

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-補-026-02 改 03
提出年月日	2023年1月12日

取水槽の地震応答計算書及び耐震性についての計算書に
関する補足説明資料

2023年1月

中国電力株式会社

目次

1.	評価方法	1
2.	評価条件	2
2.1	適用規格	2
2.2	構造及び補強の概要	5
2.3	耐震評価フロー	22
2.4	地震時荷重算出断面の選定	27
2.5	使用材料及び材料の物性値	30
2.6	地盤物性値	32
2.7	評価構造物諸元及び要求機能の考え方	35
2.7.1	評価構造物諸元	35
2.7.2	取水槽の要求機能の考え方	37
2.8	地下水位	40
3.	地震応答解析	43
3.1	地震応答解析手法	43
3.2	地震応答解析モデルの設定	46
3.2.1	解析モデル領域	46
3.2.2	境界条件	47
3.2.3	構造物のモデル化	54
3.2.4	隣接構造物のモデル化	67
3.2.5	地盤のモデル化	70
3.2.6	ジョイント要素の設定	70
3.3	減衰定数	78
(1)	全応力解析で設定する Rayleigh 減衰	80
(2)	有効応力解析で設定する Rayleigh 減衰	100
3.4	荷重の組合せ	101
3.4.1	機器・配管荷重	103
3.4.2	浸水防護施設荷重	106
3.4.3	竜巻防護対策設備荷重	109
3.4.4	外水圧	112
3.4.5	内水圧	114
3.4.6	積雪荷重	115
3.4.7	動水圧	117
3.5	地震応答解析の解析ケース	119
3.5.1	耐震評価における解析ケース	119
3.5.2	機器・配管系の耐震評価に適用する解析ケース	125

4.	3次元構造解析	134
4.1	解析手法	134
4.2	解析モデルの設定	135
4.2.1	構造物のモデル化	135
4.2.2	境界条件	141
4.2.3	剛域の設定	141
4.2.4	地盤ばね要素	142
4.2.5	材料の非線形特性	147
4.3	照査時刻の選定	154
4.4	入力荷重	157
4.4.1	常時荷重	160
4.4.2	慣性力（躯体）	165
4.4.3	慣性力（機器・配管，浸水防護施設，竜巻防護対策設備）	166
4.4.4	内水圧・動水圧	167
4.4.5	地震時土圧・水圧及び周面せん断力	168
5.	評価内容	169
5.1	入力地震動の設定	169
5.2	許容限界の設定	222
5.2.1	曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界	222
5.2.2	せん断破壊に対する許容限界	228
5.2.3	壁部材の面内せん断に対する許容限界	234
5.2.4	基礎地盤の支持性能に対する許容限界	236
6.	評価結果	240
6.1	地震応答解析結果	240
6.1.1	各照査時刻における荷重抽出時刻の算定結果	242
6.1.2	作用荷重分布図	268
6.1.3	最大せん断ひずみ	274
6.2	3次元構造解析結果	281
6.2.1	解析ケースと照査値	286
6.2.2	構造部材のひずみ分布（曲げ・軸力系の破壊に対する照査）	305
6.2.3	構造部材の断面力分布（せん断破壊に対する照査）	320
6.3	構造部材の健全性に対する評価結果	339
6.3.1	曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果	339
6.3.2	せん断破壊に対する評価結果	398
6.3.3	壁部材の面内せん断に対する評価結果	452
6.3.4	水平2方向载荷による評価結果	484

6.4	基礎地盤の支持性能に対する評価結果	490
6.4.1	基礎地盤	490
6.4.2	MMR	496
7.	まとめ	507
参考資料 1	照査用応答値の平均化について	
参考資料 2	部材モデルを用いた健全性評価について	
参考資料 3	3次元構造解析モデルの妥当性について	
参考資料 4	照査時刻の選定の妥当性について	
参考資料 5	止水機能が要求される部材に対する漏水量評価について	
参考資料 6	静的地震力に対する耐震評価について	
参考資料 7	機器・配管系の耐震評価に適用する影響検討ケースについて	
参考資料 8	地震応答解析結果に対する考察	
参考資料 9	せん断破壊に対する照査への線形被害則適用について	
参考資料 10	等価剛性モデルより算定される床応答の保守性について	

1. 評価方法

取水槽は、耐震重要施設及び常設重大事故防止設備である原子炉補機冷却海水ポンプ等を間接支持する支持機能、非常時における海水の通水機能及び浸水防止のための止水機能が要求される。

取水槽については、基準地震動 S_s による耐震評価として、構造部材の曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊及び基礎地盤の支持性能に対する評価を実施する。

構造部材の健全性評価については、鉄筋コンクリート部材のひずみ、せん断力、壁部材の面内せん断変形に伴う面内せん断ひずみが要求機能に応じた許容限界を下回ることを確認する。基礎地盤の支持性能評価については、基礎地盤に発生する応力（接地圧）が極限支持力に基づく許容限界を下回ること、マンメイドロック（以下「MMR」という。）に発生する応力（接地圧）が支圧強度を下回ること及びMMRの健全性を確認する。

2. 評価条件

2.1 適用規格

取水槽の耐震評価に当たっては、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）（以下「コンクリート標準示方書2002」という。）及び原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987（社団法人日本電気協会電気技術基準調査委員会）（以下「J E A G 4 6 0 1 -1987」という。）を適用するが、鉄筋コンクリート部材の曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊の許容限界の一部については、原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル（土木学会原子力土木委員会，2005年6月）（以下「土木学会マニュアル」という。）を適用する。

3次元静的材料非線形解析（以下「3次元構造解析」という。）に用いる材料定数については、コンクリート標準示方書[設計編]（土木学会，2017年制定）（以下「コンクリート標準示方書2017」という。）を適用する。

また、3次元構造解析に用いる地盤反力係数については、道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会，平成14年3月）（以下「道示・下部構造編」）及び道路橋示方書（V耐震設計編）・同解説（（社）日本道路協会，平成14年3月）（以下「道示・耐震設計編」）を適用する。

表2-1に適用する規格・基準類を示す。

表 2-1 (1) 適用する規格, 基準類

項目	適用する規格, 基準類	備考	確認項目
使用材料及び材料定数	・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)	・鉄筋コンクリートの材料諸元 (γ , E, ν)	—
	・コンクリート標準示方書〔設計編〕(土木学会, 2017年制定)	・コンクリートの材料定数(3次元構造解析に用いる材料定数)	—
荷重及び荷重の組合せ	・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)	・永久荷重, 偶発荷重等の適切な組合せを検討	—
許容限界	・原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル(土木学会, 原子力土木委員会, 2005年6月)	・曲げ・軸力系の破壊に対する照査において, 圧縮縁コンクリートひずみが 1.0% を下回ることを確認*	・構造強度を有すること
		・せん断破壊に対する照査は, 発生せん断力がせん断耐力を下回ることを確認*	・構造強度を有すること ・止水機能を損なわないこと
	・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)	・曲げ・軸力系の破壊に対する照査においておおむね弾性範囲として, 発生ひずみが限界ひずみ(コンクリート圧縮 2000μ , 主筋ひずみ 1725μ) 以下であることを確認*	・止水機能を損なわないこと
		・原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 - 1987 (社団法人, 日本電気協会 電気技術基準調査委員会)	・面内せん断破壊に対する照査において, 面内せん断ひずみが $2/1000$ (2000μ) を下回ることを確認*
		・面内せん断破壊に対する照査において, スケルトンカーブの第一折れ点を下回ることを確認*	・止水機能を損なわないこと

注記* : 妥当な安全余裕を考慮する。

表 2-1 (2) 適用する規格, 基準類

項目	適用する規格, 基準類	備考	確認項目
地震応答解析	<ul style="list-style-type: none"> 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 - 1987 	<ul style="list-style-type: none"> 有限要素法による 2 次元モデルを用いた時刻歴非線形解析 	-
	<ul style="list-style-type: none"> 道路橋示方書 (V 耐震設計編) ・同解説 ((社) 日本道路協会, 平成14年3月) 		
構造解析	<ul style="list-style-type: none"> 道路橋示方書 (I 共通編 ・ IV 下部構造編) ・同解説 ((社) 日本道路協会, 平成14年3月) 	<ul style="list-style-type: none"> 地盤反力係数 (3 次元構造解析に用いる係数) 	-
	<ul style="list-style-type: none"> 道路橋示方書 (V 耐震設計編) ・同解説 ((社) 日本道路協会, 平成14年3月) 		

2.2 構造及び補強の概要

取水槽の位置図を図 2-1 に、平面図を図 2-2 に、断面図を図 2-3～図 2-7 に、概略配筋図を図 2-8～図 2-12 に示す。

取水槽は、地下 2 階構造となっており、上部は除じん機エリア、海水ポンプエリア及びストレーナエリアの 3 エリアに分かれている。下部は水路となっており、除じん機エリアの下部は 6 連のボックスカルバート構造、海水ポンプエリアの下部は 3 連のボックスカルバート構造となっている。また、上部は各エリアが隔壁により仕切られ、各エリアによって開口部の存在や中床版の設置レベルが異なる等の構造となっている。

取水槽は、加振方向に平行に配置される妻壁や隔壁等の面部材を耐震部材として考慮する箱形構造物である。

設計当時からの基準地震動 S_s の増大により、取水槽の耐震性を確保するため、耐震補強を実施する。土圧低減を目的として、取水槽周辺の埋戻土の地盤改良を実施する。地盤改良範囲を図 2-13 に示す。

せん断破壊に対する補強として、後施工せん断補強工法（ポストヘッドバー工法、以下「PHb 工法」という。）によるせん断補強を実施する。PHb 工法適用範囲を図 2-14～図 2-19 に示す。

除じん機エリアにおける北妻壁の曲げ・軸力系の破壊に対する補強として、北妻壁の増厚補強（部材厚 1,200mm を 1,800mm に増厚）を実施するとともに、控壁を追設（5 枚）する。補強範囲を図 2-20 に示す。

併せて、波及的影響を防止するため原子炉補機海水ポンプ棚（RSW ポンプ棚）の撤去を実施する。撤去範囲を図 2-21 に示す。

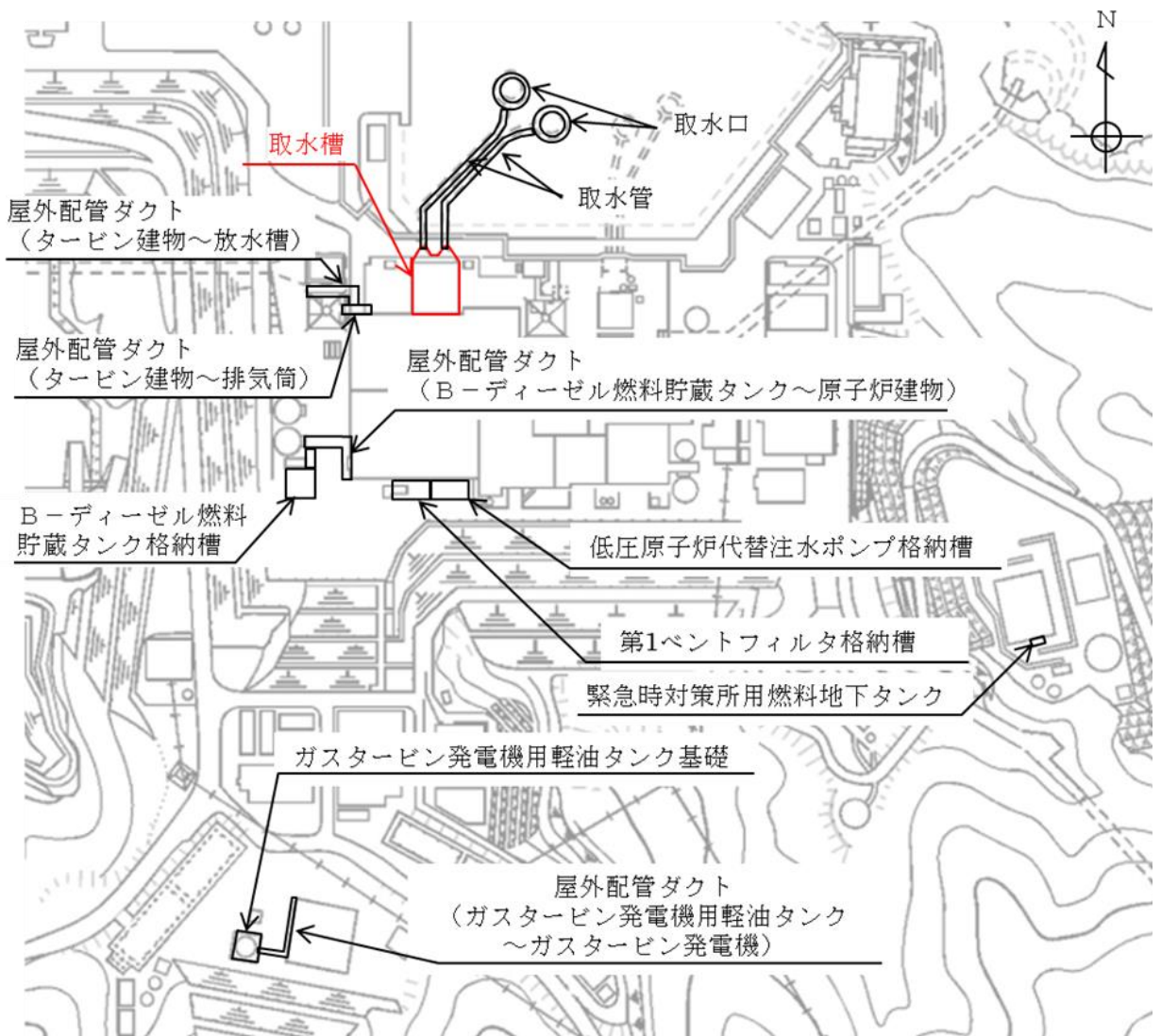


図 2-1 取水槽 位置図

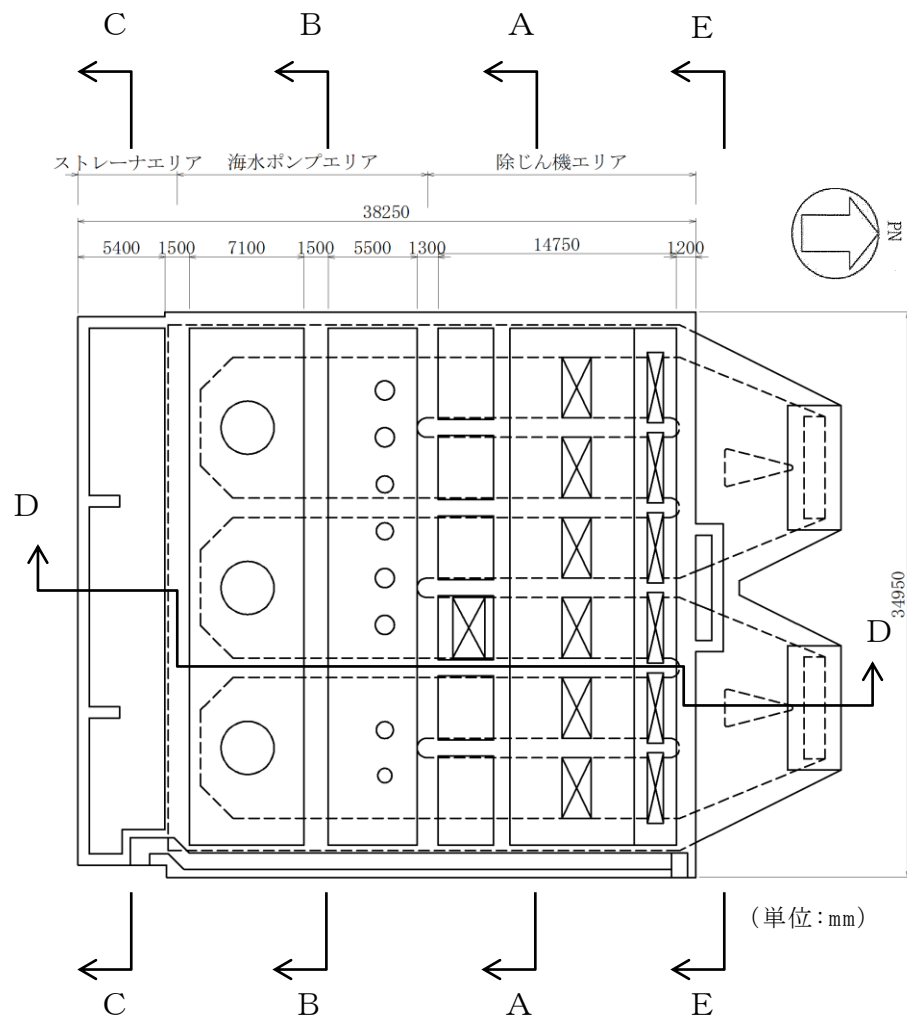


図 2-2 取水槽 平面図

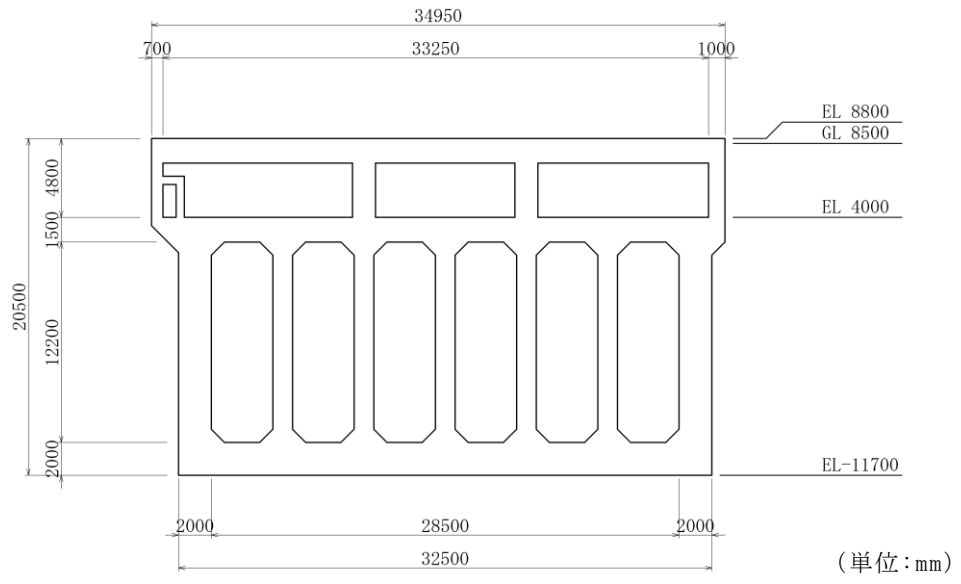


图 2-3 取水槽 断面图 (A-A 断面)

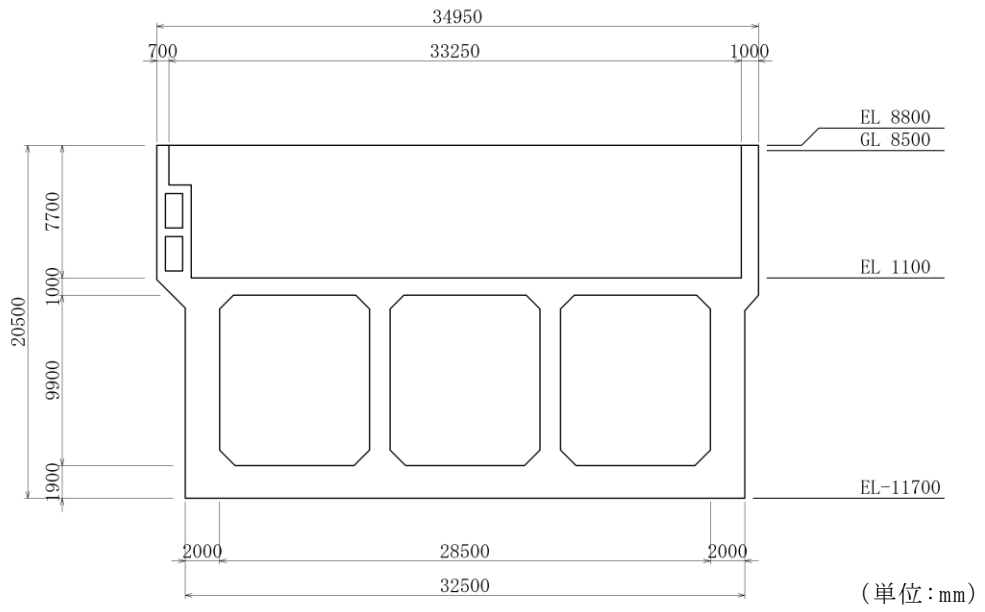


图 2-4 取水槽 断面图 (B-B 断面)

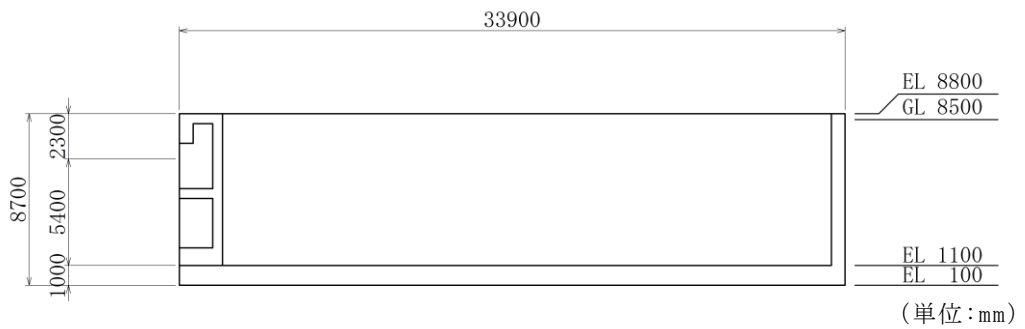


图 2-5 取水槽 断面图 (C-C 断面)

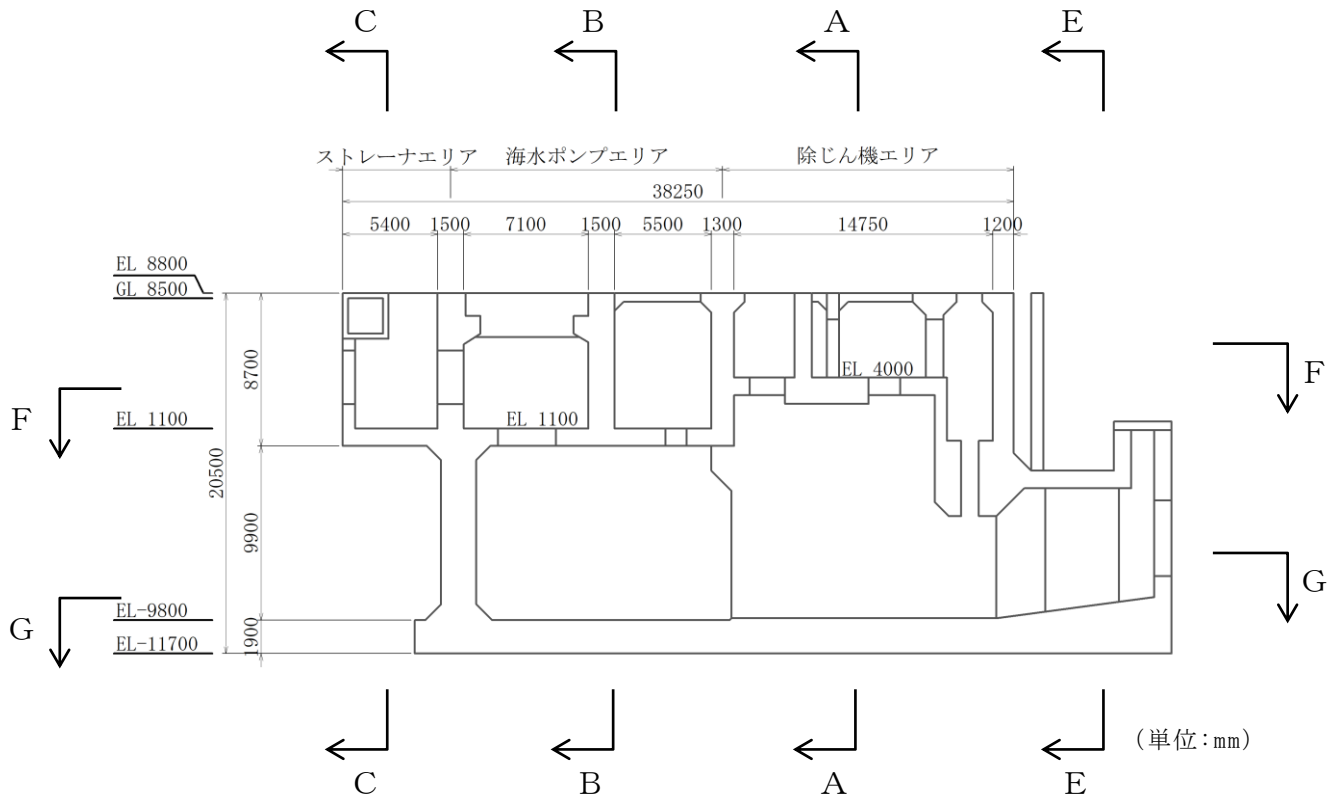


図 2-6 取水槽 断面図 (D-D 断面)

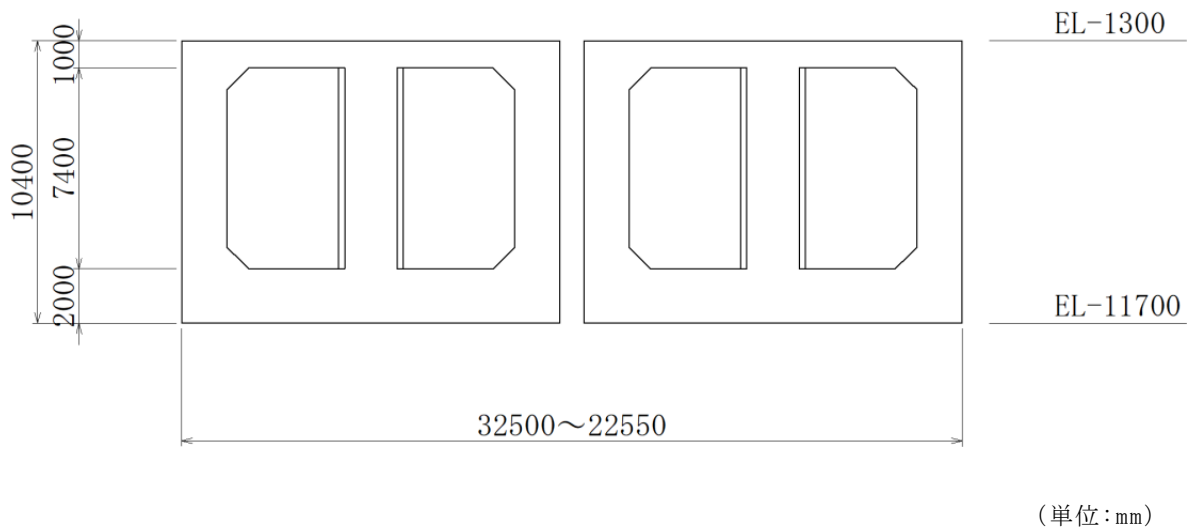
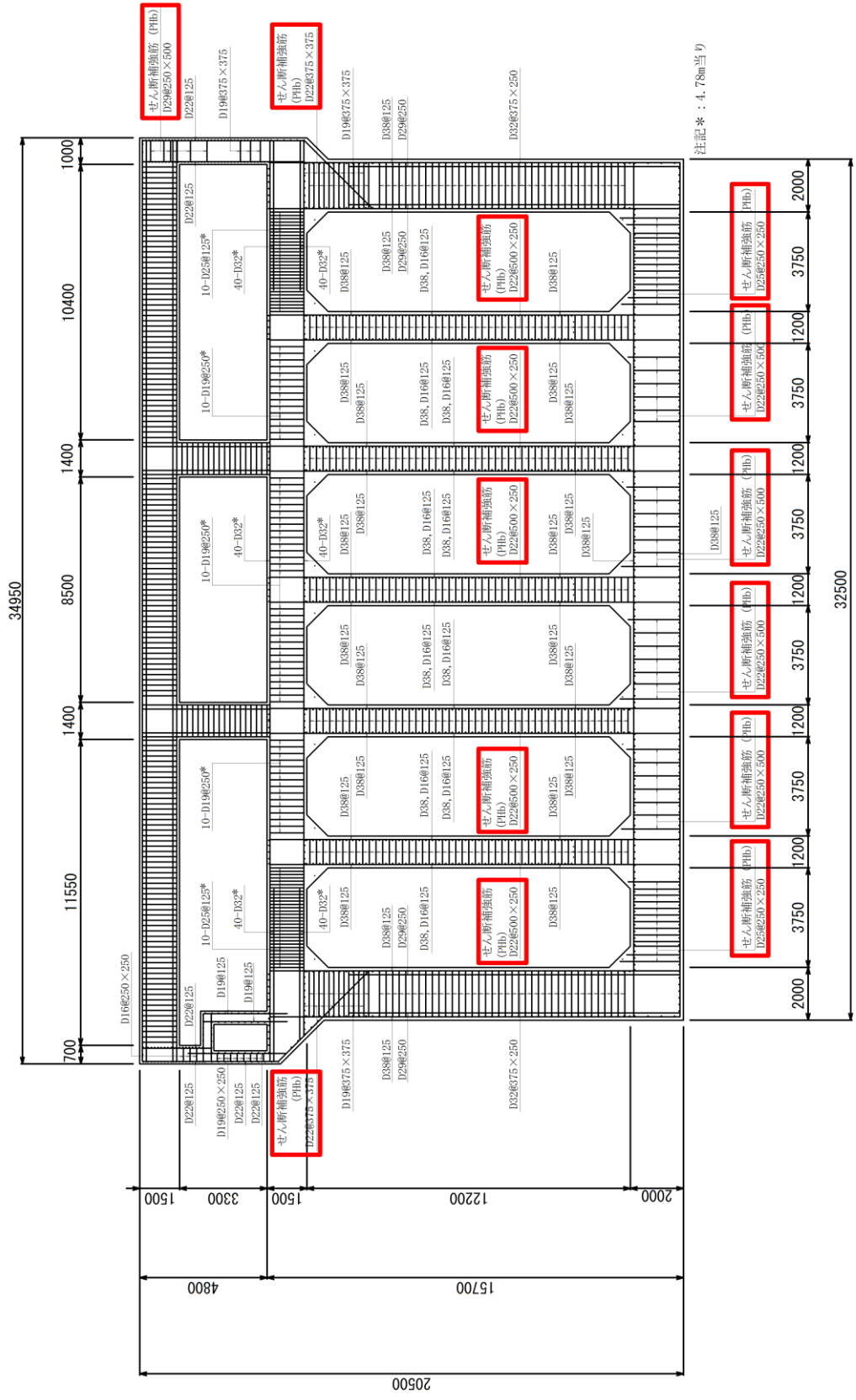


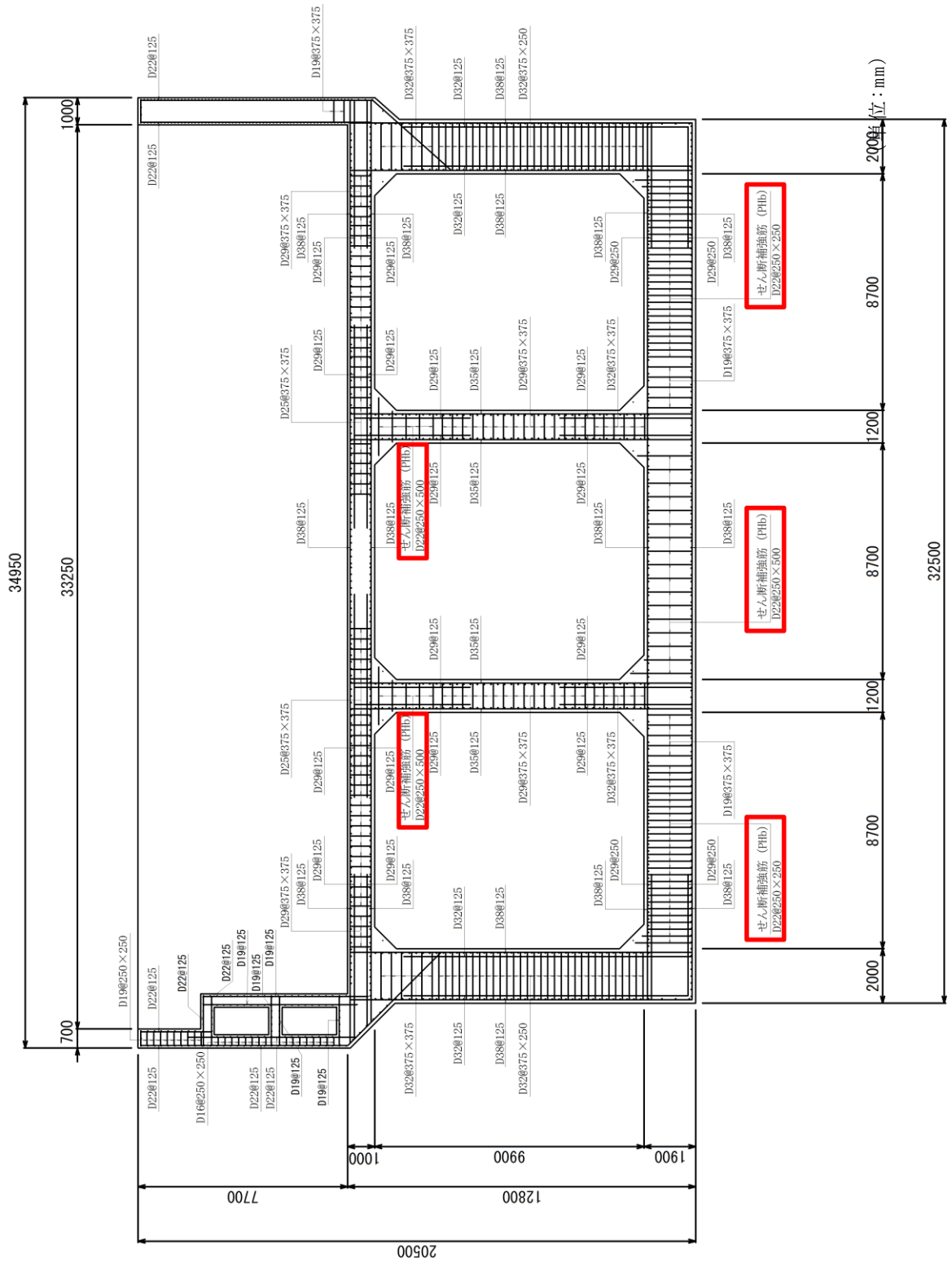
図 2-7 取水槽 断面図 (E-E 断面)



(単位: mm)

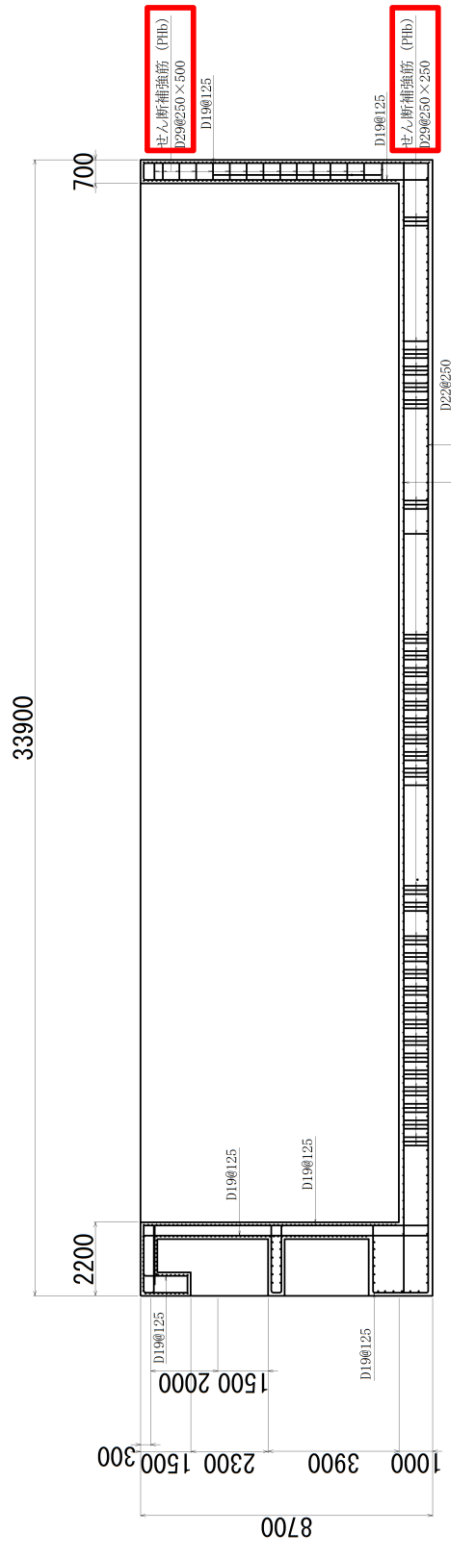
図 2-8 取水槽 概略配筋図 (A-A 断面)

□ : PHb 工法適用箇所



□ : PHb 工法適用箇所

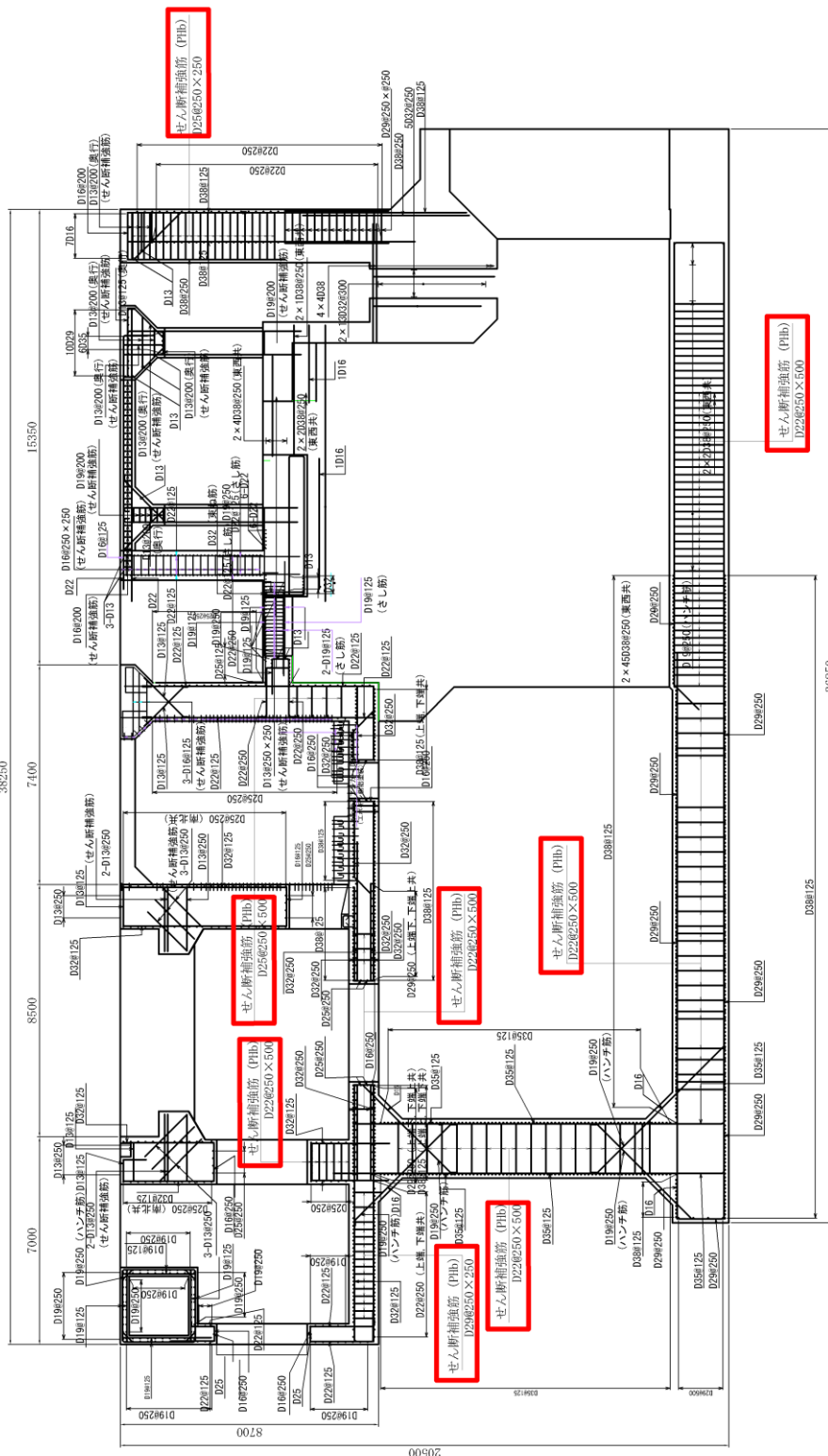
図 2-9 取水槽 概略配筋図 (B-B 断面)



(単位: mm)

□ : PHb 工法適用箇所

図 2-10 取水槽 概略配筋図 (C-C 断面)



□ : Phb 工法適用箇所

図 2-11 取水槽 概略配筋図 (D-D 断面)

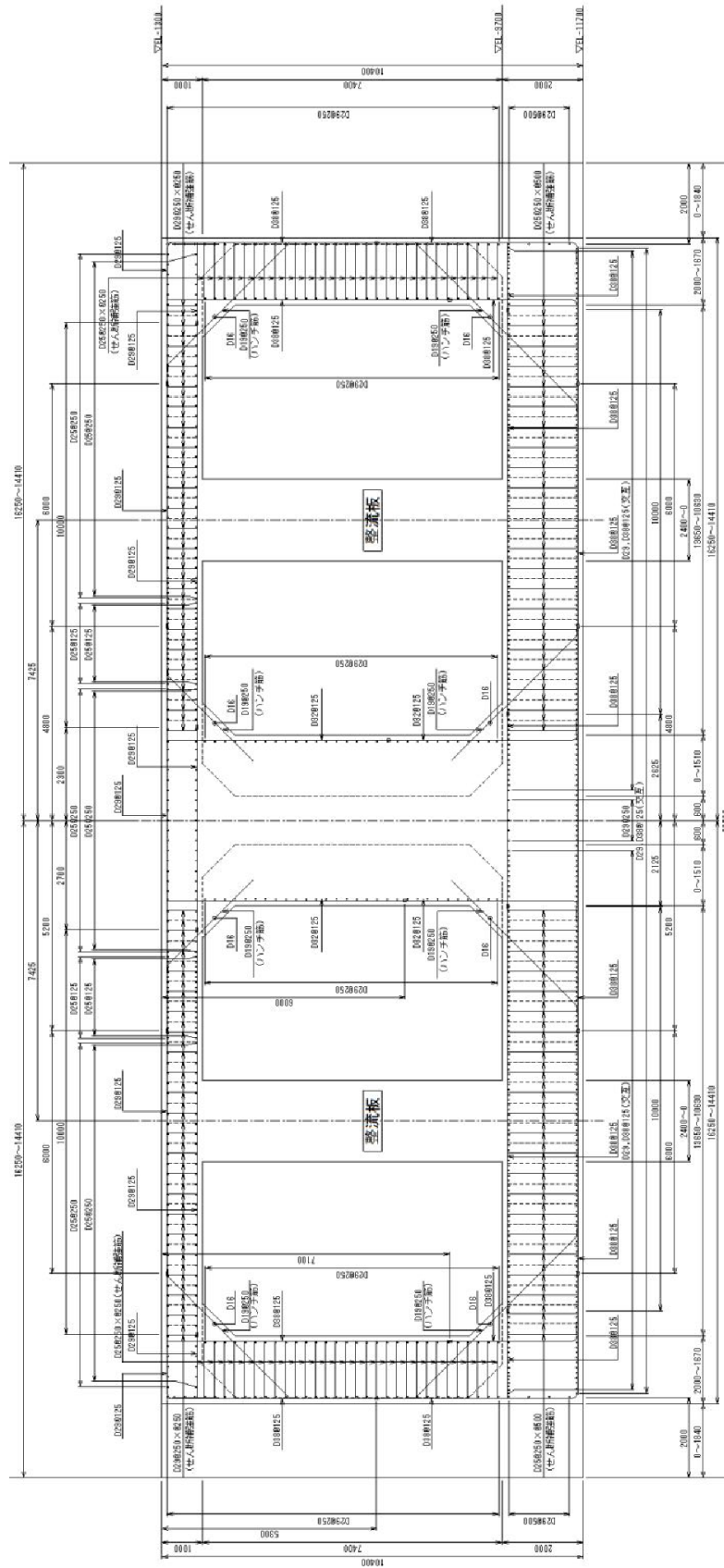
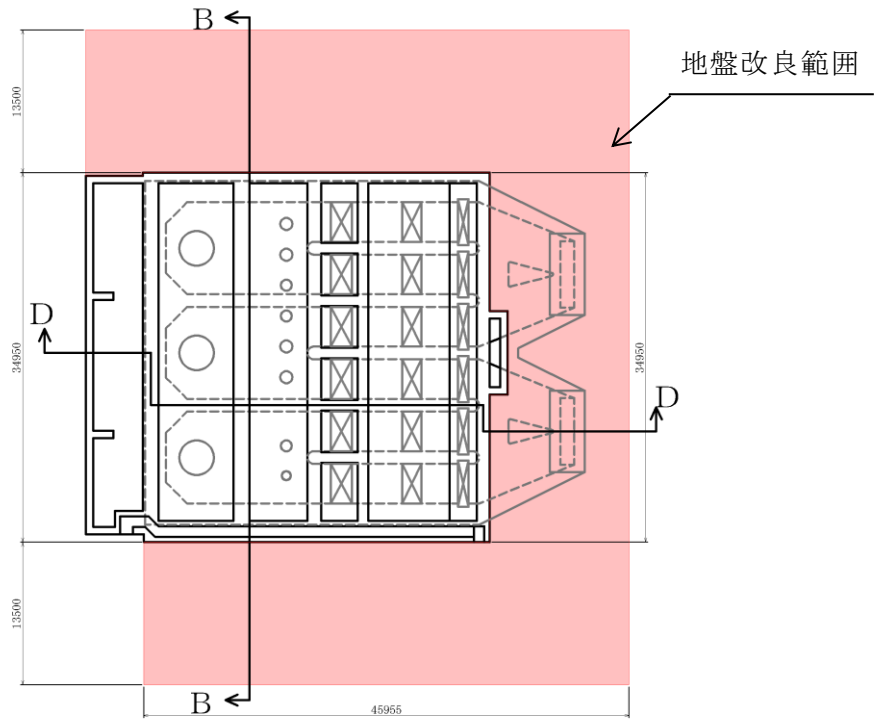
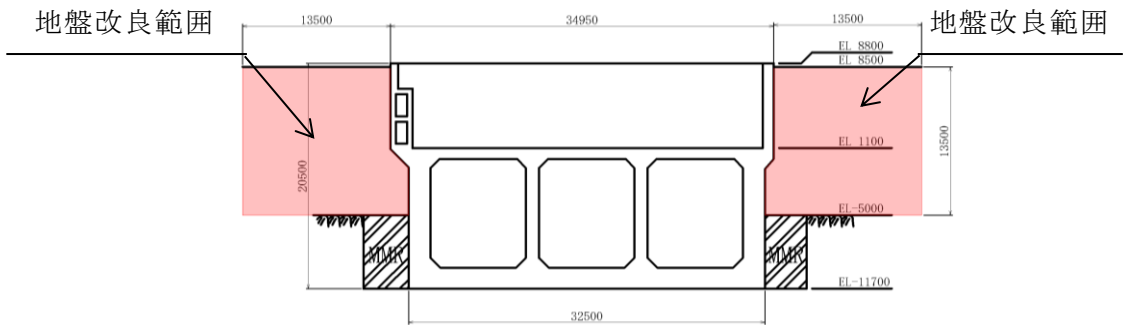


图 2-12 取水槽 概略配筋图 (E-E 断面)

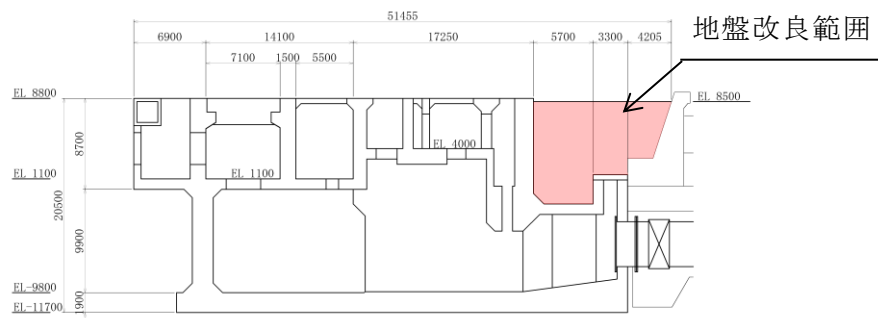
(单位: mm)



(平面図)



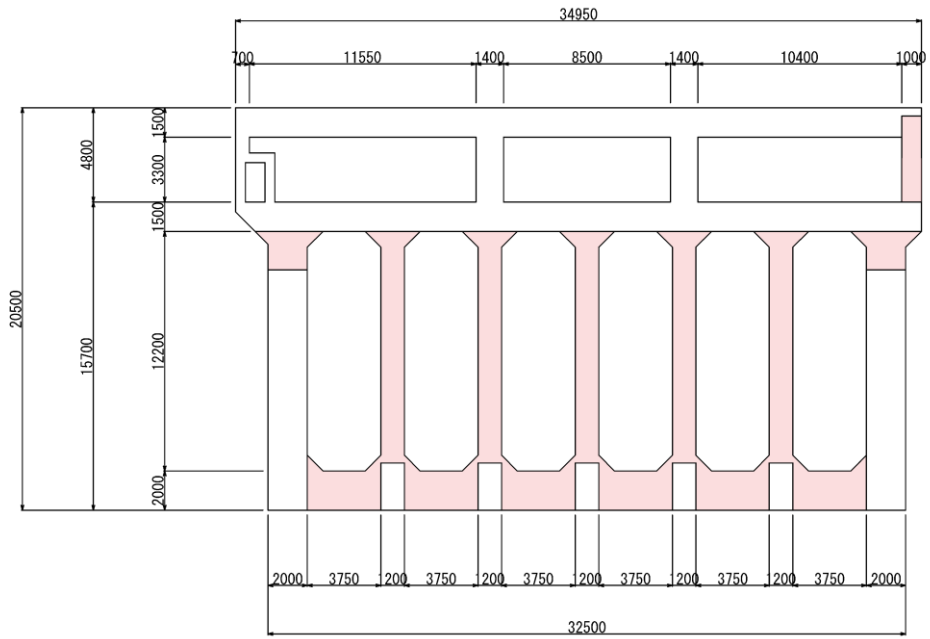
(B - B 断面)



(D - D 断面)

(単位: mm)

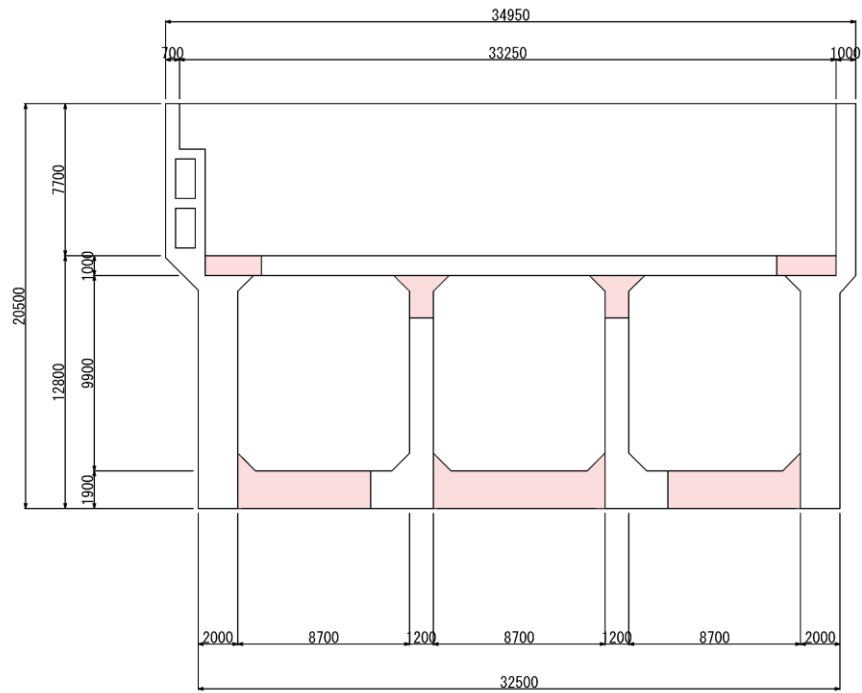
図 2-13 地盤改良概略図



(单位: mm)

■ : PHb 工法適用箇所

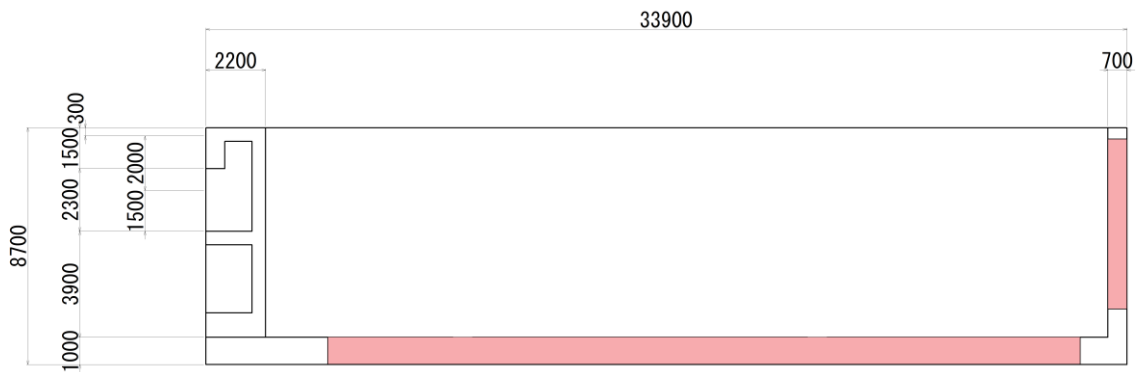
図 2-14 補強計画図 (断面図 (A-A 断面))



(单位: mm)

■ : PHb 工法適用箇所

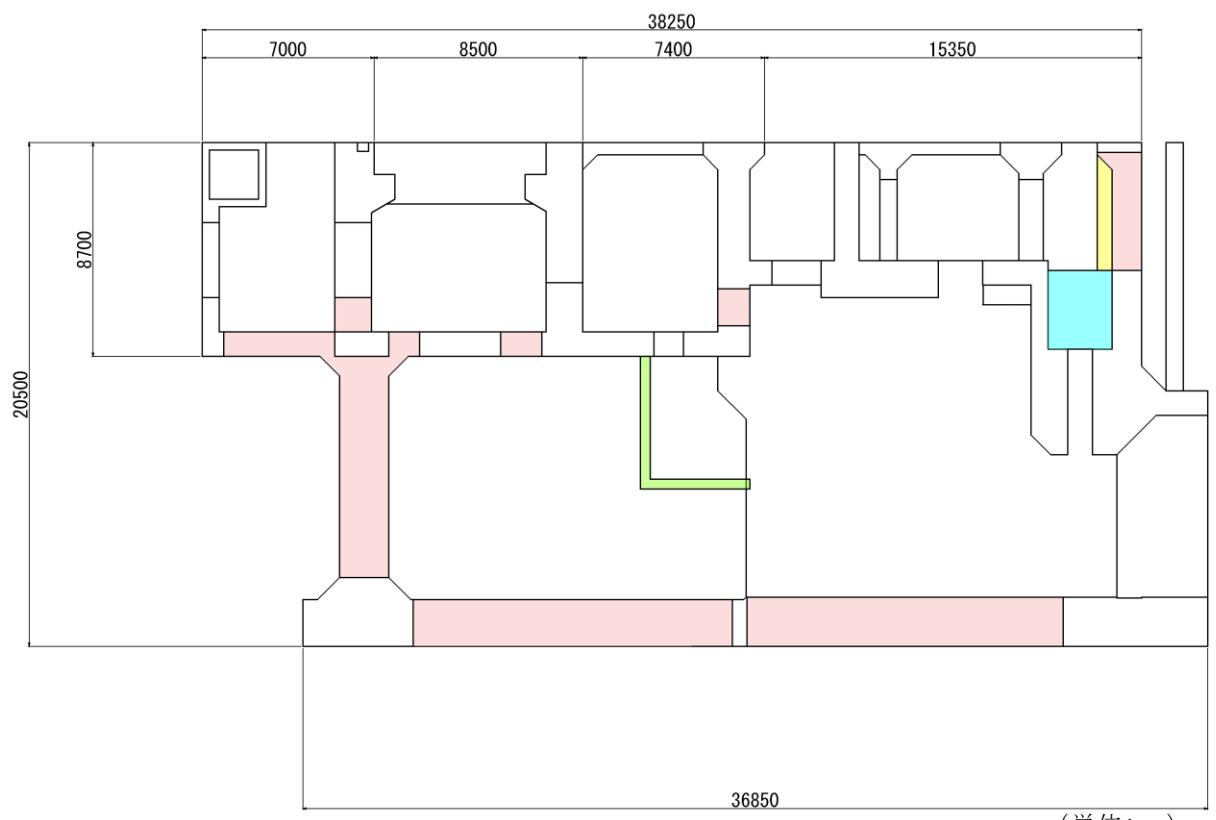
図 2-15 補強計画図 (断面図 (B-B 断面))



(単位: mm)

■ : PHb 工法適用箇所

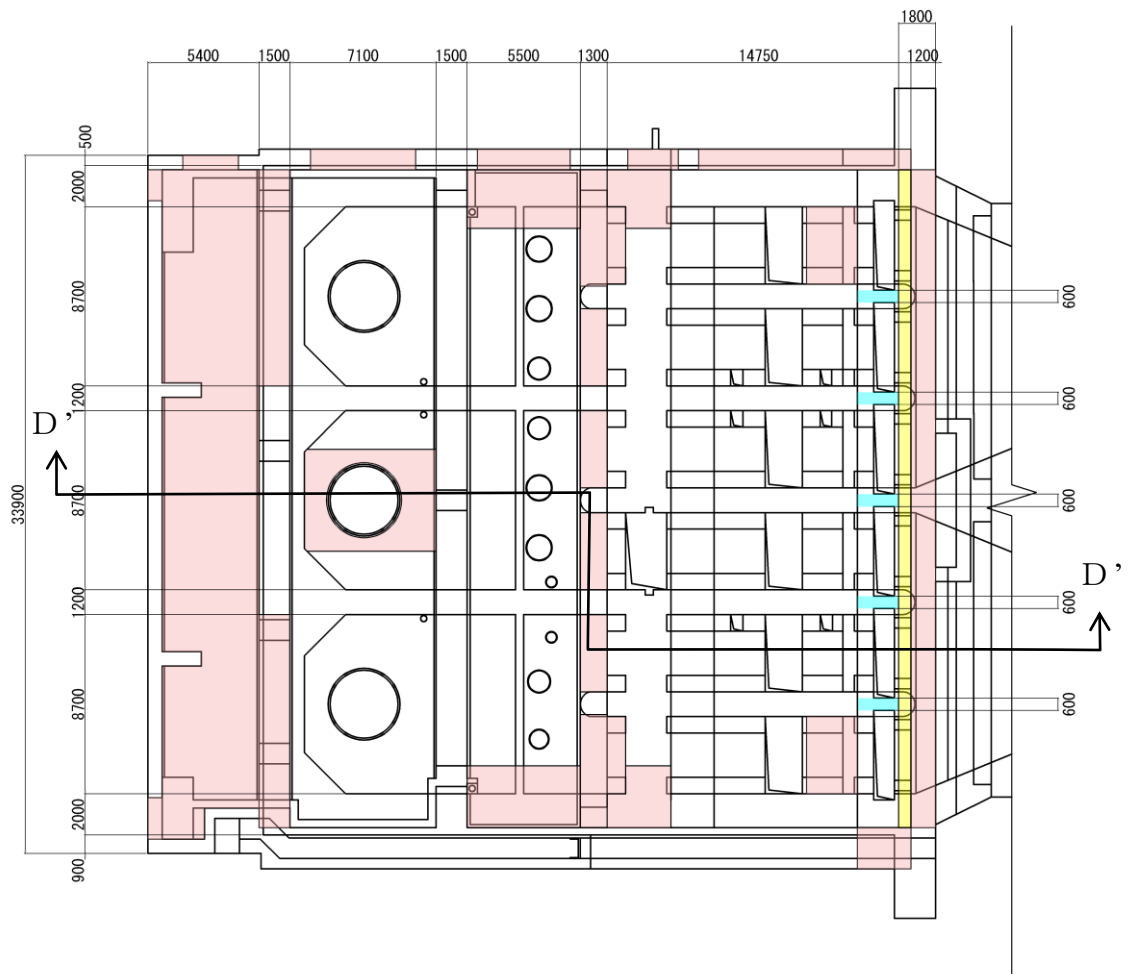
図 2-16 補強計画図 (断面図 (C-C 断面))



(単位: mm)

- : PHb 工法適用箇所
- : RSW ポンプ柵撤去箇所
- : 部材追加箇所 (控壁)
- : PHb 工法適用及び部材追加箇所 (北妻壁増厚)

図 2-17 補強計画図 (断面図 (D'-D' 断面))

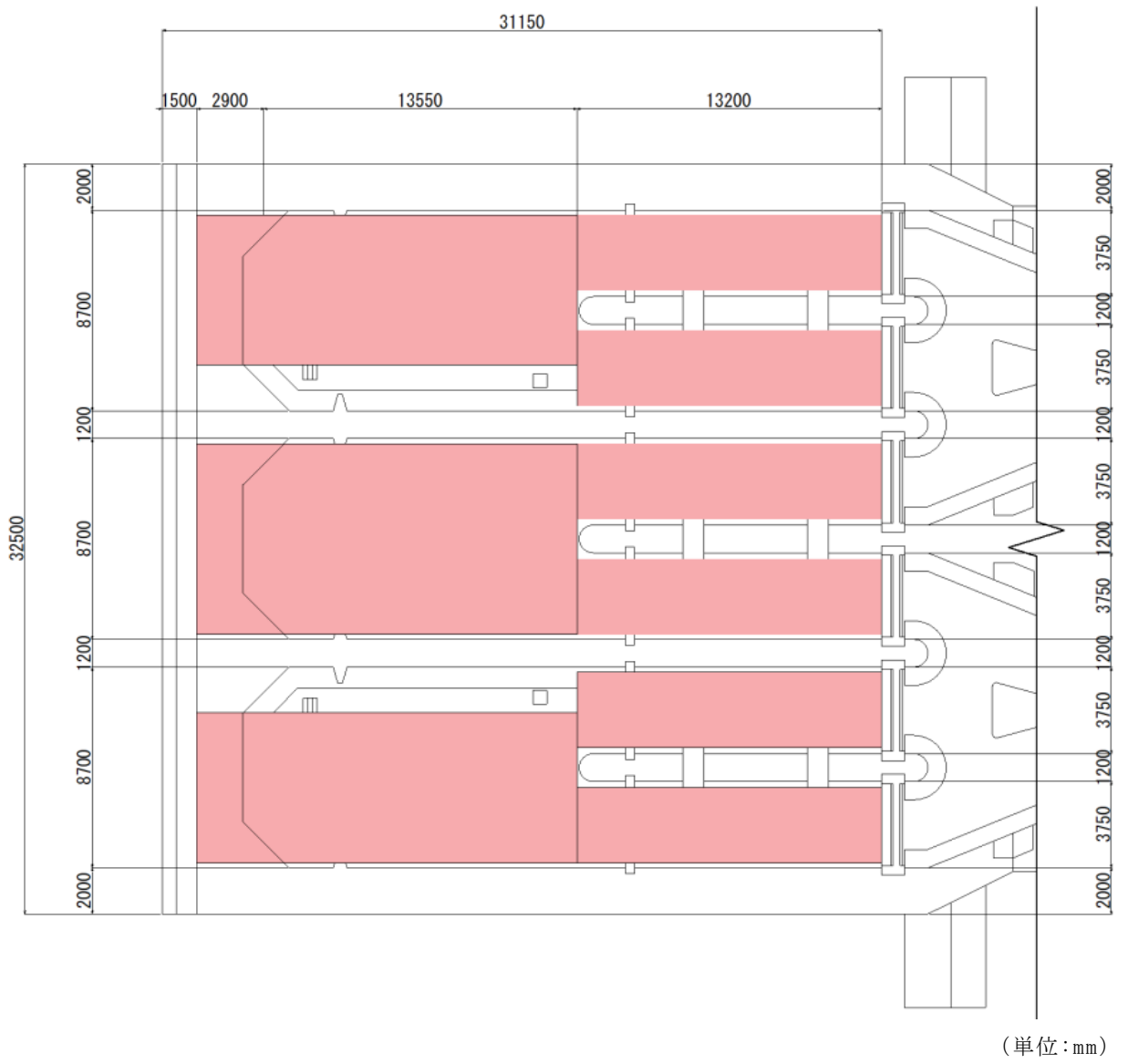


■ : PHb 工法適用箇所

■ : 部材追加箇所 (控壁)

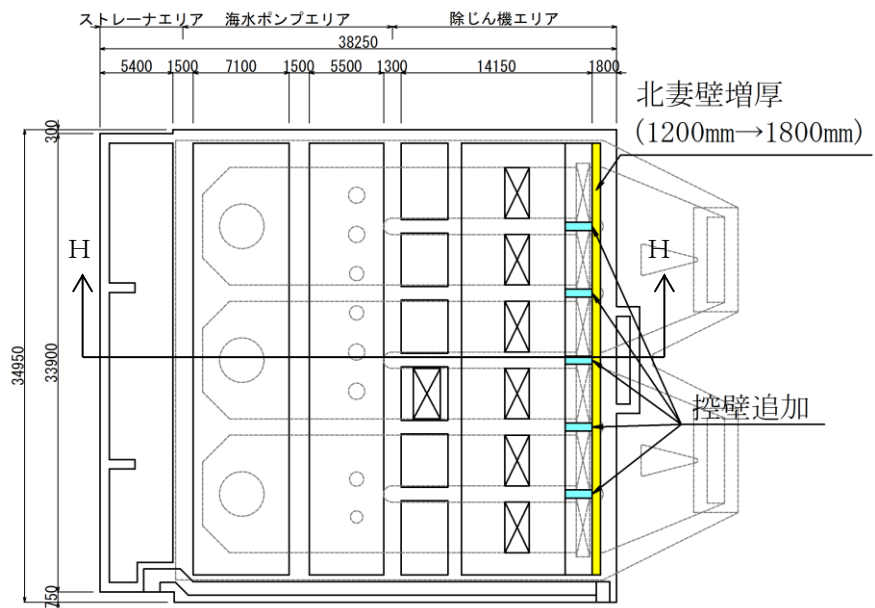
■ : PHb 工法適用及び部材追加箇所 (北妻壁増厚)
(単位: mm)

図 2-18 補強計画図 (断面図 (F-F 断面))

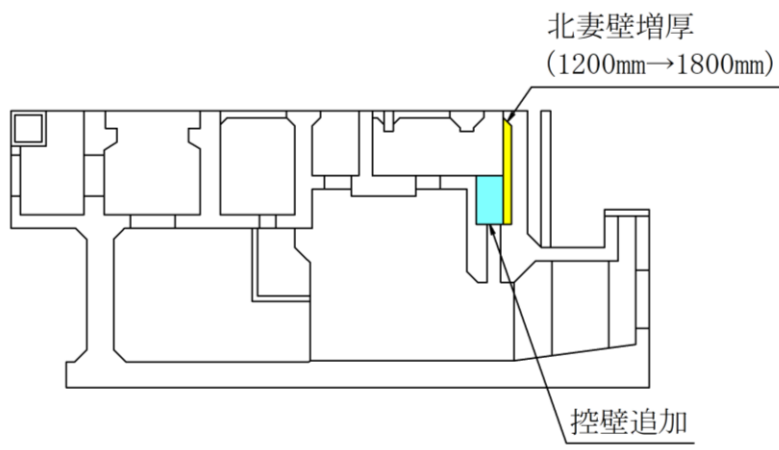


■ : PHb 工法適用箇所

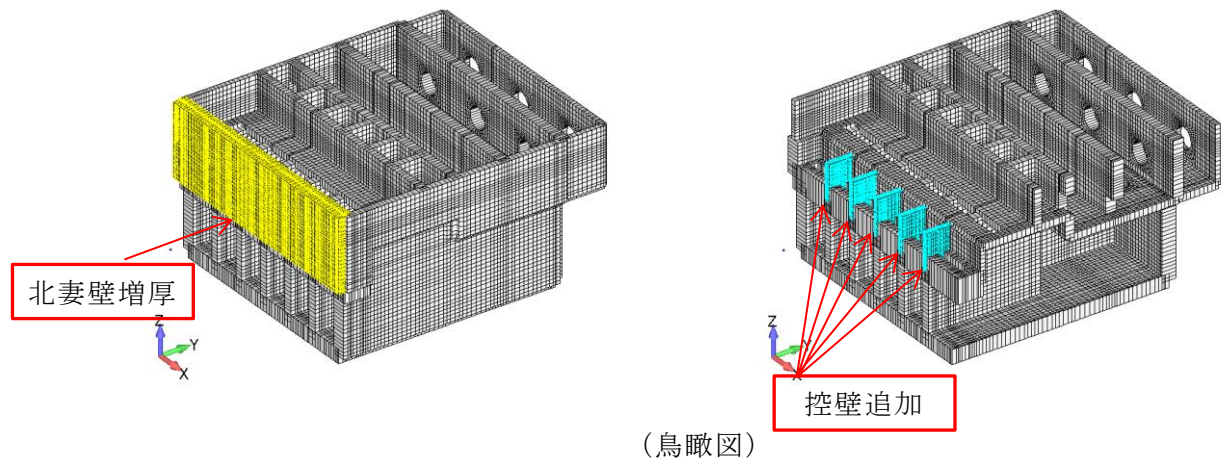
図 2-19 補強計画図 (断面図 (G-G 断面))



(平面図)

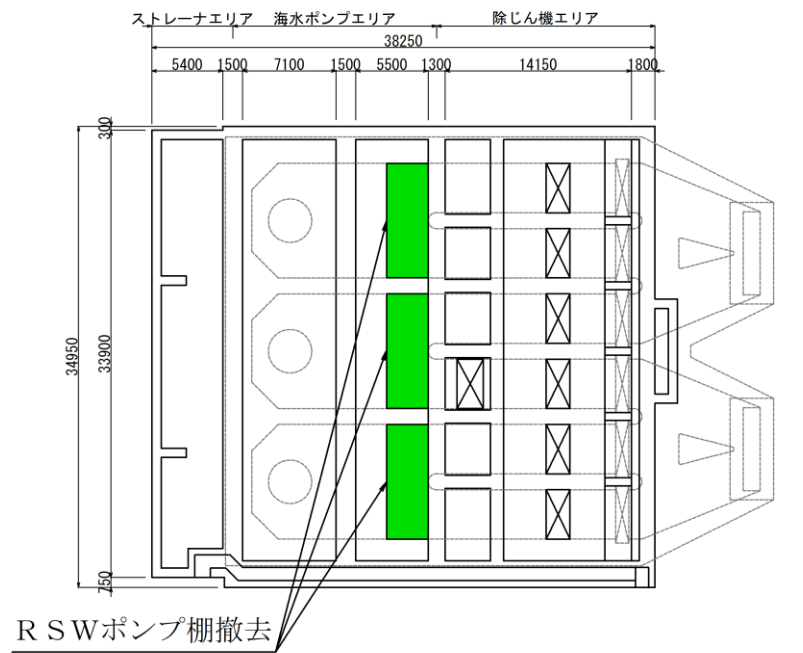


(H-H断面)

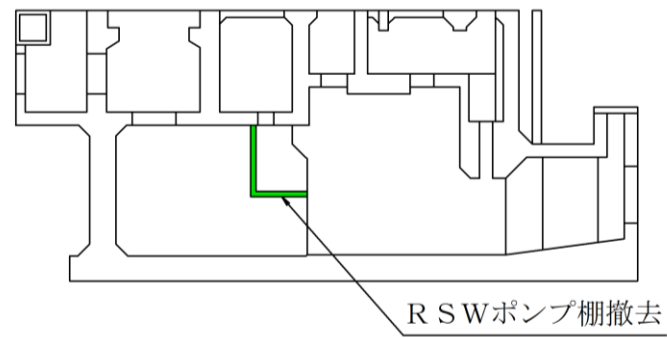


(鳥瞰図)

図 2-20 取水槽妻壁補強概要図



(平面図)



(H-H断面)

図 2-21 RSW ポンプ棚撤去概要図

2.3 耐震評価フロー

取水槽の地震応答解析フロー及び耐震評価フローを図 2-22 及び図 2-23 に示す。

取水槽は、加振方向に平行に配置される妻壁や隔壁を有する箱形構造物であることから、3次元非線形シェル要素を用いた3次元構造解析による耐震評価を実施する。図 2-23 の赤破線内に示す範囲について、地震動 1 波に対する評価内容を具体化したフローを図 2-24 に示す。

さらに、3次元構造解析における基本ケースから水平 2 方向載荷に至る一連の評価プロセスを図 2-25 に示す。3次元構造解析に当たっては、2次元有限要素法を用いた地震応答解析により地震時荷重を算定し、その荷重を3次元構造解析モデルに作用させて耐震評価を実施する。

地震応答解析により抽出する応答値は、3次元構造解析モデルに作用させる地震時土圧及び慣性力並びに基礎地盤等に発生する接地圧である。また、機器・配管系、浸水防護施設及び竜巻防護対策設備が耐震性に関する技術基準へ適合することを確認するために応答値を抽出する。

取水槽の基礎地盤の支持性能については、地震応答解析により得られた応答値を用いて耐震評価を行う。

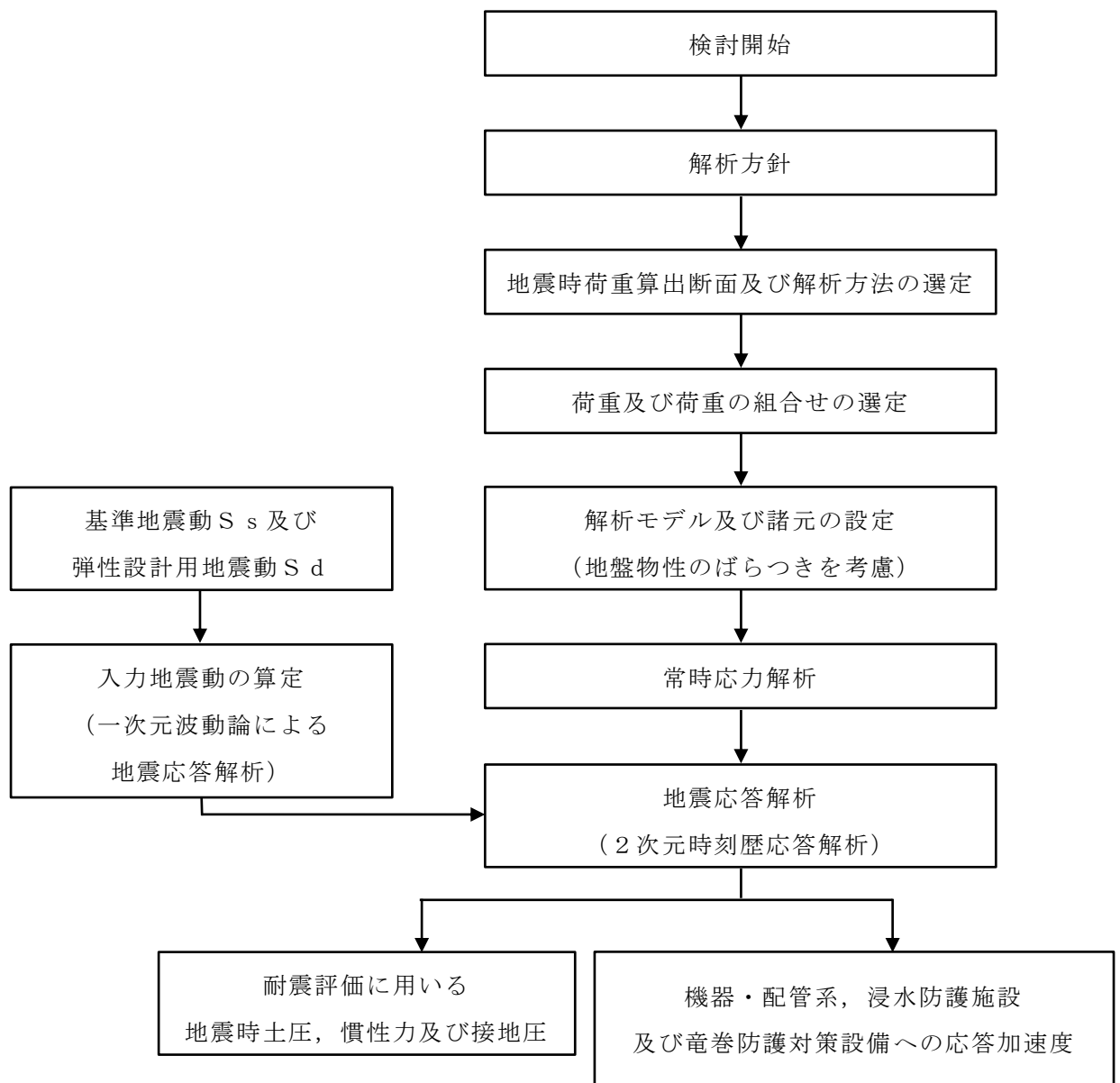


図 2-22 取水槽の地震応答解析フロー

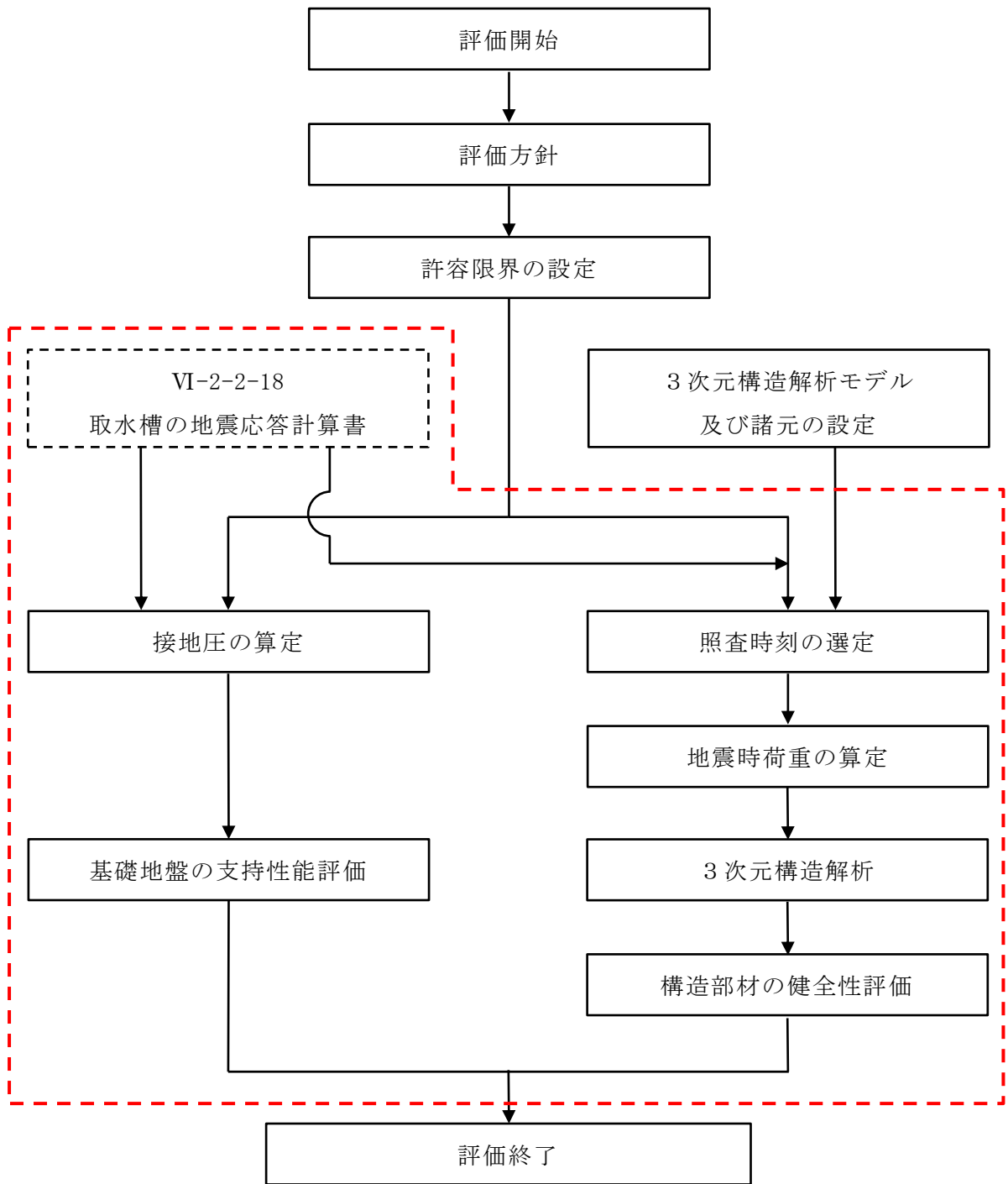


図 2-24 に示す範囲

図 2-23 取水槽の耐震評価フロー

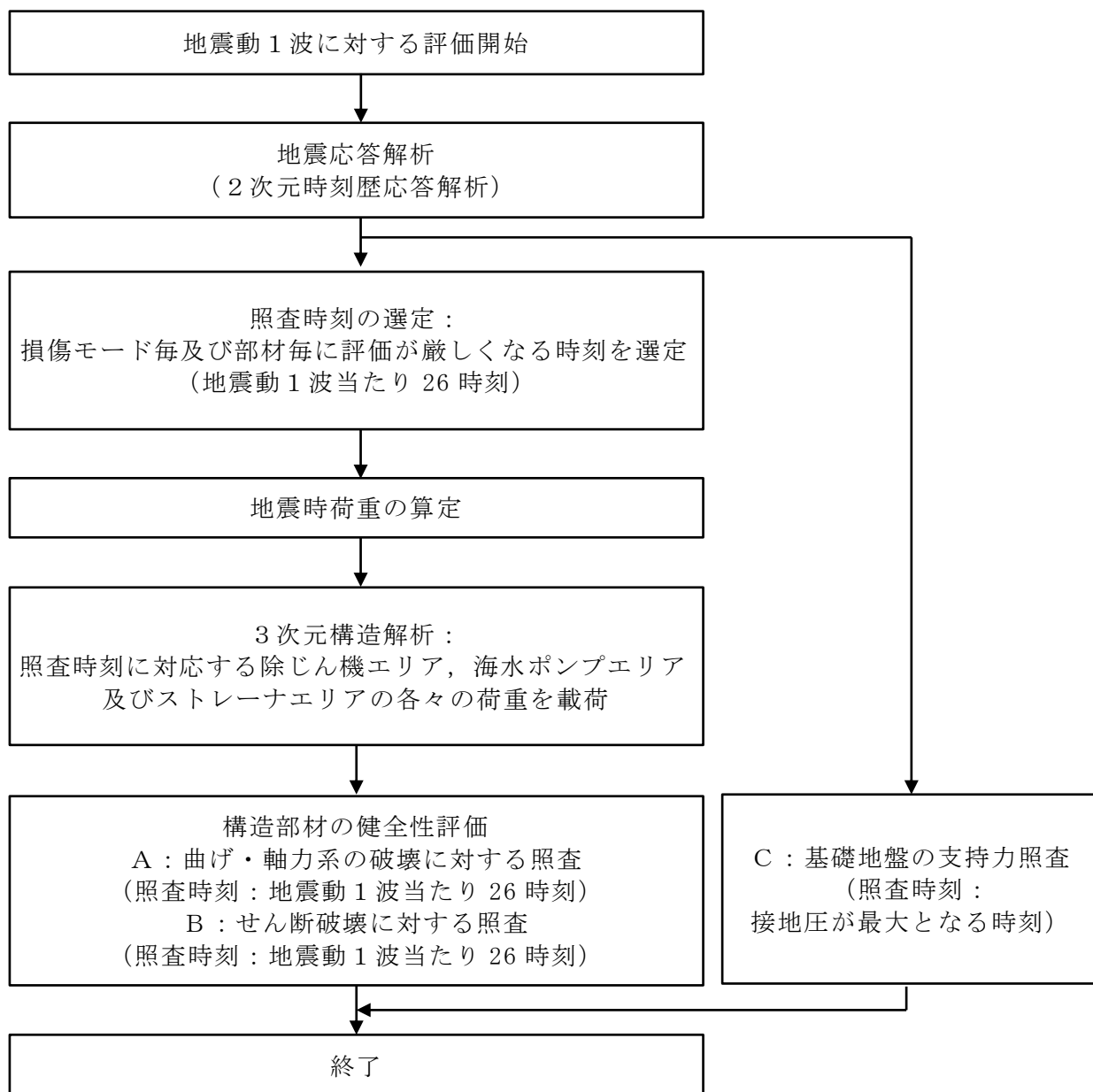


図 2-24 基本フロー (地震動 1 波に対する評価フロー)

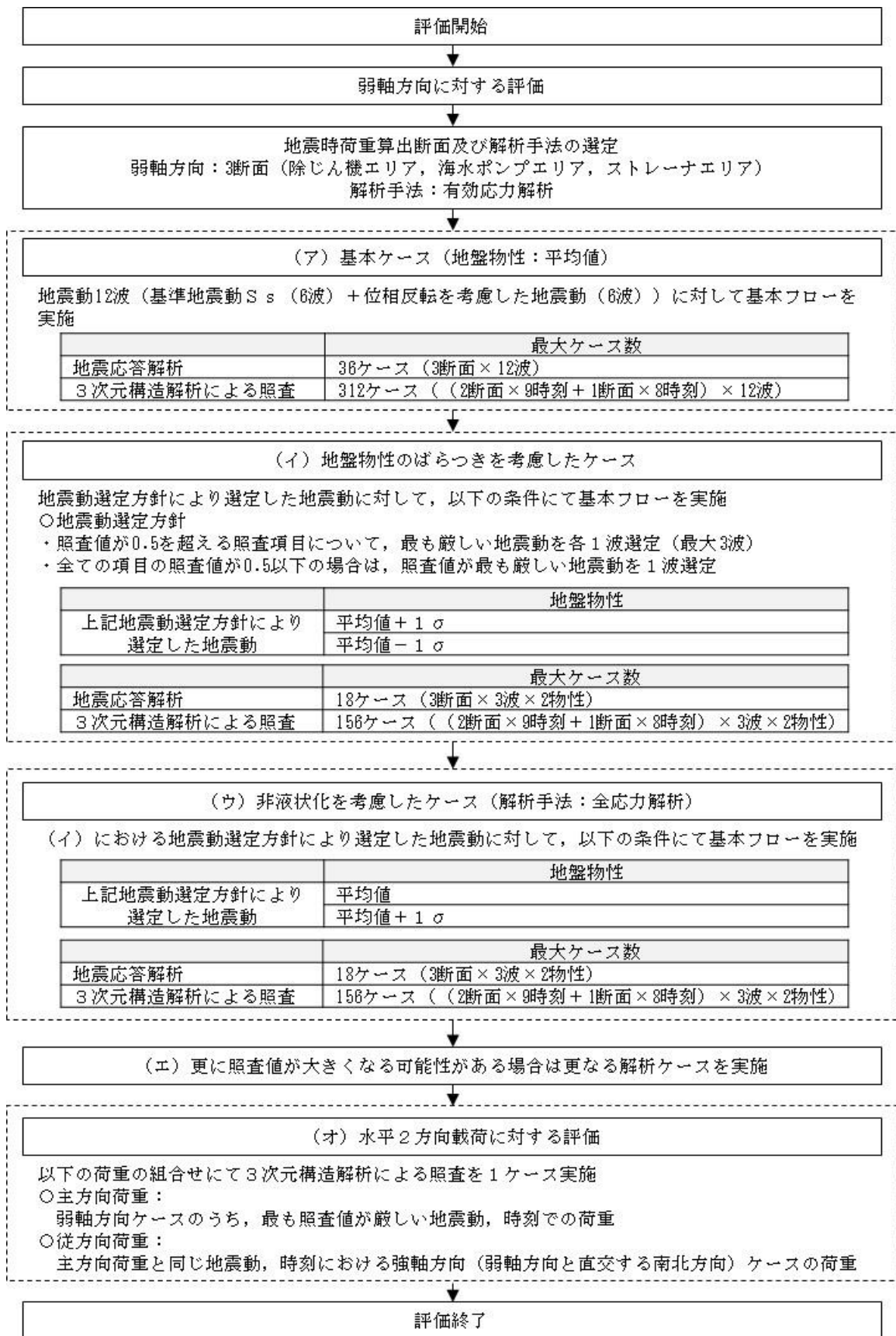


図 2-25 取水槽の3次元構造解析フロー

2.4 地震時荷重算出断面の選定

地震時荷重算出断面は、「補-026-01 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」の「4.4 取水槽」で記載したとおり、東西方向では各エリアにおける剛性の違いが地震時荷重及び床応答に及ぼす影響を考慮し、除じん機エリア（A-A断面）、海水ポンプエリア（B-B断面）及びストレーナエリア（C-C断面）の各エリアの構造モデルを使用し、各エリアの中心を地震時荷重算出断面とし、地震時応答解析に反映する。

また、南北方向（D-D断面）については、構造的特徴や周辺状況を踏まえ、構造物中心を地震時荷重算出断面とする。

なお、漸拡ダクト部（E-E断面）については、弱軸方向であるが、他断面と比較して範囲が限定的であり、部材が厚く内空が小さいことに加えて、機器・配管系も支持していないため、地震時荷重算出断面及び床応答算定断面として選定しない。

取水槽の地震時荷重算出断面図を図 2-26～図 2-29 に示す。

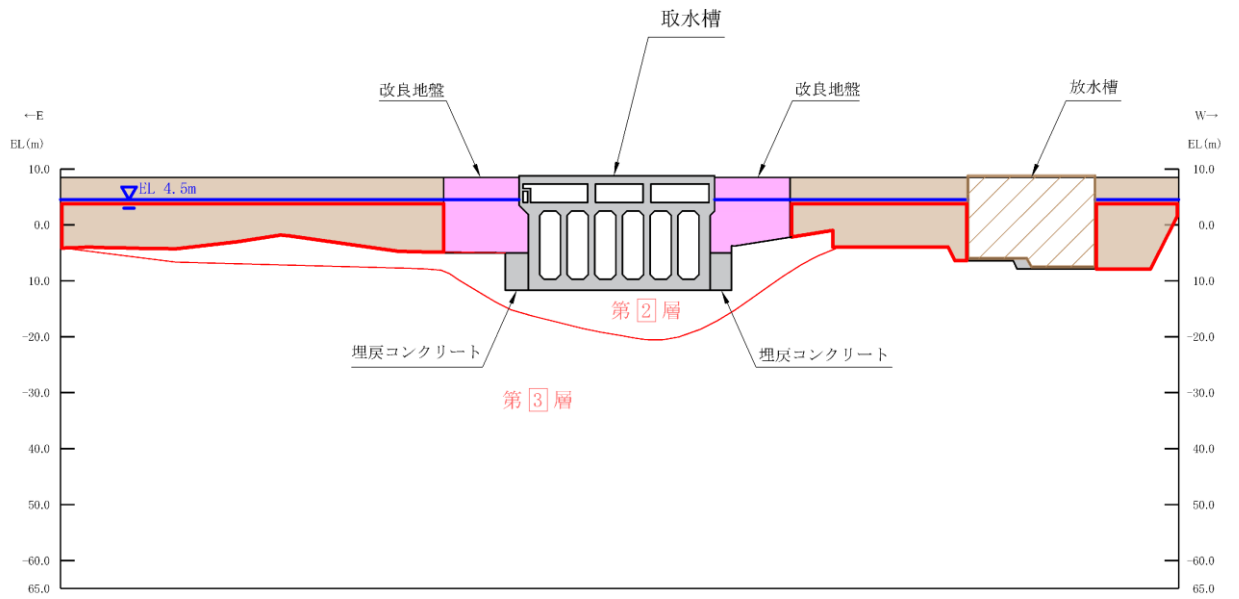


図 2-26 取水槽 地震時荷重算出断面図 (A-A 断面)

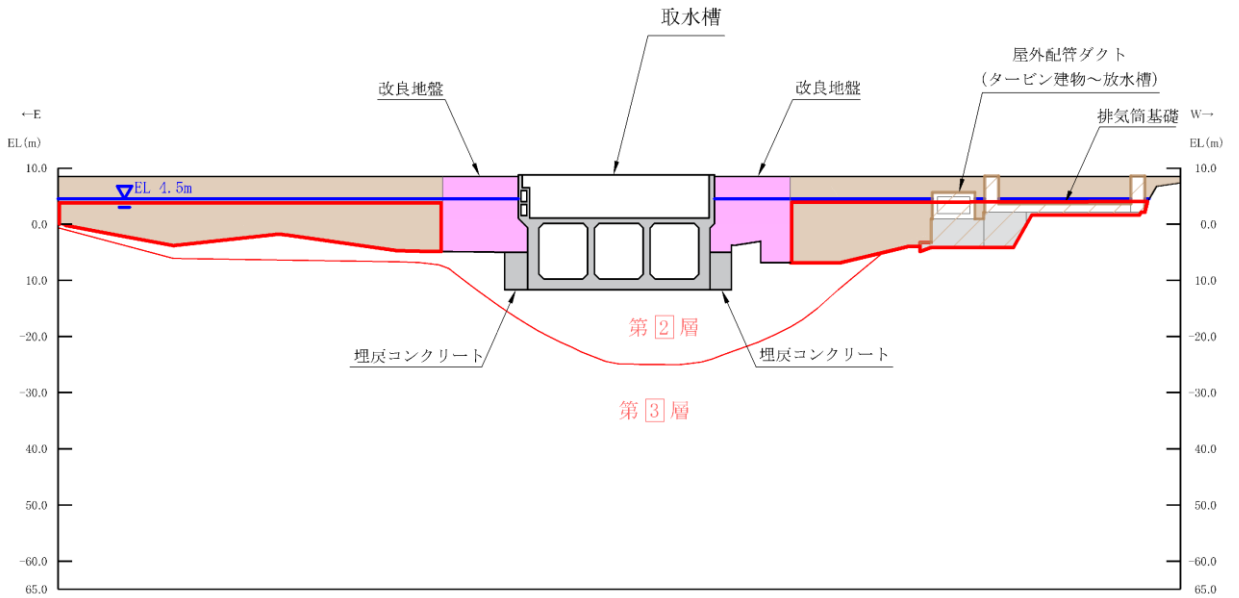
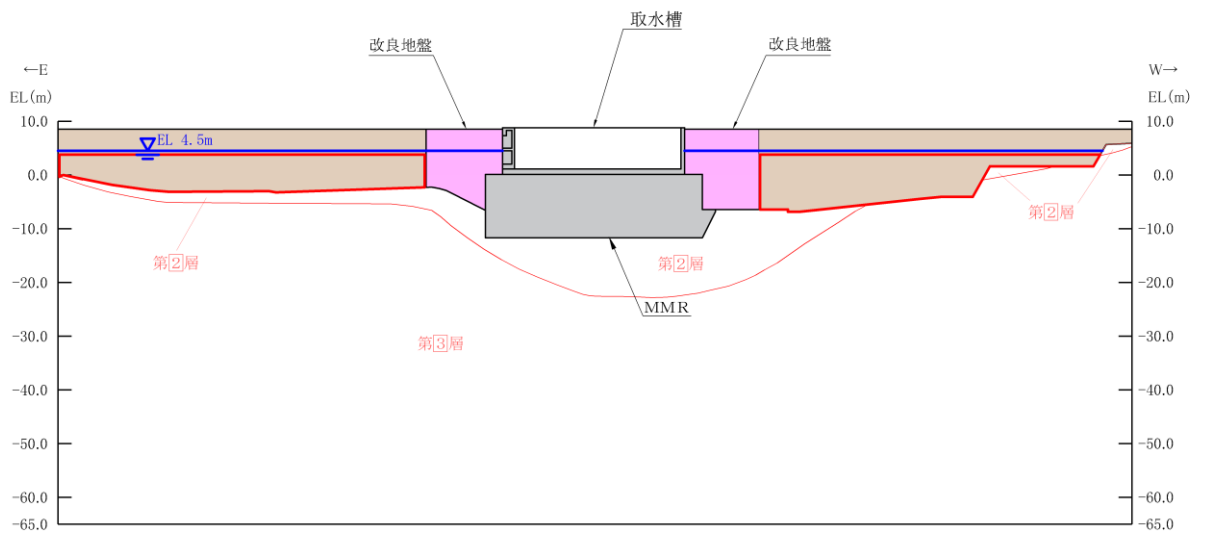


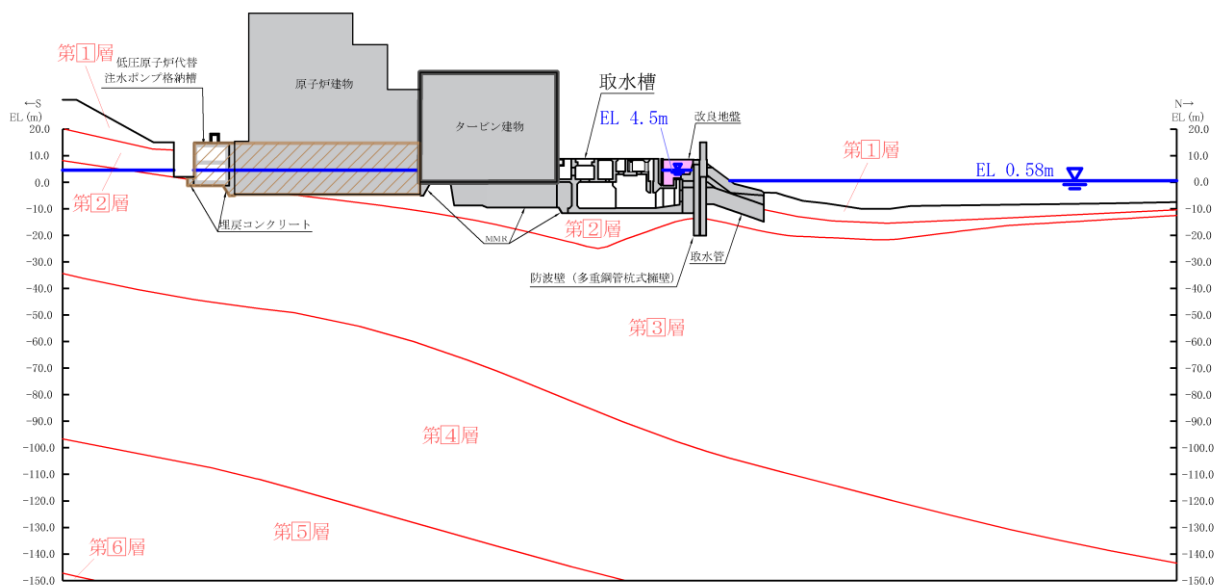
図 2-27 取水槽 地震時荷重算出断面図 (B-B 断面)



凡例

- 液化化対象層
- 地下水位以深の液化化対象層
- 地下水位
- 速度層境界線
- 人工構造物

図 2-28 取水槽 地震時荷重算出断面図 (C-C断面)



凡例

- 液化化対象層
- 地下水位以深の液化化対象層
- 地下水位
- 速度層境界線
- 人工構造物

図 2-29 取水槽 地震時荷重算出断面図 (D-D断面)

2.5 使用材料及び材料の物性値

構造物の使用材料を表 2-2 に、材料の物性値を表 2-3 に示す。評価部位を図 2-30 に示す。

表 2-2 使用材料

材料		仕様
コンクリート	底版，側壁，隔壁，妻壁*， 導流壁，中床版*	設計基準強度 23.5 N/mm ²
	分離壁，控壁	設計基準強度 24.0 N/mm ²
鉄筋		SD345

注記*：妻壁及び中床版の一部の部材は、設計基準強度 24.0N/mm²である。

表 2-3 材料の物性値

材料	設計基準強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (N/mm ²)	単位体積重量 (kN/m ³)	ポアソン比
鉄筋コンクリート	23.5	2.475×10^4	24.0	0.2
	24.0	2.500×10^4	24.0	

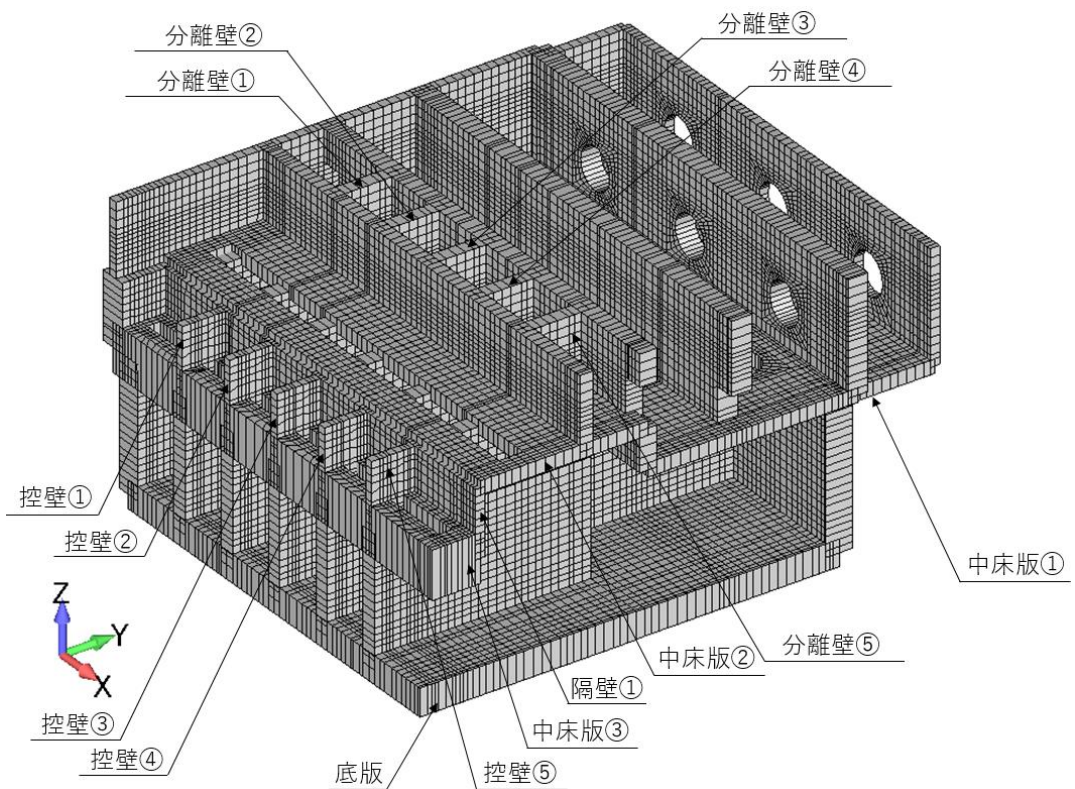
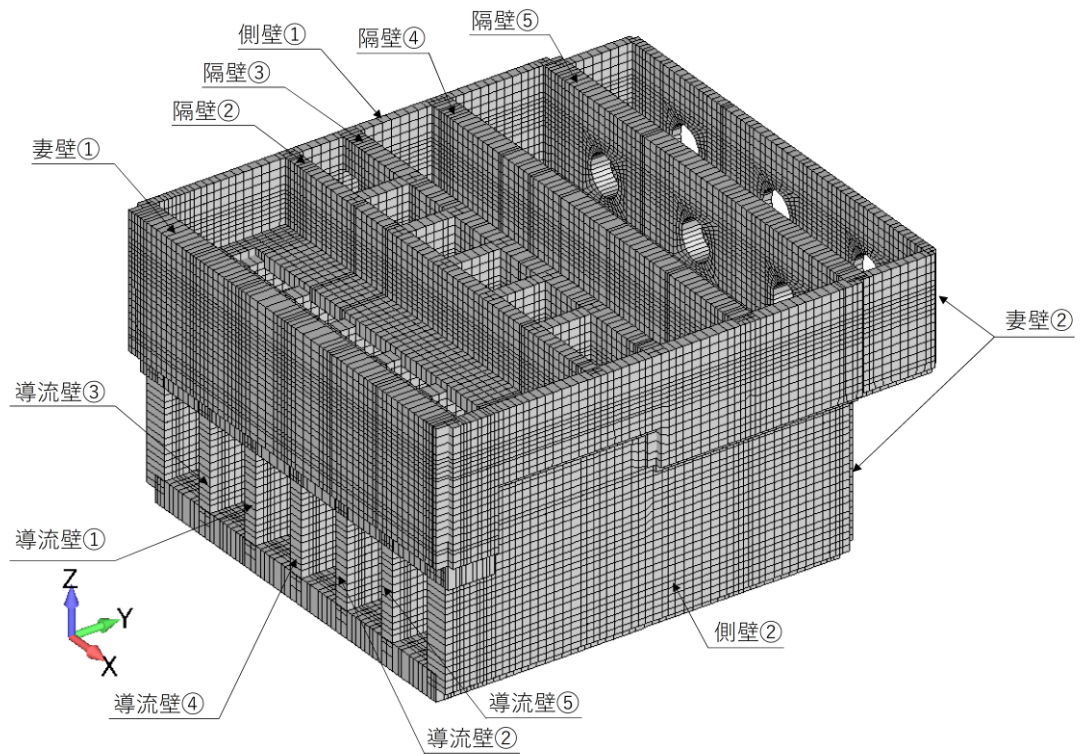


図 2-30 評価部位の位置*

注記*：部材を説明するための図であり，解析モデルではない。

2.6 地盤物性値

地盤については、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」にて設定している物性値を用いる。地盤の物性値を表 2-4 に示す。

表 2-4 (1) 地盤の解析用物性値 (岩盤)

層番号	S波速度 V_s (m/s)	P波速度 V_p (m/s)	単位体積重 量 γ (kN/m ³)	ポアソン 比 ν	せん断弾性係 数 G (× 10 ⁵ kN/m ²)	減衰定 数 h (%)
第1層	250	800	20.6	0.446	1.31	3
第2層	900	2100	23.0	0.388	19.0	3
第3層	1600	3600	24.5	0.377	64.0	3
第4層	1950	4000	24.5	0.344	95.1	3
第5層	2000	4050	26.0	0.339	105.9	3
第6層*	2350	4950	27.9	0.355	157.9	3

注記*：入力地震動の算定においてのみ用いる解析用物性値

表 2-4 (2) 地盤の全応力解析における解析用物性値 (埋戻土)

		解析用物性値
物理特性	密度 ρ (g/cm ³)	2.11
強度特性	初期せん断強度 τ_0 (N/mm ²)	0.22
	内部摩擦角 ϕ (°)	22
動の変形特性	初期せん断弾性係数 G_0 (N/mm ²)	$G_0=749 \sigma^{0.66}$ $G/G_0=1/(1+\gamma/0.00027)$
	動ポアソン比 ν_d	0.45*
減衰特性	減衰定数 h	$h=0.0958 \times (1-G/G_0)^{0.85}$

注記*：常時応力解析においては、土木学会マニュアル 2005 に基づき、静止土圧 ($K_0 = \nu / (1 - \nu) = 0.5$) を作用させるため、 $\nu = 0.333$ とする。

表 2-4 (3) 地盤の有効応力解析における解析用物性値 (埋戻土)

		解析用物性値	
物理特性	密度 ρ^{*1} (g/cm ³)	2.11 【2.00】	
	間隙率 n	0.45	
変形特性	動せん断弾性係数 G_{ma}^{*2} (kN/m ²)	156,900	
	基準平均有効拘束圧 $\rho_{ma}'^{*2}$ (kN/m ²)	98.0	
	ポアソン比 ν	0.33	
	減衰定数の上限値 h_{max}	0.095	
強度特性	粘着力 c' (N/mm ²)	0.00	
	内部摩擦角 ϕ' (°)	40.17	
液状化特性	変相角 ϕ_p (°)	28.0	
	液状化パラメータ	S1	0.005
		w1	4.150
		P1	0.500
		P2	0.990
		C1	2.015

注記*1：括弧内【】の数字は地下水位以浅の数値を表す。

*2：動せん断弾性係数，基準平均有効拘束圧及び液状化パラメータは代表的数値を示す。

表 2-4 (4) 地盤の全応力解析における解析用物性値 (改良地盤)

			解析用物性値
物理特性	密度	ρ (g/cm ³)	2.11
強度特性	初期せん断強度	τ_0 (N/mm ²)	1.25
	内部摩擦角	ϕ (°)	0.00
動の変形特性	初期せん断弾性係数	G_0 (N/mm ²)	$G_0=1135$ $G/G_0=1/(1+\gamma/0.0011)$
	動ポアソン比	ν_d	0.33
減衰特性	減衰定数	h	$h=0.0958 \times (1-G/G_0)^{1.007}$

表 2-4 (5) 地盤の有効応力解析における解析用物性値 (改良地盤)

			解析用物性値
物理特性	密度	ρ^{*1} (g/cm ³)	2.11 【2.00】
	間隙率	n	0.45
変形特性	動せん断弾性係数	G_{ma}^{*2} (kN/m ²)	1,135,000
	基準平均有効拘束圧	ρ_{ma}^{*2} (kN/m ²)	98.0
	ポアソン比	ν	0.33
	減衰定数の上限値	h_{max}	0.095
強度特性	粘着力	c' (N/mm ²)	1.25
	内部摩擦角	ϕ' (°)	0.00

注記*1: 括弧内【】の数字は地下水位以浅の数値を表す。

*2: 動せん断弾性係数, 基準平均有効拘束圧及び液状化パラメータは代表的数値を示す。

2.7 評価構造物諸元及び要求機能の考え方

2.7.1 評価構造物諸元

取水槽の諸元を表 2-5 に、評価部位を図 2-31 示す。

表 2-5 評価部位とその仕様

部位	仕様 ^{*1}			要求機能
	部材厚 (mm)	コンクリート 設計基準強度 f'_{ck} (N/mm ²)	鉄筋	
底版	1900, 2000	23.5	SD345	通水機能
側壁	700, 2000 (側壁①)	23.5	SD345	通水機能
	700, 1000, 2000 (側壁②)	23.5	SD345	止水機能 支持機能
隔壁	700 (隔壁①)	23.5	SD345	通水機能 止水機能 支持機能
	1000 (隔壁②)	24.0	SD345	
	1300 (隔壁③)	23.5	SD345	
	1500 (隔壁④, 隔壁⑤)	23.5	SD345	
妻壁	1200 (妻壁①)	23.5 ^{*2}	SD345	支持機能
	700, 2000 (妻壁②)	23.5	SD345	
導流壁	1200 (導流壁①～⑤)	23.5	SD345	通水機能
分離壁	1000 (分離壁①～⑤)	24.0	SD345	止水機能
控壁	1200 (控壁①～⑤)	24.0	SD345	—
中床版	1000 (中床版①)	23.5	SD345	通水機能
	1000 (中床版②)	23.5 ^{*3}	SD345	止水機能
	3500 (中床版③)	23.5	SD345	支持機能

注記*1：補強部材の位置は図 2-14～図 2-19 に示す。

*2：増厚部の設計基準強度は 24.0N/mm²

*3：開口閉塞部の設計基準強度は 24.0N/mm²

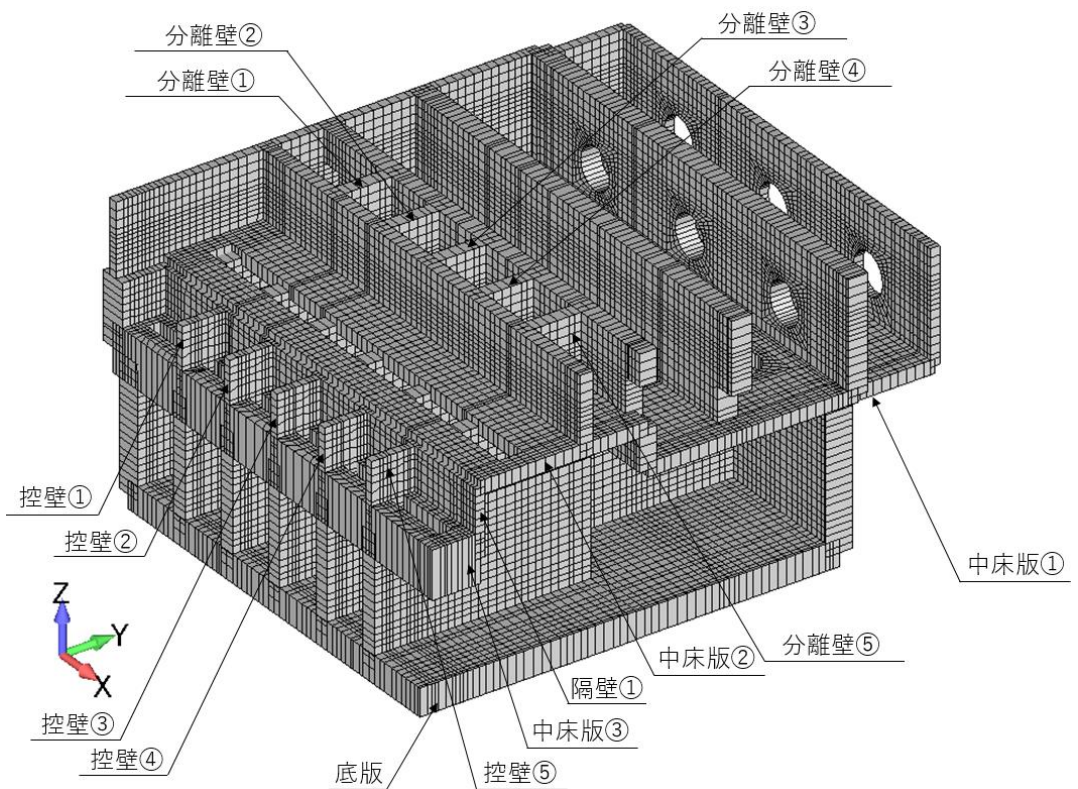
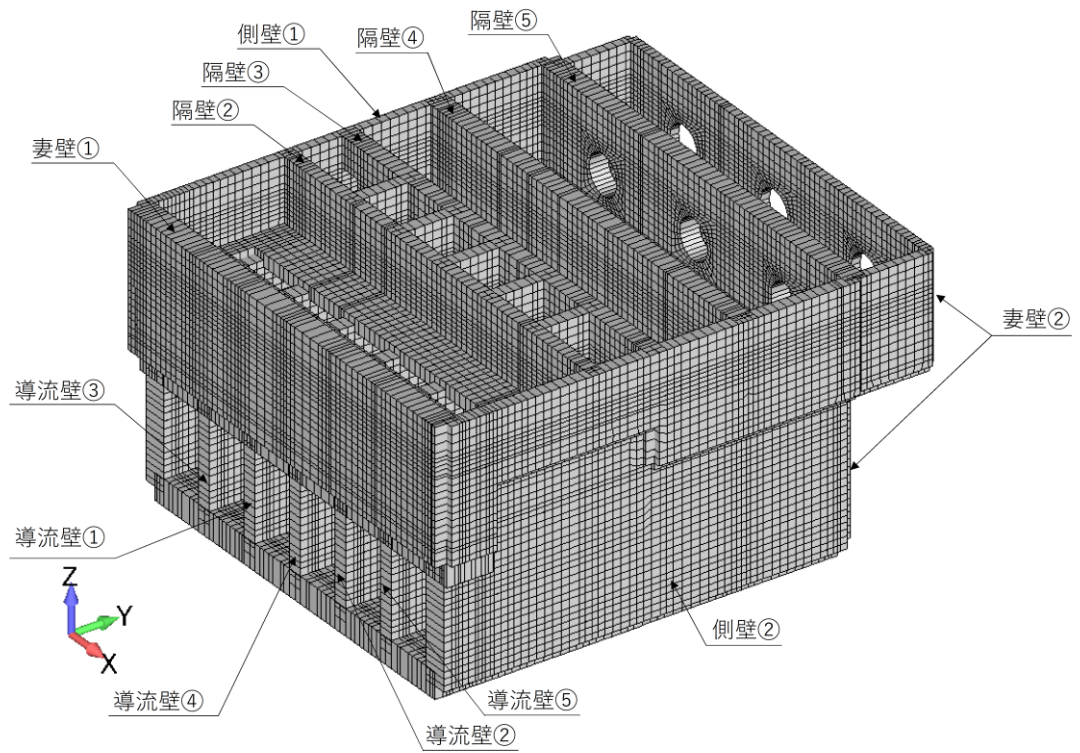


図 2-31 評価部位の位置(再掲)*

注記* : 部材を説明するための図であり, 解析モデルではない。

2.7.2 取水槽の要求機能の考え方

「2.7.1 評価構造物諸元」の表 2-5 に示した取水槽の要求機能について、その考え方を以下に記載する。

(1) 通水機能

取水槽の通水断面を構成する各部材について、通水機能を要求するものとする。

図 2-32 に通水機能が要求される部材の範囲を示す。

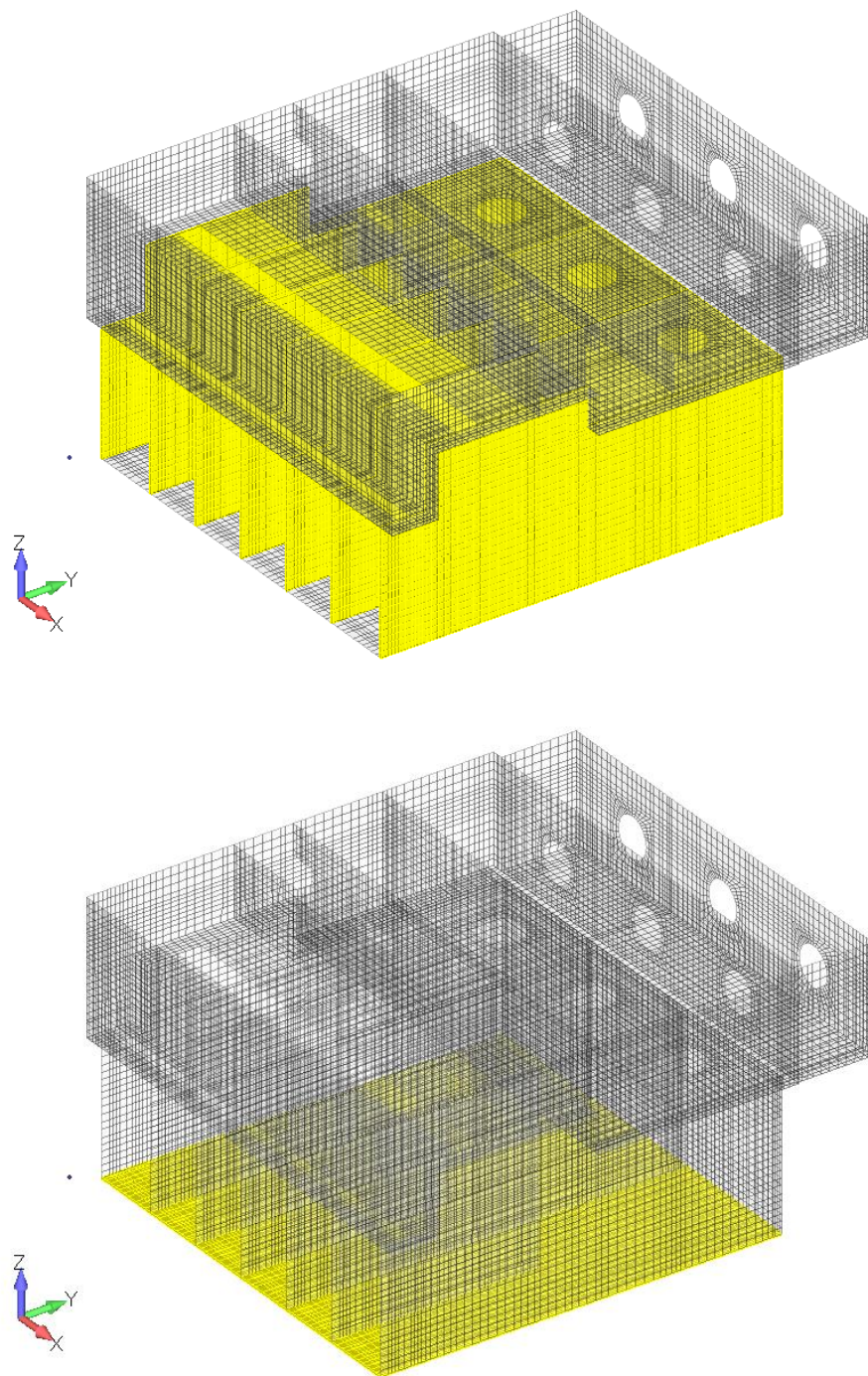


図 2-32 通水機能が要求される部材の範囲(上:壁部, 下:床部)

(2) 止水機能

止水機能は、津波の押し波時における外郭防護、屋外タンク損傷時における内郭防護及び循環水系配管破壊時における内部溢水に対し、部材からの漏水によりSクラスの機器・配管等の安全機能を損なうことがないように要求される機能である。

図 2-33 に止水機能が要求される部材の範囲を示す。

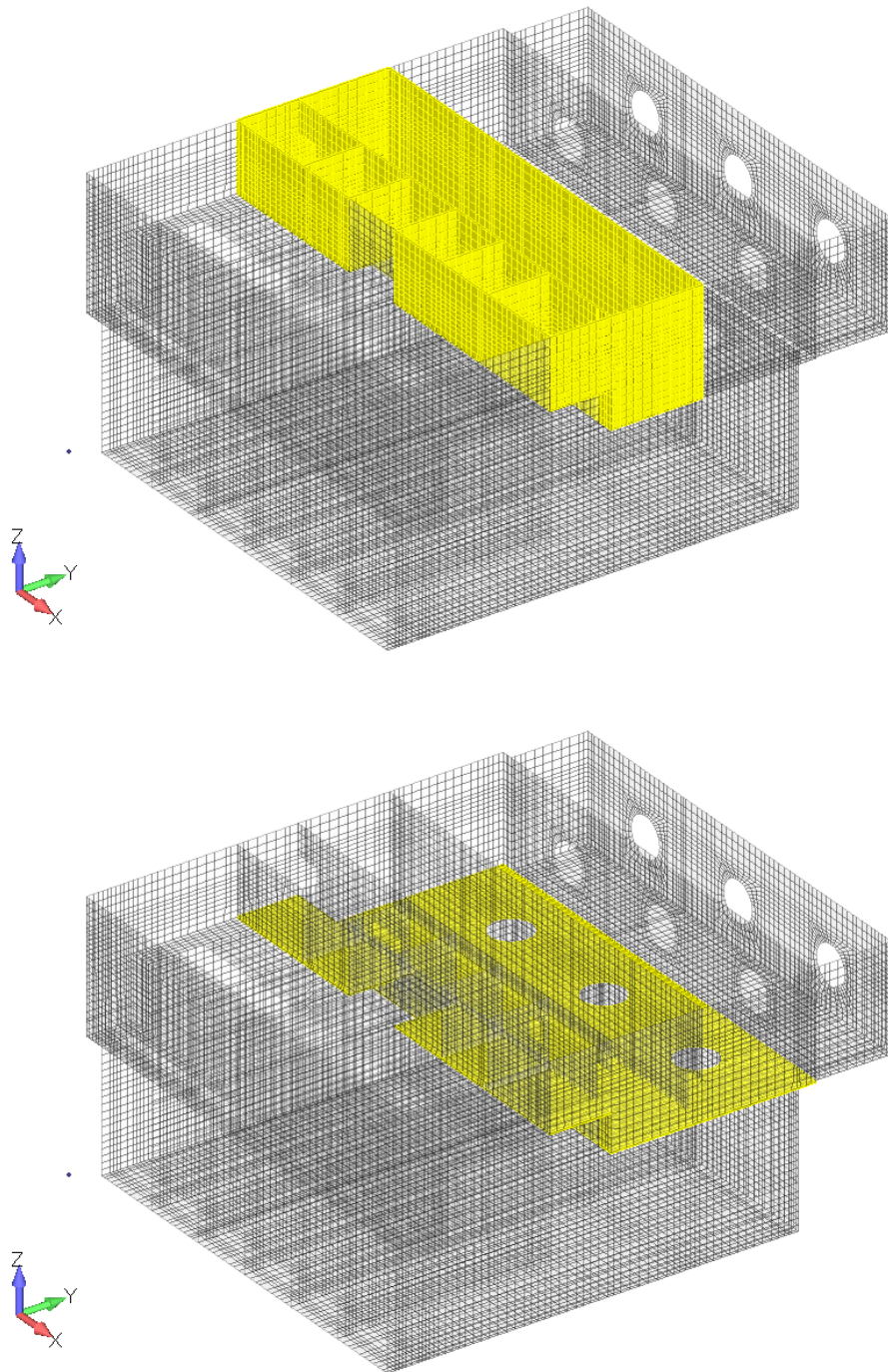


図 2-33 止水機能が要求される部材の範囲(上:壁部, 下:床部)

(3) 支持機能

耐震重要施設及び常設重要重大事故等対処施設である原子炉補機冷却海水ポンプ等を間接支持する部材を図 2-34 に示す。支持機能における曲げに対する許容限界は、構造物全体で終局状態に対する限界ひずみを下回ることに加え、アンカー定着部周辺においては、部材降伏に対する限界ひずみを下回ることを確認する。なお、上位の要求機能（通水機能、止水機能）が求められる部材は図示していない。

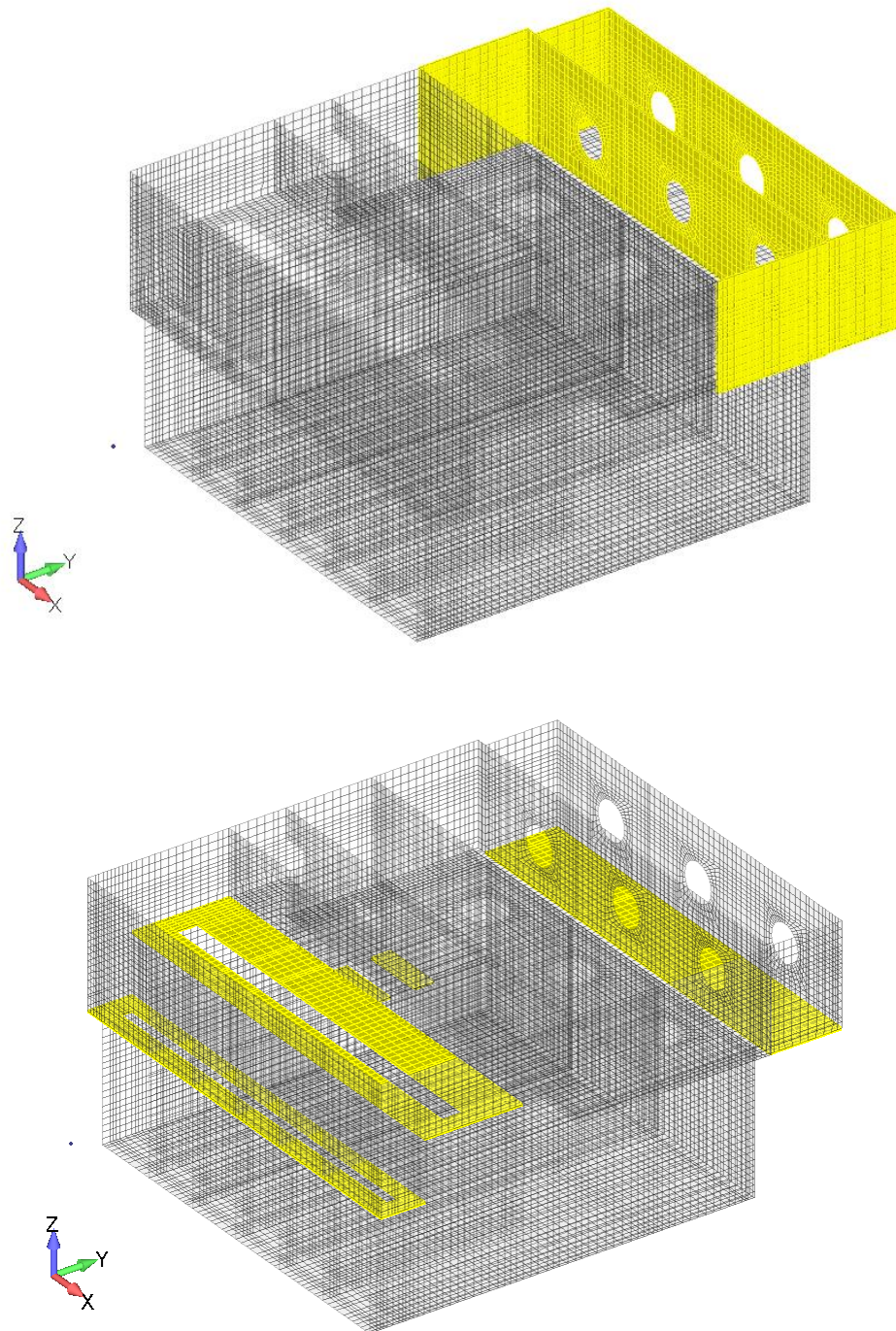


図 2-34 支持機能が要求される部材の範囲(上:壁部, 下:床部)

2.8 地下水位

設計地下水位は，VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に従い設定する。設計地下水位の一覧を表 2-6 に，設計地下水位を図 2-35～図 2-38 に示す。

表 2-6 設計用地下水位の一覧

施設名称	解析断面	設計地下水位 (EL m)
取水槽	A-A断面	4.50
	B-B断面	
	C-C断面	
	D-D断面	

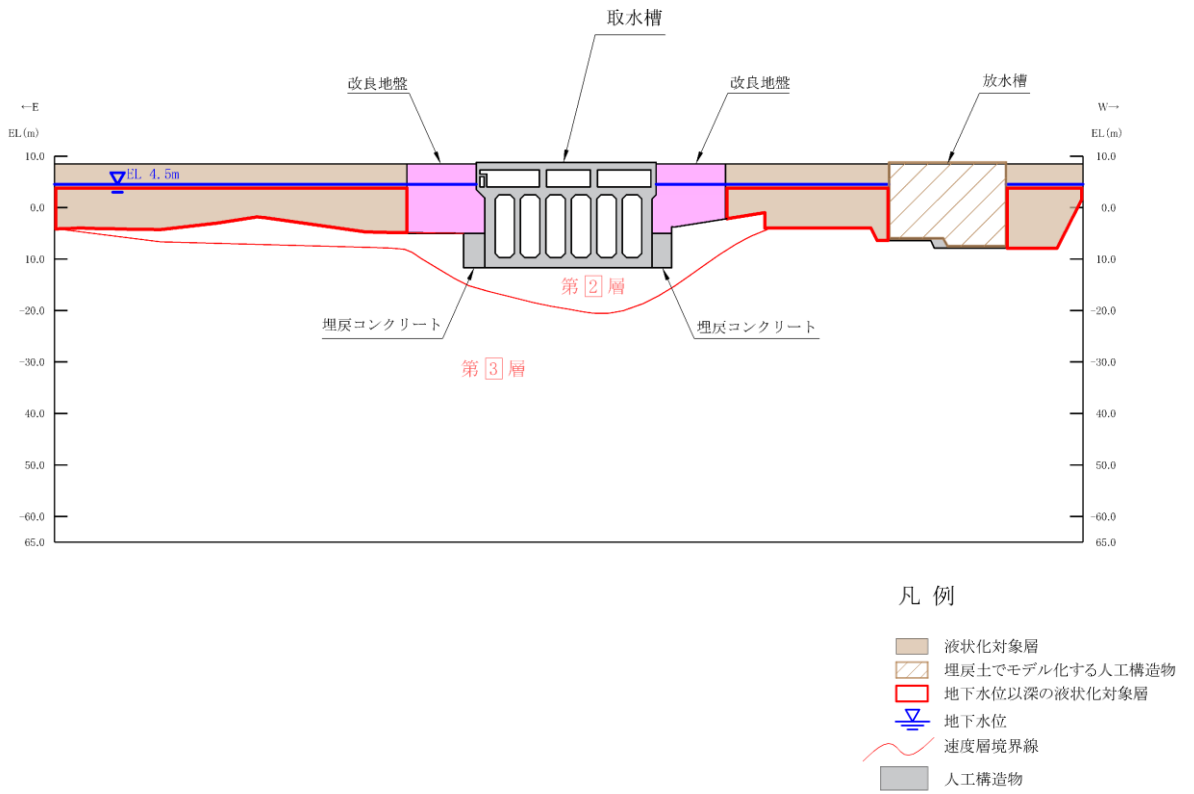


図 2-35 設計用地下水位 (A-A 断面)

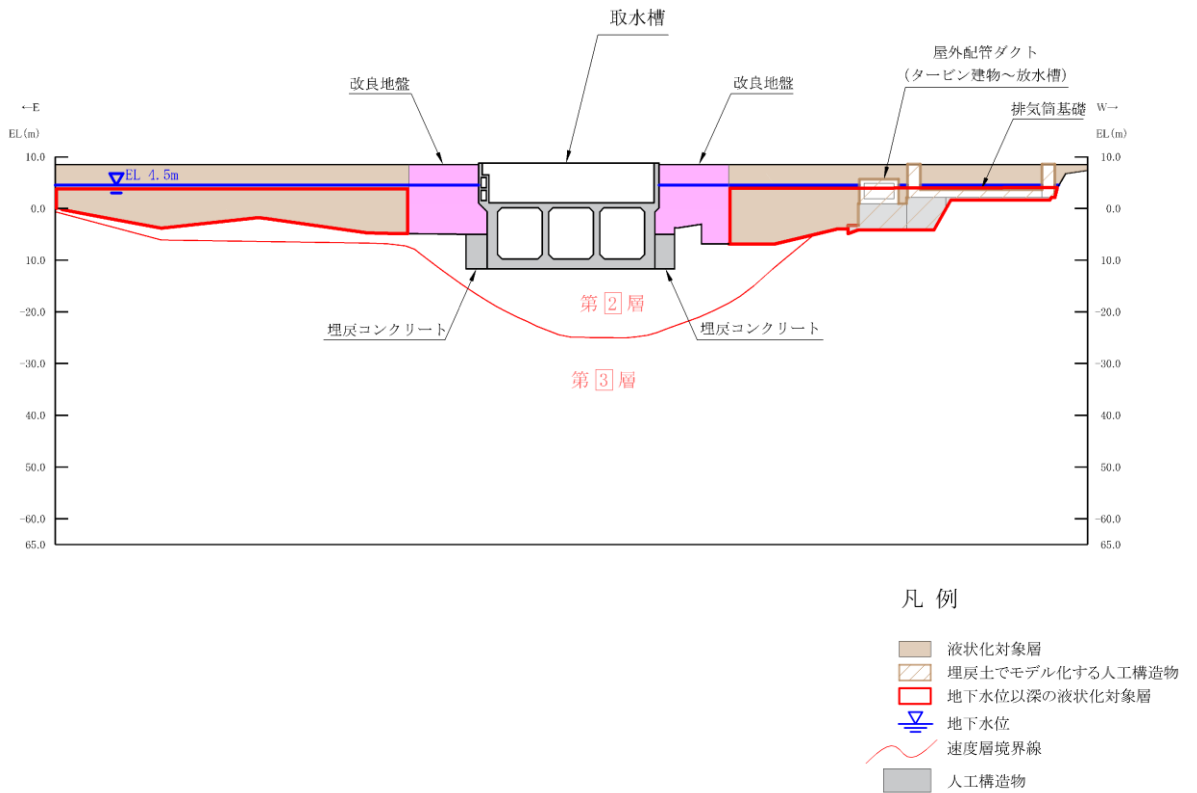
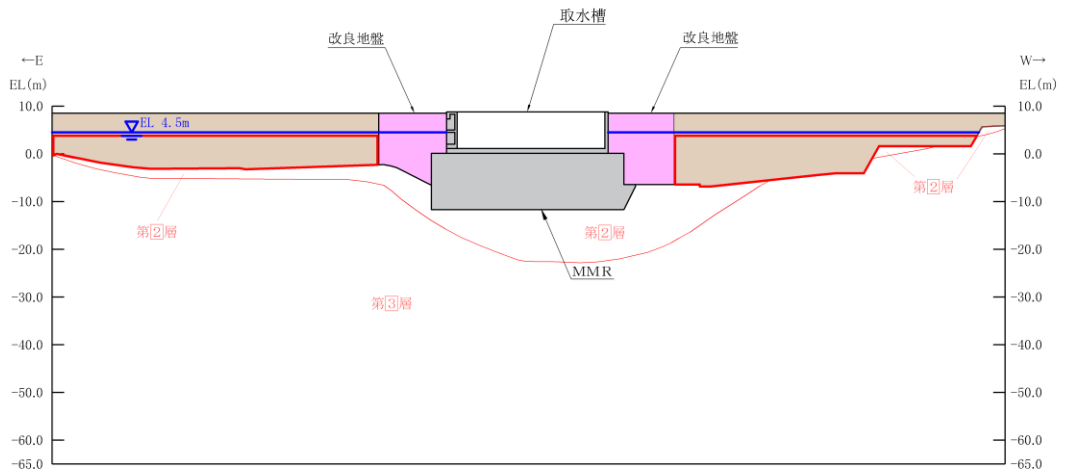


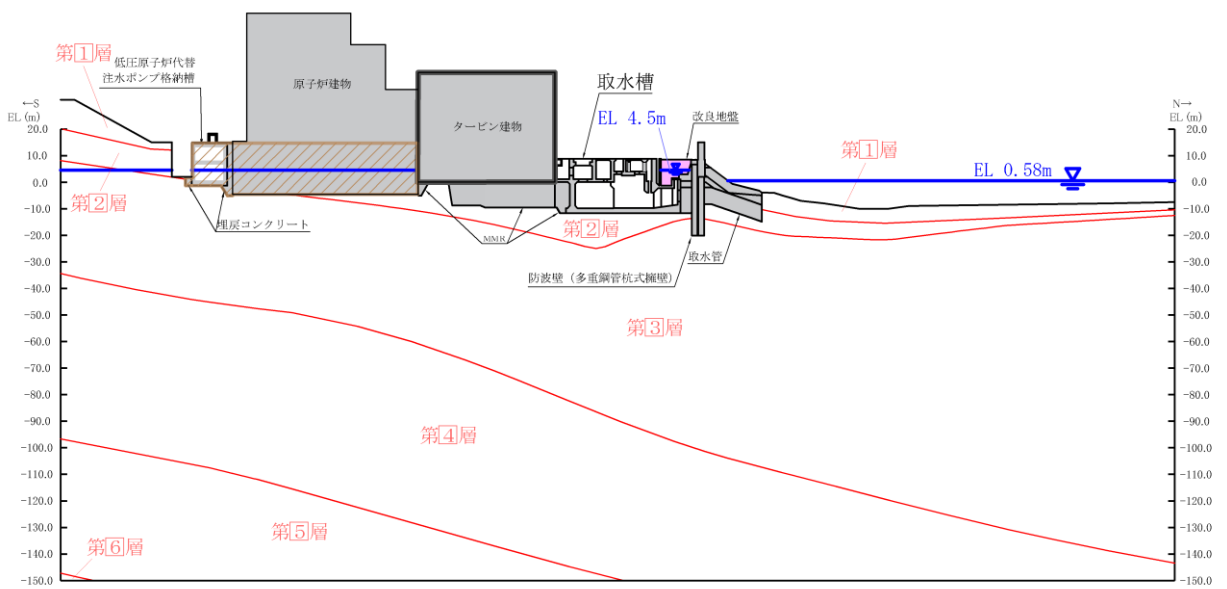
図 2-36 設計用地下水位 (B-B 断面)



凡例

- 液状化対象層
- 埋戻土でモデル化する人工構造物
- 地下水位以深の液状化対象層
- 地下水位
- 速度層境界線
- 人工構造物

図 2-37 設計用地下水位 (C-C 断面)



凡例

- モデル化する隣接構造物
- 埋戻土でモデル化する人工構造物
- 地下水位
- 速度層境界線
- 人工構造物

図 2-38 設計用地下水位 (D-D 断面)

3. 地震応答解析

3.1 地震応答解析手法

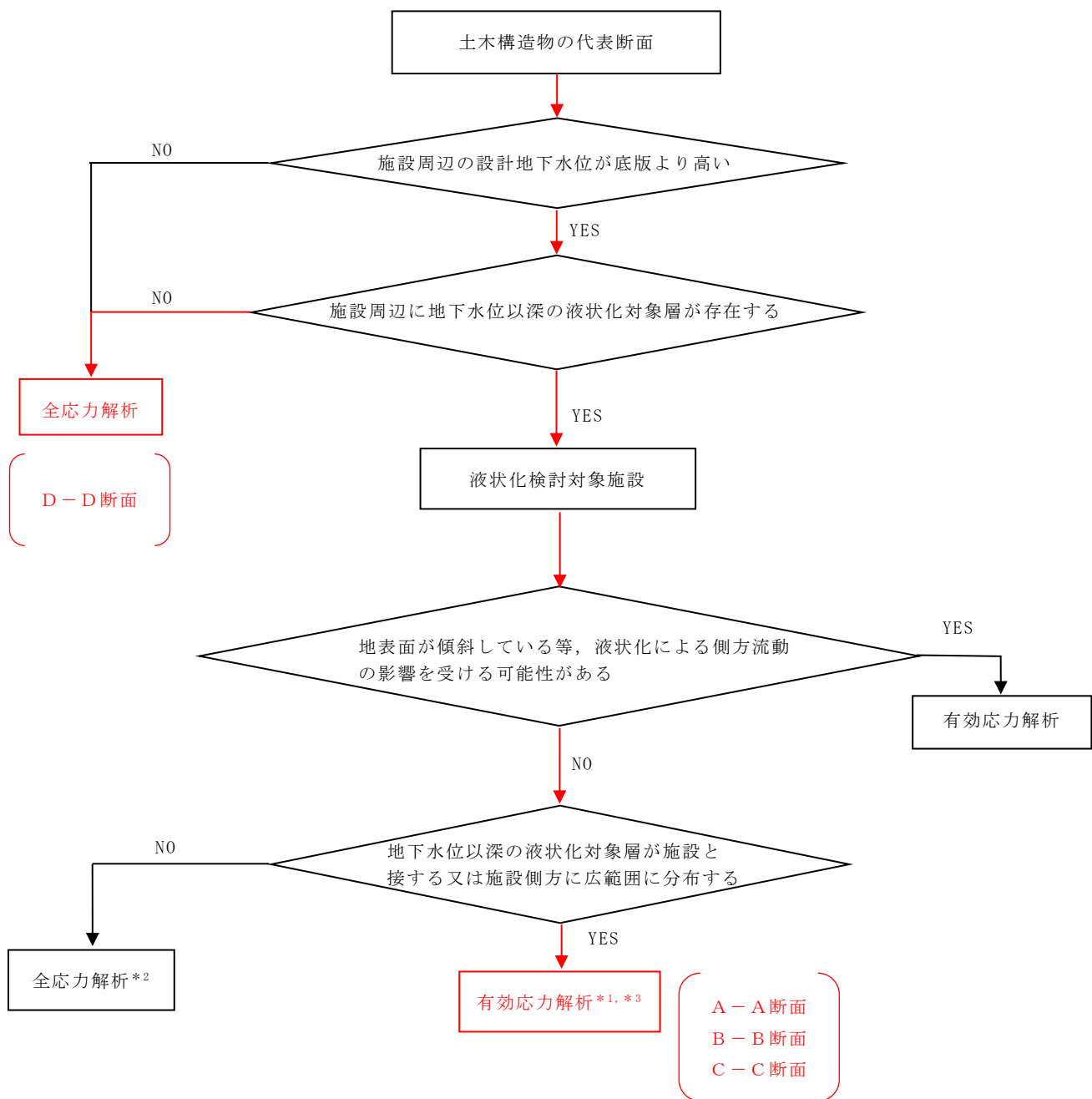
地震応答解析は、構造物と地盤の相互作用を考慮できる2次元有限要素法により、基準地震動 S_s に基づき設定した水平地震動と鉛直地震動の同時加振による逐次時間積分の時刻歴応答解析により行うこととし、解析手法については、図 3-1 に示す解析手法の選定フローに基づき選定する。解析手法は、「補-026-01 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」の「4.4 取水槽」に示すとおり、東西方向については有効応力解析、南北方向については全応力解析とする。なお、東西方向は有効応力解析に加え、液状化しない場合の影響を確認するため、全応力解析も実施する。

構造部材については、中床版、底版及び地震時荷重算出断面に垂直な壁部材を線形はり要素、断面に平行な壁部材は平面応力要素とし、構造物の奥行方向の長さ各部材の奥行方向の長さの比率や3次元構造解析モデルとの変位を整合させるためのヤング係数の調整を行い、3次元解析モデルと等価な剛性となるようモデル化する。

地盤については平面ひずみ要素でモデル化することとし、このうち岩盤、MMR及び埋戻コンクリートについては、線形でモデル化する。埋戻土及び改良地盤については、地盤の剛性及び減衰のひずみ依存性を適切に考慮できるマルチスプリング要素でモデル化することとし、ばね特性は双曲線モデル（有効応力解析では H-D モデル、全応力解析では修正 GHE モデル）を用いて非線形性を考慮する。

地震応答解析については、有効応力解析は解析コード「FLIP」、全応力解析は解析コード「TDAPⅢ」を使用する。なお、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

地震応答解析手法の選定フローを図 3-2 に示す。



注記*1：不確かさケースとして、液状化しない場合の全応力解析を実施する。
 *2：地下水位以深の液状化対象層の分布が局所的である断面のため全応力解析を実施するが、液状化の影響が構造物に及んでいないことを有効応力解析により確認する。
 *3：土木構造物の耐震評価の追加解析ケースとして、液状化しない場合の全応力解析を実施する。また、全応力解析について、有効応力解析の解析コードとの差異による影響を代表構造物（例：取水槽）で確認する。

図 3-1 解析手法の選定フロー

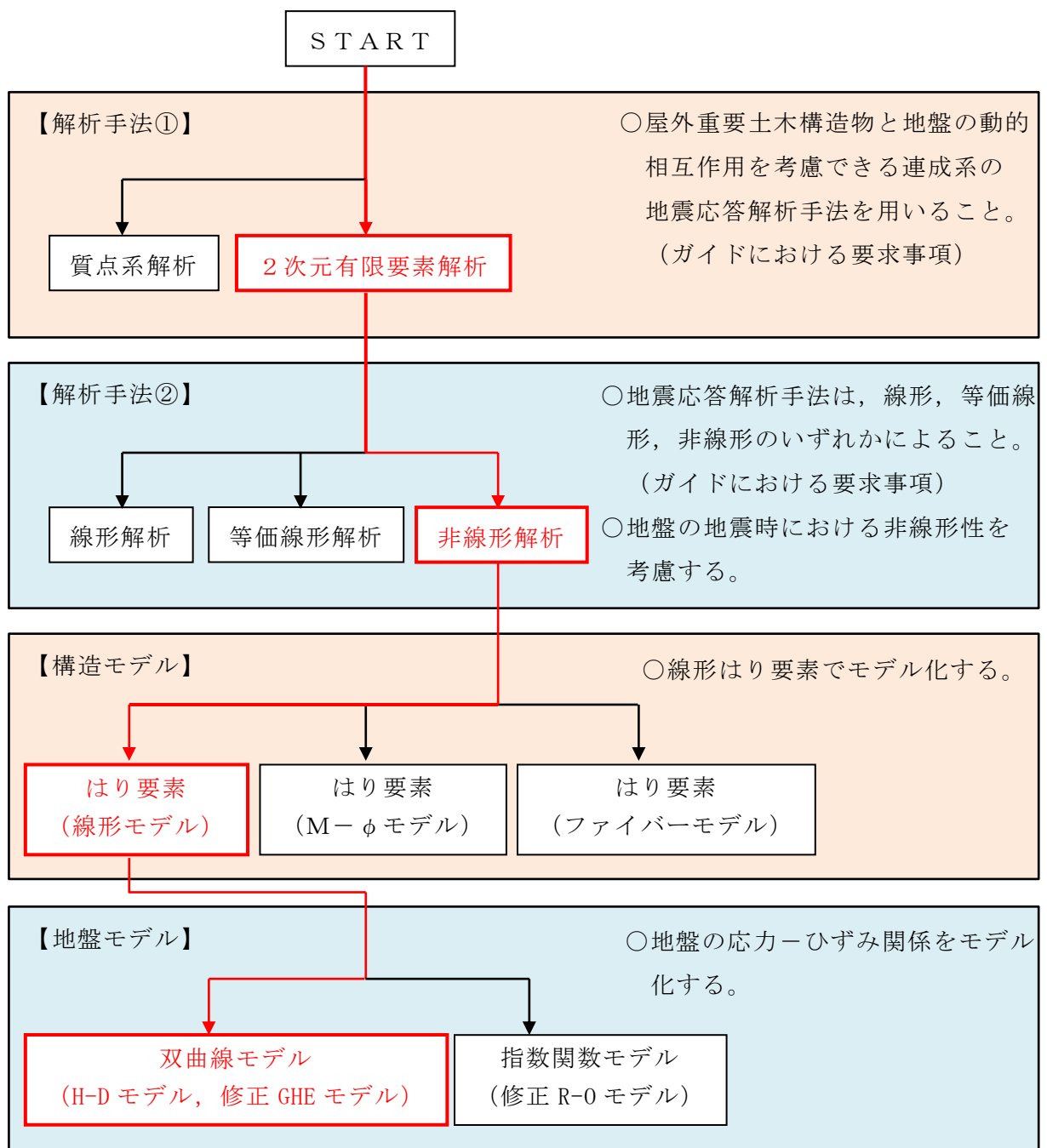


図 3-2 地震応答解析の選定フロー

3.2 地震応答解析モデルの設定

3.2.1 解析モデル領域

地震応答解析モデルのモデル化領域を図 3-3 に示す。

地震応答解析モデルは、境界条件の影響が地盤及び構造物の応力状態に影響を及ぼさないよう十分広い領域とする。具体的には、「J E A G 4 6 0 1 - 1987」を参考に、モデル幅を構造物基礎幅の 5 倍以上、モデル高さを構造物基礎幅の 1.5 倍～2 倍確保している。

地盤の要素分割については、波動をなめらかに表現するために、対象とする波長の 5 分の 1 程度を考慮し、要素高さを 1m 程度まで細分割して設定する。

構造物の要素分割については、「土木学会マニュアル」に従い、要素長さを部材の断面厚さ又は有効高さの 2.0 倍以下とし、1.0 倍程度まで細分して設定する。

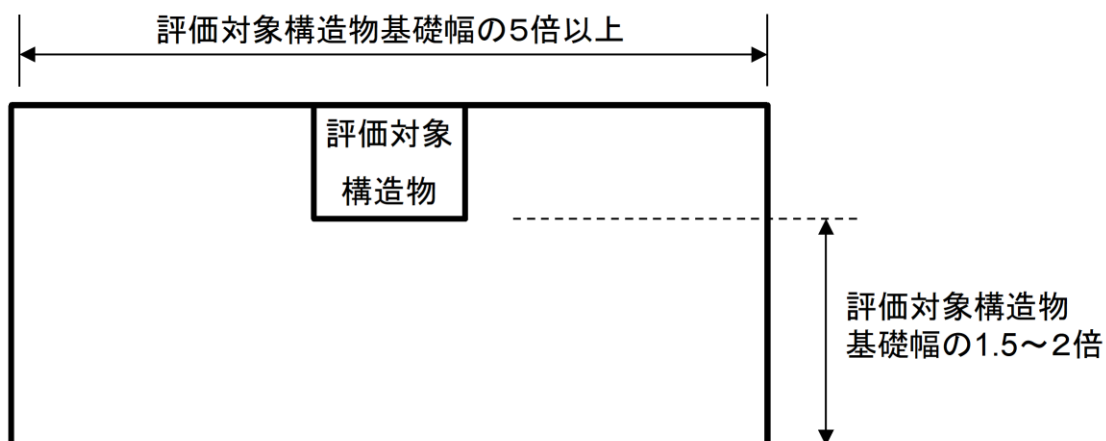


図 3-3 モデル化領域の考え方

3.2.2 境界条件

(1) 固有値解析時

Rayleigh 減衰の設定に用いる固有周期を求めるための固有値解析を実施する際の境界条件は、境界が構造物を含めた周辺地盤の振動特性に影響を与えないよう設定する。ここで、底面境界は地盤のせん断方向の卓越変形モードを把握するために固定とする。境界条件の概念図を図 3-4 に示す。

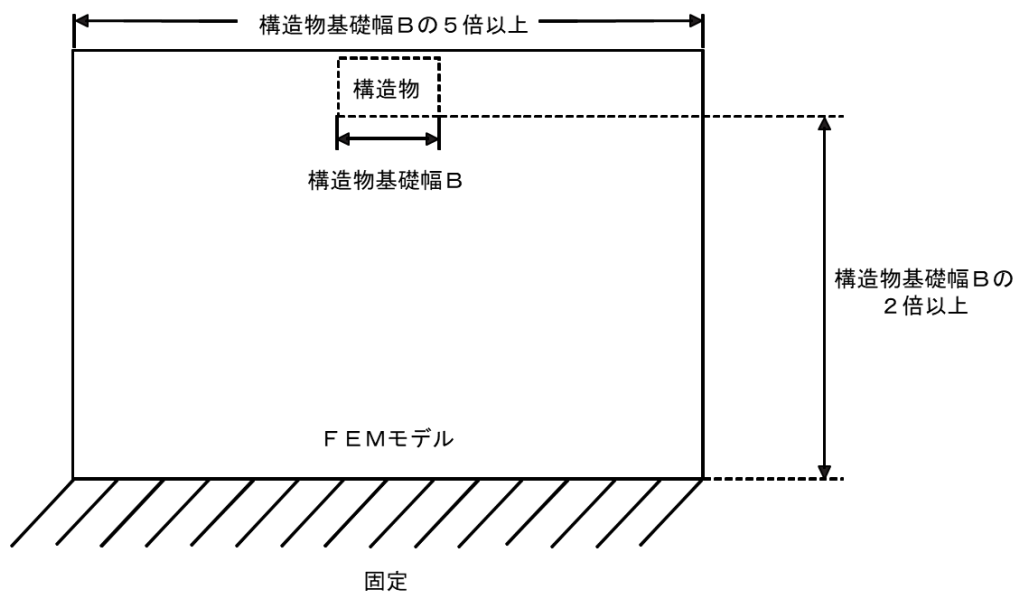


図 3-4 固有値解析における境界条件の概念図

(2) 常時応力解析時

常時応力解析は、地盤や構造物の自重等の静的な荷重を載荷することによる常時応力を算定するために行う。そこで、常時応力解析時の境界条件は底面固定とし、側方は自重等による地盤の鉛直方向の変形を拘束しないよう鉛直ローラーとする。境界条件の概念図を図 3-5 に示す。

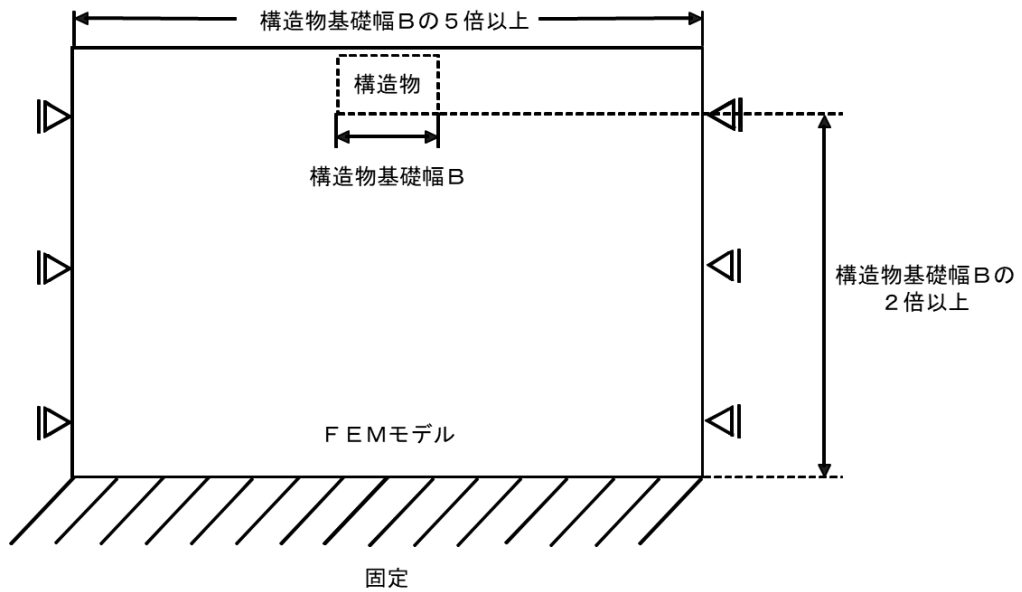
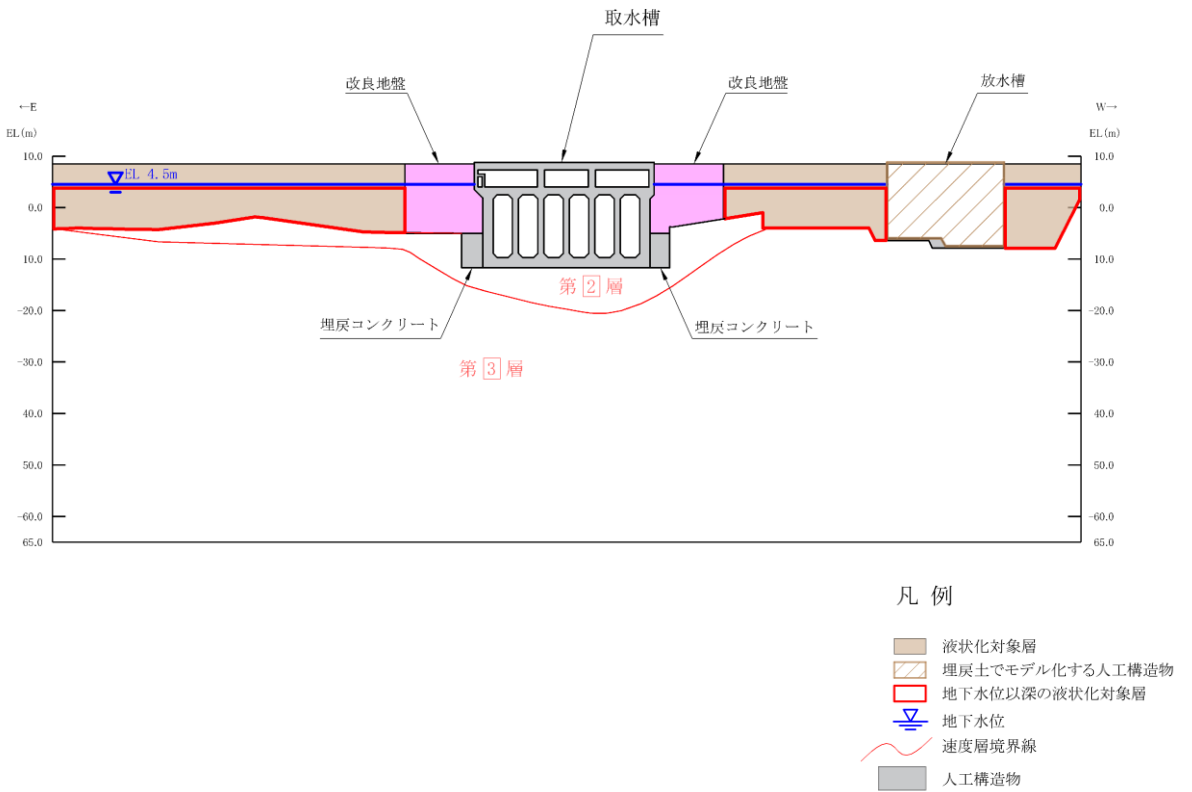


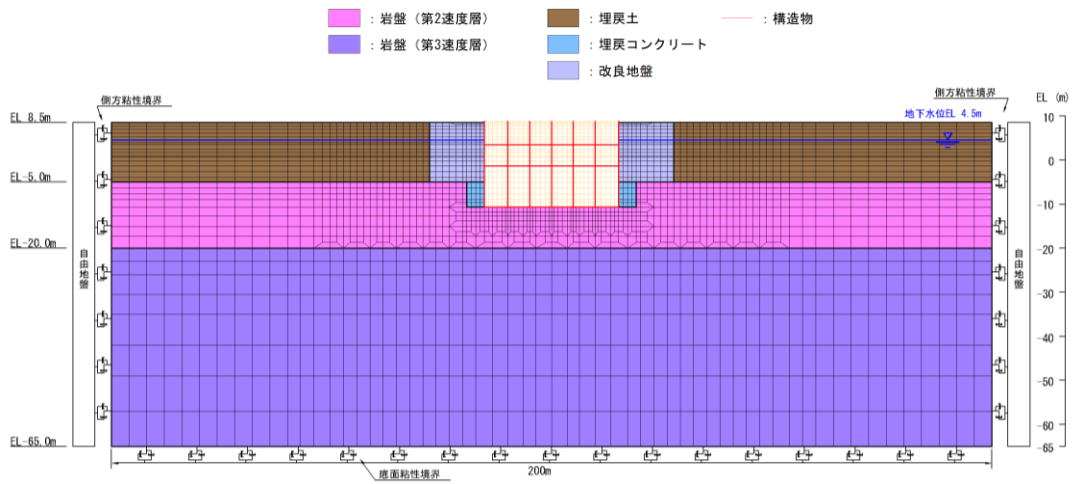
図 3-5 常時応力解析における境界条件の概念図

(3) 地震応答解析時

地震応答解析時の境界条件については、有限要素解析における半無限地盤を模擬するため、粘性境界を設ける。底面の粘性境界については、地震動の下降波がモデル底面境界から半無限地盤へ通過していく状態を模擬するため、ダッシュポットを設定する。側方の粘性境界については、自由地盤の地盤振動と不整形地盤側方の地盤振動の差分が側方を通過していく状態を模擬するため、自由地盤の側方にダッシュポットを設定する。取水槽の地震時荷重算出断面図及び地震応答解析モデルを図3-6～図3-9に示す。

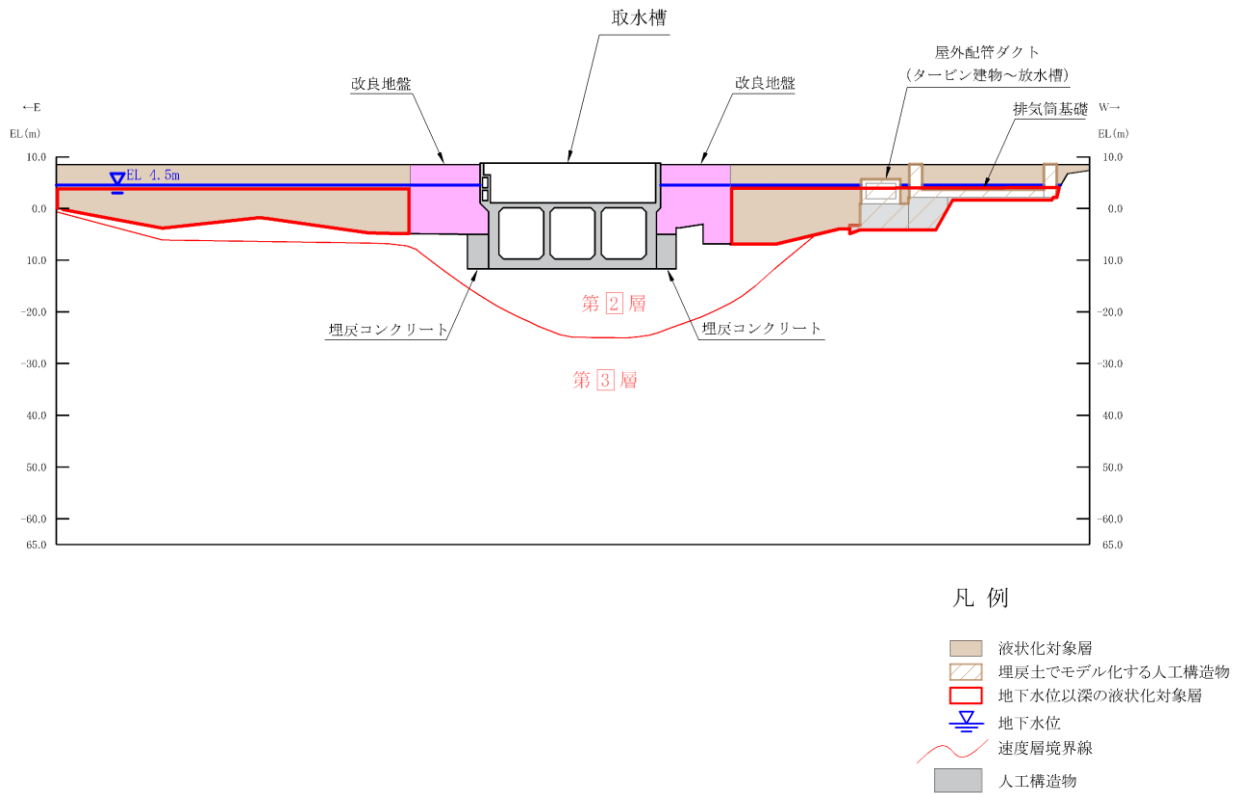


(a) 地震時荷重算出用地質断面図

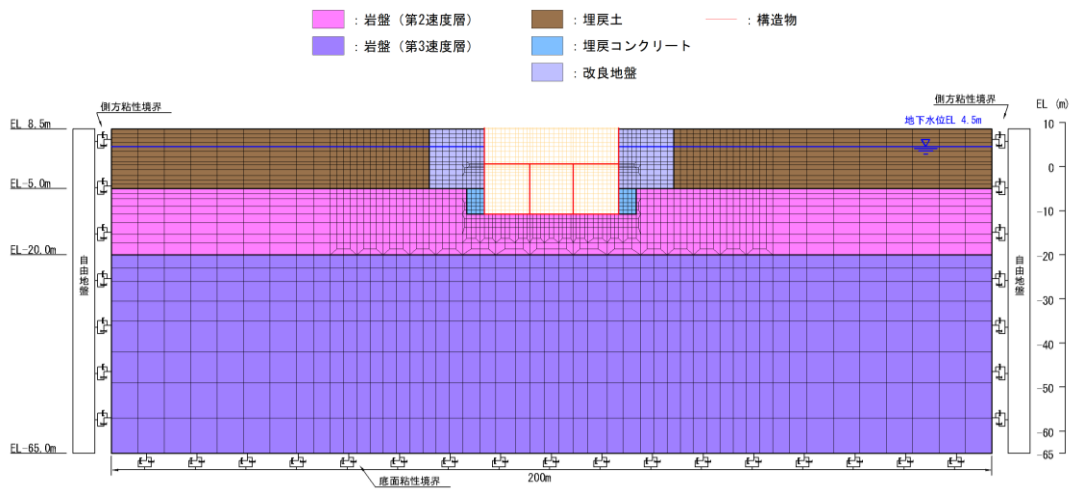


(b) 地震応答解析モデル図

図 3-6 取水槽の地震時荷重算出断面及び地震応答解析モデル図 (A-A断面)

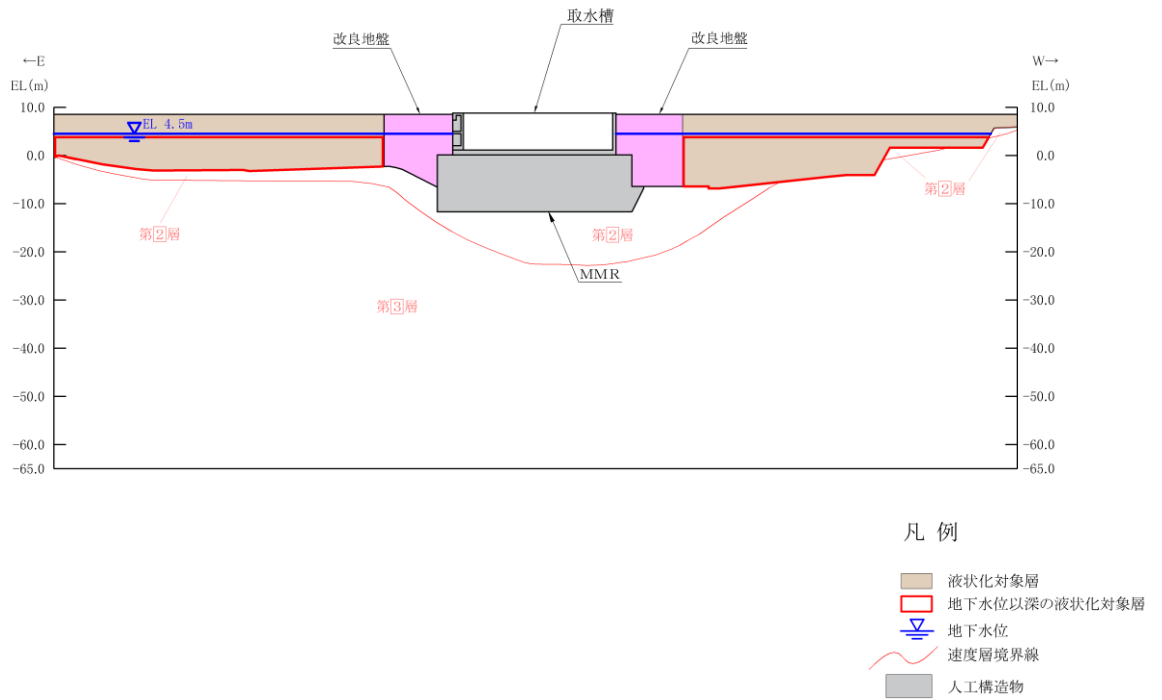


(a) 地震時荷重算出用地質断面図

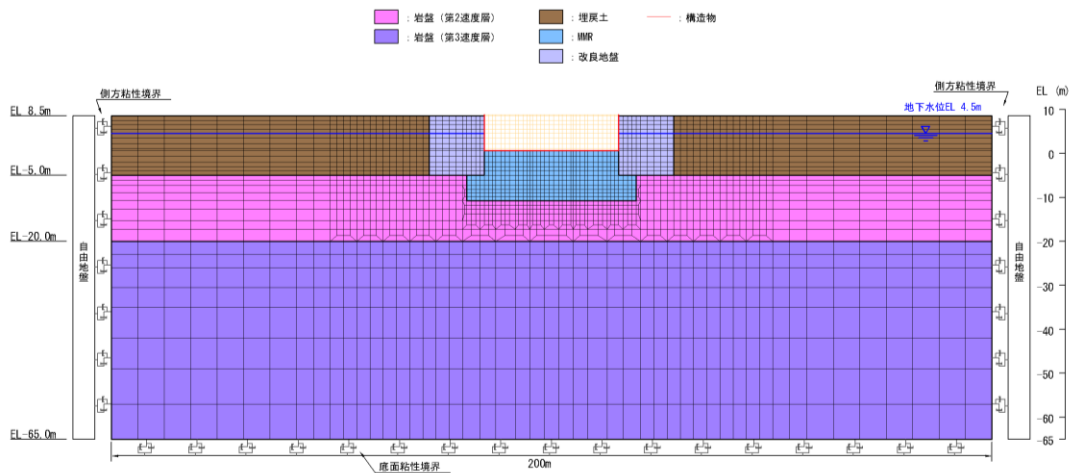


(b) 地震応答解析モデル図

図 3-7 取水槽の地震時荷重算出断面及び地震応答解析モデル図 (B-B 断面)

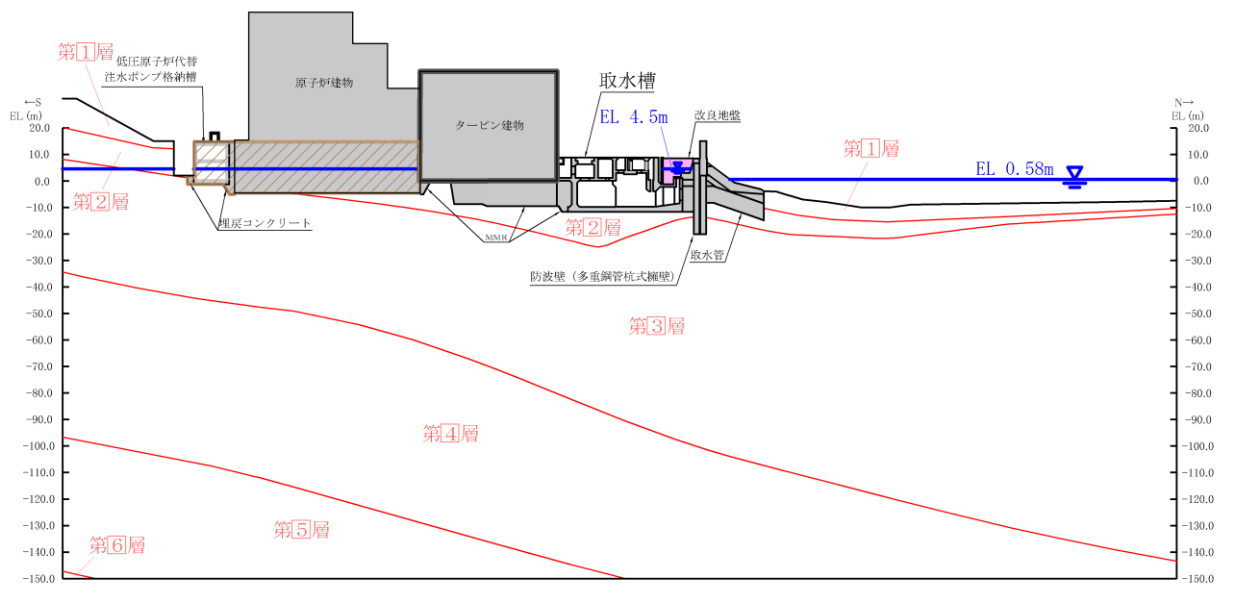


(a) 地震時荷重算出用地質断面図



(b) 地震応答解析モデル図

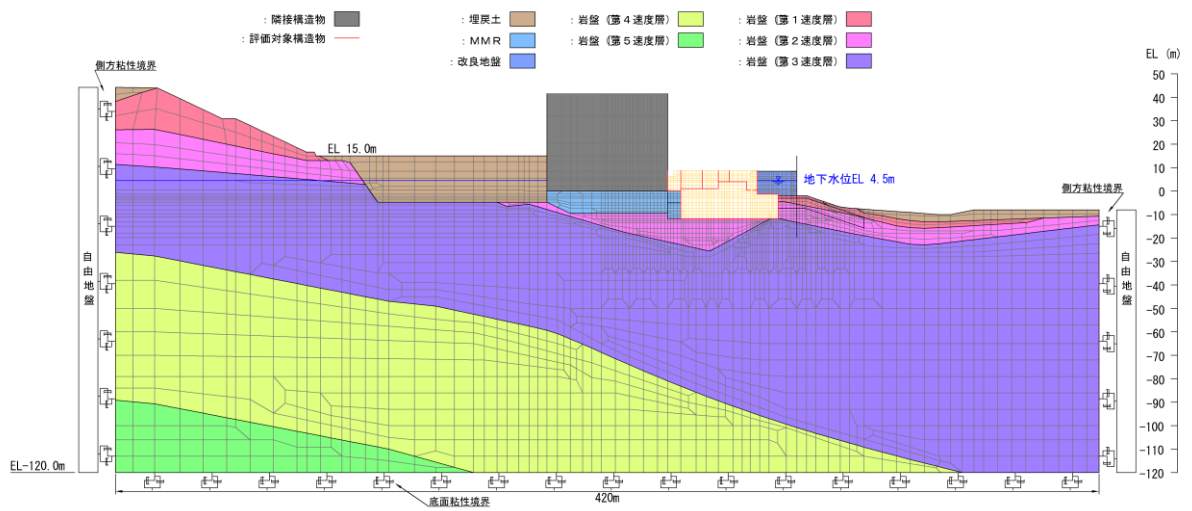
図 3-8 取水槽の地震時荷重算出断面及び地震応答解析モデル図 (C-C 断面)



凡例

- モデル化する隣接構造物
- 埋戻土でモデル化する人工構造物
- 地下水位
- 速度層境界線
- 人工構造物

(a) 地震時荷重算出用地質断面図



(b) 地震応答解析モデル図

図 3-9 取水槽の地震時荷重算出断面及び地震応答解析モデル図 (D-D断面)

3.2.3 構造物のモデル化

(1) 東西方向

取水槽の東西方向は、構造的特徴を踏まえ、妻壁や隔壁の配置が異なることによる剛性差を考慮して、除じん機エリア（A-A断面）、海水ポンプエリア（B-B断面）及びストレーナエリア（C-C断面）を通る断面とし、エリアごとに等価剛性モデルを作成する。漸拡ダクト部（E-E断面）については、他の3エリアと比べ内空が小さく、また、頂版、側壁及び底版に十分なせん断補強筋が入っており、剛な構造物であると考えられることから、地震時荷重算出断面には含めないこととする。

解析モデルの作成に当たり、除じん機エリア（A-A断面）については、加振に対して面外変形で抵抗する部材として、底版、側壁、角落し部に梁状に存在する中床版、除じんスクリーンが設置される中床版及び5枚の導流壁は線形はり要素にてモデル化し、加振に対して面内変形で抵抗する部材として、妻壁及び隔壁は平面応力要素にてモデル化する。海水ポンプエリア（B-B断面）については、底版、側壁、中床版及び2枚の導流壁は線形はり要素にてモデル化し、妻壁及び隔壁は平面応力要素にてモデル化する。ストレーナエリア（C-C断面）については、底版、側壁は線形はり要素にてモデル化し、妻壁及び隔壁は平面応力要素にてモデル化する。なお、除じん機エリア（A-A断面）の解析モデル化については、構造が複雑であることから、モデル化に使用する部材を図3-10示す。また、図3-11に示すはり及び柱はモデル化せず、付加マスで重量のみ考慮する。

等価剛性モデルについて、側壁、底版及び中床版のような加振に対して面外変形で抵抗する部材は、線形はり要素にてモデル化し、隔壁及び妻壁のような加振に対して面内変形で抵抗する部材は、平面応力要素にてモデル化する。

等価剛性の設定は、「補足 026-01 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」に記載の方針に基づき、以下の2つの手順に基づき行う。

手順1として、エリア奥行長さに対する部材の奥行長さの比率から補正係数 α を線形はり要素及び平面応力要素それぞれに設定する。

手順2として、線形の3次元構造解析モデルに水平荷重として単位荷重(100kN/m²)を作用させ、構造物の奥行方向の平均的な水平変位を算定する。さらに、補正係数 α を設定した2次元モデルに同じ単位荷重を作用させ、剛性変化部における両側壁の平均変位を算定し、3次元構造解析モデルの水平変位と等しくなるように補正係数 β を算定する。各エリアの等価剛性モデル概念図を図3-12～図3-14に、各エリアにおける3次元構造解析モデルとの水平変位の比較位置を図3-15～図3-17に示す。コンクリートの弾性係数 E_c に補正係数 α 、 β を乗じ、等価剛性モデルの弾性係数(剛性)を設定する。剛性の調整方法を図3-18に、剛性調整結果を図3-19に、補正係数の計算結果を表3-1～表3-6に示す。また、補正係数 β は平面応力要素に対してのみ設定する。なお、単位荷重を載荷させる3次元モデル及び2次元モデルの底面の

境界条件は、構造物の変位に着目するため固定境界としている。

等価剛性モデルは、地震時荷重を保守的に評価するよう線形モデルとする。

(2) 南北方向

取水槽の南北方向断面であるD-D断面は、底版、隔壁、妻壁及び中床版のような加振に対して面外変形で抵抗する部材は、線形はり要素にてモデル化し、側壁のような加振に対して面内変形で抵抗する部材は、平面応力要素にてモデル化する。

D-D断面は、土圧を直接受ける妻壁と各エリアに配置される隔壁が上方で拘束されず地震時に一体として挙動しないことから、補正係数 β については調整せず、エリア奥行長さに対する部材奥行長さの比率から求める補正係数 α のみ設定する。

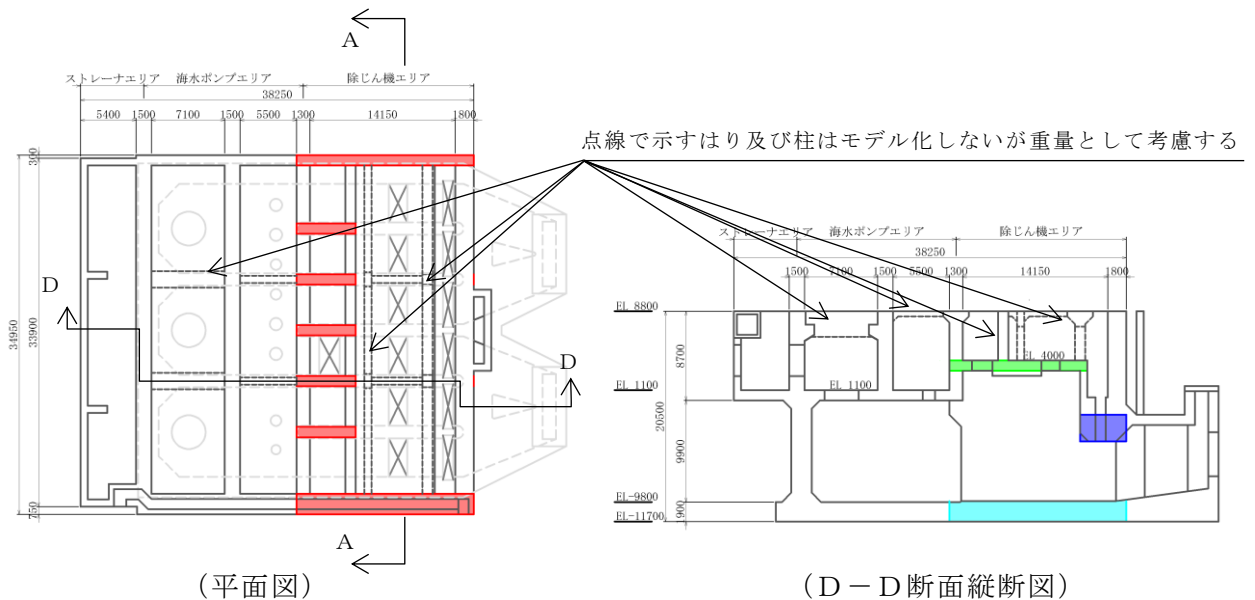


図 3-10 線形はり要素でモデル化する部材 (除じん機エリア (A-A断面))

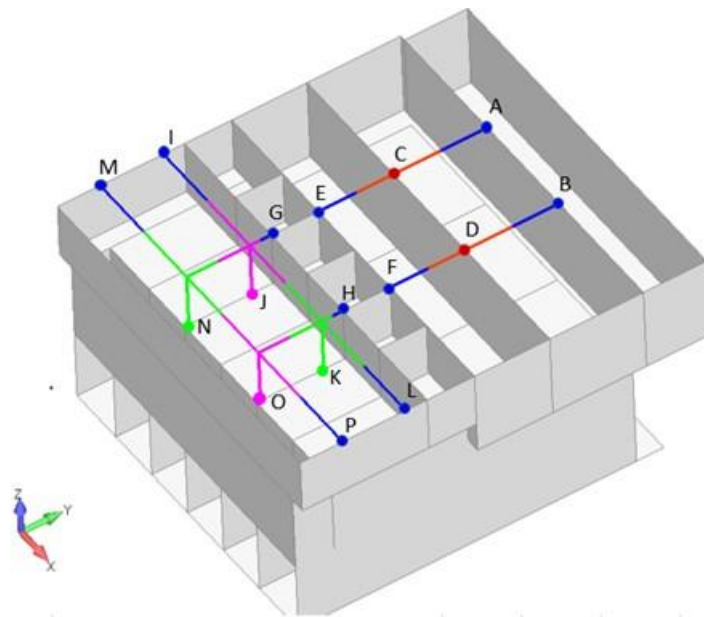


図 3-11 はり及び柱の付加マス重量設定位置

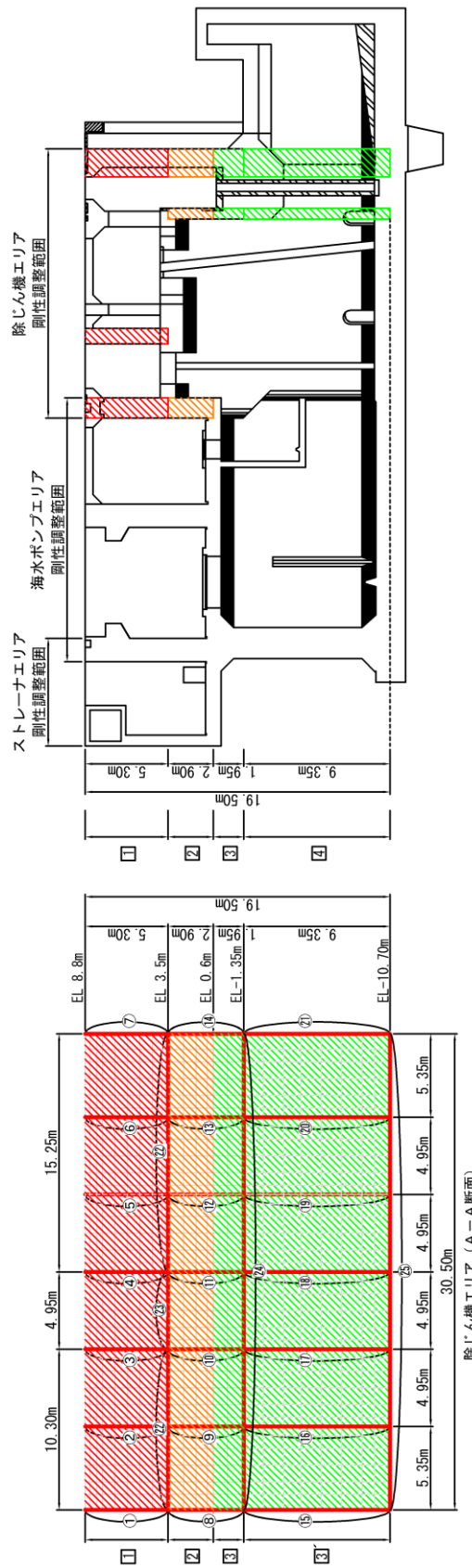


図 3-12 各エリアの等価剛性モデル (A-A断面)

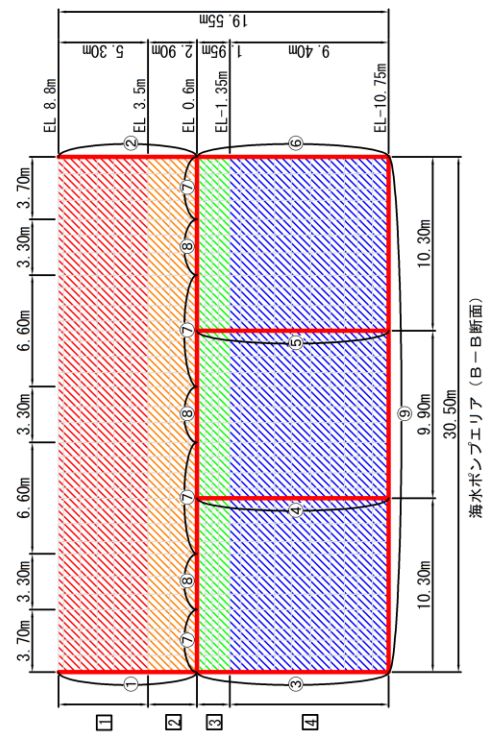
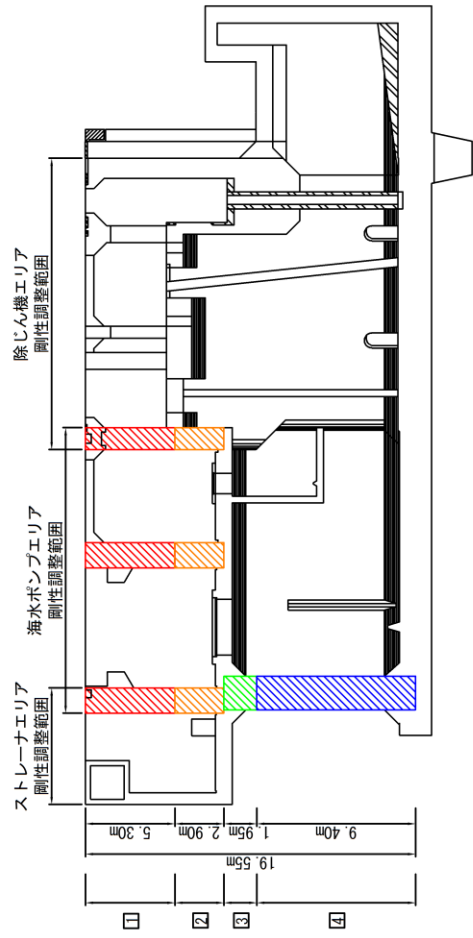


図 3-13 各エリアの等価剛性モデル (B-B断面)

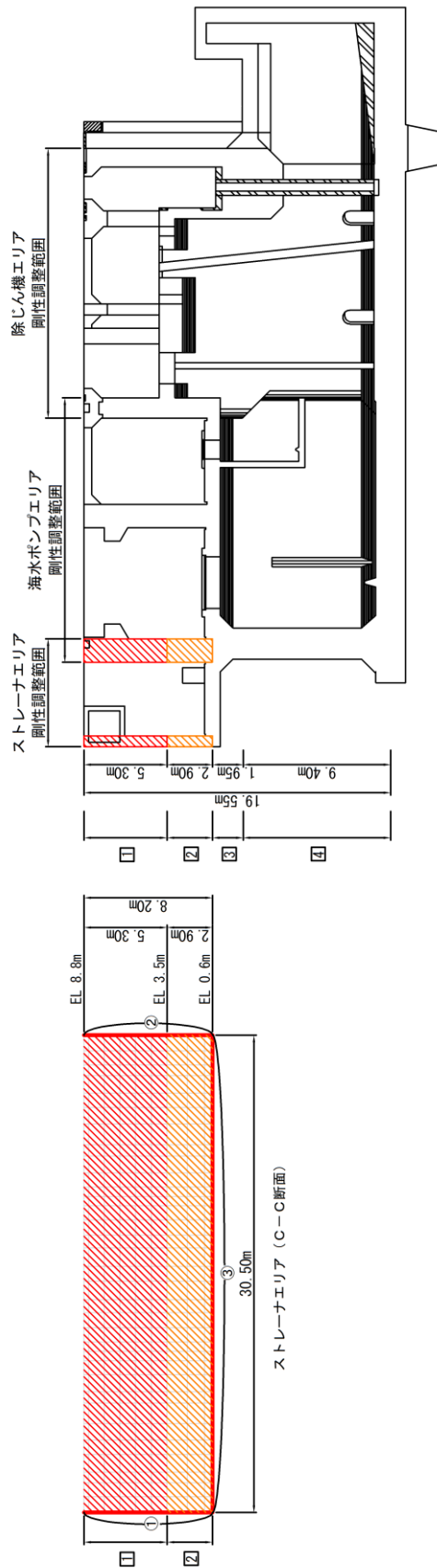


図 3-14 各エリアの等価剛性モデル (C-C断面)

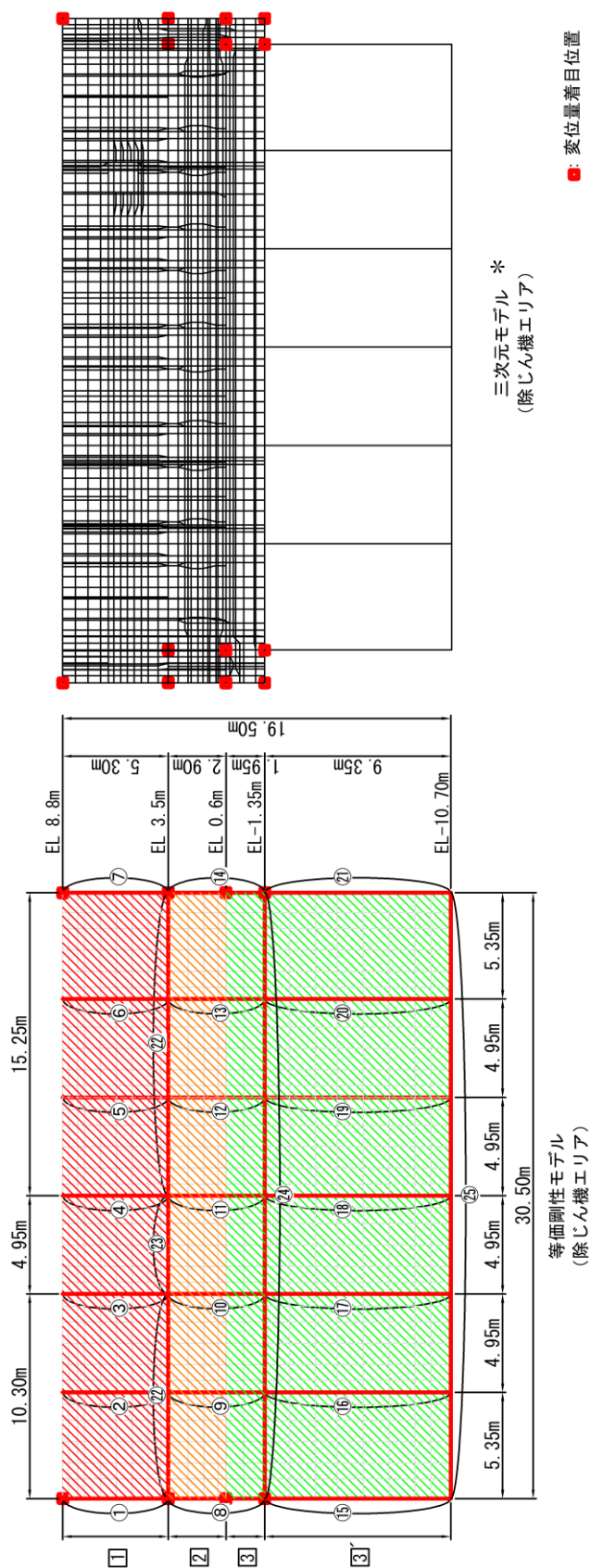
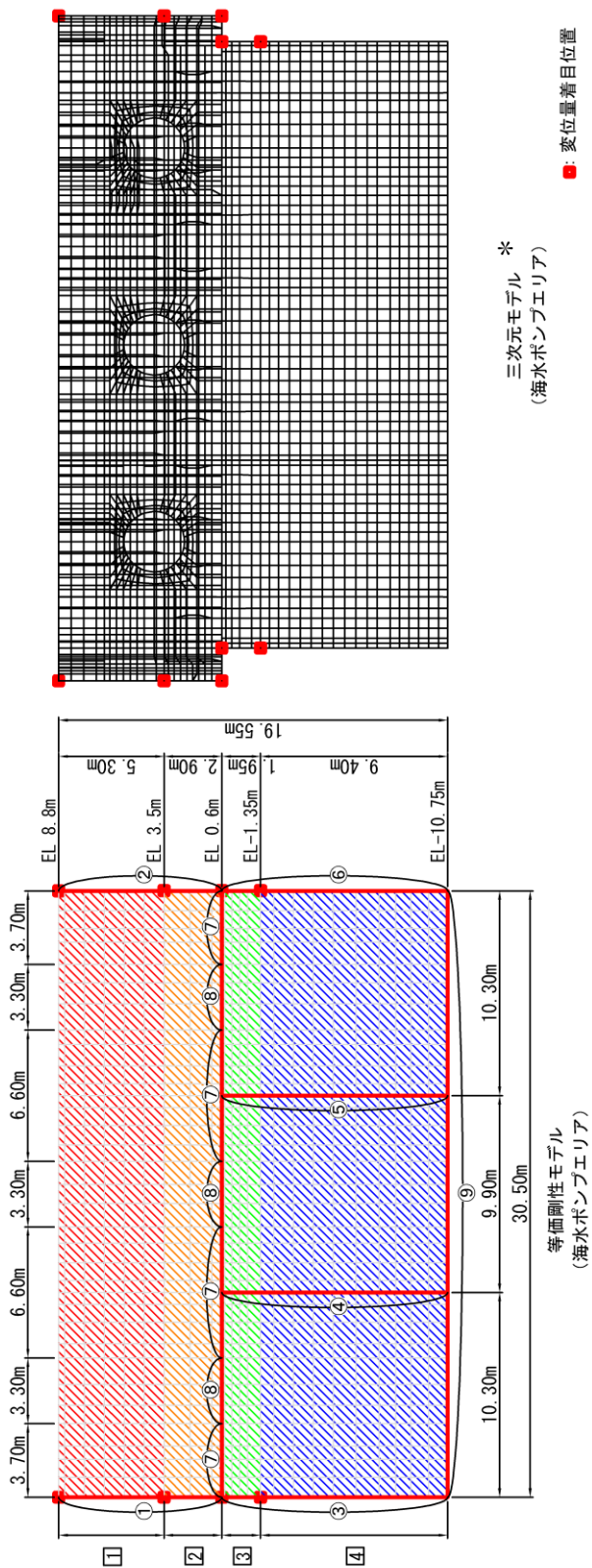


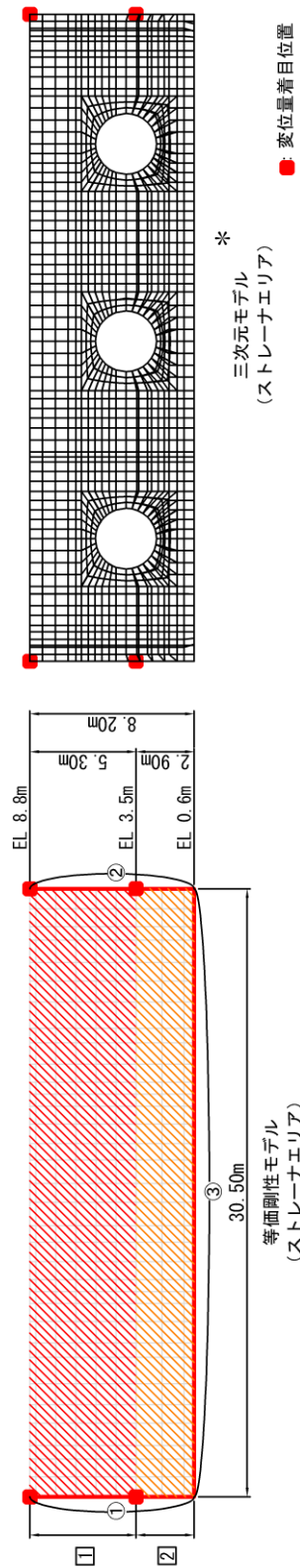
図 3-15 等価剛性モデルと 3 次元構造解析モデルの変位比較概念図 (A-A 断面)

注記* : 妻壁①, 隔壁②, 隔壁③及び隔壁④を重ねた除じん機エリアの代表的なモデル図



注記*: 隔壁③, 隔壁④, 隔壁⑤及び妻壁②下部を重ねた海水ポンプエリアの代表的なモデル図

図 3-16 等価剛性モデルと 3次元構造解析モデルの変位比較概念図 (B-B断面)



注記*：隔壁⑤及び妻壁②上部を重ねたストレーナエリアの代表的なモデル図

図 3-17 等価剛性モデルと 3 次元構造解析モデルの変位比較概念図 (C-C 断面)

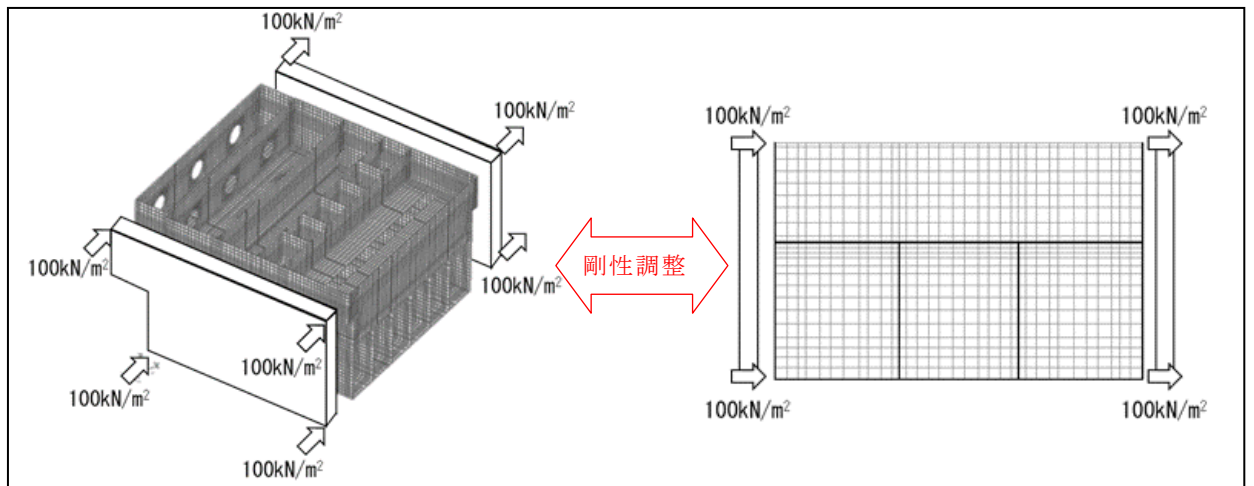


図 3 次元モデルと等価剛性モデル（海水ポンプエリア）の変位比較

剛性の設定手順

各部材の剛性は、以下の式に基づき設定する。

$$E = E_c \times \alpha \times \beta$$

ここで、

E：等価剛性モデルの弾性係数

E_c ：コンクリートの弾性係数

α ：構造物の奥行長さに対する各部材の奥行長さの比率（ L_e / L ）

L_e ：部材の奥行長さ

L：構造物の奥行長さ

β ：変位を合わせるための弾性係数の補正係数

図 3-18 剛性の調整方法

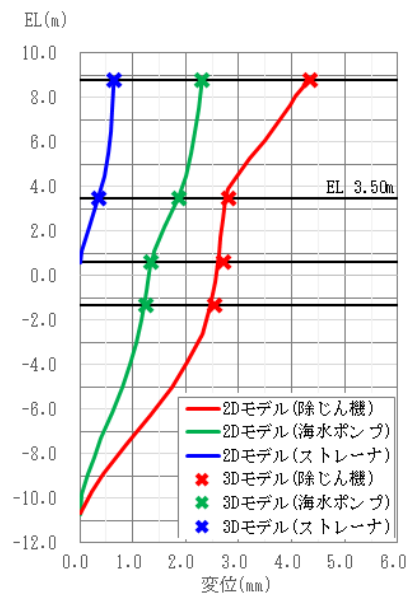


図 3-19 剛性調整結果

表 3-1 補正係数の計算結果（はり要素）（A-A断面）

要素番号	α
①	1.000
②	0.333
③	0.333
④	0.333
⑤	0.333
⑥	0.333
⑦	1.000
⑧	1.000
⑨	0.896
⑩	0.896
⑪	0.896
⑫	0.896
⑬	0.896
⑭	1.000
⑮	1.000
⑯	1.000
⑰	1.000
⑱	1.000
⑲	1.000
⑳	1.000
㉑	1.000
㉒	0.641
㉓	0.525
㉔	0.238
㉕	1.000

表 3-2 補正係数の計算結果（はり要素）（B-B断面）

要素番号	α
①	1.000
②	1.000
③	1.000
④	1.000
⑤	1.000
⑥	1.000
⑦	1.000
⑧	0.847
⑨	1.000

表 3-3 補正係数の計算結果（はり要素）（C-C断面）

要素番号	α
①	1.000
②	1.000
③	1.000

表 3-4 補正係数の計算結果（平面応力要素）（A-A断面）

要素番号	α	β
1	0.229	0.063
2	0.220	2.969
3	0.145	0.268
3'	0.145	0.134

表 3-5 補正係数の計算結果（平面応力要素）（B-B断面）

要素番号	α	β
1	0.238	0.200
2	0.244	0.148
3	0.118	2.274
4	0.118	0.535

表 3-6 補正係数の計算結果（平面応力要素）（C-C断面）

要素番号	α	β
1	0.2920	0.2117
2	0.2983	0.2358

3.2.4 隣接構造物のモデル化

南北方向において、タービン建物及び防波壁（多重鋼管杭式擁壁）は取水槽の隣接構造物に該当する。タービン建物については取水槽と近接しており、防波壁（多重鋼管杭式擁壁）については取水槽との間が地盤改良され隣接構造物の地震応答が剛性の大きい改良地盤を介して取水槽に伝達することが考えられるため、「補-026-01 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」の「8.1 隣接構造物のモデル化方針」に従い、タービン建物及び防波壁（多重鋼管杭式擁壁）をモデル化する。

以下に、それぞれの構造物のモデル化方針を示す。

(1) タービン建物

タービン建物は「VI-2-2-7 タービン建物の地震応答計算書」における多質点系モデル（多軸床柔多質点系モデル（水平）及び多軸多質点系モデル（鉛直））を基に図 3-20 に示す手順で有限要素モデルを作成する。まず、多質点系モデルのフロア毎に重量を、層毎に剛性を集約し、多質点系モデルと振動的に等価な単軸モデル（水平、鉛直）を作成し、1次モードの固有周期が同等となるよう単軸モデルのせん断断面積及び断面2次モーメントを補正する。その後、図 3-21 に示す関係式を用いて、単軸モデルの水平剛性 K_H 、鉛直剛性 K_V 及び曲げ剛性 K_ϕ を有限要素モデルのせん断剛性 G 、ポアソン比 ν 及びばね定数 k_s に変換し、単軸モデルと有限要素モデルが振動的に等価となるよう一致させる。なお、重量については、各節点の分担長に応じて層毎に設定する。

タービン建物の有限要素モデルを図 3-22 に、有限要素モデルの平面ひずみ要素の物性値及び断面諸元を表 3-7 に、1次モードの固有周期の調整結果を表 3-8 に示す。

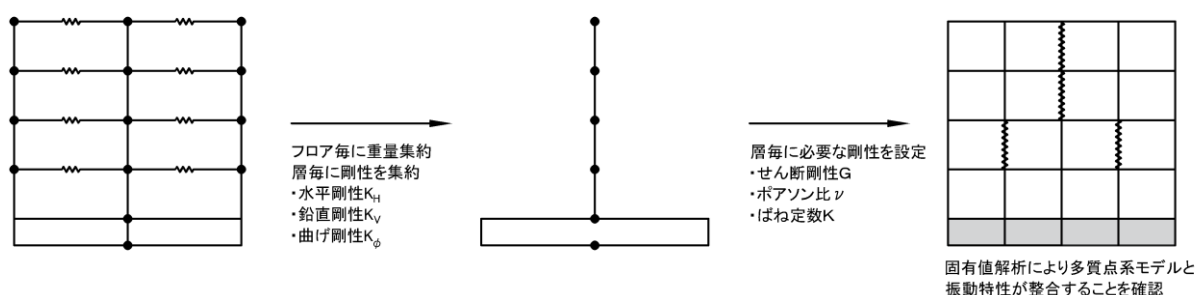
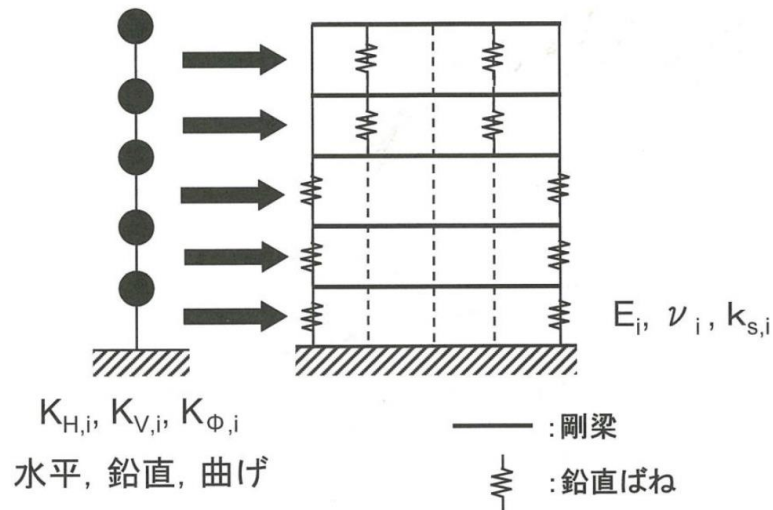


図 3-20 タービン建物の有限要素モデル作成の考え方



$$K_{H,i} = \frac{G_i A_{H,i}}{\ell_i} \dots\dots\dots (4.3.1)$$

$$K_{V,i} = \frac{E_i A_{V,i}}{\ell_i} \dots\dots\dots (4.3.2)$$

$$K_{\phi,i} = E_i I_i \dots\dots\dots (4.3.3)$$

$$\tilde{G}_i = \left(\frac{A_{H,i}}{a_i} \right) G_i \dots\dots\dots (4.3.4)$$

$$K_{V,i} = \frac{2a_i \tilde{G}_i (1 - \tilde{\nu}_i)}{b_i (1 - 2\tilde{\nu}_i)} + 2k_{sp,i} \dots\dots\dots (4.3.5)$$

$$K_{\phi,i} = \frac{a_i^3 \tilde{G}_i (1 - \tilde{\nu}_i)}{6 (1 - 2\tilde{\nu}_i)} + \frac{b_i d_i^2}{2} k_{sp,i} \dots\dots\dots (4.3.6)$$

$$\tilde{\nu}_i = \frac{1}{2} \frac{12K_{\phi,i} - 3b_i \cdot d_i^2 K_{V,i} - 2(a_i^3 - 3a_i \cdot d_i^2) \tilde{G}_i}{12K_{\phi,i} - 3b_i \cdot d_i^2 K_{V,i} - (a_i^3 - 3a_i \cdot d_i^2) \tilde{G}_i} \dots\dots\dots (4.3.7)$$

$$k_{sp,i} = \frac{1}{2} \frac{K_{V,i} \cdot a_i^2 \cdot b_i - 12K_{\phi,i}}{(a_i^2 - 3d_i^2) b_i} \dots\dots\dots (4.3.8)$$

図 3-21 質点系モデルから有限要素モデルへのモデル化概要
 (原子力発電所の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価技術<技術資料>
 (土木学会, 原子力土木委員会, 2009年2月) より抜粋)

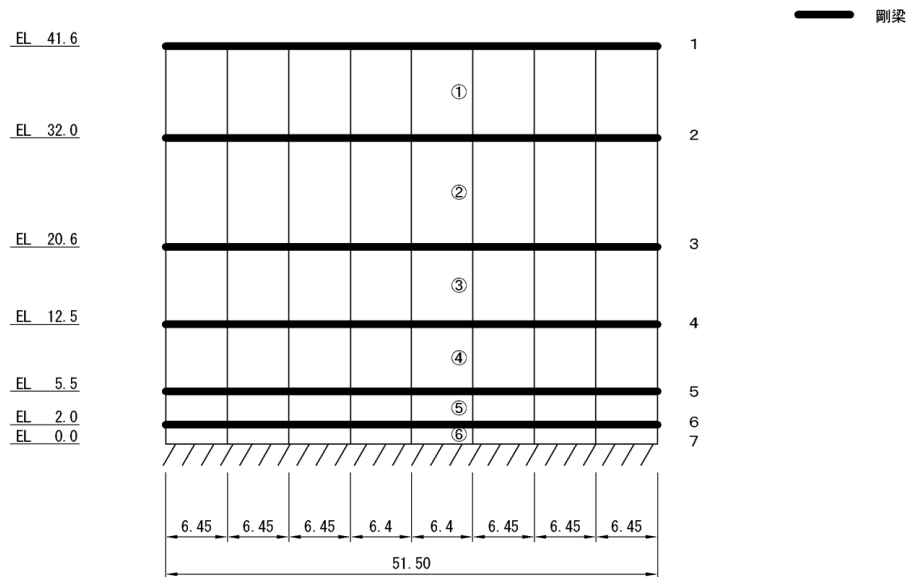


図 3-22 タービン建物 有限要素モデル図

表 3-7 タービン建屋（平面ひずみ要素）の物性値

物性 番号	せん断弾性係数G (kN/m ²)	ヤング係数E (kN/m ²)	ポアソン比 ν
①	1.221×10^5	3.453×10^5	0.41375
②	2.174×10^5	6.120×10^5	0.40735
③	4.004×10^5	1.186×10^6	0.48175
④	4.060×10^5	1.203×10^6	0.48125
⑤	4.487×10^5	1.328×10^6	0.47987
⑥	6.592×10^5	1.705×10^7	0.29326

表 3-8 固有周期（1次モード）の調整結果

	有限要素モデル	多質点系モデル (地盤ばねなし)
水平方向	0.1729	0.1713
鉛直方向	0.0558	0.0548

(2) 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）

防波壁（多重鋼管杭式擁壁）は、VI-2-10-2-3-3「防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の耐震性についての計算書」に基づき、線形はり要素（ビーム要素）でモデル化する。

3.2.5 地盤のモデル化

岩盤，MMR及び埋戻コンクリートは線形の平面ひずみ要素でモデル化する。また，埋戻土及び改良地盤は，地盤の非線形性をマルチスプリング要素で考慮した平面ひずみ要素でモデル化する。岩盤（速度層）境界は，南北断面では速度層断面図の北傾斜をモデル化し，東西断面では速度層断面図が**おおむね**水平であることから水平成層としてモデル化するが，取水槽下部において速度層境界が傾斜しているため，保守的に低速度層が厚く分布するようモデル化する。

3.2.6 ジョイント要素の設定

地震時の地盤と構造体の剥離とすべりを考慮するため，地盤と構造体の接合面にジョイント要素を設ける。

ジョイント要素は，隣接する要素の接合面で法線方向及びせん断方向に対して設定する。法線方向については，常時状態以上の引張荷重が生じた場合，剛性及び応力をゼロとし，剥離を考慮する。せん断方向については，地盤と構造体の接合面におけるせん断抵抗力以上のせん断荷重が生じた場合，せん断剛性をゼロとし，すべりを考慮する。なお，せん断強度は次式により設定する。

$$\tau_f = c + \sigma' \tan \phi$$

ここで，

τ_f ：せん断強度

c ：付着力

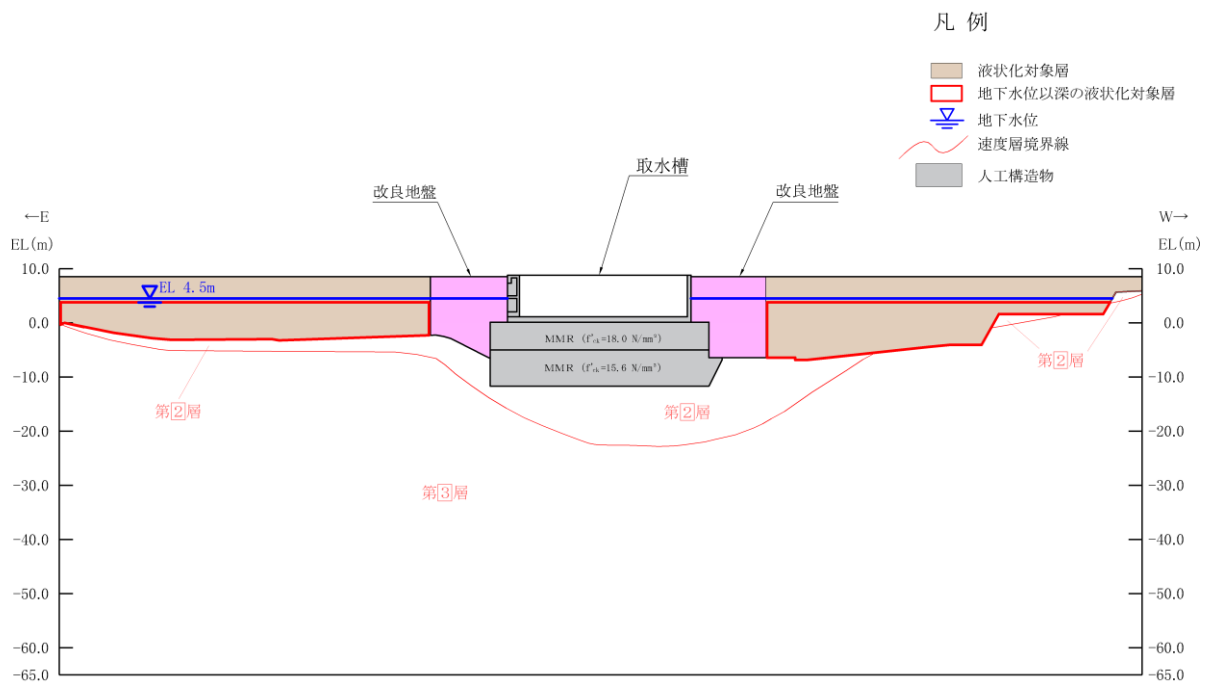
ϕ ：摩擦角

粘着力 c 及び内部摩擦角 ϕ は，周辺地盤の c ， ϕ とし，「補足-023-01 地盤の支持性能について」に基づき表 3-9 のとおりとする。また，接合面に設定するジョイント要素のせん断強度は，表 3-10 に示すとおり，隣り合う地盤等の各せん断強度のうち小さい値を採用する。

表 3-9 周辺地盤の強度特性（粘着力 c 及び摩擦角 ϕ ）

地盤		粘着力 c (N/mm^2)	内部摩擦角 ϕ ($^\circ$)
岩盤 (C_H 級)		1.62	53.0
岩盤 (C_M 級)		1.23	52.0
岩盤 (C_L 級)		0.56	37.0
埋戻土		0.22	22.0
改良地盤		1.25	0
埋戻コンクリート		3.10	40.0
MMR	$f'_{ck}=15.6^*$	3.10	40.0
	$f'_{ck}=18.0^*$	3.58	40.0

注記* : MMR の分布及び設計強度を [図 3-21](#) に示す。



[図 3-23](#) 取水槽の周辺地盤（ストレナーエリア（C-C断面））

表 3-10 ジョイント要素間の粘着力 c と摩擦角 ϕ

接合条件		粘着力 c (N/mm^2)	内部摩擦角 ϕ ($^\circ$)
材料 1	材料 2		
構造物	無筋コンクリート*1	材料 2 の c	材料 2 の ϕ
	改良地盤	材料 2 の c	材料 2 の ϕ
	埋戻土	材料 2 の c	材料 2 の ϕ
	岩盤	材料 2 の c	材料 2 の ϕ
改良地盤	無筋コンクリート*1	材料 1 の c	材料 1 の ϕ
	埋戻土	材料 2 の c	材料 2 の ϕ
	$C_H \cdot C_M$ 級岩盤	材料 1 の c	材料 1 の ϕ
	C_L 級岩盤	材料 2 の c	材料 2 の ϕ
無筋コンクリート*1	無筋コンクリート*1	設計基準強度が 小さい材料の c	設計基準強度が 小さい材料の ϕ
	埋戻土	材料 2 の c	材料 2 の ϕ
	岩盤	—*2	—*2

注記*1：MMR，置換コンクリート及び埋戻コンクリートの総称

*2：表面を露出させて打継処理が可能である箇所については，ジョイント要素を設定しない。

また、ジョイント要素のばね定数は、「土木学会マニュアル」を参考に、数値計算上、不安定な挙動を起こさない程度に周囲材料の剛性よりも十分に大きな値として、表 3-11 のとおり設定する。ジョイント要素の力学的特性を 図 3-24 に、ジョイント要素の配置を 図 3-25～図 3-28 に示す。

表 3-11 ジョイント要素のばね定数

せん断剛性 k_s (kN/m^3)	圧縮剛性 k_n (kN/m^3)
1.0×10^7	1.0×10^7

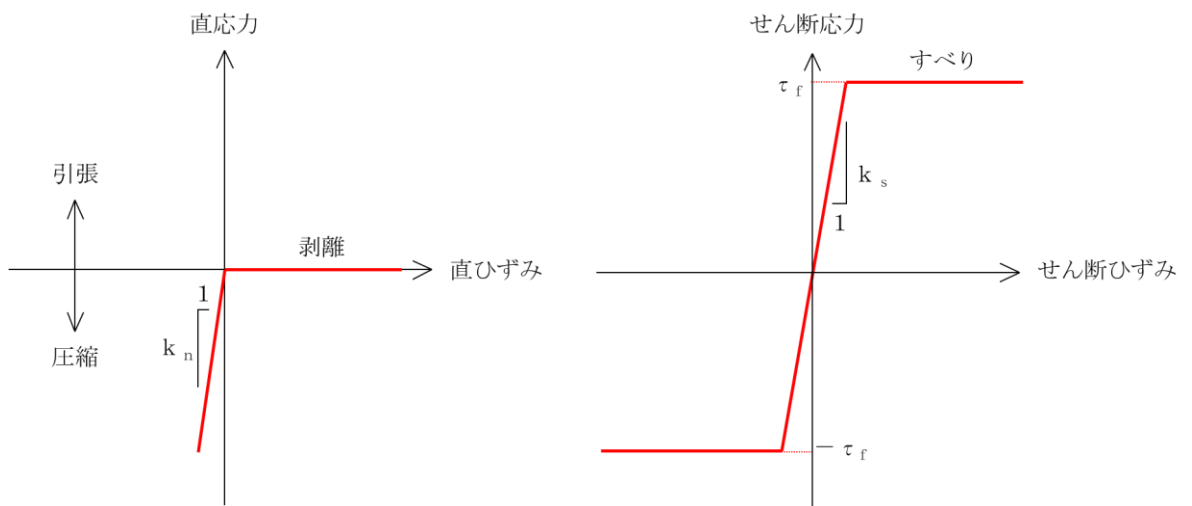
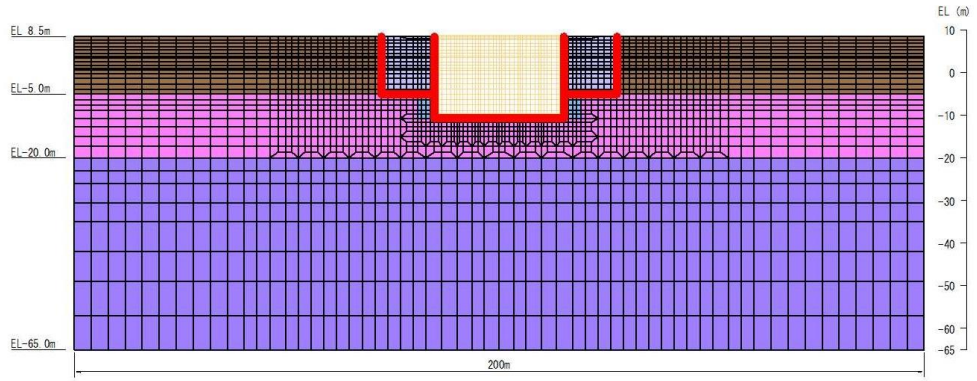
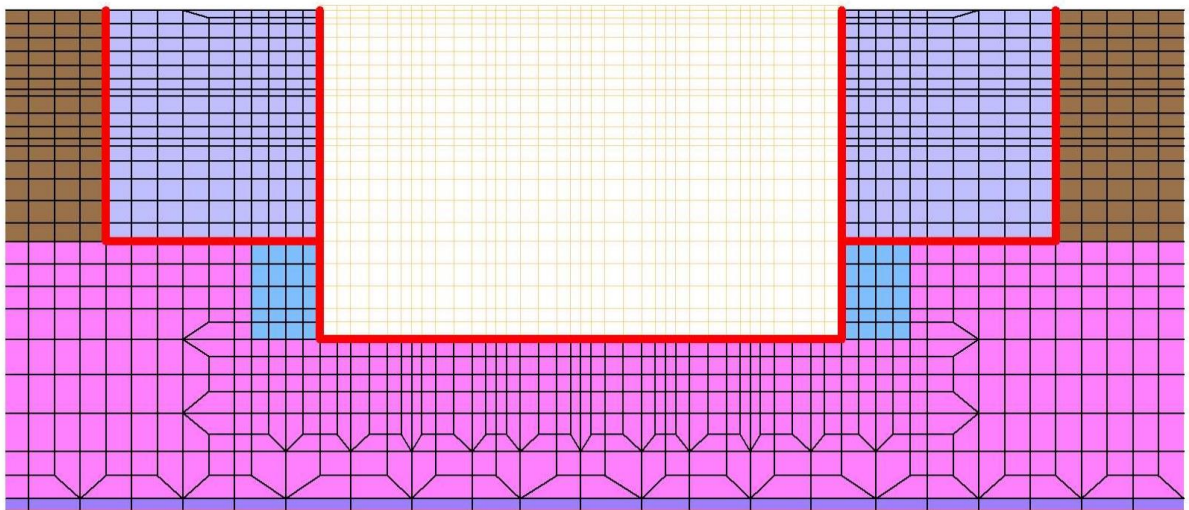


図 3-24 ジョイント要素の力学的特性

- : 岩盤 (第②速度層)
- : 埋戻土
- : ジョイント要素
- : 岩盤 (第③速度層)
- : 埋戻コンクリート
- : 改良地盤



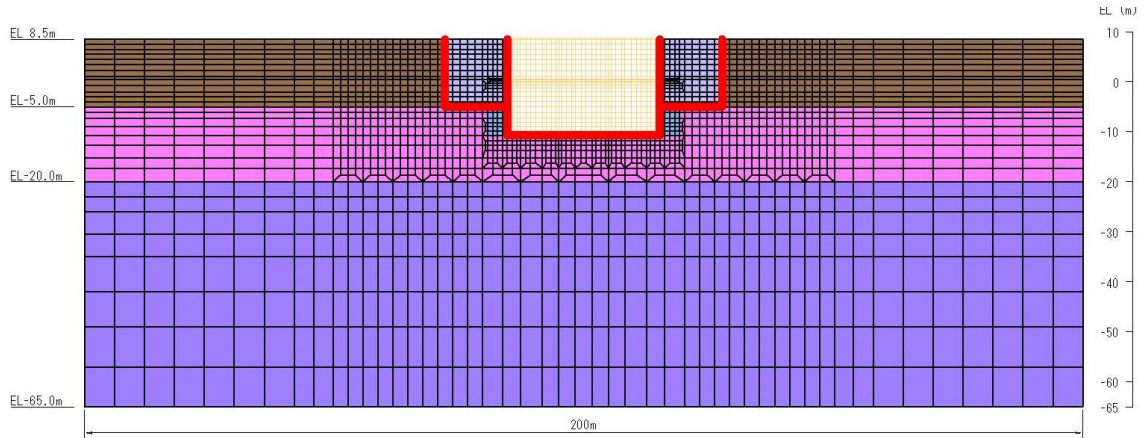
(全体図)



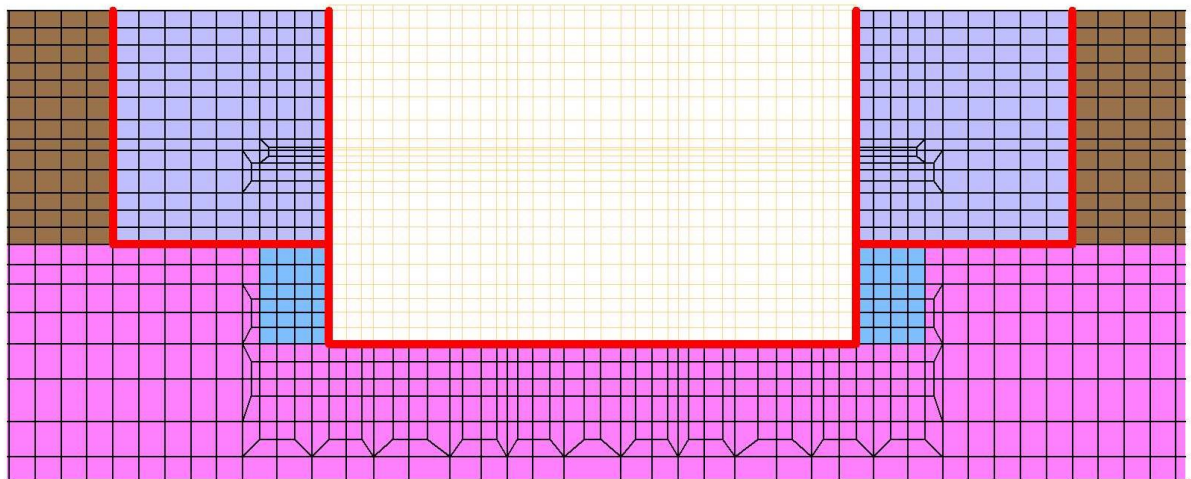
(ジョイント要素拡大)

図 3-25 ジョイント要素の配置 (A-A断面)

- : 岩盤 (第②速度層)
- : 埋戻土
- : ジョイント要素
- : 岩盤 (第③速度層)
- : 埋戻コンクリート
- : 改良地盤









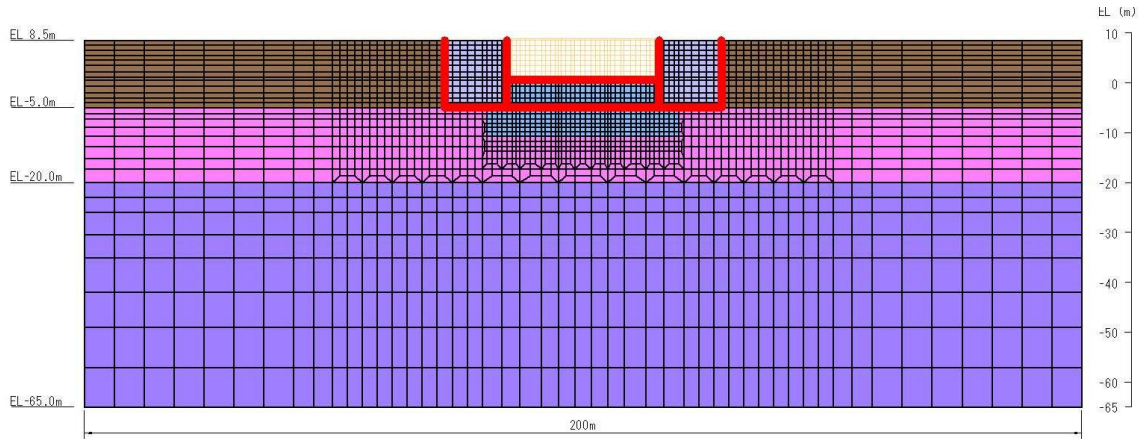
(全体図)



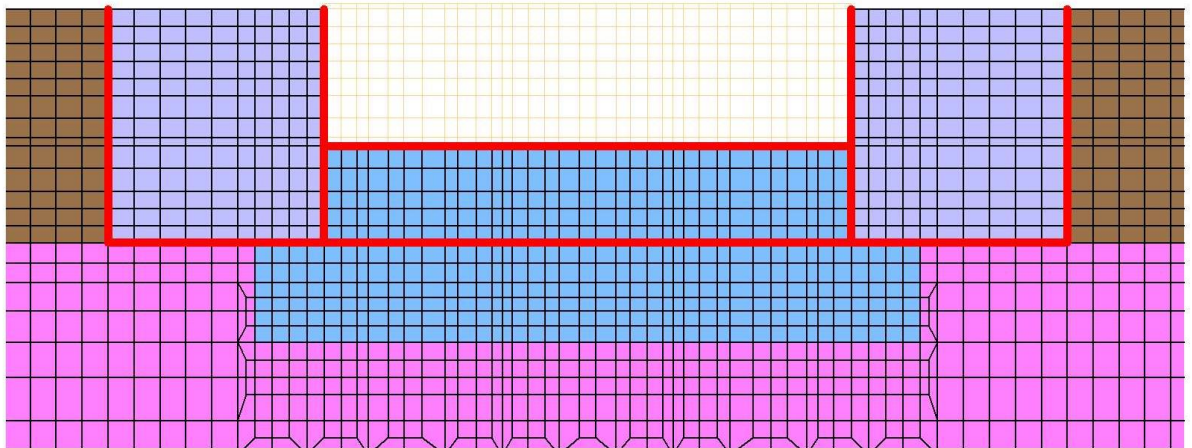
(ジョイント要素拡大)

図 3-26 ジョイント要素の配置 (B-B断面)

- | | | | | | |
|---|--------------|---|--------|---|-----------|
|  | : 岩盤 (第2速度層) |  | : 埋戻土 |  | : ジョイント要素 |
|  | : 岩盤 (第3速度層) |  | : MMR | | |
| | |  | : 改良地盤 | | |













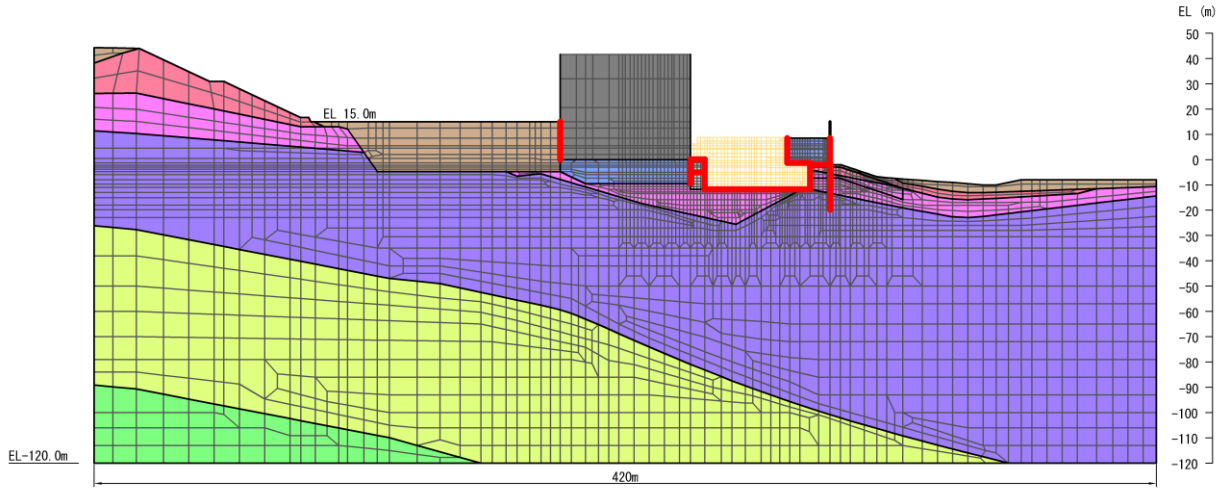
(全体図)



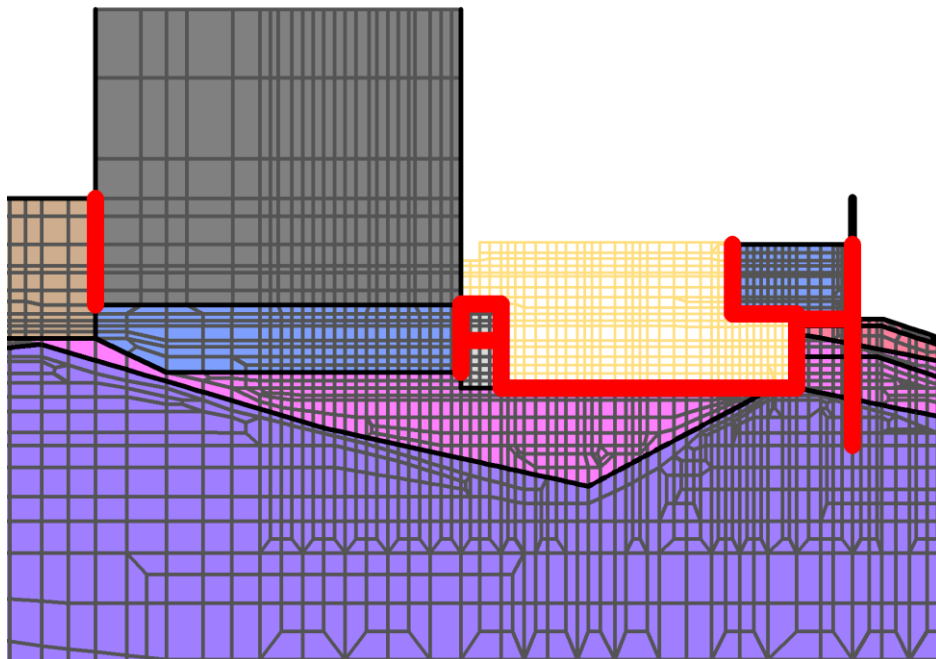
(ジョイント要素拡大)

図 3-27 ジョイント要素の配置 (C-C断面)

- | | | | |
|--|--|--|---|
|  : 岩盤 (第Ⅰ速度層) |  : 岩盤 (第Ⅳ速度層) |  : 埋戻土 |  : 隣接構造物 |
|  : 岩盤 (第Ⅱ速度層) |  : 岩盤 (第Ⅴ速度層) |  : MMR |  : ジョイント要素 |
|  : 岩盤 (第Ⅲ速度層) | |  : 改良地盤 | |



(全体図)



(ジョイント要素拡大)

図 3-28 ジョイント要素の配置 (D-D断面)

3.3 減衰定数

減衰定数は、「補-026-01 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」の「9. 地震応答解析における減衰定数」に基づき、粘性減衰及び履歴減衰で考慮する。

粘性減衰は、固有値解析にて求められる解析モデル全体の固有周期と各材料の減衰比に基づき、質量マトリックス及び剛性マトリックスの線形結合で表される以下のRayleigh減衰を解析モデル全体に与える。Rayleigh減衰の設定フローを図3-29に示す。

$$[c] = \alpha [m] + \beta [k]$$

[c] : 減衰係数マトリックス

[m] : 質量マトリックス

[k] : 剛性マトリックス

α , β : 係数

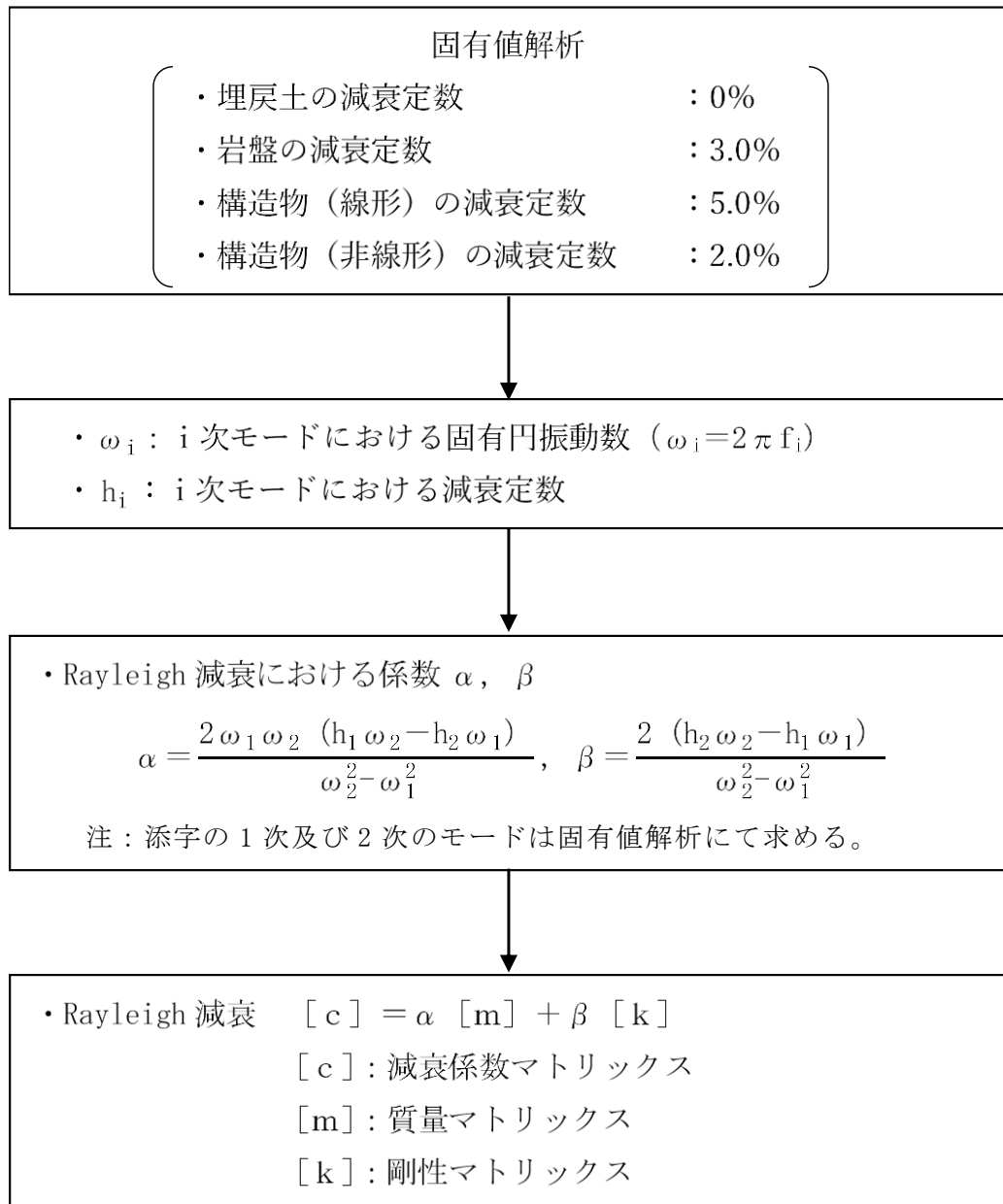


図 3-29 Rayleigh 減衰の設定フロー

(1) 全応力解析で設定する Rayleigh 減衰

全応力解析における Rayleigh 減衰の係数 α , β は、低次のモードの変形が支配的となる地中埋設構造物に対して、その特定の振動モードの影響が大きいことを考慮して、固有値解析結果より得られる卓越するモードの減衰と Rayleigh 減衰が一致するように設定する。なお、卓越するモードは全体系の固有値解析における刺激係数及びモード図にて決定するが係数 α , β が負値となる場合は、当該モードを選定しない。

$$h_i = \alpha / 2 \omega_i + \beta \omega_i / 2$$

h_i : 固有値解析により求められた i 次モードの減衰定数

ω_i : 固有値解析により求められた i 次モードの固有円振動数

固有値解析結果の一覧を表 3-12~表 3-15 に、固有値解析におけるモード図を図 3-30~図 3-33 に、係数 α , β を表 3-16 に、固有値解析結果に基づき設定した Rayleigh 減衰を図 3-34~図 3-37 に示す。

表 3-12 固有値解析結果 (A-A断面)

	固有振動数 (Hz)	有効質量比(%)		刺激係数		備考
		Tx	Ty	β_x	β_y	
1	3.841	40	0	3.652	0.000	1次として採用
2	4.137	0	1	0.001	-0.788	—
3	5.399	17	0	-3.355	0.000	—
4	5.972	0	0	-0.004	-0.173	—
5	6.730	13	0	2.023	0.000	—
6	7.502	6	0	2.260	-0.001	—
7	7.664	0	9	-0.004	2.875	—
8	7.734	0	6	0.004	1.294	—
9	8.337	0	0	-0.136	0.000	—
10	9.060	0	2	0.030	1.236	—
11	9.111	5	0	-2.248	0.024	—
12	9.488	2	0	1.115	-0.235	—
13	9.488	1	0	-1.074	-0.308	2次として採用
14	9.868	0	0	-0.234	-0.001	—

表 3-13 固有値解析結果 (B-B 断面)

	固有振動数 (Hz)	有効質量比 (%)		刺激係数		備考
		T _x	T _y	β_x	β_y	
1	3.863	40	0	3.581	0.000	1次として採用
2	4.146	0	1	0.000	0.766	—
3	5.466	17	0	-3.362	0.000	—
4	5.947	0	0	0.001	0.186	—
5	6.764	16	0	-2.201	0.000	—
6	7.547	4	0	1.845	-0.001	—
7	7.638	0	1	-0.002	0.771	—
8	7.706	0	14	-0.001	-1.490	—
9	8.420	0	0	-0.272	-0.002	—
10	8.986	0	2	-0.005	1.301	—
11	9.087	3	0	1.738	-0.001	—
12	9.465	0	0	-0.001	-0.228	—
13	9.631	3	0	0.849	0.001	2次として採用
14	9.834	0	0	0.369	0.005	—

表 3-14 固有値解析結果 (C-C 断面)

	固有振動数 (Hz)	有効質量比 (%)		刺激係数		備考
		T _x	T _y	β_x	β_y	
1	3.841	39	0	3.643	0.000	1次として採用
2	4.113	0	1	0.000	-0.773	—
3	5.452	19	0	-3.619	0.000	—
4	5.893	0	0	0.000	0.178	—
5	6.660	18	0	-2.318	0.000	—
6	7.530	2	0	-1.384	0.000	—
7	7.555	0	1	0.000	-0.700	—
8	7.679	0	15	0.000	1.522	—
9	8.410	1	0	-0.422	0.000	—
10	8.902	0	2	0.000	-1.170	—
11	8.990	2	0	-1.290	0.000	—
12	9.374	0	0	0.000	-0.436	—
13	9.699	1	0	0.550	0.000	2次として採用
14	9.780	39	0	-1.095	0.000	—

表 3-15 固有値解析結果 (D-D 断面)

	固有振動数 (Hz)	有効質量比 (%)		刺激係数		備考
		Tx	Ty	β_x	β_y	
1	2.685	29	0	6.273	0.630	1次として採用
2	3.412	41	0	-7.215	0.367	2次として採用
3	4.171	2	5	-1.047	1.813	—
4	4.752	1	0	-0.764	-0.576	—
5	5.316	0	0	-0.539	-0.480	—
6	5.429	2	5	1.654	-2.785	—
7	5.640	0	0	1.239	3.715	—
8	5.938	6	1	-4.463	-1.764	—
9	6.393	0	5	-0.105	1.505	—
10	6.671	0	2	0.088	1.737	—

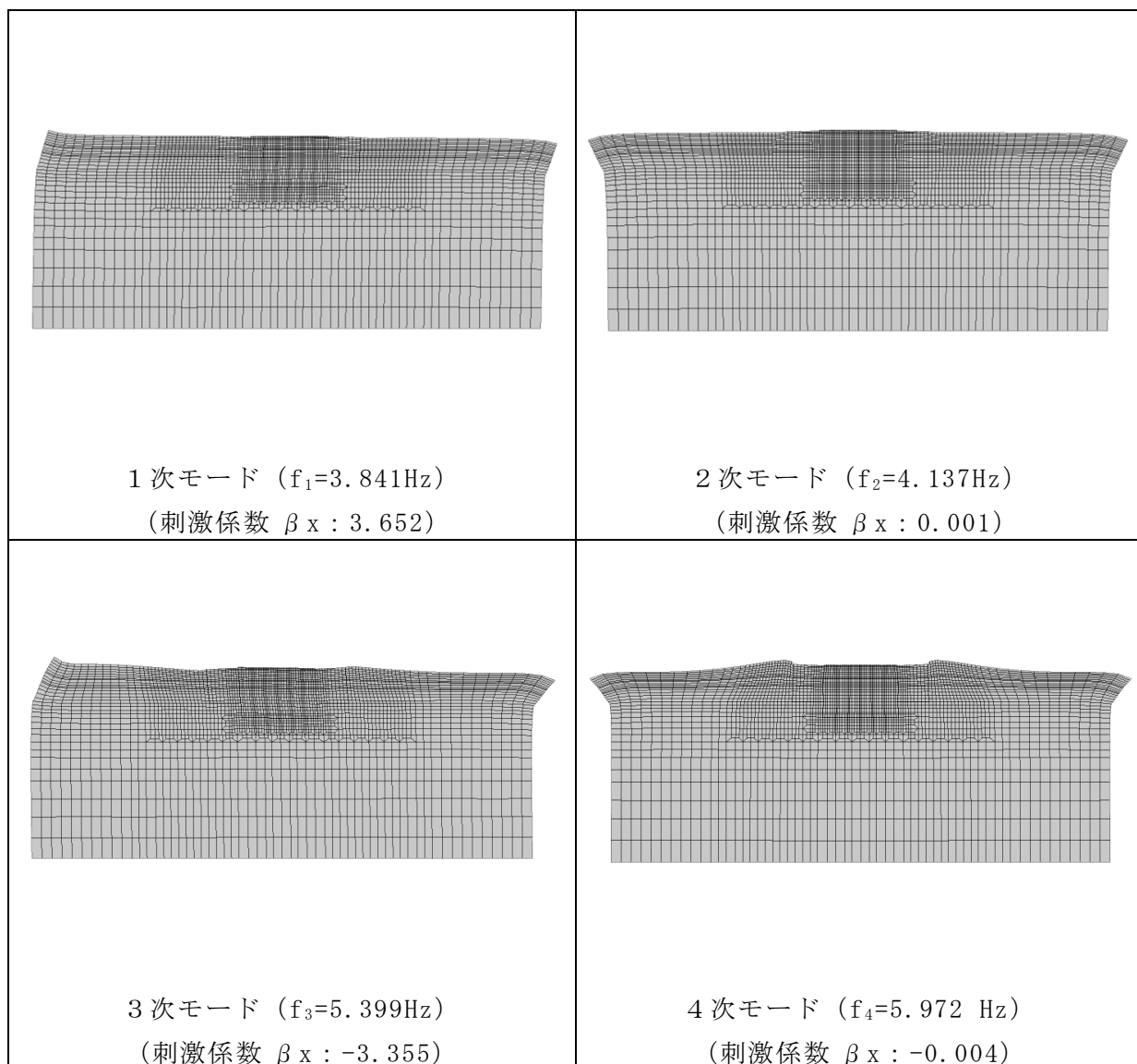


図 3-30 (1) 固有値解析結果 (モード図) (A-A断面)

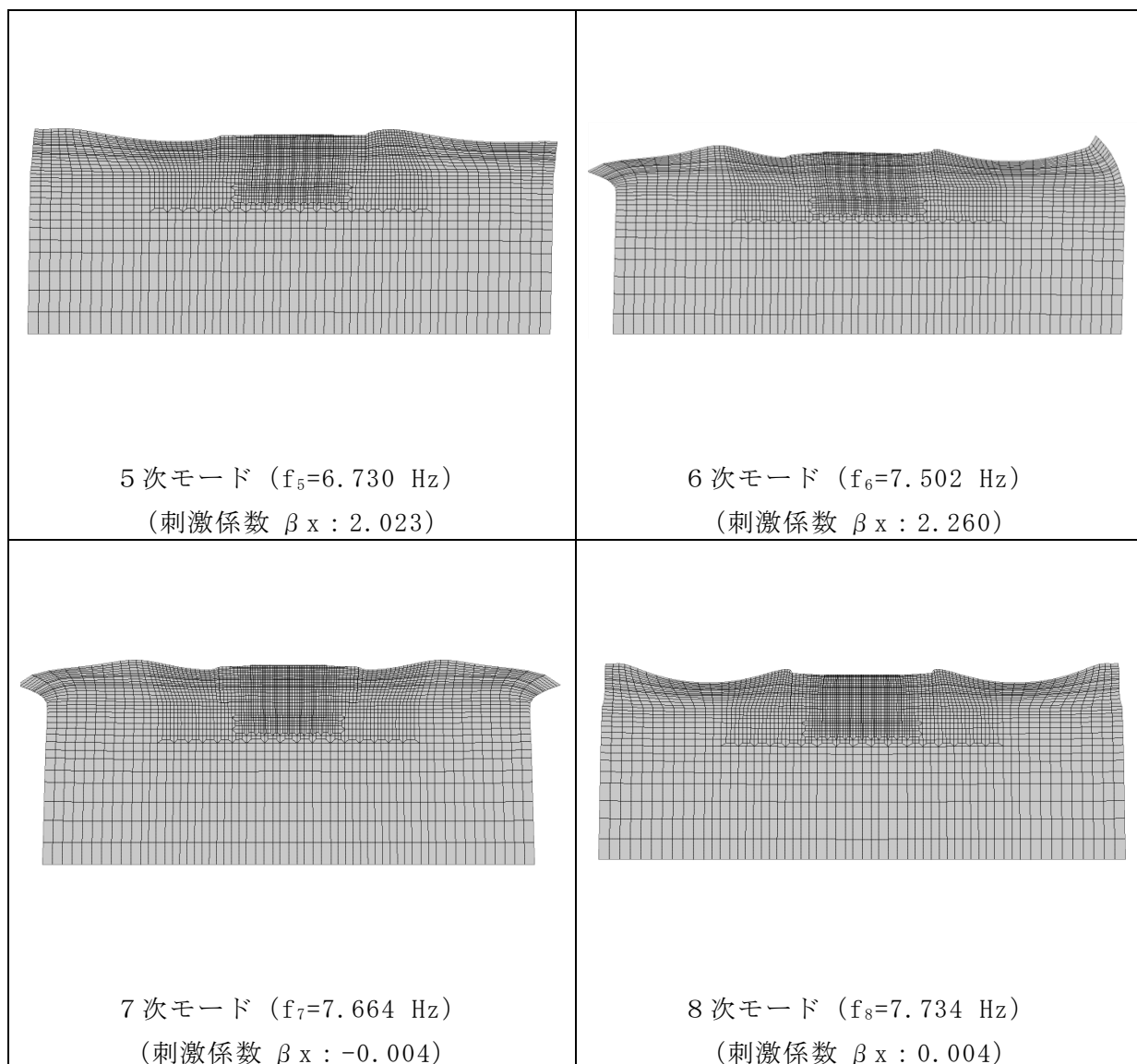


図 3-30 (2) 固有値解析結果 (モード図) (A-A断面)

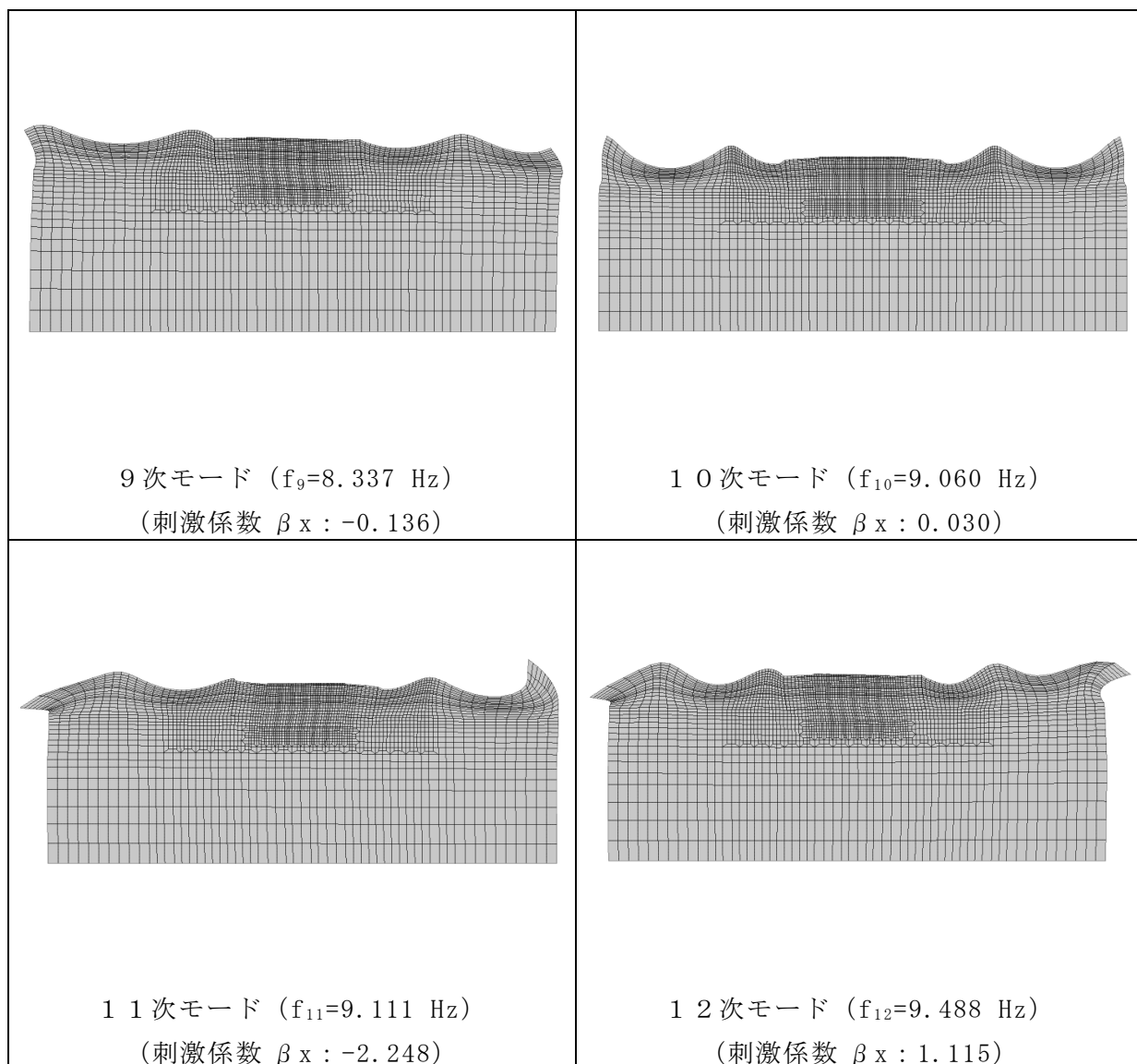


図 3-30 (3) 固有値解析結果 (モード図) (A-A断面)

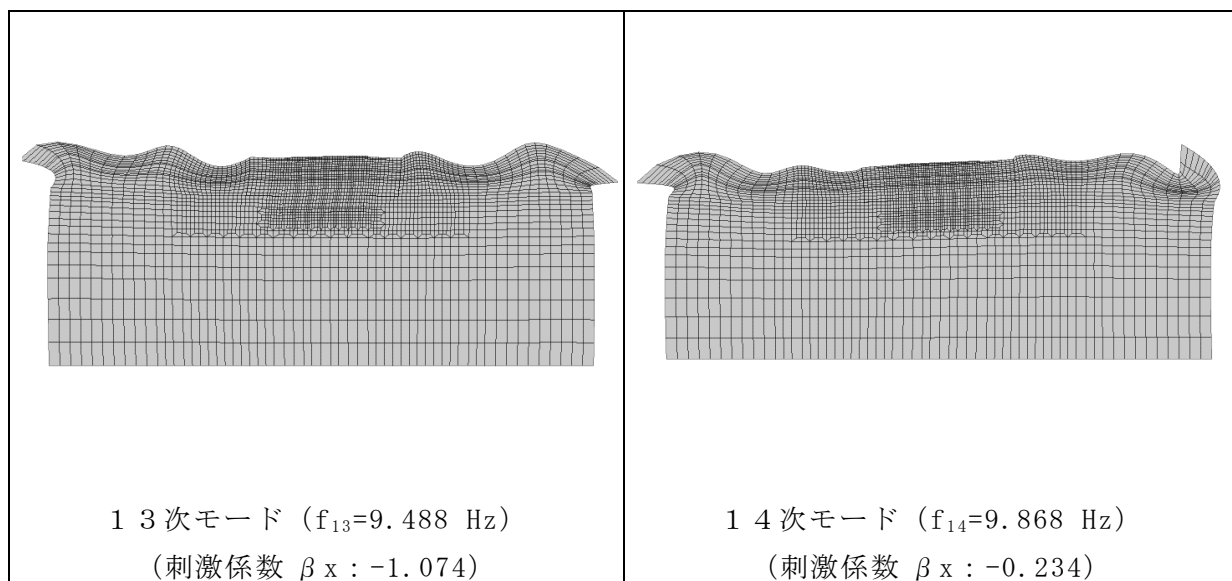


図 3-30 (4) 固有値解析結果 (モード図) (A-A 断面)

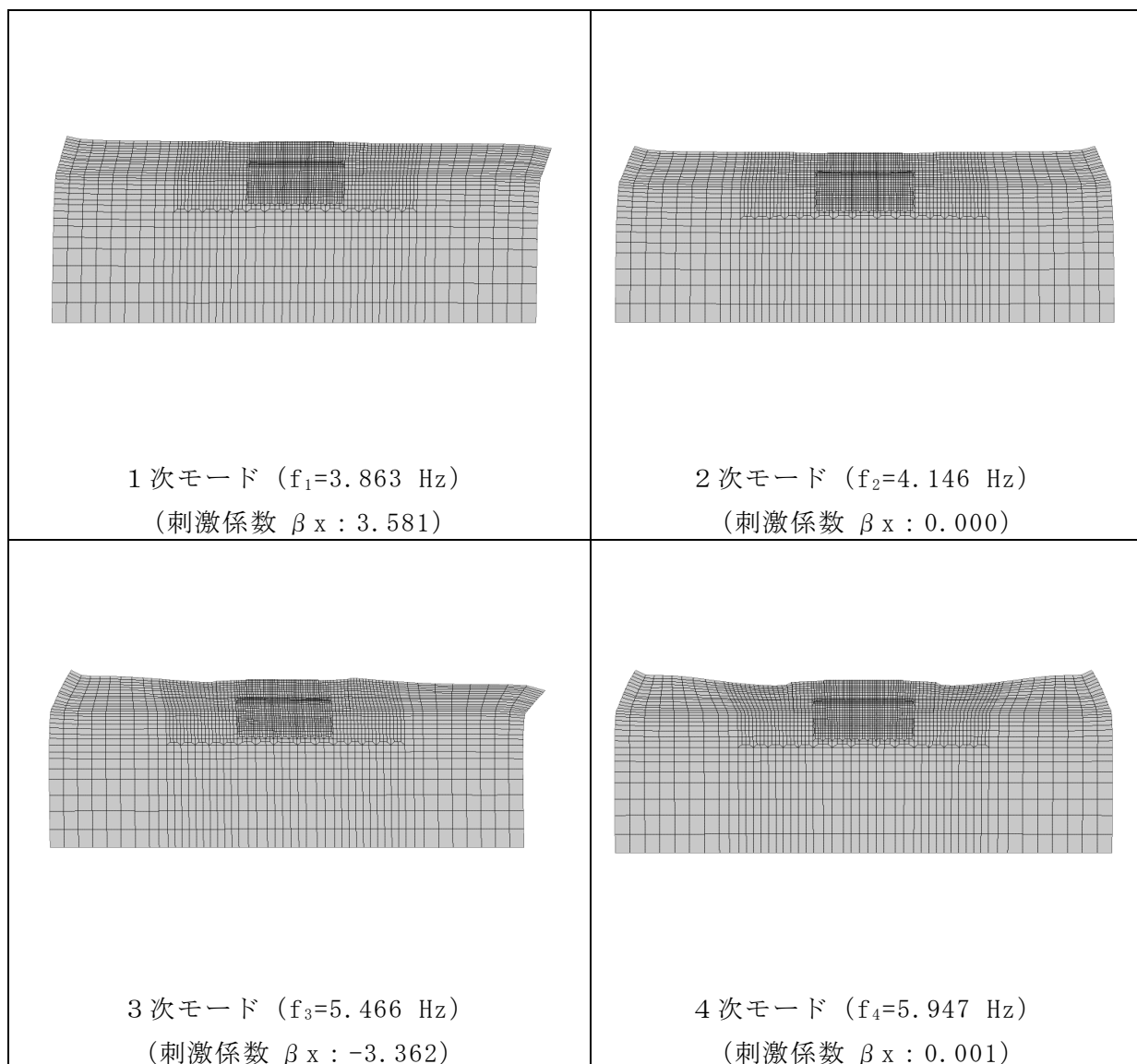


図 3-31 (1) 固有値解析結果 (モード図) (B-B 断面)

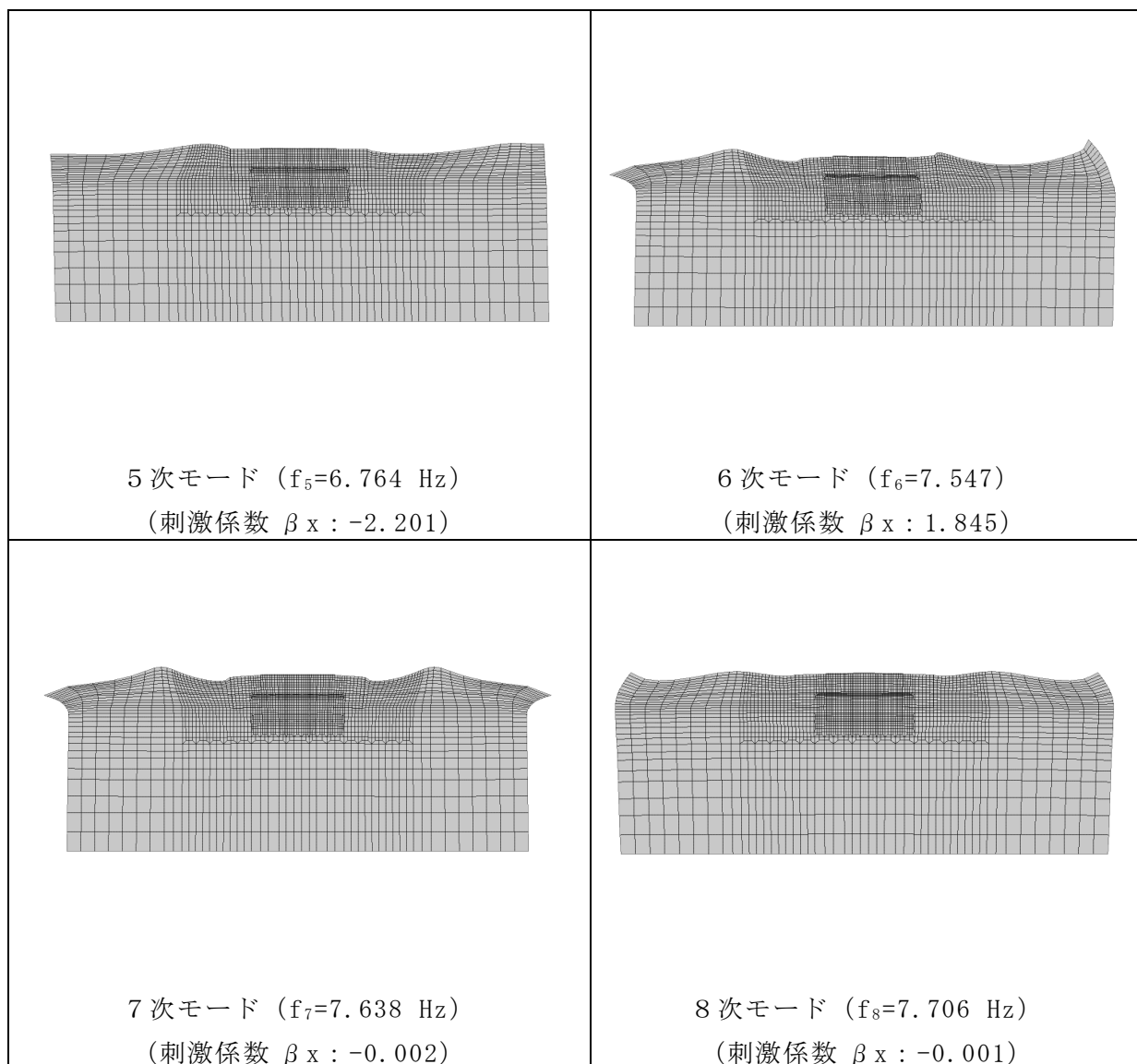


図 3-31 (2) 固有値解析結果 (モード図) (B-B断面)

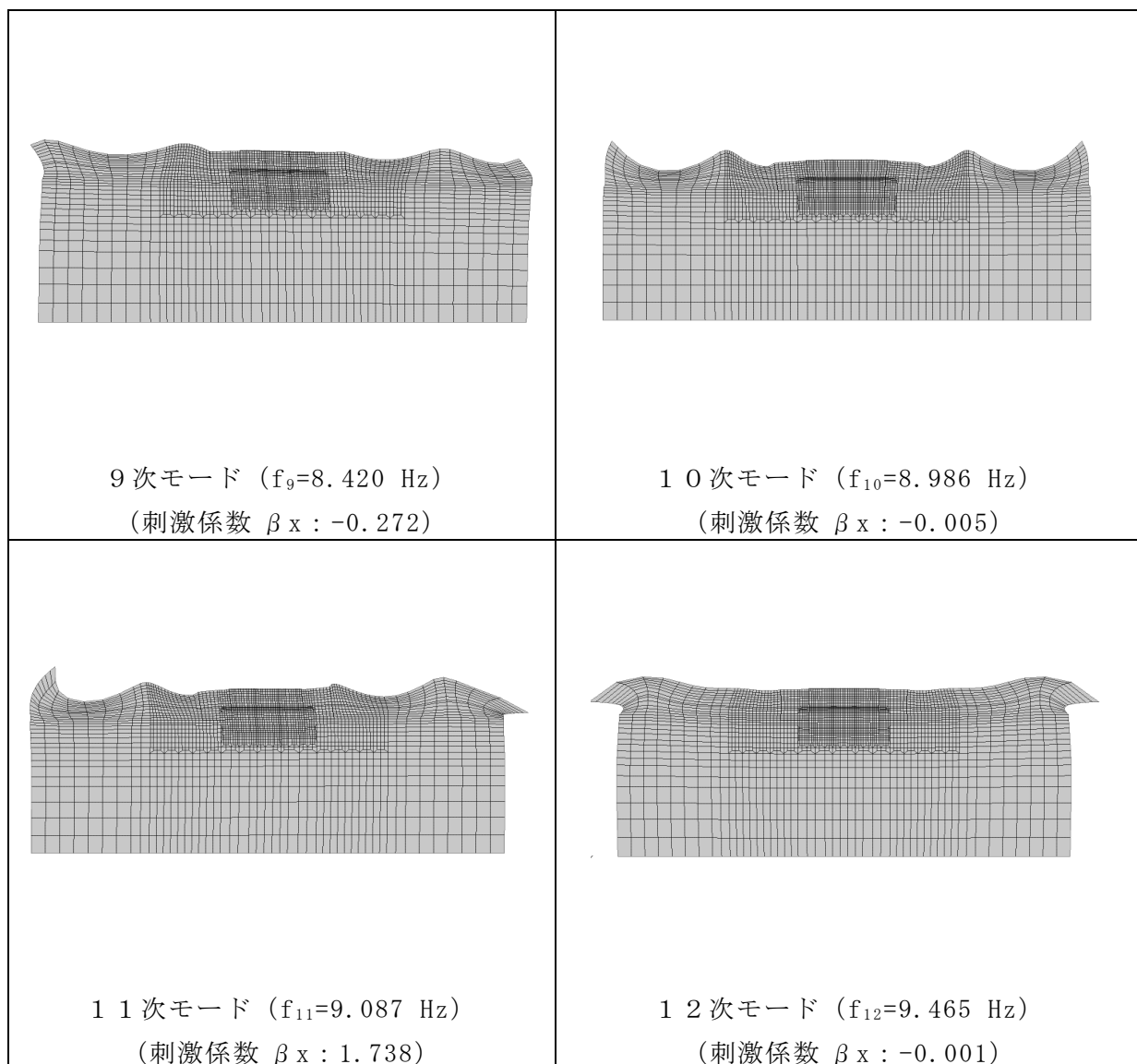


図 3-31 (3) 固有値解析結果 (モード図) (B-B断面)

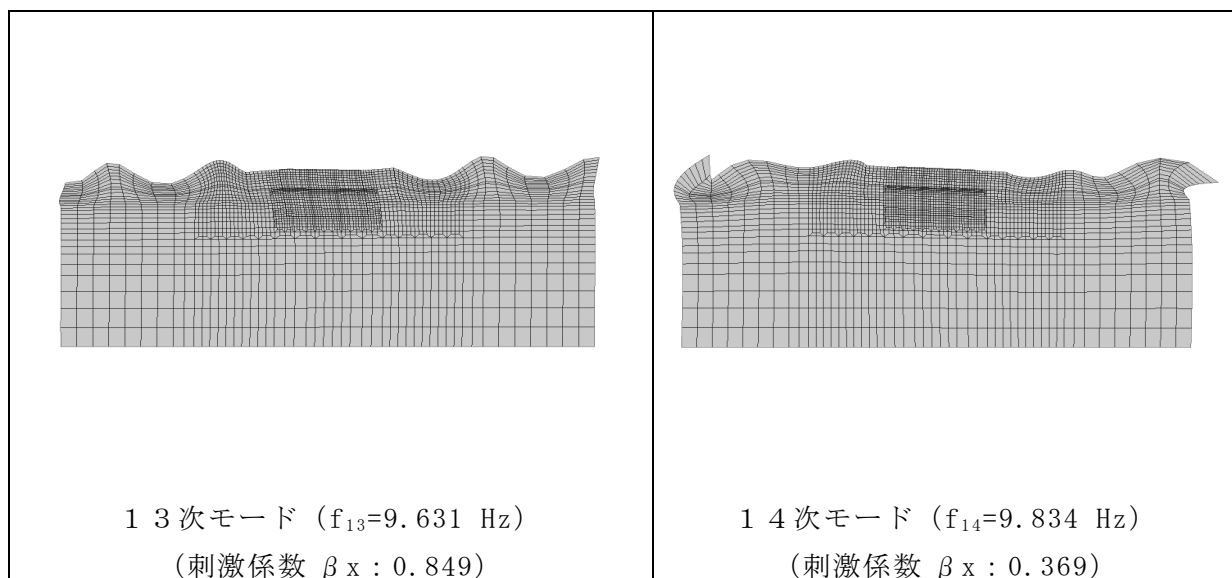


図 3-31 (4) 固有値解析結果 (モード図) (B-B 断面)

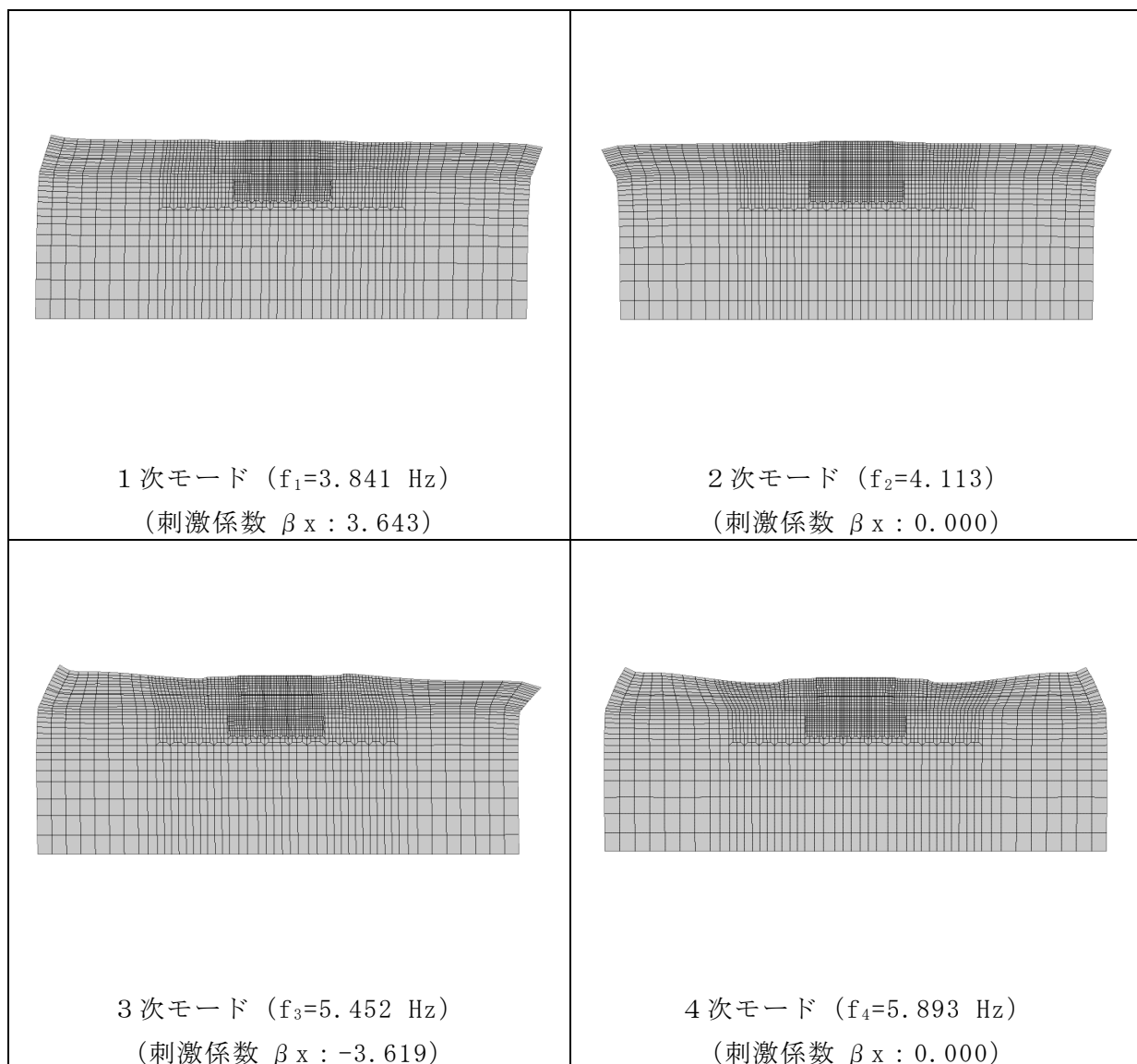


図 3-32 (1) 固有値解析結果 (モード図) (C-C 断面)

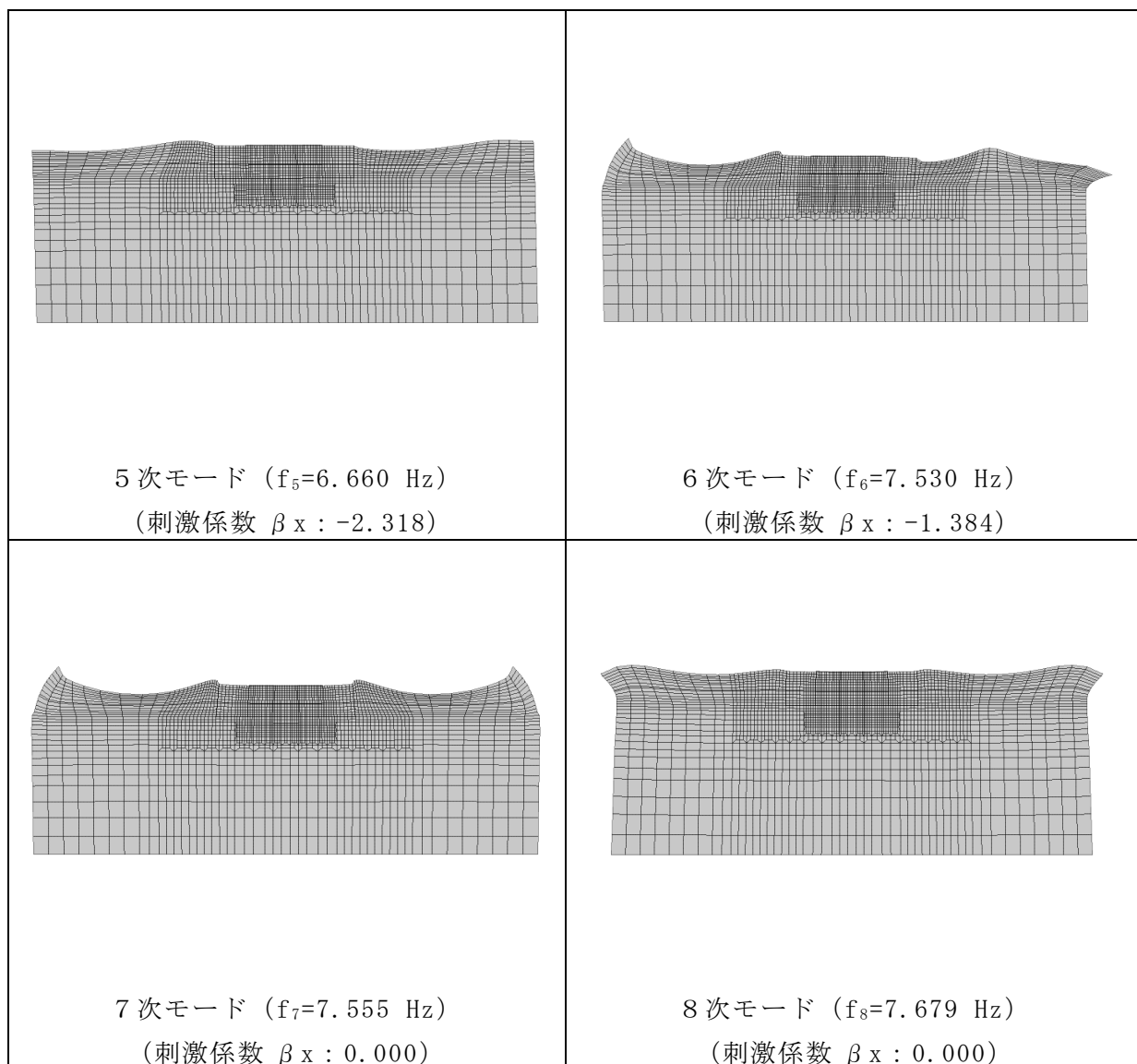


図 3-32 (2) 固有値解析結果 (モード図) (C-C断面)

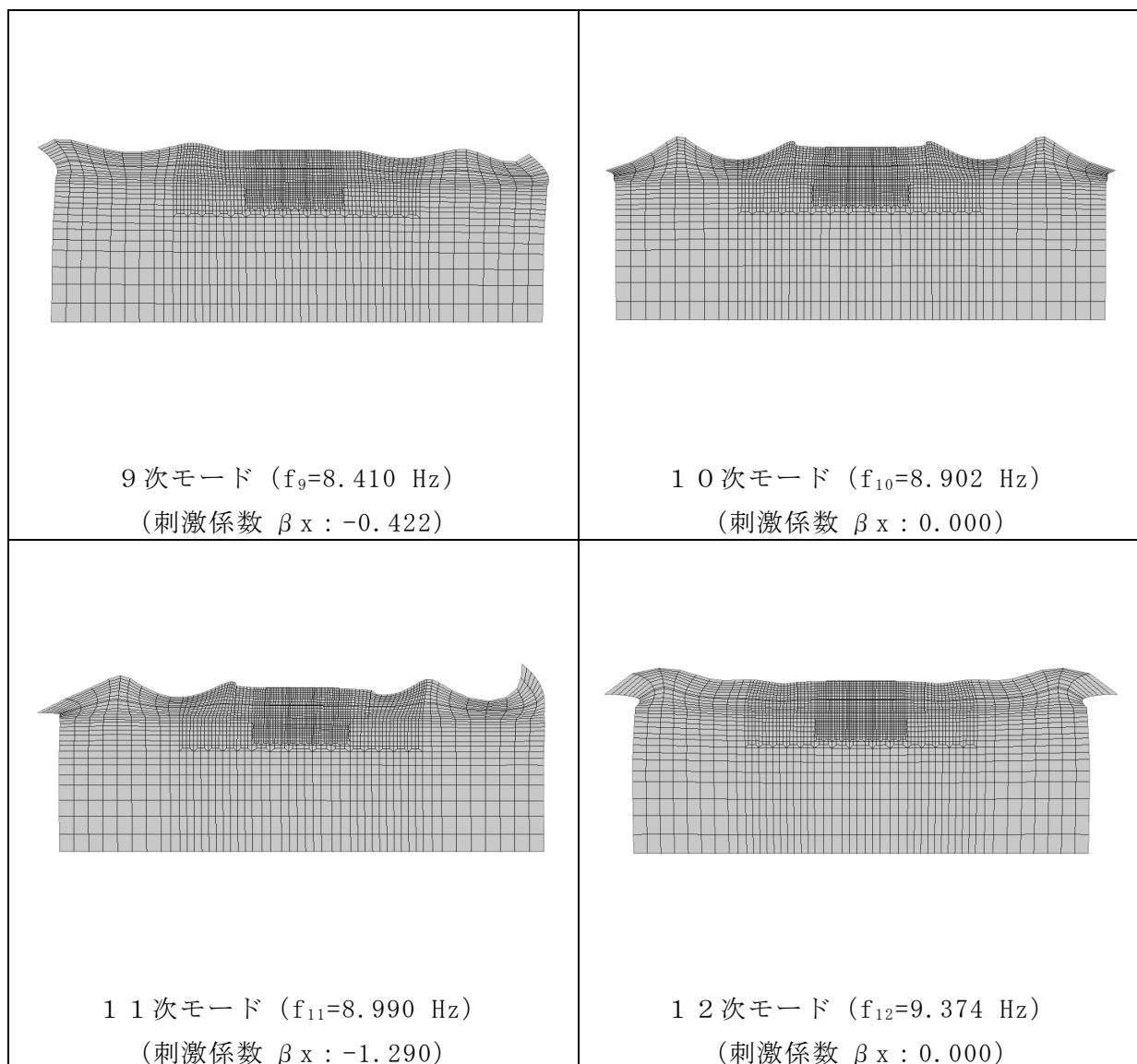


図 3-32 (3) 固有値解析結果 (モード図) (C-C断面)

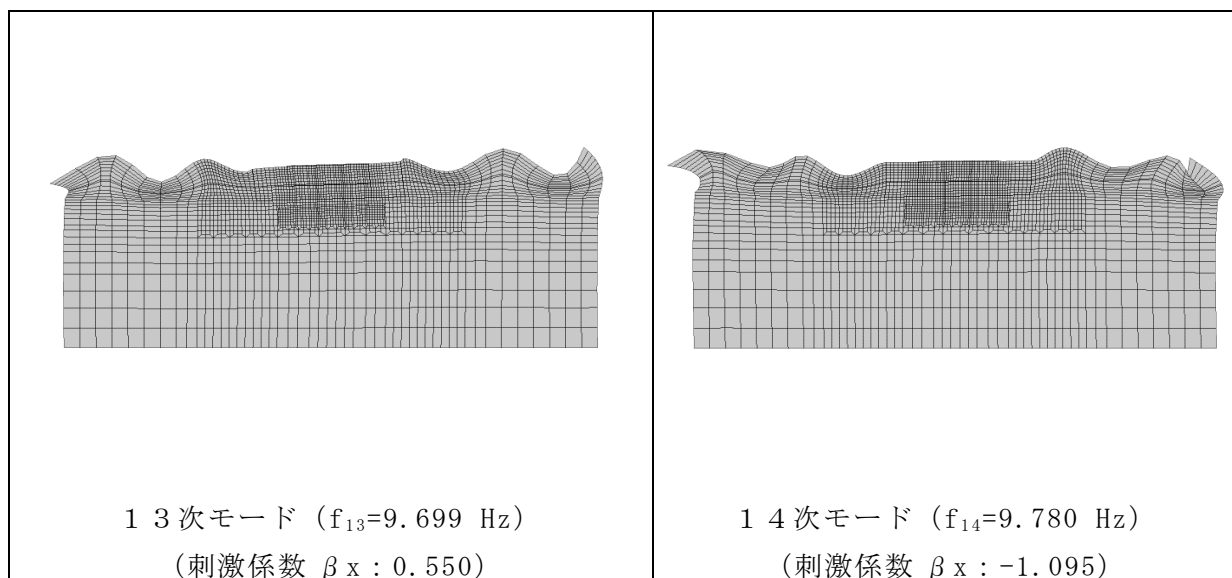


図 3-32 (4) 固有値解析結果 (モード図) (C-C断面)

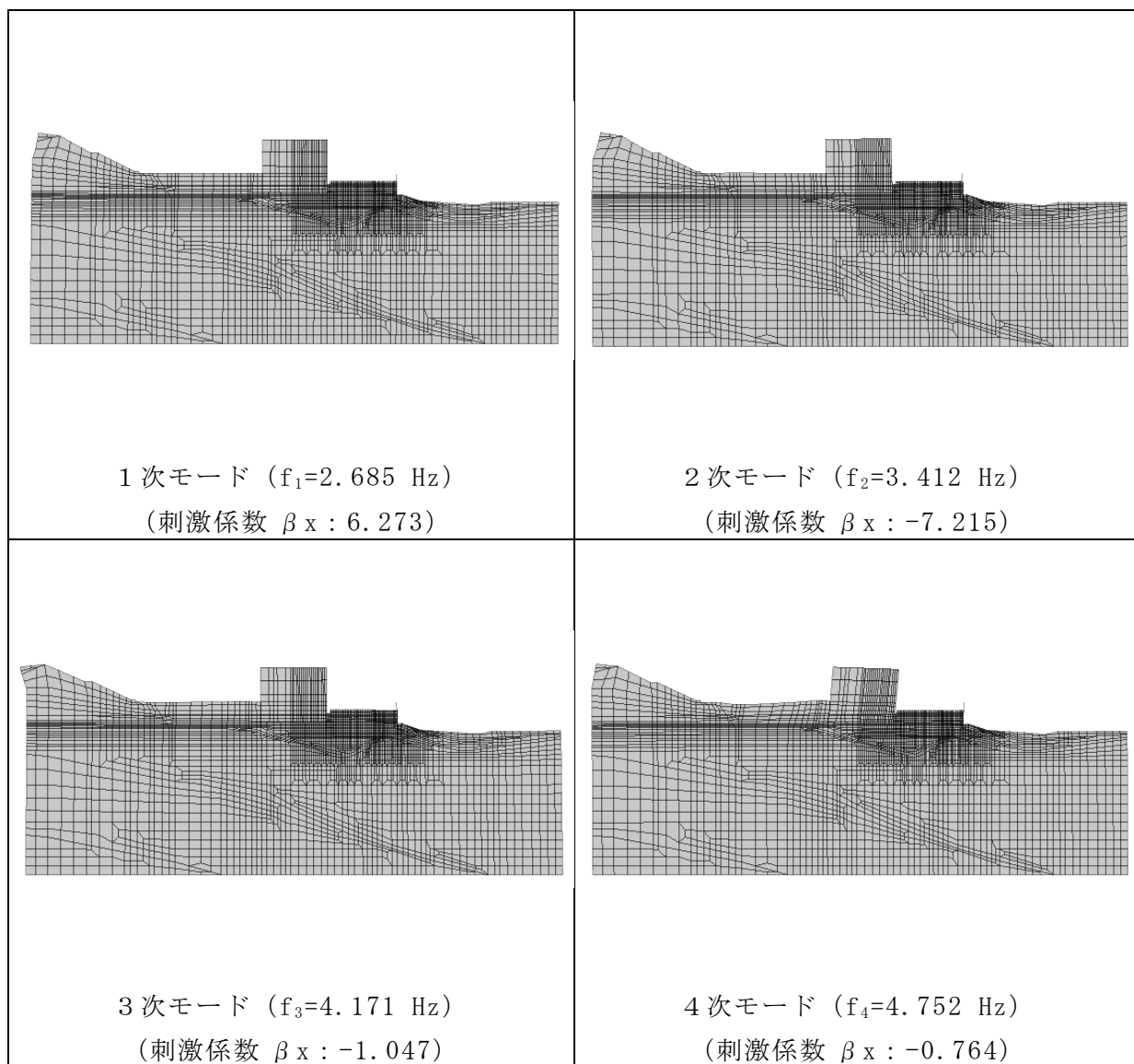


図 3-33 (1) 固有値解析結果 (モード図) (D-D断面)

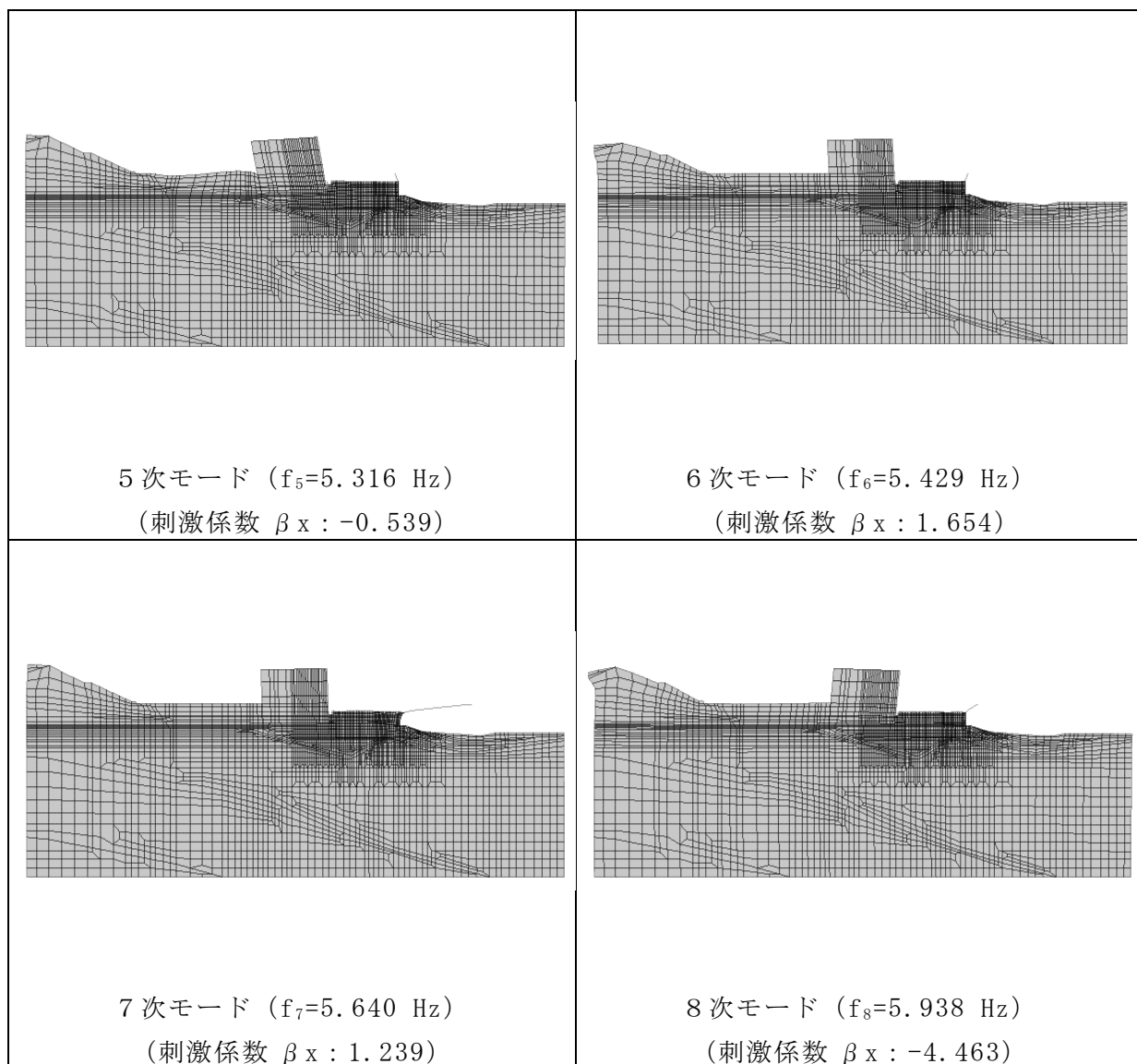


図 3-33 (2) 固有値解析結果 (モード図) (D-D断面)

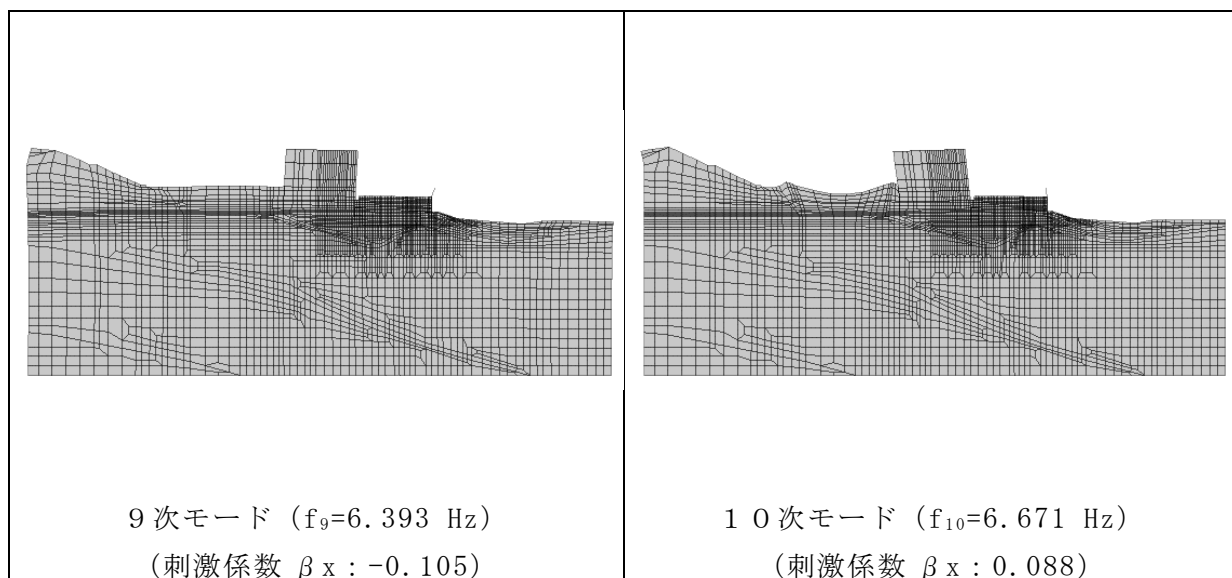


図 3-33 (3) 固有値解析結果 (モード図) (D-D断面)

表 3-16 全応力解析で設定する Rayleigh 減衰における係数 α 、 β の設定結果

評価対象断面	α	β
A-A 断面	0.674	2.017×10^{-4}
B-B 断面	0.674	1.986×10^{-4}
C-C 断面	0.708	1.240×10^{-4}
D-D 断面	0.609	1.377×10^{-3}

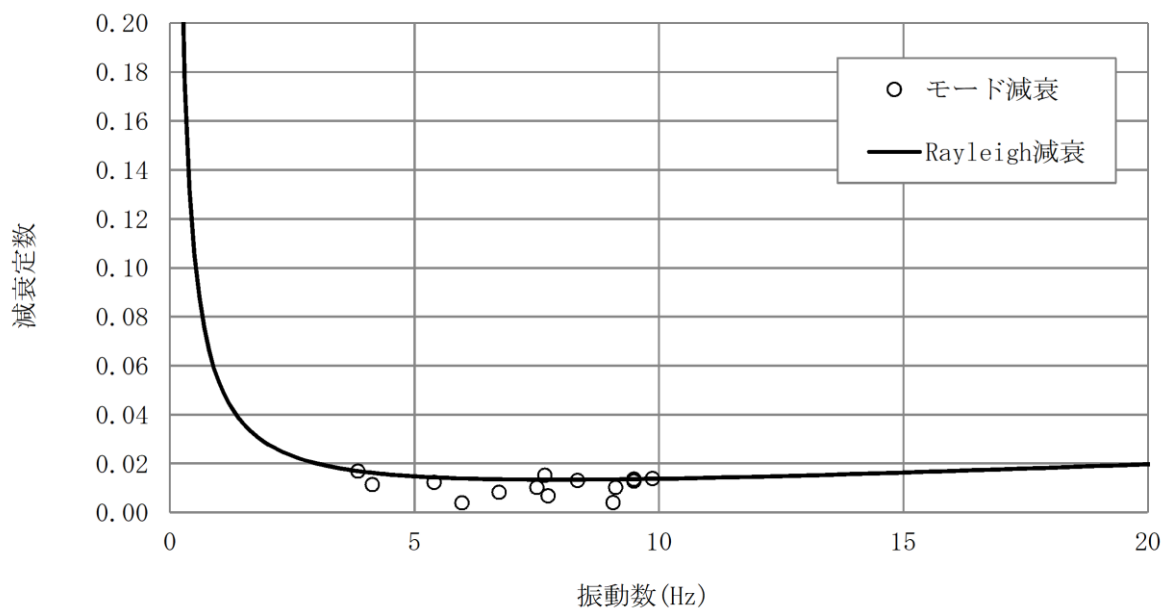


図 3-34 設定した Rayleigh 減衰 (A-A 断面)

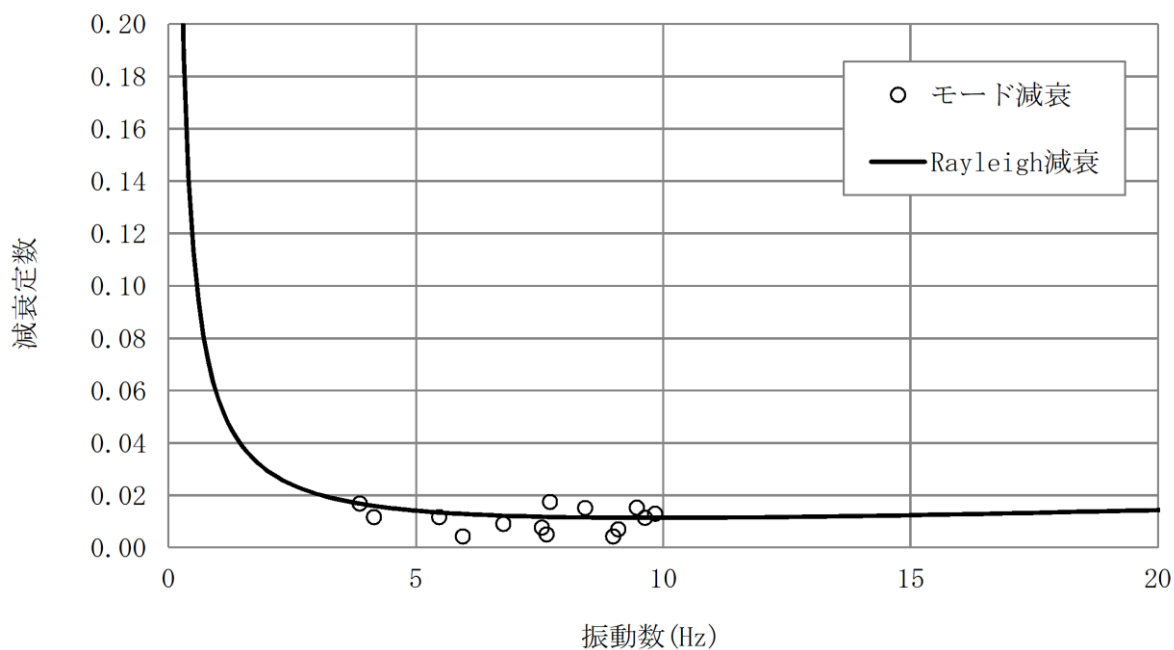


図 3-35 設定した Rayleigh 減衰 (B-B 断面)

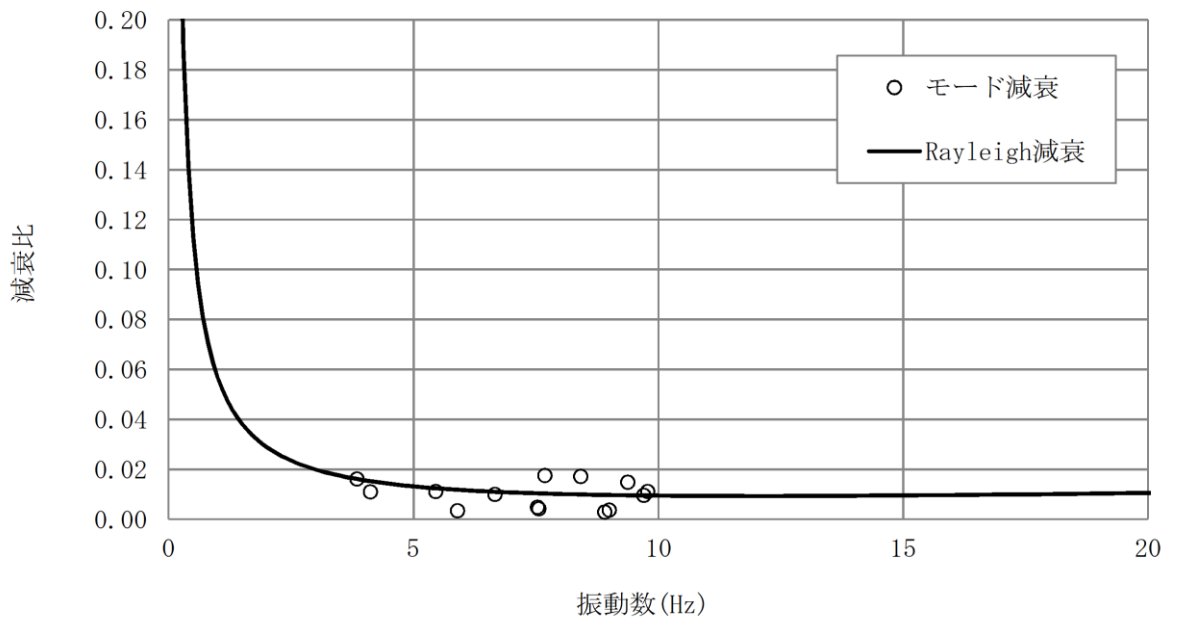


図 3-36 設定した Rayleigh 減衰 (C-C 断面)

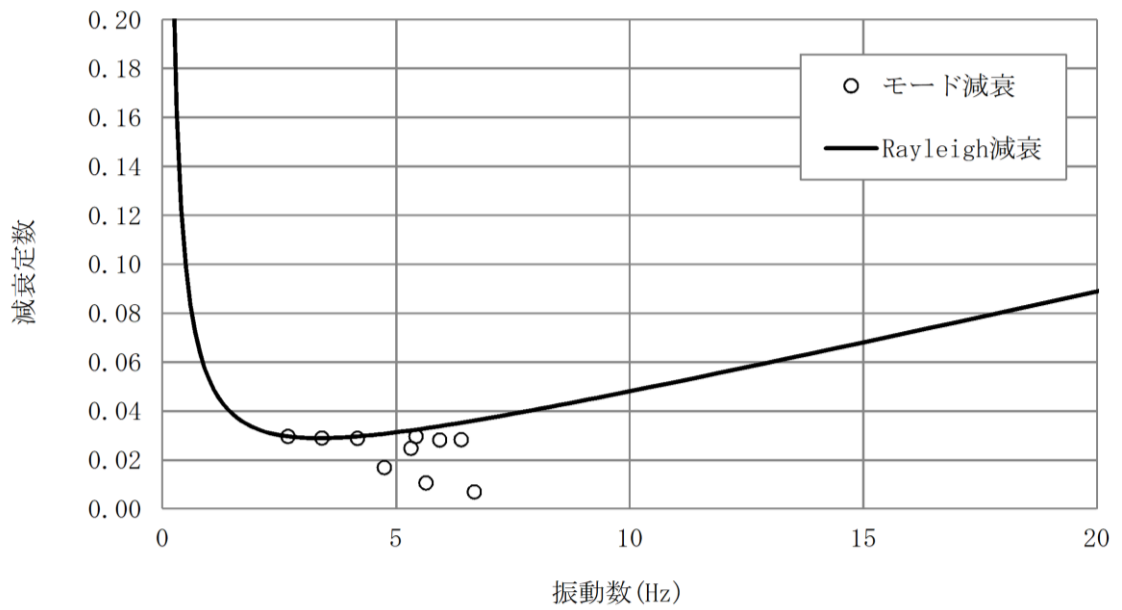


図 3-37 設定した Rayleigh 減衰 (D-D 断面)

(2) 有効応力解析で設定する Rayleigh 減衰

有効応力解析における Rayleigh 減衰は、地震力による時系列での地盤剛性の軟化に伴う 1 次固有振動数の低振動数側へのシフトに応じて、地盤応答の保守的な評価が行われるよう係数 α を 0 として設定し、低振動数帯で減衰 α [m] の影響がない剛性比例型減衰としている。また、係数 β は、「FLIP 研究会 14 年間の検討成果のまとめ [理論編]」に基づき $\beta=0.002$ と設定する。

有効応力解析で設定する Rayleigh 減衰における係数 α 、 β を表 3-17、設定した Rayleigh 減衰を 図 3-38 に示す。

表 3-17 有効応力解析で設定する Rayleigh 減衰における係数 α 、 β の設定結果

評価対象断面	α	β
A-A 断面	0.000	0.002
B-B 断面	0.000	0.002
C-C 断面	0.000	0.002

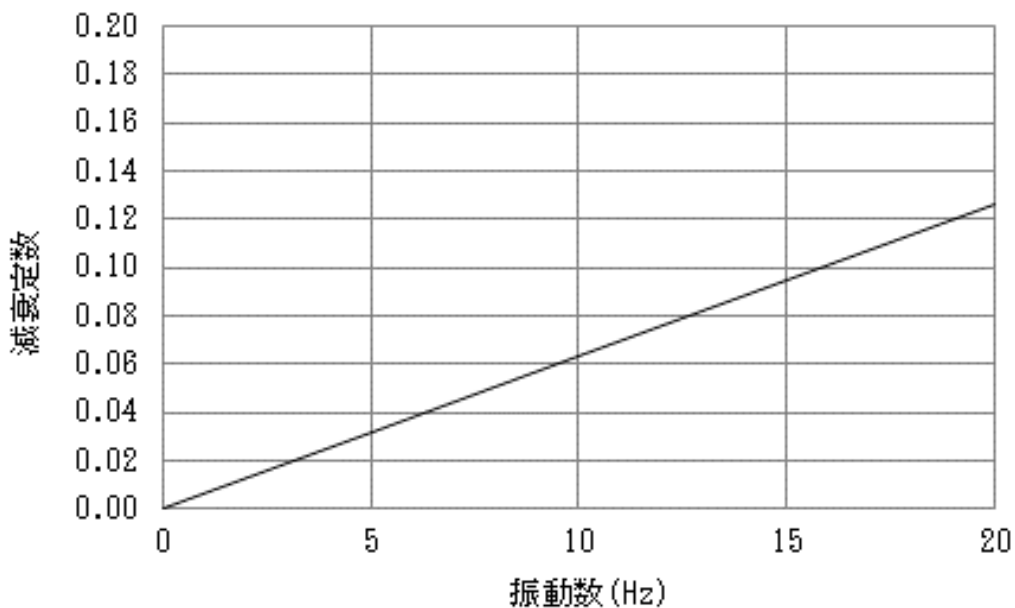


図 3-38 設定した Rayleigh 減衰

3.4 荷重の組合せ

耐震評価にて考慮する荷重は、通常運転時の荷重(永久荷重)及び地震荷重を抽出し、それぞれを組み合わせて設定する。地震荷重には、地震時土圧、機器・配管系からの反力及び動水圧による荷重が含まれるものとする。

なお、取水槽の運転時、設計基準事故時及び重大事故時の状態における荷重条件は同一であり、評価は設計基準対象施設の評価結果に包括されることから、設計基準対象施設の評価結果を用いた重大事故等対処施設の評価を行う。

荷重の組合せを表 3-18 に示す。

表 3-18 荷重の組合せ

種別	荷重		算定方法の概要
永久荷重 (常時荷重)	固定 荷重	躯体自重	○ ・設計図書に基づいて、対象構造物の体積に材料の密度を乗じて設定する。
		機器・配管荷重	○ ・機器・配管系の重量に基づいて設定する。
		浸水防護施設荷重	○ ・防水壁及び防水扉の重量に基づいて設定する。
		竜巻防護対策 設備荷重	○ ・竜巻防護壁，竜巻防護鋼板及び竜巻防止ネットの重量に基づいて設定する。
	積載 荷重	静止土圧	○ ・常時応力解析により設定する。
		外水圧	○ ・地下水位に応じた静水圧として考慮する。 ・地下水の密度を考慮する。
		内水圧	○ ・内水位に応じた静水圧として考慮する。 ・海水の密度を考慮する。
		積雪荷重	○ ・地表面，躯体表層及び中床版の一部に考慮する。
		土被り荷重	○ ・常時応力解析により設定する。
	永久上載荷重	— ・地表面に恒常的に置かれる設備等はないことから考慮しない。	
偶発荷重 (地震荷重)	水平地震動	○	・基準地震動 S_s による水平・鉛直同時加振を考慮する。
	鉛直地震動	○	
	動水圧	○ ・水位条件及び密度は，永久荷重のうち内水圧と同様とする。 ・地震時動水圧を付加質量により考慮する。	

3.4.1 機器・配管荷重

地震時に取水槽に作用する機器・配管の荷重図を図 3-39～図 3-42 に、荷重を考慮する主要な機器・配管を表 3-19 に示す。機器・配管の荷重は、機器・配管位置にダミー（剛性 0）のビーム要素もしくはシェル要素を作成し、密度を与えることで考慮する。循環水ポンプや原子炉補機冷却水ポンプ等の主要な機器設置範囲に荷重を載荷し、配管荷重は、部材全体に分布荷重として考慮する。

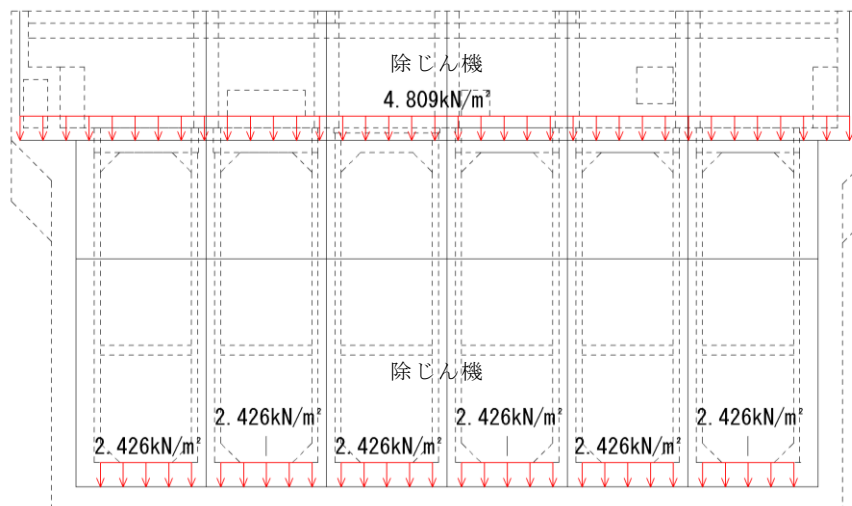


図 3-39 機器・配管の荷重図（除じん機エリア）

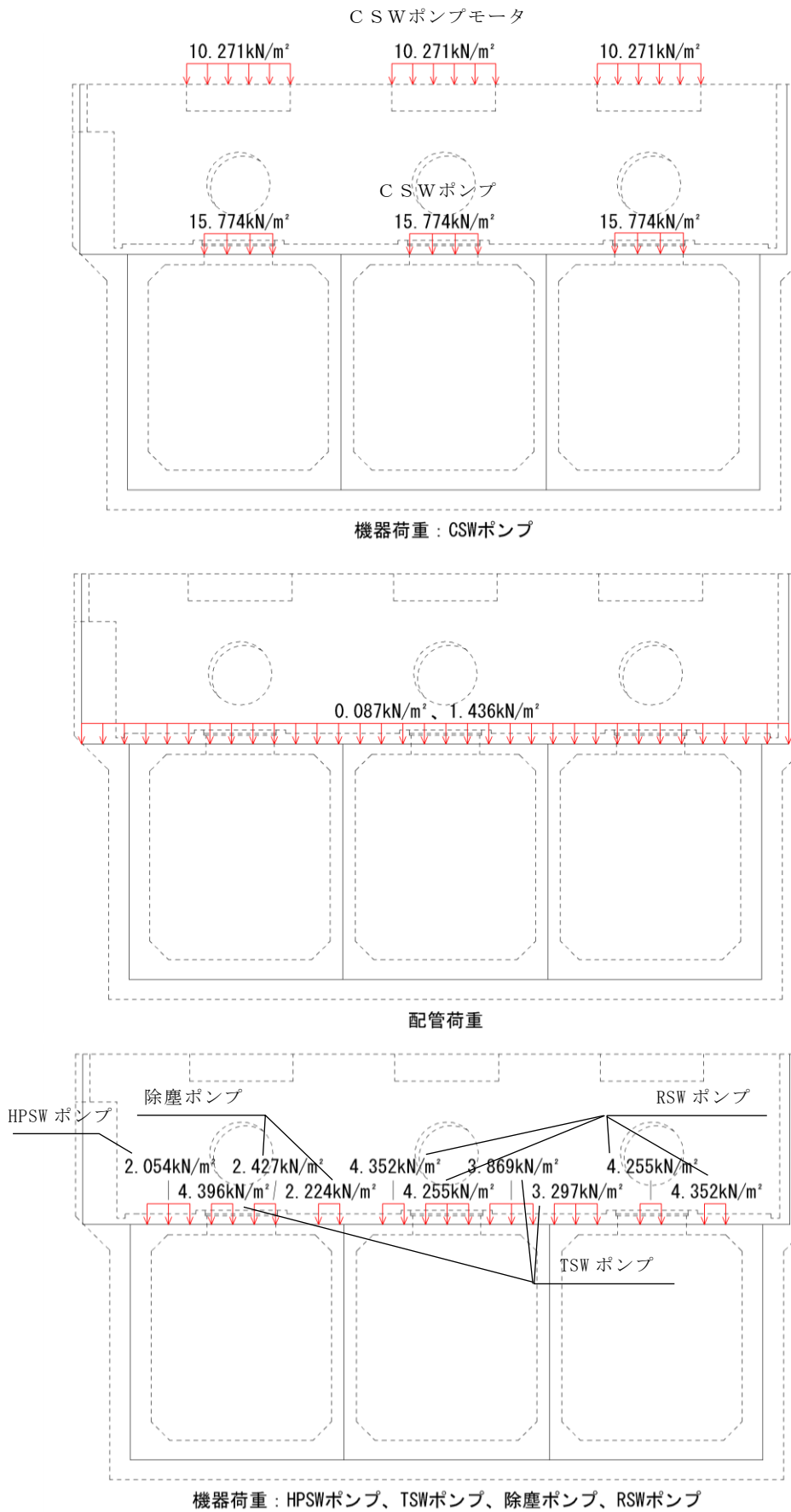


図 3-40 機器・配管の荷重図 (海水ポンプエリア)

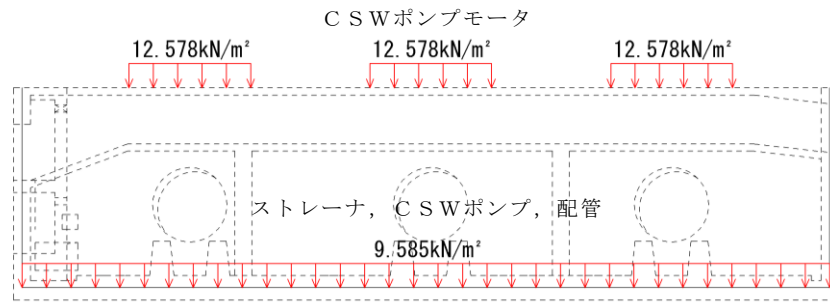


図 3-41 機器・配管の荷重図（ストレーナエリア）

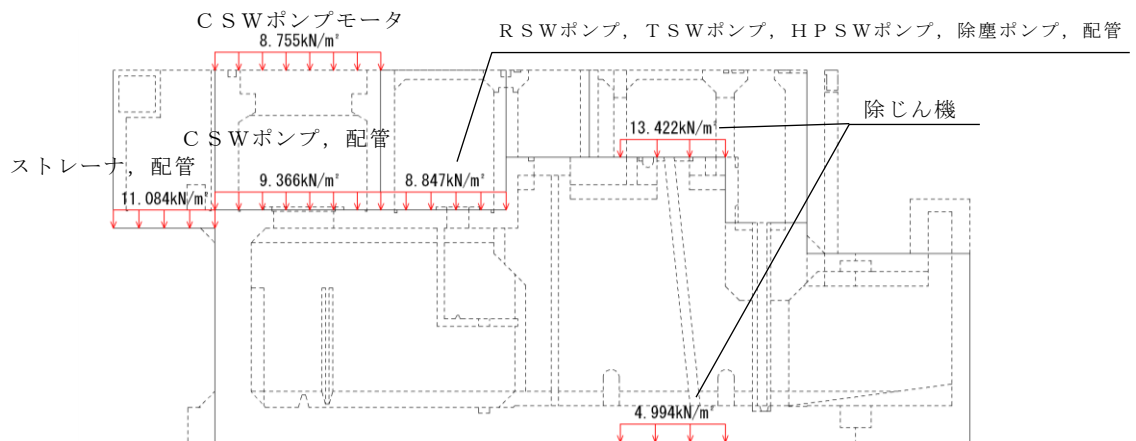


図 3-42 機器・配管の荷重図（南北断面）

表 3-19 荷重を考慮する主要な機器・配管等

部位		主な考慮する機器・配管荷重
除じん機 エリア	中床版	除じん機：421.7kN/基
	底版	除じん機：156.9kN/基
海水ポンプ エリア	隔壁	C S Wポンプモータ（循環水ポンプモータ）：872.8kN/基
	中床版	C S Wポンプ（循環水ポンプ）：837.5kN/基 R S Wポンプ（原子炉補機海水ポンプ）：161.8kN/基 T S Wポンプ（タービン補機海水ポンプ）：122.6kN/基
ストレーナ エリア	中床版	原子炉補機海水ストレーナ：176.5kN/基 タービン補機海水ストレーナ：98.1kN/基

3.4.2 浸水防護施設荷重

「VI-2-10-2-8 防水壁の耐震性についての計算書」及び「VI-2-10-2-9 水密扉の耐震性についての計算書」に示す取水槽上部に設置されている浸水防護施設の自重を荷重として考慮する。

浸水防護施設の位置図を図3-43に、荷重図を図3-44～図3-46に示す。

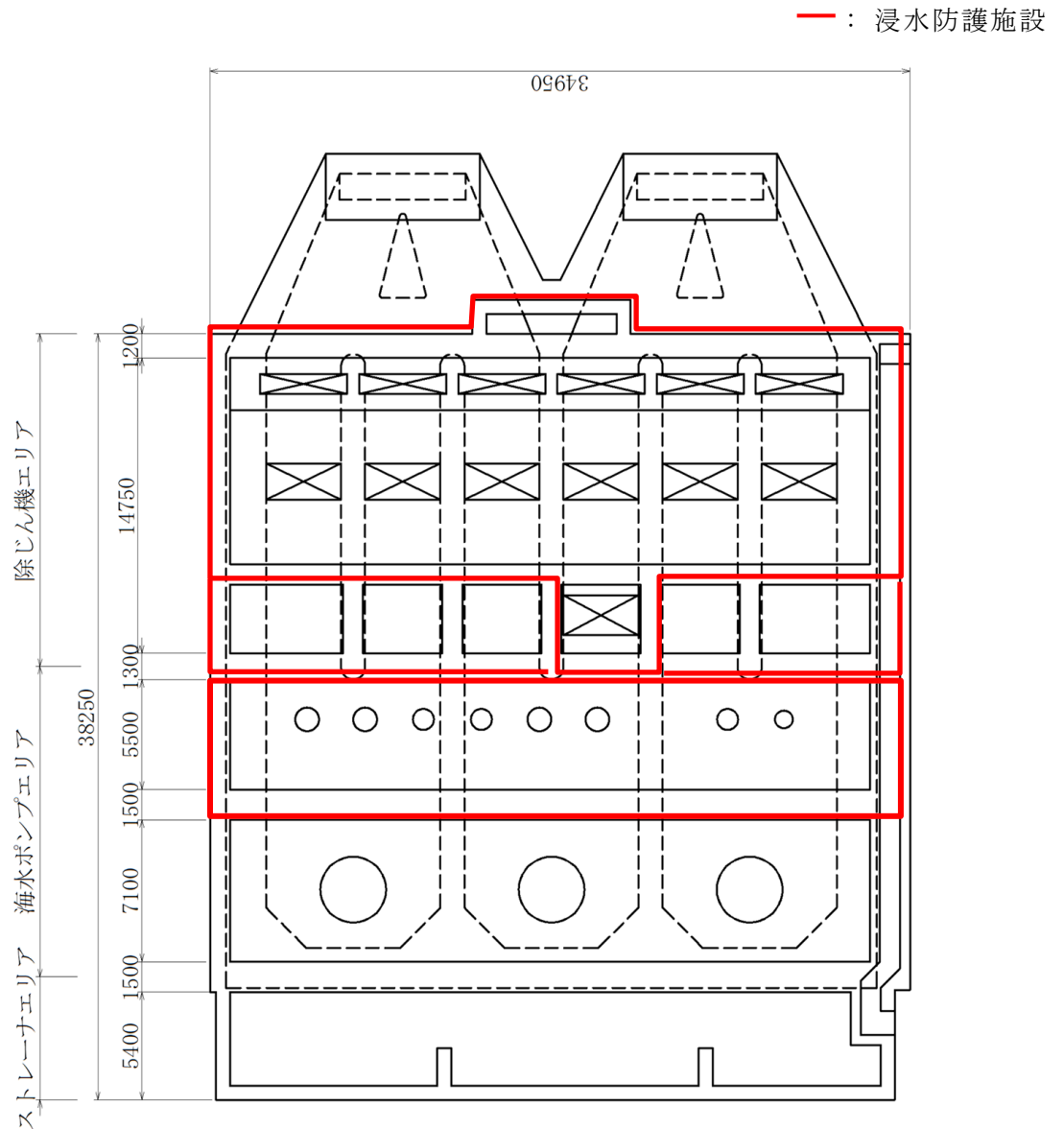


図3-43 浸水防護施設 位置図

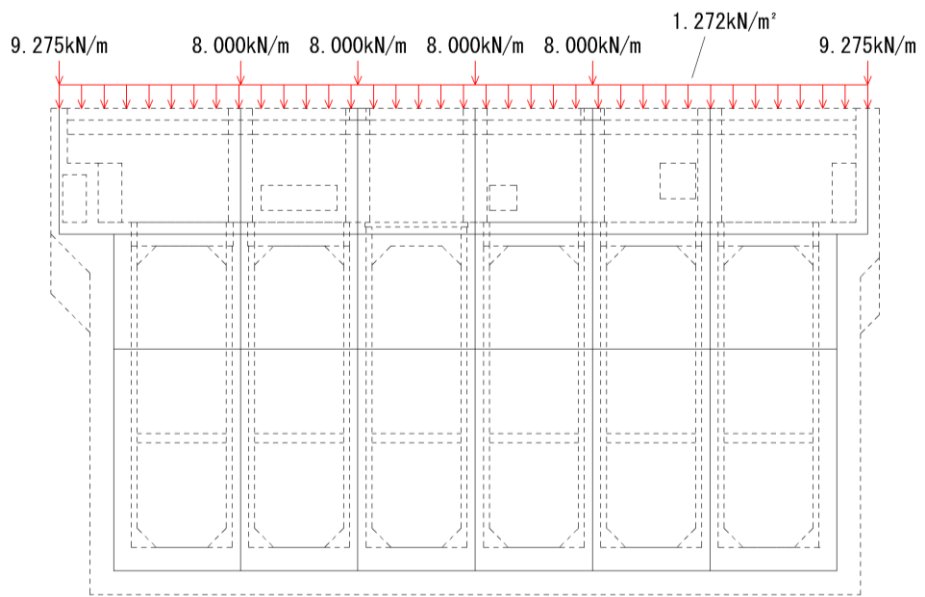


図 3-44 浸水防護施設 荷重図 (除じん機エリア)

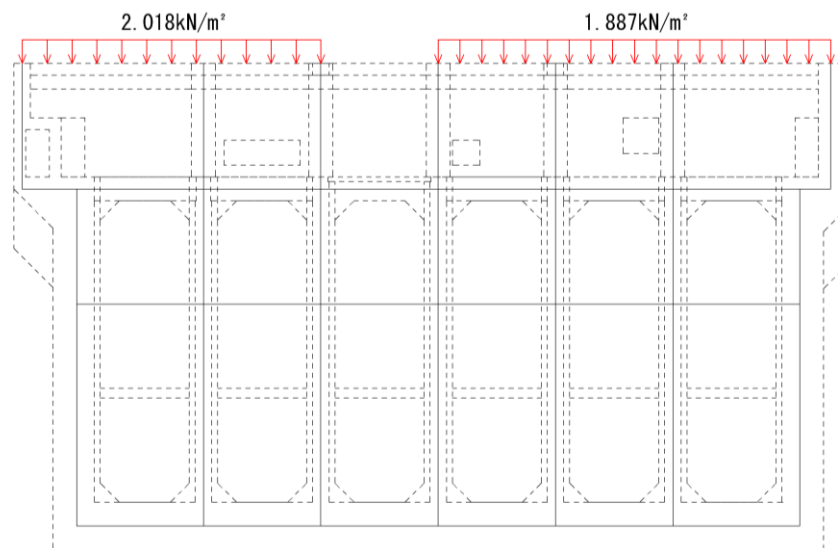


図 3-45 浸水防護施設 荷重図 (海水ポンプエリア)

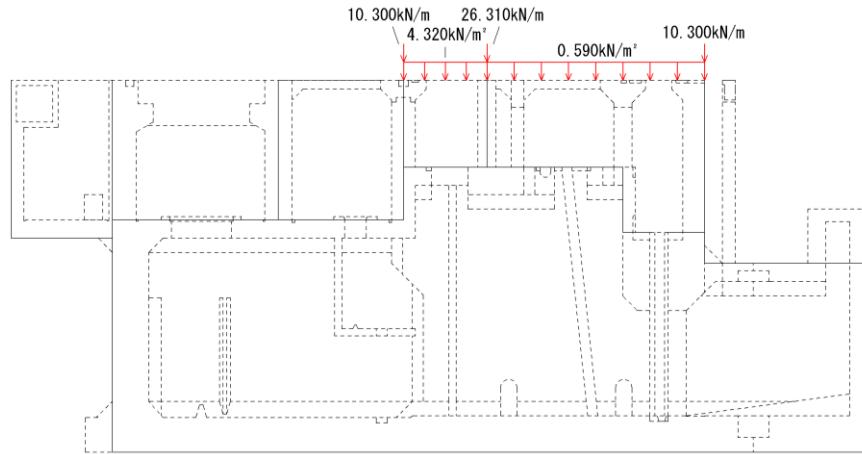
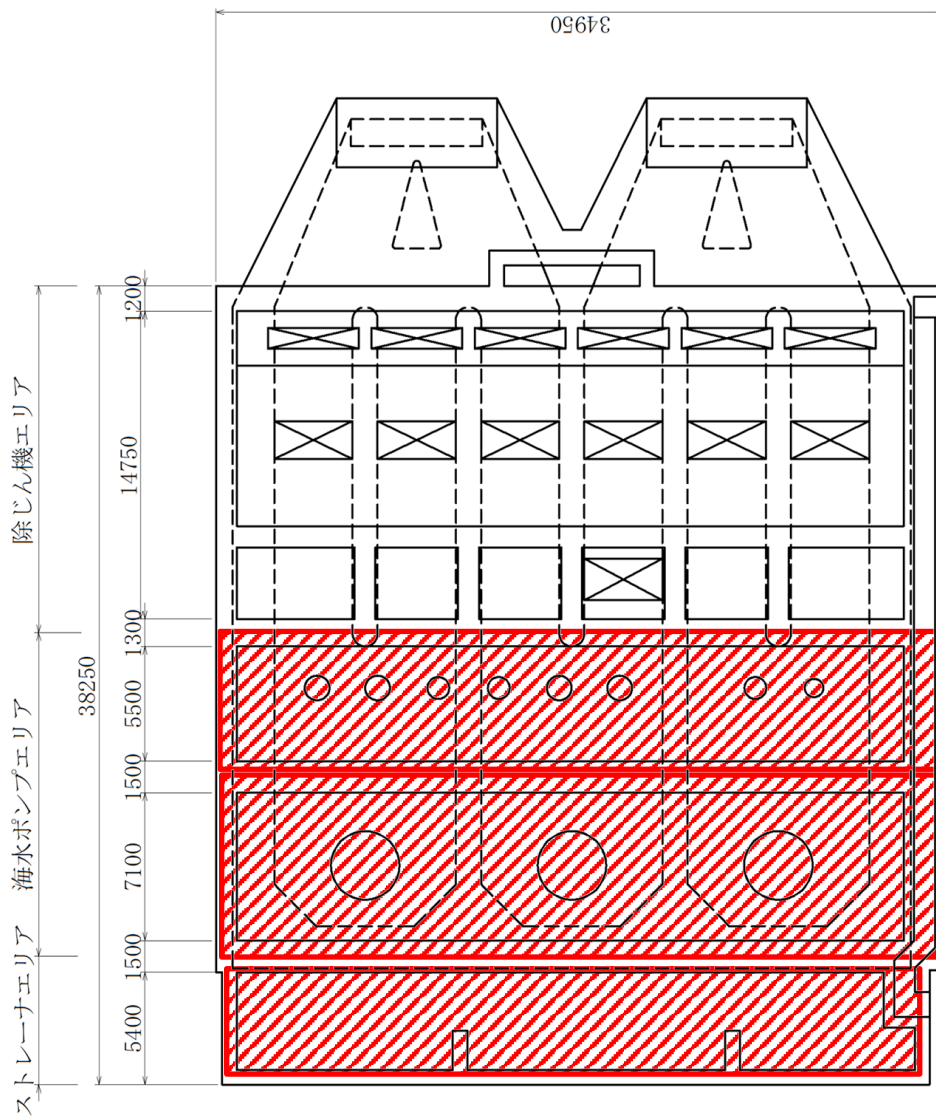


図 3-46 浸水防護施設 荷重図 (南北断面)

3.4.3 竜巻防護対策設備荷重

「VI-2-11-2-5 取水槽海水ポンプエリア防護対策設備の耐震性についての計算書」及び「VI-2-11-2-6-3 取水槽循環水ポンプエリア防護対策設備の耐震性についての計算書」に示す取水槽上部に設置されている竜巻防護対策設備の自重を荷重として考慮する。

竜巻防護対策設備の位置図を **図 3-47** に、荷重図を **図 3-48**～**図 3-51** に示す。



— : 竜巻防護対策設備

図 3-47 竜巻防護対策設備 位置図

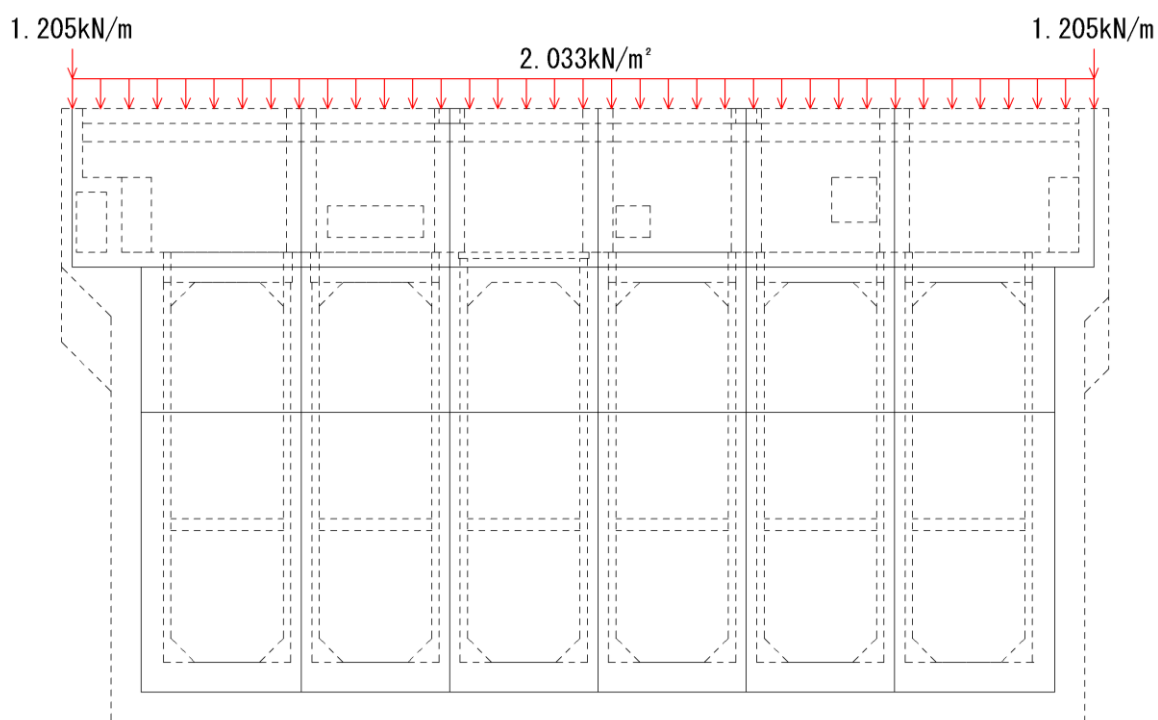


図 3-48 竜巻防護対策設備 荷重図 (除じん機エリア)

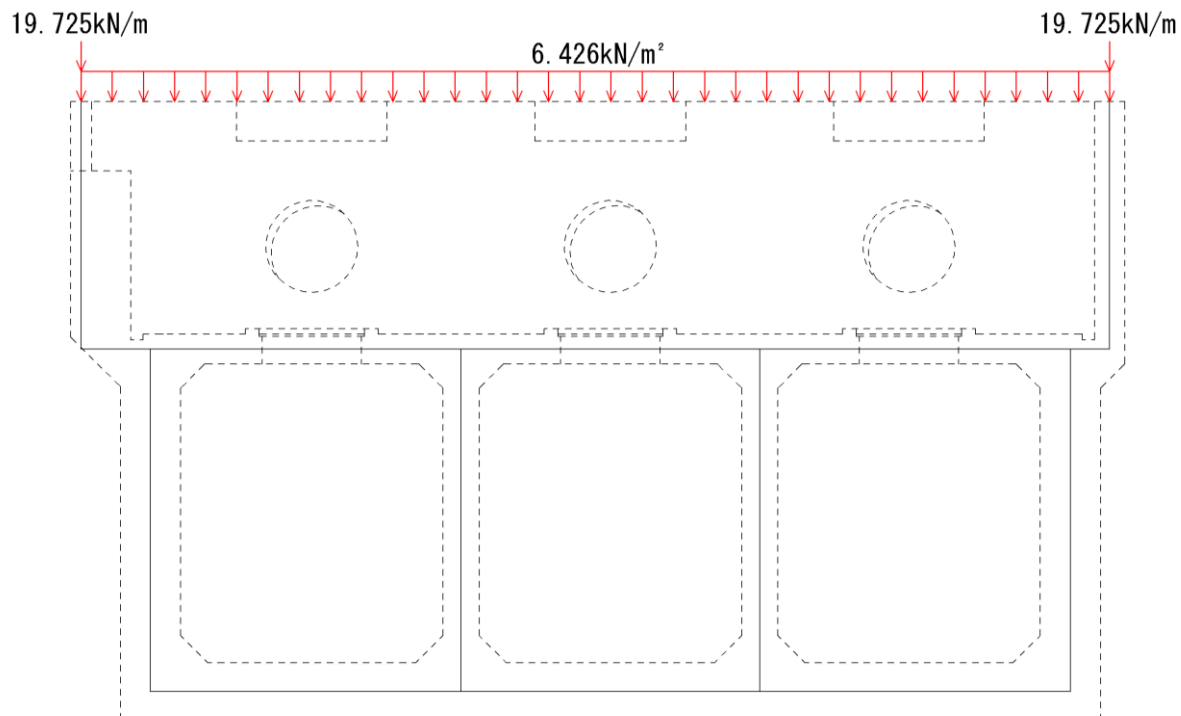


図 3-49 竜巻防護対策設備 荷重図 (海水ポンプエリア)

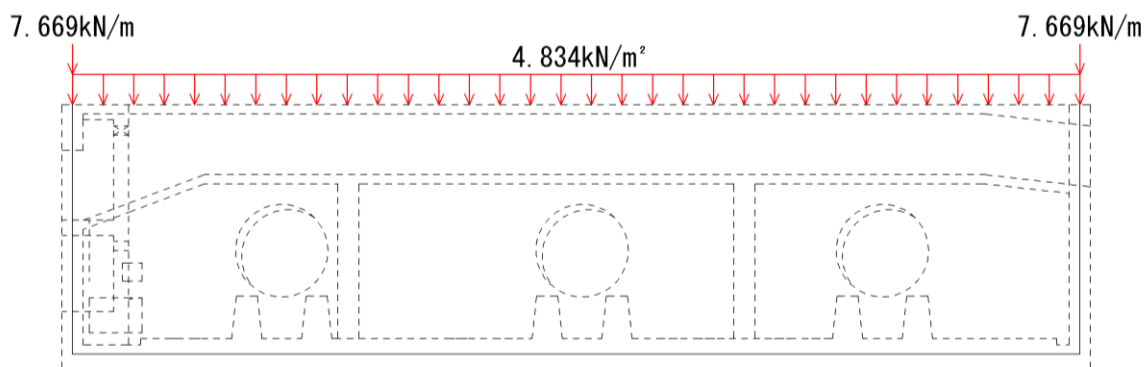


図 3-50 竜巻防護対策設備 荷重図 (ストレージエリア)

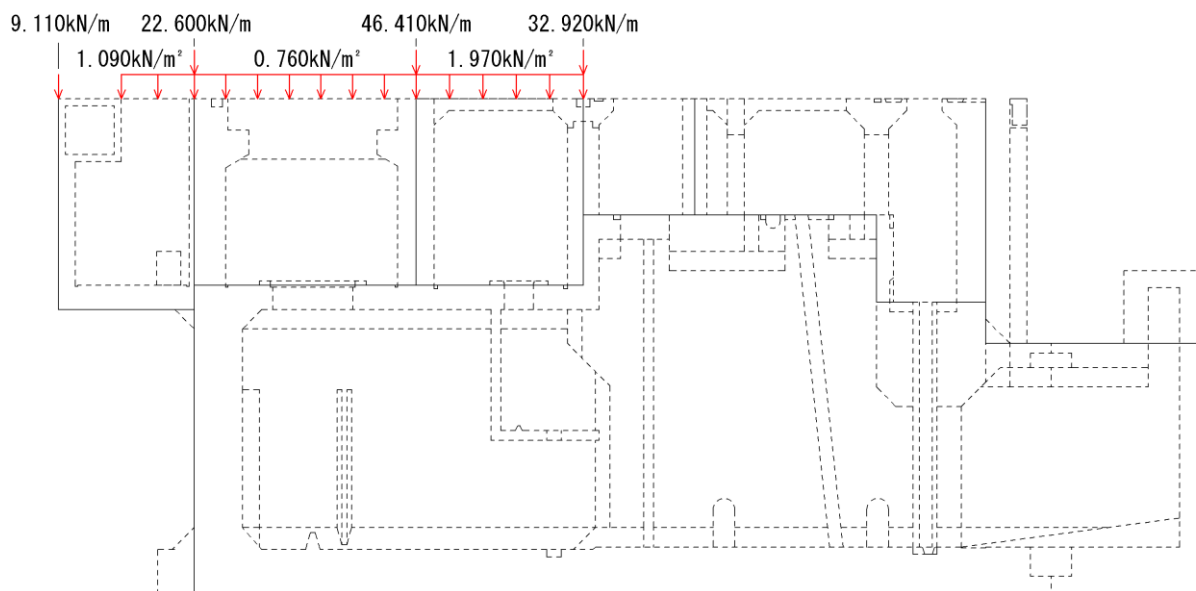


図 3-51 竜巻防護対策設備 荷重図 (南北断面)

3.4.4 外水圧

外水圧は、地下水位に応じた静水圧を設定する。地下水位については、「2.8 地下水位」のとおりとし、地下水の密度として、 $1.00\text{g}/\text{cm}^3$ を考慮する。

外水圧図を 図 3-52～図 3-55 に示す。

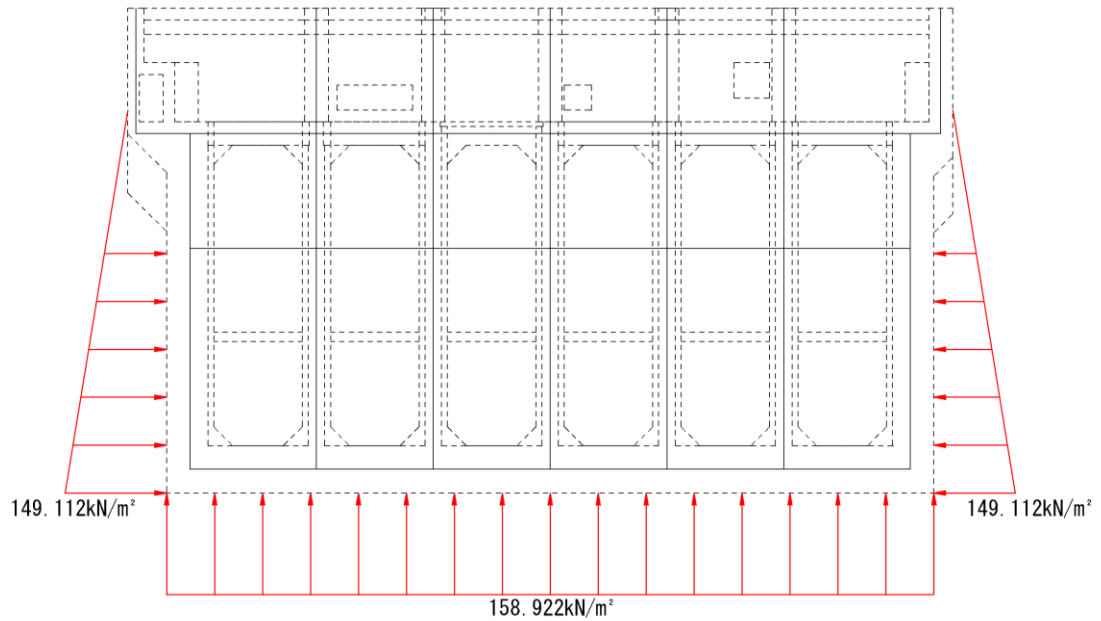


図 3-52 外水圧図（除じん機エリア）

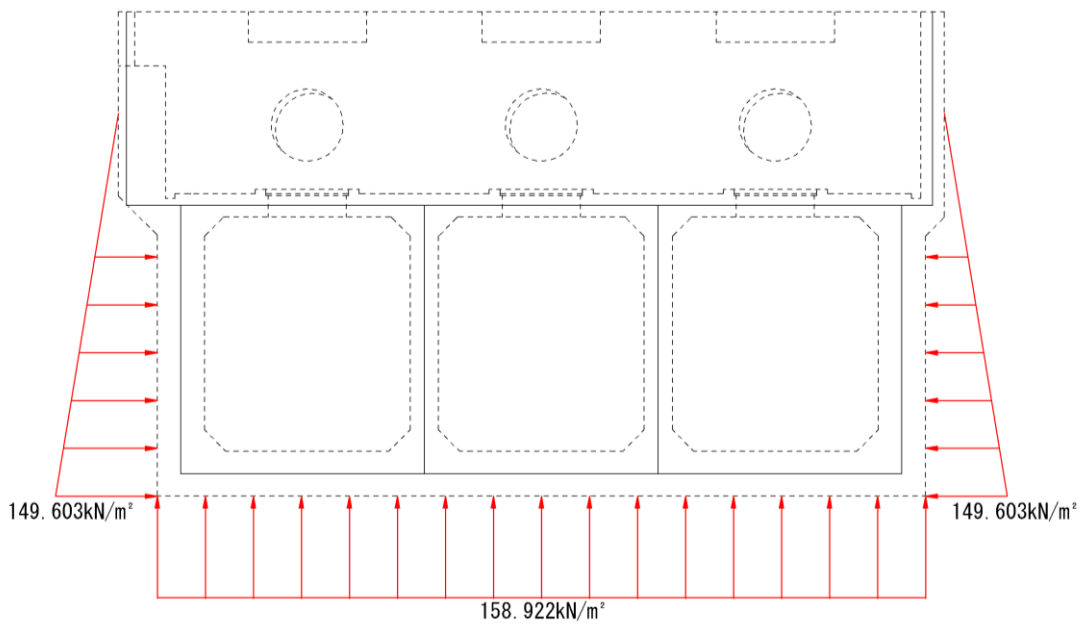


図 3-53 外水圧図（海水ポンプエリア）

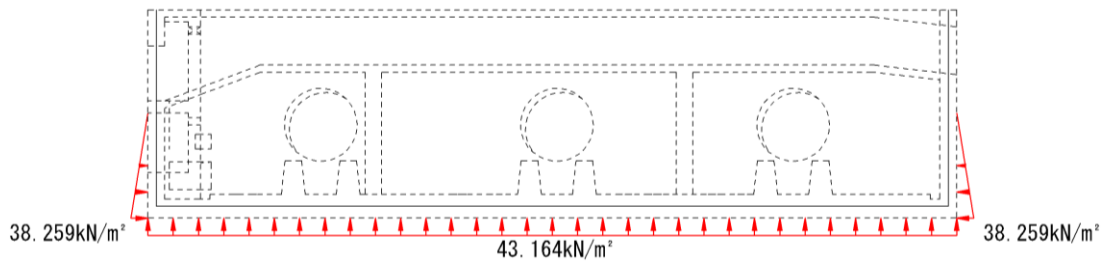


図 3-54 外水圧図 (ストレージエリア)

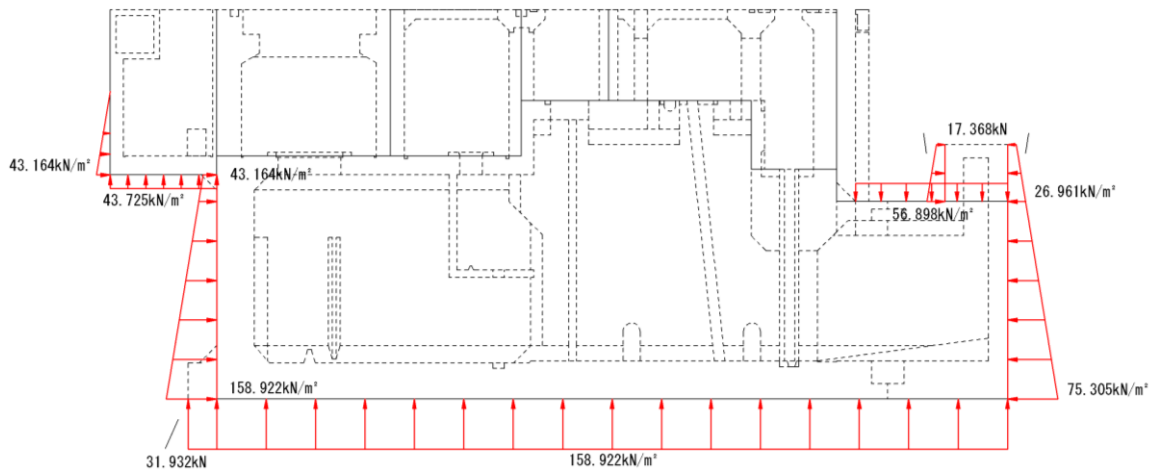


図 3-55 外水圧図 (南北断面)

3.4.5 内水圧

取水槽の内部には，朔望平均干潮位 EL -0.02m からポンプ通常運転時の水位低下を加味した EL-0.30m を内水位として設定する。設定の際は，海水の密度として， 1.03g/cm^3 を考慮する。

内水圧図を 図 3-56～図 3-58 に示す。

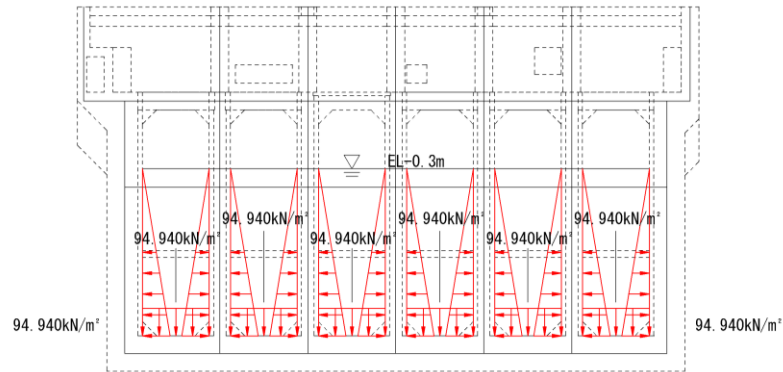


図 3-56 内水圧図（除じん機エリア）

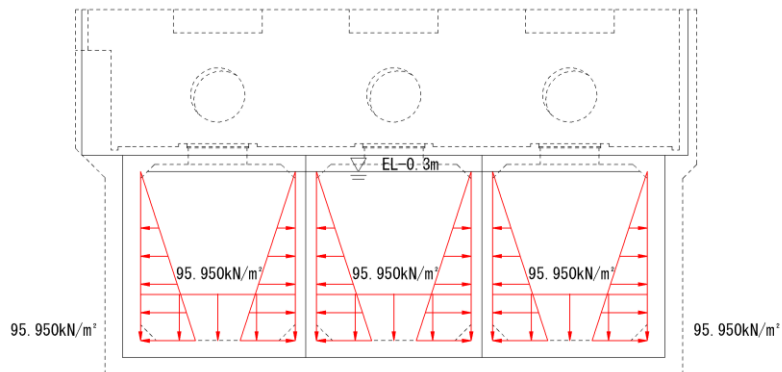


図 3-57 内水圧図（海水ポンプエリア）

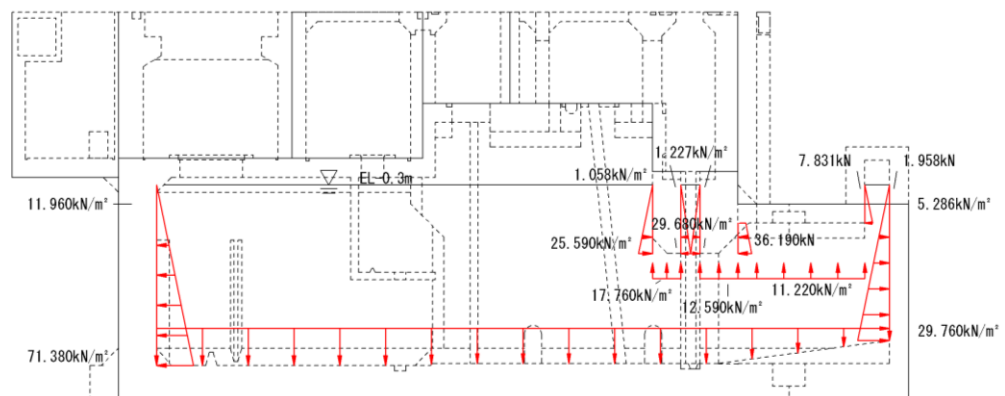


図 3-58 内水圧図（南北断面）

3.4.6 積雪荷重

取水槽に作用する積雪荷重図を 図 3-59～図 3-62 に示す。

積雪荷重は、発電所敷地に最も近い気象官署である松江地方気象台で観測された観測史上 1 位の月最深積雪 100cm に平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮し 35.0 cm とする。積雪荷重については、松江市建築基準法施行細則により、積雪量 1 cm ごとに 20N/m^2 の積雪荷重が作用することを考慮し設定する。

中床版への積雪荷重は、開口部、壁及び梁の面積を除いた範囲とする。

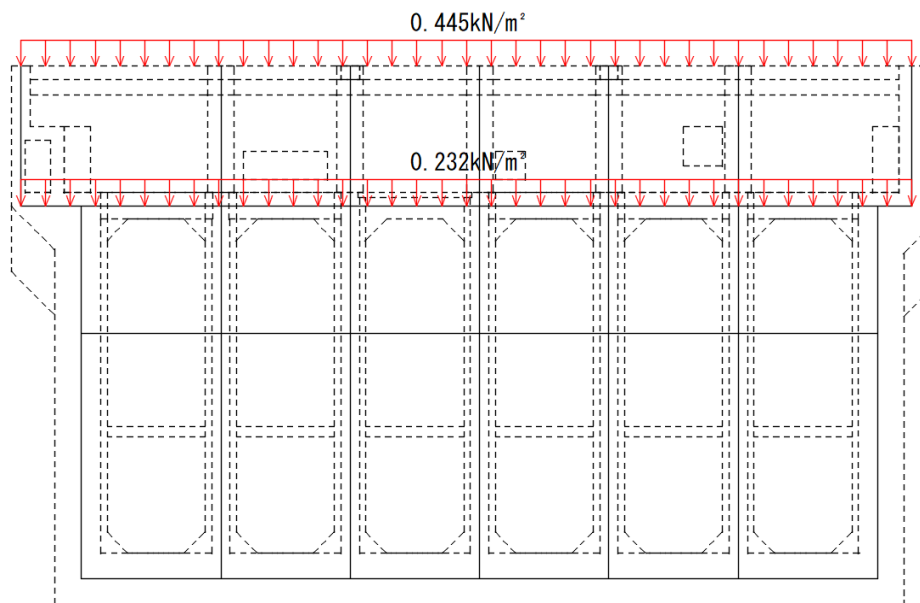


図 3-59 積雪荷重図（除じん機エリア）

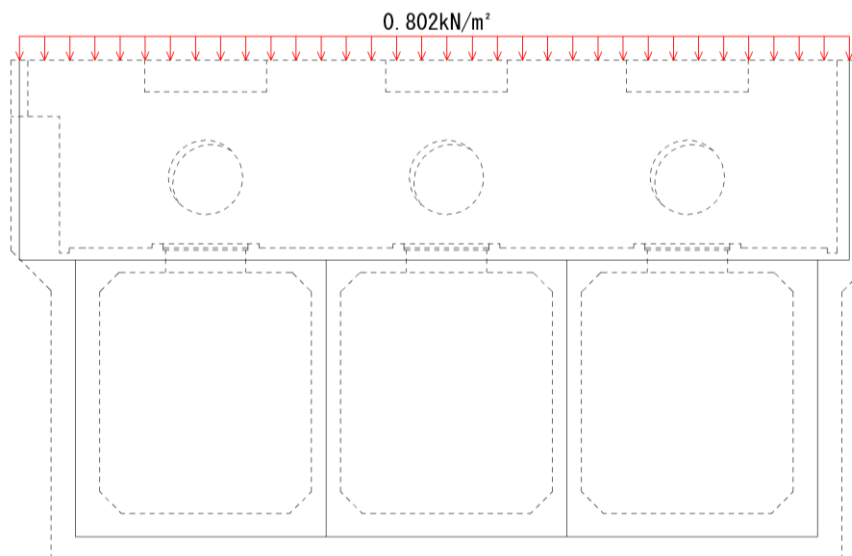


図 3-60 積雪荷重図（海水ポンプエリア）

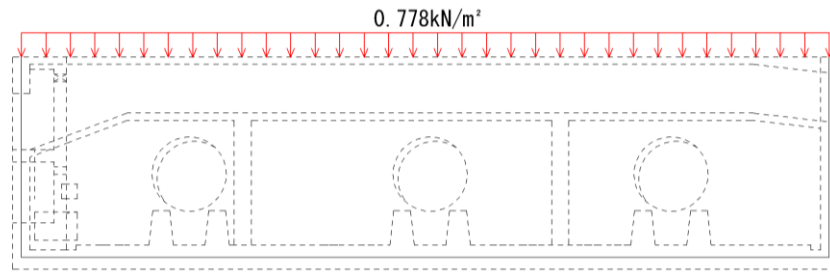


図 3-61 積雪荷重図 (ストレーナエリア)

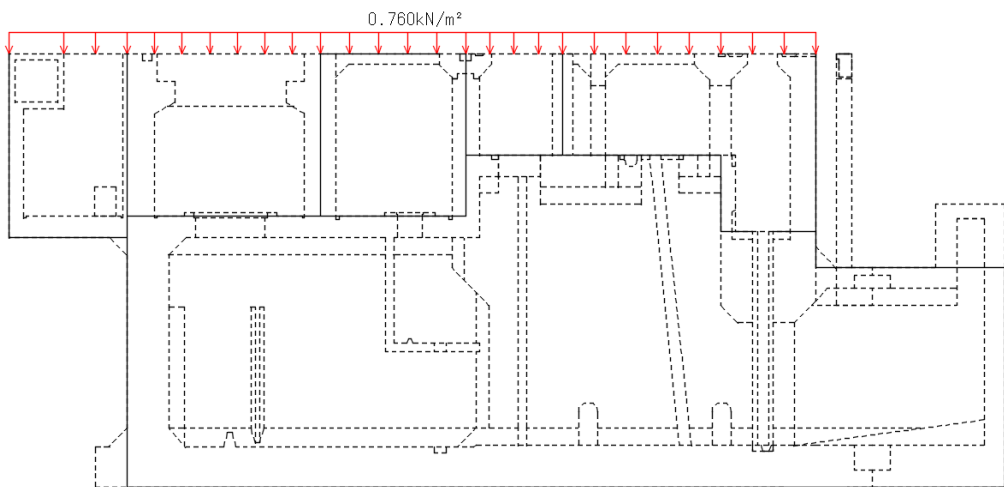


図 3-62 積雪荷重図 (南北断面)

3.4.7 動水圧

動水圧は Westergaard 式から算定する。

(1) 水平方向の動水圧

取水槽内部の水を固定水として扱い、次式で算定する。水平方向動水圧の概要図を **図 3-63** に示す。

$$p_w = \frac{7}{8} \times c \times \gamma_w \times \sqrt{(h \times y)} \times k_H$$

p_w : 動水圧

c : 補正係数

$L/h < 1.5$ の場合, $c = L / (1.5h)$

$L/h \geq 1.5$ の場合, $c = 1.0$

L : 水路幅

h : 水深

γ_w : 水の単位体積重量

y : 水面から動水圧を求める点までの深さ

k_H : 水平震度

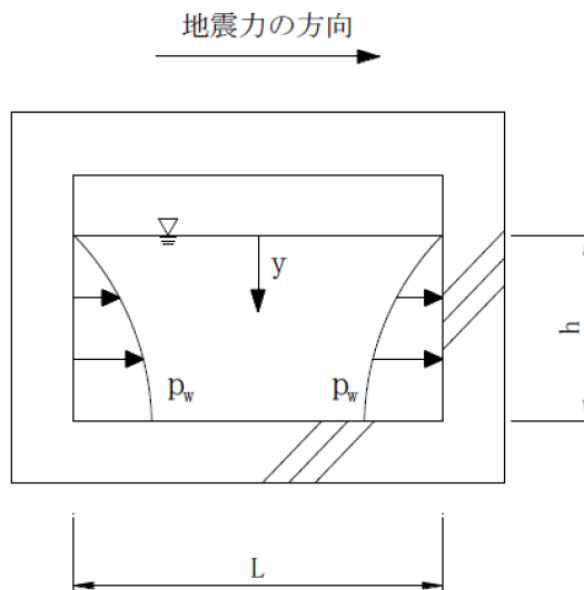


図 3-63 水平方向の動水圧分布図

(2) 鉛直方向の動水圧

取水槽内部の水を固定水として扱い、次式で算定する。鉛直方向動水圧の概要図を **図 3-64** に示す。

$$p_w = k_v \times \gamma_w \times h$$

p_w : 動水圧

k_v : 鉛直震度

γ_w : 水の単位体積重量

h : 水深

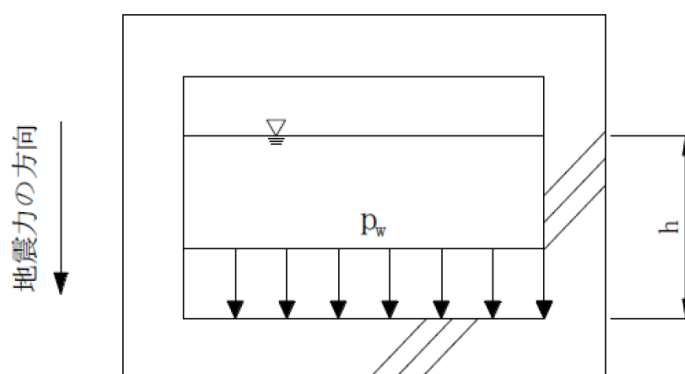


図 3-64 鉛直方向の動水圧分布図

3.5 地震応答解析の解析ケース

3.5.1 耐震評価における解析ケース

(1) 地盤物性のばらつきを考慮した解析ケース

取水槽は、構造物の大部分が地中に埋設された鉄筋コンクリート構造物であり、構造物の耐震性に支配的な損傷モードは地盤のせん断変形を伴う構造部材の曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊となる。

A-A断面、B-B断面及びC-C断面周辺には、動的変形特性にひずみ依存性がある埋戻土が主に分布しており、埋戻土が地震時に構造物への応答に大きく影響を与えると判断されることから、埋戻土のばらつきについて影響を確認する。ばらつきを考慮する物性値は地盤のせん断変形を定義するせん断弾性係数とし、平均値を基本ケース（表 3-20 に示すケース①）とした場合に加えて、平均値 $\pm 1.0 \times$ 標準偏差（ σ ）のケース（表 3-20 に示すケース②及び③）について確認を行う。さらに、非液状化の条件を仮定したケース④及び⑤を実施することにより、地盤物性のばらつきの影響を網羅的に考慮する。

D-D断面は、耐震評価における3次元構造解析の条件をそろえるため、埋戻土のばらつきを考慮することとする。平均値を基本ケース（表 3-21 に示すケース⑥）とした場合に加えて、平均値 $\pm 1.0 \times$ 標準偏差（ σ ）のケース（表 3-21 に示すケース⑦及び⑧）について確認を行う。

地盤のばらつきの設定方法の詳細は、「補足-023-01 地盤の支持性能について」に示す。

表 3-20 取水槽の耐震評価における解析ケース
(A-A断面, B-B断面及びC-C断面)

解析ケース	解析手法	地盤物性	
		埋戻土 (G_0 :初期せん断弾性係数)	岩盤 (G_d :動せん断弾性係数)
ケース① (基本ケース)	有効応力解析	平均値	平均値
ケース②	有効応力解析	平均値 + 1 σ	平均値
ケース③	有効応力解析	平均値 - 1 σ	平均値
ケース④	全応力解析	平均値	平均値
ケース⑤	全応力解析	平均値 + 1 σ	平均値

表 3-21 取水槽の耐震評価における解析ケース (D-D断面)

解析ケース	解析手法	地盤物性	
		埋戻土 (G_0 :初期せん断弾性係数)	岩盤 (G_d :動せん断弾性係数)
ケース⑥ (基本ケース)	全応力解析	平均値	平均値
ケース⑦	全応力解析	平均値 + 1 σ	平均値
ケース⑧	全応力解析	平均値 - 1 σ	平均値

(2) 耐震評価における解析ケースの組合せ

取水槽の耐震評価においては、基準地震動 S_s 全波（6波）及びこれらに位相反転を考慮した地震動（6波）を加えた全12波を用いて基本ケース（A-A断面、B-B断面及びC-C断面の場合はケース①、D-D断面の場合はケース⑥）を実施する。

基本ケースにおいて、曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊及び地盤の支持力照査の照査項目ごとに照査値が0.5を超えるすべての照査項目に対して、最も厳しい地震動*を用いて、A-A断面、B-B断面及びC-C断面の場合は表3-22に示すケース②～⑤を、D-D断面の場合は表3-23に示すケース⑦及び⑧を実施する。すべての照査項目の照査値がいずれも0.5以下の場合は、照査値が最も厳しくなる地震動を用いて、A-A断面、B-B断面及びC-C断面の場合はケース②～⑤を、D-D断面の場合はケース⑦及び⑧を実施する。

また、上記解析ケースの結果を踏まえ、更に照査値が大きくなる可能性がある場合は、追加解析を実施する。

追加解析ケースを実施する地震動の選定フローを [図 3-65](#) に示す。

注記*：各要求機能（支持機能、通水機能、止水機能）により許容限界は異なるが、各照査項目に対して、照査値が最大となる地震動を選定する。

表 3-22 取水槽の耐震評価における解析ケース（基本ケース：有効応力解析）

解析ケース	ケース①	ケース②	ケース③	ケース④	ケース⑤
	基本ケース	地盤物性のばらつき (+1σ) を考慮した解析ケース	地盤物性のばらつき (-1σ) を考慮した解析ケース	非液化化の条件を仮定した解析ケース	地盤物性のばらつき (+1σ) を考慮して非液化化の条件を仮定した解析ケース
地盤物性	平均値	平均値 + 1σ	平均値 - 1σ	平均値	平均値 + 1σ
地震動 (位相)	+	+	+	+	+
	+	+	+	+	+
	+	+	+	+	+
	+	+	+	+	+
	+	+	+	+	+
	+	+	+	+	+
	+	+	+	+	+
	+	+	+	+	+
	+	+	+	+	+
	+	+	+	+	+

基準地震動 Ss (6波) に位相反転を考慮した地震動 (6波) を加えた全 12 波に対し、ケース① (基本ケース) を実施し、曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊及び基礎地盤の支持力照査の各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 (許容限界に対する裕度が最も小さい) 地震動を用いてケース②～⑤を実施する。

すべりの照査項目の照査値が 0.5 以下の場合、照査値が最も厳しくなる地震動を用いてケース②～⑤を実施する。

注記* : 地震動の位相について、++の左側は水平動、右側は鉛直動を表し、「-」は位相を反転させたケースを示す。

表 3-23 取水槽の耐震評価における解析ケース（基本ケース：全応力解析）

解析ケース		ケース⑥	ケース⑦	ケース⑧
		基本ケース	地盤物性のばらつき (+1σ)を考慮した解析ケース	地盤物性のばらつき (-1σ)を考慮した解析ケース
地盤物性		平均値	平均値+1σ	平均値-1σ
地震動 (位相)	S _s -D	++*	○	基準地震動 S _s (6波) に位相反転を考慮した地震動 (6波) を加えた全 12 波に対し、ケース⑥ (基本ケース) を実施し、曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊及び基礎地盤の支持力照査の各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 (許容限界に対する裕度が最も小さい) 地震動を用いてケース⑦及び⑧を実施する。 すべての照査項目の照査値がいずれも 0.5 以下の場合は、照査値が最も厳しくなる地震動を用いてケース⑦及び⑧を実施する。
		-+*	○	
		+ - *	○	
		--*	○	
	S _s -F 1	++*	○	
	S _s -F 2	++*	○	
	S _s -N 1	++*	○	
		-+*	○	
	S _s -N 2 (NS)	++*	○	
		-+*	○	
	S _s -N 2 (EW)	++*	○	
		-+*	○	

注記*：地震動の位相について，++の左側は水平動，右側は鉛直動を表し，「-」は位相を反転させたケースを示す。

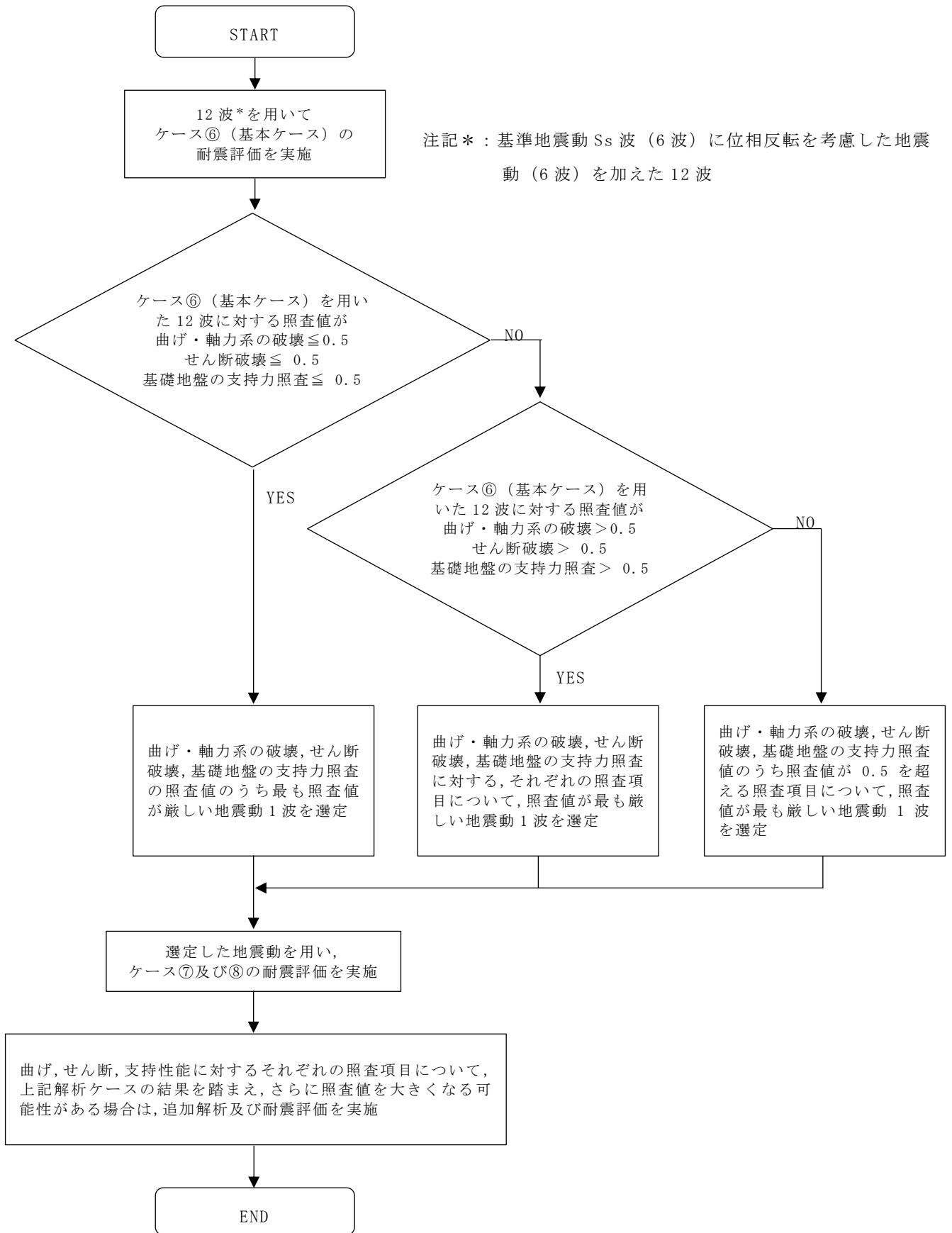


図 3-65 追加解析を実施する地震動の選定フロー (D-D 断面の例)

3.5.2 機器・配管系の耐震評価に適用する解析ケース

(1) 材料物性のばらつきを考慮した解析ケース

材料物性のばらつきについては、剛性を定義するコンクリートのヤング係数が、コンクリートの設計基準強度に対応して定まることを踏まえ、コンクリートの設計基準強度を基本ケースとし、ヤング係数をコンクリートの実強度に対応して定めたケースについて確認を行う（表 3-24 に示すケース⑨及び表 3-25 に示すケース⑩）。

屋外重要土木構造物等の耐震性に支配的な要因である土圧は、構造物と周囲の地盤の剛性差により生じることから、構造物の剛性が低下し、地盤との剛性差が小さくなることは、耐震裕度が向上することとなる。したがって、屋外重要土木構造物等のコンクリートは設計基準強度に対応する剛性を基本とし、ばらつきの考慮としては、土圧が大きく評価されるようコンクリートの実強度に対応する剛性について確認を行う。なお、屋外重要土木構造物等は、屋外かつ湿潤した地盤に接して地中に埋設されていることから、建物と異なり乾燥する環境にはなく、点検においても乾燥収縮による有害なひび割れは確認されておらず、コンクリートの剛性低下は顕在化していない。

取水槽におけるコンクリート実強度は、[図 3-66](#) 及び [図 3-67](#) に示す位置におけるコア抜き強度 $f'_{c,k}$ の平均値とし、ヤング係数は実強度の平均値からコンクリート標準示方書に基づき算出する。取水槽のコンクリート実強度及びヤング係数を表 3-26 及び表 3-27 に示す。

表 3-24 機器・配管系の耐震評価における解析ケース
(A-A断面, B-B断面及びC-C断面)

解析ケース	解析手法	地盤物性		備考
		埋戻土 (G_o : 初期せん断弾性係数)	岩盤 (G_d : 動せん断弾性係数)	
ケース① (基本ケース)	有効応力解析	平均値	平均値	
ケース②	有効応力解析	平均値 + 1 σ	平均値	
ケース③	有効応力解析	平均値 - 1 σ	平均値	
ケース④	全応力解析	平均値	平均値	
ケース⑤	全応力解析	平均値 + 1 σ	平均値	
ケース⑨	有効応力解析	平均値	平均値	コンクリート 実強度*
ケース⑩	有効応力解析	平均値	平均値	地下水位低下

注記*: 既設構造物のコア採取による圧縮強度試験に基づき表 3-22 に示すとおりとする。

表 3-25 機器・配管系の耐震評価における解析ケース (D-D断面)

解析ケース	解析手法	地盤物性		備考
		埋戻土 (G_o : 初期せん断弾性係数)	岩盤 (G_d : 動せん断弾性係数)	
ケース⑥ (基本ケース)	全応力解析	平均値	平均値	
ケース⑦	全応力解析	平均値 + 1 σ	平均値	
ケース⑧	全応力解析	平均値 - 1 σ	平均値	
ケース⑪	全応力解析	平均値	平均値	コンクリート 実強度*
ケース⑫	全応力解析	平均値	平均値	地下水位低下

注記*: 既設構造物のコア採取による圧縮強度試験に基づき表 3-22 に示すとおりとする。

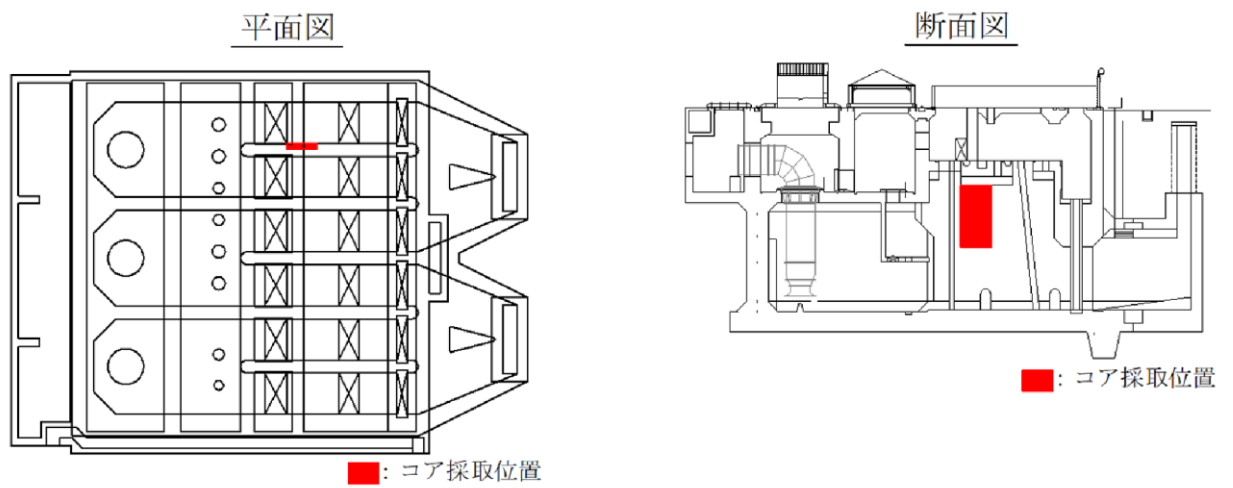


図 3-66 コア採取位置図

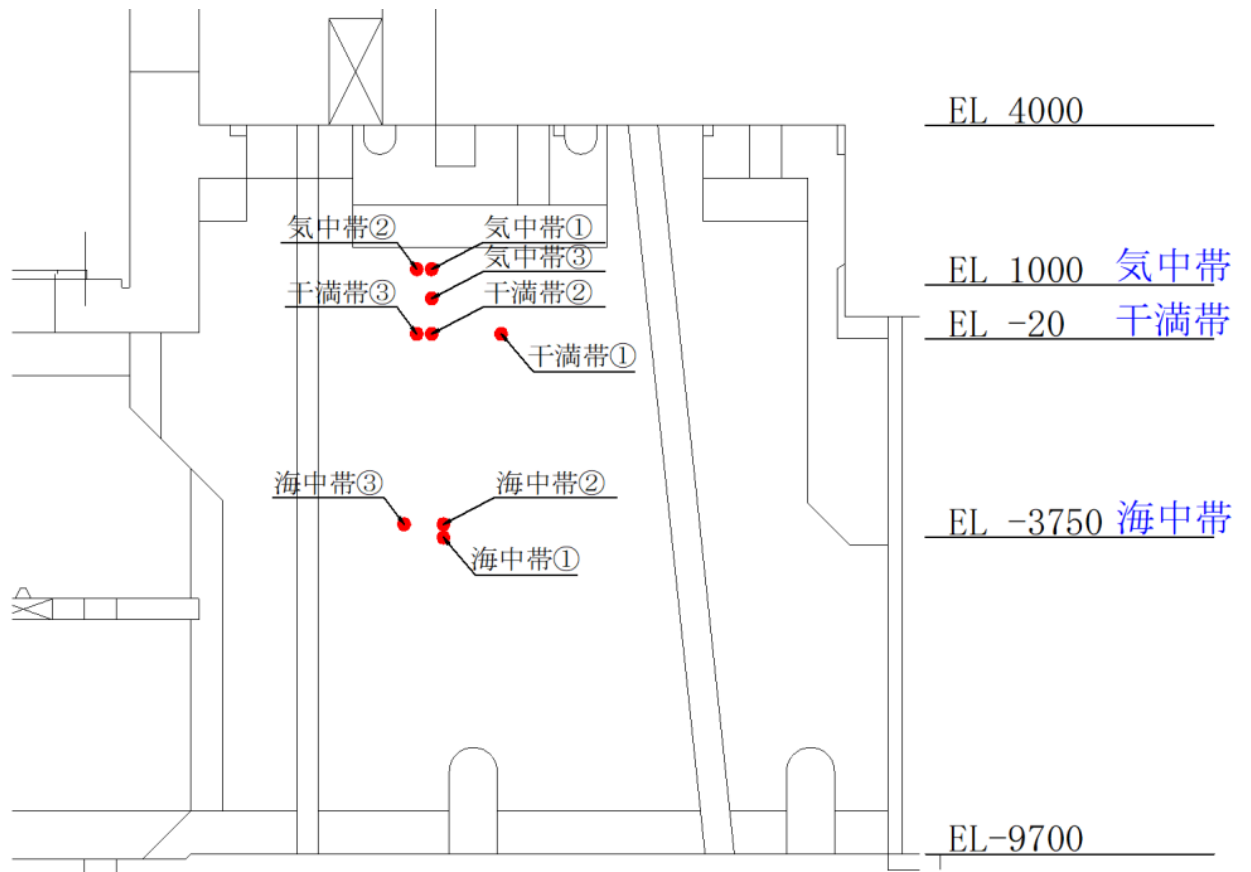


図 3-67 コア採取位置拡大図

表 3-26 取水槽のコンクリート実強度及びヤング係数

コンクリート実強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)
37.6	30.3

表 3-27 取水槽のコア採取による圧縮強度試験結果

採取位置*	採取年	供試体数 (本)	コンクリート 実強度 (N/mm ²)		ヤング係数 (kN/mm ²)	
			最大	最小	最大	最小
気中帯①～③	2016	3	40.9	32.3	29.0	28.5
干満帯①～③	2016	3	37.5	31.6	27.2	23.7
海中帯①～③	2016	3	41.8	41.6	35.3	31.1

注記*：採取位置は図 3-66 及び図 3-67 に示す。

(2) 地下水位の影響を考慮した解析ケース

取水槽の耐震評価に用いる地下水位は，地下水位低下設備に期待せず，保守的に高く設定していることから，機器・配管系の床応答への影響を確認するため，地下水位が十分低下している（解析モデル内に地下水位を設定しない）状態での影響検討を実施する（表 3-24 に示すケース⑩及び表 3-25 に示すケース⑫）。

(3) 機器・配管系の耐震評価における解析ケースの組合せ

取水槽に支持される機器・配管系の耐震安全性評価に適用する床応答への保守的な配慮として，基準地震動 S_s （全波（6 波）及びこれらに位相反転を考慮した地震動（6 波）を加えた全 12 波）及び弾性設計用地震動 S_d （全波（7 波）及びこれらに位相反転を考慮した地震動（9 波）を加えた全 16 波）を用いて，A-A 断面及び B-B 断面においては表 3-28 及び表 3-29 に示すとおり有効応力解析（ケース①～③）に加え，全応力解析（ケース⑤）を行う。また，D-D 断面においては表 3-30 及び表 3-31 に示すとおり全応力解析（ケース⑥～⑧）を行う。

上記に加え，A-A 断面及び B-B 断面においては表 3-28 に示すとおり影響検討ケース（ケース⑨及び⑩）を，D-D 断面においては表 3-30 に示すとおり影響検討ケース（ケース⑪及び⑫）を併せて実施する。なお，影響検討ケースは位相特性の偏りがなく，全周期帯において安定した応答を生じさせる基準地震動 $S_s - D$ に対して実施することとする。

表 3-28 取水槽の機器・配管系の耐震評価に適用する解析ケース
(基準地震動 S_s , A-A断面及びB-B断面)

解析ケース*2	有効応力解析					全応力解析	
	ケース①	ケース②	ケース③	ケース④	ケース⑩		
	基本 ケース	地盤物性のばら つき (+1 σ) を考慮した解析 ケース	地盤物性のばら つき (-1 σ) を考慮した解析 ケース	材料物性 (コンク リート) の実強度 を考慮した解析ケ ース	地下水が低い場 合を仮定した解 析ケース		
地盤物性	平均値	平均値+1 σ	平均値-1 σ	平均値	平均値	平均値+1 σ	
S_s-D	++*1	○	○	○	△	△	○
	-+*1	○	○	○	-	-	○
	+-*1	○	○	○	-	-	○
	--*1	○	○	○	-	-	○
S_s-F1	++*1	○	○	○	-	-	○
	++*1	○	○	○	-	-	○
S_s-N1	++*1	○	○	○	-	-	○
	-+*1	○	○	○	-	-	○
S_s-N2 (NS)	++*1	○	○	○	-	-	○
	-+*1	○	○	○	-	-	○
S_s-N2 (EW)	++*1	○	○	○	-	-	○
	-+*1	○	○	○	-	-	○

地震動 (位相)

注記*1: 地震動の位相について, ++の左側は水平動, 右側は鉛直動を表し, 「-」は位相を反転させたケースを示す。

*2: ○は設計に用いる解析ケースを示し, △は影響検討ケースについては, S_s-D (++) により影響の程度を
確認する。

表 3-29 取水槽の機器・配管系の耐震評価に適用する解析ケース
 (弾性設計用地震動 S d, A-A 断面及び B-B 断面)

解析ケース			ケース①	ケース②	ケース③	ケース⑤
			基本ケース	地盤物性のばらつき (+1 σ) を考慮した解析ケース	地盤物性のばらつき (-1 σ) を考慮した解析ケース	非液状化の条件を仮定した解析ケース
地盤物性			平均値	平均値 + 1 σ	平均値 - 1 σ	平均値 + 1 σ
地震動 (位相)	S d - D	++*	○	○	○	○
		-+*	○	○	○	○
		+ - *	○	○	○	○
		--*	○	○	○	○
	S d - F 1	++*	○	○	○	○
	S d - F 2	++*	○	○	○	○
	S d - N 1	++*	○	○	○	○
		-+*	○	○	○	○
	S d - N 2 (N S)	++*	○	○	○	○
		-+*	○	○	○	○
	S d - N 2 (E W)	++*	○	○	○	○
		-+*	○	○	○	○
	S d - 1	++*	○	○	○	○
		-+*	○	○	○	○
		+ - *	○	○	○	○
		--*	○	○	○	○

注記* : 地震動の位相について, ++の左側は水平動, 右側は鉛直動を表し, 「-」は位相を反転させたケースを示す。

表 3-30 取水槽の機器・配管系の耐震評価に適用する解析ケース
(基準地震動 S_s , D-D 断面)

解析ケース*2	ケース⑥	ケース⑦	ケース⑧	ケース⑨	ケース⑩	ケース⑪
	基本 ケース 平均値	地盤物性のばらつき (+1 σ)を考慮した解析ケース 平均値+1 σ	地盤物性のばらつき (-1 σ)を考慮した解析ケース 平均値-1 σ	材料物性(コンクリート)の実強度を考慮した解析ケース 平均値	地下水が低い場合を仮定した解析ケース 平均値	
地震動 (位相)	++*1	○	○	○	△	△
	-+*1	○	○	○	-	-
	+-*1	○	○	○	-	-
	--*1	○	○	○	-	-
	++*1	○	○	○	-	-
	++*1	○	○	○	-	-
	++*1	○	○	○	-	-
	-+*1	○	○	○	-	-
	++*1	○	○	○	-	-
	-+*1	○	○	○	-	-
	++*1	○	○	○	-	-
	-+*1	○	○	○	-	-

注記*1: 地震動の位相について, ++の左側は水平動, 右側は鉛直動を表し, 「-」は位相を反転させたケースを示す。

*2: ○は設計に用いる解析ケースを示し, △は影響検討ケースについては, S_s-D (++) により影響の程度を確認する。

表 3-31 取水槽の機器・配管系の耐震評価に適用する解析ケース
(弾性設計用地震動 S d, D-D 断面)

解析ケース		ケース⑥		ケース⑦	ケース⑧
		基本ケース		地盤物性のばらつき (+1σ) を考慮した解析ケース	地盤物性のばらつき (-1σ) を考慮した解析ケース
地盤物性		平均値		平均値 + 1σ	平均値 - 1σ
地震動 (位相)	S d - D	++*	○	○	○
		-+*	○	○	○
		+ -*	○	○	○
		--*	○	○	○
	S d - F 1	++*	○	○	○
	S d - F 2	++*	○	○	○
	S d - N 1	++*	○	○	○
		-+*	○	○	○
	S d - N 2 (N S)	++*	○	○	○
		-+*	○	○	○
	S d - N 2 (E W)	++*	○	○	○
		-+*	○	○	○
	S d - 1	++*	○	○	○
		-+*	○	○	○
		+ -*	○	○	○
		--*	○	○	○

注記* : 地震動の位相について, ++の左側は水平動, 右側は鉛直動を表し, 「-」は位相を反転させたケースを示す。

4. 3次元構造解析

4.1 解析手法

取水槽は、加振方向に平行に配置される妻壁や隔壁を有する箱形構造物であることから、構造部材の応答値の算出は、3次元構造解析により行い、構造物の各部材を非線形シェル要素でモデル化し、耐震評価を行う。

取水槽は、耐震重要施設及び常設重大事故等対処設備を支持する機能（間接支持機能）、非常時における海水の通水機能及び浸水防止のための止水機能が要求される。

取水槽に作用する荷重は、2次元の地震応答解析において構造物の評価に支配的な荷重が作用する時刻を選定し、当該時刻における地震時応答から設定する。3次元構造解析には、解析コード「FINAS/STAR」を用いる。解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

4.2 解析モデルの設定

4.2.1 構造物のモデル化

材料の非線形特性を考慮した非線形シェル要素でモデル化する。モデル概念図を図 4-1 に、各部材の要素座標系を図 4-2 に示す。なお、開口部については、部材厚程度以上の開口をモデル化することとする。

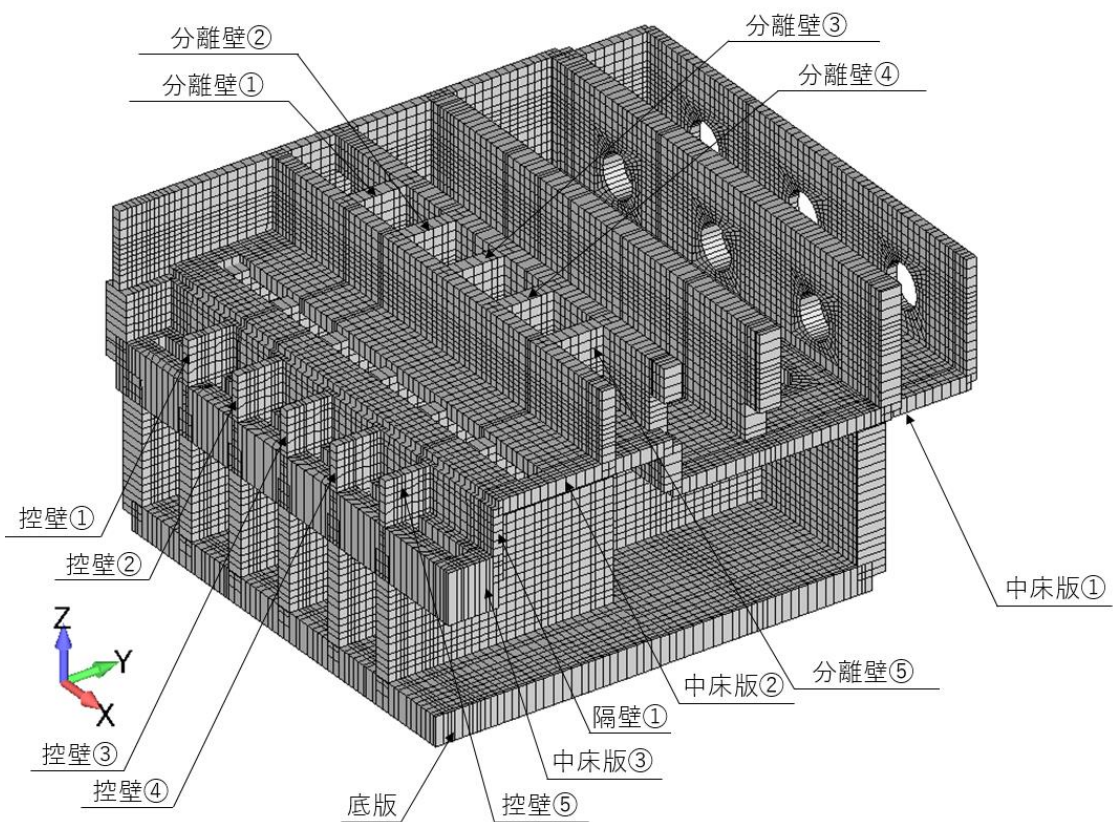
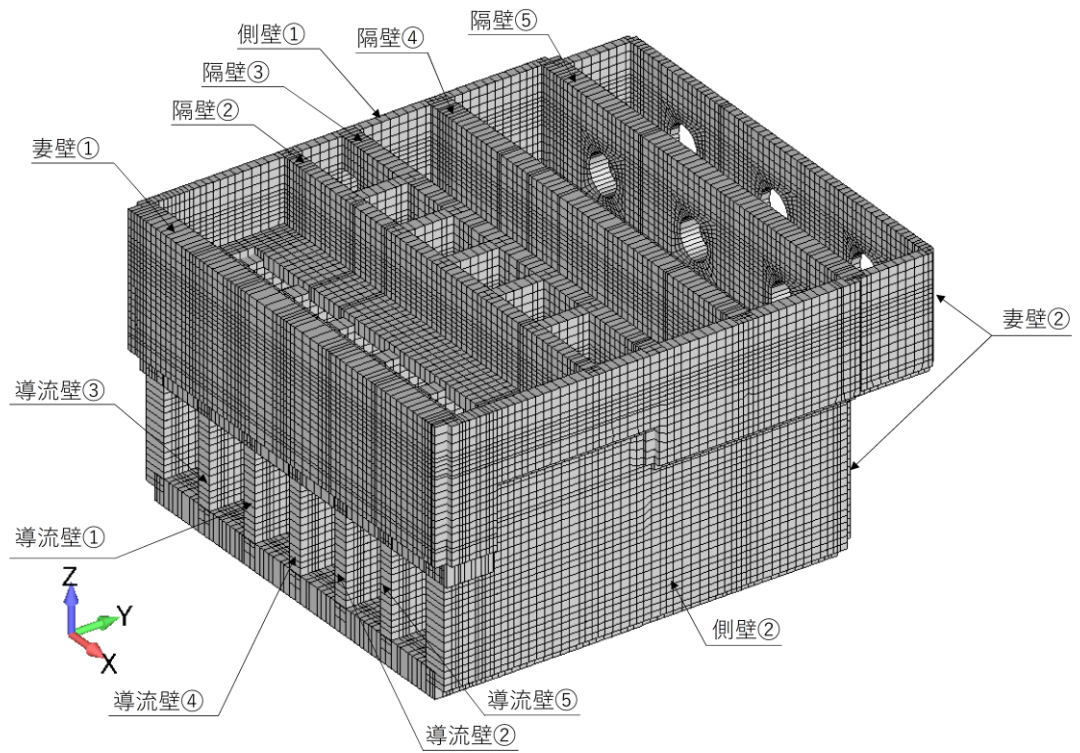
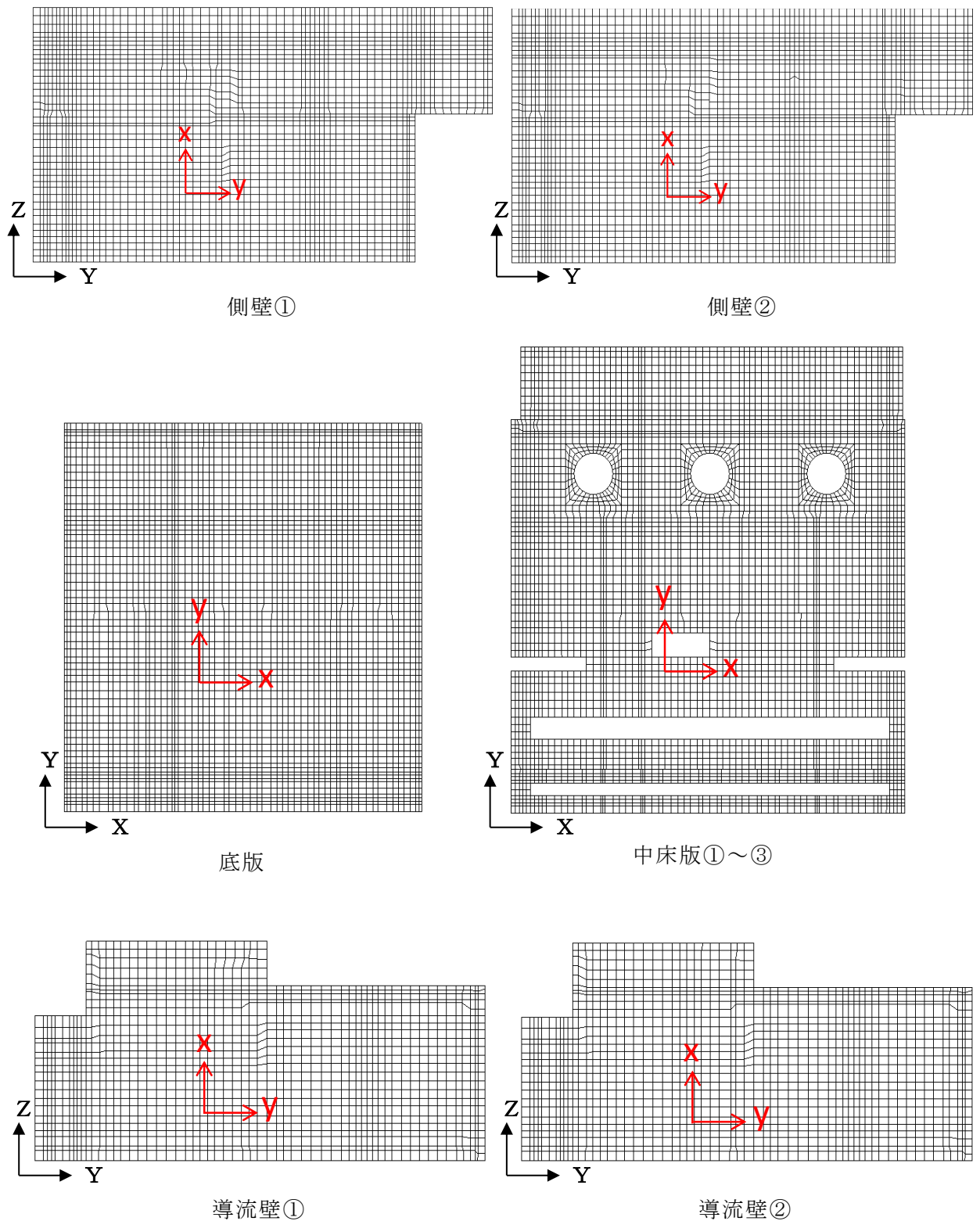


図 4-1 3次元構造解析モデルの概念図(再掲)*

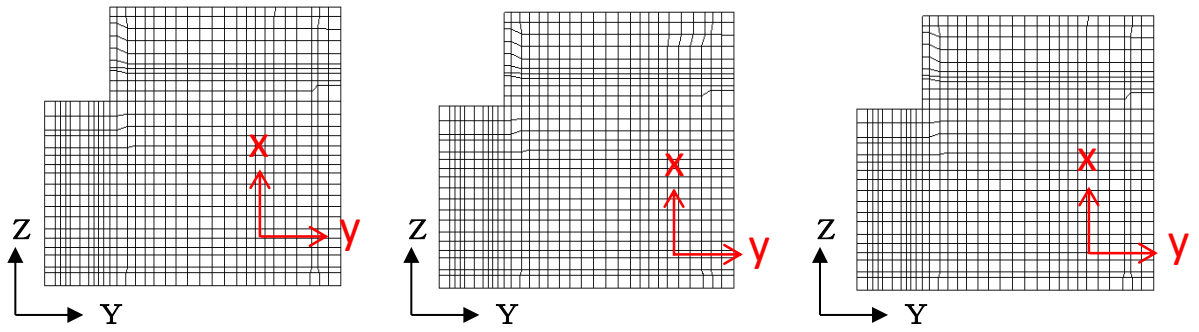
注記* : 部材を説明するための図であり, 解析モデルではない。



黒 (X, Y, Z) : 全体座標系を示す。

赤 (X, Y) : 要素座標系を示す。

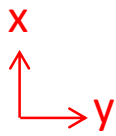
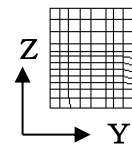
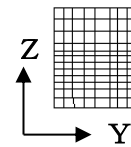
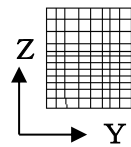
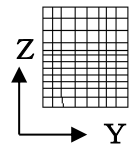
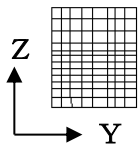
図 4-2 (1) 各部材の要素座標系



導流壁③

導流壁④

導流壁⑤



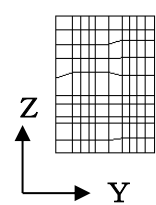
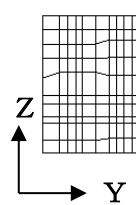
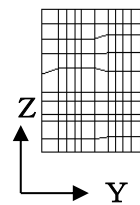
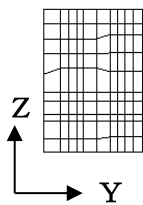
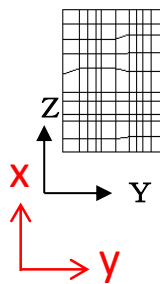
分離壁①

分離壁②

分離壁③

分離壁④

分離壁⑤



控壁①

控壁②

控壁③

控壁④

控壁⑤

黒 (Y, Z) : 全体座標系を示す。

赤 (X, Y) : 要素座標系を示す。

図 4-2 (2) 各部材の要素座標系

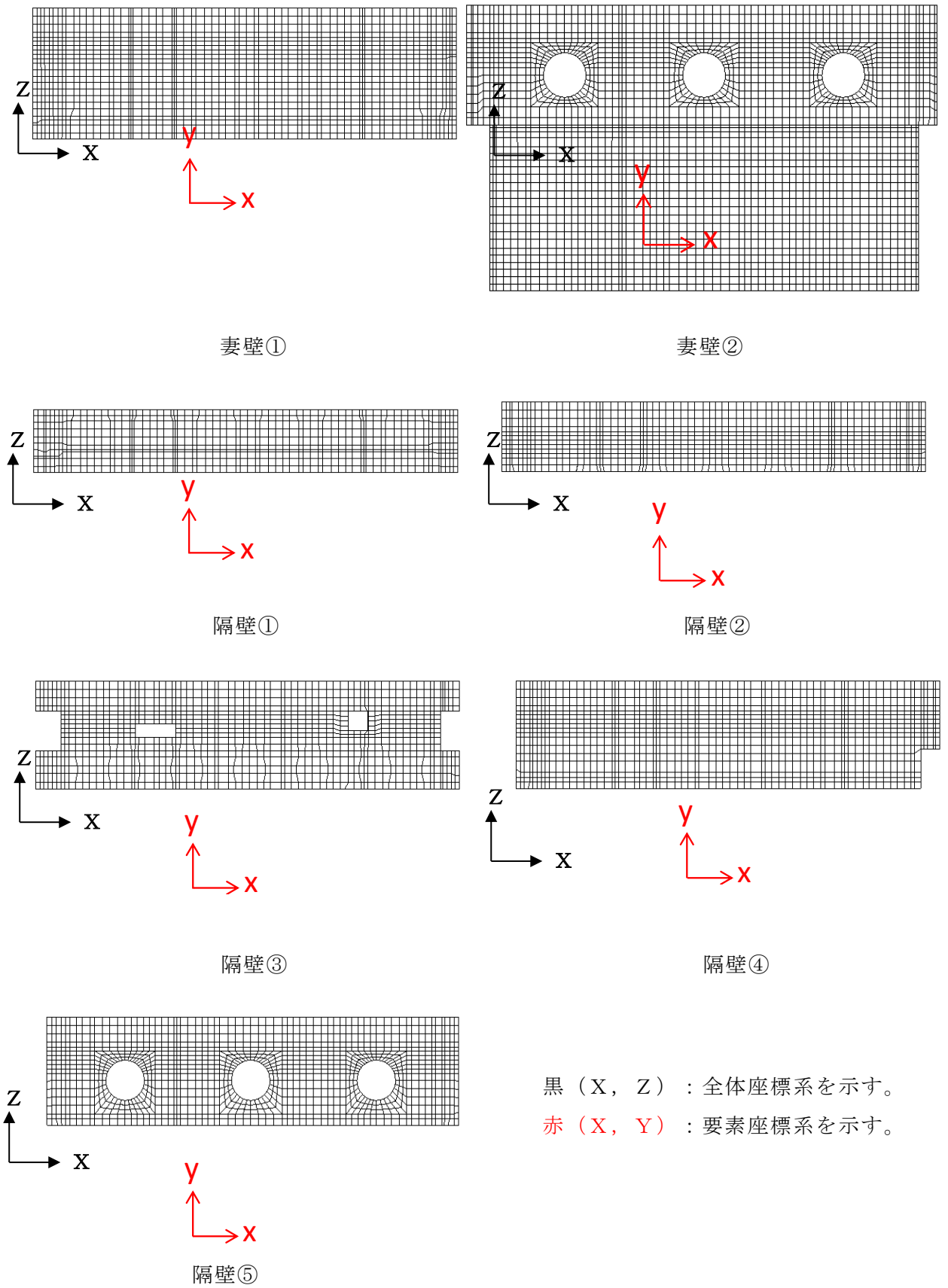


図 4-2 (3) 各部材の要素座標系

非線形シェル要素は、部材高さ方向に平面要素を重ね合わせて構成する。主筋の位置が層の中心となるよう上側、下側に鉄筋コンクリートの層を設定し、鉄筋コンクリート層を除く範囲は、無筋コンクリート層としてモデル化する。鉄筋コンクリート層の厚さは、「土木学会マニュアル」に示される一般的な分割方法に従い、かぶり厚さの2倍とする。各要素の鉄筋部分は、鉄筋の軸方向剛性のみを有する鉄筋層としてモデル化する。図4-3に非線形シェル要素の概念図を示す。

また、部材接合部の隅角部には剛域を設ける。剛域は、「コンクリート標準示方書2002」に基づき、図4-4のように設定する。ただし、剛域を設けることにより、要素が過度に扁平となる場合には設定しないこととする。

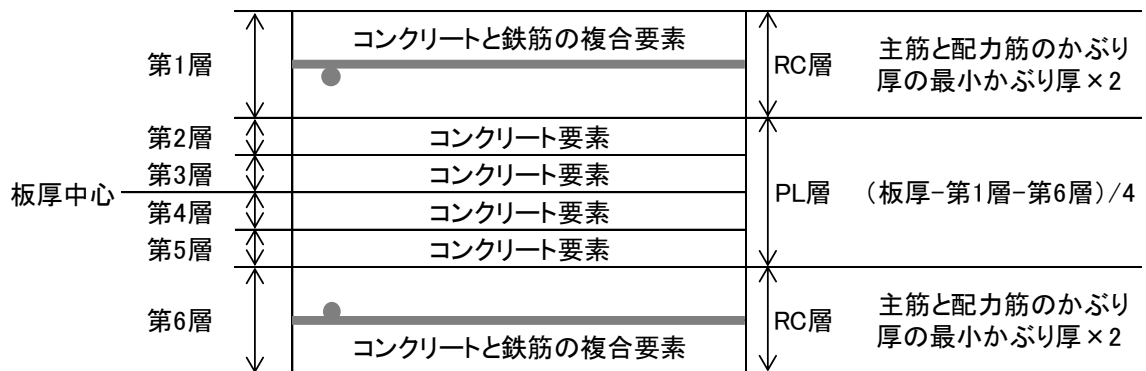


図4-3 非線形シェル要素の概念図

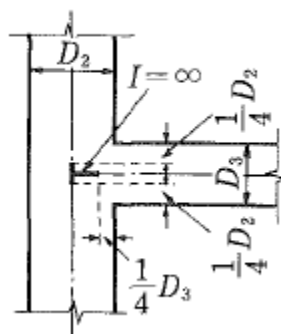


図4-4 剛域の設定（「コンクリート標準示方書2002」より引用）

4.2.2 境界条件

3次元構造解析における境界条件を表4-1に示す。取水槽南側のタービン建物との接合面については、耐震ジョイントが設置されていることから東西方向及び鉛直方向にはローラーを配置する。南北方向には、隣接するタービン建物により構造物の変形が拘束されることから、固定とする。

表4-1 3次元構造解析モデルにおける境界条件

			南側面	北側面	東側面	西側面	底面
常時荷重	上部		面直固定	常時土圧	常時土圧	常時土圧	線形ばね
	下部		常時土圧	フリー			
地震時荷重	1方向	上部	面直固定	非線形ばね	地震時土圧	地震時土圧	非線形ばね
		下部	非線形ばね	フリー			
	2方向	上部	面直固定	地震時土圧	地震時土圧	地震時土圧	非線形ばね
		下部	地震時土圧	フリー			

4.2.3 剛域の設定

取水槽の3次元構造解析モデルについては、部材接合部への剛域設定に当たり、「コンクリート標準示方書2002(図4-4参照)」に基づき、底版等部材厚が厚い部材に剛域を設定することとし、本解析モデルでは底版の最小厚さである1.9m以上の部材を対象として剛域を設定する。本解析モデルにおける剛域設定箇所を図4-5に示す。

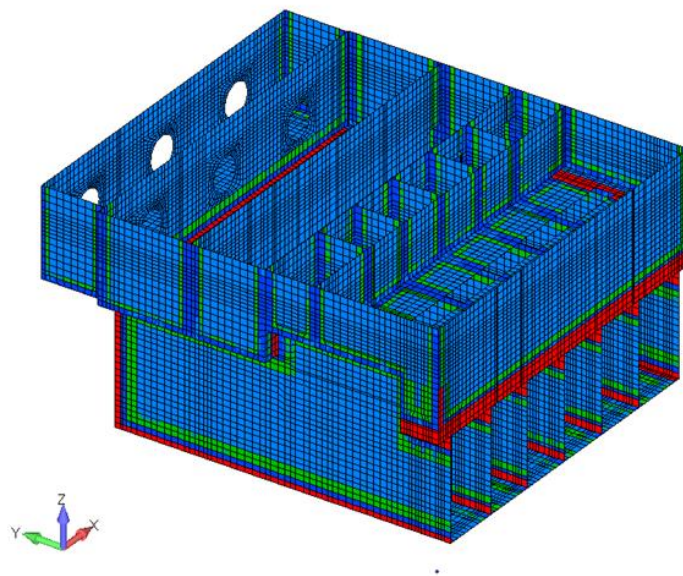


図4-5 取水槽 剛域設定範囲(赤範囲:剛域)

4.2.4 地盤ばね要素

常時解析において、支持地盤に設定する地盤ばねは線形ばね*でモデル化し、基礎地盤に対する静的な載荷状態を想定して定義されている「道示・下部構造編」に基づき設定する。

地震時解析において、支持地盤及び側方地盤に設定する地盤ばねは地盤と構造物間の剥離を考慮できる非線形ばねでモデル化し、「道示・耐震設計編」に基づき設定する。解析フローごとの地盤ばね設定について図 4-6 に、地盤ばね設定のイメージ図を図 4-7 に示す。

1 方向載荷時には、構造物底面及び載荷方向と平行な妻壁に地盤ばねを設定する。ただし、取水槽南側のタービン建物との接合面については、耐震ジョイントが設置されていることから、面直固定とする。

2 方向載荷時には、構造物底面にのみ地盤ばねを設定する。ただし、取水槽南側のタービン建物との接合面については、面直固定とする。

注記*：非線形ばねに剥離、すべりを考慮しないばねとする。

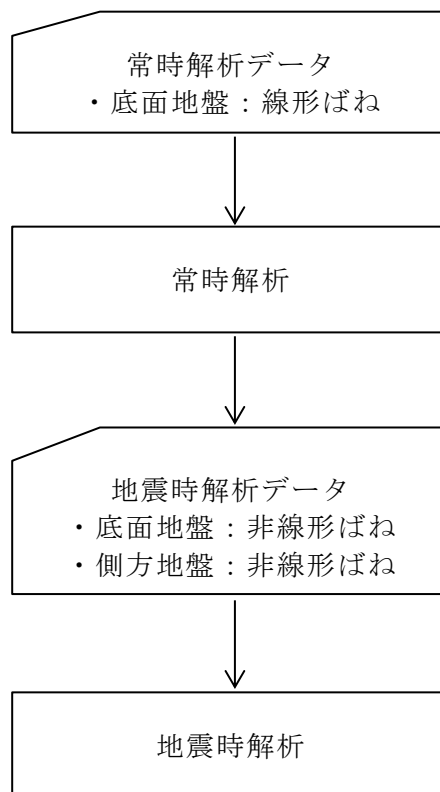
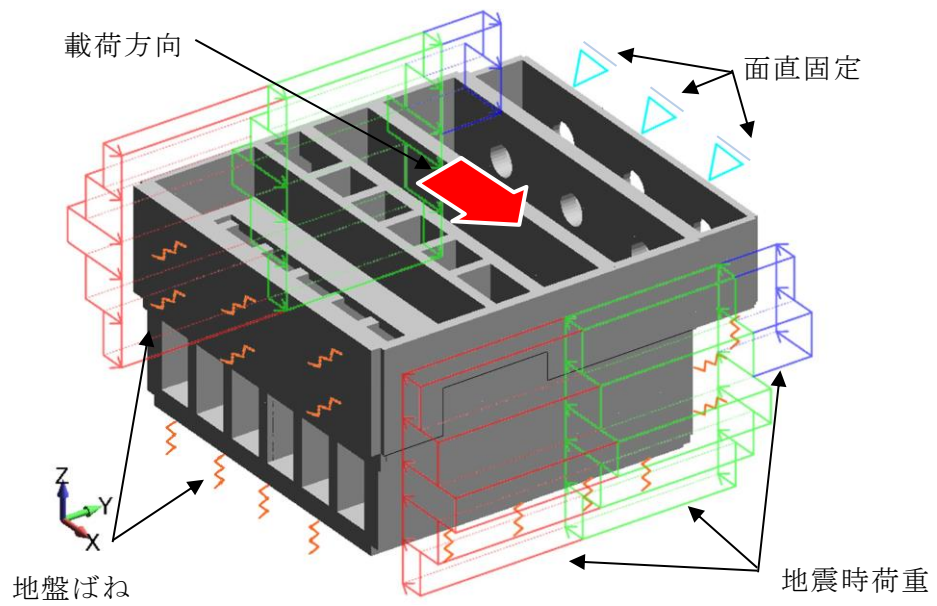
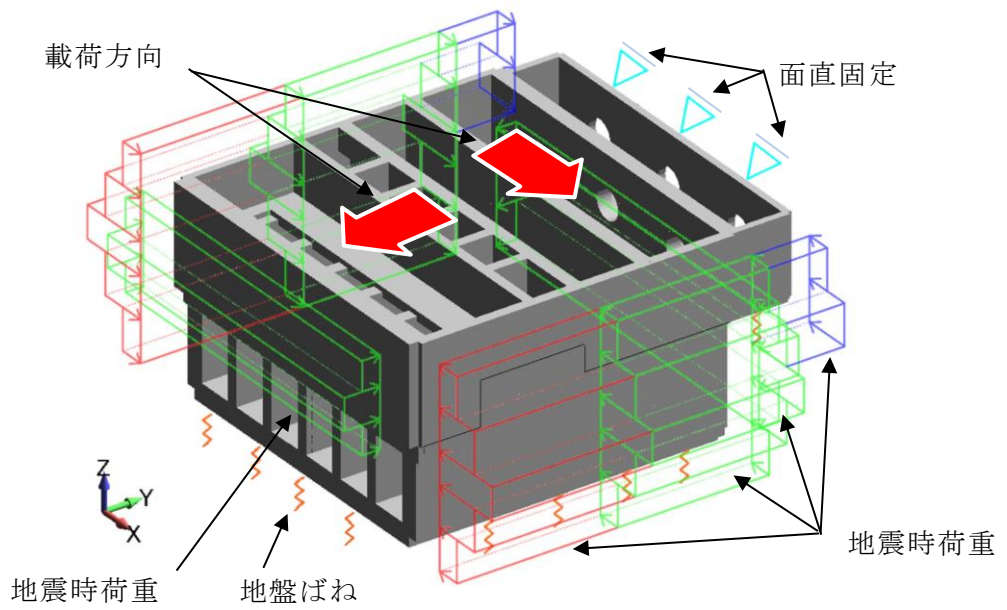


図 4-6 解析フローごとの地盤ばね設定



(1 方向载荷)



(2 方向载荷)

図 4-7 地盤ばね設定のイメージ図

(1) 常時

常時における地盤ばねは、構造物の底面に面直ばねとせん断方向ばねを考慮する。面直ばねに設定する鉛直方向地盤反力係数 k_v 及びせん断方向ばねに設定する水平方向せん断地盤反力係数 k_s は、「道示・下部構造編」により算出する。

a. 鉛直方向地盤反力係数

$$k_v = k_{v0} \left(\frac{B_v}{0.3} \right)^{\frac{3}{4}}$$

$$k_{v0} = \frac{1}{0.3} \alpha E_s$$

k_v : 鉛直方向地盤反力係数 (kN/m³)

k_{v0} : 鉛直方向地盤反力係数の基準値 (kN/m³)

B_v : 基礎の換算載荷幅 (m) $B_v = \sqrt{A_v}$

A_v : 鉛直方向の載荷面積 (m²)

E_s : 地盤の静的変形係数 (kN/m²)

α : 地盤反力係数の換算係数 ($\alpha = 1$)

b. 水平方向せん断地盤反力係数

$$k_s = \lambda k_v$$

ここで、

k_s : 水平方向せん断地盤反力係数 (kN/m³)

λ : 鉛直方向地盤反力係数に対する水平方向せん断地盤反力係数の比で、
 $\lambda = 0.3$ とする。

k_v : 鉛直方向地盤反力係数 (kN/m³)

(2) 地震時

地震時における地盤ばねは、構造物の底面に面直ばねとせん断方向ばねを考慮する。面直ばねに設定する鉛直方向地盤反力係数 k_v 及びせん断方向ばねに設定する水平方向せん断地盤反力係数 k_s は、「道示・下部構造編」により算出し、面直方向地盤反力係数の基準値 k_{v0} は「道示・耐震設計編」に準拠して算出する。

$$k_v = k_{v0} \left(\frac{B_v}{0.3} \right)^{-\frac{3}{4}}$$

$$k_{v0} = \frac{1}{0.3} E_D$$

$$E_D = 2(1 + \nu_D) G_D$$

k_v : 鉛直方向地盤反力係数 (kN/m³)

k_{v0} : 鉛直方向地盤反力係数の基準値 (kN/m³)

B_v : 基礎の換算載荷幅 (m) $B_v = \sqrt{A_v}$

A_v : 鉛直方向の載荷面積 (m²)

E_D : 地盤の動的変形係数 (kN/m²)

ν_D : 地盤の動的ポアソン比

G_D : 地盤の動的せん断変形係数 (kN/m²)

(3) 側方地盤ばね

側方地盤ばねは，構造物の側面に面直ばねを考慮する。側面の面直方向の地盤反力係数 k_H は，「道示・下部構造編」に基づき設定する。そのうちの面直方向地盤反力係数の基準値 k_{H0} は「道示・耐震設計編」に準拠して算出する。

$$k_H = k_{H0} \left(\frac{D_H}{0.3} \right)^{-\frac{3}{4}}$$

$$k_{H0} = \frac{1}{0.3} E_D$$

$$E_D = 2(1 + \nu_D) G_D$$

$$D_H = D_e$$

$$\text{ただし, } D_H \leq \sqrt{D_e \cdot L_e}$$

k_H : 水平方向地盤反力係数 (kN/m³)

k_{H0} : 水平方向地盤反力係数の基準値 (kN/m³)

D_H : 基礎側面の換算載荷幅 (m)

A_V : 鉛直方向の載荷面積 (m²)

E_D : 地盤の動的変形係数 (kN/m²)

ν_D : 地盤の動的ポアソン比

G_D : 地盤の動的せん断変形係数 (kN/m²)

D_e : 基礎の有効側面幅 (m)

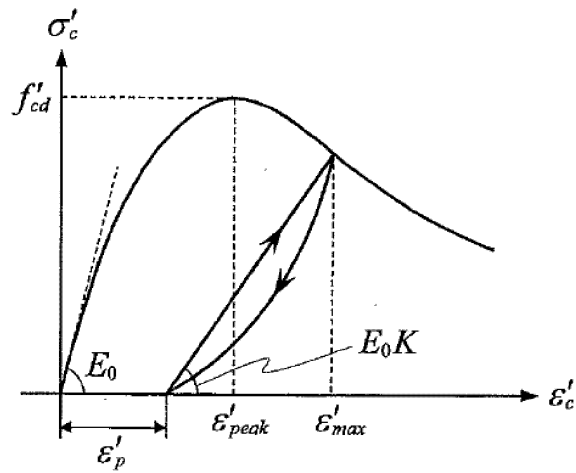
L_e : 基礎の有効根入れ深さ (m)

4.2.5 材料の非線形特性

(1) コンクリート

a. 圧縮応力下における応力-ひずみ関係

図 4-8 に一軸圧縮応力下における応力-ひずみ関係を示す。圧縮応力下の応力-ひずみの骨格曲線は、最大応力点までの硬化域と、最大応力点を越えた軟化域で表され、残留塑性ひずみと除荷再載荷時の剛性低下を考慮している。また、ひび割れ発生後のコンクリートの圧縮強度については、図 4-9 に示す、低減係数を破壊パラメータに乗じることで、ひび割れ発生後の圧縮強度の低下を考慮する。



$$\sigma'_{\square} = E_0 K (\epsilon'_{\square} - \epsilon'_p) \geq 0$$

$$E_0 = \frac{2 \cdot f'_{cd}}{\epsilon'_{peak}}$$

$$K = \exp \left\{ -0.73 \frac{\epsilon'_{max}}{\epsilon'_{peak}} \left(1 - \exp \left(-1.25 \frac{\epsilon'_{max}}{\epsilon'_{peak}} \right) \right) \right\}$$

$$\epsilon'_p = \epsilon'_{max} - 2.86 \cdot \epsilon'_{peak} \left\{ 1 - \exp \left(-0.35 \frac{\epsilon'_{max}}{\epsilon'_{peak}} \right) \right\}$$

ここに、 $f'_{cd} = f'_{ck} / \gamma_c$

ϵ'_{peak} : 圧縮強度に対応するひずみ (一般に、0.002 としてもよい)

ϵ'_{max} : 過去に受けた圧縮ひずみの最大値

ϵ'_p : 塑性ひずみ

K : 弾性剛性残存率

図 4-8 圧縮応力下におけるコンクリートの非線形特性
(「コンクリート標準示方書 2017」より引用)

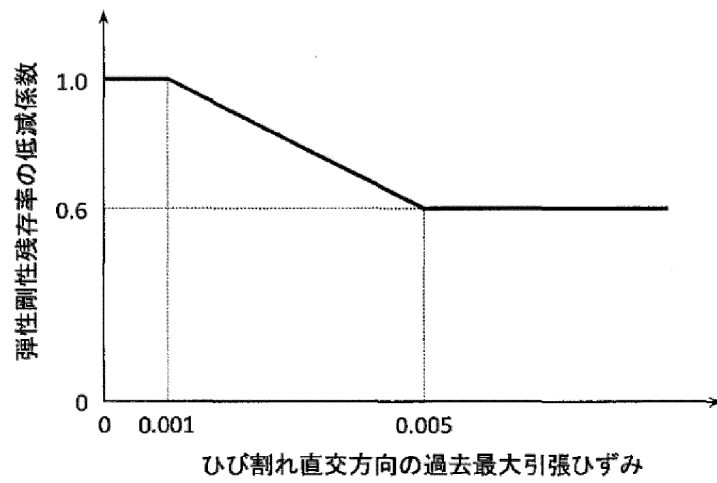
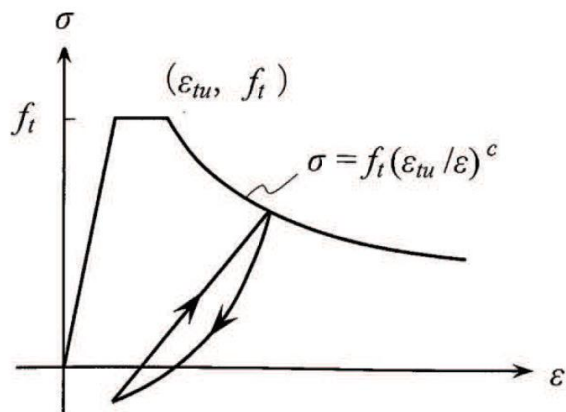


図 4-9 弾性剛性残存率の低減係数
 (「コンクリート標準示方書 2017」より引用)

b. 引張応力下における応力-ひずみ関係

引張応力下における応力-ひずみ関係は、ひび割れ発生までは線形弾性とし、ひび割れ強度以降は、鉄筋とコンクリートの付着の影響等を考慮し、図4-10に示す骨格曲線を用いて、ひび割れ間のコンクリートに引張応力分担を考慮する。

引張力を受ける無筋コンクリート要素では、引張軟化挙動は、破壊エネルギーによって代表される。引張軟化挙動の考慮に当たっては、図4-11に示す引張軟化曲線を設定する。



ここに、 f_t : 引張強度

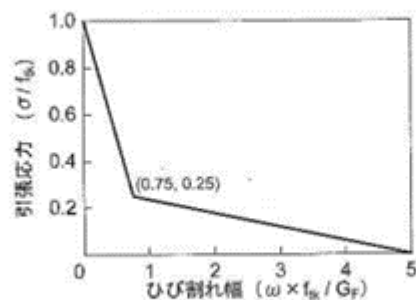
ϵ_{tu} : 引張軟化開始ひずみ

c : 引張軟化特性を表す係数

図4-10 引張応力下における鉄筋とコンクリートの
付着効果を考慮した応力-ひずみ関係

(「コンクリート標準示方書 2017」より引用)

コンクリートのモデル化された引張軟化曲線には、例えば解説 図 5.3.4 に示したものがある。



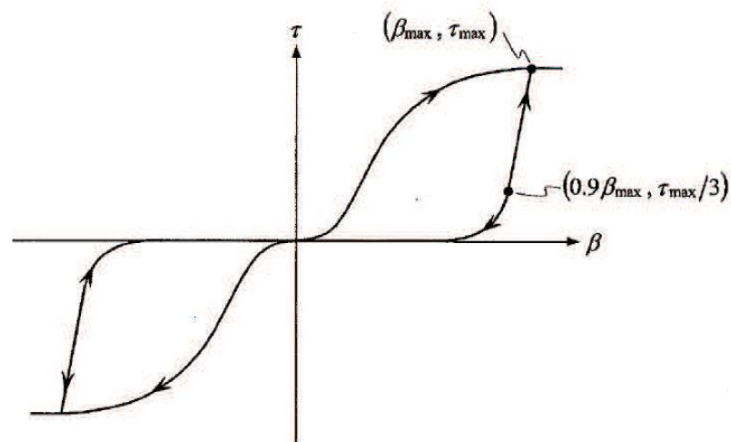
解説 図 5.3.4 引張軟化曲線

図4-11 コンクリートの破壊エネルギー (「コンクリート標準示方書 2017」より引用)

c. ひび割れ面でのせん断伝達関係

コンクリートのひび割れ発生後にひび割れ角度を固定する固定ひび割れモデルでは、ひび割れ面のずれによるせん断応力伝達特性を考慮する必要がある。

ひび割れ面でのせん断伝達挙動は、斜めひび割れの発生に伴う剛性低下や破壊を評価するため、図 4-12 に示すとおり、ひび割れ面におけるせん断ひずみ γ とひび割れ開口ひずみ ε の比をパラメータとし、コンクリートの剛性低下を考慮するモデルを用いる。



ここに、 β : ひび割れ面におけるせん断ひずみ γ とひび割れ開口ひずみ ε の比 (γ / ε)

τ : ひび割れ面でのせん断応力

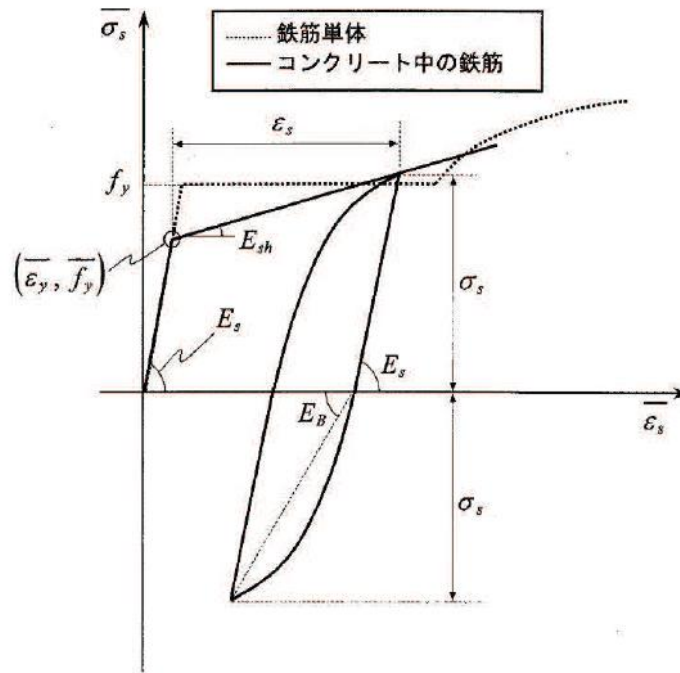
τ_{max} : 除荷開始時せん断応力

β_{max} : 除荷開始時せん断ひずみ γ とひび割れ開口ひずみ ε の比

図 4-12 ひび割れ面でのせん断伝達モデル
(「コンクリート標準示方書 2017」より引用)

d. 鉄筋の非線形特性

ひび割れを複数含む領域におけるコンクリート中の鉄筋の平均応力-平均ひずみ関係は、単体鉄筋の応力-ひずみ関係と異なり、図4-13に示すひずみ硬化特性を考慮する。



$$\begin{aligned} \overline{\sigma}_s &= E_s \overline{\varepsilon}_s & (\overline{\varepsilon}_s \leq \overline{\varepsilon}_y) \\ &= \overline{f}_y + E_{sh} (\overline{\varepsilon}_s - \overline{\varepsilon}_y) & (\overline{\varepsilon}_y < \overline{\varepsilon}_s) \end{aligned}$$

ここに、 $\overline{\sigma}_s$: コンクリート中における鉄筋の平均応力

$\overline{\varepsilon}_s$: コンクリート中における鉄筋の平均ひずみ

f_y : 鉄筋単体の降伏強度

E_s : 鉄筋のヤング率

\overline{f}_y : コンクリート中における鉄筋の平均降伏強度

$\overline{\varepsilon}_y$: コンクリート中における鉄筋の平均降伏ひずみ

E_{sh} : コンクリート中における鉄筋の降伏後の二次勾配

図4-13 ひずみ硬化域を簡略化した鉄筋の平均応力-平均ひずみ関係
(「コンクリート標準示方書 2012」より引用)

e. 鉄筋コンクリートとしてのモデル化

コンクリートと鉄筋の界面の付着特性をテンションスティフニング効果（引張特性が硬化する現象）として、鉄筋コンクリート要素の中心に取り込むことにより、鉄筋コンクリートの構成則を直接与える。

鉄筋コンクリートの引張応力下の平均応力は以下の式で表される。

$$\overline{\sigma}_{RC} = \frac{A_s}{A_{RC}} \overline{\sigma}_s + \frac{A_c}{A_{RC}} \overline{\sigma}_c$$

ここに、 $\overline{\sigma}_s$, $\overline{\sigma}_c$: それぞれ鉄筋とコンクリートの平面応力

A_s , A_c : それぞれ鉄筋とコンクリートの断面積,

$$A_{RC} = A_s + A_c$$

4.3 照査時刻の選定

取水槽は、中床版以上の気中部（以下「上部構造」という。）及び中床版以下の通水部（以下「下部構造」という。）の二層で構成され、下部構造には導流壁が設置されている。また、取水槽の東西方向断面の地質状況は、取水槽の両側に厚い改良地盤及び埋戻コンクリートが分布している。

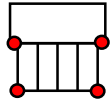
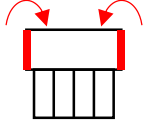
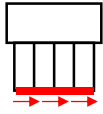
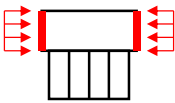
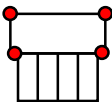
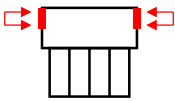
構造部材の健全性評価において、照査時刻は取水槽の構造的特徴を踏まえ、損傷モードごと及び部材ごとに評価が厳しくなる照査時刻を地震応答解析の結果から複数選定する。取水槽の照査時刻の考え方を表 4-2 に示す。除じん機エリア及び海水ポンプエリアは上部構造及び下部構造で構成されることから、1 断面当たり 9 時刻（時刻 1～時刻 9）を、ストレーナエリアは上部構造のみで構成されることから、時刻 1 を除く 8 時刻（時刻 2～時刻 9）を選定する。上記を踏まえ、地震動 1 波当たり 26 時刻の照査時刻を選定し、3 次元構造解析により耐震評価を実施している。

各エリアで選定された照査時刻の組合せの考え方について、側壁のせん断破壊（面外）に対する照査時刻（時刻 5, 6）の選定例を図 4-14 に示す。地震応答解析の結果から、エリア毎の側壁における水平荷重が最大となる時刻（照査時刻 t_1 , t_2 及び t_3 ）を選定後、3 次元構造解析に用いる照査時刻の組合せを設定する。

3 次元構造解析における照査時刻の組合せは、選定した時刻（照査時刻 t_1 , t_2 及び t_3 ）の前後 0.1 秒以内で、着目した断面以外の断面において保守的な荷重となる時刻とする。なお、着目した断面以外の断面における時刻は、荷重の作用方向等を確認し、大きく変わらないことを確認した上で選定している。

取水槽の構造的特徴を踏まえ、損傷モードごと及び部材ごとに評価が厳しくなるよう選定した照査時刻の妥当性について、照査時刻以外の荷重状態が、耐震評価に影響を及ぼすことがなく時刻選定が妥当であることを検証した結果を参考資料 4 に示す。

表 4-2 照査時刻の考え方 (1 断面当たり*)

照査時刻	損傷モード	着目部位		荷重抽出時刻	抽出する応答値
時刻 1	曲げ・軸力系の破壊	壁 (面外)		下部構造における頂底板間の層間変位が最大となる時刻	中部 2 節点, 下部 2 節点の応答変位を用いて回転成分を除去した層間変位
時刻 2	曲げ・軸力系の破壊	壁 (面外)		上部構造における各側壁の転倒曲げモーメントが最大となる時刻	(上部構造に隣接する側面地盤水平土圧+上部構造側壁の慣性力)×上部構造のアーム長の積算値
時刻 3					
時刻 4	せん断破壊 (面外)	壁 (面外)		総水平荷重が最大となる時刻	底面地盤せん断応力の積算値
時刻 5	せん断破壊 (面外)	壁 (面外)		上部構造における各側壁の水平荷重が最大となる時刻	上部構造に隣接する側面地盤水平土圧と上部構造側壁の慣性力の積算値
時刻 6					
時刻 7	せん断破壊 (面内)	壁 (面内)		面部材の層間変位が最大となる時刻	上部 2 節点, 中部 2 節点の応答変位を用いて回転成分を除去した層間変位
時刻 8	曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊 (面外)	壁 (面外)		上部構造における各側壁の上部荷重が最大となる時刻	上部構造に隣接する側面地盤の上半分の水平土圧と側壁の慣性力の積算値
時刻 9					

注記* : 除じん機エリア及び海水ポンプエリアは時刻 1~時刻 9, ストレーナエリアは時刻 2~時刻 9 を選定しており, 地震動 1 波当たり 26 時刻の照査を行う。

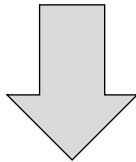
各エリアの荷重抽出時刻

	荷重抽出時刻		
	ストレーナ エリア	海水ポンプ エリア	除じん機 エリア
上部構造における 各側壁の水平荷重が 最大となる時刻	t_1^{*1}	t_2^{*2}	t_3^{*3}

注記*1：ストレーナエリアの地震応答解析結果により選定された時刻

*2：海水ポンプエリアの地震応答解析結果により選定された時刻

*3：除じん機エリアの地震応答解析結果により選定された時刻



各エリアの照査時刻を選定後、
選定された時刻の±0.1秒以内で保守的な荷重となる時刻を
組み合わせる。

	照査時刻*1		
	ストレーナ エリア	海水ポンプ エリア	除じん機 エリア
上部構造における 各側壁の水平荷重が 最大となる時刻	t_1	t_{1-1}^{*2}	t_{1-2}^{*2}
	t_{2-1}^{*3}	t_2	t_{2-2}^{*3}
	t_{3-1}^{*4}	t_{3-2}^{*4}	t_3

注記*1：赤枠は、着目する断面における時刻を示す。

*2： $t_1 \pm 0.1$ 秒以内で保守的な荷重となる時刻

*3： $t_2 \pm 0.1$ 秒以内で保守的な荷重となる時刻

*4： $t_3 \pm 0.1$ 秒以内で保守的な荷重となる時刻

図4-14 照査時刻の組合せの考え方

4.4 入力荷重

3次元構造解析の入力荷重は「4.3 照査時刻の選定」にて選定した照査時刻に対し、地震応答解析から同時刻における水平荷重及び鉛直荷重の応答値を抽出し、算定する。入力荷重の一覧を表4-3に、各入力荷重の算定フローを図4-15に示す。また、地震応答解析から算出される荷重を3次元構造解析モデルへ載荷するまでのフローを図4-16に示す。常時荷重は、表3-18に示す荷重を考慮する。

表4-3 入力荷重一覧

入力荷重		地震応答解析から抽出する応答値	載荷位置
慣性力	躯体の慣性力	応答加速度	躯体全体
	機器・配管の慣性力	応答加速度	設置位置
	浸水防護施設の慣性力	応答加速度	設置位置
	竜巻防護対策設備の慣性力	応答加速度	設置位置
	積載荷重の慣性力	応答加速度	作用位置
内水圧・動水圧		応答加速度*	作用位置
地震時土圧・水圧		土圧・水圧	作用位置
周面せん断力		土圧・水圧	作用位置

注記*：動水圧は、地震時応答解析から抽出した応答加速度に基づき算定する。

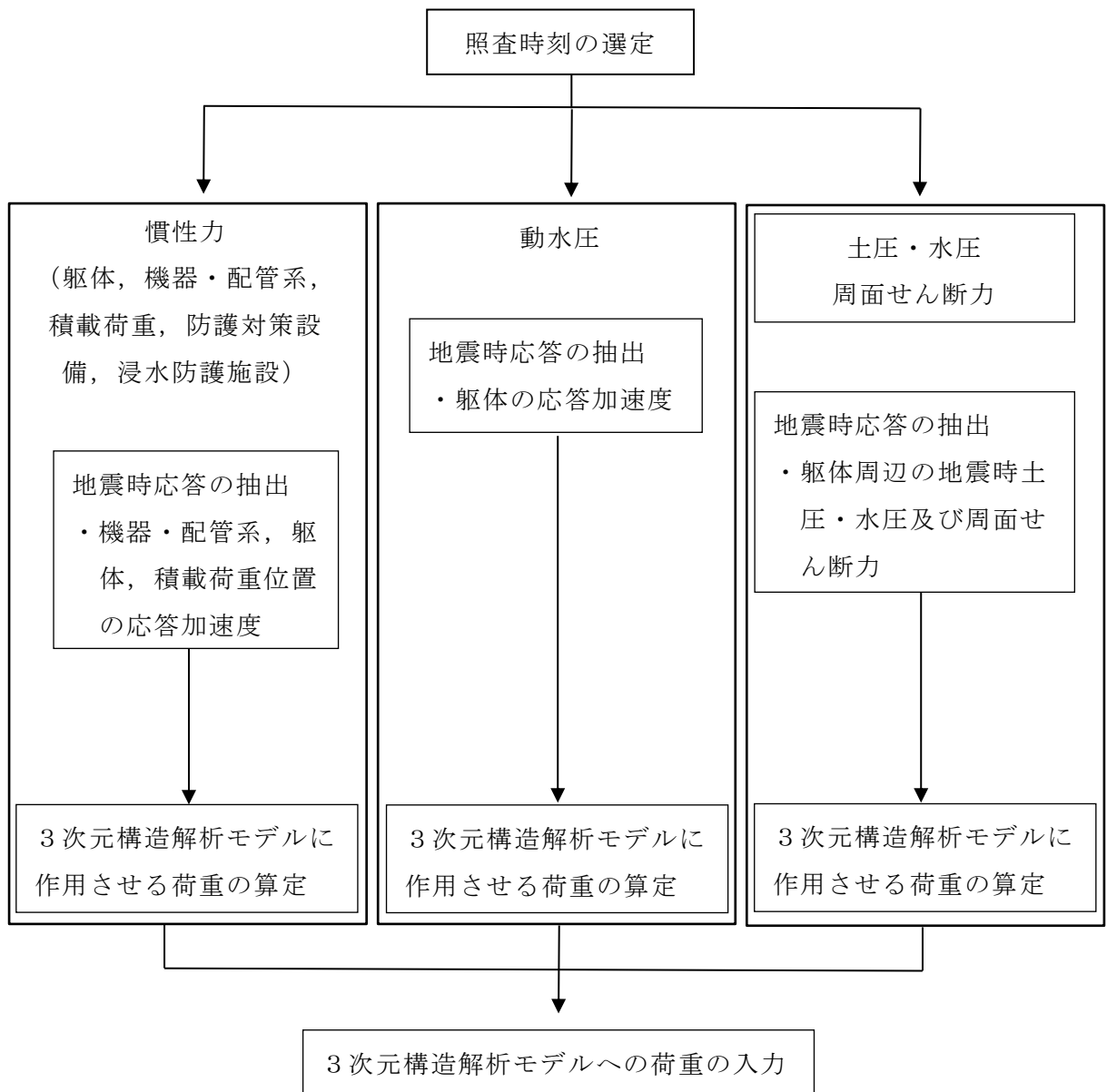


図 4-15 各入力荷重の算定フロー

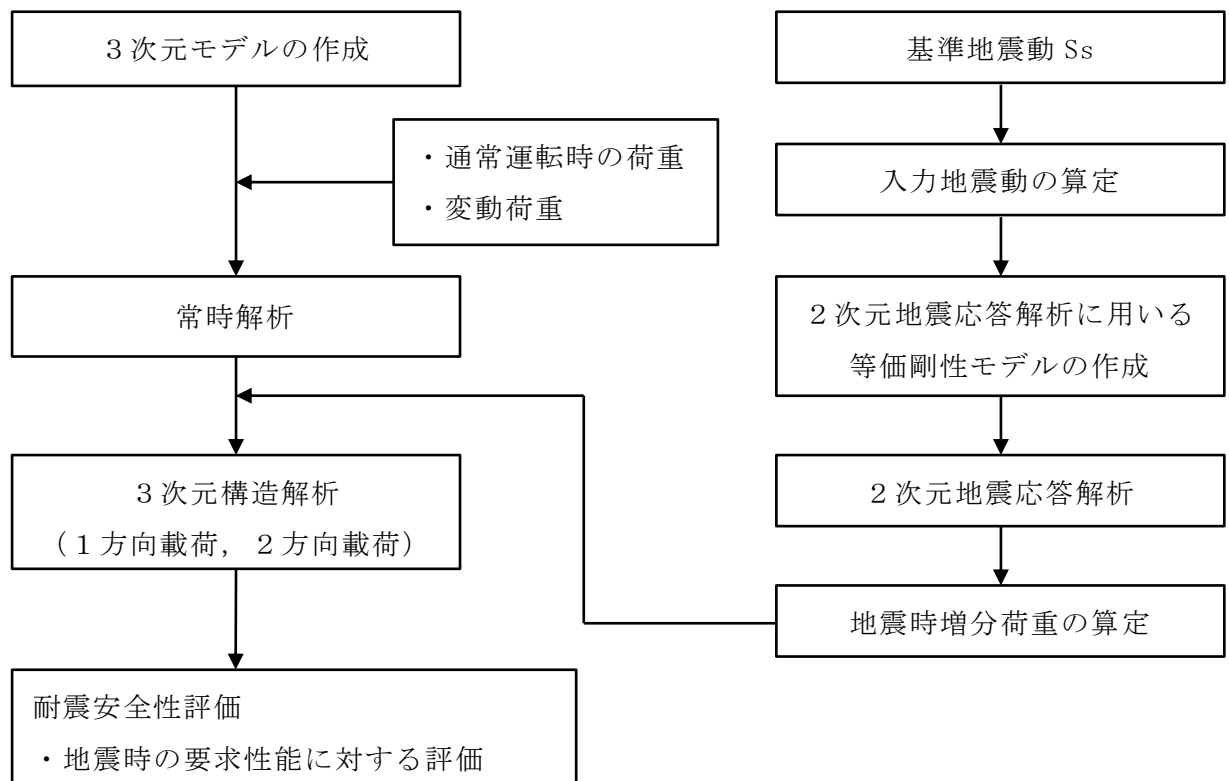


図 4-16 地震時増分荷重を 3次元構造解析モデルへ載荷するまでのフロー図

4.4.1 常時荷重

(1) 躯体自重

躯体の体積に鉄筋コンクリートの密度を乗じて設定する。

(2) 静止土圧及び外水圧

地震応答解析の常時解析から求まる静止土圧及び外水圧を躯体側面に作用させる。静止土圧及び外水圧の荷重概念図を図4-17に示す。なお、各断面から算出した土圧及び外水圧は、各区間の奥行方向に一様に荷重する。

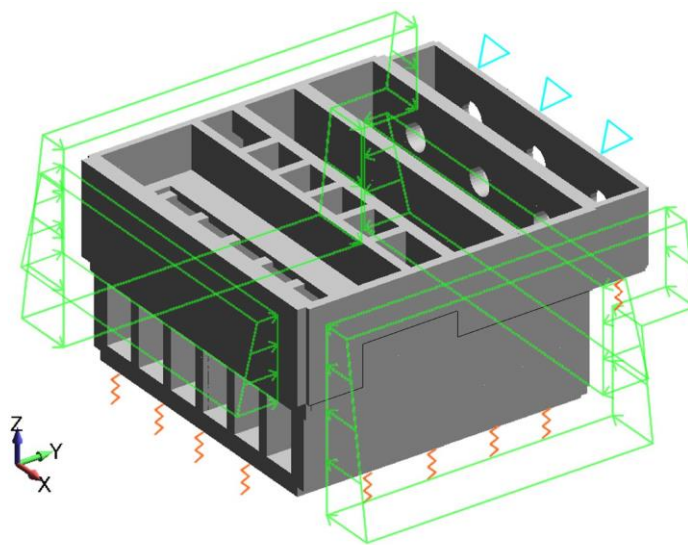
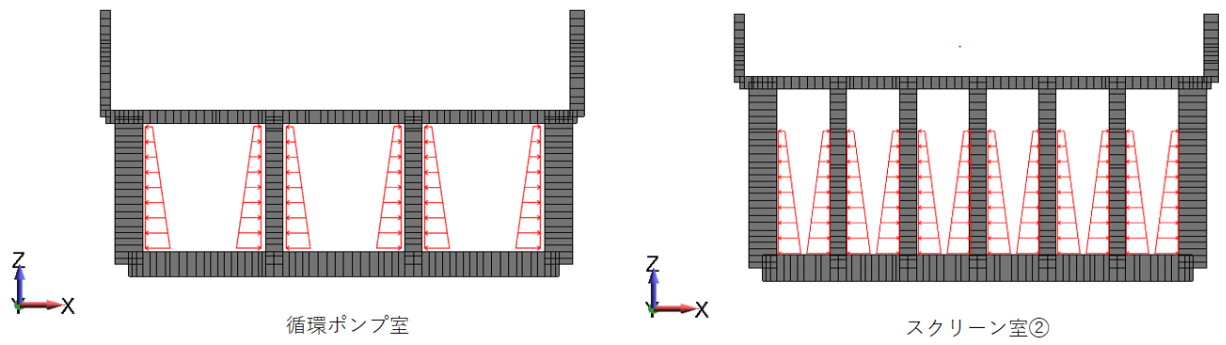


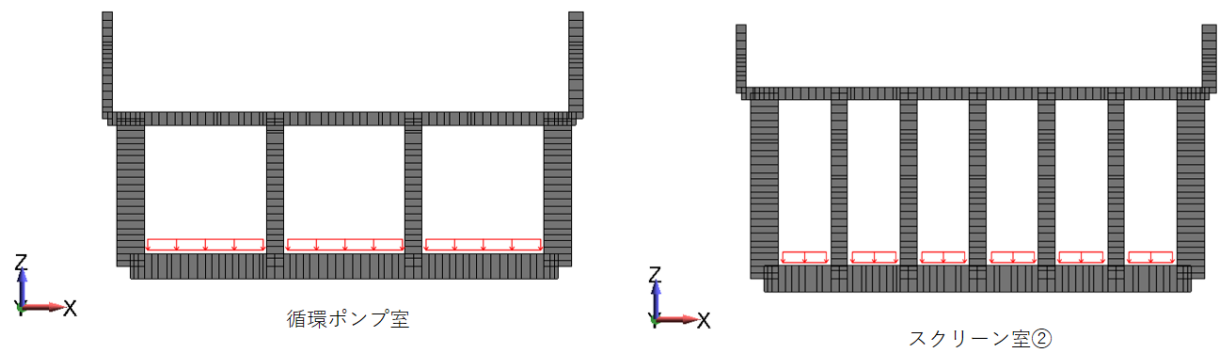
図4-17 静止土圧及び外水圧の荷重概念図

(3) 内水圧

取水槽の内部には、EL-0.30mを静水面とした静水圧を作用させる。設定の際は、海水の密度として、 1.03g/cm^3 を考慮する。内水圧の概念図を図4-18及び図4-19に示す。

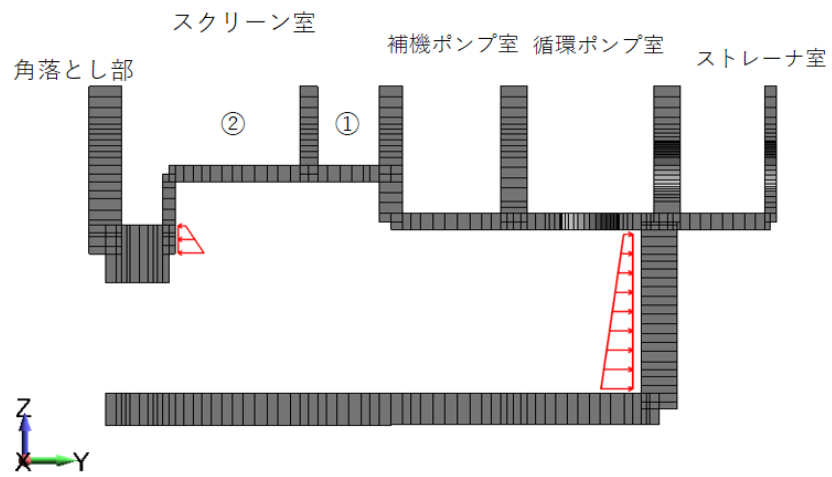


(水平方向)

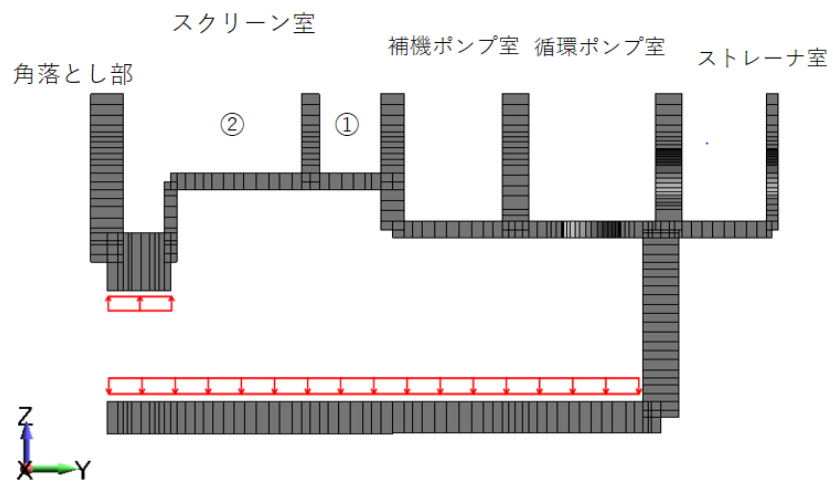


(鉛直方向)

図 4-18 内水圧の概念図 (東西方向)



(水平方向)



(鉛直方向)

図 4-19 内水圧の概念図 (南北方向)

(4) 機器荷重

機器の重量に基づいて設定する。機器荷重載荷位置図を図 4-20 に示す。

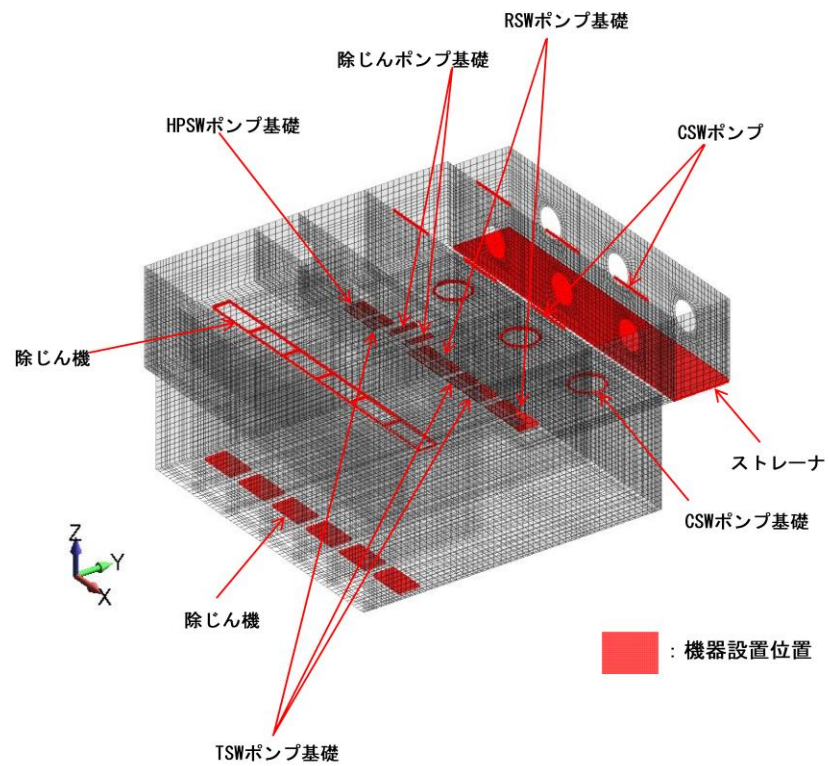


図 4-20 機器荷重載荷位置図

(5) 配管荷重

配管の重量に基づいて設定する。配管荷重載荷位置図を図 4-21 に示す。

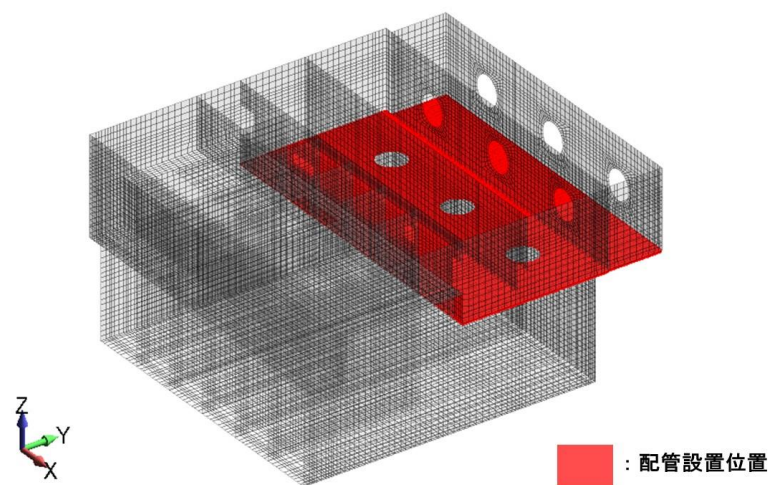


図 4-21 配管荷重載荷位置図

(6) 積載荷重

積載荷重として，取水槽に作用する積雪荷重を考慮する。

4.4.2 慣性力（躯体）

躯体の慣性力は、地震応答解析モデルにおける鉄筋コンクリート部材の各節点、照査時刻における応答加速度から算定する。応答加速度の抽出位置を図4-22に示す。

水平方向（南北方向及び東西方向）及び鉛直方向の加速度の抽出位置は、各断面の鉄筋コンクリート部材及び妻壁の位置に当たる全節点とする。

算定した慣性力は、取水槽の3次元構造解析モデルに水平方向及び鉛直方向に同時に入力する。入力する慣性力は、各照査時刻における水平方向及び鉛直方向の応答加速度の正負の方向とする。

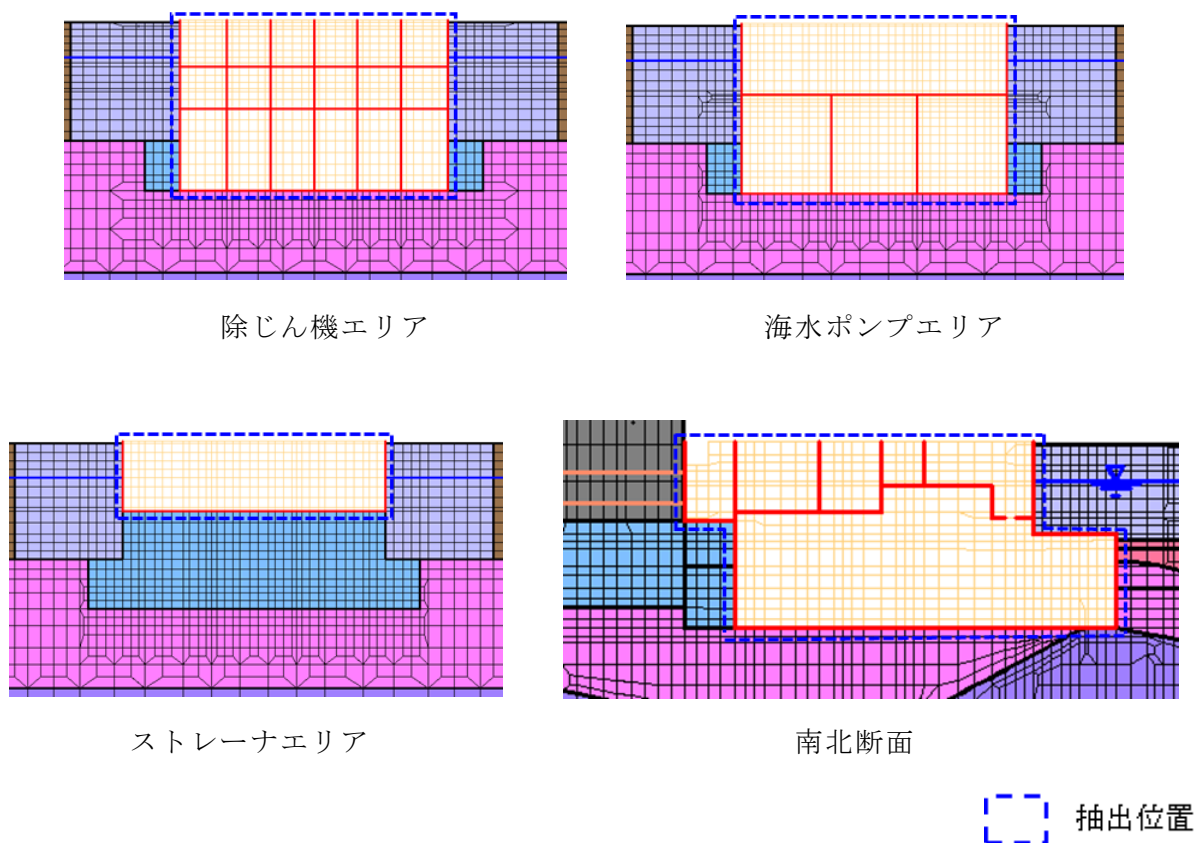


図4-22 応答加速度の抽出位置

4.4.3 慣性力（機器・配管，浸水防護施設，竜巻防護対策設備）

機器・配管，浸水防護施設，竜巻防護対策設備の慣性力は，地震応答解析モデルにおける機器が設置されている各節点，照査時刻における応答加速度から算定する。応答加速度の抽出位置を図4-23に示す。

水平方向（南北方向及び東西方向）及び鉛直方向の加速度の抽出位置は，機器・配管，浸水防護施設，竜巻防護対策設備が設置される節点とする。

慣性力は，抽出した加速度に機器・配管，浸水防護施設，竜巻防護対策設備荷重を乗じて算定する。算定した慣性力は，取水槽の3次元構造解析モデルに入力する。

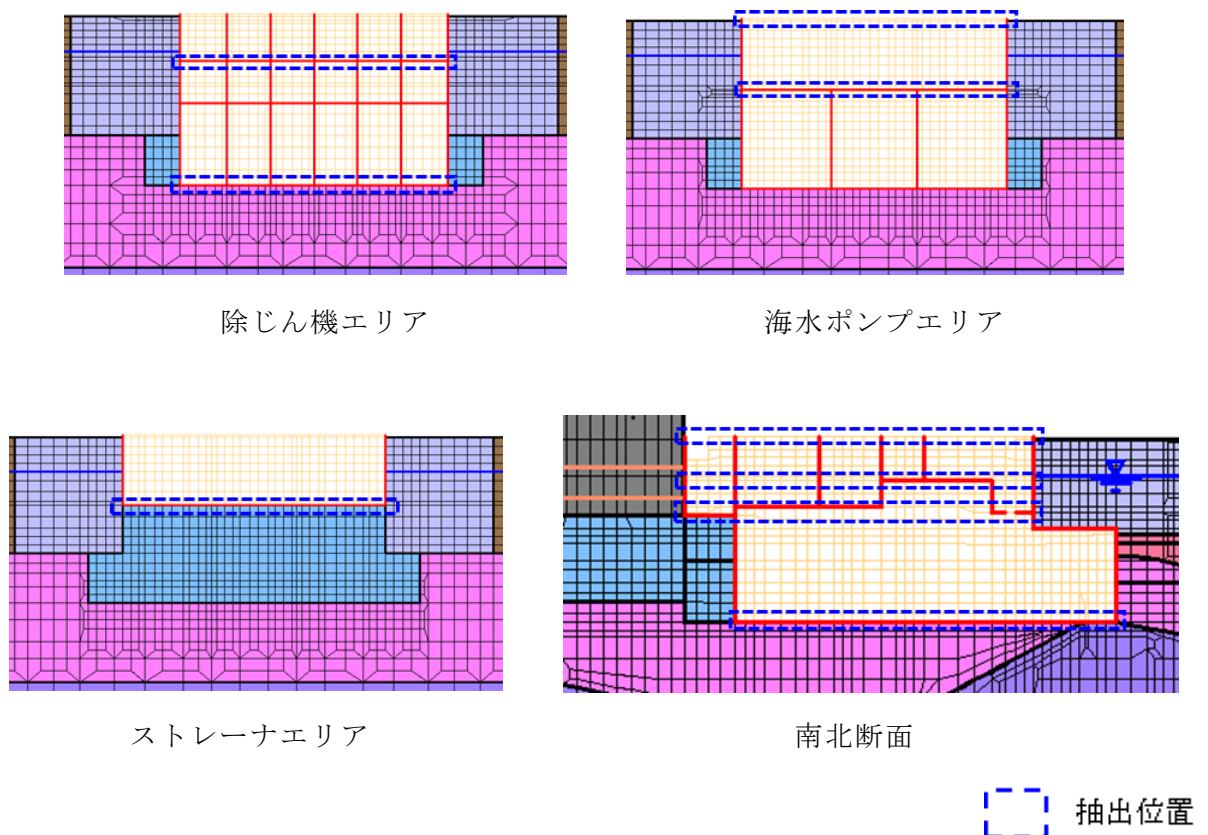


図4-23 応答加速度の抽出位置

4.4.4 内水圧・動水圧

取水槽の内部には、EL-0.30m を水位とした内水圧を設定する。設定の際は、海水の密度として、 1.03g/cm^3 を考慮する。

動水圧については、「3.4.7 動水圧」の考え方にに基づき、自由水面のある開水路として荷重を作用させる。「3 地震応答解析」より得られた側壁及び導流壁における各節点の加速度を用いて動水圧を算定する。なお、取水槽の3次元構造解析モデルに入力する。

4.4.5 地震時土圧・水圧及び周面せん断力

躯体側面に作用する地震時土圧・水圧及び周面せん断力は，地震応答解析モデルにおいて各部位に接する地盤要素の，照査時刻における要素応力から算定する。地震時土圧・水圧及び周面せん断力の抽出位置を図4-24に示す。また，算定した地震時土圧・水圧及び周面せん断力は，取水槽の3次元構造解析モデルに入力する。

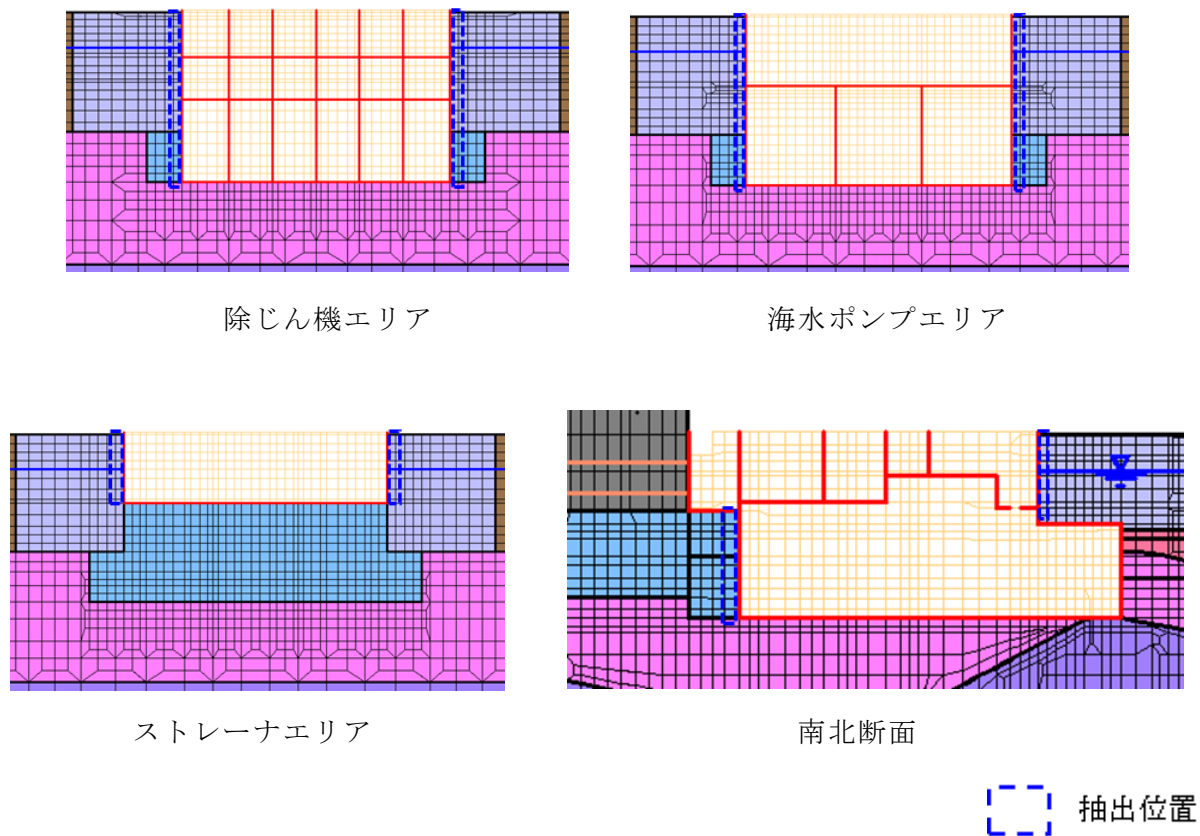


図4-24 地震時土圧・水圧及び周面せん断力の抽出位置

5. 評価内容

5.1 入力地震動の設定

入力地震動は、VI-2-1-6「地震応答解析の基本方針」のうち「2.3 屋外重要土木構造物」に示す入力地震動の設定方針を踏まえて設定する。

地震応答解析に用いる入力地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d を一次元波動論により地震応答解析モデル下端位置で評価したものをを用いる。なお、入力地震動の設定に用いる地下構造モデルは、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」のうち「7.1 入力地震動の設定に用いる地下構造モデル」を用いる。

図 5-1 に入力地震動算定の概念図を、図 5-2～図 5-53 に入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを示す。入力地震動の算定には、解析コード「microSHAKE/3D」を使用する。解析コードの検証及び妥当性確認の概要については、VI-5「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。

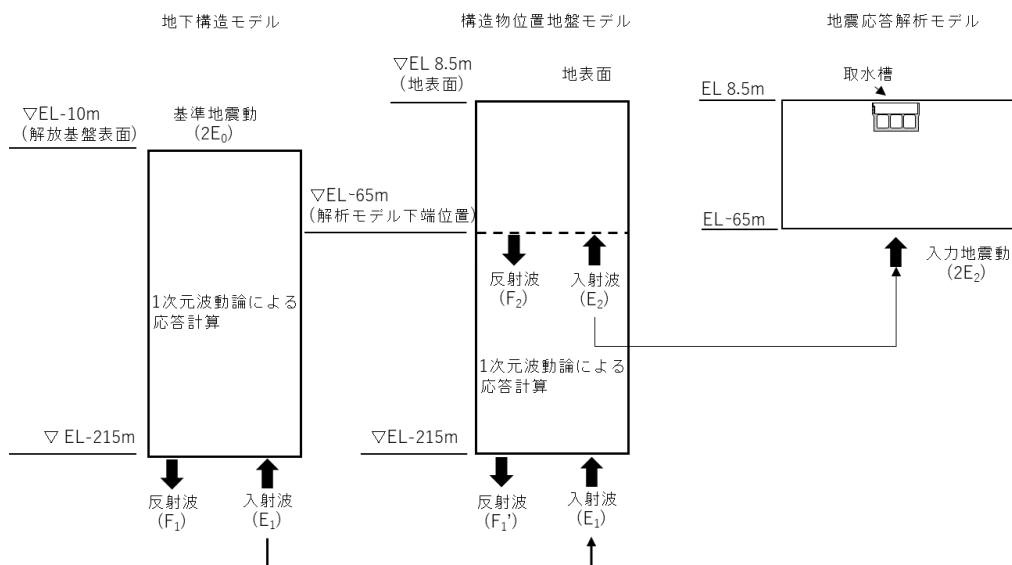
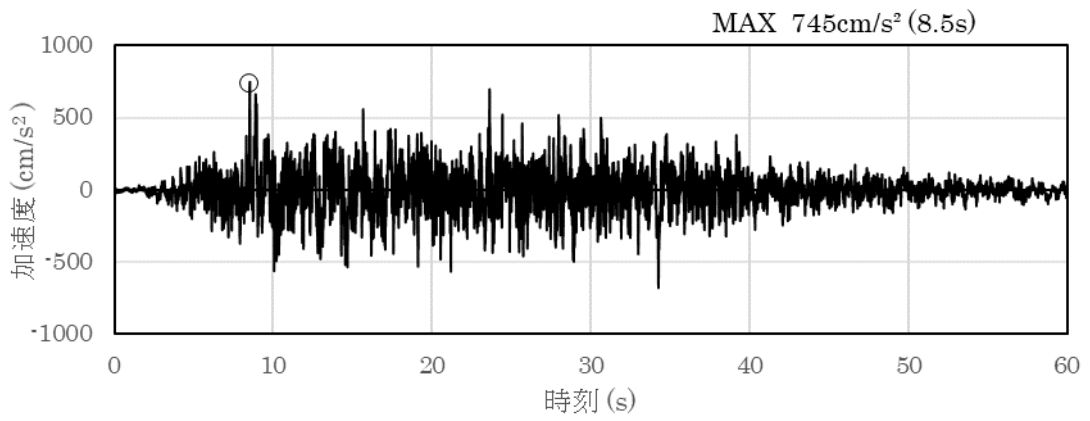
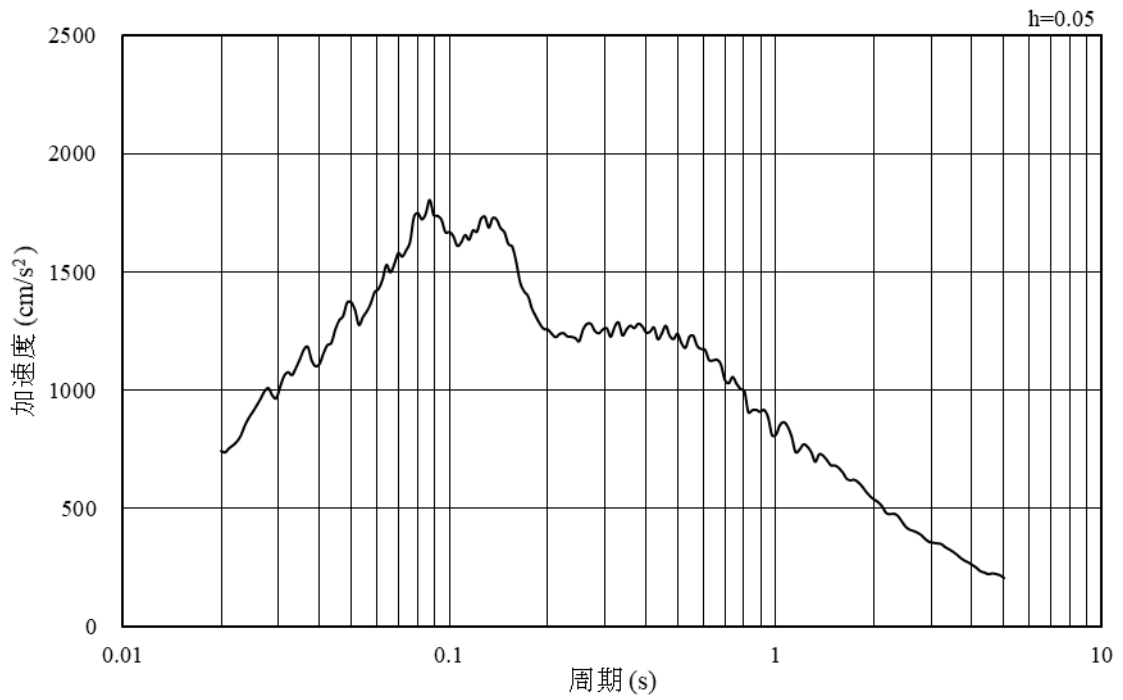


図 5-1 入力地震動算定の概念図

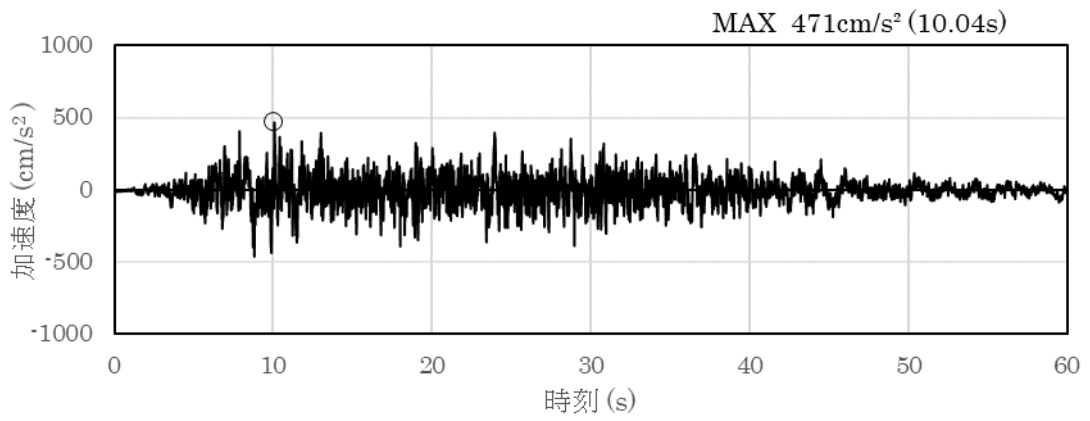


(a) 加速度時刻歴波形

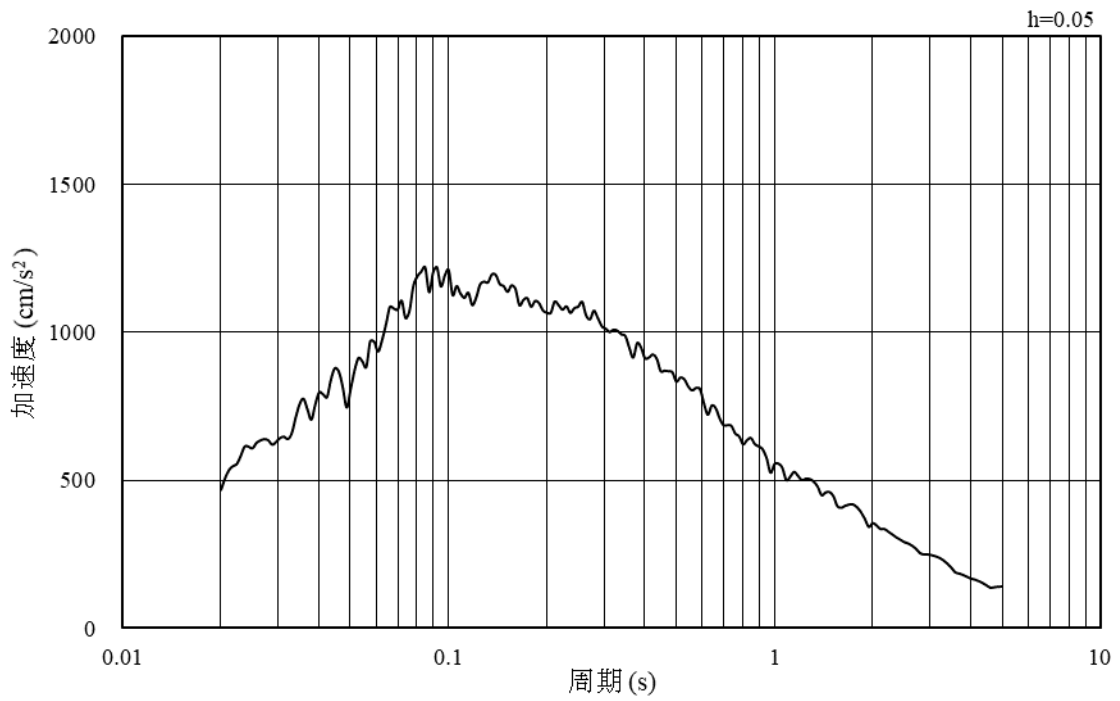


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-2 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 水平成分: S s - D)

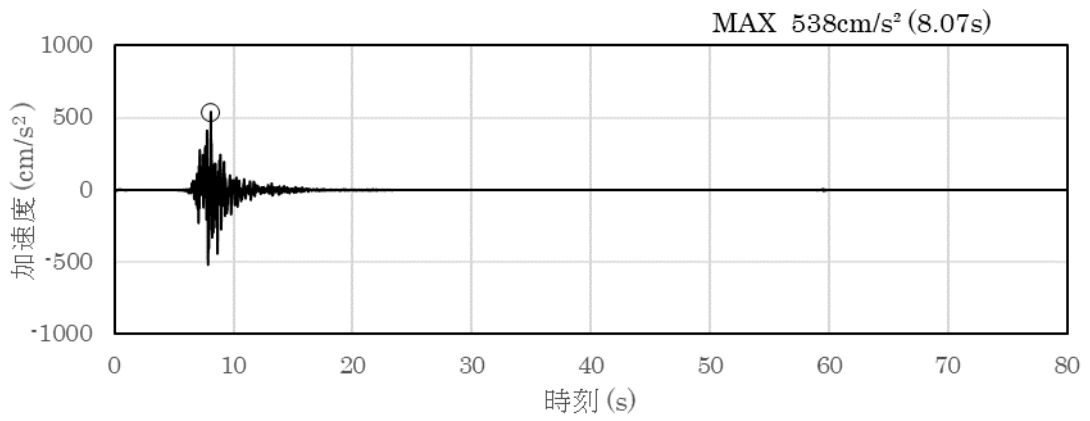


(a) 加速度時刻歴波形

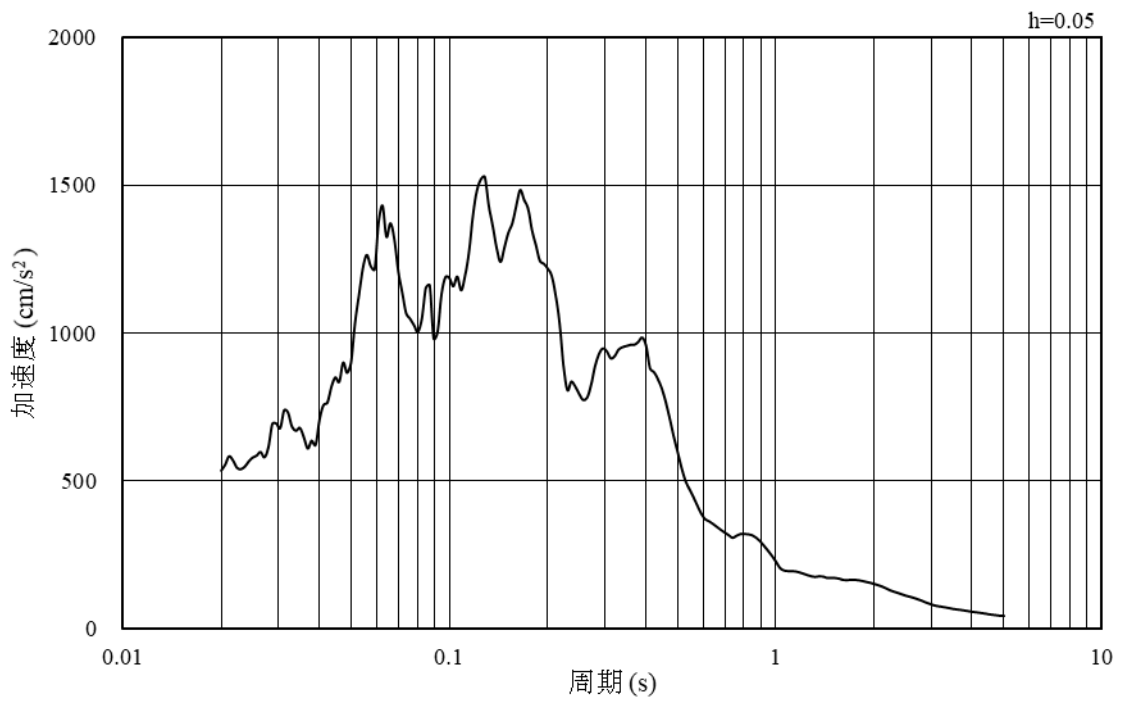


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-3 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 鉛直成分: S s - D)

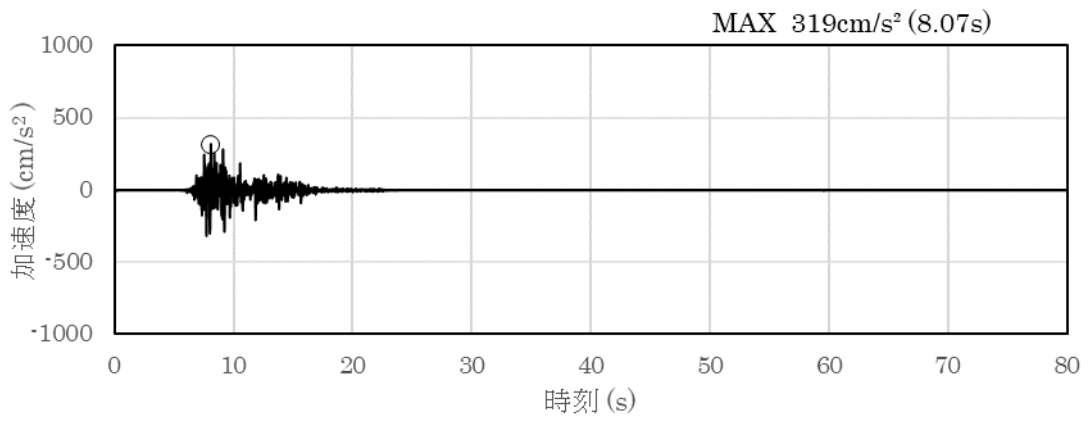


(a) 加速度時刻歴波形

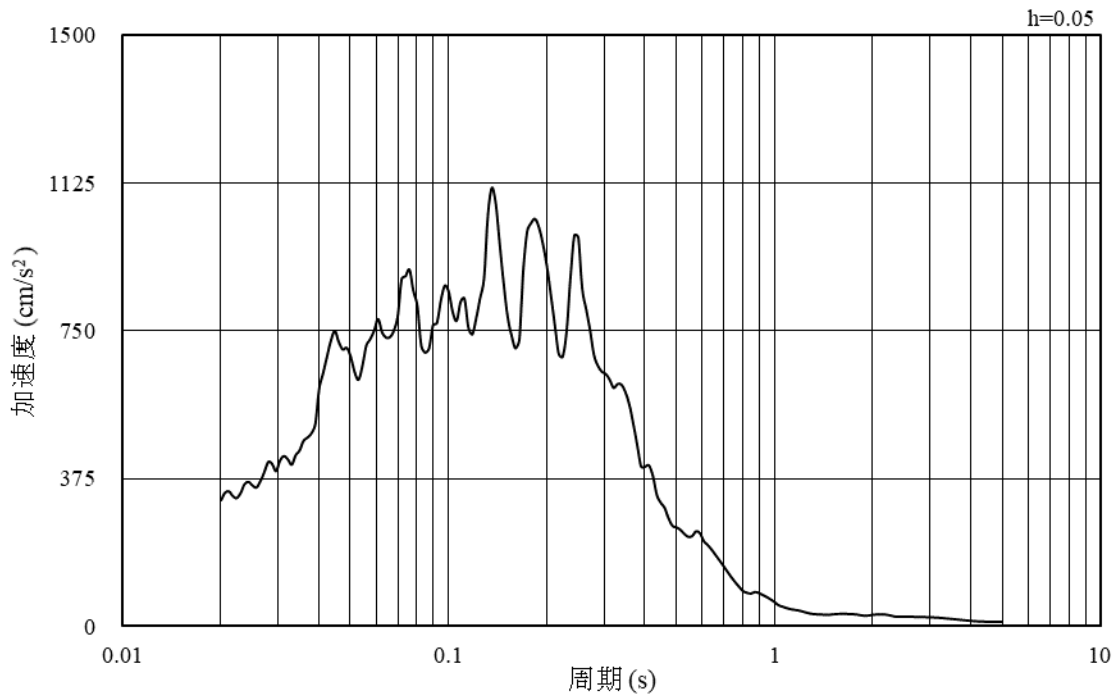


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-4 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 水平成分: S s - F 1)

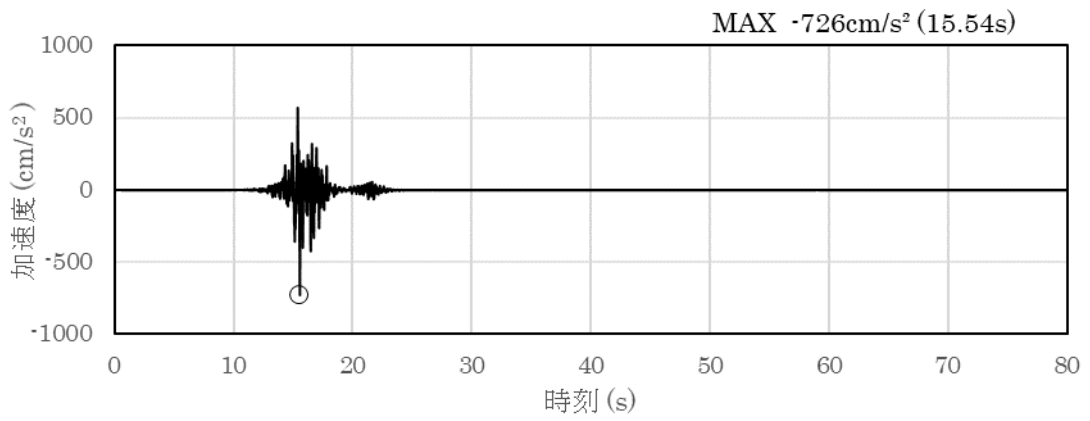


(a) 加速度時刻歴波形

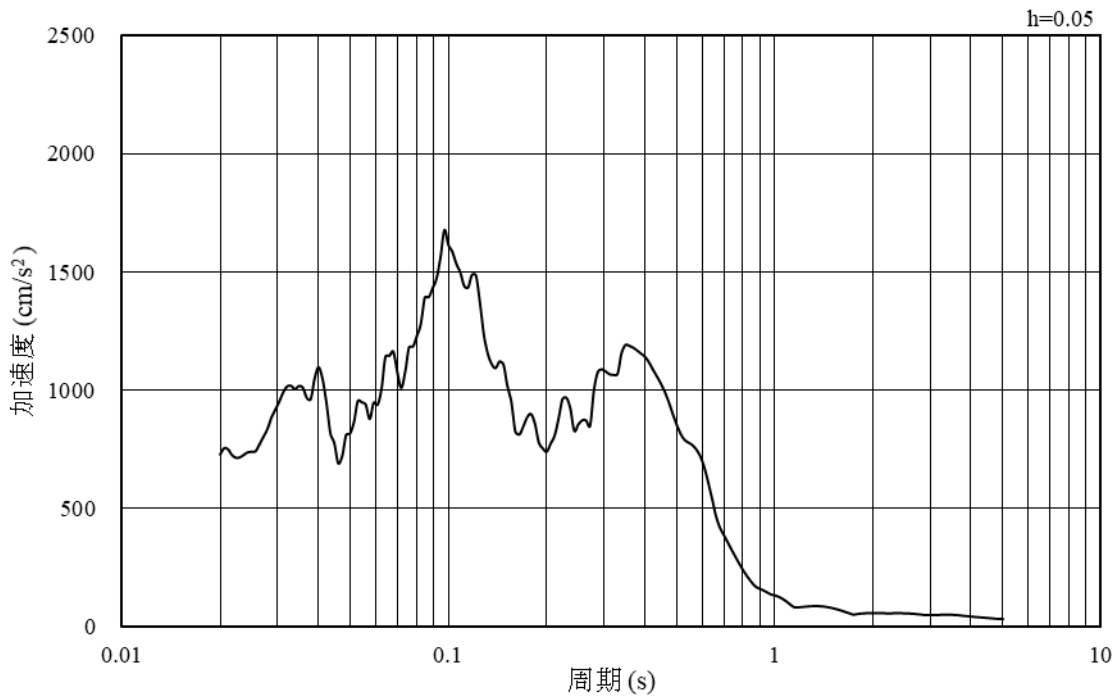


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-5 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 鉛直成分: S s - F 1)

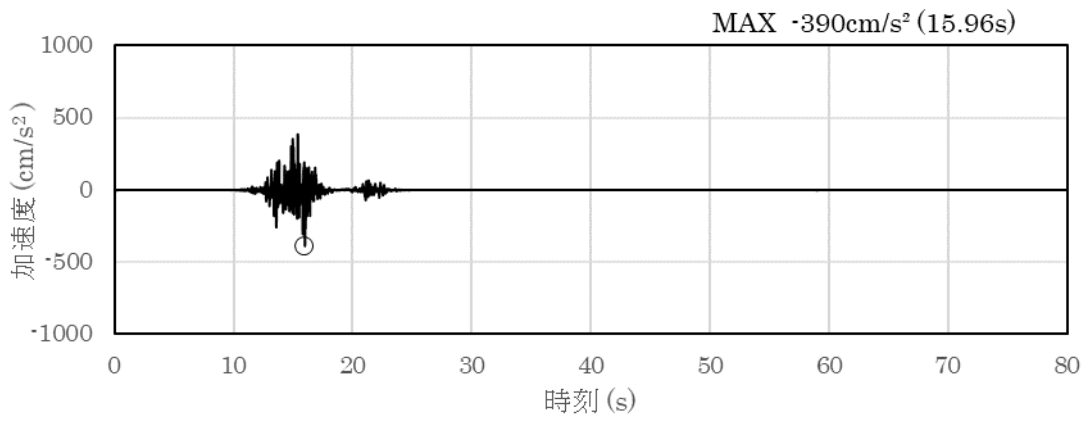


(a) 加速度時刻歴波形

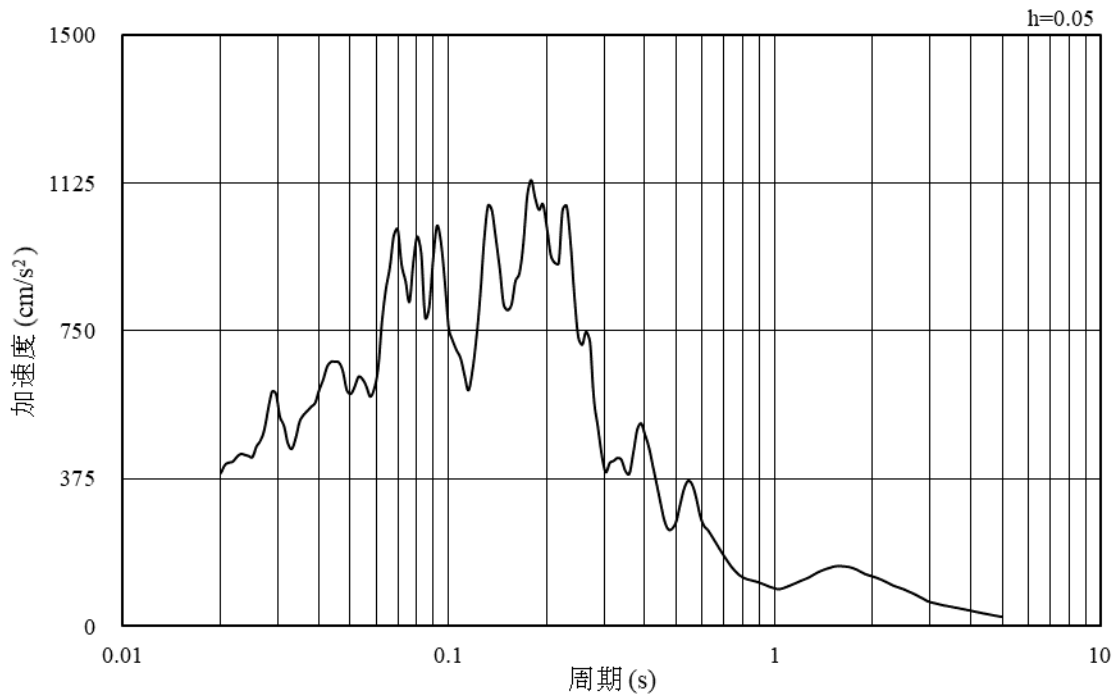


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-6 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 水平成分: S s - F 2)

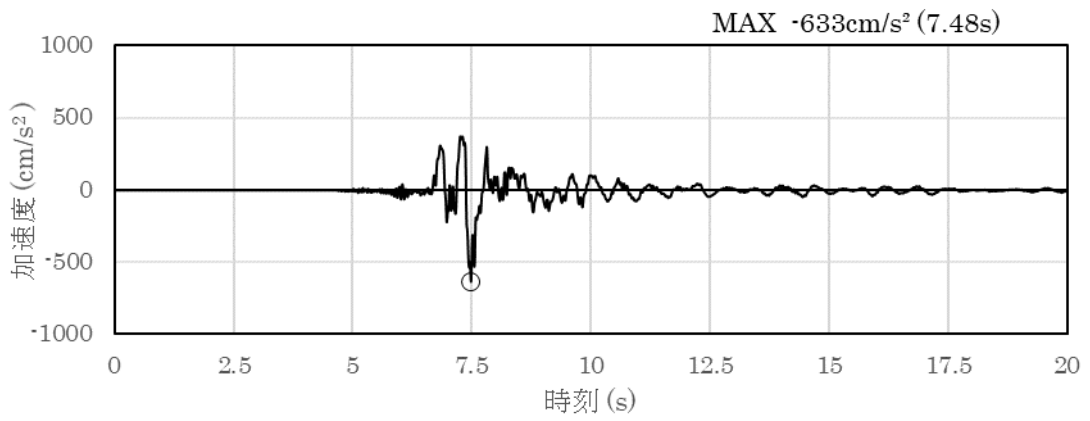


(a) 加速度時刻歴波形

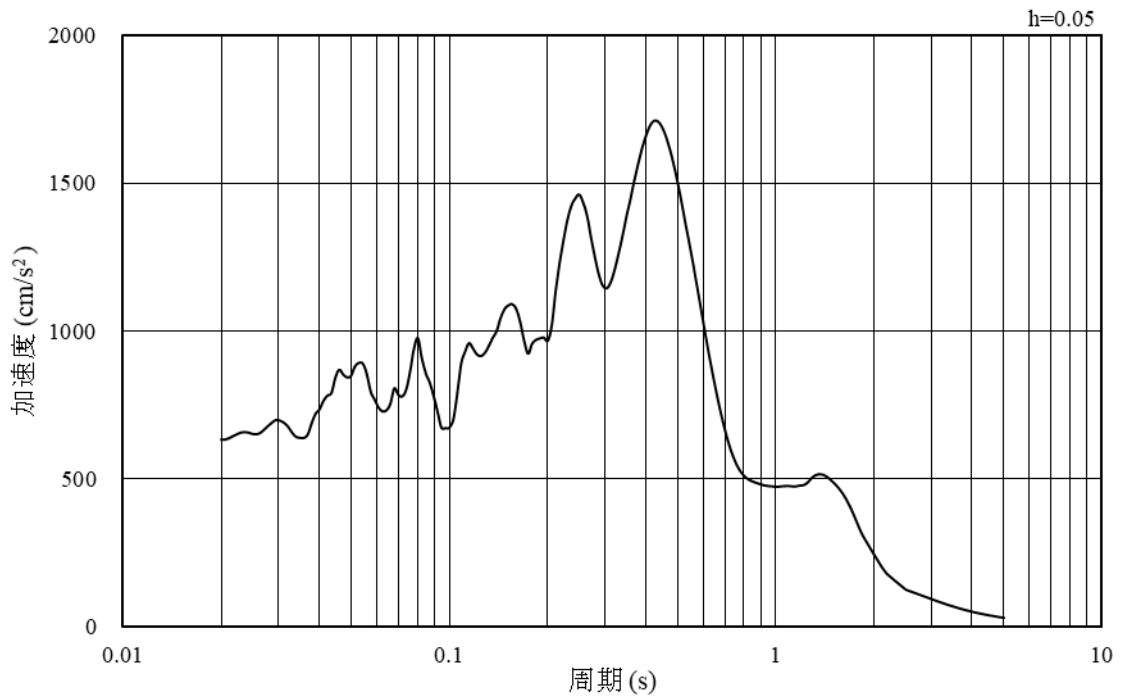


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-7 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 鉛直成分: S s - F 2)

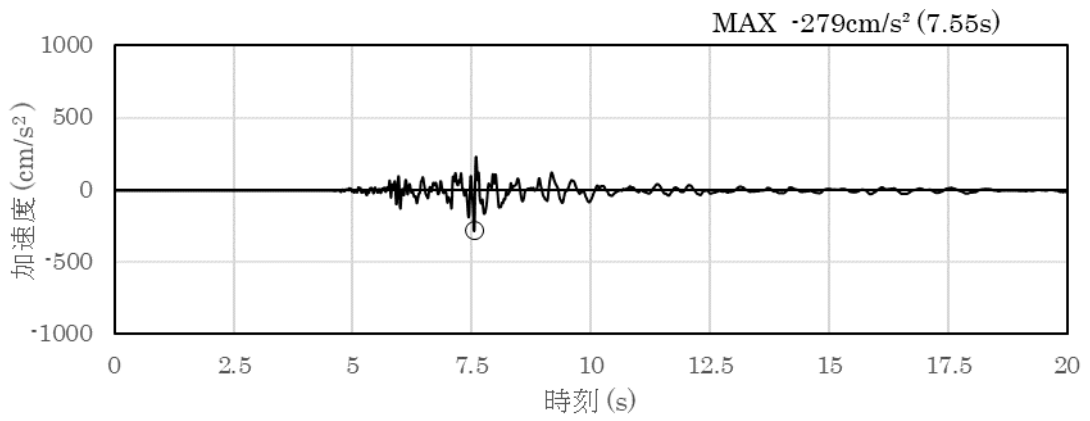


(a) 加速度時刻歴波形

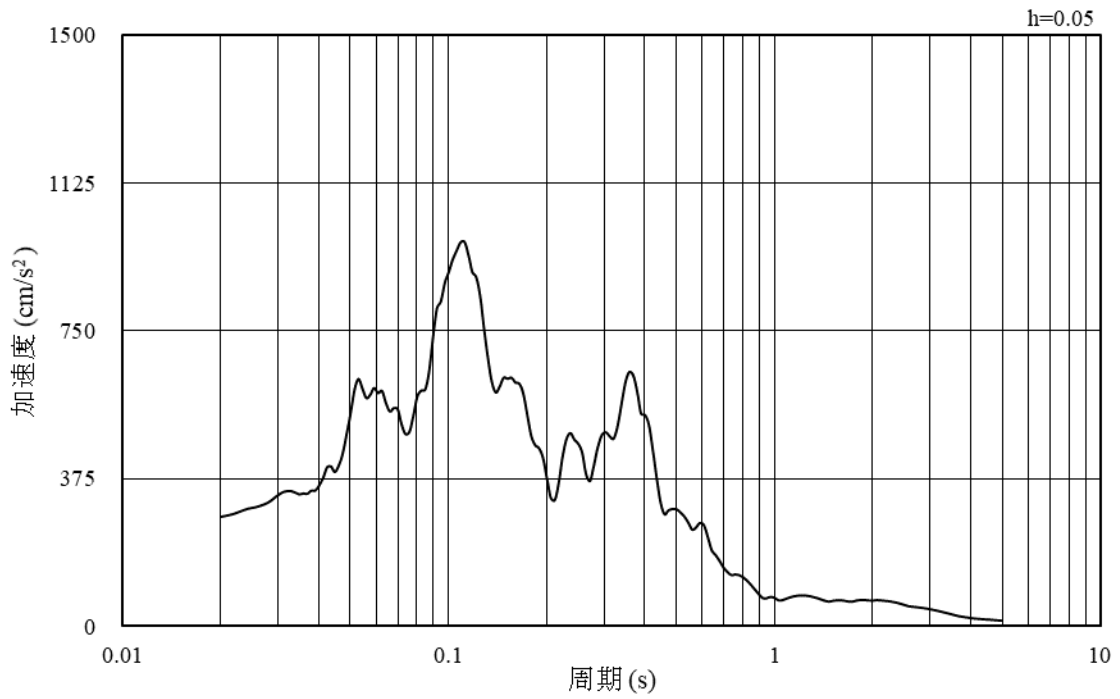


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-8 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 水平成分: S s - N 1)

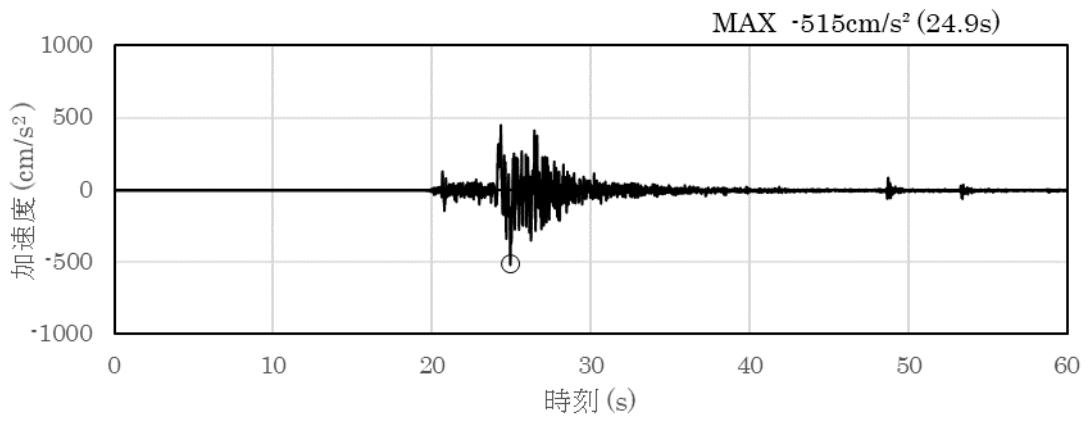


(a) 加速度時刻歴波形

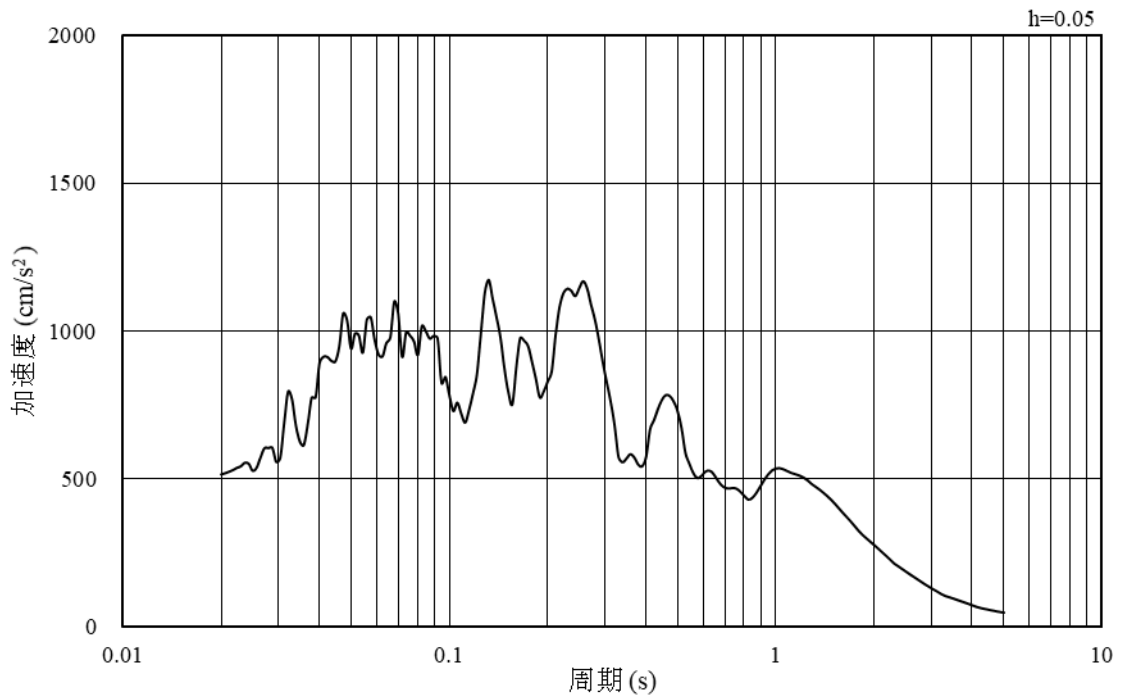


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-9 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 鉛直成分: S s - N 1)

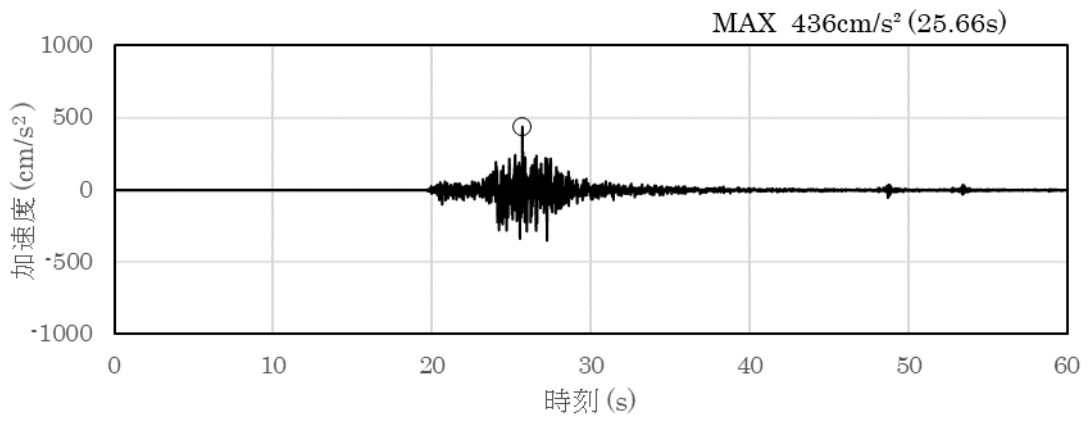


(a) 加速度時刻歴波形

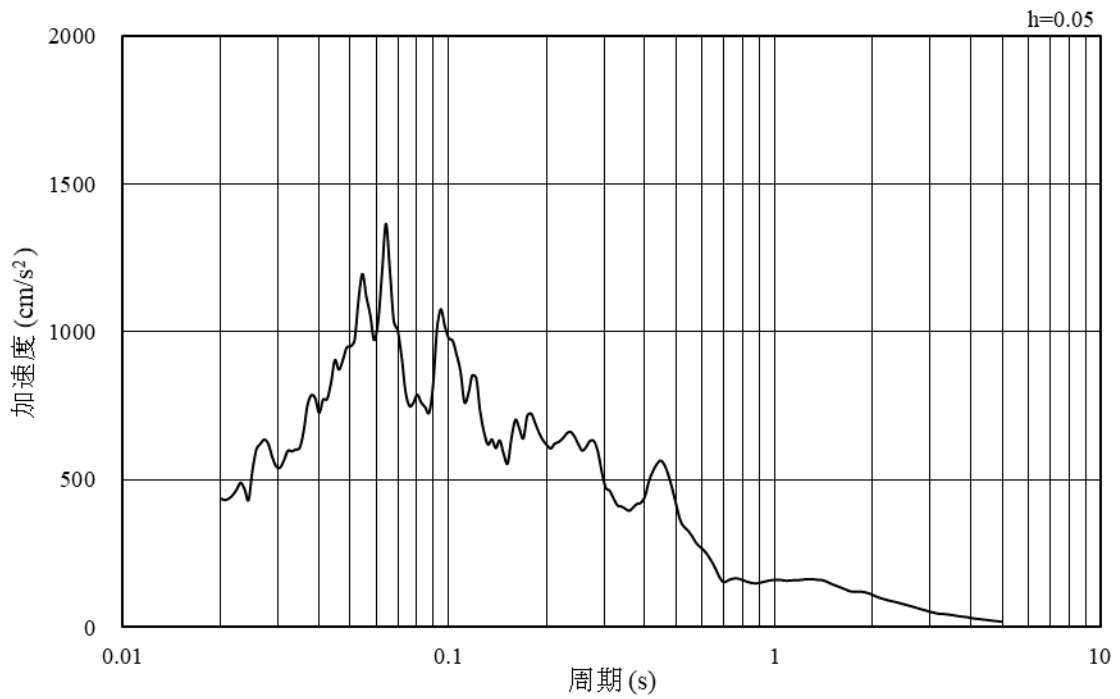


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-10 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 水平成分: S s - N 2 (N S))

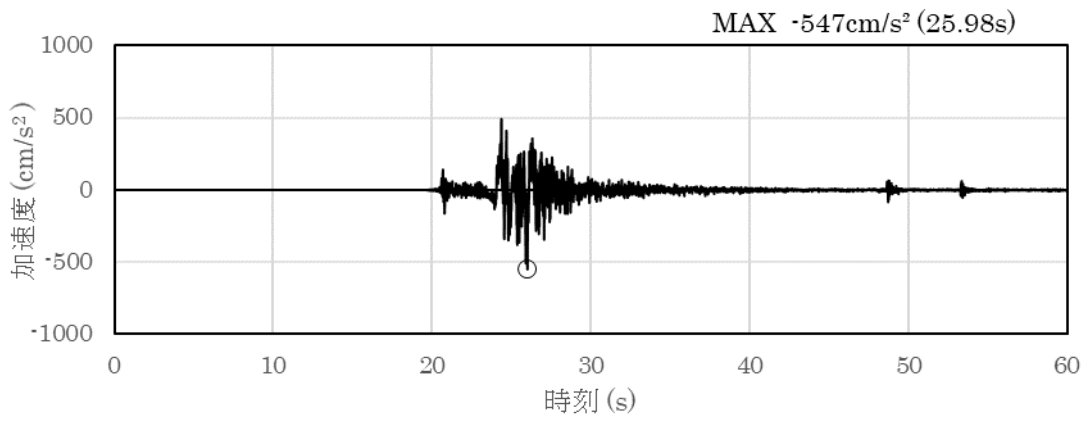


(a) 加速度時刻歴波形

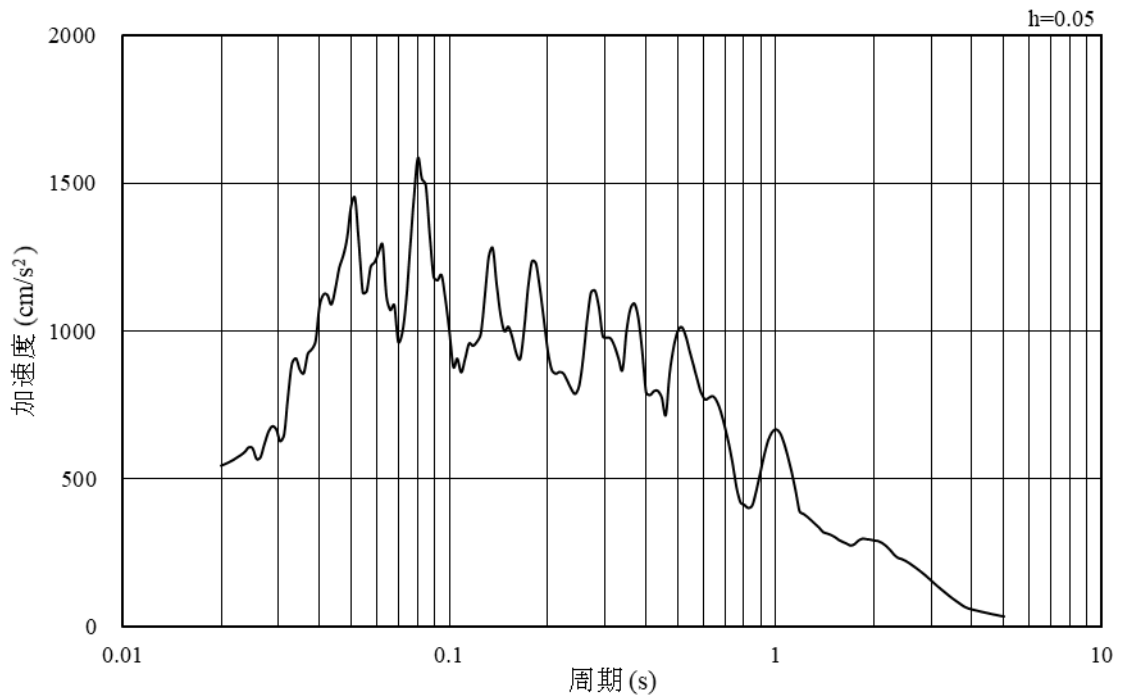


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-11 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 鉛直成分: S s - N 2 (NS))

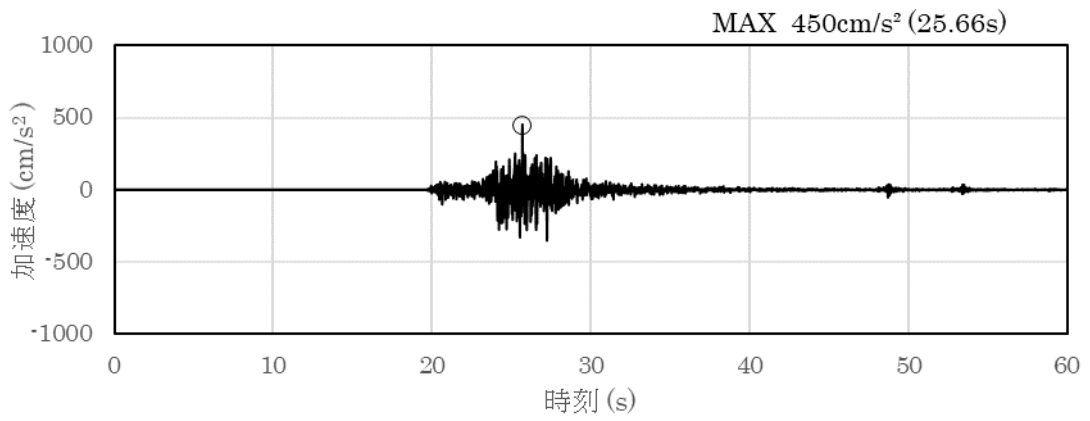


(a) 加速度時刻歴波形

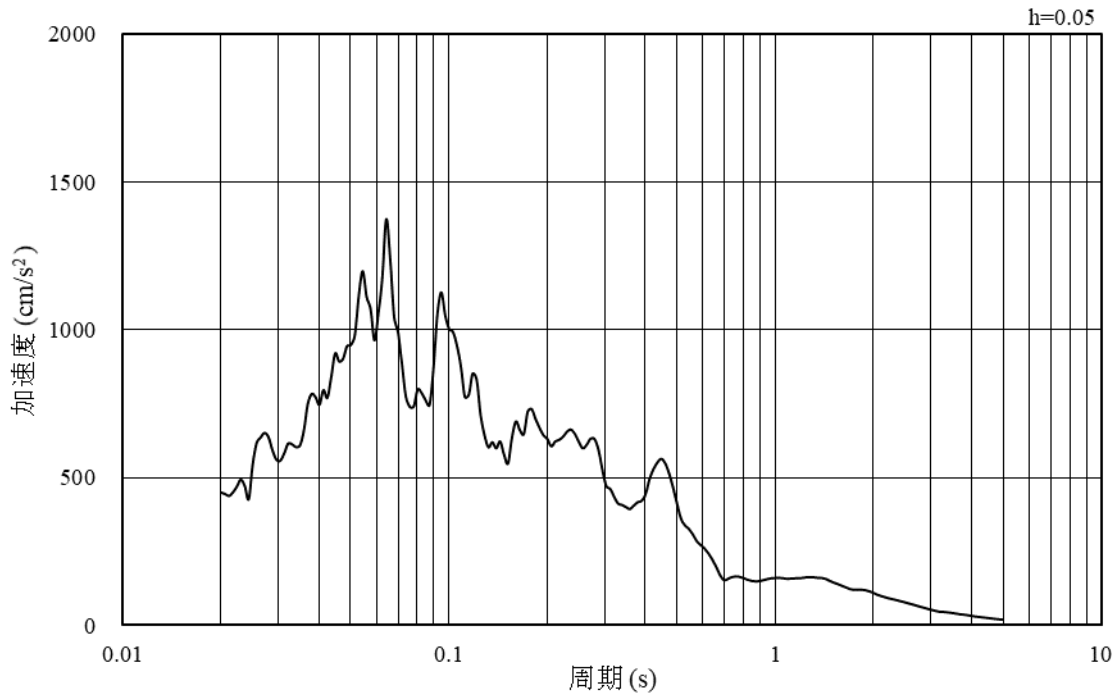


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-12 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 水平成分: S s - N 2 (E W))

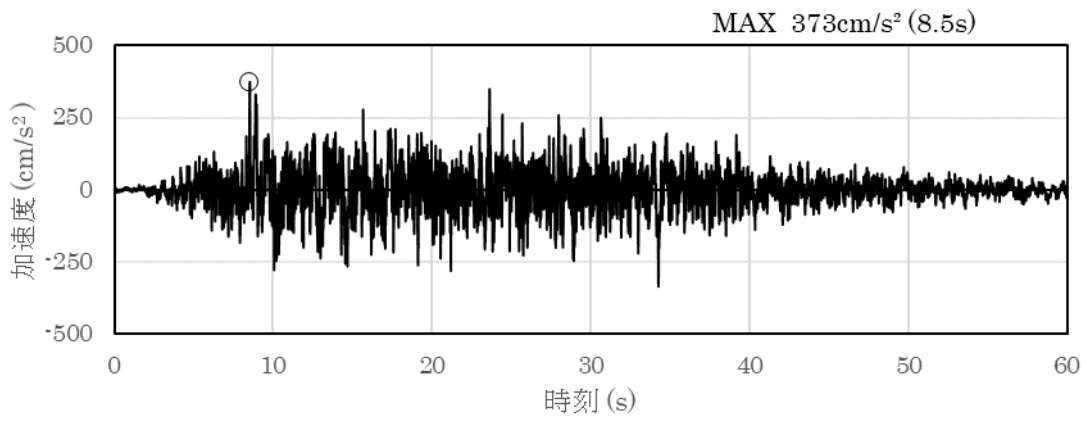


(a) 加速度時刻歴波形

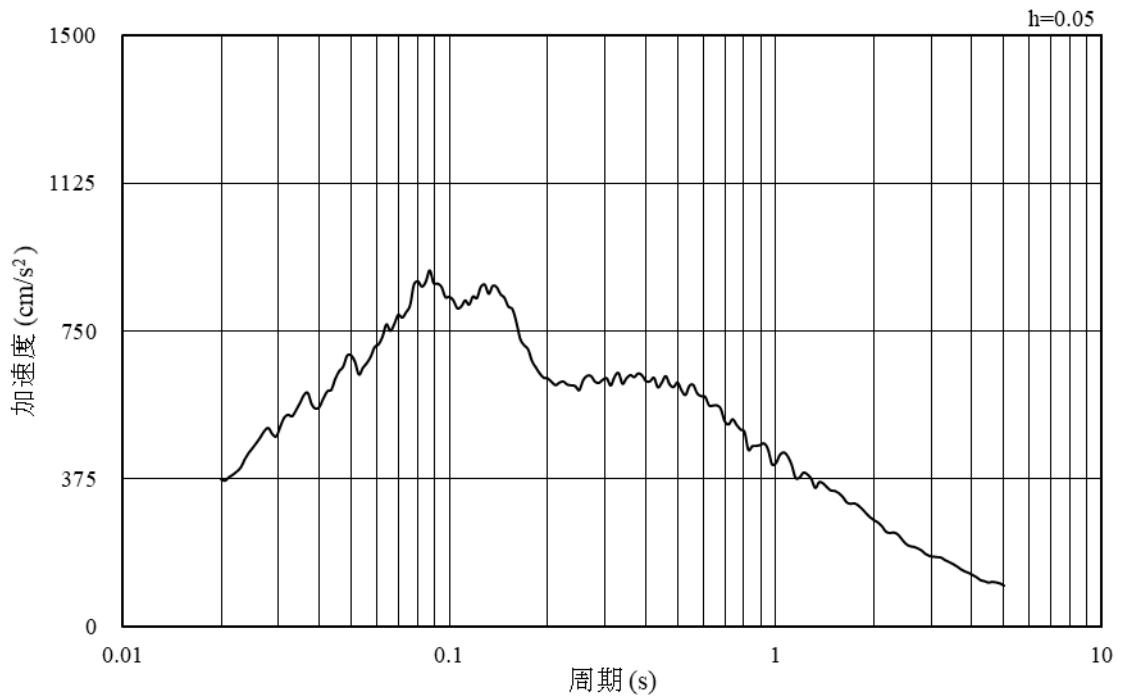


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-13 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 鉛直成分: S s - N 2 (EW))

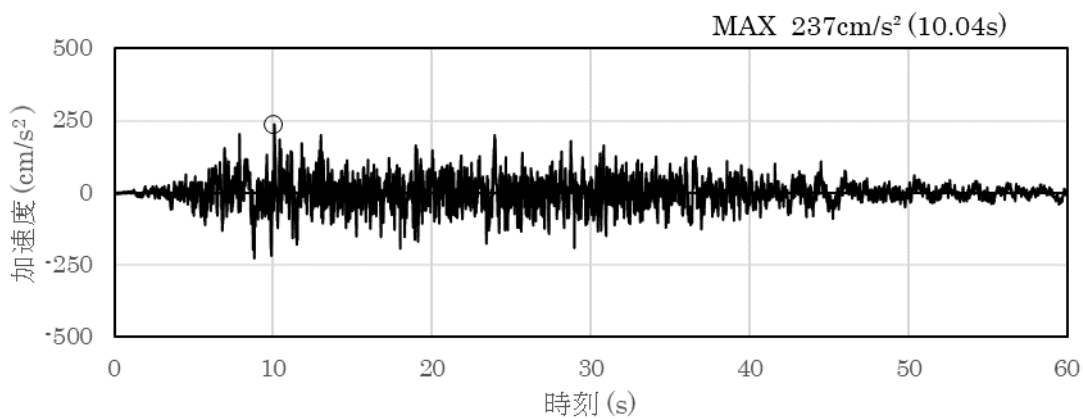


(a) 加速度時刻歴波形

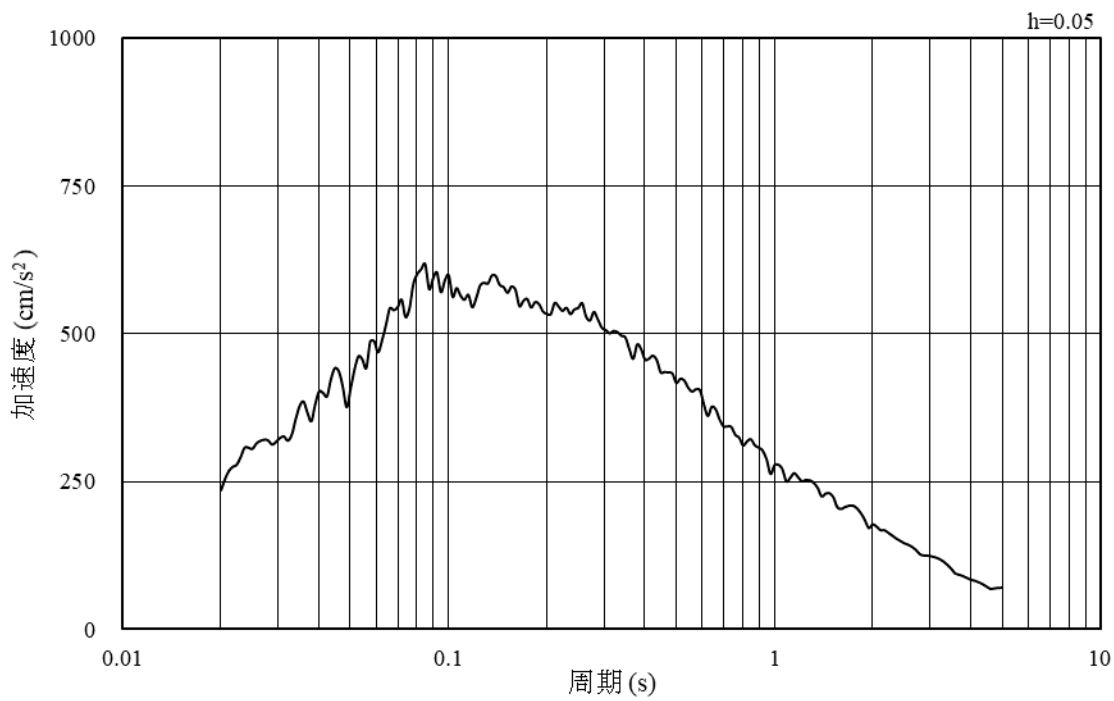


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-14 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 水平成分: S d - D)

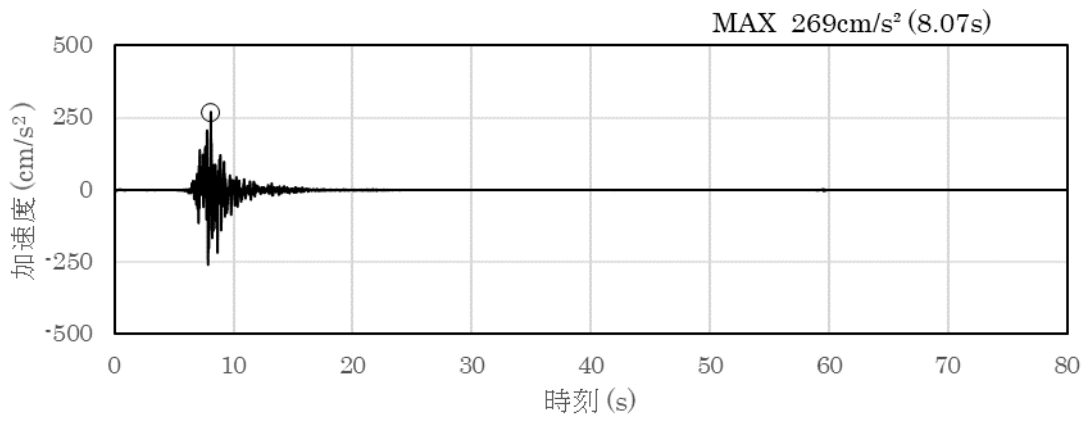


(a) 加速度時刻歴波形

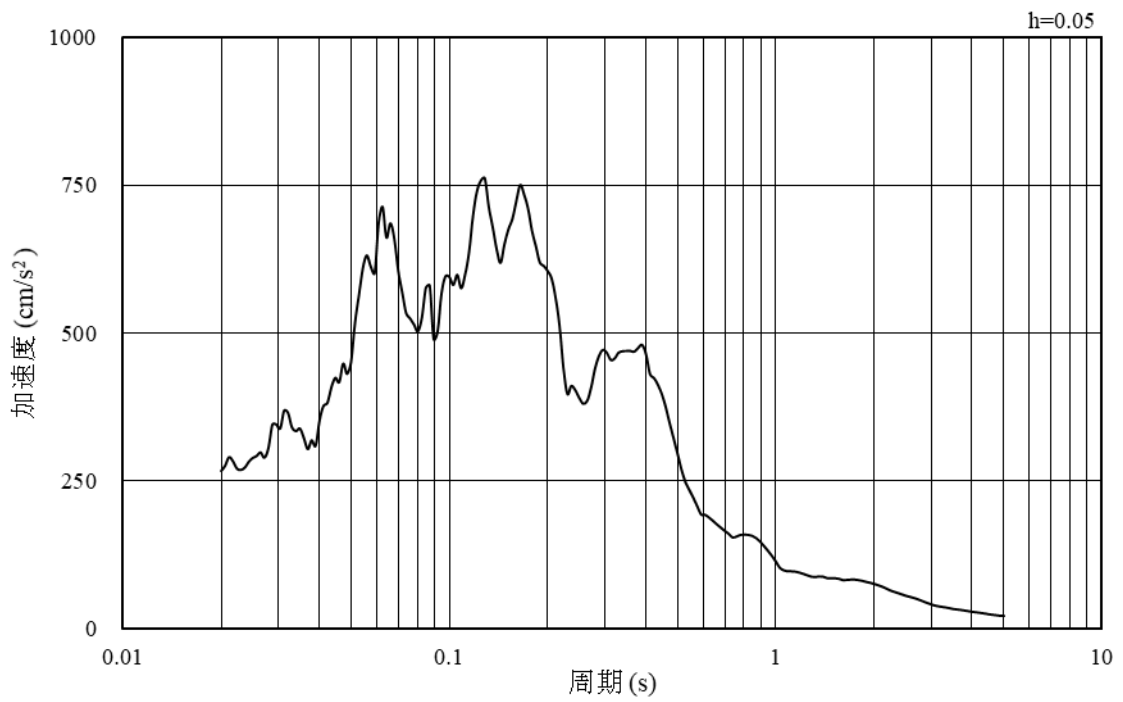


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-15 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 鉛直成分: S d - D)

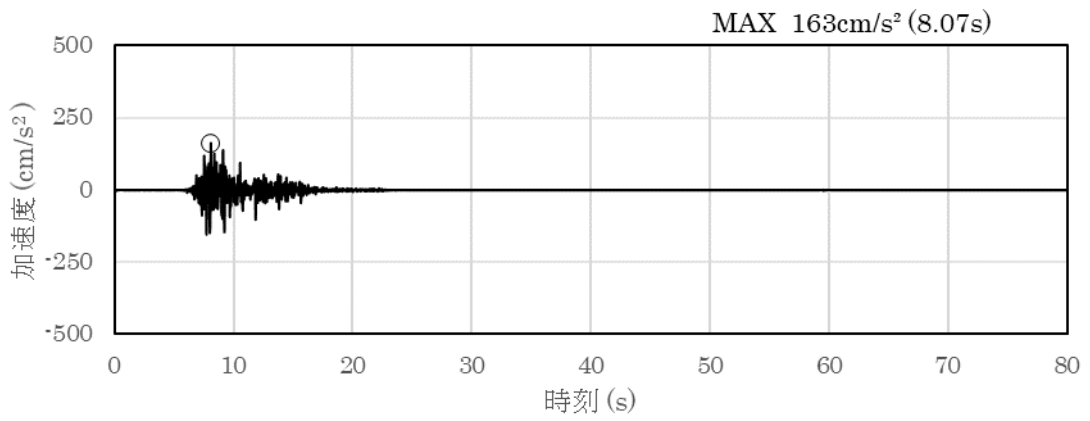


(a) 加速度時刻歴波形

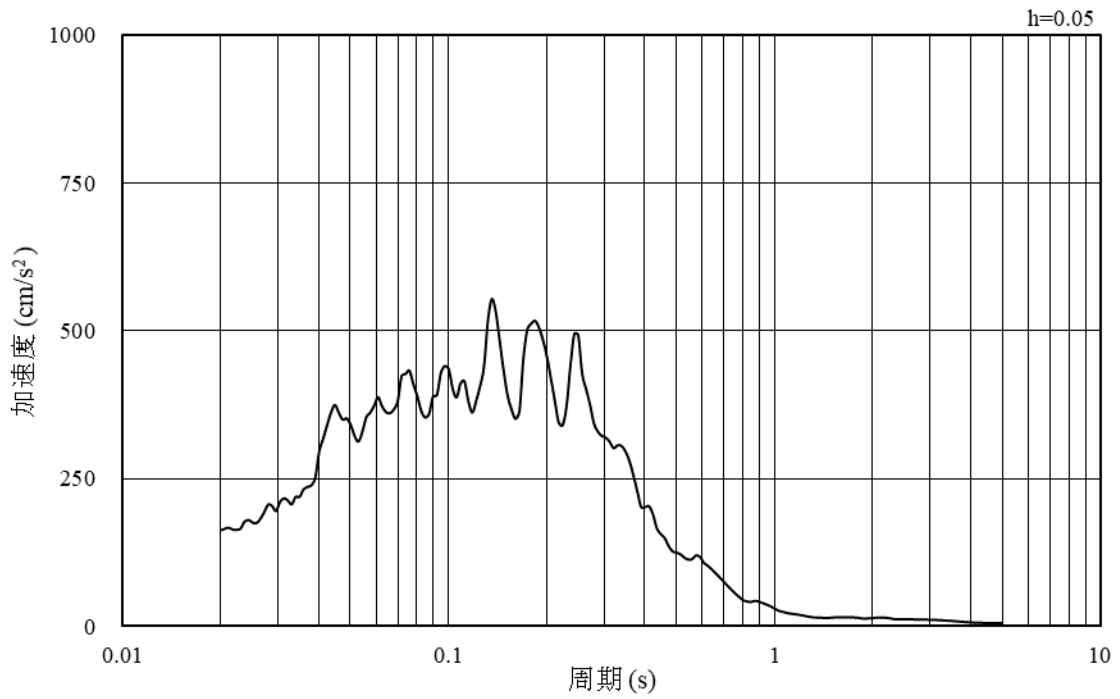


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-16 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 水平成分: S d - F 1)

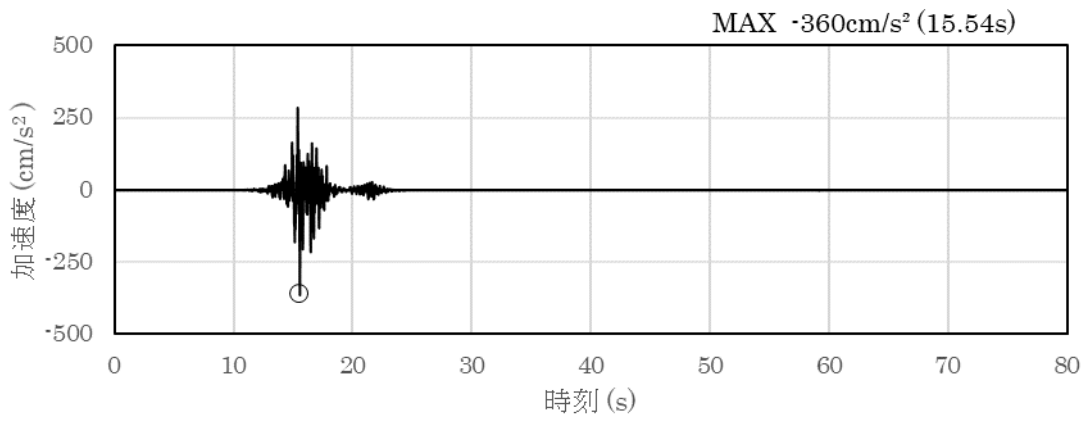


(a) 加速度時刻歴波形

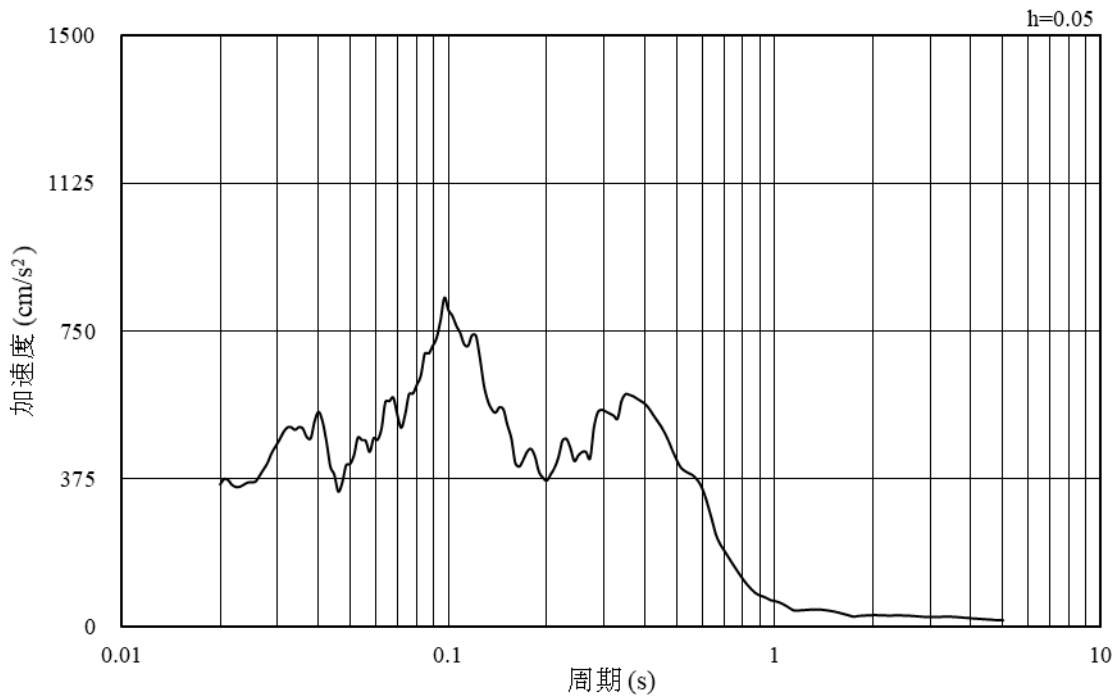


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-17 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 鉛直成分: S d - F 1)

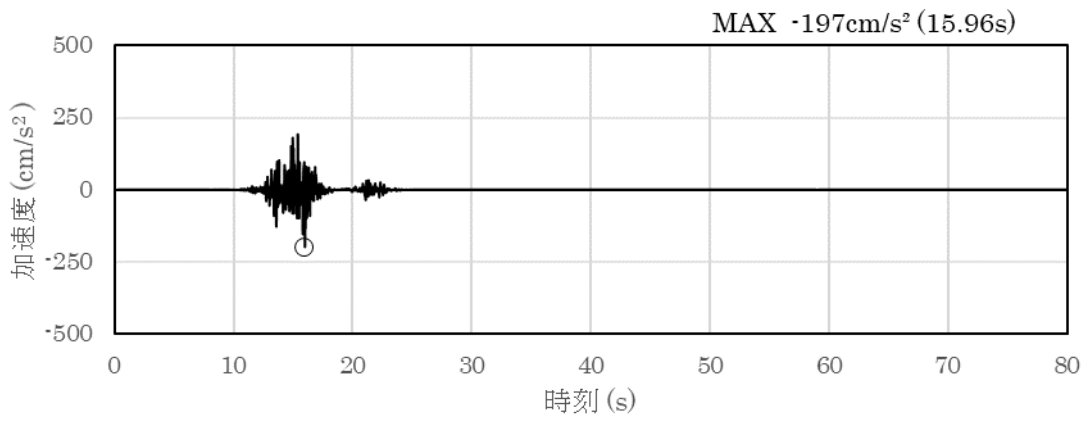


(a) 加速度時刻歴波形

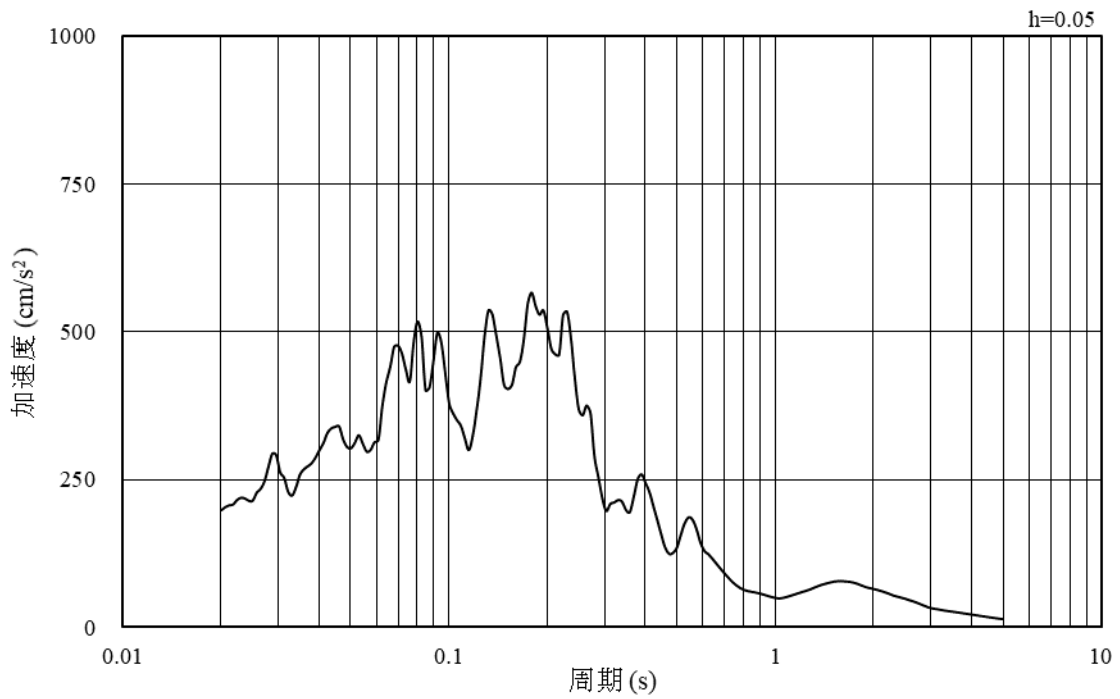


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-18 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 水平成分: S d - F 2)

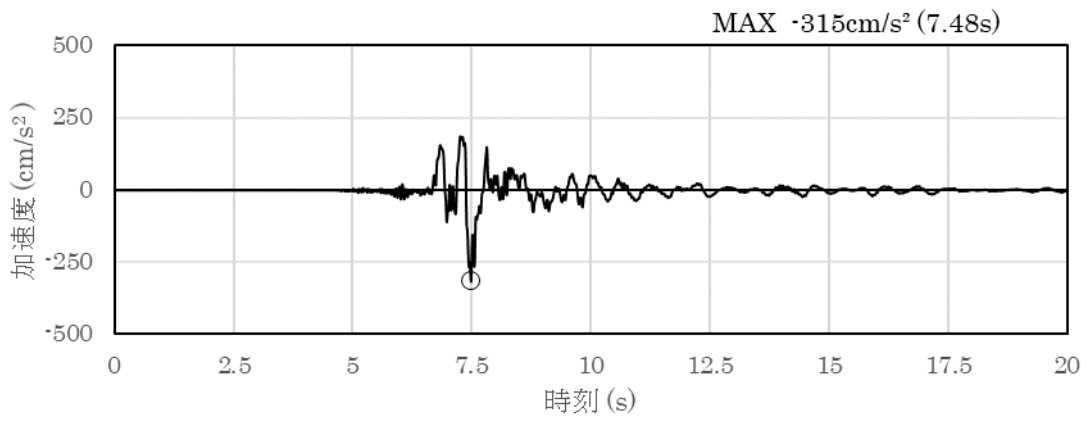


(a) 加速度時刻歴波形

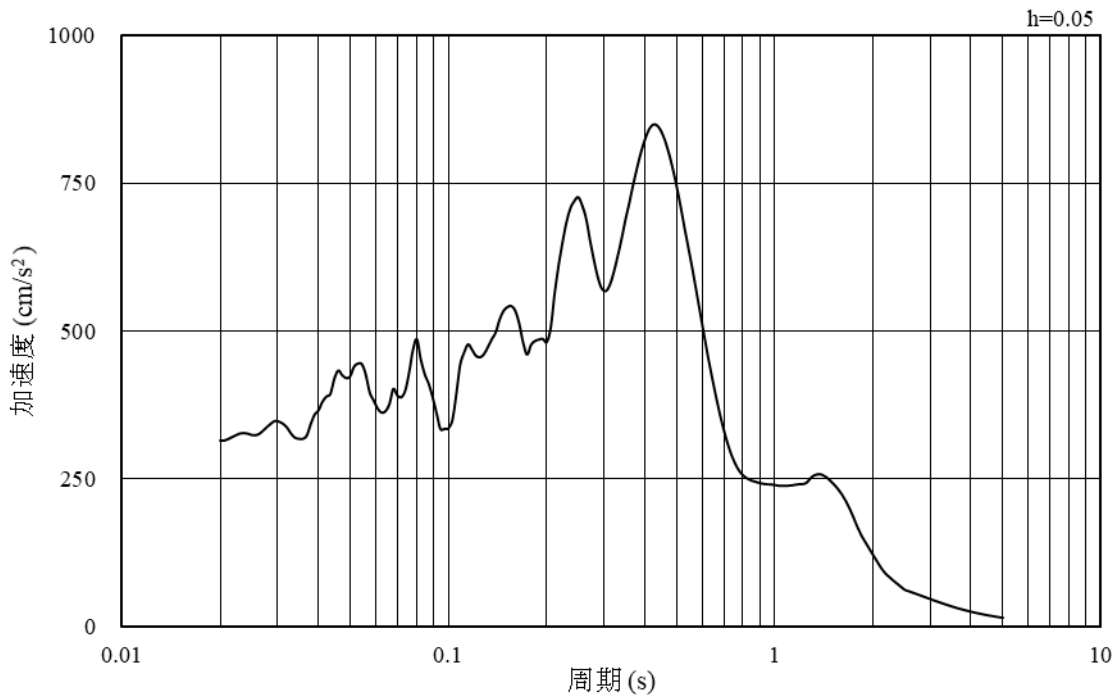


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-19 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 鉛直成分: S d - F 2)

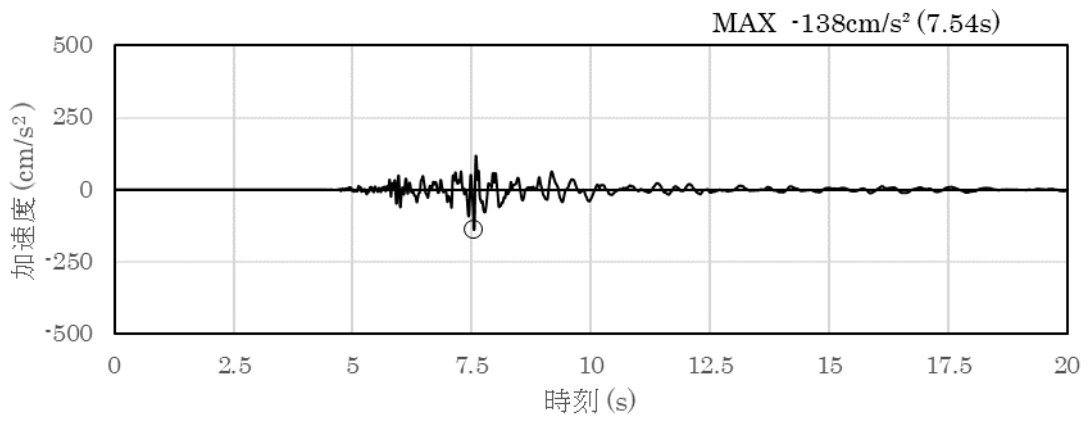


(a) 加速度時刻歴波形

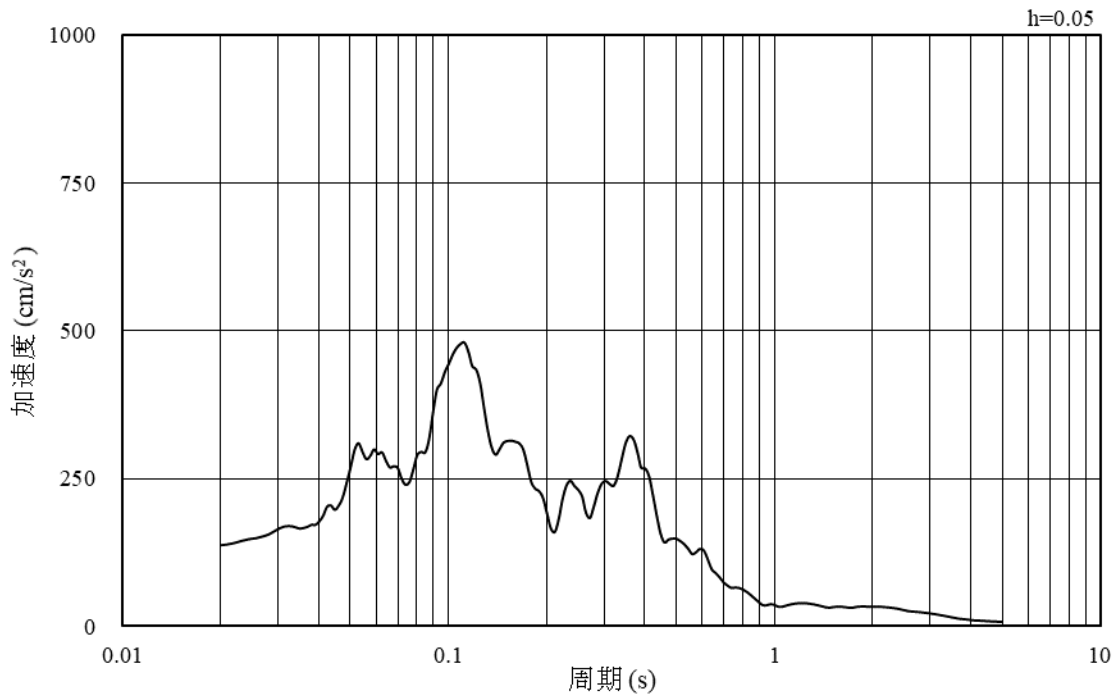


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-20 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 水平成分: S d - N 1)

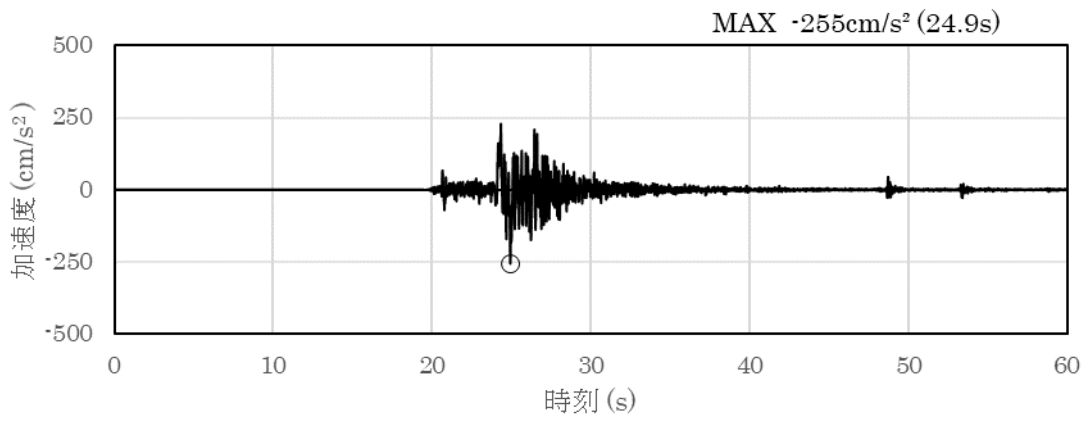


(a) 加速度時刻歴波形

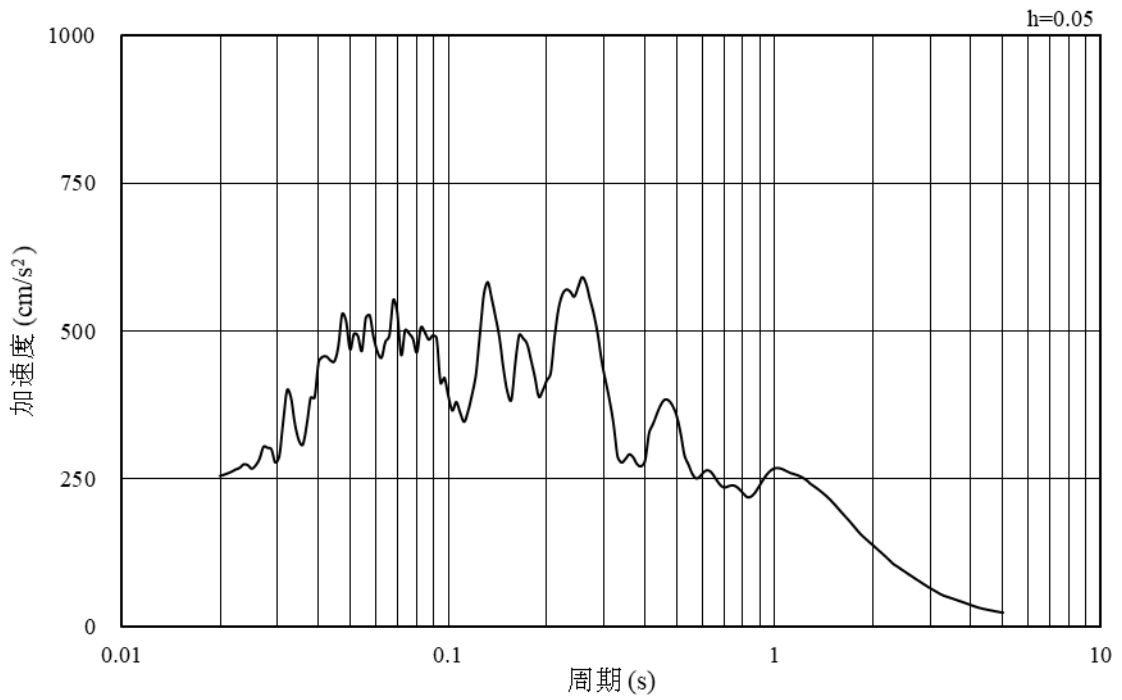


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-21 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 鉛直成分: S d - N 1)

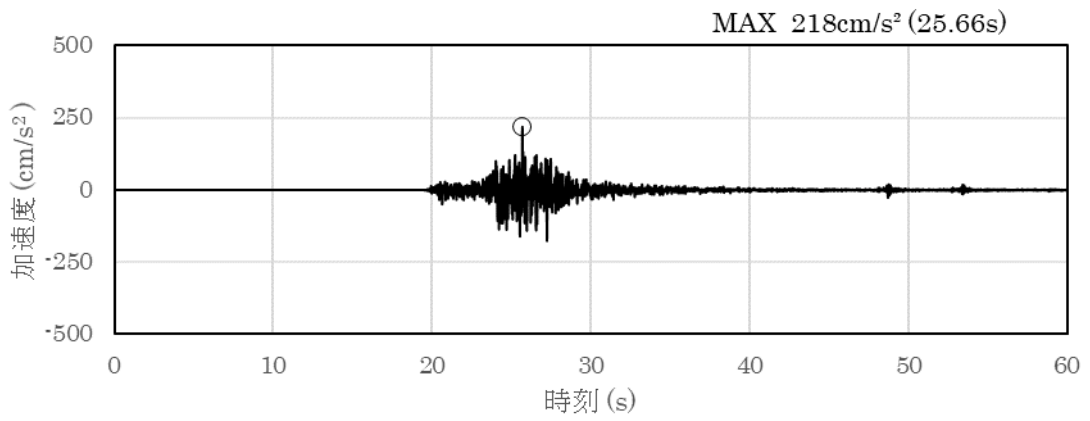


(a) 加速度時刻歴波形

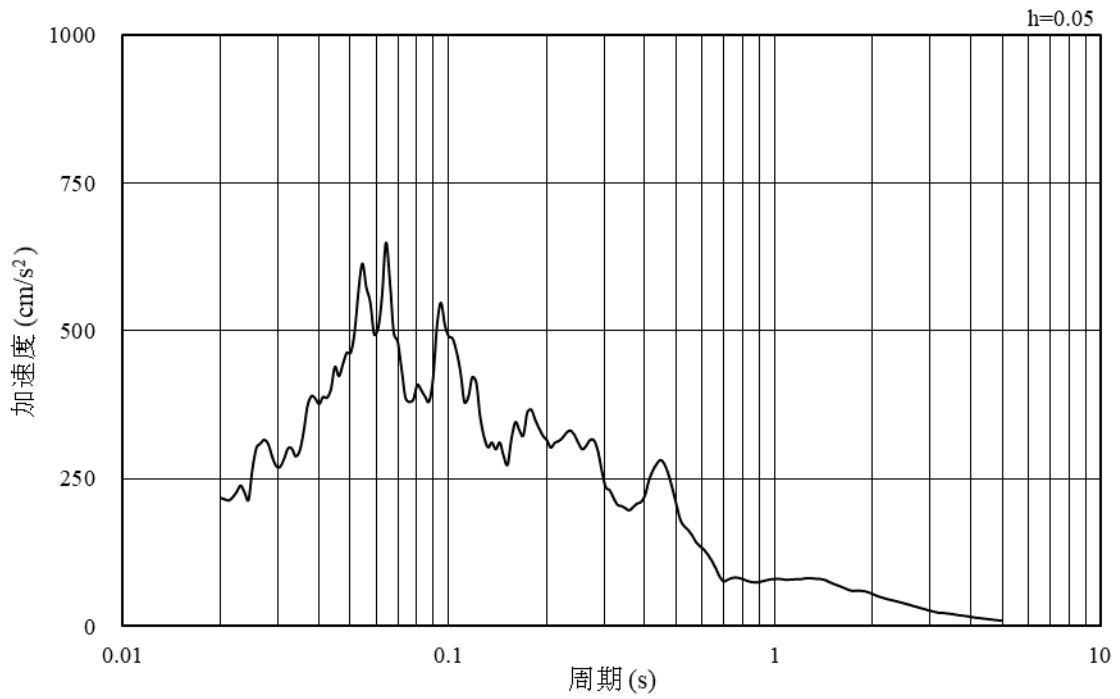


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-22 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 水平成分: S d - N 2 (N S))

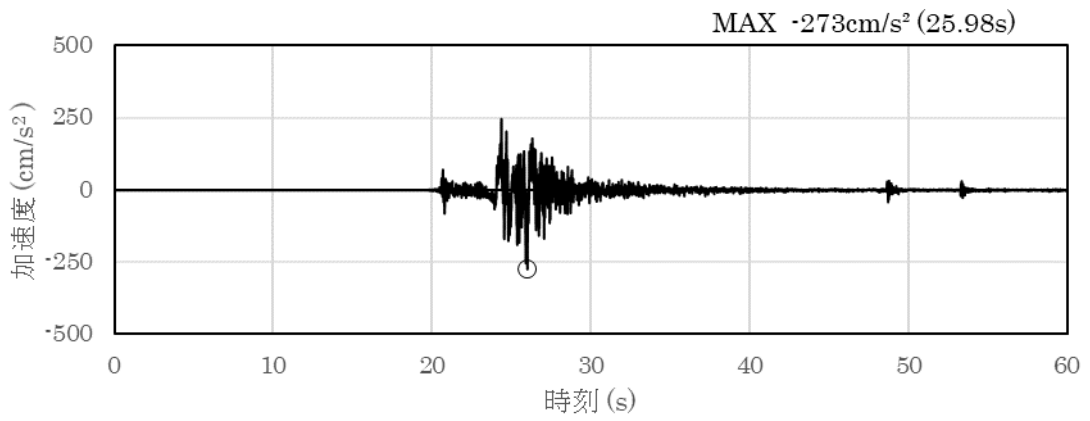


(a) 加速度時刻歴波形

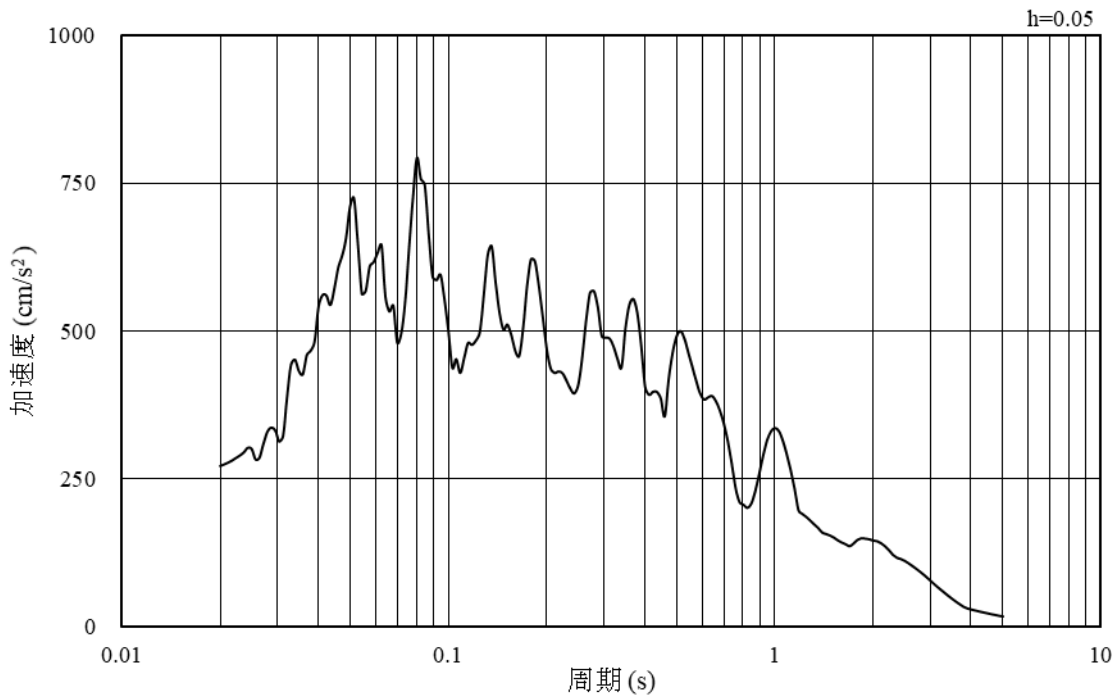


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-23 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 鉛直成分: S d - N 2 (N S))

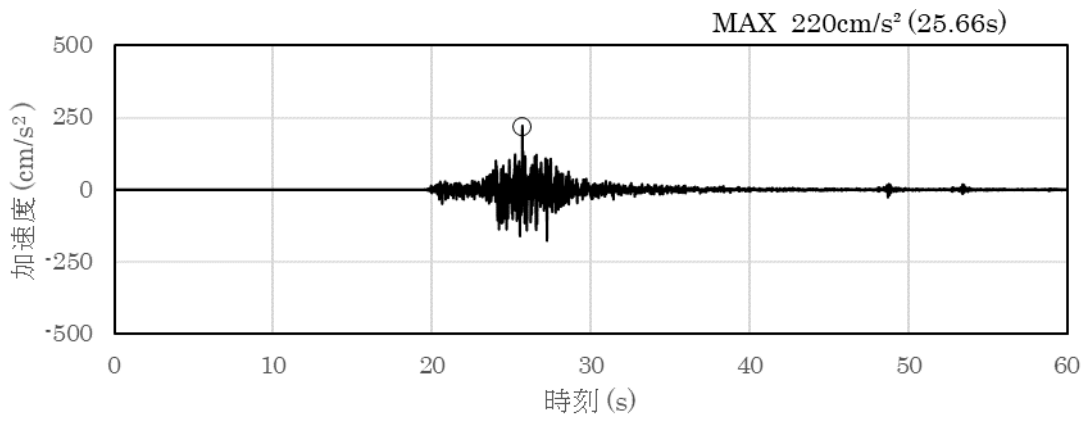


(a) 加速度時刻歴波形

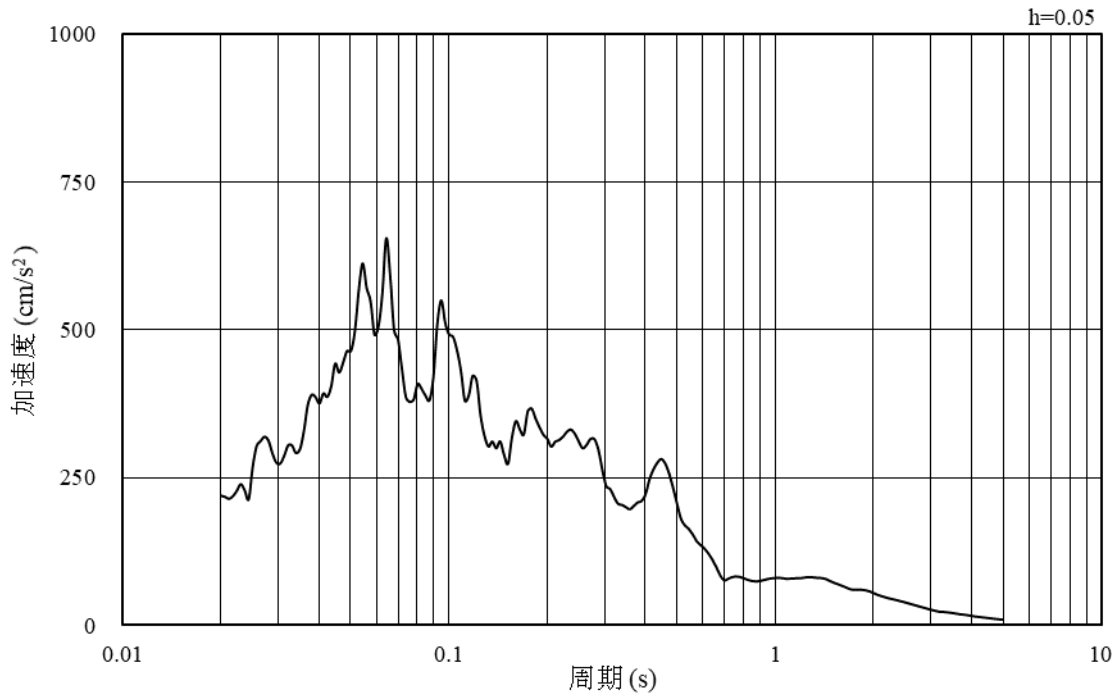


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-24 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 水平成分: S d - N 2 (E W))

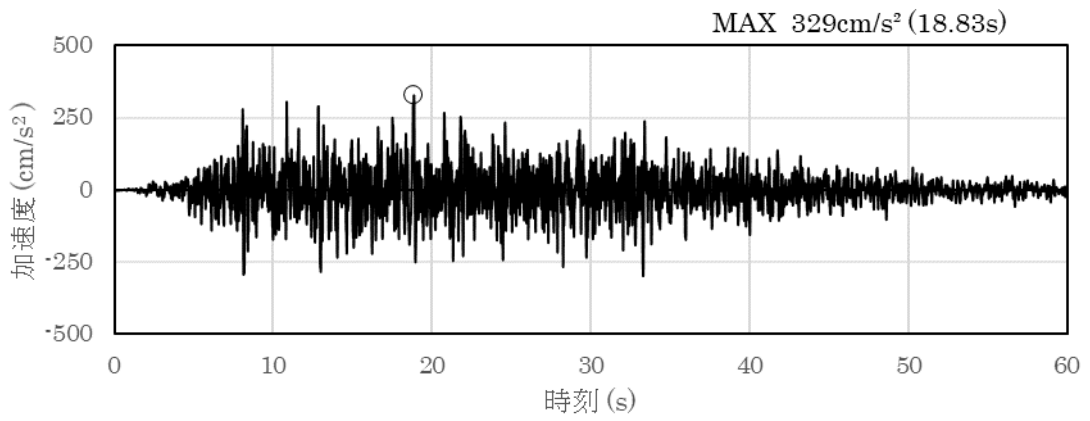


(a) 加速度時刻歴波形

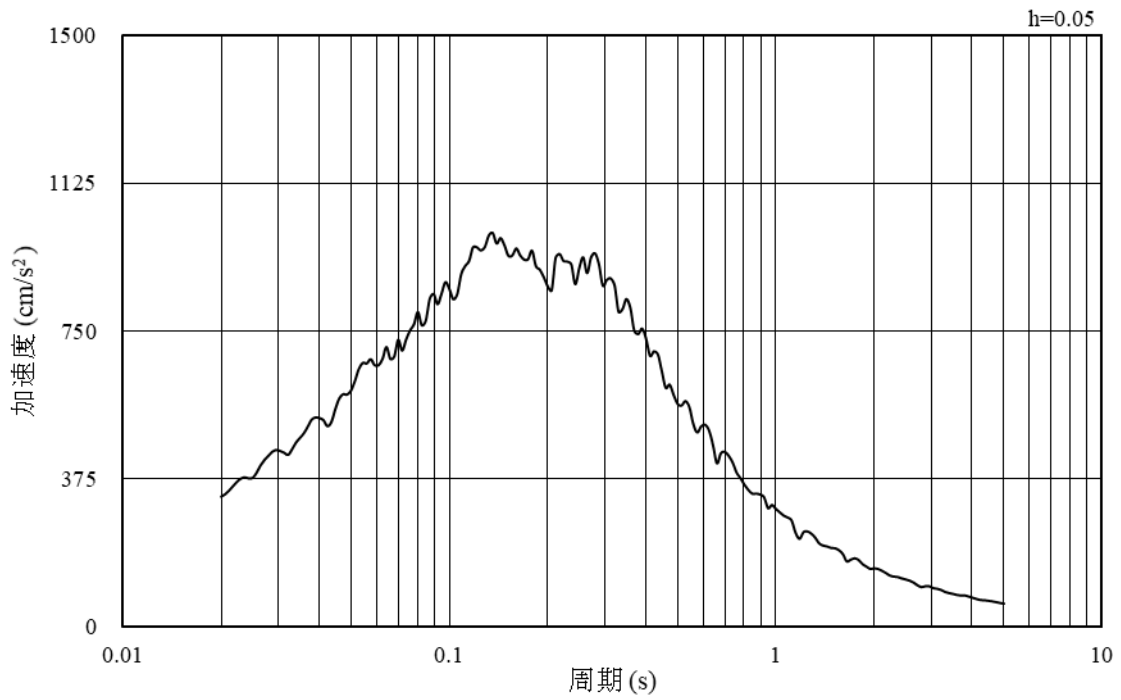


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-25 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 鉛直成分: S d - N 2 (E W))

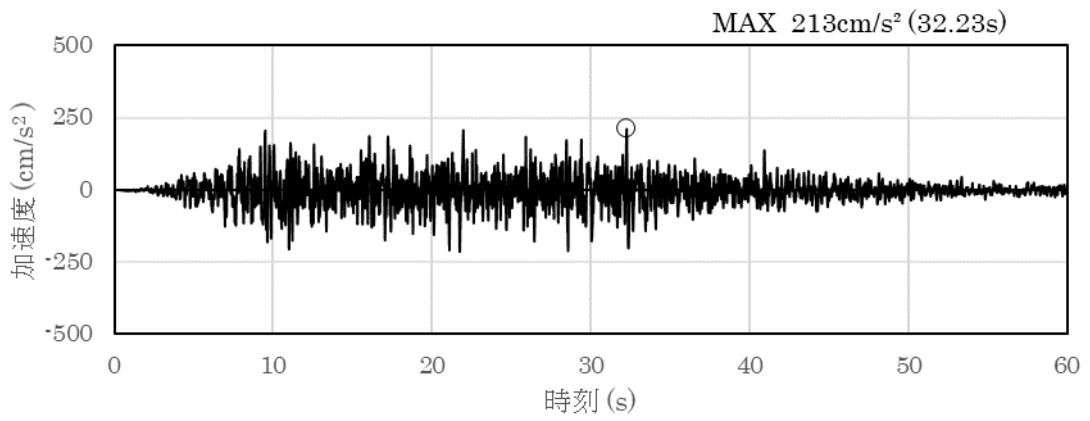


(a) 加速度時刻歴波形

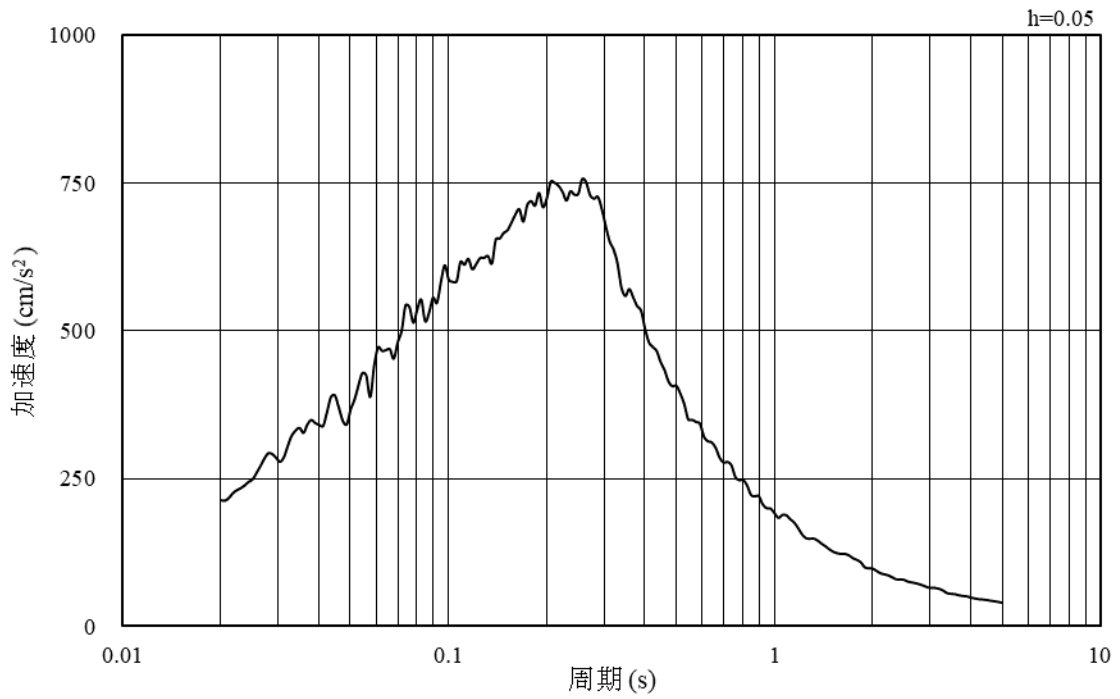


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-26 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 水平成分: S d-1)

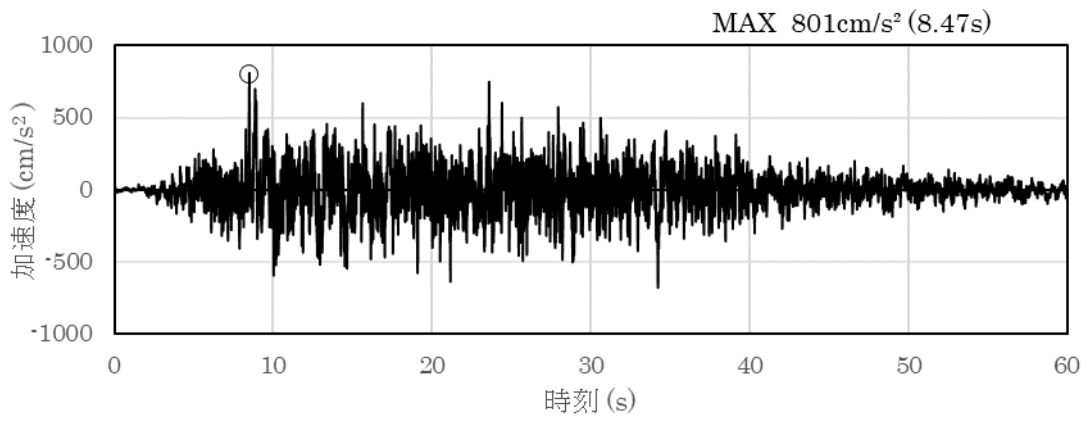


(a) 加速度時刻歴波形

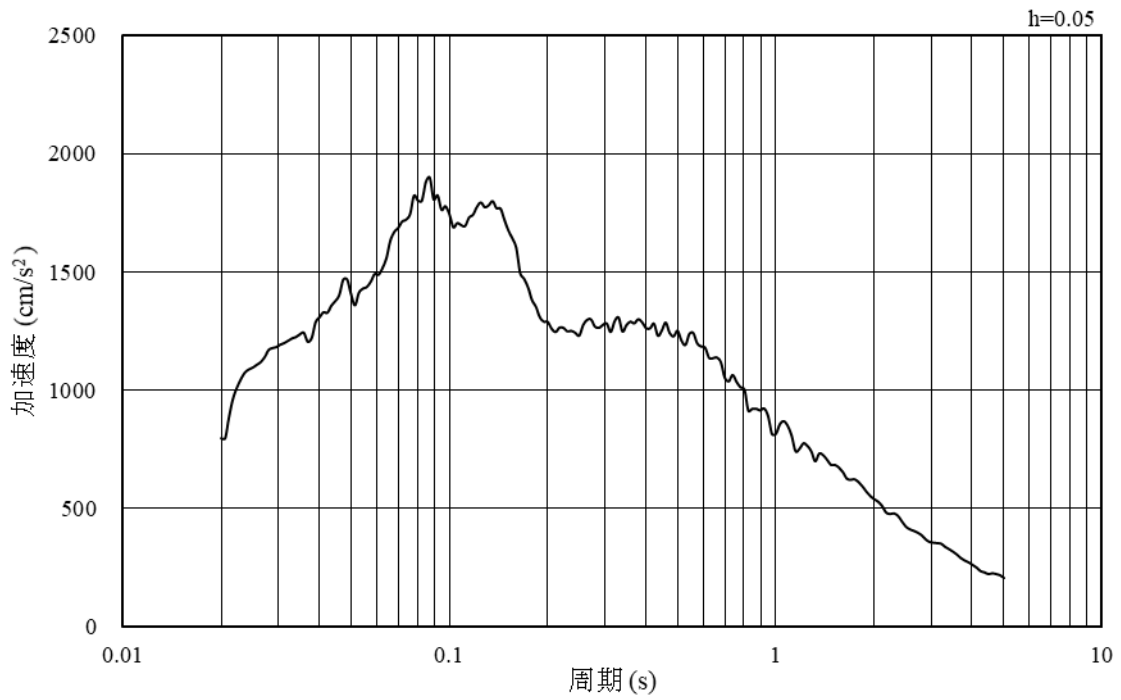


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-27 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(東西方向, 鉛直成分: S d - 1)

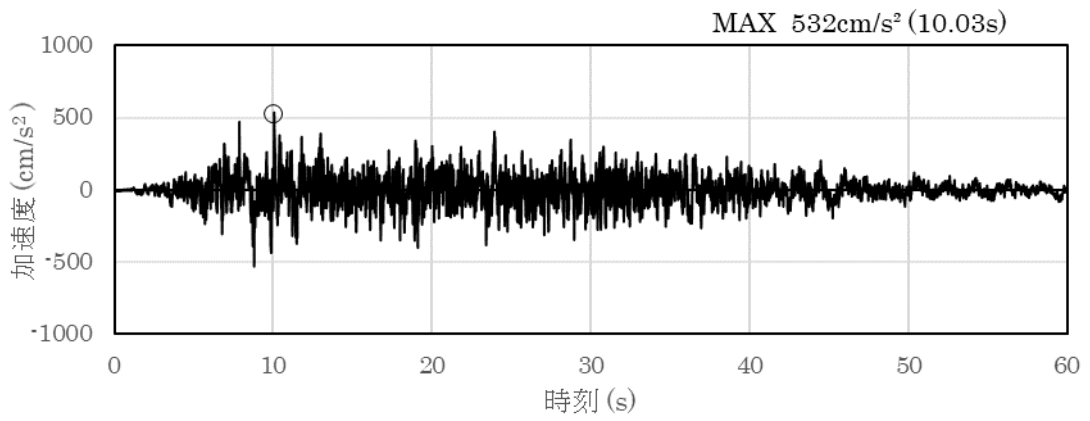


(a) 加速度時刻歴波形

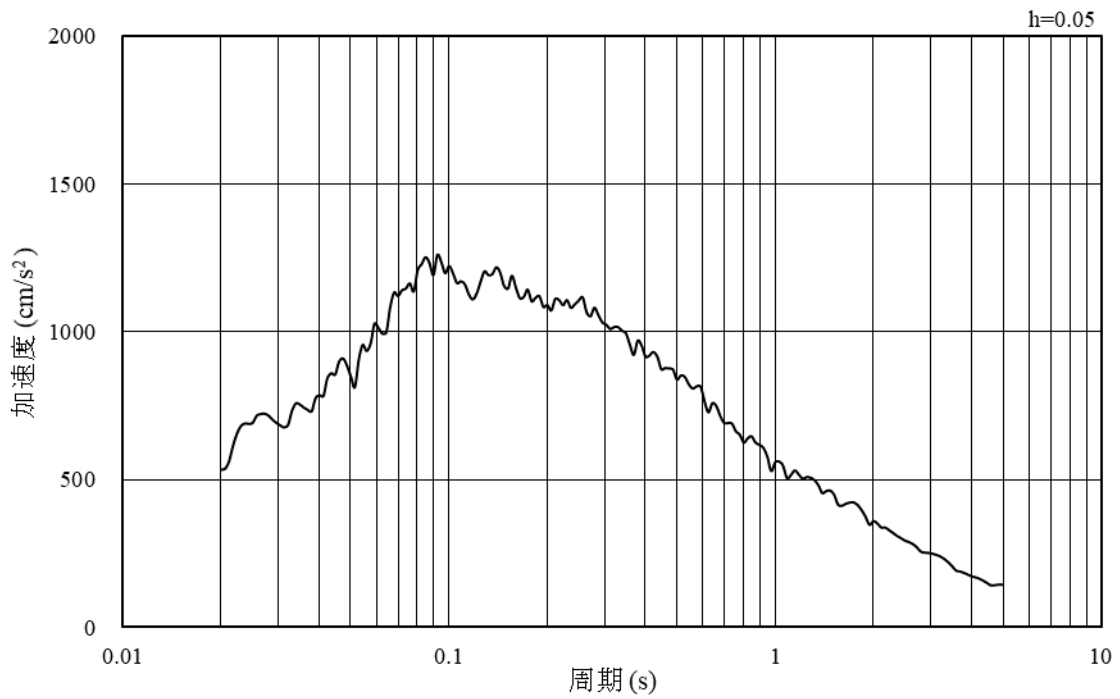


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-28 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 水平成分: S s - D)

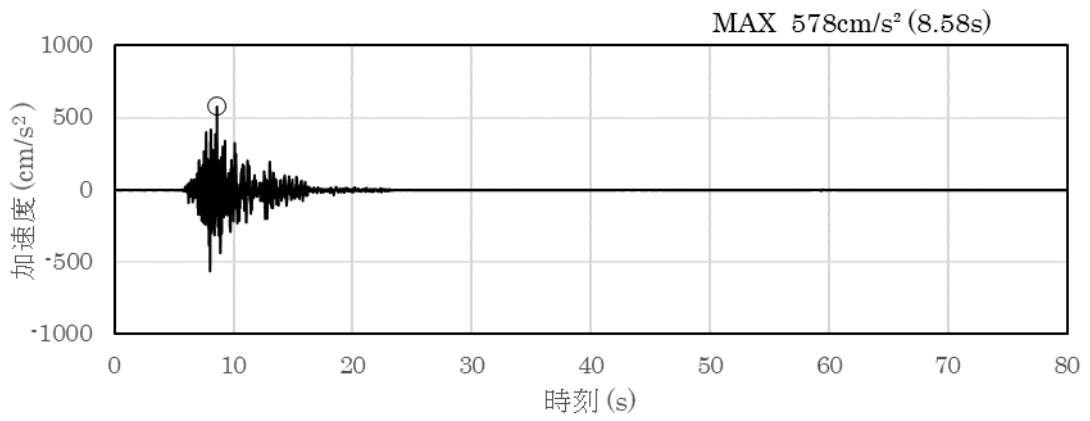


(a) 加速度時刻歴波形

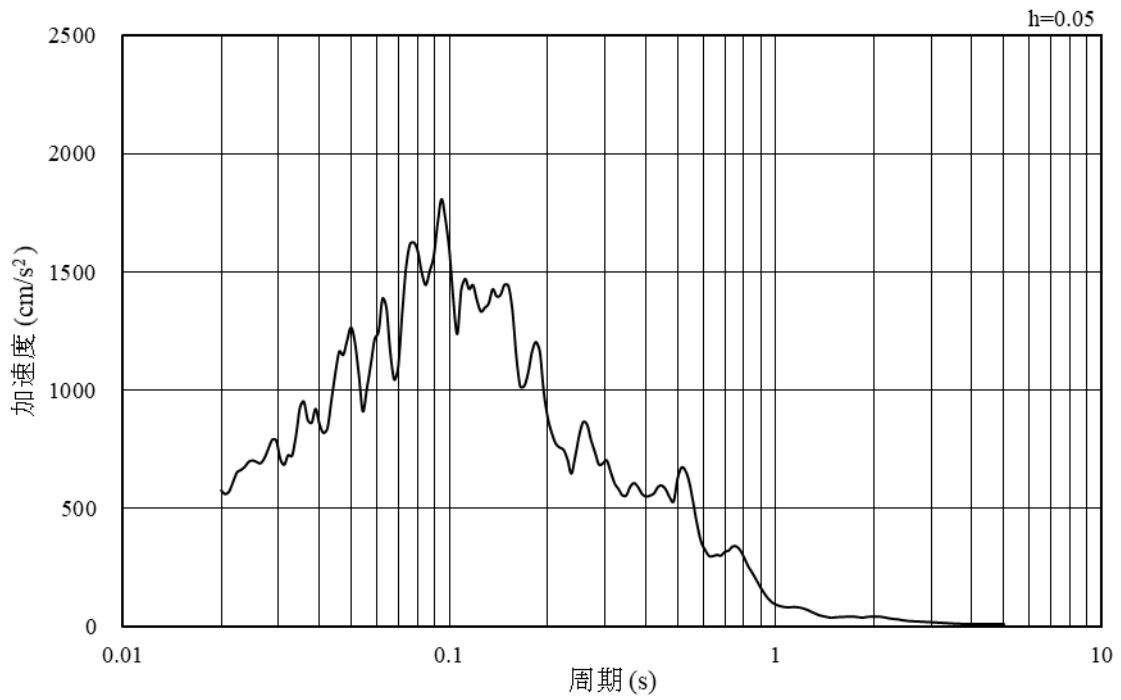


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-29 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 鉛直成分: S s - D)

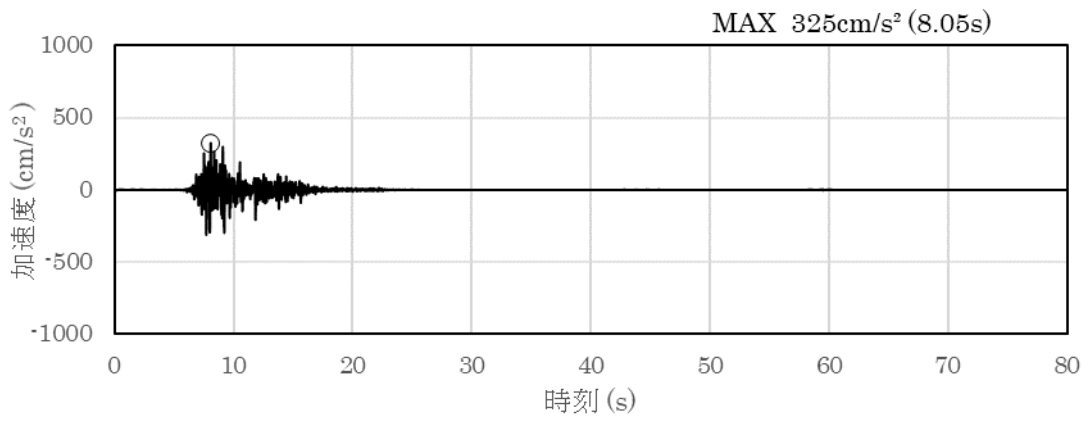


(a) 加速度時刻歴波形

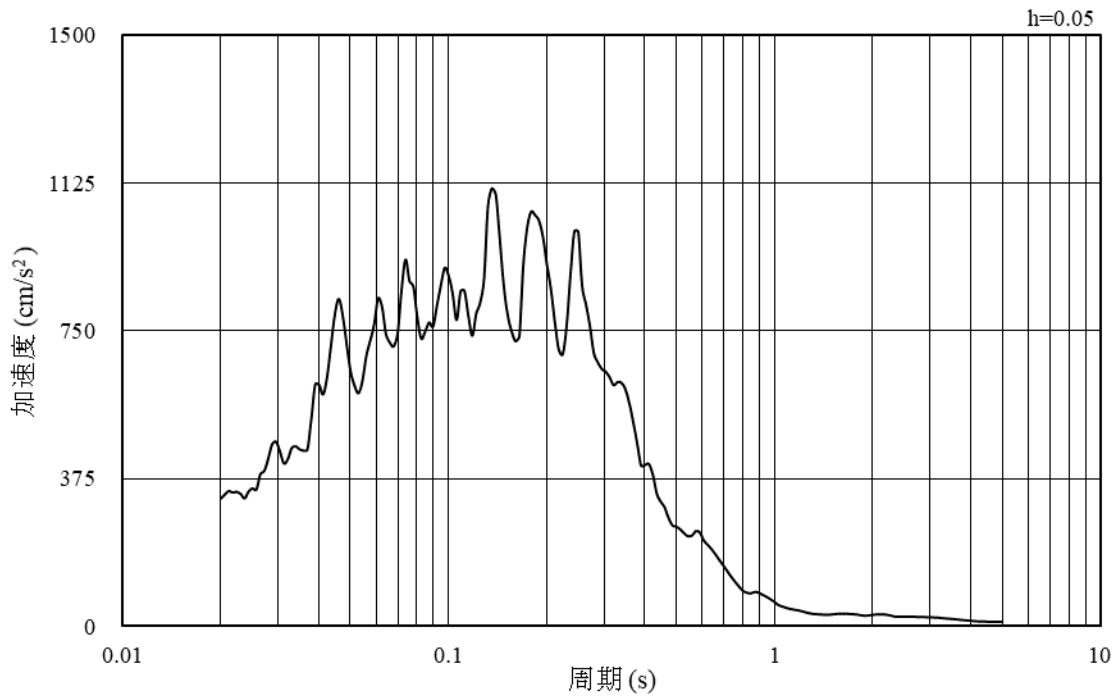


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-30 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 水平成分: S s - F 1)

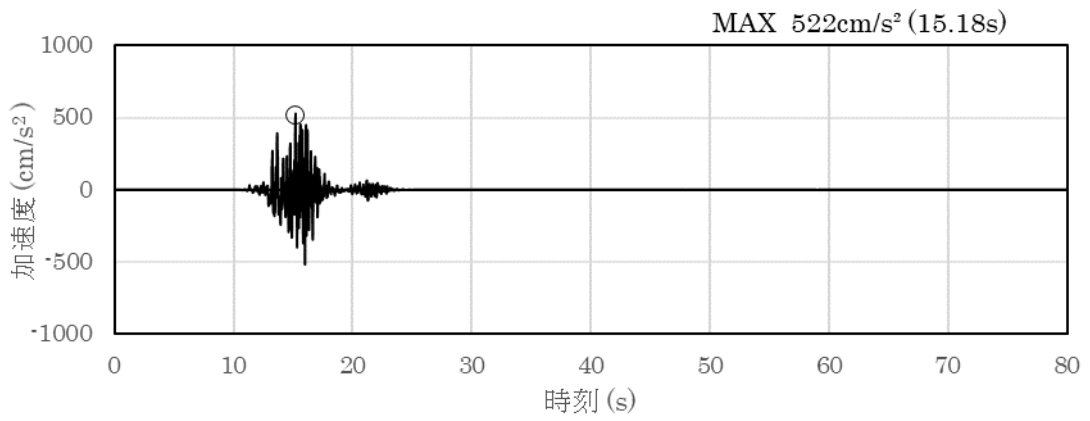


(a) 加速度時刻歴波形

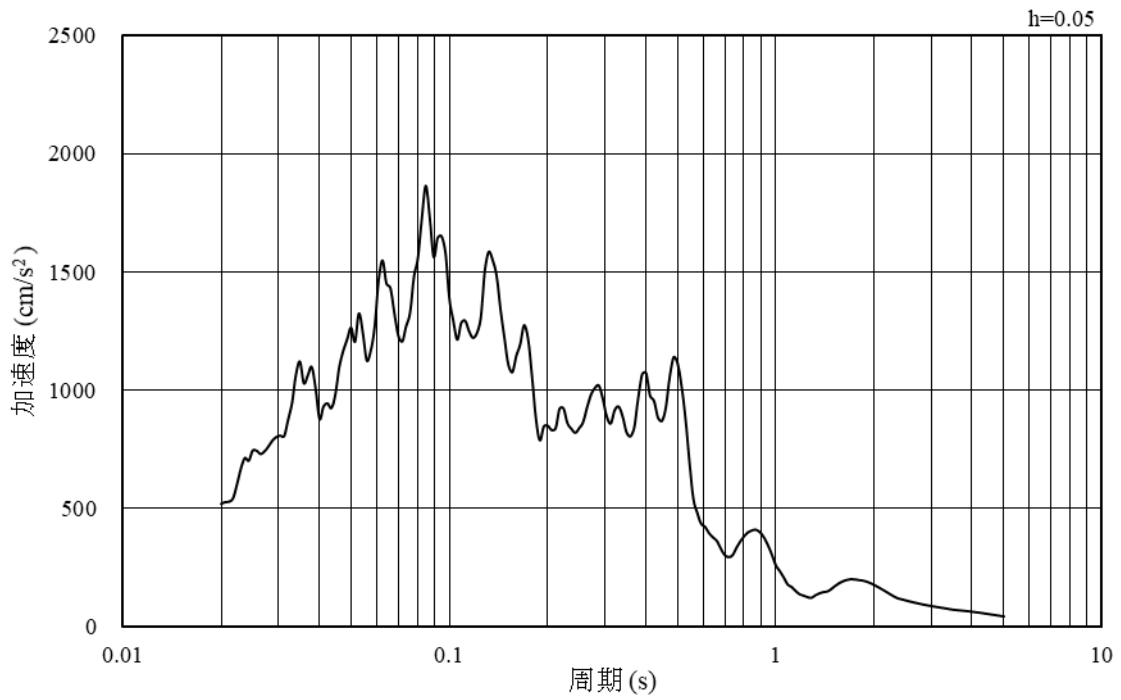


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-31 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 鉛直成分: S s - F 1)

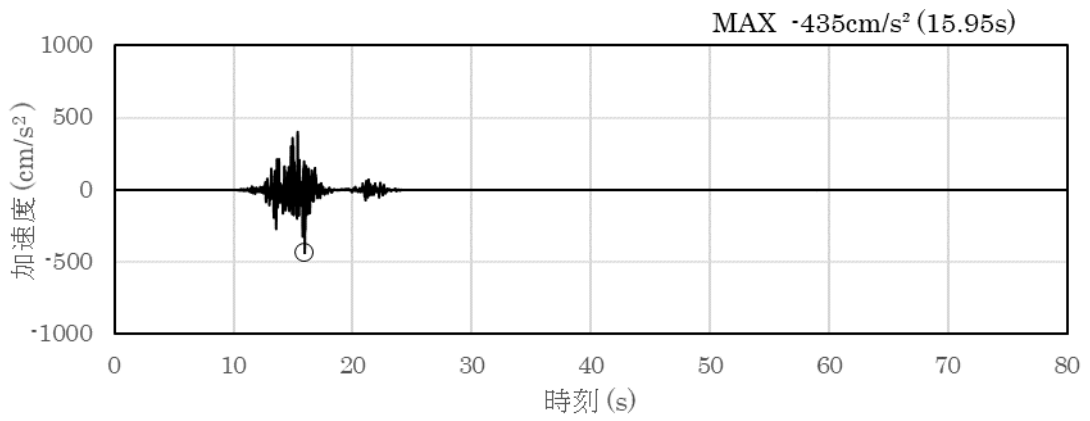


(a) 加速度時刻歴波形

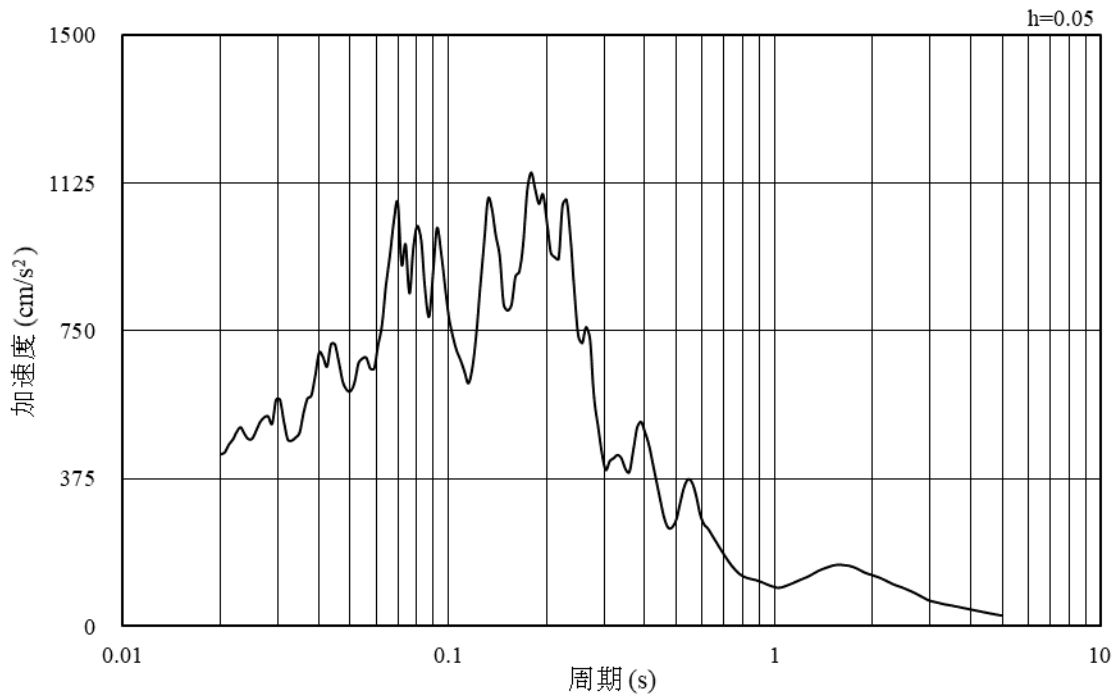


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-32 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 水平成分: S s - F 2)

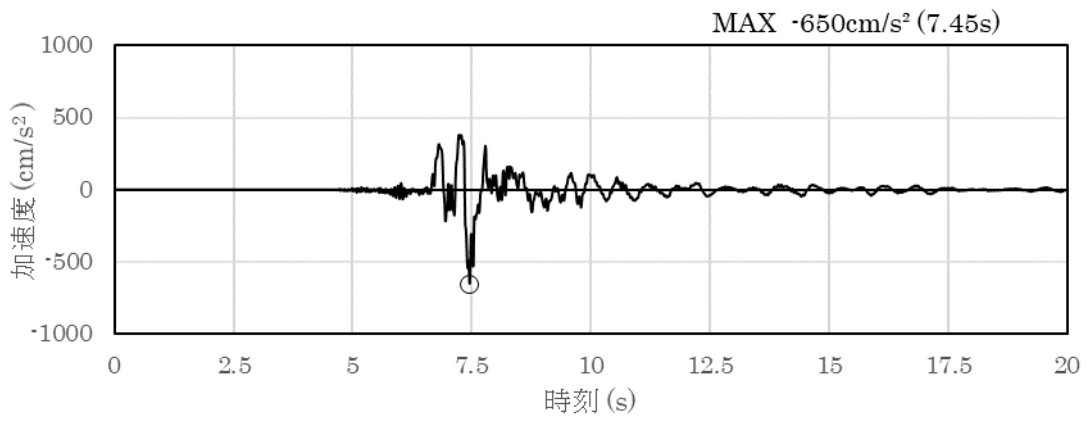


(a) 加速度時刻歴波形

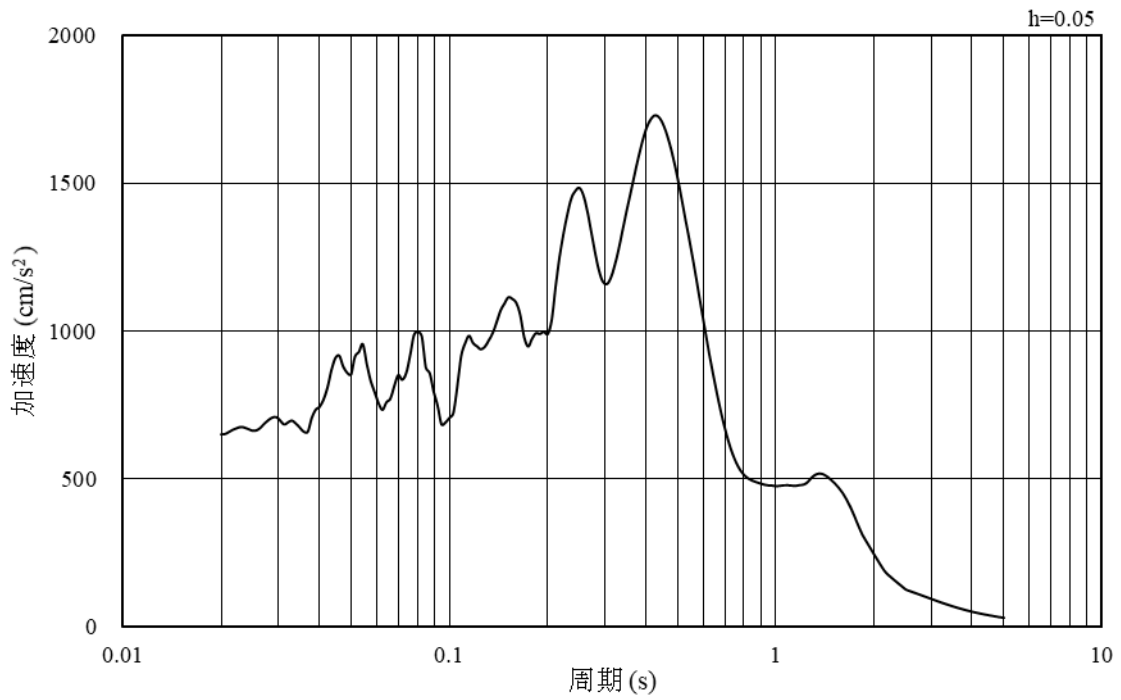


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-33 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 鉛直成分: S s - F 2)

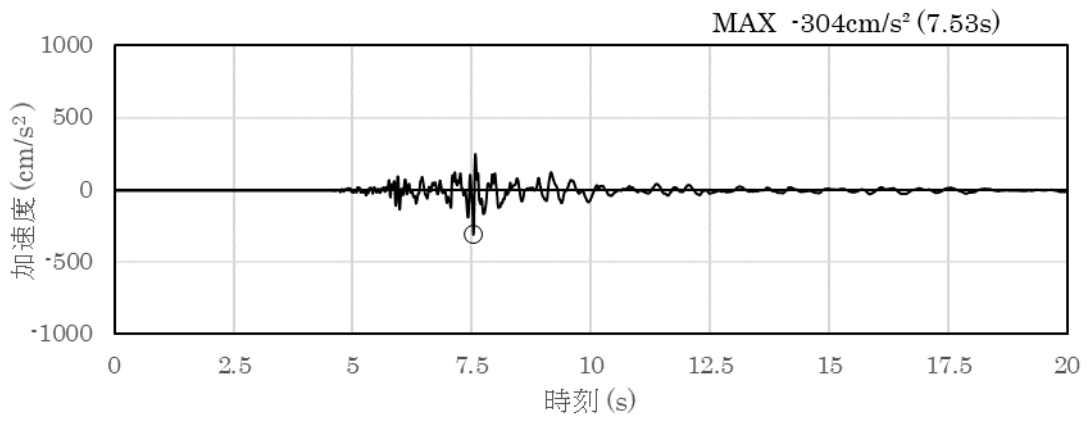


(a) 加速度時刻歴波形

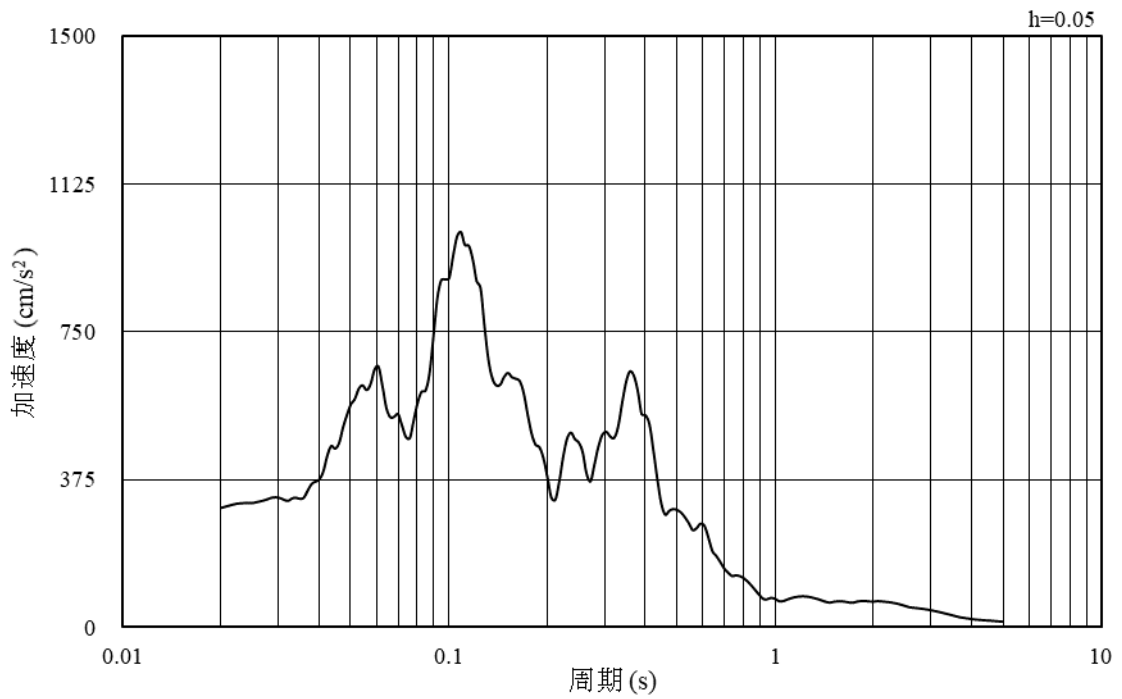


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-34 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 水平成分: S s - N 1)

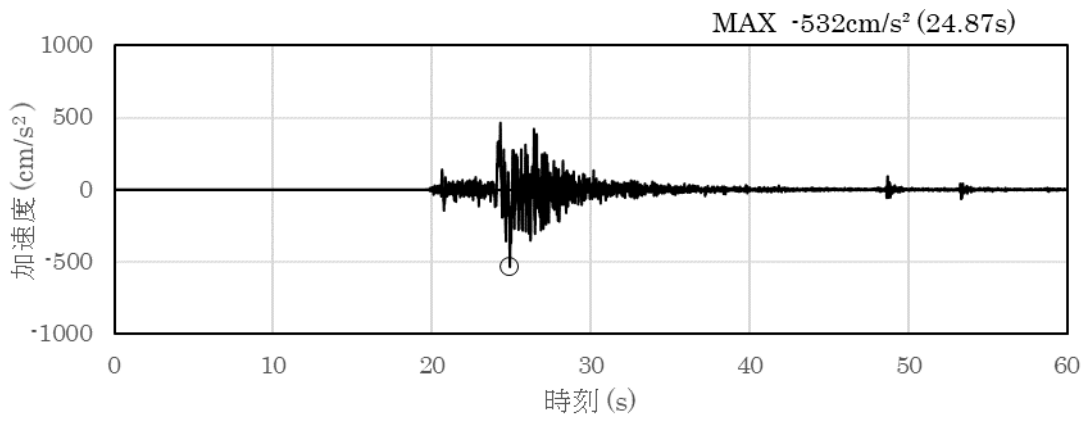


(a) 加速度時刻歴波形

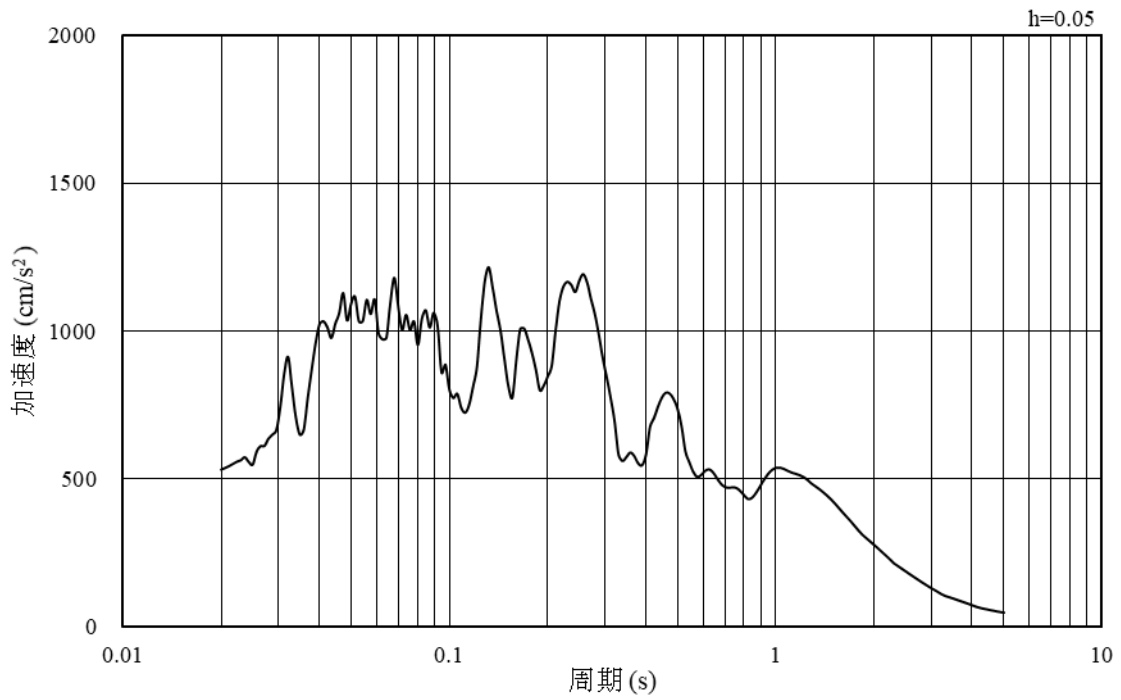


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-35 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向，鉛直成分：S s - N 1)

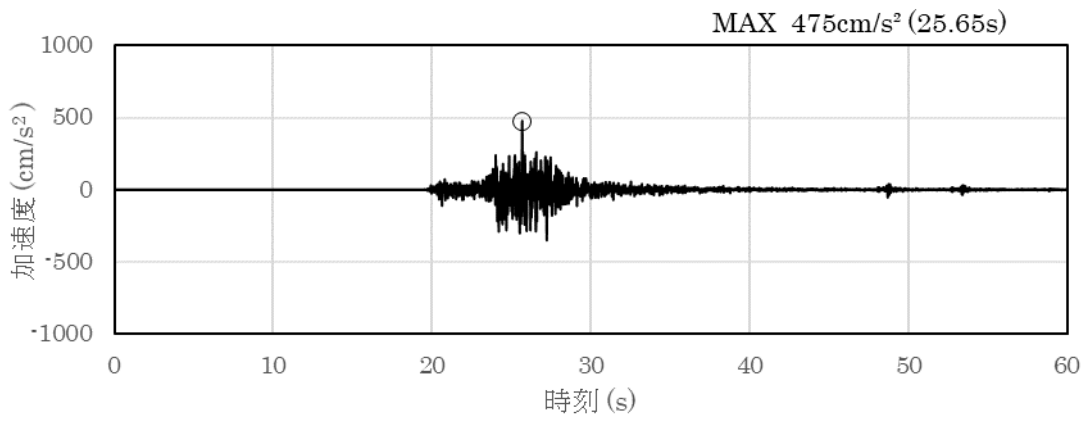


(a) 加速度時刻歴波形

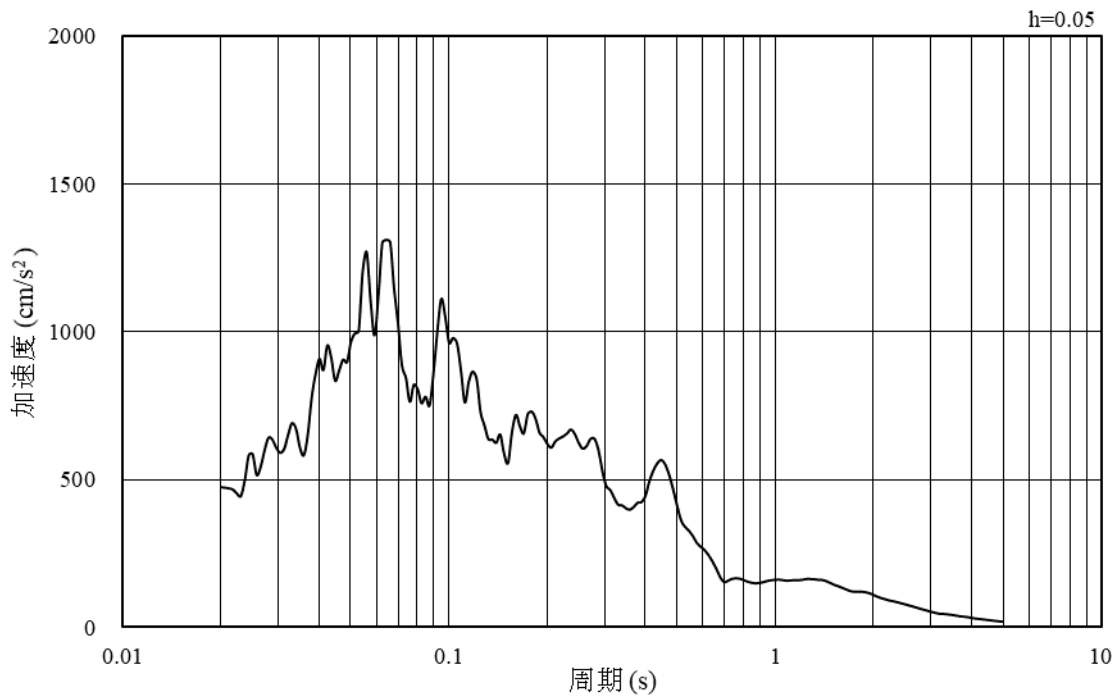


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-36 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 水平成分: S s - N 2 (N S))

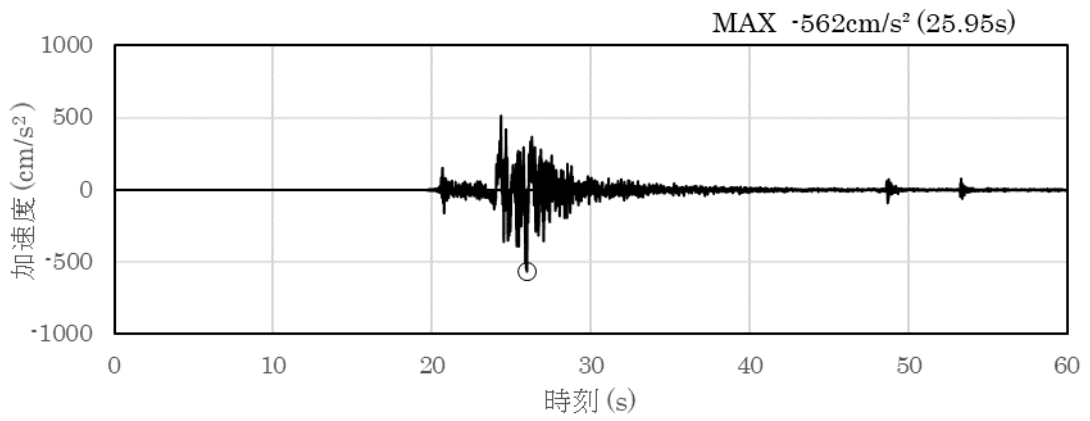


(a) 加速度時刻歴波形

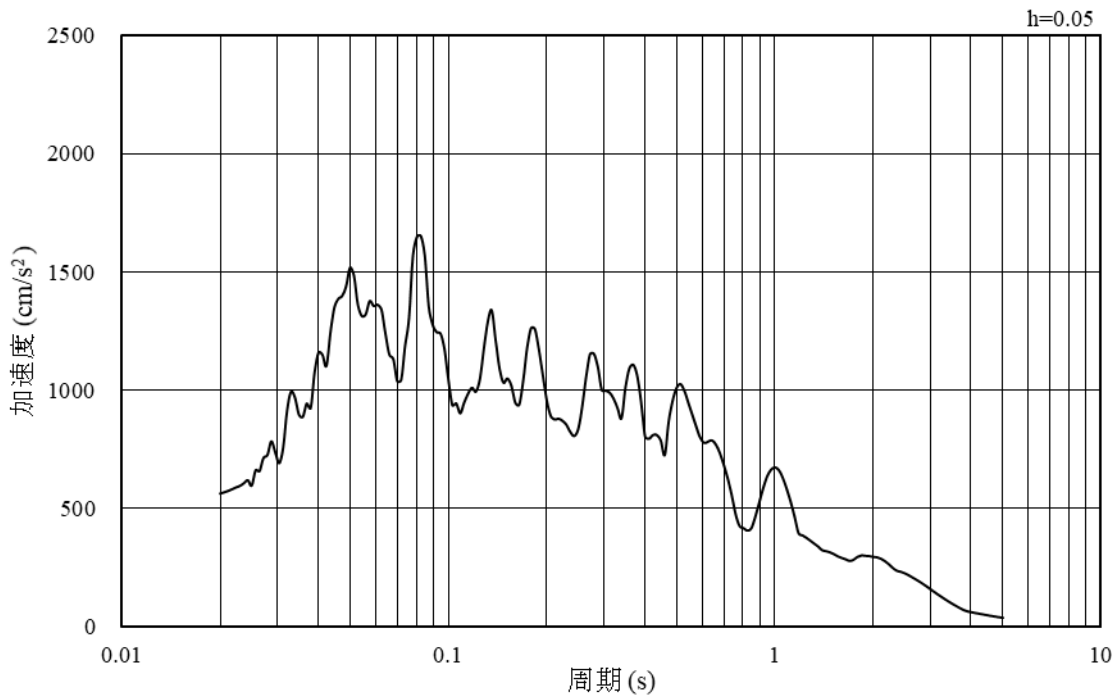


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-37 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 鉛直成分: S s - N 2 (N S))

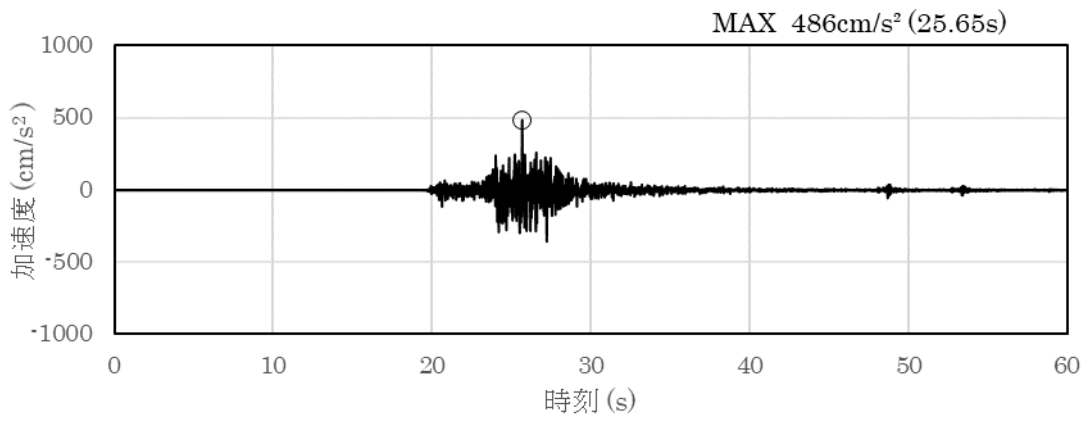


(a) 加速度時刻歴波形

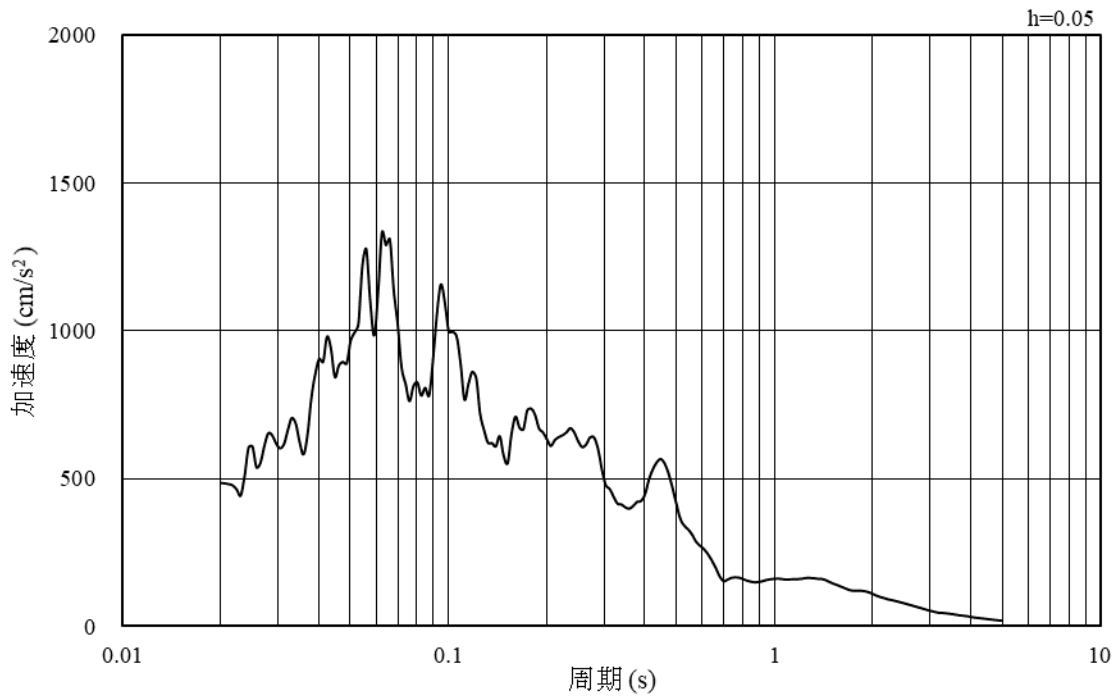


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-38 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 水平成分: S s - N 2 (E W))

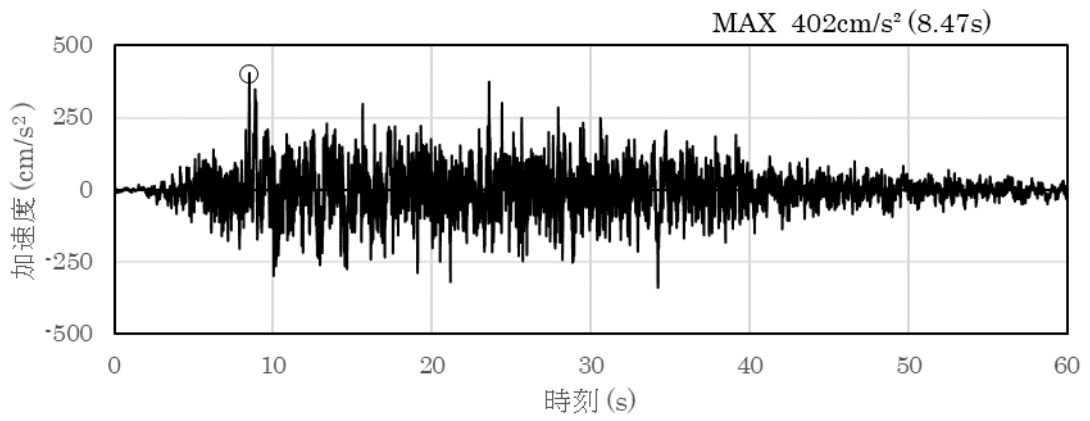


(a) 加速度時刻歴波形

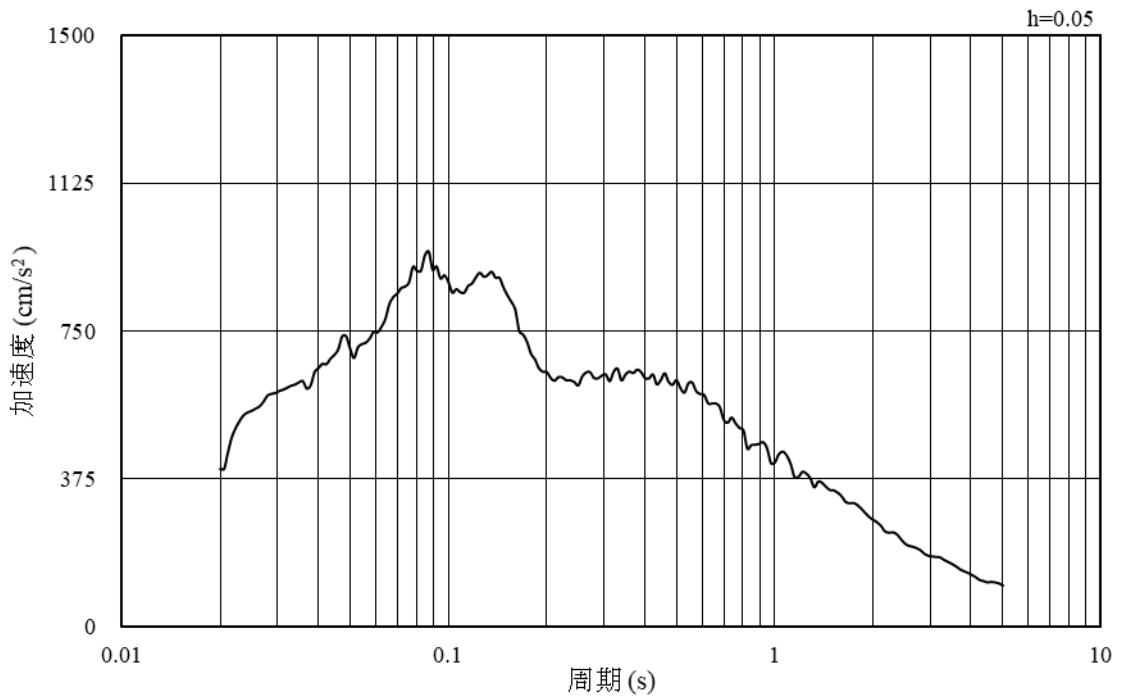


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-39 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 鉛直成分: S s - N 2 (EW))

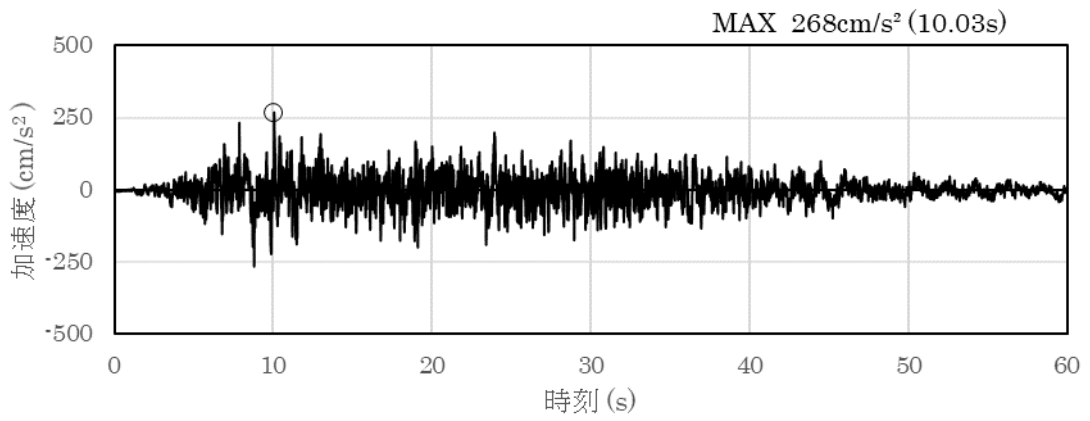


(a) 加速度時刻歴波形

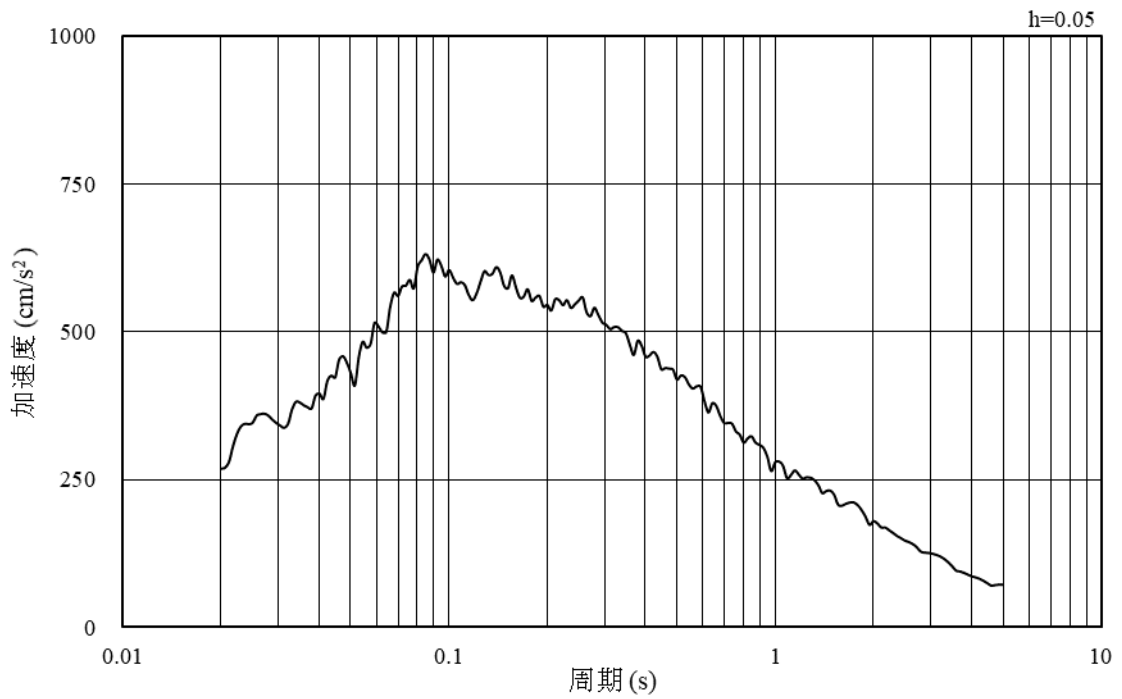


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-40 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 水平成分: S d - D)

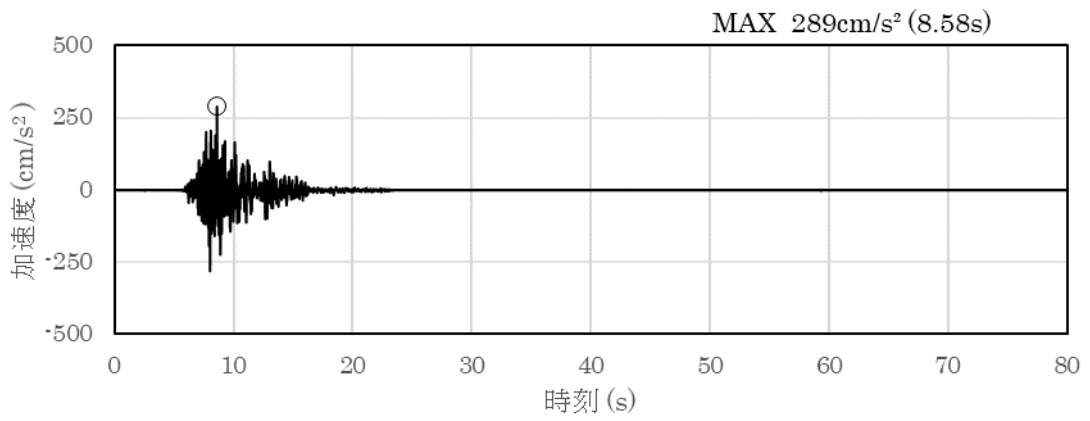


(a) 加速度時刻歴波形

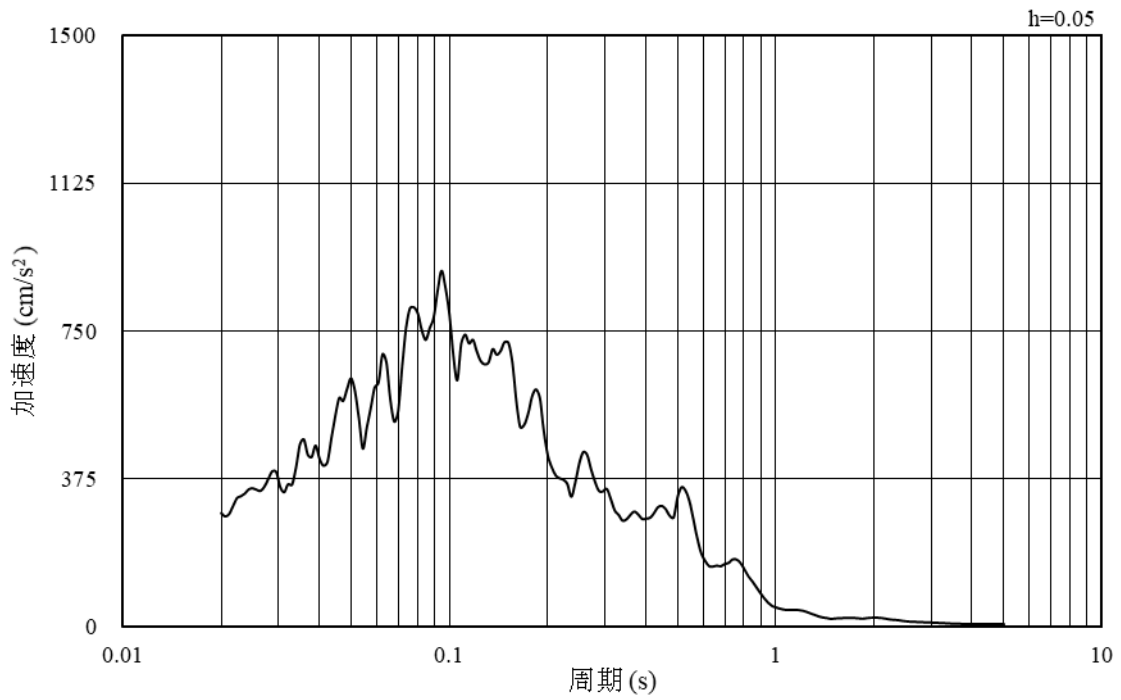


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-41 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 鉛直成分: S d - D)

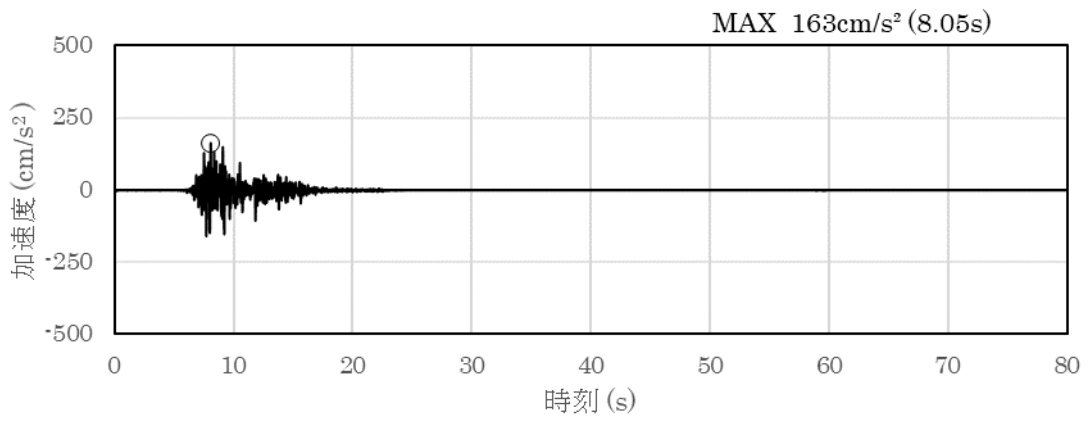


(a) 加速度時刻歴波形

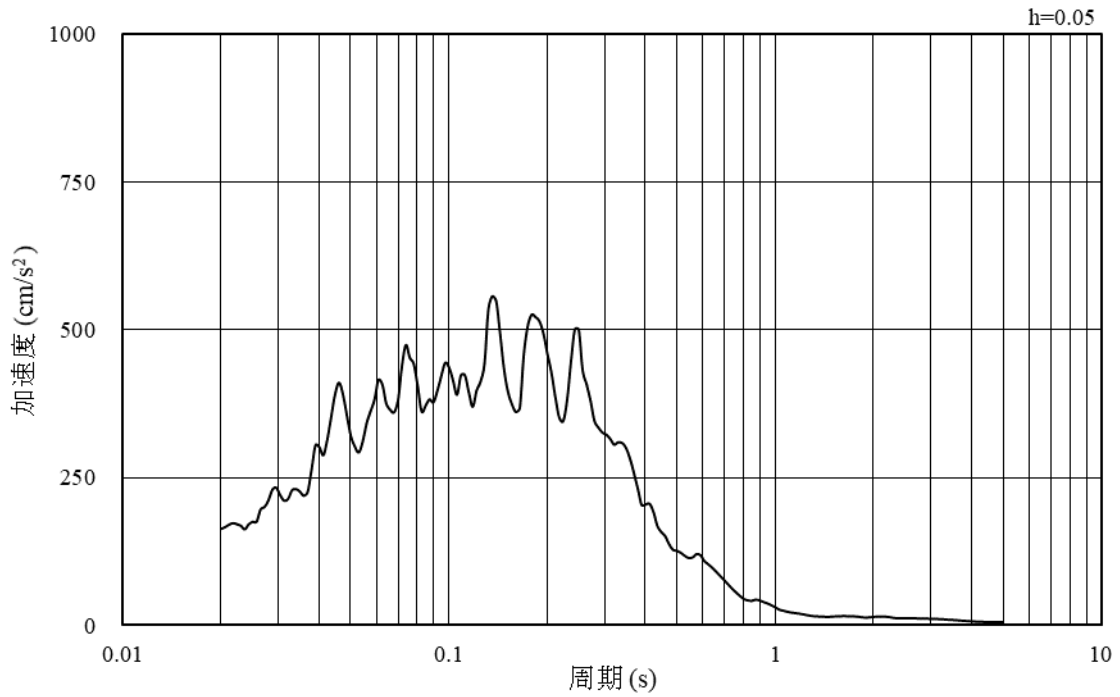


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-42 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 水平成分: S d - F 1)

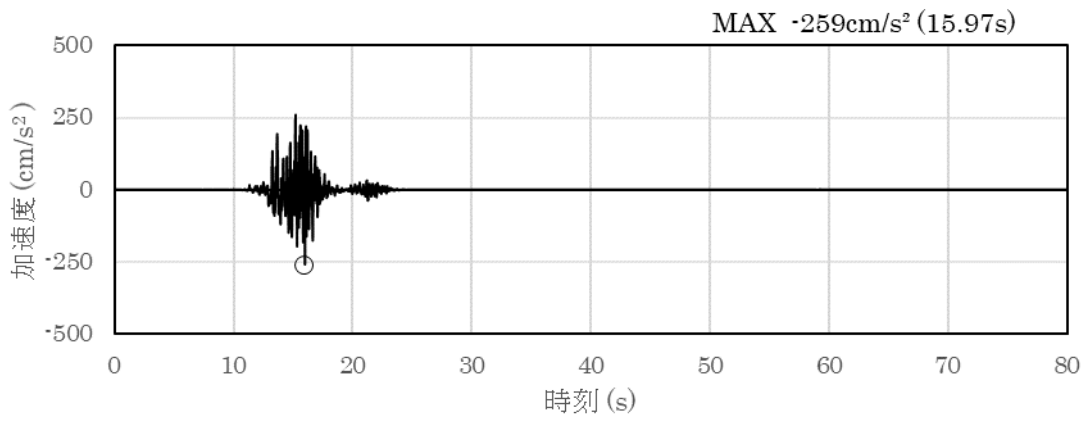


(a) 加速度時刻歴波形

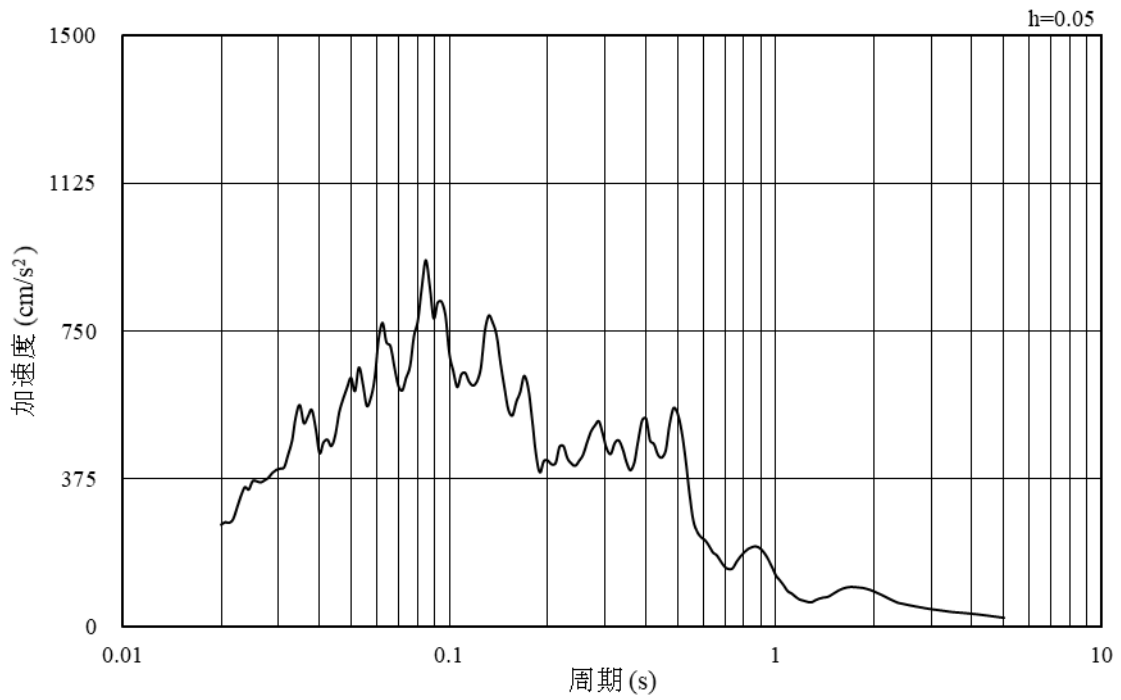


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-43 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 鉛直成分: S d - F 1)

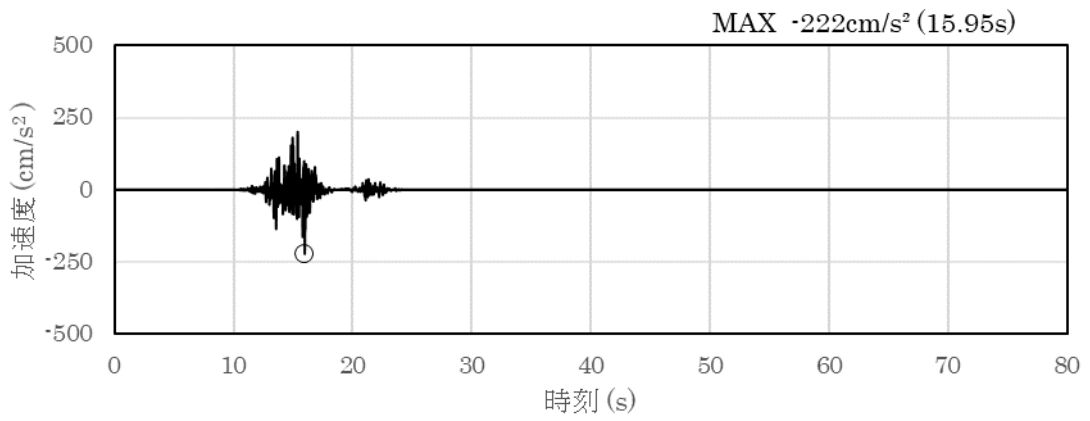


(a) 加速度時刻歴波形

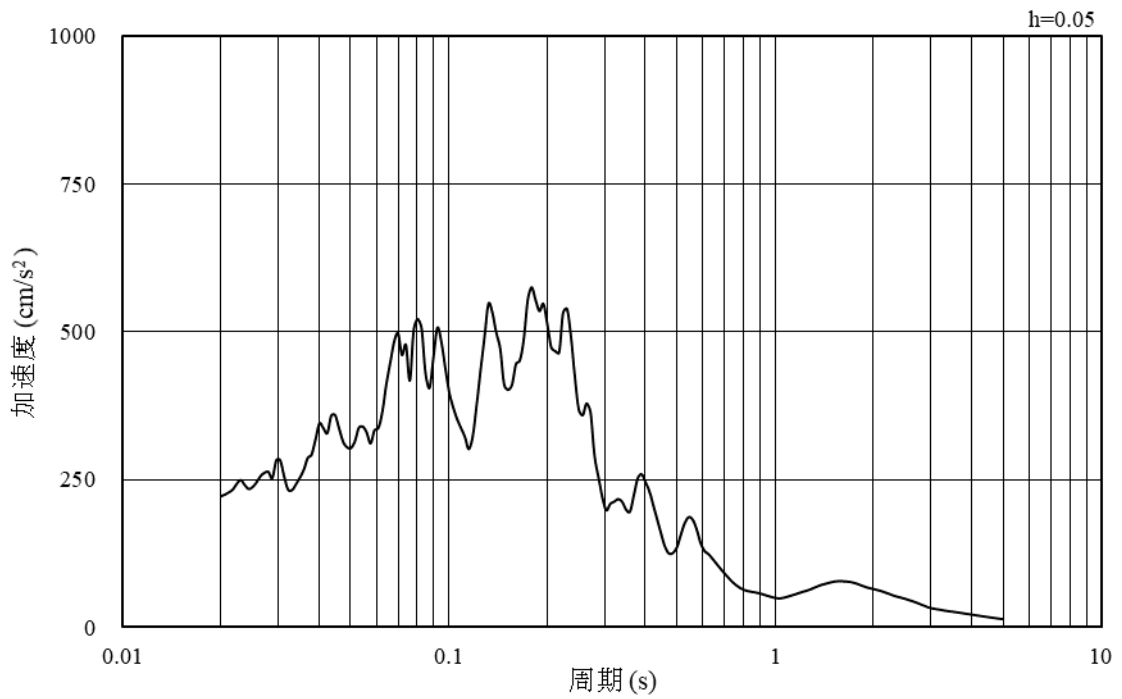


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-44 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 水平成分: S d - F 2)

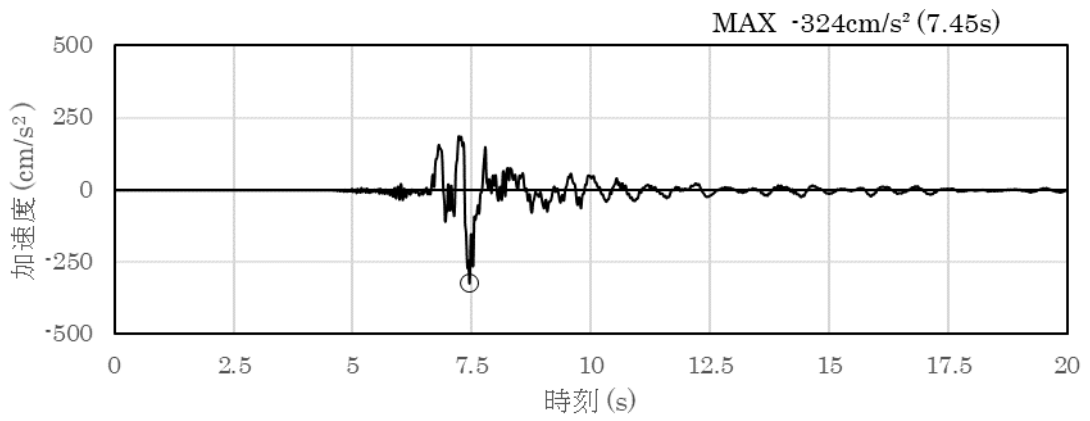


(a) 加速度時刻歴波形

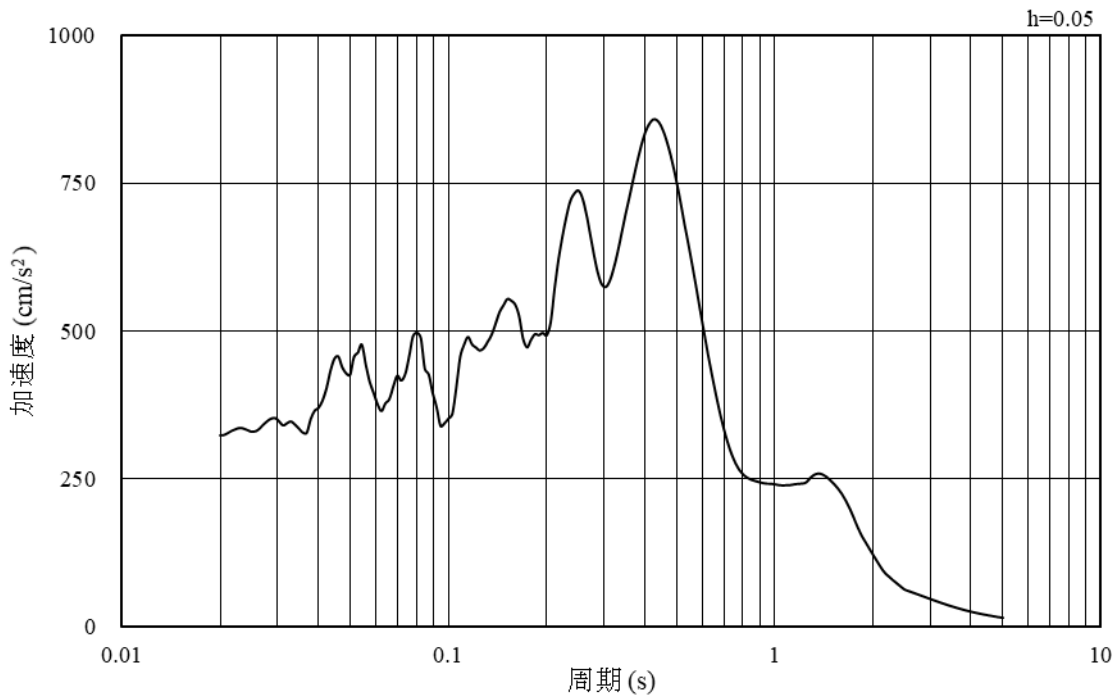


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-45 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向，鉛直成分：S d - F 2)

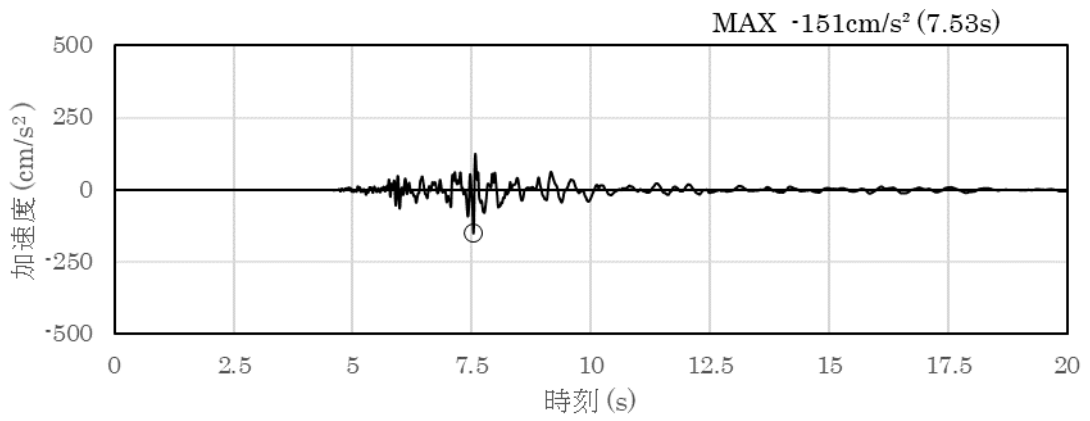


(a) 加速度時刻歴波形

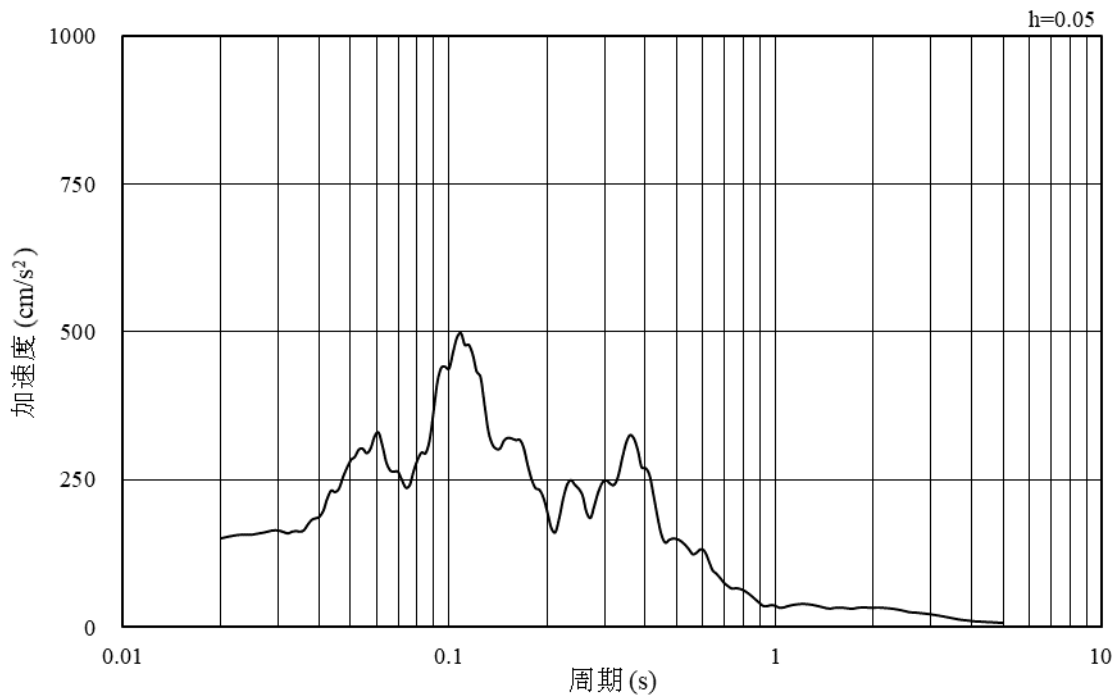


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-46 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 水平成分: S d - N 1)

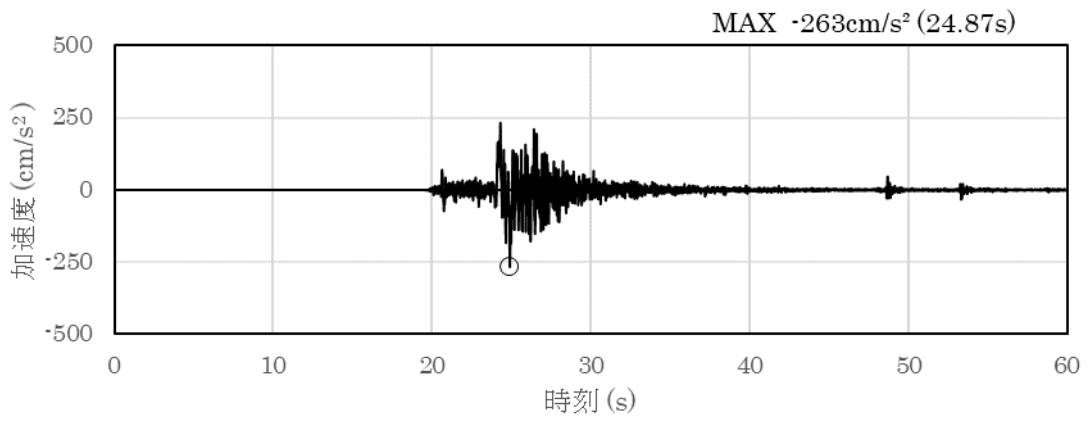


(a) 加速度時刻歴波形

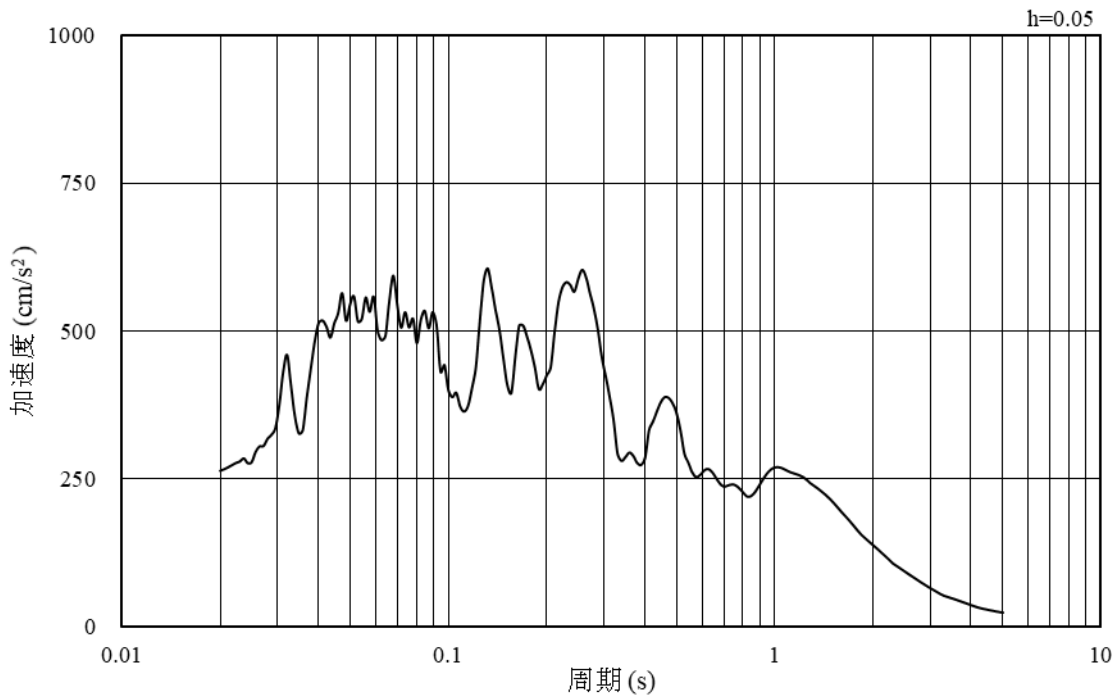


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-47 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向，鉛直成分：S d - N 1)

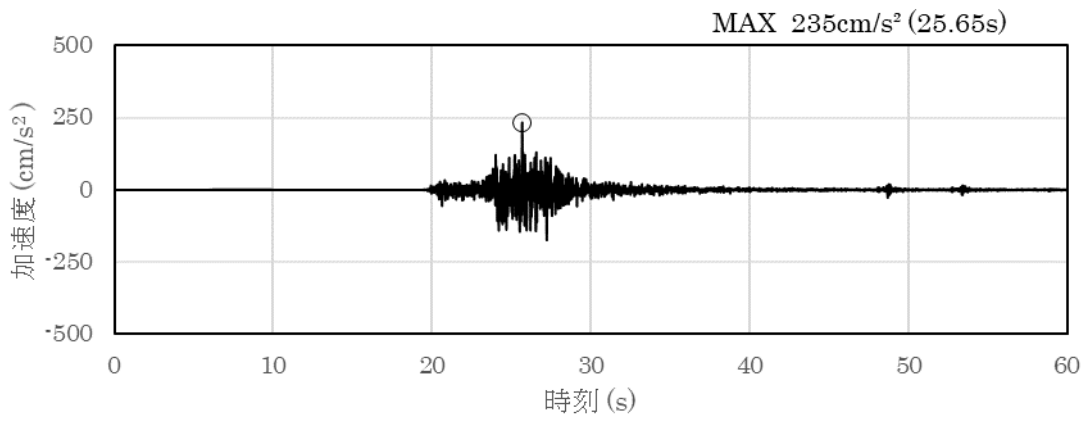


(a) 加速度時刻歴波形

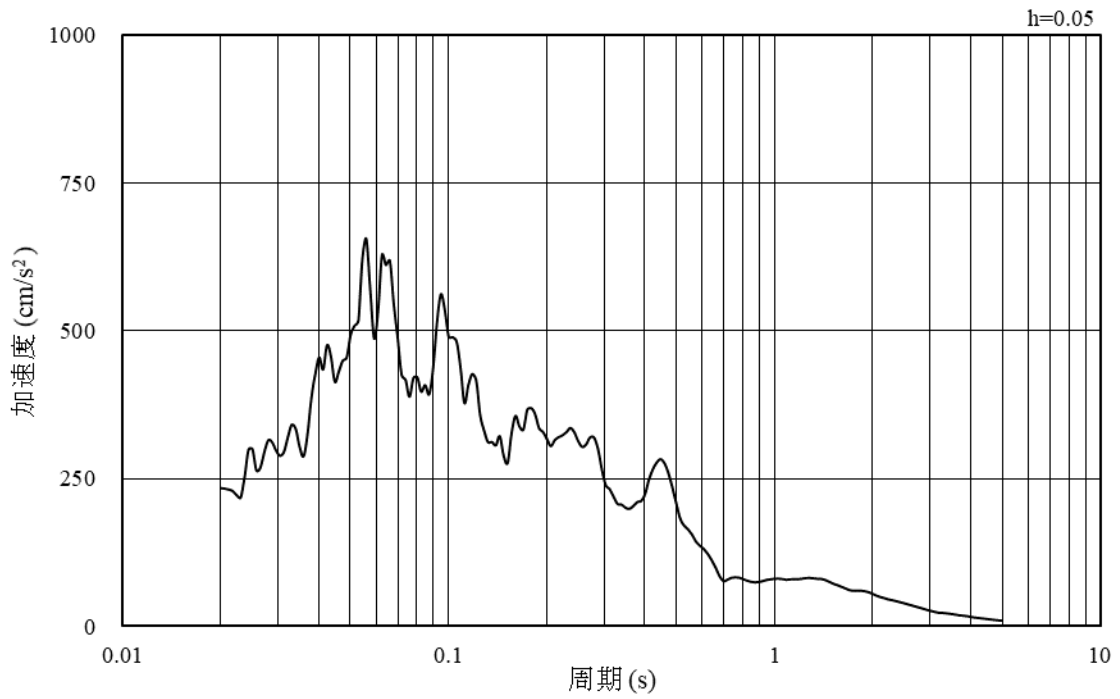


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-48 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 水平成分: S d - N 2 (N S))

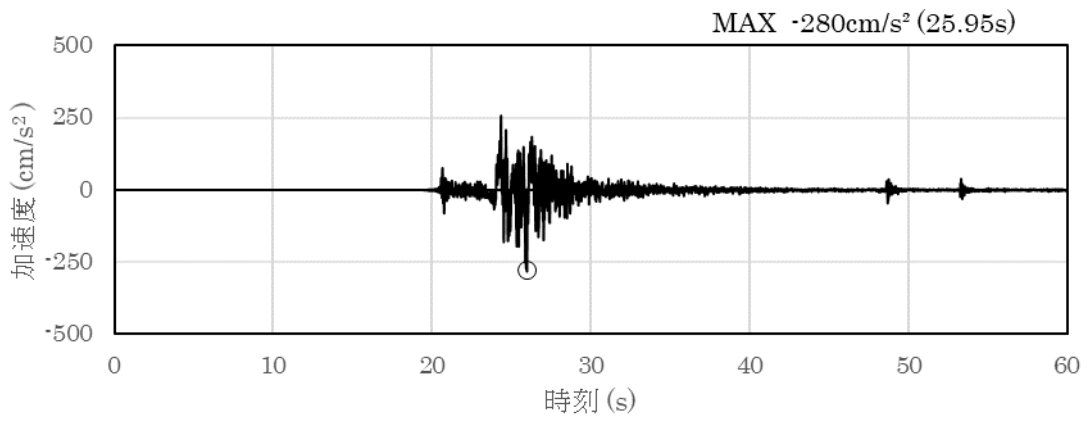


(a) 加速度時刻歴波形

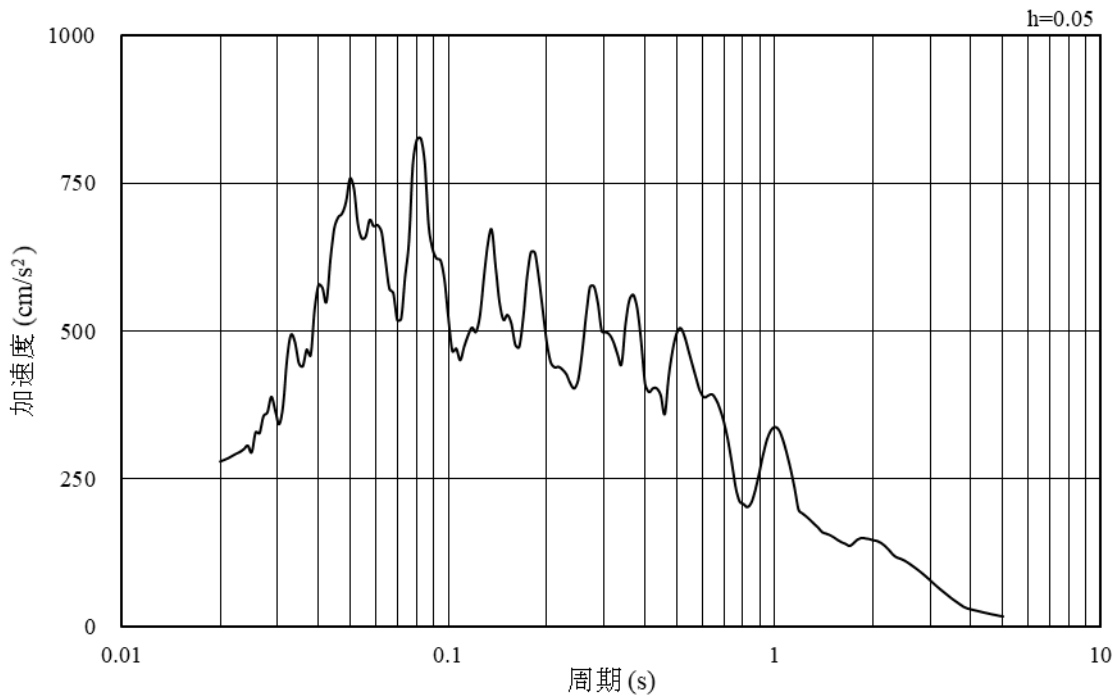


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-49 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 鉛直成分: S d - N 2 (N S))

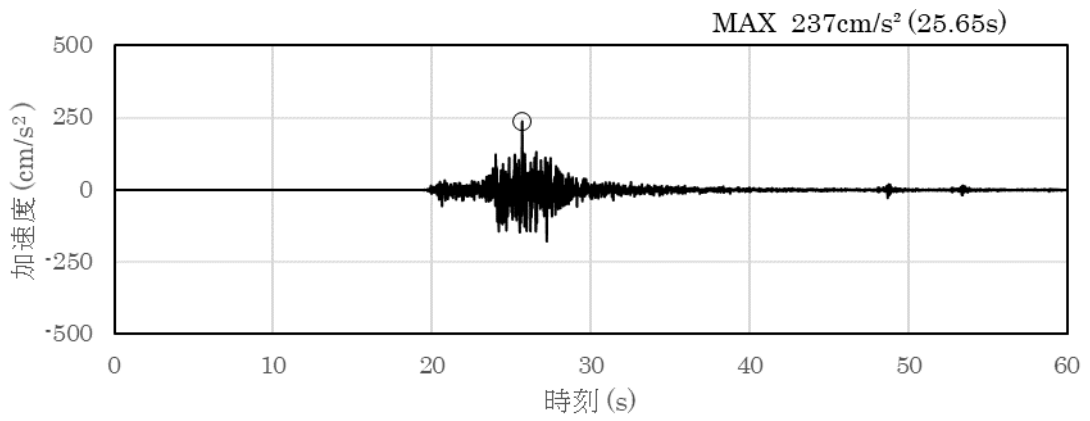


(a) 加速度時刻歴波形

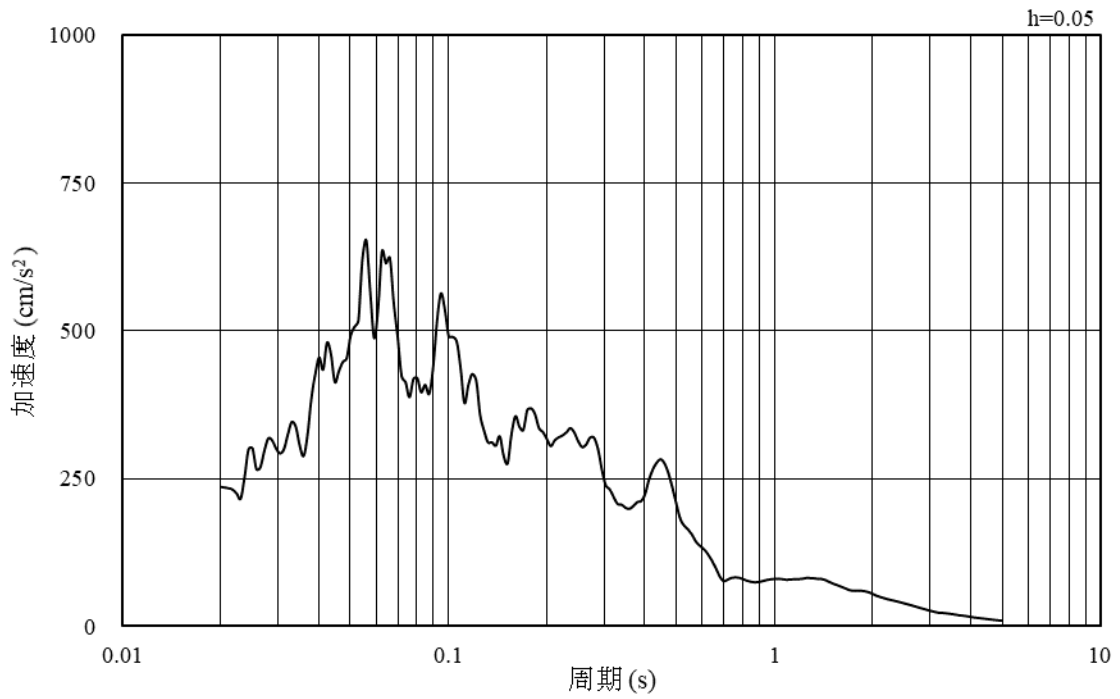


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-50 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 水平成分: S d - N 2 (E W))

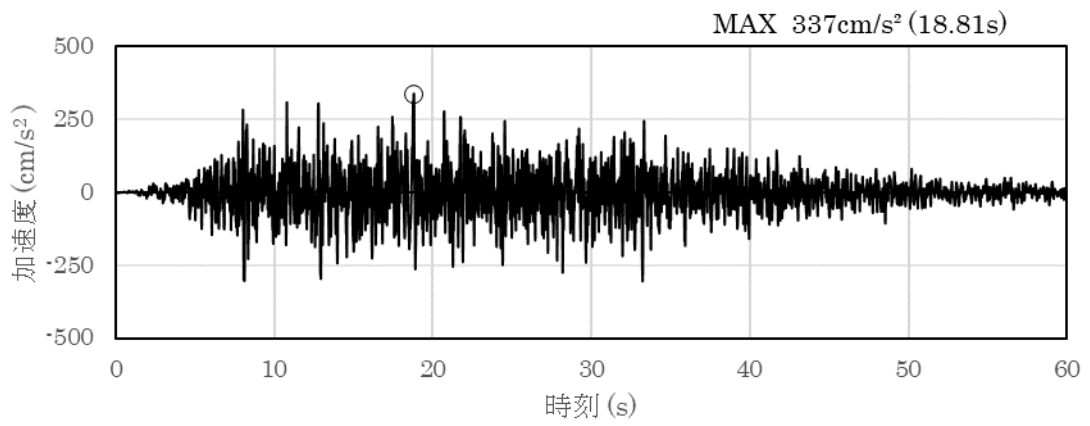


(a) 加速度時刻歴波形

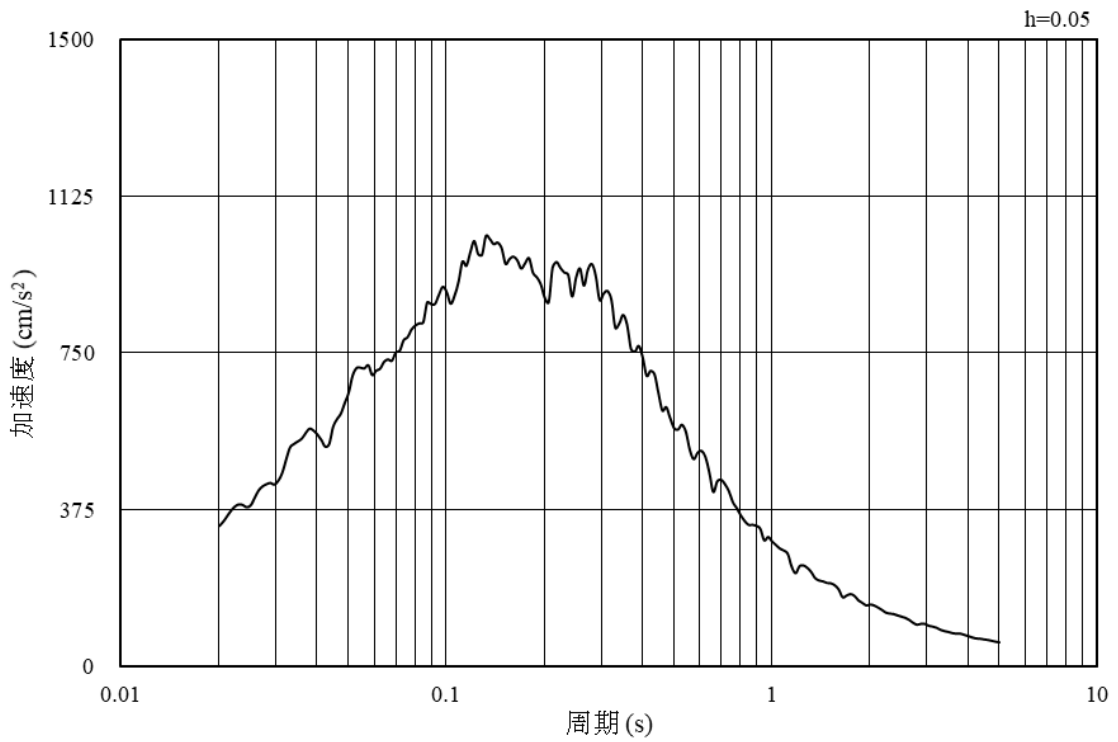


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-51 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 鉛直成分: S d - N 2 (E W))

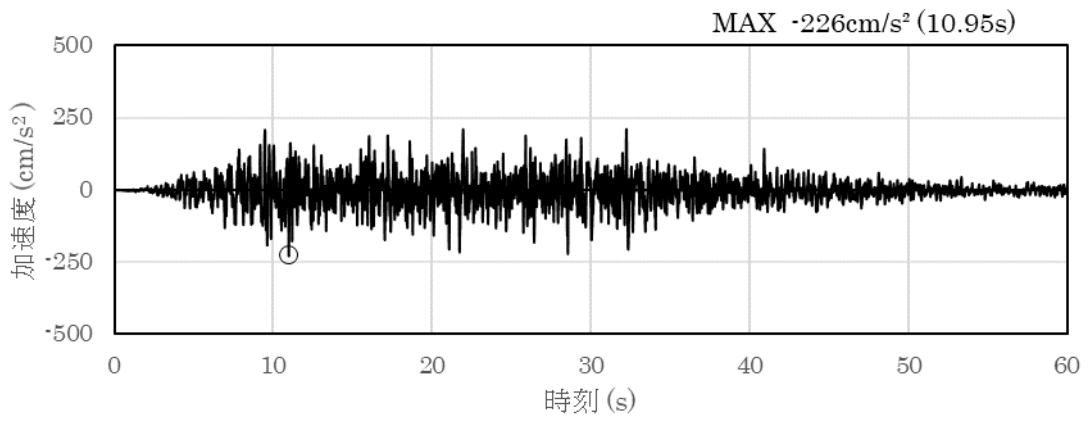


(a) 加速度時刻歴波形

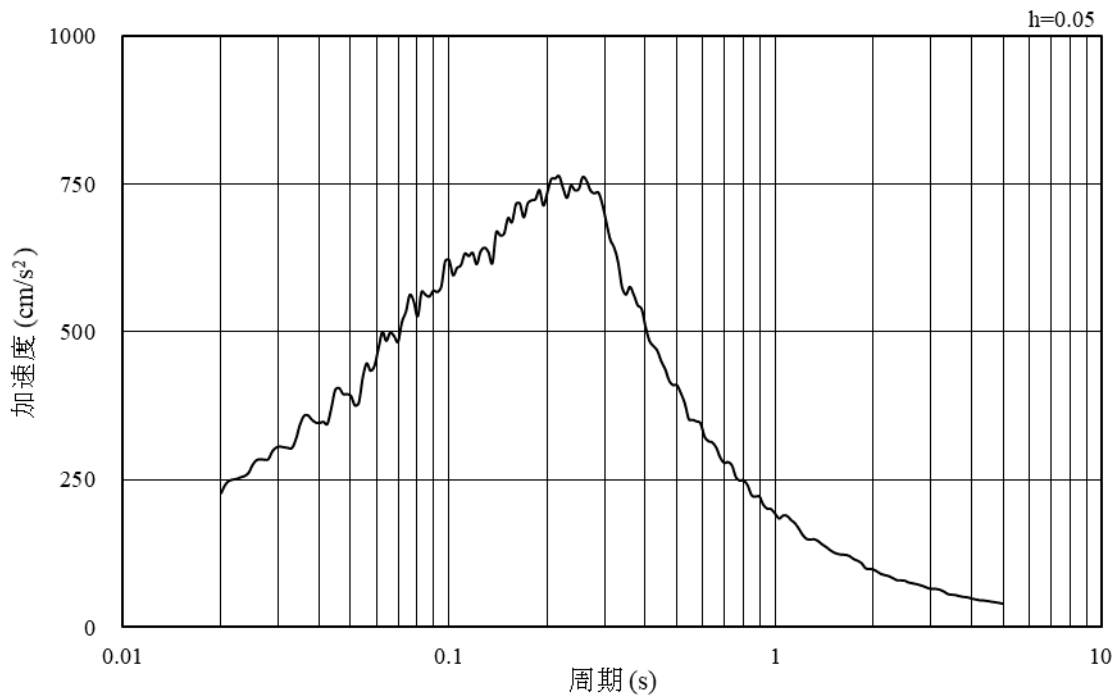


(b) 加速度応答スペクトル

図 5-52 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 水平成分 : S d - 1)



(a) 加速度時刻歴波形



(b) 加速度応答スペクトル

図 5-53 入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトル
(南北方向, 鉛直成分: S d-1)

5.2 許容限界の設定

5.2.1 曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界

構造強度を有することの確認における曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界は、「土木学会マニュアル」に基づき、限界ひずみ（圧縮縁コンクリートひずみ：1.0%（ 10000μ ））とする。

曲げ・軸力系の破壊に対する限界状態については、「土木学会マニュアル」ではコンクリートの圧縮縁のかぶりが剥落しないこととされており、圧縮縁コンクリートひずみ 1.0%の状態は、かぶりコンクリートが剥落する前の状態であることが、屋外重要土木構造物を模したラーメン構造の破壊実験及び数値シミュレーション等の結果より確認されている。この状態を限界値とすることで構造全体としての安定性等が確保できるとして設定されたものである。

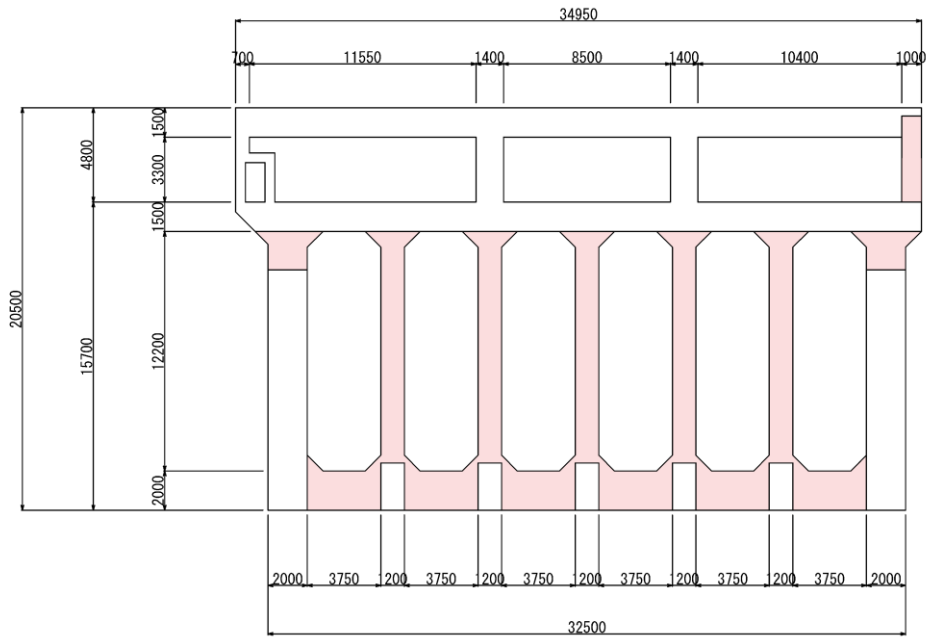
各要求機能について、通水機能を有すること及びSクラスの施設を支持する機能を損なわないことの確認においては、部材が終局状態に至らないことを目標性能とすることから、限界ひずみ（圧縮縁コンクリートひずみ 1.0%）を許容限界とする。止水機能を損なわないことの確認においては、「コンクリート標準示方書 2002」に基づき、コンクリートの圧縮ひずみ及び主筋ひずみについて、部材降伏に相当するひずみ（コンクリートの圧縮ひずみ 2000μ ，主筋ひずみ 1725μ ）とする。

曲げ・軸力系の破壊に対する照査に用いるコンクリート及び鉄筋の照査用ひずみは、3次元構造解析により得られた発生ひずみに安全係数（構造解析係数）1.2を乗じることにより、曲げ・軸力系の破壊に対する安全裕度を見込んだ評価を実施する。また、PHb工法を適用する部材について、PHb工法はおおむね弾性範囲となる状況下で使用することから、コンクリート及び鉄筋のひずみが、部材降伏に相当する限界ひずみ（コンクリートの圧縮ひずみ： 2000μ ，主筋ひずみ： 1725μ ）を下回ることを併せて確認する。

照査用ひずみが限界ひずみを上回る場合、3次元構造解析において、細かい要素分割を行っている部材の一部を部材厚程度の範囲で主筋ひずみを平均化した評価を実施する。平均化及び平均化範囲の考え方を参考資料1に示す。

取水槽においてPHb工法を適用する部材を図5-54～図5-59に示す。

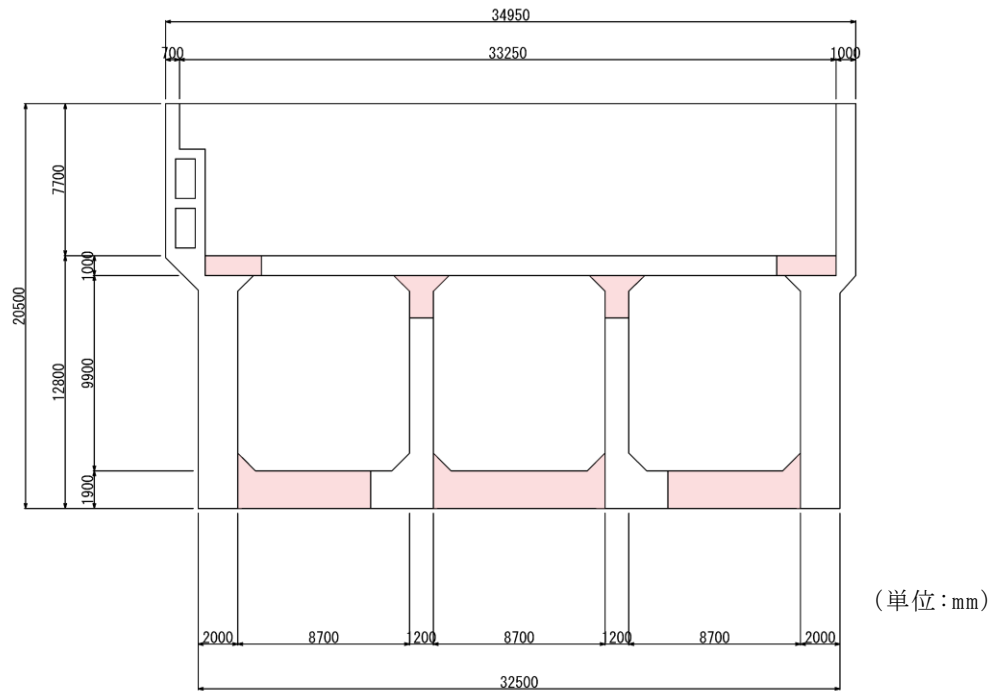
取水槽の曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界を表5-1に示す。



(単位: mm)

■ : PHb 工法適用箇所

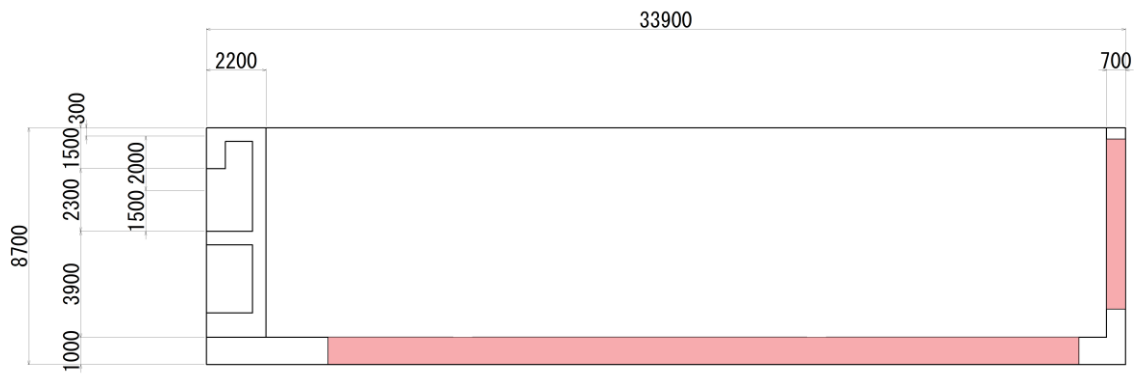
図 5-54 PHb による耐震補強箇所 (断面図 (A-A 断面)) (再掲)



(単位: mm)

■ : PHb 工法適用箇所

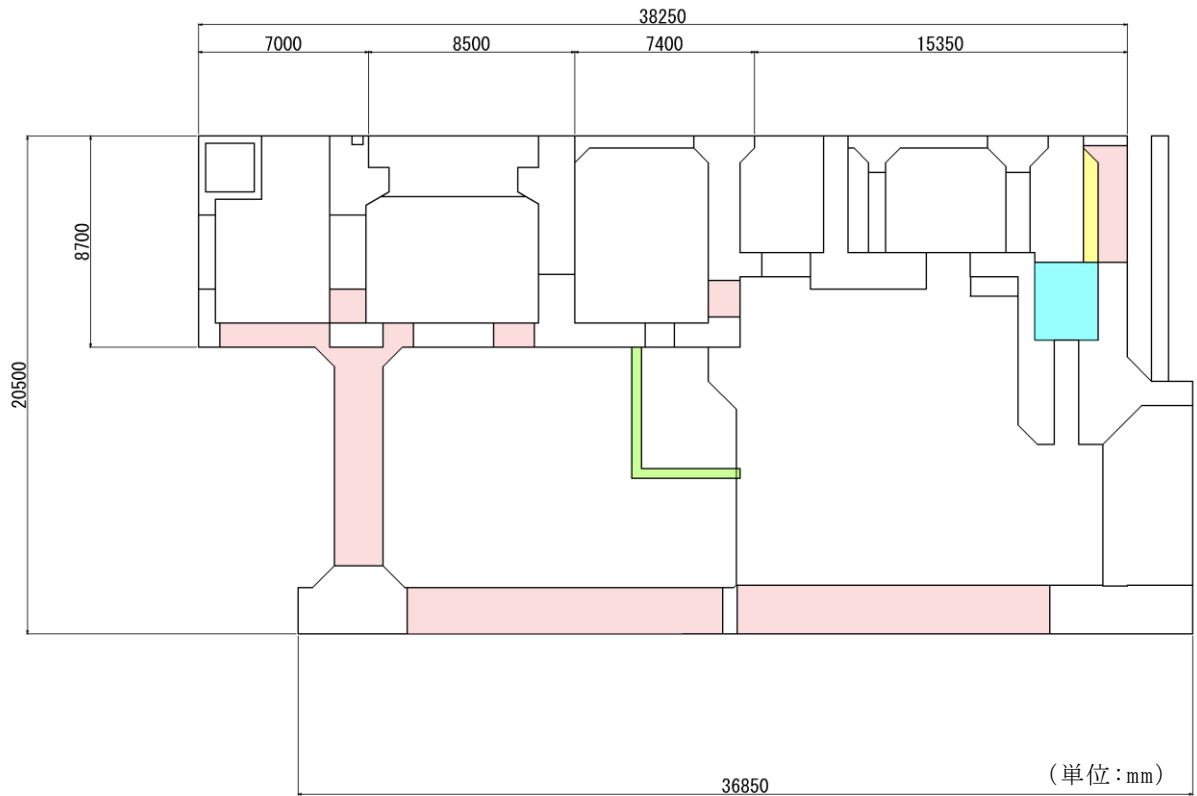
図 5-55 PHb による耐震補強箇所 (断面図 (B-B 断面)) (再掲)



(単位: mm)

■ : PHb 工法適用箇所

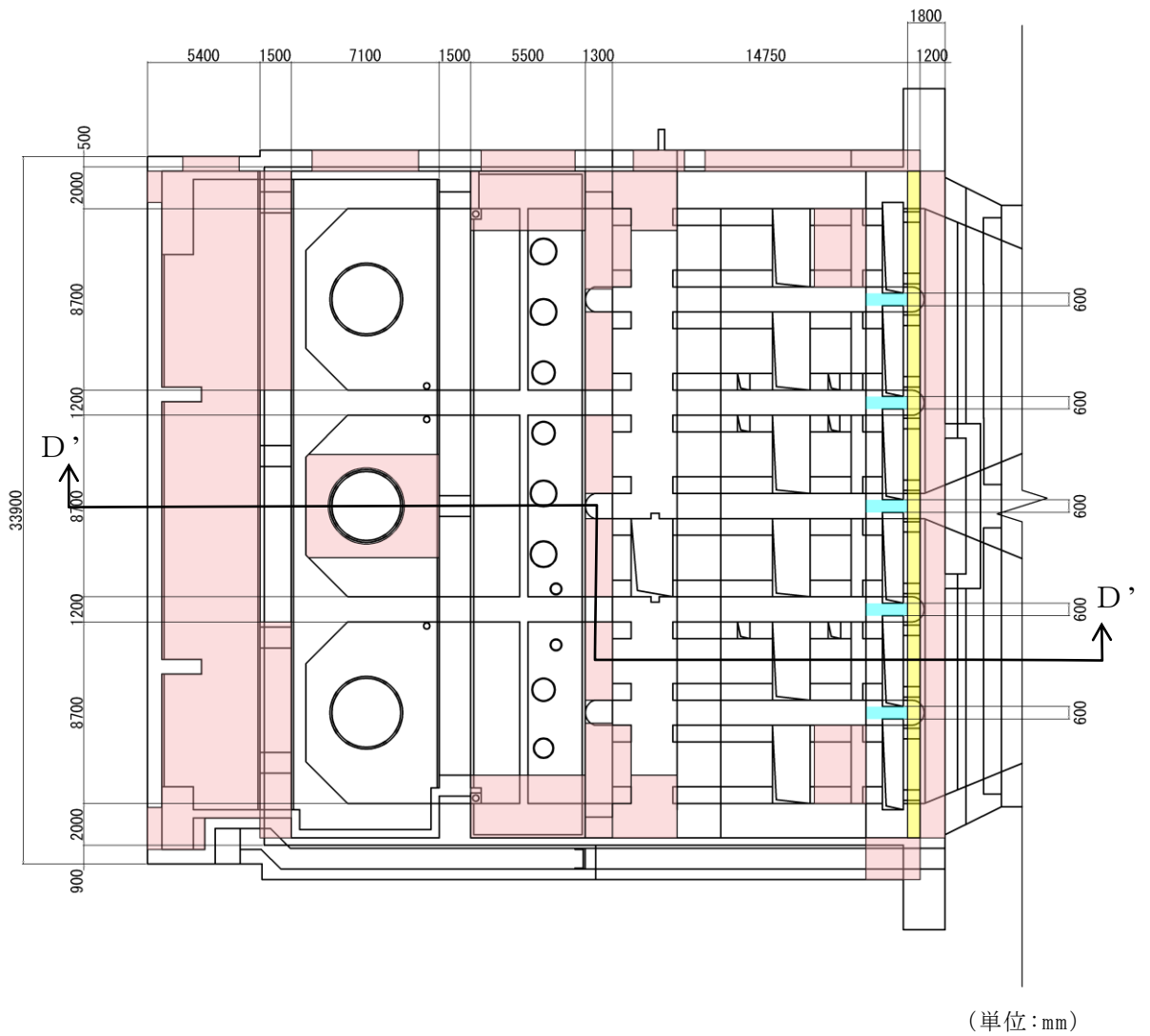
図 5-56 PHb による耐震補強箇所 (断面図 (C-C 断面)) (再掲)



(単位: mm)

- : PHb 工法適用箇所
- : RSW ポンプ棚撤去箇所
- : 部材追加箇所 (控壁)
- : PHb 工法適用及び部材追加箇所 (北妻壁増厚)

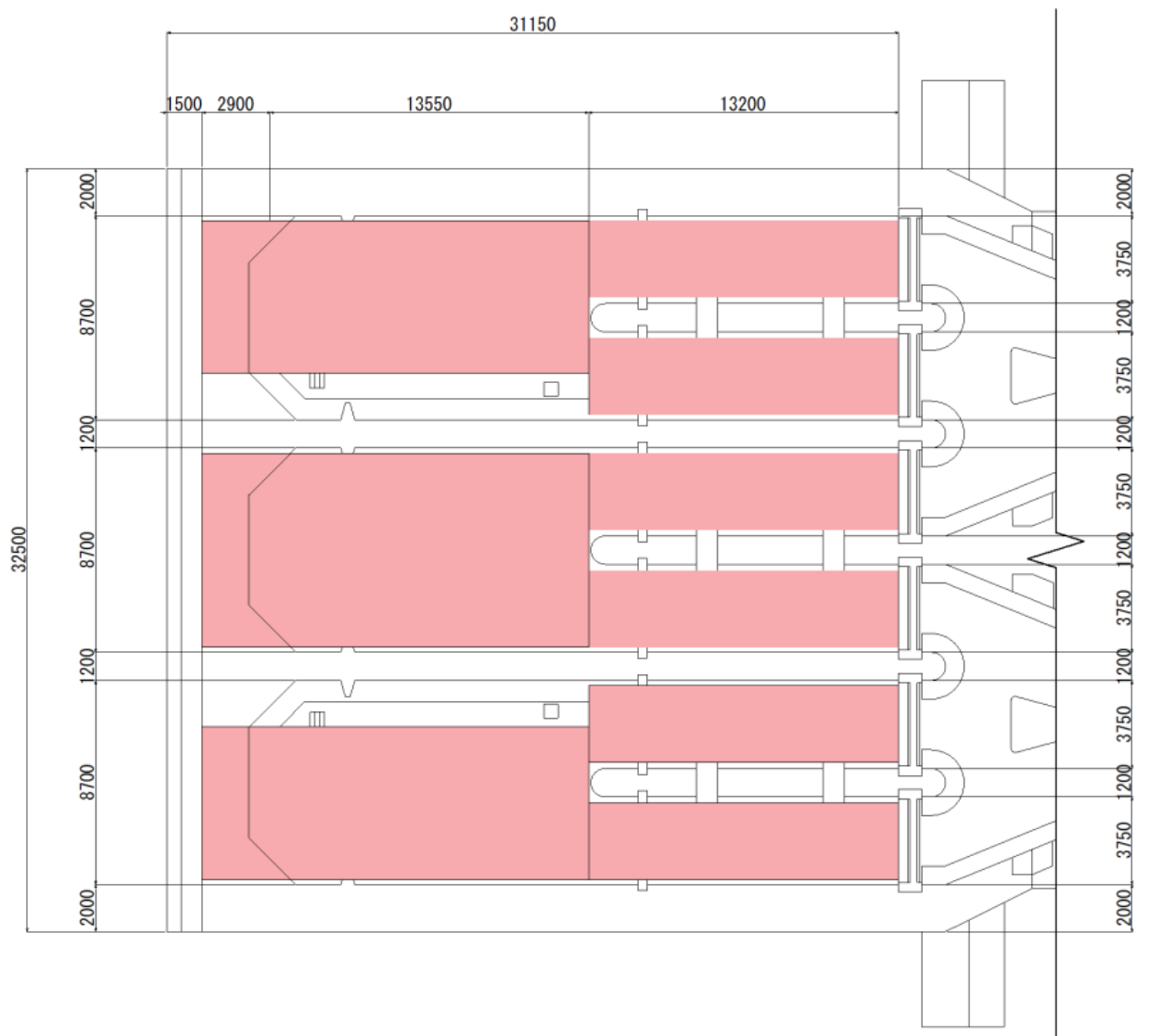
図 5-57 PHb による耐震補強箇所 (断面図 (D-D 断面)) (再掲)



(単位:mm)

- : PHb 工法適用箇所
- : 部材追加箇所 (控壁)
- : PHb 工法適用及び部材追加箇所 (北妻壁増厚)

図 5-58 PHb による耐震補強箇所 (断面図 (F-F 断面)) (再掲)



(単位: mm)

■ : PHb 工法適用箇所

図 5-59 PHb による耐震補強箇所 (断面図 (G-G 断面)) (再掲)

表 5-1 曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界

要求機能	許容限界	
構造強度を有すること	限界ひずみ	圧縮縁コンクリートひずみ 1.0% (10000 μ) * ¹
通水機能を有すること		圧縮縁コンクリートひずみ 1.0% (10000 μ) * ¹
止水機能を損なわないこと		圧縮ひずみ : 2000 μ * ² 主筋ひずみ : 1725 μ * ²
Sクラスの施設を支持する機能を損なわないこと		圧縮縁コンクリートひずみ 1.0% (10000 μ) * ¹

注記*1 : $\gamma_i \cdot \frac{\varepsilon_d}{\varepsilon_L} < 1.0$

ここで,

γ_i : 構造物係数 ($\gamma_i = 1.0$)

ε_L : 限界ひずみ (圧縮縁コンクリートひずみ 10000 μ)

ε_d : 照査用ひずみ $\varepsilon_d = \gamma_a \cdot \varepsilon$

γ_a : 構造解析係数 ($\gamma_a = 1.2$)

ε : 圧縮縁の発生ひずみ

*2 : $\gamma_i \cdot \frac{\varepsilon_d}{\varepsilon_R} < 1.0$

ここで,

γ_i : 構造物係数 ($\gamma_i = 1.0$)

ε_R : 限界ひずみ (圧縮ひずみ : 2000 μ , 主筋ひずみ : 1725 μ)

ε_d : 照査用ひずみ $\varepsilon_d = \gamma_a \cdot \varepsilon$

γ_a : 構造解析係数 ($\gamma_a = 1.2$)

ε : 発生ひずみ

5.2.2 せん断破壊に対する許容限界

構造強度を有することの確認，通水機能を有することの確認，止水機能を損なわないことの確認及びSクラスの施設を支持する機能を損なわないことの確認におけるせん断破壊に対する許容限界は，「土木学会マニュアル」に基づくせん断耐力とする。せん断耐力の評価式は部材の種類に応じて2種類を用いる。

せん断耐力は，「土木学会マニュアル」に基づき「(1) 棒部材式」を適用することとし，ディープビームとなる部材についても，「(1) 棒部材式」を用いることで安全側の評価とする。

PHb工法を用いる構造部材については「(2) PHbによりせん断補強された部材のせん断耐力式」を用いる。

鉄筋コンクリート部材のせん断照査に用いる照査用せん断力は，3次元構造解析により得られたせん断力に安全係数（構造解析係数）1.05を乗じることにより，せん断破壊に対して安全余裕を見込んだ評価を実施する。

照査用せん断力がせん断耐力を上回る場合，3次元構造解析において，細かい要素分割を行っている部材の一部を部材厚程度の範囲でせん断力を平均化した評価を実施する。平均化及び平均化範囲の考え方を参考資料1に示す。

$$\gamma_i \cdot \frac{V_d}{V_{yd}} < 1.0$$

ここで， γ_i ：構造物係数（ $\gamma_i = 1.0$ ）

V_{yd} ：せん断耐力

V_d ：照査用せん断力（ $V_d = \gamma_a \cdot V$ ）

γ_a ：構造解析係数（ $\gamma_a = 1.05$ ）

V ：発生せん断力

また，「土木学会マニュアル」におけるせん断耐力式による評価においては，表5-2に示すとおり，複数の安全係数（材料係数，部材係数，構造解析係数）が見込まれていることから，せん断破壊に対して安全余裕を見込んだ評価を実施することが可能である。

表 5-2 セン断耐力式による評価において考慮している安全係数

安全係数			せん断照査		内容
			応答値算定	限界値算定	
材料係数	コンクリート	γ_{mc}	1.0	1.3	コンクリートの特性値 (圧縮強度)を低減
	鉄筋	γ_s	1.0	1.0	—
部材係数*	コンクリート	γ_{bc}	—	1.3	コンクリートが負担する せん断力を低減
	鉄筋	γ_{bs}	—	1.1	せん断補強筋が負担する せん断力を低減
構造解析係数		γ_a	1.05	—	応答値(断面力)の 割り増し

注記* : 「土木学会マニュアル」では、部材係数 $\gamma_b = \gamma_{b1} \times \gamma_{b2}$

$$\gamma_{b1} = \begin{cases} 1.3 & (\text{コンクリート}) \\ 1.1 & (\text{鉄筋}) \end{cases}$$

$$\gamma_{b2} = \begin{cases} 1.0 & (R \leq 0.01) \\ \frac{100R+2}{3} & (0.01 < R \leq 0.025) \\ 1.5 & (R > 0.025) \end{cases}$$

ここで、R : 応答層間変形角
とされている。

γ_{b2} は層間変形角の値によらず、部材が降伏していない状態であれば、 $\gamma_{b2} = 1.0$ としてよいとされている。解析結果から取水槽の鉄筋コンクリート部材については降伏が認められなかったため、 $\gamma_{b2} = 1.0$ とする。

(1) 棒部材式

$$V_{yd} = V_{cd} + V_{sd}$$

- ここで、 V_{yd} : せん断耐力
 V_{cd} : コンクリートが負担するせん断耐力
 V_{sd} : せん断補強鉄筋が分担するせん断耐力

$$V_{cd} = \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_n \cdot \beta_a \cdot f_{vcd} \cdot b_w \cdot d / \gamma_{bc}$$

$$f_{vcd} = 0.20^3 \sqrt{f_{cd}} \quad \text{ただし, } f_{vcd} > 0.72(\text{N/mm}^2) \text{ となる場合は } f_{vcd} = 0.72(\text{N/mm}^2)$$

$$\beta_d = \sqrt[4]{1/d} \quad (d[\text{m}]) \quad \text{ただし, } \beta_d > 1.5 \text{ となる場合は } \beta_d = 1.5$$

$$\beta_p = \sqrt[3]{100p_v} \quad \text{ただし, } \beta_p > 1.5 \text{ となる場合は } \beta_p = 1.5$$

$$\beta_n = 1 + 2M_0 / M_{ud} \quad (N_d \geq 0) \quad \text{ただし, } \beta_n > 2.0 \text{ となる場合は } \beta_n = 2.0$$

$$= 1 + 4M_0 / M_{ud} \quad (N_d < 0) \quad \text{ただし, } \beta_n < 0 \text{ となる場合は } \beta_n = 0$$

$$\beta_a = 1$$

ここで、

f'_{cd} : コンクリート圧縮強度の設計用値(N/mm^2)で設計基準強度 f_{ck} を材料係数
 γ_{mc} で除したもの

P_v : 引張鉄筋比 $p_v = A_s / (b_w \cdot d)$

A_s : 引張側鋼材の断面積

b_w : 部材の有効幅

d : 部材の有効高さ

N'_d : 設計軸圧縮力

M_{ud} : 軸方向力を考慮しない純曲げ耐力

M_0 : M_d に対する引張縁において、軸方向力によって発生する応力を打ち消す
のに必要なモーメント (デコンプレッションモーメント) $M_0 = N'_d \cdot D / 6$

D : 断面高さ

a/d : せん断スパン比

γ_{bc} : 部材係数

γ_{mc} : 材料係数

$$V_{sd} = \{A_w f_{wyd} (\sin \alpha + \cos \alpha) / s \} Z / \gamma_{bs}$$

ここで、

A_w : 区間 s におけるせん断補強筋の総断面積

f_{wyd} : せん断補強筋の降伏強度の材料係数 γ_{ms} で除したもので、 $400\text{N}/\text{mm}^2$ 以下とする。ただし、コンクリートの圧縮強度の特性値 f'_{ck} が $60\text{N}/\text{mm}^2$ 以上の時は、 $800\text{N}/\text{mm}^2$ 以下としてよい。

α : せん断補強筋と部材軸のなす角度

s : せん断補強筋の配置間隔

z : 圧縮応力の合力の作用位置から引張鋼材図心までの距離で、 $d/1.15$ とする。

γ_{bs} : 部材係数

γ_{ms} : 材料係数

(2) PHb によりせん断補強された部材のせん断耐力式

取水槽において後施工せん断補強（ポストヘッドバー（PHb））を配置した構造部材のせん断耐力については、「建設技術審査証明報告書 技術名称 後施工プレート定着型せん断補強鉄筋「Post-Head-bar」，一般財団法人土木研究センター」（以下「建設技術証明書」という。）に示されている以下の設計式により求める。

$$V_{pyd} = V_{cd} + V_{sd} + V_{phb}$$

$$V_{phb} = \beta_{aw} \cdot V_{awd} = \beta_{aw} \{ A_{aw} f_{awyd} (\sin \alpha_{aw} + \cos \alpha_{aw}) / S_{aw} \} Z / \gamma_b$$

$$\beta_{aw} = 1 - I_y \{ 2 \cdot (d - d') \} \quad \text{ただし,} \quad \beta_{aw} \leq 0.9$$

ここで、

V_{cd} : せん断補強鋼材を用いない RC 部材の単位長さ当たりのせん断耐力

V_{sd} : 既存のせん断補強鋼材により受け持たれる壁部材の単位幅当たりのせん断耐力

V_{phb} : PHb により受け持たれる RC 部材の単位長さ当たりのせん断耐力

V_{awd} : PHb を通常のスターラップと見なして求められる単位長さ当たりのせん断耐力

β_{aw} : PHb のせん断耐力の向上への有効性を示す係数

A_{aw} : 単位長さ当たりの区間 S_{aw} における PHb の総断面積

f_{awyd} : PHb の設計降伏強度で $400\text{N}/\text{mm}^2$ 以下とする。

α_{aw} : PHb が部材軸となす角度

S_{aw} : PHb の配置間隔

z : 圧縮応力の合力の作用位置から引張鋼材図心までの距離で一般に $d/1.15$ としてよい。

γ_b : 部材係数（一般に 1.10 としてよい）

I_y : PHb の埋込側に必要な定着長

$d-d'$: 補強対象部材の圧縮鉄筋と引張鉄筋の間隔（ $d-d' \geq I_y$ ）

PHb が負担するせん断耐力は、先端型定着体の定着長が $3.5D \sim 5.5D$ であることから、通常のせん断鉄筋に比べ補強効率が低下する。PHb が負担するせん断耐力は同定着長と補強対象部材の主鉄筋間隔から算出される有効率 β_{aw} を通常のせん断補強鉄筋の負担分に乗じることにより考慮されている。図 5-60 に有効率算定における概念図を示す。

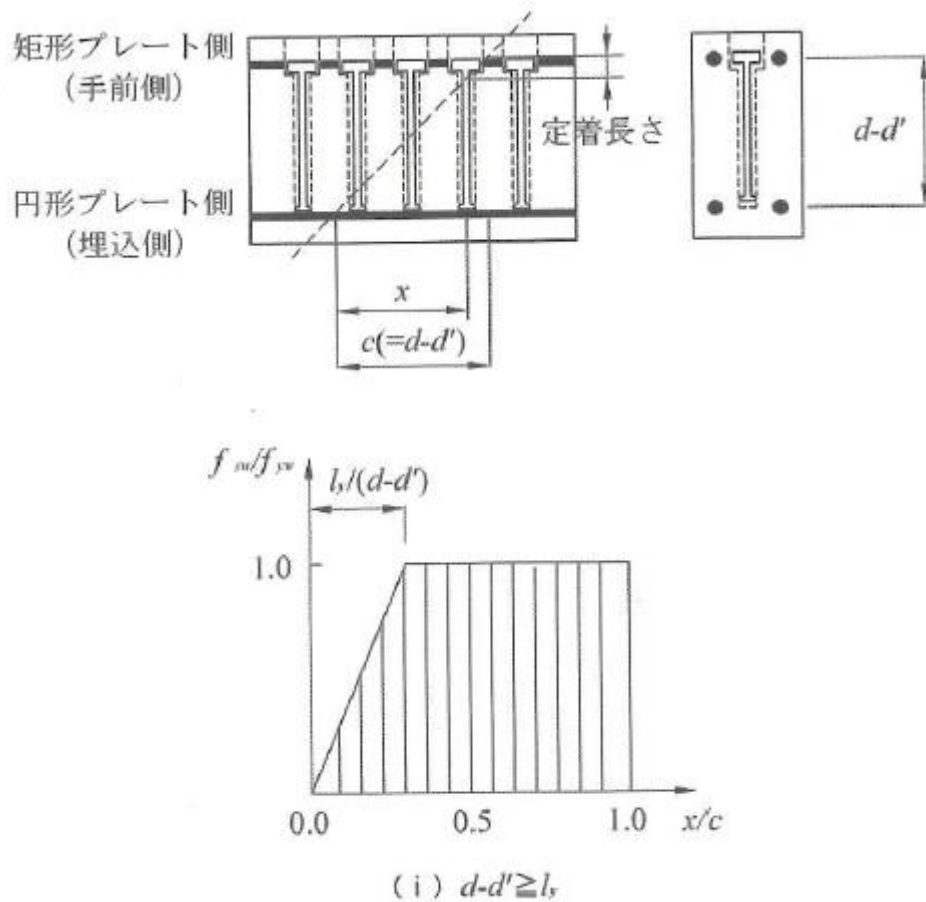


図 5-60 ポストヘッドバー (PHb) の有効率算定の概念図

なお、設計上の保守的な配慮として、ポストヘッドバー (PHb) によるせん断補強を配置する場合は、対象とする構造部材の主鉄筋の降伏以下の場合に適用することとし、せん断破壊に対する照査値は 0.80 程度とする。

また、面内せん断ひずみを 2000μ 未満とする。

5.2.3 壁部材の面内せん断に対する許容限界

壁部材の面内せん断に対する許容限界は、「J E A G 4 6 0 1 -1987」に基づき、面内せん断ひずみ 2000μ ($2/1000$) を許容限界とする。

「J E A G 4 6 0 1 -1987」において、限界せん断ひずみ 2000μ ($2/1000$) は、耐震壁の終局耐力に相当する面内せん断ひずみ 4000μ ($4/1000$) に余裕を見込んだ許容限界として規定されている。

壁部材の面内せん断照査に用いる照査用面内せん断ひずみは、3次元構造解析により得られた面内せん断ひずみに安全係数（構造解析係数）1.2 を乗じることにより、面内せん断破壊に対して安全余裕を見込んだ評価を実施する。

各要求機能について、止水機能を損わないことの確認においては、面内せん断ひずみが「J E A G 4 6 0 1 -1987」で規定されているスケルトンカーブの第一折点 (γ_1) を下回る場合は、水密性に影響のあるひび割れは生じないと考えられる（図 5-61 参照）。

「5.2.1 曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界」で示す許容限界を下回る場合、おおむね弾性範囲に収まっており、顕著な漏水は発生しないと評価できる。なお、面内せん断ひずみが γ_1 を超過する場合においては、念のため漏水量の算定を行う。

また、図 5-54～図 5-59 に示す PHb 工法を適用する部材について、PHb 工法は面内せん断ひずみが 2000μ までの範囲内において使用することから、面内せん断ひずみが 2000μ を下回ることを確認する。

$$\gamma_i \cdot \frac{\gamma_d}{\gamma_R} < 1.0$$

ここで、

γ_i : 構造部材係数 ($\gamma_i = 1.0$)

$$\gamma_d = \gamma_a \cdot \varepsilon$$

γ_a : 構造解析係数 ($\gamma_a = 1.2$)

γ : 発生する面内せん断ひずみ

γ_R : せん断ひずみ度に関する許容限界の目安値

$$\gamma_R = \gamma_u / 2.0$$

γ_u : 終局せん断ひずみ度で 4.0×10^{-3}

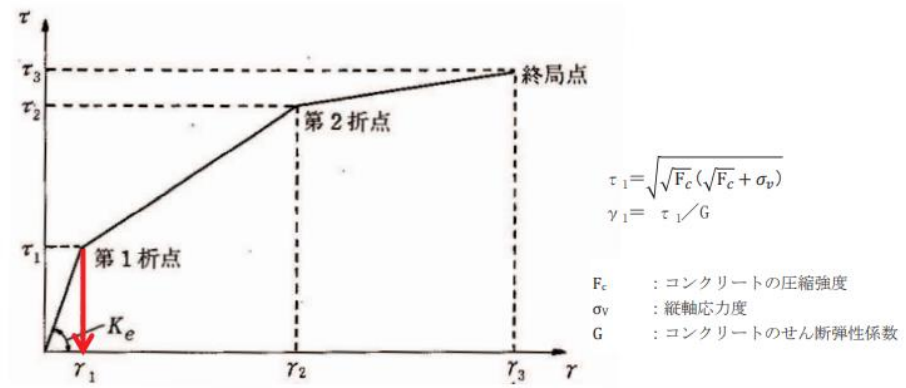


図 5-61 耐震壁のトリリニア・スケルトンカーブ ($\tau - \gamma$ 関係) と評価式

5.2.4 基礎地盤の支持性能に対する許容限界

(1) 支持地盤

取水槽のA-A断面～C-C断面の地質図を図5-62～図5-64に示す。A-A断面については取水槽の直下にC_M級岩盤が、B-B断面及びC-C断面については取水槽の直下にC_L級岩盤及びC_M級岩盤が分布している。

支持地盤に発生する接地圧に対する許容限界は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、C_L級岩盤の極限支持力度とする。支持地盤の接地圧に対する許容限界を表5-3に示す。

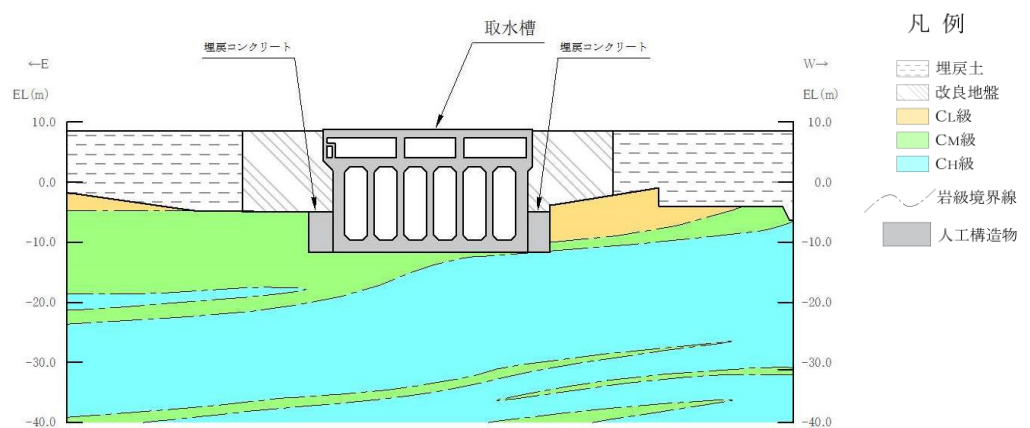


図5-62 地質断面図 (A-A断面)

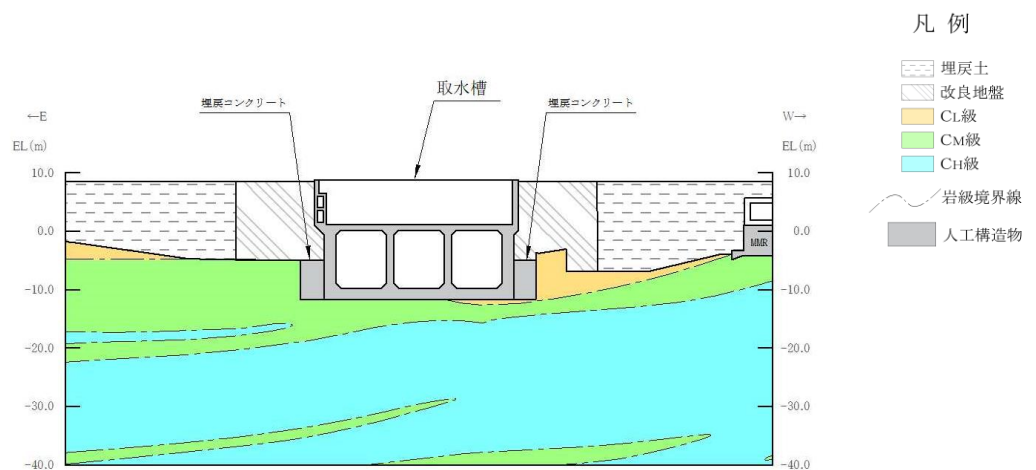


図5-63 地質断面図 (B-B断面)

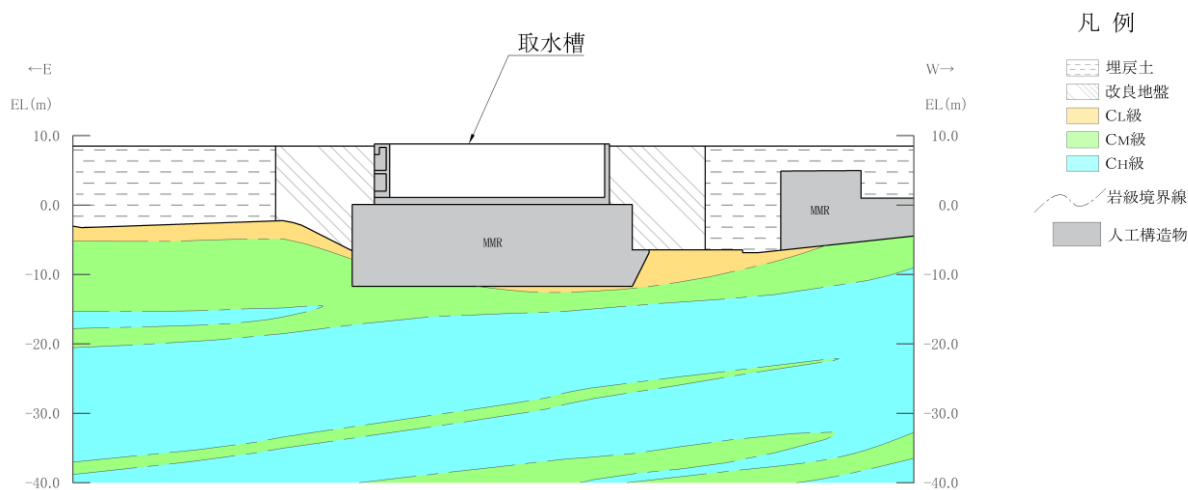


図 5-64 地質断面図 (C-C断面)

表 5-3 支持地盤の支持性能に対する許容限界

評価項目	基礎地盤	許容限界 (N/mm^2)
極限支持力度	C _L 級岩盤	3.9

(2) MMR

a. 接地圧に対する許容限界

取水槽のD-D断面の地質を図5-65に示す。MMRに発生する接地圧に対する許容限界は、「コンクリート標準示方書2002」に基づき、コンクリートの支圧強度とする。MMRの接地圧に対する許容限界を表5-4に示す。

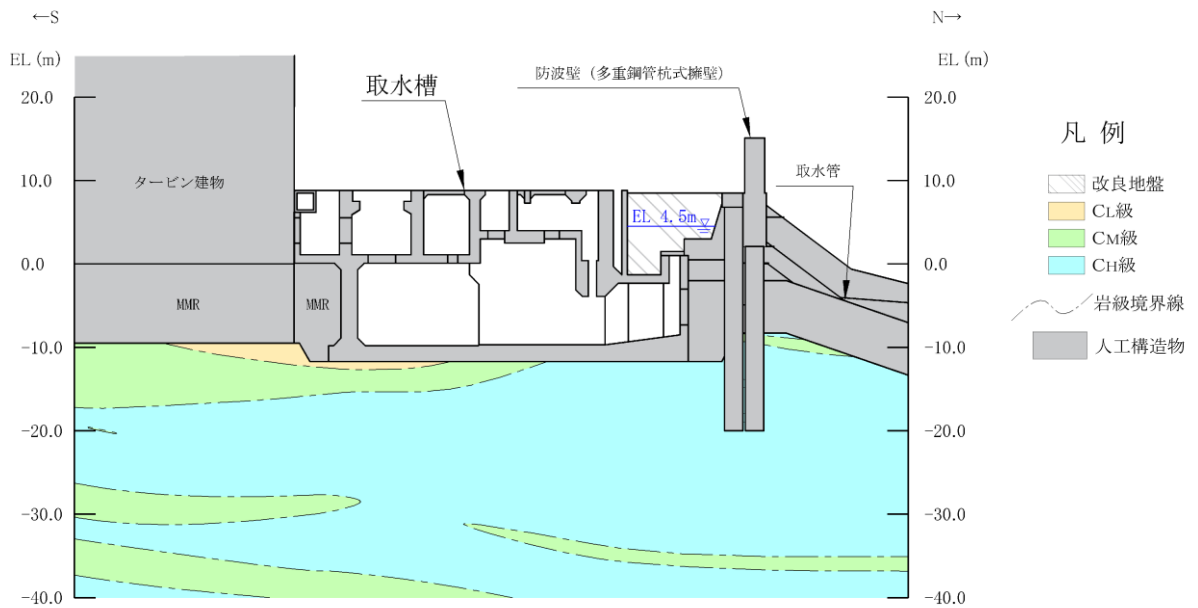


図5-65 地質断面図 (D-D断面)

表5-4 MMRの支持性能に対する許容限界

評価項目	MMR	許容限界 (N/mm^2)
支圧強度	コンクリート ($f'_{ck}=15.6(N/mm^2)$)	$f'_{ck}=15.6$
	コンクリート ($f'_{ck}=18.0(N/mm^2)$)	$f'_{ck}=18.0$

b. 健全性に対する許容限界

MMRの健全性に対する許容限界は、「補足-026-01 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」に基づき、表 5-5 に示すせん断強度及び引張強度とする。

表 5-5 MMRのせん断強度及び引張強度

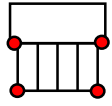
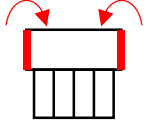
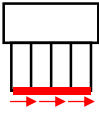
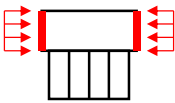
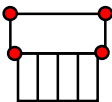
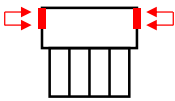
	評価項目	算定式	許容限界 (N/mm ²)
MMR $f'_{ck} = 15.6$ (N/mm ²)	せん断強度	$1/5 f'_{ck}$	3.12
	引張強度	$0.23 f'_{ck}^{2/3}$	1.44
MMR $f'_{ck} = 18.0$ (N/mm ²)	せん断強度	$1/5 f'_{ck}$	3.60
	引張強度	$0.23 f'_{ck}^{2/3}$	1.58

6. 評価結果

6.1 地震応答解析結果

地震応答解析結果として，表 6-1 で設定した「照査時刻に対する各照査時刻における荷重抽出時刻の算定結果」，「作用荷重分布図」及び「最大せん断ひずみ分布」を記載する。

表 6-1 照査時刻の考え方 (1 断面当たり*)

照査時刻	損傷モード	着目部位		荷重抽出時刻	抽出する応答値
時刻 1	曲げ・軸力系の破壊	壁 (面外)		下部構造における頂底板間の層間変位が最大となる時刻	中部 2 節点, 下部 2 節点の応答変位を用いて回転成分を除去した層間変位
時刻 2	曲げ・軸力系の破壊	壁 (面外)		上部構造における各側壁の転倒曲げモーメントが最大となる時刻	(上部構造に隣接する側面地盤水平土圧+上部構造側壁の慣性力)×上部構造のアーム長の積算値
時刻 3					
時刻 4	せん断破壊 (面外)	壁 (面外)		総水平荷重が最大となる時刻	底面地盤せん断応力の積算値
時刻 5	せん断破壊 (面外)	壁 (面外)		上部構造における各側壁の水平荷重が最大となる時刻	上部構造に隣接する側面地盤水平土圧と上部構造側壁の慣性力の積算値
時刻 6					
時刻 7	せん断破壊 (面内)	壁 (面内)		面部材の層間変位が最大となる時刻	上部 2 節点, 中部 2 節点の応答変位を用いて回転成分を除去した層間変位
時刻 8	曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊 (面外)	壁 (面外)		上部構造における各側壁の上部荷重が最大となる時刻	上部構造に隣接する側面地盤の上半分の水平土圧と側壁の慣性力の積算値
時刻 9					

注記* : 除じん機エリア及び海水ポンプエリアは時刻 1~時刻 9, ストレーナエリアは時刻 2~時刻 9 を選定しており, 地震動 1 波当たり 26 時刻の照査を行う。

6.1.1 各照査時刻における荷重抽出時刻の算定結果

(1) 下部構造における頂底版間の層間変位が最大となる時刻（時刻①）

地震応答解析結果のうち、下部構造における頂底版間の最大層間変位の算定結果を表 6-2 及び表 6-3 に示す。

表 6-2 頂底版間の最大層間変位の算定結果（除じん機エリア着目）

解析 ケース	地震動		最大層間変位 (mm)	時刻 (s)		
				除じん機 エリア	海水ポンプ エリア	ストレーナ エリア
①	S s - D	++	-4.58	30.72	30.71	30.71
		-+	4.57	30.72	30.71	30.71
		+-	-4.62	30.72	30.71	30.71
		--	4.61	30.72	30.71	30.71
	S s - F 1	++	4.23	7.91	7.91	7.91
	S s - F 2	++	3.80	15.61	15.60	15.60
	S s - N 1	++	3.98	7.52	7.51	7.51
		-+	-3.98	7.52	7.51	7.51
	S s - N 2 (NS)	++	3.24	24.98	24.98	24.98
		-+	-3.24	24.98	24.98	24.98
	S s - N 2 (EW)	++	2.97	25.95	25.95	25.95
		-+	-2.97	25.95	25.95	25.95
②	S s - D	++	-4.58	30.72	30.71	30.71
		-+	4.60	30.72	30.71	30.71
③	S s - D	++	-4.59	30.72	30.71	30.71
		-+	4.58	30.72	30.71	30.71
④	S s - D	++	-5.91	8.94	9.04	9.04
		-+	5.92	8.94	8.93	8.93
⑤	S s - D	++	-5.92	8.94	9.04	9.04
		-+	5.93	8.94	8.93	8.93

表 6-3 頂底版間の最大層間変位の算定結果（海水ポンプエリア着目）

解析 ケース	地震動		最大層間変位 (mm)	時刻 (s)		
				除じん機 エリア	海水ポンプ エリア	ストレーナ エリア
①	S s - D	++	-2.70	30.72	30.71	30.71
		-+	2.68	30.72	30.71	30.71
		+-	-2.70	30.72	30.71	30.71
		--	2.70	30.72	30.71	30.71
	S s - F 1	++	2.43	7.91	7.91	7.91
	S s - F 2	++	2.35	15.61	15.60	15.60
	S s - N 1	++	2.25	7.52	7.51	7.51
		-+	-2.25	7.52	7.51	7.51
	S s - N 2 (NS)	++	1.92	24.98	24.98	24.98
		-+	-1.92	24.98	24.98	24.98
	S s - N 2 (EW)	++	-1.70	24.42	24.42	24.42
		-+	1.70	24.42	24.42	24.42
②	S s - D	++	-2.68	30.72	30.71	30.71
		-+	2.67	30.72	30.71	30.71
③	S s - D	++	-2.70	30.72	30.71	30.71
		-+	2.69	30.72	30.71	30.71
④	S s - D	++	-3.09	8.66	8.56	8.56
		-+	3.09	8.57	8.56	8.56
⑤	S s - D	++	-3.08	8.66	8.56	8.56
		-+	3.05	8.57	8.56	8.56

- (2) 上部構造における左側壁の転倒曲げモーメントが最大となる時刻（時刻②）
地震応答解析結果のうち，上部構造における左側壁の最大転倒モーメントの算定結果を表 6-4～表 6-6 に示す。

表 6-4 上部構造における左側壁の最大転倒モーメント（除じん機エリア着目）

解析 ケース	地震動		最大転倒 モーメント (kN・m)	時刻 (s)		
				除じん機 エリア	海水ポンプ エリア	ストレーナ エリア
①	S s - D	++	31,047	25.82	25.81	25.80
		-+	27,700	30.72	30.72	30.71
		+-	26,744	25.82	25.82	25.80
		--	29,190	25.74	25.75	25.74
	S s - F 1	++	19,316	7.94	7.92	7.90
	S s - F 2	++	16,098	15.63	15.60	15.61
	S s - N 1	++	18,343	7.52	7.62	7.62
		-+	16,108	7.41	7.42	7.42
	S s - N 2 (NS)	++	20,048	25.00	24.99	24.99
		-+	20,529	24.39	24.39	24.39
	S s - N 2 (EW)	++	19,489	25.71	25.71	25.70
		-+	17,829	24.44	24.44	24.43
②	S s - D	++	30,328	25.82	25.81	25.80
		-+	30,900	30.73	30.72	30.71
③	S s - D	++	32,456	25.82	25.81	25.80
		-+	28,129	30.72	30.72	30.71
④	S s - D	++	21,558	13.30	13.20	13.29
		-+	28,971	8.58	8.57	8.57
⑤	S s - D	++	20,716	13.30	13.20	13.29
		-+	28,214	8.59	8.57	8.57

表 6-5 上部構造における左側壁の最大転倒モーメント（海水ポンプエリア着目）

解析 ケース	地震動		最大転倒 モーメント (kN・m)	時刻 (s)		
				除じん機 エリア	海水ポンプ エリア	ストレーナ エリア
①	S s - D	++	115,518	25.82	25.81	25.80
		-+	107,522	30.72	30.72	30.71
		+-	95,780	10.28	10.27	10.25
		--	107,390	8.96	8.95	8.95
	S s - F 1	++	82,419	7.94	7.92	7.90
	S s - F 2	++	70,512	15.63	15.60	15.61
	S s - N 1	++	85,363	7.63	7.63	7.63
		-+	66,686	7.41	7.42	7.42
	S s - N 2 (NS)	++	86,038	25.00	24.99	24.99
		-+	87,440	24.39	24.39	24.39
	S s - N 2 (EW)	++	68,798	26.08	26.07	26.07
		-+	69,416	24.44	24.44	24.43
②	S s - D	++	113,319	25.82	25.81	25.80
		-+	111,813	30.73	30.72	30.71
③	S s - D	++	116,030	25.82	25.81	25.80
		-+	110,040	30.72	30.72	30.71
④	S s - D	++	108,183	10.61	10.61	10.53
		-+	135,985	8.58	8.57	8.57
⑤	S s - D	++	107,263	10.29	10.27	10.25
		-+	134,960	8.59	8.57	8.57

表 6-6 上部構造における左側壁の最大転倒モーメント（ストレーナエリア着目）

解析 ケース	地震動		最大転倒 モーメント (kN・m)	時刻 (s)		
				除じん機 エリア	海水ポンプ エリア	ストレーナ エリア
①	S s - D	++	39,043	19.18	19.19	19.18
		-+	43,799	8.97	8.96	8.95
		+-	37,677	25.82	25.82	25.80
		--	44,287	8.96	8.95	8.95
	S s - F 1	++	30,706	7.94	7.92	7.90
	S s - F 2	++	30,463	15.63	15.60	15.61
	S s - N 1	++	32,723	7.63	7.63	7.63
		-+	27,064	7.41	7.42	7.42
	S s - N 2 (NS)	++	32,442	25.00	24.99	24.99
		-+	34,743	24.39	24.39	24.39
	S s - N 2 (EW)	++	28,029	26.08	26.07	26.07
		-+	29,376	24.44	24.44	24.43
②	S s - D	++	43,319	25.82	25.81	25.80
		-+	43,719	8.97	8.96	8.95
③	S s - D	++	42,699	25.82	25.81	25.80
		-+	43,624	8.97	8.96	8.95
④	S s - D	++	57,247	25.80	25.80	25.80
		-+	67,848	30.72	30.70	30.70
⑤	S s - D	++	57,333	25.80	25.80	25.80
		-+	58,818	30.72	30.70	30.70

- (3) 上部構造における右側壁の転倒曲げモーメントが最大となる時刻（時刻③）
地震応答解析結果のうち，上部構造における右側壁の最大転倒モーメントの算定結果を表 6-7～表 6-9 に示す。

表 6-7 上部構造における右側壁の最大転倒モーメント（除じん機エリア着目）

解析 ケース	地震動		最大転倒 モーメント (kN・m)	時刻 (s)		
				除じん機 エリア	海水ポンプ エリア	ストレーナ エリア
①	S s - D	++	50,054	30.73	30.72	30.71
		-+	38,552	28.30	28.30	28.29
		+-	45,201	8.58	8.58	8.58
		--	39,095	10.27	10.26	10.25
	S s - F 1	++	26,853	8.17	8.16	8.15
	S s - F 2	++	26,764	15.43	15.43	15.43
	S s - N 1	++	25,315	7.33	7.42	7.41
		-+	36,062	7.52	7.52	7.62
	S s - N 2 (NS)	++	32,804	24.39	24.39	24.38
		-+	33,584	24.99	24.99	24.98
S s - N 2 (EW)	++	27,062	24.44	24.43	24.43	
	-+	27,567	25.96	25.96	26.06	
②	S s - D	++	50,857	30.73	30.72	30.71
		-+	40,219	28.30	28.30	28.29
③	S s - D	++	49,814	30.73	30.72	30.71
		-+	38,308	28.30	28.30	28.29
④	S s - D	++	52,096	8.58	8.57	8.57
		-+	33,069	19.18	19.18	19.17
⑤	S s - D	++	51,547	8.58	8.57	8.57
		-+	32,654	19.18	19.18	19.17

表 6-8 上部構造における右側壁の最大転倒モーメント（海水ポンプエリア着目）

解析 ケース	地震動		最大転倒 モーメント (kN・m)	時刻 (s)		
				除じん機 エリア	海水ポンプ エリア	ストレーナ エリア
①	S s - D	++	152,123	30.73	30.72	30.71
		-+	138,256	25.82	25.81	25.80
		+-	136,579	8.58	8.58	8.58
		--	124,219	10.27	10.26	10.25
	S s - F 1	++	81,067	7.83	7.83	7.82
	S s - F 2	++	86,099	15.43	15.43	15.43
	S s - N 1	++	76,166	7.33	7.42	7.41
		-+	104,727	7.52	7.52	7.62
	S s - N 2 (NS)	++	104,761	24.39	24.39	24.38
		-+	106,885	24.99	24.99	24.98
	S s - N 2 (EW)	++	80,748	24.44	24.43	24.43
		-+	86,238	25.72	25.71	25.70
②	S s - D	++	150,272	30.73	30.72	30.71
		-+	137,213	25.82	25.81	25.80
③	S s - D	++	151,645	30.73	30.72	30.71
		-+	121,440	25.82	25.81	25.80
④	S s - D	++	157,703	8.58	8.57	8.57
		-+	127,918	25.80	25.80	25.80
⑤	S s - D	++	158,590	8.58	8.57	8.57
		-+	124,943	25.80	25.80	25.80

表 6-9 上部構造における右側壁の最大転倒モーメント（ストレーナエリア着目）

解析 ケース	地震動		最大転倒 モーメント (kN・m)	時刻 (s)		
				除じん機 エリア	海水ポンプ エリア	ストレーナ エリア
①	S s - D	++	51,389	30.73	30.72	30.71
		-+	45,205	19.18	19.18	19.18
		+-	50,250	8.95	8.95	8.94
		--	44,234	25.82	25.81	25.80
	S s - F 1	++	29,544	8.17	8.16	8.15
	S s - F 2	++	32,438	15.43	15.43	15.43
	S s - N 1	++	29,534	7.33	7.42	7.41
		-+	36,805	7.53	7.63	7.63
	S s - N 2 (NS)	++	38,512	24.39	24.39	24.38
		-+	37,460	24.99	24.99	24.98
	S s - N 2 (EW)	++	32,536	24.44	24.43	24.43
		-+	31,748	24.87	24.87	24.86
②	S s - D	++	51,320	30.73	30.72	30.71
		-+	47,335	25.82	25.81	25.80
③	S s - D	++	51,635	30.73	30.72	30.71
		-+	48,844	25.82	25.81	25.80
④	S s - D	++	75,336	30.72	30.71	30.70
		-+	68,273	25.80	25.80	25.80
⑤	S s - D	++	64,531	30.72	30.71	30.70
		-+	65,719	25.80	25.80	25.80

(4) 総水平荷重が最大となる時刻（時刻④）

地震応答解析結果のうち，最大総水平荷重の算定結果を表 6-10～表 6-12 に示す。

表 6-10 最大総水平荷重（除じん機エリア着目）

解析 ケース	地震動		最大水平荷重 (kN)	時刻 (s)		
				除じん機 エリア	海水ポンプ エリア	ストレーナ エリア
①	S s - D	++	120,639	8.56	8.56	8.57
		-+	-120,860	8.56	8.56	8.57
		+-	124,560	8.93	8.93	8.94
		--	-124,375	8.93	8.93	8.94
	S s - F 1	++	-117,223	7.91	7.90	7.90
	S s - F 2	++	-102,884	15.60	15.60	15.60
	S s - N 1	++	-126,283	7.51	7.51	7.50
		-+	126,065	7.51	7.51	7.50
	S s - N 2 (NS)	++	-95,406	24.96	24.97	24.97
		-+	95,282	24.96	24.97	24.97
S s - N 2 (EW)	++	-91,050	25.94	25.94	25.95	
	-+	91,216	25.94	25.94	25.95	
②	S s - D	++	120,643	8.56	8.56	8.57
		-+	-120,863	8.56	8.56	8.57
③	S s - D	++	120,580	8.56	8.56	8.57
		-+	-120,790	8.56	8.56	8.57
④	S s - D	++	114,124	8.55	8.55	8.55
		-+	-113,770	8.55	8.55	8.55
⑤	S s - D	++	113,579	8.55	8.55	8.55
		-+	-113,182	8.55	8.54	8.55

表 6-11 最大総水平荷重 (海水ポンプエリア着目)

解析 ケース	地震動		最大水平荷重 (kN)	時刻 (s)		
				除じん機 エリア	海水ポンプ エリア	ストレーナ エリア
①	S s - D	++	133,745	8.56	8.56	8.57
		-+	-133,654	8.56	8.56	8.57
		+-	123,726	8.93	8.93	8.94
		--	-123,765	30.72	30.71	30.70
	S s - F 1	++	-118,087	7.91	7.90	7.90
	S s - F 2	++	-112,610	15.60	15.60	15.60
	S s - N 1	++	-125,421	7.51	7.51	7.50
		-+	124,757	7.51	7.51	7.50
	S s - N 2 (NS)	++	-104,222	24.96	24.97	24.97
		-+	103,950	24.96	24.97	24.97
	S s - N 2 (EW)	++	90,031	24.41	24.41	24.41
		-+	-92,384	24.41	24.41	24.41
②	S s - D	++	133,913	8.56	8.56	8.57
		-+	-133,789	8.56	8.56	8.57
③	S s - D	++	133,686	8.56	8.56	8.57
		-+	-133,568	8.56	8.56	8.57
④	S s - D	++	137,829	8.55	8.55	8.55
		-+	-127,515	8.55	8.55	8.55
⑤	S s - D	++	135,961	8.55	8.55	8.55
		-+	-128,980	8.55	8.54	8.55

表 6-12 最大総水平荷重（ストレーナエリア着目）

解析 ケース	地震動		最大水平荷重 (kN)	時刻 (s)		
				除じん機 エリア	海水ポンプ エリア	ストレーナ エリア
①	S s - D	++	41,800	8.56	8.56	8.57
		-+	-41,800	8.56	8.56	8.57
		+-	41,813	8.57	8.56	8.57
		--	-41,813	8.57	8.56	8.57
	S s - F 1	++	-35,355	7.91	7.90	7.90
	S s - F 2	++	-37,874	15.60	15.60	15.60
	S s - N 1	++	-33,381	7.51	7.51	7.50
		-+	33,380	7.51	7.51	7.50
	S s - N 2 (NS)	++	-29,663	24.96	24.97	24.97
		-+	29,664	24.96	24.97	24.97
	S s - N 2 (EW)	++	26,672	24.41	24.41	24.41
		-+	-26,672	24.41	24.41	24.41
②	S s - D	++	41,829	8.56	8.56	8.57
		-+	-41,830	8.56	8.56	8.57
③	S s - D	++	41,745	8.56	8.56	8.57
		-+	-41,745	8.56	8.56	8.57
④	S s - D	++	44,079	8.55	8.55	8.55
		-+	-43,639	8.55	8.55	8.55
⑤	S s - D	++	43,941	8.55	8.55	8.55
		-+	-43,943	8.55	8.54	8.55

(5) 上部構造における左側壁の水平荷重が最大となる時刻（時刻⑤）

地震応答解析結果のうち，上部構造における左側壁の最大水平荷重の算定結果を表 6-13～表 6-15 に示す。

表 6-13 上部構造における左側壁の最大水平荷重（除じん機エリア着目）

解析 ケース	地震動		最大水平荷重 (kN)	時刻 (s)		
				除じん機 エリア	海水ポンプ エリア	ストレーナ エリア
①	S s - D	++	21,006	25.82	25.81	25.80
		-+	24,261	30.73	30.72	30.71
		+-	19,534	10.27	10.27	10.25
		--	21,976	30.72	30.73	30.71
	S s - F 1	++	18,311	7.91	7.92	7.90
	S s - F 2	++	14,554	15.61	15.60	15.60
	S s - N 1	++	17,755	7.52	7.62	7.62
		-+	12,702	7.33	7.42	7.41
	S s - N 2 (NS)	++	16,865	24.99	24.99	24.99
		-+	16,904	24.39	24.39	24.38
S s - N 2 (EW)	++	15,043	25.71	25.71	25.70	
	-+	14,488	24.44	24.44	24.43	
②	S s - D	++	20,647	25.82	25.81	25.80
		-+	25,140	30.73	30.72	30.71
③	S s - D	++	21,413	25.82	25.81	25.80
		-+	24,183	30.73	30.72	30.71
④	S s - D	++	17,983	19.18	19.18	19.17
		-+	22,980	8.58	8.57	8.57
⑤	S s - D	++	17,713	19.18	19.18	19.17
		-+	22,261	8.58	8.57	8.57

表 6-14 上部構造における左側壁の最大水平荷重（海水ポンプエリア着目）

解析 ケース	地震動		最大水平荷重 (kN)	時刻 (s)		
				除じん機 エリア	海水ポンプ エリア	ストレーナ エリア
①	S s - D	++	32,823	25.82	25.81	25.80
		-+	33,854	30.73	30.72	30.71
		+-	30,148	10.27	10.27	10.25
		--	32,734	8.59	8.59	8.58
	S s - F 1	++	26,126	7.91	7.92	7.90
	S s - F 2	++	22,056	15.61	15.60	15.60
	S s - N 1	++	27,740	7.53	7.63	7.62
		-+	20,730	7.33	7.42	7.41
	S s - N 2 (NS)	++	26,354	24.99	24.99	24.99
		-+	26,107	24.39	24.39	24.38
	S s - N 2 (EW)	++	23,479	25.71	25.71	25.70
		-+	21,699	24.44	24.44	24.43
②	S s - D	++	32,630	25.82	25.81	25.80
		-+	34,780	30.73	30.72	30.71
③	S s - D	++	33,086	25.82	25.81	25.80
		-+	34,385	30.73	30.72	30.71
④	S s - D	++	34,538	14.67	14.67	14.67
		-+	39,188	8.58	8.57	8.57
⑤	S s - D	++	33,243	14.67	14.67	14.66
		-+	39,406	8.58	8.57	8.57

表 6-15 上部構造における左側壁の最大水平荷重（ストレナーナエリア着目）

解析 ケース	地震動		最大水平荷重 (kN)	時刻 (s)		
				除じん機 エリア	海水ポンプ エリア	ストレナー エリア
①	S s - D	++	12,601	25.82	25.81	25.80
		-+	14,351	30.73	30.72	30.71
		+-	12,342	25.82	25.82	25.80
		--	14,359	8.95	8.95	8.95
	S s - F 1	++	10,821	7.91	7.92	7.90
	S s - F 2	++	10,388	15.61	15.60	15.60
	S s - N 1	++	10,869	7.52	7.63	7.62
		-+	8,692	7.33	7.42	7.41
	S s - N 2 (NS)	++	10,587	24.99	24.99	24.99
		-+	10,975	24.39	24.39	24.38
	S s - N 2 (EW)	++	9,266	25.71	25.71	25.70
		-+	9,597	24.44	24.44	24.43
②	S s - D	++	13,557	25.82	25.81	25.80
		-+	14,504	30.73	30.72	30.71
③	S s - D	++	13,468	25.82	25.81	25.80
		-+	14,414	30.73	30.72	30.71
④	S s - D	++	17,227	25.80	25.80	25.80
		-+	17,315	8.58	8.57	8.57
⑤	S s - D	++	17,374	25.80	25.80	25.80
		-+	17,163	8.58	8.57	8.57

(6) 上部構造における右側壁の水平荷重が最大となる時刻（時刻⑥）

地震応答解析結果のうち，上部構造における右側壁の最大水平荷重の算定結果を表 6-16～表 6-18 に示す。

表 6-16 上部構造における右側壁の最大水平荷重（除じん機エリア着目）

解析 ケース	地震動		最大水平荷重 (kN)	時刻 (s)		
				除じん機 エリア	海水ポンプ エリア	ストレーナ エリア
①	S s - D	++	27,031	30.73	30.72	30.71
		-+	20,976	28.30	28.30	28.29
		+-	24,721	8.58	8.58	8.58
		--	21,749	10.27	10.26	10.25
	S s - F 1	++	15,396	8.17	8.17	8.15
	S s - F 2	++	14,630	15.43	15.42	15.43
	S s - N 1	++	14,037	7.32	7.42	7.41
		-+	20,371	7.52	7.52	7.51
	S s - N 2 (NS)	++	17,686	24.39	24.39	24.38
		-+	18,455	24.99	24.99	24.98
S s - N 2 (EW)	++	15,028	25.51	25.50	25.49	
	-+	15,177	25.96	25.96	26.06	
②	S s - D	++	27,284	30.73	30.72	30.71
		-+	21,875	28.30	28.30	28.29
③	S s - D	++	26,867	30.73	30.72	30.71
		-+	21,209	28.30	28.30	28.29
④	S s - D	++	30,478	8.57	8.57	8.57
		-+	22,524	19.18	19.18	19.17
⑤	S s - D	++	30,186	8.57	8.57	8.57
		-+	22,250	19.18	19.18	19.17

表 6-17 上部構造における右側壁の最大水平荷重（海水ポンプエリア着目）

解析 ケース	地震動		最大水平荷重 (kN)	時刻 (s)		
				除じん機 エリア	海水ポンプ エリア	ストレーナ エリア
①	S s - D	++	43,694	30.73	30.72	30.71
		-+	38,273	25.82	25.81	25.80
		+-	39,551	8.58	8.58	8.58
		--	36,977	10.27	10.26	10.25
	S s - F 1	++	24,849	7.83	7.83	7.82
	S s - F 2	++	25,269	15.43	15.42	15.43
	S s - N 1	++	22,996	7.32	7.42	7.41
		-+	32,058	7.53	7.63	7.62
	S s - N 2 (NS)	++	30,293	24.39	24.39	24.38
		-+	31,280	24.99	24.99	24.98
	S s - N 2 (EW)	++	24,576	24.43	24.43	24.42
		-+	27,936	25.72	25.71	25.70
②	S s - D	++	43,313	30.73	30.72	30.71
		-+	38,093	25.82	25.81	25.80
③	S s - D	++	43,903	30.73	30.72	30.71
		-+	35,982	25.82	25.81	25.80
④	S s - D	++	42,420	8.57	8.57	8.57
		-+	37,134	25.80	25.80	25.80
⑤	S s - D	++	42,877	8.57	8.57	8.57
		-+	36,587	25.80	25.80	25.80

表 6-18 上部構造における右側壁の最大水平荷重（ストレナーナエリア着目）

解析 ケース	地震動		最大水平荷重 (kN)	時刻 (s)		
				除じん機 エリア	海水ポンプ エリア	ストレナー エリア
①	S s - D	++	16,587	30.73	30.72	30.71
		-+	14,228	25.82	25.81	25.80
		+-	16,064	8.95	8.95	8.94
		--	13,869	25.82	25.81	25.80
	S s - F 1	++	9,899	7.83	7.83	7.82
	S s - F 2	++	10,318	15.43	15.42	15.43
	S s - N 1	++	9,359	7.32	7.42	7.41
		-+	11,990	7.52	7.52	7.51
	S s - N 2 (NS)	++	12,118	24.39	24.39	24.38
		-+	11,935	24.99	24.99	24.98
	S s - N 2 (EW)	++	10,440	24.43	24.43	24.42
		-+	10,364	24.87	24.87	24.86
②	S s - D	++	16,573	30.73	30.72	30.71
		-+	14,668	25.82	25.81	25.80
③	S s - D	++	16,663	30.73	30.72	30.71
		-+	14,963	25.82	25.81	25.80
④	S s - D	++	18,687	8.57	8.57	8.57
		-+	20,019	25.80	25.80	25.80
⑤	S s - D	++	18,553	8.57	8.57	8.57
		-+	19,203	25.80	25.80	25.80

(7) 面部材の層間変位が最大となる時刻（時刻⑦）

地震応答解析結果のうち，面部材の最大層間変位の算定結果を表 6-19～表 6-21 に示す。

表 6-19 面部材の最大層間変位（除じん機エリア着目）

解析 ケース	地震動		最大層間変位 (mm)	時刻 (s)		
				除じん機 エリア	海水ポンプ エリア	ストレーナ エリア
①	S s - D	++	-2.18	30.73	30.72	30.71
		-+	2.10	30.72	30.72	30.71
		+-	-2.23	30.72	30.71	30.71
		--	2.18	30.72	30.71	30.71
	S s - F 1	++	1.92	7.92	7.91	7.90
	S s - F 2	++	1.76	15.61	15.61	15.60
	S s - N 1	++	1.67	7.51	7.51	7.51
		-+	-1.71	7.52	7.51	7.51
	S s - N 2 (NS)	++	1.43	24.99	24.98	24.98
		-+	-1.44	24.99	24.98	24.98
S s - N 2 (EW)	++	1.30	25.96	25.95	25.95	
	-+	-1.29	25.96	25.95	25.95	
②	S s - D	++	-2.16	30.73	30.72	30.71
		-+	2.08	8.58	8.58	8.57
③	S s - D	++	-2.15	30.73	30.72	30.71
		-+	2.13	30.72	30.72	30.71
④	S s - D	++	-2.70	8.57	8.57	8.56
		-+	2.67	8.57	8.57	8.56
⑤	S s - D	++	-2.69	8.57	8.57	8.56
		-+	2.73	8.57	8.57	8.56

表 6-20 面部材の最大層間変位 (海水ポンプエリア着目)

解析 ケース	地震動		最大層間変位 (mm)	時刻 (s)		
				除じん機 エリア	海水ポンプ エリア	ストレーナ エリア
①	S s - D	++	-1.93	30.73	30.72	30.71
		-+	1.98	30.72	30.72	30.71
		+-	-1.94	30.72	30.71	30.71
		--	2.00	30.72	30.71	30.71
	S s - F 1	++	1.74	7.92	7.91	7.90
	S s - F 2	++	1.66	15.61	15.61	15.60
	S s - N 1	++	1.47	7.51	7.51	7.51
		-+	-1.44	7.52	7.51	7.51
	S s - N 2 (NS)	++	1.42	24.99	24.98	24.98
		-+	-1.40	24.99	24.98	24.98
	S s - N 2 (EW)	++	1.15	25.96	25.95	25.95
		-+	1.15	24.43	24.42	24.42
②	S s - D	++	-1.94	30.73	30.72	30.71
		-+	1.99	30.72	30.72	30.71
③	S s - D	++	-1.98	30.73	30.72	30.71
		-+	2.01	30.72	30.72	30.71
④	S s - D	++	-2.38	8.57	8.57	8.56
		-+	2.47	8.57	8.57	8.56
⑤	S s - D	++	-2.44	8.57	8.57	8.56
		-+	2.46	8.57	8.57	8.56

表 6-21 面部材の最大層間変位（ストレーナエリア着目）

解析 ケース	地震動		最大層間変位 (mm)	時刻 (s)		
				除じん機 エリア	海水ポンプ エリア	ストレーナ エリア
①	S s - D	++	-1.15	8.58	8.58	8.57
		-+	1.15	8.58	8.58	8.57
		+-	-1.16	8.58	8.58	8.57
		--	1.16	8.58	8.58	8.57
	S s - F 1	++	0.94	7.92	7.91	7.90
	S s - F 2	++	1.03	15.61	15.61	15.60
	S s - N 1	++	0.83	7.51	7.51	7.51
		-+	-0.83	7.52	7.51	7.51
	S s - N 2 (NS)	++	0.83	24.99	24.98	24.98
		-+	-0.83	24.99	24.98	24.98
	S s - N 2 (EW)	++	-0.74	24.43	24.42	24.42
		-+	0.74	24.43	24.42	24.42
②	S s - D	++	-1.15	8.58	8.58	8.57
		-+	1.15	8.58	8.58	8.57
③	S s - D	++	-1.15	8.58	8.58	8.57
		-+	1.15	8.58	8.58	8.57
④	S s - D	++	-1.59	8.57	8.57	8.56
		-+	1.59	8.57	8.57	8.56
⑤	S s - D	++	-1.59	8.57	8.57	8.56
		-+	1.59	8.57	8.57	8.56

(8) 上部構造における左側壁の上部荷重が最大となる時刻（時刻⑧）

地震応答解析結果のうち，上部構造における左側壁の最大上部荷重の算定結果を表 6-22～表 6-24 に示す。

表 6-22 上部構造における左側壁の最大上部荷重（除じん機エリア着目）

解析 ケース	地震動		最大上部水平 荷重 (kN)	時刻 (s)		
				除じん機 エリア	海水ポンプ エリア	ストレーナ エリア
①	S s - D	++	4,198	25.82	25.81	25.80
		-+	3,411	8.98	8.96	8.95
		+-	3,468	25.82	25.82	25.80
		--	3,750	25.74	25.75	25.74
	S s - F 1	++	2,117	7.94	7.92	7.90
	S s - F 2	++	1,857	15.64	15.60	15.61
	S s - N 1	++	2,024	7.65	7.63	7.63
		-+	2,064	7.45	7.42	7.42
	S s - N 2 (NS)	++	2,472	25.01	24.99	24.99
		-+	2,492	24.43	24.39	24.39
S s - N 2 (EW)	++	2,358	25.71	25.71	25.70	
	-+	2,163	24.45	24.44	24.43	
②	S s - D	++	4,077	25.82	25.81	25.80
		-+	3,442	8.98	8.96	8.95
③	S s - D	++	4,499	25.82	25.81	25.80
		-+	3,411	8.98	8.96	8.95
④	S s - D	++	2,946	13.30	13.20	13.29
		-+	3,701	8.59	8.57	8.57
⑤	S s - D	++	2,813	13.30	13.20	13.29
		-+	3,610	8.59	8.57	8.57

表 6-23 上部構造における左側壁の最大上部荷重（海水ポンプエリア着目）

解析 ケース	地震動		最大上部水平 荷重 (kN)	時刻 (s)		
				除じん機 エリア	海水ポンプ エリア	ストレーナ エリア
①	S s - D	++	14,210	25.82	25.81	25.80
		-+	12,842	30.75	30.72	30.71
		+-	11,261	10.30	10.27	10.25
		--	12,644	8.98	8.95	8.95
	S s - F 1	++	9,478	7.94	7.92	7.90
	S s - F 2	++	8,456	15.64	15.60	15.61
	S s - N 1	++	9,767	7.65	7.63	7.63
		-+	7,929	7.45	7.42	7.42
	S s - N 2 (NS)	++	10,363	25.01	24.99	24.99
		-+	10,665	24.43	24.39	24.39
	S s - N 2 (EW)	++	7,898	26.03	26.07	26.07
		-+	8,235	24.45	24.44	24.43
②	S s - D	++	13,929	25.82	25.81	25.80
		-+	13,319	30.72	30.72	30.71
③	S s - D	++	14,224	25.82	25.81	25.80
		-+	13,222	30.72	30.72	30.71
④	S s - D	++	12,951	10.59	10.61	10.53
		-+	16,805	8.59	8.57	8.57
⑤	S s - D	++	13,002	10.37	10.27	10.26
		-+	16,591	8.59	8.57	8.57

表 6-24 上部構造における左側壁の最大上部荷重（ストレーナエリア着目）

解析 ケース	地震動		最大上部水平 荷重 (kN)	時刻 (s)		
				除じん機 エリア	海水ポンプ エリア	ストレーナ エリア
①	S s - D	++	4,480	19.21	19.19	19.18
		-+	5,020	8.98	8.96	8.95
		+-	4,272	25.82	25.82	25.80
		--	5,020	8.98	8.95	8.95
	S s - F 1	++	3,328	7.94	7.92	7.90
	S s - F 2	++	3,373	15.64	15.60	15.61
	S s - N 1	++	3,660	7.65	7.63	7.63
		-+	3,096	7.45	7.42	7.42
	S s - N 2 (NS)	++	3,664	25.01	24.99	24.99
		-+	4,053	24.43	24.39	24.39
	S s - N 2 (EW)	++	3,086	26.03	26.07	26.07
		-+	3,308	24.45	24.44	24.43
②	S s - D	++	5,032	25.82	25.81	25.80
		-+	5,012	8.98	8.96	8.95
③	S s - D	++	4,937	25.82	25.81	25.80
		-+	4,981	8.98	8.96	8.95
④	S s - D	++	6,837	25.89	25.80	25.80
		-+	8,390	30.72	30.70	30.70
⑤	S s - D	++	6,808	25.89	25.80	25.80
		-+	7,115	30.72	30.70	30.70

(9) 上部構造における左側壁の上部荷重が最大となる時刻（時刻⑨）

地震応答解析結果のうち，上部構造における右側壁の最大上部荷重の算定結果を表 6-25～表 6-27 に示す。

表 6-25 上部構造における右側壁の最大上部荷重（除じん機エリア着目）

解析 ケース	地震動		最大上部水平 荷重 (kN)	時刻 (s)		
				除じん機 エリア	海水ポンプ エリア	ストレーナ エリア
①	S s - D	++	6,848	30.73	30.72	30.71
		-+	5,332	25.82	25.81	25.80
		+-	6,269	30.72	30.72	30.71
		--	5,312	10.27	10.26	10.25
	S s - F 1	++	3,560	8.15	8.14	8.14
	S s - F 2	++	3,689	15.43	15.43	15.43
	S s - N 1	++	3,506	7.33	7.42	7.41
		-+	4,746	7.52	7.52	7.62
	S s - N 2 (NS)	++	4,694	24.39	24.39	24.39
		-+	4,597	24.99	24.99	24.98
S s - N 2 (EW)	++	3,848	24.44	24.43	24.43	
	-+	3,790	25.96	25.96	26.06	
②	S s - D	++	7,089	30.73	30.72	30.71
		-+	5,661	28.30	28.30	28.29
③	S s - D	++	6,865	30.73	30.72	30.71
		-+	5,378	25.82	25.81	25.80
④	S s - D	++	7,830	8.58	8.57	8.57
		-+	4,295	10.60	10.61	10.52
⑤	S s - D	++	7,746	8.58	8.57	8.57
		-+	4,259	10.60	10.60	10.52

表 6-26 上部構造における右側壁の最大上部荷重（海水ポンプエリア着目）

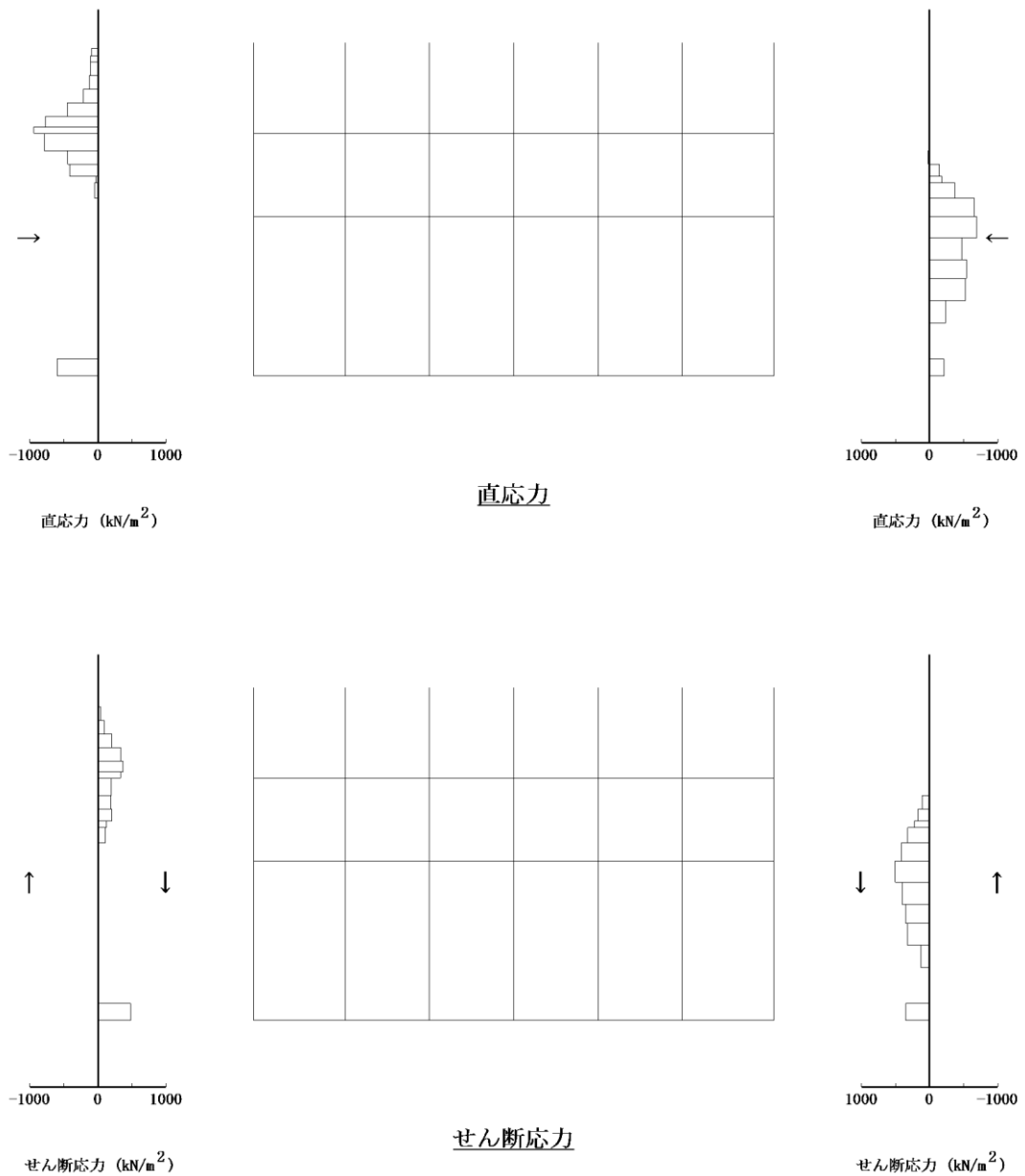
解析 ケース	地震動		最大上部水平 荷重 (kN)	時刻 (s)		
				除じん機 エリア	海水ポンプ エリア	ストレーナ エリア
①	S s - D	++	17,858	30.73	30.72	30.71
		-+	16,628	25.82	25.81	25.80
		+-	15,741	8.58	8.58	8.58
		--	14,245	10.27	10.26	10.25
	S s - F 1	++	9,234	7.83	7.83	7.82
	S s - F 2	++	10,112	15.43	15.43	15.43
	S s - N 1	++	8,764	7.33	7.42	7.41
		-+	11,836	7.52	7.52	7.62
	S s - N 2 (NS)	++	12,382	24.39	24.39	24.39
		-+	12,458	24.99	24.99	24.98
	S s - N 2 (EW)	++	9,258	24.44	24.43	24.43
		-+	9,884	25.42	25.42	25.42
②	S s - D	++	17,592	30.73	30.72	30.71
		-+	16,490	25.82	25.81	25.80
③	S s - D	++	17,672	30.73	30.72	30.71
		-+	13,956	25.82	25.81	25.80
④	S s - D	++	19,208	8.58	8.57	8.57
		-+	15,073	25.80	25.80	25.80
⑤	S s - D	++	19,475	8.58	8.57	8.57
		-+	14,674	25.80	25.80	25.80

表 6-27 上部構造における右側壁の最大上部荷重（ストレーナエリア着目）

解析 ケース	地震動		最大上部水平 荷重 (kN)	時刻 (s)		
				除じん機 エリア	海水ポンプ エリア	ストレーナ エリア
①	S s - D	++	5,879	30.73	30.72	30.71
		-+	5,300	19.18	19.18	19.18
		+-	5,772	8.95	8.95	8.95
		--	5,136	25.82	25.81	25.80
	S s - F 1	++	3,354	8.15	8.14	8.14
	S s - F 2	++	3,719	15.43	15.43	15.43
	S s - N 1	++	3,372	7.33	7.42	7.41
		-+	4,188	7.53	7.63	7.63
	S s - N 2 (NS)	++	4,537	24.39	24.39	24.39
		-+	4,297	24.99	24.99	24.98
	S s - N 2 (EW)	++	3,712	24.44	24.43	24.43
		-+	3,595	25.42	25.42	25.42
②	S s - D	++	5,868	30.73	30.72	30.71
		-+	5,534	25.82	25.81	25.80
③	S s - D	++	5,910	30.73	30.72	30.71
		-+	5,742	25.82	25.81	25.80
④	S s - D	++	9,569	30.72	30.71	30.70
		-+	8,182	25.80	25.80	25.80
⑤	S s - D	++	7,697	30.72	30.70	30.70
		-+	7,925	25.80	25.80	25.80

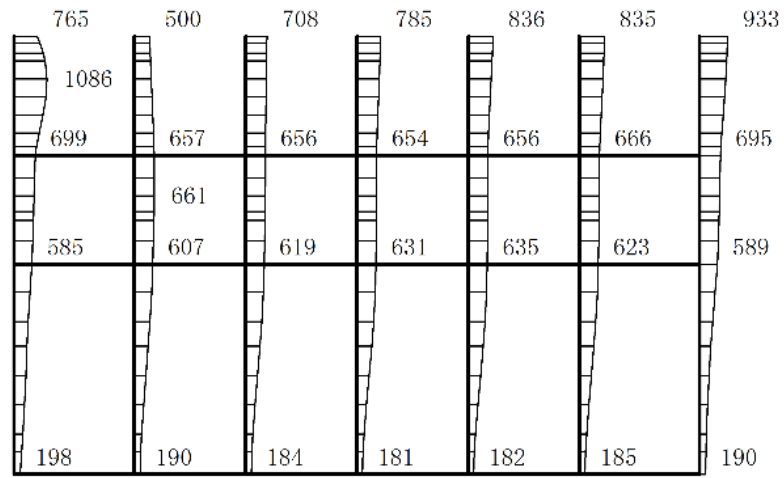
6.1.2 作用荷重分布図

曲げ・軸力系の破壊に対する照査及びせん断破壊に対する照査のうち、せん断破壊の照査値が最大となる解析ケースについて、作用分布図を図6-1～図6-6に示す。

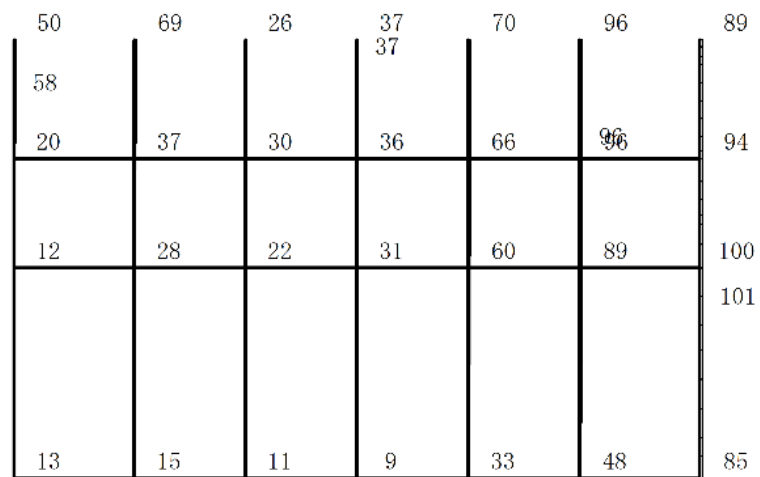


図中の矢印は荷重の作用方向を示す

図6-1 作用荷重分布図（直応力及びせん断応力）
 （解析ケース②， $S_s - D(-+)$ ，除じん機エリア（A-A断面））



(水平)

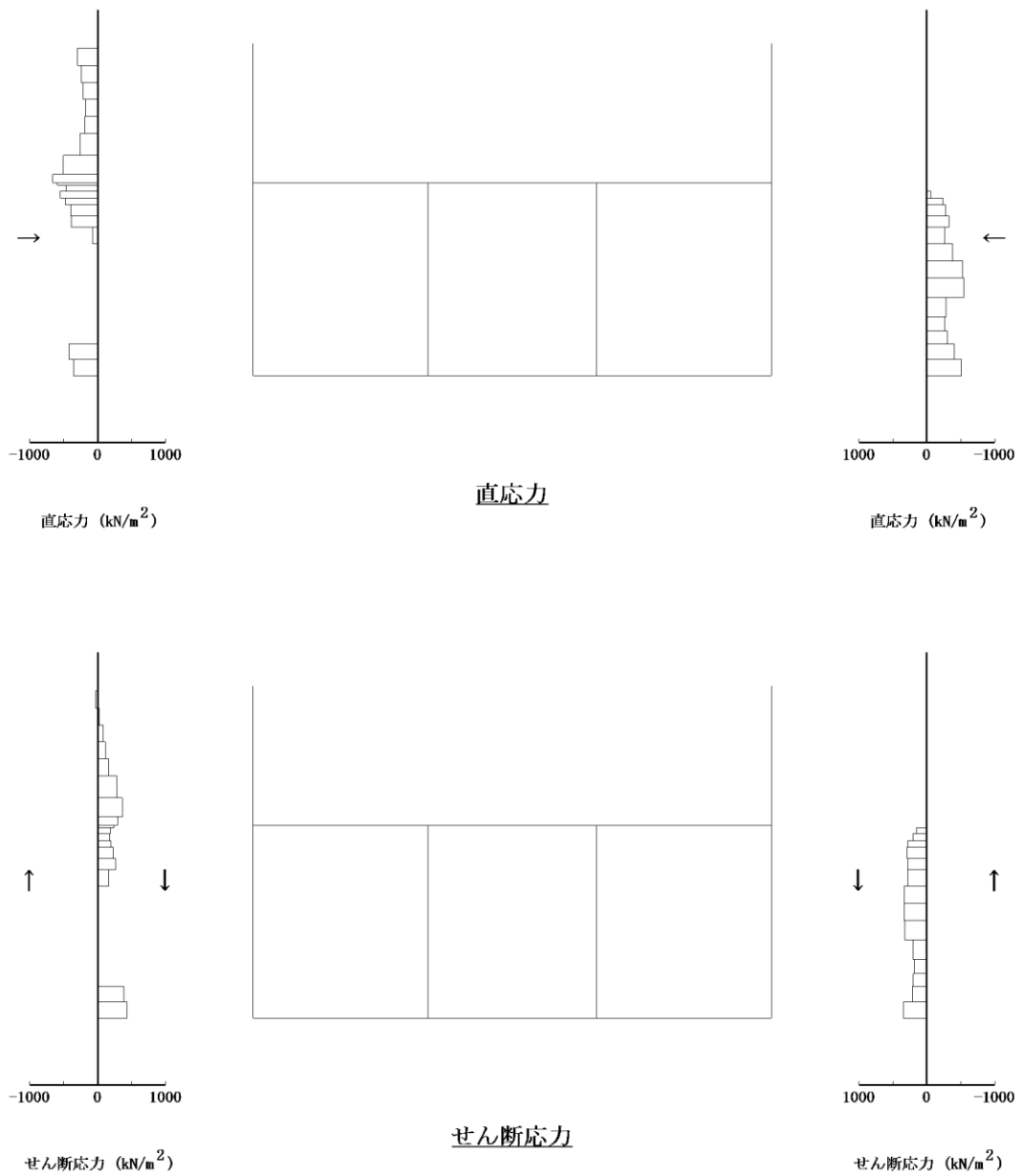


(鉛直)

構造スケール 0 2(m)

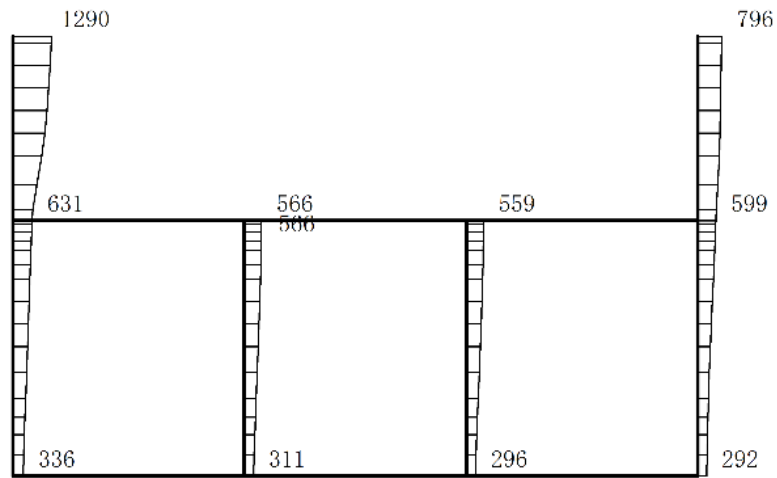
応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 6-2 作用荷重分布図 (加速度)
 (解析ケース②, S s - D (-+), 除じん機エリア (A-A断面))

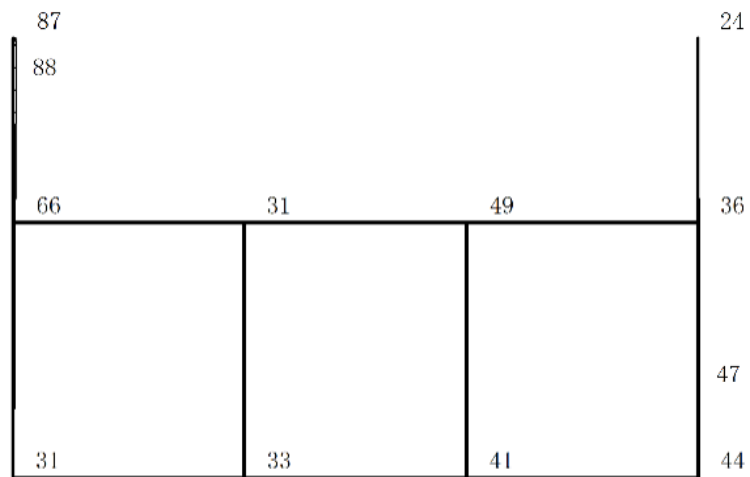


図中の矢印は荷重の作用方向を示す

図 6-3 作用荷重分布図（直応力及びせん断応力）
 （解析ケース②，S s - D（-+），海水ポンプエリア（B - B 断面））



(水平)



(鉛直)

構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 6-4 作用荷重分布図 (加速度)
(解析ケース②, S s - D (-+), 海水ポンプエリア (B - B 断面))

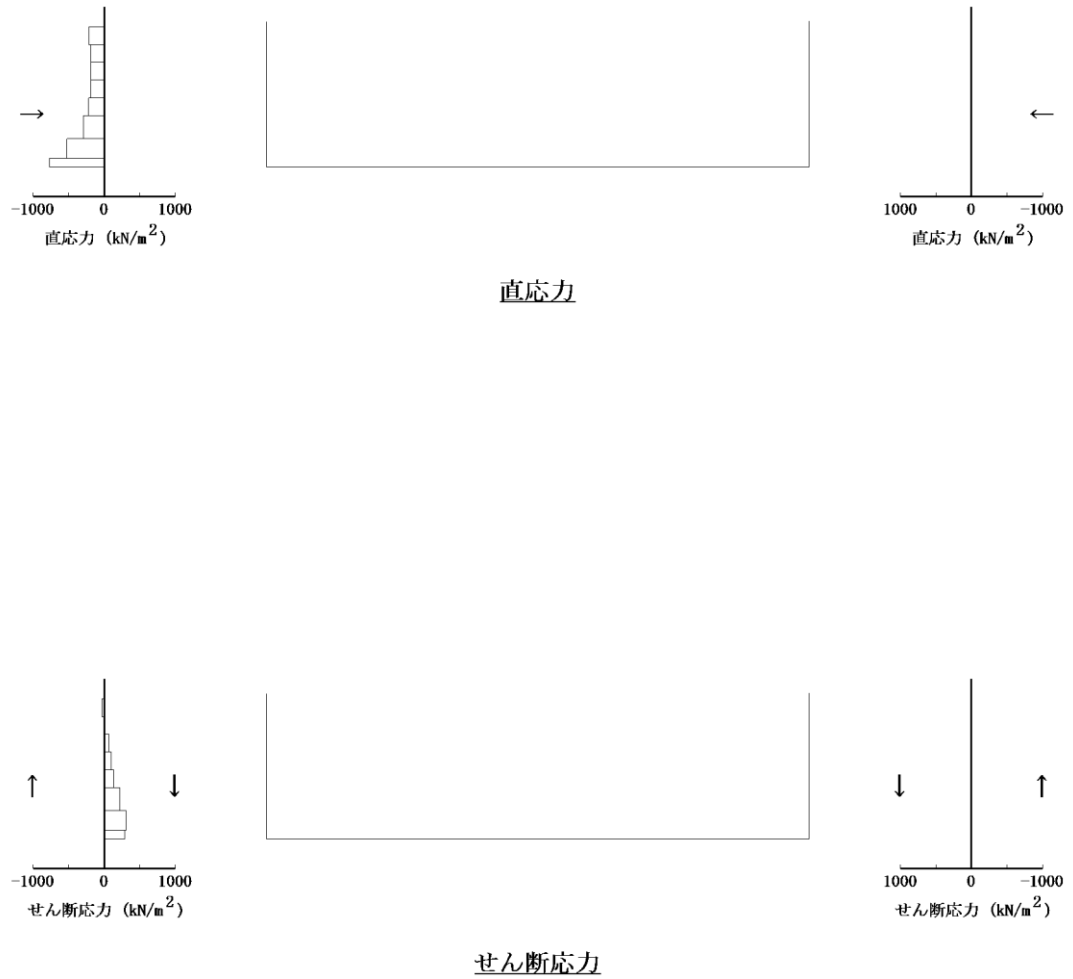


図 6-5 作用荷重分布図 (直応力及びせん断応力)
 (解析ケース②, S s - D (-+), ストレーナエリア (C-C 断面))



(水平)



(鉛直)

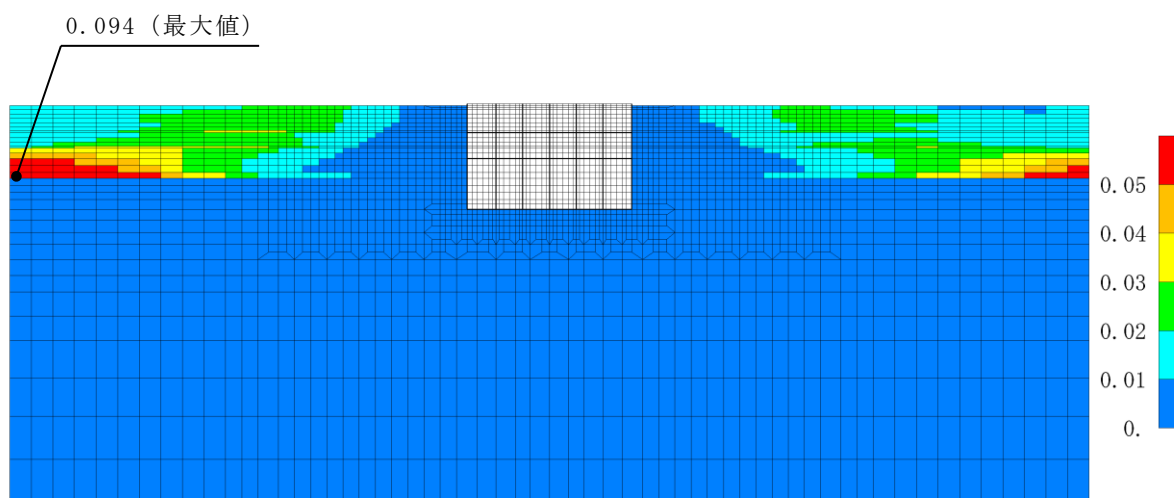
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

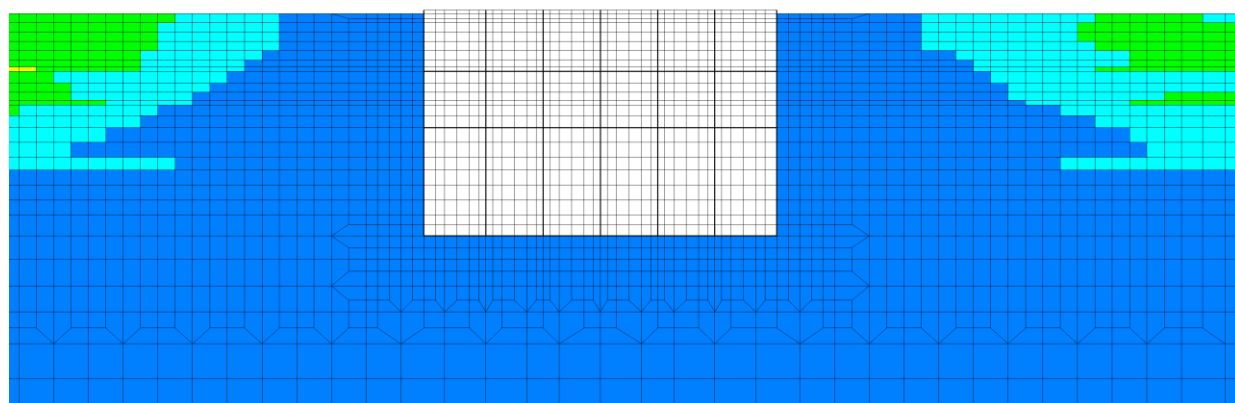
図 6-6 作用荷重分布図 (加速度)
 (解析ケース②, S s - D (-+), ストレーナエリア (C - C 断面))

6.1.3 最大せん断ひずみ

曲げ・軸力系の破壊に対する照査及びせん断破壊に対する照査のうち照査値が最大となる解析ケースについて、地盤に発生した最大せん断ひずみ分布図を図 6-7～図 6-12 に示す。

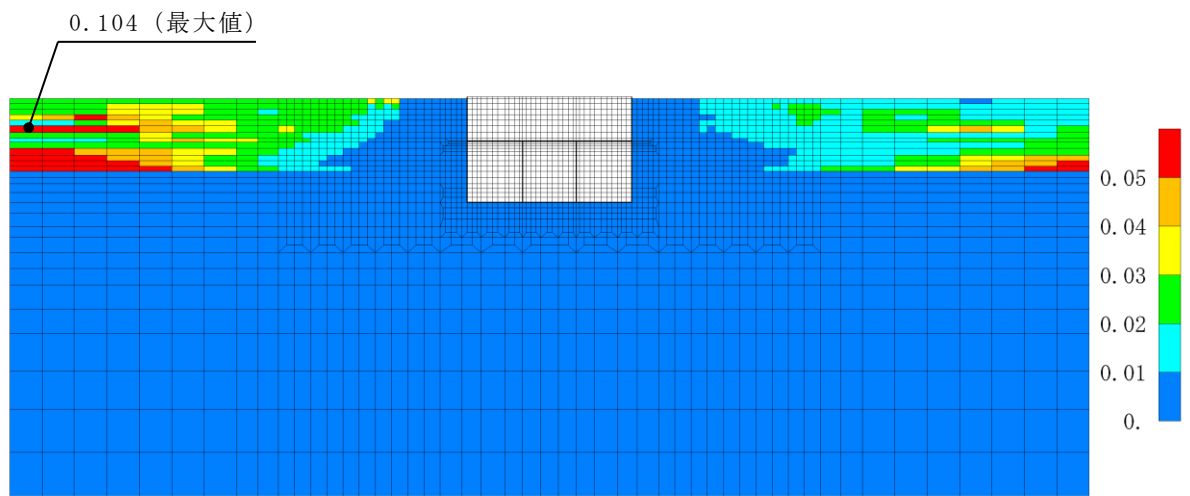


(a) 全体図

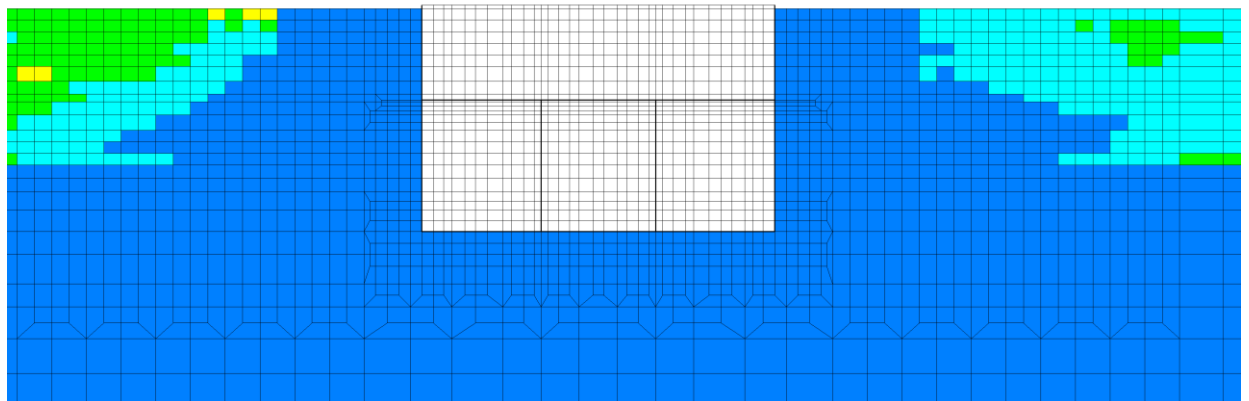


(b) 構造物周辺拡大図

図 6-7 最大せん断ひずみ分布図 (曲げ・軸力系の破壊)
(解析ケース④, S s - D (-+), 除じんエリア (A-A断面))

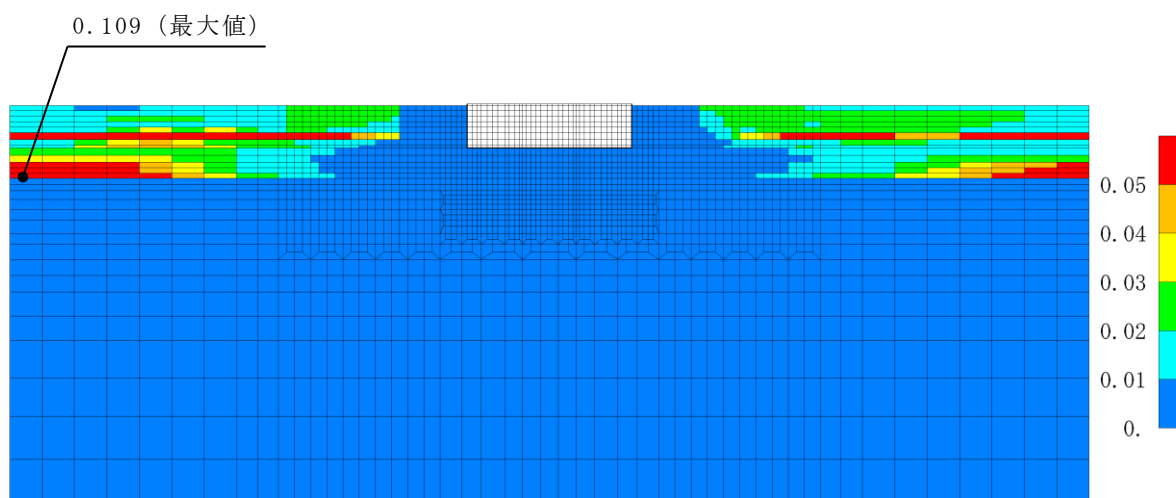


(a) 全体図

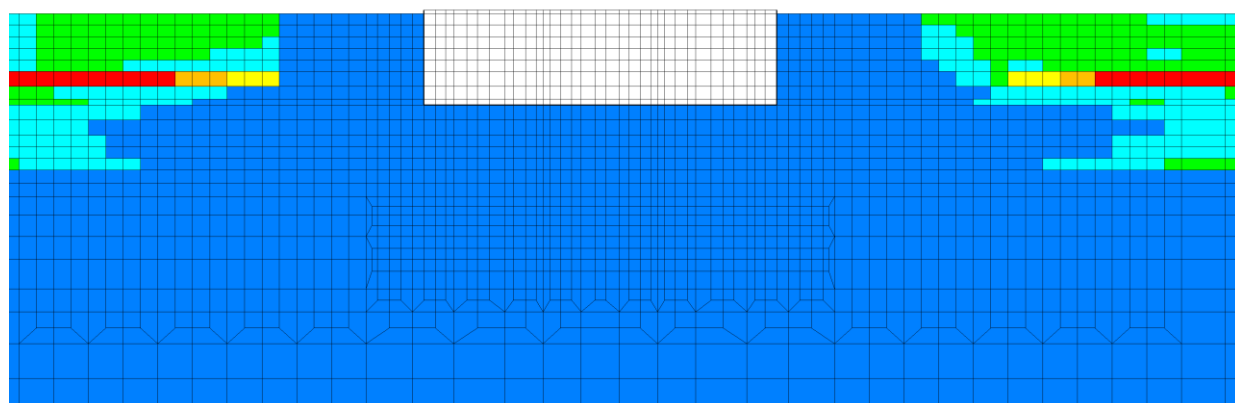


(b) 構造物周辺拡大図

図 6-8 最大せん断ひずみ分布図 (曲げ・軸力系の破壊)
 (解析ケース④, $S_s - D (-+)$, 海水ポンプエリア (B-B 断面))

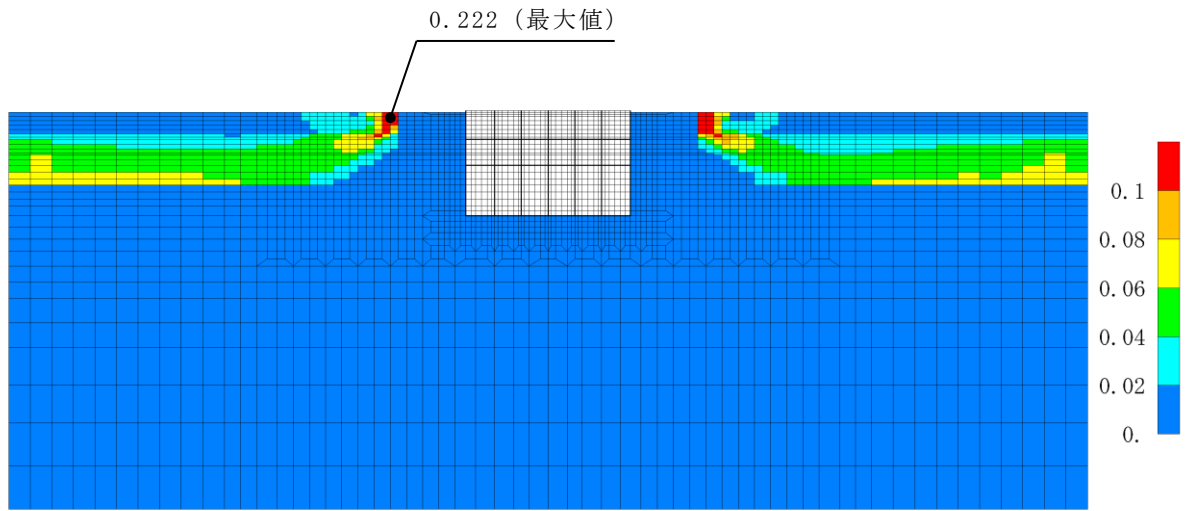


(a) 全体図

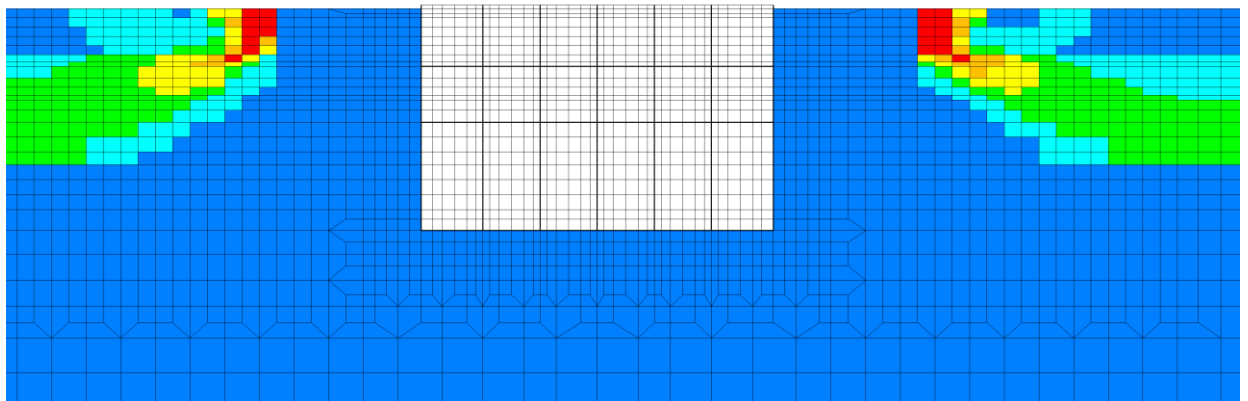


(b) 構造物周辺拡大図

図 6-9 最大せん断ひずみ分布図 (曲げ・軸力系の破壊)
 (解析ケース④, $S_s - D (-+)$, ストレーナエリア (C-C断面))

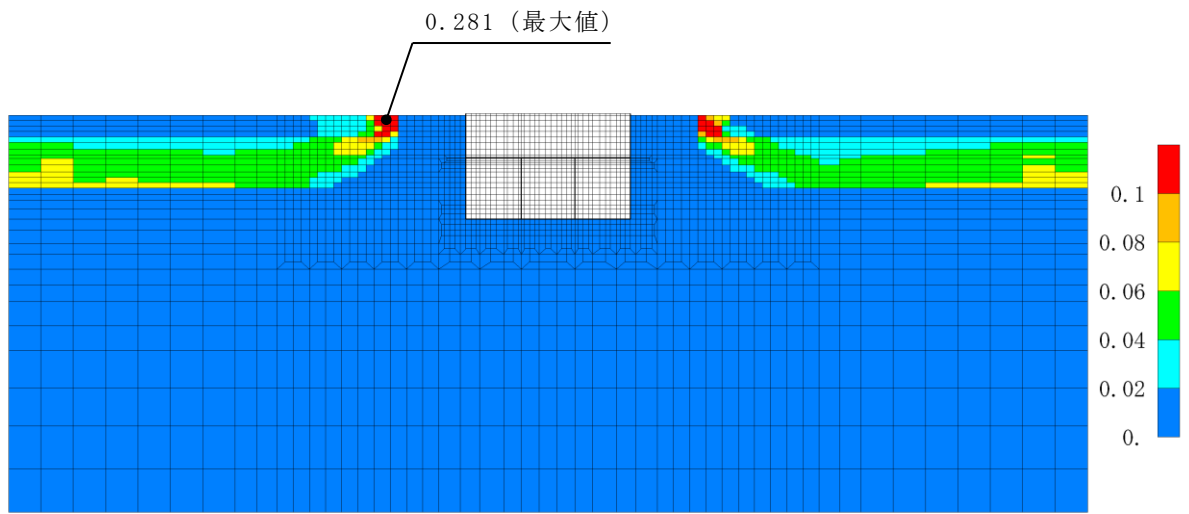


(a) 全体図

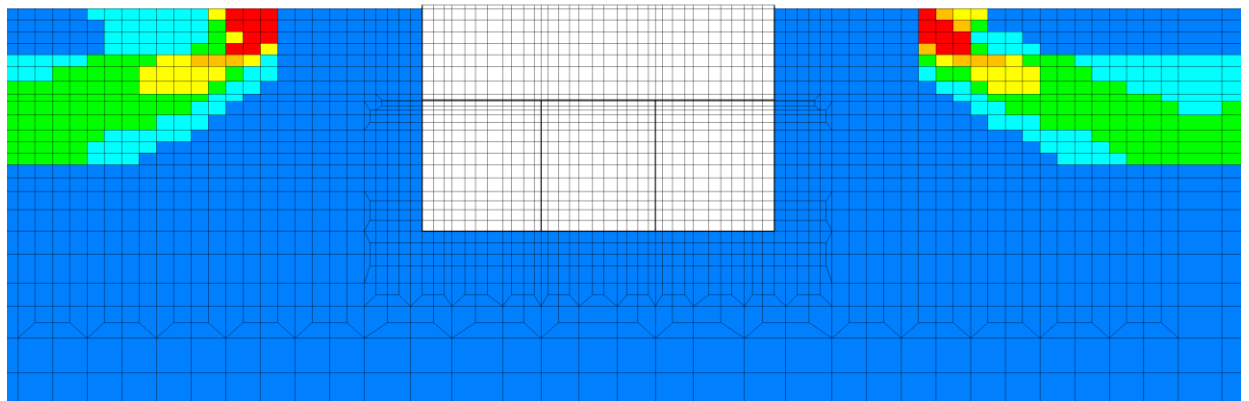


(b) 構造物周辺拡大図

図 6-10 最大せん断ひずみ分布図 (せん断破壊)
 (解析ケース②, $S_s - D (-+)$, 除じんエリア (A-A断面))

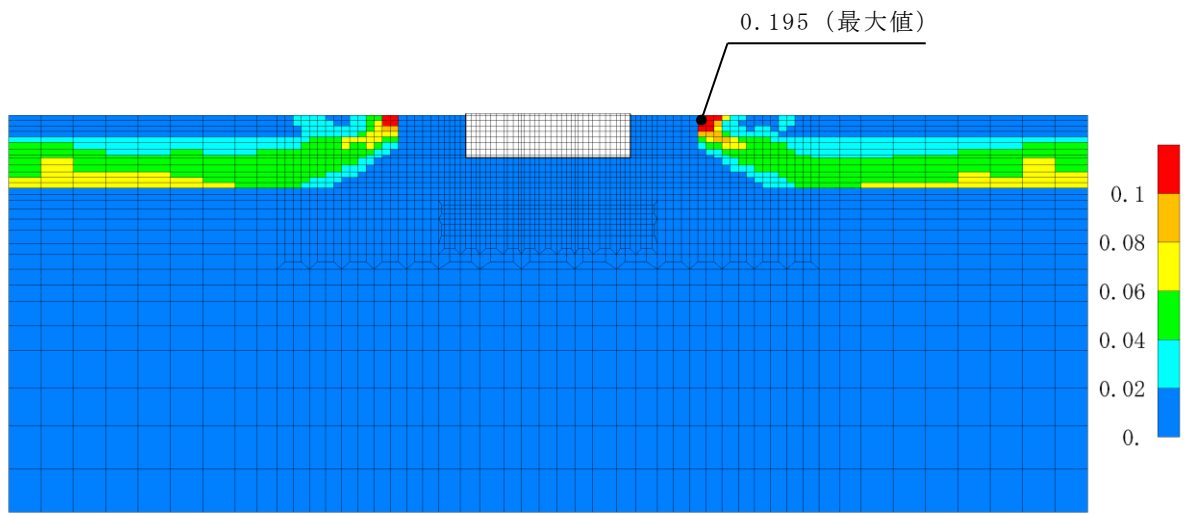


(a) 全体図

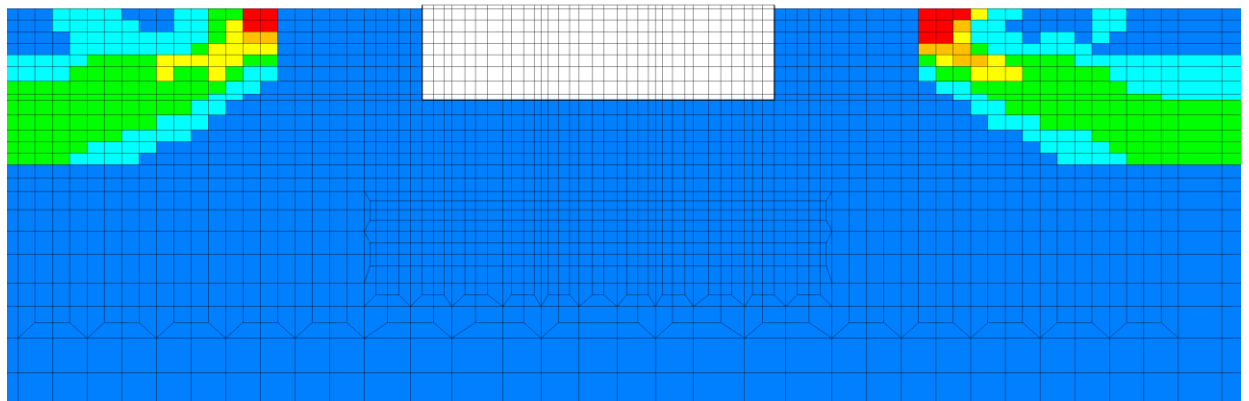


(b) 構造物周辺拡大図

図 6-11 最大せん断ひずみ分布図 (せん断破壊)
(解析ケース②, $S_s - D (-+)$, 海水ポンプエリア (B-B 断面))



(a) 全体図

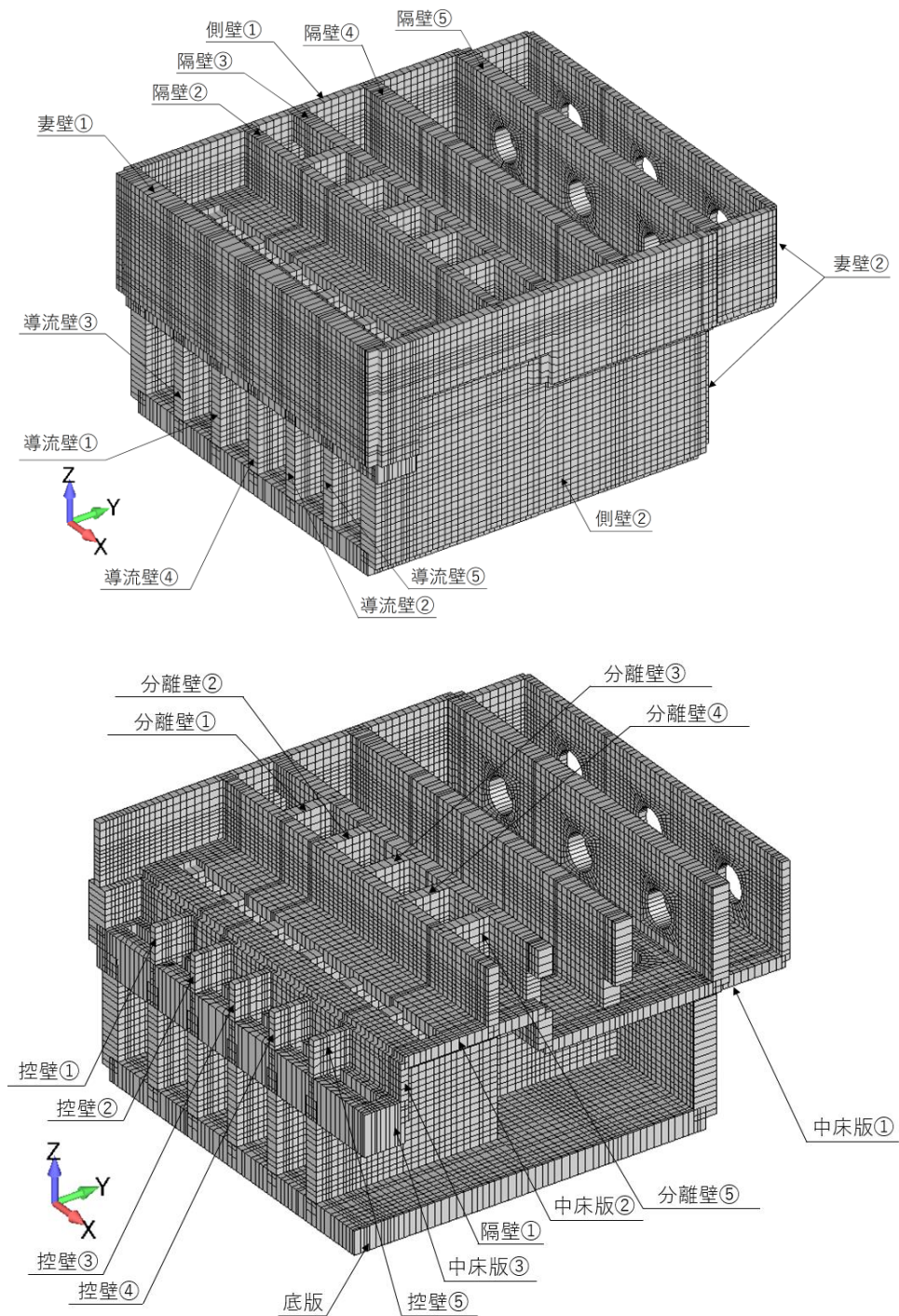


(b) 構造物周辺拡大図

図 6-12 最大せん断ひずみ分布図 (せん断破壊)
 (解析ケース②, $S_s - D (-+)$, ストレーナエリア (C-C 断面))

6.2 3次元構造解析結果

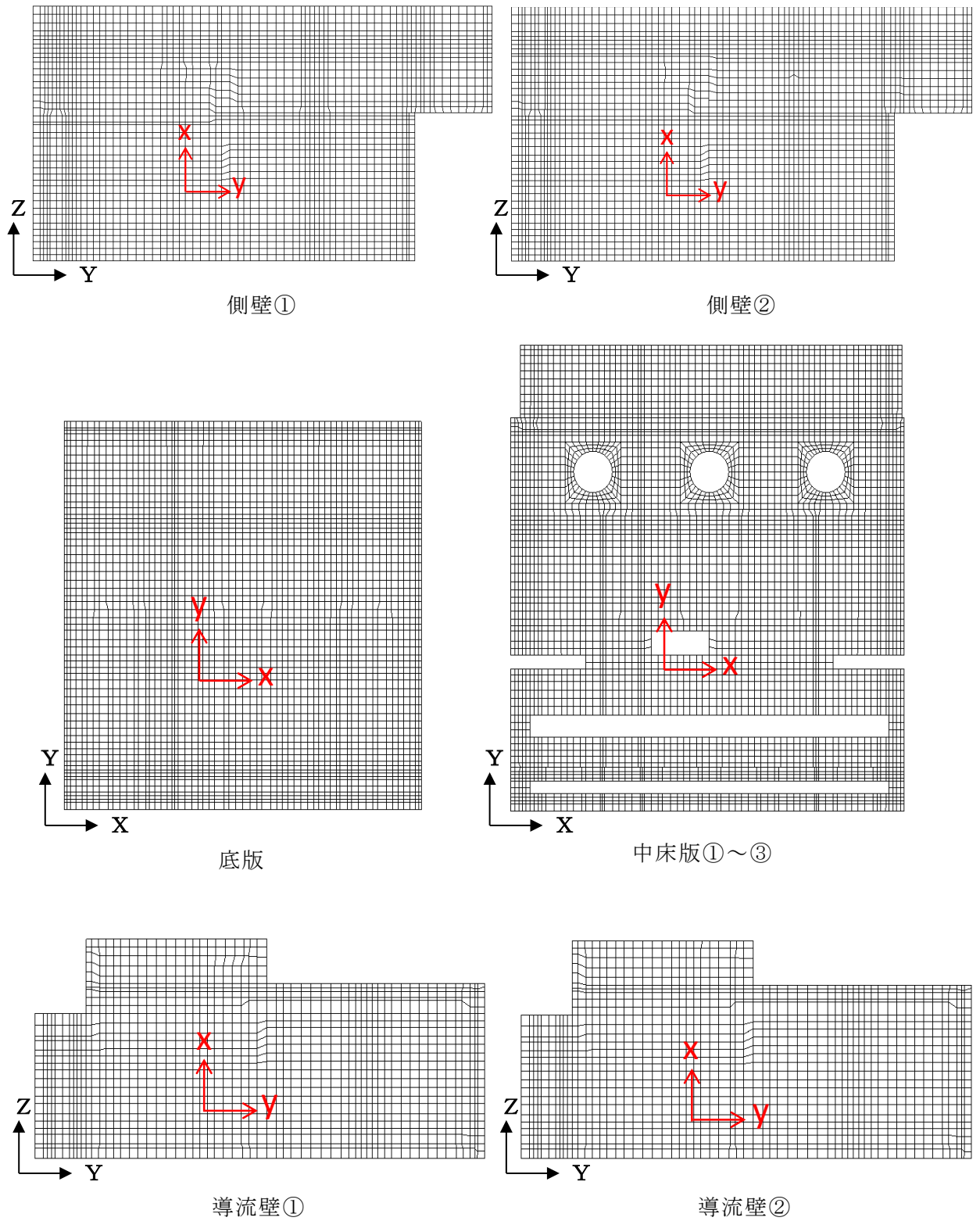
3次元構造解析に基づく各構造部材の構造解析結果を示す。各部材位置を図6-13に、各部材の要素座標系を図6-14～図6-16に、シェル要素における断面力の方向を図6-17に示す。



注：手前の側壁は非表示としている。

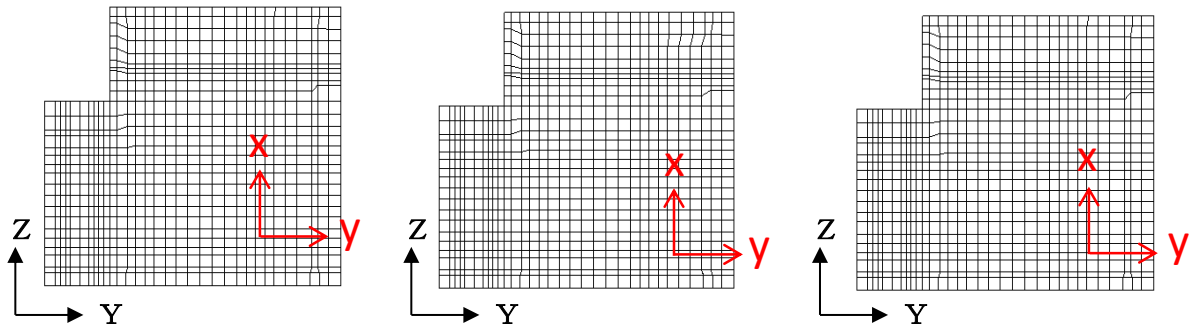
図6-13 評価部位の位置（再掲）*

注記*：部材位置を説明するための図であり，解析モデルとは異なる。



黒 (X, Y, Z) : 全体座標系を示す
 赤 (x, y) : 要素座標系を示す

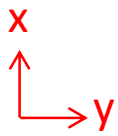
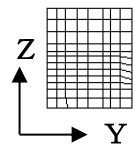
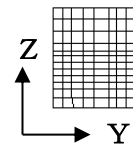
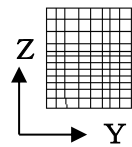
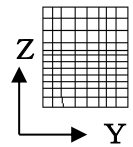
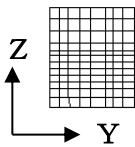
図 6-14 各部材の要素座標系



導流壁③

導流壁④

導流壁⑤



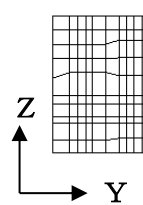
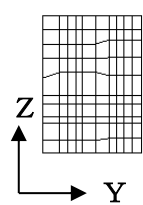
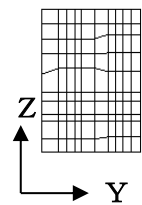
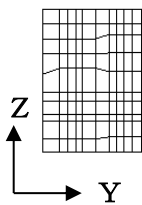
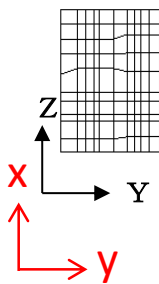
分離壁①

分離壁②

分離壁③

分離壁④

分離壁⑤



控壁①

控壁②

控壁③

控壁④

控壁⑤

黒 (Y, Z) : 全体座標系を示す

赤 (x, y) : 要素座標系を示す

図 6-15 各部材の要素座標系

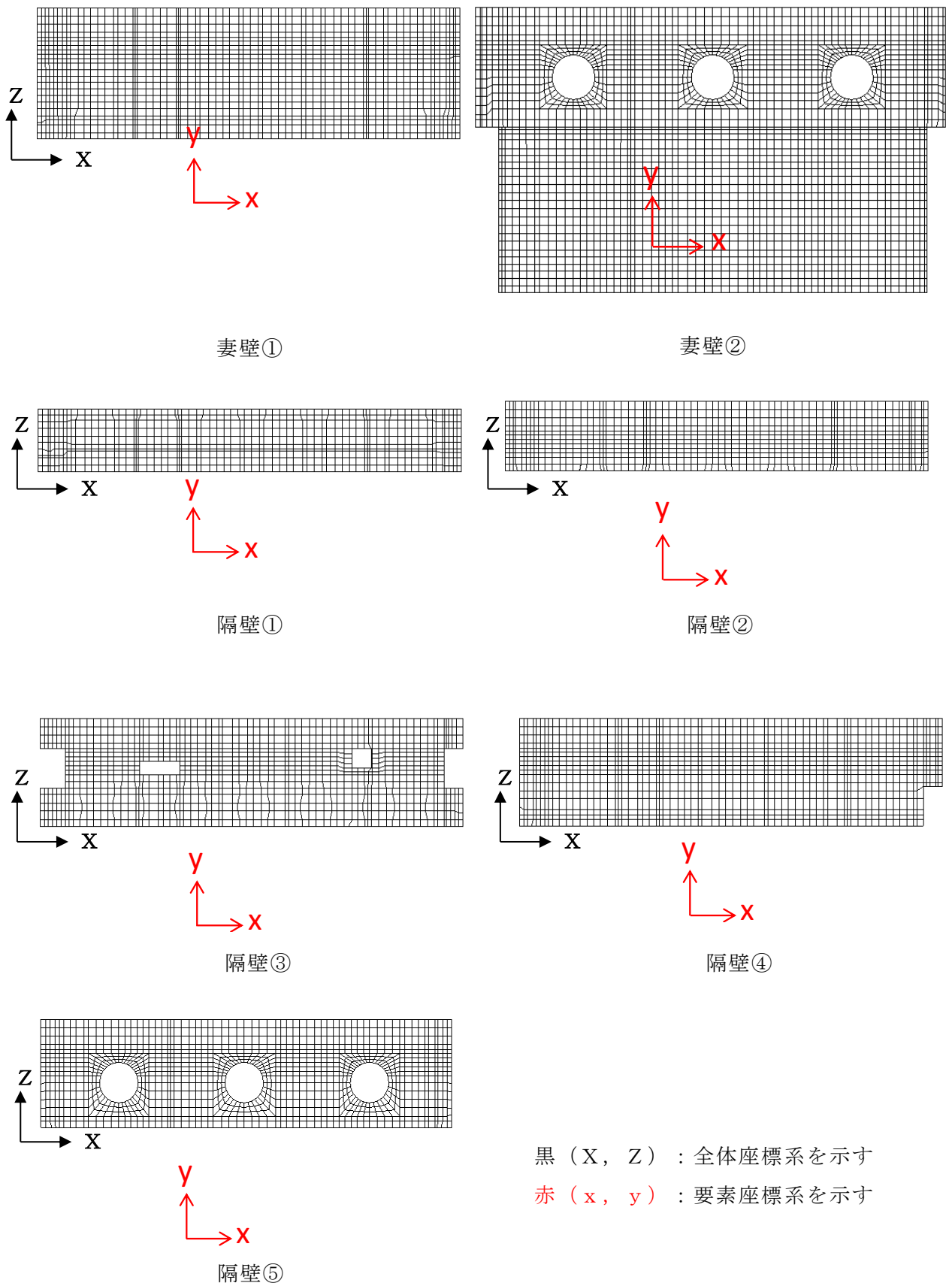


図 6-16 各部材の要素座標系

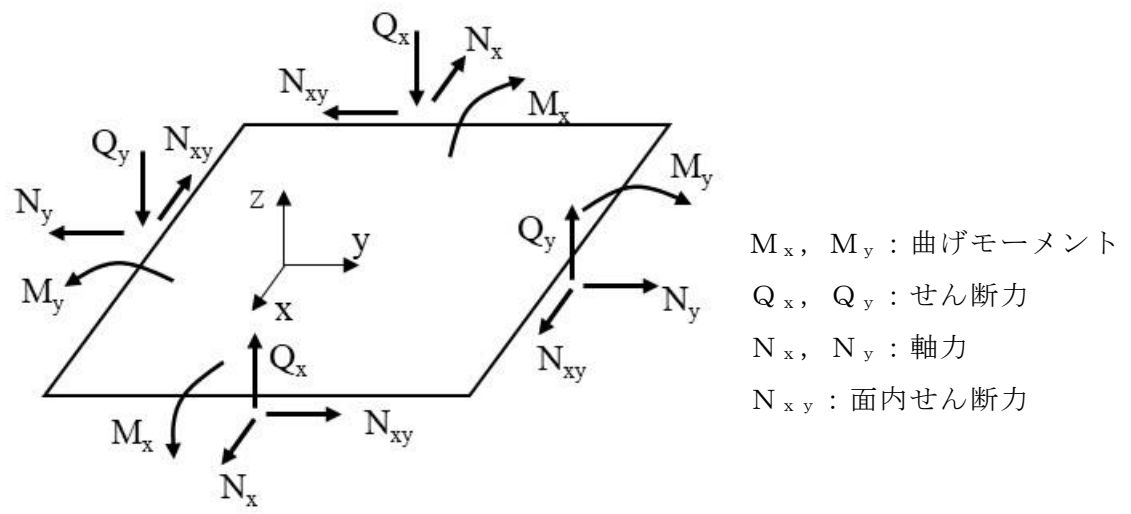


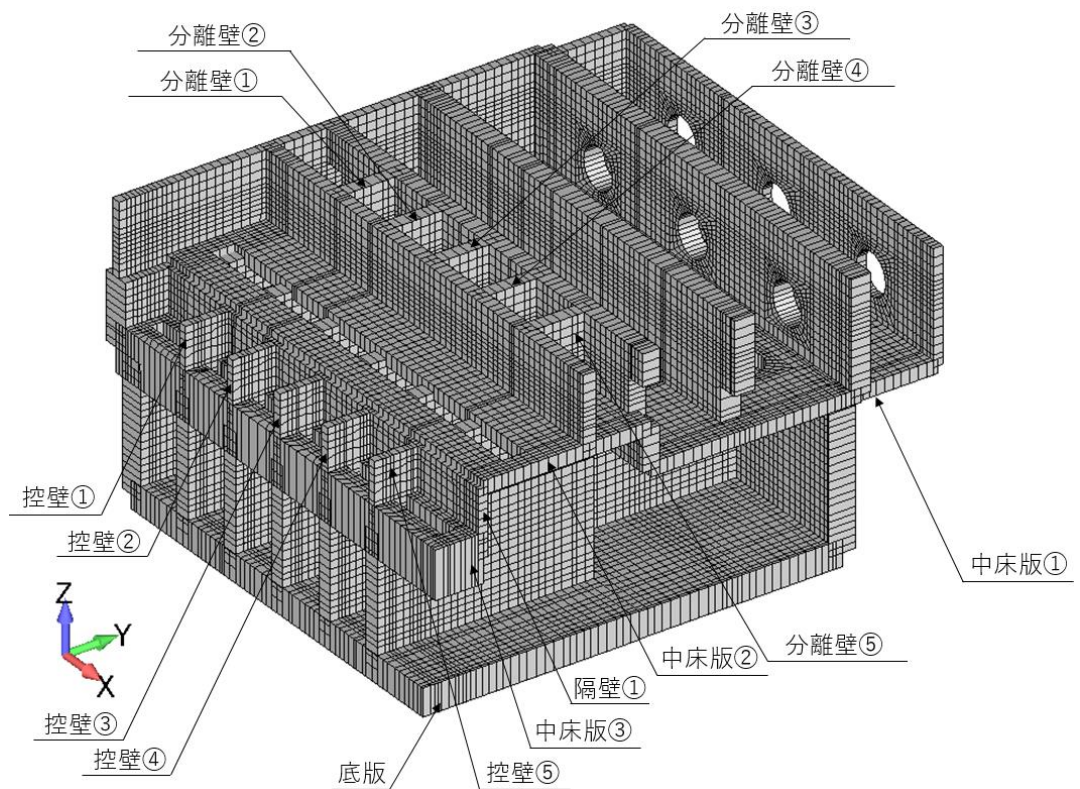
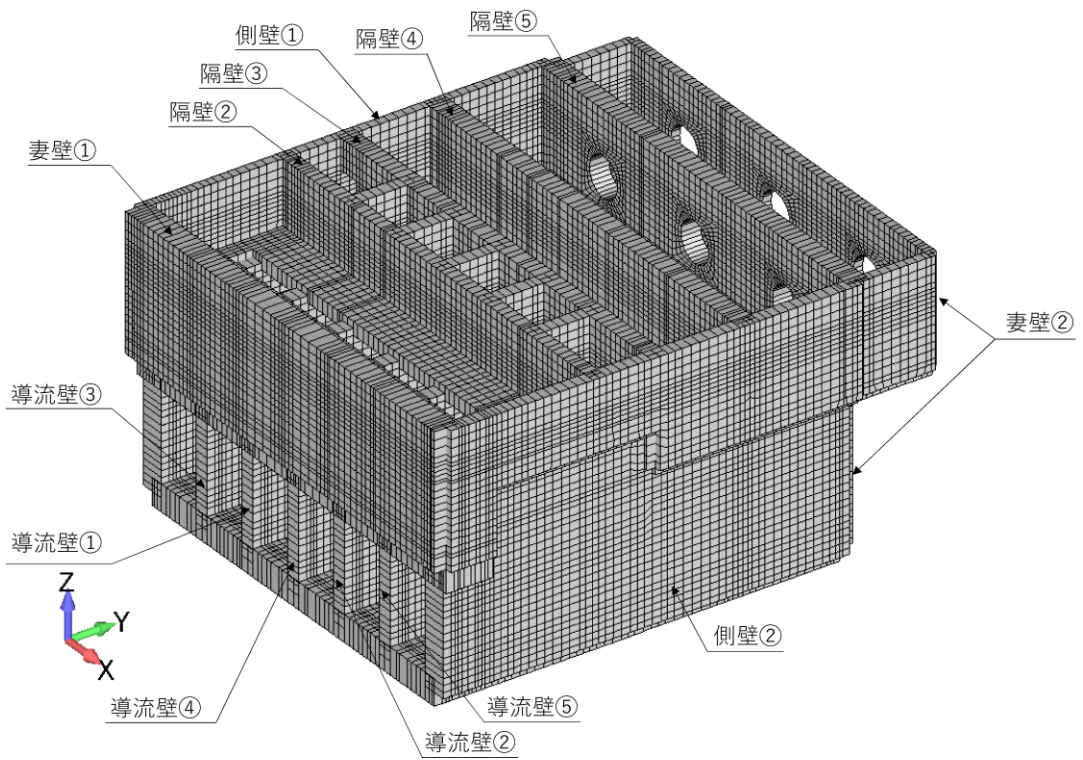
図 6-17 シェル要素における断面力の方向

6.2.1 解析ケースと照査値

耐震評価においては、「補-026-01 屋外重要土木構造物の耐震安全性評価について」のうち「10. 屋外重要土木構造物の耐震評価における追加解析ケースの選定」に基づき、すべての基準地震動 S_s に対して実施するケース①（基本ケース）において、曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊及び基礎地盤の支持力照査の各照査項目ごとに照査値が 0.5 を超える照査項目について、最も厳しい（許容限界に対する裕度が最も小さい）地震動を用いてケース②～⑤を実施する。

また、上記解析ケースの結果を踏まえ、更に照査値が大きくなる可能性がある場合は、追加解析を実施する。

以降に、取水槽の曲げ・軸力系の破壊に対する照査、せん断破壊に対する照査及び基礎地盤の支持性能に対する照査結果を示す。なお、各部材位置を図 6-18 に示す。



注：手前の側壁は非表示としている。

図 6-18 評価部位の位置（再掲）*

注記*：部材位置を説明するための図であり，解析モデルとは異なる。

(1) 曲げ・軸力系の破壊に対する照査

表 6-28～表 6-35 に曲げ・軸力系の破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

曲げ・軸力系の破壊に対する照査は，限界ひずみを許容限界とする。なお，詳細については，「6.3.1 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果」に示す。

曲げ・軸力系の破壊に対する照査値は，照査値が 0.5 を超える評価結果に対し，ばらつきを考慮しても 0.95 であり，要求機能を満足していると評価できる。

表 6-28 曲げ・軸力系の破壊に対する照査の実施ケースと照査値（底版）*1

解析ケース 地震動		曲げ・軸力系の破壊に対する照査*2				
		ケース①	ケース②	ケース③	ケース④	ケース⑤
S _s -D	++	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07
	-+	0.06	0.07	0.07	0.10	0.09
	+ -	0.07	-	-	-	-
	--	0.07	-	-	-	-
S _s -F 1	++	0.06	-	-	-	-
S _s -F 2	++	0.06	-	-	-	-
S _s -N 1	++	0.06	-	-	-	-
	-+	0.06	-	-	-	-
S _s -N 2 (NS)	++	0.04	-	-	-	-
	-+	0.04	-	-	-	-
S _s -N 2 (EW)	++	0.04	-	-	-	-
	-+	0.04	-	-	-	-

注記*1：部材位置を図 6-18 に示す。

*2：照査値は，構造強度を有すること，通水機能を損なわないこと，止水機能を損なわないこと及びSクラスの施設を支持する機能に対する評価結果のうち厳しい値を記載。

表 6-29 曲げ・軸力系の破壊に対する照査の実施ケースと照査値（中床版）*1

解析ケース 地震動		曲げ・軸力系の破壊に対する照査*2				
		ケース①	ケース②	ケース③	ケース④	ケース⑤
S _s -D	++	0.81	0.79	0.80	0.56	0.56
	-+	0.80	0.81	0.81	0.79	0.71
	+-	0.63	-	-	-	-
	--	0.60	-	-	-	-
S _s -F 1	++	0.56	-	-	-	-
S _s -F 2	++	0.49	-	-	-	-
S _s -N 1	++	0.60	-	-	-	-
	-+	0.60	-	-	-	-
S _s -N 2 (NS)	++	0.32	-	-	-	-
	-+	0.36	-	-	-	-
S _s -N 2 (EW)	++	0.35	-	-	-	-
	-+	0.36	-	-	-	-

注記*1：部材位置を図 6-18 に示す。

*2：照査値は、構造強度を有すること、通水機能を損なわないこと、止水機能を損なわないこと及びSクラスの施設を支持する機能に対する評価結果のうち厳しい値を記載。

表 6-30 曲げ・軸力系の破壊に対する照査の実施ケースと照査値（側壁）*1

解析ケース 地震動		曲げ・軸力系の破壊に対する照査*2				
		ケース①	ケース②	ケース③	ケース④	ケース⑤
S _s -D	++	0.87	0.87	0.88	0.76	0.80
	-+	0.95	0.95	0.94	0.95	0.95
	+-	0.75	-	-	-	-
	--	0.83	-	-	-	-
S _s -F 1	++	0.73	-	-	-	-
S _s -F 2	++	0.72	-	-	-	-
S _s -N 1	++	0.68	-	-	-	-
	-+	0.51	-	-	-	-
S _s -N 2 (NS)	++	0.19	-	-	-	-
	-+	0.73	-	-	-	-
S _s -N 2 (EW)	++	0.50	-	-	-	-
	-+	0.50	-	-	-	-

注記*1：部材位置を図 6-18 に示す。

*2：照査値は，構造強度を有すること，通水機能を損なわないこと，止水機能を損なわないこと及びSクラスの施設を支持する機能に対する評価結果のうち厳しい値を記載。

表 6-31 曲げ・軸力系の破壊に対する照査の実施ケースと照査値（隔壁）*1

解析ケース 地震動		曲げ・軸力系の破壊に対する照査*2				
		ケース①	ケース②	ケース③	ケース④	ケース⑤
S s - D	++	0.57	0.55	0.56	0.38	0.37
	-+	0.57	0.57	0.56	0.46	0.44
	+-	0.43	-	-	-	-
	--	0.42	-	-	-	-
S s - F 1	++	0.39	-	-	-	-
S s - F 2	++	0.35	-	-	-	-
S s - N 1	++	0.43	-	-	-	-
	-+	0.42	-	-	-	-
S s - N 2 (NS)	++	0.23	-	-	-	-
	-+	0.25	-	-	-	-
S s - N 2 (EW)	++	0.25	-	-	-	-
	-+	0.25	-	-	-	-

注記*1：部材位置を図 6-18 に示す。

*2：照査値は，構造強度を有すること，通水機能を損なわないこと，止水機能を損なわないこと及びSクラスの施設を支持する機能に対する評価結果のうち厳しい値を記載。

表 6-32 曲げ・軸力系の破壊に対する照査の実施ケースと照査値（導流壁）*1

解析ケース 地震動		曲げ・軸力系の破壊に対する照査*2				
		ケース①	ケース②	ケース③	ケース④	ケース⑤
S s - D	++	0.16	0.16	0.16	0.17	0.17
	-+	0.16	0.16	0.16	0.22	0.20
	+-	0.17	-	-	-	-
	--	0.18	-	-	-	-
S s - F 1	++	0.14	-	-	-	-
S s - F 2	++	0.14	-	-	-	-
S s - N 1	++	0.13	-	-	-	-
	-+	0.13	-	-	-	-
S s - N 2 (NS)	++	0.09	-	-	-	-
	-+	0.11	-	-	-	-
S s - N 2 (EW)	++	0.09	-	-	-	-
	-+	0.10	-	-	-	-

注記*1：部材位置を図 6-18 に示す。

*2：照査値は，構造強度を有すること，通水機能を損なわないこと，止水機能を損なわないこと及びSクラスの施設を支持する機能に対する評価結果のうち厳しい値を記載。

表 6-33 曲げ・軸力系の破壊に対する照査の実施ケースと照査値（妻壁）*1

解析ケース 地震動		曲げ・軸力系の破壊に対する照査*2				
		ケース①	ケース②	ケース③	ケース④	ケース⑤
S _s -D	++	0.07	0.06	0.06	0.11	0.11
	-+	0.06	0.06	0.06	0.09	0.11
	+-	0.07	-	-	-	-
	--	0.06	-	-	-	-
S _s -F1	++	0.04	-	-	-	-
S _s -F2	++	0.04	-	-	-	-
S _s -N1	++	0.04	-	-	-	-
	-+	0.05	-	-	-	-
S _s -N2 (NS)	++	0.03	-	-	-	-
	-+	0.04	-	-	-	-
S _s -N2 (EW)	++	0.03	-	-	-	-
	-+	0.03	-	-	-	-

注記*1：部材位置を図 6-18 に示す。

*2：照査値は、構造強度を有すること、通水機能を損なわないこと、止水機能を損なわないこと及びSクラスの施設を支持する機能に対する評価結果のうち厳しい値を記載。

表 6-34 曲げ・軸力系の破壊に対する照査の実施ケースと照査値（分離壁）*1

解析ケース 地震動		曲げ・軸力系の破壊に対する照査*2				
		ケース①	ケース②	ケース③	ケース④	ケース⑤
S _s -D	++	0.05	0.05	0.05	0.10	0.10
	-+	0.05	0.05	0.05	0.07	0.08
	+-	0.06	-	-	-	-
	--	0.06	-	-	-	-
S _s -F 1	++	0.05	-	-	-	-
S _s -F 2	++	0.04	-	-	-	-
S _s -N 1	++	0.06	-	-	-	-
	-+	0.05	-	-	-	-
S _s -N 2 (NS)	++	0.03	-	-	-	-
	-+	0.04	-	-	-	-
S _s -N 2 (EW)	++	0.04	-	-	-	-
	-+	0.04	-	-	-	-

注記*1：部材位置を図 6-18 に示す。

*2：照査値は，構造強度を有すること，通水機能を損なわないこと，止水機能を損なわないこと及びSクラスの施設を支持する機能に対する評価結果のうち厳しい値を記載。

表 6-35 曲げ・軸力系の破壊に対する照査の実施ケースと照査値（控壁）*1

解析ケース 地震動		曲げ・軸力系の破壊に対する照査*2				
		ケース①	ケース②	ケース③	ケース④	ケース⑤
S _s -D	++	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
	-+	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05
	+-	0.03	-	-	-	-
	--	0.03	-	-	-	-
S _s -F 1	++	0.03	-	-	-	-
S _s -F 2	++	0.03	-	-	-	-
S _s -N 1	++	0.03	-	-	-	-
	-+	0.03	-	-	-	-
S _s -N 2 (NS)	++	0.02	-	-	-	-
	-+	0.03	-	-	-	-
S _s -N 2 (EW)	++	0.02	-	-	-	-
	-+	0.02	-	-	-	-

注記*1：部材位置を図 6-18 に示す。

*2：照査値は、構造強度を有すること、通水機能を損なわないこと、止水機能を損なわないこと及びSクラスの施設を支持する機能に対する評価結果のうち厳しい値を記載。

(2) せん断破壊に対する照査

表 6-36～表 6-43 にせん断破壊に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

せん断破壊に対する照査は、限界ひずみを許容限界とする。なお、詳細については、「6.3.2 せん断破壊に対する評価結果」に示す。

せん断破壊に対する照査値は、照査値が 0.5 を超える評価結果に対し、ばらつきを考慮しても 0.95 であり、要求機能を満足していると評価できる。

表 6-36 せん断破壊に対する照査の実施ケースと照査値（底版）*1

解析ケース 地震動		せん断破壊に対する照査*2				
		ケース①	ケース②	ケース③	ケース④	ケース⑤
S _s -D	++	0.56	0.57	0.56	0.62	0.60
	-+	0.58	0.59	0.58	0.69	0.64
	+-	0.61	-	-	-	-
	--	0.62	-	-	-	-
S _s -F1	++	0.54	-	-	-	-
S _s -F2	++	0.56	-	-	-	-
S _s -N1	++	0.57	-	-	-	-
	-+	0.59	-	-	-	-
S _s -N2 (NS)	++	0.38	-	-	-	-
	-+	0.44	-	-	-	-
S _s -N2 (EW)	++	0.39	-	-	-	-
	-+	0.41	-	-	-	-

注記*1：部材位置を図 6-18 に示す。

*2：照査値は、構造強度を有すること、通水機能を損なわないこと、止水機能を損なわないこと及びSクラスの施設を支持する機能に対する評価結果のうち厳しい値を記載。

表 6-37 せん断破壊に対する照査の実施ケースと照査値（中床版）*1

解析ケース 地震動		せん断破壊に対する照査*2				
		ケース①	ケース②	ケース③	ケース④	ケース⑤
S _s -D	++	0.93	0.92	0.93	0.88	0.92
	-+	0.84	0.84	0.84	0.94	0.87
	+-	0.78	-	-	-	-
	--	0.75	-	-	-	-
S _s -F1	++	0.66	-	-	-	-
S _s -F2	++	0.61	-	-	-	-
S _s -N1	++	0.70	-	-	-	-
	-+	0.76	-	-	-	-
S _s -N2 (NS)	++	0.48	-	-	-	-
	-+	0.53	-	-	-	-
S _s -N2 (EW)	++	0.54	-	-	-	-
	-+	0.50	-	-	-	-

注記*1：部材位置を図 6-18 に示す。

*2：照査値は，構造強度を有すること，通水機能を損なわないこと，止水機能を損なわないこと及びSクラスの施設を支持する機能に対する評価結果のうち厳しい値を記載。

表 6-38 せん断破壊に対する照査の実施ケースと照査値（側壁）*1

解析ケース 地震動		せん断破壊に対する照査*2				
		ケース①	ケース②	ケース③	ケース④	ケース⑤
S _s -D	++	0.94	0.94	0.93	0.95	0.94
	-+	0.94	0.95	0.95	0.95	0.95
	+-	0.88	-	-	-	-
	--	0.89	-	-	-	-
S _s -F1	++	0.80	-	-	-	-
S _s -F2	++	0.74	-	-	-	-
S _s -N1	++	0.78	-	-	-	-
	-+	0.82	-	-	-	-
S _s -N2 (NS)	++	0.70	-	-	-	-
	-+	0.76	-	-	-	-
S _s -N2 (EW)	++	0.68	-	-	-	-
	-+	0.78	-	-	-	-

注記*1：部材位置を図 6-18 に示す。

*2：照査値は，構造強度を有すること，通水機能を損なわないこと，止水機能を損なわないこと及びSクラスの施設を支持する機能に対する評価結果のうち厳しい値を記載。

表 6-39 せん断破壊に対する照査の実施ケースと照査値（隔壁）*1

解析ケース 地震動		せん断破壊に対する照査*2				
		ケース①	ケース②	ケース③	ケース④	ケース⑤
S _s -D	++	0.73	0.73	0.73	0.83	0.91
	-+	0.93	0.85	0.82	0.88	0.94
	+-	0.76	-	-	-	-
	--	0.87	-	-	-	-
S _s -F1	++	0.68	-	-	-	-
S _s -F2	++	0.59	-	-	-	-
S _s -N1	++	0.65	-	-	-	-
	-+	0.67	-	-	-	-
S _s -N2 (NS)	++	0.51	-	-	-	-
	-+	0.59	-	-	-	-
S _s -N2 (EW)	++	0.51	-	-	-	-
	-+	0.58	-	-	-	-

注記*1：部材位置を図 6-18 に示す。

*2：照査値は，構造強度を有すること，通水機能を損なわないこと，止水機能を損なわないこと及びSクラスの施設を支持する機能に対する評価結果のうち厳しい値を記載。

表 6-40 せん断破壊に対する照査の実施ケースと照査値（導流壁）*1

解析ケース 地震動		せん断破壊に対する照査*2				
		ケース①	ケース②	ケース③	ケース④	ケース⑤
S _s -D	++	0.70	0.70	0.70	0.80	0.78
	-+	0.71	0.72	0.72	0.81	0.78
	+-	0.74	-	-	-	-
	--	0.76	-	-	-	-
S _s -F1	++	0.79	-	-	-	-
S _s -F2	++	0.64	-	-	-	-
S _s -N1	++	0.67	-	-	-	-
	-+	0.65	-	-	-	-
S _s -N2 (NS)	++	0.45	-	-	-	-
	-+	0.54	-	-	-	-
S _s -N2 (EW)	++	0.47	-	-	-	-
	-+	0.50	-	-	-	-

注記*1：部材位置を図 6-18 に示す。

*2：照査値は，構造強度を有すること，通水機能を損なわないこと，止水機能を損なわないこと及びSクラスの施設を支持する機能に対する評価結果のうち厳しい値を記載。

表 6-41 せん断破壊に対する照査の実施ケースと照査値（妻壁）*1

解析ケース 地震動		せん断破壊に対する照査*2				
		ケース①	ケース②	ケース③	ケース④	ケース⑤
S _s -D	++	0.43	0.43	0.44	0.46	0.46
	-+	0.43	0.44	0.44	0.45	0.44
	+-	0.40	-	-	-	-
	--	0.41	-	-	-	-
S _s -F1	++	0.39	-	-	-	-
S _s -F2	++	0.39	-	-	-	-
S _s -N1	++	0.38	-	-	-	-
	-+	0.38	-	-	-	-
S _s -N2 (NS)	++	0.36	-	-	-	-
	-+	0.36	-	-	-	-
S _s -N2 (EW)	++	0.37	-	-	-	-
	-+	0.36	-	-	-	-

注記*1：部材位置を図 6-18 に示す。

*2：照査値は，構造強度を有すること，通水機能を損なわないこと，止水機能を損なわないこと及びSクラスの施設を支持する機能に対する評価結果のうち厳しい値を記載。

表 6-42 せん断破壊に対する照査の実施ケースと照査値（分離壁）*1

解析ケース 地震動		せん断破壊に対する照査*2				
		ケース①	ケース②	ケース③	ケース④	ケース⑤
S _s -D	++	0.18	0.18	0.18	0.31	0.31
	-+	0.18	0.18	0.18	0.23	0.25
	+-	0.20	-	-	-	-
	--	0.21	-	-	-	-
S _s -F1	++	0.18	-	-	-	-
S _s -F2	++	0.14	-	-	-	-
S _s -N1	++	0.18	-	-	-	-
	-+	0.17	-	-	-	-
S _s -N2 (NS)	++	0.12	-	-	-	-
	-+	0.15	-	-	-	-
S _s -N2 (EW)	++	0.12	-	-	-	-
	-+	0.14	-	-	-	-

注記*1：部材位置を図 6-18 に示す。

*2：照査値は，構造強度を有すること，通水機能を損なわないこと，止水機能を損なわないこと及びSクラスの施設を支持する機能に対する評価結果のうち厳しい値を記載。

表 6-43 せん断破壊に対する照査の実施ケースと照査値（控壁）*1

解析ケース 地震動		せん断破壊に対する照査*2				
		ケース①	ケース②	ケース③	ケース④	ケース⑤
S _s -D	++	0.42	0.42	0.42	0.35	0.34
	-+	0.43	0.44	0.43	0.39	0.38
	+-	0.35	-	-	-	-
	--	0.36	-	-	-	-
S _s -F1	++	0.34	-	-	-	-
S _s -F2	++	0.29	-	-	-	-
S _s -N1	++	0.35	-	-	-	-
	-+	0.34	-	-	-	-
S _s -N2 (NS)	++	0.21	-	-	-	-
	-+	0.22	-	-	-	-
S _s -N2 (EW)	++	0.21	-	-	-	-
	-+	0.20	-	-	-	-

注記*1：部材位置を図 6-18 に示す。

*2：照査値は，構造強度を有すること，通水機能を損なわないこと，止水機能を損なわないこと及びSクラスの施設を支持する機能に対する評価結果のうち厳しい値を記載。

(3) 基礎地盤の支持性能に対する照査

表 6-44 に基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値を示す。

基礎地盤の支持性能に対する照査は、極限支持力度または支圧強度を許容限界とする。なお、詳細については、「6.4 基礎地盤の支持性能に対する評価結果」に示す。

基礎地盤の支持性能に対する照査は、ばらつきを考慮しても許容限界に対して 0.5 未満であり、要求機能を満足していると評価できる。

表 6-44 基礎地盤の支持性能に対する照査の実施ケースと照査値

解析ケース 地震動		基礎地盤の支持性能に対する照査				
		ケース①	ケース②	ケース③	ケース④	ケース⑤
S _s -D	++	0.24	0.24	0.24	0.25	0.24
	-+	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
	+ -	0.24	-	-	-	-
	--	0.24	-	-	-	-
S _s -F 1	++	0.25	-	-	-	-
S _s -F 2	++	0.22	-	-	-	-
S _s -N 1	++	0.24	-	-	-	-
	-+	0.24	-	-	-	-
S _s -N 2 (NS)	++	0.24	-	-	-	-
	-+	0.24	-	-	-	-
S _s -N 2 (EW)	++	0.20	-	-	-	-
	-+	0.20	-	-	-	-

6.2.2 構造部材のひずみ分布（曲げ・軸力系の破壊に対する照査）

構造強度を有すること、通水機能を有すること及びSクラスの施設を支持する機能を損なわないことの確認における鉄筋コンクリート部材の曲げ・軸力系の破壊に対する照査について、許容限界をコンクリートの圧縮縁ひずみとした各部材において最も厳しい照査値となる解析ケースの一覧を表6-45に、止水機能を損なわないことの確認として、許容限界を圧縮ひずみ及び主筋ひずみとした各部材において最も厳しい照査値となる解析ケースの一覧を表6-46及び表6-47に示す。また、各部材のコンクリートの圧縮縁ひずみ、コンクリートの圧縮ひずみ及び主筋ひずみに対して最大照査値となる評価時刻でのひずみ分布を図6-19～図6-27に示す。

なお、コンクリートの圧縮ひずみ及び主筋ひずみのひずみ分布については、止水機能が求められる部材のひずみ分布のみ示す。

表6-45 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）

評価位置*1		解析 ケース	地震動	照査用 ひずみ*2 ϵ_d	限界 ひずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
底版	1	④	S _s -D (-+)	968 μ	10000 μ	0.10
中床版	16	④	S _s -D (-+)	3117 μ	10000 μ	0.32
側壁	44	④	S _s -D (-+)	7932 μ	10000 μ	0.80
隔壁	136	②	S _s -D (-+)	1132 μ	10000 μ	0.12
導流壁	62	④	S _s -D (-+)	2129 μ	10000 μ	0.22
妻壁	91	④	S _s -D (++)	1091 μ	10000 μ	0.11
分離壁	67	④	S _s -D (++)	183 μ	10000 μ	0.02
控壁	71	④	S _s -D (-+)	420 μ	10000 μ	0.05

注記*1：評価位置は図6-28～図6-30に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

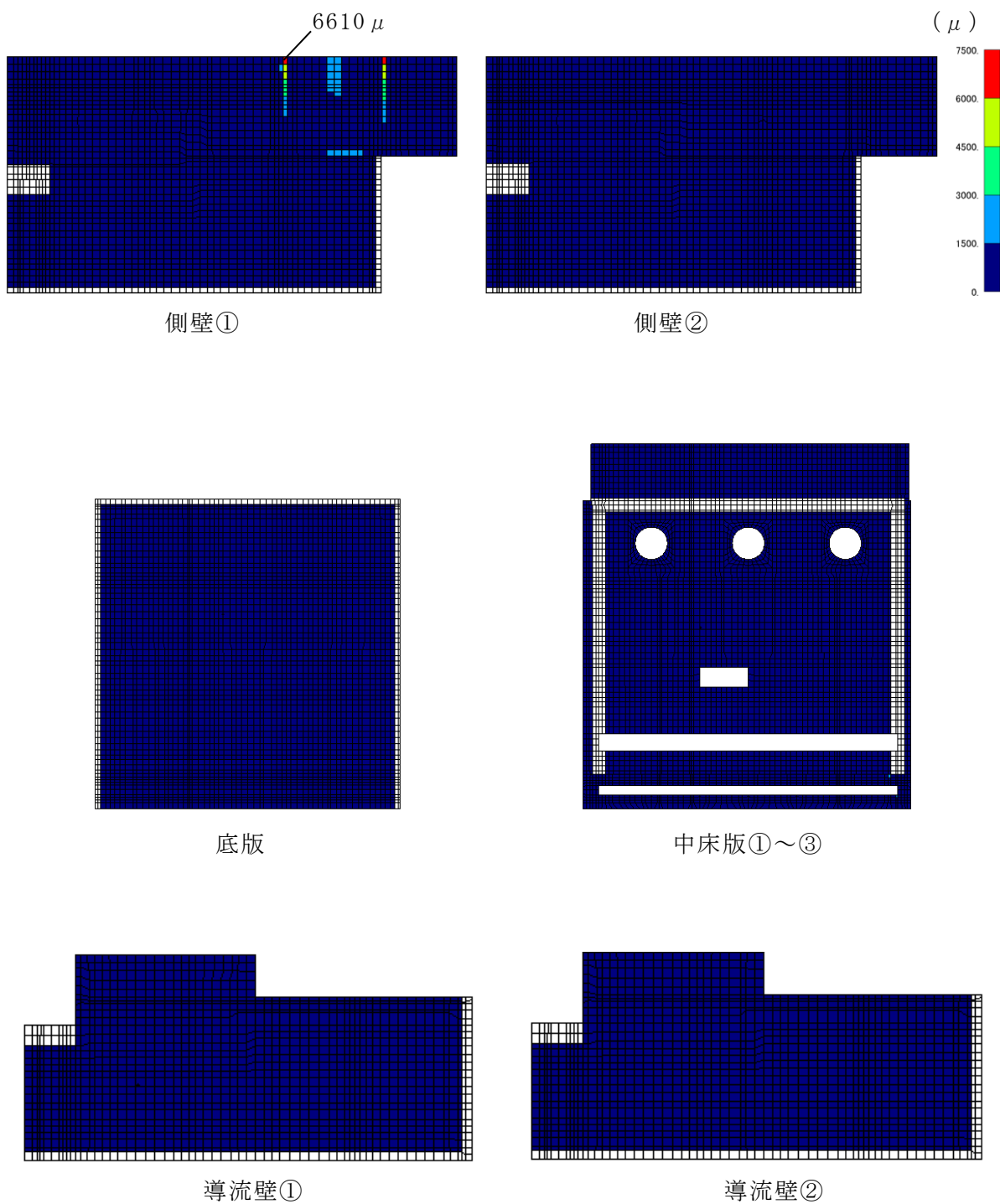


図 6-19 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時のひずみ分布図
 (コンクリートの圧縮縁ひずみ)
 (側壁, 解析ケース④, $S_s - D (-+)$)

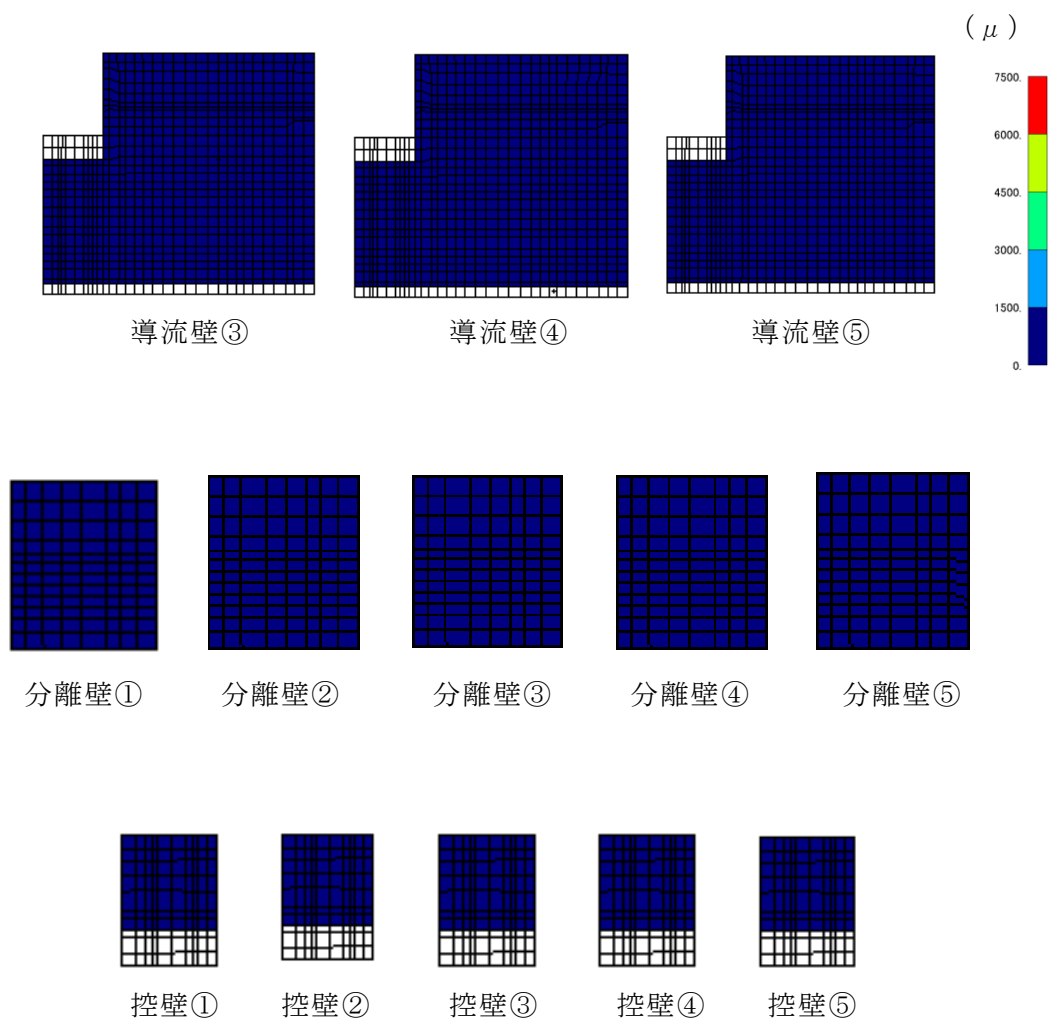


図 6-20 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時のひずみ分布図
 (コンクリートの圧縮縁ひずみ)
 (側壁, 解析ケース④, $S_s - D (-+)$)

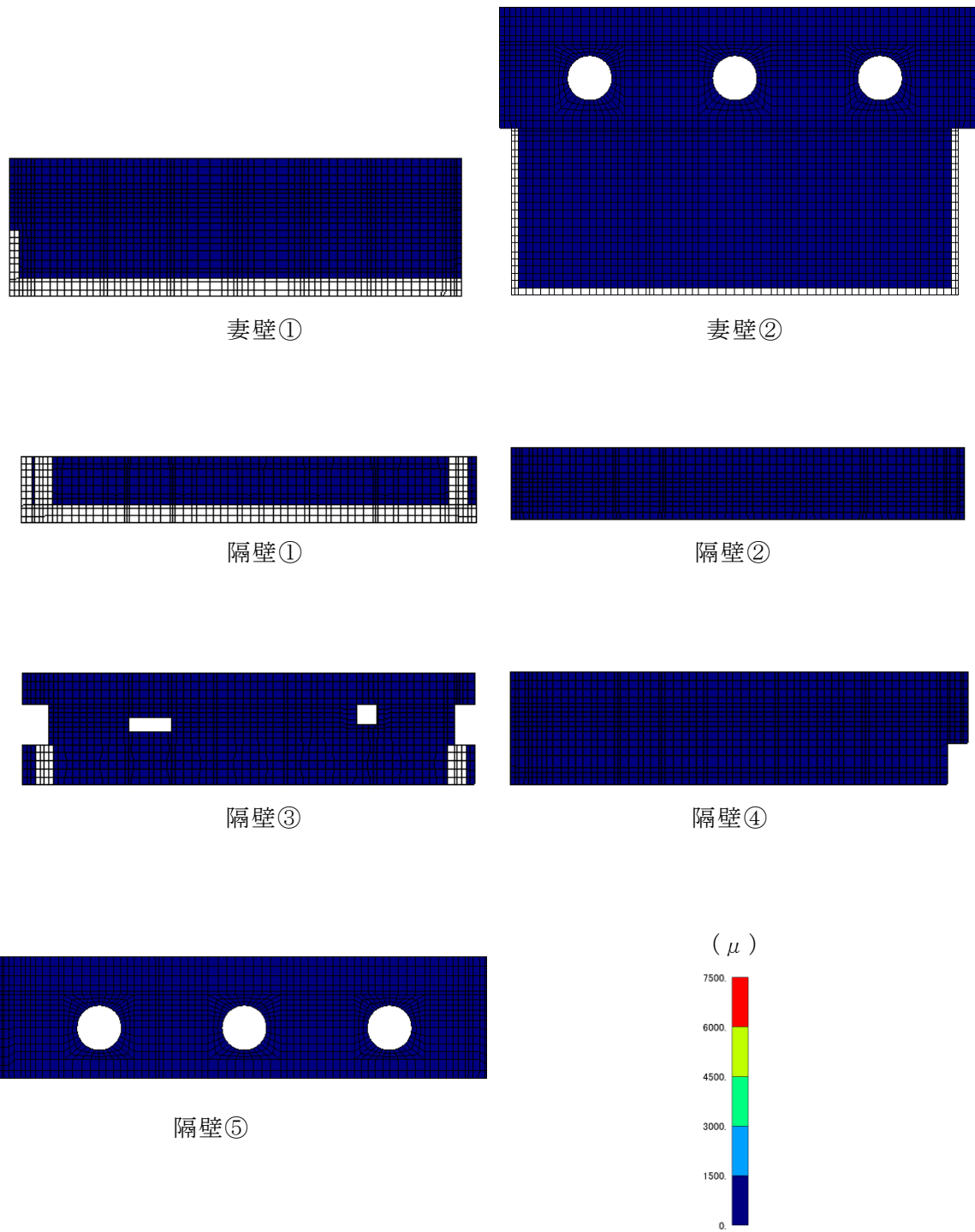


図 6-21 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時のひずみ分布図
 (コンクリートの圧縮縁ひずみ)
 (側壁, 解析ケース④, $S_s - D (-+)$)

表 6-46 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）

評価位置*1		解析 ケース	地震動	照査用 ひずみ*2 ϵ_d	限界 ひずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
底版	—	—	—	—	—	—
中床版	31	②	S s - D (-+)	1613 μ	2000 μ	0.81
側壁	43	④	S s - D (-+)	1973 μ	2000 μ	0.99
隔壁	136	②	S s - D (-+)	1132 μ	2000 μ	0.57
導流壁	—	—	—	—	—	—
妻壁	—	—	—	—	—	—
分離壁	67	④	S s - D (++)	183 μ	2000 μ	0.10
控壁	—	—	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

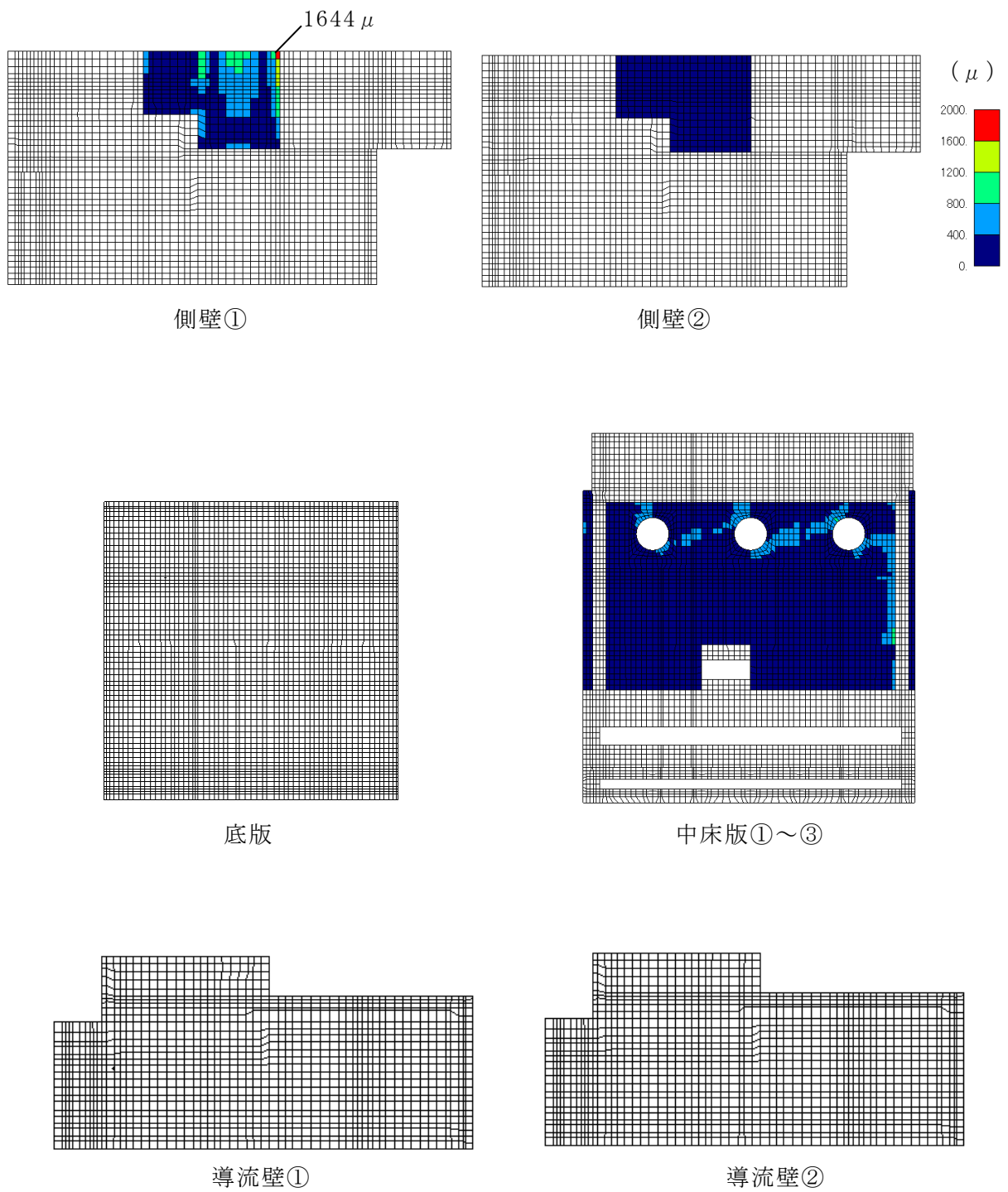


図 6-22 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時のひずみ分布図
 (コンクリートの圧縮ひずみ)
 (側壁, 解析ケース④, $S_s - D (-+)$)

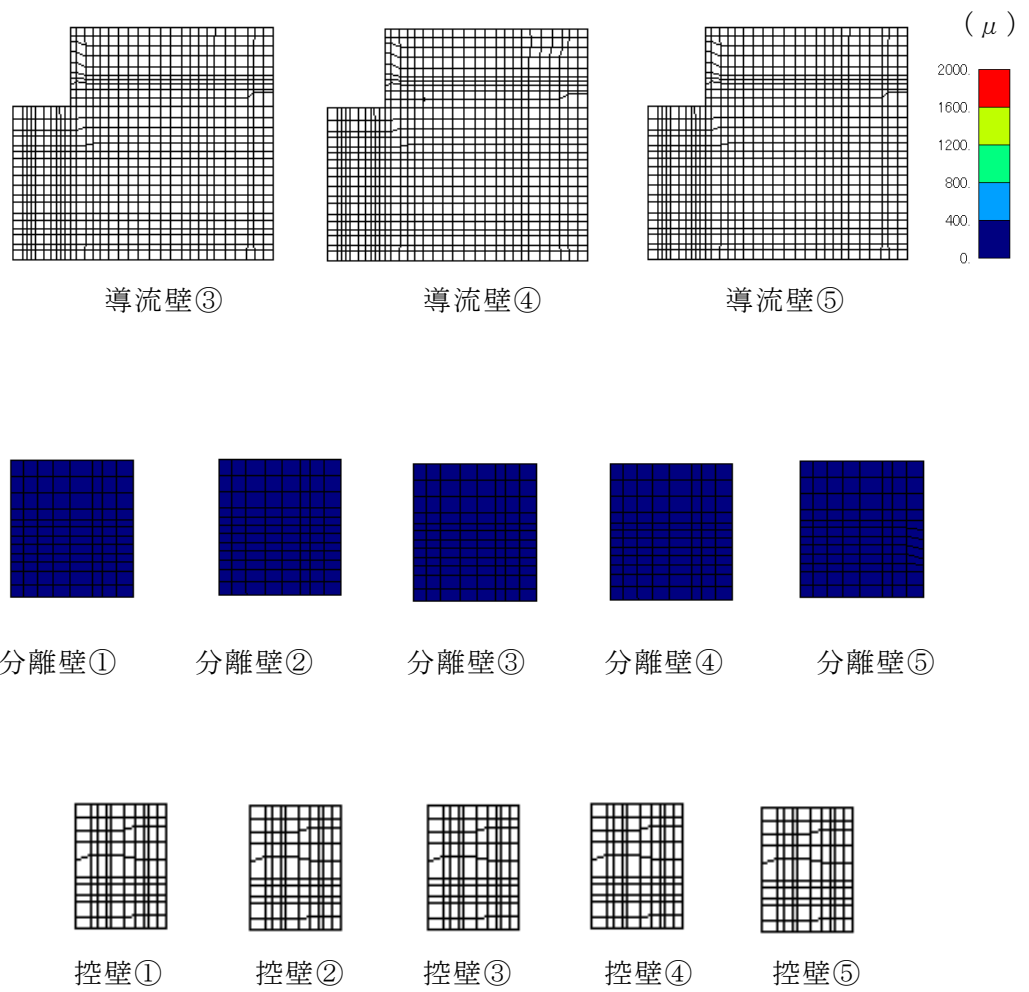


図 6-23 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時のひずみ分布図
 (コンクリートの圧縮ひずみ)
 (側壁, 解析ケース④, $S_s - D(-+)$)

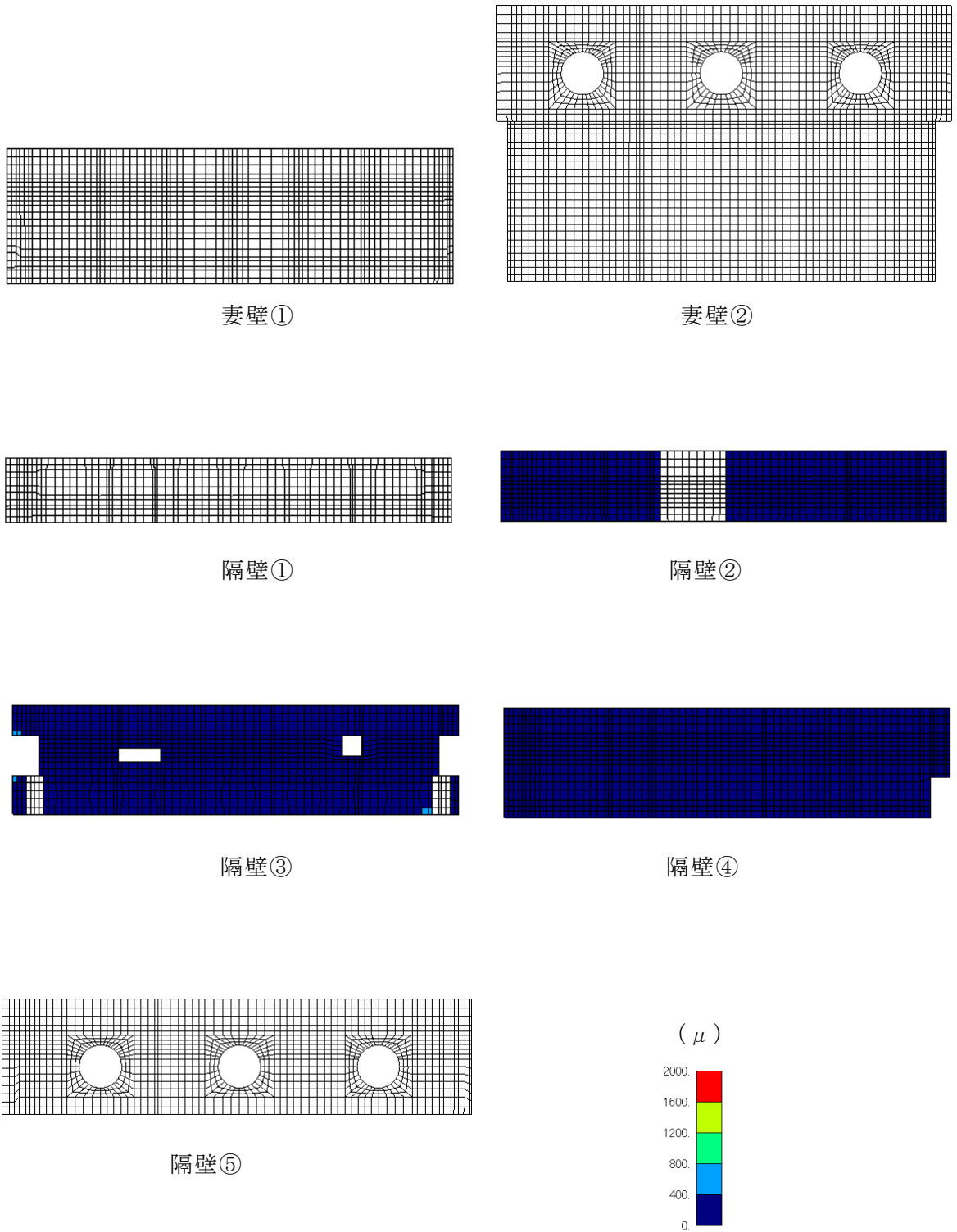


図 6-24 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時のひずみ分布図
 (コンクリートの圧縮ひずみ)
 (側壁, 解析ケース④, S s - D (-+))

表 6-47 曲げ・軸力系の破壊に対する照査（主筋ひずみ）

評価位置*1		解析 ケース	地震動	照査用 ひずみ*2 ϵ_d	限界 ひずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
底版	—	—	—	—	—	—
中床版	28	②	S s - D (-+)	1624 μ	1725 μ	0.95
側壁	53	④	S s - D (++)	1302 μ	1725 μ	0.76
隔壁	126	④	S s - D (-+)	1556 μ	1725 μ	0.91
導流壁	—	—	—	—	—	—
妻壁	—	—	—	—	—	—
分離壁	68	④	S s - D (++)	264 μ	1725 μ	0.16
控壁	—	—	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

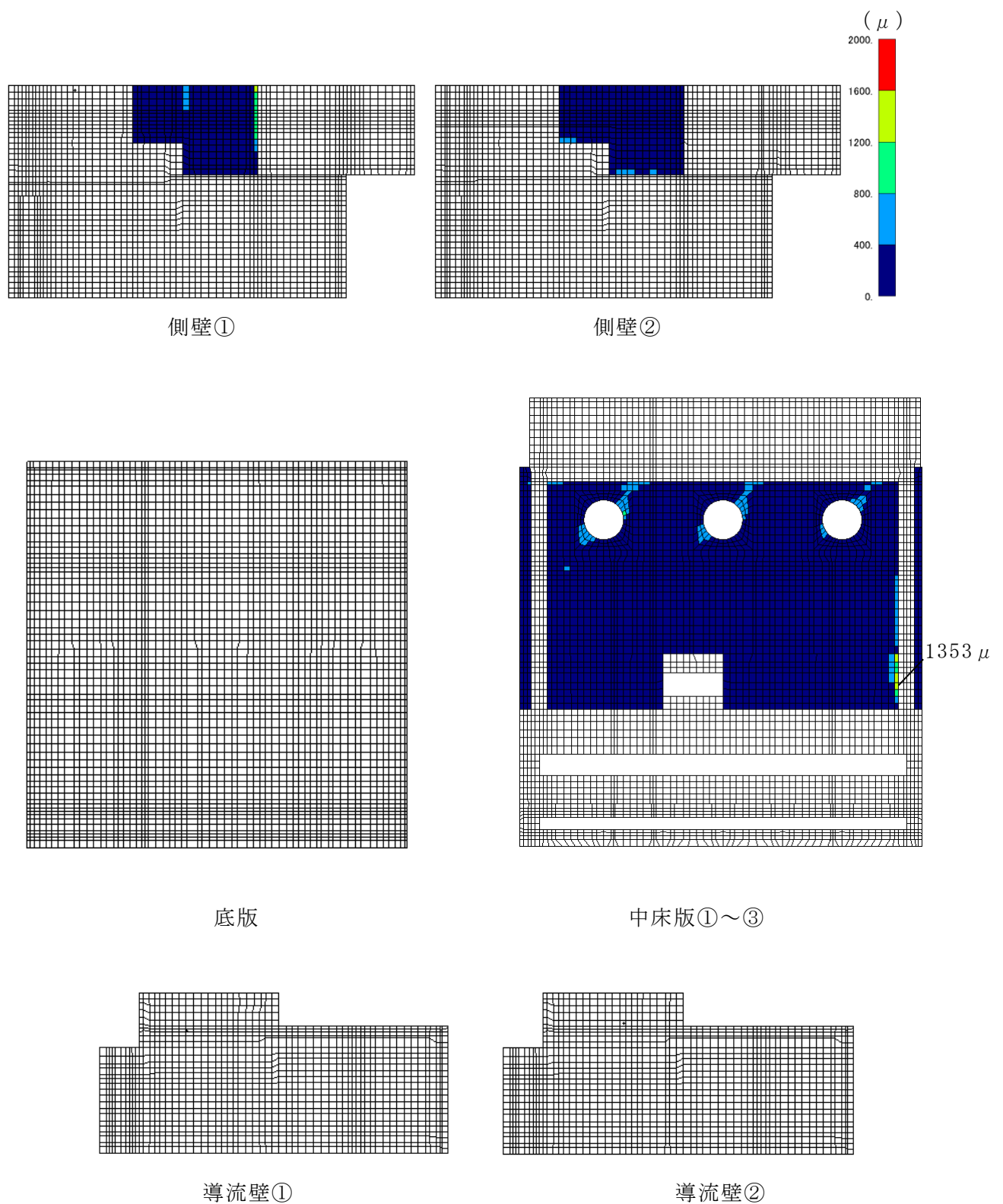


図 6-25 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時のひずみ分布図
 (主筋ひずみ)
 (中床版, 解析ケース②, $S_s - D(-+)$)

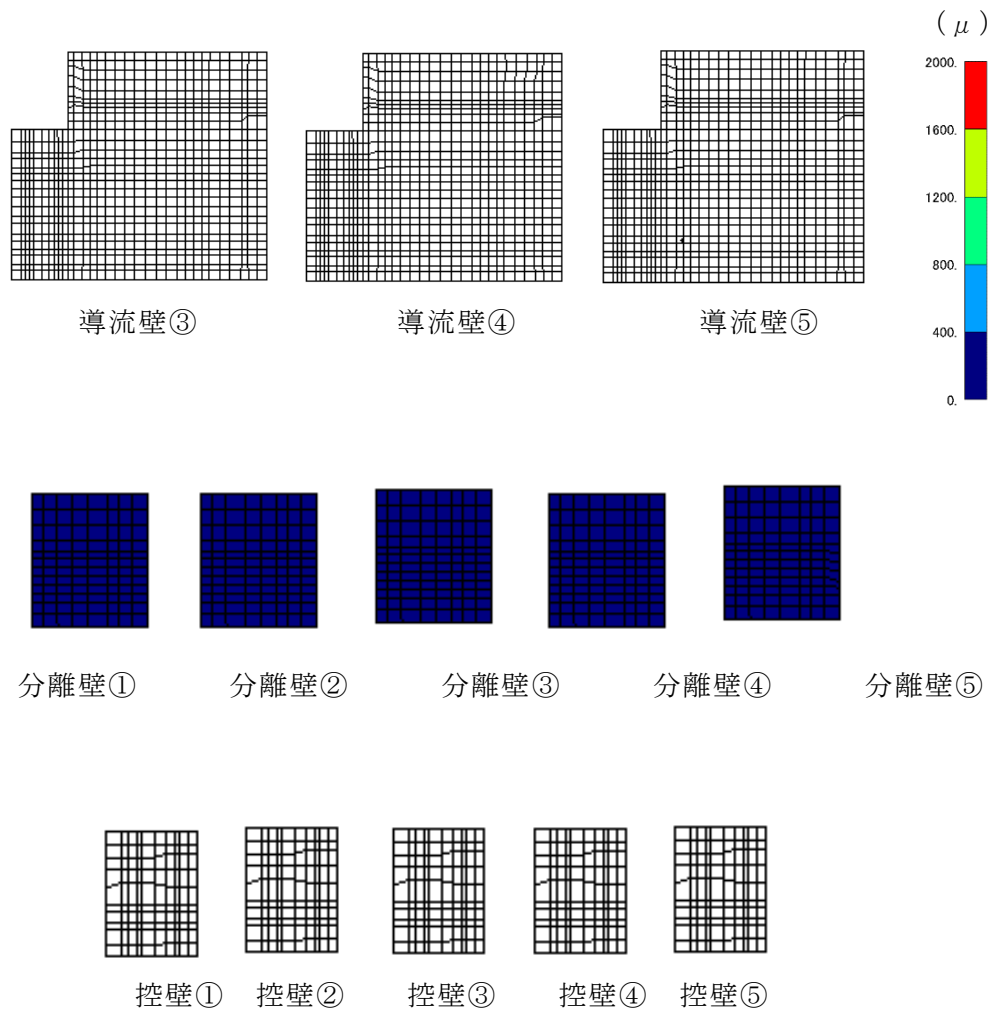


図 6-26 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時のひずみ分布図

(主筋ひずみ)

(中床版, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

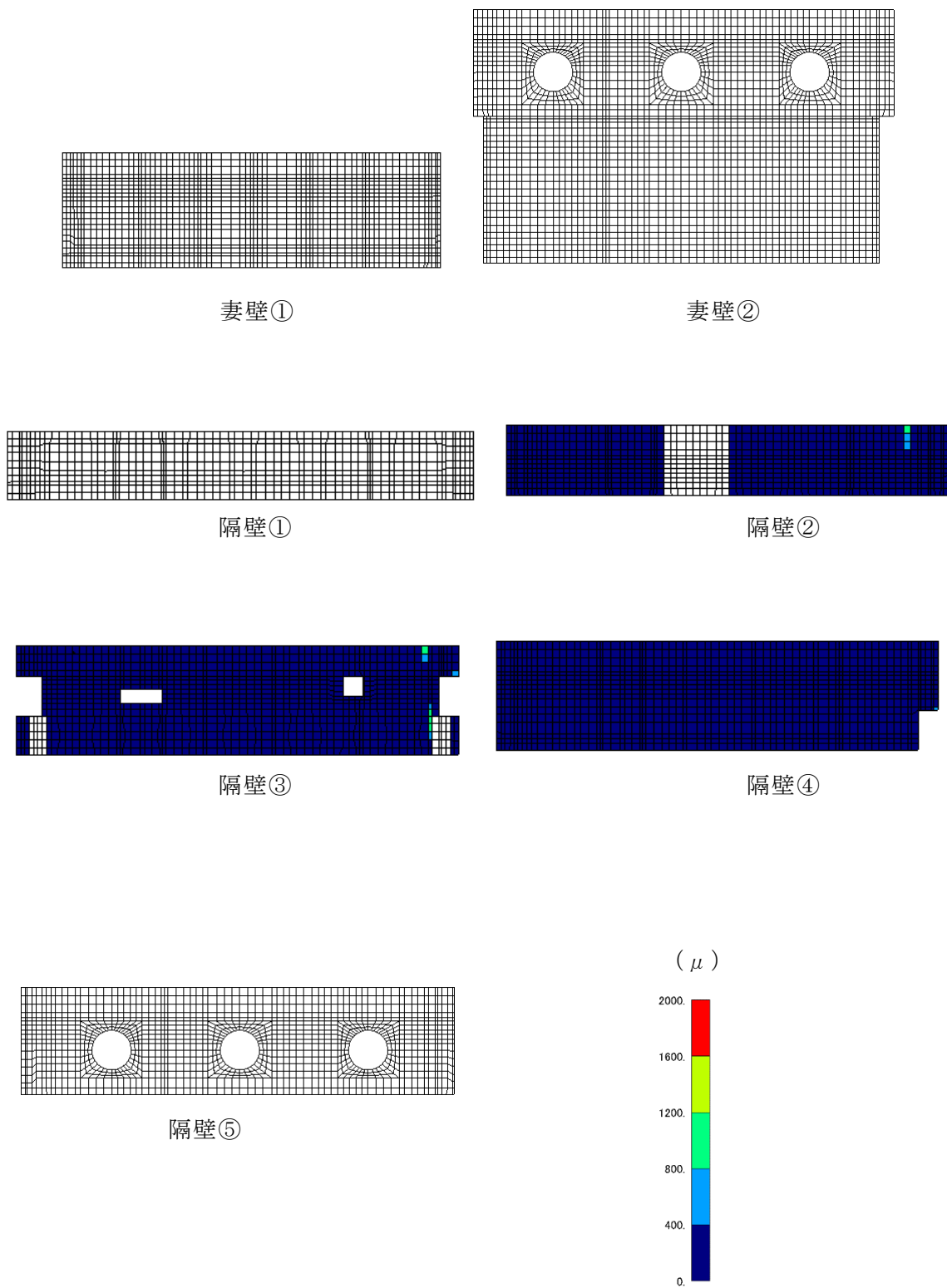


図 6-27 曲げ・軸力系の破壊に対する照査値最大時のひずみ分布図

(主筋ひずみ)

(中床版, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

【底版，中床版】

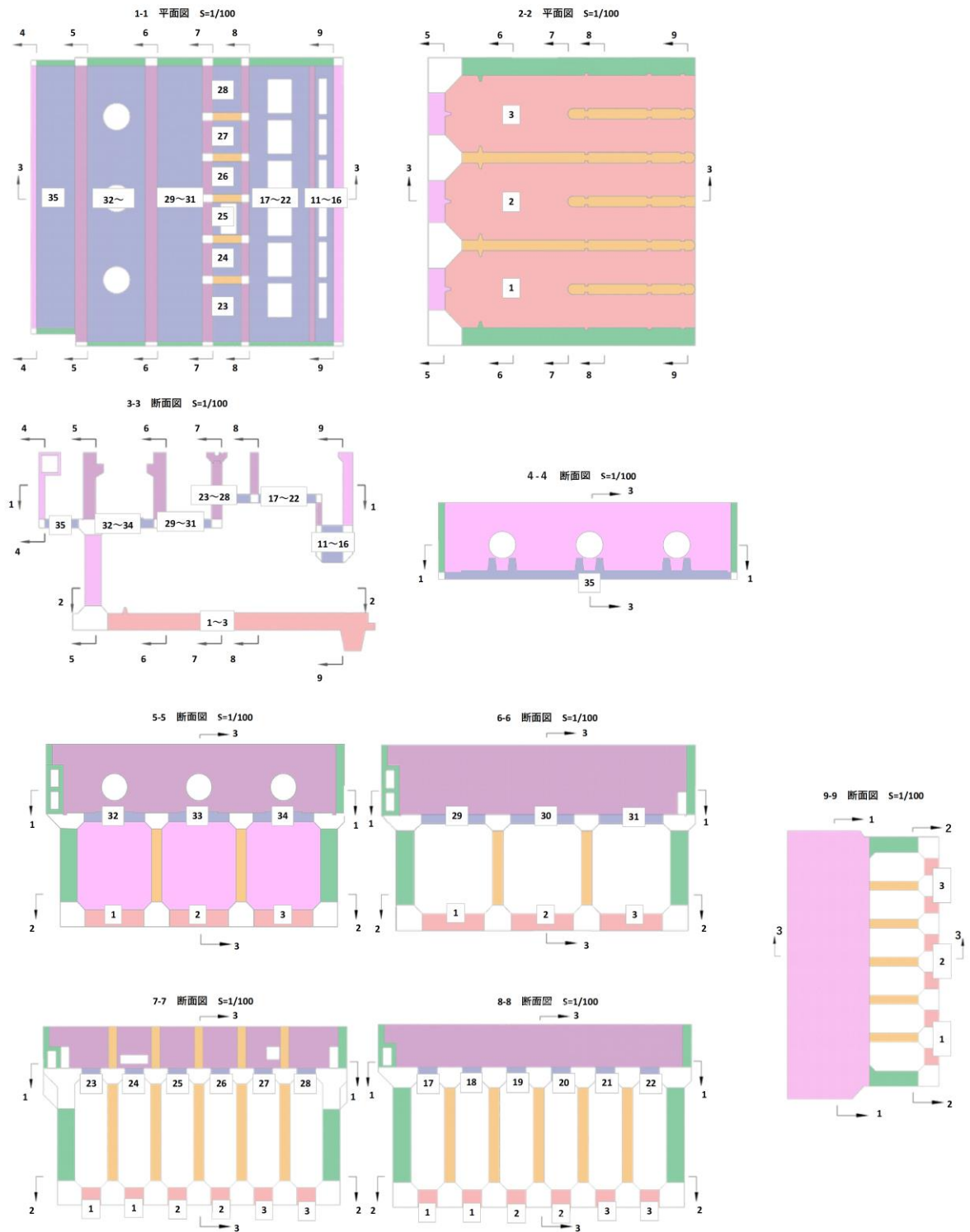


図 6-28 評価位置図（底版，中床版）

（曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊）

【側壁，導流壁，分離壁，控壁】

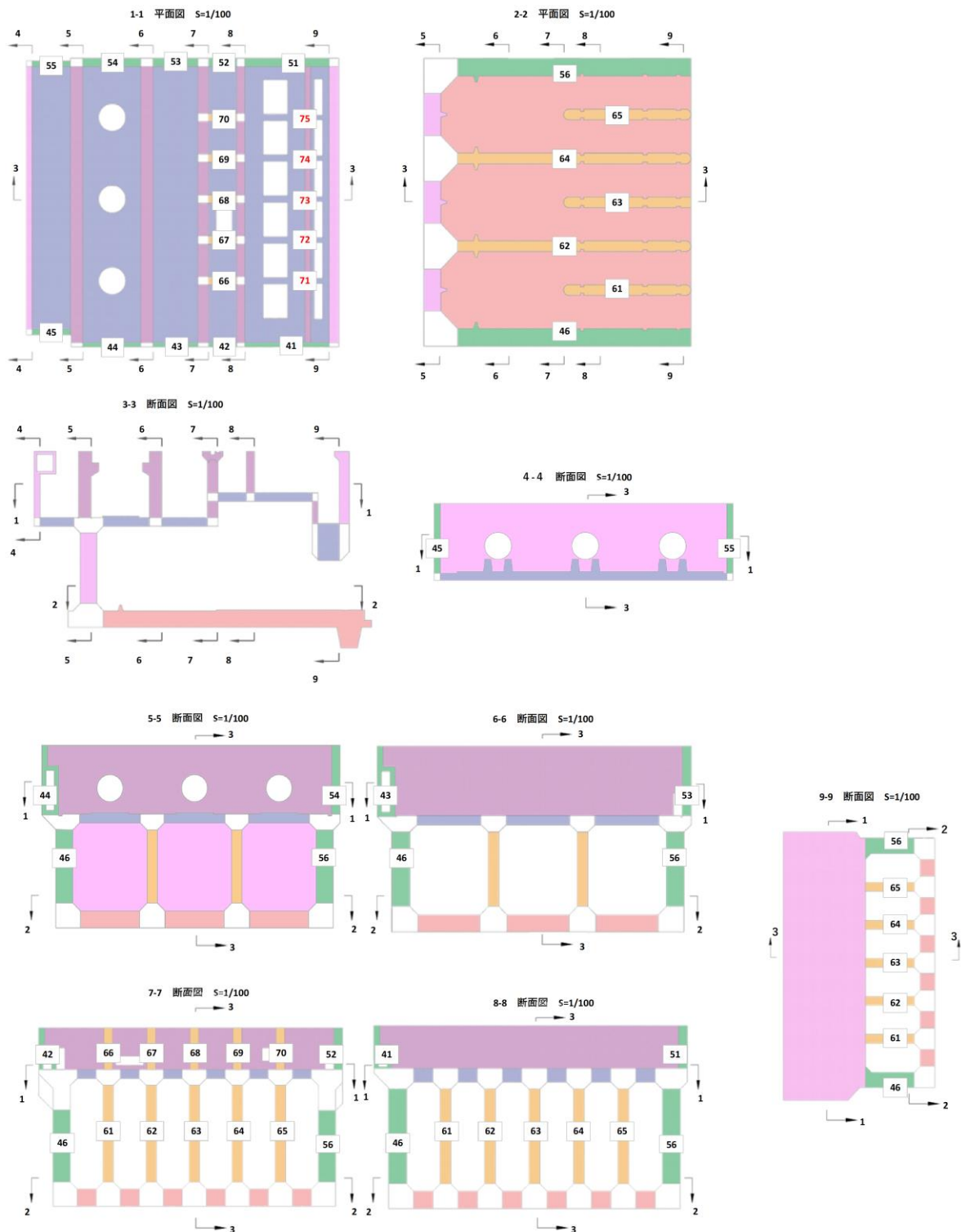


図 6-29 評価位置図（側壁，導流壁，分離壁，控壁）
 （曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊）

【隔壁，妻壁】

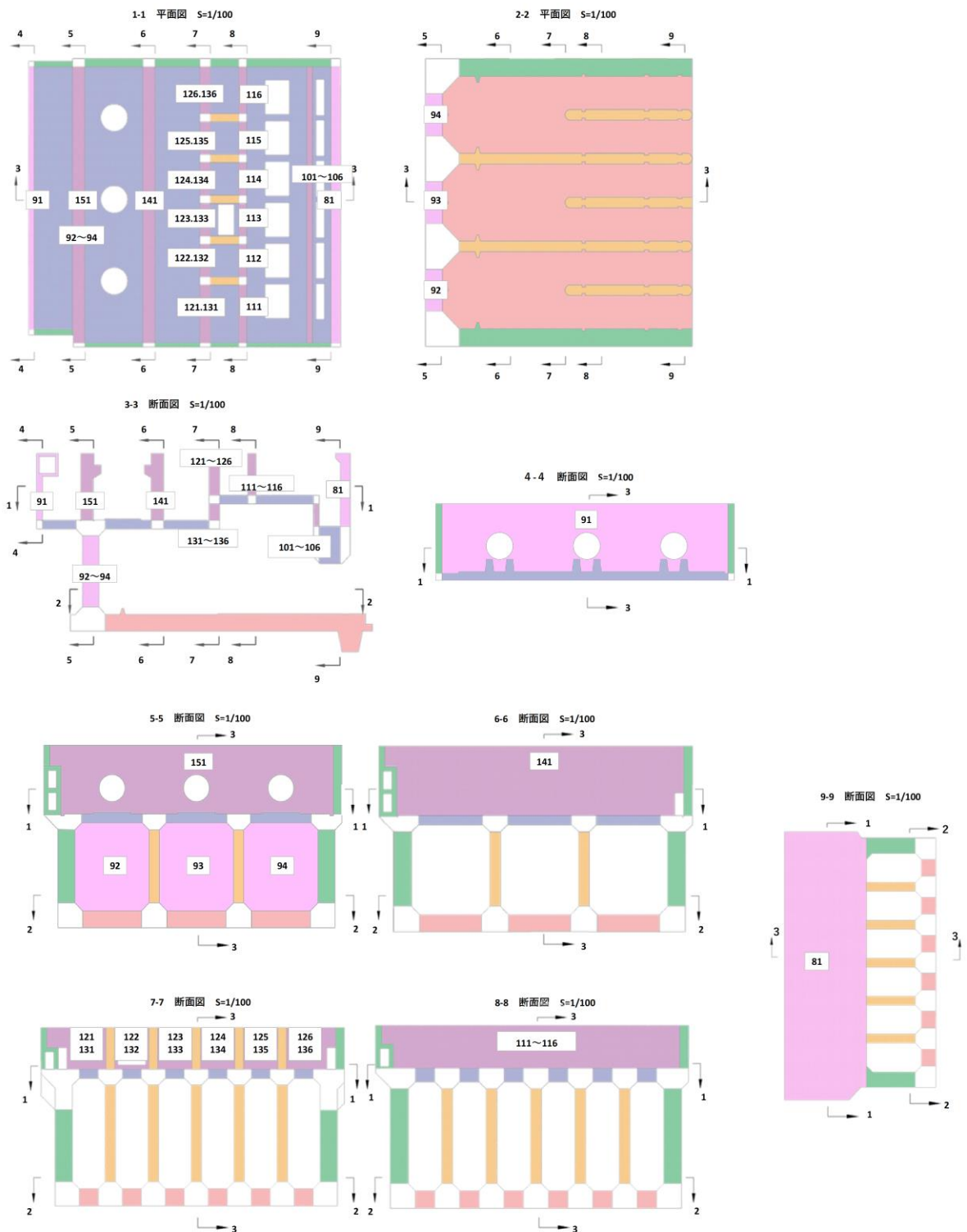


図 6-30 評価位置図 (隔壁，妻壁)
(曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊)

6.2.3 構造部材の断面力分布（せん断破壊に対する照査）

鉄筋コンクリート部材のせん断破壊に対する照査について、各部材において最も厳しい照査値となる解析ケースの一覧を表6-48に示す。また、最大照査値となる評価時刻における断面力分布（曲げモーメント、軸力、せん断力）を図6-31～図6-48に示す。

表6-48 せん断破壊に対する照査

評価位置*1		解析 ケース	地震動	照査用 せん断力*2 V_d (kN/m)	せん断 耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$
底版	1	④	$S_s - D (-+)$	1244	1828	0.69
中床版	34	④	$S_s - D (-+)$	1486	1520	0.98
側壁	41	②	$S_s - D (-+)$	—	—	0.83*3
隔壁	141	⑤	$S_s - D (-+)$	344	366	0.94
導流壁	64	④	$S_s - D (-+)$	962	1202	0.80
妻壁	92	④	$S_s - D (++)$	985	2145	0.46
分離壁	68	⑤	$S_s - D (++)$	317	1033	0.31
控壁	75	②	$S_s - D (-+)$	302	689	0.44

注記*1：評価位置は図6-28～図6-30に示す。

*2：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a （＝1.05）

*3：線形被害則による照査結果を示す。

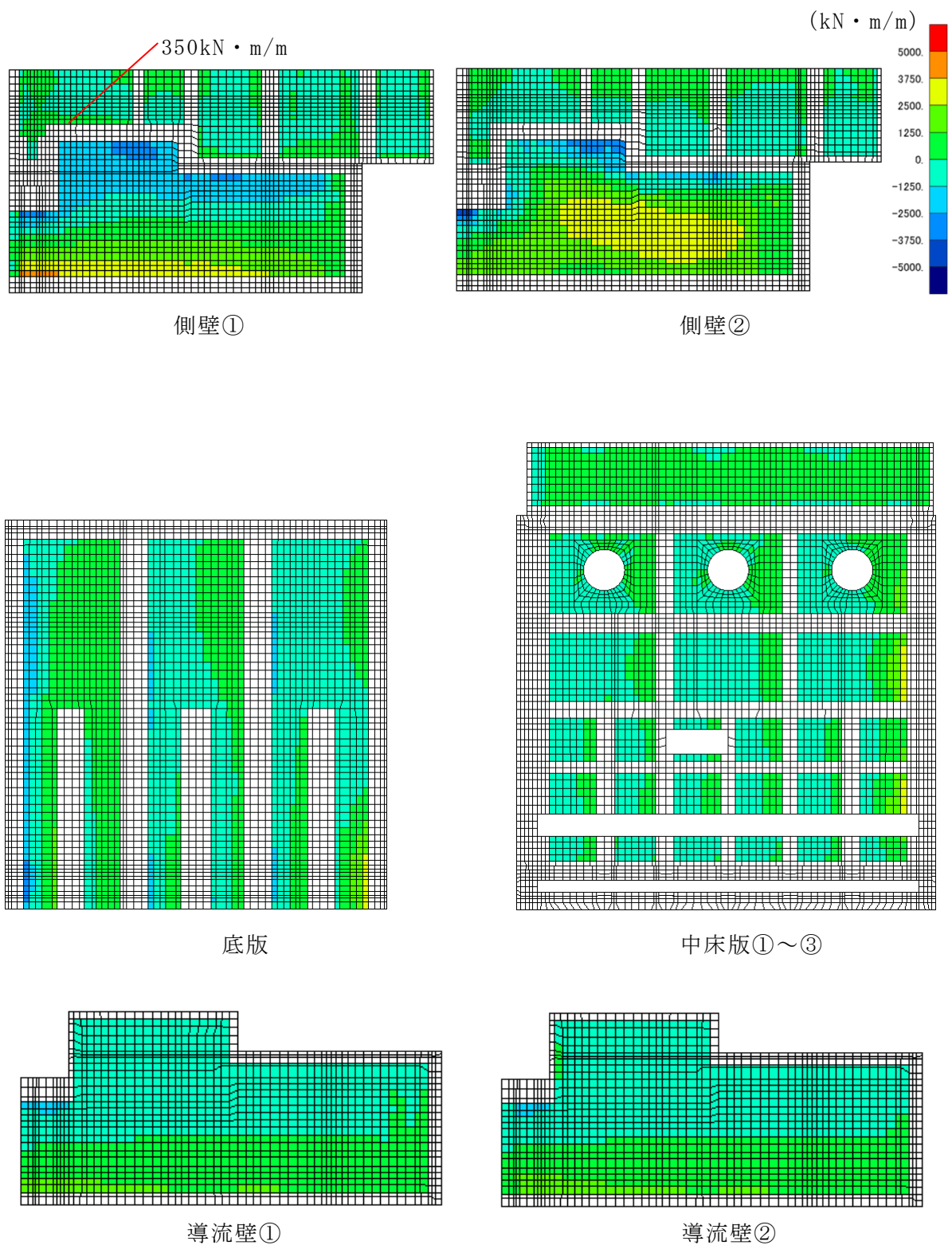
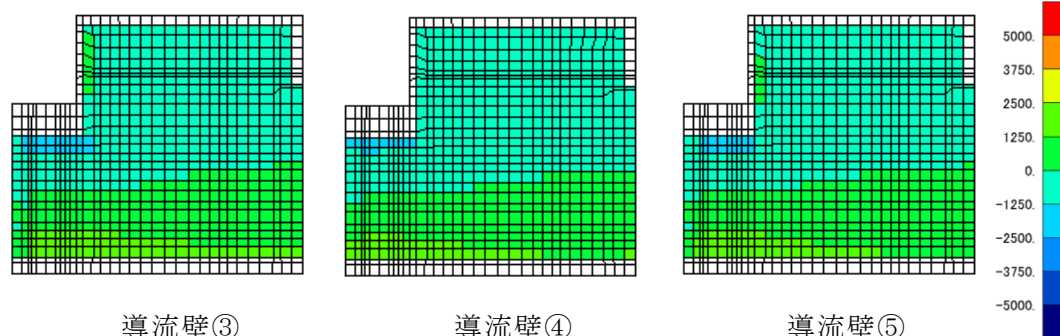


図 6-31 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図

(曲げモーメント (kN · m) : M_x)

(側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

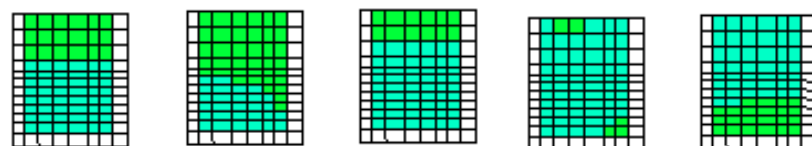
(kN · m/m)



導流壁③

導流壁④

導流壁⑤



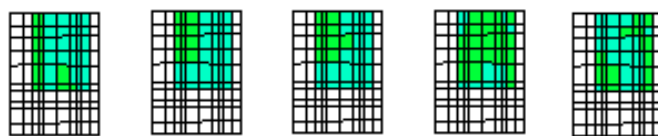
分離壁①

分離壁②

分離壁③

分離壁④

分離壁⑤



控壁①

控壁②

控壁③

控壁④

控壁⑤

図 6-32 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図

(曲げモーメント (kN · m) : M_x)

(側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

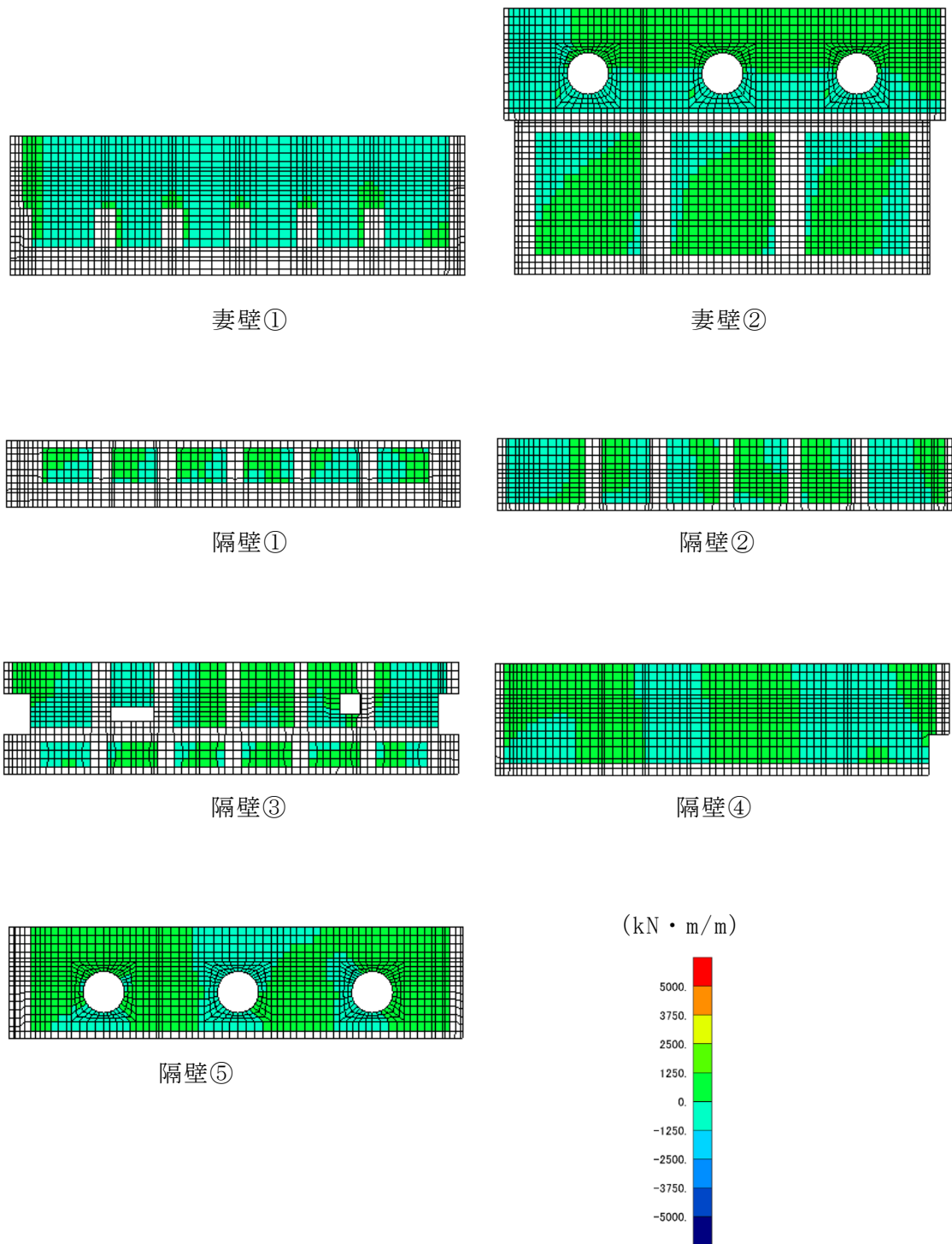


図 6-33 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図

(曲げモーメント ($\text{kN} \cdot \text{m}$) : M_x)

(側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

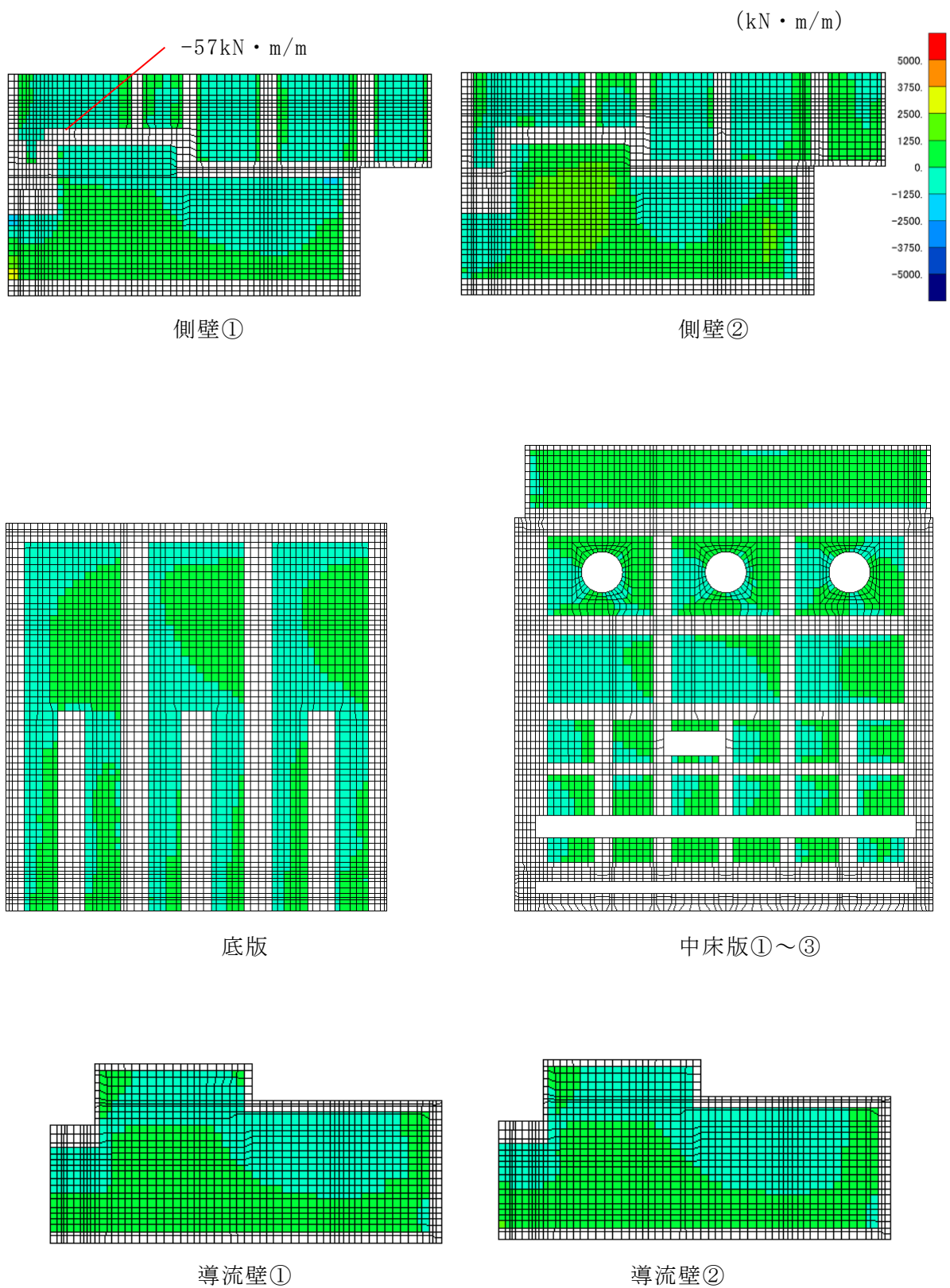


図 6-34 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図

(曲げモーメント (kN · m) : M_y)

(側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

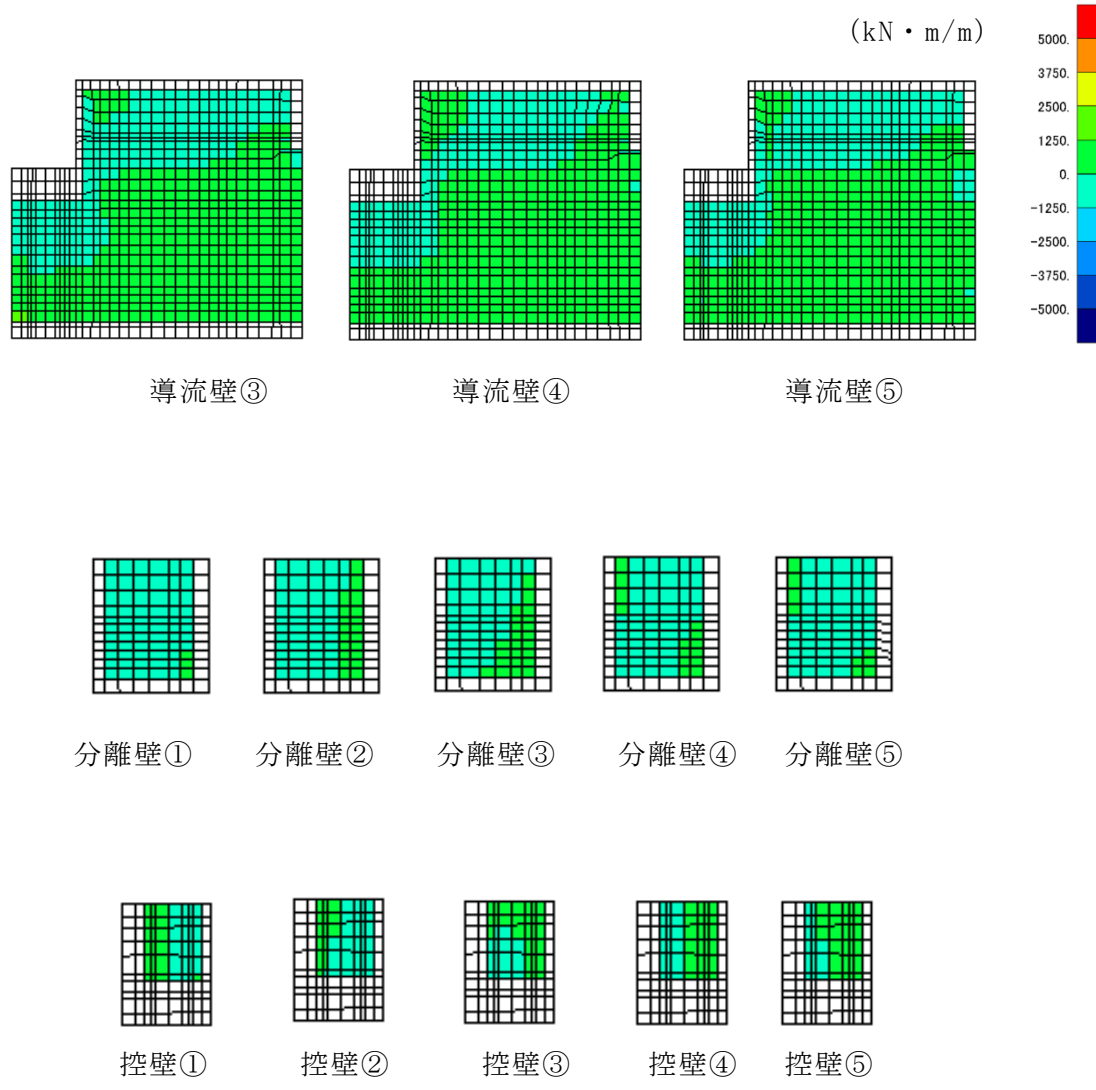


図 6-35 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図
 (曲げモーメント (kN・m) : M_y)
 (側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

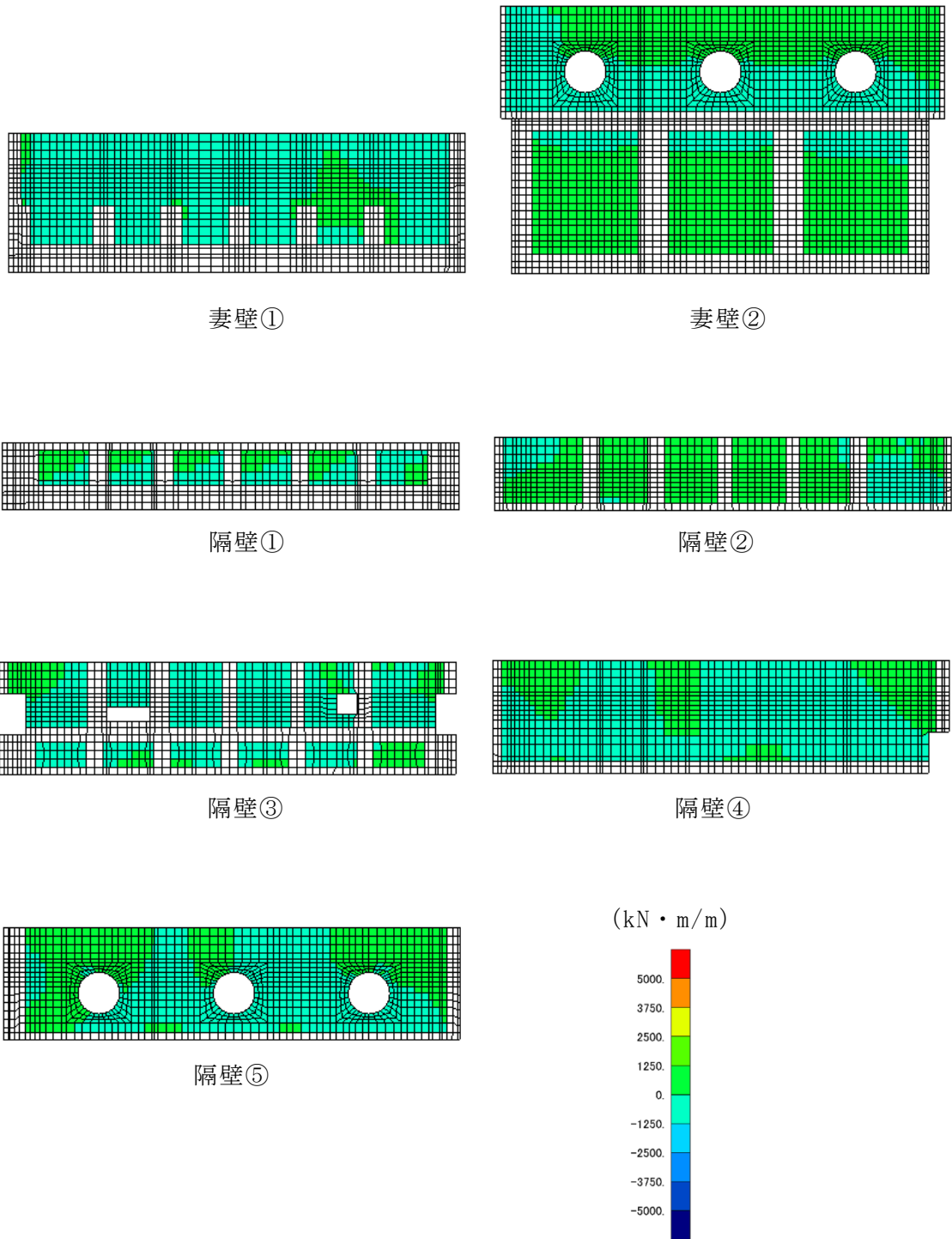


図 6-36 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図

(曲げモーメント (kN · m) : M_y)

(側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

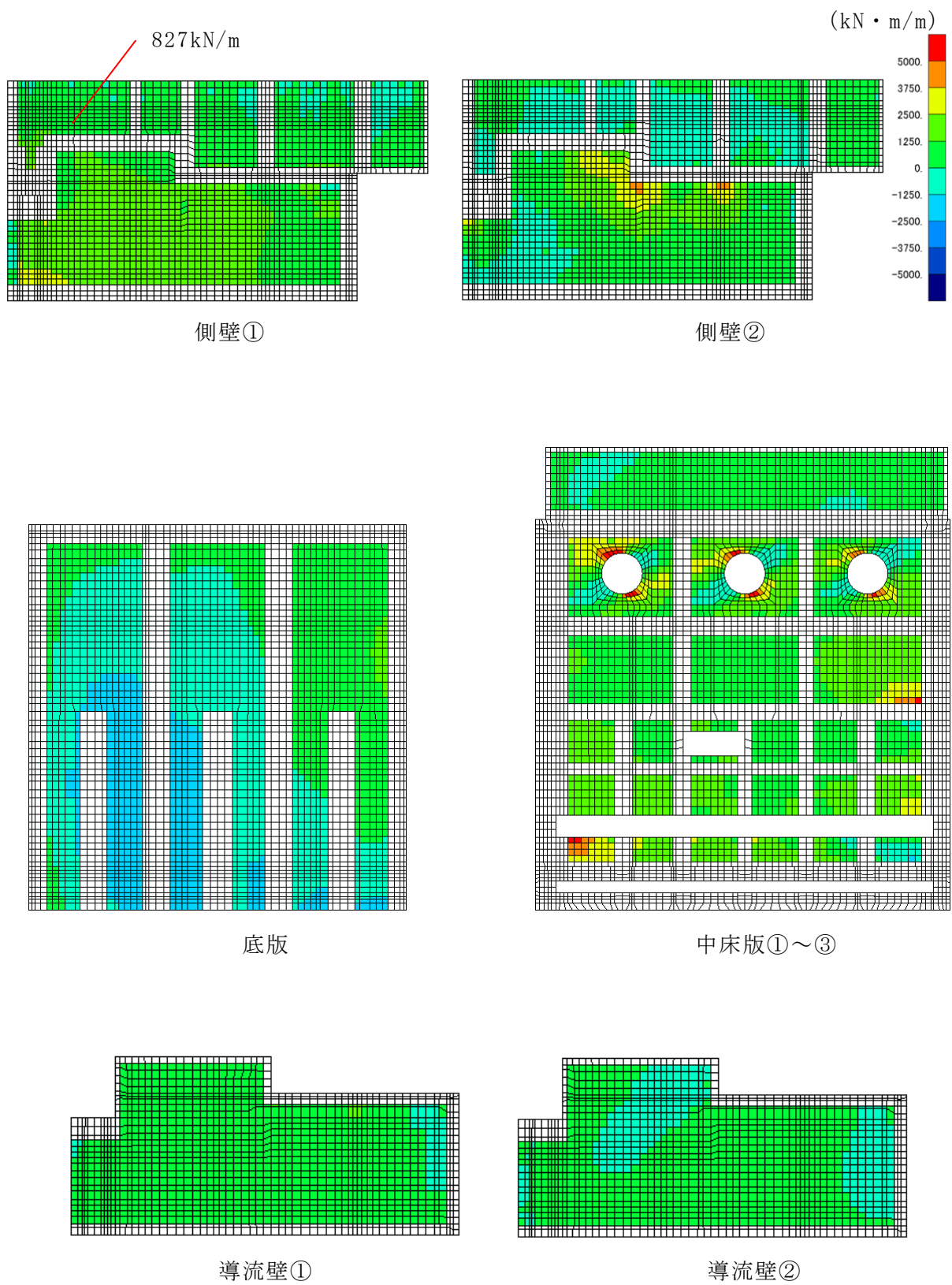


図 6-37 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図

(軸力 (kN/m) : N_x)

(側壁, 解析ケース②, $S_s - D$ (-+))

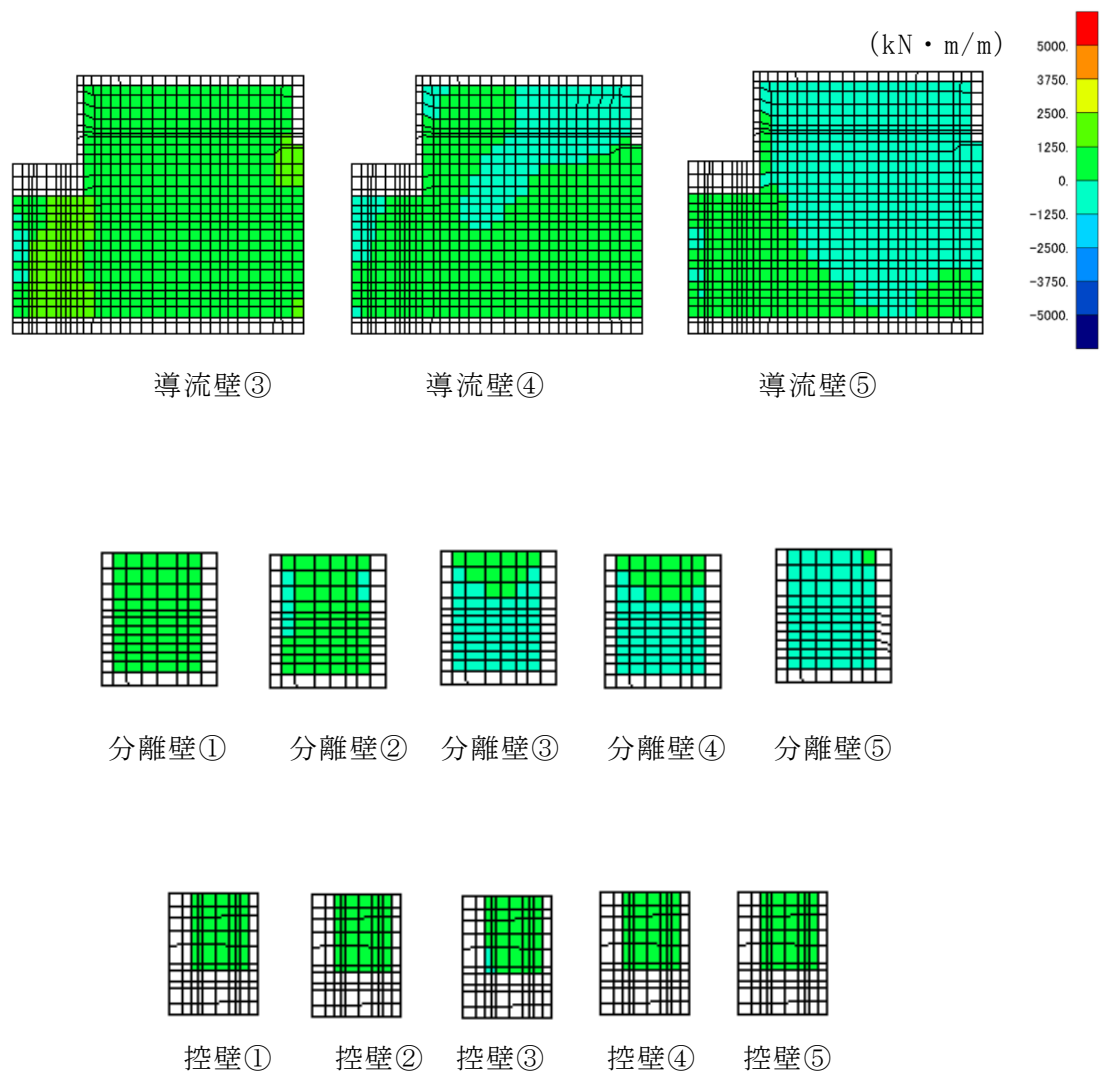


図 6-38 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図

(軸力 (kN/m) : N_x)

(側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

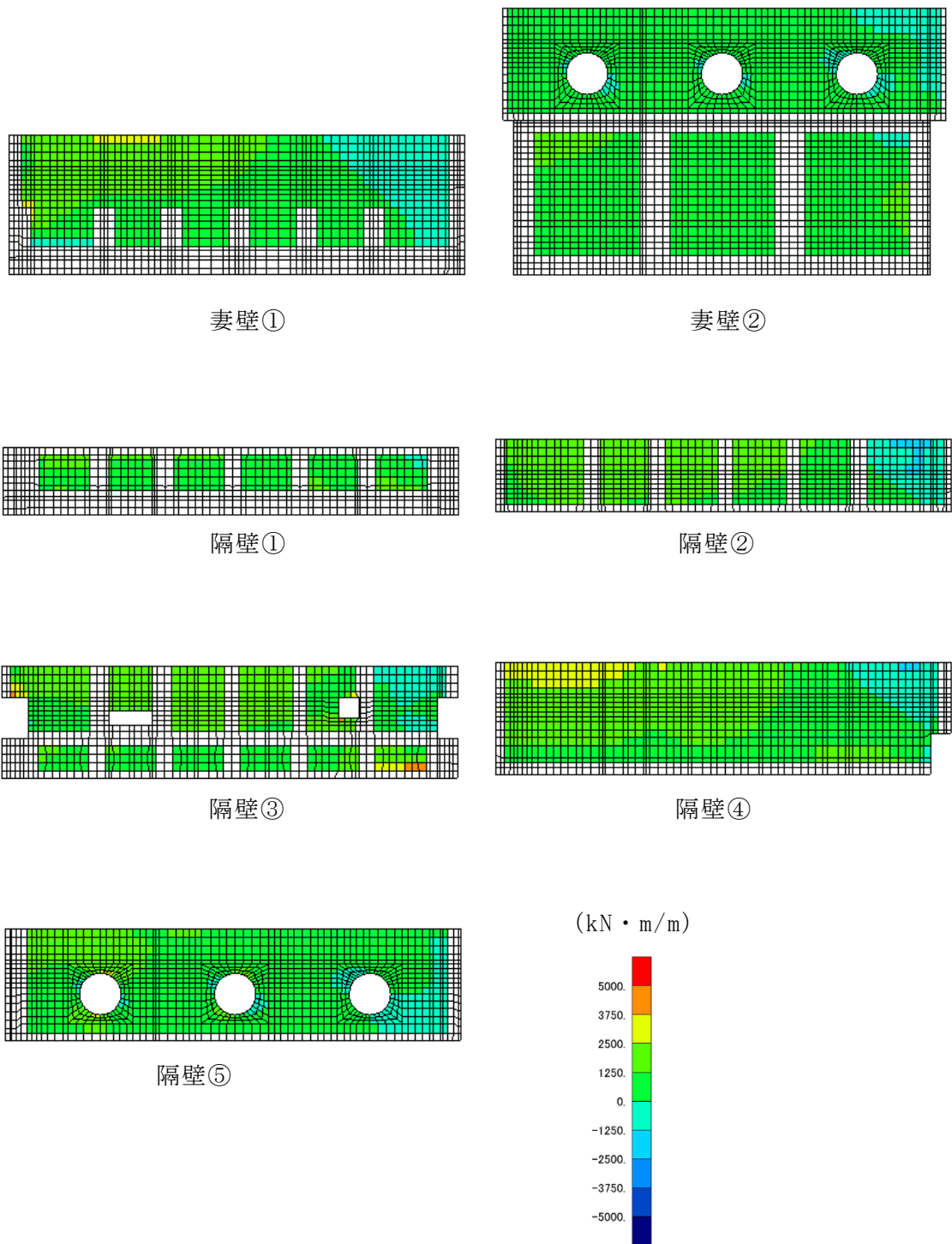


図 6-39 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図

(軸力 (kN/m) : N_x)

(側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

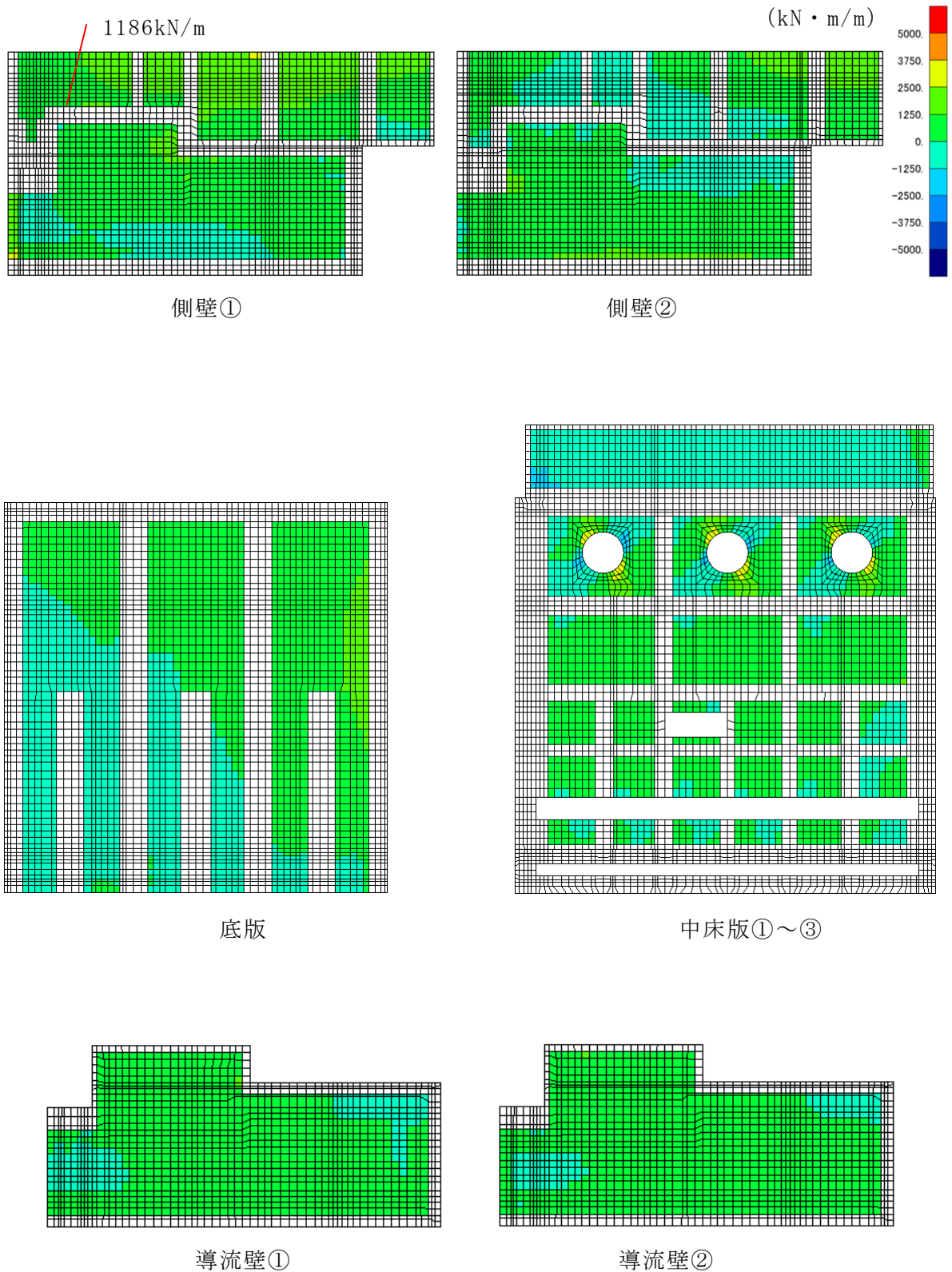


図 6-40 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図

(軸力 (kN/m) : N_y)

(側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

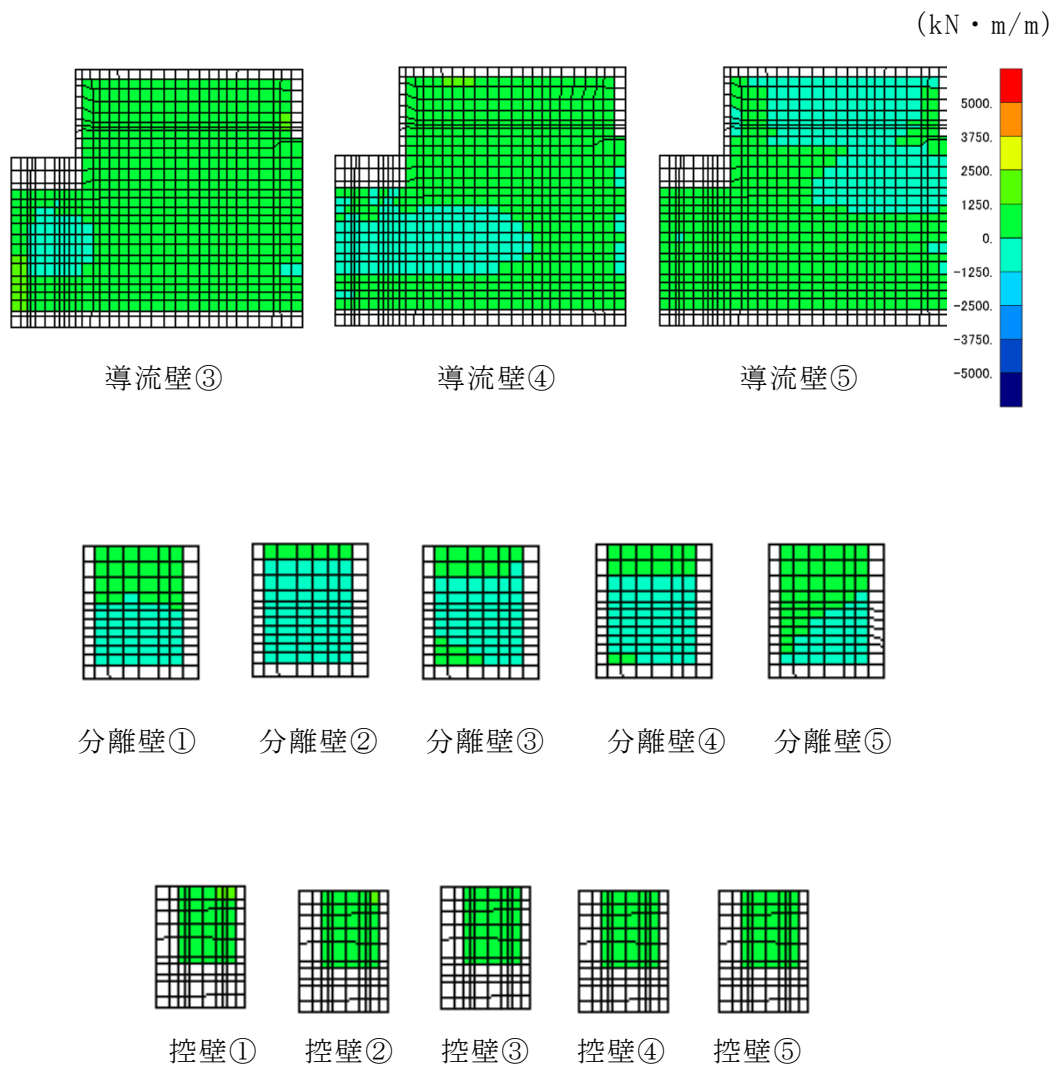


図 6-41 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図
 (軸力 (kN/m) : N_y)
 (側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

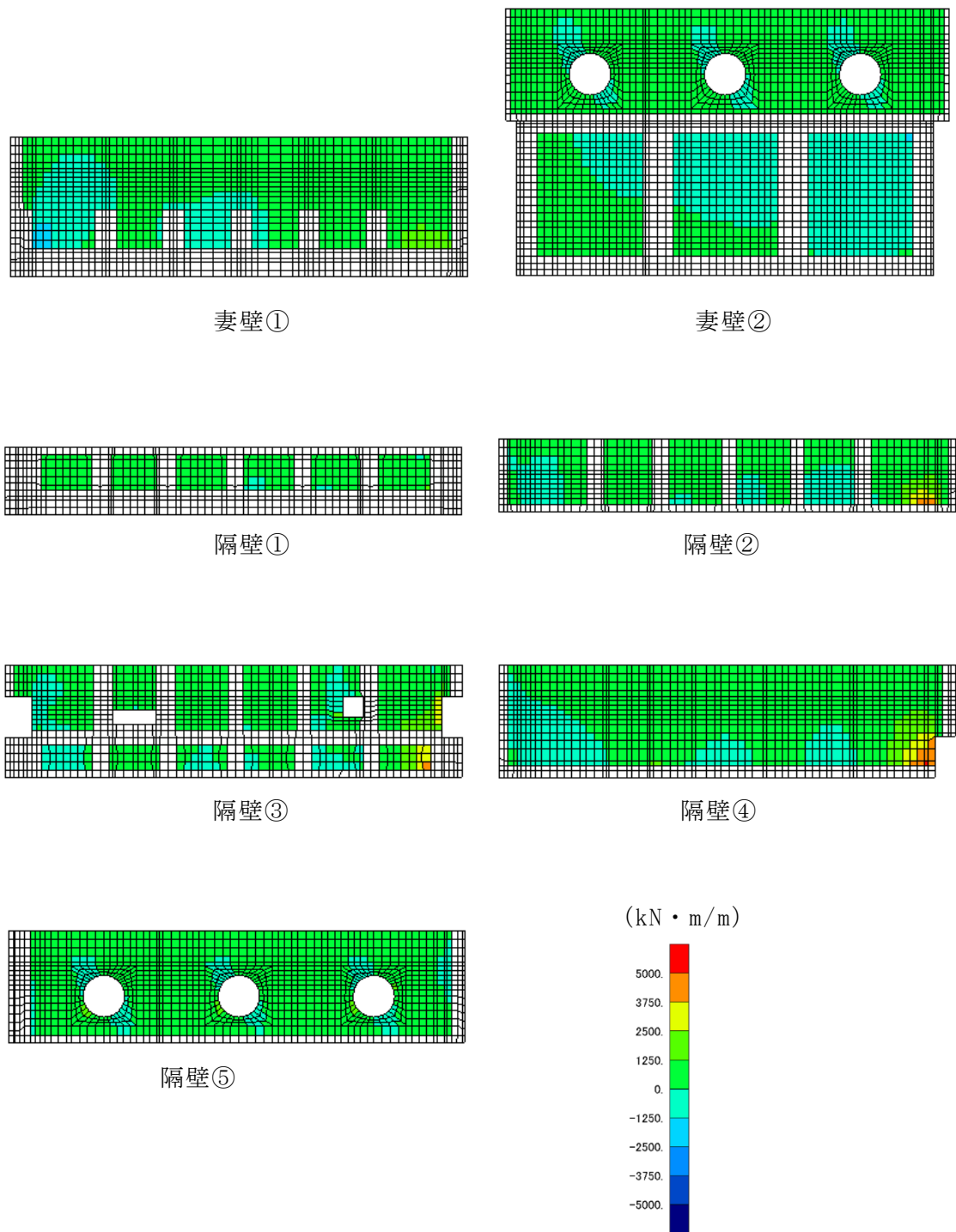


図 6-42 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図

(軸力 (kN/m) : N_y)

(側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

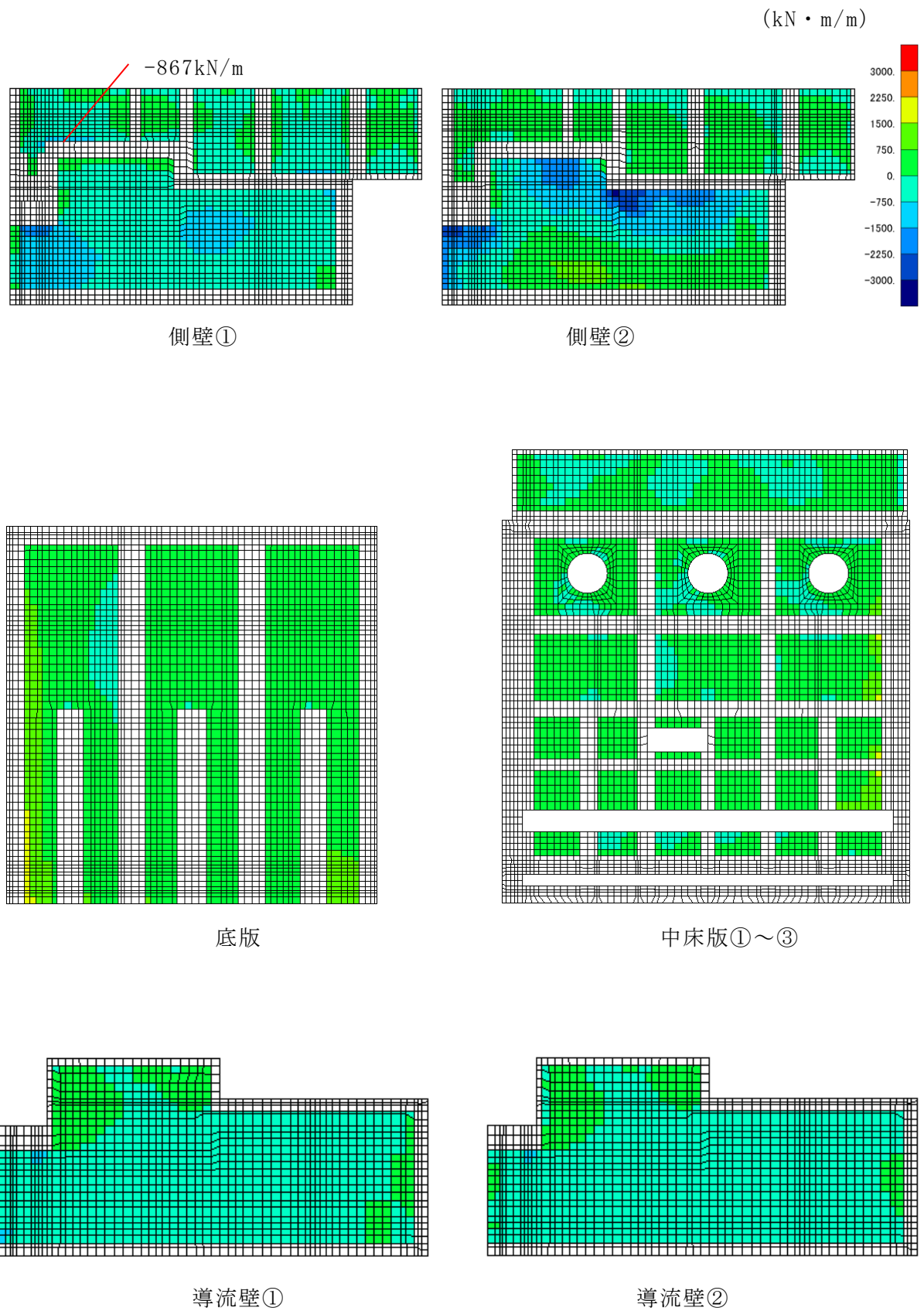


図 6-43 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図

(せん断力 (kN/m) : Q_x)

(側壁, 解析ケース②, $S_s - D$ (-+))

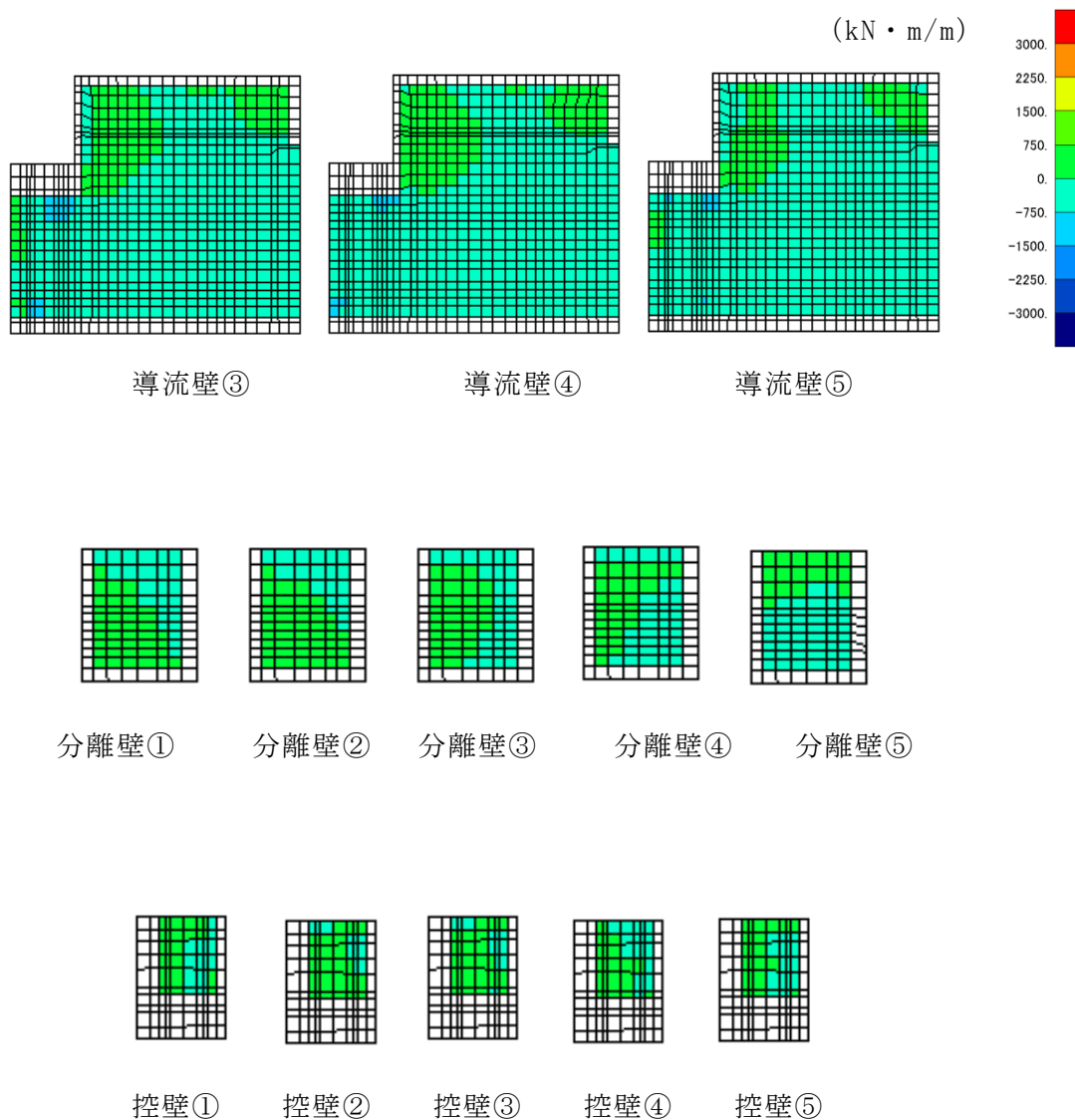


図 6-44 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図

(せん断力 (kN/m) : Q_x)

(側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

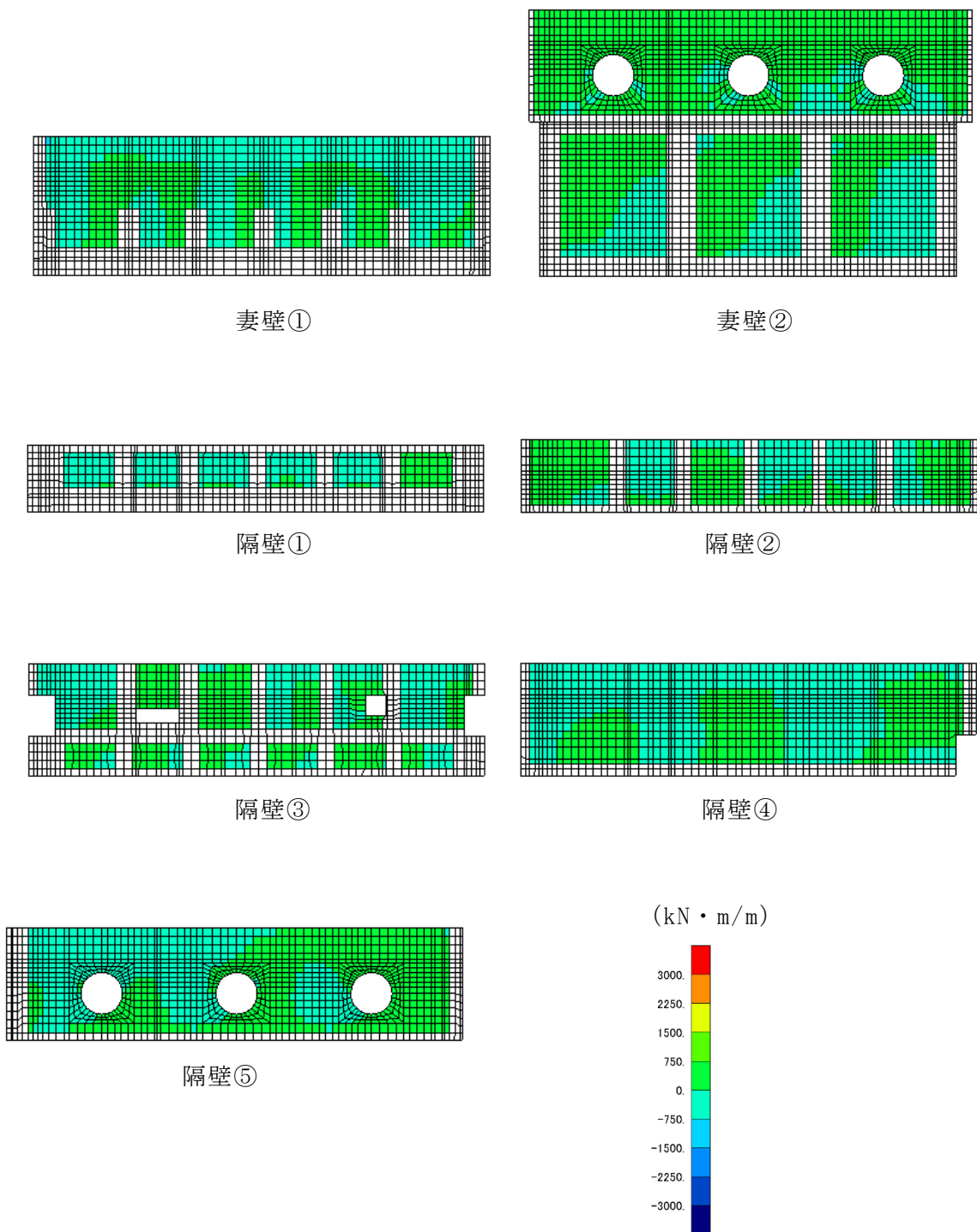


図 6-45 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図

(せん断力 (kN/m) : Q_x)

(側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

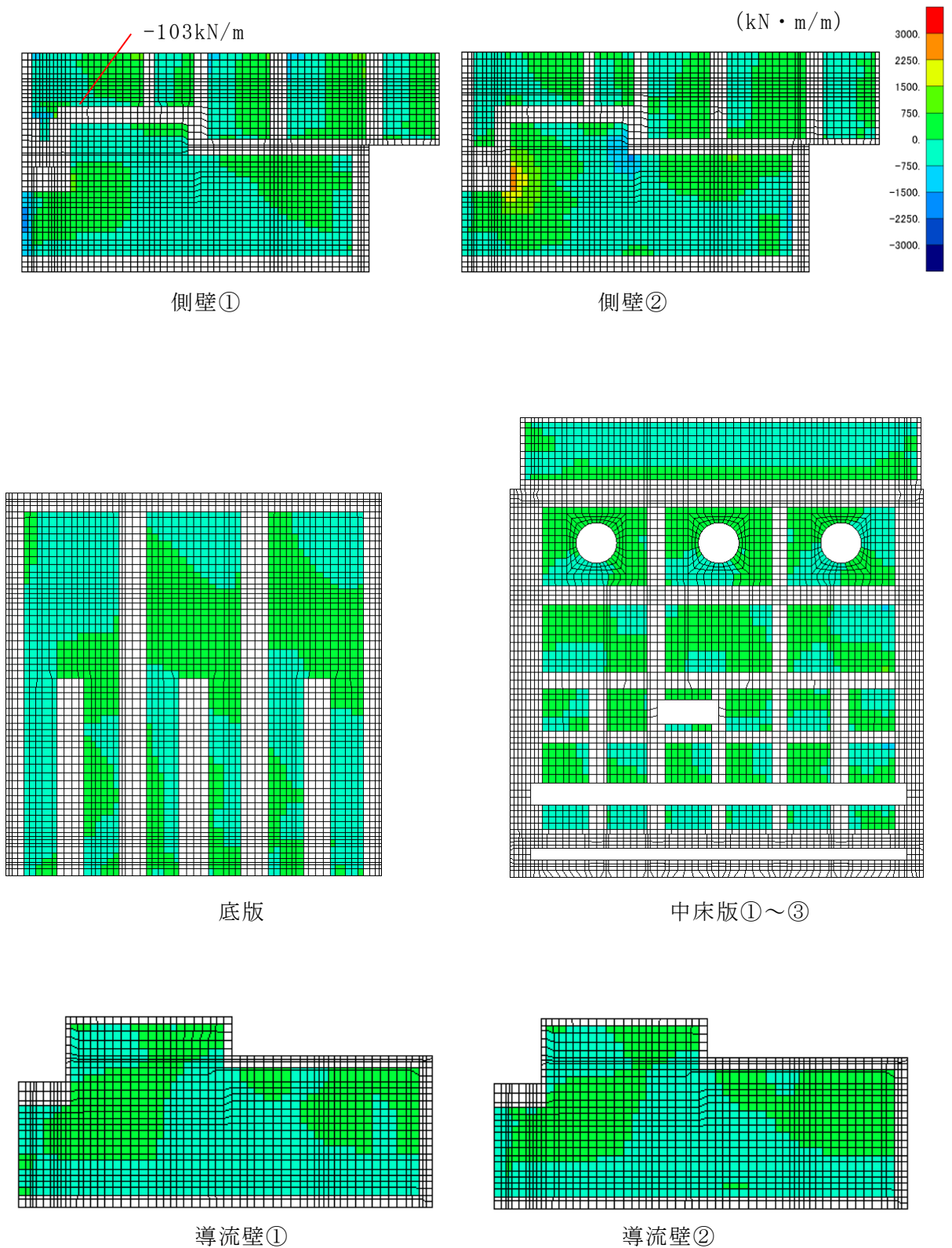


図 6-46 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図

(せん断力 (kN/m) : Q_y)

(側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

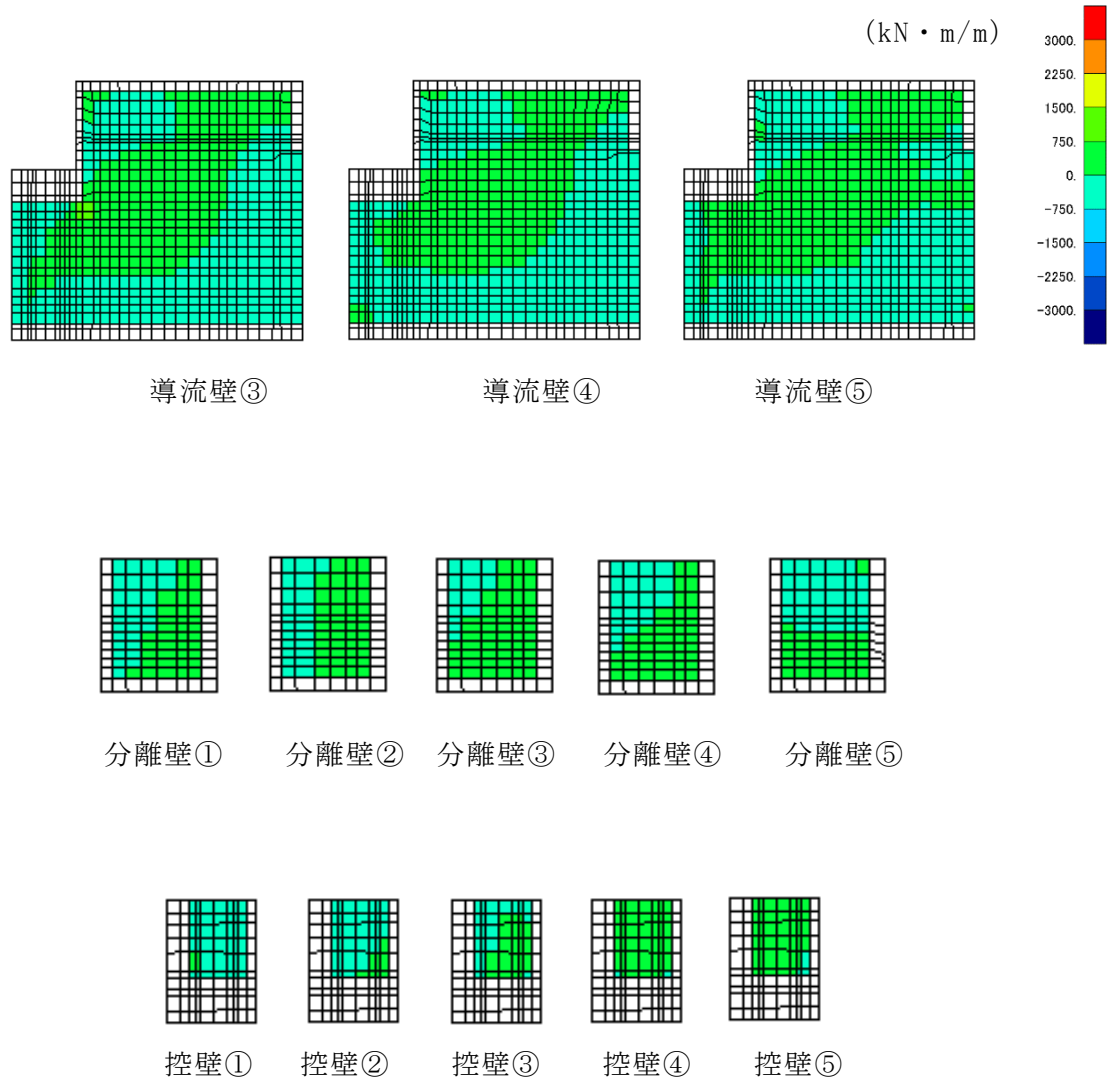


図 6-47 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図
 (せん断力 (kN/m) : Q_y)
 (側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

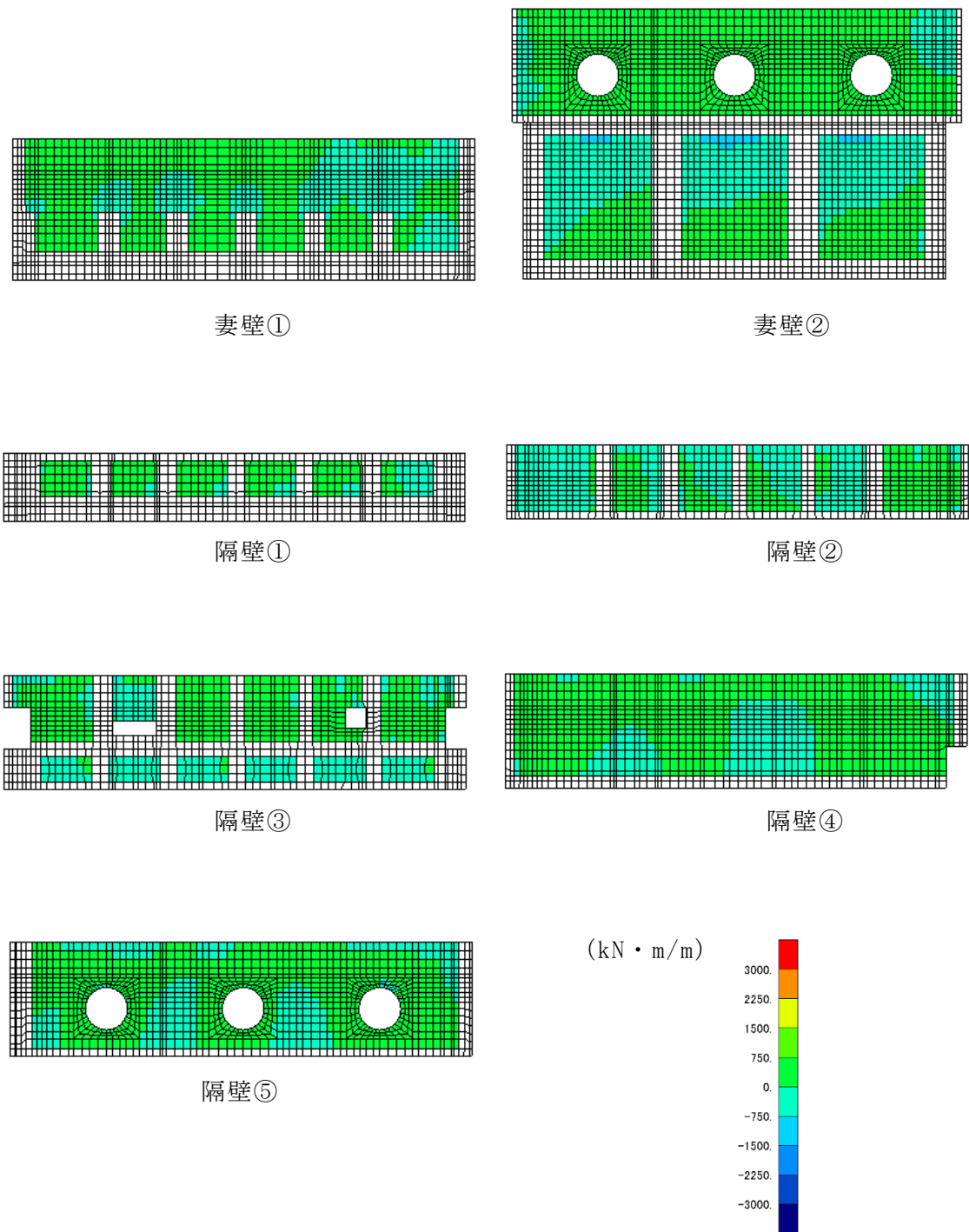


図 6-48 せん断破壊に対する照査値最大時の断面力分布図

(せん断力 (kN/m) : Q_y)

(側壁, 解析ケース②, $S_s - D (-+)$)

6.3 構造部材の健全性に対する評価結果

6.3.1 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果

(1) 構造強度を有することに対する評価結果

鉄筋コンクリート部材の曲げ・軸力系の破壊に対する各部材での最大照査値について、表 6-49～表 6-55 に解析ケース・地震動ごとに示す。

同表より、コンクリートの圧縮縁ひずみが、全ケースにおいて許容限界（コンクリートの圧縮縁ひずみ：10000 μ ）を下回ることを確認した。

また、表 6-56～表 6-69 に、PHb 工法を適用するコンクリートの圧縮ひずみ及び主筋ひずみを記載しており、いずれも部材降伏に相当する限界ひずみ（コンクリートの圧縮ひずみ：2000 μ ，主筋ひずみ：1725 μ ）に至っておらず、PHb 工法の適用範囲内であることを確認した。

表 6-49 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（構造強度を有することの確認）
（コンクリートの圧縮縁ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1		照査用	照査ひずみ	照査値
					ひずみ*2	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
					ϵ_d		
①	S s - D	++	底版	3	596 μ	10000 μ	0.06
			中床版	11	2292 μ	10000 μ	0.23
			側壁	44	3937 μ	10000 μ	0.40
			隔壁	131	1121 μ	10000 μ	0.12
			導流壁	65	1588 μ	10000 μ	0.16
			妻壁	81	691 μ	10000 μ	0.07
			分離壁	67	96 μ	10000 μ	0.01
			控壁	75	316 μ	10000 μ	0.04
		-+	底版	1	591 μ	10000 μ	0.06
			中床版	16	2360 μ	10000 μ	0.24
			側壁	44	4036 μ	10000 μ	0.41
			隔壁	136	1127 μ	10000 μ	0.12
			導流壁	61	1558 μ	10000 μ	0.16
			妻壁	81	536 μ	10000 μ	0.06
			分離壁	68	96 μ	10000 μ	0.01
			控壁	71	357 μ	10000 μ	0.04
		+-	底版	3	638 μ	10000 μ	0.07
			中床版	11	1625 μ	10000 μ	0.17
			側壁	44	3104 μ	10000 μ	0.32
			隔壁	131	855 μ	10000 μ	0.09
			導流壁	65	1693 μ	10000 μ	0.17
			妻壁	81	675 μ	10000 μ	0.07
			分離壁	67	101 μ	10000 μ	0.02
			控壁	71	284 μ	10000 μ	0.03

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

表 6-50 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（構造強度を有することの確認）
（コンクリートの圧縮縁ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1		照査用	照査ひずみ	照査値
					ひずみ*2	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
					ϵ_d		
①	S s - D	--	底版	1	649 μ	10000 μ	0.07
			中床版	16	1684 μ	10000 μ	0.17
			側壁	44	3643 μ	10000 μ	0.37
			隔壁	136	824 μ	10000 μ	0.09
			導流壁	61	1735 μ	10000 μ	0.18
			妻壁	81	579 μ	10000 μ	0.06
			分離壁	68	112 μ	10000 μ	0.02
			控壁	75	294 μ	10000 μ	0.03
	S s - F 1	++	底版	1	518 μ	10000 μ	0.06
			中床版	16	1465 μ	10000 μ	0.15
			側壁	44	2559 μ	10000 μ	0.26
			隔壁	136	775 μ	10000 μ	0.08
			導流壁	61	1358 μ	10000 μ	0.14
			妻壁	94	365 μ	10000 μ	0.04
			分離壁	68	95 μ	10000 μ	0.01
			控壁	75	263 μ	10000 μ	0.03
	S s - F 2	++	底版	1	505 μ	10000 μ	0.06
			中床版	16	1293 μ	10000 μ	0.13
			側壁	44	2159 μ	10000 μ	0.22
			隔壁	136	686 μ	10000 μ	0.07
			導流壁	61	1312 μ	10000 μ	0.14
			妻壁	81	380 μ	10000 μ	0.04
			分離壁	68	76 μ	10000 μ	0.01
			控壁	75	240 μ	10000 μ	0.03

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

表 6-51 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（構造強度を有することの確認）
（コンクリートの圧縮縁ひずみ）

解析 ケース	地震動	評価位置*1	照査用	照査ひずみ	照査値		
			ひずみ*2	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R		
			ϵ_d				
①	S s - N 1	++	底版	1	515 μ	10000 μ	0.06
			中床版	16	1539 μ	10000 μ	0.16
			側壁	44	2369 μ	10000 μ	0.24
			隔壁	136	845 μ	10000 μ	0.09
			導流壁	61	1269 μ	10000 μ	0.13
			妻壁	81	345 μ	10000 μ	0.04
			分離壁	68	100 μ	10000 μ	0.02
			控壁	75	261 μ	10000 μ	0.03
		-+	底版	3	501 μ	10000 μ	0.06
			中床版	11	1476 μ	10000 μ	0.15
			側壁	44	1462 μ	10000 μ	0.15
			隔壁	131	829 μ	10000 μ	0.09
			導流壁	65	1253 μ	10000 μ	0.13
			妻壁	81	469 μ	10000 μ	0.05
	S s - N 2 (NS)	++	底版	1	338 μ	10000 μ	0.04
			中床版	16	748 μ	10000 μ	0.08
			側壁	44	568 μ	10000 μ	0.06
			隔壁	136	451 μ	10000 μ	0.05
			導流壁	61	829 μ	10000 μ	0.09
			妻壁	92	276 μ	10000 μ	0.03
			分離壁	68	59 μ	10000 μ	0.01
控壁	75	190 μ	10000 μ	0.02			

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

表 6-52 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（構造強度を有することの確認）

（コンクリートの圧縮縁ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1		照査用	照査ひずみ	照査値
					ひずみ*2	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
					ϵ_d		
①	S s - N 2 (N S)	- +	底版	3	399 μ	10000 μ	0.04
			中床版	16	978 μ	10000 μ	0.10
			側壁	44	2508 μ	10000 μ	0.26
			隔壁	131	494 μ	10000 μ	0.05
			導流壁	65	1063 μ	10000 μ	0.11
			妻壁	91	336 μ	10000 μ	0.04
			分離壁	67	67 μ	10000 μ	0.01
			控壁	71	201 μ	10000 μ	0.03
	S s - N 2 (E W)	+ +	底版	1	314 μ	10000 μ	0.04
			中床版	16	721 μ	10000 μ	0.08
			側壁	44	1492 μ	10000 μ	0.15
			隔壁	131	482 μ	10000 μ	0.05
			導流壁	61	855 μ	10000 μ	0.09
			妻壁	94	278 μ	10000 μ	0.03
			分離壁	68	61 μ	10000 μ	0.01
			控壁	75	195 μ	10000 μ	0.02
	S s - N 2 (E W)	- +	底版	3	344 μ	10000 μ	0.04
			中床版	16	872 μ	10000 μ	0.09
			側壁	44	1491 μ	10000 μ	0.15
			隔壁	131	482 μ	10000 μ	0.05
			導流壁	65	930 μ	10000 μ	0.10
			妻壁	94	285 μ	10000 μ	0.03
			分離壁	67	66 μ	10000 μ	0.01
			控壁	71	195 μ	10000 μ	0.02

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

表 6-53 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（構造強度を有することの確認）
（コンクリートの圧縮縁ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1		照査用	照査ひずみ	照査値
					ひずみ*2	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
					ϵ_d		
②	S s - D	++	底版	3	588 μ	10000 μ	0.06
			中床版	11	2257 μ	10000 μ	0.23
			側壁	44	3990 μ	10000 μ	0.40
			隔壁	131	1099 μ	10000 μ	0.11
			導流壁	65	1566 μ	10000 μ	0.16
			妻壁	81	589 μ	10000 μ	0.06
			分離壁	67	94 μ	10000 μ	0.01
			控壁	75	311 μ	10000 μ	0.04
		-+	底版	1	602 μ	10000 μ	0.07
			中床版	16	2365 μ	10000 μ	0.24
			側壁	44	4421 μ	10000 μ	0.45
			隔壁	136	1132 μ	10000 μ	0.12
			導流壁	61	1579 μ	10000 μ	0.16
			妻壁	91	508 μ	10000 μ	0.06
③	S s - D	++	底版	3	589 μ	10000 μ	0.06
			中床版	11	2249 μ	10000 μ	0.23
			側壁	44	3946 μ	10000 μ	0.40
			隔壁	131	1107 μ	10000 μ	0.12
			導流壁	65	1568 μ	10000 μ	0.16
			妻壁	81	585 μ	10000 μ	0.06
			分離壁	67	94 μ	10000 μ	0.01
			控壁	71	311 μ	10000 μ	0.04

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

表 6-54 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（構造強度を有することの確認）

（コンクリートの圧縮縁ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1		照査用	照査ひずみ	照査値
					ひずみ*2	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
					ϵ_d		
③	S s - D	- +	底版	1	603 μ	10000 μ	0.07
			中床版	16	2335 μ	10000 μ	0.24
			側壁	44	4162 μ	10000 μ	0.42
			隔壁	136	1118 μ	10000 μ	0.12
			導流壁	61	1587 μ	10000 μ	0.16
			妻壁	81	523 μ	10000 μ	0.06
			分離壁	68	93 μ	10000 μ	0.01
			控壁	71	336 μ	10000 μ	0.04
④	S s - D	++	底版	3	686 μ	10000 μ	0.07
			中床版	11	1924 μ	10000 μ	0.20
			側壁	44	3280 μ	10000 μ	0.33
			隔壁	131	749 μ	10000 μ	0.08
			導流壁	65	1625 μ	10000 μ	0.17
			妻壁	91	1091 μ	10000 μ	0.11
			分離壁	67	183 μ	10000 μ	0.02
			控壁	75	343 μ	10000 μ	0.04
		- +	底版	1	968 μ	10000 μ	0.10
			中床版	16	3117 μ	10000 μ	0.32
			側壁	44	7932 μ	10000 μ	0.80
			隔壁	136	914 μ	10000 μ	0.10
			導流壁	62	2129 μ	10000 μ	0.22
			妻壁	91	814 μ	10000 μ	0.09
			分離壁	68	135 μ	10000 μ	0.02
			控壁	71	420 μ	10000 μ	0.05

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

表 6-55 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（構造強度を有することの確認）
 （コンクリートの圧縮縁ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1		照査用 ひずみ*2	照査ひずみ	照査値
					ϵ_d	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
⑤	S s - D	++	底版	3	699 μ	10000 μ	0.07
			中床版	11	1874 μ	10000 μ	0.19
			側壁	44	3568 μ	10000 μ	0.36
			隔壁	131	739 μ	10000 μ	0.08
			導流壁	65	1675 μ	10000 μ	0.17
			妻壁	91	1087 μ	10000 μ	0.11
			分離壁	67	182 μ	10000 μ	0.02
			控壁	71	354 μ	10000 μ	0.04
		-+	底版	1	894 μ	10000 μ	0.09
			中床版	16	2702 μ	10000 μ	0.28
			側壁	44	7686 μ	10000 μ	0.77
			隔壁	136	877 μ	10000 μ	0.09
			導流壁	62	1913 μ	10000 μ	0.20
			妻壁	91	1053 μ	10000 μ	0.11
			分離壁	68	145 μ	10000 μ	0.02
	控壁	71	403 μ	10000 μ	0.05		

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_α (=1.2)

表 6-56 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（構造強度を有することの確認）

（PHb 工法の適用範囲内の確認：コンクリートの圧縮ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1		照査用 ひずみ*2	照査ひずみ	照査値
					ϵ_d	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
①	S s - D	++	底版	3	224 μ	2000 μ	0.12
			中床版	29	876 μ	2000 μ	0.44
			側壁	44	801 μ	2000 μ	0.41
			隔壁	131	579 μ	2000 μ	0.29
			導流壁	65	929 μ	2000 μ	0.47
			妻壁	94	254 μ	2000 μ	0.13
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	3	217 μ	2000 μ	0.11
			中床版	31	885 μ	2000 μ	0.45
			側壁	41	947 μ	2000 μ	0.48
			隔壁	136	586 μ	2000 μ	0.30
			導流壁	61	918 μ	2000 μ	0.46
			妻壁	81	244 μ	2000 μ	0.13
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		+-	底版	3	249 μ	2000 μ	0.13
			中床版	33	870 μ	2000 μ	0.44
			側壁	44	730 μ	2000 μ	0.37
			隔壁	101	474 μ	2000 μ	0.24
			導流壁	65	970 μ	2000 μ	0.49
			妻壁	94	271 μ	2000 μ	0.14
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

表 6-57 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（構造強度を有することの確認）

（PHb 工法の適用範囲内の確認：コンクリートの圧縮ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1		照査用	照査ひずみ	照査値
					ひずみ*2	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
					ϵ_d		
①	S s - D	--	底版	1	254 μ	2000 μ	0.13
			中床版	33	864 μ	2000 μ	0.44
			側壁	41	892 μ	2000 μ	0.45
			隔壁	106	475 μ	2000 μ	0.24
			導流壁	61	969 μ	2000 μ	0.49
			妻壁	92	265 μ	2000 μ	0.14
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
	S s - F 1	++	底版	1	204 μ	2000 μ	0.11
			中床版	33	743 μ	2000 μ	0.38
			側壁	44	700 μ	2000 μ	0.35
			隔壁	106	450 μ	2000 μ	0.23
			導流壁	61	832 μ	2000 μ	0.42
			妻壁	92	241 μ	2000 μ	0.13
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
	S s - F 2	++	底版	1	181 μ	2000 μ	0.10
			中床版	33	677 μ	2000 μ	0.34
			側壁	44	613 μ	2000 μ	0.31
			隔壁	106	390 μ	2000 μ	0.20
			導流壁	61	806 μ	2000 μ	0.41
			妻壁	92	230 μ	2000 μ	0.12
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

表 6-58 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（構造強度を有することの確認）

（PHb 工法の適用範囲内の確認：コンクリートの圧縮ひずみ）

解析 ケース	地震動	評価位置*1	照査用	照査ひずみ	照査値		
			ひずみ*2	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R		
			ϵ_d				
①	S s - N 1	++	底版	1	228 μ	2000 μ	0.12
			中床版	31	674 μ	2000 μ	0.34
			側壁	44	625 μ	2000 μ	0.32
			隔壁	106	476 μ	2000 μ	0.24
			導流壁	61	786 μ	2000 μ	0.40
			妻壁	92	222 μ	2000 μ	0.12
			分離壁	—	—	—	—
		控壁	—	—	—	—	
		-+	底版	3	188 μ	2000 μ	0.10
			中床版	33	673 μ	2000 μ	0.34
			側壁	46	457 μ	2000 μ	0.23
			隔壁	101	469 μ	2000 μ	0.24
			導流壁	65	779 μ	2000 μ	0.39
			妻壁	94	225 μ	2000 μ	0.12
	分離壁		—	—	—	—	
	S s - N 2 (NS)	++	底版	1	151 μ	2000 μ	0.08
			中床版	33	442 μ	2000 μ	0.23
			側壁	44	274 μ	2000 μ	0.14
			隔壁	106	293 μ	2000 μ	0.15
			導流壁	61	484 μ	2000 μ	0.25
			妻壁	92	181 μ	2000 μ	0.10
分離壁			—	—	—	—	
控壁			—	—	—	—	

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

表 6-59 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（構造強度を有することの確認）

（PHb 工法の適用範囲内の確認：コンクリートの圧縮ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1		照査用	照査ひずみ	照査値
					ひずみ*2	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
					ϵ_d		
①	S s - N 2 (N S)	- +	底版	3	173 μ	2000 μ	0.09
			中床版	33	554 μ	2000 μ	0.28
			側壁	44	574 μ	2000 μ	0.29
			隔壁	101	305 μ	2000 μ	0.16
			導流壁	65	633 μ	2000 μ	0.32
			妻壁	94	209 μ	2000 μ	0.11
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
	S s - N 2 (E W)	+ +	底版	1	174 μ	2000 μ	0.09
			中床版	33	492 μ	2000 μ	0.25
			側壁	41	449 μ	2000 μ	0.23
			隔壁	106	283 μ	2000 μ	0.15
			導流壁	61	505 μ	2000 μ	0.26
			妻壁	92	179 μ	2000 μ	0.09
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
	S s - N 2 (E W)	- +	底版	3	172 μ	2000 μ	0.09
			中床版	33	478 μ	2000 μ	0.24
			側壁	41	431 μ	2000 μ	0.22
			隔壁	101	285 μ	2000 μ	0.15
			導流壁	65	553 μ	2000 μ	0.28
			妻壁	94	182 μ	2000 μ	0.10
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

表 6-60 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（構造強度を有することの確認）

（PHb 工法の適用範囲内の確認：コンクリートの圧縮ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1		照査用 ひずみ*2	照査ひずみ	照査値
					ϵ_d	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
②	S s - D	++	底版	3	228 μ	2000 μ	0.12
			中床版	29	866 μ	2000 μ	0.44
			側壁	44	813 μ	2000 μ	0.41
			隔壁	131	573 μ	2000 μ	0.29
			導流壁	65	921 μ	2000 μ	0.47
			妻壁	94	254 μ	2000 μ	0.13
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	1	225 μ	2000 μ	0.12
			中床版	31	891 μ	2000 μ	0.45
			側壁	41	1025 μ	2000 μ	0.52
			隔壁	106	592 μ	2000 μ	0.30
			導流壁	61	933 μ	2000 μ	0.47
			妻壁	92	237 μ	2000 μ	0.12
			分離壁	—	—	—	—
③	S s - D	++	底版	3	222 μ	2000 μ	0.12
			中床版	29	868 μ	2000 μ	0.44
			側壁	44	799 μ	2000 μ	0.40
			隔壁	131	575 μ	2000 μ	0.29
			導流壁	65	928 μ	2000 μ	0.47
			妻壁	94	244 μ	2000 μ	0.13
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

表 6-61 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（構造強度を有することの確認）

（PHb 工法の適用範囲内の確認：コンクリートの圧縮ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1		照査用	照査ひずみ	照査値
					ひずみ*2	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
					ϵ_d		
③	S s - D	- +	底版	1	226 μ	2000 μ	0.12
			中床版	31	886 μ	2000 μ	0.45
			側壁	41	947 μ	2000 μ	0.48
			隔壁	136	584 μ	2000 μ	0.30
			導流壁	61	935 μ	2000 μ	0.47
			妻壁	92	238 μ	2000 μ	0.12
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
④	S s - D	++	底版	1	382 μ	2000 μ	0.20
			中床版	33	929 μ	2000 μ	0.47
			側壁	55	1172 μ	2000 μ	0.59
			隔壁	101	402 μ	2000 μ	0.21
			導流壁	61	989 μ	2000 μ	0.50
			妻壁	94	321 μ	2000 μ	0.17
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
		- +	底版	1	586 μ	2000 μ	0.30
			中床版	33	1331 μ	2000 μ	0.67
			側壁	44	1132 μ	2000 μ	0.57
			隔壁	136	502 μ	2000 μ	0.26
			導流壁	65	1080 μ	2000 μ	0.55
			妻壁	92	366 μ	2000 μ	0.19
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_α (=1.2)

表 6-62 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（構造強度を有することの確認）

（PHb 工法の適用範囲内の確認：コンクリートの圧縮ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1		照査用 ひずみ*2	照査ひずみ	照査値
					ϵ_d	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
⑤	S s - D	++	底版	1	372 μ	2000 μ	0.19
			中床版	33	957 μ	2000 μ	0.48
			側壁	55	1183 μ	2000 μ	0.60
			隔壁	101	401 μ	2000 μ	0.21
			導流壁	61	975 μ	2000 μ	0.49
			妻壁	94	337 μ	2000 μ	0.17
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	1	534 μ	2000 μ	0.27
			中床版	33	1371 μ	2000 μ	0.69
			側壁	44	1125 μ	2000 μ	0.57
			隔壁	136	478 μ	2000 μ	0.24
			導流壁	65	977 μ	2000 μ	0.49
			妻壁	92	341 μ	2000 μ	0.18
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_α (=1.2)

表 6-63 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（構造強度を有することの確認）

（PHb 工法の適用範囲内の確認：主筋ひずみ）

解析 ケー ス	地震動	評価位置* ¹		照査用 ひずみ* ²	照査ひずみ	照査値	
				ϵ_d	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R	
①	S s - D	++	底版	1	876 μ	1725 μ	0.51
			中床版	33	920 μ	1725 μ	0.54
			側壁	46	1043 μ	1725 μ	0.61
			隔壁	121 (121)* ³	1100 μ (615 μ)* ³	1725 μ	0.64 (0.36)* ³
			導流壁	64	729 μ	1725 μ	0.43
			妻壁	92	113 μ	1725 μ	0.07
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	3	960 μ	1725 μ	0.56
			中床版	22	1028 μ	1725 μ	0.60
			側壁	56	1084 μ	1725 μ	0.63
			隔壁	126	1414 μ	1725 μ	0.82
			導流壁	62	720 μ	1725 μ	0.42
			妻壁	94	110 μ	1725 μ	0.07
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記* 1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

* 2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

* 3：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-64 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（構造強度を有することの確認）

(PHb 工法の適用範囲内の確認：主筋ひずみ)

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1		照査用	照査ひずみ	照査値	
				ひずみ*2			ϵ_R
				ϵ_d			
①	S s - D	+ -	底版	1	922 μ	1725 μ	0.54
			中床版	33	993 μ	1725 μ	0.58
			側壁	46	993 μ	1725 μ	0.58
			隔壁	101	1113 μ	1725 μ	0.65
			導流壁	64	686 μ	1725 μ	0.40
			妻壁	92	123 μ	1725 μ	0.08
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		- -	底版	3	1055 μ	1725 μ	0.62
			中床版	33	996 μ	1725 μ	0.58
			側壁	56	1002 μ	1725 μ	0.59
			隔壁	106	1272 μ	1725 μ	0.74
			導流壁	62	674 μ	1725 μ	0.40
			妻壁	94	119 μ	1725 μ	0.07
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用ひずみ = 発生ひずみ × 構造解析係数 γ_α (=1.2)

表 6-65 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（構造強度を有することの確認）

（PHb 工法の適用範囲内の確認：主筋ひずみ）

解析 ケー ス	地震動		評価位置*1		照査用	照査ひずみ	照査値
					ひずみ*2	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
					ϵ_d		
①	S s - F 1	++	底版	3	756 μ	1725 μ	0.44
			中床版	33	843 μ	1725 μ	0.49
			側壁	56	871 μ	1725 μ	0.51
			隔壁	106	882 μ	1725 μ	0.52
			導流壁	62	517 μ	1725 μ	0.30
			妻壁	94	108 μ	1725 μ	0.07
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
	S s - F 2	++	底版	3	811 μ	1725 μ	0.48
			中床版	33	827 μ	1725 μ	0.48
			側壁	56	711 μ	1725 μ	0.42
			隔壁	106	720 μ	1725 μ	0.42
			導流壁	62	418 μ	1725 μ	0.25
			妻壁	94	109 μ	1725 μ	0.07
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_α (=1.2)

表 6-66 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（構造強度を有することの確認）

(PHb 工法の適用範囲内の確認：主筋ひずみ)

解析 ケー ス	地震動		評価位置*1		照査用 ひずみ*2	照査ひずみ	照査値
					ϵ_d	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
①	S s - N 1	++	底版	3	728 μ	1725 μ	0.43
			中床版	33	811 μ	1725 μ	0.47
			側壁	56	957 μ	1725 μ	0.56
			隔壁	106	1114 μ	1725 μ	0.65
			導流壁	62	458 μ	1725 μ	0.27
			妻壁	94	102 μ	1725 μ	0.06
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	1	658 μ	1725 μ	0.39
			中床版	33	807 μ	1725 μ	0.47
			側壁	46	925 μ	1725 μ	0.54
			隔壁	101	891 μ	1725 μ	0.52
			導流壁	64	466 μ	1725 μ	0.27
			妻壁	92	101 μ	1725 μ	0.06
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_α (=1.2)

表 6-67 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（構造強度を有することの確認）

（PHb 工法の適用範囲内の確認：主筋ひずみ）

解析 ケー ス	地震動		評価位置*1		照査用 ひずみ*2	照査ひずみ	照査値
					ϵ_d	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
①	S s - N 2 (N S)	++	底版	3	133 μ	1725 μ	0.08
			中床版	33	608 μ	1725 μ	0.36
			側壁	45	258 μ	1725 μ	0.15
			隔壁	101	219 μ	1725 μ	0.13
			導流壁	62	128 μ	1725 μ	0.08
			妻壁	94	95 μ	1725 μ	0.06
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	1	377 μ	1725 μ	0.22
			中床版	33	714 μ	1725 μ	0.42
			側壁	54	657 μ	1725 μ	0.39
			隔壁	106	400 μ	1725 μ	0.24
			導流壁	64	211 μ	1725 μ	0.13
			妻壁	92	106 μ	1725 μ	0.07
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_α (=1.2)

表 6-68 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（構造強度を有することの確認）

(PHb 工法の適用範囲内の確認：主筋ひずみ)

解析 ケー ス	地震動		評価位置*1		照査用 ひずみ*2	照査ひずみ	照査値
					ϵ_d	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
①	S s - N 2 (E W)	++	底版	3	153 μ	1725 μ	0.09
			中床版	33	636 μ	1725 μ	0.37
			側壁	45	331 μ	1725 μ	0.20
			隔壁	106	290 μ	1725 μ	0.17
			導流壁	62	145 μ	1725 μ	0.09
			妻壁	92	106 μ	1725 μ	0.07
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	1	177 μ	1725 μ	0.11
			中床版	33	639 μ	1725 μ	0.38
			側壁	45	417 μ	1725 μ	0.25
			隔壁	106	363 μ	1725 μ	0.22
			導流壁	64	144 μ	1725 μ	0.09
			妻壁	94	107 μ	1725 μ	0.07
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用ひずみ = 発生ひずみ × 構造解析係数 γ_α (=1.2)

表 6-69 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（構造強度を有することの確認）

（PHb 工法の適用範囲内の確認：主筋ひずみ）

解析 ケー ス	地震動		評価位置* ¹		照査用 ひずみ* ²	照査ひずみ	照査値
					ϵ_d	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
②	S s - D	++	底版	1	884 μ	1725 μ	0.52
			中床版	17	966 μ	1725 μ	0.56
			側壁	46	1061 μ	1725 μ	0.62
			隔壁	121 (121)* ³	1059 μ (595 μ)* ³	1725 μ	0.62 (0.35)* ³
			導流壁	64	716 μ	1725 μ	0.42
			妻壁	92	114 μ	1725 μ	0.07
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	3	968 μ	1725 μ	0.57
			中床版	22	1021 μ	1725 μ	0.60
			側壁	56	1096 μ	1725 μ	0.64
			隔壁	126	1398 μ	1725 μ	0.82
			導流壁	62	712 μ	1725 μ	0.42
			妻壁	94	112 μ	1725 μ	0.07
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記* 1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

* 2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

* 3：要素の平均化を実施した要素のうち，最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-70 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（構造強度を有することの確認）

（PHb 工法の適用範囲内の確認：主筋ひずみ）

解析 ケー ス	地震動		評価位置* ¹		照査用 ひずみ* ²	照査ひずみ	照査値
					ϵ_d	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
③	S s - D	++	底版	1	863 μ	1725 μ	0.51
			中床版	33	941 μ	1725 μ	0.55
			側壁	46	1077 μ	1725 μ	0.63
			隔壁	101 (121)* ³	1073 μ (592 μ)* ³	1725 μ	0.63 (0.35)* ³
			導流壁	64	717 μ	1725 μ	0.42
			妻壁	92	118 μ	1725 μ	0.07
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	3	966 μ	1725 μ	0.56
			中床版	22	1013 μ	1725 μ	0.59
			側壁	56	1096 μ	1725 μ	0.64
			隔壁	126	1396 μ	1725 μ	0.81
			導流壁	62	700 μ	1725 μ	0.41
			妻壁	94	117 μ	1725 μ	0.07
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記* 1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

* 2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

* 3：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-71 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（構造強度を有することの確認）

(PHb 工法の適用範囲内の確認：主筋ひずみ)

解析 ケー ス	地震動		評価位置*1		照査用 ひずみ*2	照査ひずみ	照査値
					ϵ_d	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
④	S s - D	++	底版	1	814 μ	1725 μ	0.48
			中床版	33	1037 μ	1725 μ	0.61
			側壁*4	54	1387 μ	1725 μ	0.81
			隔壁	101	1314 μ	1725 μ	0.77
			導流壁	64	778 μ	1725 μ	0.46
			妻壁	92	1178 μ	1725 μ	0.69
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	1	793 μ	1725 μ	0.46
			中床版	33	1314 μ	1725 μ	0.77
			側壁	44	1413 μ	1725 μ	0.82
			隔壁	126	1556 μ	1725 μ	0.91
			導流壁	62	903 μ	1725 μ	0.53
			妻壁	94	1024 μ	1725 μ	0.60
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

*3：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

*4：部材モデルを用いた健全性評価について、参考資料 2 に示す。

表 6-72 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（構造強度を有することの確認）

(PHb 工法の適用範囲内の確認：主筋ひずみ)

解析 ケー ス	地震動		評価位置*1		照査用 ひずみ*2	照査ひずみ	照査値
					ϵ_d	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
⑤	S s - D	++	底版	1	859 μ	1725 μ	0.50
			中床版	33	1045 μ	1725 μ	0.61
			側壁*4	54	1330 μ	1725 μ	0.78
			隔壁	101	1267 μ	1725 μ	0.74
			導流壁	64	773 μ	1725 μ	0.45
			妻壁	92	1117 μ	1725 μ	0.65
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	3	823 μ	1725 μ	0.48
			中床版	33	1346 μ	1725 μ	0.79
			側壁	44	1386 μ	1725 μ	0.81
			隔壁	106	1630 μ	1725 μ	0.95
			導流壁	62	838 μ	1725 μ	0.49
			妻壁	94	1038 μ	1725 μ	0.61
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

*3：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

*4：部材モデルを用いた健全性評価について、参考資料 2 に示す。

(2) 通水機能に対する評価結果

通水機能が求められる部材について、鉄筋コンクリート部材の曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値を表 6-73～表 6-79 に解析ケース・地震動ごとに示す。

同表より、コンクリートの圧縮縁ひずみが、全ケースにおいて許容限界（コンクリートの圧縮縁ひずみ：10000 μ ）を下回ることを確認した。

なお、平均化範囲の見直し（断面厚さの 1.0 倍以下）に伴い、以降の結果については別途修正する（現状は、平均化範囲の見直し前の結果を記載している）。

表 6-73 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（コンクリートの圧縮縁ひずみ）

解析 ケース	地震動	評価位置*1,2		照査用 ひずみ*3	照査ひずみ	照査値	
				ϵ_d	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R	
①	S s - D	++	底版	3	596 μ	10000 μ	0.06
			中床版	—	—	—	—
			側壁	46	1498 μ	10000 μ	0.15
			隔壁	101	818 μ	10000 μ	0.09
			導流壁	65	1588 μ	10000 μ	0.16
			妻壁	93	382 μ	10000 μ	0.04
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	1	591 μ	10000 μ	0.06
			中床版	—	—	—	—
			側壁	56	1432 μ	10000 μ	0.15
			隔壁	106	866 μ	10000 μ	0.09
			導流壁	61	1558 μ	10000 μ	0.16
			妻壁	93	366 μ	10000 μ	0.04
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		+-	底版	3	638 μ	10000 μ	0.07
			中床版	—	—	—	—
			側壁	46	1148 μ	10000 μ	0.12
			隔壁	101	736 μ	10000 μ	0.08
			導流壁	65	1693 μ	10000 μ	0.17
			妻壁	92	394 μ	10000 μ	0.04
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：通水機能が要求される部材の範囲は図 6-49 に示す。

*3：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

表 6-74 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（コンクリートの圧縮縁ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1,2		照査用 ひずみ*3	照査ひずみ	照査値
					ϵ_d	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
①	S s - D	--	底版	1	649 μ	10000 μ	0.07
			中床版	—	—	—	—
			側壁	56	1128 μ	10000 μ	0.12
			隔壁	106	756 μ	10000 μ	0.08
			導流壁	61	1735 μ	10000 μ	0.18
			妻壁	94	401 μ	10000 μ	0.05
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
	S s - F 1	++	底版	1	518 μ	10000 μ	0.06
			中床版	—	—	—	—
			側壁	56	1017 μ	10000 μ	0.11
			隔壁	106	692 μ	10000 μ	0.07
			導流壁	61	1358 μ	10000 μ	0.14
			妻壁	94	365 μ	10000 μ	0.04
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
	S s - F 2	++	底版	1	505 μ	10000 μ	0.06
			中床版	—	—	—	—
			側壁	56	933 μ	10000 μ	0.10
			隔壁	106	587 μ	10000 μ	0.06
			導流壁	61	1312 μ	10000 μ	0.14
			妻壁	94	357 μ	10000 μ	0.04
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：通水機能が要求される部材の範囲は図 6-49 に示す。

*3：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

表 6-75 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（コンクリートの圧縮縁ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1,2		照査用 ひずみ*3	照査ひずみ	照査値
					ϵ_d	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
①	S s - N 1	++	底版	1	515 μ	10000 μ	0.06
			中床版	—	—	—	—
			側壁	56	1107 μ	10000 μ	0.12
			隔壁	106	728 μ	10000 μ	0.08
			導流壁	61	1269 μ	10000 μ	0.13
			妻壁	94	315 μ	10000 μ	0.04
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	3	501 μ	10000 μ	0.06
			中床版	—	—	—	—
			側壁	46	1089 μ	10000 μ	0.11
			隔壁	101	714 μ	10000 μ	0.08
			導流壁	65	1253 μ	10000 μ	0.13
			妻壁	92	320 μ	10000 μ	0.04
	S s - N 2 (NS)	++	底版	1	338 μ	10000 μ	0.04
			中床版	—	—	—	—
			側壁	56	550 μ	10000 μ	0.06
			隔壁	106	396 μ	10000 μ	0.04
			導流壁	61	829 μ	10000 μ	0.09
			妻壁	92	276 μ	10000 μ	0.03
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：通水機能が要求される部材の範囲は図 6-49 に示す。

*3：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

表 6-76 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（コンクリートの圧縮縁ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1,2		照査用 ひずみ*3	照査ひずみ	照査値
					ϵ_d	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
①	S s - N 2 (N S)	- +	底版	3	399 μ	10000 μ	0.04
			中床版	-	-	-	-
			側壁	46	667 μ	10000 μ	0.07
			隔壁	101	421 μ	10000 μ	0.05
			導流壁	65	1063 μ	10000 μ	0.11
			妻壁	94	283 μ	10000 μ	0.03
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
	S s - N 2 (E W)	+ +	底版	1	314 μ	10000 μ	0.04
			中床版	-	-	-	-
			側壁	56	587 μ	10000 μ	0.06
			隔壁	106	383 μ	10000 μ	0.04
			導流壁	61	855 μ	10000 μ	0.09
			妻壁	94	278 μ	10000 μ	0.03
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
		- +	底版	3	344 μ	10000 μ	0.04
			中床版	-	-	-	-
			側壁	46	608 μ	10000 μ	0.07
			隔壁	101	391 μ	10000 μ	0.04
			導流壁	65	930 μ	10000 μ	0.10
			妻壁	94	285 μ	10000 μ	0.03
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-

注記* 1 : 評価位置は図 6-28~図 6-30 に示す。

* 2 : 通水機能が要求される部材の範囲は図 6-49 に示す。

* 3 : 照査用ひずみ = 発生ひずみ \times 構造解析係数 γ_a (=1.2)

表 6-77 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（コンクリートの圧縮縁ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1,2		照査用 ひずみ*3	照査ひずみ	照査値
					ϵ_d	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
②	S s - D	++	底版	3	588 μ	10000 μ	0.06
			中床版	—	—	—	—
			側壁	46	1474 μ	10000 μ	0.15
			隔壁	101	819 μ	10000 μ	0.09
			導流壁	65	1566 μ	10000 μ	0.16
			妻壁	92	369 μ	10000 μ	0.04
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		- +	底版	1	602 μ	10000 μ	0.07
			中床版	—	—	—	—
			側壁	56	1447 μ	10000 μ	0.15
			隔壁	106	870 μ	10000 μ	0.09
			導流壁	61	1579 μ	10000 μ	0.16
			妻壁	93	373 μ	10000 μ	0.04
③	S s - D	++	底版	3	589 μ	10000 μ	0.06
			中床版	—	—	—	—
			側壁	46	1471 μ	10000 μ	0.15
			隔壁	101	831 μ	10000 μ	0.09
			導流壁	65	1568 μ	10000 μ	0.16
			妻壁	92	380 μ	10000 μ	0.04
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：通水機能が要求される部材の範囲は図 6-49 に示す。

*3：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

表 6-78 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（コンクリートの圧縮縁ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1,2		照査用	照査ひずみ	照査値
					ひずみ*3	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
					ϵ_d		
③	S s - D	- +	底版	1	603 μ	10000 μ	0.07
			中床版	-	-	-	-
			側壁	56	1442 μ	10000 μ	0.15
			隔壁	106	855 μ	10000 μ	0.09
			導流壁	61	1587 μ	10000 μ	0.16
			妻壁	93	365 μ	10000 μ	0.04
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
④	S s - D	+ +	底版	3	686 μ	10000 μ	0.07
			中床版	-	-	-	-
			側壁	46	1455 μ	10000 μ	0.15
			隔壁	101	652 μ	10000 μ	0.07
			導流壁	65	1625 μ	10000 μ	0.17
			妻壁	92	453 μ	10000 μ	0.05
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
		- +	底版	1	968 μ	10000 μ	0.10
			中床版	-	-	-	-
			側壁	56	1652 μ	10000 μ	0.17
			隔壁	106	699 μ	10000 μ	0.07
			導流壁	62	2129 μ	10000 μ	0.22
			妻壁	94	499 μ	10000 μ	0.05
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：通水機能が要求される部材の範囲は図 6-49 に示す。

*3：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

表 6-79 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（コンクリートの圧縮縁ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1,2		照査用 ひずみ*3 ϵ_d	照査ひずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
⑤	S s - D	++	底版	3	699 μ	10000 μ	0.07
			中床版	—	—	—	—
			側壁	46	1468 μ	10000 μ	0.15
			隔壁	101	641 μ	10000 μ	0.07
			導流壁	65	1675 μ	10000 μ	0.17
			妻壁	92	475 μ	10000 μ	0.05
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	1	894 μ	10000 μ	0.09
			中床版	—	—	—	—
			側壁	56	1521 μ	10000 μ	0.16
			隔壁	106	683 μ	10000 μ	0.07
			導流壁	62	1913 μ	10000 μ	0.20
			妻壁	94	461 μ	10000 μ	0.05
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：通水機能が要求される部材の範囲は図 6-49 に示す。

*3：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_α （=1.2）

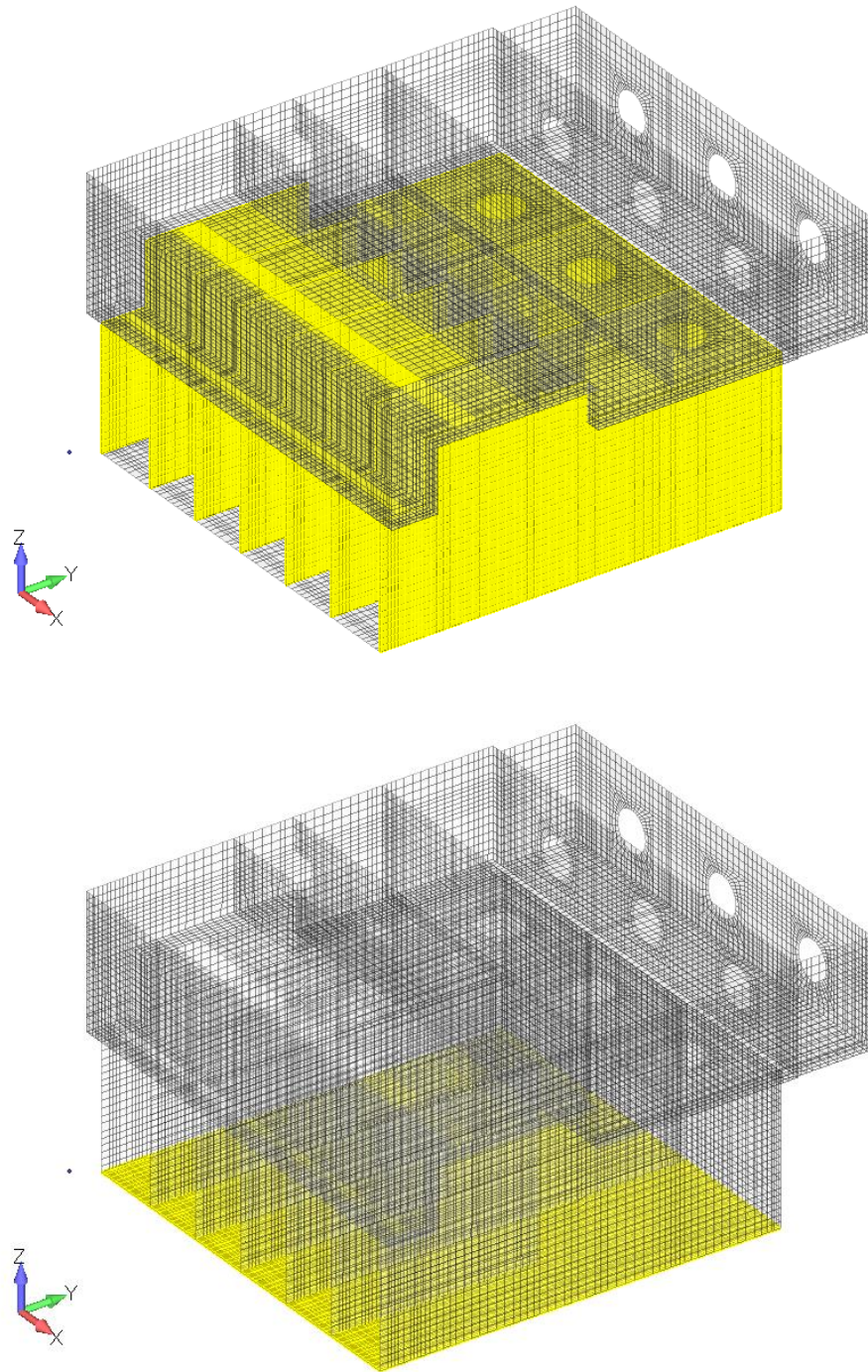


図 6-49 通水機能の要求される部材の範囲

(3) 止水機能に対する評価結果

止水機能が求められる部材について、鉄筋コンクリート部材の曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値を表 6-80～表 6-93 に解析ケース・地震動ごとに示す。

同表より、コンクリートの圧縮ひずみ及び主筋ひずみが、全ケースにおいて許容限界（コンクリートの圧縮ひずみ： 2000μ ，主筋ひずみ： 1725μ ）を下回ることを確認した。

なお、平均化範囲の見直し（断面厚さの 1.0 倍以下）に伴い、以降の結果については別途修正する（現状は、平均化範囲の見直し前の結果を記載している）。

表 6-80 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（コンクリートの圧縮ひずみ）

解析 ケース	地震動	評価位置*1,2	照査用 ひずみ*3	照査ひずみ	照査値		
			ϵ_d	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R		
①	S s - D	++	底版	—	—	—	
			中床版	29	1601 μ	2000 μ	0.81
			側壁	43	1491 μ	2000 μ	0.75
			隔壁	131	1121 μ	2000 μ	0.57
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	67	96 μ	2000 μ	0.05
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	—	—	—	—
			中床版	31	1599 μ	2000 μ	0.80
			側壁	43	1503 μ	2000 μ	0.76
			隔壁	136	1127 μ	2000 μ	0.57
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	68	96 μ	2000 μ	0.05
			控壁	—	—	—	—
		+-	底版	—	—	—	—
			中床版	29	1243 μ	2000 μ	0.63
			側壁	43	1224 μ	2000 μ	0.62
			隔壁	131	855 μ	2000 μ	0.43
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	67	101 μ	2000 μ	0.06
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：止水機能が要求される部材の範囲は図 6-50 に示す。

*3：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a （=1.2）

表 6-81 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（コンクリートの圧縮ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1,2		照査用	照査ひずみ	照査値
					ひずみ*3	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
					ϵ_d		
①	S s - D	--	底版	—	—	—	—
			中床版	31	1182 μ	2000 μ	0.60
			側壁	43	1400 μ	2000 μ	0.70
			隔壁	136	824 μ	2000 μ	0.42
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	68	112 μ	2000 μ	0.06
			控壁	—	—	—	—
	S s - F 1	++	底版	—	—	—	—
			中床版	31	1100 μ	2000 μ	0.56
			側壁	43	1117 μ	2000 μ	0.56
			隔壁	136	775 μ	2000 μ	0.39
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	68	95 μ	2000 μ	0.05
			控壁	—	—	—	—
	S s - F 2	++	底版	—	—	—	—
			中床版	31	977 μ	2000 μ	0.49
			側壁	43	1022 μ	2000 μ	0.52
			隔壁	136	686 μ	2000 μ	0.35
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	68	76 μ	2000 μ	0.04
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：止水機能が要求される部材の範囲は図 6-50 に示す。

*3：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a （=1.2）

表 6-82 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（コンクリートの圧縮ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1,2		照査用	照査ひずみ	照査値
					ひずみ*3	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
					ϵ_d		
①	S s - N 1	++	底版	—	—	—	—
			中床版	31	1194 μ	2000 μ	0.60
			側壁	43	1032 μ	2000 μ	0.52
			隔壁	136	845 μ	2000 μ	0.43
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	68	100 μ	2000 μ	0.06
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	—	—	—	—
			中床版	29	1183 μ	2000 μ	0.60
			側壁	43	716 μ	2000 μ	0.36
			隔壁	131	829 μ	2000 μ	0.42
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
	S s - N 2 (NS)	++	底版	—	—	—	—
			中床版	31	637 μ	2000 μ	0.32
			側壁	43	348 μ	2000 μ	0.18
			隔壁	136	451 μ	2000 μ	0.23
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	68	59 μ	2000 μ	0.03
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：止水機能が要求される部材の範囲は図 6-50 に示す。

*3：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

表 6-83 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（コンクリートの圧縮ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1,2		照査用	照査ひずみ	照査値
					ひずみ*3	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
					ϵ_d		
①	S s - N 2 (N S)	- +	底版	-	-	-	-
			中床版	29	714 μ	2000 μ	0.36
			側壁	43	1110 μ	2000 μ	0.56
			隔壁	131	494 μ	2000 μ	0.25
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	-	-	-	-
			分離壁	67	67 μ	2000 μ	0.04
			控壁	-	-	-	-
	S s - N 2 (E W)	+ +	底版	-	-	-	-
			中床版	31	688 μ	2000 μ	0.35
			側壁	43	727 μ	2000 μ	0.37
			隔壁	131	482 μ	2000 μ	0.25
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	-	-	-	-
			分離壁	68	61 μ	2000 μ	0.04
			控壁	-	-	-	-
		- +	底版	-	-	-	-
			中床版	29	705 μ	2000 μ	0.36
			側壁	43	743 μ	2000 μ	0.38
			隔壁	131	482 μ	2000 μ	0.25
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	-	-	-	-
			分離壁	67	66 μ	2000 μ	0.04
			控壁	-	-	-	-

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：止水機能が要求される部材の範囲は図 6-50 に示す。

*3：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

表 6-84 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（コンクリートの圧縮ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1,2		照査用	照査ひずみ	照査値
					ひずみ*3	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
					ϵ_d		
②	S s - D	++	底版	—	—	—	—
			中床版	29	1575 μ	2000 μ	0.79
			側壁	43	1502 μ	2000 μ	0.76
			隔壁	131	1099 μ	2000 μ	0.55
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	67	94 μ	2000 μ	0.05
		控壁	—	—	—	—	
		- +	底版	—	—	—	—
			中床版	31	1613 μ	2000 μ	0.81
			側壁	43	1583 μ	2000 μ	0.80
			隔壁	136	1132 μ	2000 μ	0.57
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
分離壁	68		96 μ	2000 μ	0.05		
控壁	—	—	—	—			
③	S s - D	++	底版	—	—	—	—
			中床版	29	1580 μ	2000 μ	0.80
			側壁	43	1494 μ	2000 μ	0.75
			隔壁	131	1107 μ	2000 μ	0.56
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	67	94 μ	2000 μ	0.05
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：止水機能が要求される部材の範囲は図 6-50 に示す。

*3：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

表 6-85 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（コンクリートの圧縮ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1,2		照査用	照査ひずみ	照査値
					ひずみ*3	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
					ϵ_d		
③	S s - D	- +	底版	-	-	-	-
			中床版	31	1600 μ	2000 μ	0.81
			側壁	43	1523 μ	2000 μ	0.77
			隔壁	136	1118 μ	2000 μ	0.56
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	-	-	-	-
			分離壁	68	93 μ	2000 μ	0.05
			控壁	-	-	-	-
④	S s - D	+ +	底版	-	-	-	-
			中床版	29	1117 μ	2000 μ	0.56
			側壁	43	1227 μ	2000 μ	0.62
			隔壁	131	749 μ	2000 μ	0.38
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	-	-	-	-
			分離壁	67	183 μ	2000 μ	0.10
			控壁	-	-	-	-
		- +	底版	-	-	-	-
			中床版	31	1571 μ	2000 μ	0.79
			側壁	43	1973 μ	2000 μ	0.99
			隔壁	136	914 μ	2000 μ	0.46
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	-	-	-	-
			分離壁	68	135 μ	2000 μ	0.07
			控壁	-	-	-	-

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：止水機能が要求される部材の範囲は図 6-50 に示す。

*3：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a （=1.2）

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-86 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（コンクリートの圧縮ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1,2		照査用 ひずみ*3	照査ひずみ	照査値
					ϵ_d	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
⑤	S s - D	++	底版	—	—	—	—
			中床版	29	1117 μ	2000 μ	0.56
			側壁	43	1280 μ	2000 μ	0.64
			隔壁	131	739 μ	2000 μ	0.37
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	67	182 μ	2000 μ	0.10
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	—	—	—	—
			中床版	31	1415 μ	2000 μ	0.71
			側壁	43	1963 μ	2000 μ	0.99
			隔壁	136	877 μ	2000 μ	0.44
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	68	145 μ	2000 μ	0.08
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：止水機能が要求される部材の範囲は図 6-50 に示す。

*3：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a （=1.2）

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-87 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（主筋ひずみ）

解析 ケース	地震動	評価位置*1,2	照査用	照査ひ	照査値 ϵ_d / ϵ_R		
			ひずみ*3 ϵ_d	ずみ ϵ_R			
①	S s - D	++	底版	—	—	—	
			中床版	23 (23)*4	1570 μ (1131 μ)*4	1725 μ	0.91 (0.66)*4
			側壁	53	946 μ	1725 μ	0.55
			隔壁	131 (121)*4	1520 μ (615 μ)*4	1725 μ	0.89 (0.36)*4
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	66	92 μ	1725 μ	0.06
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	—	—	—	—
			中床版	28 (28)*4	1609 μ (979 μ)*4	1725 μ	0.94 (0.57)*4
			側壁	53	877 μ	1725 μ	0.51
			隔壁	136	1437 μ	1725 μ	0.84
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	67	77 μ	1725 μ	0.05
			控壁	—	—	—	—
		+-	底版	—	—	—	—
			中床版	23	1414 μ	1725 μ	0.82
			側壁	53	895 μ	1725 μ	0.52
			隔壁	121	1038 μ	1725 μ	0.61
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	68	79 μ	1725 μ	0.05
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：止水機能が要求される部材の範囲は図 6-50 に示す。

*3：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a （=1.2）

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-88 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（主筋ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1,2		照査用	照査ひずみ	照査値
					ひずみ*3	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
					ϵ_d		
①	S s - D	--	底版	—	—	—	—
			中床版	23	1243 μ	1725 μ	0.73
			側壁	53	705 μ	1725 μ	0.41
			隔壁	116	912 μ	1725 μ	0.53
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	67	90 μ	1725 μ	0.06
			控壁	—	—	—	—
	S s - F 1	++	底版	—	—	—	—
			中床版	28	1068 μ	1725 μ	0.62
			側壁	53	320 μ	1725 μ	0.19
			隔壁	116	841 μ	1725 μ	0.49
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	67	76 μ	1725 μ	0.05
			控壁	—	—	—	—
	S s - F 2	++	底版	—	—	—	—
			中床版	28	945 μ	1725 μ	0.55
			側壁	53	447 μ	1725 μ	0.26
			隔壁	116	553 μ	1725 μ	0.33
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	67	58 μ	1725 μ	0.04
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：止水機能が要求される部材の範囲は図 6-50 に示す。

*3：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

表 6-89 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（主筋ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1,2		照査用	照査ひずみ	照査値
					ひずみ*3	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
					ϵ_d		
①	S s - N 1	++	底版	—	—	—	—
			中床版	28	1179 μ	1725 μ	0.69
			側壁	53	322 μ	1725 μ	0.19
			隔壁	136	773 μ	1725 μ	0.45
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	67	81 μ	1725 μ	0.05
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	—	—	—	—
			中床版	23	1338 μ	1725 μ	0.78
			側壁	53	585 μ	1725 μ	0.34
			隔壁	131	920 μ	1725 μ	0.54
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
	S s - N 2 (NS)	++	底版	—	—	—	—
			中床版	32	674 μ	1725 μ	0.40
			側壁	53	131 μ	1725 μ	0.08
			隔壁	136	123 μ	1725 μ	0.08
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	67	52 μ	1725 μ	0.04
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：止水機能が要求される部材の範囲は図 6-50 に示す。

*3：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

表 6-90 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（主筋ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1,2		照査用	照査ひずみ	照査値
					ひずみ*3	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
					ϵ_d		
①	S s - N 2 (N S)	- +	底版	-	-	-	-
			中床版	32	747 μ	1725 μ	0.44
			側壁	53	630 μ	1725 μ	0.37
			隔壁	136	306 μ	1725 μ	0.18
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	-	-	-	-
			分離壁	68	55 μ	1725 μ	0.04
			控壁	-	-	-	-
	S s - N 2 (E W)	+ +	底版	-	-	-	-
			中床版	34	729 μ	1725 μ	0.43
			側壁	53	264 μ	1725 μ	0.16
			隔壁	136	149 μ	1725 μ	0.09
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	-	-	-	-
			分離壁	67	51 μ	1725 μ	0.03
			控壁	-	-	-	-
		- +	底版	-	-	-	-
			中床版	32	727 μ	1725 μ	0.43
			側壁	53	325 μ	1725 μ	0.19
			隔壁	131	182 μ	1725 μ	0.11
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	-	-	-	-
			分離壁	67	54 μ	1725 μ	0.04
			控壁	-	-	-	-

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：止水機能が要求される部材の範囲は図 6-50 に示す。

*3：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

表 6-91 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（主筋ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1, 2		照査用	照査ひずみ	照査値 ϵ_d / ϵ_R
					ひずみ*3 ϵ_d	み ϵ_R	
②	S s - D	++	底版	—	—	—	—
			中床版	23 (23)*4	1535 μ (1101 μ)*4	1725 μ	0.89 (0.64)*4
			側壁	53	962 μ	1725 μ	0.56
			隔壁	131 (121)*4	1544 μ (595 μ)*4	1725 μ	0.90 (0.35)*4
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	66	92 μ	1725 μ	0.06
			控壁	—	—	—	—
		- +	底版	—	—	—	—
			中床版	28	1624 μ	1725 μ	0.95
			側壁	53	858 μ	1725 μ	0.50
			隔壁	126	1398 μ	1725 μ	0.82
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
分離壁	67		77 μ	1725 μ	0.05		
控壁	—		—	—	—		
③	S s - D	++	底版	—	—	—	—
			中床版	23 (23)*4	1544 μ (1097 μ)*4	1725 μ	0.90 (0.64)*4
			側壁	53	942 μ	1725 μ	0.55
			隔壁	131 (121)*4	1508 μ (592 μ)*4	1725 μ	0.88 (0.35)*4
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	66	91 μ	1725 μ	0.06
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：止水機能が要求される部材の範囲は図 6-50 に示す。

*3：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-92 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（主筋ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1,2		照査用	照査ひず	照査値 ϵ_d / ϵ_R
					ひずみ*3 ϵ_d	み ϵ_R	
③	S s - D	- +	底版	-	-	-	-
			中床版	28	1620 μ	1725 μ	0.94
			側壁	53	667 μ	1725 μ	0.39
			隔壁	126	1396 μ	1725 μ	0.81
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	-	-	-	-
			分離壁	67	75 μ	1725 μ	0.05
			控壁	-	-	-	-
④	S s - D	+ +	底版	-	-	-	-
			中床版	23	1245 μ	1725 μ	0.73
			側壁	53	1302 μ	1725 μ	0.76
			隔壁	121	1226 μ	1725 μ	0.72
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	-	-	-	-
			分離壁	68	264 μ	1725 μ	0.16
			控壁	-	-	-	-
		- +	底版	-	-	-	-
			中床版	32	1415 μ	1725 μ	0.83
			側壁	53	743 μ	1725 μ	0.44
			隔壁	126	1556 μ	1725 μ	0.91
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	-	-	-	-
			分離壁	66	97 μ	1725 μ	0.06
			控壁	-	-	-	-

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：止水機能が要求される部材の範囲は図 6-50 に示す。

*3：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a （=1.2）

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-93 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（主筋ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1,2		照査用	照査ひず	照査値 ϵ_d / ϵ_R
					ひずみ*3 ϵ_d	み ϵ_R	
⑤	S s - D	++	底版	—	—	—	—
			中床版	23	1236 μ	1725 μ	0.72
			側壁	53	1239 μ	1725 μ	0.72
			隔壁	121	1228 μ	1725 μ	0.72
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	68	250 μ	1725 μ	0.15
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	—	—	—	—
			中床版	32	1350 μ	1725 μ	0.79
			側壁	53	702 μ	1725 μ	0.41
			隔壁	126	1351 μ	1725 μ	0.79
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	68	108 μ	1725 μ	0.07
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：止水機能が要求される部材の範囲は図 6-50 に示す。

*3：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a （=1.2）

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

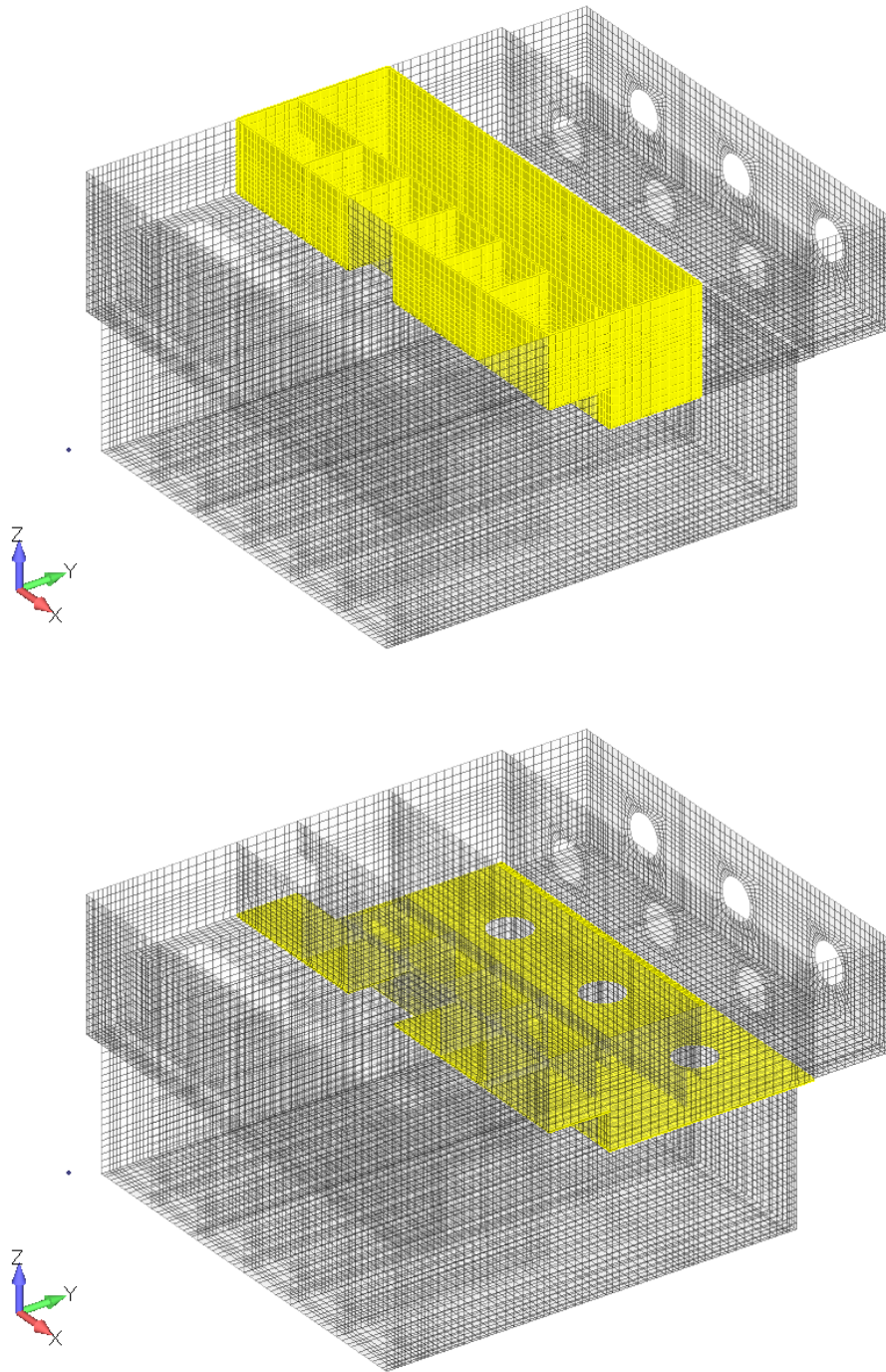


図 6-50 止水機能が要求される部材の範囲

(4) Sクラスの施設等を支持する機能に対する評価結果

Sクラスの施設等を支持する機能が求められる部材について、鉄筋コンクリート部材の曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値を表 6-94～表 6-100 に解析ケース・地震動ごとに示す。

同表より、コンクリートの圧縮縁ひずみが、全ケースにおいて許容限界（コンクリートの圧縮縁ひずみ：10000 μ ）を下回ることを確認した。

なお、平均化範囲の見直し（断面厚さの 1.0 倍以下）に伴い、以降の結果については別途修正する（現状は、平均化範囲の見直し前の結果を記載している）。

表 6-94 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（コンクリートの圧縮縁ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1,2		照査用	照査ひずみ	照査値
					ひずみ*3	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
					ϵ_d		
①	S s - D	++	底版	—	—	—	—
			中床版	11	2292 μ	10000 μ	0.23
			側壁	44	3937 μ	10000 μ	0.40
			隔壁	151	500 μ	10000 μ	0.06
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	506 μ	10000 μ	0.06
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	—	—	—	—
			中床版	16	2360 μ	10000 μ	—
			側壁	44	4036 μ	10000 μ	0.15
			隔壁	151	391 μ	10000 μ	0.09
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	510 μ	10000 μ	0.04
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		+-	底版	—	—	—	—
			中床版	11	1625 μ	10000 μ	0.17
			側壁	44	3104 μ	10000 μ	0.32
			隔壁	151	413 μ	10000 μ	0.05
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	520 μ	10000 μ	0.06
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：支持機能が要求される部材の範囲は図 6-51 に示す。

*3：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

表 6-95 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（コンクリートの圧縮縁ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1,2		照査用	照査ひずみ	照査値
					ひずみ*3	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
					ϵ_d		
①	S s - D	--	底版	—	—	—	—
			中床版	16	1684 μ	10000 μ	0.17
			側壁	44	3643 μ	10000 μ	0.37
			隔壁	151	294 μ	10000 μ	0.03
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	510 μ	10000 μ	0.06
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
	S s - F 1	++	底版	—	—	—	—
			中床版	16	1465 μ	10000 μ	0.15
			側壁	44	2559 μ	10000 μ	0.26
			隔壁	151	267 μ	10000 μ	0.03
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	298 μ	10000 μ	0.03
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
	S s - F 2	++	底版	—	—	—	—
			中床版	16	1293 μ	10000 μ	0.13
			側壁	44	2159 μ	10000 μ	0.22
			隔壁	151	264 μ	10000 μ	0.03
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	322 μ	10000 μ	0.04
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：支持機能が要求される部材の範囲は図 6-51 に示す。

*3：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a （=1.2）

表 6-96 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（コンクリートの圧縮縁ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1,2		照査用	照査ひずみ	照査値
					ひずみ*3	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
					ϵ_d		
①	S s - N 1	++	底版	—	—	—	—
			中床版	16	1539 μ	10000 μ	0.16
			側壁	44	2369 μ	10000 μ	0.24
			隔壁	151	245 μ	10000 μ	0.03
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	267 μ	10000 μ	0.03
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	—	—	—	—
			中床版	11	1476 μ	10000 μ	0.15
			側壁	44	1462 μ	10000 μ	0.15
			隔壁	151	239 μ	10000 μ	0.03
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	286 μ	10000 μ	0.03
	S s - N 2 (NS)	++	底版	—	—	—	—
			中床版	16	748 μ	10000 μ	0.08
			側壁	44	568 μ	10000 μ	0.06
			隔壁	151	225 μ	10000 μ	0.03
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	154 μ	10000 μ	0.02
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：支持機能が要求される部材の範囲は図 6-51 に示す。

*3：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

表 6-97 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（コンクリートの圧縮縁ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1,2		照査用	照査ひずみ	照査値
					ひずみ*3	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
					ϵ_d		
①	S s - N 2 (N S)	- +	底版	-	-	-	-
			中床版	16	978 μ	10000 μ	0.10
			側壁	44	2508 μ	10000 μ	0.26
			隔壁	151	250 μ	10000 μ	0.03
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	91	336 μ	10000 μ	0.04
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
	S s - N 2 (E W)	+ +	底版	-	-	-	-
			中床版	16	721 μ	10000 μ	0.08
			側壁	44	1492 μ	10000 μ	0.15
			隔壁	151	253 μ	10000 μ	0.03
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	91	243 μ	10000 μ	0.03
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
		- +	底版	-	-	-	-
			中床版	16	872 μ	10000 μ	0.09
			側壁	44	1491 μ	10000 μ	0.15
			隔壁	151	210 μ	10000 μ	0.03
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	91	234 μ	10000 μ	0.03
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：支持機能が要求される部材の範囲は図 6-51 に示す。

*3：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

表 6-98 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（コンクリートの圧縮縁ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1,2		照査用	照査ひずみ	照査値
					ひずみ*3	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
					ϵ_d		
②	S s - D	++	底版	—	—	—	—
			中床版	11	2257 μ	10000 μ	0.23
			側壁	44	3990 μ	10000 μ	0.40
			隔壁	151	416 μ	10000 μ	0.05
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	498 μ	10000 μ	0.05
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		- +	底版	—	—	—	—
			中床版	16	2365 μ	10000 μ	0.24
			側壁	44	4421 μ	10000 μ	0.45
			隔壁	151	378 μ	10000 μ	0.04
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	508 μ	10000 μ	0.06
③	S s - D	++	底版	—	—	—	—
			中床版	11	2249 μ	10000 μ	0.23
			側壁	44	3946 μ	10000 μ	0.40
			隔壁	151	472 μ	10000 μ	0.05
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	493 μ	10000 μ	0.05
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：支持機能が要求される部材の範囲は図 6-51 に示す。

*3：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

表 6-99 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（コンクリートの圧縮縁ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1,2		照査用	照査ひずみ	照査値
					ひずみ*3	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
					ϵ_d		
③	S s - D	- +	底版	-	-	-	-
			中床版	16	2335 μ	10000 μ	0.24
			側壁	44	4162 μ	10000 μ	0.42
			隔壁	151	259 μ	10000 μ	0.03
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	91	502 μ	10000 μ	0.06
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
④	S s - D	+ +	底版	-	-	-	-
			中床版	11	1924 μ	10000 μ	0.20
			側壁	44	3280 μ	10000 μ	0.33
			隔壁	151	585 μ	10000 μ	0.06
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	91	1091 μ	10000 μ	0.11
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
		- +	底版	-	-	-	-
			中床版	16	3117 μ	10000 μ	0.32
			側壁	44	7932 μ	10000 μ	0.80
			隔壁	151	506 μ	10000 μ	0.06
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	91	814 μ	10000 μ	0.09
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：支持機能が要求される部材の範囲は図 6-51 に示す。

*3：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

表 6-100 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果（コンクリートの圧縮縁ひずみ）

解析 ケース	地震動		評価位置*1,2		照査用 ひずみ*3	照査ひずみ	照査値
					ϵ_d	ϵ_R	ϵ_d / ϵ_R
⑤	S s - D	++	底版	—	—	—	—
			中床版	11	1874 μ	10000 μ	0.19
			側壁	44	3568 μ	10000 μ	0.36
			隔壁	151	579 μ	10000 μ	0.06
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	1087 μ	10000 μ	0.11
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	—	—	—	—
			中床版	16	2702 μ	10000 μ	0.28
			側壁	44	7686 μ	10000 μ	0.77
			隔壁	151	501 μ	10000 μ	0.06
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	1053 μ	10000 μ	0.11
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：支持機能が要求される部材の範囲は図 6-51 に示す。

*3：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_α （=1.2）

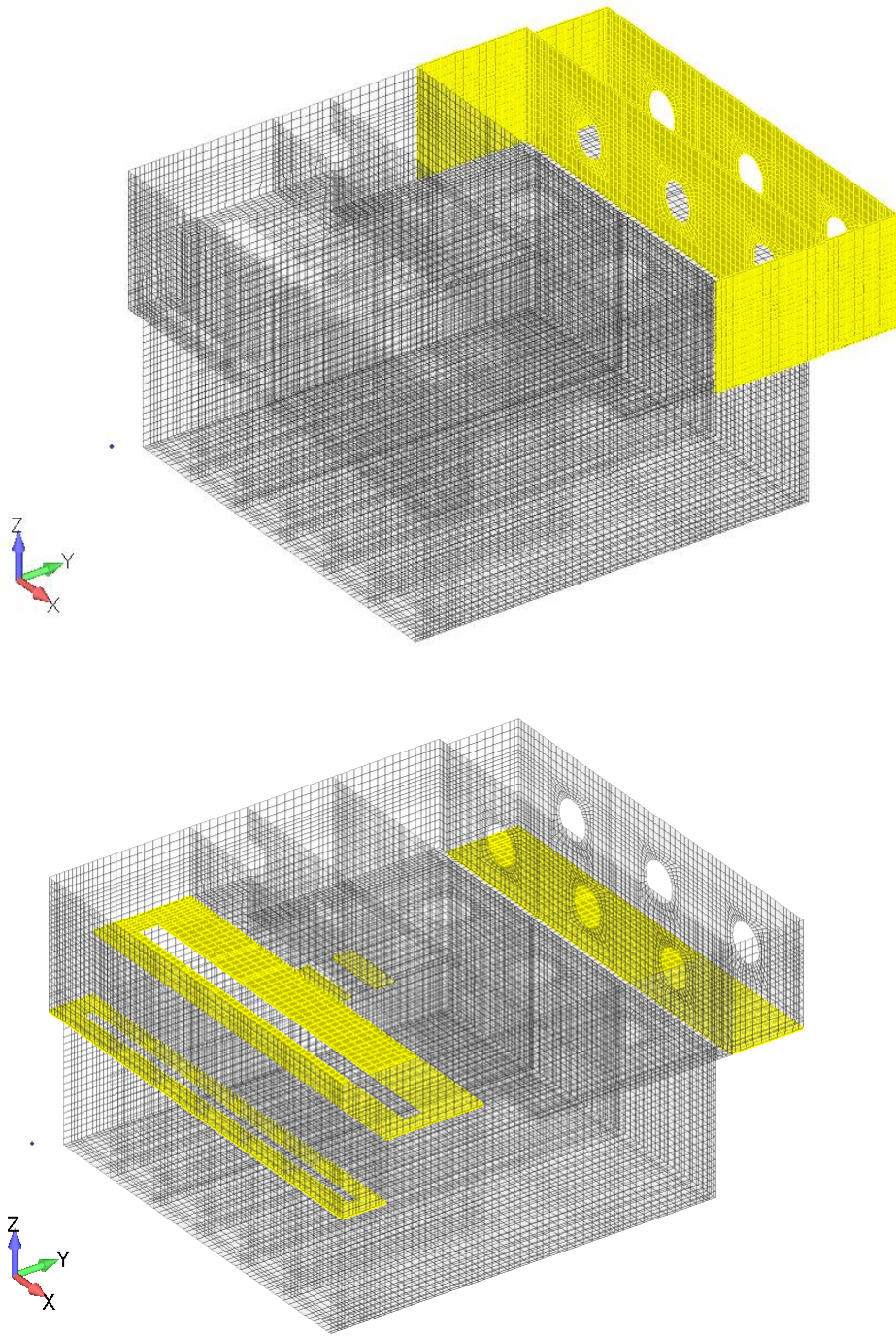


図 6-51 支持機能が要求される部材の範囲

6.3.2 せん断破壊に対する評価結果

(1) 構造強度を有することに対する評価結果

鉄筋コンクリート部材のせん断破壊に対する各部材での最大照査値について、表 6-101～表 6-110 に解析ケース・地震動ごとに示す。

同表より、照査用せん断力が、全ケースにおいてせん断耐力を下回ることを確認した。

また、表 6-111～表 6-120 に、PHb 工法を適用するもしくは適用しているコンクリートの照査用せん断力が下回り、照査値がおおむね 0.8 に収まっていることから、PHb 工法の適用範囲内であることを確認した。

なお、平均化範囲の見直し（断面厚さの 1.0 倍以下）に伴い、以降の結果については別途修正する（現状は、平均化範囲の見直し前の結果を記載している）。

表 6-101 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1		照査用 せん断力*2 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
①	S s - D	++	底版	3	1026	1860	0.56
			中床版	32 (32)*3	1375 (1375)*3	1526 (1526)*3	0.91 (0.91)*3
			側壁	54 (54)*3	782 (754)*3	871 (867)*3	0.90 (0.87)*3
			隔壁	151 (141)*3	206 (101)*3	283 (253)*3	0.73 (0.40)*3
			導流壁	65 (65)*3	777 (790)*3	1069 (1101)*3	0.73 (0.72)*3
			妻壁	93	952	2232	0.43
			分離壁	68	188	1057	0.18
			控壁	71	283	683	0.42
		-+	底版	1	1050	1838	0.58
			中床版	34 (34)*3	1365 (1365)*3	1520 (1520)*3	0.90 (0.90)*3
			側壁	[41]*4	[-]*4	[-]*4	[0.81]*4
			隔壁	141 (141)*3	198 (184)*3	251 (285)*3	0.79 (0.65)*3
			導流壁	61 (61)*3	800 (800)*3	1078 (1078)*3	0.75 (0.75)*3
			妻壁	93	959	2235	0.43
			分離壁	67	187	1056	0.18
			控壁	75	295	691	0.43

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*3：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

*4：線形被害則による照査結果を角括弧内に示す。

表 6-102 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1		照査用 せん断力*2 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
①	S s - D	+ -	底版	3	1069	1757	0.61
			中床版	32	1214	1523	0.80
				(32)*3	(1214)*3	(1523)*3	(0.80)*3
			側壁	41	701	800	0.88
				(54)*3	(723)*3	(863)*3	(0.84)*3
			隔壁	141	201	266	0.76
				(141)*3	(114)*3	(257)*3	(0.45)*3
			導流壁	65	834	1107	0.76
		(65)*3		(834)*3	(1107)*3	(0.76)*3	
		- -	妻壁	93	888	2258	0.40
			分離壁	68	208	1054	0.20
			控壁	71	234	669	0.35
			底版	1	1093	1764	0.62
			中床版	32	1146	1530	0.75
				(32)*3	(1146)*3	(1530)*3	(0.75)*3
			側壁	[41]*4	[-]*4	[-]*4	[0.75]*4
隔壁	141			222	255	0.87	
	(141)*3	(142)*3	(311)*3	(0.46)*3			
	導流壁	61	850	1090	0.79		
	(61)*3	(850)*3	(1090)*3	(0.79)*3			
	妻壁	94	886	2177	0.41		
分離壁	67	219	1052	0.21			
控壁	75	247	687	0.36			

注記*1 : 評価位置は図 6-28~図 6-30 に示す。

*2 : 照査用せん断力=発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*3 : 要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

*4 : 線形被害則による照査結果を角括弧内に示す。

表 6-103 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動		評価位置*1		照査用	せん断耐力	照査値 $V_d / V_{y d}$
					せん断力*2 V_d (kN/m)	$V_{y d}$ (kN/m)	
①	S s - F 1	++	底版	1	1055	1990	0.54
			中床版	34 (34)*3	1045 (1045)*3	1514 (1514)*3	0.69 (0.69)*3
			側壁	41 (56)*3	688 (2004)*3	796 (3533)*3	0.87 (0.57)*3
			隔壁	141 (141)*3	172 (75)*3	254 (228)*3	0.68 (0.33)*3
			導流壁	62 (61)*3	960 (730)*3	1230 (1080)*3	0.79 (0.68)*3
			妻壁	94	834	2175	0.39
			分離壁	67	184	1052	0.18
			控壁	75	229	672	0.34
	S s - F 2	++	底版	1	1029	1849	0.56
			中床版	34 (34)*3	956 (956)*3	1505 (1505)*3	0.64 (0.64)*3
			側壁	41 (54)*3	573 (451)*3	788 (826)*3	0.73 (0.55)*3
			隔壁	141 (141)*3	152 (74)*3	261 (204)*3	0.59 (0.37)*3
			導流壁	61 (61)*3	721 (721)*3	1075 (1075)*3	0.68 (0.68)*3
			妻壁	94	842	2174	0.39
			分離壁	67	146	1057	0.14
控壁	75	193	682	0.29			

注記*1 : 評価位置は図 6-28~図 6-30 に示す。

*2 : 照査用せん断力=発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*3 : 要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-104 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1		照査用 せん断力*2 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
①	S s - N 1	++	底版	1	1022	1823	0.57
			中床版	34	1115	1516	0.74
				(34)*3	(1115)*3	(1516)*3	(0.74)*3
			側壁	41	651	792	0.83
				(56)*3	(2146)*3	(3554)*3	(0.61)*3
			隔壁	141	178	275	0.65
				(141)*3	(89)*3	(254)*3	(0.36)*3
			導流壁	61	861	1295	0.67
		(61)*3		(861)*3	(1295)*3	(0.67)*3	
		妻壁	93	842	2255	0.38	
		分離壁	67	185	1050	0.18	
		控壁	75	235	677	0.35	
		-+	底版	3	1023	1754	0.59
			中床版	35	1844	2432	0.76
				(32)*3	(1116)*3	(1519)*3	(0.74)*3
			側壁	54	604	838	0.73
(54)*3	(577)*3			(815)*3	(0.71)*3		
隔壁	141		196	296	0.67		
	(125)*3		(58)*3	(341)*3	(0.18)*3		
導流壁	65		845	1295	0.66		
	(65)*3	(845)*3	(1295)*3	(0.66)*3			
妻壁	93	851	2250	0.38			
分離壁	68	175	1048	0.17			
控壁	71	226	674	0.34			

注記*1 : 評価位置は図 6-28~図 6-30 に示す。

*2 : 照査用せん断力=発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*3 : 要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-105 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1		照査用 せん断力*2 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
①	S _s -N2 (NS)	++	底版	1	708	1903	0.38
			中床版	30	133	293	0.46
				(34)*3	(639)*3	(1502)*3	(0.43)*3
			側壁	54	494	810	0.61
				(54)*3	(442)*3	(798)*3	(0.56)*3
			隔壁	151	155	304	0.51
				(141)*3	(59)*3	(270)*3	(0.23)*3
			導流壁	64	570	1111	0.52
		(61)*3	(560)*3	(1274)*3	(0.44)*3		
		妻壁	92	777	3	0.36	
		分離壁	68	122	1057	0.12	
		控壁	75	138	676	0.21	
		-+	底版	3	851	1978	0.44
			中床版	18	153	293	0.53
				(32)*3	(750)*3	(1503)*3	(0.50)*3
側壁	41		577	784	0.74		
	(54)*3		(553)*3	(834)*3	(0.67)*3		
隔壁	141		164	281	0.59		
	(141)*3		(63)*3	(323)*3	(0.20)*3		
導流壁	65	634	1090	0.59			
(65)*3	(634)*3	(1090)*3	(0.59)*3				
妻壁	94	783	2203	0.36			
分離壁	68	147	1048	0.15			
控壁	71	143	674	0.22			

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用せん断力=発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*3：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-106 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1		照査用 せん断力*2 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
①	S s - N 2 (E W)	++	底版	1	774	1986	0.39
			中床版	18	155	291	0.54
				(34)*3	(776)*3	(1511)*3	(0.52)*3
			側壁	41	489	778	0.63
				(54)*3	(443)*3	(812)*3	(0.55)*3
			隔壁	151	153	303	0.51
				(141)*3	(66)*3	(240)*3	(0.28)*3
			導流壁	65	515	1082	0.48
		(65)*3	(515)*3	(1082)*3	(0.48)*3		
		妻壁	92	807	2187	0.37	
		分離壁	67	119	1052	0.12	
		控壁	75	135	677	0.21	
		-+	底版	3	769	1878	0.41
			中床版	32	789	1507	0.53
				(32)*3	(789)*3	(1507)*3	(0.53)*3
側壁	54		554	814	0.69		
	(54)*3		(487)*3	(810)*3	(0.61)*3		
隔壁	151		178	313	0.58		
	(141)*3		(41)*3	(212)*3	(0.20)*3		
導流壁	65		563	1084	0.52		
(65)*3	(563)*3	(1084)*3	(0.52)*3				
妻壁	94	784	2181	0.36			
分離壁	67	142	1057	0.14			
控壁	71	134	676	0.20			

注記*1 : 評価位置は図 6-28~図 6-30 に示す。

*2 : 照査用せん断力=発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*3 : 要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-107 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1		照査用 せん断力*2 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
②	S s - D	++	底版	3	1041	1838	0.57
			中床版	32	1358	1526	0.89
				(32)*3	(1358)*3	(1526)*3	(0.89)*3
			側壁	54	781	879	0.89
				(54)*3	(744)*3	(873)*3	(0.86)*3
			隔壁	141	189	260	0.73
				(141)*3	(77)*3	(236)*3	(0.33)*3
			導流壁	65	786	1101	0.72
				(786)*3	(1101)*3	(0.72)*3	
		妻壁	93	953	2235	0.43	
		分離壁	68	186	1056	0.18	
		控壁	71	282	682	0.42	
		-+	底版	1	1013	1742	0.59
			中床版	34	1369	1521	0.90
				(34)*3	(1369)*3	(1521)*3	(0.90)*3
			側壁	[41]*4	[-]*4	[-]*4	[0.83]*4
隔壁	141		198	250	0.79		
	(141)*3		(171)*3	(283)*3	(0.61)*3		
導流壁	61		803	1079	0.75		
	(61)*3		(803)*3	(1079)*3	(0.75)*3		
妻壁	93	969	2235	0.44			
分離壁	67	188	1056	0.18			
控壁	75	302	689	0.44			

注記*1 : 評価位置は図 6-28~図 6-30 に示す。

*2 : 照査用せん断力=発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*3 : 要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

*4 : 線形被害則による照査結果を角括弧内に示す。

表 6-108 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1		照査用 せん断力*2 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
③	S s - D	++	底版	3	1035	1859	0.56
			中床版	32	1361	1526	0.90
				(32)*3	(1361)*3	(1526)*3	(0.90)*3
			側壁	41	725	796	0.92
				(54)*3	(757)*3	(869)*3	(0.88)*3
			隔壁	141	188	260	0.73
				(141)*3	(76)*3	(236)*3	(0.33)*3
			導流壁	65	790	1102	0.72
		(65)*3	(790)*3	(1102)*3	(0.72)*3		
		妻壁	93	961	2231	0.44	
		分離壁	68	185	1056	0.18	
		控壁	71	284	682	0.42	
		-+	底版	1	1003	1734	0.58
			中床版	34	1362	1521	0.90
				(34)*3	(1362)*3	(1521)*3	(0.90)*3
			側壁	[41]*4	[-]*4	[-]*4	[0.80]*4
隔壁	141		185	250	0.74		
	(141)*3		(166)*3	(283)*3	(0.59)*3		
導流壁	61		810	1083	0.75		
(61)*3	(810)*3		(1083)*3	(0.75)*3			
妻壁	93	964	2233	0.44			
分離壁	67	185	1055	0.18			
控壁	75	295	690	0.43			

注記*1 : 評価位置は図 6-28~図 6-30 に示す。

*2 : 照査用せん断力 = 発生せん断力 × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

*3 : 要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

*4 : 線形被害則による照査結果を角括弧内に示す。

表 6-109 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1		照査用 せん断力*2 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
④	S s - D	++	底版	3	1184	1920	0.62
			中床版	18	166	190	0.88
				(32)*3	(1106)*3	(1515)*3	(0.73)*3
			側壁	54	787	879	0.90
				(54)*3	(787)*3	(879)*3	(0.90)*3
			隔壁	141	227	275	0.83
				(125)*3	(48)*3	(116)*3	(0.41)*3
			導流壁	64	911	1145	0.80
		(65)*3		(833)*3	(1096)*3	(0.76)*3	
		-+	妻壁	92	985	2145	0.46
			分離壁	68	312	1030	0.31
			控壁	71	229	670	0.35
			底版	1	1244	1828	0.69
			中床版	34	1486	1520	0.98
					(1486)*3	(1520)*3	(0.98)*3
側壁	[41]*4		[-]*4	[-]*4	[0.81]*4		
++	隔壁	141	201	229	0.88		
		(125)*3	(46)*3	(54)*3	(0.85)*3		
	導流壁	64	962	1202	0.80		
		(65)*3	(996)*3	(1247)*3	(0.80)*3		
	妻壁	92	1112	2515	0.45		
分離壁	67	237	1059	0.23			
控壁	75	266	700	0.39			

注記*1 : 評価位置は図 6-28~図 6-30 に示す。

*2 : 照査用せん断力=発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*3 : 要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

*4 : 線形被害則による照査結果を角括弧内に示す。

表 6-110 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1		照査用 せん断力*2 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
⑤	S s - D	++	底版	3	1143	1936	0.60
			中床版	18	171	187	0.92
				(32)*3	(1236)*3	(1517)*3	(0.82)*3
			側壁	54	772	872	0.89
				(54)*3	(772)*3	(872)*3	(0.89)*3
			隔壁	141	172	190	0.91
				(125)*3	(49)*3	(122)*3	(0.40)*3
			導流壁	64	975	1256	0.78
		(65)*3		(835)*3	(1099)*3	(0.77)*3	
		-+	妻壁	91	420	920	0.46
			分離壁	68	317	1033	0.31
			控壁	71	228	671	0.34
			底版	1	1180	1857	0.64
			中床版	34	1404	1526	0.93
				(34)*3	(1404)*3	(1526)*3	(0.93)*3
			側壁	[41]*4	[-]*4	[-]*4	[0.79]*4
隔壁	141		344	366	0.94		
	(125)*3	(49)*3	(61)*3	(0.81)*3			
導流壁	61	962	1240	0.78			
	(61)*3	(962)*3	(1240)*3	(0.78)*3			
妻壁	94	946	2160	0.44			
分離壁	67	261	1058	0.25			
控壁	75	259	689	0.38			

注記*1 : 評価位置は図 6-28~図 6-30 に示す。

*2 : 照査用せん断力=発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*3 : 要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

*4 : 線形被害則による照査結果を角括弧内に示す。

表 6-111 せん断破壊に対する評価結果

(PHb 工法の適用範囲内の確認：せん断耐力)

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1		照査用	せん断耐力	照査値	
				せん断力*2 V_d (kN/m)	$V_{y d}$ (kN/m)	$V_d / V_{y d}$	
①	S s - D	++	底版	3	1026	1860	0.56
			中床版	23	614	825	0.75
			側壁	51	1061	1583	0.68
			隔壁	101	203	489	0.42
			導流壁	62	418	907	0.47
			妻壁	93	952	2232	0.43
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	1	1050	1838	0.58
			中床版	28	620	851	0.73
			側壁	41	1559	2848	0.55
			隔壁	101	358	665	0.54
			導流壁	64	406	947	0.43
			妻壁	93	959	2235	0.43
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用せん断力 = 発生せん断力 × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-112 せん断破壊に対する評価結果

(PHb 工法の適用範囲内の確認：せん断耐力)

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1		照査用	せん断耐力	照査値	
				せん断力*2 V_d (kN/m)	$V_{y d}$ (kN/m)	$V_d / V_{y d}$	
①	S s - D	+ -	底版	3	1069	1757	0.61
			中床版	17	789	1126	0.71
			側壁	51	893	1590	0.57
			隔壁	151	661	1421	0.47
			導流壁	62	448	994	0.46
			妻壁	93	888	2258	0.40
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
		- -	底版	1	1093	1764	0.62
			中床版	17	772	1103	0.70
			側壁	41	1386	2919	0.48
			隔壁	101	291	629	0.47
			導流壁	64	443	994	0.45
			妻壁	94	886	2177	0.41
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用せん断力 = 発生せん断力 × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-113 せん断破壊に対する評価結果

(PHb 工法の適用範囲内の確認：せん断耐力)

解析 ケー ス	地震動		評価位置*1		照査用	せん断耐力	照査値
					せん断力*2 V_d (kN/m)	$V_{y d}$ (kN/m)	$V_d / V_{y d}$
①	S s - F 1	++	底版	1	1055	1990	0.54
			中床版	22	718	1125	0.64
			側壁	41	1199	2910	0.42
			隔壁	101	275	691	0.40
			導流壁	64	423	1007	0.42
			妻壁	94	834	2175	0.39
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
	S s - F 2	++	底版	1	1029	1849	0.56
			中床版	22	578	1035	0.56
			側壁	41	1139	2851	0.40
			隔壁	151	473	1381	0.35
			導流壁	64	409	1026	0.40
			妻壁	94	842	2174	0.39
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用せん断力 = 発生せん断力 × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-114 せん断破壊に対する評価結果

(PHb 工法の適用範囲内の確認：せん断耐力)

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1		照査用	せん断耐力	照査値	
				せん断力*2 V_d (kN/m)	$V_{y d}$ (kN/m)	$V_d / V_{y d}$	
①	S s - N 1	++	底版	1	1022	1823	0.57
			中床版	22	755	1122	0.68
			側壁	41	1163	2898	0.41
			隔壁	151	649	1416	0.46
			導流壁	62	422	1075	0.40
			妻壁	93	842	2255	0.38
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	3	1023	1754	0.59
			中床版	35	1844	2432	0.76
			側壁	51	683	1562	0.44
			隔壁	151	573	1420	0.41
			導流壁	62	411	1039	0.40
			妻壁	93	851	2250	0.38
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用せん断力 = 発生せん断力 × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-115 せん断破壊に対する評価結果

(PHb 工法の適用範囲内の確認：せん断耐力)

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1		照査用	せん断耐力	照査値	
				せん断力*2 V_d (kN/m)	$V_{y d}$ (kN/m)	$V_d / V_{y d}$	
①	S s - N 2 (N S)	++	底版	1	708	1903	0.38
			中床版	22	461	1082	0.43
			側壁	51	371	1430	0.26
			隔壁	151	615	1470	0.42
			導流壁	62	343	1031	0.34
			妻壁	92	777	2215	0.36
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	3	851	1978	0.44
			中床版	17	472	1057	0.45
			側壁	51	634	1558	0.41
			隔壁	151	554	1393	0.40
			導流壁	64	371	1065	0.35
			妻壁	94	783	2203	0.36
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用せん断力 = 発生せん断力 × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-116 せん断破壊に対する評価結果

(PHb 工法の適用範囲内の確認：せん断耐力)

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1		照査用	せん断耐力	照査値	
				せん断力*2 V_d (kN/m)	$V_{y d}$ (kN/m)	$V_d / V_{y d}$	
①	S s - N 2 (E W)	++	底版	1	774	1986	0.39
			中床版	22	445	1090	0.41
			側壁	51	528	1536	0.35
			隔壁	151	680	1443	0.48
			導流壁	62	345	1023	0.34
			妻壁	92	807	2187	0.37
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	3	769	1878	0.41
			中床版	17	436	1071	0.41
			側壁	51	546	1537	0.36
			隔壁	151	539	1426	0.38
			導流壁	64	359	1066	0.34
			妻壁	94	784	2181	0.36
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用せん断力 = 発生せん断力 × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-117 せん断破壊に対する評価結果

(PHb 工法の適用範囲内の確認：せん断耐力)

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1		照査用	せん断耐力	照査値	
				せん断力*2 V_d (kN/m)	$V_{y d}$ (kN/m)	$V_d / V_{y d}$	
②	S s - D	++	底版	3	1041	1838	0.57
			中床版	23	625	837	0.75
			側壁	51	981	1579	0.63
			隔壁	101	208	466	0.45
			導流壁	62	395	920	0.43
			妻壁	93	953	2235	0.43
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	1	1013	1742	0.59
			中床版	28	633	844	0.75
			側壁	41	1539	2852	0.54
			隔壁	101	349	682	0.52
			導流壁	64	408	956	0.43
			妻壁	93	969	2235	0.44
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用せん断力 = 発生せん断力 × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-118 せん断破壊に対する評価結果

(PHb 工法の適用範囲内の確認：せん断耐力)

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1		照査用	せん断耐力	照査値	
				せん断力*2 V_d (kN/m)	$V_{y d}$ (kN/m)	$V_d / V_{y d}$	
③	S s - D	++	底版	3	1035	1859	0.56
			中床版	23	619	833	0.75
			側壁	51	981	1583	0.62
			隔壁	101	204	460	0.45
			導流壁	62	408	953	0.43
			妻壁	93	961	2231	0.44
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	1	1003	1734	0.58
			中床版	28	636	863	0.74
			側壁	41	1511	2869	0.53
			隔壁	101	351	686	0.52
			導流壁	64	397	916	0.44
			妻壁	93	964	2233	0.44
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-119 せん断破壊に対する評価結果

(PHb 工法の適用範囲内の確認：せん断耐力)

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1		照査用	せん断耐力	照査値	
				せん断力*2 V_d (kN/m)	$V_{y d}$ (kN/m)	$V_d / V_{y d}$	
④	S s - D	++	底版	3	1184	1920	0.62
			中床版	17	598	1048	0.58
			側壁	55	653	1037	0.63
			隔壁	151	651	1398	0.47
			導流壁	62	481	1067	0.46
			妻壁	92	985	2145	0.46
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	1	1244	1828	0.69
			中床版	22	668	1083	0.62
			側壁	41	1515	2994	0.51
			隔壁	101	381	613	0.63
			導流壁	64	544	962	0.57
			妻壁	92	1112	2515	0.45
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用せん断力 = 発生せん断力 × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-120 せん断破壊に対する評価結果

(PHb 工法の適用範囲内の確認：せん断耐力)

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1		照査用	せん断耐力	照査値	
				せん断力*2 V_d (kN/m)	$V_{y d}$ (kN/m)	$V_d / V_{y d}$	
⑤	S s - D	++	底版	3	1143	1936	0.60
			中床版	17	605	1068	0.57
			側壁	55	653	1031	0.64
			隔壁	136	802	1706	0.47
			導流壁	62	499	1011	0.50
			妻壁	91	420	920	0.46
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	1	1180	1857	0.64
			中床版	22	635	1097	0.58
			側壁	41	1482	2994	0.50
			隔壁	101	392	632	0.63
			導流壁	64	500	963	0.52
			妻壁	94	946	2160	0.44
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用せん断力 = 発生せん断力 × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

(2) 通水機能に対する評価結果

通水機能が求められる部材について、鉄筋コンクリート部材のせん断破壊に対する最大照査値を表 6-121～表 6-130 に解析ケース・地震動ごとに示す。

同表より、照査用せん断力が、全ケースにおいてせん断耐力を下回ることを確認した。

なお、平均化範囲の見直し（断面厚さの 1.0 倍以下）に伴い、以降の結果については別途修正する（現状は、平均化範囲の見直し前の結果を記載している）。

表 6-121 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1, 2		照査用	せん断耐力	照査値 $V_d / V_{y d}$	
				せん断力*3 V_d (kN/m)	$V_{y d}$ (kN/m)		
①	S s - D	+	底版	3	1026	1860	0.56
			中床版	—	—	—	—
			側壁	46 (46)*4	2662 (2662)*4	3574 (3574)*4	0.75 (0.75)*4
			隔壁	102	105	218	0.49
			導流壁	65 (65)*4	777 (790)*4	1069 (1101)*4	0.73 (0.72)*4
			妻壁	93	952	2232	0.43
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-	底版	1	1050	1838	0.58
			中床版	—	—	—	—
			側壁	56 (56)*4	3712 (2684)*4	4936 (3583)*4	0.76 (0.75)*4
			隔壁	101	358	665	0.54
			導流壁	61 (61)*4	800 (800)*4	1078 (1078)*4	0.75 (0.75)*4
			妻壁	93	959	2235	0.43
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：通水機能が要求される部材の範囲は図 6-49 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-122 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1, 2		照査用 せん断力*3 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
①	S s - D	+ -	底版	3	1069	1757	0.61
			中床版	-	-	-	-
			側壁	46 (46)*4	2198 (2198)*4	3558 (3558)*4	0.62 (0.62)*4
			隔壁	101	248	705	0.36
			導流壁	65 (65)*4	834 (834)*4	1107 (1107)*4	0.76 (0.76)*4
			妻壁	93	888	2258	0.40
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
		- -	底版	1	1093	1764	0.62
			中床版	-	-	-	-
			側壁	46 (46)*4	2158 (2158)*4	3547 (3547)*4	0.61 (0.61)*4
			隔壁	101	291	629	0.47
			導流壁	61 (61)*4	850 (850)*4	1090 (1090)*4	0.79 (0.79)*4
			妻壁	94	886	2177	0.41
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：通水機能が要求される部材の範囲は図 6-49 に示す。

*3：照査用せん断力=発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-123 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動		評価位置*1, 2		照査用	せん断耐力	照査値 $V_d / V_{y d}$
					せん断力*3 V_d (kN/m)	$V_{y d}$ (kN/m)	
①	S s - F 1	++	底版	1	1055	1990	0.54
			中床版	—	—	—	—
			側壁	56 (56)*4	2004 (2004)*4	3533 (3533)*4	0.57 (0.57)*4
			隔壁	101	275	691	0.40
			導流壁	62 (61)*4	960 (730)*4	1230 (1080)*4	0.79 (0.68)*4
			妻壁	94	834	2175	0.39
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
	S s - F 2	++	底版	1	1029	1849	0.56
			中床版	—	—	—	—
			側壁	56 (56)*4	1789 (1789)*4	3524 (3524)*4	0.51 (0.51)*4
			隔壁	101	214	672	0.32
			導流壁	61 (61)*4	721 (721)*4	1075 (1075)*4	0.68 (0.68)*4
			妻壁	94	842	2174	0.39
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：通水機能が要求される部材の範囲は図 6-49 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-124 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1, 2		照査用 せん断力*3 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
①	S s - N 1	+	底版	1	1022	1823	0.57
			中床版	—	—	—	—
			側壁	56 (56)*4	2146 (2146)*4	3554 (3554)*4	0.61 (0.61)*4
			隔壁	101	215	675	0.32
			導流壁	61 (61)*4	861 (861)*4	1295 (1295)*4	0.67 (0.67)*4
			妻壁	93	842	2255	0.38
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		- +	底版	3	1023	1754	0.59
			中床版	—	—	—	—
			側壁	46 (46)*4	2111 (2111)*4	3549 (3549)*4	0.60 (0.60)*4
			隔壁	101	229	713	0.33
			導流壁	65 (65)*4	845 (845)*4	1295 (1295)*4	0.66 (0.66)*4
			妻壁	93	851	2250	0.38
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：通水機能が要求される部材の範囲は図 6-49 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-125 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1, 2		照査用 せん断力*3 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
①	S s - N 2 (N S)	++	底版	1	708	1903	0.38
			中床版	—	—	—	—
			側壁	56 (56)*4	1343 (1343)*4	3470 (3470)*4	0.39 (0.39)*4
			隔壁	101	142	681	0.21
			導流壁	64 (61)*4	570 (560)*4	1111 (1274)*4	0.52 (0.44)*4
			妻壁	92	777	2215	0.36
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	3	851	1978	0.44
			中床版	—	—	—	—
			側壁	46 (46)*4	1436 (1436)*4	3481 (3481)*4	0.42 (0.42)*4
			隔壁	101	178	689	0.26
			導流壁	65 (65)*4	634 (634)*4	1090 (1090)*4	0.59 (0.59)*4
			妻壁	94	783	2203	0.36
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：通水機能が要求される部材の範囲は図 6-49 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-126 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1, 2		照査用 せん断力*3 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
①	S s - N 2 (E W)	++	底版	1	774	1986	0.39
			中床版	—	—	—	—
			側壁	56 (46)*4	1623 (1449)*4	3526 (3489)*4	0.47 (0.42)*4
			隔壁	101	153	683	0.23
			導流壁	65	515 (515)*4	1082 (1082)*4	0.48 (0.48)*4
			妻壁	92	807	2187	0.37
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	3	769	1878	0.41
			中床版	—	—	—	—
			側壁	46 (46)*4	1538 (1434)*4	3547 (3485)*4	0.44 (0.42)*4
			隔壁	101	148	685	0.22
			導流壁	65 (65)*4	563 (563)*4	1084 (1084)*4	0.52 (0.52)*4
			妻壁	94	784	2181	0.36
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：通水機能が要求される部材の範囲は図 6-49 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-127 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1, 2		照査用 せん断力*3 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
②	S s - D	+	底版	3	1041	1838	0.57
			中床版	—	—	—	—
			側壁	46 (46)*4	2631 (2631)*4	3576 (3576)*4	0.74 (0.74)*4
			隔壁	102	102	218	0.47
			導流壁	65 (65)*4	786 (786)*4	1101 (1101)*4	0.72 (0.72)*4
			妻壁	93	953	2235	0.43
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		- +	底版	1	1013	1742	0.59
			中床版	—	—	—	—
			側壁	56 (56)*4	2665 (2665)*4	3586 (3586)*4	0.75 (0.75)*4
			隔壁	101	349	682	0.52
			導流壁	61 (61)*4	803 (803)*4	1079 (1079)*4	0.75 (0.75)*4
			妻壁	93	969	2235	0.44
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：通水機能が要求される部材の範囲は図 6-49 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-128 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1, 2		照査用	せん断耐力	照査値	
				せん断力*3 V_d (kN/m)	$V_{y d}$ (kN/m)	$V_d / V_{y d}$	
③	S s - D	+	底版	3	1035	1859	0.56
			中床版	—	—	—	—
			側壁	46 (46)*4	2633 (2633)*4	3572 (3572)*4	0.74 (0.74)*4
			隔壁	102	101	218	0.47
			導流壁	65 (65)*4	790 (790)*4	1102 (1102)*4	0.72 (0.72)*4
			妻壁	93	961	2231	0.44
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-	底版	1	1003	1734	0.58
			中床版	—	—	—	—
			側壁	56 (56)*4	2683 (2683)*4	3584 (3584)*4	0.75 (0.75)*4
			隔壁	101	351	686	0.52
			導流壁	61 (61)*4	810 (810)*4	1083 (1083)*4	0.75 (0.75)*4
			妻壁	93	964	2233	0.44
	分離壁	—	—	—	—		

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：通水機能が要求される部材の範囲は図 6-49 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_α (=1.05)

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-129 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1, 2		照査用 せん断力*3 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
④	S s - D	++	底版	3	1184	1920	0.62
			中床版	—	—	—	—
			側壁	46 (46)*4	3905 (1947)*4	4938 (3542)*4	0.80 (0.55)*4
			隔壁	105	117	266	0.44
			導流壁	64 (65)*4	911 (833)*4	1145 (1096)*4	0.80 (0.76)*4
			妻壁	92	985	2145	0.46
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	1	1244	1828	0.69
			中床版	—	—	—	—
			側壁	56 (56)*4	4556 (4020)*4	4962 (4933)*4	0.92 (0.82)*4
			隔壁	101	381	613	0.63
			導流壁	64 (65)*4	962 (996)*4	1202 (1247)*4	0.80 (0.80)*4
			妻壁	92	1112	2515	0.45
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：通水機能が要求される部材の範囲は図 6-49 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-130 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1, 2		照査用 せん断力*3 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
⑤	S s - D	++	底版	3	1143	1936	0.60
			中床版	—	—	—	—
			側壁	46 (46)*4	3930 (1917)*4	4936 (3541)*4	0.80 (0.55)*4
			隔壁	101	340	773	0.45
			導流壁	64 (65)*4	975 (835)*4	1256 (1099)*4	0.78 (0.77)*4
			妻壁	92	952	2113	0.46
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	1	1180	1857	0.64
			中床版	—	—	—	—
			側壁	56 (56)*4	4219 (3824)*4	4962 (4933)*4	0.86 (0.78)*4
			隔壁	101	392	632	0.63
			導流壁	61 (61)*4	962 (962)*4	1240 (1240)*4	0.78 (0.78)*4
			妻壁	94	946	2160	0.44
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：通水機能が要求される部材の範囲は図 6-49 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

(3) 止水機能に対する評価結果

止水機能が求められる部材について、鉄筋コンクリート部材のせん断破壊に対する最大照査値を表 6-131～表 6-140 に解析ケース・地震動ごとに示す。

同表より、照査用せん断力が、全ケースにおいてせん断耐力を下回ることを確認した。

なお、平均化範囲の見直し（断面厚さの 1.0 倍以下）に伴い、以降の結果については別途修正する（現状は、平均化範囲の見直し前の結果を記載している）。

表 6-131 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1, 2		照査用 せん断力*3 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
①	S s - D	++	底版	—	—	—	—
			中床版	32 (32)*4	1375 (1375)*4	1526 (1526)*4	0.91 (0.91)*4
			側壁	53	664	879	0.76
			隔壁	141 (141)*4	170 (101)*4	248 (253)*4	0.69 (0.40)*4
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	68	188	1057	0.18
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	—	—	—	—
			中床版	34 (34)*4	1365 (1365)*4	1520 (1520)*4	0.90 (0.90)*4
			側壁	53	576	856	0.68
			隔壁	141 (141)*4	198 (184)*4	251 (285)*4	0.79 (0.65)*4
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	67	187	1056	0.18
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：止水機能が要求される部材の範囲は図 6-50 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-132 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1, 2		照査用 せん断力*3 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
①	S s - D	+ -	底版	—	—	—	—
			中床版	32 (32)*4	1214 (1214)*4	1523 (1523)*4	0.80 (0.80)*4
			側壁	53	622	871	0.72
			隔壁	141 (141)*4	201 (114)*4	266 (257)*4	0.76 (0.45)*4
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	68	208	1054	0.20
			控壁	—	—	—	—
		- -	底版	—	—	—	—
			中床版	32 (32)*4	1146 (1146)*4	1530 (1530)*4	0.75 (0.75)*4
			側壁	53	564	857	0.66
			隔壁	141 (141)*4	222 (142)*4	255 (311)*4	0.87 (0.46)*4
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	67	219	1052	0.21
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：止水機能が要求される部材の範囲は図 6-50 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-133 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動		評価位置*1, 2		照査用	せん断耐力	照査値
					せん断力*3 V_d (kN/m)	$V_{y d}$ (kN/m)	$V_d / V_{y d}$
①	S s - F 1	++	底版	—	—	—	—
			中床版	34 (34)*4	1045 (1045)*4	1514 (1514)*4	0.69 (0.69)*4
			側壁	42	428	794	0.54
			隔壁	141 (141)*4	172 (75)*4	254 (228)*4	0.68 (0.33)*4
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	67	184	1052	0.18
	控壁	—	—	—	—		
	S s - F 2	++	底版	—	—	—	—
			中床版	34 (34)*4	956 (956)*4	1505 (1505)*4	0.64 (0.64)*4
			側壁	53	410	837	0.50
			隔壁	141 (141)*4	152 (74)*4	261 (204)*4	0.59 (0.37)*4
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
分離壁			67	146	1057	0.14	
控壁	—	—	—	—			

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：止水機能が要求される部材の範囲は図 6-50 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-134 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1, 2		照査用 せん断力*3 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
①	S s - N 1	+	底版	—	—	—	—
			中床版	34 (34)*4	1115 (1115)*4	1516 (1516)*4	0.74 (0.74)*4
			側壁	43	574	1032	0.56
			隔壁	141 (141)*4	178 (89)*4	275 (254)*4	0.65 (0.36)*4
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	67	185	1050	0.18
		控壁	—	—	—	—	
		-	底版	—	—	—	—
			中床版	32 (32)*4	1116 (1116)*4	1519 (1519)*4	0.74 (0.74)*4
			側壁	53	525	824	0.64
			隔壁	141 (125)*4	196 (58)*4	296 (341)*4	0.67 (0.18)*4
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
分離壁	68		175	1048	0.17		
控壁	—	—	—	—			

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：止水機能が要求される部材の範囲は図 6-50 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-135 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1, 2		照査用 せん断力*3 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$		
①	S s - N 2 (N S)	++	底版	—	—	—	—	
			中床版	30 (34)*4	133 (639)*4	293 (1502)*4	0.46 (0.43)*4	
			側壁	53	428	809	0.53	
			隔壁	141 (141)*4	152 (59)*4	329 (270)*4	0.47 (0.23)*4	
			導流壁	—	—	—	—	
			妻壁	—	—	—	—	
			分離壁	68	122	1057	0.12	
		控壁	—	—	—	—		
		-+	底版	—	—	—	—	—
			中床版	32 (32)*4	750 (750)*4	1503 (1503)*4	0.50 (0.50)*4	
			側壁	53	499	850	0.59	
			隔壁	141 (141)*4	164 (63)*4	281 (323)*4	0.59 (0.20)*4	
			導流壁	—	—	—	—	
			妻壁	—	—	—	—	
分離壁	68		147	1048	0.15			
控壁	—	—	—	—				

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：止水機能が要求される部材の範囲は図 6-50 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-136 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1, 2		照査用 せん断力*3 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
①	S s - N 2 (E W)	++	底版	—	—	—	—
			中床版	30 (34)*4	150 (776)*4	285 (1511)*4	0.53 (0.52)*4
			側壁	43	522	1021	0.52
			隔壁	141 (141)*4	164 (66)*4	327 (240)*4	0.51 (0.28)*4
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	67	119	1052	0.12
		控壁	—	—	—	—	
		-+	底版	—	—	—	—
			中床版	32 (32)*4	789 (789)*4	1507 (1507)*4	0.53 (0.53)*4
			側壁	53	499	817	0.62
			隔壁	141 (141)*4	165 (41)*4	314 (212)*4	0.53 (0.20)*4
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
分離壁	67		142	1057	0.14		
控壁	—	—	—	—			

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：止水機能が要求される部材の範囲は図 6-50 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-137 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1, 2		照査用 せん断力*3 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
②	S s - D	++	底版	—	—	—	—
			中床版	32 (32)*4	1358 (1358)*4	1526 (1526)*4	0.89 (0.89)*4
			側壁	53	648	877	0.74
			隔壁	141 (141)*4	189 (77)*4	260 (236)*4	0.73 (0.33)*4
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	68	186	1056	0.18
		控壁	—	—	—	—	
		-+	底版	—	—	—	—
			中床版	34 (34)*4	1369 (1369)*4	1521 (1521)*4	0.90 (0.90)*4
			側壁	42	537	801	0.68
			隔壁	141 (141)*4	198 (171)*4	250 (283)*4	0.79 (0.61)*4
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
分離壁	67		188	1056	0.18		
控壁	—	—	—	—			

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：止水機能が要求される部材の範囲は図 6-50 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-138 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1, 2		照査用 せん断力*3 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
③	S s - D	++	底版	—	—	—	—
			中床版	32 (32)*4	1361 (1361)*4	1526 (1526)*4	0.90 (0.90)*4
			側壁	53	655	878	0.75
			隔壁	141 (141)*4	188 (76)*4	260 (236)*4	0.73 (0.33)*4
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	68	185	1056	0.18
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	—	—	—	—
			中床版	34 (34)*4	1362 (1362)*4	1521 (1521)*4	0.90 (0.90)*4
			側壁	42	543	803	0.68
			隔壁	141 (141)*4	185 (166)*4	250 (283)*4	0.74 (0.59)*4
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	67	185	1055	0.18
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：止水機能が要求される部材の範囲は図 6-50 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-139 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1, 2		照査用 せん断力*3 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
④	S s - D	++	底版	—	—	—	—
			中床版	32 (32)*4	1106 (1106)*4	1515 (1515)*4	0.73 (0.73)*4
			側壁	53	685	876	0.79
			隔壁	141 (125)*4	227 (48)*4	275 (116)*4	0.83 (0.41)*4
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	68	312	1030	0.31
		控壁	—	—	—	—	
		-+	底版	—	—	—	—
			中床版	34 (34)*4	1486 (1486)*4	1520 (1520)*4	0.98 (0.98)*4
			側壁	43	879	1169	0.76
			隔壁	141 (125)*4	201 (46)*4	229 (54)*4	0.88 (0.85)*4
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
分離壁	67		237	1059	0.23		
控壁	—	—	—	—			

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：止水機能が要求される部材の範囲は図 6-50 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-140 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1, 2		照査用 せん断力*3 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
⑤	S s - D	++	底版	—	—	—	—
			中床版	32 (32)*4	1236 (1236)*4	1517 (1517)*4	0.82 (0.82)*4
			側壁	53	683	881	0.78
			隔壁	141 (125)*4	172 (49)*4	190 (122)*4	0.91 (0.40)*4
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
			分離壁	68	317	1033	0.31
		控壁	—	—	—	—	
		-+	底版	—	—	—	—
			中床版	34 (34)*4	1404 (1404)*4	1526 (1526)*4	0.93 (0.93)*4
			側壁	43	871	1169	0.75
			隔壁	141 (125)*4	344 (49)*4	366 (61)*4	0.94 (0.81)*4
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	—	—	—	—
分離壁	67		261	1058	0.25		
控壁	—	—	—	—			

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：止水機能が要求される部材の範囲は図 6-50 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

(4) Sクラスの施設等を支持する機能に対する評価結果

Sクラスの施設等を支持する機能が求められる部材について、鉄筋コンクリート部材のせん断破壊に対する最大照査値を表6-141～表6-150に解析ケース・地震動ごとに示す。

同表より、照査用せん断力が、全ケースにおいてせん断耐力を下回ることを確認した。

なお、平均化範囲の見直し（断面厚さの1.0倍以下）に伴い、以降の結果については別途修正する（現状は、平均化範囲の見直し前の結果を記載している）。

表 6-141 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1, 2		照査用 せん断力*3 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
①	S s - D	++	底版	—	—	—	—
			中床版	17 (21)*4	1804 (92)*4	2438 (310)*4	0.75 (0.30)*4
			側壁	54 (54)*4	782 (754)*4	871 (867)*4	0.90 (0.87)*4
			隔壁	151	206	283	0.73
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	307	853	0.36
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	71	283	683	0.42
		-+	底版	—	—	—	—
			中床版	22 (21)*4	1796 (99)*4	2439 (251)*4	0.74 (0.40)*4
			側壁	54 (54)*4	689 (658)*4	859 (855)*4	0.81 (0.77)*4
			隔壁	151	203	290	0.71
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	304	856	0.36
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	75	295	691	0.43

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：支持機能が要求される部材の範囲は図 6-51 支持機能が要求される部材の範囲
図 6-51 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-142 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1, 2		照査用 せん断力*3 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
①	S s - D	+ -	底版	—	—	—	—
			中床版	17 (21)*4	789 (108)*4	1126 (324)*4	0.71 (0.34)*4
			側壁	54 (54)*4	723 (723)*4	863 (863)*4	0.84 (0.84)*4
			隔壁	151	168	313	0.54
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	298	847	0.36
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	71	234	669	0.35
		- -	底版	—	—	—	—
			中床版	17 (21)*4	772 (128)*4	1103 (298)*4	0.70 (0.43)*4
			側壁	54 (54)*4	686 (666)*4	862 (851)*4	0.80 (0.79)*4
			隔壁	151	176	316	0.56
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	302	851	0.36
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	75	247	687	0.36

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：支持機能が要求される部材の範囲は図 6-51 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-143 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動		評価位置*1, 2		照査用	せん断耐力	照査値
					せん断力*3 V_d (kN/m)	$V_{y d}$ (kN/m)	$V_d / V_{y d}$
①	S s - F 1	++	底版	—	—	—	—
			中床版	22 (21)*4	718 (118)*4	1125 (298)*4	0.64 (0.40)*4
			側壁	54 (54)*4	483 (450)*4	819 (814)*4	0.59 (0.56)*4
			隔壁	151	148	321	0.47
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	267	831	0.33
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	75	229	672	0.34
	S s - F 2	++	底版	—	—	—	—
			中床版	22 (21)*4	578 (107)*4	1035 (286)*4	0.56 (0.38)*4
			側壁	54 (54)*4	484 (451)*4	817 (826)*4	0.60 (0.55)*4
			隔壁	151	151	330	0.46
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	279	837	0.34
分離壁			—	—	—	—	
控壁			75	193	682	0.29	

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：支持機能が要求される部材の範囲は図 6-51 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-144 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1, 2		照査用 せん断力*3 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
①	S s - N 1	+	底版	—	—	—	—
			中床版	22 (21)*4	755 (101)*4	1122 (298)*4	0.68 (0.34)*4
			側壁	44 (54)*4	633 (420)*4	1030 (797)*4	0.62 (0.53)*4
			隔壁	151	166	316	0.53
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	248	829	0.30
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	75	235	677	0.35
		-	底版	—	—	—	—
			中床版	35 (21)*4	1844 (86)*4	2432 (323)*4	0.76 (0.27)*4
			側壁	54 (54)*4	604 (577)*4	838 (815)*4	0.73 (0.71)*4
			隔壁	151	170	306	0.56
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	257	826	0.32
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	71	226	674	0.34

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：支持機能が要求される部材の範囲は図 6-51 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-145 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1, 2		照査用 せん断力*3 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
①	S s - N 2 (N S)	++	底版	—	—	—	—
			中床版	20 (21)*4	147 (93)*4	337 (313)*4	0.44 (0.30)*4
			側壁	54 (54)*4	494 (442)*4	810 (798)*4	0.61 (0.56)*4
			隔壁	151	155	304	0.51
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	139	818	0.17
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	75	138	676	0.21
		-+	底版	—	—	—	—
			中床版	18 (21)*4	153 (65)*4	293 (240)*4	0.53 (0.28)*4
			側壁	54 (54)*4	585 (553)*4	837 (834)*4	0.70 (0.67)*4
			隔壁	151	162	304	0.54
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	288	844	0.35
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	71	143	674	0.22

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：支持機能が要求される部材の範囲は図 6-51 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-146 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1, 2		照査用 せん断力*3 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
①	S s - N 2 (E W)	+	底版	—	—	—	—
			中床版	18 (21)*4	155 (97)*4	291 (312)*4	0.54 (0.32)*4
			側壁	54 (54)*4	488 (443)*4	814 (812)*4	0.60 (0.55)*4
			隔壁	151	153	303	0.51
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	231	817	0.29
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	75	135	677	0.21
		-	底版	—	—	—	—
			中床版	20 (21)*4	154 (103)*4	310 (294)*4	0.50 (0.36)*4
			側壁	54 (54)*4	554 (487)*4	814 (810)*4	0.69 (0.61)*4
			隔壁	151	178	313	0.58
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	226	816	0.28
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	71	134	676	0.20

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：支持機能が要求される部材の範囲は図 6-51 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-147 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1, 2		照査用 せん断力*3 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
②	S s - D	+	底版	—	—	—	—
			中床版	17 (21)*4	1787 (92)*4	2438 (310)*4	0.74 (0.30)*4
			側壁	54 (54)*4	781 (744)*4	879 (873)*4	0.89 (0.86)*4
			隔壁	151	209	292	0.72
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	298	851	0.36
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	71	282	682	0.42
		-	底版	—	—	—	—
			中床版	22 (21)*4	1797 (106)*4	2440 (262)*4	0.74 (0.41)*4
			側壁	54 (54)*4	684 (658)*4	860 (854)*4	0.80 (0.78)*4
			隔壁	151	214	287	0.75
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	298	852	0.36
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	75	302	689	0.44

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：支持機能が要求される部材の範囲は図 6-51 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-148 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1, 2		照査用 せん断力*3 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
③	S s - D	+	底版	—	—	—	—
			中床版	17 (21)*4	1786 (92)*4	2438 (310)*4	0.74 (0.30)*4
			側壁	54 (54)*4	789 (757)*4	875 (869)*4	0.91 (0.88)*4
			隔壁	151	195	277	0.71
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	301	846	0.36
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	71	284	682	0.42
		- +	底版	—	—	—	—
			中床版	22 (21)*4	1788 (101)*4	2438 (252)*4	0.74 (0.41)*4
			側壁	54 (54)*4	684 (635)*4	859 (853)*4	0.80 (0.75)*4
			隔壁	151	206	286	0.72
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	295	842	0.36
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	75	295	690	0.43

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：支持機能が要求される部材の範囲は図 6-51 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-149 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1, 2		照査用 せん断力*3 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
④	S s - D	+	底版	—	—	—	—
			中床版	18 (21)*4	166 (154)*4	190 (309)*4	0.88 (0.50)*4
			側壁	54 (54)*4	787 (787)*4	879 (879)*4	0.90 (0.90)*4
			隔壁	151	181	316	0.58
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	392	920	0.43
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	71	229	670	0.35
		-	底版	—	—	—	—
			中床版	21 (21)*4	147 (147)*4	190 (190)*4	0.78 (0.78)*4
			側壁	45 (54)*4	615 (666)*4	777 (871)*4	0.80 (0.77)*4
			隔壁	151	184	363	0.51
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	356	879	0.41
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	75	266	700	0.39

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：支持機能が要求される部材の範囲は図 6-51 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-150 せん断破壊に対する評価結果

解析 ケー ス	地震動	評価位置*1, 2		照査用 せん断力*3 V_d (kN/m)	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN/m)	照査値 $V_d / V_{y d}$	
⑤	S s - D	++	底版	—	—	—	—
			中床版	18 (21)*4	171 (133)*4	187 (247)*4	0.92 (0.54)*4
			側壁	54 (54)*4	772 (772)*4	872 (872)*4	0.89 (0.89)*4
			隔壁	151	191	335	0.57
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	420	920	0.46
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	71	228	671	0.34
		-+	底版	—	—	—	—
			中床版	18 (21)*4	176 (165)*4	245 (238)*4	0.72 (0.70)*4
			側壁	54 (54)*4	693 (693)*4	878 (878)*4	0.79 (0.79)*4
			隔壁	151	165	318	0.52
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	389	920	0.43
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	75	259	689	0.38

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：支持機能が要求される部材の範囲は図 6-51 に示す。

*3：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*4：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

6.3.3 壁部材の面内せん断に対する評価結果

(1) 構造強度を有することに対する評価結果

各壁部材の面内せん断に対する最大照査値について、表 6-151～表 6-164 に解析ケース・地震動ごとに示す。

同表より、全ケースにおいて照査用面内せん断ひずみが、許容限界（限界せん断ひずみ： 2000μ ）を下回ることを確認した。

また、同表より、全部材において、照査用面内せん断ひずみは 2000μ に至っておらず、PHb 工法の適用範囲内であることを確認した。

表 6-151 壁部材の面内せん断に対する照査

解析 ケース	地震動	評価位置* ¹	照査用 面内せん断 ひずみ* ²		限界せん断 ひずみ	照査値 γ_d / γ_R	
				γ_d	γ_R		
①	S s - D	++	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	106	1500 μ	2000 μ	0.75
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	81	360 μ	2000 μ	0.19
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
		-+	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	101	1179 μ	2000 μ	0.59
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	81	386 μ	2000 μ	0.20
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
		+-	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	106	1468 μ	2000 μ	0.74
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	81	555 μ	2000 μ	0.28
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-

注記* 1 : 評価位置は図 6-52 に示す。

* 2 : 照査用面内せん断ひずみ = 発生面内せん断ひずみ \times 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-152 壁部材の面内せん断に対する照査

解析 ケース	地震動		評価位置* ¹		照査用	限界せん断	照査値 γ_d / γ_R
					面内せん断 ひずみ* ² γ_d	ひずみ γ_R	
①	S s - D	--	底版	—	—	—	—
			中床版	—	—	—	—
			側壁	—	—	—	—
			隔壁	101	1420 μ	2000 μ	0.71
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	81	715 μ	2000 μ	0.36
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
	S s - F 1	++	底版	—	—	—	—
			中床版	—	—	—	—
			側壁	—	—	—	—
			隔壁	101	1127 μ	2000 μ	0.57
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	81	397 μ	2000 μ	0.20
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
	S s - F 2	++	底版	—	—	—	—
			中床版	—	—	—	—
			側壁	—	—	—	—
			隔壁	101	1065 μ	2000 μ	0.54
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	81	363 μ	2000 μ	0.19
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記* 1 : 評価位置は図 6-52 に示す。

* 2 : 照査用面内せん断ひずみ = 発生面内せん断ひずみ × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-153 壁部材の面内せん断に対する照査

解析 ケース	地震動	評価位置* ¹	照査用 面内せん断 ひずみ* ²		限界せん断 ひずみ	照査値 γ_d / γ_R	
				γ_d	γ_R		
①	S s - N 1	++	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	101	1059 μ	2000 μ	0.53
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	81	393 μ	2000 μ	0.20
			分離壁	-	-	-	-
		控壁	-	-	-	-	
		-+	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	106	1099 μ	2000 μ	0.55
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	81	233 μ	2000 μ	0.12
	分離壁		-	-	-	-	
	控壁	-	-	-	-		
	S s - N 2 (NS)	++	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	101	677 μ	2000 μ	0.34
			導流壁	-	-	-	-
妻壁			92	146 μ	2000 μ	0.08	
分離壁			-	-	-	-	
控壁			-	-	-	-	

注記*1：評価位置は図 6-52 に示す。

*2：照査用面内せん断ひずみ = 発生面内せん断ひずみ × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-154 壁部材の面内せん断に対する照査

解析 ケース	地震動		評価位置* ¹		照査用	限界せん断	照査値 γ_d / γ_R
					面内せん断 ひずみ* ² γ_d	ひずみ γ_R	
①	S s - N 2 (N S)	- +	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	106	977 μ	2000 μ	0.49
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	81	203 μ	2000 μ	0.11
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
	S s - N 2 (E W)	++	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	106	809 μ	2000 μ	0.41
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	92	270 μ	2000 μ	0.14
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
	S s - N 2 (E W)	- +	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	106	902 μ	2000 μ	0.46
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	94	246 μ	2000 μ	0.13
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-

注記* 1 : 評価位置は図 6-52 に示す。

* 2 : 照査用面内せん断ひずみ = 発生面内せん断ひずみ × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-155 壁部材の面内せん断に対する照査

解析 ケース	地震動	評価位置* ¹	照査用 面内せん断 ひずみ* ² γ_d		限界せん断 ひずみ γ_R		照査値 γ_d / γ_R	
②	S s - D	++	底版	-	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-	-
			隔壁	106	1384 μ	2000 μ	0.70	
			導流壁	-	-	-	-	
			妻壁	81	336 μ	2000 μ	0.17	
			分離壁	-	-	-	-	
		控壁	-	-	-	-		
		-+	底版	-	-	-	-	
			中床版	-	-	-	-	
			側壁	-	-	-	-	
			隔壁	101	1171 μ	2000 μ	0.59	
			導流壁	-	-	-	-	
			妻壁	81	386 μ	2000 μ	0.20	
分離壁	-		-	-	-			
控壁	-	-	-	-				
③	S s - D	++	底版	-	-	-	-	
			中床版	-	-	-	-	
			側壁	-	-	-	-	
			隔壁	106	1360 μ	2000 μ	0.68	
			導流壁	-	-	-	-	
			妻壁	81	347 μ	2000 μ	0.18	
			分離壁	-	-	-	-	
			控壁	-	-	-	-	

注記* 1 : 評価位置は図 6-52 に示す。

* 2 : 照査用面内せん断ひずみ = 発生面内せん断ひずみ \times 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-156 壁部材の面内せん断に対する照査

解析 ケース	地震動		評価位置* ¹		照査用	限界せん断	照査値 γ_d / γ_R
					面内せん断 ひずみ* ² γ_d	ひずみ γ_R	
③	S s - D	- +	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	101	1198 μ	2000 μ	0.60
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	81	381 μ	2000 μ	0.20
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
④	S s - D	++	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	106	1252 μ	2000 μ	0.63
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	93	1374 μ	2000 μ	0.69
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
		- +	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	101	1228 μ	2000 μ	0.62
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	81	1782 μ	2000 μ	0.90
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-

注記* 1 : 評価位置は図 6-52 に示す。

* 2 : 照査用面内せん断ひずみ = 発生面内せん断ひずみ \times 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-157 壁部材の面内せん断に対する照査

解析 ケース	地震動	評価位置* ¹	照査用 面内せん断 ひずみ* ²		限界せん断 ひずみ		照査値 γ_d / γ_R
				γ_d	γ_R		
⑤	S s - D	++	底版	—	—	—	—
			中床版	—	—	—	—
			側壁	—	—	—	—
			隔壁	106	1251 μ	2000 μ	0.63
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	93	1375 μ	2000 μ	0.69
			分離壁	—	—	—	—
		-+	底版	—	—	—	—
			中床版	—	—	—	—
			側壁	—	—	—	—
			隔壁	101	1272 μ	2000 μ	0.64
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	81	1585 μ	2000 μ	0.80
			分離壁	—	—	—	—
控壁	—	—	—	—			

注記* 1 : 評価位置は図 6-52 に示す。

* 2 : 照査用面内せん断ひずみ = 発生面内せん断ひずみ × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

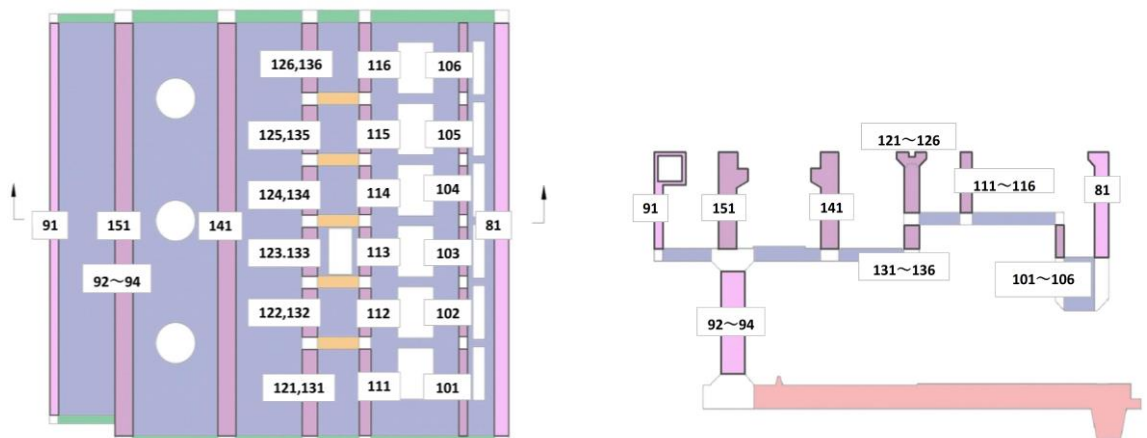


図 6-52 評価位置図 (壁部材の面内せん断)

(左 : 平面図, 右 : 断面図)

表 6-158 壁部材の面内せん断に対する照査

(PHb 工法の適用範囲内の確認)

解析 ケース	地震動	評価位置* ¹	照査用 面内せん断 ひずみ* ² γ_d		限界せん断 ひずみ γ_R	照査値 γ_d / γ_R	
①	S s - D	++	底版	3	275 μ	2000 μ	0.14
			中床版	33	1325 μ	2000 μ	0.67
			側壁	44	681 μ	2000 μ	0.35
			隔壁	106	1274 μ	2000 μ	0.64
			導流壁	64	563 μ	2000 μ	0.29
			妻壁	93	202 μ	2000 μ	0.11
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	2	164 μ	2000 μ	0.09
			中床版	33	1350 μ	2000 μ	0.68
			側壁	56	671 μ	2000 μ	0.34
			隔壁	101	1164 μ	2000 μ	0.59
			導流壁	64	563 μ	2000 μ	0.29
			妻壁	81	181 μ	2000 μ	0.10
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		+-	底版	3	360 μ	2000 μ	0.19
			中床版	33	1452 μ	2000 μ	0.73
			側壁	46	611 μ	2000 μ	0.31
			隔壁	106	1461 μ	2000 μ	0.74
			導流壁	65	417 μ	2000 μ	0.21
			妻壁	93	231 μ	2000 μ	0.12
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記* 1 : 評価位置は図 6-28~図 6-30 に示す。

* 2 : 照査用面内せん断ひずみ = 発生面内せん断ひずみ \times 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-159 壁部材の面内せん断に対する照査

(PHb 工法の適用範囲内の確認)

解析 ケース	地震動		評価位置*1		照査用	限界せん断	照査値 γ_d / γ_R
					面内せん断 ひずみ*2 γ_d	ひずみ γ_R	
①	S s - D	---	底版	1	649 μ	2000 μ	0.33
			中床版	33	1463 μ	2000 μ	0.74
			側壁	56	602 μ	2000 μ	0.31
			隔壁	101	1420 μ	2000 μ	0.71
			導流壁	61	535 μ	2000 μ	0.27
			妻壁	93	229 μ	2000 μ	0.12
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
	S s - F 1	++	底版	2	202 μ	2000 μ	0.11
			中床版	33	1236 μ	2000 μ	0.62
			側壁	56	485 μ	2000 μ	0.25
			隔壁	101	1127 μ	2000 μ	0.57
			導流壁	61	351 μ	2000 μ	0.18
			妻壁	93	223 μ	2000 μ	0.12
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
	S s - F 2	++	底版	2	192 μ	2000 μ	0.10
			中床版	33	1217 μ	2000 μ	0.61
			側壁	56	386 μ	2000 μ	0.20
			隔壁	101	1065 μ	2000 μ	0.54
			導流壁	61	389 μ	2000 μ	0.20
			妻壁	93	213 μ	2000 μ	0.11
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用面内せん断ひずみ = 発生面内せん断ひずみ × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-160 壁部材の面内せん断に対する照査

(PHb 工法の適用範囲内の確認)

解析 ケース	地震動		評価位置*1		照査用	限界せん断	照査値
					面内せん断 ひずみ*2 γ_d	ひずみ γ_R	
①	S s - N 1	++	底版	2	172 μ	2000 μ	0.09
			中床版	33	1180 μ	2000 μ	0.59
			側壁	56	567 μ	2000 μ	0.29
			隔壁	101	1059 μ	2000 μ	0.53
			導流壁	64	307 μ	2000 μ	0.16
			妻壁	93	174 μ	2000 μ	0.09
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		- +	底版	2	174 μ	2000 μ	0.09
			中床版	33	1168 μ	2000 μ	0.59
			側壁	46	606 μ	2000 μ	0.31
			隔壁	106	1099 μ	2000 μ	0.55
			導流壁	61	288 μ	2000 μ	0.15
			妻壁	93	177 μ	2000 μ	0.09
	S s - N 2 (NS)	++	底版	1	99 μ	2000 μ	0.05
			中床版	33	917 μ	2000 μ	0.46
			側壁	44	184 μ	2000 μ	0.10
			隔壁	101	677 μ	2000 μ	0.34
			導流壁	64	116 μ	2000 μ	0.06
			妻壁	92	124 μ	2000 μ	0.07
			分離壁	—	—	—	—
控壁	—	—	—	—			

注記*1 : 評価位置は図 6-28~図 6-30 に示す。

*2 : 照査用面内せん断ひずみ = 発生面内せん断ひずみ × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-161 壁部材の面内せん断に対する照査

(PHb 工法の適用範囲内の確認)

解析 ケース	地震動		評価位置*1		照査用	限界せん断	照査値 γ_d / γ_R
					面内せん断 ひずみ*2 γ_d	ひずみ γ_R	
①	S s - N 2 (N S)	- +	底版	2	144 μ	2000 μ	0.08
			中床版	33	1047 μ	2000 μ	0.53
			側壁	54	326 μ	2000 μ	0.17
			隔壁	106	977 μ	2000 μ	0.49
			導流壁	61	158 μ	2000 μ	0.08
			妻壁	93	160 μ	2000 μ	0.08
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
	S s - N 2 (E W)	+ +	底版	3	114 μ	2000 μ	0.06
			中床版	33	967 μ	2000 μ	0.49
			側壁	44	204 μ	2000 μ	0.11
			隔壁	106	809 μ	2000 μ	0.41
			導流壁	62	122 μ	2000 μ	0.07
			妻壁	93	128 μ	2000 μ	0.07
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
		- +	底版	2	115 μ	2000 μ	0.06
			中床版	33	974 μ	2000 μ	0.49
			側壁	54	315 μ	2000 μ	0.16
			隔壁	106	902 μ	2000 μ	0.46
			導流壁	65	135 μ	2000 μ	0.07
			妻壁	93	125 μ	2000 μ	0.07
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-

注記*1 : 評価位置は図 6-28~図 6-30 に示す。

*2 : 照査用面内せん断ひずみ = 発生面内せん断ひずみ \times 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-162 壁部材の面内せん断に対する照査

(PHb 工法の適用範囲内の確認)

解析 ケース	地震動	評価位置*1	照査用 面内せん断 ひずみ*2 γ_d		限界せん断 ひずみ γ_R	照査値 γ_d / γ_R	
②	S s - D	++	底版	2	209 μ	2000 μ	0.11
			中床版	33	1328 μ	2000 μ	0.67
			側壁	46	683 μ	2000 μ	0.35
			隔壁	106	1249 μ	2000 μ	0.63
			導流壁	64	532 μ	2000 μ	0.27
			妻壁	93	222 μ	2000 μ	0.12
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	2	185 μ	2000 μ	0.10
			中床版	33	1350 μ	2000 μ	0.68
			側壁	56	680 μ	2000 μ	0.34
			隔壁	101	1160 μ	2000 μ	0.58
			導流壁	64	551 μ	2000 μ	0.28
			妻壁	93	195 μ	2000 μ	0.10
分離壁	—		—	—	—		
控壁	—		—	—	—		
③	S s - D	++	底版	2	189 μ	2000 μ	0.10
			中床版	33	1352 μ	2000 μ	0.68
			側壁	46	686 μ	2000 μ	0.35
			隔壁	106	1261 μ	2000 μ	0.64
			導流壁	64	523 μ	2000 μ	0.27
			妻壁	93	199 μ	2000 μ	0.10
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用面内せん断ひずみ = 発生面内せん断ひずみ × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-163 壁部材の面内せん断に対する照査

(PHb 工法の適用範囲内の確認)

解析 ケース	地震動		評価位置*1		照査用	限界せん断	照査値 γ_d / γ_R
					面内せん断 ひずみ*2 γ_d	ひずみ γ_R	
③	S s - D	- +	底版	2	191 μ	2000 μ	0.10
			中床版	33	1310 μ	2000 μ	0.66
			側壁	56	678 μ	2000 μ	0.34
			隔壁	101	1135 μ	2000 μ	0.57
			導流壁	64	546 μ	2000 μ	0.28
			妻壁	93	198 μ	2000 μ	0.10
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
④	S s - D	+ +	底版	2	255 μ	2000 μ	0.13
			中床版	33	1470 μ	2000 μ	0.74
			側壁	44	719 μ	2000 μ	0.36
			隔壁	106	1252 μ	2000 μ	0.63
			導流壁	65	689 μ	2000 μ	0.35
			妻壁	93	1374 μ	2000 μ	0.69
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
		- +	底版	3	267 μ	2000 μ	0.14
			中床版	33	1924 μ	2000 μ	0.97
			側壁	44	966 μ	2000 μ	0.49
			隔壁	101	1222 μ	2000 μ	0.62
			導流壁	61	1083 μ	2000 μ	0.55
			妻壁	93	1165 μ	2000 μ	0.59
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-

注記*1 : 評価位置は図 6-28~図 6-30 に示す。

*2 : 照査用面内せん断ひずみ = 発生面内せん断ひずみ \times 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-164 壁部材の面内せん断に対する照査

(PHb 工法の適用範囲内の確認)

解析 ケース	地震動	評価位置*1		照査用	限界せん断	照査値 γ_d / γ_R	
				面内せん断 ひずみ*2 γ_d	ひずみ γ_R		
⑤	S s - D	++	底版	1	274 μ	2000 μ	0.14
			中床版	33	1493 μ	2000 μ	0.75
			側壁	44	734 μ	2000 μ	0.37
			隔壁	106	1226 μ	2000 μ	0.62
			導流壁	61	650 μ	2000 μ	0.33
			妻壁	93	1375 μ	2000 μ	0.69
			分離壁	—	—	—	—
		控壁	—	—	—	—	
		-+	底版	3	259 μ	2000 μ	0.13
			中床版	33	1893 μ	2000 μ	0.95
			側壁	44	864 μ	2000 μ	0.44
			隔壁	101	1272 μ	2000 μ	0.64
			導流壁	61	991 μ	2000 μ	0.50
			妻壁	93	1341 μ	2000 μ	0.68
分離壁	—		—	—	—		
控壁	—	—	—	—			

注記*1 : 評価位置は図 6-28~図 6-30 に示す。

*2 : 照査用面内せん断ひずみ = 発生面内せん断ひずみ \times 構造解析係数 γ_a (=1.05)

(2) 通水機能に対する評価結果

通水機能が求められる部材のうち各壁部材の面内せん断に対する最大照査値について、表 6-165～表 6-171 に解析ケース・地震動ごとに示す。

同表より、全ケースにおいて照査用面内せん断ひずみが、許容限界（限界せん断ひずみ： 2000μ ）を下回ることを確認した。

表 6-165 壁部材の面内せん断に対する照査

解析 ケース	地震動	評価位置*1,2	照査用	限界せん断	照査値 γ_d / γ_R		
			面内せん断 ひずみ*3 γ_d	ひずみ γ_R			
①	S s - D	++	底版	-	-	-	
			中床版	-	-	-	
			側壁	-	-	-	
			隔壁	106	1500 μ	2000 μ	0.75
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	92	321 μ	2000 μ	0.17
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
		-+	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	101	1179 μ	2000 μ	0.59
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	94	307 μ	2000 μ	0.16
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
		+-	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	106	1468 μ	2000 μ	0.74
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	92	323 μ	2000 μ	0.17
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：通水機能が要求される部材の範囲は図 6-49 に示す。

*3：照査用面内せん断ひずみ = 発生面内せん断ひずみ × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-166 壁部材の面内せん断に対する照査

解析 ケース	地震動		評価位置*1,2		照査用	限界せん断	照査値 γ_d / γ_R
					面内せん断 ひずみ*3 γ_d	ひずみ γ_R	
①	S s - D	--	底版	—	—	—	—
			中床版	—	—	—	—
			側壁	—	—	—	—
			隔壁	101	1420 μ	2000 μ	0.71
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	94	280 μ	2000 μ	0.15
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
	S s - F 1	++	底版	—	—	—	—
			中床版	—	—	—	—
			側壁	—	—	—	—
			隔壁	101	1127 μ	2000 μ	0.57
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	94	230 μ	2000 μ	0.12
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
	S s - F 2	++	底版	—	—	—	—
			中床版	—	—	—	—
			側壁	—	—	—	—
			隔壁	101	1065 μ	2000 μ	0.54
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	94	235 μ	2000 μ	0.12
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：通水機能が要求される部材の範囲は図 6-49 に示す。

*3：照査用面内せん断ひずみ = 発生面内せん断ひずみ × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-167 壁部材の面内せん断に対する照査

解析 ケース	地震動	評価位置*1,2	照査用	限界せん断	照査値 γ_d / γ_R		
			面内せん断 ひずみ*3 γ_d	ひずみ γ_R			
①	S s - N 1	++	底版	-	-	-	
			中床版	-	-	-	
			側壁	-	-	-	
			隔壁	101	1059 μ	2000 μ	0.53
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	94	185 μ	2000 μ	0.10
			分離壁	-	-	-	-
		控壁	-	-	-	-	
		-+	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	106	1099 μ	2000 μ	0.55
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	93	178 μ	2000 μ	0.09
	分離壁		-	-	-	-	
	控壁	-	-	-	-		
	S s - N 2 (NS)	++	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	101	677 μ	2000 μ	0.34
			導流壁	-	-	-	-
妻壁			92	146 μ	2000 μ	0.08	
分離壁			-	-	-	-	
控壁			-	-	-	-	

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：通水機能が要求される部材の範囲は図 6-49 に示す。

*3：照査用面内せん断ひずみ = 発生面内せん断ひずみ × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-168 壁部材の面内せん断に対する照査

解析 ケース	地震動		評価位置*1,2		照査用	限界せん断	照査値 γ_d / γ_R
					面内せん断 ひずみ*3 γ_d	ひずみ γ_R	
①	S s - N 2 (N S)	- +	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	106	977 μ	2000 μ	0.49
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	92	196 μ	2000 μ	0.10
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
	S s - N 2 (E W)	++	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	106	809 μ	2000 μ	0.41
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	92	270 μ	2000 μ	0.14
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
	S s - N 2 (E W)	- +	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	106	902 μ	2000 μ	0.46
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	94	246 μ	2000 μ	0.13
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：通水機能が要求される部材の範囲は図 6-49 に示す。

*3：照査用面内せん断ひずみ = 発生面内せん断ひずみ × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-169 壁部材の面内せん断に対する照査

解析 ケース	地震動	評価位置*1,2	照査用	限界せん断	照査値 γ_d / γ_R		
			面内せん断 ひずみ*3 γ_d	ひずみ γ_R			
②	S s - D	++	底版	-	-	-	
			中床版	-	-	-	
			側壁	-	-	-	
			隔壁	106	1384 μ	2000 μ	0.70
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	92	275 μ	2000 μ	0.14
			分離壁	-	-	-	-
		控壁	-	-	-	-	
		-+	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	101	1171 μ	2000 μ	0.59
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	94	300 μ	2000 μ	0.16
分離壁	-		-	-	-		
控壁	-	-	-	-			
③	S s - D	++	底版	-	-	-	
			中床版	-	-	-	
			側壁	-	-	-	
			隔壁	106	1360 μ	2000 μ	0.68
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	92	281 μ	2000 μ	0.15
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：通水機能が要求される部材の範囲は図 6-49 に示す。

*3：照査用面内せん断ひずみ = 発生面内せん断ひずみ × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-170 壁部材の面内せん断に対する照査

解析 ケース	地震動		評価位置*1,2		照査用	限界せん断	照査値 γ_d / γ_R
					面内せん断 ひずみ*3 γ_d	ひずみ γ_R	
③	S s - D	- +	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	101	1198 μ	2000 μ	0.60
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	94	304 μ	2000 μ	0.16
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
④	S s - D	++	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	106	1252 μ	2000 μ	0.63
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	93	1374 μ	2000 μ	0.69
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
		- +	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	101	1228 μ	2000 μ	0.62
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	93	1165 μ	2000 μ	0.59
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：通水機能が要求される部材の範囲は図 6-49 に示す。

*3：照査用面内せん断ひずみ = 発生面内せん断ひずみ × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-171 壁部材の面内せん断に対する照査

解析 ケース	地震動	評価位置*1,2	照査用 面内せん断 ひずみ*3 γ_d	限界せん断 ひずみ γ_R	照査値 γ_d / γ_R		
⑤	S s - D	++	底版	—	—	—	
			中床版	—	—	—	
			側壁	—	—	—	
			隔壁	106	1251 μ	2000 μ	0.63
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	93	1375 μ	2000 μ	0.69
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	—	—	—	—
			中床版	—	—	—	—
			側壁	—	—	—	—
			隔壁	101	1272 μ	2000 μ	0.64
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	93	1341 μ	2000 μ	0.68
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：通水機能が要求される部材の範囲は図 6-49 に示す。

*3：照査用面内せん断ひずみ = 発生面内せん断ひずみ × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

(3) 止水機能に対する評価結果

「6.3.1 曲げ・軸力系の破壊に対する評価結果」により、止水機能が求められる部材はおおむね弾性範囲に収まっており、顕著な漏水は発生しないと評価できる。なお、止水性能が要求される部材のうち γ_1 を超過する部材については、念のため、漏水量を算定する。

漏水量の算定については、「参考資料5 止水性能が要求される部材に対する漏水量評価について」に示す。

(4) Sクラスの施設等を支持する機能に対する評価結果

Sクラスの施設等を支持する機能が求められる部材のうち各壁部材の面内せん断に対する最大照査値について、表 6-172～表 6-178 に解析ケース・地震動ごとに示す。

同表により、全ケースにおいて照査用面内せん断ひずみが、許容限界（限界せん断ひずみ：2000 μ ）を下回ることを確認した。

表 6-172 壁部材の面内せん断に対する照査

解析 ケース	地震動	評価位置*1,2	照査用	限界せん断	照査値 γ_d / γ_R		
			面内せん断 ひずみ*3 γ_d	ひずみ γ_R			
①	S s - D	++	底版	-	-	-	
			中床版	-	-	-	
			側壁	-	-	-	
			隔壁	151	173 μ	2000 μ	0.09
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	91	151 μ	2000 μ	0.08
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
		-+	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	151	161 μ	2000 μ	0.59
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	91	149 μ	2000 μ	0.16
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
		+-	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	151	168 μ	2000 μ	0.09
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	91	143 μ	2000 μ	0.08
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：支持機能が要求される部材の範囲は図 6-51 に示す。

*3：照査用面内せん断ひずみ = 発生面内せん断ひずみ × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-173 壁部材の面内せん断に対する照査

解析 ケース	地震動		評価位置*1,2		照査用	限界せん断	照査値 γ_d / γ_R
					面内せん断 ひずみ*3 γ_d	ひずみ γ_R	
①	S s - D	--	底版	—	—	—	—
			中床版	—	—	—	—
			側壁	—	—	—	—
			隔壁	151	156 μ	2000 μ	0.08
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	139 μ	2000 μ	0.07
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
	S s - F 1	++	底版	—	—	—	—
			中床版	—	—	—	—
			側壁	—	—	—	—
			隔壁	151	142 μ	2000 μ	0.08
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	114 μ	2000 μ	0.06
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
	S s - F 2	++	底版	—	—	—	—
			中床版	—	—	—	—
			側壁	—	—	—	—
			隔壁	151	151 μ	2000 μ	0.08
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	124 μ	2000 μ	0.07
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：支持機能が要求される部材の範囲は図 6-51 に示す。

*3：照査用面内せん断ひずみ = 発生面内せん断ひずみ × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-174 壁部材の面内せん断に対する照査

解析 ケース	地震動	評価位置*1,2	照査用	限界せん断	照査値 γ_d / γ_R		
			面内せん断 ひずみ*3 γ_d	ひずみ γ_R			
①	S s - N 1	++	底版	-	-	-	
			中床版	-	-	-	
			側壁	-	-	-	
			隔壁	151	128 μ	2000 μ	0.07
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	91	110 μ	2000 μ	0.06
			分離壁	-	-	-	-
		控壁	-	-	-	-	
		-+	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	151	171 μ	2000 μ	0.09
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	91	104 μ	2000 μ	0.06
	分離壁		-	-	-	-	
	控壁	-	-	-	-		
	S s - N 2 (NS)	++	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	151	125 μ	2000 μ	0.07
			導流壁	-	-	-	-
妻壁			91	73 μ	2000 μ	0.04	
分離壁			-	-	-	-	
控壁			-	-	-	-	

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：支持機能が要求される部材の範囲は図 6-51 に示す。

*3：照査用面内せん断ひずみ = 発生面内せん断ひずみ × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-175 壁部材の面内せん断に対する照査

解析 ケース	地震動		評価位置*1,2		照査用	限界せん断	照査値 γ_d / γ_R
					面内せん断 ひずみ*3 γ_d	ひずみ γ_R	
①	S s - N 2 (N S)	- +	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	151	134 μ	2000 μ	0.07
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	91	109 μ	2000 μ	0.06
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
	S s - N 2 (E W)	++	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	151	121 μ	2000 μ	0.07
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	91	91 μ	2000 μ	0.05
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
	S s - N 2 (E W)	- +	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	151	122 μ	2000 μ	0.07
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	91	99 μ	2000 μ	0.05
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：支持機能が要求される部材の範囲は図 6-51 に示す。

*3：照査用面内せん断ひずみ = 発生面内せん断ひずみ × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-176 壁部材の面内せん断に対する照査

解析 ケース	地震動	評価位置*1,2	照査用	限界せん断	照査値 γ_d / γ_R		
			面内せん断 ひずみ*3 γ_d	ひずみ γ_R			
②	S s - D	++	底版	-	-	-	
			中床版	-	-	-	
			側壁	-	-	-	
			隔壁	151	170 μ	2000 μ	0.09
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	91	143 μ	2000 μ	0.08
			分離壁	-	-	-	-
		-+	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	151	162 μ	2000 μ	0.09
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	91	164 μ	2000 μ	0.09
			分離壁	-	-	-	-
③	S s - D	++	底版	-	-	-	
			中床版	-	-	-	
			側壁	-	-	-	
			隔壁	151	172 μ	2000 μ	0.09
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	91	152 μ	2000 μ	0.08
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：支持機能が要求される部材の範囲は図 6-51 に示す。

*3：照査用面内せん断ひずみ = 発生面内せん断ひずみ × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-177 壁部材の面内せん断に対する照査

解析 ケース	地震動		評価位置*1,2		照査用	限界せん断	照査値 γ_d / γ_R
					面内せん断 ひずみ*3 γ_d	ひずみ γ_R	
③	S s - D	- +	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	151	156 μ	2000 μ	0.08
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	91	159 μ	2000 μ	0.08
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
④	S s - D	++	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	151	911 μ	2000 μ	0.46
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	91	358 μ	2000 μ	0.18
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-
		- +	底版	-	-	-	-
			中床版	-	-	-	-
			側壁	-	-	-	-
			隔壁	151	1197 μ	2000 μ	0.60
			導流壁	-	-	-	-
			妻壁	91	367 μ	2000 μ	0.19
			分離壁	-	-	-	-
			控壁	-	-	-	-

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：支持機能が要求される部材の範囲は図 6-51 に示す。

*3：照査用面内せん断ひずみ = 発生面内せん断ひずみ × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 6-178 壁部材の面内せん断に対する照査

解析 ケース	地震動		評価位置*1,2		照査用	限界せん断	照査値 γ_d / γ_R
					面内せん断 ひずみ*3 γ_d	ひずみ γ_R	
⑤	S s - D	++	底版	—	—	—	—
			中床版	—	—	—	—
			側壁	—	—	—	—
			隔壁	151	821 μ	2000 μ	0.42
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	380 μ	2000 μ	0.19
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—
		-+	底版	—	—	—	—
			中床版	—	—	—	—
			側壁	—	—	—	—
			隔壁	151	1236 μ	2000 μ	0.62
			導流壁	—	—	—	—
			妻壁	91	324 μ	2000 μ	0.17
			分離壁	—	—	—	—
			控壁	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：支持機能が要求される部材の範囲は図 6-51 に示す。

*3：照査用面内せん断ひずみ = 発生面内せん断ひずみ × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

6.3.4 水平2方向載荷による評価結果

取水槽は、加振方向に平行に配置された耐震上見込むことができる面部材の配置から、東西方向断面（A-A断面、B-B断面及びC-C断面）を弱軸方向として耐震評価を実施している。

主方向（弱軸方向）の荷重に対し、加振方向に平行に配置される妻壁や隔壁は面内荷重に抵抗しているが、従方向（強軸方向）の地震力に対しては、面外荷重の影響を受けることとなる。このため、取水槽は、弱軸方向の耐震評価に加えて、加振方向に平行に配置された壁部材への影響を確認するため、従方向の荷重を作用させる。

水平2方向載荷に使用する評価用地震動及び時刻は、弱軸方向において基準地震動S_s全12波（基準地震動（6波）及び位相反転を考慮した地震動（6波））にばらつきを考慮した解析ケース①～⑤のうち、要素の平均化を実施した要素のうち最も照査値が厳しい地震動・時刻とする。また、従方向の荷重は、南北断面（D-D断面）の地震応答解析から、主方向と同じ地震動・時刻の荷重を抽出する。水平方向載荷の評価において組み合わせる荷重は、主方向荷重を水平方向及び鉛直方向荷重、従方向荷重を水平方向荷重とし、従方向荷重は主方向荷重での地震時荷重算出時刻の同時刻の荷重を使用する。

水平2方向載荷による評価に用いる解析ケースと地震動の組合せを表6-179に示す。曲げ・軸力系の破壊に対する照査について、主方向では、地震動：S_s-D（++）、解析ケース：ケース①（有効応力解析、地盤物性：平均）が最大照査値であることから、従方向は地盤物性のばらつきも考慮した、地震動：S_s-D（++）、解析ケース：ケース⑥（全応力解析、地盤物性：平均）とする。せん断破壊に対する照査について、主方向では、地震動：S_s-D（-+）、解析ケース：ケース②（有効応力解析、地盤物性：平均+σ）が最大照査値であることから、従方向は地盤物性のばらつきも考慮した、地震動：S_s-D（-+）、解析ケース：ケース⑦（全応力解析、地盤物性：平均+σ）とする。

水平2方向載荷に対する評価結果について、各部材において最も厳しい照査値となる解析ケース及び地震動の組合せを表6-180～表6-184に示す。同表より、コンクリートの圧縮縁ひずみ、主筋ひずみ、せん断力及び面内せん断ひずみが、それぞれの許容限界を下回ることを確認した。

表 6-179 水平 2 方向載荷による評価に用いる解析ケースと地震動

	解析ケース		地震動
	主方向	従方向	
曲げ・軸力系の破壊に対する照査（主筋ひずみ）	ケース①	ケース⑥	S s - D (++)
せん断破壊に対する照査	ケース②	ケース⑦	S s - D (-+)

表 6-180 曲げ・軸力系の破壊に対する照査（コンクリート圧縮縁ひずみ）

評価位置*1		解析ケース		地震動	照査時刻 (s)	照査用 ひずみ*2 ϵ_d	照査 ひずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
		主方向	従方向					
底版	1	ケース②	ケース⑦	S s - D (-+)	30.72	605 μ	10000 μ	0.06
中床版	11	ケース①	ケース⑥	S s - D (++)	30.71	2362 μ	10000 μ	0.24
側壁	44	ケース②	ケース⑦	S s - D (-+)	30.73	4246 μ	10000 μ	0.42
隔壁	131	ケース①	ケース⑥	S s - D (++)	30.73	1147 μ	10000 μ	0.11
導流壁	61	ケース②	ケース⑦	S s - D (-+)	30.72	1742 μ	10000 μ	0.17
妻壁	81	ケース①	ケース⑥	S s - D (++)	30.73	675 μ	10000 μ	0.07
分離壁	70	ケース①	ケース⑥	S s - D (++)	30.73	107 μ	10000 μ	0.01
控壁	71	ケース①	ケース⑥	S s - D (++)	30.71	924 μ	10000 μ	0.09

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

表 6-181 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）

評価位置*1		解析ケース		地震動	照査時刻 (s)	照査用 ひずみ*2 ϵ_d	照査ひ ずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
		主方向	従方向					
底版	—	—	—	—	—	—	—	—
中床版	29	ケース①	ケース⑥	S s - D (++)	30.73	1633 μ	2000 μ	0.82
側壁	43	ケース②	ケース⑦	S s - D (-+)	30.72	1610 μ	2000 μ	0.81
隔壁	131	ケース①	ケース⑥	S s - D (++)	30.73	1147 μ	2000 μ	0.57
導流壁	—	—	—	—	—	—	—	—
妻壁	—	—	—	—	—	—	—	—
分離壁	70	ケース①	ケース⑥	S s - D (++)	30.73	107 μ	2000 μ	0.05
控壁	—	—	—	—	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_α (=1.2)

表 6-182 曲げ・軸力系の破壊に対する照査（主筋ひずみ）

評価位置*1		解析ケース		地震動	照査時刻 (s)	照査用 ひずみ*2 ϵ_d	照査ひずみ ϵ_R	照査値 ϵ_d / ϵ_R
		主 方向	従 方向					
底版	—	—	—	—	—	—	—	—
中床版	28 (23) *3	ケース②	ケース⑦	S s - D (-+)	30.73 (30.73) *3	1616 μ (1202 μ) *3	1725 μ	0.94 (0.70) *3
		(ケース①) *3	(ケース⑥) *3	(S s - D (++)) *3				
側壁	43	ケース②	ケース⑦	S s - D (-+)	30.72	1542 μ	1725 μ	0.90
隔壁	131 (121) *3	ケース①	ケース⑥	S s - D (++)	30.73 (30.72) *3	1636 μ (616 μ) *3	1725 μ	0.95 (0.36) *3
		(ケース①) *3	(ケース⑥) *3	(S s - D (++)) *3				
導流壁	—	—	—	—	—	—	—	—
妻壁	—	—	—	—	—	—	—	—
分離壁	66	ケース①	ケース⑥	S s - D (++)	30.73	102 μ	1725 μ	0.06
控壁	—	—	—	—	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

*3：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

表 6-183 せん断破壊に対する照査

評価位置*1		解析ケース		地震動	照査時刻 (s)	照査用 せん断力*2 V _d (kN/m)	せん断耐力 V _{yd} (kN/m)	照査値 V _d /V _{yd}
		主方向	従方向					
底版	1	ケース②	ケース⑦	S s - D (-+)	30.72	1034	1684	0.62
中床版	34	ケース②	ケース⑦	S s - D (-+)	30.72	1389	1512	0.92
	(34) *3	(ケース②) *3	(ケース⑦) *3	(S s - D (-+)) *3	(30.72) *3	(1389) *3	(1512) *3	(0.92) *3
側壁	54	ケース①	ケース⑥	S s - D (++)	30.73	789	865	0.92
	(54) *3	(ケース①) *3	(ケース⑥) *3	(S s - D (++)) *3	(30.73) *3	(753) *3	(866) *3	(0.87) *3
隔壁	141	ケース②	ケース⑦	S s - D (-+)	30.72	190	287	0.66
	(141) *3	(ケース②) *3	(ケース⑦) *3	(S s - D (-+)) *3	(30.72) *3	(190) *3	(287) *3	(0.66) *3
導流壁 *4	61	ケース②	ケース⑦	S s - D (-+)	30.72	842	1082	0.78
	(61) *3	(ケース②) *3	(ケース⑦) *3	(S s - D (-+)) *3	(30.72) *3	(842) *3	(1082) *3	(0.78) *3
妻壁	81	ケース①	ケース⑥	S s - D (++)	30.71	1934	3935	0.50
分離壁	66	ケース①	ケース⑥	S s - D (++)	30.73	172	1060	0.17
控壁	71	ケース①	ケース⑥	S s - D (++)	30.72	290	681	0.43

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

*3：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

*4：部材モデルを用いた健全性評価について、参考資料 2 に示す。

表 6-184 壁部材の面内せん断に対する照査

評価位置*1		解析ケース		地震動	照査時刻 (s)	照査用 面内せん断 ひずみ*2 γ_d	限界 せん断 ひずみ γ_R	照査値 γ_d / γ_R
		主方向	従方向					
底版	—	—	—	—	—	—	—	—
中床版	—	—	—	—	—	—	—	—
側壁	—	—	—	—	—	—	—	—
隔壁	106	ケース①	ケース⑥	S s - D (++)	30.73	1604 μ	2000 μ	0.80
導流壁	—	—	—	—	—	—	—	—
妻壁	94	ケース②	ケース⑦	S s - D (-+)	30.73	404 μ	2000 μ	0.20
分離壁	—	—	—	—	—	—	—	—
控壁	—	—	—	—	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 6-28～図 6-30 に示す。

*2：照査用面内せん断ひずみ = 発生面内せん断ひずみ × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

6.4 基礎地盤の支持性能に対する評価結果

6.4.1 基礎地盤

基礎地盤の支持性能に対する評価結果を表6-185～表6-187に示す。また、最大接地圧分布図を図6-53～図6-55に示す。

同表より、取水槽の基礎地盤に発生する接地圧が、極限支持力度を下回ることを確認した。

表6-185 基礎地盤の支持性能評価結果（除じん機エリア（A-A断面））

解析 ケース	地震動	接地圧		極限支持力	照査値
		R_d (N/mm ²)	R_u (N/mm ²)	R_u (N/mm ²)	R_d / R_u
①	S s - D	++	0.91	3.9	0.24
		-+	0.91	3.9	0.24
		+-	0.92	3.9	0.24
		--	0.92	3.9	0.24
	S s - F 1	++	0.96	3.9	0.25
	S s - F 2	++	0.83	3.9	0.22
	S s - N 1	++	0.90	3.9	0.24
		-+	0.90	3.9	0.24
	S s - N 2 (N S)	++	0.90	3.9	0.24
		-+	0.91	3.9	0.24
	S s - N 2 (E W)	++	0.78	3.9	0.20
		-+	0.78	3.9	0.20
②	S s - D	++	0.91	3.9	0.24
		-+	0.91	3.9	0.24
③	S s - D	++	0.91	3.9	0.24
		-+	0.91	3.9	0.24
④	S s - D	++	0.91	3.9	0.24
		-+	0.93	3.9	0.24
⑤	S s - D	++	0.93	3.9	0.24
		-+	0.94	3.9	0.24

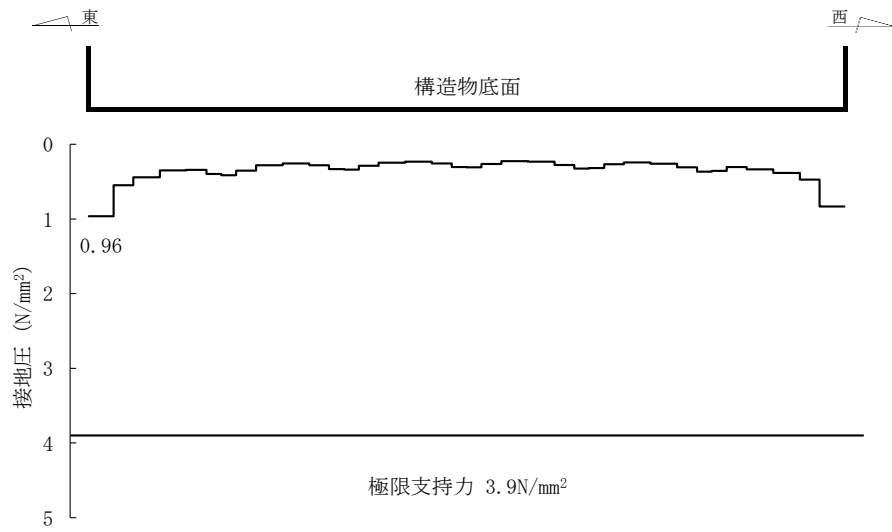


図 6-53 基礎地盤の最大接地圧分布図
 (解析ケース①, S s - F 1 (++) , 除じん機エリア (A-A 断面))

表 6-186 基礎地盤の支持性能評価結果（海水ポンプエリア（B-B断面））

解析 ケース	地震動		接地圧	極限支持力	照査値
			R_d (N/mm ²)	R_u (N/mm ²)	R_d / R_u
①	S s - D	++	0.72	3.9	0.19
		-+	0.71	3.9	0.19
		+-	0.73	3.9	0.19
		--	0.73	3.9	0.19
	S s - F 1	++	0.76	3.9	0.20
	S s - F 2	++	0.74	3.9	0.19
	S s - N 1	++	0.70	3.9	0.18
		-+	0.71	3.9	0.19
	S s - N 2 (NS)	++	0.75	3.9	0.20
		-+	0.76	3.9	0.20
	S s - N 2 (EW)	++	0.66	3.9	0.17
		-+	0.65	3.9	0.17
②	S s - D	++	0.72	3.9	0.19
		-+	0.71	3.9	0.19
③	S s - D	++	0.72	3.9	0.19
		-+	0.71	3.9	0.19
④	S s - D	++	0.95	3.9	0.25
		-+	0.92	3.9	0.24
⑤	S s - D	++	0.89	3.9	0.23
		-+	0.93	3.9	0.24

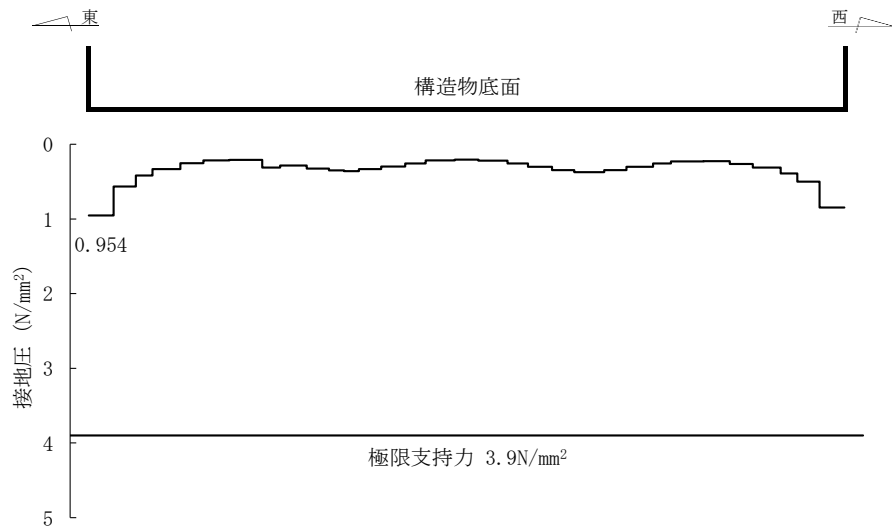


図 6-54 基礎地盤の最大接地圧分布図
 (解析ケース④, S s-D (++) , 海水ポンプエリア (B-B 断面))

表 6-187 基礎地盤の支持性能評価結果 (ストレーナエリア (C-C断面))

解析 ケース	地震動		接地圧 R_d (N/mm ²)	極限支持力 R_u (N/mm ²)	照査値 R_d / R_u
①	S s - D	++	0.48	3.9	0.13
		-+	0.49	3.9	0.13
		+-	0.48	3.9	0.13
		--	0.49	3.9	0.13
	S s - F 1	++	0.42	3.9	0.11
	S s - F 2	++	0.46	3.9	0.12
	S s - N 1	++	0.43	3.9	0.11
		-+	0.43	3.9	0.11
	S s - N 2 (NS)	++	0.50	3.9	0.13
		-+	0.50	3.9	0.13
	S s - N 2 (EW)	++	0.48	3.9	0.13
		-+	0.48	3.9	0.13
②	S s - D	++	0.48	3.9	0.13
		-+	0.48	3.9	0.13
③	S s - D	++	0.48	3.9	0.13
		-+	0.48	3.9	0.13
④	S s - D	++	0.58	3.9	0.15
		-+	0.59	3.9	0.16
⑤	S s - D	++	0.59	3.9	0.16
		-+	0.59	3.9	0.16

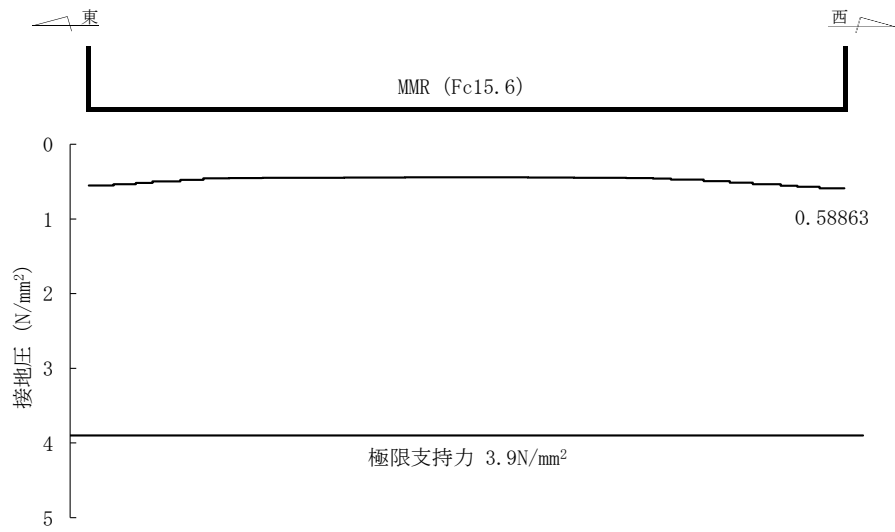


図 6-55 基礎地盤の最大接地圧分布図
 (解析ケース⑤, S s-D (++) , ストレーナエリア (C-C 断面))

6.4.2 MMR

(1) 接地圧に対する評価

MMRの支持性能に対する評価結果を表6-188及び表6-189に示す。また、最大接地圧分布図を図6-56及び図6-57に示す。

同表より、取水槽のMMRに発生する接地圧が支圧強度を下回ることを確認した。

表6-188 MMR ($f'_{ck}=18$) (既設) の支持性能評価結果 (ストレーナエリア)

解析 ケース	地震動		接地圧 R_d (N/mm^2)	支圧強度 f'_{ck} (N/mm^2)	照査値 R_d / f'_{ck}
①	S _s -D	++	0.51	18	0.03
		-+	0.51	18	0.03
		+ -	0.54	18	0.03
		--	0.54	18	0.03
	S _s -F1	++	0.38	18	0.03
	S _s -F2	++	0.42	18	0.03
	S _s -N1	++	0.40	18	0.03
		-+	0.40	18	0.03
	S _s -N2 (NS)	++	0.41	18	0.03
		-+	0.41	18	0.03
	S _s -N2 (EW)	++	0.38	18	0.03
		-+	0.38	18	0.03
②	S _s -D	++	0.50	18	0.03
		-+	0.50	18	0.03
③	S _s -D	++	0.50	18	0.03
		-+	0.51	18	0.03
④	S _s -D	++	0.63	18	0.04
		-+	0.62	18	0.04
⑤	S _s -D	++	0.66	18	0.04
		-+	0.66	18	0.04

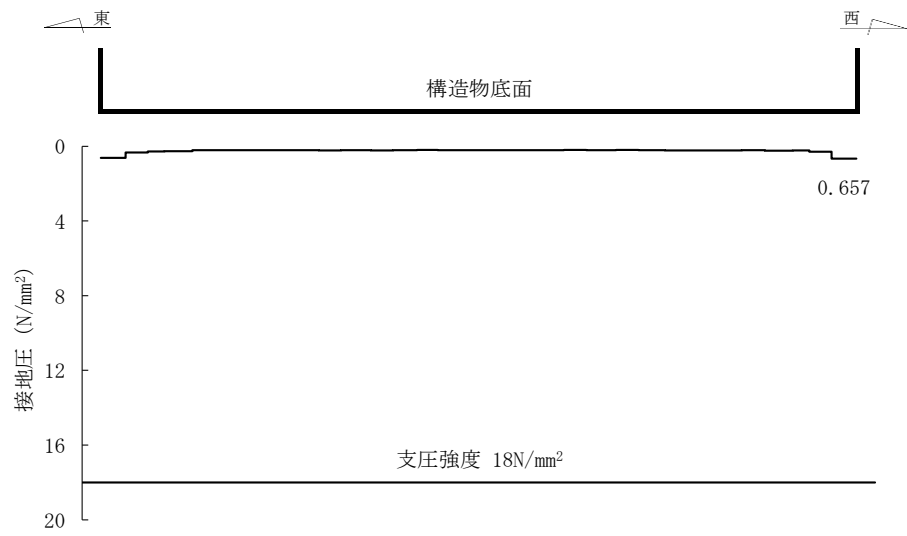


図 6-56 MMR ($f'_{ck}=18$) (既設) の最大接地圧分布図
 (解析ケース⑤, S_s-D (++) , ストレーナエリア)

表 6-189 MMR ($f'_{ck} = 15.6$) (既設) の支持性能評価結果 (ストレーナエリア)

解析 ケース	地震動		接地圧 R_d (N/mm ²)	支圧強度 f'_{ck} (N/mm ²)	照査値 R_d / f'_{ck}
①	S s - D	++	0.57	15.6	0.04
		-+	0.57	15.6	0.04
		+ -	0.56	15.6	0.04
		--	0.56	15.6	0.04
	S s - F 1	++	0.49	15.6	0.04
	S s - F 2	++	0.50	15.6	0.04
	S s - N 1	++	0.52	15.6	0.04
		-+	0.52	15.6	0.04
	S s - N 2 (NS)	++	0.50	15.6	0.04
		-+	0.50	15.6	0.04
	S s - N 2 (EW)	++	0.45	15.6	0.03
		-+	0.45	15.6	0.03
②	S s - D	++	0.57	15.6	0.04
		-+	0.57	15.6	0.04
③	S s - D	++	0.57	15.6	0.04
		-+	0.57	15.6	0.04
④	S s - D	++	0.93	15.6	0.06
		-+	0.95	15.6	0.07
⑤	S s - D	++	0.96	15.6	0.07
		-+	0.96	15.6	0.07

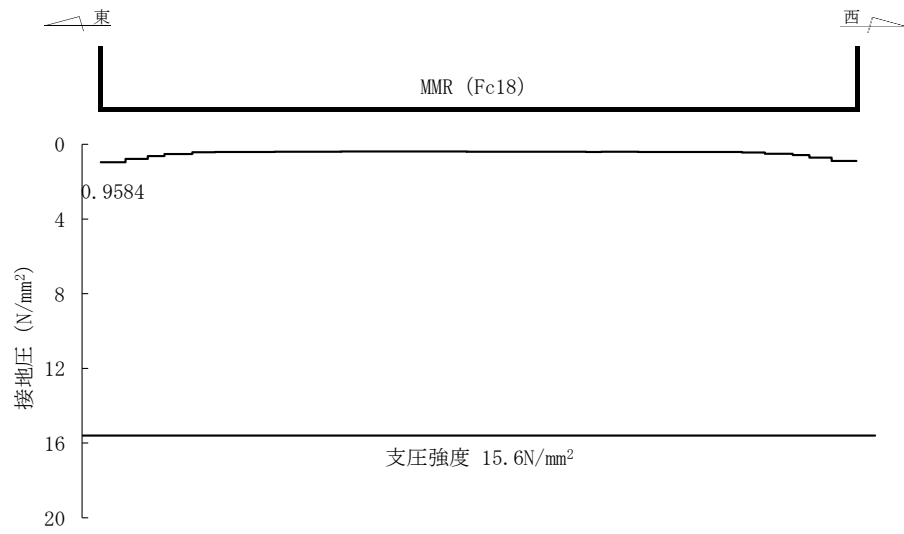


図 6-57 MMR ($f'_{ck}=15.6$) (既設) の最大接地圧分布図
 (解析ケース⑤, S_s-D (-+), ストレーナエリア)

(2) せん断破壊に対する評価

MMRのせん断破壊に対する局所安全係数を表6-190及び表6-191に、引張破壊に対する局所安全係数を表6-192及び表6-193に示す。

また、引張破壊に対する局所安全係数が1.0を下回るケースについて、最大せん断応力発生時刻及び最大引張応力発生時刻の局所安全係数分布を図6-58～図6-61に示す。

$$f_s = R / S$$

ここに、 f_s ：局所安全係数

R：せん断強度または引張強度

S：発生せん断応力または発生引張応力

同表及び同図より、引張破壊している要素の分布が極めて局所的でMMRの安全性に影響を及ぼすことはない。

以上から、取水槽のMMRの健全性を確認した。

表 6-190 MMR (F'ck=18) (既設) のせん断破壊に対する支持性能の評価結果
(ストレーナエリア)

解析 ケース	地震動		せん断応力 S (N/mm ²)	せん断強度 R (N/mm ²)	局所安全係数 f _s *
①	S _s -D	++	0.33	3.6	10.83
		-+	0.33	3.6	10.83
		+ -	0.33	3.6	11.06
		--	0.33	3.6	11.06
	S _s -F 1	++	0.27	3.6	13.54
	S _s -F 2	++	0.28	3.6	12.81
	S _s -N 1	++	0.26	3.6	13.94
		-+	0.26	3.6	13.94
	S _s -N 2 (NS)	++	0.23	3.6	16.00
		-+	0.23	3.6	16.00
	S _s -N 2 (EW)	++	0.25	3.6	14.47
		-+	0.25	3.6	14.47
②	S _s -D	++	0.33	3.6	10.85
		-+	0.33	3.6	10.87
③	S _s -D	++	0.33	3.6	10.81
		-+	0.33	3.6	10.84
④	S _s -D	++	0.71	3.6	5.09
		-+	0.70	3.6	5.18
⑤	S _s -D	++	0.72	3.6	5.02
		-+	0.72	3.6	5.02

注記* : 最小安全率として最小値となる数値を記載。照査値 $R/S > 1.0$ であることを確認する。

表 6-191 MMR (F'ck=15.6) (既設) のせん断破壊に対する支持性能の評価結果
(ストレーナエリア)

解析 ケース	地震動		せん断応力 S (N/mm ²)	せん断強度 R (N/mm ²)	局所安全係数 f _s *
①	S _s -D	++	0.36	3.12	8.71
		-+	0.36	3.12	8.71
		+ -	0.36	3.12	8.78
		--	0.36	3.12	8.78
	S _s -F 1	++	0.31	3.12	10.16
	S _s -F 2	++	0.33	3.12	9.36
	S _s -N 1	++	0.29	3.12	10.79
		-+	0.29	3.12	10.79
	S _s -N 2 (NS)	++	0.25	3.12	12.73
		-+	0.25	3.12	12.73
	S _s -N 2 (EW)	++	0.26	3.12	12.12
		-+	0.26	3.12	12.12
②	S _s -D	++	0.36	3.12	8.71
		-+	0.36	3.12	8.71
③	S _s -D	++	0.36	3.12	8.72
		-+	0.36	3.12	8.72
④	S _s -D	++	1.10	3.12	2.85
		-+	1.11	3.12	2.81
⑤	S _s -D	++	1.12	3.12	2.79
		-+	1.12	3.12	2.79

注記* : 最小安全率として最小値となる数値を記載。照査値 $R/S > 1.0$ であることを確認する。

表 6-192 MMR (F'ck=18) (既設) の引張破壊に対する局所安全係数
(ストレナーエリア)

解析 ケース	地震動		引張応力 S (N/mm ²)	引張強度 R (N/mm ²)	局所安全係数 f _s *
①	S _s -D	++	0.24	1.58	6.57
		-+	0.24	1.58	6.57
		+ -	0.24	1.58	6.66
		--	0.24	1.58	6.68
	S _s -F 1	++	0.18	1.58	8.86
	S _s -F 2	++	0.23	1.58	6.93
	S _s -N 1	++	0.16	1.58	10.08
		-+	0.16	1.58	10.08
	S _s -N 2 (NS)	++	0.16	1.58	9.74
		-+	0.16	1.58	9.74
	S _s -N 2 (EW)	++	0.13	1.58	12.03
		-+	0.13	1.58	12.03
②	S _s -D	++	0.24	1.58	6.59
		-+	0.24	1.58	6.59
③	S _s -D	++	0.24	1.58	6.60
		-+	0.24	1.58	6.60
④	S _s -D	++	0.41	1.58	3.85
		-+	0.42	1.58	3.81
⑤	S _s -D	++	0.44	1.58	3.58
		-+	0.44	1.58	3.58

注記* : 最小安全率として最小値となる数値を記載。照査値 $R/S > 1.0$ であることを確認する。

表 6-193 MMR (F'ck=15.6) (既設) の引張破壊に対する局所安全係数
(ストレーナエリア)

解析 ケース	地震動		引張応力 S (N/mm ²)	引張強度 R (N/mm ²)	局所安全係数 f _s *
①	S _s -D	++	0.33	1.436	4.31
		-+	0.33	1.436	4.31
		+ -	0.28	1.436	5.05
		--	0.28	1.436	5.05
	S _s -F 1	++	0.15	1.436	9.52
	S _s -F 2	++	0.32	1.436	4.55
	S _s -N 1	++	0.11	1.436	13.39
		-+	0.11	1.436	13.39
	S _s -N 2 (NS)	++	0.15	1.436	9.44
		-+	0.15	1.436	9.44
	S _s -N 2 (EW)	++	0.09	1.436	15.71
		-+	0.09	1.436	15.71
②	S _s -D	++	0.34	1.436	4.21
		-+	0.34	1.436	4.21
③	S _s -D	++	0.34	1.436	4.22
		-+	0.34	1.436	4.22
④	S _s -D	++	2.23	1.436	0.65
		-+	2.27	1.436	0.64
⑤	S _s -D	++	2.29	1.436	0.63
		-+	2.29	1.436	0.63

注記* : 最小安全率として最小値となる数値を記載。照査値 $R/S > 1.0$ であることを確認する。

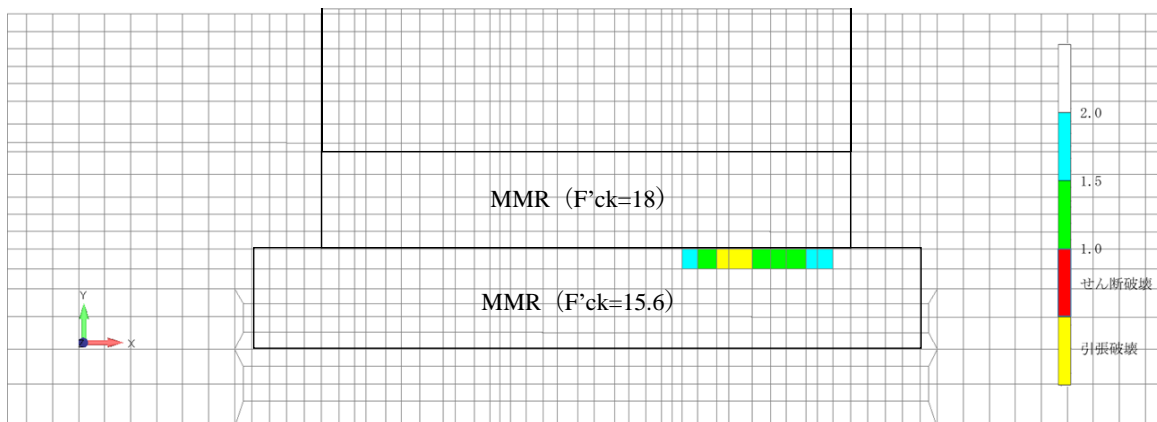


図 6-58 MMR の引張応力最大時刻の局所安全係数
(ケース④, $S_s - D(++)$, ストレーナエリア, $t=30.71s$)

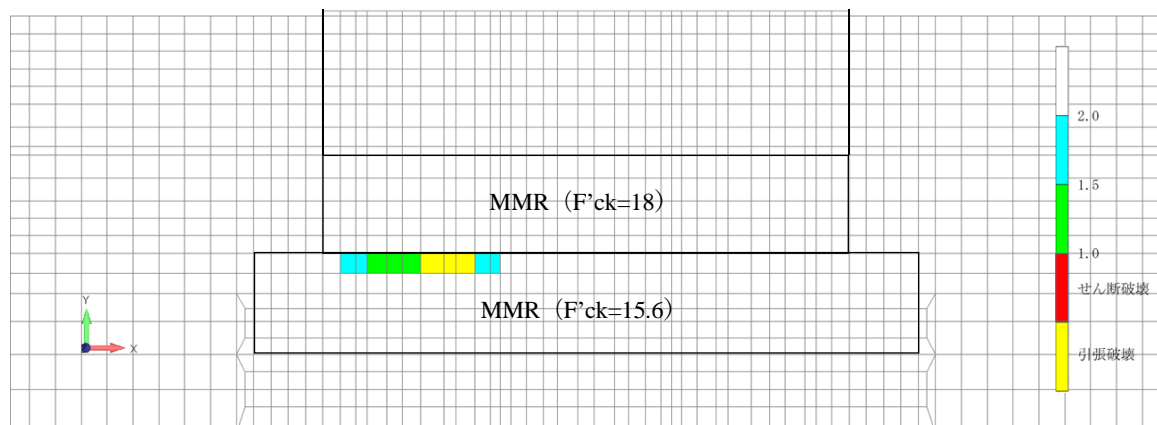


図 6-59 MMR の引張応力最大時刻の局所安全係数
(ケース④, $S_s - D(-+)$, ストレーナエリア, $t=30.71s$)

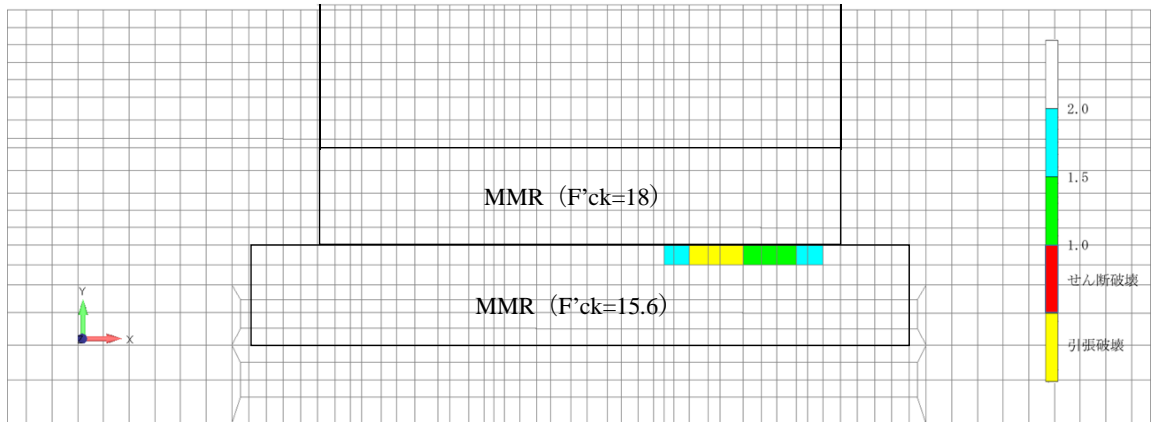


図 6-60 MMR の引張応力最大時刻の局所安全係数
(ケース⑤, $S_s - D(++)$, ストレーナエリア, $t=30.71s$)

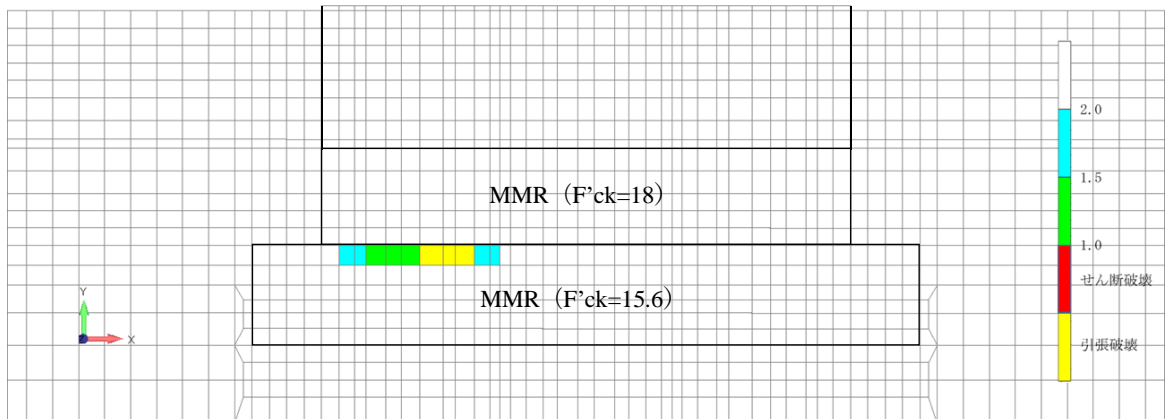


図 6-61 MMR の引張応力最大時刻の局所安全係数
(ケース⑤, $S_s - D(-+)$, ストレーナエリア, $t=30.71s$)

7. まとめ

取水槽については、基準地震動 S_s による耐震評価として、構造部材の曲げ・軸力系の破壊、せん断破壊及び基礎地盤の支持性能に対する評価を実施した。

構造部材の健全性については、鉄筋及びコンクリートのひずみ、せん断力、壁部材の面内せん断変形に伴う面内せん断ひずみが要求機能に応じた許容限界を下回ることを確認した。

基礎地盤の支持性能評価については、基礎地盤に発生する応力（接地圧）が極限支持力度に基づく許容限界を下回ること及びMMRがせん断破壊しないことを確認した。

以上から、取水槽は、基準地震動 S_s による地震力に対して、構造強度を有すること、通水機能を有すること、止水機能を損なわないこと及びSクラスの施設等を支持する機能を損なわないことを確認した。

参考資料 1 照査用応答値の平均化について

1. はじめに

取水槽は、要求機能に応じた許容限界に基づき耐震評価を行っている。取水槽における要求機能のうち止水機能に対しては、断面が降伏に至らない状態であれば、漏水が生じるような顕著な（部材を貫通するような）ひび割れは発生しないことから、曲げ・軸力系の破壊（面外変形）については部材降伏に対する限界ひずみ（コンクリートの圧縮ひずみ：2000 μ ，主筋ひずみ：1725 μ ）を下回ることを確認することとしている。

また、PHb 工法によるせん断補強を実施する箇所については、せん断補強鉄筋の定着部のひび割れの影響を抑えるため、曲げについても、おおむね弾性範囲内で使用することとしている。おおむね弾性に対する許容限界として、部材降伏に対する限界ひずみ（コンクリートの圧縮ひずみ：2000 μ ，主筋ひずみ：1725 μ ）を下回ることを確認することとしている。

耐震評価の結果、照査用ひずみ（発生ひずみ \times 構造解析係数 γ_a ）が限界ひずみを超える部材や、せん断破壊に対する照査値が 1.0 を超える部材及び PHb 設置箇所で照査値 0.8 程度を超える部材が一部存在し、細かい要素分割を行っている部材について断面厚さ程度の範囲で平均化による評価を実施していることから、平均化範囲の考え方及び平均化による照査結果について示す。

2. 取水槽のモデル化方針

取水槽の 3 次元構造解析モデルは、土木学会マニュアルに準拠しモデル化を行っている。土木学会マニュアルでは、要素分割において以下の記載がある。

- ・要素分割は、断面厚さまたは有効高さの 1.0 倍程度とするのがよい。
- ・要素長さを部材の断面厚さまたは有効高さの約 2.0 倍よりは大きくしてはならない。
- ・要素分割を細かくせざるを得ない場合は、軸線方向に部材の断面厚さ又は有効高さの 1.0 倍程度の範囲で複数の要素での地震応答解析結果を平均的に評価するとよい。
- ・要素の形状は、著しく扁平にならないように注意し、四角形要素の縦横比は基本的に 1:1 が望ましく、応力の流れがほぼ一様となる場合でも、縦横比で 1:5 を限度とすることが望ましい。
- ・鉄筋コンクリート要素を用いる場合には、鉄筋位置と無筋領域を適切に考慮して要素分割しなければならない。

例えば底版のスパン方向の分割数は、断面厚さの 1.0 倍の要素分割だと 15 分割程度（断面厚さ：1.9~2.0m，スパン方向長さ（水路の内空幅）：28.5m）になるが、取水槽は構造物全体の最小部材厚である 0.7m による要素分割を基本としていることや剛域を配置していること等により、要素分割が細分化されている。

参考 1-1

3. 許容限界を超える部材

基準地震動 S_s に対する耐震評価の結果，各要素単位の照査において，照査用ひずみが限界ひずみを上回る部材や，せん断破壊に対する照査値が 1.0 を超える部材が一部存在することが判明した。照査用ひずみが限界ひずみを超える部材の最大照査値の一覧を表 3-1 に，せん断破壊に対する照査値が 1.0 を上回る部材の最大照査値の一覧を表 3-2 に示す。なお，照査値が 0.95 を上回る部材についても，照査値に十分な余裕を有することを確認するために，平均化の結果を参考として確認する。ここで，評価対象箇所の概念図を図 3-1 に示す。

表 3-1 照査用ひずみ（主筋ひずみ）が許容限界を超える部材と要求機能

地震動	評価位置	要素幅 a (mm)	部材厚 b (mm)	比率 a / b	照査用 ひずみ* (μ)	限界 ひずみ (μ)	照査値	要求機能
$S_s - D$ (++)	中床版	325	1000	0.33	1774	1725	1.03	止水機能 PHb の適用性
$S_s - D$ (++)	側壁	667	700	0.95	2759	1725	1.60	止水機能 PHb の適用性
$S_s - D$ (++)	隔壁	325	1300	0.25	1931	1725	1.12	止水機能 PHb の適用性
$S_s - D$ (-+)	導流壁	300	1200	0.25	2203	1725	1.28	PHb の適用性

注記*：照査用ひずみ = 発生ひずみ \times 構造解析係数 γ_a (=1.2)

表 3-2 せん断破壊に対する照査値が 1.0 を上回る部材と要求機能

地震動	評価位置	要素幅 a (mm)	部材厚 b (mm)	比率 a / b	照査用 せん断力* (kN/m)	せん断 耐力 (kN/m)	照査値	要求 機能
S s - D (-+)	中床版	457	1000	0.457	182	157	1.16	支持性能 止水性能 PHb の適用性
S s - D (-+)	側壁	500	2000	0.25	3059	2890	1.06	支持性能 通水性能 止水性能 PHb の適用性
S s - D (-+)	隔壁	450	1300	0.346	115	9	12.13	止水性能 PHb の適用性
S s - D (-+)	導流壁	600	1200	0.5	1350	1086	1.24	通水性能 PHb の適用性

注記* : 照査用せん断力 = 発生せん断力 × 構造解析係数 γ_a (=1.05)

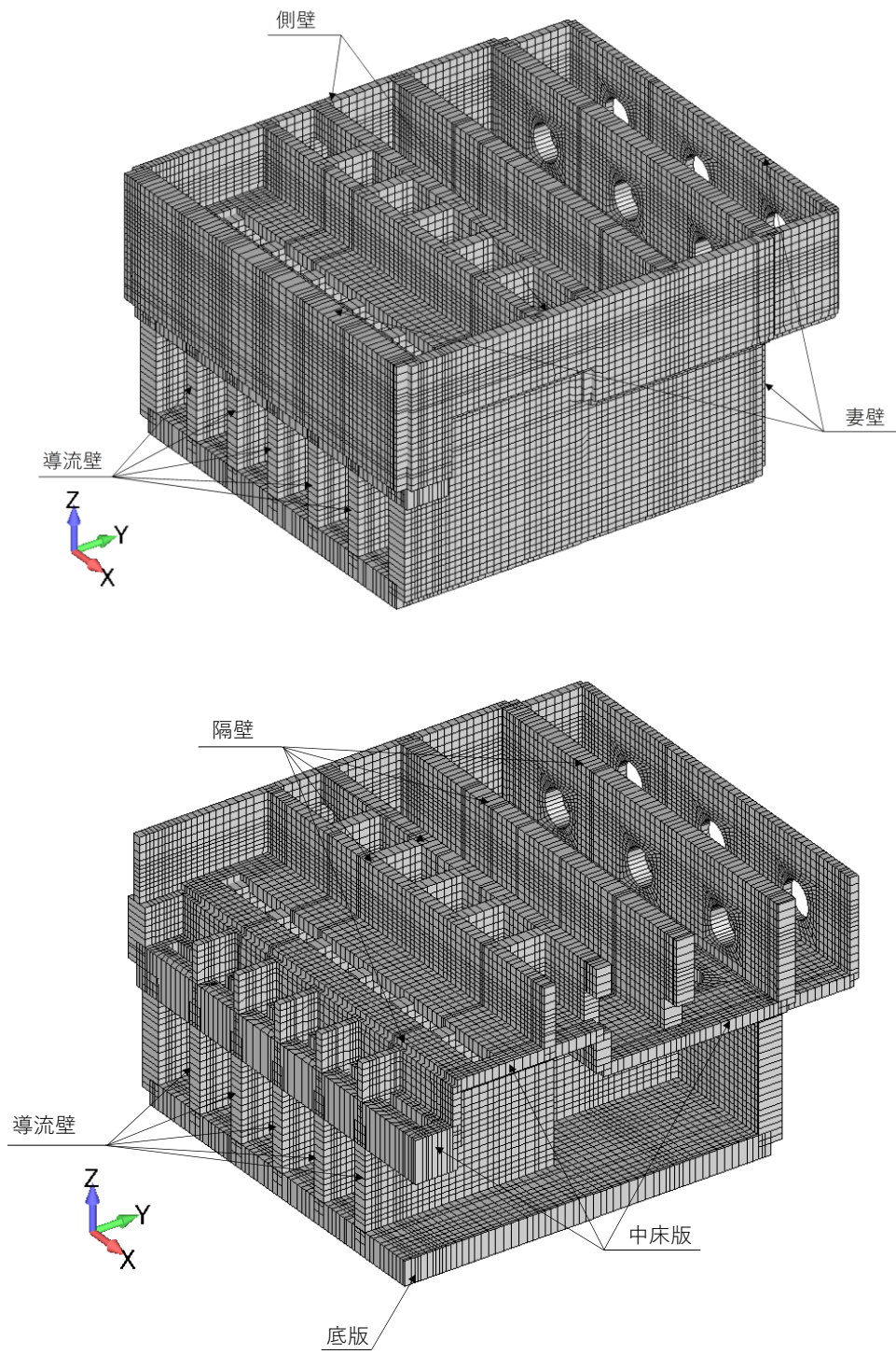


图 3-1 評価対象箇所概念図

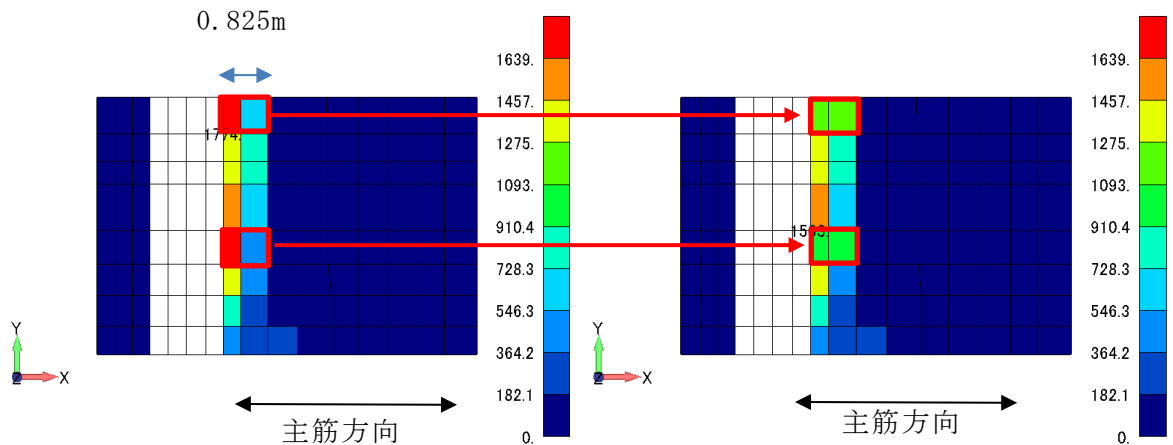
4. 照査用ひずみ及びせん断力の平均化の考え方

4.1 平均化範囲

要素分割について、「2. 取水槽のモデル化方針」のとおり、土木学会マニュアルで断面厚さ又は有効高さの1.0倍程度とするのが良いとされており、また、「補足024-01 原子炉建物の地震応答計算書に関する補足説明資料」のうち「別紙7-2-1 改造工事に伴う重要増加を反映した検討における応力平均化の考え方」において、「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説（（社）日本建築学会，2005年制定）」に基づき部材厚の範囲で応力平均化を実施していることを踏まえ、照査用ひずみ及びせん断力の平均化の範囲は、断面厚さの1.0倍以内で実施することとする。

4.2 平均化の考え方

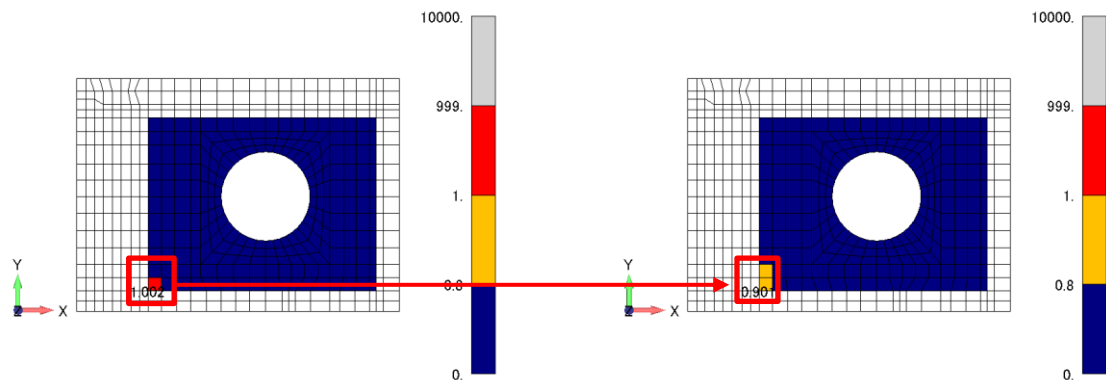
ひずみの平均化は、許容限界を超えている当該要素に対し、曲げ変形を考慮して主筋の軸方向に隣接する要素を対象とする。ひずみの平均化の計算は、当該要素のひずみと隣接する要素のひずみをそれぞれの要素の面積に応じた加重平均として算出する。図4-1に中床版を例に平均化の概念図を示す。ここで、平均化する要素については、許容値を超えている要素に隣接する要素を基本とするが、それでもなお許容値を上回る場合は、断面厚さの1.0倍以内で平均化する要素を追加する。



荷重選定時刻	平均化要素			平均化要素			平均化後の 主筋ひずみ (μ)
	要素番号	面積(m ²)	主筋ひずみ (μ)	要素番号	面積(m ²)	主筋ひずみ (μ)	
Ss-D++_time1-1	20789	0.2113	1774	20790	0.325	713	1131
	20527	0.1991	1698	20528	0.3063	427	927

図4-1 ひずみの平均化の概念図（中床版，主筋ひずみの例）

せん断力の平均化は、ひずみと同様に、許容限界を超えている当該要素に対し、隣接する要素を対象とする。せん断力の平均化の計算は、当該要素のせん断力と隣接する要素のせん断力を、それぞれの要素の面積に応じた加重平均として算出する。図 4-2 に中床版を例に平均化の概要図を示す。ここで、平均化する要素については、許容値を超えている要素に隣接する要素を基本とするが、それでもなお許容値を上回る場合は、断面厚さの 1.0 倍以内で平均化する要素を追加する。



ケース	平均化要素					平均化要素					平均化後のせん断力		
	要素番号	面積 (m ²)	せん断力 (kN/m)	せん断耐力 (kN/m)	照査値	要素番号	面積 (m ²)	せん断力 (kN/m)	せん断耐力 (kN/m)	照査値	せん断力の絶対値 (kN/m)	せん断耐力 (kN/m)	照査値
Ss-D+_time1-1	14129	0.25	-1459	1528	1.002	14177	0.240	-1154	1525	0.795	1310	1526	0.901

図 4-2 せん断力の平均化の概念図 (中床版の例)

5. 主筋ひずみの平均化後の結果

「4.2 平均化の考え方」に基づき算出した各部材の照査用主筋ひずみの平均化後の照査値を、表 5-1 に示す。同表により、中床版及び隔壁について、照査用主筋ひずみの平均化後の照査値が許容限界を満足することを確認した。一方、側壁については、断面厚さ 700mm に対し 1 要素の幅が約 500mm であり断面厚さの 1 倍以内で平均化できないこと、導流壁については、要素の平均化を実施しても許容限界を満足しないことから、「参考資料 2 部材モデルを用いた健全性評価について」により、当該部材が健全であることを確認する。

照査用主筋ひずみの平均化に用いた要素の諸元の詳細は「5.1 中床版における平均化」～「5.2 隔壁における平均化」に示す。

表 5-1 平均化後の照査結果（照査用主筋ひずみ）

解析ケース	地震動	評価位置	照査用主筋ひずみ* (平均化後) (μ)	限界ひずみ (μ)	照査値 (平均化後)
①	S s - D (++)	中床版	1131	1725	0.66
①	S s - D (++)	隔壁	615	1725	0.36

注記*：照査用ひずみ = 発生ひずみ × 構造解析係数 γ_a (=1.2)

5.1 中床版における平均化

中床版の照査用主筋ひずみが最大となる時刻において平均化を実施した範囲の照査用主筋ひずみ分布図を図 5-1 に示す。図 5-1 上段には底版に発生する照査用主筋ひずみ分布図を示し、図 5-1 下段には上段にて抽出した箇所の拡大図を示す。拡大図については平均化する要素グループを青枠で示す。図 5-1 下段の青枠で示したグループごとの平均化前後の照査用主筋ひずみを表 5-2 に示す。

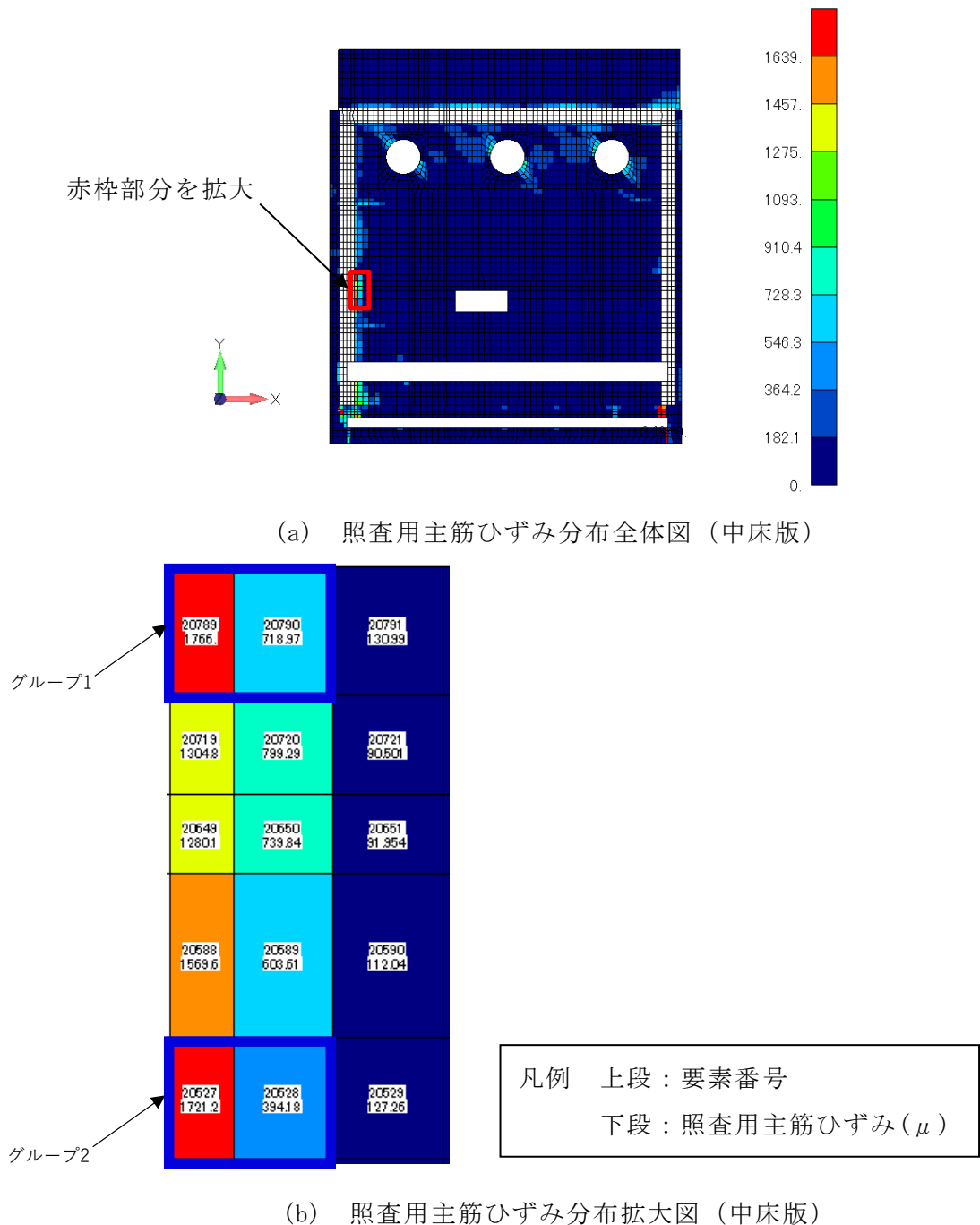


図 5-1 主筋ひずみ分布図（中床版）

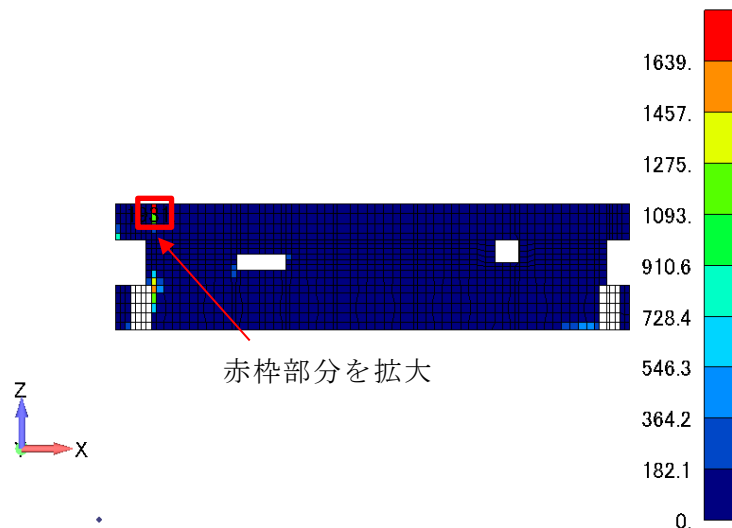
表 5-2 平均化前後の主筋ひずみ一覧 (中床版)

部材 (部材厚)	グループ 番号	主筋ひずみが許容限界 を超過する要素				隣接要素 1				平均化後の 主筋ひずみ* (μ)
		要素 番号	要素寸法 縦×横 (m×m)	面積 (m^2)	主筋 ひずみ (μ)	要素 番号	要素寸法 縦×横 (m×m)	面積 (m^2)	主筋 ひずみ (μ)	
中床版 (1m)	1	20789	0.65×0.325	0.2113	1766	20790	0.65×0.5	0.325	719	1131
	2	20527	0.6125×0.325	0.1991	1721	20528	0.6125×0.5	0.3063	394	917

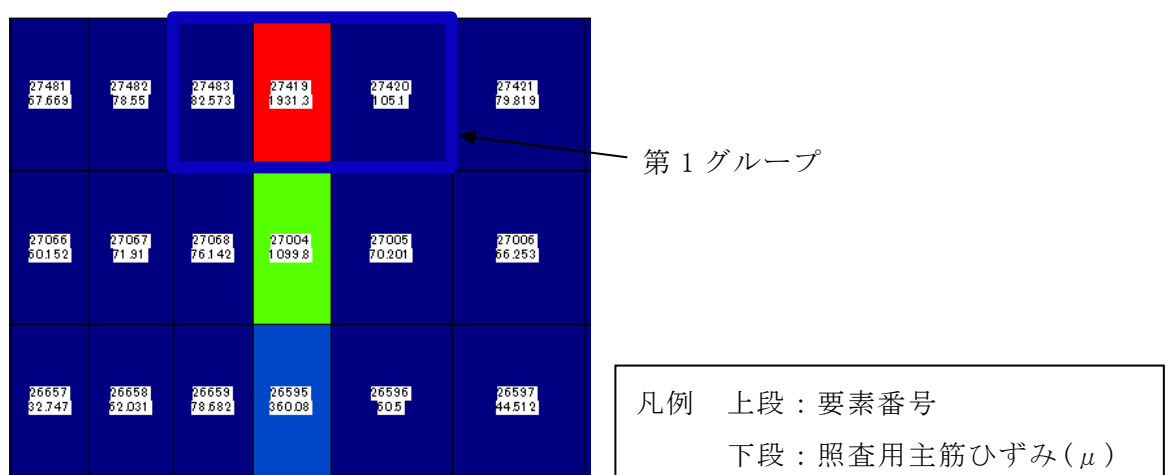
注記* : 赤枠は平均化後の主筋ひずみ最大値を示す。

5.2 隔壁における平均化

隔壁の照査用主筋ひずみが最大となる時刻において、平均化を実施した範囲の照査用主筋ひずみ分布図を図 5-2 に示す。図 5-2 上段には底版に発生する照査用主筋ひずみ分布図を示し、図 5-2 下段には上段にて抽出した箇所の拡大図を示す。拡大図については平均化する要素グループを青枠で示す。図 5-2 下段の青枠で示したグループごとの平均化前後の照査用主筋ひずみを表 5-3 に示す。



(a) 照査用主筋ひずみ分布全体図 (隔壁)
図 5-4 照査用主筋ひずみ分布図 (隔壁)



(b) 照査用主筋ひずみ分布拡大図 (隔壁)

表 5-3 平均化前後の主筋ひずみ一覧 (隔壁)

部材 (部材厚)	グループ 番号	主筋ひずみが許容限界 を超過する要素			隣接要素 1				隣接要素 2				平均化後の 主筋ひずみ* (μ)	
		要素 番号	要素寸法 縦×横 (m×m)	面積 (m^2)	主筋 ひずみ (μ)	要素 番号	要素寸法 縦×横 (m×m)	面積 (m^2)	主筋 ひずみ (μ)	要素 番号	要素寸法 縦×横 (m×m)	面積 (m^2)		主筋 ひずみ (μ)
隔壁 (1.3m)	1	27419	0.6333×0.325	0.2058	1931	27483	0.6333×0.325	0.2058	83	27420	0.6333×0.5	0.3167	105	615

注記*：赤枠は平均化後の主筋ひずみ最大値を示す。

6. せん断力の平均化後の結果

「4.2 平均化の考え方」に基づき算出した各部材のせん断力の平均化後の最大照査値を、表 6-1 に示す。同表により、せん断力の平均化後の照査値が許容限界を満足することを確認した。なお、導流壁の一部要素については、要素の平均化を実施しても許容限界を満足しないことから、「参考資料 2 部材モデルを用いた健全性評価について」により、当該部材が健全であることを確認する。

せん断力の平均化に用いた要素の諸元の詳細は「6.1 中床版における平均化」～「6.4 導流壁における平均化」に示す。なお、「6.1 中床版における平均化」～「6.4 導流壁における平均化」に示すせん断力は、構造解析係数 γ_a を乗じない発生せん断力を示す。

表 6-1 平均化後の照査結果（せん断力）

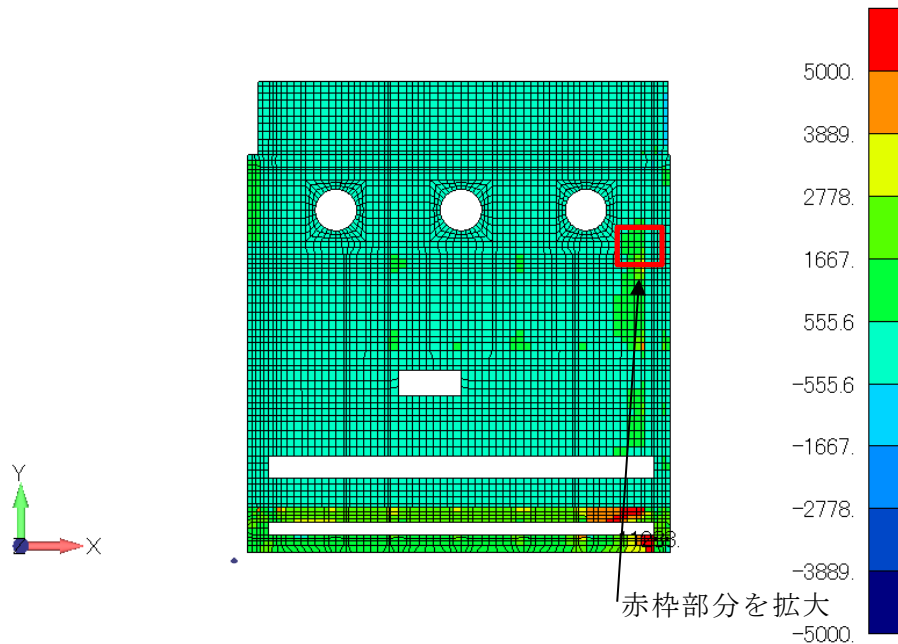
解析ケース	地震動	評価位置	照査用 せん断力* ¹ (平均化後) (kN/m)	せん断耐力 (kN/m)	照査値 (平均化後)
④	S s - D (-+)	中床版	1486	1520	0.98
④	S s - D (++)	側壁	787	879	0.90
④	S s - D (-+)	隔壁	46	54	0.85
④	S s - D (-+)	導流壁* ²	996	1247	0.80

注記*1：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

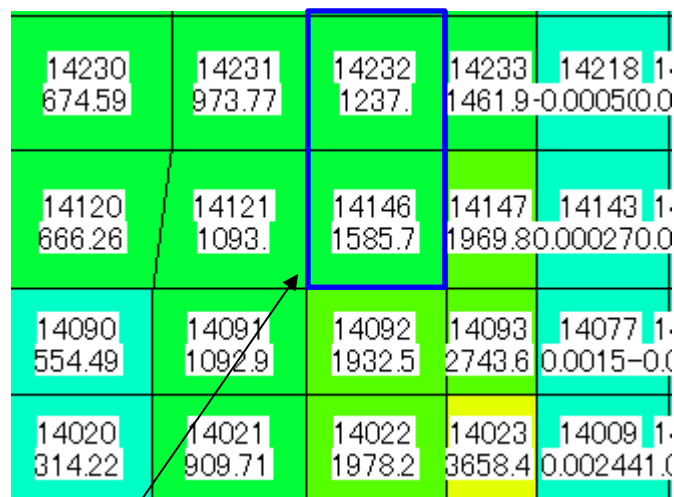
*2：要素の平均化により許容限界を満足した要素のうち最大照査値となる照査結果を示す。

6.1 中床版における平均化

中床版のせん断力が最大となる時刻において、平均化を実施した範囲の照査用せん断力分布図を図 6-1 に示す。図 6-1 (a) に中床版で発生する照査用せん断力分布図を示し、図 6-1 (b) に照査用せん断力分布図にて赤枠で囲んだ箇所の拡大図を示す。拡大図については、平均化する要素グループを青枠で示す。また、拡大図に青枠で示したグループごとの平均化前後のせん断力及びせん断耐力を表 6-2 に示す。



(a) せん断力分布全体図（中床版）



グループ 1

凡例 上段：要素番号
下段：せん断力 (kN/m)

(b) せん断力分布拡大図（中床版）

図 6-1 せん断力分布図（中床版）

表 6-2 平均化前後のせん断破壊に対する照査値一覧（中床版）

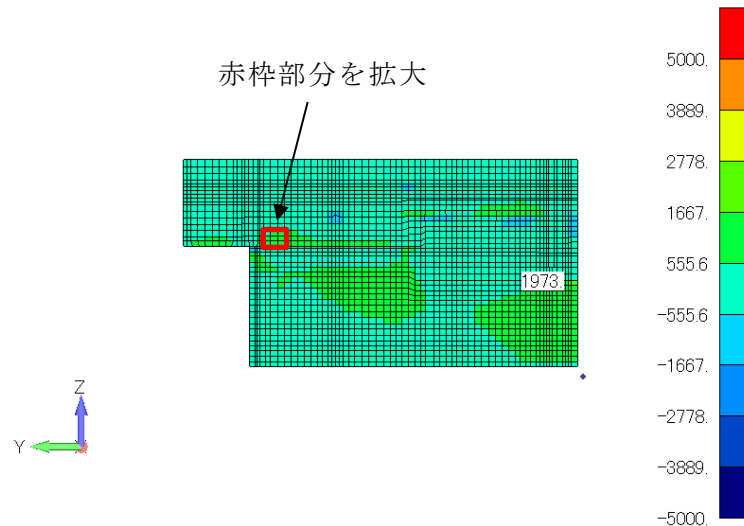
部材	グループ 番号	平均化要素				平均化要素				平均化後の せん断力*1				
		要素 番号	面積 (m ²)	せん断力 (kN/m)	せん断 耐力 (kN/m)	照査値	要素 番号	面積 (m ²)	せん断力 (kN/m)	せん断 耐力 (kN/m)	照査値	せん断 耐力 (kN/m)	照査値	
中床版	1	14146	0.25	1586	1519	1.1	14232	0.24	1237	1521	0.85	1415	1520	0.98

注記*1：赤枠は平均化後のせん断破壊のせん断破壊に対する照査値が最大となる，せん断力及びびせん断耐力を示す。

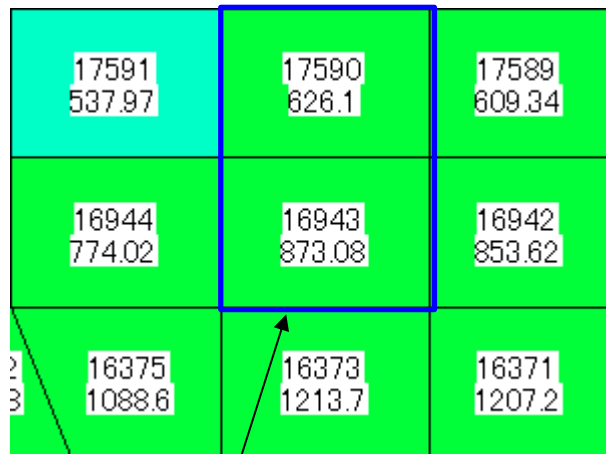
*2：平均化要素におけるせん断力の平均値の絶対値を示す。

6.2 側壁における平均化

側壁のせん断力が最大となる時刻において、平均化を実施した範囲のせん断力分布図を図 6-2 に示す。図 6-2 (a) に側壁で発生するせん断力分布図を示し、図 6-2 (b) にせん断力分布図にて赤枠で囲んだ箇所の拡大図を示す。拡大図については、平均化する要素グループを青枠で示す。また、拡大図に青枠で示したグループごとの平均化前後のせん断力を表 6-3 に示す。



(a) せん断力分布全体図 (側壁)



凡例 上段：要素番号
下段：せん断力(kN/m)

(b) せん断力分布拡大図 (側壁)

図 6-2 せん断力分布図 (側壁)

表 6-3 平均化前後のせん断破壊に対する照査値一覧（側壁）

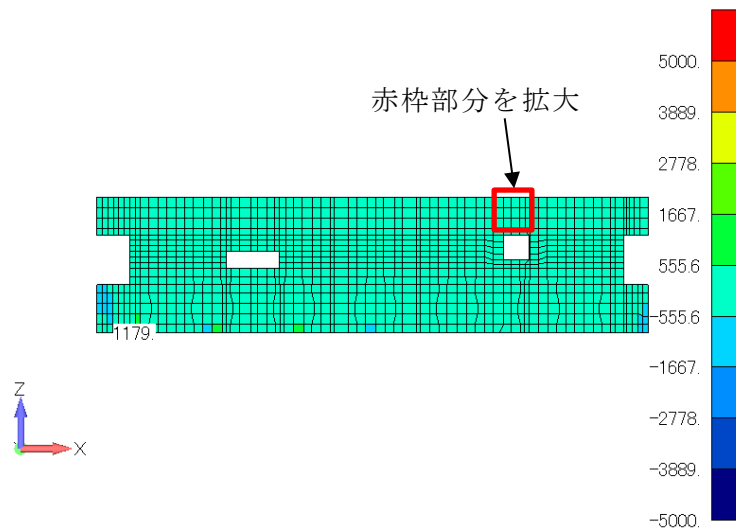
部材	グループ 番号	平均化要素				平均化要素				平均化後の せん断力*1				
		要素 番号	面積 (m ²)	せん断力 (kN/m)	せん断 耐力 (kN/m)	照査値	要素 番号	面積 (m ²)	せん断力 (kN/m)	せん断 耐力 (kN/m)	照査値	照査値		
側壁	1	16943	0.35	873	883	1.04	17590	0.35	626	874	0.75	750	879	0.9

注記*1：赤枠は平均化後のせん断破壊に対する照査値が最大となる，せん断力及びびせん断耐力を示す。

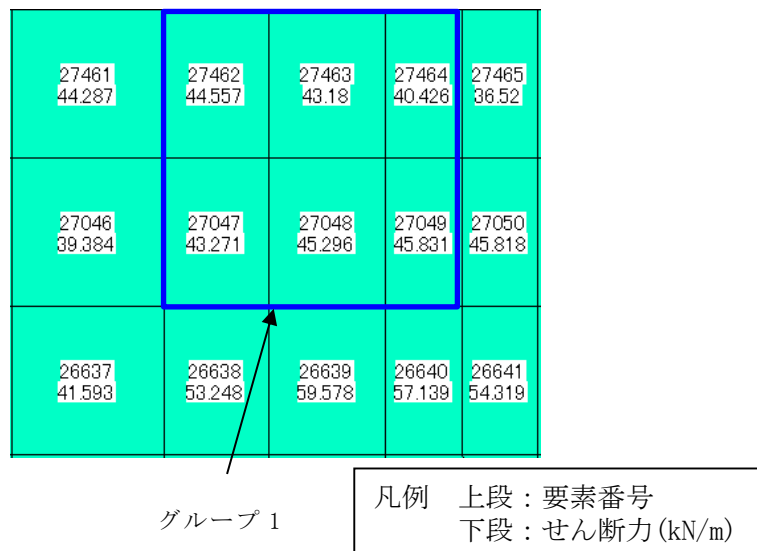
*2：平均化要素におけるせん断力の平均値の絶対値を示す。

6.3 隔壁における平均化

隔壁のせん断力が最大となる時刻において、平均化を実施した範囲のせん断力分布図を図 6-3 に示す。図 6-3 (a) に隔壁で発生するせん断力分布図を示し、図 6-3 (b) にせん断力分布図にて赤枠で囲んだ箇所の拡大図を示す。拡大図については、平均化する要素グループを青枠で示す。また、拡大図に青枠で示したグループごとの平均化前後のせん断力及びせん断耐力を表 6-4 に示す。



(a) せん断力分布全体図 (隔壁)



(b) せん断力分布拡大図 (隔壁)

図 6-3 せん断力分布図 (隔壁)

表 6-4 平均化前後のせん断破壊に対する照査値一覧 (隔壁)

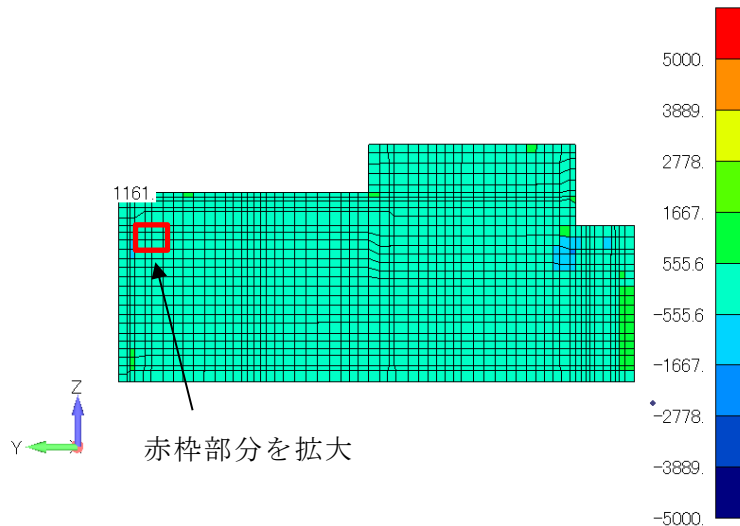
部材	グループ 番号	平均化要素					平均化要素					平均化後の せん断力*1		
		要素 番号	面積 (m ²)	せん断力 (kN/m)	せん断 耐力 (kN/m)	照査値	要素 番号	面積 (m ²)	せん断力 (kN/m)	せん断 耐力 (kN/m)	照査値	せん断力 *2 (kN/m)	せん断 耐力 (kN/m)	照査値
隔壁	1	27462	0.285	45	74	0.63	27047	0.285	43	111	0.41	44	54	0.85
		27463	0.3167	43	20	2.26	27048	0.3167	45	80	0.59			
		27464	0.2058	40	0	-	27049	0.2058	46	50	0.96			

注記*1：赤枠は平均化後のせん断破壊に対する照査値が最大となる，せん断力及びせん断耐力を示す。

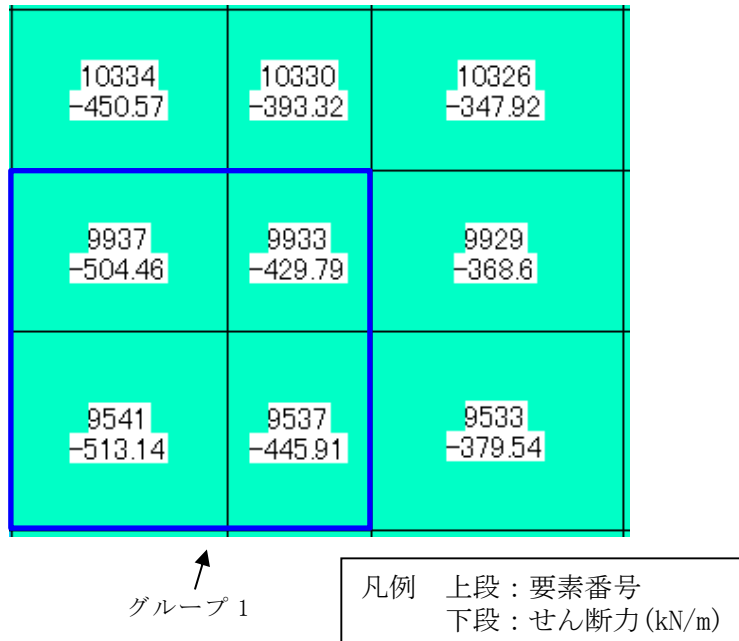
*2：平均化要素におけるせん断力の平均値の絶対値を示す。

6.4 導流壁における平均化

導流壁のせん断力が最大となる時刻において、平均化を実施した範囲のせん断力分布図を図 6-4 に示す。図 6-4 (a) に導流壁に発生するせん断力分布図を示し、図 6-4 (b) にせん断力分布図にて赤枠で囲んだ箇所の拡大図を示す。拡大図については、平均化する要素グループを青枠で示す。また、拡大図に青枠で示したグループごとの平均化前後のせん断力及びせん断耐力を表 6-5 に示す。



(a) せん断力分布全体図 (隔壁)



(b) せん断力分布拡大図 (隔壁)

図 6-4 せん断力分布図 (導流壁)

表 6-5 平均化前後のせん断破壊に対する照査値一覧（導流壁）

部材	グループ 番号	平均化要素					平均化要素					平均化後の せん断力*1		
		要素 番号	面積 (m ²)	せん断力 (kN/m)	せん断 耐力 (kN/m)	照査値	要素 番号	面積 (m ²)	せん断力 (kN/m)	せん断 耐力 (kN/m)	照査値	せん断力 *2 (kN/m)	せん断 耐力*3 (kN/m)	照査値
導流壁	1	9937	0.27	-504	1079	0.49	9933	0.18	-430	1073	0.42	481	1089	0.46
		9541	0.33	-513	1634	0.33	9537	0.22	-446	1627	0.29		1620	0.31

注記*1：赤枠は平均化後のせん断破壊に対する照査値が最大となる，せん断力及びびせん断耐力を示す。

*2：平均化要素におけるせん断力の平均値の絶対値を示す。

*3：要素番号 9937, 9933 は PHb 補強部材，要素番号 9541, 9537 は既設せん断補強部材であり，せん断耐力が異なるため，それぞれのせん断耐力を示す。

7. まとめ

取水槽において、一部部材において照査用ひずみ及びせん断力が許容限界を越えることから、基準類をもとに断面厚さの1.0倍以内で要素の主筋ひずみ及びせん断力を平均化する妥当性を確認し、表7-1に示す部材を除き、平均化後の主筋ひずみ及びせん断力が許容限界を満足することを確認した。

なお、同表に記載する部材については、要素の平均化を実施しても許容限界を満足しないことから、「参考資料2 部材モデルを用いた健全性評価について」により、当該部材が健全であることを確認する。

表7-1 要素の平均化を実施しても許容限界を満足しない部材

照査項目	要素の平均化を実施しても許容限界を満足しない部材
曲げ・軸力系の破壊に対する照査	側壁，導流壁
せん断破壊に対する照査	導流壁

参考文献

- 1) コンクリート構造物の設計に FEM 解析を適用するためのガイドライン，日本コンクリート工学協会，1989 年 3 月

参考資料 2 部材モデルを用いた健全性評価について

1. はじめに

取水槽については、要求機能に応じた許容限界に基づき耐震評価を行っているが、一部部材において照査用ひずみ及びせん断力が許容限界を越えることから、「参考資料 1 照査用応答値の平均化について」において、基準類をもとに断面厚さの 1.0 倍以内で要素の主筋ひずみ及びせん断力を平均化する妥当性を確認し、平均化後の主筋ひずみ及びせん断力が許容限界を満足することを確認した。

しかし、照査用ひずみ及びせん断力を平均化して合理的に評価したとしても、一部、許容限界を上回る部材（要素）が含まれる。

以上を踏まえ、本資料においては当該部材を対象に、部材としての損傷状況をより精緻に確認する。

2. 許容限界を超える部材

図 2-1 に示す西側壁 1、東側壁 3 及び導流壁 1~5 については、照査用ひずみ及びせん断力を平均化して合理的に評価したとしても、許容限界を上回る要素が含まれている。表 2-1~表 2-3 に西側壁 1、東側壁 3 及び導流壁 1~5 の照査結果（要素の平均化後）を示す。

しかし、図 2-2~図 2-78 のひずみ分布図及びせん断照査図に示すとおり、許容限界を超える西側壁 1、東側壁 3 及び導流壁 1~5 の要素の分布は局所的であり、部材全体としてはおおむね弾性範囲に留まっていると考えられる。その裏付けとして、当該部材について部材モデルを作成し、プッシュオーバー解析を実施することにより、荷重-変位曲線から部材全体の損傷状況を確認することで、部材の健全性を確認する。

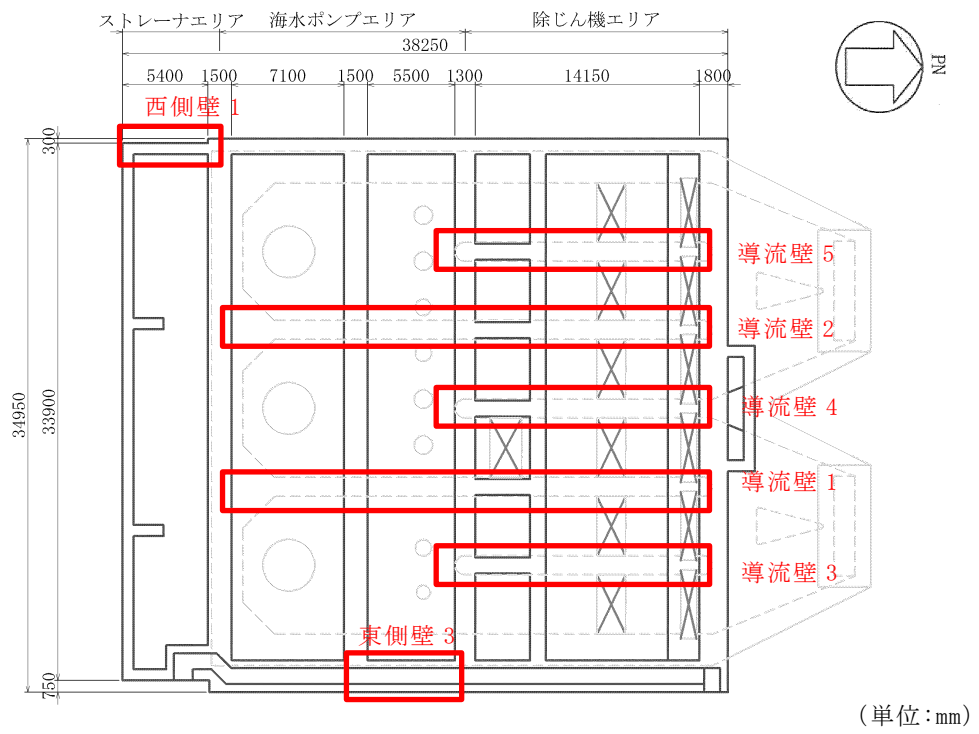


図 2-1 要素の平均化を実施しても許容限界を超過する部材位置 (平面図)

表 2-1 許容限界（限界ひずみ）を超える部材（西側壁 1）

解析ケース	地震動		時刻	照査用主筋ひずみ* （平均化後）	限界ひずみ	照査値
④	S s - D	++	時刻 3	2025 μ	1725 μ	1.18
⑤	S s - D	++	時刻 3	2165 μ	1725 μ	1.26
			時刻 9	1765 μ	1725 μ	1.02

注記*：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a （＝1.2）

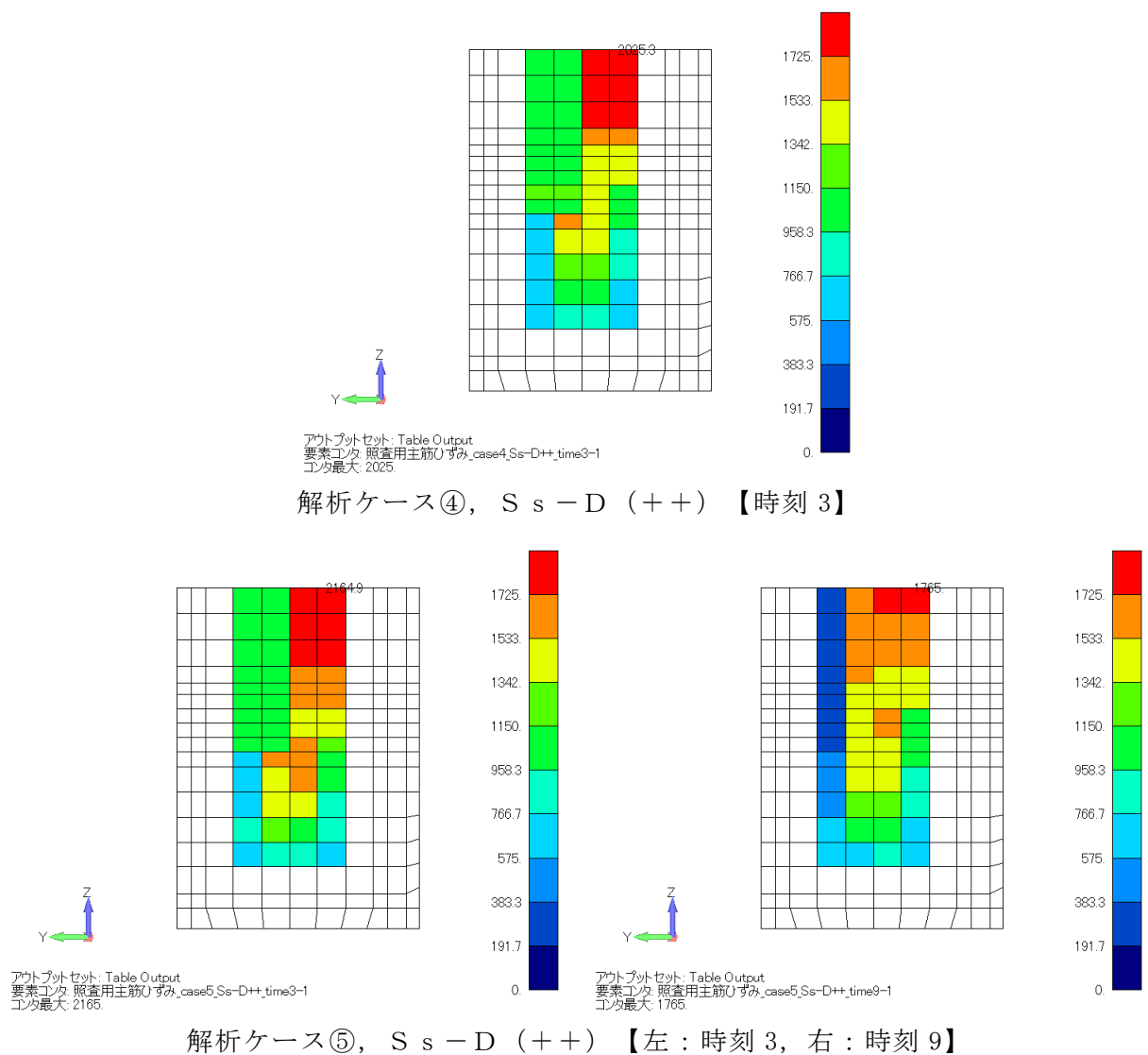
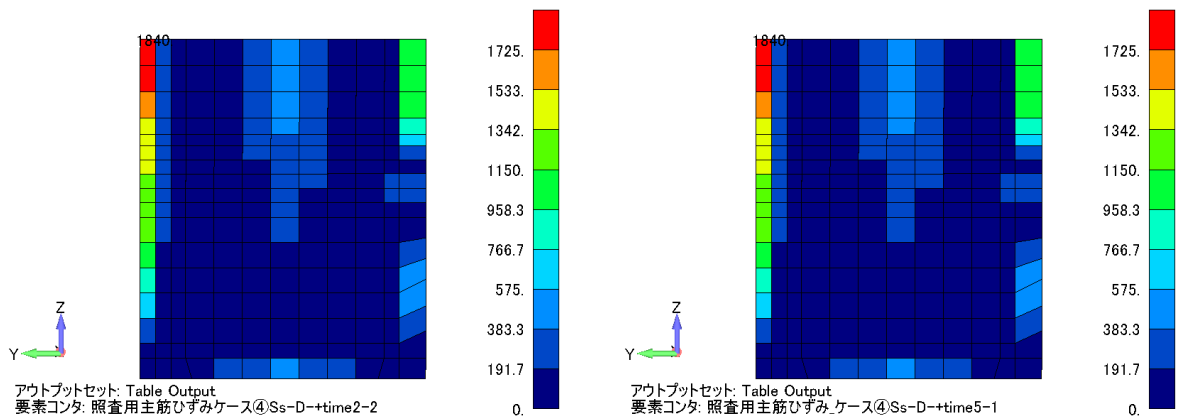


図 2-2 許容限界（限界ひずみ）を超過する部材のひずみ分布図（西側壁 1）

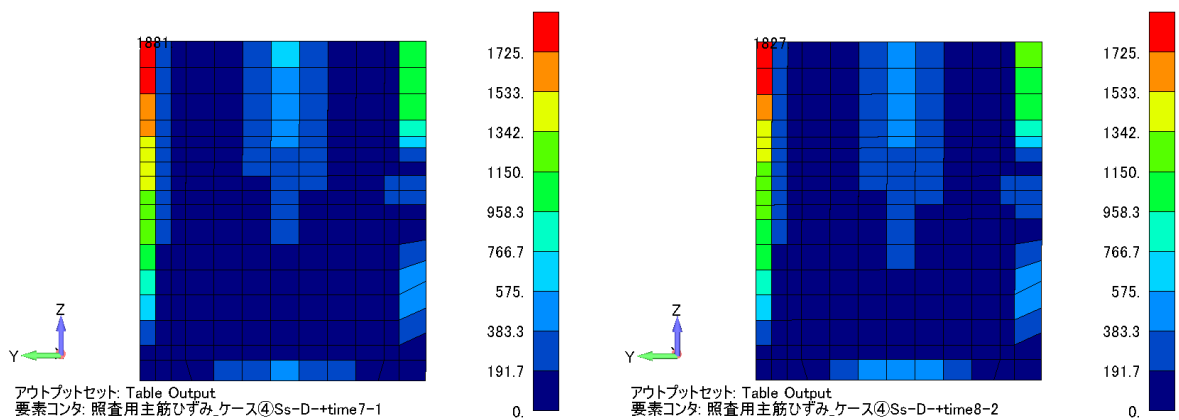
表 2-2 許容限界（限界ひずみ）を超える部材（東壁 3）

解析 ケース	地震動		時刻	照査用主筋 ひずみ*	限界 ひずみ	照査値
④	S s - D	一十	時刻 2	1840 μ	1725 μ	1.07
			時刻 5	1840 μ	1725 μ	1.07
			時刻 7	1881 μ	1725 μ	1.09
			時刻 8	1827 μ	1725 μ	1.06
⑤	S s - D	一十	時刻 2	1790 μ	1725 μ	1.04
			時刻 5	1833 μ	1725 μ	1.06
			時刻 7	1853 μ	1725 μ	1.07

注記*：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a （＝1.2）

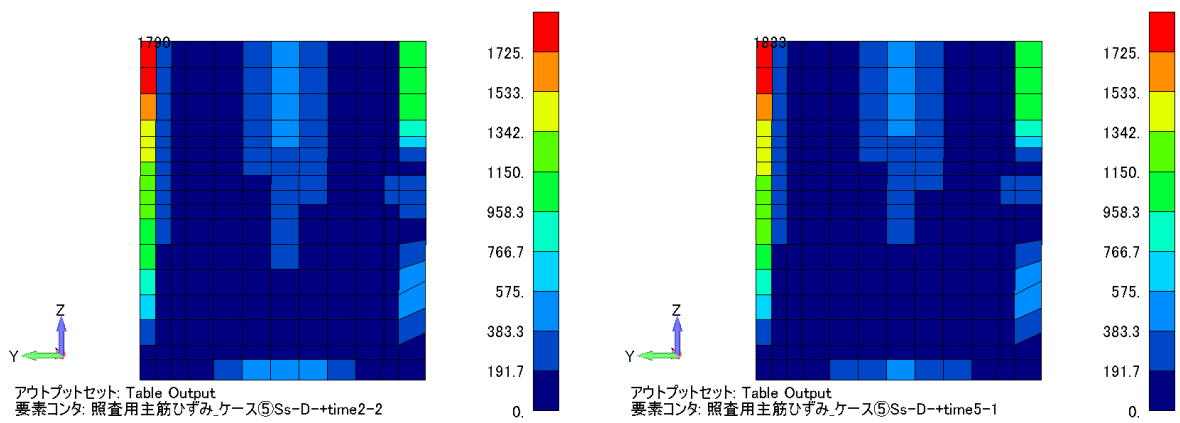


解析ケース④， S s - D（一十）【左：時刻 2，右：時刻 5】

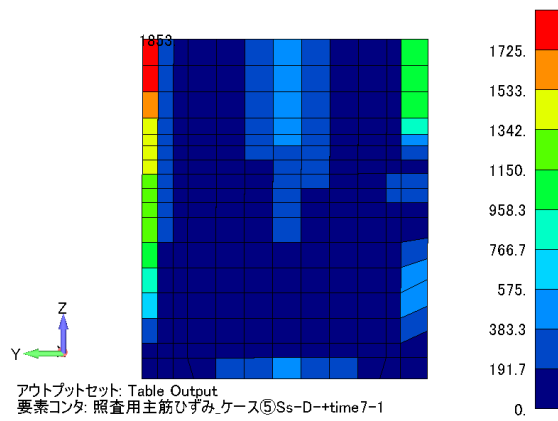


解析ケース④， S s - D（一十）【左：時刻 7，右：時刻 8】

図 2-3 許容限界（限界ひずみ）を超過する部材のひずみ分布図（東壁 3）



解析ケース⑤, $S_s - D (-+)$ 【左: 時刻 2, 右: 時刻 5】



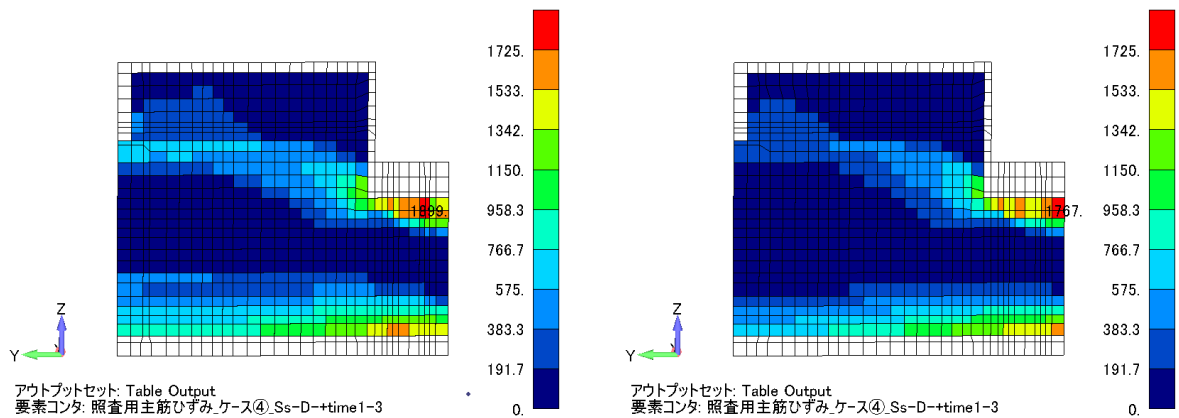
解析ケース⑤, $S_s - D (-+)$ 【時刻 7】

図 2-4 許容限界 (限界ひずみ) を超過する部材のひずみ分布図 (東壁 3)

表 2-3 許容限界（限界ひずみ）を超える部材（導流壁 3 及び 4）

解析 ケース	地震動		時刻	照査用主筋 ひずみ* (平均化後)	限界 ひずみ	照査値
	S s - D	- +				
④	S s - D	- +	時刻 1	1899 μ	1725 μ	1.1

注記*：照査用ひずみ = 発生ひずみ × 構造解析係数 γ_a (= 1.2)



解析ケース④, S s - D (- +) 【時刻 1】

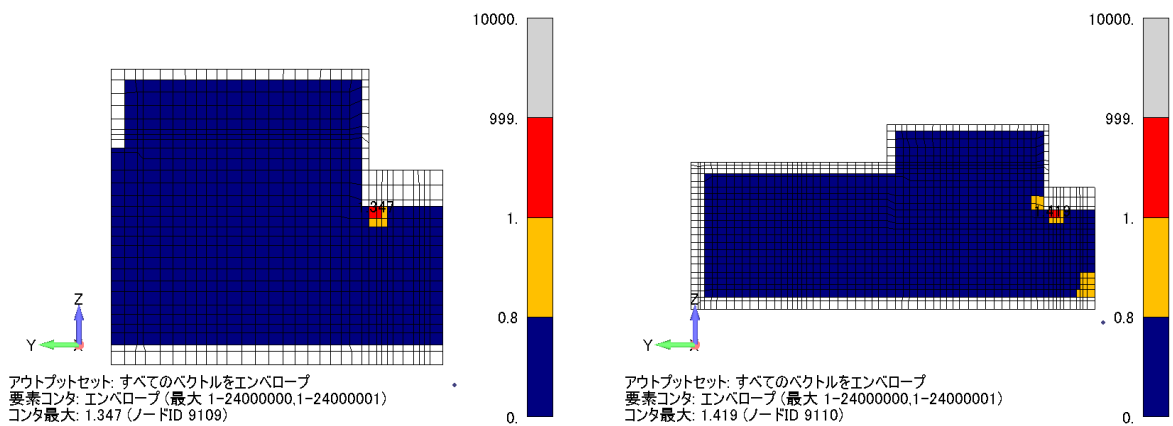
図 2-5 許容限界（限界ひずみ）を超過する部材のひずみ分布図

(左：導流壁 3, 右：導流壁 4)

表 2-4 許容限界（せん断耐力）を超える部材（導流壁 1~5）

解析 ケース	地震動		時刻	照査用	せん断	照査値
				せん断力 (平均化後) (kN/m)	耐力 (kN/m)	
④	S s - D	- +	時刻 1	1805	1272	1.42

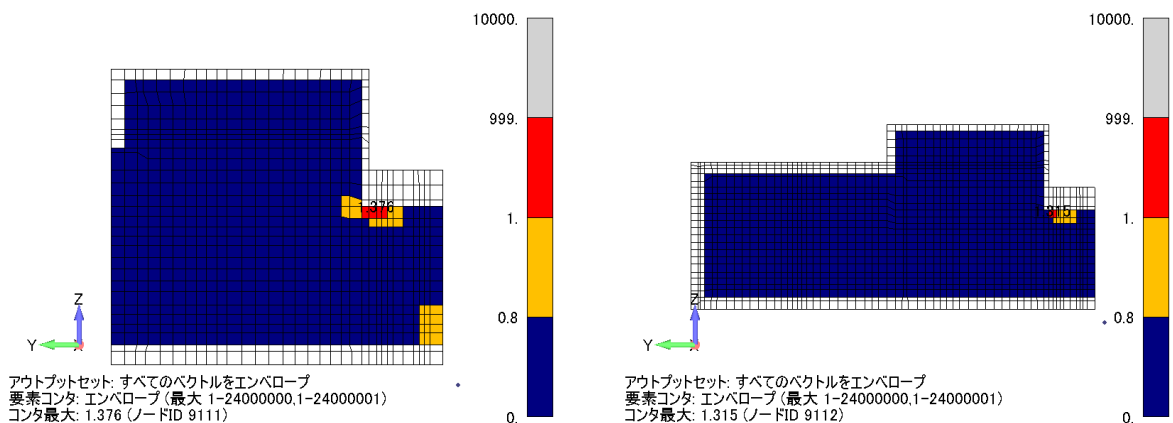
注記*：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)



解析ケース④, S s - D (- +) 【時刻 1】

図 2-6 許容限界（せん断耐力）を超過する部材のせん断耐力照査値分布図

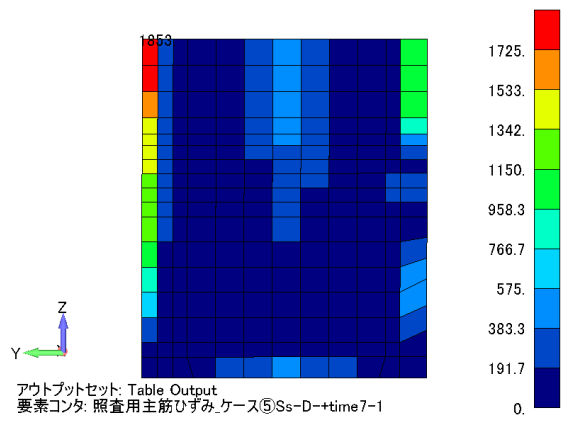
(左: 導流壁 3, 右: 導流壁 1)



解析ケース④, S s - D (- +) 【時刻 1】

図 2-7 許容限界（せん断耐力）を超過する部材のせん断耐力照査値分布図

(左: 導流壁 4, 右: 導流壁 2)



解析ケース⑤, $S_s - D (-+)$ 【時刻 7】

図 2-8 許容限界 (せん断耐力) を超過する部材のせん断耐力照査値分布図
(導流壁 5)

3. 部材モデルによる評価方針

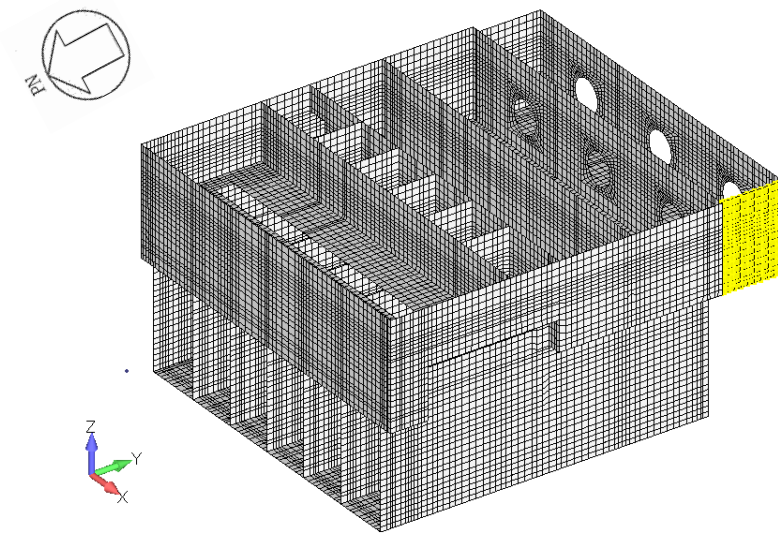
3.1 部材モデルの概要

部材に着目した評価を実施するにあたり、当該部材の荷重－変位関係を明確化する目的で、部材モデルを作成する。

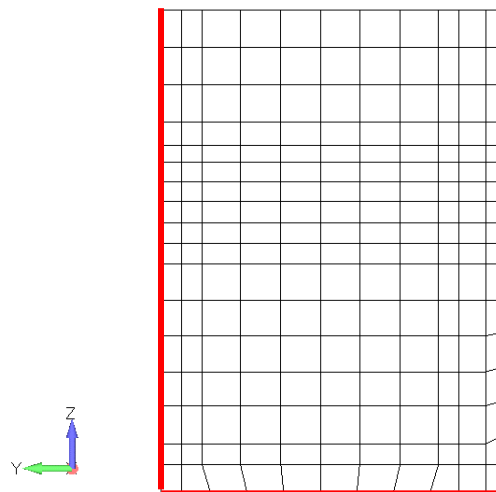
3.1.1 西側壁 1

部材モデルは、本文「4.2.1 構造物のモデル化」に示す 3次元構造解析モデルから、ストレナーエリアの西側壁を取り出し、部材モデルを作成した。西側壁 1 の部材モデルの概要を図 3-1 に示す。西側壁 1 の左右端及び下端が他部材（隔壁及び中床版）と接しており面外変形しにくいことから、境界条件を 3 辺固定とした。

なお、境界条件以外の解析モデルの諸元については、3次元構造解析モデルと同様であり、部材モデルが外的要因（当該部材に隣接する要求機能の異なる他部材の変形等）によって影響を受けないため、着目部材の損傷が PHb の適用範囲であるおおむね弾性の範囲に収まることを精度よく確認することが出来る。



全体モデル（黄色：部材モデル対象箇所）

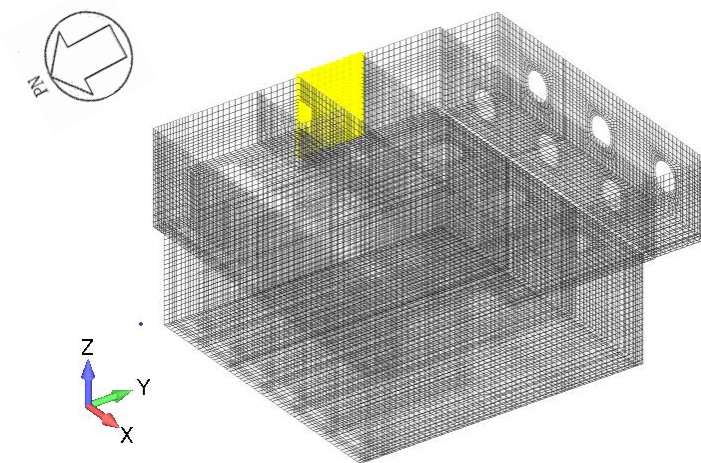


部材モデル詳細図（赤線：固定条件）

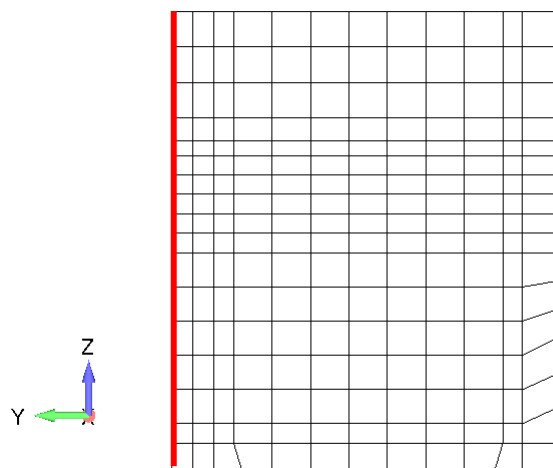
図 3-1 部材モデルの概要（西側壁 1）

3.1.2 東側壁 3

部材モデルは、本文「4.2.1 構造物のモデル化」に示す3次元構造解析モデルから、海水ポンプエリア上部の東側壁3を取り出し、部材モデルを作成した。東側壁3の部材モデルの概要を図3-2に示す。東側壁3の左右端及び下端が他部材（隔壁及び中床版）と接しており面外変形しにくいことから、境界条件を3辺固定とした。



全体モデル（黄色：部材モデル対象箇所）



部材モデル詳細図（赤線：固定条件）

図3-2 部材モデルの概要（東側壁3）

3.1.3 導流壁 1～5

部材モデルは、本文「4.2.1 構造物のモデル化」に示す 3次元構造解析モデルから、導流壁の中で平均化後の主筋ひずみ（PHb 範囲）が大きい部材である導流壁 3 と、平均化後のせん断破壊に対する照査値（PHb 範囲）が大きい部材である導流壁 4 を取り出し、部材モデルを作成した。

主筋ひずみによる照査については、許容限界を超える要素が同程度のため、照査値最大の要素がある導流壁 3 を対象とする。せん断力による照査については照査値が同程度であるため、照査値が 1.0 を超える要素が多い導流壁 4 を対象とした。

部材モデルの概要を図 3-3 に示す。図 3-4 に示す変形図から、上端の変位が大きいことから下端固定とし、上端は全体モデルにおける変形を表現するために、部材頂部の要素に働く断面力である軸力 F_x 、せん断力 Q_x 、モーメント M_x を載荷した（それぞれ X 方向の荷重、Z 方向の荷重、Y 軸周りのモーメントとして部材頂部の節点に載荷）。

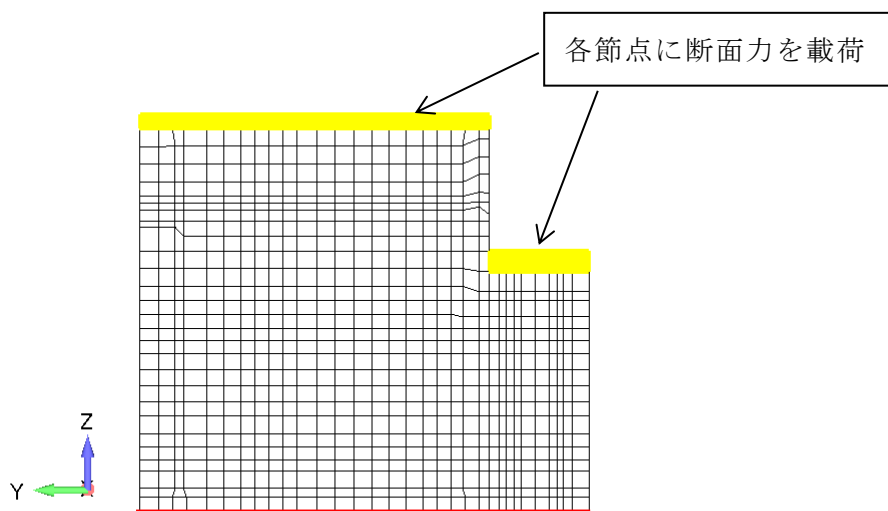


図 3-3 部材モデル詳細図（導流壁 3 及び 4）
（赤線：固定条件，黄線上の節点：断面力載荷位置）

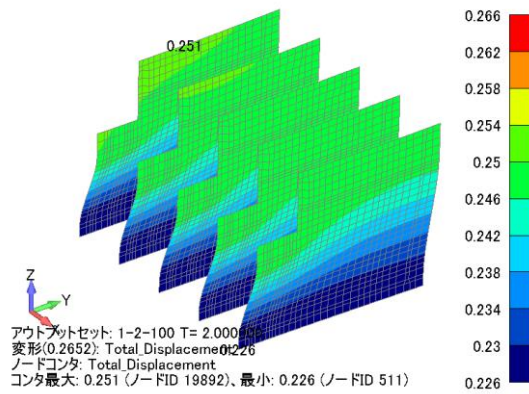
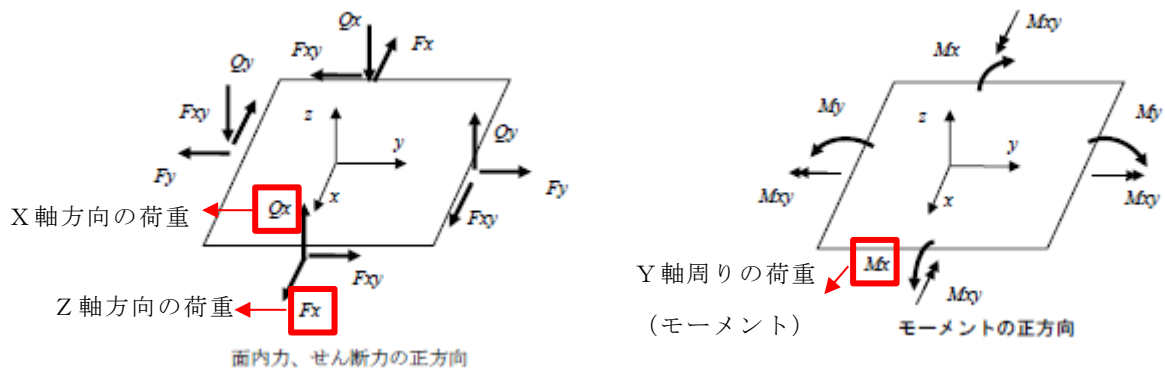


図 3-4 導流壁の変形図（全体モデル）

ここで、断面力を荷重として割り振る場合、以下の計算式を用いて 1 要素の断面力を算出している。

$$\text{断面力 (kN/m)} \times \text{要素長さ (m)} = 1 \text{ 要素の断面力 (kN)}$$

また、1 要素の断面力は隣接する節点に均等に分配する。これらを合計した値を節点荷重として載荷する。部材モデルの概要を図 3-5 及び図 3-6 に示す。



断面力詳細 (赤四角：載荷する断面力，黒四角：載荷先の節点荷重)

図 3-5 導流壁部材モデルの概要

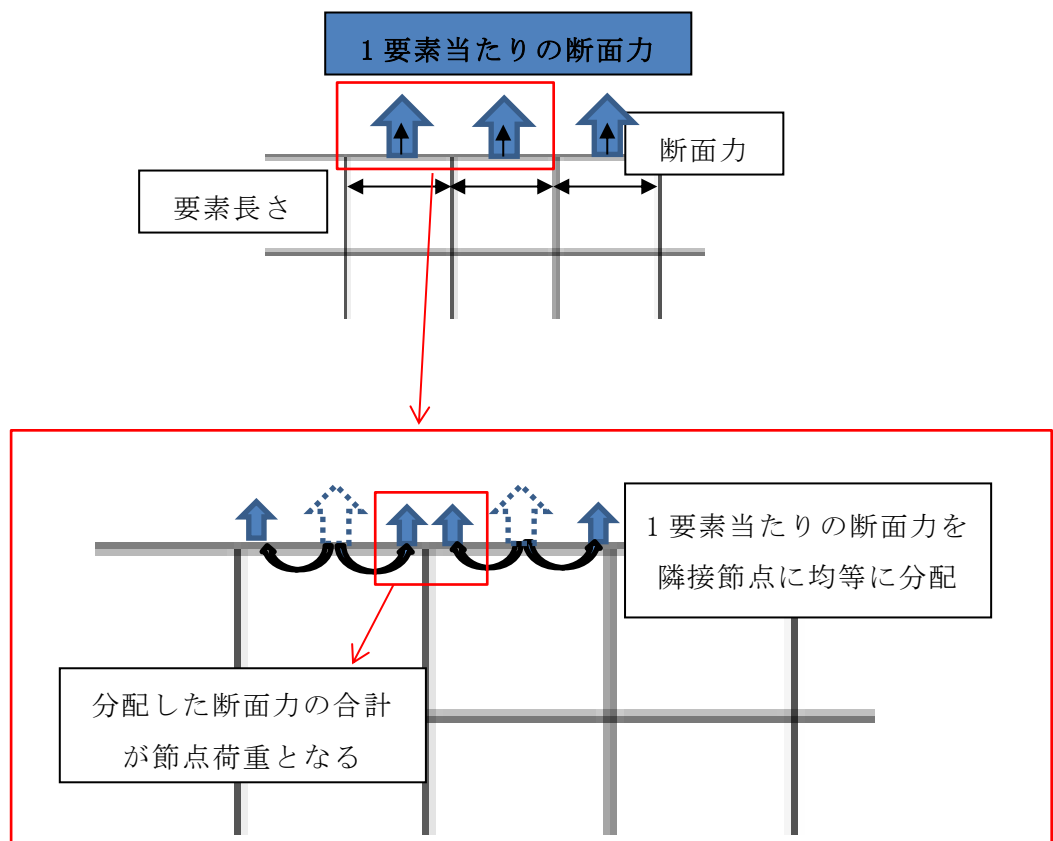


図 3-6 断面力の分配方法

3.2 プッシュオーバー解析における荷重の載荷方法

部材モデルに対しては、「2. PHb 工法適用部材のうちおおむね弾性範囲を超える部材」にて示した照査値が 1.0 を超える解析ケースにおける作用荷重（土圧や慣性力等による総荷重）を与える。プッシュオーバー解析においては上述の作用荷重を 100%とし、荷重を 0%から 300%まで 1%ずつ漸増させることで、部材全体の荷重－変位曲線を作成する。なお、変位の抽出点は、最も変位の大きい部材上端の中心とする。

3.3 荷重－変位曲線を踏まえた評価内容

原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル・照査例（土木学会，原子力土木委員会，2018 年）では，構造物全体系の挙動と照査指標の関係を **図 3-6** のとおり示しており，荷重－変位関係の第 2 折れ点に至るまでをおおむね弾性範囲としている。

本検討においては，部材モデルに対するプッシュオーバー解析より求まる荷重－変位曲線より，荷重倍率 100%における変位が第 2 折れ点の手前であることを確認することで，部材全体がおおむね弾性範囲にあり，PHb 工法適用部材として健全であることを確認する。

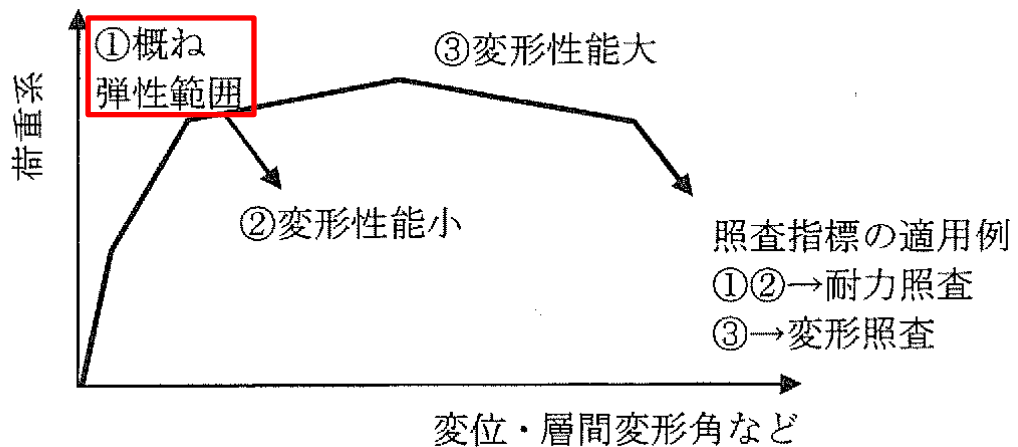


図 3-6 構造物全体系の挙動と照査指標の関係（赤枠を追記）

4. 部材モデルによる評価結果

西側壁 1 及び東側壁 3 の部材モデルについて、プッシュオーバー解析での荷重 100%の主筋ひずみを図 4-1 及び図 4-2 に示す。また、プッシュオーバー解析により求めた荷重-変位曲線を図 4-3 及び図 4-4 に示す。西側壁 1 及び東側壁 3 が、荷重倍率 100%を十分に上回る範囲で第 2 折れ点に至っており、荷重倍率 100%における当該部材が部材全体としておおむね弾性範囲にあることを確認した。

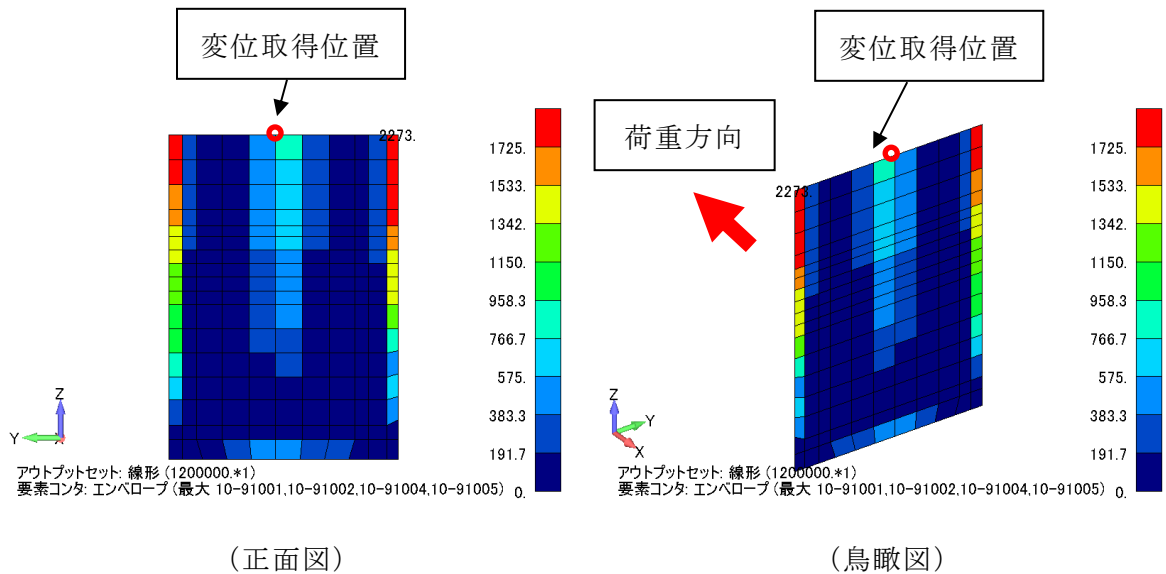


図 4-1 部材モデルにおける荷重 100%での主筋ひずみ (西側壁 1)

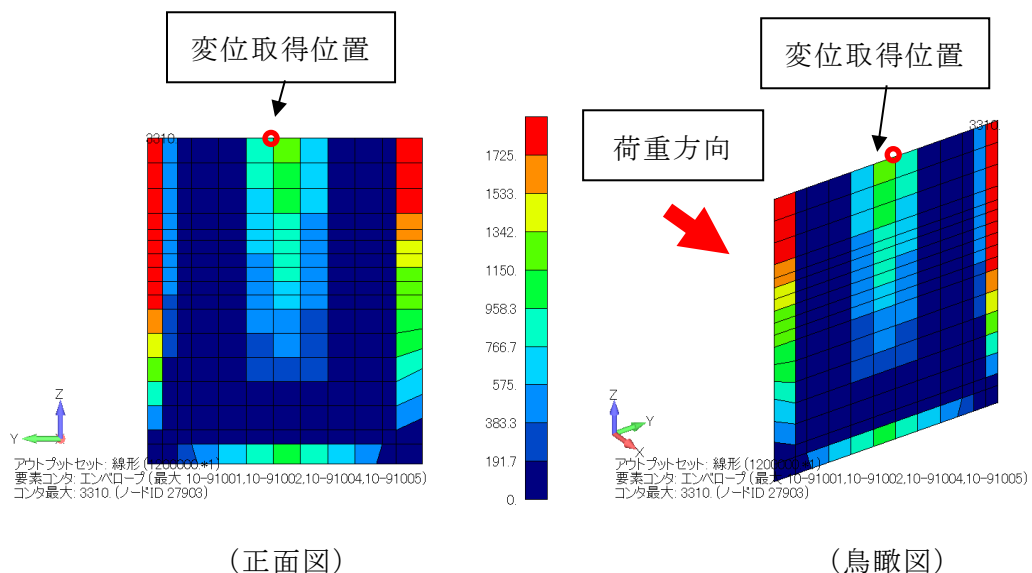


図 4-2 部材モデルにおける荷重 100%での主筋ひずみ (東側壁 3)

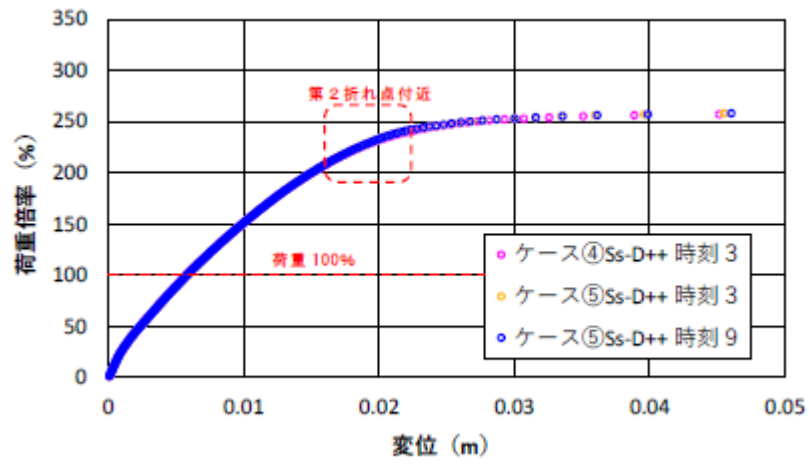


図 4-3 西側壁 1 に働く荷重倍率と相対変位の関係

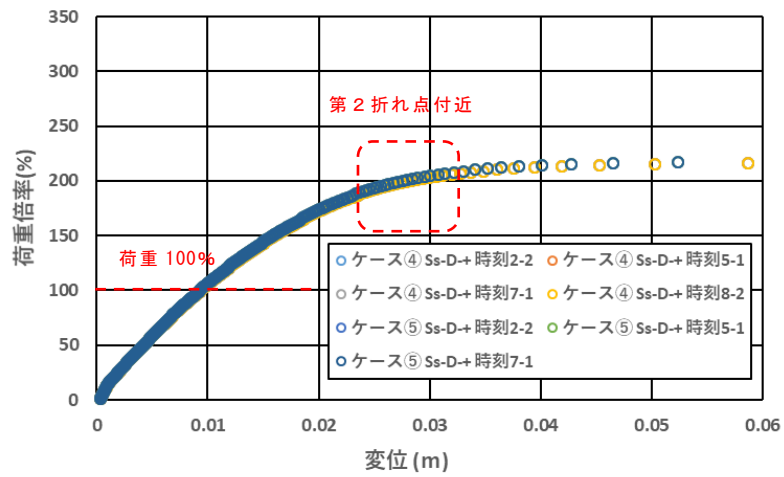


図 4-4 東側壁 3 に働く荷重倍率と相対変位の関係

導流壁 3 及び導流壁 4 の部材モデルの荷重 100% の変形図を図 4-5 に示す。全体モデルは上端と下端の変位の差が 0.03m 程度であるのに対し、部材モデルの変形も同等であることから、適切な境界条件を設定していることを確認した。また、プッシュオーバー解析により求めた荷重-変位曲線を図 4-6 及び図 4-7 に示す。導流壁 3 及び導流壁 4 が、荷重倍率 100% を十分に上回る範囲で第 2 折れ点に至っており、荷重倍率 100% における当該部材が部材全体としておおむね弾性範囲にあることを確認した。

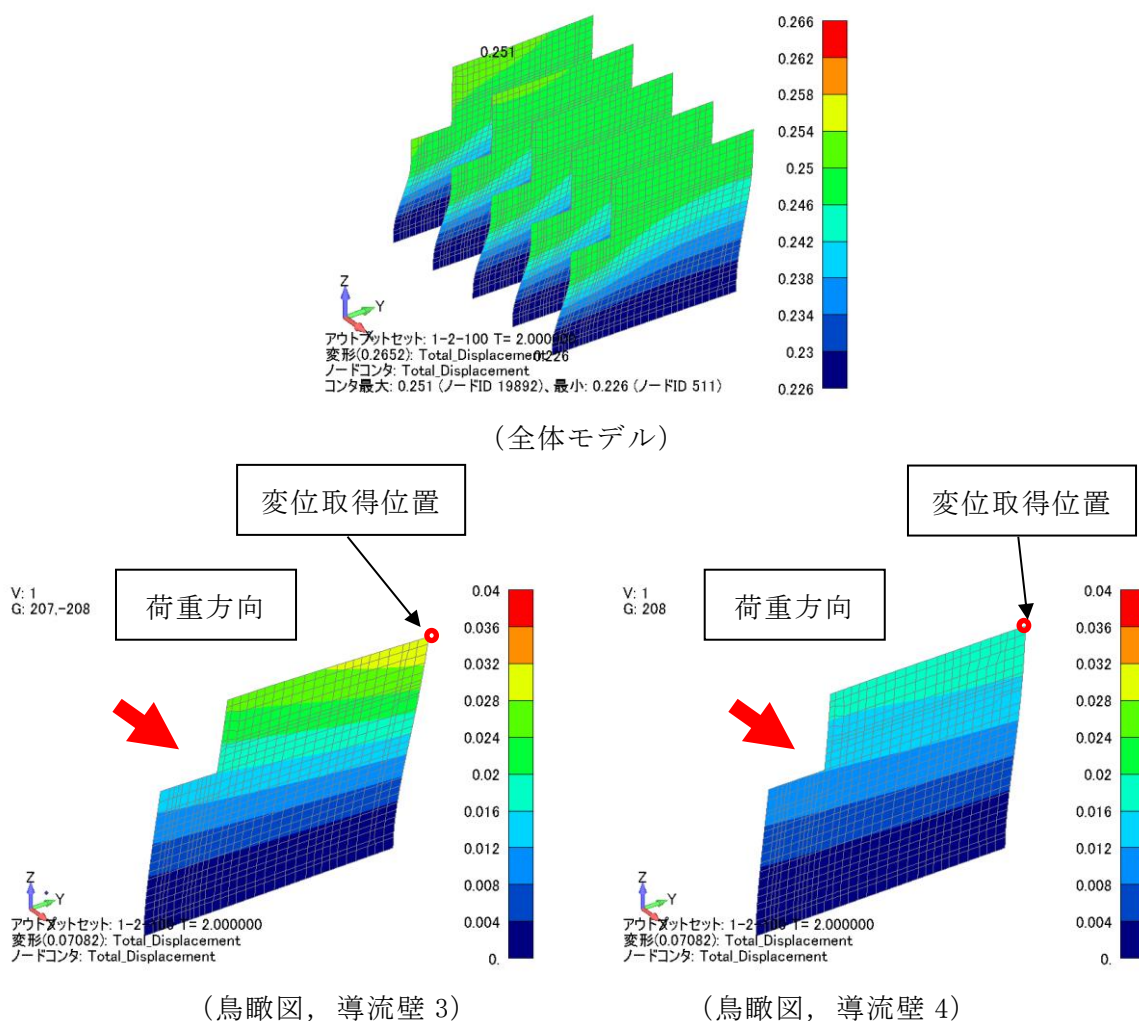


図 4-5 部材モデルでの荷重 100% での変形図 (導流壁 3 及び導流壁 4)

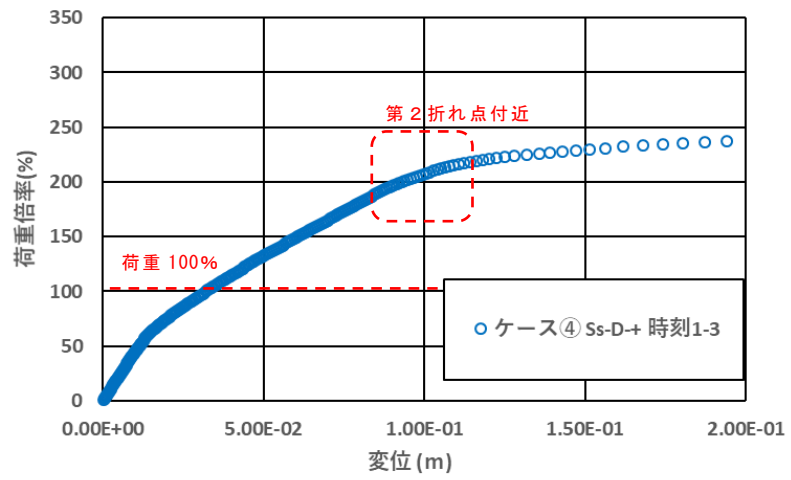


図 4-6 導流壁 3 に働く荷重倍率と相対変位の関係

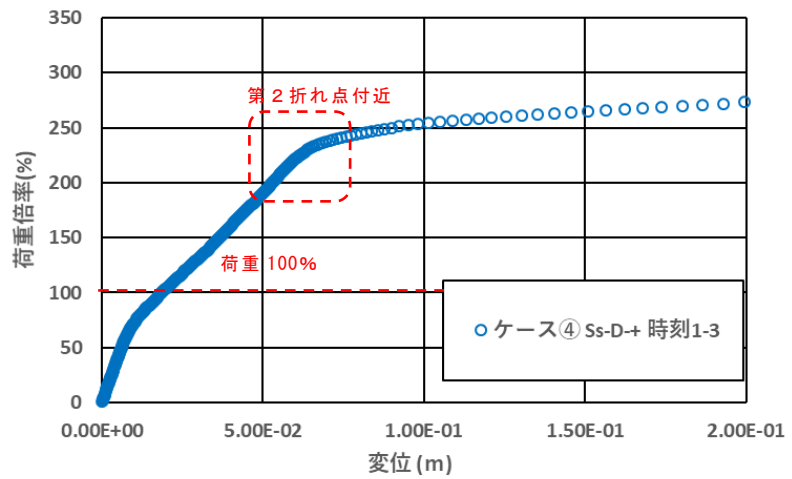


図 4-7 導流壁 4 に働く荷重倍率と相対変位の関係

5. まとめ

取水槽については、要求機能に応じた許容限界に基づき耐震評価を行っているが、要素の平均化を実施しても西側壁 1，東側壁 3 及び導流壁 1～5 において照査用ひずみ及びせん断力が許容限界を超過していた。そのため、当該部材について部材モデルを作成し、プッシュオーバー解析を実施することにより、荷重－変位曲線から部材全体で概ね弾性範囲にあることを確認した。以上より、西側壁 1，東側壁 3 及び導流壁 1～5 が部材としての健全性を有することを確認した。

参考資料3 3次元構造解析モデルの妥当性について

1. はじめに

取水槽は、複数の妻壁及び隔壁を有する複雑な構造物であるため、3次元構造解析により、構造部材の耐震評価を実施している。取水槽は、上流側から漸拡ダクト部、除じん機エリア、海水ポンプエリア及びストレーナーエリアの4つのエリアから構成されているが、耐震評価に使用する3次元構造解析モデルは、漸拡ダクト部を除くエリアを対象としてモデル化を実施している。

本検討では、耐震評価に使用する3次元構造解析モデルと、漸拡ダクト部をモデル化対象に含めた3次元構造解析モデルの解析結果を比較し、耐震評価に使用する3次元構造解析モデル化範囲に漸拡ダクト部を含めた場合の影響を確認する。

2. 検討内容

2.1 耐震評価に使用する3次元構造解析モデルの概要

取水槽の平面図を図2-1に示す。取水槽は、複数の妻壁及び隔壁を有する複雑な構造物であるため、3次元構造解析により、構造部材の耐震評価を実施している。3次元構造解析に用いる地震時荷重算出にあたり、図2-2～図2-4に示す除じん機エリア、海水ポンプエリア及びストレーナーエリアの中心を通る断面を地震時荷重算出断面としている。

図2-5に示す漸拡ダクト部については、除じん機エリア、海水ポンプエリア及びストレーナーエリア（3エリアを合わせて以下「取水槽本体」という。）と別施工となっており、取水槽本体は現場施工、漸拡ダクト部は別箇所にて制作し、現場に運搬後据え付けられたもので両エリア間には施工ジョイントがあり、止水を目的として図2-6に示す継手工が行われている。

継手部は1次止水処理としてゴムガスケット、2次止水処置としてM型ジョイントによる止水を行っている。また、不同沈下や地震時のずれ防止を目的としてスリップバーを配置し、止水機能保持を目的として2次コンクリートを打設している。

このことから、取水槽本体と漸拡ダクト部は主筋が連続しておらず、一体化していない（縁が切れている）ことを確認している。

以上を踏まえ、漸拡ダクト部を除いた除じん機エリア、海水ポンプエリア及びストレーナーエリアを3次元構造解析モデルのモデル化範囲とし、非線形シェル要素によりモデル化している。3次元構造解析モデルの鳥瞰図を図2-7に示す。

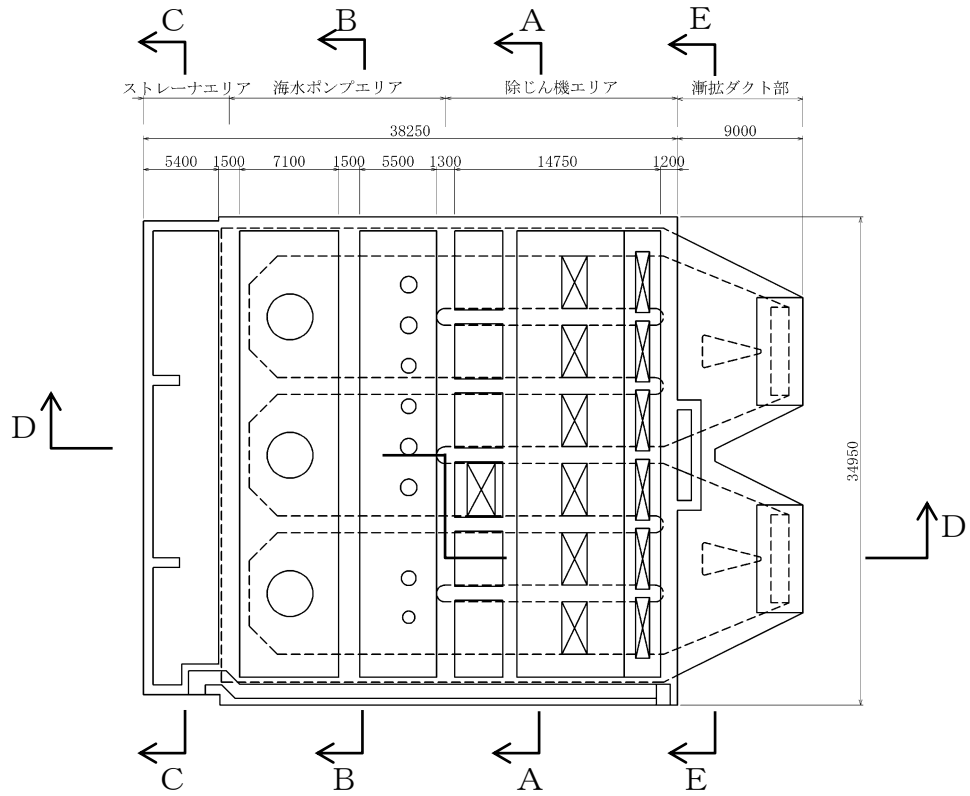


図 2-1 取水槽 平面図

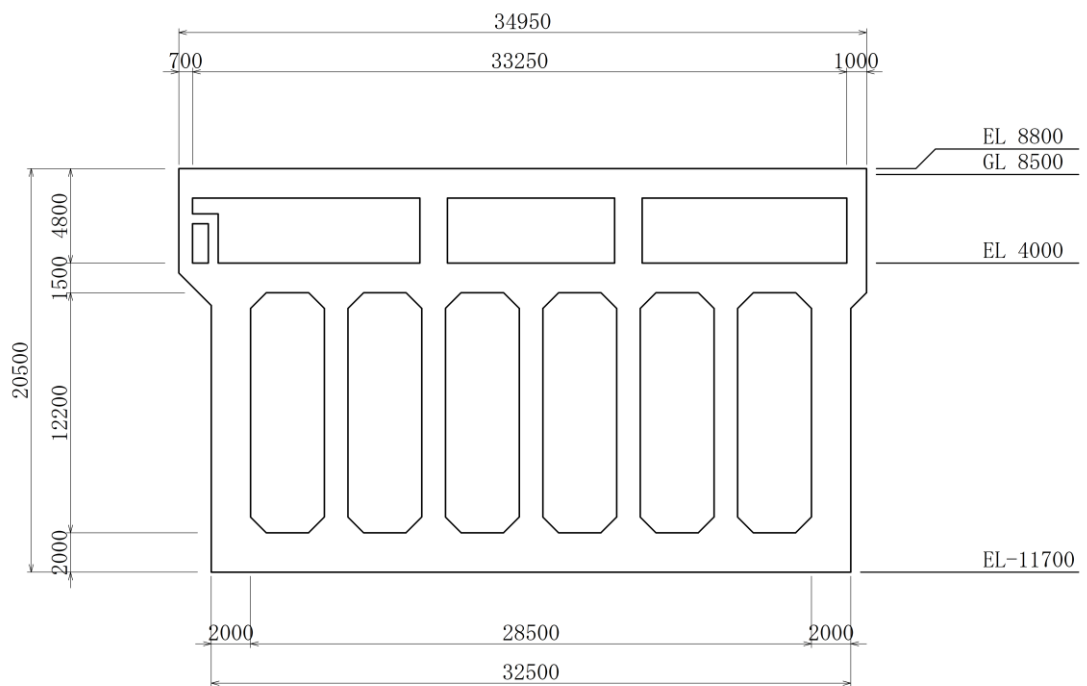


図 2-2 取水槽断面図 (除じん機エリア, A-A 断面)

参考 3-2

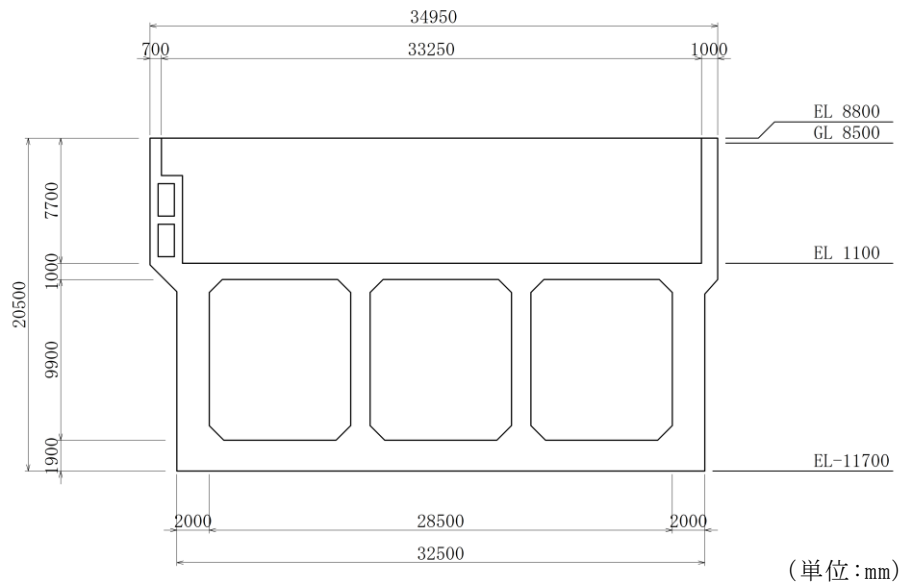


図 2-3 取水槽断面図 (海水ポンプエリア, B-B 断面)

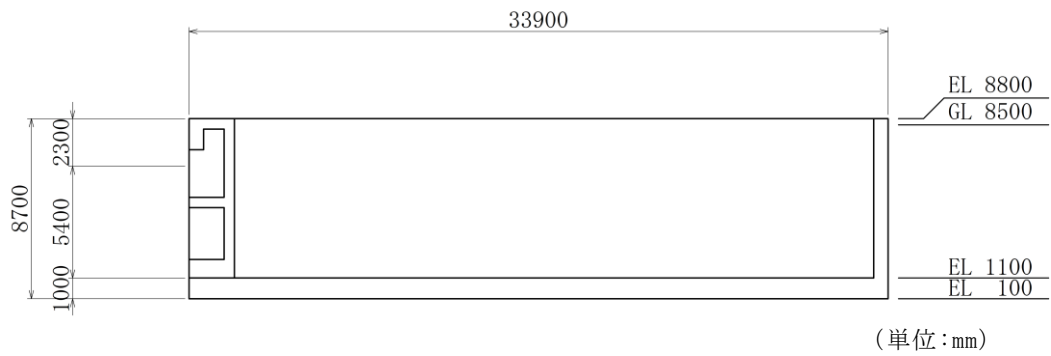


図 2-4 取水槽断面図 (ストレーナエリア, C-C 断面)

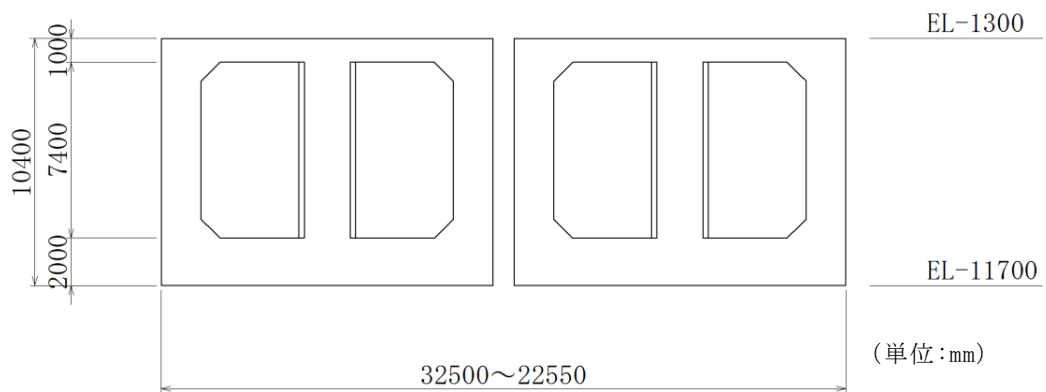
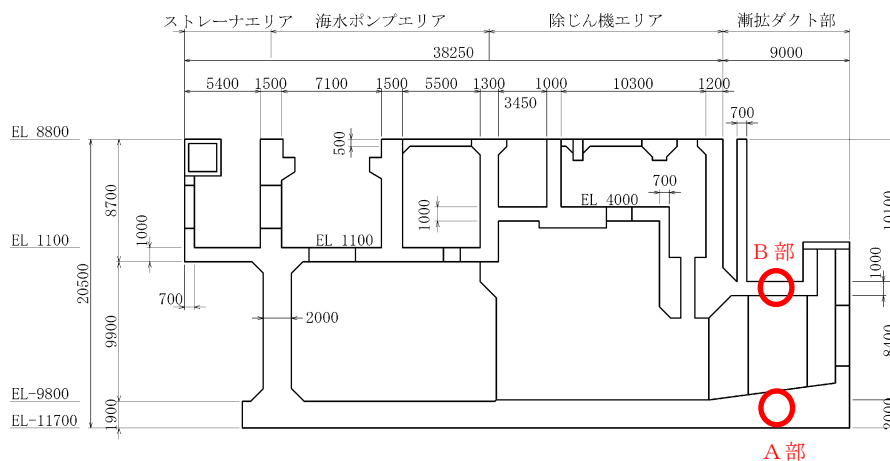
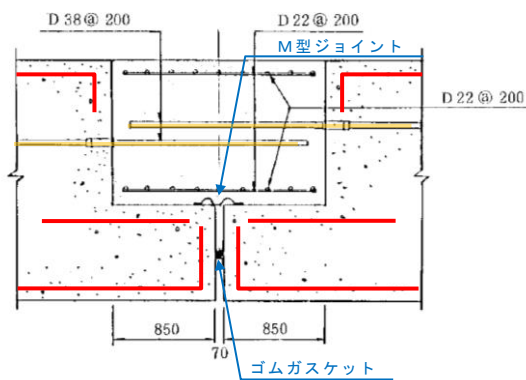


図 2-5 取水槽断面図 (漸拡ダクト部, E-E 断面)

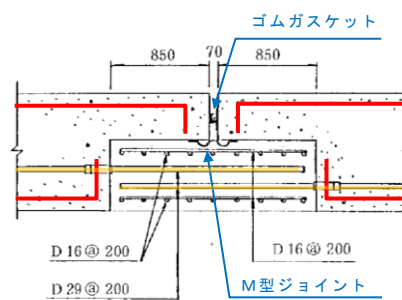
参考 3-3



(i) 継手部付近の縦断図



(ii) A部詳細 (底版)



(iii) B部詳細 (頂版)

注：工事記録に赤線で主筋を追記

図 2-6 取水槽 継手工概要図

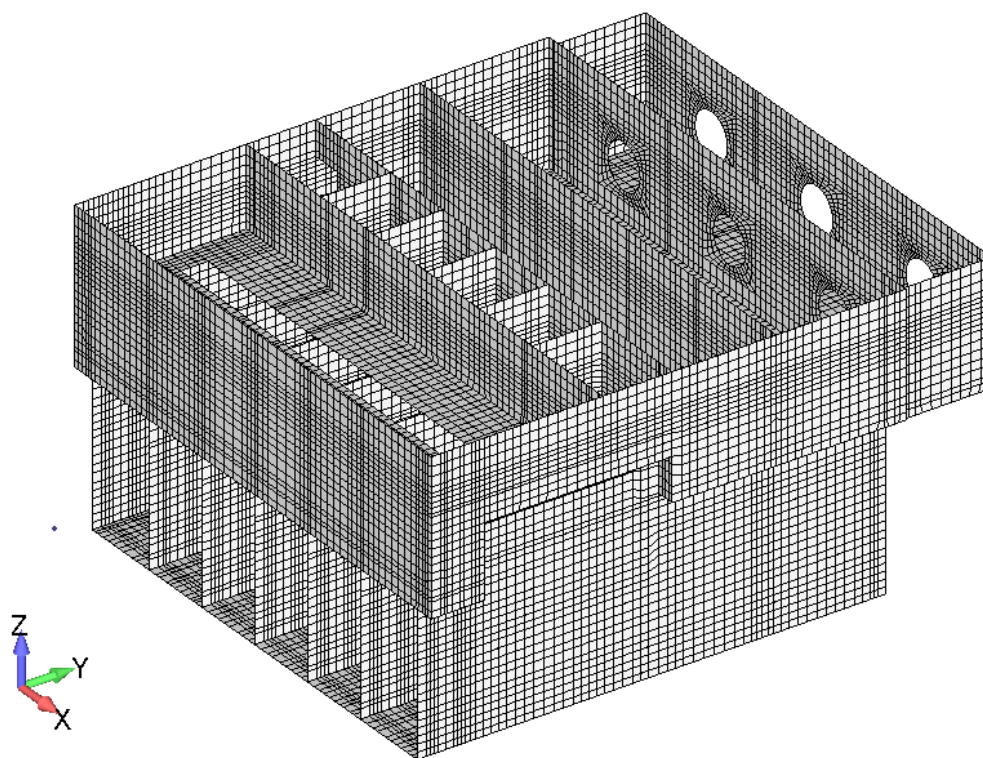


図 2-7 3次元構造解析モデル（鳥瞰図）

2.2 漸拡ダクト部をモデル化範囲に含めた3次元構造解析モデル

漸拡ダクト部については、「2.1 耐震評価に使用する3次元構造解析モデルの概要」で示したとおり、構造物単体としては剛であるため、他の断面による評価に包含されると判断できる。

一方で、ジョイント要素よりも手前の除じん機エリアと接続している漸拡ダクト部の一部区間については、除じん機エリアとの接合部周辺に悪影響を与えることが懸念されるため、図2-8に示す範囲の漸拡ダクト部を非線形シェル要素により3次元でモデル化し、耐震評価に使用する3次元構造解析モデルと、漸拡ダクト部をモデル化対象に含めた3次元構造解析モデルの解析結果を比較する。

図2-9に漸拡ダクト部をモデル化対象に含めた3次元構造解析モデルの鳥瞰図を示す。漸拡ダクト部のモデル化に当たっては、図2-10に示す概略配筋図（E-E断面）をもとに寸法及び鉄筋量を設定する。また、漸拡ダクト部の剛域設定については、図2-11に示すとおりとする。

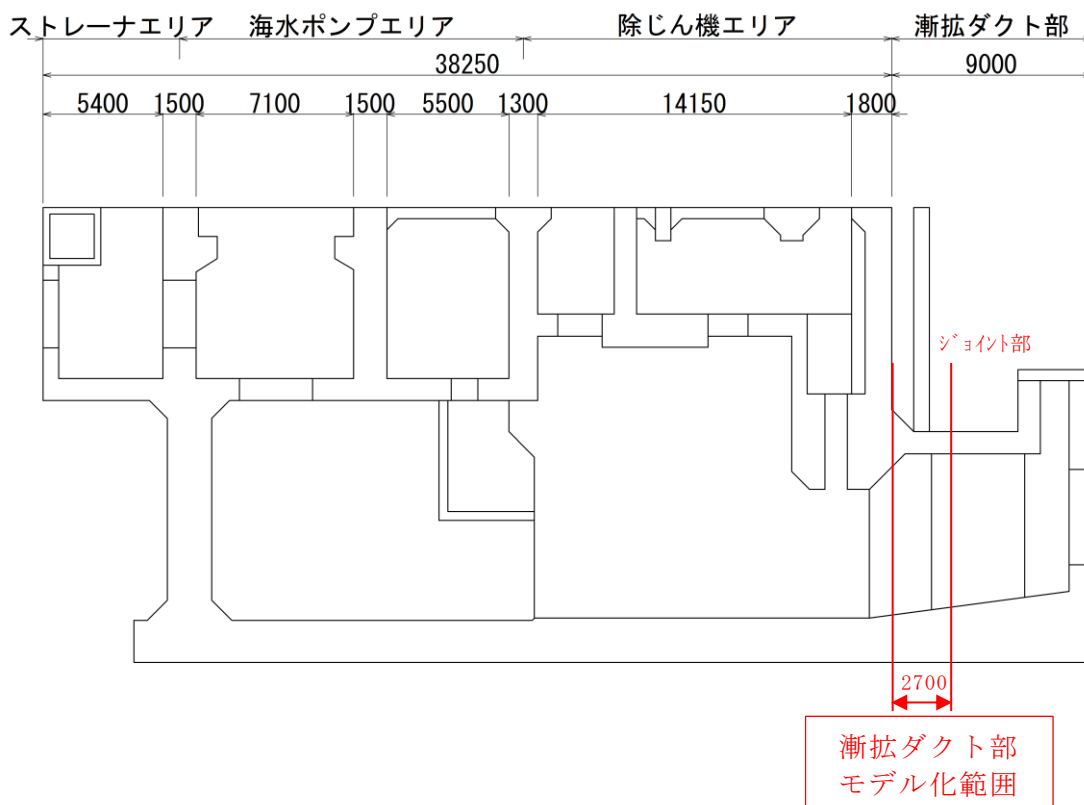


図2-8 取水槽縦断面（D-D断面）

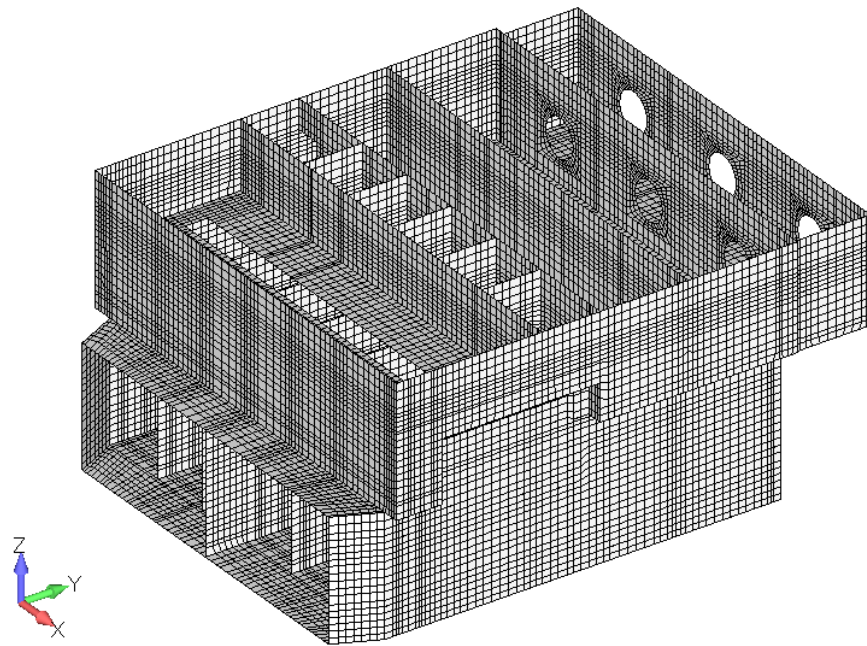


図 2-9 漸拡ダクト部をモデル化対象に含めた 3 次元構造解析モデル（鳥瞰図）

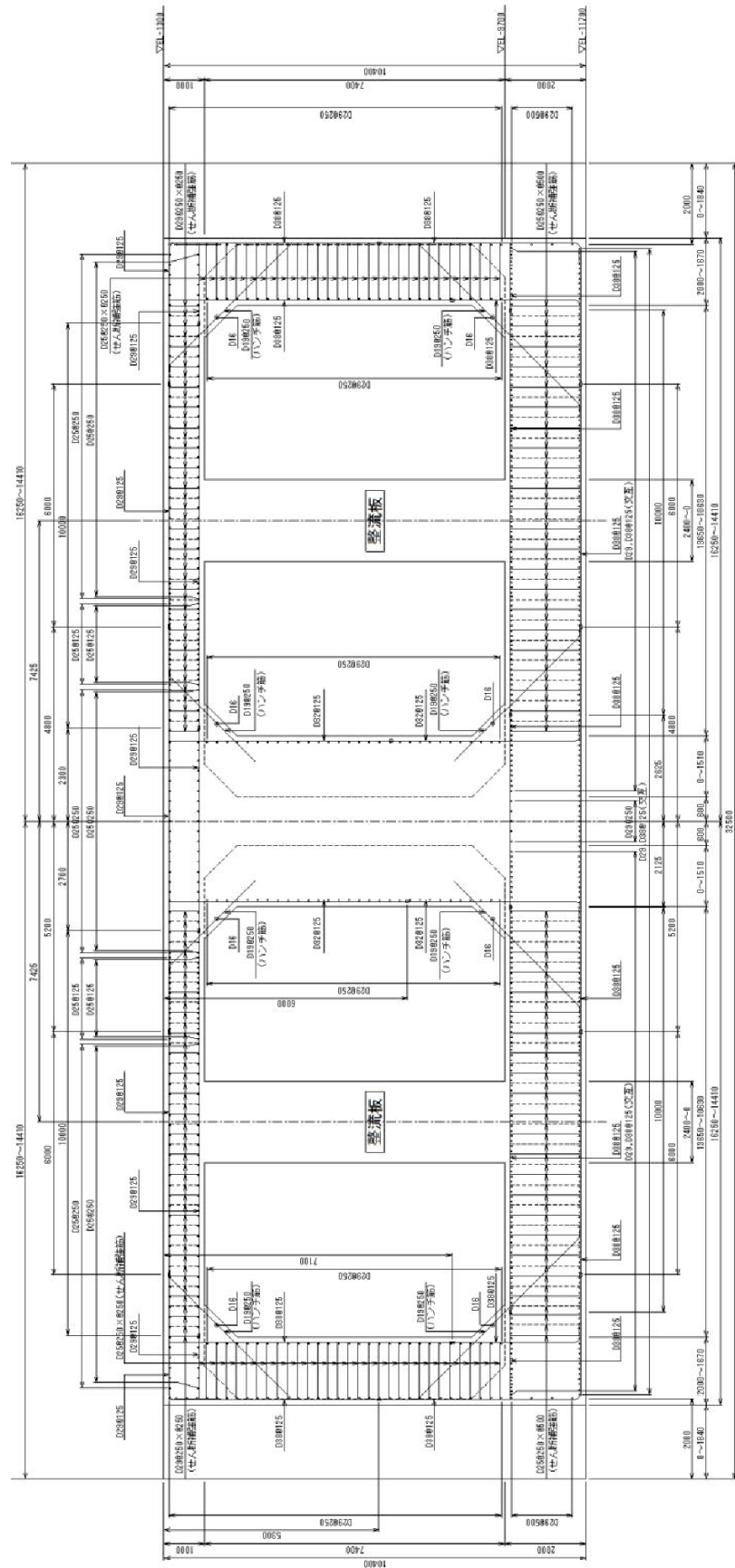


図 2-10 概略配筋図 (E-E 断面)
参考 3-8

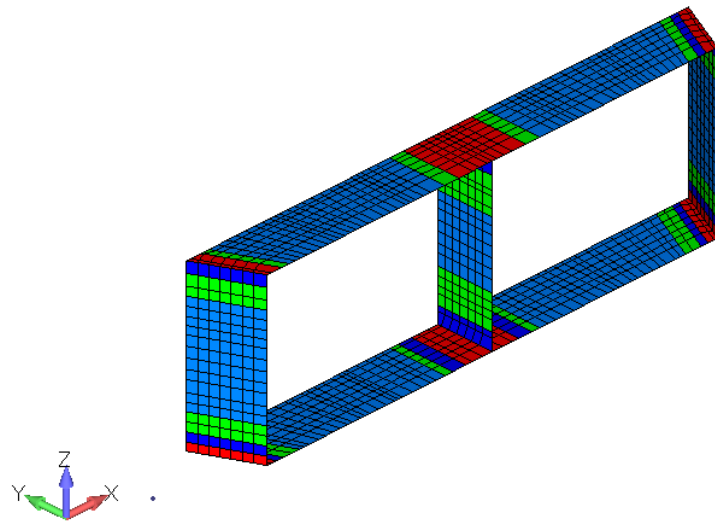


図 2-11 漸拡ダクト部 剛域設定範囲（赤範囲：剛域）

2.3 検討条件

2.3.1 検討ケース

漸拡ダクト部が存在することにより，除じん機エリアとの接合部周辺に与える影響を確認するため，除じん機エリアとの接合部周辺の照査値が厳しくなると考えられる地震動，解析ケース，時刻を用いて3次元構造解析を実施する。

表2-1に検討ケース及びケース選定の考え方を示す。1方向の検討においては，漸拡ダクト部と接する部材（底版，中床版，側壁，導流壁，妻壁）について，曲げ・軸力系の破壊に対する照査値及びせん断破壊に対する照査値を確認し，照査値が最大となる地震動・時刻を選定する。照査結果を表2-2に示す。

2方向の検討においては，本文「6.3.4 水平2方向載荷による評価結果」に示す地震動・時刻を使用する。

表2-1 検討ケース及びケース選定の考え方

No.	加振方向	地震動	解析ケース	時刻	ケース選定の考え方
1	1方向 (東西)	S s - D (-+)	ケース④	8.94s	・ 漸拡ダクト部と接する部材（底版，中床版，側壁，導流壁，妻壁）の曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊に対する照査値が最大となる地震動・時刻
2	2方向	S s - D (-+)	主方向 ケース② 従方向 ケース⑦	30.73s	・ 「6.3.4 水平2方向載荷による評価結果」に示す地震動・時刻
3		S s - D (++)	主方向 ケース① 従方向 ケース⑥	30.73s	

表 2-2 照査結果（1方向検討ケース選定用）

（曲げ・軸力系の破壊に対する照査）

評価位置*	最大照査用 圧縮縁ひずみ (μ)	地震動	解析ケース	時刻
底版	968	S s - D (- +)	ケース④	時刻 1
中床版	3117	S s - D (- +)	ケース④	時刻 1
側壁	1652	S s - D (- +)	ケース④	時刻 1
導流壁	2129	S s - D (- +)	ケース④	時刻 1
妻壁	752	S s - D (- +)	ケース④	時刻 1

（せん断破壊に対する照査）

評価位置*	最大照査値	地震動	解析ケース	時刻
底版	0.68	S s - D (- +)	ケース④	時刻 7
中床版	-	-	-	-
側壁	0.93	S s - D (- +)	ケース④	時刻 1
導流壁	0.81	S s - D (- +)	ケース④	時刻 1
妻壁	0.30	S s - D (- +)	ケース④	時刻 2

注記*：評価位置を図 2-12 に示す。

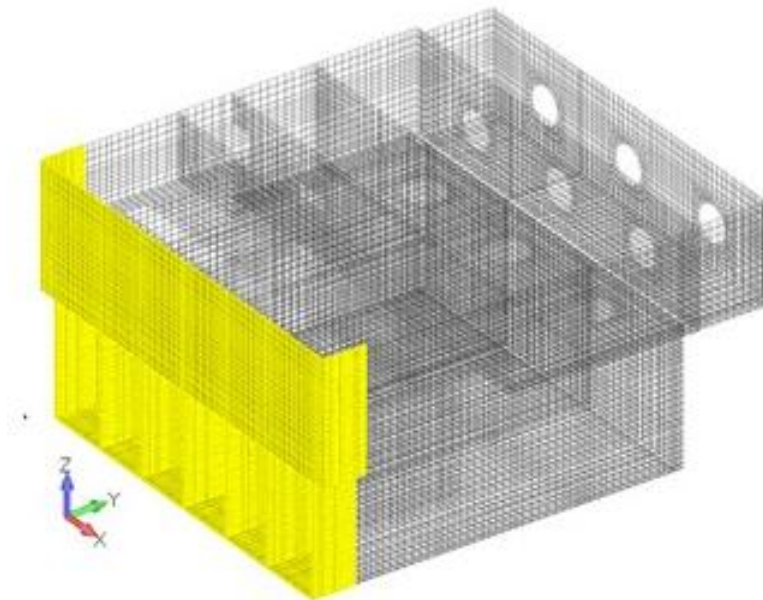


図 2-12 1方向検討ケース選定用評価部材位置

2.3.2 漸拡ダクト部の境界条件

常時及び地震時の境界条件及び荷重条件の概要を図 2-13 に示す。漸拡ダクト部底面の地盤ばねについては、耐震評価に使用する 3 次元構造解析モデルで算出した取水槽底面のばね剛性を使用する。

漸拡ダクト部に与える荷重については、除じん機エリアに発生する常時及び地震時の荷重を設定する。漸拡ダクト部における荷重の組合せを表 2-3 に示す。

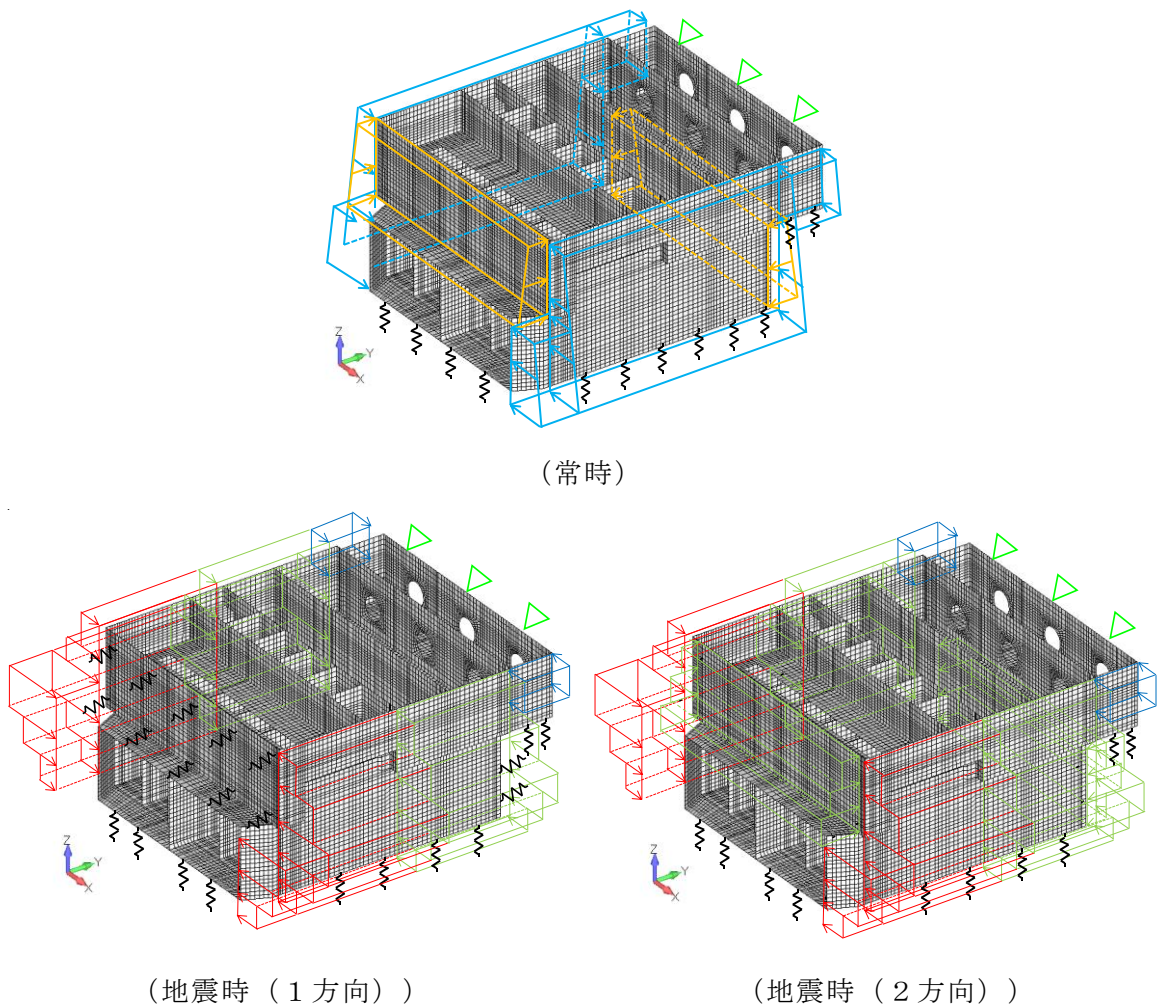


図 2-13 境界条件及び荷重条件のイメージ図

表 2-3 漸拡ダクト部の荷重条件

種別	荷重*
常時荷重	静止土圧
	静水圧
地震時荷重	地震時増分荷重
	慣性力
	動水圧

注記*：荷重のかかる位置（高さ）に応じた除じん機エリアの荷重を使用

2.3.3 比較項目

耐震評価に使用する3次元構造解析モデルと、漸拡ダクト部をモデル化対象に含めた3次元構造解析モデルの解析結果を比較に当たり、漸拡ダクト部と除じん機エリアの接合部周辺に与える影響を確認するため、断面力分布図により評価を実施する。評価における着目点を表2-4に示す。

表 2-4 解析結果の評価における着目点

比較項目	着目点
断面力	<ul style="list-style-type: none"> ・ 漸拡ダクト部モデル化の有無によって、発生断面力の分布の傾向が大きく変わっていないか ・ 漸拡ダクト部と除じん機エリアの接合部周辺に応力集中していないか ・ 発生断面力の最大値が大幅に変動していないか

3. 比較結果

3.1 比較結果（1方向加振（No.1））

1方向加振（東西方向）による影響検討は、導流壁及び側壁の面外変形に影響を及ぼすと考えられるため、図3-1に示す断面力に着目して確認する。

図3-2及び図3-3に断面力のコンター図を示す。曲げモーメント及びせん断力とも、漸拡ダクト部のモデル化の有無による違いは見られず、**おおむね**同様の断面力分布となっている。また、妻壁や側壁等、漸拡ダクト部の接続部に応力集中が発生していないことから、漸拡ダクト部のモデル化による取水槽本体への影響はほぼないものと考えられる。

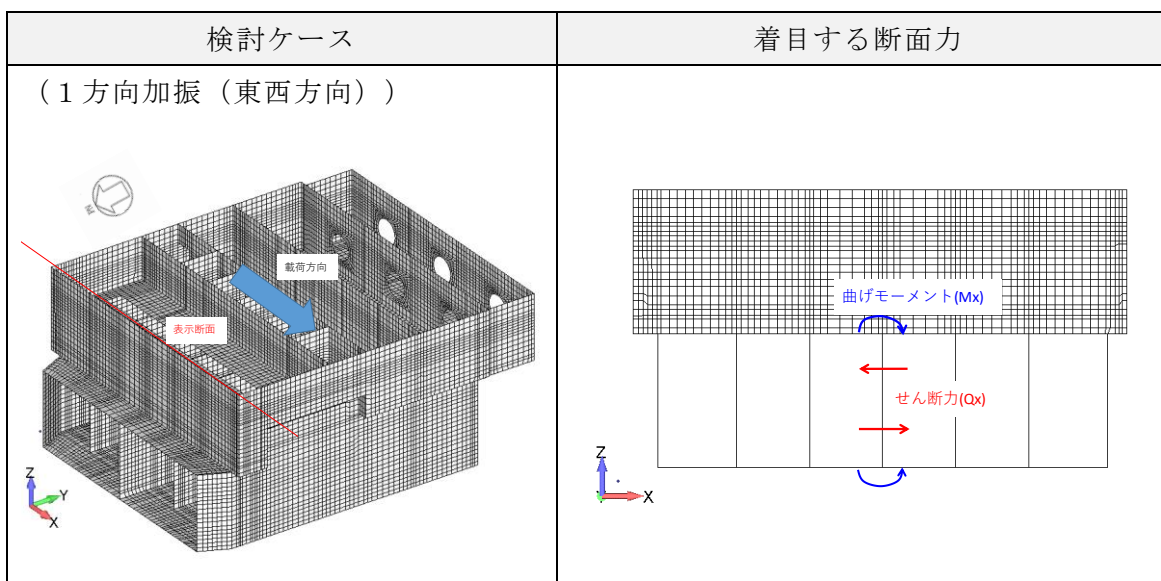


図3-1 着目する断面力

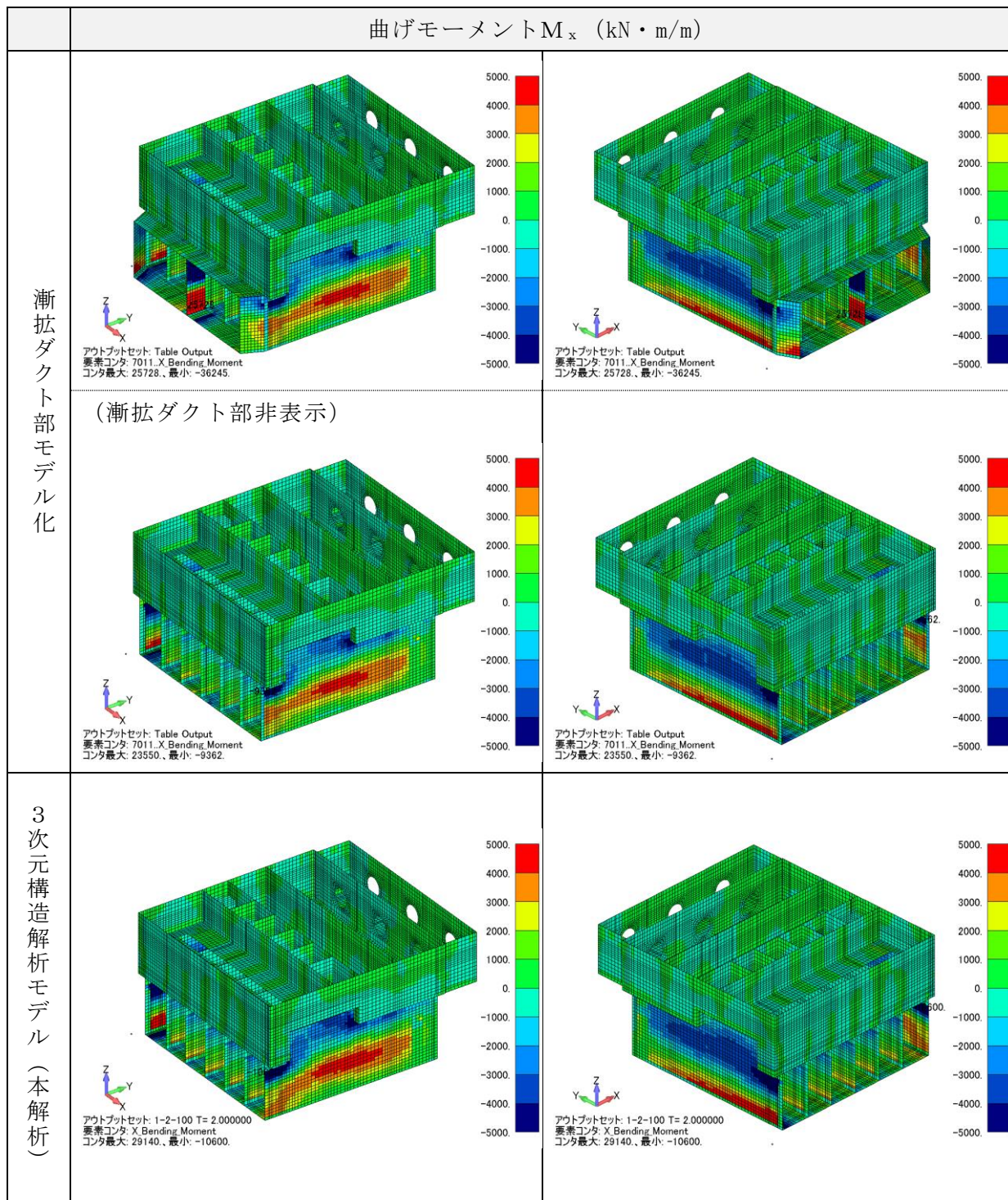


図 3-2 断面力図 (曲げモーメント M_x (kN・m/m), No. 1)

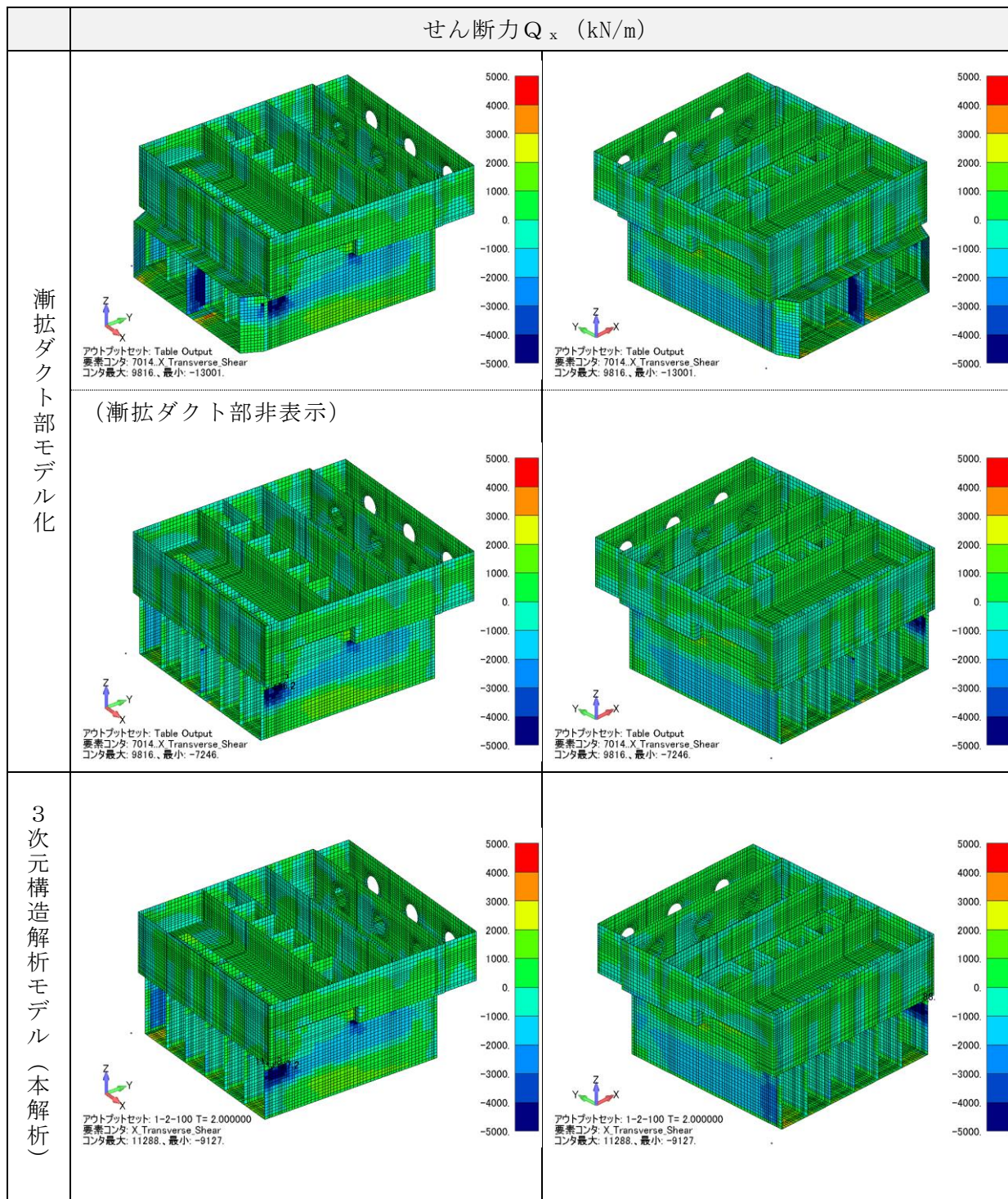


図 3-3 断面力図 (せん断力 Q_x (kN/m), No. 1)

3.2 比較結果（2方向加振（No.2 及び No.3））

2方向加振による影響検討は、導流壁及び側壁の面外変形に加え、妻壁及び隔壁の面外変形に影響を及ぼすと考えられるため、図3-4に示す断面力に着目して確認する。

ケース No.2 の断面力分布図を図3-5～図3-9にケース、ケース No.3 の断面力分布図を図3-9～図3-14に示す。軸力、曲げモーメント及びせん断力とも、漸拡ダクト部のモデル化の有無による違いは見られず、**おおむね**同様の断面力分布となっている。また、妻壁や側壁等、漸拡ダクト部の接続部に応力集中が発生していないことから、漸拡ダクト部のモデル化による取水槽本体への影響はほぼないものと考えられる。

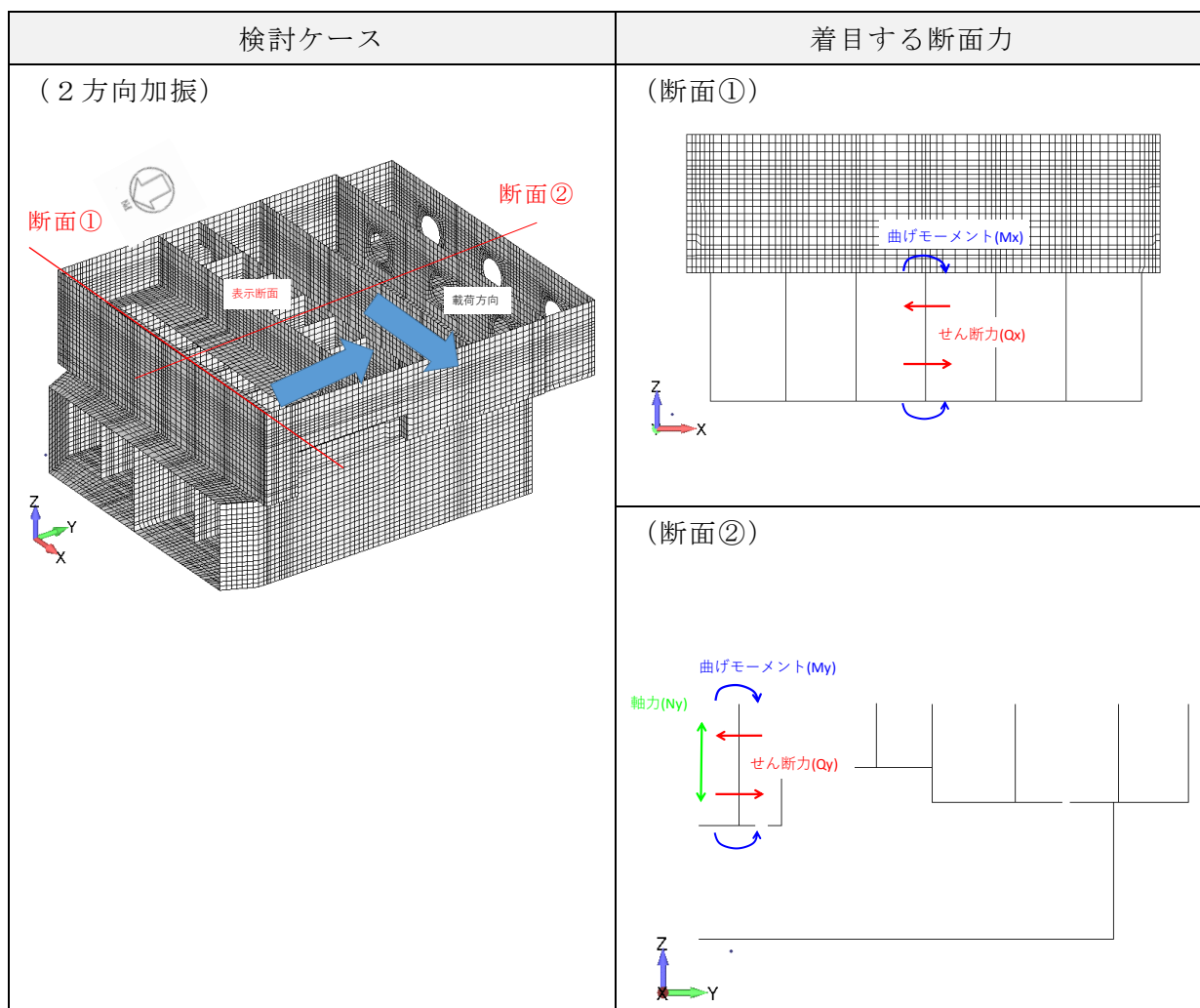


図3-4 着目する断面力

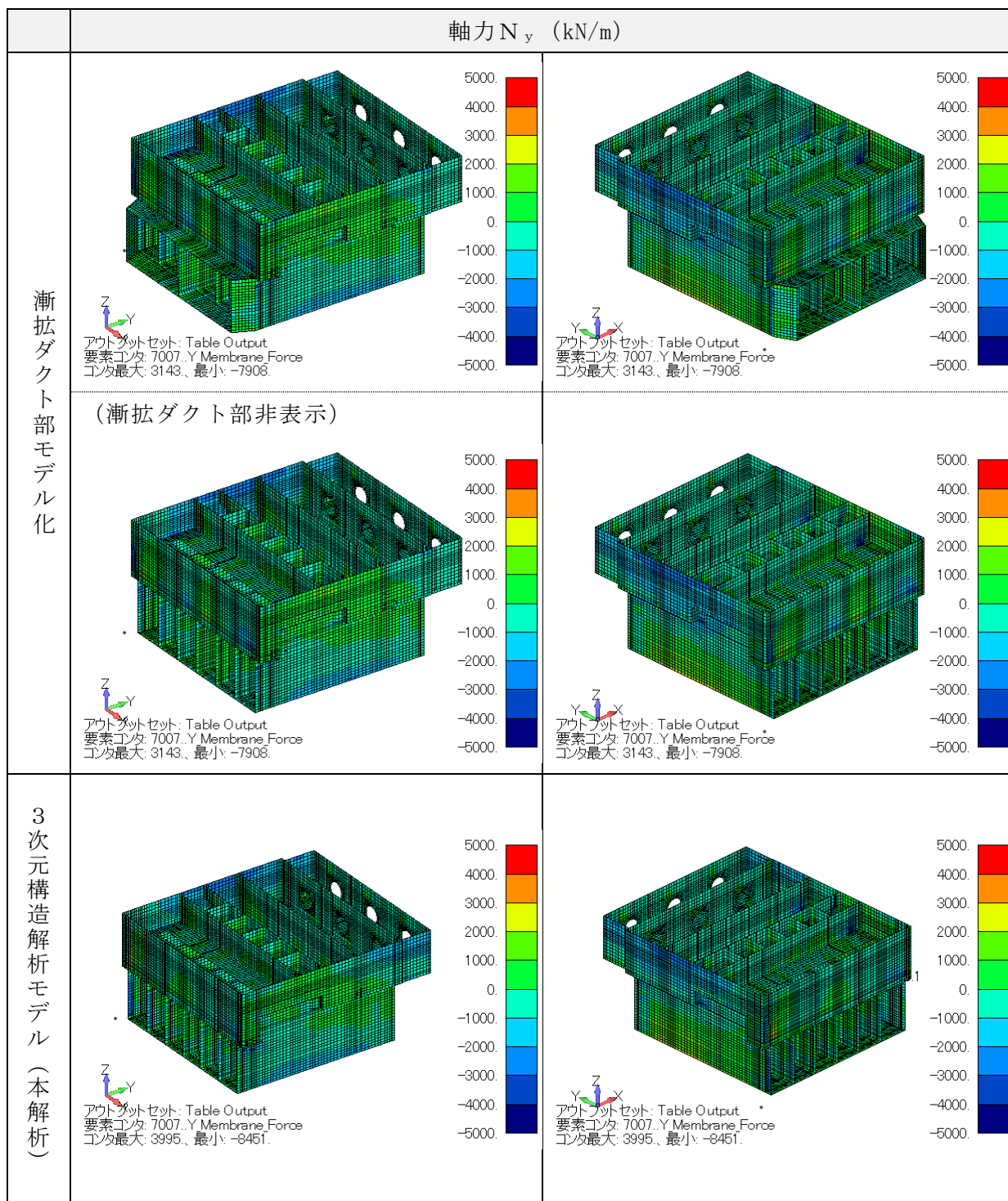


図 3-5 断面力図 (軸力 N_y (kN/m), No. 2)

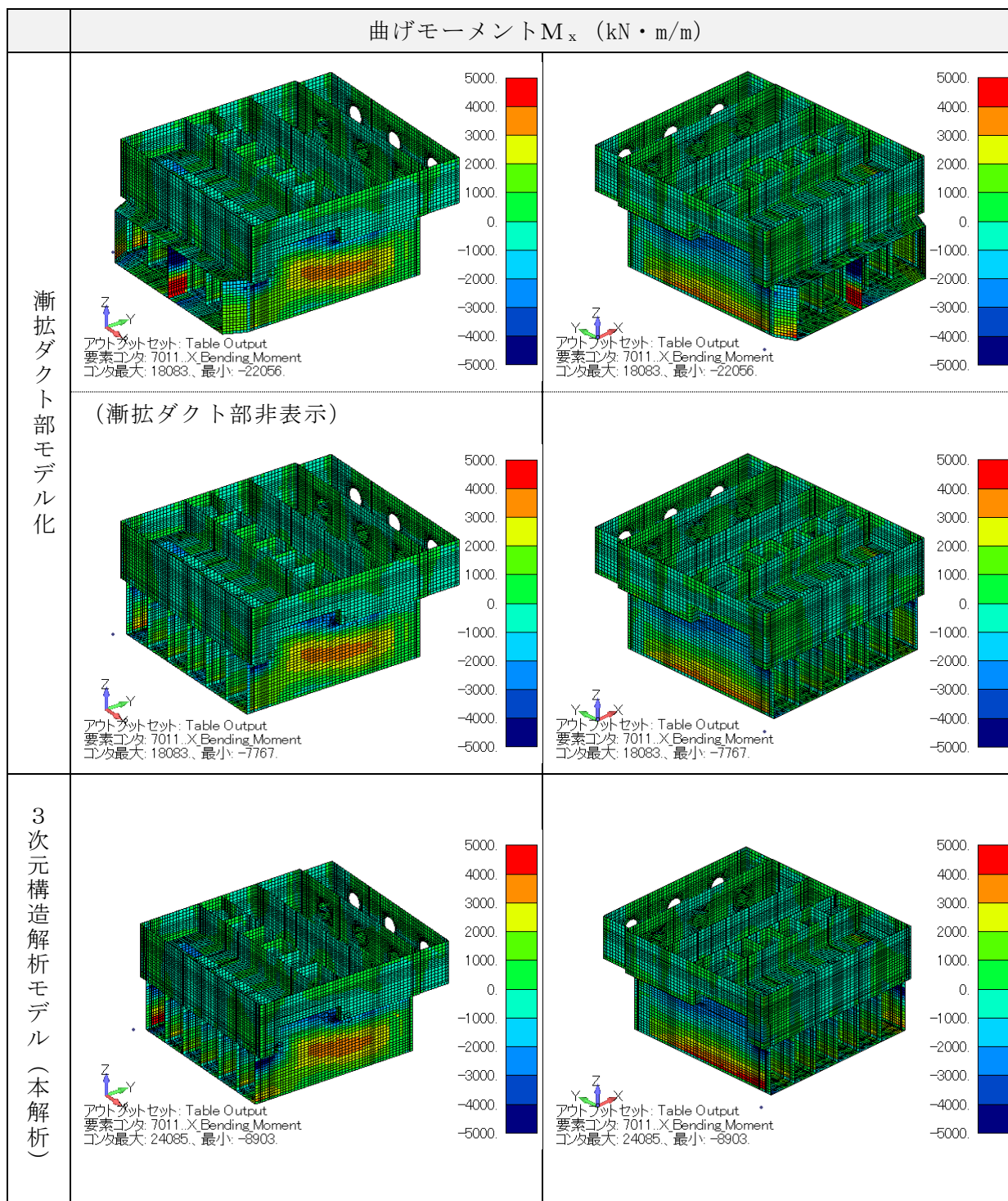


図 3-6 断面力図 (曲げモーメント M_x (kN・m/m), No. 2)

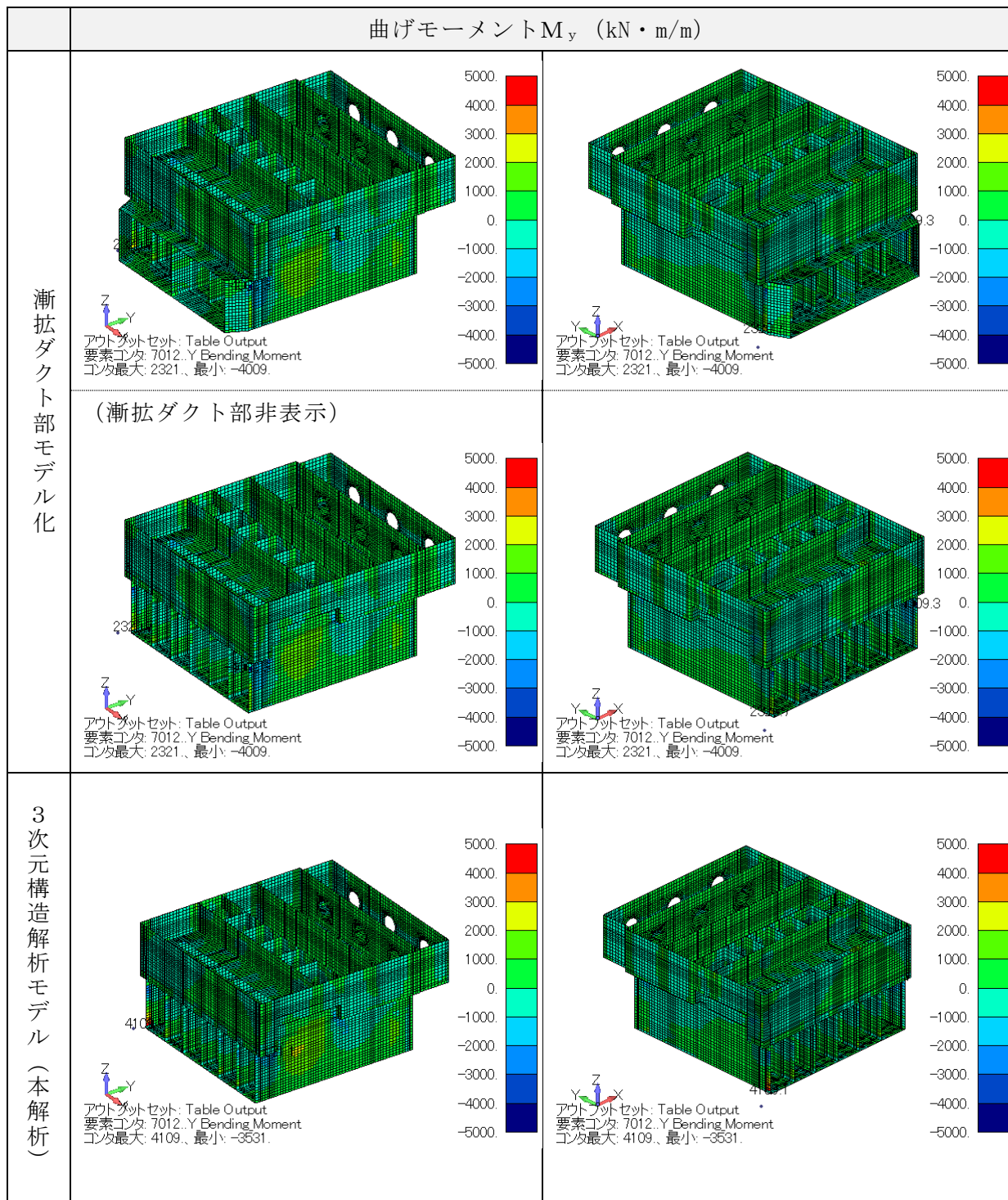


図 3-7 断面力図 (曲げモーメント M_y (kN・m/m), No. 2)

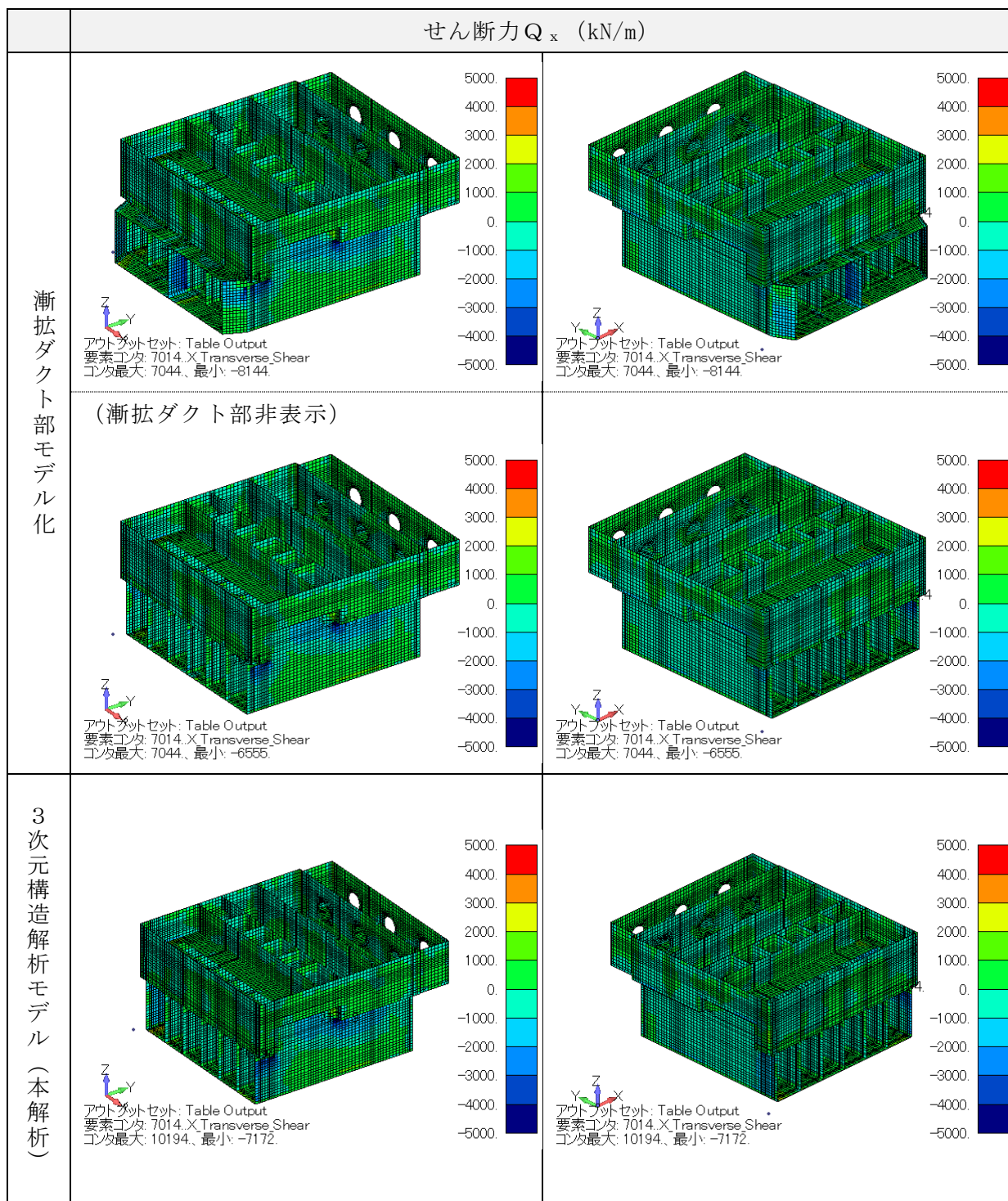


図 3-8 断面力図 (せん断力 Q_x (kN/m), No. 2)

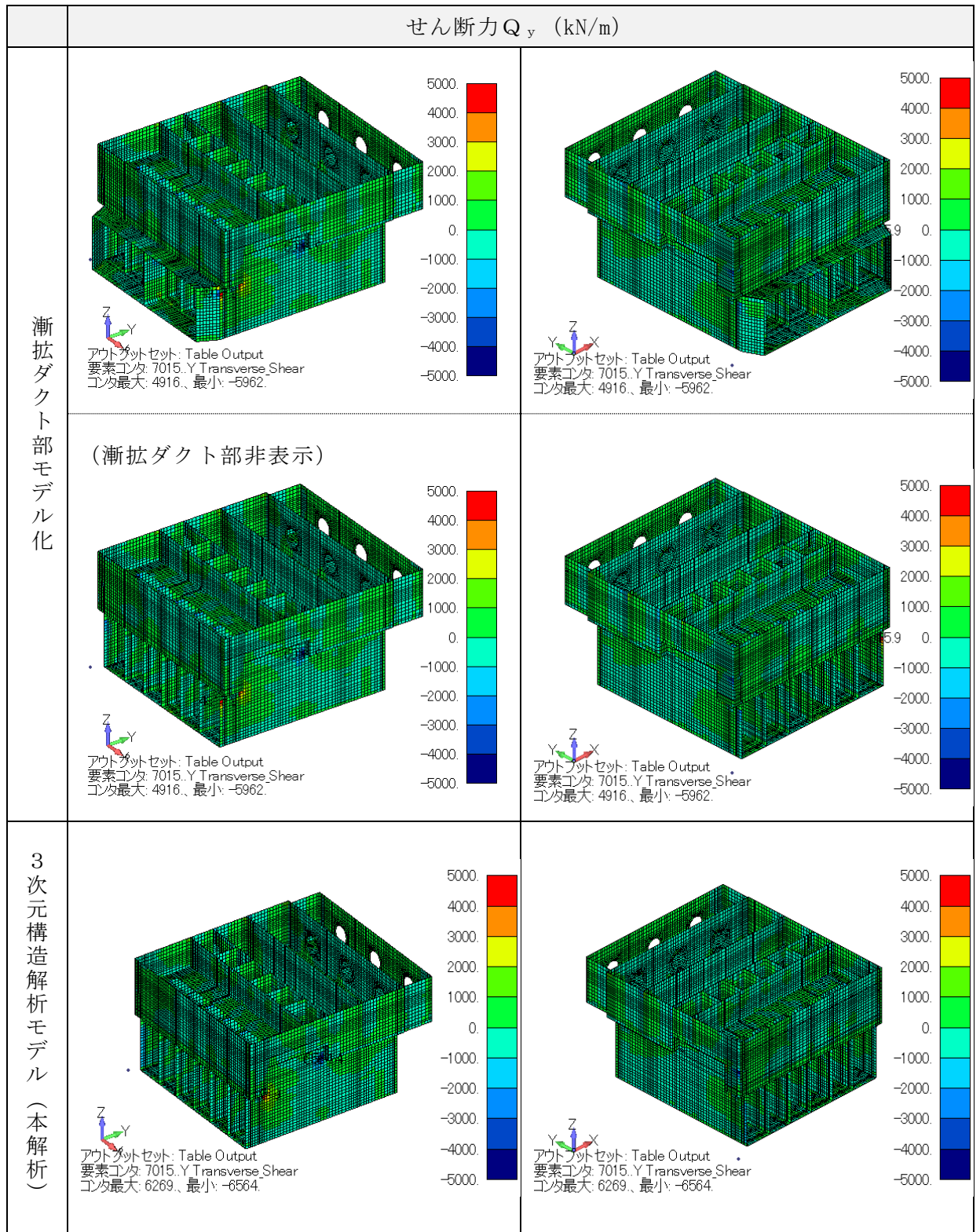


図 3-9 断面力図 (せん断力 Q_y (kN/m), No. 2)

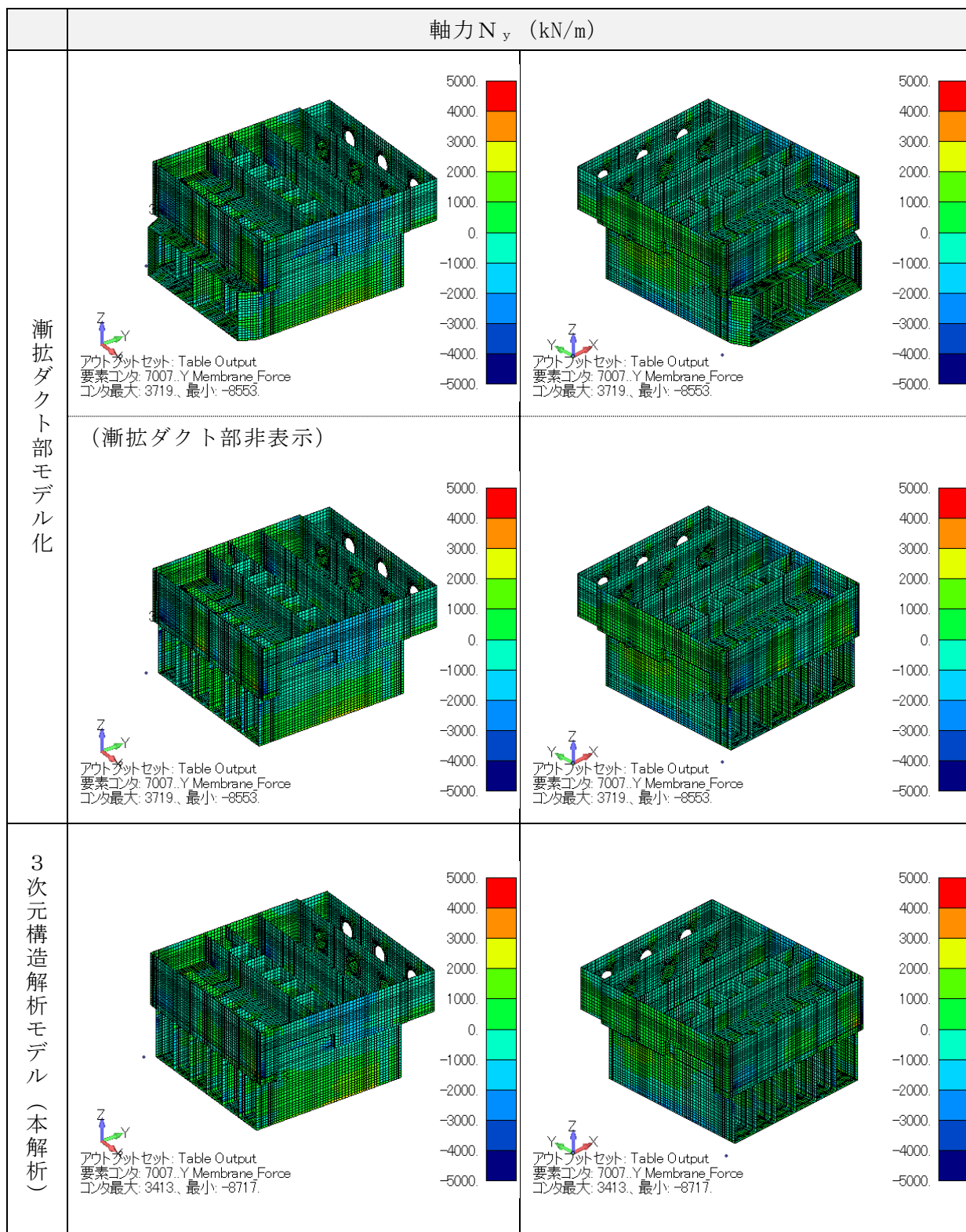


図 3-10 断面力図 (軸力 N_y (kN/m), No. 3)

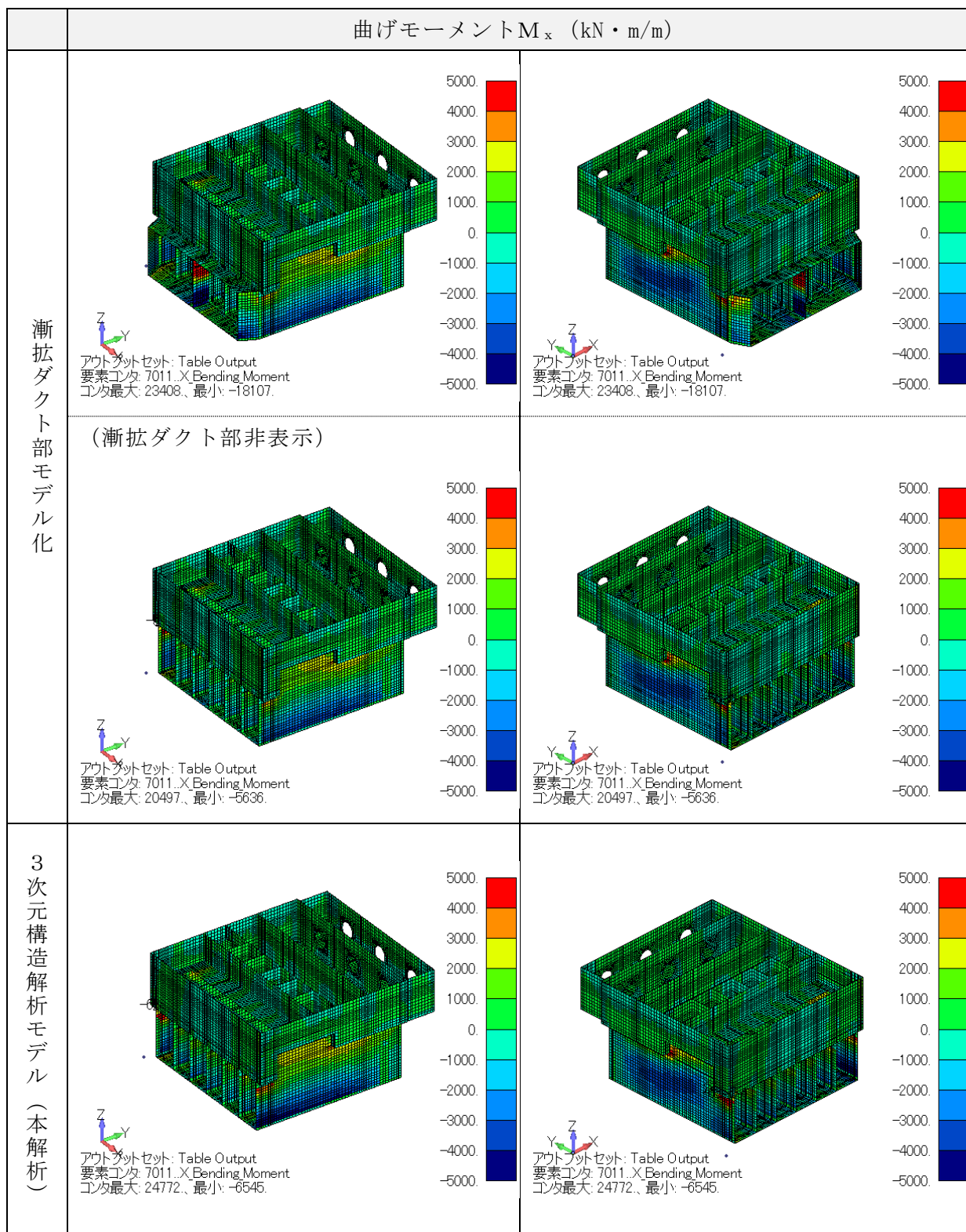


図 3-11 断面力図 (曲げモーメント M_x (kN・m/m), No. 3)

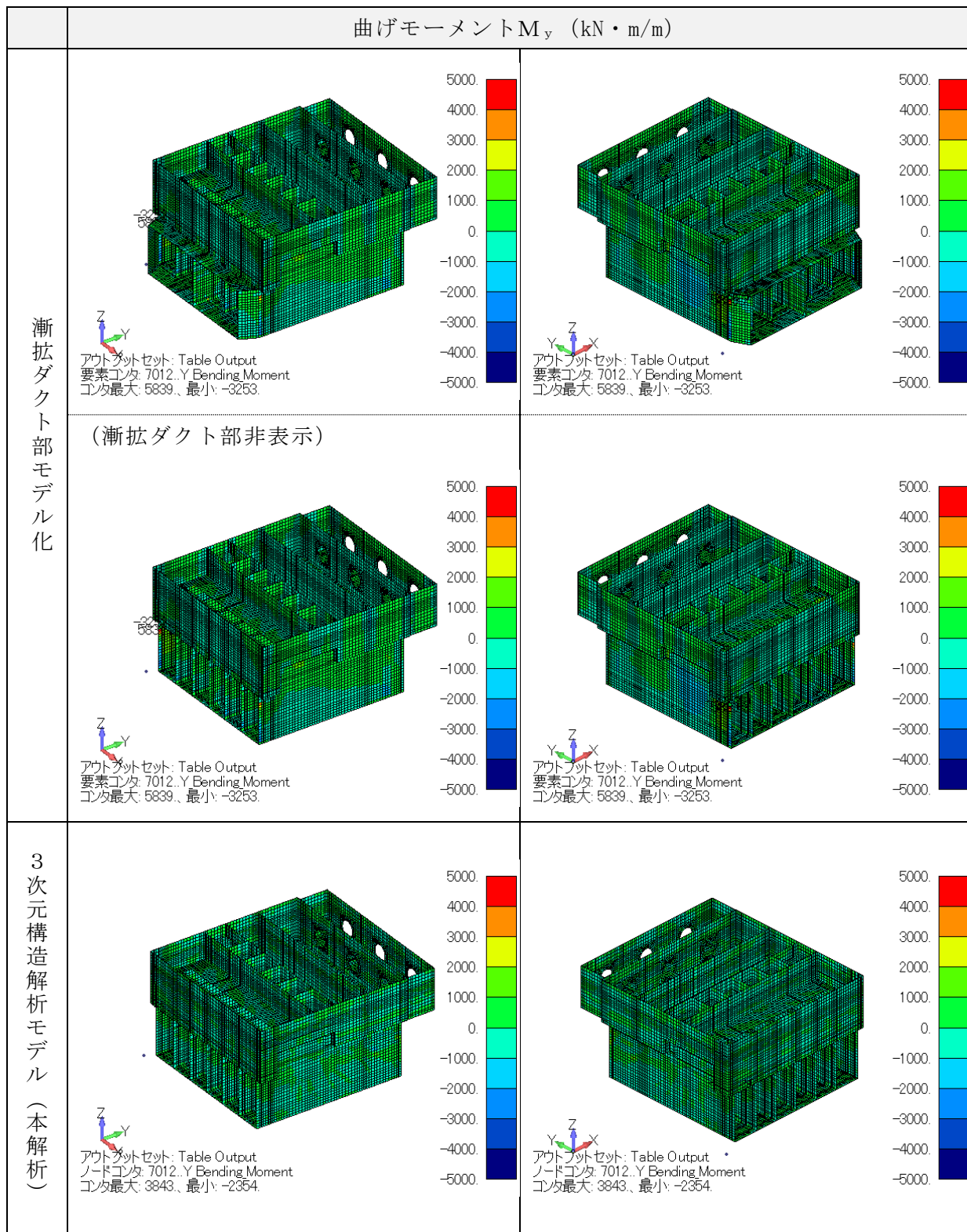


図 3-12 断面力図 (曲げモーメント M_y (kN・m/m), No. 3)

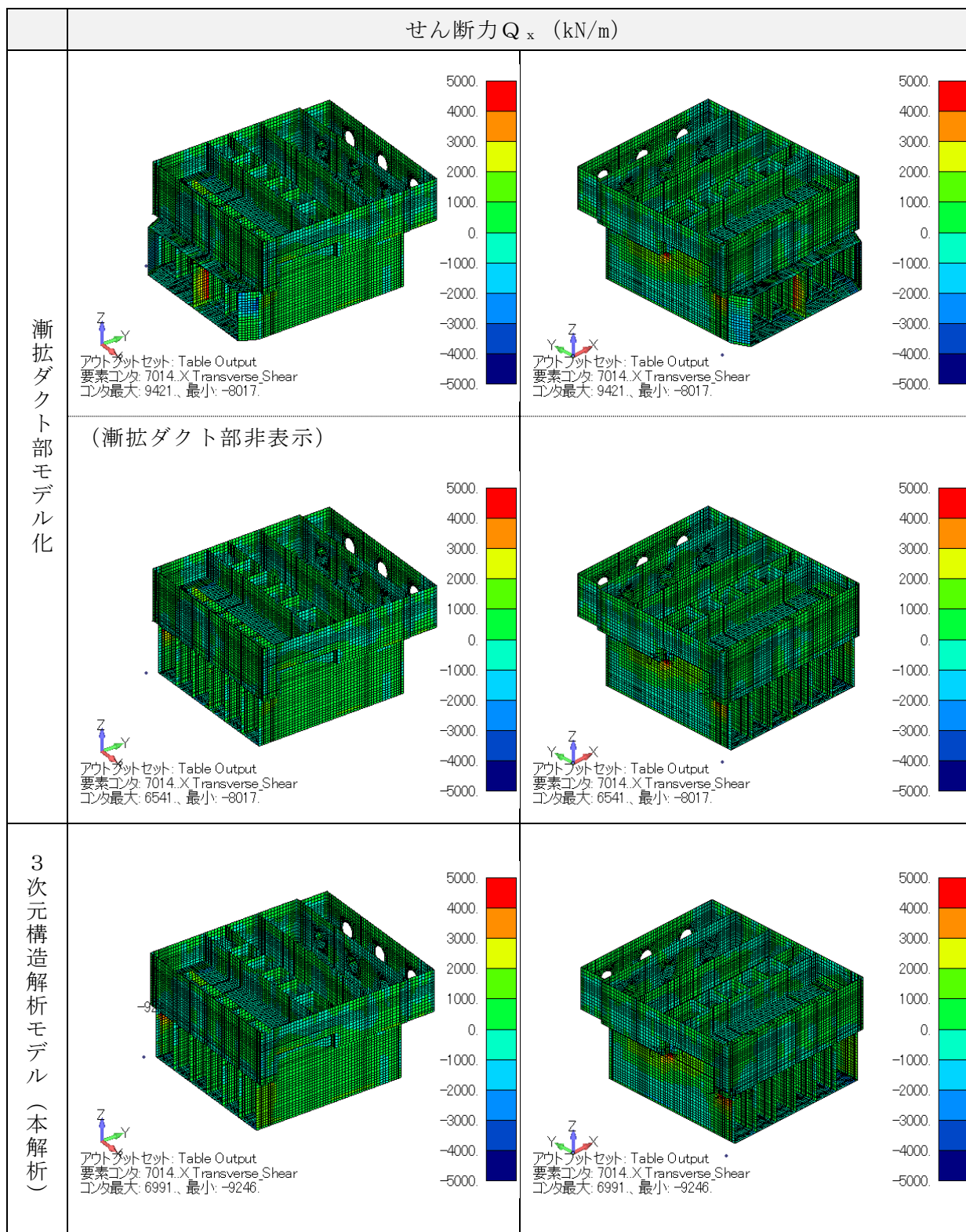


図 3-13 断面力図 (せん断力 Q_x (kN/m), No. 3)

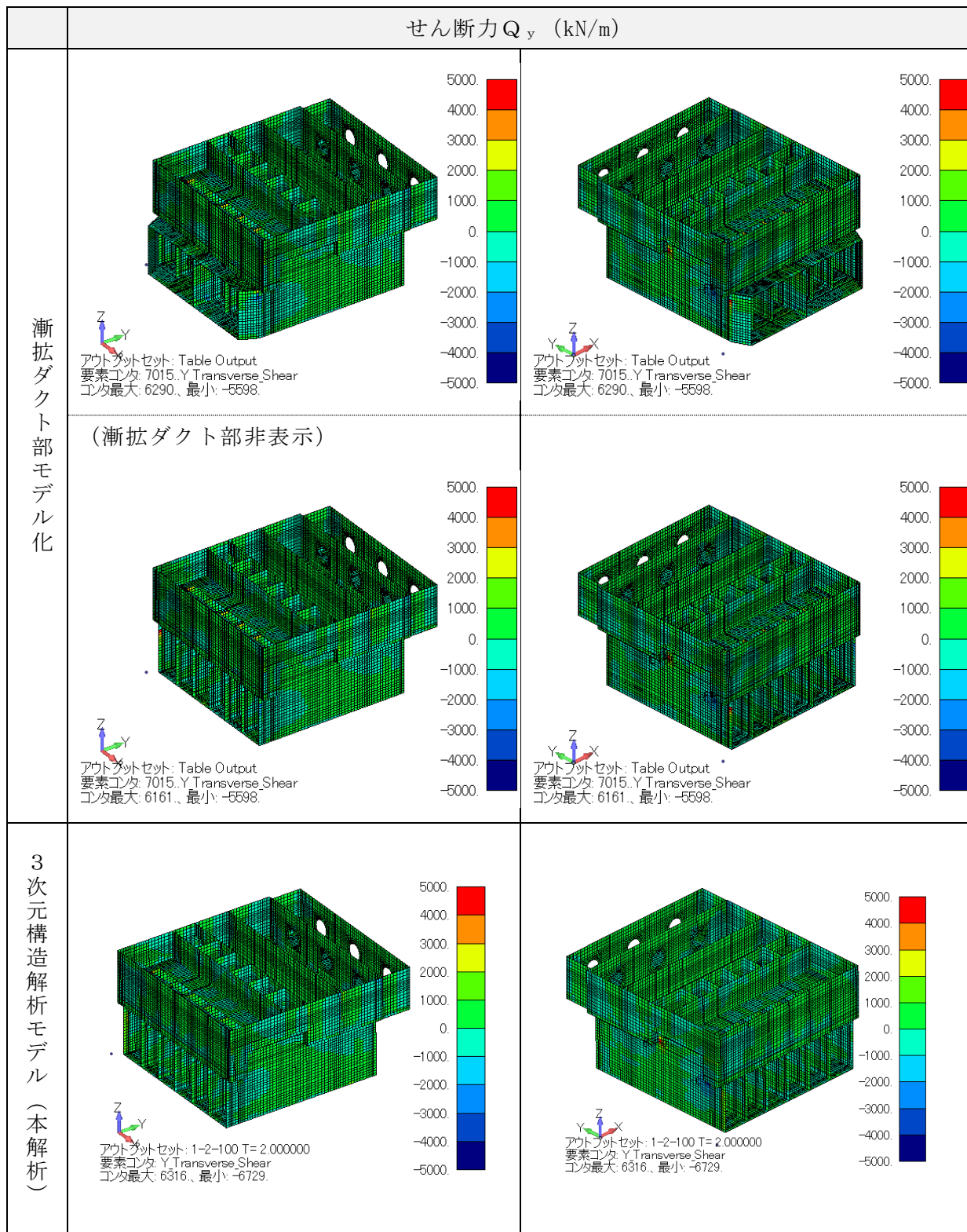


図 3-14 断面力図 (せん断力 Q_y (kN/m), No. 3)

4. まとめ

取水槽の耐震評価に使用する 3次元構造解析モデルに漸拡ダクト部を含めた場合の影響を確認するため、漸拡ダクト部をモデル化対象に含めた 3次元構造解析モデルとの比較検討を実施した結果、漸拡ダクト部のモデル化の有無による断面力の違いは見られず、また、漸拡ダクト部の接続部に応力集中が発生していないことから、漸拡ダクト部のモデル化による取水槽本体への影響はほぼないものと考えられる。

以上から、漸拡ダクト部をモデル化していない現行の 3次元構造解析モデルが妥当であることを確認した。

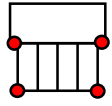
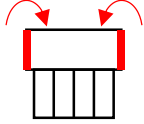
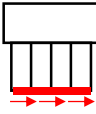
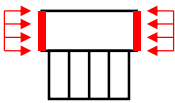
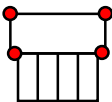
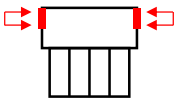
参考資料 4 照査時刻の選定の妥当性について

1. はじめに

取水槽の構造部材の健全性評価については、構造的特徴を踏まえ、損傷モードごと及び部材ごとに評価が厳しくなる照査時刻（表 1-1）を選定している。取水槽の地震応答解析断面は除じん機エリア，海水ポンプエリア及びストレーナエリアの 3 断面あり，除じん機エリア及び海水ポンプエリアについては 1 断面当たり 9 時刻，ストレーナエリアについては 8 時刻選定し，地震動 1 波あたり 26 時刻の照査を 3 次元構造解析により耐震評価を実施している。なお，表 1-1 に示すとおり，右向き・左向きに，荷重の載荷方向に着目して時刻を選定している。

本検討では，表 1-1 に示す照査時刻（26 時刻）における地震時荷重の包絡（以下「照査時刻包絡荷重」という。）と全時刻における地震時荷重の包絡（以下「全時刻包絡荷重」という。）の深度分布を比較し，照査時刻以外の荷重状態が，耐震評価に影響を及ぼすことなく時刻選定が妥当であることを検証する。

表 1-1 照査時刻の考え方 (1 断面当たり*)

照査時刻	損傷モード	着目部位		荷重抽出時刻	抽出する応答値
時刻 1	曲げ・軸力系の破壊	壁 (面外)		下部構造における頂底板間の層間変位が最大となる時刻	中部 2 節点, 下部 2 節点の応答変位を用いて回転成分を除去した層間変位
時刻 2	曲げ・軸力系の破壊	壁 (面外)		上部構造における各側壁の転倒曲げモーメントが最大となる時刻	(上部構造に隣接する側面地盤水平土圧+上部構造側壁の慣性力)×上部構造のアーム長の積算値
時刻 3					
時刻 4	せん断破壊 (面外)	壁 (面外)		総水平荷重が最大となる時刻	底面地盤せん断応力の積算値
時刻 5	せん断破壊 (面外)	壁 (面外)		上部構造における各側壁の水平荷重が最大となる時刻	上部構造に隣接する側面地盤水平土圧と上部構造側壁の慣性力の積算値
時刻 6					
時刻 7	せん断破壊 (面内)	壁 (面内)		面部材の層間変位が最大となる時刻	上部 2 節点, 中部 2 節点の応答変位を用いて回転成分を除去した層間変位
時刻 8	曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊 (面外)	壁 (面外)		上部構造における各側壁の上部荷重が最大となる時刻	上部構造に隣接する側面地盤の上半分の水平土圧と側壁の慣性力の積算値
時刻 9					

注記* : 除じん機エリア及び海水ポンプエリアは時刻 1~時刻 9, ストレーナエリアは時刻 2~時刻 9 を選定しており, 地震動 1 波当たり 26 時刻の照査を行う。

2. 確認手順

取水槽の照査時刻は，除じん機エリア及び海水ポンプエリアについては1断面当たり9時刻，ストレーナエリアについては8時刻を選定しており，地震動1波当たり合計26時刻の照査時刻について，図2-1及び図2-2に示す耐震評価フローに従い，計156ケースの3次元構造解析による耐震評価を行っている。

取水槽の耐震評価における照査時刻の妥当性の検証は，図2-3に示す確認フローに基づき行うこととし，選定した26時刻とは異なる時刻における荷重状態が，耐震評価に影響を及ぼさないことを確認する。

照査時刻包絡荷重及び全時刻包絡荷重の定義を，表2-1に示す。

確認方法は，取水槽の耐震評価で選定した照査時刻包絡荷重と全時刻包絡荷重の深度分布を比較し，照査時刻包絡荷重と全時刻包絡荷重の大小関係を確認する。照査時刻包絡荷重が全時刻包絡荷重を包含していない場合は，包含していない時刻を抽出し，その時刻の荷重状態が取水槽の耐震評価に影響を与える可能性があるかを確認する。なお，取水槽が地中構造物であり，主たる荷重が土圧であることを踏まえ，地震時荷重は土圧に着目する。

表2-1 用語の定義（照査時刻包絡荷重及び全時刻包絡荷重）

	定義
全時刻包絡荷重	・ 地震応答解析から抽出される東西側壁に作用する全時刻の深度ごとの最大地震時荷重を包絡したもの
照査時刻包絡荷重	・ 地震応答解析から抽出される東西側壁に作用する地震時荷重のうち，3次元構造解析に使用する照査時刻（取水槽の構造的特徴を踏まえて損傷モードごと及び部材ごとに評価が厳しくなるよう設定した時刻（9時刻／断面*））における深度ごとの最大地震時荷重を包絡したもの

注記*：ストレーナエリア（C-C断面）については8時刻。全3断面で26時刻

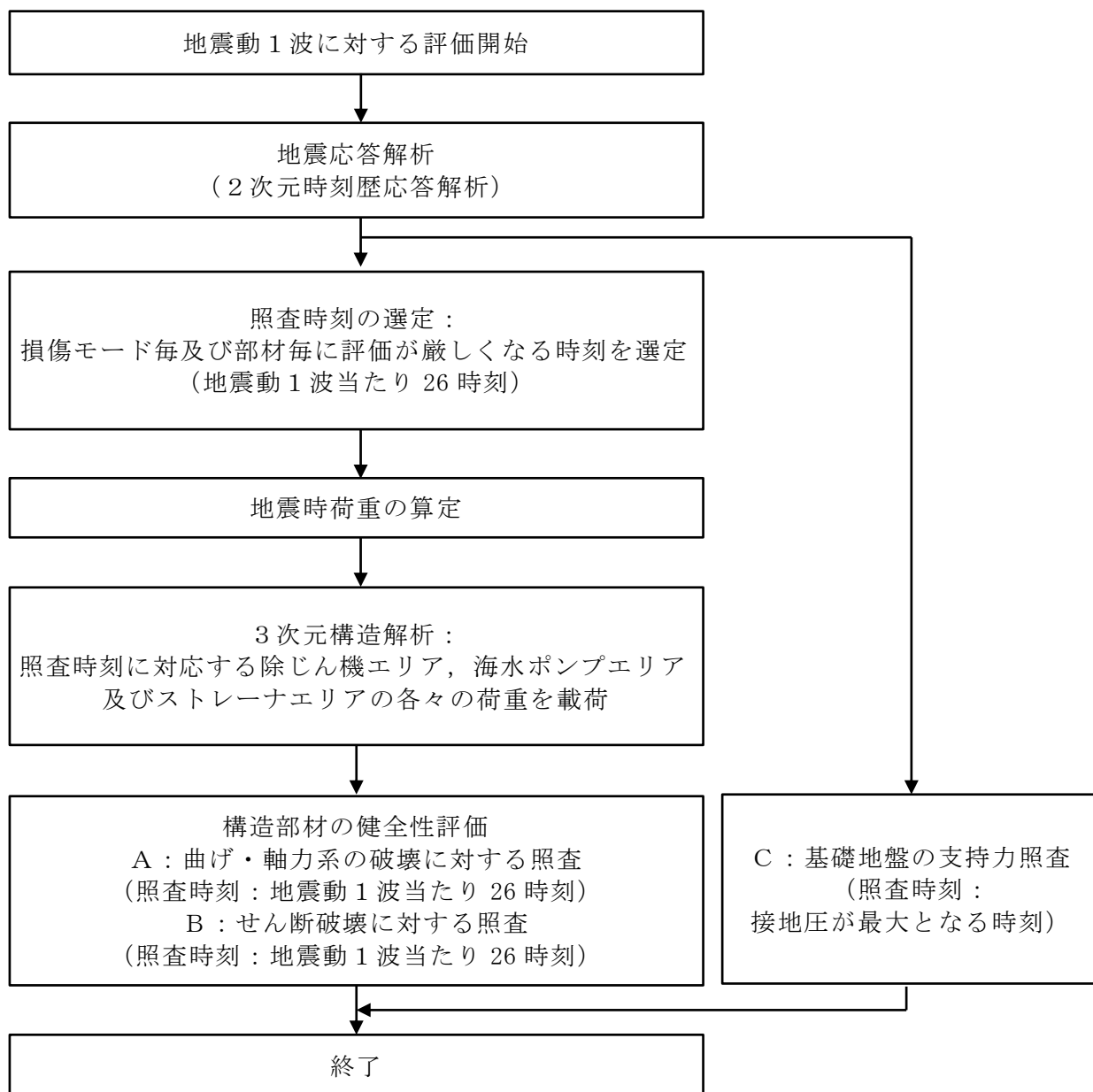


図 2-1 耐震評価フロー (基本フロー (地震動 1 波に対する評価フロー))

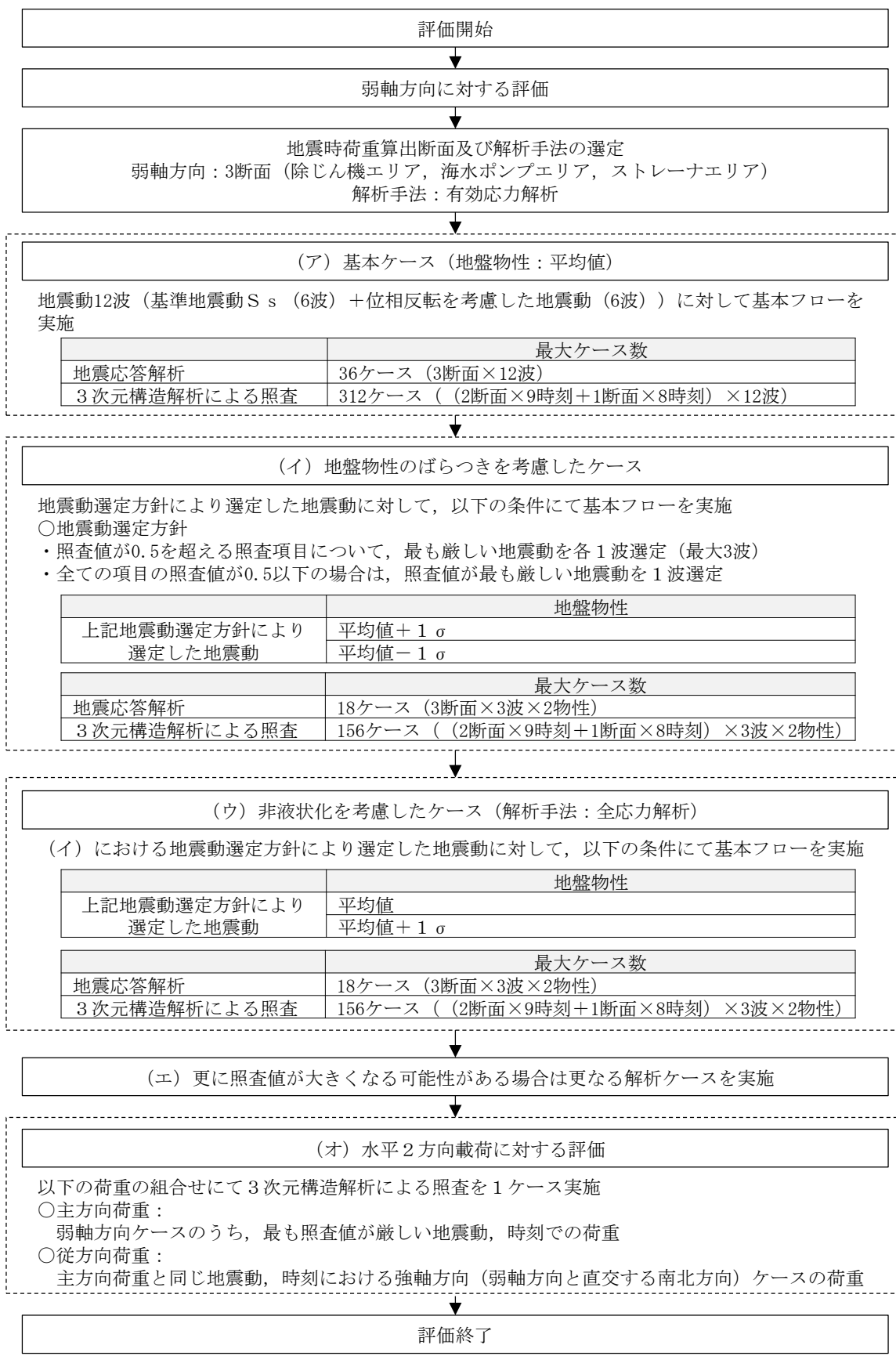
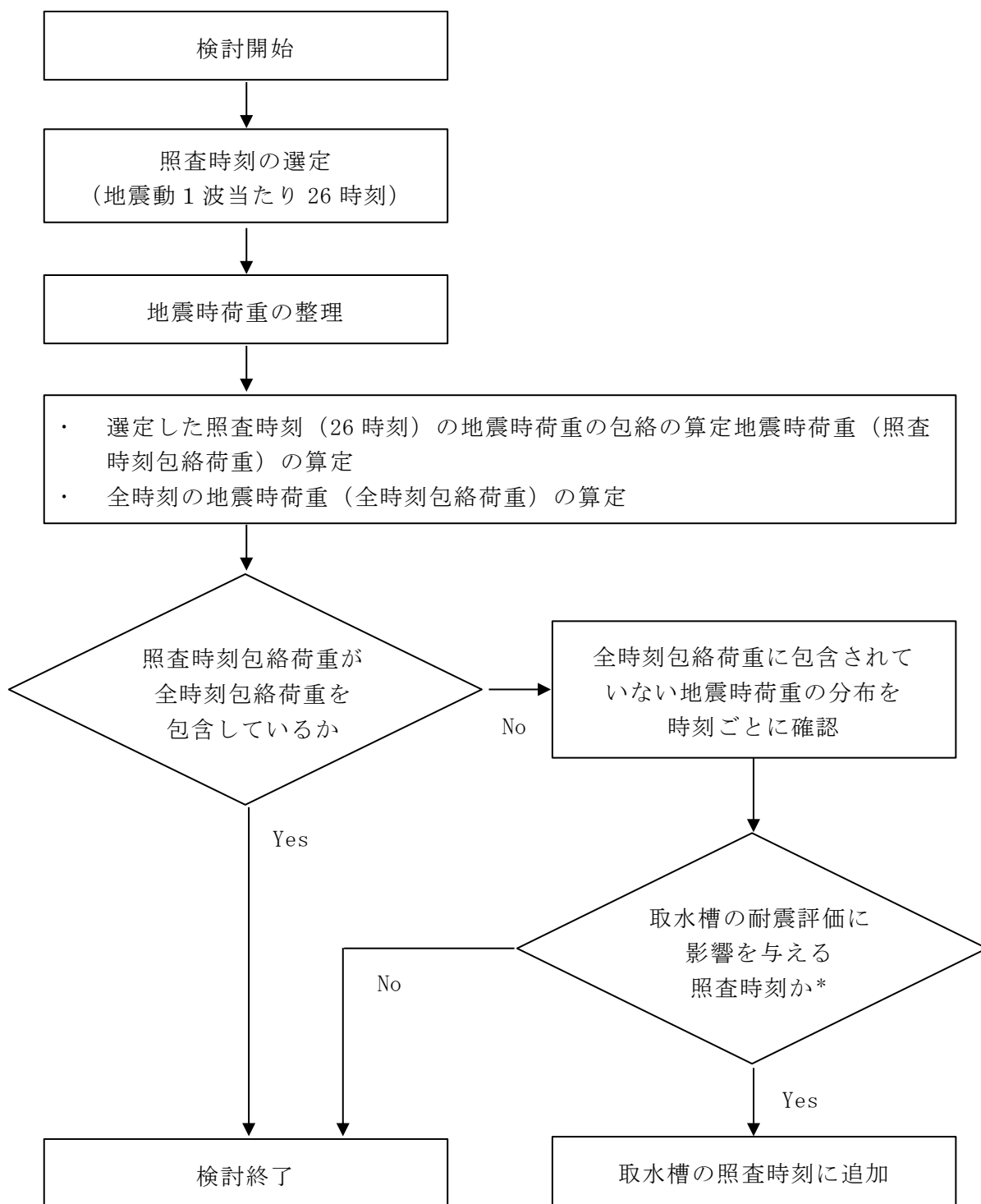


図 2-2 耐震評価フロー（取水槽の3次元構造解析フロー）



注記*：深度方向の地震時荷重の分布の確認や3次元構造解析を行い確認する。

図 2-3 確認フロー

3. 確認結果

3.1 地震時荷重の整理

取水槽の耐震評価において選定した 26 時刻による照査時刻包絡荷重と全時刻包絡荷重の比較を行う。比較に使用する地震動は、本紙「6.2 3次元構造解析結果」に示すとおり、曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊に対する照査のうち、照査値が最も厳しい $S_s - D(-+)$ 、解析ケース②とする。

除じん機エリア、海水ポンプエリア及びストレーナエリアの各断面の照査時刻包絡荷重と全時刻包絡荷重の比較結果を図 3-1～図 3-3 に示す。

図 3-3 のストレーナエリアの両側壁に作用する地震時荷重（土圧）については、照査時刻包絡荷重と全時刻包絡荷重がおおむね一致していることが確認できる。一方、除じん機エリア及び海水ポンプエリアについては、一部の範囲において、照査時刻包絡荷重が全時刻包絡荷重を包含できておらず、その差が大きい箇所（図 3-1 の①、②及び図 3-2 の①、②）があることから、当該箇所の時刻を抽出し、取水槽の耐震評価への影響を確認する。

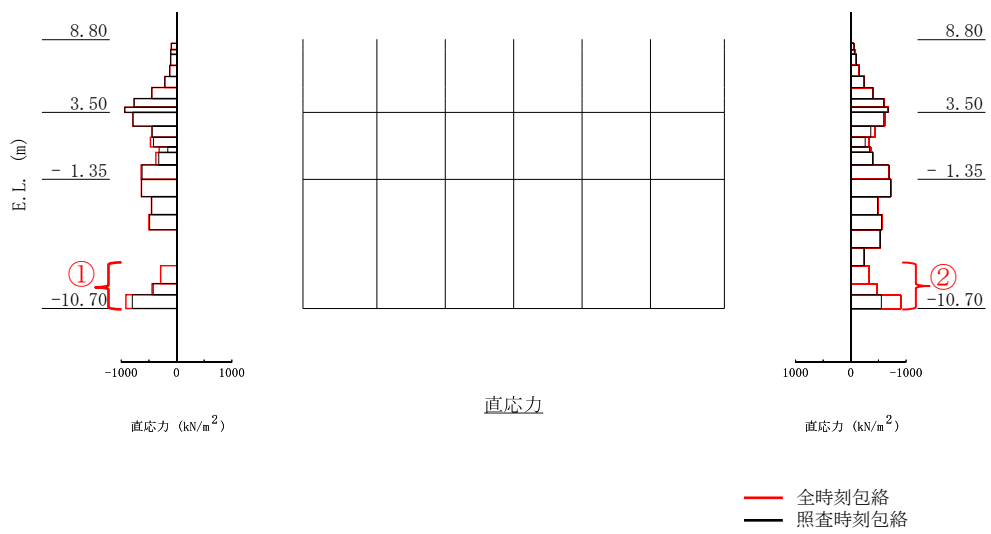


図 3-1 地震時荷重（土圧）の比較（除じん機エリア）

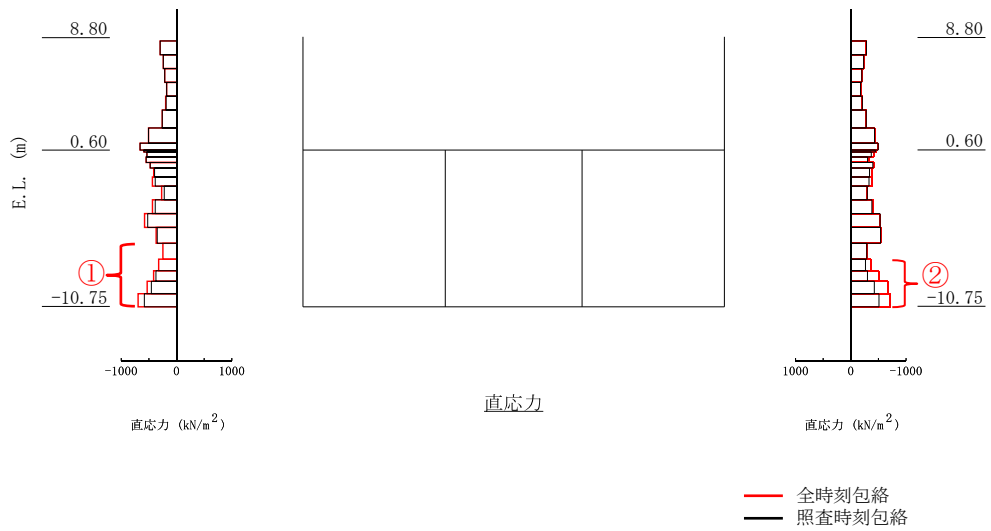


図 3-2 地震時荷重（土圧）の比較（海水ポンプエリア）



図 3-3 地震時荷重（土圧）の比較（ストレーナエリア）

参考 4-8

3.2 取水槽の耐震評価への影響確認

取水槽の各エリアにおいて照査時刻包絡荷重と全時刻包絡荷重の差が大きい箇所（深度）について、地震時荷重が最大となる時刻を抽出し、取水槽の耐震評価への影響を確認する。

図3-1～図3-3に示す地震時荷重の比較結果から、照査時刻包絡荷重と全時刻包絡荷重の差が大きい箇所（深度）は以下のとおりとなる。

- (1) 除じん機エリア
 - ① 東側：EL. -7.6m～EL. -10.7m 付近
 - ② 西側：EL. -7.6m～EL. -10.7m 付近
- (2) 海水ポンプエリア
 - ① 東側：EL. -5.0m～EL. -10.7m 付近
 - ② 西側：EL. -7.3m～EL. -10.7m 付近
- (3) ストレーナエリア

取水槽の両側壁に作用する地震時荷重については、照査時刻包絡荷重と全時刻包絡荷重がおおむね一致している。

3.2.1 除じん機エリアへの影響確認

(1) 「東側：EL. -7.6m～EL. -10.7m 付近」における耐震評価への影響

当該深度において、全時刻包絡荷重から地震時荷重が大きくなる時刻(18.98秒, 8.86秒)を抽出し、当該抽出時刻の地震時荷重と全時刻包絡荷重を比較した結果を図3-4に示す。

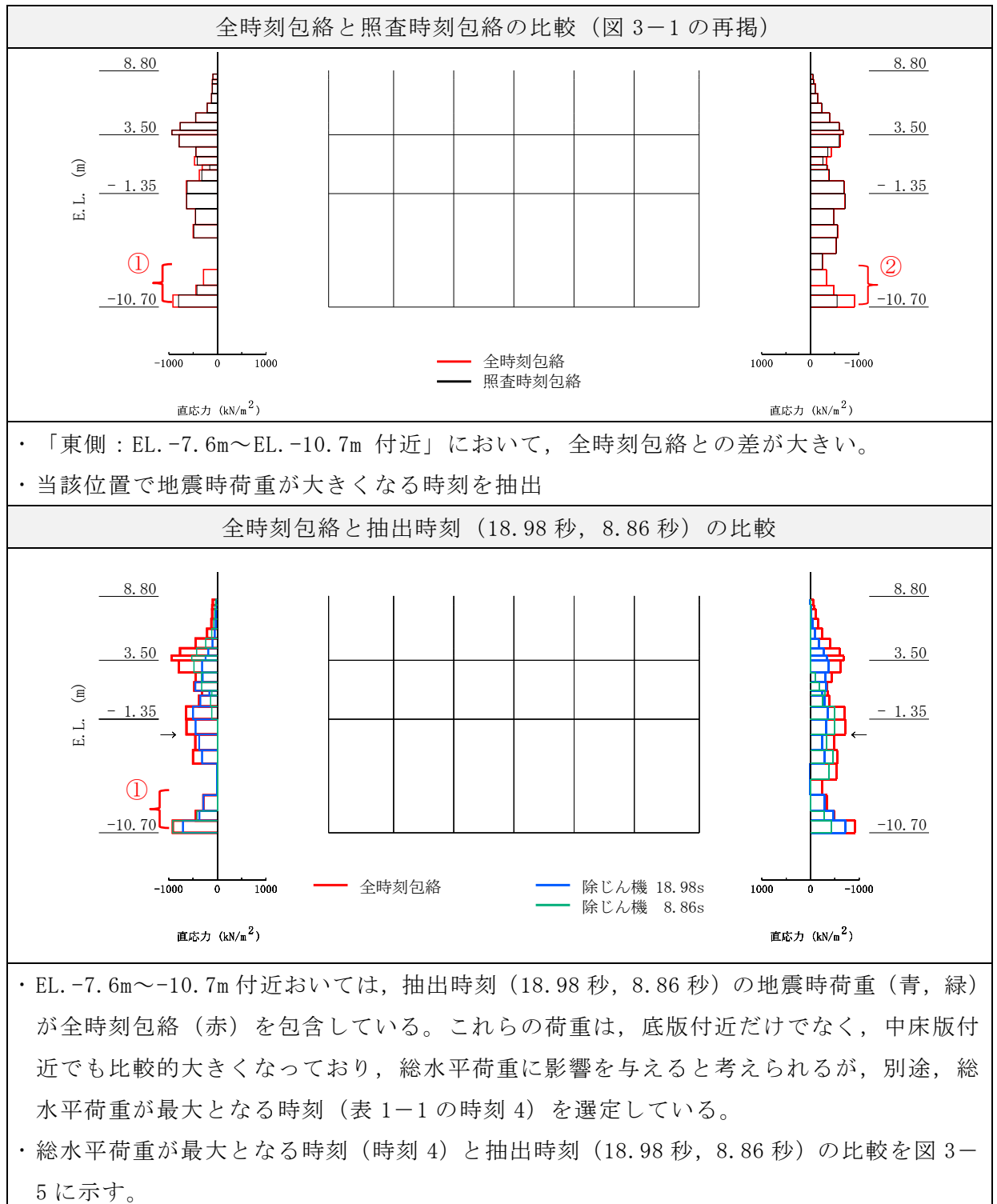
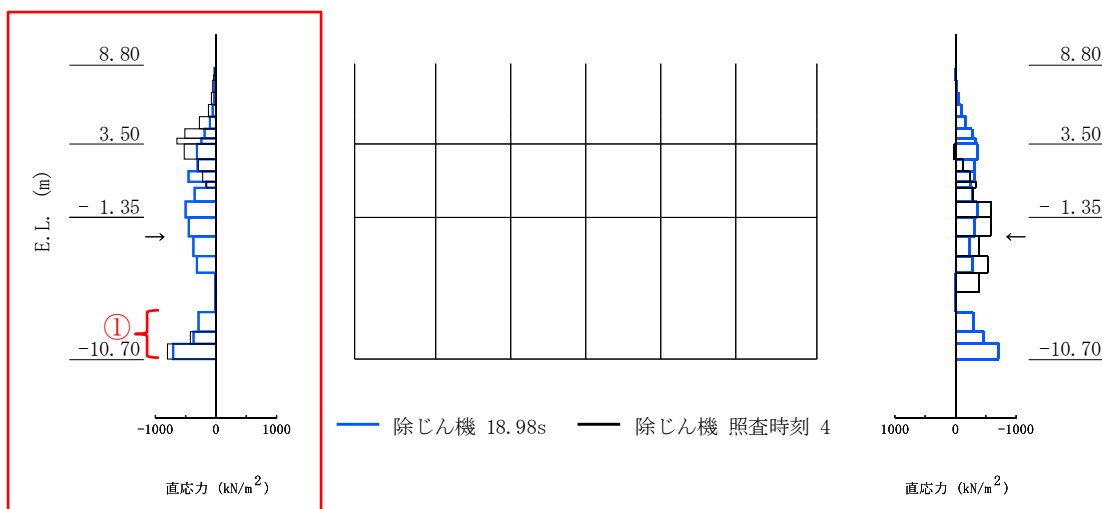


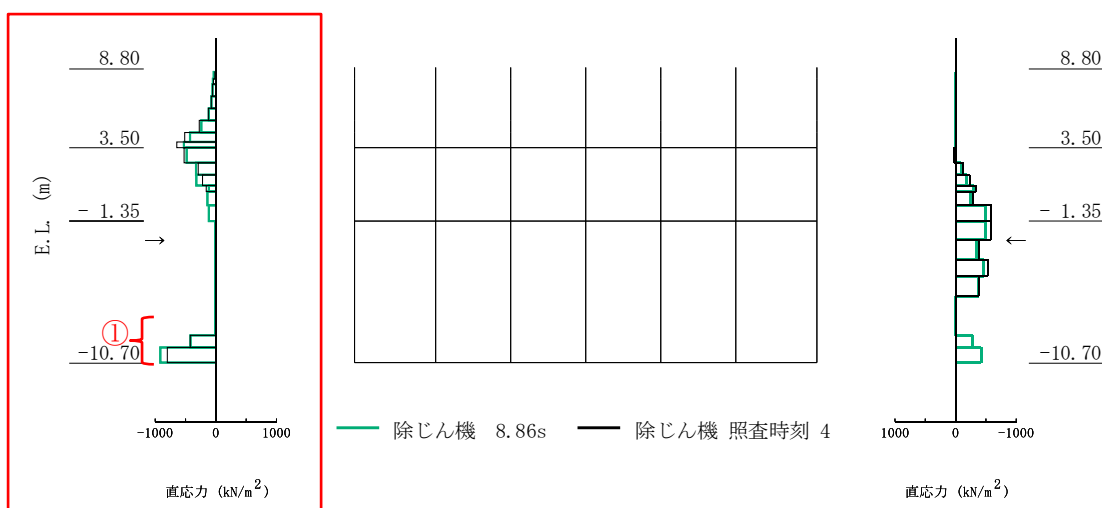
図3-4 荷重比較図 (図3-1の①に着目)

参考4-10

抽出時刻（18.98 秒）と照査時刻 4 の比較



抽出時刻（8.86 秒）と照査時刻 4 の比較



- 抽出時刻（18.98 秒）は、側面全体に土圧が加わっていることから、総水平荷重に影響を与えられ、両側面で同等の土圧となっているため、当該時刻における取水槽への影響は小さい考えるが、照査時刻包絡荷重で確認されない荷重があるため、当該時刻における 3 次元構造解析を実施しその影響を確認する。
- 表 3-1 及び表 3-2 の照査結果から、曲げ・軸力系及びせん断破壊に対して十分な余裕があることを確認した。
- 抽出時刻（8.86 秒）は、照査時刻 4 と同等の土圧であることが確認できる。

以上より、当該荷重による除じん機エリアへの耐震評価に影響はないと考えられる。

図 3-5 荷重比較図（照査時刻 4 との比較）

表 3-1 3次元構造解析結果（曲げ・軸力系の破壊，18.98s に着目）

評価部材	照査用ひずみ ^{*1,2}		
	コンクリートの 圧縮ひずみ (許容限界：2000 μ)	主筋ひずみ (許容限界：1725 μ)	面内せん断 ひずみ (許容限界：2000 μ)
底版	-	-	-
中床版	491 μ (1613 μ)	129 μ (1624 μ)	-
側壁	275 μ (1973 μ)	245 μ (1302 μ)	-
隔壁	418 μ (1132 μ)	89 μ (1556 μ)	233 μ (1500 μ)
導流壁	-	-	-
妻壁	-	-	110 μ (1782 μ)
分離壁	47 μ (183 μ)	34 μ (264 μ)	-
控壁	-	-	-

注記*1：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a （=1.2）

*2：括弧内の数値は，工認照査時刻の照査結果を示す。

表 3-2 3次元構造解析結果（せん断破壊，18.98s に着目）

評価部材	照査値 ^{*1}
底版	0.34 (0.68)
中床版	0.59 (0.98)
側壁	0.92 (1.12) ^{*2}
隔壁	0.27 (0.94)
導流壁	0.29 (0.8)
妻壁	0.33 (0.46)
分離壁	0.08 (0.31)
控壁	0.16 (0.44)

注記*1：括弧内の数値は，工認照査時刻の照査結果を示す。

*2：線形被害則の適用により許容限界を満足することを確認した。

(2) 「西側：EL. -7.6m～EL. -10.7m 付近」における耐震評価への影響

当該深度において、全時刻包絡荷重から地震時荷重が大きくなる時刻（10.10秒，14.64秒）を抽出し、当該抽出時刻の地震時荷重と全時刻包絡荷重を比較した結果を図3-6に示す。

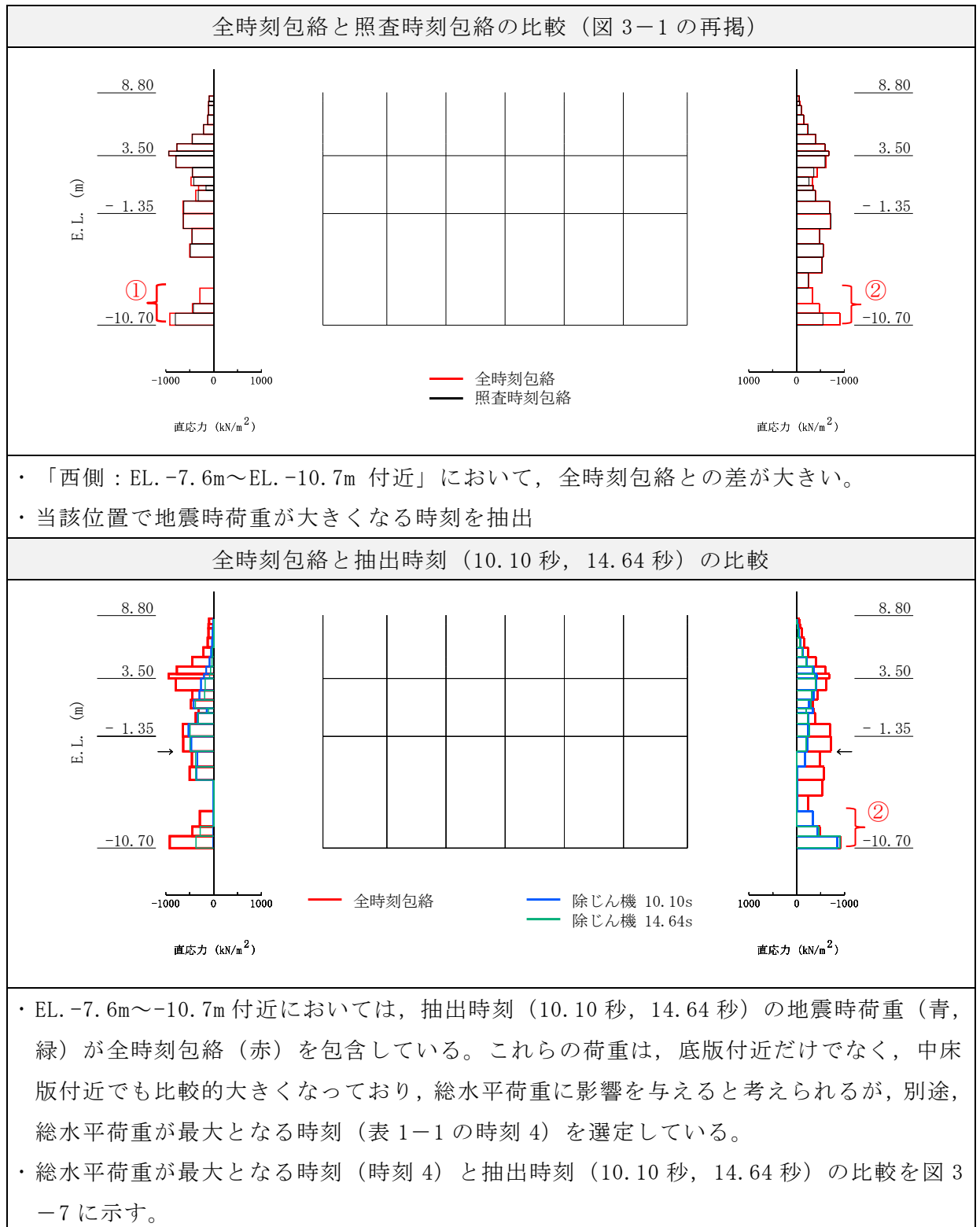


図3-6 荷重比較図（図3-1の②に着目）

参考4-14

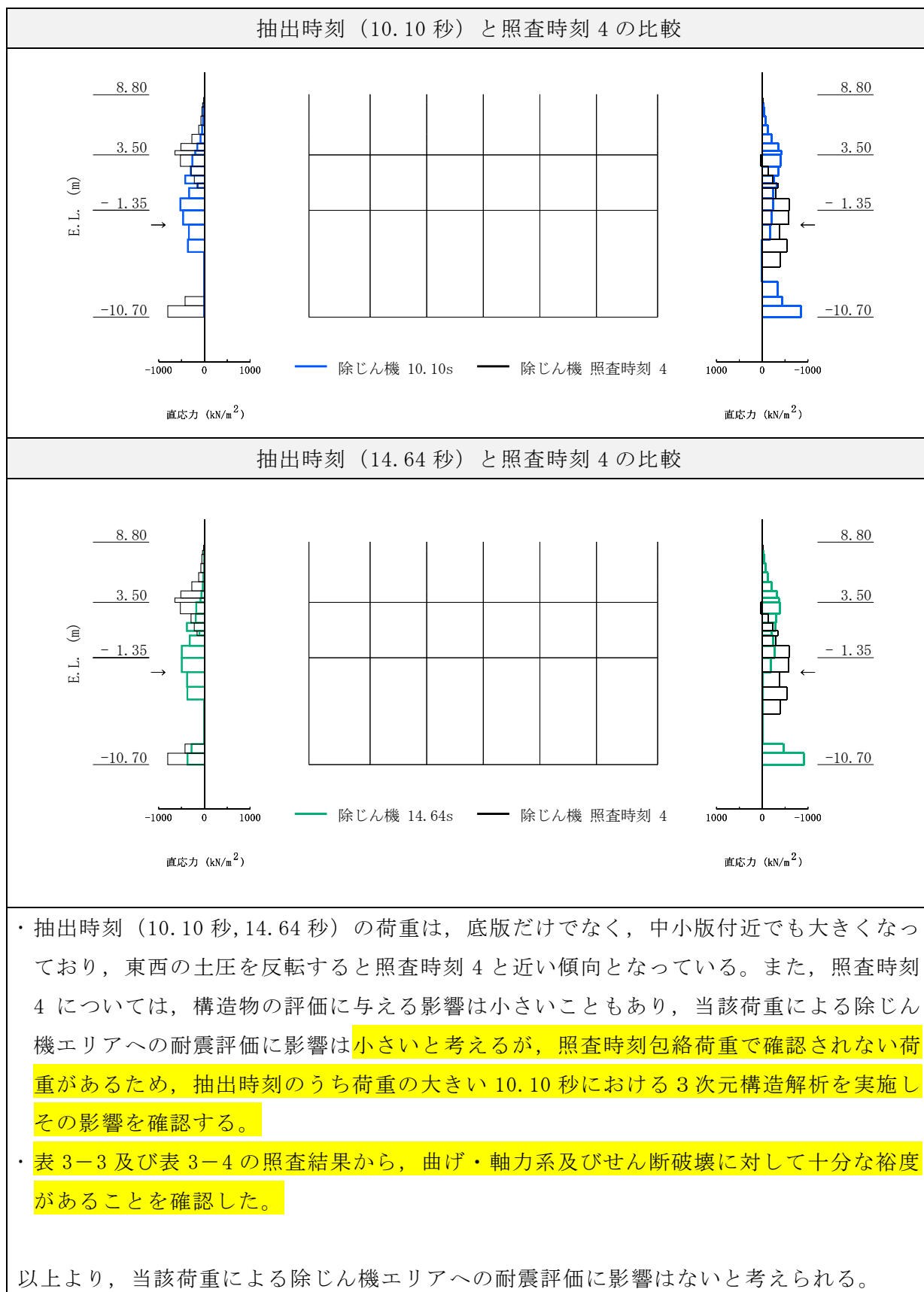


図 3-7 荷重比較図（照査時刻 4 との比較）

表 3-3 3次元構造解析結果（曲げ・軸力系の破壊，10.10s に着目）

評価部材	照査用ひずみ ^{*1,2}		
	コンクリートの 圧縮ひずみ (許容限界：2000 μ)	主筋ひずみ (許容限界：1725 μ)	面内せん断 ひずみ (許容限界：2000 μ)
底版	-	-	-
中床版	544 μ (1613 μ)	554 μ (1624 μ)	-
側壁	266 μ (1973 μ)	225 μ (1302 μ)	-
隔壁	411 μ (1132 μ)	130 μ (1556 μ)	290 μ (1500 μ)
導流壁	-	-	-
妻壁	-	-	154 μ (1782 μ)
分離壁	48 μ (183 μ)	40 μ (264 μ)	-
控壁	-	-	-

注記*1：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a （=1.2）

*2：括弧内の数値は，工認照査時刻の照査結果を示す。

表 3-4 3次元構造解析結果（せん断破壊，10.10s に着目）

評価部材	照査値*
底版	0.39 (0.68)
中床版	0.63 (0.98)
側壁	0.87 (1.12)
隔壁	0.65 (0.94)
導流壁	0.49 (0.8)
妻壁	0.35 (0.46)
分離壁	0.10 (0.31)
控壁	0.17 (0.44)

注記*：括弧内の数値は，工認照査時刻の照査結果を示す。

3.2.2 海水ポンプエリアへの影響確認

(1) 「東側：EL. -5.0m～EL. -10.7m 付近」における耐震評価への影響

当該深度において、全時刻包絡荷重から地震時荷重が大きくなる時刻（7.89秒，18.98秒）を抽出し、当該抽出時刻の地震時荷重と全時刻包絡荷重を比較した結果を図3-8に示す。

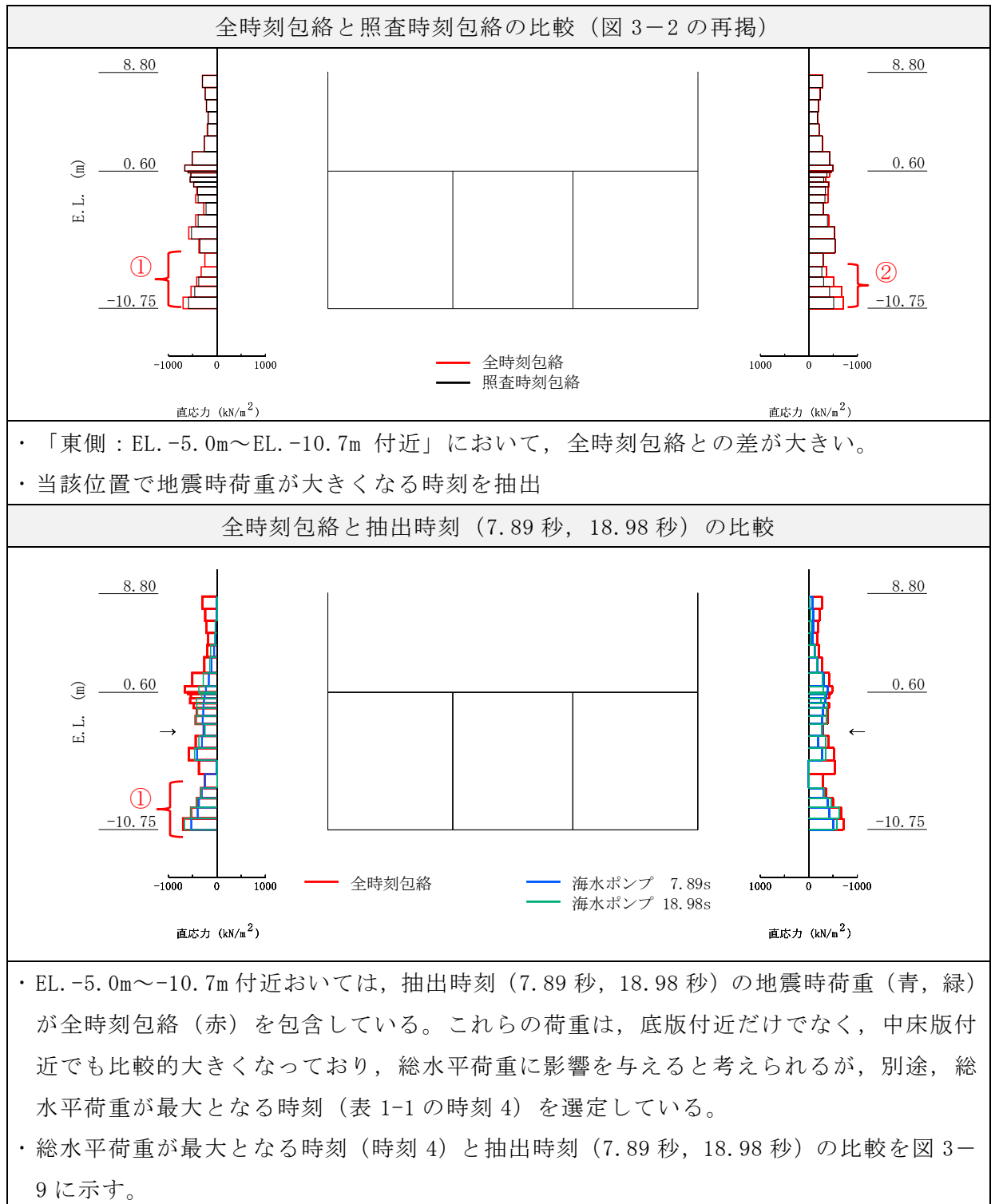


図3-8 荷重比較図（図3-2の①に着目）

参考4-18

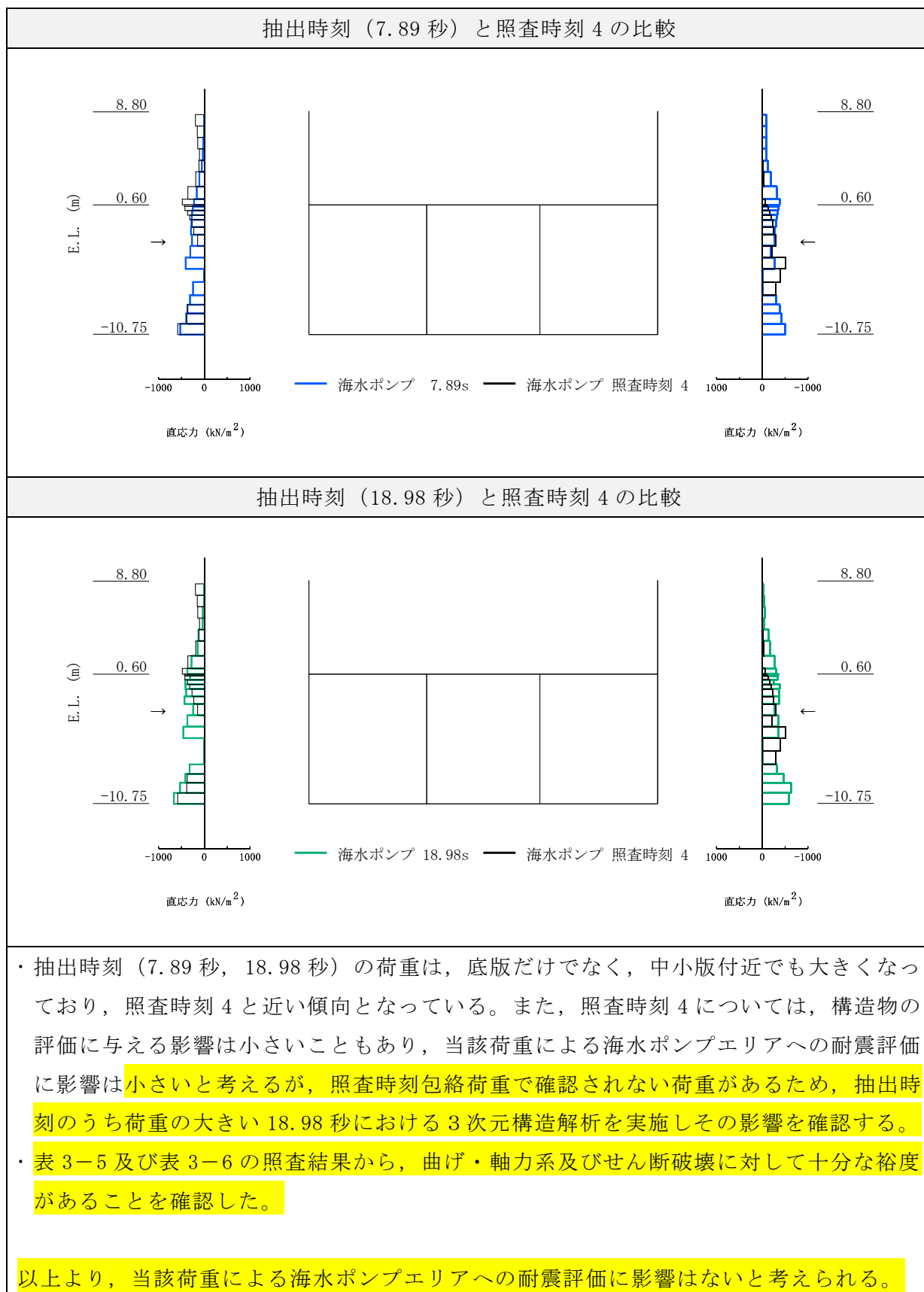


図 3-9 荷重比較図（照査時刻 4 との比較）

表 3-5 3次元構造解析結果（曲げ・軸力系の破壊，18.98s に着目）

評価部材	照査用ひずみ ^{*1,2}		
	コンクリートの 圧縮ひずみ (許容限界：2000 μ)	主筋ひずみ (許容限界：1725 μ)	面内せん断 ひずみ (許容限界：2000 μ)
底版	-	-	-
中床版	491 μ (1613 μ)	129 μ (1624 μ)	-
側壁	275 μ (1973 μ)	245 μ (1302 μ)	-
隔壁	418 μ (1132 μ)	89 μ (1556 μ)	233 μ (1500 μ)
導流壁	-	-	-
妻壁	-	-	110 μ (1782 μ)
分離壁	47 μ (183 μ)	34 μ (264 μ)	-
控壁	-	-	-

注記*1：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a （=1.2）

*2：括弧内の数値は，工認照査時刻の照査結果を示す。

(2) 「西側：EL. -7.3m～EL. -10.7m 付近」における耐震評価への影響

当該深度において、全時刻包絡荷重から地震時荷重が最大となる時刻（10.09 秒）を抽出し、当該抽出時刻の地震時荷重と全時刻包絡荷重を比較した結果を図 3-10 に示す。

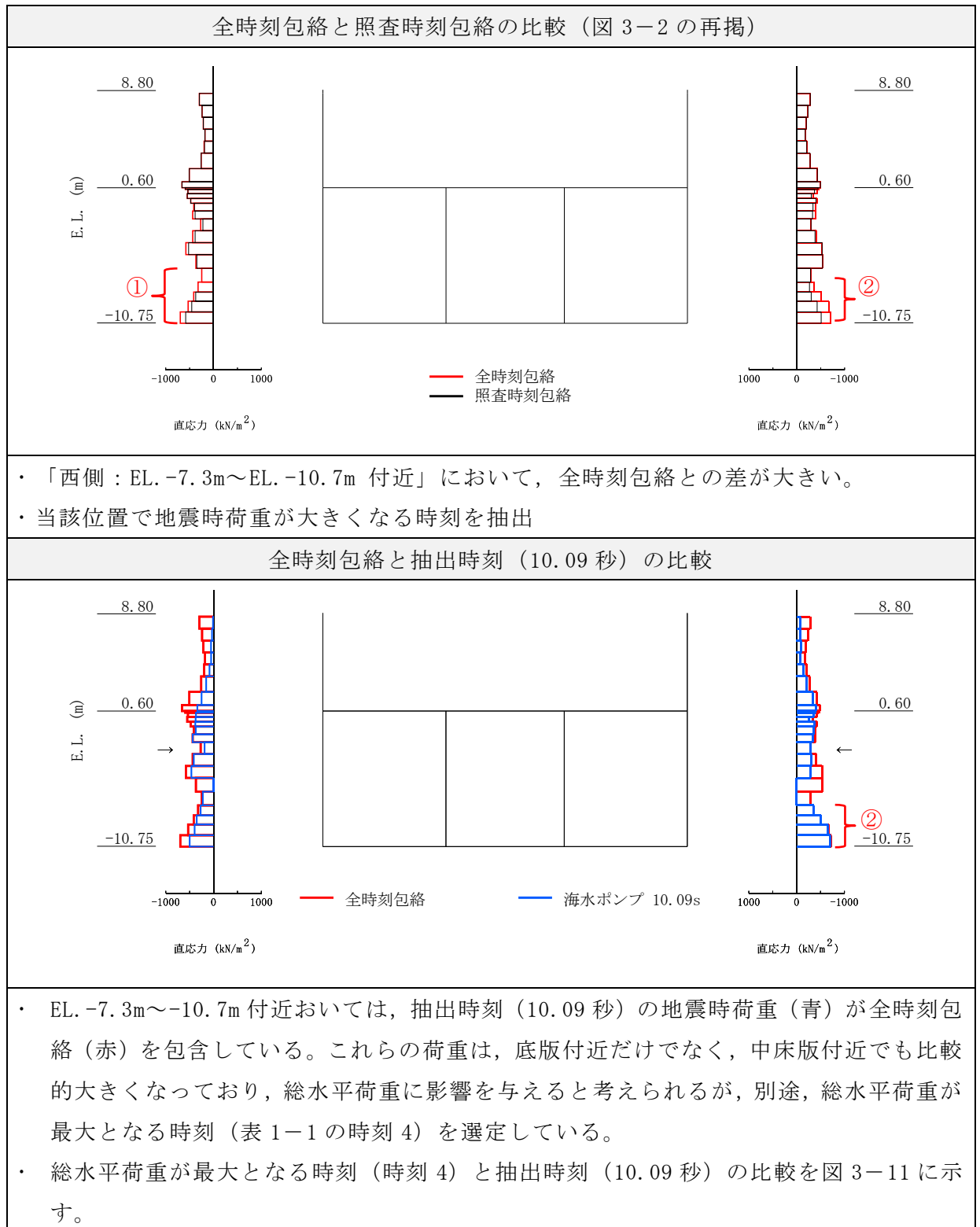


図 3-10 荷重比較図（図 3-2 の②に着目）

参考 4-21

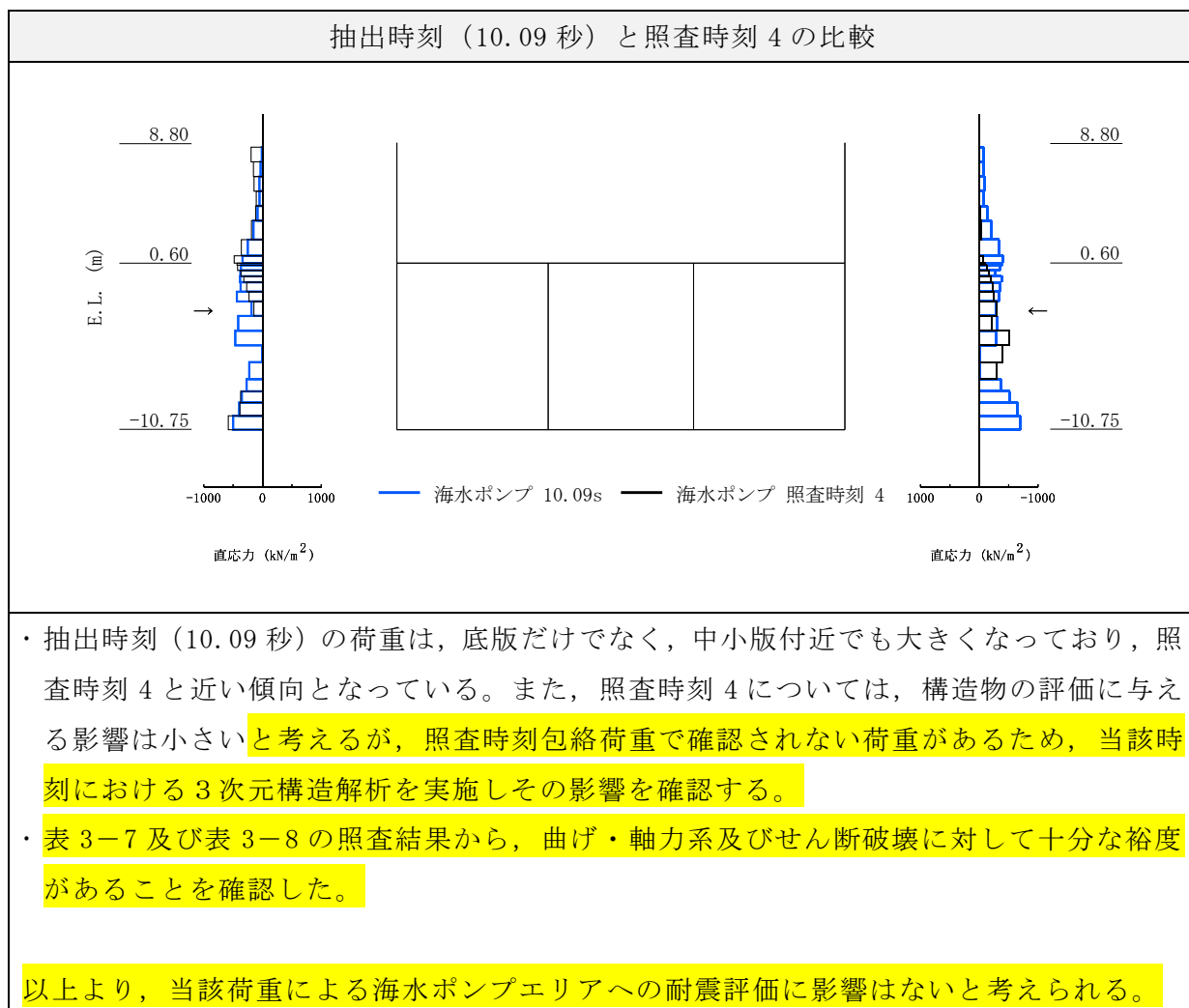


図 3-11 荷重比較図（照査時刻 4 との比較）

表 3-7 3次元構造解析結果（曲げ・軸力系の破壊，10.09s に着目）

評価部材	照査用ひずみ ^{*1,2}		
	コンクリートの 圧縮ひずみ (許容限界：2000 μ)	主筋ひずみ (許容限界：1725 μ)	面内せん断 ひずみ (許容限界：2000 μ)
底版	-	-	-
中床版	476 μ (1613 μ)	491 μ (1624 μ)	-
側壁	269 μ (1973 μ)	233 μ (1302 μ)	-
隔壁	374 μ (1132 μ)	99 μ (1556 μ)	237 μ (1500 μ)
導流壁	-	-	-
妻壁	-	-	147 μ (1782 μ)
分離壁	49 μ (183 μ)	35 μ (264 μ)	-
控壁	-	-	-

注記*1：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

*2：括弧内の数値は，工認照査時刻の照査結果を示す。

表 3-8 3次元構造解析結果（せん断破壊，10.09s に着目）

評価部材	照査値*
底版	0.37 (0.68)
中床版	0.56 (0.98)
側壁	0.80 (1.12)
隔壁	0.42 (0.94)
導流壁	0.37 (0.8)
妻壁	0.35 (0.46)
分離壁	0.08 (0.31)
控壁	0.14 (0.44)

注記*：括弧内の数値は，工認照査時刻の照査結果を示す。

4. まとめ

取水槽の3次元構造解析による耐震評価で選定している照査時刻の妥当性を検証するために、取水槽の耐震評価で選定した26時刻による照査時刻包絡荷重と全時刻包絡荷重の比較を行った。照査時刻包絡荷重と全時刻包絡荷重の差が大きい箇所(深度)において、地震時荷重が最大となる時刻を抽出し、土圧分布形状の確認や追加の3次元構造解析により耐震評価への影響を確認した。

照査時刻の荷重より大きい荷重は、底版付近に大きく作用している荷重であり、取水槽の耐震性に影響を及ぼす荷重ではないこと及び現設計で実施している照査時刻の選定が妥当であることを確認した。

参考資料 5 止水機能が要求される部材に対する漏水量評価について

1. はじめに

図 1-1 に示す取水槽の海水ポンプエリア及び循環水ポンプエリアについては、Sクラスの機器・配管が設置され、浸水防護重点化範囲として設定されている。このため、取水槽には、津波時に部材からの漏水によりSクラスの機器・配管の安全機能を損なうことがないように、止水機能が要求される。

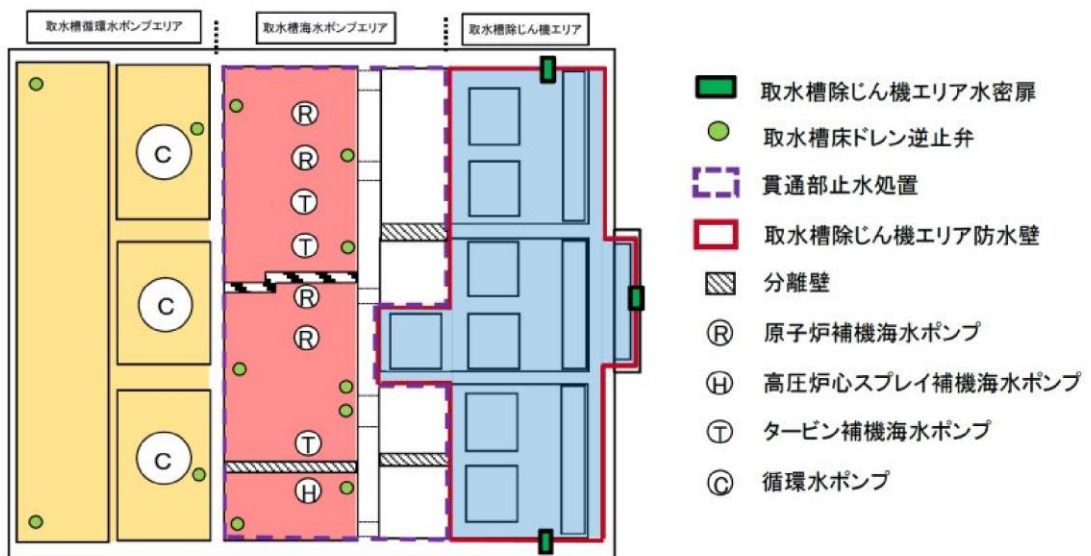
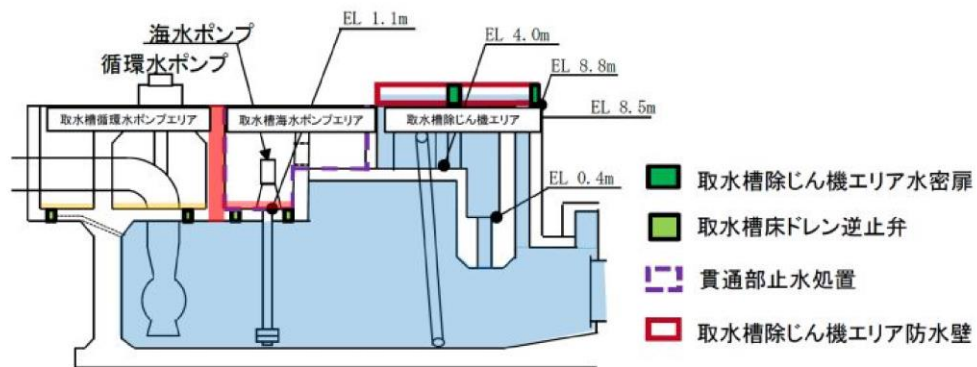
止水機能を損なわないことの確認において、曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界は、コンクリートの圧縮ひずみ及び主筋ひずみについて部材降伏に相当するひずみ（コンクリートの圧縮ひずみ 2000μ ，主筋ひずみ 1725μ ）とする。また、せん断破壊に対する許容限界は、土木学会マニュアルに基づくせん断耐力とする。

本文の「6.2 3次元構造解析結果」に示すとおり、3次元構造解析による耐震評価から、おおむね弾性範囲に収まっており、顕著な漏水は発生しないと評価できる。

一方で、止水機能に対する許容限界のうち面内変形に対しては、面内せん断ひずみが J E A G 4 6 0 1 - 1987 で規定されているスケルトンカーブの第一折点 (γ_1) (以下「 γ_1 」という。) を下回れば面内せん断ひび割れは発生せず水密性はあると考えられる。 γ_1 を超過する場合は漏水量を算定し、止水機能を損なうおそれがないことを評価することとしていることから、止水機能が要求される部材のうち、面内せん断ひずみが γ_1 を超過した部材に対して、漏水量を算定する。

本資料は、取水槽の3次元構造解析を行った上で漏水量を確認するものである。

なお、当初は、漏水が懸念される部材に対してソリッドモデルを作成し、漏水量評価を実施する計画であったが、耐震評価の結果、面内せん断ひずみが当初想定よりも小さく、また面内せん断ひずみが γ_1 を超過する要素の範囲が限定的であったことから、保守的な解析結果となるシェルモデルを使用しても評価可能と判断し、耐震評価で使用する非線形シェルモデルにより漏水量評価の解析を実施した。



- 循環水ポンプを設置する床面で漏水が継続した場合の浸水想定範囲
- 原子炉補機海水ポンプ及びタービン補機海水ポンプを設置する床面で漏水が継続した場合の浸水想定範囲
- (■ 津波が到達する範囲)

図 1-1 取水槽の浸水想定範囲

2. 評価フロー

漏水量評価の評価フローを図 2-1 に示す。

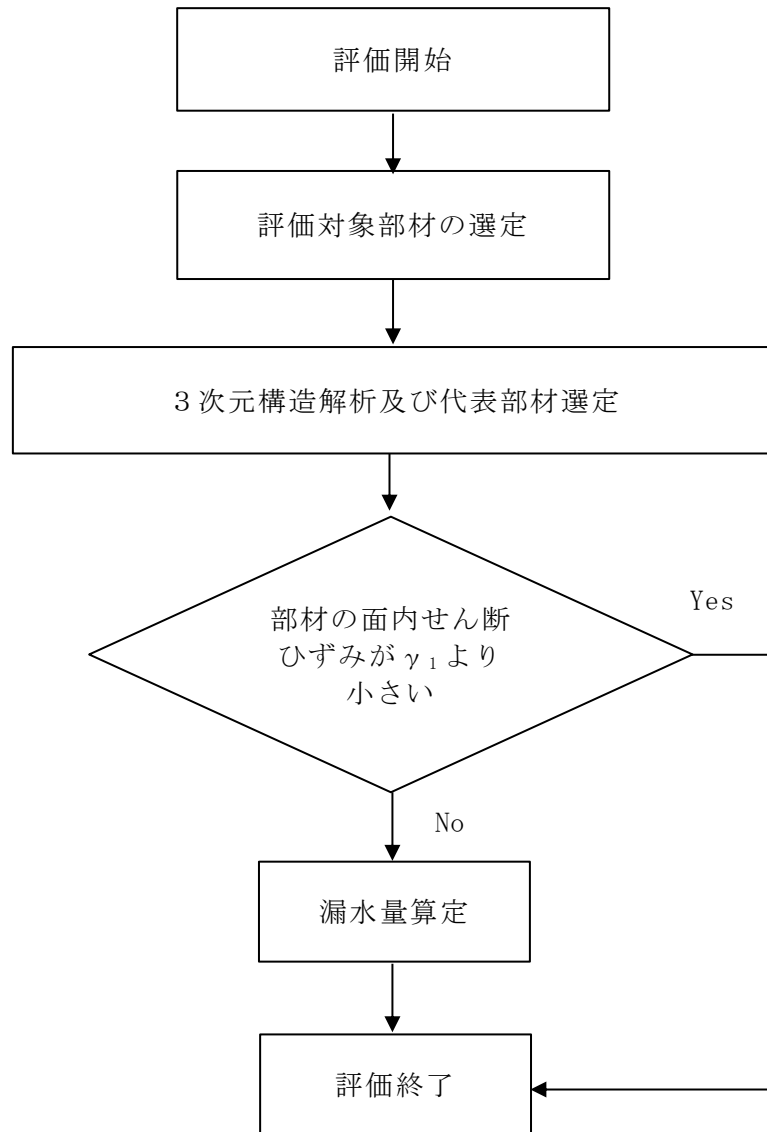


図 2-1 漏水量評価フロー

3. 評価対象部材の選定

取水槽における止水機能が要求される範囲（部材）を図 3-1 に示す。止水機能は、「津波の押し波時における外郭防護」、「地下水位の上昇に伴う内部溢水」、「循環水管単一破損時における内部溢水」の 3 つの観点に対し、部材からの漏水により、海水ポンプエリア等に浸水し、S クラスの機器及び配管等の安全機能を損なうことがないように止水することができることが要求される機能である。それぞれの観点から止水機能が要求される部材を表 3-1 に整理する。

「観点 1」は、基準地震動 S_s を経験した後、津波の押し波に対する止水機能であり、除じん機エリアから流入する津波に対する止水として隔壁②-1、②-2、隔壁③-1、分離壁②、③及び中床版②が、水路部からの止水に対して中床版②が該当する。

「観点 2」は、地下水位の上昇に伴う静水圧の増加による地下水の侵入に対する止水機能であり、取水槽周辺の地下水に対する止水として海水ポンプエリア及び循環水ポンプエリアの側壁①、②が該当する。

「観点 3」は、循環水管単一破損時における海水ポンプエリアへの内部溢水に対する止水として隔壁④が該当する。

本検討では、「観点 1」～「観点 3」のうち、基準地震動 S_s を経験した後に津波荷重を受ける「観点 1」が部材にとって最も厳しい状態となると考えられるため、「観点 1」に着目して評価対象部材を選定する。

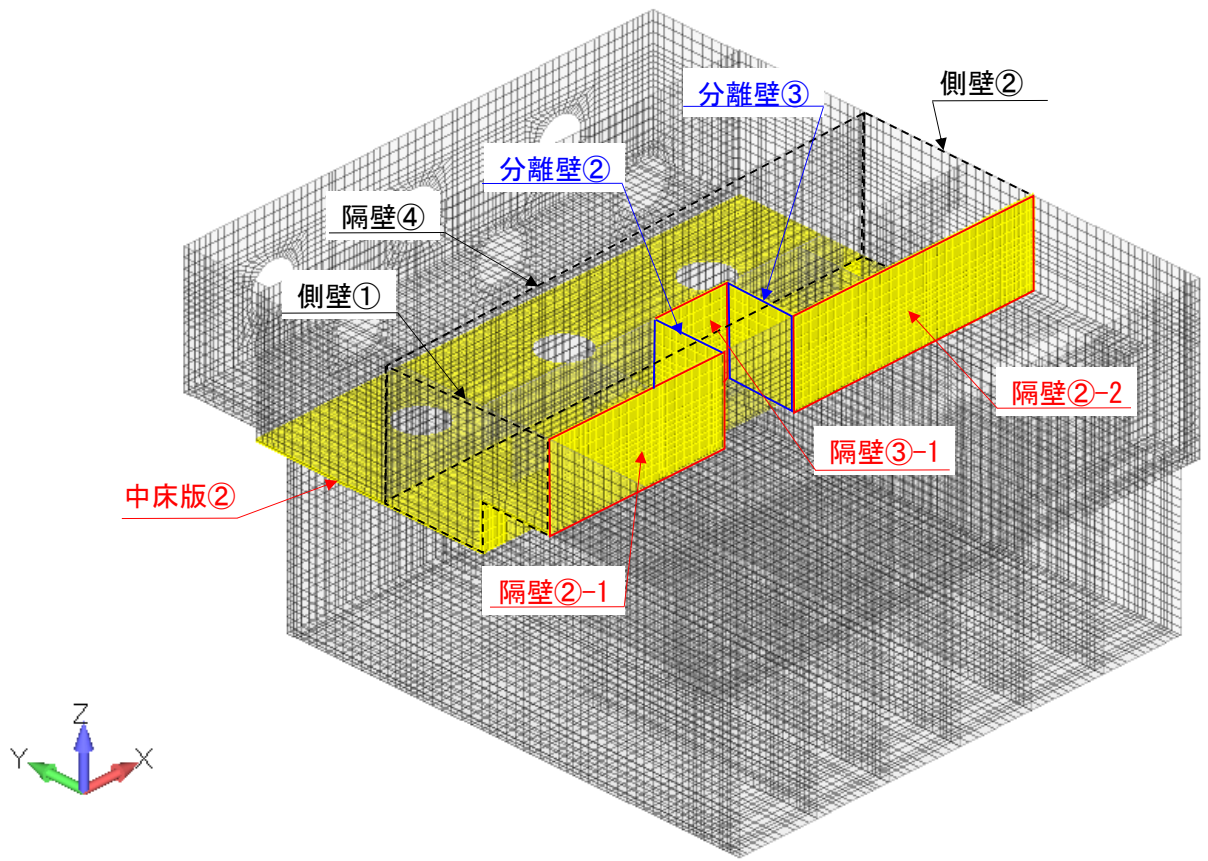


図 3-1 止水機能が要求される部材の範囲

表 3-1 各観点に対して止水機能が要求される部材

	事象	止水機能が 要求される部材	S _s に対する 止水機能要求
(観点1) 津波の押し波時に おける外郭防護	基準地震動 S _s を経験した後、取水路を 経路として津波が流入し、押し波が部材 に作用した際に求められる止水機能	隔壁②-1, ②-2, 隔壁③-1, 分離壁②, ③ 中床版②	有
(観点2) 地下水の侵入による内 部溢水	地下水位が上昇し、静水圧の増加による 地下水位の侵入に求められる止水機能	側壁①, ②	有
(観点3) 循環水管単一破損時に おける内部溢水	循環水管が単一で損傷し、循環水ポンプ エリアに溢水した際に求められる止水機 能	隔壁④	有

4. 3次元構造解析及び代表部材選定

止水機能に影響を及ぼすコンクリートのひび割れは、部材の面外変形及び面内変形に起因する。面外変形については、照査用ひずみ及び照査用せん断力が、部材降伏に相当する限界ひずみ（コンクリートの圧縮ひずみ 2000μ ，主筋ひずみ 1725μ ）及びせん断耐力を下回り、漏水が生じるような貫通ひび割れは発生しないことを確認している。一方、面内変形については、面内せん断力により部材を貫通するようなひび割れの発生が考えられることから、漏水量評価を行う代表部材は、面内せん断ひずみに着目して選定する。

基準地震動 S_s に対し、3次元構造解析を実施し算出した各部材の最大面内せん断ひずみ及び γ_1 を表 4-1 に示す。耐震評価の結果、中床版が最も面内せん断ひずみが大きく、かつ γ_1 を超過することから、中床版を代表部材として選定し、漏水量評価を実施する。

表 4-1 評価対象部材の最大面内せん断ひずみ算定結果

部位	解析 ケース	地震波	面内せん断 ひずみ	第一折点 γ_1^*
中床版	⑤	$S_s - D (-+)$	2001μ	146μ
隔壁	①	$S_s - D (+-)$	1037μ	146μ
分離壁	④	$S_s - D (++)$	110μ	146μ

注記*：耐震壁のトリリニア・スケルトンカーブの第一折点 γ_1 を図 4-1 に示す。

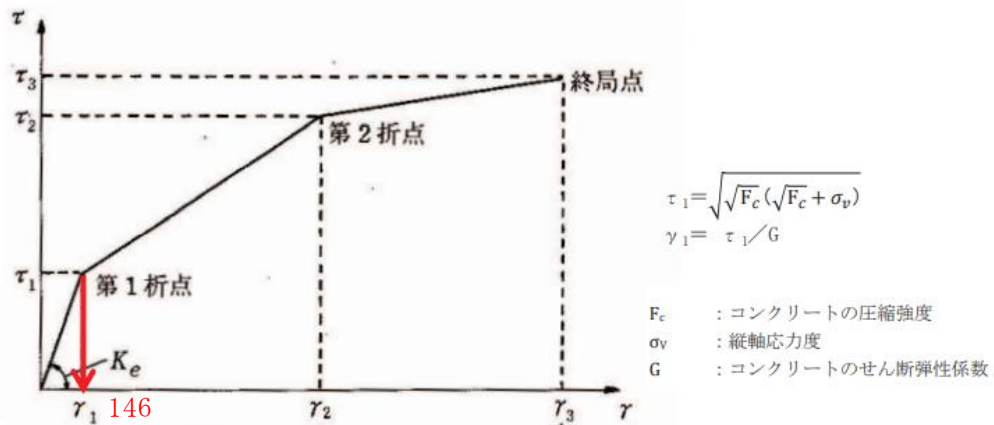


図 4-1 耐震壁のトリリニア・スケルトンカーブ ($\tau - \gamma$ 関係) と評価式

5. 漏水算定

5.1 漏水算定フロー

漏水量算定フローを図5-1に示す。漏水量評価は、基準地震動 S_s を経験した後に、独立事象として、日本海東縁部の地震発生に伴う基準津波が襲来し、除じん機エリアの水位が上昇し、水位が最高水位となった状態を想定する。漏水量評価において想定するケースの概念図を図5-2に示す。

漏水量は、3次元構造解析によりひび割れ幅及びひび割れ長さを算定して評価を行う。なお、解析モデルは、耐震評価に用いる3次元構造解析モデルとし、解析コード「FINAS/STAR」を用いる。

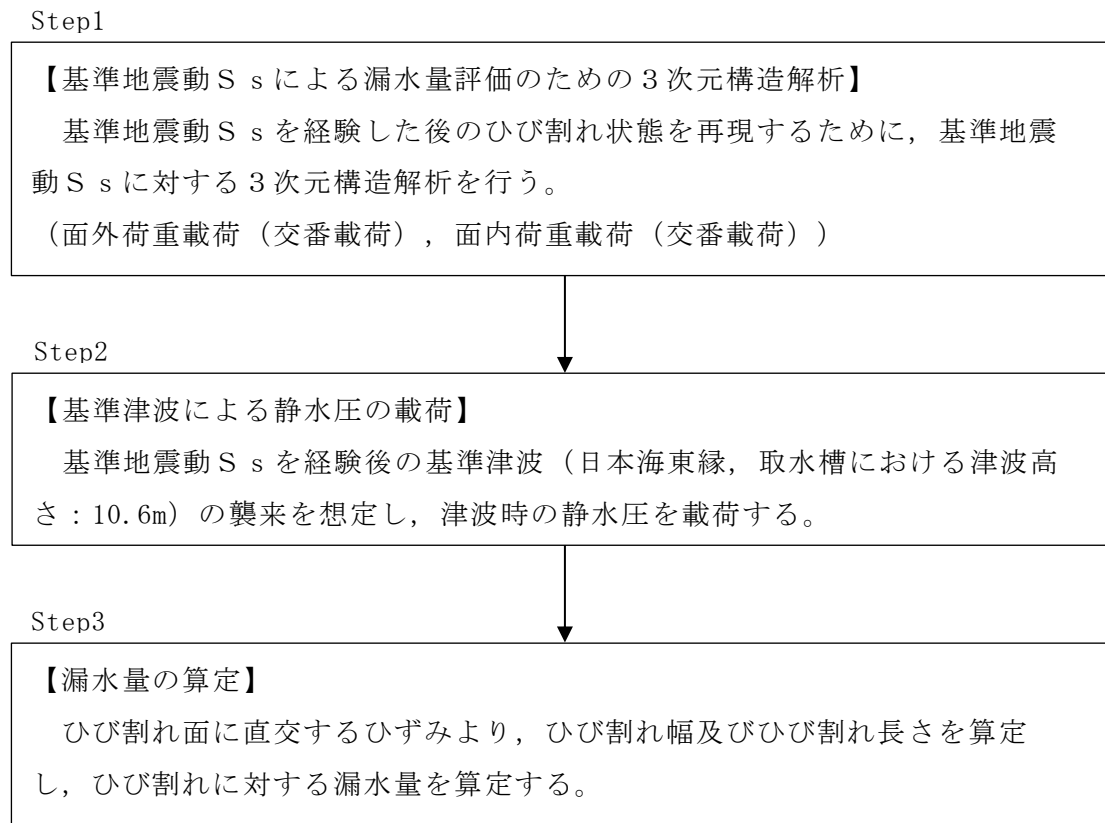


図5-1 漏水量算定のフロー

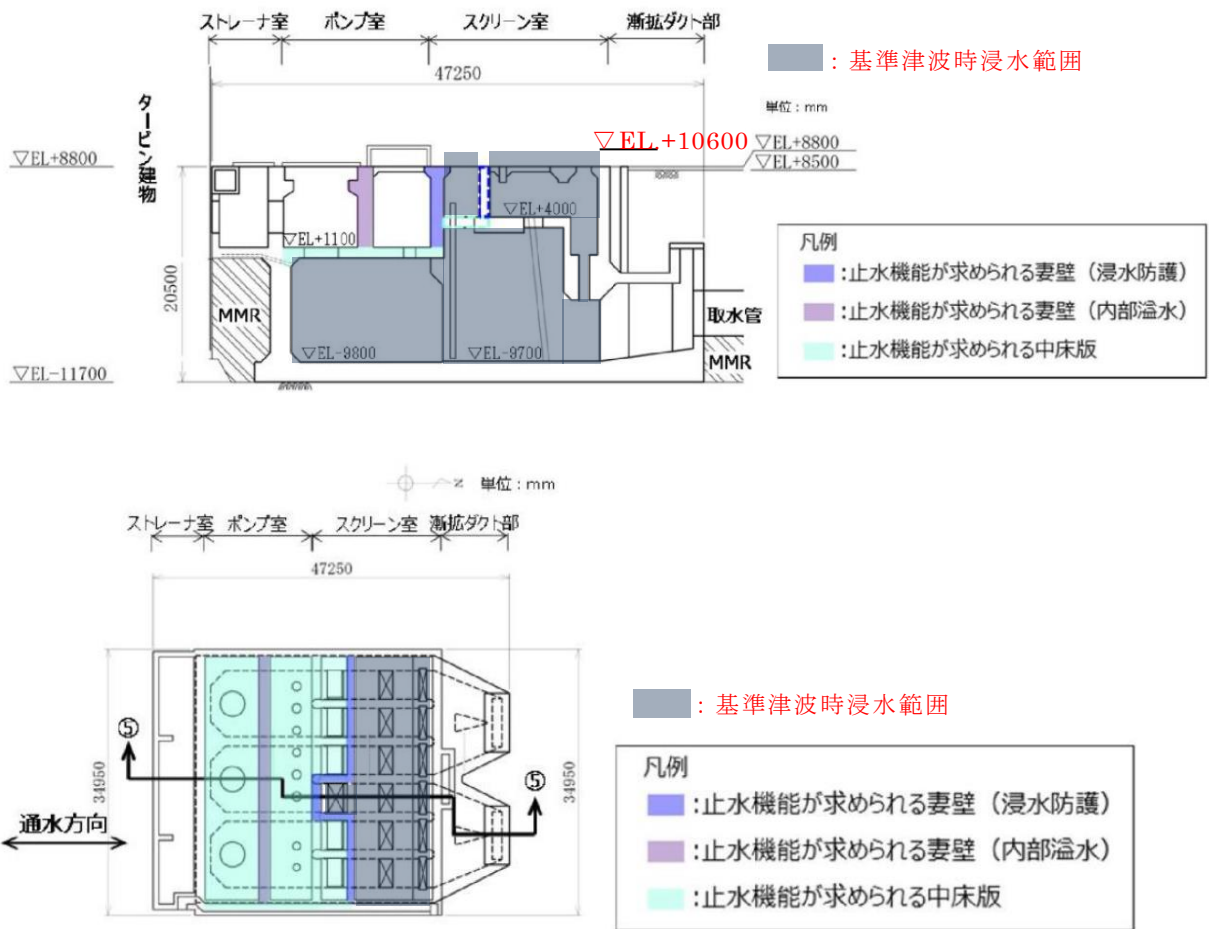


図 5-2 漏水量評価を行う想定ケースの概念図

5.2 基準地震動 S_s による漏水量評価のための3次元構造解析 (Step1)

耐震評価において、面内せん断ひずみが大きく算出された地震応答解析ケース ($S_s - D(-+)$), 解析ケース⑤)における地震時増分荷重を用いて、漏水量評価のための3次元構造解析を実施する。

はじめに、水平2方向同時載荷を想定するため、中床版②の南北方向断面に対して、図5-3に赤丸及び青線で示す部材の水平方向の相対変位が最大となる時刻の地震時増分荷重を抽出し、当該荷重及び位相反転 ($S_s - D(++)$) した同時刻の荷重を3次元構造解析モデルに交番載荷する。

次に、中床版②の東西方向断面に対して、図5-4に赤丸及び青線で示す部材の水平方向の相対変位が最大となる時刻の地震時増分荷重を抽出し、当該荷重及び位相反転 ($S_s - D(++)$) した同時刻の荷重を3次元構造解析モデルに交番載荷する。

載荷方法の概念図を図5-5に示す。

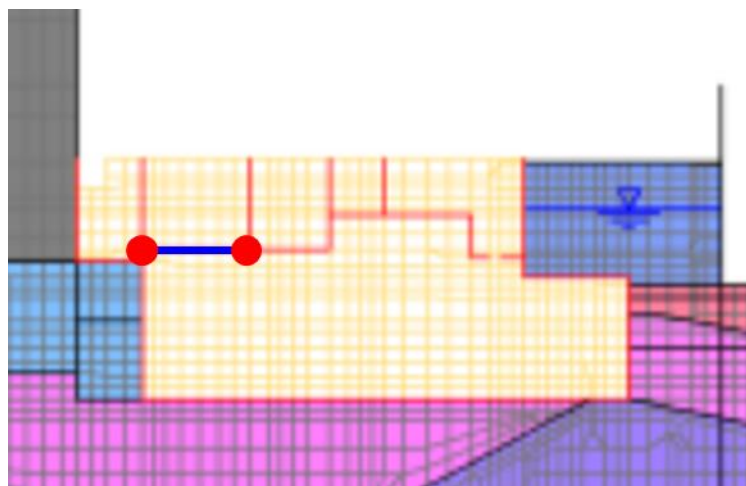


図5-3 荷重抽出時刻選定部材 (南北断面 (D-D断面))

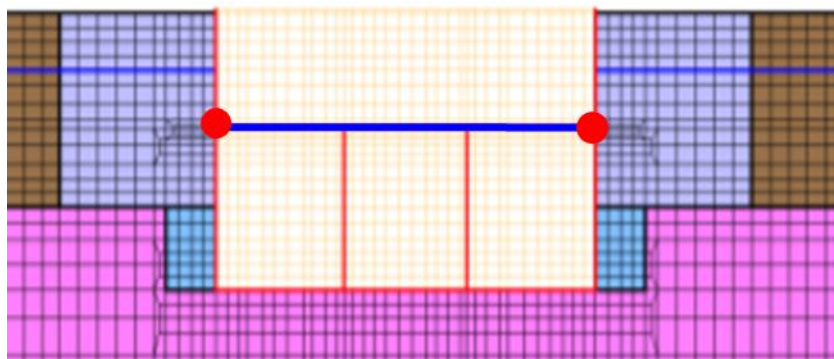


図5-4 荷重抽出時刻選定部材 (東西断面 (B-B断面))

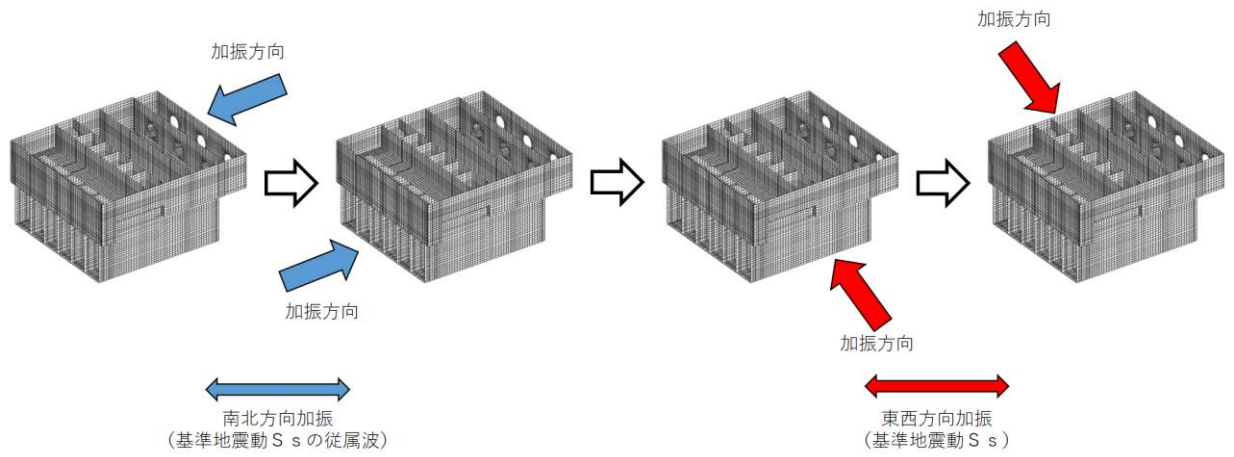


図 5-5 載荷方法の概念図

5.3 基準津波による静水圧の載荷 (Step2)

基準地震動 S_s の経験後の基準津波（日本海東縁，取水槽における津波高さ：10.6m）の襲来を想定し，Step1 の結果を引継いだ状態で，津波の浸水を考慮し，基準津波による静水圧を3次元モデルに載荷する。

5.4 漏水量の算定 (Step3)

Step1 から得られる，ひび割れ面に直交するひずみ（以下「ひび割れ法線方向ひずみ」という。）を用いて，漏水量を算定する。具体的なひび割れ評価及び漏水量の算定方法は以下の（1）～（5）のとおりである。

- （1） 各要素に発生するひび割れ法線方向ひずみ（最大主ひずみ）及びひび割れ法線角（最大主ひずみ方向）を算定する。なお，ひび割れ本数は要素内で1本とし，ひび割れ長さは要素の端から端まで到達しているとする。
- （2） 算定したひび割れ法線方向ひずみ（最大主ひずみ）とひび割れ法線角（最大主ひずみ方向）からひび割れ幅を算定する（図 5-6）。
- （3） 各要素で算定したひび割れ幅及びひび割れ長さから，「コンクリートのひび割れ調査，補修・補強指針-2009-付：ひび割れの調査と補修・補強事例（社団法人日本コンクリート工学協会）」に示される式に基づき各要素の漏水量を算定し，これらを合計し総漏水量を算定する（式 5-1 参照）。
- （4） 漏水量を保守的に評価するため，各要素に発生するひずみは，シェル要素の Top と Bottom のひずみを比較し，大きい値を採用し，そのひび割れが貫通するものとして漏水量を評価する。
- （5） 各要素で算定したひび割れ幅及びひび割れ長さから漏水量を算定する。

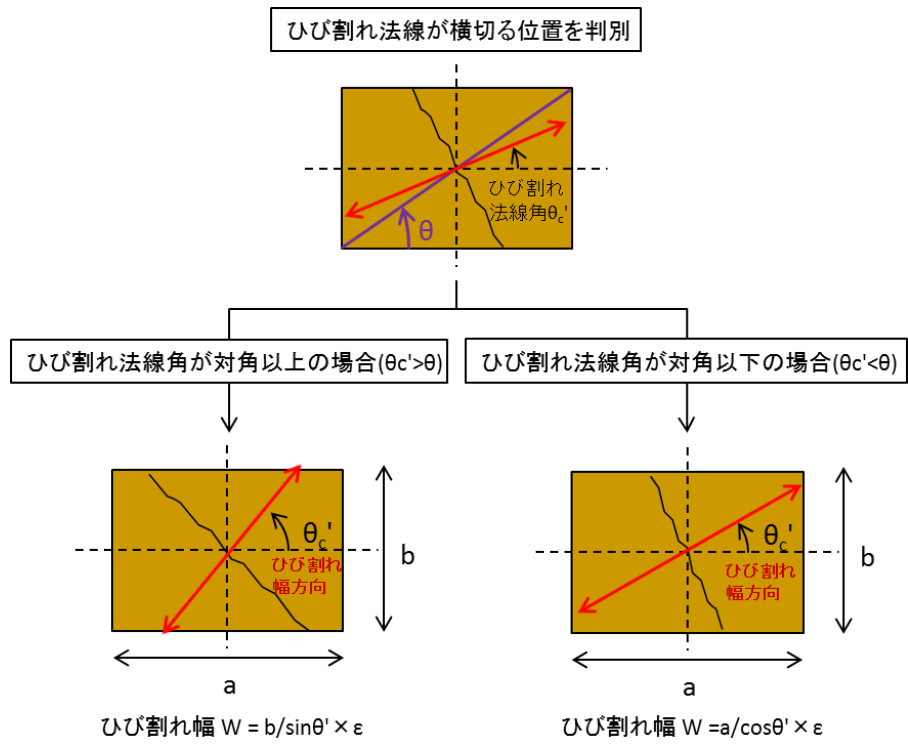


図 5-6 ひび割れ幅の算定方法の概念図

【漏水量算定式】

$$Q = C_w \frac{L \cdot w^3 \cdot \Delta p}{12 \nu \cdot t} \quad (\text{式 5-1})$$

ここで、

- Q : 漏水量 (mm³/s)
- C_w : 低減係数
- L : ひび割れ長さ (mm)
- w : ひび割れ幅 (mm)
- Δp : 作用圧力 (N/mm²) : 基準津波による静水圧
- ν : 水の粘性係数 (1.138 × 10⁻⁹ N · s/mm²)
- t : 部材の厚さ (ひび割れ深さ) (1,000mm)

低減係数C_wは「沈埋トンネル側壁のひびわれからの漏水と自癒効果の確認実験（コンクリート工学年次論文報告集 Vol.17, No.1, 1995）」に基づき、図5-7の赤枠のとおり算定する。

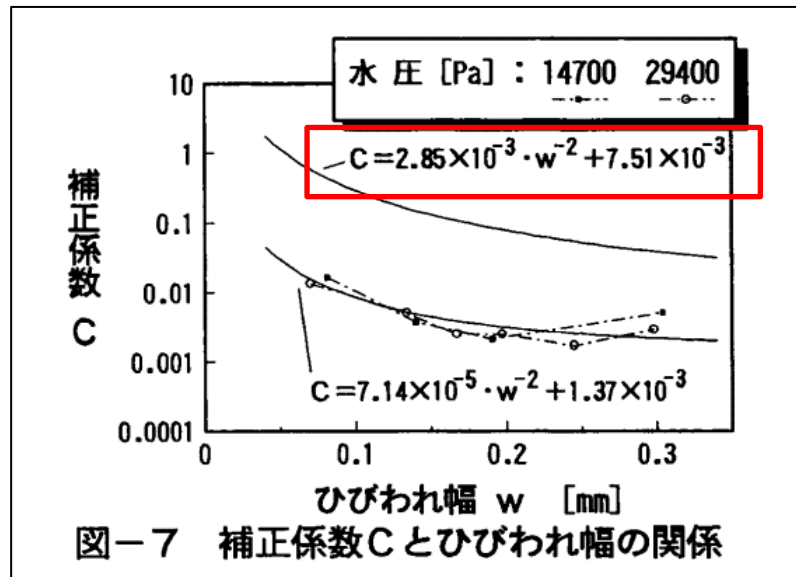


図 5-7 低減係数とひび割れ幅の関係

取水槽における津波水位の時刻歴波形を図5-8に示す。津波水位が最高水位（EL 10.6m）となるのは一瞬であるが、保守的に水位が中床版②の下端であるEL 1.1mを超える時間の合計（5012s）を津波継続時間として考慮する。また、作用圧力の概念図を図5-9に示す。

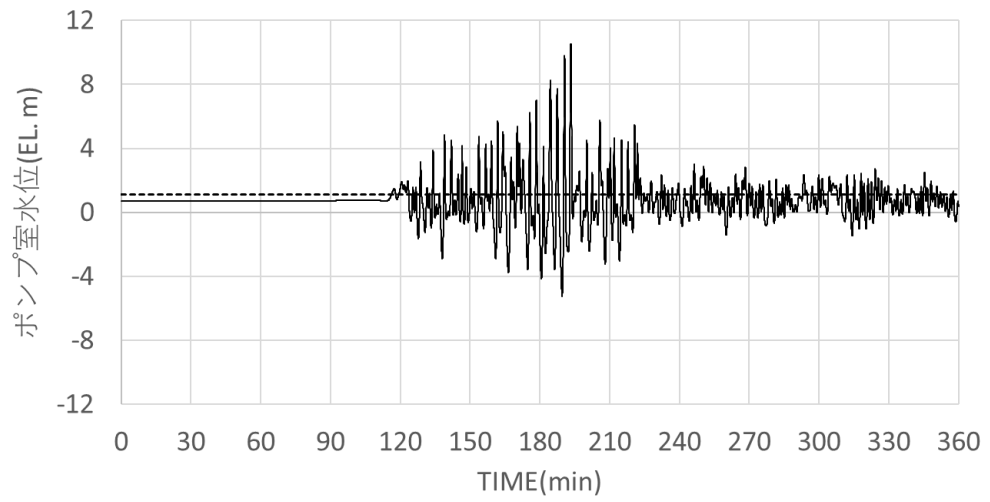


図 5-8 海水ポンプ室における水位の時刻歴波形

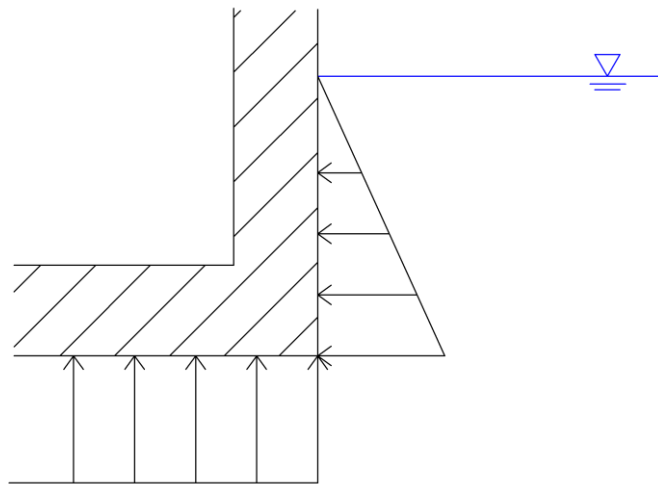


図 5-9 作用圧力の概念図

6. 評価結果

代表部材である循環水ポンプエリアの中床版②に発生するひび割れ法線方向ひずみ（最大主ひずみ）の分布図を図 6-1 に示す。ひび割れ法線方向ひずみが γ_1 (146μ) 以上となるひずみを、ひび割れの発生があるものとしている。

総漏水量は、「5.4 漏水量の算定」の方法により得られる各要素の漏水量を合計して算出するが、一例として、ひび割れ法線方向ひずみが最大となる要素における単位時間当たりの漏水量を表 6-1 に示す。

循環水ポンプエリア及び海水ポンプエリアの総漏水量及び浸水深さの結果を表 6-2 に示す。循環水ポンプエリアの漏水による浸水深さは 38.8mm であり、浸水影響を考慮する機器がない同エリアの側壁高さ 7,700mm (EL 8.8m) と比較して十分小さいことを確認した。また、海水ポンプエリアについては、図 6-2 に示すとおり、ひび割れ法線方向ひずみが 146μ 以上となる要素がないため、漏水が発生しないことを確認した。

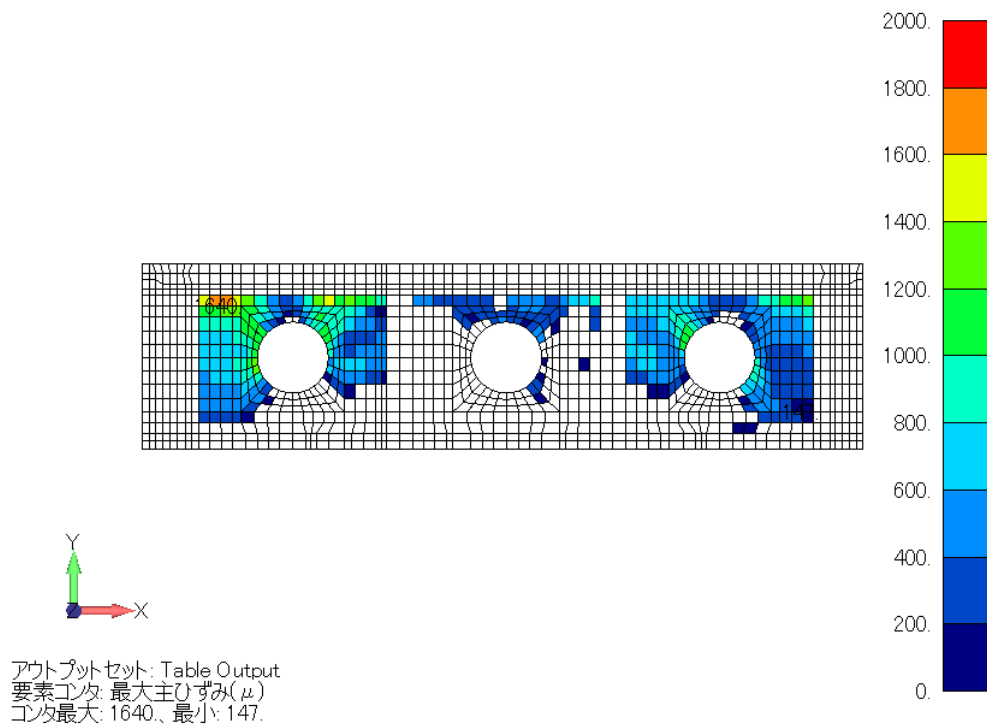


図 6-1 各要素のひび割れ法線ひずみ（循環水ポンプエリア，中床版）

表 6-1 1 要素の単位時間当たりの漏水量（中床版における最大値）

ε	ひび割れ法線方向ひずみ (μ)	1640
d	要素長さ (mm)	592
L	ひび割れ長さ (mm)	597
w	ひび割れ幅 (mm)	0.827
C_w	低減係数	0.012
ν	水の粘性係数 ($N \cdot s/mm^2$)	1.138×10^{-9}
Δp	作用圧力 (N/mm^2)	0.10605
t	部材の厚さ（ひび割れ深さ） (mm)	1,000
q	1 要素の単位時間当たりの漏水量 (mm^3/s)	30584.30

表 6-2 総漏水量及び浸水深さ

	漏水量 (m^3)	浸水深さ (mm)
循環水ポンプエリア	8.8	38.8
海水ポンプエリア	漏水なし	浸水なし

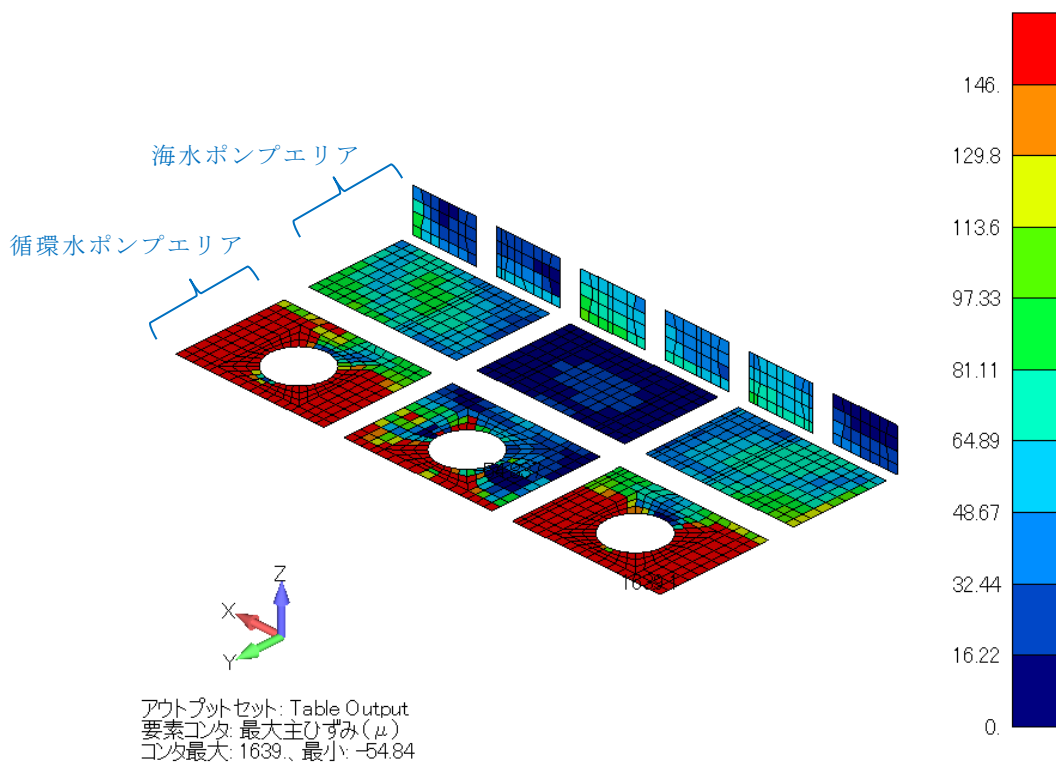


図 6-2 ひび割れ法線方向ひずみ分布

7. まとめ

本文の「6.2 3次元構造解析結果」に示すとおり，3次元構造解析による耐震評価から，おおむね弾性範囲に収まっており，顕著な漏水は発生しないと評価できるが，念のため，止水機能が要求される部材のうち津波に対する止水性能が要求され，耐震評価において面内せん断ひずみが最も大きい中床版②に着目して，漏水量評価を実施した。

基準地震動 S_s を経験後，日本海東縁部の地震発生に伴う基準津波が襲来した場合を想定した漏水量評価の結果，取水槽の浸水深さは 38.8mm と僅かであり，影響が少ないことを確認した。

参考資料 6 静的地震力に対する耐震評価について

1. 評価方針

Cクラス施設に求められる静的地震力に対して，取水槽が耐震性を有することの確認を行う。

取水槽の静的地震力に対する耐震評価は，構造部材の曲げ・軸力系の破壊，せん断破壊及び基礎地盤の支持性能に対する評価を実施する。

構造部材の健全性評価については，構造部材の発生応力度が短期許容応力度を下回ることを確認する。

基礎地盤の支持性能評価については，基礎地盤に発生する応力（接地圧）が短期許容支持力度を下回ること，MMRに発生する応力（接地圧）が支圧強度を下回ることを確認する。

耐震評価フローを図 1-1 に示す。

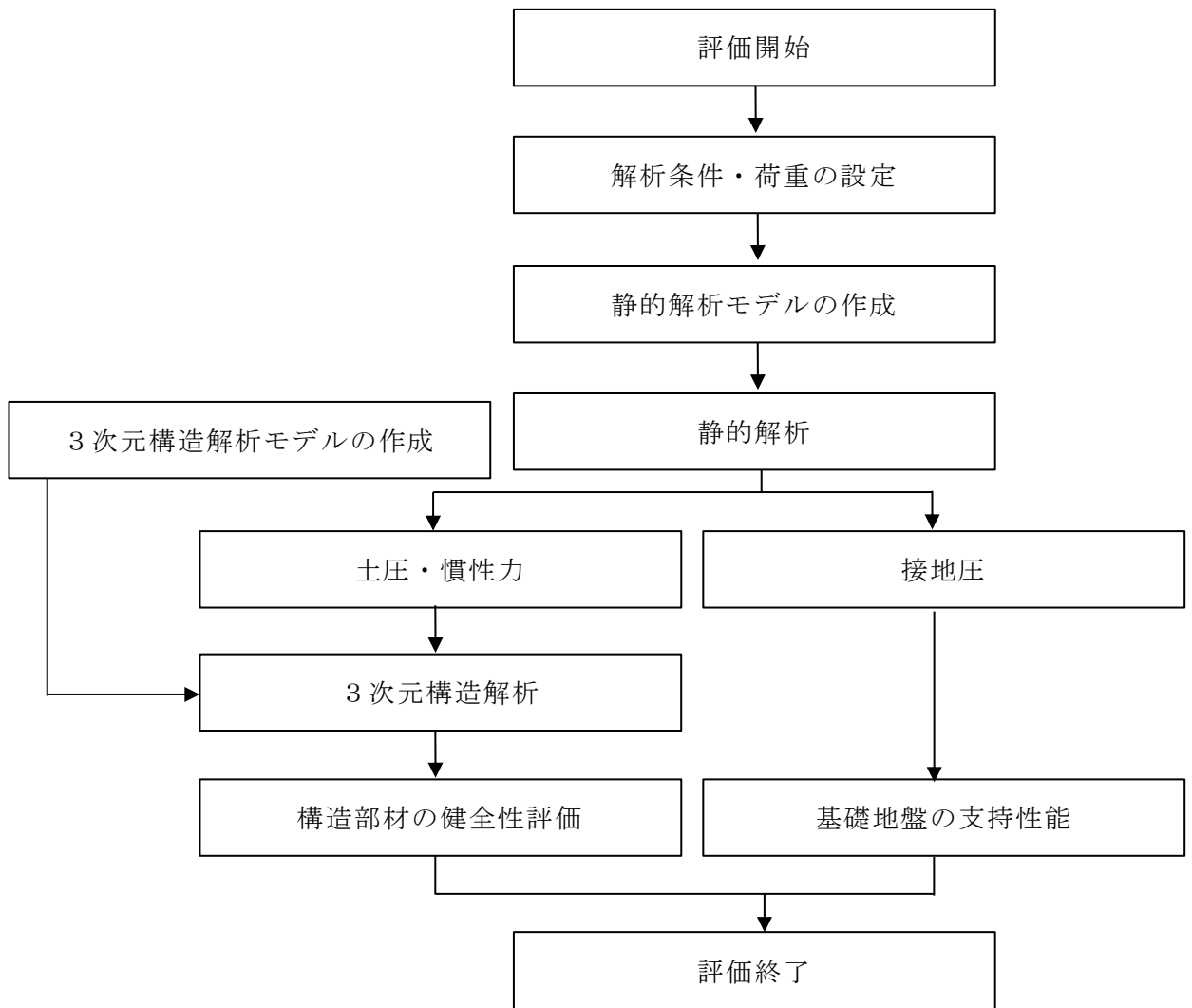


図 1-1 取水槽の静的地震力に対する耐震評価フロー
参考 6-1

2. 適用規格

適用する規格，基準等を以下に示す。

- ・ 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）
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 - 1987（社団法人，日本電気協会電気技術基準調査委員会）

3. 評価対象断面

「取水槽の地震応答計算書及び耐震性についての計算書に関する補足説明資料」のうち「2. 評価条件」と同様とする。

4. 荷重及び荷重の組合せ

4.1 荷重

静的地震力に対する耐震評価において考慮する荷重を以下に示す。

(1) 固定荷重（G）

固定荷重として，躯体自重を考慮する。

(2) 積載荷重（P）

積載荷重として，水圧及び積雪荷重 P_s を考慮する。

(3) 積雪荷重（ P_s ）

積雪荷重は，発電所敷地に最も近い気象官署である松江地方気象台で観測された観測史上1位の月最深積雪100cmに平均的な積雪荷重を与えるための係数0.35を考慮し35.0 cmとする。積雪荷重については，松江市建築基準法施行細則により，積雪量1 cmごとに 20N/m^2 の積雪荷重が作用することを考慮し設定する。

(4) 地震荷重（ S_c ）

地震荷重は静的地震力（ $kh=0.16$ ）を考慮する。

静的地震力算定用の基準面は地表面とし，地震層せん断力係数を用いて，次式により算出する。

$$Q_i = n \cdot Z \cdot C_i \cdot W_i$$

$$C_i = R_i \cdot A_i \cdot C_0$$

ここで、

Q_i : 第 i 層に生じる水平地震力

n : 施設の重要度分類に応じた係数

Z : 地震地域係数 (1.0)

C_i : 第 i 層の地震層せん断力係数

W_i : 第 i 層が支える重量

R_i : 振動特性係数 (0.8)

A_i : 第 i 層の地震層せん断力係数の高さ方向の分布係数

C_0 : 標準せん断力係数 (0.2)

4.2 荷重の組合せ

荷重の組合せを表 4-1 に示す。

表 4-1 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
地震時 (S_c)	$G + P + S_c$

G : 固定荷重

P : 積載荷重

S_c : 耐震 C クラスの施設に適用される静的地震力 ($kh=0.16$)

5. 使用材料及び材料の物性値

「取水槽の地震応答計算書及び耐震性についての計算書に関する補足説明資料」のうち「2.5 使用材料及び材料の物性値」と同様とする。

6. 隔壁への影響確認

静的解析は「取水槽の地震応答計算書及び耐震性についての計算書に関する補足説明資料」のうち「3. 地震応答解析」の解析モデルを用い、静的非線形解析により応答値を算定する。

図 6-1 に静的解析モデルを示す。

静的解析は底面固定とし、側方は水平震度による地盤の水平方向の変形を拘束しないよう水平ローラーとする。また、静的解析は取水槽に作用する土圧を算出することを目的に

参考 6-3

実施するため、隣接構造物としてモデル化するタービン建屋及び防波壁（多重鋼管式擁壁）についても、取水槽に適用される静的地震力（ $kh=0.16$ ）を作用させる。

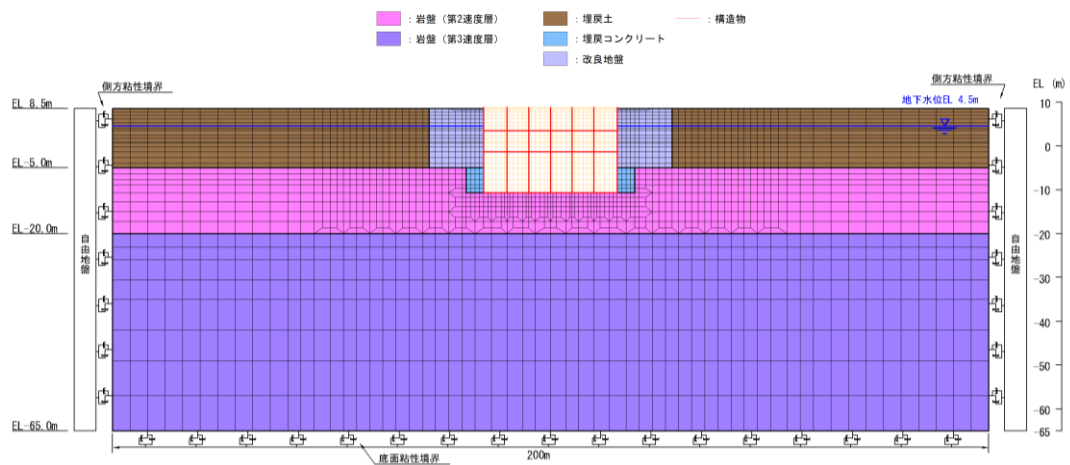


図 6-1(1) 取水槽の解析モデル図（防じん機エリア）

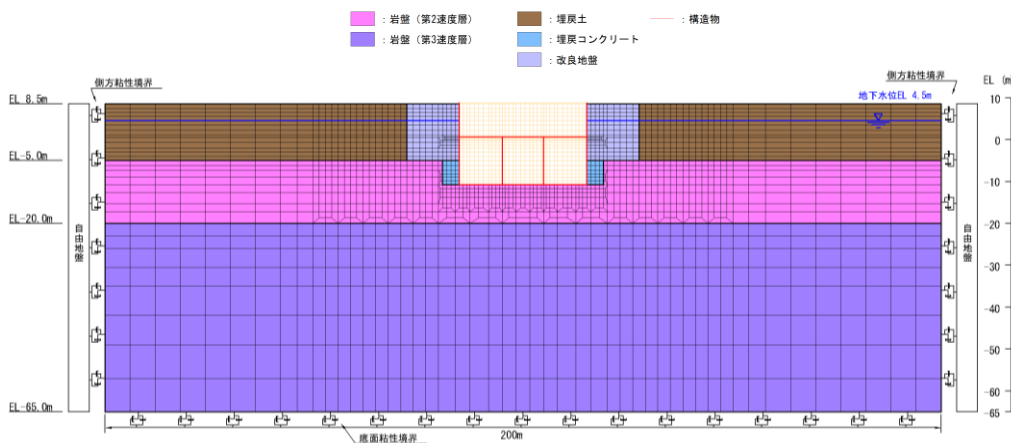


図 6-1(2) 取水槽の解析モデル図（海水ポンプエリア）

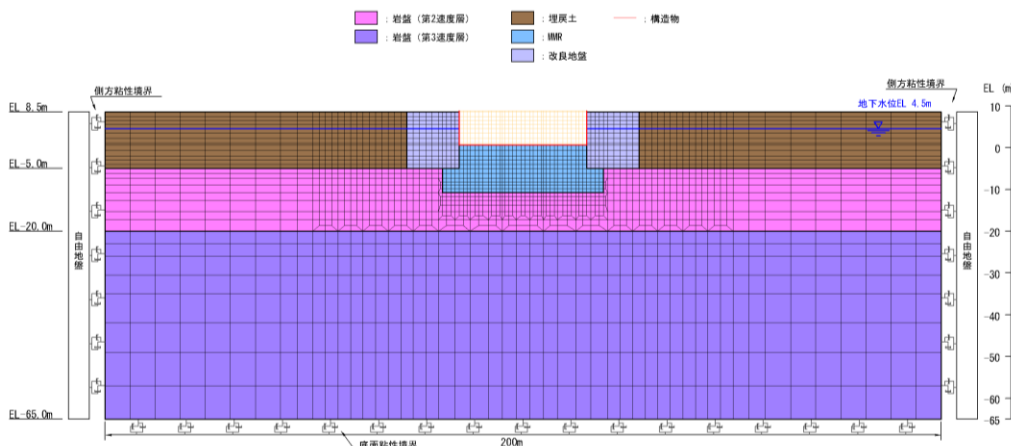


図 6-1(3) 取水槽の解析モデル図（ストレーナエリア）

参考 6-4

7. 3次元構造解析

取水槽の耐震評価は、非線形シェル要素を用いた3次元構造解析により実施する。

8. 3次元構造解析モデル

材料の線形特性を考慮した非線形シェル要素でモデル化する。3次元構造解析モデルを図8-1に、各部材の要素座標系を図8-2に、シェル要素における各要素の断面力の方向を図8-3に示す。

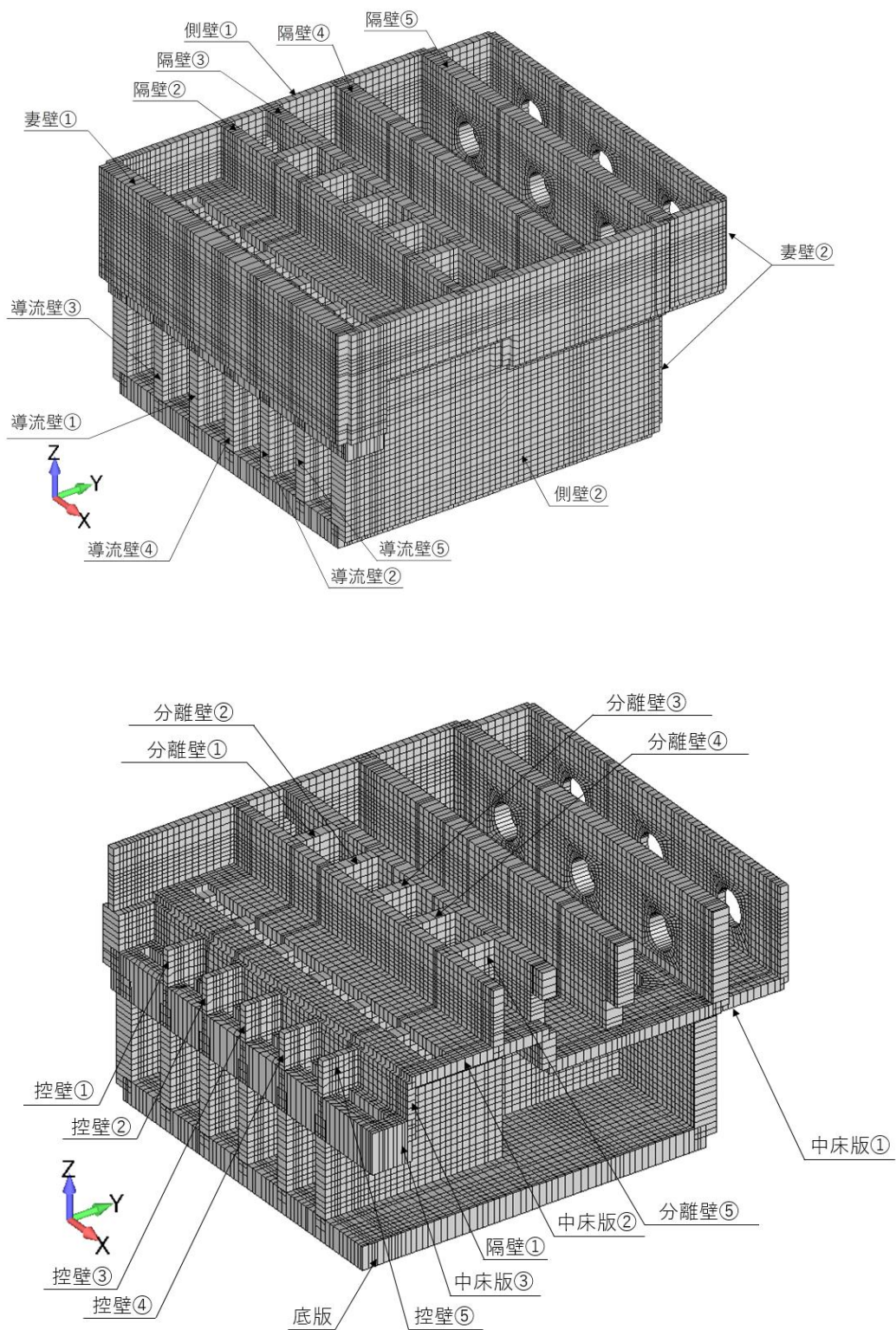
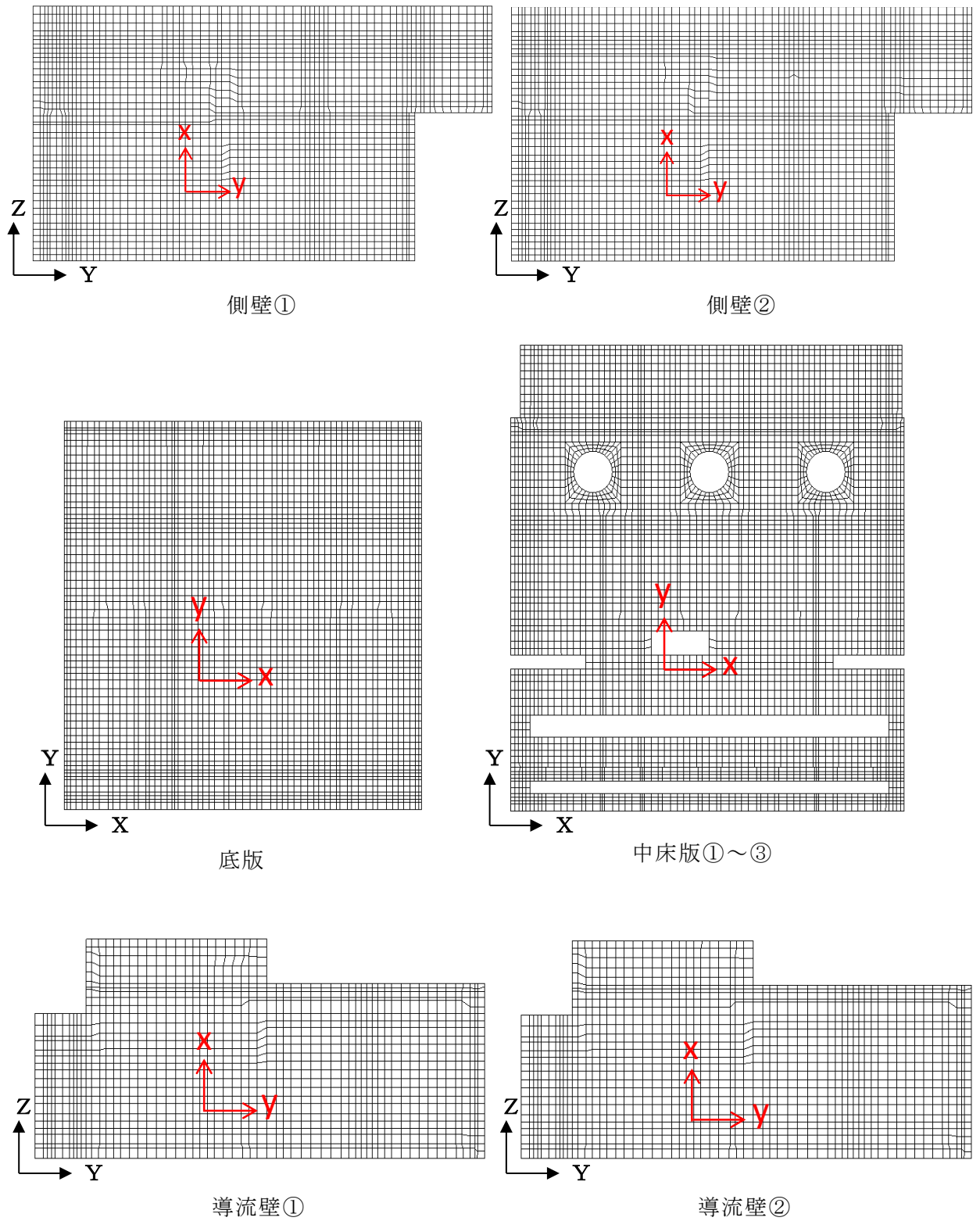


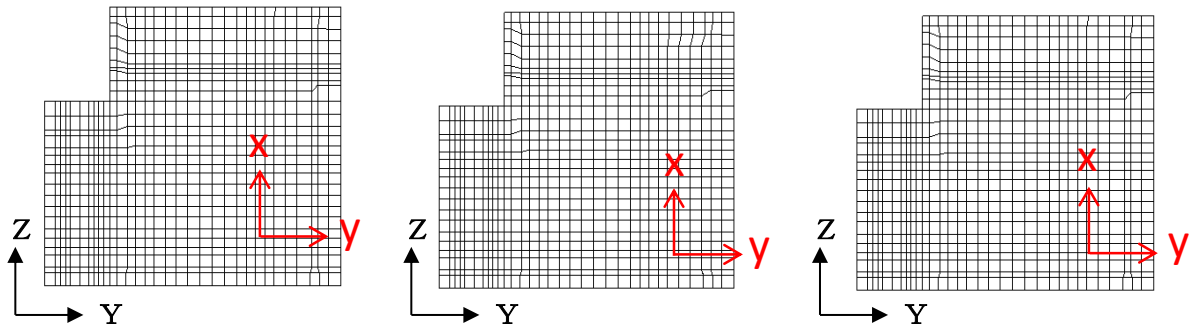
図 8-1 3次元解析モデル図*

注記*：部材を説明するための図であり，解析モデルではない。



黒 (X, Y, Z) : 全体座標系を示す
 赤 (x, y) : 要素座標系を示す

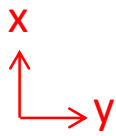
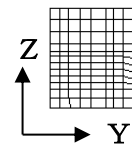
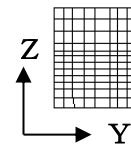
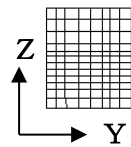
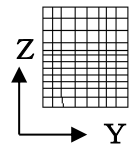
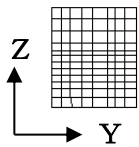
図 8-2 (1) 各部材の要素座標系



導流壁③

導流壁④

導流壁⑤



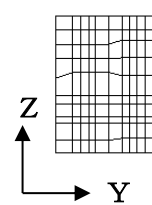
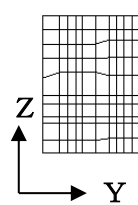
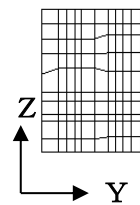
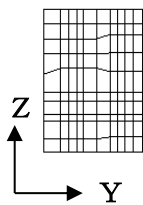
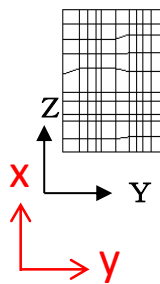
分離壁①

分離壁②

分離壁③

分離壁④

分離壁⑤



控壁①

控壁②

控壁③

控壁④

控壁⑤

黒 (Y, Z) : 全体座標系を示す

赤 (x, y) : 要素座標系を示す

図 8-2 (2) 各部材の要素座標系

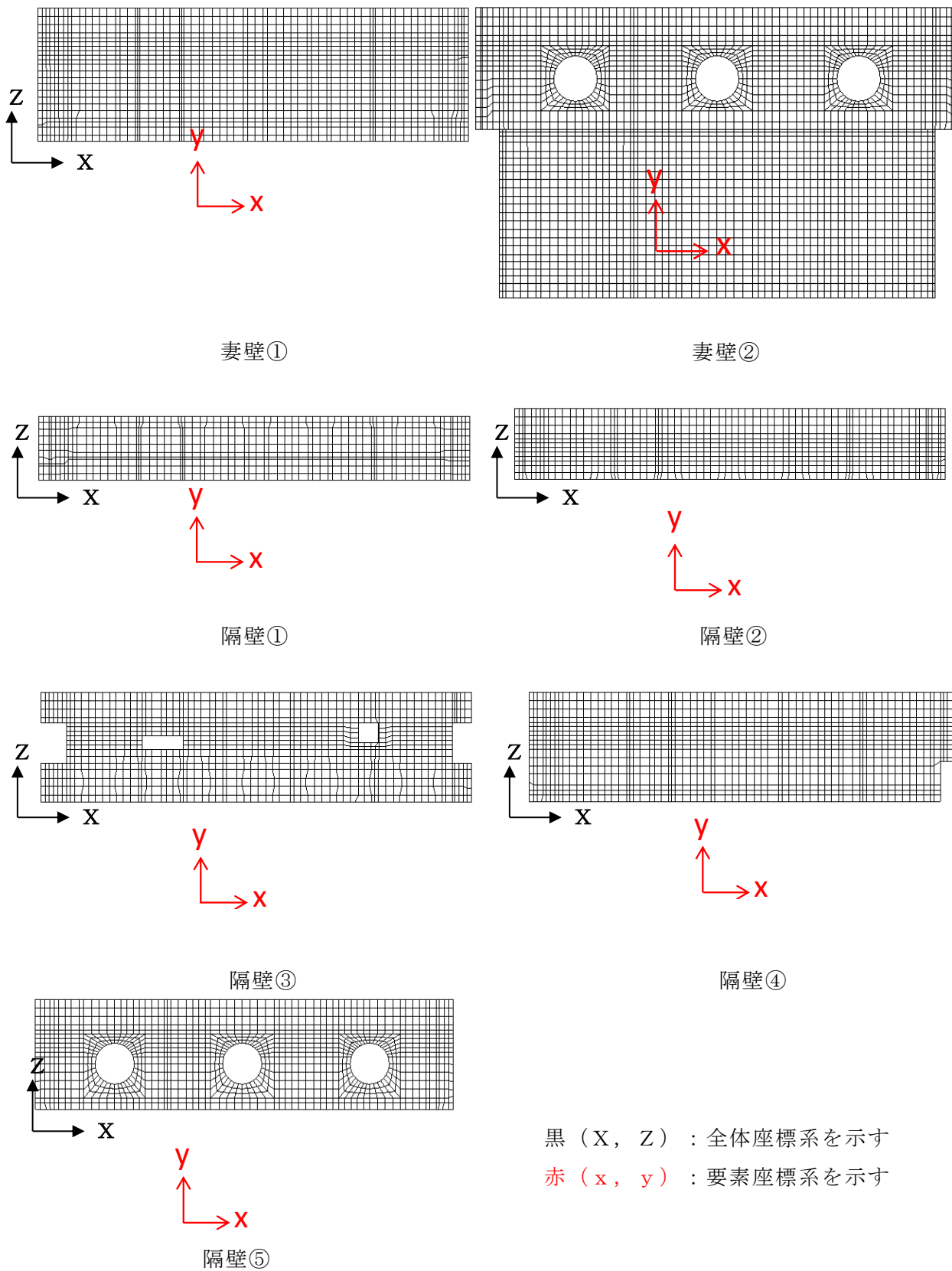


図 8-2 (3) 各部材の要素座標系

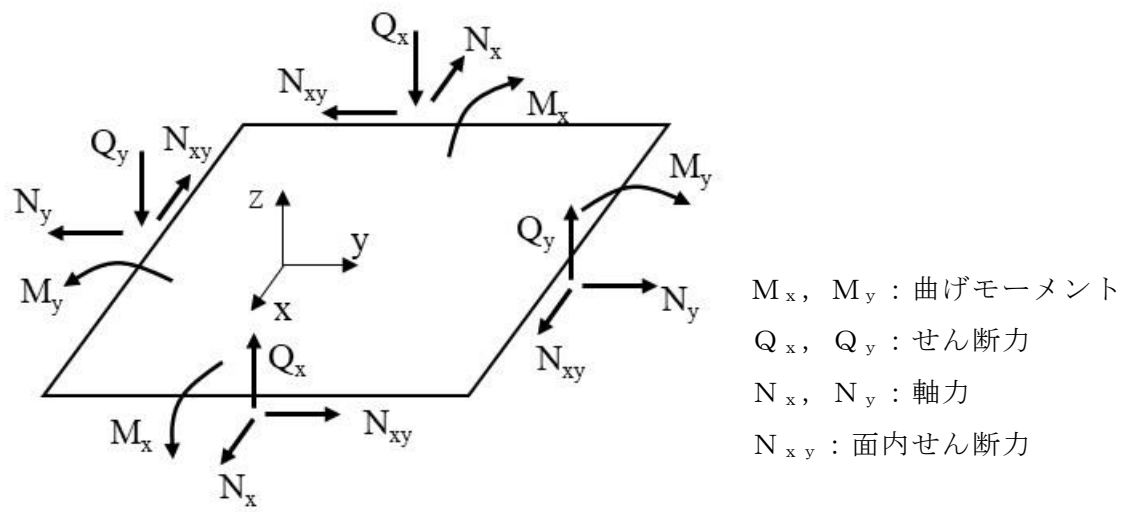


図 8-3 シェル要素における断面力の方向

9. 許容限界

9.1 曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界

構造部材（鉄筋コンクリート）の曲げ・軸力系の破壊に対する許容限界は、短期許容応力度とする。コンクリート及び鉄筋の許容応力度を表 9-1 及び表 9-2 に示す。

表 9-1 コンクリートの短期許容応力度

設計基準強度	許容応力度 (N/mm ²)		短期許容応力度* ¹ (N/m ²)
	$f'_{ck} = 23.5$ (N/mm ²)	許容曲げ圧縮応力度 σ'_{ca}	8.8
$f'_{ck} = 24.0$ (N/mm ²) * ²	許容せん断応力度 τ_a	0.44	0.66

注記*1：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。

*2：耐震評価上は，23.5N/mm² で評価を実施している。

表 9-2 鉄筋の許容応力度及び短期許容応力度

鉄筋の種類	許容応力度 (N/mm ²)		短期許容応力度* (N/m ²)
	SD345	許容曲げ圧縮応力度 σ'_{sa}	196

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。

9.2 せん断破壊に対する許容限界

非線形シェル要素によりモデル化を行う取水槽の静的地震力に対する耐震性を有することの確認におけるせん断破壊に対する許容限界は、表 9-1 に示す短期許容応力度とする。

なお、せん断補強鉄筋が配置される部材の許容限界は、表 9-1 及び表 9-2 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。

$$V_a = V_c + V_s$$

ここに、 V_a ：短期許容せん断力

V_c ：コンクリートが分担するせん断力

V_s ：せん断補強鉄筋が分担するせん断力

$$V_c = \frac{1}{2} \tau_{a1} \cdot b_w \cdot z$$

ここに、 τ_{a1} : コンクリートの短期許容せん断応力度

b_w : 部材の有効幅

d : 部材の有効高さ

z : 圧縮応力の合力の作用位置から引張鋼材図心までの距離で $d/1.15$ とする。

$$V_s = \left\{ A_w \sigma'_{sa} (\sin \alpha + \cos \alpha) / s \right\} z$$

ここに、 A_w : 区間 s におけるせん断補強筋の総断面積

σ'_{sa} : 鉄筋の短期許容引張応力度

α : せん断補強鉄筋と部材軸のなす角度

s : せん断補強鉄筋の配置間隔

9.3 基礎地盤の支持力に対する許容限界

9.3.1 支持地盤（C_L級岩盤）

支持地盤に発生する接地圧に対する許容限界は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、C_L級岩盤の極限支持力とする。

支持地盤の接地圧に対する許容限界を表 9-3 に示す。

表 9-3 支持地盤の支持性能に対する許容限界

評価項目	基礎地盤	許容限界 (N/mm ²)
短期許容支持力度	C _L 級岩盤	2.6

9.3.2 MMR

MMRに発生する接地圧に対する許容限界は、「コンクリート標準示方書 2002」に基づき、コンクリートの支圧強度とする。MMRの接地圧に対する許容限界を表9-4に示す。

表 9-4 MMRの支持性能に対する許容限界

評価項目	MMR	許容限界 (N/mm ²)
支圧強度	コンクリート ($f'_{ck}=15.6$ (N/mm ²))	$f'_{ck}=15.6$
	コンクリート ($f'_{ck}=18.0$ (N/mm ²))	$f'_{ck}=18.0$

10. 評価結果

追而

参考資料 7 機器・配管系の耐震評価に適用する影響検討ケースについて

1. はじめに

取水槽について、機器・配管系の耐震評価に適用する床応答への保守的な配慮として、「取水槽の地震応答計算書及び耐震性についての計算書に関する補足説明資料」の「3.5.2 機器・配管系の耐震評価に適用する解析ケース」に示すとおり、コンクリートの物性値を実強度に変更したケース（ケース⑨及び⑪）及び地下水位が構造物基礎下端より十分低い状態を仮定したケース（ケース⑩及び⑫）について、解析を実施している。

2. 解析方針

2.1 コンクリート実強度による解析

「取水槽の地震応答計算書及び耐震性についての計算書に関する補足説明資料」の「3. 地震応答解析」に基づき解析を実施する。変更した地下水位の条件を表 2-1 に示す。影響検討ケースは、位相特性の偏りがなく全周期帯において安定した応答を生じさせる基準地震動 $S_s - D$ に対して実施することとする。影響検討に用いる地震動は、 $S_s - D (+ +)$ を使用する。

表 2-1 解析条件（コンクリート実強度）

コンクリート実強度 (N/mm^2)	ヤング係数 (kN/mm^2)
37.6	30.3

2.2 地下水位低下による解析

「取水槽の地震応答計算書及び耐震性についての計算書に関する補足説明資料」の「3. 地震応答解析」に基づき解析を実施する。変更した地下水位の条件を表 2-2 に示す。影響検討ケースは、位相特性の偏りがなく全周期帯において安定した応答を生じさせる基準地震動 $S_s - D$ に対して実施することとする。影響検討に用いる地震動は、 $S_s - D (+ +)$ を使用する。

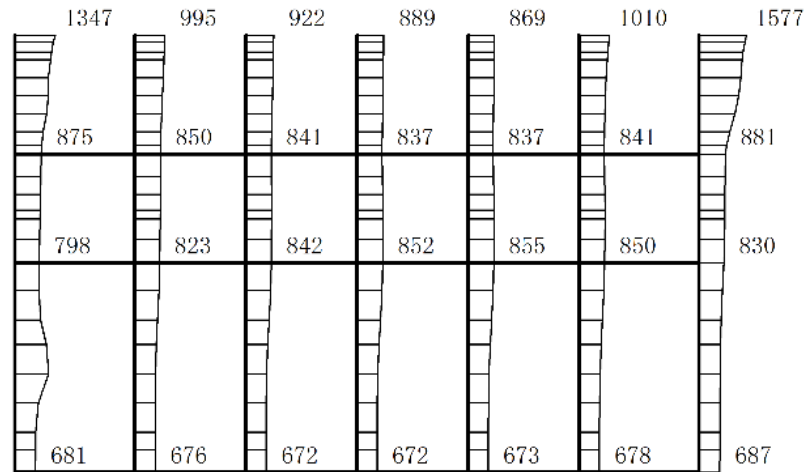
表 2-2 解析条件（地下水位低下）

解析断面	設計地下水位 (EL. m)
A-A 断面	解析モデル範囲外として、考慮しない
B-B 断面	
D-D 断面	

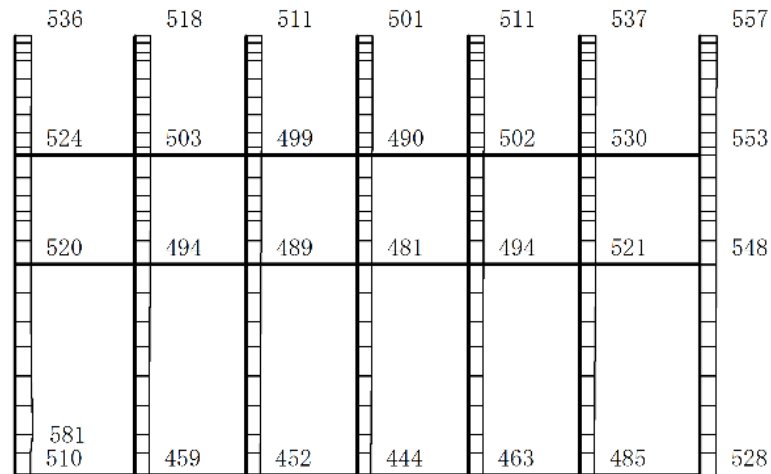
3. 解析結果

3.1 コンクリート実強度による解析

ケース⑨及び⑩に係る地震応答解析結果として、 $S_s - D(++)$ に対する最大加速度分布図を図3-1～図3-3に示す。



(a) $S_s - D(++)$ 水平

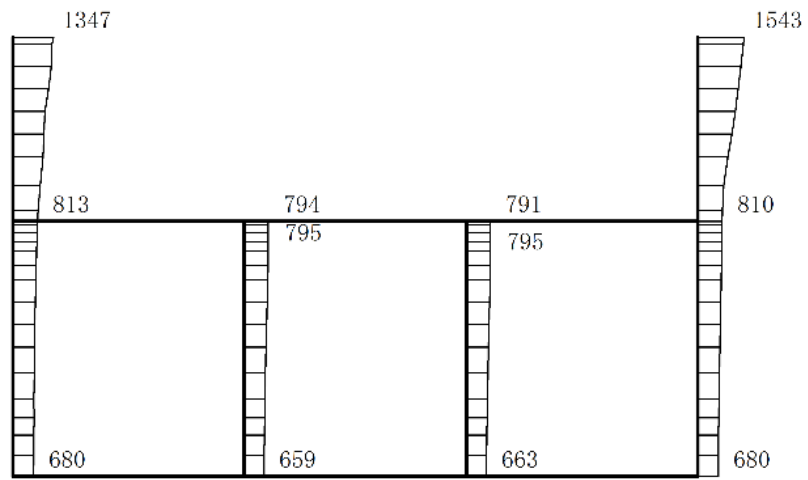


(b) $S_s - D(++)$ 鉛直

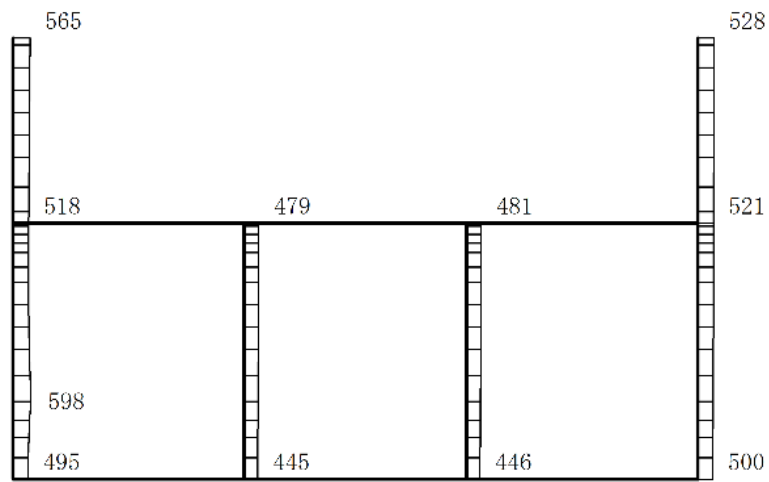
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図3-1 最大応答加速度分布図 (A-A断面, 解析ケース⑨)



(a) S s - D (++) 水平

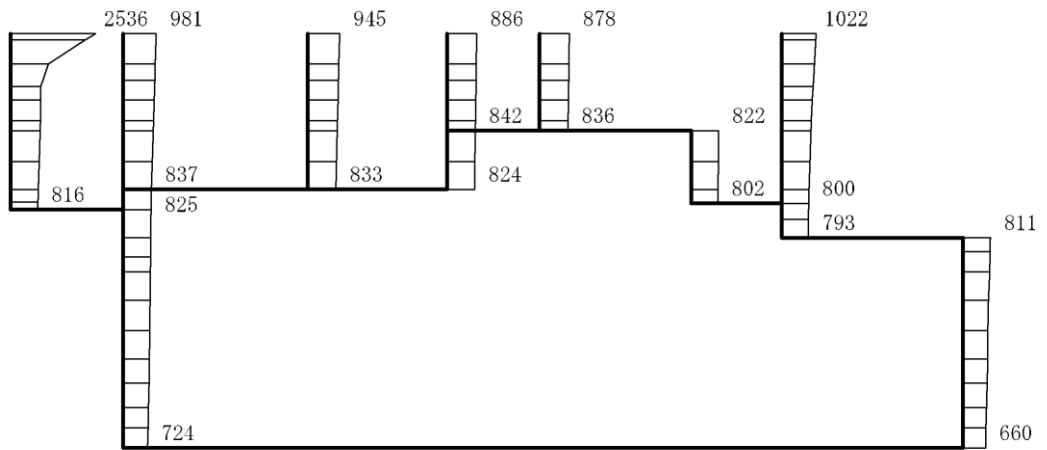


(b) S s - D (++) 鉛直

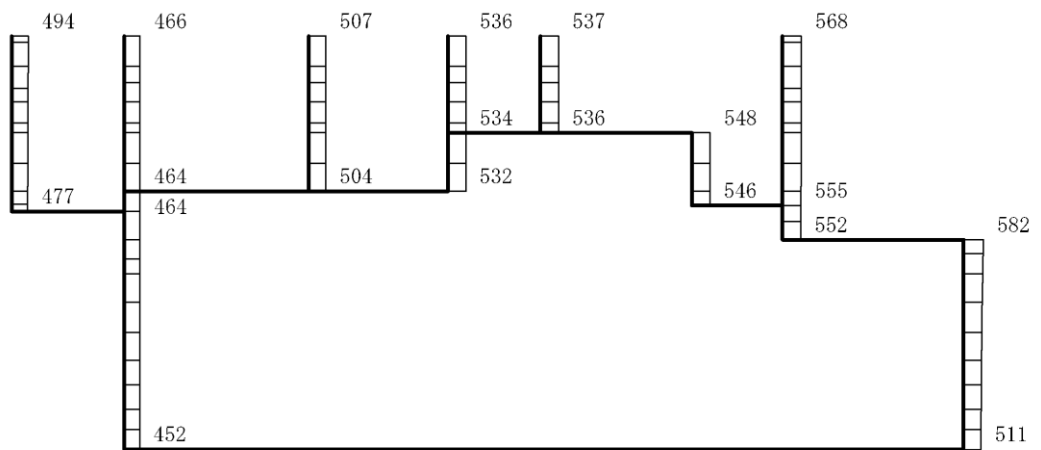
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 3-2 最大応答加速度分布図 (B-B断面, 解析ケース⑨)



(a) S s - D (++) 水平



(b) S s - D (++) 鉛直

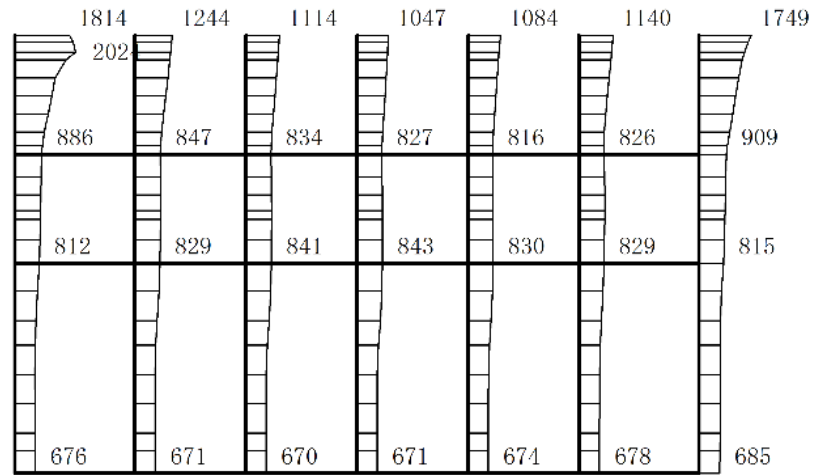
構造スケール $0 \quad 2(m)$

応答値スケール $0 \quad 1200 (cm/s^2)$

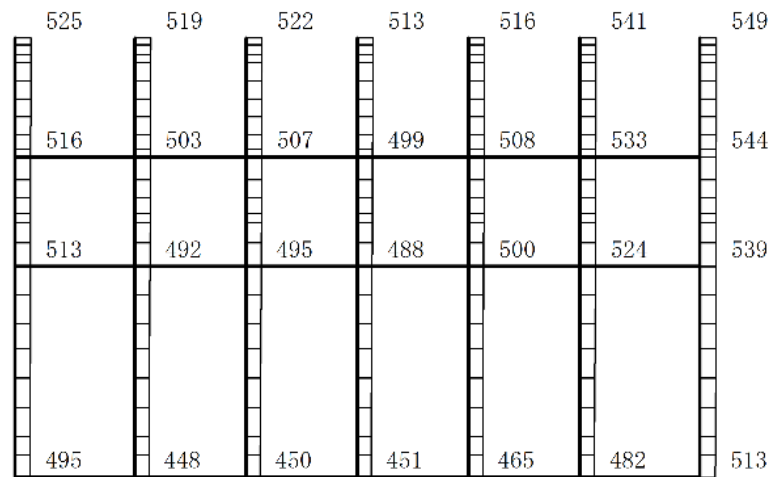
図 3-3 最大応答加速度分布図 (D-D断面, 解析ケース⑩)

3.2 地下水位低下による解析

ケース⑩及び⑫に係る地震応答解析結果として、 $S_s - D(++)$ に対する最大加速度分布図を図3-4～図3-6に示す。



(a) $S_s - D(++)$ 水平

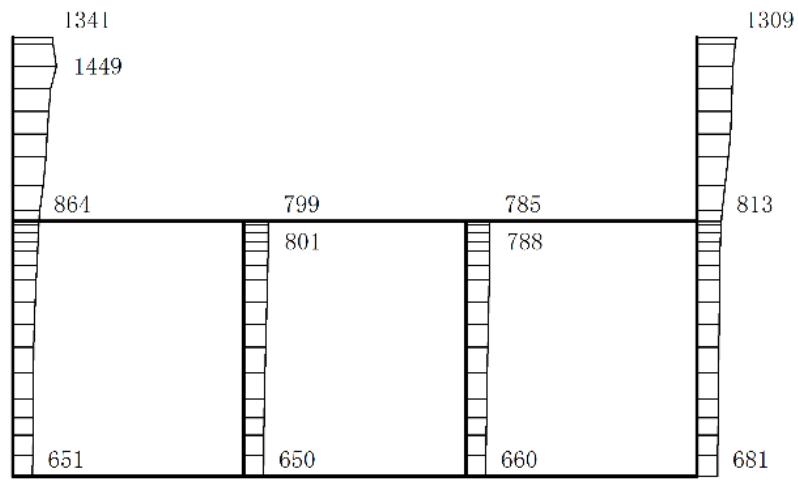


(b) $S_s - D(++)$ 鉛直

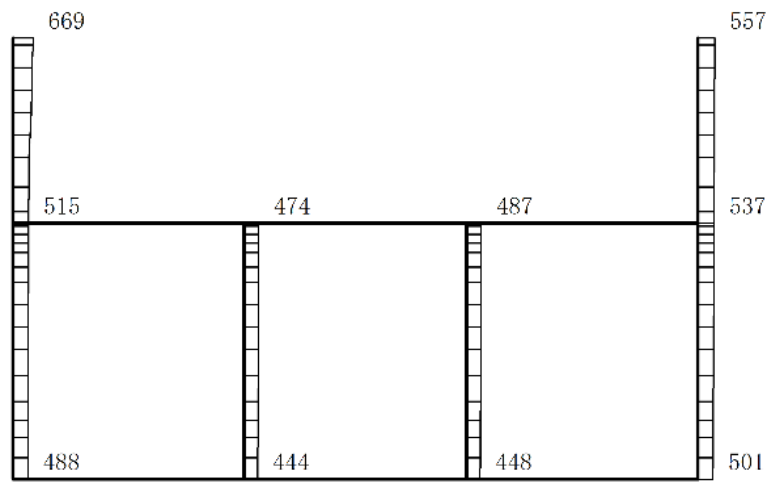
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図3-4 最大応答加速度分布図 (A-A断面, 解析ケース⑩)



(a) S s - D (++) 水平

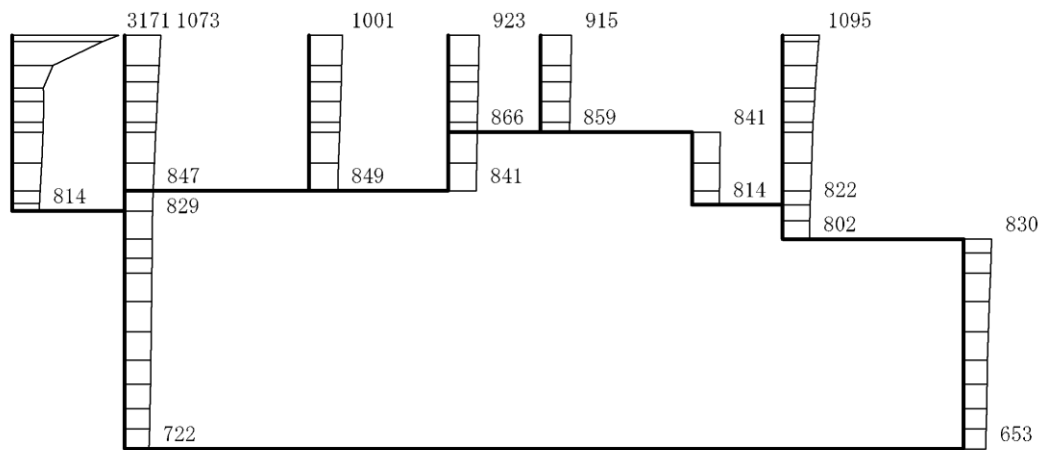


(b) S s - D (++) 鉛直

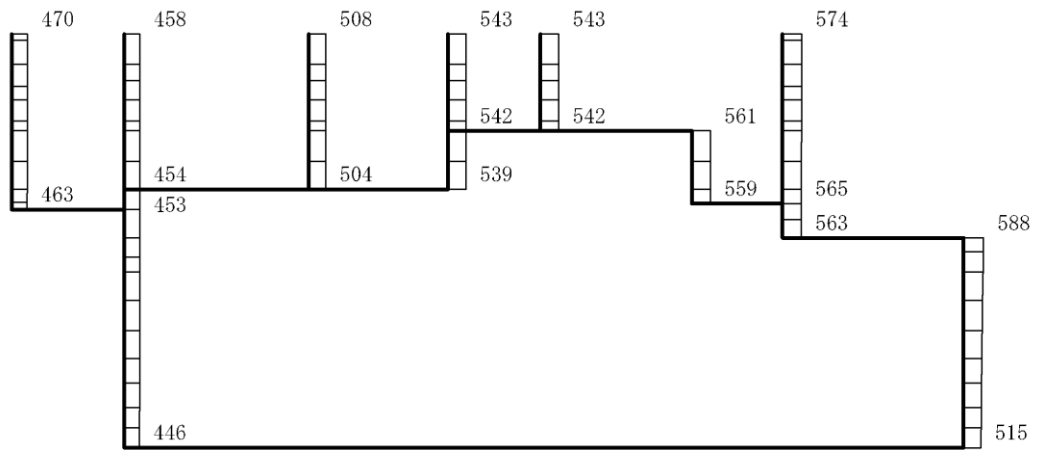
構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 3-5 最大応答加速度分布図 (B-B断面, 解析ケース⑩)



(a) S s - D (++) 水平



(b) S s - D (++) 鉛直

構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1200 (cm/s²)

図 3-6 最大応答加速度分布図 (D-D断面, 解析ケース⑫)

参考資料 8 地震応答解析結果に対する考察

1. はじめに

VI-2-2-18「取水槽の地震応答計算書」の「4. 解析結果」において、地震応答解析のアウトプットとして最大応答加速度分布図を掲載している。本図は取水槽を構成する各節点における全時刻での応答加速度の最大値を図化したものであるが、一部の地震動において他の地震動と比較して数倍程度大きな応答加速度が算定されているため、本資料ではその原因について考察する。

2. 解析結果に対する考察

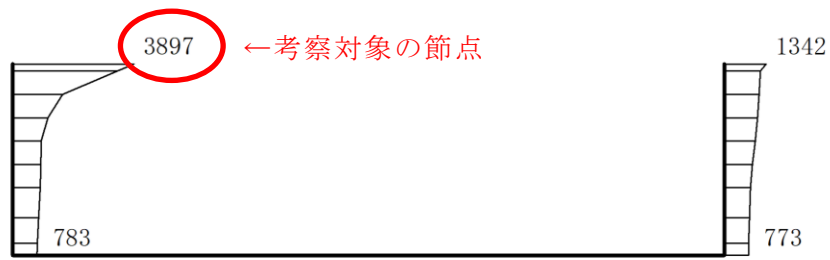
2.1 C-C断面

2.1.1 地震応答解析結果

C-C断面では、表 2-1 に示すケースにおいて他の地震動と比較して数倍程度大きな応答加速度が算定された。

表 2-1 C-C断面において考察する解析ケース

解析ケース	地震動	地震動の方向	参照先
①	S s - D (++)	水平	図 2-1
①	S s - D (-+)	水平	図 2-2
②	S s - D (++)	水平	図 2-3
②	S s - D (-+)	水平	図 2-4
③	S s - D (++)	水平	図 2-5
③	S s - D (-+)	水平	図 2-6



構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

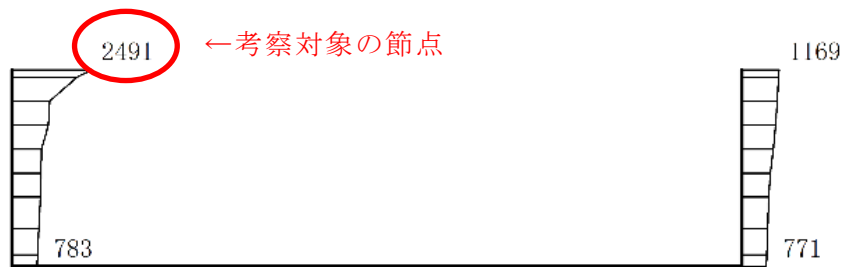
図 2-1 S s - D (++) 水平 (解析ケース①)



構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

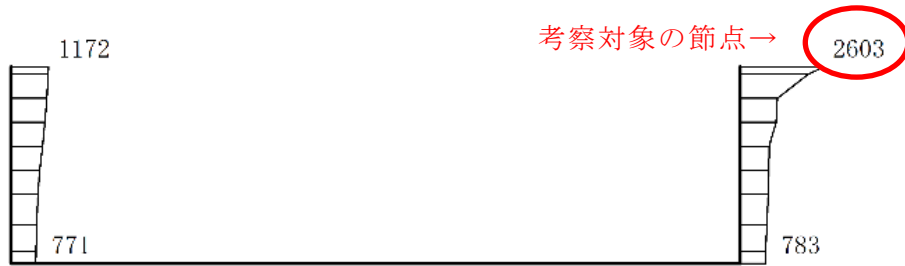
図 2-2 S s - D (-+) 水平 (解析ケース①)



構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

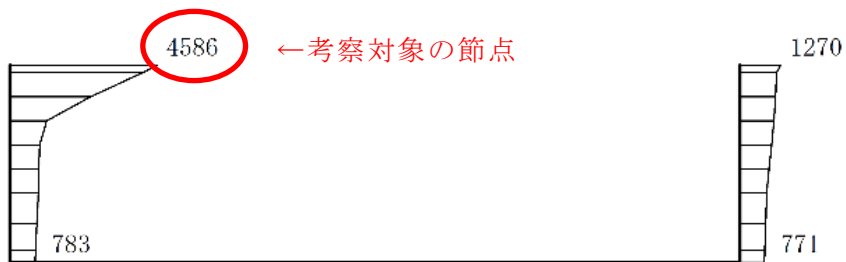
図 2-3 S s - D (++) 水平 (解析ケース②)



構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

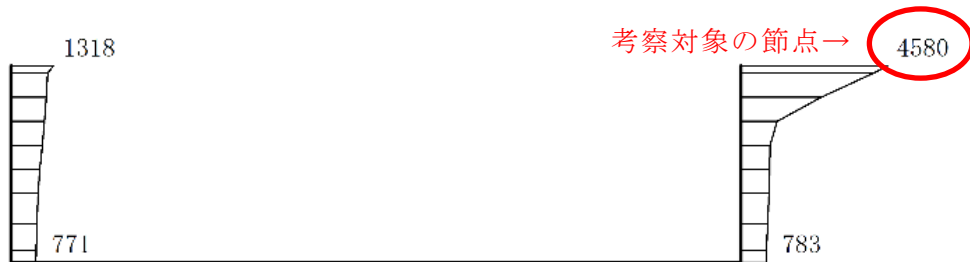
図 2-4 S s - D (-+) 水平 (解析ケース②)



構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 2-5 S s - D (++) 水平 (解析ケース③)



構造スケール 0 2(m)

応答値スケール 0 1500 (cm/s²)

図 2-6 S s - D (-+) 水平 (解析ケース③)

2.1.2 解析結果に対する考察

地震応答解析結果より，特定の地震動において数倍程度大きな応答加速度が算定されていることが分かる。ここでは，基本ケースである解析ケース①を対象にその原因について考察する。

図 2-7 及び図 2-8 に示す $S_s - D(++)$ 及び $S_s - D(-+)$ の加速度時刻歴波形より，極めて局所的にパルス的な応答加速度が生じていることが分かる。

地表面付近では構造物-地盤間に配置したジョイント要素に生じる引張応力に起因する剥離・再接触が高頻度で繰り返されることが想定され，再接触時に急激に剛性が復元することによりパルス的な応答加速度を生じたものと考えられる。

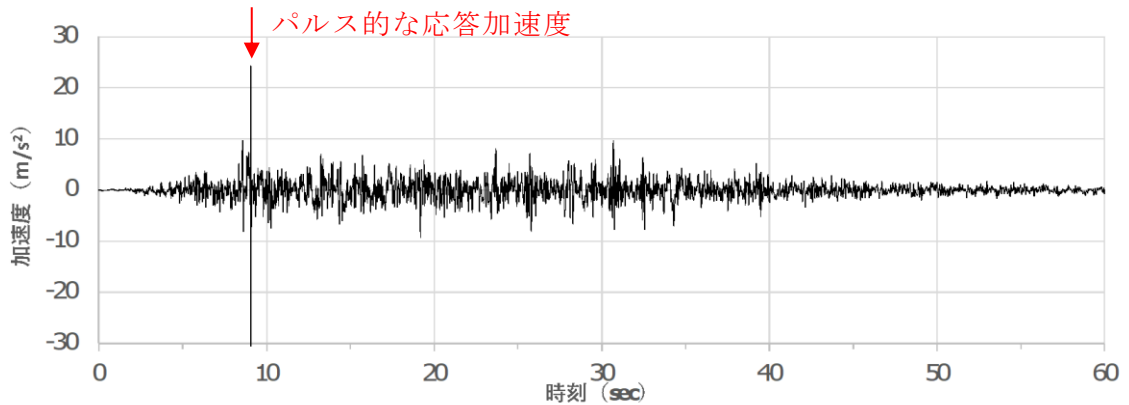


図 2-7 基本ケースにおける加速度時刻歴波形 ($S_s - D(++)$)

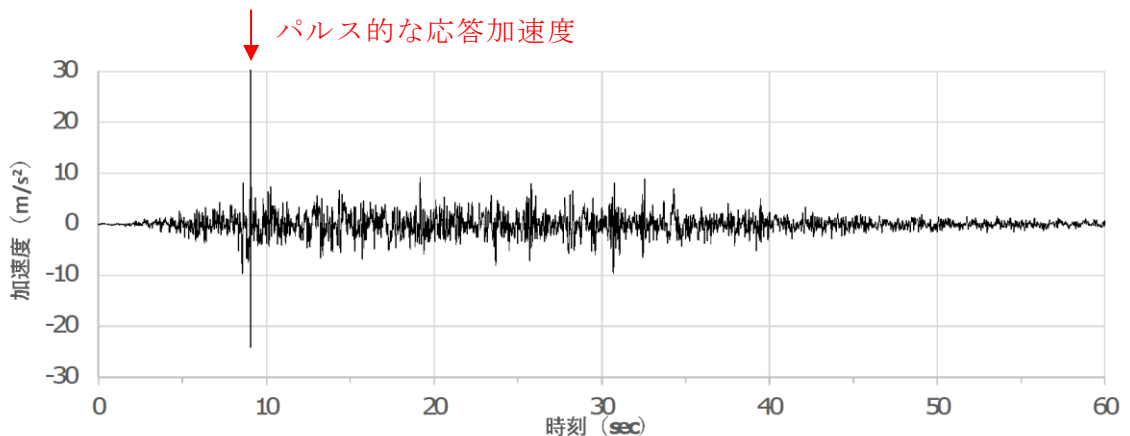


図 2-8 基本ケースにおける加速度時刻歴波形 ($S_s - D(-+)$)

2.2 D-D断面

2.2.1 地震応答解析結果

D-D断面では、複数の解析ケースにおいて他の地震動と比較して数倍程度大きな応答加速度が算定された。一例として、基本ケースである解析ケース⑥(S_s-D(++)の最大加速度分布図を図2-9に示す。

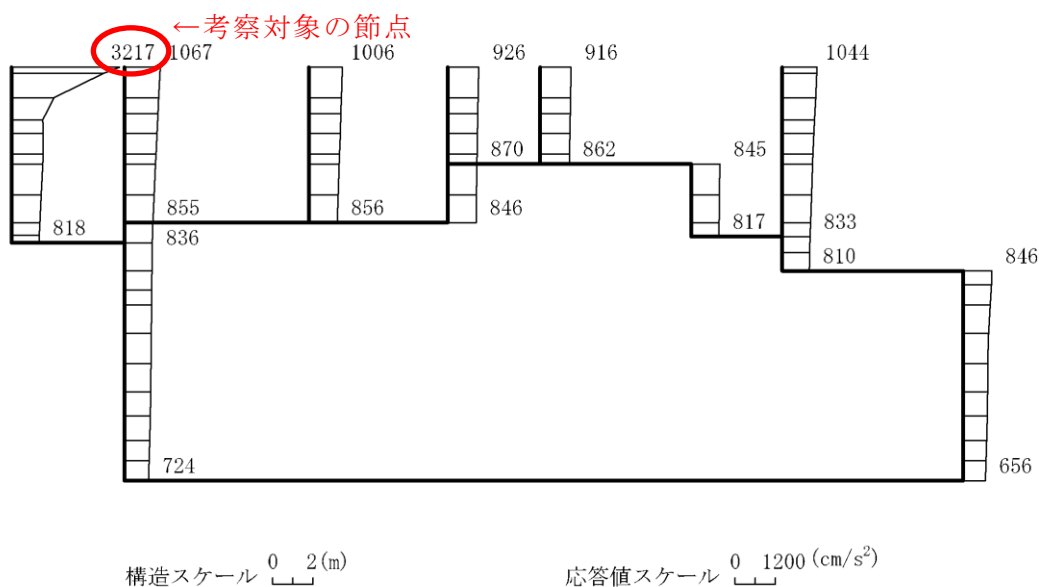
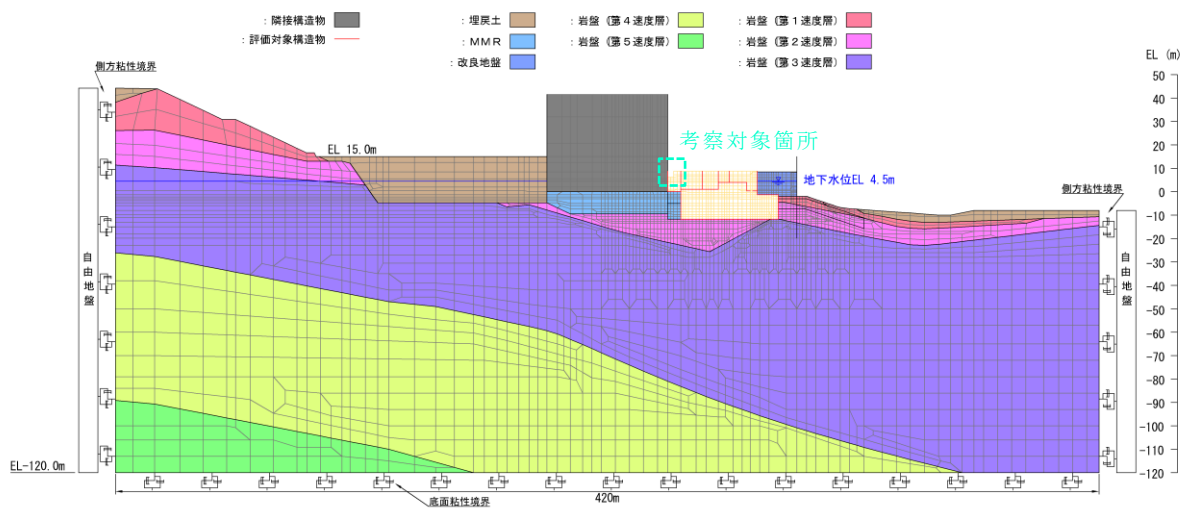


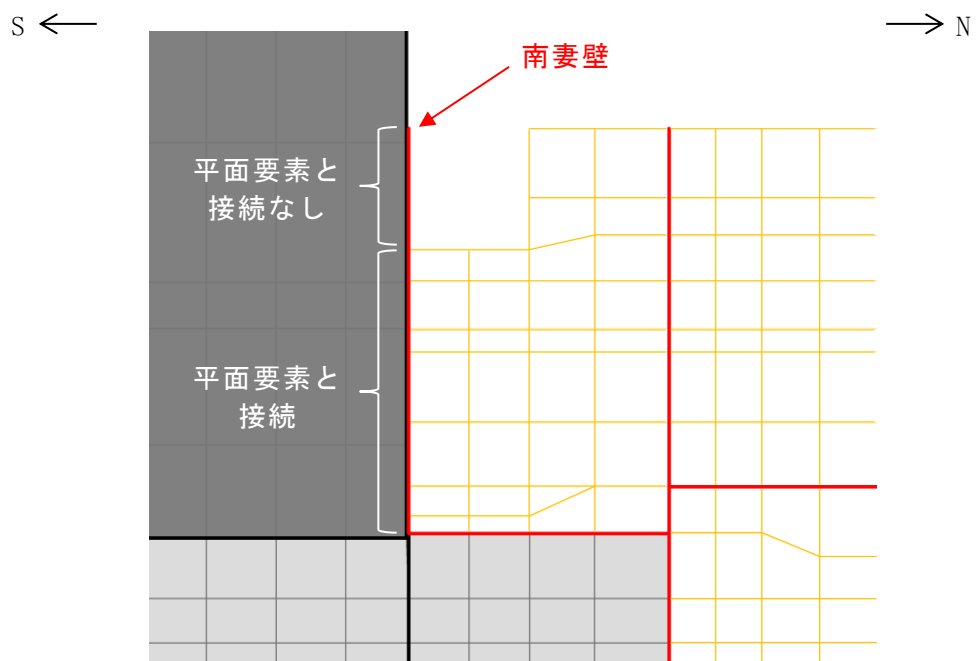
図2-9 S_s-D(++) 水平(解析ケース⑥)

2.2.2 解析結果に対する考察

地震応答解析結果より、特定の節点において他の節点と比較して数倍程度大きな応答加速度が算定されていることが分かる。D-D断面の解析モデル図を図2-10に示す。対象箇所である南妻壁において、下部は北側に平面要素が存在するが、上部は平面要素が存在せず片持ち梁のような状態となっている。他の鉛直部材は平面要素に接しており、応答加速度に急激な増幅が見られないことから、片持ち梁の先端部における応答加速度の増幅がD-D断面における原因と考えられる。



(a) 解析モデル全体図



(b) 解析モデル拡大図

図 2-10 地震応答解析モデル図 (D-D断面)

1. はじめに

取水槽のせん断破壊に対する照査については、照査用せん断力がせん断耐力を下回ることを確認することとしている。せん断照査の結果、照査用せん断力がせん断耐力を超える部材については、線形被害則を適用し再照査を実施したことから、線形被害則の考え方、3次元構造解析への線形被害則適用の妥当性及び線形被害則適用による照査結果について示す。

2. 許容限界を超える部材

取水槽のせん断破壊に対する照査については、「土木学会マニュアル」に基づき、照査用せん断力がせん断耐力を下回ることを確認することとしている。

基準地震動 S_s に対する耐震評価の結果、要素の平均化によってもせん断破壊に対する照査値が 1.0 を超える要素が存在することが判明したため、せん断に対する照査値が 1.0 を超える要素が広範囲に分布する部材については、PHb の設置によるせん断耐力の向上により照査値を満足させることとしている。

一方で、せん断破壊に対する照査値が 1.0 を超える要素が部分的に分布する部材が存在することが確認された。当該部材の位置を図 2-1 に、当該位置におけるの最大照査値の一覧を表 2-1 及び表 2-2 に示す。

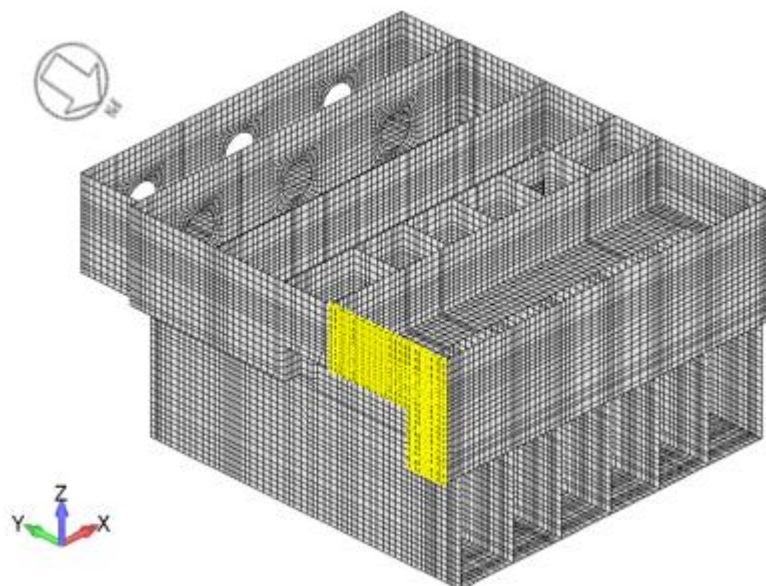


図 2-1 セン断破壊に対する照査値が 1.0 を超える要素が部分的に分布する部材
(東壁 5)

表 2-1 照査用せん断力が許容限界を超える部材の最大照査値一覧（1方向載荷，側壁）

部位		側壁	
		東壁 5	
		鉛直	水平
断面高さ (mm)		700	
使用鉄筋	外側	D22@125	D22@125
	内側	D22@125	D22@125
せん断補強筋		D16@250×250	
かぶり厚 (mm)		100	76.5
照査用せん断力* (kN)		911	
せん断耐力 (kN)		811	
照査値		1.12	
要求性能		構造強度	

注記*：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

表 2-2 照査用せん断力が許容限界を超える部材の最大照査値一覧（2方向載荷，側壁）

部位		側壁	
		東壁 5	
		鉛直	水平
断面高さ (mm)		700	
使用鉄筋	外側	D22@125	D22@125
	内側	D22@125	D22@125
せん断補強筋		D16@250×250	
かぶり厚 (mm)		100	76.5
照査用せん断力* (kN)		895	
せん断耐力 (kN)		810	
照査値		1.10	
要求性能		構造強度	

注記*：照査用せん断力＝発生せん断力×構造解析係数 γ_a (=1.05)

3. 線形被害則によるせん断破壊に対する照査

3.1 線形被害則の概要

取水槽のせん断破壊に対する照査は、「土木学会マニュアル」に準拠し実施している。せん断破壊に対する照査について、「土木学会マニュアル」では、以下の3つの選択肢のいずれかを用いて評価すると記載がある

- ① せん断耐力評価式
- ② 分布荷重を受ける部材のせん断耐力評価法
(等価せん断スパン比を用いた方法，線形被害則を用いた方法等)
- ③ 材料非線形解析を用いる方法

①→②→③の順でより合理的な結果が得られる反面，計算労力が増大することから，本解析では「①せん断耐力評価式」を基本とし，許容限界を満足しないと判定される部材だけを取り出し，「②分布荷重を受ける部材のせん断耐力評価法」のうち「線形被害則」を用いた方法により再照査を行うこととする。

線形被害則による評価方法を図 3-1 に示す。線形被害則による評価は，3次元構造解析から得られた断面力分布をもとに耐力を算定する。

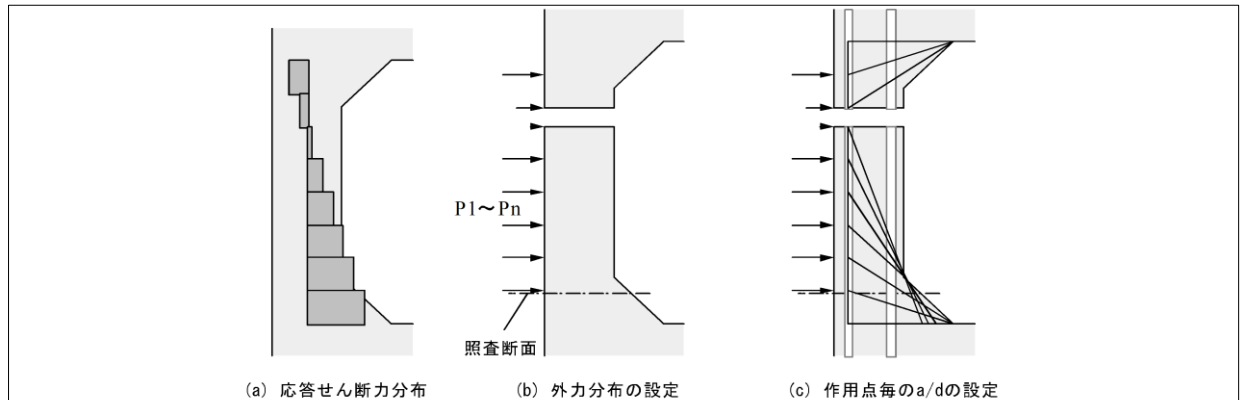


図 6.3-5 線形被害則を用いたせん断耐力評価法

(2) 線形被害則を用いた方法

このせん断耐力評価法では、応答解析の結果得られた断面力分布を基に耐力を算定する (図 6.3-5 参照)。

a. 部材の分割

応答せん断力分布を見て、部材中にせん断力の反転する点がある場合は、その点で領域分割する。照査は双方の領域に対して行う。

b. 荷重分布の設定

応答せん断力分布から、それと同じ状況を再現できる荷重分布を求める。部材非線形解析で応答を求めると、節点位置で階段状にせん断力に変化する。この変化分を着目節点位置に作用する荷重とすればよい。a. の操作による分割点における変化分は両側の領域に配分する。

c. 照査断面の設定

照査断面は、せん断応力度 (応答せん断力を断面積で除した値) が最大となる断面とする。

d. 線形被害則の適用

個々の作用 P_j (応答値側の安全係数を含む) に対するせん断耐力 V_j (限界値側の安全係数を含む) を評価し、作用力とせん断耐力の比の総和に構造物係数を乗じた値が 1.0 以内であることを確認を行う。

$$\gamma_i \cdot \sum_j \frac{P_j}{V_j} \leq 1.0 \quad (6.3-9)$$

せん断耐力は、6.3.2 項(2)で記したせん断耐力の基本式により求める。各作用に対して、作用点—支承前面間の距離を a 、有効部材厚を d として a/d を設定することを基本とする。ただし、6.3.2 項(3)と同じ要領でハンチを考慮することができる。照査断面よりも支点よりにある作用点の影響は考慮しなくてよい。なお、線形被害則を用いたこの手法は、部材外面からの作用を想定しているのに対し、断面力の中には作用点が部材外面でない慣性力の成分も含まれている。しかし、これらの部材においては土圧が支配的であると考え、すべて外面から作用しているものとして扱う。

図 3-1 線形被害則を用いたせん断耐力評価法

(土木学会マニュアル, p. 129-130 から抜粋)

3.2 3次元構造解析モデルへの線形被害則適用の妥当性

3次元構造解析におけるせん断破壊の照査について、原子力発電所屋外重要土木構造物の耐震性能照査指針・マニュアル・照査例（土木学会，原子力土木委員会，2018年）（以下「土木学会マニュアル2018」という。）において、「面部材が面外せん断力を受ける場合には，棒部材に準じて面外せん断力に対する照査をする」「（面外せん断破壊の照査として，）せん断力応答とせん断耐力評価式の組合せによる2005年版マニュアルに記載されていた方法も適用可能とする」と記載されている。

これより，3次元構造解析のせん断破壊の照査に線形被害則を適用することは妥当といえる。

3.3 線形被害則によるせん断破壊に対する照査方法

線形被害則による評価フローを図3-2に示す。

「2. 許容限界を超える部材」で示した部材について，いずれの方向でせん断照査が不合格となっているか等を確認し，線形被害則を適用する方向を設定する。設定した方向に棒部材が存在するものと仮定し，当該要素の発生しているせん断力の分布から当該部材に働く荷重を算定する。

当該部材におけるせん断耐力は，「土木学会マニュアル」に基づき，せん断耐力の基本式（棒部材式もしくはディープビーム式）により算出し，せん断スパン比によって，棒部材式とディープビーム式のどちらのせん断耐力を使用するか決定する。

個々の作用 P_j （応答側の安全係数を含む）に対するせん断耐力 V_j （限界値側の安全係数を含む）を評価し，作用力とせん断耐力の比の総和に構造解析係数 γ_α を乗じた値が1.0以内であることの確認を行う。

$$\gamma_\alpha \cdot \sum_j \frac{P_j}{V_j} \leq 1.0$$

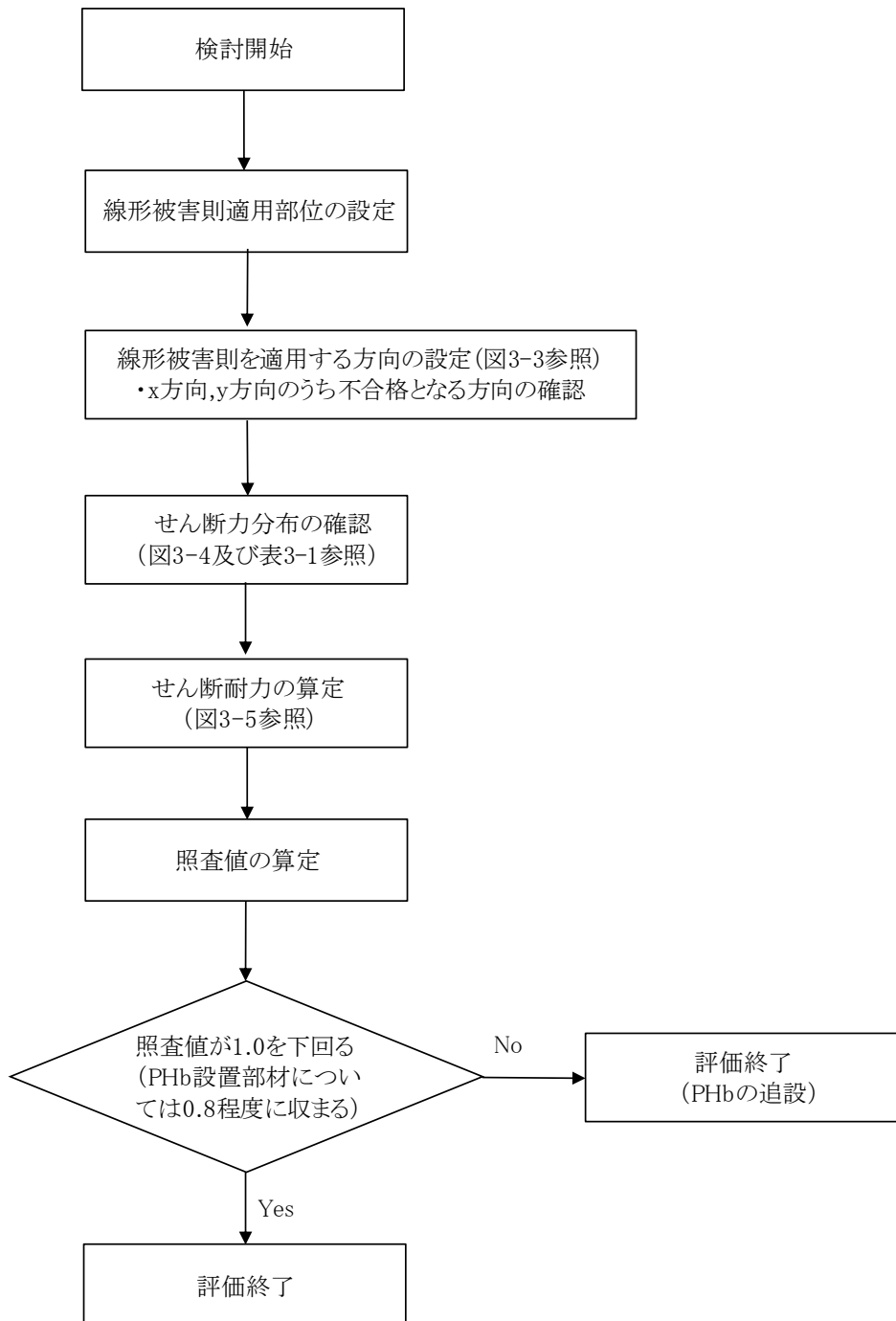


図 3-2 線形被害則を用いたせん断耐力評価フロー

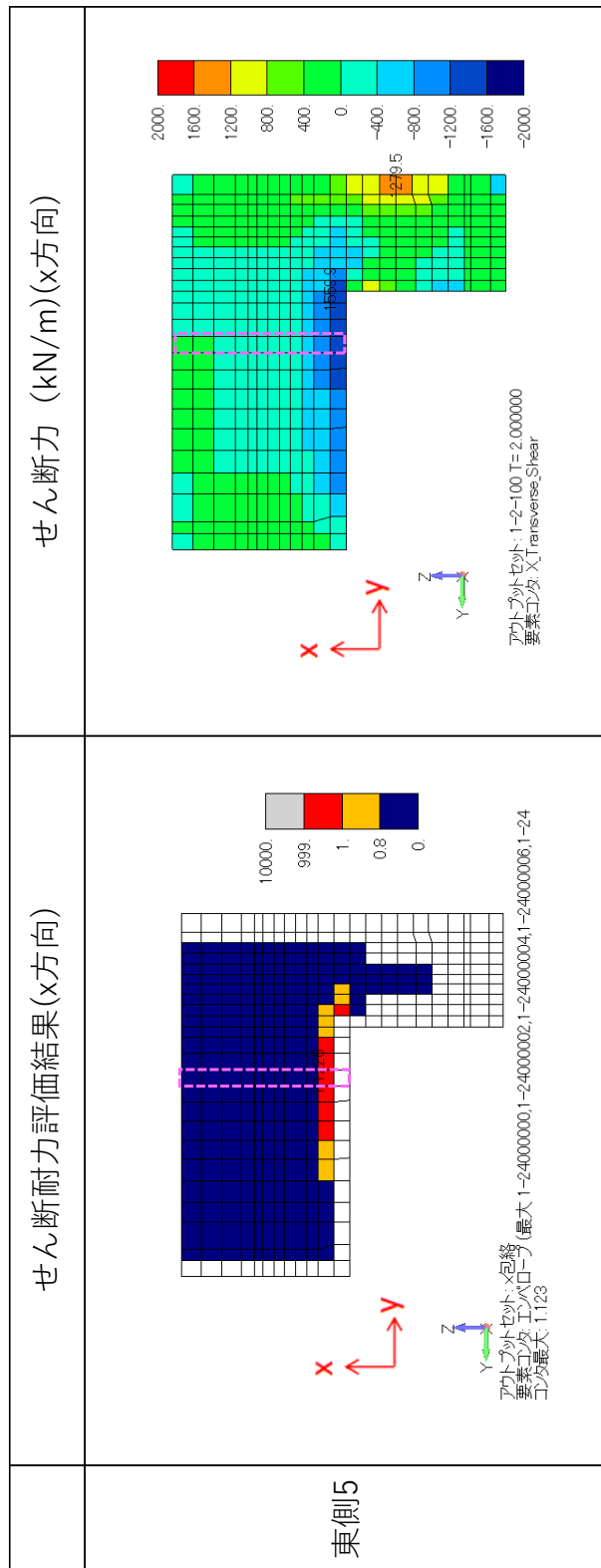


図 3-3 せん断耐力照査結果及び断面力分布図

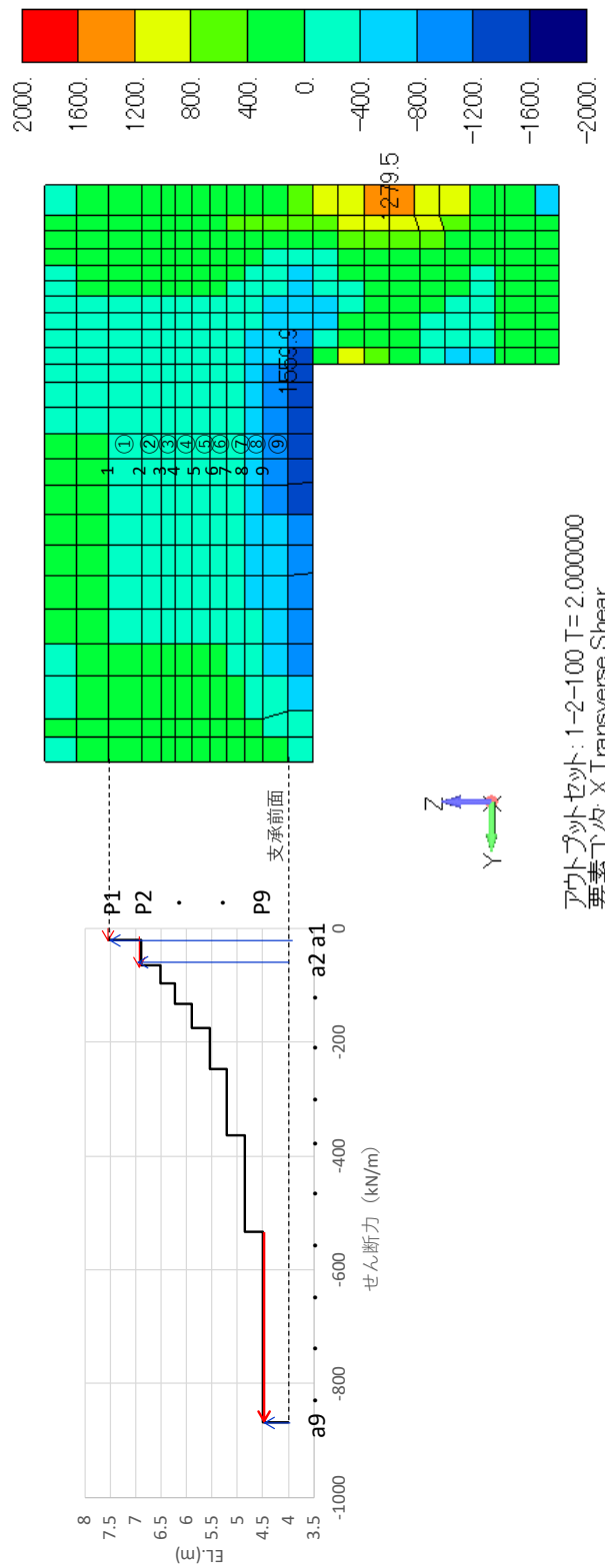


図 3-4 せん断力分布図

表 3-1 セン断力分布及び照査荷重

要素番号	せん断力 Q(kN/m)
①	-21
②	-65
③	-97
④	-132
⑤	-175
⑥	-247
⑦	-363
⑧	-534
⑨	-867

節点番号	節点座標 (m)	せん断力 増分 ΔQ (kN/m)	照査荷重 P(kN/m)
1	7.5333	21	22
2	6.9000	44	46
3	6.5000	32	34
4	6.2250	35	37
5	5.8875	43	45
6	5.5500	72	76
7	5.2000	115	121
8	4.8500	171	179
9	4.5000	334	350
10	4.0000		

支承前面

(a) 棒部材式

$$V_{yd} = V_{cd} + V_{sd} \quad (2.3-9)$$

ただし, $p_w \cdot f_{wyd} / f'_{cd} \leq 0.1$ とするのがよい.

ここに, V_{cd} : コンクリートが分担するせん断耐力

V_{sd} : せん断補強鉄筋が分担するせん断耐力

$$V_{cd} = \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_n \cdot \beta_a \cdot f_{vcd} \cdot b_w \cdot d / \gamma_{bc} \quad (2.3-10)$$

$$f_{vcd} = 0.20 \sqrt{f'_{cd}} \quad \text{ただし, } f_{vcd} > 0.72 \text{ [N/mm}^2\text{]} \text{ となる場合は } f_{vcd} = 0.72 \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$$\beta_d = \sqrt[4]{1/d} \quad (d \text{ [m]}) \quad \text{ただし, } \beta_d > 1.5 \text{ となる場合は } \beta_d = 1.5$$

$$\beta_p = \sqrt[3]{100 p_v} \quad \text{ただし, } \beta_p > 1.5 \text{ となる場合は } \beta_p = 1.5$$

$$\beta_n = 1 + 2M_0 / M_{ud} \quad (N'_d \geq 0) \quad \text{ただし, } \beta_n > 2.0 \text{ となる場合は } \beta_n = 2.0$$

$$= 1 + 4M_0 / M_{ud} \quad (N'_d < 0) \quad \text{ただし, } \beta_n < 0 \text{ となる場合は } \beta_n = 0$$

$$\beta_a = 0.75 + \frac{1.4}{a/d} \quad \text{ただし, } \beta_a < 1.0 \text{ となる場合は } \beta_a = 1.0$$

($a/d = 5.6$ で $\beta_a = 1.0$ となって示方書棒部材式に一致)

$p_v = A_s / (b_w \cdot d)$: 引張鉄筋比

A_s : 引張側鋼材の断面積

b_w : 部材の有効幅

N'_d : 設計軸圧縮力

M_{ud} : 軸方向力を考慮しない純曲げ耐力

(ただし, $M_d > M_{ud} / 2$ となる場合は, $M_{ud} = 2M_d$ として安全側に近似してもよい.)

M_d : 設計曲げモーメント

$M_0 = N'_d \cdot D / 6$: M_d に対する引張縁において, 軸方向力によって発生する応力度を打消すのに必要なモーメント (デコンプレッションモーメント)

D : 断面高さ

a : 後述の 2.3.3(2)c. で定めるスパン

γ_{bc} : 部材係数 (表 2.3-1 参照, コンクリート寄与分用の値)

$$V_{sd} = \{A_w f_{wyd} (\sin \alpha + \cos \alpha) / s\} z / \gamma_{bs} \quad (2.3-11)$$

A_w : 区間 s におけるせん断補強鉄筋の総断面積

f_{wyd} : せん断補強鉄筋の降伏強度で,

$25 f'_{cd} \text{ N/mm}^2$ と 800 N/mm^2 以下のいずれか小さい値を上限とする.

(特性値を材料係数で除したものの)

α : せん断補強鉄筋と部材軸のなす角度

s : せん断補強鉄筋の配置間隔

z : 圧縮応力度の合力の作用位置から引張鋼材図心までの距離で, 一般に $d / 1.15$ としてよい.

γ_{bs} : 部材係数 (表 2.3-1 参照, せん断補強鉄筋寄与分用の値)

図 3-5 (1) せん断耐力の基本式 (棒部材式)

(土木学会マニュアル 2018, p. 104~p. 105 より抜粋)

(b) ディープビーム式

$$V_{ydd} = V_{cdd} + V_{sdd} \quad (2.3-12)$$

ここに、 V_{cdd} : コンクリートが分担するせん断耐力

V_{sdd} : せん断補強鉄筋が分担するせん断耐力

$$V_{cdd} = \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_a \cdot f_{dd} \cdot b_w \cdot d / \gamma_{bc} \quad (2.3-13)$$

$$f_{dd} = 0.19 \sqrt{f'_{cd}}$$

$$\beta_d = \sqrt[3]{1/d} \quad (d \text{ [m]}) \quad \text{ただし, } \beta_d > 1.5 \text{ となる場合は } \beta_d = 1.5$$

$$\beta_p = \sqrt[3]{100p_v} \quad \text{ただし, } \beta_p > 1.5 \text{ となる場合は } \beta_p = 1.5$$

$$\beta_a = \frac{5}{1 + (a/d)^2}$$

γ_{bc} : 部材係数 (表 2.3-1 参照, コンクリート寄与分用の値)

$$V_{sdd} = \phi \cdot V_{sd} \quad (2.3-14)$$

$$\phi = -0.17 + 0.3a/d + 0.33/p_{wb} \quad \text{ただし, } 0 \leq \phi \leq 1$$

V_{sd} : (2.3-11)式による

p_{wb} : せん断補強鉄筋比[%]

図 3-5 (2) せん断耐力の基本式 (ディープビーム式)
(土木学会マニュアル 2018, p. 106 より抜粋)

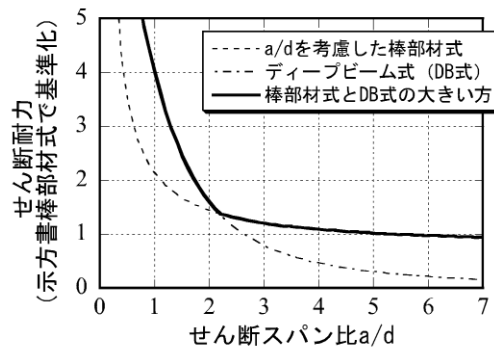


図 3-5 (3) せん断耐力の基本式 (棒部材式とディープビーム式の適用区分)
(土木学会マニュアル 2018, p. 107 より抜粋)

4. 線形被害則による照査

「3.3 線形被害則によるせん断破壊に対する照査」に基づき、表 2-1 に示す部材（東壁 5）について、照査値を満足することを確認した。最大照査値となる評価結果を表 4-1 及び表 4-2 に示す。

表 4-1 線形被害則による照査結果（1 方向載荷，側壁 5）

要素 番号	節点 番号	照査用 荷重 P_j (kN)	せん断 スパン比 a/d	せん断耐力 $V_{y,d}$ (kN)		せん断照査	
				棒部材式	ディープビーム式	$V_{y,d}$ (kN)*	P_j/V_j
21621	21163	350	0.8333	1228	1523	1523	0.23
22076	21585	179	1.4167	1026	1085	1085	0.17
22720	22306	121	2.0000	942	860	942	0.13
23287	22898	76	2.5833	896	741	896	0.08
23910	23518	45	3.1458	868	676	868	0.05
24508	24124	37	3.7083	848	635	848	0.04
25094	24718	34	4.1667	836	613	836	0.04
25675	25295	46	4.8333	823	590	823	0.06
26273	25888	22	5.8889	808	568	808	0.03
$\gamma_i \Sigma P_j / V_j$							0.83

注記*： $a/d \leq 2$ の場合はディープビーム式， $a/d \geq 3.5$ の場合は棒部材式によるせん断耐力を採用し， $2 < a/d < 3.5$ の場合は棒部材式とディープビーム式のうちせん断耐力が大きい値を採用する。

表 4-2 線形被害則による照査結果 (2 方向載荷, 側壁 5)

要素 番号	節点 番号	照査用 荷重 P_j (kN)	せん断 スパン比 a/d	せん断耐力 $V_{y d}$ (kN)		せん断照査	
				棒部材式	ディープビーム式	$V_{y d}$ (kN)*	P_j/V_j
21621	21163	338	0.8333	1225	1523	1523	0.22
22076	21585	171	1.4167	1024	1085	1085	0.16
22720	22306	107	2.0000	940	860	940	0.11
23287	22898	70	2.5833	895	741	895	0.08
23910	23518	51	3.1458	866	676	866	0.06
24508	24124	49	3.7083	847	635	847	0.06
25094	24718	44	4.1667	835	613	835	0.05
25675	25295	31	4.8333	821	590	821	0.04
26273	25888	34	5.8889	806	568	806	0.04
$\gamma_i \Sigma P_j/V_j$							0.82

注記* : $a/d \leq 2$ の場合はディープビーム式, $a/d \geq 3.5$ の場合は棒部材式によるせん断耐力を採用し, $2 < a/d < 3.5$ の場合は棒部材式とディープビーム式のうちせん断耐力が大きい値を採用する。

5. まとめ

取水槽において、一部部材において要素の平均化によっても照査用せん断力がせん断耐力を越えることから、線形被害則によるせん断耐力評価を実施し、照査用せん断力がせん断耐力を満足することを確認した。

1. 概要

3次元構造解析モデルを用いた耐震評価を実施する取水槽については、2次元地震応答解析における構造物モデルを等価剛性モデルとしている。等価剛性モデルでは、補正係数 α 、 β を設定しており、補正係数 α は構造物の奥行長さに対する各部材の奥行長さから比率を算出し、補正係数 β は3次元モデルの水平変位と等しくなるように算出し、等価剛性モデルの弾性係数（剛性）を設定している。

本書では、水平方向の剛性を等価としない場合の鉛直及び水平方向の床応答を算定し、等価剛性モデルより算定される床応答の保守性について検討する。

2. 検討方法

検討方法として、2次元地震応答解析により、水平方向の剛性を合わせた場合（ β 調整）と、合わせない場合（ $\beta = 1$ ）の床応答について加速度応答スペクトル比較を行う。

検討対象は、補正係数 β の調整量の差が最大となる除じん機エリアを選定する。除じん機エリアにおける最小の調整量は $\beta = 0.063$ であり、最大の調整量は $\beta = 2.969$ となる。合わせない場合（ $\beta = 1$ ）と比較して、補正係数 β は約1/16倍～約3倍であり、調整量に大きな差があるため、除じん機エリアを用いて検討を実施する。

除じん機エリアについて、水平方向の剛性を合わせる要素を図2-1に、調整結果を表2-1に示す。

検討では、全周期帯において安定した応答を生じさせる基準地震動 $S_s - D$ に対して実施することとし、本文で使用した基準地震動 $S_s - D$ （++）の加速度応答スペクトルを用いる。

加速度応答スペクトルの抽出位置は、床応答算出箇所のうち応答加速度が最大となり、機器・配管が設置されている節点を抽出する。除じん機エリアにおける抽出位置を図2-2に示す。

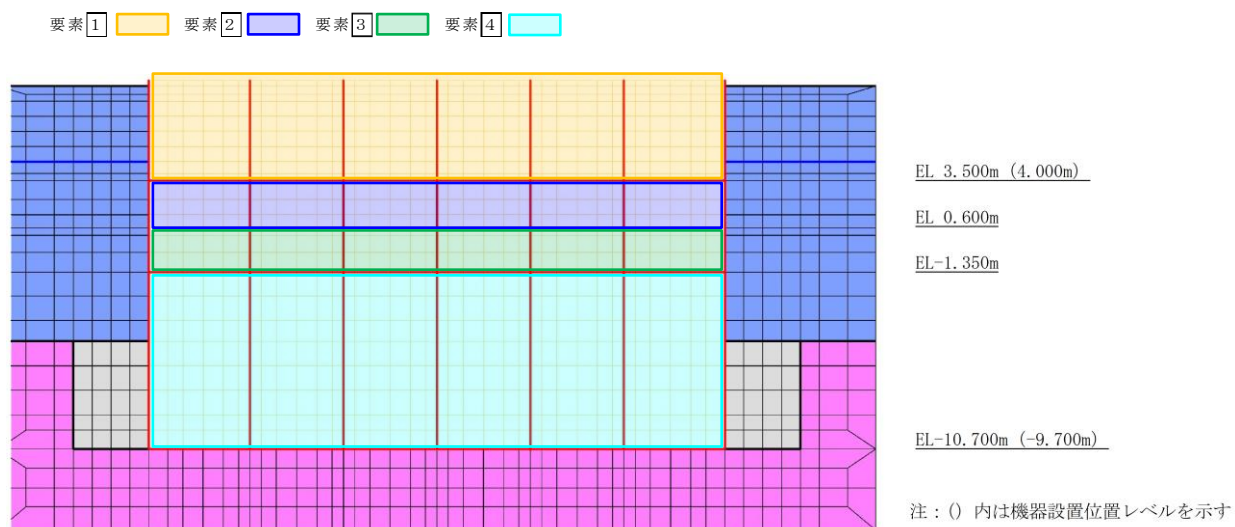


図 2-1 取水槽（除じん機エリア）において水平方向の剛性を合わせる要素

表 2-1 取水槽の調整結果

要素番号	α	β
1	0.229	0.063
2	0.220	2.969
3	0.145	0.268
4	0.145	0.134

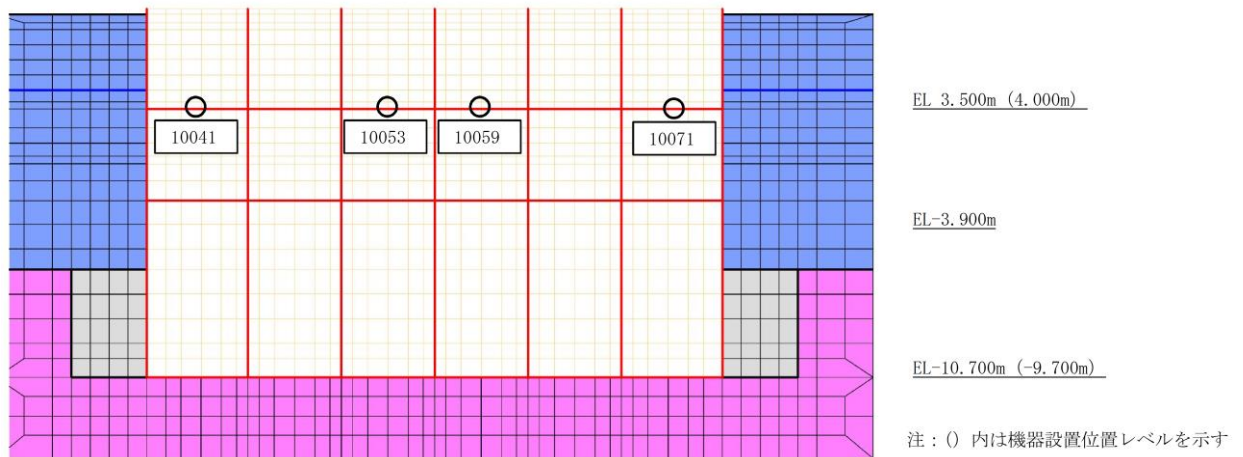


図 2-2 除じん機エリアの抽出位置

3. 検討結果

除じん機エリアにおける比較検討結果を図 3-1 に示す。

検討の結果，補正係数 β を調整した等価剛性モデルは，補正係数 $\beta = 1$ （調整しない）の場合に比べて応答が多少大きくなり，おおむね同等もしくは保守的な結果となった。

以上の結果から，等価剛性モデルを用いることで，鉛直及び水平方向床応答への影響を与える場合があるが，等価剛性モデルより算定される床応答がおおむね同等もしくは保守的であることを確認した。

節点10041

h=0.01

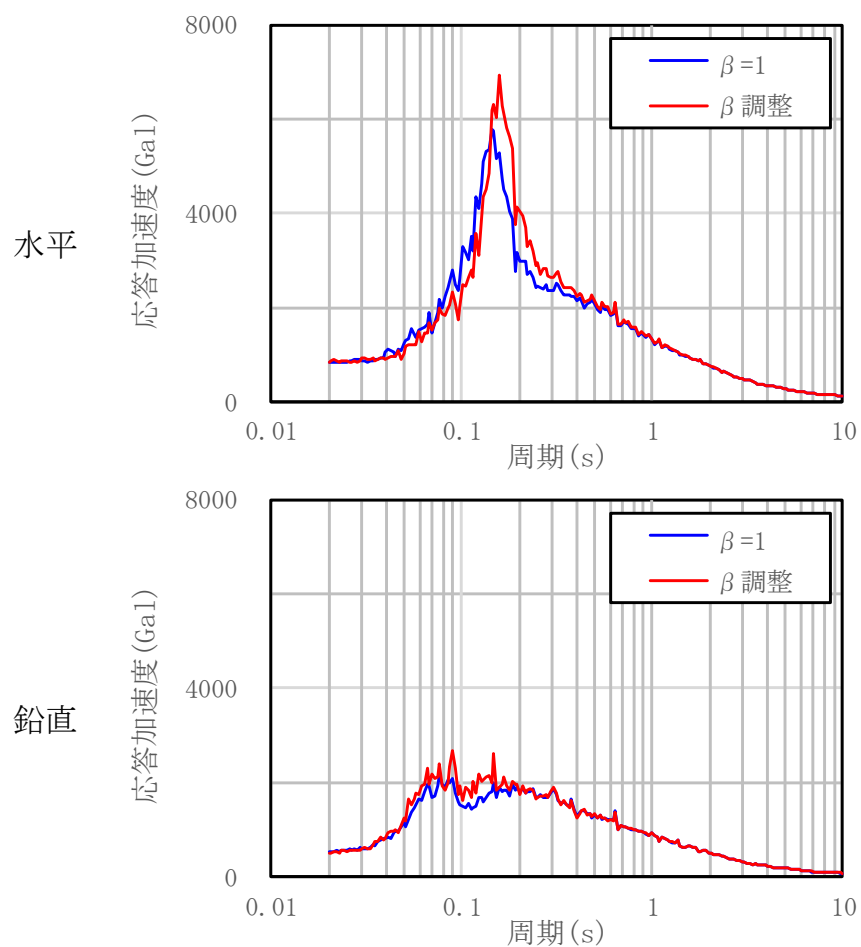


図 3-1 (1) 除じん機エリアの加速度応答スペクトル

節点10053

h=0.01

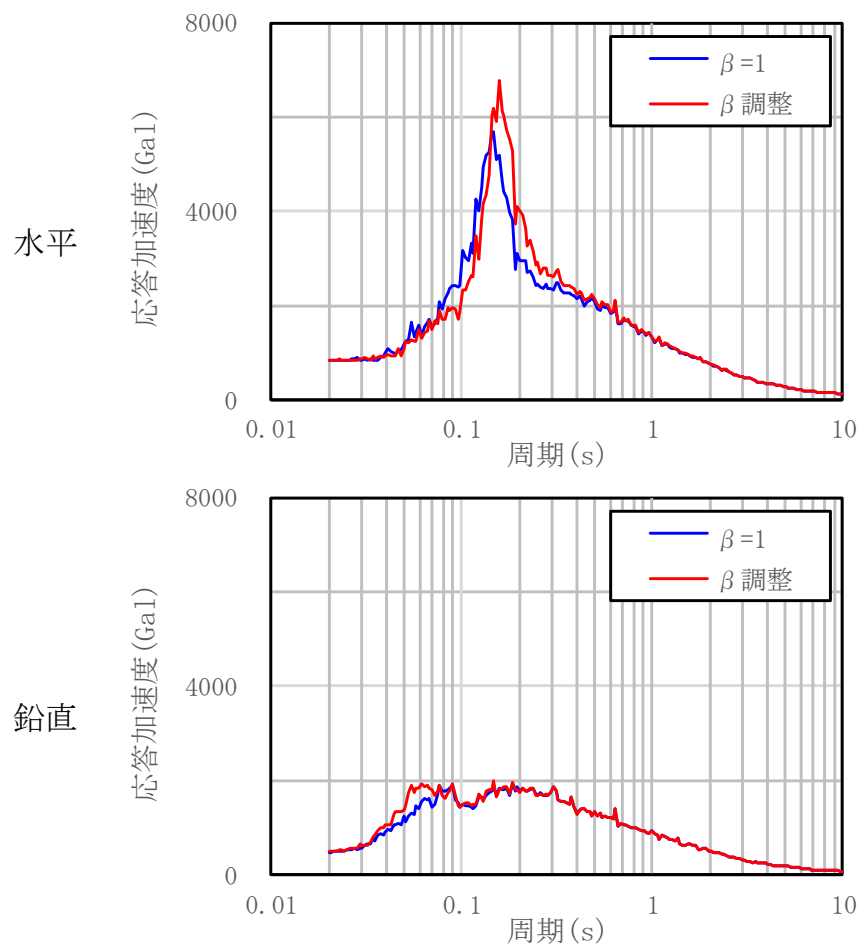


図 3-1 (2) 除じん機エリアの加速度応答スペクトル

(参考) 10-5

節点10059

h=0.01

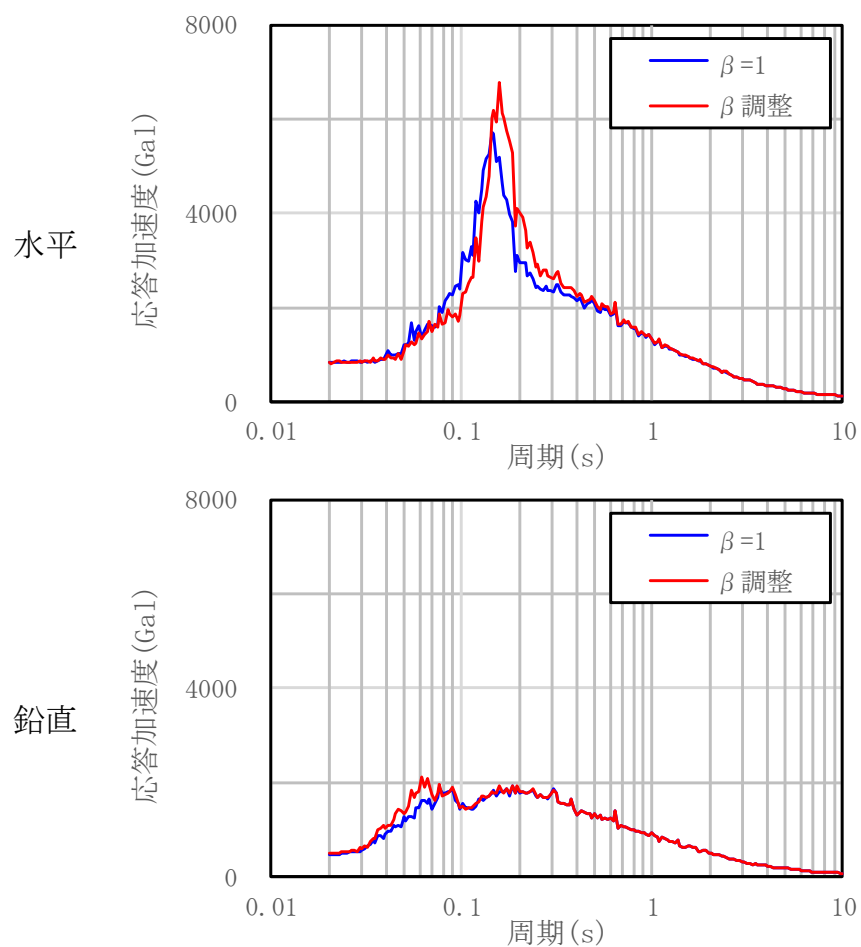


図 3-1 (3) 除じん機エリアの加速度応答スペクトル

節点10071

h=0.01

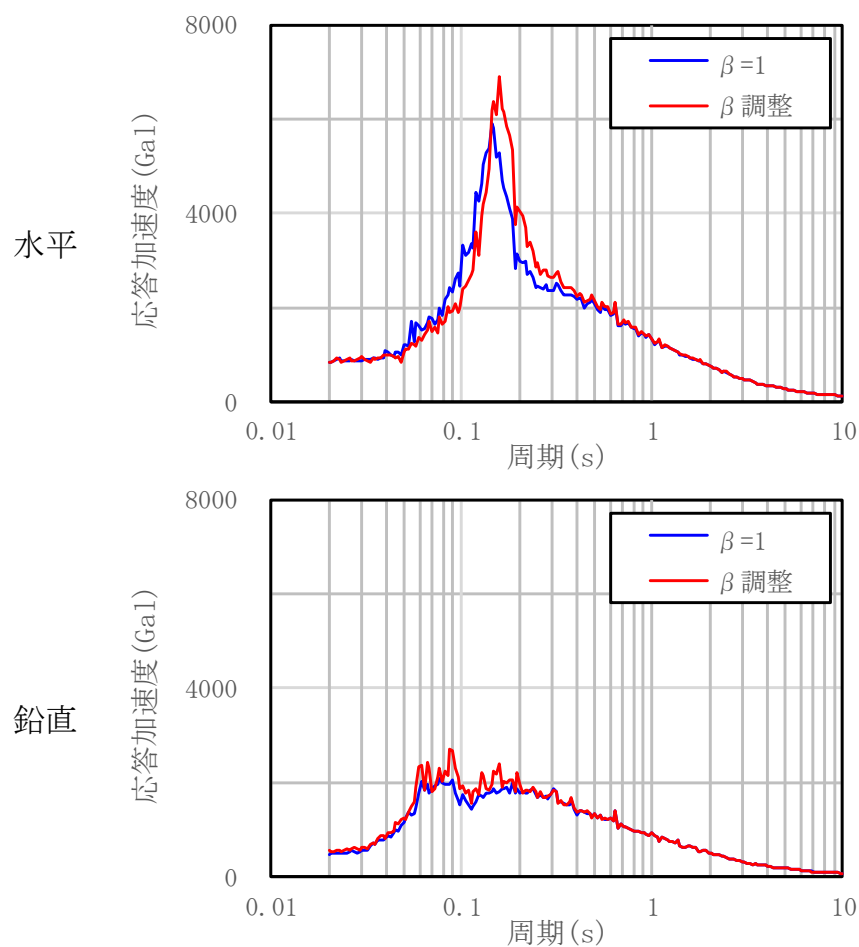


図 3-1 (4) 除じん機エリアの加速度応答スペクトル

(参考) 10-7