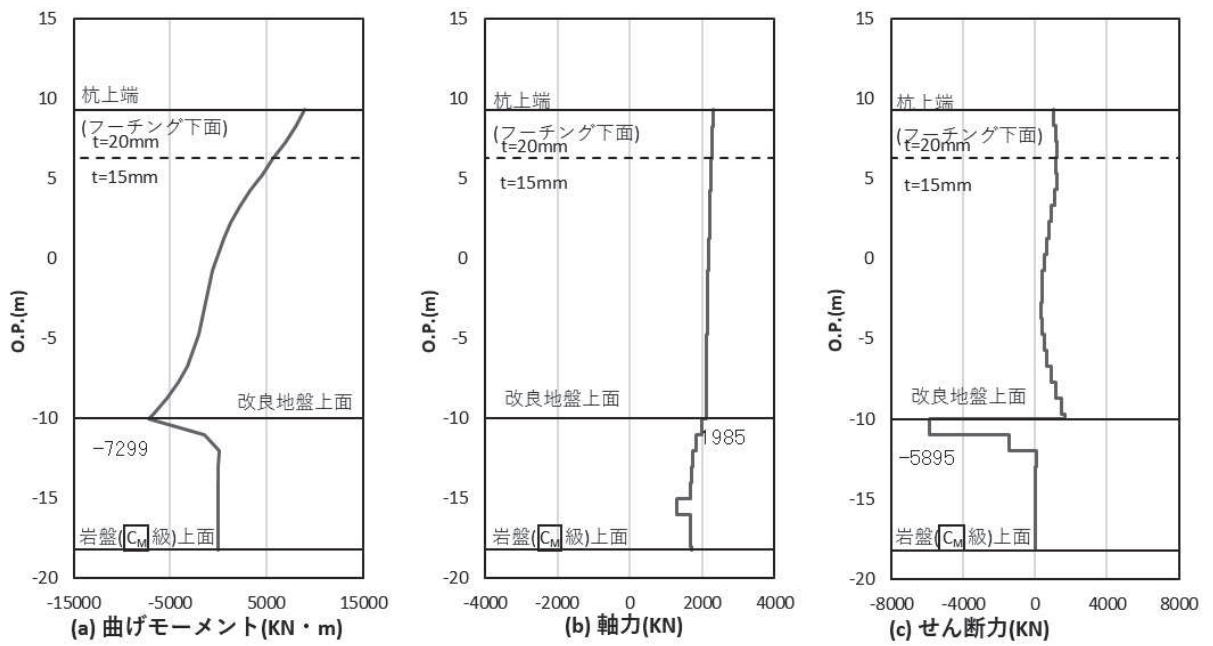


図 3-4-53 1 方向目（弱軸方向）における
基礎杭のせん断破壊に対する照査時刻での断面力
(鋼桁 4, 桁軸直交方向, $t = 7.77s$)

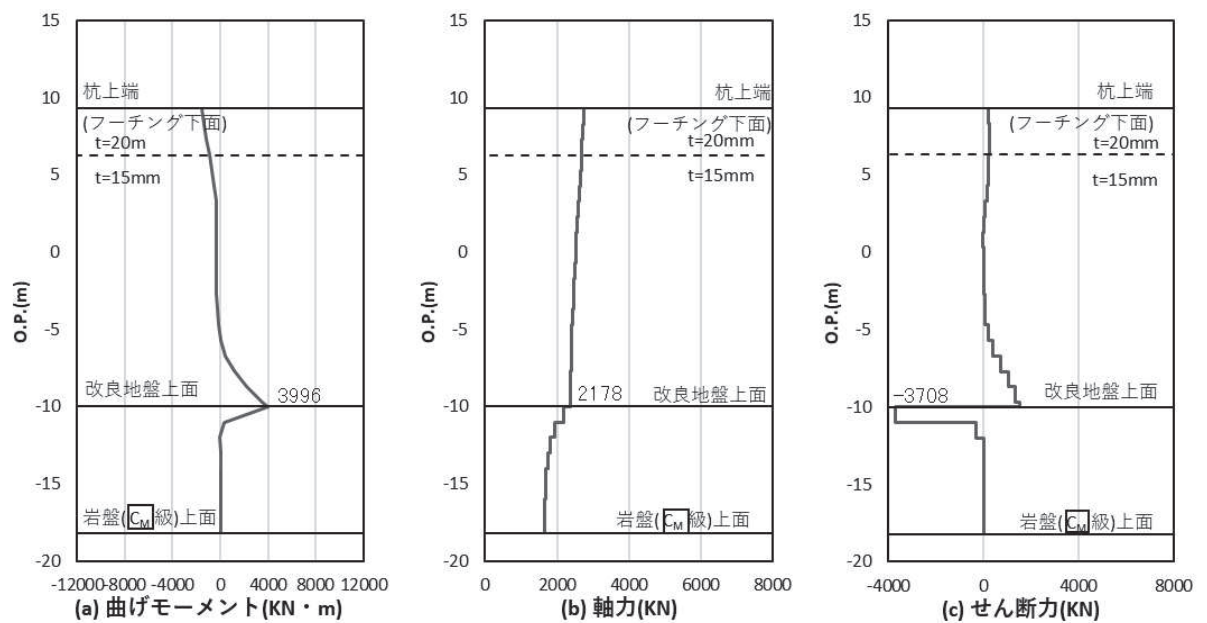


図 3-4-54 2 方向目（強軸方向）における
基礎杭のせん断破壊に対する照査における照査時刻での断面力
(鋼桁 4, 桁軸方向, $t = 7.90s$)

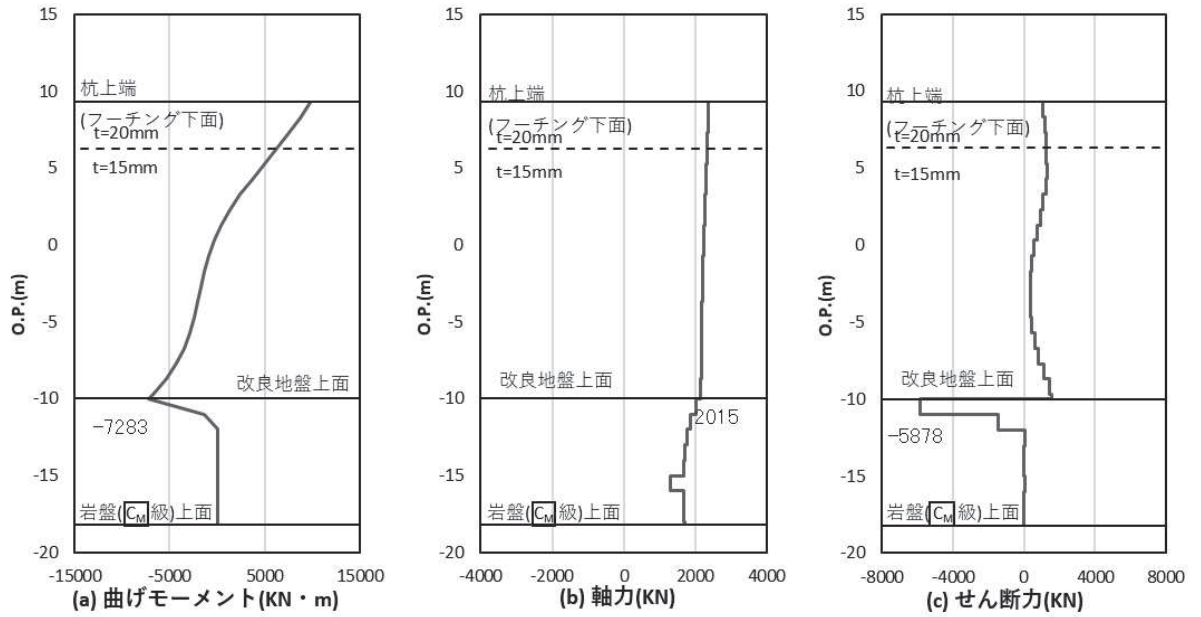


図 3-4-55 (1) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおける
基礎杭のせん断破壊に対する照査における照査時刻での断面力
(鋼桁 4, 1 方向目 (桁軸方向), $t = 7.79s$)

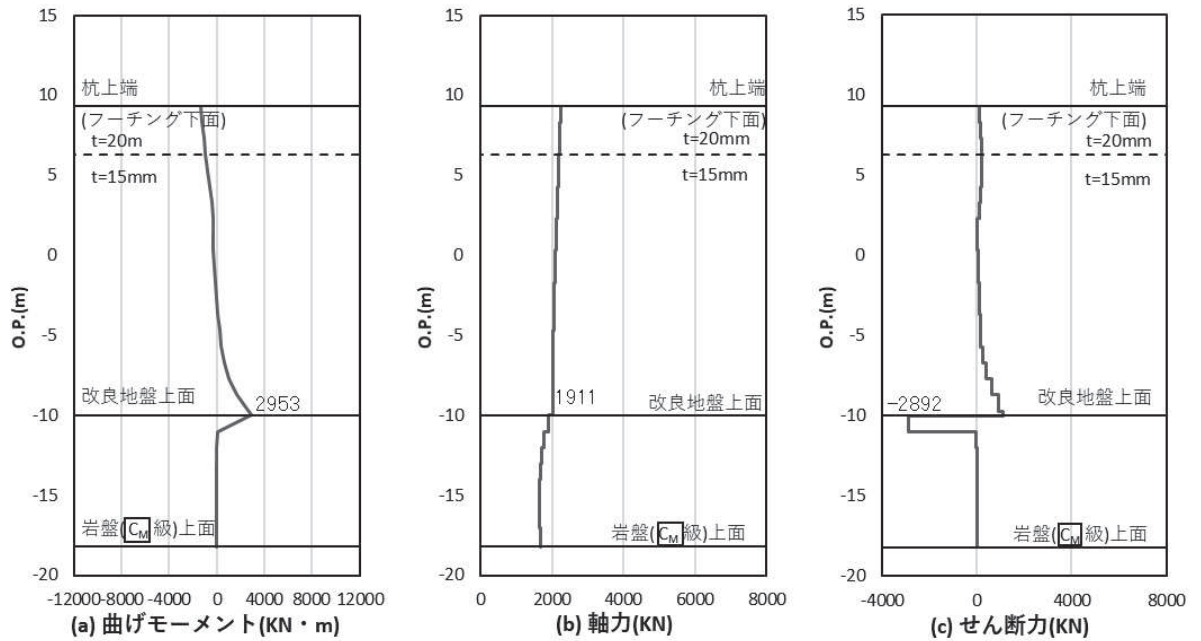


図 3-4-55 (2) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおける
基礎杭のせん断破壊に対する照査における照査時刻での断面力
(鋼桁 4, 2 方向目 (桁軸方向), $t = 7.79s$)

表 3-4-27 基礎杭のせん断破壊に対する照査値（鋼桁 1）
 （加振方向（主）：桁軸， $S_s - D_2$ （++），解析ケース①）

加振方向	発生断面力	許容限界（kN） (b)	照査値 (a/b)
	せん断力 (kN) (a)		
1 方向目 (桁軸)	10745	17125	0.63
2 方向目 (桁軸直交)	11171	17125	0.66
2 方向及び鉛直方向 地震力を考慮	11196*	17149	0.66

注記*：水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮するせん断力については，1方向目と2方向目の等時刻のせん断力の合成（2乗和平方根）が最大となる時刻の合成せん断力

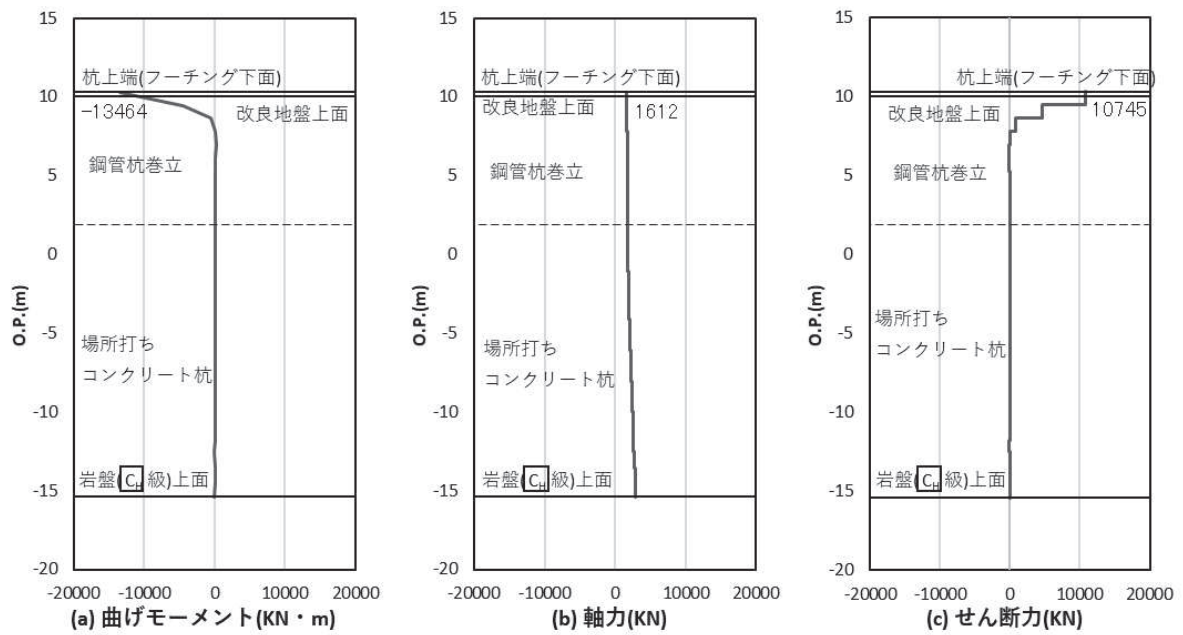


図 3-4-56 1 方向目（弱軸方向）における
基礎杭のせん断破壊に対する照査時刻での断面力
(鋼桁 1, 桁軸方向, $t = 29.99s$)

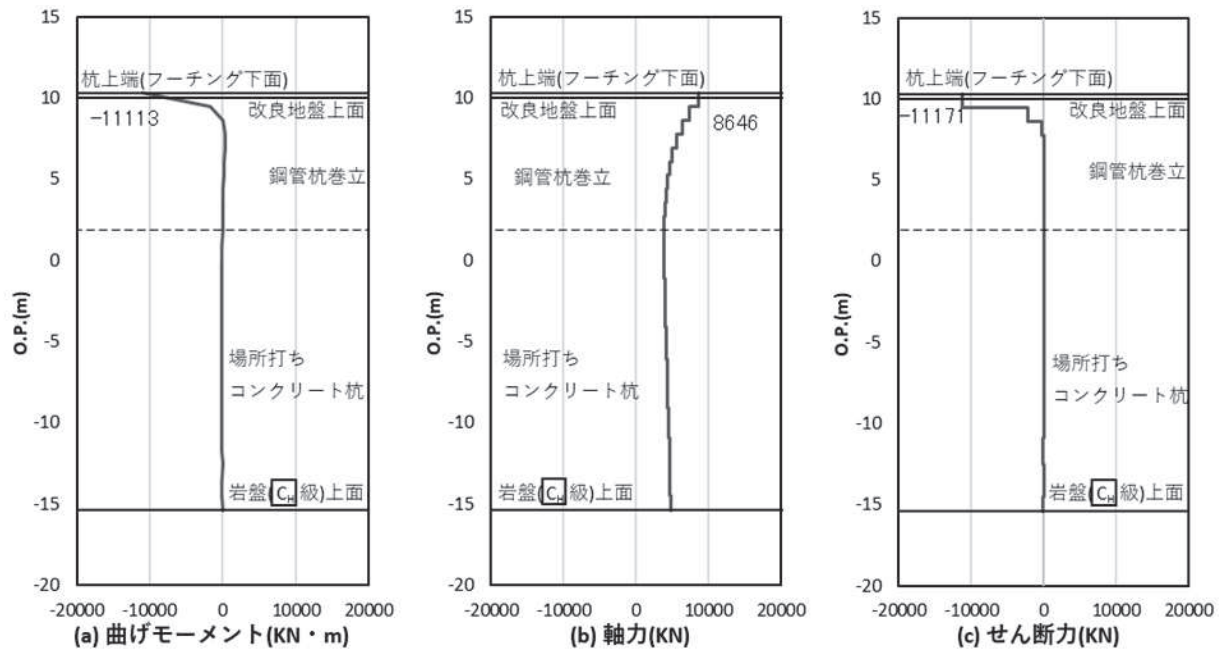


図 3-4-57 2 方向目（強軸方向）における
基礎杭のせん断破壊に対する照査における照査時刻での断面力
(鋼桁 1, 桁軸直交方向, $t = 23.66s$)

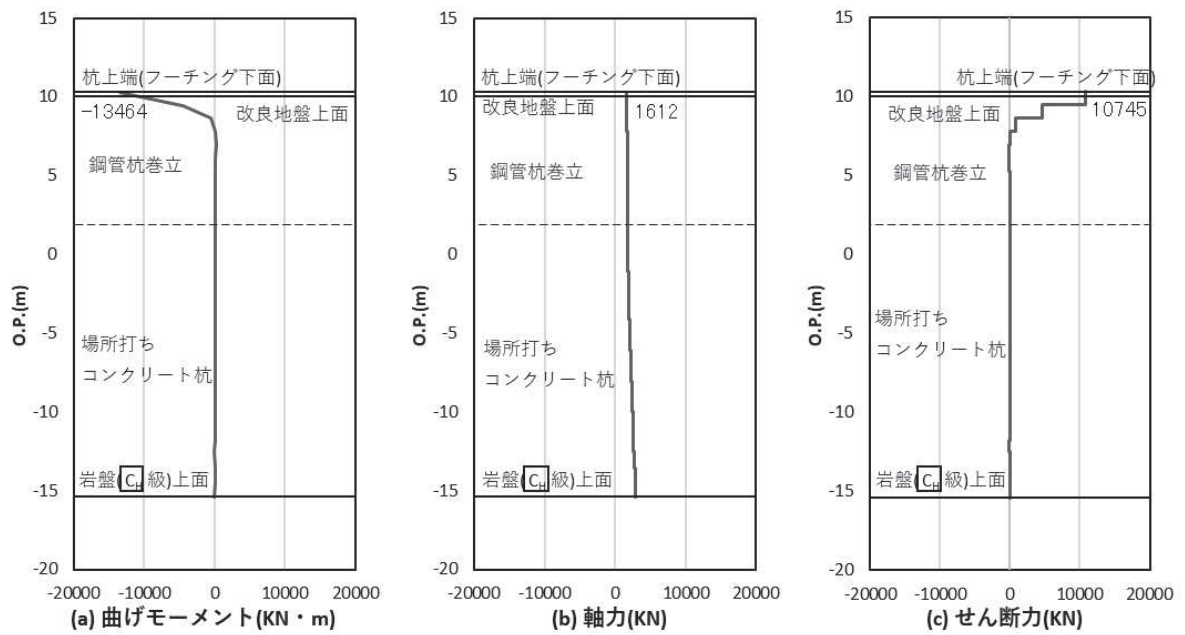


図 3-4-58 (1) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおける
基礎杭のせん断破壊に対する照査における照査時刻での断面力
(鋼桁 1, 1 方向目 (桁軸方向), $t = 29.99s$)

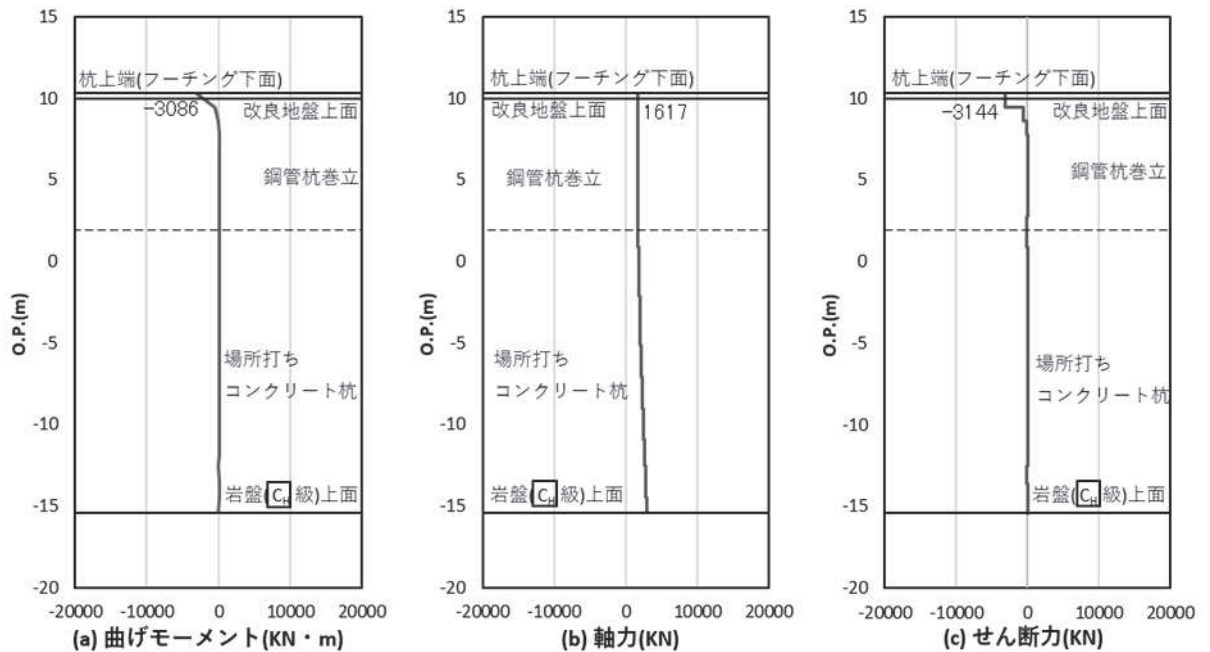


図 3-4-58 (2) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおける
基礎杭のせん断破壊に対する照査における照査時刻での断面力
(鋼桁 1, 2 方向目 (桁軸直交方向), $t = 29.99s$)

b. 揚水井戸（第3号機海水ポンプ室防潮壁区画内）

揚水井戸（第3号機海水ポンプ室防潮壁区画内）について、「VI-2-10-2-8 浸水防止蓋の耐震性についての計算書」に示す鋼製シャフトにおける基準地震動 S_s に対する耐震評価結果を表3-4-28、表3-4-29に示す。

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定されるが、照査値に十分な裕度があるため評価は省略する。

表3-4-28 鋼製シャフトの評価結果 曲げ・軸力系の破壊に対する照査

地震動	発生断面力		曲げ応力度 σ_s (N/mm ²)	短期許容応力度 σ_{sa} (N/mm ²)	照査値 σ_s / σ_{sa}
	曲げモーメント (kN/m)	軸力 (kN)			
$S_s - N1$	11515	-292	230	382	0.61

表3-4-29 鋼製シャフトの評価結果 せん断破壊に対する照査

地震動	発生断面力		せん断応力度 τ_s (N/mm ²)	短期許容応力度 τ_{sa} (N/mm ²)	照査値 τ_s / τ_{sa}
	せん断力 (kN)				
$S_s - N1$	5120		77	217	0.36

3.4.8 機器・配管系への影響

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響に対する評価対象構造物のうち、間接支持構造物である屋外排水路逆流防止設備（防潮堤南側及び北側）の出口側集水ピット及び揚水井戸（第3号機海水ポンプ室防潮壁区画内）については、支持する屋外排水路逆流防止設備及び浸水防止蓋に対しても水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響が想定される。

屋外排水路逆流防止設備及び浸水防止蓋を含めた浸水防止設備の水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価については、「3.2 機器・配管系」にて評価結果を示すとおり、評価結果に十分な裕度を有していることを確認している。

別紙 1 評価部位の抽出に関する説明資料

目 次

1. 構成部位の整理及び水平2方向及び鉛直地震力の組合せによる影響確認が必要な部位の抽出に関する整理表	1
2. 対象建屋の図面	11
2.1 原子炉建屋	12
2.2 制御建屋	21
2.3 排気筒	28
2.4 第3号機海水熱交換器建屋.....	29
2.5 緊急用電気品建屋	35
2.6 緊急時対策建屋	39
2.7 タービン建屋	45
2.8 補助ボイラー建屋	52
2.9 第1号機制御建屋	57
2.10 第1号機排気筒	65
3. 代表部位の選定プロセス	69
3.1 柱-隅部	69
3.2 基礎	69
3.3 壁（面外荷重）	70

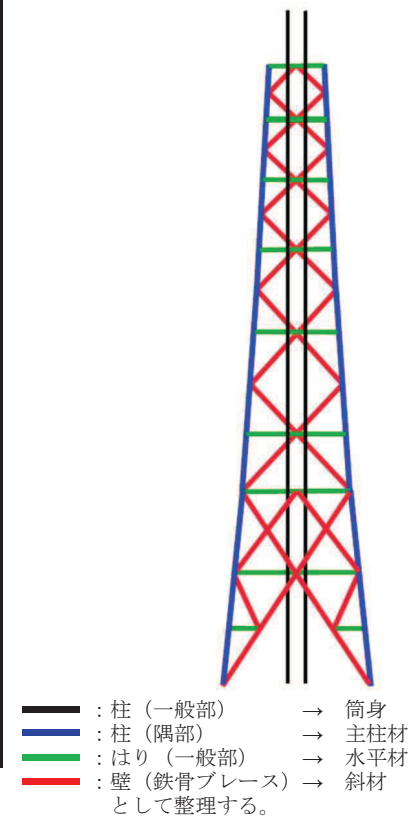
1. 構成部位の整理及び水平 2 方向及び鉛直地震力の組合せによる影響確認が必要な部位の抽出に関する整理表

抽出に関する整理表を表 1-1～表 1-3 示す。

表 1-1 各建物・構築物における耐震評価上の構成部位 (1/3)

耐震性評価部位		原子炉建屋			制御建屋	排気筒
		RC 造	使用済燃料 プール	上部鉄骨		
			RC 造	S 造, SRC 造		
柱	一般部	○	-	○	○	○
	隅部	○	-	○	○	○
	地下部	○	-	-	○	-
はり	一般部	○	-	○	○	○
	地下部	○	-	-	○	-
	鉄骨トラス	-	-	○	○	-
壁	一般部	○	○	-	○	-
	地下部	○	-	-	○	-
	鉄骨ブレース	-	-	○	-	○
床・屋根	一般部	○	○	-	○	-
基礎	矩形	○	-	-	○	○
	杭基礎	-	-	-	-	-

凡例 ○：対象の構造部材あり，-：対象の構造部材なし



参考：排気筒構成部位概要図

表1-1 各建物・構築物における耐震評価上の構成部位 (2/3)

耐震性評価部位		第3号機海水熱交換器建屋	緊急用電気品建屋	緊急時対策建屋
		RC造	S造, RC造	S造, RC造, SRC造
柱	一般部	○	○	○
	隅部	○	○	-
	地下部	○	○	○
はり	一般部	○	○	○
	地下部	○	○	○
	鉄骨トラス	-	-	-
壁	一般部	○	○	○
	地下部	○	○	○
	鉄骨ブレース	-	-	-
床・屋根	一般部	○	○	○
基礎	矩形	○	○	○
	杭基礎	-	-	-

凡例 ○：対象の構造部材あり，-：対象の構造部材なし

表 1-1 各建物・構築物における耐震評価上の構成部位 (3/3)

耐震性評価部位		タービン建屋		補助ボイラー建屋	第1号機 制御建屋	第1号機 排気筒
		上部鉄骨				
		RC造	S造, SRC造	S造, RC造, SRC造	S造, RC造	S造, RC造
柱	一般部	○	○	○	○	○
	隅部	○	○	○	○	○
	地下部	○	-	○	○	-
はり	一般部	○	○	○	○	○
	地下部	○	-	○	○	-
	鉄骨トラス	-	○	-	-	-
壁	一般部	○	-	○	○	-
	地下部	○	-	○	○	-
	鉄骨ブレース	-	-	-	-	○
床・屋根	一般部	○	-	○	○	-
基礎	矩形	○	-	○	○	○
	杭基礎	-	-	-	-	-

凡例 ○：対象の構造部材あり， -：対象の構造部材なし

表 1-2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認が必要な部位の抽出 (1/3)
(荷重の組合せによる応答特性を踏まえたスクリーニング)

耐震性評価部位		原子炉建屋			制御建屋	排気筒
		RC 造	使用済燃料プール	上部鉄骨		
			RC 造	S 造, SRC 造	S 造, RC 造	S 造, RC 造
柱	一般部	該当なし	-	該当なし	該当なし	該当なし
	隅部	該当なし	-	該当なし	該当なし	要①-1
	地下部	該当なし	-	-	該当なし	-
はり	一般部	該当なし	-	該当なし	該当なし	該当なし
	地下部	該当なし	-	-	該当なし	-
	鉄骨トラス	-	-	該当なし	該当なし	-
壁	一般部	該当なし	要①-2	-	該当なし	-
	地下部	要①-2	-	-	要①-2	-
	鉄骨ブレース	-	-	該当なし	-	該当なし
床・屋根	一般部	該当なし	該当なし	-	該当なし	-
基礎	矩形	要①-1	-	-	要①-1	該当なし
	杭基礎	-	-	-	-	-

凡例 要：評価必要

不要：評価不要

①-1：応答特性「直交する水平 2 方向の荷重が応力として集中」

①-2：応答特性「面内荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」

表 1-2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認が必要な部位の抽出 (2/3)
(荷重の組合せによる応答特性を踏まえたスクリーニング)

耐震性評価部位		第 3 号機海水熱交換器建屋	緊急用電気品建屋	緊急時対策建屋
		RC 造	S 造, RC 造	S 造, RC 造, SRC 造
柱	一般部	該当なし	該当なし	該当なし
	隅部	該当なし	要①-1	-
	地下部	該当なし	該当なし	該当なし
はり	一般部	該当なし	該当なし	該当なし
	地下部	該当なし	該当なし	該当なし
	鉄骨トラス	-	-	-
壁	一般部	該当なし	該当なし	該当なし
	地下部	要①-2	要①-2	要①-2
	鉄骨ブレース	-	-	-
床・屋根	一般部	該当なし	該当なし	該当なし
基礎	矩形	要①-1	要①-1	要①-1
	杭基礎	-	-	-

凡例 要：評価必要

不要：評価不要

①-1：応答特性「直交する水平 2 方向の荷重が応力として集中」

①-2：応答特性「面内荷重を負担しつつ，面外方向の荷重が作用」

表 1-2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認が必要な部位の抽出 (3/3)
(荷重の組合せによる応答特性を踏まえたスクリーニング)

耐震性評価部位		タービン建屋		補助ボイラー建屋	第 1 号機制御建屋	第 1 号機排気筒
			上部鉄骨			
		RC 造	S 造, SRC 造	RC 造, S 造, SRC 造	S 造, RC 造	S 造, RC 造
柱	一般部	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし
	隅部	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	要①-1
	地下部	該当なし	-	該当なし	該当なし	-
はり	一般部	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし
	地下部	該当なし	-	該当なし	該当なし	-
	鉄骨トラス	-	該当なし	-	-	-
壁	一般部	該当なし	-	該当なし	該当なし	-
	地下部	要①-2	-	要①-2	要①-2	-
	鉄骨ブレース	-	-	-	-	該当なし
床・屋根	一般部	該当なし	-	該当なし	該当なし	-
基礎	矩形	不要*	-	不要*	不要*	不要*
	杭基礎	-	-	-	-	-

凡例 要：評価必要

不要：評価不要

①-1：応答特性「直交する水平 2 方向の荷重が応力として集中」

①-2：応答特性「面内荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」

注記＊：上位クラス建物・構築物への波及的影響防止のための評価対象建屋及び第 1 号機排気筒は、衝突の有無の判断が基本となることから、上部躯体を対象に評価しており、評価対象建屋は耐震壁、第 1 号機排気筒は筒身及び鉄塔を主たる評価対象部位としている。そのため、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対して、耐震評価への影響が想定される部位として抽出対象に該当しない。

表 1-3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認が必要な部位の抽出 (1/3)
(3 次元的な応答特性を踏まえたスクリーニング)

耐震性評価部位		原子炉建屋			制御建屋	排気筒
		RC 造	使用済燃料プール	上部鉄骨		
			RC 造	S 造, SRC 造	S 造, RC 造	S 造, RC 造
柱	一般部	不要	-	不要	不要	不要
	隅部	不要	-	不要	不要	要①-1
	地下部	不要	-	-	不要	-
はり	一般部	不要	-	不要	不要	不要
	地下部	不要	-	-	不要	-
	鉄骨トラス	-	-	不要	不要	-
壁	一般部	②-1	要①-2	-	不要	-
	地下部	要①-2	-	-	要①-2	-
	鉄骨ブレース	-	-	不要	-	不要
床・屋根	一般部	不要	不要	-	不要	-
基礎	矩形	要①-1	-	-	要①-1	不要
	杭基礎	-	-	-	-	-

- 凡例
- ・要：荷重組合せによる応答特性でのスクリーニングで抽出済み
 - ・不要：評価不要
 - ・「①-1」：応答特性「直交する水平 2 方向の荷重が応力として集中」
 - ・「①-2」：応答特性「面内荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」
 - ・「②-1」：応答特性「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」
 - ・「②-2」：応答特性「加振方向以外の方向に励起される振動」

表 1-3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認が必要な部位の抽出 (2/3)
(3 次元的な応答特性を踏まえたスクリーニング)

耐震性評価部位		第 3 号機海水熱交換器建屋	緊急用電気品建屋	緊急時対策建屋
		RC 造	S 造, RC 造	S 造, RC 造, SRC 造
柱	一般部	不要	不要	不要
	隅部	不要	要①-1	-
	地下部	不要	不要	不要
はり	一般部	不要	不要	不要
	地下部	不要	不要	不要
	鉄骨トラス	-	-	-
壁	一般部	不要	不要	不要
	地下部	要①-2	要①-2	要①-2
	鉄骨ブレース	-	-	-
床・屋根	一般部	不要	不要	不要
基礎	矩形	要①-1	要①-1	要①-1
	杭基礎	-	-	-

- 凡例
- ・要：荷重組合せによる応答特性でのスクリーニングで抽出済み
 - ・不要：評価不要
 - ・「①-1」：応答特性「直交する水平 2 方向の荷重が応力として集中」
 - ・「①-2」：応答特性「面内荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」
 - ・「②-1」：応答特性「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」
 - ・「②-2」：応答特性「加振方向以外の方向に励起される振動」

表 1-3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認が必要な部位の抽出 (3/3)
(3 次元的な応答特性を踏まえたスクリーニング)

耐震性評価部位		タービン建屋		補助ボイラー建屋	第 1 号機 制御建屋	第 1 号機 排気筒
		上部鉄骨				
		RC 造	S 造, SRC 造	RC 造, S 造, SRC 造	S 造, RC 造	S 造, RC 造
柱	一般部	不要	不要	不要	不要	不要
	隅部	不要	不要	不要	不要	要①-1
	地下部	不要	-	不要	不要	-
はり	一般部	不要	不要	不要	不要	不要
	地下部	不要	-	不要	不要	-
	鉄骨トラス	-	不要	-	-	-
壁	一般部	不要	-	不要	不要	-
	地下部	要①-2	-	要①-2	要①-2	-
	鉄骨ブレース	-	-	-	-	不要
床・屋根	一般部	不要	-	不要	不要	-
基礎	矩形	不要*	-	不要*	不要*	不要*
	杭基礎	-	-	-	-	-

凡例 ・要：荷重組合せによる応答特性でのスクリーニングで抽出済み

・不要：評価不要

・「①-1」：応答特性「直交する水平 2 方向の荷重が応力として集中」

・「①-2」：応答特性「面内荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」

・「②-1」：応答特性「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」

・「②-2」：応答特性「加振方向以外の方向に励起される振動」

注記*：上位クラス建物・構築物への波及的影響防止のための評価対象建屋及び第 1 号機排気筒は、衝突の有無の判断が基本となることから、上部躯体を対象に評価しており、評価対象建屋は耐震壁、第 1 号機排気筒は筒身及び鉄塔を主たる評価対象部位としている。そのため、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対して、耐震評価への影響が想定される部位として抽出対象に該当しない。

2. 対象建屋の図面

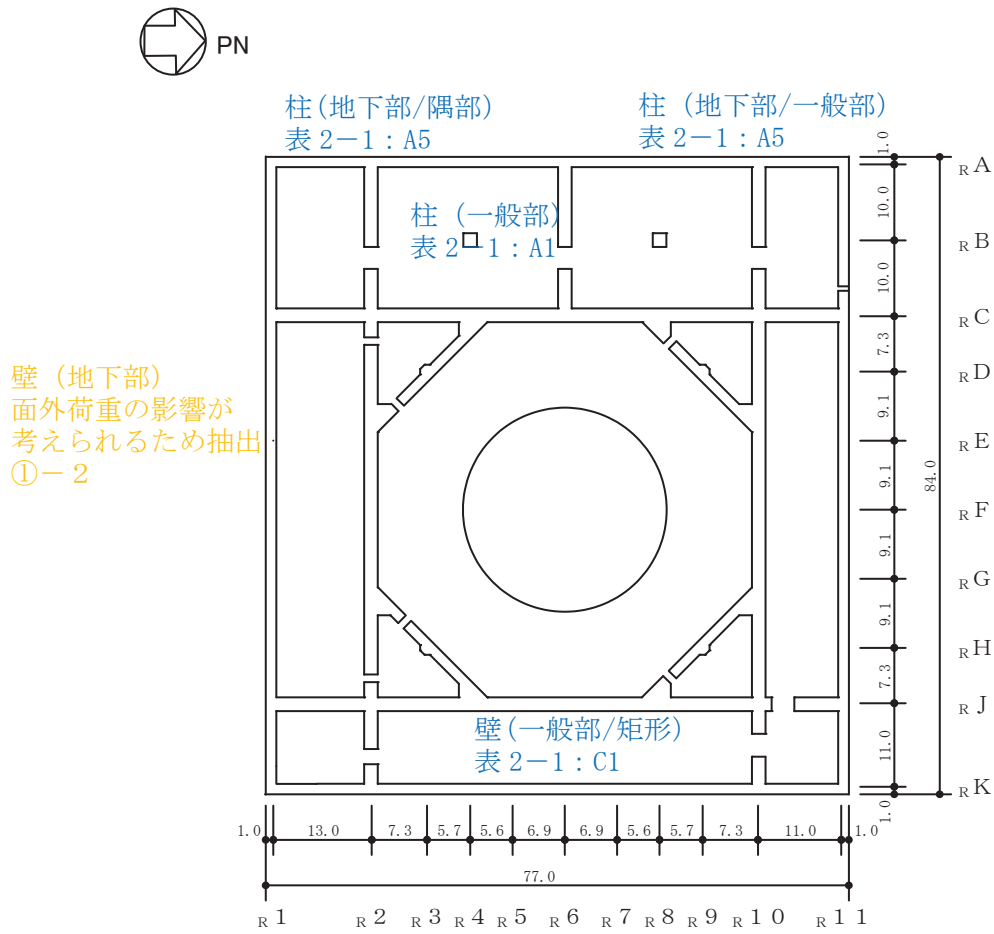
「水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」において、「建物・構築物における水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価部位の抽出」のプロセスに用いた対象建屋の図面を図2-1-1～図2-10-2に記載する。

なお、上記にて評価部位として抽出されなかった部位の考え方を表2-1に示す。

2.1 原子炉建屋

原子炉建屋の図面を図 2-1-1 及び図 2-1-2 に示す。

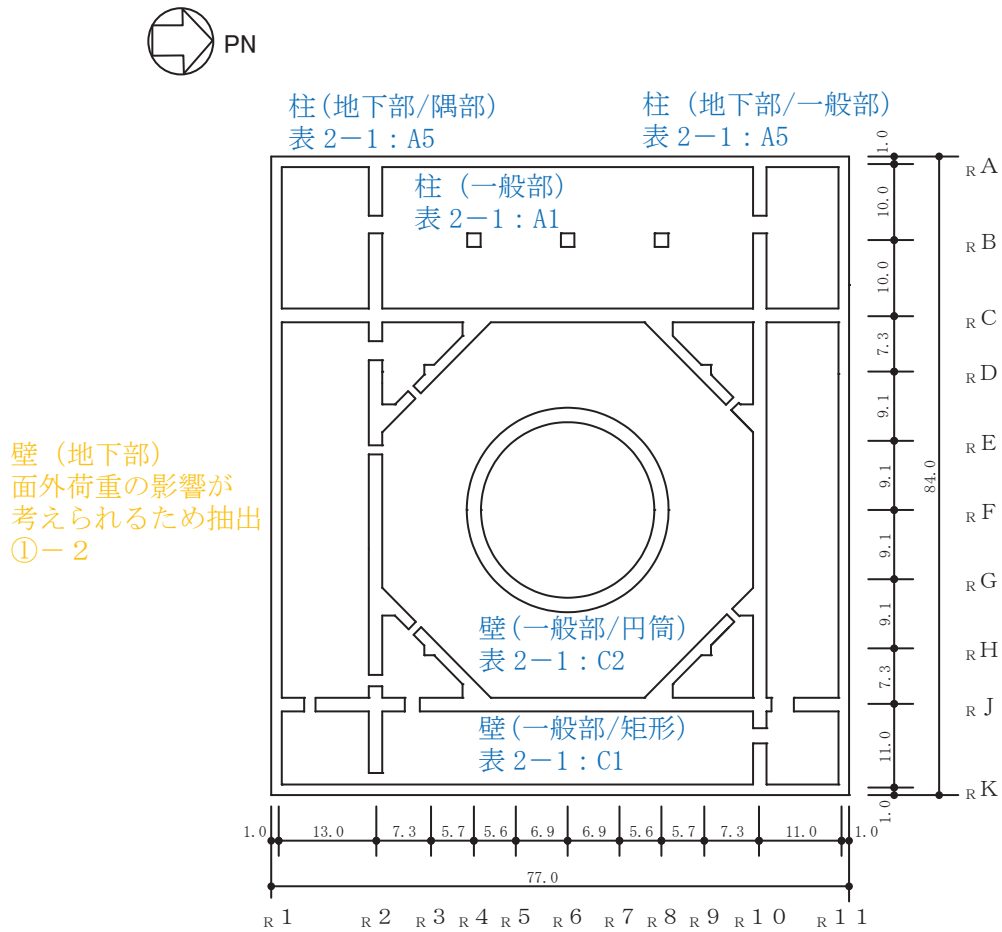
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位：m)

図 2-1-1(1) 原子炉建屋の概略平面図 (0.P. -8.1m)

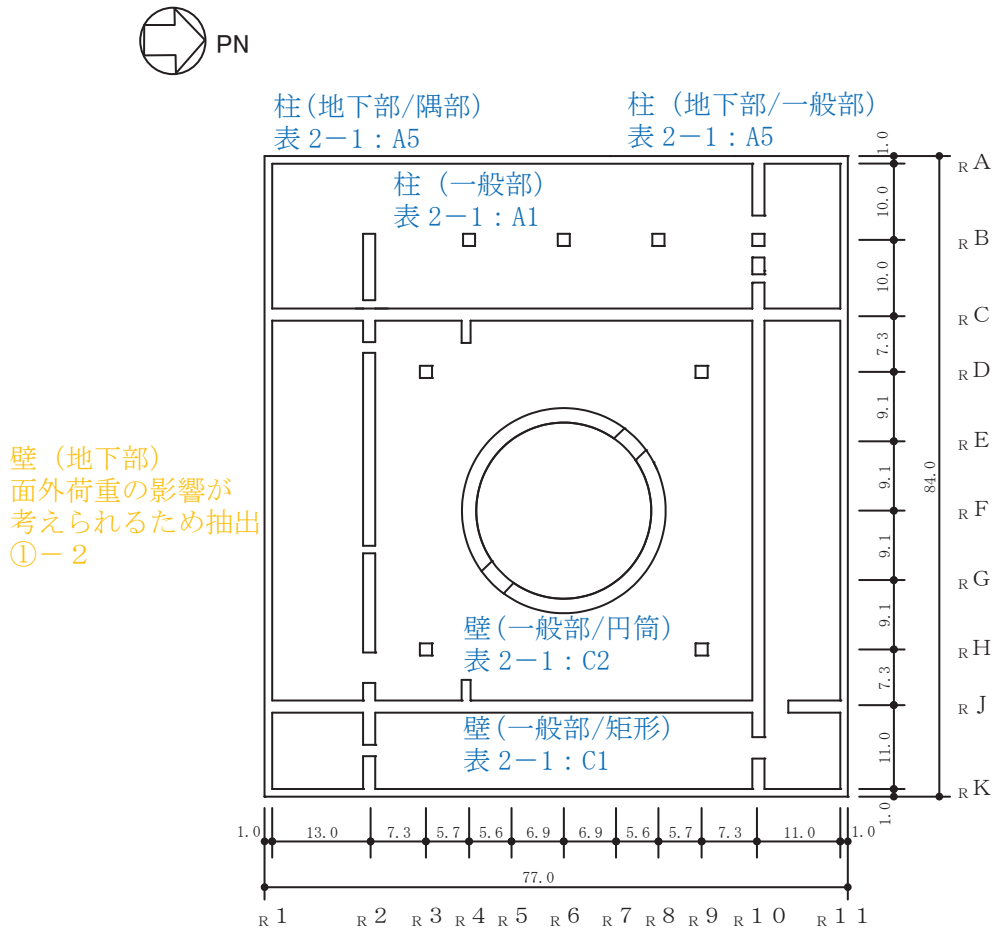
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位 : m)

図 2-1-1(2) 原子炉建屋の概略平面図 (0. P. -0.8m)

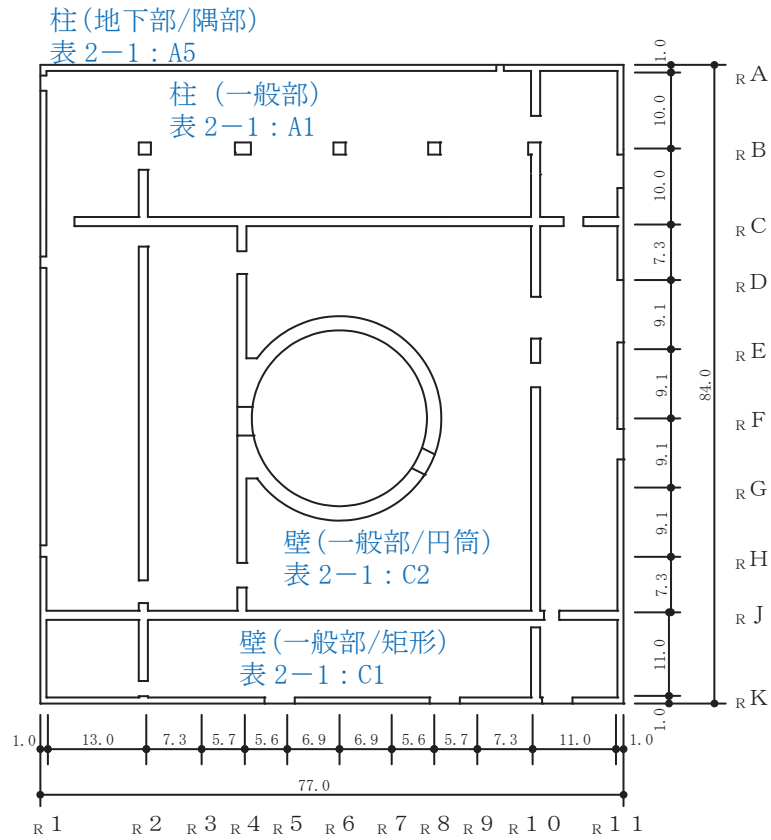
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位 : m)

図 2-1-1 (3) 原子炉建屋の概略平面図 (O. P. 6. 0m)

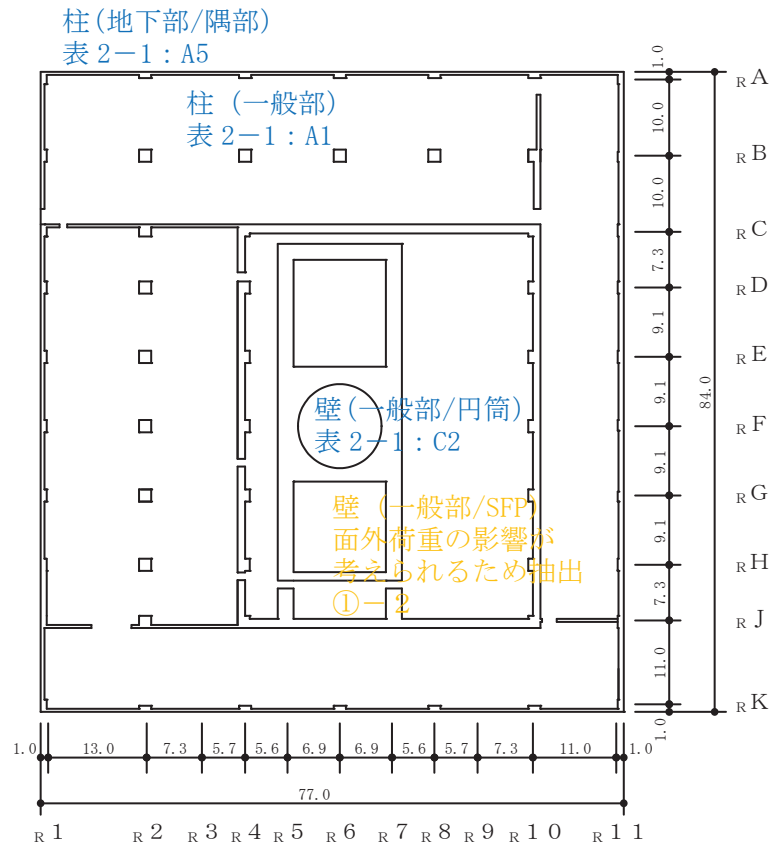
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位 : m)

図 2-1-1(4) 原子炉建屋の概略平面図 (O. P. 15. 0m)

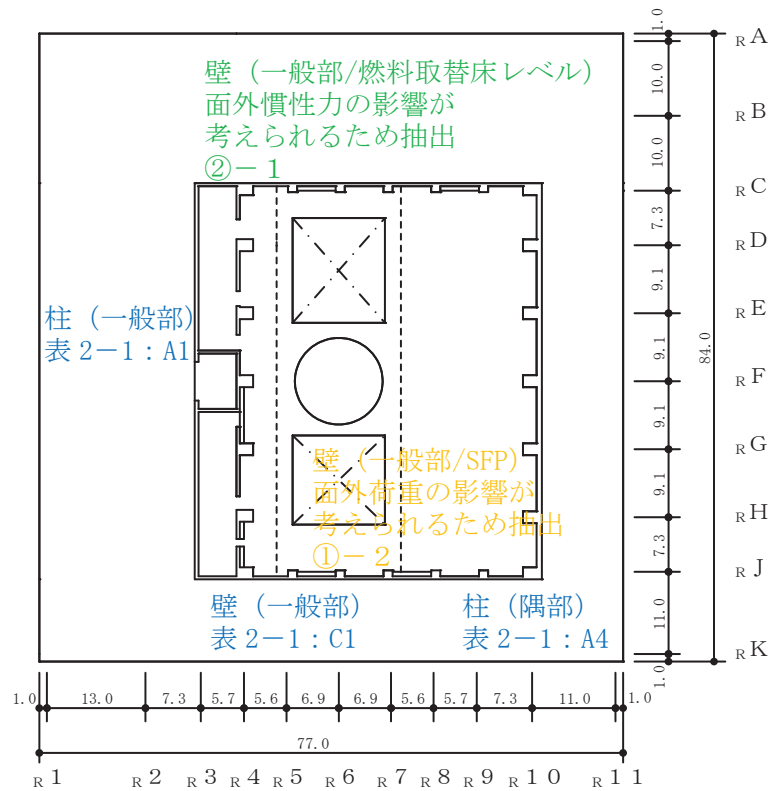
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位 : m)

図 2-1-1(5) 原子炉建屋の概略平面図 (0. P. 22. 5m)

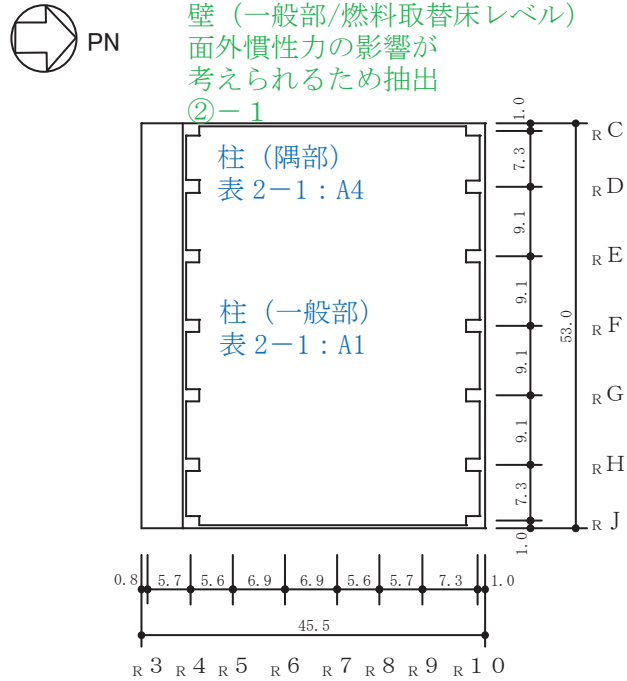
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位：m)

図 2-1-1 (6) 原子炉建屋の概略平面図 (O. P. 33. 2m)

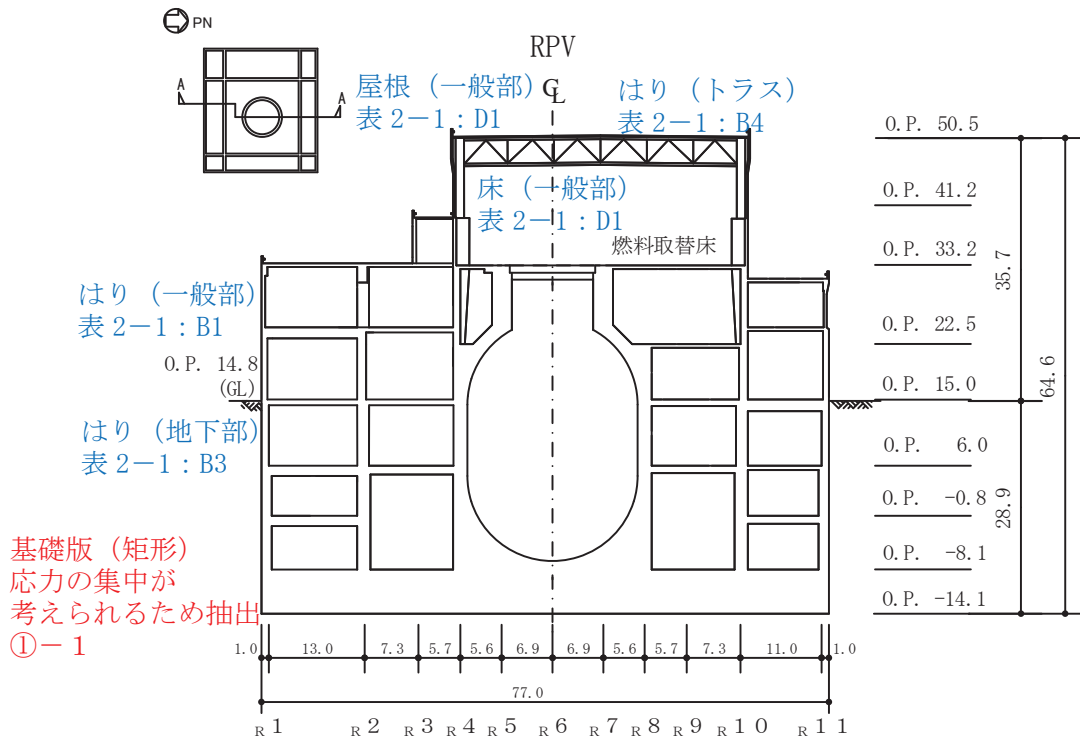
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位：m)

図 2-1-1(7) 原子炉建屋の概略平面図 (O. P. 41. 2m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位：m)

図 2-1-2(1) 原子炉建屋の概略断面図 (A-A 断面 NS 方向)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

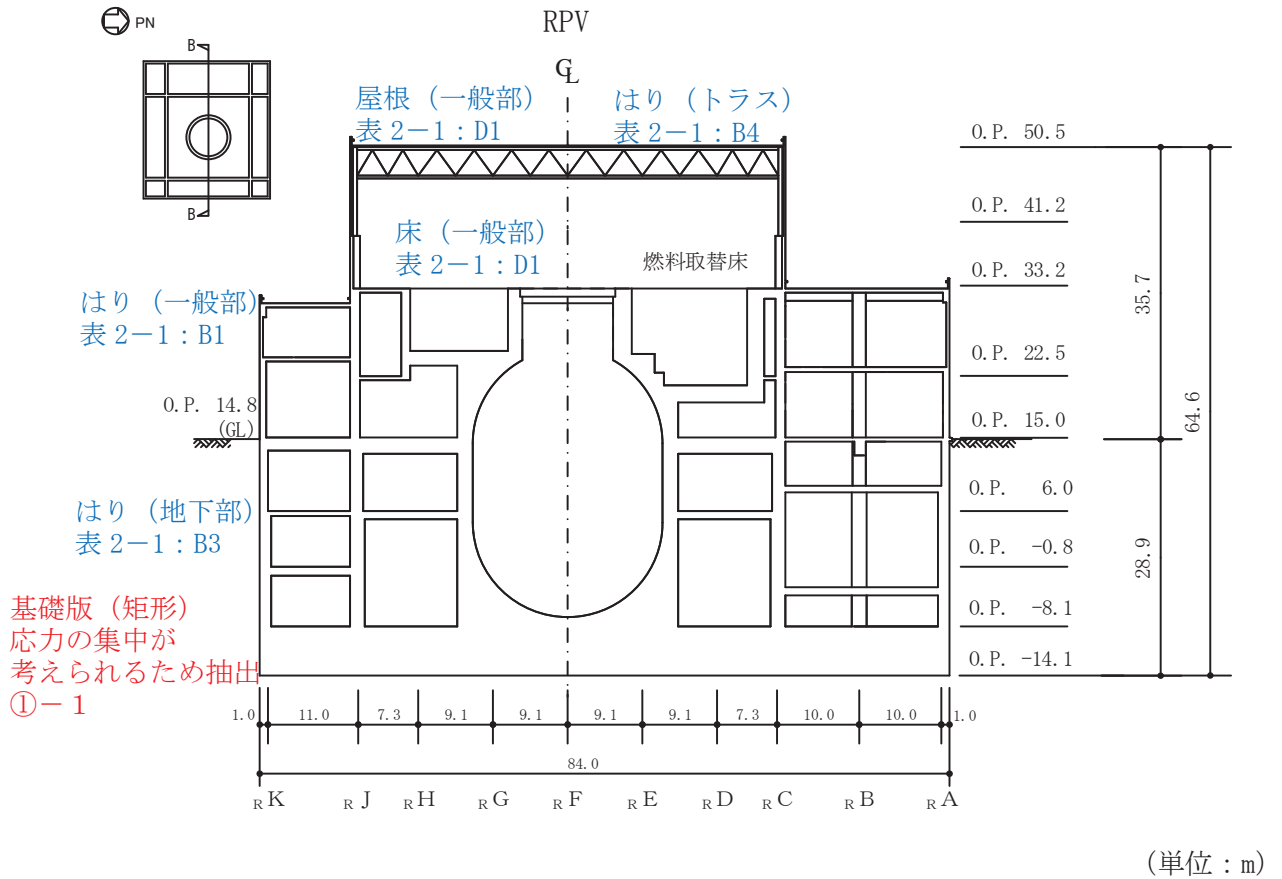
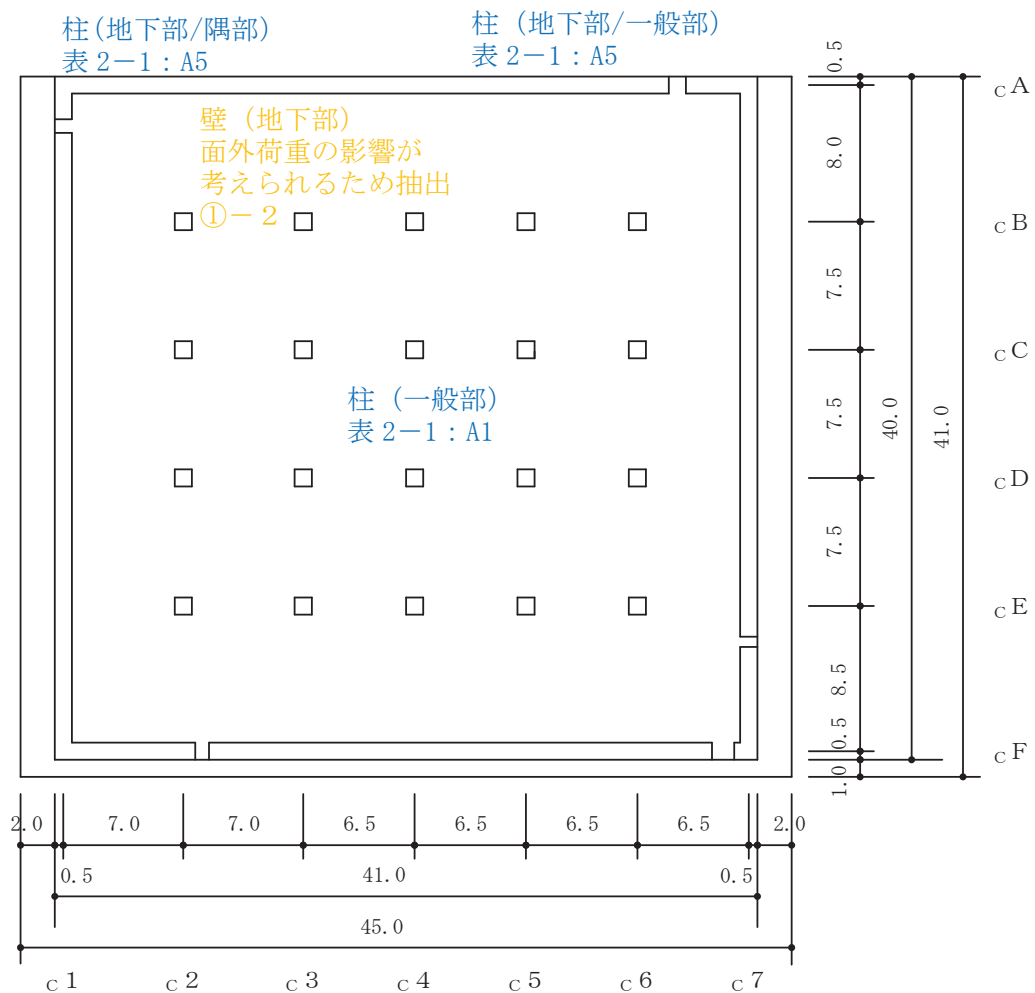


図 2-1-2 (2) 原子炉建屋の概略断面図 (B-B 断面 EW 方向)

2.2 制御建屋

制御建屋の図面を図 2-2-1 及び図 2-2-2 に示す。

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

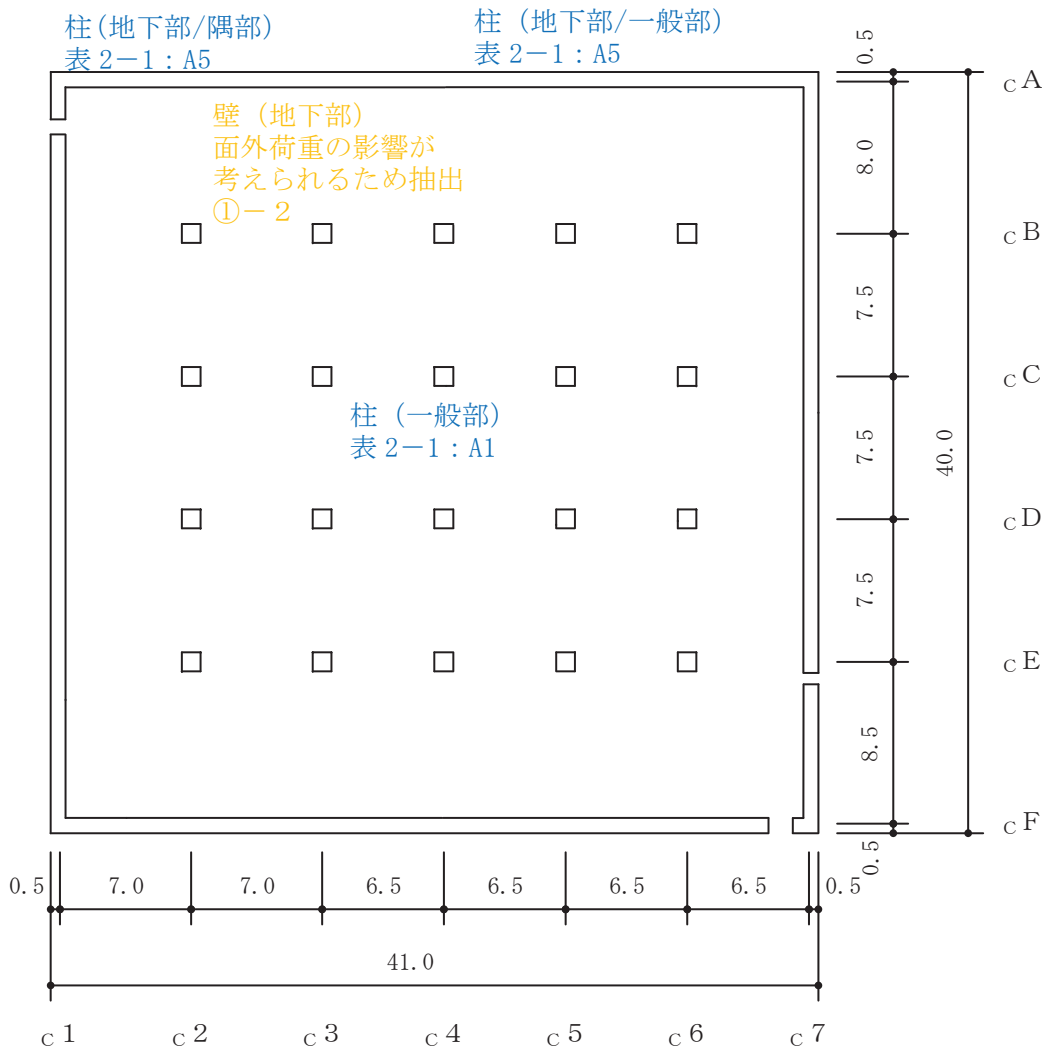


(単位 : m)

図 2-2-1(1) 制御建屋の概略平面図 (0. P. *1.5m)

注記* : 0. P. は女川原子力発電所工事用基準面であり, 東京湾平均海面 (T. P.)-0.74m である。

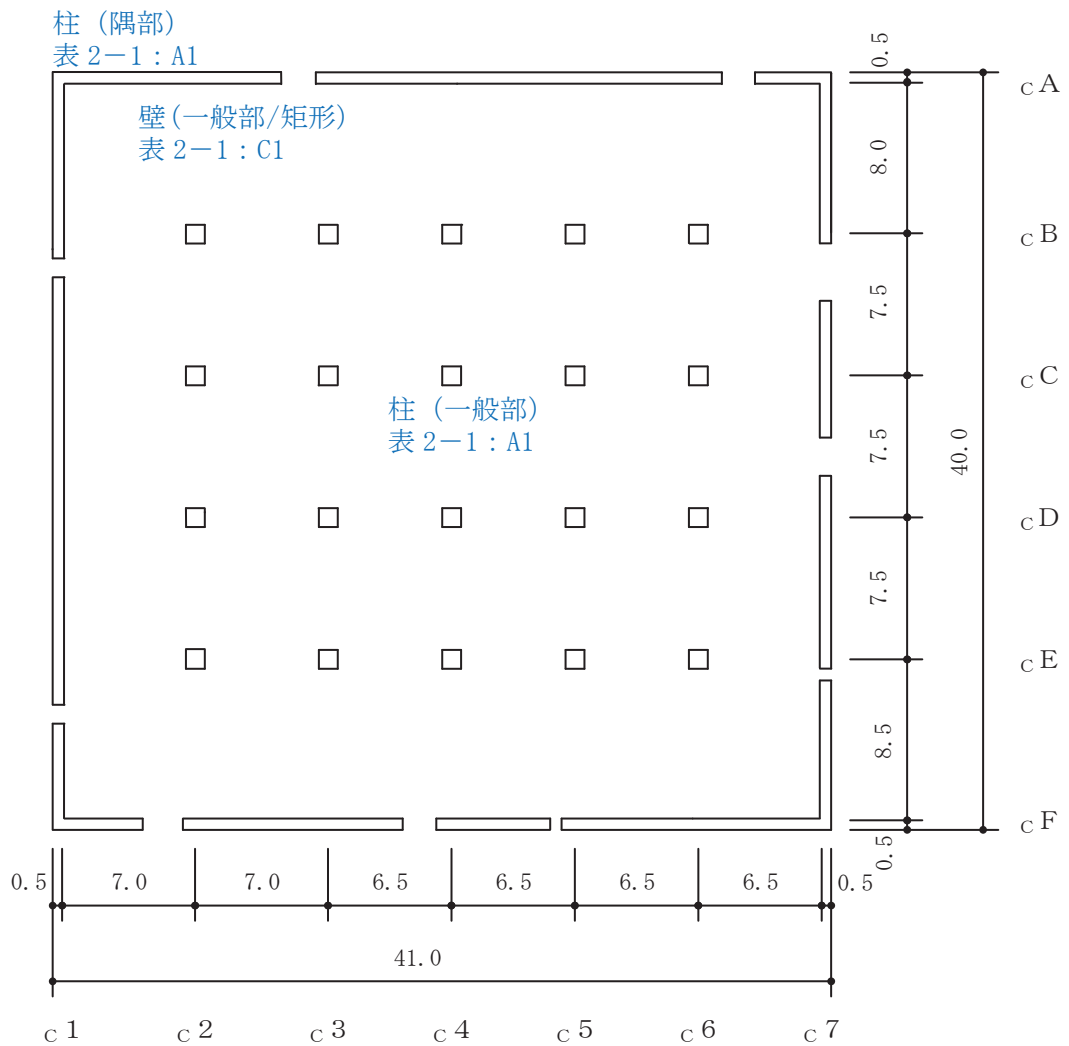
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位：m)

図 2-2-1(2) 制御建屋の概略平面図 (0. P. 8.0m)

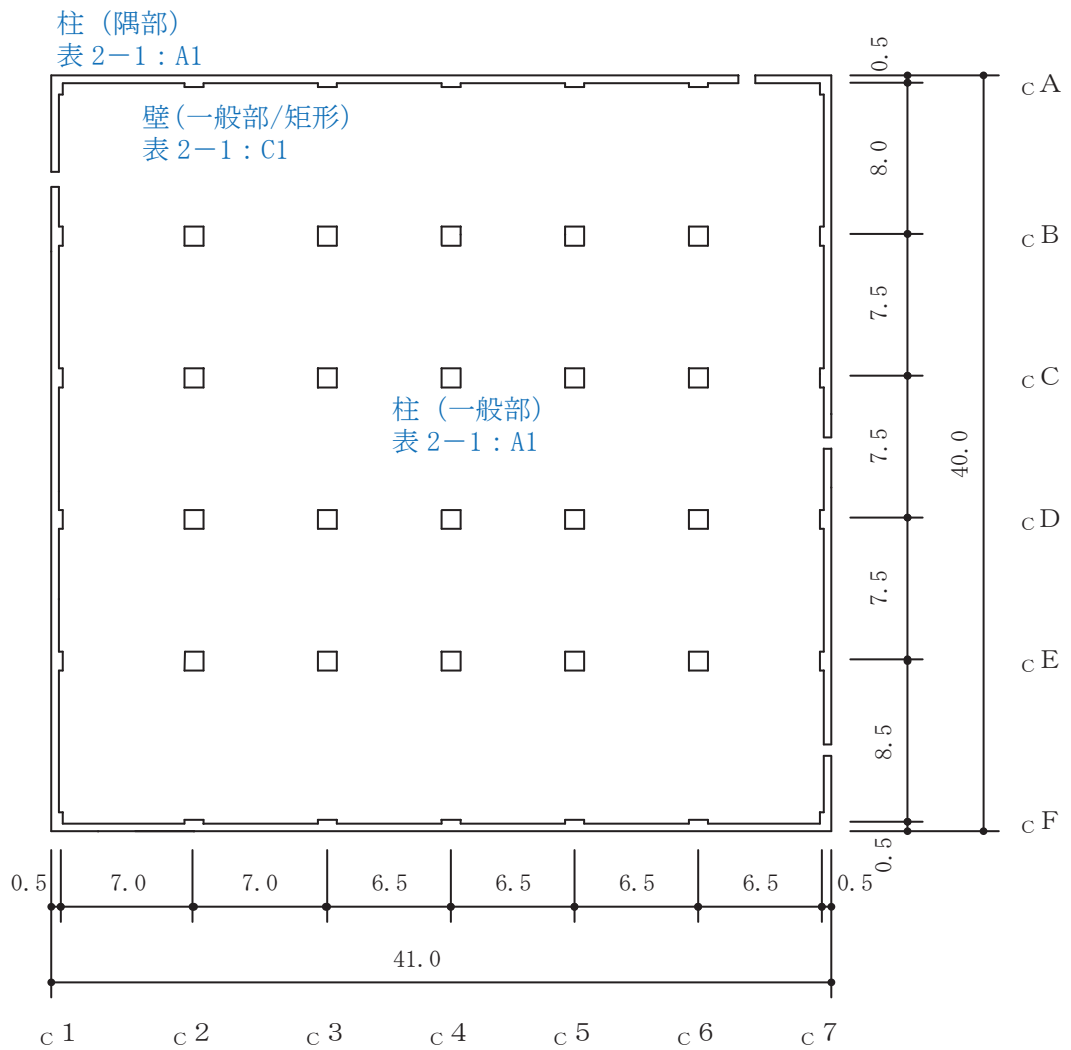
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位 : m)

図 2-2-1 (3) 制御建屋の概略平面図 (0. P. 15. 0m)

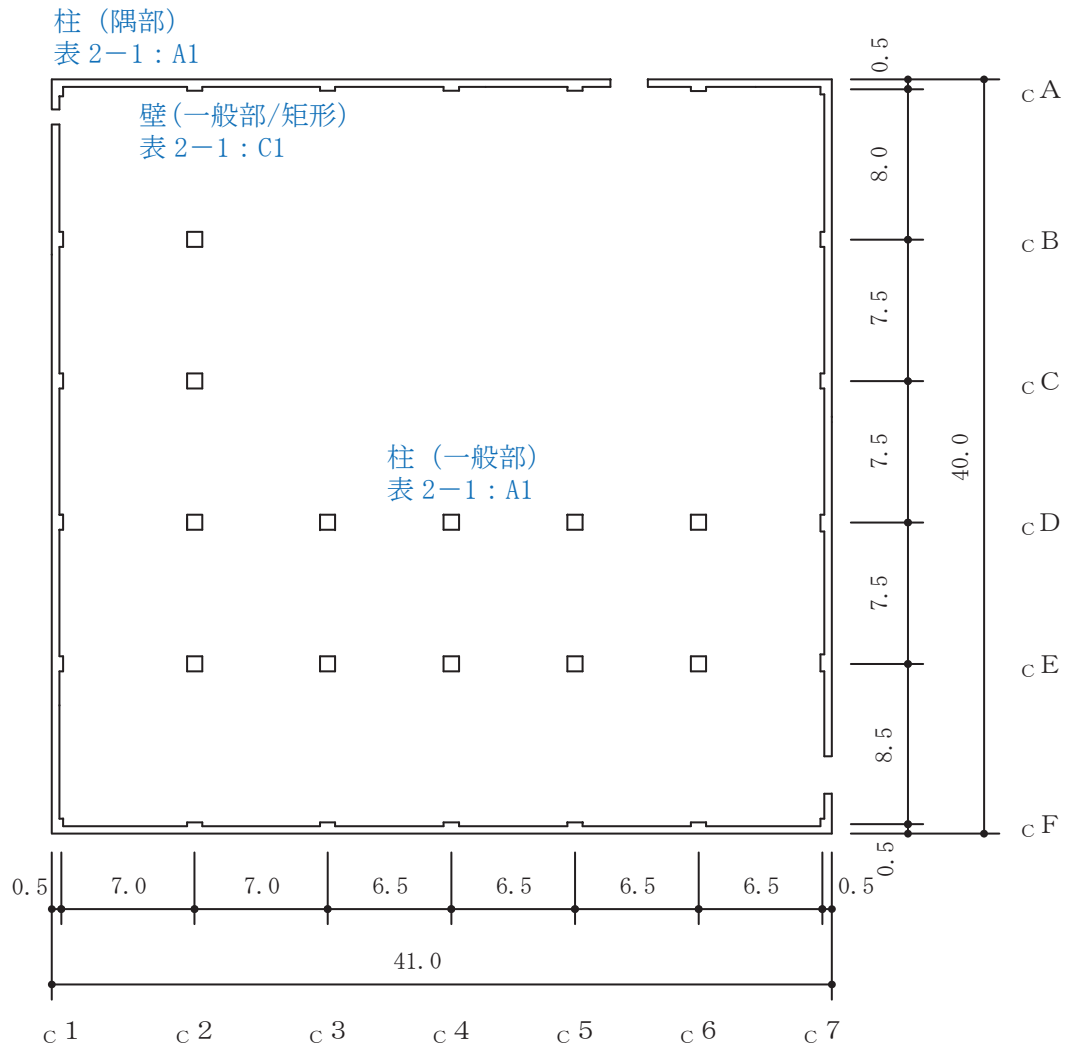
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位 : m)

図 2-2-1(4) 制御建屋の概略平面図 (0. P. 19. 5m)

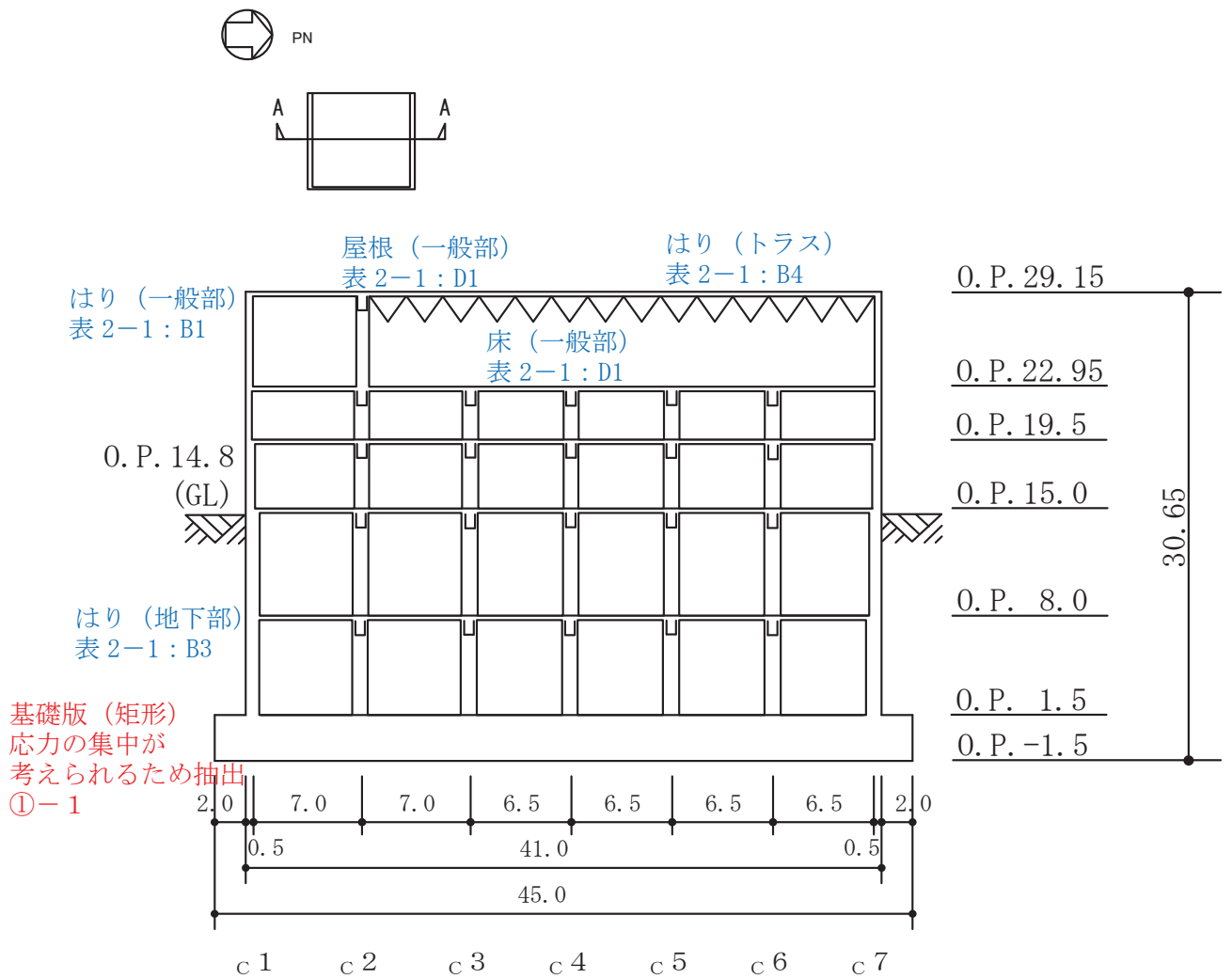
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位 : m)

図 2-2-1(5) 制御建屋の概略平面図 (0. P. 22. 95m)

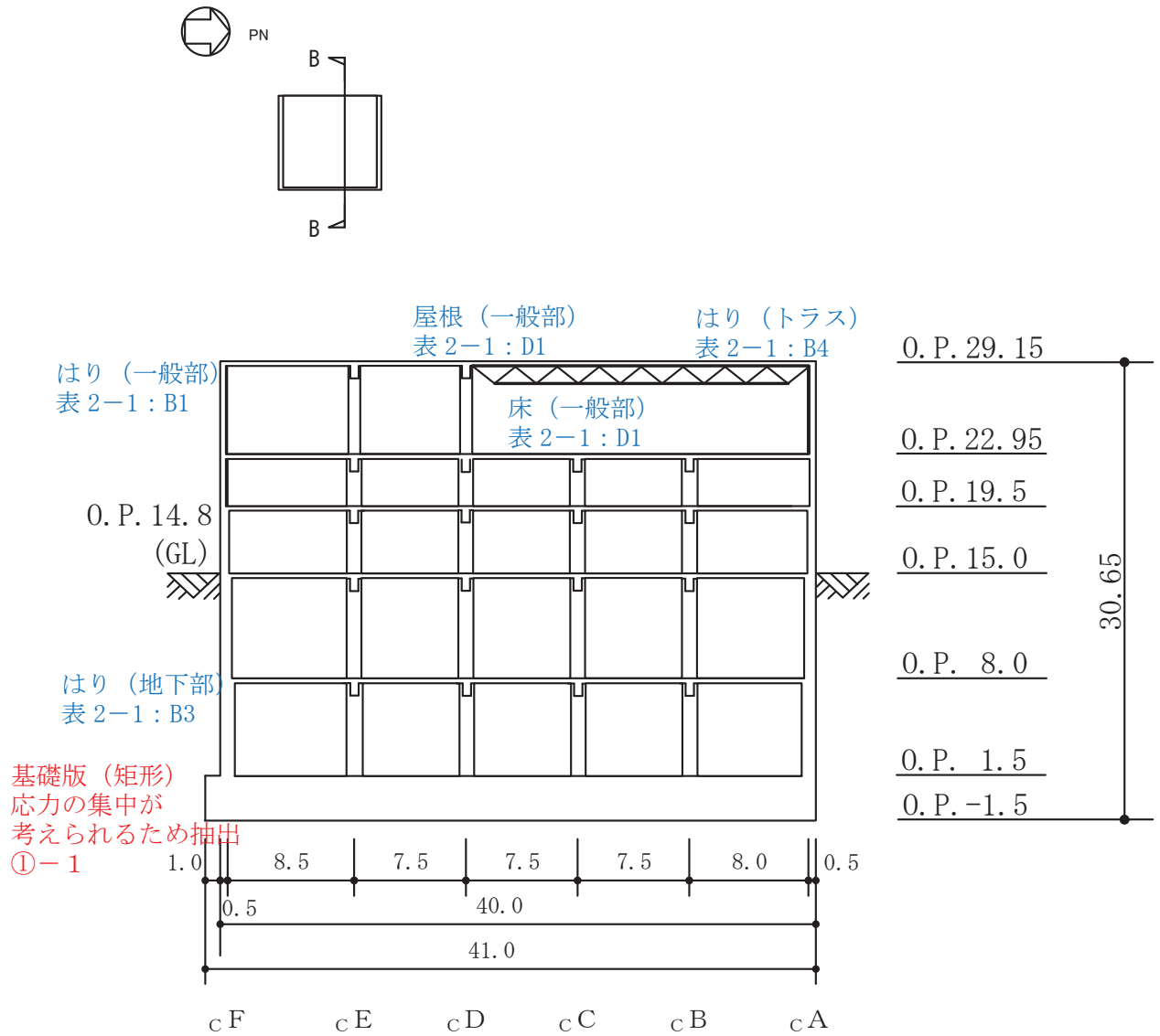
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位 : m)

図 2-2-2(1) 制御建屋の概略断面図 (A-A 断面 NS 方向)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位 : m)

図 2-2-2(2) 制御建屋の概略断面図 (B-B 断面 EW 方向)

2.3 排気筒

排気筒の図面を図 2-3-1 に示す。

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

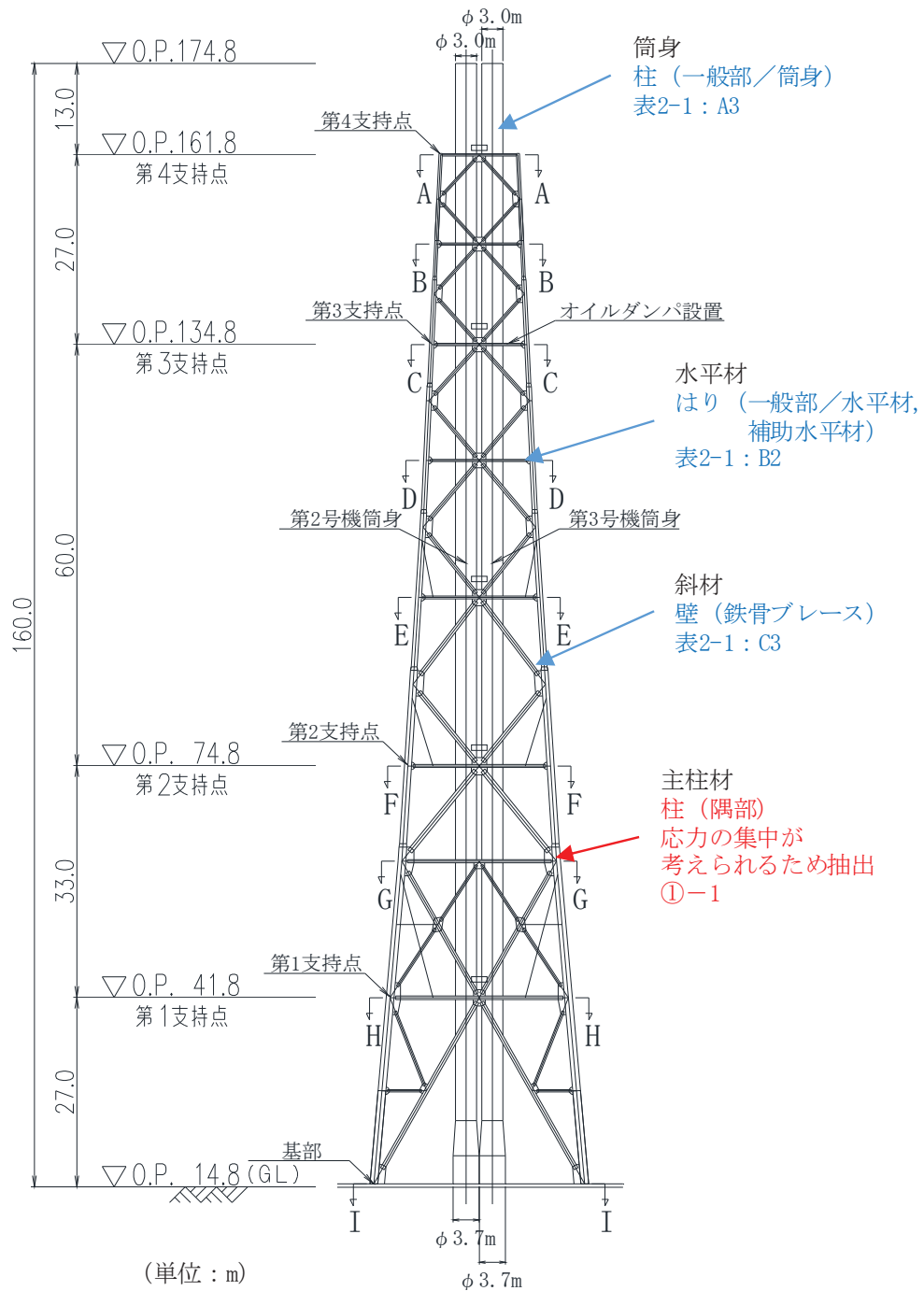
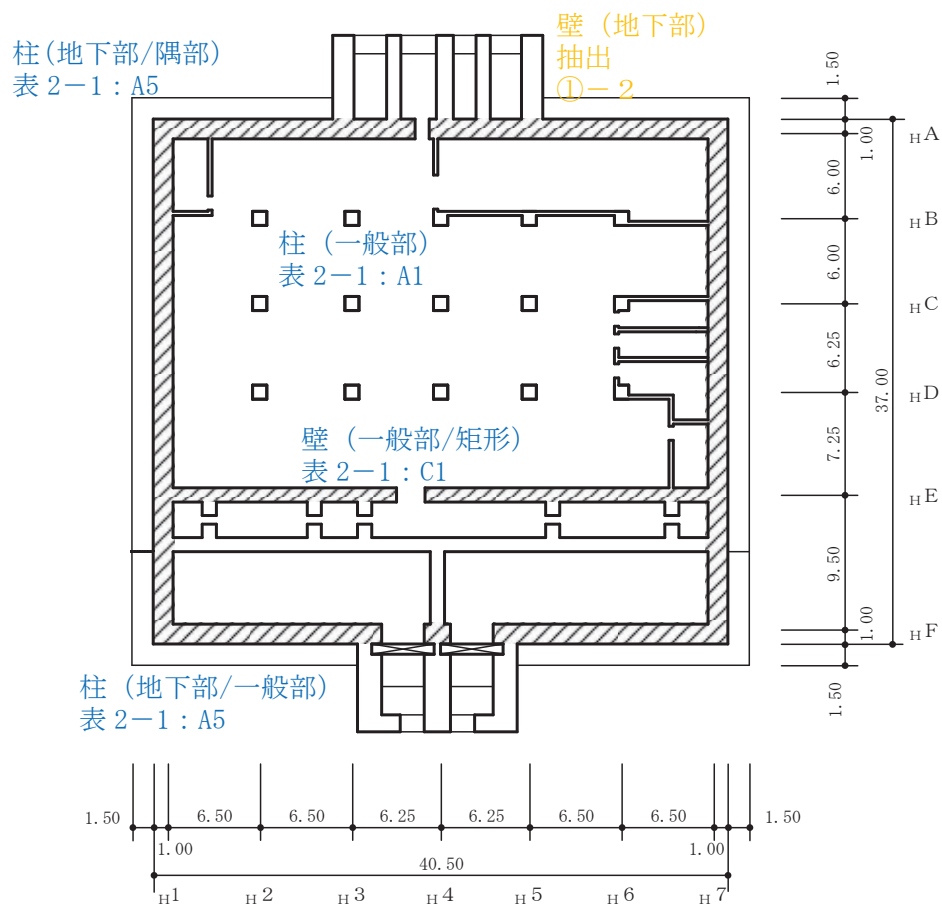


図 2-3-1 排気筒の概要図

2.4 第3号機海水熱交換器建屋

第3号機海水熱交換器建屋の図面を図2-4-1及び図2-4-2に示す。

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



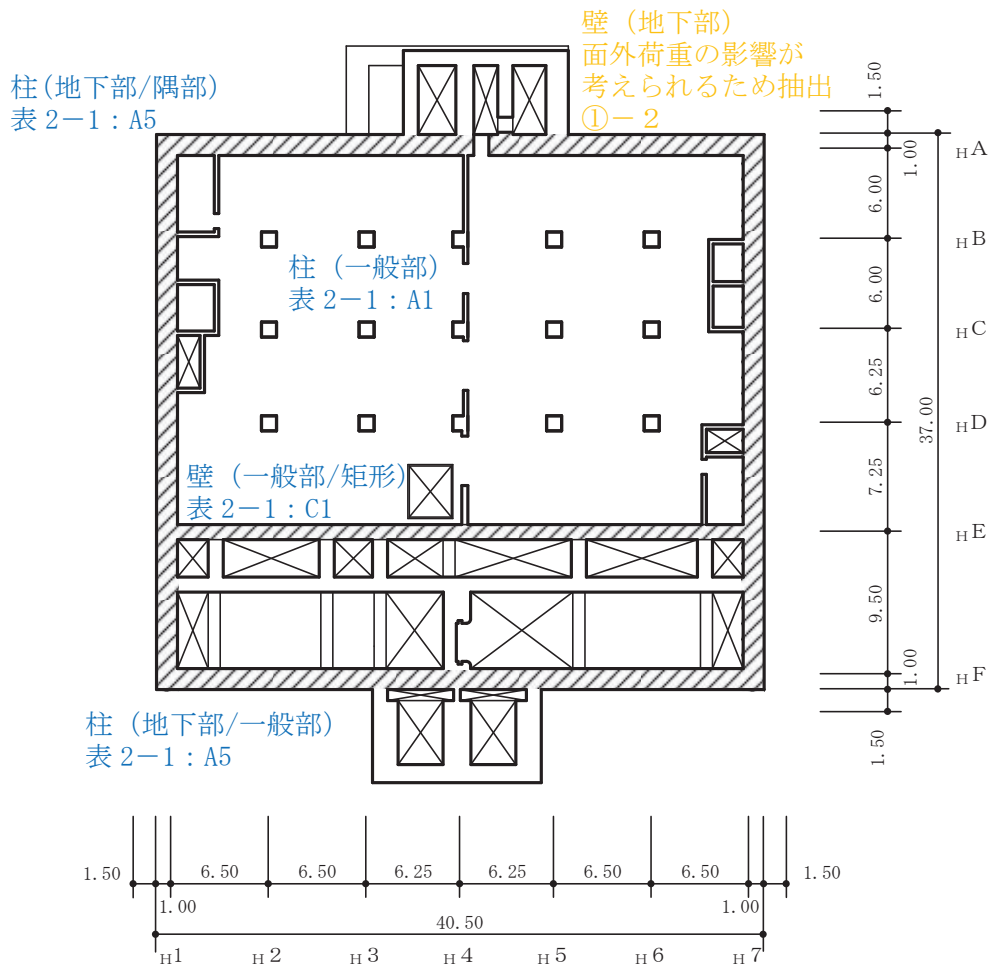
注：網掛けは耐震壁を示す

(単位：m)

図2-4-1(1) 第3号機海水熱交換器建屋の概略平面図 (O.P.*-9.5m)

注記* : O.P. は女川原子力発電所工事用基準面であり、東京湾平均海面(T.P.)-0.74mである。

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

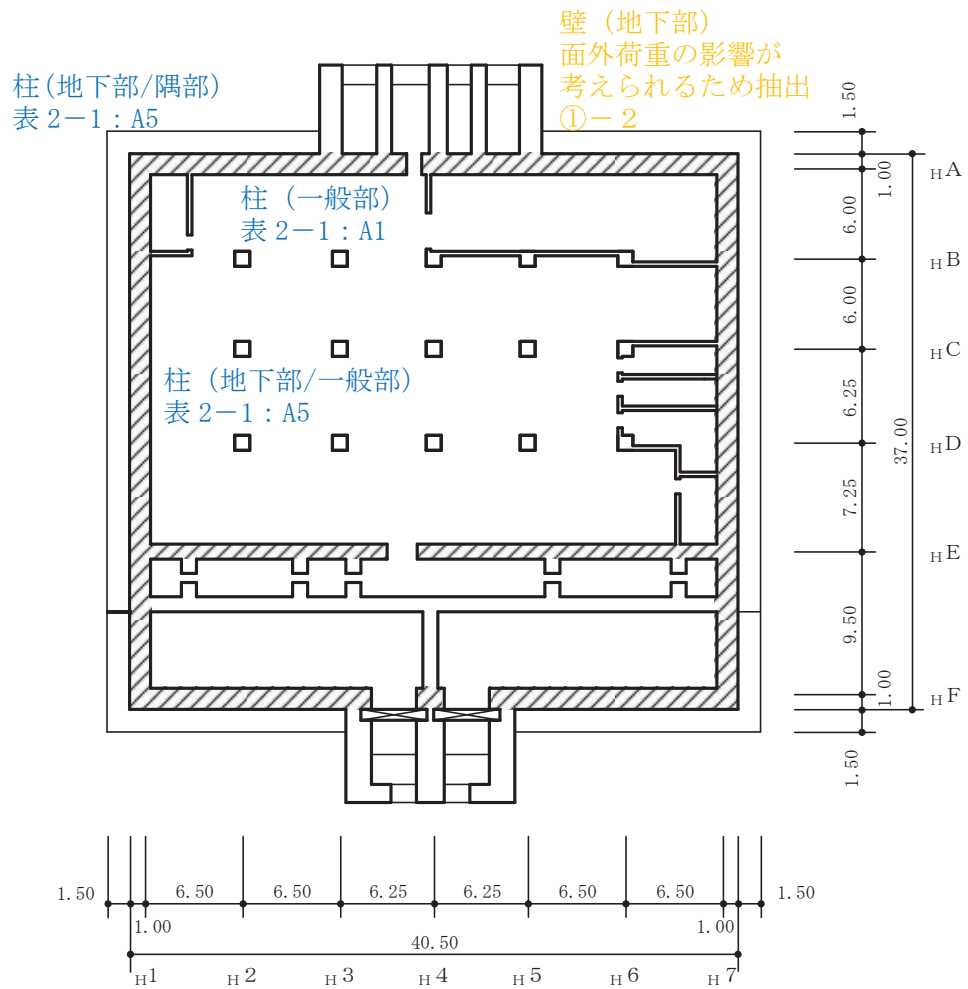


注：網掛けは耐震壁を示す

(単位：m)

図 2-4-1(2) 第 3 号機海水熱交換器建屋の概略平面図 (0. P. -1. 1m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

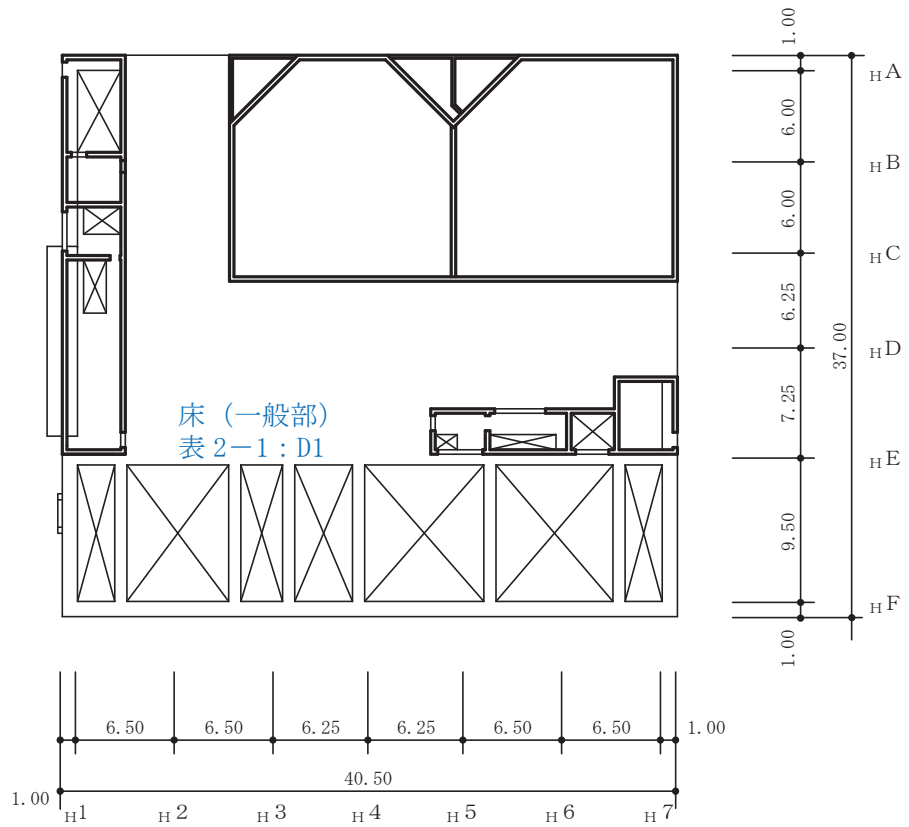


注：網掛けは耐震壁を示す

(単位：m)

図 2-4-1(3) 第 3 号機海水熱交換器建屋の概略平面図 (0. P. 8. 0m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

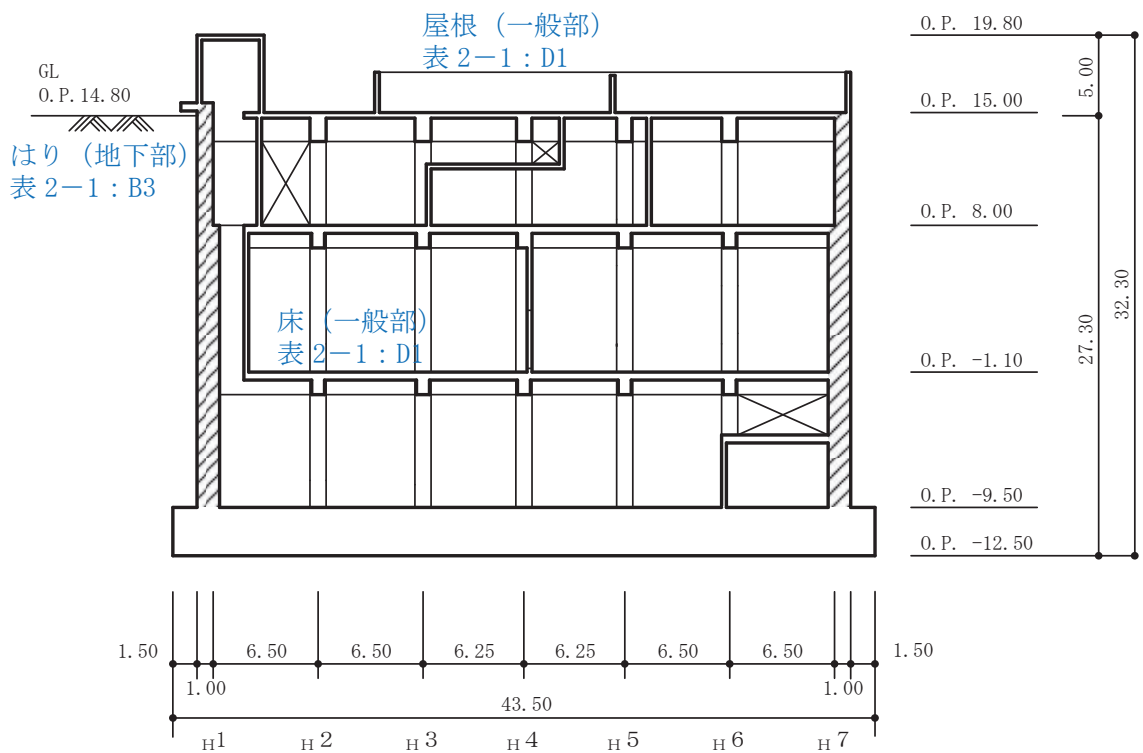
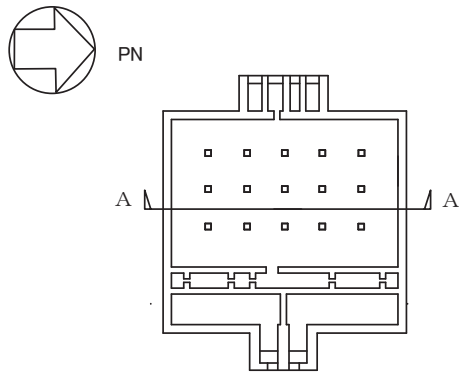


注：網掛けは耐震壁を示す

(単位：m)

図 2-4-1(4) 第 3 号機海水熱交換器建屋の概略平面図 (0. P. 15. 0m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

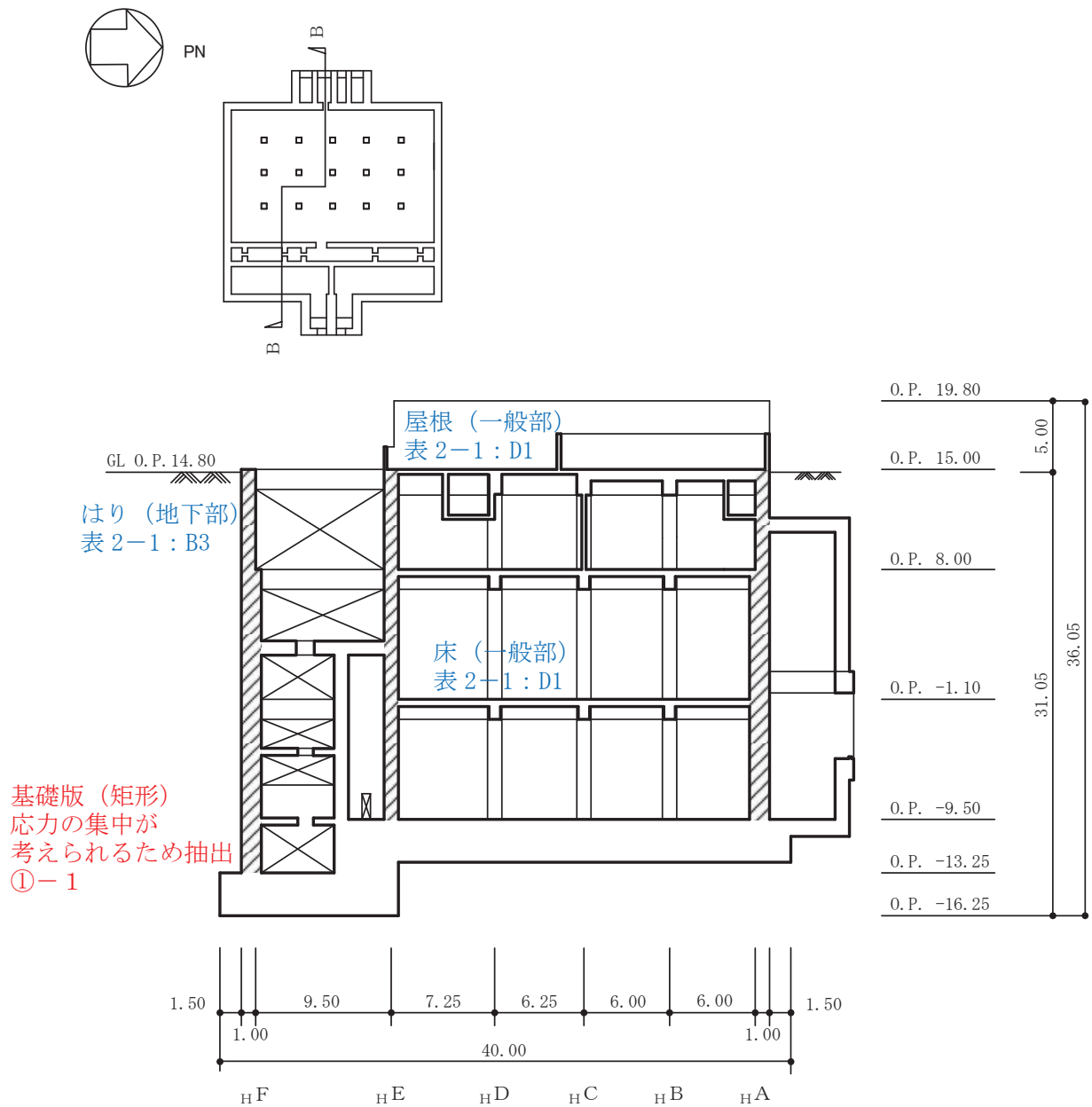


注：網掛けは耐震壁を示す

(単位：m)

図 2-4-2(1) 第 3 号機海水熱交換器建屋の概略断面図 (A-A 断面 NS 方向)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



注：網掛けは耐震壁を示す

(単位：m)

図 2-4-2(2) 第 3 号機海水熱交換器建屋の概略断面図 (B-B 断面 EW 方向)

2.5 緊急用電気品建屋

緊急用電気品建屋の図面を図 2-5-1 及び図 2-5-2 に示す。

赤字：①-1 で抽出された部位

橙字：①-2 で抽出された部位

緑字：②-1 で抽出された部位

紫字：②-2 で抽出された部位

青字：抽出されなかった部位及びその理由

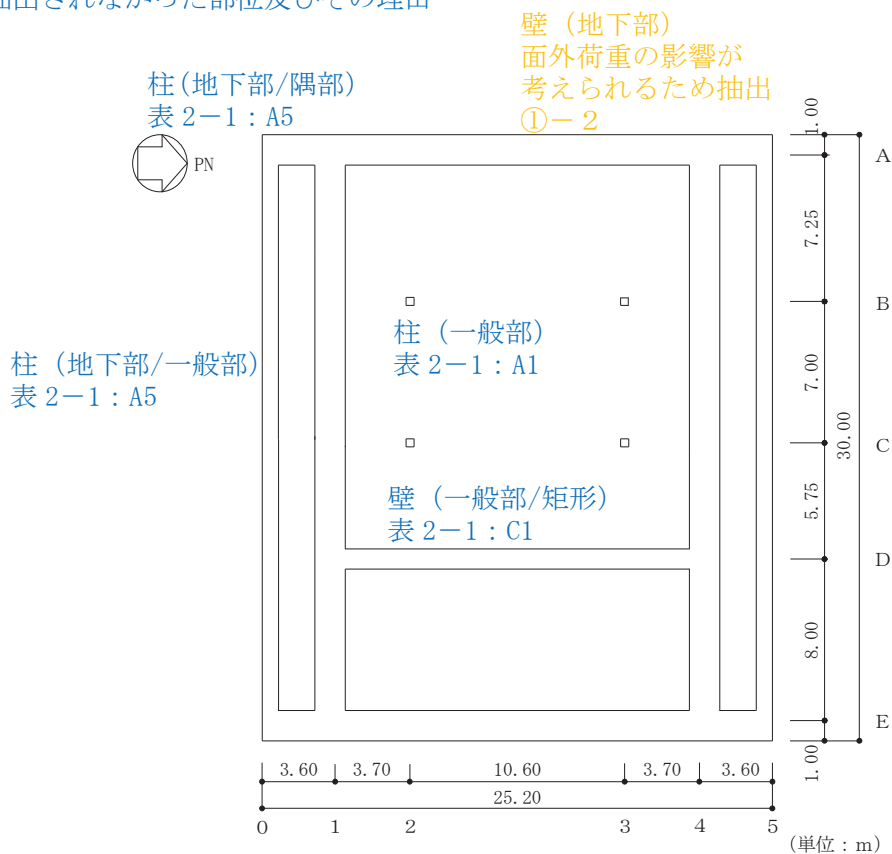


図 2-5-1(1) 緊急用電気品建屋の概略平面図 (O.P. *56.4m)

注記* : O.P. は女川原子力発電所工事用基準面であり, 東京湾平均海面(T.P.)-0.74m である。

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

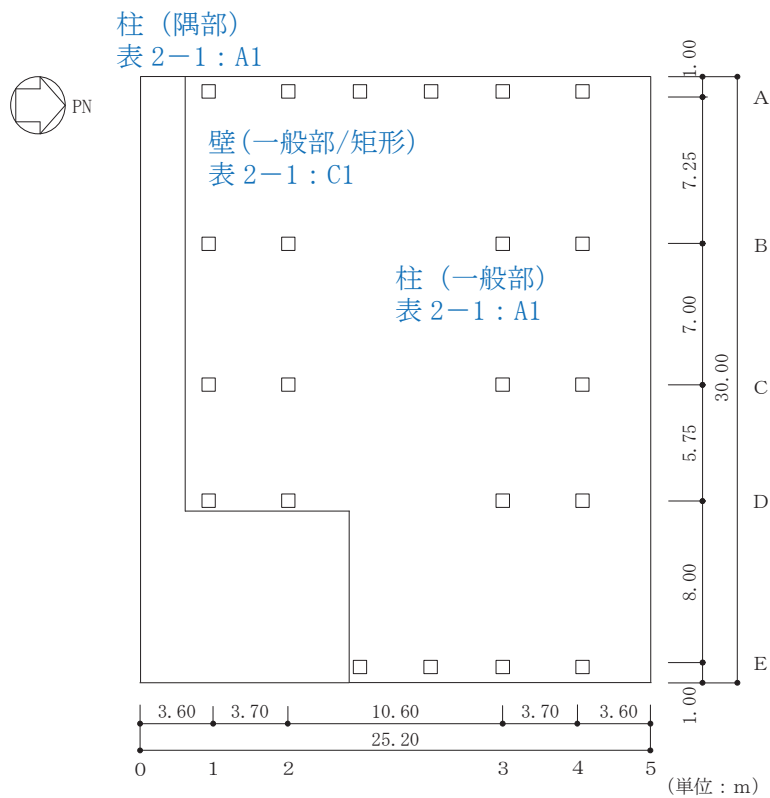


図 2-5-1(2) 緊急用電気品建屋の概略平面図 (0. P. 62. 9m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

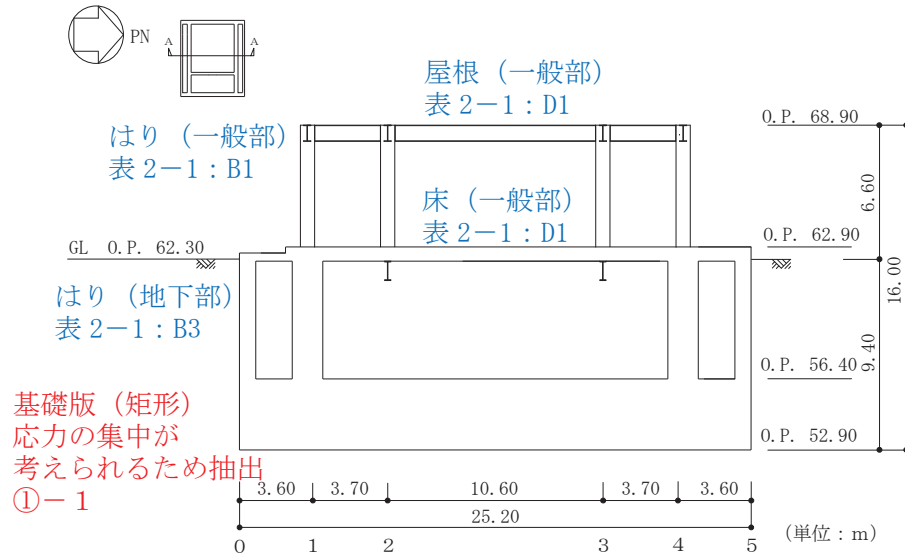


図 2-5-1 (1) 緊急用電気品建屋の概略断面図 (A-A 断面, NS 方向)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

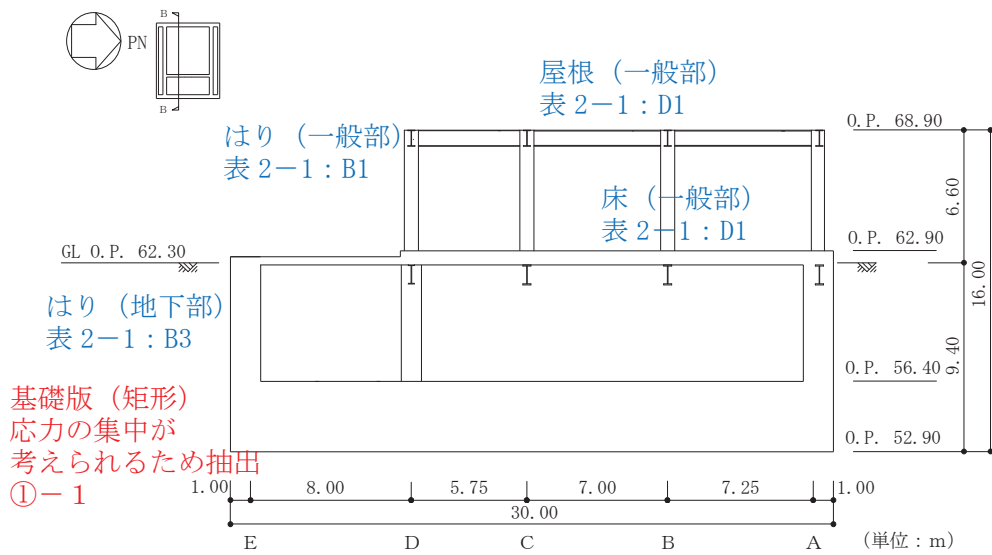


図 2-5-1 (2) 緊急用電気品建屋の概略断面図 (B-B 断面, EW 方向)

2.6 緊急時対策建屋

緊急時対策建屋の図面を図 2-6-1 及び図 2-6-2 に示す。

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

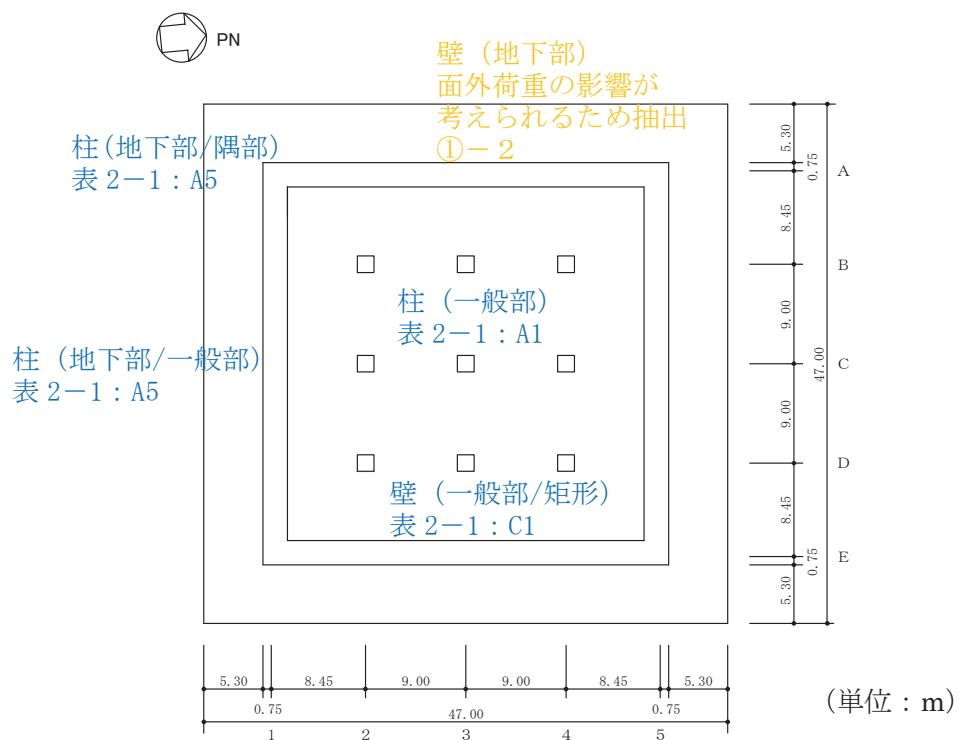


図 2-6-1(1) 緊急時対策建屋の概略平面図 (O.P.* 51.5m)

注記* : O.P. は女川原子力発電所工事用基準面であり, 東京湾平均海面(T.P.)-0.74m である。

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

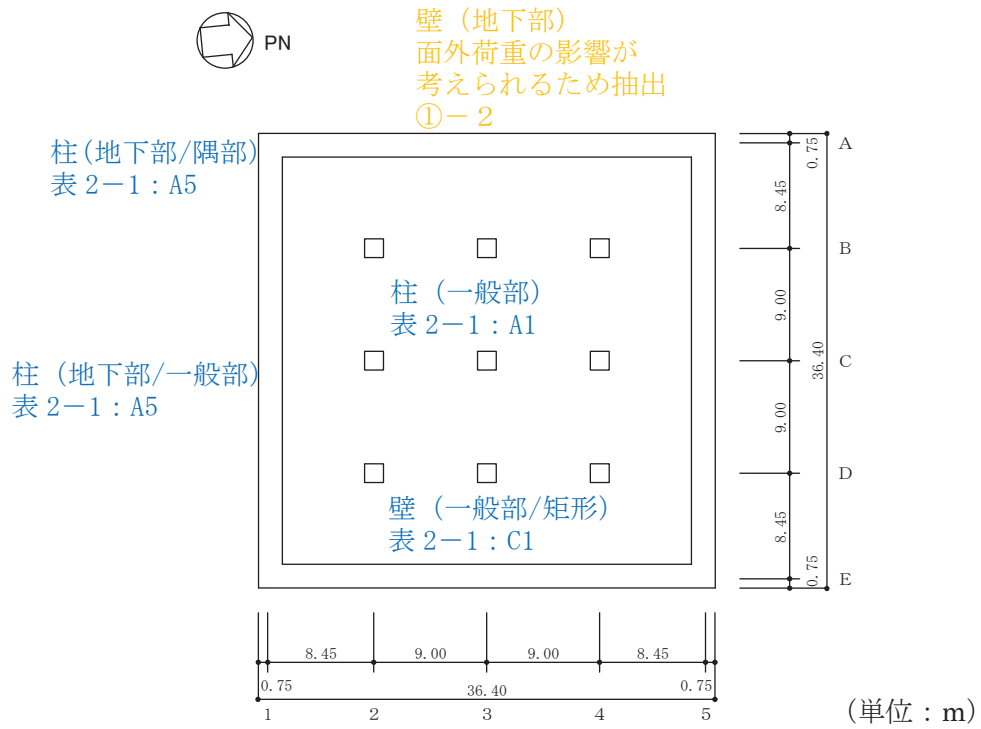


図 2-6-1(2) 緊急時対策建屋の概略平面図 (0. P. 57. 3m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

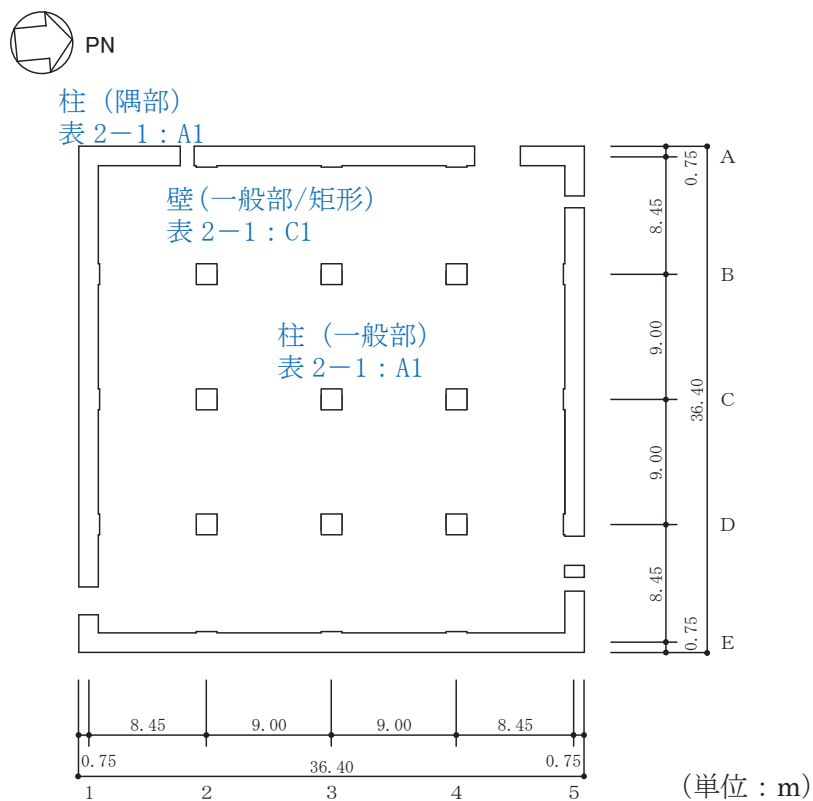


図 2-6-1(3) 緊急時対策建屋の概略平面図 (0. P. 62. 2m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

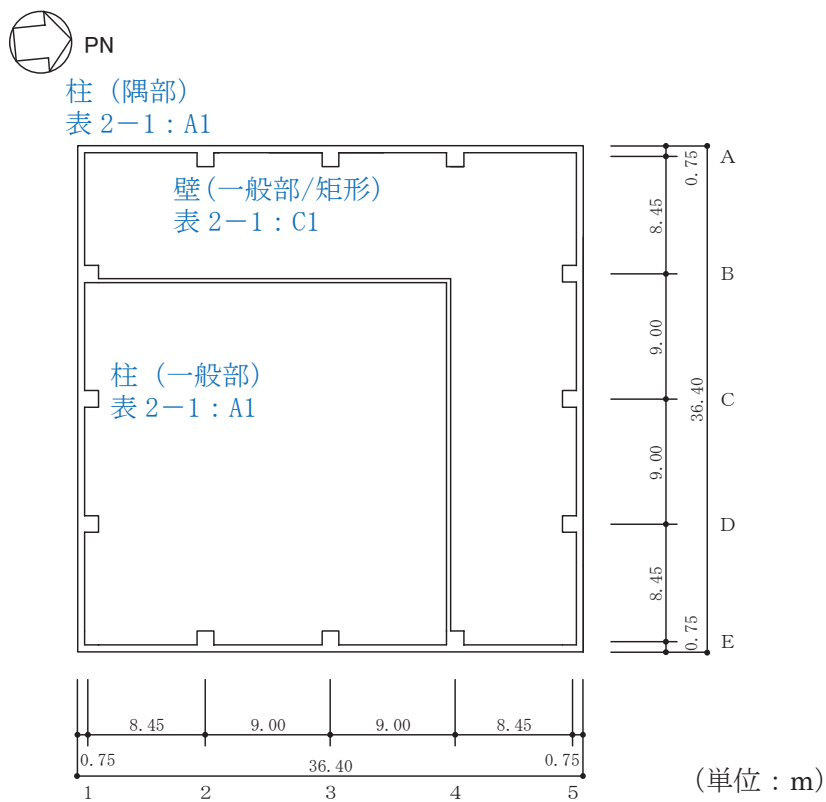


図 2-6-1(4) 緊急時対策建屋の概略平面図 (O.P. 69. 4m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

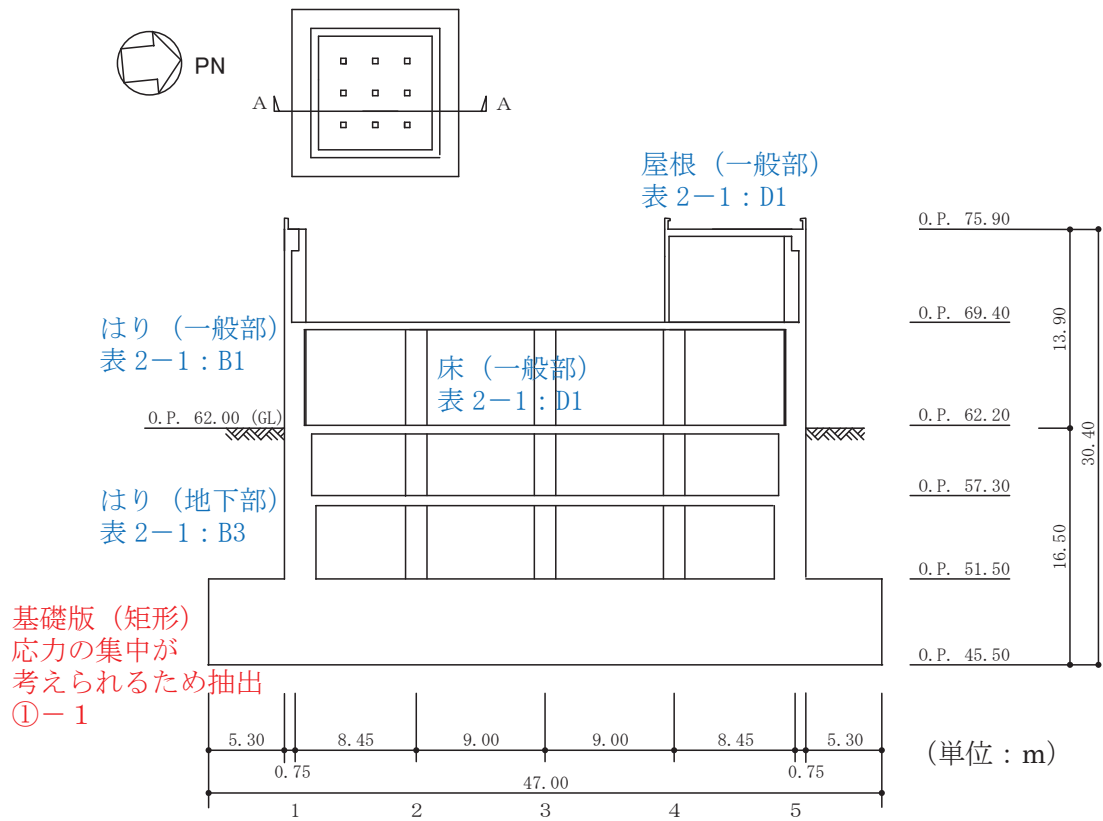


図 2-6-1(1) 緊急時対策建屋の概略断面図 (A-A 断面, NS 方向)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

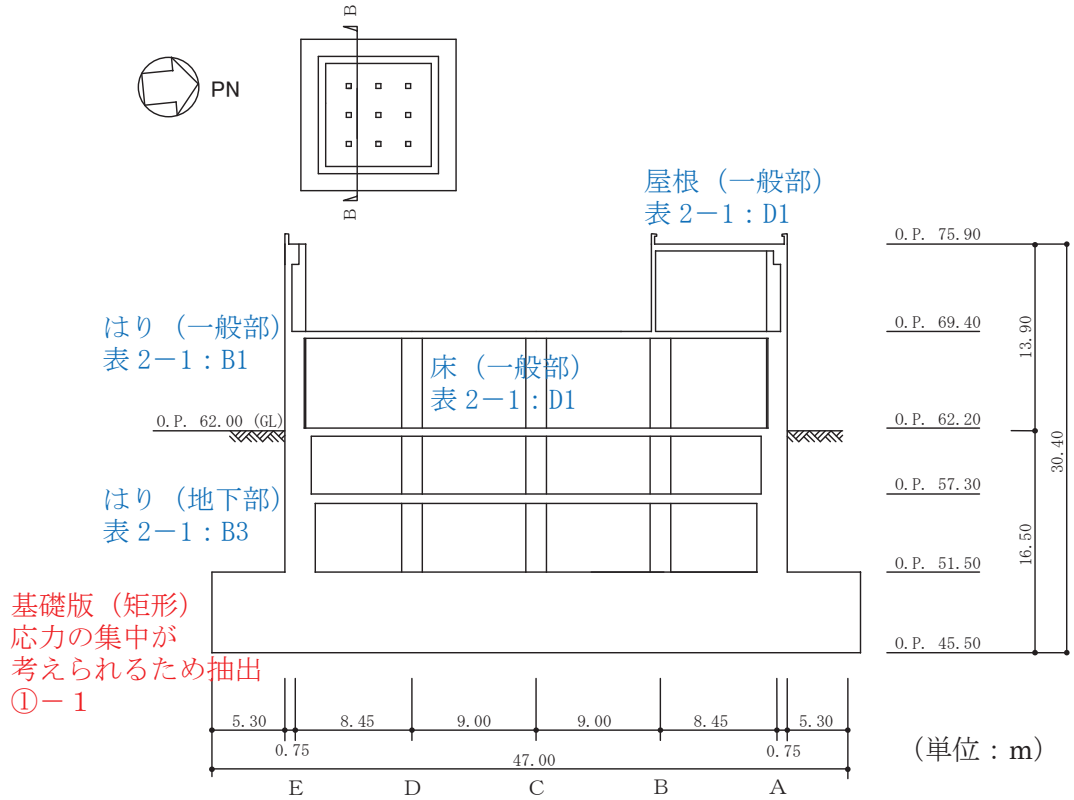
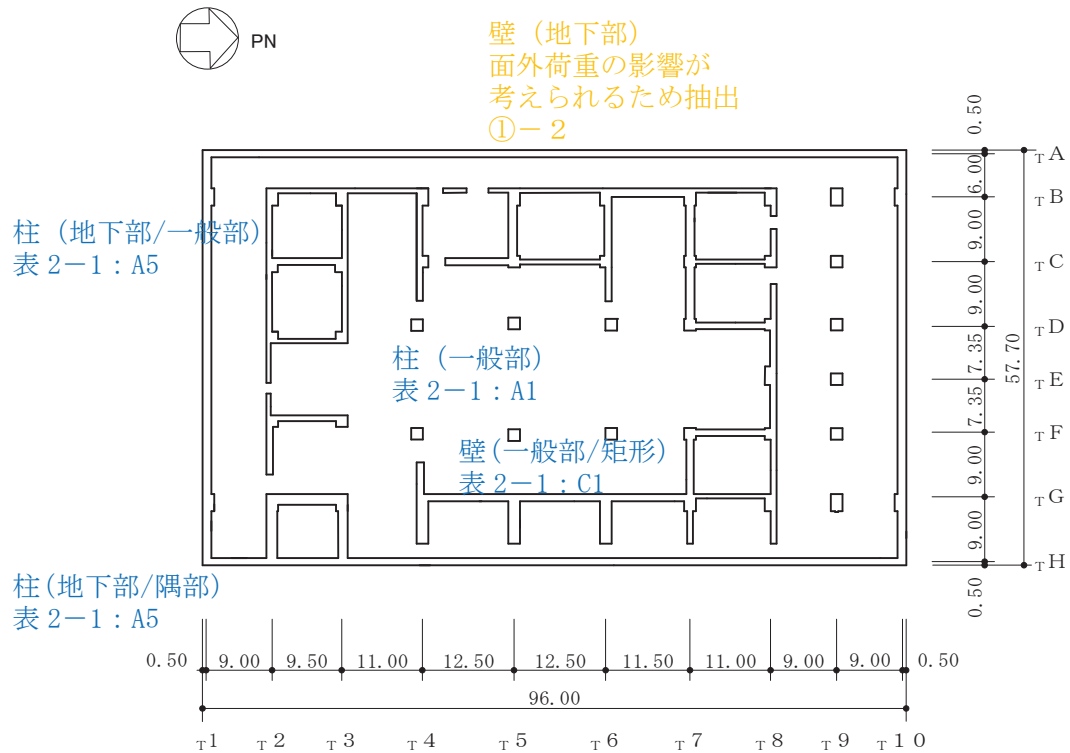


図 2-6-1(2) 緊急時対策建屋の概略断面図 (B-B 断面, EW 方向)

2.7 タービン建屋

タービン建屋の図面を図 2-7-1 及び図 2-7-2 に示す。

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

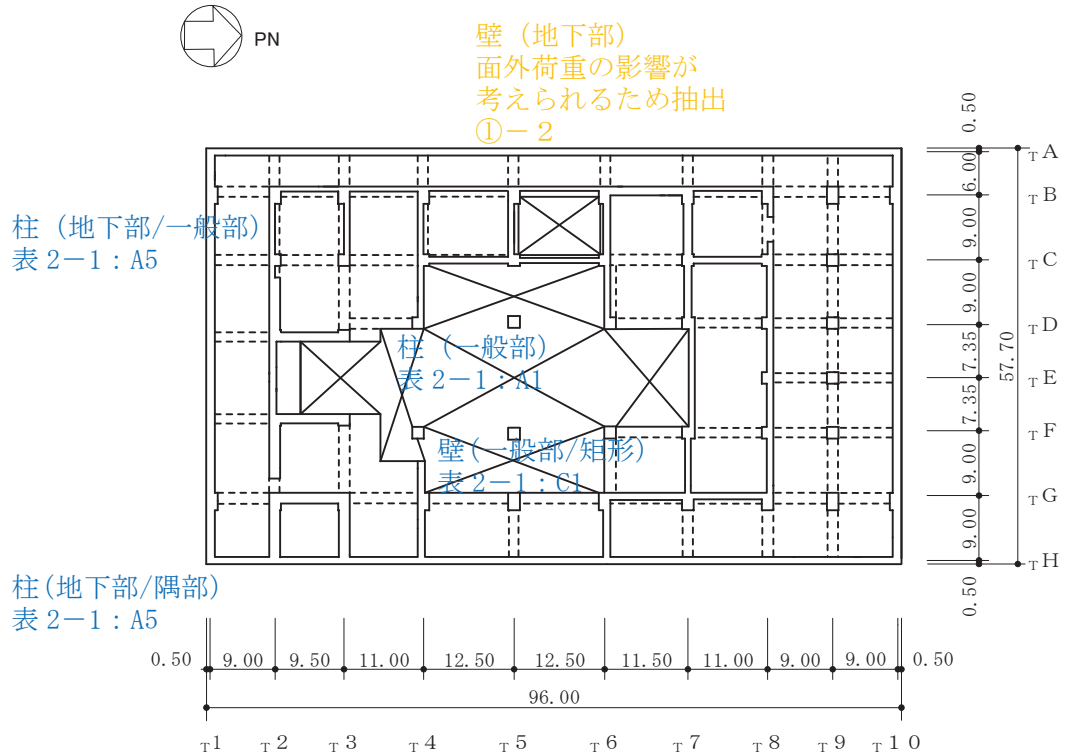


(単位：m)

図 2-7-1(1) タービン建屋の概略平面図 (0.P.*0.8m)

注記*：0.P. は女川原子力発電所工事用基準面であり，東京湾平均海面(T.P.)-0.74mである。

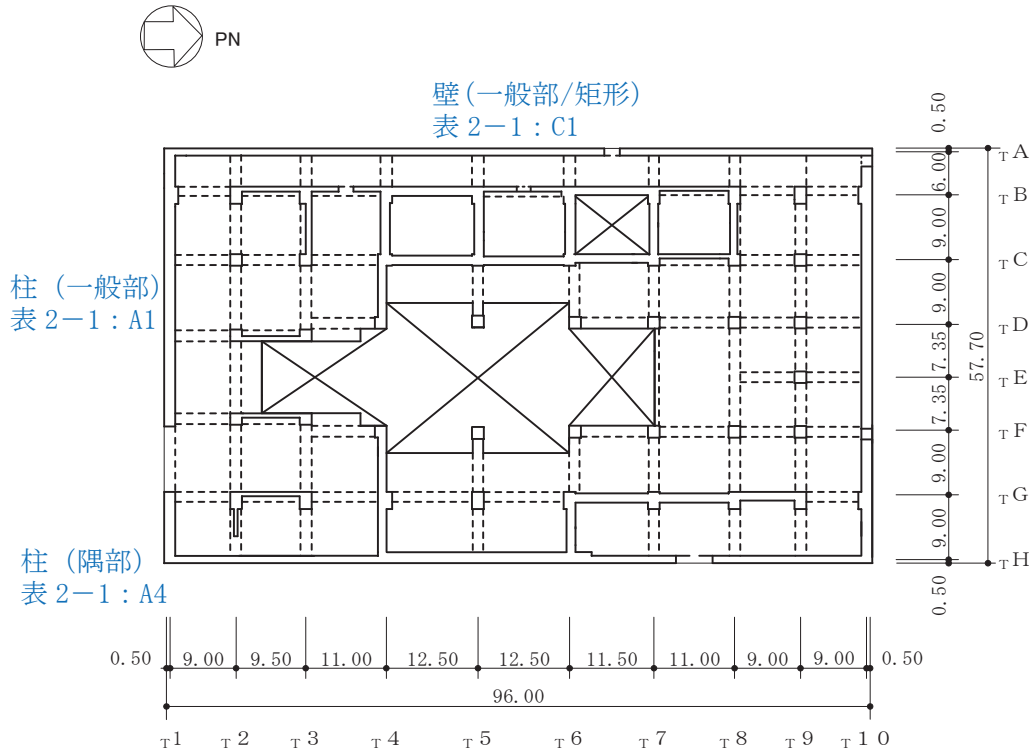
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位：m)

図 2-7-1(2) タービン建屋の概略平面図 (O.P. 7.6m)

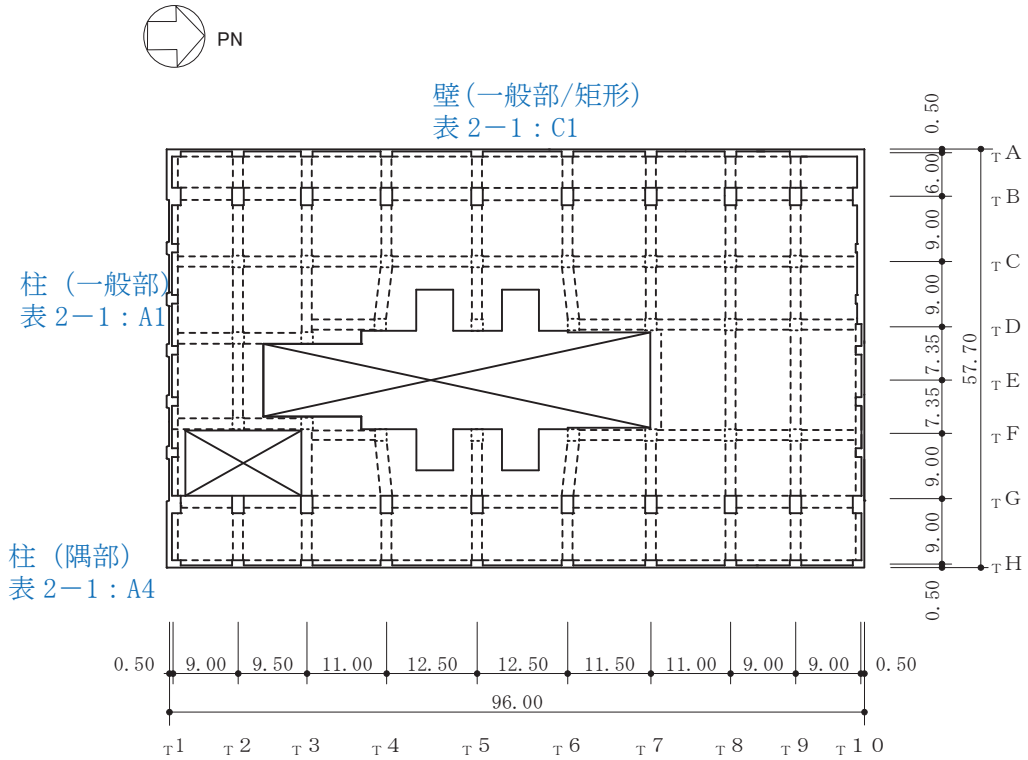
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位：m)

図 2-7-1(3) タービン建屋の概略平面図 (0. P. 15. 0m)

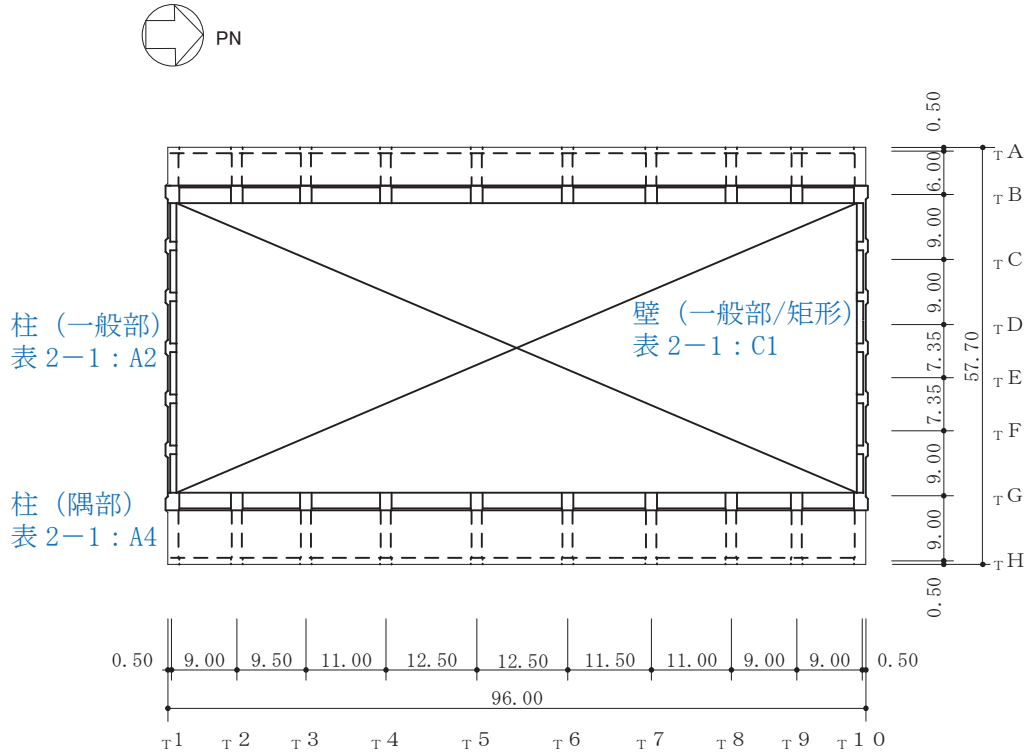
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位：m)

図 2-7-1(4) タービン建屋の概略平面図 (0. P. 24. 8m)

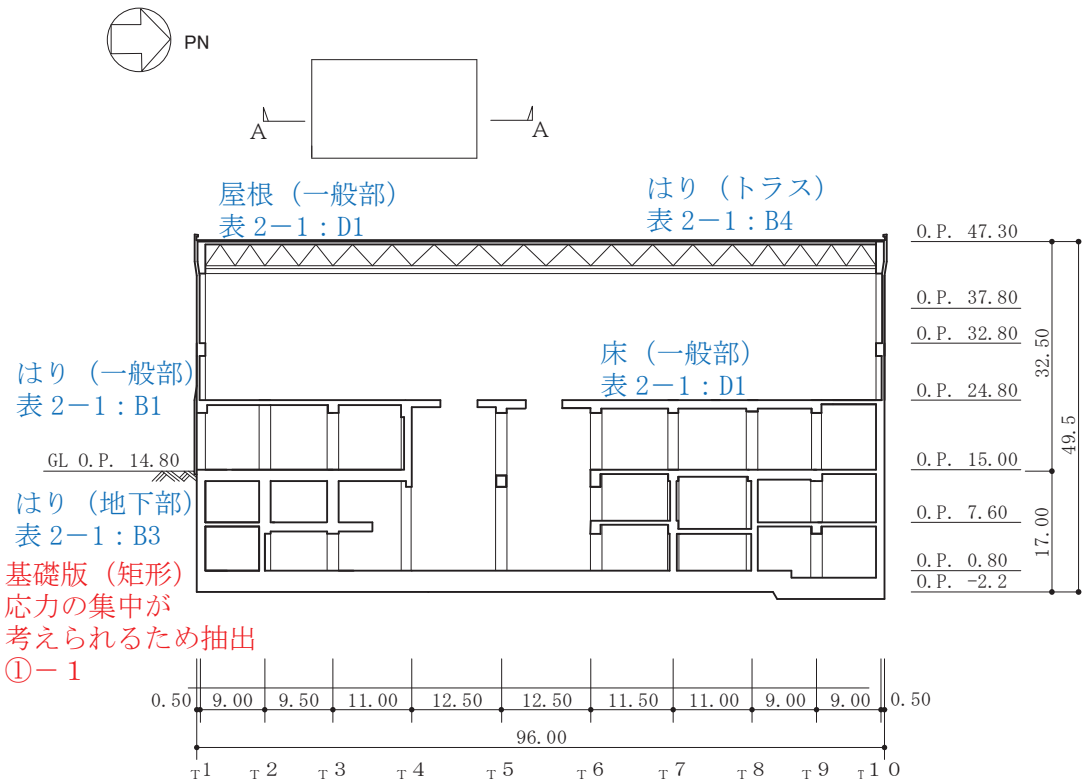
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位：m)

図 2-7-1(5) タービン建屋の概略平面図 (O. P. 32. 8m)

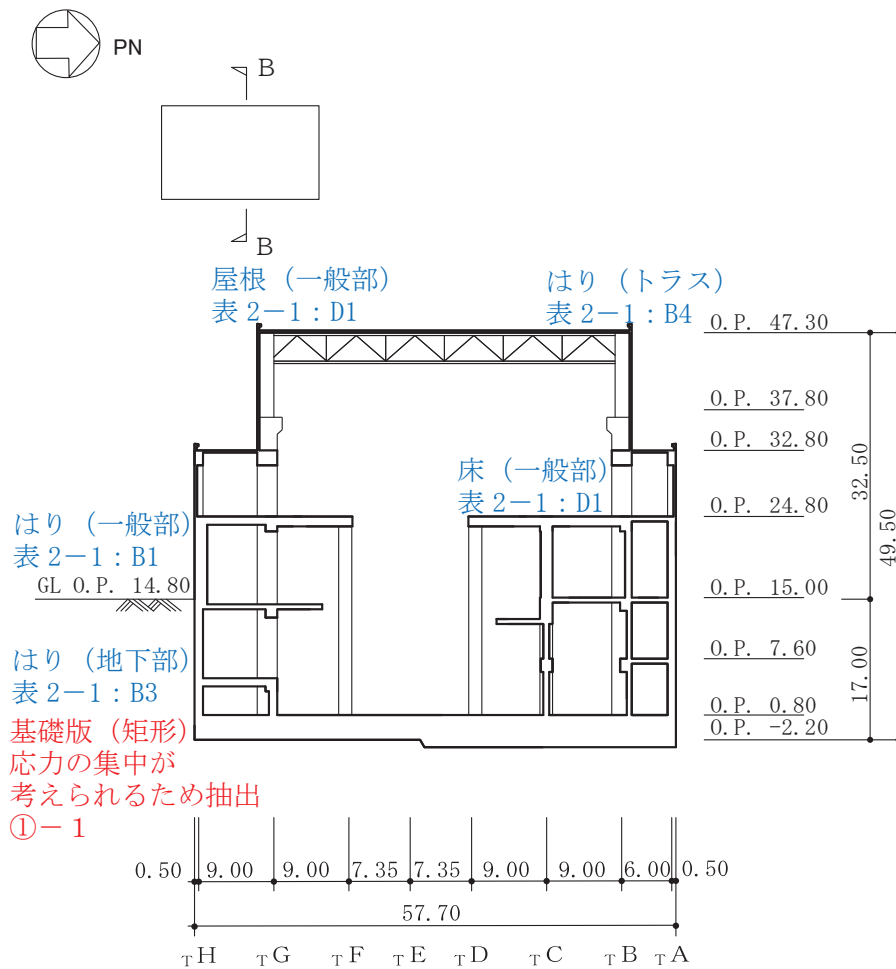
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位：m)

図 2-7-2(1) タービン建屋の概略断面図 (A-A 断面, NS 方向)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



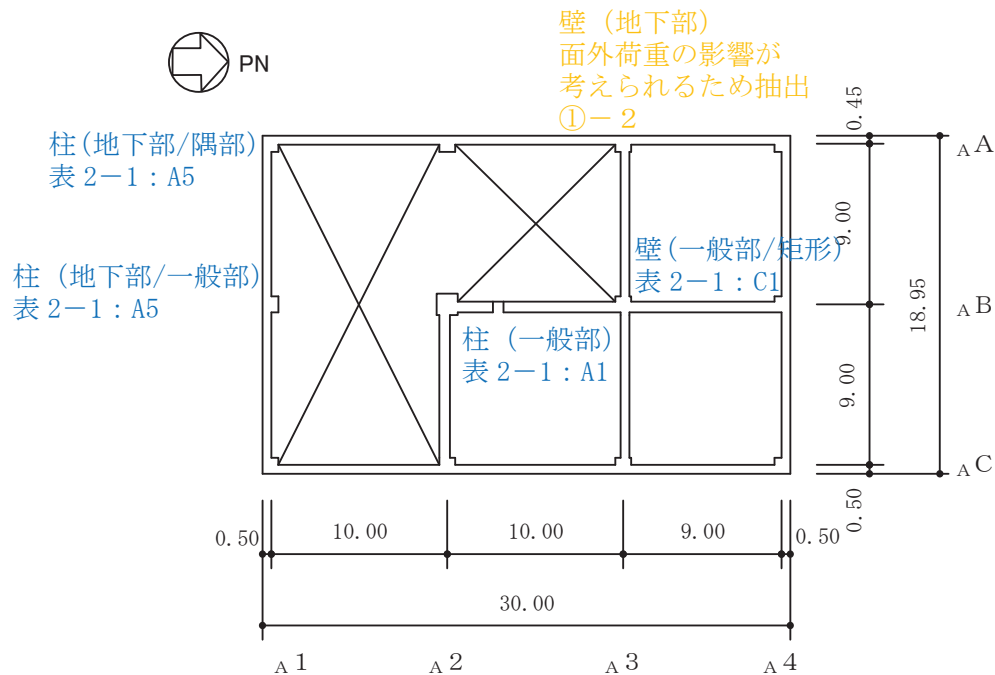
(単位 : m)

図 2-7-2(2) タービン建屋の概略断面図 (B-B 断面, EW 方向)

2.8 補助ボイラー建屋

補助ボイラー建屋の図面を図 2-8-1 及び図 2-8-2 に示す。

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

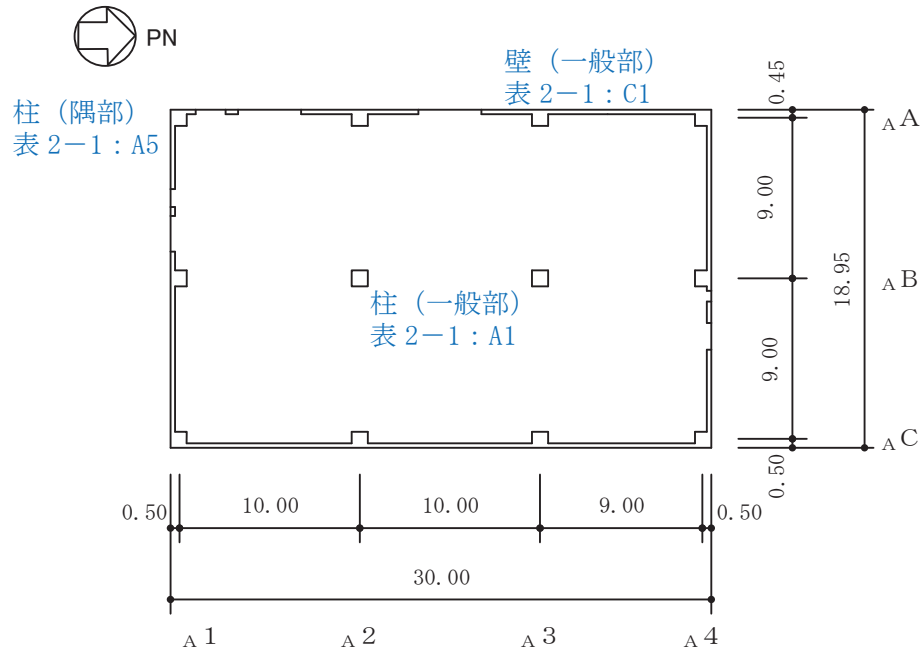


(単位：m)

図 2-8-1(1) 補助ボイラー建屋の概略平面図 (O.P. *11.0m)

注記*：O.P. は女川原子力発電所工事用基準面であり，東京湾平均海面(T.P.)-0.74mである。

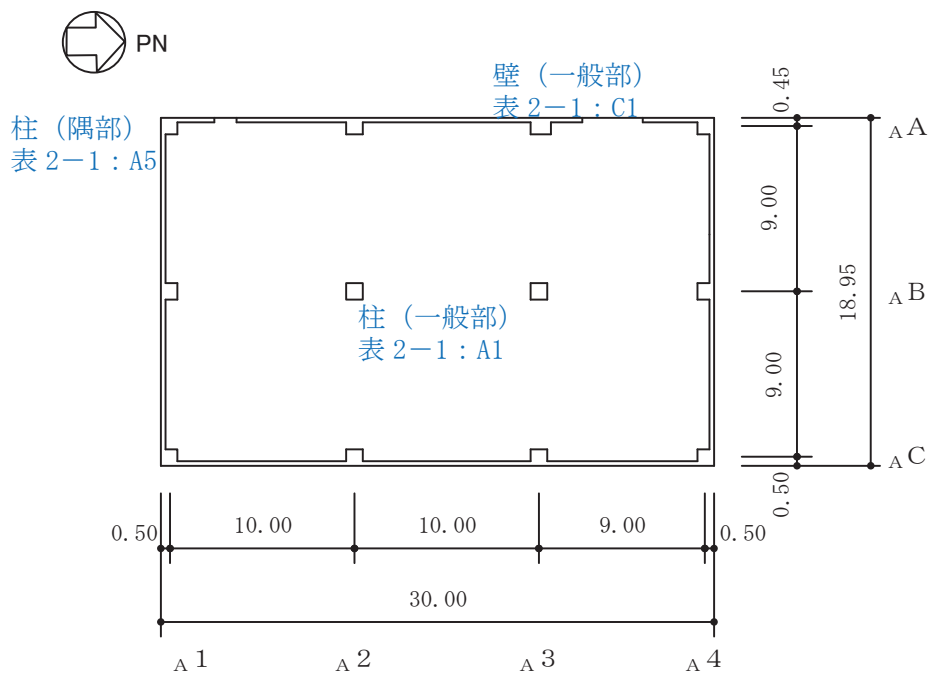
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位：m)

図 2-8-1(2) 補助ボイラー建屋の概略平面図 (0. P. 15.0m)

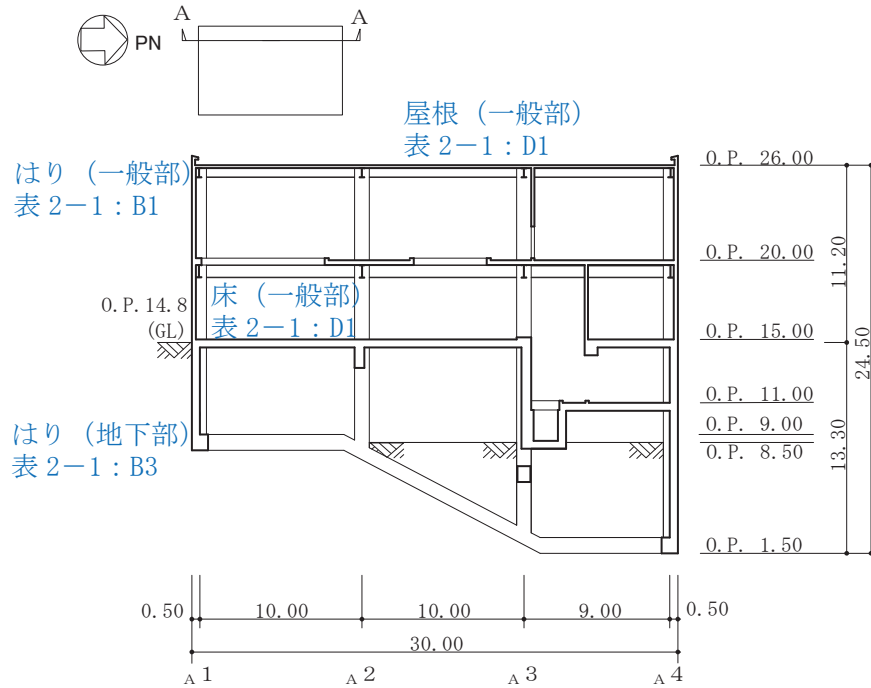
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位：m)

図 2-8-1(3) 補助ボイラー建屋の概略平面図 (O.P. 20.0m)

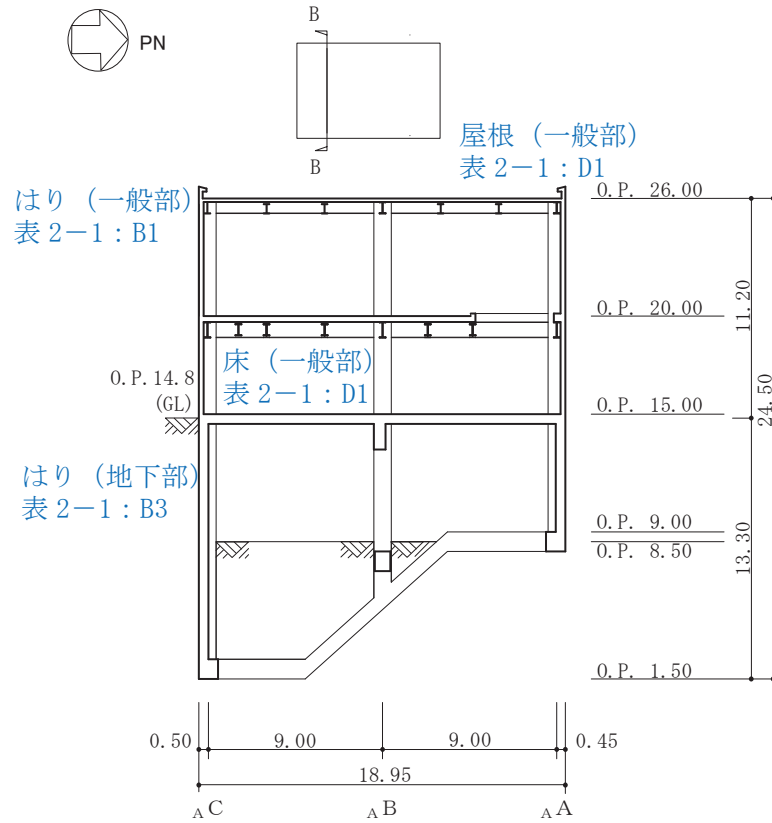
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位：m)

図 2-8-2(1) 補助ボイラー建屋の概略断面図 (A-A 断面 NS 方向)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



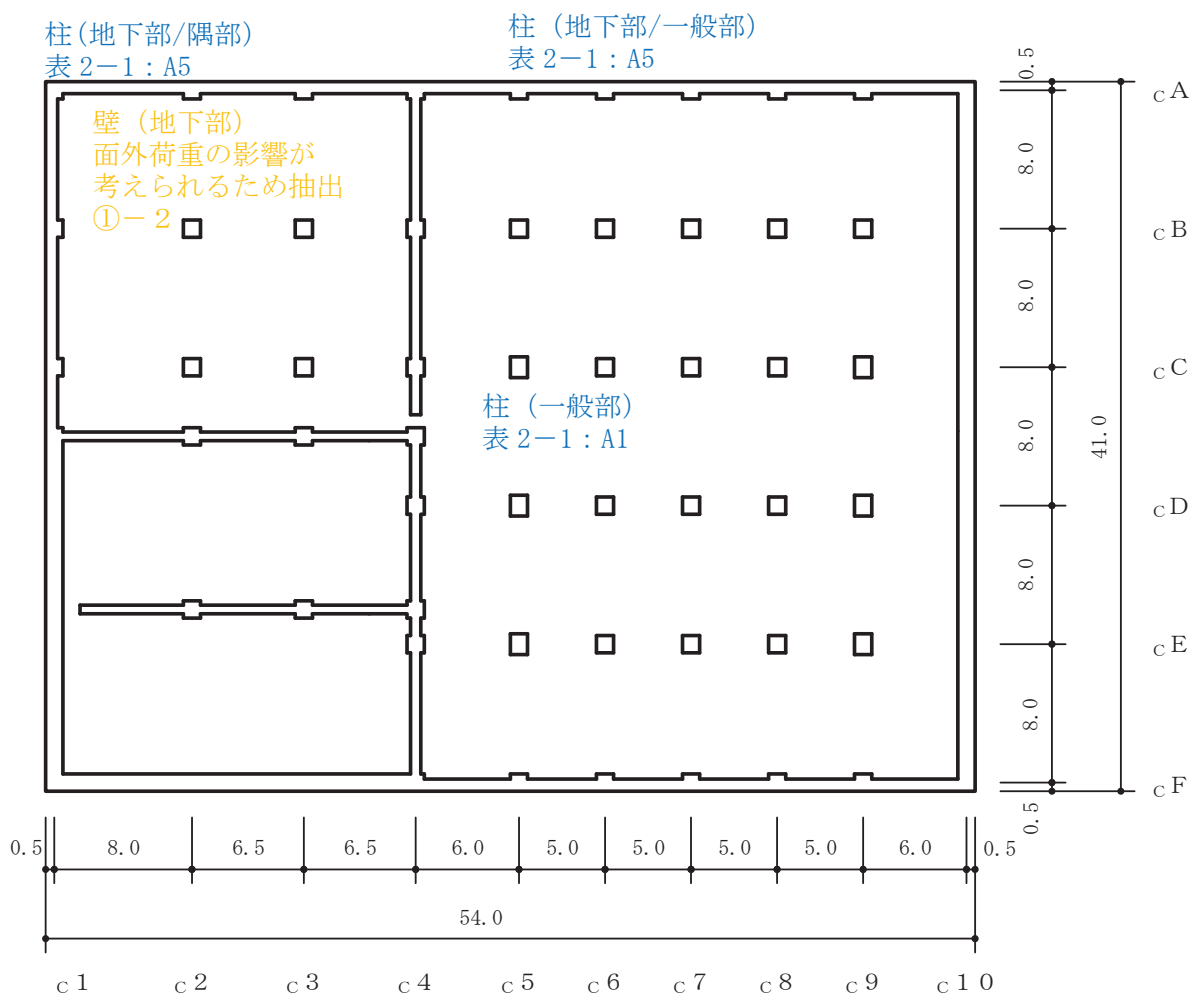
(単位：m)

図 2-8-2(2) 補助ボイラー建屋の概略断面図 (B-B 断面 EW 方向)

2.9 第1号機制御建屋

第1号機制御建屋の図面を図2-9-1及び図2-9-2に示す。

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由

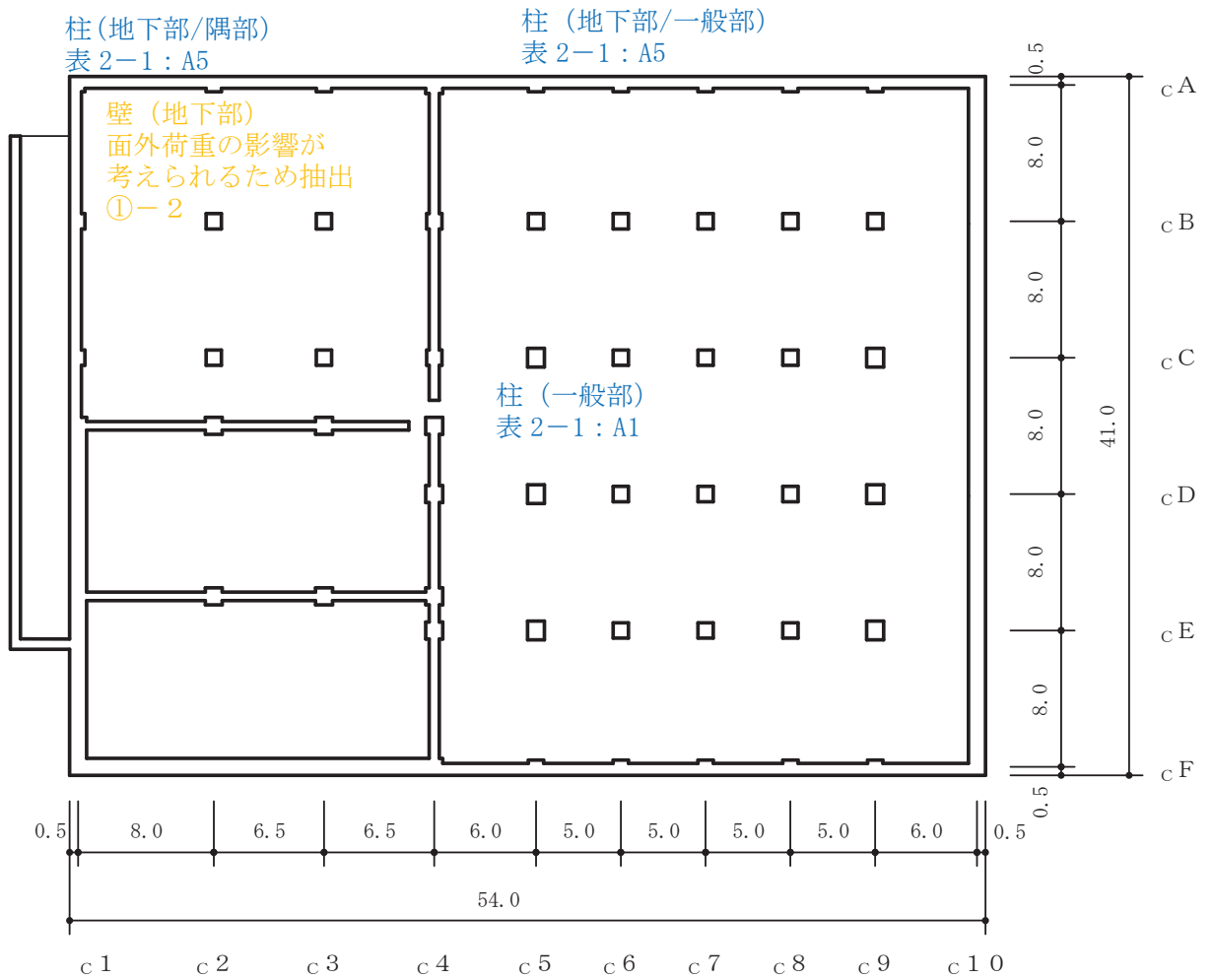


(単位：m)

図2-9-1(1) 第1号機制御建屋の概略平面図 (0.P.*1.5m)

注記*：0.P.は女川原子力発電所工事用基準面であり，東京湾平均海面(T.P.)-0.74mである。

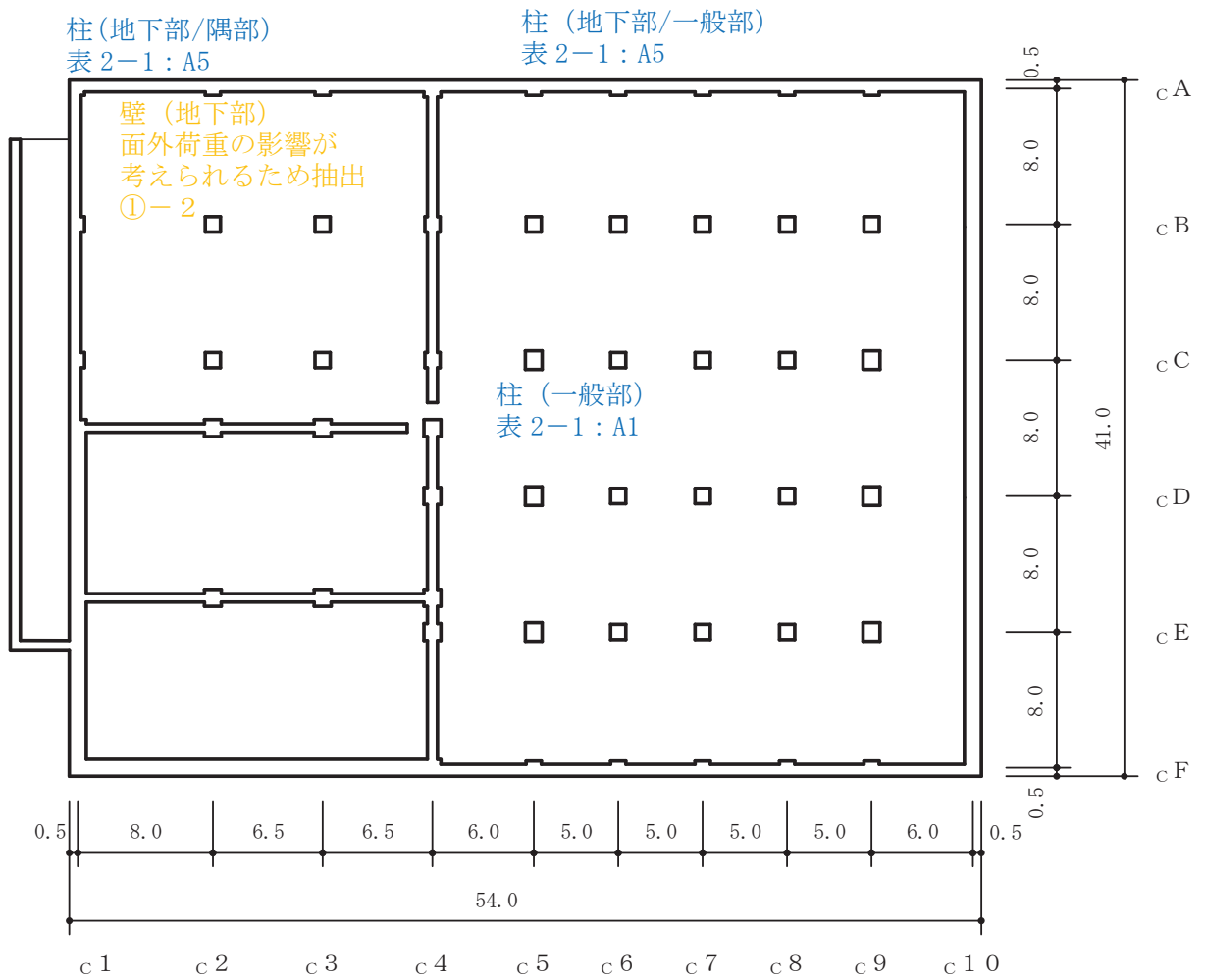
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位 : m)

図 2-9-1(2) 第 1 号機制御建屋の概略平面図 (0. P. 5. 0m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



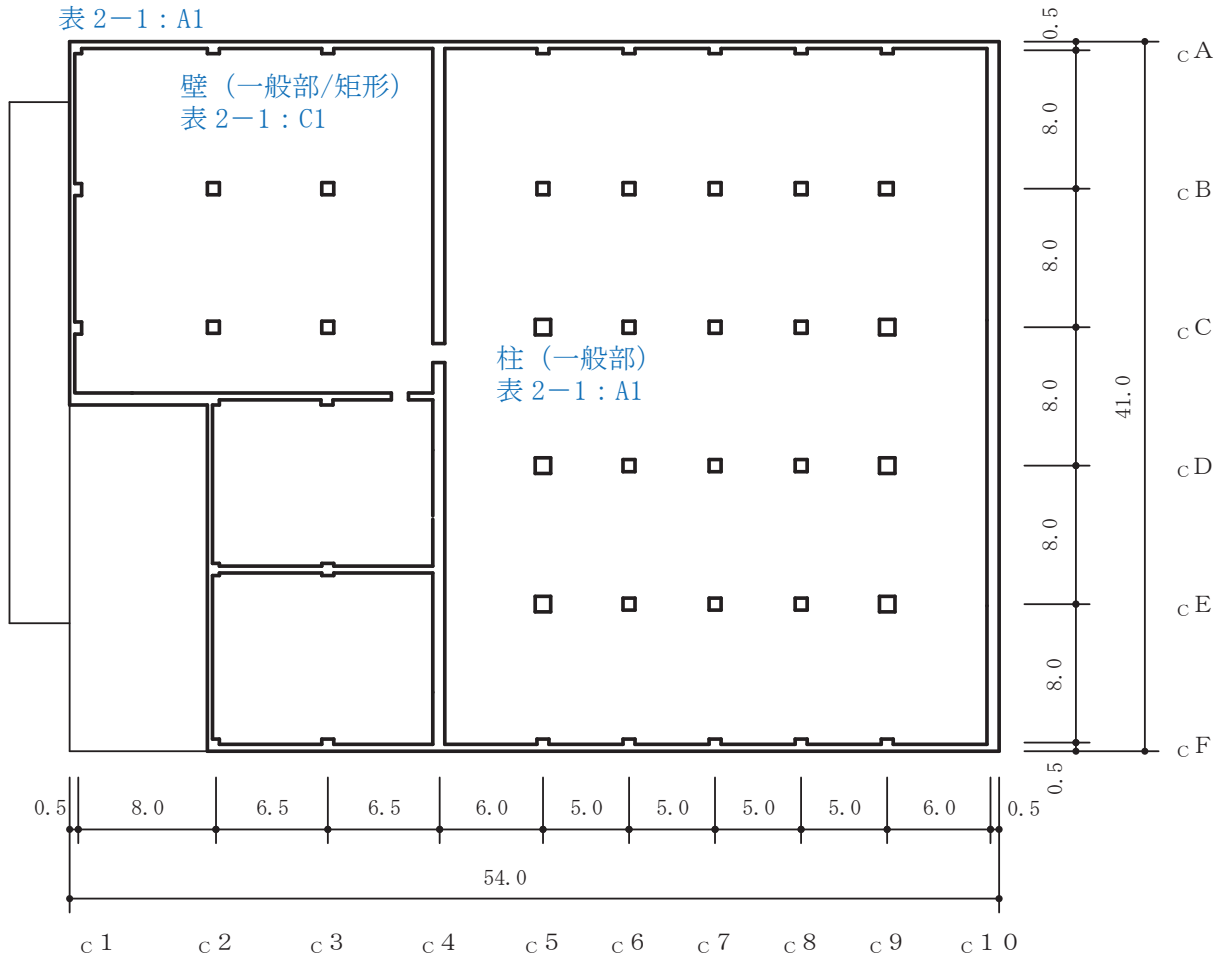
(単位 : m)

図 2-9-1 (3) 第 1 号機制御建屋の概略平面図 (0. P. 10. 5m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



柱 (隅部)
表 2-1 : A1



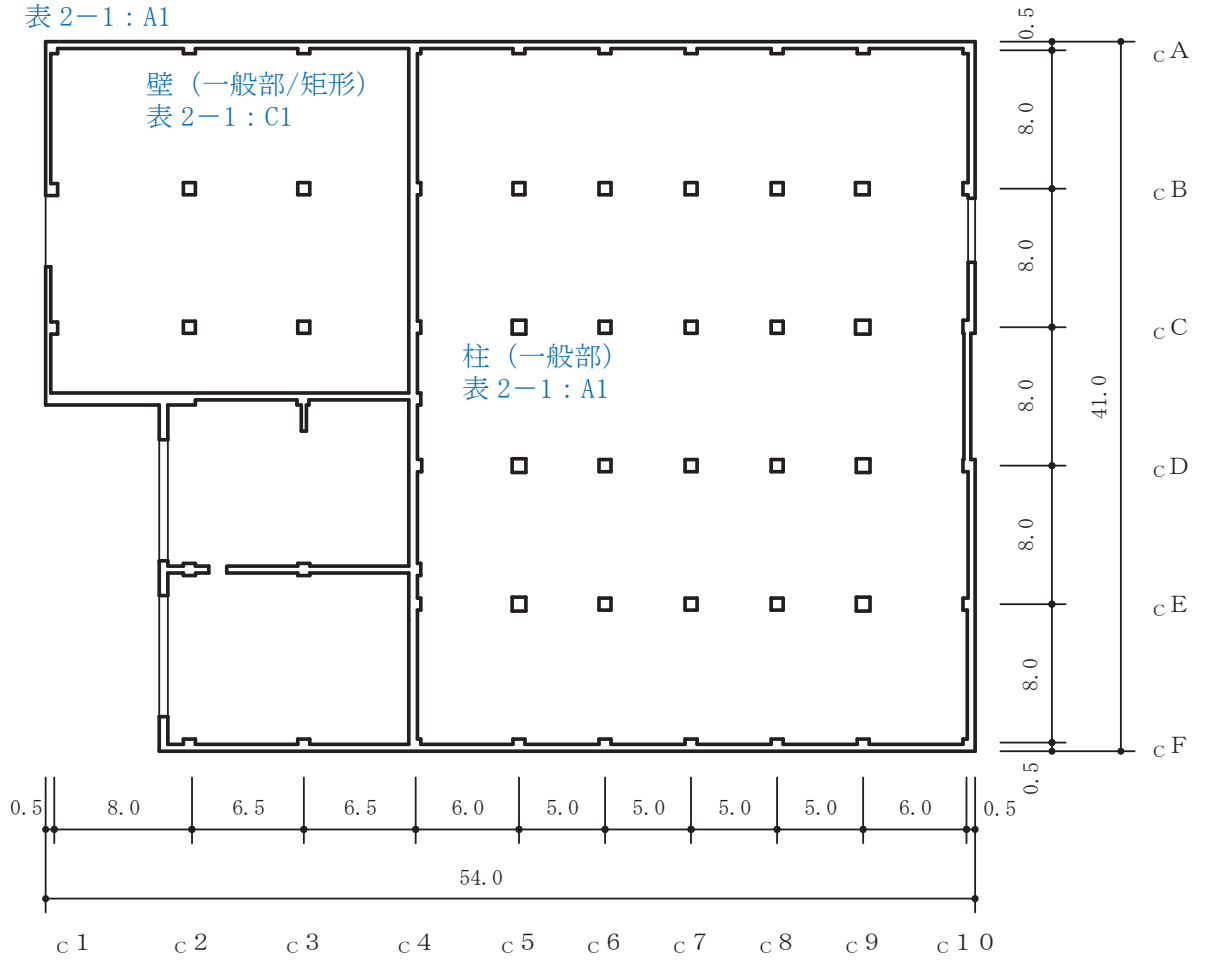
(単位 : m)

図 2-9-1(4) 第 1 号機制御建屋の概略平面図 (0. P. 15.0m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



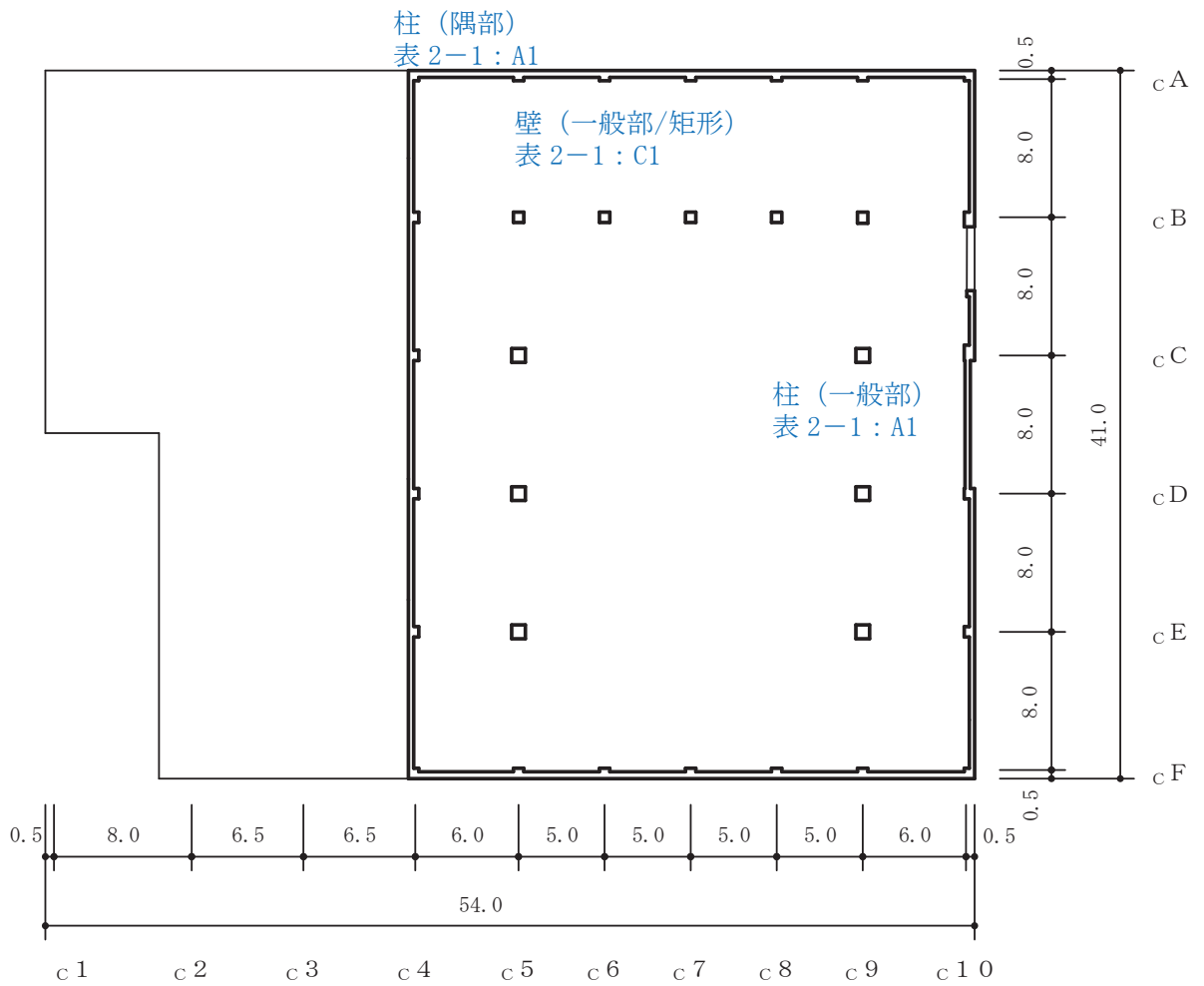
柱（隅部）
表 2-1 : A1



(単位：m)

図 2-9-1(5) 第 1 号機制御建屋の概略平面図 (0. P. 19. 5m)

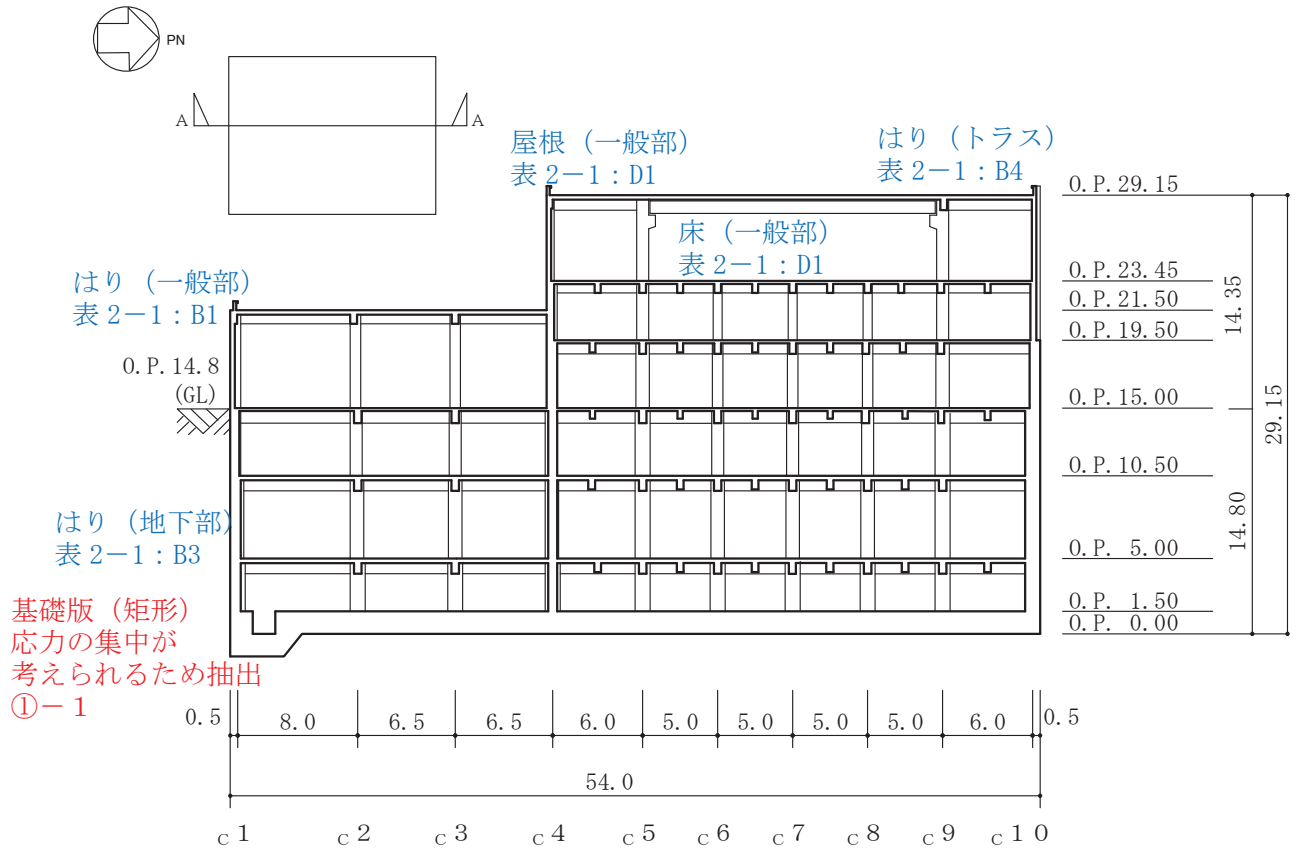
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位：m)

図 2-9-1(6) 第 1 号機制御建屋の概略平面図 (O. P. 23. 45m)

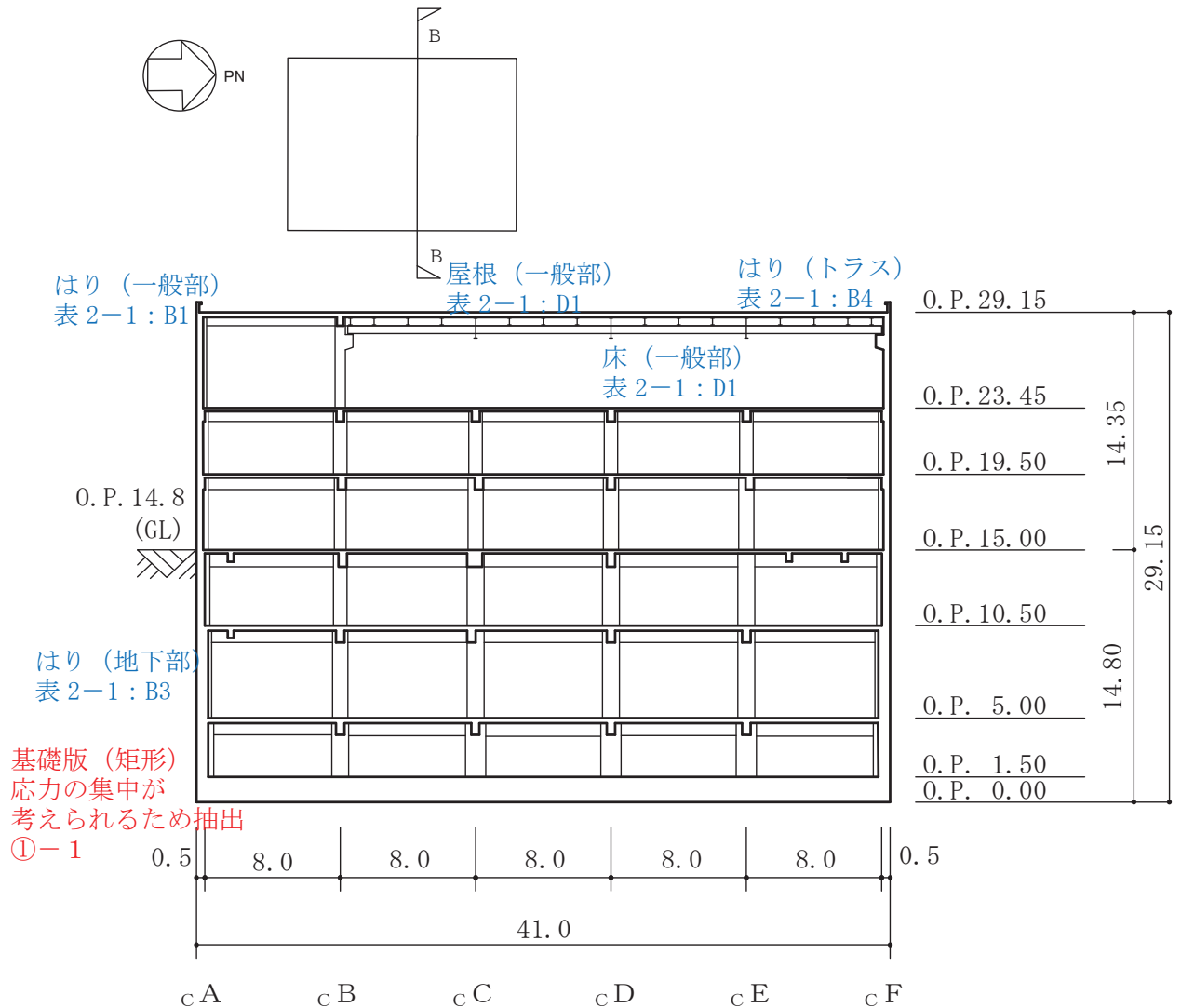
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位：m)

図 2-9-2(1) 第 1 号機制御建屋の概略断面図 (A-A 断面, NS 方向)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその理由



(単位 : m)

図 2-9-2(2) 第 1 号機制御建屋の概略断面図 (B-B 断面, EW 方向)

2.10 第1号機排気筒

第1号機排気筒の図面を図2-10-1及び図2-10-2に示す。

赤字：①-1で抽出された部位

橙字：①-2で抽出された部位

緑字：②-1で抽出された部位

紫字：②-2で抽出された部位

青字：抽出されなかった部位及びその理由

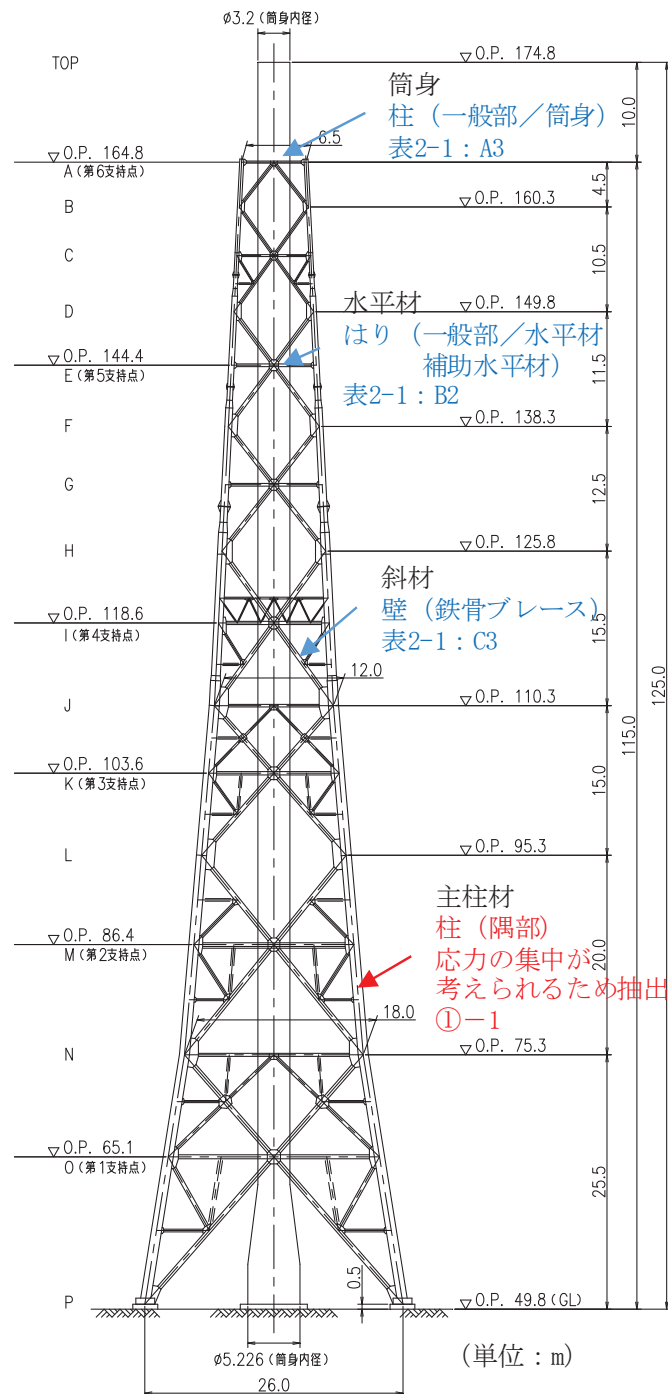


図2-10 第1号機排気筒の概要図

表 2-1 評価部位から除外する基本的な考え方 (1/3)

記号	部位		①-1 応力集中	①-2 面外荷重	②-1 面外慣性力	②-2 振じれ	除外する部位
A1	柱	一般部 (RC 部)	・中柱は応力が集中することなく該当しない	・面外荷重が作用する地下部ではない。	・壁付き柱は地震力のほとんどを耐震壁が負担しており該当しない。 ・独立柱自身の慣性力により影響が生じるような階高を有する柱はないため、該当しない。	・釣り合いよく耐震壁が配置された構造計画を行っており、該当しない。	原子炉建屋 制御建屋 タービン建屋 補助ボイラー建屋 第1号機制御建屋 第3号機海水熱交換器建屋 緊急用電気品建屋 緊急時対策建屋
A2		一般部 (S 部) ブレース構造	・中柱は応力が集中することなく該当しない	・面外荷重が作用する地下部ではない。	・地震力のほとんどをブレースが負担しており、該当しない。	・釣り合いよく耐震壁が配置された構造計画を行っており、該当しない。	原子炉建屋 制御建屋 タービン建屋 緊急用電気品建屋
A3		一般部 筒身	・筒身は鉄塔の中央で支持されており、応力が集中することなく該当しない。	・面外荷重が作用する地下部ではない。	・地震力のほとんどを鉄塔が負担しており、該当しない。	・釣り合いよく鉄塔に支持された構造計画を行っており、該当しない。	排気筒 第1号機排気筒
A4		隅部	・耐震壁付きの柱は、応力集中が懸念される軸力が耐震壁に分散されることで影響が小さいと考えられるため、該当しない。	・面外荷重が作用する地下部ではない。	・地震力のほとんどを耐震壁が負担しており、該当しない。	・釣り合いよく耐震壁が配置された構造計画を行っており、該当しない。	原子炉建屋 制御建屋 タービン建屋 補助ボイラー建屋 第1号機制御建屋 第3号機海水熱交換器建屋 緊急用電気品建屋
A5		地下部 (一般部, 隅部)	・中柱は応力が集中することなく該当しない ・耐震壁付きの隅柱は、応力集中が懸念される軸力が耐震壁に分散されることで影響が小さいと考えられるため、該当しない。	・地下外周部が考えられるが、外周部柱は全てはり等に接続しており、土圧はそのままはり等に伝達されるため、該当しない。	・地震力のほとんどを耐震壁が負担しており、該当しない。	・釣り合いよく耐震壁が配置された構造計画を行っており、該当しない。	原子炉建屋 制御建屋 タービン建屋 補助ボイラー建屋 第1号機制御建屋 第3号機海水熱交換器建屋 緊急用電気品建屋 緊急時対策建屋

表 2-1 評価部位から除外する基本的な考え方 (2/3)

記号	部位		①-1 応力集中	①-2 面外荷重	②-1 面外慣性力	②-2 捩じれ	除外する部位
B1	はり	一般部	・地震力の負担について方向性を持っており、該当しない。	・面外荷重が作用する地下部ではない。	・剛性の高い床や耐震壁が付帯するため、面外方向の変形を抑制することから該当しない。	・剛性の大きい床が付帯しているため該当部位は存在しない。	原子炉建屋 制御建屋 タービン建屋 補助ボイラー建屋 第1号機制御建屋 第3号機海水熱交換器建屋 緊急用電気品建屋 緊急時対策建屋
B2		一般部 (S部：水平材、補助水平材)	・地震力の負担について方向性を持っており、該当しない。	・面外荷重が作用する地下部ではない。	・軽量のトラス部材で構成されており、該当しない。	・釣り合いよく水平材、補助水平材が配置された構造計画を行っており、該当しない。	排気筒 第1号機排気筒
B3		地下部	・地震力の負担について方向性を持っており、該当しない。	・地下外周部が考えられるが、吹抜けがないことから、外周部はりは全て剛性が高いスラブに接続しており、土圧はそのままスラブに伝達されるため、該当しない。	・剛性の高い床や耐震壁が付帯するため、面外方向の変形を抑制することから該当しない。	・剛性の大きい床が付帯しているため該当部位は存在しない。	原子炉建屋 制御建屋 タービン建屋 補助ボイラー建屋 第1号機制御建屋 第3号機海水熱交換器建屋 緊急用電気品建屋 緊急時対策建屋
B4		鉄骨トラス	・地震力の負担について方向性を持っており、該当しない。	・面外荷重が作用する地下部ではない。	・直交方向にもトラスが存在し、面外慣性力を負担するため、該当しない。	・剛性の大きい床が付帯しているため該当部位は存在しない。	原子炉建屋 制御建屋 タービン建屋

表 2-1 評価部位から除外する基本的な考え方 (3/3)

記号	部位		①-1 応力集中	①-2 面外荷重	②-1 面外慣性力	②-2 捩じれ	除外する部位
C1	壁	一般部 (矩形)	・地震力の負担について方向性を持っており該当しない。	・面外荷重が作用する地下部ではない。	・水平及び鉛直方向に大スパンの壁がないため、該当しない。	・釣り合いよく耐震壁が配置された構造計画を行っており、該当しない。	制御建屋 タービン建屋 補助ボイラー建屋 第1号機制御建屋 第3号機海水熱交換器建屋 緊急用電気品建屋 緊急時対策建屋
C2		一般部 (円筒)	・建屋の中心付近に位置し、その外側にあるボックス型の壁とスラブで一体化されている壁は、応力集中が懸念される軸力がスラブ等に分散されることで影響が小さいと考えられるため、該当しない。	・地震による面外荷重が作用する地下部ではない。	・水平及び鉛直方向に大スパンの壁がないため、該当しない。	・釣り合いよく耐震壁が配置された構造計画を行っており、該当しない。	原子炉建屋
C3		鉄骨ブレース	・地震力の負担について方向性を持っており、該当しない。	・面外荷重が作用する地下部ではない。	・軽量なトラス部材で構成されており、該当しない。	・釣り合いよく斜材、補助斜材が配置された構造計画を行っており、該当しない。	排気筒 第1号機排気筒
D1	床 屋根	一般部	・地震力の負担について方向性を持っており、該当しない。	・積載荷重等従来から面外荷重を考慮しており、今回の抽出プロセスで該当しない。	・大スパンの床及び屋根がないため、該当しない。	・釣り合いよく耐震壁が配置された構造計画を行っており、該当しない。	原子炉建屋 使用済燃料乾式貯蔵建屋 緊急時対策所建屋 タービン建屋 格納容器圧力逃がし装置格納槽 サービス建屋

3. 代表部位の選定プロセス

3.1 柱-隅部

応力集中が考えられる隅柱を有する排気筒について評価する。

3.2 基礎

応力集中が考えられる矩形基礎の規模を表 3-1 に示す。

建物規模が比較的大きく、重要な設備を多く内包している等の留意すべき特徴を有している原子炉建屋の基礎を代表として評価する。

表 3-1 矩形基礎の規模等

項目	部位	対象*	平面計上 (m)	
①-1	基礎	<u>原子炉建屋</u>	77.0	84.0
		制御建屋	45.0	41.0
		第3号機海水熱交換器建屋	43.5	40.0
		緊急用電気品建屋	25.2	30.0
		緊急時対策建屋	47.0	47.0

注記*：下線部は代表を示す。

3.3 壁（面外荷重）

面外荷重の影響が考えられる部位について、面外荷重が作用する壁の高さ及び床等の拘束有無を表 3-2 に示す。

施設の重要性、建屋規模及び構造特性を考慮し、上部に床等の拘束がなく、面外荷重（水圧）が作用する使用済燃料貯蔵プールの壁を評価する。

表 3-2 壁の規模等

項目	部位	対象*	高さ (m)	床等の拘束有無
①-2	壁	<u>原子炉建屋（使用済燃料プール）</u>	11.82	無
		原子炉建屋（壁地下部）	9.00	有
		制御建屋（壁地下部）	7.00	有
		タービン建屋（壁地下部）	7.40	有
		補助ボイラー建屋（壁地下部）	6.00	有
		第1号機制御建屋（壁地下部）	5.50	有
		第3号機海水熱交換器建屋（壁地下部）	9.10	有
		緊急用電気品建屋（壁地下部）	5.80	有
		緊急時対策建屋（壁地下部）	5.80	有

注記*：下線部は代表を示す。

別紙 4 機器・配管系に関する説明資料

目 次

別紙 4.1	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……	別紙 4.1-1
別紙 4.2	水平 2 方向の地震による代表設備の増分影響結果 ……	別紙 4.2-1
別紙 4.3	水平 2 方向の地震による発生値と許容値の比較結果 ……	別紙 4.3-1
別紙 4.4	個別設備に関する補足説明 ……	別紙 4.4-1
別紙 4.5	水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響評価における代表性・	別紙 4.5-1
別紙 4.6	水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せ方法の検討 ……	別紙 4.6-1
別紙 4.7	原子炉建屋 3 次元 FEM モデルの面外加速度に係る 機器・配管系への影響……	別紙 4.7-1

: 今回提出範囲

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（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する 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)				
						振動モード及び新たな 応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動 モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生し ないこと理由			
燃料集合体	燃料被覆管	一次応力	○	—	水平2方向の影響がある。	×	—			
		一次+二次応力	○	—	同上。					
		一次+二次+ピーク応力	○	—	同上。					
炉心シュラウド	上部胴	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせても水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—			
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	B	同上。					
	中間胴	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせても水平2方向入力の影響は軽微である。					
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	B	同上。					
	下部胴	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせても水平2方向入力の影響は軽微である。					
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	B	同上。					
	上部格子板支持面	支圧応力	△	C	鉛直方向荷重により発生する応力のため水平2方向の入力の影響は受けない。					
炉心支持板支持面	支圧応力	△	C	鉛直方向荷重により発生する応力のため水平2方向の入力の影響は受けない。						
炉心支持構造物	レグ	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円周配置であるため水平地震動の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせても水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—			
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	B	同上。					
		軸圧縮応力	△	B	地震方向ごとに最大荷重を分担するレグが異なり、影響は軽微である。					
	シリンダ	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせても水平2方向入力の影響は軽微である。					
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	B	同上。					
	プレート	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせても水平2方向入力の影響は軽微である。					
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	B	同上。					
	下部胴	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせても水平2方向入力の影響は軽微である。					
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	B	同上。					
	プレートのトグル支持面	支圧応力	△	B	炉心シュラウド支持ロッドから荷重を受けるため炉心シュラウド支持ロッドと同様の傾向となる。したがって、水平地震動の方向ごとに最大荷重の発生点異なるため水平2方向入力の影響は軽微である。					
	炉心シュラウド支持ロッド	上部サポート	一次一般膜応力	△	B			炉心シュラウド支持ロッドは円形断面のシュラウドに設置されていることから発生荷重はシュラウドと同様の傾向となる。したがって、水平地震動の方向ごとに最大荷重の発生点異なるため水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
			一次膜応力+一次曲げ応力	△	B			同上。		
上部タイロッド		一次一般膜応力	△	B	炉心シュラウド支持ロッドは円形断面のシュラウドに設置されていることから発生荷重はシュラウドと同様の傾向となる。したがって、水平地震動の方向ごとに最大荷重の発生点異なるため水平2方向入力の影響は軽微である。					
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	B	同上。					
下部タイロッド		一次一般膜応力	△	B	炉心シュラウド支持ロッドは円形断面のシュラウドに設置されていることから発生荷重はシュラウドと同様の傾向となる。したがって、水平地震動の方向ごとに最大荷重の発生点異なるため水平2方向入力の影響は軽微である。					
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	B	同上。					
トグルクレビス		一次一般膜応力	△	B	炉心シュラウド支持ロッドは円形断面のシュラウドに設置されていることから発生荷重はシュラウドと同様の傾向となる。したがって、水平地震動の方向ごとに最大荷重の発生点異なるため水平2方向入力の影響は軽微である。					
トグルピン	せん断応力	△	B	炉心シュラウド支持ロッドは円形断面のシュラウドに設置されていることから発生荷重はシュラウドと同様の傾向となる。したがって、水平地震動の方向ごとに最大荷重の発生点異なるため水平2方向入力の影響は軽微である。						
	同上。	△	B	同上。						
上部格子板	グリッドプレート	一次一般膜応力	△	B	評価部位は格子構造であるため水平地震動の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせても水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—			
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	B	同上。					
炉心支持板	補強ビーム	一次一般膜応力	△	B	水平地震動の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせても水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—			
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	B	同上。					
	支持板	一次一般膜応力	△	B	水平地震動の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせても水平2方向入力の影響は軽微である。					
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	B	同上。					

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（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する 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)		
						振動モード及び新たな 応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動 モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生し ないこと理由	
炉心支持構造物	燃料支持金具	中央燃料支持金具	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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方向入力の影響は軽微である。	×	-
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	B	同上。			
	周辺燃料支持金具	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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方向入力の影響は軽微である。	×	-	
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	B	同上。			
	制御棒案内管	長手中央部	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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方向入力の影響は軽微である。	×	-
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	B	同上。			
下部溶接部	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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方向入力の影響は軽微である。	×	-		
	一次膜応力+一次曲げ応力	△	B	同上。				
銅板	銅板	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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方向入力の影響は軽微である。	×	-	
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	B	同上。			
		一次+二次応力	△	B	同上。			
	上部ウェッジ支持面	支圧応力	△	C	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方向の地震力が作用した場合においても水平1方向の応答が支配的となる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	-	
下部スタビライザ支持面	支圧応力	△	C	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方向の地震力が作用した場合においても水平1方向の応答が支配的となる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。				
下部鏡板	下部鏡板	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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方向入力の影響は軽微である。	×	-	
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	B	同上。			
		一次+二次応力	△	B	同上。			
		一次+二次+ピーク応力	△	B	同上。			
原子炉圧力容器	ハウジング	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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方向入力の影響は軽微である。	×	-	
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	B	同上。			
		一次+二次応力	△	B	同上。			
		一次+二次+ピーク応力	△	B	同上。			
	制御棒駆動機構ハウジング貫通孔	スタブチューブ	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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方向入力の影響は軽微である。	×	-
			一次膜応力+一次曲げ応力	△	B	同上。		
			二次+二次応力	△	B	同上。		
			一次+二次+ピーク応力	△	B	同上。		
	下部鏡板リガメント	下部鏡板リガメント	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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方向入力の影響は軽微である。	×	-
			一次膜応力+一次曲げ応力	△	B	同上。		
			一次+二次応力	△	B	同上。		
			一次+二次+ピーク応力	△	B	同上。		
ノズル	各部位	一次一般膜応力	△	D	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、この配管応答は水平2方向を考慮した評価を実施していることから、ノズルについても2方向を考慮した評価となっている。	○	3次元は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。	
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上。			
		一次+二次応力	△	D	同上。			
		一次+二次+ピーク応力	△	D	同上。			
ブラケット類	原子炉圧力容器スタビライザブラケット	一次一般膜応力	△	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ことから、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ごと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。【別紙4.4 1章】	×	-	
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	C	同上。			
	蒸気乾燥器支持ブラケット	一次一般膜応力	△	D	従来より水平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ごとに考慮した評価を行っている。したがって、水平2方向入力による影響はない。【別紙4.4 2章】	×	-	
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上。			
	給水スパーチャブラケット	一次一般膜応力	○	-	評価においては3次元的に配置されている原子炉内配管の応答を使用しており、原子炉内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。	×	-	
		一次膜応力+一次曲げ応力	○	-	同上。			
	炉心スプレイブラケット	一次一般膜応力	○	-	評価においては3次元的に配置されている原子炉内配管の応答を使用しており、原子炉内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。	×	-	
		一次膜応力+一次曲げ応力	○	-	同上。			

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（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する 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)	振動モード及び新たな 応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動 モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生し ないこと理由
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	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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られた場合でも水平2方向入力の影響は軽微である。	×	-	
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	B	同上。			
		一次+二次応力	△	B	同上。			
		一次+二次+ピーク応力	△	B	同上。			
		軸圧縮応力	△	B	同上。			
	原子炉圧力容器基礎ボルト	基礎ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点が異なる。したがって、水平2方向入力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。			
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	ロッド	引張応力	△	C	×	-	
		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ことから、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ごと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。【別紙4.4 1章】			
	原子炉格納容器スタビライザ	ブラケット	せん断応力	△	C	×	-	
			曲げ応力	△	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ことから、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ごと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。【別紙4.4 1章】
		パイプ	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ことから、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ごと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。【別紙4.4 1章】
			圧縮応力	△	C			同上。
ガセットプレート	せん断応力	△	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ことから、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ごと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。【別紙4.4 1章】				
	曲げ応力	△	C	同上。				
原子炉圧力容器付属構造物	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	引張応力	△	B	×	-	
			圧縮応力	△	B			支配的な応力は水平地震による曲げ応力であり、曲げ応力の最大応力点は地震方向で異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。
			せん断応力	△	B			同上。
			強軸曲げ応力	△	B			同上。
			弱軸曲げ応力	△	B			同上。
		ブラケット	引張応力	△	B			支配的な応力は水平地震による曲げ応力であり、曲げ応力の最大応力点は地震方向で異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。
			圧縮応力	△	B			同上。
			せん断応力	△	B			同上。
			強軸曲げ応力	△	B			同上。
			弱軸曲げ応力	△	B			同上。
	スプライスプレート	引張応力	△	B	支配的な応力は水平地震による曲げ応力であり、曲げ応力の最大応力点は地震方向で異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。			
		圧縮応力	△	B	同上。			
		せん断応力	△	B	同上。			
		強軸曲げ応力 弱軸曲げ応力	△	B	同上。			
蒸気乾燥器	ユニットサポート	一次一般膜応力	△	C	×	-		
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	C			従来評価で評価が厳しくなる方向に地震荷重を与えているため、水平2方向の地震力が作用した場合において、水平1方向の地震荷重と同等となる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。	
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	スタンドパイプ	一次一般膜応力	△	B	×	-	
			一次膜応力+一次曲げ応力	△	B			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箇所で受け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。【別紙4.4 2章】
	シュラウドヘッド	シュラウドヘッド	一次一般膜応力	△	B	×	-	
			一次膜応力+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、水平地震動の方向ごと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られた場合でも水平2方向入力の影響は軽微である。
	ジェットポンプ	ライザ	一次一般膜応力	○	-	○	従来より、3次元はりモデルの応答解析結果を用い、耐震評価を実施しており、ねじれる状態についても耐震評価に用いる同種の荷重として算出される。	
			一次膜応力+一次曲げ応力	○	-			
		ディフューザ	一次一般膜応力	○	-			3次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。
			一次膜応力+一次曲げ応力	○	-			同上。
		ライザブレース	一次一般膜応力	○	-			3次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。
			一次膜応力+一次曲げ応力	○	-			同上。

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（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する 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)		
						振動モード及び新たな 応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動 モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生し ないこと理由	
原子炉圧力容器内部 構造物	スパー ज्या 原子炉内配管	各部位	一次一般膜応力	○	—	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。	○	従来より、3次元はりモデルの応答解析結果を用い、耐震評価を実施しており、ねじれる状態についても耐震評価に用いる同種の荷重として算出される。
			一次膜応力+一次曲げ応力	○	—	同上。		
中性子束計測案内管下部	中性子束計測案内管下部	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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だけでも水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—	
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	B	同上。			
使用済燃料貯蔵ラック	角管	引張応力	○	—	断面形状が一様でないため、水平2方向入力の影響がある。	○	3次元FEMモデルを作成し、耐震評価を実施している。	
		せん断応力	○	—	同上。			
		組合せ応力	○	—	同上。			
	補強板	引張応力	△	C	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方向の地震力が作用した場合においても水平1方向の応答が支配的となる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。			
		せん断応力	△	C	同上。			
		組合せ応力	△	C	同上。			
	燃料支持板	引張応力	○	—	断面形状が一様でないため、水平2方向入力の影響がある。			
		せん断応力	○	—	同上。			
		組合せ応力	○	—	同上。			
	ベース	引張応力	○	—	断面形状が一様でないため、水平2方向入力の影響がある。			
		せん断応力	○	—	同上。			
		組合せ応力	○	—	同上。			
基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】				
	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。【別紙4.4 7章】				
制御棒・破損燃料貯蔵ラック	ラック部材	引張応力	○	—	断面形状が一様でないため、水平2方向入力の影響がある。	×	—	
		せん断応力	○	—	同上。			
		組合せ応力	○	—	同上。			
	支持ビーム部材	引張応力	△	C	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方向の地震力が作用した場合においても水平1方向の応答が支配的となる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【別紙4.4 3章】			
		せん断応力	△	A	水平1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構造となっている。したがって、水平2方向入力の影響はない。【別紙4.4 3章】			
		組合せ応力	△	C	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方向の地震力が作用した場合においても水平1方向の応答が支配的となる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【別紙4.4 3章】			
	ラック基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】			
		せん断応力	△	A	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。【別紙4.4 7章】			
	支持ビーム基礎ボルト	引張応力	△	C	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方向の地震力が作用した場合においても水平1方向の応答が支配的となる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【別紙4.4 3章】			
せん断応力		△	C	水平1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構造となっている。したがって、水平2方向入力の影響はない。【別紙4.4 3章】				
使用済燃料プール水位/温度（ガイドパルス式）	検出器	曲げ応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	検出器についてねじりが発生する可能性があるが、3次元はりモデルの応答解析結果を用い、耐震評価を実施していることから、ねじれる状態についても耐震評価に用いる同種の荷重として算出される。	
	基礎ボルト	引張応力	△	D	同上。			
		せん断応力	△	D	同上。			

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（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行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）	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、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
使用済燃料プール水位/温度（ヒートサーモ式）	基礎ボルト	引張応力	○	—	水平2方向の影響がある。	○	検出器についてねじりが発生する可能性があるが、3次元はりモデルの応答解析結果を用い、耐震評価を実施していることから、ねじれる状態についても耐震評価に用いる同種の荷重として算出される。
		せん断応力	○	—	同上。		
	検出器架台	組合せ応力	○	—	同上。		
	保護管	組合せ応力	○	—	同上。		
	ワーキングテーブルラグ	組合せ応力	○	—	同上。		
燃料プール冷却浄化系熱交換器	胴板	一次一般膜応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸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ない。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
		一次応力	△	A	同上。		
		一次+二次応力	△	A	同上。		
	脚	組合せ応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸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ない。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。		
		基礎ボルト	引張応力	△	A		
	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。		
燃料プール冷却浄化系ポンプ	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	—
		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。【別紙4.4 7章】		
	ポンプ取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
	原動機取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
使用済燃料プール監視カメラ	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	—
		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。【別紙4.4 7章】		
	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
主蒸気逃がし安全弁逃がし弁機能用アキュムレータ	ラグ	せん断応力	△	A	構造上水平1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方向入力の影響はない。	×	—
		曲げ応力	△	C	従来評価では鉛直方向とより有意な応力が発生する水平1方向との組合せを考慮しており、他の水平方向の地震力により発生する応力は小さいため、水平2方向入力の影響は軽微である。		
		組合せ応力	△	C	同上。		
	ボルト	引張応力	△	C	水平1方向の応力が支配的であるため、影響は軽微である。		
		せん断応力	△	A	構造上水平1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方向入力の影響はない。		
	H形鋼	せん断応力	○	—	水平2方向の影響がある。		
		曲げ応力	○	—	同上。		
組合せ応力	○	—	同上。				
主蒸気逃がし安全弁自動減圧機能用アキュムレータ	ラグ	せん断応力	△	A	構造上水平1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方向入力の影響はない。	×	—
		曲げ応力	△	C	従来評価では鉛直方向とより有意な応力が発生する水平1方向との組合せを考慮しており、他の水平方向の地震力により発生する応力は小さいため、水平2方向入力の影響は軽微である。		
		組合せ応力	△	C	同上。		
	ボルト	引張応力	△	C	水平1方向の応力が支配的であるため、影響は軽微である。		
		せん断応力	△	A	構造上水平1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方向入力の影響はない。		
	H形鋼	せん断応力	○	—	水平2方向の影響がある。		
		曲げ応力	○	—	同上。		
組合せ応力	○	—	同上。				

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（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する 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)	振動モード及び新たな 応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動 モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生し ないこと理由		
						残留熱除去系熱交換器	胴板	一次一般膜応力	△	A
一次応力	△	A	同上。							
一次+二次応力	△	A	同上。							
脚	組合せ応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸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ない。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。						
	基礎ボルト	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、強軸と弱軸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ない。したがって、水平2方向入力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。					
残留熱除去系ポンプ	バレルケーシング	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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だけでも水平2方向入力の影響は軽微である。	○	X又はY方向振動モードではねじれ振動モードは現れない。水平2方向入力によって、ねじれ振動モードが高次に現れる可能性はあるが、有意な応答ではないため、影響がないと考えられる。			
		コラムパイプ	一次一般膜応力	△	B			評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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だけでも水平2方向入力の影響は軽微である。		
	基礎ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点が異なる。したがって、水平2方向入力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。					
	ポンプ取付ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点が異なる。したがって、水平2方向入力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。					
	原動機台取付ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点が異なる。したがって、水平2方向入力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。					
	原動機取付ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点が異なる。したがって、水平2方向入力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。					
	ECCS ストレーナ	アウタージャケット	一次応力（曲げ応力を含む）	△	D			水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	-
		フランジプレート	一次応力（曲げ応力を含む）	△	D			水平2方向を考慮した評価を実施している。		
多孔プレート（ディスクシート）		一次応力（曲げ応力を含む）	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。					
多孔プレート（ポケットシート）		一次応力（曲げ応力を含む）	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。					
多孔プレート（フロントシート）		一次応力（曲げ応力を含む）	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。					
フランジ		曲げ応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。					
ボルト		引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。					
ストレーナ部ティー	ティー	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	-			
高圧炉心スプレイ系ポンプ	バレルケーシング	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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だけでも水平2方向入力の影響は軽微である。	○	X又はY方向振動モードではねじれ振動モードは現れない。水平2方向入力によって、ねじれ振動モードが高次に現れる可能性はあるが、有意な応答ではないため、影響がないと考えられる。			
		コラムパイプ	一次一般膜応力	△	B			評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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だけでも水平2方向入力の影響は軽微である。		
	基礎ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点が異なる。したがって、水平2方向入力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。					
	ポンプ取付ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点が異なる。したがって、水平2方向入力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。					
	原動機台取付ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点が異なる。したがって、水平2方向入力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。					
	原動機取付ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点が異なる。したがって、水平2方向入力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。					

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（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する 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)	
						振動モード及び新たな 応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動 モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生し ないこと理由
低圧炉心スプレイ系ポンプ	バレルケーシング	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごとに最大応力点異なる。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方向入力の影響は軽微である。	○	X又はY方向振動モードではねじれ振動モードは現れない。水平2方向入力によって、ねじれ振動モードが高次にて現れる可能性はあるが、有意な応答ではないため、影響がないと考えられる。
	コラムパイプ	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごとに最大応力点異なる。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方向入力の影響は軽微である。		
	基礎ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点異なる。したがって、水平2方向入力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。		
	ポンプ取付ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点異なる。したがって、水平2方向入力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。		
	原動機台取付ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点異なる。したがって、水平2方向入力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。		
	原動機取付ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点異なる。したがって、水平2方向入力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。		
高圧代替注水系タービンポンプ	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	-
		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。【別紙4.4 7章】		
	ポンプ取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
直流駆動低圧注水系ポンプ	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	-
		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。【別紙4.4 7章】		
	ポンプ取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
	原動機取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
原子炉隔離時冷却系ポンプ	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	-
		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。【別紙4.4 7章】		
	ポンプ取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
原子炉隔離時冷却系ポンプ駆動用タービン	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	-
		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。【別紙4.4 7章】		
	タービン取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		

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（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する 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)	
						振動モード及び新たな 応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動 モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生し ないこと理由
復水移送ポンプ	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	-
		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。【別紙4.4 7章】		
	ポンプ取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
	原動機取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
復水貯蔵タンク	胴板	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせても水平2方向入力の影響は軽微である。【別紙4.4 4章】	×	-
		一次+二次応力	△	B	同上。		
		座屈	△	B	同上。		
	基礎ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【別紙4.4 8章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
原子炉補機冷却水系熱交換器	胴板	一次一般膜応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸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ない。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	-
		一次応力	△	A	同上。		
		一次+二次応力	△	A	同上。		
	脚	組合せ応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸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ない。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。		
基礎ボルト	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、強軸と弱軸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ない。したがって、水平2方向入力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。			
原子炉補機冷却水ポンプ	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	-
		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。【別紙4.4 7章】		
	ポンプ取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
	原動機取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
原子炉補機冷却海水ポンプ	コラムパイプ	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせても水平2方向入力の影響は軽微である。	○	X又はY方向振動モードではねじれ振動モードは現れない。水平2方向入力によって、ねじれ振動モードが高次に現れる可能性はあるが、有意な応答ではないため、影響がないと考えられる。
	基礎ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点異なる。したがって、水平2方向入力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。		
	ポンプ取付ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点異なる。したがって、水平2方向入力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。		
	原動機取付ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点異なる。したがって、水平2方向入力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。【別紙4.4 7章】		
中間支持台基礎ボルト	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。【別紙4.4 7章】			
原子炉補機冷却水サージタンク	胴板	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせても水平2方向入力の影響は軽微である。【別紙4.4 4章】	×	-
		一次+二次応力	△	B	同上。		
		座屈	△	B	同上。		
	基礎ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点異なる。したがって、水平2方向入力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。		

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（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する 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)				
						振動モード及び新たな 応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動 モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生し ないこと理由			
原子炉補機冷却海水系ストレナー	胴板	一次一般膜応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸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ない。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	-			
		一次応力	△	A	同上。					
		一次+二次応力	△	A	同上。					
	脚	組合せ応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸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ない。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。					
		基礎ボルト	引張応力	△	C			ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】		
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。【別紙4.4 7章】						
高圧炉心スプレイ補機冷却水系熱交換器	胴板	一次一般膜応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸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ない。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	-			
		一次応力	△	A	同上。					
		一次+二次応力	△	A	同上。					
	脚	組合せ応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸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ない。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。					
		基礎ボルト	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、強軸と弱軸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ない。したがって、水平2方向入力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。【別紙4.4 7章】					
	高圧炉心スプレイ補機冷却水ポンプ	基礎ボルト	引張応力	△	C			ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	-
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。【別紙4.4 7章】					
ポンプ取付ボルト		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。【別紙4.4 7章】					
		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。【別紙4.4 7章】					
原動機取付ボルト		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。【別紙4.4 7章】					
		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。【別紙4.4 7章】					
高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ		コラムパイプ	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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方向入力の影響は軽微である。	○	X又はY方向振動モードではねじれ振動モードは現れない。水平2方向入力によって、ねじれ振動モードが高次に現れる可能性はあるが、有意な応答ではないため、影響がないと考えられる。		
		基礎ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点が異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【別紙4.4 8章】				
	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。【別紙4.4 7章】					
	ポンプ取付ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点が異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【別紙4.4 8章】					
		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。【別紙4.4 7章】					
	原動機取付ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点が異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【別紙4.4 8章】					
		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。【別紙4.4 7章】					
	中間支持台基礎ボルト	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。【別紙4.4 7章】					
高圧炉心スプレイ補機冷却水サージタンク	胴板	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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方向入力の影響は軽微である。【別紙4.4 4章】	×	-			
		一次+二次応力	△	B	同上。					
		座屈	△	B	同上。					
	基礎ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点が異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【別紙4.4 8章】					
		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。【別紙4.4 7章】					
制御棒駆動機構	フランジ	一次応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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方向入力の影響は軽微である。	×	-			
		一次+二次応力	△	B	同上。					
		一次+二次+ピーク応力	△	B	同上。					
		引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。					
水圧制御ユニット	フレーム	せん断応力	△	D	同上。	○	3次元のモデルを用いた解析により、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。			
		圧縮応力	△	D	同上。					
		曲げ応力	△	D	同上。					
		組合せ応力	△	D	同上。					
		取付ボルト	引張応力	△	D			水平2方向を考慮した評価を実施している。		
			せん断応力	△	D			同上。		

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（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する 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)	
						振動モード及び新たな 応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動 モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生し ないこと理由
ほう酸水注入系ポンプ	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	-
		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。【別紙4.4 7章】		
	ポンプ取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
	減速機取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
	原動機取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
ほう酸水注入系貯蔵タンク	胴板	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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る場合でも水平2方向入力の影響は軽微である。【別紙4.4 4章】	×	-
		二次+二次応力	△	B	同上。		
		座屈	△	B	同上。		
	基礎ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点が異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【別紙4.4 8章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
		一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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る場合でも水平2方向入力の影響は軽微である。		
起動領域モニタ	ドライチューブ	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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る場合でも水平2方向入力の影響は軽微である。	×	-
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	B	同上。		
出力領域モニタ	カバーチューブ	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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る場合でも水平2方向入力の影響は軽微である。	×	-
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	B	同上。		
	校正用導管	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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る場合でも水平2方向入力の影響は軽微である。		
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	B	同上。		
伝送器（矩形床置）	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	-
		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。【別紙4.4 7章】		
	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
	溶接部	引張応力	△	C	矩形形状のスタンプの溶接部であるため、ボルトと同様に、水平2方向入力による対角方向への転倒を想定すると、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。		
		せん断応力	△	C	ボルトと同様に水平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。		
		曲げ応力	△	C	矩形形状のスタンプの溶接部であるため、ボルトと同様に、水平2方向入力による対角方向への転倒を想定すると、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。		
		組合せ応力	△	C	矩形形状のスタンプの溶接部であるため、ボルトと同様に、水平2方向入力による対角方向への転倒を想定すると、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。		
伝送器（矩形壁掛）	基礎ボルト	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-
		せん断応力	△	A	壁掛けのボルトは、壁と平行方向の水平地震力と鉛直地震力のみによりせん断力が発生するため、水平2方向入力の影響はない。		
	取付ボルト	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。		
		せん断応力	△	A	壁掛けのボルトは、壁と平行方向の水平地震力と鉛直地震力のみによりせん断力が発生するため、水平2方向入力の影響はない。		
	溶接部	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。		
		せん断応力	△	A	壁掛けの溶接部は、壁と平行方向の水平地震力と鉛直地震力のみによりせん断力が発生するため、水平2方向入力の影響はない。		
		曲げ応力	△	A	壁掛けの溶接部は、壁と平行方向の水平地震力と鉛直地震力のみにより曲げ応力が発生するため、水平2方向入力の影響はない。		
		組合せ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。		

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（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する 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)	振動モード及び新たな 応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動 モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生し ないこと理由
盤（矩形床置）	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	-	
		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。【別紙4.4 7章】			
	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。【別紙4.4 7章】			
		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。【別紙4.4 7章】			
盤（矩形壁掛）	取付ボルト	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-	
		せん断応力	△	A	壁掛けのボルトは、壁と平行方向の水平地震力と鉛直地震力のみによりせん断力が発生するため、水平2方向入力の影響はない。			
衛星電話設備（屋外アンテナ）（中央制御室）	基礎ボルト	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-	
衛星電話設備（屋外アンテナ）（緊急時対策所）	基礎ボルト	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。			
無線連絡設備（屋外アンテナ）（中央制御室）	基礎ボルト	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-	
		せん断応力	△	A	壁掛けのボルトは、壁と平行方向の水平地震力と鉛直地震力のみによりせん断力が発生するため、水平2方向入力の影響はない。			
無線連絡設備（屋外アンテナ）（緊急時対策所）	基礎ボルト	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-	
		せん断応力	△	A	壁掛けのボルトは、壁と平行方向の水平地震力と鉛直地震力のみによりせん断力が発生するため、水平2方向入力の影響はない。			
安全パラメータ表示システム（SPDS）無線通信用アンテナ	基礎ボルト	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-	
		せん断応力	△	A	壁掛けのボルトは、壁と平行方向の水平地震力と鉛直地震力のみによりせん断力が発生するため、水平2方向入力の影響はない。			
統合原子力防災ネットワーク設備衛星アンテナ	基礎ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点が異なる。したがって、水平2方向入力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。			
ダクト本体、サポート	ダクト本体（矩形）	座屈	△	A	弱軸の有効断面に対し、最大応答を示す方向の地震力により評価を実施しており、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	-	
	ダクト本体（円形）	座屈	△	D	水平2方向を考慮したモーメント基準で設計したピッチスパンよりも振動数基準で設計したピッチスパンの方が短いスパンとなることを確認した上で、設計は振動数基準で実施していることから水平2方向を考慮した評価となっている。			
	サポート	一次応力（組合せ）	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
中央制御室送風機	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	-	
		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。【別紙4.4 7章】			
	原動機取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】			
		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。【別紙4.4 7章】			
中央制御室排風機	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	-	
		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。【別紙4.4 7章】			
	原動機取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】			
		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。【別紙4.4 7章】			
中央制御室再循環送風機	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	-	
		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。【別紙4.4 7章】			
	原動機取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】			
		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。【別紙4.4 7章】			
中央制御室再循環フィルタ装置	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	-	
		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。【別紙4.4 7章】			

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（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する 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)	
						振動モード及び新たな 応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動 モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生し ないこと理由
緊急時対策所非常用送風機	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	-
		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。【別紙4.4 7章】		
	原動機取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
緊急時対策所非常用フィルタ装置	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	-
		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。【別紙4.4 7章】		
	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
差圧計（中央制御室待避所用）	基礎ボルト	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-
		せん断応力	△	A	壁掛けのボルトは、壁と平行方向の水平地震力と鉛直地震力のみによりせん断力が発生するため、水平2方向入力の影響はない。		
差圧計（緊急時対策所用）	基礎ボルト	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-
		せん断応力	△	A	壁掛けのボルトは、壁と平行方向の水平地震力と鉛直地震力のみによりせん断力が発生するため、水平2方向入力の影響はない。		
ドライウエル	上鏡球形部	一次一般膜応力	△	D	水平2方向の組合せを考慮した評価を実施している。	×	-
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上。		
		一次+二次応力	△	D	同上。		
	上鏡球形部と上鏡ナックル部の接合部	一次膜応力+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。		
		一次+二次応力	△	D	同上。		
		二次膜応力+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。		
	円筒部と上フランジの接合部	一次+二次応力	△	D	同上。		
		一次膜応力+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。		
		一次+二次応力	△	D	同上。		
	下フランジと円筒部の接合部	一次膜応力+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。		
		一次+二次応力	△	D	同上。		
		二次膜応力+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。		
	円筒部とナックル部の接合部	一次+二次応力	△	D	同上。		
		一次膜応力+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。		
		一次+二次応力	△	D	同上。		
	ナックル部と上部球形部の接合部	一次膜応力+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。		
		一次+二次応力	△	D	同上。		
		二次膜応力+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。		
	ドライウエルスプレイ管取付部	一次+二次応力	△	D	同上。		
		一次膜応力+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。		
一次+二次応力		△	D	同上。			
上部球形部と円筒部の接合部	一次膜応力+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。			
	一次+二次応力	△	D	同上。			
	二次一般膜応力	△	D	水平2方向の組合せを考慮した評価を実施している。			
円筒部中心部	一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上。			
	一次+二次応力	△	D	同上。			
	一次膜応力+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。			
円筒部と下鏡の接合部	一次+二次応力	△	D	同上。			
	一次膜応力+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、水平地震動の方向ごと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方向入力の影響は軽微である。			
	一次+二次応力	△	D	水平2方向の組合せを考慮した評価を実施している。			
サンドクッション部	一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上。			
	一次+二次応力	△	D	同上。			
	座屈応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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方向入力の影響は軽微である。			
ドライウエルベント開口部	ベントノズル円すい部	一次膜応力+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。	×	-
		一次+二次応力	△	D	同上。		
	ドライウエルベント開口部	一次膜応力+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。		
		一次+二次応力	△	D	同上。		
サブプレッションチェンバ	胴中央部外側	一次一般膜応力	△	D	水平2方向の組合せを考慮した評価を実施している。	×	-
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上。		
		一次+二次応力	△	D	水平2方向の組合せを考慮した評価を実施している。		
	胴中央部底部	一次一般膜応力	△	D	同上。		
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上。		
		一次+二次応力	△	D	水平2方向の組合せを考慮した評価を実施している。		
	胴中央部内側	一次一般膜応力	△	D	同上。		
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上。		
		一次+二次応力	△	D	水平2方向の組合せを考慮した評価を実施している。		
	胴中央部頂部	一次一般膜応力	△	D	水平2方向の組合せを考慮した評価を実施している。		
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上。		
		一次+二次応力	△	D	同上。		
	胴エビ継手部外側	一次膜応力+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。		
		一次+二次応力	△	D	同上。		
		二次膜応力+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。		
	胴エビ継手部底部	一次+二次応力	△	D	同上。		
一次膜応力+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。			
一次+二次応力		△	D	同上。			
胴エビ継手部内側	一次膜応力+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。			
	一次+二次応力	△	D	同上。			
	二次膜応力+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。			
胴エビ継手部頂部	一次+二次応力	△	D	同上。			
	一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上。			

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（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する 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)	
						振動モード及び新たな 応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動 モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生し ないこと理由
サブプレッションチェンバ	内側ボックスサポート 取付部	一次膜応力+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。	×	-
		一次+二次応力	△	D	同上。		
	外側ボックスサポート 取付部	一次膜応力+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。		
		一次+二次応力	△	D	同上。		
原子炉格納容器シヤラ	内側フィメールシヤラ グ本体（溶接部）	一次応力（せん断）	△	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ことから、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ごと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。	×	-
		一次応力（曲げ）	△	C	同上。		
		一次応力（組合せ）	△	C	同上。		
		一次+二次応力（せん断）	△	C	同上。		
		一次+二次応力（曲げ）	△	C	同上。		
		一次+二次応力（座屈）	△	C	同上。		
		一次+二次応力（組合せ）	△	C	同上。		
	内側フィメールシヤラ グ取付部（溶接部）	一次応力（せん断）	△	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ことから、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ごと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。		
		一次応力（曲げ）	△	C	同上。		
		一次応力（組合せ）	△	C	同上。		
		一次+二次応力（せん断）	△	C	同上。		
		一次+二次応力（曲げ）	△	C	同上。		
		一次+二次応力（座屈）	△	C	同上。		
		一次+二次応力（組合せ）	△	C	同上。		
	外側メイルシヤラグ取 付部（溶接部）	一次応力（せん断）	△	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ことから、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ごと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。		
		一次応力（曲げ）	△	C	同上。		
		一次応力（組合せ）	△	C	同上。		
		一次+二次応力（せん断）	△	C	同上。		
		一次+二次応力（曲げ）	△	C	同上。		
		一次+二次応力（座屈）	△	C	同上。		
		一次+二次応力（組合せ）	△	C	同上。		
	外側メイルシヤラグ本 体	一次応力（支圧）	△	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ことから、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ごと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。		
		一次+二次応力（支圧）	△	C	同上。		
	外側フィメールシヤラ グ本体（溶接部）	一次応力（せん断）	△	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ことから、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ごと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。		
		一次応力（曲げ）	△	C	同上。		
		一次応力（組合せ）	△	C	同上。		
		一次+二次応力（せん断）	△	C	同上。		
		一次+二次応力（曲げ）	△	C	同上。		
		一次+二次応力（座屈）	△	C	同上。		
		一次+二次応力（組合せ）	△	C	同上。		
	外側フィメールシヤラ グ本体	一次応力（支圧）	△	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ことから、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ごと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。		
		一次+二次応力（支圧）	△	C	同上。		
	外側フィメールシヤラ グベースプレート	一次応力（せん断）	△	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ことから、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ごと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。		
		一次応力（曲げ）	△	C	同上。		
		一次応力（組合せ）	△	C	同上。		
		一次+二次応力（せん断）	△	C	同上。		
		一次+二次応力（曲げ）	△	C	同上。		
		一次+二次応力（座屈）	△	C	同上。		
		一次+二次応力（組合せ）	△	C	同上。		
	外側フィメールシヤラ グ基礎ボルト	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ことから、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ごと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。		
	外側フィメールシヤラ グ本体（溶接部）	一次応力（せん断）	△	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ことから、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ごと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。		
		一次応力（曲げ）	△	C	同上。		
		一次応力（組合せ）	△	C	同上。		
		一次+二次応力（せん断）	△	C	同上。		
		一次+二次応力（曲げ）	△	C	同上。		
		一次+二次応力（座屈）	△	C	同上。		
		一次+二次応力（組合せ）	△	C	同上。		
	コンクリート	圧縮応力	△	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ことから、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ごと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。		
せん断応力		△	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ことから、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ごと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。			
シヤラグ取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	△	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ことから、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ごと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。			
	一次+二次応力	△	C	同上。			

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（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する 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)	
						振動モード及び新たな 応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動 モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生し ないことの理由
ボックスサポート	ボックスプレート	一次応力（引張）	△	D	水平2方向の組合せを考慮した評価を実施している。	×	-
		一次応力（せん断）	△	D	同上。		
		一次応力（圧縮）	△	D	同上。		
		一次応力（曲げ）	△	D	同上。		
		一次応力（組合せ）	△	D	同上。		
		一次+二次応力（引張・圧縮）	△	D	同上。		
		一次+二次応力（せん断）	△	D	同上。		
		一次+二次応力（曲げ）	△	D	同上。		
		一次+二次応力（座屈）	△	D	同上。		
		一次+二次応力（組合せ）	△	D	同上。		
	ボックスプレート取付部	一次応力（引張）	△	D	水平2方向の組合せを考慮した評価を実施している。		
		一次応力（せん断）	△	D	同上。		
		一次応力（曲げ）	△	D	同上。		
		一次応力（組合せ）	△	D	同上。		
		一次+二次応力（引張・圧縮）	△	D	同上。		
		一次+二次応力（せん断）	△	D	同上。		
		一次+二次応力（曲げ）	△	D	同上。		
		一次+二次応力（座屈）	△	D	同上。		
		一次+二次応力（組合せ）	△	D	同上。		
		ボックスプレート（上側）取付部	一次応力（引張）	△	D		
	一次応力（せん断）		△	D	同上。		
	一次応力（曲げ）		△	D	同上。		
	一次応力（組合せ）		△	D	同上。		
	一次+二次応力（引張・圧縮）		△	D	同上。		
	一次+二次応力（せん断）		△	D	同上。		
	一次+二次応力（曲げ）		△	D	同上。		
	一次+二次応力（座屈）		△	D	同上。		
	一次+二次応力（組合せ）		△	D	同上。		
	フランジプレートとシヤラグ接触部		一次応力（支圧）	△	D		
		一次+二次応力（支圧）	△	D	同上。		
	シヤラグ取付部	一次応力（せん断）	△	D	水平2方向の組合せを考慮した評価を実施している。		
		一次応力（曲げ）	△	D	同上。		
		一次応力（組合せ）	△	D	同上。		
		一次+二次応力（せん断）	△	D	同上。		
		一次+二次応力（曲げ）	△	D	同上。		
		一次+二次応力（座屈）	△	D	同上。		
	基礎ボルト	一次応力（引張）	△	D	水平2方向の組合せを考慮した評価を実施している。		
		一次応力（せん断）	△	D	水平2方向の組合せを考慮した評価を実施している。		
	フランジプレート	一次応力（曲げ）	△	D	同上。		
		一次応力（組合せ）	△	D	同上。		
		一次+二次応力（せん断）	△	D	同上。		
		一次+二次応力（曲げ）	△	D	同上。		
		一次+二次応力（座屈）	△	D	同上。		
		一次+二次応力（組合せ）	△	D	同上。		
	フランジプレート（外側）	一次応力（せん断）	△	D	水平2方向の組合せを考慮した評価を実施している。		
		一次応力（曲げ）	△	D	同上。		
		一次応力（組合せ）	△	D	同上。		
		一次+二次応力（せん断）	△	D	同上。		
		一次+二次応力（曲げ）	△	D	同上。		
		一次+二次応力（座屈）	△	D	同上。		
	ベースプレート	一次応力（せん断）	△	D	水平2方向の組合せを考慮した評価を実施している。		
		一次応力（曲げ）	△	D	同上。		
		一次応力（組合せ）	△	D	同上。		
		一次+二次応力（せん断）	△	D	同上。		
		一次+二次応力（曲げ）	△	D	同上。		
		一次+二次応力（座屈）	△	D	同上。		
	シヤコネクタ取付部	一次応力（せん断）	△	D	水平2方向の組合せを考慮した評価を実施している。		
		一次応力（曲げ）	△	D	同上。		
		一次応力（組合せ）	△	D	同上。		
		一次+二次応力（せん断）	△	D	同上。		
		一次+二次応力（曲げ）	△	D	同上。		
		一次+二次応力（座屈）	△	D	同上。		
	コンクリート（ベースプレート下面）	圧縮応力	△	D	水平2方向の組合せを考慮した評価を実施している。		
	コンクリート（シヤコネクタ（外側）側面）	圧縮応力	△	D	水平2方向の組合せを考慮した評価を実施している。		
	コンクリート（シヤプレート上面）	せん断応力	△	D	水平2方向の組合せを考慮した評価を実施している。		

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（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する 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)		
						振動モード及び新たな 応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動 モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生し ないこと理由	
ボックスサポート	パッド取付部	一次応力（引張）	△	D	水平2方向の組合せを考慮した評価を実施している。	×	-	
		一次応力（せん断）	△	D				
		一次応力（曲げ）	△	D				
		一次応力（組合せ）	△	D				
		一次+二次応力（引張・圧縮）	△	D				
		一次+二次応力（せん断）	△	D				
		一次+二次応力（曲げ）	△	D				
		一次+二次応力（座屈）	△	D				
		一次+二次応力（組合せ）	△	D				
		一次+二次応力	△	D				
原子炉格納容器	機器搬出入用ハッチ	機器搬出入用ハッチ取付部	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	-	
		一次+二次応力	△	D				
	逃がし安全弁搬出入口	逃がし安全弁搬出入口取付部	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	-	
		一次+二次応力	△	D				
	制御棒駆動機構搬出入口	制御棒駆動機構搬出入口取付部	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	-	
		一次+二次応力	△	D				
	サブプレッションチェンバ出入口	サブプレッションチェンバ出入口円筒胴	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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だけでも水平2方向入力の影響は軽微である。	×	-
			一次膜応力+一次曲げ応力	△	B			
			一次+二次応力	△	B			
	サブプレッションチェンバ出入口取付部	サブプレッションチェンバ出入口取付部	一次膜応力+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、水平地震動の方向ごと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だけでも水平2方向入力の影響は軽微である。	×	-
一次+二次応力			△	B				
一次+二次応力			△	B				
所員用エアロック	所員用エアロック取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	-	
		一次+二次応力	△	D				
原子炉格納容器配管貫通部	貫通部管台取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	評価においては3次的に配置されている接続配管の応答を使用しており、この接続配管において水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元は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	△	D				
	貫通部管台	一次一般膜応力	△	D	評価においては3次的に配置されている接続配管の応答を使用しており、この接続配管において水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元は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。	
		一次膜応力+二次曲げ応力	△	D				
原子炉格納容器電気配線貫通部	フランジとスリーブの継手	一次一般膜応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-	
		一次膜応力+一次曲げ応力	○	-				
		一次+二次応力	○	-				
	フランジとアダプタの継手	一次一般膜応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-	
		一次膜応力+一次曲げ応力	○	-				
		一次+二次応力	○	-				
	アダプタとヘッダの継手	二次膜応力+一次曲げ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-	
		一次+二次応力	○	-				
		一次一般膜応力	△	D				
ダウンカマ	ダウンカマ（一般部）	一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	水平2方向を考慮し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り、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。	
		一次+二次応力	△	D				
	ダウンカマ（一般部以外）	一次膜応力+一次曲げ応力	△	D				
		一次+二次応力	△	D				
ベント管	ベント管（一般部）	一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮し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り、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。	
		二次膜応力+一次曲げ応力	△	D				
		一次+二次応力	△	D				
	ベント管（一般部以外）	一次膜応力+一次曲げ応力	△	D				
		一次+二次応力	△	D				
		真空破壊装置スリーブ	二次膜応力+一次曲げ応力	△				D
ベント管ベローズ	ベント管ベローズ	疲労	△	D	評価においては、水平2方向を考慮したサブプレッションチェンバ及びベント管の地震応答解析結果（変位）を使用していることから、水平2方向を考慮した評価となっている。	○	3次元はモデルの応答解析結果を用い、耐震評価を実施している。	
		一次一般膜応力	△	D				
ベントヘッダ	ベントヘッダ（一般部）	一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮し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り、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。	
		一次膜応力+二次曲げ応力	△	D				
		一次+二次応力	△	D				
	ベントヘッダ（一般部以外）	一次膜応力+一次曲げ応力	△	D				
		一次+二次応力	△	D				
		ベントヘッダサポート（下側）	組合せ応力	△				D
	ピン（下側）	組合せ応力	△	D				
		エンドプレート（下）	組合せ応力	△				D
ベントヘッダサポート（上側）	組合せ応力	△	D					
	ピン（上側）	組合せ応力	△	D				
エンドプレート（上）	組合せ応力	△	D					
	サブプレッションチェンバスプレイ管	スプレイ管	一次応力	△	D	非対称構造であるため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ごとに異なる。したがって、水平2方向の影響がある。	○	3次元のモデルを用いた解析により、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。
一次+二次応力			△	D				
スプレイ管とスプレイ管案内管との接続部		一次応力	△	D				
		一次+二次応力	△	D				

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（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する 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)	
						振動モード及び新たな 応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動 モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生し ないこと理由
代替循環冷却ポンプ	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	-
		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。【別紙4.4 7章】		
	ポンプ取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
	原動機取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
非常用ガス処理系空気乾燥装置	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	-
		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。【別紙4.4 7章】		
	スライドボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
	固定ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
非常用ガス処理系排風機	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	-
		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。【別紙4.4 7章】		
	排風機取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
	原動機取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
非常用ガス処理系フィルタ装置	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	-
		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。【別紙4.4 7章】		
	スライドボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
	固定ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置	内梁	引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた 解析により、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。
		せん断応力	△	D	同上。		
	門ピン	引張応力	△	A	水平1方向(面外)の荷重のみ負担し、その他の方向の荷重を負担しない構造となっていることから、水平2方向入力の影響は軽微である。		
		せん断応力	△	A	同上。		
	丁番ブラケット	引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。		
		せん断応力	△	D	同上。		
可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロウ	ブレース	圧縮応力	△	A	ブレースはブロウの重心とサポートプレート設置位置のずれによる軸方向転倒防止のため設置している。そのためブレースが受けもつ荷重は現在評価対象としている軸方向の転倒モーメントのみであり、軸直方向の水平地震荷重はベース溶接部のせん断で受けもつと考えられる。したがって、水平2方向入力の影響は受けない。	×	-
	ベース取付溶接部	せん断応力	○	-	ベース溶接部で水平方向のそれぞれの水平荷重を負担する。したがって、水平2方向入力の影響がある。		
可燃性ガス濃度制御系再結合装置	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	-
		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。【別紙4.4 7章】		

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（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する 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)	
						振動モード及び新たな 応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動 モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生し ないこと理由
静的触媒式水素再結合装置（その1）	静的触媒式水素再結合装置本体	組合せ応力	○	—	水平2方向の影響がある。	×	—
	架台	組合せ応力	○	—	水平2方向の影響がある。		
	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
静的触媒式水素再結合装置（その2）	静的触媒式水素再結合装置本体	組合せ応力	○	—	水平2方向の影響がある。	×	—
	架台	組合せ応力	○	—	水平2方向の影響がある。		
	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
	基礎ボルト	引張応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。		
		せん断応力	△	A	壁掛けのボルトは、壁と平行方向の水平地震力と鉛直地震力のみによりせん断力が発生するため、水平2方向入力の影響はない。		
フィルタ装置	胴板	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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だけでも水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
		一次膜応力+一次曲げ応力	○	—	水平2方向の影響がある。		
		一次+二次応力	○	—	同上。		
	ラグ	組合せ応力	○	—	水平2方向の影響がある。		
		引張応力	○	—	水平2方向の影響がある。		
		せん断応力	△	A	ラグの取付ボルト穴は長穴構造であり、水平2方向の地震力を受けた場合でも、水平1方向の地震力しか負担しない構造のため、水平2方向の地震力の影響はない。		
非常用ディーゼル発電設備 機関	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	—
		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。【別紙4.4 7章】		
非常用ディーゼル発電設備 発電機	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	—
		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。【別紙4.4 7章】		
	固定子取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
	軸受台取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
非常用ディーゼル発電設備 空気だめ	胴板	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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だけでも水平2方向入力の影響は軽微である。【別紙4.4 4章】	×	—
		一次+二次応力	△	B	同上。		
	スカート	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、水平地震動の方向ごと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だけでも水平2方向入力の影響は軽微である。		
		座屈	△	B	支配的な応力は水平地震による曲げ応力であり、曲げ応力の最大応力点は地震方向で異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。		
	基礎ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点が異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【別紙4.4 8章】		
		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。【別紙4.4 7章】		

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（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する 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)	
						振動モード及び新たな 応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動 モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生し ないこと理由
非常用ディーゼル発電設備 燃料デイトンク	胴板	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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方向入力の影響は軽微である。【別紙4.4 4章】	×	-
		一次+二次応力	△	B	同上。		
	スカート	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、水平地震動の方向ごと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方向入力の影響は軽微である。		
		座屈	△	B	支配的な応力は水平地震による曲げ応力であり、曲げ応力の最大応力点は地震方向で異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。		
	基礎ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点が異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【別紙4.4 8章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
非常用ディーゼル発電設備 燃料移送ポンプ	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	-
		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。【別紙4.4 7章】		
	ポンプ取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
	原動機取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
非常用ディーゼル発電設備 制御盤	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。【別紙4.4 7章】	×	-
		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。【別紙4.4 7章】		
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 機関	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	-
		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。【別紙4.4 7章】		
	機関取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 発電機	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	-
		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。【別紙4.4 7章】		
	固定子取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
	機関側軸受台取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
	反機関側軸受台取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備 空気だめ	胴板	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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方向入力の影響は軽微である。【別紙4.4 4章】	×	-
		一次+二次応力	△	B	同上。		
	スカート	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、水平地震動の方向ごと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方向入力の影響は軽微である。		
		座屈	△	B	支配的な応力は水平地震による曲げ応力であり、曲げ応力の最大応力点は地震方向で異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。		
	基礎ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点が異なる。したがって、水平2方向入力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。		

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（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する 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)	
						振動モード及び新たな 応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動 モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生し ないこと理由
高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電設備 燃料デイトンク	胴板	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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方向入力の影響は軽微である。【別紙4.4 4章】	×	-
		一次+二次応力	△	B	同上。		
	スカート	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、水平地震動の方向ごと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方向入力の影響は軽微である。		
		座屈	△	B	支配的な応力は水平地震による曲げ応力であり、曲げ応力の最大応力点は地震方向で異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。		
	基礎ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点が異なる。したがって、水平2方向入力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。			
高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電設備 燃料移送ポンプ	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	-
		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。【別紙4.4 7章】		
	ポンプ取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
	原動機取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
軽油タンク	胴板	一次一般膜応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸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ない。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	-
		一次応力	△	A	同上。		
		一次+二次応力	△	A	同上。		
	脚	組合せ応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸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ない。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	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸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ない。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。		
	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。		
引張応力		△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】			
高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電設備 制御盤	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。【別紙4.4 7章】	×	-
		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。【別紙4.4 7章】		
ガスタービン発電設備 機関・発電機	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。【別紙4.4 7章】	×	-
		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。【別紙4.4 7章】		
	発電機車フレーム	組合せ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。		
	制御車フレーム	組合せ応力	○	-	同上。		
ガスタービン発電設備 燃料移送ポンプ	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	-
		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。【別紙4.4 7章】		
	ポンプ取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
	原動機取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		

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（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直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）		
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、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	
ガスタービン発電設備 軽油タンク	胴板	一次一般膜応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸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ない。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	-	
		一次応力	△	A				同上。
		一次+二次応力	△	A				同上。
	脚	組合せ応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸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ない。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。			
		基礎ボルト	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、強軸と弱軸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ない。したがって、水平2方向入力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。				
ガスタービン発電設備 燃料小出槽	胴板	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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方向入力の影響は軽微である。【別紙4.4 7章】	×	-	
		一次+二次応力	△	B				同上。
		座屈	△	B				同上。
	取付ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点が異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【別紙4.4 8章】			
		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。【別紙4.4 7章】			
	架台取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】			
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。【別紙4.4 7章】				
ガスタービン発電設備 制御盤	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。【別紙4.4 7章】	×	-	
		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。【別紙4.4 7章】			
緊急時対策所軽油タンク	胴板	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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方向入力の影響は軽微である。【別紙4.4 7章】	×	-	
		一次+二次応力	△	B				同上。
	スカート	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、水平地震動の方向ごと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方向入力の影響は軽微である。			
		座屈	△	B	支配的な応力は水平地震による曲げ応力であり、曲げ応力の最大応力点は地震方向で異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。			
	基礎ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点が異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【別紙4.4 8章】			
		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。【別紙4.4 7章】			
無停電交流電源用静止形無停電電源装置	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。【別紙4.4 7章】	×	-	
		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。【別紙4.4 7章】			
蓄電池	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	-	
		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。【別紙4.4 7章】			
	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。【別紙4.4 7章】			
		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。【別紙4.4 7章】			
配管本体, サポート	配管, サポート	一次応力	△	D	水平2方向を考慮し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り、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。	
		一次+二次応力	△	D	同上。			
逆流防止設備	扉体	曲げ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-	
		せん断応力	○	-	同上。			
		組合せ応力	○	-	同上。			
	固定部	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。			
		せん断応力	○	-	同上。			
		支圧応力	○	-	同上。			
	漂流物防護工	組合せ応力	○	-	同上。			
		引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。			
		せん断応力	○	-	同上。			
		支圧応力	○	-	同上。			
組合せ応力	○	-	同上。					

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（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する 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)	
						振動モード及び新たな 応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動 モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生し ないこと理由
浸水防止蓋	浸水防止蓋	曲げ応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—
		せん断応力	○	—	同上。		
		組合せ応力	○	—	同上。		
浸水防止壁	固定ボルト	せん断応力	○	—	同上。	×	—
		曲げ応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。		
		せん断応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。		
	基礎ボルト	組合せ応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。		
		引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		
逆止弁付ファンネル	弁本体	曲げ応力	△	B	円筒形状であり水平地震の方向ごとに最大応力発生箇所が異なるため、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
		引張応力	△	B	同上。		
	弁体	曲げ応力	△	A	鉛直方向荷重のみ作用し、水平方向荷重が作用しない構造となっている。したがって、水平2方向入力の影響はない。		
貫通部止水処置	モルタル	圧縮荷重	△	A	水平方向の荷重は配管の軸方向と軸直角方向に分けられ、圧縮荷重はこのうち軸直角方向の荷重によってのみ作用することから、水平2方向の影響は軽微となる。	×	—
		付着荷重	△	A	水平方向の荷重は配管の軸方向と軸直角方向に分けられ、せん断荷重はこのうち軸方向の荷重によってのみ作用することから、水平2方向の影響は軽微となる。		
堰	止水板	曲げ応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—
		せん断応力	○	—	同上。		
		組合せ応力	○	—	同上。		
		同上。	○	—	同上。		
	梁材	曲げ応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。		
		せん断応力	○	—	同上。		
		組合せ応力	○	—	同上。		
	柱材	曲げ応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。		
		せん断応力	○	—	同上。		
		組合せ応力	○	—	同上。		
アンカーボルト	引張応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。			
	せん断応力	○	—	同上。			
	組合せ応力	○	—	同上。			
津波監視カメラ（原子炉建屋屋上）	基礎ボルト	引張応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—
		せん断応力	△	A	壁掛けのボルトは、壁と平行方向の水平地震力と鉛直地震力のみによりせん断力が発生するため、水平2方向入力の影響はない。		
津波監視カメラ（防潮堤）	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	—
		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。【別紙4.4 7章】		
津波監視設備制御盤	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】	×	—
		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【別紙4.4 7章】		
取水ビット水位計（バブラー管）	基礎ボルト	引張応力	△	D	水平2方向を考慮し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り、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。
	取付ボルト	せん断応力	△	D	同上。		
取水ビット水位計（アキュムレータ）	胴板	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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ても水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
		一次二次応力	△	B	同上。		
	スカート	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、水平地震動の方向ごと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ても水平2方向入力の影響は軽微である。		
		座屈	△	B	支配的な応力は水平地震による曲げ応力であり、曲げ応力の最大応力点は地震方向で異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。		
	基礎ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点が異なる。したがって、水平2方向入力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。		
取水ビット水位計（検出器）	基礎ボルト	引張応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—
		せん断応力	△	A	壁掛けのボルトは、壁と平行方向の水平地震力と鉛直地震力のみによりせん断力が発生するため、水平2方向入力の影響はない。		
	取付ボルト	引張応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。		
取水ビット水位計（ポンベラック）	フレーム	組合せ応力	○	—	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、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		溶接部	せん断応力	○	—		
	取付ボルト	引張応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。		
		せん断応力	○	—	同上。		

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（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する 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)				
						振動モード及び新たな 応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動 モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生し ないこと理由			
原子炉本体の基礎	内筒	組合せ応力度	△	B	支配的な応力は水平地震による曲げ応力であり、曲げ応力の最大応力点は地震方向で異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	-			
	外筒	組合せ応力度	△	B	支配的な応力は水平地震による曲げ応力であり、曲げ応力の最大応力点は地震方向で異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。					
	縦リブ	組合せ応力度	△	B	支配的な応力は水平地震による曲げ応力であり、曲げ応力の最大応力点は地震方向で異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。					
	アンカボルト	引張応力度	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点が異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。					
		引抜き力	△	B	同上。					
	スカートフランジ	曲げ応力度	△	B	支配的な応力は水平地震による曲げ応力であり、曲げ応力の最大応力点は地震方向で異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。					
	CRD開口まわり	曲げ応力度	△	B	支配的な荷重は原子炉本体及び原子炉遮蔽壁から作用する軸方向荷重（圧縮力、引張力）であり、同設備は円筒形のため、水平地震動によって発生する軸方向荷重は方向ごとに最大の発生点が異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。					
せん断応力度		△	B	同上。						
ねじれによるせん断応力度		△	B	同上。						
海水ポンプ室門型クレーン	ガーダ	曲げ応力	△	D	水平2方向を考慮し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り、ねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。			
		せん断応力	△	D	同上。					
	剛脚	引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。					
		圧縮応力	△	D	同上。					
	揺脚	曲げ応力	△	D	同上。					
		組合せ応力	△	D	同上。					
	下部連結材（剛脚側）	曲げ応力	△	D	同上。					
		組合せ応力	△	D	同上。					
	下部連結材（揺脚側）	曲げ応力	△	D	同上。					
		せん断応力	△	A	すべり方向とすべり直角方向では水平2方向で異なる挙動を示すため、水平2方向の影響は軽微である。					
脱線防止装置	せん断応力	△	A	同上。						
トロリストッパ	圧縮応力	△	A	水平2方向を考慮した評価を実施している。						
クレーン本体	トロリ	浮上がり	△	D	水平2方向を考慮し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り、ねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。			
	吊具	吊具荷重	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。					
		せん断応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。					
竜巻防護ネット	大梁	圧縮応力	△	D	水平2方向を考慮し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り、ねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。			
		曲げ応力	△	D	同上。					
		せん断応力	△	D	同上。					
		組合せ応力	△	D	同上。					
	フレーム	圧縮応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。					
		曲げ応力	△	D	同上。					
		せん断応力	△	D	同上。					
		組合せ応力	△	D	同上。					
	ゴム支承	せん断ひずみ	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。					
		圧縮応力	△	D	同上。					
	取付ボルト	引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。					
		せん断応力	△	D	同上。					
	基礎ボルト	引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。					
		せん断応力	△	D	同上。					
	可動支承	鉛直荷重	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。					
		水平荷重	△	D	同上。					
	フレームの移動量	移動量	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。					
	ほう酸水注入系テストタンク	胴板	一次一般膜応力	○	-			四脚支持のため、評価点が脚付根部等の局所であり、1方向の地震においても軸直角方向の評価点への影響が生じることから、2方向入力の影響がある。	×	-
			一次応力	○	-			同上。		
			一次+二次応力	○	-			同上。		
脚		組合せ応力	○	-	四脚支持のため、評価点が脚付根部等の局所であり、1方向の地震においても軸直角方向の評価点への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。					
基礎ボルト		引張応力	○	-	四脚支持のため、1方向の地震においても軸直角方向の評価点への影響が生じることから、2方向入力の影響がある。					
		せん断応力	○	-	同上。					
原子炉建屋クレーン	クレーン本体ガーダ	曲げ応力	△	D	水平2方向を考慮し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り、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。			
		せん断応力	△	D	同上。					
		浮上り量	△	D	同上。					
	脱線防止ラグ	圧縮応力	△	A	すべり方向とすべり直角方向では水平2方向で異なる挙動を示すため、水平2方向の影響は軽微である。	×	-			
		圧縮応力	△	A	水平2方向を考慮した評価を実施している。					
	トロリストッパ	曲げ応力	△	A	同上。	○	3次元のモデルを用いた解析により、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。			
		せん断応力	△	A	同上。					
		組合せ応力	△	A	同上。					
トロリ	浮上り量	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。						
吊具	吊具荷重	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。						

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（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する 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)	振動モード及び新たな 応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動 モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生し ないこと理由
						燃料交換機	構造物フレーム	引張応力
せん断応力	△	A	同上。					
組合せ応力	△	A	同上。					
ブリッジ転倒防止装置	引張応力	△	A	すべり方向とすべり直角方向では、それぞれの水平方向地震力を受けた場合の挙動が異なるため、方向ごとに発生応力が異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【別紙4.4 5章】				
	せん断応力	△	A	同上。				
	曲げ応力	△	A	同上。				
	組合せ応力	△	A	同上。				
走行レール	せん断応力	△	A	すべり方向とすべり直角方向では、それぞれの水平方向地震力を受けた場合の挙動が異なるため、方向ごとに発生応力が異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【別紙4.4 5章】				
	曲げ応力	△	A	同上。				
	組合せ応力	△	A	同上。				
トロリ転倒防止装置	引張応力	△	A	すべり方向とすべり直角方向では、それぞれの水平方向地震力を受けた場合の挙動が異なるため、方向ごとに発生応力が異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【別紙4.4 5章】				
	せん断応力	△	A	同上。				
	曲げ応力	△	A	同上。				
	組合せ応力	△	A	同上。				
横行レール	せん断応力	△	A	すべり方向とすべり直角方向では、それぞれの水平方向地震力を受けた場合の挙動が異なるため、方向ごとに発生応力が異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【別紙4.4 5章】				
	曲げ応力	△	A	同上。				
	組合せ応力	△	A	同上。				
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。	×	—		
原子炉しゃへい壁	一般胴部	圧縮応力度	△	C	鉛直方向荷重のみ作用し、水平方向荷重が作用しない構造となっている。したがって、水平2方向入力の影響はない。	×	—	
		曲げ応力度	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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方向入力の影響は軽微である。			
		せん断応力度	△	B	同上。			
		組合せ応力度	△	B	同上。			
	開口集中部	圧縮応力度	△	C	鉛直方向荷重のみ作用し、水平方向荷重が作用しない構造となっている。したがって、水平2方向入力の影響はない。			
		曲げ応力度	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震動の方向ごと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方向入力の影響は軽微である。			
原子炉ウェルカバー	本体	曲げモーメント	△	C	鉛直方向荷重が支配的であるため、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—	
		せん断力	△	C	同上。			
耐火隔壁	支持部	圧縮力	△	C	鉛直方向荷重が支配的であるため、水平2方向入力の影響は軽微である。	○	3次元のモデルを用いた解析により、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。	
		引張応力	○	—	水平2方向の影響がある。			
	フレーム部材	せん断応力	○	—	同上。			
		曲げ応力	○	—	同上。			
		組合せ応力	○	—	同上。			
		基礎ボルト	引張応力	○	—			水平2方向の影響がある。
制御棒貯蔵ラック	上部枠	引張応力	○	—	水平2方向の影響がある。	○	3次元FEMモデルを作成し、耐震評価を実施している。	
		せん断応力	○	—	同上。			
		組合せ応力	○	—	同上。			
	コラム	引張応力	○	—	水平2方向の影響がある。			
		せん断応力	○	—	同上。			
		組合せ応力	○	—	同上。			
	補強板	引張応力	△	C	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方向の地震力が作用した場合においても水平1方向の応答が支配的となる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。			
		せん断応力	△	C	同上。			
		組合せ応力	△	C	同上。			
	ブレース	引張応力	△	C	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方向の地震力が作用した場合においても水平1方向の応答が支配的となる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。			
		せん断応力	△	C	同上。			
		組合せ応力	△	C	同上。			
	ベース	引張応力	○	—	水平2方向の影響がある。			
		せん断応力	○	—	同上。			
組合せ応力		○	—	同上。				
基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】				
	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。【別紙4.4 7章】				

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（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する 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)	
						振動モード及び新たな 応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動 モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生し ないこと理由
制御棒貯蔵ハンガ	ハンガ部	引張応力	○	—	水平2方向の影響がある。	○	3次元のモデルを用いた 解析により、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。
		せん断応力	○	—	同上。		
		組合せ応力	○	—	同上。		
	支持ビーム	引張応力	○	—	水平2方向の影響がある。		
		せん断応力	○	—	同上。		
		組合せ応力	○	—	同上。		
	振れ止め	引張応力	○	—	水平2方向の影響がある。		
		せん断応力	○	—	同上。		
		組合せ応力	○	—	同上。		
	基礎ボルト	引張応力	○	—	水平2方向の影響がある。		
		せん断応力	○	—	同上。		
		組合せ応力	○	—	同上。		
CRD自動交換機	構造物フレーム	引張応力	○	—	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	—
		せん断応力	○	—	同上。		
		組合せ応力	○	—	同上。		
	旋回用レール	曲げ応力	○	—	水平2方向を考慮した評価を実施している。		
		せん断応力	○	—	同上。		
		組合せ応力	○	—	同上。		
	固定用サポート（上 部）	圧縮応力	○	—	水平2方向を考慮した評価を実施している。		
		せん断応力	○	—	同上。		
		組合せ応力	○	—	同上。		
	固定用サポート（上 部）	引張応力	○	—	水平2方向を考慮した評価を実施している。		
		せん断応力	○	—	同上。		
		組合せ応力	○	—	同上。		
固定用サポート（下 部）	圧縮応力	○	—	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
	せん断応力	○	—	同上。			
	組合せ応力	○	—	同上。			
固定用サポート（下 部）	引張応力	○	—	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
	せん断応力	○	—	同上。			
	組合せ応力	○	—	同上。			
地下水位低下設備揚水ポンプ	基礎ボルト	引張応力	△	B	ボルトは円周状に配置され、水平地震動の方向ごとに最大応力の発生点が異なる。したがって、水平2方向入力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。		
地下水位低下設備水位計	溶接部	組合せ応力	○	—	水平2方向の影響がある。	×	—
地下水位低下設備制御盤	フレーム	引張応力	○	—	水平2方向の影響がある。	×	—
		圧縮応力	○	—	同上。		
		せん断応力	○	—	同上。		
		曲げ応力	○	—	同上。		
		せん断応力	○	—	同上。		
		組合せ応力	○	—	同上。		
	器具取付板 盤取付板 据付架台	組合せ応力	○	—	水平2方向の影響がある。		
		引張応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。		
	盤取付ボルト	せん断応力	△	A	壁掛けのボルトは、壁と平行方向の水平地震力と鉛直地震力のみによりせん断力が発生するため、水平2方向入力の影響はない。		
		引張応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。		
	基礎ボルト	せん断応力	△	A	壁掛けのボルトは、壁と平行方向の水平地震力と鉛直地震力のみによりせん断力が発生するため、水平2方向入力の影響はない。		
		引張応力	○	—	水平2方向の影響がある。		
地下水位低下設備電源盤	フレーム	引張応力	○	—	水平2方向の影響がある。	×	—
		圧縮応力	○	—	同上。		
		せん断応力	○	—	同上。		
		曲げ応力	○	—	同上。		
		組合せ応力	○	—	同上。		
	器具取付板 管体 据付架台	組合せ応力	○	—	水平2方向の影響がある。		
		引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】		
	盤取付ボルト	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。【別紙4.4 7章】		
		引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向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。【別紙4.4 7章】		
		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。【別紙4.4 7章】		

表2 動的／電氣的機能維持評価

機種	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 水平方向とその直行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）	
				振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、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
立形ポンプ	○	—	軸受は円周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 又はY 方向振動モードではねじれ振動モードは現れない。水平2方向入力によって、ねじれ振動モードが高次に現れる可能性はあるが、有意な応答ではないため、影響がないと考えられる。
横形ポンプ	△	A	現行の機能確認済加速度における詳細評価*で最弱部である軸系について、曲げに対して軸直角方向の水平1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。	×	—
ポンプ駆動用タービン	△	B	現行の機能確認済加速度における詳細評価*で最弱部である弁箱(主蒸気止め弁ヨーク部(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。	×	—
立形機器用電動機	△	D	最弱部であるフレームに対し、現行の機能確認済加速度における詳細評価*において十分な裕度が確認されており、水平2方向入力による応答増加の影響は軽微である。	×	—
横形機器用電動機	△	D	最弱部である軸受に対し、現行の機能確認済加速度における詳細評価*において十分な裕度が確認されており、水平2方向入力による応答増加の影響は軽微である。	×	—
空調ファン	△	A	現行の機能確認済加速度における詳細評価*で最弱部である軸系について、曲げに対して軸直角方向の水平1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。	×	—
非常用ディーゼル発電機（機関本体）	△	A	現行の機能確認済加速度における詳細評価*で最弱部である軸系について、曲げに対して軸直角方向の水平1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。	×	—
非常用ディーゼル発電機（ガバナ）	○	—	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。	×	—
弁	△	D	従来評価で水平2方向を考慮した評価を実施し、応答加速度が機能確認済加速度以下であることを確認している。	×	—
制御棒駆動系スクラム弁	○	—	制御棒駆動系スクラム弁については水平2方向合成による応答増加の影響がある。	×	—
制御棒挿入性	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—
盤	△	A	電気盤、制御盤等に取付けられているリレー、遮断器等の電気品は、基本的に1次元的な接点のON-OFF に関わる比較的単純な構造をしている。加えて、基本的には全て梁、扉等の強度部材に強固に固定されているため、器具の非線形応答はないと考えられる。したがって、電気品は水平1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。【別紙4.4 9章】	×	—
伝送器・指示計	△	A	伝送器・指示計の掃引試験結果において、X, Y各成分に共振点はなく、出力変動を生じないことを確認していることから、X, Y 2方向同時入力においても共振点はないと考えられる。よって、X, Y 2方向同時入力に対しても応答増加は生じないものと考えられることから、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
使用済燃料プール水位／温度（ガイドバルブ式）	△	D	従来評価で水平2方向を考慮した評価を実施し、応答加速度が機能確認済加速度以下であることを確認している。	○	検出器についてねじりが発生する可能性があるが、3次元はりモデルの応答解析結果を用い、耐震評価を実施していることから、ねじれる状態についても耐震評価に用いる同種の荷重として算出される。
使用済燃料プール水位／温度（ヒートサーモ式）	○	—	使用済燃料プール水位／温度（ヒートサーモ式）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。	○	検出器についてねじりが発生する可能性があるが、3次元はりモデルの応答解析結果を用い、耐震評価を実施していることから、ねじれる状態についても耐震評価に用いる同種の荷重として算出される。

機種	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 水平方向とその直行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）	
				振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、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
使用済燃料プール監視カメラ	△	A	監視カメラ本体の掃引試験結果において、X、Y各成分に共振点はなく、出力変動を生じないことを確認していることから、X、Y 2方向同時入力においても共振点はないと考えられる。よって、X、Y 2方向同時入力に対しても応答増加は生じないものと考えられることから、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
統合原子力防災ネットワーク設備衛星アンテナ	△	A	通信連絡設備（ODU）の掃引試験結果において、X、Y各成分に共振点はなく、出力変動を生じないことを確認していることから、X、Y 2方向同時入力においても共振点はないと考えられる。よって、X、Y 2方向同時入力に対しても応答増加は生じないものと考えられることから、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置	△	D	従来評価で2方向同時加振試験による機能維持を確認している。	×	—
ガスタービン発電機	△	A	水平2方向の入力で対角方向に反応することはないため、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
逆止弁付ファンネル	△	A	逆止弁付ファンネルの開閉機能については、鉛直方向荷重のみ作用し、水平方向荷重が作用しない構造となっている。したがって、水平2方向入力の影響はない。	×	—
津波監視カメラ	△	A	監視カメラ本体の掃引試験結果において、X、Y各成分に共振点はなく、出力変動を生じないことを確認していることから、X、Y 2方向同時入力においても共振点はないと考えられる。よって、X、Y 2方向同時入力に対しても応答増加は生じないものと考えられることから、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
取水ビット水位計	△	A	取水ビット水位計の掃引試験結果において、X、Y各成分に共振点はなく、出力変動を生じないことを確認していることから、X、Y 2方向同時入力においても共振点はないと考えられる。よって、X、Y 2方向同時入力に対しても応答増加は生じないものと考えられることから、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
地下水位低下設備揚水ポンプ	○	—	地下水位低下設備揚水ポンプについては水平2方向合成による応答増加の影響がある。	×	—
地下水位低下設備水位計	△	A	地下水位低下設備水位計の掃引試験結果において、X、Y各成分に共振点はなく、出力変動を生じないことを確認していることから、X、Y 2方向同時入力においても共振点はないと考えられる。よって、X、Y 2方向同時入力に対しても応答増加は生じないものと考えられることから、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—

注記*：JEAG4601で定められた評価部位の裕度評価（既往の研究^{1)~3)}参照）

参考文献

- 1) 共同研究報告書「動的機器の地震時機能維持に関する研究」，昭和58年3月
- 2) 共同研究報告書「動的機器の合理的耐震設計法に関する研究」，昭和59年9月
- 3) 共同研究報告書「鉛直地震動を受ける設備の耐震評価手法に関する研究（ステップ3）」，平成13年9月

表3 従来評価にて、水平2方向の地震力を考慮している設備の整理結果

設備		部位	応力分類	水平2方向の考慮方法 ①：入力で組み合わせているもの ②-1：発生荷重を組み合わせているもの (SRSS 法) ②-2：発生荷重を組み合わせているもの (絶対値和法) ②-3：発生荷重を組み合わせているもの (ベクトル和法) ③-1：発生応力を組み合わせているもの (SRSS 法) ③-2：発生応力を組み合わせているもの (絶対値和法) ③-3：発生応力を組み合わせているもの (ベクトル和法) ④：その他	①又は④の設備の具体的な考慮方法	工認耐震計算書 図書番号
原子炉圧力 容器	ノズル	各部位	一次一般膜応力	④	水平2方向を考慮した配管の応答を荷重として発生応力を算出している。	VI-2-3-4-1-2
			一次膜応力+一次曲げ応力	④	水平2方向を考慮した配管の応答を荷重として発生応力を算出している。	
			一次+二次応力	④	水平2方向を考慮した配管の応答を荷重として発生応力を算出している。	
	一次+二次+ピーク応力	④	水平2方向を考慮した配管の応答を荷重として発生応力を算出している。			
	ブラケット類	蒸気乾燥器支持ブラケット	一次一般膜応力	④	水平2方向を考慮した配管の応答を荷重として発生応力を算出している。	
			一次膜応力+一次曲げ応力	④	水平2方向を考慮した配管の応答を荷重として発生応力を算出している。	
使用済燃料プール水位/温度 (ガイドバルス式)	検出器		曲げ応力	①	入力をSRSS法で組み合わせる。	VI-2-4-2-4
	基礎ボルト		引張応力	①	入力をSRSS法で組み合わせる。	
ECCS ストレーナ	アウタージャケット		一次応力 (曲げ応力を含む)	④	水平2方向を考慮した配管解析の応答を荷重として発生応力を算出している。	VI-2-5-4-1-3 VI-2-5-5-1-2 VI-2-5-5-2-2
	フランジプレート		一次応力 (曲げ応力を含む)	④	水平2方向を考慮した配管解析の応答を荷重として発生応力を算出している。	
	多孔プレート (ディスクシート)		一次応力 (曲げ応力を含む)	④	水平2方向を考慮した配管解析の応答を荷重として発生応力を算出している。	
	多孔プレート (ポケットシート)		一次応力 (曲げ応力を含む)	④	水平2方向を考慮した配管解析の応答を荷重として発生応力を算出している。	
	多孔プレート (フロントシート)		一次応力 (曲げ応力を含む)	④	水平2方向を考慮した配管解析の応答を荷重として発生応力を算出している。	
	フランジ		曲げ応力	④	水平2方向を考慮した配管解析の応答を荷重として発生応力を算出している。	
	ボルト		引張応力	④	水平2方向を考慮した配管解析の応答を荷重として発生応力を算出している。	
ストレーナ部ティー	ティー		一次応力	②-1	-	VI-2-5-4-1-5 VI-2-5-5-1-4 VI-2-5-5-2-4
水圧制御ユニット	フレーム		引張応力	③-1	-	VI-2-6-3-2-1
			せん断応力	③-1	-	
			圧縮応力	③-1	-	
			曲げ応力	③-1	-	
			組合せ応力	③-1	-	
	取付ボルト		引張応力	③-1	-	
			せん断応力	③-1	-	
ダクト本体, サポート	ダクト本体 (円形)		座屈	①	入力をベクトル和法で組み合わせる。	VI-2-8-3-1-1
	サポート		一次応力 (組合せ)	②-1	-	VI-2-8-3-2-1
ドライウエル	上鏡球形部		一次一般膜応力	③-1	-	VI-2-9-2-1-1
			一次膜応力+一次曲げ応力	③-1	-	
			一次+二次応力	③-1	-	
	上鏡球形部と上鏡ナックル部の接合部		一次膜応力+一次曲げ応力	③-1	-	
			一次+二次応力	③-1	-	
	円筒部と上フランジの接合部		一次膜応力+一次曲げ応力	③-1	-	
			一次+二次応力	③-1	-	
	下フランジと円筒部の接合部		一次膜応力+一次曲げ応力	③-1	-	
			一次+二次応力	③-1	-	
	円筒部とナックル部の接合部		一次膜応力+一次曲げ応力	③-1	-	
			一次+二次応力	③-1	-	
	ナックル部と上部球形部の接合部		一次膜応力+一次曲げ応力	③-1	-	
			一次+二次応力	③-1	-	
	ドライウエルスプレイ管取付部		一次膜応力+一次曲げ応力	③-1	-	
			一次+二次応力	③-1	-	
	上部球形部と円筒部の接合部		一次膜応力+一次曲げ応力	③-1	-	
			一次+二次応力	③-1	-	
円筒部中心部		一次一般膜応力	③-1	-		
		一次膜応力+一次曲げ応力	③-1	-		
円筒部と下鏡の接合部		一次膜応力+一次曲げ応力	③-1	-		
		一次+二次応力	③-1	-		
サンドクッション部		一次膜応力+一次曲げ応力	③-1	-		
		一次+二次応力	③-1	-		
ドライウエルベント開口部	ベントノズル円すい部		一次膜応力+一次曲げ応力	②-1	-	VI-2-9-2-1-4
			一次+二次応力	②-1	-	
	ドライウエルベント開口部		一次膜応力+一次曲げ応力	②-1	-	
			一次+二次応力	②-1	-	

設備	部位	応力分類	水平2方向の考慮方法 ①：入力で組み合わせているもの ②-1：発生荷重を組み合わせているもの (SRSS 法) ②-2：発生荷重を組み合わせているもの (絶対値和法) ②-3：発生荷重を組み合わせているもの (ベクトル和法) ③-1：発生応力を組み合わせているもの (SRSS 法) ③-2：発生応力を組み合わせているもの (絶対値和法) ③-3：発生応力を組み合わせているもの (ベクトル和法) ④：その他	①又は④の設備の具体的な考慮方法	工認耐震計算書 図書番号	
ボックスサポート	フランジプレート (外側)	一次応力 (せん断)	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。	VI-2-9-2-1-5	
		一次応力 (曲げ)	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。		
		一次応力 (組合せ)	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。		
		一次+二次応力 (せん断)	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。		
		一次+二次応力 (曲げ)	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。		
		一次+二次応力 (座屈)	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。		
		一次+二次応力 (組合せ)	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。		
	ベースプレート	一次応力 (せん断)	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。		
		一次応力 (曲げ)	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。		
		一次応力 (組合せ)	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。		
		一次+二次応力 (せん断)	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。		
		一次+二次応力 (曲げ)	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。		
		一次+二次応力 (座屈)	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。		
		一次+二次応力 (組合せ)	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。		
	シヤコネクタ取付部	一次応力 (せん断)	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。		
		一次応力 (曲げ)	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。		
		一次応力 (組合せ)	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。		
		一次+二次応力 (せん断)	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。		
		一次+二次応力 (曲げ)	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。		
		一次+二次応力 (座屈)	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。		
		一次+二次応力 (組合せ)	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。		
	コンクリート (ベースプレート下面)	圧縮応力	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。		
	コンクリート (シヤコネクタ (外側) 側面)	圧縮応力	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。		
	コンクリート (シヤプレート上面)	せん断応力	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。		
パッド取付部	一次応力 (引張)	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。			
	一次応力 (せん断)	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。			
	一次応力 (曲げ)	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。			
	一次応力 (組合せ)	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。			
	一次+二次応力 (引張・圧縮)	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。			
	一次+二次応力 (せん断)	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。			
	一次+二次応力 (曲げ)	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。			
	一次+二次応力 (座屈)	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。			
	一次+二次応力 (組合せ)	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。			
	一次+二次応力 (組合せ)	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果を荷重として発生応力を算出している。			
原子炉格納容器	機器搬出入用ハッチ	機器搬出入用ハッチ取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	③-2	-	VI-2-9-2-2-1
			一次+二次応力	③-2	-	
	逃がし安全弁搬出入口	逃がし安全弁搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	③-2	-	VI-2-9-2-2-2
			一次+二次応力	③-2	-	
	制御棒駆動機構搬出入口	制御棒駆動機構搬出入口取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	③-2	-	VI-2-9-2-2-3
			一次+二次応力	③-2	-	
	所員用エアロック	所員用エアロック取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	③-2	-	VI-2-9-2-3-1
			一次+二次応力	③-2	-	
	原子炉格納容器配管貫通部	貫通部管台取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	③-1	-	VI-2-9-2-4-1
			一次+二次応力	③-1	-	
貫通部管台		一次一般膜応力	③-1	-		
		一次膜応力+一次曲げ応力	③-1	-		
ダウンカマ	ダウンカマ (一般部)	一次一般膜応力	③-1	-	VI-2-9-4-1	
		一次膜応力+一次曲げ応力	③-1	-		
	ダウンカマ (一般部以外)	一次膜応力+一次曲げ応力	③-1	-		
		一次+二次応力	③-1	-		
ベント管	ベント管 (一般部)	一次一般膜応力	③-1	-	VI-2-9-4-2	
		一次膜応力+一次曲げ応力	③-1	-		
		一次+二次応力	③-1	-		
	ベント管 (一般部以外)	一次膜応力+一次曲げ応力	③-1	-		
		一次+二次応力	③-1	-		
真空破壊装置スリーブ	一次膜応力+一次曲げ応力	③-1	-			
ベント管ペローズ	ベント管ペローズ	疲労	④	水平2方向を考慮した応答解析の結果から変位を算出している。	VI-3-3-6-2-6	

設備	部位	応力分類	水平2方向の考慮方法 ①：入力で組み合わせているもの ②-1：発生荷重を組み合わせているもの (SRSS 法) ②-2：発生荷重を組み合わせているもの (絶対値和法) ②-3：発生荷重を組み合わせているもの (ベクトル和法) ③-1：発生応力を組み合わせているもの (SRSS 法) ③-2：発生応力を組み合わせているもの (絶対値和法) ③-3：発生応力を組み合わせているもの (ベクトル和法) ④：その他	①又は④の設備の具体的な考慮方法	工認耐震計算書 図書番号
ベントヘッド	ベントヘッド (一般部)	一次一般膜応力	③-1	—	VI-2-9-4-1
		一次膜応力+一次曲げ応力	③-1	—	
		一次+二次応力	③-1	—	
	ベントヘッド (一般部以外)	一次膜応力+一次曲げ応力	③-1	—	
		一次+二次応力	③-1	—	
	ベントヘッドサポート (下側)	組合せ応力	③-1	—	
	ピン (下側)	組合せ応力	③-1	—	
	エンドプレート (下側)	組合せ応力	③-1	—	
	ベントヘッドサポート (上側)	組合せ応力	③-1	—	
ピン (上側)	組合せ応力	③-1	—		
エンドプレート (上側)	組合せ応力	③-1	—		
原子炉建屋ブローアウトパネル閉止装置	内梁	引張応力	②-1	—	VI-2-9-4-4-1-5
		せん断応力	②-1	—	
	丁番ブラケット	引張応力 せん断応力	②-1 ②-1	— —	
配管本体, サポート	配管, サポート	一次応力	②-1	—	VI-2-3-4-3-8 VI-2-3-4-3-9 VI-2-4-3-1-3 VI-2-4-3-2-1 VI-2-4-3-3-1 VI-2-5-2-1-1 VI-2-5-3-1-2 VI-2-5-3-2-1 VI-2-5-4-1-4 VI-2-5-4-2-1 VI-2-5-5-1-3 VI-2-5-5-2-3 VI-2-5-5-3-2 VI-2-5-5-4-2 VI-2-5-5-5-1 VI-2-5-6-1-3 VI-2-5-6-2-3 VI-2-5-7-1-6 VI-2-5-7-2-5 VI-2-5-7-3-1 VI-2-5-8-1-1 VI-2-6-3-2-2 VI-2-6-4-1-3 VI-2-6-6-1-1 VI-2-6-6-2-1 VI-2-7-3-1-1 VI-2-7-3-2-1 VI-2-8-3-2-2 VI-2-8-3-3-1 VI-2-8-3-4-1 VI-2-9-4-3-1-1 VI-2-9-4-3-2-1 VI-2-9-4-3-3-1 VI-2-9-4-3-4-2 VI-2-9-4-4-1-2 VI-2-9-4-4-2-1 VI-2-9-4-4-4-1 VI-2-9-4-5-1-1 VI-2-9-4-6-1-1 VI-2-10-1-2-1-6 VI-2-10-1-2-2-6 VI-2-10-1-2-3-5 VI-2-10-1-2-4-2 VI-2-10-3-2 VI-2-13-7
		一次+二次応力	②-1	—	
取水ビット水位計 (バブラー管)	基礎ボルト	引張応力 せん断応力	① ①	水平2方向を考慮した応答解析を行い、ボルトの発生応力を算出している。 水平2方向を考慮した応答解析を行い、ボルトの発生応力を算出している。	VI-2-10-2-13-2
	取付ボルト	引張応力 せん断応力	②-2 ③-1	— —	

設備	部位	応力分類	水平2方向の考慮方法 ①：入力で組み合わせているもの ②-1：発生荷重を組み合わせているもの (SRSS 法) ②-2：発生荷重を組み合わせているもの (絶対値和法) ②-3：発生荷重を組み合わせているもの (ベクトル和法) ③-1：発生応力を組み合わせているもの (SRSS 法) ③-2：発生応力を組み合わせているもの (絶対値和法) ③-3：発生応力を組み合わせているもの (ベクトル和法) ④：その他	①又は④の設備の具体的な考慮方法	工認耐震計算書 図書番号
海水ポンプ室門型クレーン	ガーダ	曲げ応力	④	水平2方向を考慮した応答解析を行い、ガーダの荷重を求めている。 この荷重を用いてガーダの発生応力を算出している。	VI-2-11-2-1
		せん断応力	④	水平2方向を考慮した応答解析を行い、ガーダの荷重を求めている。 この荷重を用いてガーダの発生応力を算出している。	
	剛脚 揺脚 下部連結材 (剛脚側) 下部連結材 (揺脚側)	引張応力	④	水平2方向を考慮した応答解析を行い、各部位の荷重を求めている。 この荷重を用いて各部位の発生応力を算出している。	
		圧縮応力	④	水平2方向を考慮した応答解析を行い、各部位の荷重を求めている。 この荷重を用いて各部位の発生応力を算出している。	
		曲げ応力	④	水平2方向を考慮した応答解析を行い、各部位の荷重を求めている。 この荷重を用いて各部位の発生応力を算出している。	
		組合せ応力	④	水平2方向を考慮した応答解析を行い、各部位の荷重を求めている。 この荷重を用いて各部位の発生応力を算出している。	
	クレーン本体 トロリ 吊具	浮上がり	④	水平2方向を考慮した応答解析を行い、各部位の荷重を求めている。 この荷重を用いて各部位の発生応力を算出している。	
吊具	吊具荷重	④	水平2方向を考慮した応答解析を行い、吊具荷重を求めている。		
竜巻防護ネット	大梁	圧縮応力	②-1	-	VI-2-11-2-2
		曲げ応力	②-1	-	
		せん断応力	②-1	-	
		組合せ応力	②-1	-	
	フレーム	圧縮応力	②-1	-	
		曲げ応力	②-1	-	
		せん断応力	②-1	-	
		組合せ応力	②-1	-	
	ゴム支承	せん断ひずみ	④	応答解析結果の変位を用いてゴム支承のせん断ひずみを算出している。	
		圧縮応力	④	応答解析結果の荷重と変位を用いてゴム支承の発生応力を算出している。	
	取付ボルト	引張応力	④	応答解析結果の荷重と変位を用いてゴム支承の発生応力を算出している。	
		せん断応力	③-1	-	
	基礎ボルト	引張応力	③-1	-	
		せん断応力	③-1	-	
可動支承	鉛直荷重	④	応答解析結果の荷重と変位を用いて可動支承の鉛直荷重を算出している。		
	水平荷重	④	応答解析結果の荷重と変位を用いて可動支承の鉛直水平を算出している。		
フレームの移動量	移動量	④	応答解析結果の変位を用いてフレームの移動量を算出している。		
原子炉建屋クレーン	クレーン本体ガーダ	曲げ応力	④	水平2方向を考慮した応答解析を行い、各部位の荷重を求めている。 この荷重を用いて各部位の発生応力を算出している。	VI-2-11-2-8
		せん断応力	④	水平2方向を考慮した応答解析を行い、各部位の荷重を求めている。 この荷重を用いて各部位の発生応力を算出している。	
	浮上り量	④	水平2方向を考慮した応答解析を行い、浮上り量を算出している。		
	トロリ	浮上り量	④	水平2方向を考慮した応答解析を行い、浮上り量を算出している。	
	吊具	吊具荷重	④	水平2方向を考慮した応答解析を行い、浮上り量を算出している。	
CRD自動交換機	構造物フレーム	引張応力	③-1	-	VI-2-11-2-21
		せん断応力	③-1	-	
		組合せ応力	③-1	-	
	旋回用レール	曲げ応力	②-1	-	
		せん断応力	②-1	-	
		組合せ応力	②-1	-	
	固定用サポート (上部) 固定ピン	圧縮応力	②-1	-	
		せん断応力	②-1	-	
	固定用サポート (上部) 取付ボルト	組合せ応力	②-1	-	
		引張応力	②-1	-	
	固定用サポート (下部) 固定ピン	せん断応力	②-1	-	
		圧縮応力	②-1	-	
	固定用サポート (下部) 取付ボルト	組合せ応力	②-1	-	
		引張応力	②-1	-	

③水平2方向の地震による代表設備の増分影響検討結果（基準地震動Ss）
表1 構造強度評価

設備	応答軸が明確か（補足説明資料3.2.4(3項)に対応） ○：応答軸が明確 ×：応答軸が明確でない	部位	応力分類	代表設備	水平1方向及び鉛直方向地震力における裕度が $\sqrt{2}$ 以上か ○： $\sqrt{2}$ 以上 ×： $\sqrt{2}$ 未満	① 発生値 (水平1方向)	② 発生値 (水平2方向)	発生値の増分 =②÷①	増分の判定 ○：影響が無視できない △：影響が軽微	発生値（水平2方向）の算出方法 ①：地震・地震以外に分離し、地震による応力をSRSS ②：NS・EW方向別々の応力をSRSS（地震・地震以外は分離せず） ③：地震・地震以外に分離し、NS・EW方向別々の地震による応力をSRSS ④：その他（算出方法を記載）				
燃料集合体	×	燃料被覆管	一次応力 一次＋二次応力 一次＋二次＋ピーク応力	燃料集合体	○ ○ ○	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —				
原子炉圧力容器	×	ブラケット類	給水スパーチャブラケット	給水スパーチャブラケット 炉心スプレイブラケット	一次一般膜応力	—	—	—	—	—				
			炉心スプレイブラケット		一次膜応力＋一次曲げ応力 一次一般膜応力 一次膜応力＋一次曲げ応力	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —				
原子炉圧力容器 構造力物容器	×	ジェットポンプ	ライザ	ジェットポンプ	一次一般膜応力 一次膜応力＋一次曲げ応力	— —	— —	— —	— —	— —				
			ディフューザ		一次一般膜応力 一次膜応力＋一次曲げ応力	— —	— —	— —	— —	— —				
			ライザプレース		一次一般膜応力 一次膜応力＋一次曲げ応力	— —	— —	— —	— —	— —				
スパーチャ 原子炉内配管	×	各部位	一次一般膜応力 一次膜応力＋一次曲げ応力	スパーチャ 原子炉内配管	○ ○	— —	— —	— —	— —	— —				
			使用済燃料貯蔵ラック	×	角管	使用済燃料貯蔵ラック	引張応力 せん断応力 組合せ応力	○ ○ ×	— — 164MPa	— — 183MPa	— — 1.12	— — ○	— — ①	
燃料支持板	引張応力 せん断応力 組合せ応力	○ ○ ○	— — —	— — —	— — —		— — —	— — —	— — —	— — —				
	ベース	引張応力 せん断応力 組合せ応力	○ ○ ○	— — —	— — —		— — —	— — —	— — —	— — —	— — —			
制御棒・破損燃料貯蔵ラック		×	ラック部材	制御棒・破損燃料貯蔵ラック	引張応力 せん断応力 組合せ応力	○ ○ ×	— — 82MPa	— — 86MPa	— — 1.05	— — ○	— — ②			
使用済燃料プール水位/温度（ヒートサーモ式）	×	基礎ボルト 検出器架台 保護管 ワーキングテーブル	引張応力 せん断応力 組合せ応力	使用済燃料プール水位/温度（ヒートサーモ式）	○ ○ ○ ○	— — — —	— — — —	— — — —	— — — —	— — — —	— — — —			
			主蒸気逃がし安全弁逃がし弁機能用アキュムレータ		×	H形鋼	主蒸気逃がし安全弁逃がし弁機能用アキュムレータ	せん断応力 曲げ応力 組合せ応力	○ ○ ○	— — —	— — —	— — —	— — —	
			主蒸気逃がし安全弁自動減圧機能用アキュムレータ		×	H形鋼		主蒸気逃がし安全弁自動減圧機能用アキュムレータ	せん断応力 曲げ応力 組合せ応力	○ ○ ○	— — —	— — —	— — —	— — —
			伝送器（矩形壁掛）		×	基礎ボルト 取付ボルト 溶接部			伝送器（矩形壁掛）	引張応力 引張応力 引張応力 組合せ応力	○ ○ ○ ○	— — — —	— — — —	— — — —
盤（矩形壁掛）	×	取付ボルト	盤（矩形壁掛）	○	—	—	—	—		—				
衛星電話設備（屋外アンテナ）（中央制御室）	×	基礎ボルト	衛星電話設備（屋外アンテナ）（中央制御室）	○	—	—	—	—		—				
衛星電話設備（屋外アンテナ）（緊急時対策所）	×	基礎ボルト	衛星電話設備（屋外アンテナ）（緊急時対策所）	○	—	—	—	—	—					
無線連絡設備（屋外アンテナ）（中央制御室）	×	基礎ボルト	無線連絡設備（屋外アンテナ）（中央制御室）	○	—	—	—	—	—					
無線連絡設備（屋外アンテナ）（緊急時対策所）	×	基礎ボルト	無線連絡設備（屋外アンテナ）（緊急時対策所）	○	—	—	—	—	—					
安全パラメータ表示システム（SPDS）無線通信用アンテナ	×	基礎ボルト	安全パラメータ表示システム（SPDS）無線通信用アンテナ	○	—	—	—	—	—					
差圧計（中央制御室待避所用）	×	基礎ボルト	差圧計（中央制御室待避所用）	○	—	—	—	—	—					
差圧計（緊急時対策所用）	×	基礎ボルト	差圧計（緊急時対策所用）	○	—	—	—	—	—					
原子炉格納容器電気配線貫通部	×	フランジとスリーブの継手	一次一般膜応力 一次膜応力＋一次曲げ応力	原子炉格納容器電気配線貫通部	○ ○	— —	— —	— —	— —	— —				
			一次＋二次応力		○	—	—	—	—					
		フランジとアダプタの継手	一次一般膜応力 二次膜応力＋一次曲げ応力		○ ○	— —	— —	— —	— —	— —				
		アダプタとヘッダの継手	一次＋二次応力 一次膜応力＋一次曲げ応力 一次＋二次応力		○ ○ ○	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —				
可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ	×	ベース取付溶接部	せん断応力	可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ	○	—	—	—	—	—				

設備	応答軸が明確か（補足説明資料 3.2.4(3項)に対応） ○：応答軸が明確 ×：応答軸が明確でない	部位	応力分類	代表設備	水平1方向及び鉛直方向地震力における 裕度が√2 以上か ○：√2 以上 ×：√2 未満	① 発生値 (水平1方向)	② 発生値 (水平2方向)	発生値 の増分 =②÷①	増分の判定 ○：影響が無視 できない △：影響が軽微	発生値（水平2方向）の算出方法 ①：地震・地震以外に分離し、地震による応力をSRSS ②：NS・EW方向別々の応力をSRSS（地震・地震以外は分離せず） ③：地震・地震以外に分離し、NS・EW方向別々の地震による応力をSRSS ④：その他（算出方法を記載）
静的触媒式水素再結合装置（その1）	×	静的触媒式水素再結合装置本体 架台	組合せ応力	静的触媒式水素再結合装置（その1）	×	121MPa	127MPa	1.05	○	①
			組合せ応力		○	—	—	—	—	—
静的触媒式水素再結合装置（その2）	×	静的触媒式水素再結合装置本体 架台 基礎ボルト	組合せ応力	静的触媒式水素再結合装置（その2）	×	141MPa	150MPa	1.07	○	①
			組合せ応力		○	—	—	—	—	—
			引張応力		○	—	—	—	—	—
フィルタ装置	×	銅板 ラグ 基礎ボルト	一次膜応力+一次曲げ応力	フィルタ装置	○	—	—	—	—	—
			一次+二次応力		○	—	—	—	—	
			組合せ応力		○	—	—	—	—	
			引張応力		○	—	—	—	—	
ガスタービン発電設備 機関・発電機	○	—	—	—	—	—	—	—	—	
逆流防止設備	×	扉体	曲げ応力	逆流防止設備	○	—	—	—	—	—
			せん断応力		○	—	—	—	—	
			組合せ応力		○	—	—	—	—	
		固定部	引張応力		○	—	—	—	—	—
			せん断応力		○	—	—	—	—	—
			支圧応力		○	—	—	—	—	—
			組合せ応力		○	—	—	—	—	—
漂流物防護工	引張応力	○	—	—	—	—	—			
	せん断応力	○	—	—	—	—	—			
浸水防止壁	×	浸水防止壁	曲げ応力	浸水防止壁	○	—	—	—	—	
浸水防止蓋	×	浸水防止蓋 固定ボルト	せん断応力	浸水防止蓋	○	—	—	—	—	—
			組合せ応力		○	—	—	—	—	
			せん断応力		○	—	—	—	—	
堰	×	止水板	曲げ応力	堰	○	—	—	—	—	—
			せん断応力		○	—	—	—	—	
		梁材	曲げ応力		○	—	—	—	—	—
			せん断応力		○	—	—	—	—	
		柱材	組合せ応力		○	—	—	—	—	—
			曲げ応力		○	—	—	—	—	—
		アンカーボルト	せん断応力		○	—	—	—	—	—
			組合せ応力		○	—	—	—	—	—
			引張応力		○	—	—	—	—	—
			せん断応力		○	—	—	—	—	—
津波監視カメラ（原子炉建屋屋上）	×	基礎ボルト	引張応力	津波監視カメラ（原子炉建屋屋上）	○	—	—	—	—	
取水ビット水位計（検出器）	×	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力	取水ビット水位計（検出器）	○	—	—	—	—	—
			引張応力		○	—	—	—	—	
取水ビット水位計（ボンベラック）	×	フレーム 溶接部 取付ボルト	組合せ応力	取水ビット水位計（ボンベラック）	○	—	—	—	—	—
			せん断応力		○	—	—	—	—	
			引張応力		○	—	—	—	—	
ほう酸水注入系テストタンク	×	銅板	一次一般膜応力	ほう酸水注入系テストタンク	○	—	—	—	—	—
			一次応力		○	—	—	—	—	
			一次+二次応力		○	—	—	—	—	
		脚	組合せ応力		○	—	—	—	—	
			座屈		○	—	—	—	—	
基礎ボルト	引張応力	○	—	—	—	—				
耐火隔壁	×	フレーム部材	引張応力	耐火隔壁	○	—	—	—	—	—
			せん断応力		○	—	—	—	—	
			曲げ応力		○	—	—	—	—	
		基礎ボルト	組合せ応力		○	—	—	—	—	
			引張応力		○	—	—	—	—	
制御棒貯蔵ラック	×	上部枠	引張応力	制御棒貯蔵ラック	○	—	—	—	—	—
			せん断応力		○	—	—	—	—	
			組合せ応力		○	—	—	—	—	
		コラム	引張応力		○	—	—	—	—	
			せん断応力		○	—	—	—	—	
			組合せ応力		○	—	—	—	—	
		ベース	引張応力		○	—	—	—	—	
			せん断応力		○	—	—	—	—	
組合せ応力	○	—	—	—	—					

設備	応答軸が明確か（補足説明資料 3.2.4(3項)に対応） ○：応答軸が明確 ×：応答軸が明確でない	部位	応力分類	代表設備	水平1方向及び鉛直方向地震力における 裕度が√2 以上か ○：√2 以上 ×：√2 未満	① 発生値 (水平1方向)	② 発生値 (水平2方向)	発生値 の増分 =②÷①	増分の判定 ○：影響が無視 できない △：影響が軽微	発生値（水平2方向）の算出方法 ①：地震・地震以外に分離し、地震による 応力をSRSS ②：NS・EW方向別々の応力をSRSS（地震・ 地震以外は分離せず） ③：地震・地震以外に分離し、NS・EW方 向別々の地震による応力をSRSS ④：その他（算出方法を記載）	
制御棒貯蔵ハンガ	×	ハンガ部	引張応力	制御棒貯蔵ハンガ	○	-	-	-	-	-	
			せん断応力		○	-	-	-	-	-	
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-	
		支持ビーム	引張応力		○	-	-	-	-	-	-
			せん断応力		○	-	-	-	-	-	-
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-	
		振れ止め	引張応力		○	-	-	-	-	-	-
			せん断応力		○	-	-	-	-	-	-
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-	-
		基礎ボルト	引張応力		○	-	-	-	-	-	-
			せん断応力		○	-	-	-	-	-	-
		CRD自動交換機	×		構造物フレーム	引張応力	CRD自動交換機	○	-	-	-
せん断応力	○			-		-		-	-	-	
組合せ応力	○			-		-		-	-	-	
旋回用レール	曲げ応力			○	-	-		-	-	-	-
	せん断応力			○	-	-		-	-	-	-
	組合せ応力			○	-	-		-	-	-	
固定用サポート（上部）	圧縮応力			○	-	-		-	-	-	-
	せん断応力			○	-	-		-	-	-	-
固定ピン	組合せ応力			○	-	-		-	-	-	-
	引張応力			×	346MPa	358MPa		1.04	○	③	
固定用サポート（上部）	せん断応力			○	-	-		-	-	-	-
	圧縮応力			○	-	-		-	-	-	-
固定用サポート（下部）	せん断応力			○	-	-		-	-	-	-
	組合せ応力			○	-	-		-	-	-	-
固定用サポート（下部）	引張応力			○	-	-		-	-	-	-
	せん断応力	○	-	-	-	-	-	-			
地下水位低下設備水位計	×	溶接部	組合せ応力	地下水位低下設備水位計	○	-	-	-	-		
地下水位低下設備制御盤	×	フレーム	引張応力	地下水位低下設備制御盤	○	-	-	-	-	-	
			圧縮応力		○	-	-	-	-		
			せん断応力		○	-	-	-	-		
			曲げ応力		○	-	-	-	-		
			組合せ応力		○	-	-	-	-		
		器具取付板	組合せ応力		○	-	-	-	-		
		盤取付板	引張応力		○	-	-	-	-		
据付架台	引張応力	○	-	-	-	-					
地下水位低下設備電源盤	×	フレーム	引張応力	地下水位低下設備電源盤	○	-	-	-	-	-	
			圧縮応力		○	-	-	-	-		
			せん断応力		○	-	-	-	-		
			曲げ応力		○	-	-	-	-		
			組合せ応力		○	-	-	-	-		
		器具取付板	組合せ応力		○	-	-	-	-		
		筐体	引張応力		○	-	-	-	-		
据付架台	引張応力	○	-	-	-	-					

表2 (1) 動的／電氣的機能維持評価

機種	応答軸が明確か（補足説明資料3.2.4(3項)に対応） ○：応答軸が明確 ×：応答軸が明確でない	代表設備	水平1方向及び鉛直方向地震力における裕度が $\sqrt{2}$ 以上か ○： $\sqrt{2}$ 以上 ×： $\sqrt{2}$ 未満	応答加速度（水平1方向） [G]	応答加速度（水平2方向） [G]	発生値の増分 （＝応答加速度（水平2方向）÷ 応答加速度（水平1方向））	増分の判定 ○：影響が無視できない △：影響が軽微	応答加速度（水平2方向）の算出方法 ①：応答加速度（水平1方向）を $\sqrt{2}$ 倍 ②：NS・EW方向別々の応答加速度をベクトル和 ③：その他（算出方法を記載）
立形ポンプ	×	原子炉補機冷却海水ポンプ	—*	—	—	—	—	—
非常用ディーゼル発電機	○	—	—	—	—	—	—	—
制御棒駆動系スクラム弁	×	制御棒駆動系スクラム弁	○	—	—	—	—	—
使用済燃料プール水位／温度（ヒートサーモ式）	×	使用済燃料プール水位／温度（ヒートサーモ式）	○	—	—	—	—	—
地下水位低下設備揚水ポンプ	×	地下水位低下設備揚水ポンプ	○	—	—	—	—	—

注記*：機能維持評価用加速度が機能確認加速度を超えるため、詳細評価を行う。詳細評価の評価部位に対する水平2方向の影響検討結果については別途（追而）記載する。

表2 (2) 動的／電氣的機能維持評価

機種	応答軸が明確か（補足説明資料3.2.4(3項)に対応） ○：応答軸が明確 ×：応答軸が明確でない	代表設備	水平1方向及び鉛直方向地震力における裕度が $\sqrt{2}$ 以上か ○： $\sqrt{2}$ 以上 ×： $\sqrt{2}$ 未満	相対変位（水平1方向） [mm]	相対変位（水平2方向） [mm]	発生値の増分 （＝相対変位（水平2方向）÷ 相対変位（水平1方向））	増分の判定 ○：影響が無視できない △：影響が軽微	相対変位（水平2方向）の算出方法 ①：相対変位（水平1方向）を $\sqrt{2}$ 倍 ②：NS・EW方向別々の相対変位をベクトル和 ③：その他（算出方法を記載）
制御棒挿入性	×	—	×	54.2	54.5	1.01	○	③水平2方向の燃料集合体の相対変位を組み合わせた値。 水平1方向の最大相対変位：54.2mm 水平2方向の最大相対変位：54.5mm

④水平2方向の地震による発生値と許容値の比較結果（基準地震動S s）

表1 構造強度評価

設備	代表設備	部位	応力分類	発生値 (水平1方向)	発生値 (水平2方向)	許容値	判定	発生値（水平2方向）の算出方法 ①：地震・地震以外に分離し、地震による 応力をSRSS ②：NS・EW方向別々の応力をSRSS（地震・ 地震以外は分離せず） ③：地震・地震以外に分離し、NS・EW方向 別々の地震による応力をSRSS ④：その他（算出方法を記載）
使用済燃料貯蔵ラック	—	角管	組合せ応力	164MPa	183MPa	205MPa	○	① 183MPa 水平1方向（NS方向）：164 MPa 水平1方向（EW方向）：68 MPa 水平2方向：183MPa
制御棒・破損燃料貯蔵ラック	—	ラック部材	組合せ応力	82MPa	86MPa	108MPa	○	② 86MPa 水平1方向（NS方向）：26 MPa 水平1方向（EW方向）：82 MPa 水平2方向：86MPa
静的触媒式水素再結合装置	—	静的触媒式水素再結合装置 置本体	組合せ応力	141MPa	150MPa	171MPa	○	① 150MPa ・静的触媒式水素再結合装置（その1） 水平1方向（NS方向）：92 MPa 水平1方向（EW方向）：121 MPa 水平2方向：127MPa ・静的触媒式水素再結合装置（その2） 水平1方向（NS方向）：102 MPa 水平1方向（EW方向）：141 MPa 水平2方向：150MPa
CRD自動交換機	—	固定用サポート（上部） 取付ボルト	引張応力	346MPa	358MPa	444MPa	○	③ 358MPa 水平1方向（NS方向）：346 MPa 水平1方向（EW方向）：337 MPa 水平2方向：358MPa

表2 動的／電氣的機能維持評価

設備	代表設備	相対変位 (水平1方向)	相対変位 (水平2方向)	確認済相対変位	判定	発生値（水平2方向）の算出方法 ①：地震・地震以外に分離し、地震による応力をSRSS ②：NS・EW方向別々の応力をSRSS（地震・地震以外は分離せず） ③：地震・地震以外に分離し、NS・EW方向別々の地震による応力をSRSS ④：その他（算出方法を記載）
制御棒挿入性	—	54.2mm	54.5mm	60mm	○	③水平2方向の燃料集合体の相対変位を組み合わせた値。 水平1方向の最大相対変位：54.2mm 水平2方向の最大相対変位：54.5mm

個別設備に関する補足説明資料

目次

1. 水平 2 方向同時加振の影響評価について (原子炉压力容器スタビライザ及び原子炉格納容器スタビライザ) ……	1
2. 水平 2 方向同時加振の影響評価について (蒸気乾燥器支持ブラケット) ……	5
3. 水平 2 方向同時加振の影響評価について (制御棒・破損燃料貯蔵ラック) ……	7
4. 水平 2 方向同時加振の影響評価について (円筒形容器) ……	9
5. 水平 2 方向同時加振の影響評価について (燃料交換機) ……	22
6. 水平 2 方向同時加振の影響について (応答軸が明確である設備) ……	26
7. 水平 2 方向同時加振の影響評価について (正方形配置されたボルト) ……	29
8. 水平 2 方向同時加振の影響評価について (円形配置されたボルト) ……	35
9. 水平 2 方向同時加振の影響評価について (電気盤) ……	38
10. 水平 2 方向同時加振の影響について (動的機能維持) ……	62
11. 水平 2 方向同時加振の影響について (疲労評価) ……	64

1. 水平2方向同時加振の影響評価について（原子炉压力容器スタビライザ及び原子炉格納容器スタビライザ）

1.1 はじめに

本項は、原子炉压力容器スタビライザ（以下「RPVスタビライザ」という。）及び原子炉格納容器スタビライザ（以下「PCVスタビライザ」という。）に対する水平2方向同時加振の影響についてまとめたものである。

RPVスタビライザとPCVスタビライザは、地震時の水平方向荷重を周方向45°間隔で8体の構造部材にて支持する同様の設計であるため、以下水平2方向同時加振の影響については、RPVスタビライザを代表に記載する。

1.2 現行評価の手法

RPVスタビライザは、周方向45°間隔で8体配置されており、図1-1に地震荷重と各RPVスタビライザが分担する荷重の関係を示す。

水平方向の地震荷重に関して、現行評価ではRPVスタビライザ6体に各水平方向（X方向，Y方向）の最大地震力が負荷されるものとしている。

$$f = \text{MAX}\left(\frac{F_x}{4}, \frac{F_y}{4}\right)$$

ここで、

f : RRVスタビライザ1個が受けもつ最大地震荷重

F_x : X方向地震よりスタビライザ全体に発生する荷重

F_y : Y方向地震よりスタビライザ全体に発生する荷重

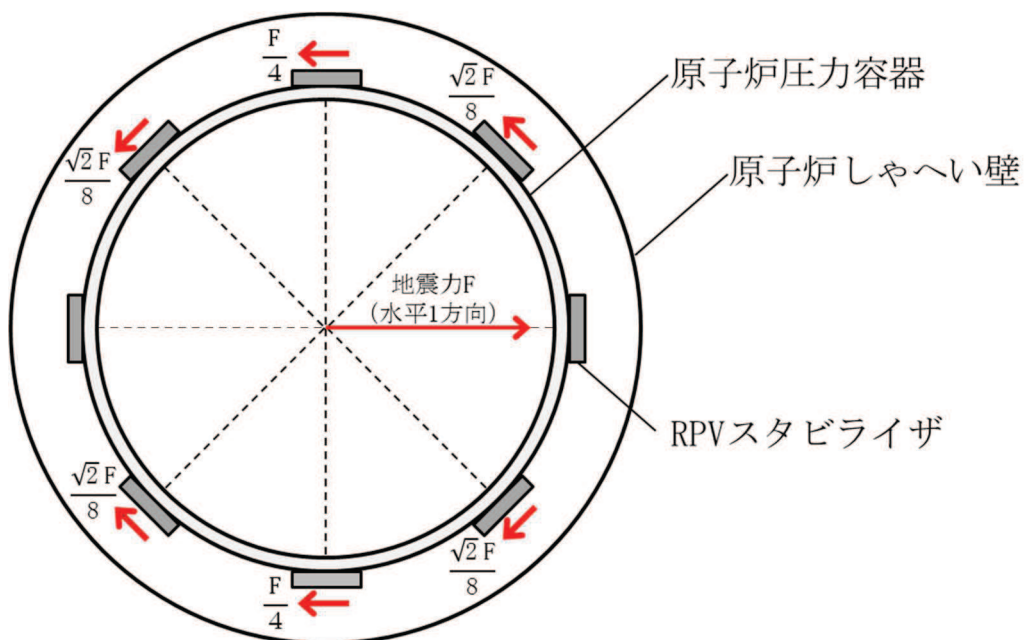


図1-1 原子炉压力容器スタビライザの水平地震荷重の分担（水平1方向）

1.3 水平2方向同時加振の影響

RPVスタビライザは、水平2方向の地震力を受けた場合においても、図1-2及び表1-1に示すとおり方向別地震荷重 F (F_x 又は F_y) に対する最大反力を受け持つ部位が異なる。

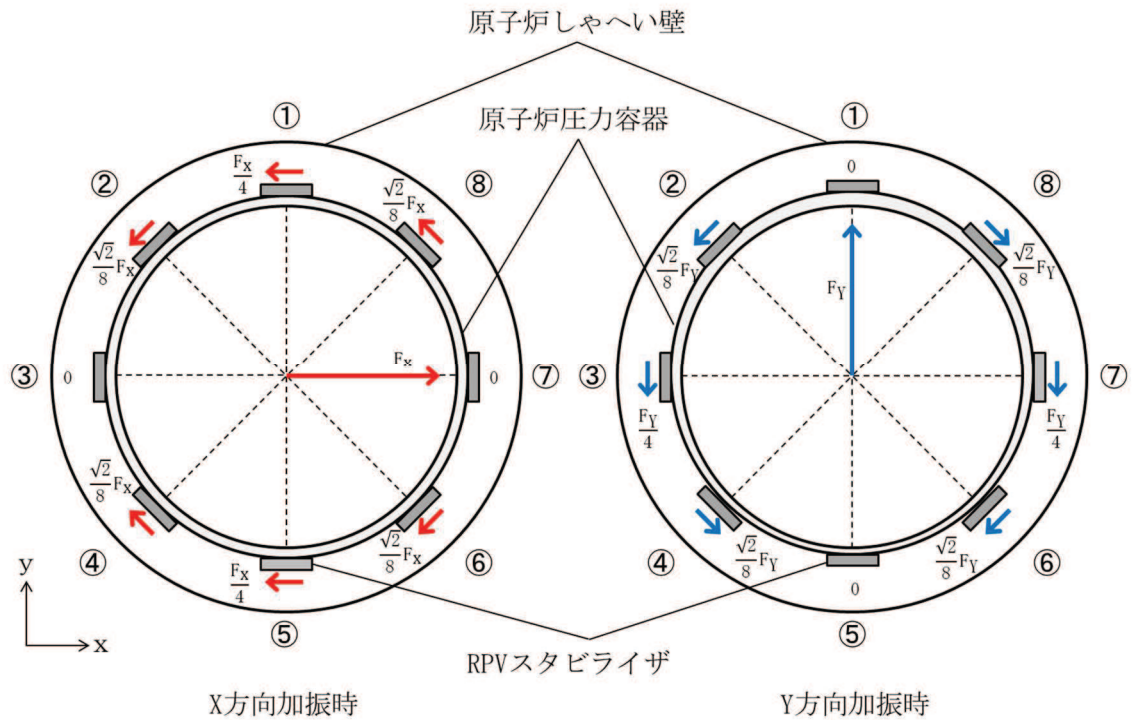


図1-2 原子炉圧力容器スタビライザの水平地震荷重の分担

表 1-1 原子炉圧力容器スタビライザ各点での分担荷重

位置		方向別地震力 F に対する反力	
		X 方向	Y 方向
①	0°	$\frac{F_X}{4}$	0
②	45°	$\frac{\sqrt{2}}{8}F_X$	$\frac{\sqrt{2}}{8}F_Y$
③	90°	0	$\frac{F_Y}{4}$
④	135°	$\frac{\sqrt{2}}{8}F_X$	$\frac{\sqrt{2}}{8}F_Y$
⑤	180°	$\frac{F_X}{4}$	0
⑥	225°	$\frac{\sqrt{2}}{8}F_X$	$\frac{\sqrt{2}}{8}F_Y$
⑦	270°	0	$\frac{F_Y}{4}$
⑧	315°	$\frac{\sqrt{2}}{8}F_X$	$\frac{\sqrt{2}}{8}F_Y$
最大		$\frac{F_X}{4}$	$\frac{F_Y}{4}$

水平 2 方向地震力の組合せの考慮については、表 1-1 に示した水平 1 方向反力を用いて、X 方向、Y 方向同時には最大の地震力が発生しないと仮定し、以下の 2 つの方法にて検討を行った。

- ① 組合せ係数法： $F_Y = 0.4F_X$ と仮定し、X 方向、Y 方向のそれぞれの水平 1 方向応答結果を算術和する
- ② 最大応答の非同時性を考慮した SRSS 法： $F_Y = F_X$ と仮定し、X 方向、Y 方向のそれぞれの水平 1 方向応答結果を二乗和平方根にて合成する

上記検討の結果を表 1-2 に示す。いずれの検討方法を用いても、水平 2 方向反力の組合せ結果の最大値は f となり、これは水平 1 方向反力の最大値と同値である。

したがって、RPV スタビライザに対して水平 2 方向の影響はない。

表 1-2 原子炉圧力容器スタビライザ各点における水平 2 方向の考慮

位置		組合せ係数法を用いた 水平 2 方向反力の組合せ ($F_Y = 0.4F_X$)	最大応答の非同時性を考慮した SRSS 法を用いた水平 2 方向反力の 組合せ ($F_Y = F_X$)
①	0°	$\frac{F_X}{4} = f$	$\frac{F_X}{4} = f$
②	45°	$\frac{\sqrt{2}}{8}F_X + \frac{\sqrt{2}}{8}F_Y$ $= \sqrt{2} \times 1.4 \times \frac{F_X}{8}$ $= 0.990 \times \frac{F_X}{4} < f$	$\sqrt{\left(\frac{\sqrt{2}}{8}F_X\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{2}}{8}F_Y\right)^2}$ $= \frac{F_X}{4} = f$
③	90°	$\frac{F_Y}{4} = 0.4 \times \frac{F_X}{4} < f$	$\frac{F_Y}{4} = \frac{F_X}{4} = f$
④	135°	$\frac{\sqrt{2}}{8}F_X + \frac{\sqrt{2}}{8}F_Y$ $= \sqrt{2} \times 1.4 \times \frac{F_X}{8}$ $= 0.990 \times \frac{F_X}{4} < f$	$\sqrt{\left(\frac{\sqrt{2}}{8}F_X\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{2}}{8}F_Y\right)^2}$ $= \frac{F_x}{4} = f$
⑤	180°	$\frac{F_X}{4} = f$	$\frac{F_X}{4} = f$
⑥	225°	$\frac{\sqrt{2}}{8}F_X + \frac{\sqrt{2}}{8}F_Y$ $= \sqrt{2} \times 1.4 \times \frac{F_X}{8}$ $= 0.990 \times \frac{F_X}{4} < f$	$\sqrt{\left(\frac{\sqrt{2}}{8}F_X\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{2}}{8}F_Y\right)^2}$ $= \frac{F_X}{4} = f$
⑦	270°	$\frac{F_Y}{4} = 0.4 \times \frac{F_X}{4} < f$	$\frac{F_Y}{4} = \frac{F_X}{4} = f$
⑧	315°	$\frac{\sqrt{2}}{8}F_X + \frac{\sqrt{2}}{8}F_Y$ $= \sqrt{2} \times 1.4 \times \frac{F_X}{8}$ $= 0.990 \times \frac{F_X}{4} < f$	$\sqrt{\left(\frac{\sqrt{2}}{8}F_X\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{2}}{8}F_Y\right)^2}$ $= \frac{F_X}{4} = f$
最大		f	f

2. 水平 2 方向同時加振の影響評価について（蒸気乾燥器支持ブラケット）

2.1 はじめに

本項は、蒸気乾燥器支持ブラケットに対する水平 2 方向同時加振の影響についてまとめたものである。

2.2 現行評価の手法

蒸気乾燥器支持ブラケットは、4 体配置されており、位置関係は図 2-1 のとおりとなる。

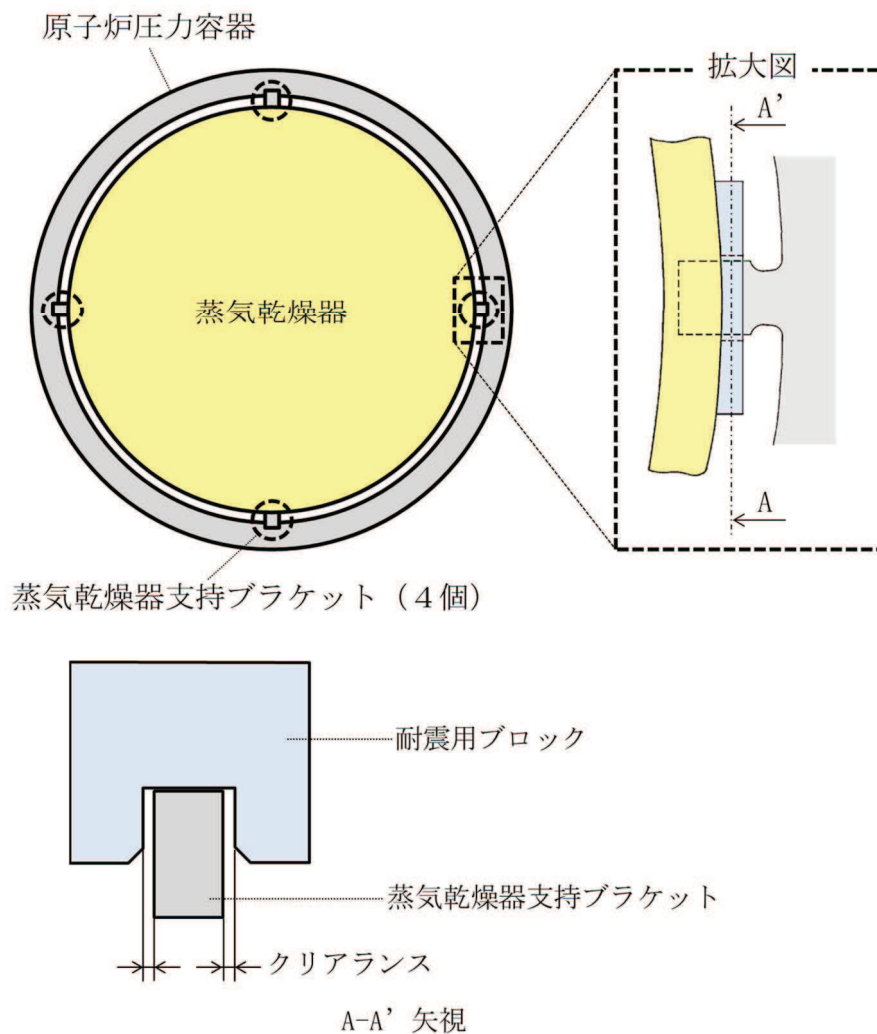


図 2-1 蒸気乾燥器支持ブラケットの位置

蒸気乾燥器支持ブラケットは、4 体で耐震用ブロックを介し蒸気乾燥器を支持する設計である。しかし、耐震用ブロックと蒸気乾燥器支持ブラケットの間にはクリアランスが存在し、水平地震動の入力方向によっては、4 体のうち対角のブラケット 2 体のみがその荷重を負担する可能性があるため、現行評価では対角のブラケット 2 体に

より、水平2方向の地震荷重を支持するものとして評価している。

図 2-2 に、評価においてブラケットに負荷される水平方向の地震荷重を示す。

$$F_x = F_y = \frac{F}{2}$$

F : 蒸気乾燥器から受ける地震時の水平方向荷重

F_x : X 方向地震よりブラケットに発生する水平方向荷重

F_y : Y 方向地震よりブラケットに発生する水平方向荷重

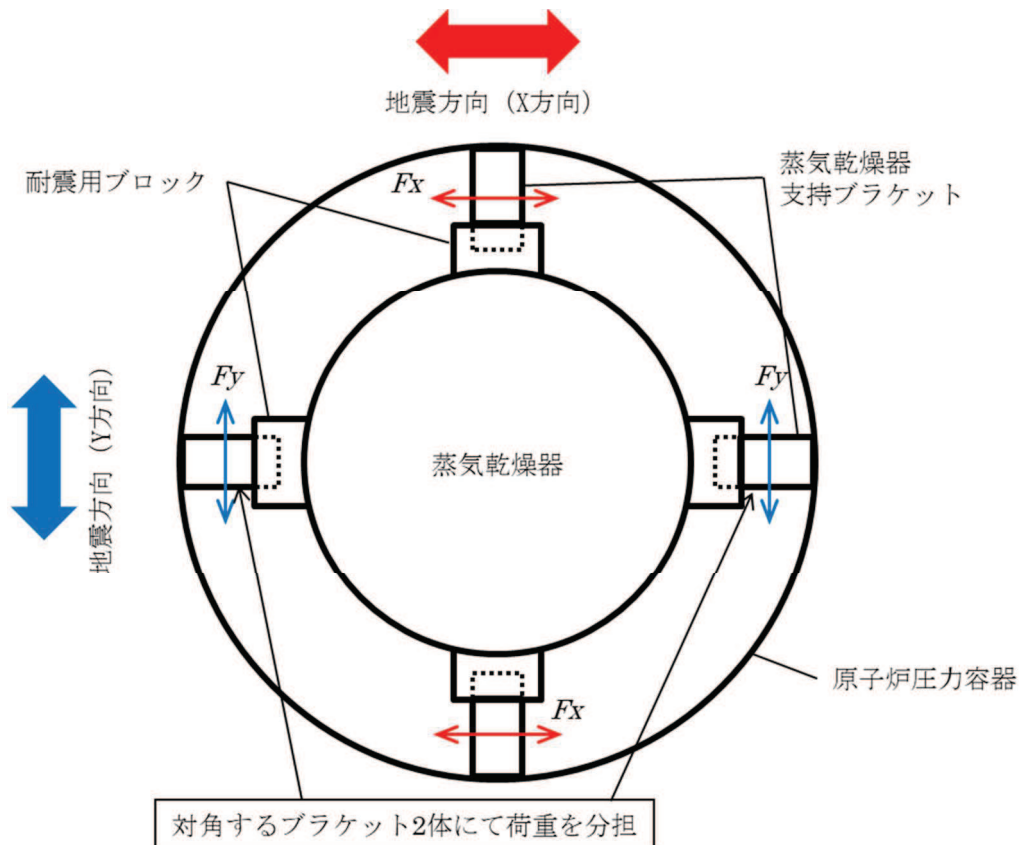


図 2-2 評価におけるブラケットの負荷荷重

2.3 水平2方向同時加振の影響

蒸気乾燥器支持ブラケットは、現行評価において、水平2方向の地震荷重を同時に考慮し、ブラケットと耐震用ブロックの接触状態として想定される最も厳しい状態として4体のブラケットのうち2体でその荷重を支持すると評価しており、水平2方向同時加振による現行の評価結果への影響はない。

3. 水平 2 方向同時加振の影響評価について（制御棒・破損燃料貯蔵ラック）

3.1 はじめに

本項は、制御棒・破損燃料貯蔵ラック（以下「ラック」という。）の支持ビームに対する水平 2 方向同時加振の影響についてまとめたものである。

3.2 支持ビームの構造

本支持ビームは、ラックの耐震上弱軸方向となる短辺方向の転倒防止を目的として、使用済燃料貯蔵プール壁面から腕を張り出す形で設置されており、ラックの短辺方向側を支持し、長辺方向側は荷重を受けない構造となっている（図 3-1）。

3.3 水平 2 方向の地震力による影響について

現行評価において、支持ビームの応力は、地震力によりラックから入力される荷重（反力）、支持ビーム自身の荷重（自重及び自身の慣性力）と、部材の断面特性を用いて下記の地震条件時のそれぞれについて求めている。

- ・長辺方向（水平 x 方向）＋鉛直方向
- ・短辺方向（水平 y 方向）＋鉛直方向

長辺方向（x 方向）の地震の場合、支持ビームはラックを支持していないため、ラックから入力される荷重（反力）は生じず、支持ビーム自身の慣性力による応力のみが発生する。短辺方向（y 方向）の地震の場合、支持ビームには、ラックからの反力と自身の慣性力による応力が発生する。支持ビーム自身の慣性力は、いずれの方向の地震においても、ラックからの反力と比較して小さい。

したがって、支持ビームの応力は、水平 1 方向（短辺方向（y 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。

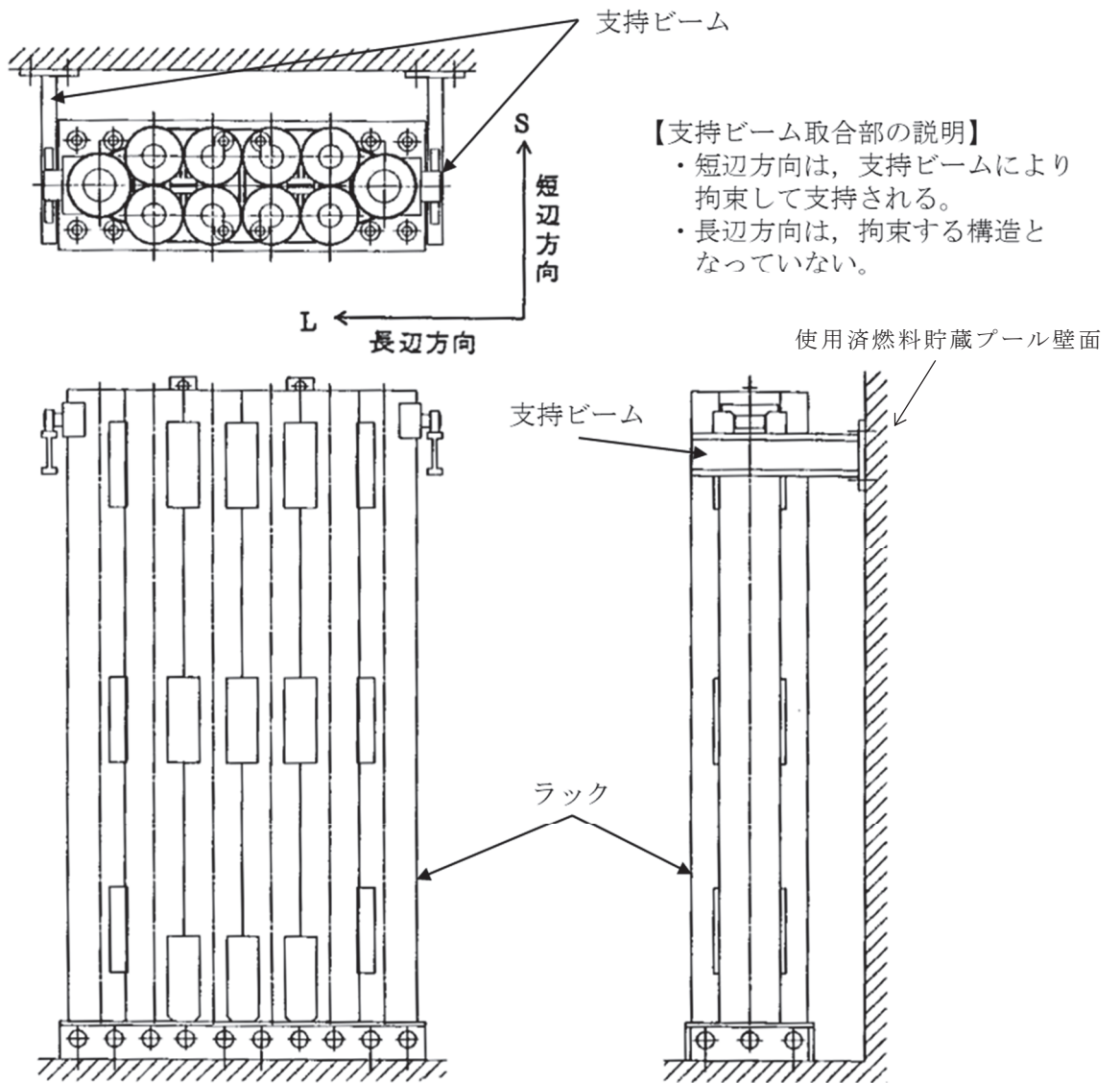


図3-1 制御棒・破損燃料貯蔵ラック設置状態

4. 水平 2 方向同時加振の影響評価について（円筒形容器）

4.1 はじめに

本項は、水平地震動が水平 2 方向に作用した場合の円筒形容器に対する影響を FEM で確認した結果をまとめたものである。

円筒形容器については、別紙 4.1 にて記載しているとおおり、X 方向地震と Y 方向地震とでは最大応力点が異なるため、それぞれの地震による応力を組み合わせても影響軽微としている。本項には、別紙 4.1 にて記載していることを解析にて確認することを目的として、円筒形容器の FEM モデルを用いた解析を実施した結果を示す。ここで、本検討は軸方向応力、周方向応力及びせん断応力の組合せに基づく胴の応力強さを対象としたものである。

具体的な確認項目として、以下 2 点を確認した。

- ① X 方向地震と Y 方向地震とで最大応力点が異なることの確認
- ② 最大応力点以外に、X 方向地震と Y 方向地震による応力を組み合わせた場合に影響のあるような点があるかを確認

4.2 影響評価検討

評価検討モデル及び応力の定義について図 4-1 に示す。なお、応力については要素ごとの局部座標系として図 4-1 に示すように定義する。検討方法を以下に示す。

- ・ 検討方法 : 水平地震力 1G を X 方向へ入力し、周方向の 0° 方向から 90° 方向にかけて応力分布を確認する。また、水平 1 方向地震による応力を用いて水平 2 方向地震による応力を評価する。
- ・ 検討モデル : たて置き円筒形容器をシェル要素にてモデル化
- ・ 拘束点 : 容器基部を拘束
- ・ 荷重条件 : モデル座標の X 方向に水平地震力 1G を負荷
- ・ 解析手法 : 静的解析
- ・ 対象部位及び応力 : 容器基部における応力強さ
- ・ 水平 2 方向同時加振時の考慮方法
 - 組合せ係数法（最大応答の非同時性を考慮）
 - SRSS 法（最大応答の非同時性を考慮）

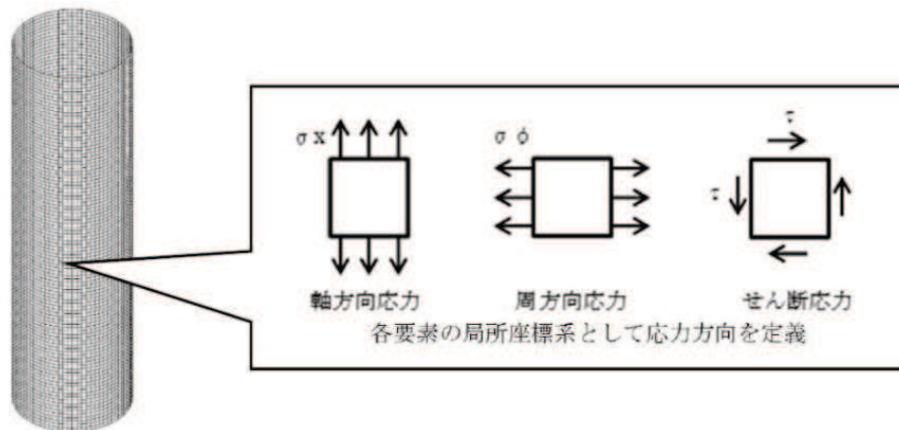


図4-1 評価検討モデル及び各応力の定義

4.3 検討結果

4.3.1 軸方向応力 σ_x

容器基部における水平地震時の軸方向応力コンター図を図 4-2 に示す。

この結果より、最大応力点は $0^\circ / 180^\circ$ 位置に発生していることが分かる。円筒形容器のため評価部位が円形の一様断面であることから、Y 方向から水平地震力を入力した場合においても、最大応力点は $90^\circ / 270^\circ$ 位置に発生することは明白であるため、水平方向地震動の入力方向により最大応力点は異なる。

また、表-1 に X 方向、Y 方向、2 方向入力時の軸方向応力分布を示す。

中間部 ($0^\circ / 90^\circ$ 方向以外) において 2 方向入力時の影響が確認できる。なお、組合せ係数法及び SRSS 法のそれぞれを用いた水平 2 方向入力時の応力 $\sigma_{x,c}(\theta)$ 及び $\sigma_{x,s}(\theta)$ は、水平 1 方向入力時の軸方向応力解析結果 (X 方向入力時応力 $\sigma_{x,X}(\theta)$ 、Y 方向入力時応力 $\sigma_{x,Y}(\theta)$) により、以下のとおり算出する。

< 組合せ係数法 >

$$\sigma_{x,c}(\theta) = \max (\sigma_{x,c(X)}(\theta), \sigma_{x,c(Y)}(\theta))$$

ただし、 $\sigma_{x,c(X)}(\theta)$ は $\sigma_{x,X}(\theta)$ に 1、 $\sigma_{x,Y}(\theta)$ に 0.4 の係数を乗じて X・Y 方向入力時それぞれの軸方向応力を組み合わせた応力、 $\sigma_{x,c(Y)}(\theta)$ は $\sigma_{x,Y}(\theta)$ に 1、 $\sigma_{x,X}(\theta)$ に 0.4 の係数を乗じて X・Y 方向入力時それぞれの応力を組み合わせた応力であり、以下のように表される。

$$\sigma_{x,c(X)}(\theta) = \sigma_{x,X}(\theta) + 0.4 \times \sigma_{x,Y}(\theta)$$

$$\sigma_{x,c(Y)}(\theta) = 0.4 \times \sigma_{x,X}(\theta) + \sigma_{x,Y}(\theta)$$

< SRSS 法 >

$$\sigma_{x,s}(\theta) = \sqrt{\sigma_{x,X}(\theta)^2 + \sigma_{x,Y}(\theta)^2}$$

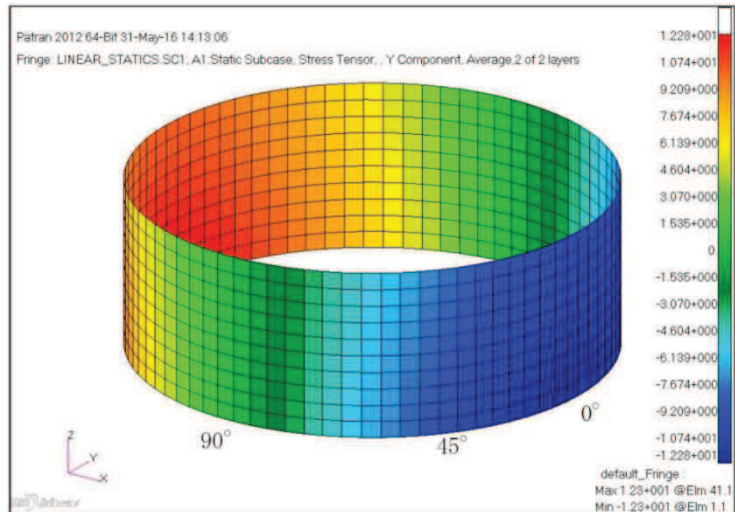


図4-2 水平地震時軸方向応力コンター図

表 4-1 水平地震時の軸方向応力分布

角度	X 方向入力時 応力 (MPa) $\sigma_{x,x}(\theta)$	Y 方向入力時 応力 (MPa) $\sigma_{x,y}(\theta)$	2 方向入力時応力 (MPa)	
			組合せ係数法 $\sigma_{x,c}(\theta)$	SRSS 法 $\sigma_{x,s}(\theta)$
0° 方向	12.28	0.00	12.28 $\sigma_{x,c(x)}(0^\circ) = 12.28$ $\sigma_{x,c(y)}(0^\circ) = 4.91$	12.28
22.5° 方向	11.34	4.70	13.22 $\sigma_{x,c(x)}(22.5^\circ) = 13.22$ $\sigma_{x,c(y)}(22.5^\circ) = 9.24$	12.28
45° 方向	8.68	8.68	12.15 $\sigma_{x,c(x)}(45^\circ) = 12.15$ $\sigma_{x,c(y)}(45^\circ) = 12.15$	12.28
67.5° 方向	4.70	11.34	13.22 $\sigma_{x,c(x)}(67.5^\circ) = 9.24$ $\sigma_{x,c(y)}(67.5^\circ) = 13.22$	12.28
90° 方向	0.00	12.28	12.28 $\sigma_{x,c(x)}(90^\circ) = 4.91$ $\sigma_{x,c(y)}(90^\circ) = 12.28$	12.28

4.3.2 周方向応力 σ_ϕ

容器基部における水平地震時の周方向応力コンター図を図 4-3 に、周方向応力分布を表 4-2 に示す。軸方向応力同様に最大応力点は $0^\circ / 180^\circ$ 位置に発生しており、最大応力点が異なることについて確認できる。

また、2 方向入力時の影響についても軸方向応力と同様に中間部 ($0^\circ / 90^\circ$ 方向以外) において 2 方向入力時の影響が確認できる。なお、組合せ係数法及び SRSS 法のそれぞれを用いた水平 2 方向入力時の応力 $\sigma_{\phi,c}(\theta)$ 及び $\sigma_{\phi,s}(\theta)$ は、水平 1 方向入力時の周方向応力解析結果 (X 方向入力時応力 $\sigma_{\phi,x}(\theta)$, Y 方向入力時応力 $\sigma_{\phi,y}(\theta)$) により、以下のとおり算出する。

< 組合せ係数法 >

$$\sigma_{\phi,c}(\theta) = \max (\sigma_{\phi,c(X)}(\theta), \sigma_{\phi,c(Y)}(\theta))$$

ただし、 $\sigma_{\phi,c(X)}(\theta)$ は $\sigma_{\phi,x}(\theta)$ に 1, $\sigma_{\phi,y}(\theta)$ に 0.4 の係数を乗じて X・Y 方向入力時それぞれの周方向応力を組み合わせた応力、 $\sigma_{\phi,c(Y)}(\theta)$ は $\sigma_{\phi,y}(\theta)$ に 1, $\sigma_{\phi,x}(\theta)$ に 0.4 の係数を乗じて X・Y 方向入力時それぞれの応力を組み合わせた応力であり、以下のように表される。

$$\sigma_{\phi,c(X)}(\theta) = \sigma_{\phi,x}(\theta) + 0.4 \times \sigma_{\phi,y}(\theta)$$

$$\sigma_{\phi,c(Y)}(\theta) = 0.4 \times \sigma_{\phi,x}(\theta) + \sigma_{\phi,y}(\theta)$$

< SRSS 法 >

$$\sigma_{\phi,s}(\theta) = \sqrt{\sigma_{\phi,x}(\theta)^2 + \sigma_{\phi,y}(\theta)^2}$$

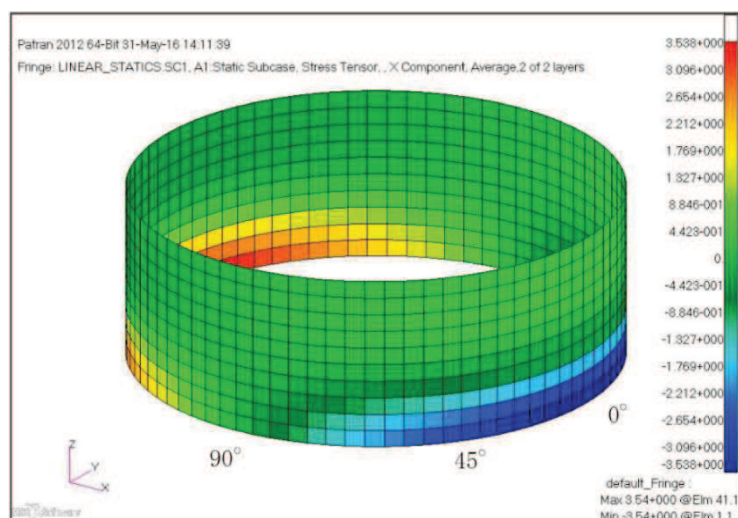


図4-3 水平地震時周方向応力コンター図

表 4-2 水平地震時の周方向応力分布

角度	X 方向入力時 応力 (MPa) $\sigma_{\phi, X}(\theta)$	Y 方向入力時 応力 (MPa) $\sigma_{\phi, Y}(\theta)$	2 方向入力時応力 (MPa)	
			組合せ係数法 $\sigma_{\phi, c}(\theta)$	SRSS 法 $\sigma_{\phi, s}(\theta)$
0° 方向	3.54	0.00	3.54 $\sigma_{\phi, c(x)}(0^\circ) = 3.54$ $\sigma_{\phi, c(y)}(0^\circ) = 1.42$	3.54
22.5° 方向	3.27	1.35	3.81 $\sigma_{\phi, c(x)}(22.5^\circ) = 3.81$ $\sigma_{\phi, c(y)}(22.5^\circ) = 2.66$	3.54
45° 方向	2.50	2.50	3.50 $\sigma_{\phi, c(x)}(45^\circ) = 3.50$ $\sigma_{\phi, c(y)}(45^\circ) = 3.50$	3.54
67.5° 方向	1.35	3.27	3.81 $\sigma_{\phi, c(x)}(67.5^\circ) = 2.66$ $\sigma_{\phi, c(y)}(67.5^\circ) = 3.81$	3.54
90° 方向	0.00	3.54	3.54 $\sigma_{\phi, c(x)}(90^\circ) = 1.42$ $\sigma_{\phi, c(y)}(90^\circ) = 3.54$	3.54

4.3.3 せん断応力 τ

容器基部における水平地震時のせん断応力コンター図を図 4-4 に示し、せん断応力分布を表 4-3 に示す。せん断応力は軸方向及び周方向応力とは異なり、最大応力は 90° /270° 位置に生じているが、最大応力と最小応力の生じる点が回転しているのみで応力の傾向として最大応力点が異なることについて確認できる。

また、2 方向入力時の影響についても軸方向応力、周方向応力と同様に中間部 (0° /90° 方向以外) において 2 方向入力時の影響が確認できる。なお、組合せ係数法及び SRSS 法のそれぞれを用いた水平 2 方向入力時の応力 $\tau_c(\theta)$ 及び $\tau_s(\theta)$ は、水平 1 方向入力時のせん断応力解析結果 (X 方向入力時応力 $\tau_X(\theta)$ 、Y 方向入力時応力 $\tau_Y(\theta)$) により、以下のとおり算出する。

< 組合せ係数法 >

$$\tau_c(\theta) = \max(\tau_{c(x)}(\theta), \tau_{c(y)}(\theta))$$

ただし、 $\tau_{c(x)}(\theta)$ は $\tau_X(\theta)$ に 1、 $\tau_Y(\theta)$ に 0.4 の係数を乗じて X・Y 方向入力時それぞれのせん断応力を組み合わせた応力、 $\tau_{c(y)}(\theta)$ は $\tau_Y(\theta)$ に

1, $\tau_X(\theta)$ に 0.4 の係数を乗じて X・Y 方向入力時それぞれの応力を組み合わせた応力であり, 以下のように表される。

$$\tau_{c(X)}(\theta) = \tau_X(\theta) + 0.4 \times \tau_Y(\theta)$$

$$\tau_{c(Y)}(\theta) = 0.4 \times \tau_X(\theta) + \tau_Y(\theta)$$

< SRSS 法 >

$$\tau_s(\theta) = \sqrt{\tau_{c(X)}(\theta)^2 + \tau_{c(Y)}(\theta)^2}$$

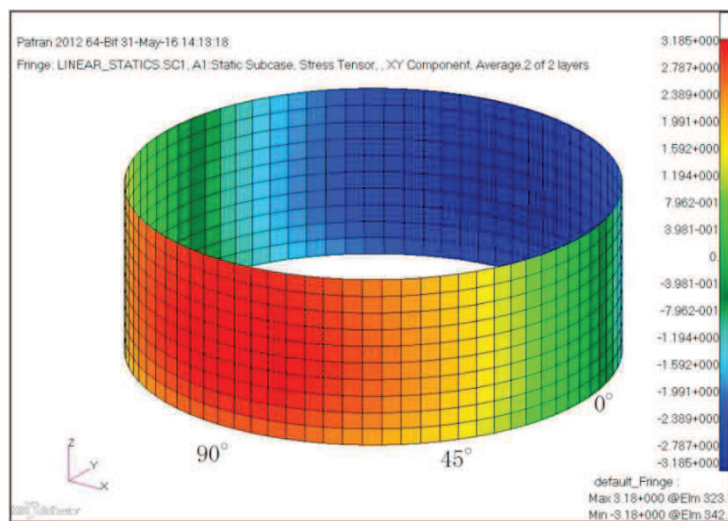


図4-4 水平地震時せん断応力コンター図

表 4-3 水平地震時のせん断応力分布

角度	X 方向入力時 応力 (MPa) $\tau_x(\theta)$	Y 方向入力時 応力 (MPa) $\tau_y(\theta)$	2 方向入力時応力 (MPa)	
			組合せ係数法 $\tau_c(\theta)$	SRSS 法 $\tau_s(\theta)$
0° 方向	0.00	2.70	2.70 $\tau_{c(x)}(0^\circ) = 1.08$ $\tau_{c(y)}(0^\circ) = 2.70$	2.70
22.5° 方向	1.03	2.49	2.91 $\tau_{c(x)}(22.5^\circ) = 2.03$ $\tau_{c(y)}(22.5^\circ) = 2.91$	2.70
45° 方向	1.91	1.91	2.67 $\tau_{c(x)}(45^\circ) = 2.67$ $\tau_{c(y)}(45^\circ) = 2.67$	2.70
67.5° 方向	2.49	1.03	2.91 $\tau_{c(x)}(67.5^\circ) = 2.91$ $\tau_{c(y)}(67.5^\circ) = 2.03$	2.70
90° 方向	2.70	0.00	2.70 $\tau_{c(x)}(90^\circ) = 2.70$ $\tau_{c(y)}(90^\circ) = 1.08$	2.70

4.3.4 応力強さ σ

胴の応力強さ σ は、表 4-1~3 に示した X 方向、Y 方向、2 方向入力時それぞれの軸方向応力 σ_x 、周方向応力 σ_ϕ 及びせん断応力 τ を組み合わせ、耐震評価結果として用いている。

< 水平 1 方向のうち、X 方向入力時の組合せ応力強さ $\sigma_x(\theta)$ >

主応力 $\sigma_{1,x}(\theta)$ 、 $\sigma_{2,x}(\theta)$ 、 $\sigma_{3,x}(\theta)$ は以下のとおりに表される。

$$\sigma_{1,x}(\theta) = \frac{1}{2} \left(\sigma_{x,x}(\theta) + \sigma_{\phi,x}(\theta) + \sqrt{(\sigma_{x,x}(\theta) - \sigma_{\phi,x}(\theta))^2 + 4\tau_x(\theta)^2} \right)$$

$$\sigma_{2,x}(\theta) = \frac{1}{2} \left(\sigma_{x,x}(\theta) + \sigma_{\phi,x}(\theta) - \sqrt{(\sigma_{x,x}(\theta) - \sigma_{\phi,x}(\theta))^2 + 4\tau_x(\theta)^2} \right)$$

$$\sigma_{3,x}(\theta) = 0$$

各主応力により、応力強さ $\sigma_x(\theta)$ は以下のとおりとなる。

$$\sigma_x(\theta) = \max(|\sigma_{1,x}(\theta) - \sigma_{2,x}(\theta)|, |\sigma_{2,x}(\theta) - \sigma_{3,x}(\theta)|, |\sigma_{3,x}(\theta) - \sigma_{1,x}(\theta)|)$$

なお、Y方向入力時の応力強さ $\sigma_Y(\theta)$ は、上記の式における X を Y に置き換えた式により算出する。

ここで $\theta = 0^\circ$ の場合、表 4-1 より $\sigma_{x,x}(0^\circ) = 12.28$ 、第 4-2 表より $\sigma_{\phi,x}(0^\circ) = 3.54$ 、表 4-3 より $\tau_x(0^\circ) = 0$ であるため

$$\sigma_{1,x}(0^\circ) = \frac{1}{2} \left(12.28 + 3.54 + \sqrt{(12.28 - 3.54)^2 + 4(0)^2} \right) = 12.28$$

$$\sigma_{2,x}(0^\circ) = \frac{1}{2} \left(12.28 + 3.54 - \sqrt{(12.28 - 3.54)^2 + 4(0)^2} \right) = 3.54$$

$$\sigma_{3,x}(0^\circ) = 0$$

となる。したがって、

$$\sigma_x(0^\circ) = \max(|12.28 - 3.54|, |3.54 - 0|, |0 - 12.28|) = 12.28$$

< 組合せ係数法による水平 2 方向同時加振を考慮した応力強さ $\sigma_c(\theta)$ >
 $\sigma_c(\theta)$ の算出フローを図 4-5 に示す。

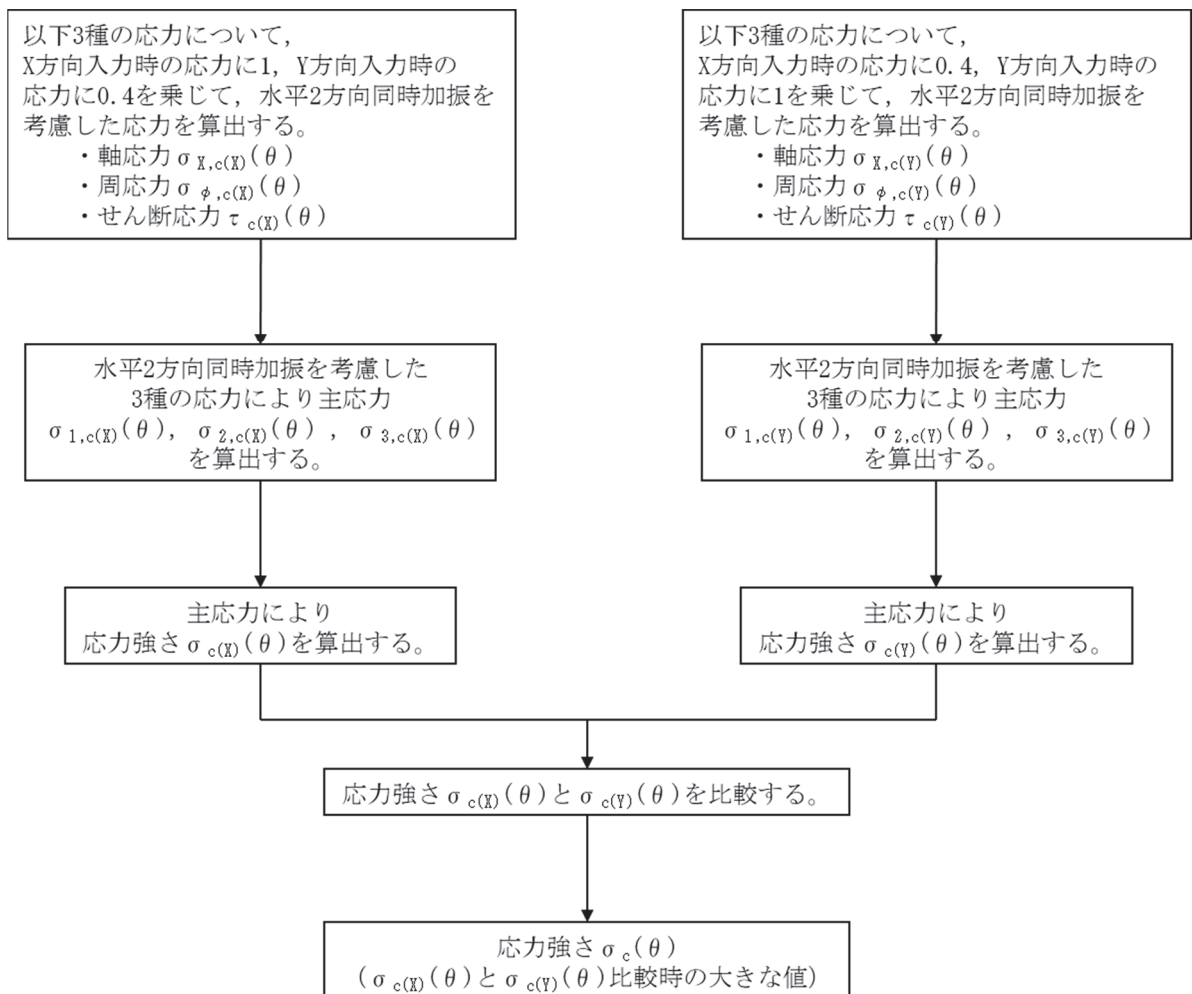


図4-5 組合せ係数法による応力強さ算出フロー

X 方向入力時の応力に 1, Y 方向入力時の応力に 0.4 を乗じて組み合わせた水平 2 方向同時加振を考慮した応力は以下のとおりとなる。

$$\sigma_{x,c(X)}(\theta) = \sigma_{x,X}(\theta) + 0.4 \times \sigma_{x,Y}(\theta)$$

$$\sigma_{\phi,c(X)}(\theta) = \sigma_{\phi,X}(\theta) + 0.4 \times \sigma_{\phi,Y}(\theta)$$

$$\tau_{c(X)}(\theta) = \tau_X(\theta) + 0.4 \times \tau_Y(\theta)$$

水平 2 方向同時加振を考慮した各応力により, 主応力 $\sigma_{1,c(X)}(\theta)$, $\sigma_{2,c(X)}(\theta)$, $\sigma_{3,c(X)}(\theta)$ は以下のとおりに表される。

$$\sigma_{1,c(X)}(\theta) = \frac{1}{2} \left(\sigma_{x,c(X)}(\theta) + \sigma_{\phi,c(X)}(\theta) + \sqrt{(\sigma_{x,c(X)}(\theta) - \sigma_{\phi,c(X)}(\theta))^2 + 4\tau_{c(X)}(\theta)^2} \right)$$

$$\sigma_{2,c(X)}(\theta) = \frac{1}{2} \left(\sigma_{x,c(X)}(\theta) + \sigma_{\phi,c(X)}(\theta) - \sqrt{(\sigma_{x,c(X)}(\theta) - \sigma_{\phi,c(X)}(\theta))^2 + 4\tau_{c(X)}(\theta)^2} \right)$$

$$\sigma_{3,c(X)}(\theta) = 0$$

各主応力により, 応力強さ $\sigma_{c(X)}(\theta)$ は以下のとおりとなる。

$$\sigma_{c(X)}(\theta) = \max(|\sigma_{1,c(X)}(\theta) - \sigma_{2,c(X)}(\theta)|, |\sigma_{2,c(X)}(\theta) - \sigma_{3,c(X)}(\theta)|, |\sigma_{3,c(X)}(\theta) - \sigma_{1,c(X)}(\theta)|)$$

同様に, Y 方向入力時の応力に 1, X 方向入力時の応力に 0.4 を乗じて組み合わせた水平 2 方向同時加振を考慮した応力により, 応力強さ $\sigma_{c(Y)}(\theta)$ を算出する。

この応力強さ $\sigma_{c(X)}(\theta)$ と $\sigma_{c(Y)}(\theta)$ を比較し, 大きな値を $\sigma_c(\theta)$ とする。

$$\sigma_c(\theta) = \max(\sigma_{c(X)}(\theta), \sigma_{c(Y)}(\theta))$$

ここで $\theta = 0^\circ$ の場合, 第 4-1 表より $\sigma_{x,c(X)}(0^\circ) = 12.28$, 表 4-2 より

$\sigma_{\phi,c(X)}(0^\circ) = 3.54$, 第 4-3 表より $\tau_{c(X)}(0^\circ) = 1.08$ であるため,

$$\sigma_{1,c(X)}(0^\circ) = \frac{1}{2} \left(12.28 + 3.54 + \sqrt{(12.28 - 3.54)^2 + 4(1.08)^2} \right) = 12.41$$

$$\sigma_{2,c(X)}(0^\circ) = \frac{1}{2} \left(12.28 + 3.54 - \sqrt{(12.28 - 3.54)^2 + 4(1.08)^2} \right) = 3.41$$

$$\sigma_{3,c(X)}(0^\circ) = 0$$

となる。したがって, 応力強さ $\sigma_{c(X)}(0^\circ)$ は以下のように算出される。

$$\sigma_{c(X)}(0^\circ) = \max(|12.41 - 3.41|, |3.41 - 0|, |0 - 12.41|) = 12.41$$

同様に, 表 4-1 より $\sigma_{x,c(Y)}(0^\circ) = 4.91$, 第 4-2 表より $\sigma_{\phi,c(Y)}(0^\circ) = 1.42$, 表 4-3 より $\tau_{c(Y)}(0^\circ) = 2.70$ であるため

$$\sigma_{1,c(Y)}(0^\circ) = \frac{1}{2} \left(4.91 + 1.42 + \sqrt{(4.91 - 1.42)^2 + 4(2.70)^2} \right) = 6.38$$

$$\sigma_{2,c(x)}(0^\circ) = \frac{1}{2} \left(4.91 + 1.42 - \sqrt{(4.91 - 1.42)^2 + 4(2.70)^2} \right) = -0.05$$

$$\sigma_{3,c(x)}(0^\circ) = 0$$

となる。したがって、応力強さ $\sigma_{c(y)}(0^\circ)$ は以下のように算出される。

$$\sigma_{c(x)}(0^\circ) = \max(|6.38 - (-0.05)|, |-0.05 - 0|, |0 - 6.38|) = 6.43$$

応力強さ $\sigma_{c(x)}(0^\circ)$ と $\sigma_{c(y)}(0^\circ)$ により、組合せ係数法による水平 2 方向同時加振時を考慮した応力強さ $\sigma_c(0^\circ)$ は

$$\sigma_c(0^\circ) = \max(12.41, 6.43) = 12.41$$

となる。

<SRSS 法による水平 2 方向同時加振を考慮した応力強さ $\sigma_s(\theta)$ >

主応力 $\sigma_{1,s}(\theta)$, $\sigma_{2,s}(\theta)$, $\sigma_{3,s}(\theta)$ は以下のとおりに表される。

$$\sigma_{1,s}(\theta) = \frac{1}{2} \left(\sigma_{x,s}(\theta) + \sigma_{\phi,s}(\theta) + \sqrt{(\sigma_{x,s}(\theta) - \sigma_{\phi,s}(\theta))^2 + 4\tau_s(\theta)^2} \right)$$

$$\sigma_{2,s}(\theta) = \frac{1}{2} \left(\sigma_{x,s}(\theta) + \sigma_{\phi,s}(\theta) - \sqrt{(\sigma_{x,s}(\theta) - \sigma_{\phi,s}(\theta))^2 + 4\tau_s(\theta)^2} \right)$$

$$\sigma_{3,s}(\theta) = 0$$

各主応力により、応力強さ $\sigma_s(\theta)$ は以下のとおりとなる。

$$\sigma_s(\theta) = \max(|\sigma_{1,s}(\theta) - \sigma_{2,s}(\theta)|, |\sigma_{2,s}(\theta) - \sigma_{3,s}(\theta)|, |\sigma_{3,s}(\theta) - \sigma_{1,s}(\theta)|)$$

ここで $\theta = 0^\circ$ の場合には、表 4-1 より $\sigma_{x,s}(0^\circ) = 12.28$ 、表 4-2 より $\sigma_{\phi,s}(0^\circ) = 3.54$ 、表 4-3 より $\tau_s(0^\circ) = 2.70$ であるため、

$$\sigma_{1,s}(0^\circ) = \frac{1}{2} \left(12.28 + 3.54 + \sqrt{(12.28 - 3.54)^2 + 4(2.70)^2} \right) = 13.05$$

$$\sigma_{2,s}(0^\circ) = \frac{1}{2} \left(12.28 + 3.54 - \sqrt{(12.28 - 3.54)^2 + 4(2.70)^2} \right) = 2.77$$

$$\sigma_{3,s}(0^\circ) = 0$$

となる。したがって、

$$\sigma_s(0^\circ) = \max(|13.05 - 2.77|, |2.77 - 0|, |0 - 13.05|) = 13.05$$

$\theta = 0^\circ$ の場合に SRSS 法、組合せ係数法を用いて算出した応力強さを表 4-4 にまとめる。

表 4-4 SRSS 法, 組合せ係数法を用いて算出した応力強さ ($\theta = 0^\circ$)

	X	Y	SRSS 法	組合せ係数法	
				$1.0 \times X + 0.4 \times Y$	$0.4 \times X + 1.0 \times Y$
$\sigma_x(\theta)$	12.28	0.00	$\sqrt{(12.28^2 + 0.00^2)} =$ 12.28	$12.28 \times 1.0 + 0.00 \times 0.4 =$ 12.28	$12.28 \times 0.4 + 0.00 \times 1.0 =$ 4.91
$\sigma_\phi(\theta)$	3.54	0.00	$\sqrt{(3.54^2 + 0.00^2)} =$ 3.54	$3.54 \times 1.0 + 0.00 \times 0.4 =$ 3.54	$3.54 \times 0.4 + 0.00 \times 1.0 =$ 1.42
$\tau(\theta)$	0.00	2.70	$\sqrt{(0.00^2 + 2.70^2)} =$ 2.70	$0.00 \times 1.0 + 2.70 \times 0.4 =$ 1.08	$0.00 \times 0.4 + 2.70 \times 1.0 =$ 2.70
$\sigma_1(\theta)$	-	-	$1/2 \times [12.28 + 3.54 +$ $\sqrt{\{(12.28 - 3.54)^2 + 4 \times 2.70^2\}}] =$ 13.05	$1/2 \times [12.28 + 3.54 +$ $\sqrt{\{(12.28 - 3.54)^2 + 4 \times 1.08^2\}}] =$ 12.41	$1/2 \times [4.91 + 1.42 +$ $\sqrt{\{(4.91 - 1.42)^2 + 4 \times 2.70^2\}}] =$ 6.38
$\sigma_2(\theta)$	-	-	$1/2 \times [12.28 + 3.54 -$ $\sqrt{\{(12.28 - 3.54)^2 + 4 \times 2.70^2\}}] =$ 2.77	$1/2 \times [12.28 + 3.54 -$ $\sqrt{\{(12.28 - 3.54)^2 + 4 \times 1.08^2\}}] =$ 3.41	$1/2 \times [4.91 + 1.42 -$ $\sqrt{\{(4.91 - 1.42)^2 + 4 \times 2.70^2\}}] =$ -0.05
$\sigma_3(\theta)$	-	-	0	0	0
$\sigma(\theta)$	-	-	MAX ($ 13.05 - 2.77 $, $ 2.77 - 0 $, $ 0 - 13.05 $) = 13.05	MAX ($ 12.41 - 3.41 $, $ 3.41 - 0 $, $ 0 - 12.41 $) = 12.41	MAX ($ 6.38 - (-0.05) $, $ -0.05 - 0 $, $ 0 - 6.38 $) = 6.43
					Max(12.41, 6.43) = 12.41

(注) 本表記載の数値は計算例を示すものであり, 実際の評価とは桁数処理の関係上, 一致しないことがある。

算出した応力強さの分布及び分布図を表 4-5 及び図 4-6 に示す。

表4-5 水平地震時の応力強さ分布

角度	X 方向入力時 応力強さ (MPa) $\sigma_x(\theta)$	Y 方向入力時 応力強さ (MPa) $\sigma_y(\theta)$	2 方向入力時応力強さ (MPa)	
			組合せ係数法 $\sigma_c(\theta)$	SRSS 法 $\sigma_s(\theta)$
0° 方向	12.28	5.40	12.41	13.04
22.5° 方向	11.47	6.03	13.64	13.04
45° 方向	9.22	9.22	12.91	13.04
67.5° 方向	6.03	11.47	13.64	13.04
90° 方向	5.40	12.28	12.41	13.04

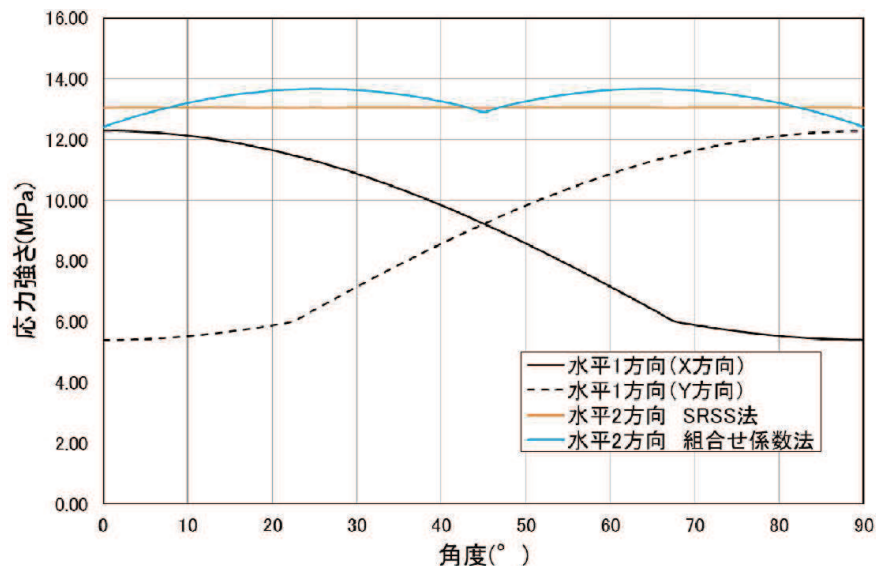


図 4-6 水平地震時応力強さ分布図

応力強さは SRSS 法では全方向において一定であるのに対して、組合せ係数法では 24.75° /65.25° 方向に 2 つのピークをもつ分布となった。応力強さは 0° /45° /90° 方向付近では SRSS 法の方が組合せ係数法に比べ大きな値となるのに対して、組合せ係数法がピークを持つ 24.75° /65.25° 方向付近では SRSS 法を約 5%上回る結果となった。

水平 2 方向入力時の SRSS 法による最大応力強さは水平 1 方向入力時の最大応力強さに対して 6%上回る程度であり (第 4-6 表参照)、水平 2 方向による影響は軽微と言える。一方、水平 2 方向入力時の組合せ係数法による最大応力強さについては、水平 1 方向入力時の最大応力強さに対して 11%上回る結果となった。これは水平 2 方向の影響軽微と判断する基準(応力の増分が 1 割)を超えているが、

本検討においては水平地震力のみを考慮しており，実際の耐震評価においては水平地震力以外に自重，内圧及び鉛直地震力等を考慮して評価を実施することから，水平2方向を考慮した際の応力強さの増分は小さくなる。このため，水平2方向による影響は軽微であると考えられる。

表4-6 水平地震時の最大応力強さ及び水平2方向による影響

		最大応力強さ (MPa)	水平2方向／水平1方向 最大応力強さ比
水平1方向入力		12.28	—
水平2方向入力	SRSS法	13.05	1.06
	組合せ係数法	13.67	1.11

5. 水平 2 方向同時加振の影響評価について（燃料交換機）

5.1 はじめに

本項は、燃料交換機（以下「FHM」という。）に対する水平 2 方向同時加振の影響についてまとめたものである。

5.2 現行評価の手法

FHM はレール上を車輪で移動する構造であるため、基本的には建屋との固定はないが、地震時に横行方向（走行レールに対し直角方向）にすべりが生じた場合は、レールに沿って取り付けられているブリッジ転倒防止装置がレールの側面と接触し、FHM のすべりを制限する構造となっている。つまり、ブリッジ転倒防止装置とレールが接触し、FHM が横行方向に建屋と固定された体系では、地震入力も FHM 本体へそのまま伝達されることが想定される。

一方、走行方向（走行レールの長手方向）については、FHM の車輪とレールの接触面（踏面）を介して FHM 本体へと荷重が伝達される構造であり、その荷重は摩擦力により制限されるため、地震入力により生じる荷重は軽微（FHM 本体への影響は軽微）と考えられる。

上記より、FHM 本体の耐震評価では横行方向に対する地震応答が支配的であり、走行方向に対しては比較的軽微であると考えられるため、水平 2 方向同時加振の考慮として、耐震性評価で走行方向の地震応答を追加で組み合わせたとしても、従来評価の応答結果への影響は小さいと考えられる。

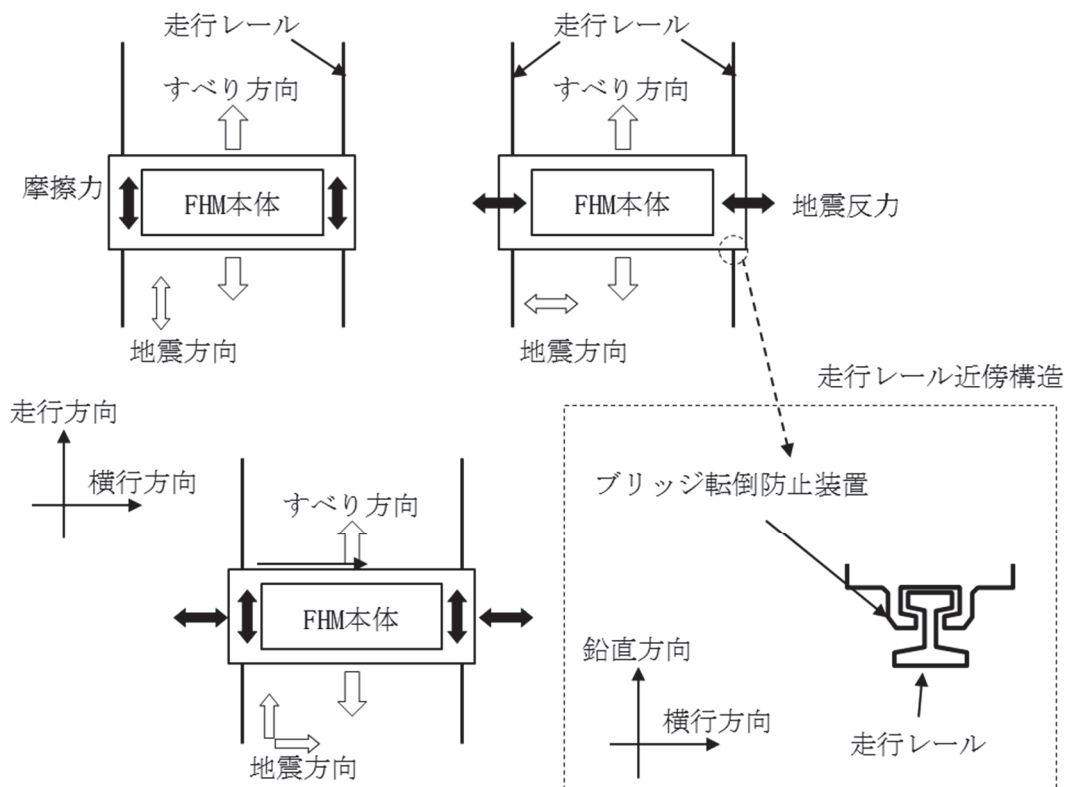


図5-1 燃料交換機の負担する水平地震荷重

5.3 今回工認の評価手法への適用について

今回工認におけるFHMの耐震評価では、水平方向については、従来評価と同様にスペクトルモーダル解析を基本とした評価を行っている。一方、鉛直方向については、FHMが柔構造であることを踏まえ、鉛直地震動についてもスペクトルモーダル解析を実施している。そこで、前述を踏まえ、水平2方向及び鉛直方向の同時加振を想定した場合の今回工認の妥当性を検討する。

5.4 水平2方向同時加振の影響

表5-1に今回工認における評価（現行評価）と水平2方向同時加振による評価（水平2方向）の比較結果を示す。なお、評価結果の比較は、評価上厳しくなるトロリが中央位置にある場合の評価結果により行う。

表5-1 応力評価結果（トロリ中央位置）

評価部位	応力分類	算出応力 (MPa)		許容応力 (MPa)	応答増加率	
		(現行評価)	(水平2方向)			
燃料交換機構造物フレーム	引張り	239	242		1.01	
	せん断	54	55		1.02	
	組合せ	256	259		1.01	
ブリッジ	転倒防止装置	曲げ	71		74	1.04
		せん断	16		17	1.06
		組合せ	76		79	1.04
	取付ボルト	せん断	152		153	1.01
		引張り	213		216	1.01
		せん断	100		102	1.02
トロリ	転倒防止装置	引張り	12		12	1.00
		せん断	7		7	1.00
		組合せ	112		114	1.02
		せん断	23		24	1.04
	取付ボルト	引張り	102		103	1.01
		せん断	239	240	1.00	
走行レール	引張り	16	17	1.06		
	せん断	23	23	1.00		
	組合せ	257	260	1.01		
	せん断	197	204	1.04		
横行レール	引張り	37	37	1.00		
	せん断	9 (8.86)	10 (9.18)	1.04*		
	組合せ	234	242	1.03		

注記*：算出応力が小さく、整数に丸めた算出応力（小数点以下を切上げ）での応答増加率は大きくなるため、丸める前の算出応力（括弧書き）での応答増加率を記載。

5.5 結論

FHM の地震時評価に関し、鉛直地震動を動的地震力へ変更した場合について、水平 2 方向同時加振への影響検討を行った。現行評価と比較した結果、両者の差異は 10%未満という結果から、水平 2 方向を考慮しても影響としては軽微であると考えられ、現行評価は妥当であるといえる。

6. 水平 2 方向同時加振の影響評価について（応答軸が明確である設備）

6.1 はじめに

本項は、応答軸が明確である設備について、水平 2 方向の地震力を考慮した場合においても設備の有する耐震性に対して影響軽微であることを説明するものである。

6.2 設備の有する耐震性に対して影響がないことの説明

従来設計手法として、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を有した設備があり、このような設備については解析上の地震力の入力を NS 方向・EW 方向を包絡した地震力（床応答曲線など）を用いて X 方向及び Y 方向から入力し、最も大きな評価結果を用いる等、保守的な評価を実施している場合がある。このような応答軸が明確な設備については、水平 2 方向の地震力による従来設計手法への影響が懸念されるようなことはないと考ええる。その理由を以下に示す。

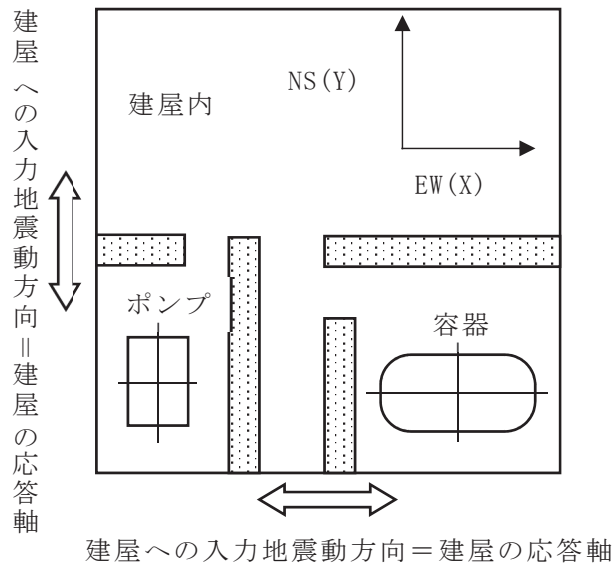
6.2.1 設備の有する耐震性に対して影響がないことの理由

応答軸（設備の弱軸・強軸）の方向、あるいは厳しい応力が発生する向きが明確である設備にて、建物・構築物の応答である NS・EW 方向の応答を機器の応答軸（図 6-1 X, Y 方向）へ入力している場合、水平 1 方向入力としては当然厳しい入力を用いた評価がなされていると考える。（さらに、機器の配置方向とは無関係に機器の応答軸へ地震力を入力している設備や水平方向を包絡した応答を用いるなどの保守性も考慮している。）

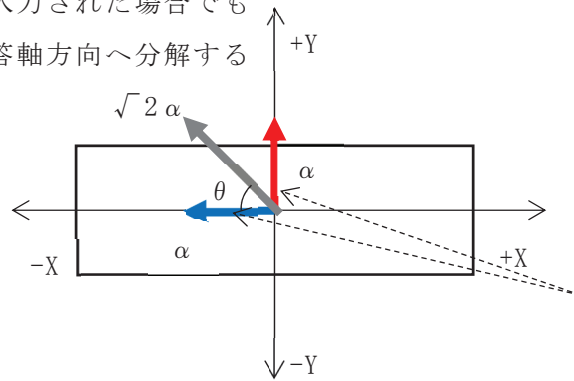
応答軸の方向あるいは厳しい応力が発生する向きが明確である設備について、水平 2 方向の地震力を想定した場合、2 方向の地震力が合成されるとすると、最大値が同時に発生する場合、最大で $\sqrt{2}$ 倍の大きさの入力となることが考えられるが、これらはそれぞれの応答軸方向に応答が分解され、強軸側の応答は十分に小さくなることから、実質的には弱軸方向に 1 方向を入力した評価で用いている応答レベルと同等となる。

さらに各方向における最大値の生起時刻の非同時性を考慮すると、さらにその影響は小さくなり、弱軸 1 方向入力による評価と大きく変わらない結果となる。

なお、6.2 項で述べたとおり、応答軸の方向あるいは厳しい応力が発生する向きが明確である設備について、設計手法として、地震力の入力を NS 方向・EW 方向を包絡した地震力（設計用床応答曲線など）を用いて保守的な評価を実施している場合も考えると、応答軸が明確な設備については、水平 2 方向の地震力を考慮した場合においても影響軽微であることが分かる。



斜め方向が入力された場合でも
 応答は各応答軸方向へ分解する



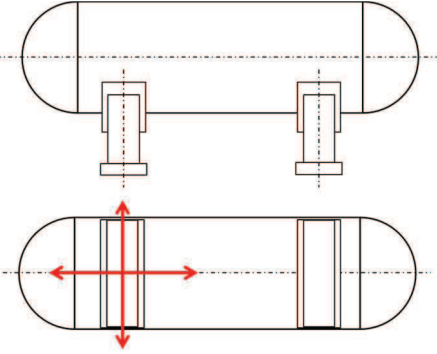
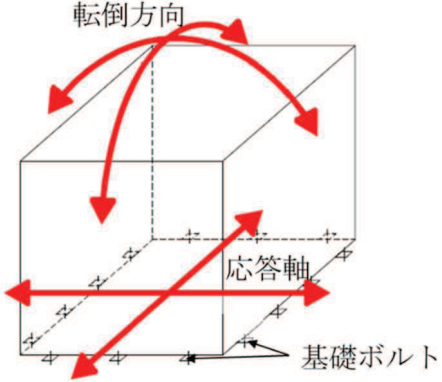
強軸方向（青）に比べて転倒し易い
 弱軸方向（赤）が最弱条件となる。
 →従来設計手法においても、弱軸
 方向での水平1方向による評価を
 実施しているため評価結果は同等
 以下となる。

図 6-1 水平 2 方向同時加振時の応答イメージ

6.2.2 本考え方が適用可能である設備（部位）例

上述の考え方は、設備の応答軸の方向と入力方向の関係によるものであることから、部位・応力分類によらず、各設備の耐震評価における入力方法によって影響軽微か否かを判断できると考える。本考え方が適用可能である設備の例を表 6-1 に示す。

表 6-1 応答軸が明確な設備について

設備	構造図	説明	備考
横置き容器		<p>横置き円筒形容器は矩形形状の支持脚により支持されており強軸と弱軸の関係が明確である。この応答軸の方向に地震力を入力した評価を実施している。</p>	<p>NS・EW包絡地震力を用いている。</p>
空調ファン，空調ユニット，横形ポンプ，電気盤（ボルト），非常用ディーゼル機関・発電機（ボルト）		<p>空調ファン及び空調ユニット等は矩形に配置されたボルトにて支持されている。対角方向へ転倒し難く，設備の各応答軸方向へ応答し易いため，その方向に地震を入力した評価を実施している。</p>	<p>NS・EW包絡地震力を用いている。</p>
ガスタービン発電機		<p>ガスタービン発電機は，固定装置により固定されており強軸と弱軸の関係が明確である。この応答軸の方向に地震力を入力した評価を実施している。</p>	<p>NS・EW包絡地震力を用いている。</p>

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

7. 水平2方向同時加振の影響評価について（正方形配置されたボルト）

7.1 はじめに

本項は、水平2方向に地震力が作用した場合の矩形配置されたボルトに対する影響検討結果をまとめたものである。強軸・弱軸が明確なものについては、弱軸方向に応答し水平2方向地震力による影響が軽微であるため、機器の形状を正方形として検討をおこなった。

7.2 引張応力への影響

水平1方向に地震力が作用する場合と水平2方向に地震力が作用する場合のボルトへの引張力の違いを考察する。なお、簡単のため機器の振動による影響は考えないこととする。

(1) 水平1方向に地震力が作用する場合

図7-1のようにX方向に震度 C_X が与えられる場合を考慮する。

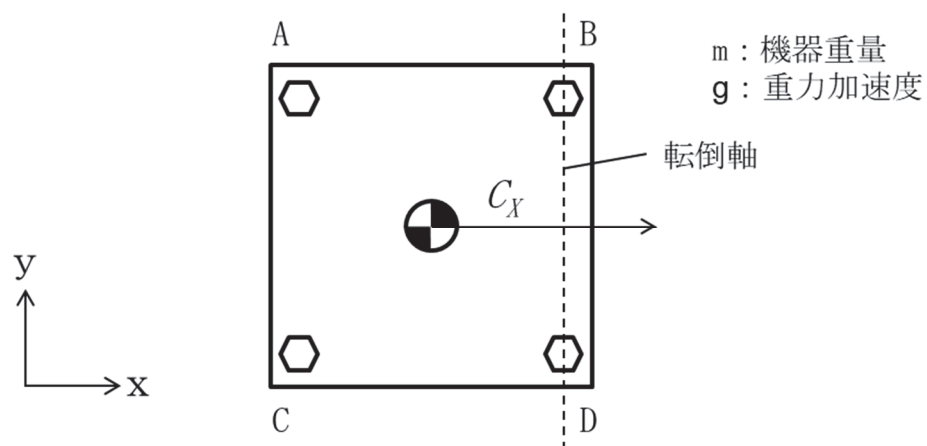


図7-1 水平1方向の地震力による応答（概要）

この場合、対象としている系の重心に作用する水平方向の力 F_H は

$$F_H = mg C_X \quad (\text{式1})$$

と表せ、 F_H によりボルトBとボルトDの中心を結んだ軸を中心に転倒モーメントを生じる。この転倒モーメントはボルトA、Cにより負担される。

このとき、系の重心に生じる力は、図7-2に示すとおりである。

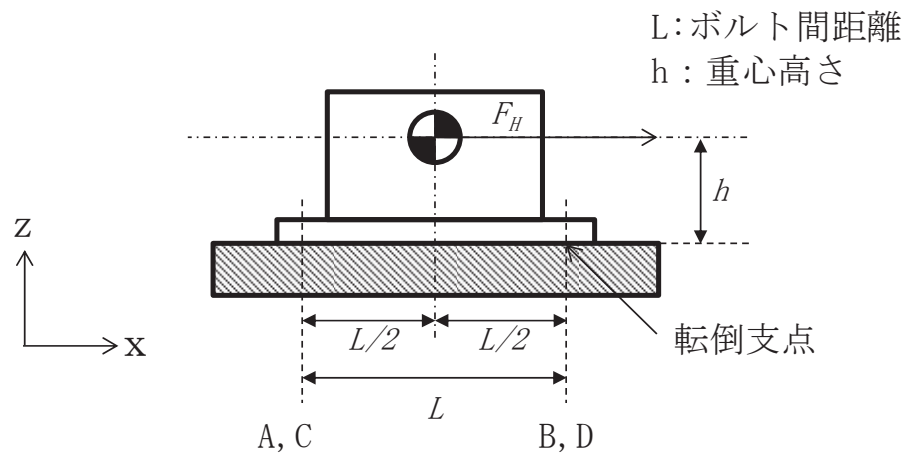


図 7-2 水平 1 方向の地震力による力

機器が転倒を起こさない場合、転倒支点まわりの転倒モーメントとボルトからの反力が釣り合うため、水平方向地震動によりボルトに発生する全引張力 F_b は

$$F_b = \frac{1}{L} (mgC_x h) \quad (\text{式 2})$$

となる。

ボルトに掛かる引張応力 σ_b は全引張力を断面積 A のボルト n 本で受けると考え、

$$\sigma_b = \frac{F_b}{n A} \quad (\text{式 3})$$

である。水平 1 方向地震力を考慮する場合、ボルト A, C で全引張力を負担することから、 $n = 2$ であり、ボルトに掛かる引張応力 σ_b は

$$\sigma_b = \frac{F_b}{2 A} = \frac{mgC_x h}{2A L} \quad (\text{式 4})$$

となる。

(2) 水平 2 方向に地震力が作用する場合

図 7-3 のように X 方向と Y 方向にそれぞれ震度 C_X, C_Y が作用する場合を考慮する。なお、本検討においては、X 方向と Y 方向に同時に最大震度が発生する可能性は低いと考え、X 方向の震度と Y 方向の震度を $1 : 0.4$ ($0.4C_X = C_Y$) と仮定する。

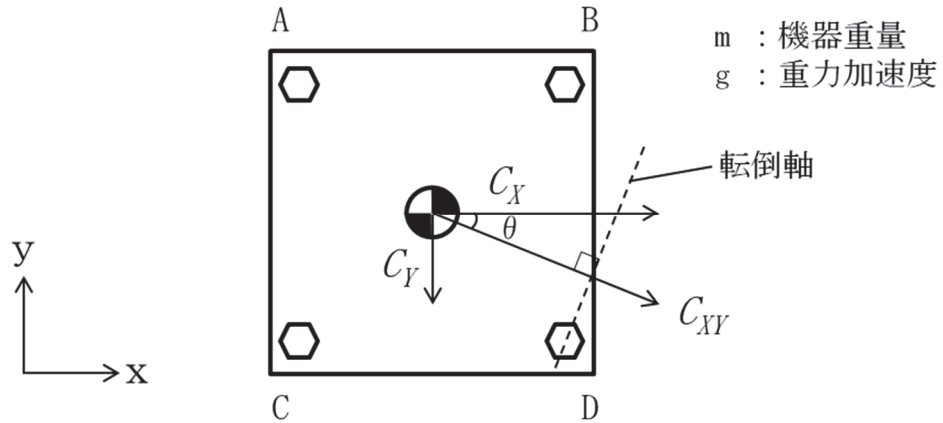


図 7-3 水平 2 方向の地震力による応答 (概要)

この時、 $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{C_Y}{C_X}\right) = \tan^{-1}(0.4)$ であることから、水平方向の震度 C_{XY} は

$$\begin{aligned} C_{XY} &= C_X \cos \theta + C_Y \cos\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right) \\ &= \frac{5}{\sqrt{29}} C_X + 0.4 \times \frac{2}{\sqrt{29}} C_X \\ &= \frac{5.8}{\sqrt{29}} C_X \end{aligned} \quad (\text{式 5})$$

と表すことができる。この時、対象としている系の重心に作用する水平方向の力 F_H は

$$F_H = m g C_{XY} = m g \frac{5.8}{\sqrt{29}} C_X \quad (\text{式 6})$$

となる。この F_H により、転倒軸を中心に転倒モーメントが生じ、ボルト A, B, C により負担される。

水平 2 方向の地震力を受けた場合、各ボルトにかかる引張力を F_A, F_B, F_C とし、図 7-4 に示すようにボルト D の中心を通り水平方向の震度 C_{XY} と直交する直線を転倒軸とすると、

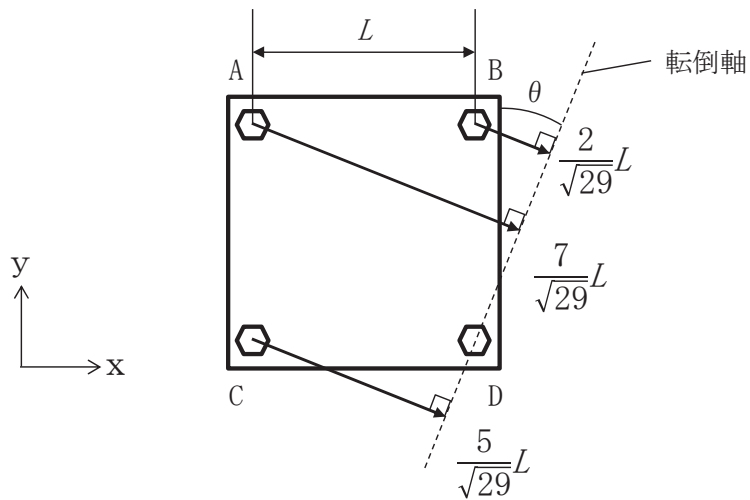


図 7-4 対角方向に応答する場合の転倒軸からの距離

ボルト A, B, C に発生する引張力は転倒軸からの距離に比例するため、

$$F_A : F_B : F_C = 7 : 2 : 5$$

であり、転倒軸周りのボルトの軸力により発生するモーメント \$M\$ は、

$$\begin{aligned} M &= \frac{7}{\sqrt{29}} L F_A + \frac{2}{\sqrt{29}} L F_B + \frac{5}{\sqrt{29}} L F_C \\ &= \frac{7}{\sqrt{29}} L \times F_A + \frac{2}{\sqrt{29}} L \times \frac{2}{7} F_A + \frac{5}{\sqrt{29}} L \times \frac{5}{7} F_A \\ &= \frac{78}{7\sqrt{29}} L F_A \quad (\text{式 7}) \end{aligned}$$

である。

転倒しない場合、ボルトの軸力により発生する転倒軸周りのモーメントと、水平方向地震力によるモーメントが釣り合っているので、(式 6) 及び (式 7) より、

$$mg C_{XY} h = \frac{78}{7\sqrt{29}} L F_A \quad (\text{式 8})$$

であり、引張力 \$F_A\$ は以下のとおりとなる。

$$F_A = \frac{7\sqrt{29}}{78L} mg C_{XY} h \quad (\text{式 9})$$

以上より、最も発生応力の大きいボルト A に発生する応力 σ_b' は

$$\sigma_b' = \frac{F_A}{A} = \frac{7\sqrt{29}}{78AL} mgC_{XY} h \quad (\text{式 10})$$

であり、(式 4) (式 5) 及び (式 10) より

$$\begin{aligned} \sigma_b' &= \frac{F_A}{A} = \frac{7\sqrt{29}}{78AL} \times \frac{5.8}{\sqrt{29}} mgC_X h \\ &= \frac{7 \times 5.8}{39} \times \frac{mgC_X h}{2AL} \\ &= \frac{40.6}{39} \times \sigma_b \\ &\cong 1.04 \sigma_b \end{aligned} \quad (\text{式 11})$$

となる。

したがって、水平 2 方向地震を考慮した場合、ボルトに発生する引張応力は増加するが、その影響は軽微である。

7.3 せん断応力への影響

せん断力は全基礎ボルト断面で負担するが、全ボルトに対するせん断力 Q_b は、

$$Q_b = F_H \quad (\text{式 12})$$

であり、せん断応力 τ_b は断面積 A のボルト全本数 n でせん断力 Q_b を受けるため、

$$\tau_b = \frac{Q_b}{nA} \quad (\text{式 13})$$

となる。

水平 1 方向の地震力を考慮した場合のせん断力 Q_b 及び水平 2 方向の地震力を考慮した場合のせん断力 Q_b' は (式 1) 及び (式 5) より

$$Q_b = mgC_X \quad (\text{式 14})$$

$$Q_b' = mgC_{XY}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{5.8}{\sqrt{29}} mgC_X \\ &\cong 1.08mgC_X \end{aligned} \quad (\text{式 15})$$

となる。水平 1 方向及び水平 2 方向地震時に断面積 A 及びボルト全本数 n は変わらないため、水平 2 方向地震を考慮した場合、ボルトに発生するせん断応力は増加するが、その影響は軽微である。

8. 水平 2 方向同時加振の影響評価について（円形配置されたボルト）

8.1 はじめに

本項は、水平 2 方向に地震力が作用した場合の円形配置されたボルトに対する影響検討結果をまとめたものである。なお、せん断応力への影響は、円形／矩形の配置形状に依らず、7 章に記載している矩形配置されたボルトと同様に影響軽微となるため、本章における検討では省略する。

円形配置されたボルトは、支持する構造物から伝達される地震力を受け持つことから、4 章に記載している円筒容器の検討結果を踏まえた検討を行う。具体的には、図 8-1 に示す円筒容器基部における水平地震時の軸方向応力コンター図において、180° 方向位置にて円筒容器の軸方向応力に算定される Z 方向荷重を 1.00 と規格化し、円形配置されたボルトに作用する引張荷重 F_b と考慮した検討を行う。

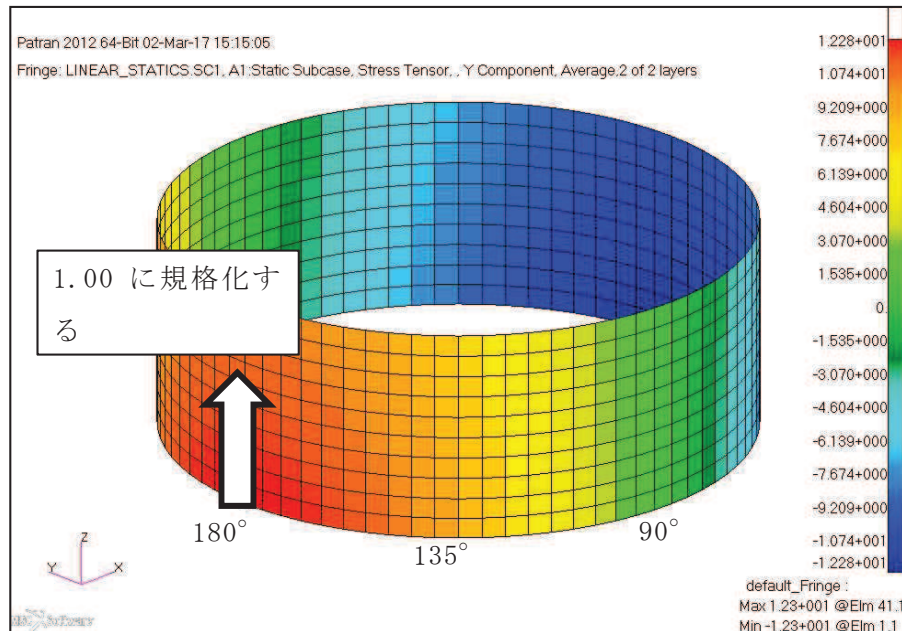


図 8-1 水平地震時軸方向応力コンター図

8.2 引張応力への影響

円形配置されたボルトに作用する引張荷重 F_b の分布を表 8-1 に示す。X 方向に水平地震動を入力した際には、最大荷重発生点は 180° 方向位置に発生する。また、円筒形容器のため評価部位が円形の一様断面であることから、Y 方向に水平地震動を入力した際には、最大荷重発生点は 90° 位置に発生し、水平地震動の入力方向により最大荷重発生点は異なる。

表 8-1 水平地震時の引張荷重分布

角度	X 方向入力時 引張荷重 (-) $F_{b,x}(\theta)$	Y 方向入力時 引張荷重 (-) $F_{b,y}(\theta)$	2 方向入力時荷重(-)	
			組合せ係数法 $F_{b,c}(\theta)$	SRSS 法 $F_{b,s}(\theta)$
90° 方向	0.00	1.00	1.00 $F_{b,c(X)}(90^\circ)=0.40$ $F_{b,c(Y)}(90^\circ)=1.00$	1.00
112.5° 方向	0.38	0.91	1.08 $F_{b,c(X)}(112.5^\circ)=0.75$ $F_{b,c(Y)}(112.5^\circ)=1.08$	1.00
135° 方向	0.71	0.71	0.99 $F_{b,c(X)}(135^\circ)=0.99$ $F_{b,c(Y)}(135^\circ)=0.99$	1.00
157.5° 方向	0.91	0.38	1.08 $F_{b,c(X)}(157.5^\circ)=1.08$ $F_{b,c(Y)}(157.5^\circ)=0.75$	1.00
180° 方向	1.00	0.00	1.00 $F_{b,c(X)}(180^\circ)=1.00$ $F_{b,c(Y)}(180^\circ)=0.40$	1.00

水平 2 方向同時加振時の引張荷重の合力は、水平 1 方向加振時の最大の引張荷重と比較し、SRSS 法を用いた場合は同値、組合せ係数法を用いた場合は最大で約 1.08 倍の値となる (図 8-2) ため、水平 2 方向同時加振の引張応力への影響は軽微である。

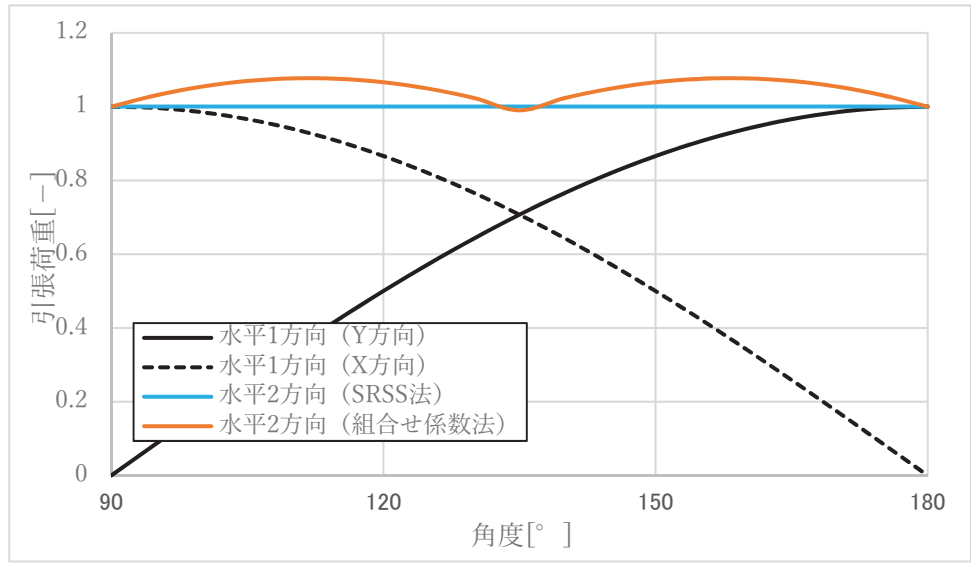


図 8-2 水平 2 方向同時加振時の水平力分布について

9. 水平 2 方向同時加振の影響評価について（電気盤）

9.1 はじめに

本項は、電気盤に取り付けられている器具に対する水平 2 方向入力の影響をまとめたものである。

9.2 水平 2 方向加振の影響について

器具への影響検討については器具の構造に着目した分類を行い、分類ごとに影響検討を行う。影響検討の評価フローを図 9-1 に、器具の構造ごとの分類結果を表 9-1 に示す。

電気盤に取り付けられている器具については、1 次元的な接点の ON-OFF に関わる比較的単純な構造をしている。加えて、基本的にはすべて梁、扉等の強度部材に強固に固定されているため、器具の非線形応答もなく、水平 2 方向の加振に対しては独立に扱うことで問題ないものとする。さらに器具の誤動作モードは、水平 1 方向を起因としたモードであるため、水平 2 方向加振による影響は軽微であるとする。

次項より表 9-1 に示す分類ごとに器具の構造から検討した結果を示す。

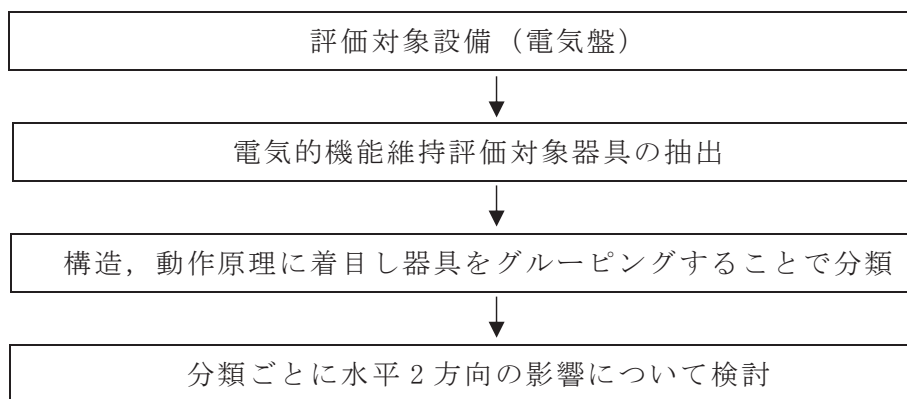


図 9-1 電気盤に取り付られる器具の影響検討フロー

表 9-1 電気盤に取り付けられる器具の分類

分類番号	分類名称	器具取付設備例
1	補助リレー	重大事故時モニタ盤(2)
2	ノーヒューズブレーカ	原子炉冷却制御盤 ESS-I・III
3	過電流リレー (保護リレー)	6.9kV メタルクラッドスイッチギア 6-2G
4	真空遮断器	6.9kV メタルクラッドスイッチギア 6-2G
5	気中遮断器	460V パワーセンタ 4-2G
6	電磁接触器	460V 原子炉建屋 MCC 2G-1
7	操作スイッチ	原子炉冷却制御盤 ESS-I・III
8	ロックアウトリレー	非常用ディーゼル発電機 2A 制御盤
9	カード類	2号 SPDS 緊急時伝送盤(1)
10	指示計	原子炉冷却制御盤 ESS-I・III

9.3 器具の構造に着目した影響検討結果

9.3.1 補助リレー

(1) 構造、作動機構の概要

図 9-2 に補助リレーの構造及び作動機構を示す。補助リレーはコイルに通電されることにより生じる電磁力で可動鉄心部を動作させ、接点の開閉を行うものである。

補助リレーのうち、固定鉄心、固定接点はいずれも強固に固定されており、可動接点は前後方向にのみ動くことのできる構造になっている。

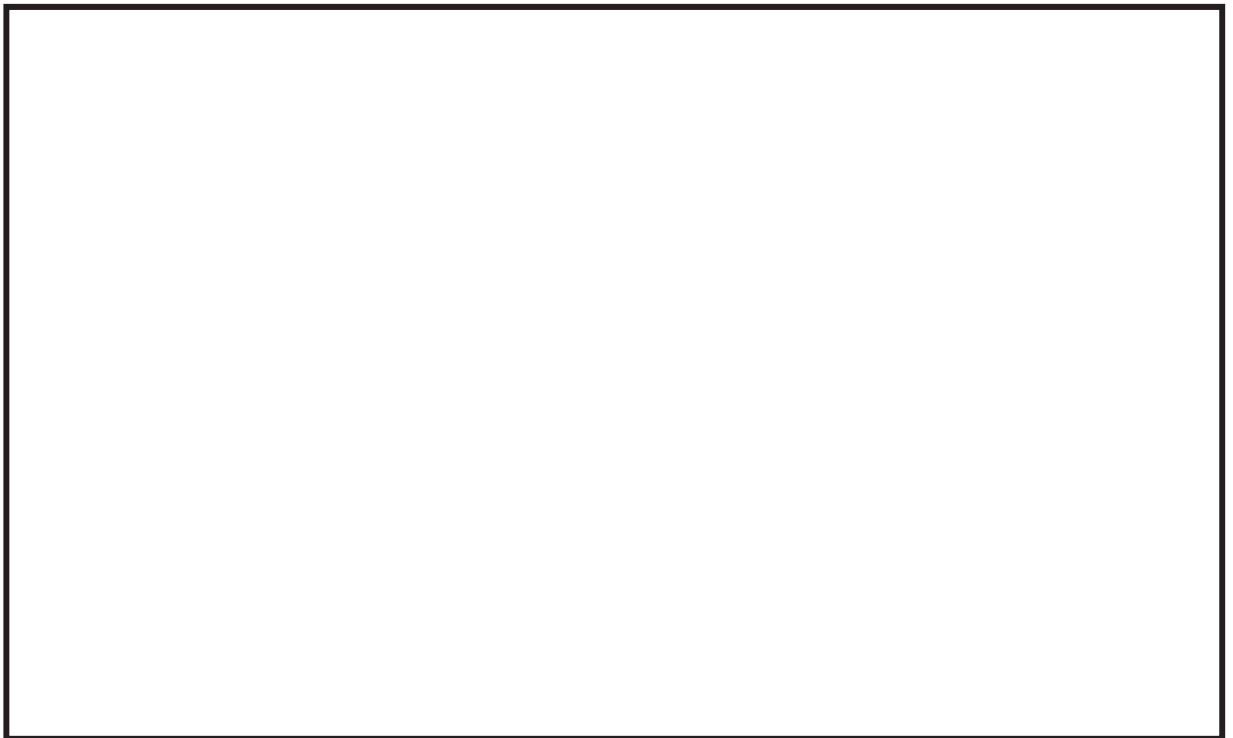


図 9-2 補助リレー構造図

(2) 水平 2 方向地震力に対する影響検討

図 9-2 から、器具の誤動作モードとして以下が考えられる。

- ・地震力で可動接点が振動することにより、接点が誤接触、又は誤開放する（前後方向）

ただし、補助リレーは取付部をボルト固定していること、また、器具の可動部は前後方向にのみ振動することから、誤動作にいたる事象に多次元的な影響はないと考えられる。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(3) 機能確認済加速度

参考として、発生加速度と補助リレーの既往試験での確認済加速度を表 9-2 に示す。

表 9-2 補助リレーの発生加速度及び機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

方向	水平	鉛直
評価用加速度*	2.41	1.69
確認済加速度		

注記* : 2号機制御建屋 0.P. 23. 45m における添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定した値を記載。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

9.3.2 ノーヒューズブレーカ

(1) 構造，作動機構の概要

図 9-3 にノーヒューズブレーカの構造及び作動機構を示す。ノーヒューズブレーカには熱動電磁式と完全電磁式がある。下記に代表として熱動電磁式の動作原理と内部構造を示す。

熱動電磁式は，過電流が流れるとバイメタルが湾曲し，トリップ桿によりラッチの掛け合いが外れ，キャッチがバネにより回転し，リンクに連結された可動接点が作動し回路を遮断する。また，短絡電流等の大電流が流れた場合は，固定鉄心の電磁力で可動鉄心が吸引されトリップ桿が作動し，以降は上述と同じ動作により回路を遮断する。

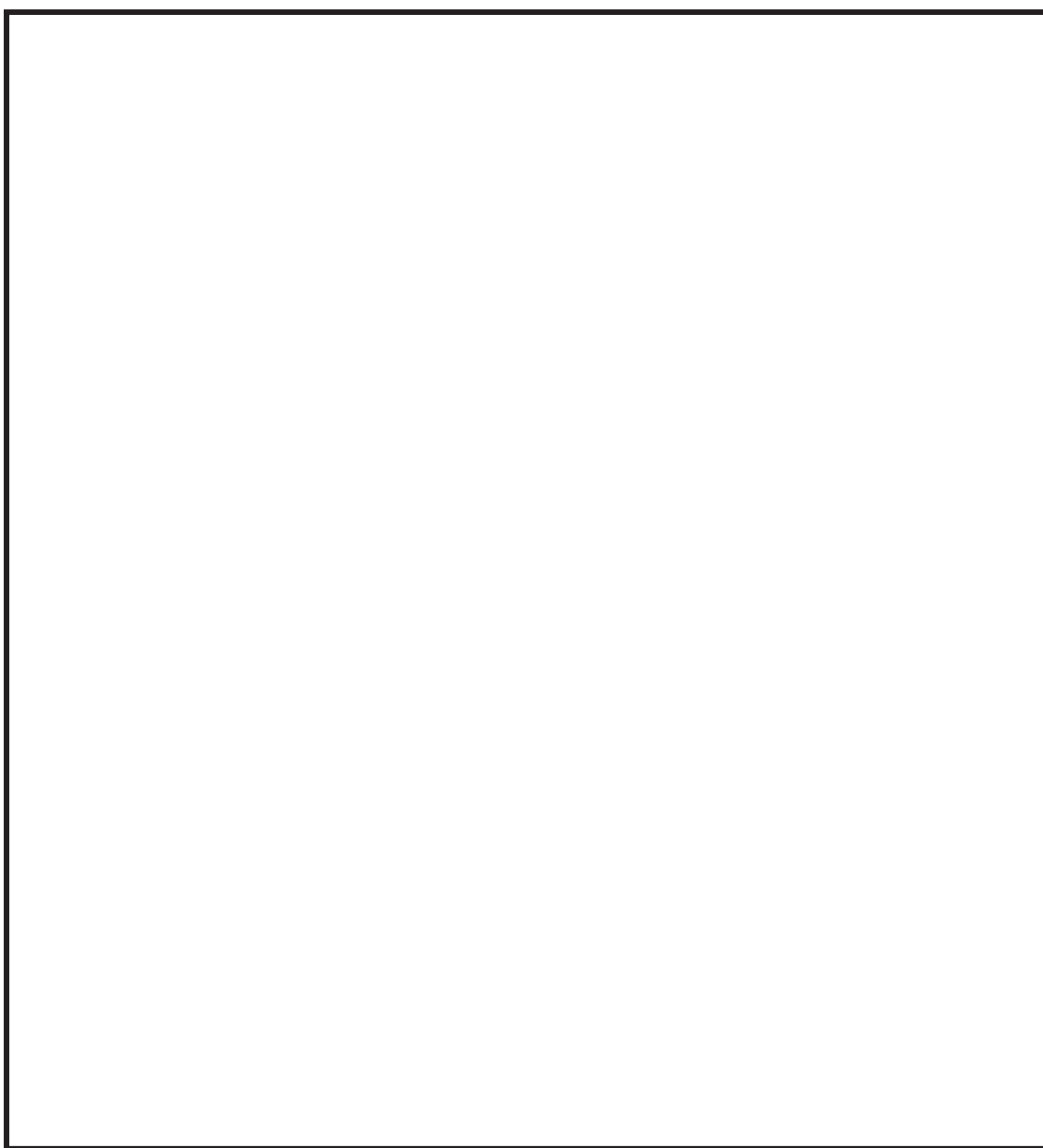


図 9-3 ノーヒューズブレーカ構造図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(2) 水平 2 方向地震力に対する影響検討

図 9-3 から、器具の誤動作モードとして以下が考えられる。

- ・ハンドルが逆方向へ動作する（上下方向）
- ・接点が乖離する（前後方向，左右方向）
- ・ラッチが外れてトリップする（前後方向，上下方向）

従って、ノーヒューズブレーカの誤動作として 2 方向の振動の影響が考えられる。ただし、ハンドルは 1 方向にしか振動できないこと、前後－左右の接点乖離は各々独立であること（前後方向は接触－非接触，左右方向はずれによる）から、これらについては誤動作に至る事象は多次元的な影響はないものと考えられる。

ラッチ外れについては 2 軸（前後方向，上下方向）の影響は無視できないと考えられるが、左右方向はラッチ外れに影響を与える誤動作モードではないため、水平 2 方向の影響はないものと考えられる。なお、既往試験においては、ハンドルの移動に起因する誤動作事象は発生していない。

(3) 機能確認済加速度

参考として、発生加速度とノーヒューズブレーカの既往試験での確認済加速度を表 9-3 に示す。

表 9-3 ノーヒューズブレーカの発生加速度及び機能確認済加速度（ $\times 9.8\text{m/s}^2$ ）

方向	水平	鉛直
評価用加速度*	2.41	1.69
確認済加速度		

注記*：2号機制御建屋 0.P. 23.45m における添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定した値を記載。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

9.3.3 過電流リレー（保護リレー）

(1) 構造，作動機構の概要

図 9-4 に過電流リレー（保護リレー）の構造を示す。過電流リレーに用いているデジタル型リレーでは，計器用変流器からの入力電流をデジタル信号に変換後，演算処理回路で動作判定して設定値を超過すると補助リレーが励磁され接点が閉となる。なお，過電流リレーはボルトにて，盤の扉面に強固に取り付けられている。

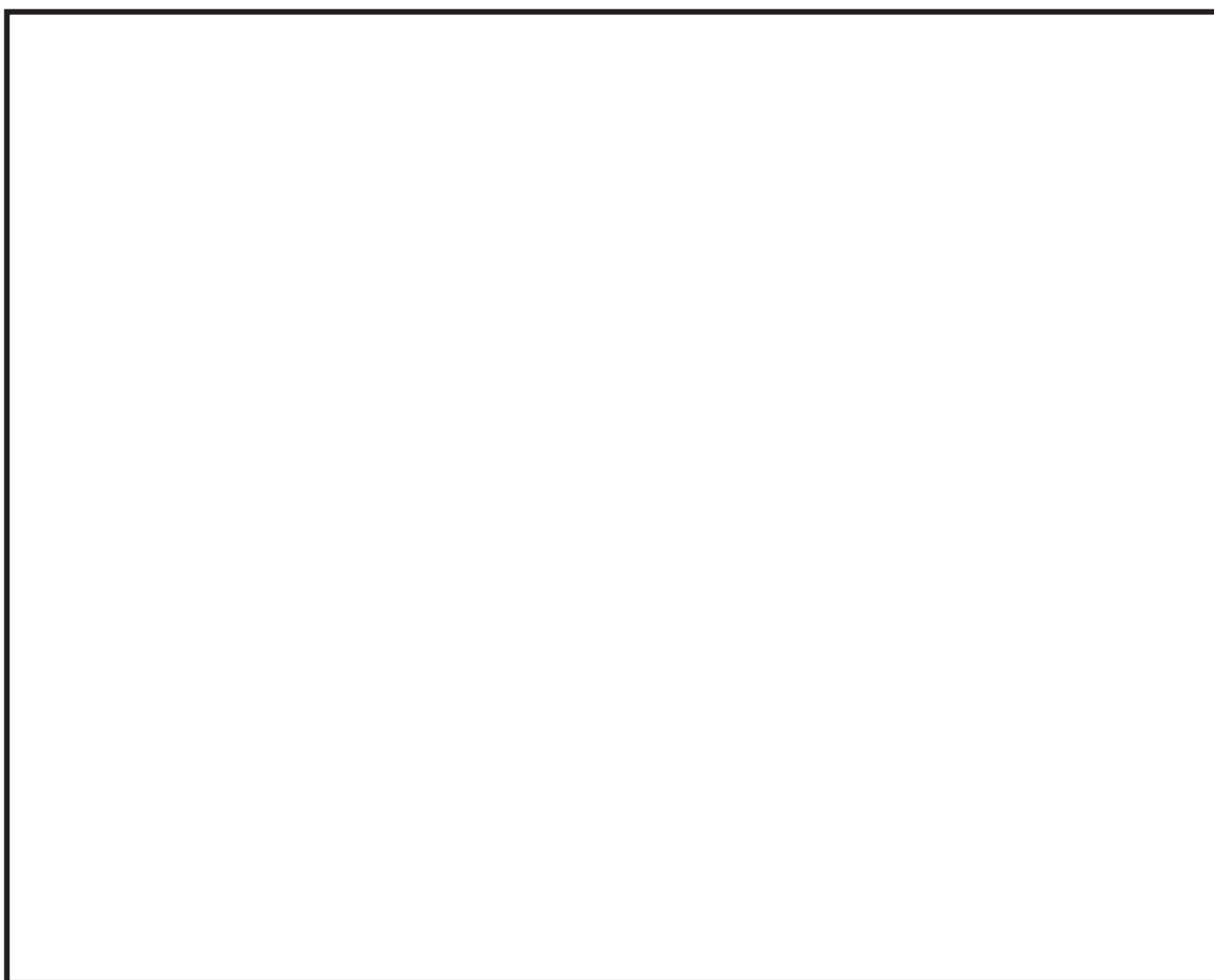


図 9-4 過電流リレー構造図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(2) 水平 2 方向地震力に対する影響検討

図 9-4 から，器具の誤動作モードとして以下が考えられる。

- ・可動接点が振動により誤接触又は誤開放する（前後方向）

過電流リレーは盤に強固に固定されていること，器具の可動部は 1 方向（前後方向）にのみ振動することから，誤動作にいたる事象に多次元的な影響はないと考えられる。

(3) 機能確認済加速度

参考として，発生加速度と過電流リレーの既往試験での確認済加速度を表 9-4 に示す。

表 9-4 過電流リレーの発生加速度及び機能確認済加速度（ $\times 9.8\text{m/s}^2$ ）

方向	水平	鉛直
評価用加速度*	1.77	1.30
確認済加速度		

注記*：2号機原子炉建屋 0.P. 22.50m における添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定した値を記載。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

9.3.4 真空遮断器

(1) 構造，作動機構の概要

図 9-5 に真空遮断器の構造を示す。真空遮断器は，遮断部，動作機構部から構成されており，投入コイル又はトリップコイルが励磁されると動作機構部が動作し遮断部が開閉する。なお，真空遮断器は遮断器室内に設けられた主回路断路部，制御回路断路部と係合しているため，容易に振動しない構造となっている。



図 9-5 真空遮断器構造図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

次に図 9-6 に真空遮断器の動作機構を示す。投入時は投入コイルが励磁されると投入パドルが回転して、投入キャッチと投入シャフトの係合が外れ、投入ばね荷重により投入カムが回転して閉路状態となる。開放時はトリップコイルが励磁されると、トリップキャッチが回転し、トリップキャッチとトリップローラの係合が外れ開路状態となる。

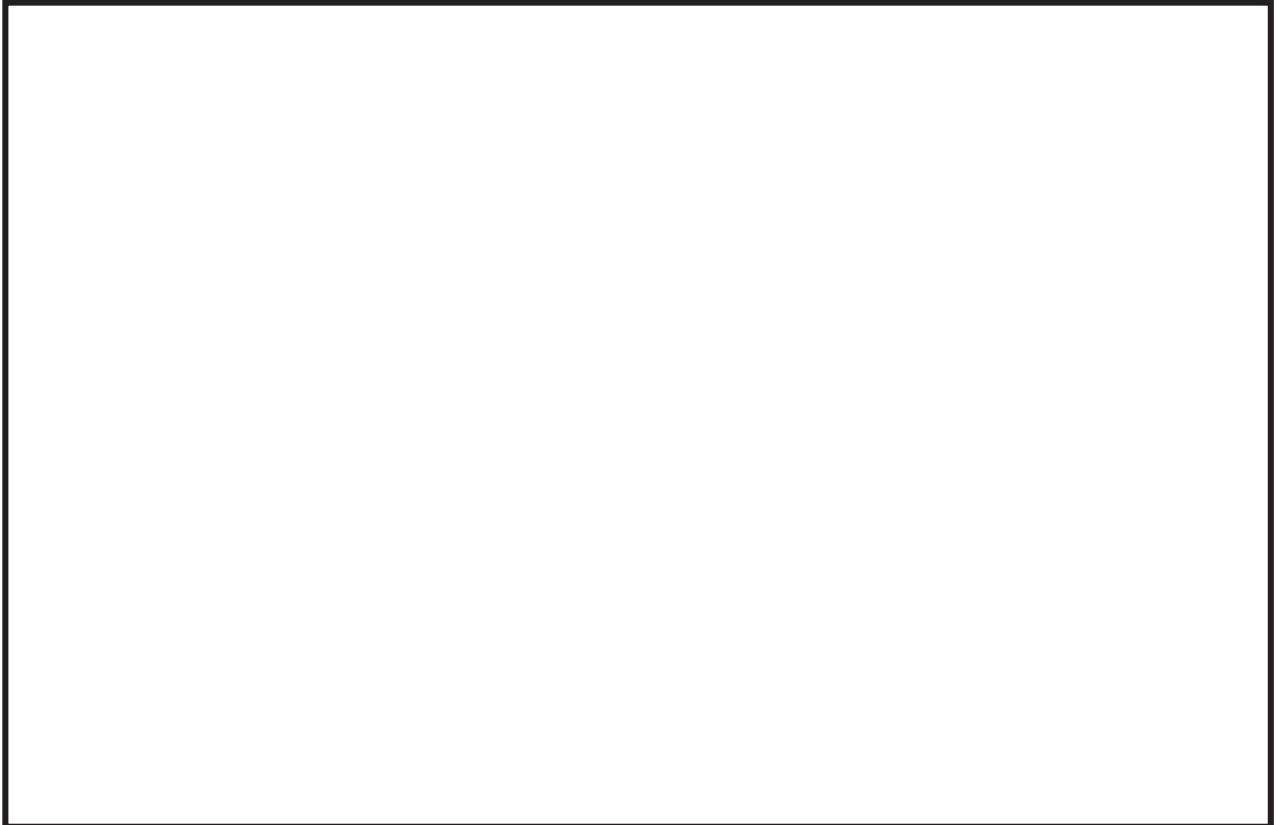


図 9-6 動作機構図

(2) 水平 2 方向地震力に対する影響検討

図 9-5, 9-6 から、器具の誤動作モードとして以下が考えられる。

- ・ 動作機構部が動作し、遮断器が誤投入する。(前後方向, 上下方向)
- ・ 動作機構部が動作し、遮断器投入状態が解除され、遮断器が誤開放する。
(前後方向, 上下方向)

ただし、動作機構部は前後方向及び上下方向にのみ可動するため、水平 2 方向の影響はないものと考えられる。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(3) 機能確認済加速度

参考として、発生加速度と真空遮断器の既往試験での確認済加速度を表 9-5 に示す。

表 9-5 真空遮断器の発生加速度及び機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

方向	水平	鉛直
評価用加速度*	1.77	1.30
確認済加速度		

注記* : 2号機原子炉建屋 0.P. 22.50m における添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定した値を記載。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

9.3.5 気中遮断器

(1) 構造，作動機構の概要

図 9-7 に気中遮断器の構造を示す。気中遮断器は，遮断部，動作機構部から構成されており，投入コイル又は引外しコイルが励磁されると動作機構部が動作し遮断部が開閉する。なお，気中遮断器は盤内にボルトで固定された引出装置の溝の気中遮断器側面にあるスタッドで係合されているため，容易に振動しない構造となっている。

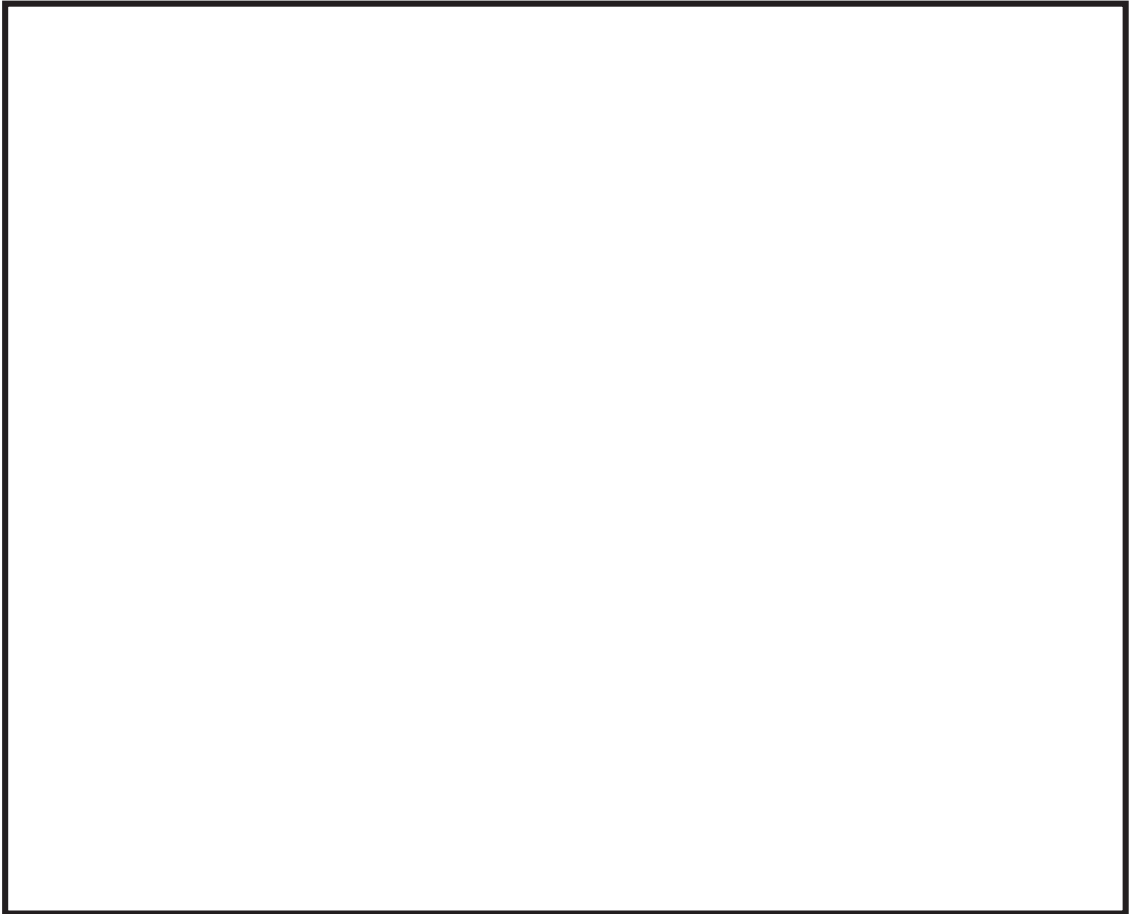


図 9-7 気中遮断器構造図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

次に図 9-8 に気中遮断器の動作機構を示す。投入動作は、投入ボタンの押下又は投入コイルの励磁により投入カムが急速に回転し閉じる。また、開放動作は、引外しボタンの押下又は引外しコイルの励磁により引外しキャッチが外れ、接触子が開く。

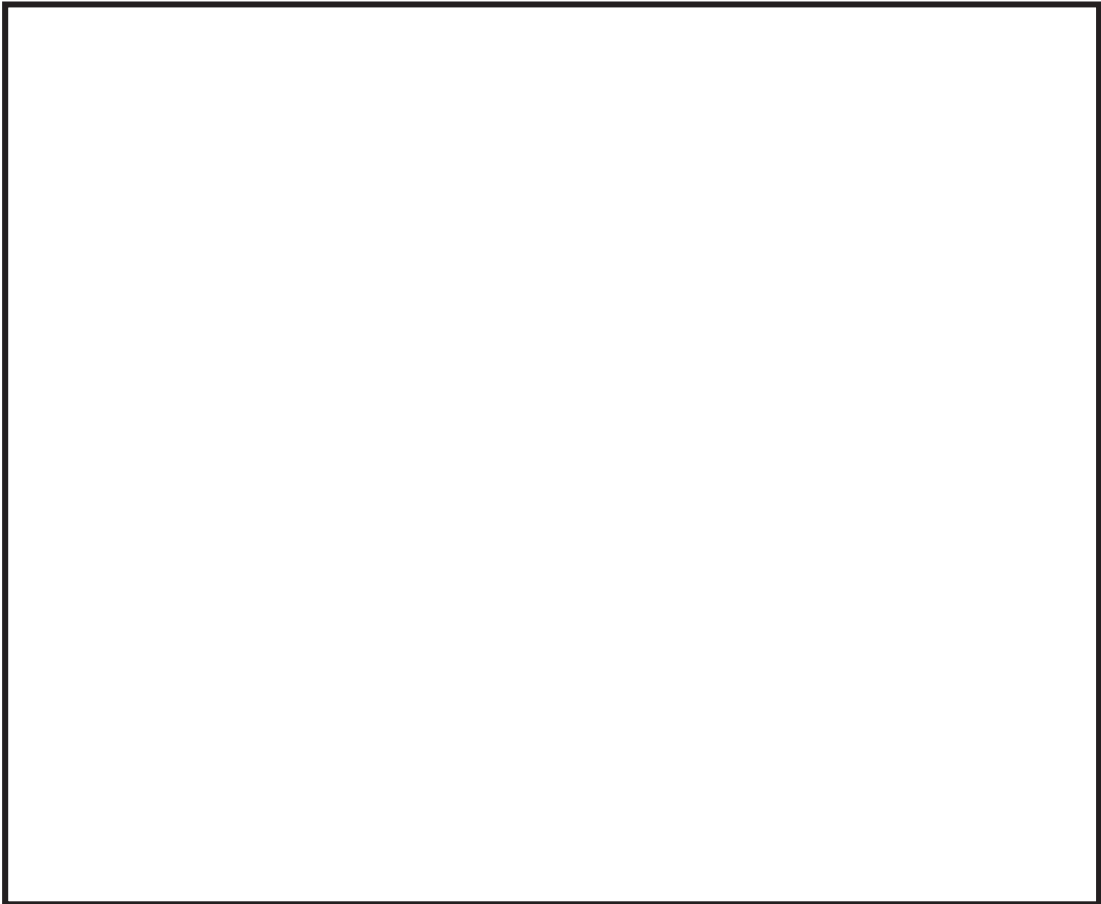


図 9-8 動作機構図

(2) 水平 2 方向地震力に対する影響検討

図 9-8 から、器具の誤動作モードとして以下が考えられる。

- ・ 動作機構部が動作し、遮断器が誤投入する。(前後方向, 上下方向)
- ・ 引外しボタンや動作機構部が動作し、遮断器投入状態が解除され、遮断器が誤開放する。(前後方向, 上下方向)

ただし、動作機構部は前後方向及び上下方向にのみ可動するため、水平 2 方向の影響はないものと考えられる。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(3) 機能確認済加速度

参考として、発生加速度と気中遮断器の既往試験での確認済加速度を表 9-6 に示す。

表 9-6 気中遮断器の発生加速度及び機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

方向	水平	鉛直
評価用加速度*	1.31	0.91
確認済加速度		

注記* : 2号機原子炉建屋 0.P.6.00mにおける添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定した値を記載。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

9.3.6 電磁接触器

(1) 構造，作動機構の概要

図 9-9 に電磁接触器の構造及び作動機構を示す。電磁接触器は，コイルに通電されることにより生じる電磁力により可動鉄心を動作させ，接点の開閉を行うものである。

電磁接触器のうち，固定鉄心，固定接点はいずれも強固に固定されており，可動鉄心，可動接点は器具の前後方向にのみ動くことができる構造になっている。



図 9-9 電磁接触器構造図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(2) 水平 2 方向地震力に対する影響検討

図 9-9 から、器具の誤動作モードとして以下が考えられる。

- ・地震力で可動鉄心（可動接点）が振動することにより、接点が誤接触又は誤開放する。（前後方向）

ただし、電磁接触器は取付部をボルトで固定していること、器具の可動部は前後方向にのみ振動することから、誤動作にいたる事象に多次元的な影響はないと考えられる。

(3) 機能確認済加速度

参考として、発生加速度と電磁接触器の既往試験での確認済加速度を表 9-7 に示す。

表 9-7 電磁接触器の発生加速度及び機能確認済加速度（ $\times 9.8\text{m/s}^2$ ）

方向	水平	鉛直
評価用加速度*	1.77	1.30
確認済加速度		

注記*：2号機制御建屋 0.P. 22.50mにおける添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定した値を記載。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

9.3.7 操作スイッチ

(1) 構造，作動機構の概要

図 9-10 に操作スイッチの構造及び作動機構を示す。操作スイッチは，手動にてハンドルを回転させることで内部のカムが回転し，カムの可動接触子と固定接触子が嵌め合うことで接点の開閉を行うものである。なお，操作スイッチは，ボルトにより盤に強固に取り付けられている。



図 9-10 操作スイッチ構造図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(2) 水平 2 方向地震力に対する影響検討

図 9-10 から、器具の誤動作モードとして以下が考えられる。

- ・地震力で可動接点が振動することにより、接点が誤接触又は誤開放する。
(左右方向)

ただし、可動接点の動作は左右の 1 方向のみであるため、誤動作に至る事象に多次元的な影響はないと考えられる。

(3) 機能確認済加速度

参考として、発生加速度と操作スイッチの既往試験での確認済加速度を表 9-8 に示す。

表 9-8 操作スイッチの発生加速度及び機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

方向	水平	鉛直
評価用加速度*	2.41	1.69
確認済加速度		

注記* : 2 号機制御建屋 0.P. 23.45m における添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定した値を記載。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

9.3.8 ロックアウトリレー

(1) 構造，作動機構の概要

図 9-11 にロックアウトリレーの構造及び作動機構を示す。ロックアウトリレーは，コイルに電圧が印加されるとヒンジ形アーマチュアが吸引され，バネの絞られた復帰力によってシャフトを反時計方向に回転し，接点の開閉を行うものである。また，ロックアウトリレーはボルトにて盤に強固に取り付けられている。

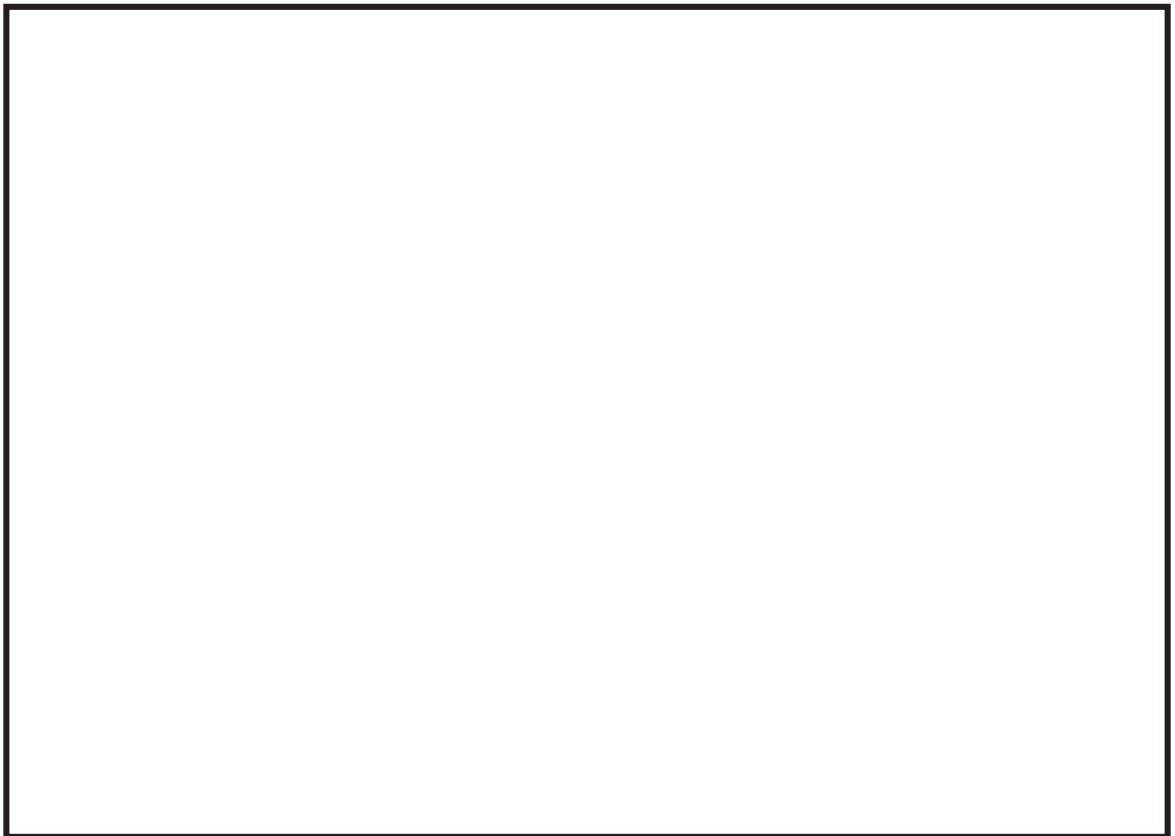


図 9-11 ロックアウトリレー構造図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(2) 水平 2 方向地震力に対する影響検討

図 9-11 から、器具の誤動作モードとして以下が考えられる。

- ・地震力で可動接点が振動することにより、接点が誤接触、誤開放する。(左右方向)
- ・地震力でキャッチが解除されることにより、接点が誤接触、誤開放する。(上下方向)

ただし、可動接点は左右方向、キャッチは上下方向にのみ可動することから、水平 2 方向の影響はないものと考えられる。

(3) 機能確認済加速度

参考として、発生加速度とロックアウトリレーの既往試験での確認済加速度を表 9-9 に示す。

表 9-9 ロックアウトリレーの発生加速度及び機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

方向	水平	鉛直
評価用加速度*	1.65	1.15
確認済加速度		

注記* : 2 号機原子炉建屋 0. P. 15. 00m における添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定した値を記載。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

9.3.9 カード類

(1) 構造，作動機構の概要

図 9-12 にカード類の構造及び作動機構を示す。カード類は，基板がシャーシに実装された状態で盤に取り付けられており，シャーシは盤にボルトで固定されている。

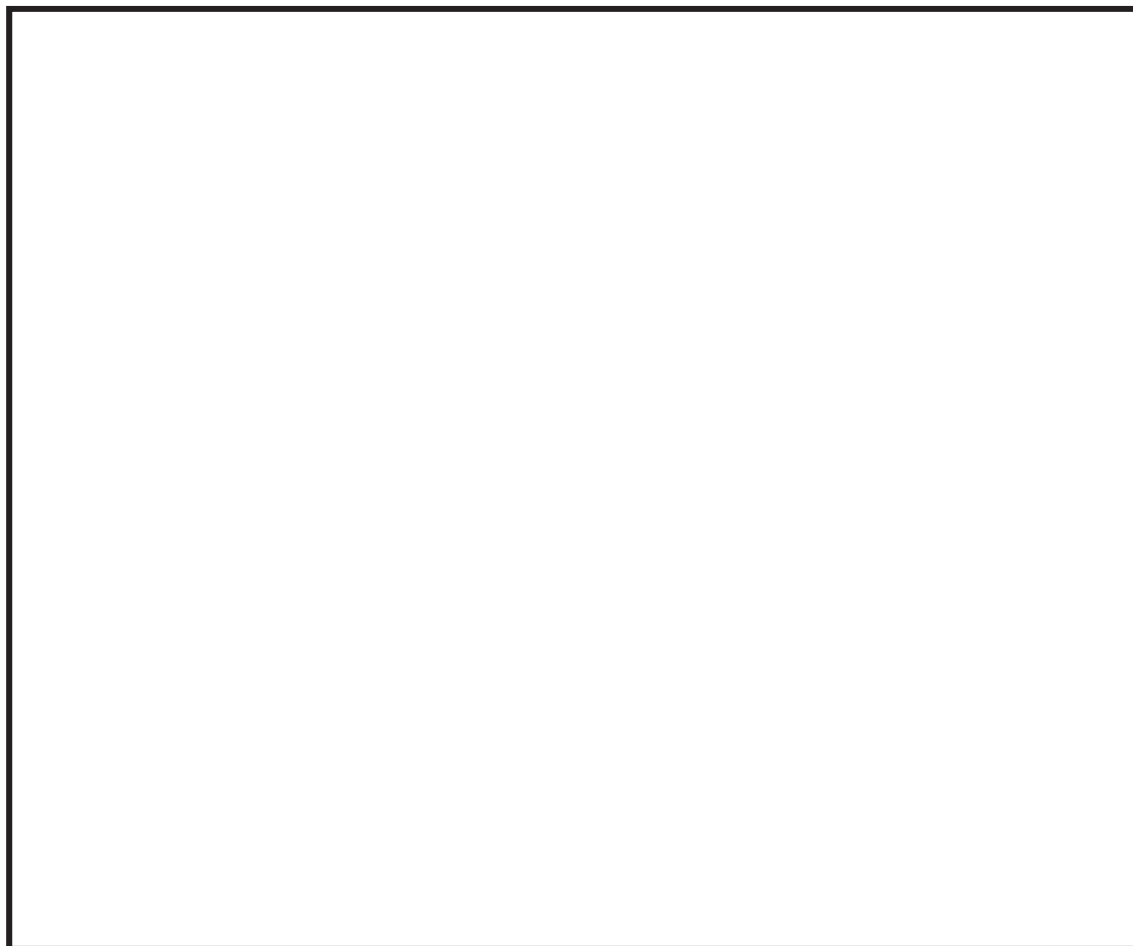


図 9-12 カード類構造図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(2) 水平2方向地震力に対する影響検討

図 9-12 から、器具の誤動作モードとして以下が考えられる。

- ・地震力により基板がシャーシから脱落する（前後方向）

ただし、基板類の取付方向は前後方向であり、ネジにより前後方向を抑える構造となっていることから、誤動作に至る事象に多次元的な影響はないと考えられる。

(3) 機能確認済加速度

参考として、発生加速度とカード類の既往試験での確認済加速度を表 9-10 に示す。

表 9-10 カード類の発生加速度及び機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

方向	水平	鉛直
評価用加速度*	2.41	1.69
確認済加速度		

注記*：2号機制御建屋 0.P.23.469mにおける添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定した値を記載。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

9.3.10 指示計

(1) 構造，作動機構の概要

図 9-13 に指示計の構造及び作動機構を示す。指示計は，圧力・水位・流量・電圧・電流等のプロセス値に相当する電気信号を入力し，目盛板に表示させるものである。また，指示計は取付ボルトにより盤に強固に取り付けられている。

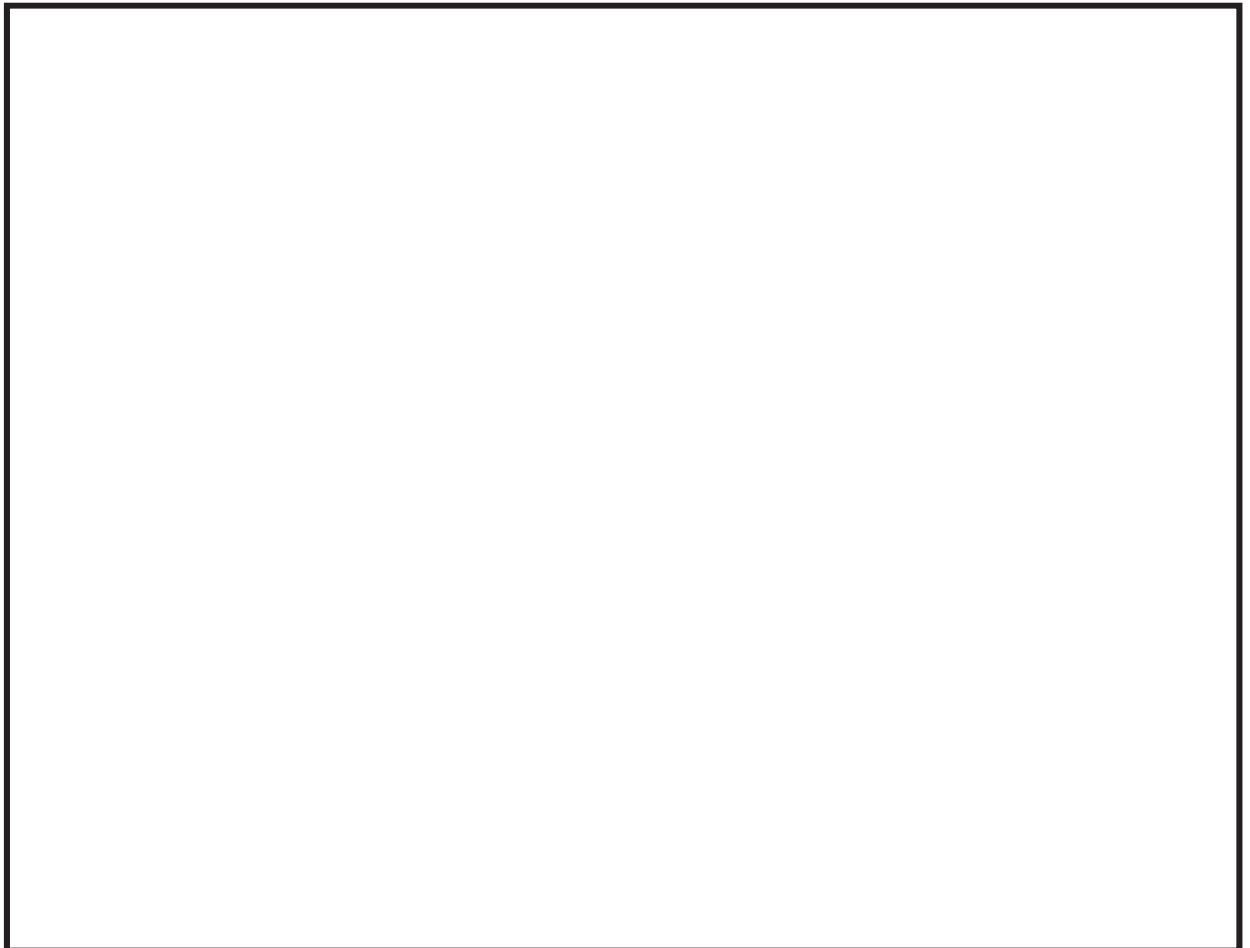


図 9-13 指示計構造図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

(2) 水平 2 方向地震力に対する影響検討

図 9-13 から，器具の誤動作モードとして以下が考えられる。

- ・地震力により指針が振動することにより，指針の指示に誤差が生じる。(上下，左右方向)

ただし，図 9-13 に示す指示計（縦形）については指針の可動方向は上下方向であるため，誤動作にいたる事象に多次元的な影響はないと考えられる。

また，図 9-13 に示す指示計（横形）については器具の可動部は左右方向にのみ振動することから，誤動作にいたる事象に多次元的な影響はないと考えられる。

(3) 機能確認済加速度

参考として，発生加速度と指示計の既往試験での確認済加速度を表 9-11 に示す。

表 9-11 指示計の発生加速度及び機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

方向	水平	鉛直
評価用加速度*	2.41	1.69
確認済加速度		

注記* : 2号機制御建屋 0.P.23.45mにおける添付書類「VI-2-1-7 設計用床応答曲線の作成方針」に基づき設定した値を記載。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

10. 水平 2 方向同時加振の影響について（動的機能維持）

10.1 はじめに

動的機器の機能維持評価における保守性の観点より、水平 2 方向同時入力を考慮した場合の影響をまとめたものである。

10.2 機能維持評価法について

動的機器の機能維持は、動的地震力を適用し、試験による評価、解析による評価により行う。試験による評価では実物モデル等の振動試験を、解析による評価では応力・変形の解析結果を用いて、要求される安全機能が維持されることを確認する。

機種ごとの代表的な機器について、上記検討を実施した既往の試験・研究の成果から機能確認済加速度（以下「At」という。）が定められ、これにより、地震動により生じる加速度レベルが At より小さいことを確認することで、安全機能が維持されることを確認できる。なお、この手法は全ての機器について、詳細評価を実施するまでもなく機能維持を確認するための合理的な方法として確立された手法である。

10.3 機能維持確認済加速度の保守性

動的機器の At については、加振台の加振限界及び機器仕様の多様性等の理由から、本来の機器の機能限界加速度ではなく、保守的な範囲内で定められている。その保守性については、代表機器の At での詳細評価において、機能維持に必要な各部位*の裕度が十分に高いことから確認することができる。

注記*：動的機器の評価項目について

解析評価における動的機器の機能維持に必要な基本評価項目（部位）は、振動特性試験により振動特性及び応答特性を把握し、機能試験の結果を踏まえ、異常要因分析に基づき抽出されている。前述のとおり At は保守的に定められており、地震応答加速度が At を上回ったとしても、個別に当該機器の基本評価項目を解析評価することで、機器の健全性が確認できる。

10.4 水平 2 方向同時入力（鉛直方向含む）の影響について

水平 2 方向同時入力による動的機能維持評価については、影響有無を整理の上、NS 方向 EW 方向の応答加速度を SRSS した結果、At を満たしており耐震性に問題が無いことを確認することとしているが、保守的に水平 1 方向の応答加速度を $\sqrt{2}$ 倍したとしても、機能維持評価の保守性により、対象の動的機器の安全機能維持確認に問題はないと考えられる。

また、At は水平・鉛直の各方向に設定されるものであるが、水平・鉛直の相関が懸念されるものは、水平・鉛直同時入力による解析評価により機能維持を確認した上

で各方向の加速度を設定している。そのため、水平・鉛直ごとの個別の評価とすることで問題ない。

11. 水平 2 方向同時加振の影響について（疲労評価）

疲労評価に用いる疲労累積係数は設計疲労線図に基づくため、一次＋二次＋ピーク応力強さの増分と、疲労累積係数の増分が比例しない。そのため、水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮した場合の疲労評価への影響を定量的に確認することを目的とし、以下の設備を対象に一次＋二次＋ピーク応力強さに水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮した疲労評価を行った。

- ・ 水平 2 方向の地震力の重畳による影響軽微、かつ 1.1 以上の裕度を有する設備（別紙 4.1）
- ・ 水平 2 方向の地震力の重畳による影響あり（別紙 4.1）、かつ $\sqrt{2}$ 以上の裕度を有する設備（別紙 4.2）

表 12-1 に示す評価結果の通り、一次＋二次＋ピーク応力強さに水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮した場合にも、設備が有する耐震性に影響がないことを確認した。

ここで、燃料集合体、クラス 1 容器、クラス MC 容器及びクラス 1 管の耐震評価に用いる疲労累積係数は、一次＋二次＋ピーク応力強さによる疲労累積係数と運転状態 I、II における疲労累積係数の和により算定している。そのため、運転状態 I、II における疲労累積係数が支配的な設備については、水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮した場合であっても、疲労累積係数が水平 1 方向及び鉛直方向地震力による疲労累積係数と同等となっている。

なお、一次＋二次＋ピーク応力強さについては、水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮すると、最大 $\sqrt{2}$ 倍程度となる可能性がある。ここで、簡単に一次＋二次＋ピーク応力強さが 2 倍になると仮定すれば、疲労評価に用いる JSME に規定される設計疲労線図から求まる許容繰返し回数は、その特性から最小でも 1/10 倍程度になる（図 11-1 参照）。一方、設計で用いる許容繰返し回数については、設計用疲労線図が最適疲労線図に対して 20 倍の余裕があることから、設計疲労線図上で許容繰返し回数が 1/10 倍程度となったとしても、設計上の余裕の中に収まることがわかる（図 11-2 参照）。

また、疲労評価に用いる地震による等価繰返し回数についても実際の繰返し回数に対して余裕をもって設計上設定された回数である。

以上より、別紙 4.1 及び別紙 4.2 では、疲労評価（一次＋二次＋ピーク応力強さ）も他の応力分類と同様の整理で耐震性への影響を評価している。

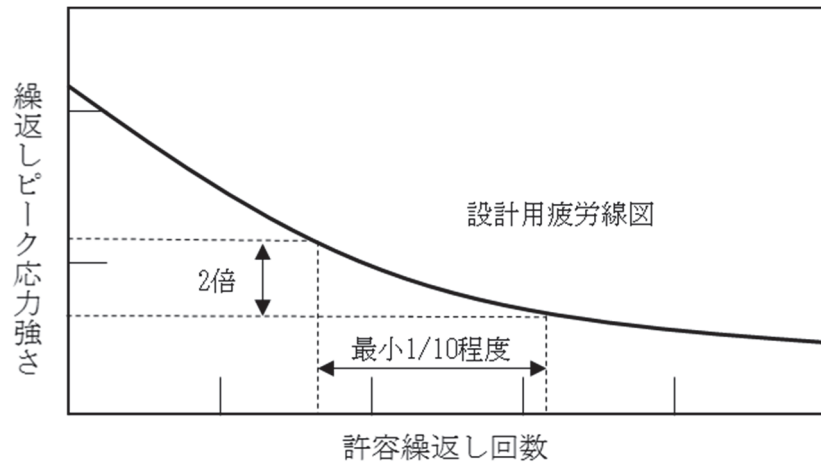


図 11-1 応力 2 倍に対する設計用疲労線図における許容繰返し回数のイメージ図

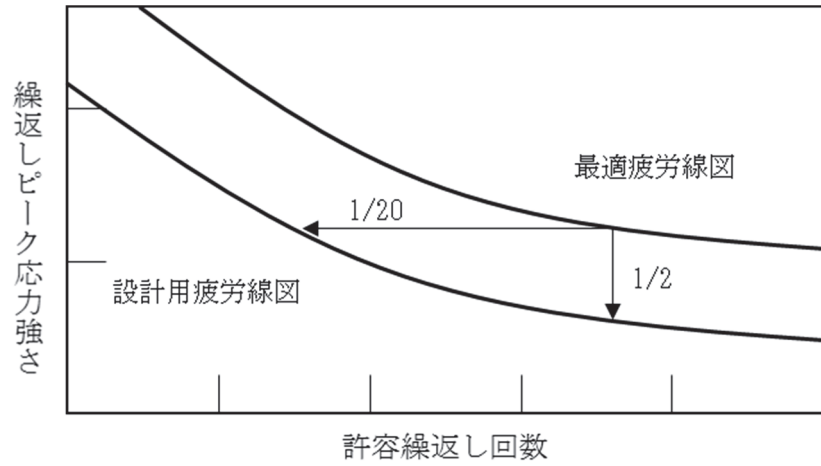


図 11-2 最適疲労線図と設計用疲労線図のイメージ図

表 11-1 水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮した一次+二次+ピーク応力強さの評価結果 (1/4)

設備名称	評価部位	疲労累積係数*		水平 2 方向の考慮方法等
		水平 1 方向	水平 2 方向	
燃料集合体	燃料被覆管	0.088	0.584	水平 1 方向評価の繰返しピーク応力強さを $\sqrt{2}$ 倍した繰返しピーク応力強さを適用。
下部鏡板	下部鏡板	0.043	0.086	水平 1 方向評価の繰返しピーク応力強さを $\sqrt{2}$ 倍した繰返しピーク応力強さを適用。
制御棒駆動機構ハウジング貫通孔	ハウジング	0.002	0.002	水平 1 方向評価の繰返しピーク応力強さを $\sqrt{2}$ 倍した繰返しピーク応力強さを適用。
	スタブチューブ	0.006	0.019	水平 1 方向評価の繰返しピーク応力強さを $\sqrt{2}$ 倍した繰返しピーク応力強さを適用。
	下部鏡板リガメント	0.003	0.003	水平 1 方向評価の繰返しピーク応力強さを $\sqrt{2}$ 倍した繰返しピーク応力強さを適用。
再循環水出口ノズル (N1)	ノズルセーフエンド	0.004	0.004	水平 1 方向評価に適用する荷重が水平 2 方向を考慮した荷重を包絡することを確認。
	溶接部	0.002	0.002	
	ノズルエンド	0.067	0.067	
再循環水入口ノズル (N2)	ノズルセーフエンド	0.625	0.625	水平 1 方向評価に適用する荷重が水平 2 方向を考慮した荷重を包絡することを確認。
	サーマルスリーブ	0.017	0.017	
	ノズルエンド	0.100	0.100	
主蒸気出口ノズル (N3)	ノズルセーフエンド	0.021	0.021	水平 1 方向評価に適用する荷重が水平 2 方向を考慮した荷重を包絡することを確認。
	溶接部	0.009	0.009	
	ノズルエンド	0.035	0.035	

注記* : 燃料集合体, クラス 1 容器, クラス MC 容器及びクラス 1 管の疲労累積係数は, 地震動のみによる疲労累積係数と運転状態 I, II における疲労累積係数の和。

表 11-1 水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮した一次+二次+ピーク応力強さの評価結果 (2/4)

設備名称	評価部位	疲労累積係数*		水平 2 方向の考慮方法等
		水平 1 方向	水平 2 方向	
低圧炉心スプレイノズル (N5)	ノズルセーフエンド	0.290	0.290	水平 1 方向評価に適用する荷重が水平 2 方向を考慮した荷重を包絡することを確認。
	サーマルスリーブ	0.009	0.009	
	ノズルエンド	0.025	0.025	
低圧注水ノズル (N6)	ノズルセーフエンド	0.871	0.871	水平 1 方向評価に適用する荷重が水平 2 方向を考慮した荷重を包絡することを確認。
	サーマルスリーブ	0.001	0.001	
	ノズルエンド	0.031	0.031	
上蓋スプレイノズル (N7)	フランジ部	0.004	0.004	水平 1 方向評価に適用する荷重が水平 2 方向を考慮した荷重を包絡することを確認。
	ノズルエンド	0.292	0.292	
ベントノズル (N8)	フランジ部	0.002	0.002	水平 1 方向評価に適用する荷重が水平 2 方向を考慮した荷重を包絡することを確認。
	ノズルエンド	0.167	0.167	
ジェットポンプ計測管貫通部ノズル (N9)	ジェットポンプ計測管貫通部シール	0.001	0.001	水平 1 方向評価に適用する荷重が水平 2 方向を考慮した荷重を包絡することを確認。
	溶接部	0.001	0.001	
	ノズルエンド	0.072	0.072	
差圧検出・ほう酸水注入ノズル (N11)	肉盛部	0.001	0.001	水平 1 方向評価に適用する荷重が水平 2 方向を考慮した荷重を包絡することを確認。
	ノズル	0.004	0.004	
計装ノズル (N12)	ノズルセーフエンド	0.003	0.003	水平 1 方向評価に適用する荷重が水平 2 方向を考慮した荷重を包絡することを確認。
	溶接部近傍	0.004	0.004	
	ノズルエンド	0.545	0.545	

注記* : 燃料集合体, クラス 1 容器, クラス MC 容器及びクラス 1 管の疲労累積係数は, 地震動のみによる疲労累積係数と運転状態 I, II における疲労累積係数の和。

表 11-1 水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮した一次+二次+ピーク応力強さの評価結果 (3/4)

設備名称	評価部位	疲労累積係数*		水平 2 方向の考慮方法等
		水平 1 方向	水平 2 方向	
計装ノズル (N13)	ノズルセーフエンド	0.003	0.003	水平 1 方向評価に適用する荷重が水平 2 方向を考慮した荷重を包絡することを確認。
	溶接部近傍	0.004	0.004	
	ノズルエンド	0.543	0.543	
計装ノズル (N14)	ノズルセーフエンド	0.004	0.004	水平 1 方向評価に適用する荷重が水平 2 方向を考慮した荷重を包絡することを確認。
	溶接部近傍	0.001	0.001	
	ノズルエンド	0.017	0.017	
ドレンノズル (N15)	ノズルエンド	0.027	0.027	水平 1 方向評価に適用する荷重が水平 2 方向を考慮した荷重を包絡することを確認。
	肉盛部	0.016	0.016	
高圧炉心スプレイノズル (N16)	ノズルセーフエンド	0.290	0.290	水平 1 方向評価に適用する荷重が水平 2 方向を考慮した荷重を包絡することを確認。
	サーマルスリーブ	0.011	0.011	
	ノズルエンド	0.024	0.024	
原子炉圧力容器支持スカート	スカート	0.082	0.545	水平 1 方向評価の繰返しピーク応力強さを $\sqrt{2}$ 倍した繰返しピーク応力強さを適用。
制御棒駆動機構	フランジ	0.0000	0.0000	水平 1 方向評価の繰返しピーク応力強さを $\sqrt{2}$ 倍した繰返しピーク応力強さを適用。
燃料プール冷却浄化系熱交換器	胴板	0.31	0.72	水平 1 方向評価の繰返しピーク応力強さを $\sqrt{2}$ 倍した繰返しピーク応力強さを適用。
残留熱除去系熱交換器	胴板	0.38	0.87	水平 1 方向評価の繰返しピーク応力強さを $\sqrt{2}$ 倍した繰返しピーク応力強さを適用。

注記* : 燃料集合体, クラス 1 容器, クラス MC 容器及びクラス 1 管の疲労累積係数は, 地震動のみによる疲労累積係数と運転状態 I, II における疲労累積係数の和。

表 11-1 水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮した一次+二次+ピーク応力強さの評価結果 (4/4)

設備名称	評価部位	疲労累積係数*		水平 2 方向の考慮方法等
		水平 1 方向	水平 2 方向	
原子炉補機冷却水系熱交換器	胴板	0.23	0.61	水平 1 方向評価の繰返しピーク応力強さを $\sqrt{2}$ 倍した繰返しピーク応力強さを適用。
原子炉格納容器シヤラグ	原子炉格納容器シヤラグ取付部	0.467	0.467	水平 1 方向評価に適用する荷重が水平 2 方向を考慮した荷重を包絡することを確認。

注記* : 燃料集合体, クラス 1 容器, クラス MC 容器及びクラス 1 管の疲労累積係数は, 地震動のみによる疲労累積係数と運転状態 I, II における疲労累積係数の和。

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響評価における代表性

1. はじめに

機器・配管系における水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響評価において、水平 2 方向の影響を考慮した場合に発生値がどの程度増分するかを検討している。その際には、耐震重要施設、常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備、常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類が S クラスのもの）又は常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）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について、機種ごとに裕度の小さい部位を代表して影響評価を実施している。

2. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響評価における代表性について

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響評価にあたっては、機種ごとに裕度の小さい部位を代表として選定しているが、その代表性について説明する。

各機種のうち一部の機種については、複数の応力分類や評価部位を有していたりするものがあり、それらについては評価結果に対する地震力の寄与度がそれぞれ変わる場合がある。従って、本影響評価においては、これらの設備について、耐震裕度が小さい部位を代表とした上で、地震以外の荷重成分を地震荷重とみなし、水平 1 方向及び鉛直方向の組合せによる評価値を水平各方向（それぞれ鉛直方向も含む）で用いるなどの簡易的かつ保守的な方法（図 2-1 参照）を適用することを基本とする。

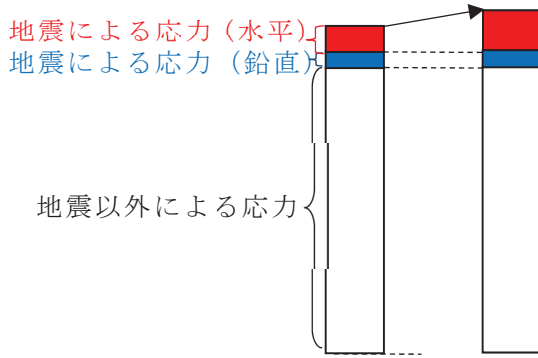
この方法を適用する機種は、耐震裕度の小さい部位や応力分類で代表することができる。

また、この簡易的かつ保守的な方法を適用しない機種は、評価結果に対する地震力の寄与度に配慮した、影響評価を個別に行う場合もある。

本影響評価の代表部位一覧を別紙 4.1 表 1 に示す。

水平 2 方向及び鉛直方向地震力による発生値の算定

地震による応力のみ
水平 2 方向の影響を加味



保守的な算定

全ての応力に水平 2 方向の影響を加味

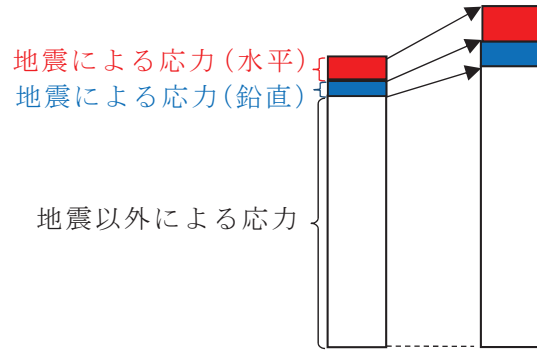


図 2-1 地震以外の荷重成分を地震荷重とみなす場合の保守的な算定イメージ

水平 2 方向地震動と鉛直方向地震動の組合せ方法の検討

1. はじめに

本資料は水平 2 方向の地震動が作用する場合の荷重の組合せ方法についてまとめたものである。本内容は電共研「新規制基準対応を踏まえた機器・配管系評価法に関する研究 (Phase2)」(平成 31 年 3 月)にて検討されており、本成果により、水平 2 方向の地震動が作用する場合に最大値の発生時間の非同時性を考慮した場合の手法として SRSS 法を用いることは妥当であることを示すものである。

2. 電共研における検討内容

水平 2 方向の地震動が作用する場合の機器の応答は、2 次元挙動を模擬できるモデルに水平 2 方向の地震動を同時に時々刻々入力して推定することが望ましい。一方、既往の耐震設計においては、1 質点系の地震応答解析結果を用いたスペクトルモーダル解析が主流であり、各方向の地震動入力に対し、時間に依存しない機器の最大応答のみを取り扱っている。

しかし、水平 2 方向に対しても同様に、各 1 方向のスペクトルモーダル解析で得られる応答の絶対値和を適用すると、最大値の発生時間の非同時性は考慮されないことから、過渡に保守的な評価となる。このため、新規制基準対応では、より合理的な評価手法として Regulatory Guide 1.92 を引用して水平 2 方向地震動の荷重を SRSS 法により組合せている。

本研究では、最大値の発生時間の非同時性を考慮した手法として SRSS 法を用いることの妥当性について検討している。

2.1 検討条件

2.1.1 入力波の選定

入力波は最大加速度が大きい断層波として「代表プラント断層モデル波」、配管の主要モードが卓越するような周期範囲に卓越ピークを有する観測波として「2011 年 4 月 7 日 宮城県沖の地震 (以下 4.07 地震という)」を選定した。入力地震波の波形図と加速度応答スペクトル図を図 2-1～図 2-4 に示す。入力波は、実機配管の設計に用いている荷重条件に近いものとして、建屋応答 (R/B 地下階) を適用した。



(a) NS 方向



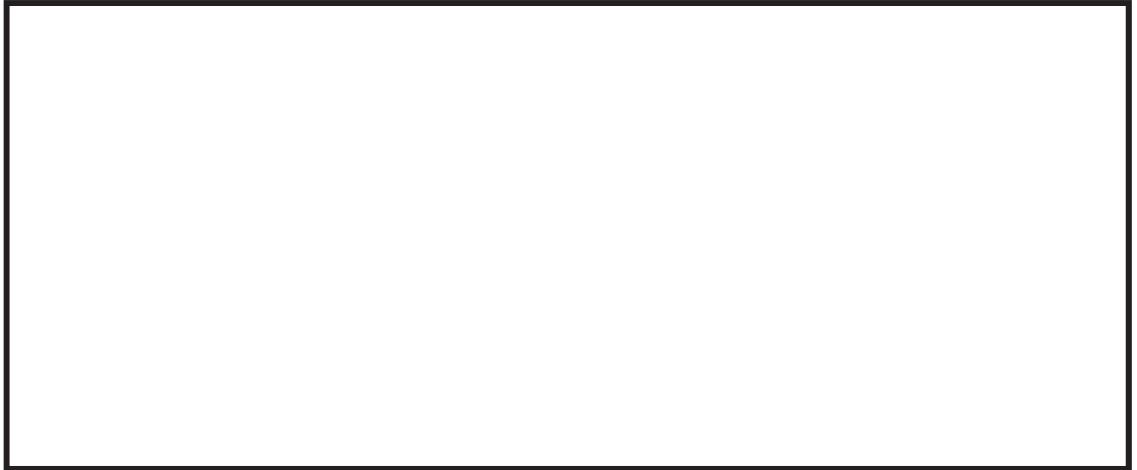
(b) EW 方向



(c) UD 方向

図 2-1 代表プラント 断層モデル波：波形図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



(a) NS 方向



(b) EW 方向



(c) UD 方向

図 2-2 代表プラント 断層モデル波：加速度応答スペクトル図

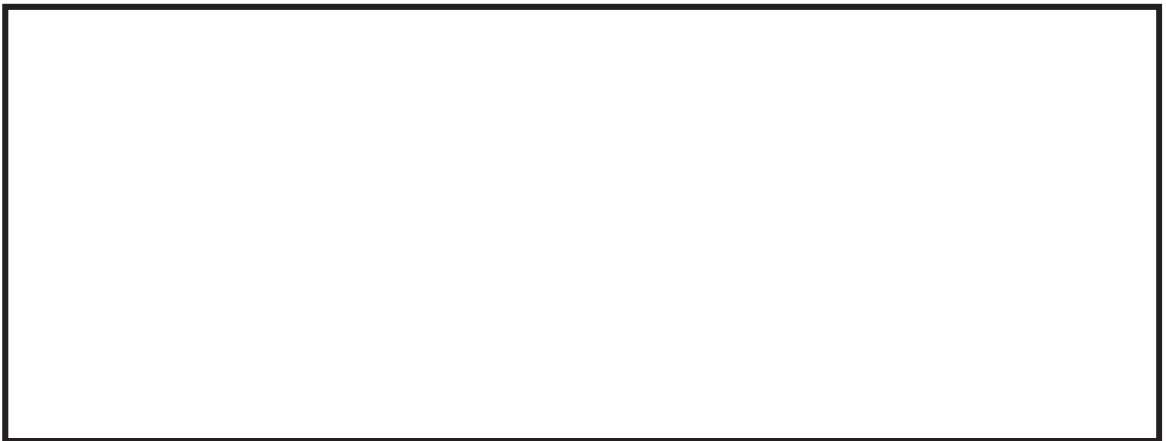
枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



(a) NS 方向



(b) EW 方向



(c) UD 方向

図 2-3 4.07 地震 : 波形図

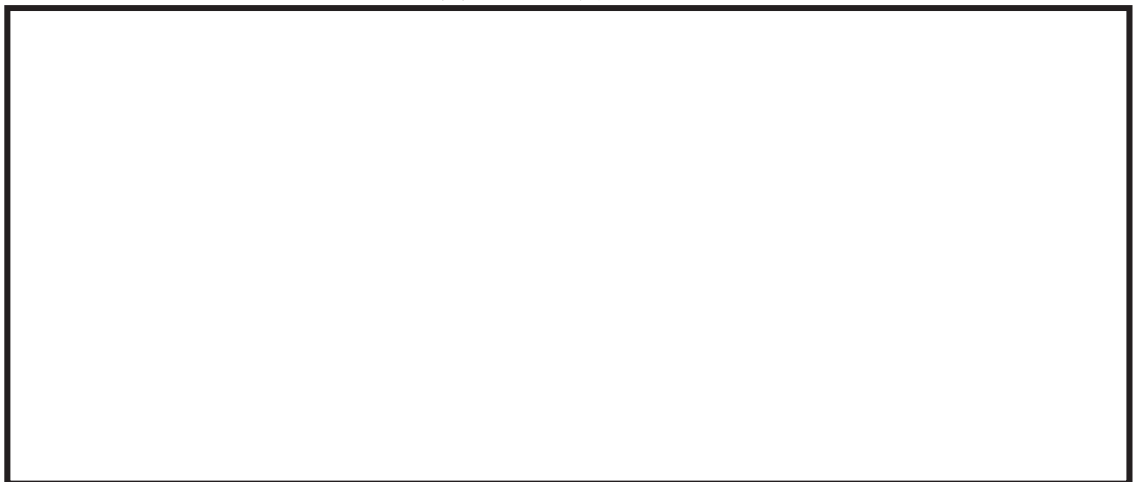
枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。



(a) NS 方向



(b) EW 方向



(c) UD 方向

図 2-4 4.07 地震：加速度応答スペクトル図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

2.1.2 解析ケース

本検討で実施する解析ケース一覧を表 2-1 に示す。

表 2-1 解析ケース一覧

配管モデル	入力地震動		解析手法	荷重組合せ*
実機配管 モデル	断層波	代表プラン ト断層モデ ル波	時刻歴応答解析法	代数和法
			スペクトル モーダル解析	SRSS 法
				絶対値和法
	観測波	4.07 地震	時刻歴応答解析法	代数和法
			スペクトル モーダル解析	SRSS 法
				絶対値和法

注記*：代数和法：水平 2 方向地震動による荷重と鉛直方向地震動による荷重を計算時刻ステップごとに代数和する方法。

SRSS 法：水平 2 方向地震動による各方向最大荷重の二乗と鉛直方向地震動による最大荷重の二乗を加算し，その値の平方根を求める方法。

絶対値和法：水平 2 方向地震動による各方向最大荷重と鉛直方向地震動による最大荷重を絶対値和にて加算する方法。

2.1.3 対象

代表配管モデルは、3次元的な構造を持ち、主要な配管要素である直管、エルボ、ティ、サポート及び弁を含む配管系の中から、1モデル(600A/300A, h=2.0%)を選定した(図2-5)。



図2-5 実機配管モデル図(鳥瞰図)

2.2 検討結果

2.2.1 実機配管モデルの固有値解析結果

前項で選定した代表モデルに対して、固有値解析を実施した。固有値解析結果を表2-2に、主要モード図を図2-6～図2-9に示す。

表2-2 固有値解析結果

モード	固有周期 T (s)	刺激係数		
		X 方向	Y 方向	Z 方向
1 次	0.079			
2 次	0.069			
3 次	0.057			
4 次	0.051			

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

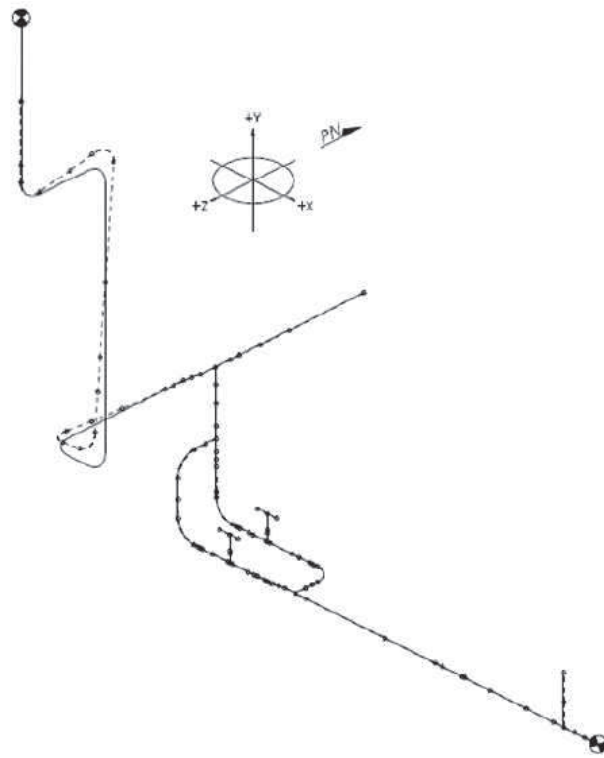


図 2-6 モード図 : 1 次モード : $T=0.079s$

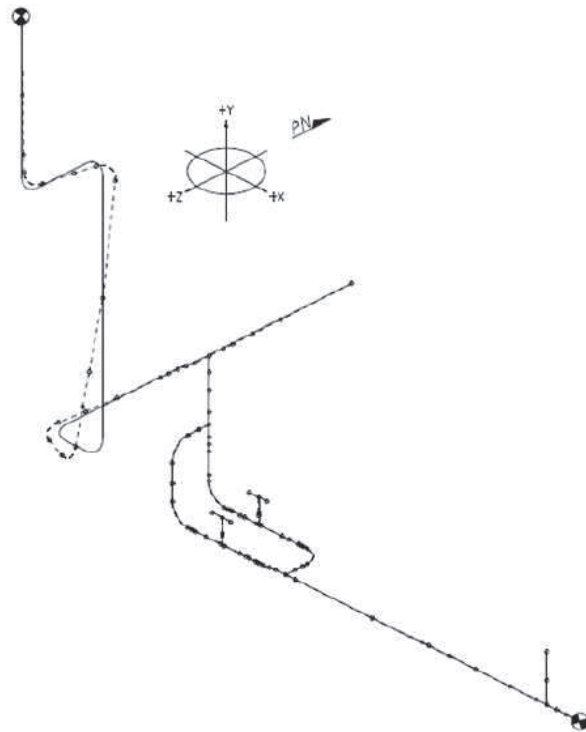


図 2-7 モード図 : 2 次モード : $T=0.069s$

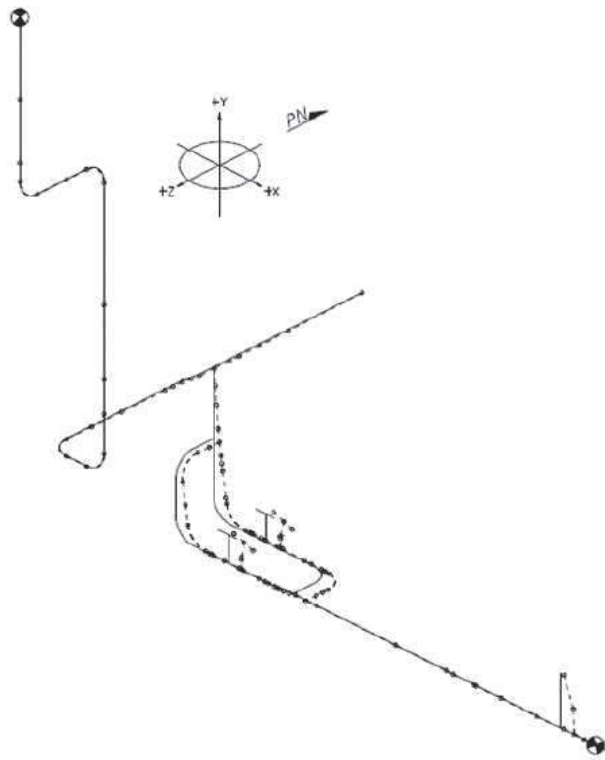


図 2-8 モード図 : 3 次モード : $T=0.057s$

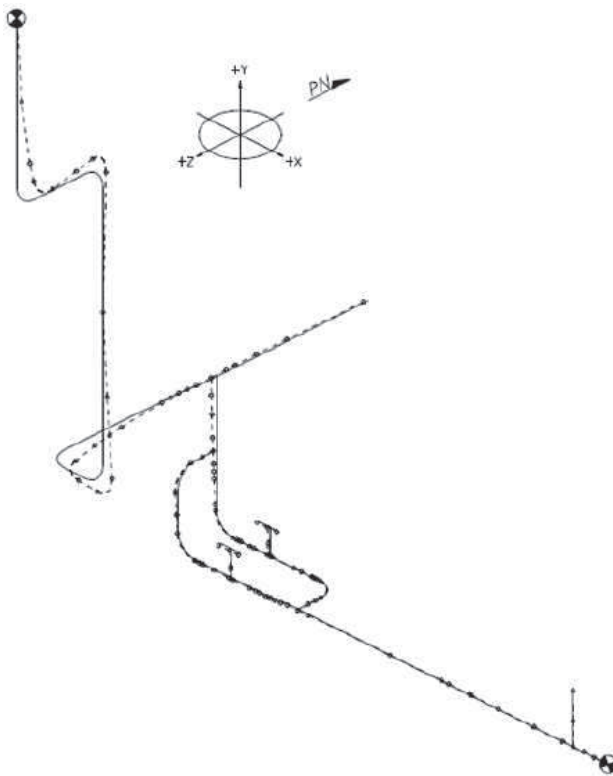


図 2-9 モード図 : 4 次モード : $T=0.051s$

2.2.2 応答解析結果及び応力算出結果

断層モデル波を入力した各評価点の応答解析結果を表 2-3 に、応力算出結果を図 2-10 に示す。4.07 地震を入力した各評価点の応答解析結果を表 2-4 に、応力算出結果を図 2-11 に示す。表 2-3、2-4 に示す応答解析結果においては、実機配管モデルを構成する標準的な部材であるエルボ（質点番号：8, 13）、ティ（質点番号：3, 52）とアンカ（質点番号：19, 98）について、代数和法のケースを基準とした組合せ手法ごとの地震荷重の比率を算定した。

表 2-3 応答解析結果：断層モデル波（代数和法で正規化）

質点番号	組合せ	地震荷重比	部位
3	SRSS 法	1.25	ティ
	絶対値和法	1.75	
52	SRSS 法	1.20	ティ
	絶対値和法	1.80	
8	SRSS 法	1.10	エルボ
	絶対値和法	1.70	
13	SRSS 法	1.10	エルボ
	絶対値和法	1.40	
19	SRSS 法	1.00	アンカ
	絶対値和法	1.50	
98	SRSS 法	1.00	アンカ
	絶対値和法	1.50	

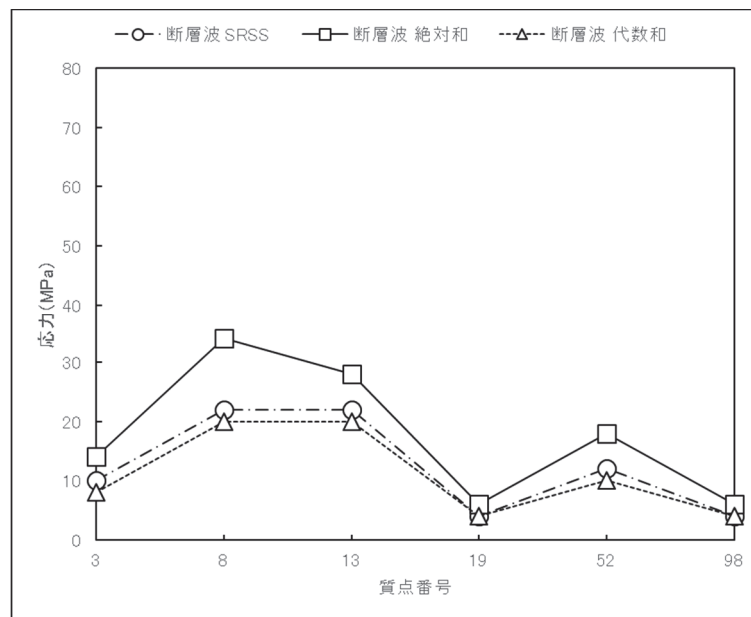


図 2-10 応力算出結果：断層モデル波

表 2-4 応答解析結果：4.07 地震（代数和法で正規化）

質点番号	組合せ	地震荷重比	部位
3	SRSS 法	1.00	ティ
	絶対値和法	1.56	
52	SRSS 法	1.08	ティ
	絶対値和法	1.54	
8	SRSS 法	1.00	エルボ
	絶対値和法	1.76	
13	SRSS 法	1.05	エルボ
	絶対値和法	1.43	
19	SRSS 法	1.10	アンカ
	絶対値和法	1.75	
98	SRSS 法	1.25	アンカ
	絶対値和法	1.50	

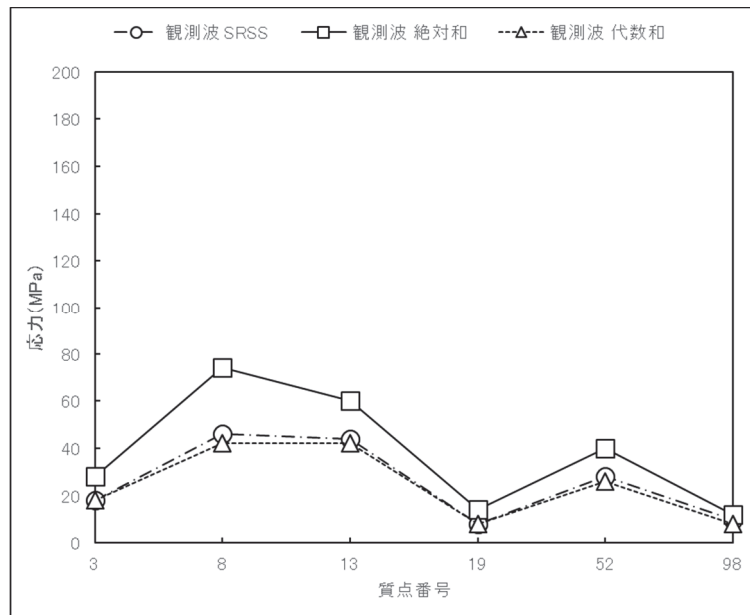


図 2-11 応力算出結果：観測波（4.07 地震）

2.2.3 実機配管モデルに対する SRSS 法の適用について

選定した実機配管モデルに対して、代表的な断層波及び観測波を用いて時刻歴応答解析法により算定した計算時刻ステップごとの地震荷重を代数和法にて組み合わせた結果並びにスペクトルモーダル解析法により算定した最大地震荷重を SRSS 法及び絶対値和法にて組み合わせた結果の比較検討を実施した。

断層波及び観測波ともに、組合せ法の違いによる各評価点の応答解析結果の差異の傾向は同様の傾向を示し、SRSS 法は代数和法の結果に対して 1.00～1.25 倍、絶対値和法は代数和法の結果に対して 1.40～1.80 倍となった。SRSS 法は、水平 2 方向地震動と鉛直方向地震動の同時入力による応答を精度よく模擬できている。

以上から、実機配管モデルに対して、スペクトルモーダル解析法により算定した水平 2 方向地震動と鉛直地震動による最大地震荷重の組合せ法として、SRSS 法を用いて差し支えないと判断した。

別紙5 方向性を考慮しない水平地震動における模擬地震波の作成方針

1. はじめに

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の同時入力による影響検討を行う際に、軽油タンク室、軽油タンク室 (H)、取水口、貯留堰、復水貯蔵タンク基礎、防潮壁 (RC 支柱) 及び屋外排水路逆流防止設備 (北側) (集水ピット)、制御棒挿入性の地震応答解析では基準地震動 $S_s - D 2$ 、海水ポンプ室、第 3 号機海水ポンプ室及び防潮壁 (杭) は基準地震動 $S_s - D 2$ 及び $S_s - N 1$ 、排気筒は基準地震動 $S_s - F 1$ 及び $S_s - N 1$ 、ガスタービン発電設備軽油タンク室及び屋外排水路逆流防止設備 (南側) (集水ピット) は基準地震動 $S_s - F 2$ 、原子炉建屋の建屋 3 次元 FEM による地震応答解析では基準地震動 $S_s - D 2$ に係数 0,58 を乗じて設定した弾性設計用地震動 $S_d - D 2$ を代表波として用いている。この際、水平 1 方向には基準地震動 $S_s - D 2$ 、 $S_s - F 1$ 、 $S_s - F 2$ 、 $S_s - N 1$ 及び弾性設計用地震動 $S_d - D 2$ (以下、「基準地震動等」という。) を用いるが、その直交方向には基準地震動 $S_s - D 2$ 、 $S_s - F 1$ 、 $S_s - F 2$ 、 $S_s - N 1$ 及び弾性設計用地震動 $S_d - D 2$ とは位相の異なる模擬地震波 (以下、「模擬地震波」という。) を用いている。本資料では、模擬地震波の作成方針について示す。

2. 模擬地震波の作成方針

応答スペクトルに基づく手法による基準地震動 $S_s - D1 \sim D3$ ，断層モデルを用いた手法による基準地震動 $S_s - F1 \sim F3$ 及び震源を特定せず策定する地震動による基準地震動 $S_s - N1$ については，水平方向の地震動に方向性がないことから，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の同時入力による影響検討を行う場合，水平 2 方向のうち 1 方向について模擬地震波等を作成し入力する方法が考えられる。

応答スペクトルに基づく手法による基準地震動 $S_s - D1 \sim D3$ ，断層モデルを用いた手法による基準地震動 $S_s - F1 \sim F3$ 及び震源を特定せず策定する地震動による基準地震動 $S_s - N1$ の水平方向に組み合わせる地震動を以下に示す方針によって作成する。

2.1 敷地で得られた観測記録による確認

自由地盤観測点 (O.P. -8.6m) における，2011 年東北地方太平洋沖地震（以下，3.11 地震），2011 年 4 月 7 日の宮城県沖の地震（以下，4.7 地震）の観測記録から，当該サイトにおいて，水平 2 方向の地震波で位相差が生じる傾向を確認した。確認の方法として，基準地震動 $S_s - D2$ を同時に水平 2 方向に入力した場合のオービット（図 2-1）と，観測記録の水平 2 方向のオービット（図 2-2 及び図 2-3）との比較を行った。図 2-1 から，全く同じ地震動を同時に水平 2 方向に入力した場合，オービットは現実的に考えにくい 45° 方向に直線的な軌跡を示す。一方，図 2-2 及び図 2-3 より観測記録ではオービットは位相差によって生じるランダムな軌跡を示すことを確認した。

2.2 各基準地震動水平方向に組み合わせる地震動の作成方針

2.2.1 応答スペクトルに基づく手法による基準地震動に組み合わせる地震動

応答スペクトルに基づく手法による基準地震動 $S_s - D1 \sim D3$ は，位相角を一様乱数とした正弦波を重ね合わせ，目標とする応答スペクトルに適合するように模擬地震波を作成している。そこで，組み合わせる地震動は，同一の方法で作成した位相の異なる模擬地震波とする。

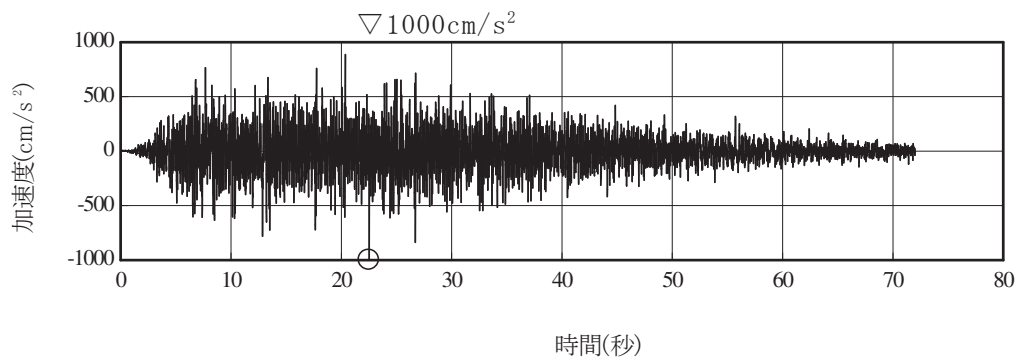
2.2.2 断層モデルに基づく手法による基準地震動に組み合わせる地震動

断層モデルに基づく手法による基準地震動 $S_s - F1$ ， $S_s - F2$ は 3.11 地震， $S_s - F3$ は 4.7 地震の敷地における観測記録とシミュレーション解析との整合性が確認されている断層モデルに不確かさを考慮して，統計的グリーン関数法により評価された地震動である。また，シミュレーション結果を踏まえ放射特性を一定値としているため，水平方向の地震動に方向性がない。

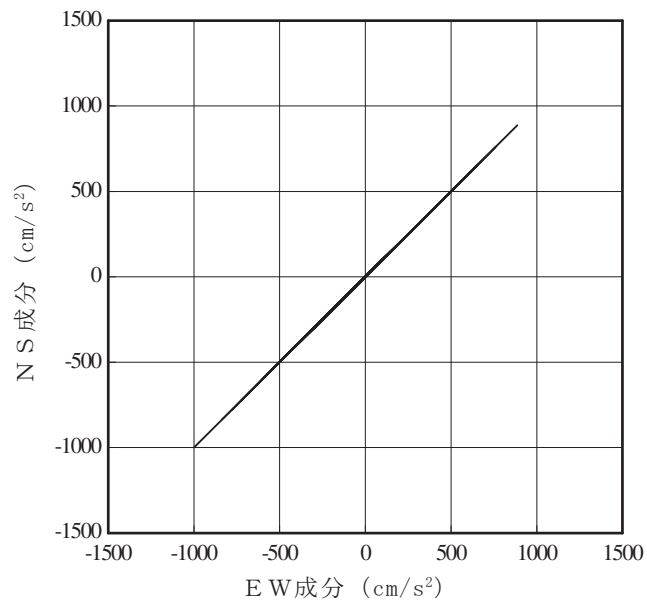
波形合成にあたっては，要素地震の位相特性を一様乱数として与えていることから，組み合わせる地震動は同一の方法で作成した位相の異なる地震動とする。

2.2.3 震源を特定せず策定する地震動による基準地震動に組み合わせる地震動

基準地震動 $S_s - N1$ は「震源を特定せず策定する地震動」として、2004年北海道留萌支庁南部地震の観測記録より策定された地震動である。基準地震動 $S_s - N1$ における水平方向の地震動は、観測記録から推定される解放基盤表面相当位置の地震動に基づき作成されている。そこで、組み合わせる地震動は、基準地震動 $S_s - N1$ の作成方法と同一の方法で、基準地震動 $S_s - N1$ で用いた観測記録と水平方向に直交する観測記録から作成する。

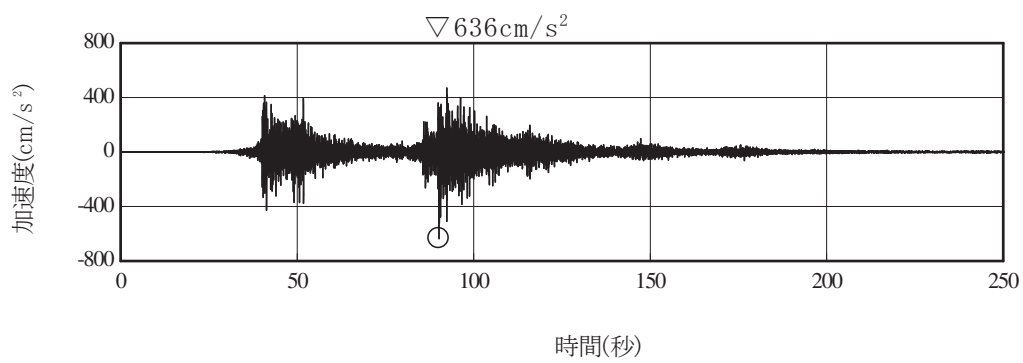
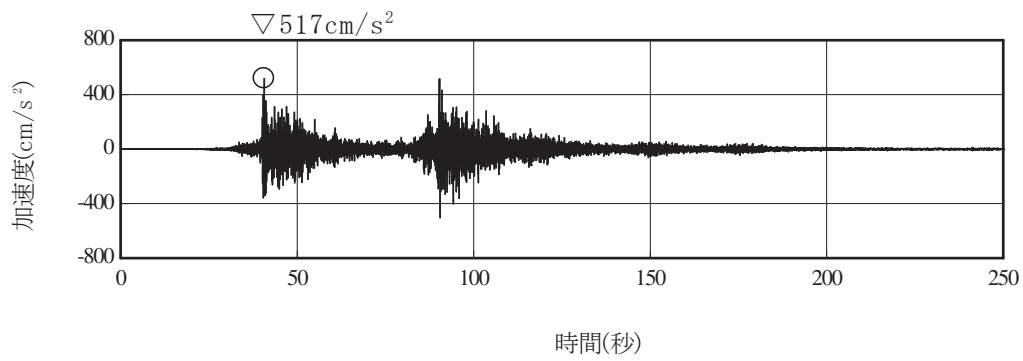


(a) 加速度時刻歴波形

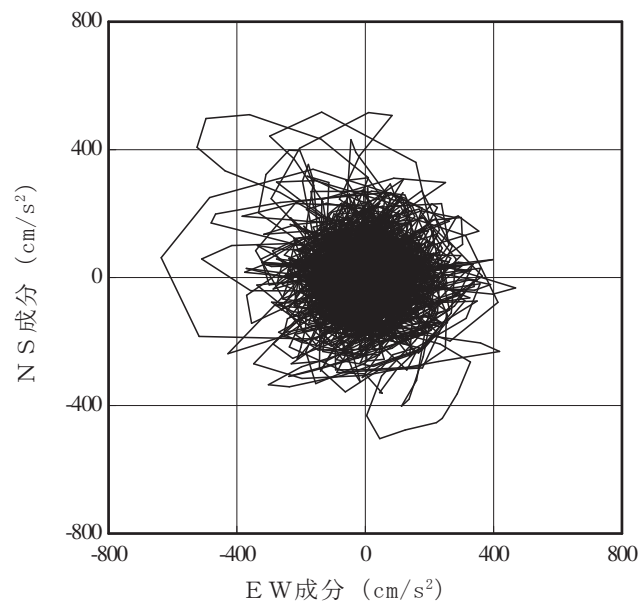


(b) 水平 2 方向の加速度成分のオービット

図2-1 基準地震動 S s-D 2

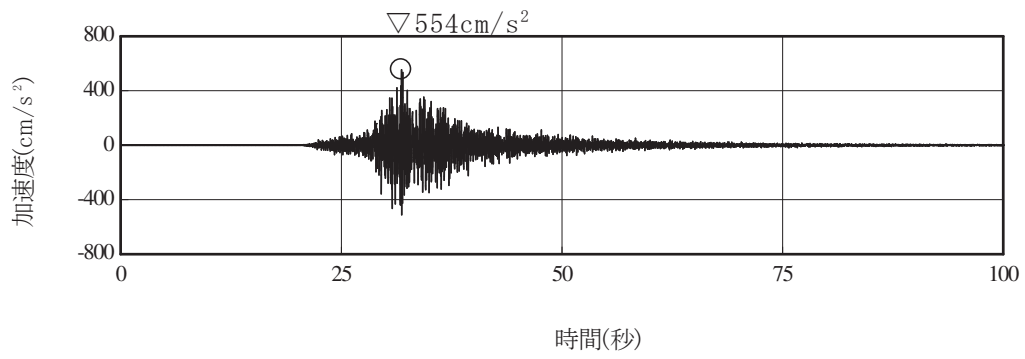
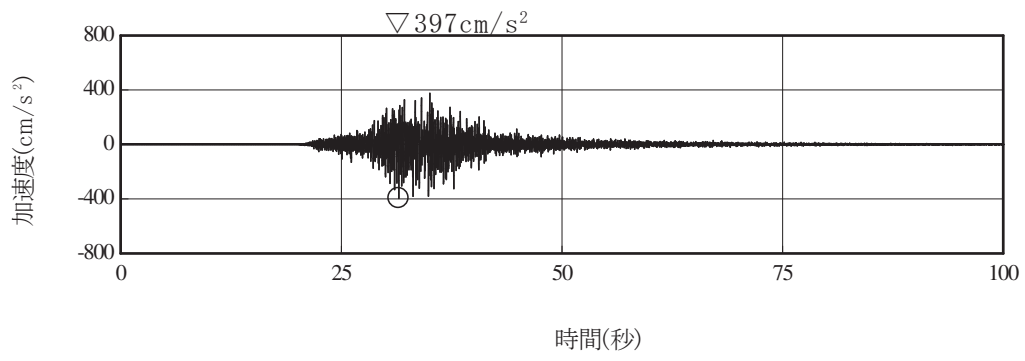


(a) 加速度時刻歴波形

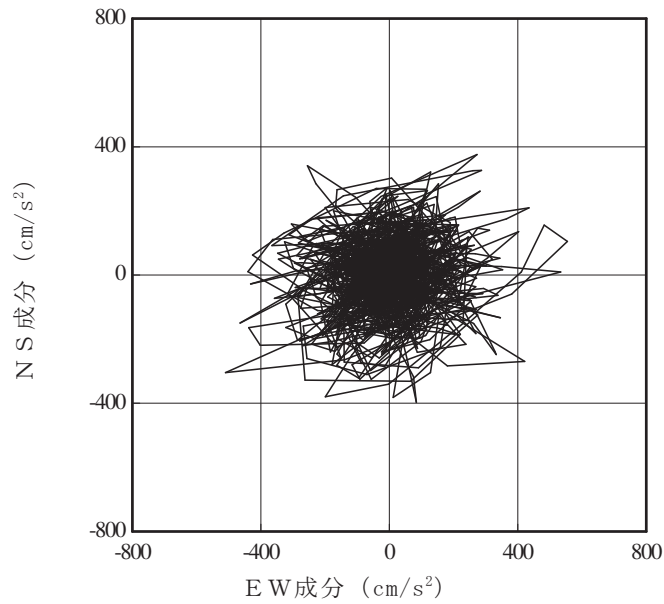


(b) 水平2方向の加速度成分のオービット

図2-2 2011年東北地方太平洋沖地震観測記録 (自由地盤観測点 0.P.-8.6m)



(a) 加速度時刻歴波形

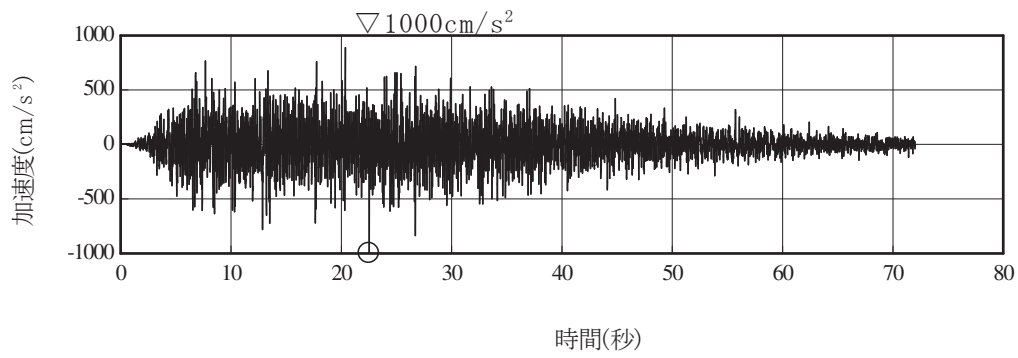


(b) 水平2方向の加速度成分のオービット

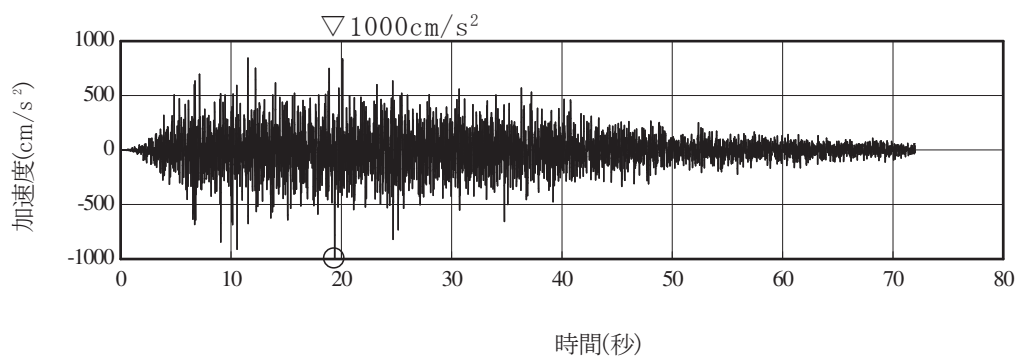
図2-3 2011年4月7日の宮城県沖の地震観測記録 (自由地盤観測点 O.P. -8.6m)

3. 位相特性の異なる模擬地震波の作成結果

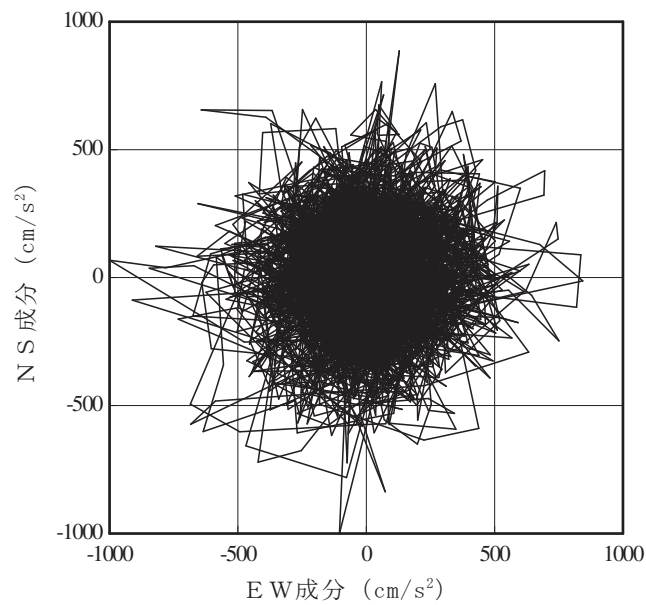
基準地震動等及び模擬地震波の加速度時刻歴波形及びそれぞれの地震波を2方向入力した場合のオービットを図3-1～図3-4に示す。



(a) 基準地震動 S s - D 2 の加速度時刻歴波形

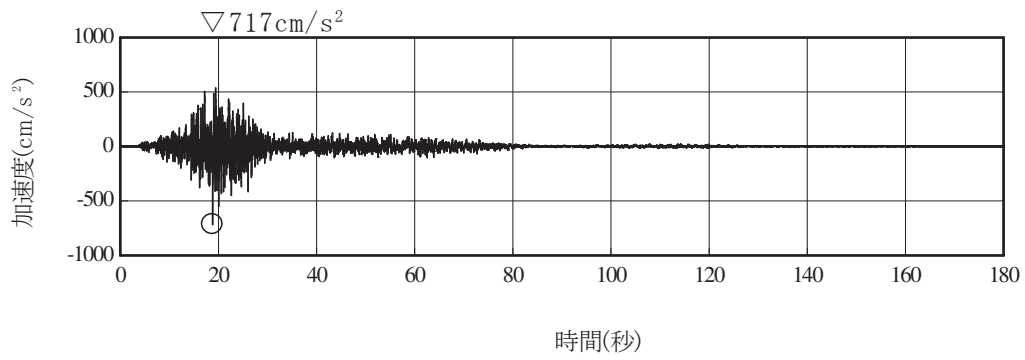


(b) 基準地震動 S s - D 2 とは位相の異なる模擬地震動の加速度時刻歴波形

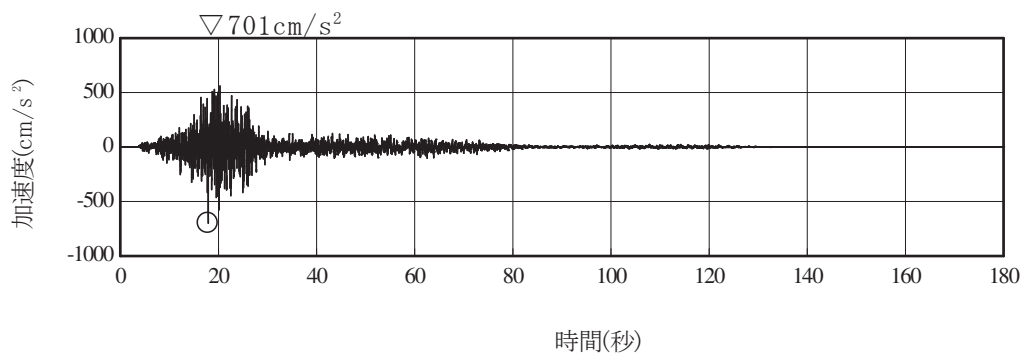


(c) 水平 2 方向の加速度成分のオービット

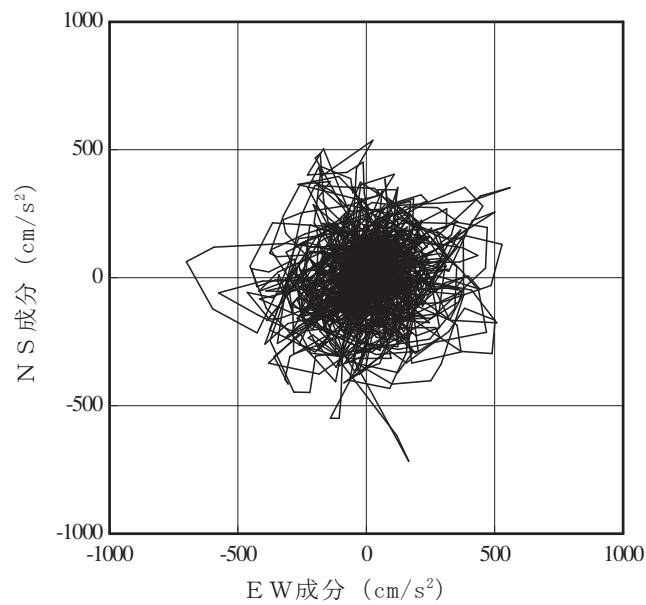
図3-1 基準地震動 S s - D 2



(a) 基準地震動 S s - F 1 の加速度時刻歴波形

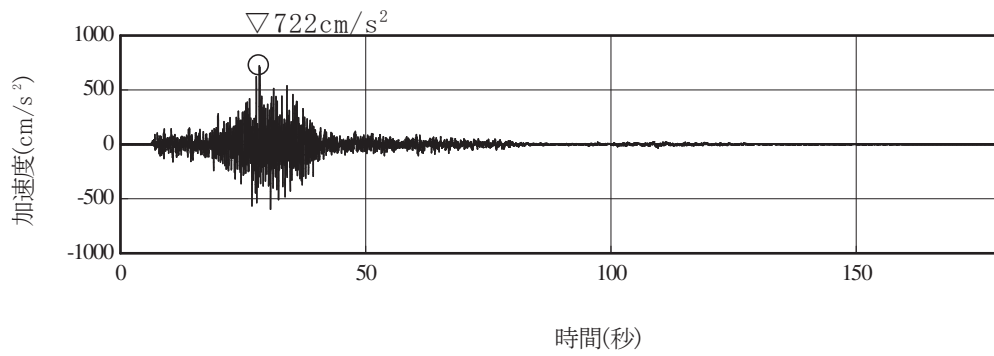


(b) 基準地震動 S s - F 1 とは位相の異なる模擬地震動の加速度時刻歴波形

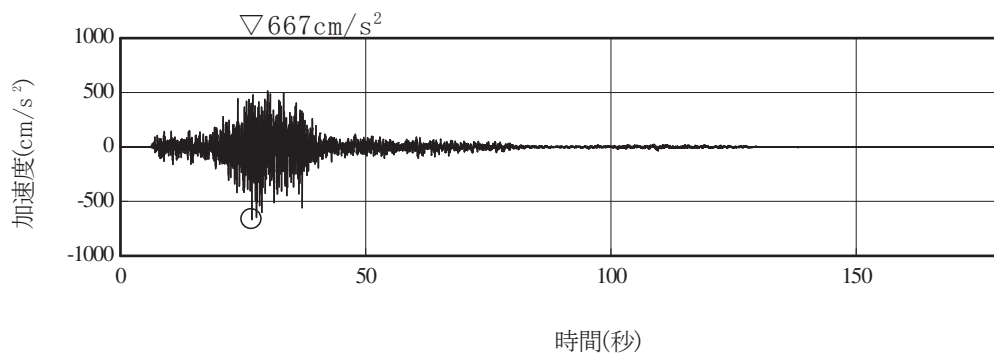


(c) 水平 2 方向の加速度成分のオービット

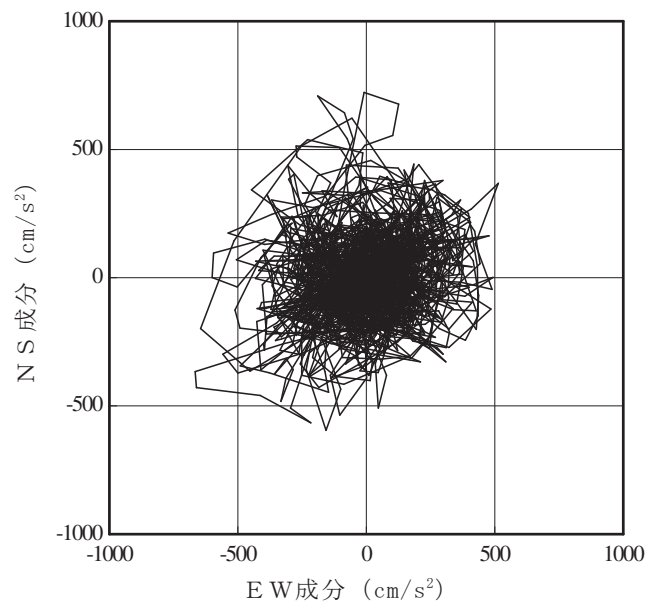
図3-2 基準地震動 S s - F 1



(a) 基準地震動 S s - F 2 の加速度時刻歴波形

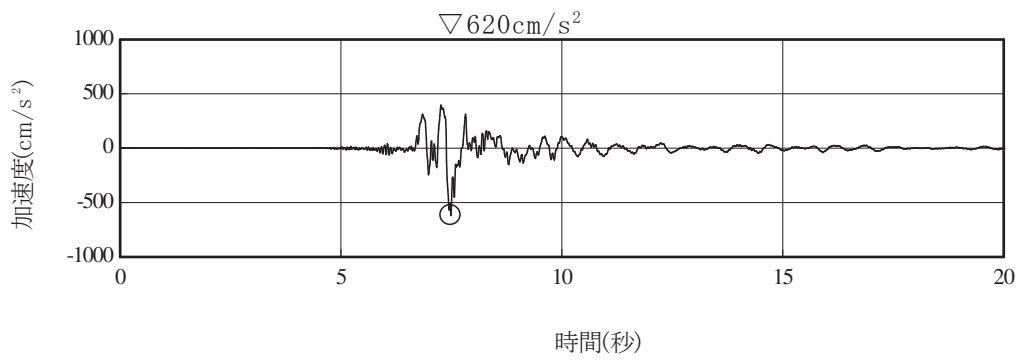


(b) 基準地震動 S s - F 2 とは位相の異なる模擬地震動の加速度時刻歴波形

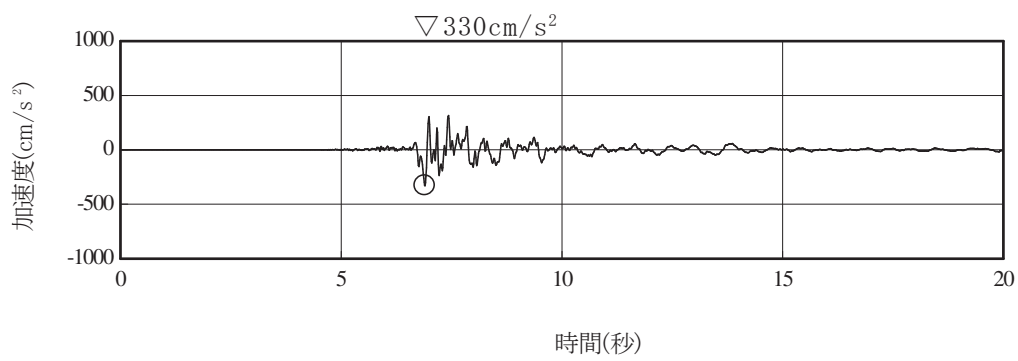


(c) 水平 2 方向の加速度成分のオービット

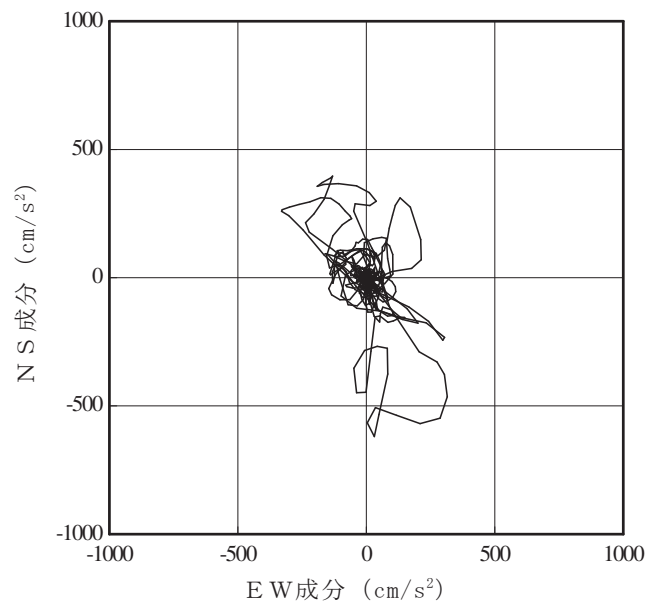
図3-3 基準地震動 S s - F 2



(a) 基準地震動 S s - N 1 の加速度時刻歴波形



(b) 基準地震動 S s - N 1 とは位相の異なる模擬地震動の加速度時刻歴波形



(c) 水平 2 方向の加速度成分のオービット

図3-4 基準地震動 S s - N 1