

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-補-027-09 改 04
提出年月日	2023年3月28日

可搬型重大事故等対処設備の耐震性に関する説明書に  
関する補足説明資料

2023年3月

中国電力株式会社

- 1. 概要
    - 1.1 可搬型重大事故等対処設備の評価対象設備
  - 2. 可搬型重大事故等対処設備の保管場所における入力地震動
    - 2.1 概要
    - 2.2 可搬型重大事故等対処設備の保管場所
    - 2.3 保管場所の入力地震動の算定
    - 2.4 保管場所の FRS の算定
    - 2.5 設計用 FRS の作成
    - 2.6 加振台の FRS の妥当性確認
  - 3. 車両型設備の耐震評価
    - 3.1 車両型設備の固縛装置（固定材）
    - 3.2 評価手順
    - 3.3 評価条件
    - 3.4 加振試験
    - 3.5 構造強度評価
    - 3.6 機能維持評価
    - 3.7 波及的影響評価
  - 4. 地震波の継続時間の差が車両型設備の耐震評価に与える影響
    - 4.1 概要
    - 4.2 車両型設備の耐震評価
    - 4.3 結論
  - 5. 車両型設備の仕様
  - 6. 加振試験における車両型設備の傾き角計測方法
    - 6.1 概要
    - 6.2 計測方法
  - 7. その他設備の耐震評価
    - 7.1 その他設備の加振試験
    - 7.2 加振試験後の機能維持確認
- 別紙 1 車両型設備の固有振動数の算出方法
- 別紙 2 車両型設備の減衰定数の算出方法
- 別紙 3 保管エリアにおける地盤の振動特性について

## 2.3 保管場所の入力地震動の算定

### 2.3.1 保管場所における入力地震動の算定方針

保管場所における入力地震動は、水平方向及び鉛直方向に対して、解放基盤表面で定義される基準地震動 $S_s$ を基に、各保管場所における地震応答解析により算定する。基準地震動 $S_s$ は添付書類「VI-2-1-2 基準地震動 $S_s$ 及び弾性設計用地震動 $S_d$ の策定概要」による。

第1, 第3, 第4保管エリアにおける地盤の地震応答解析は、一次元波動理論により行う。解析コードは「SHAKE」, 「microSHAKE/3D」及び「TDAPⅢ」を使用する。

保管場所における入力地震動の算定フローを図2-3に示す。

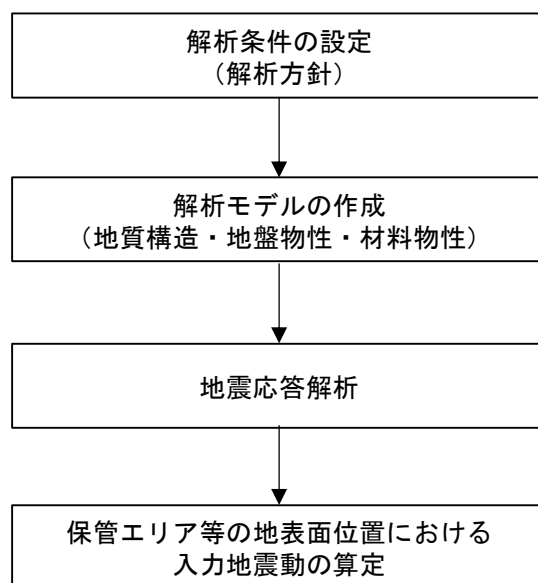


図2-3 保管エリアにおける入力地震動の算定フロー図

## 2.3.2 解析条件の設定

### (1) 地盤の解析用物性値

保管場所における地震応答解析に用いる解析用物性値及び地下構造モデルは、添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき設定する。

地震応答解析に用いる地盤の解析用物性値を表 2-1、表 2-2 に示す。

添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき、第 1、第 2、第 3 保管エリアには 1、2 号機エリアの解析用物性値及び地下構造モデルを、第 4 保管エリアには 3 号機エリアの解析用物性値及び地下構造モデルを用いる。保管場所等の位置及び地盤の種別について図 2-4 に示す。

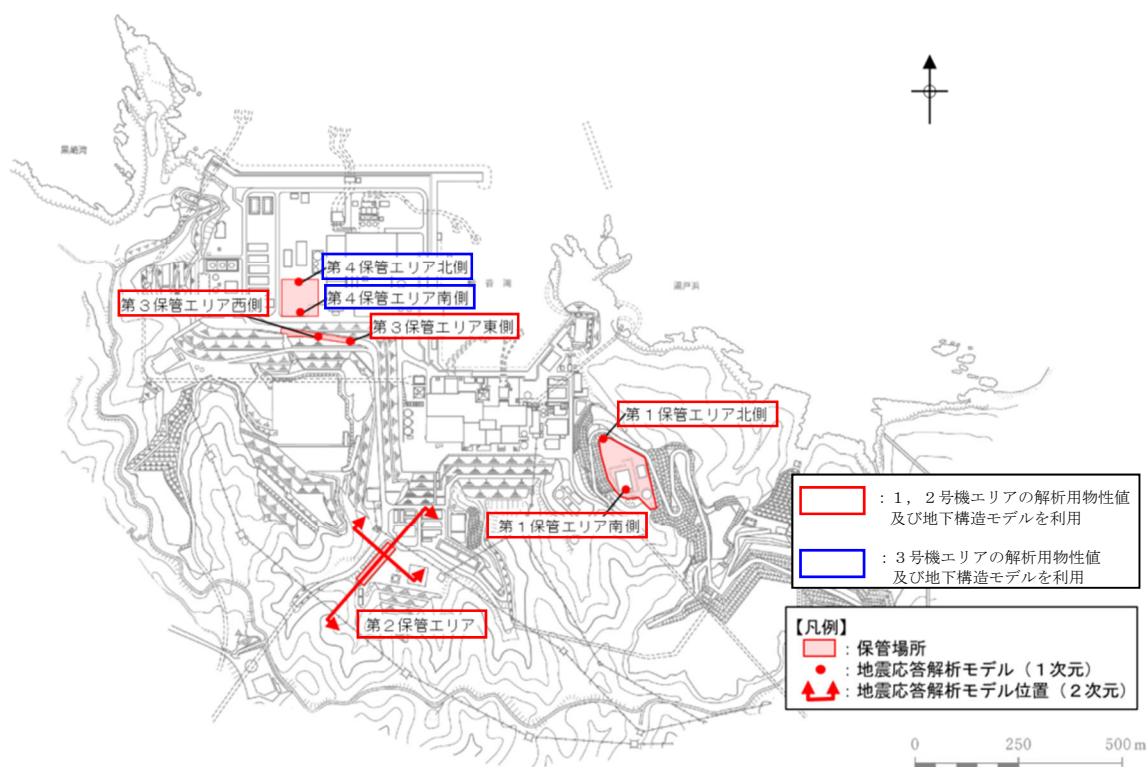


図 2-4 保管エリアの位置及び地盤の解析用物性値

表 2-1 地震応答解析に用いる地盤の解析用物性値（第 1，第 2，第 3 保管エリア）

速度層	P 波速度 (km/s)	S 波速度 (km/s)	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	ポアソン比
①層	0.80	0.25	20.6	0.446
②層	2.10	0.90	23.0	0.388
③層	3.60	1.60	24.5	0.377
④層	4.00	1.95	24.5	0.344
⑤層	4.05	2.00	26.0	0.339
⑥層	4.95	2.35	27.9	0.355

表 2-2 地震応答解析に用いる地盤の解析用物性値（第 4 保管エリア）

速度層	P 波速度 (km/s)	S 波速度 (km/s)	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	ポアソン比
①層	0.52	0.27	22.4	0.45
②層	1.71	0.62	23.3	0.42
③層	2.27	0.96	23.4	0.39
④層	3.24	1.52	24.5	0.36
⑤層	3.86	1.90	25.2	0.34
⑥層	4.15	2.10	24.4	0.33
⑦層	3.80	1.77	25.1	0.36

(2) 地下水位

第1保管エリア、第3保管エリア及び第4保管エリアにおける地震応答解析に用いる地下水位は、可搬型重大事故等対処設備の保管場所及びアクセスルート周辺斜面の評価と同様に地表面に設定する。

第2保管エリアにおける地震応答解析に用いる地下水位は、VI-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」における3次元浸透流解析の結果を用いて、地下水位を設定する。

各保管場所における地下水位の設定を表2-3に示す。

表2-3 各保管エリアにおける地下水位の設定

対象		地下水位
第1保管エリア	北側	EL 50m
	南側	EL 50m
第2保管エリア	短辺方向断面	EL 25.2m
	長辺方向断面	EL 25.2m
第3保管エリア	西側	EL 25m
	東側	EL 33m
第4保管エリア	北側	EL 8.5m
	南側	EL 8.5m

(3) 使用材料及び材料の物性値

第2保管エリアである輪谷貯水槽（西側）の使用材料を表2-4に、材料の物性値を表2-5に示す。

表2-4 使用材料

材料		仕様
輪谷貯水槽（西側）	コンクリート	設計基準強度 24.0N/mm <sup>2</sup>
	鉄筋	SD345

表2-5 材料の物性値

材料	ヤング係数 (N/mm <sup>2</sup> )	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	ポアソン比
輪谷貯水槽（西側）	2.5×10 <sup>4</sup>	24.0*	0.2

注記\*：鉄筋コンクリートの単位体積重量を示す。

(4) 基準地震動  $S_s$

保管場所等における地震応答解析に用いる基準地震動  $S_s$  は、添付書類「VI-2-1-2 基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  の策定概要」に基づき、水平方向及び鉛直方向に対して、解放基盤表面で定義される基準地震動  $S_s$  を用いる。

### 2.3.3 地震応答解析モデルの作成

地震応答解析モデルは、各保管場所において、周辺の地質構造を考慮して作成する。なお、第2保管エリアは淡水貯水槽上に設定されており、地盤及び構造物をモデル化する。

地震応答解析モデルは、評価対象地点近傍のボーリング調査等の結果に基づき作成した地質断面図を基に作成する。敷地内で実施したボーリング調査位置を図2-5に、地質断面図及び地質断面図作成にあたり参照したボーリング調査位置を図2-6、図2-8、図2-10及び図2-12に示す。

第1, 3, 4保管エリアについては、作成した地質断面図を基に、地表面加速度に影響を及ぼす速度層の分布に着目し、保管場所ごとに地震応答解析モデルの作成位置を選定する。第2保管エリアについては、作成した地質断面図を基に地震応答解析モデルを作成する。地震応答解析モデルを図2-7、図2-9、図2-11及び図2-13に示す。



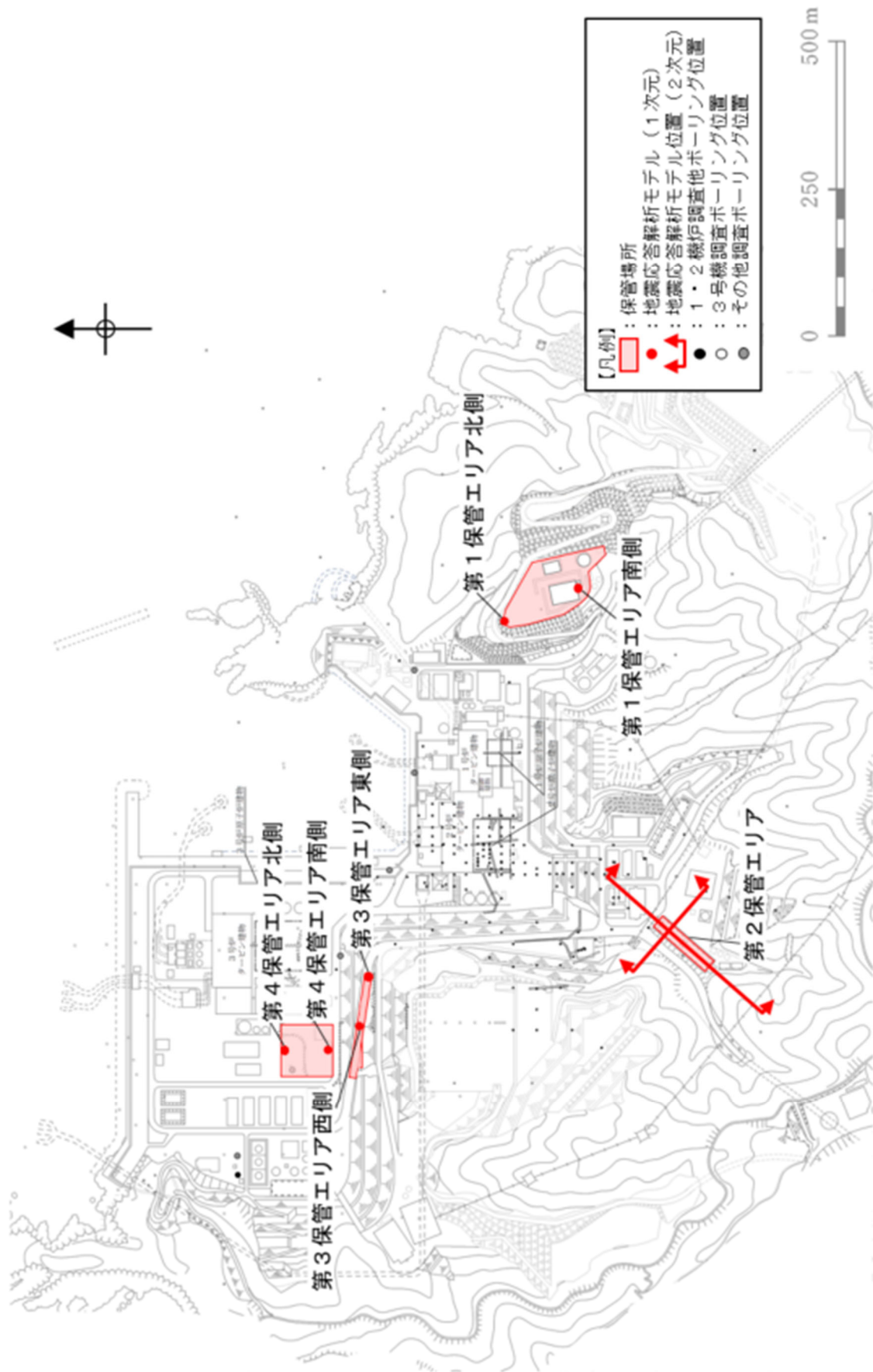
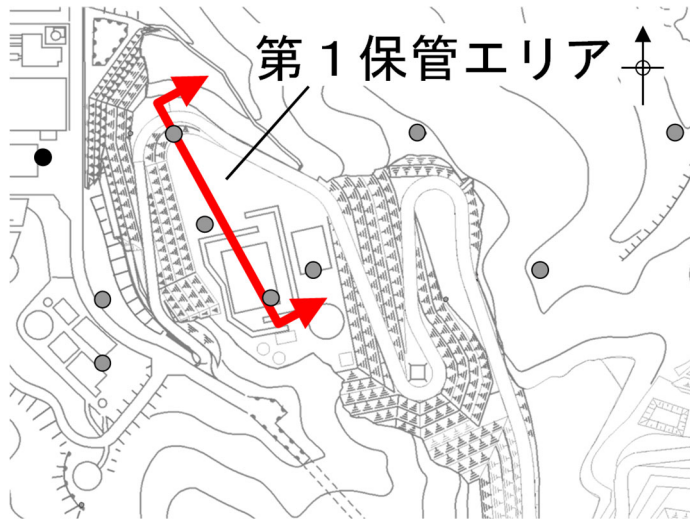


図 2-5 地震応答解析モデル作成位置



- 【凡例】
- ↔ : 地質断面図位置
  - : 1・2号機調査他ボーリング位置
  - : その他調査ボーリング位置

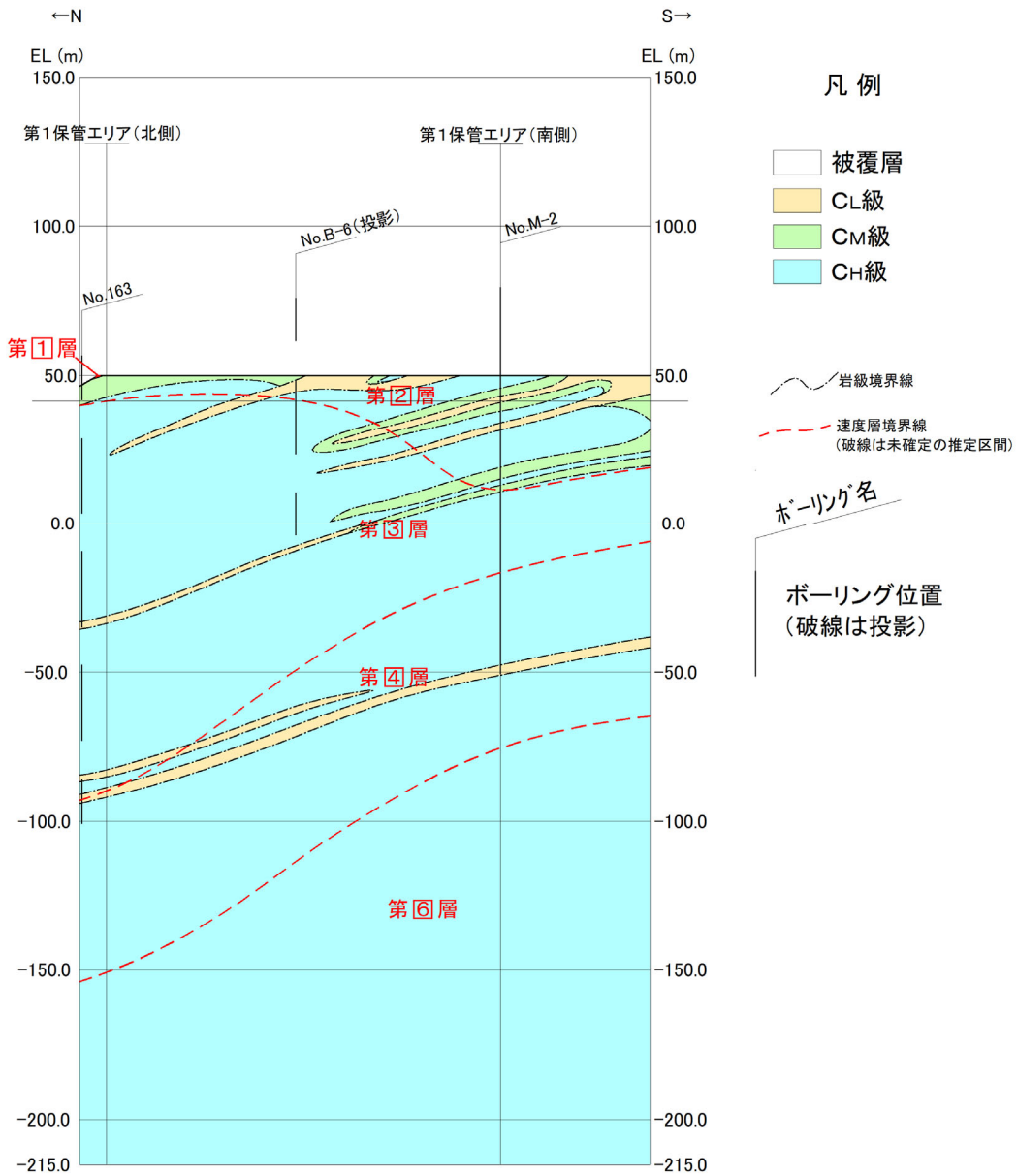


図2-6 第1保管エリアの地質断面図

標高 (EL m) 速度層区分	P波速度 $V_p$ (m/s)	S波速度 $V_s$ (m/s)	単位体積 重量 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	動 ポアソン比 $\nu_d$	減衰 定数 h
+50					
第2層 +41	2,100	900	23.0	0.388	0.03
第3層 -91.0	3,600	1,600	24.5	0.377	
第4層 -152.0	4,000	1,950	24.5	0.344	
第5層 -215.0	4,950	2,350	27.9	0.355	
第6層	4,950	2,350	27.9	0.355	

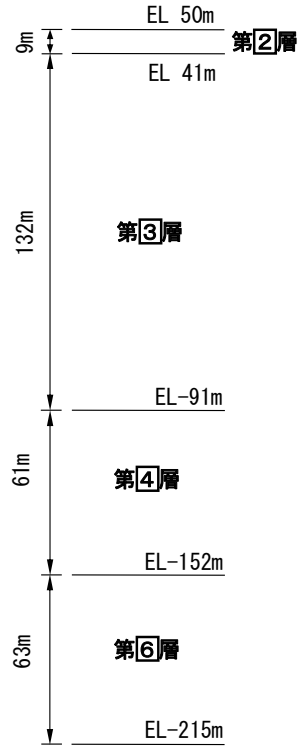


図 2-7(1) 第 1 保管エリア (北側) の地盤応答解析モデル

標高 (EL m) 速度層区分	P波速度 $V_p$ (m/s)	S波速度 $V_s$ (m/s)	単位体積 重量 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	動 ポアソン比 $\nu_d$	減衰 定数 h
+50					
第2層 +11	2,100	900	23.0	0.388	0.03
第3層 -16	3,600	1,600	24.5	0.377	
第4層 -75	4,000	1,950	24.5	0.344	
第5層 -215	4,950	2,350	27.9	0.355	
第6層	4,950	2,350	27.9	0.355	

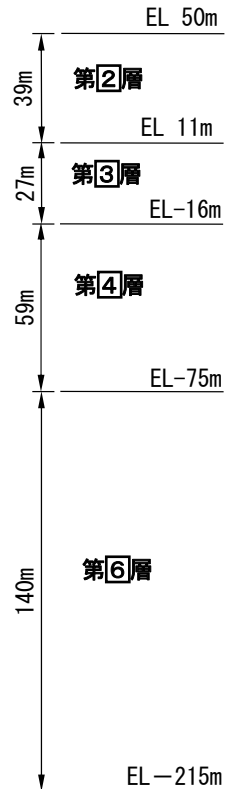


図 2-7(2) 第 1 保管エリア (南側) の地盤応答解析モデル

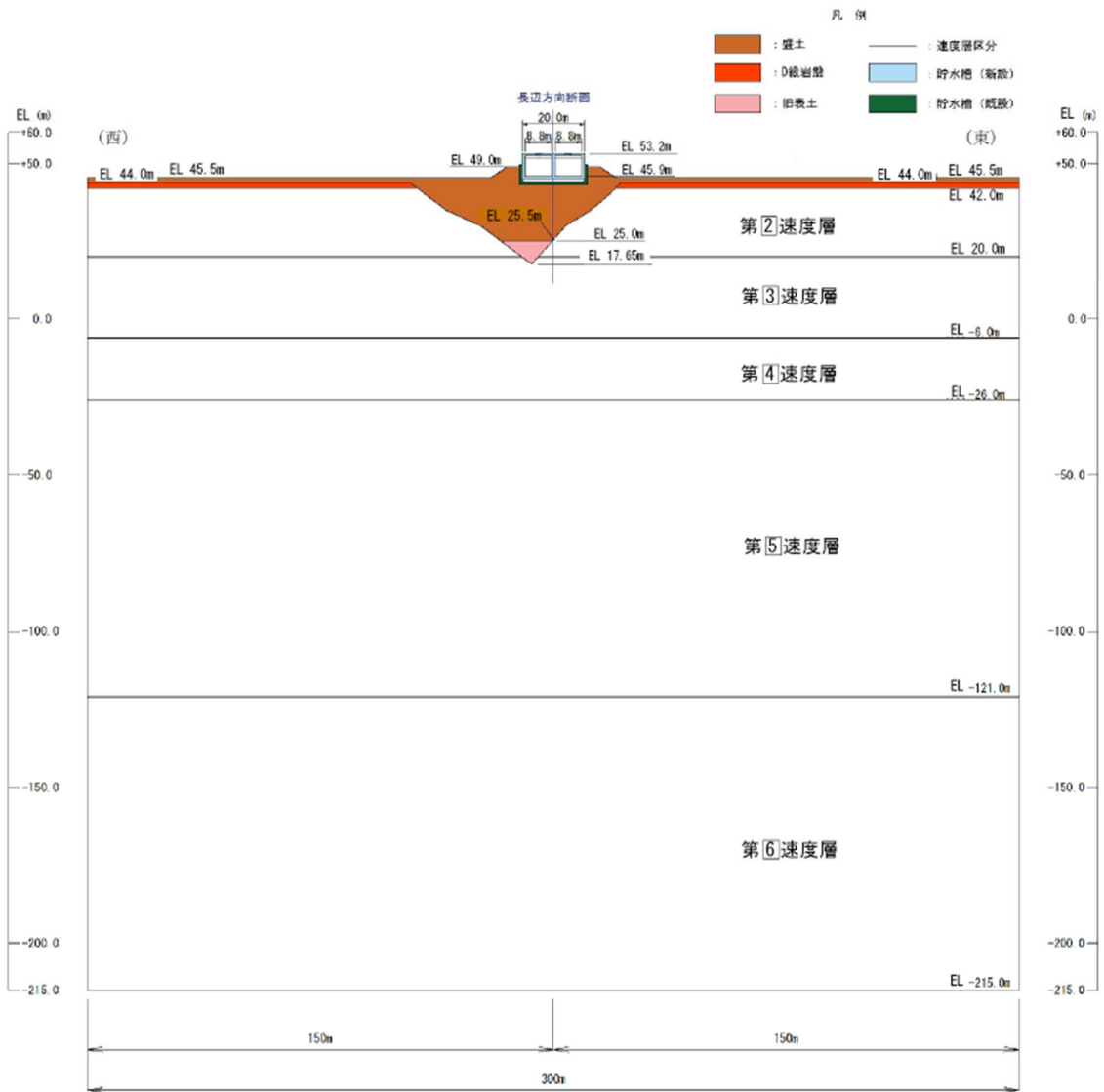


図 2-8(1) 第 2 保管エリア (短辺方向断面) の地質断面図



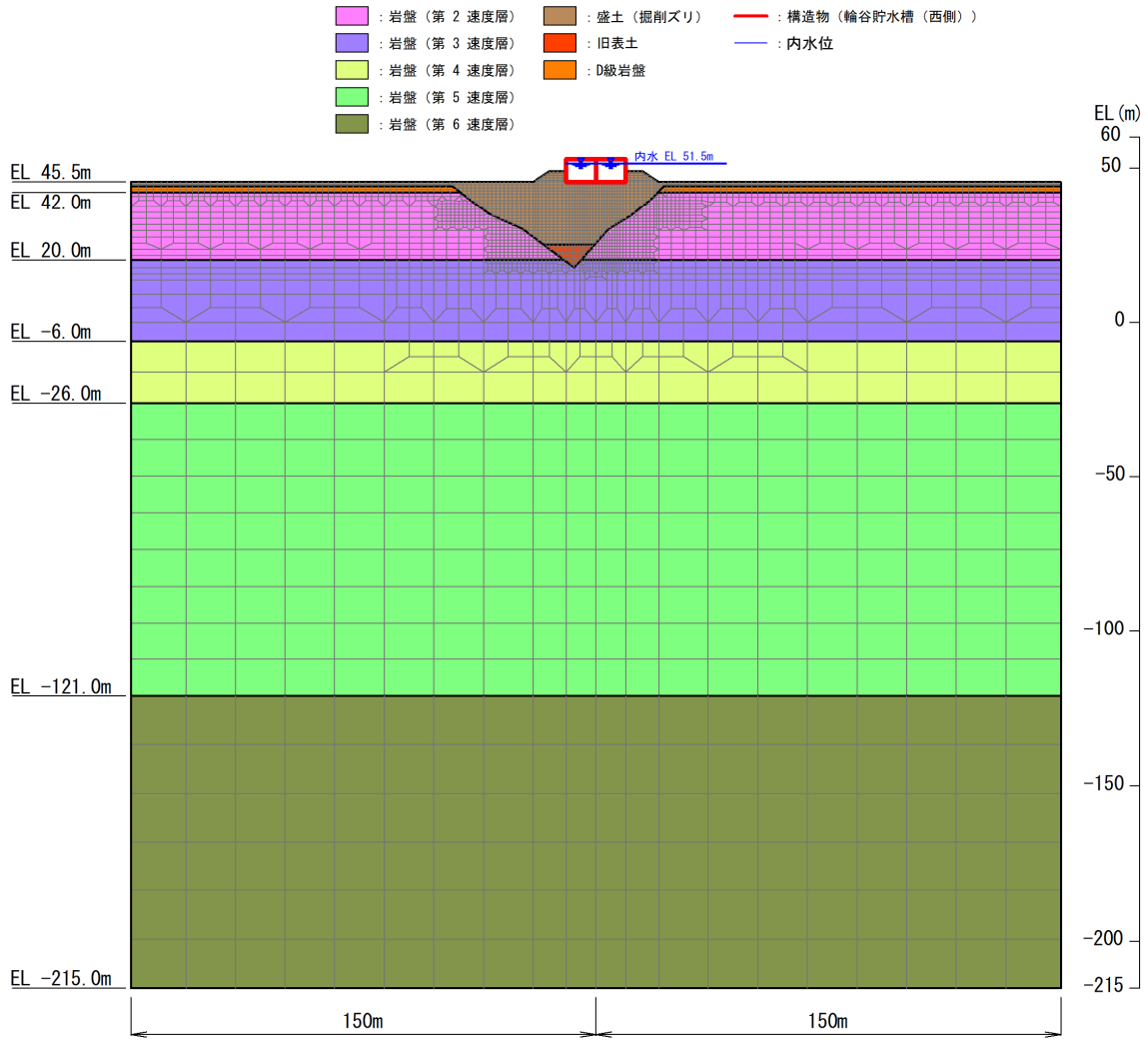


図 2-9(1) 第 2 保管エリア (短辺方向断面) の地盤応答解析モデル

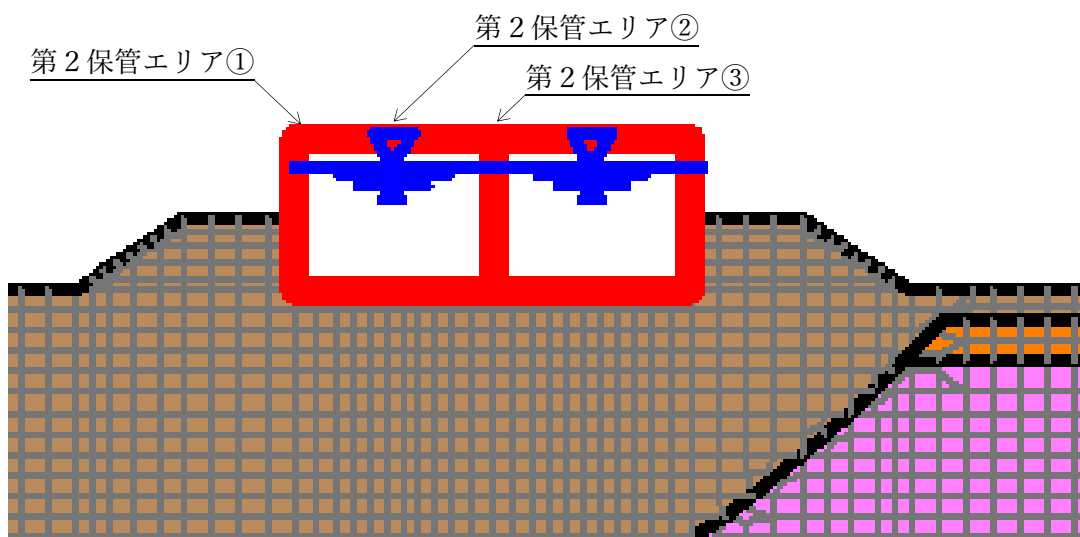


図 2-9(2) 第 2 保管エリア (短辺方向断面) の地盤応答解析モデル (拡大図)

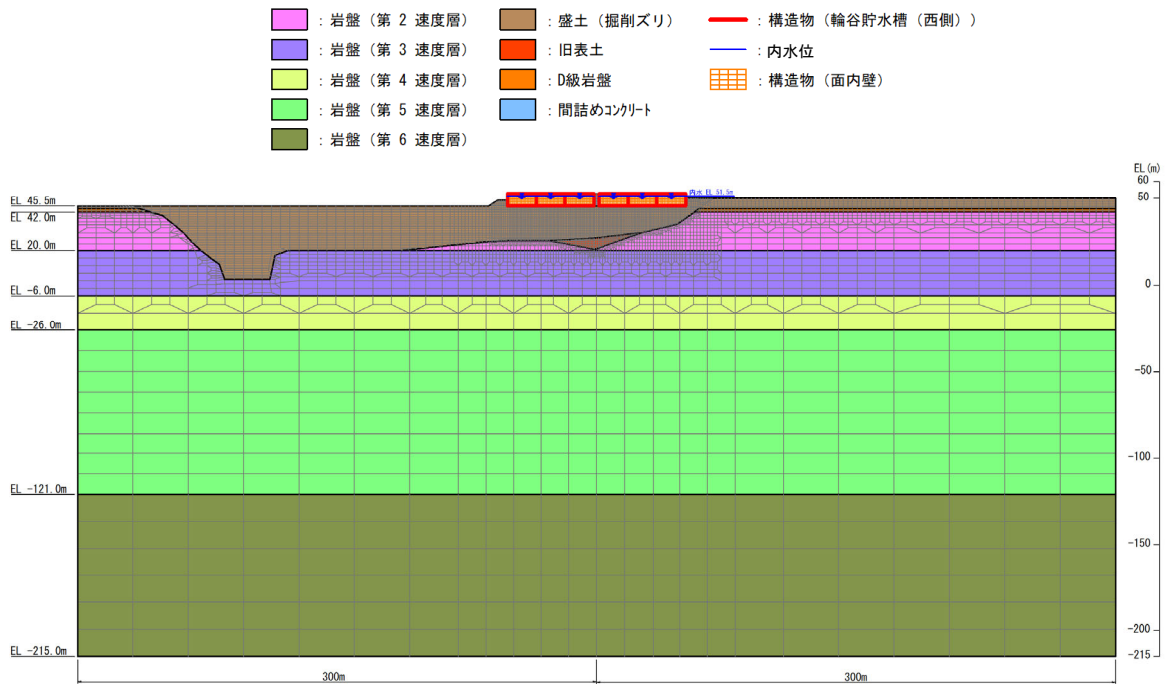


図 2-9(3) 第 2 保管エリア (長辺方向断面) の地盤応答解析モデル

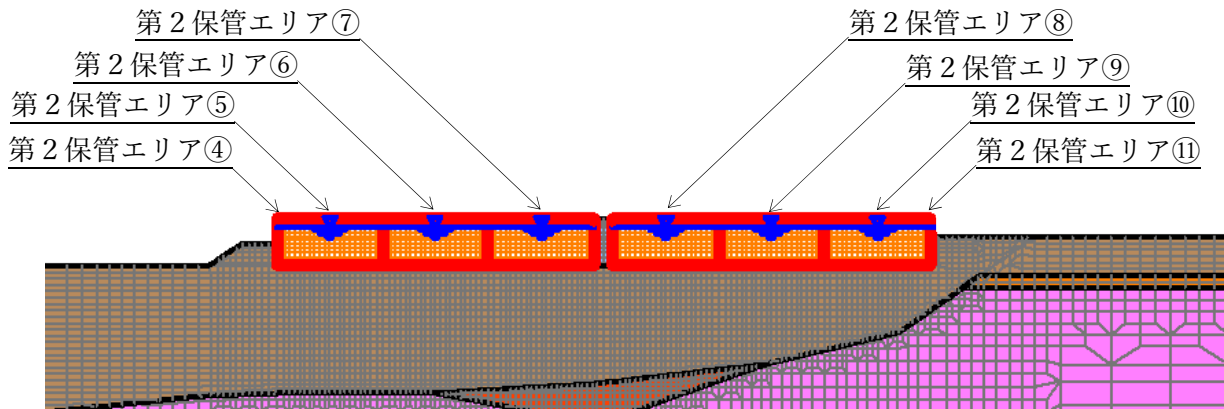
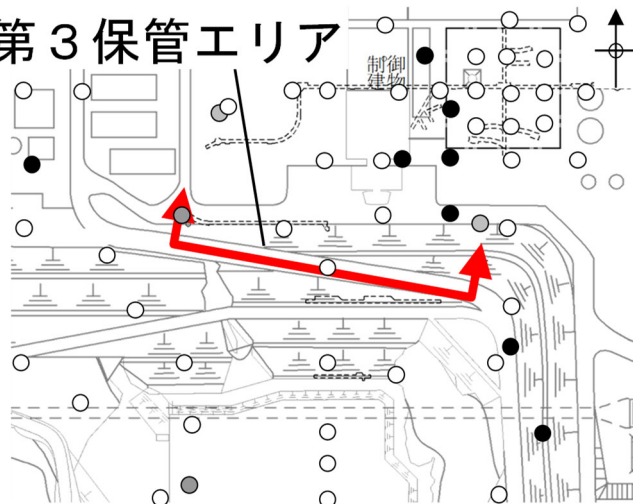


図 2-9(4) 第 2 保管エリア (長辺方向断面) の地盤応答解析モデル (拡大図)

# 第3保管エリア



- 【凡例】**
- ↔ : 地質断面図位置
  - : 1・2号機調査他ボーリング位置
  - : 3号機調査他ボーリング位置
  - : その他調査ボーリング位置
  - : オフセットVSP探査起振点

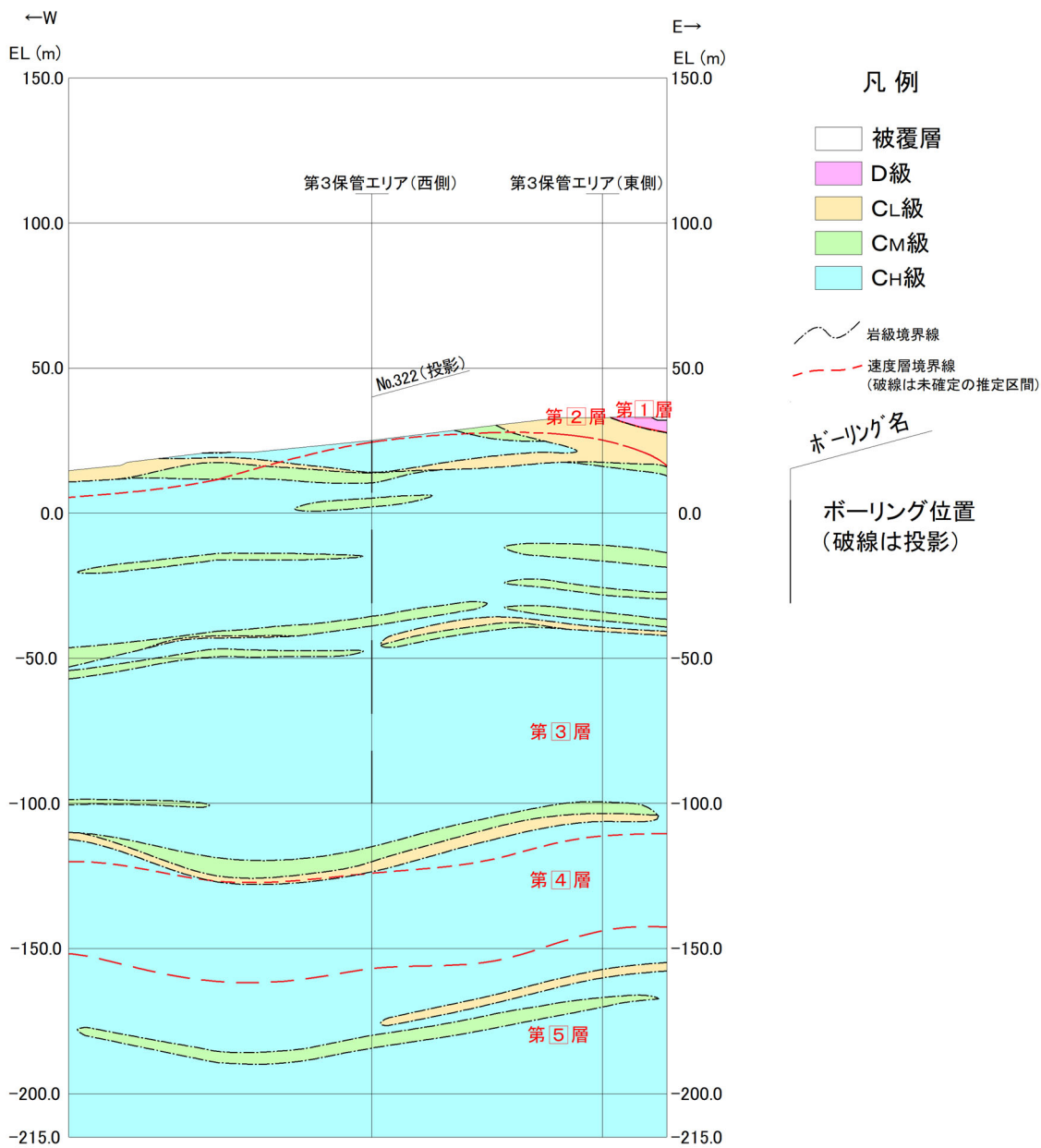


図 2-10 第3保管エリアの地質断面図



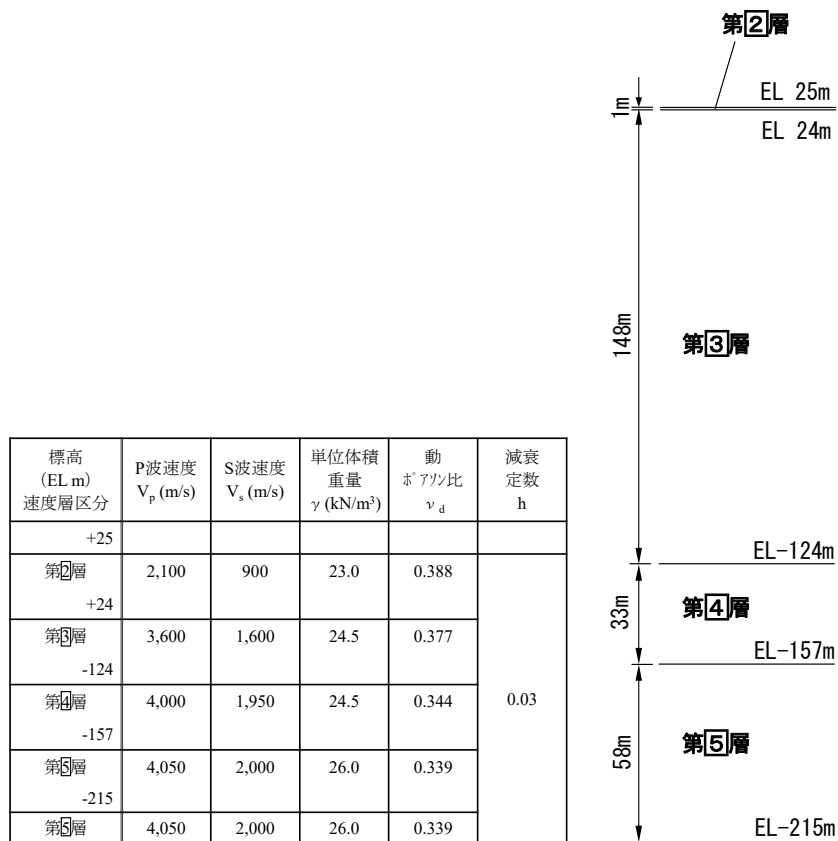


図 2-11(1) 第 3 保管エリア (西側) の地盤応答解析モデル

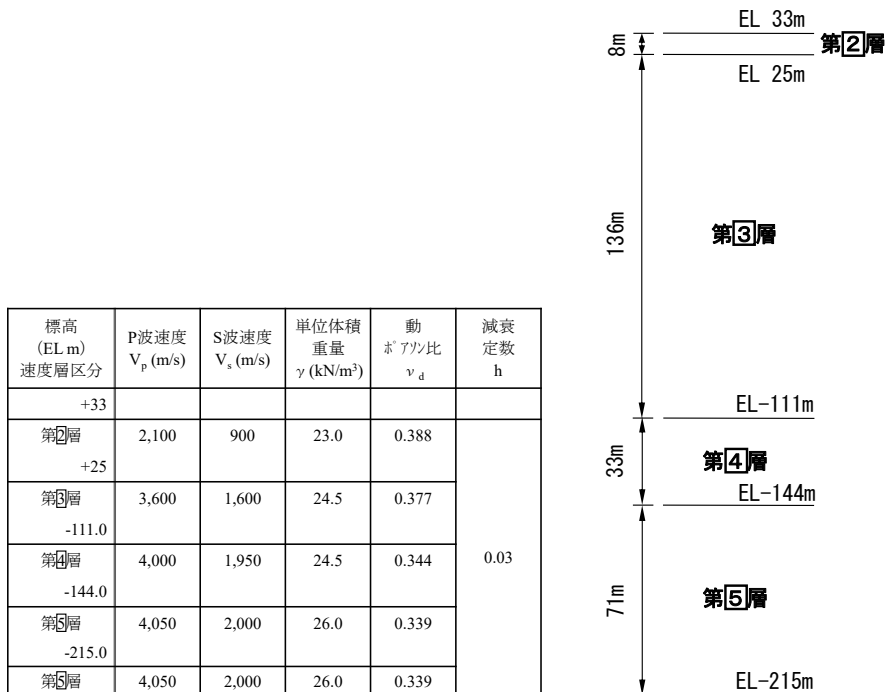
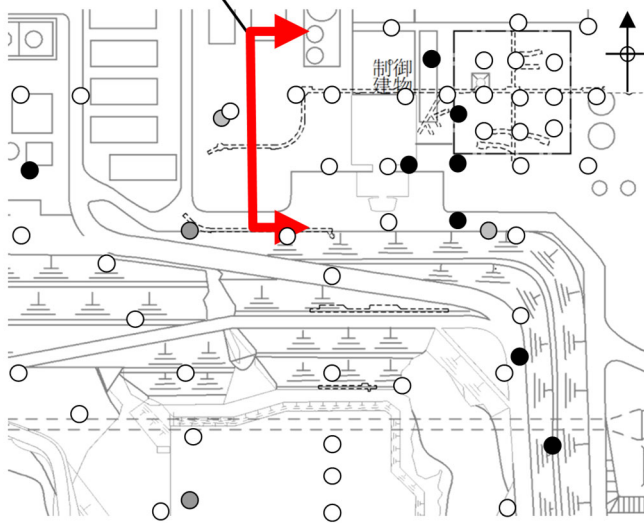


図 2-11(2) 第 3 保管エリア (東側) の地盤応答解析モデル

# 第4保管エリア



- 【凡例】**
- : 地質断面図位置
  - : 1・2号機調査他ボーリング位置
  - : 3号機調査他ボーリング位置
  - : その他調査ボーリング位置
  - : オフセットVSP探査起振点

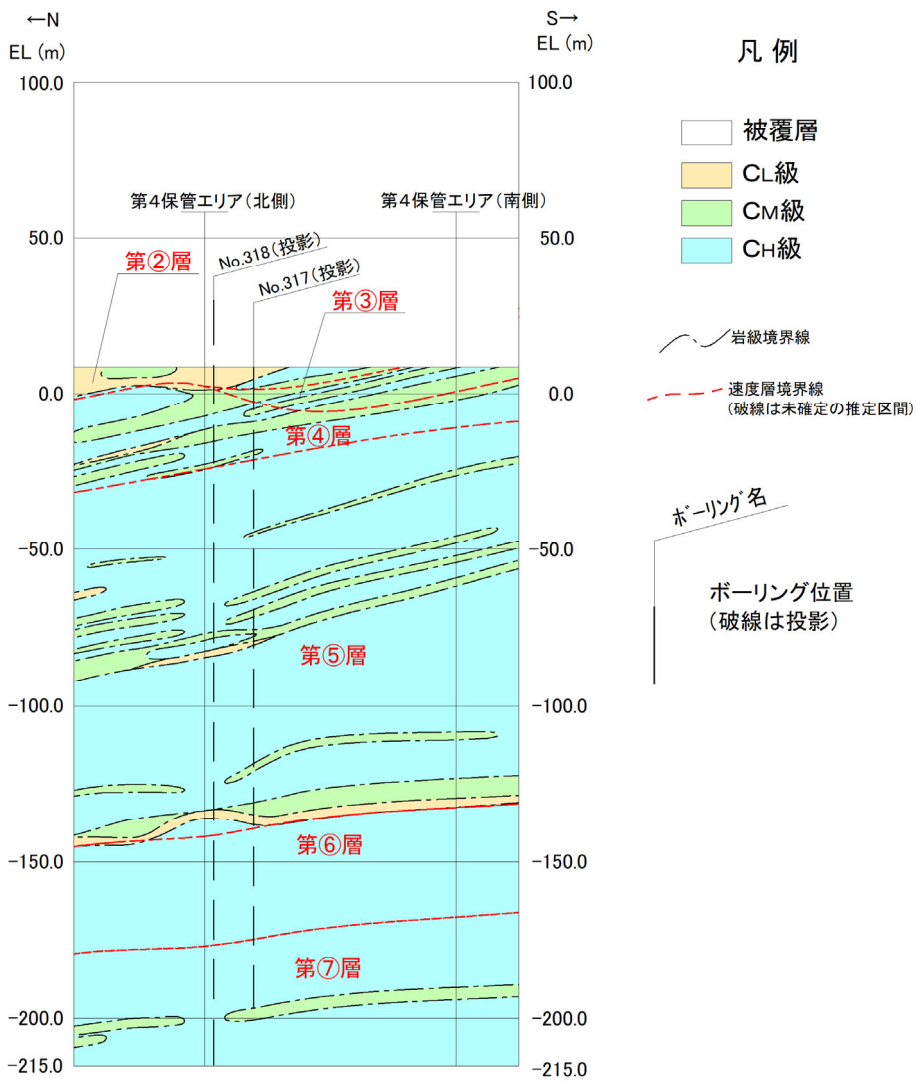


図 2-12 第4保管エリアの地質断面図

標高 (EL m) 速度層区分	P波速度 $V_p$ (m/s)	S波速度 $V_s$ (m/s)	単位体積 重量 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	動 ポアソン比 $\nu_d$	減衰 定数 h
+8.5					
第②層 +2	1,710	620	23.3	0.42	0.03
第④層 -24.0	3,240	1,520	24.5	0.36	
第⑤層 -142.0	3,860	1,900	25.2	0.34	
第⑥層 -177.0	4,150	2,100	24.4	0.33	
第⑦層 -215.0	3,800	1,770	25.1	0.36	
第⑦層	3,800	1,770	25.1	0.36	

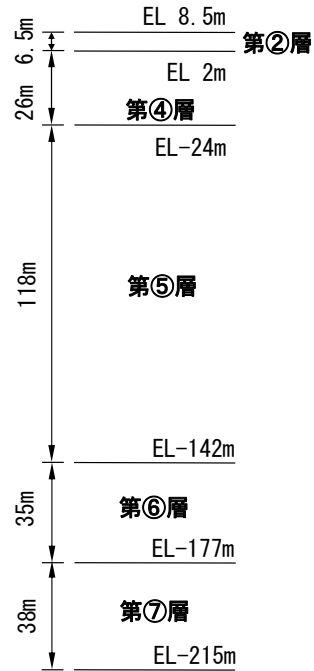


図 2-13(1) 第 4 保管エリア (北側) の地盤応答解析モデル

標高 (EL m) 速度層区分	P波速度 $V_p$ (m/s)	S波速度 $V_s$ (m/s)	単位体積 重量 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	動 ポアソン比 $\nu_d$	減衰 定数 h
+8.5					
第③層 +1	2,270	960	23.4	0.39	0.03
第④層 -11.0	3,240	1,520	24.5	0.36	
第⑤層 -133.0	3,860	1,900	25.2	0.34	
第⑥層 -168.0	4,150	2,100	24.4	0.33	
第⑦層 -215.0	3,800	1,770	25.1	0.36	
第⑦層	3,800	1,770	25.1	0.36	

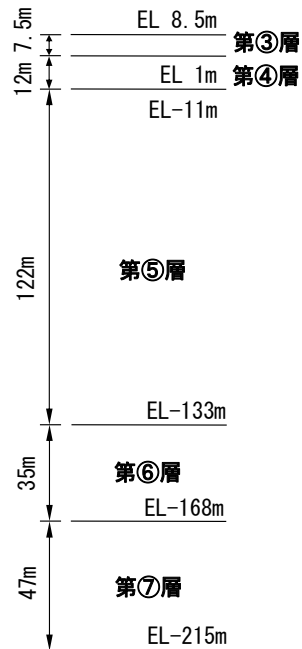


図 2-13(2) 第 4 保管エリア (南側) の地盤応答解析モデル

### 2.3.4 地震応答解析に用いる地震動

地震応答解析に用いる地震動は、解放基盤表面で定義される基準地震動  $S_s$  を、一次元重複反射理論により地震応答解析モデルの底面位置で評価したものをを用いる。

なお、地震応答解析に用いる地震動の設定に用いる地下構造モデルは、添付書類「VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の地下構造モデルを用いる。表 2-4 に地下構造モデルを示す。なお、第 1, 第 2, 第 3 保管エリアには 1, 2 号機エリアの地下構造モデルを、第 4 保管エリアには 3 号機エリアの地下構造モデルを用いる。

地震応答解析に用いる地震動算定の概念図を図 2-14 に示す。地震応答解析に用いる地震動の算定には、解析コード「SHAKE」, 「microSHAKE/3D」及び「TDAPⅢ」を使用する。

表 2-4(1) 入力地震動の設定に用いる地下構造モデル  
(1, 2 号機エリア)

速度層	P 波速度 (km/s)	S 波速度 (km/s)	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	ポアソン比
①層	0.80	0.25	20.6	0.446
②層	2.10	0.90	23.0	0.388
③層	3.60	1.60	24.5	0.377
④層	4.00	1.95	24.5	0.344
⑤層	4.05	2.00	26.0	0.339
⑥層	4.95	2.35	27.9	0.355

表 2-4(2) 入力地震動の設定に用いる地下構造モデル  
(3 号機エリア)

速度層	P 波速度 (km/s)	S 波速度 (km/s)	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	ポアソン比
①層	0.52	0.27	22.4	0.45
②層	1.71	0.62	23.3	0.42
③層	2.27	0.96	23.4	0.39
④層	3.24	1.52	24.5	0.36
⑤層	3.86	1.90	25.2	0.34
⑥層	4.15	2.10	24.4	0.33
⑦層	3.80	1.77	25.1	0.36

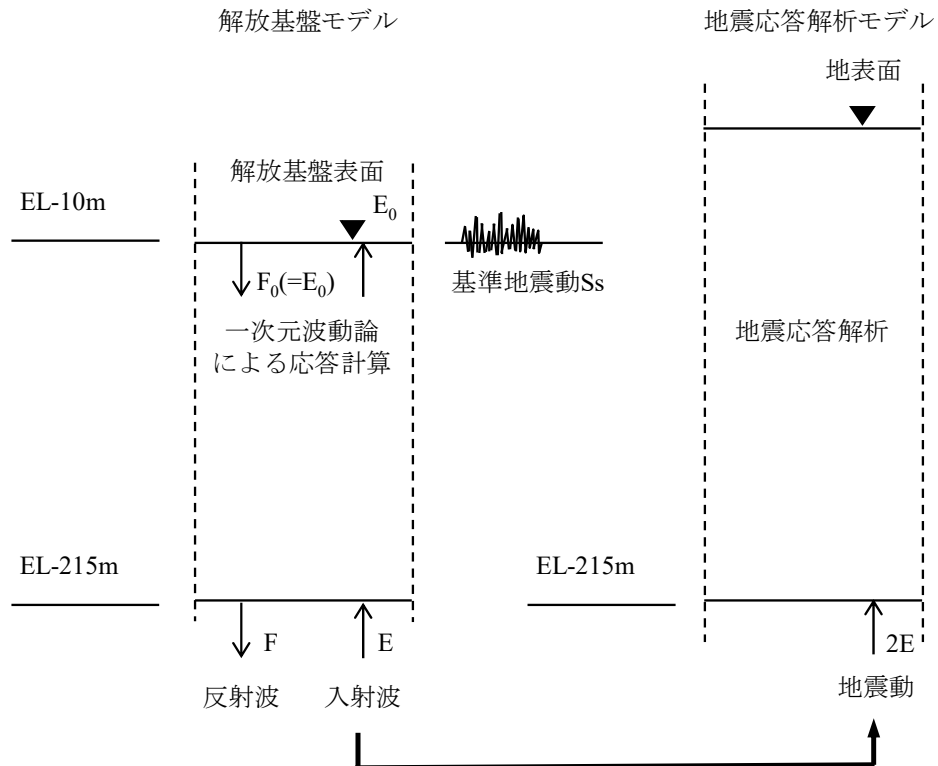


図 2-14 地震応答解析に用いる地震動算定の概念図

### 2.3.5 地震応答解析における解析ケース

保管場所における入力地震動の算定においては、地盤物性のばらつきの影響を考慮するため、表 2-5 に示す解析ケースを設定する。

第 1 保管エリア、第 3 保管エリア及び第 4 保管エリアは主として C<sub>M</sub>級岩盤、C<sub>H</sub>級岩盤が分布し、これらの地盤が地震時に保管場所における入力地震動に影響を与えると判断されることから、これらの岩盤の動せん断弾性係数のばらつきを考慮した入力地震動を算定する。

第 2 保管エリアは主として埋戻土が分布し、地震時に保管場所における入力地震動に影響を与えると判断されることから、埋戻土の初期せん断弾性係数のばらつきを考慮した入力地震動を算定する。

表 2-5 地震応答解析における解析ケース

解析ケース		第 1 保管エリア， 第 3 保管エリア及び 第 4 保管エリア	第 2 保管エリア
		地盤物性（岩盤） (G <sub>d</sub> ：動せん断弾性係数)	地盤物性（埋戻土） (G <sub>0</sub> ：初期せん断弾性係数)
解析 ケース	ケース① (基本ケース)	平均値	平均値
	ケース②	平均値+1σ	平均値+1σ
	ケース③	平均値-1σ	平均値-1σ

## 保管エリアにおける地盤の振動特性について

## 1. 保管エリアの最大応答

本資料は、図 1 に示す保管エリア等における地盤の振動特性として、保管エリアの地震応答解析モデルの解析ケース①（基本ケース）における最大加速度分布図、最大変位分布図及び最大ひずみ分布図を示すものである。

地震応答解析により算出された、保管エリア等の最大加速度分布図、最大変位分布図及び最大ひずみ分布図を図 2～図 8 に示す。

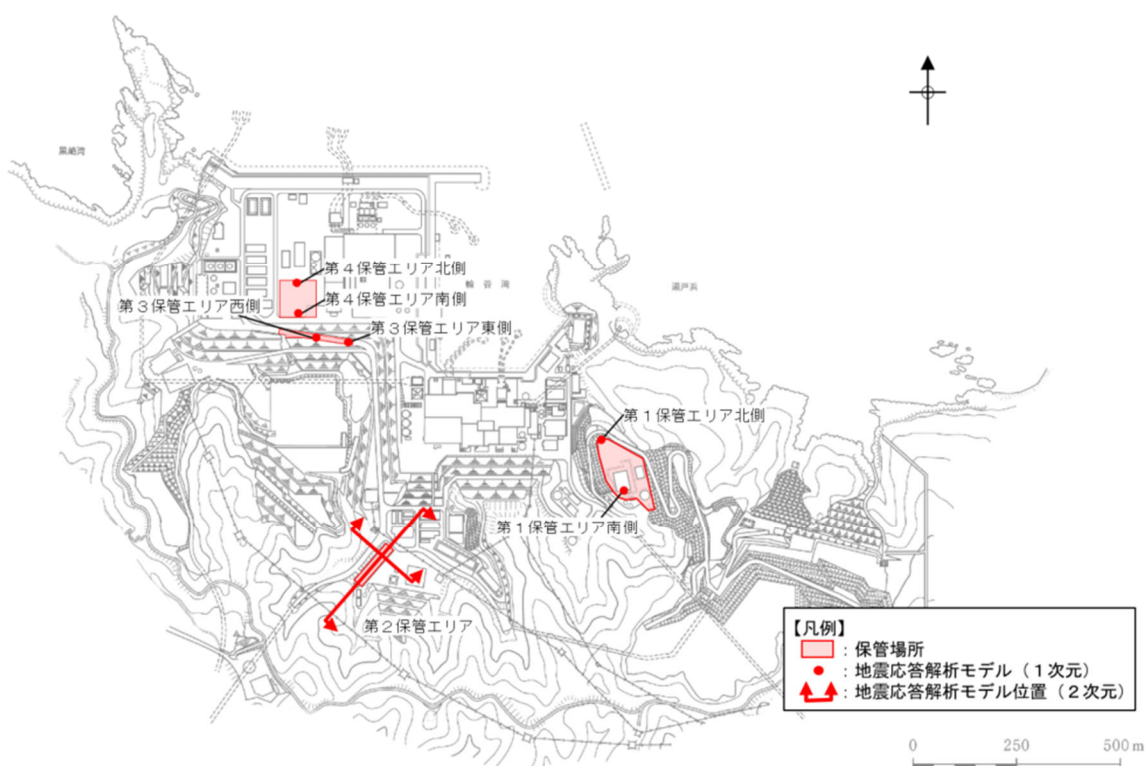


図 1 保管エリアの位置図

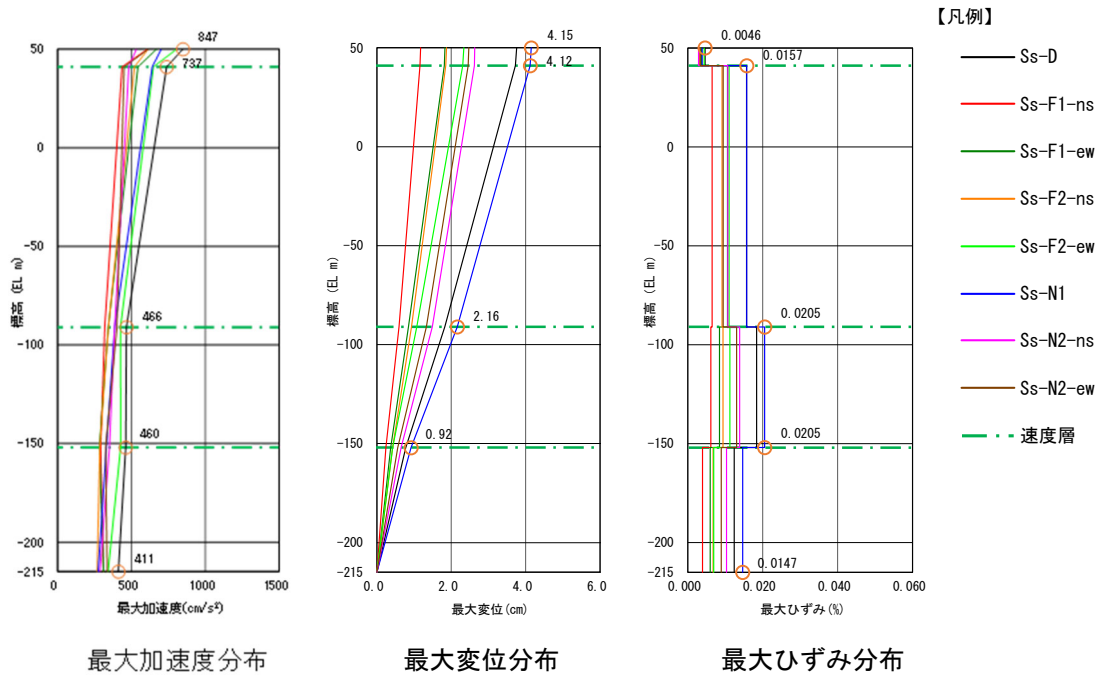


図 2(1) 第 1 保管エリア北側（水平方向）

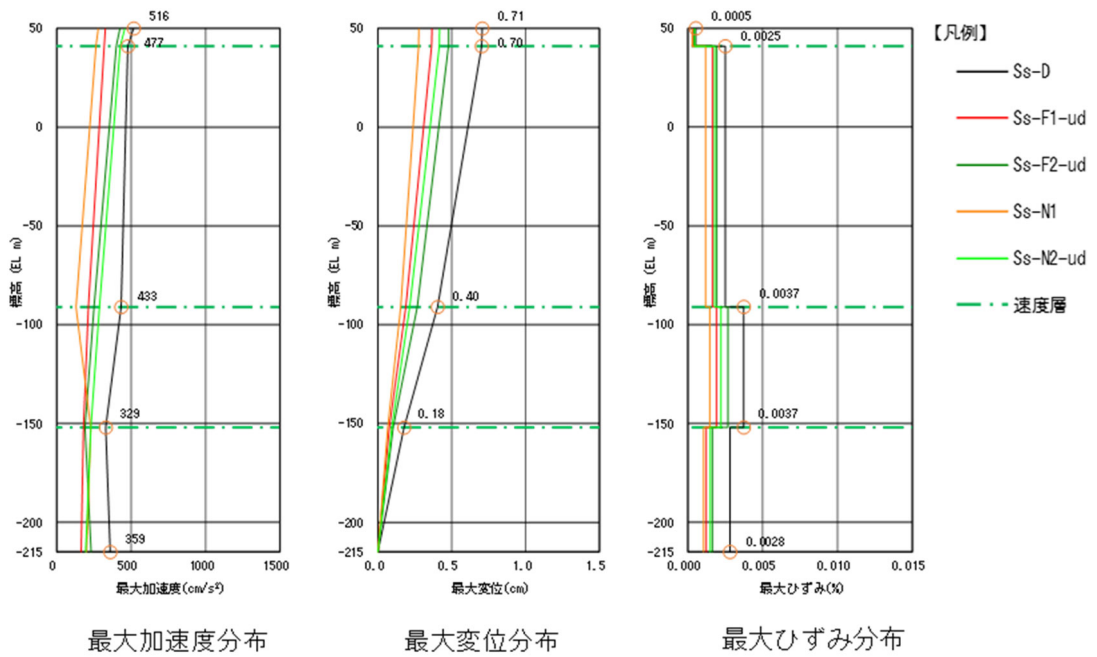


図 2(2) 第 1 保管エリア北側（鉛直方向）



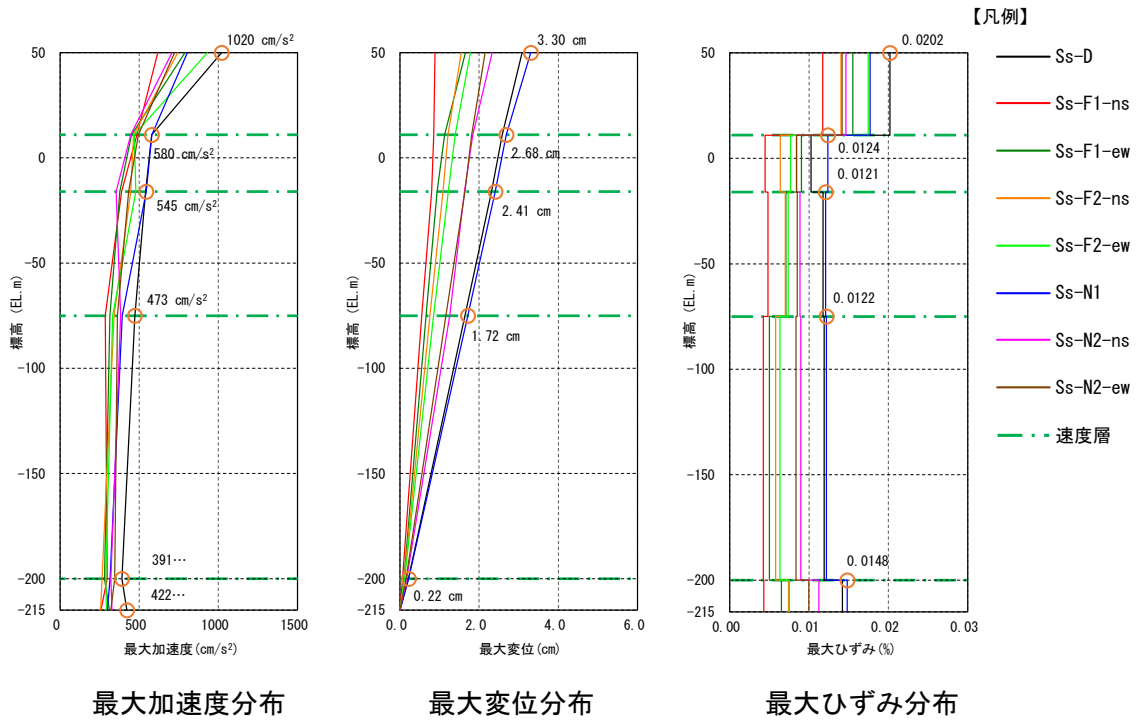


図 3(1) 第 1 保管エリア南側（水平方向）

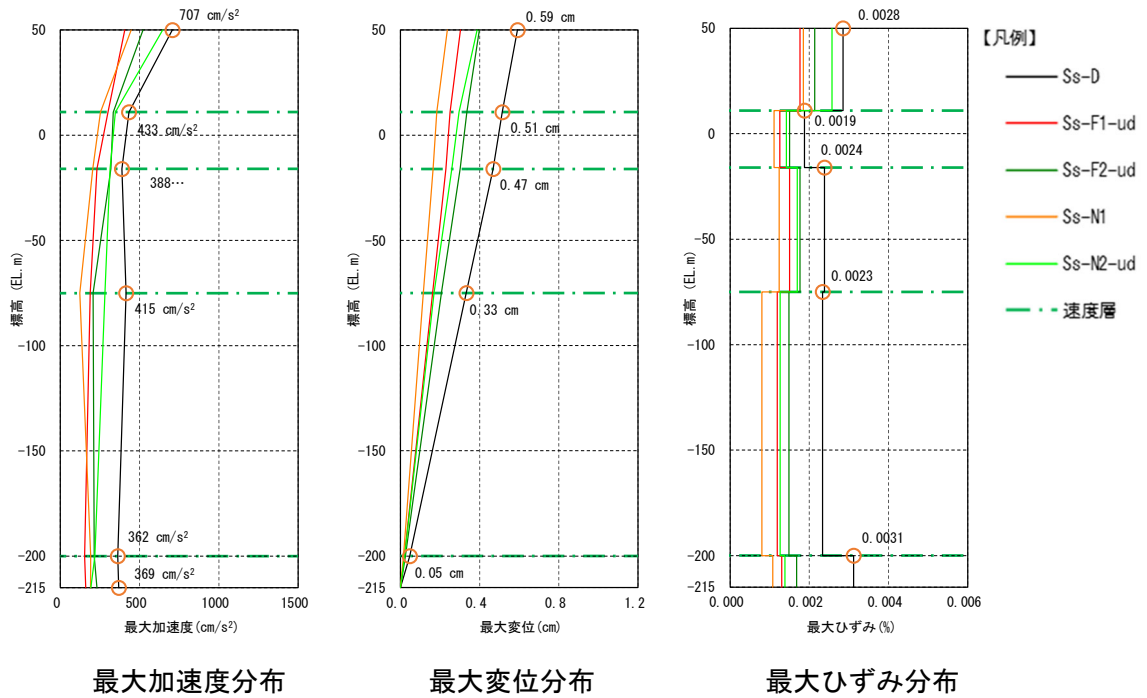
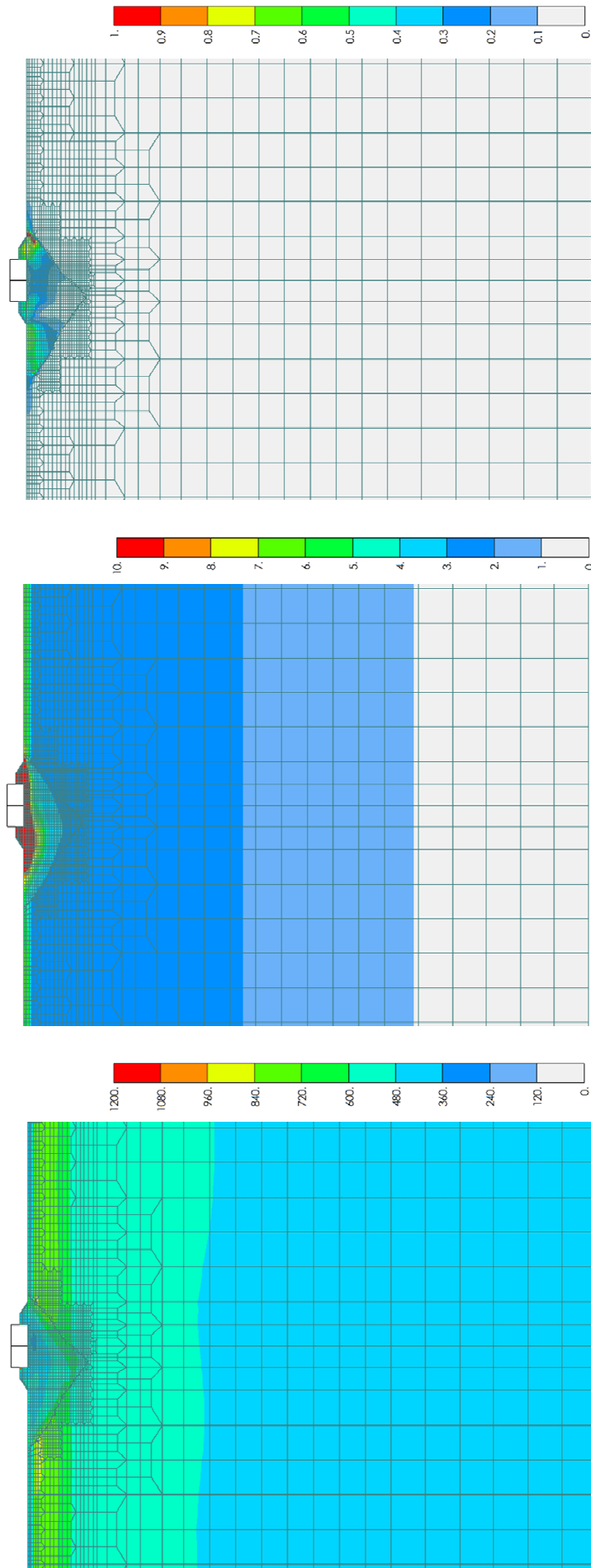


図 3(2) 第 1 保管エリア南側（鉛直方向）



最大加速度分布

最大値：2336.98 cm/s<sup>2</sup>

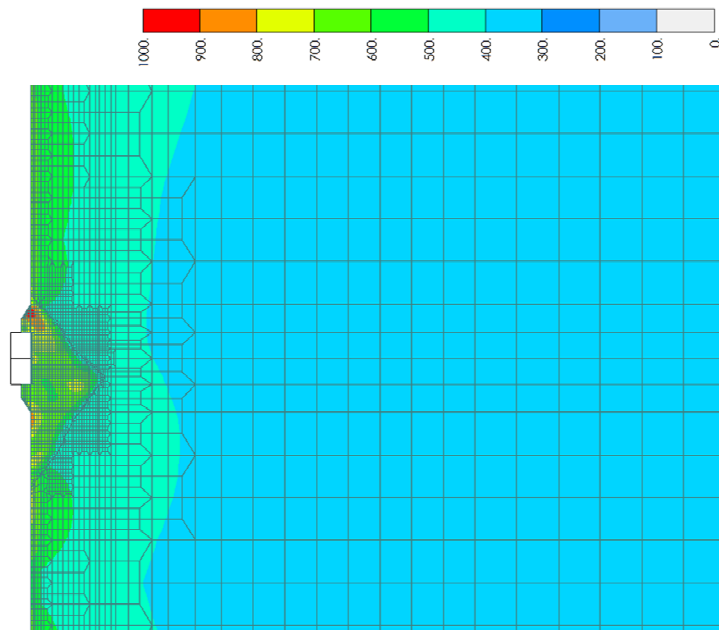
最大変位分布

最大値：15.92 cm

最大ひずみ分布

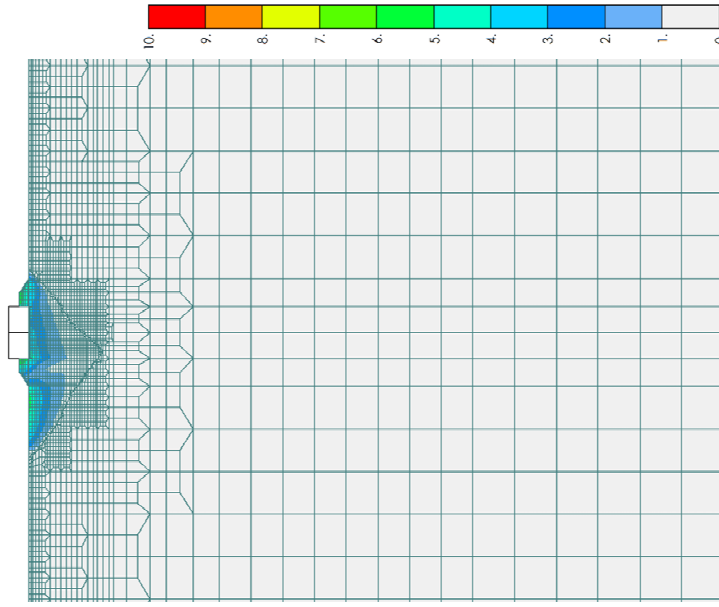
最大値：1.63%

図 4(1) 第 2 保管エリア (短辺方向断面) における最大応答 (S s - D) 水平応答



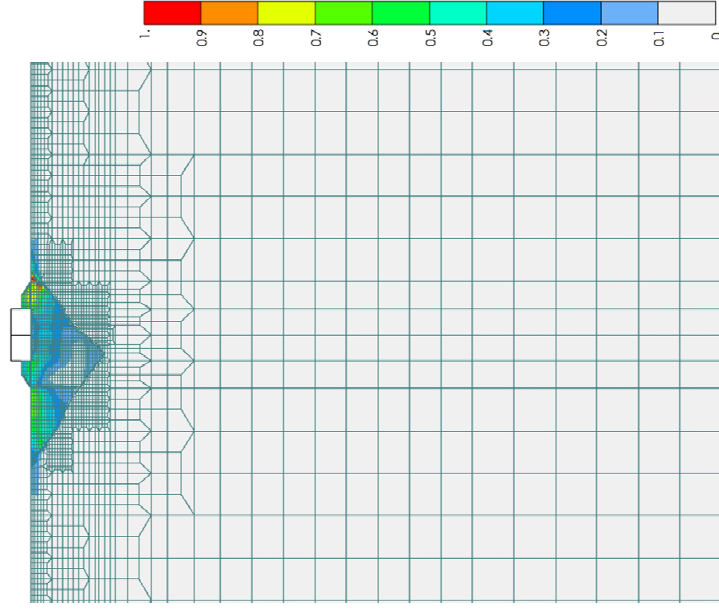
最大加速度分布

最大値：1022.54cm/s<sup>2</sup>



最大変位分布

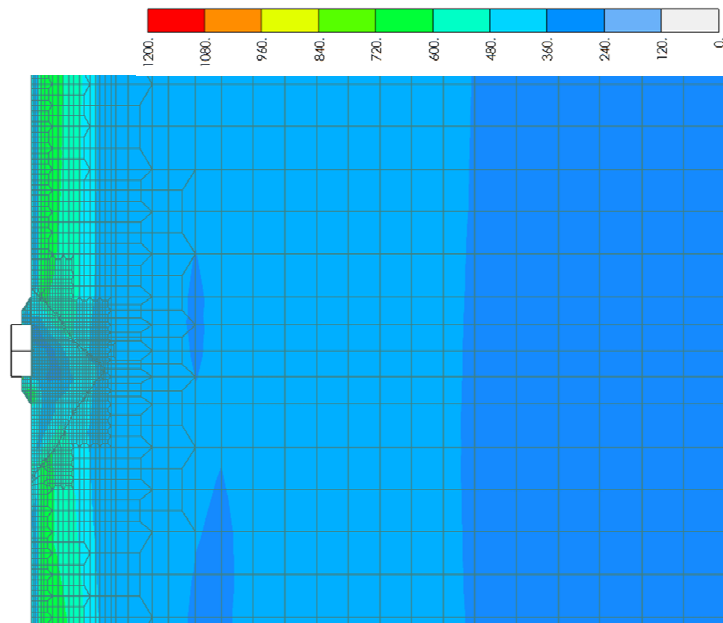
最大値：6.26 cm



最大ひずみ分布

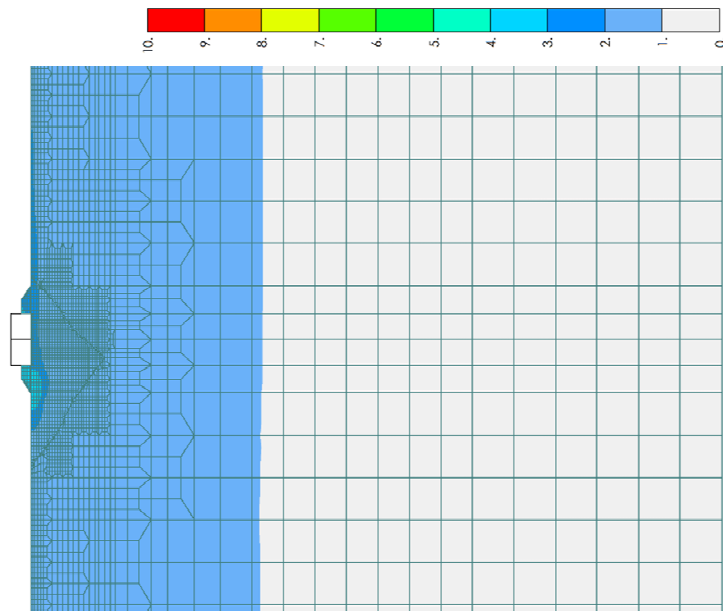
最大値：1.45%

図 4(2) 第 2 保管エリア (短辺方向断面) における最大応答 (S s - D) 鉛直応答



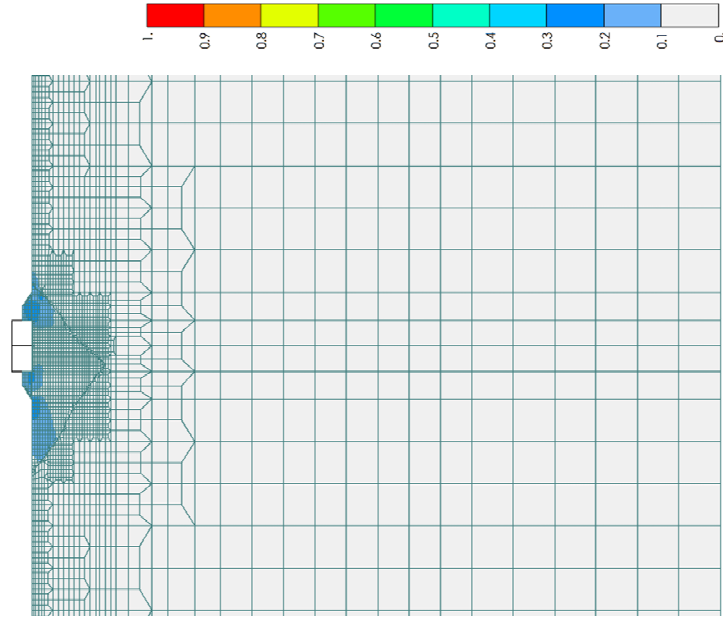
最大加速度分布

最大値：1541.77 cm/s<sup>2</sup>



最大変位分布

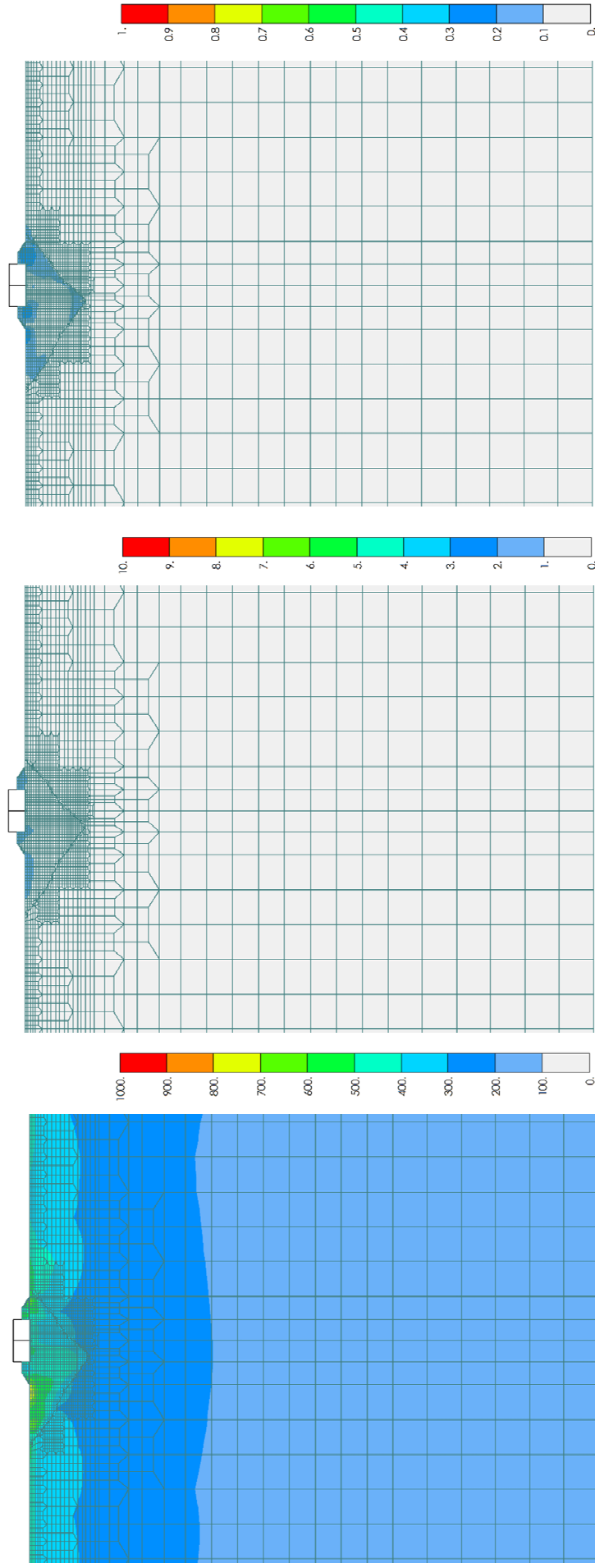
最大値：5.79 cm



最大ひずみ分布

最大値：0.47%

図 4(3) 第 2 保管エリア (短辺方向断面) における最大応答 (S<sub>s</sub> - F<sub>1</sub>) 水平応答

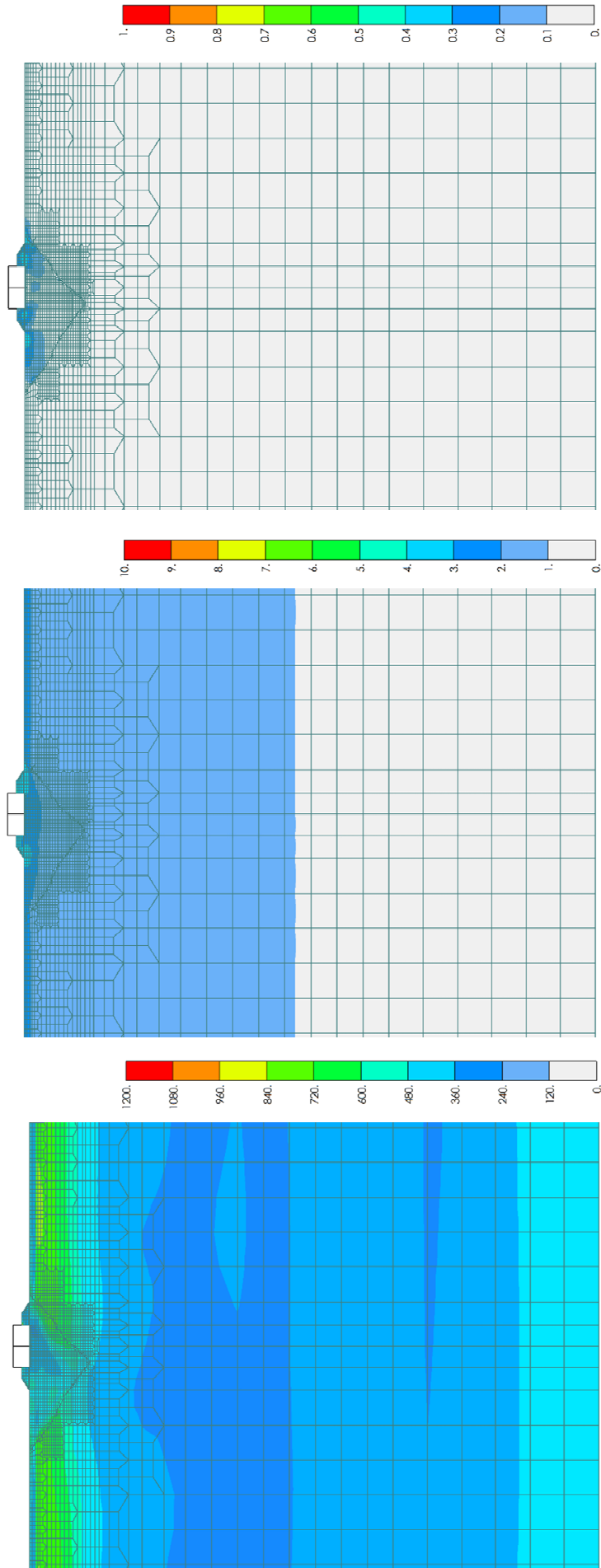


最大加速度分布  
 最大値：817.37cm/s<sup>2</sup>

最大変位分布  
 最大値：1.91 cm

最大ひずみ分布  
 最大値：0.36%

図 4(4) 第 2 保管エリア（短辺方向断面）における最大応答（ $S_s - F_1$ ）鉛直応答



最大加速度分布

最大値：1847.89cm/s<sup>2</sup>

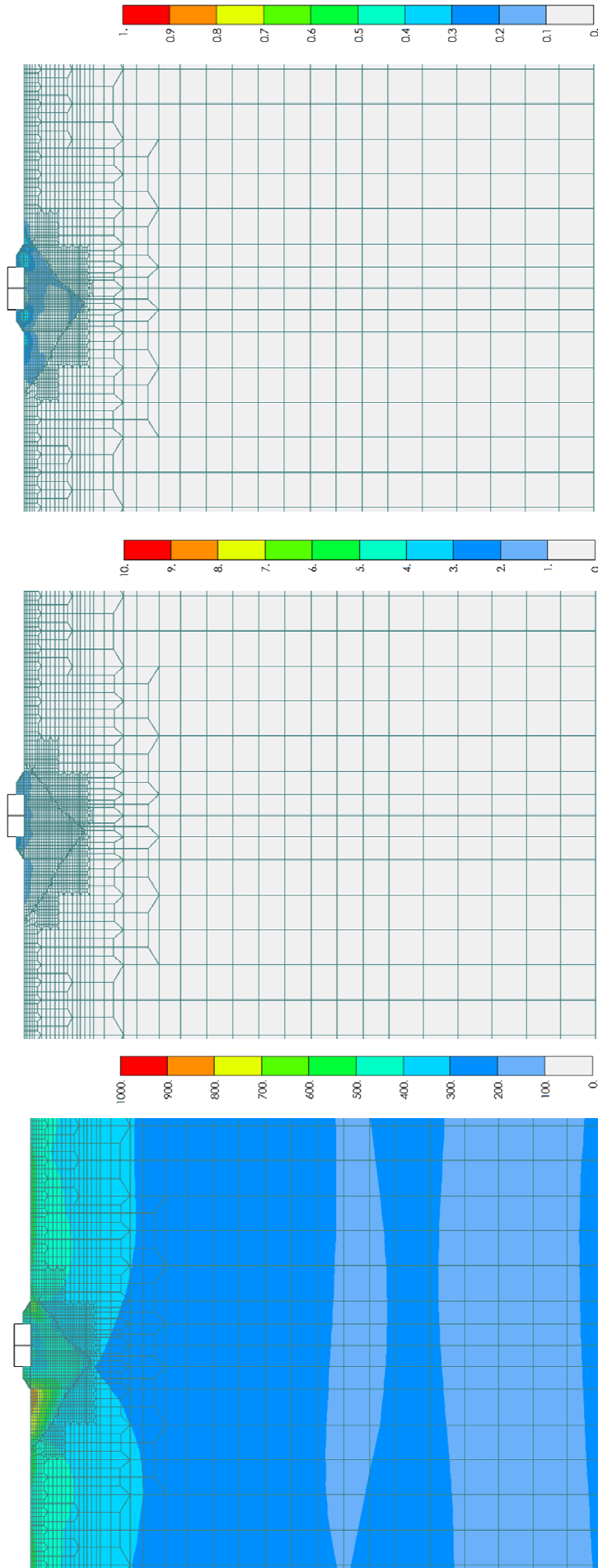
最大変位分布

最大値：6.04 cm

最大ひずみ分布

最大値：0.59%

図 4(5) 第 2 保管エリア (短辺方向断面) における最大応答 (S<sub>s</sub> - F<sub>2</sub>) 水平応答

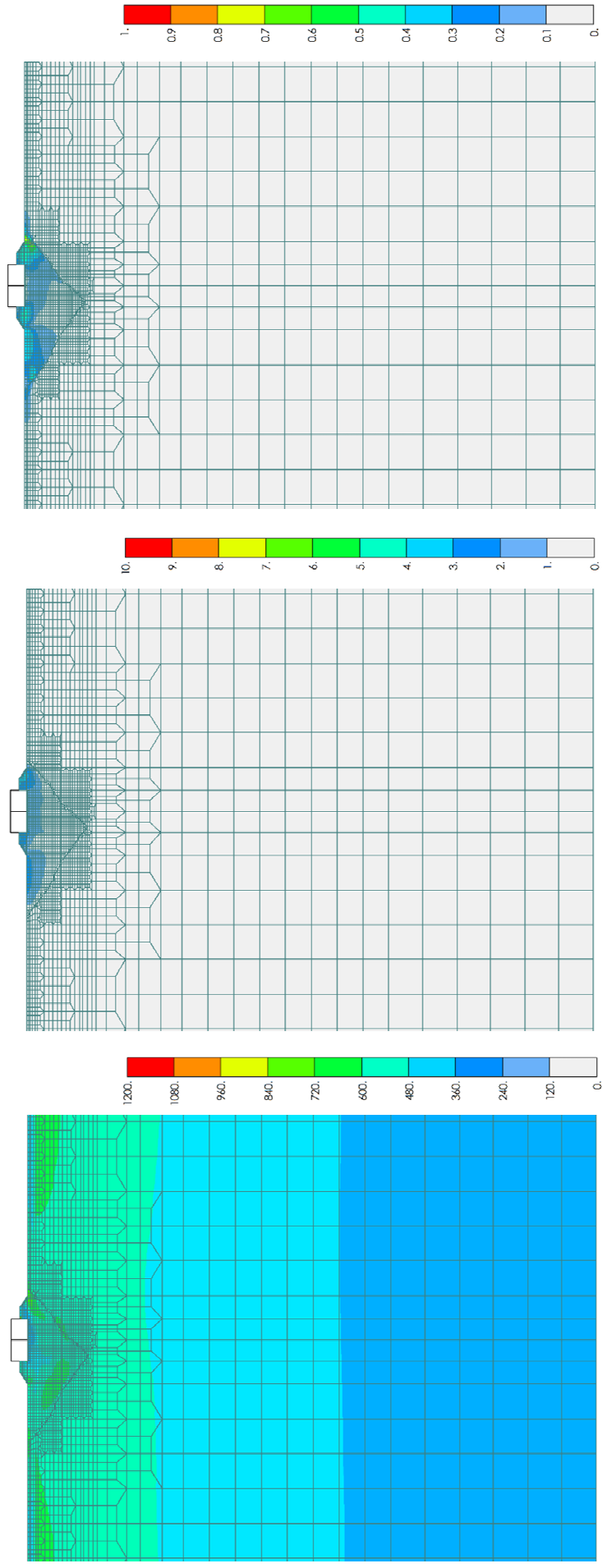


最大加速度分布  
 最大値：904.65cm/s<sup>2</sup>

最大変位分布  
 最大値：2.41 cm

最大ひずみ分布  
 最大値：0.47% 鉛直応答

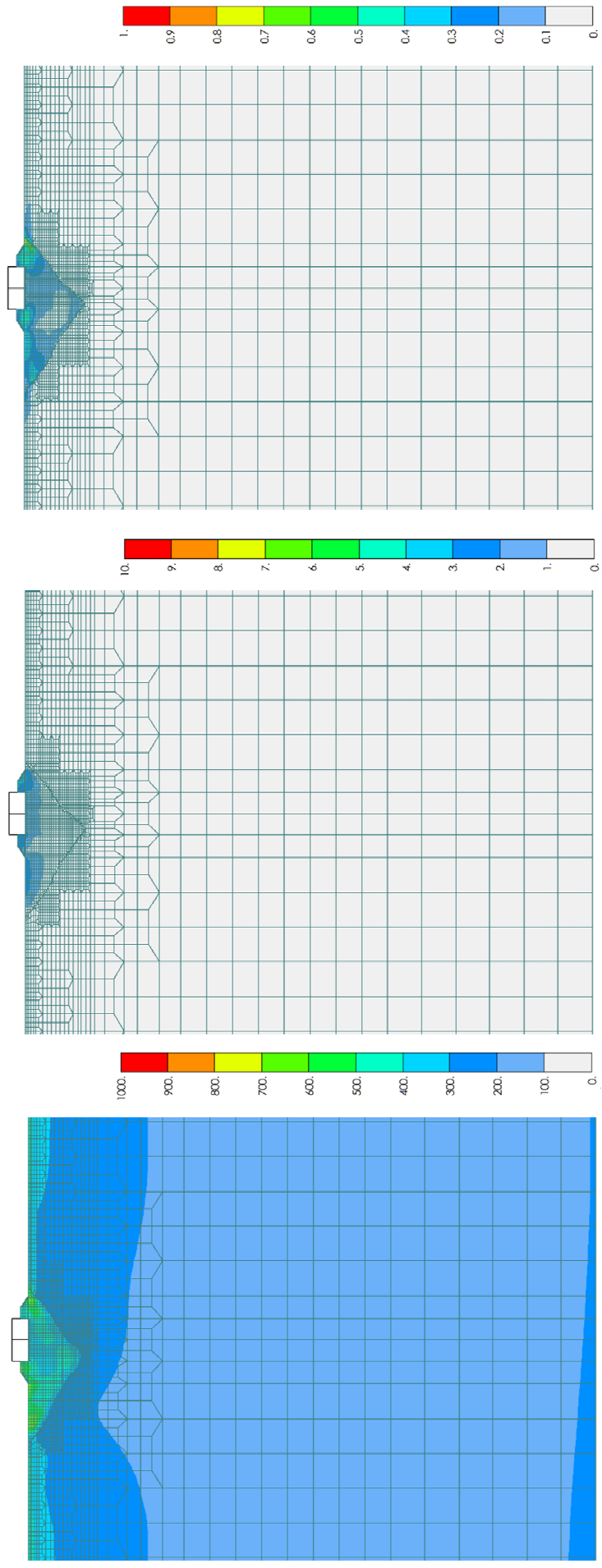
図 4(6) 第 2 保管エリア (短辺方向断面) における最大応答 (S<sub>s</sub> - F<sub>2</sub>)



最大加速度分布                      最大変位分布                      最大ひずみ分布  
 最大値：1577.75cm/s<sup>2</sup>                      最大値：13.33 cm                      最大値：1.14%

図 4(7) 第 2 保管エリア (短辺方向断面) における最大応答 (S s - N<sub>1</sub>)    水平応答



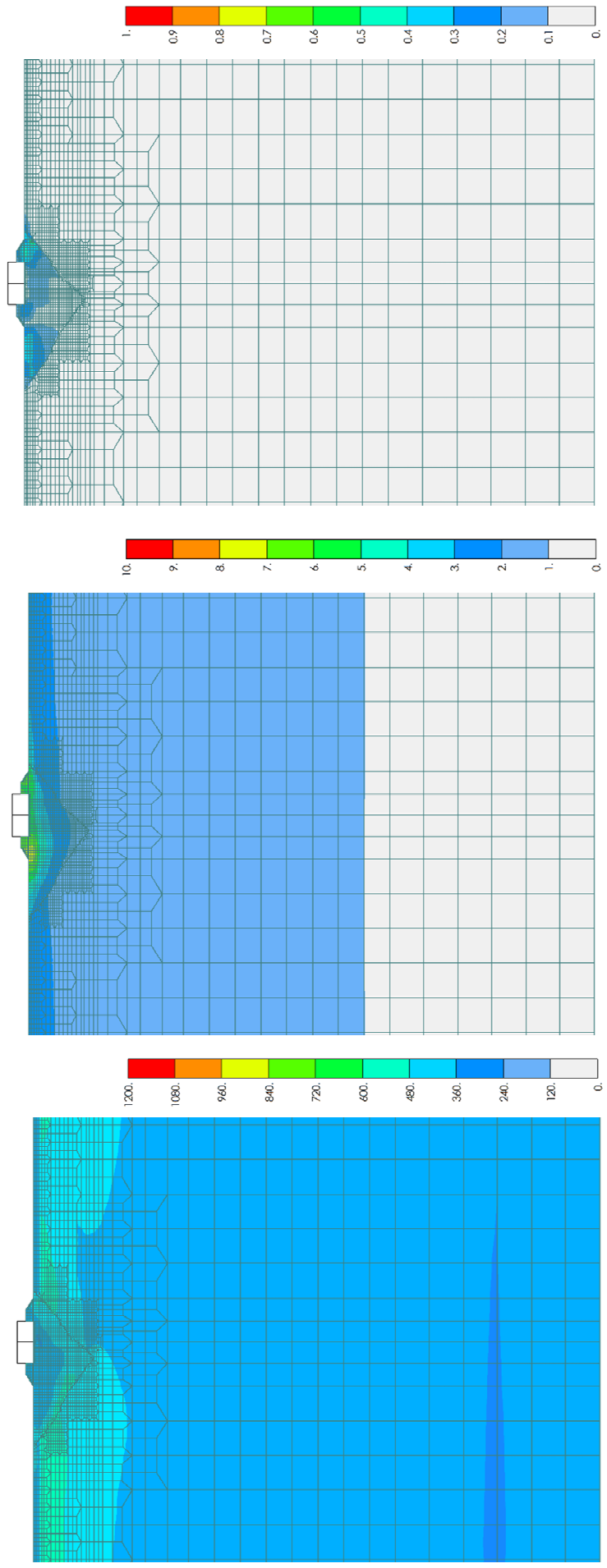


最大加速度分布  
 最大値：681.59cm/s<sup>2</sup>

最大変位分布  
 最大値：3.37 cm

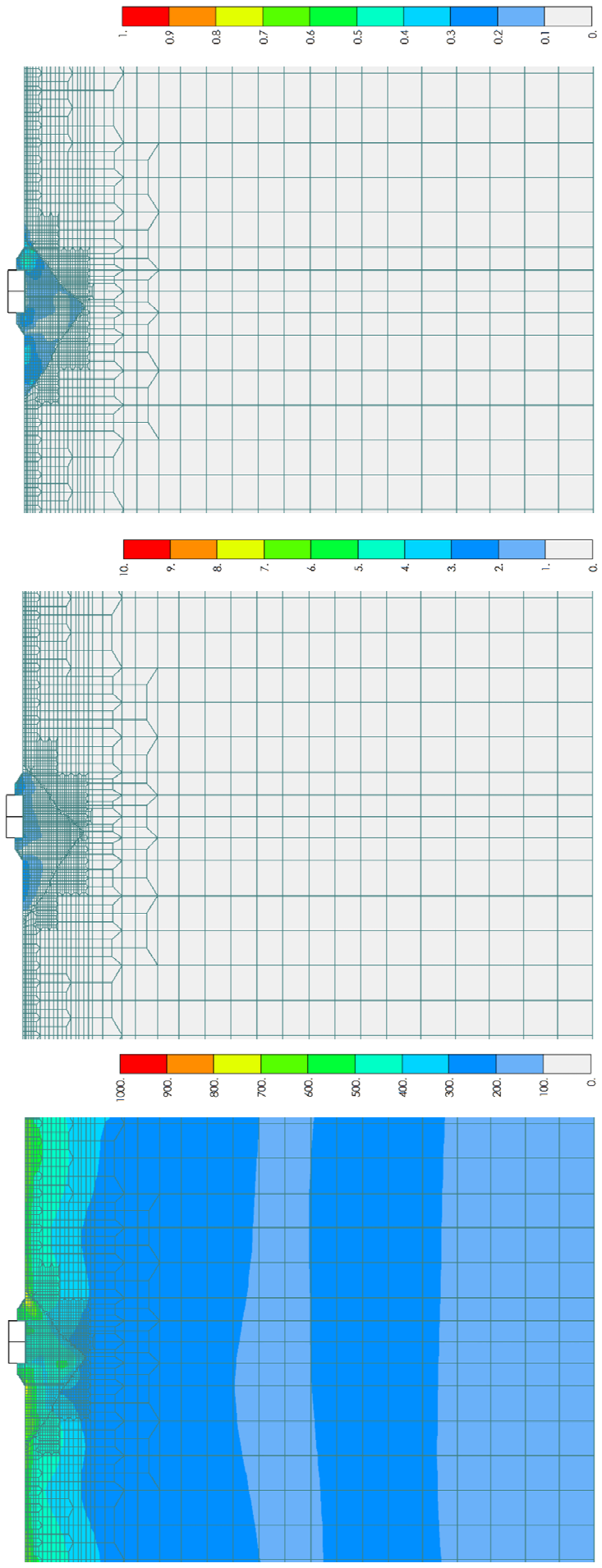
最大ひずみ分布  
 最大値：0.99%

図 4(8) 第 2 保管エリア (短辺方向断面) における最大応答 (S s - N<sub>1</sub>) 鉛直応答



最大加速度分布                      最大変位分布                      最大ひずみ分布  
 最大値：1072.24cm/s<sup>2</sup>                      最大値：8.12 cm                      最大値：0.91%

図 4(9) 第 2 保管エリア (短辺方向断面) における最大応答 (S<sub>s</sub> - N<sub>2</sub>(N S)) 水平応答



最大加速度分布  
 最大値：805.03cm/s<sup>2</sup>

最大変位分布  
 最大値：3.09 cm

最大ひずみ分布  
 最大値：0.76% 鉛直応答

図 4(10) 第 2 保管エリア (短辺方向断面) における最大応答 (S s - N<sub>2</sub>(N S))