

電源開発株式会社
大間原子力発電所

意見聴取会指摘事項について
(地盤関係：その2)

平成16年12月
原子力発電安全審査課

目 次

1. シームの風化部を考慮して強度特性を低減させた検討について
2. 淡灰色火山礫凝灰岩の変形特性を低減させた検討について
3. 3次元動的FEM解析について

1. シームの風化部を考慮して強度特性を低減させた検討について

- 1) 地表付近のシームは風化していると考えられるため、風化の及ぶ深度を確認のうえ、風化部の物性値を低減させた検討を行うこと。

1.1 検討の概要

原子炉建屋直下に分布するシームのうちシーム S-10 については、地表付近の一部が風化岩中に存在することから、その部分は風化に伴い強度が低下していることが考えられる。このため、風化部のシームの強度を低減させた検討を行っている。

1.2 シームの強度を低減させる範囲

図-1.1 に示すように地表付近の岩盤の風化部（火山砕屑岩（風化部））の深度は地表面に対応して異なり、シーム S-10 が地表付近に分布する M₃ 段丘面から低地にかけての領域では、段丘基底面から風化深度は最大 8.05m となっている。したがって、段丘基底面下約 10 m（段丘堆積物の分布しないところでは地表面下 10m）までのシームは風化を受けているものとして保守的に評価するとしている。

1.3 解析条件

シーム S-10 が地表面付近に分布する X-X' 断面を対象に、図-1.2 に示す範囲のシーム S-10 の強度を低減させた動的 FEM 解析を行っている。強度の低減方法としては、想定されるシームの風化範囲において、せん断強度を $\tau = 0.0 (\text{N/mm}^2)$ としている。

その他の解析条件は、基本検討と同じである。

1.4 解析結果及びまとめ

シームS-10の要素ごとの安全率を図-1.3に示す。基本検討の結果と比較して、シームS-10の強度を低減させた($\tau = 0.0(\text{N}/\text{mm}^2)$)範囲の要素はせん断破壊している。

シームS-10の強度を低減させた範囲を含むすべり線(すべり線番号8)を対象に、動的FEM解析により求めたすべり安全率を、基本検討の結果と比較して表-1.1に示す。

シームの風化部を考慮して強度特性を低減させた検討のすべり安全率は3.4であり、基本検討のすべり安全率の3.6に対して低下する傾向を示すが、すべりに対しては十分な安全性を有している。

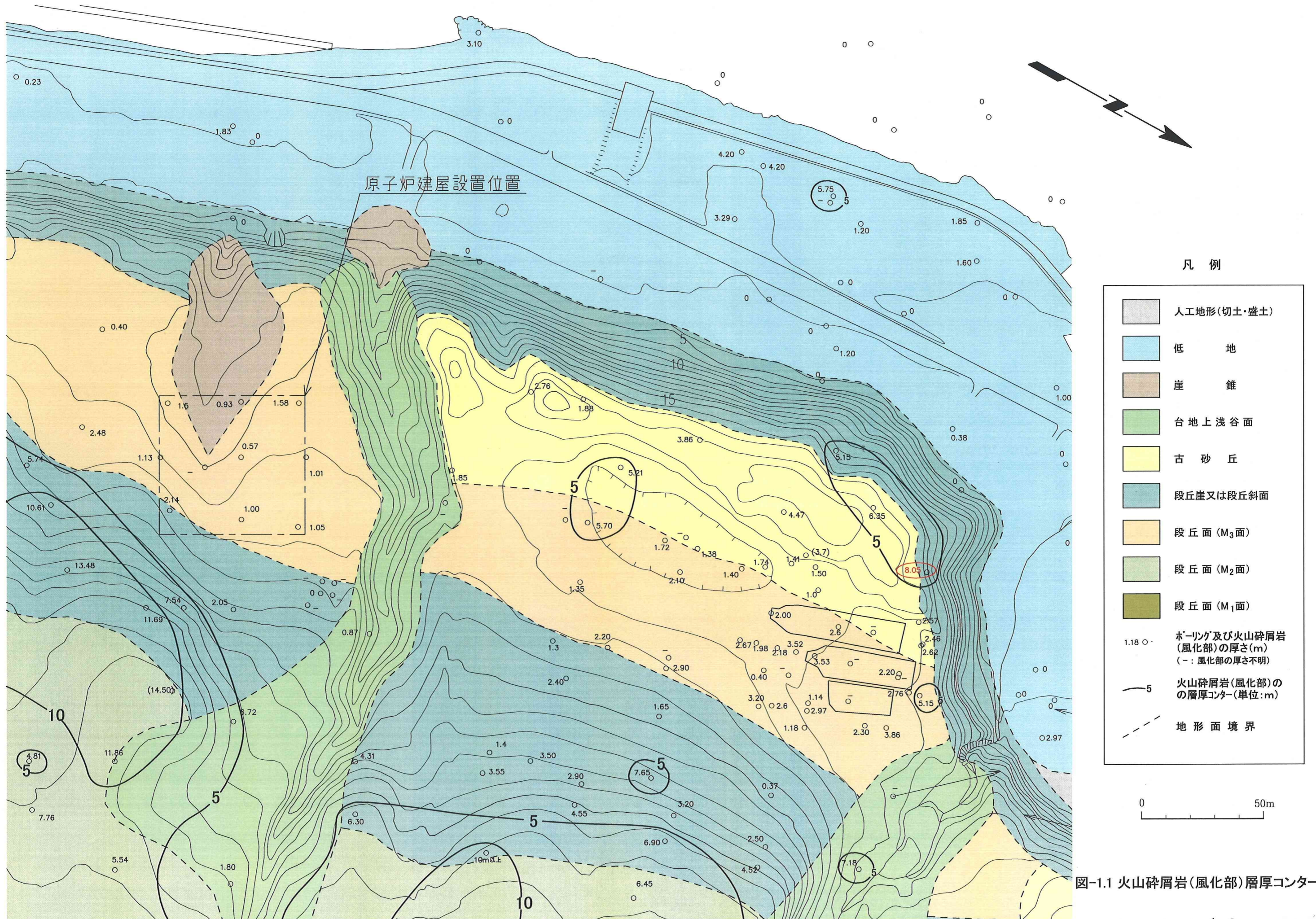
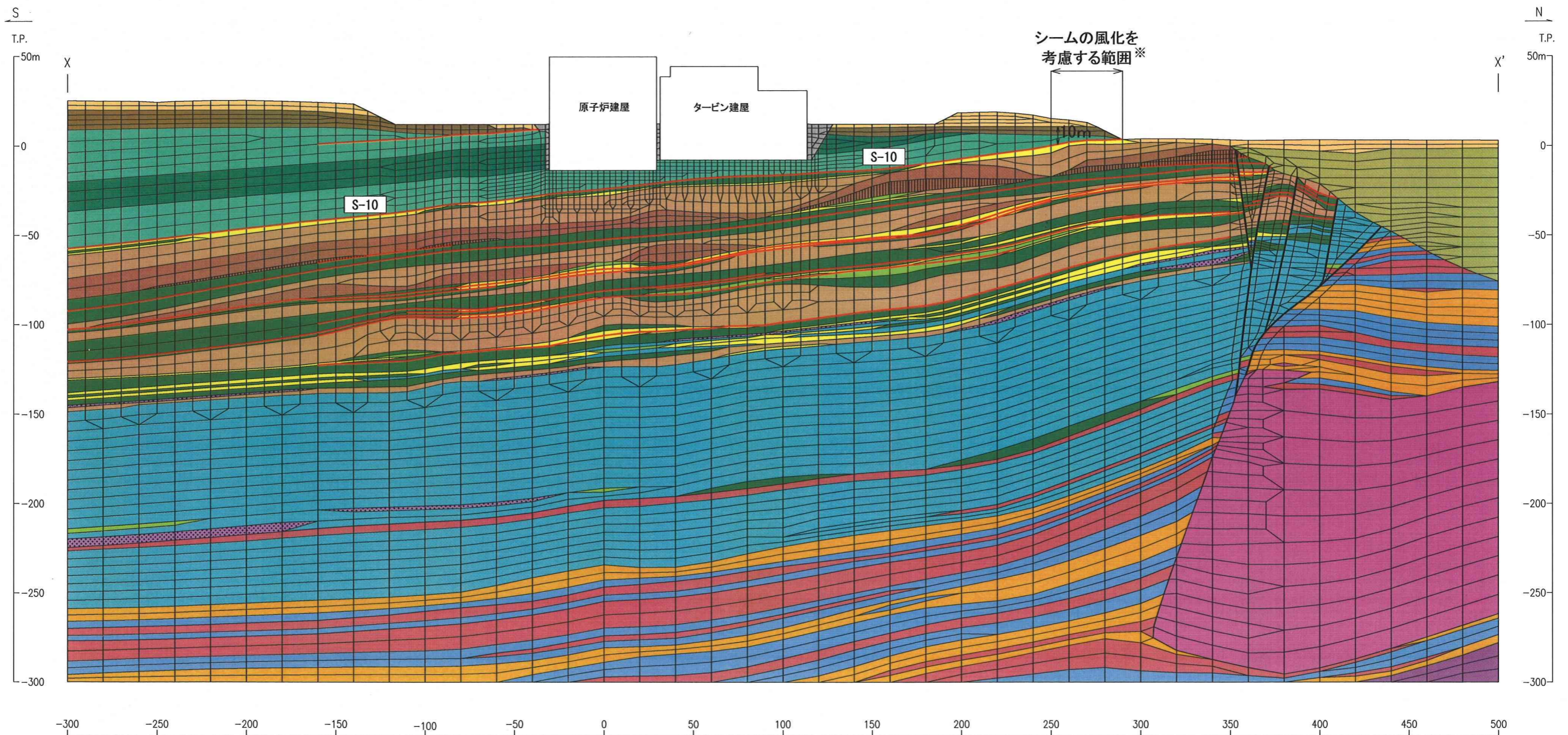


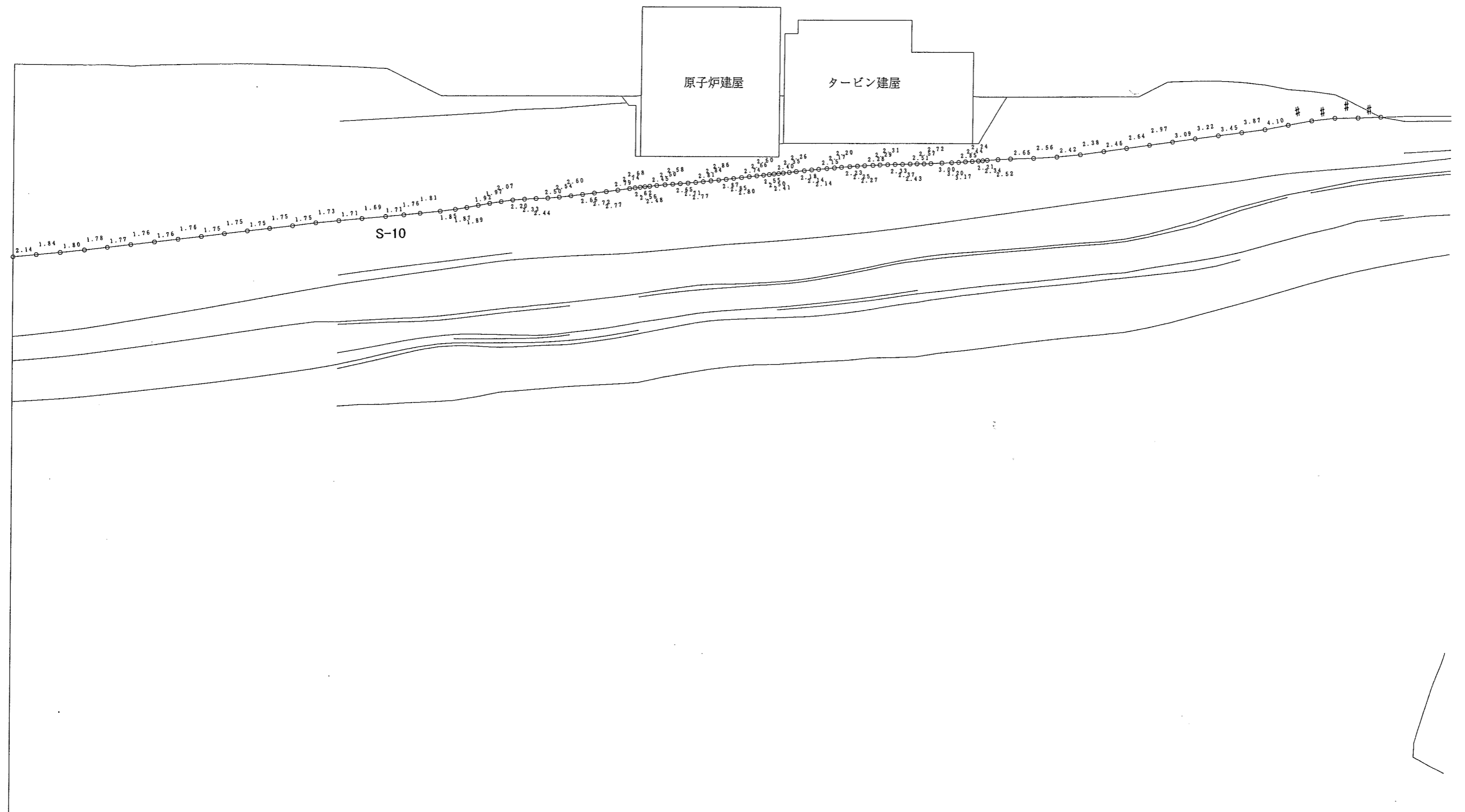
図-1.1 火山碎屑岩(風化部)層厚コンター図

- | | | | |
|----------------------|-----------------|--------------------------|-------------------------------------|
| ctf 粗粒凝灰岩 | st シルト岩 | mlv(R) 安山岩溶岩(塊状・規則性節理部) | alt 細粒凝灰岩, 粗粒凝灰岩
暗灰色火山礫凝灰岩及びシルト岩 |
| lltf 淡灰色火山礫凝灰岩 | st(H) シルト岩(硬質部) | mlv(I) 安山岩溶岩(塊状・不規則性節理部) | |
| dltf 暗灰色火山礫凝灰岩 | sd(W) 堆積岩(風化部) | blv 安山岩溶岩(角礫状) | 表土 |
| tb 凝灰角礫岩 | | da デイサイト | 埋戻・盛土材 |
| atf 酸性凝灰岩 | | ba 玄武岩(角礫状) | |
| ptf 軽石凝灰岩 | | | 断層 |
| py(C) 火山碎屑岩(クリンカー質部) | | | シーム |
| py(W) 火山碎屑岩(風化部) | | | |



※ シーム S-10 が地表面付近に分布する M₃ 段丘面から海岸低地にかけての領域では、岩盤の風化深度は最大 8.05m (図-1.1) となっているので、表土下面 (段丘基底面下) から 10m までの範囲のシームは風化を受けているものとして検討を行っている。

図-1.2 解析用要素分割図 (X-X' 断面)
(シームの風化部を考慮して強度特性を低減させた検討)



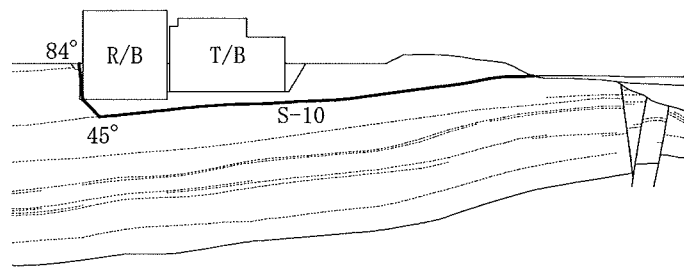
0 20 40 60 80 100 (m)

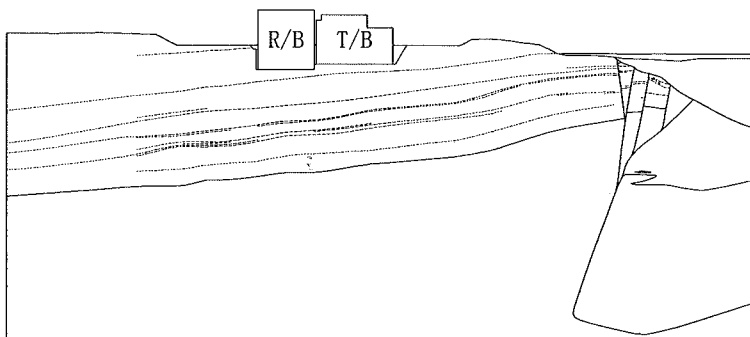
図-1.3 要素ごとの安全率 (シームS-10)

(シームの風化部を考慮して強度特性を低減させた検討,
X-X'断面, 鉛直地震力方向↑, t = 14.82 秒)

- * : 引張応力が発生した要素
- # : せん断強度に達した要素

表-1.1 すべり安全率
 (シームの風化部を考慮して強度特性を低減させた検討, X-X' 断面)

すべり線 番号	すべり線形状	地震力 方向	すべり安全率	
			基本検討	シームの風化部を考慮して強度特性を低減させた検討
8		↑	3.6	3.4
		↓	3.7	3.4



凡例

- すべり線
- - - 断層・シーム
- 地層境界
- すべり安全率の最小値

2. 淡灰色火山礫凝灰岩の変形特性を低減させた検討について

- 1) 淡灰色火山礫凝灰岩の割れ目は炉心の西側に多く分布しているため、変形特性を低減させた検討を行うこと。

2.1 検討の概要

淡灰色火山礫凝灰岩の割れ目は炉心位置の西側に比較的多く分布しており、この割れ目を対象とした岩盤変形試験を実施している。割れ目を含む岩盤を対象とした岩盤変形試験では、均質部の岩盤を対象とした試験に比べて、やや小さい割線弾性係数が得られている。

このことから、割れ目の分布する範囲において淡灰色火山礫凝灰岩の変形特性（割線弾性係数）を低減させた静的FEM解析を実施し、割線弾性係数の平均値を用いた解析との比較を行っている。

2.2 淡灰色火山礫凝灰岩の割れ目の分布範囲

原子炉建屋基礎底面地盤である淡灰色火山礫凝灰岩の割れ目の分布及び頻度を調べるため、試掘坑坑壁でスキャンライン調査を実施すると共に、7孔の水平ボーリング孔（UL-1～UL-7）でボアホールテレビにより割れ目を観察している。水平ボーリング孔の位置及び調査結果を図-2.1に示す。図-2.1によれば、試掘坑坑壁では、割れ目は2号坑で原子炉建屋中心から西側へ約20m～約30mの範囲（2号坑西側の切羽から約10mの範囲）に比較的多く存在している。また、水平ボーリングの調査によると、割れ目は2号坑西側の切羽から掘削したUL-7孔でも比較的多く存在している。

以上のことから、原子炉建屋中心より西側に20m以上の範囲について、淡灰色火山礫凝灰岩の変形特性を低減させた解析を行うとしている。

2.3 割れ目を含む淡灰色火山礫凝灰岩の変形特性

淡灰色火山礫凝灰岩を対象とした岩盤変形試験は、試験坑E坑で3点、試験坑F坑で4点、合計7点で実施しており、これらの結果を図-2.2に示す。割線弾性係数（荷重範囲 $0\text{N/mm}^2 \sim 1.5\text{N/mm}^2$ ）の平均値は $1.62 \times 10^3\text{N/mm}^2$ 、標準偏差は $0.45 \times 10^3\text{N/mm}^2$ 、変動係数は27.8%である。このうち割れ目を対象とした試験位置J-14での割線弾性係数は $1.21 \times 10^3\text{N/mm}^2$ であり、7点の平均値 -1σ ($1.17 \times 10^3\text{N/mm}^2$) とほぼ等しい値となっている。

以上のことから変形特性（静弾性係数）を低減させる範囲の淡灰色火山礫凝灰岩の静弾性係数は、割線弾性係数の平均値 -1σ である $1.17 \times 10^3\text{N/mm}^2$ とし、それ以外の淡灰色火山礫凝灰岩の静弾性係数は平均値である $1.62 \times 10^3\text{N/mm}^2$ を解析に用いるとしている。

2.4 解析条件

割れ目は原子炉建屋中心より西側に比較的多く分布することから、東西方向断面（Y-Y'断面）を対象に、淡灰色火山礫凝灰岩の変形特性を低減させた検討を静的FEM解析により実施している。

淡灰色火山礫凝灰岩の変形特性を低減させる範囲（割れ目の影響を考慮する範囲）は図-2.3に示すとおりである。変形特性を低減させる範囲は、2.2項で示すように建屋中心より西側に20m以上の範囲で原子炉建屋基礎底面の層準としている。

また、淡灰色火山礫凝灰岩の変形特性を低減させた検討は、2.3項に示すように割れ目の影響を考慮する範囲の静弾性係数を

1. $1.17 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$, その他の淡灰色火山礫凝灰岩の静弾性係数を $1.62 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$ としている。

以上の解析を行い、淡灰色火山礫凝灰岩全体の静弾性係数を岩盤変形試験の平均値である $1.62 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$ とした検討と比較している。

その他の解析用物性値は、基本検討の静的物性値を用いている。

静的 FEM 解析に用いる水平方向の地震力については、地盤に 0.2 G, 各建屋には層せん断力係数 $3.0 C_1$ に基づく地震力を、鉛直方向の地震力については地盤に 0.1 G, 各建屋に 0.24 G を作用させている。

2.5 解析結果及びまとめ

(1) すべりに対する解析結果

淡灰色火山礫凝灰岩の変形特性を低減させた検討の主応力図を図-2.4 に、要素ごとの安全率を図-2.5 に示す。

原子炉建屋基礎岩盤については、原子炉建屋基礎隅角部の一部に地震力方向に従った引張応力が発生した要素があるが、その範囲は小さい。また、原子炉建屋基礎岩盤には、いずれの地震力方向によってもせん断強度に達した要素はない。

シームについては、引張応力が発生した要素及びせん断強度に達した要素はない。

基本検討の Y-Y' 断面で設定した原子炉建屋底面沿いの想定すべり線、断層及びシームを通る想定すべり線並びに応力状態を考慮した想定すべり線を対象に、淡灰色火山礫凝灰岩の変形特性を

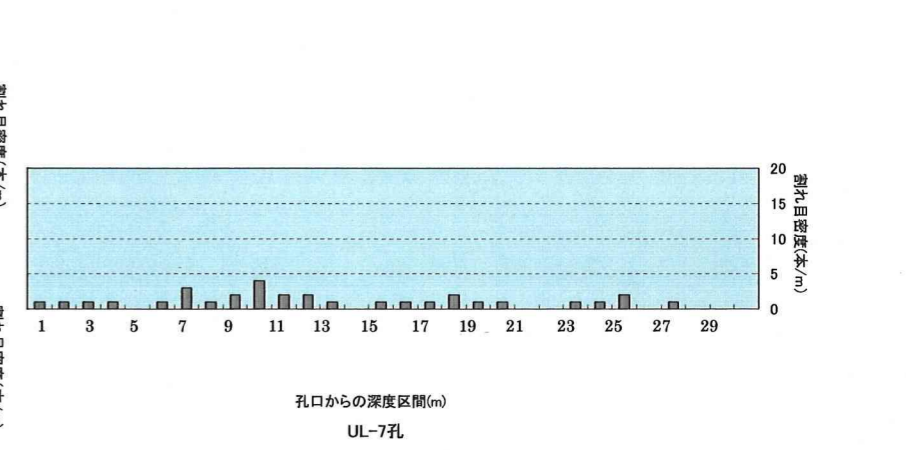
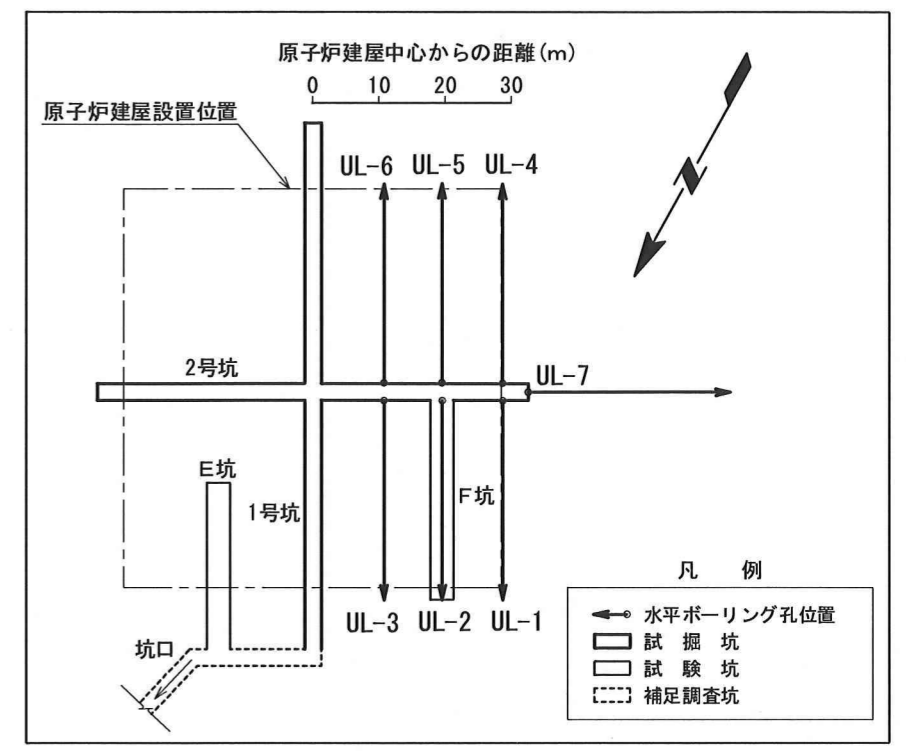
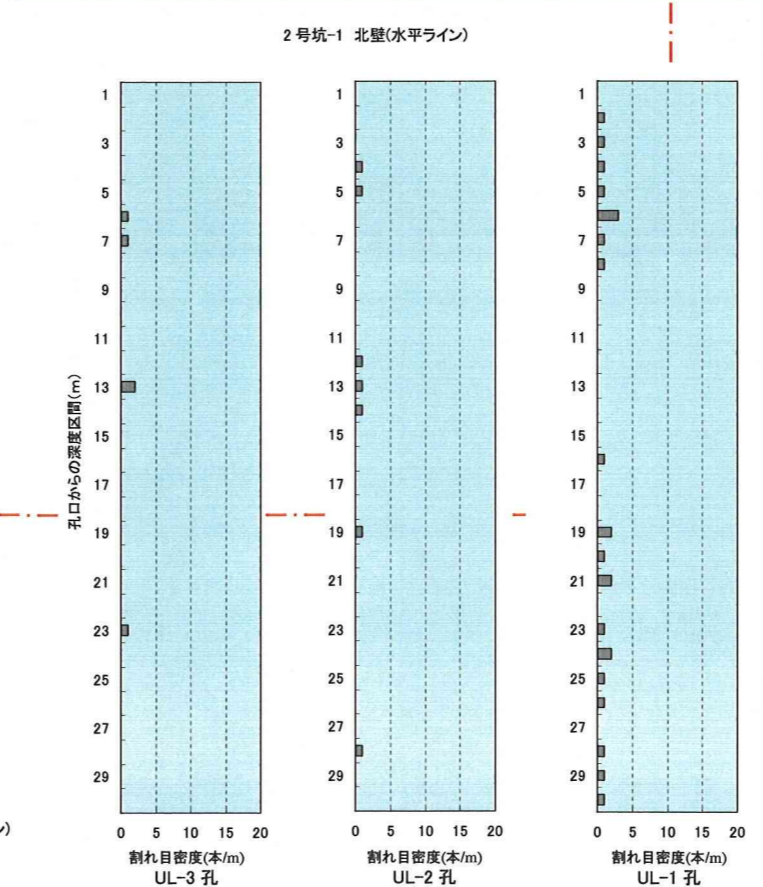
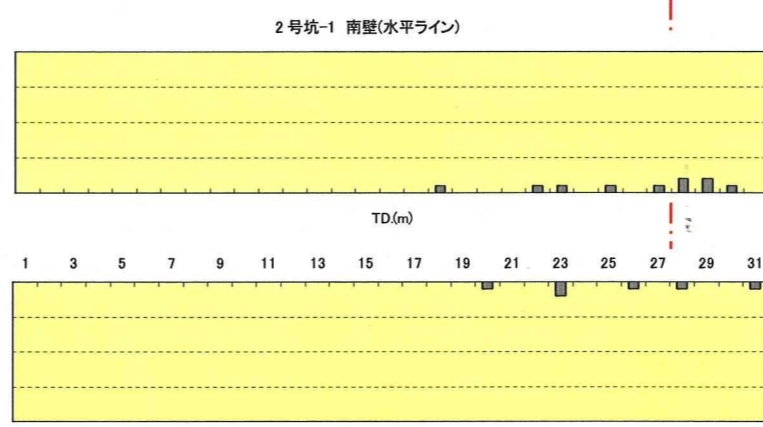
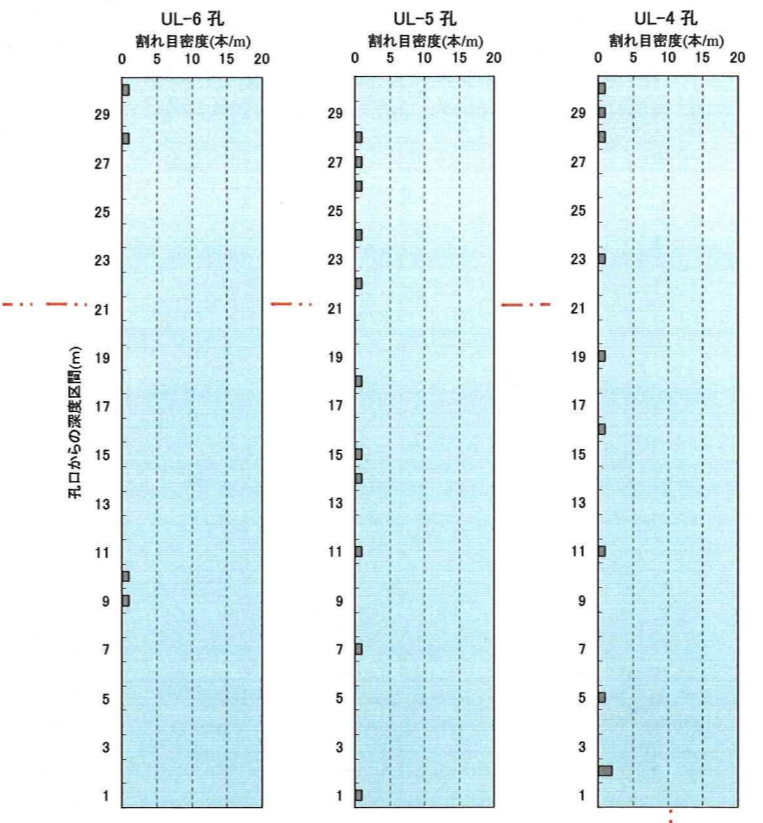
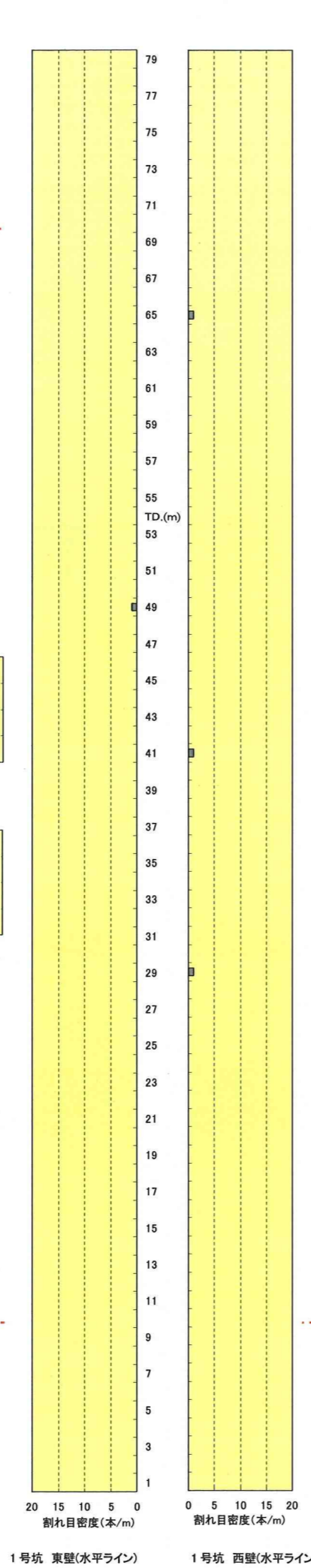
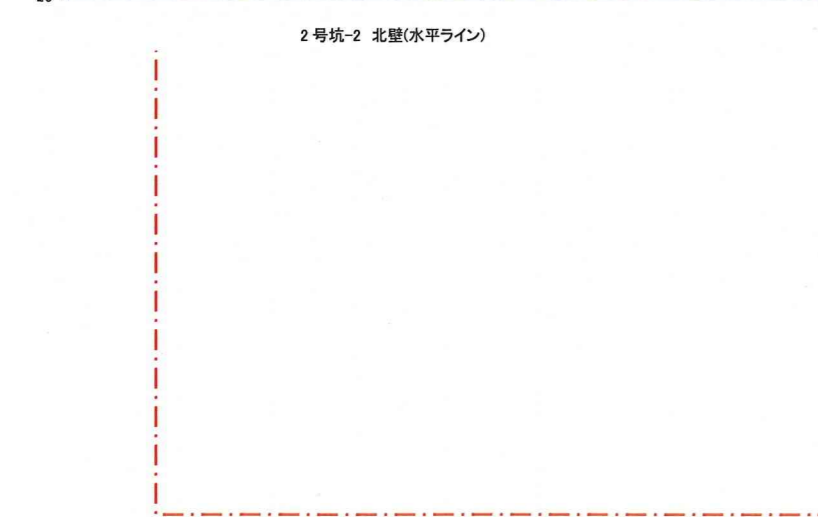
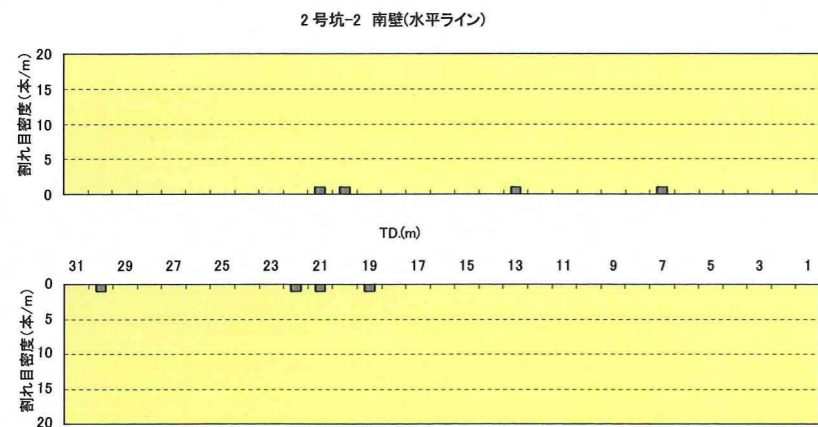
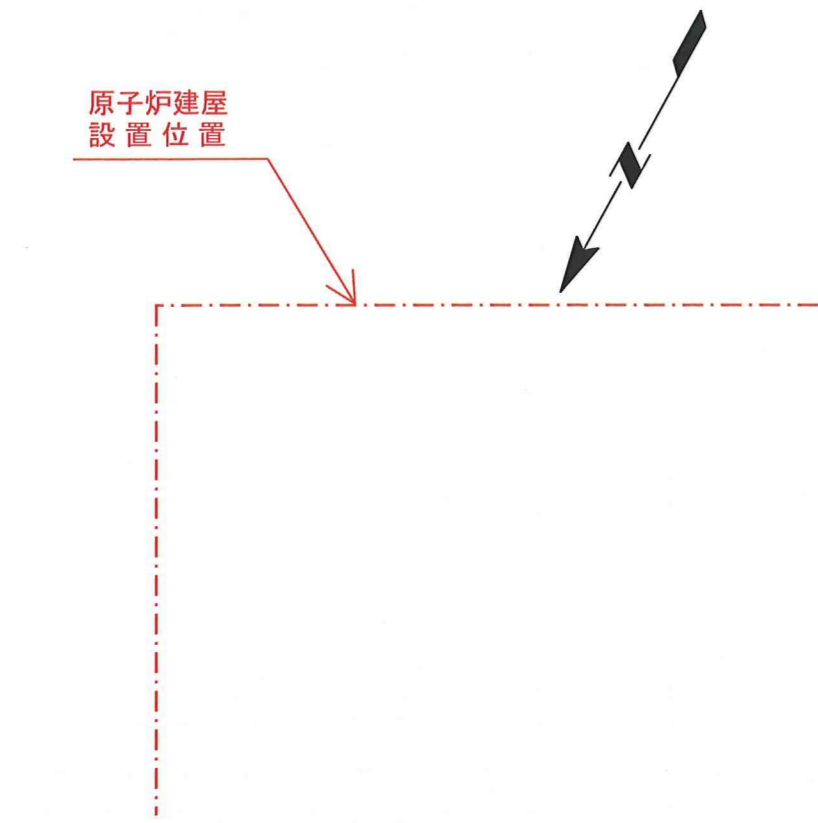
低減させた検討のすべり安全率を，淡灰色火山礫凝灰岩の変形特性に岩盤変形試験の平均値を用いた検討のすべり安全率と比較して表-2.1 に示す。

淡灰色火山礫凝灰岩の変形特性を低減させた検討の最小すべり安全率は 3.6 であり，すべりに対しては十分な安全性を有している。

(2) 沈下に対する解析結果

淡灰色火山礫凝灰岩の変形特性を低減させた検討の原子炉建屋基礎の傾斜を，淡灰色火山礫凝灰岩の変形特性に岩盤変形試験の平均値を用いた検討と比較して表-2.2 に示す。

淡灰色火山礫凝灰岩の変形特性を低減させた検討の地震時の原子炉建屋基礎両端における鉛直方向の相対変位量は 1.61 c m，原子炉建屋基礎の傾斜は約 1/3,500 であり，問題となる不同沈下が生じることはない。



■ 試験坑坑壁調査結果
(底盤より1.2mの高さでスキャンライン調査。すべての割れ目をカウント)

■ 坑内ボーリング調査結果
(割れ目はコアとポアホールテレビ画像との比較で存否を検討)

図-2.1 試験坑・ボーリング孔沿い 割れ目密度分布図
(淡灰色火山礫凝灰岩)

「意見聴取会指摘事項について(地盤関係)」(04-大間設C-32)に加筆

岩盤区分	試験箇所	試験位置	変形係数 ($\times 10^3 \text{N/mm}^2$)		割線弾性係数 ($\times 10^3 \text{N/mm}^2$)		接線弾性係数 ($\times 10^3 \text{N/mm}^2$)		試験面状況
			荷重範囲 (N/mm^2)		荷重範囲 (N/mm^2)		荷重範囲 (N/mm^2)		
			0.30~1.50	2.00~3.00	0~1.50	0~3.00	0.30~1.50	2.00~3.00	
淡灰色 火山礫 凝灰岩 lltf 7箇所	E坑	J-11	2.11	2.01	2.45	2.16	2.19	2.26	均質
		J-12	1.32	1.00	1.36	1.14	1.35	1.44	均質
		J-13	1.19	1.28	1.45	1.41	1.51	1.80	均質
	F坑	J-14	1.12	1.23	1.21	1.22	1.24	1.61	割れ目
		J-15	1.60	1.95	2.00	1.98	1.81	2.21	均質
		J-16	1.21	1.22	1.32	1.28	1.30	1.60	筋状組織
		J-17	1.31	1.33	1.52	1.46	1.42	1.64	均質
		平均	1.41	1.43	1.62	1.52	1.55	1.79	
		標準偏差	0.35	0.39	0.45	0.39	0.34	0.32	
		変動係数(%)	24.8	27.3	27.8	25.7	21.9	17.9	

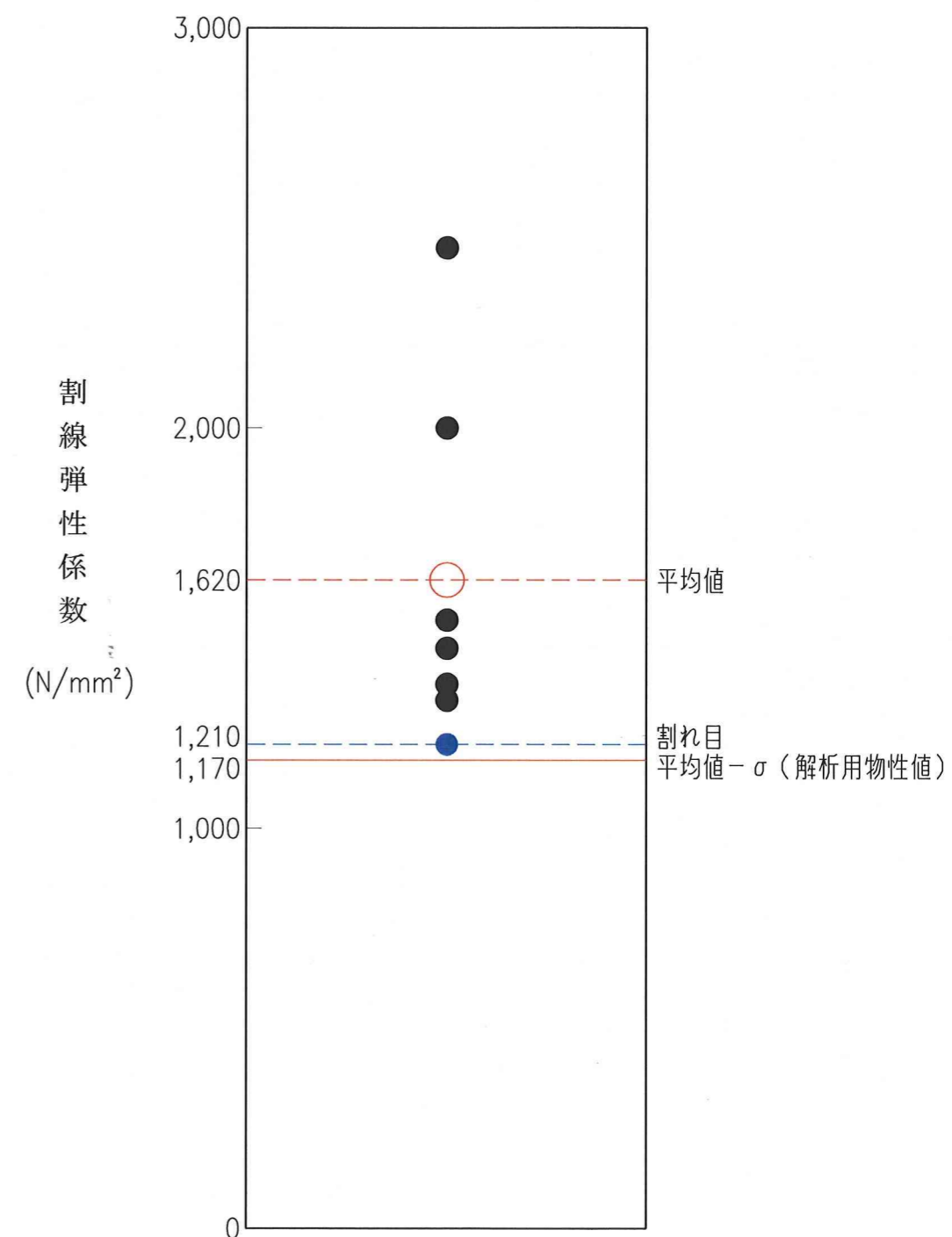
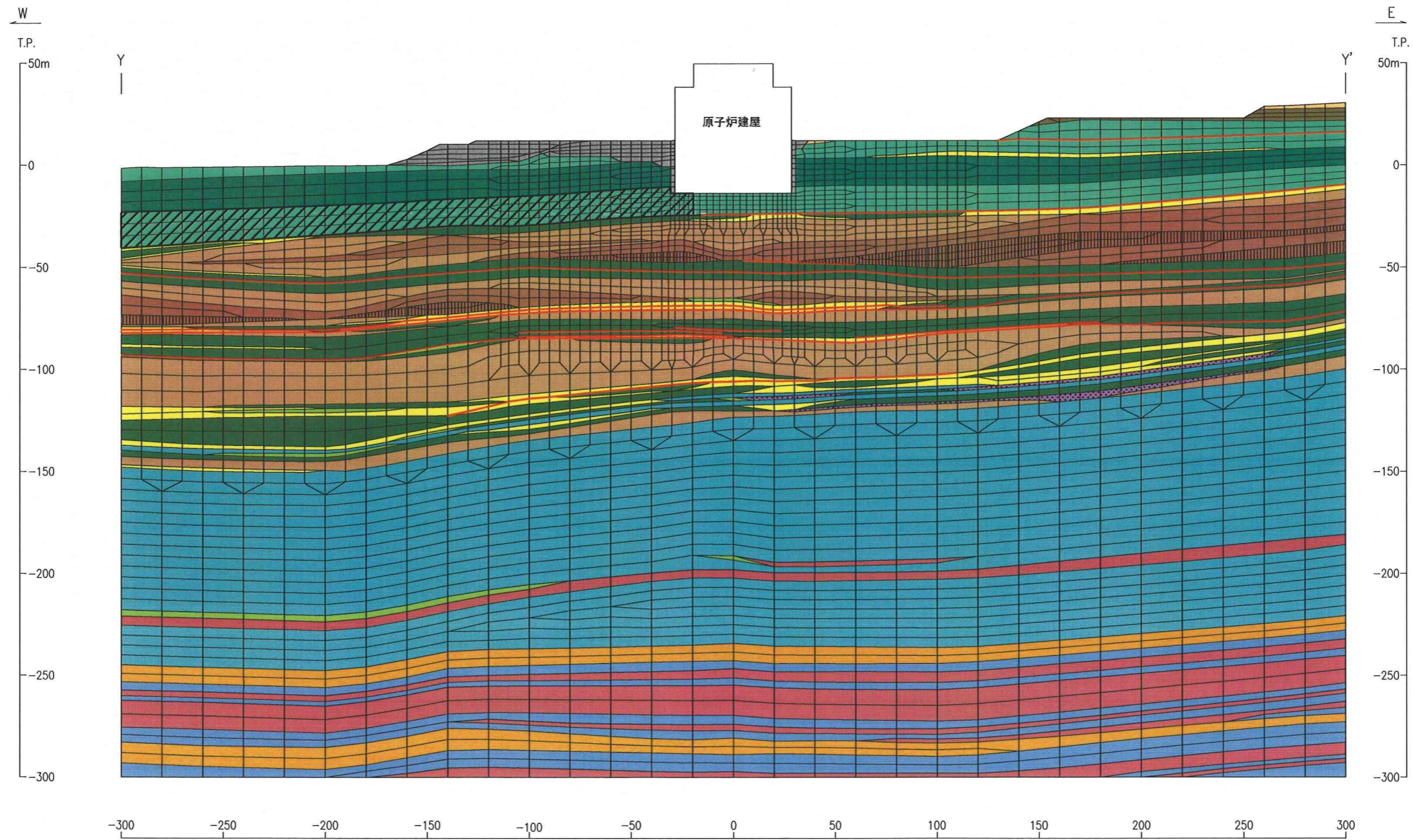
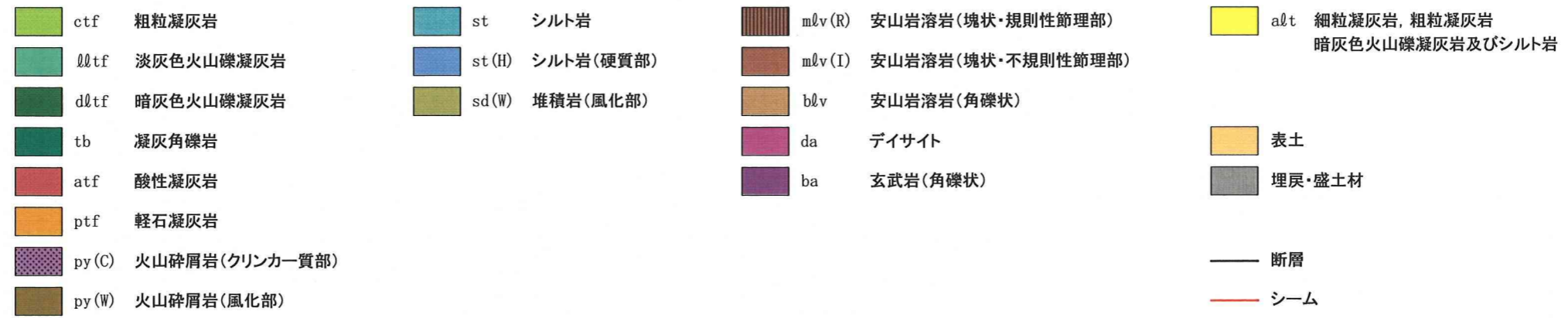


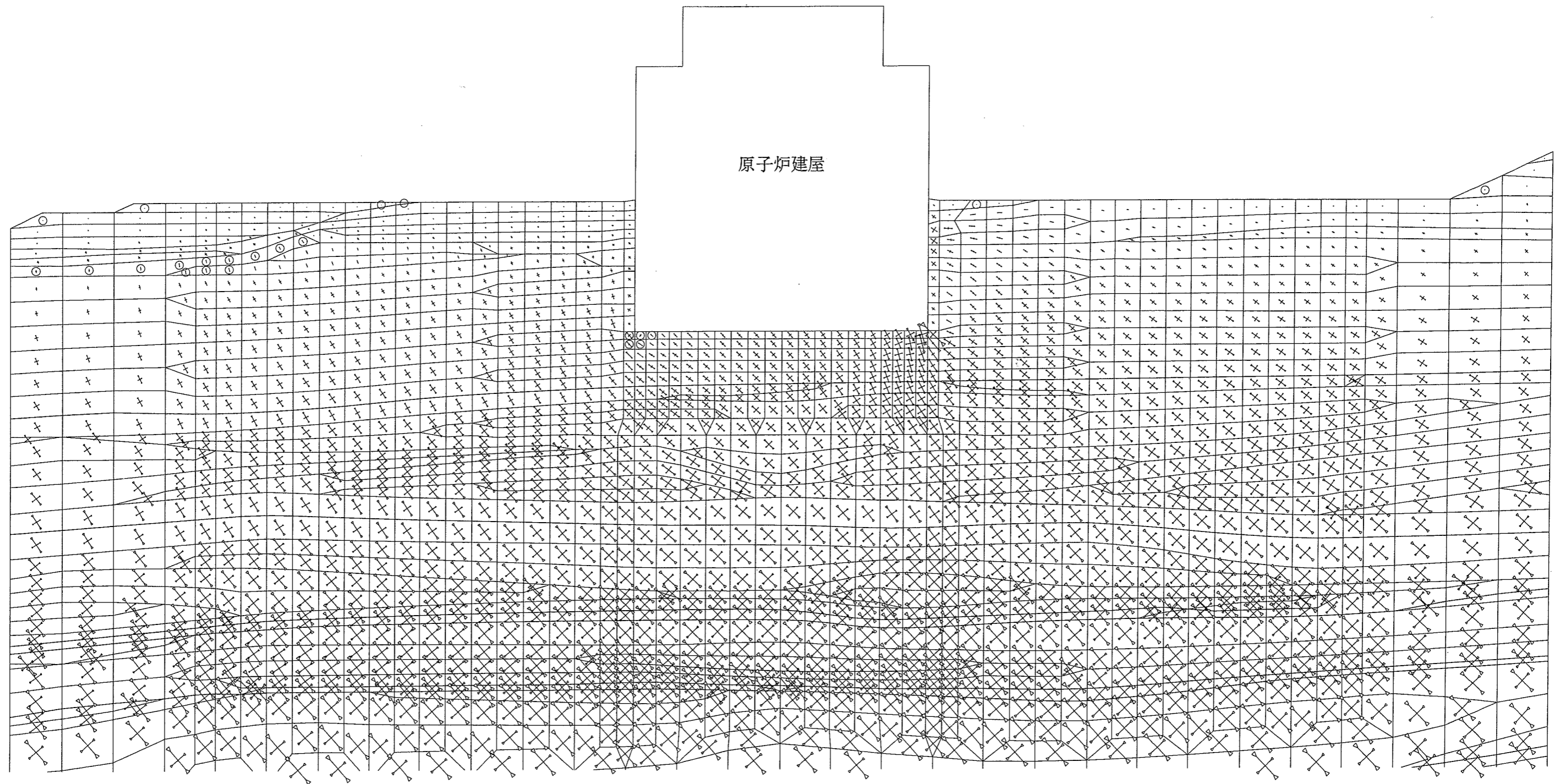
図-2.2 岩盤変形試験結果 (淡灰色火山礫凝灰岩)



淡灰色火山礫凝灰岩(lltf)の変形特性を低減させる範囲

※ 試掘坑内の水平ボーリング及び坑壁のスキャンライン調査によれば、原子炉建屋中心から20mより西側で割れ目が比較的多く分布することから、図の斜線部を淡灰色火山礫凝灰岩の変形特性を低減させる範囲として検討を行っている。

図-2.3 解析用要素分割図 (Y-Y' 断面)
(淡灰色火山礫凝灰岩の変形特性を低減させた検討)

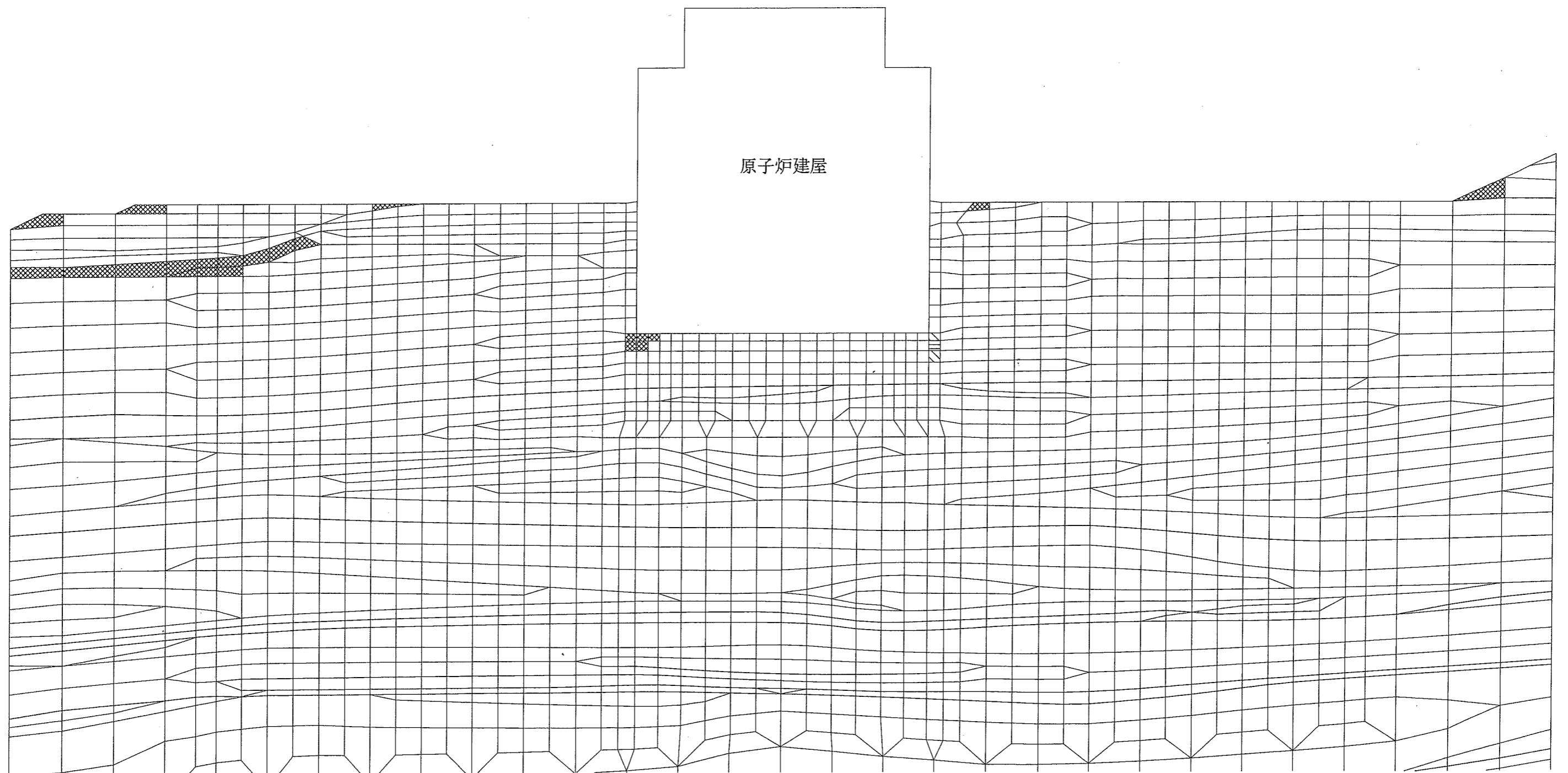


3.0 N/mm²
 ———— : 圧縮
 - - - - : 引張

0 10 20 30 40 50 (m)

図-2.4 主応力図

(淡灰色火山礫凝灰岩の変形特性を低減させた検討,
 Y-Y' 断面, 地震力方向 ↘)



- : せん断強度に達した要素
- ▨ : 引張応力が発生した要素
- ▬ : $1.00 \leq f_s < 1.50$
- ▧ : $1.50 \leq f_s < 2.00$
- : $2.00 \leq f_s$

0 10 20 30 40 50 (m)

図-2.5(1) 要素ごとの安全率 (基礎岩盤)

(淡灰色火山礫凝灰岩の変形特性を低減させた検討,
Y-Y' 断面, 地震力方向 ↑)

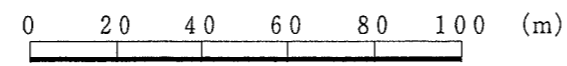
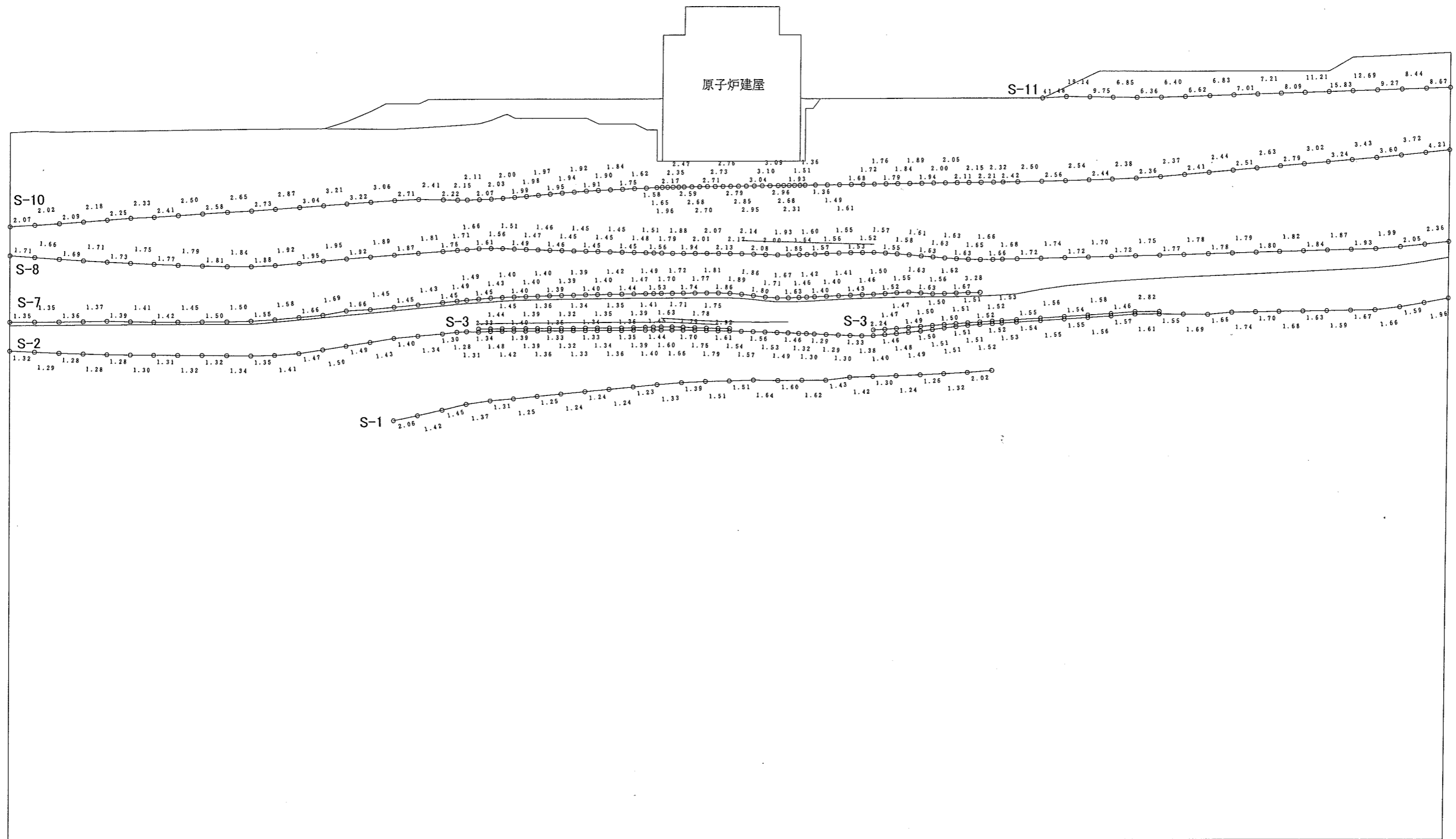


図-2.5(2) 要素ごとの安全率 (シーム 1/2)
 (淡灰色火山礫凝灰岩の変形特性を低減させた検討,
 Y-Y' 断面, 地震力方向 \rightarrow)

* : 引張応力が発生した要素
 # : せん断強度に達した要素

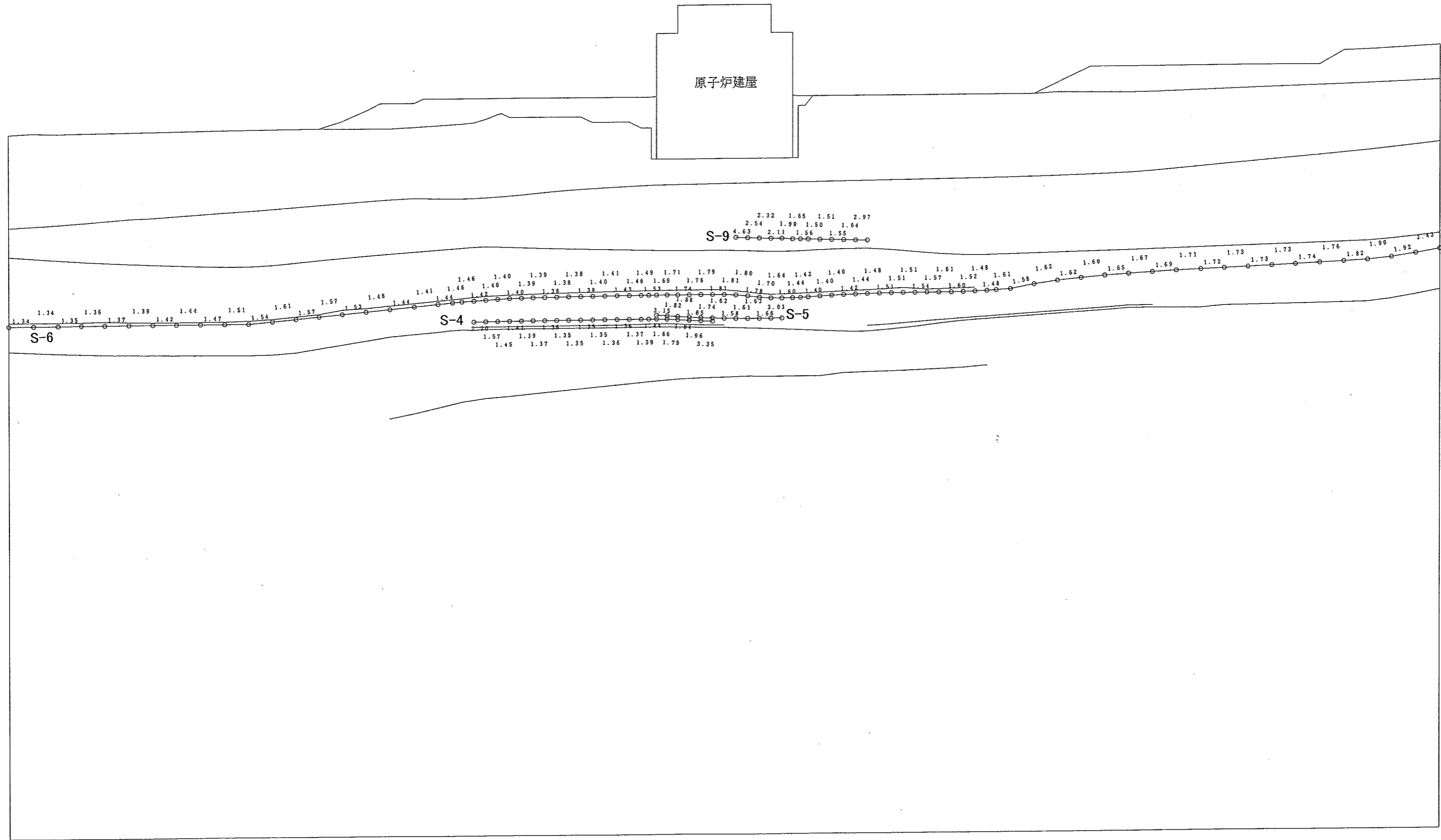


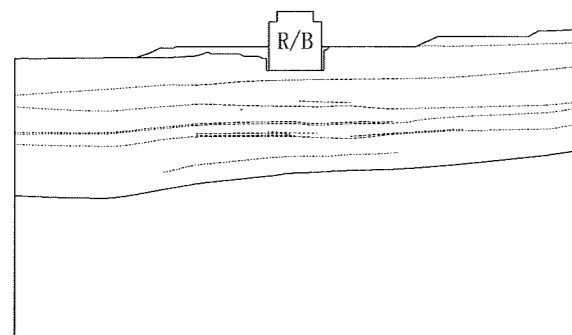
図-2.5(3) 要素ごとの安全率 (シーム 2/2)
 (淡灰色火山礫凝灰岩の変形特性を低減させた検討,
 Y-Y' 断面, 地震力方向 ↘)

* : 引張応力が発生した要素
 # : せん断強度に達した要素

表-2.1 すべり安全率（淡灰色火山礫凝灰岩の変形特性を低減させた検討, Y-Y'断面）

すべり線 番号	すべり線形状	地震力 方向	すべり安全率	
			lltfの変形特性に 岩盤変形試験の 平均値を用いた 検討	lltfの変形特 性を低減させ た検討
1			7.9	7.7
			6.8	6.7
			8.3	8.1
			7.3	7.1
2			7.9	7.9
			8.8	8.9
			8.1	8.1
			9.2	9.3
3			9.4	9.2
			7.6	7.6
			9.6	9.4
			7.8	7.8
4			11.9	12.1
			13.8	14.4
			12.5	13.1
			13.5	14.0

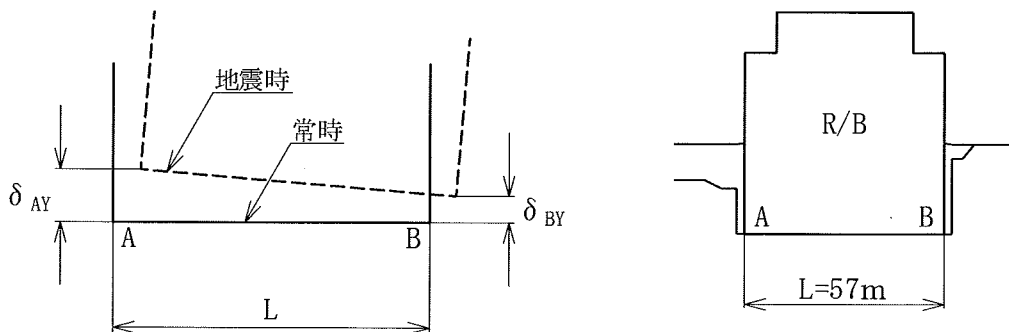
すべり線 番号	すべり線形状	地震力 方向	すべり安全率	
			lltfの変形特性に 岩盤変形試験の 平均値を用いた 検討	lltfの変形特 性を低減させ た検討
5			32.7	30.3
			11.4	11.1
			34.5	31.8
			11.7	11.4
6			15.7	15.3
			10.1	10.1
			16.2	15.7
			10.3	10.3
7			8.2	8.1
			5.7	5.7
			8.1	8.1
			5.7	5.7
8			5.4	5.4
			3.6	3.6
			5.4	5.4
			3.6	3.6



- 凡例
- すべり線
 - - - 断層・シーム
 - 地層境界
 - すべり安全率の最小値

表-2.2 原子炉建屋基礎の傾斜
 (淡灰色火山礫凝灰岩の変形特性を低減させた検討, Y-Y' 断面)

	地震力方向	相対変位量 (鉛直方向)	傾斜
		$\delta_{AY} - \delta_{BY}$ (cm)	$\frac{ \delta_{AY} - \delta_{BY} }{L}$
淡灰色火山礫凝灰岩 (lltf)の変形特性に 岩盤変形試験の平均 値を用いた検討		-1.55	1/3,700
		1.47	1/3,900
		-1.47	1/3,900
		1.55	1/3,700
淡灰色火山礫凝灰岩 (lltf)の変形特性を 低減させた検討		-1.61	1/3,500
		1.56	1/3,700
		-1.56	1/3,700
		1.61	1/3,500



δ_{AY} , δ_{BY} は上向きを正とする。
 鉛直方向相対変位は左上りを正とする。

3. 3次元動的FEM解析について

- 1) 三次元の地盤解析モデルを作成し，地盤の三次元的な地震時の応答について検討すること。

3.1 検討の概要

地震動が及ぼす地盤の3次元的な影響を調べる目的で、地盤の3次元モデルを作成し、基準地震動 S_2 （設計用模擬地震動 S_2-D ）を用いて3次元地盤の動的等価線形FEM解析（3次元動的FEM解析）を実施している。また、2次元動的FEM解析及び1次元動的解析を併せて行い、3次元動的FEM解析との応答を比較している。

3.2 解析条件

3.2.1 3次元モデル

(1) 地盤モデル

図-3.1 に示す3次元地盤モデルを作成している。また、図-3.2 に示すように、3次元モデルにおける炉心直交2断面を2次元地盤モデルとし、図中に示す6断面を1次元動的解析に用いる断面の位置としている。

地盤モデルは、原則として速度層区分ごとにモデル化を行っているが、速度層①は表土及び火山砕屑岩（風化部）に、速度層②は淡灰色火山礫凝灰岩及び凝灰角礫岩に区分しており、埋戻・盛土もモデル化している。炉心直交断面の速度層区分を図-3.3 に示す。

断層及びシームは、主要な断層であるF-a、F-b及びF-c並びに分布範囲の広いシームS-1、S-2、S-6、S-8及びS-10をモデル化している。

a. 3次元モデルの領域

炉心を通る南北方向幅：800m

炉心を通る東西方向幅：600m

鉛直方向深さ：地表から T. P. -300m

b. FEM解析に用いる要素

3次元FEM解析に用いる要素は、四角柱要素、三角柱要素及び四面体要素としている。要素の最大高さは、鉛直方向に伝播するせん断波の周波数成分のうち、本検討において考慮すべき最大周波数を10Hzとし、次式に基づき、速度層ごとに設定している。

$$\text{最大要素高さ (m)} = \frac{1}{5} \times \frac{\text{対象地盤のせん断波速度 } V_s \text{ (m/s)}}{10 \text{ (Hz)}}$$

(2) 建屋モデル

原子炉建屋及びタービン建屋の3次元FEM解析モデルを作成している。

(3) 要素と節点数

3次元FEM解析モデルの要素数及び節点数は以下のとおりである。

要素数：53,197

節点数：31,273

3.2.2 解析用物性値

解析用物性値は、表-3.1のとおり設定している。

3.2.3 地震力

水平動は基準地震動 S_2 を，上下動は基準地震動 S_2 の $2/3$ を炉心位置において一次元応答解析により入力基盤面（T. P. -300m）まで引き戻した地震波を同時入力している。図-3.4 に水平動に用いる基準地震動 S_2 及び上下動に用いる基準地震動 S_2 の $2/3$ の加速度時刻歴図を示す。3次元動的FEM解析は，上記の入力地震動を底面より一様に入力し，南北方向加振及び東西方向加振の2ケースの解析を行っている。

3.2.4 地下水位

3次元動的FEM解析の地下水位は，2次元動的FEM解析と同様に地表面とし，原子炉建屋及びタービン建屋については基礎スラブ上面に設定している。

3.3 解析手法

3次元動的FEM解析では，2次元動的FEM解析と同様に等価線形化法により動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性を考慮した周波数応答解析手法を用いている。

境界条件は，モデルの下端及び側方を共に粘性境界としている。

3.4 解析結果

3.4.1 最大加速度分布

最大加速度分布を図-3.5 及び図-3.6 に示す。水平動の最大加速

度分布については，1次元動的解析及び2次元動的FEM解析に比べて3次元動的FEM解析がやや小さくなっているが，鉛直動の最大加速度分布については，差がほとんどないとしている。

このような傾向が見られるものの，2次元解析結果と3次元解析結果との差は大きくないとしている。また，原子炉建屋基礎底面の最大加速度は，南北方向加振が東西方向加振に比べてやや大きくなっている。

3.4.2 加速度応答スペクトル

原子炉建屋基礎底面と入力基盤面の加速度応答スペクトルを図-3.7及び図-3.8に示す。2次元動的FEM解析及び3次元動的FEM解析の原子炉建屋基礎底面の加速度応答スペクトルはよく一致しているとしている。

また，図-3.7(1)及び図-3.8(1)によれば，原子炉建屋基礎底面の水平加速度応答スペクトルは2次元及び3次元動的FEM解析共に，南北方向加振が東西方向加振に比べてピークが大きくなっている。

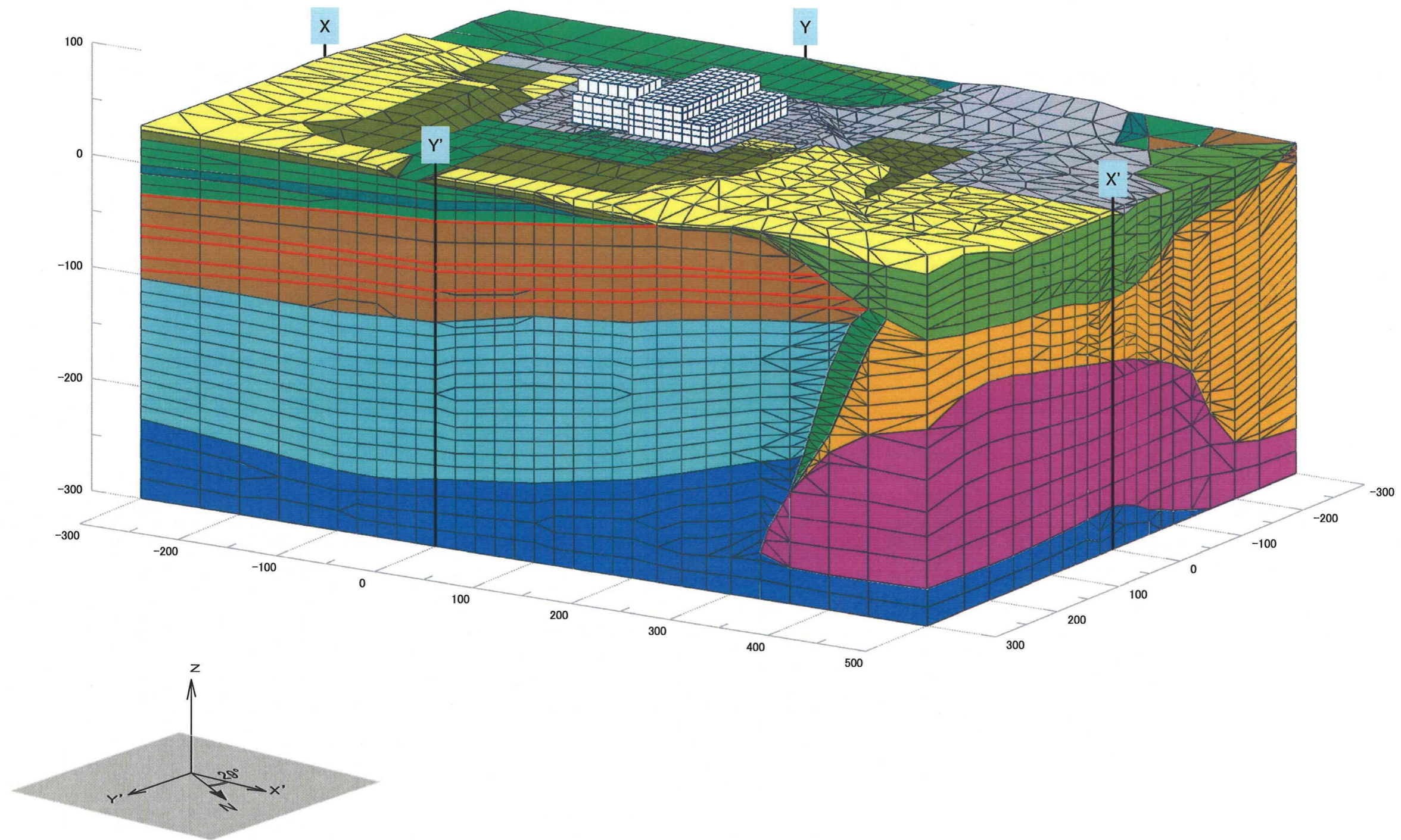


図-3.1(1) 3次元動的FEM解析モデル図(北東から見た場合)

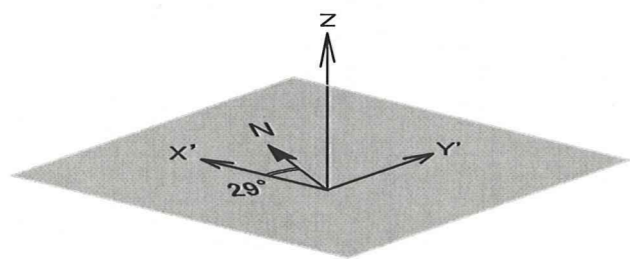
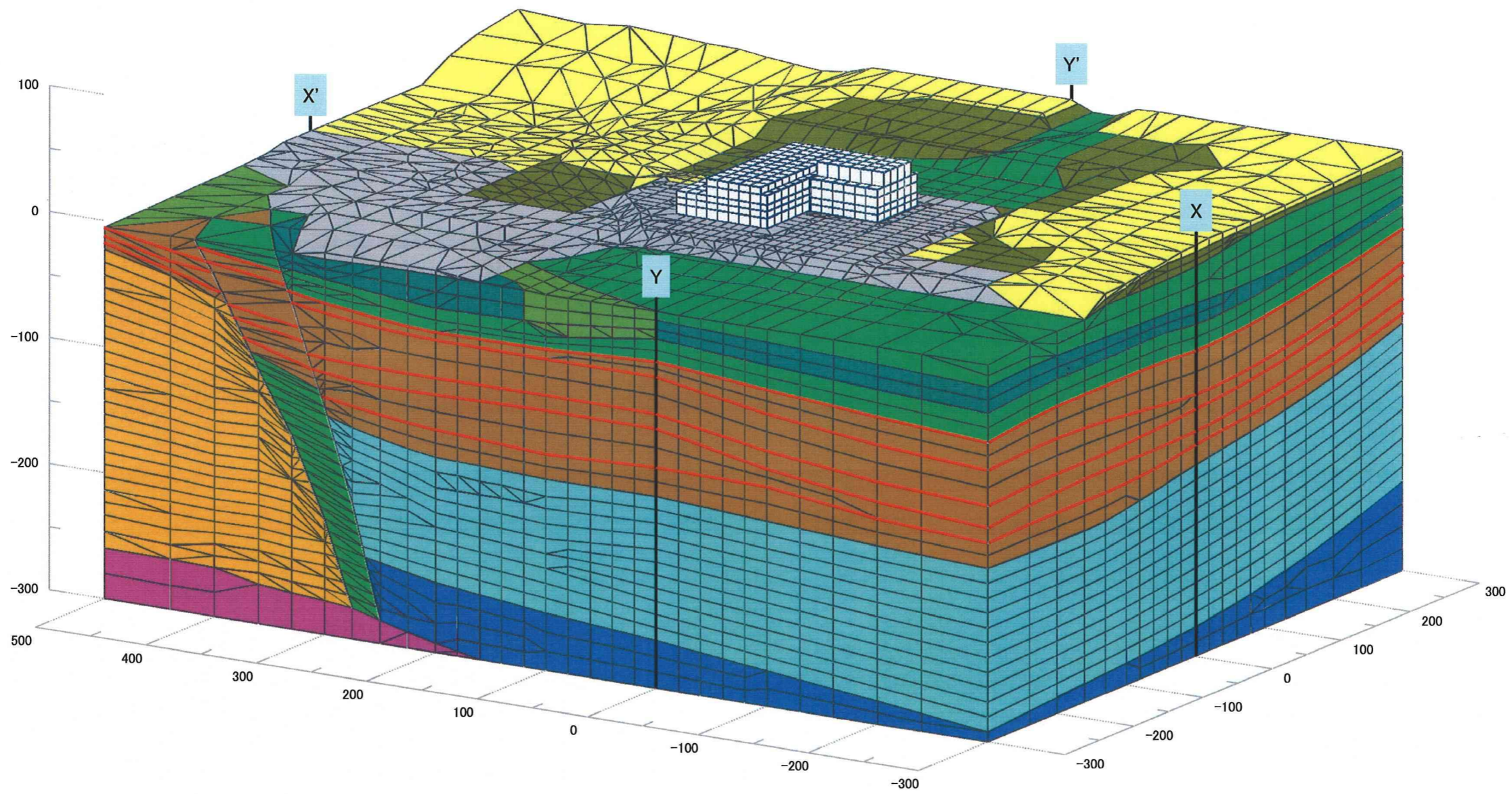
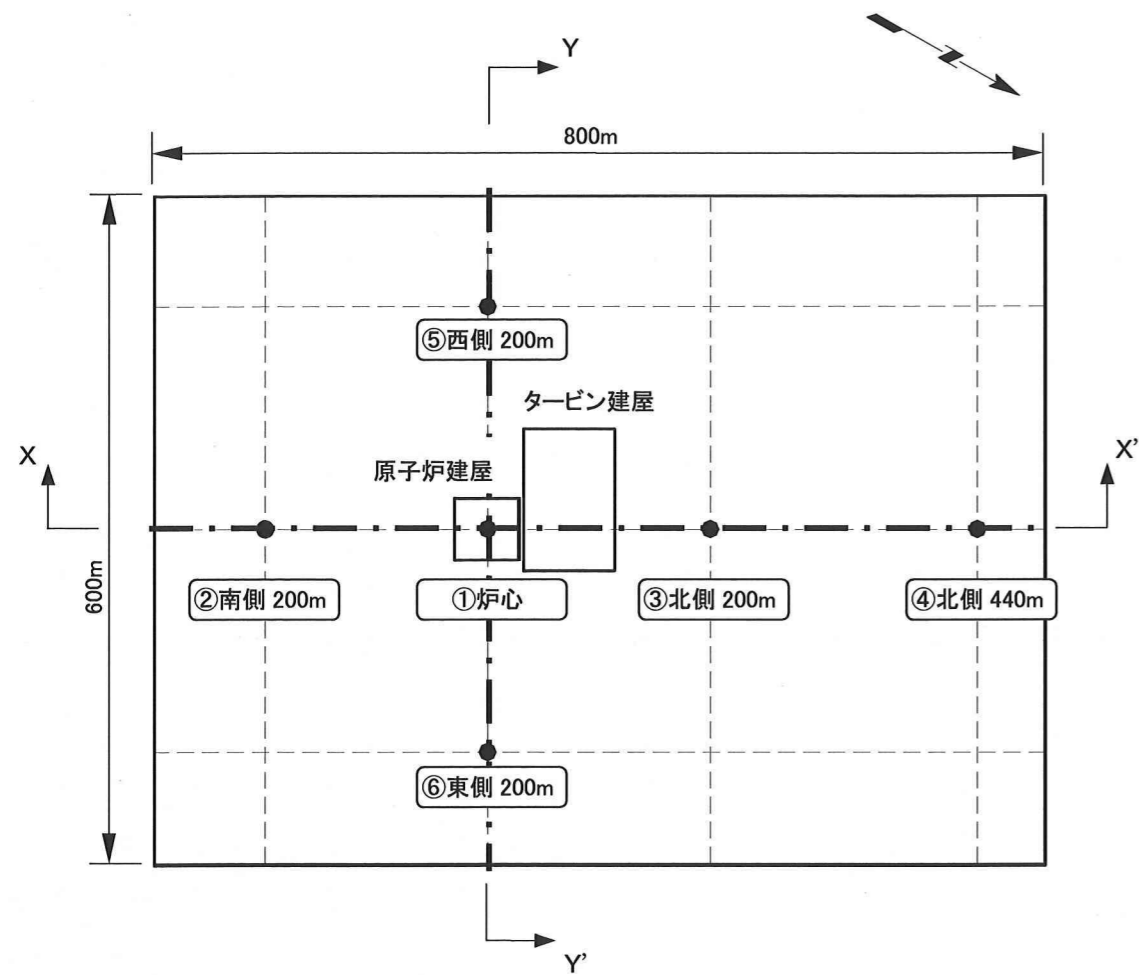


図-3.1(2) 3次元動的FEM解析モデル図(南西から見た場合)



- - - : 2次元解析断面位置
 ● : 1次元解析断面位置

図-3.2(1) 2次元解析及び1次元解析断面位置図

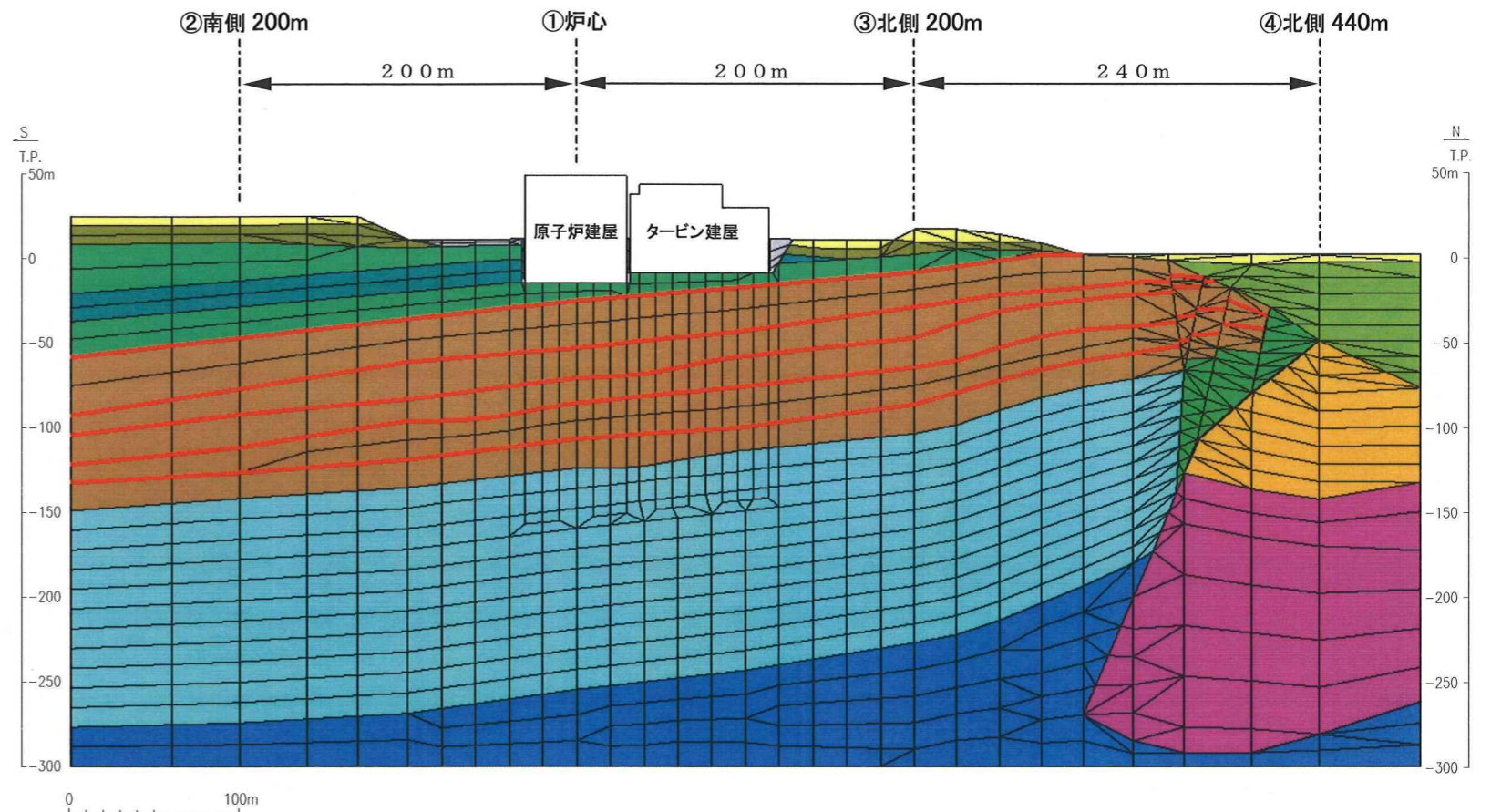


図-3.2(2) 3次元地盤モデルのX-X'断面

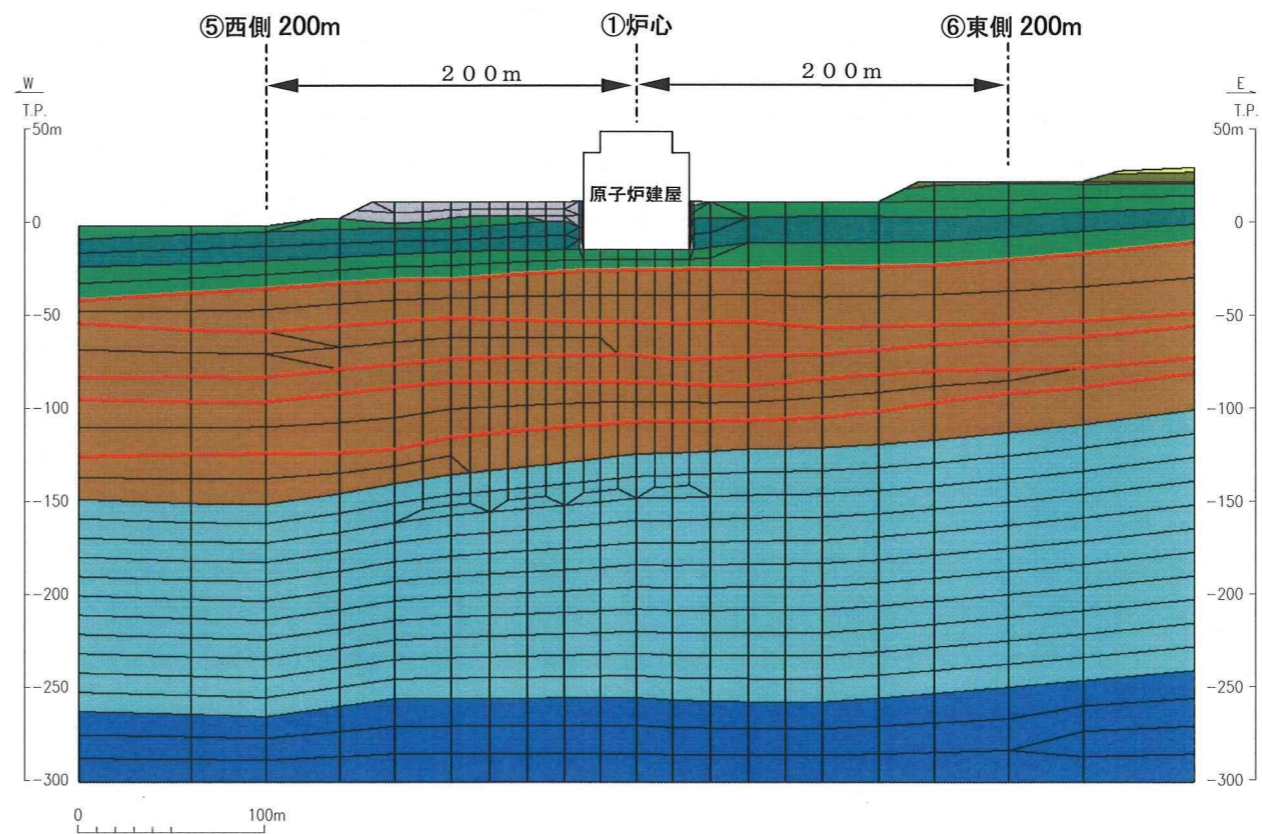


図-3.2(3) 3次元地盤モデルのY-Y'断面

速度層区分	P波速度 Vp (km/s)	S波速度 Vs (km/s)	動ポアソン比 ν_d
①	0.84	0.36	0.45
②	1.91	0.83	0.38
③	2.63	1.12	0.39
④	1.81	0.64	0.43
⑤	2.08	0.90	0.38
北①	1.86	0.57	0.45
北②	1.69	0.49	0.45
北③	1.86	0.67	0.43
北④	3.77	1.63	0.39

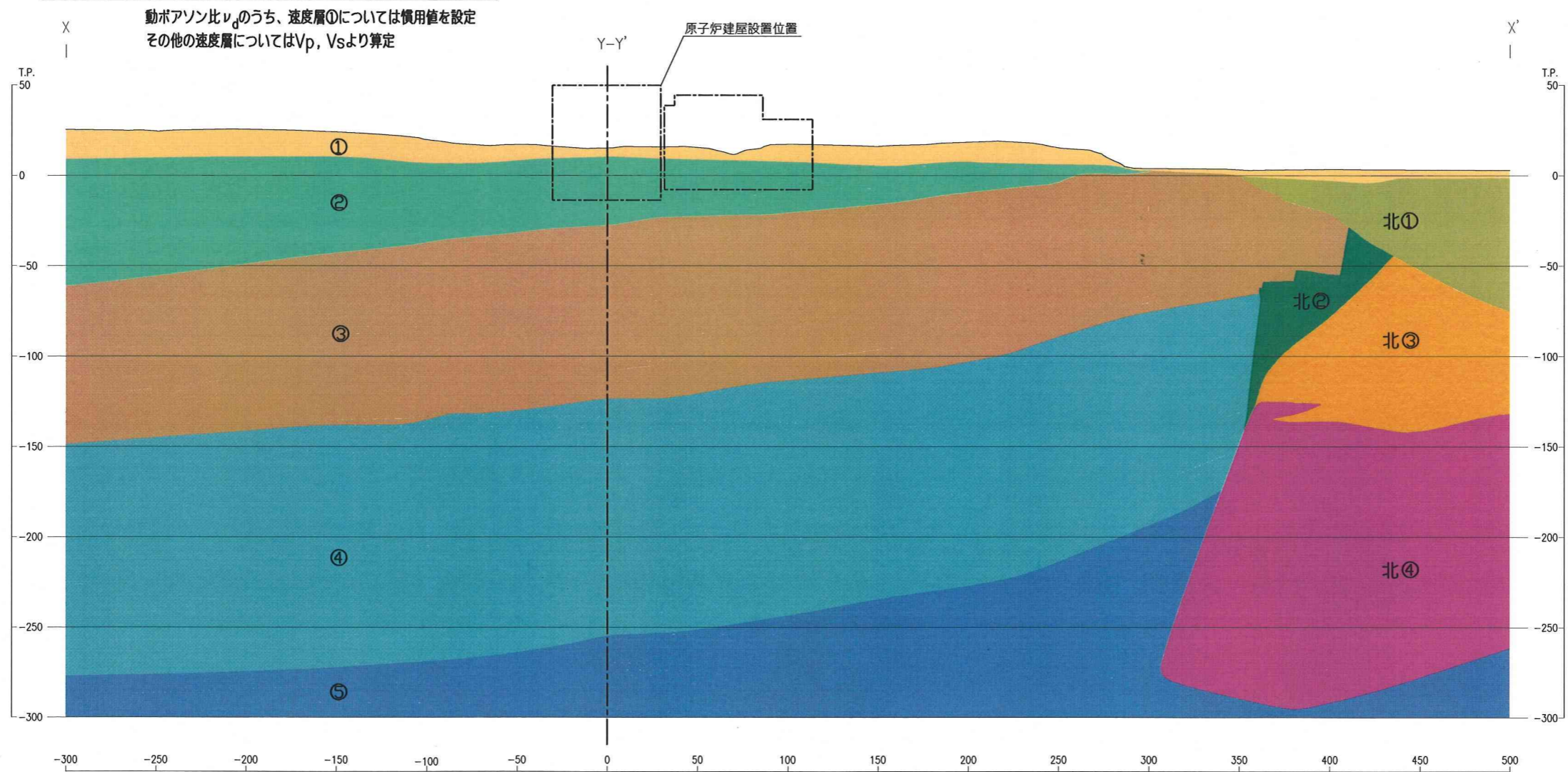


図-3.3(1) PS検層による速度層断面図(X-X'断面)

「解析用物性値」(04-大間設C-35)より転載

速度層区分	P波速度 Vp (km/s)	S波速度 Vs (km/s)	動ポアソン比 ν_d
①	0.84	0.36	0.45
②	1.91	0.83	0.38
③	2.63	1.12	0.39
④	1.81	0.64	0.43
⑤	2.08	0.90	0.38

動ポアソン比 ν_d のうち、速度層①については慣用値を設定
その他の速度層についてはVp, Vsより算定

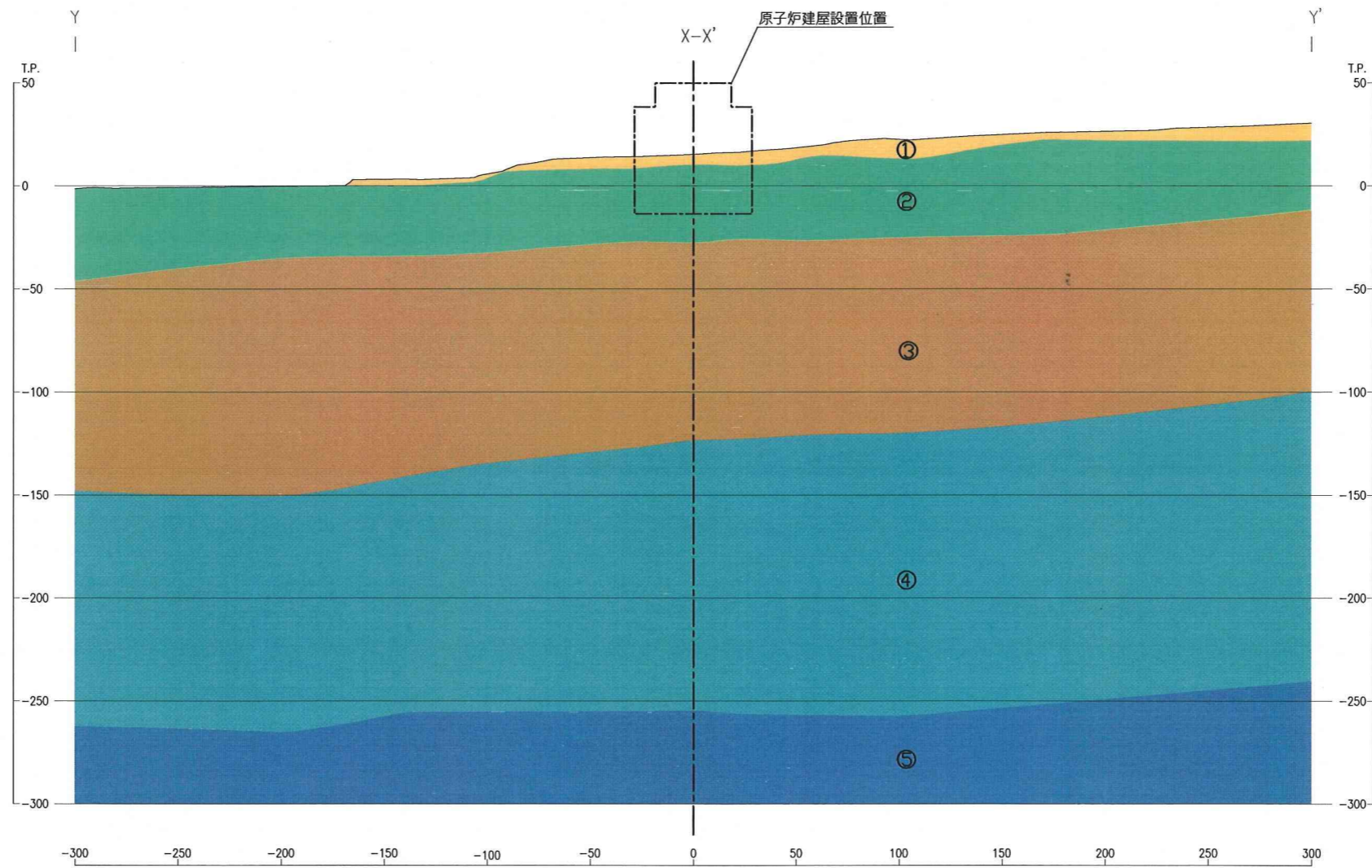
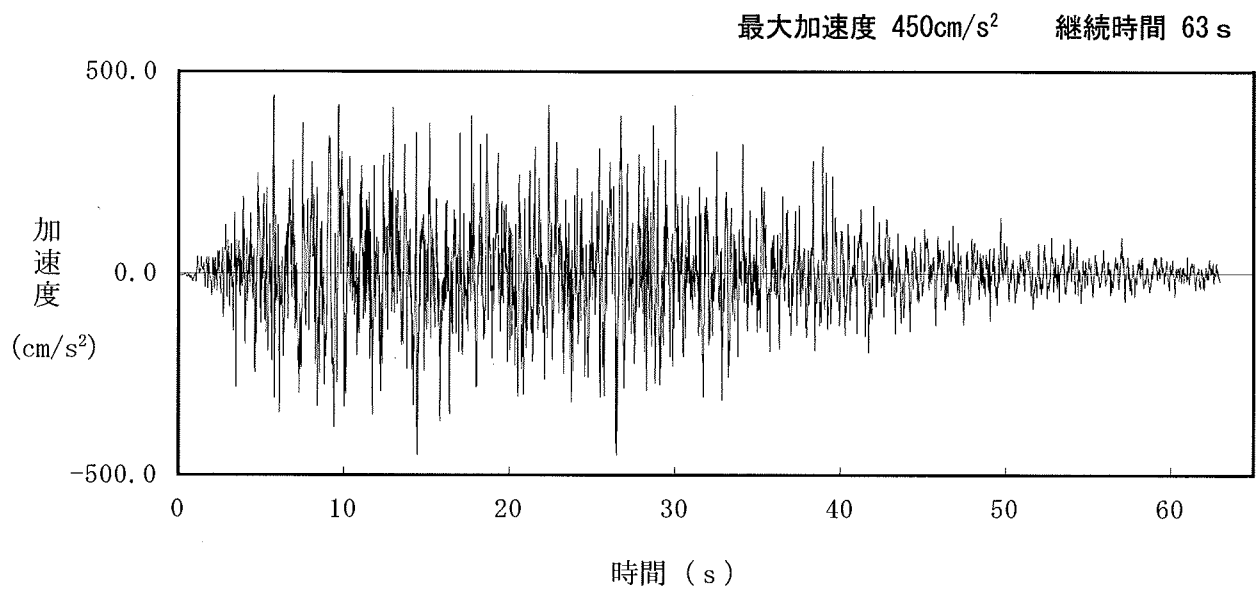


図-3.3(2) PS検層による速度層断面図(Y-Y'断面)

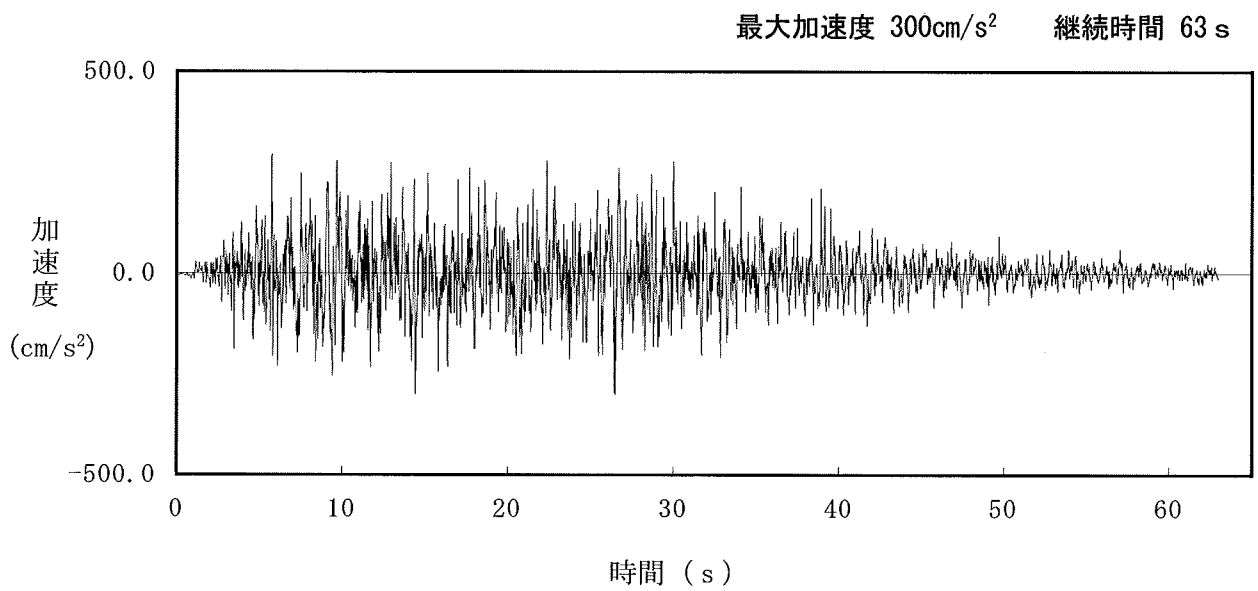
「解析用物性値」(04-大間設C-35)より転載

表-3.1 解析用物性値（3次元動的FEM解析）

	物理特性	弾性波速度		動的変形特性		
	密度 γ (g/cm ³)	Vp (km/s)	Vs (km/s)	動せん断弾性係数 G_d ($\times 10^3$ N/mm ²)	動ポアソン比 ν_d	減衰定数 h
速度層区分 ③	2.08	2.63	1.12	2.61	0.39	0.03
速度層区分 ④	1.52	1.81	0.64	0.62	0.43	0.03
速度層区分 ⑤	1.62	2.08	0.90	1.31	0.38	0.03
速度層区分 北②	1.48	1.69	0.49	0.36	0.45	0.03
速度層区分 北③	1.60	1.86	0.67	0.72	0.43	0.03
速度層区分 北④	2.39	3.77	1.63	6.35	0.39	0.03
淡灰色火山礫凝灰岩	1.83	1.91	0.83	1.26	0.38	0.03
凝灰角礫岩	2.05	1.91	0.83	1.41	0.38	0.03
断層内物質	1.60	—	—	$G_0=0.181 \sigma^{0.49}$ $G_d/G_0=1/(1+\gamma/0.0015)$	0.45	$\gamma > 4.4 \times 10^{-4}$ $h=0.041+0.084(\log \gamma +3.4)$ $\gamma \leq 4.4 \times 10^{-4}$ h=0.041
シーム	1.71	—	—	$G_0=0.116 \sigma^{0.39}$ $G_d/G_0=1/(1+\gamma/0.0039)$	0.45	$\gamma > 9.0 \times 10^{-4}$ $h=0.021+0.159(\log \gamma +3.0)$ $\gamma \leq 9.0 \times 10^{-4}$ h=0.021
火山碎屑岩(風化部)	1.57	—	—	$G_0=0.115 \sigma^{0.25}$ $G_d/G_0=1/(1+\gamma/0.0010)$	0.45	$\gamma > 2.7 \times 10^{-5}$ $h=0.024+0.034(\log \gamma +4.6)$ $\gamma \leq 2.7 \times 10^{-5}$ h=0.024
堆積岩(風化部)	2.00	—	—	$G_0=0.69$ $G_d/G_0=1/(1+\gamma/0.0008)$	0.45	$\gamma > 8.8 \times 10^{-5}$ $h=0.022+0.067(\log \gamma +4.1)$ $\gamma \leq 8.8 \times 10^{-5}$ h=0.022
表土	1.47	—	—	$G_0=0.142 \sigma^{0.55}$ $G_d/G_0=1/(1+\gamma/0.0015)$	0.45	$\gamma > 2.4 \times 10^{-4}$ $h=0.019+0.082(\log \gamma +3.6)$ $\gamma \leq 2.4 \times 10^{-4}$ h=0.019
埋戻・盛土材	1.90	—	—	$G_0=0.563 \sigma^{0.61}$ $G_d/G_0=1/(1+\gamma/0.0004)$	0.45	$\gamma > 2.8 \times 10^{-5}$ $h=0.013+0.045(\log \gamma +4.6)$ $\gamma \leq 2.8 \times 10^{-5}$ h=0.013



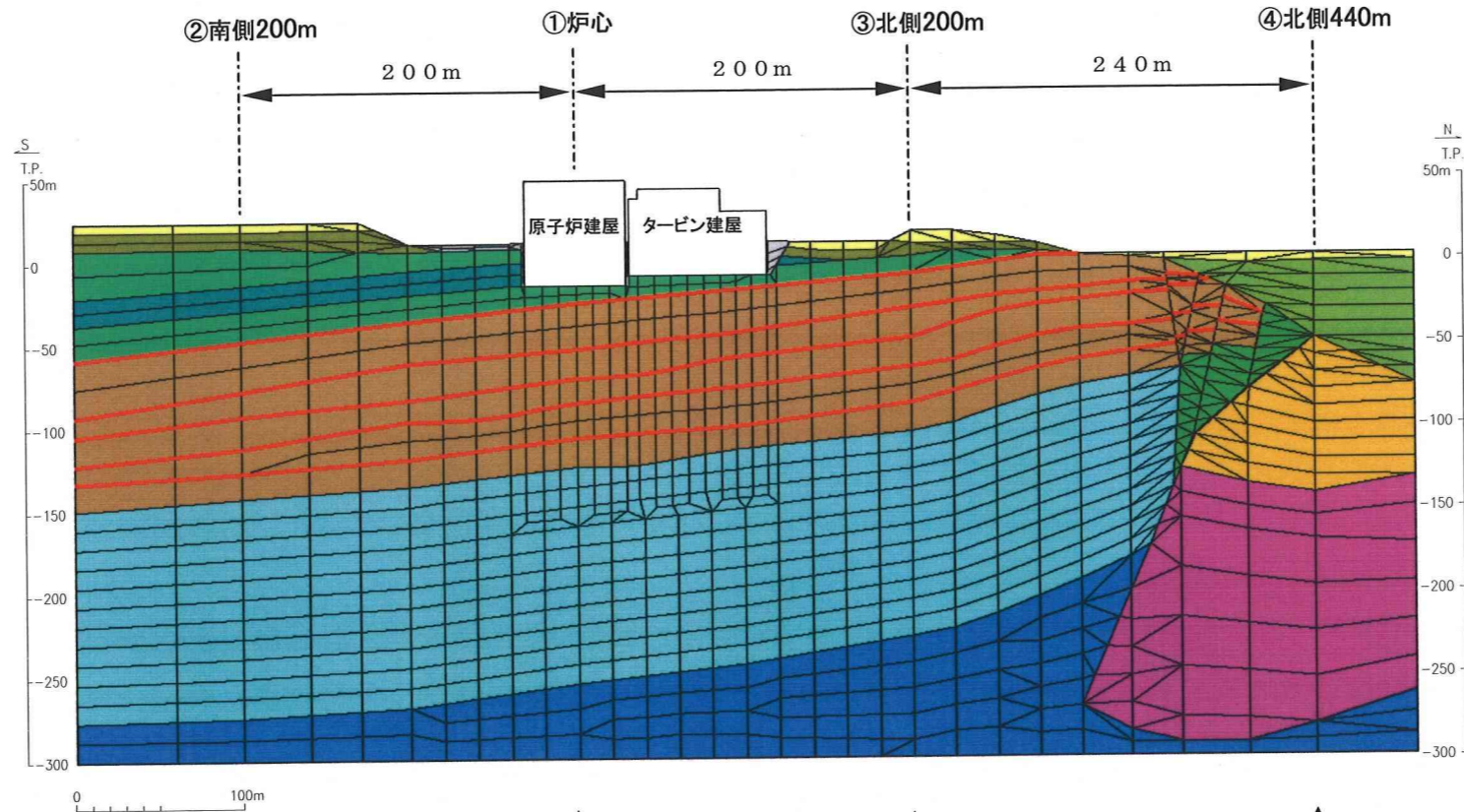
(1) 水平動 (基準地震動 S₂)



(2) 上下動 (基準地震動 S₂ の 2/3)

図-3.4 水平動及び上下動の加速度時刻歴

X-X' 断面



凡例:

- 1D(1次元解析)
- 2D(2次元解析)
- 3D(3次元解析)

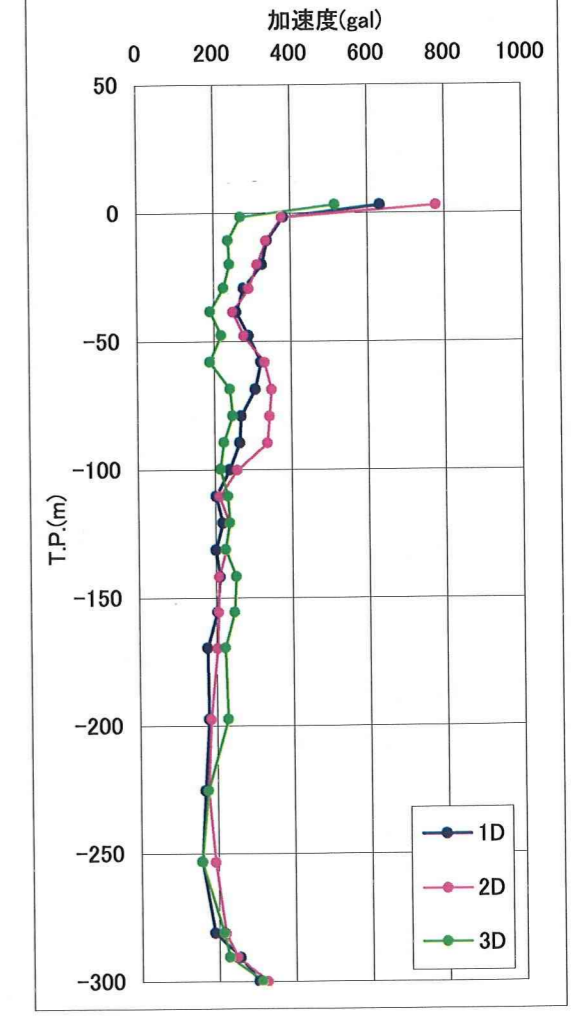
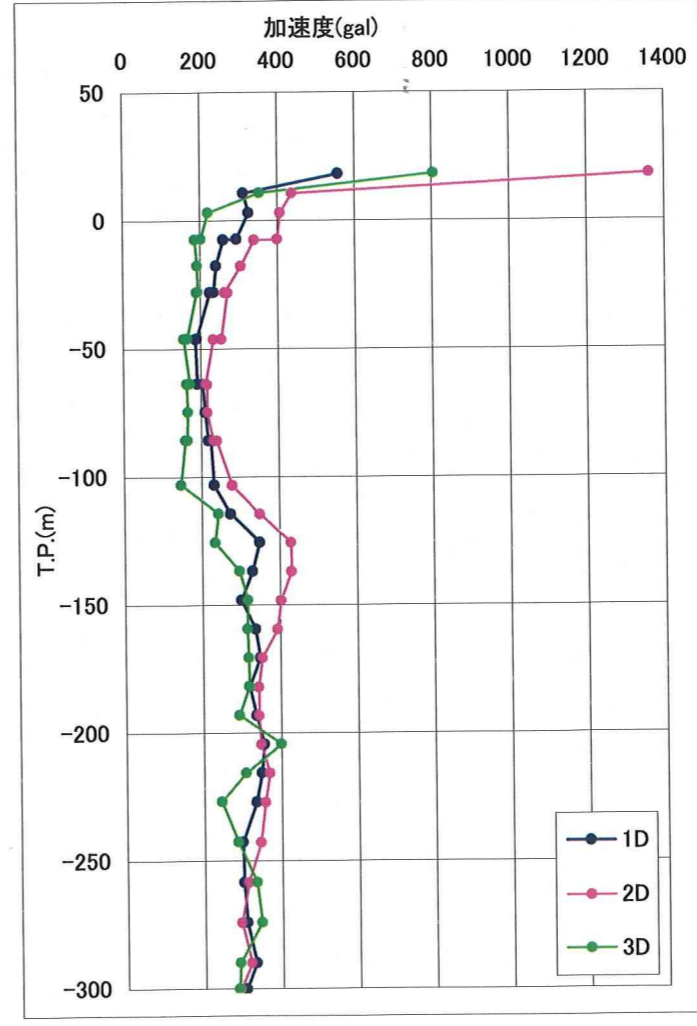
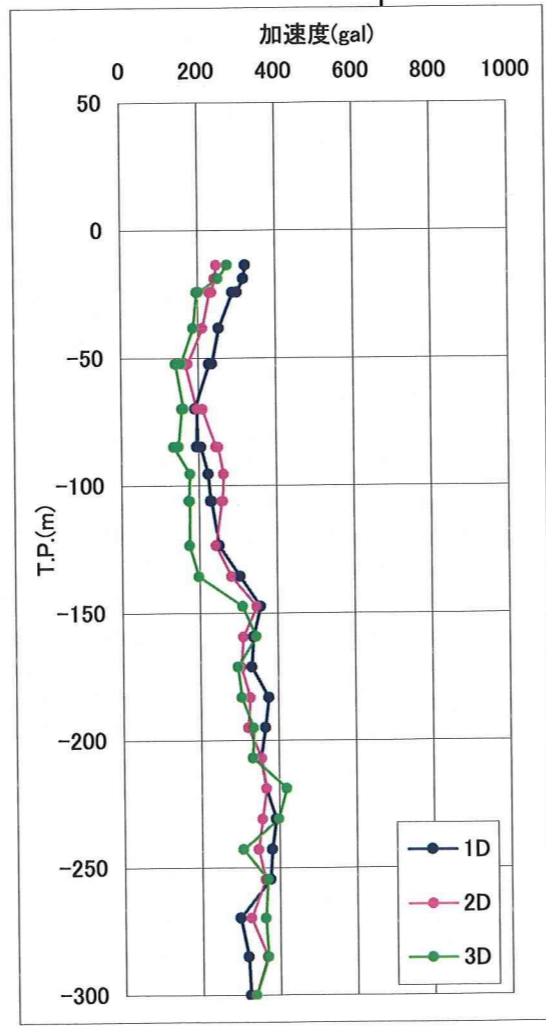
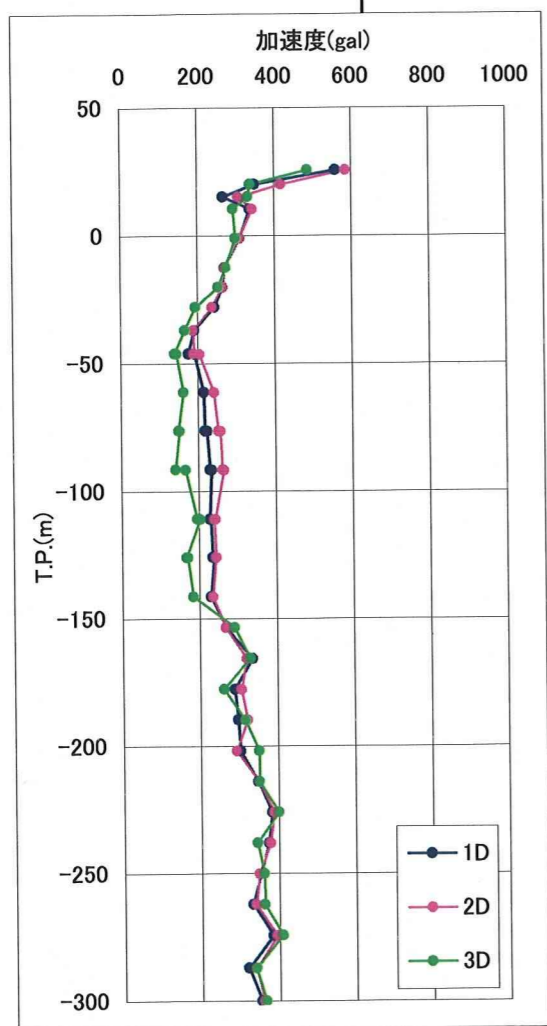


图-3.5(1) 最大水平加速度分布 (南北方向加振)

X-X' 断面

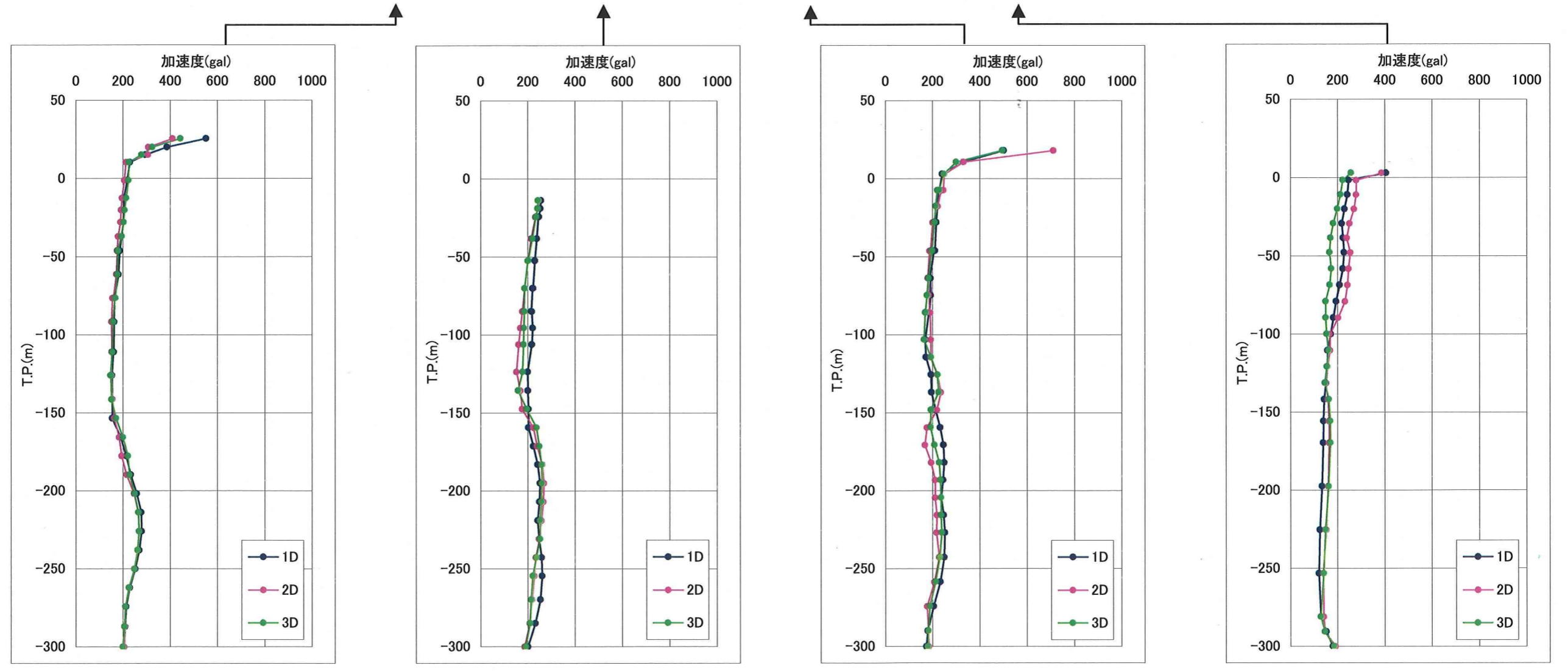
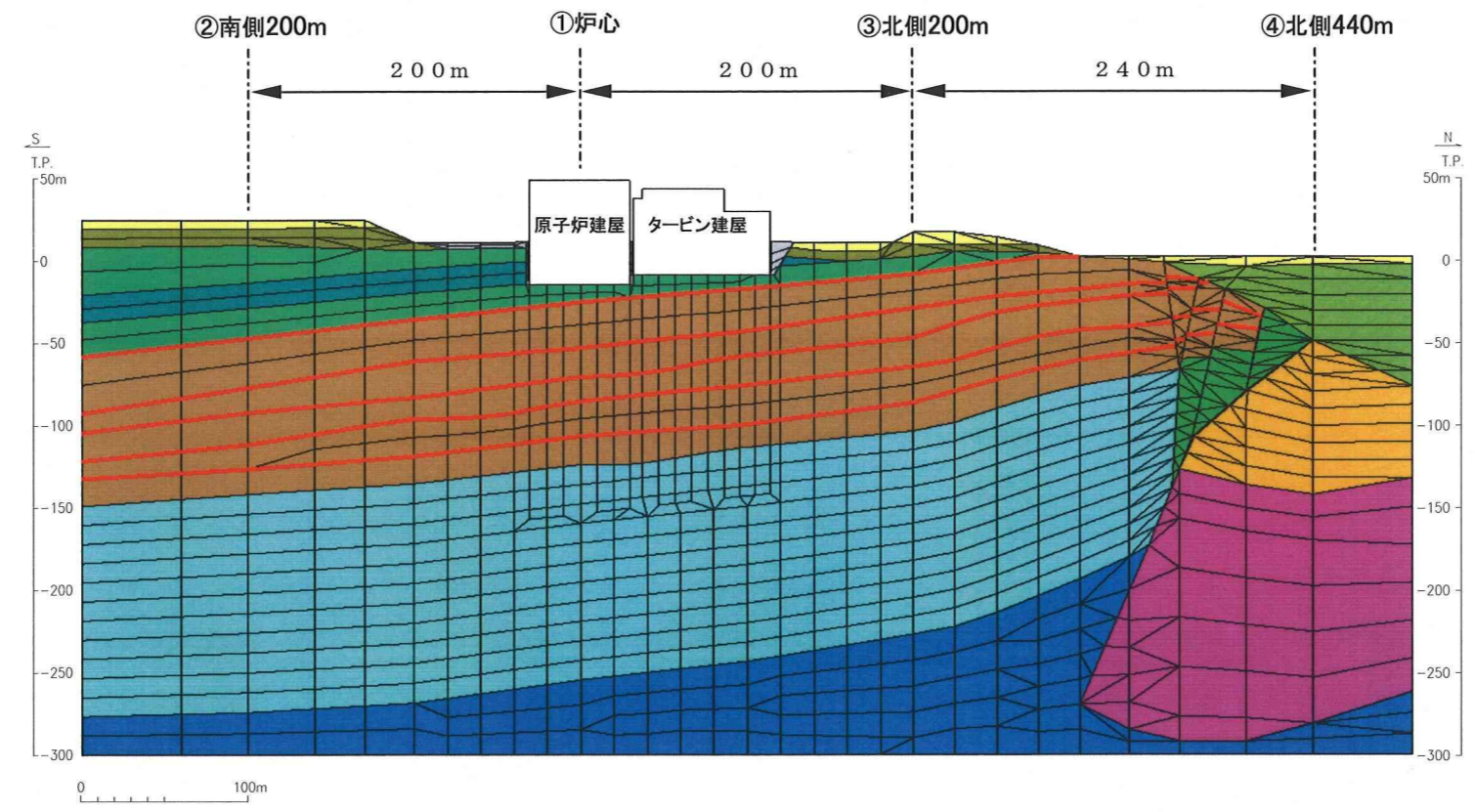


图-3.5(2) 最大鉛直加速度分布 (南北方向加振)

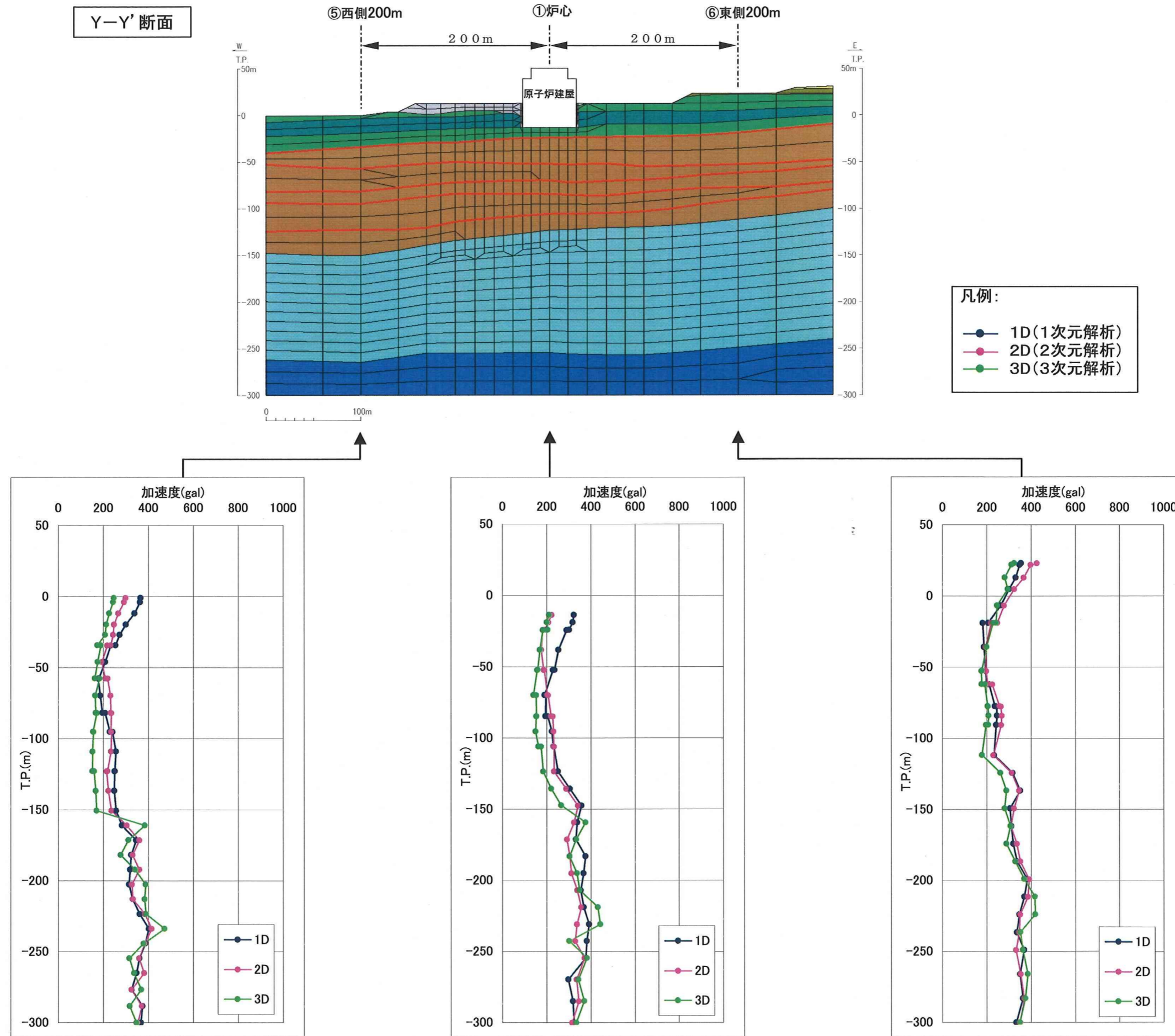
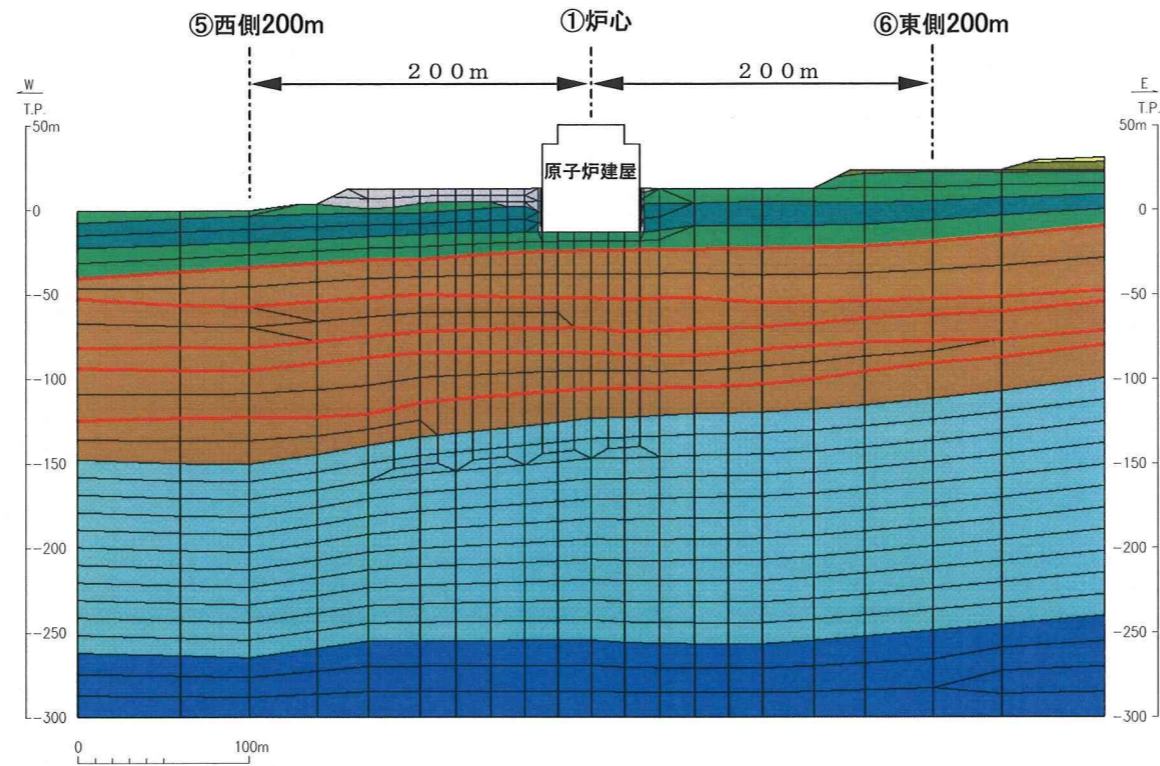


图-3.6(1) 最大水平加速度分布 (東西方向加振)

Y-Y' 断面



- 凡例:
- 1D (1次元解析)
 - 2D (2次元解析)
 - 3D (3次元解析)

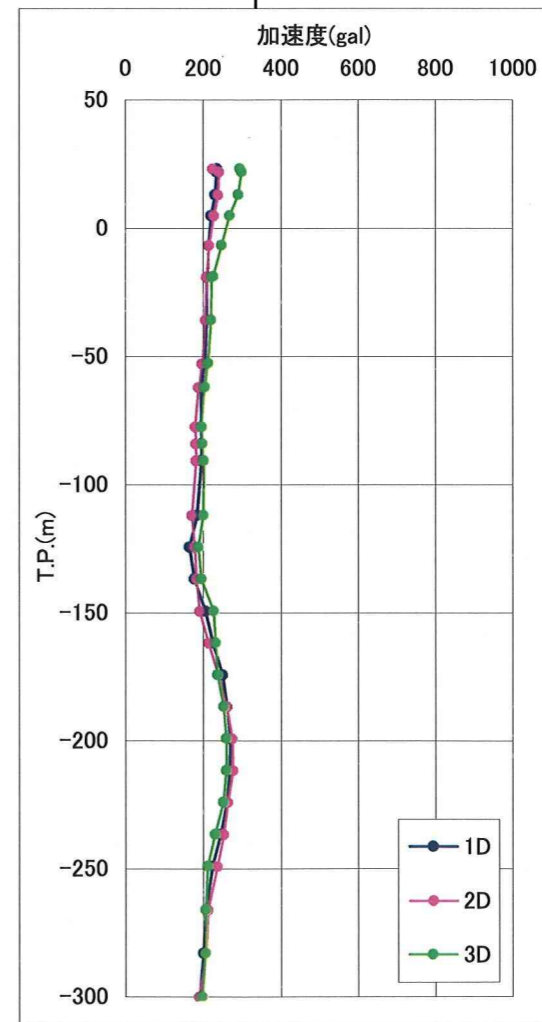
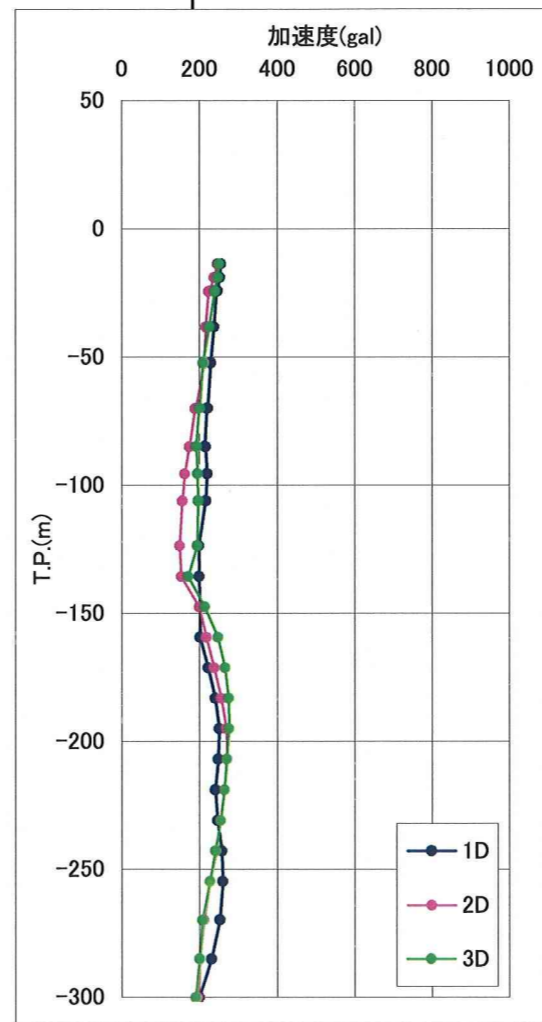
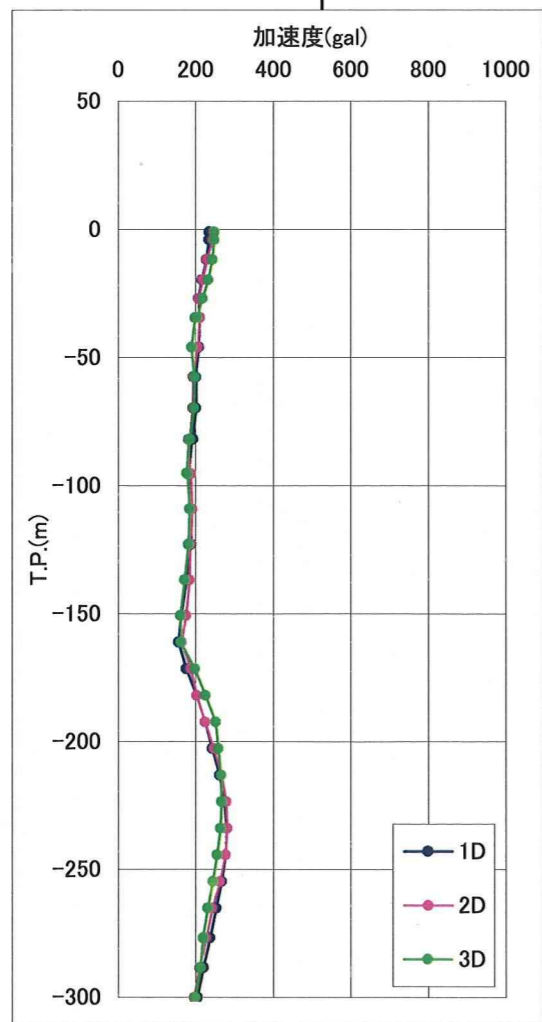


图-3.6(2) 最大鉛直加速度分布 (東西方向加振)

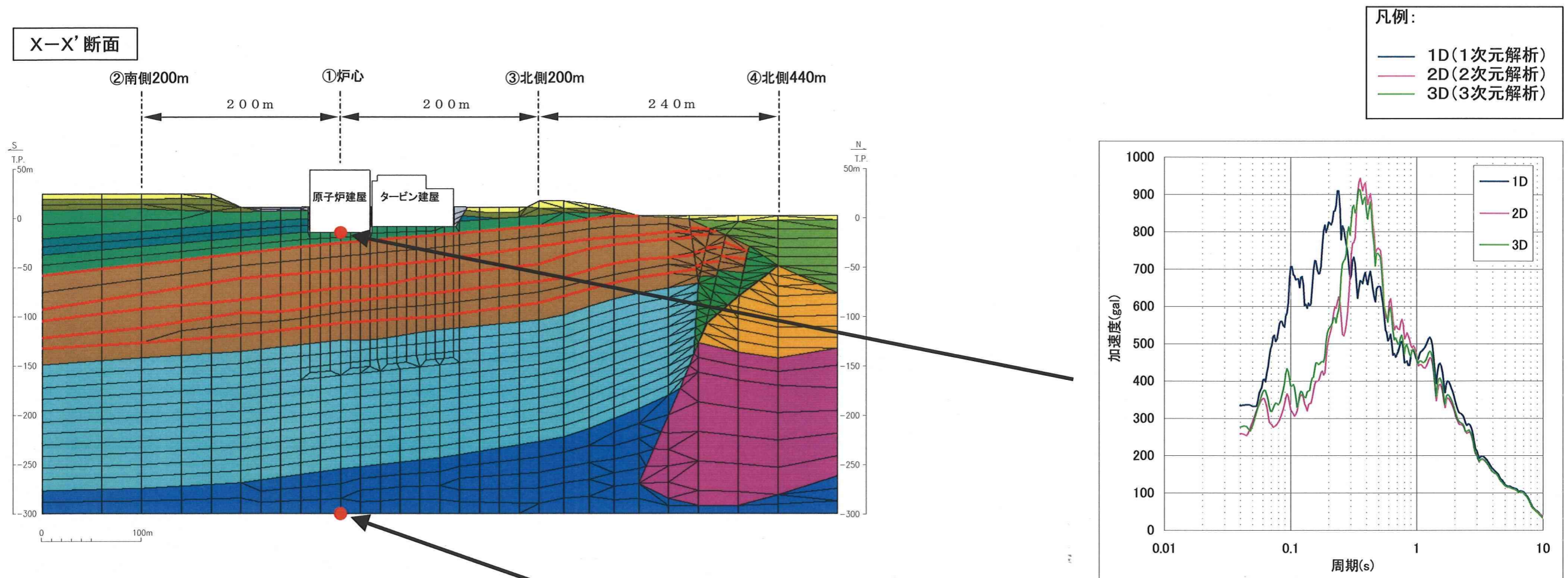


図-3.7(1) 水平加速度応答スペクトル (南北方向加振、h=5%)

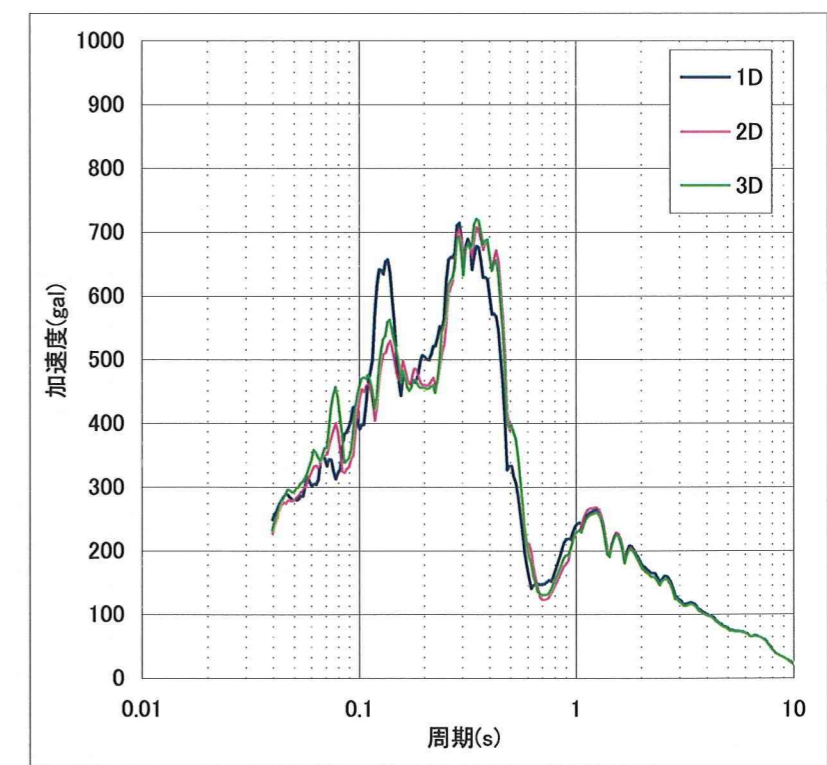
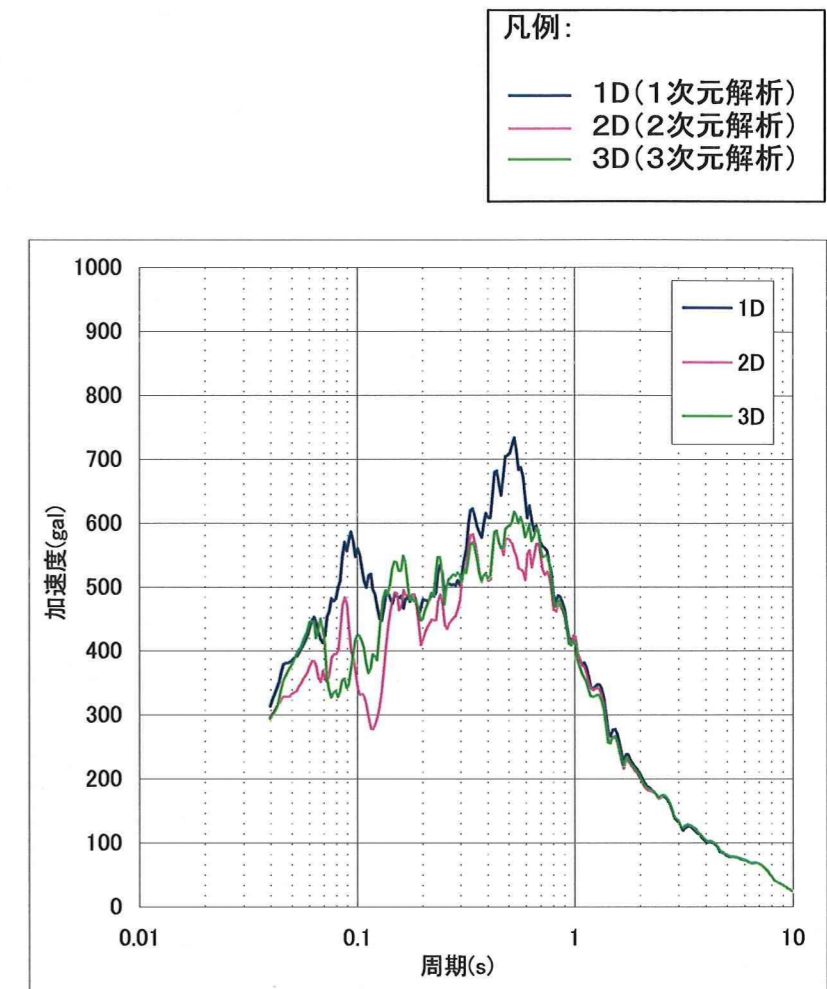
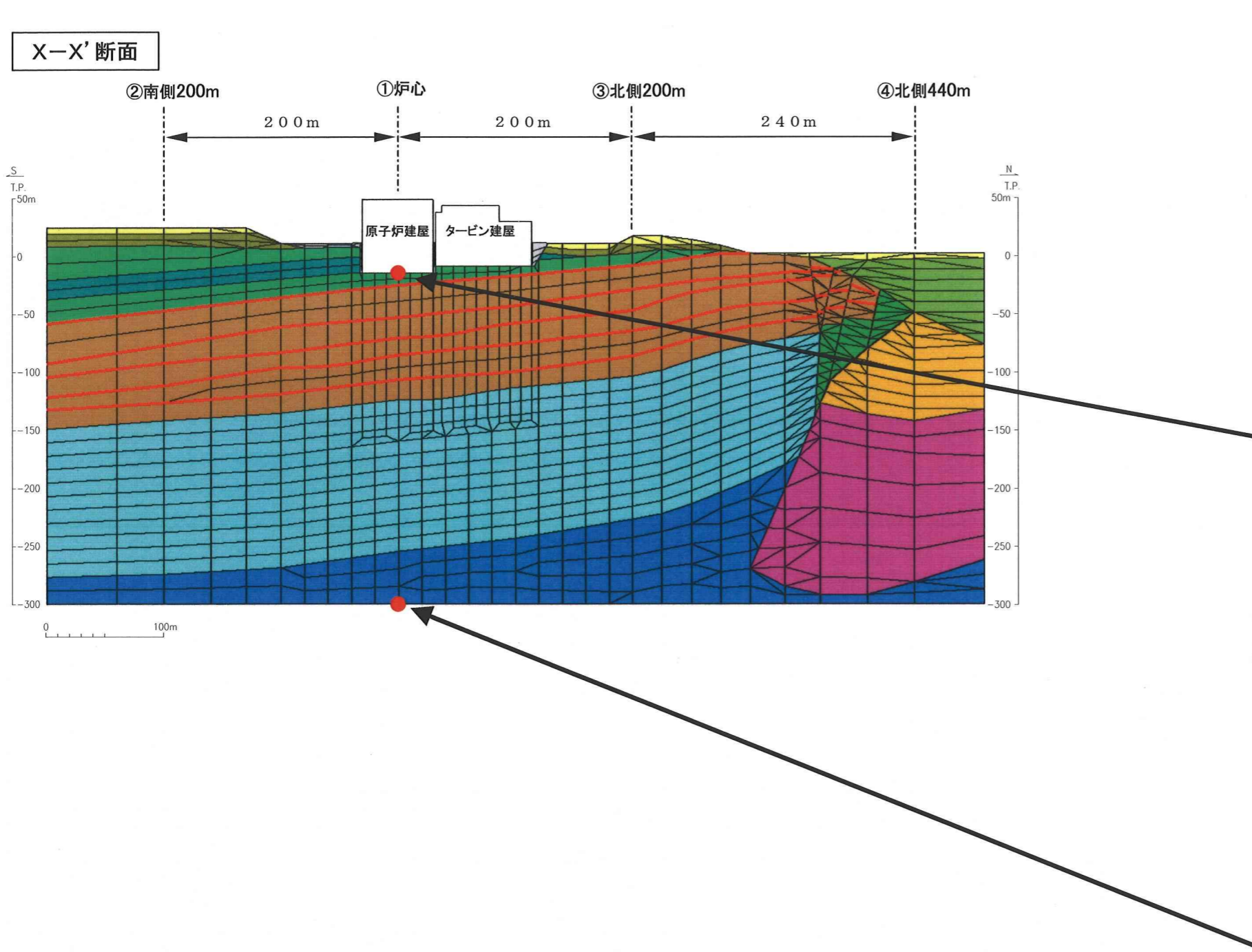
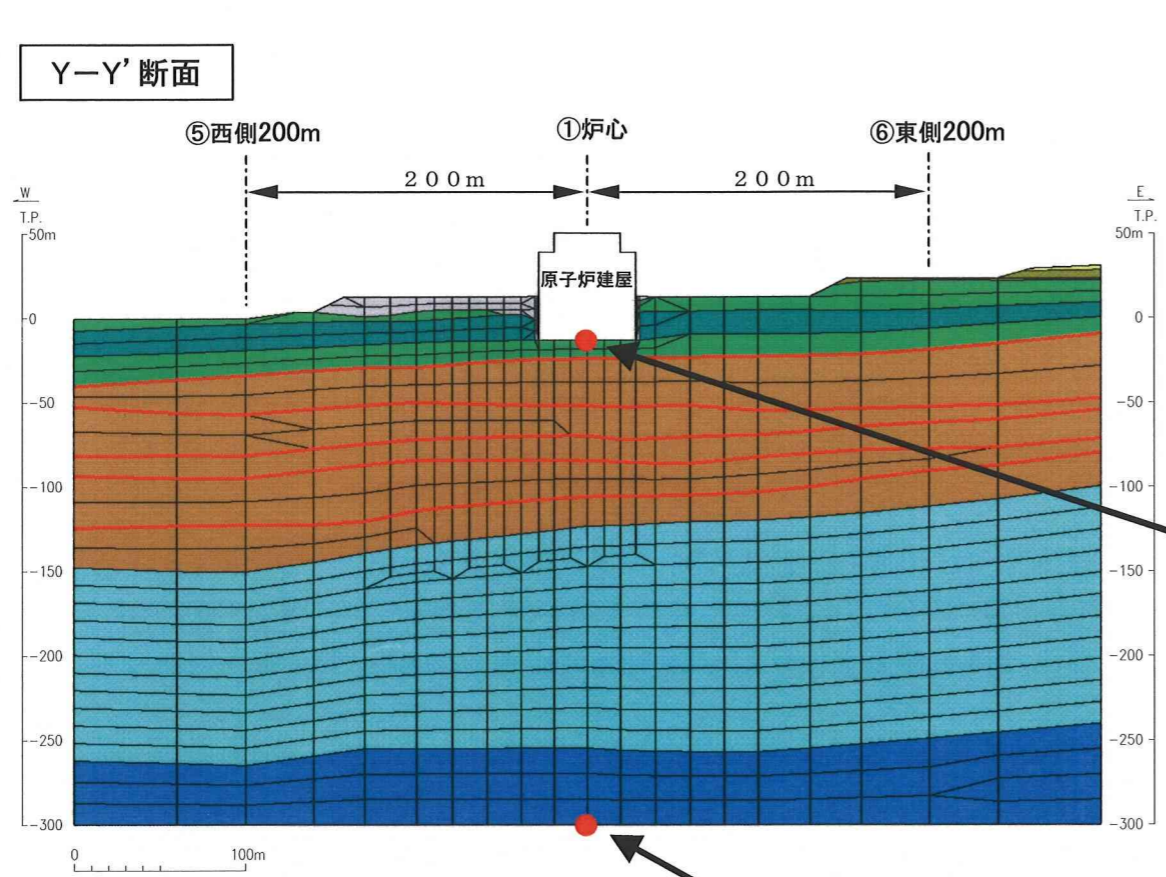


図-3.7(2) 鉛直加速度応答スペクトル (南北方向加振、h=5%)



凡例:
 — 1D(1次元解析)
 — 2D(2次元解析)
 — 3D(3次元解析)

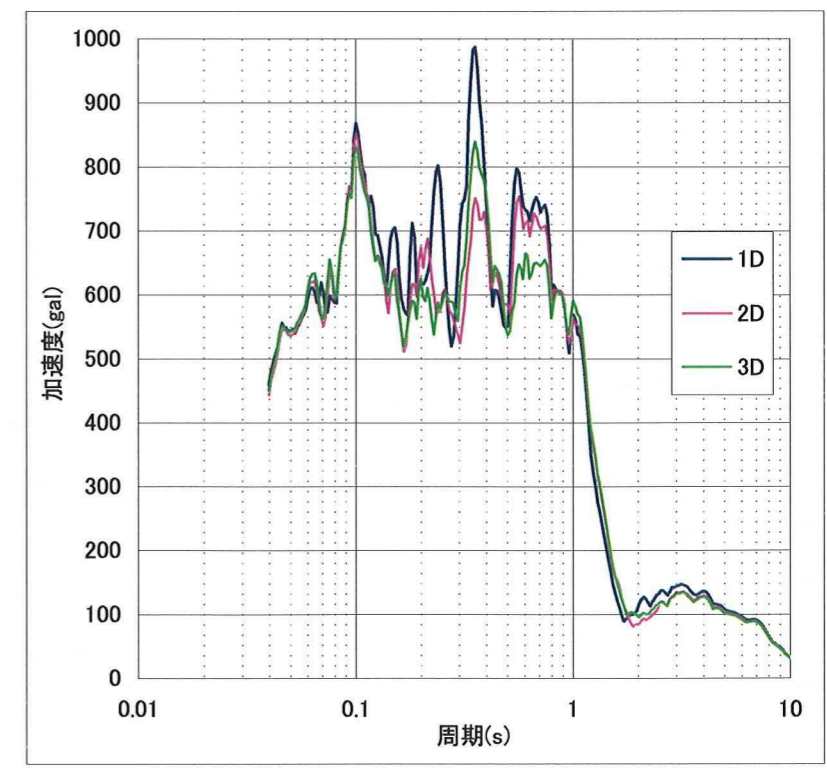
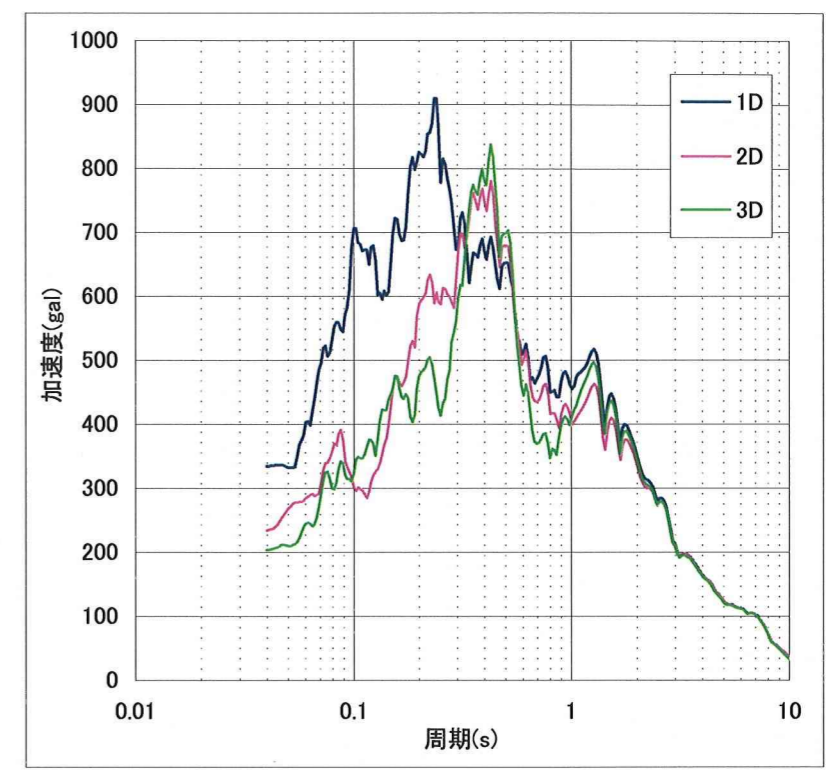
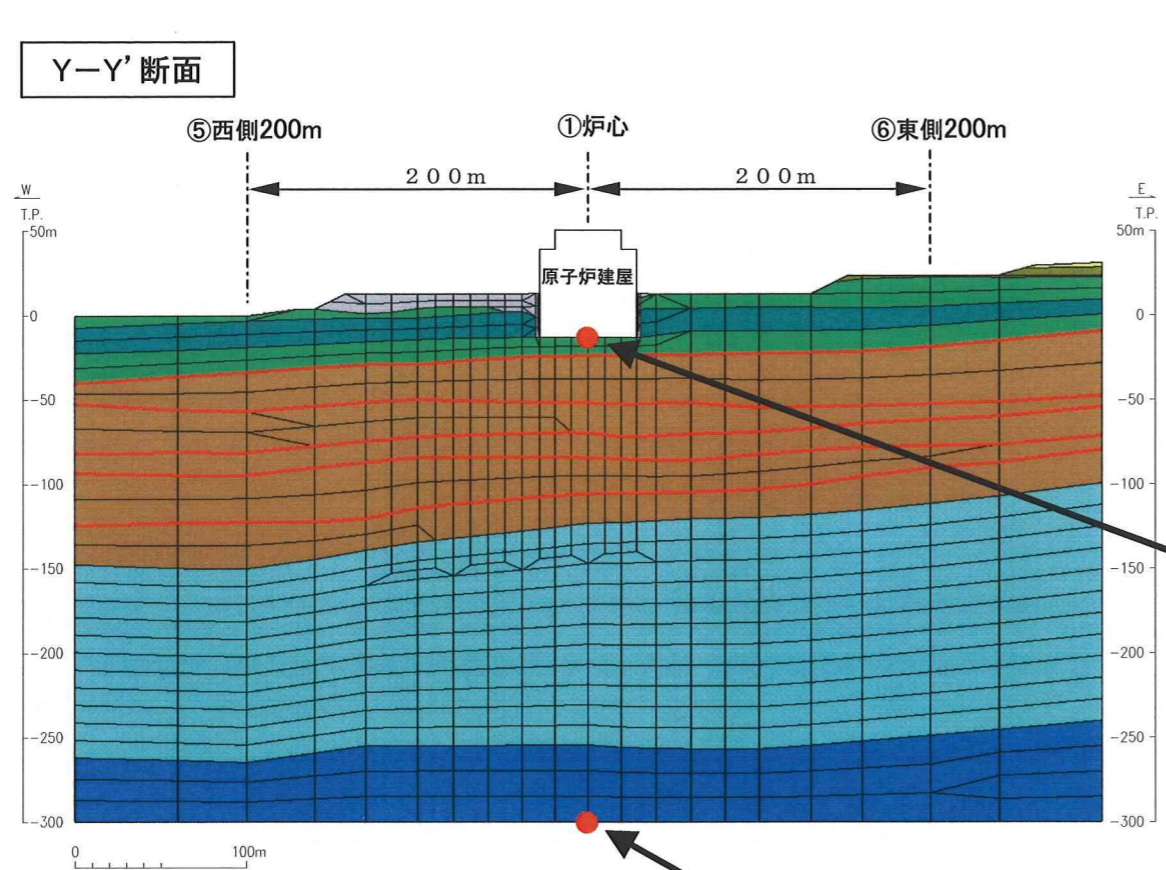


図-3.8(1) 水平加速度応答スペクトル (東西方向加振、h=5%)



凡例:
 — 1D(1次元解析)
 — 2D(2次元解析)
 — 3D(3次元解析)

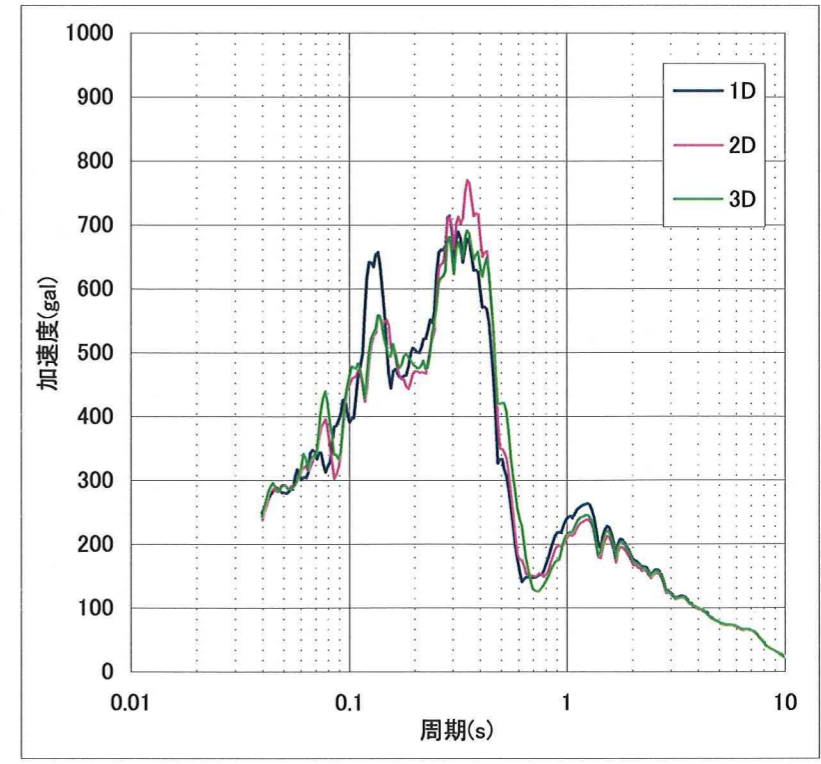
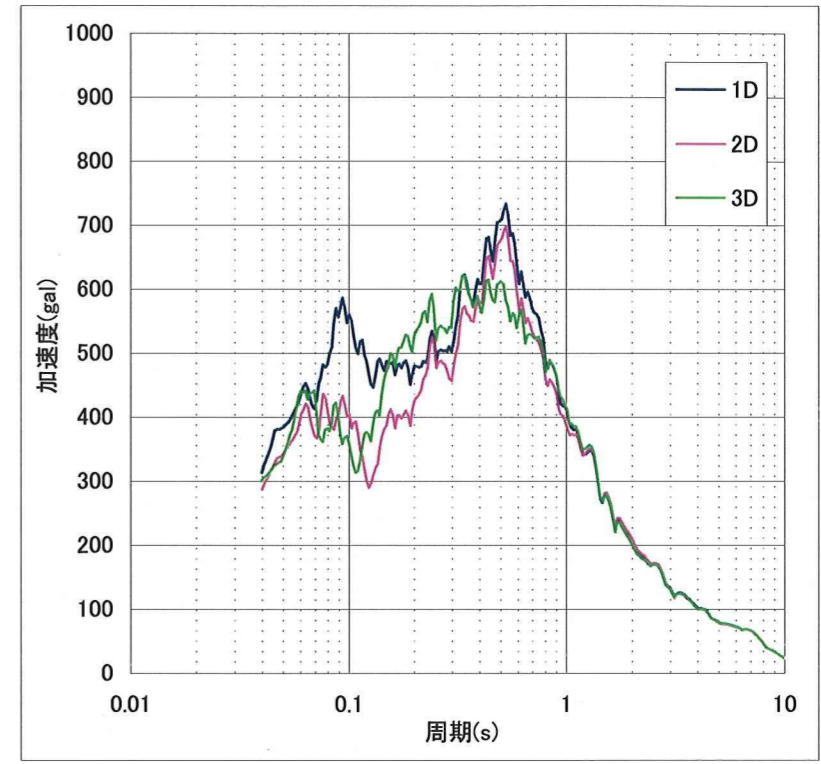


図-3.8(2) 鉛直加速度応答スペクトル (東西方向加振、h=5%)