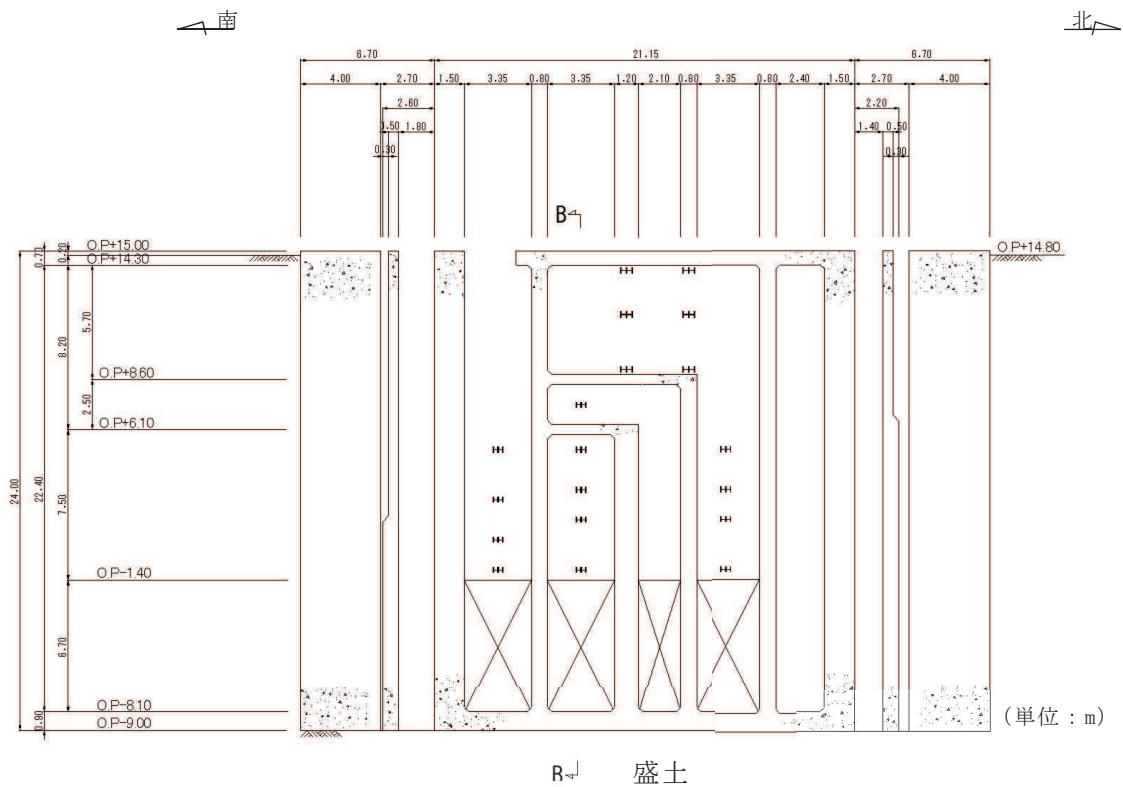


線状構造物として分類した軽油タンク連絡ダクト，排気筒連絡ダクト，原子炉機器冷却海水配管ダクト（水平部），原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部），取水路（漸拡部），第1号機取水路，第3号機取水路，北側排水路及び防護設備（防潮堤（鋼管式鉛直壁））について，各構造物の構造，地盤条件等を考慮した上で，従来設計手法における評価対象断面以外の3次元的な応答特性が想定される箇所を確認した。

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。





\*注記：図中の  $\text{H}\text{H}$  は鋼材を示し， $\otimes$  は海水配管ダクト（水平部）との接続部を示す。

図 3-3-28 原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）正面図（A-A 断面）

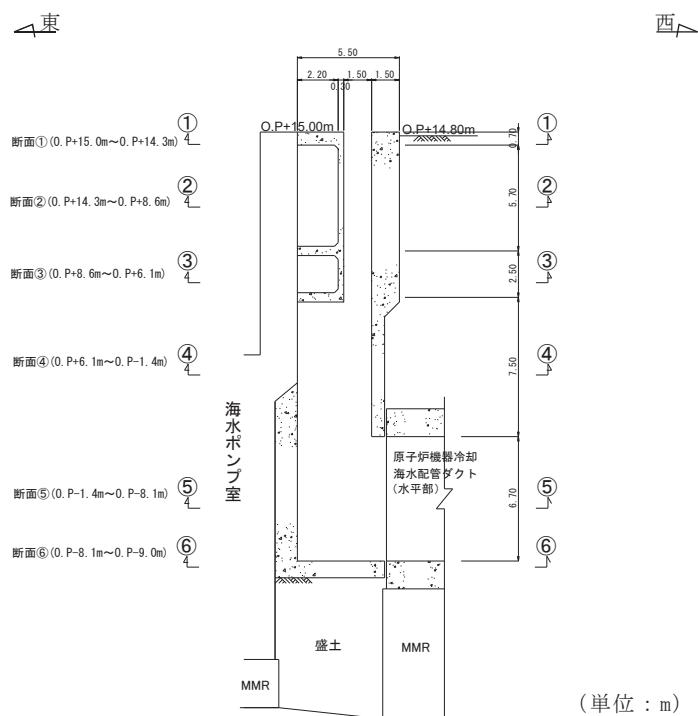
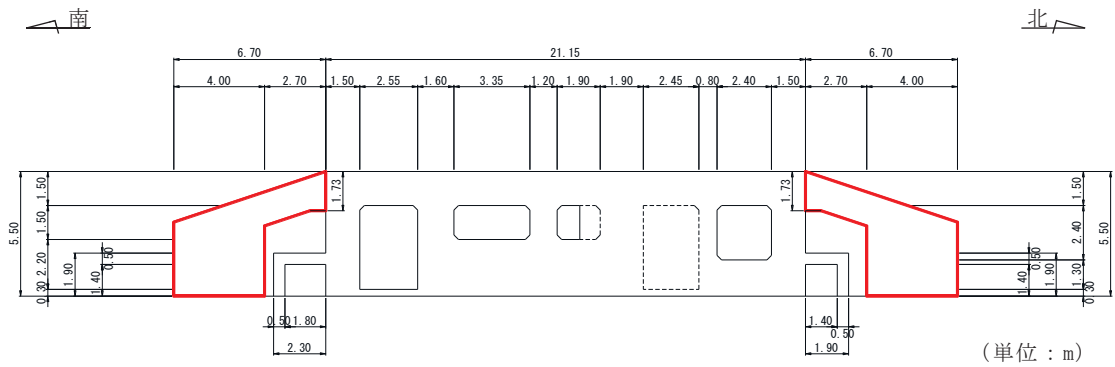
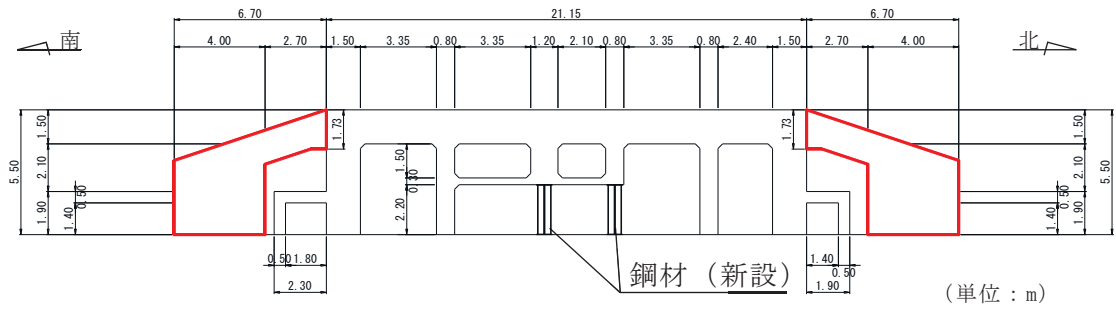


図 3-3-29 原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）縦断図（B-B 断面）



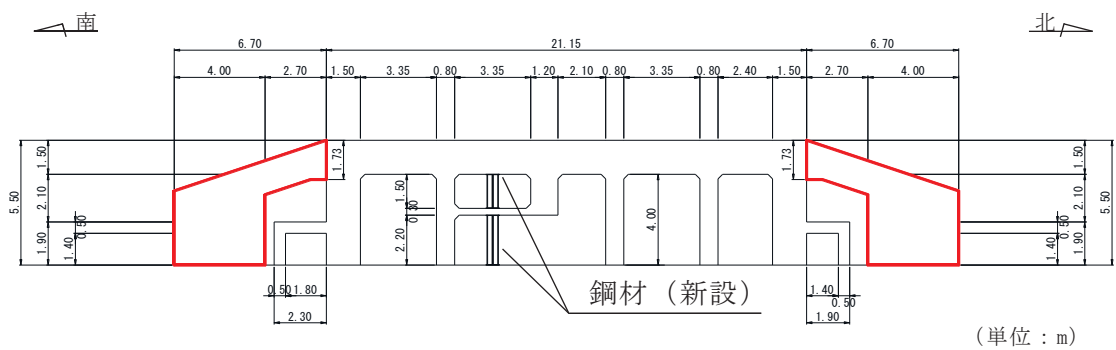
□ : 側壁 (新設部,  $f'_{ck} = 50\text{N/mm}^2$ )

図 3-3-30 原子炉機器冷却海水配管ダクト (鉛直部) 水平断面図 (断面①)



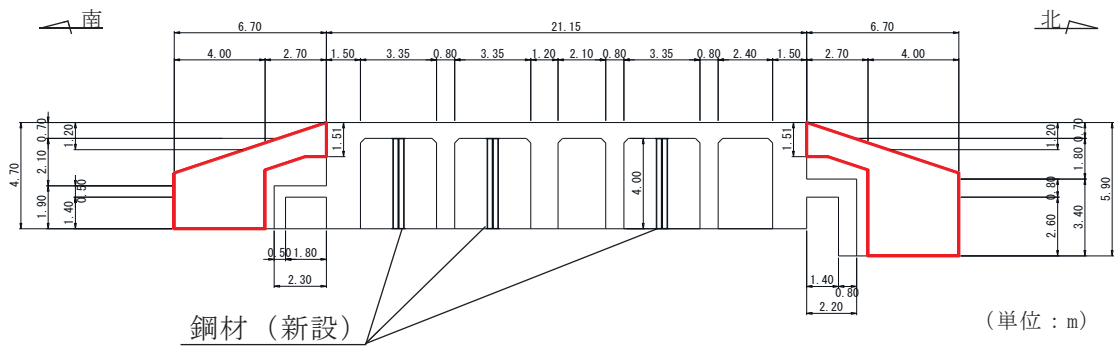
□ : 側壁 (新設部,  $f'_{ck} = 50\text{N/mm}^2$ )

図 3-3-31 原子炉機器冷却海水配管ダクト (鉛直部) 水平断面図 (断面②)



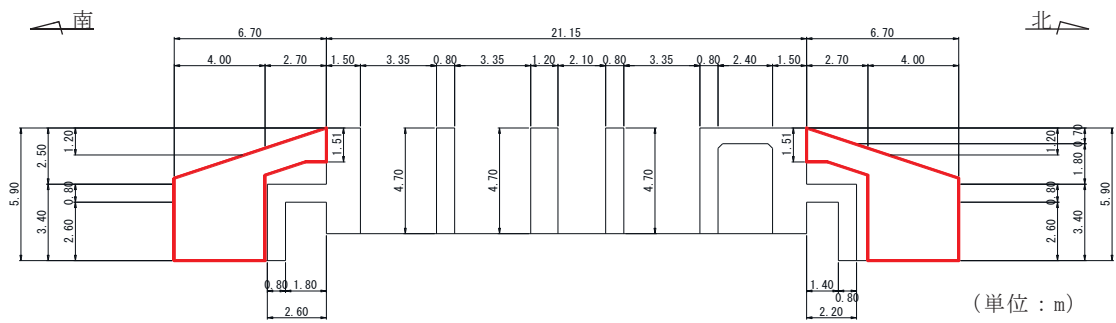
□ : 側壁 (新設部,  $f'_{ck} = 50\text{N/mm}^2$ )

図 3-3-32 原子炉機器冷却海水配管ダクト (鉛直部) 水平断面図 (断面③)



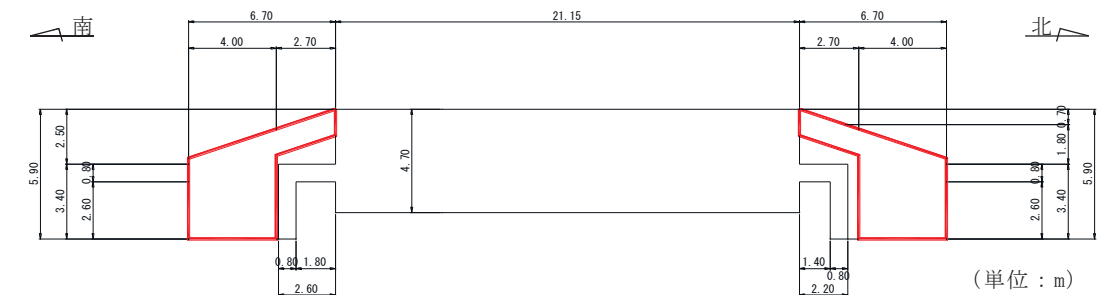
□ : 側壁 (新設部,  $f'_{ck} = 50\text{N/mm}^2$ )

図 3-3-33 原子炉機器冷却海水配管ダクト (鉛直部) 水平断面図 (断面④)



□ : 側壁 (新設部,  $f'_{ck} = 50\text{N/mm}^2$ )

図 3-3-34 原子炉機器冷却海水配管ダクト (鉛直部) 水平断面図 (断面⑤)



□ : 側壁 (新設部,  $f'_{ck} = 50\text{N/mm}^2$ )

図 3-3-35 原子炉機器冷却海水配管ダクト (鉛直部) 水平断面図 (断面⑥)

b. 取水路（標準部）

図3-3-36及び図3-3-37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3-3-38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が想定されるため、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せを設計に見込むこととする。

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。

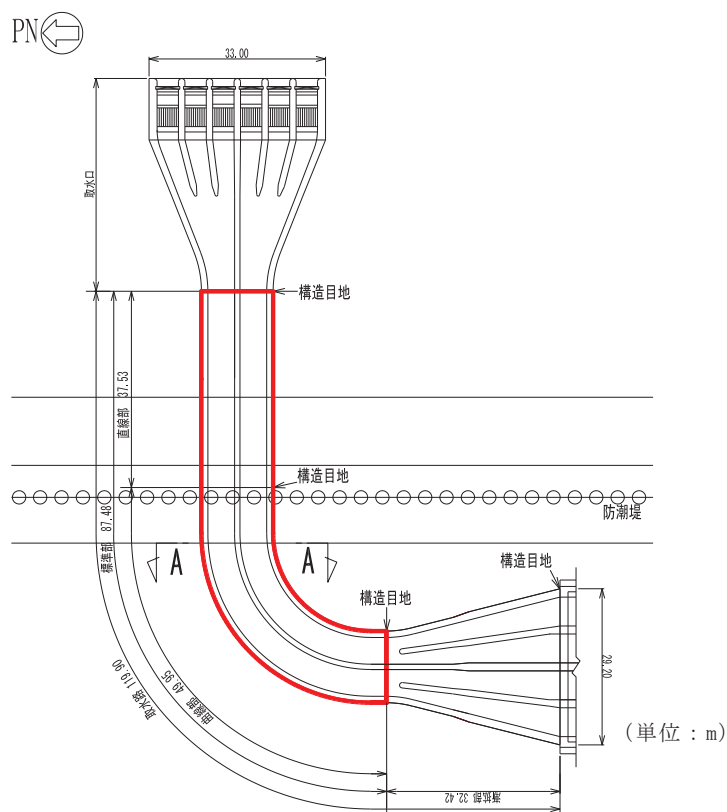


図 3-3-36 取水路（標準部）平面図



### 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

3.3.1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、線状構造物及び箱型構造物を抽出した。以下に、構造形式ごとの選定結果を示す。

#### (1) 線状構造物

線状構造物については、耐震評価を行う水平断面に対して鉛直方向に面外変形する原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）のうち頂版（断面①）及び底版（断面⑥）、3次元的な応答特性が想定される取水路（標準部）のうち曲線部に対して水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せを設計に見込むこととする。

#### (2) 箱形構造物

箱形構造物については、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全ての構造物に対して、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を行う。箱形構造物の平面図、断面図及び縦断面図を図3-3-39～図3-3-67に示す。

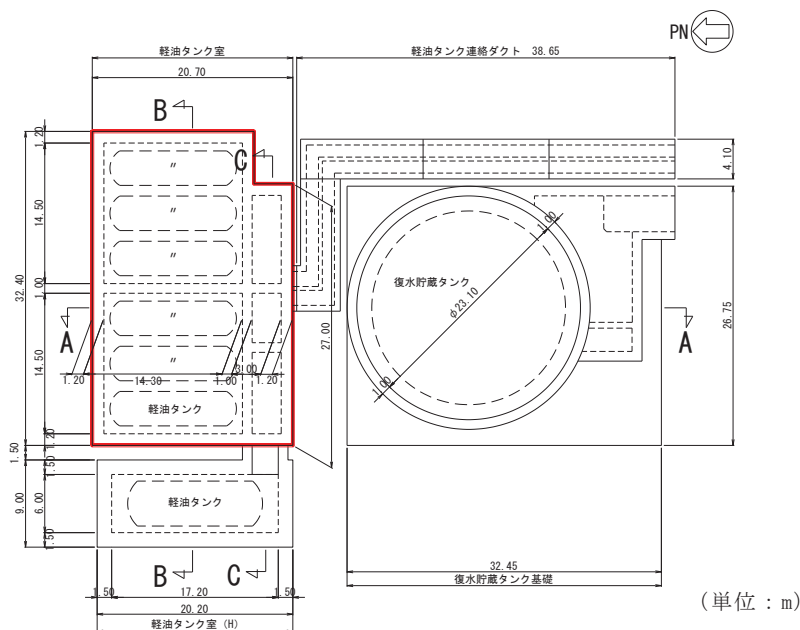


図 3-3-39 軽油タンク室平面図



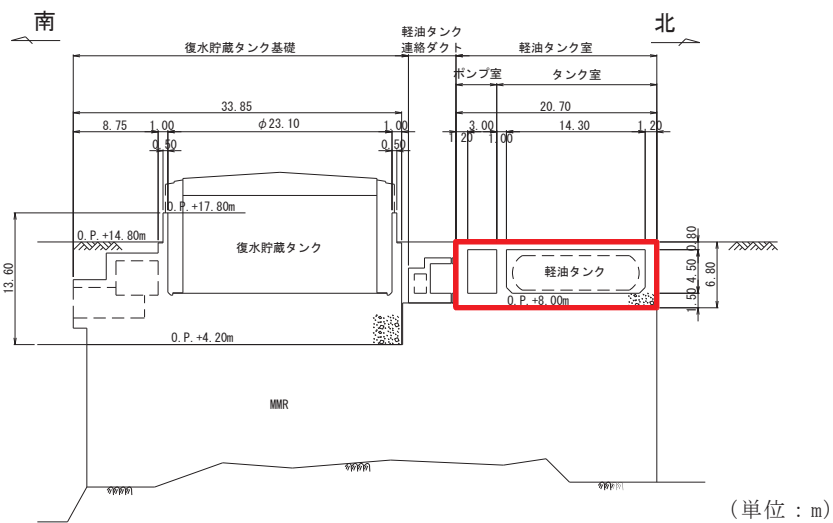


図 3-3-40 軽油タンク室断面図 (A-A 断面, 南北)

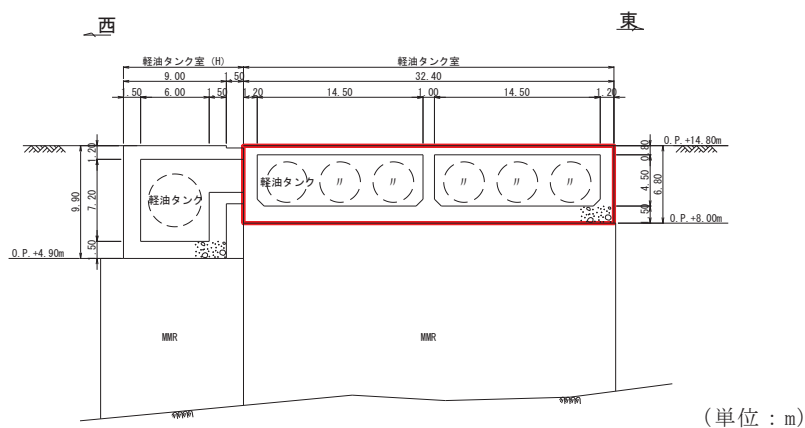


図 3-3-41 軽油タンク室断面図 (B-B 断面, 東西 (タンク室))

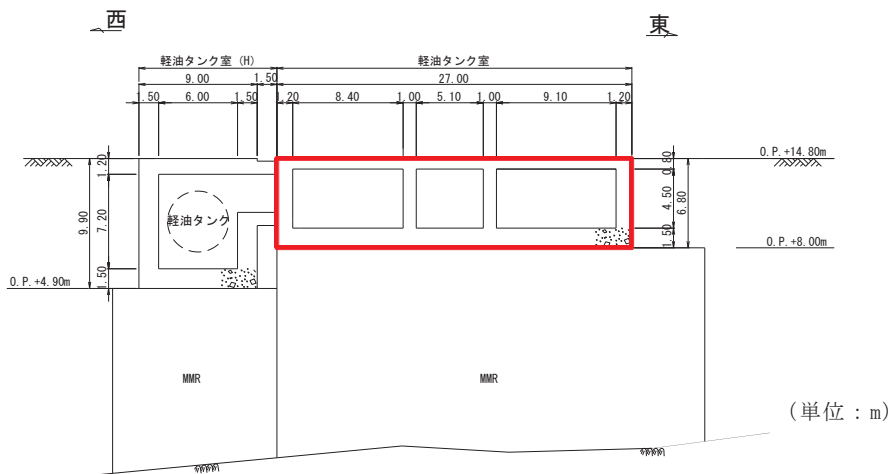


図 3-3-42 軽油タンク室断面図 (C-C 断面, 東西 (ポンプ室))

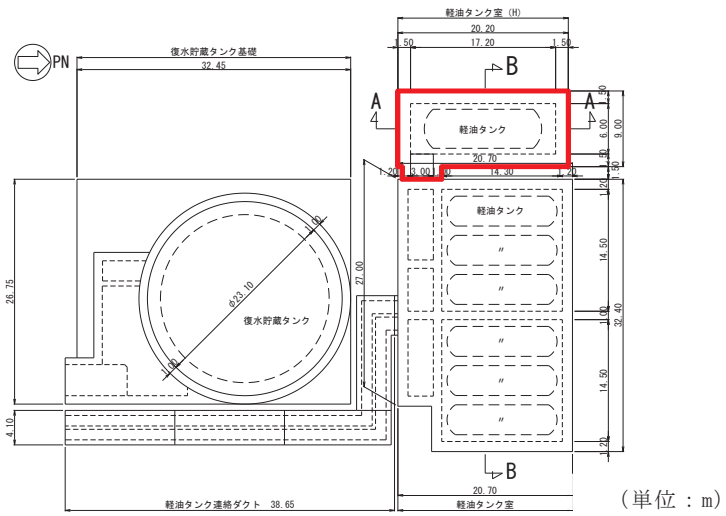


図 3-3-43 軽油タンク室 (H) 平面図

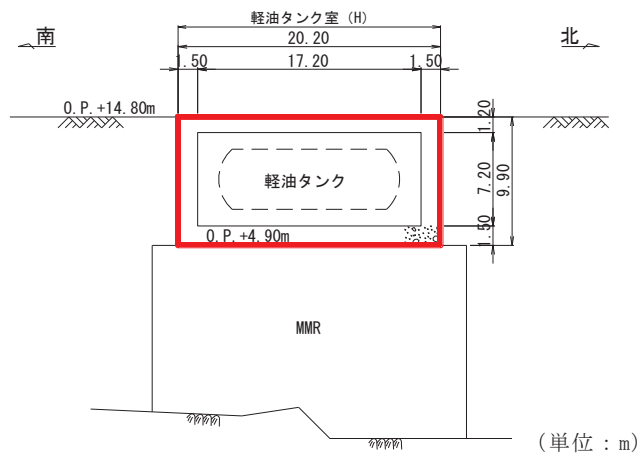


図 3-3-44 軽油タンク室 (H) 断面図 (A-A 断面, 南北)

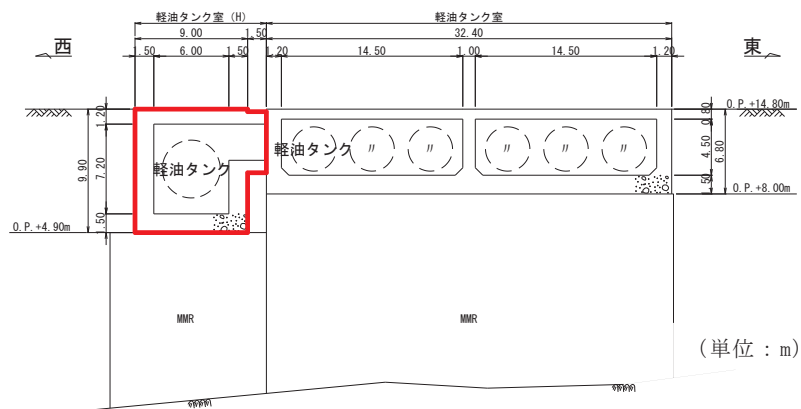


図 3-3-45 軽油タンク室 (H) 断面図 (B-B 断面, 東西)

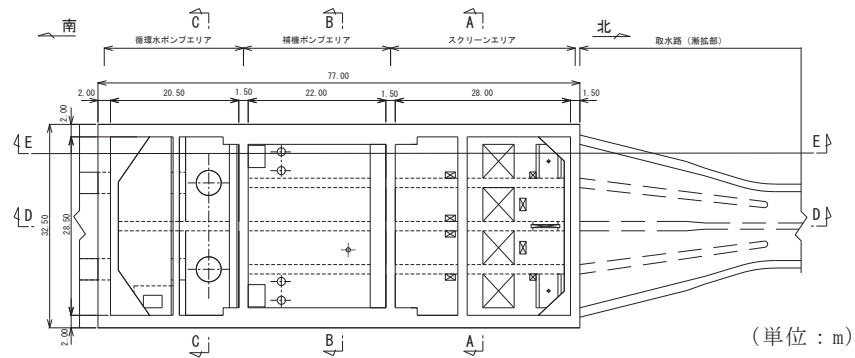


図 3-3-46 海水ポンプ室平面図

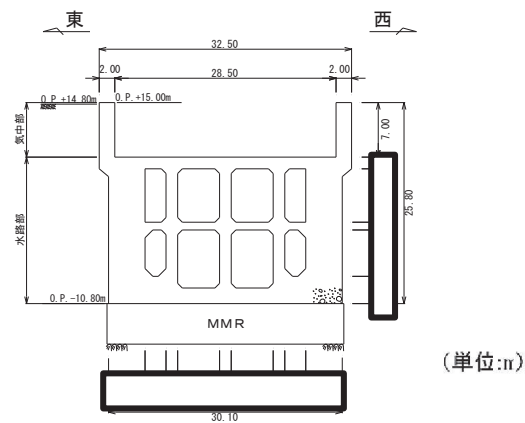


図 3-3-47 海水ポンプ室断面図 (A-A 断面, 東西 (スクリーンエリア))

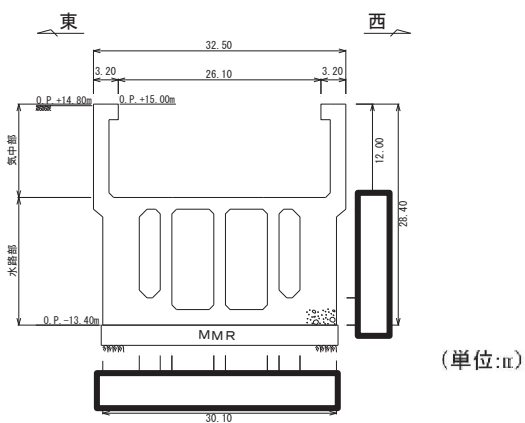


図 3-3-48 海水ポンプ室断面図 (B-B 断面, 東西 (補機ポンプエリア))

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

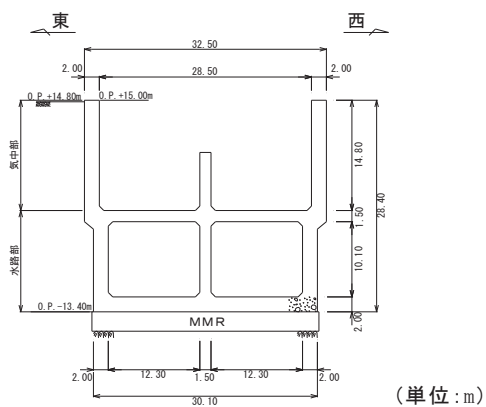


図 3-3-49 海水ポンプ室断面図 (C-C 断面, 東西 (循環水ポンプエリア))

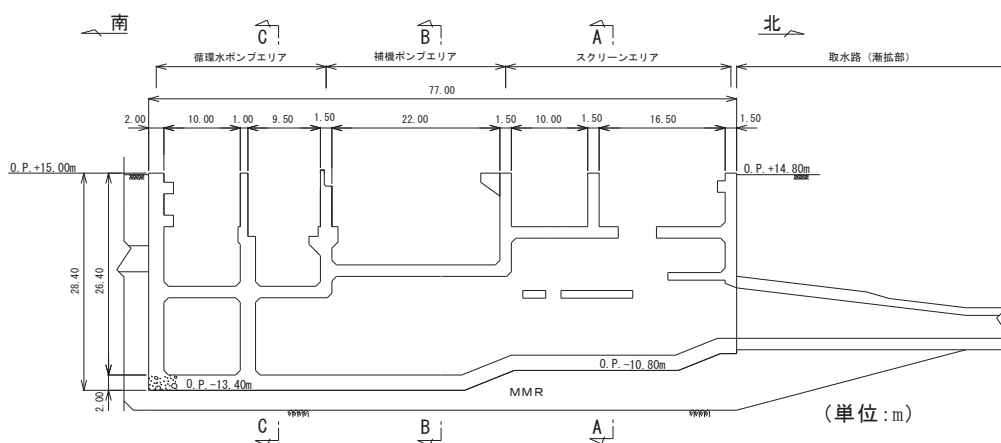


図 3-3-50 海水ポンプ室断面図 (D-D 断面, 南北)

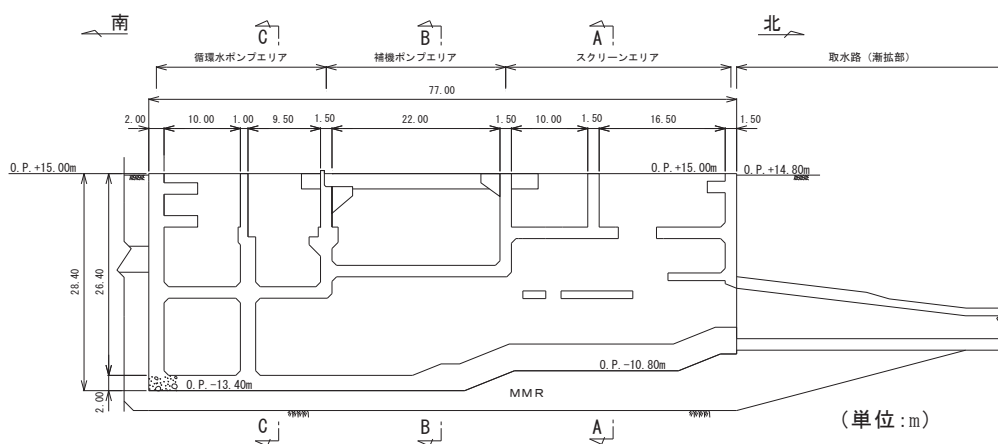


図 3-3-51 海水ポンプ室断面図 (E-E 断面, 南北)

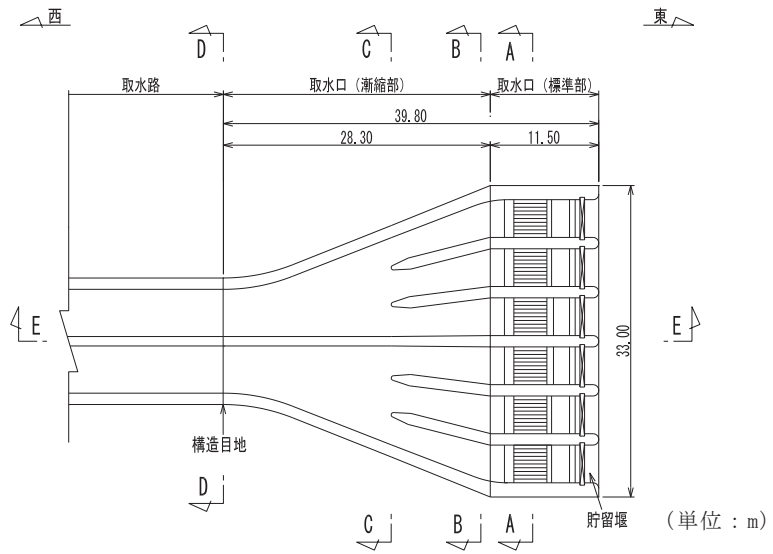


図 3-3-52 取水口，貯留堰平面図

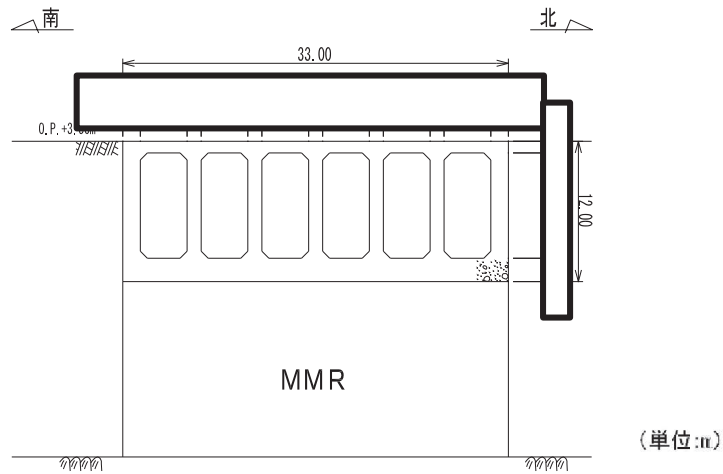


図 3-3-53 取水口断面図 (A-A 断面，南北 (標準部))

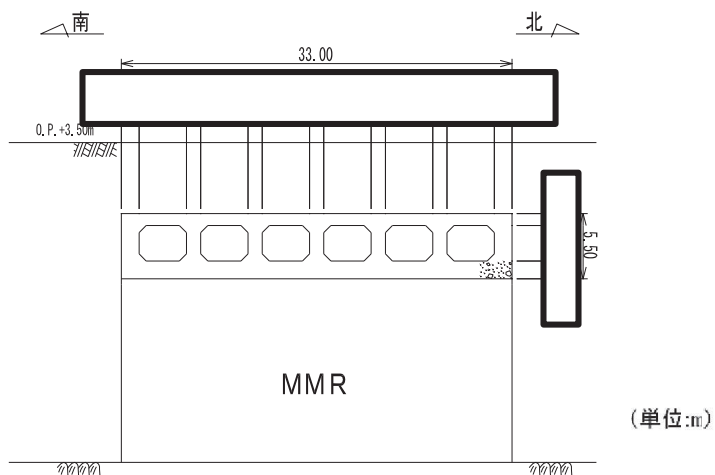


図 3-3-54 取水口断面図 (B-B 断面，南北 (漸縮部))

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

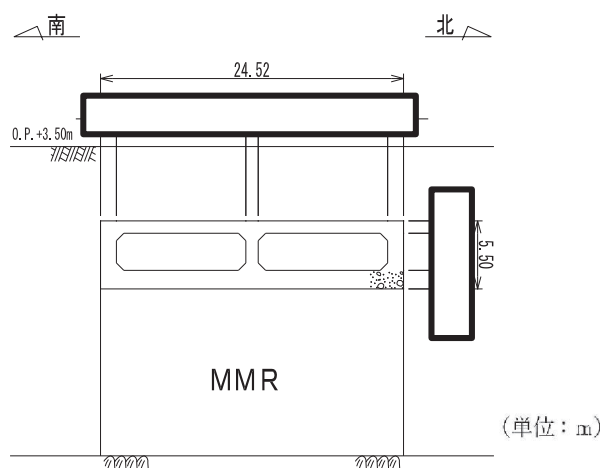


図 3-3-55 取水口断面図 (C-C 断面, 南北 (漸縮部))

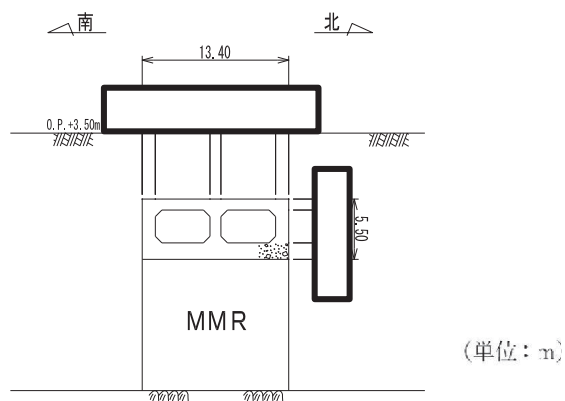


図 3-3-56 取水口断面図 (D-D 断面, 南北 (漸縮部))

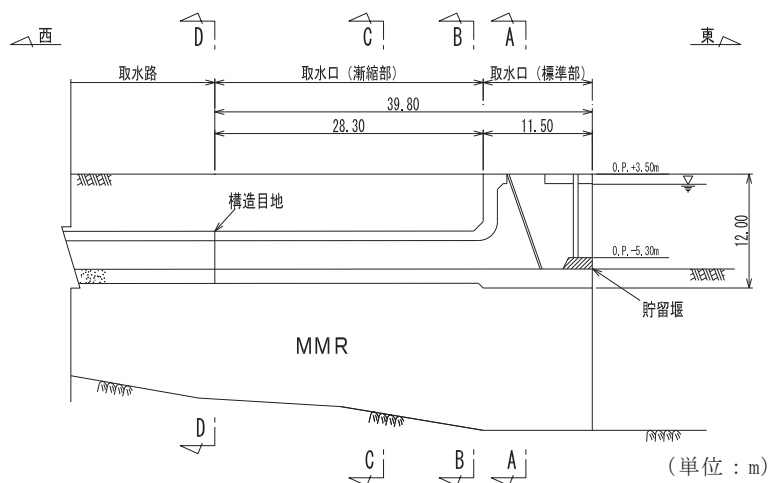


図 3-3-57 取水口縦断面図 (E-E 断面, 東西)

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

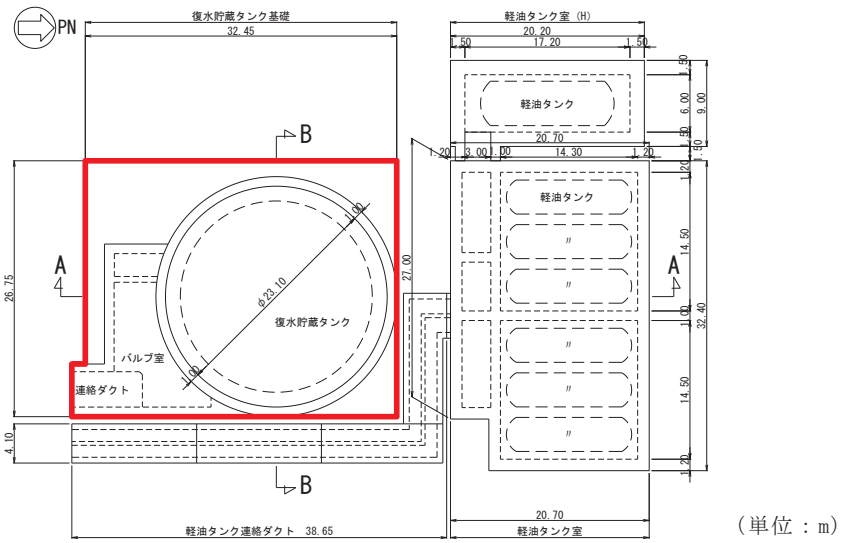


図 3-3-58 復水貯蔵タンク基礎平面図

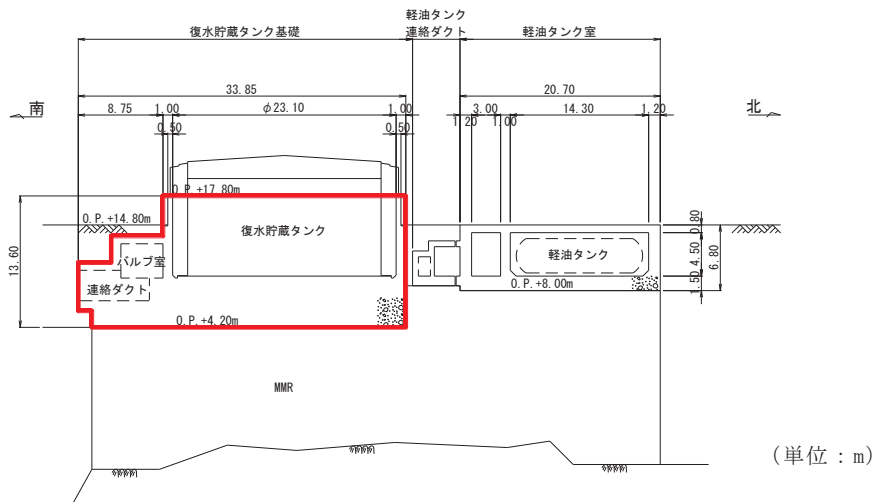


図 3-3-59 復水貯蔵タンク基礎断面図 (A-A 断面, 南北)

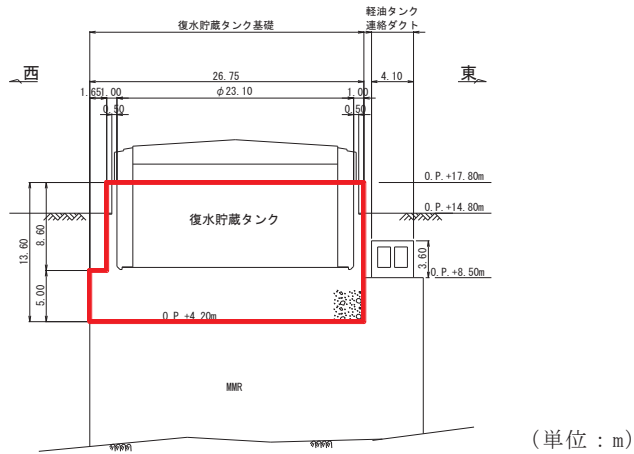


図 3-3-60 復水貯蔵タンク基礎断面図 (B-B 断面, 東西)

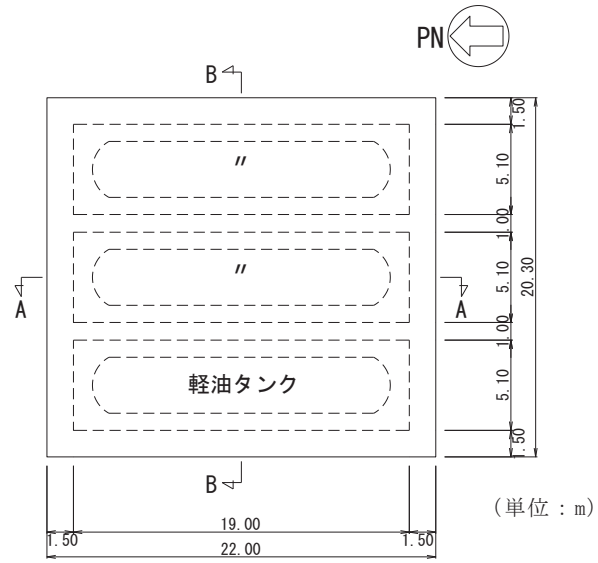


図 3-3-61 ガスタービン発電設備軽油タンク室平面図

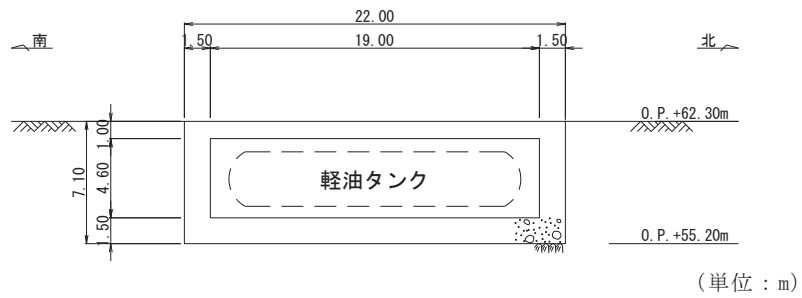


図 3-3-62 ガスタービン発電設備軽油タンク室断面図 (A-A 断面, 南北)

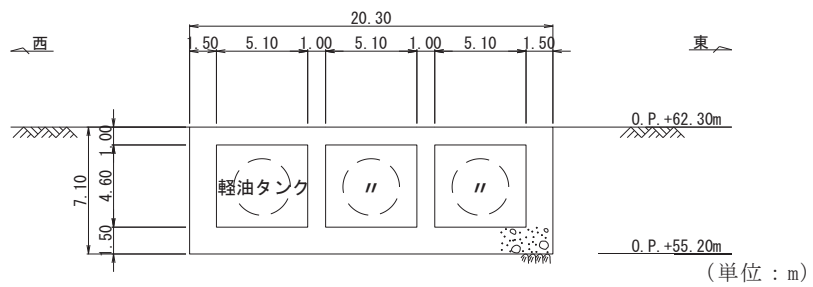


図 3-3-63 ガスタービン発電設備軽油タンク室断面図 (B-B 断面, 東西)



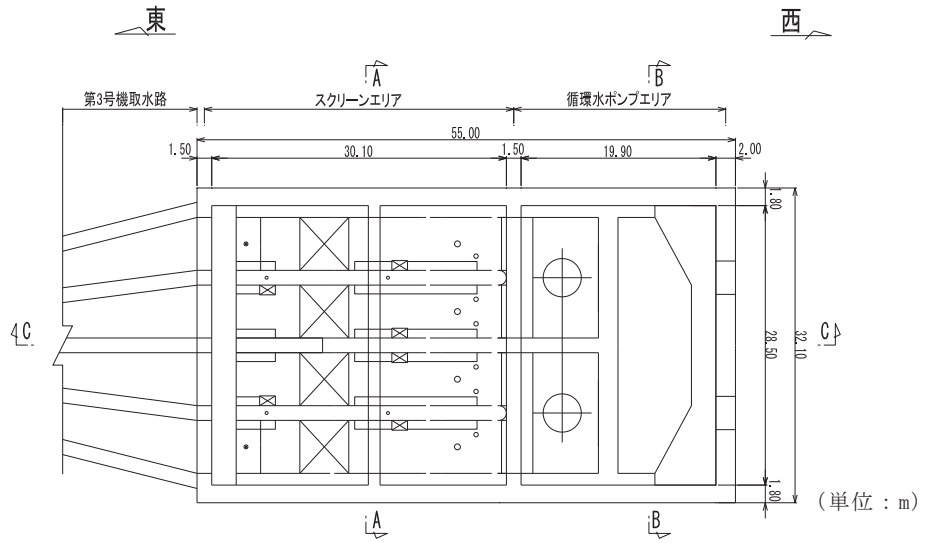


図 3-3-64 第 3 号機海水ポンプ室平面図

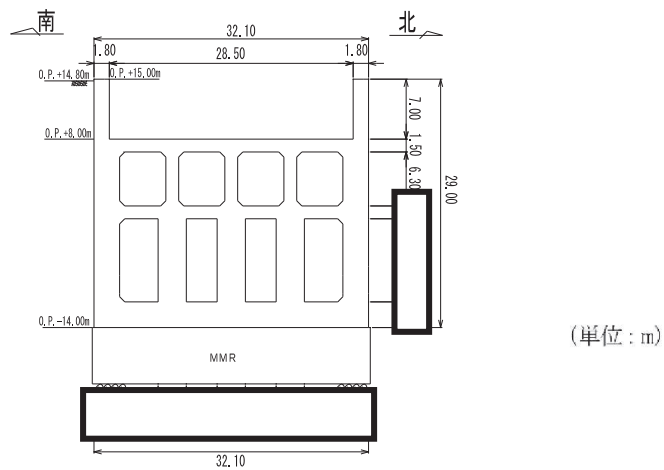


図 3-3-65 第 3 号機海水ポンプ室縦断図 (A-A 断面, 南北 (スクリーンエリア))

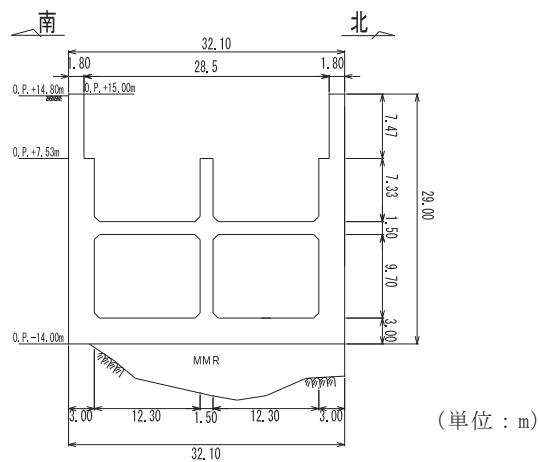


図 3-3-66 第 3 号機海水ポンプ室断面図 (B-B 断面, 南北 (循環水ポンプエリア))

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

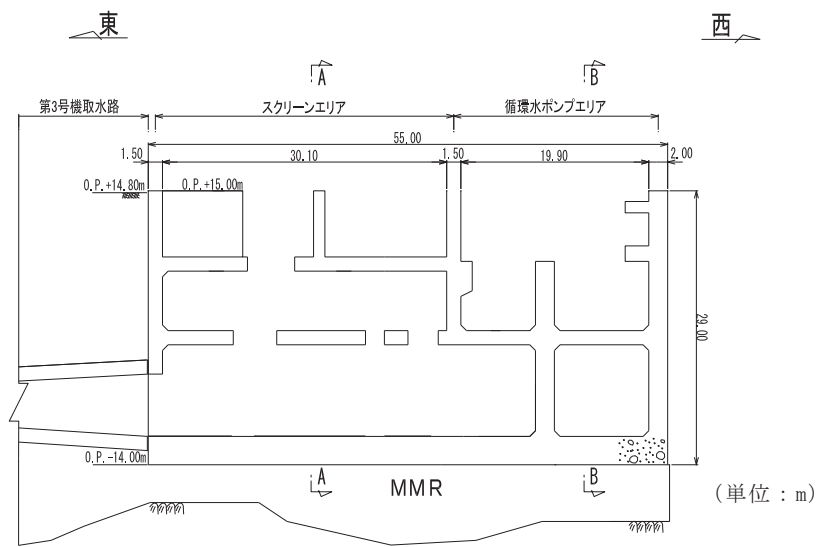


図 3-3-67 第 3 号機海水ポンプ室断面図 (C-C 断面, 東西)

### 3.3.6 水平2方向及び鉛直方向地震力の影響評価結果

#### (1) 線状構造物

原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）のうち頂版（断面①）及び底版（断面⑥）について、耐震評価を行う水平断面に対して鉛直方向に面外変形することから、「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」のうち「資料5 原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）の耐震安全性評価」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。

取水路（標準部）のうち曲線部について、弱軸方向の荷重によって躯体にねじれ等の変形が生じる可能性があることから、「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」のうち「資料11 取水路（標準部）の耐震安全性評価」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。

## (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，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する。

### a. 評価方法

箱形構造物の地震応答解析は，「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」に示す方法と同様とし，表3-3-6に評価方法の記載図書及び影響検討に用いる地震動を示す。

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。そのため，強軸方向の地震応答解析は，基準地震動 $S_s$ とは位相の異なる模擬地震波等を用いて行うこととする。また，強軸方向に入力する地震時荷重は，弱軸方向で最も厳しい地震時算定時刻と同時刻の荷重を算出して用いることとする。

施設周辺で液状化発生の有無やその影響について判断がつかなく全応力解析及び有効応力解析を行う構造物については，主方向で選定された地盤物性及び材料物性のばらつきケースに対して，従方向の波についても全応力解析及び有効応力解析を実施する。

なお，基準地震動 $S_s - N1$ は観測波に基づく波で，地震動の方向に偏りがあることから，基準地震動 $S_s - N1$ と直交する観測記録から作成した地震動は，基準地震動 $S_s - N1$ に比べ小さい地震動となる。そのため，弱軸方向において基準地震動 $S_s - N1$ が選定された場合，2番目に照査値が厳しい地震動に対しても水平2方向評価を実施する。

水平2方向及び鉛直方向地震力におけるの荷重の組合せについて，弱軸方向に対しては基準地震動 $S_s$ にて算出した地震時増分土圧及び水平方向の慣性力，強軸方向に対しては弱軸方向と同時刻の模擬地震波等における地震時増分土圧及び水平方向の慣性力，鉛直方向に対しては，弱軸方向で求められた鉛直方向の慣性力を用いる。

表3-3-6(1) 箱形構造物における評価方法について

対象構造物	評価方法	地震動*1
軽油タンク室	資料7 軽油タンク室の耐震安全性評価	せん断破壊 ・ S s - D 2 (++) ケース③
軽油タンク室 (H)	資料8 軽油タンク室 (H) の耐震安全性評価	曲げ・軸力系の破壊 せん断破壊 ・ S s - D 2 (++) ケース③
海水ポンプ室	資料9 海水ポンプ室の耐震安全性評価	曲げ・軸力系の破壊 ・ S s - N 1 (++) ケース② ・ S s - D 2 (++) ケース①*2 せん断破壊 ・ S s - N 1 (++) ケース④ ・ S s - D 2 (-+) ケース①*2
取水口, 貯留堰	資料10 取水口, 貯留堰の耐震安全性評価	せん断破壊 ・ (主方向) S s - D 2 (++) ケース③ (従方向) S s - D 2 ケース⑧
復水貯蔵タンク基礎	資料12 復水貯蔵タンク基礎の耐震安全性評価	【しゃへい壁, バルブ室及び連絡ダクト】 せん断破壊 ・ S s - D 2 (++) ケース② 【基礎版】 せん断破壊 ・ S s - D 2 (++) ケース②
ガスタービン発電設備軽油タンク室	資料 13 ガスタービン発電設備軽油タンク室の耐震安全性評価	曲げ・軸力系の破壊 ・ (主方向) S s - F 2 (++) ケース① (従方向) S s - F 2 ケース①*3 S s - F 2 ケース⑥*3

表3-3-6(2) 箱形構造物における評価方法について

対象構造物	評価方法	地震動*1
第3号機海水ポンプ室	資料14 第3号機海水ポンプ室の耐震安全性評価	せん断破壊 ・ (主方向) $S_s - N1$ (++) ケース④ (従方向) $S_s - N1$ ケース④*3 $S_s - N1$ ケース⑨*3 ・ (主方向) $S_s - D2$ (++) ケース⑥*2 (従方向) $S_s - D2$ ケース①*3 $S_s - D2$ ケース⑥*3

注記\*1：曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊の照査項目ごとに照査値が0.5を超える照査項目に対して、最も厳しい地震動を用いて水平2方向評価を実施する。

\*2：代表波として基準地震動 $S_s - N1$ が選定されたことから、2番目に照査値が厳しい地震動に対しても水平2方向評価を実施する。

\*3：「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」における全応力解析及び有効応力解析を行う解析手法選定フロー⑤の構造物については、主方向で選定された地盤物性及び材料物性のばらつきケースに対して、従方向の波についても全応力解析及び有効応力解析を実施する。

b. 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及び第3号機海水ポンプ室の評価結果を表3-3-7～表3-3-40に示す。

箱形構造物に対し水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮した結果，水平2方向及び鉛直方向地震力の作用による影響が確認されたものの，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。

箱形構造物の加振方向に平行に配置される妻壁や隔壁には，水平2方向の地震力により面内の荷重に加え，面外荷重が作用する。また，加振方向に直交して配置される隔壁には，水平2方向の地震力により面外の荷重に加え，面内荷重が作用する。以上により，水平2方向及び鉛直方向地震力の作用による影響が生じた。

表3-3-7 軽油タンク室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縁ひずみ))

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	照査値 $\varepsilon_d^{*2} / \varepsilon_R$	評価位置*1	解析ケース	地震動	照査値 $\varepsilon_d^{*2} / \varepsilon_R$
底版	12	①	S <sub>s</sub> -D2 (-+)	0.03	12	③	主方向： S <sub>s</sub> -D2 (++) 従方向： S <sub>s</sub> -D2	0.02
頂版	21	①	S <sub>s</sub> -D1 (++)	0.03	22			0.03
南北壁	41	①	S <sub>s</sub> -F2 (++)	0.02	41			0.02
隔壁 (東西)	51	③	S <sub>s</sub> -D2 (++)	0.02	53			0.03
東西壁	61	①	S <sub>s</sub> -D2 (-+)	0.02	61			0.02
隔壁 (南北)	82	③	S <sub>s</sub> -D2 (++)	0.03	82			0.03
隔壁 (西)	90	③	S <sub>s</sub> -D2 (++)	0.02	90			0.03

注記\*1：評価位置は図3-3-68に示す。

\*2：照査用ひずみ  $\varepsilon_d$  = 発生ひずみ × 構造解析係数  $\gamma_a$



表3-3-8 軽油タンク室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	照査値 $\varepsilon_d^{*2} / \varepsilon_R$	評価位置*1	解析ケース	地震動	照査値 $\varepsilon_d^{*2} / \varepsilon_R$
底版	12	①	S <sub>s</sub> -D2 (-+)	0.11	12	③	主方向： S <sub>s</sub> -D2 (++) 従方向： S <sub>s</sub> -D2	0.10
頂版	21	①	S <sub>s</sub> -D1 (++)	0.13	22			0.13
南北壁	41	①	S <sub>s</sub> -F2 (++)	0.07	41			0.07
隔壁 (東西)	51	③	S <sub>s</sub> -D2 (++)	0.10	53			0.12
東西壁	61	①	S <sub>s</sub> -D2 (-+)	0.08	61			0.08
隔壁 (南北)	82	③	S <sub>s</sub> -D2 (++)	0.11	82			0.13
隔壁 (西)	90	③	S <sub>s</sub> -D2 (++)	0.10	90			0.12

注記\*1：評価位置は図3-3-68に示す。

\*2：照査用ひずみ  $\varepsilon_d$  = 発生ひずみ × 構造解析係数  $\gamma_a$

表3-3-9 軽油タンク室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	照査値 $\varepsilon_d^{*2} / \varepsilon_R$	評価位置*1	解析ケース	地震動	照査値 $\varepsilon_d^{*2} / \varepsilon_R$
底版	11	③	S <sub>s</sub> -D2 (++)	0.07	12	③	主方向： S <sub>s</sub> -D2 (++) 従方向： S <sub>s</sub> -D2	0.08
頂版	22	①	S <sub>s</sub> -D2 (-+)	0.12	22			0.05
南北壁	41	①	S <sub>s</sub> -F2 (++)	0.07	41			0.06
隔壁 (東西)	51	③	S <sub>s</sub> -D2 (++)	0.09	51			0.12
東西壁	72	③	S <sub>s</sub> -D2 (++)	0.05	72			0.05
隔壁 (南北)	82	①	S <sub>s</sub> -D2 (-+)	0.07	82			0.07
隔壁 (西)	90	③	S <sub>s</sub> -D2 (++)	0.10	90			0.16

注記\*1：評価位置は図3-3-68に示す。

\*2：照査用ひずみ  $\varepsilon_d$  = 発生ひずみ × 構造解析係数  $\gamma_a$

表3-3-10 軽油タンク室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	照査値 $V_d^{*2}/V_{yd}$	評価位置*1	解析ケース	地震動	照査値 $V_d^{*2}/V_{yd}$
底版	11	④	S s - D 2 (++)	0.62	12	③	主方向： S s - D 2 (++) 従方向： S s - D 2	0.61
頂版	22	①	S s - D 2 (-+)	0.60	21			0.25
南北壁	42	③	S s - D 2 (++)	0.50	42			0.41
隔壁 (東西)	53	③	S s - D 2 (++)	0.67	53			0.76
東西壁	72	③	S s - D 2 (++)	0.65	72			0.68
隔壁 (南北)	81	②	S s - D 2 (++)	0.05	81			0.08
隔壁 (西)	90	③	S s - D 2 (++)	0.10	90			0.10

注記\*1：評価位置は図3-3-68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 $\gamma_a$

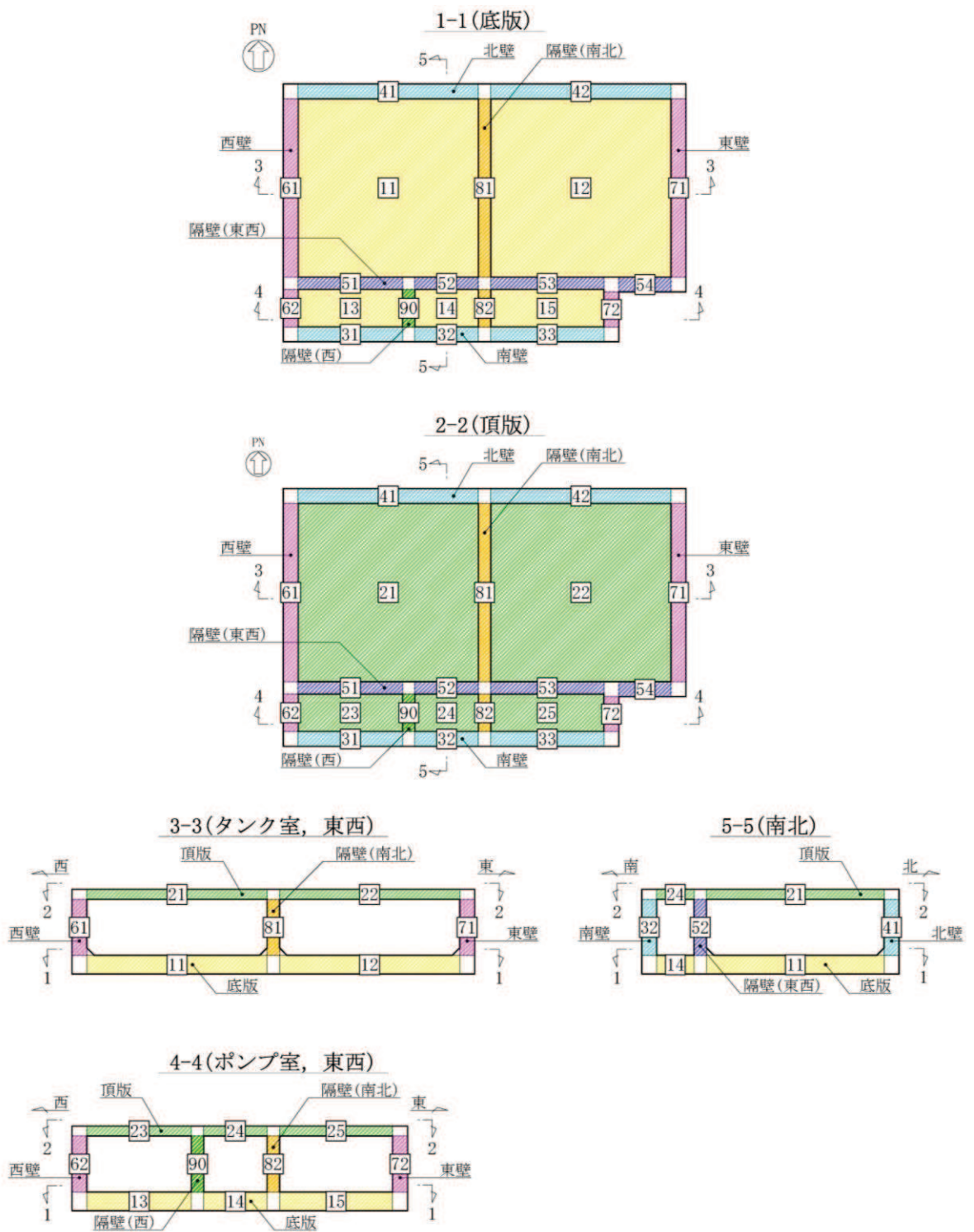


図 3-3-68 軽油タンク室 評価位置図 (曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊)

表3-3-11 軽油タンク室（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	照査値 $\gamma_d^{*2}/\gamma_R$	評価位置*1	解析ケース	地震動	照査値 $\gamma_d^{*2}/\gamma_R$
南北壁	30	①	S <sub>s</sub> -F3 (-+)	0.01	30	③	主方向： S <sub>s</sub> -D2 (++) 従方向： S <sub>s</sub> -D2	0.01
隔壁 (東西)	50	③	S <sub>s</sub> -D2 (++)	0.02	50			0.03
東西壁	72	③	S <sub>s</sub> -D2 (++)	0.04	72			0.05
隔壁 (南北)	80	③	S <sub>s</sub> -D2 (++)	0.09	80			0.09
隔壁 (西)	90	③	S <sub>s</sub> -F2 (++)	0.07	90			0.07

注記\*1：評価位置は図3-3-69に示す。

\*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 $\gamma_a$

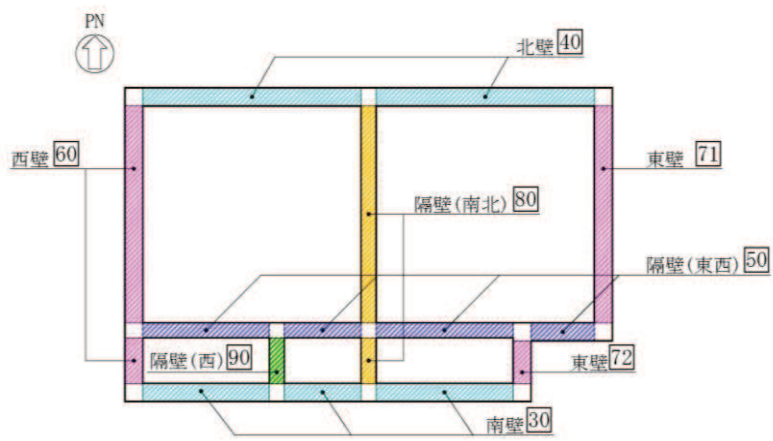


図 3-3-69 軽油タンク室 評価位置図 (面内せん断ひずみ)

表3-3-12 軽油タンク室 (H) 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 $\sigma'_c / \sigma'_{ca}$	評価位置*	解析ケース	地震動	照査値 $\sigma'_c / \sigma'_{ca}$
底版	10	③	S s - D 2 (++)	0.63	10	③	主方向： S s - D 2 (++) 従方向： S s - D 2	0.63
頂版	20	③	S s - D 2 (++)	0.55	20			0.55
南北壁	30	③	S s - D 2 (++)	0.32	30			0.31
東西壁	60	③	S s - D 2 (++)	0.46	60			0.45
接続部 底版	70	③	S s - D 2 (++)	0.30	70			0.26
接続部 頂版	80	③	S s - D 2 (++)	0.23	80			0.21
接続部 南北壁	90	③	S s - D 2 (++)	0.33	90			0.32

注記\* : 評価位置は図3-3-70に示す。

表3-3-13 軽油タンク室 (H) 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 $\sigma_s / \sigma_{sa}$	評価位置*	解析ケース	地震動	照査値 $\sigma_s / \sigma_{sa}$
底版	10	③	S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> (++)	0.53	10	③	主方向： S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> (++) 従方向： S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub>	0.53
頂版	20	③	S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> (++)	0.39	20			0.42
南北壁	40	③	S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> (++)	0.65	30			0.67
東西壁	60	③	S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> (++)	0.67	50			0.67
接続部 底版	70	③	S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> (++)	0.59	70			0.54
接続部 頂版	80	③	S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> (++)	0.55	80			0.52
接続部 南北壁	90	③	S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> (++)	0.42	90			0.36

注記\* : 評価位置は図3-3-70に示す。



表3-3-14 軽油タンク室 (H) 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	10	③	$S_s - D 2 (++)$	0.57	10	③	主方向： $S_s - D 2 (++)$ 従方向： $S_s - D 2$	0.59
頂版	20	③	$S_s - D 2 (++)$	0.36	20			0.35
南北壁	30	③	$S_s - D 2 (++)$	0.27	40			0.31
東西壁	50	③	$S_s - D 2 (++)$	0.52	50			0.52
接続部 底版	70	③	$S_s - D 2 (++)$	0.40	70			0.46
接続部 頂版	80	③	$S_s - D 2 (++)$	0.31	80			0.32
接続部 南北壁	90	③	$S_s - D 2 (++)$	0.42	100			0.40

注記\*：評価位置は図3-3-70に示す。

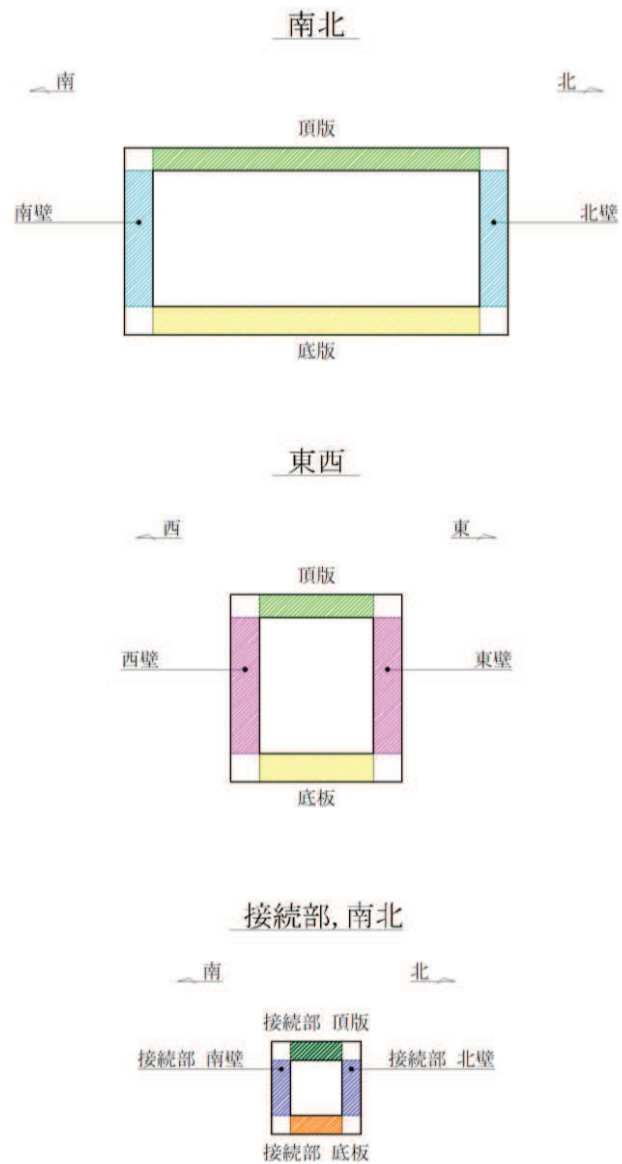


図 3-3-70 軽油タンク室 (H) 評価位置図

表3-3-15 海水ポンプ室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縁ひずみ))

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	照査値 $\varepsilon_d^{*2}/\varepsilon_R$	評価位置*1	解析ケース	地震動	照査値 $\varepsilon_d^{*2}/\varepsilon_R$
底版	2	③	S s - N 1 (++)	0.09	2	④	主方向： S s - N 1 (++) 従方向： S s - N 1	0.06
中床版	20	③	S s - N 1 (++)	0.13	20			0.09
側壁	53	②	S s - N 1 (++)	0.11	53	②		0.11
隔壁	121	②	S s - N 1 (++)	0.27	121			0.23
導流壁	61	③	S s - N 1 (++)	0.12	61	④		0.09
妻壁	82	③	S s - N 1 (++)	0.08	71			0.06

注記\*1：評価位置は図3-3-71に示す。

\*2：照査用ひずみ  $\varepsilon_d$  = 発生ひずみ × 構造解析係数  $\gamma_a$

表3-3-16 海水ポンプ室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	照査値 $\varepsilon_d^{*2}/\varepsilon_R$	評価位置*1	解析ケース	地震動	照査値 $\varepsilon_d^{*2}/\varepsilon_R$
底版	2	③	S s - N 1 (++)	0.35	2	④	主方向： S s - N 1 (++)	0.23
中床版	27	③	S s - N 1 (++)	0.32	27			0.22
側壁	53	②	S s - N 1 (++)	0.42	53	②	従方向： S s - N 1	0.40
隔壁	121	①	S s - N 1 (++)	0.85	121			0.75
導流壁	64	③	S s - N 1 (++)	0.12	64	①	主方向： S s - D 2 (++) 従方向： S s - D 2	0.11
妻壁	81	①	S s - F 3 (-+)	0.10	81			0.10

注記\*1：評価位置は図3-3-71に示す。

\*2：照査用ひずみ  $\varepsilon_d$  = 発生ひずみ × 構造解析係数  $\gamma_a$

表3-3-17 海水ポンプ室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	照査値 $\varepsilon_d^{*2}/\varepsilon_R$	評価位置*1	解析ケース	地震動	照査値 $\varepsilon_d^{*2}/\varepsilon_R$
底版	1	③	S s - N 1 (++)	0.77*3	1	④	主方向： S s - N 1	0.93
中床版	29	③	S s - N 1 (++)	0.70	30		(++)	0.58
側壁	53	②	S s - N 1 (++)	0.87	53	②	従方向： S s - N 1	0.87*3
隔壁	121	①	S s - N 1 (-+)	0.79	121	①	主方向： S s - D 2 (-+)	0.67
導流壁	64	③	S s - N 1 (++)	0.12	64		従方向： S s - D 2	0.09
妻壁	81	③	S s - N 1 (++)	0.05	81	②	主方向： S s - N 1 (++)	0.13
							従方向： S s - N 1	

注記\*1：評価位置は図3-3-71に示す。

\*2：照査用ひずみ  $\varepsilon_d$  = 発生ひずみ × 構造解析係数  $\gamma_a$

\*3：要素平均化後の値を示す。

表3-3-18 海水ポンプ室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	照査値 $V_d^{*2}/V_{yd}$	評価位置*1	解析ケース	地震動	照査値 $V_d^{*2}/V_{yd}$
底版	1	④	S s - N 1 (++)	0.88	1	④	主方向： S s - N 1 (++) 従方向： S s - N 1	0.84
中床版	21	③	S s - N 1 (++)	0.90	21			0.85
側壁	53	④	S s - N 1 (++)	0.85	52			0.85
隔壁	104	③	S s - N 1 (++)	0.88	104			0.81
導流壁	61	④	S s - N 1 (++)	0.89	61			0.90
妻壁	71	④	S s - N 1 (++)	0.88	71			0.82

注記\*1：評価位置は図3-3-71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 $\gamma_a$

【側壁・隔壁】

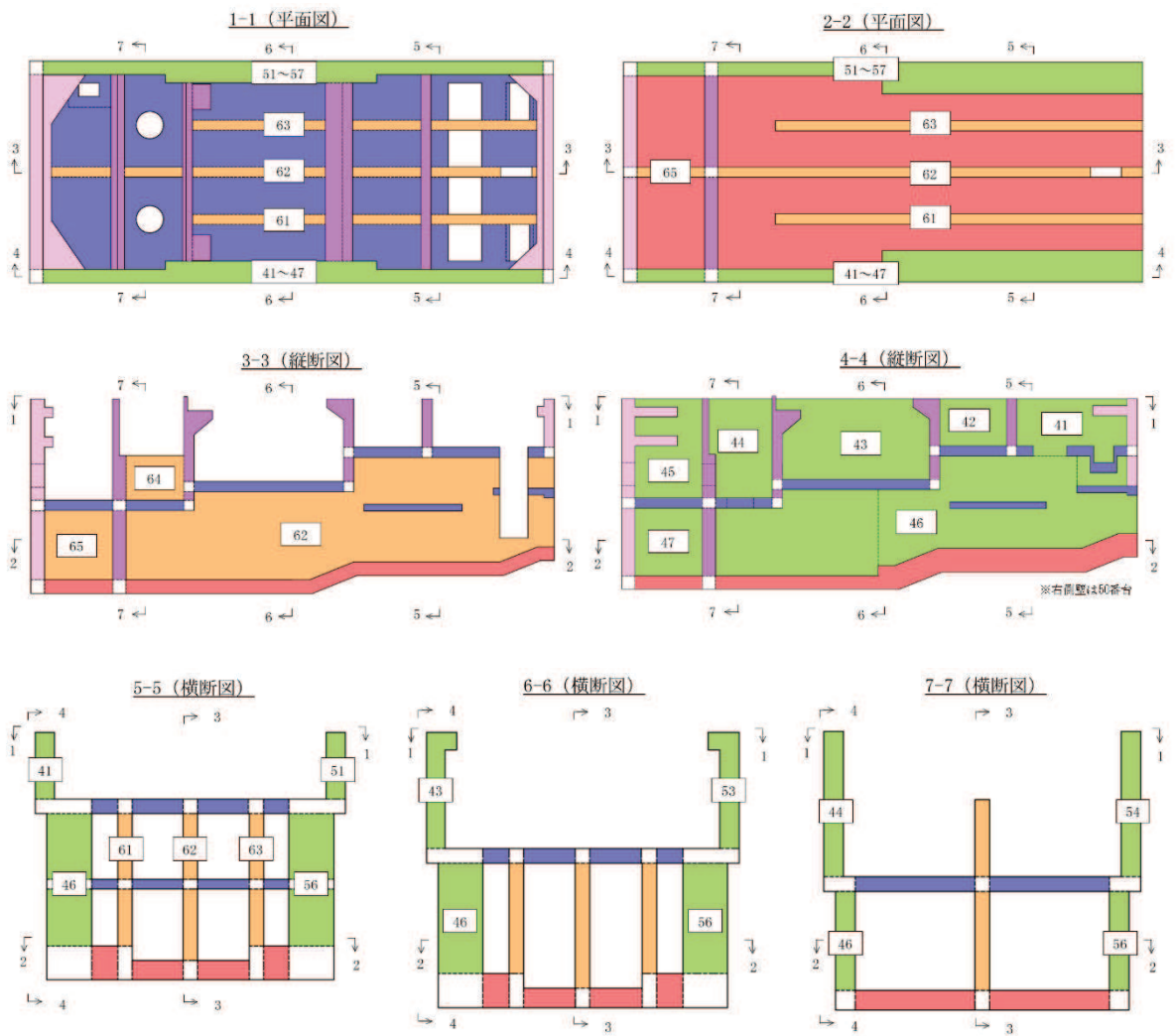


図 3-3-71(1) 海水ポンプ室 評価位置図 (曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊)

【底版・中床版】

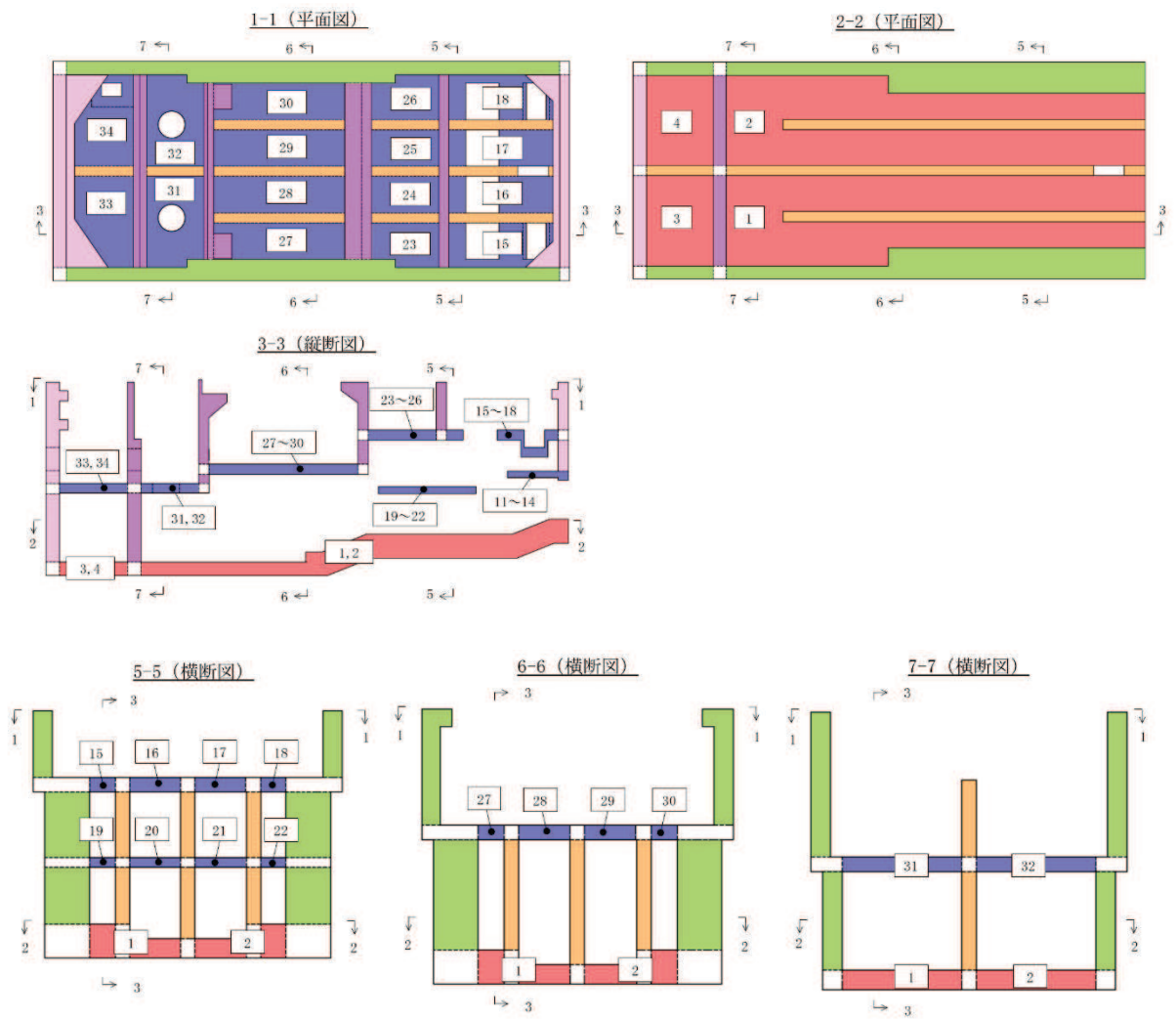


図 3-3-71(2) 海水ポンプ室 評価位置図 (曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊)



【妻壁・隔壁】

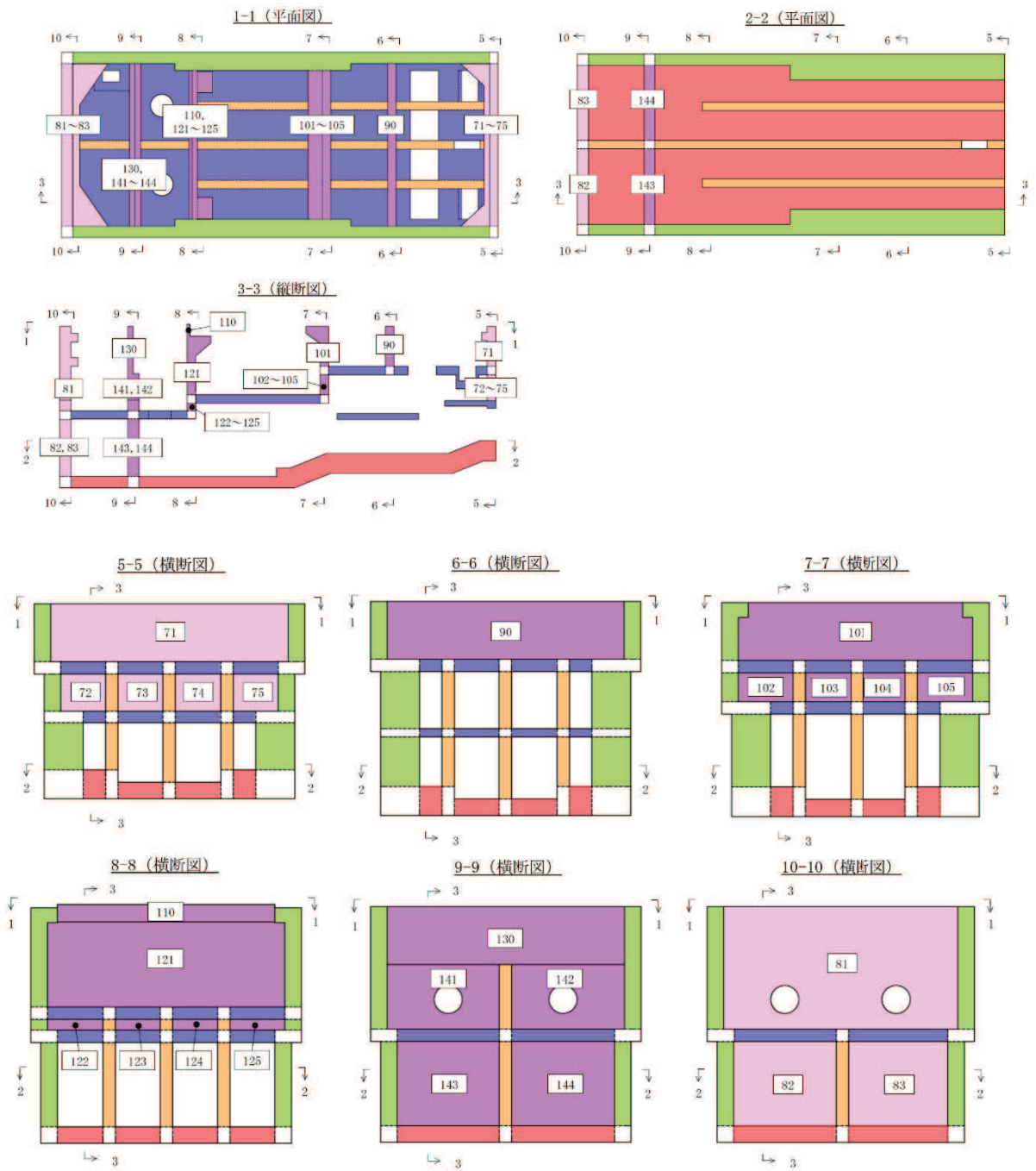


図 3-3-71(3) 海水ポンプ室 評価位置図 (曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊)

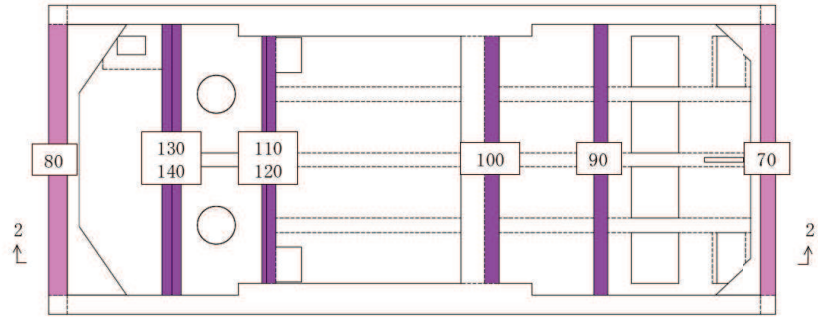
表3-3-19 海水ポンプ室（壁部材）の評価結果  
 （面内せん断ひずみに対する照査）

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	照査値 $\gamma_d^{*2}/\gamma_R$	評価位置*1	解析ケース	地震動	照査値 $\gamma_d^{*2}/\gamma_R$
隔壁	100	③	S s - N 1 (++)	0.25	90	①	主方向： S s - D 2 (-+) 従方向： S s - D 2	0.17
妻壁	80	③	S s - N 1 (++)	0.08	70	④	主方向： S s - N 1 (++) 従方向： S s - N 1	0.11

注記\*1：評価位置は図3-3-72に示す。

\*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数  $\gamma_a$

1-1 (平面図)



2-2 (縦断面図)

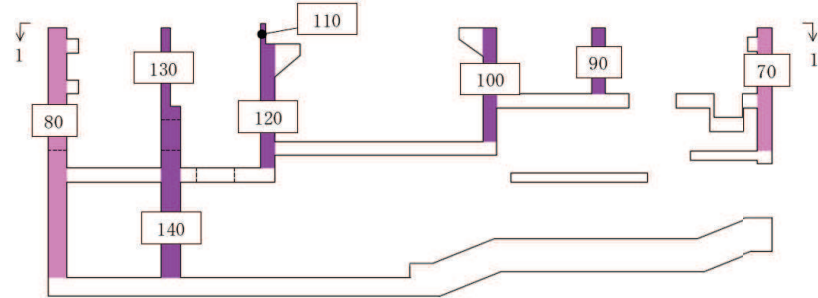


図 3-3-72 海水ポンプ室 評価位置図 (面内せん断ひずみ)

表3-3-20 取水口，貯留堰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縁ひずみ))

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	照査値 $\varepsilon_d^{*2} / \varepsilon_R$	評価位置*1	解析ケース	地震動	照査値 $\varepsilon_d^{*2} / \varepsilon_R$
頂版 (標準部)	16	⑧	S <sub>s</sub> -D2 (++)	0.05	11	主方向：③ 従方向：⑧	主方向： S <sub>s</sub> -D2 (++) 従方向： S <sub>s</sub> -D2	0.04
頂版 (漸縮部)	25	①	S <sub>s</sub> -D2 (-+)	0.04	25			0.03
側壁	31	③	S <sub>s</sub> -D2 (-+)	0.05	31			0.06
導流壁	64	①	S <sub>s</sub> -F2 (-+)	0.06	52			0.05
底版	71	③	S <sub>s</sub> -D2 (-+)	0.04	71			0.04
妻壁	106	⑧	S <sub>s</sub> -D2 (++)	0.03	101			0.03
貯留堰	96	⑧	S <sub>s</sub> -D2 (++)	0.08	91			0.08

注記\*1：評価位置は図3-3-73に示す。

\*2：照査用ひずみ  $\varepsilon_d$  = 発生ひずみ × 構造解析係数  $\gamma_a$

表3-3-21 取水口、貯留堰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	照査値 $\varepsilon_d^{*2} / \varepsilon_R$	評価位置*1	解析ケース	地震動	照査値 $\varepsilon_d^{*2} / \varepsilon_R$
側壁	31	③	S s - D 2 (-+)	0.18	31	主方向：③ 従方向：⑧	主方向： S s - D 2 (++)	0.21
底版	71	③	S s - D 2 (-+)	0.13	71		従方向： S s - D 2	0.13
貯留堰	91	③	S s - D 2 (-+)	0.25	91			0.27

注記\*1：評価位置は図3-3-73に示す。

\*2：照査用ひずみ  $\varepsilon_d$  = 発生ひずみ × 構造解析係数  $\gamma_a$

表3-3-22 取水口、貯留堰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	照査値 $\varepsilon_d^{*2} / \varepsilon_R$	評価位置*1	解析ケース	地震動	照査値 $\varepsilon_d^{*2} / \varepsilon_R$
側壁	31	③	S s - D 2 (-+)	0.29	31	主方向：③ 従方向：⑧	主方向： S s - D 2 (++)	0.30
底版	76	①	S s - D 2 (-+)	0.21	76		従方向： S s - D 2	0.08
貯留堰	96	①	S s - D 2 (-+)	0.23	96			0.11

注記\*1：評価位置は図3-3-73に示す。

\*2：照査用ひずみ  $\varepsilon_d$  = 発生ひずみ × 構造解析係数  $\gamma_a$

\*3：要素平均化後の値を示す。

表3-3-23 取水口，貯留堰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	照査値 $V_d^{*2}/V_{yd}$	評価位置*1	解析ケース	地震動	照査値 $V_d^{*2}/V_{yd}$
頂版 (標準部)	16	⑨	S <sub>s</sub> -D2 (++)	0.41	12	主方向：③ 従方向：⑧	主方向： S <sub>s</sub> -D2 (++) 従方向： S <sub>s</sub> -D2	0.36
頂版 (漸縮部)	27	②	S <sub>s</sub> -N1 (++)	0.70	25			0.34
側壁	31	③	S <sub>s</sub> -D2 (++)	0.78	31			0.78
導流壁	53	①	S <sub>s</sub> -D2 (-+)	0.75	53			0.71
底版	87	⑨	S <sub>s</sub> -D2 (++)	0.71	88			0.41
妻壁	106	②	S <sub>s</sub> -D2 (-+)	0.29	106			0.25
貯留堰*3	96	①	S <sub>s</sub> -D2 (++)	0.42	91			0.48

注記\*1：評価位置は図3-3-73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 $\gamma_a$

\*3：貯留堰直下の底版の評価を含む。

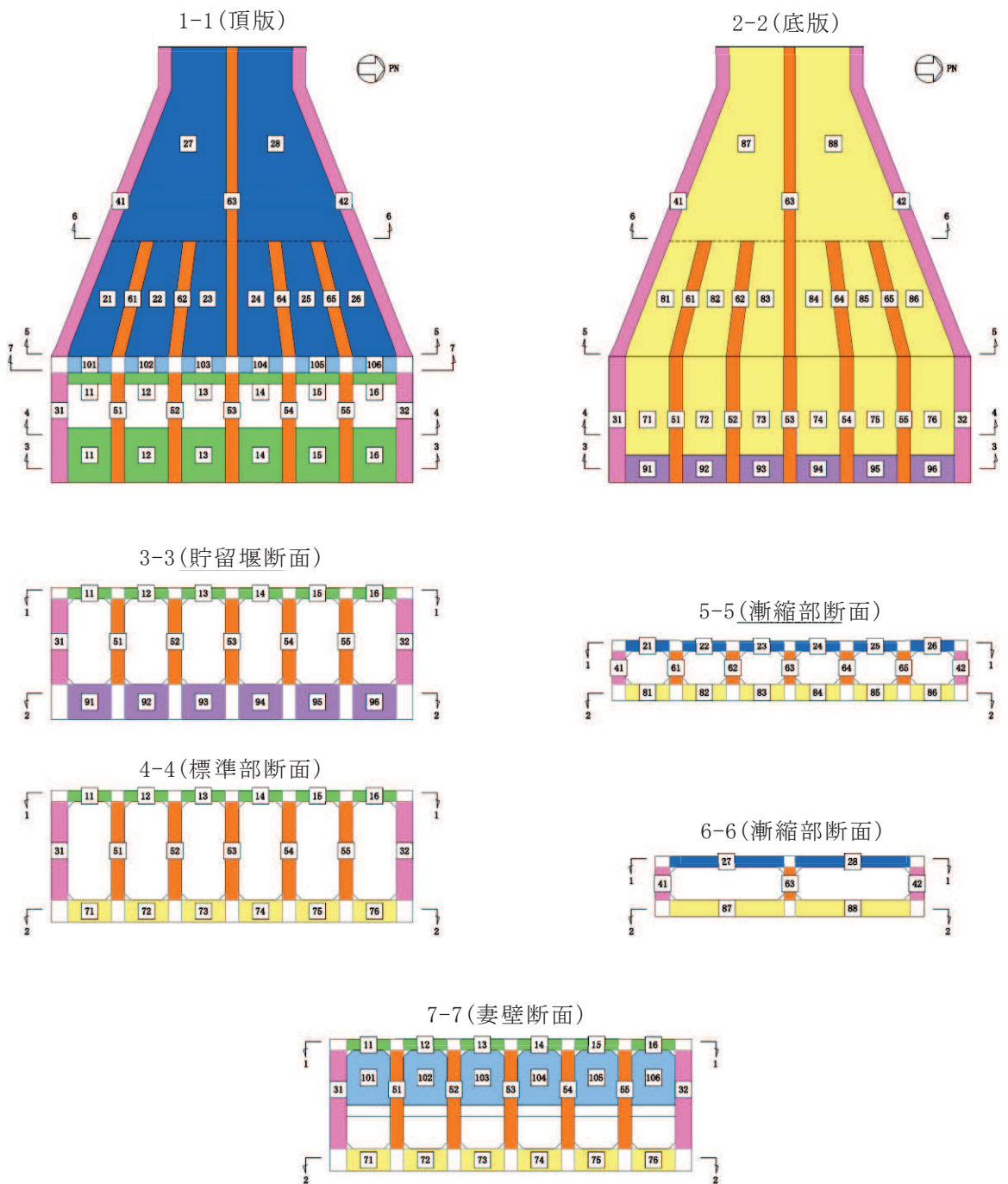


図 3-3-73 取水口，貯留堰 評価位置図（曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊）

表3-3-24 取水口，貯留堰（妻壁）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	照査値 $\gamma_d^{*2}/\gamma_R$	評価位置*1	解析ケース	地震動	照査値 $\gamma_d^{*2}/\gamma_R$
妻壁	100	①	S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> (-+)	0.07	100	主方向：③ 従方向：⑧	主方向： S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> (++) 従方向： S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub>	0.05

注記\*1：評価位置は図3-3-74に示す。

\*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数  $\gamma_a$



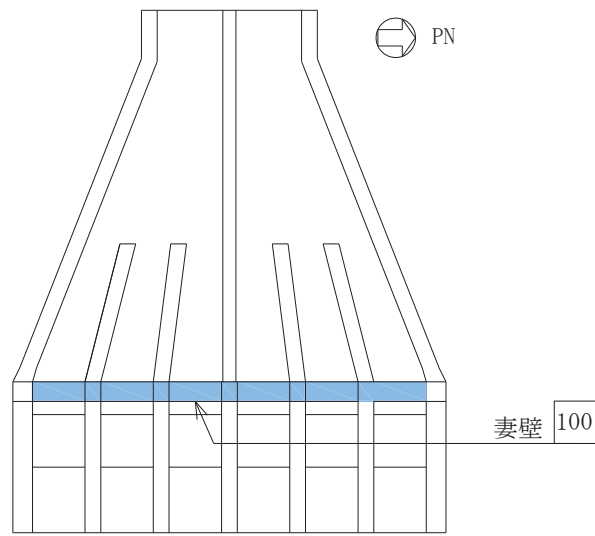


図 3-3-74 取水口，貯留堰 評価位置図（面内せん断ひずみ）

表3-3-25 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縁ひずみ））

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 <sub>s</sub> -F2(++)	東西方向	0.01	14	②	主方向： S <sub>s</sub> -D2(++) 従方向： S <sub>s</sub> -D2	主方向： 東西 従方向： 南北	0.01	
	地中部	17	①	S <sub>s</sub> -D2(-+)	東西方向	0.03	18				0.03	
バルブ室	頂版	22	①	S <sub>s</sub> -D1(-+)	南北方向	0.02	22				0.02	
	南壁	32	①	S <sub>s</sub> -D1(-+)	南北方向	0.03	32				0.02	
	東西壁	50	②	S <sub>s</sub> -D2(++)	東西方向	0.03	50				0.03	
	隔壁	60	①	S <sub>s</sub> -D1(-+)	南北方向	0.02	60				0.02	
	ハッチ部	頂版	110	①	S <sub>s</sub> -F2(++)	東西方向	0.01				110	0.01
		南北壁	130	①	S <sub>s</sub> -F2(++)	東西方向	0.02				120	0.01
		東西壁	140	①	S <sub>s</sub> -D1(-+)	南北方向	0.02				150	0.01
連絡ダクト	底版	70	①	S <sub>s</sub> -D2(++)	南北方向	0.01	70				0.01	
	頂版	80	③	S <sub>s</sub> -D2(++)	東西方向	0.03	80	0.03				
	東西壁	90	①	S <sub>s</sub> -F3(++)	東西方向	0.02	100	0.02				

注記\*1：評価位置は図3-3-75に示す。

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

表3-3-26 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 <sub>s</sub> -F2(++)	東西方向	0.05	14	②	主方向： S <sub>s</sub> -D2(++) 従方向： S <sub>s</sub> -D2	主方向： 東西 従方向： 南北	0.04	
	地中部	17	①	S <sub>s</sub> -D2(-+)	東西方向	0.14	18				0.12	
バルブ室	頂版	22	①	S <sub>s</sub> -D1(-+)	南北方向	0.08	22				0.07	
	南壁	32	①	S <sub>s</sub> -D1(-+)	南北方向	0.13	32				0.06	
	東西壁	50	②	S <sub>s</sub> -D2(++)	東西方向	0.11	50				0.11	
	隔壁	60	①	S <sub>s</sub> -D1(-+)	南北方向	0.08	60				0.06	
	ハッチ部	頂版	110	①	S <sub>s</sub> -F2(++)	東西方向	0.05				110	0.02
		南北壁	130	①	S <sub>s</sub> -F2(++)	東西方向	0.09				120	0.04
		東西壁	140	①	S <sub>s</sub> -D1(-+)	南北方向	0.09				150	0.03
連絡ダクト	底版	70	①	S <sub>s</sub> -D2(++)	南北方向	0.03	70				0.02	
	頂版	80	③	S <sub>s</sub> -D2(++)	東西方向	0.11	80	0.11				
	東西壁	90	①	S <sub>s</sub> -F3(++)	東西方向	0.09	100	0.07				

注記\*1：評価位置は図3-3-75に示す。

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

表3-3-27 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 <sub>s</sub> -F2(++)	東西方向	0.04	13	②	主方向： S <sub>s</sub> -D2(++) 従方向： S <sub>s</sub> -D2	主方向： 東西 従方向： 南北	0.02	
	地中部	17	①	S <sub>s</sub> -D2(-+)	東西方向	0.16	18				0.10	
バルブ室	頂版	22	①	S <sub>s</sub> -D1(-+)	南北方向	0.06	22				0.05	
	南壁	32	①	S <sub>s</sub> -D1(-+)	南北方向	0.10	32				0.02	
	東西壁	50	①	S <sub>s</sub> -F2(-+)	東西方向	0.10	50				0.10	
	隔壁	60	①	S <sub>s</sub> -D1(-+)	南北方向	0.06	60				0.01	
	ハッチ部	頂版	110	①	S <sub>s</sub> -F2(++)	東西方向	0.02				110	0.01
		南北壁	130	①	S <sub>s</sub> -D2(++)	南北方向	0.02				120	0.01
		東西壁	140	①	S <sub>s</sub> -F2(++)	東西方向	0.03				140	0.02
連絡ダクト	底版	70	①	S <sub>s</sub> -D2(++)	南北方向	0.01	70				0.01	
	頂版	80	①	S <sub>s</sub> -D1(-+)	南北方向	0.11	80	0.04				
	東西壁	90	①	S <sub>s</sub> -D1(-+)	南北方向	0.06	90	0.05				

注記\*1：評価位置は図3-3-75に示す。

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

表3-3-28 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 <sub>s</sub> -F2(++)	東西方向	0.26	14	②	主方向： S <sub>s</sub> -D2(++) 従方向： S <sub>s</sub> -D2	主方向： 東西 従方向： 南北	0.11	
	地中部	18	②	S <sub>s</sub> -D2(++)	東西方向	0.95	18				0.93	
バルブ室	頂版	22	①	S <sub>s</sub> -F1(++)	南北方向	0.34	22				0.27	
	南壁	32	①	S <sub>s</sub> -D1(-+)	南北方向	0.71	32				0.17	
	東西壁	50	②	S <sub>s</sub> -D2(++)	東西方向	0.85	50				0.84	
	隔壁	60	①	S <sub>s</sub> -D2(-+)	東西方向	0.18	60				0.15	
	ハッチ部	頂版	110	①	S <sub>s</sub> -F1(++)	東西方向	0.17				110	0.16
		南北壁	120	①	S <sub>s</sub> -D1(-+)	南北方向	0.31				120	0.08
東西壁		140	①	S <sub>s</sub> -F2(++)	東西方向	0.37	140				0.10	
連絡ダクト	底版	70	①	S <sub>s</sub> -D2(++)	南北方向	0.33	70				0.23	
	頂版	80	④	S <sub>s</sub> -D2(++)	東西方向	0.30	80	0.25				
	東西壁	90	④	S <sub>s</sub> -D2(++)	東西方向	0.56	100	0.53				

注記\*1：評価位置は図 3-3-75 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 $\gamma_a$

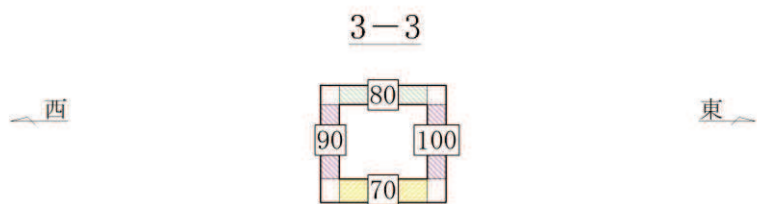
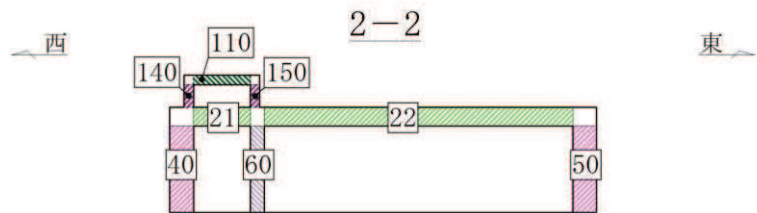
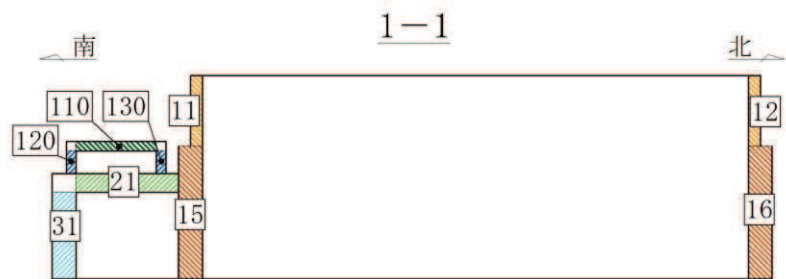
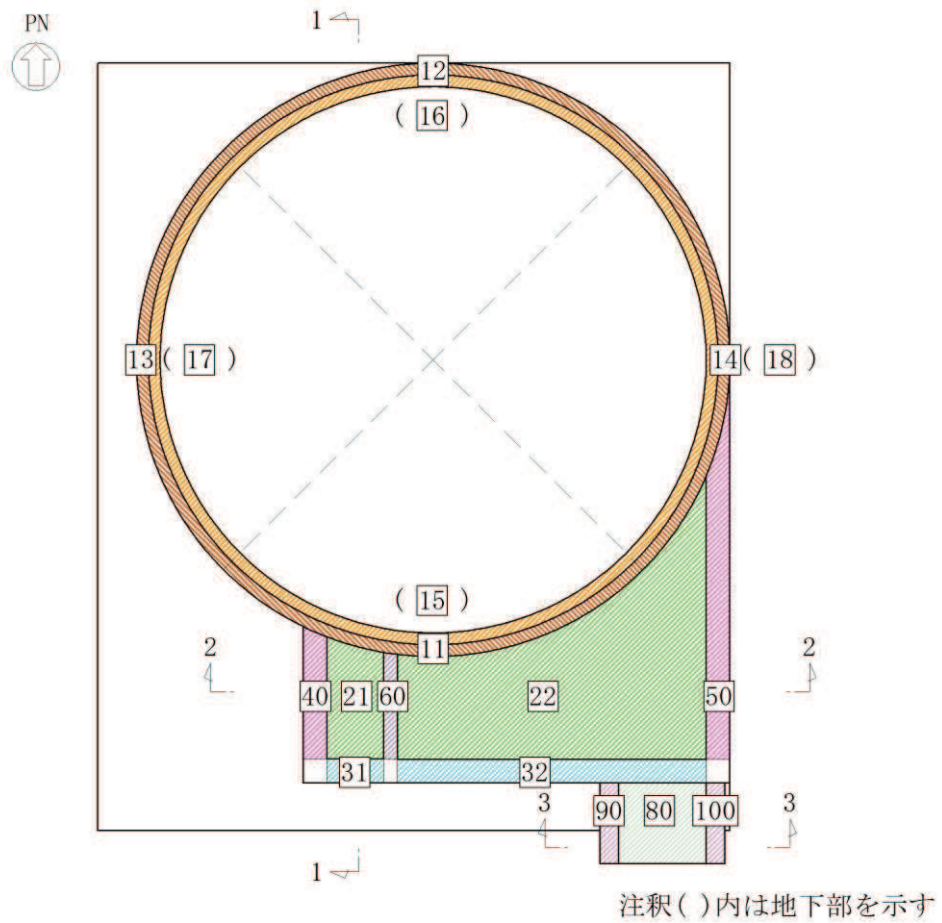


図 3-3-75 復水貯蔵タンク基礎（しゃへい壁，バルブ室及び連絡ダクト）評価位置図

表3-3-29 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 $\gamma_d^{*2}/\gamma_R$	評価位置*1	解析ケース	地震動	加振方向	照査値 $\gamma_d^{*2}/\gamma_R$	
しゃへい壁	地上部	11	①	S s - D 2 (-+)	東西方向	0.03	11	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3-3-76に示す。

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

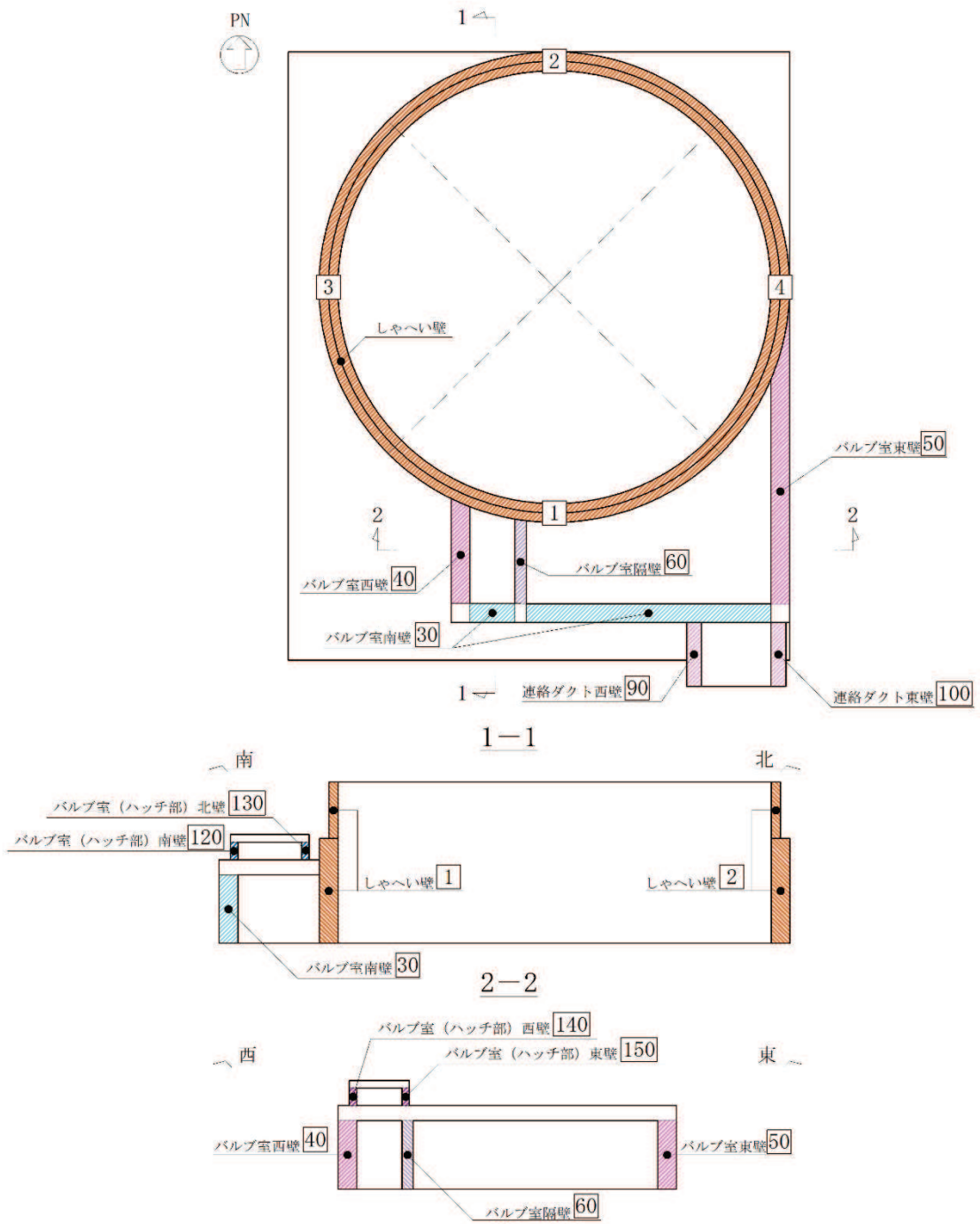


図 3-3-76 復水貯蔵タンク基礎 (各壁部材, 面内せん断ひずみに対する照査) 評価位置図



表3-3-30 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 $\sigma'_c / \sigma'_{ca}$	評価位置*	解析ケース	地震動	加振方向	照査値 $\sigma'_c / \sigma'_{ca}$
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3-3-77に示す。

表3-3-31 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 $\sigma_s / \sigma_{sa}$	評価位置*	解析ケース	地震動	加振方向	照査値 $\sigma_s / \sigma_{sa}$
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3-3-77に示す。

表3-3-32 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 $\tau_d / \tau_{a1}$	評価位置*	解析ケース	地震動	加振方向	照査値 $\tau_d / \tau_{a1}$
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3-3-77に示す。

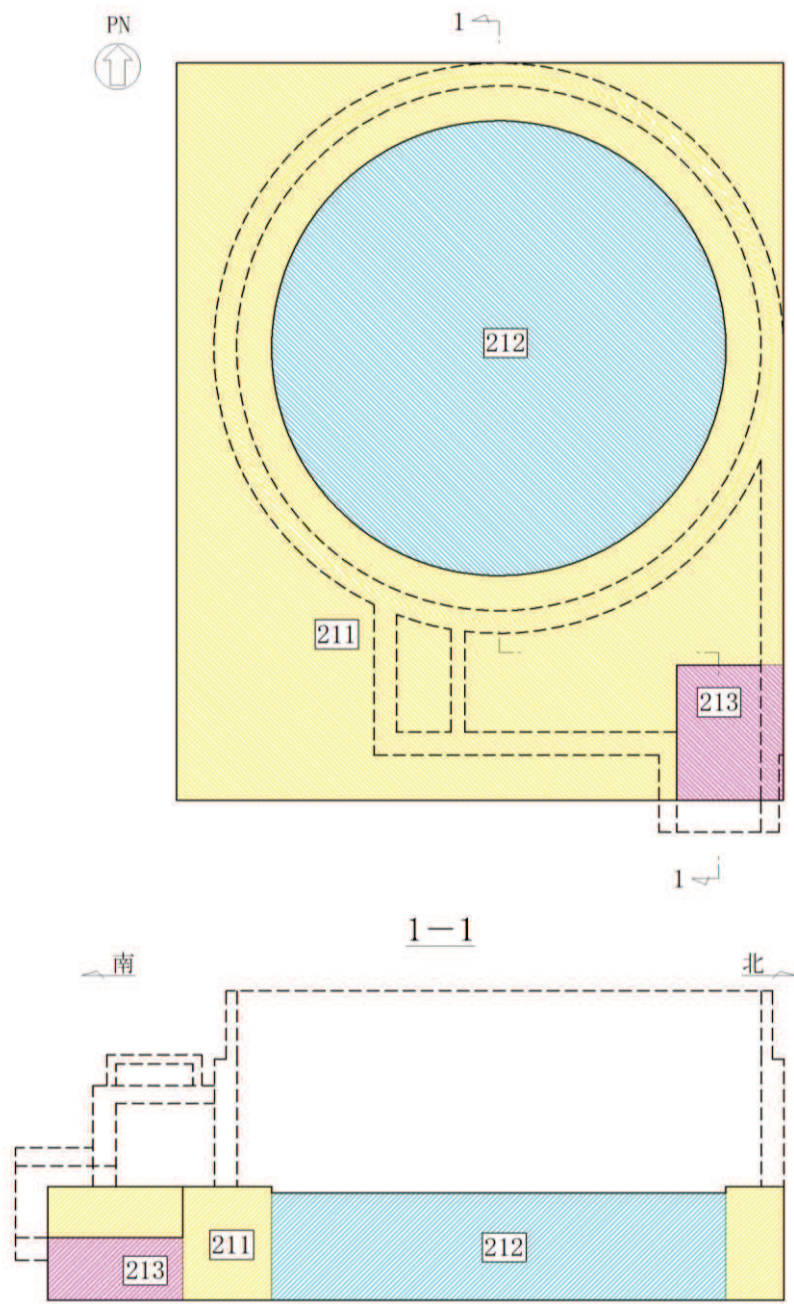


図 3-3-77 復水貯蔵タンク基礎（基礎版） 評価位置図

表3-3-33 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 $\sigma'_c / \sigma'_{ca}$	評価位置*	解析ケース	地震動	照査値 $\sigma'_c / \sigma'_{ca}$
底版	13	③	S <sub>s</sub> -F2 (++)	0.30	13	主方向：① 従方向：①	主方向： S <sub>s</sub> -F2 (++) 従方向： S <sub>s</sub> -F2	0.30
頂版	21	③	S <sub>s</sub> -F2 (++)	0.22	21			0.21
南北壁	31	③	S <sub>s</sub> -F2 (++)	0.15	41			0.15
東西壁	50	①	S <sub>s</sub> -D2 (++)	0.26	60			0.23
隔壁	80	③	S <sub>s</sub> -F2 (++)	0.34	80			0.34

注記\*：評価位置は図3-3-78に示す。

表3-3-34 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 $\sigma_s / \sigma_{sa}$	評価位置*	解析ケース	地震動	照査値 $\sigma_s / \sigma_{sa}$
底版	12	③	S <sub>s</sub> -F2 (++)	0.35	11	主方向：① 従方向：①	主方向： S <sub>s</sub> -F2 (++) 従方向： S <sub>s</sub> -F2	0.36
頂版	21	③	S <sub>s</sub> -F2 (++)	0.39	21			0.44
南北壁	42	③	S <sub>s</sub> -F2 (++)	0.40	32			0.40
東西壁	60	①	S <sub>s</sub> -F2 (++)	0.55	60			0.57
隔壁	80	③	S <sub>s</sub> -F2 (++)	0.46	80			0.59

注記\*：評価位置は図3-3-78に示す。

表3-3-35 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	主方向：① 従方向：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			主方向：① 従方向：⑥

注記\*：評価位置は図3-3-78に示す。

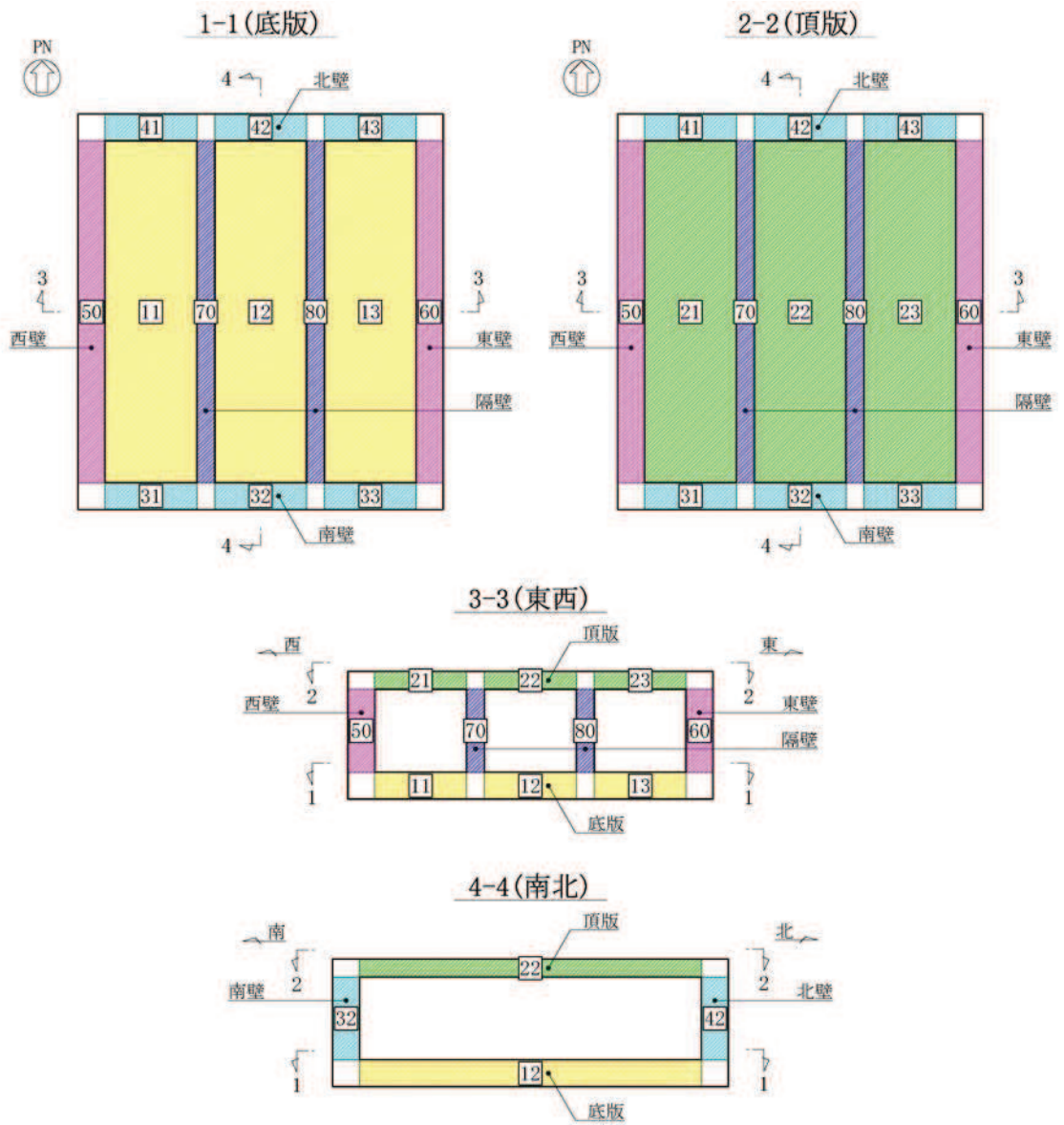


図 3-3-78 ガスタービン発電設備軽油タンク室 評価位置図

表3-3-36 第3号機海水ポンプ室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縁ひずみ))

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	照査値 $\varepsilon_d^{*2} / \varepsilon_R$	評価位置*1	解析ケース	地震動	照査値 $\varepsilon_d^{*2} / \varepsilon_R$
底版	2	③	S s - N 1 (-+)	0.07	2	主方向：⑥ 従方向：⑥	主方向： S s - D 2 (++) 従方向： S s - D 2	0.07
中床版	12	⑥	S s - D 1 (-+)	0.11	13			0.12
側壁	43	①	S s - N 1 (-+)	0.09	43			0.09
隔壁	114	⑥	S s - N 1 (++)	0.08	114			0.06
導流壁	62	②	S s - N 1 (++)	0.13	64			0.12
妻壁	77	②	S s - N 1 (++)	0.17	78			0.16

注記\*1：評価位置は図3-3-79に示す。

\*2：照査用ひずみ  $\varepsilon_d$  = 発生ひずみ × 構造解析係数  $\gamma_a$

表3-3-37 第3号機海水ポンプ室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	照査値 $\varepsilon_d^{*2} / \varepsilon_R$	評価位置*1	解析ケース	地震動	照査値 $\varepsilon_d^{*2} / \varepsilon_R$
中床版	20	①	S s - N 1 (-+)	0.26	20	主方向 : ⑥ 従方向 : ①	主方向 : S s - D 2 (++) 従方向 : S s - D 2	0.19
隔壁	113	⑥	S s - N 1 (++)	0.33	114	主方向 : ⑥ 従方向 : ⑥	主方向 : S s - D 2 (++) 従方向 : S s - D 2	0.27

注記\*1 : 評価位置は図3-3-79に示す。

\*2 : 照査用ひずみ  $\varepsilon_d$  = 発生ひずみ × 構造解析係数  $\gamma_a$



表3-3-38 第3号機海水ポンプ室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	照査値 $\varepsilon_d^{*2} / \varepsilon_R$	評価位置*1	解析ケース	地震動	照査値 $\varepsilon_d^{*2} / \varepsilon_R$
中床版	20	①	S s - D 2 (++)	0.37	19	主方向：④ 従方向：⑨	主方向： S s - N 1 (++) 従方向： S s - N 1	0.25
隔壁	114	⑥	S s - N 1 (++)	0.32	113	主方向：⑥ 従方向：⑥	主方向： S s - D 2 (++) 従方向： S s - D 2	0.26

注記\*1：評価位置は図3-3-79に示す。

\*2：照査用ひずみ  $\varepsilon_d$  = 発生ひずみ × 構造解析係数  $\gamma_a$

表3-3-39 第3号機海水ポンプ室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	照査値 $V_d^{*2}/V_{yd}$	評価位置*1	解析ケース	地震動	照査値 $V_d^{*2}/V_{yd}$
底版	1	④	S <sub>s</sub> -N1 (++)	0.78	1	主方向：④ 従方向：④	主方向： S <sub>s</sub> -N1 (++) 従方向： S <sub>s</sub> -N1	0.77
中床版	12	④	S <sub>s</sub> -N1 (++)	0.79	12			0.79
側壁	53	④	S <sub>s</sub> -N1 (++)	0.83	53			0.80
隔壁	104	②	S <sub>s</sub> -N1 (++)	0.67	104			0.64
導流壁	62	④	S <sub>s</sub> -N1 (++)	0.85	63	主方向：⑥ 従方向：⑥	主方向： S <sub>s</sub> -D2 (++) 従方向： S <sub>s</sub> -D2	0.87
妻壁	71	②	S <sub>s</sub> -N1 (++)	0.69	81			0.85

注記\*1：評価位置は図3-3-79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 $\gamma_a$

【側壁・隔壁】

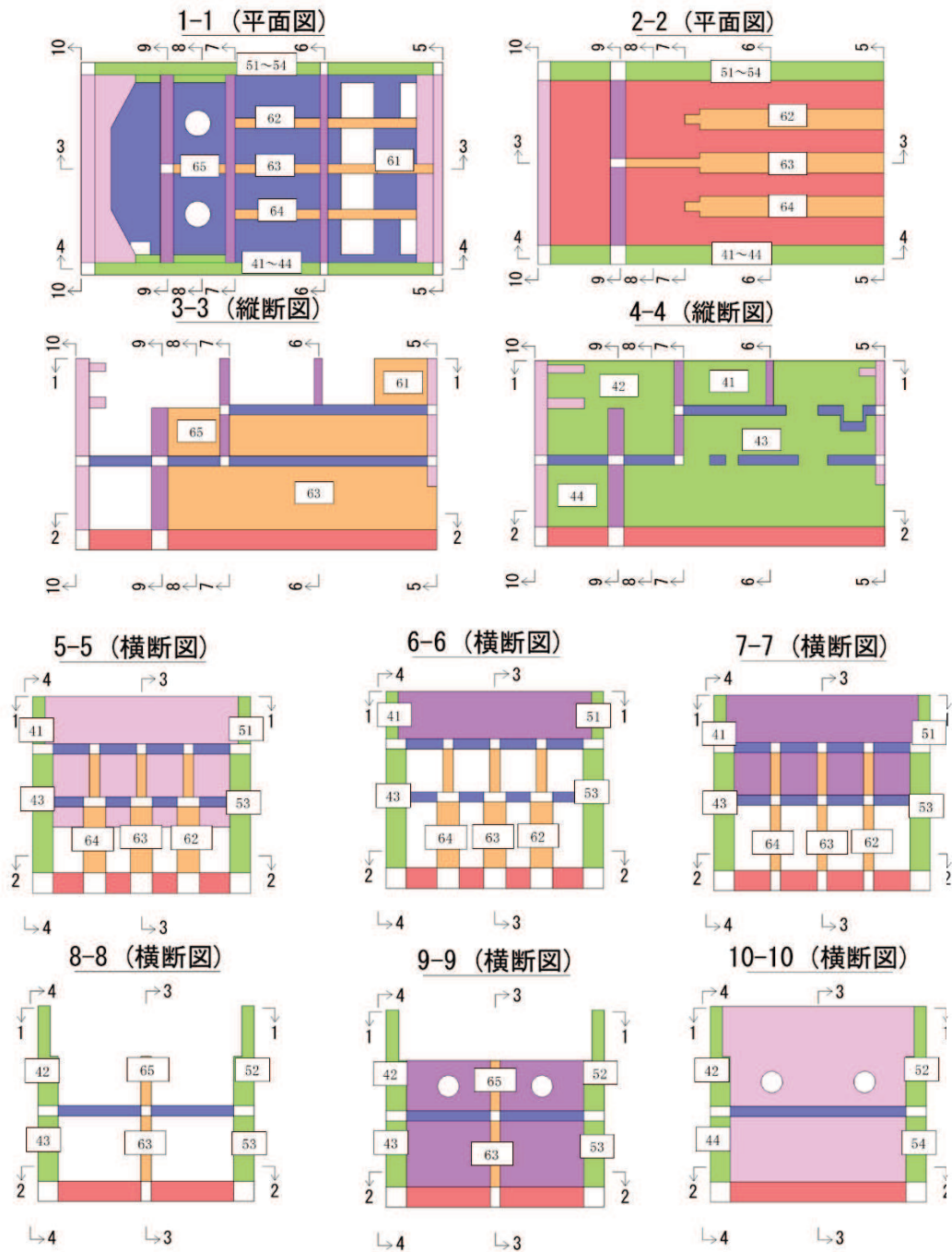


図 3-3-79(1) 第 3 号機海水ポンプ室 評価位置図  
(曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊)

【底版・中床版】

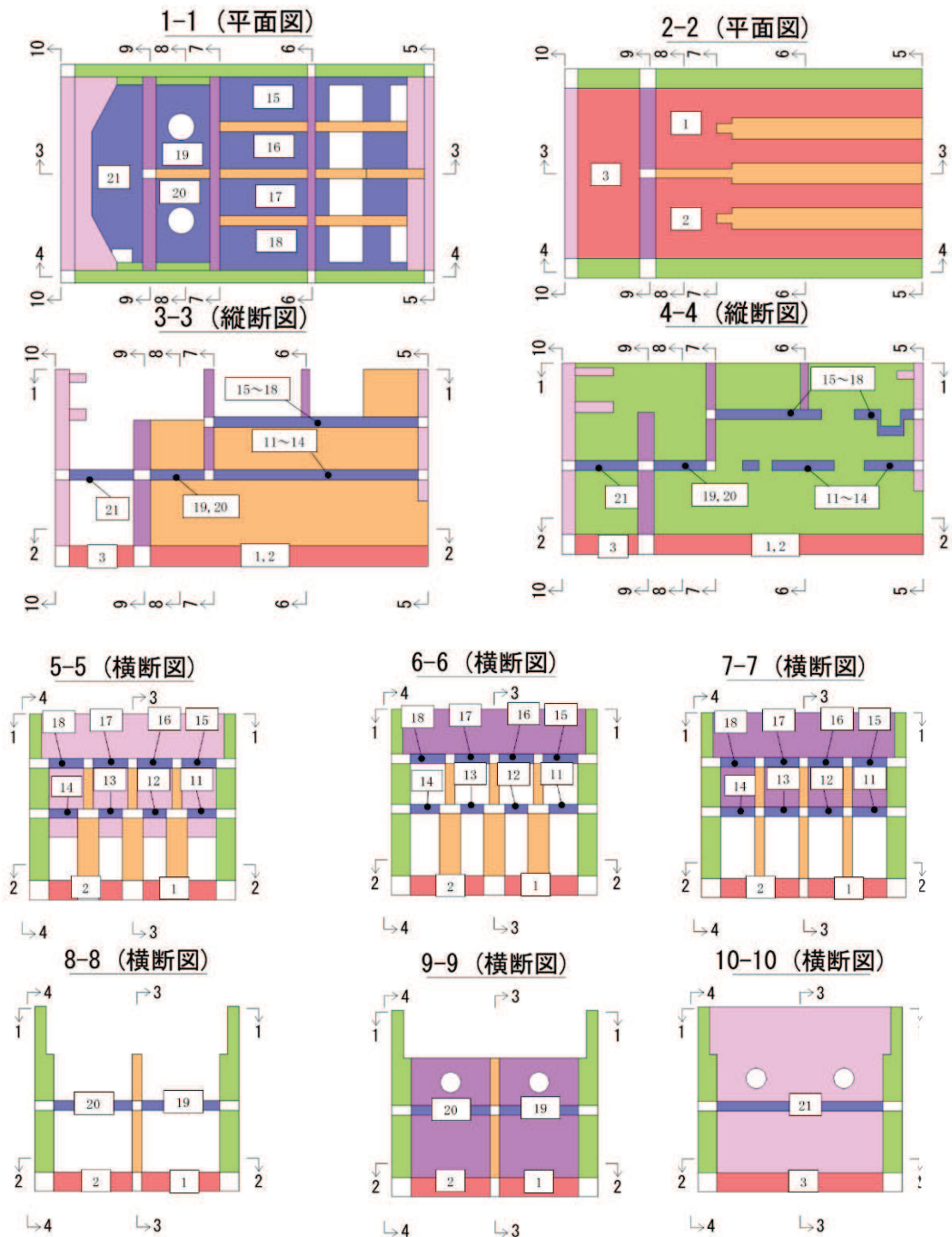


図 3-3-79(2) 第 3 号機海水ポンプ室 評価位置図  
(曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊)

【妻壁・隔壁】

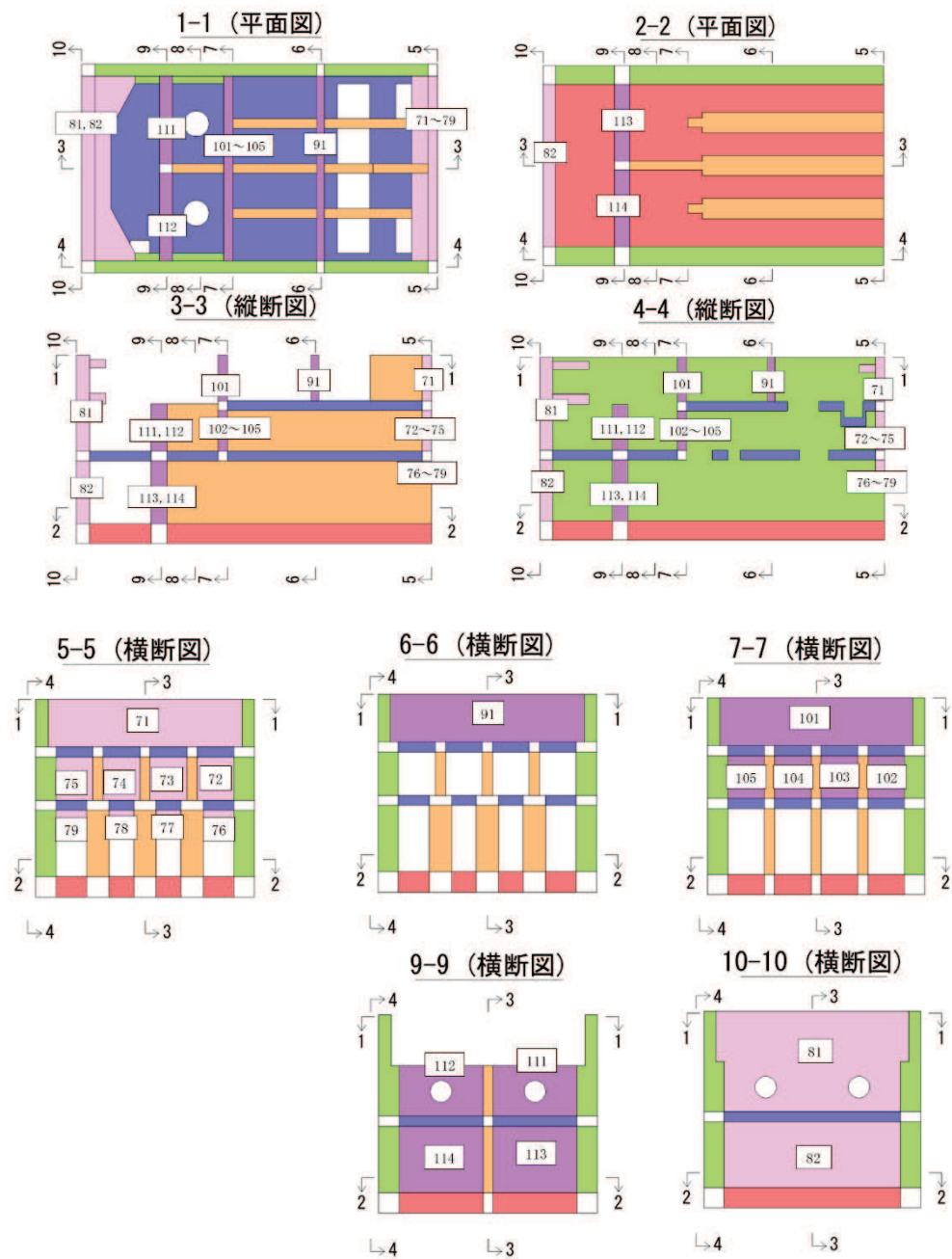


図 3-3-79(3) 第 3 号機海水ポンプ室 評価位置図  
(曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊)

表3-3-40 第3号機海水ポンプ室（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	照査値 $\gamma_d^{*2}/\gamma_R$	評価位置*1	解析ケース	地震動	照査値 $\gamma_d^{*2}/\gamma_R$
隔壁	110	⑥	S <sub>s</sub> -N1 (++)	0.28	110	主方向：⑥ 従方向：⑥	主方向： S <sub>s</sub> -D2 (++)	0.18
妻壁	70	②	S <sub>s</sub> -N1 (++)	0.19	70		従方向： S <sub>s</sub> -D2	0.16

注記\*1：評価位置は図3-3-80に示す。

\*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数  $\gamma_a$

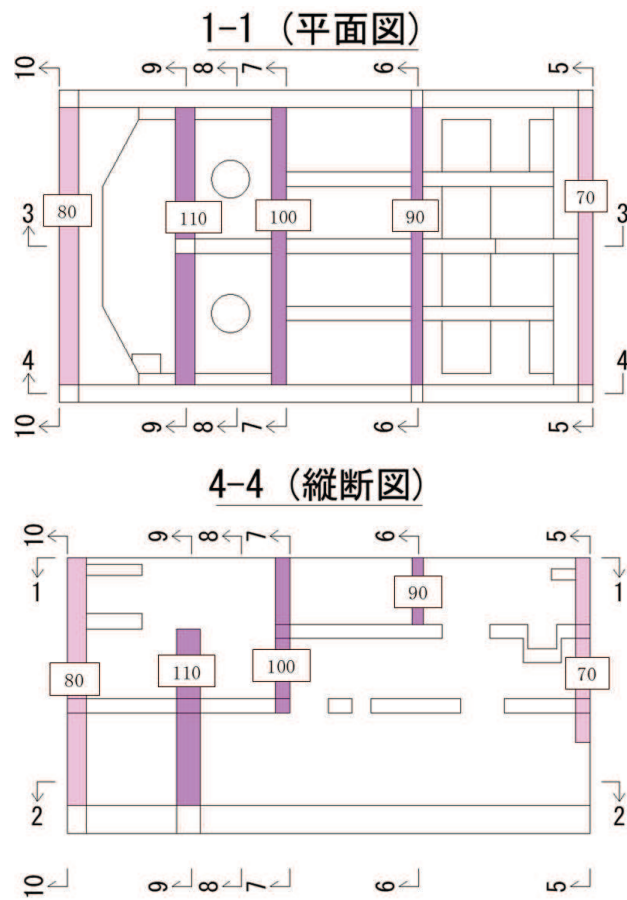


図 3-3-80 第 3 号機海水ポンプ室 評価位置図  
(面内せん断ひずみに対する照査)

### 3.3.7 機器・配管系への影響

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評価対象として抽出した線状構造物（原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）のうち頂版（断面①）及び底版（断面⑥）、取水路（標準部）のうち曲線部）及び箱型構造物について、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。

#### (1) 線状構造物

原子炉機器冷却海水配管ダクト（鉛直部）は、耐震評価を行う水平2方向入力に対して鉛直方向に面外変形することから、水平2方向及び鉛直方向地震力の検討を行った。一方、機器・配管系は面外変形による応答が主となるが、鉛直方向の床応答に対する評価を行っていることから、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く、水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答で十分であると考えられる。

取水路（標準部）のうち曲線部は、機器・配管系を支持していないことから影響はない。

#### (2) 箱形構造物

箱形構造物の壁部材（側壁、妻壁、隔壁）は、面外方向の荷重を負担しつつ、面内方向の荷重が作用する部位となるため、構造物における応力の組合せに着目して水平2方向及び鉛直方向地震力の検討を行った。一方、機器・配管系は面外変形による応答が主となることから、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く、水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答で十分であると考えられる。

箱形構造物の版部材（頂版、底版、中床版）は、水平2方向及び鉛直方向地震力により応力集中する部位となるため、構造物における応力の集中に着目して水平2方向及び鉛直方向地震力の検討を行った。一方、機器・配管系は面外変形による応答が主となることから、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く、水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答で十分であると考えられる。

また、箱形構造物は、底版や側壁等が厚く、全体の剛性が大きいことから、地震力によるねじれが発生し難い構造となる。そのため、直交するそれぞれの方向の加振の影響は互いに顕著な影響を及ぼさないと考えられる。

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よる機器・配管系への影響は無いと考えられる。



#### 3.3.8 まとめ

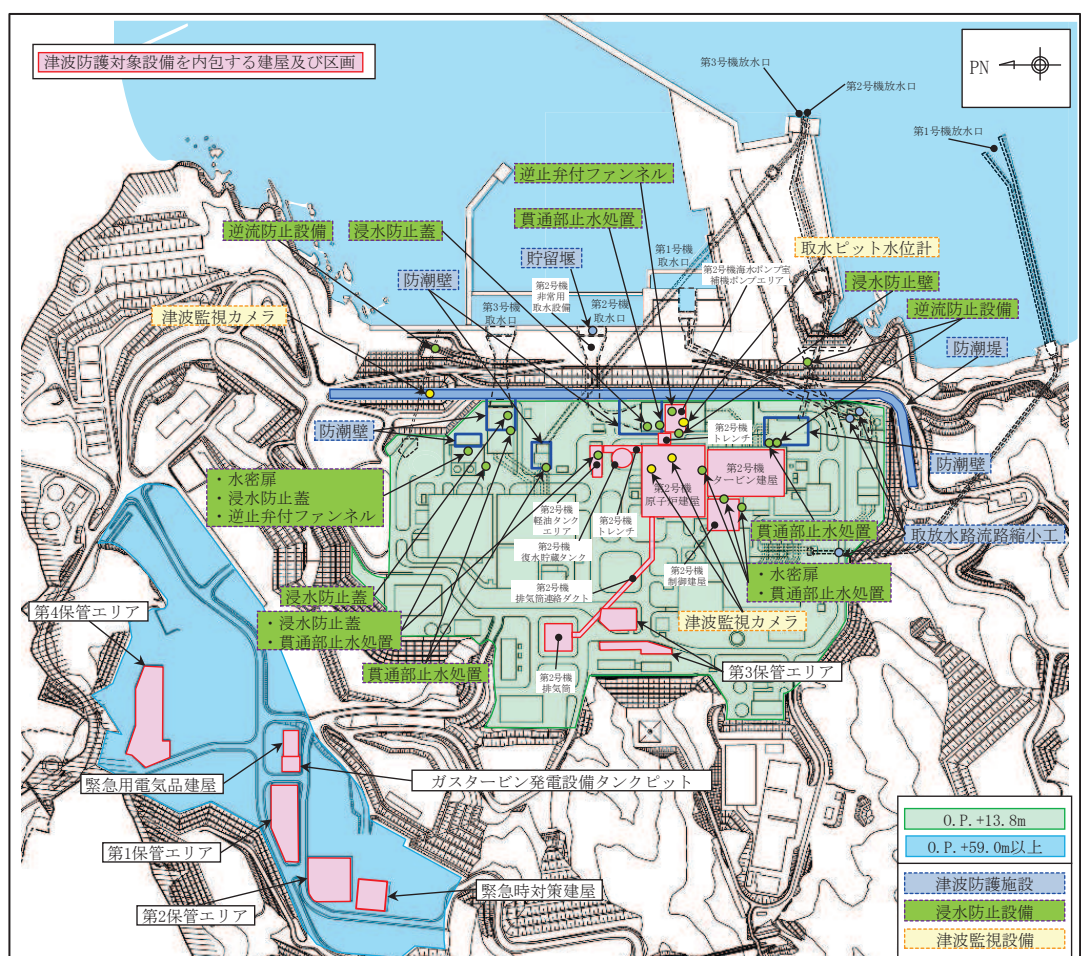
屋外重要土木構造物において、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響を受ける可能性がある施設（部位）について、従来設計手法における保守性も考慮した上で抽出し、水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる設計に対して影響を評価した。

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。



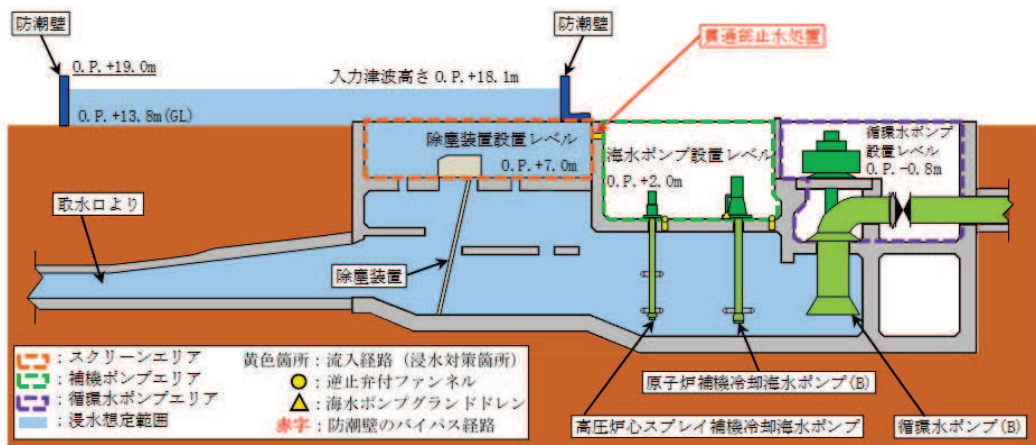
注：東北地方太平洋沖地震による約1mの沈下を考慮した標高を記載

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)

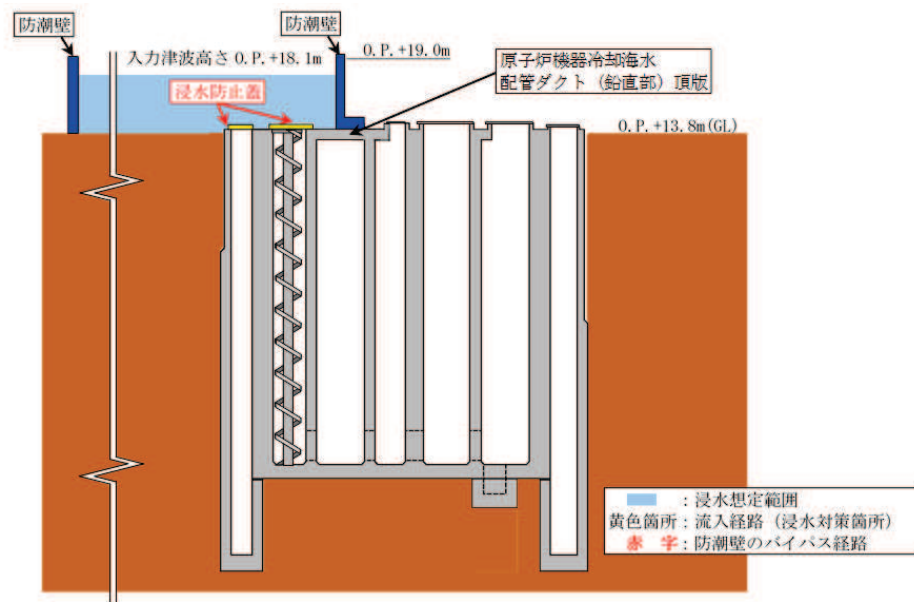


注：東北地方太平洋沖地震による約 1m の沈下を考慮した標高を記載

(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

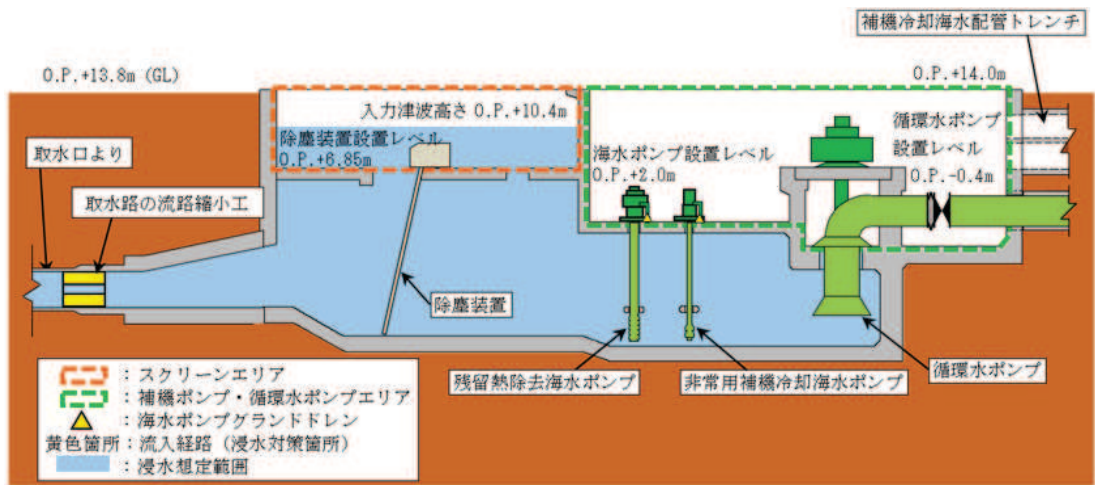
(第 2 号機海水ポンプ室 B-B 断面図)

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)

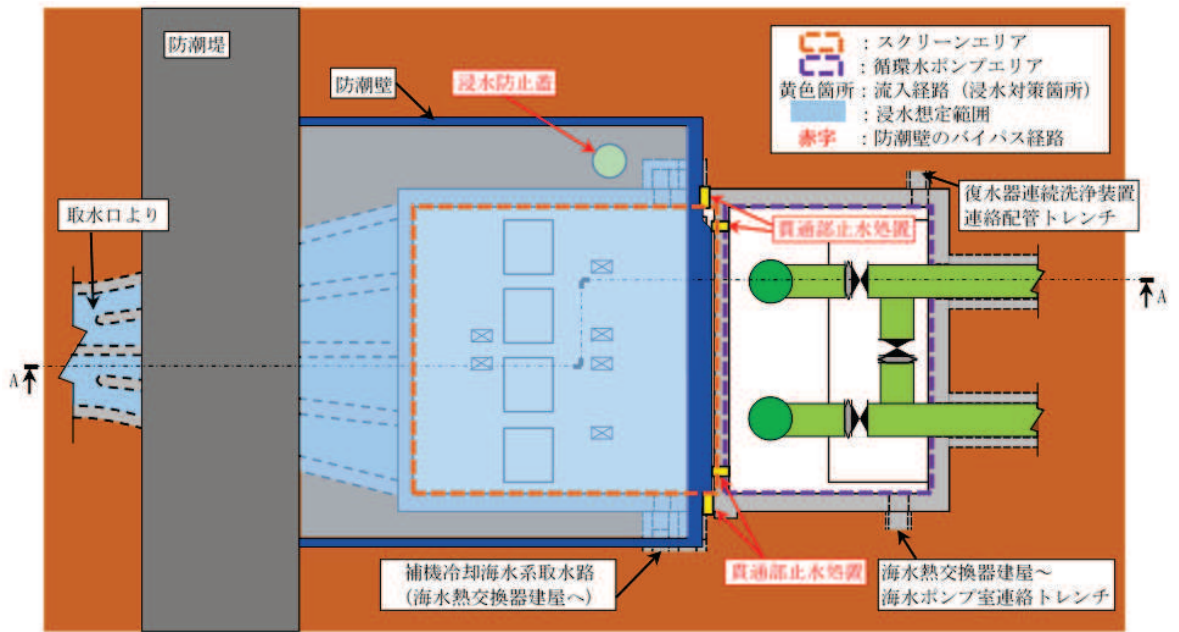


注：東北地方太平洋沖地震による約 1m の沈下を考慮した標高を記載

(第1号機海水ポンプ室 A-A 断面図)

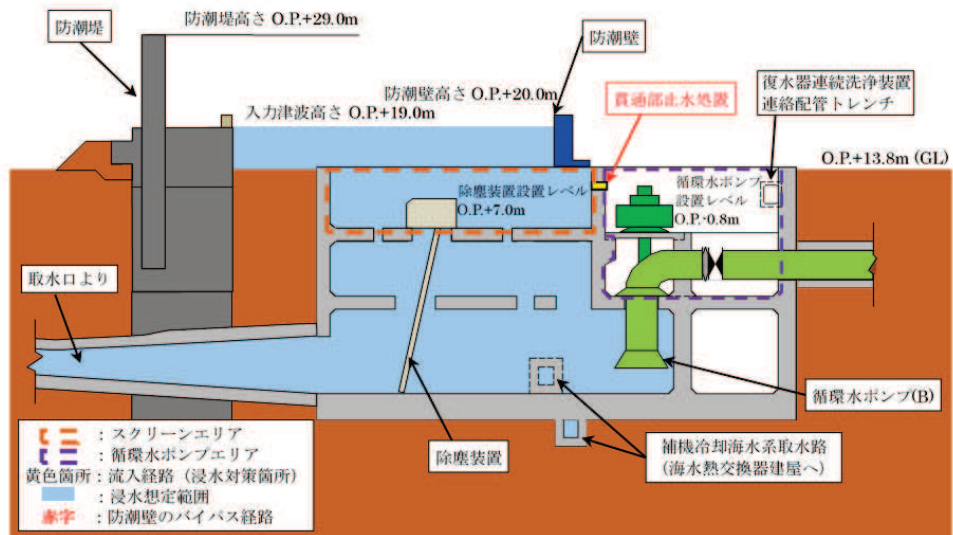
図 3-4-1 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備位置図 (6/18)

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



(第3号機海水ポンプ室平面図)

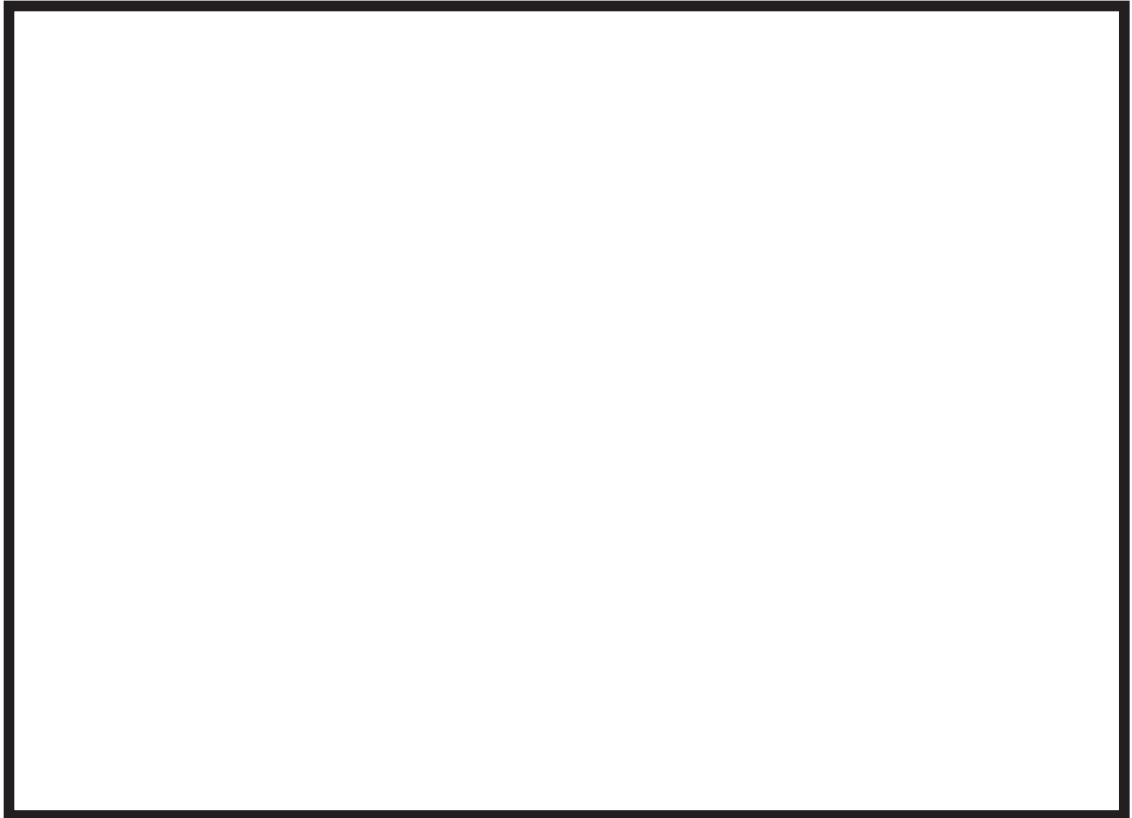
図 3-4-1 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備位置図 (7/18)



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

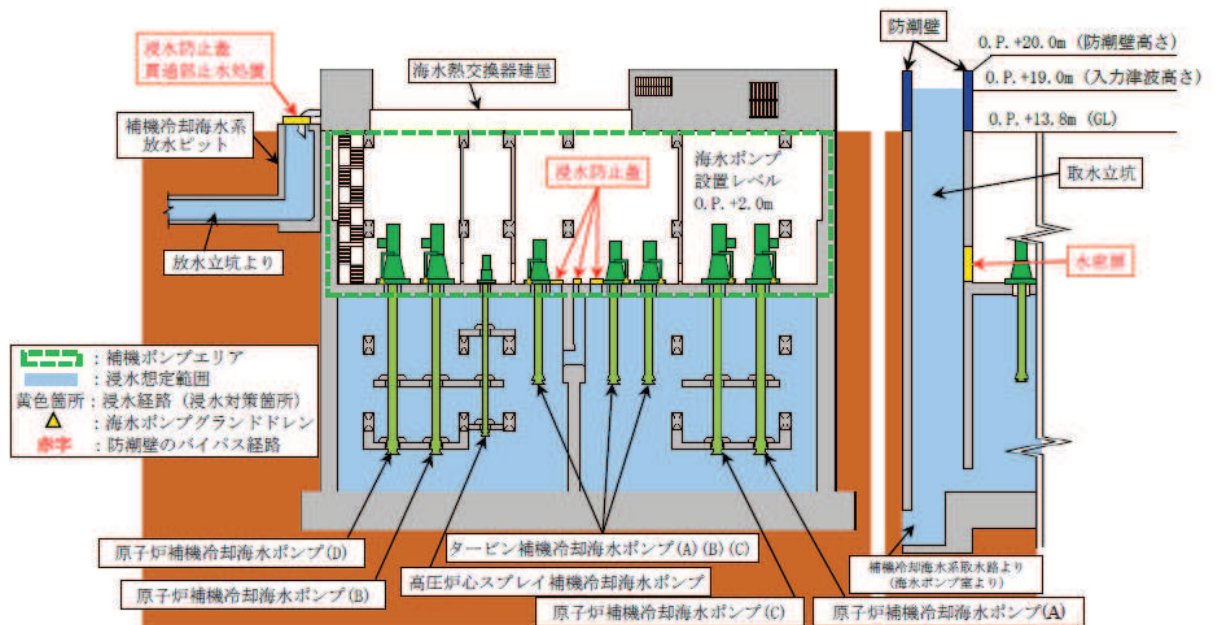
(第3号機海水ポンプ室 A-A 断面図)

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)

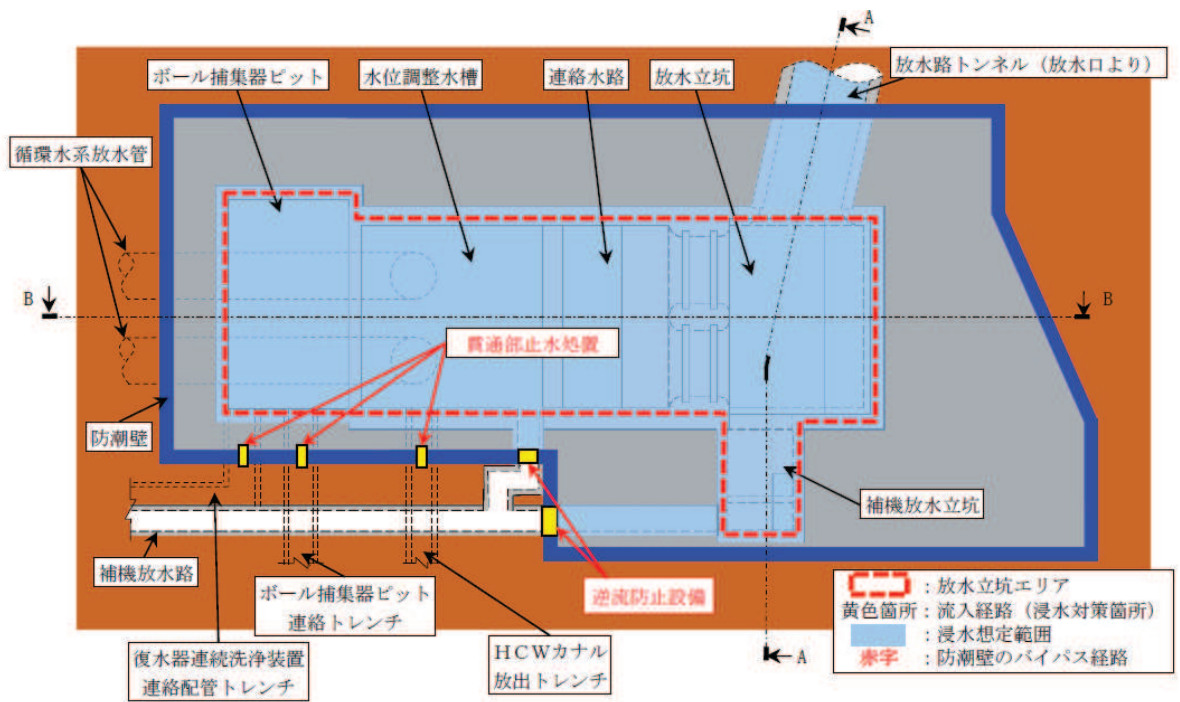


注：東北地方太平洋沖地震による約 1m の沈下を考慮した標高を記載

(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)

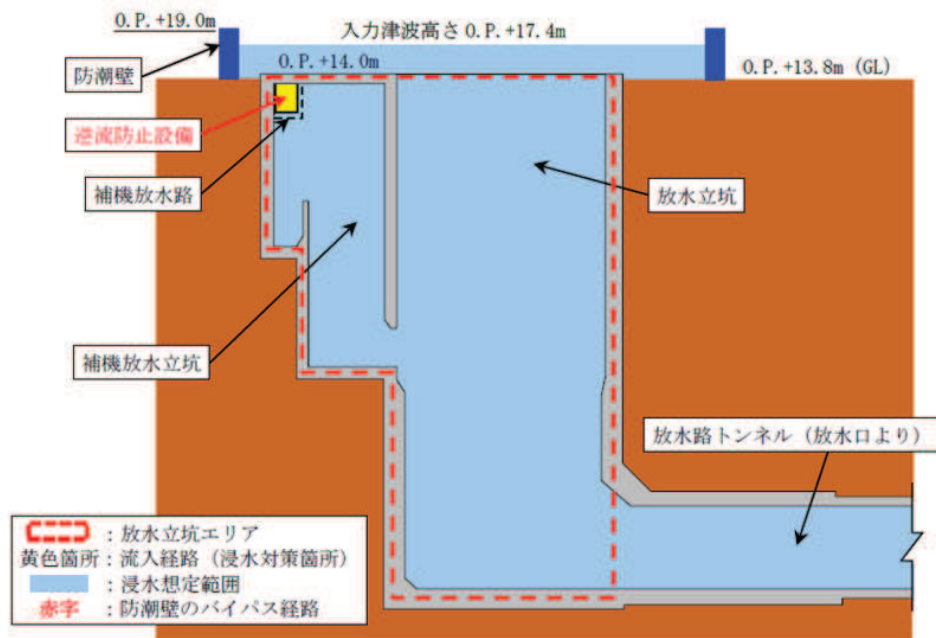
図 3-4-1 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備位置図 (10/18)

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)

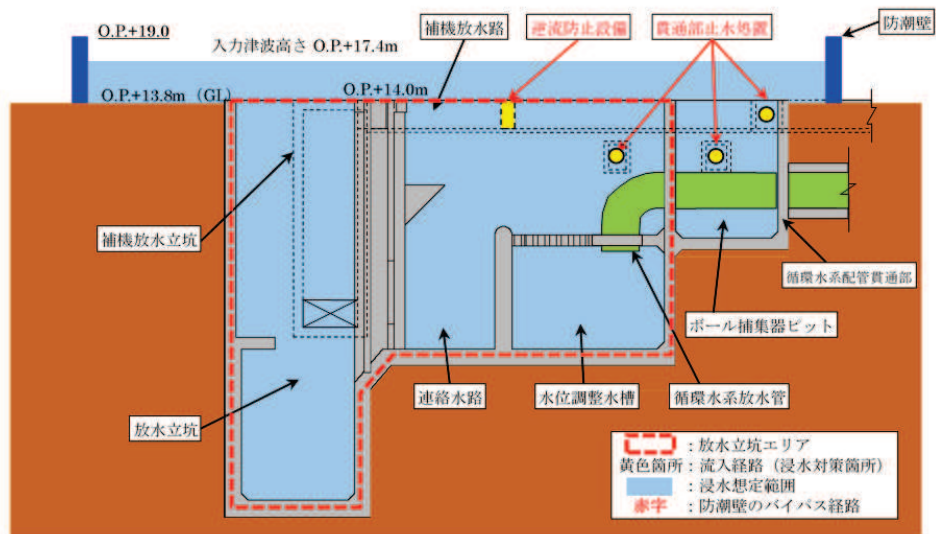


注：東北地方太平洋沖地震による約 1m の沈下を考慮した標高を記載

(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)

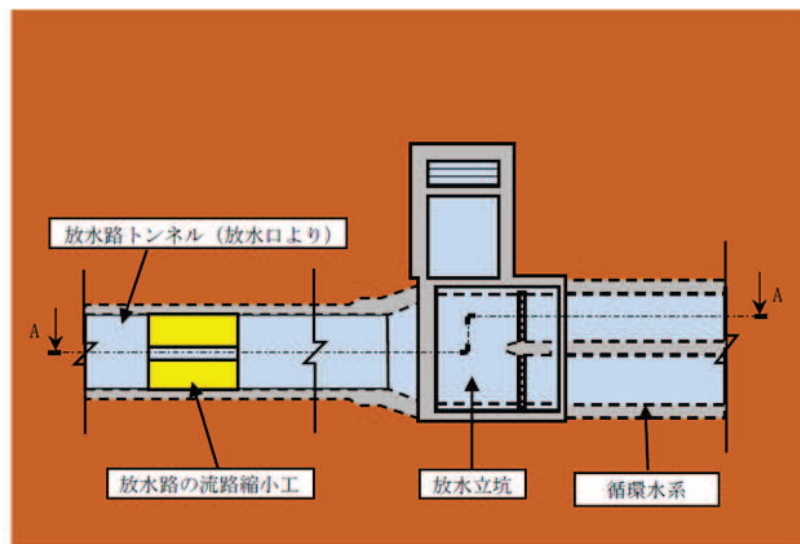




注：東北地方太平洋沖地震による約 1m の沈下を考慮した標高を記載

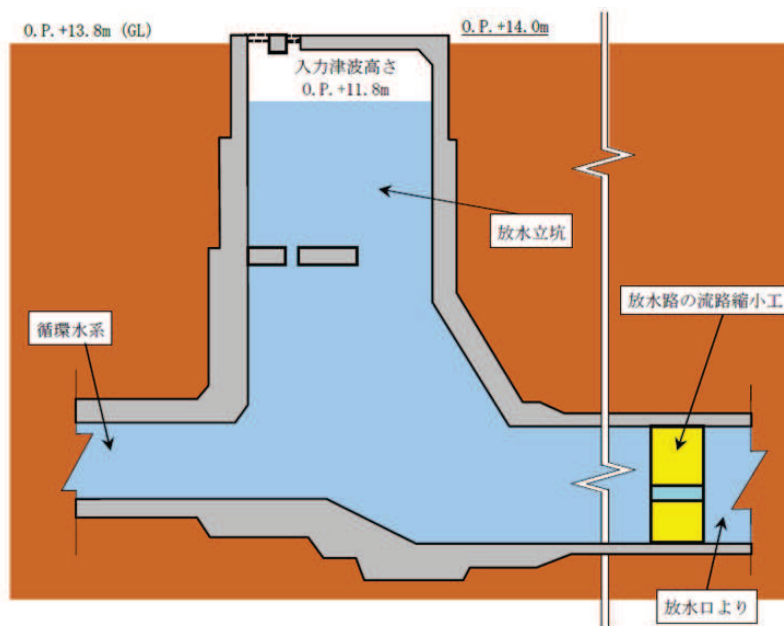
(第 2 号機放水立坑 B-B 断面図)

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)

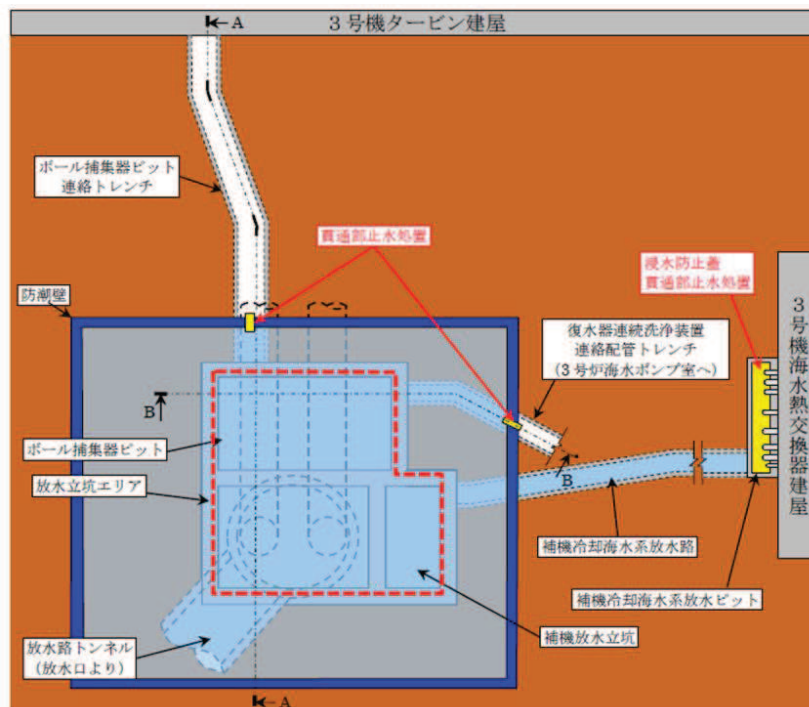
図 3-4-1 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備位置図 (14/18)



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

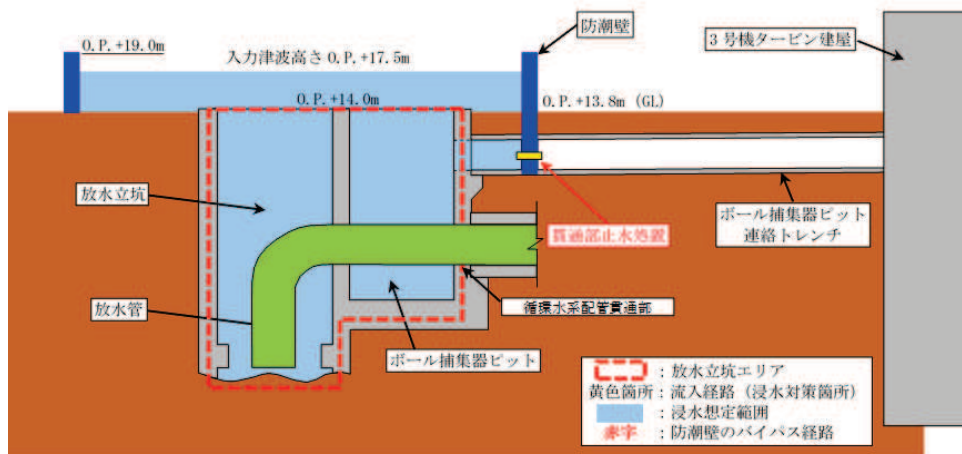
(第 1 号機放水立坑 A-A 断面図)

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)

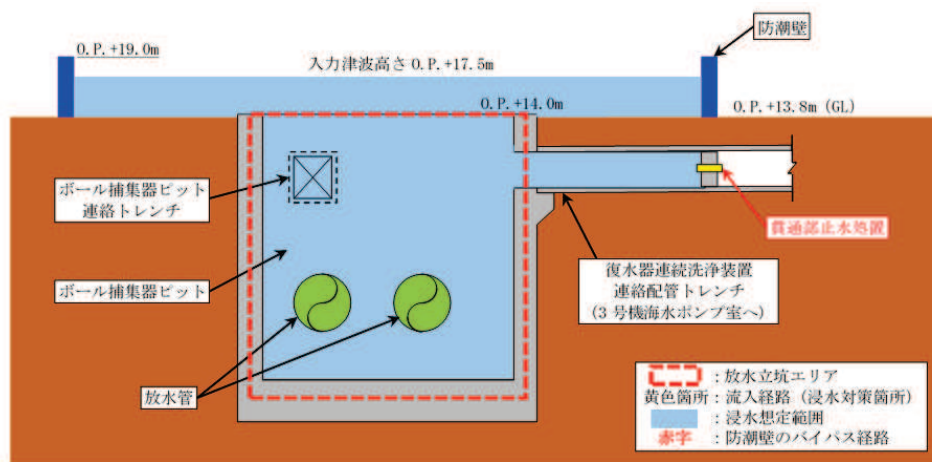
図 3-4-1 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備位置図 (16/18)



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

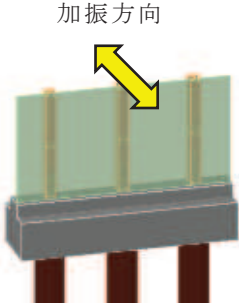
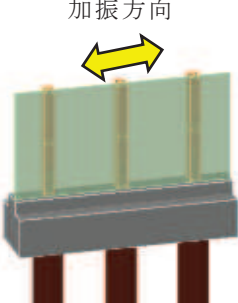
津波防護施設における従来設計手法の考え方について、防潮壁を例に表 3-4-2 に示す。津波防護施設は、地中構造物と地上構造物に分けられる。地上構造物は、躯体の慣性力や基礎部分に係る動土圧等の外力が主たる荷重となる。地中構造物については、動土圧や動水圧等の外力が主たる荷重となる。地中構造物、地上構造物のうち屋外重要土木構造物同様、比較的単純な構造部材の配置で構成され、ほぼ同一の断面が奥行方向に連続する構造的特徴を有する線状構造物は、3次元的な応答の影響が小さいため、2次元断面での耐震評価を行っている。

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"> <li>・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。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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。</li> <li>・弱軸方向を評価対象断面とする。</li> </ul>	

### 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。

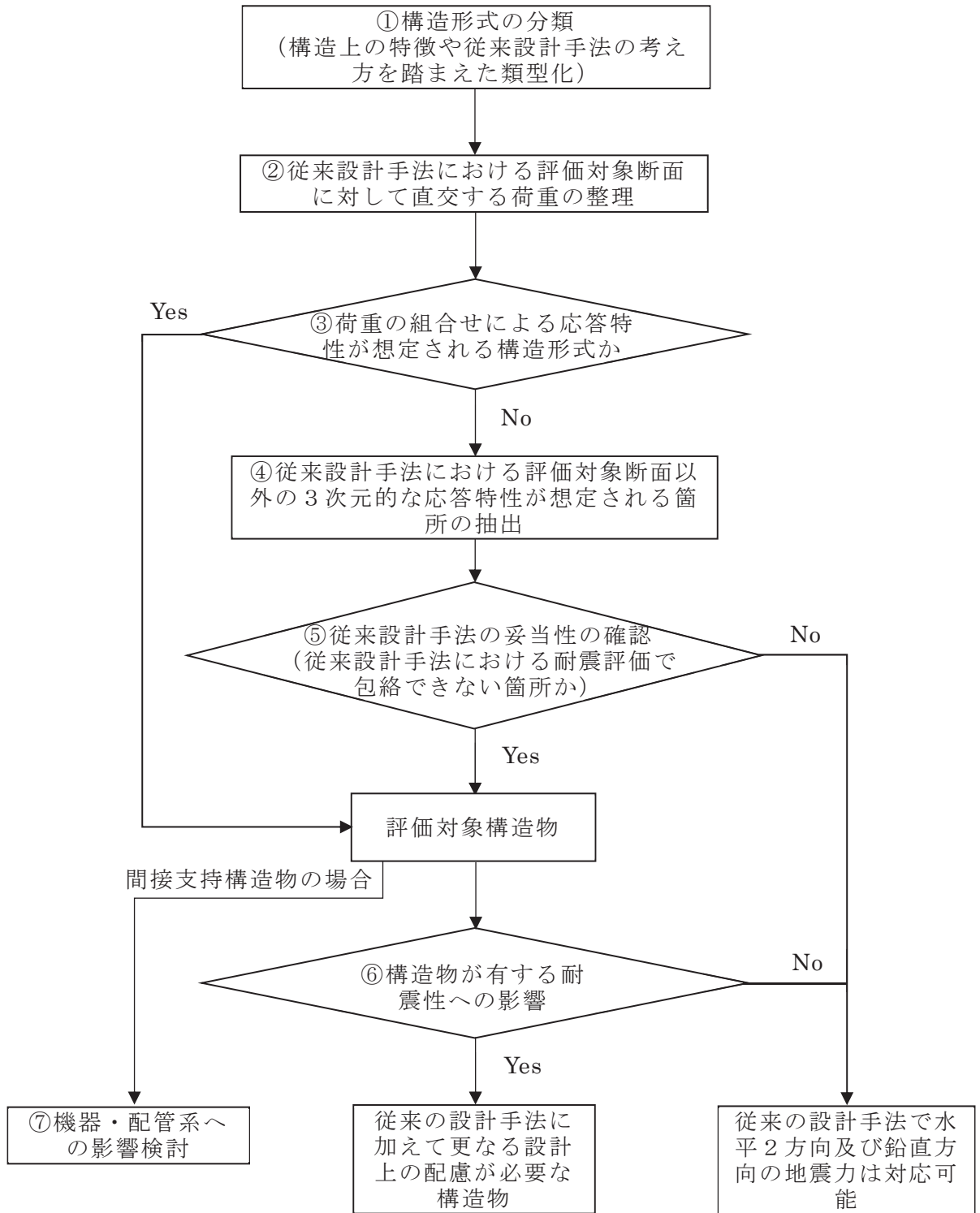


図 3-4-2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価のフロー

### 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		○*			

注記\*：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。

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 <sup>*1</sup>	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	○ <sup>*3</sup> (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)
		第 3 号機補機冷 却海水系放水ピ ット			○ (放水ピッ ト)	
津波監視設備 <sup>*1</sup>	津波監視カメラ		○ (防潮堤 (盛土堤 防))			

注記\*1：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。

\*2：防潮壁（第 2 号機放水立坑）フーチング部で、防潮壁の整理結果に包含される。

(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

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 (1)加振方向への慣性力	
	躯体に作用する慣性力 (2)偏心の影響によるねじり応力の発生	

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 (1/3)

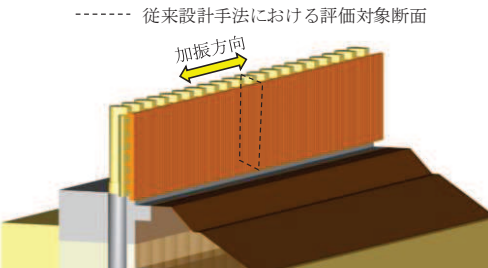
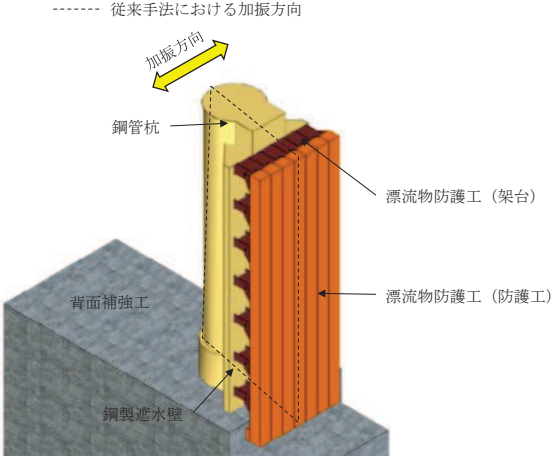
3.4.1(2) で整理した 構造形式の分類	1) 線状構造物 (防潮堤 (鋼管式鉛直壁) の上部工等)		2) 線状構造物 (防潮堤 (鋼管式鉛直壁) の鋼管杭)	
3.4.1(3) で整理した 荷重の作用状況	 <p>(注) ③慣性力はすべての構造部材に作用</p>		 <p>(注) ③慣性力はすべての構造部材に作用</p>	
	①動土圧及び動水圧	作用しない	①動土圧及び動水圧	作用しない
	②摩擦力	作用しない	②摩擦力	作用しない
	③慣性力	全ての部材に作用	③慣性力	全ての部材に作用 (偏心の影響あり)
従来設計手法における 評価対象断面に対 して直交する荷重の 影響度	従来設計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小。		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、鋼管杭前面に漂流物防護工が張り出した偏心構造となり、強軸方向の慣性力等の荷重が作用する等、影響大。	
抽出結果 (○:影響検討実施)	×		○	



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 (2/3)

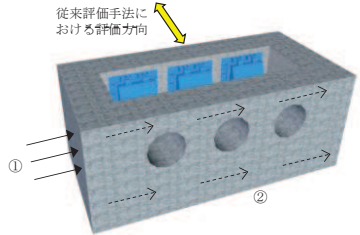
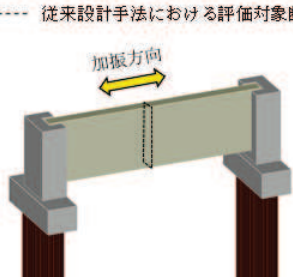
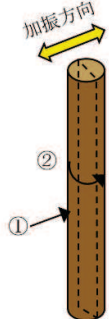
3.4.1(2) で整理した構造形式の分類	3) 箱形構造物		4) 門型構造物 (杭基礎構造防潮壁 (鋼製遮水壁 (鋼桁)) の上部工等)	
	(逆流防止設備の基礎等)	(第 3 号機補機冷却海水系放水ピット)		
3.4.1(3) で整理した荷重の作用状況	 <p>従来評価手法における評価力方向</p> <p>(注) ③慣性力はすべての構造部材に作用</p>		 <p>従来設計手法における評価対象断面</p> <p>加振方向</p> <p>(注) ③慣性力はすべての構造部材に作用</p>	
	① 動土圧及び動水圧	従来設計手法における評価方向に対して平行する側面に作用	① 動土圧及び動水圧	作用しない
	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	② 摩擦力	作用しない
	③ 慣性力	全ての部材に作用	③ 慣性力	全ての部材に作用
従来設計手法における評価対象断面に対して直角する荷重の影響度	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。	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が、構造的特徴 (長さ 14.6m, 幅 3.4m) から弱軸が明確であり耐震性への影響小。	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、影響大。	
抽出結果 (○:影響検討実施)	○	×	○	

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 (3/3)

3.4.1(2) で整理した 構造形式の分類	5) 円筒型構造物 (防潮壁の下部工等)							
3.4.1(3) で整理した 荷重の作用状況	<p style="text-align: center;">----- 従来設計手法における評価対象断面</p>  <p style="text-align: center;">(注) ③慣性力はすべての構造部材に作用</p> <table border="1" data-bbox="846 871 1641 1031"> <tr> <td data-bbox="846 871 1178 922">① 動土圧及び動水圧</td> <td data-bbox="1178 871 1641 922">主に胴体部に作用</td> </tr> <tr> <td data-bbox="846 922 1178 973">② 摩擦力</td> <td data-bbox="1178 922 1641 973">主に胴体部に作用</td> </tr> <tr> <td data-bbox="846 973 1178 1031">③ 慣性力</td> <td data-bbox="1178 973 1641 1031">全ての部材に作用</td> </tr> </table>		① 動土圧及び動水圧	主に胴体部に作用	② 摩擦力	主に胴体部に作用	③ 慣性力	全ての部材に作用
① 動土圧及び動水圧	主に胴体部に作用							
② 摩擦力	主に胴体部に作用							
③ 慣性力	全ての部材に作用							
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 影響度	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大。							
抽出結果 (○:影響検討実施)	○							

(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

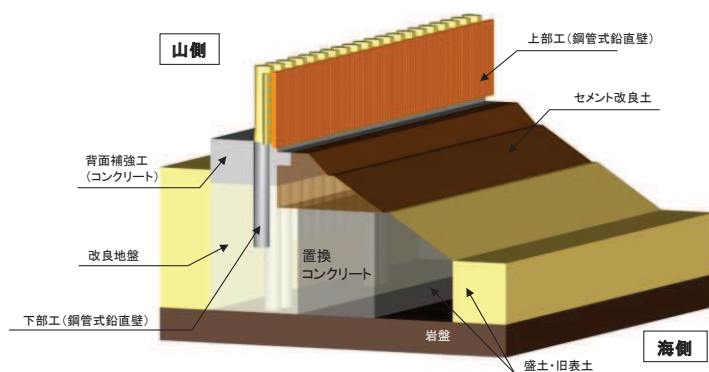
3.4.1(4)で抽出しなかった構造形式である1)線状構造物について、各構造物の構造等を考慮した上で、従来設計手法における評価対象断面以外の3次元的な応答特性が想定される箇所を抽出し、以下に示す。

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）（アクセスルート（防潮堤盛土堤防）を含む）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。



(鋼管式鉛直壁（上部工）)



(盛土堤防)

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。

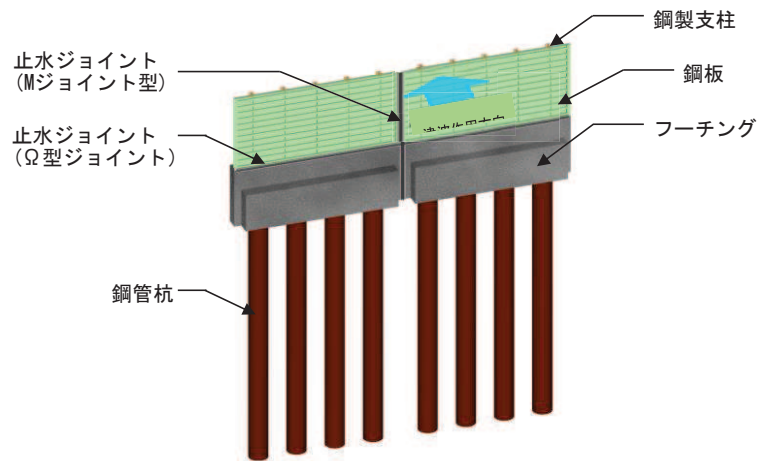


図 3-4-4 防潮壁（鋼製遮水壁（鋼板））の上部工の構造概要

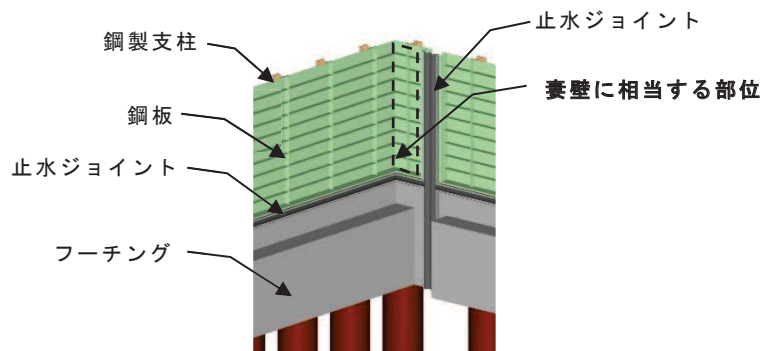
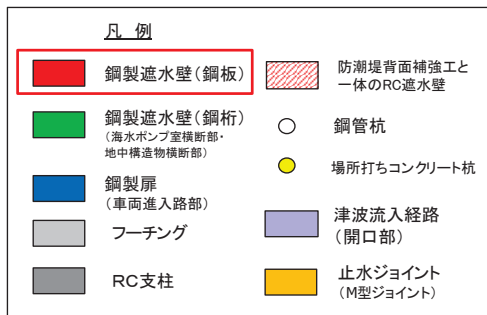
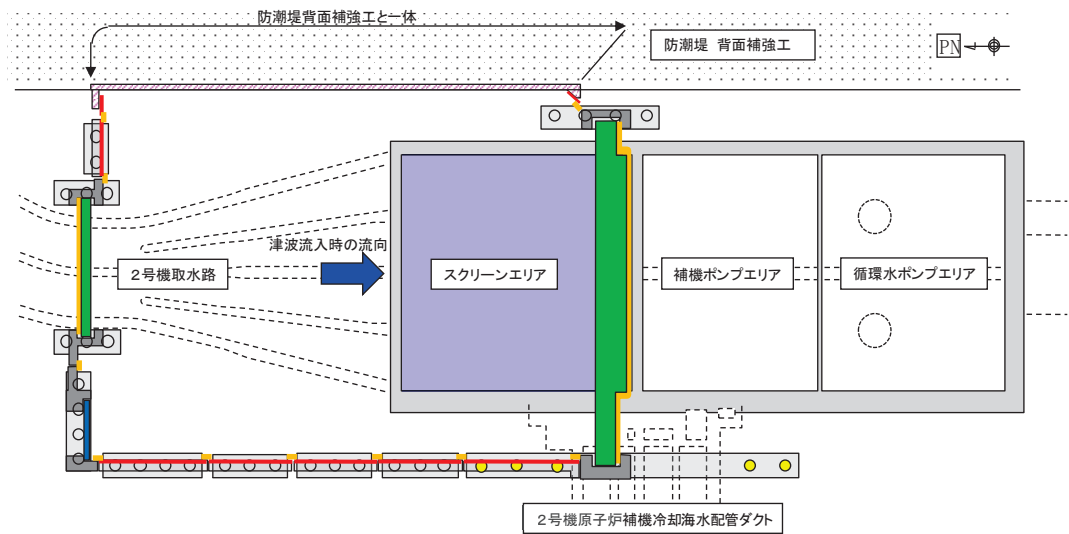
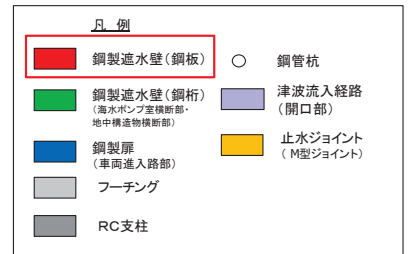
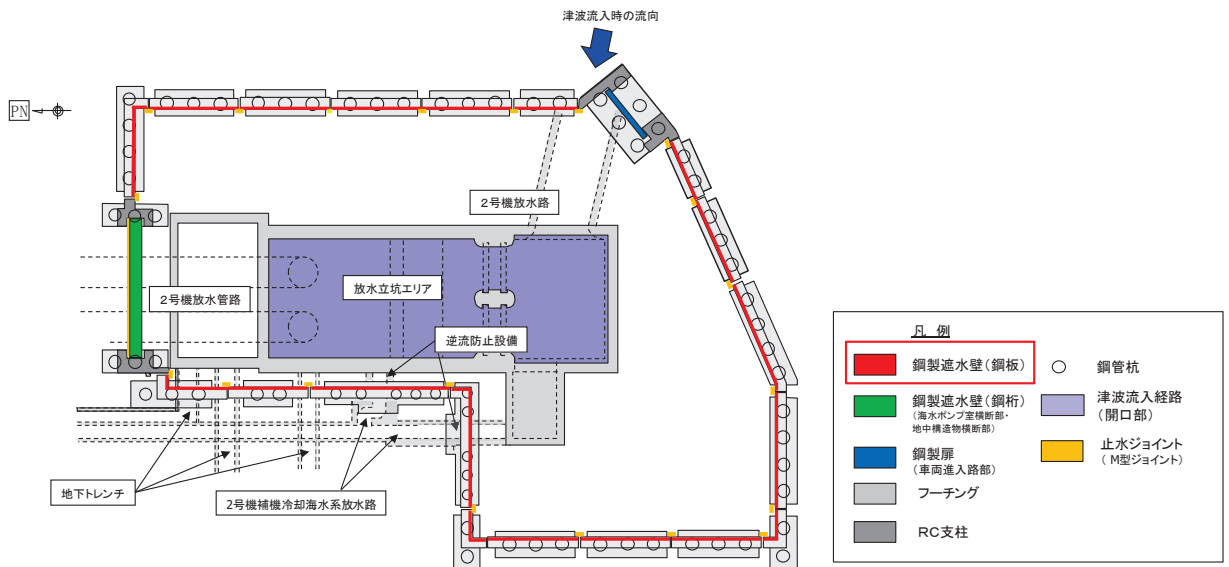


図 3-4-5 鋼製遮水壁（鋼板）の上部工（隅角部）

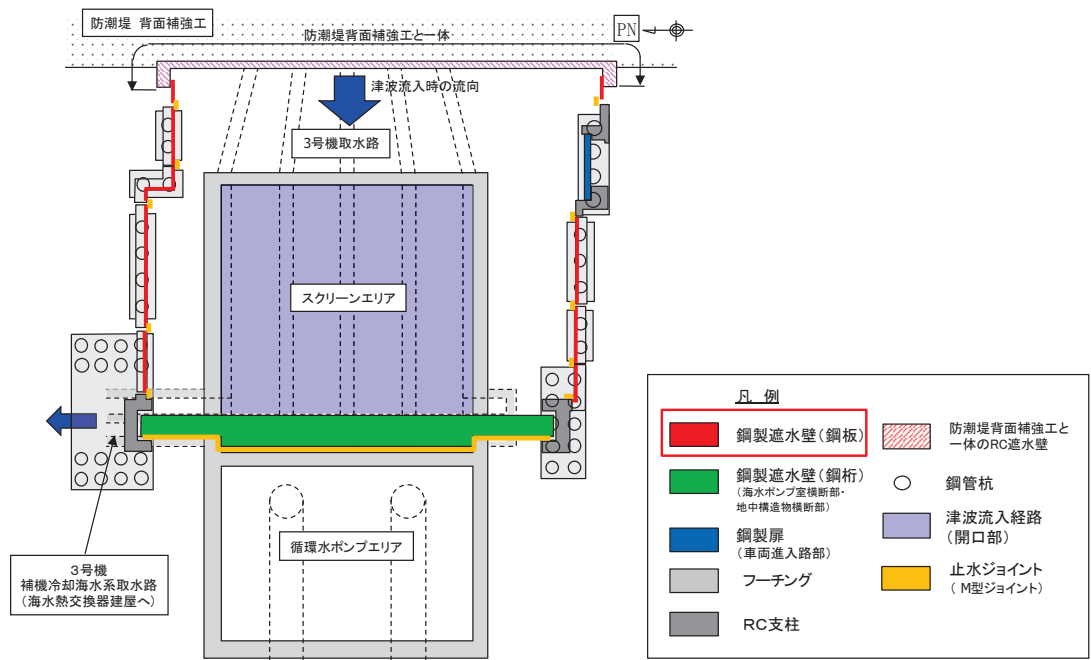


(第2号機海水ポンプ室防潮壁)

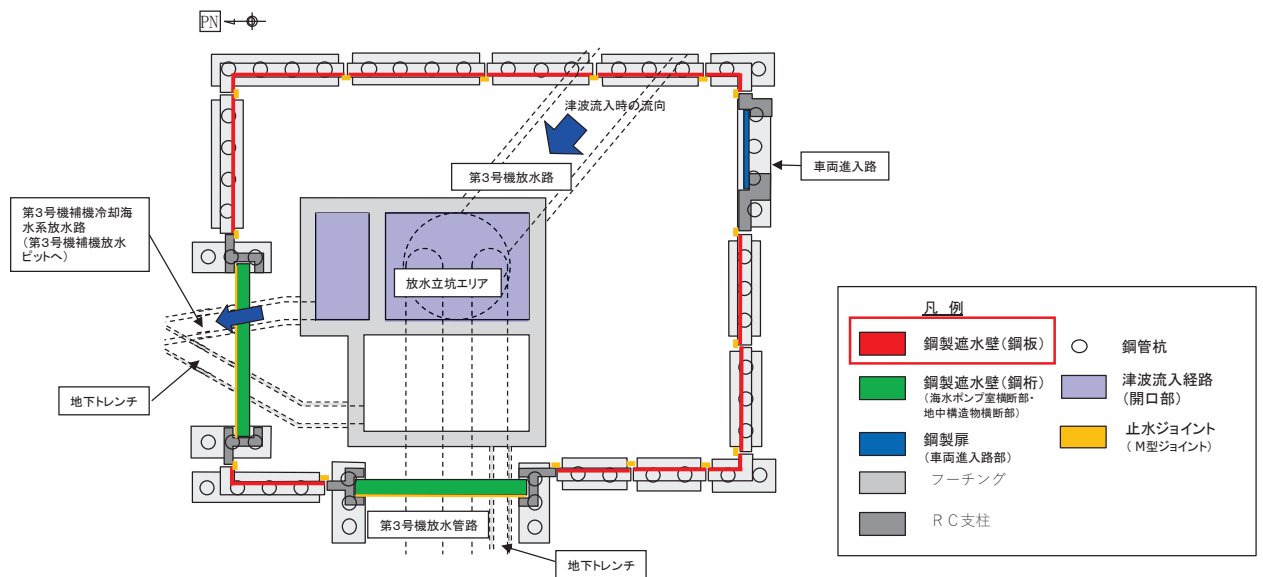


(第2号機放水立坑防潮壁)

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。

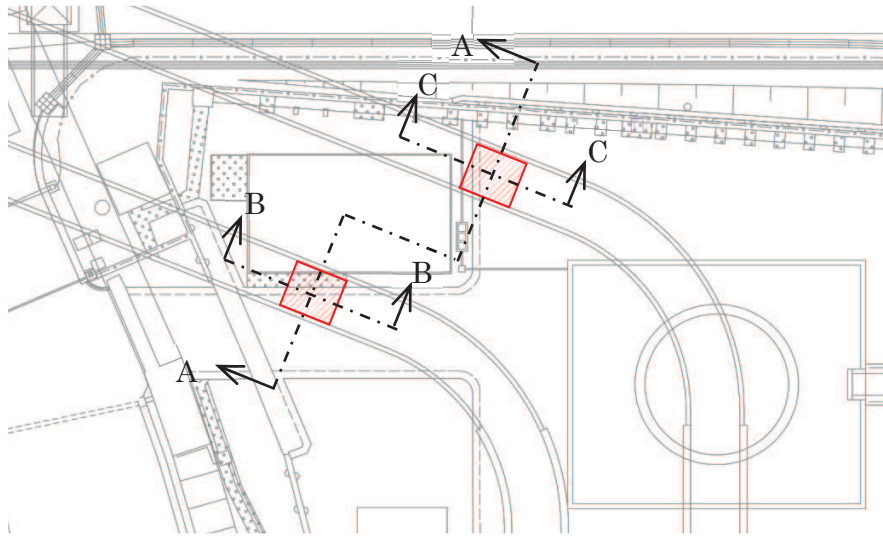


図 3-4-8 取放水路流路縮小工 平面図  
(第1号機取水路の例)

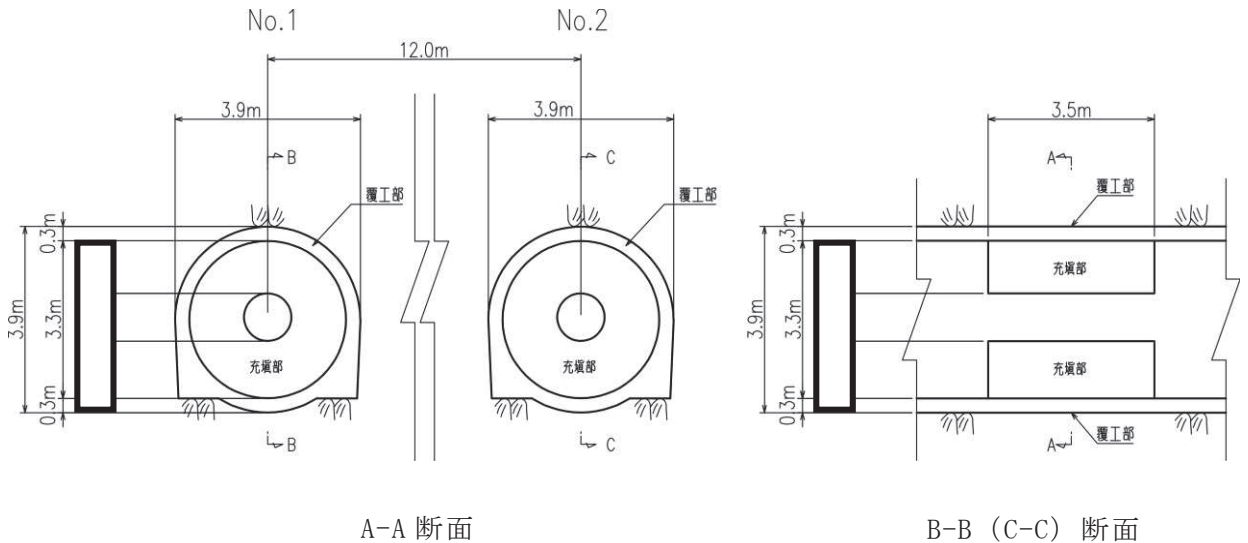


図 3-4-9 取放水路流路縮小工 断面図  
(第1号機取水路の例)

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) 線状構造物

線状構造物である，防潮堤（鋼管式鉛直壁）のうち鋼管杭について，漂流物防護工が鋼管杭前面に張り出した偏心構造となることを踏まえ，鋼管杭に対して漂流物防護工設置による水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を評価する。防潮堤（鋼管式鉛直壁）の鋼管杭の構造概要を図3-4-10に示す。

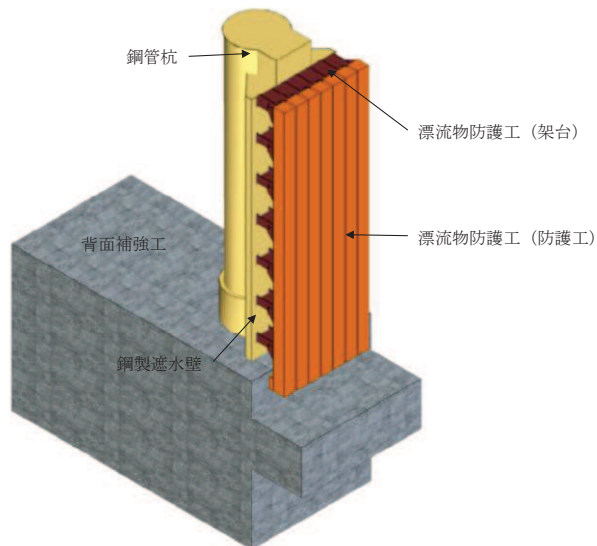


図3-4-10 防潮堤（鋼管式鉛直壁）鋼管杭 構造概要図

#### (2) 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3-4-11～図3-4-12に示す。

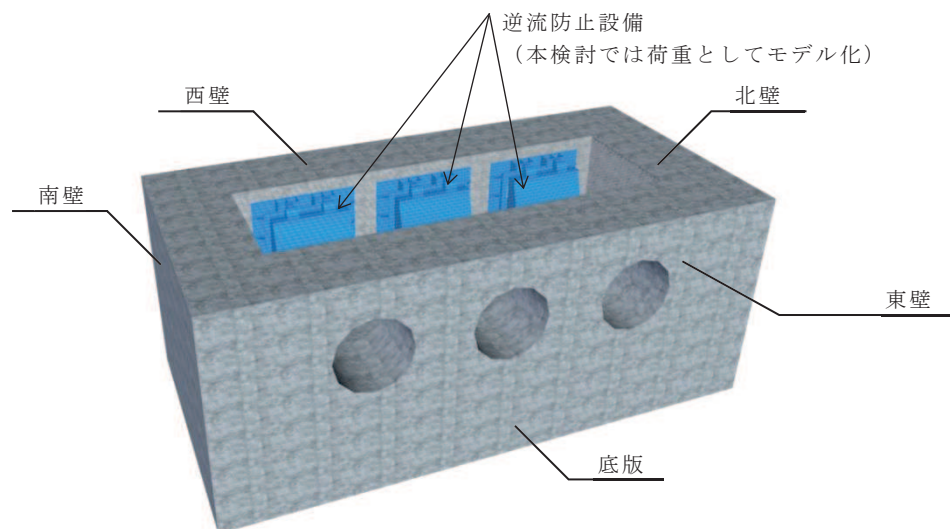


図 3-4-11 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤南側）出口側集水ピット 構造概要図



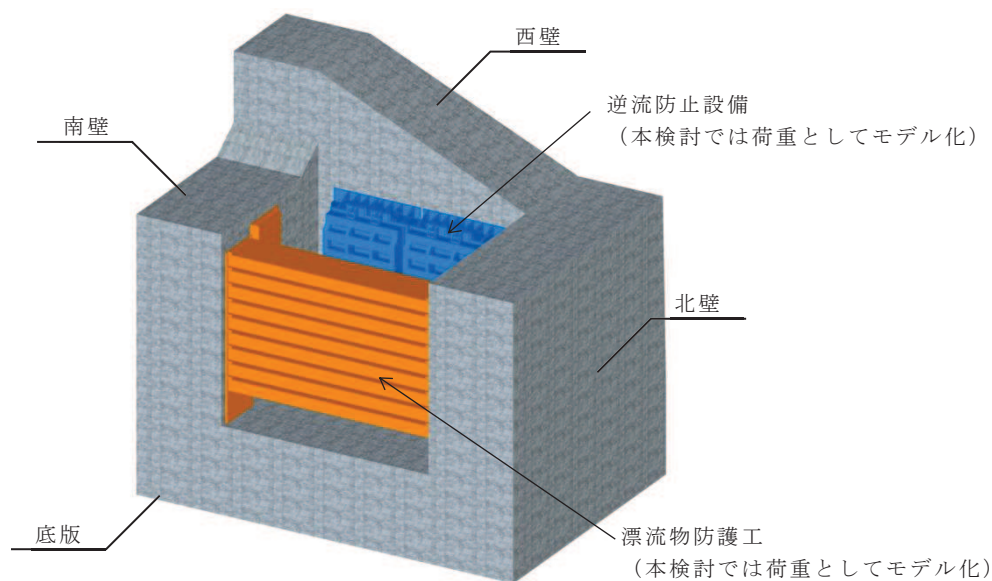


図3-4-12 屋外排水路逆流防止設備（防潮堤北側）出口側集水ピット 構造概要図

### (3) 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3-4-13に，鋼製扉の上部工の構造概要図を図3-4-14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。

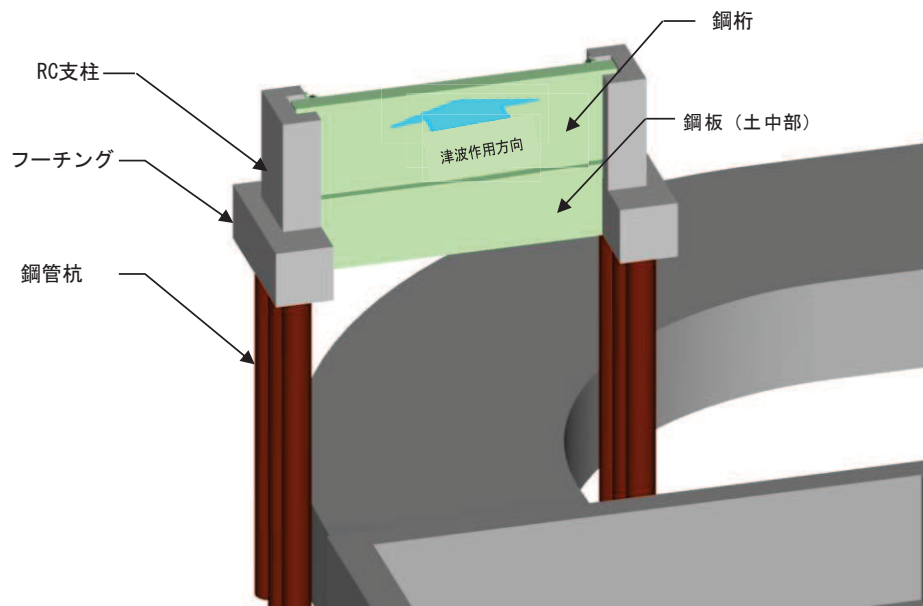


図 3-4-13 鋼製遮水壁（鋼桁） 構造概要図

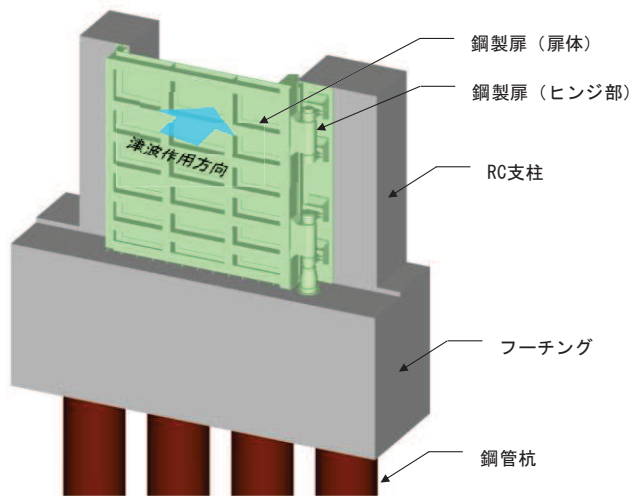


図 3-4-14 鋼製扉 構造概要図

#### (4) 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3-4-15～図3-4-17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。

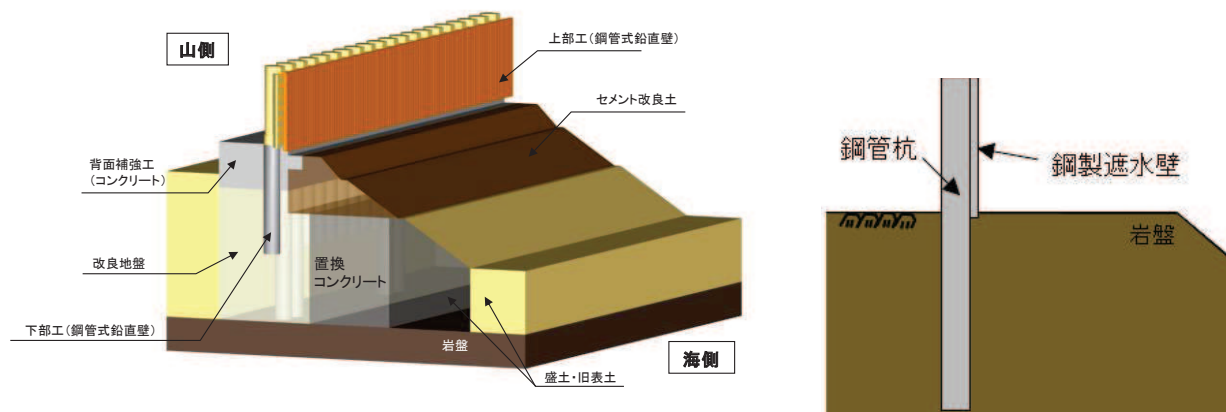


図3-4-15 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の下部工の概要

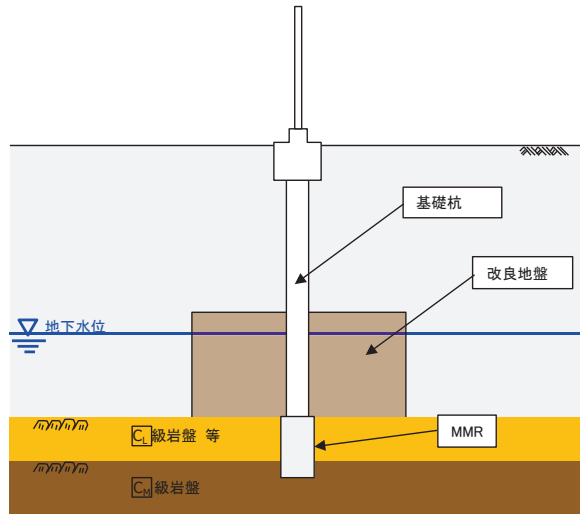


図3-4-16 防潮壁の下部工（基礎杭）の概要

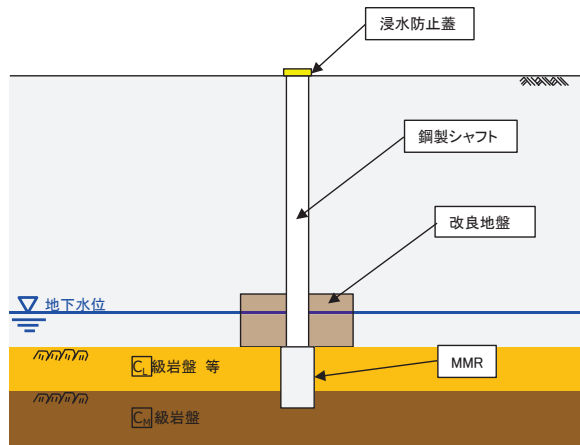


図3-4-17 揚水井戸（第3号機海水ポンプ室防潮壁区画内）の概要

#### 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) 線状構造物

a. 評価方法

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の鋼管杭について、地震応答解析は、添付書類「VI-2-10-2-2-1 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の耐震性についての計算書」に示す方法と同様とし、表3-4-6に評価方法の記載図書及び地震動を示す。

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の鋼管杭の水平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、従来設計手法における評価断面（弱軸方向）の断面力（曲げ及びせん断）と、強軸方向加振によって作用する漂流物防護工の偏心荷重による断面力（ねじり）を組み合わせて用いる。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答が許容限界以下であることを確認する。

なお、強軸方向加振による地震力は、保守的に弱軸方向と同じ地震力を用いて評価を実施する。

また、評価対象は、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、せん断照査において照査値の厳しい断面を選定し、影響評価を行う。評価断面は、照査値が最も大きい断面②を選定する。

表3-4-6 防潮堤（鋼管式鉛直壁）における評価方法について

評価方法	地震動*
<ul style="list-style-type: none"><li>VI-2-10-2-2-1 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の耐震性についての計算書</li><li>補足-140-1 津波への配慮に関する説明書の補足説明資料 6.1.1 防潮堤（鋼管式鉛直壁）の耐震性についての計算書に関する補足説明</li></ul>	せん断破壊 ・ $S_s - D 2$ (++) ケース①

注記\*：強軸方向加振による地震力は、保守的に弱軸方向と同じ地震力を用いて評価を実施

b. 評価結果

防潮堤（鋼管式鉛直壁）の鋼管杭の水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価結果を表3-4-7に示す。

この結果により，水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮した場合でも，防潮堤（鋼管式鉛直壁）の鋼管杭は十分な構造強度を有していることを確認した。

表 3-4-7 鋼管杭の評価結果  
(ねじり応力を考慮した照査値（断面②）)

	解析 ケース	地震動	せん断 応力度 $\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容 応力度 $\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 $\sigma_s / \sigma_{sa}$
水平1方向 及び鉛直方 向地震力の 組合せ	①	S s - D 2 (++)	67	217	0.31
水平2方向 及び鉛直方 向地震力の 組合せ	① (ねじり 考慮)	S s - D 2 (++) *	101	217	0.47

注記\*：保守的に弱軸方向の地震力を適用

(2) 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3-4-18に、解析モデルを図3-4-19に示す。

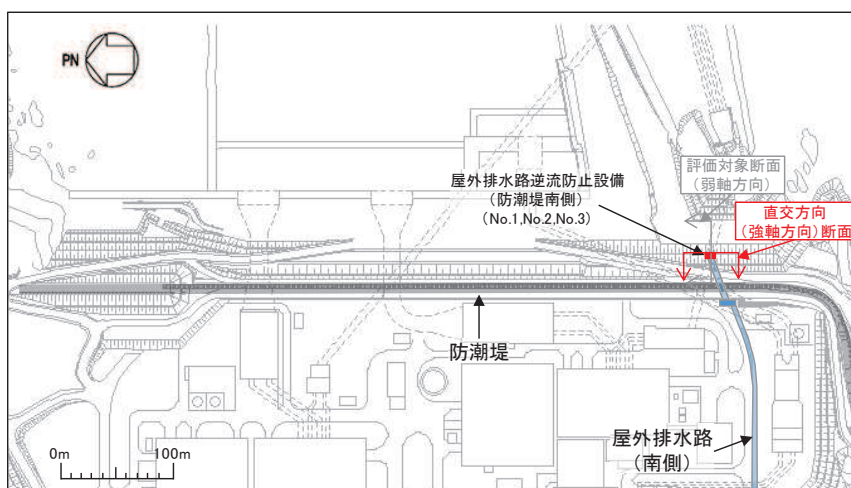


図 3-4-18 直交方向（強軸方向）断面位置



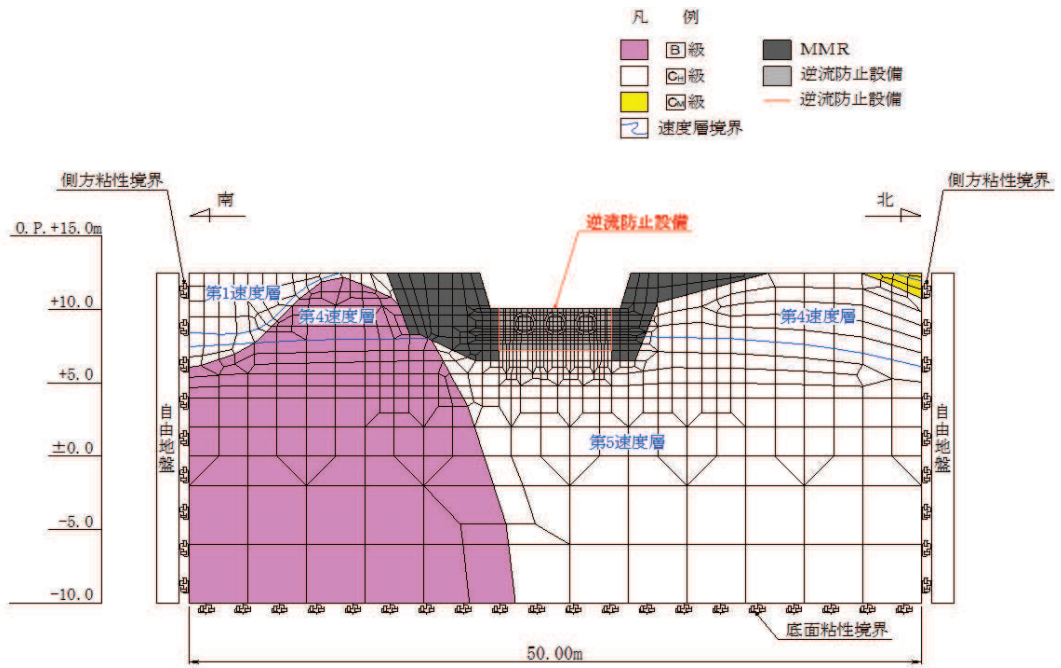


図 3-4-19 解析モデル

## 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3-4-8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 $S_s - F2(-+)$ 、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3-4-8に示す解析ケースを示す。

表 3-4-8 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 <sub>L</sub> 級岩盤, C <sub>M</sub> 級岩盤, C <sub>H</sub> 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 $\sigma$
ケース③	設計基準強度	平均値	平均値+1 $\sigma$

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3-4-10に示す。また、せん断破壊に対する許容限界は、表3-4-9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 3-4-9 出口側集水ピットの許容限界

種別	許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		短期許容応力度* (N/mm <sup>2</sup> )
コンクリート ( $f'_{ck}=30\text{N/mm}^2$ )	許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{ca}$	11	16.5
	許容せん断応力度 $\tau_{al}$	0.5	0.75
鉄筋(SD345)	許容曲げ引張応力度 $\sigma_{sa}$	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3-4-10～表3-4-12に、出口側集水ピットの評価位置を図3-4-20に示す。また、評価時刻における断面力分布図を図3-4-21～図3-4-27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3-4-10 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 $\sigma'_c / \sigma'_{ca}$
							応力度 $\sigma'_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	応力度 $\sigma'_{ca}$ (N/mm <sup>2</sup> )	
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3-4-11 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 $\sigma_s / \sigma_{sa}$
							応力度 $\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	応力度 $\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> )	
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3-4-12 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

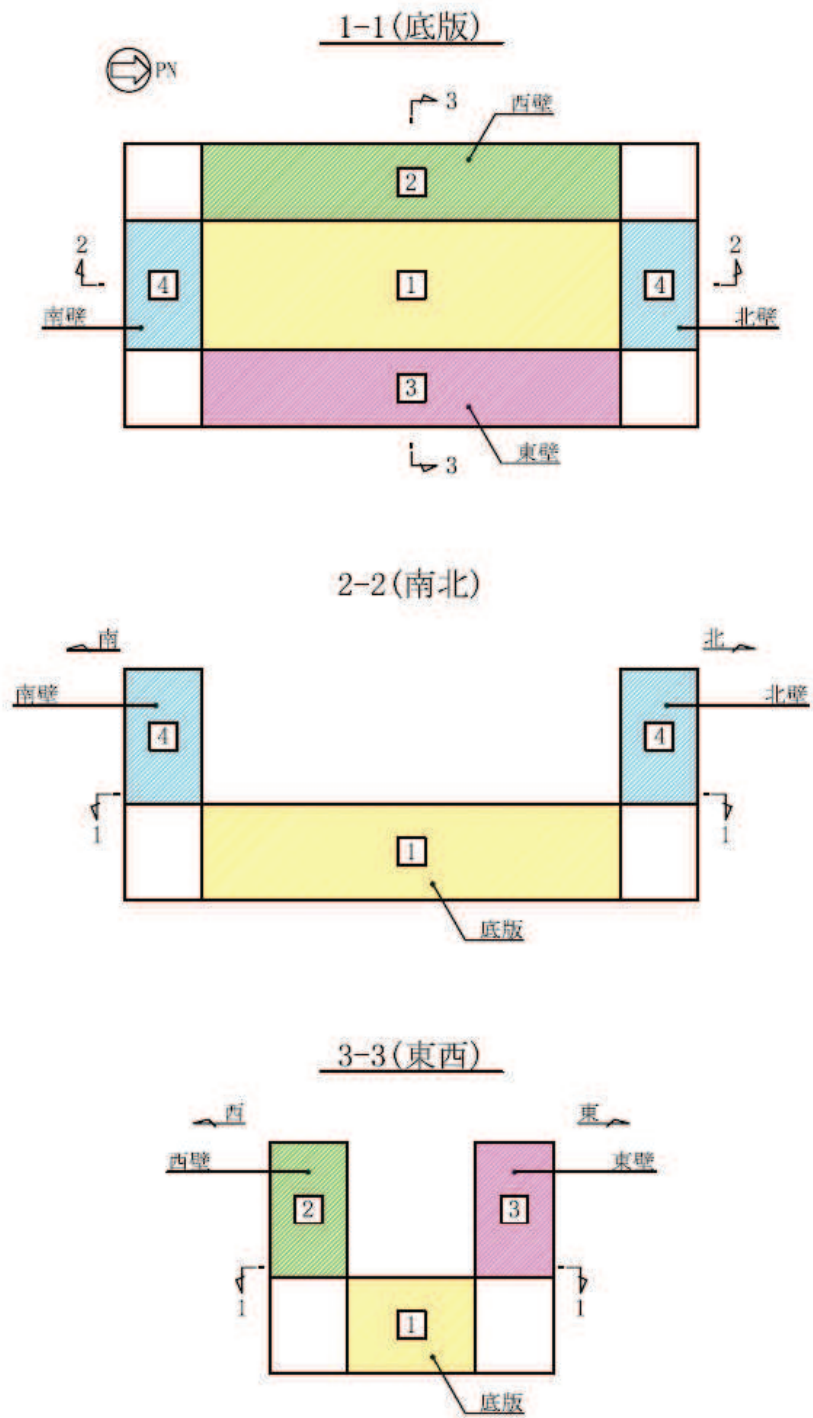


図3-4-20 評価位置図

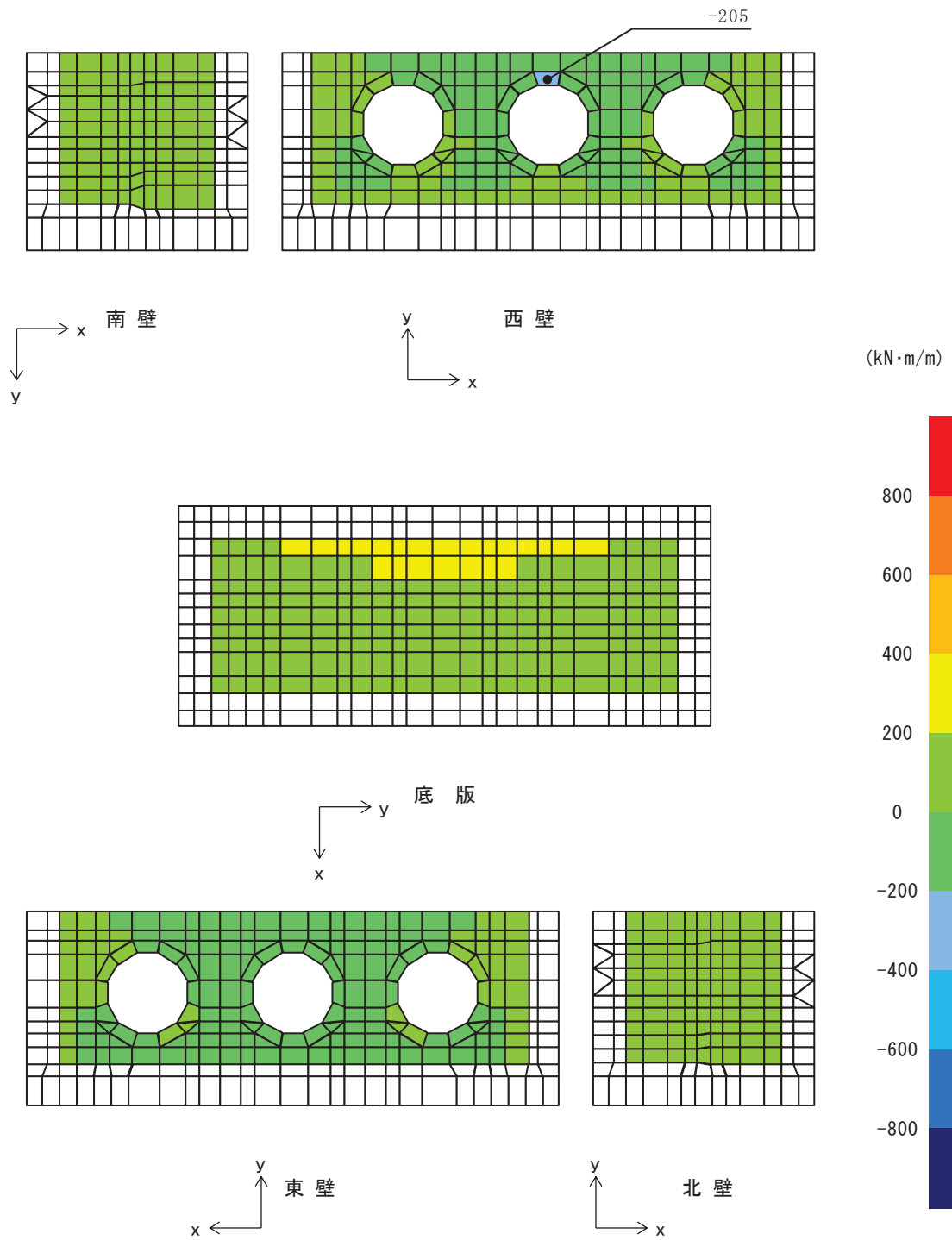


図3-4-21 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる  
 曲げ・軸力系の破壊に対する照査時の断面力分布図  
 (曲げモーメント ( $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$ ) :  $M_x$ )  
 (解析ケース③,  $S_s - F_2 (-+)$ )

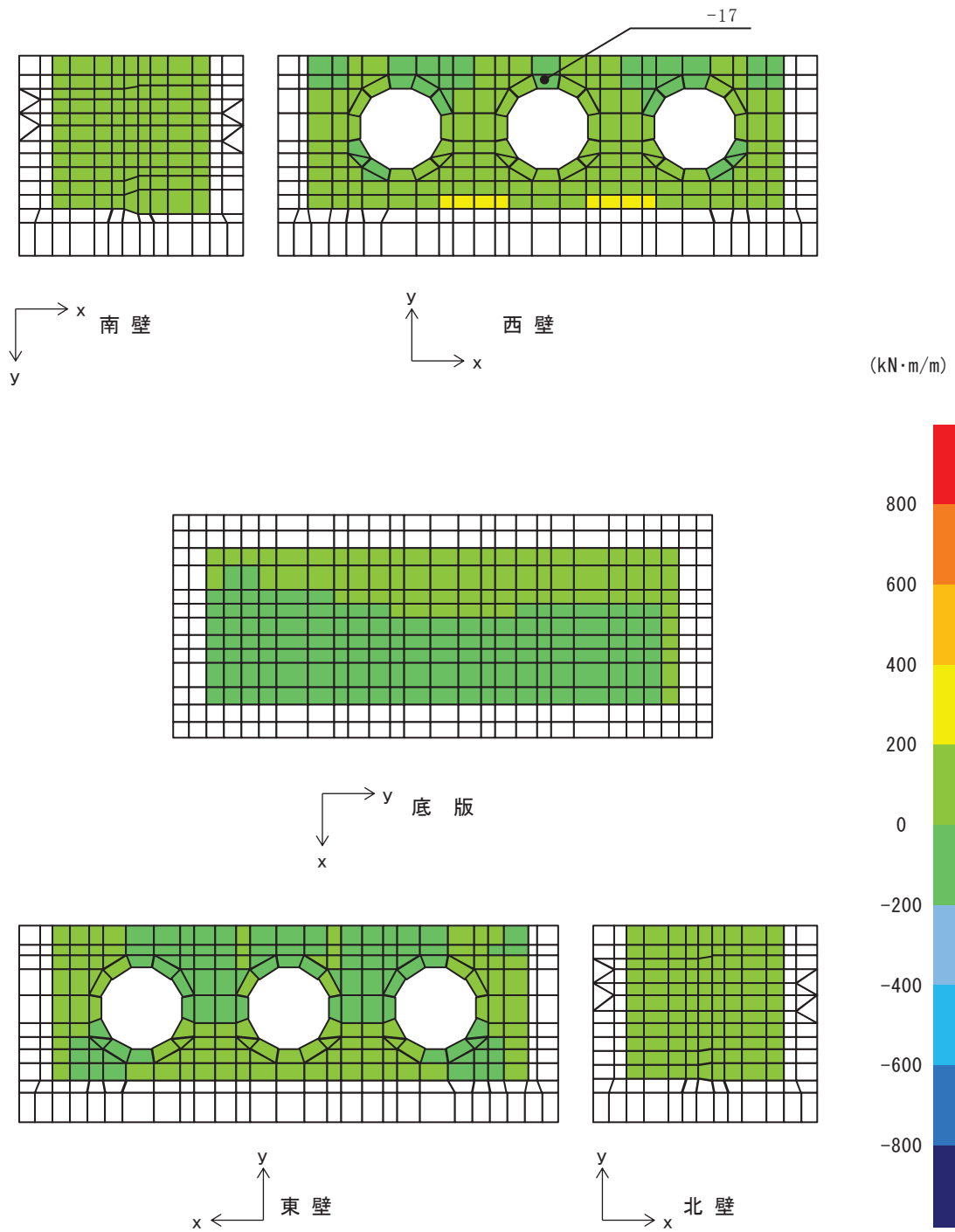


図3-4-22 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる  
 曲げ・軸力系の破壊に対する照査時の断面力分布図  
 (曲げモーメント ( $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$ ) :  $M_y$ )  
 (解析ケース③,  $S_s - F_2 (-+)$ )

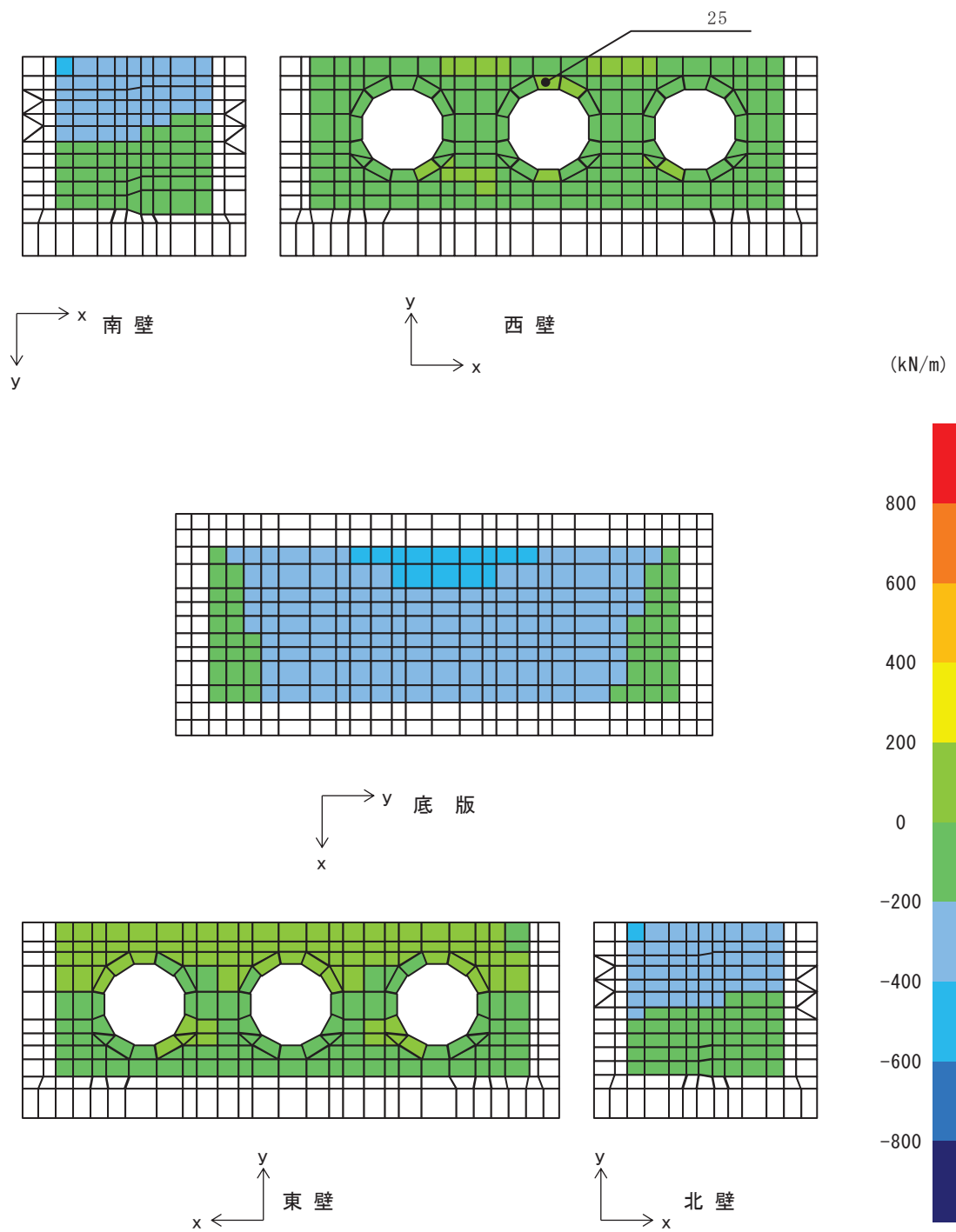


図3-4-23 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる  
 曲げ・軸力系の破壊に対する照査時の断面力分布図  
 (軸力 (kN/m) :  $N_x$ )  
 (解析ケース③,  $S_s - F_2 (-+)$ )



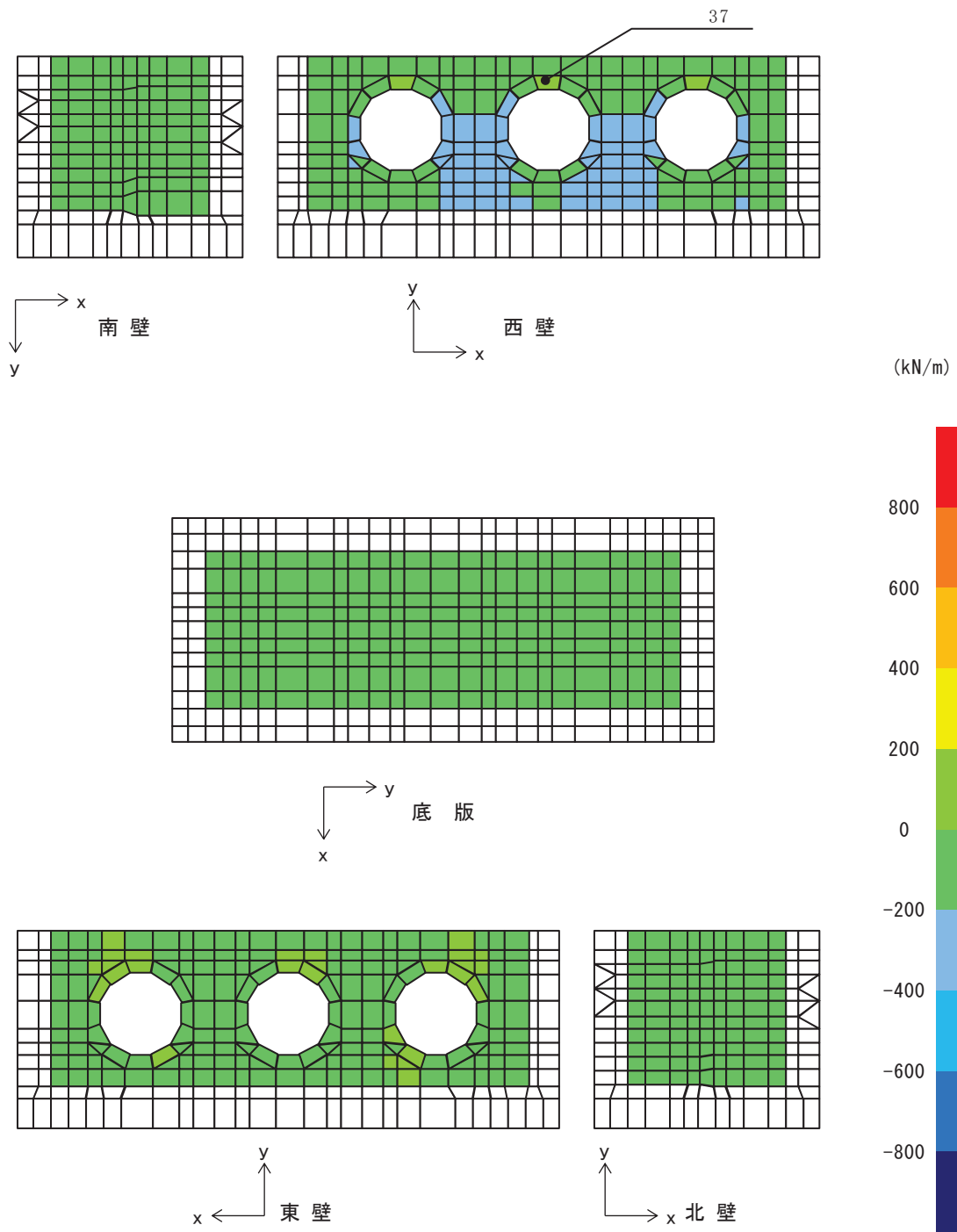


図3-4-24 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる  
 曲げ・軸力系の破壊に対する照査時の断面力分布図  
 (軸力 (kN/m) :  $N_y$ )  
 (解析ケース③,  $S_s - F_2 (-+)$ )

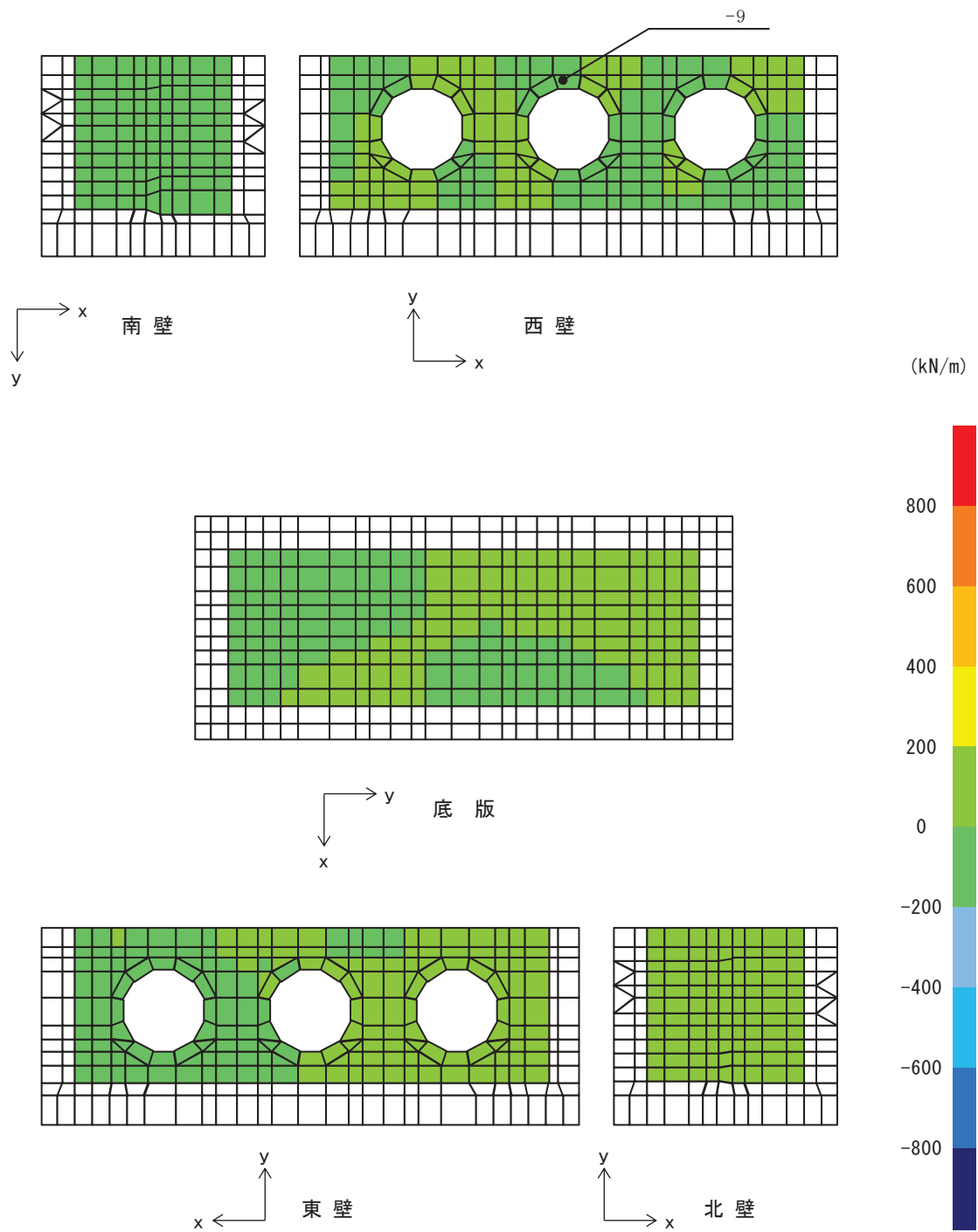


図3-4-25 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる  
 曲げ・軸力系の破壊に対する照査時の断面力分布図  
 (軸力 (kN/m) : N x y)  
 (解析ケース③, S s - F 2 (-+))

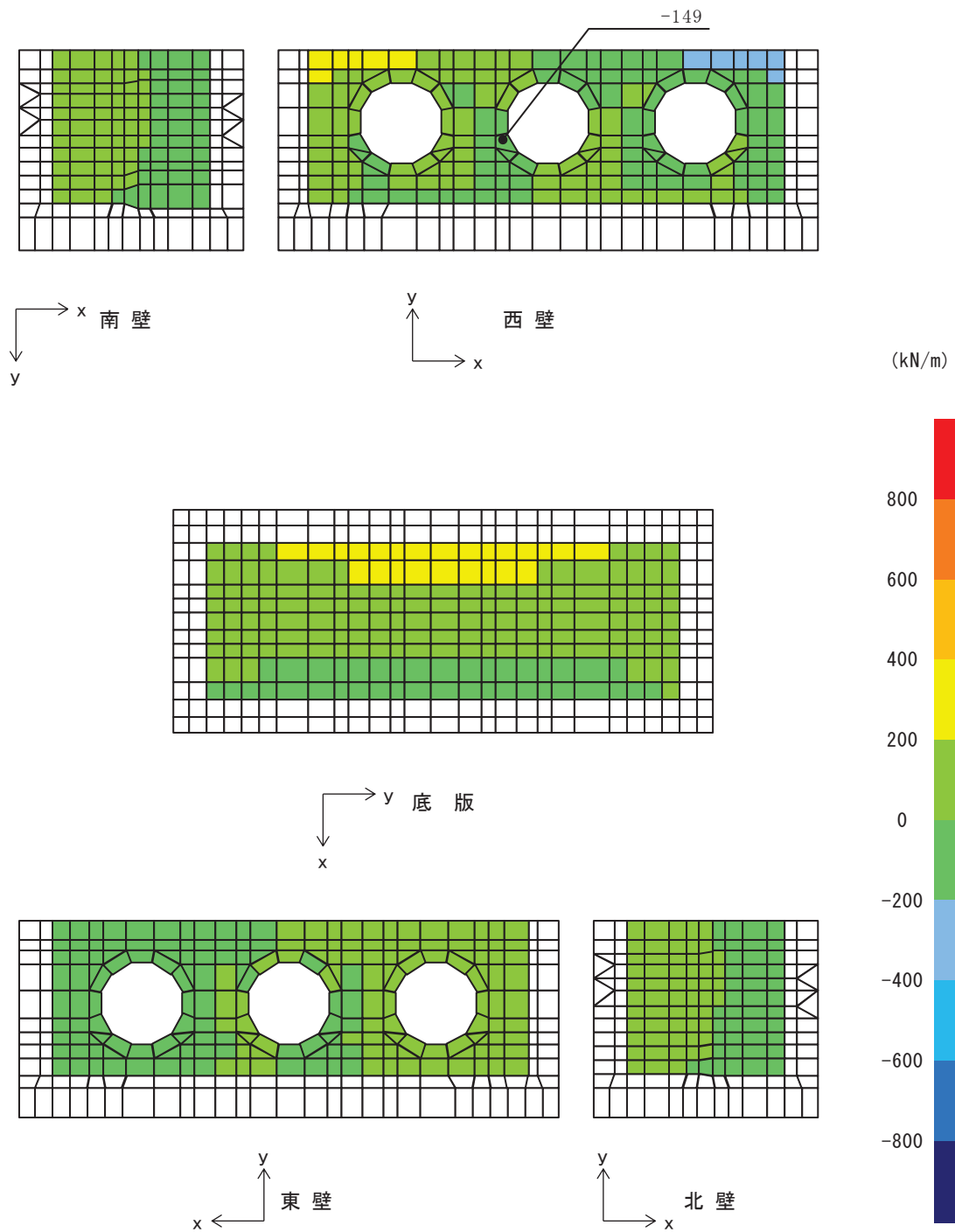


図3-4-26 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによるせん断破壊に対する照査時の断面力分布図  
 (せん断力 (kN/m) :  $Q_x$ )  
 (解析ケース③,  $S_s - F_2 (-+)$ )

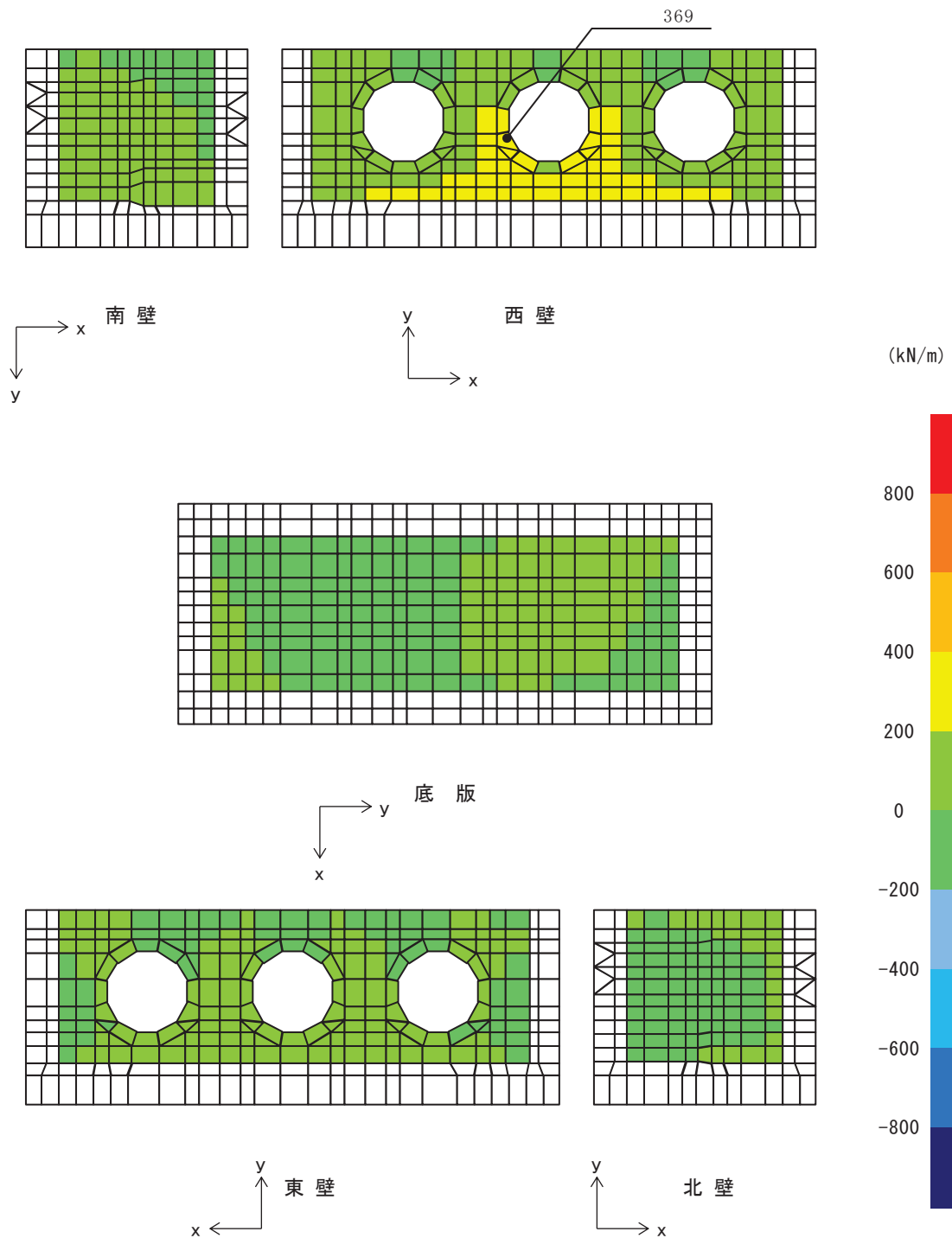


図3-4-27 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによるせん断破壊に対する照査時の断面力分布図  
 (せん断力 (kN/m) :  $Q_y$ )  
 (解析ケース③,  $S_s - F_2 (-+)$ )

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3-4-28に、解析モデルを図3-4-29に示す。

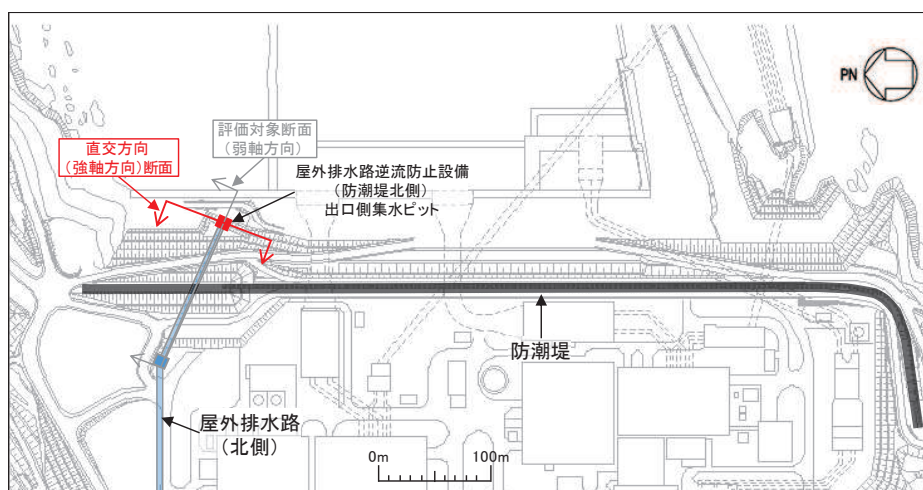


図 3-4-28 直交方向（強軸方向）断面位置

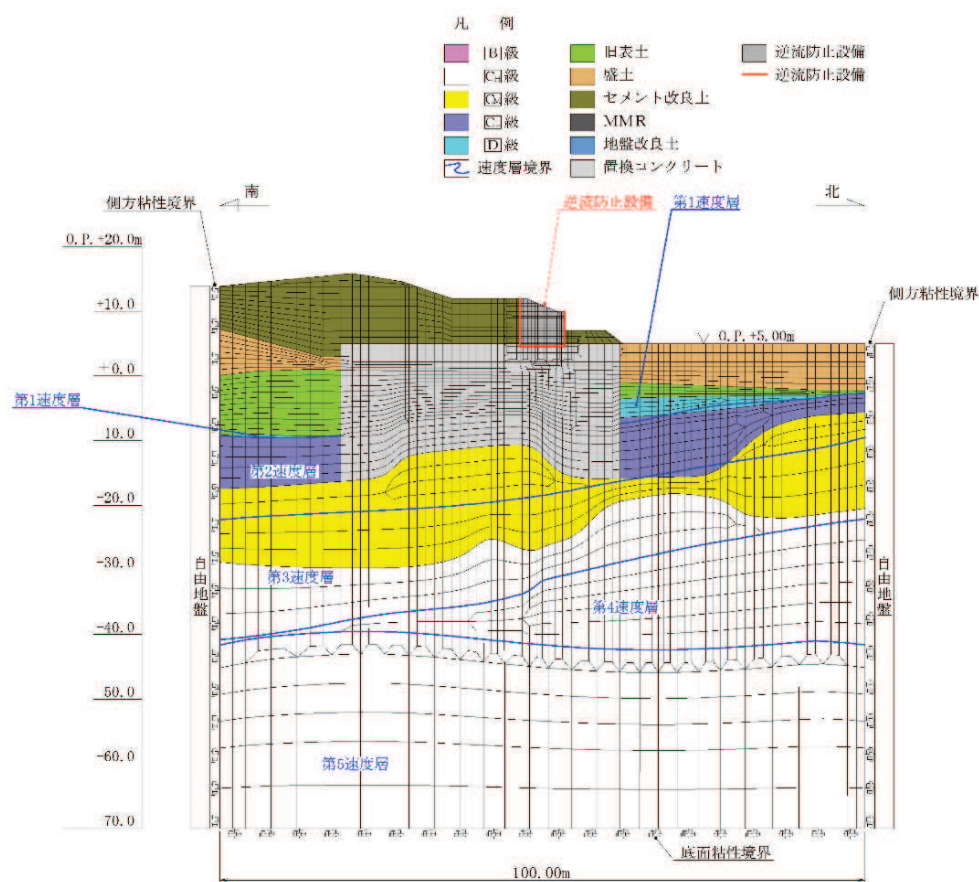


図 3-4-29 解析モデル

## ②模擬地震動

耐震評価における解析ケースを表3-4-13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3-4-13に示す解析ケースを示す。

表 3-4-13 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 <sub>L</sub> 級岩盤, C <sub>M</sub> 級岩盤, C <sub>H</sub> 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 $\sigma$	平均値
ケース③	設計基準強度	平均値-1 $\sigma$	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3-4-14に示す。また、せん断破壊に対する許容限界は、表3-4-14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 3-4-14 出口側集水ピットの許容限界

種別	許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		短期許容応力度* (N/mm <sup>2</sup> )
コンクリート ( $f'_{ck}=30\text{N/mm}^2$ )	許容曲げ圧縮応力度 $\sigma_{ca}$	11	16.5
	許容せん断応力度 $\tau_{al}$	0.5	0.75
鉄筋(SD345)	許容曲げ引張応力度 $\sigma_{sa}$	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3-4-15～表3-4-17に、出口側集水ピットの評価位置を図3-4-30に示す。また、評価時刻における断面力分布図を図3-4-31～図3-4-37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3-4-15 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 $\sigma'_c / \sigma'_{ca}$
							応力度 $\sigma'_c$ (N/mm <sup>2</sup> )	応力度 $\sigma'_{ca}$ (N/mm <sup>2</sup> )	
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	③	S s - D 2 (- +)	1366	-4646	3.8	16.5	0.24
	西壁	3	③	S s - D 2 (- +)	-1206	-363	2.5	16.5	0.16
	北壁	4	③	S s - D 2 (- +)	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3-4-16 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 $\sigma_s / \sigma_{sa}$
							応力度 $\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	応力度 $\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> )	
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	③	S s - D 2 (- +)	624	420	77.2	294	0.27
	西壁	3	③	S s - D 2 (- +)	-1304	740	152.2	294	0.52
	北壁	4	①	S s - N 1 ( + + )	102	803	60.8	294	0.21
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3-4-17 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		0.08
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

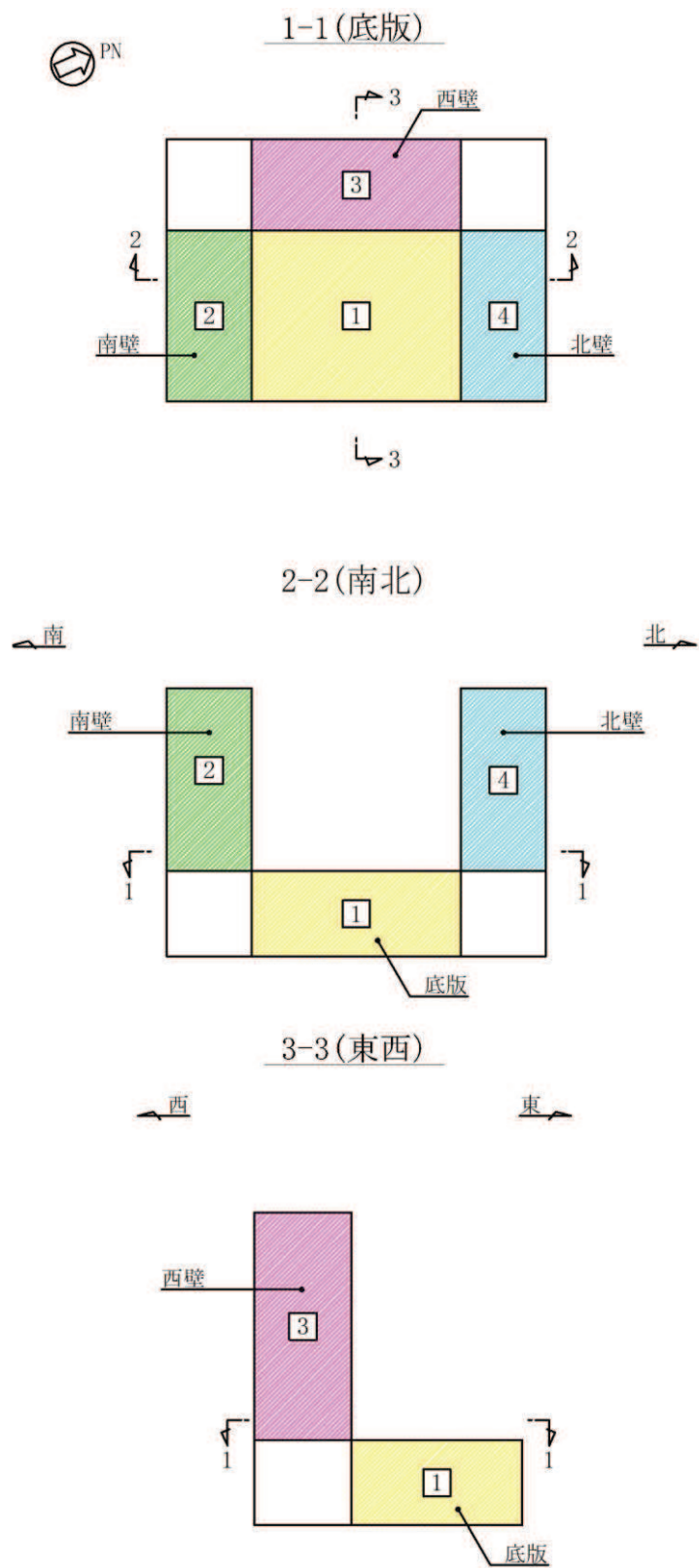


图3-4-30 評価位置図

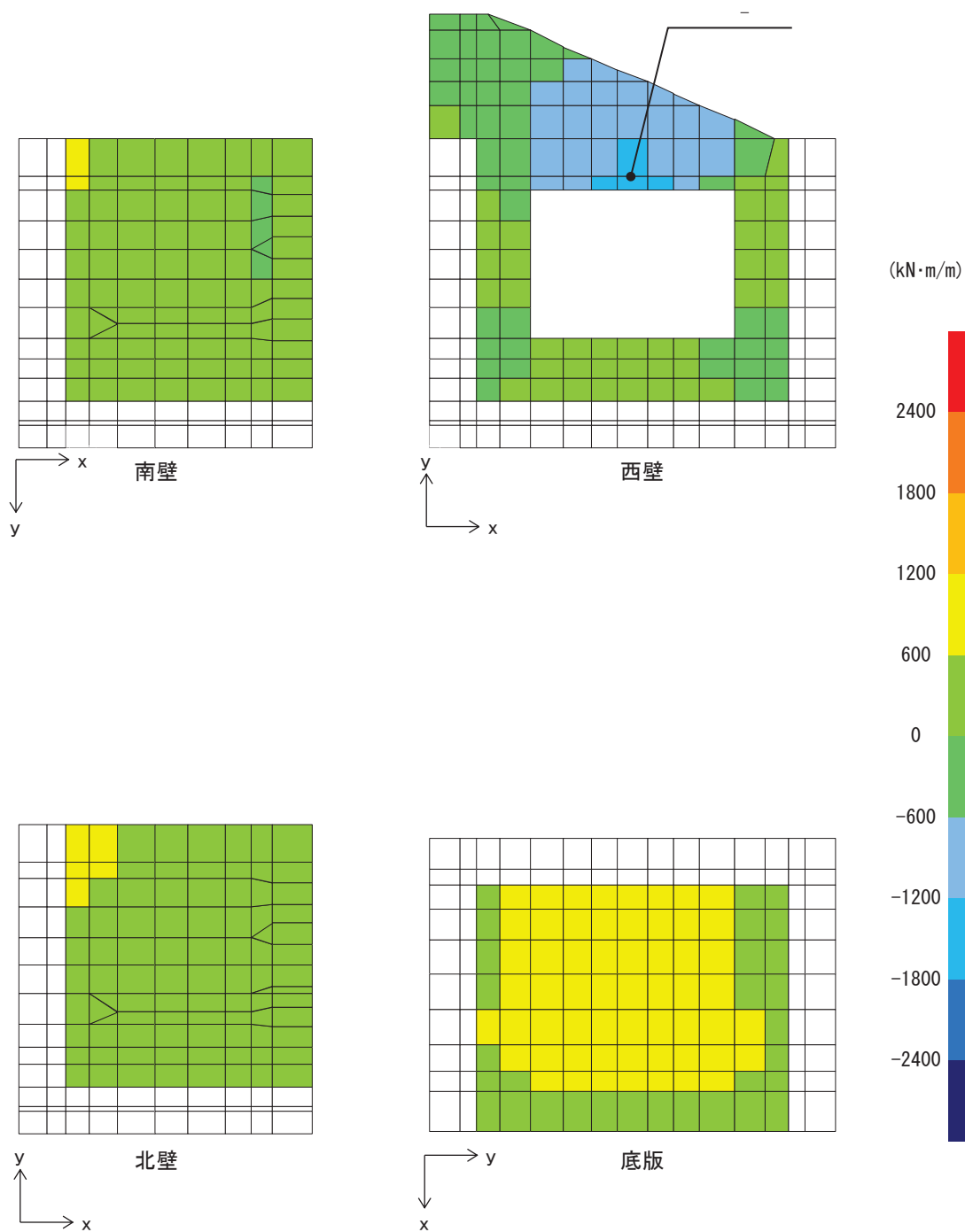


図3-4-31 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる  
 曲げ・軸力系の破壊に対する照査時の断面力分布図  
 (曲げモーメント ( $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$ ) :  $M_x$ )  
 (解析ケース③,  $S_s - D_2$  (-+))

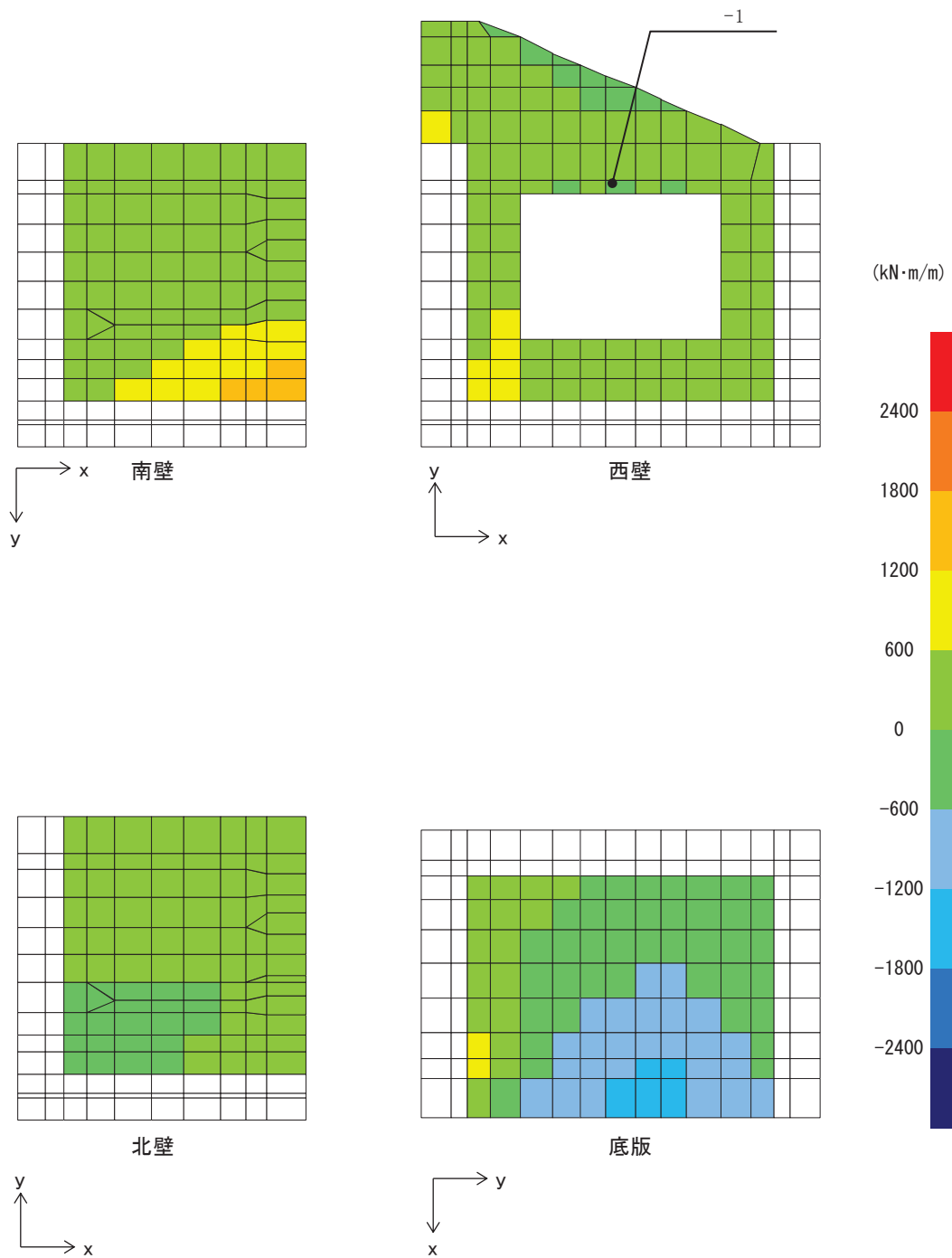


図3-4-32 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる  
 曲げ・軸力系の破壊に対する照査時の断面力分布図  
 (曲げモーメント ( $\text{kN}\cdot\text{m}/\text{m}$ ) :  $M_y$ )  
 (解析ケース③,  $S_s - D_2 (-+)$ )

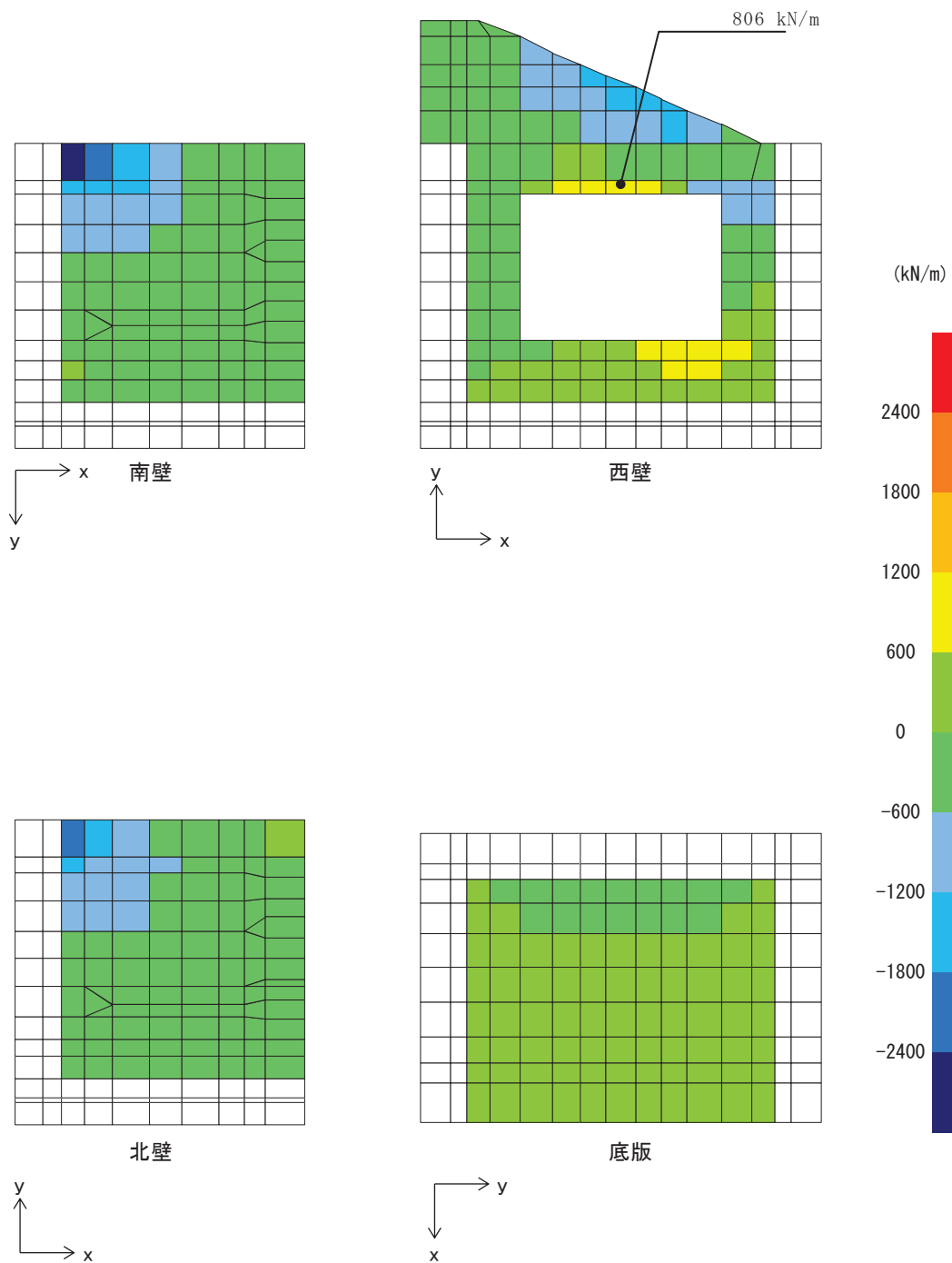


図3-4-33 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる  
 曲げ・軸力系の破壊に対する照査時の断面力分布図  
 (軸力 (kN/m) :  $N_x$ )  
 (解析ケース③,  $S_s - D 2 (-+)$ )

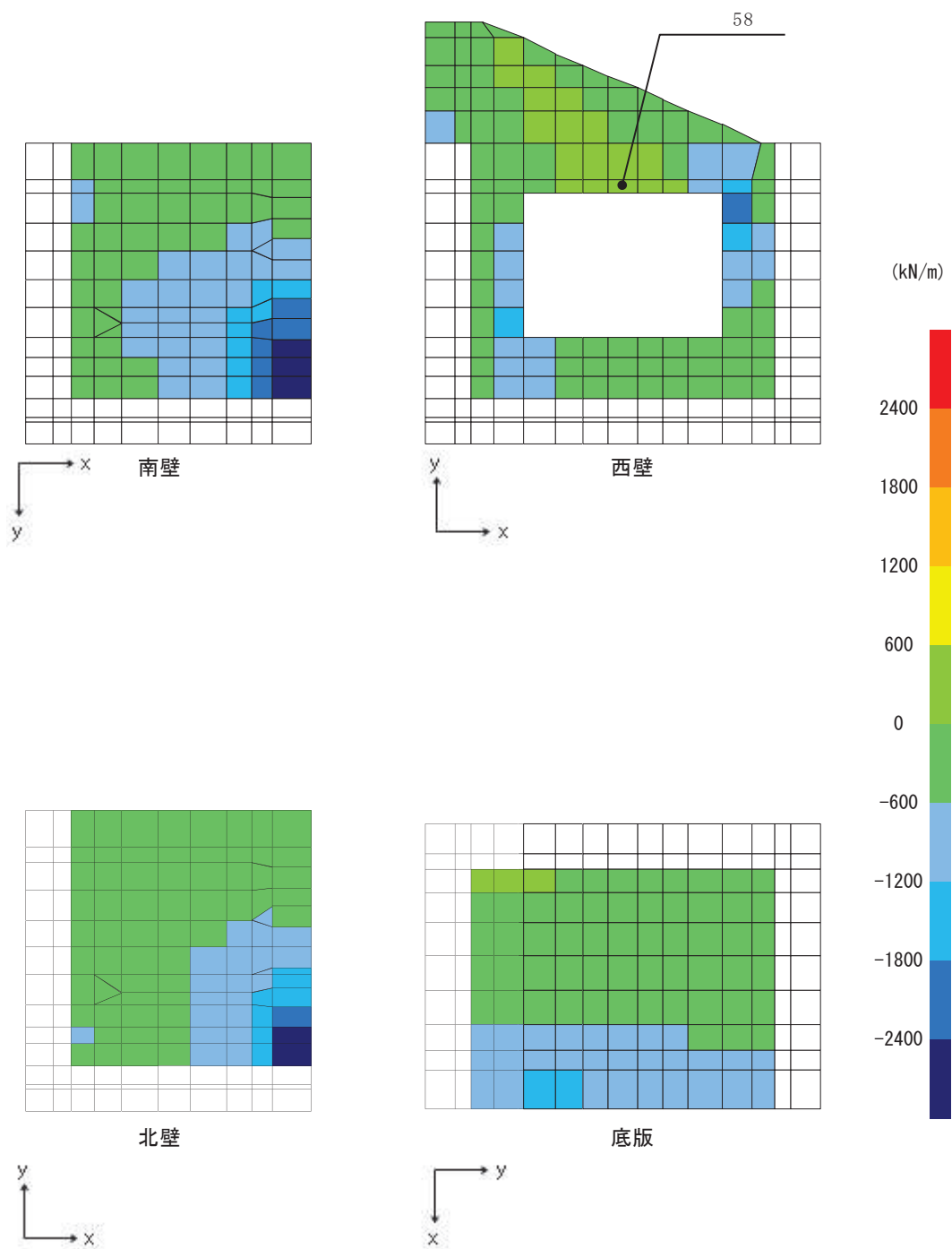


図3-4-34 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる  
 曲げ・軸力系の破壊に対する照査時の断面力分布図  
 (軸力 (kN/m) :  $N_y$ )  
 (解析ケース③,  $S_s - D2$  (-+))

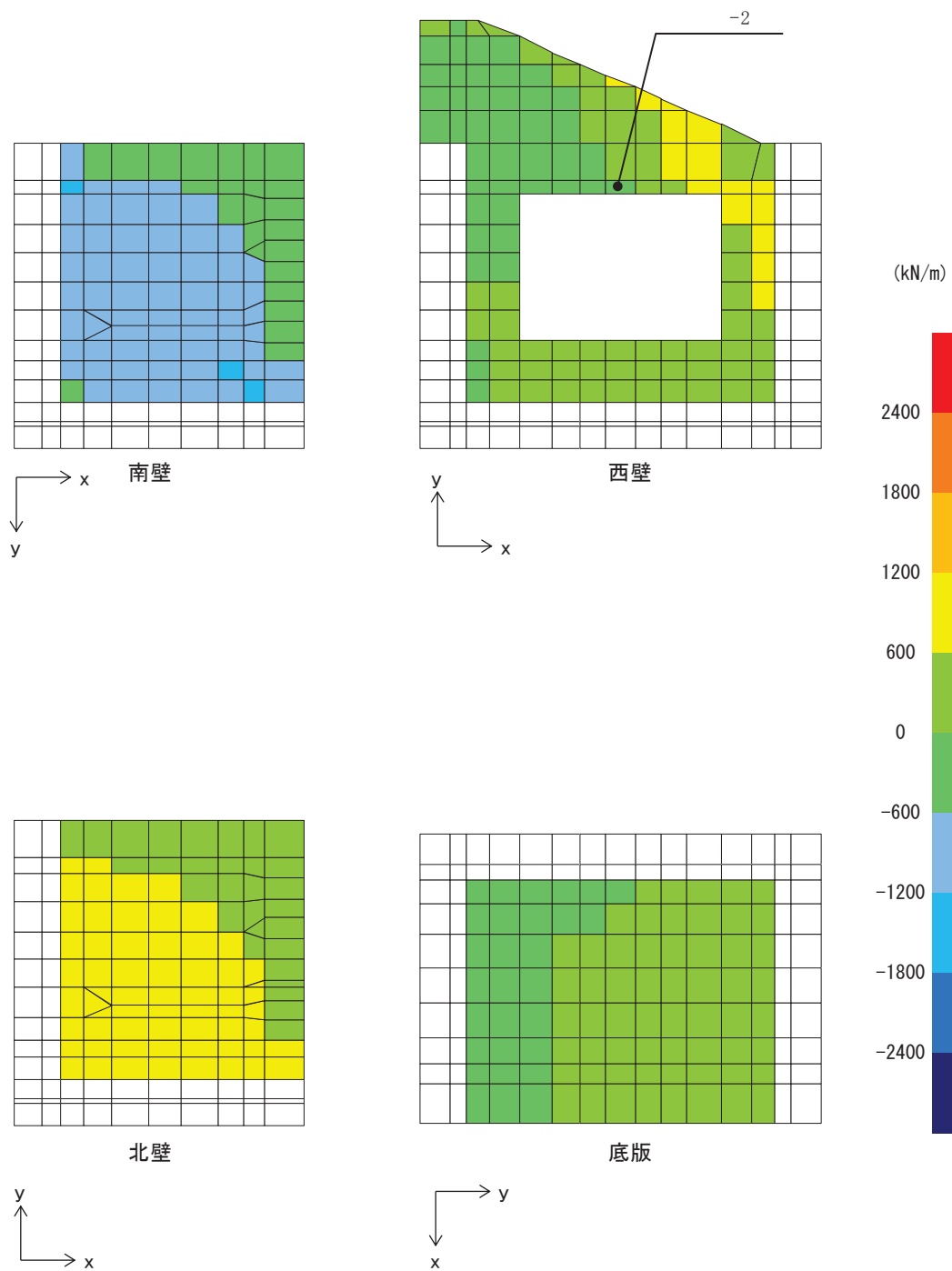


図3-4-35 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる  
 曲げ・軸力系の破壊に対する照査時の断面力分布図  
 (軸力 (kN/m) : N x y)  
 (解析ケース③, S s - D 2 (-+))

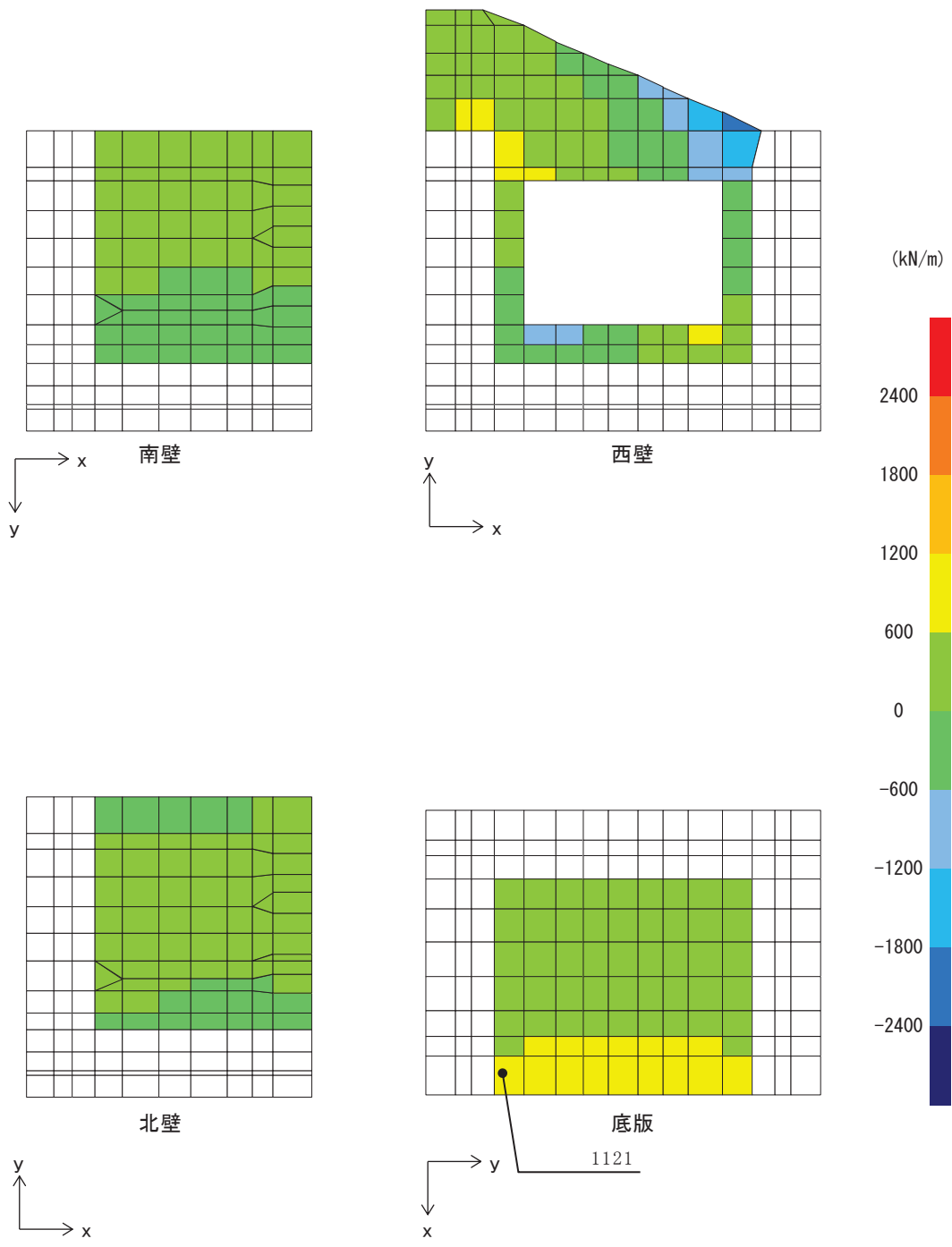


図3-4-36 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによるせん断破壊に対する照査時の断面力分布図  
 (せん断力 (kN/m) :  $Q_x$ )  
 (解析ケース③,  $S_s - D2 (-+)$ )



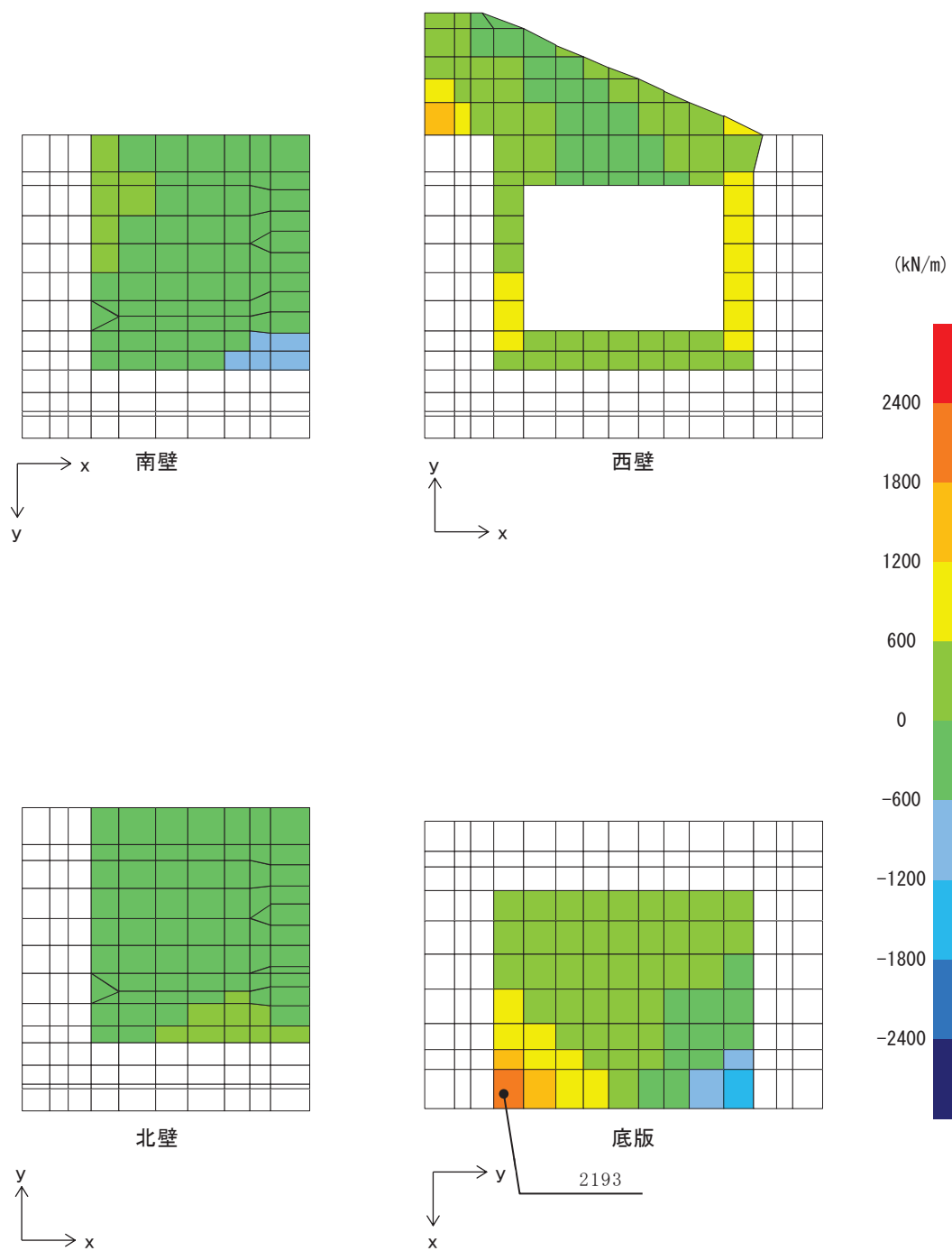


図3-4-37 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによるせん断破壊に対する照査時の断面力分布図  
 (せん断力 (kN/m) :  $Q_y$ )  
 (解析ケース③,  $S_s - D_2 (-+)$ )

## (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3-4-38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。

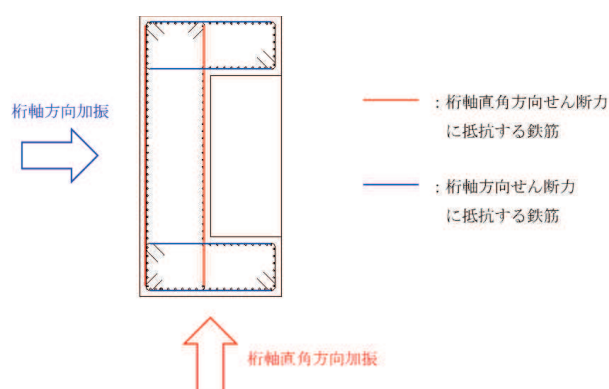


図3-4-38 RC支柱の配筋概要

### (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3-4-18に評価対象の選定結果を示す。また、図3-4-39に、構造物の平面位置を示す。表3-4-18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3-4-18 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	0.795 (S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> (++))	0.42 (S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> (++))	○	曲げ軸力照査値最大
	桁軸直交	0.131 (S <sub>s</sub> -D <sub>1</sub> (+-))	0.14 (S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> (--))		
鋼桁 (鋼桁2)	桁軸	0.727 (S <sub>s</sub> -N <sub>1</sub> (++))	0.43 (S <sub>s</sub> -N <sub>1</sub> (-+))		
	桁軸直交	0.118 (S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> (+-))	0.15 (S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> (+-))		
鋼桁 (鋼桁3)	桁軸	0.667 (S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> (--))	0.38 (S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> (+-))		
	桁軸直交	0.233 (S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> (++))	0.34 (S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> (++))		
鋼桁 (鋼桁4)	桁軸	0.429 (S <sub>s</sub> -D <sub>1</sub> (+-))	0.17 (S <sub>s</sub> -D <sub>1</sub> (--))		
	桁軸直交	0.183 (S <sub>s</sub> -N <sub>1</sub> (++))	0.18 (S <sub>s</sub> -D <sub>1</sub> (--))		
鋼桁 (鋼桁5)	桁軸	0.763 (S <sub>s</sub> -N <sub>1</sub> (-+))	0.22 (S <sub>s</sub> -N <sub>1</sub> (++))		
	桁軸直交	0.187 (S <sub>s</sub> -F <sub>3</sub> (-+))	0.15 (S <sub>s</sub> -F <sub>3</sub> (-+))		
鋼桁 (鋼桁6)	桁軸	0.775 (S <sub>s</sub> -N <sub>1</sub> (++))	0.31 (S <sub>s</sub> -N <sub>1</sub> (++))		
	桁軸直交	0.188 (S <sub>s</sub> -F <sub>3</sub> (++))	0.15 (S <sub>s</sub> -F <sub>3</sub> (++))		

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。

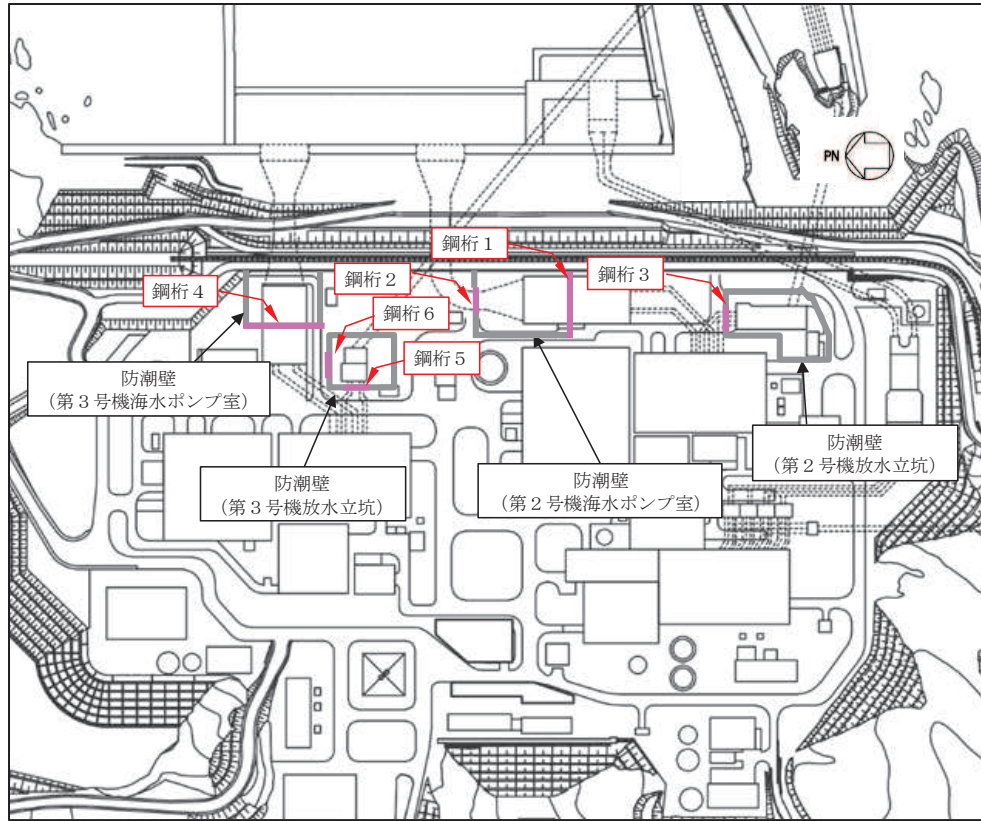


図3-4-39 鋼製遮水壁(鋼桁)の平面位置図

(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3-4-40に示す。

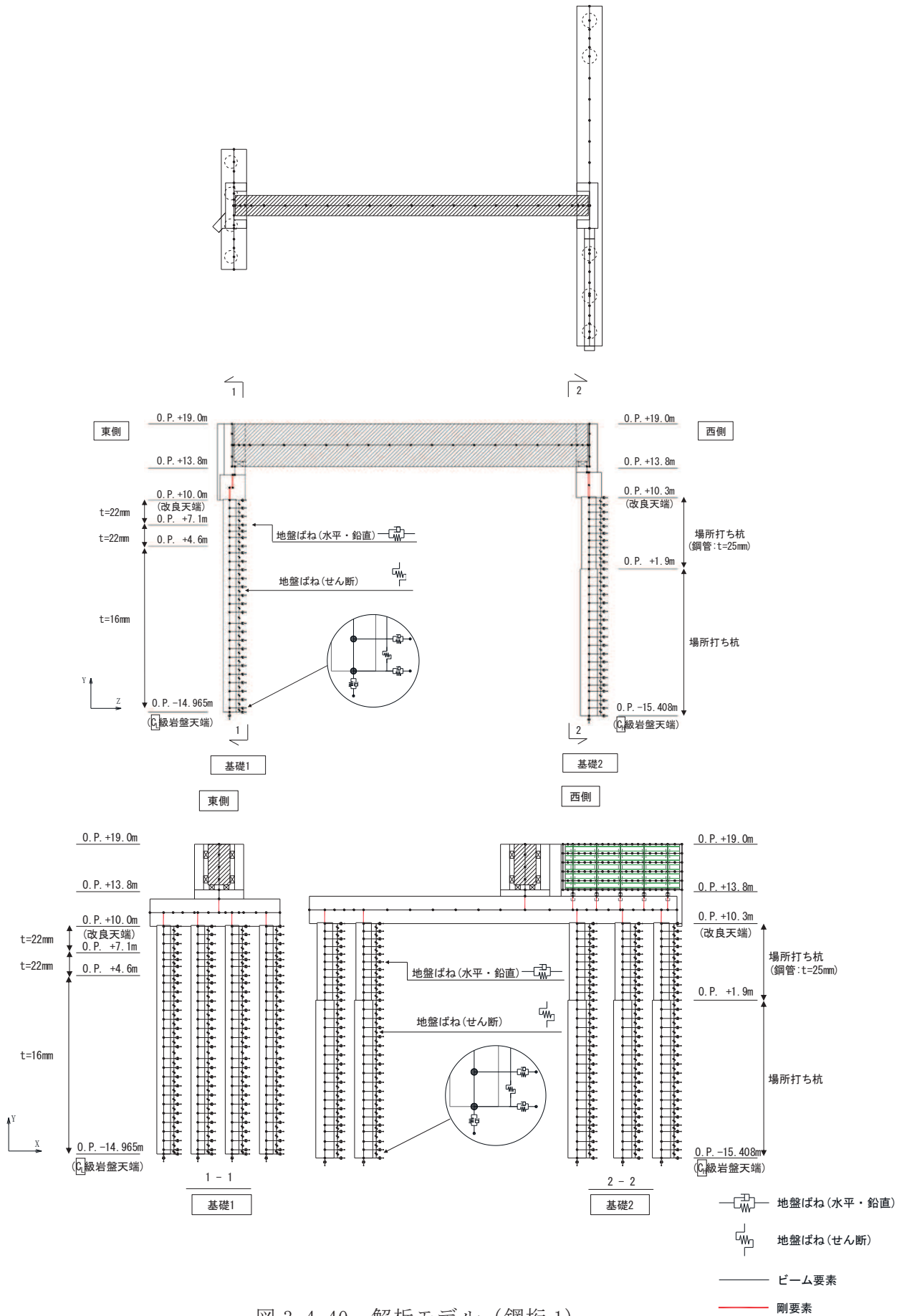


図 3-4-40 解析モデル (鋼桁 1)

## 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等を用いる。

## ③検討ケース

耐震評価における解析ケースを表3-4-19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1「加振方向（主）：桁軸， $S_s - D_2$ （++），解析ケース③\*」

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3-4-19に示す解析ケースを示す。

表 3-4-19 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 <sub>1</sub> 級岩盤，C <sub>M</sub> 級岩盤，C <sub>H</sub> 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 $\sigma$	平均値
ケース③	設計基準強度	平均値-1 $\sigma$	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3-4-20に示す。

表 3-4-20 RC支柱（鋼桁1，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 $\sigma_{sa}$	290	
鉄筋(SD490)		290	435

(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3-4-21に示す。また、評価時刻における断面力分布を図3-4-41～図3-4-43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 3-4-21 RC支柱の曲げ・軸力系の破壊に対する照査値（鉄筋）（鋼桁1基礎2）  
（加振方向（主）：桁軸，S<sub>s</sub>-D2（++），解析ケース③）

検討ケース	解析ケース	地震動	発生断面力		曲げ圧縮 応力度 (N/mm <sup>2</sup> ) (a)	許容限界 (N/mm <sup>2</sup> ) (b)	照査値 (a/b)
			曲げモー メント (kN・m)	軸力 (kN)			
水平1方向 及び鉛直方 向地震力の 組合せ*1	③	S <sub>s</sub> -D2 (++)	-24911	-1553	346	435	0.80
水平2方向 及び鉛直方 向地震力の 組合せ*2	③	主方向： S <sub>s</sub> -D2 (++) 従方向： S <sub>s</sub> -D2	My： 24911 Mz：3310	-2127	370	435	0.86

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。

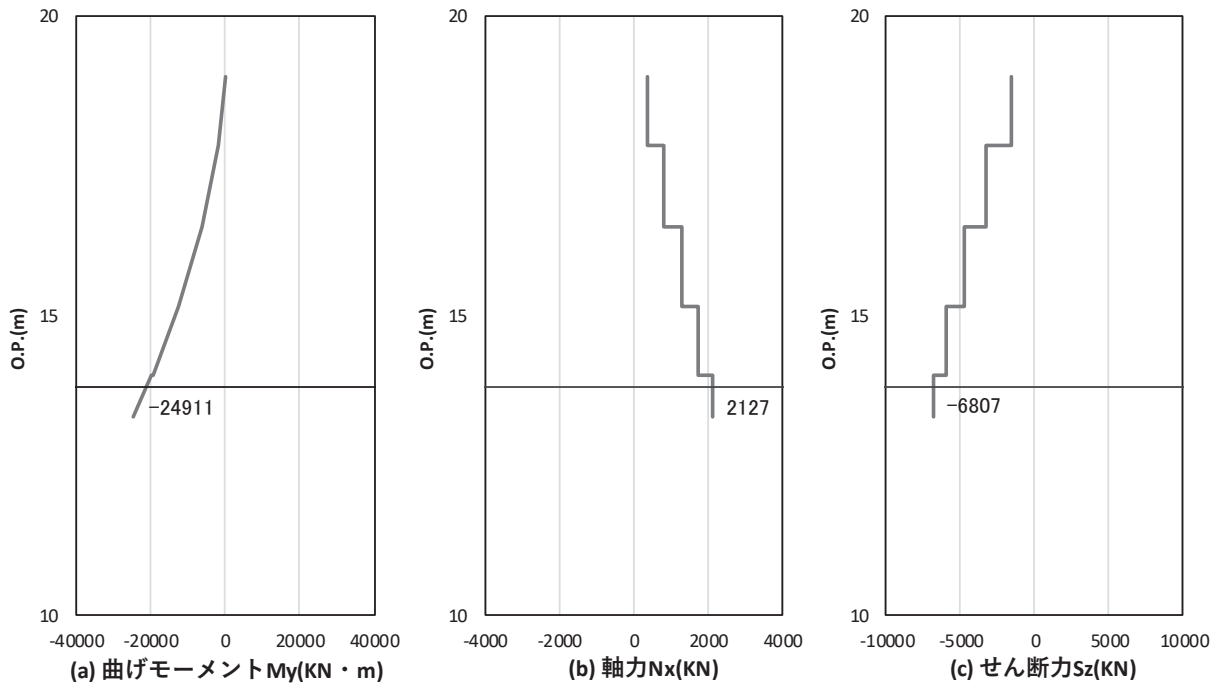


図 3-4-41 水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおける RC 支柱の曲げ・軸力系の破壊に対する照査時刻での断面力 (鋼桁 1 : 基礎 2, 主方向 (桁軸方向),  $t = 6.89s$ )

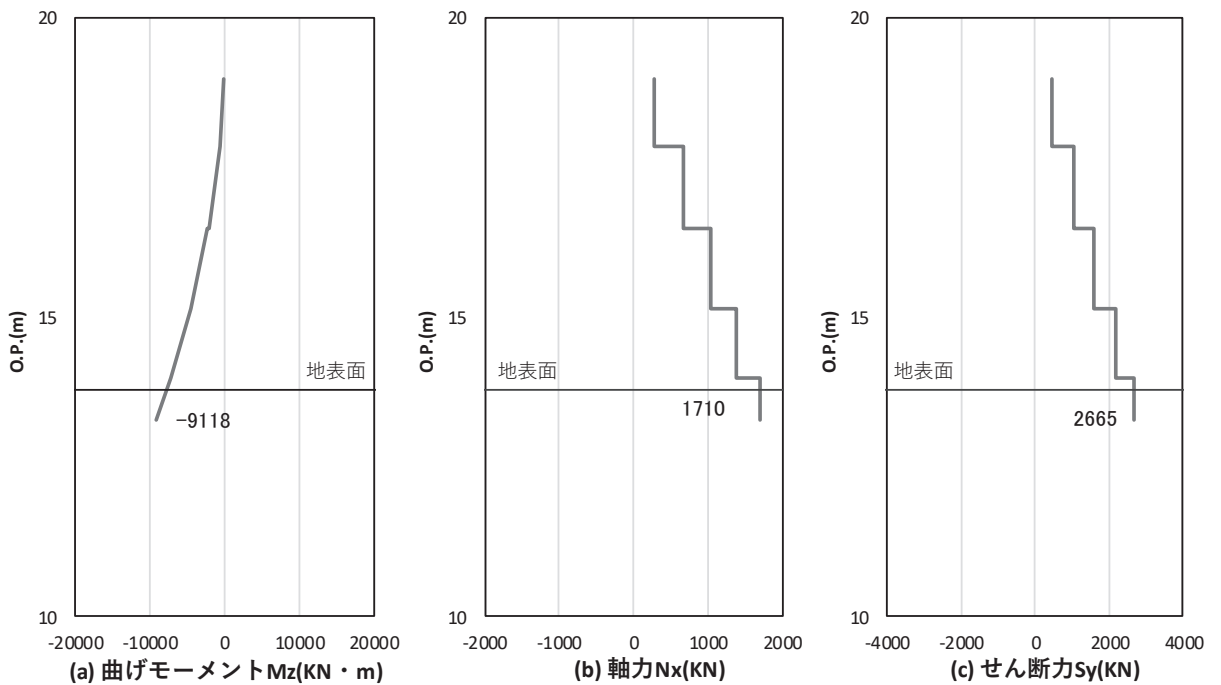


図 3-4-42 水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおける RC 支柱の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における照査時刻での断面力 (鋼桁 1 : 基礎 2, 従方向 (桁軸直交方向),  $t = 9.13s$ )



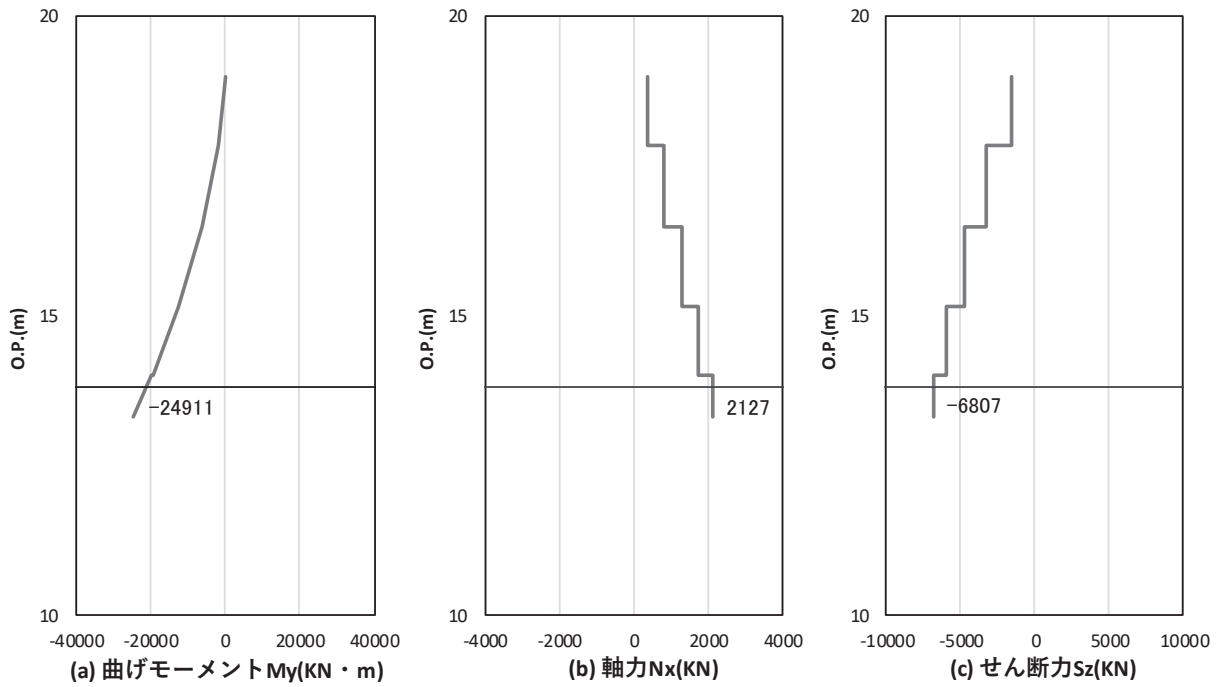


図 3-4-43(1) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおける RC 支柱の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における照査時刻での断面力 (鋼桁 1 : 基礎 2, 主方向 (桁軸方向),  $t = 6.89s$ )

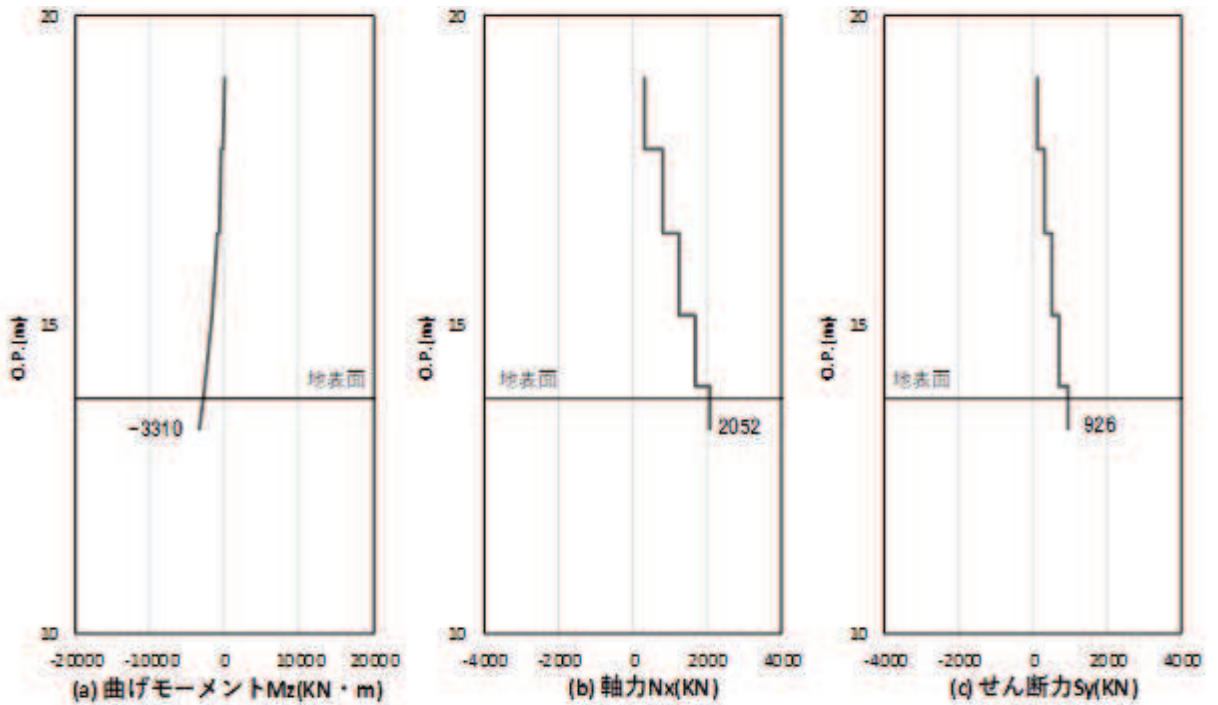


図 3-4-43 (2) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおける RC 支柱の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における照査時刻での断面力 (鋼桁 1 : 基礎 2, 従方向 (桁軸直交方向),  $t = 6.89s$ )

### (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3-4-22に評価対象の選定結果を、各構造物の平面位置を図3-4-44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板断面③、鋼桁1、鋼桁4を影響評価の代表構造物として選定する。

表3-4-22 基礎杭の代表構造物選定結果(1/2)

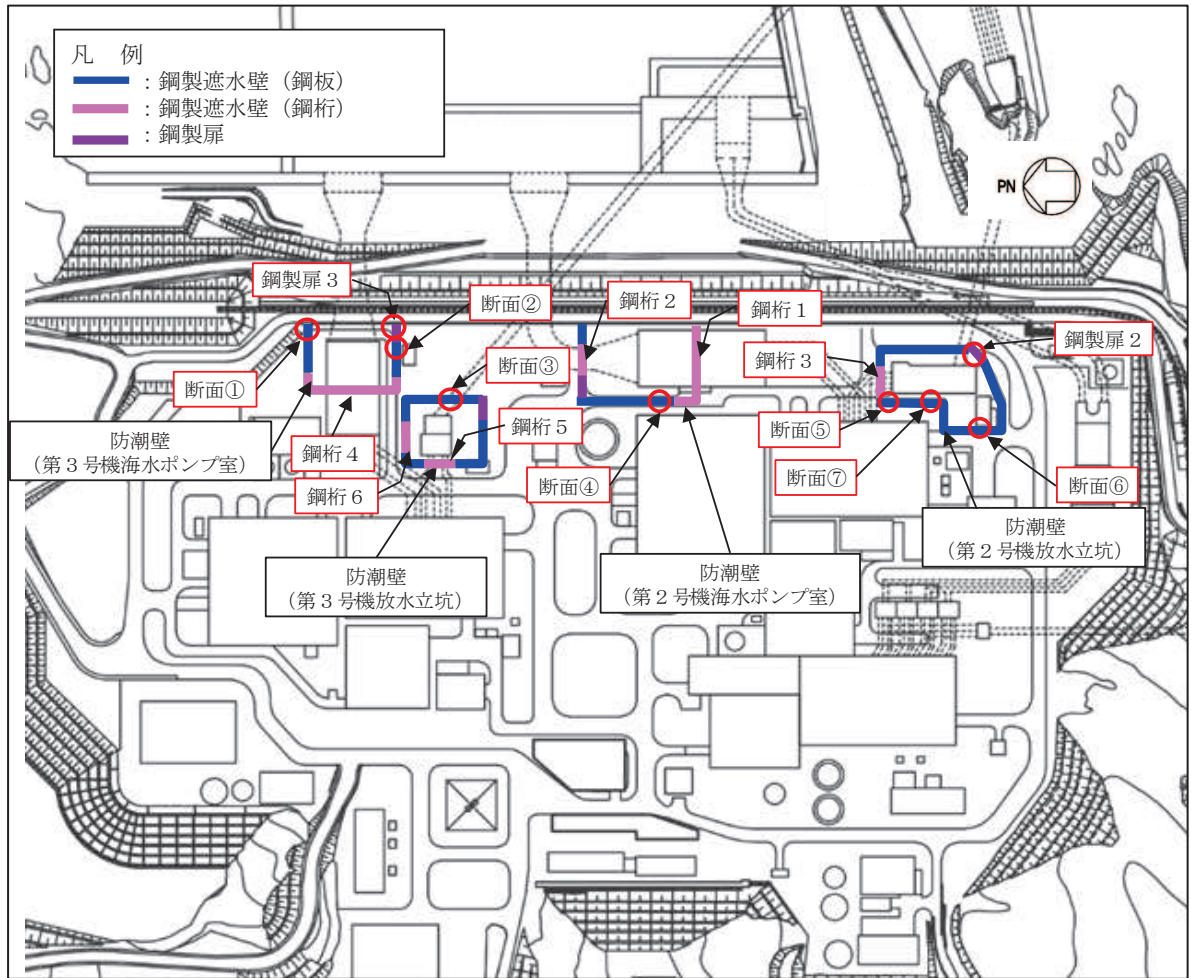
構造形式	構造物名	最大照査値		選定結果	選定理由
		曲げ軸力照査	せん断力照査		
基礎杭	鋼板（断面①）	0.713 (S <sub>s</sub> -N <sub>1</sub> (-+))	0.434 (S <sub>s</sub> -N <sub>1</sub> (-+))		
	鋼板（断面②）	0.619 (S <sub>s</sub> -N <sub>1</sub> (++))	0.385 (S <sub>s</sub> -N <sub>1</sub> (++))		
	鋼板（断面③）	0.953 (S <sub>s</sub> -N <sub>1</sub> (++))	0.650 (S <sub>s</sub> -N <sub>1</sub> (++))	○	曲げ軸力照査値最大 (S <sub>s</sub> -N <sub>1</sub> を除く 照査値においても最大 (S <sub>s</sub> -F <sub>2</sub> )*)
	鋼板（断面④）	0.278 (S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> (+-))	0.286 (S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> (+-))		
	鋼板（断面⑤）	0.550 (S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> (-+))	0.413 (S <sub>s</sub> -D <sub>3</sub> (-+))		
	鋼板（断面⑥）	0.425 (S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> (++))	0.626 (S <sub>s</sub> -D <sub>1</sub> (-+))		
	鋼板（断面⑦）	0.634 (S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> (++))	0.522 (S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> (+-))		
	鋼板（断面⑧）	0.388 (S <sub>s</sub> -N <sub>1</sub> (-+))	0.101 (S <sub>s</sub> -N <sub>1</sub> (++))		

注記\* : S<sub>s</sub>-N<sub>1</sub>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<sub>s</sub>と直交する地震波が基準地震動S<sub>s</sub>に比べ小さいことから、S<sub>s</sub>-N<sub>1</sub>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

表3-4-22 基礎杭の代表構造物選定結果(2/2)

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	鋼桁（鋼桁1）	0.739 (S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> (++))	0.637 (S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> (++))		
	鋼桁（鋼桁2）	0.854 (S <sub>s</sub> -N <sub>1</sub> (-+))	0.412 (S <sub>s</sub> -N <sub>1</sub> (++))		
	鋼桁（鋼桁3）	0.802 (S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> (+-))	0.638 (S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> (+-))	○	せん断力照査値（S <sub>s</sub> -N <sub>1</sub> を除く）最大*
	鋼桁（鋼桁4）	0.884 (S <sub>s</sub> -N <sub>1</sub> (++))	0.696 (S <sub>s</sub> -N <sub>1</sub> (++))	○	せん断力照査値最大
	鋼桁（鋼桁5）	0.908 (S <sub>s</sub> -N <sub>1</sub> (-+))	0.414 (S <sub>s</sub> -N <sub>1</sub> (++))		
	鋼桁（鋼桁6）	0.900 (S <sub>s</sub> -N <sub>1</sub> (-+))	0.365 (S <sub>s</sub> -N <sub>1</sub> (-+))		
	鋼製扉（扉2）	0.278 (S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> (++))	0.265 (S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> (-+))		
	鋼製扉（扉3）	0.898 (S <sub>s</sub> -N <sub>1</sub> (-+))	0.549 (S <sub>s</sub> -N <sub>1</sub> (++))		

注記\*：S<sub>s</sub>-N<sub>1</sub>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<sub>s</sub>と直交する地震波が基準地震動S<sub>s</sub>に比べ小さいことから，S<sub>s</sub>-N<sub>1</sub>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



(  : 評価対象断面を示す)

図3-4-44 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。

$$M_y > M$$
$$M_y = \left( \sigma_y - \frac{|N|}{A} \right) \cdot Z$$
$$M = \sqrt{M_{1\text{方向目}}^2 - M_{2\text{方向目}}^2}$$

ここで、

$M_y$  : 鋼管杭の降伏曲げモーメント (kN・m)

$M$  : 鋼管杭の発生曲げモーメント (kN・m)

$\sigma_y$  : 鋼管杭の降伏強度 (N/mm<sup>2</sup>)

$N$  : 鋼管杭に発生する軸力 (kN)

$A$  : 鋼管杭の断面積 (m<sup>2</sup>)

$Z$  : 鋼管杭の断面係数 (m<sup>3</sup>)

$M_{1\text{方向目}}$  : 1方向目の地震応答解析における鋼管杭の発生曲げモーメント (kN・m) \*

$M_{2\text{方向目}}$  : 2方向目の地震応答解析における鋼管杭の発生曲げモーメント (kN・m) \*

注記\* : 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発生曲げモーメント

② せん断力照査

せん断照査値の算定式を以下に示す。

$$\tau > \tau_1$$
$$\tau_1 = \kappa \frac{S}{A}$$
$$S = \sqrt{S_{1\text{方向目}}^2 - S_{2\text{方向目}}^2}$$

ここで、

$\tau$  : 鋼管杭の許容せん断強度 (N/mm<sup>2</sup>)

$\tau_1$  : 鋼管杭のせん断力より算定されるせん断応力 (N/mm<sup>2</sup>)

$S$  : 鋼管杭に発生するせん断力 (N)

$A$  : 鋼管杭の断面積 (mm<sup>2</sup>)

$\kappa$  : せん断応力の分布係数 (2.0)

$S_{1}$  方向目：1方向目の地震応答解析における鋼管杭の発生せん断力 (N) \*

$S_{2}$  方向目：2方向目の地震応答解析における鋼管杭の発生せん断力 (N) \*

注記\*：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発生せん断力

(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3-4-45～図3-4-47に示す。

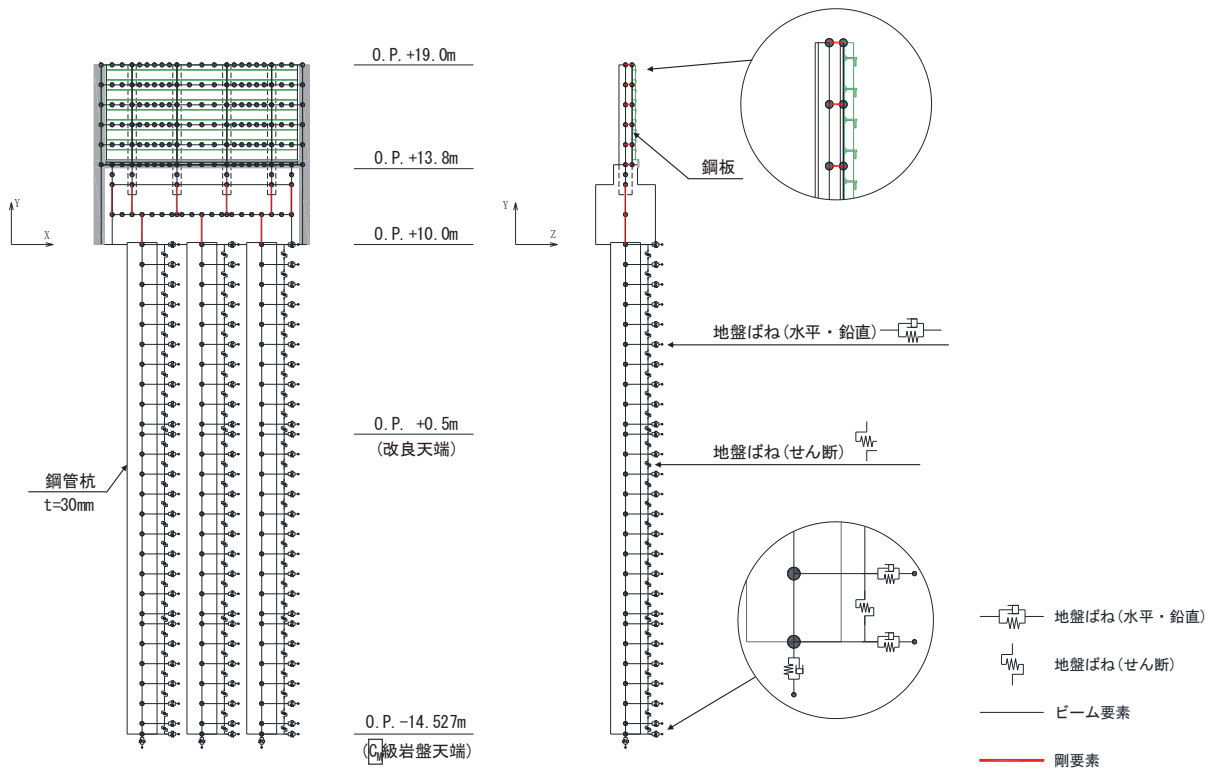


図 3-4-45 解析モデル（鋼製遮水壁（鋼板）断面③）

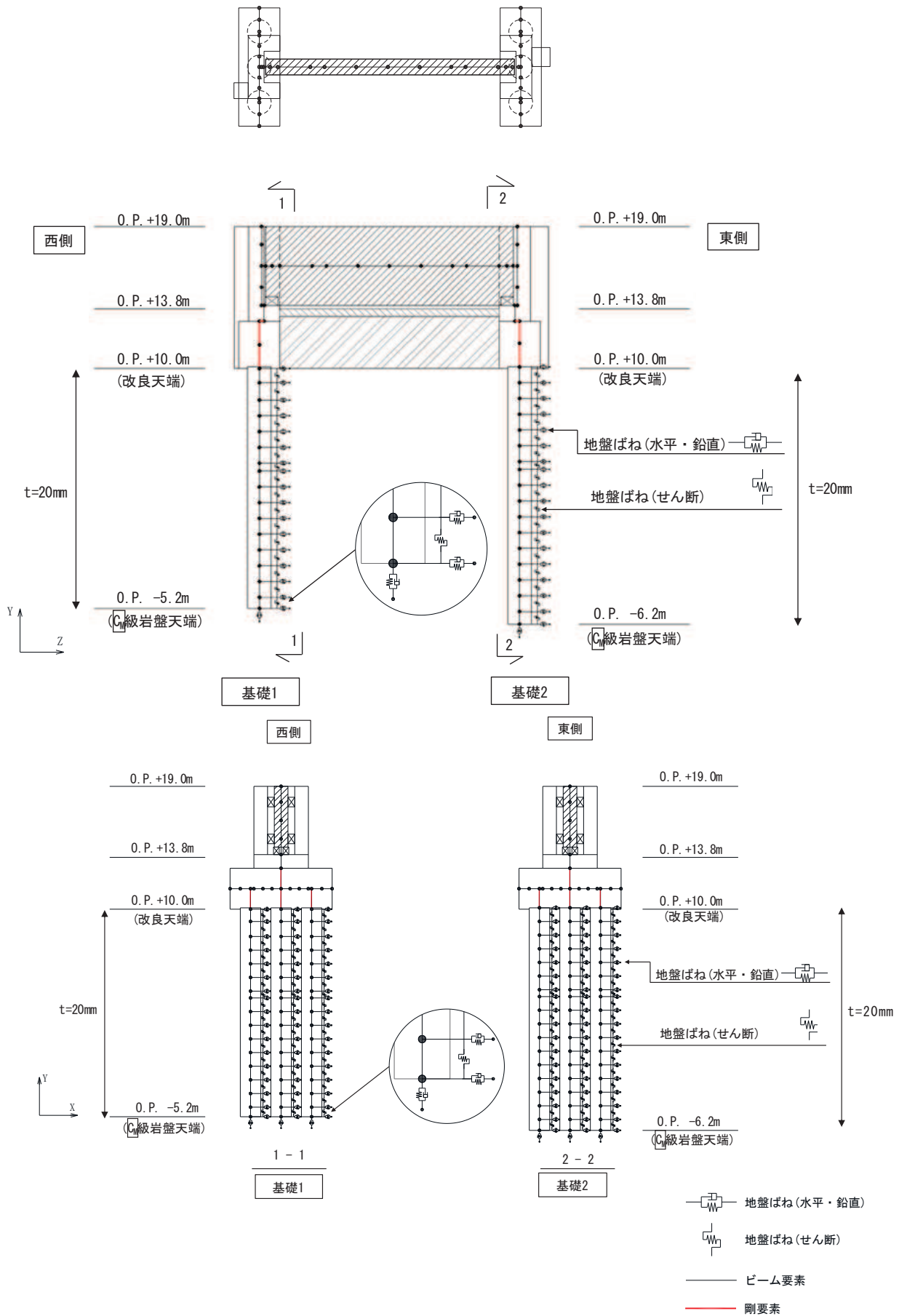


図 3-4-46 解析モデル (鋼桁 3)



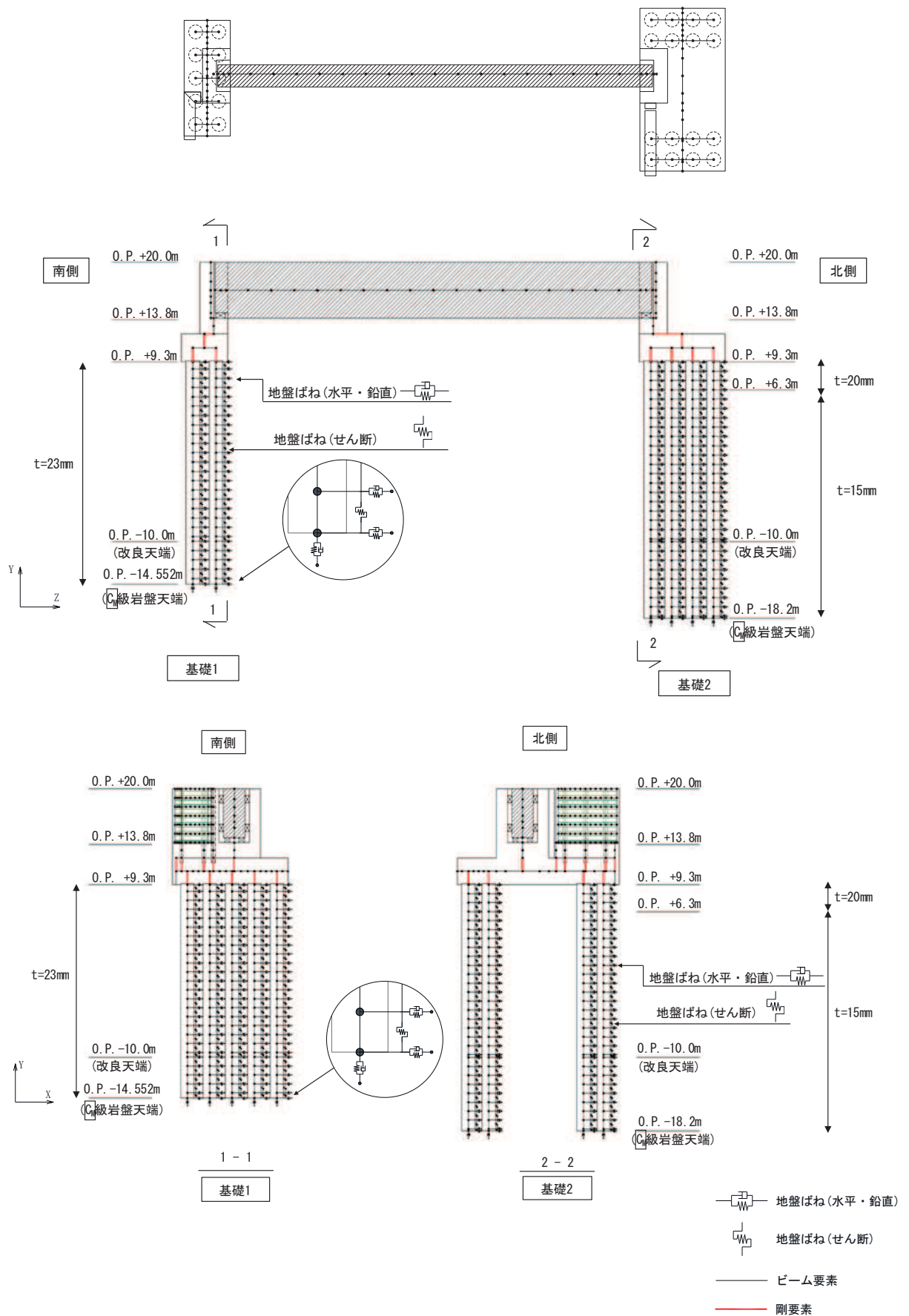


図 3-4-47 解析モデル (鋼桁 4)

## 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等を用いる。

## ③ 検討ケース

耐震評価における解析ケースを表3-4-23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

- ・ 鋼板（断面③）「S<sub>s</sub>-N1（++），解析ケース②\*」
- ・ 鋼板（断面③）「S<sub>s</sub>-F2（-+），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<sub>s</sub>-N1（++），解析ケース②\*」
- ・ 鋼桁3「加振方向（主）：桁軸，S<sub>s</sub>-D2（+-），解析ケース②\*」

注記\*：「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」及び「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3-4-23に示す解析ケースを示す。

表 3-4-23 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 <sub>0</sub> : ヤング係数)	地盤物性	
		旧表土，盛土，D級岩盤，改良地盤 (G <sub>0</sub> : 初期せん断弾性係数)	C <sub>L</sub> 級岩盤，C <sub>M</sub> 級岩盤，C <sub>H</sub> 級岩盤，B級岩盤 (G <sub>d</sub> : 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3-4-24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3-4-24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。

表 3-4-24 鋼管杭（杭体）の許容限界

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

(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3-4-25，表3-4-26に，せん断破壊に対する照査値を表3-4-28，表3-4-29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3-4-48～図3-4-53に，せん断破壊に対する断面力を図3-4-54～図3-4-59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 3-4-25 基礎杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査値（鋼板（断面③））

（加振方向（主）：壁軸直交，S s - N 1（++），解析ケース②）

検討ケース	解析ケース	地震動	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)		
水平1方向 及び鉛直方向 地震力の 組合せ	②	S s - N 1 (++)	20361	919	21369	0.96
水平2方向 及び鉛直方向 地震力の 組合せ	②	主方向： S s - N 1 (++) 従方向： S s - N 1	20648	896	21378	0.97

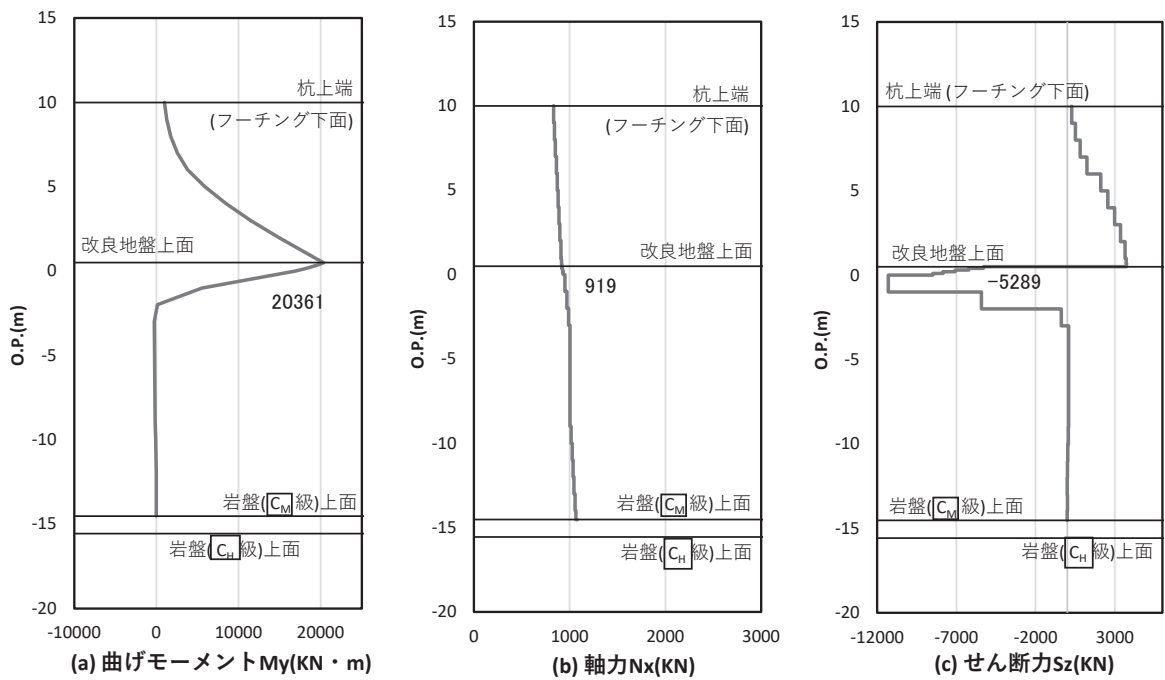


図 3-4-48 水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおける基礎杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査時刻での断面力 (鋼板 (断面③), 主方向 (壁軸直交方向),  $t = 7.80s$ )

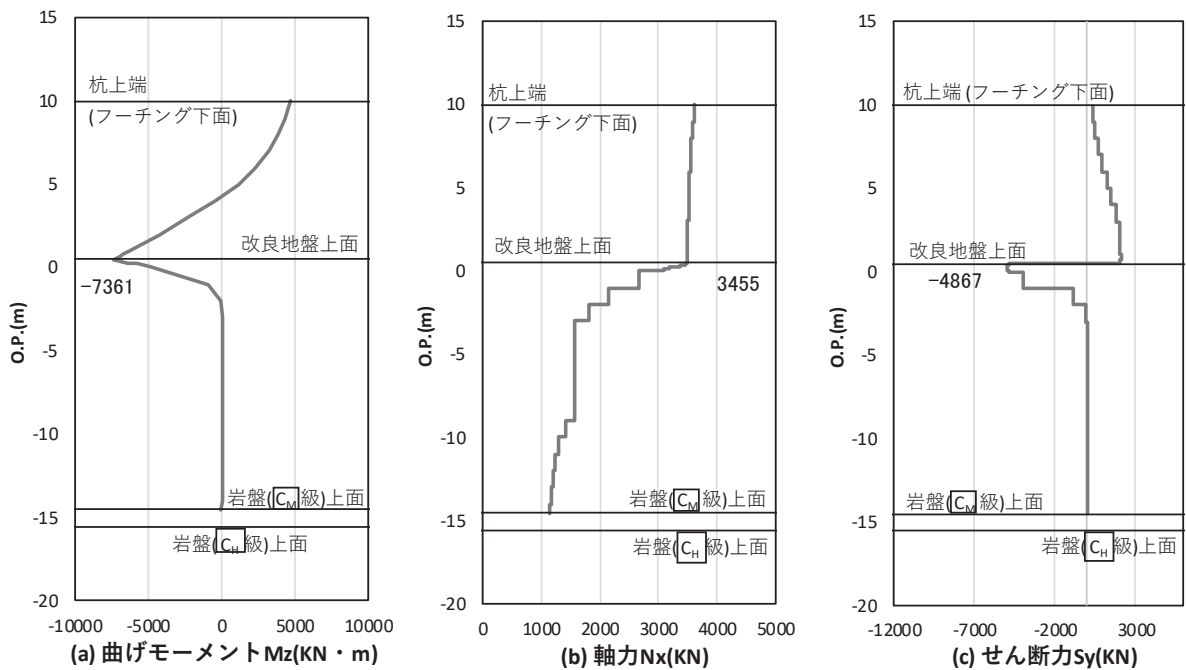


図 3-4-49 水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおける基礎杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における照査時刻での断面力 (鋼板 (断面③), 従方向 (壁軸方向),  $t = 6.99s$ )

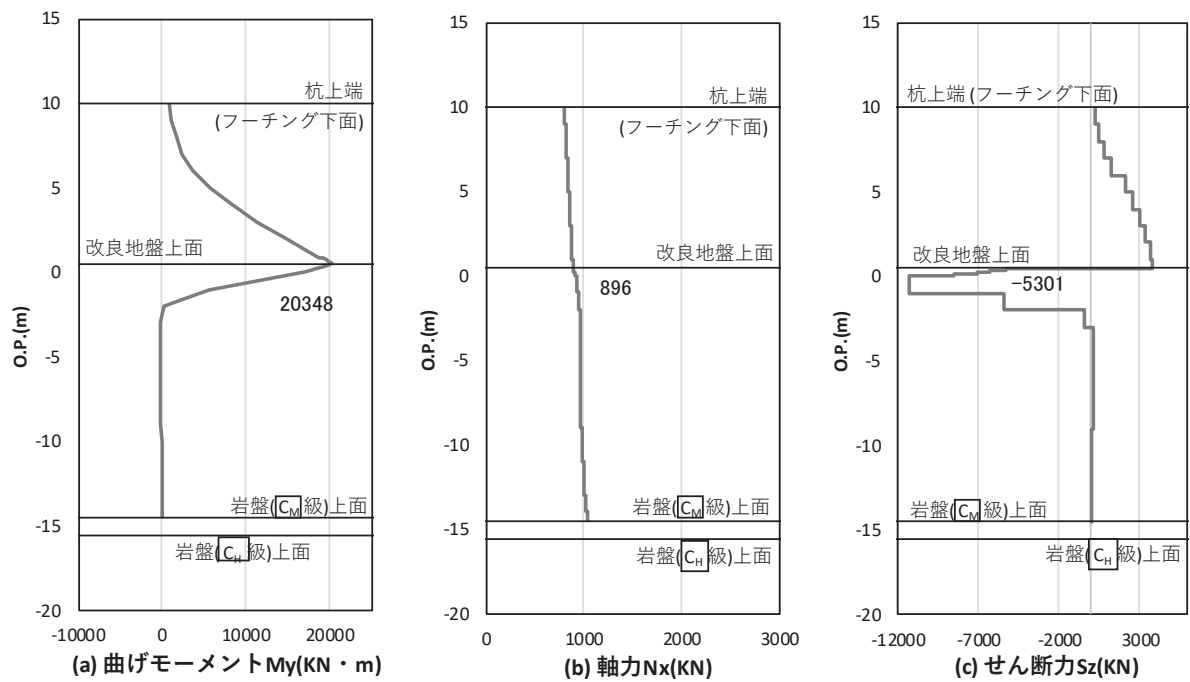


図 3-4-50 (1) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおける基礎杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における照査時刻での断面力 (鋼板 (断面③), 主方向 (壁軸直交方向),  $t = 7.79s$ )

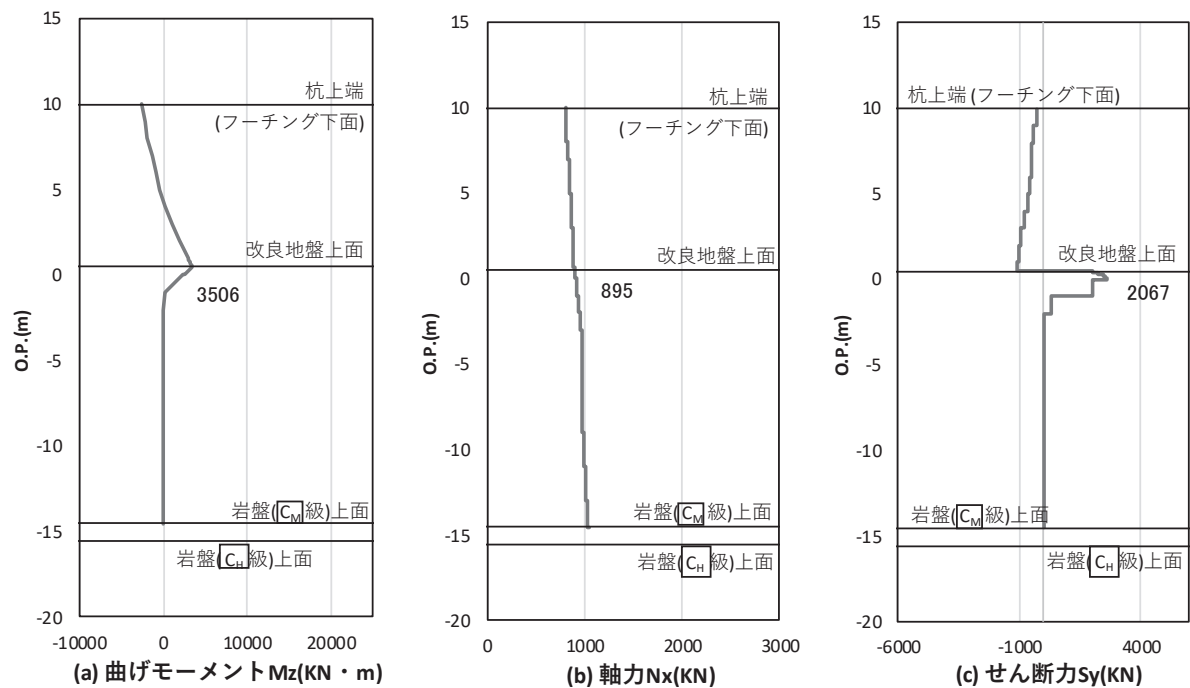


図 3-4-50 (2) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおける基礎杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における照査時刻での断面力 (鋼板 (断面③), 従方向 (壁軸方向),  $t = 7.79s$ )

表 3-4-26 基礎杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査値（鋼板（断面③））

（加振方向（主）：壁軸直交， $S_s - F_2$ （-+），解析ケース①）

検討ケース	解析 ケース	地震動	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)		
水平 1 方向 及び鉛直方 向地震力の 組合せ	①	$S_s - F_2$ (-+)	18217	1081	21311	0.86
水平 2 方向 及び鉛直方 向地震力の 組合せ	①	主方向： $S_s - F_2$ (-+) 従方向： $S_s - F_2$	20391	1217	21262	0.96

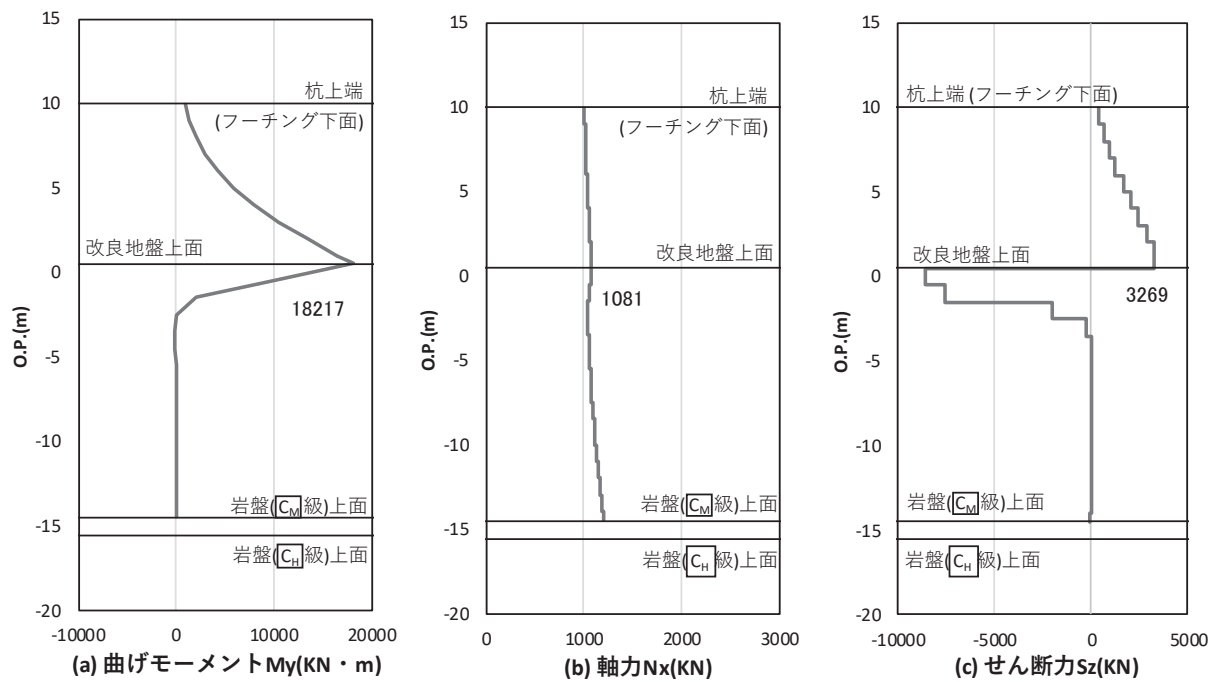


図 3-4-51 水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおける基礎杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査時刻での断面力 (鋼板 (断面③), 主方向 (壁軸直交方向),  $t = 28.59s$ )

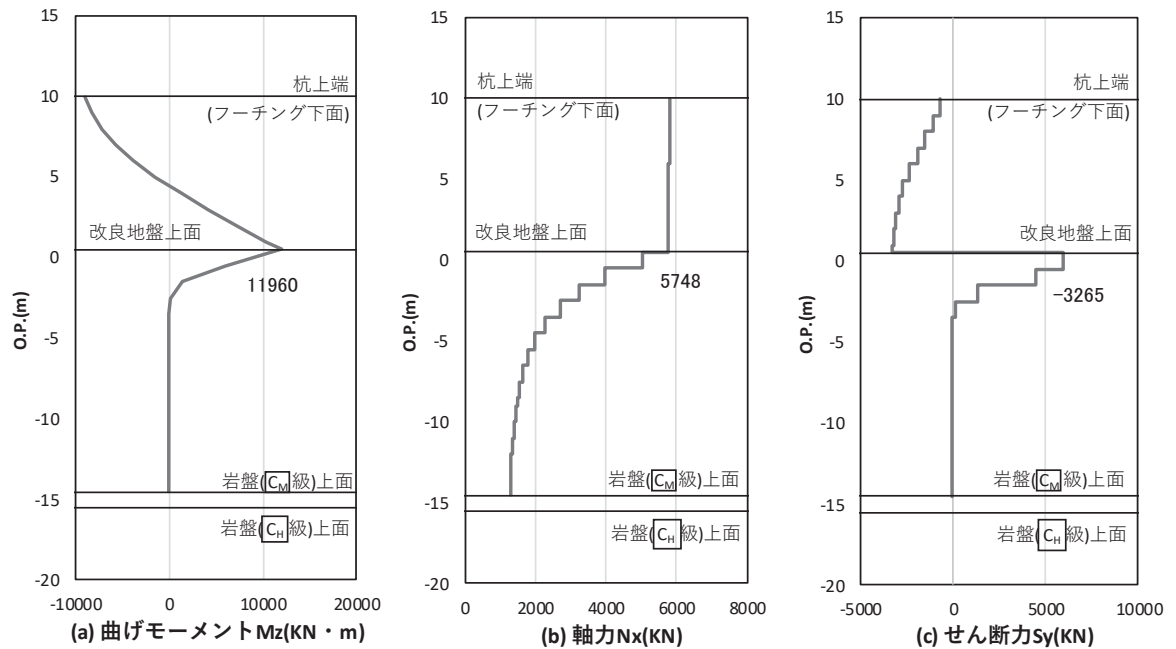


図 3-4-52 水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおける基礎杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における照査時刻での断面力 (鋼板 (断面③), 従方向 (壁軸方向),  $t = 28.68s$ )



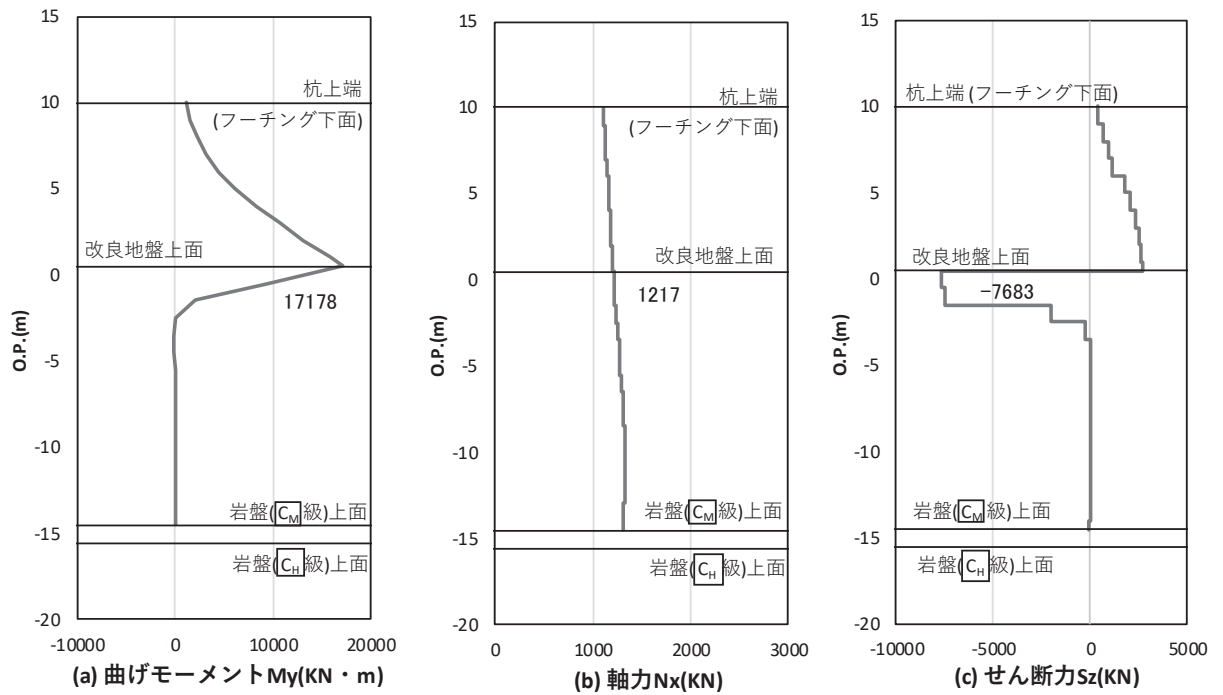


図 3-4-53 (1) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおける基礎杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における照査時刻での断面力 (鋼板 (断面③), 主方向 (壁軸直交方向),  $t = 28.63s$ )

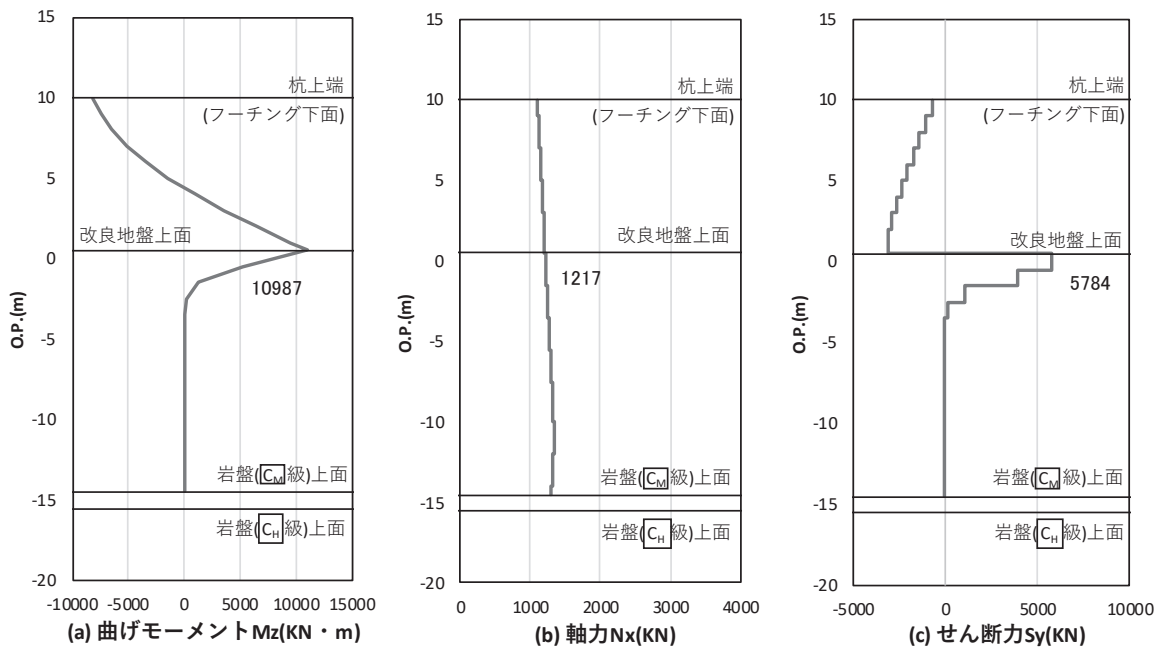


図 3-4-53 (2) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおける基礎杭の曲げ・軸力系の破壊に対する照査における照査時刻での断面力 (鋼板 (断面③), 従方向 (壁軸方向),  $t = 28.63s$ )

表 3-4-27 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， $S_s - N 1$ （++），解析ケース②）

検討ケース	解析 ケース	地震動	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)			
水平 1 方向 及び鉛直方 向地震力の 組合せ	②	$S_s - N 1$ (++)	5895	181	260	0.70
水平 2 方向 及び鉛直方 向地震力の 組合せ	②	主方向： $S_s - N 1$ (++) 従方向： $S_s - N 1$	6551	201	260	0.78

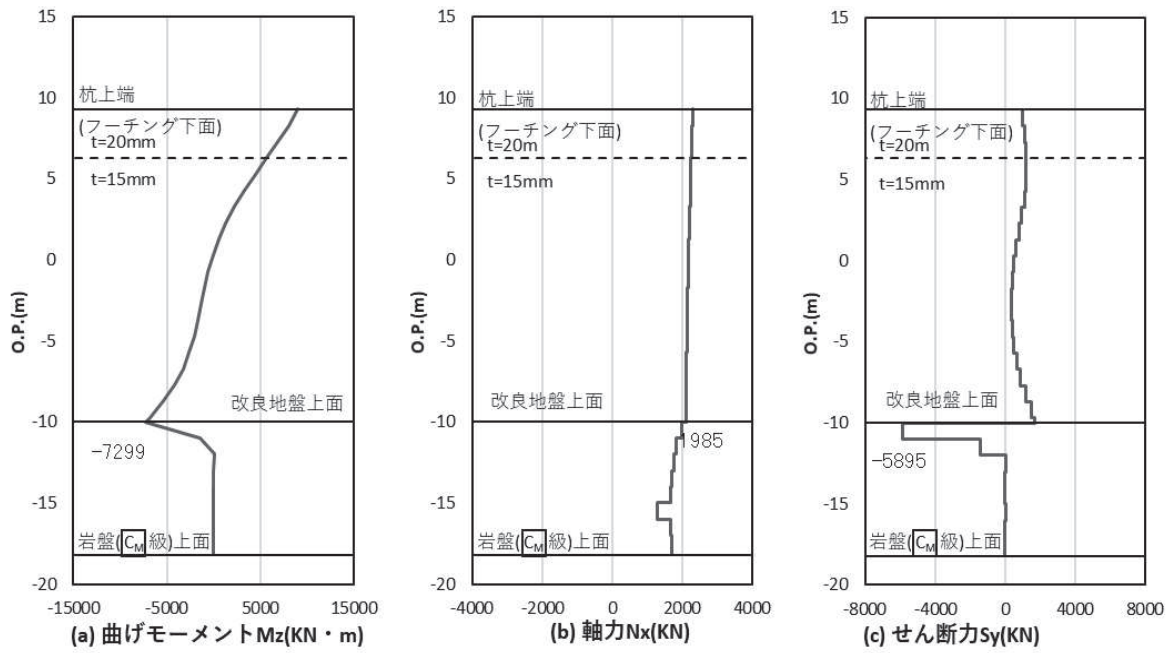


図 3-4-54 水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおける基礎杭のせん断破壊に対する照査時刻での断面力 (鋼桁 4, 主方向 (桁軸直交方向),  $t = 7.77s$ )

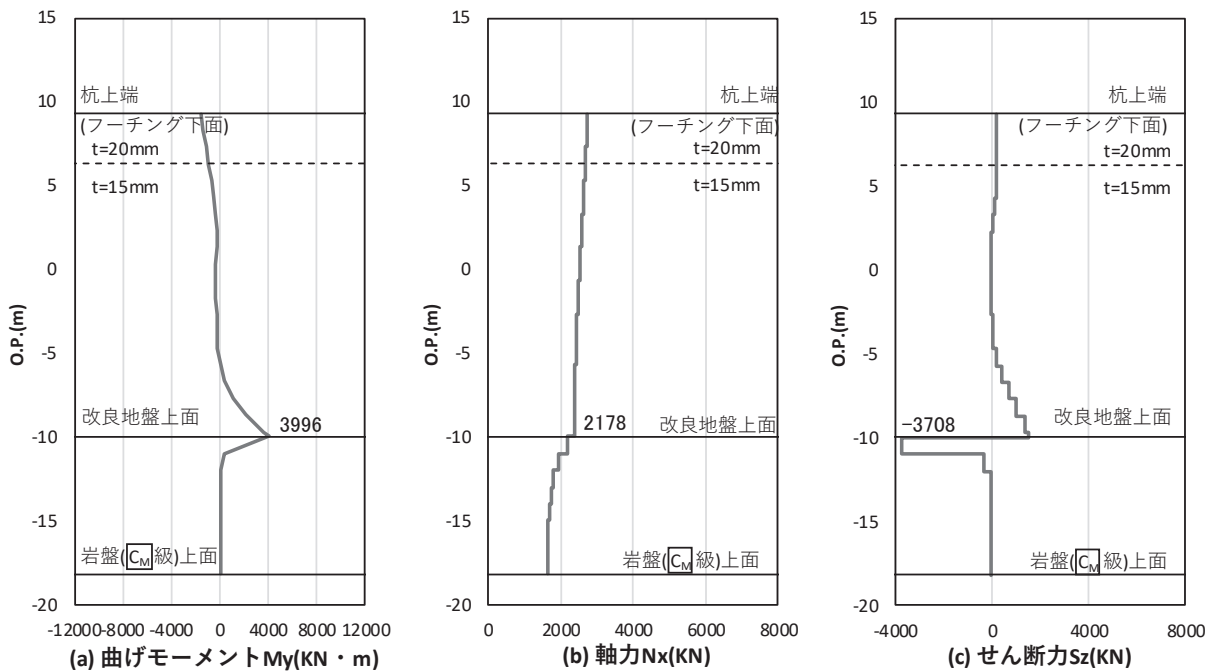


図 3-4-55 水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおける基礎杭のせん断破壊に対する照査における照査時刻での断面力 (鋼桁 4, 従方向 (桁軸方向),  $t = 7.90s$ )

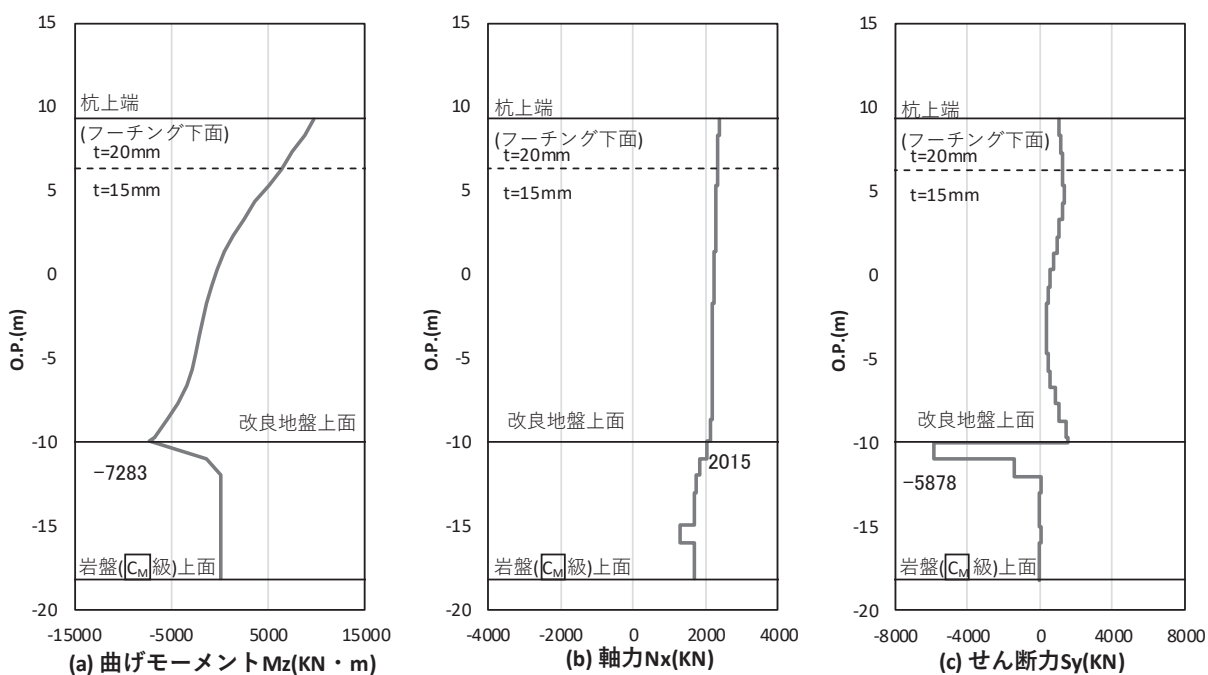


図 3-4-56 (1) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおける基礎杭のせん断破壊に対する照査における照査時刻での断面力 (鋼桁 4, 主方向 (桁軸直交方向),  $t = 7.79s$ )

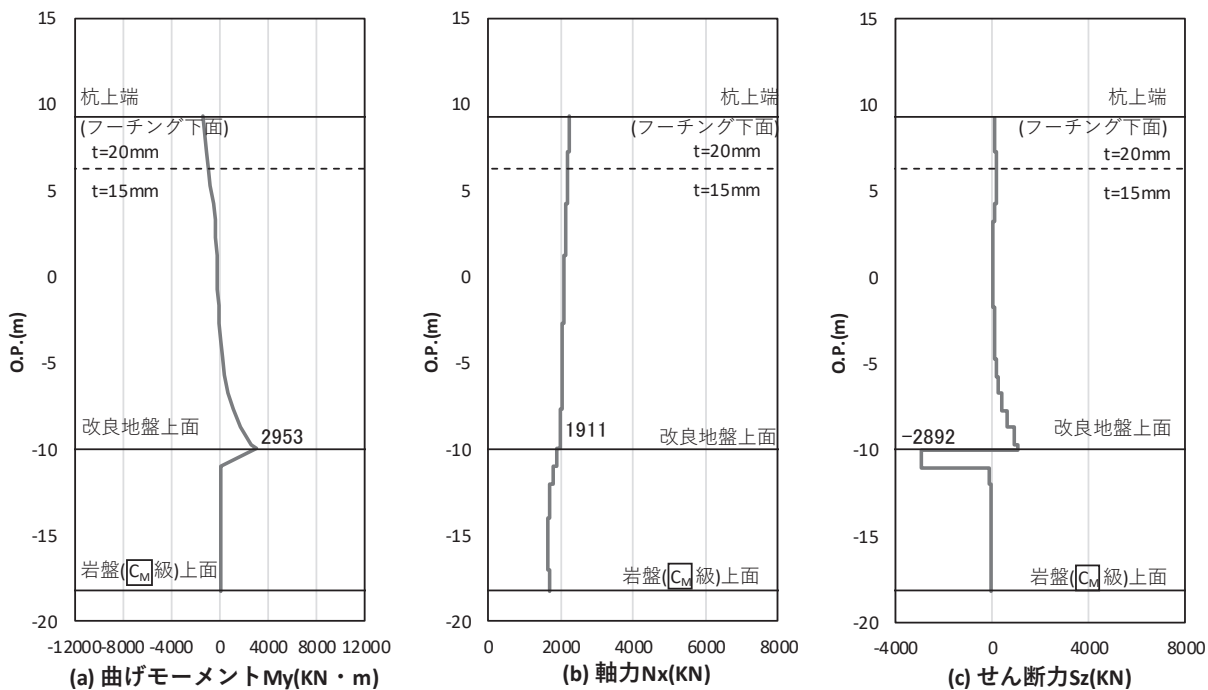


図 3-4-56 (2) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおける基礎杭のせん断破壊に対する照査における照査時刻での断面力 (鋼桁 4, 従方向 (桁軸方向),  $t = 7.79s$ )

表 3-4-28 基礎杭のせん断破壊に対する照査値（鋼桁 3）  
 （加振方向（主）：桁軸， $S_s - D_2$ （+-），解析ケース②）

検討ケース	解析 ケース	地震動	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)			
水平 1 方向 及び鉛直方 向地震力の 組合せ	②	$S_s - D_2$ (+-)	7298	166	260	0.64
水平 2 方向 及び鉛直方 向地震力の 組合せ	②	主方向： $S_s - D_2$ (+-) 従方向： $S_s - D_2$	7301	166	260	0.64

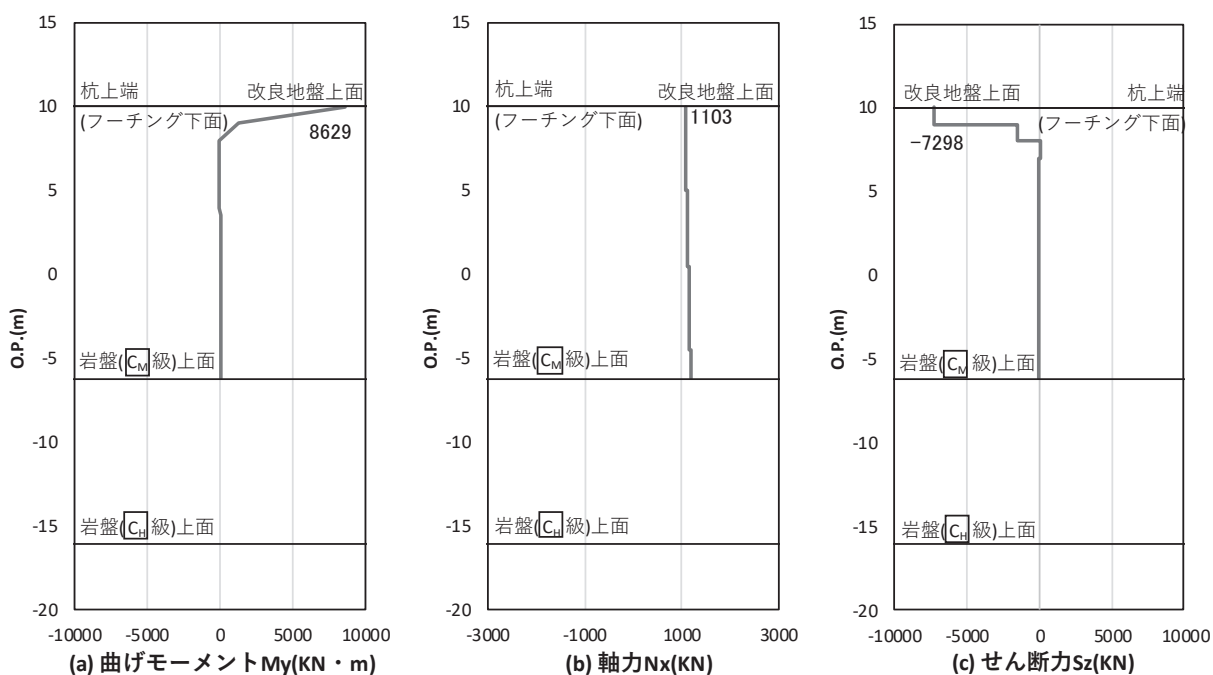


図 3-4-57 水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおける  
基礎杭のせん断破壊に対する照査時刻での断面力  
(鋼桁 3, 主方向 (桁軸方向),  $t = 13.40s$ )

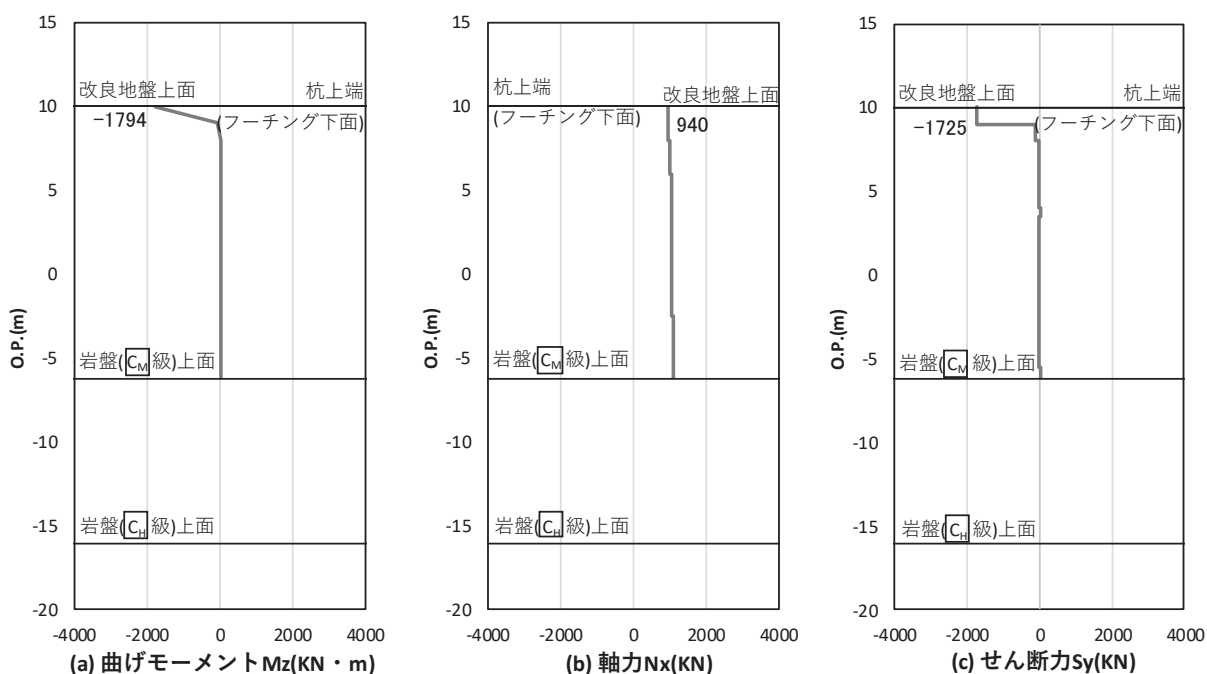


図 3-4-58 水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおける  
基礎杭のせん断破壊に対する照査における照査時刻での断面力  
(鋼桁 3, 従方向 (桁軸直交方向),  $t = 24.72s$ )

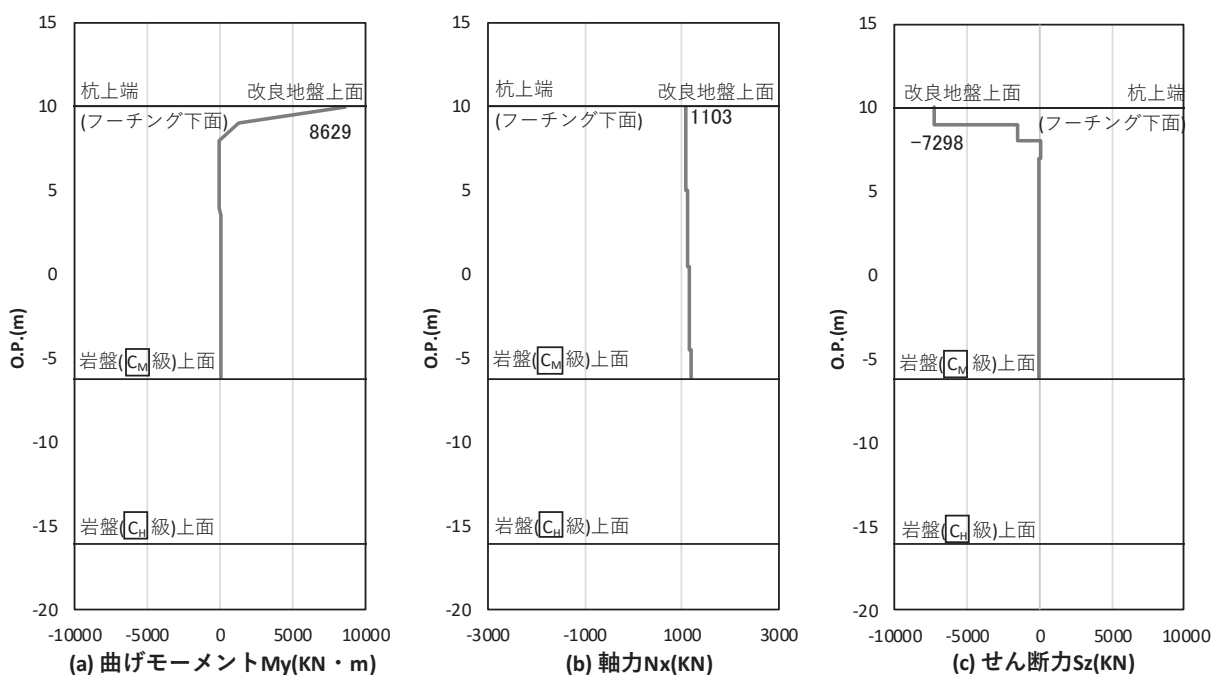


図 3-4-59 (1) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおける基礎杭のせん断破壊に対する照査における照査時刻での断面力 (鋼桁 3, 主方向 (桁軸方向),  $t = 13.40s$ )

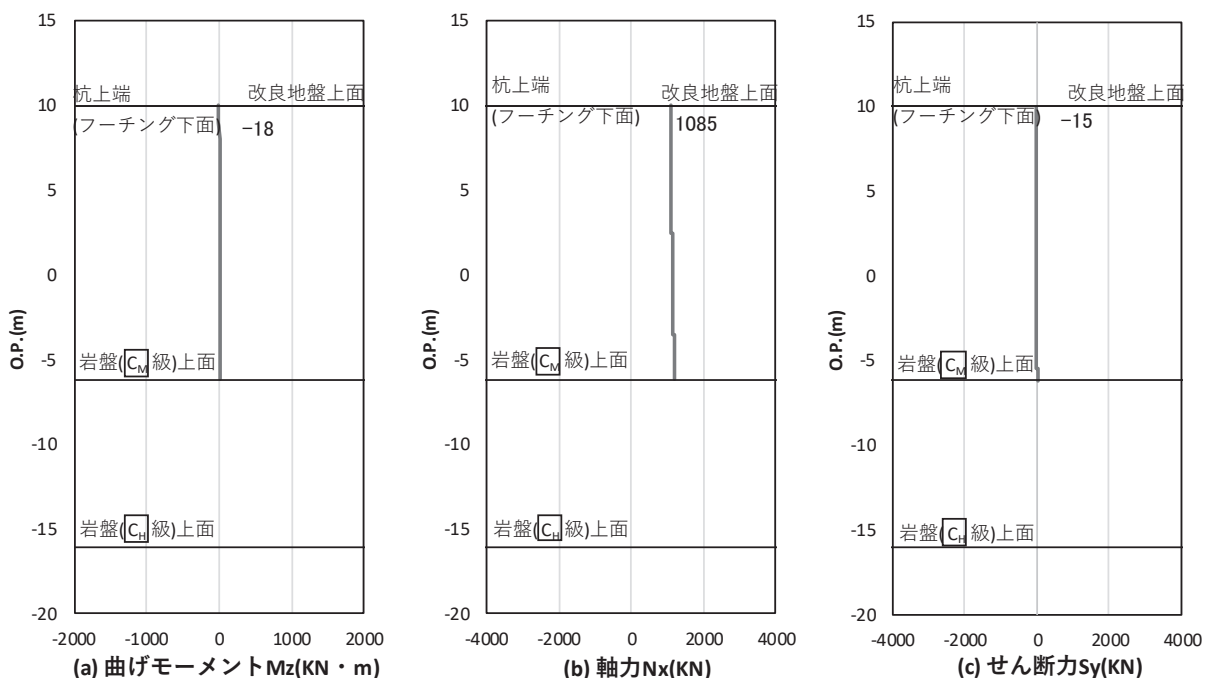


図 3-4-59 (2) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにおける基礎杭のせん断破壊に対する照査における照査時刻での断面力 (鋼桁 3, 従方向 (桁軸直交方向),  $t = 13.40s$ )

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（水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せ）を表3-4-29，表3-4-30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3-4-29 鋼製シャフトの評価結果（水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せ）  
のうち曲げ・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 $\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容応力度 $\sigma_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 $\sigma_s / \sigma_{sa}$
	曲げモーメント (kN/m)	軸力 (kN)			
$S_s - N1$	11515	-292	230	382	0.61

表3-4-30 鋼製シャフトの評価結果（水平1方向及び鉛直方向地震力の組合）  
のうち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 $\tau_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	短期許容応力度 $\tau_{sa}$ (N/mm <sup>2</sup> )	照査値 $\tau_s / \tau_{sa}$
	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おり，耐震評価に影響がないことを確認した。



## 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 .....	別紙 1- 1
2. 対象建屋の図面 .....	別紙 1-11
2.1 原子炉建屋 .....	別紙 1-12
2.2 制御建屋 .....	別紙 1-21
2.3 排気筒 .....	別紙 1-28
2.4 第 3 号機海水熱交換器建屋 .....	別紙 1-29
2.5 緊急用電気品建屋 .....	別紙 1-35
2.6 緊急時対策建屋 .....	別紙 1-39
2.7 タービン建屋 .....	別紙 1-45
2.8 補助ボイラー建屋 .....	別紙 1-52
2.9 第 1 号機制御建屋 .....	別紙 1-57
2.10 第 1 号機排気筒 .....	別紙 1-65
3. 代表部位の選定プロセス .....	別紙 1-69
3.1 柱-隅部 .....	別紙 1-69
3.2 基礎 .....	別紙 1-69
3.3 壁（面外荷重） .....	別紙 1-70

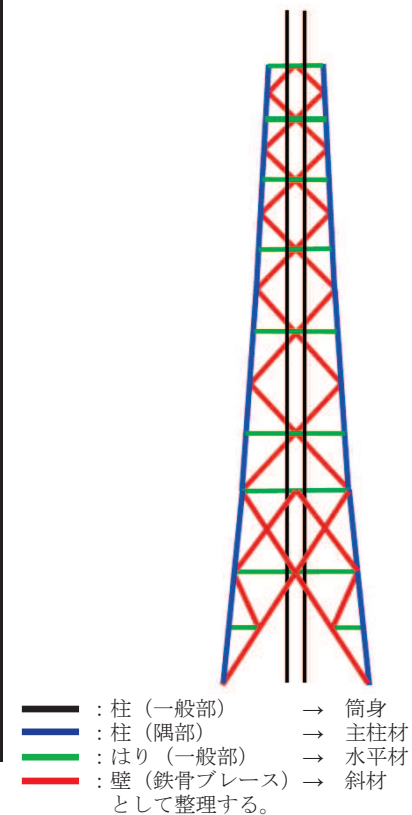
1. 構成部位の整理及び水平 2 方向及び鉛直地震力の組合せによる影響確認が必要な部位の抽出に関する整理表

添付書類「VI-2-12-1 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、「3.1 建物・構築物」における「3.1.1 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」に関する整理表を表 1-1～表 1-3 に示す。

表 1-1(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			
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(2) 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(3) 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(1) 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	RC 造	S 造, SRC 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(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(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)  
(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(1) 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	RC 造	S 造, SRC 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	要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(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)  
(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(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

添付書類「VI-2-12-1 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、「3.1 建物・構築物」における「3.1.1 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 2-10-1 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考え方

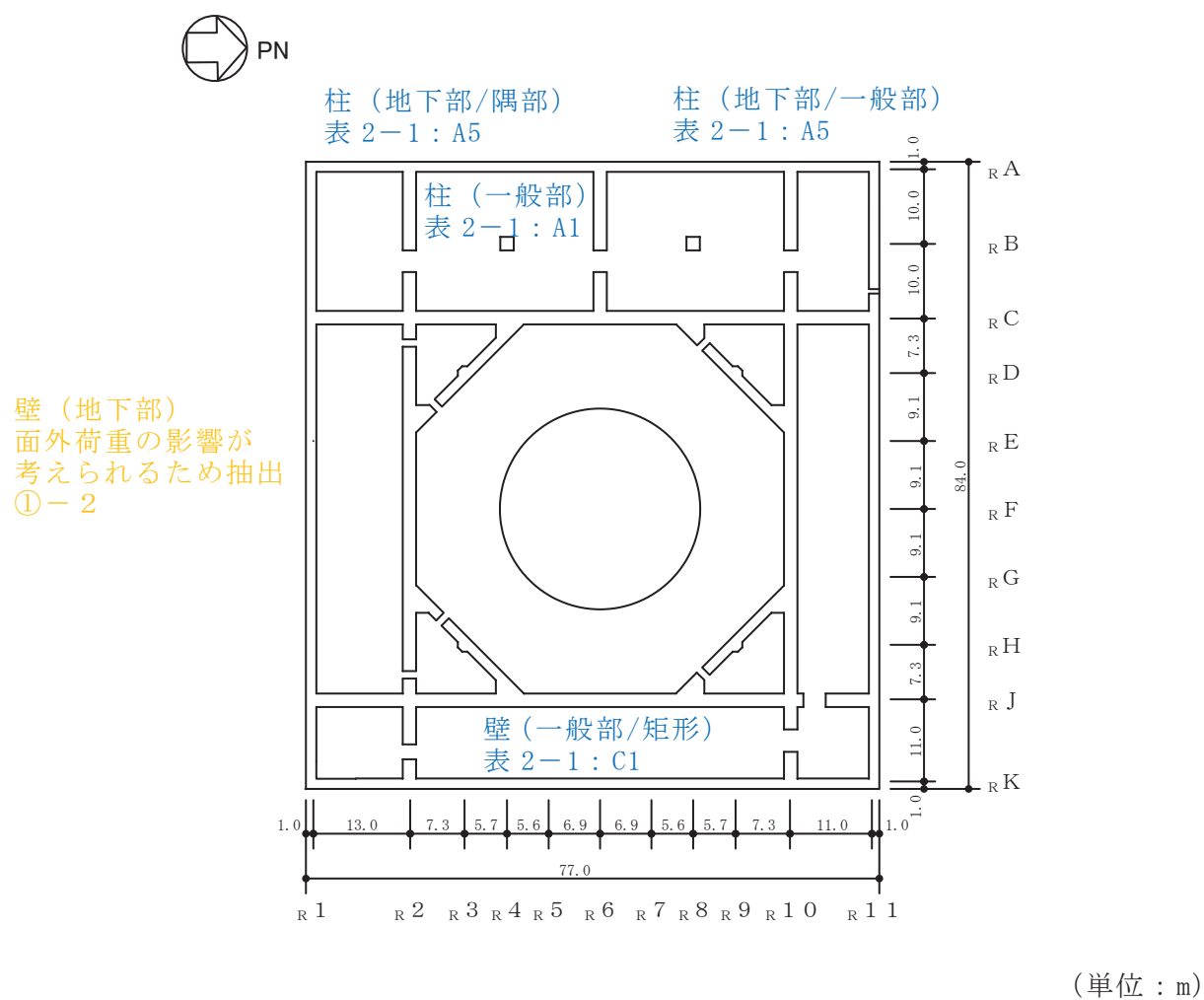
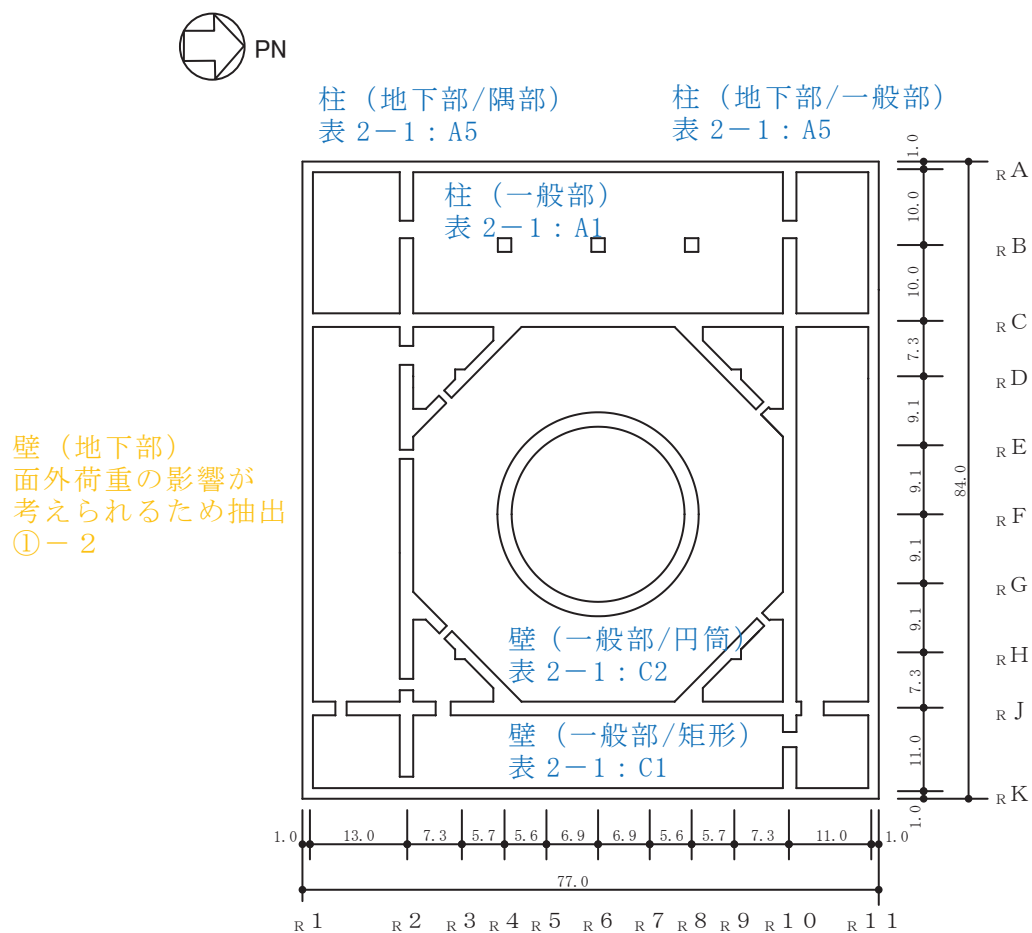


図 2-1-1(1) 原子炉建屋の概略平面図 (O.P.\*-8.1m)

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。

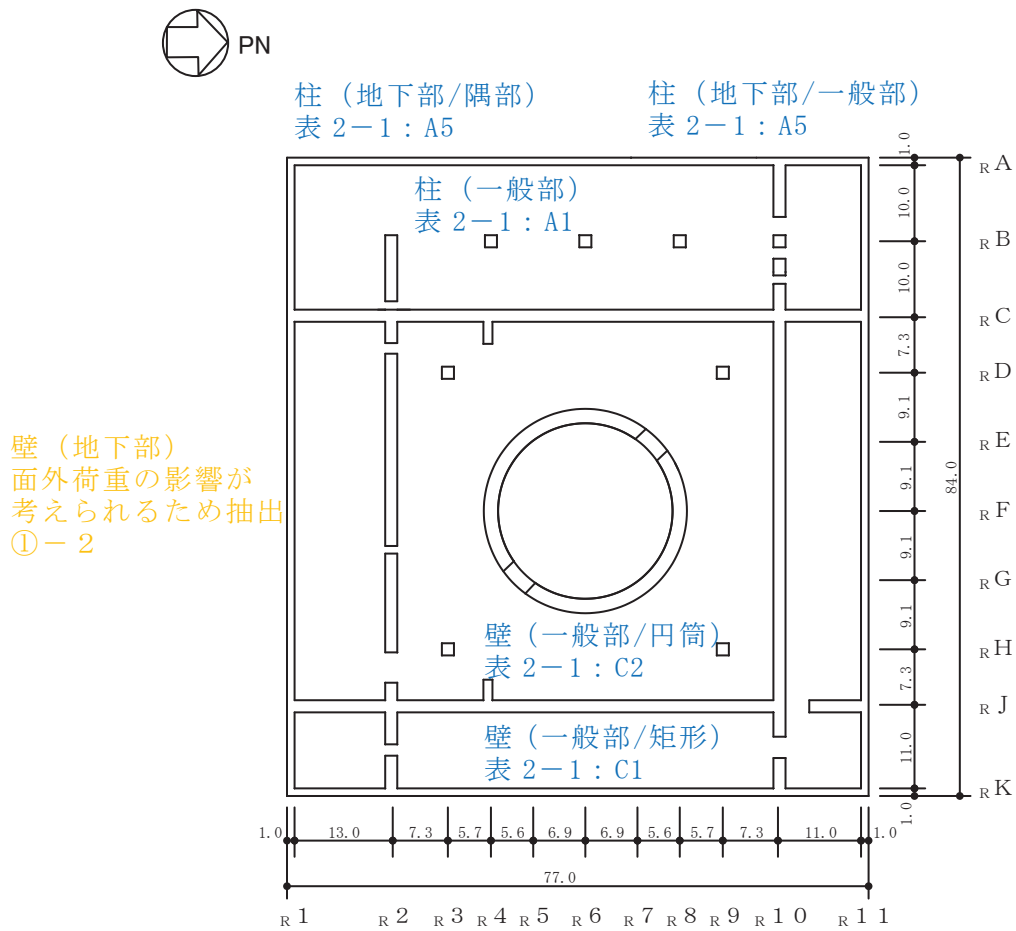
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方



(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考え方



(単位 : m)

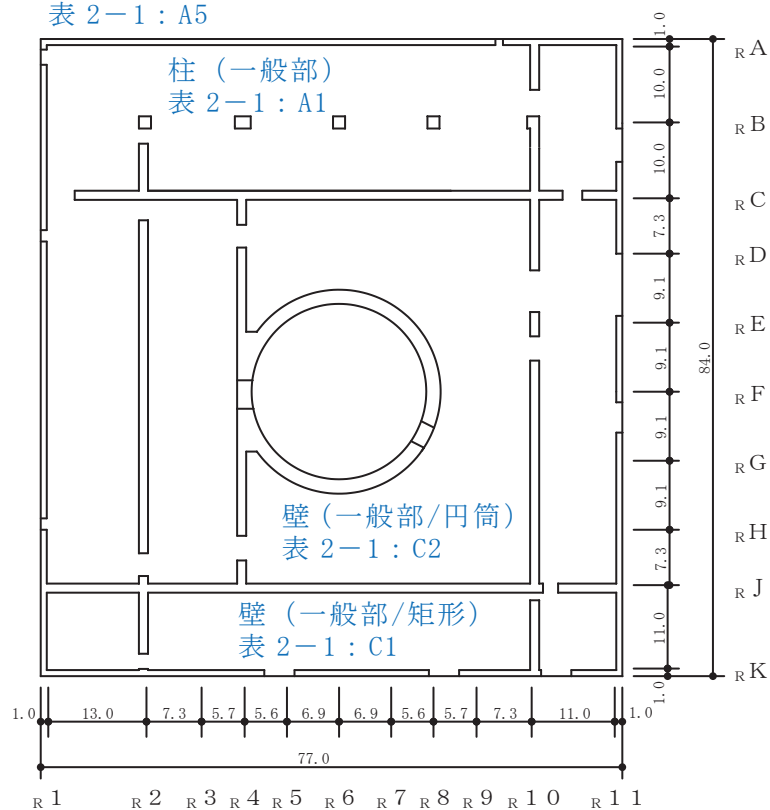
図 2-1-1(3) 原子炉建屋の概略平面図 (0.P. 6.0m)



- 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考え方



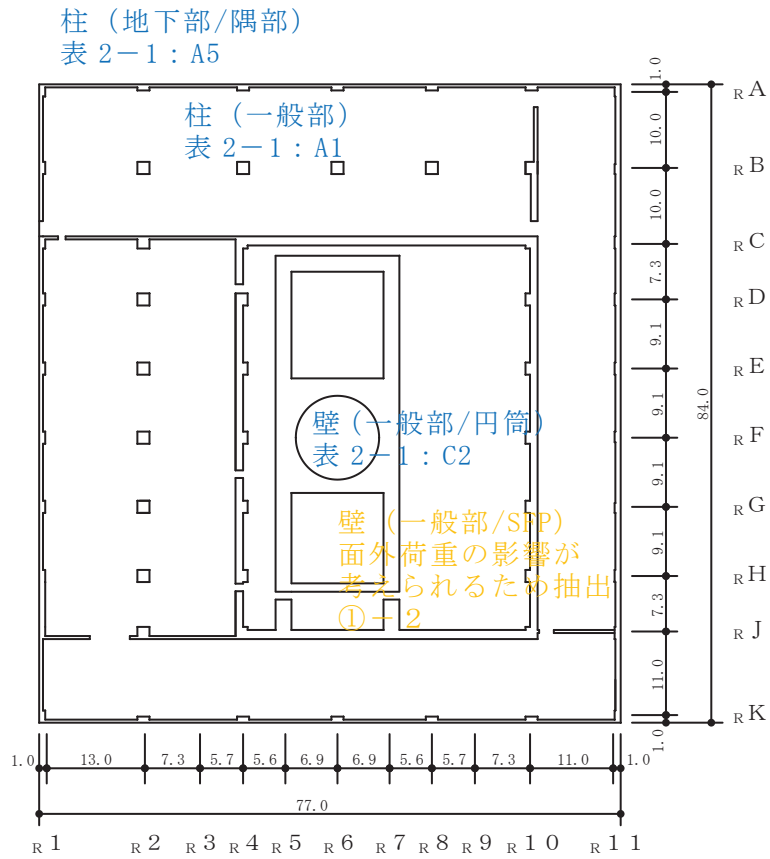
柱（地下部/隅部）  
表 2-1 : A5



(単位 : m)

図 2-1-1(4) 原子炉建屋の概略平面図 (O.P. 15.0m)

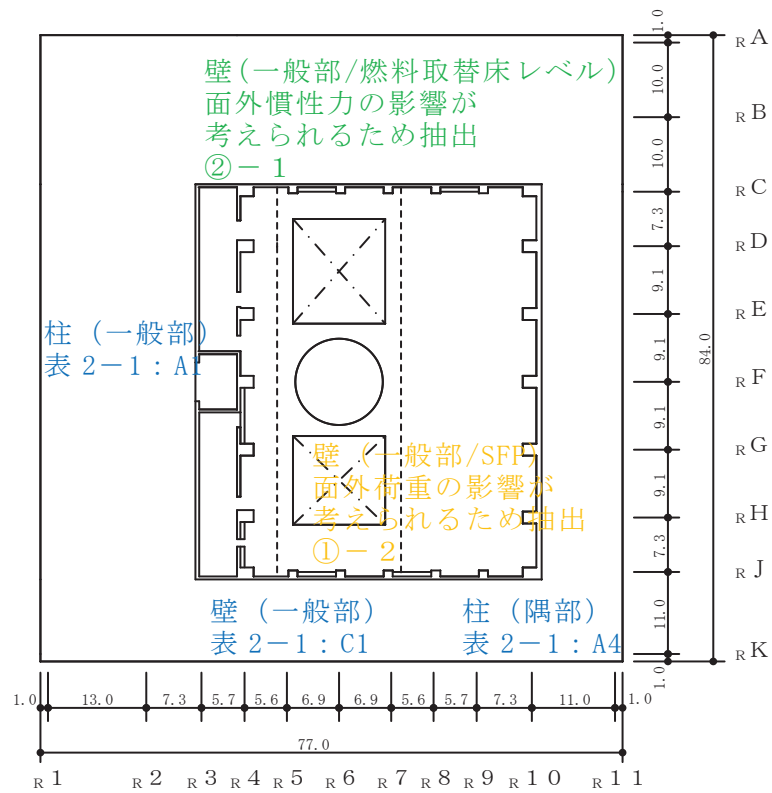
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方



(単位：m)

図 2-1-1(5) 原子炉建屋の概略平面図 (0.P. 22.5m)

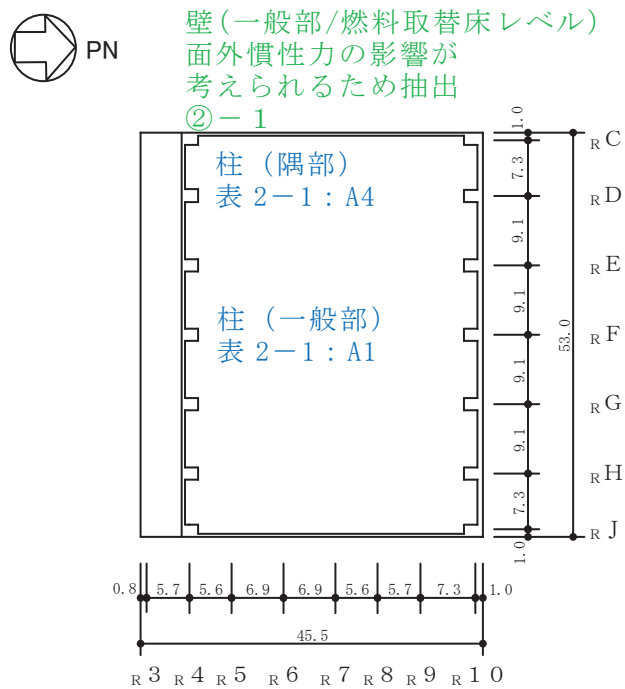
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方



(単位：m)

図 2-1-1(6) 原子炉建屋の概略平面図 (0. P. 33. 2m)

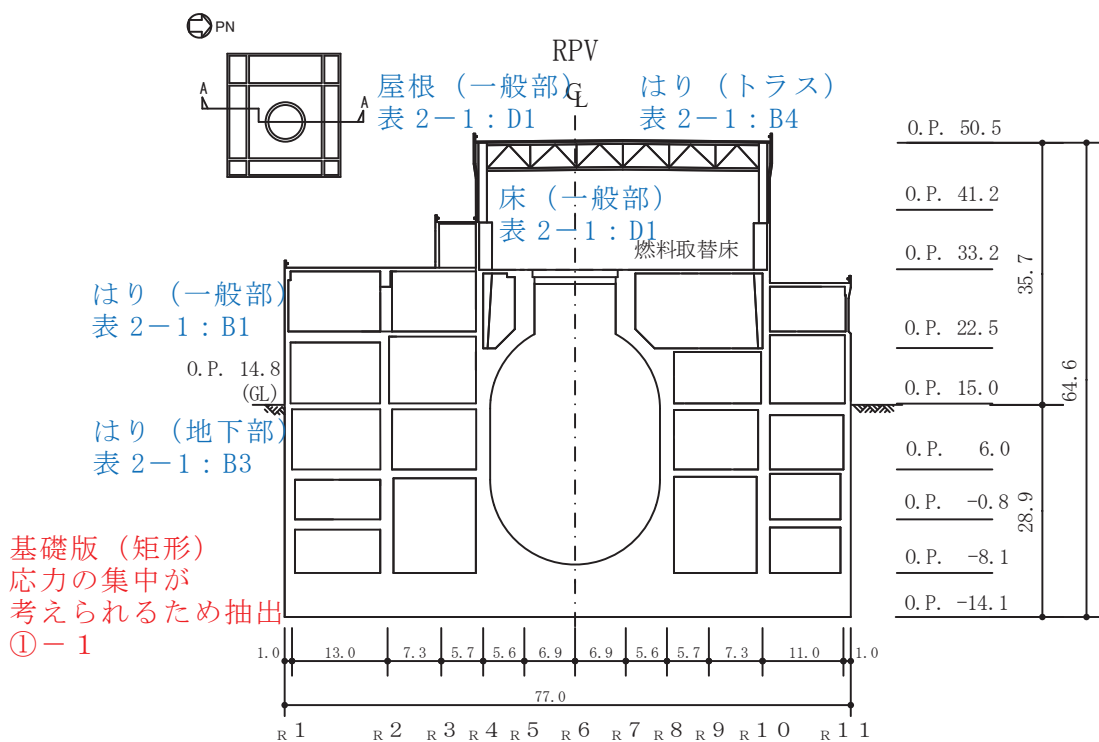
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方



(単位：m)

図 2-1-1(7) 原子炉建屋の概略平面図 (0.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考え方



(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考え方

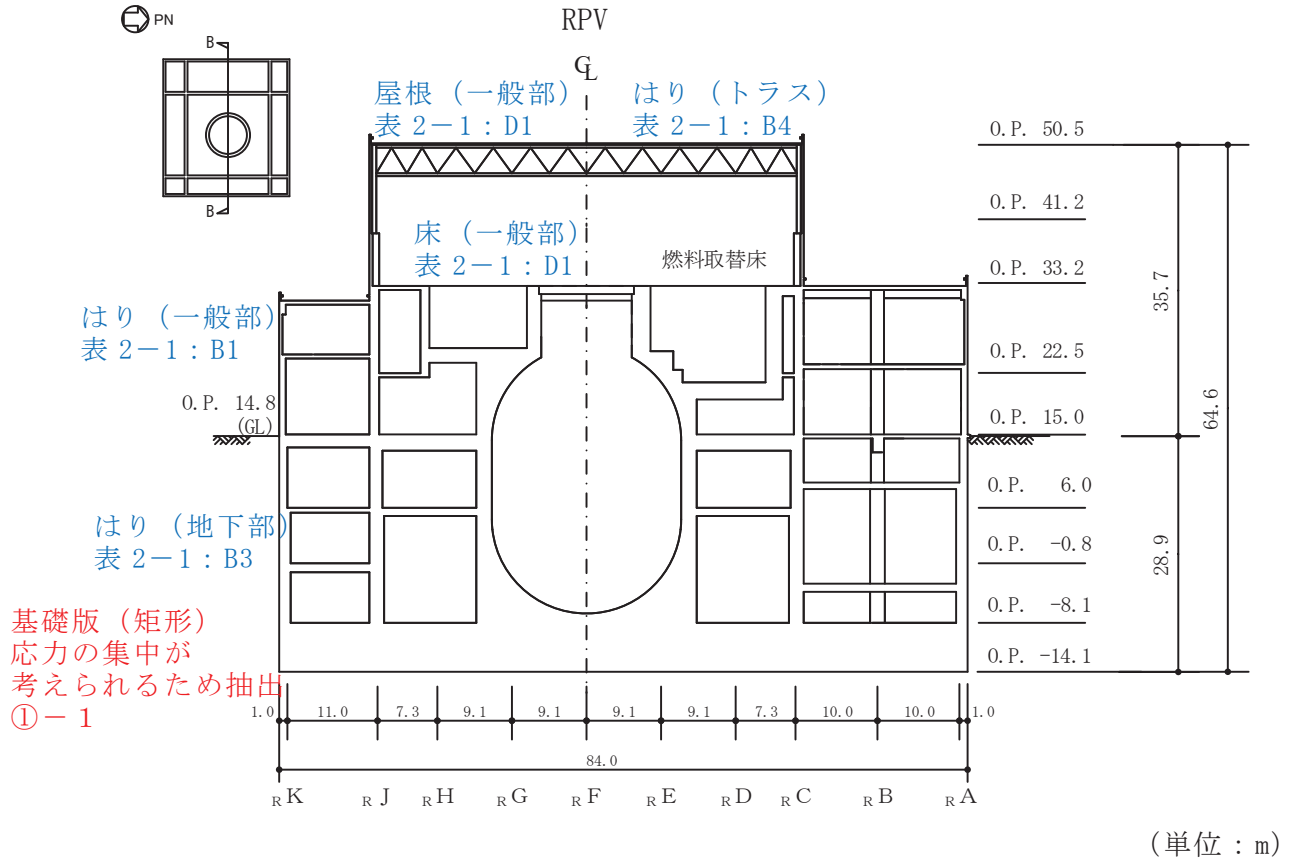
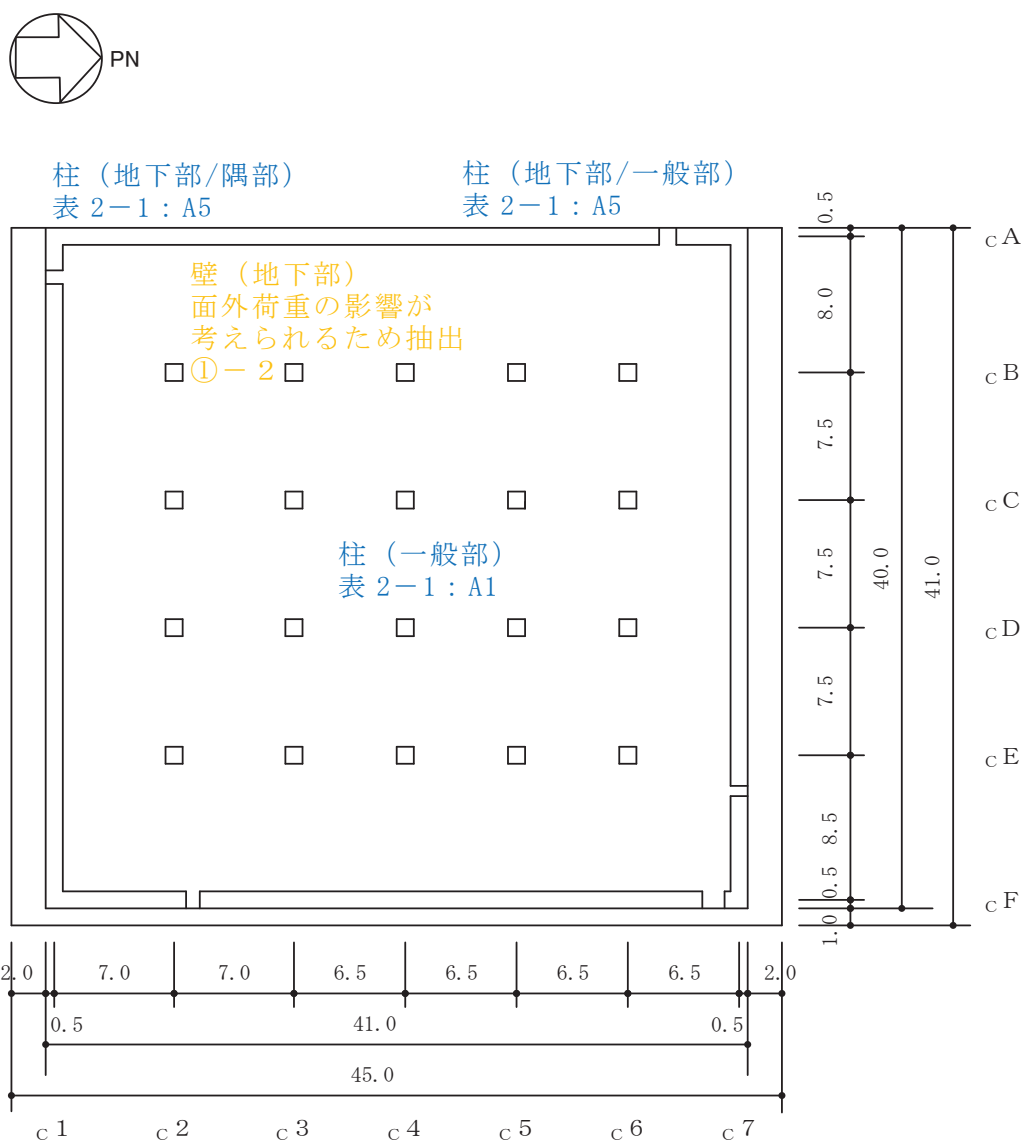


図 2-1-2(2) 原子炉建屋の概略断面図 (B-B 断面 EW 方向)

## 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考え方

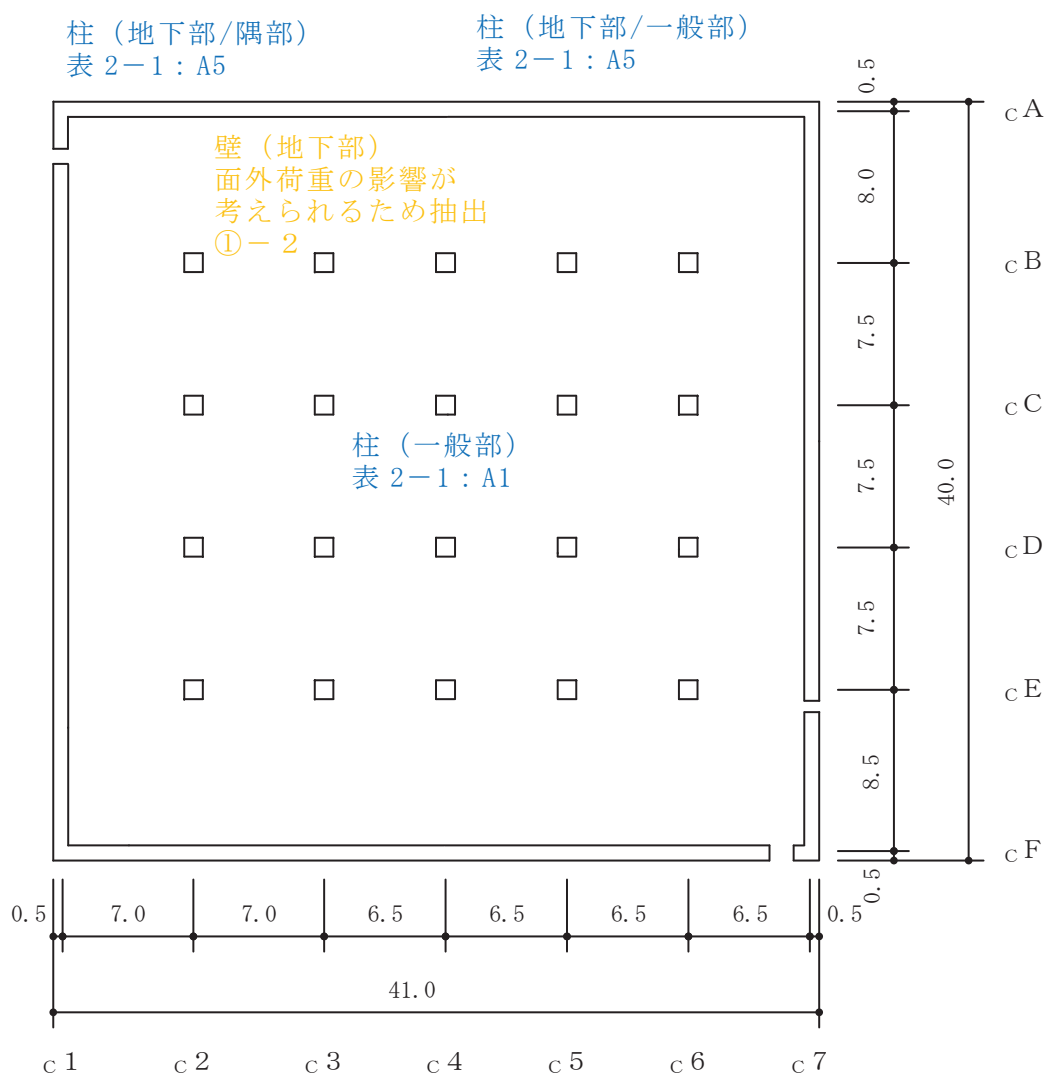


(単位 : m)

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考え方



(単位 : m)

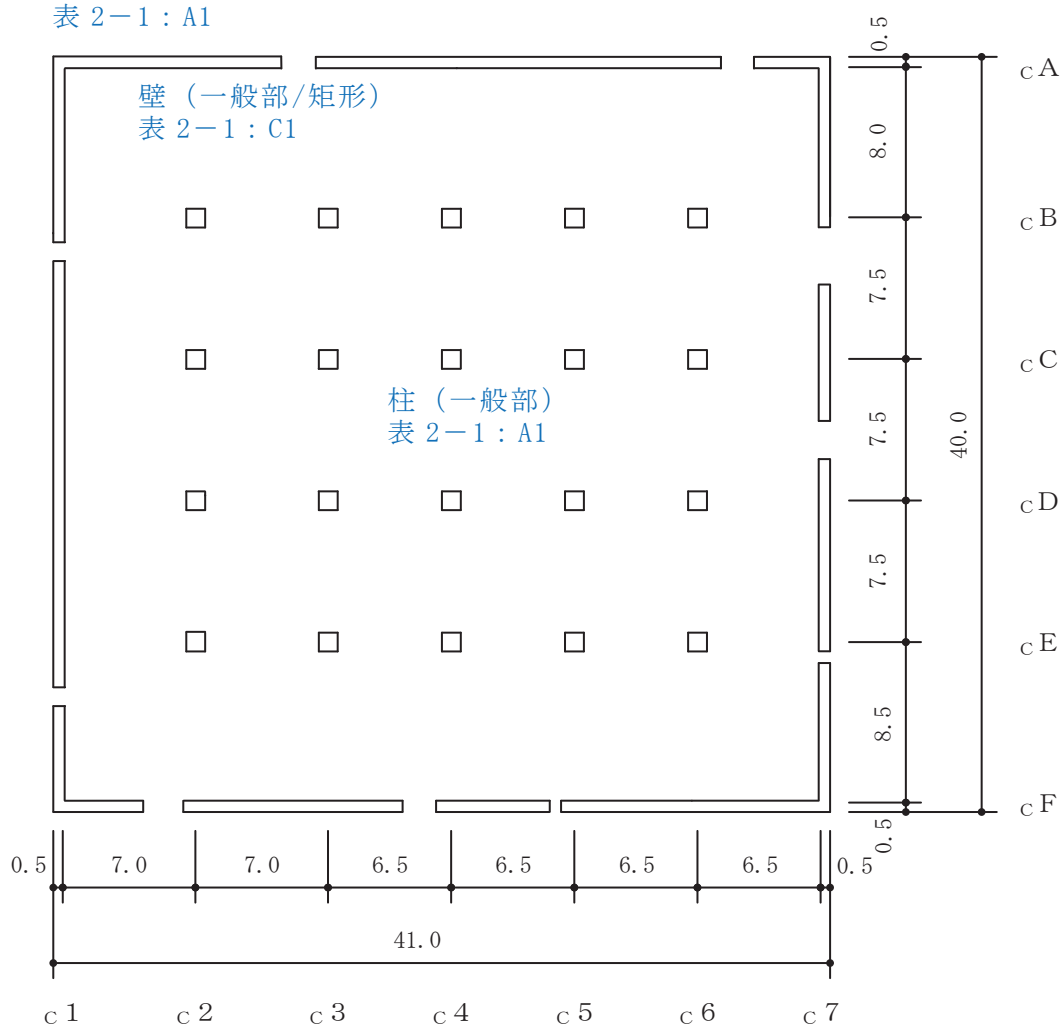
図 2-2-1(2) 制御建屋の概略平面図 (0. P. 8. 0m)



- 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考え方



柱（隅部）  
表 2-1：A1



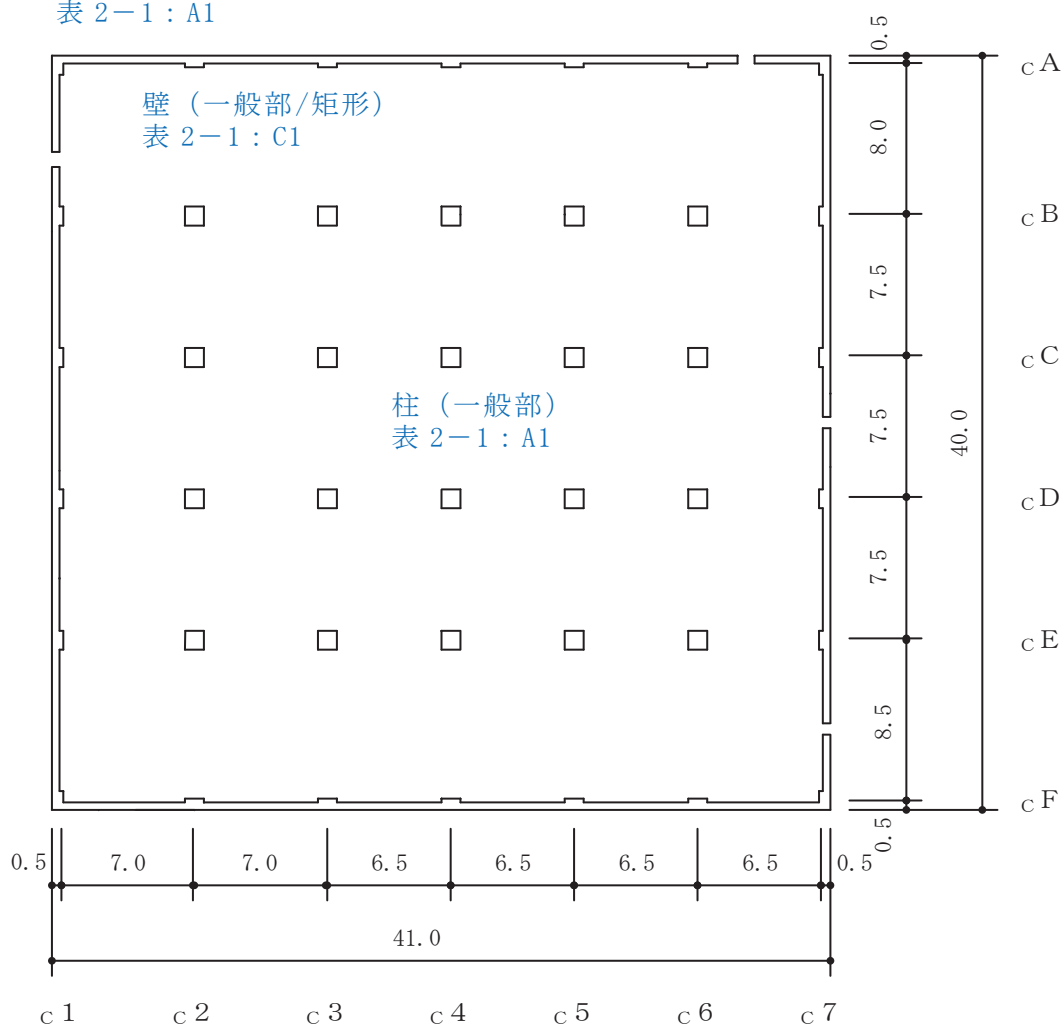
(単位：m)

図 2-2-1(3) 制御建屋の概略平面図 (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考え方



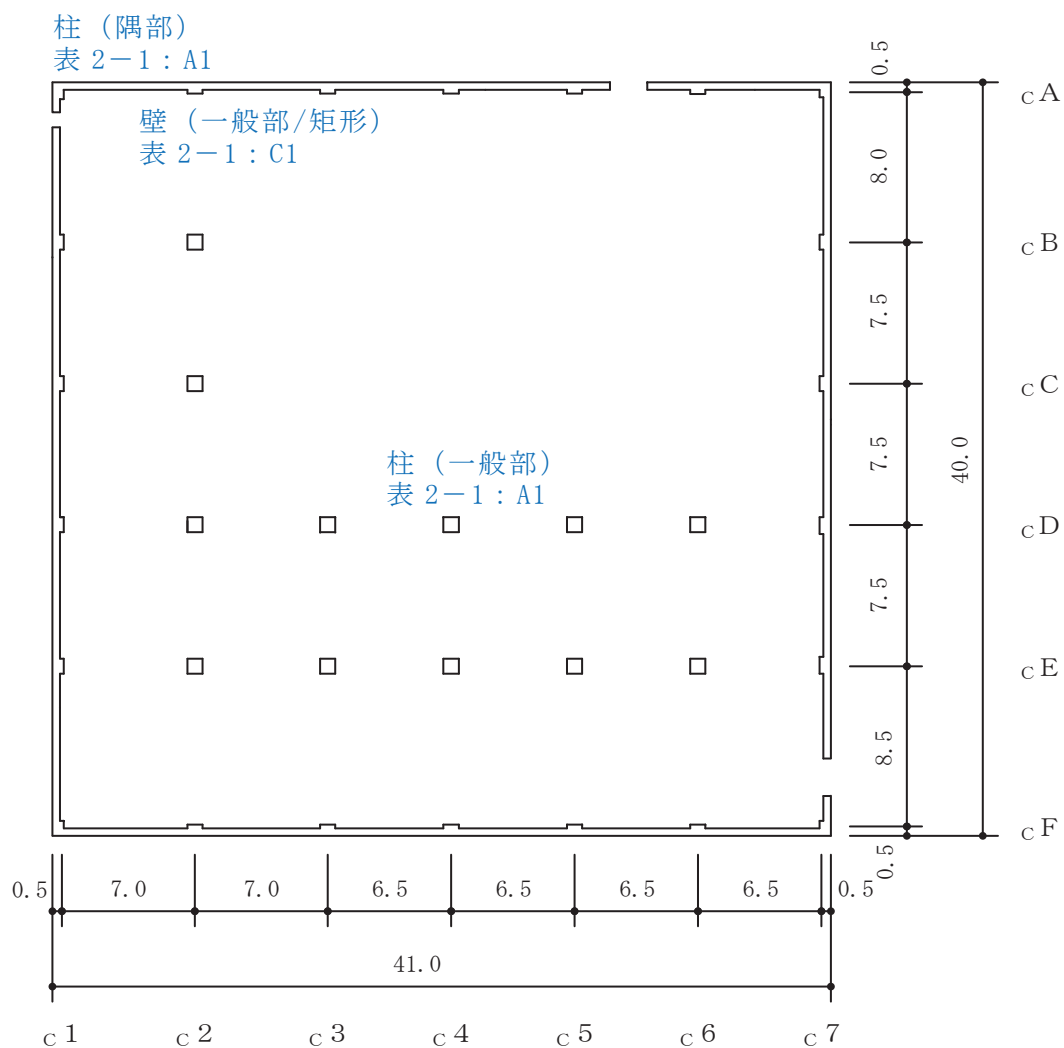
柱（隅部）  
表 2-1：A1



(単位：m)

図 2-2-1(4) 制御建屋の概略平面図 (O.P. 19.5m)

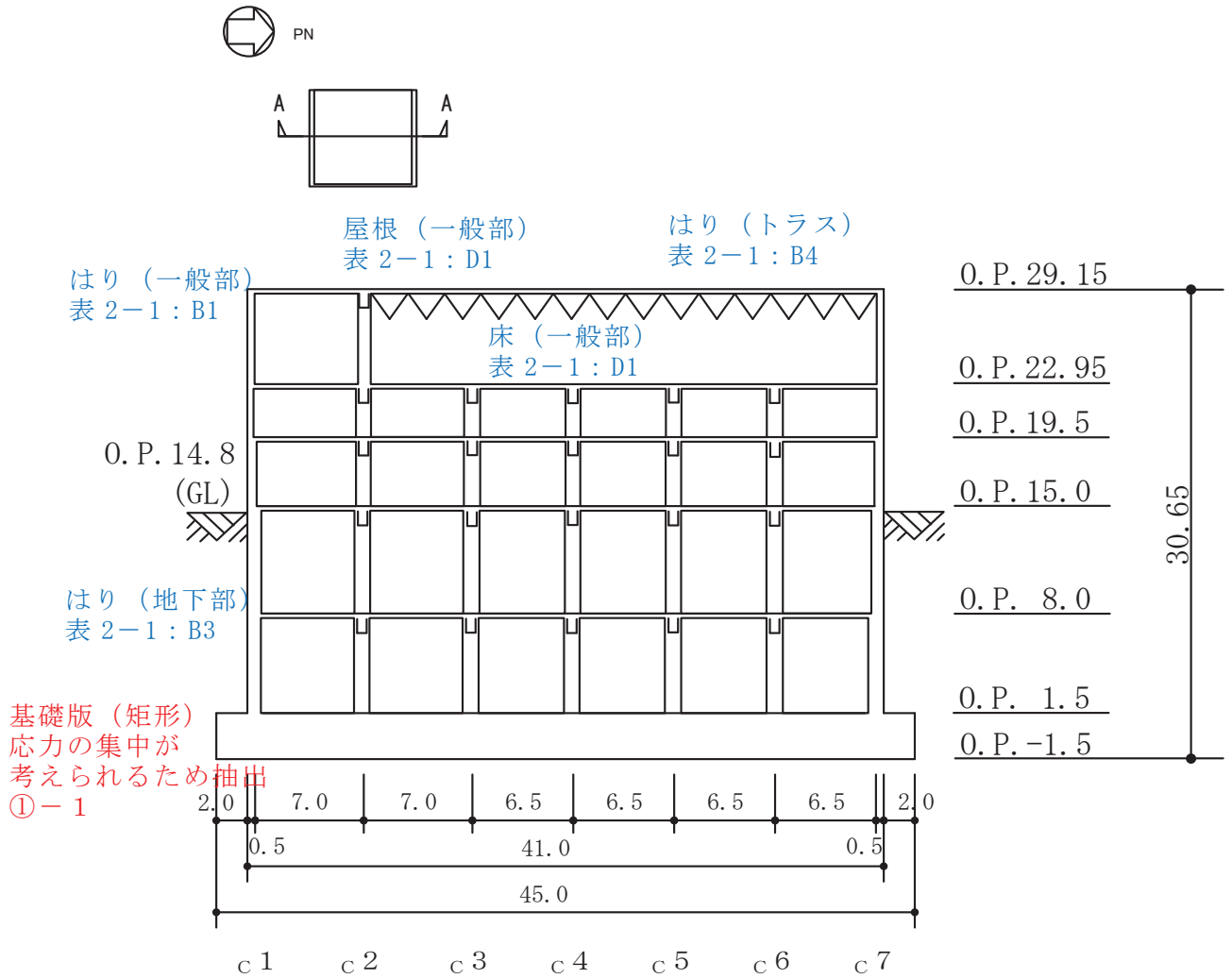
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方



(単位 : m)

図 2-2-1(5) 制御建屋の概略平面図 (0. P. 22.95m)

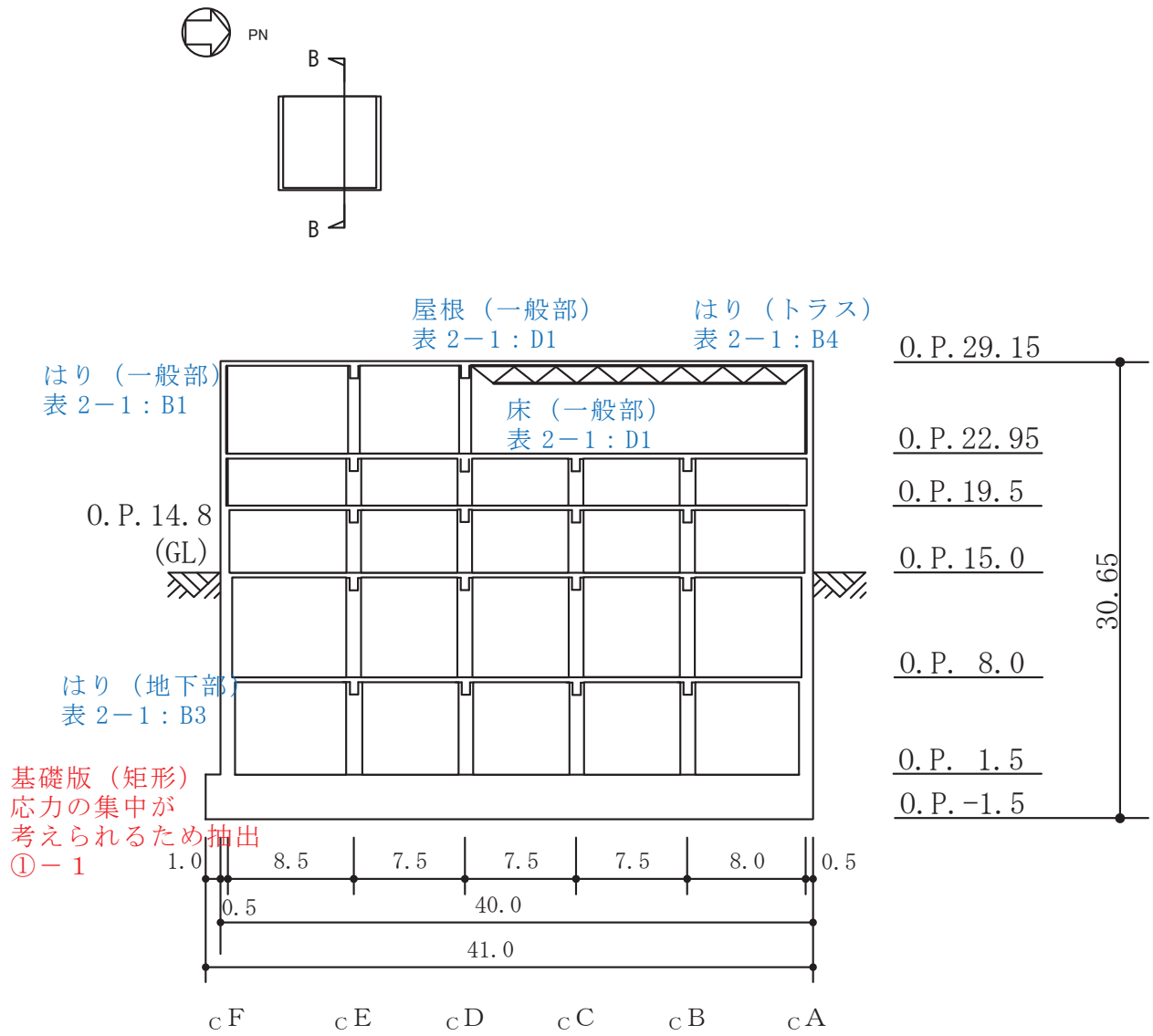
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方



(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考え方



(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考え方

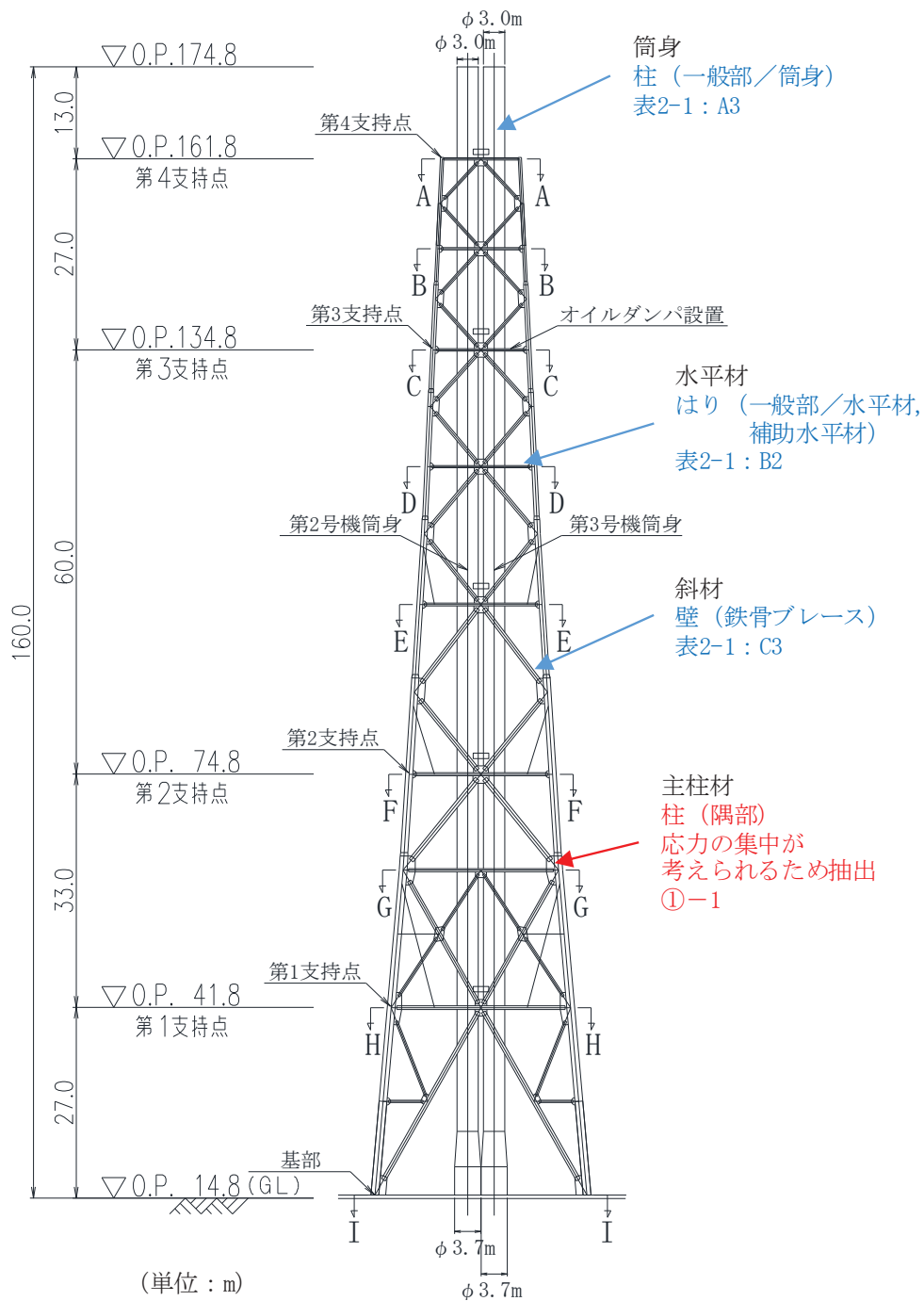
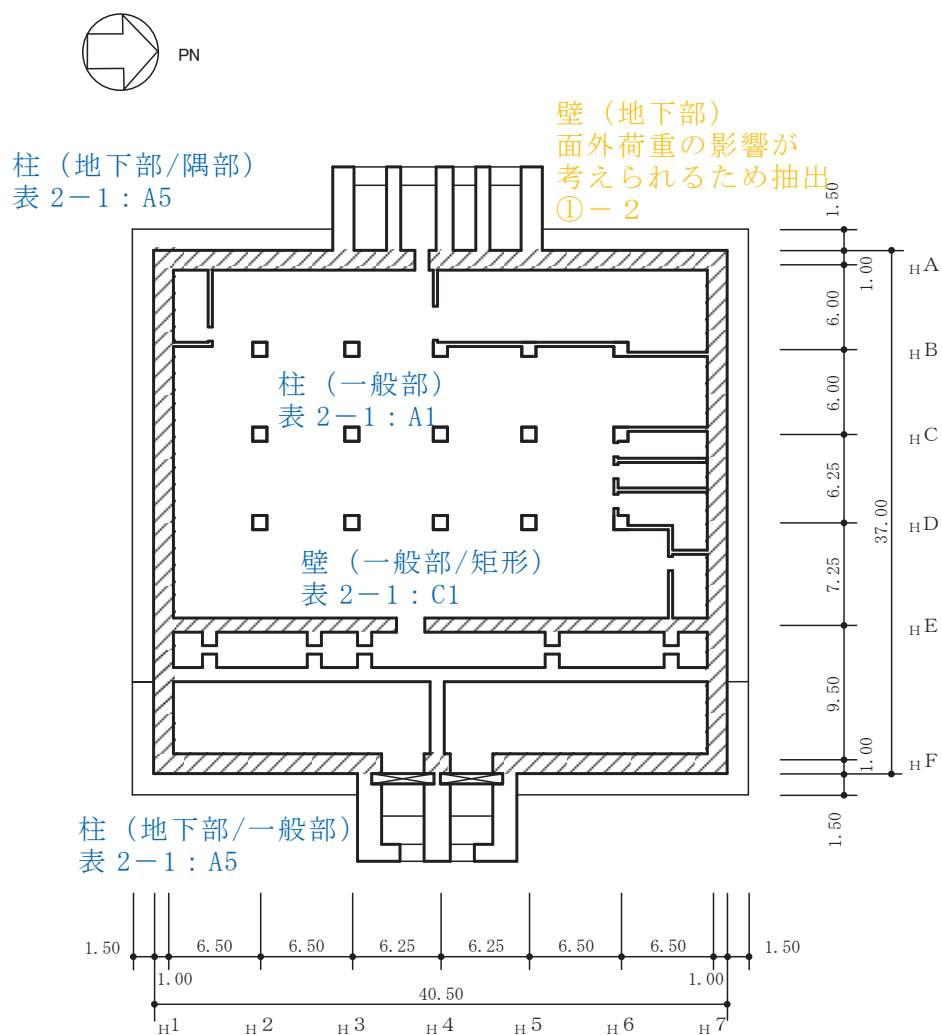


図 2-3-1 排気筒の概要図

## 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考え方



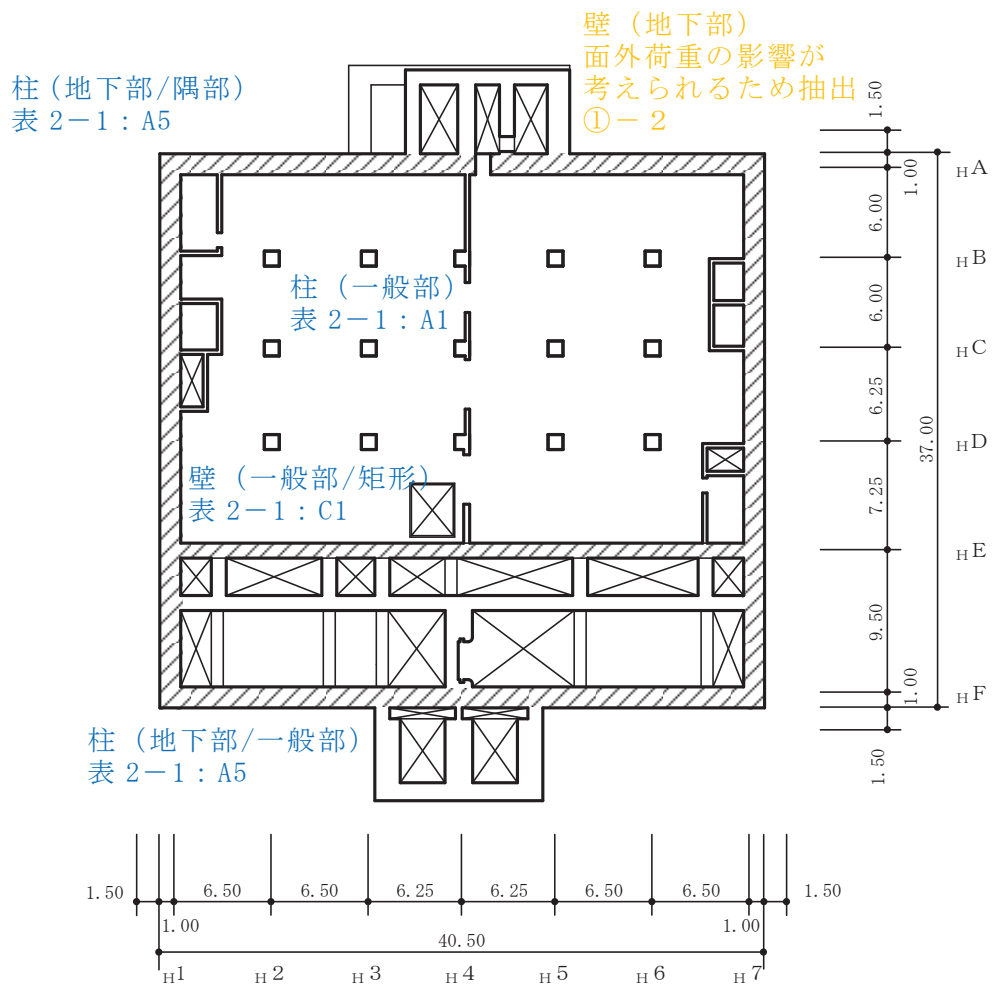
注：網掛けは耐震壁を示す

(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考え方



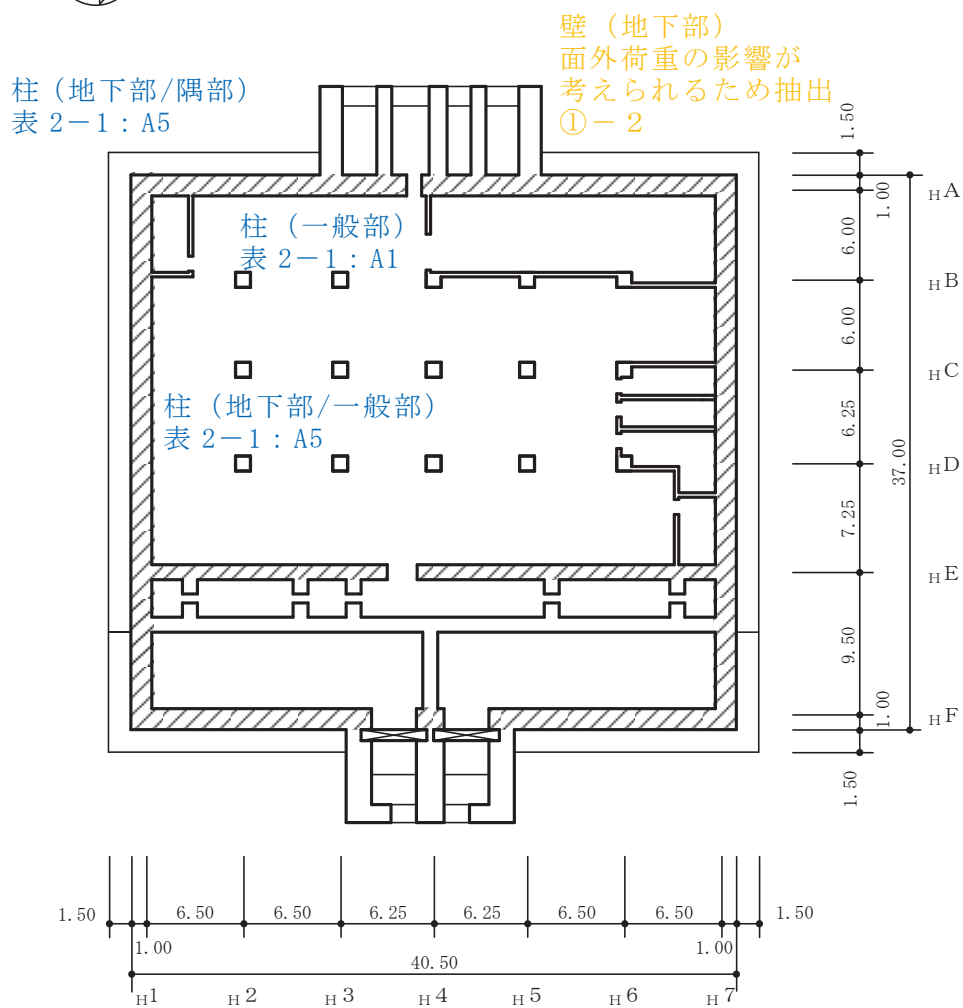
注：網掛けは耐震壁を示す

(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考え方

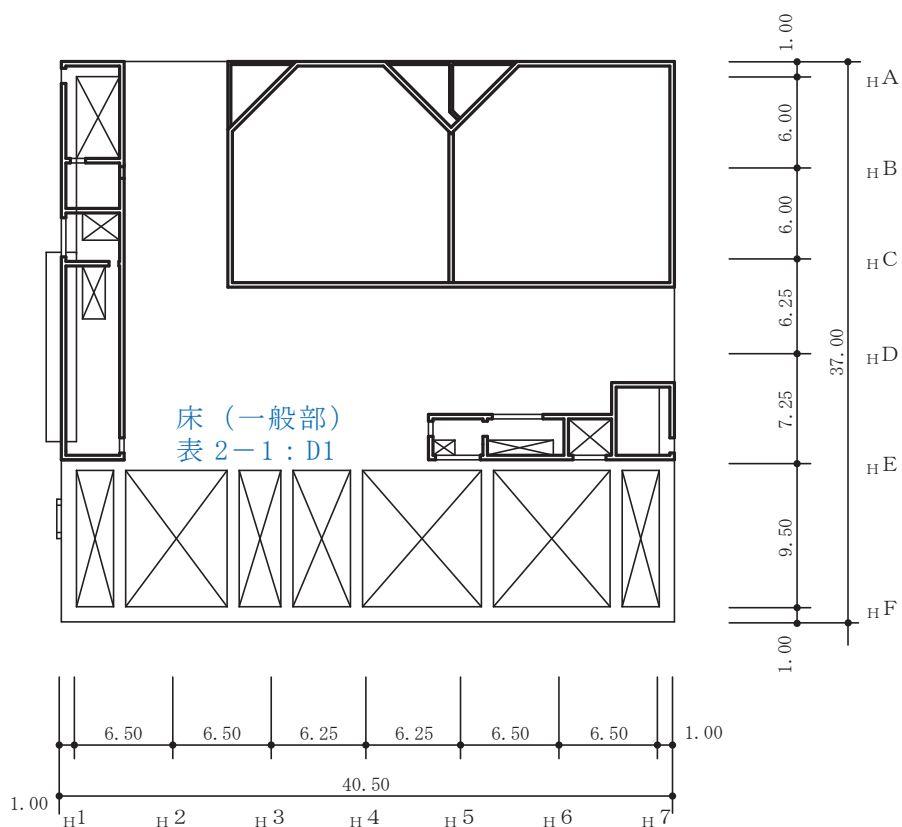


注：網掛けは耐震壁を示す

(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 (O.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考え方

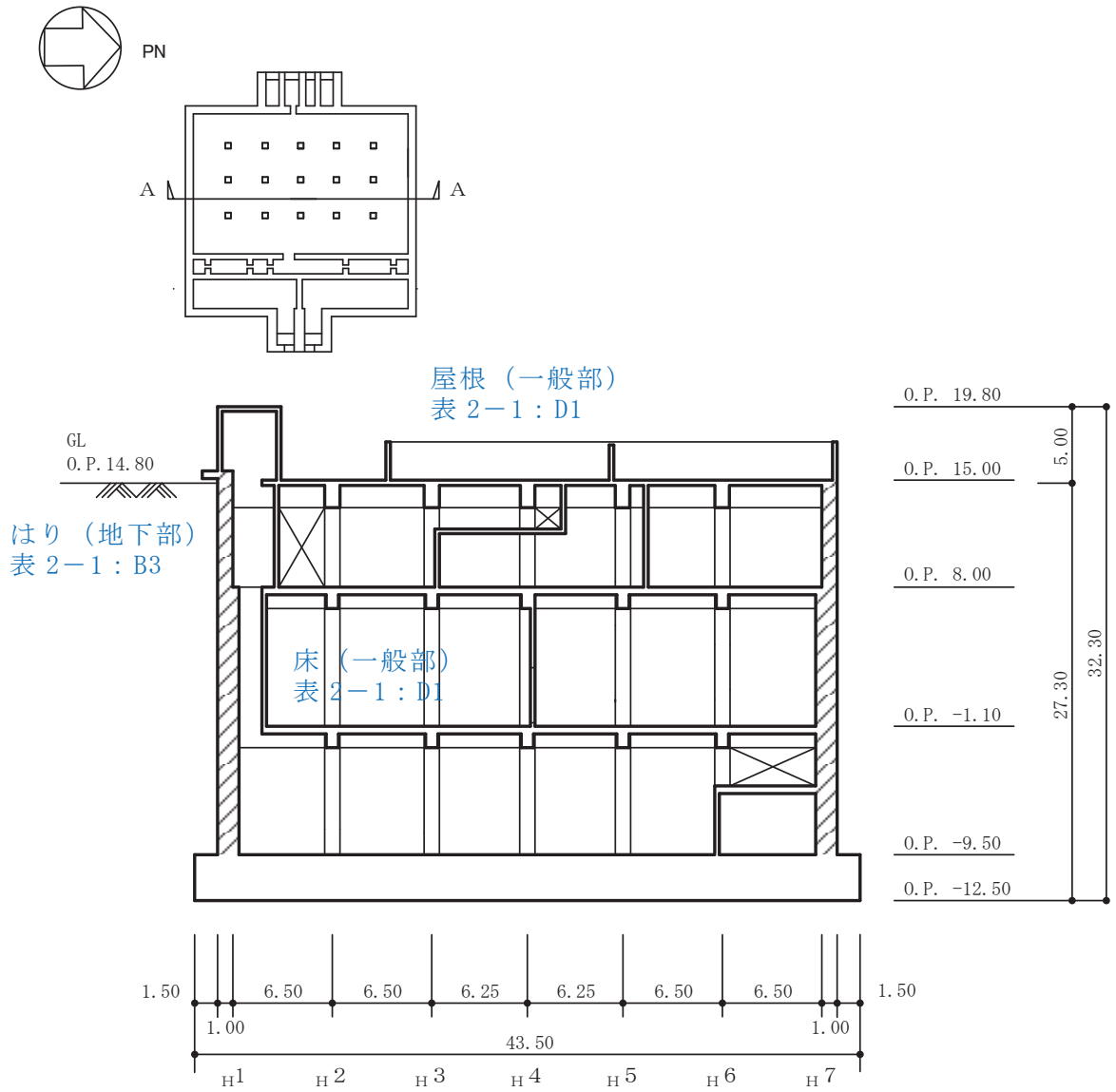


注：網掛けは耐震壁を示す

(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 (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考え方

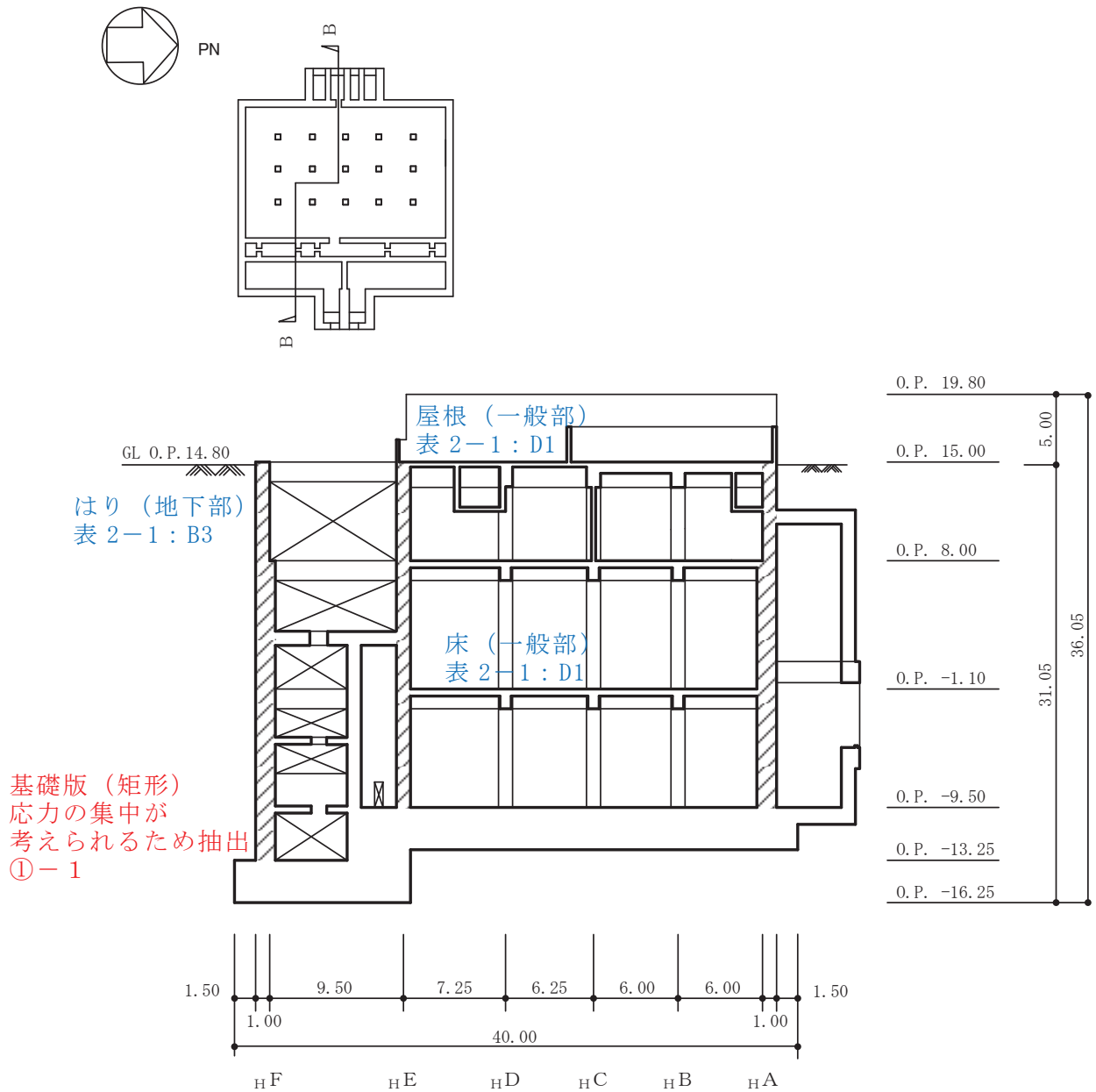


注：網掛けは耐震壁を示す

(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考え方



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考え方

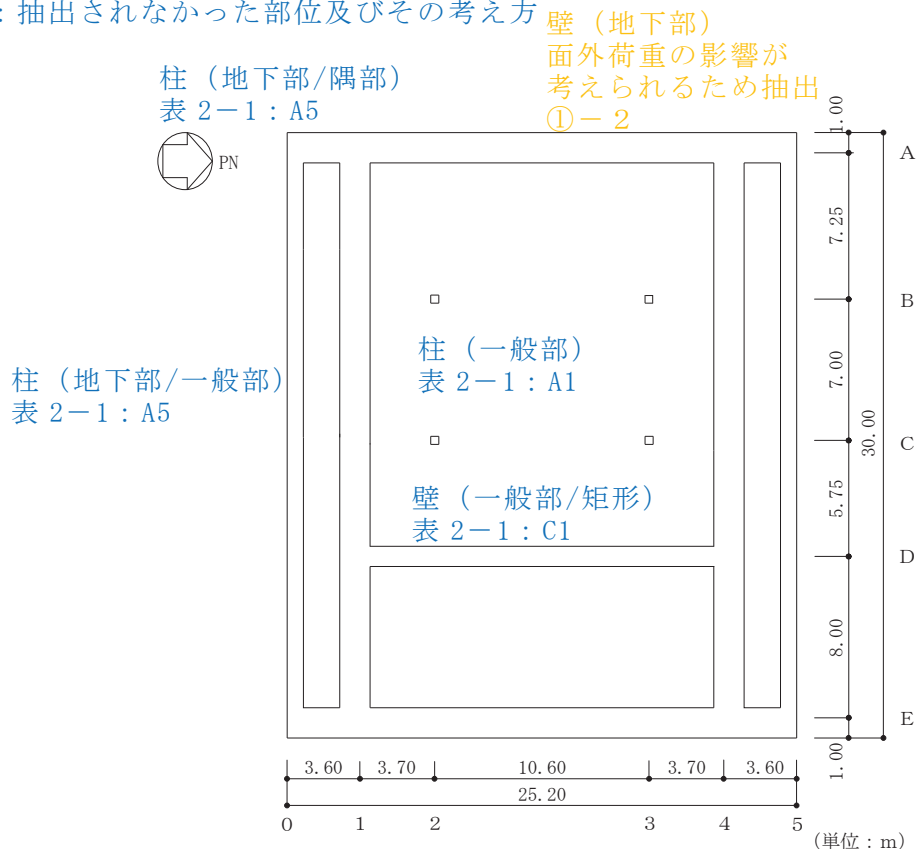


図 2-5-1(1) 緊急用電気品建屋の概略平面図 (0.P. \* 56.4m)

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考え方

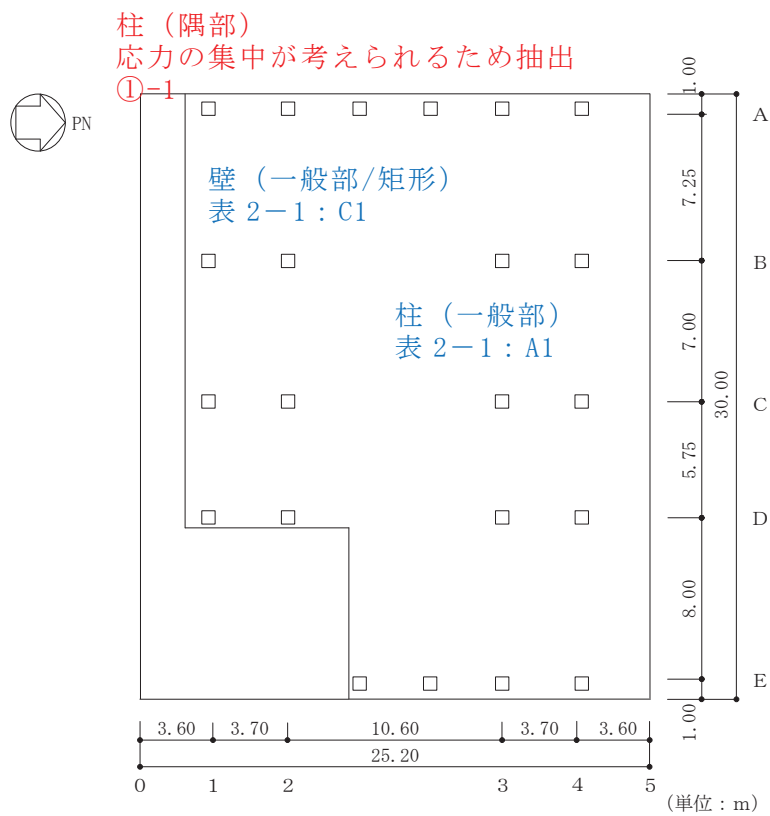


図 2-5-1(2) 緊急用電気品建屋の概略平面図 (O. P. 62. 9m)

- 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考え方

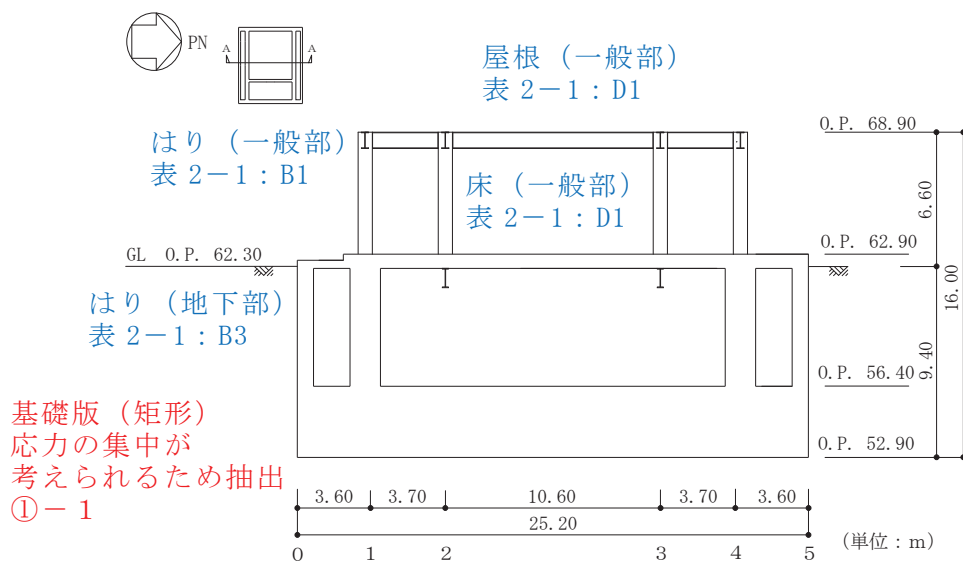


図 2-5-2(1) 緊急用電気品建屋の概略断面図 (A-A 断面, NS 方向)

- 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考え方

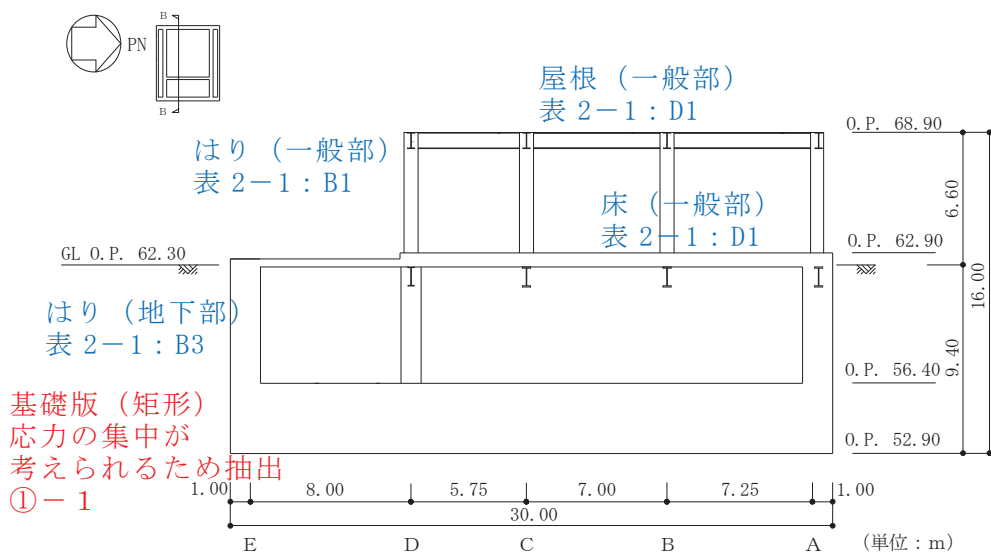


図 2-5-2(2) 緊急用電気品建屋の概略断面図 (B-B 断面, EW 方向)



## 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考え方

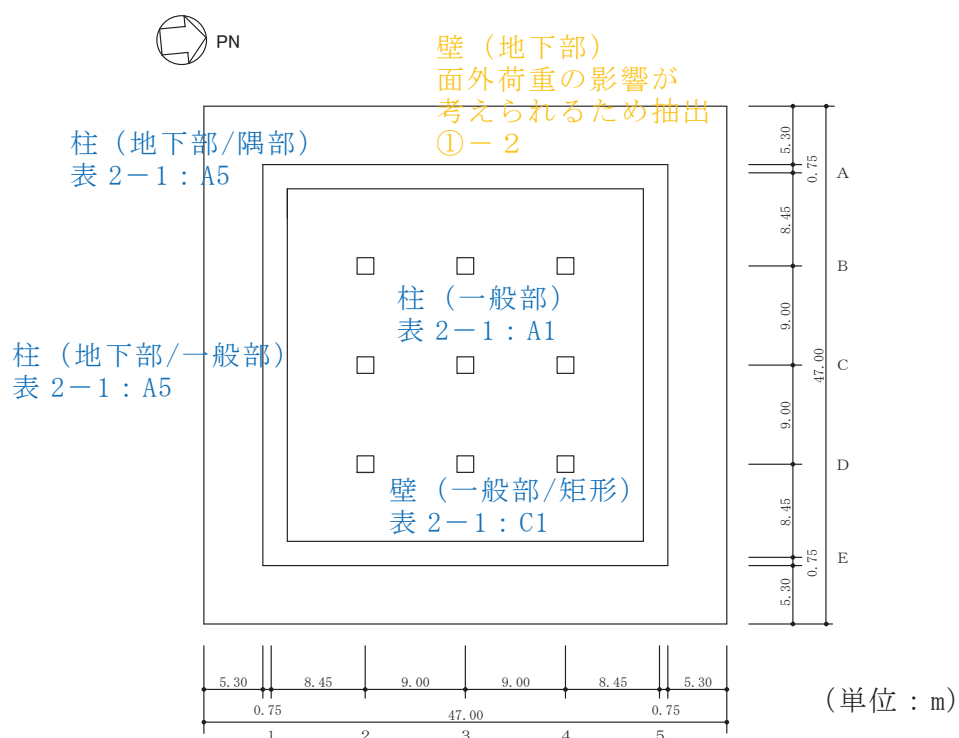


図 2-6-1(1) 緊急時対策建屋の概略平面図 (O.P.\* 51.5m)

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考え方

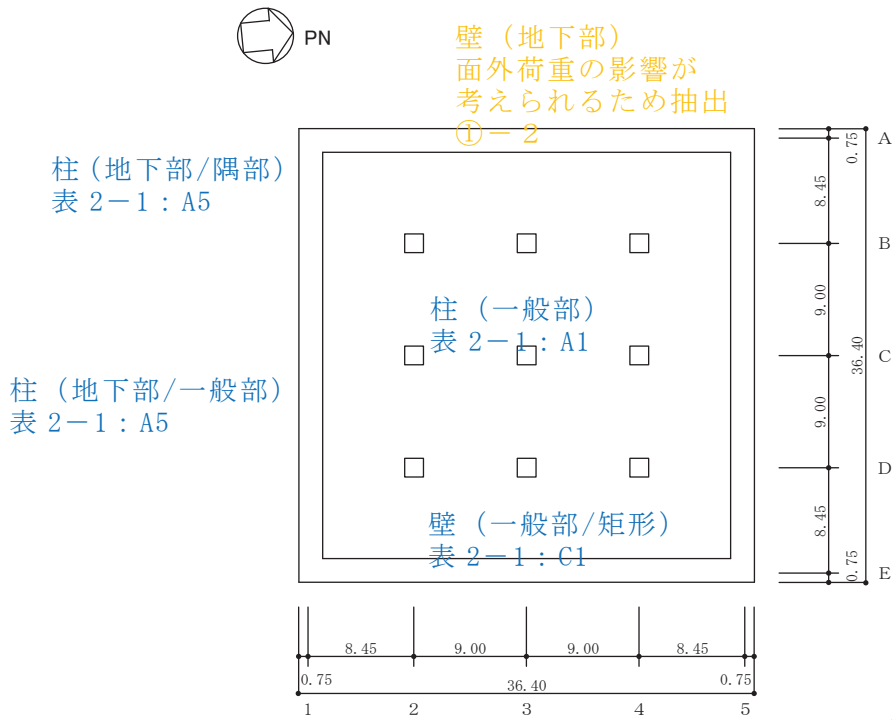


図 2-6-1(2) 緊急時対策建屋の概略平面図 (0. P. 57. 3m) (単位 : m)

- 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考え方

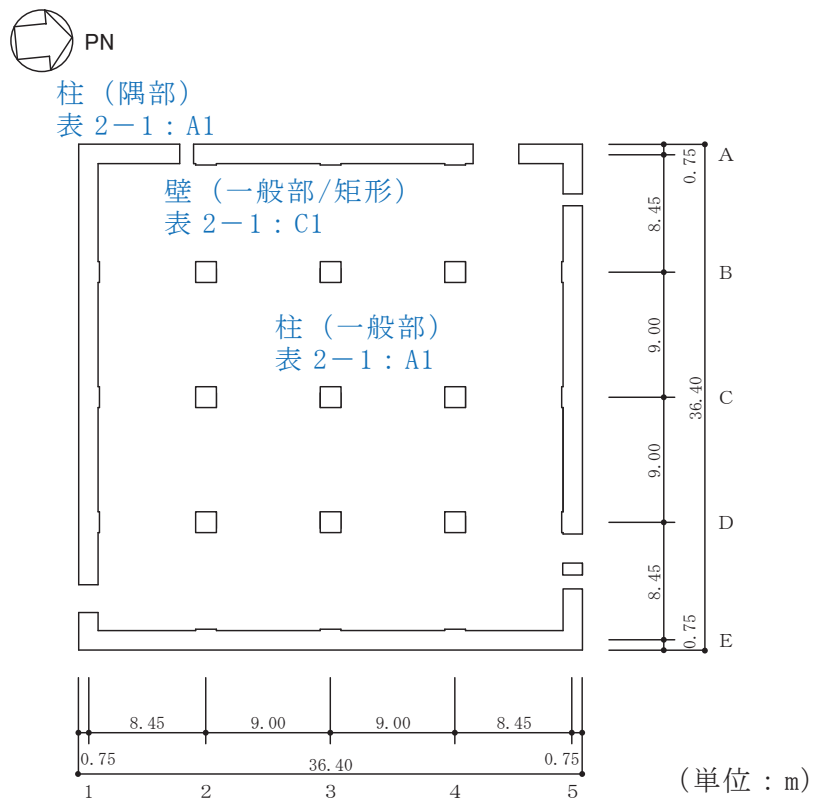


図 2-6-1(3) 緊急時対策建屋の概略平面図 (0.P. 62. 2m)

- 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考え方

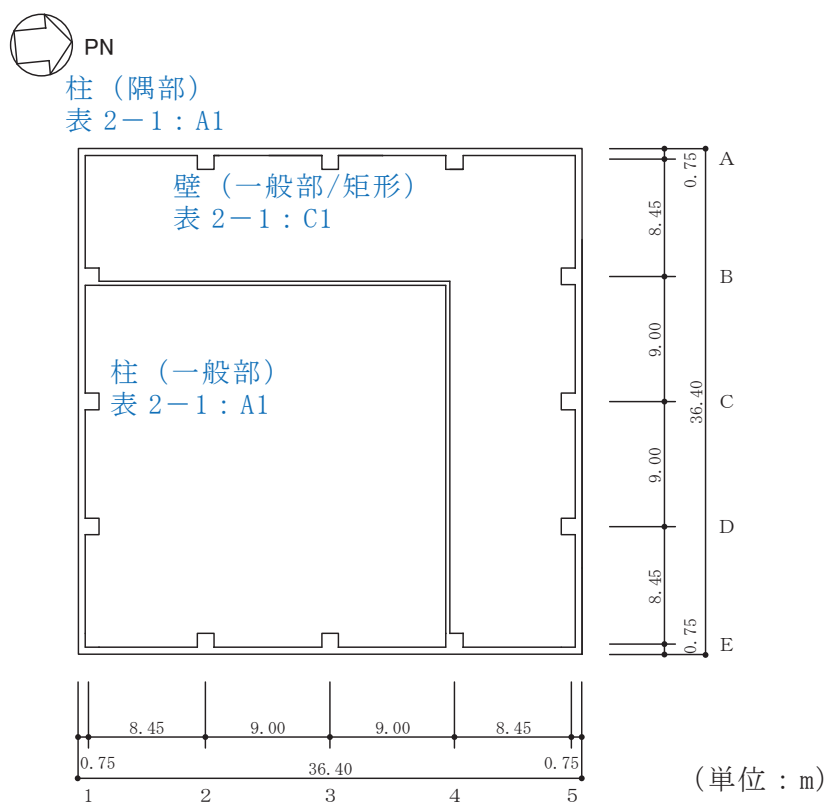


図 2-6-1(4) 緊急時対策建屋の概略平面図 (0. P. 69. 4m)

- 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考え方

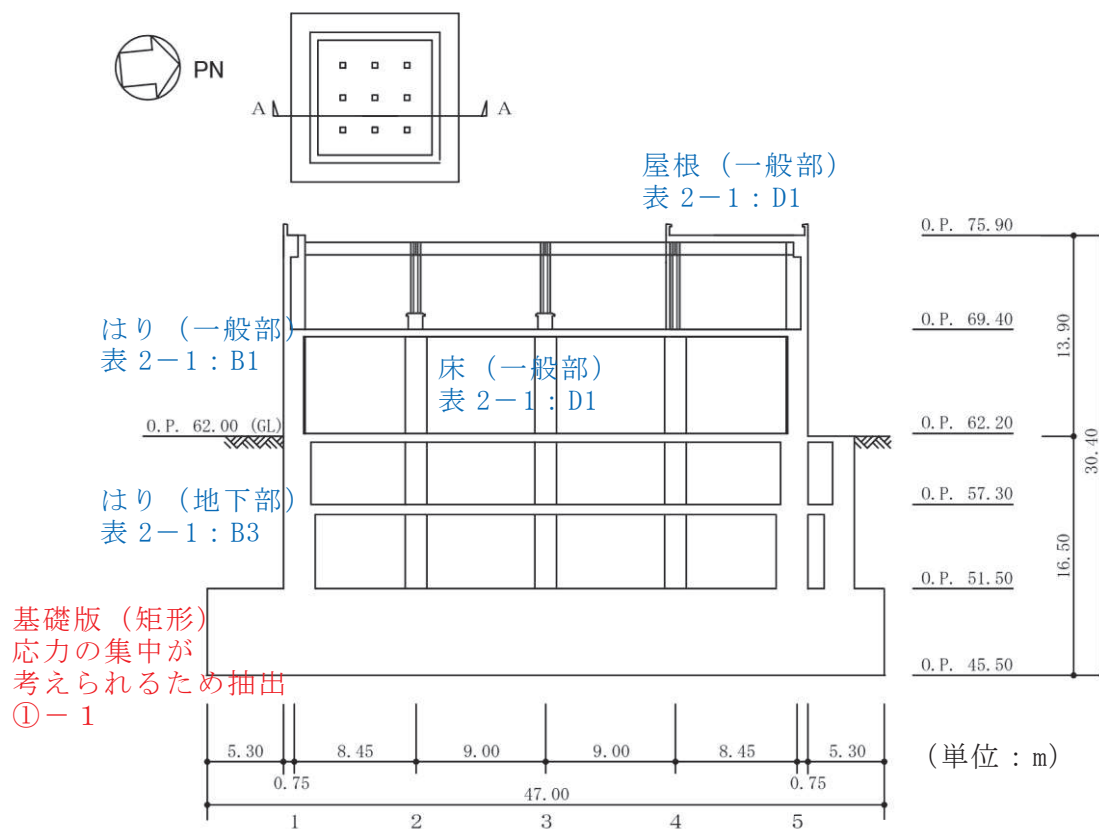


図 2-6-2(1) 緊急時対策建屋の概略断面図 (A-A 断面, NS 方向)

- 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考え方

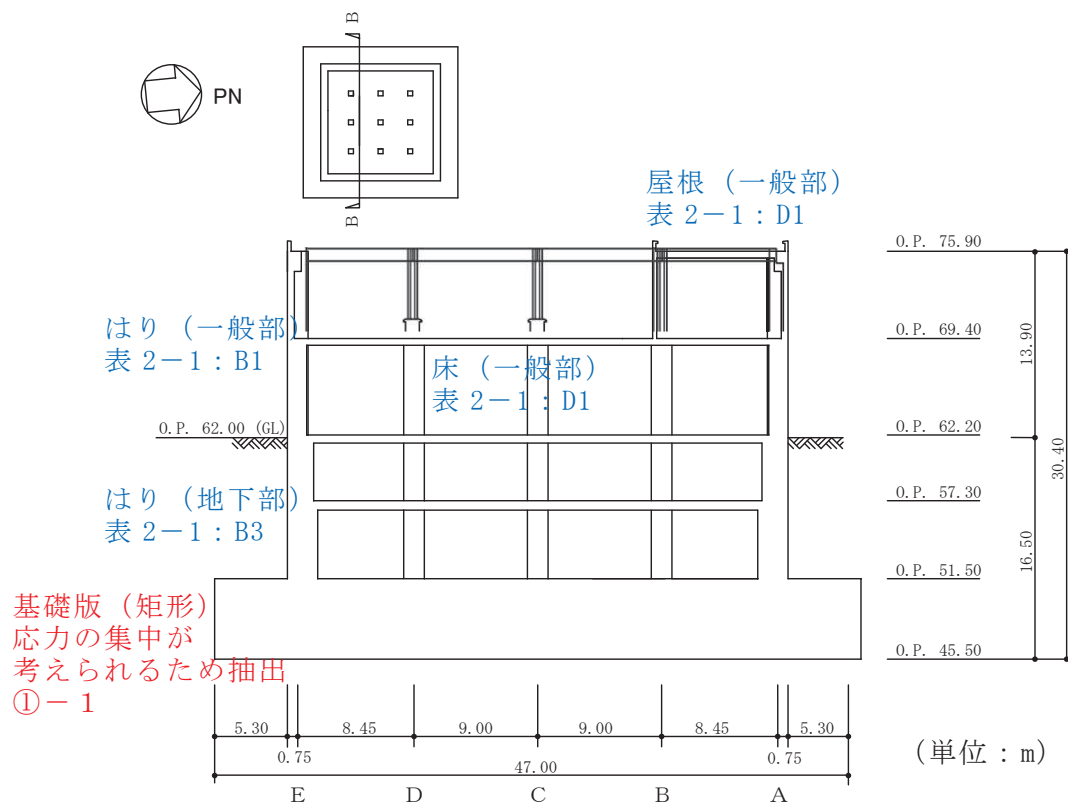
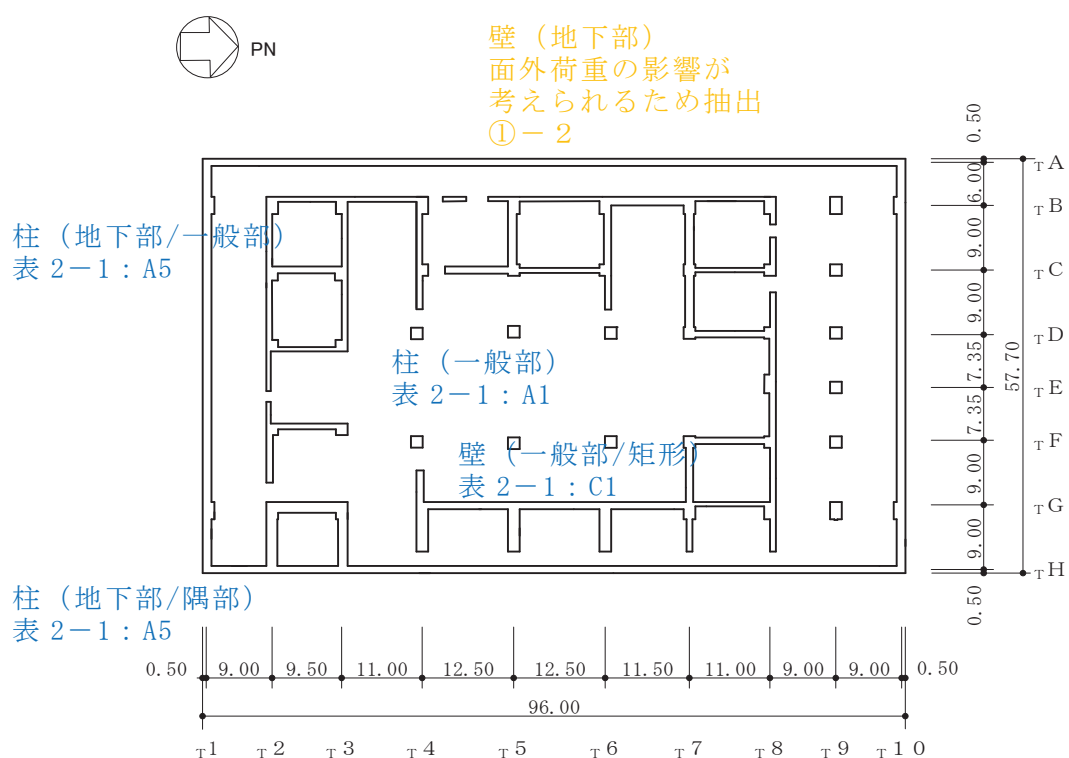


図 2-6-2(2) 緊急時対策建屋の概略断面図 (B-B 断面, EW 方向)

## 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考え方

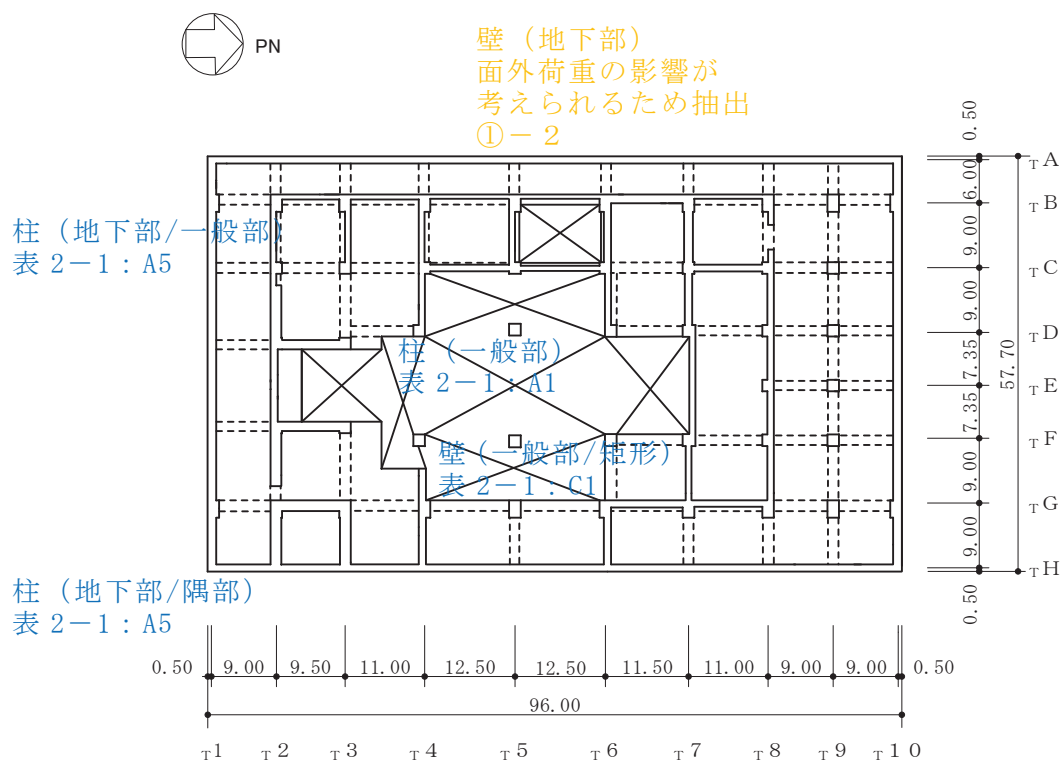


(単位：m)

図 2-7-1(1) タービン建屋の概略平面図 (O.P.\*0.8m)

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考え方

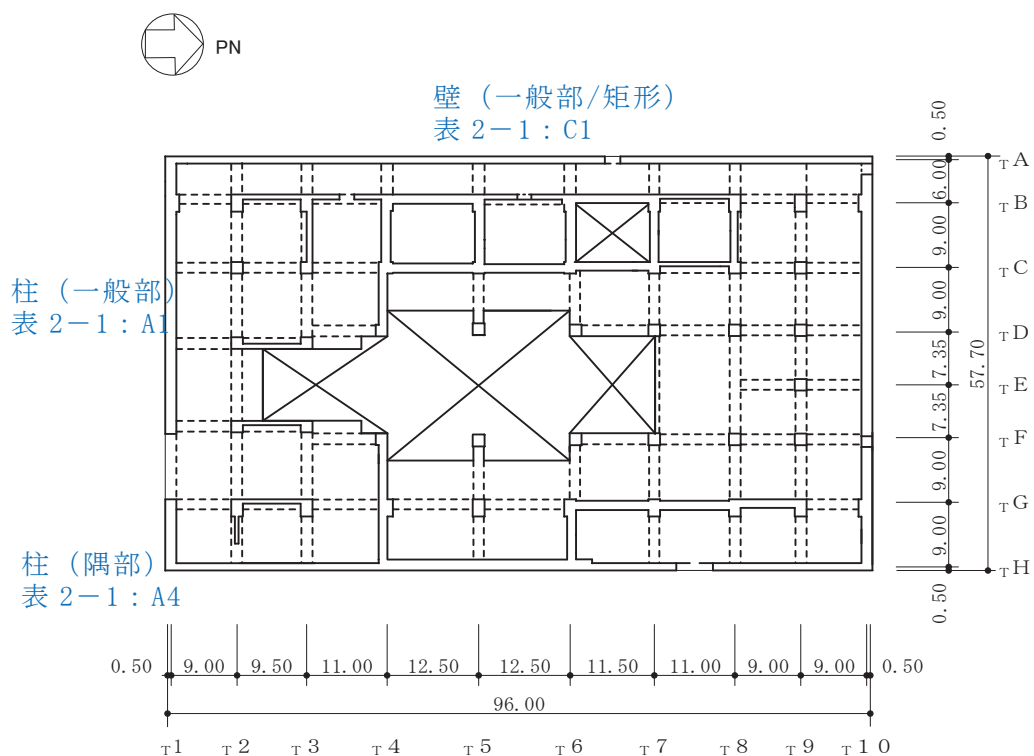


(単位：m)

図 2-7-1(2) タービン建屋の概略平面図 (0.P. 7.6m)



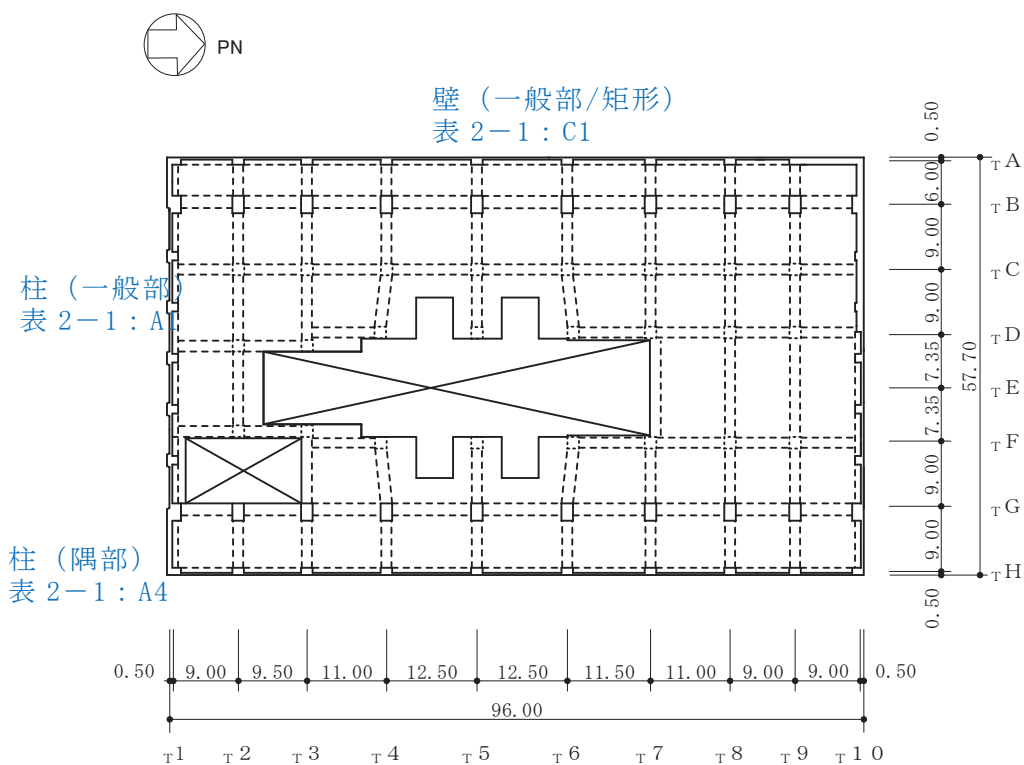
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方



(単位 : m)

図 2-7-1(3) タービン建屋の概略平面図 (O.P. 15.0m)

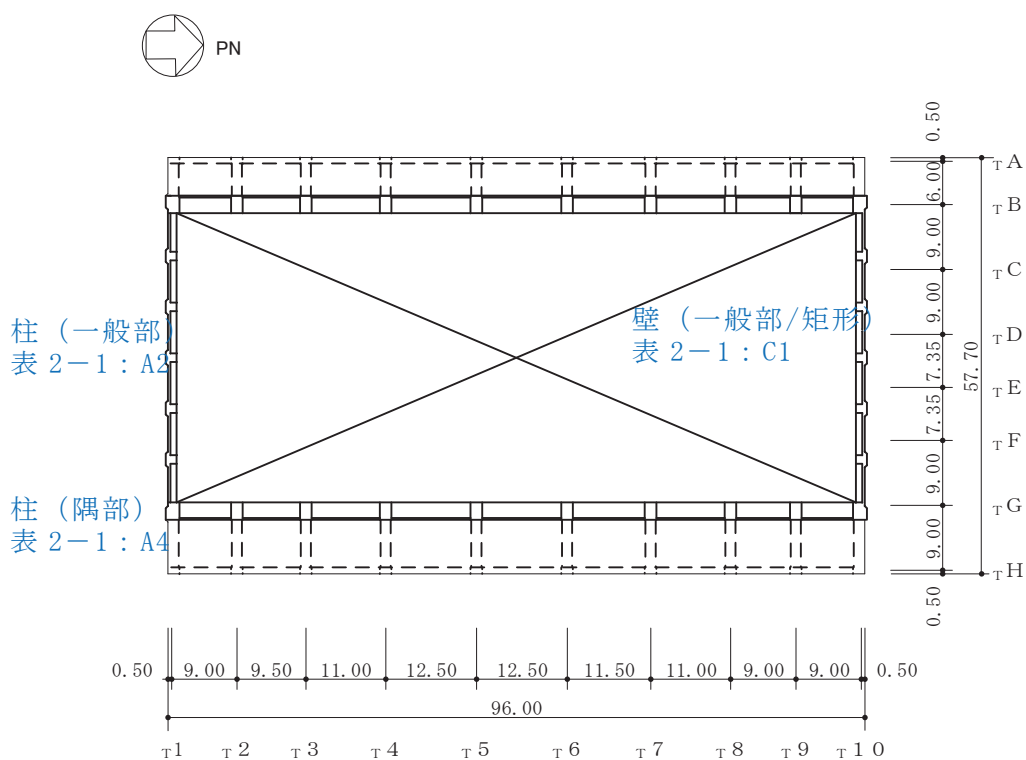
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方



(単位：m)

図 2-7-1(4) タービン建屋の概略平面図 (O.P. 24.8m)

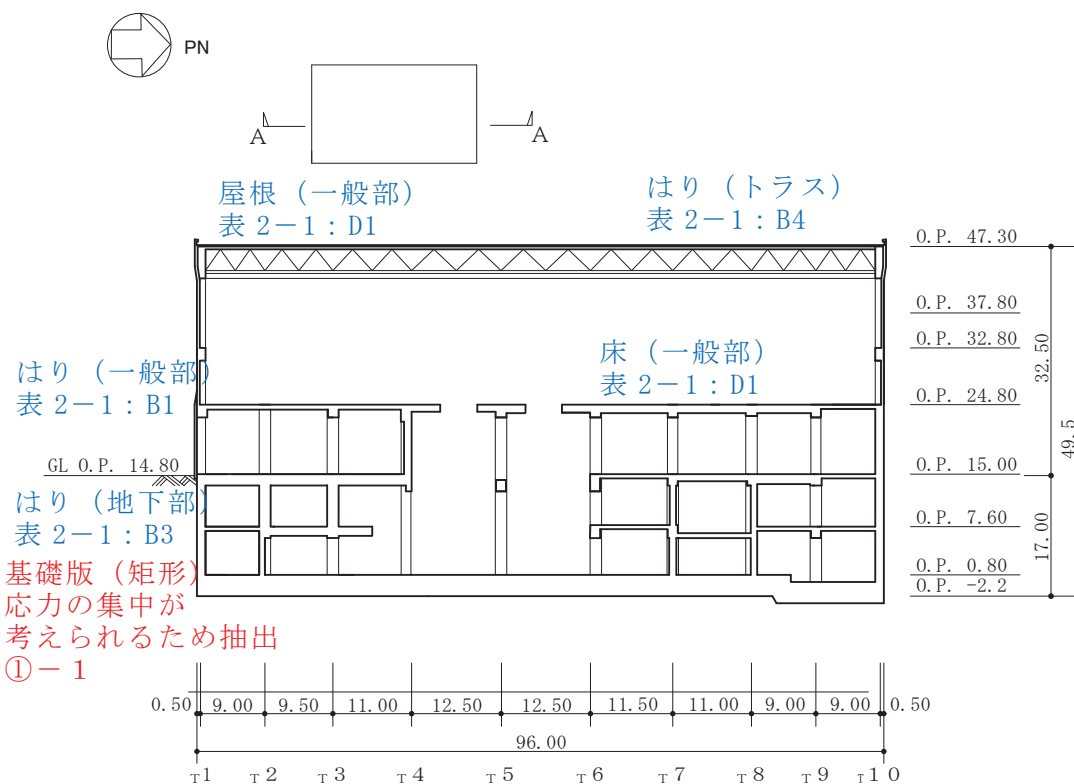
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方



(単位：m)

図 2-7-1(5) タービン建屋の概略平面図 (O.P. 32.8m)

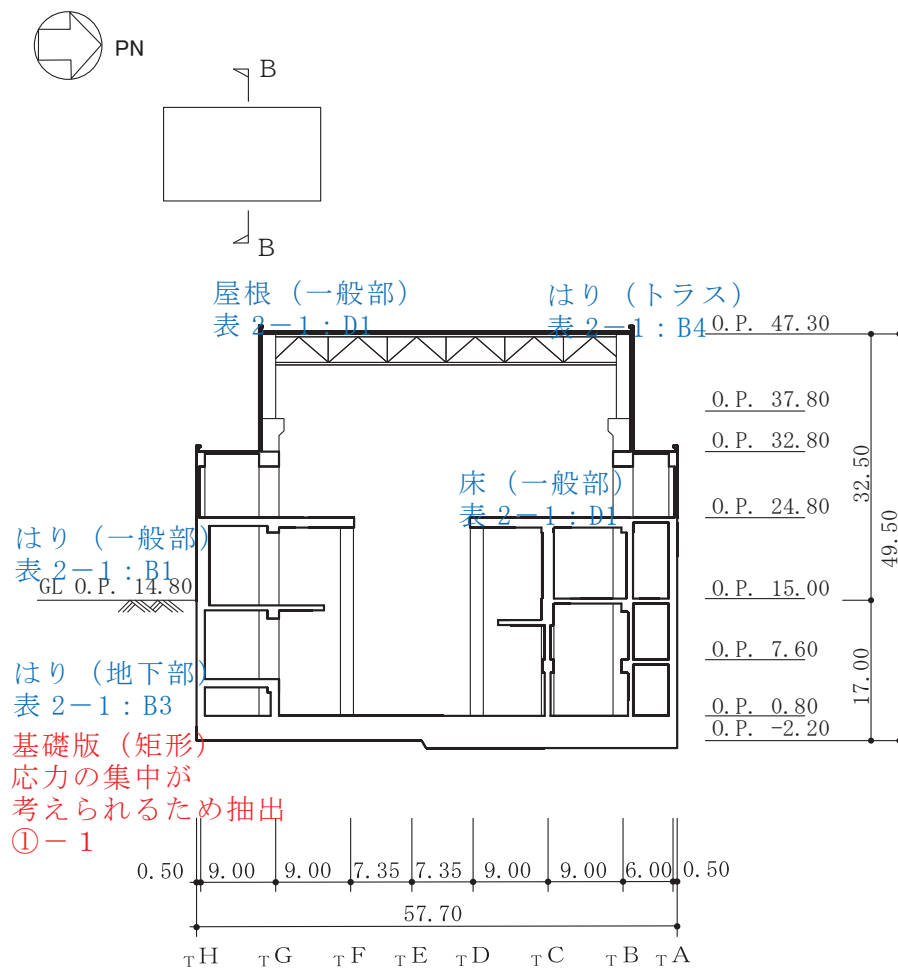
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方



(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考え方



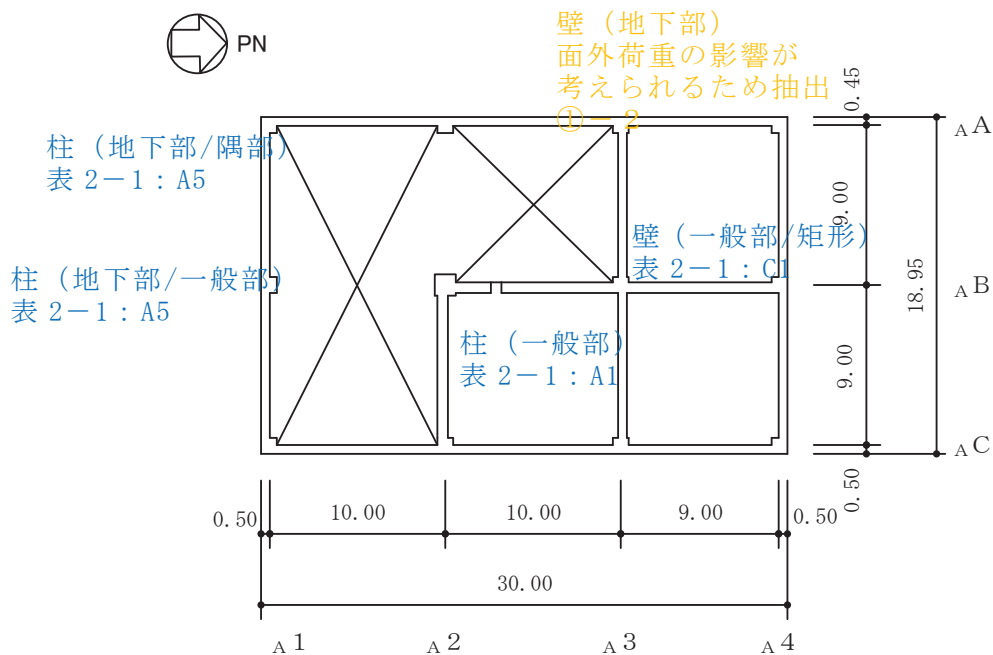
(単位 : m)

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考え方

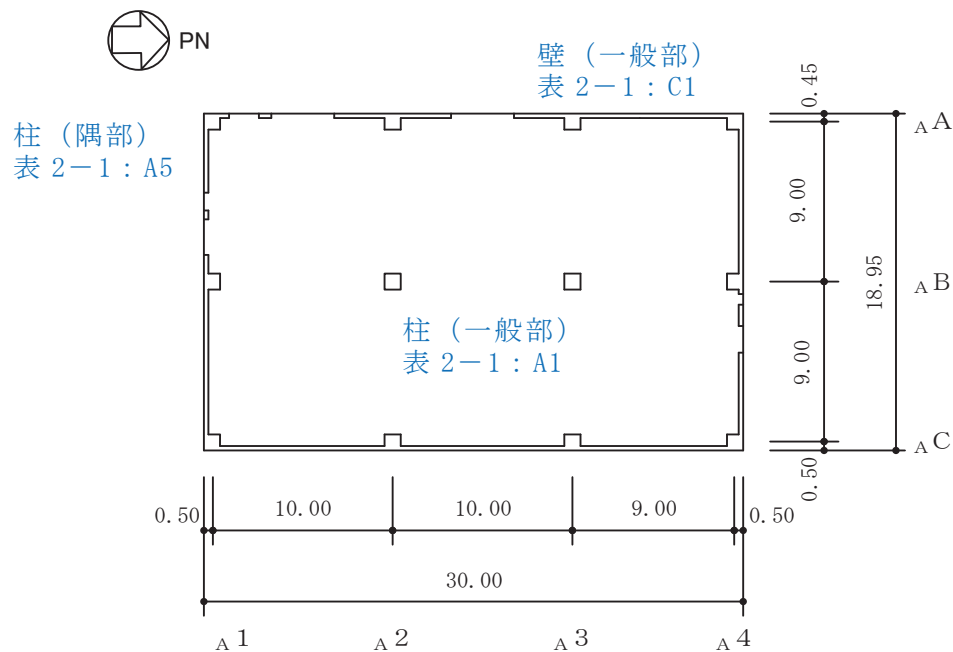


(単位：m)

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。

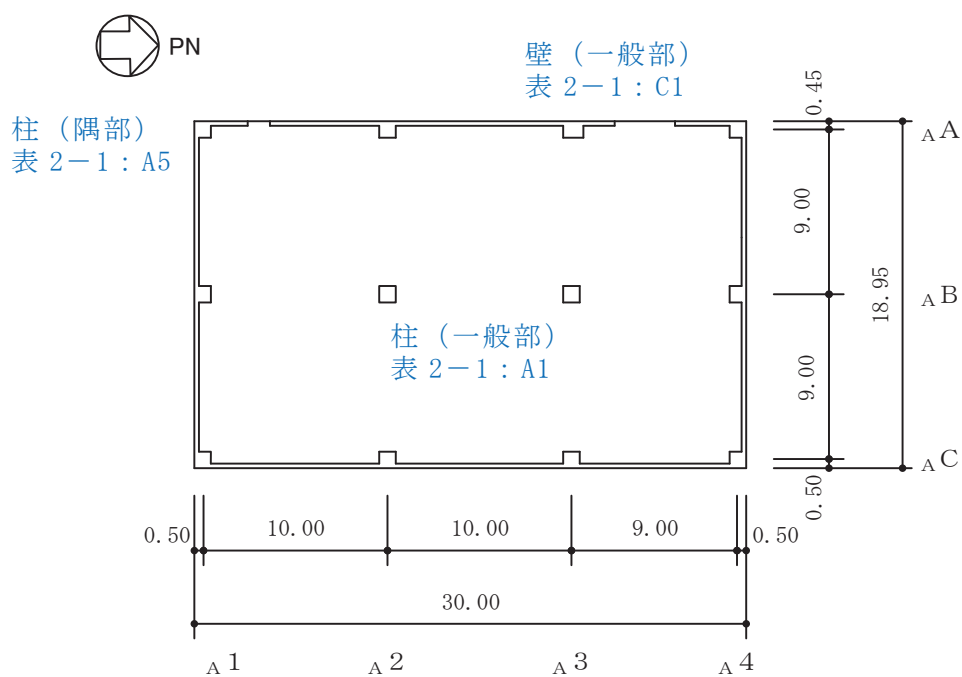
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方



(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考え方

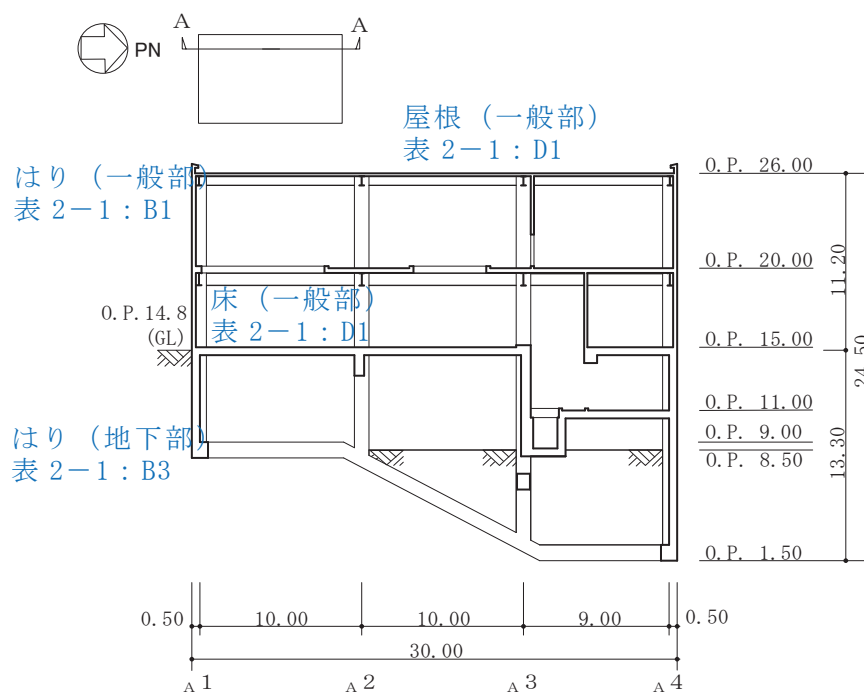


(単位 : m)

図 2-8-1(3) 補助ボイラー建屋の概略平面図 (0. P. 20. 0m)



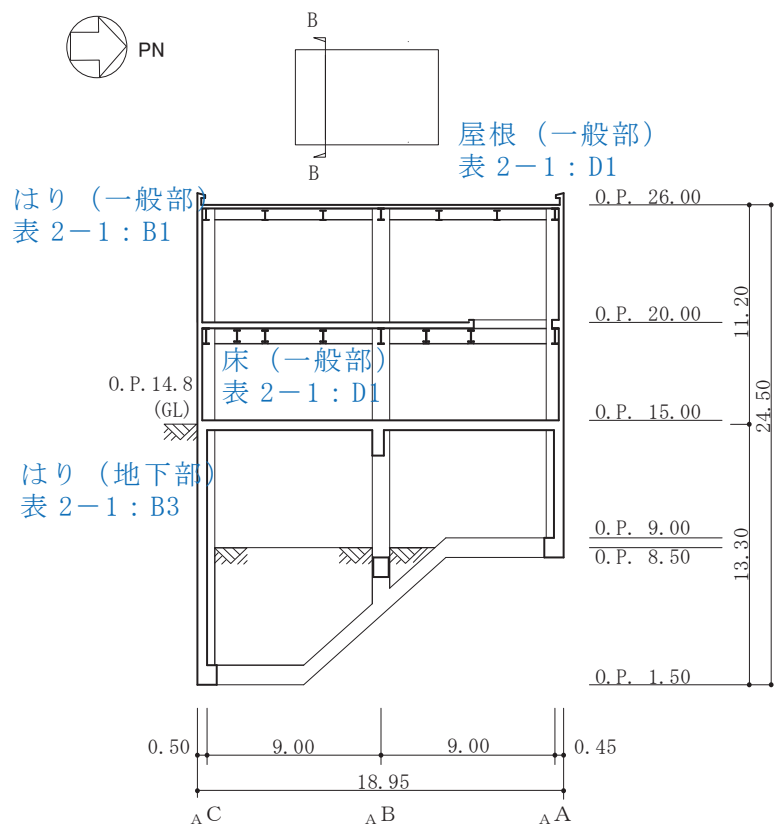
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方



(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考え方



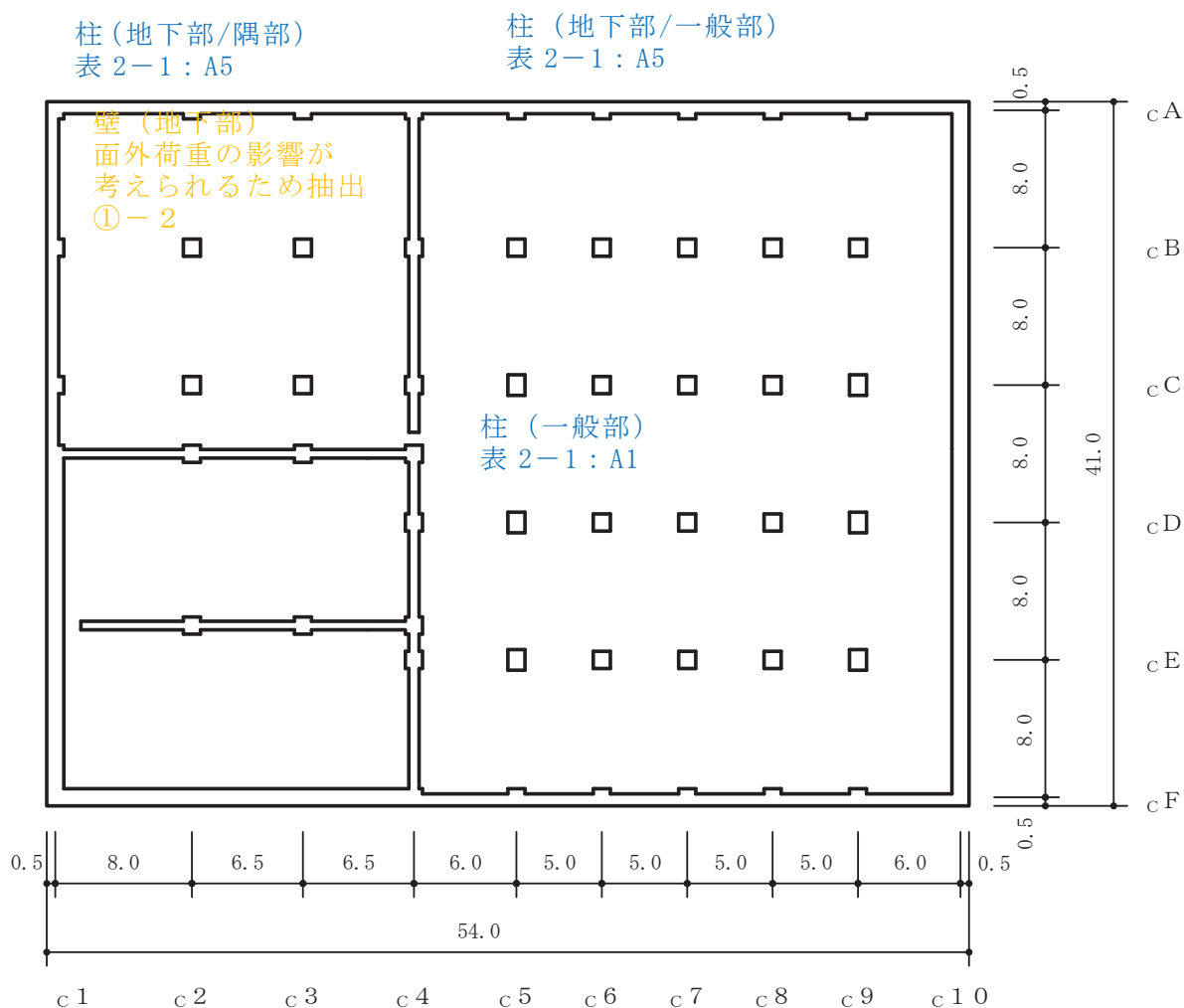
(単位：m)

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考え方

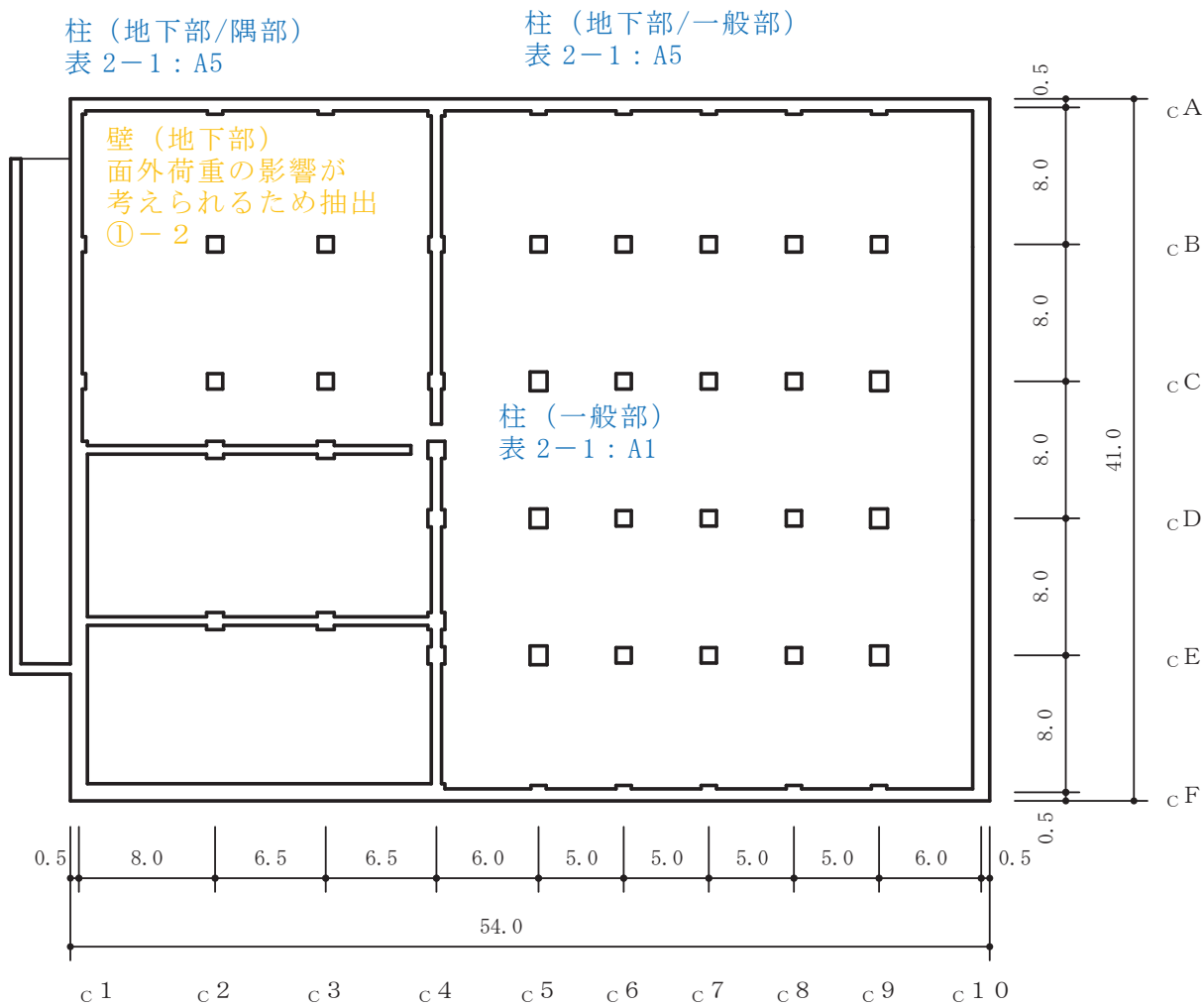


(単位：m)

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。

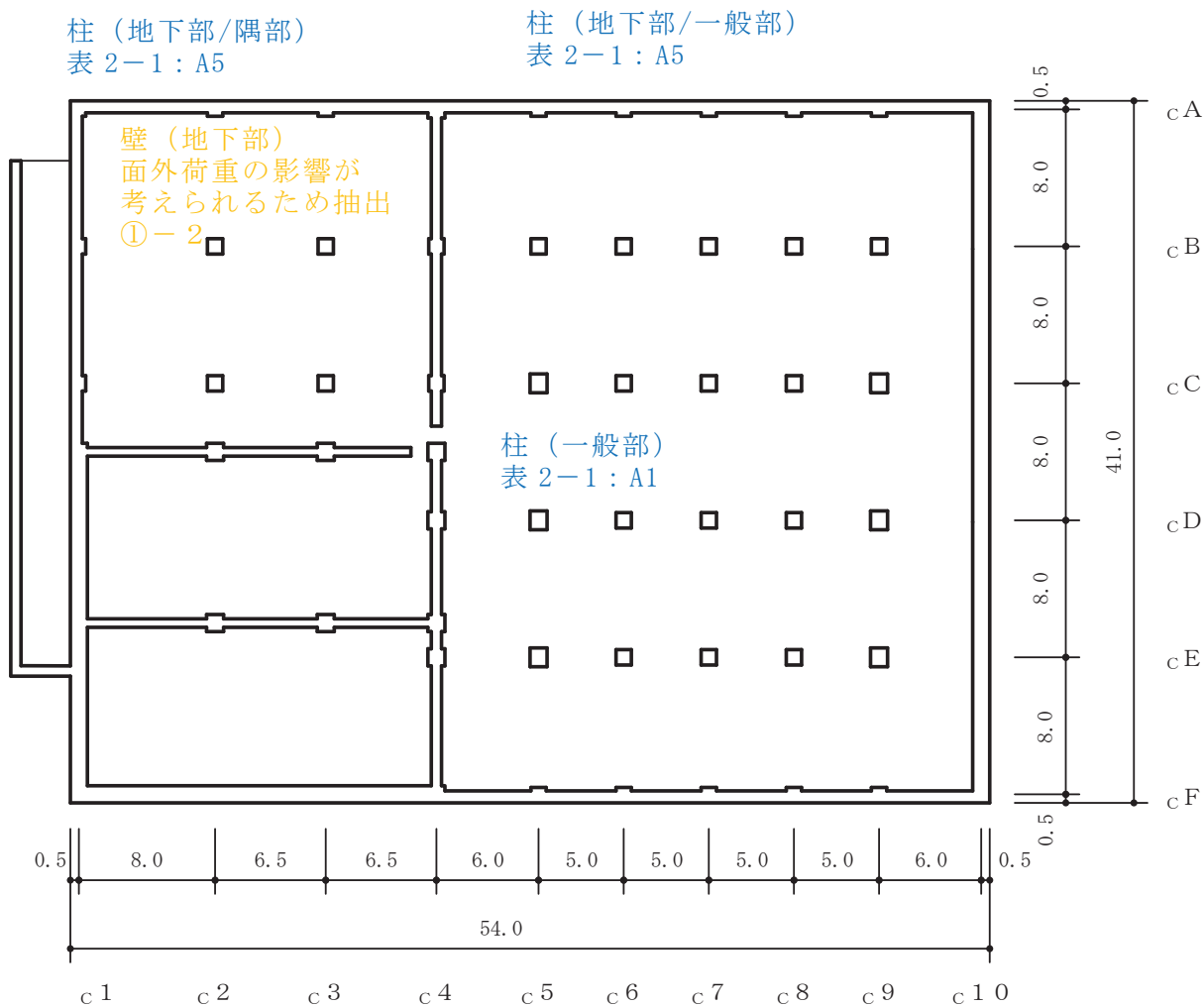
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方



(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考え方



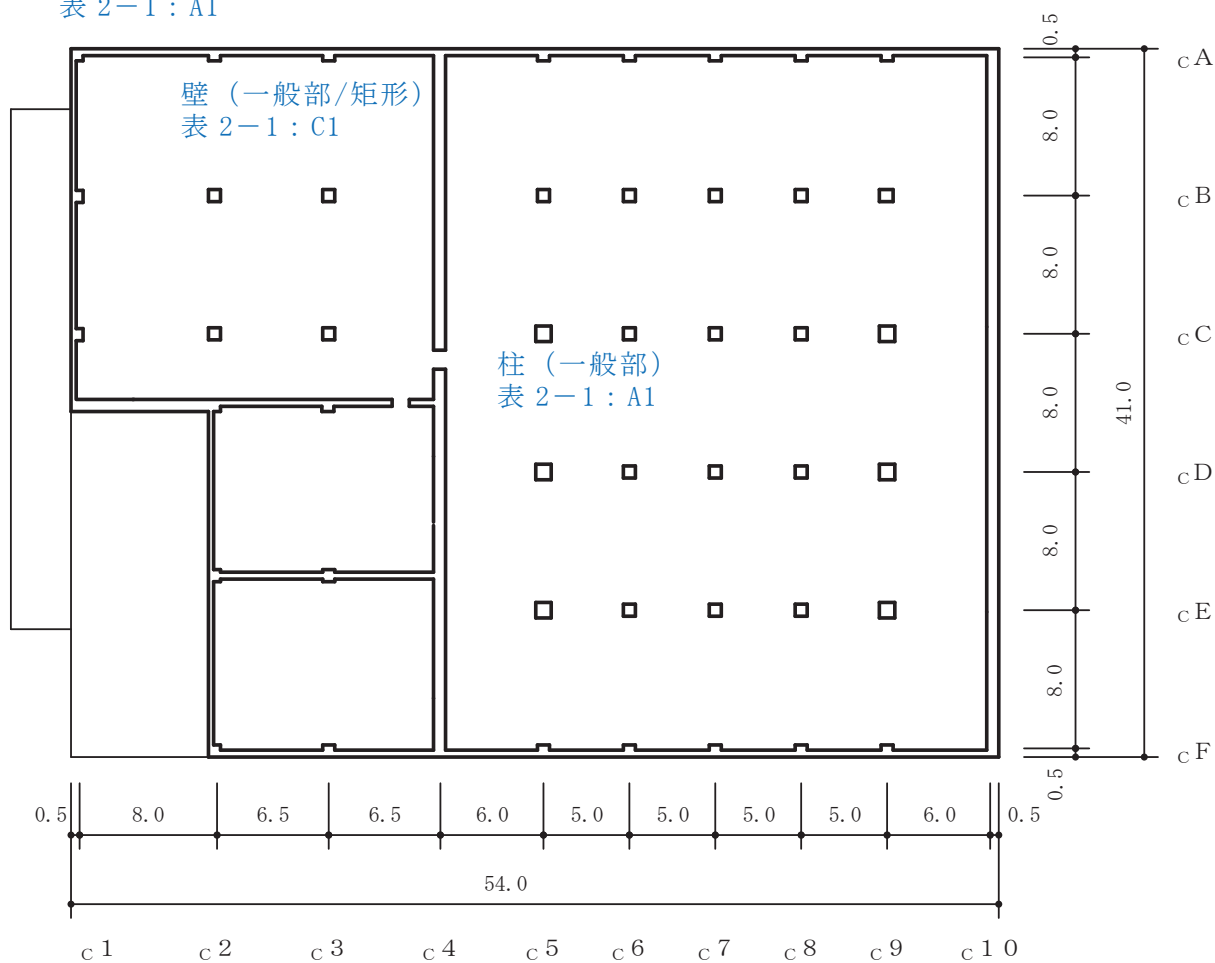
(単位 : m)

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考え方



柱（隅部）  
表 2-1：A1



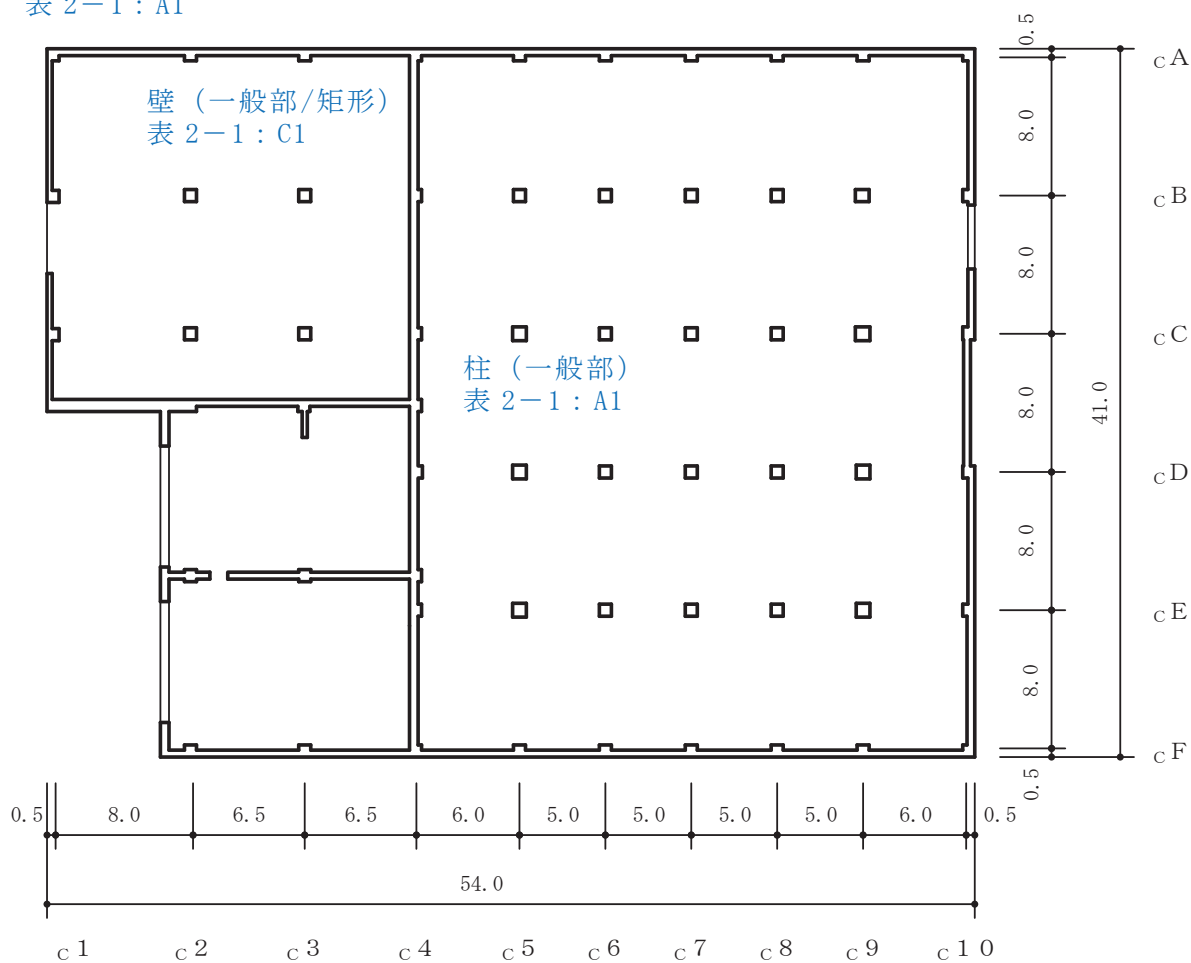
（単位：m）

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考え方



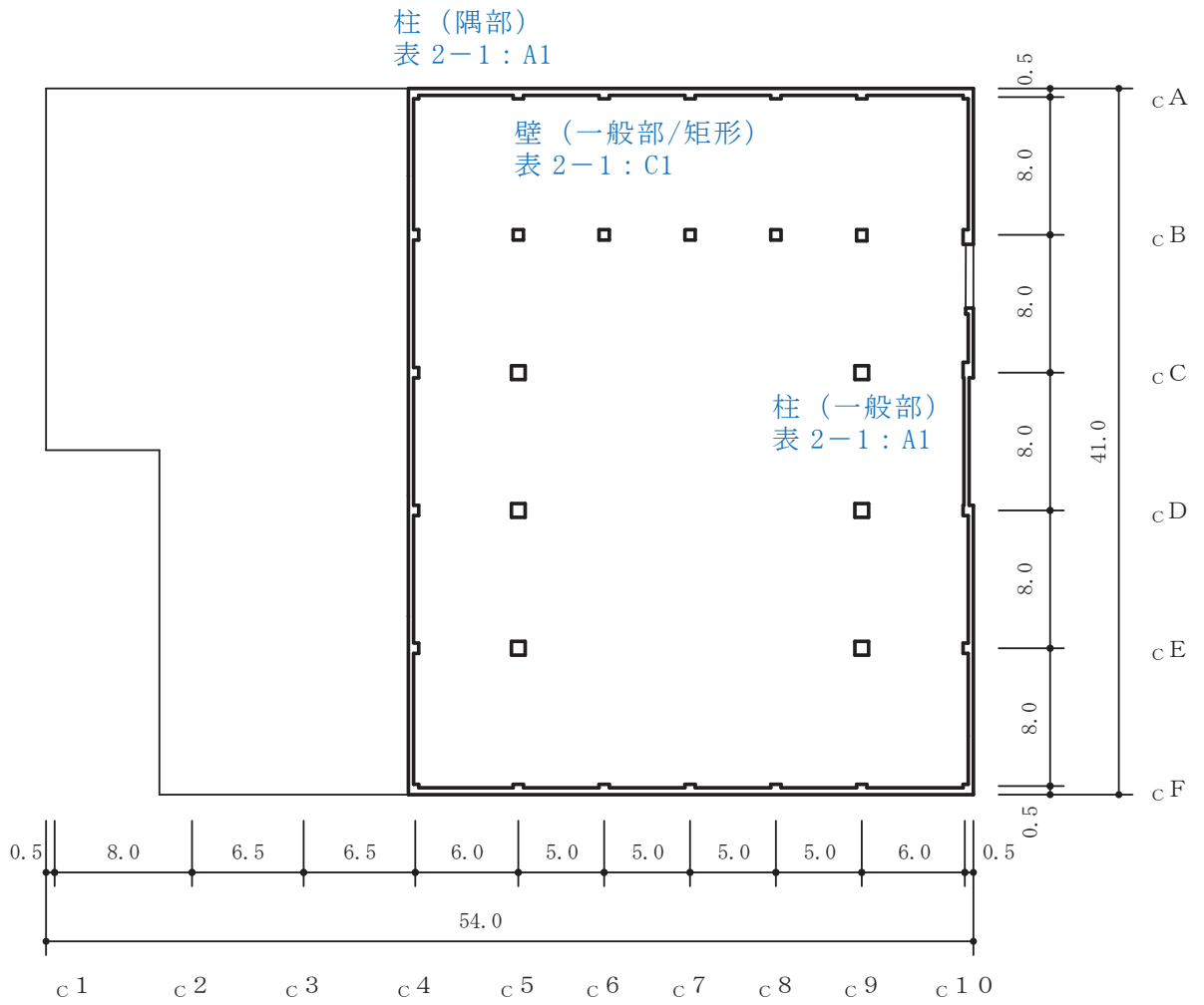
柱（隅部）  
表 2-1 : A1



(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考え方

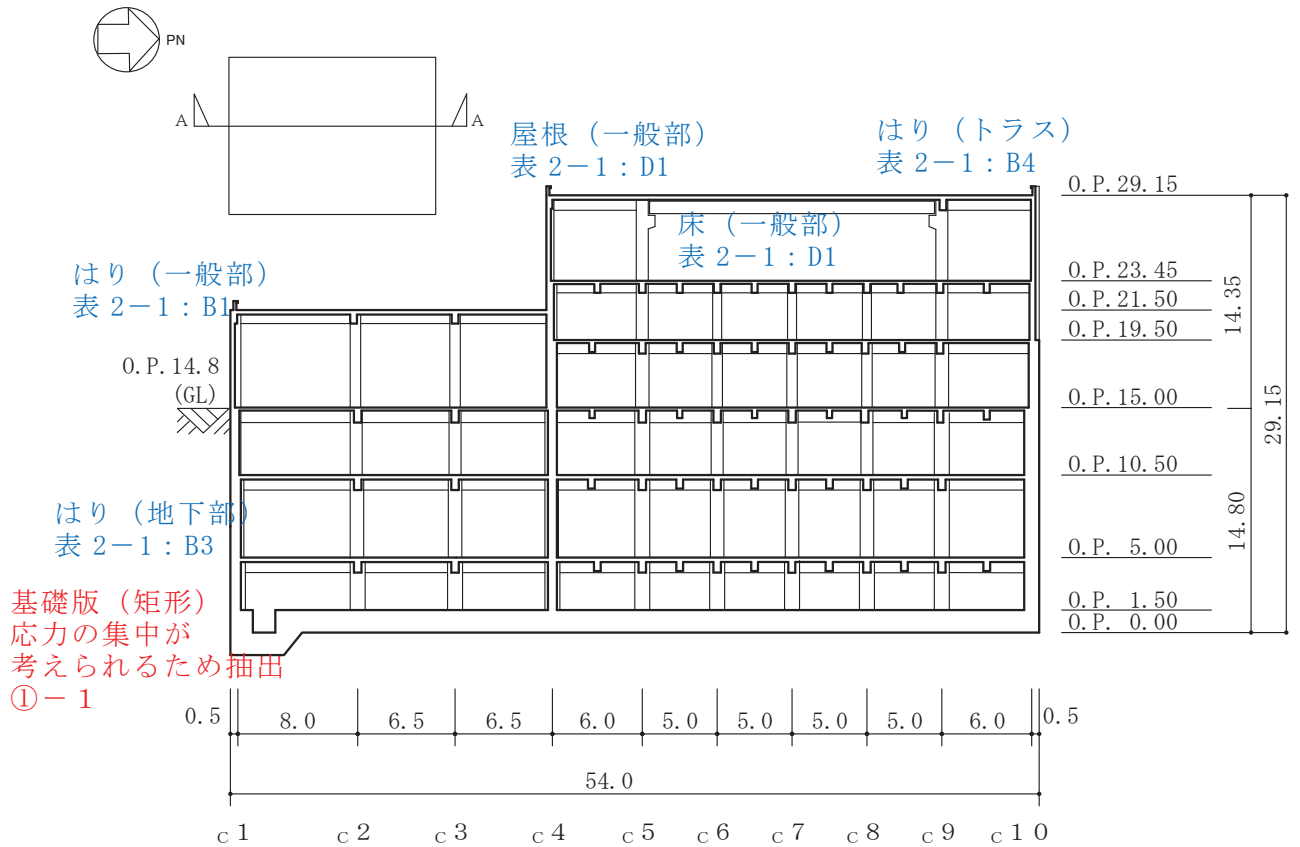


(単位 : m)

図 2-9-1(6) 第 1 号機制御建屋の概略平面図 (0.P.23.45m)



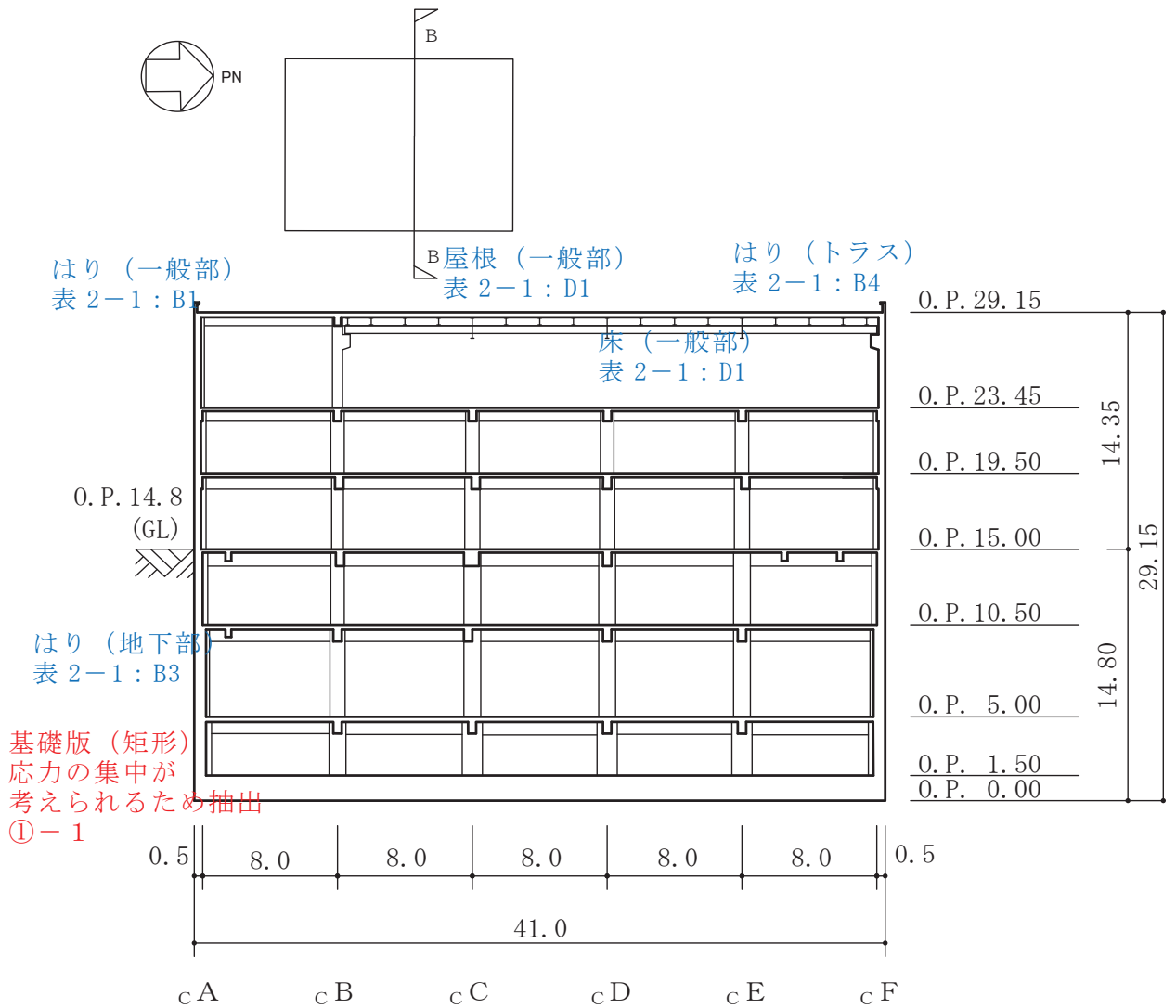
- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方



(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考え方



(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考え方

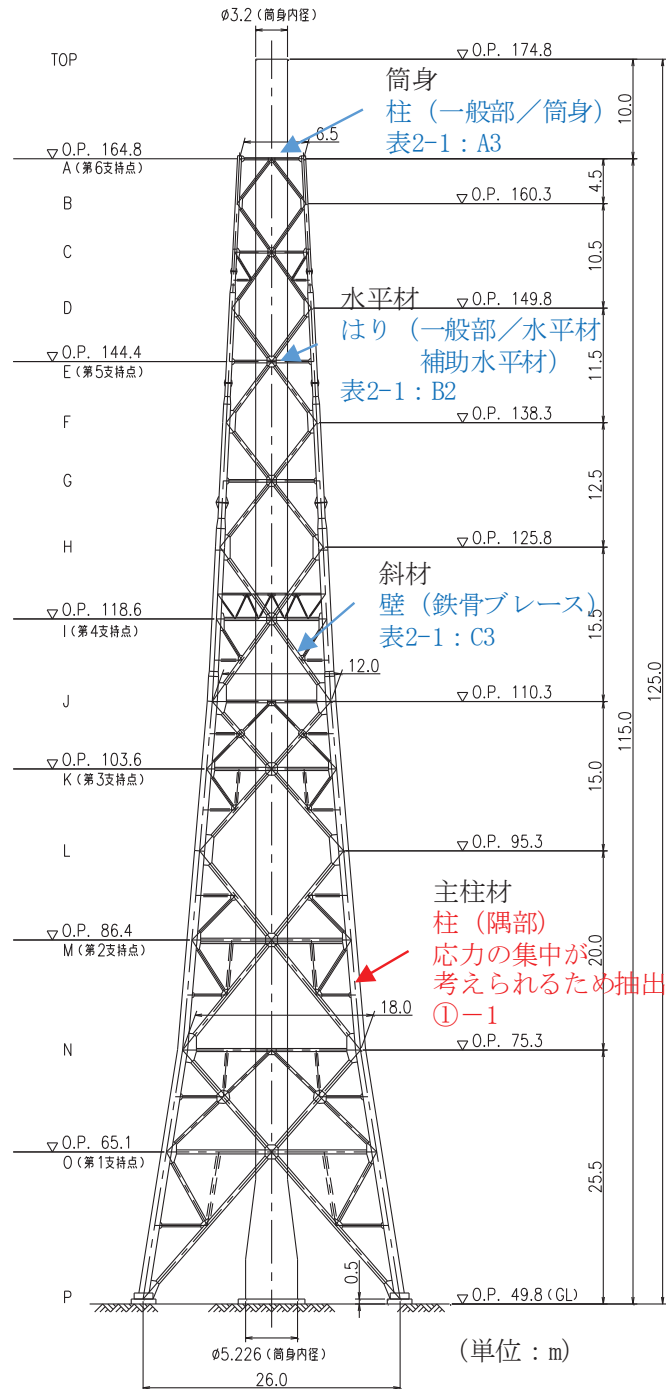


図2-10-1 第1号機排気筒の概要図

表 2-1(1) 評価部位として抽出されなかった部位の考え方 (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
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(2) 評価部位として抽出されなかった部位の考え方 (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	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、外周部よ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(3) 評価部位として抽出されなかった部位の考え方 (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柱の規模を表 3-1 に示す。

排気筒及び第 1 号機排気筒，並びに緊急用電気品建屋の鉄骨造部分の規模を比較すると，排気筒の規模が最も大きく軸力の影響が大きいと考えられることから，隅柱を有する排気筒について評価する。

表 3-1 柱の規模等

項目	部位	対象*	鉄骨造部分の高さ (m)
①-1	柱	<u>排気筒</u>	147.0
		第 1 号機排気筒	115.0
		緊急用電気品建屋	6.60

注記\*：下線部は代表を示す。

#### 3.2 基礎

応力集中が考えられる矩形基礎の規模を表 3-2 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 3-2 矩形基礎の規模等

項目	部位	対象*	平面形状 (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 3-3 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 3-3 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。

### 3.4 壁（面外慣性力）

面外慣性力の影響が考えられる部位について、原子炉建屋燃料取替床レベルの壁を評価する。



## 別紙 2 原子炉建屋 3 次元 FEM モデルを用いた精査

## 目 次

1. 3次元 FEM モデルを用いた精査の概要 .....	別紙 2- 1
2. 原子炉建屋の壁の面外慣性力による影響検討.....	別紙 2- 3
2.1 検討の概要.....	別紙 2- 3
2.2 検討方針.....	別紙 2-12
2.3 解析モデル.....	別紙 2-14
2.4 地震応答解析の概要.....	別紙 2-18
2.5 地震応答解析結果.....	別紙 2-25
2.6 面外慣性力に対する壁の断面の評価.....	別紙 2-34
2.7 面外慣性力及び面内せん断力を組み合わせた場合の壁の断面の評価....	別紙 2-44
2.8 検討のまとめ.....	別紙 2-54
3. 局所応答による影響検討.....	別紙 2-55
4. 3次元 FEM モデルを用いた精査のまとめ .....	別紙 2-56
5. 引用文献.....	別紙 2-57

## 1. 3次元 FEM モデルを用いた精査の概要

添付書類「VI-2-12 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、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」、応答特性②-2「加振方向以外の方向に励起される振動」という特性より、3次元的な応答特性が想定される部位として抽出した原子炉建屋の燃料取替床レベルの壁について、3次元 FEM モデルによる精査を行うこととした。

本資料では、精査の概要及び精査の結果を示す。

3次元 FEM モデルによる精査に用いる地震動を表 1-1 に示す。

表 1-1 評価に用いる地震動

対象		建物・構築物	評価に用いる地震動	評価に用いる理由
耐震評価部位				
壁	一般部 (燃料取替床レベル)	原子炉建屋	基準地震動 S <sub>s</sub> -D <sub>2</sub> *	全周期帯の応答が大きく、 建屋への影響が大きい

注記\* : 3次元 FEM モデルによる応答補正比率の算出は、線形解析のため弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>-D<sub>2</sub> を用いる。水平方向の地震動は一方向に弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>-D<sub>2</sub> を入力するが、もう一方向の入力地震動は、弾性設計用地震動 S<sub>d</sub>-D<sub>2</sub> と応答スペクトルが同じで位相が異なる地震動とする。

## 2. 原子炉建屋の壁の面外慣性力による影響検討

### 2.1 検討の概要

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の評価として、面内方向の荷重に加え面外慣性力の影響の可能性のある原子炉建屋の燃料取替床レベルの壁について、地震動を水平 2 方向及び鉛直方向に入力した場合の検討を実施する。

原子炉建屋は、地下 3 階、地上 3 階建で、基礎底面からの高さは 64.6m であり、平面は下部で 77.0m(NS 方向)×84.0m(EW 方向)<sup>\*1</sup>のほぼ正方形である。建屋の構造は鉄筋コンクリート造(一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造)である。

原子炉建屋の中央部には、平面が 66.0m×53.0m<sup>\*1</sup>(最下階)で地下 3 階、地上 3 階建の原子炉建屋原子炉棟(以下「原子炉棟」という。)があり、その周囲には地下 3 階、地上 2 階建の原子炉建屋付属棟(以下「付属棟」という。)が配置され、これらは同一基礎版上に設置された一体構造である。また、原子炉建屋は隣接する他の建屋と構造的に分離している。

原子炉建屋の基礎は、厚さ 6.0m のべた基礎で、支持地盤である砂岩及び頁岩上に設置されている。

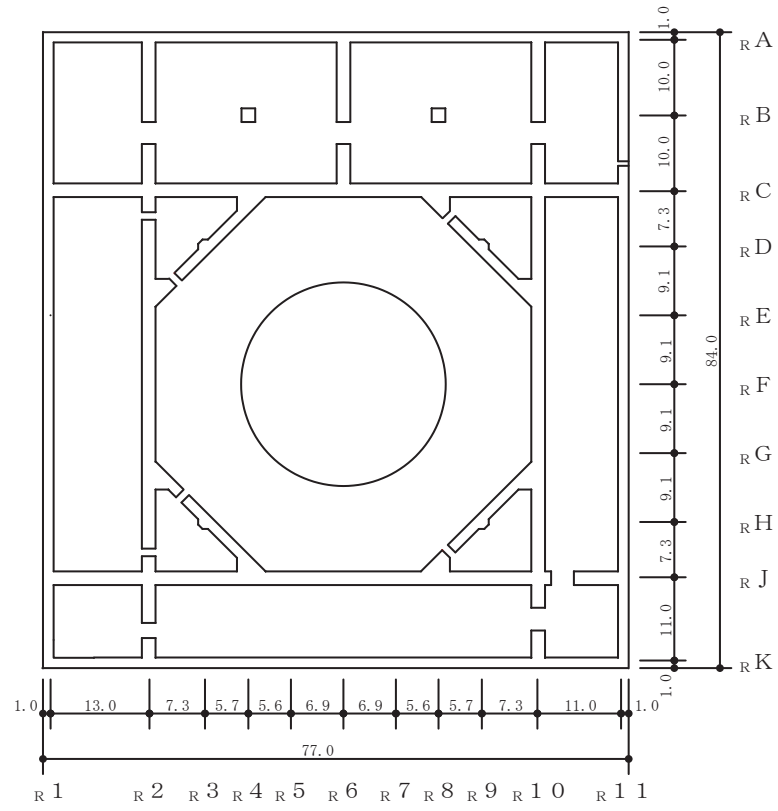
原子炉建屋の主たる耐震要素は、原子炉格納容器のまわりを囲んでいる 1 次しゃへい壁(以下「シェル壁：SW」という。)、原子炉棟の外壁(以下「内部ボックス壁：IW」という。)及び付属棟の外壁(以下「外部ボックス壁：OW」という。)である。

なお、燃料取替床(O.P.<sup>\*2</sup>33.2m)には使用済燃料プールが設置されている。

原子炉建屋の概略平面図及び概略断面図を図 2-1 及び図 2-2 に示す。

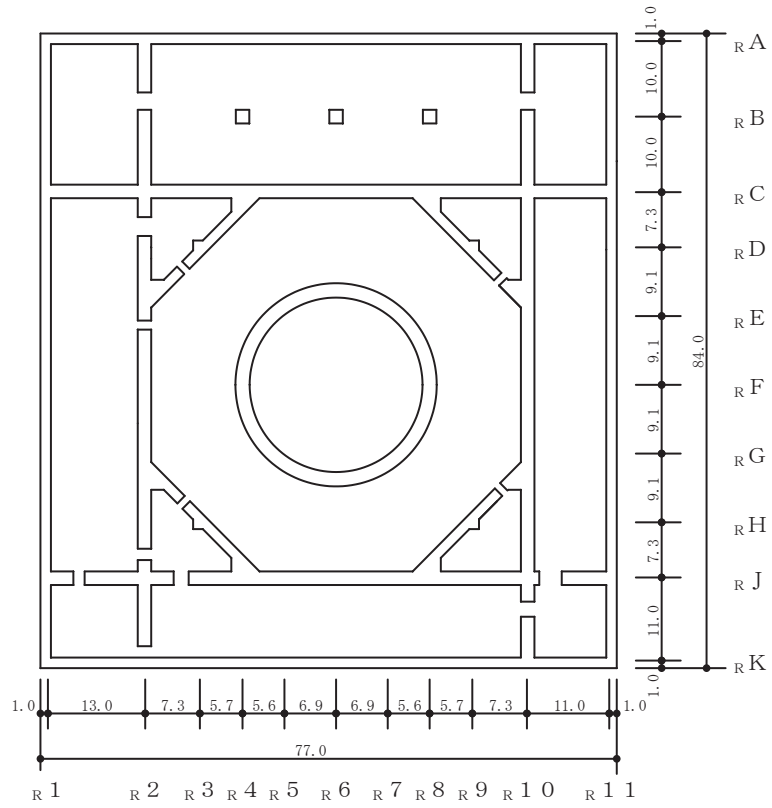
注記\*1 : 建屋寸法は壁外面押えとする。

\*2 : 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。



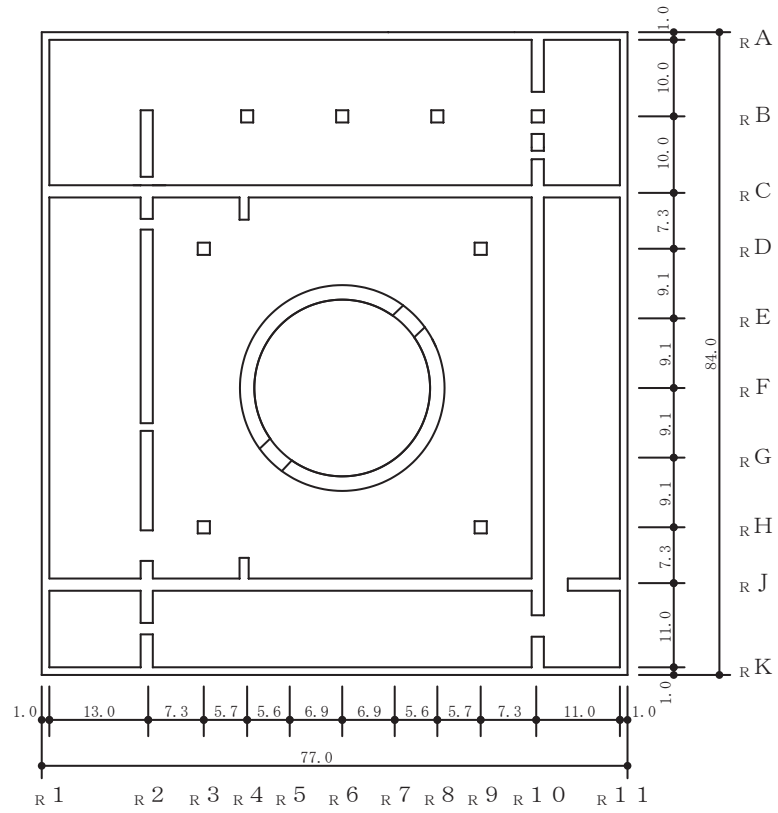
(単位：m)

図 2-1(1) 原子炉建屋の概略平面図 (0.P. -8.1m)



(単位：m)

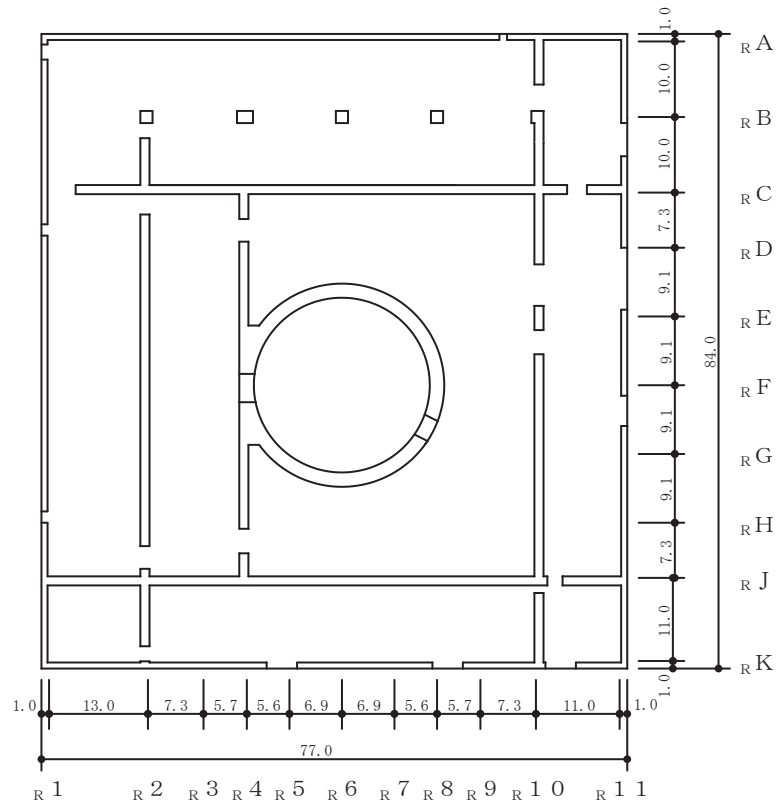
図 2-1(2) 原子炉建屋の概略平面図 (0. P. -0.8m)



(単位：m)

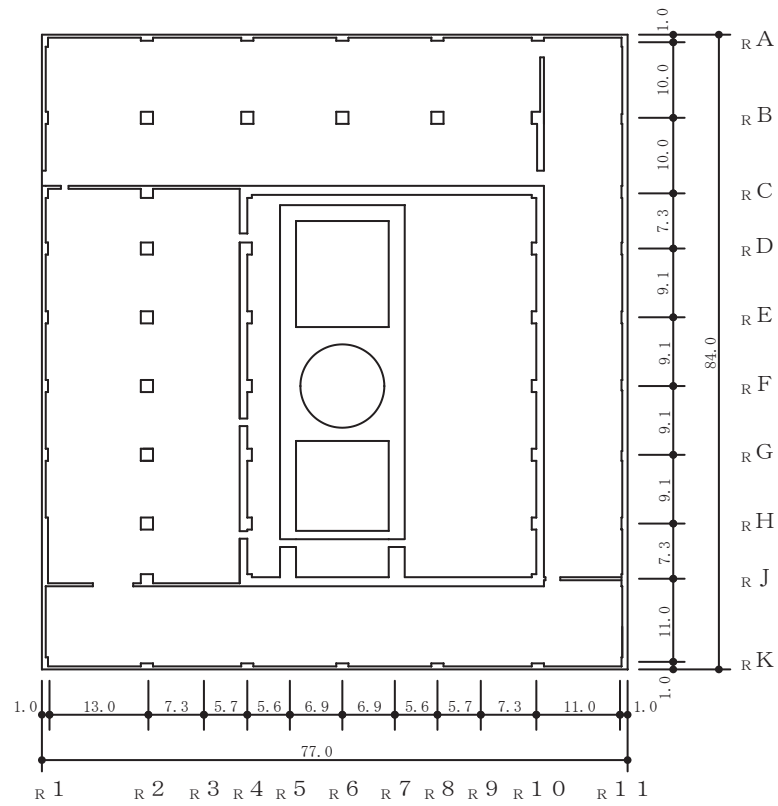
図 2-1(3) 原子炉建屋の概略平面図 (0. P. 6.0m)





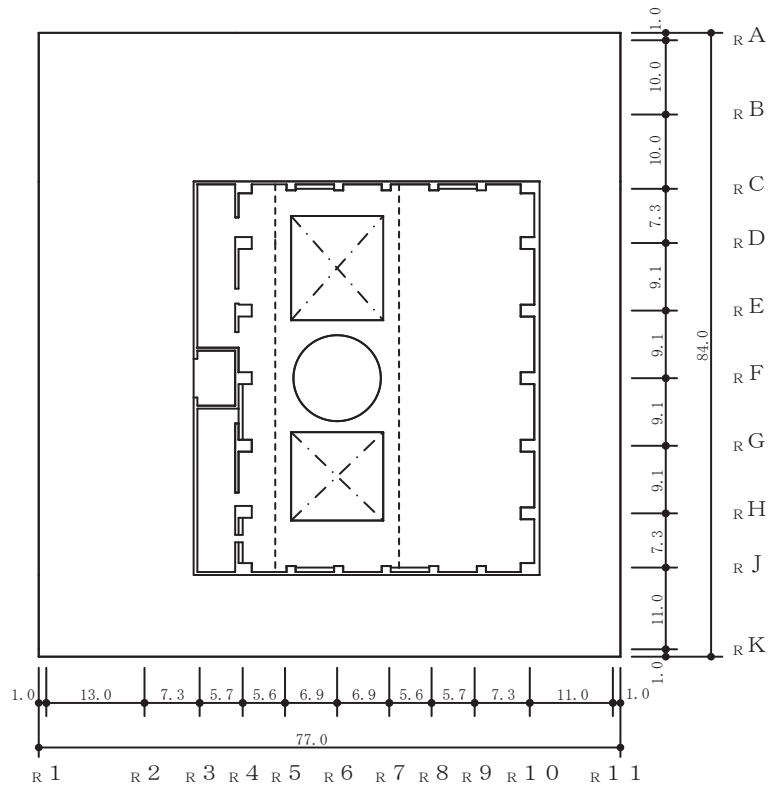
(単位 : m)

図 2-1(4) 原子炉建屋の概略平面図 (0. P. 15.0m)



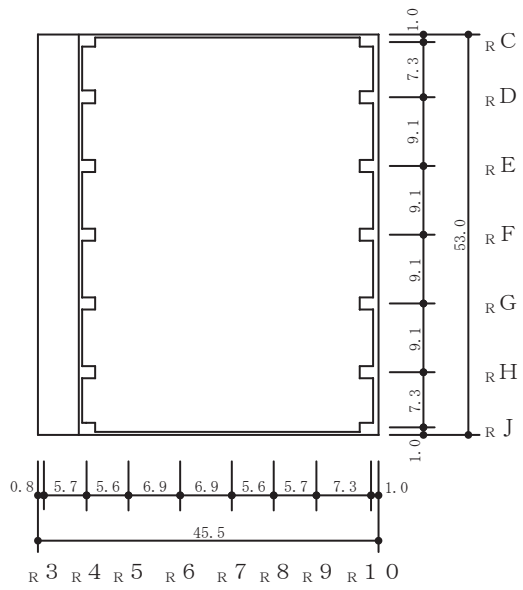
(単位：m)

図 2-1(5) 原子炉建屋の概略平面図 (0.P. 22.5m)



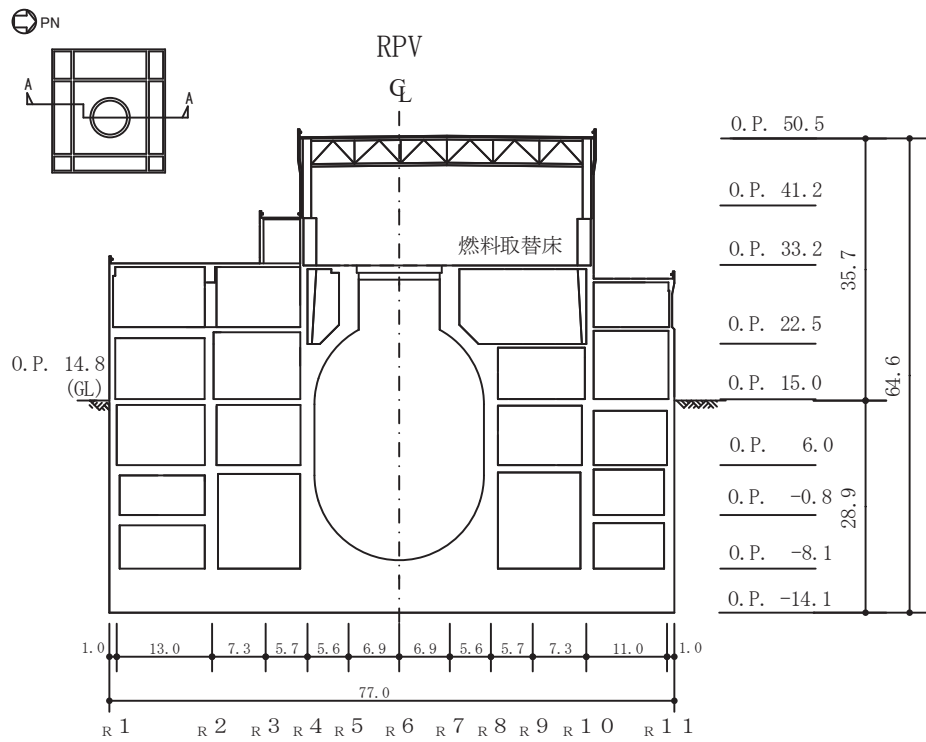
(単位：m)

図 2-1(6) 原子炉建屋の概略平面図 (0. P. 33. 2m)



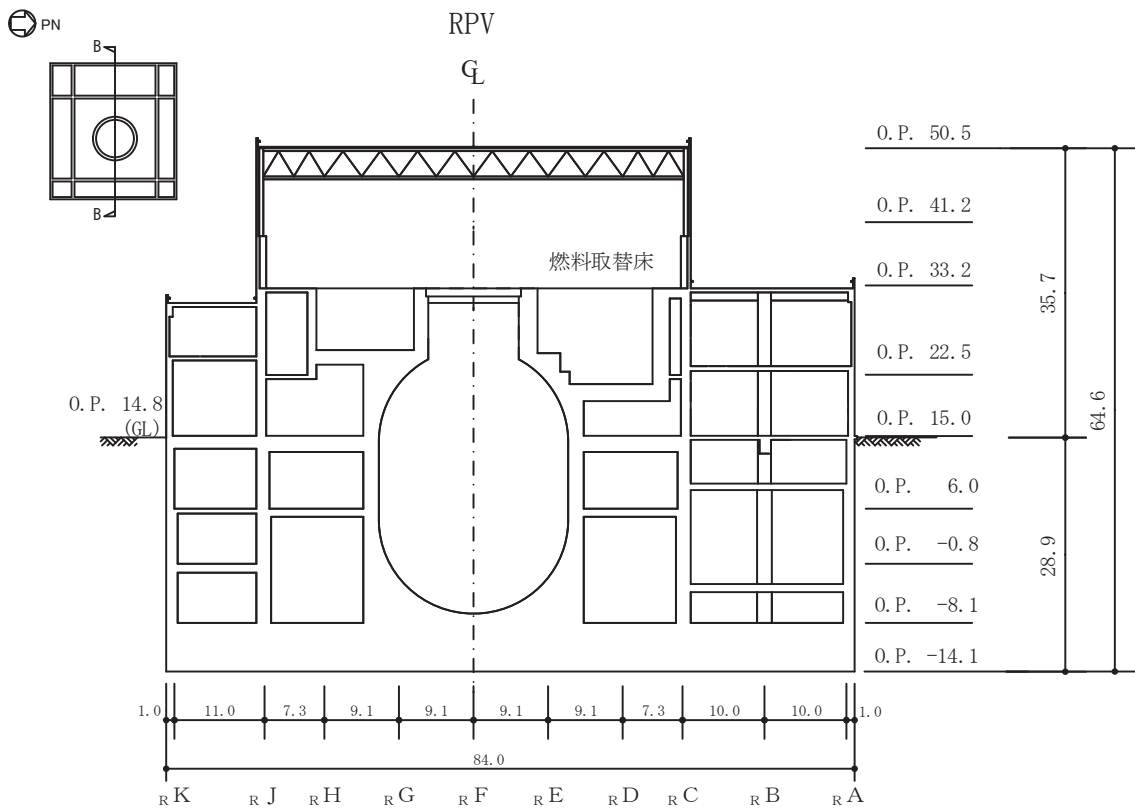
(単位：m)

図 2-1(7) 原子炉建屋の概略平面図 (0. P. 41. 2m)



(単位 : m)

図 2-2(1) 原子炉建屋の概略断面図 (A-A 断面 NS 方向)



(単位 : m)

図 2-2(2) 原子炉建屋の概略断面図 (B-B 断面 EW 方向)

## 2.2 検討方針

原子炉建屋について、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対し、3 次元 FEM モデルによる地震応答解析を実施する。

原子炉建屋の燃料取替床レベルの壁について、弾性設計用地震動  $S_d$  に対する地震応答解析により得られた最大応答加速度の分布から、面外慣性力の影響を確認する。また、水平 1 方向の入力に対する最大応答加速度と 3 方向同時入力による最大応答加速度を比較し、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を確認する。

3 次元 FEM モデルによる最大応答加速度の分布から面外慣性力の影響を把握したうえで、原子炉建屋の壁を部分的に抽出し、保守的な静的応力解析モデルに置き換える。面外慣性力による面外応力に対して断面の評価を行い、面外慣性力の影響を確認する。

許容限界については、面外曲げモーメントにより生ずる壁主筋の発生応力が、「建設省告示第 2464 号」に基づき  $F$  値に 1.1 倍の割増しを考慮した弾性限強度を超えないこととする。また、面外せん断応力については、「日本建築学会 2005 年 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」に基づく短期許容面外せん断力を超えないこととする。

面外慣性力の影響に対する弾性設計用地震動  $S_d - D_2$  による評価については、地震動の最大加速度比が基準地震動  $S_s$  に対して 0.58 倍であるため、地盤や建屋の非線形性による影響を考慮しても、弾性設計用地震動  $S_d$  地震時（以下「 $S_d$  地震時」という。）の質点系モデルの応答加速度が基準地震動  $S_s$  時（以下「 $S_s$  地震時」という。）の応答加速度の 0.7 倍程度であり、許容限界が  $S_s$  時の 1/1.1 倍であることから、基準地震動  $S_s$  により生じる各部材の断面の応力が弾性限強度を超えないことを確認することで、本資料においては弾性設計用地震動  $S_d$  による評価は行わないこととする。

検討フローを図 2-3 に示す。

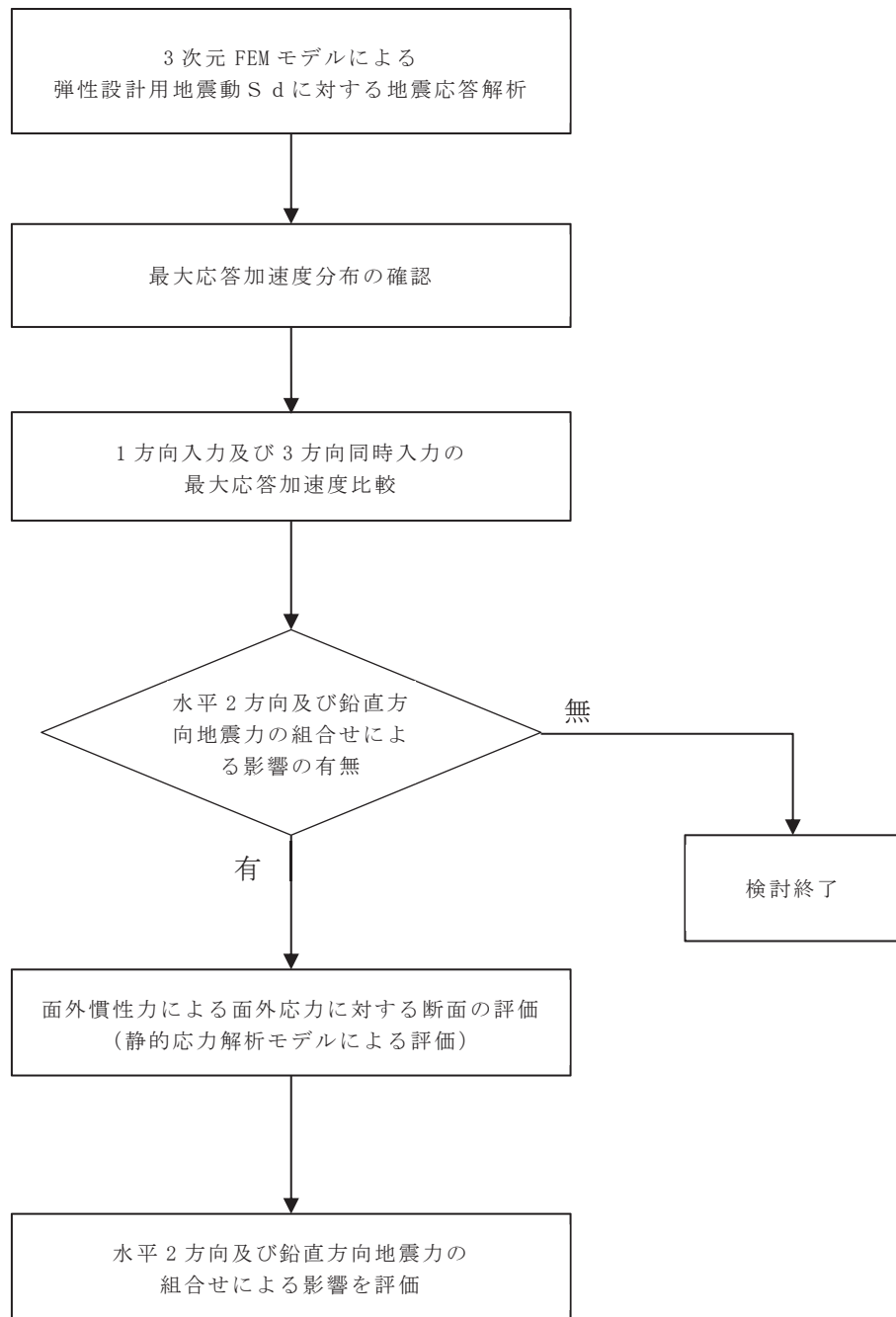


図 2-3 3次元 FEM を用いた精査の評価フロー

### 2.3 解析モデル

原子炉建屋の 3 次元 FEM モデル図を図 2-4 に示す。

3 次元 FEM モデルで設定する各部材の要素タイプは、以下のとおりである。

床スラブ・壁はシェル要素（約 44200 要素）とする。基礎版は、ソリッド要素（約 13900 要素）とする。柱，はり，屋根トラスのうち主トラス及びつなぎばりの上下弦材，サブビームについてはビーム要素（約 3000 要素）とする。屋根トラスのうち主トラス及びつなぎばりの斜材・束材，水平ブレースはトラス要素（約 500 要素）とする。

また，壁・床の開口部については，主要な部分のみモデル化する。

要素の大きさは，各スラブの上面レベルと対応する位置に節点を設け，鉛直方向にはフロア間を 3 分割以上，水平方向は 3 分割以上とする。（解析モデルの詳細は，「別紙 3 原子炉建屋 3 次元 FEM モデルによる地震応答解析」に示す。）

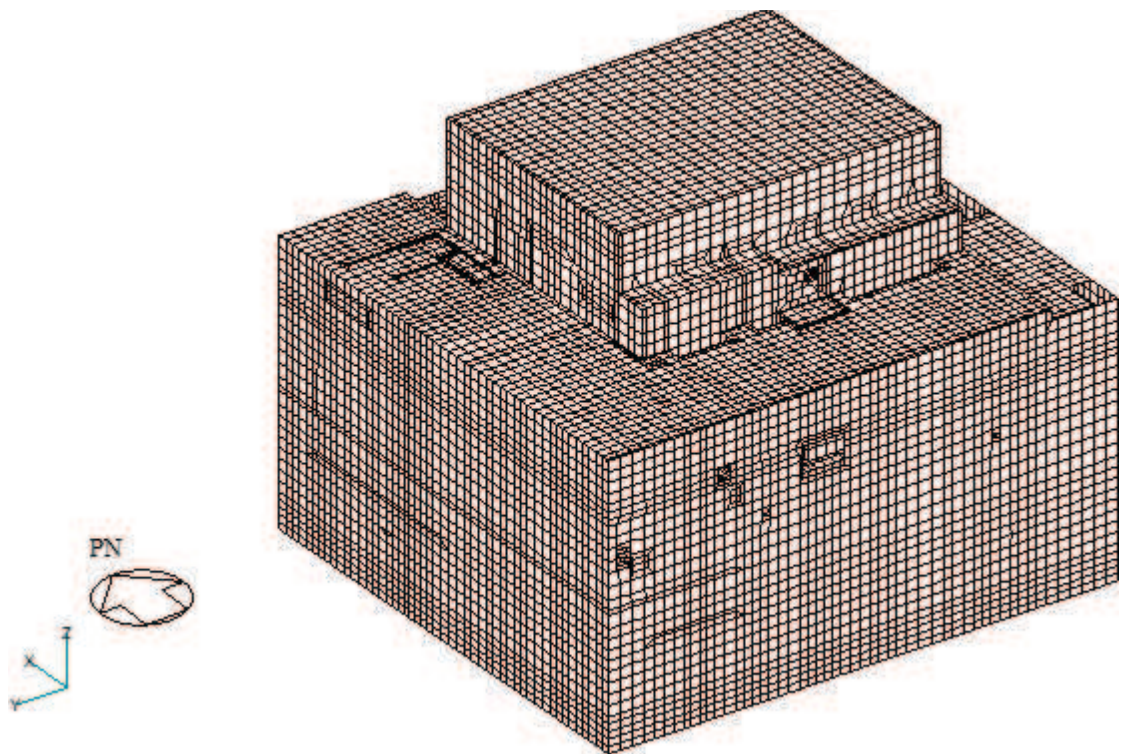
検討に用いる解析モデルの諸条件を表 2-1 に，使用材料の物性値を表 2-2 に示す。

検討に用いる解析モデルは，質点系モデルと表 2-1 に示す諸条件を対応させた 3 次元 FEM モデルとする。

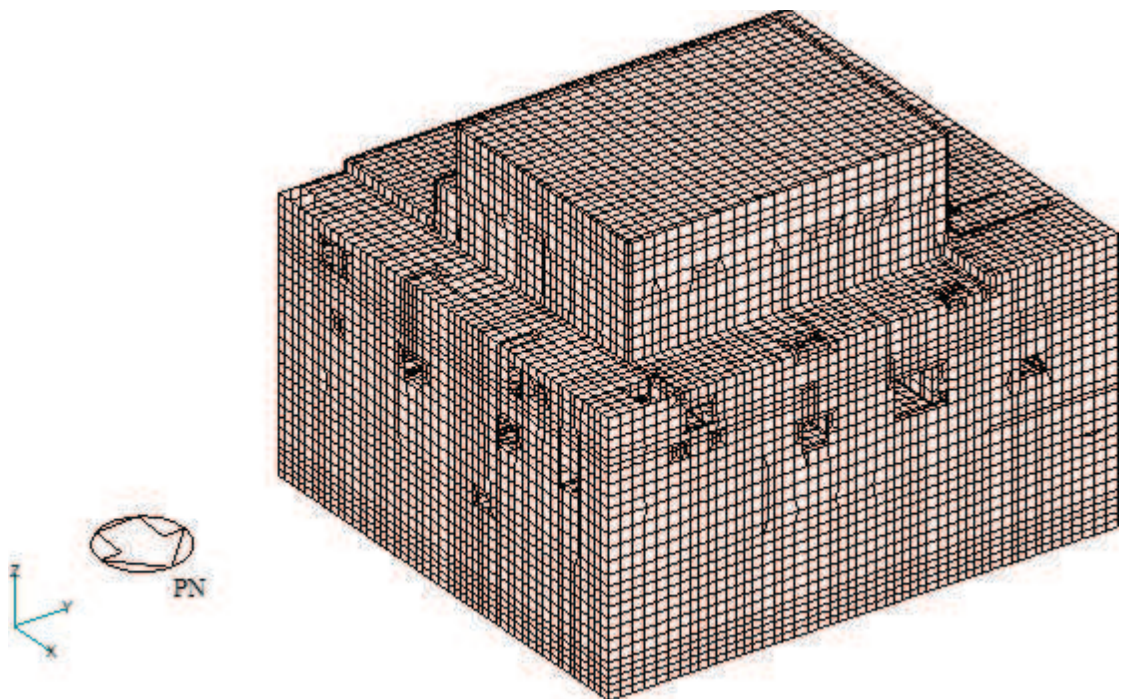
なお，質点系モデルと同様に平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震等の地震やコンクリートの乾燥収縮によるひび割れ等に伴う初期剛性の低下を反映する。耐震壁の初期剛性の設計値に対する補正係数を表 2-3 に示す。

地震応答解析には，解析コード「NASTRAN」を用いる。



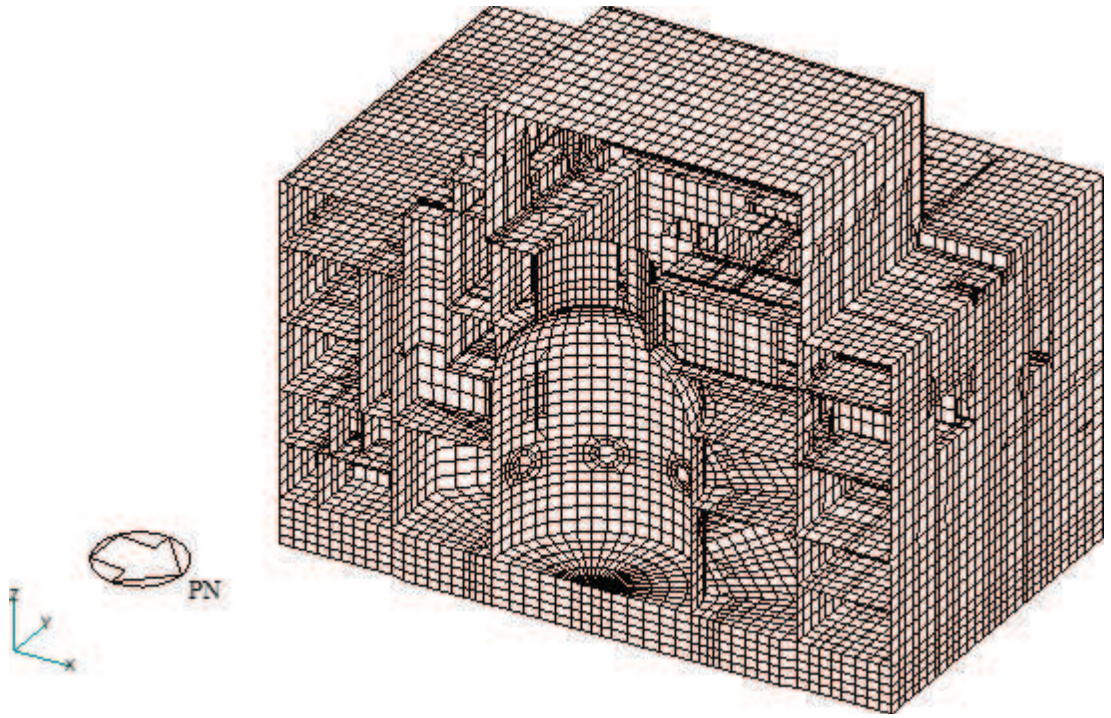


(a) 建屋全景（南西面）

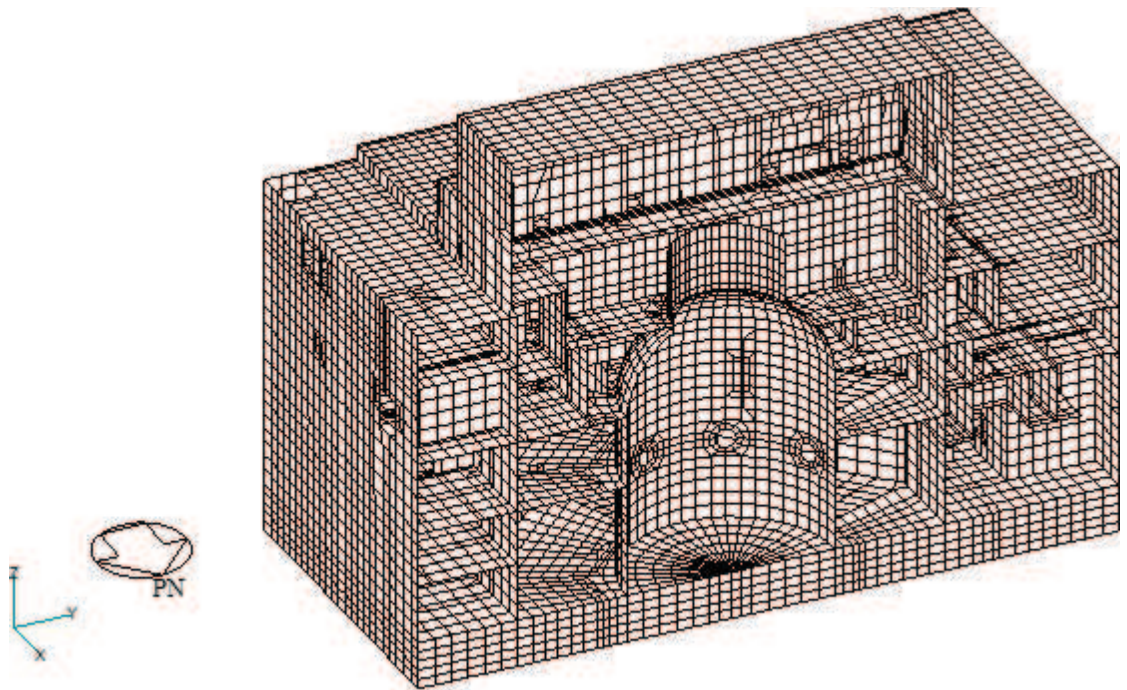


(b) 建屋全景（北東面）

図 2-4 モデル図 (1/2)



(c) NS 断面図



(d) EW 断面図

図 2-4 モデル図 (2/2)

表 2-1 解析モデルの諸条件

モデル	床のモデル化	地盤のモデル化	コンクリート剛性の設定
3次元 FEM モデル	柔性を考慮する	相互作用考慮	2011年3月11日東北地方太平洋沖地震の観測記録を用いたシミュレーション解析により補正

表 2-2 使用材料の物性値

部位	使用材料	ヤング係数 E (N/mm <sup>2</sup> )	せん断弾性係数 G (N/mm <sup>2</sup> )	減衰定数 h (%)
建屋部 燃料取替床上部 既設部	鉄筋コンクリート コンクリート： F <sub>c</sub> = 32.4 (N/mm <sup>2</sup> ) (F <sub>c</sub> = 330 (kgf/cm <sup>2</sup> )) 鉄筋：SD35 (SD345 相当)	2.65 × 10 <sup>4</sup>	1.14 × 10 <sup>4</sup>	5
建屋部 燃料取替床上部 追設部	鉄筋コンクリート コンクリート： F <sub>c</sub> = 33 (N/mm <sup>2</sup> ) 鉄筋：SD345	2.52 × 10 <sup>4</sup>	1.05 × 10 <sup>4</sup>	5
建屋部 燃料取替床下部 既設部	鉄筋コンクリート コンクリート： F <sub>c</sub> = 32.4 (N/mm <sup>2</sup> ) (F <sub>c</sub> = 330 (kgf/cm <sup>2</sup> )) 鉄筋：SD35 (SD345 相当)	2.65 × 10 <sup>4</sup>	1.14 × 10 <sup>4</sup>	5
屋根トラス	鉄骨：SS41 (SS400 相当) SM41A (SM400A 相当)	2.05 × 10 <sup>5</sup>	7.90 × 10 <sup>4</sup>	2
追設ブレース	鉄骨：SN400B SN490B BCR295	2.05 × 10 <sup>5</sup>	7.90 × 10 <sup>4</sup>	2

表 2-3 耐震壁の初期剛性の設計値に対する補正係数

方向	地上 3 階及びクレーン階 (O. P. 33. 2m より上部)	地下 3 階～地上 2 階 (O. P. 33. 2m より下部)
NS	0. 30	0. 75
EW	0. 50	0. 80

注：追設耐震壁については補正を行わない。

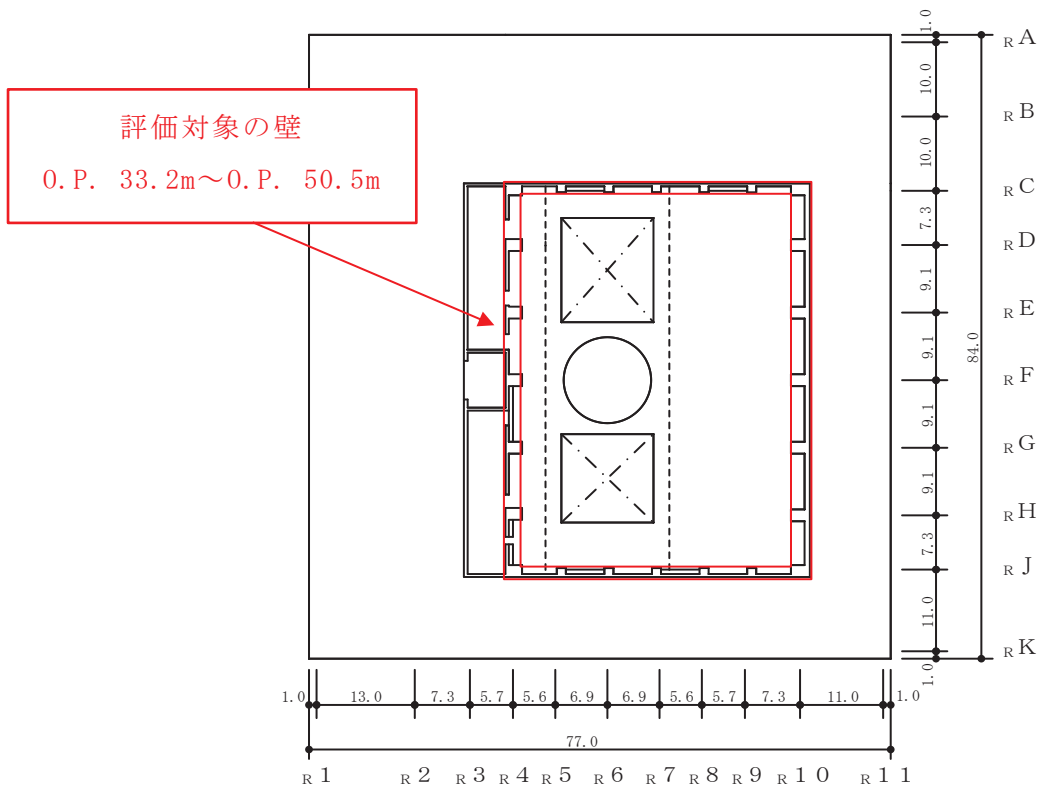
#### 2.4 地震応答解析の概要

3次元 FEM モデルを用いて、弾性設計用地震動  $S_d$  に対する地震応答解析を実施する。地震応答解析は線形解析とし、周波数応答解析を用いる。

床応答評価位置は、原子炉建屋の O. P. 33. 2m～O. P. 55. 0m とする。応答評価部位を図 2-5 に、応答評価対象位置及び節点番号図を図 2-6 に示す。

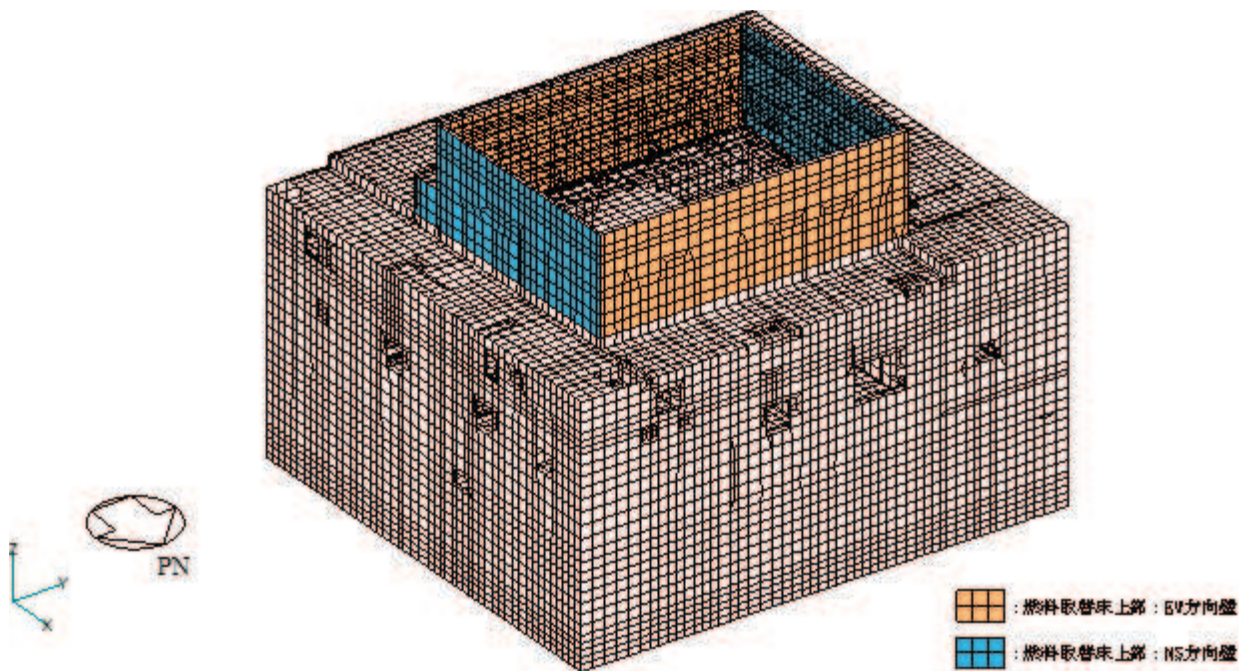
3次元 FEM モデルは線形解析モデルであることから、入力する地震動は弾性設計用地震動  $S_d$  とし、水平 2 方向の地震力による影響評価は、弾性設計用地震動  $S_d$  を水平 2 方向に組み合わせた地震力を算定し実施する。具体的には、NS 方向（北面壁及び南面壁の面外方向）における 1 方向入力と 3 方向同時入力の比較を行う場合は、NS 方向に弾性設計用地震動  $S_d - D 2$  の水平方向地震波（以下「 $S_d - D 2 H$ 」という。）を、EW 方向に弾性設計用地震動  $S_d - D 2$  の位相違い波\*（以下「 $S_d - D 2 p$ 」という。）を、UD 方向に弾性設計用地震動  $S_d - D 2$  の鉛直方向地震波（以下「 $S_d - D 2 V$ 」という。）を入力する。EW 方向（東面壁及び西面壁の面外方向）における 1 方向入力と 3 方向同時入力の比較を行う場合は、EW 方向に  $S_d - D 2 H$  を、NS 方向に  $S_d - D 2 p$  を、UD 方向に  $S_d - D 2 V$  を入力する。地震動の組合せを表 2-4 に示す。

注記\*： $S_d - D 2 H$  の設計用応答スペクトルに適合するが、 $S_d - D 2 H$  とは位相特性が異なる地震波である。



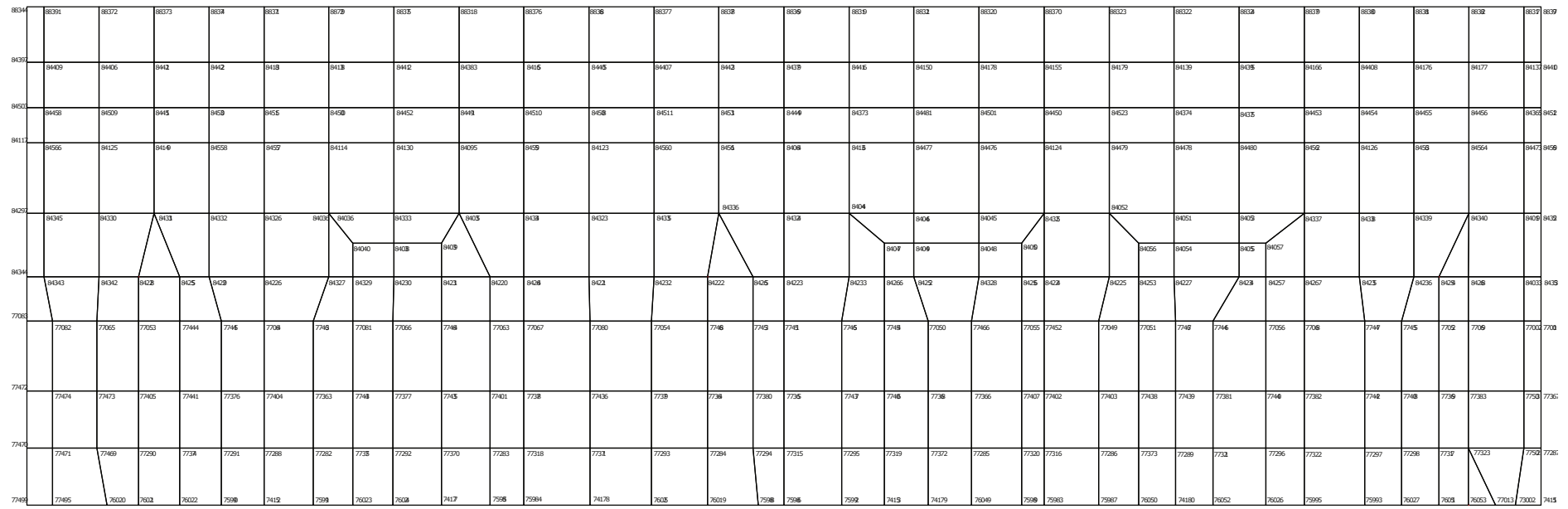
(単位：m)

(a) 概略平面図



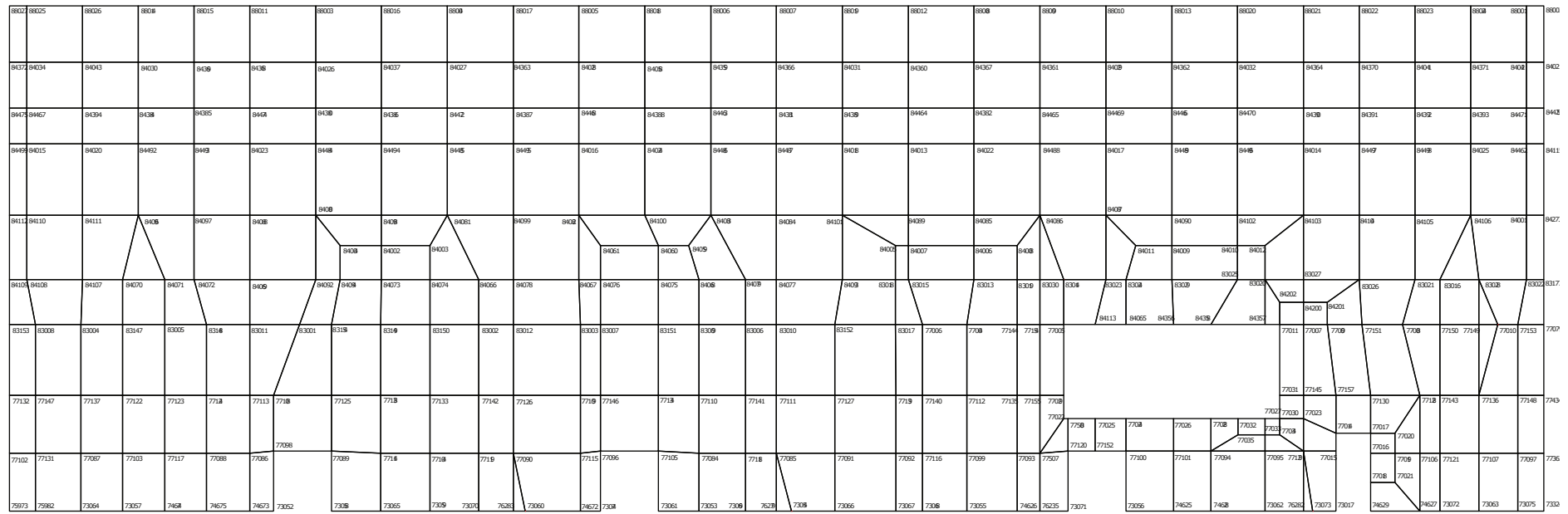
(b) 3次元 FEM モデル

図 2-5 応答評価部位



(a) 北面壁 (R10 通り)

図 2-6(1) 応答評価対象位置及び節点番号図 (1/4)

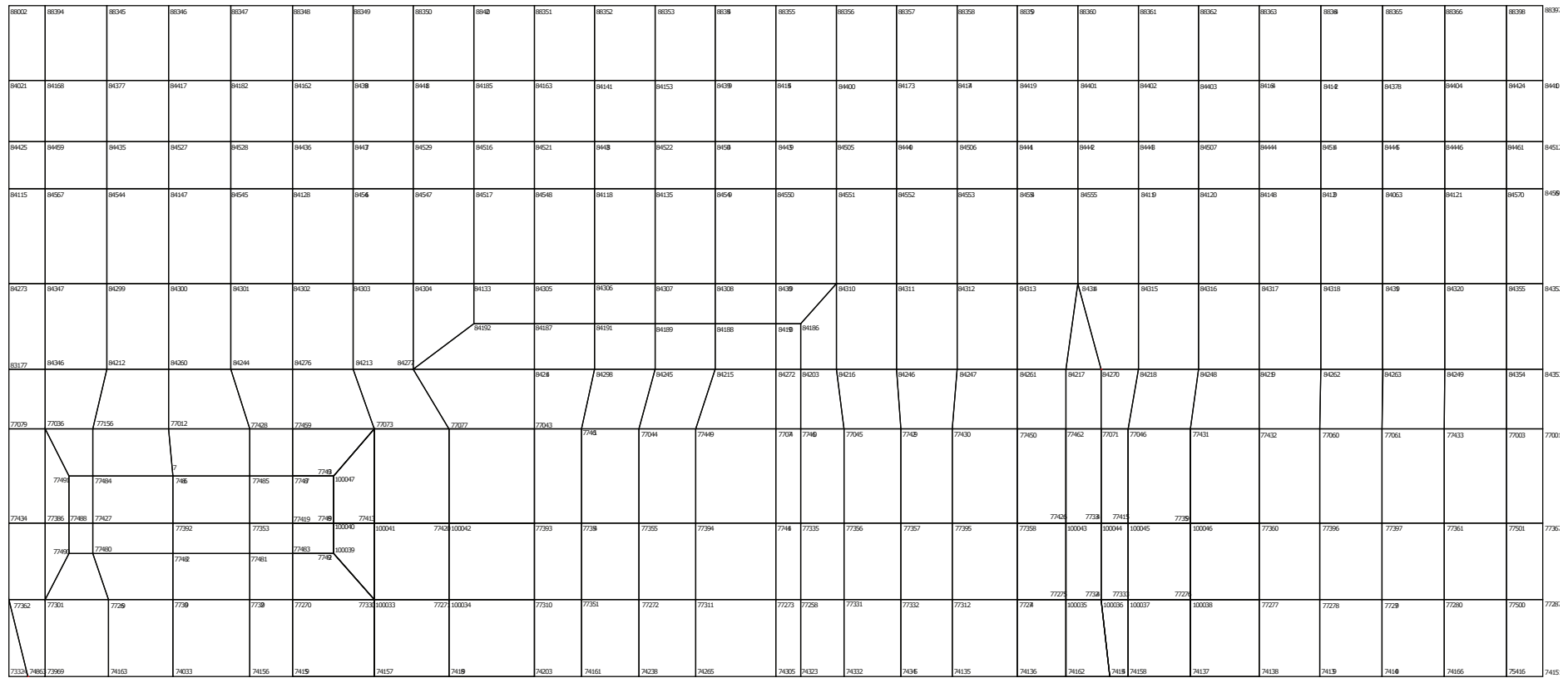


(b) 南面壁 (R4 通り)

図 2-6(2) 応答評価対象位置及び節点番号図 (2/4)







(d) 西面壁 (RC 通り)

図 2-6(4) 応答評価対象位置及び節点番号図 (4/4)

表 2-4 入力地震動の組合せ

(a) 北面壁及び南面壁の応答評価時

地震動の入力方法	NS 方向	EW 方向	UD 方向
水平 1 方向入力	S d - D 2 H	—	—
3 方向同時入力	S d - D 2 H	S d - D 2 p	S d - D 2 V

(b) 東面壁及び西面壁の応答評価時

地震動の入力方法	NS 方向	EW 方向	UD 方向
水平 1 方向入力	—	S d - D 2 H	—
3 方向同時入力	S d - D 2 p	S d - D 2 H	S d - D 2 V

## 2.5 地震応答解析結果

3次元 FEM モデルを用いて、弾性設計用地震動 S d - D 2 に対する地震応答解析を実施した。

原子炉建屋の燃料取替床レベルの壁について、3方向同時入力における壁面外方向の最大応答加速度分布を図 2-7 及び図 2-8 に示す。3方向同時入力における壁面外方向最大応答加速度は、柱部分の加速度が小さく、柱間のスパン毎に平面的に中央部で面外にはらむような加速度分布となっている。高さ方向については、O.P. 45.9m が概ね最大となっている。

水平 1 方向入力における最大応答加速度の分布図を図 2-9 及び図 2-10 に示す。水平 1 方向についても、3方向同時入力と同様に、柱部分の加速度が小さく、柱間のスパン毎に平面的に中央部で面外にはらむような加速度分布となっており、高さ方向については、O.P. 45.9m が概ね最大となっている。

3方向同時入力と水平 1 方向入力の最大応答加速度を並べて比較した図を図 2-11 ~ 図 2-14 に示す。端部の最大応答加速度は水平 1 方向入力がやや小さくなる傾向が見られるが、3方向同時入力と水平 1 方向入力は概ね同等の最大加速度を示している。この結果は、燃料取替床レベルの壁の面外応答については面外方向の地震動が主な影響を与えており、水平直交方向及び鉛直方向地震動は面外応答に与える影響が小さいことを示している。

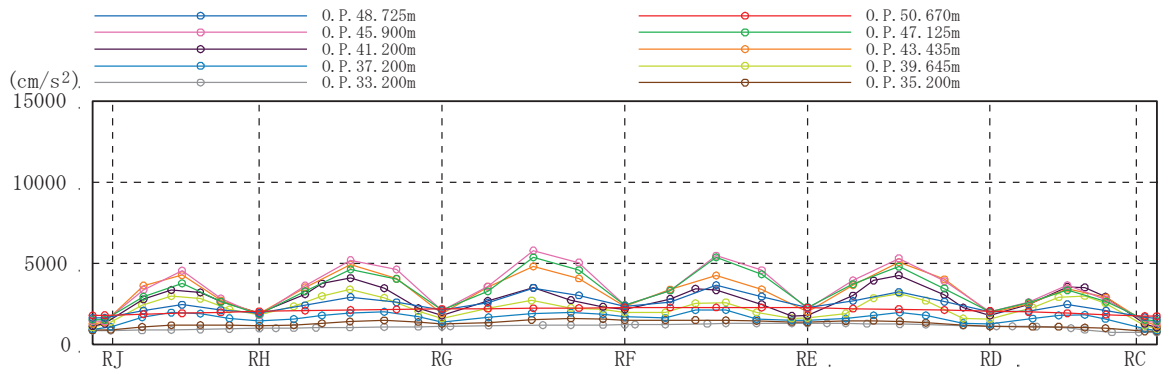
なお、最大応答加速度分布を詳細に見ると、図 2-14 に示した西面壁の最大加速度分布で 3方向同時入力と水平 1 方向入力のいずれも R10 側の最大加速度が大きくなる傾向が認められる。この原因として、建屋のねじれ応答が影響している可能性が考えられるが、燃料取替床より上部の地震応答性状については、「補足-620-1 別紙 19-1 耐震補強による地震応答特性への影響について」において、地震応答解析モデルによる検討と地震観測記録の分析から詳細な検討を実施しており、建屋にはねじれ応答が生じるが、その影響は小さいことを確認している。西面壁の面外応答についても、3方向同時入力と水平 1 方向入力の最大応答加速度が同様の分布となっていることから、ねじれ応答による面外振動の影響の可能性がある場合でも、水平直交方向及び鉛直方向地震動が面外応答に与える影響が小さいことを示している。

また、3方向同時入力及び水平 1 方向入力ともに、南北面の壁が、東西面の壁に比べて柱部分の最大加速度と柱間の最大加速度の差が大きくなる傾向が認められる。これは、東西面壁に対し、南北面壁の方が柱間のスパンが長いことに起因していると考えられる。東西面壁の柱間距離は 6.3m、南北面壁の柱間距離は 9.1m であり、南北面壁の柱間距離は東西面壁の 1.4 倍程度である。各壁の面外方向の応答増幅は、図 2-15 に示す 3次元 FEM モデルの固有値解析結果からも確認できる。全体 14 次 (7.26Hz) は東西面の壁が全体として弓なりに変形するモード、全体 36 次は南北面の壁が全体として弓なりに変形するモードである。全体 112 次は南北面の壁が柱間のスパン毎に

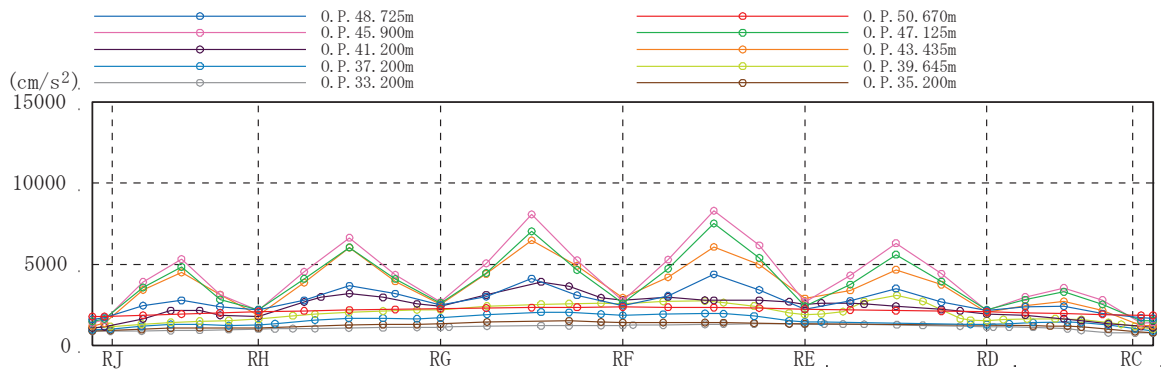
弓なりに変形するモードである。弾性設計用地震動  $S_d - D_2$  による面外方向の最大応答加速度分布はこのようなモードの影響を含む分布形状になっていると考えられる。

以上のことより、面外慣性力による面外応力に対する断面評価の対象部位については、3次元 FEM モデルの応答を確認して南北面壁を代表部位として選定し、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を評価する。

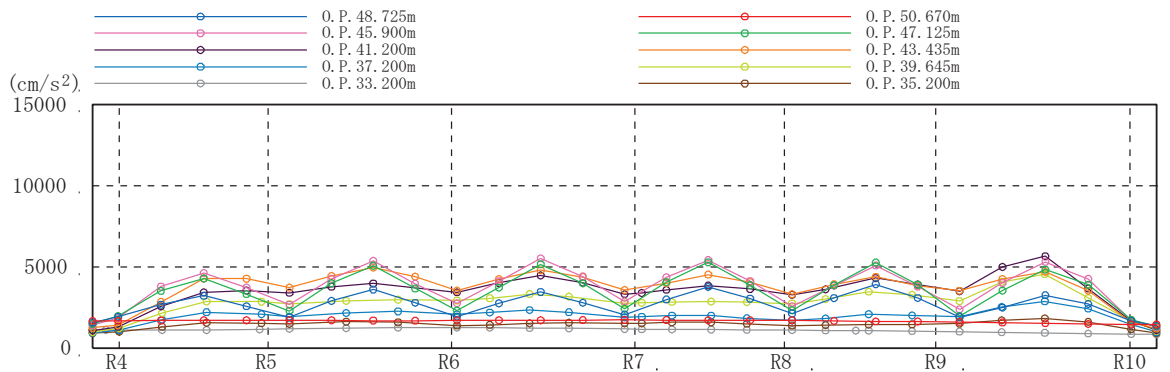
なお、面外方向加速度の機器・配管系への影響については、「別紙 4 機器・配管系に関する影響検討」において検討を行う。



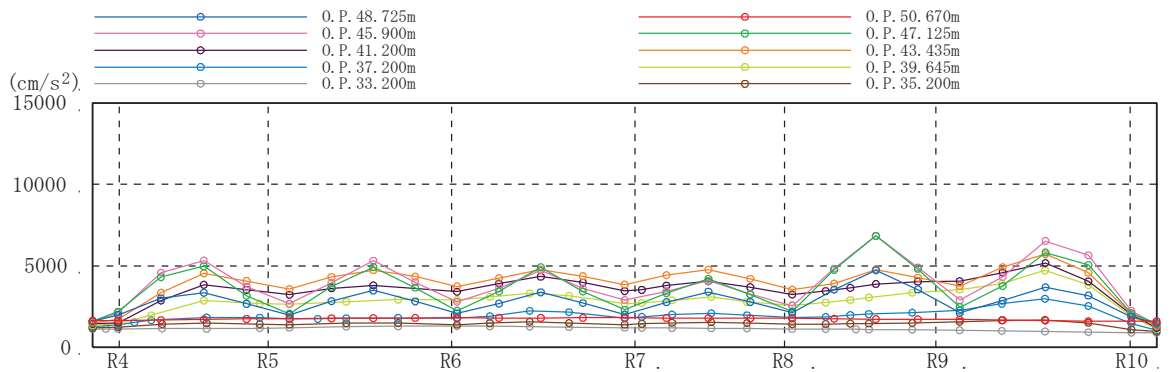
(a) 北面壁



(b) 南面壁

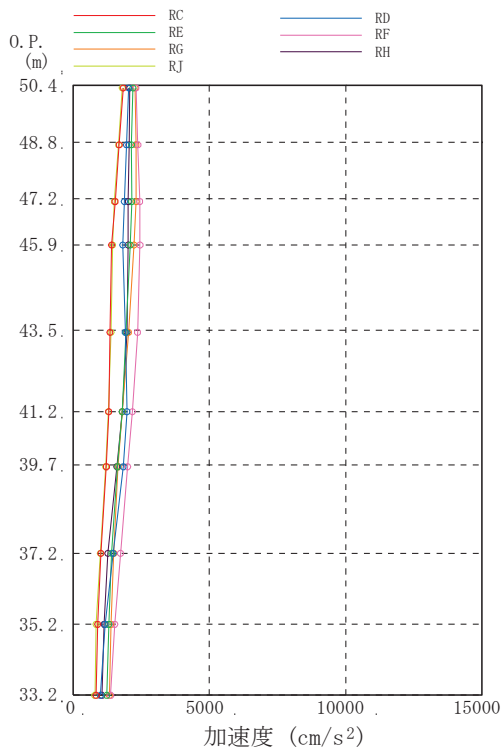


(c) 東面壁

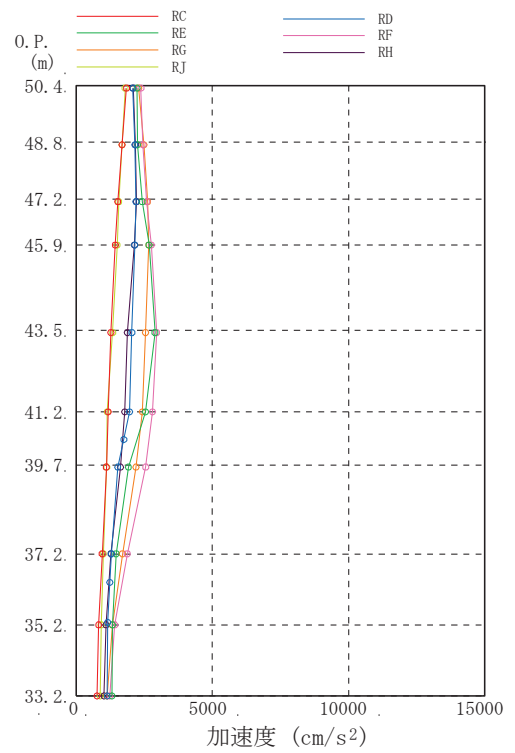


(d) 西面壁

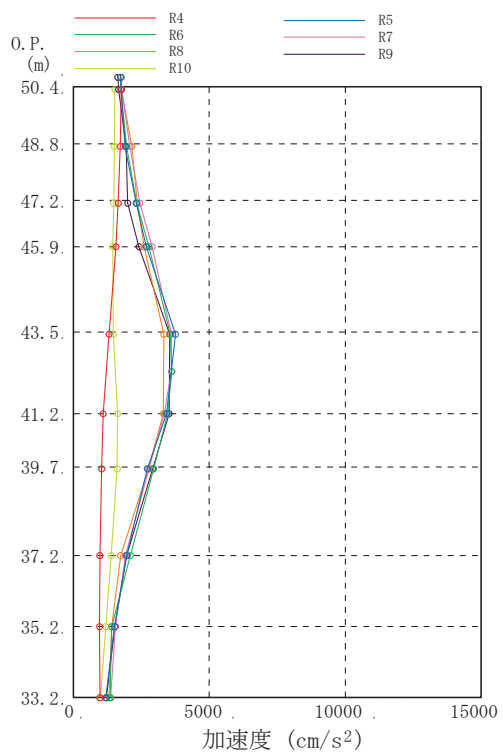
図 2-7 3 方向同時入力における壁面外方向の最大応答加速度分布



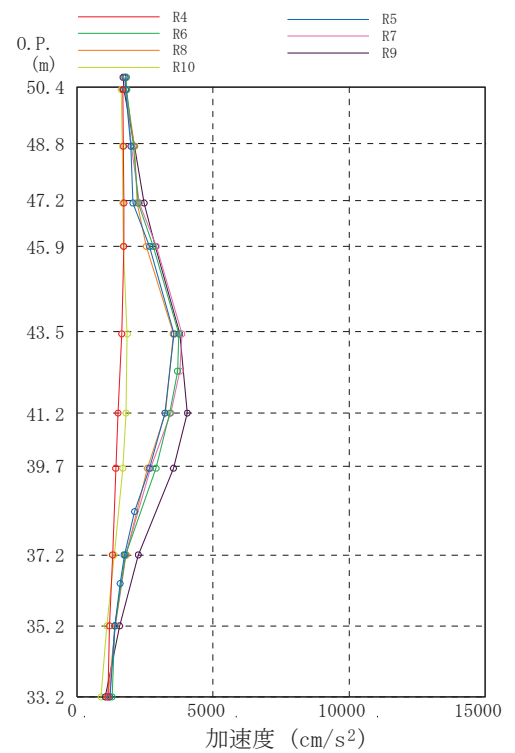
(a) 北面壁



(b) 南面壁

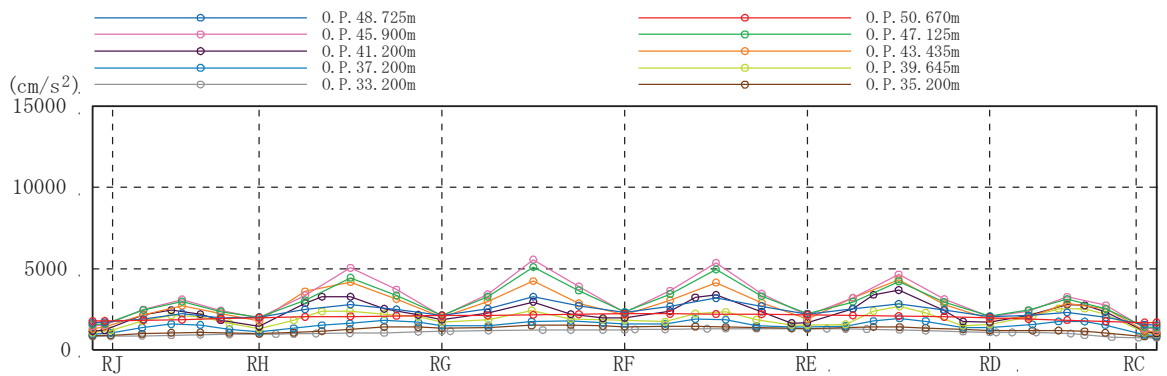


(c) 東面壁

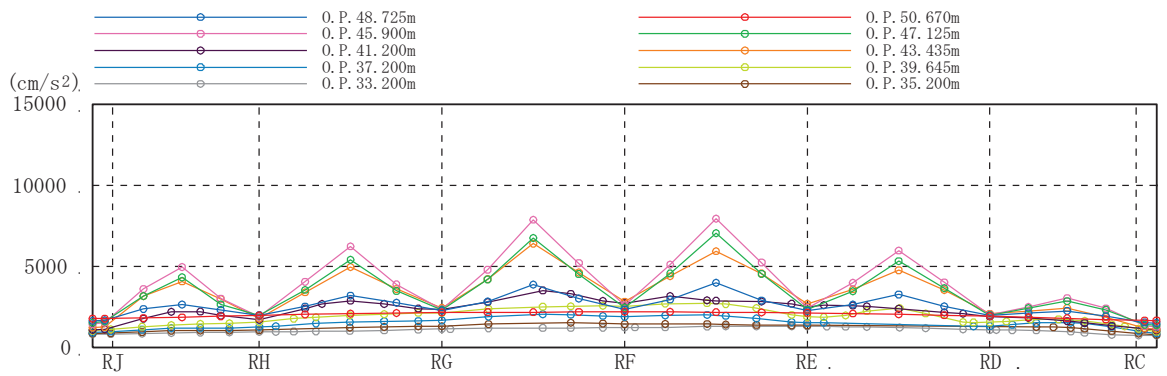


(d) 西面壁

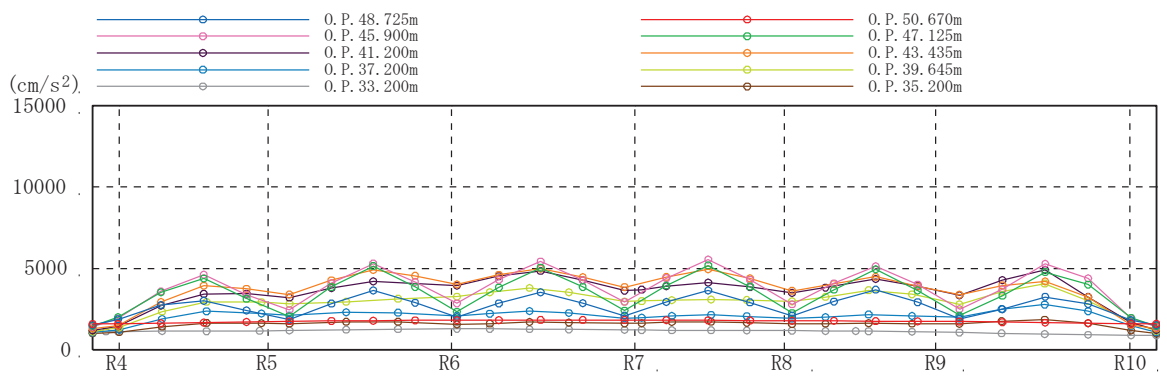
図 2-8 3 方向同時入力における壁面外方向の最大応答加速度分布



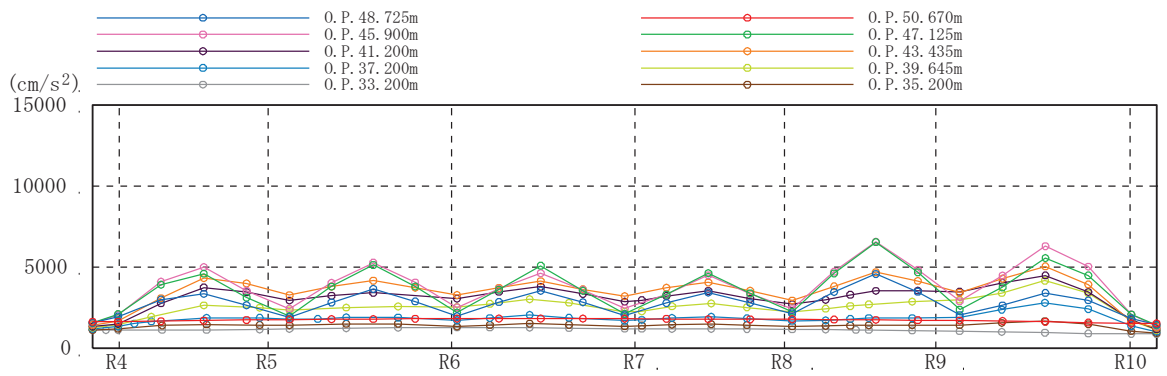
(a) 北面壁 (NS 方向入力)



(b) 南面壁 (NS 方向入力)

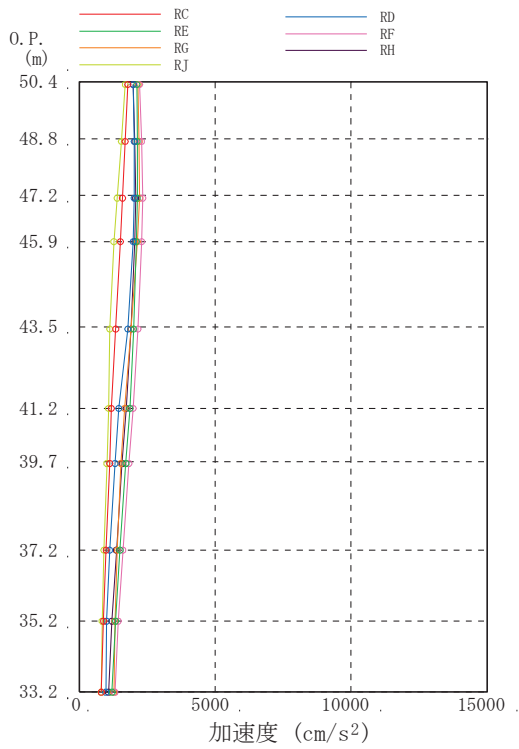


(c) 東面壁 (EW 方向入力)

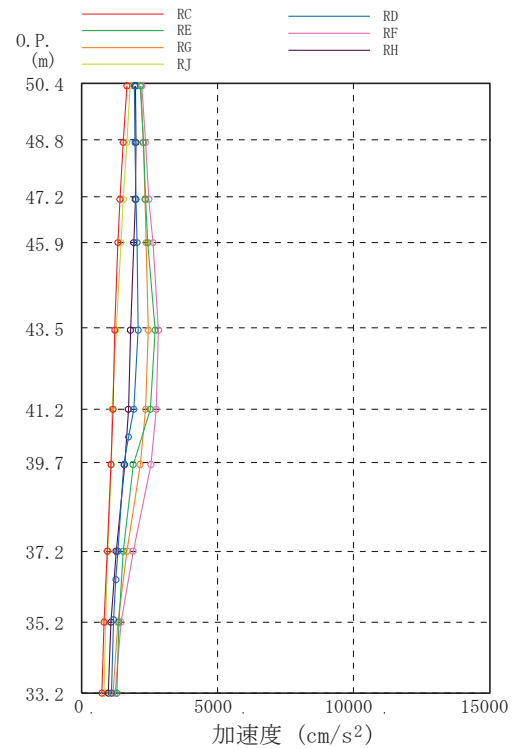


(d) 西面壁 (EW 方向入力)

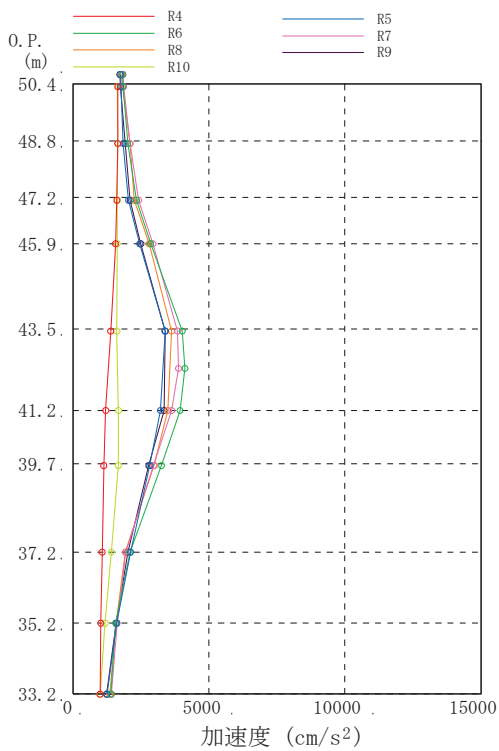
図 2-9 水平 1 方向入力における壁面外方向の最大応答加速度分布



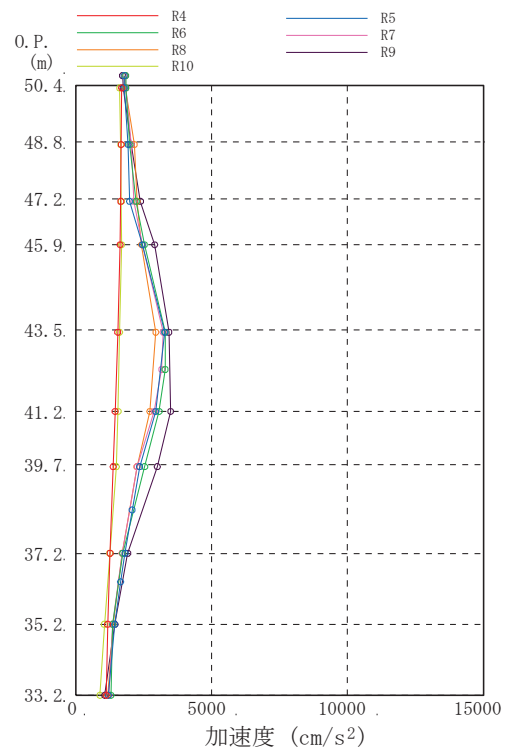
(a) 北面壁 (NS 方向入力)



(b) 南面壁 (NS 方向入力)



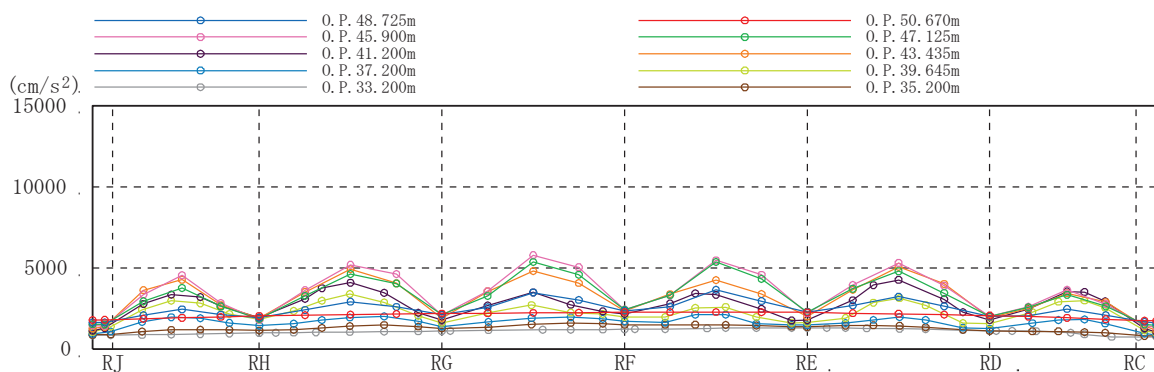
(c) 東面壁 (EW 方向入力)



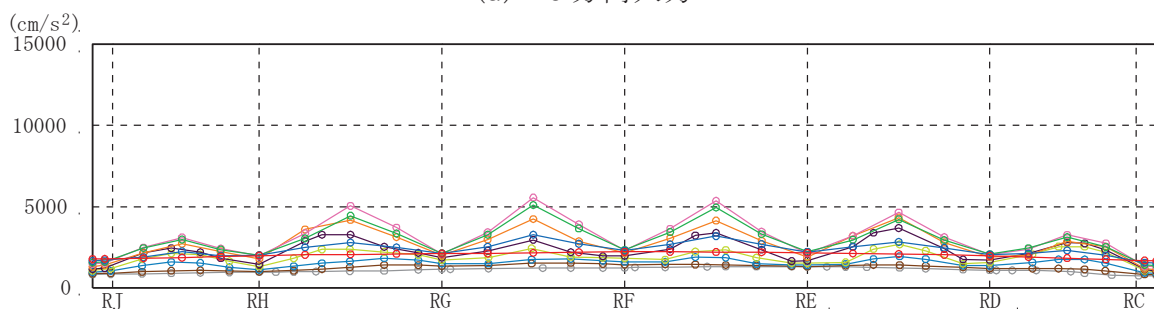
(d) 西面壁 (EW 方向入力)

図 2-10 水平 1 方向入力における壁面外方向の最大応答加速度分布



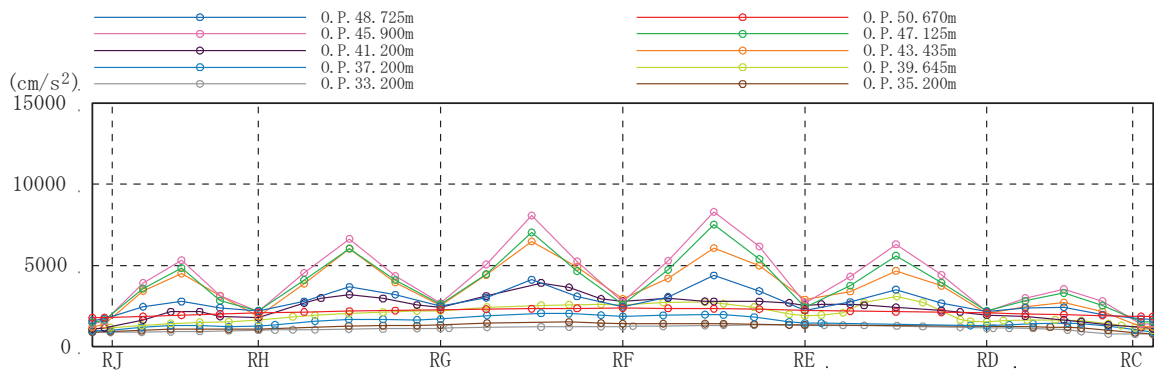


(a) 3方向入力

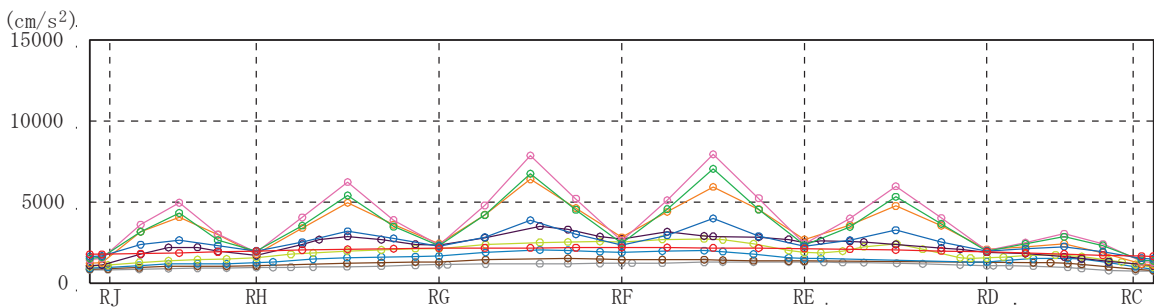


(b) 1方向入力 (NS方向入力)

図 2-11 水平 1 方向入力及び 3 方向同時入力の最大応答加速度の比較 (北面壁)

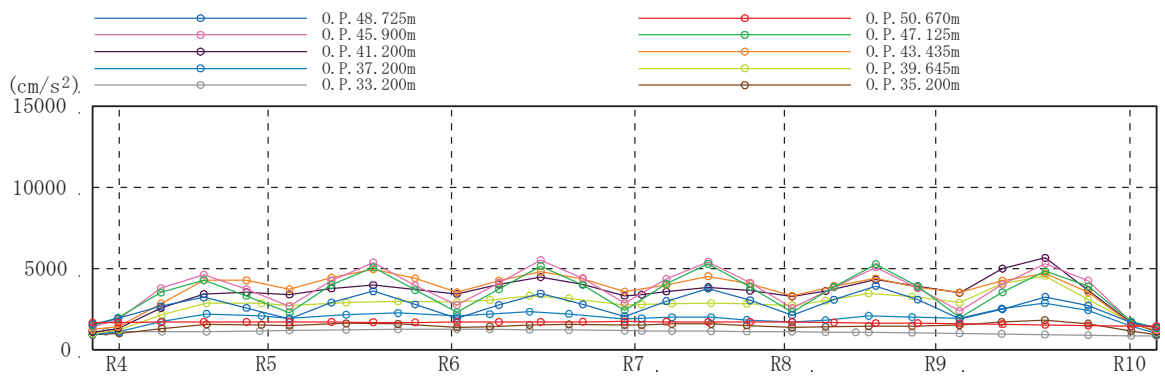


(a) 3方向入力

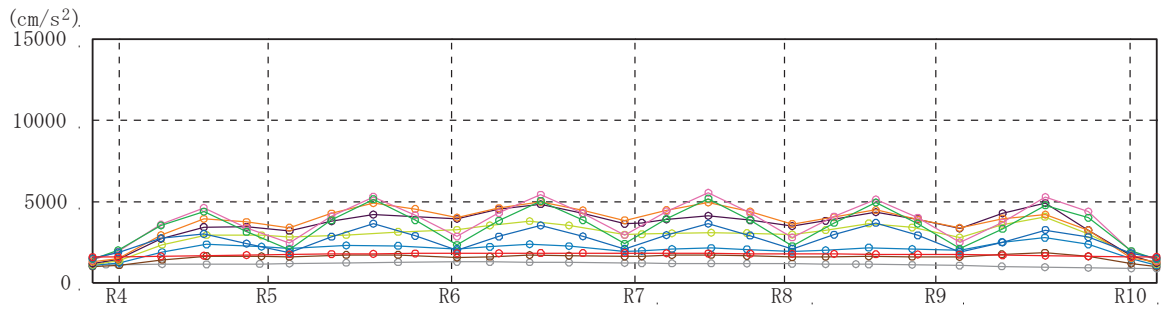


(b) 1方向入力 (NS方向入力)

図 2-12 水平 1 方向入力及び 3 方向同時入力の最大応答加速度の比較 (南面壁)

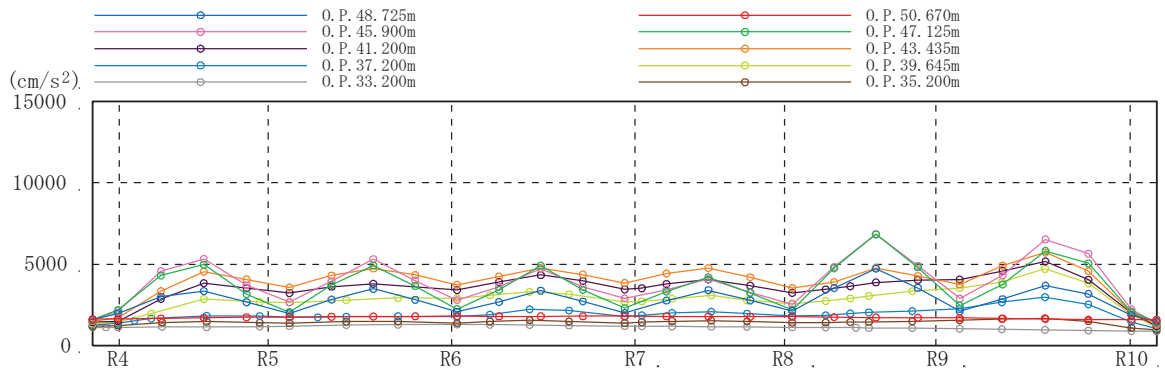


(a) 3方向入力

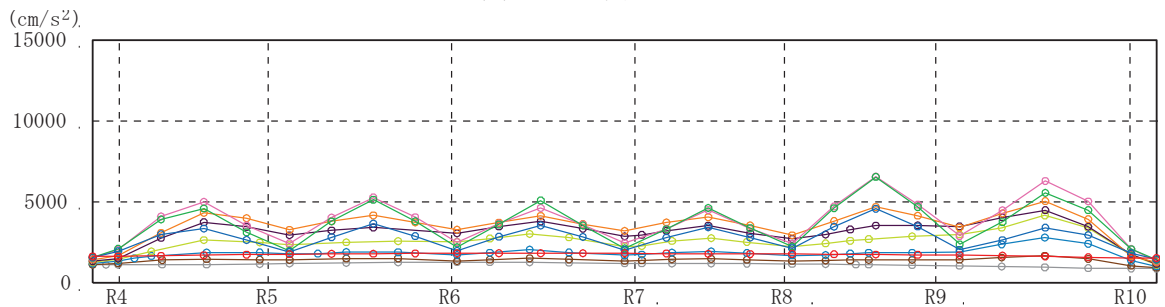


(b) 1方向入力 (EW方向入力)

図 2-13 水平 1 方向入力及び 3 方向同時入力の最大応答加速度の比較 (東面壁)

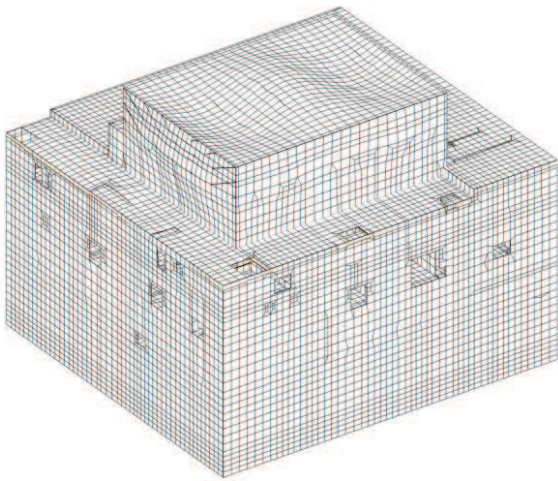


(a) 3方向入力

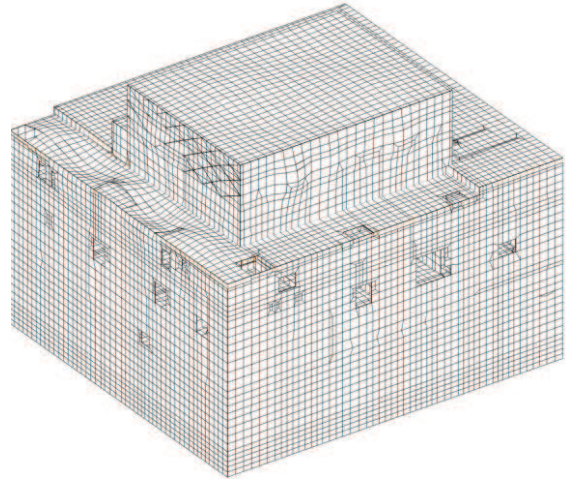


(b) 1方向入力 (EW方向入力)

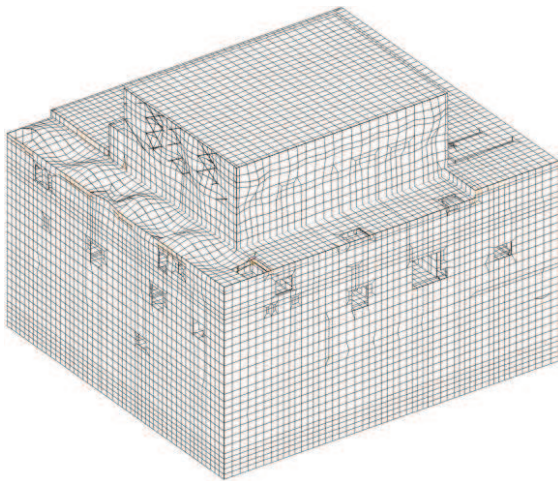
図 2-14 水平 1 方向入力及び 3 方向同時入力の最大応答加速度の比較 (西面壁)



全体 14 次 (7.26Hz)



全体 36 次 (8.89Hz)



全体 112 次 (11.94Hz)

図 2-15 3次元 FEM モデルの固有値解析結果

## 2.6 面外慣性力に対する壁の断面の評価

面外慣性力の影響として、原子炉建屋の燃料取替床レベルの壁について、面外慣性力に対する検討を行う。検討は、「2.5 地震応答解析結果」より、壁の面外方向への加速度の影響が顕著に出ている南北面の壁を対象として、静的応力解析モデルに置き換えて、面外慣性力による面外応力に対する断面の評価を行い、面外慣性力の影響を評価する。

評価結果を記載する部位は、面外慣性力によって生じる鉄筋応力度及び面外せん断力が最大となる部位とする。

### 2.6.1 解析モデル及び荷重条件

解析モデルを図 2-16 に示す。

解析モデルは静的応力解析モデルとし、スパン端部の柱及びはりまたは屋根スラブを境界条件として、四辺固定版に置き換える。耐震壁は面外方向の曲げモーメントにより引張側表面にひび割れを生じ、ひび割れの進展に応じて周辺部に応力が再配分されることとなる。本検討では、コンクリートの非線形特性を考慮した積層シェル要素を用い、引張側コンクリートのひび割れに伴う応力分散を考慮する。コンクリートの材料構成則を図 2-18 に示す。

鉄筋についてもモデル化し、面外方向の曲げモーメントにより鉄筋に生じる引張応力度が許容限界として設定した弾性限強度を超えないことを確認することで、面外慣性力により原子炉建屋の壁が有する耐震性への影響はないことを確認する。

荷重としては、基準地震動  $S_s$ （以下「 $S_s$  地震時」という。）による面外方向慣性力を考慮する。 $S_s$  地震時の応答加速度は、弾性設計用地震動  $S_d$ （以下「 $S_d$  地震時」という。）による応答加速度に対し補正を行い、質点系モデルによる地震応答解析における最大応答加速度比で係数倍して定めるものとし、係数の算出は基準地震動  $S_s - D_2$  による応答を用いる。

$S_d$  地震時による応答加速度の補正は、弾性設計用地震動  $S_d - D_2$  による面外方向の最大応答加速度（絶対加速度）に対し、材料物性による不確かさを考慮するための応答補正比率を乗じることで保守的に評価したものである。また、応答補正比率は、質点系モデルによる地震応答解析における最大応答加速度より算出する。

面外慣性力の算出方法は以下の通りである。

検討対象である南北面の壁について、算出した S s 地震時の面外慣性力コンタ  
ー図を図 2-17 に示す。

S s 地震時の面外方向加速度（面外慣性力）

= 3 次元 FEM モデルの S d 地震時面外方向最大応答加速度 × 応答補正比率

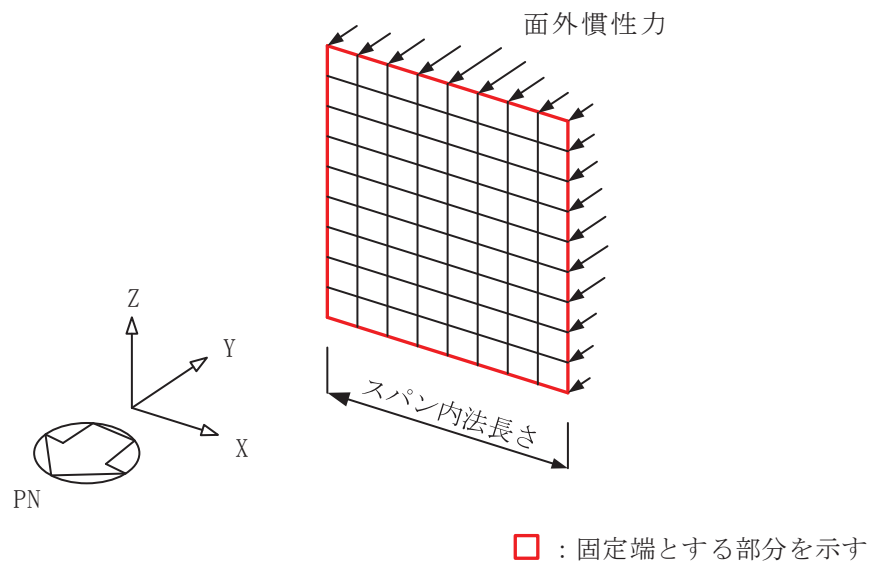
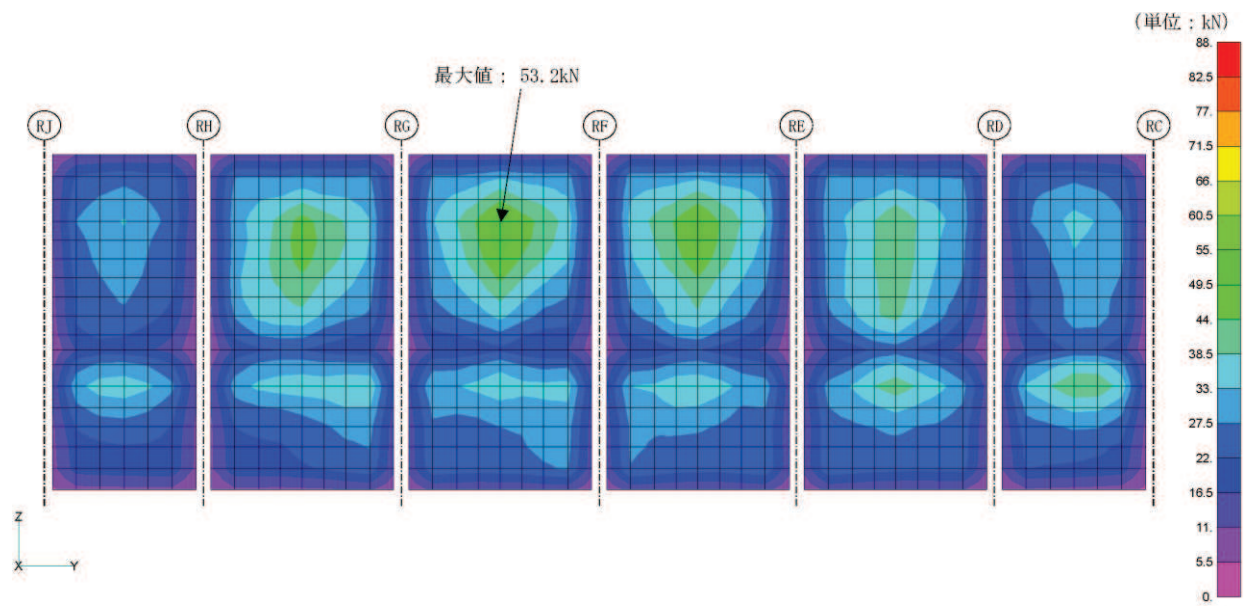
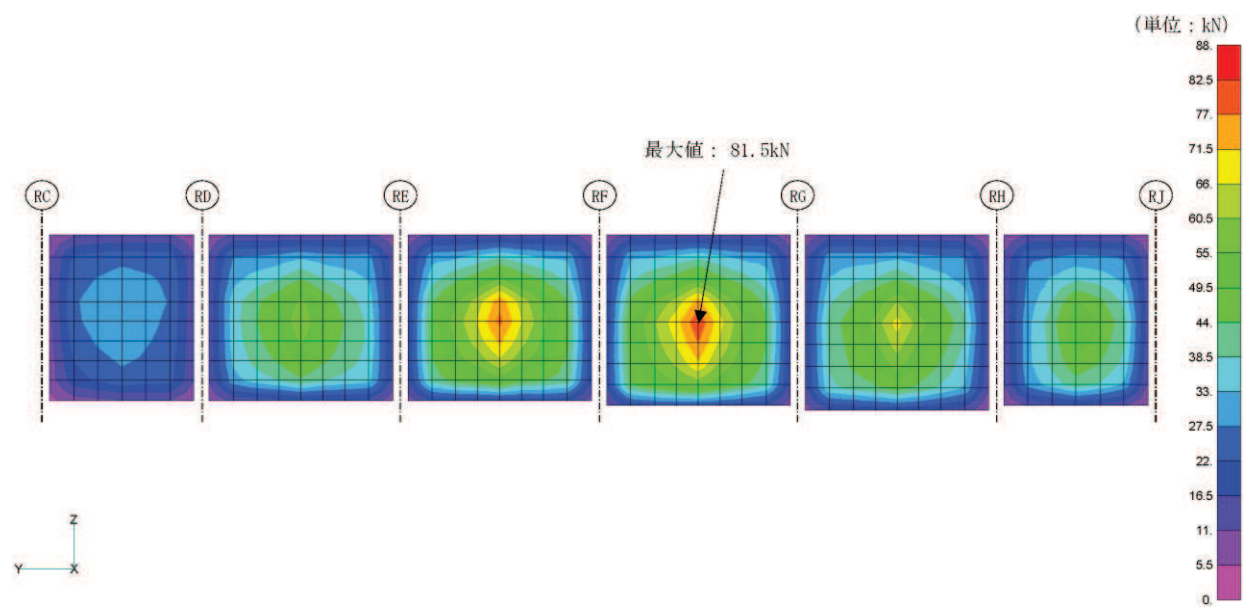


図 2-16 解析モデル

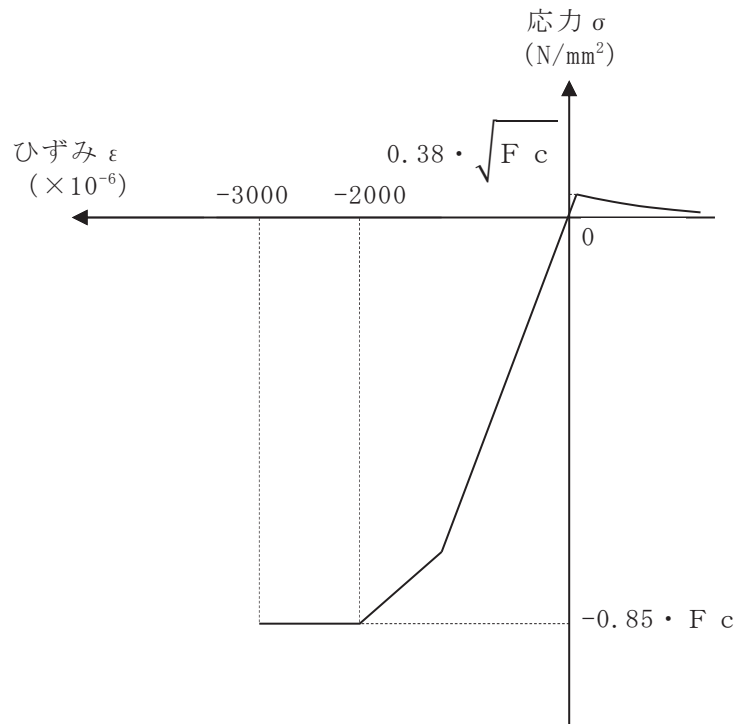


(a) 北面壁



(b) 南面壁

図 2-17 S s 地震時の面外慣性力コンター図



$F_c$  : コンクリートの設計基準強度

項目	設定
圧縮強度	$-0.85 \cdot F_c$ (「CCV規格*1」)
終局圧縮ひずみ	$-3000 \times 10^{-6}$ (「CCV規格」)
圧縮側のコンクリート構成則	CEB-FIP Model code に基づき設定 (引用文献(1)参照)
ひび割れ発生後の引張軟化曲線	出雲ほか(1987)による式 ( $c = 0.4$ ) (引用文献(2)参照)
引張強度	$\sigma_t = 0.38 \cdot \sqrt{F_c}$ (「RC規準*2」)

注：引張方向の符号を正とする。

注記\*1： JSME S NE 1-2003 発電用原子力設備規格 コンクリート製  
原子炉格納容器規格

\*2： 日本建築学会 1999年 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ー許  
容応力度設計法ー

コンクリートの応力ーひずみ関係

図 2-18 材料構成則

## 2.6.2 応答補正比率の算出

材料物性の不確かさによる応答補正比率は、基本ケースの質点系モデルの最大応答加速度に対する材料物性の不確かさを考慮した質点系モデルの最大応答加速度の比により算出する。

S<sub>s</sub>地震時に用いる質点系モデルによる最大応答加速度比は、S<sub>d</sub>地震時の基本ケースとS<sub>s</sub>地震時の基本ケースの比により算出する。

なお、北面及び南面の外壁の面外振動を評価するため、用いる最大応答加速度は、NS方向モデルのO.P. 50.5mの質点（質点番号6，質点番号18）及びO.P. 33.2mの質点（質点番号8，質点番号13，質点番号20）の最大応答加速度とする。

算出した応答補正比率を表2-5に示す。

表2-5 応答補正比率

(a) 材料物性の不確かさによる応答補正比率

地震波	S <sub>d</sub> -D2		備考
	50.5	33.2	
O.P. (m)	50.5	33.2	
①基本ケース 最大加速度応答 (cm/s <sup>2</sup> )	2981	1228	
②材料物性の不確かさ 最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )	3052	1279	地盤剛性+σ考慮モデルの応答
②/① 最大加速度応答比	1.02	1.04	同一ケースの倍率のためメッシュ分割に合わせて線形補間を行う

(b) 質点系モデルのS<sub>d</sub>地震時に対するS<sub>s</sub>地震時の最大加速度応答比

地震波	S <sub>d</sub> -D2		備考
	50.5	33.2	
O.P. (m)	50.5	33.2	
③S <sub>d</sub> 地震時 最大加速度応答 (cm/s <sup>2</sup> )	2981	1228	基本ケース
④S <sub>s</sub> 地震時 最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )	4619	1988	基本ケース
④/③ 最大加速度応答比	1.55	1.62	同一ケースの倍率のためメッシュ分割に合わせて線形補間を行う



### 2.6.3 断面の評価部位の選定

代表部位とした北面壁及び南面壁における鉄筋応力度及び単位幅あたりの面外せん断力を表 2-6 に示す。断面の評価部位は鉄筋応力度及び面外せん断力が最大となる位置を選定する。なお、北面壁は O. P. 39.645m よりも下部の壁厚が 400mm、上部の壁厚が 250mm であることから、それぞれ選定する。

選定した断面の評価部位の応力コンター図を表 2-7 及び表 2-8 に示す。

表 2-6 鉄筋応力度及び単位幅あたりの面外せん断力 (S s - D 2)

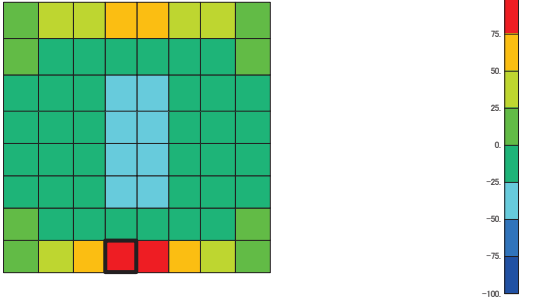
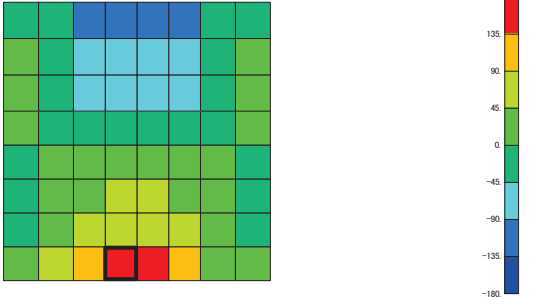
位置			鉄筋応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		面外せん断力 (kN/m)	
			$\sigma_{tx}$	$\sigma_{ty}$	Q <sub>x</sub>	Q <sub>y</sub>
北面壁	壁厚 250mm	RC - RD	22.7	8.79	73.5	49.4
		RD - RE	79.3	48.3	119	95.7
		RE - RF	84.4	55.8	126	107
		RF - RG	84.1	57.1	128	109
		RG - RH	83.2	51.7	124	99.4
		RH - RJ	20.1	8.31	68.8	47.7
	壁厚 400mm	RC - RD	17.4	4.27	124	38.3
		RD - RE	62.3	15.2	191	73.2
		RE - RF	60.0	15.5	189	73.1
		RF - RG	56.8	14.6	183	74.1
		RG - RH	61.0	15.7	194	67.8
		RH - RJ	14.1	3.78	107	35.1
南面壁	壁厚 250mm	RC - RD	12.6	8.49	62.2	52.5
		RD - RE	50.7	58.2	116	130
		RE - RF	70.3	81.4	150	169
		RF - RG	74.8	80.0	155	170
		RG - RH	59.3	57.4	124	131
		RH - RJ	25.2	16.9	92.0	79.0

注：ハッチングは、北面壁（壁厚 250mm）、北面壁（壁厚 400mm）及び南面壁における各通りの応答値のうち最大値を表示。

表 2-7 断面の評価部位の選定に関する応力コンター図（北面壁）

壁厚	応力	コンター図	
250mm	鉄筋応力度 $\sigma_t X$	(RE - RF)	<p>□ : 最大応力度 84.4N/mm<sup>2</sup></p>
	面外せん断力 $Q_x$	(RF - RG)	<p>□ : 最大応力 128kN/m</p>
400mm	鉄筋応力度 $\sigma_t X$	(RD - RE)	<p>□ : 最大応力度 62.3N/mm<sup>2</sup></p>
	面外せん断力 $Q_x$	(RG - RH)	<p>□ : 最大応力 194kN/m</p>

表 2-8 断面の評価部位の選定に関する応力コンター図 (南面壁)

壁厚	応力	コンター図
250mm	鉄筋応力度 $\sigma_t y$	<p>(RE - RF)</p>  <p>□ : 最大応力度 81.4N/mm<sup>2</sup></p>
	面外せん断力 $Q_y$	<p>(RF - RG)</p>  <p>□ : 最大応力 170kN/m</p>

#### 2.6.4 断面の評価方法

基準地震動  $S_s$  による面外慣性力により耐震壁に生じる面外方向の曲げモーメントに対し、応力解析モデルにモデル化した鉄筋の引張応力度及び圧縮応力度が許容限界を超えないことを確認する。許容限界としては、「建設省告示第 2464 号」に基づき鉄筋の F 値に 1.1 倍の割増しを考慮した弾性限強度とする。

また、面外せん断力については、面外せん断力  $Q$  が次式で算出する許容面外せん断力  $Q_A$  を超えないことを確認する。

$$Q_A = b \cdot j \cdot \alpha \cdot f_s$$

ここで、

$Q_A$  : 許容面外せん断力 (N)

$b$  : 断面の幅 (mm)

$j$  : 断面の応力中心距離で、断面の有効せいの 7/8 倍の値 (mm)

$\alpha$  : 割増し係数 (1.0)

$f_s$  : コンクリートの短期許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

#### 2.6.5 断面の評価結果

断面の評価結果を表 2-9 に示す。

S s 地震時において、面外方向の曲げモーメントにより発生する壁主筋の応力度に対する検定値が 0.23、面外せん断力に対する検定値が 0.95 となり、許容限界を超えないことを確認した。

面外慣性力として、応答補正比率を考慮したうえで最大応答加速度の絶対値を用いていることや解析モデルとして保守的なモデルを用いていることなど、保守的な検討をしているため、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにより、原子炉建屋の壁が有する耐震性への影響はないと判断できる。

ただし、面外方向に大きな加速度が生じていることを踏まえ、「2.7 面外慣性力及び面内せん断力を組み合わせた場合の壁の断面の評価」において、面外慣性力及び面内せん断力を組み合わせた場合の評価を行う。

表 2-9 断面の評価結果

検討ケース		S s 地震時		
検討位置		北面壁 (R10 通り)		南面壁 (R4 通り)
厚さ t (mm) × 幅 b (mm)		250×1000	400×1000	250×1000
有効せい d (mm)		170	315.5	170
配筋	縦筋 (鉄筋断面積)	D22@200 (1935mm <sup>2</sup> /m)	D25@200 (2535mm <sup>2</sup> /m)	D22@200 (1935mm <sup>2</sup> /m)
	横筋 (鉄筋断面積)	D19@200 (1435mm <sup>2</sup> /m)	D22@200 (1935mm <sup>2</sup> /m)	D19@200 (1435mm <sup>2</sup> /m)
曲げモーメント	方向	X 方向	X 方向	Y 方向
	鉄筋応力度 $\sigma_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	84.4	62.3	81.4
	許容限界 (N/mm <sup>2</sup> )	379.5	379.5	379.5
	検定値	0.23	0.17	0.22
面外せん断力	方向	X 方向	X 方向	Y 方向
	発生せん断力 Q (kN/m)	128	194	170
	許容限界 (kN/m)	180	334	180
	検定値	0.72	0.59	0.95
判定		可	可	可

## 2.7 面外慣性力及び面内せん断力を組み合わせた場合の壁の断面の評価

「2.5 地震応答解析結果」に示すとおり、原子炉建屋の燃料取替床レベルの南北面の壁には面外方向に大きな加速度が生じていることから、当該壁を静的応力解析モデルに置き換えて、面外慣性力及び面内せん断力を組み合わせた場合の断面の評価を行う。

原子炉建屋燃料取替床レベルの壁については「VI-2-9-3-1 原子炉建屋原子炉棟(二次格納施設)の耐震性についての計算書(以下「二次格納施設の耐震性についての計算書」という。)」において、二次格納施設バウンダリの機能設計上の性能目標である構造強度を有することの確認として、S<sub>d</sub>地震時に生じる応力に対し「日本建築学会2005年 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説」に基づく短期許容応力度を超えないことを確認している。そこで、原子炉建屋燃料取替床レベルの壁に対する面外慣性力及び面内せん断力を組み合わせた場合の断面評価にあたっては、S<sub>d</sub>地震時の応答に材料物性の不確かさを考慮した地震力を用いる。

評価結果を記載する部位は、面外慣性力及び面内せん断力によって生じる鉄筋応力度及び面外せん断力が最大となる部位とする。

なお、S<sub>s</sub>地震時の耐震壁の評価については「二次格納施設の耐震性についての計算書」において、面内に生じるせん断ひずみが許容限界である $2.0 \times 10^{-3}$ を超えないことを確認しているが、「2.6 面外慣性力に対する壁の断面の評価」においては、S<sub>s</sub>地震時の面外慣性力に対し、原子炉建屋燃料取替床レベルの壁の断面評価の結果、鉄筋に生じる応力度が弾性範囲内であることを確認していることから、面内に生じるせん断ひずみの評価に対する影響は小さいと考えられる。

### 2.7.1 解析モデル及び荷重条件

解析モデルを図2-19に示す。

解析モデルについては「2.6 面外慣性力に対する壁の断面の評価」と同様に、耐震壁は面外方向の曲げモーメントにより引張側表面にひび割れを生じ、ひび割れの進展に応じて周辺部に応力が再配分されることから、コンクリートの非線形特性を考慮した積層シェル要素を用い、引張側コンクリートのひび割れに伴う応力分散を考慮する。コンクリートの材料構成則は図2-18に示すとおりである。

境界条件については、モデルの上端に水平方向せん断力を与えるため、下端を固定端とし、その他の三辺は面内水平方向のみ自由とする。

評価に当たっては、面内方向のせん断力及び面外方向の曲げモーメントにより鉄筋に生じる引張応力度が許容限界として設定した弾性限強度を超えないことを確認することで、面外慣性力及び面内せん断力を組み合わせた場合でも原子炉建屋の壁に対する二次格納施設バウンダリとして要求される機能への影響がないことを確認する。

荷重としては、S d 地震時による面外方向慣性力及び面内方向せん断力を考慮する。

S d 地震時による応答加速度及び応答せん断力の補正は、弾性設計用地震動 S d - D 2 による面外方向及び面内方向の最大応答加速度（絶対加速度）に対し、材料物性による不確かさを考慮するための応答補正比率を乗じることで保守的に評価したものである。また、応答補正比率は、質点系モデルによる地震応答解析における最大応答加速度より算出する。

面外慣性力及び面内せん断力の算出方法は以下の通りである。

検討対象である南北面の壁について、算出した S d 地震時の面外慣性力コンタ一図を図 2-20 に、S d 地震時の面内せん断力荷重図を図 2-21 に示す。

S d 地震時の面外方向加速度（面外慣性力）

$$= 3 \text{次元 FEM モデルの S d 地震時面外方向最大応答加速度} \times \text{応答補正比率}$$

S d 地震時の面内せん断力

$$= 3 \text{次元 FEM モデルの S d 地震時面内方向最大応答せん断力} \times \text{応答補正比率}$$

面外慣性力と面内せん断力の組合せは、「原子力発電所耐震設計技術規程（J E A C 4 6 0 1 - 2008）」を参考に、組合せ係数法（組合せ係数は 1.0 と 0.4）を用いるものとする。

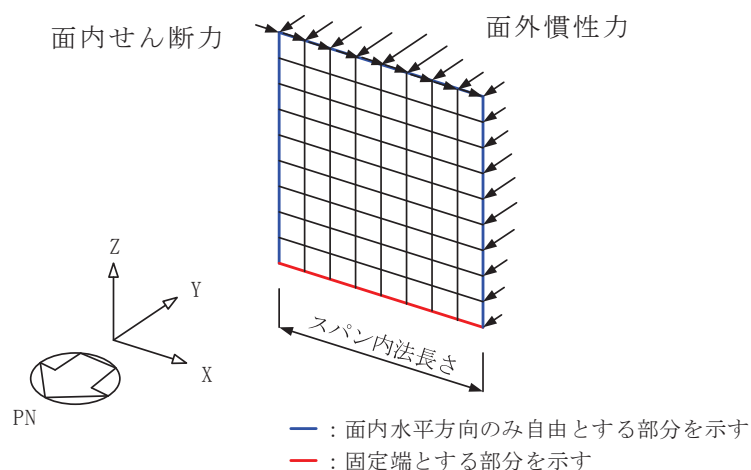


図 2-19 解析モデル



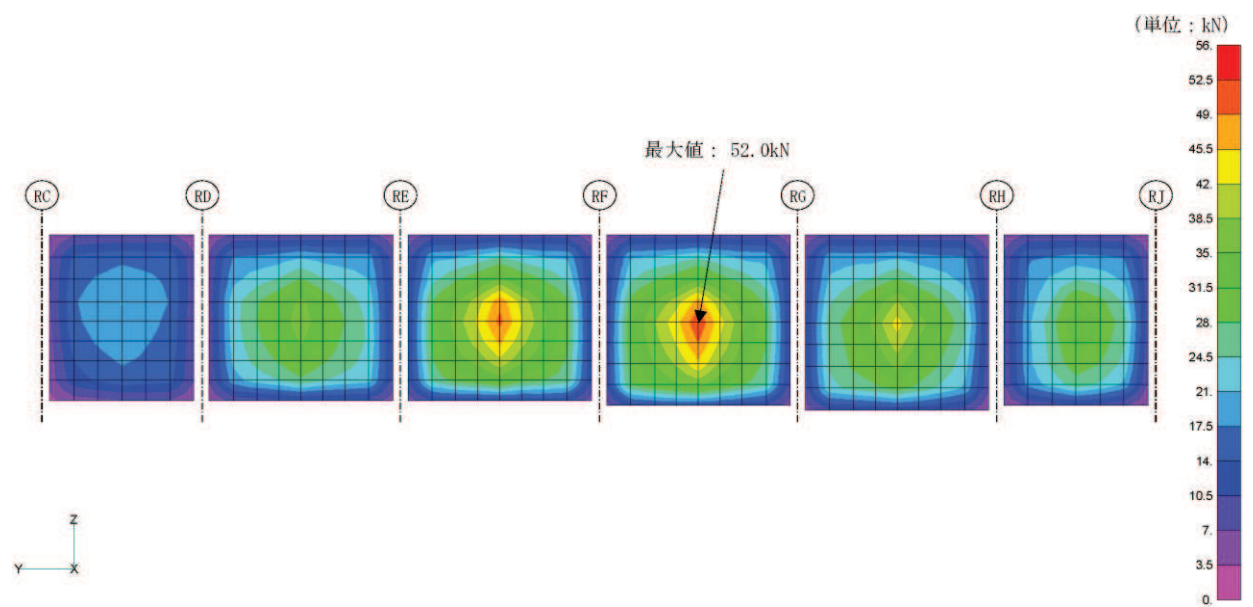
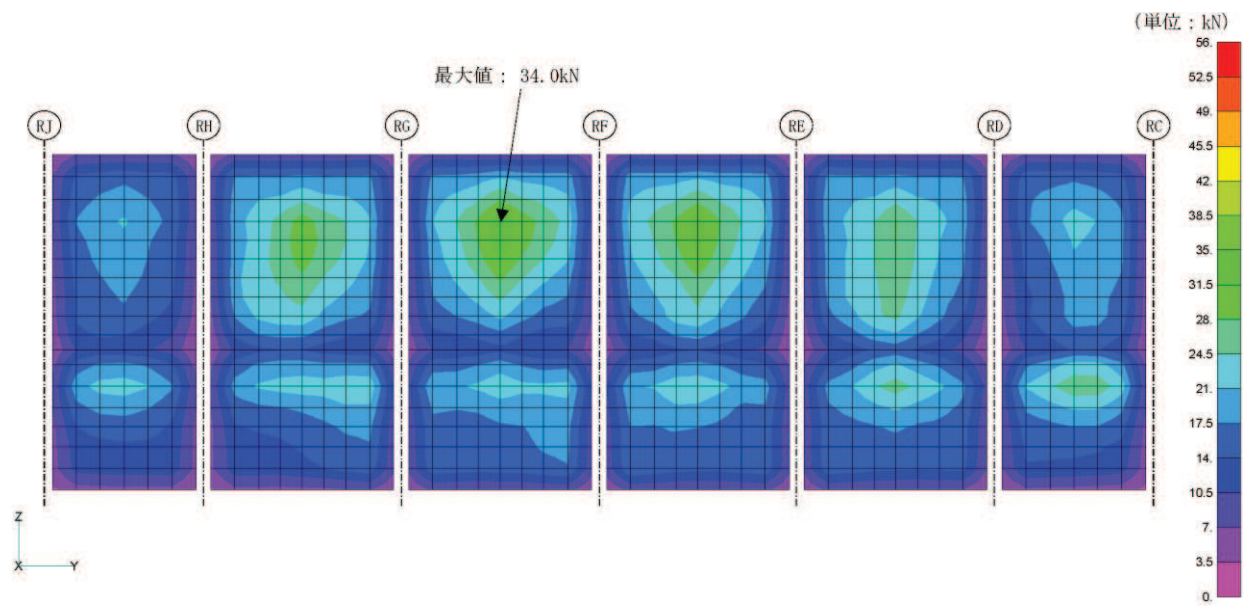
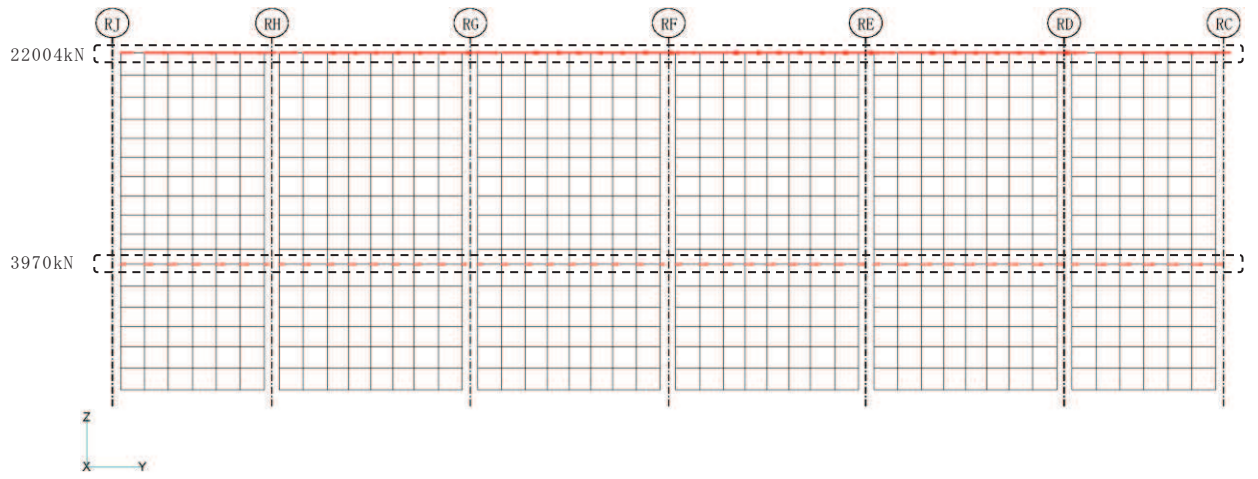
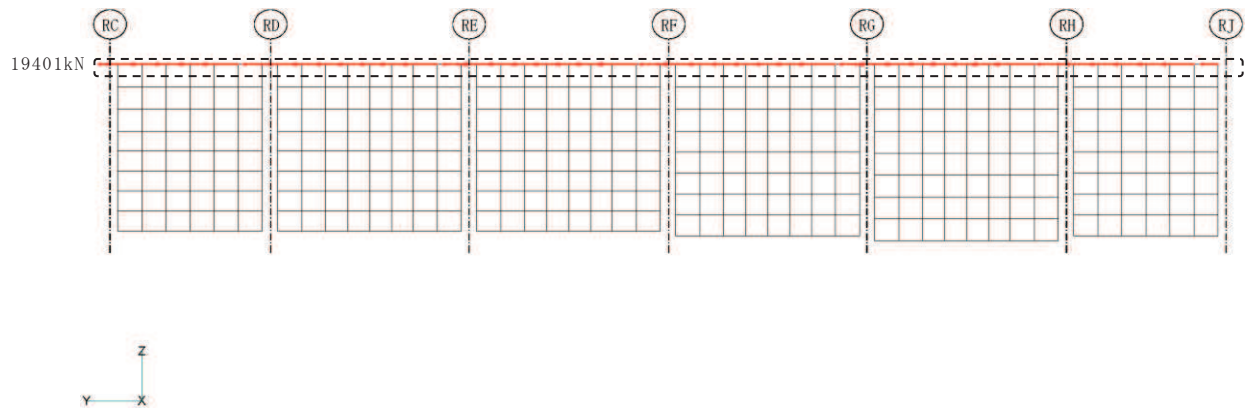


図 2-20 S d 地震時の面外慣性力コンター図



(a) 北面壁



(b) 南面壁

図 2-21 S d 地震時の面内せん断力荷重図

### 2.7.2 応答補正比率の算出

材料物性の不確かさによる応答補正比率は、基本ケースの質点系モデルの最大応答加速度に対する材料物性の不確かさを考慮した質点系モデルの最大応答加速度の比により算出する。

面外慣性力に乗じる応答補正比率は、北面及び南面の外壁の面外振動を評価するため、用いる最大応答加速度は、NS方向モデルのO.P. 50.5mの質点（質点番号6, 質点番号18）及びO.P. 33.2mの質点（質点番号8, 質点番号13, 質点番号20）の最大応答加速度とする。

面内せん断力に乗じる応答補正比率は、北面及び南面の外壁の面内応答を評価するため、用いる最大応答加速度は、EW方向モデルのO.P. 50.5mの質点（質点番号10, 質点番号20）、O.P. 41.2mの質点（質点番号11, 質点番号21）及びO.P. 33.2mの質点（質点番号12, 質点番号22）の最大応答加速度とする。

算出した応答補正比率を表2-10に示す。

表 2-10 応答補正比率

(a) 面外慣性力に乗じる材料物性の不確かさによる応答補正比率

地震波	S d - D 2		備考
O. P. (m)	50.5	33.2	
①基本ケース 最大加速度応答 (cm/s <sup>2</sup> )	2981	1228	
②材料物性の不確かさ 最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )	3052	1279	地盤剛性 + $\sigma$ 考慮モデルの応答
②/① 最大加速度応答比	1.02	1.04	同一ケースの倍率のためメッシュ分割に合わせて線形補間を行う

(b) 面内せん断力に乗じる材料物性の不確かさによる応答補正比率

地震波	S d - D 2						備考
対象部位	北面 (R10 通り)			南面 (R4 通り)			
O. P. (m)	50.5	41.2	33.2	50.5	41.2	33.2	
①基本ケース 最大加速度応答 (cm/s <sup>2</sup> )	2350	1949	1207	2482	1517	1208	
②材料物性の不確かさ 最大応答加速度 (cm/s <sup>2</sup> )	2350	1967	1232	2530	1555	1237	地盤剛性 + $\sigma$ 考慮モデルの応答
②/① 最大加速度応答比	1.00	1.01	1.02	1.02	1.03	1.02	
採用応答補正比率	1.02			1.03			保守的に最大の応答補正比率を設定

### 2.7.3 断面の評価部位の選定

代表部位とした北面壁及び南面壁における鉄筋応力度及び単位幅あたりの面外せん断力を表 2-11 に示す。断面の評価部位は鉄筋応力度及び面外せん断力が最大となる位置を選定する。なお、北面壁は O. P. 39.645m よりも下部の壁厚が 400mm、上部の壁厚が 250mm であることから、それぞれ選定する。

選定した断面の評価部位の応力コンター図を表 2-12 及び表 2-13 に示す。

表 2-11 鉄筋応力度及び単位幅あたりの面外せん断力 (S d - D 2)

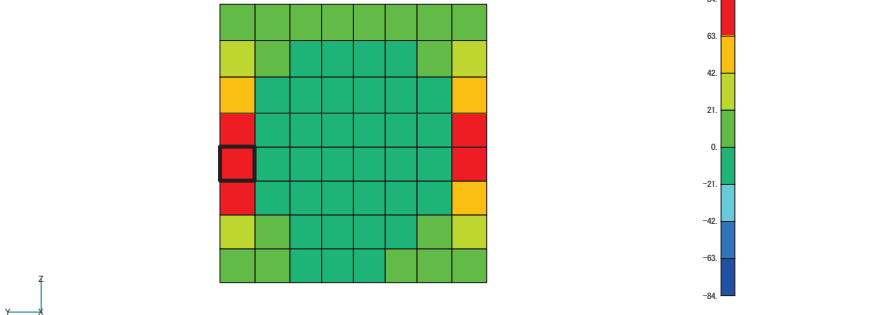
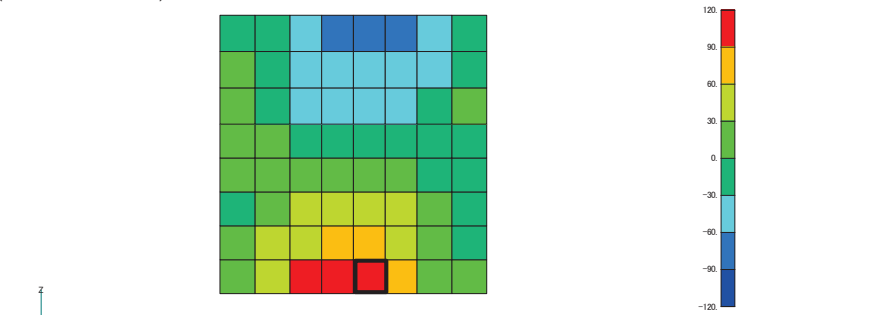
位置			鉄筋応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		面外せん断力 (kN/m)	
			$\sigma_{tx}$	$\sigma_{ty}$	Q <sub>x</sub>	Q <sub>y</sub>
北面壁	壁厚 250mm	RC - RD	11.3	4.96	46.9	30.8
		RD - RE	100	40.1	70.2	67.0
		RE - RF	112	48.9	74.1	75.8
		RF - RG	111	49.2	76.6	76.2
		RG - RH	104	42.7	73.5	69.0
		RH - RJ	9.66	4.67	44.6	29.6
	壁厚 400mm	RC - RD	9.32	2.61	77.2	24.0
		RD - RE	54.7	13.4	143	43.7
		RE - RF	53.7	14.2	144	43.3
		RF - RG	49.5	13.2	142	44.2
		RG - RH	52.4	13.3	146	40.5
		RH - RJ	8.00	2.32	65.9	22.0
南面壁	壁厚 250mm	RC - RD	6.82	5.01	41.1	33.0
		RD - RE	40.0	34.3	68.2	82.6
		RE - RF	75.0	56.8	86.0	110
		RF - RG	82.2	57.3	87.4	111
		RG - RH	55.5	37.3	72.9	84.6
		RH - RJ	13.6	8.15	58.3	49.3

注：ハッチングは、北面壁（壁厚 250mm）、北面壁（壁厚 400mm）及び南面壁における各通りの応答値のうち最大値を表示。

表 2-12 断面の評価部位の選定に関する応力コンター図（北面壁）

壁厚	応力	コンター図	
250mm	鉄筋応力度 $\sigma_t X$	(RE - RF)	<p>□ : 最大応力度 112N/mm<sup>2</sup></p>
	面外せん断力 $Q_x$	(RF - RG)	<p>□ : 最大応力 76.6kN/m</p>
400mm	鉄筋応力度 $\sigma_t X$	(RD - RE)	<p>□ : 最大応力度 54.7N/mm<sup>2</sup></p>
	面外せん断力 $Q_x$	(RG - RH)	<p>□ : 最大応力 146kN/m</p>

表 2-13 断面の評価部位の選定に関する応力コンター図（南面壁）

壁厚	応力	コンター図
250mm	鉄筋応力度 $\sigma_{tX}$	<p>(RF — RG)</p>  <p>□ : 最大応力度 82.2N/mm<sup>2</sup></p>
	面外せん断力 $Q_y$	<p>(RF — RG)</p>  <p>□ : 最大応力 111kN/m</p>

#### 2.7.4 断面の評価方法

弾性設計用地震動  $S_d$  による面外慣性力及び面内せん断力により耐震壁に生じる鉄筋の引張応力度及び圧縮応力度が許容限界を超えないことを確認する。許容限界としては、「建設省告示第 2464 号」に基づき鉄筋の  $F$  値に 1.1 倍の割増しを考慮した弾性限強度とする。

また、面外せん断力については、面外せん断力  $Q$  が次式で算出する許容面外せん断力  $Q_A$  を超えないことを確認する。

$$Q_A = b \cdot j \cdot \alpha \cdot f_s$$

ここで、

$Q_A$  : 許容面外せん断力 (N)

$b$  : 断面の幅 (mm)

$j$  : 断面の応力中心距離で、断面の有効せいの 7/8 倍の値 (mm)

$\alpha$  : 割増し係数 (1.0)

$f_s$  : コンクリートの短期許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>)



#### 2.7.5 断面の評価結果

断面の評価結果を表 2-14 に示す。

S d 地震時において、壁主筋に発生する応力度に対する検定値が 0.30、面外せん断力に対する検定値が 0.62 となり、許容限界を超えないことを確認したことから、面外慣性力及び面内せん断力を組み合わせた場合においても、原子炉建屋の壁に対する二次格納施設バウンダリとして要求される機能への影響はないと判断できる。

表 2-14 断面の評価結果

検討ケース		S d 地震時		
検討位置		北面壁 (R10 通り)		南面壁 (R4 通り)
厚さ t (mm) × 幅 b (mm)		250×1000	400×1000	250×1000
有効せい d (mm)		170	315.5	170
配筋	縦筋 (鉄筋断面積)	D22@200 (1935mm <sup>2</sup> /m)	D25@200 (2535mm <sup>2</sup> /m)	D22@200 (1935mm <sup>2</sup> /m)
	横筋 (鉄筋断面積)	D19@200 (1435mm <sup>2</sup> /m)	D22@200 (1935mm <sup>2</sup> /m)	D19@200 (1435mm <sup>2</sup> /m)
面内せん断力及び 曲げモーメント	方向	X 方向	X 方向	X 方向
	鉄筋応力度 $\sigma_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	112	54.7	82.2
	許容限界 (N/mm <sup>2</sup> )	379.5	379.5	379.5
	検定値	0.30	0.15	0.22
面外せん断力	方向	X 方向	X 方向	Y 方向
	発生せん断力 Q (kN/m)	76.6	146	111
	許容限界 (kN/m)	180	334	180
	検定値	0.43	0.44	0.62
判定		可	可	可

## 2.8 検討のまとめ

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として、原子炉建屋の燃料取替床レベルの壁に対し、面外慣性力の影響について検討を行った。

3次元FEMモデルを用いて、弾性設計用地震動 $S_d$ に対する地震応答解析を実施し、壁の面外方向の最大応答加速度分布を確認した結果、面外にはらむような加速度分布となっており、面外慣性力が発生していることを確認したが、水平1方向入力による最大応答加速度分布に対し、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる最大応答加速度分布はおおむね同傾向であることを確認した。この結果は、壁の面外応答に与える影響は面外方向の地震動が支配的であり、水平直交方向及び鉛直方向地震動は面外応答に与える影響が小さいことを示している。

一方で、原子炉建屋の燃料取替床レベルの壁に対する面外慣性力が発生していることから、加速度の大きい原子炉建屋南北面の壁を部分的に抽出し、保守的な静的モデルに置き換えて、面外慣性力による面外応力に対する断面の評価を行った。その結果、 $S_s$ 地震時における壁主筋の応力及び壁の面外せん断応力が許容限界を超えないことを確認した。面外慣性力として、応答補正比率を乗じたうえで最大応答加速度の絶対値を用いていることや解析モデルとして保守的なモデルを用いていることも踏まえると、面外慣性力により原子炉建屋の壁が有する耐震性への影響はないと判断できる。

さらに、同様のモデルを用いて、面外慣性力及び面内せん断力を組み合わせた場合の原子炉建屋の燃料取替床レベルの壁に対する断面の評価を行い、 $S_d$ 地震時においても壁主筋の応力及び壁の面外せん断応力が許容限界を超えないことを確認したことから、原子炉建屋の壁に対する二次格納施設バウンダリとして要求される機能への影響はないと判断できる。

以上のことから、3次元的な応答特性が想定される部位として抽出した原子炉建屋の燃料取替床レベルの壁については、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる評価を行う部位として抽出しない。

### 3. 局所応答による影響検討

添付書類「VI-2-12 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」において応答特性②-1 及び②-2 により抽出されなかった原子炉建屋の耐震評価部位全般に対し、局所的な応答による影響の有無について、弾性設計用地震動 S d - D 2 を用いて 3 次元 FEM モデルを用いた精査を行った。

精査に当たっては、3 次元 FEM モデルで構築した原子炉建屋の地震応答解析モデルを用いて、水平 2 方向及び鉛直方向入力時の最大応答加速度を算出し評価することで行った。精査の内容は、「別紙 3 原子炉建屋 3 次元 FEM モデルによる地震応答解析」に示す。

3 次元 FEM モデルを用いた精査の結果、原子炉建屋が有す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による影響評価が必要な部位は抽出されなかった。

したがって、水平 2 方向及び鉛直方向地震力を適切に算定するにあたっては、質点系モデルの地震応答解析結果を用いることで、簡易的かつ保守的に評価を行うことが可能であることを確認した。

#### 4. 3次元 FEM モデルを用いた精査のまとめ

添付書類「VI-2-12 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、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、3次元的な応答特性が想定される部位として抽出した原子炉建屋の燃料取替床レベルの壁について、3次元 FEM モデルを用いた精査を行った。3次元 FEM モデルを用いた精査の結果、原子炉建屋の燃料取替床レベルの壁において、有している耐震性への影響が小さいと判断できることから、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の考慮が必要な部位は抽出されなかった。

さらに、応答特性②-1 及び②-2 により抽出されなかった原子炉建屋の建屋評価部位全般に対し、原子炉建屋を対象とした 3次元 FEM モデルにより、水平 2 方向及び鉛直方向入力時の最大応答加速度を算出し検討することで、局所的な応答について精査を行った。精査の結果、有している耐震性への影響が小さいと判断できることから、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価が必要な部位は抽出されなかった。

以上のことから、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は、有する耐震性への影響が小さいと判断できることから、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる評価を行う部位として抽出しない。

5. 引用文献

- (1) Comite Euro-International du Beton : CEB-FIP MODEL CODE 1990 (DESIGN CODE) ,  
1993
- (2) 出雲淳一, 島弘, 岡村甫 : 面内力を受ける鉄筋コンクリート板要素の解析モデル,  
コンクリート工学, Vol.25, No.9, 1987.9

### 別紙 3 原子炉建屋 3 次元 FEM モデルによる地震応答解析

## 目 次

1. 検討概要.....	別紙 3- 1
1.1 構造概要.....	別紙 3- 1
1.2 3次元 FEM モデルによる耐震性評価の方針.....	別紙 3- 10
2. 3次元 FEM モデルの構築.....	別紙 3- 12
2.1 原子炉建屋の3次元 FEM モデル.....	別紙 3- 12
2.1.1 モデル化の基本方針.....	別紙 3- 12
2.1.2 荷重.....	別紙 3- 19
2.1.3 建屋－地盤の相互作用.....	別紙 3- 19
2.2 固有値解析.....	別紙 3- 21
2.3 観測記録を用いた検討.....	別紙 3- 23
3. 3次元 FEM モデルによる評価.....	別紙 3- 24
3.1 地震応答解析の概要.....	別紙 3- 24
3.2 建屋応答性状の把握.....	別紙 3- 28
3.2.1 基礎のロッキング振動による鉛直方向応答への影響.....	別紙 3- 28
3.2.2 鉛直軸回りのねじれ振動の影響.....	別紙 3- 31
3.2.3 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響.....	別紙 3- 34
3.2.4 まとめ.....	別紙 3- 52
3.3 建屋耐震性評価への影響検討.....	別紙 3- 53
3.3.1 検討方針.....	別紙 3- 53
3.3.2 3次元 FEM モデル及び質点系モデルの最大応答値の比較検討.....	別紙 3- 53
3.3.3 3次元的な応答特性（応答補正率）を考慮した建屋影響検討.....	別紙 3- 62
3.4 床応答への影響検討.....	別紙 3- 93
4. まとめ.....	別紙 3-143



## 1. 検討概要

添付書類「VI-2-12 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」において応答特性②-1 及び②-2 により抽出されなかった原子炉建屋の耐震評価部位全般に対し、建屋の 3 次元的応答性状の把握及び質点系モデルによる地震応答解析の妥当性の確認の観点から、原子炉建屋について 3 次元 FEM モデルによる地震応答解析を行い、建屋の局所的な応答を検討する。また、3 次元 FEM モデルによる挙動が、建屋及び機器・配管系の有する耐震性に及ぼす影響を検討する。

### 1.1 構造概要

原子炉建屋は、地下 3 階、地上 3 階建で、基礎底面からの高さは 64.6m であり、平面は下部で 77.0m (NS 方向) × 84.0m (EW 方向) \*<sup>1</sup> のほぼ正方形である。建屋の構造は鉄筋コンクリート造 (一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造) である。

原子炉建屋の中央部には、平面が 66.0m × 53.0m \*<sup>1</sup> (最下階) で地下 3 階、地上 3 階建の原子炉建屋原子炉棟 (以下「原子炉棟」という。) があり、その周囲には地下 3 階、地上 2 階建の原子炉建屋附属棟 (以下「附属棟」という。) が配置され、これらは同一基礎版上に設置された一体構造である。また、原子炉建屋は隣接する他の建屋と構造的に分離している。

原子炉建屋の基礎は、厚さ 6.0m のべた基礎で、支持地盤である砂岩及び頁岩上に設置されている。

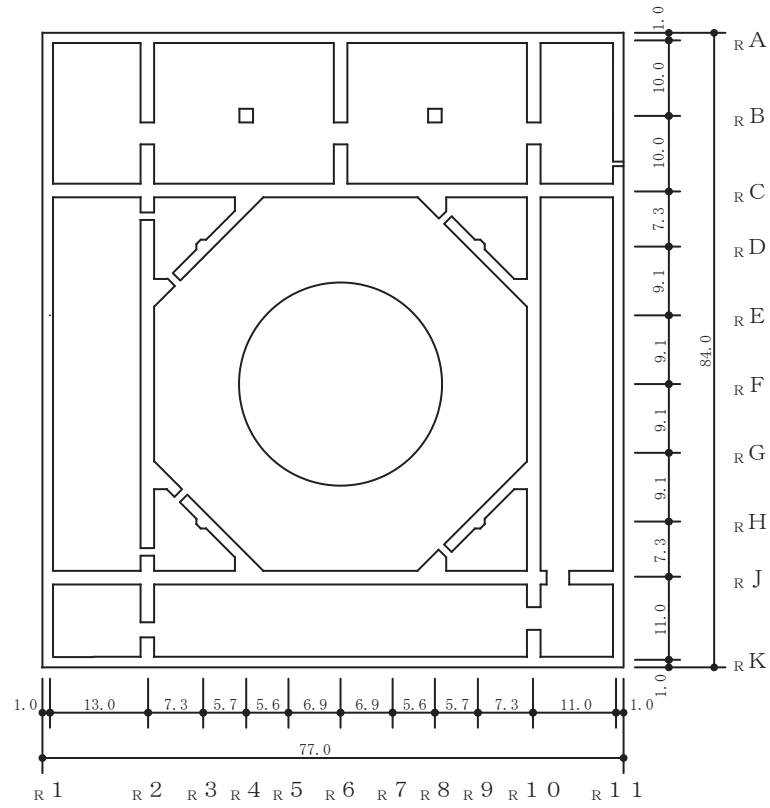
原子炉建屋の主たる耐震要素は、原子炉格納容器のまわりを囲んでいる 1 次しゃへい壁 (以下「シェル壁 : SW」という。), 原子炉棟の外壁 (以下「内部ボックス壁 : IW」という。) 及び附属棟の外壁 (以下「外部ボックス壁 : OW」という。) である。

なお、燃料取替床 (O.P. \*<sup>2</sup>33.2m) には使用済燃料プールが設置されている。

原子炉建屋の概略平面図及び概略断面図を図 1-1 及び図 1-2 に示す。

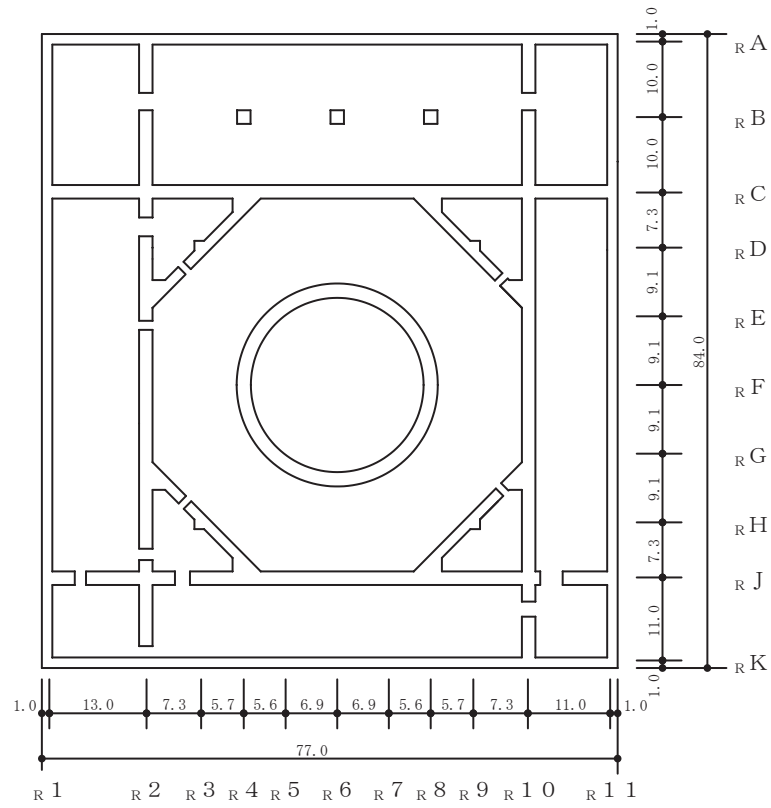
注記 \*1 : 建屋寸法は壁外面押えとする。

\*2 : 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。



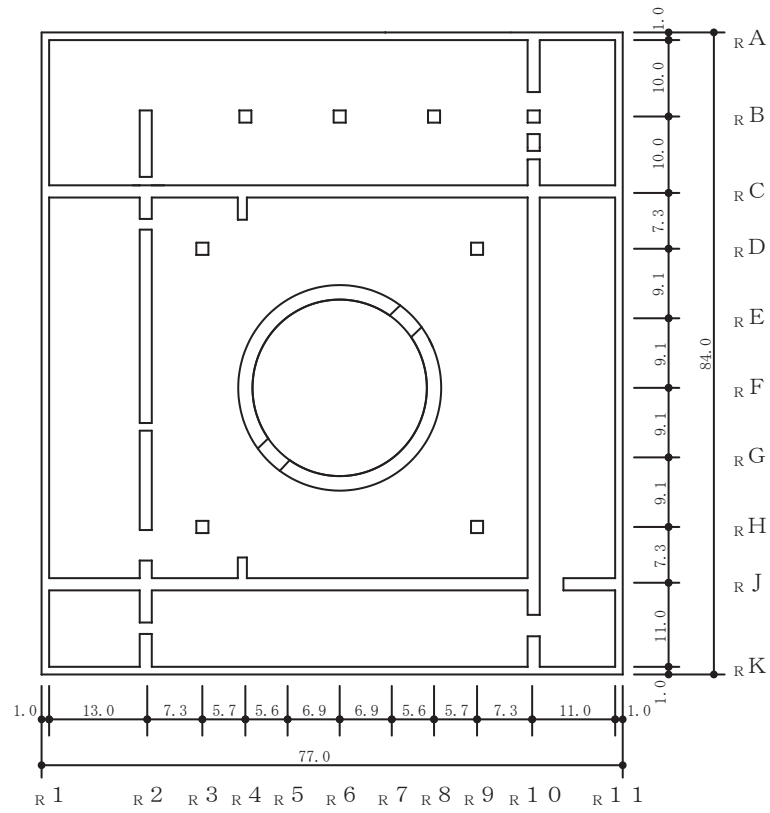
(単位：m)

図 1-1(1) 原子炉建屋の概略平面図 (0.P. -8.1m)



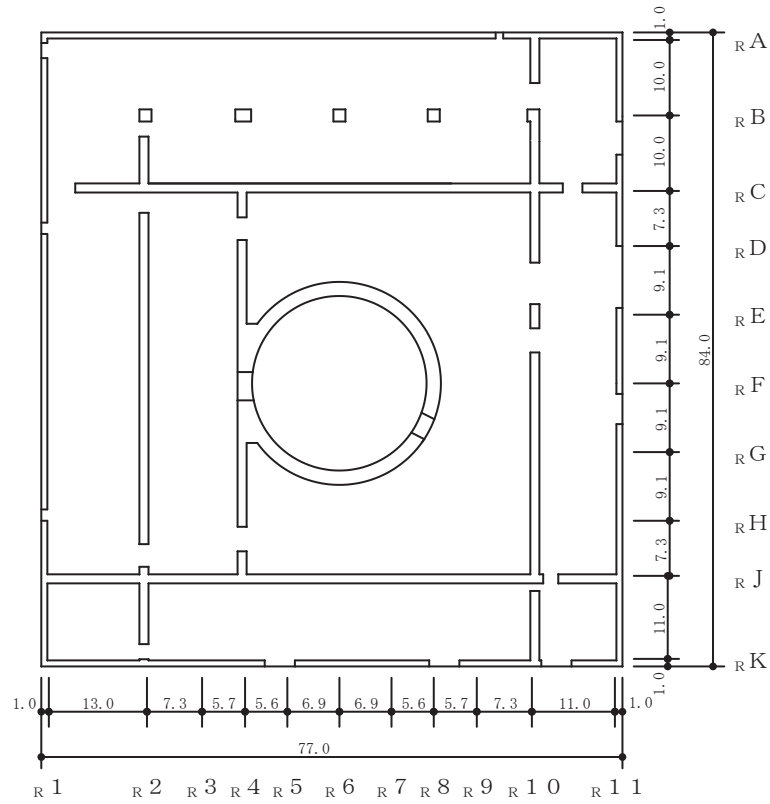
(単位：m)

図 1-1(2) 原子炉建屋の概略平面図 (0. P. -0.8m)



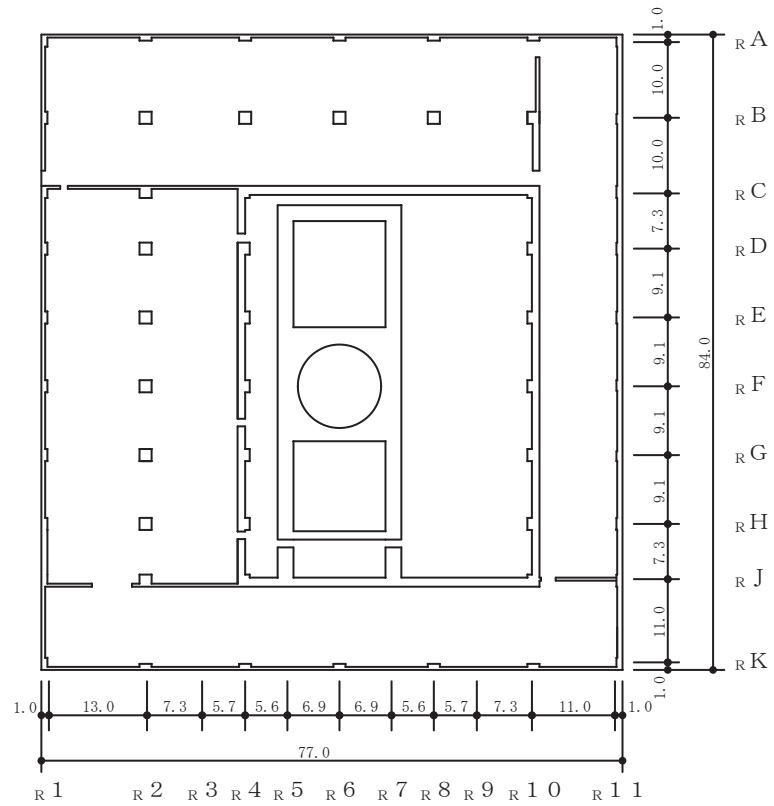
(単位：m)

図 1-1(3) 原子炉建屋の概略平面図 (0. P. 6. 0m)



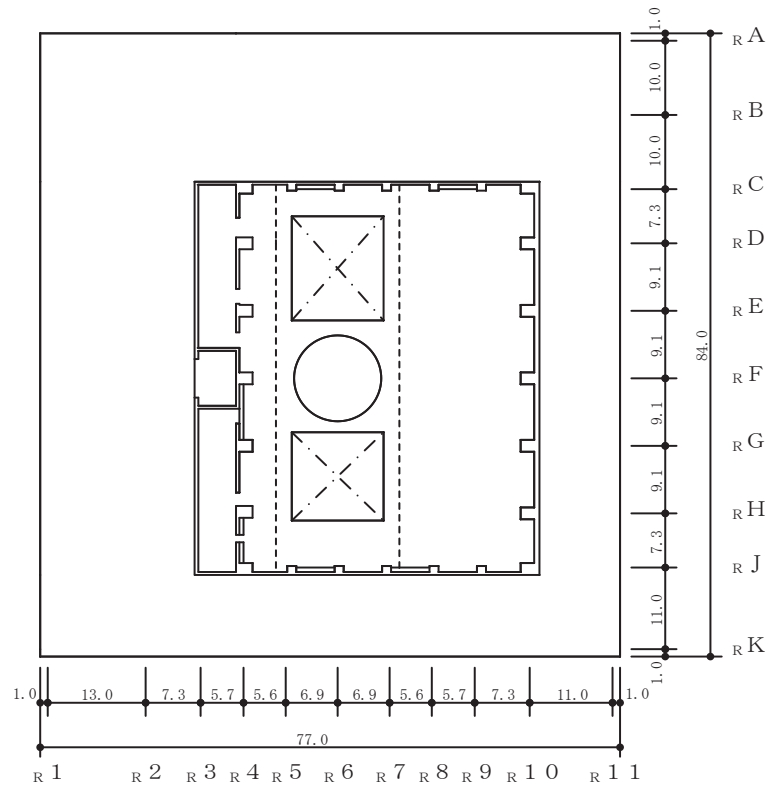
(単位：m)

図 1-1(4) 原子炉建屋の概略平面図 (0.P. 15.0m)



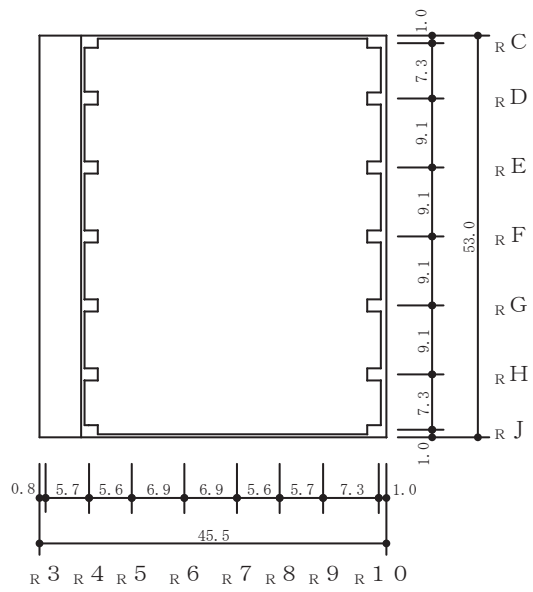
(単位：m)

図 1-1(5) 原子炉建屋の概略平面図 (0.P. 22.5m)



(単位：m)

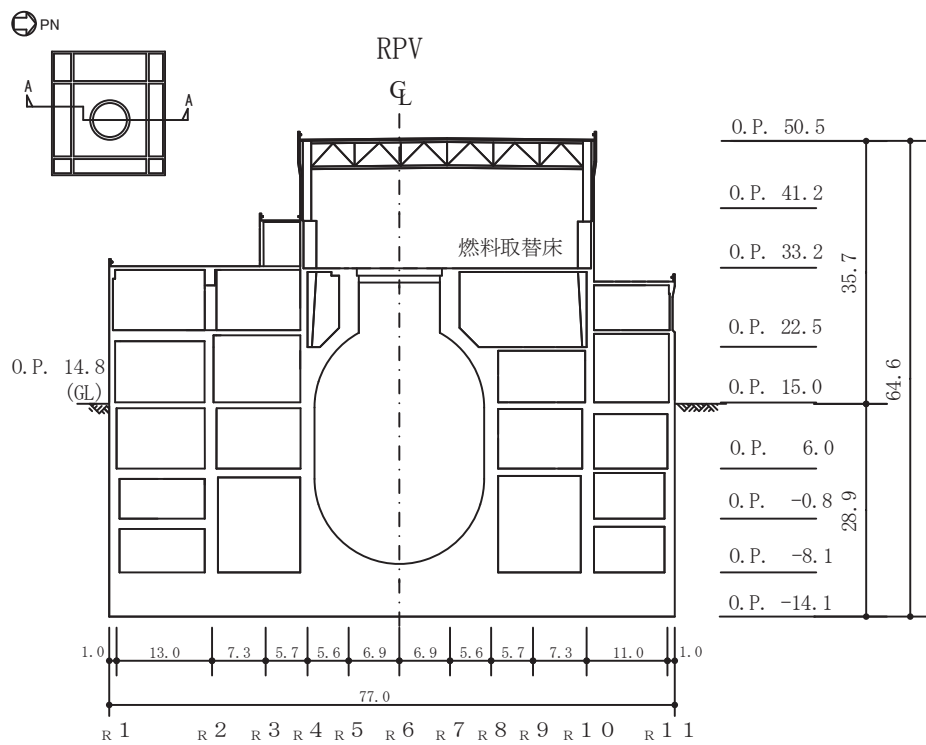
図 1-1(6) 原子炉建屋の概略平面図 (0. P. 33. 2m)



(単位：m)

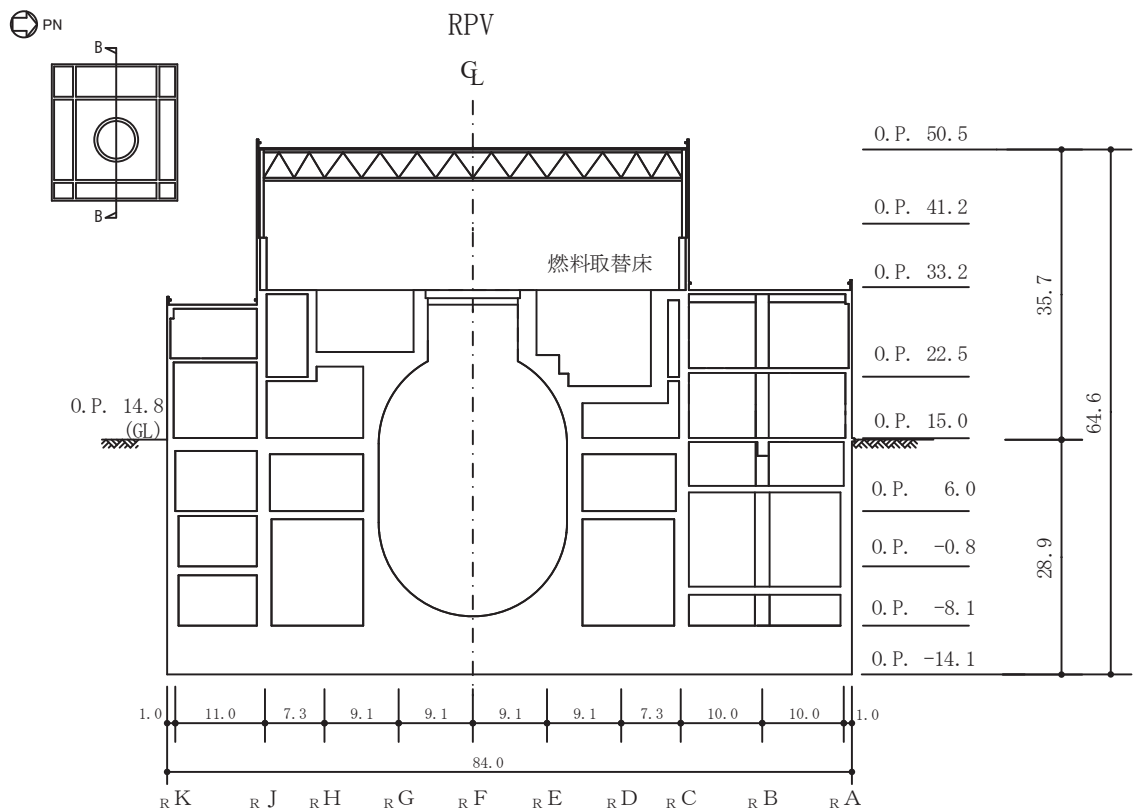
図 1-1(7) 原子炉建屋の概略平面図 (0. P. 41. 2m)





(単位 : m)

図 1-2(1) 原子炉建屋の概略断面図 (A-A 断面 NS 方向)



(単位 : m)

図 1-2(2) 原子炉建屋の概略断面図 (B-B 断面 EW 方向)

## 1.2 3次元 FEM モデルによる耐震性評価の方針

原子炉建屋について 3次元 FEM モデルを構築し、固有値解析や観測記録を用いた解析結果から、同モデルの妥当性を確認する。そのうえで、3次元的な応答特性を把握する。また、弾性設計用地震動 S d - D 2 による地震応答解析を行い、建屋の平均的な応答や局所的な応答を把握する。更に、3次元的な応答特性から建屋及び機器・配管系の耐震評価への影響を確認する。

3次元 FEM モデルのモデル化条件を表 1-1 に示す。質点系モデルでは床の柔性を考慮しているが、3次元 FEM モデルも床の柔性を考慮したモデルとなっている。

表 1-1 3次元 FEM モデルのモデル化条件

モデル	床のモデル化	地盤のモデル化	コンクリート剛性の設定*
3次元 FEM モデル	柔性を考慮	相互作用考慮 (底面地盤のみ)	2011年3月11日東北地方太平洋沖地震の観測記録を用いたシミュレーション解析により補正

3次元 FEM モデルは、床の柔性を考慮し、地盤のモデル化に底面地盤の相互作用を考慮し、壁部分に質点系モデルのシミュレーション解析で評価した等価剛性を適用することで、建屋の実情を模擬したモデルとしている。なお、本資料で検討する 3次元 FEM モデルは、補足説明資料「補足-620-1 別紙 5 3次元 FEM 等価線形モデルによるシミュレーション解析（原子炉建屋）」に示した 3.11 地震シミュレーション解析に用いた 3次元 FEM モデルに対して、3.11 地震後に実施した燃料取替床上部壁の耐震補強部材の追加を反映したモデルとしている。

3次元 FEM モデルによる耐震性評価フローを図 1-3 に示す。

3次元 FEM モデルによる地震応答解析は、1方向入力により行う。また、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響検討として 3 方向同時入力による応答評価も併せて実施する。なお、3 方向同時入力による各方向の応答は、1 方向入力における各成分の応答を時刻歴で足し合わせるにより算出しており、詳細は「3.2.3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響」にて示す。

また、解析には解析コード「MSC NASTRAN」を用いる。

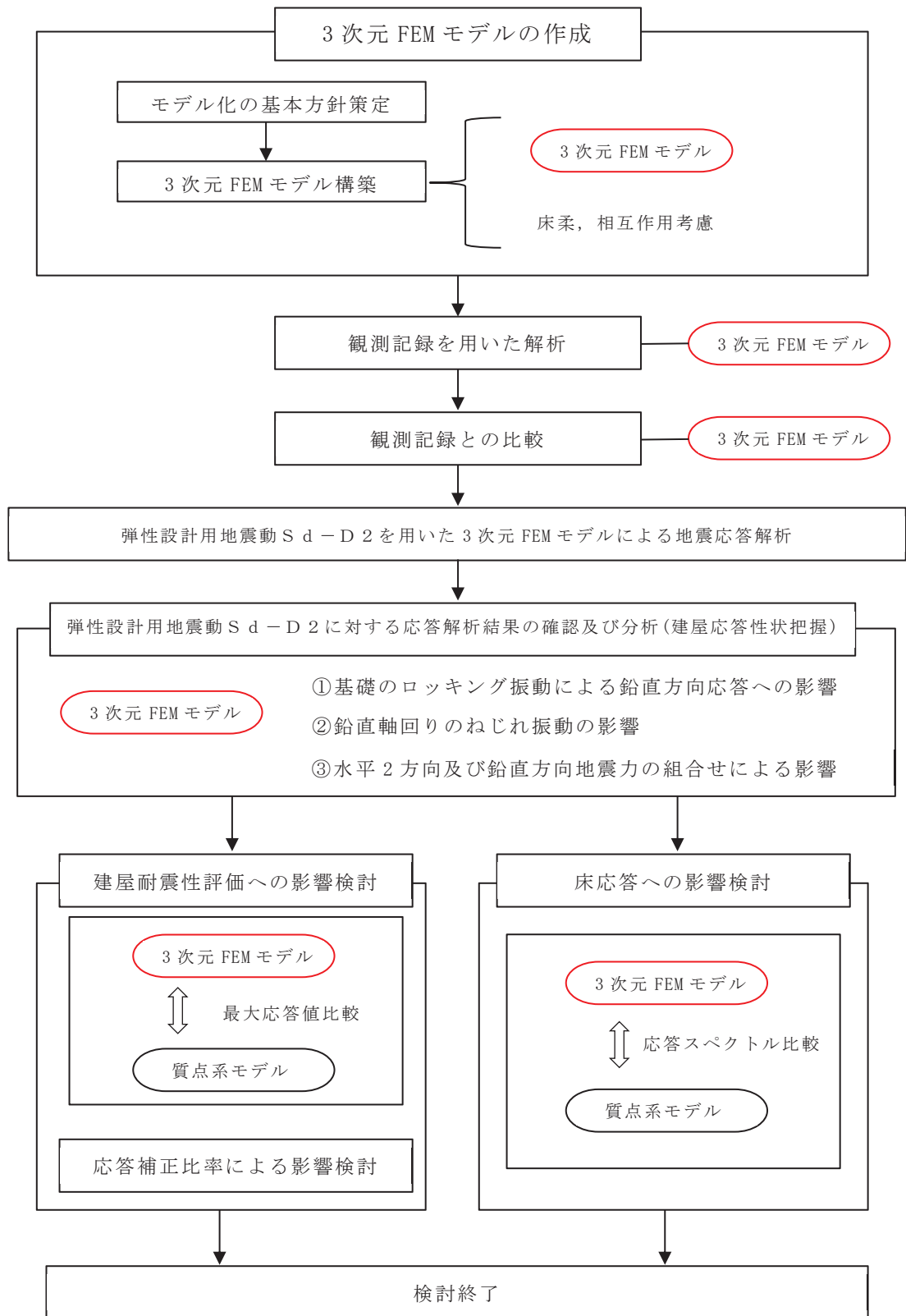


図 1-3 3次元 FEM モデルによる耐震性評価フロー

## 2. 3次元 FEM モデルの構築

### 2.1 原子炉建屋の 3次元 FEM モデル

#### 2.1.1 モデル化の基本方針

原子炉建屋の 3次元 FEM モデルを図 2-1 に、各階のモデル図を図 2-2 に示す。

モデル化の範囲は、原子炉建屋、使用済み燃料プール、蒸気乾燥器・気水分離器ピット及び基礎とする。

3次元 FEM モデルで設定する各部材の要素タイプは、以下のとおりである。

床スラブ・壁はシェル要素（約 44200 要素）とし、耐震壁以外の主要な壁もモデル化する。基礎版は、ソリッド要素（約 13900 要素）とする。柱、はり、屋根トラスのうち主トラス及びつなぎばりの上下弦材、サブビームについてはビーム要素（約 3000 要素）とする。屋根トラスのうち主トラス及びつなぎばりの斜材・束材、水平ブレースはトラス要素（約 500 要素）とする。

また、壁・床の開口部については、主要な部分のみモデル化する。

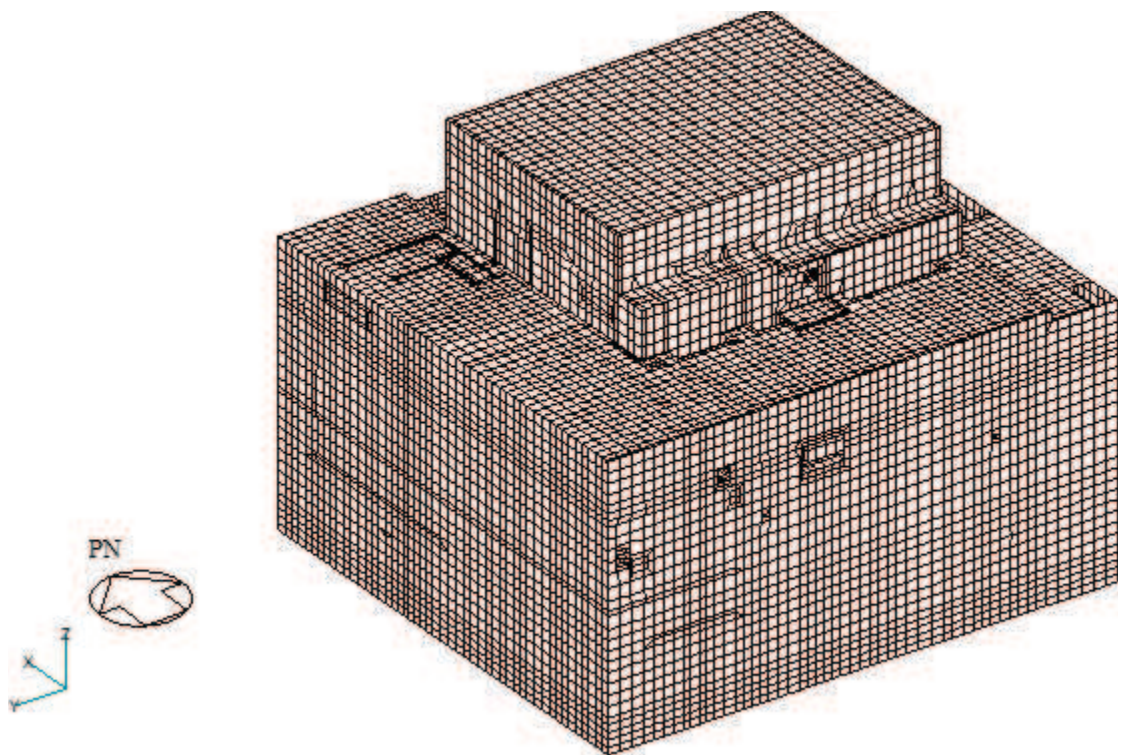
要素の大きさは、各スラブの上面レベルと対応する位置に節点を設け、鉛直方向にはフロア間を 3 分割以上、水平方向は通り芯間を 3 分割以上を目安とする。

部材の接合部における剛域の設定は行わない。また、ビーム要素は柱・はりの壁・床と重複する部分の断面も含めて断面性能としてモデル化している。

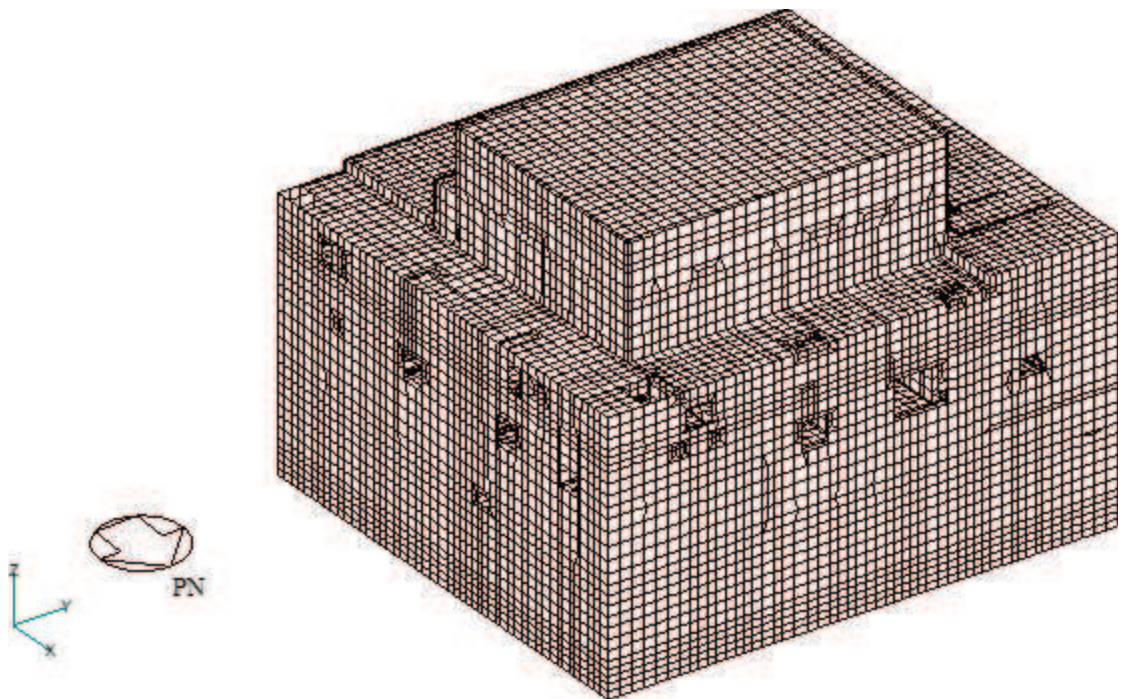
使用材料の物性値を表 2-1 に示す。

コンクリートの強度及びヤング係数並びに地盤物性については、添付書類「VI-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」における原子炉建屋の設定値と同一である。

なお、質点系モデルと同様に平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震等の地震やコンクリートの乾燥収縮によるひび割れ等に伴う初期剛性の低下を反映する。耐震壁の初期剛性の設計値に対する補正係数を表 2-2 に示す。

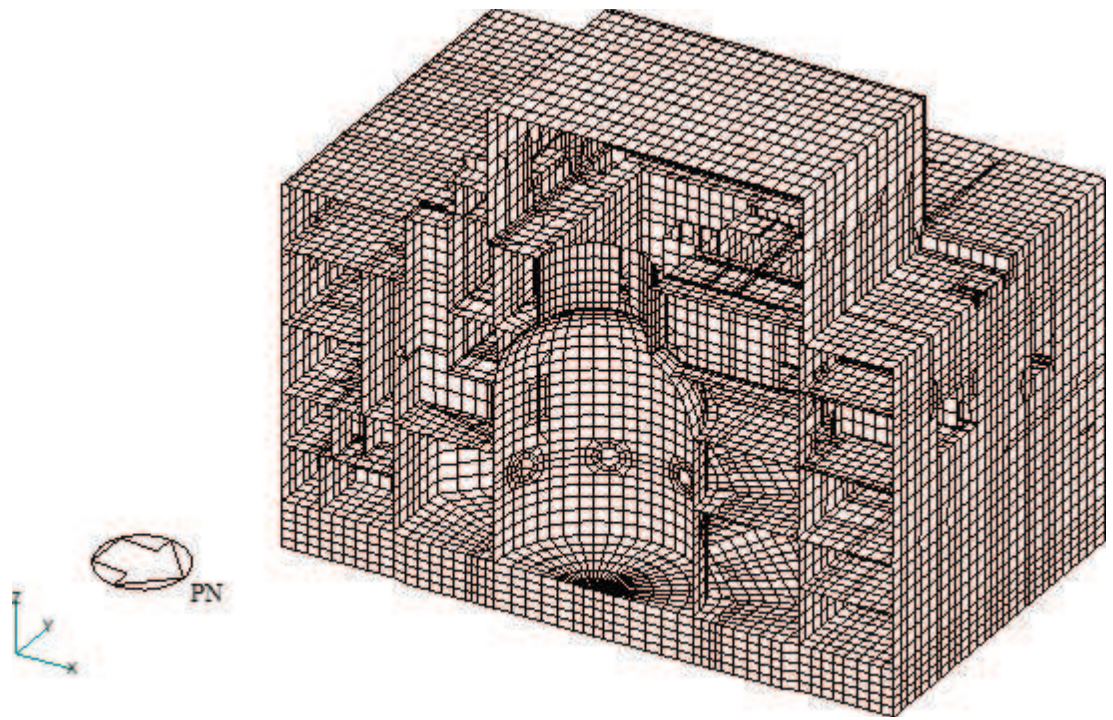


(a) 建屋全景（南西面）

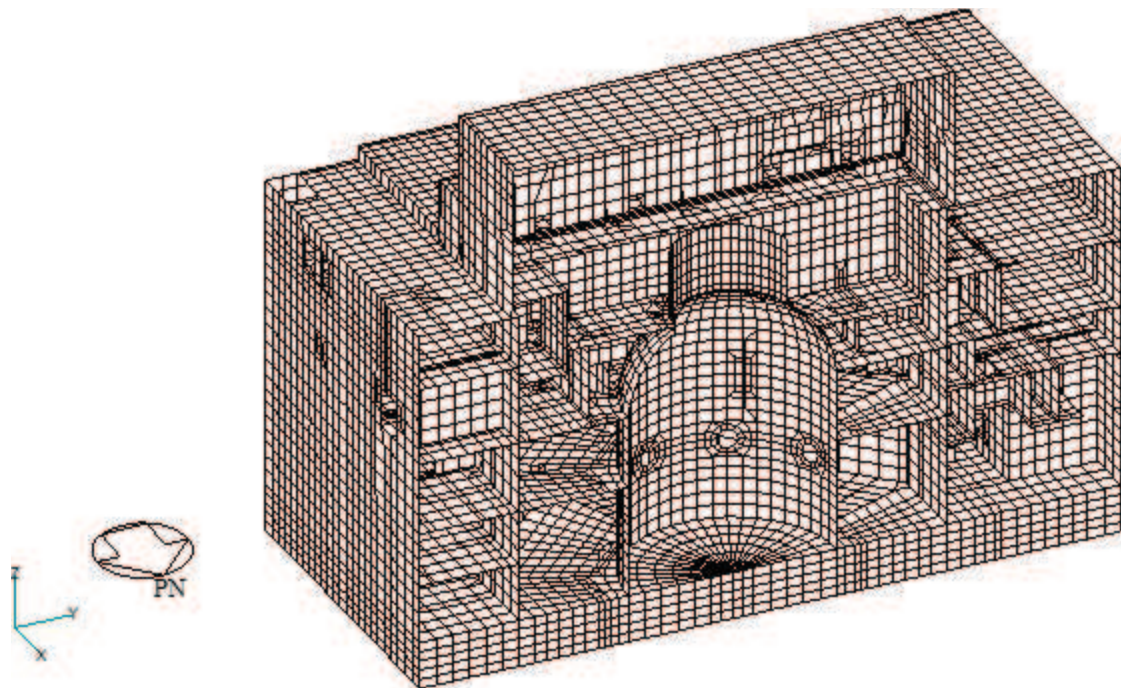


(b) 建屋全景（北東面）

図 2-1(1) 3次元 FEM モデル図 (1/2)

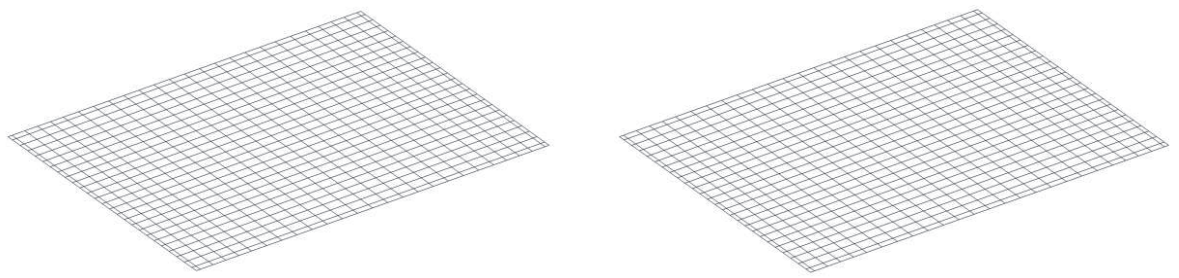


(c) NS 断面図

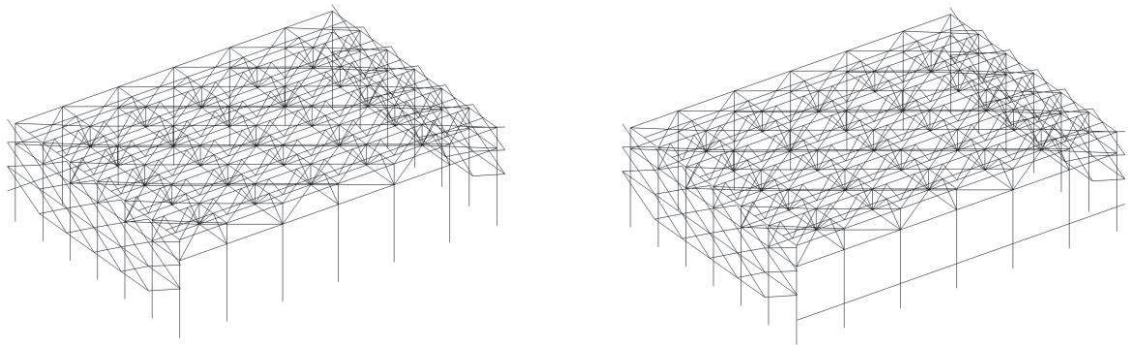


(d) EW 断面図

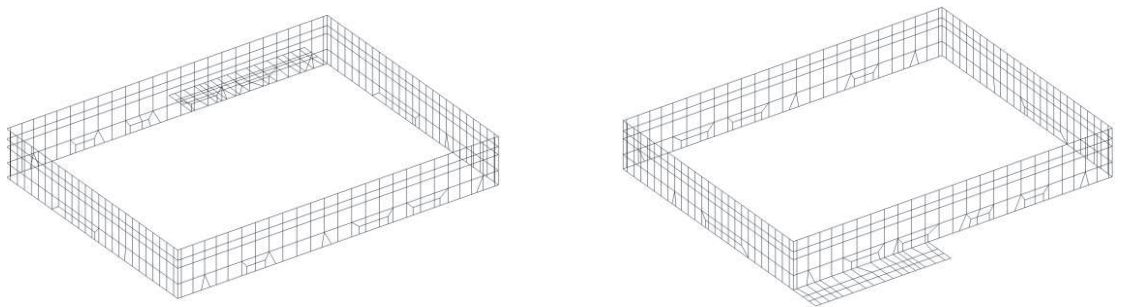
図 2-1(2) 3次元 FEM モデル図 (2/2)



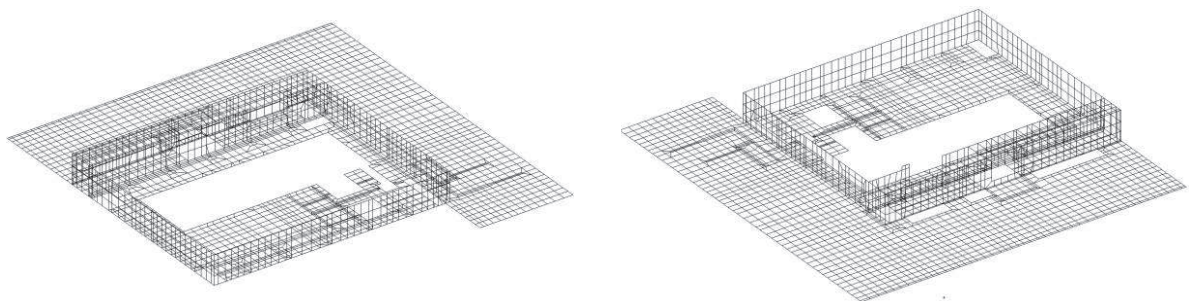
(a) O. P. 50.5m (屋根スラブ)



(b) O. P. 33.2m~O. P. 50.5m (柱, はり及び屋根トラス)

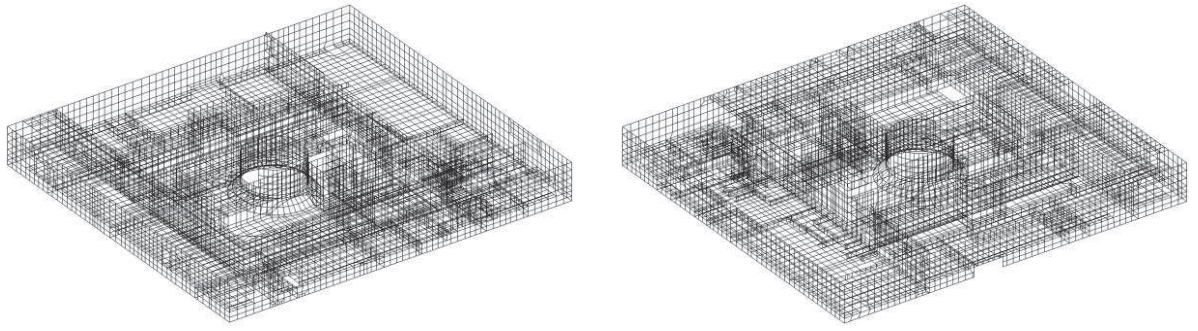


(c) O. P. 41.2m~O. P. 50.5m

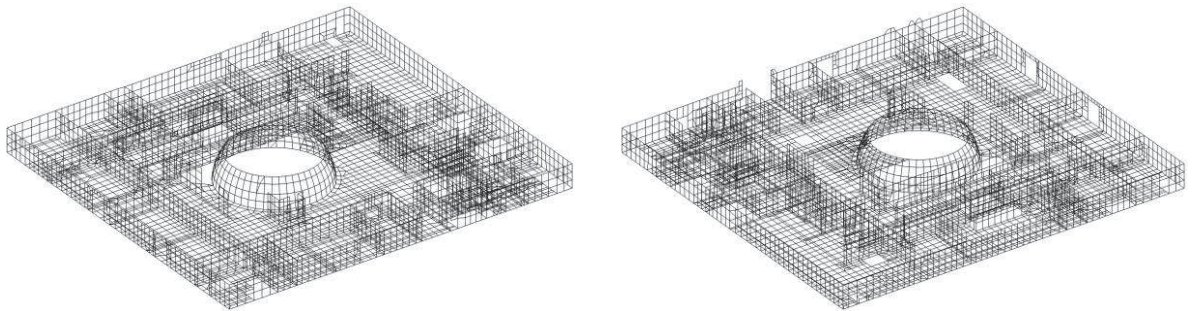


(d) O. P. 33.2m~O. P. 41.2m

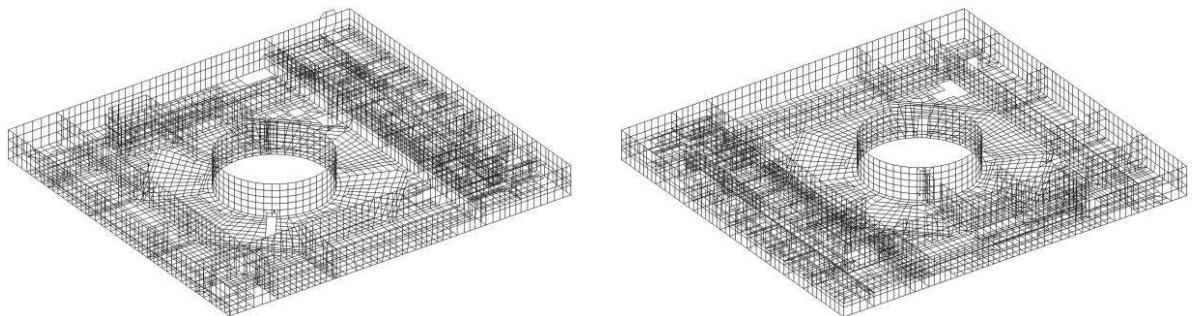
図 2-2(1) 各階の 3 次元 FEM モデル図 (1/3)



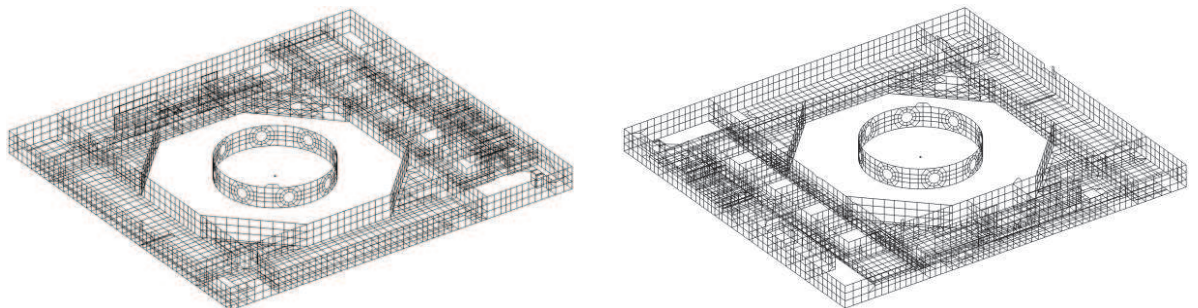
(e) O. P. 22.5m ~ O. P. 33.2m



(f) O. P. 15.0m ~ O. P. 22.5m



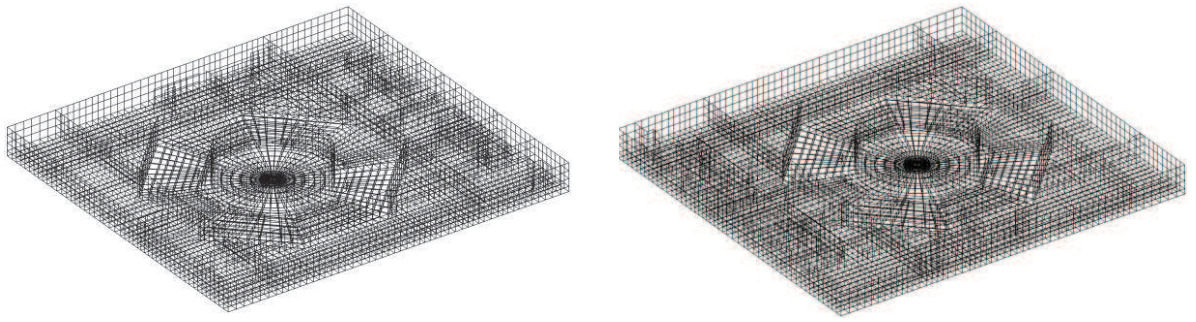
(g) O. P. 6.0m ~ O. P. 15.0m



(h) O. P. -0.8m ~ O. P. 6.0m

図 2-2(2) 各階の 3 次元 FEM モデル図 (2/3)





(i) O. P. -8.1m~O. P. -0.8m

図 2-2(3) 各階の 3 次元 FEM モデル図 (3/3)

表 2-1 使用材料の物性値

部位	使用材料	ヤング係数 E (N/mm <sup>2</sup> )	せん断弾性係数 G (N/mm <sup>2</sup> )	減衰定数 h (%)
建屋部 燃料取替床上部 既設部	鉄筋コンクリート コンクリート： F c = 32.4 (N/mm <sup>2</sup> ) (F c = 330 (kgf/cm <sup>2</sup> )) 鉄筋：SD35 (SD345 相当)	2.65 × 10 <sup>4</sup>	1.14 × 10 <sup>4</sup>	5
建屋部 燃料取替床上部 追設部	鉄筋コンクリート コンクリート： F c = 33 (N/mm <sup>2</sup> ) 鉄筋：SD345	2.52 × 10 <sup>4</sup>	1.05 × 10 <sup>4</sup>	5
建屋部 燃料取替床下部 既設部	鉄筋コンクリート コンクリート： F c = 32.4 (N/mm <sup>2</sup> ) (F c = 330 (kgf/cm <sup>2</sup> )) 鉄筋：SD35 (SD345 相当)	2.65 × 10 <sup>4</sup>	1.14 × 10 <sup>4</sup>	5
屋根トラス	鉄骨：SS41 (SS400 相当) SM41A (SM400A 相当)	2.05 × 10 <sup>5</sup>	7.90 × 10 <sup>4</sup>	2
追設ブレース	鉄骨：SN400B SN490B BCR295	2.05 × 10 <sup>5</sup>	7.90 × 10 <sup>4</sup>	2

表 2-2 耐震壁の初期剛性の設計値に対する補正係数

方向	地上 3 階及びクレーン階 (O. P. 33.2m より上部)	地下 3 階～地上 2 階 (O. P. 33.2m より下部)
NS	0.30	0.75
EW	0.50	0.80

注：追設耐震壁については補正を行わない。

### 2.1.2 荷重

固定荷重，積載荷重及び機器・配管荷重を考慮する。各部について，質点系モデルの重量と整合するように重量を調整する。このうち，炉内構造物については，質点系モデルでは重量として考慮しており，建屋の3次元FEMモデルにおいても重量として考慮する。

### 2.1.3 建屋－地盤の相互作用

建屋－地盤の相互作用は，添付書類「VI-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」における質点系モデルの基礎底面地盤ばねと整合するよう，地盤をばね要素でモデル化することで考慮する。

基礎底面地盤ばねについては，質点系モデルで考慮したスウェイ，ロッキング及び鉛直ばねの値を基に，3次元FEMモデルの基礎底面の各節点位置に，節点の支配面積に応じて離散化した値で割り当てる。水平方向加振時のロッキングばねは，鉛直ばねとして設定する。詳細な離散化方法を以下に示す。

地盤ばね成分が底面・並進及び底面・鉛直の場合は，各方向の地盤ばね定数を基礎底面積で除した地盤反力係数に対し，各節点の支配面積を乗じた値のばねを各節点に離散化したばねとして設定する。また，地盤ばね成分が底面・回転の場合（水平方向加振時のみ）は，水平2方向の地盤ばね定数を基礎底面の断面二次モーメントで除した鉛直次元の地盤反力係数に対し，各節点の支配面積を乗じた値のばねを各節点に離散化したばねとして設定する。一般に，水平2方向の回転ばねに等価な鉛直ばねの値は異なる値となるが，2方向同時入力解析を行うため，2方向の等価な鉛直ばねの平均値を設定値とする。

減衰係数は地盤ばね定数と同様の方法で各節点に離散化した減衰要素としてモデル化する。各地盤ばね諸元を表2-3に示す。

表 2-3 地盤ばね定数と減衰係数

(a) 底面・並進

方向	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
NS	$1.742 \times 10^9$	$2.351 \times 10^7$
EW	$1.727 \times 10^9$	$2.309 \times 10^7$

(b) 底面・回転

方向	ばね定数 (kN・m/rad.)	減衰係数 (kN・m・s/rad.)
NS	$2.994 \times 10^{12}$	$5.100 \times 10^9$
EW	$3.386 \times 10^{12}$	$6.732 \times 10^9$

(c) 底面・鉛直

ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
$2.350 \times 10^9$	$4.605 \times 10^7$

## 2.2 固有値解析

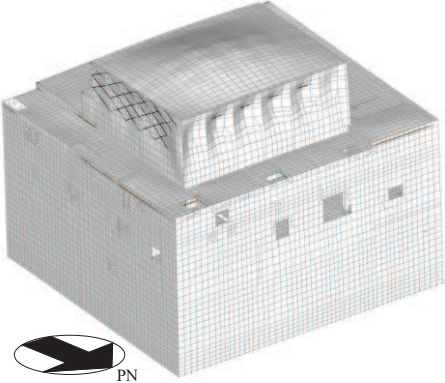
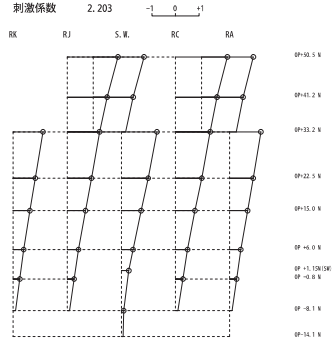
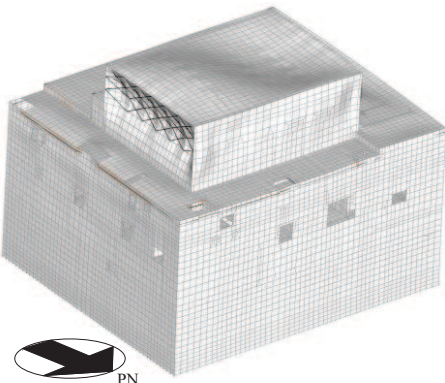
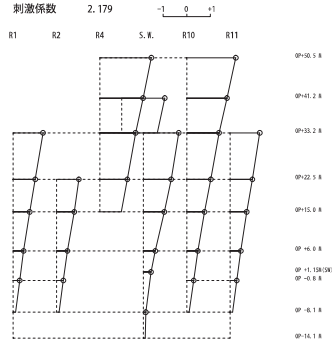
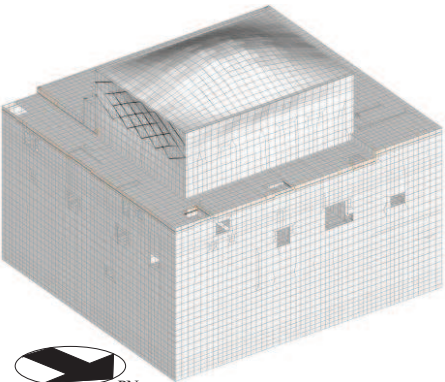
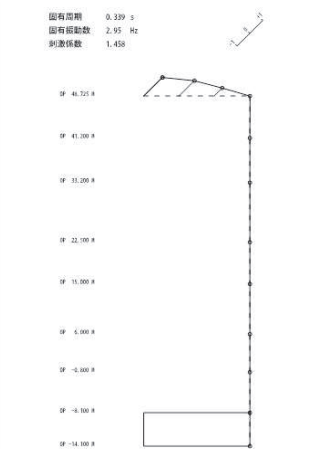
3次元 FEM モデルについて、固有値解析を実施した。固有値解析結果を表 2-4 に、質点系モデル及び 3次元 FEM モデルの固有モード比較を表 2-5 に示す。

固有値解析の結果について、質点系モデルと 3次元 FEM モデルは、いずれの方向についても概ね整合している。

表 2-4 固有値解析結果

方向	振動数 (Hz)	
	3次元 FEM モデル	質点系モデル
NS	4.10	4.21
EW	4.28	4.36
UD	3.74	2.95

表 2-5 質点系モデル及び 3 次元 FEM モデルの固有モード比較

方向	3次元 FEM	質点系モデル
NS		<p>固有周期 0.237 s 固有振動数 4.21 Hz 刺激係数 2.203</p> 
	4.10 Hz	4.21 Hz
EW		<p>固有周期 0.230 s 固有振動数 4.36 Hz 刺激係数 2.179</p> 
	4.28 Hz	4.36 Hz
UD		<p>固有周期 0.399 s 固有振動数 2.95 Hz 刺激係数 1.458</p> 
	3.74 Hz	2.95 Hz

### 2.3 観測記録を用いた検討

平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震（以下「3.11 地震」という。）に対する、3 次元 FEM モデルを用いたシミュレーション解析結果については、補足説明資料「補足-620-1 別紙 5 3 次元 FEM 等価線形モデルによるシミュレーション解析（原子炉建屋）」に詳細を記載している。

3 次元 FEM モデルによる解析結果は、建屋内の各部に配置された地震計による地震観測記録との比較で、応答スペクトルの形状をよく再現できていることを確認しており、以降の原子炉建屋の 3 次元応答性状の影響検討については、3 次元 FEM モデルを用いることとする。

なお、上記のシミュレーション解析に用いたモデルに対し、以降の原子炉建屋の 3 次元応答性状の影響検討に用いる 3 次元 FEM モデルは、添付書類「VI-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」に示す質点系モデルとの整合性の観点から、以下の項目について変更している。

- ①せん断耐力の向上を目的とした耐震補強工事において追設した部材として、内部ボックス壁と同じ構面において 3 階（O.P. 33.2m～O.P. 41.2m）には耐震壁を、クレーン階（O.P. 41.2m～O.P. 50.5m）には鉄骨ブレースを地震応答解析モデルに反映している。
- ②コンクリートの減衰定数は 7%から 5%としている。

### 3. 3次元 FEM モデルによる評価

#### 3.1 地震応答解析の概要

原子炉建屋の3次元的な応答性状を把握し、それらが建屋耐震性評価及び床応答へ及ぼす影響を検討するため、3次元 FEM モデルを用いて、弾性設計用地震動  $S_d$  に対する地震応答解析を実施する。

3次元 FEM モデルによる地震応答解析は弾性応答解析としていることから、地震動は弾性設計用地震動  $S_d$  とし、全周期帯の応答が大きく、建屋への影響も大きい弾性設計用地震動  $S_d - D2$  を用いる。(添付書類「VI-2-2-1 原子炉建屋の地震応答計算書」参照)

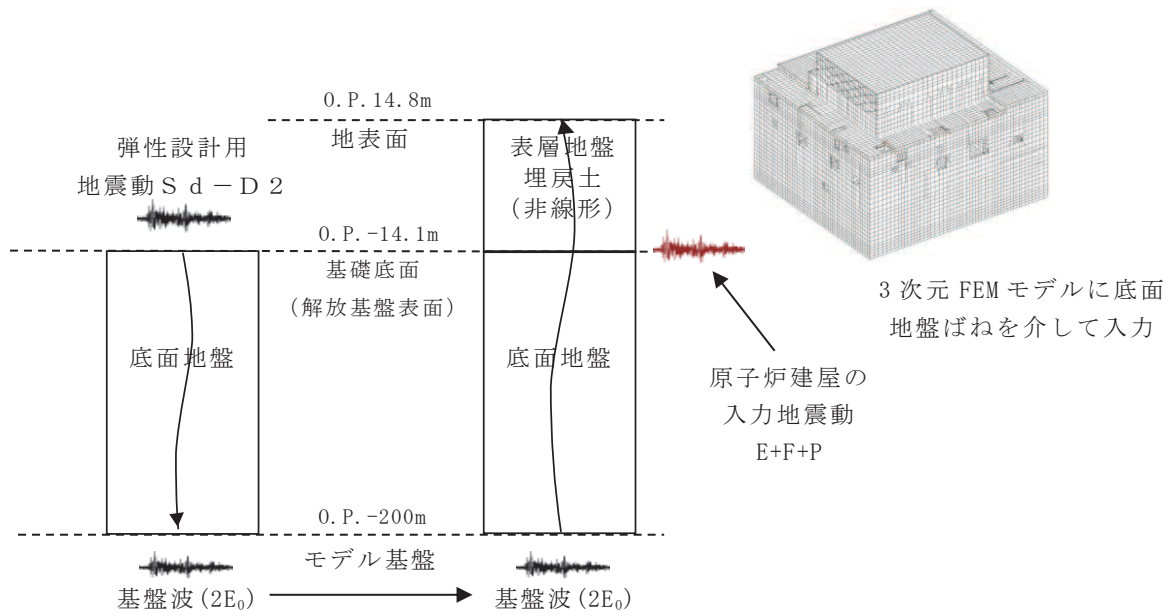
弾性設計用地震動  $S_d - D2$  に対する建屋基礎底面の地盤応答を地盤ばねを介して入力し、3次元的な応答性状の把握を行う。図 3-1 に 3次元 FEM モデルによる地震応答解析の概念を示す。

水平2方向及び鉛直方向に同時に地震動を入力する場合は、水平方向に弾性設計用地震動  $S_d - D2$  の水平方向地震波（以下「 $S_d - D2 H$ 」という。）及び弾性設計用地震動  $S_d - D2$  の位相違い波\*（以下「 $S_d - D2 p$ 」という。）を、UD方向に弾性設計用地震動  $S_d - D2$  の鉛直方向地震波（以下「 $S_d - D2 V$ 」という。）を入力する。弾性設計用地震動  $S_d - D2 H$ 、 $S_d - D2 p$  及び  $S_d - D2 V$  の模擬地震波の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを図 3-2 及び図 3-3 に示す。

3次元 FEM モデルによる地震応答解析は、NS方向、EW方向及び鉛直方向の各々に対して行う。また、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として、NS方向、EW方向及び鉛直方向の3方向同時入力による応答評価も併せて実施する。

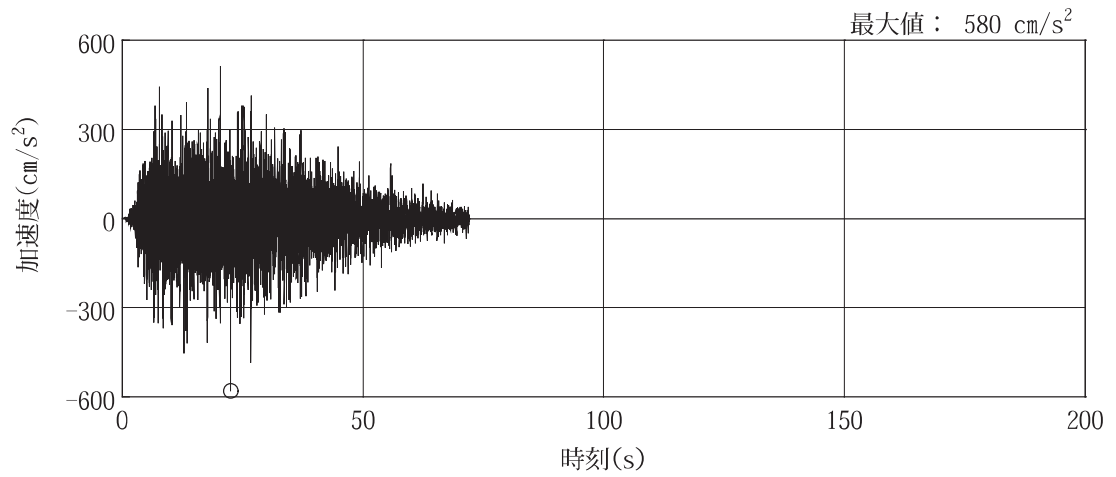
注記\*： $S_d - D2 H$  の設計用応答スペクトルに適合するが、 $S_d - D2 H$  とは位相特性が異なる地震波である。



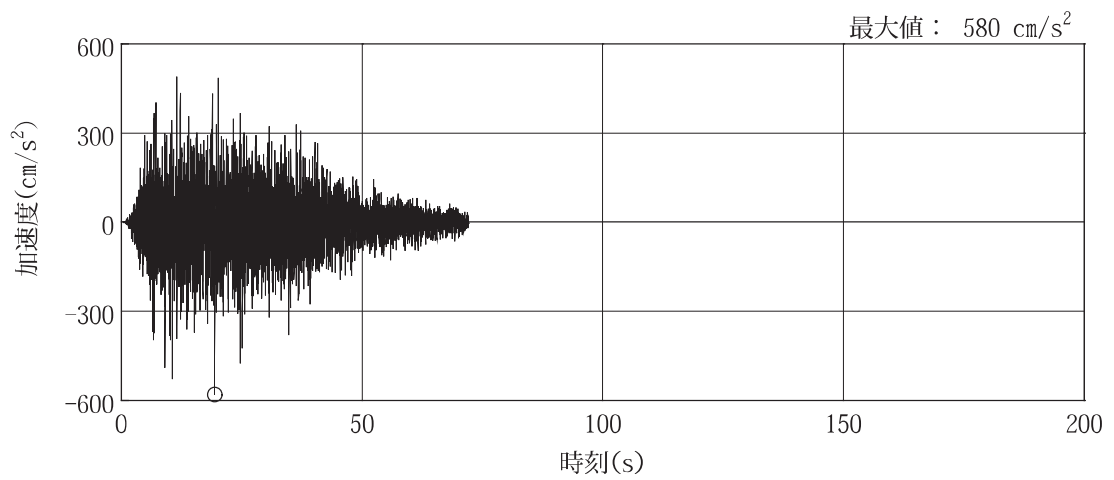


一次元地盤応答解析

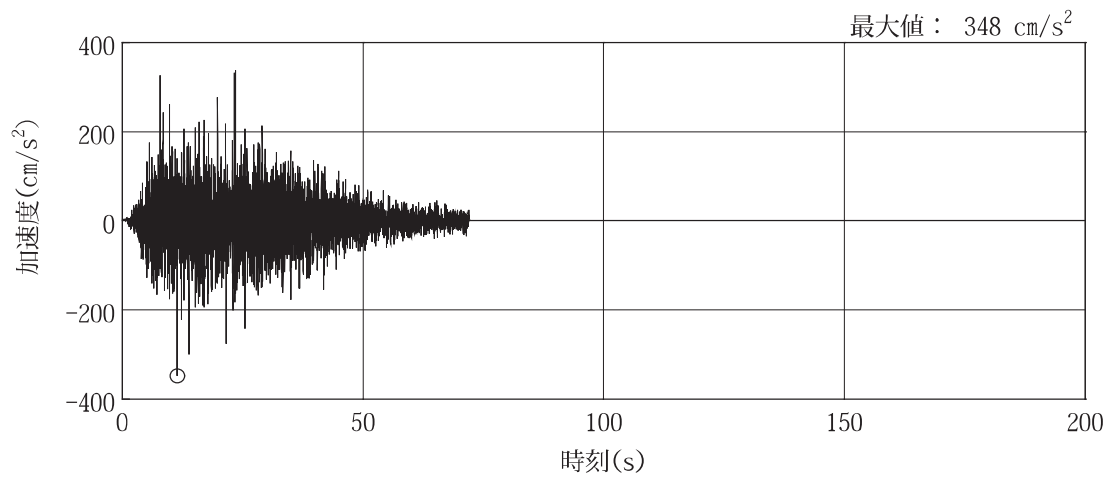
図 3-1 3次元 FEM モデルによる地震応答解析の概念



(a) S d - D 2 H

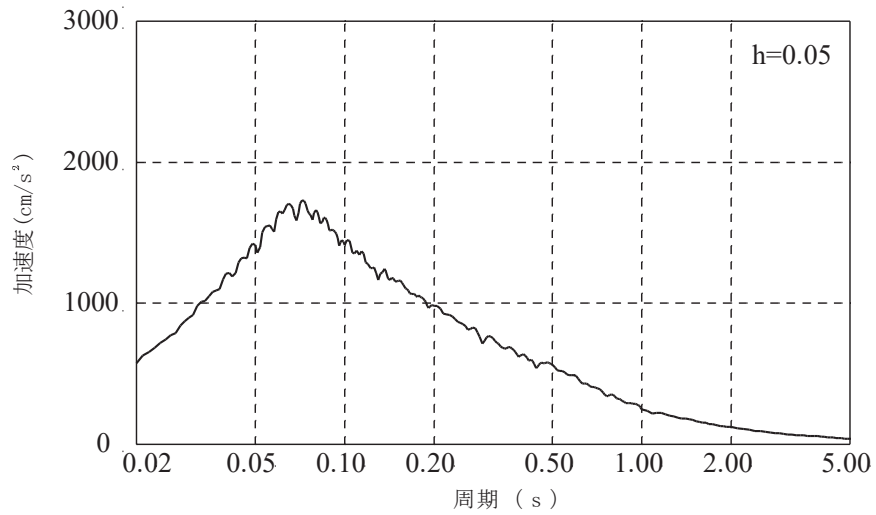


(b) S d - D 2 p

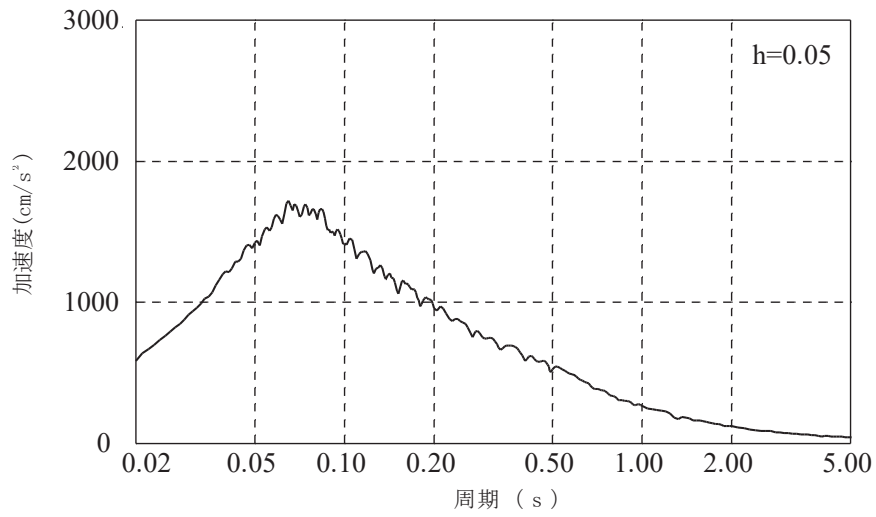


(c) S d - D 2 V

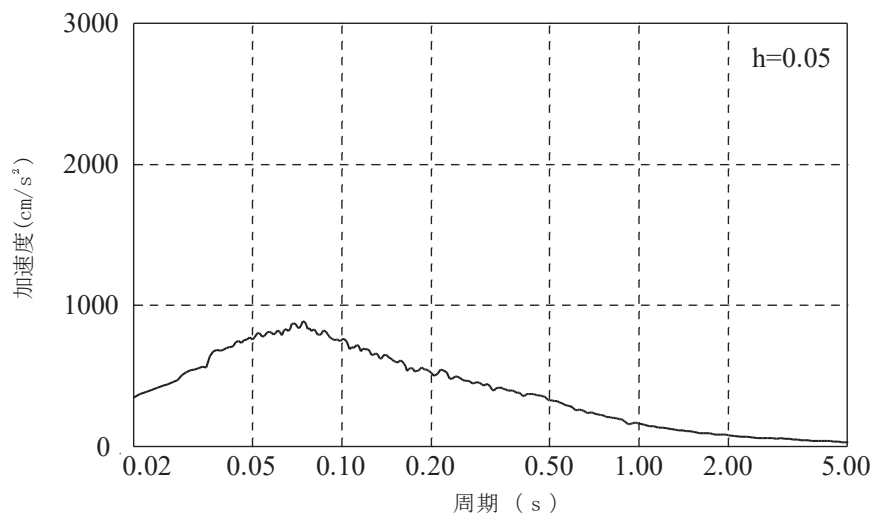
図 3-2 検討に用いる地震波の加速度時刻歴波形



(a) S d - D 2 H



(b) S d - D 2 p



(c) S d - D 2 V

図 3-3 検討に用いる地震波の加速度応答スペクトル

### 3.2 建屋応答性状の把握

3次元 FEM モデルを用いて、図 1-3 の評価フローに基づき、建屋応答特性の把握を行う。具体的には、以下の 3 点の応答特性について、3次元 FEM モデルを用いた分析・考察を行う。

- ・基礎のロッキング振動による鉛直方向応答への影響  
3次元 FEM モデルの水平入力時の基礎版端部の鉛直応答で比較する
- ・鉛直軸回りのねじれ振動の影響  
3次元 FEM モデルの加振方向及び直交方向の応答で比較する
- ・水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響  
3次元 FEM モデルの水平 1 方向入力と 3 方向同時入力と比較する

#### 3.2.1 基礎のロッキング振動による鉛直方向応答への影響

基礎のロッキング振動による鉛直方向応答への影響は、3次元 FEM モデルの鉛直入力時の鉛直方向応答と、水平方向と鉛直方向の同時入力による鉛直方向応答を比較することで検討する。

基礎のロッキング振動を確認するための応答の評価点は、ロッキング振動の影響が表れやすいと考えられる建屋端部の評価点 No. 120 及び No. 11 (O.P. -8.1m) を抽出した。

評価点 No. 120 は、NS 方向加振によりロッキングの影響が表れ、EW 方向加振時はロッキング振動の影響がほとんど表れない部位である。また、評価点 No. 11 は、EW 方向加振によりロッキングの影響が表れ、NS 方向加振時はロッキング振動の影響がほとんど表れない部位である。このため、これら 2 点について、NS 方向加振時と EW 方向加振時の鉛直応答を比較することにより、基礎のロッキング振動の影響について検討する。

検討結果を表 3-1 に示す。表 3-1 より、いずれの評価点においても NS 方向加振時及び EW 方向加振時の応答にほとんど差が見られない。従って、ロッキング振動の影響はほとんどないことを確認した。

表 3-1(1) 基礎版端部評価点の鉛直成分の応答スペクトルの比較 (S d - D 2) (1/2)

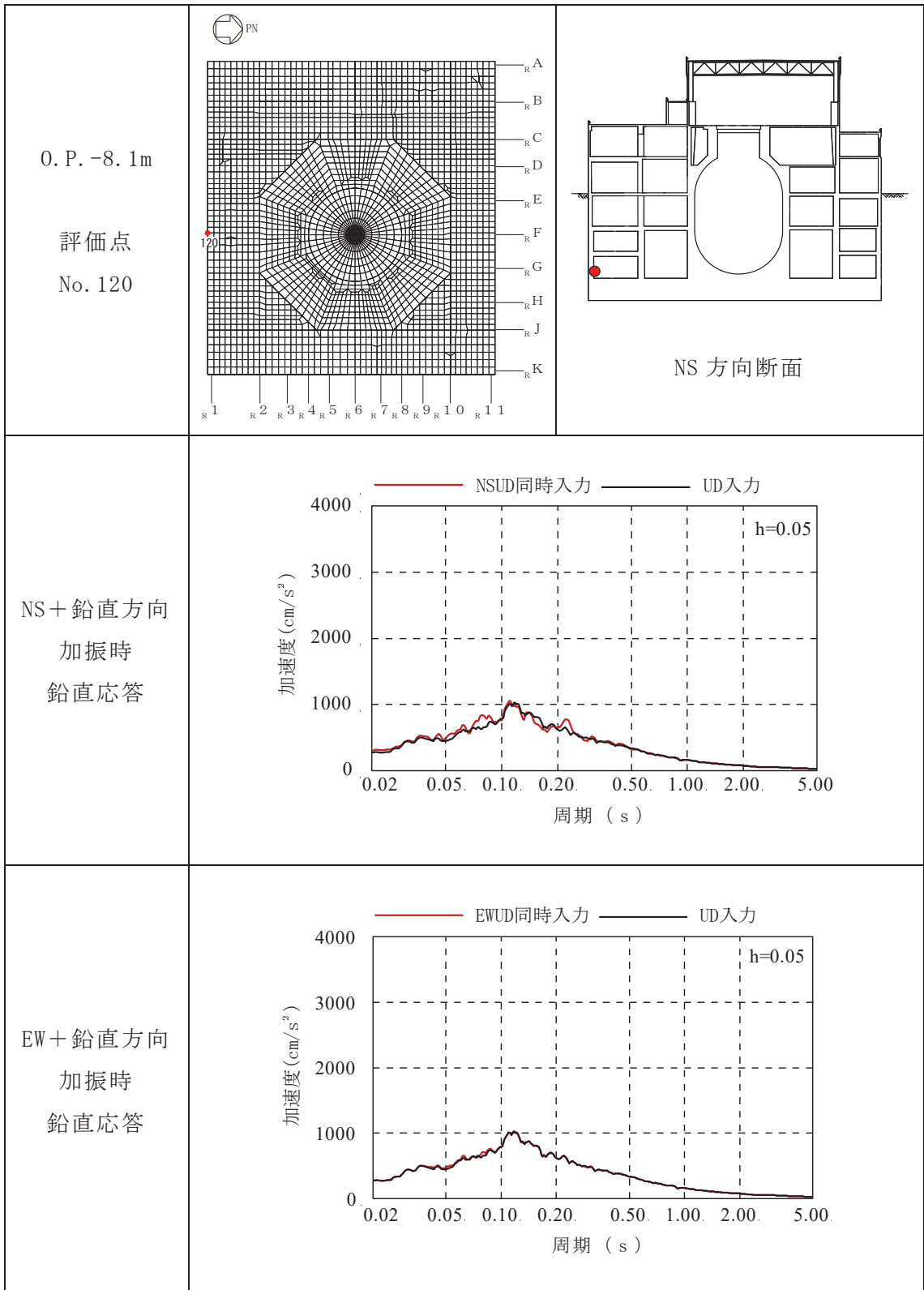
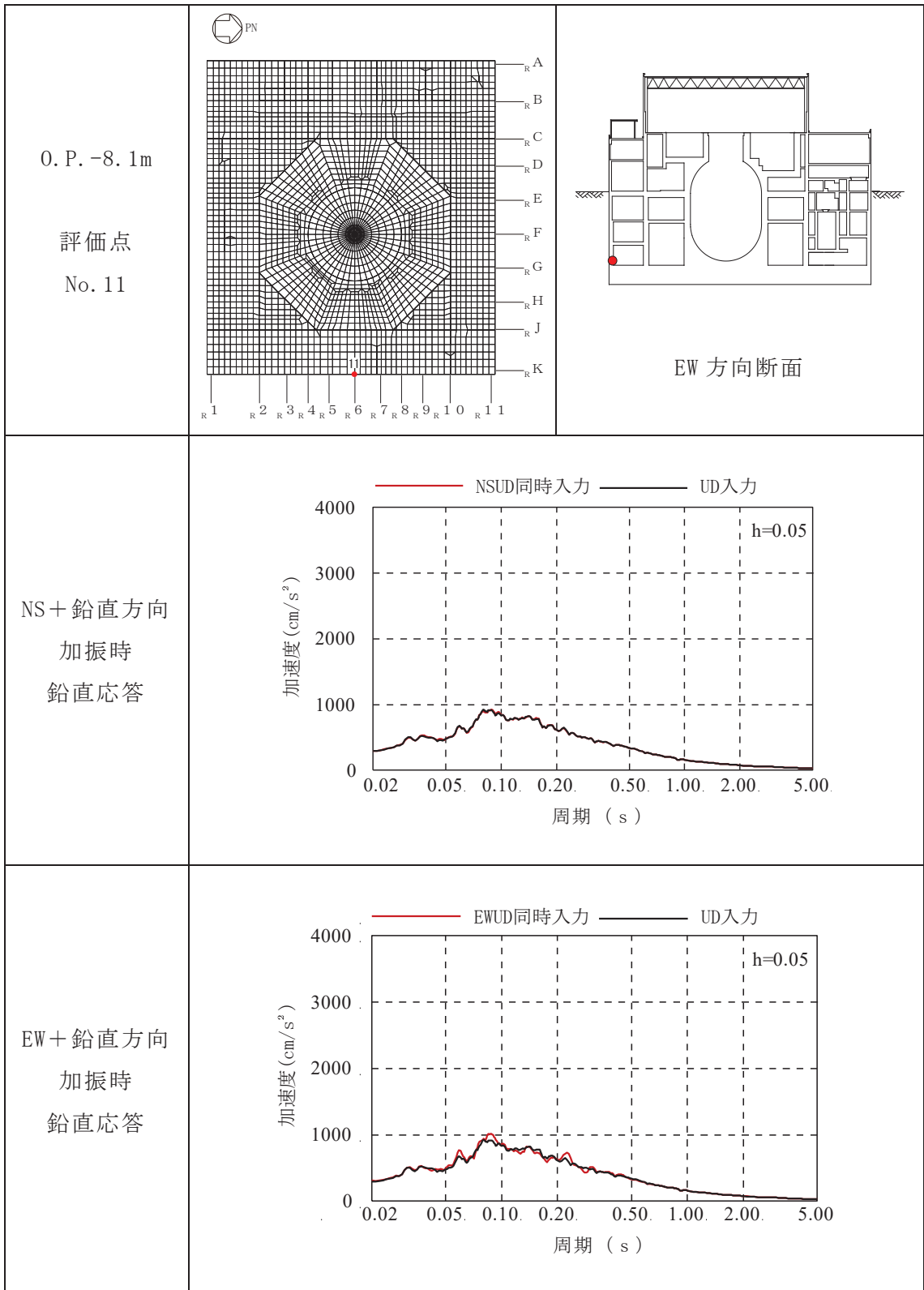


表 3-1(2) 基礎版端部評価点の鉛直成分の応答スペクトルの比較 (S d - D 2) (2/2)



### 3.2.2 鉛直軸回りのねじれ振動の影響

鉛直軸回りのねじれ振動の影響を 3次元 FEM モデルの地震応答解析により確認する。

原子炉建屋は、整形な平面形状であるため、ねじれ振動の影響は受けにくいと考えられるが、その中でも隅部がねじれ振動の影響が出やすいと考えられるため、応答評価点は、No. 63439 及び No. 38903 を抽出し、加振方向と加振直交方向の応答を比較する。

水平加振時の応答比較を表 3-2 に示す。表 3-2 より、選定した全ての評価点において、加振直交方向の応答は発生しているものの加振方向の応答と比較して十分に小さくなっている。したがって、水平 1 方向入力を考慮する場合、加振方向の応答に対して設計を行えば、耐震安全性上問題にはならないと考えられる。水平 2 方向の入力を考慮する場合については、水平 2 方向の入力地震動の位相の組合せによって、ねじれ振動の影響による応答が増幅する可能性がある。

以上より、水平 2 方向の入力によるねじれ振動の影響は、「3.2.3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響」において確認する。

表 3-2(1) 3次元 FEM モデルの水平加振時の応答比較(1/2)

O.P. 15.0m S d - D 2

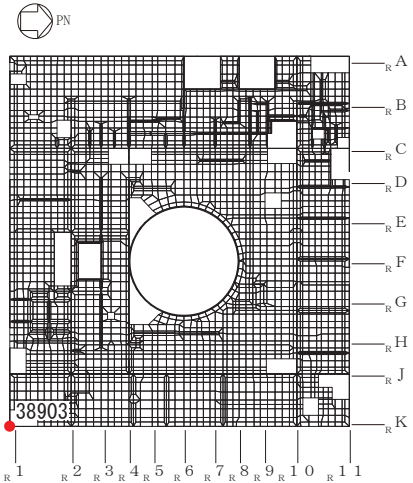
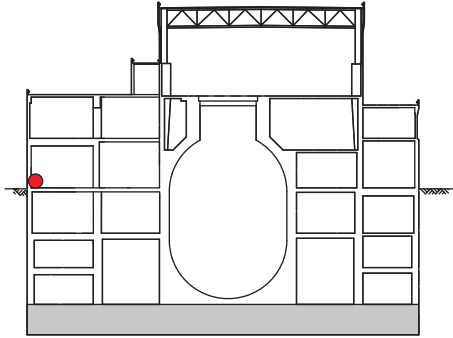
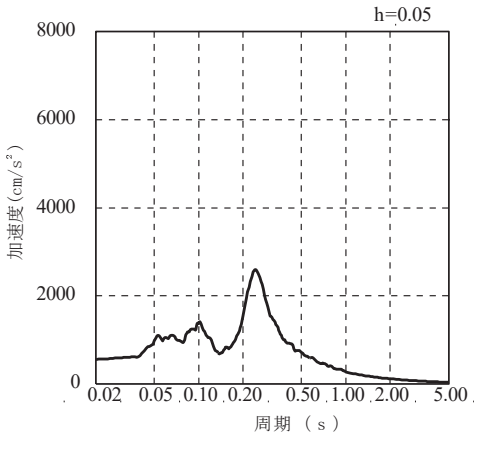
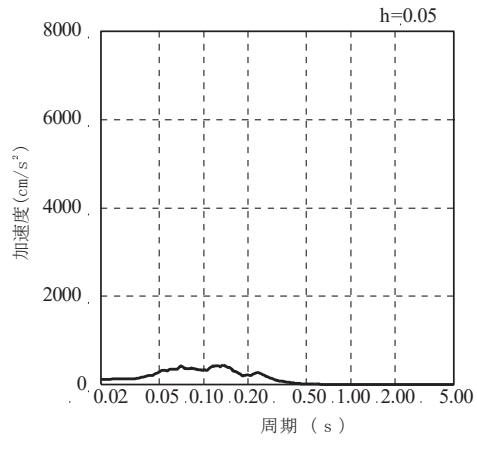
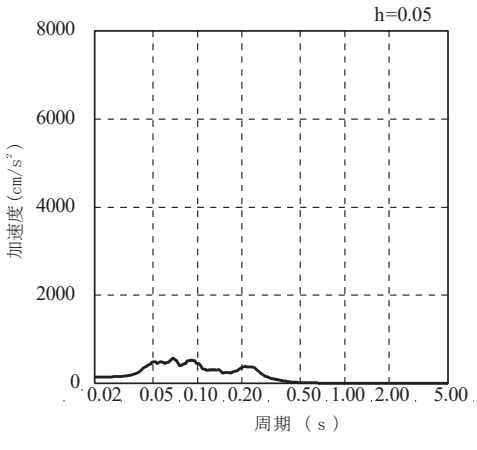
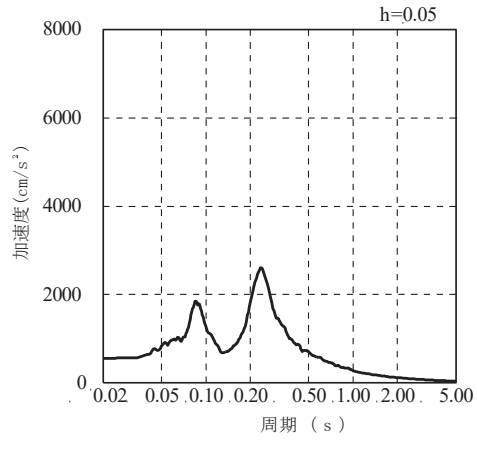
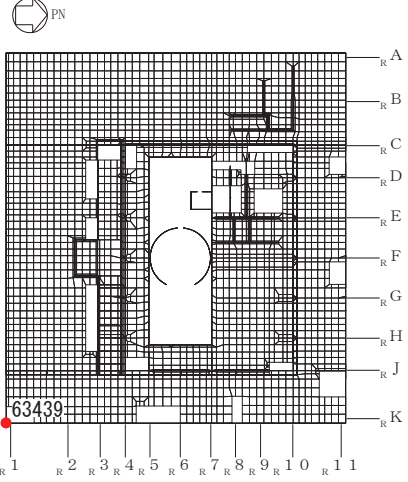
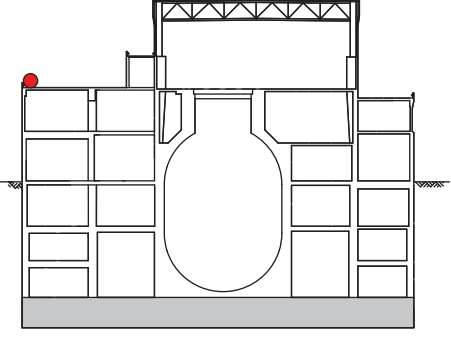
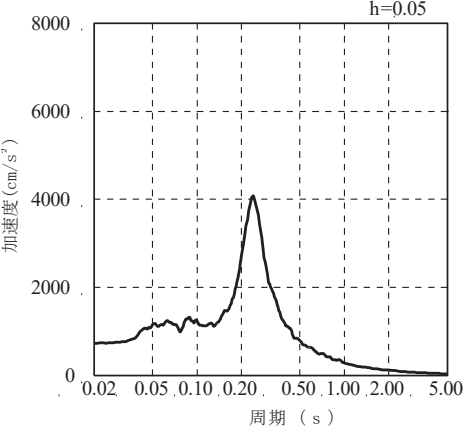
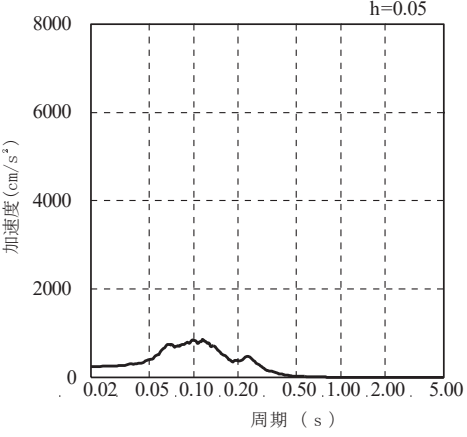
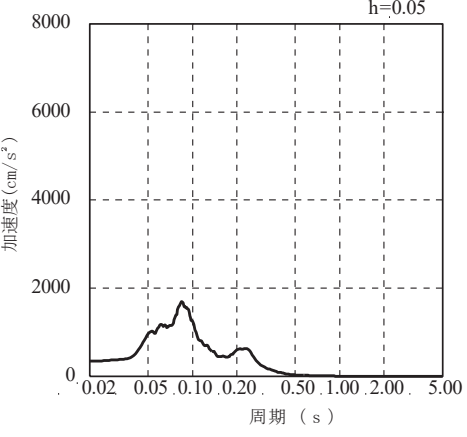
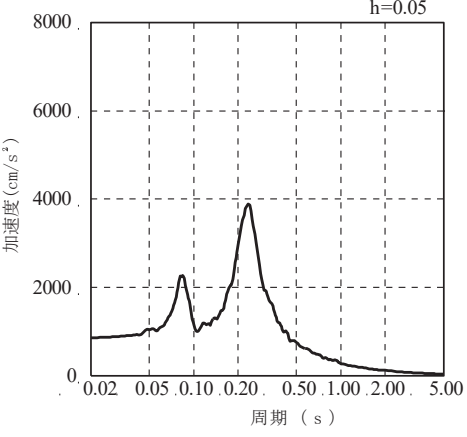
<p>O.P. 15.0m</p> <p>評価点 No. 38903</p>		
<p>方向</p>	<p>NS 方向応答</p>	<p>EW 方向応答</p>
<p>NS 方向 加振時</p>		
<p>EW 方向 加振時</p>		



表 3-2(2) 3次元 FEM モデルの水平加振時の応答比較(2/2)

0. P. 33.2m S d - D 2

<p>0. P. 33.2m</p> <p>評価点 No. 63439</p>		
<p>方向</p>	<p>NS 方向応答</p>	<p>EW 方向応答</p>
<p>NS 方向 加振時</p>		
<p>EW 方向 加振時</p>		

### 3.2.3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響

#### (1) 地震動の入力方法

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として、3 次元 FEM モデルに弾性設計用地震動 S d を水平 2 方向及び鉛直方向に同時に入力（3 方向同時入力）した場合について検討する。

地震動の組合せを表 3-3 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検討は、弾性設計用地震動 S d を水平 2 方向及び鉛直方向に組み合わせた地震力に対して実施する。具体的には、弾性設計用 S d - D 2 を水平 2 方向及び鉛直方向に入力した検討を実施する。

ただし、全く同じ地震動が同時に水平 2 方向に入力されることは現実的ではないことから、弾性設計用地震動 S d - D 2 について、水平 2 方向同時入力を行う場合は以下のように入力地震動を設定する。NS 方向の応答性状の比較を行う場合は、主方向である NS 方向に S d - D 2 H を入力し、直交方向の EW 方向には S d - D 2 p を入力する。EW 方向の応答性状の比較を行う場合は、主方向である EW 方向に S d - D 2 H の波形を入力し、直交方向の NS 方向には S d - D 2 p を入力する。

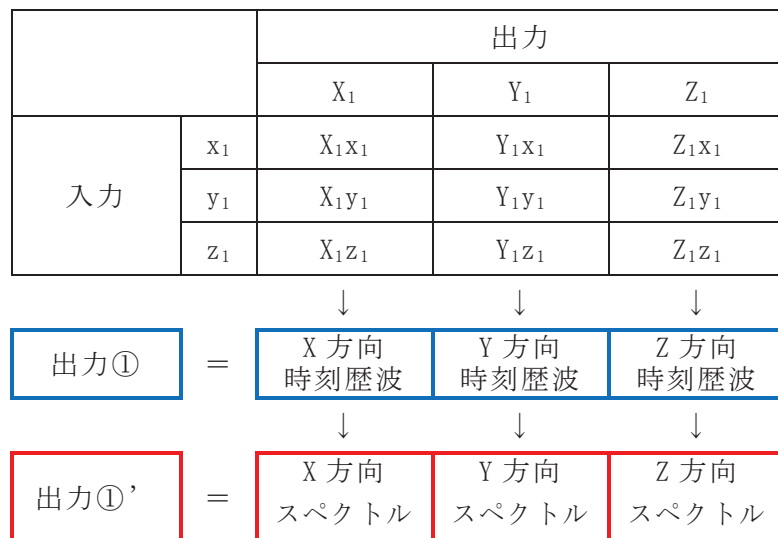
3 方向同時入力による各方向の応答は、水平 2 方向及び鉛直方向の地震動を入力して算出された各成分の応答を、時刻歴で足し合わせるにより算出する。

応答算出の考え方を図 3-4 に示す。

表 3-3 地震動の組合せ (S d - D 2)

地震動の入力方向		NS 方向	EW 方向	UD 方向
1 方向入力	NS 方向 評価時	S d - D 2 H	—	—
	EW 方向 評価時	—	S d - D 2 H	—
3 方向 同時入力	NS 方向 評価時	S d - D 2 H	S d - D 2 p	S d - D 2 V
	EW 方向 評価時	S d - D 2 p	S d - D 2 H	S d - D 2 V

図 3-4 3次元 FEM モデルによる応答算出の考え方



(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

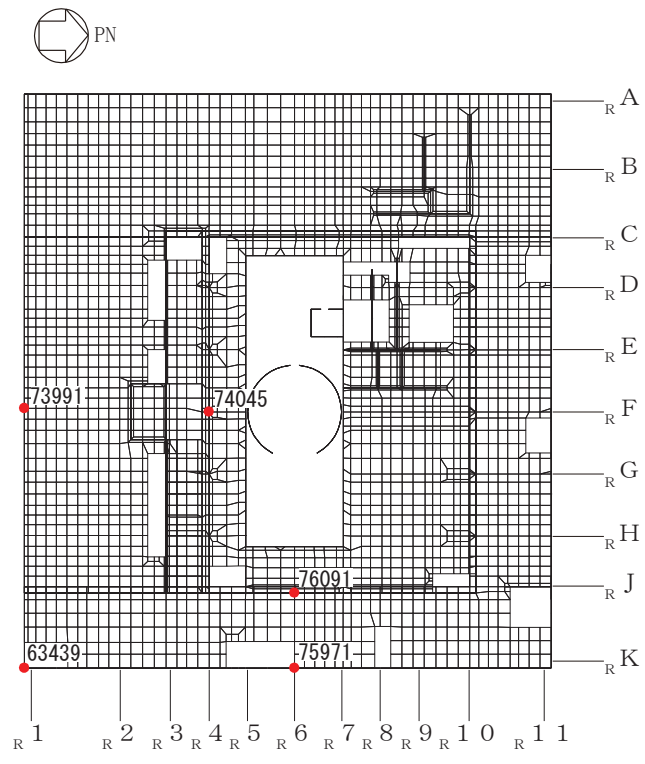
水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認は、表 3-3 の地震動を対象に、NS 方向に入力した場合及び EW 方向に入力した場合の応答と、3 方向同時入力した場合の応答とを比較することにより実施する。

応答は図 3-5 に示す評価点について比較するものとし、比較した結果を表 3-5 に示す。

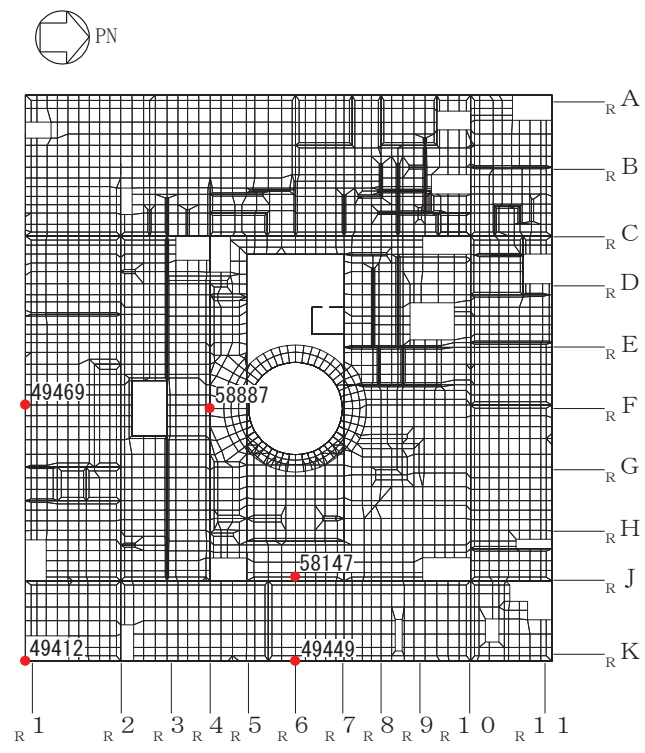
表 3-5 より、いずれの評価点においても、1 方向入力時及び 3 方向同時入力時の応答の差は小さく、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響はほとんどないことを確認した。

「3.2.2 鉛直軸回りのねじれ振動の影響」では、水平 2 方向の入力を考えた場合に、ねじれの影響によって相互に応答増幅する可能性が示唆されたが、ねじれ振動の影響による応答増幅は見られなかった。

原子炉建屋の質点系モデルを用いた耐震検討では、ねじれ振動を考慮せず、水平 1 方向入力時の入力方向の応答に対する検討を行っているが、本検討結果により、ねじれを考慮しないことは妥当と考える。

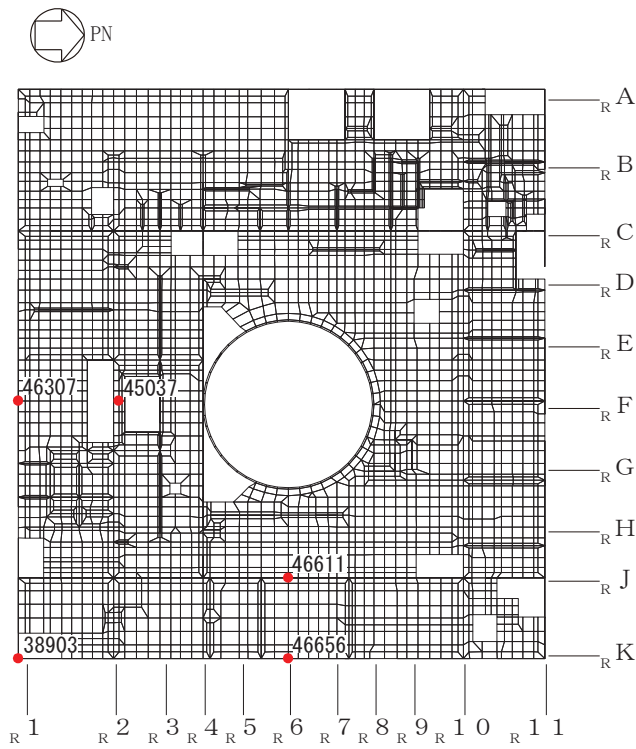


(a) 3F (O. P. 33.2m)

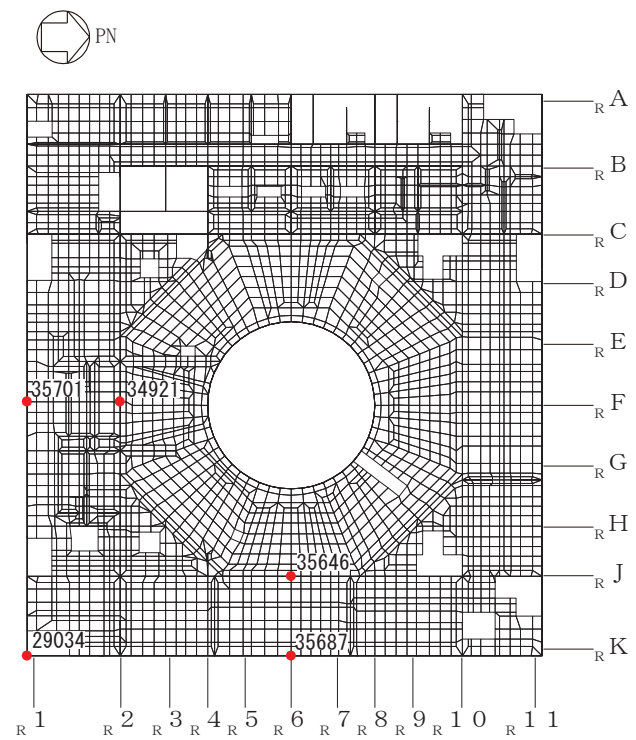


(b) 2F (O. P. 22.5m)

図 3-5(1) 応答評価位置(1/3)

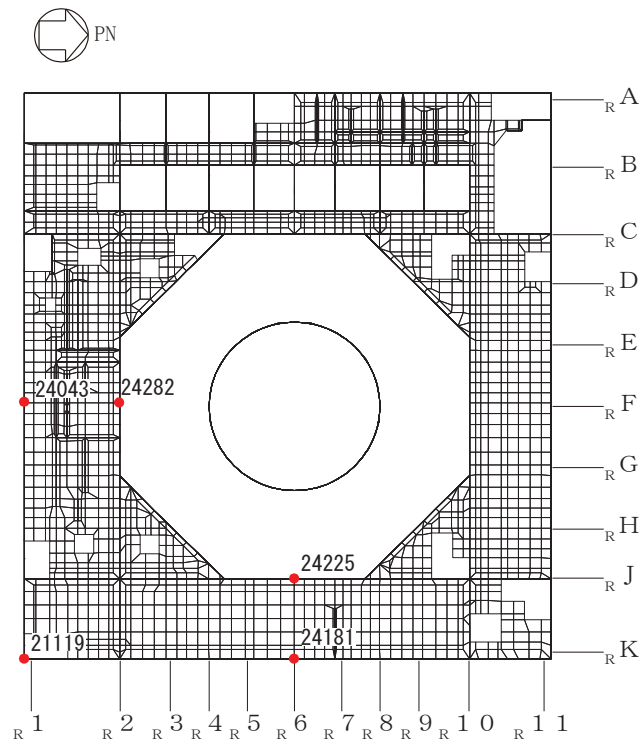


(c) 1F (O.P. 15.0m)

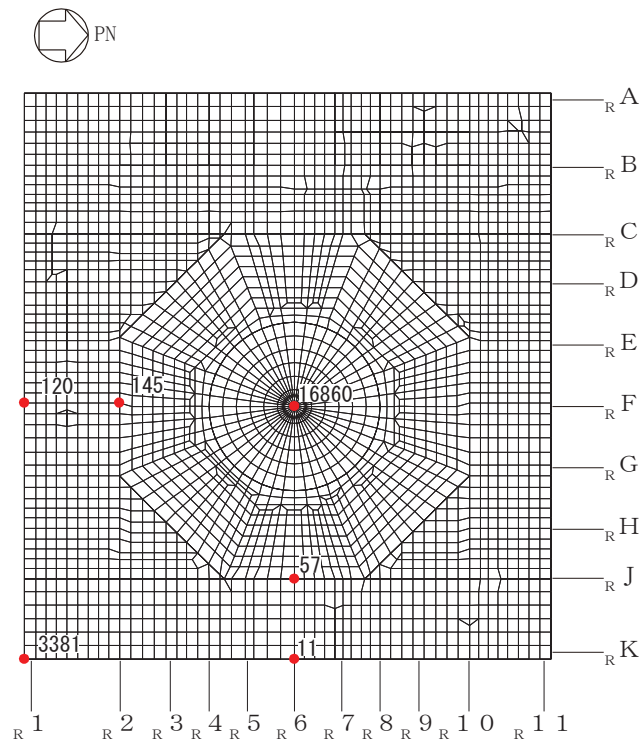


(d) B1F (O.P. 6.0m)

図 3-5(2) 応答評価位置(2/3)



(e) B2F (O. P. -0.8m)



(f) B3F (O. P. -8.1m)

図 3-5(3) 応答評価位置(3/3)

表 3-5(1) 3次元 FEM モデルの 3 方向同時入力及び 1 方向入力の応答比較 (S d - D 2) (1/12)

(a) O. P. 33.2m 外壁部

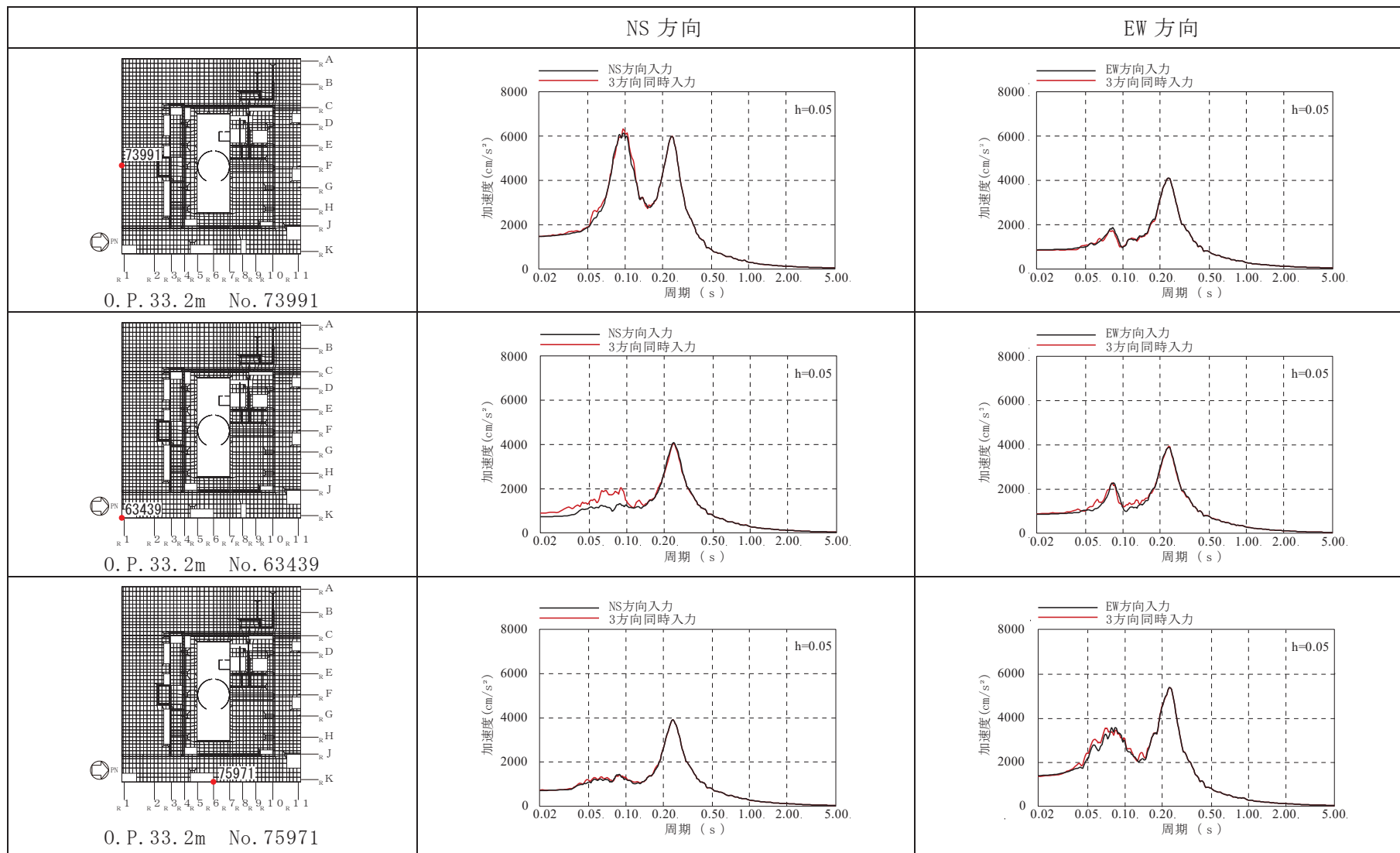




表 3-5(2) 3次元 FEM モデルの 3方向同時入力及び 1方向入力の応答比較 (S d - D 2) (2/12)

(b) O. P. 33. 2m

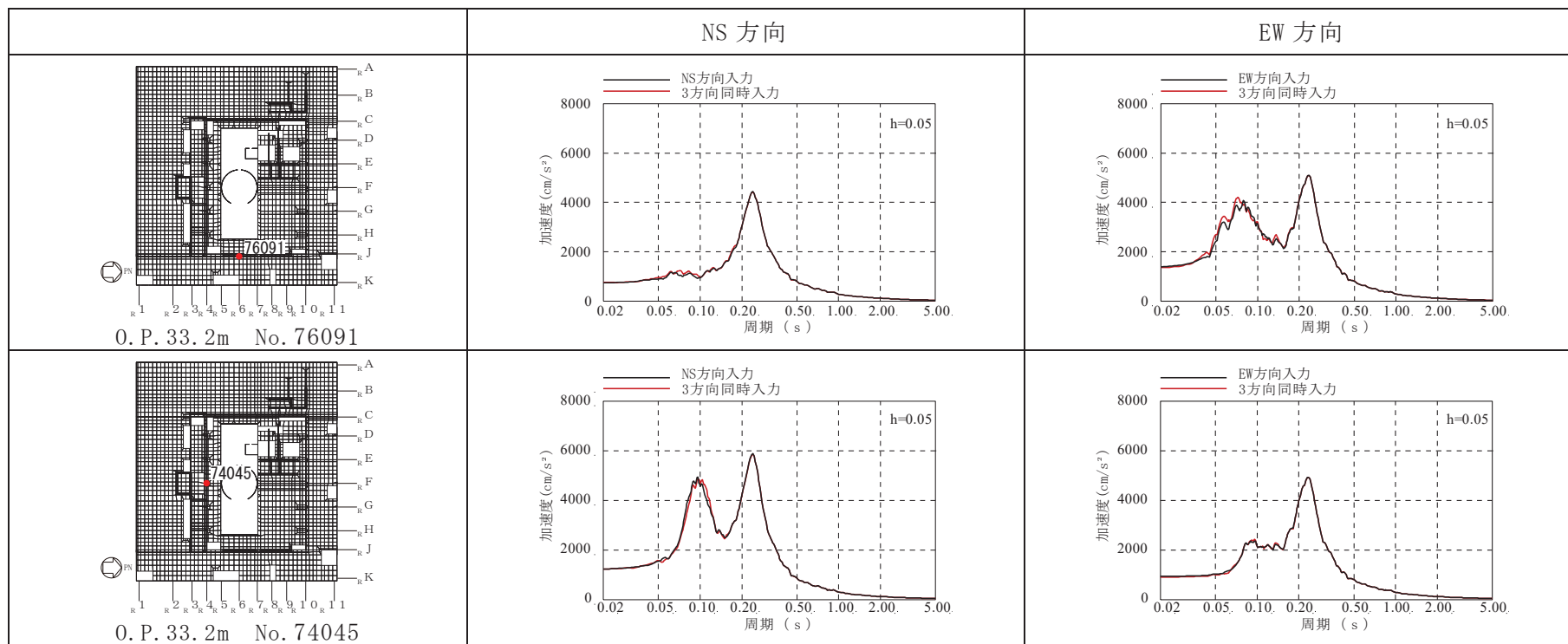


表 3-5(3) 3次元 FEM モデルの 3方向同時入力及び1方向入力の応答比較 (S d - D 2) (3/12)

(c) O.P. 22.5 外壁部

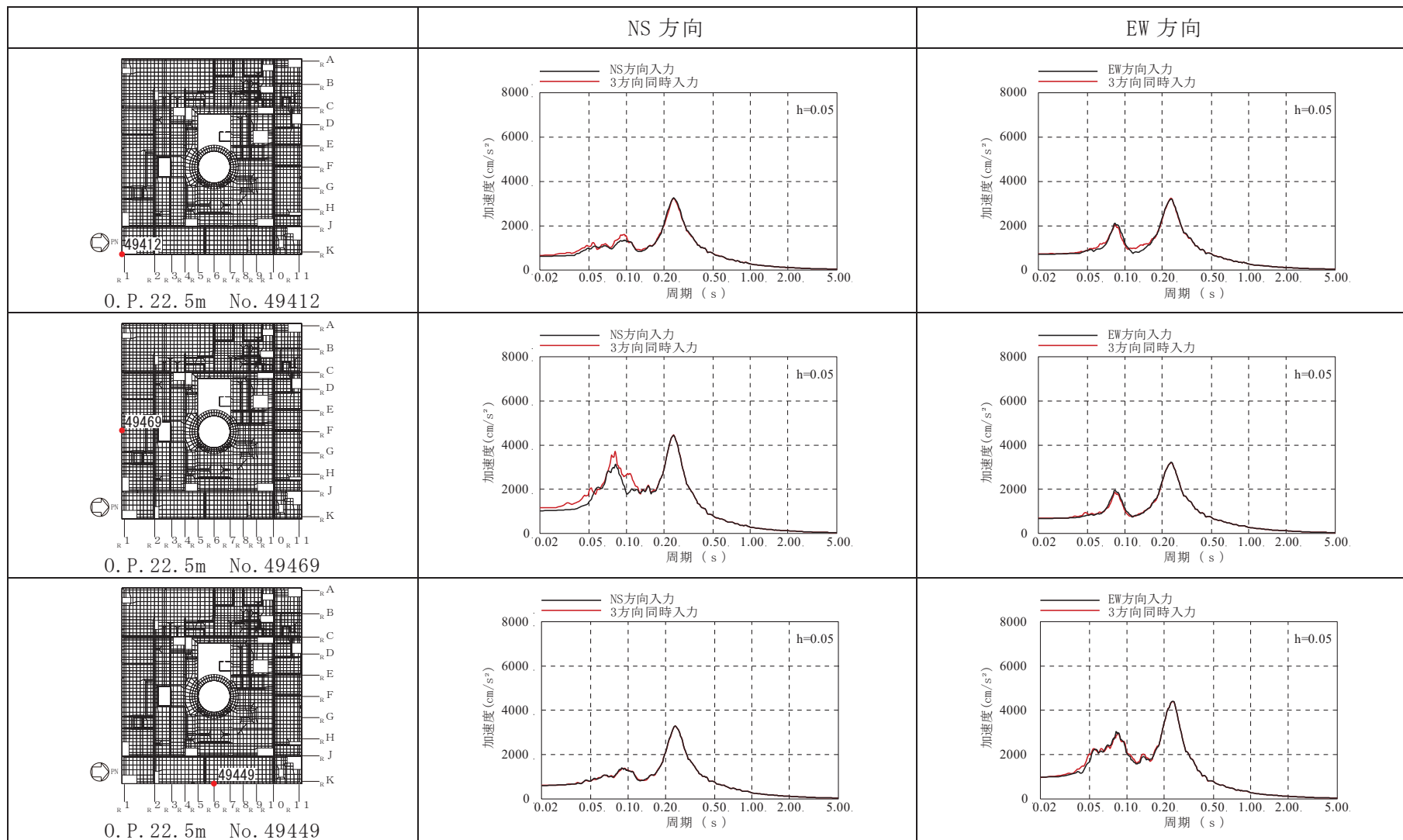


表 3-5(4) 3次元 FEM モデルの 3方向同時入力及び1方向入力の応答比較 (S d - D 2) (4/12)

(d) O. P. 22.5m

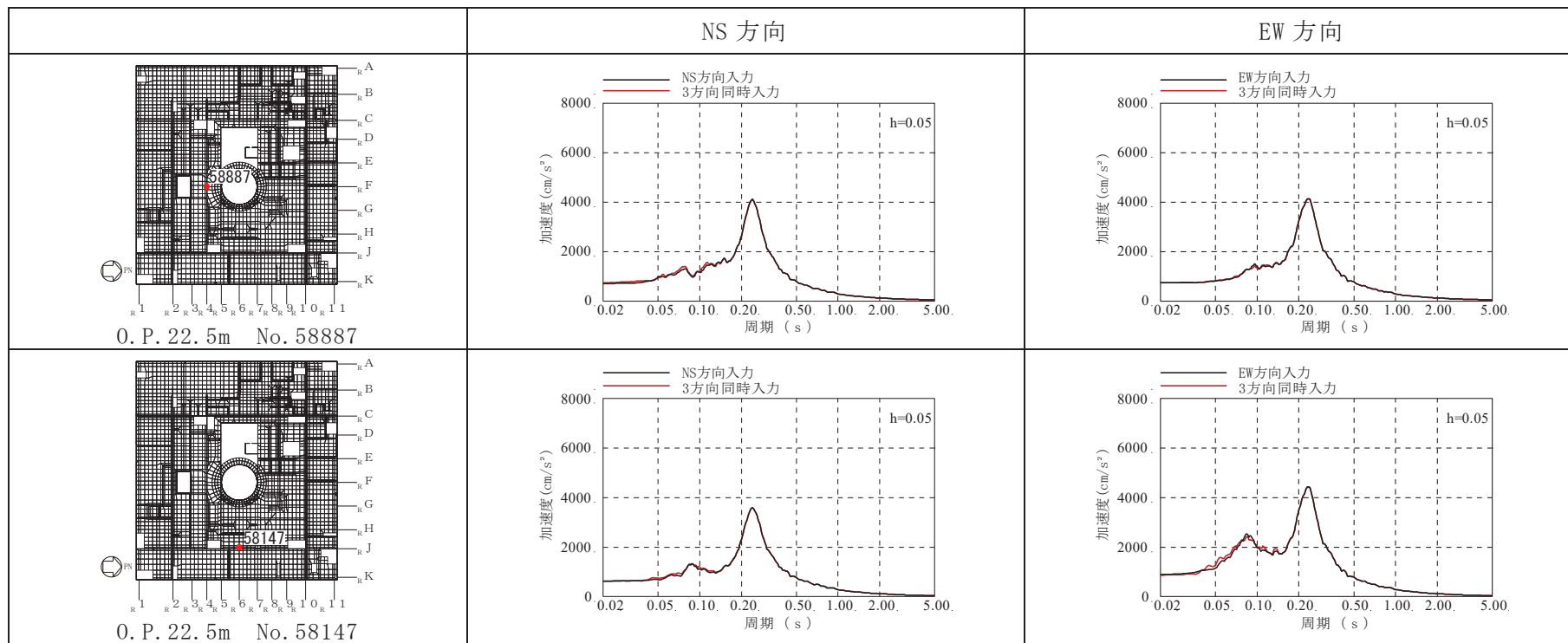


表 3-5(5) 3次元 FEM モデルの 3方向同時入力及び 1方向入力の応答比較 (S d - D 2) (5/12)

(e) 0. P. 15. 0m 外壁部

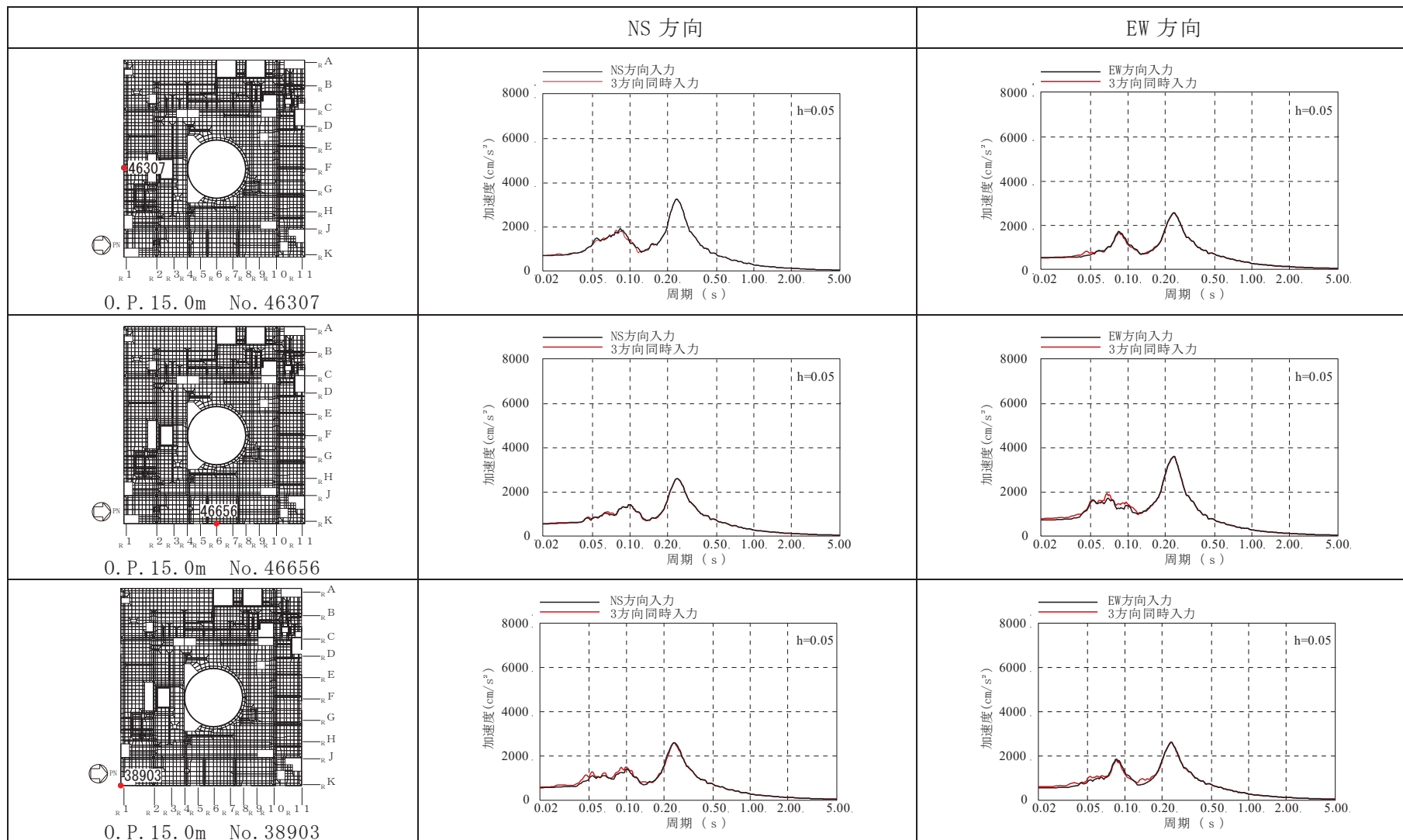


表 3-5(6) 3次元 FEM モデルの 3方向同時入力及び1方向入力の応答比較 (S d - D 2) (6/12)

(f) O. P. 15.0m

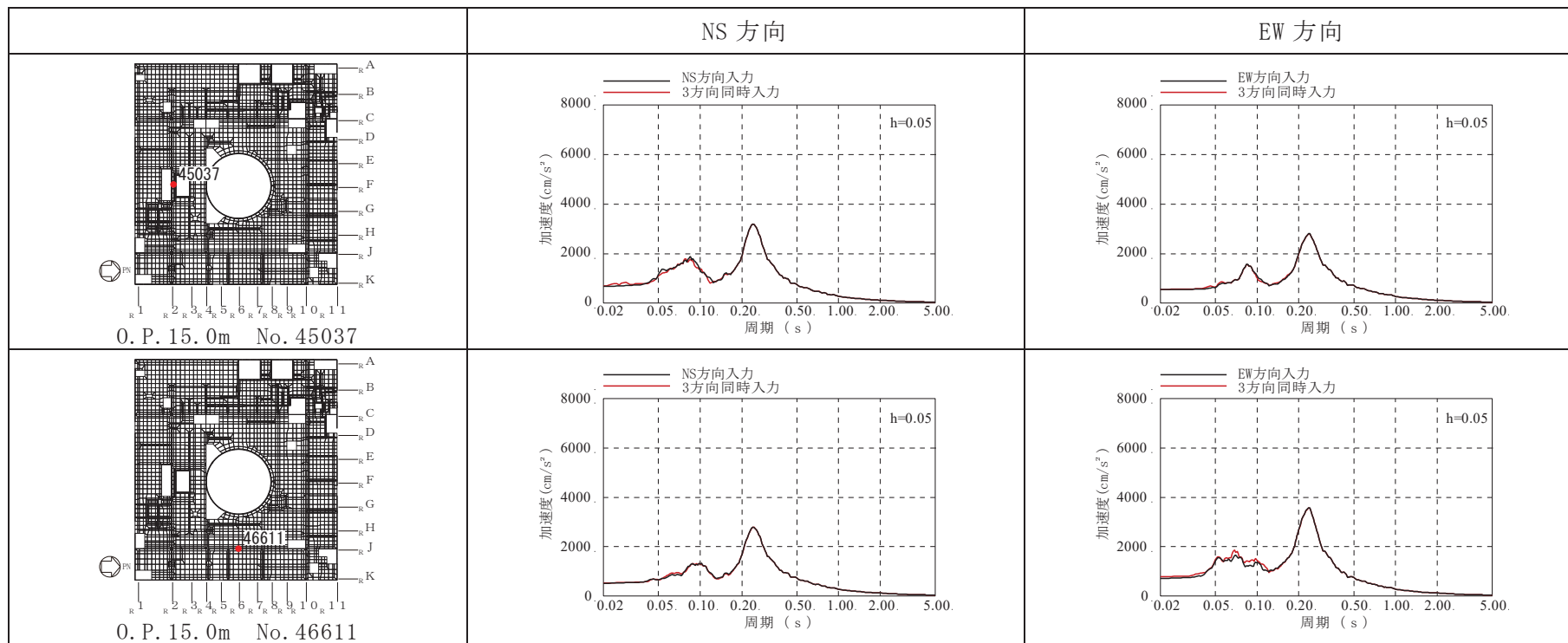


表 3-5(7) 3次元 FEM モデルの 3方向同時入力及び 1方向入力の応答比較 (S d - D 2) (7/12)

(g) O.P. 6.0m 外壁部

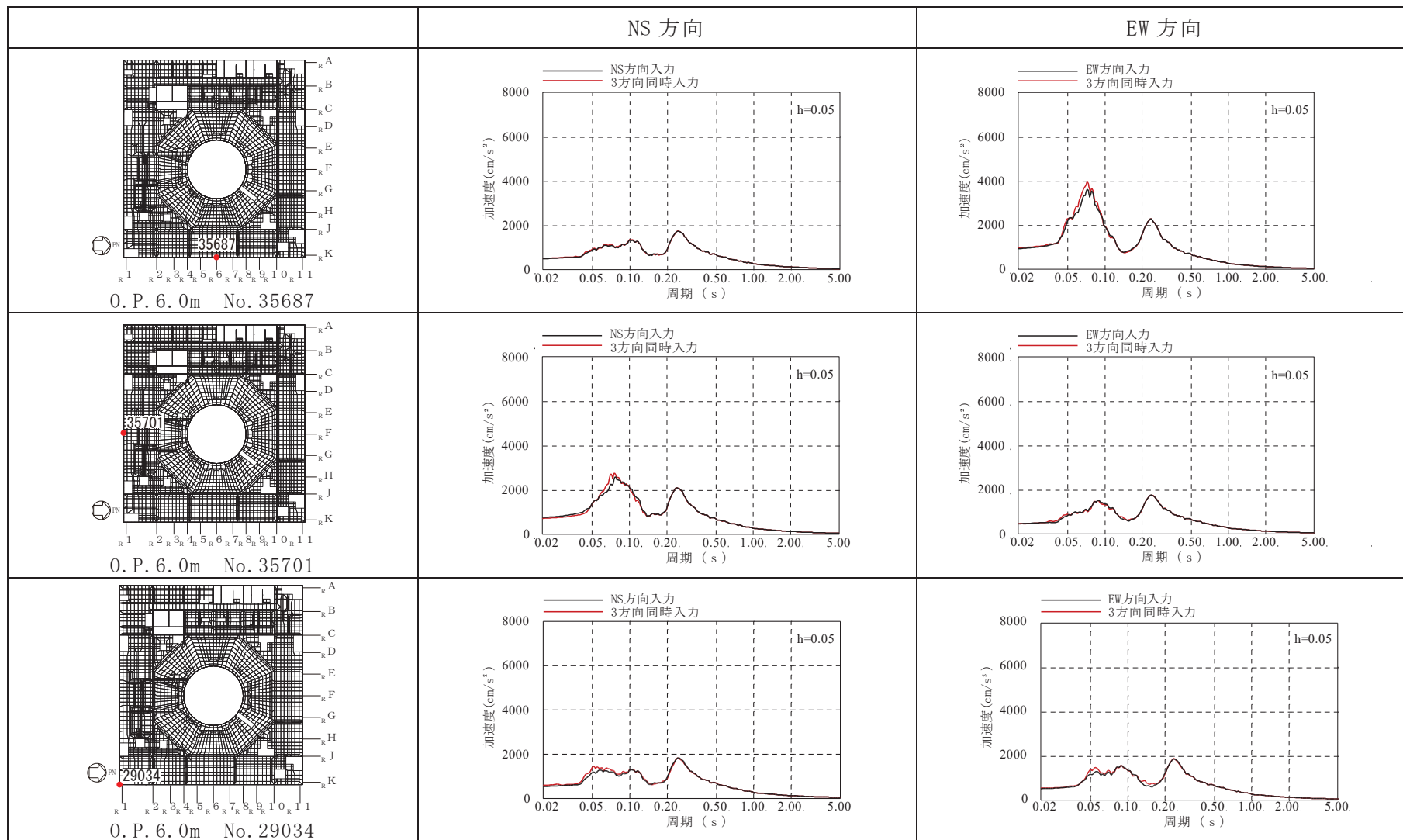


表 3-5(8) 3次元 FEM モデルの 3方向同時入力及び1方向入力の応答比較 (S d - D 2) (8/12)

(h) O. P. 6.0m

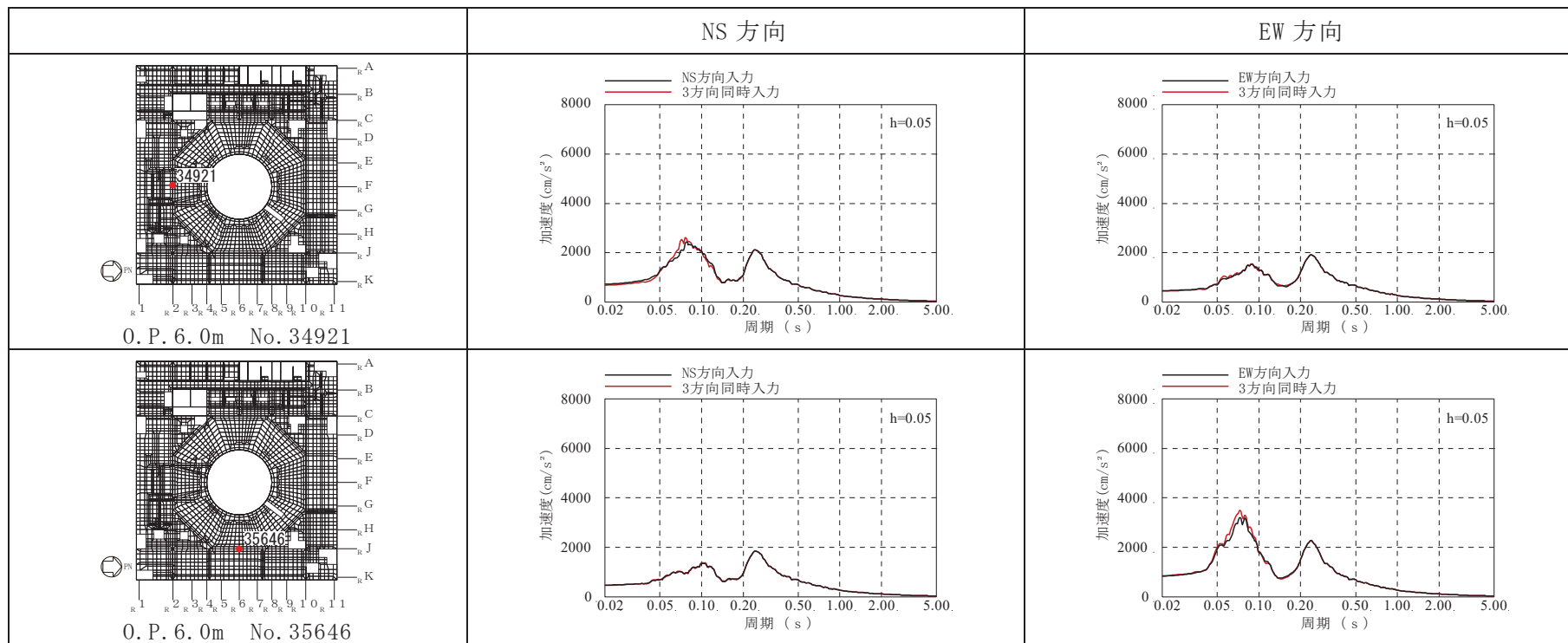


表 3-5(9) 3次元 FEM モデルの 3方向同時入力及び 1方向入力の応答比較 (S d - D 2) (9/12)

(i) O. P. -0.8m 外壁部

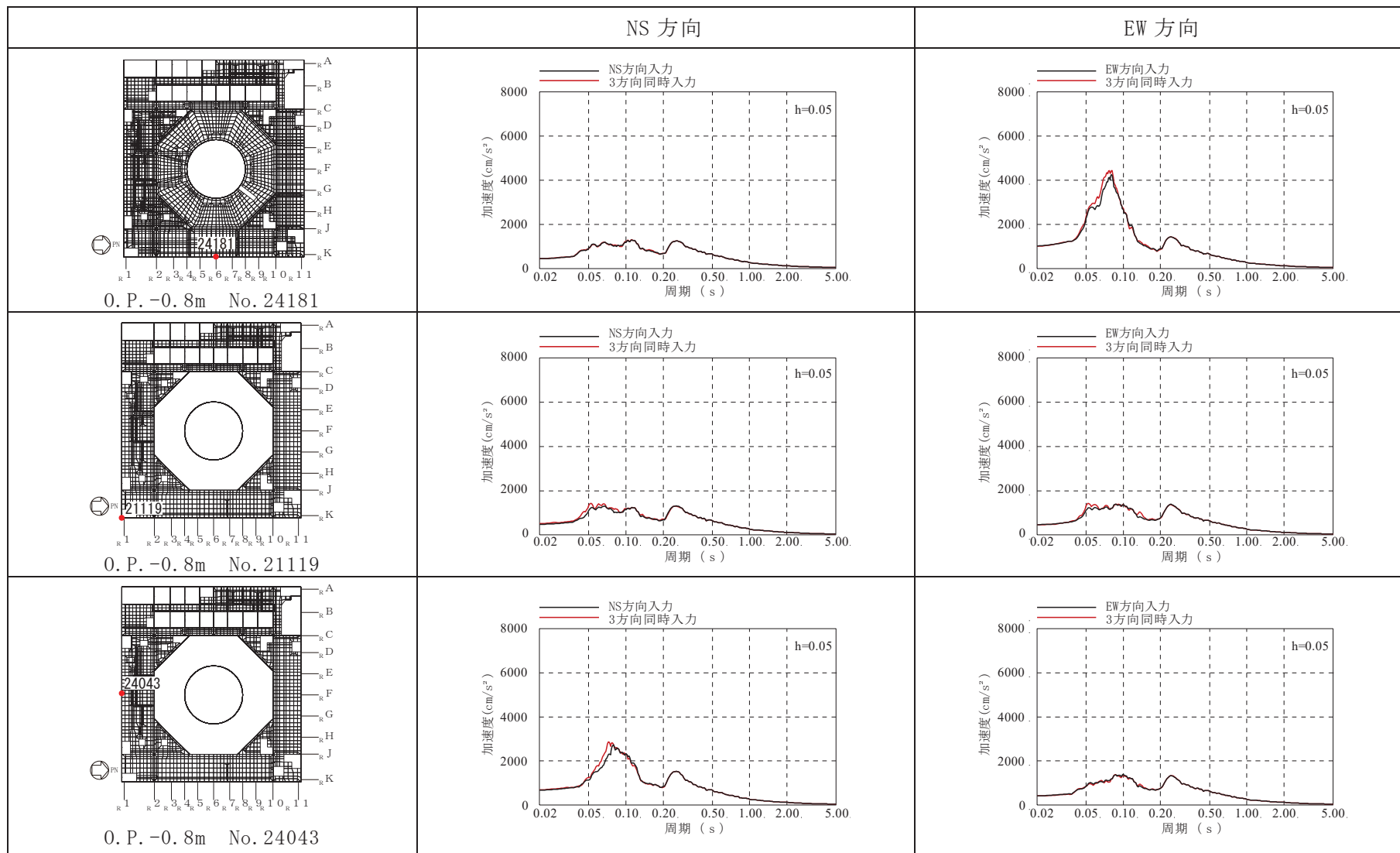




表 3-5(10) 3次元 FEM モデルの 3方向同時入力及び 1方向入力の応答比較 (S d - D 2) (10/12)

(j) O. P. -0.8m

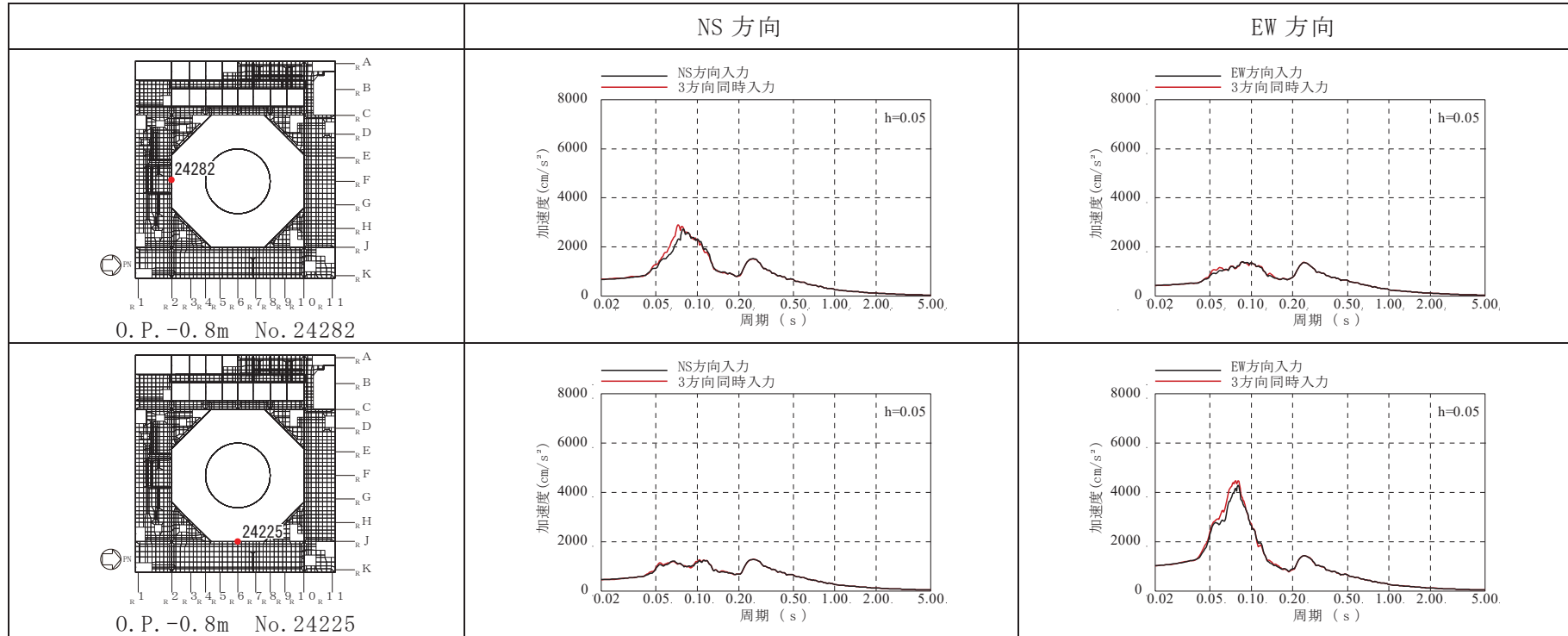


表 3-5(11) 3次元 FEM モデルの 3方向同時入力及び 1方向入力の応答比較 (S d - D 2) (11/12)

(k) O.P. -8.1m 外壁部

