

電源開発株式会社
大間原子力発電所

原子炉建屋基礎地盤の安定性検討の概要
基本解析の検討条件及び検討結果

平成16年11月
原子力発電安全審査課

【解析概要】

原子炉建屋基礎地盤の安定性を検討するに当たって、原子炉建屋基礎底面の支持力、平面すべり及び建屋築造による沈下に対する安全性については慣用法により検討を行っている。また、原子炉建屋基礎地盤のすべり及び原子炉建屋基礎底面の沈下に対する安全性については、動的FEM解析を主体とした検討を行っている。

なお、原子炉建屋基礎地盤のすべりに対する安全性については、慣用法（Janbu法）及び静的FEM解析の結果も添付する。

原子炉建屋基礎地盤の安定性検討の流れを図-1に示す。

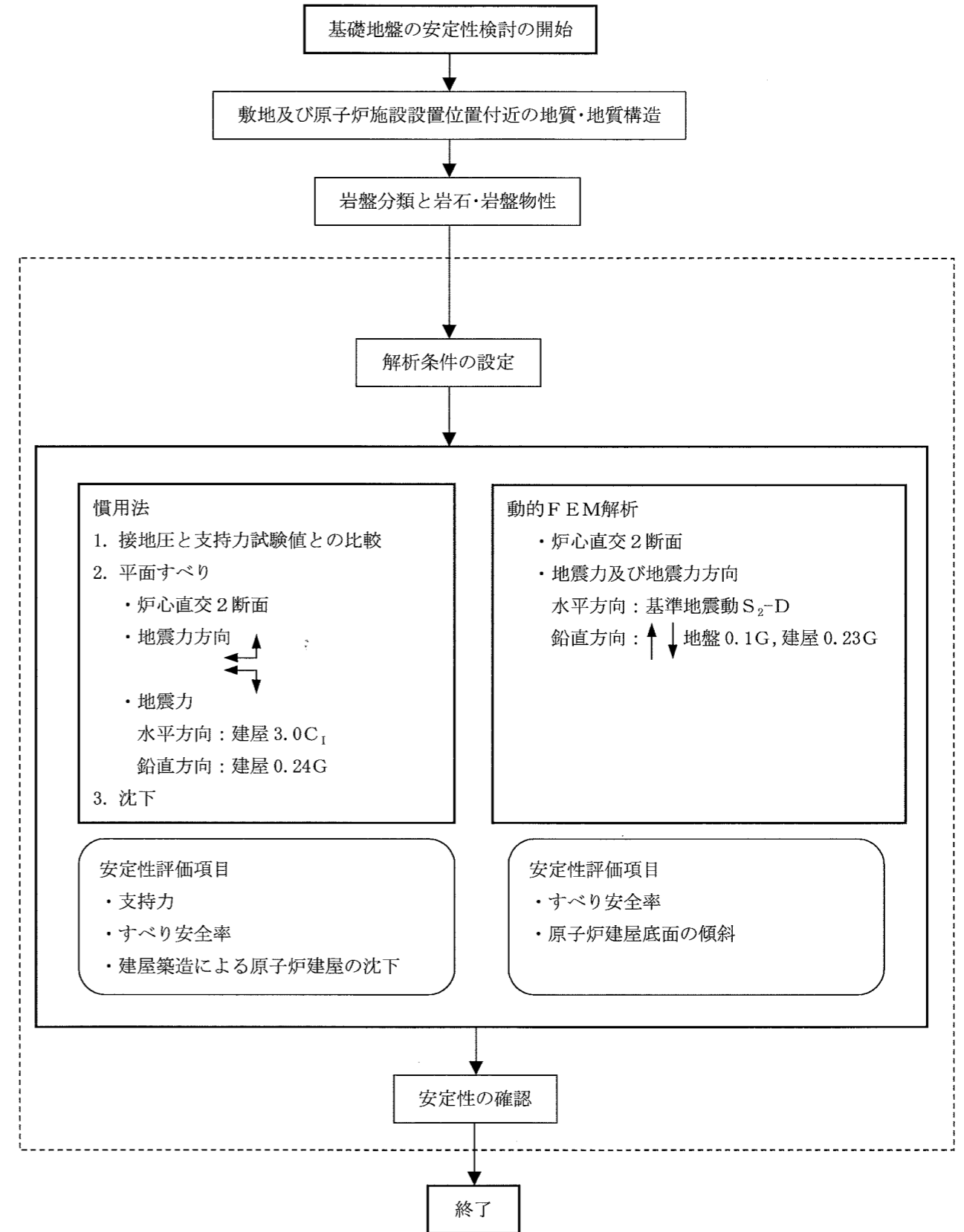


図-1 原子炉建屋基礎地盤の安定性検討フロー

【解析条件】

1. 解析断面 (図-2)

解析で対象とする断面は、炉心を通る南北方向断面である X-X' 断面と、これに直交し炉心を通る東西方向断面である Y-Y' 断面としている。

- X-X' 断面

幅：炉心位置から左（南）へ 300m, 右（北）へ 500m

深さ：T. P. -300mまで

- Y-Y' 断面

幅：炉心位置から左（西）へ 300m, 右（東）へ 300m

深さ：T. P. -300mまで

2. 解析モデル (図-3)

解析モデルは、岩盤及び建屋については平面ひずみ要素（原則として四角形要素）を用い、断層及びシームについては厚さを持たないジョイント要素によりモデル化している。

3. 解析用物性値

- 解析用物性値 (表-1, 2)

解析用物性値は表-1 の物性値設定の考え方にに基づき、表-2 のとおり設定している。

- 速度層区分 (図-4)

動的 FEM 解析に用いる動的変形特性の速度層区分は、図-4 に示している。

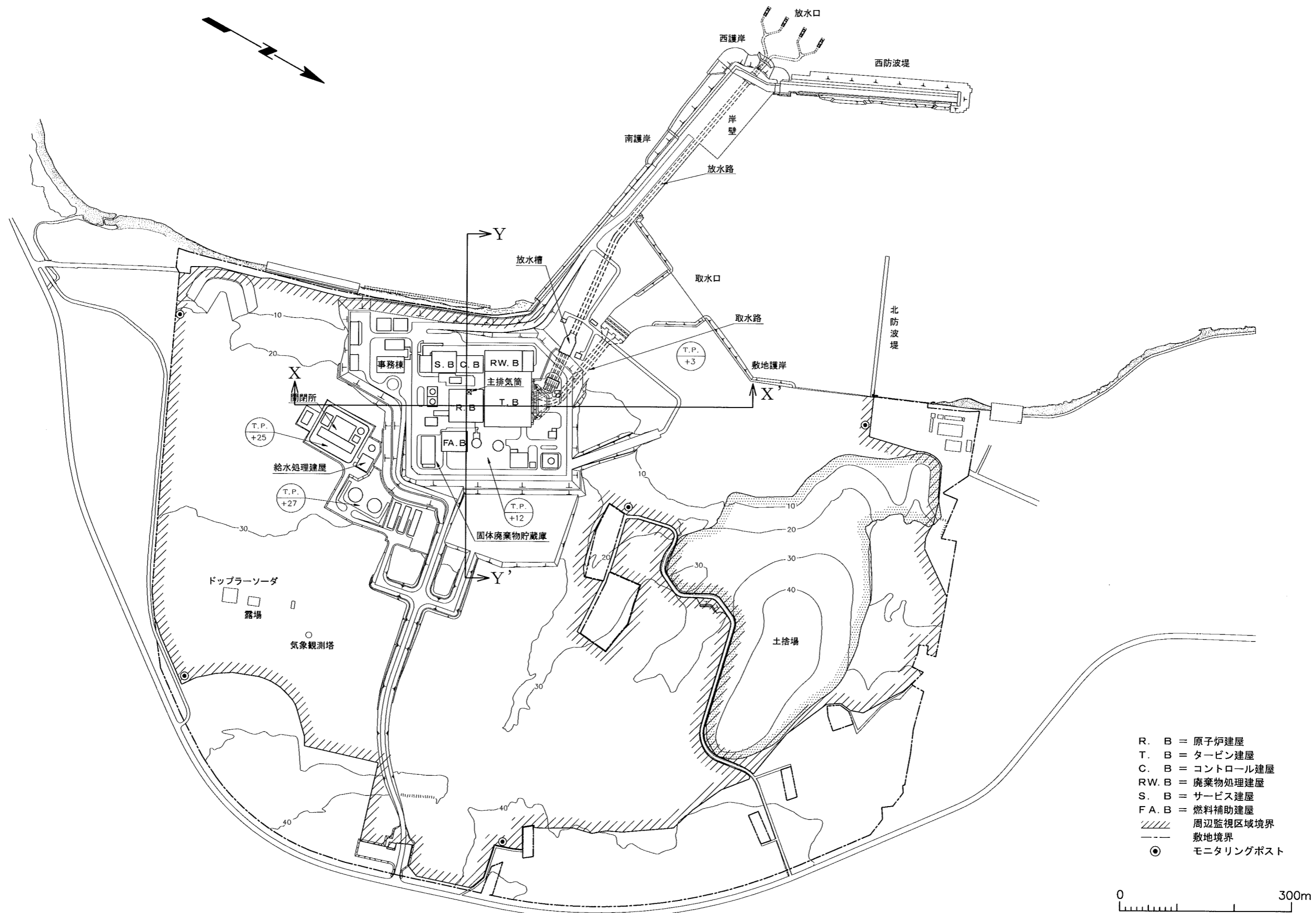


図-2 解析断面位置図

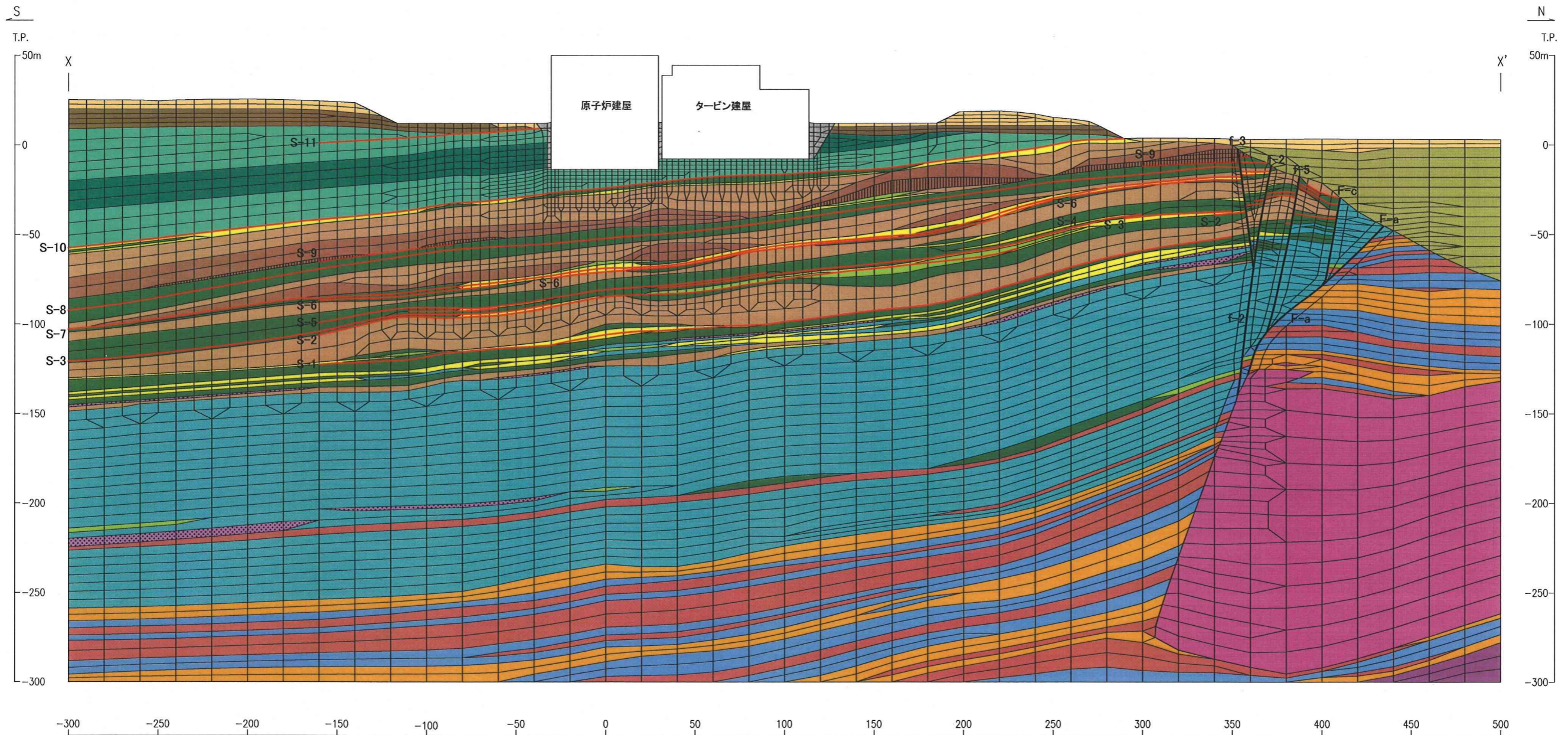
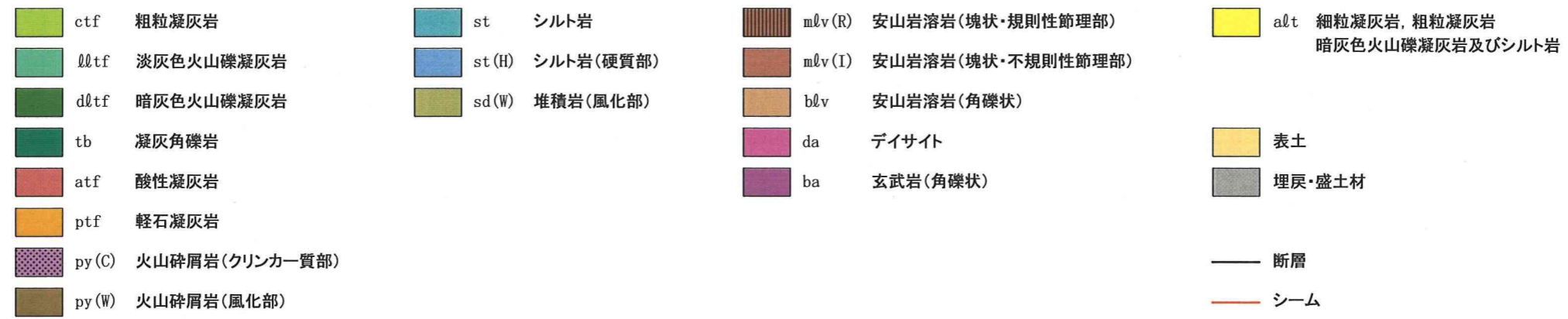


図-3(1) 解析用要素分割図 (X-X' 断面)

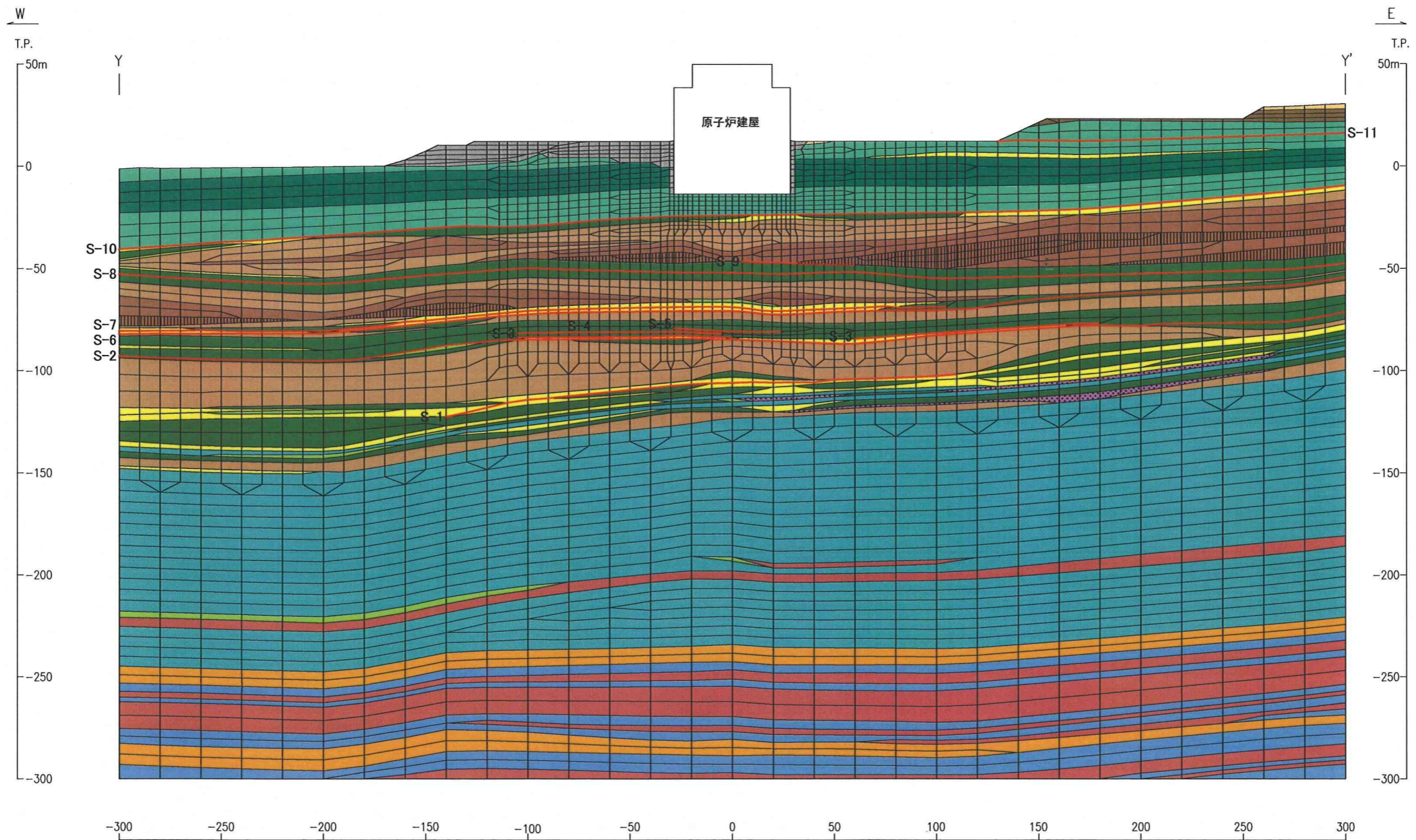
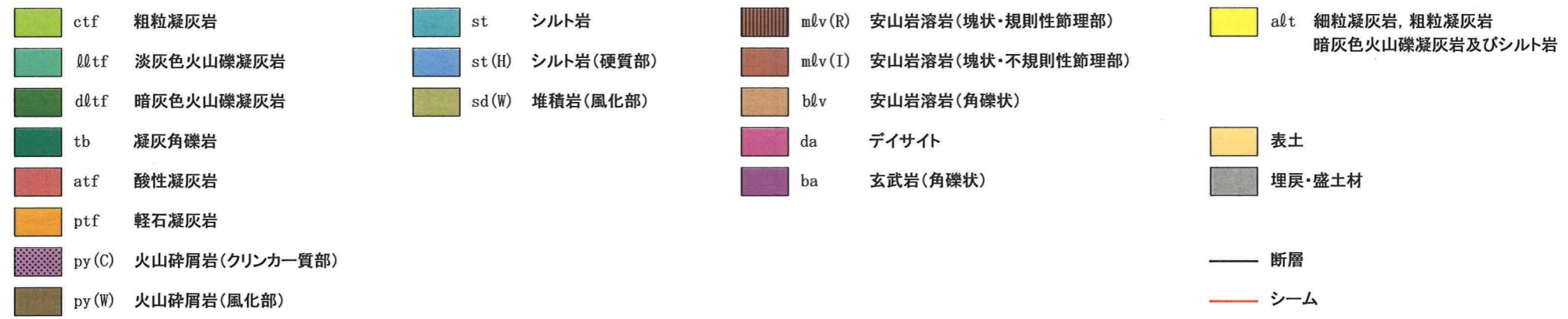


図-3(2) 解析用要素分割図 (Y-Y' 断面)

表-1(1) 解析用物性値設定の考え方

	火山砕屑岩							堆積岩		溶岩・貫入岩				デイスait	
	細粒凝灰岩 ftf	粗粒凝灰岩 ctf	淡灰色火山礫凝灰岩 ¹⁾ lltf	暗灰色火山礫凝灰岩 dltf	凝灰角礫岩 tb	酸性凝灰岩 atf	軽石凝灰岩 ptf	火山砕屑岩 (クリンカー質部) py(C)	シルト岩 st	シルト岩 (硬質部) st(H)	安山岩溶岩 (角礫状) blv	玄武岩 (角礫状) ba	安山岩溶岩 (塊状・規則性節理部) mlv(R)		安山岩溶岩 (塊状・不規則性節理部) mlv(I)
物理特性	密度 γ	ボーリングコア，試掘坑内等から採取した供試体の密度（湿潤）													
強度特性	せん断強度 τ_0 内部摩擦角 ϕ	ボーリングコア，試掘坑内等から採取した供試体の圧裂試験結果，一軸圧縮試験結果及び三軸圧縮試験結果											ブロックせん断試験結果	mlv(I)の試験結果を使用	
	残留強度	ボーリングコア，試掘坑内等から採取した供試体の一軸圧縮試験結果及び三軸圧縮試験結果											mlv(I)の試験結果を使用		摩擦抵抗試験結果
静的変形特性	静弾性係数 E	ボーリングコア，試掘坑内等から採取した供試体の三軸圧縮試験結果											岩盤変形試験による割線弾性係数	同上	
	静ポアソン比 ν	ボーリングコア，試掘坑内等から採取した供試体の一軸圧縮試験及び三軸圧縮試験による静ポアソン比													
動の変形特性	動せん断弾性係数 G_d	P S 検層による速度層毎の V_p 、 V_s 及び岩盤区分毎の密度により算定													
	動ポアソン比 ν_d														
	減衰定数 h	慣用値													

1) 慣用法による平面すべり，支持力及び沈下の検討では，原子炉建屋基礎底面地盤である淡灰色火山礫凝灰岩について，ブロックせん断試験，岩盤変形試験及び支持力試験の岩盤試験結果を使用する。

表-1(2) 解析用物性値設定の考え方

		断層内物質	シーム	堆積岩 (風化部) sd(W)	火山砕屑岩 (風化部) py(W)	表土	埋戻・盛土材
物理特性	密度 γ	密度試験結果					
	せん断強度 τ_0 内部摩擦角 ϕ	静的 単純せん断試験結果		三軸圧縮試験結果			
強度特性	残留強度	同上		同上			
	静弾性係数 E (静せん断 弾性係数 G)	同上		同上			
静的変形特性	静ポアソン比 ν	表土の 三軸圧縮試験結果		同上			表土の 三軸圧縮試験結果
	動せん断 弾性係数 G_d	動的 単純せん断試験結果		PS 検層 結果	動的三軸試験結果		
動変形特性	動ポアソン比 ν_d	慣用値			慣用値		
動的変形特性	減衰定数 h	動的 単純せん断試験結果		動的三軸試験結果			
	G_d, h のひずみ 依存性						

表-2(1) 解析用物性値

	物理特性	強度特性			静的変形特性		動の変形特性		
	密度 γ (g/cm ³)	せん断強度 τ (N/mm ²)		残留強度 (N/mm ²)	静弾性係数 E (静せん断弾性係数 G) ($\times 10^3$ N/mm ²)	静ポアソン比 ν	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
細粒凝灰岩	1.59	$(\tau/0.45)^2=1+\sigma/0.18$ $\tau=0.76+\sigma \tan 18^\circ$	$(-0.18\text{N/mm}^2 \leq \sigma < 0.66\text{N/mm}^2)$ ($\sigma \geq 0.66\text{N/mm}^2$)	$0.79 \sigma^{0.43}$	$0.83 \sigma^{0.29}$	0.43	表-2(2) 解析用物性値(動の変形特性) 参照		0.03
粗粒凝灰岩	1.91	$(\tau/2.44)^2=1+\sigma/1.51$ $\tau=3.90+\sigma \tan 9^\circ$	$(-1.51\text{N/mm}^2 \leq \sigma < 3.44\text{N/mm}^2)$ ($\sigma \geq 3.44\text{N/mm}^2$)	$1.55 \sigma^{0.49}$	$2.40 \sigma^{0.13}$	0.45			0.03
淡灰色火山礫凝灰岩	1.83	$(\tau/0.61)^2=1+\sigma/0.21$ $\tau=1.43+\sigma \tan 8^\circ$	$(-0.21\text{N/mm}^2 \leq \sigma < 1.21\text{N/mm}^2)$ ($\sigma \geq 1.21\text{N/mm}^2$)	$1.12 \sigma^{0.36}$	$1.36 \sigma^{0.21}$	0.44			0.03
暗灰色火山礫凝灰岩	1.95	$(\tau/1.51)^2=1+\sigma/0.58$ $\tau=2.73+\sigma \tan 14^\circ$	$(-0.58\text{N/mm}^2 \leq \sigma < 2.10\text{N/mm}^2)$ ($\sigma \geq 2.10\text{N/mm}^2$)	$1.34 \sigma^{0.51}$	$2.20 \sigma^{0.14}$	0.45			0.03
凝灰角礫岩	2.05	$(\tau/0.50)^2=1+\sigma/0.15$ $\tau=1.27+\sigma \tan 16^\circ$	$(-0.15\text{N/mm}^2 \leq \sigma < 1.58\text{N/mm}^2)$ ($\sigma \geq 1.58\text{N/mm}^2$)	$1.22 \sigma^{0.50}$	$1.41 \sigma^{0.27}$	0.47			0.03
酸性凝灰岩	1.69	$(\tau/1.56)^2=1+\sigma/0.79$ $\tau=2.36+\sigma \tan 12^\circ$	$(-0.79\text{N/mm}^2 \leq \sigma < 1.58\text{N/mm}^2)$ ($\sigma \geq 1.58\text{N/mm}^2$)	$1.48 \sigma^{0.42}$	$1.46 \sigma^{0.18}$	0.45			0.03
軽石凝灰岩	1.65	$(\tau/0.78)^2=1+\sigma/0.33$ $\tau=1.47+\sigma \tan 11^\circ$	$(-0.33\text{N/mm}^2 \leq \sigma < 1.25\text{N/mm}^2)$ ($\sigma \geq 1.25\text{N/mm}^2$)	$1.16 \sigma^{0.37}$	$0.65 \sigma^{0.29}$	0.47			0.03
火山砕屑岩 (クリンカー質部)	1.94	$(\tau/0.13)^2=1+\sigma/0.01$ $\tau=1.06+\sigma \tan 14^\circ$	$(-0.01\text{N/mm}^2 \leq \sigma < 1.08\text{N/mm}^2)$ ($\sigma \geq 1.08\text{N/mm}^2$)	$1.10 \sigma^{0.51}$	$0.20 \sigma^{0.60}$	0.48			0.03
シルト岩	1.48	$(\tau/1.45)^2=1+\sigma/0.87$ $\tau=2.37+\sigma \tan 15^\circ$	$(-0.87\text{N/mm}^2 \leq \sigma < 4.27\text{N/mm}^2)$ ($\sigma \geq 4.27\text{N/mm}^2$)	$1.36 \sigma^{0.34}$	$0.89 \sigma^{0.21}$	0.44			0.03
シルト岩 (硬質部)	1.52	$(\tau/2.37)^2=1+\sigma/1.35$ $\tau=3.76+\sigma \tan 6^\circ$	$(-1.35\text{N/mm}^2 \leq \sigma < 2.49\text{N/mm}^2)$ ($\sigma \geq 2.49\text{N/mm}^2$)	$1.37 \sigma^{0.36}$	$0.90 \sigma^{0.20}$	0.45			0.03
安山岩溶岩 (塊状・規則性節理部)	2.40	$\tau=1.32+\sigma \tan 45^\circ$		$\sigma \tan 47^\circ$	2.18	0.19			0.03
安山岩溶岩 (塊状・不規則性節理部)	2.36	$\tau=1.53+\sigma \tan 29^\circ$		$\sigma \tan 47^\circ$	1.63	0.28			0.03
安山岩溶岩 (角礫状)	2.18	$(\tau/1.09)^2=1+\sigma/0.38$ $\tau=1.12+\sigma \tan 38^\circ$	$(-0.38\text{N/mm}^2 \leq \sigma < 0.05\text{N/mm}^2)$ ($\sigma \geq 0.05\text{N/mm}^2$)	$1.27 \sigma^{0.75}$	$1.70 \sigma^{0.62}$	0.46			0.03
デイサイト	2.39	$\tau=1.53+\sigma \tan 29^\circ$		$\sigma \tan 47^\circ$	1.63	0.26			0.03
玄武岩 (角礫状)	2.13	$(\tau/1.36)^2=1+\sigma/0.91$ $\tau=1.45+\sigma \tan 27^\circ$	$(-0.91\text{N/mm}^2 \leq \sigma < 0.79\text{N/mm}^2)$ ($\sigma \geq 0.79\text{N/mm}^2$)	$1.04 \sigma^{0.61}$	$2.17 \sigma^{0.26}$	0.30	0.03		
断層内物質	1.60	$\tau=0.23+\sigma \tan 21^\circ$		$\tau=0.19+\sigma \tan 21^\circ$	$G=0.0265 \sigma^{0.36}$	0.48	$G_0=0.181 \sigma^{0.49}$ $G_d/G_0=1/(1+\gamma/0.0015)$	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	$\tau=0.24+\sigma \tan 19^\circ$		$\tau=0.19+\sigma \tan 18^\circ$	$G=0.0412 \sigma^{0.22}$	0.48	$G_0=0.116 \sigma^{0.39}$ $G_d/G_0=1/(1+\gamma/0.0039)$	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
火山砕屑岩 (風化部)	1.57	$\tau=0.07+\sigma \tan 8^\circ$		$\tau=0.07+\sigma \tan 7^\circ$	$0.121 \sigma^{0.65}$	0.48	$G_0=0.115 \sigma^{0.25}$ $G_d/G_0=1/(1+\gamma/0.0010)$	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	$\tau=0.39+\sigma \tan 20^\circ$		$\tau=0.39+\sigma \tan 19^\circ$	$0.143 \sigma^{0.66}$	0.49	$G_0=0.69$ $G_d/G_0=1/(1+\gamma/0.0008)$	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	$\tau=0.03+\sigma \tan 10^\circ$		$\tau=0.02+\sigma \tan 10^\circ$	$0.123 \sigma^{0.53}$	0.48	$G_0=0.142 \sigma^{0.55}$ $G_d/G_0=1/(1+\gamma/0.0015)$	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	$\tau=0.25+\sigma \tan 14^\circ$		$\tau=0.25+\sigma \tan 14^\circ$	$0.053 \sigma^{0.31}$	0.48	$G_0=0.563 \sigma^{0.61}$ $G_d/G_0=1/(1+\gamma/0.0004)$	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

表-2(2) 解析用物性値(動的変形特性)

速度層区分	岩盤区分	動せん断弾性係数 G_d ($\times 10^3 \text{N/mm}^2$)	動ポアソン比 ν_d
②	細粒凝灰岩	1.10	0.38
	淡灰色火山礫凝灰岩	1.26	
	暗灰色火山礫凝灰岩	1.34	
	凝灰角礫岩	1.41	
③	細粒凝灰岩	1.99	0.39
	粗粒凝灰岩	2.40	
	暗灰色火山礫凝灰岩	2.45	
	火山碎屑岩 (クリンカー質部)	2.43	
	シルト岩	1.86	
	安山岩溶岩 (塊状・規則性節理部)	3.01	
	安山岩溶岩 (塊状・不規則性節理部)	2.96	
安山岩溶岩 (角礫状)	2.73		
④	粗粒凝灰岩	0.78	0.43
	暗灰色火山礫凝灰岩	0.80	
	酸性凝灰岩	0.69	
	軽石凝灰岩	0.68	
	火山碎屑岩 (クリンカー質部)	0.79	
	シルト岩	0.61	
	シルト岩 (硬質部)	0.62	
⑤	酸性凝灰岩	1.37	0.38
	軽石凝灰岩	1.34	
	シルト岩 (硬質部)	1.23	
	玄武岩 (角礫状)	1.73	
北②	粗粒凝灰岩	0.46	0.45
	酸性凝灰岩	0.41	
	シルト岩	0.36	
	シルト岩 (硬質部)	0.36	
北③	酸性凝灰岩	0.76	0.43
	軽石凝灰岩	0.74	
	シルト岩	0.66	
	シルト岩 (硬質部)	0.68	
	デイサイト	1.07	
北④	デイサイト	6.35	0.39

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

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

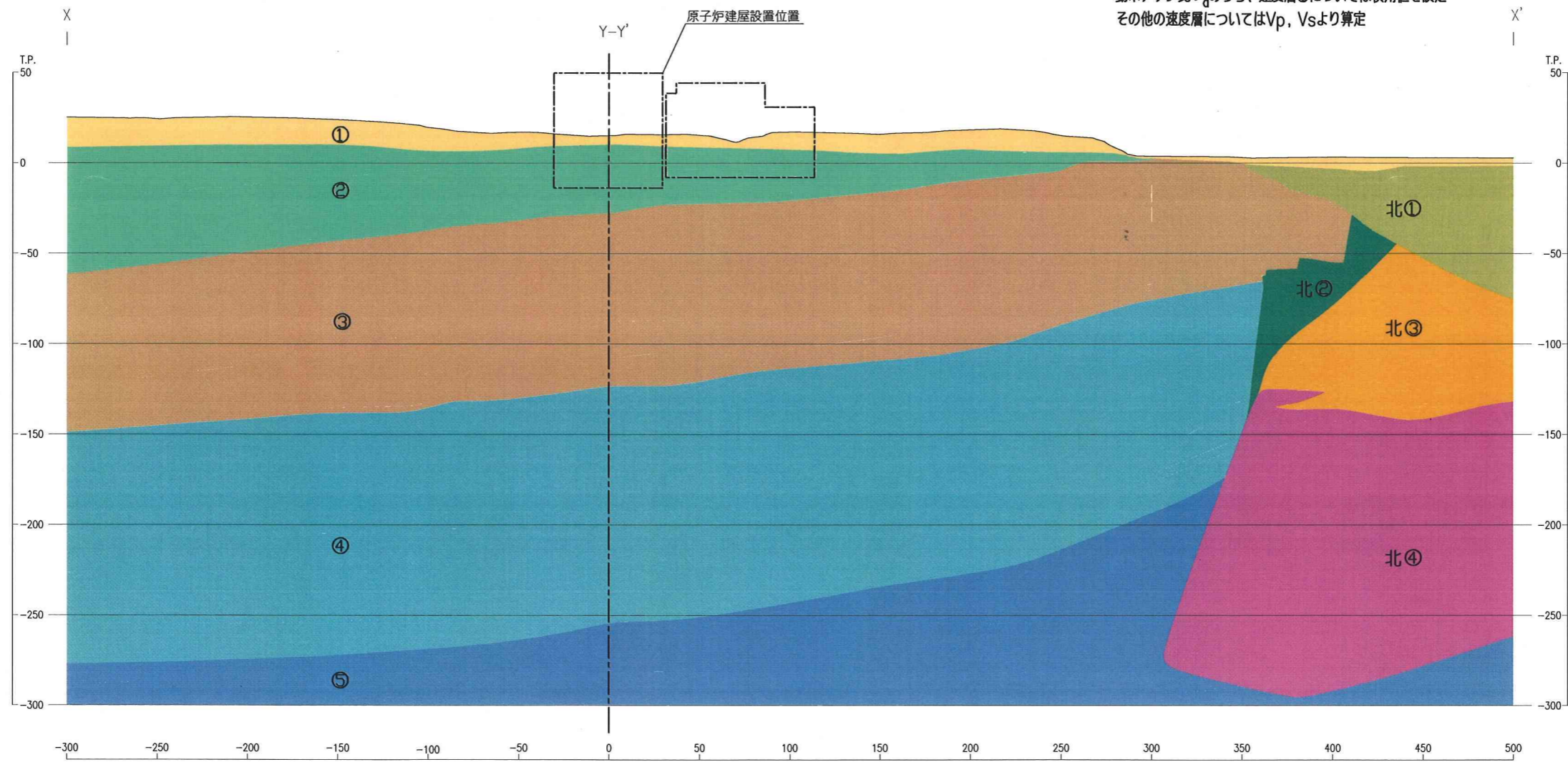


図-4(1) PS検層による速度層断面図(X-X'断面)

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

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

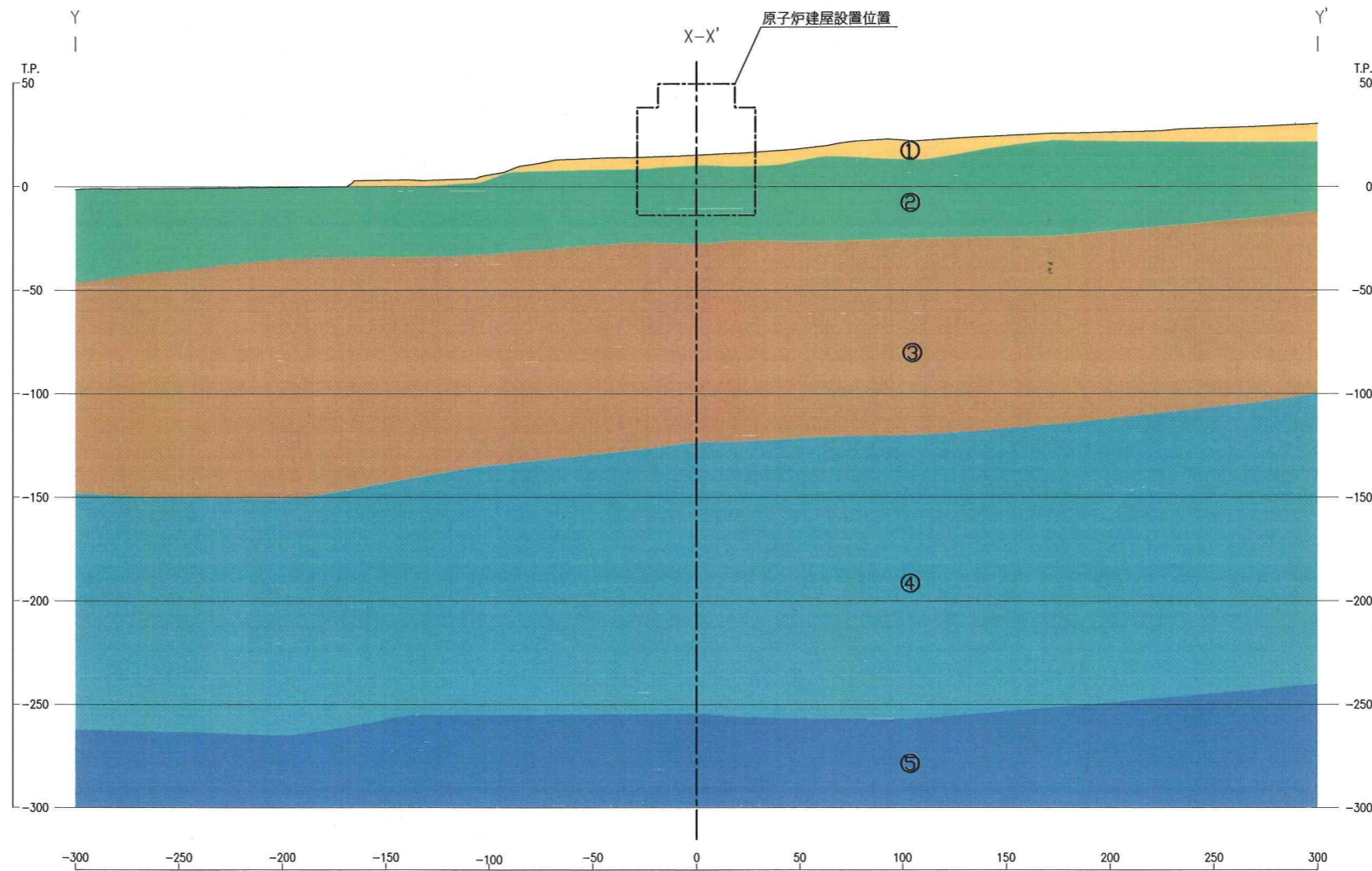


図-4(2) PS検層による速度層断面図(Y-Y'断面)

4. 地震力

(1) 慣用法及び静的FEM解析

水平方向：地盤に0.2G，各建屋には層せん断力係数 $3.0C_1$ に基づく地震力

鉛直方向：地盤に0.1G，各建屋に0.24G

(2) 動的FEM解析（図-5）

水平方向：基準地震動 S_2-D を炉心位置において次元応答解析により入力基盤面（T.P.-300m）まで引戻した地震波

鉛直方向：地盤に0.1G，各建屋には基準地震動 S_2-D の最大加速度の1/2の震度

5. 地下水位（図-6）

解析用の地下水位は，図-6に示すとおり地表面及び基礎スラブ上面に設定している。

6. 境界条件

(1) 静的FEM解析（図-7）

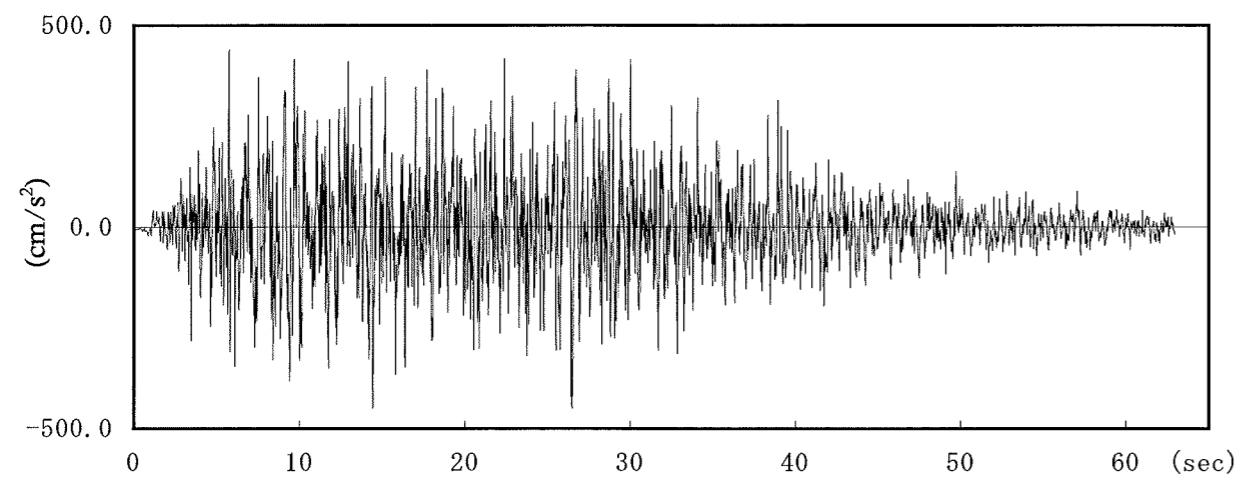
モデル下端：固定境界

モデル側方：常時応力及び鉛直地震力による増分応力算定時には鉛直ローラ，水平地震力による増分応力算定時には水平ローラ

(2) 動的FEM解析（図-8）

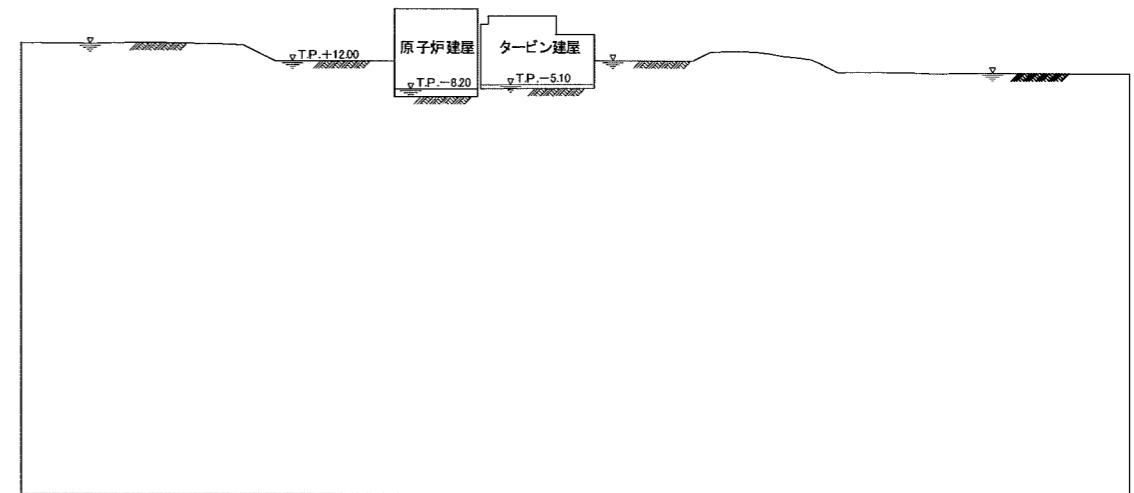
モデル下端：粘性境界

モデル側方：エネルギー伝達境界

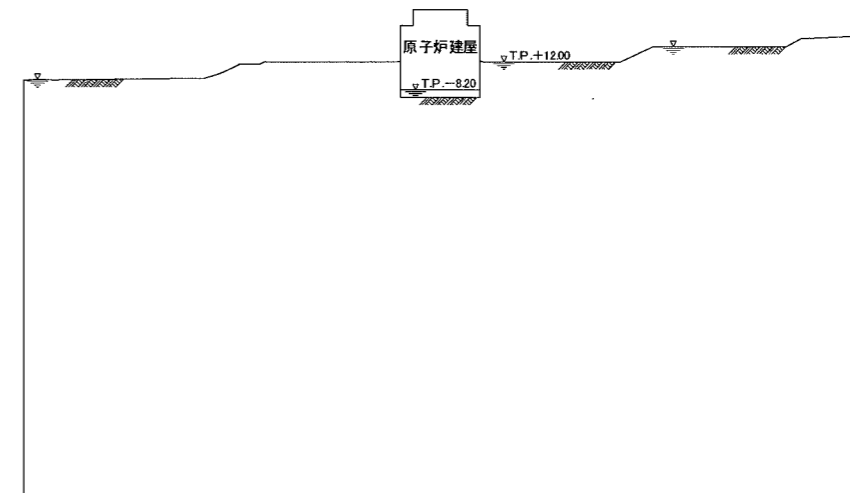


最大加速度 450cm/s²

図-5 基準地震動S₂-Dの加速度時刻歴

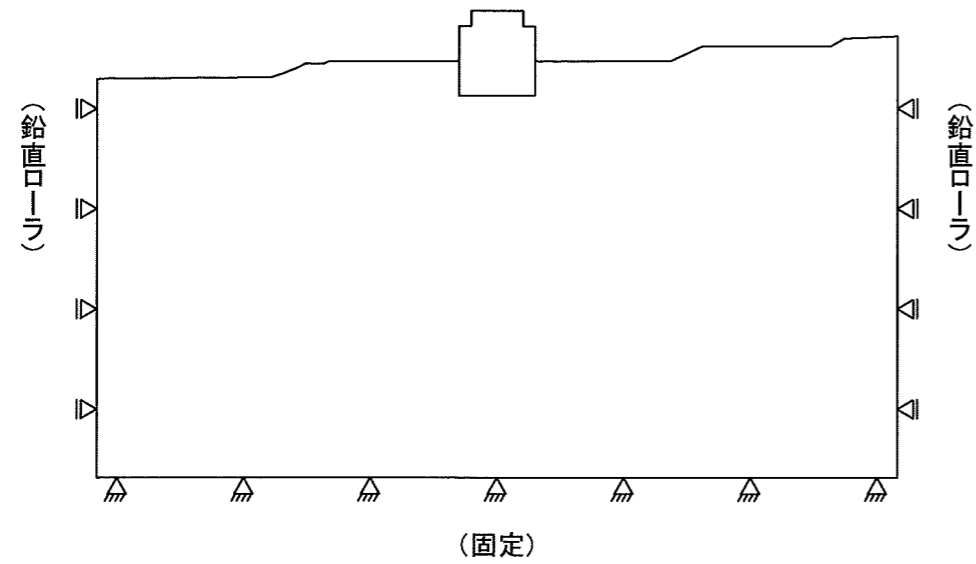


X-X' 断面



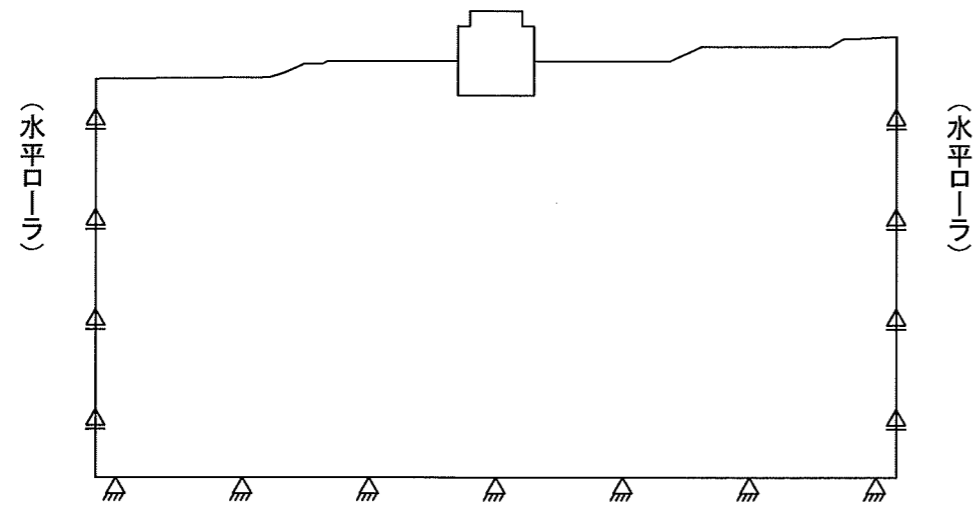
Y-Y' 断面

図-6 地下水位設定図



(固定)

常時応力及び鉛直地震力による増分応力算定時



(固定)

水平地震力による増分応力算定時

図-7 静的FEM解析における境界条件

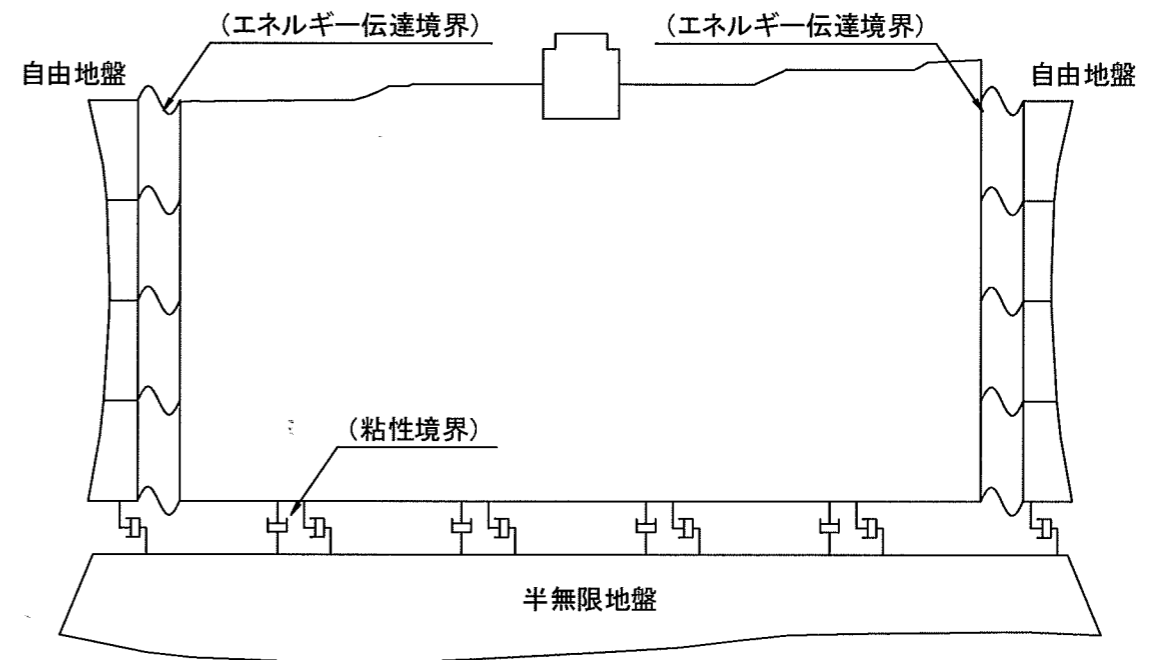


図-8 動的FEM解析における境界条件

【解析結果】

表-3 支持力に対する検討結果

水平地震力方向 鉛直地震力方向		常時	地震時								
			X-X'				Y-Y'				
			↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	
建屋荷重	鉛直力・有効鉛直力 ¹⁾ (N)	鉛直力 210.23×10 ⁷	有効鉛直力 191.78×10 ⁷	鉛直力 159.77×10 ⁷	有効鉛直力 141.33×10 ⁷	鉛直力 260.69×10 ⁷	有効鉛直力 242.24×10 ⁷	鉛直力 159.77×10 ⁷	有効鉛直力 141.33×10 ⁷	鉛直力 260.69×10 ⁷	有効鉛直力 242.24×10 ⁷
	転倒モーメント ²⁾ (N・m)	—	2,623.3×10 ⁷				2,651.9×10 ⁷				
	水平力 ²⁾ (N)	—	89.56×10 ⁷				89.56×10 ⁷				
3) 解析結果 (接地圧分布)	浮力を考慮 しない場合										
	浮力を考慮 した場合										

注1) 有効鉛直力では浮力を考慮 注2) 3C₁による 注3) ○は常時、地震時それぞれの最大値を示す

表-4 支持力に対する検討に用いる物性値

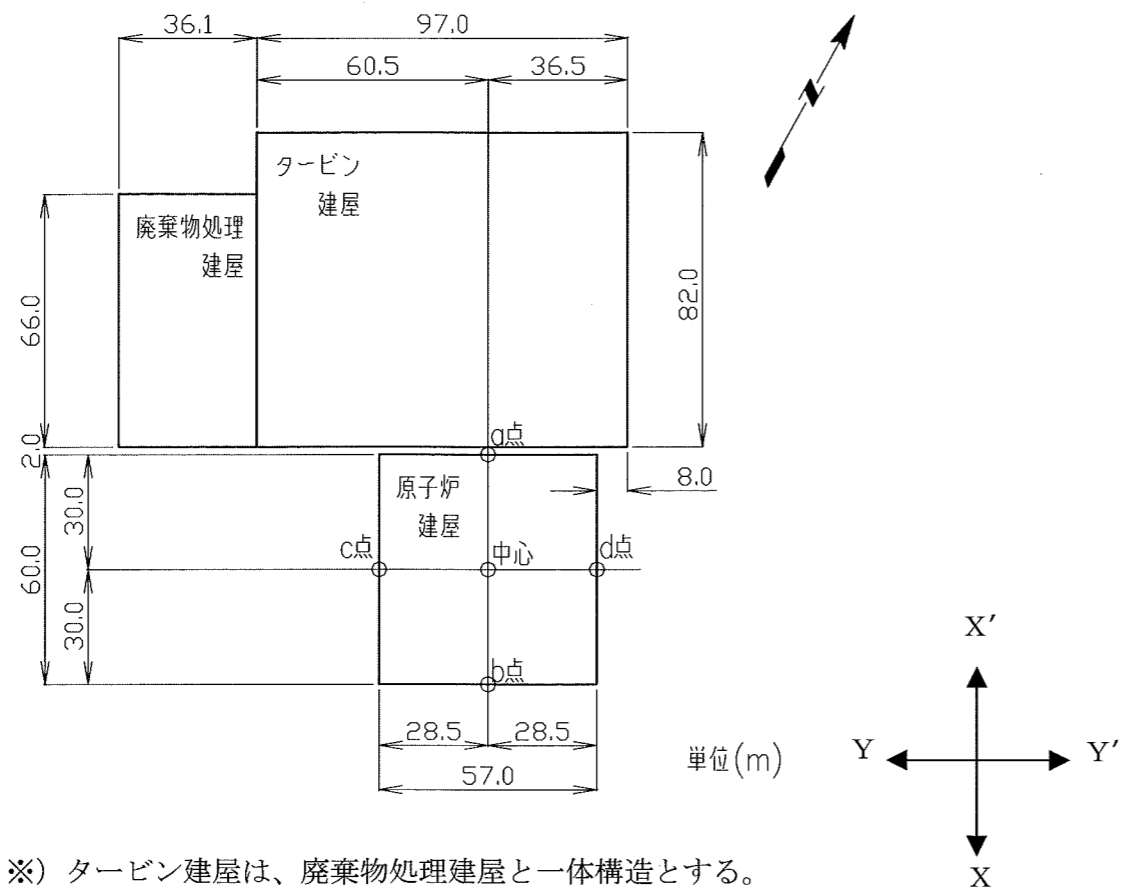
物性	物性値	設定の考え方	
支持力 q _u (N/mm ²)	長期	6.1	支持力試験による上限降伏値
	短期	13.8以上	支持力試験による極限支持力

表-5 すべり安全率（原子炉建屋平面すべり）

水平地震力方向	鉛直地震力方向	抵抗力(N)	せん断力(N)	すべり安全率
X-X'	↑	200.7×10^7	89.56×10^7	2.2
	↓	340.1×10^7	89.56×10^7	3.7
Y-Y'	↑	190.1×10^7	89.56×10^7	2.1
	↓	333.9×10^7	89.56×10^7	3.7

表-6 原子炉建屋平面すべりの検討に用いる物性値

物性	物性値	設定の考え方
せん断強度 c (N/mm ²)	0.52	ブロックせん断試験
内部摩擦角 ϕ (°)	35	



物性	物性値	設定の考え方
弾性係数 E (N/mm^2)	1.62×10^3	岩盤変形試験による割線弾性係数
ポアソン比 ν	0.44	一軸圧縮試験及び三軸圧縮試験
クリープ係数 α	0.14	三軸クリープ試験

図-9 原子炉建屋の沈下に対する検討位置及び物性値

表-7 原子炉建屋の沈下に対する検討結果

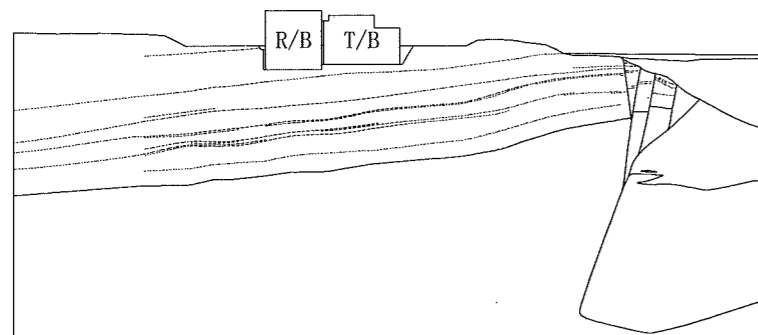
		沈下量算定位置				
		中心	a点	b点	c点	d点
原子炉建屋荷重による沈下量 (cm)		2.31	1.57	1.57	1.58	1.58
タービン建屋荷重による沈下	沈下量 (cm)	0.85	1.43	0.61	0.88	0.75
	不同沈下量 (cm)	—	0.82		0.13	
	傾斜	—	1/7,300		1/44,000	
原子炉建屋及びタービン建屋荷重による沈下量 (cm)		3.16	3.00	2.18	2.46	2.33

※) タービン建屋は、廃棄物処理建屋と一体構造とする。

表-8(1) すべり安全率 (基本解析, 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		
			動的 FEM	慣用法 (Janbu法)	静的 FEM
1			8.2	2.5	5.9
				2.5	6.9
			8.1	4.2	5.9
				4.2	7.2
2			9.5	5.4	7.1
				6.0	7.7
			9.5	6.5	7.2
				6.6	7.8
3			6.7	6.6	7.3
				4.5	5.9
			6.9	7.2	7.2
				5.3	6.2
4			4.4	7.0	4.9
				2.8	4.0
			4.5	6.8	4.9
				3.4	4.3

すべり線 番号	すべり線形状	地震力 方向	すべり安全率		
			動的 FEM	慣用法 (Janbu法)	静的 FEM
5			4.6	6.9	5.2
				3.1	4.3
			4.8	6.6	5.0
				3.5	4.6
6			4.5	6.5	4.9
				2.9	4.1
			4.6	6.9	5.0
				3.5	4.3
7			4.6	6.7	5.1
				3.1	4.4
			4.9	6.8	5.1
				3.6	4.7
8			3.6	5.3	3.4
			2.4	2.4	3.3
			3.7	5.2	3.3
				2.6	3.4
9			4.1	4.9	3.6
				2.8	3.6
			4.0	5.6	3.8
				3.2	3.5



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-8(2) すべり安全率 (基本解析, 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		
			動的 FEM	慣用法 (Janbu 法)	静的 FEM
1		↖↗	7.3	2.2	7.4
		↗↖		2.2	6.6
		↖↗	7.4	4.1	7.7
		↗↖		4.1	7.0
2		↖↗	11.7	4.2	7.7
		↗↖		8.4	8.9
		↖↗	11.7	6.5	7.9
		↗↖		9.7	9.3
3		↖↗	9.4	6.1	9.4
		↗↖		6.1	7.6
		↖↗	9.4	7.3	9.6
		↗↖		7.2	7.8
4		↖↗	15.1	12.1	12.2
		↗↖		33.9	14.6
		↖↗	14.4	19.0	13.0
		↗↖		25.3	14.2

すべり線 番号	すべり線形状	地震力 方向	すべり安全率		
			動的 FEM	慣用法 (Janbu 法)	静的 FEM
5		↖↗	9.9	19.7	33.9
		↗↖		14.0	11.2
		↖↗	9.9	17.6	35.7
		↗↖		16.0	11.4
6		↖↗	10.9	14.5	16.0
		↗↖		11.7	10.1
		↖↗	10.8	13.4	16.5
		↗↖		12.7	10.3
7		↖↗	6.6	5.9	8.2
		↗↖		5.9	5.8
		↖↗	6.6	5.9	8.2
		↗↖		6.0	5.8
8		↖↗	3.9	4.0	5.4
		↗↖		4.4	3.6
		↖↗	4.0	4.1	5.4
		↗↖		4.4	3.6

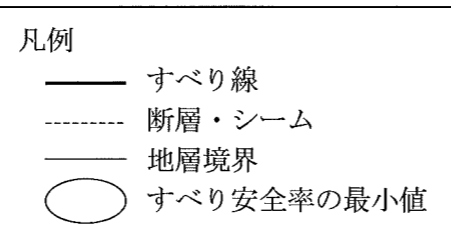
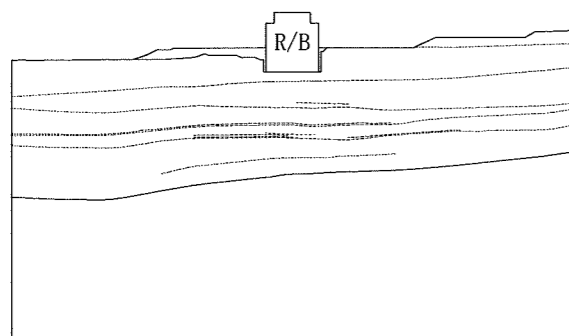
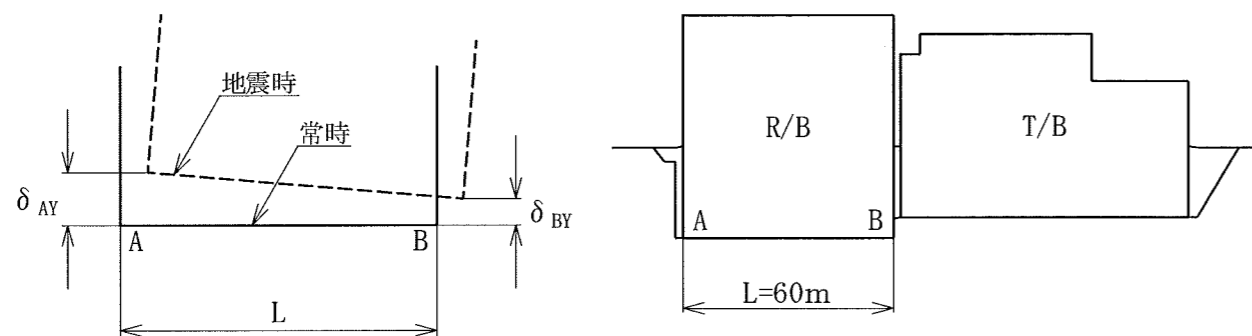


表-9(1) 原子炉建屋基礎底面の傾斜（基本解析，X-X'断面）

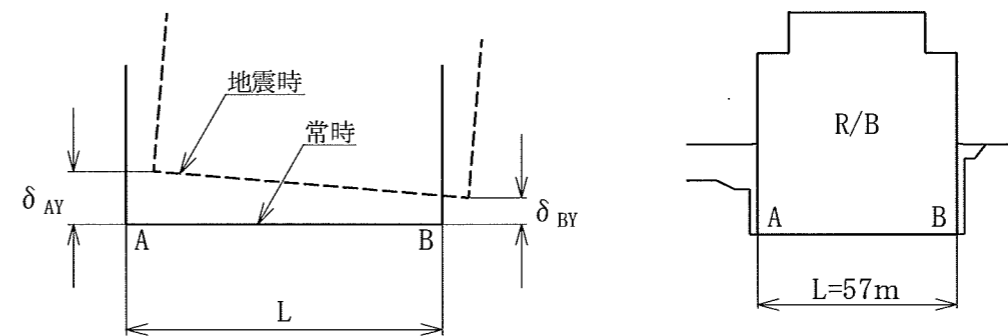
	地震力方向	最大相対変位量 (鉛直方向)	最大傾斜
		$\delta_{AY} - \delta_{BY}$ (cm)	$\frac{ \delta_{AY} - \delta_{BY} }{L}$
動的FEM	—	0.50	1/12,000
静的FEM		-1.33	1/4,500
		0.94	1/6,400
		-0.94	1/6,400
		1.33	1/4,500

表-9(2) 原子炉建屋基礎底面の傾斜（基本解析，Y-Y'断面）

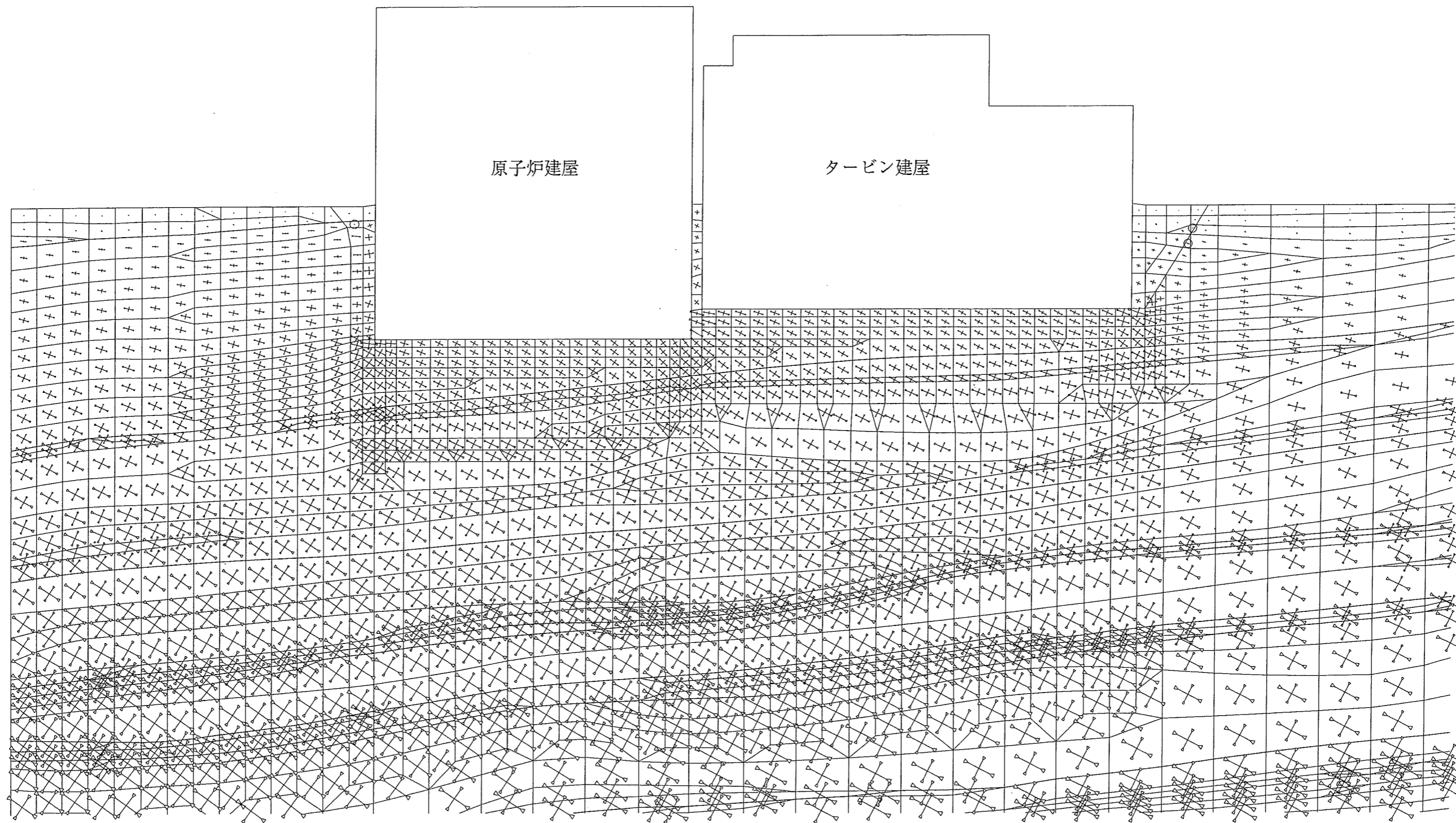
	地震力方向	最大相対変位量 (鉛直方向)	最大傾斜
		$\delta_{AY} - \delta_{BY}$ (cm)	$\frac{ \delta_{AY} - \delta_{BY} }{L}$
動的FEM	—	0.36	1/16,000
静的FEM		-1.73	1/3,300
		1.66	1/3,400
		-1.66	1/3,400
		1.73	1/3,300



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。



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。

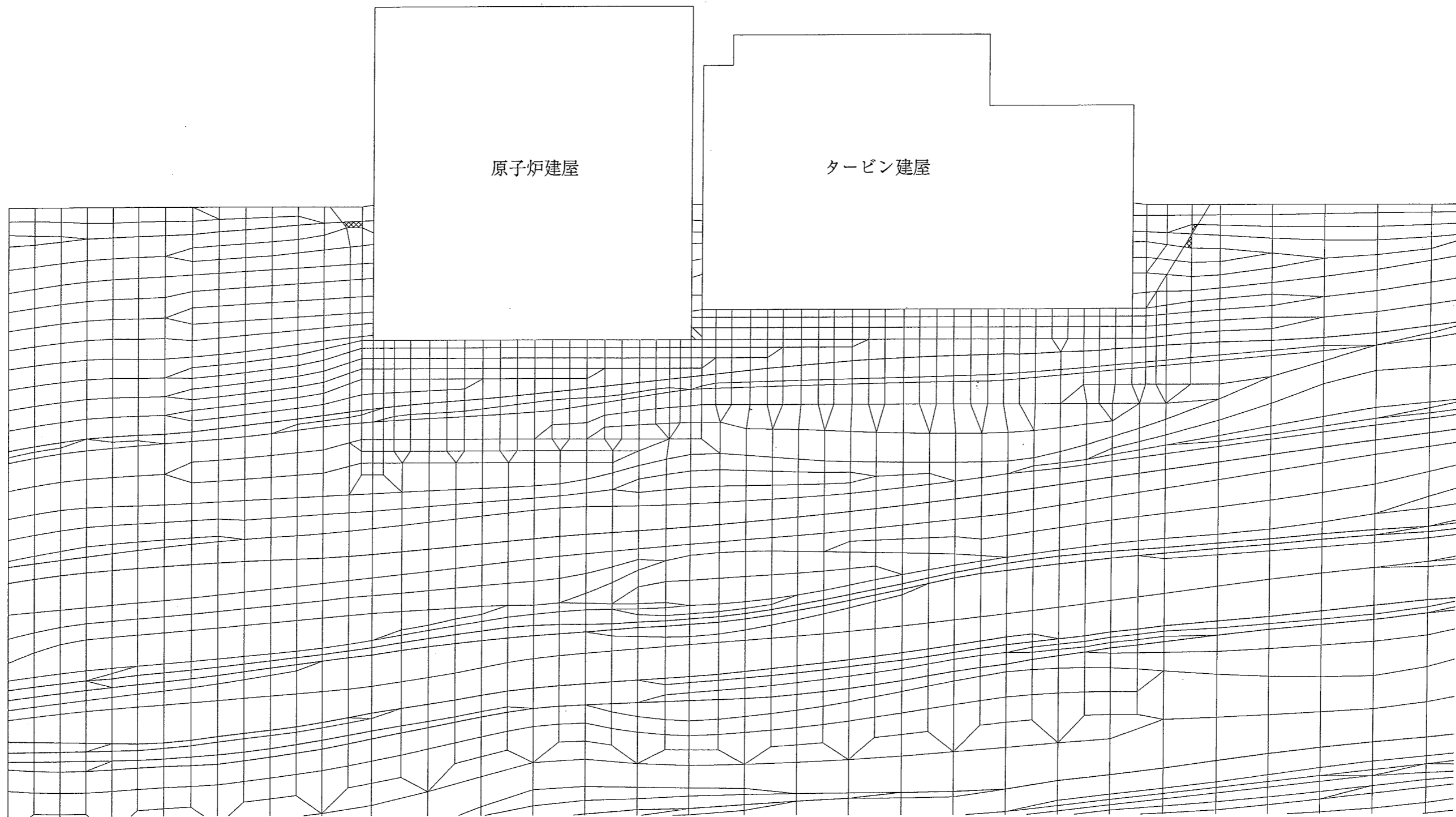


3.0 N/mm²
 □ : 圧縮
 ◁▷ : 引張

0 10 20 30 40 50 (m)

図-10(1) 主応力図

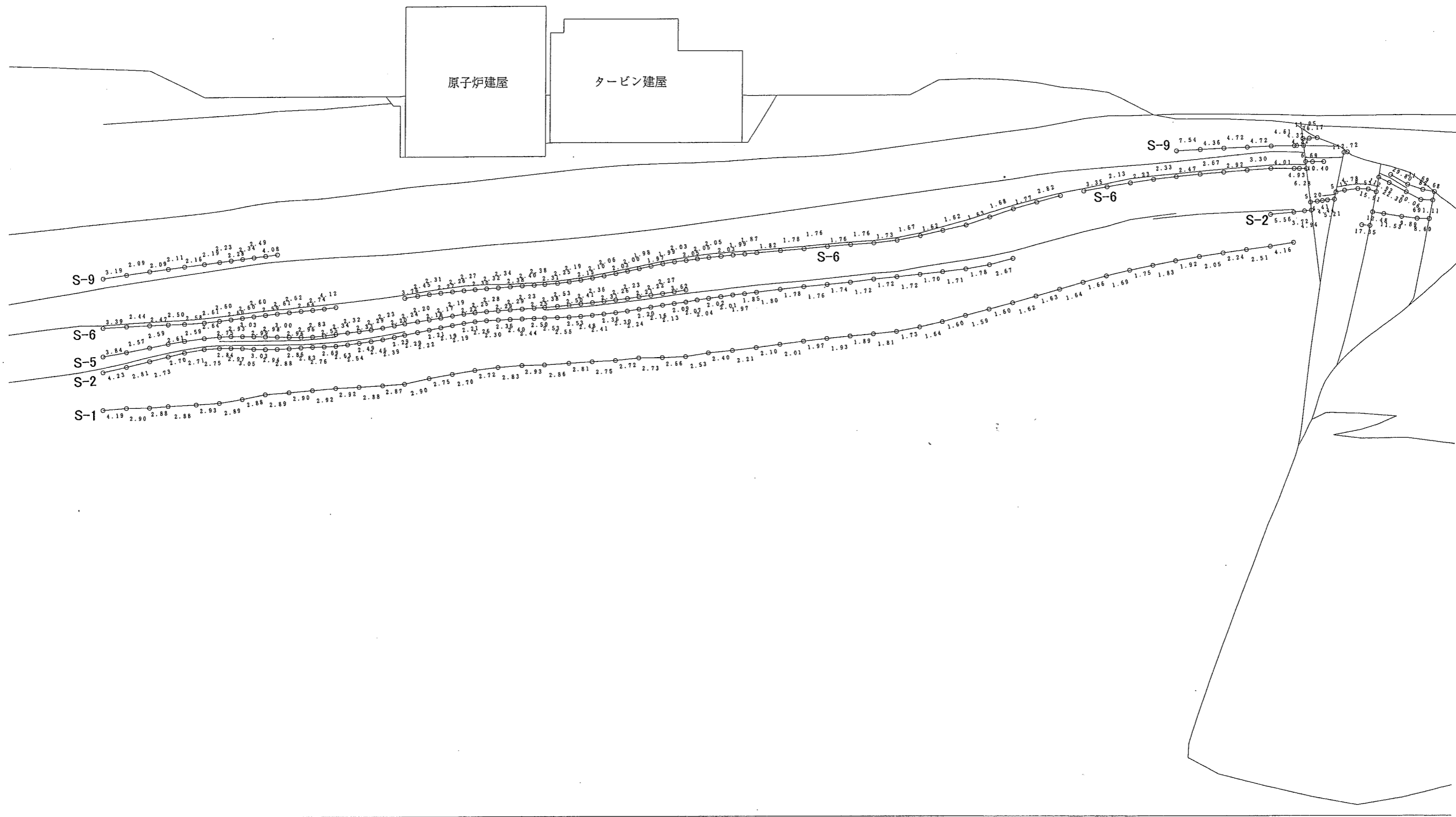
(基本解析 動的FEM解析, X-X'断面, 鉛直地震力方向↑, t=14.82秒)



- : 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-10(2) 要素ごとの安全率 (基礎岩盤)
 (基本解析 動的FEM解析, X-X'断面, 鉛直地震力方向↑, t=14.82秒)



0 20 40 60 80 100 (m)

図-10(3) 要素ごとの安全率 (シーム 1/2)

(基本解析 動的FEM解析, 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

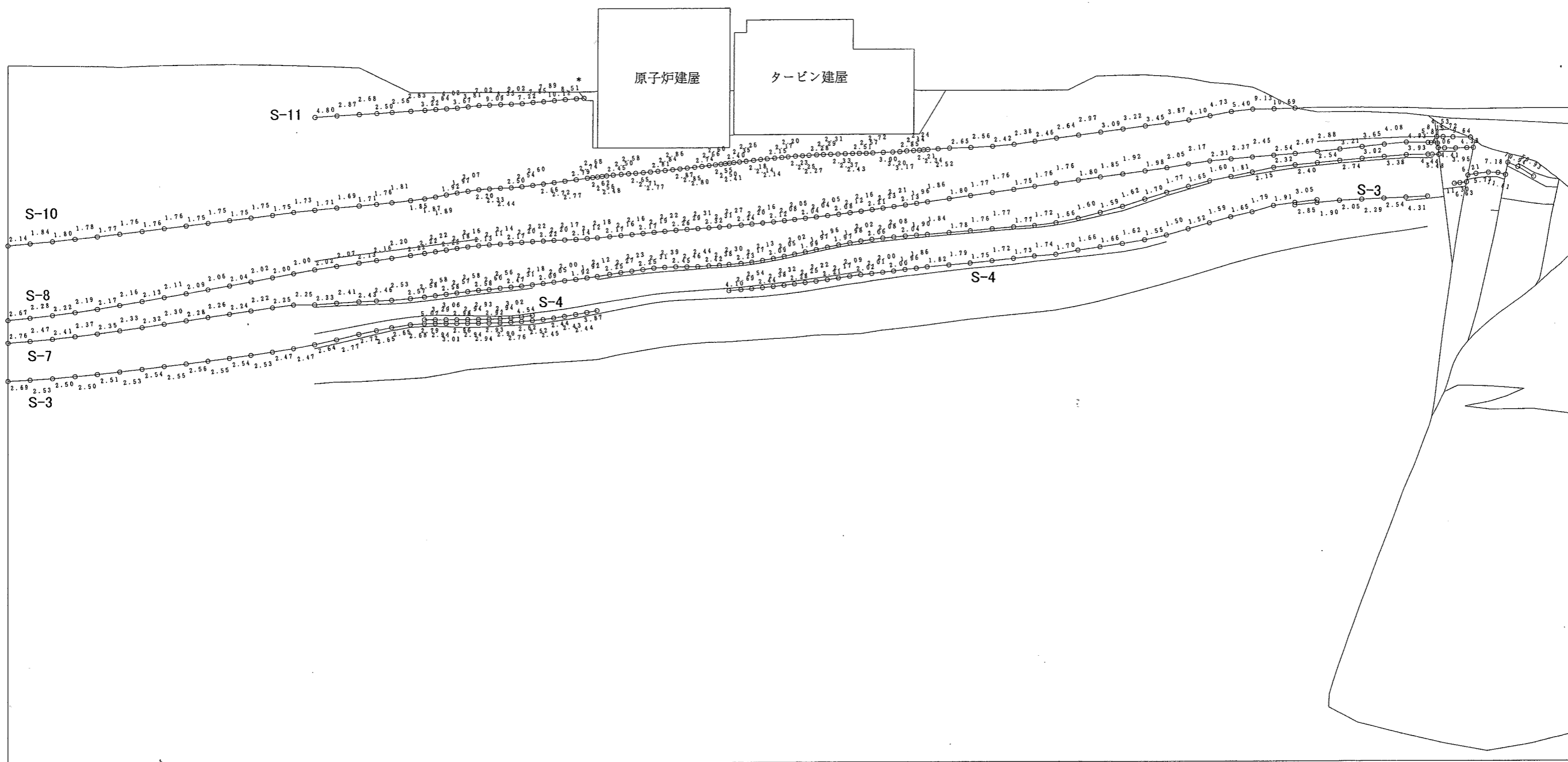


図-10(4) 要素ごとの安全率 (シーム 2/2)

(基本解析 動的FEM解析, 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

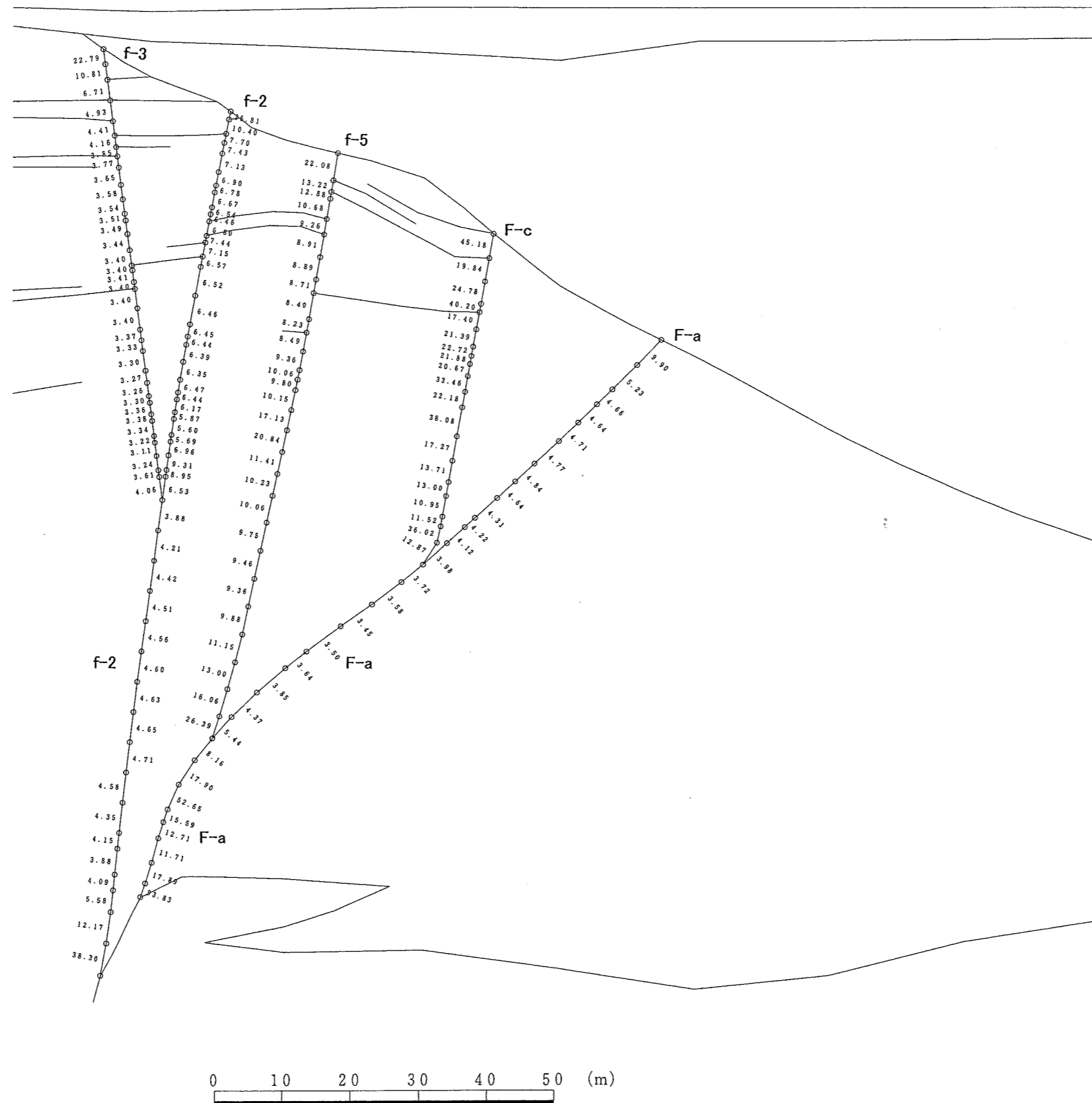
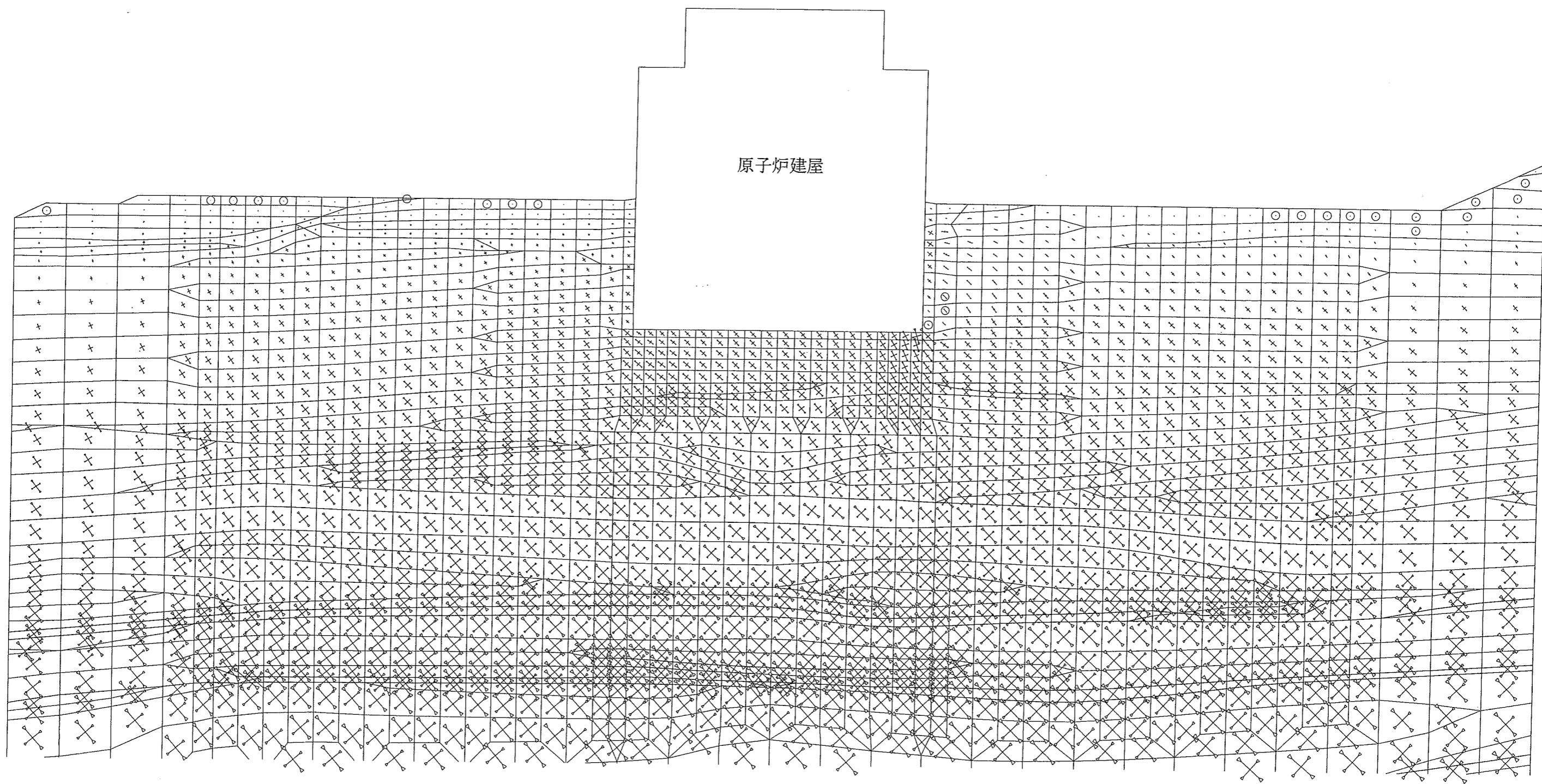


図-10(5) 要素ごとの安全率 (断層)

(基本解析 動的FEM解析, 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



原子炉建屋

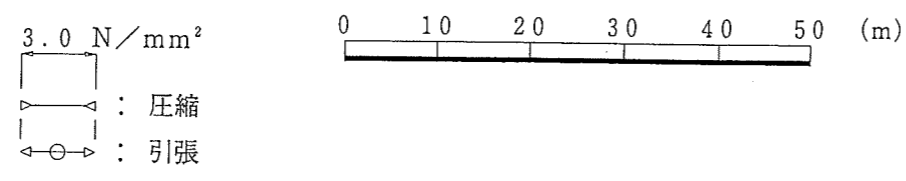
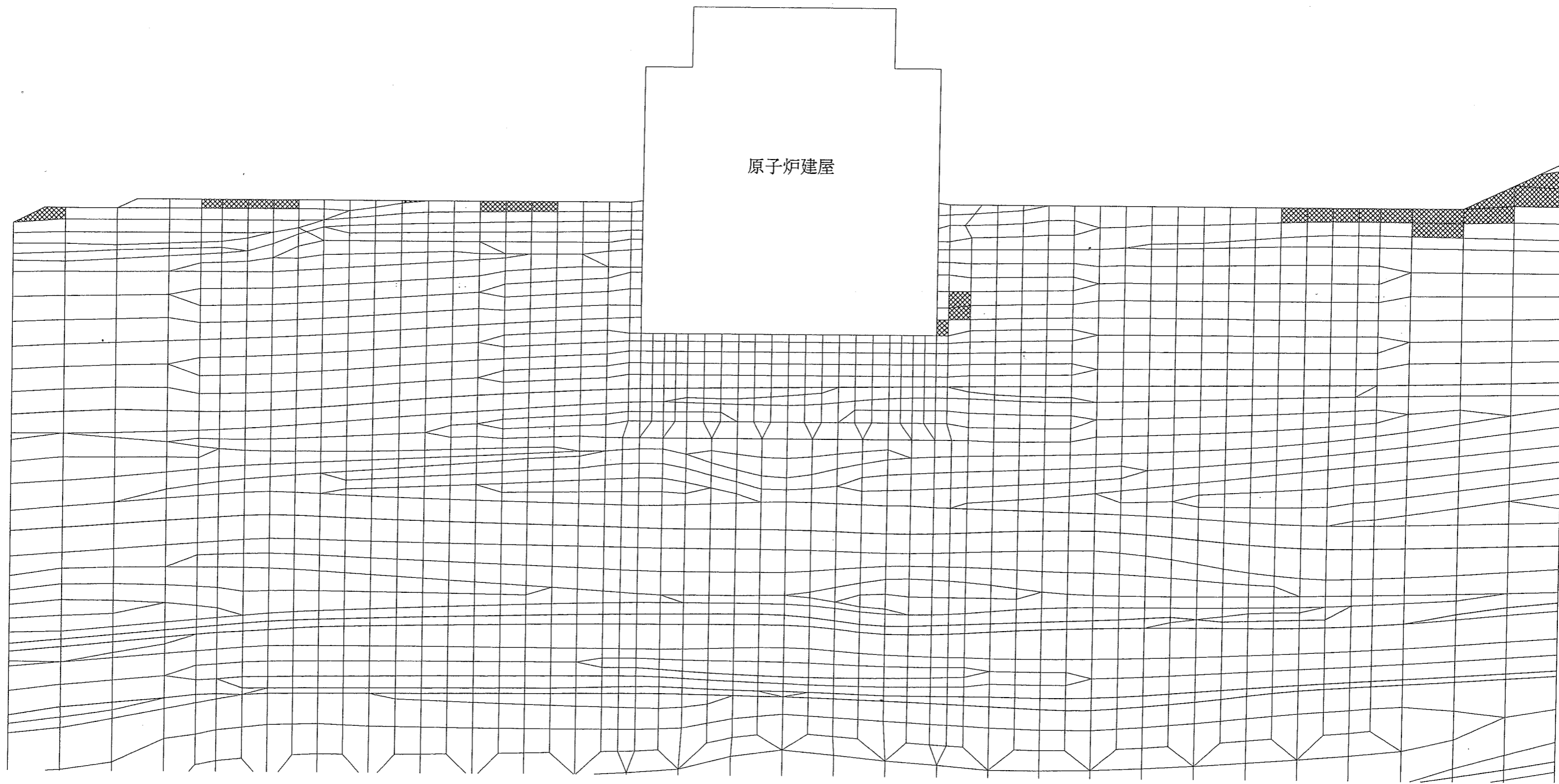


图-10(6) 主应力图
 (基本解析 動的 FEM 解析, Y-Y' 断面, 鉛直地震力方向 ↑, t = 14.84 秒)



- : 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-10(7) 要素ごとの安全率 (基礎岩盤)
 (基本解析 動的FEM解析, Y-Y'断面, 鉛直地震力方向↑, t=14.84秒)

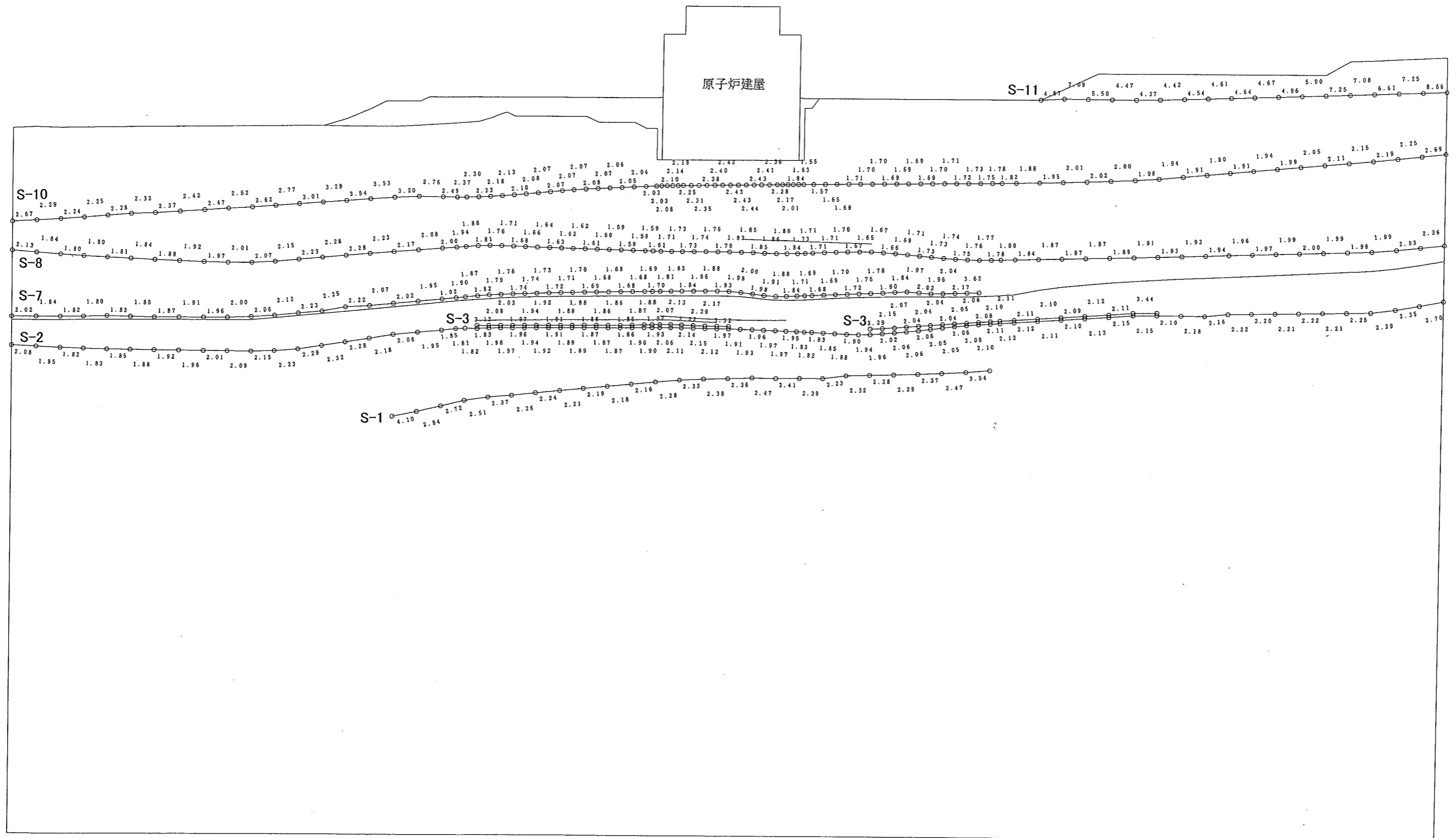
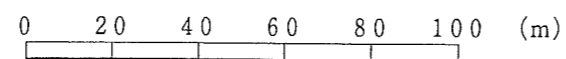


図-10(8) 要素ごとの安全率 (シーム 1/2)

(基本解析 動的FEM解析, Y-Y'断面, 鉛直地震力方向↑, t=14.84秒)

- * : 引張応力が発生した要素
- # : せん断強度に達した要素



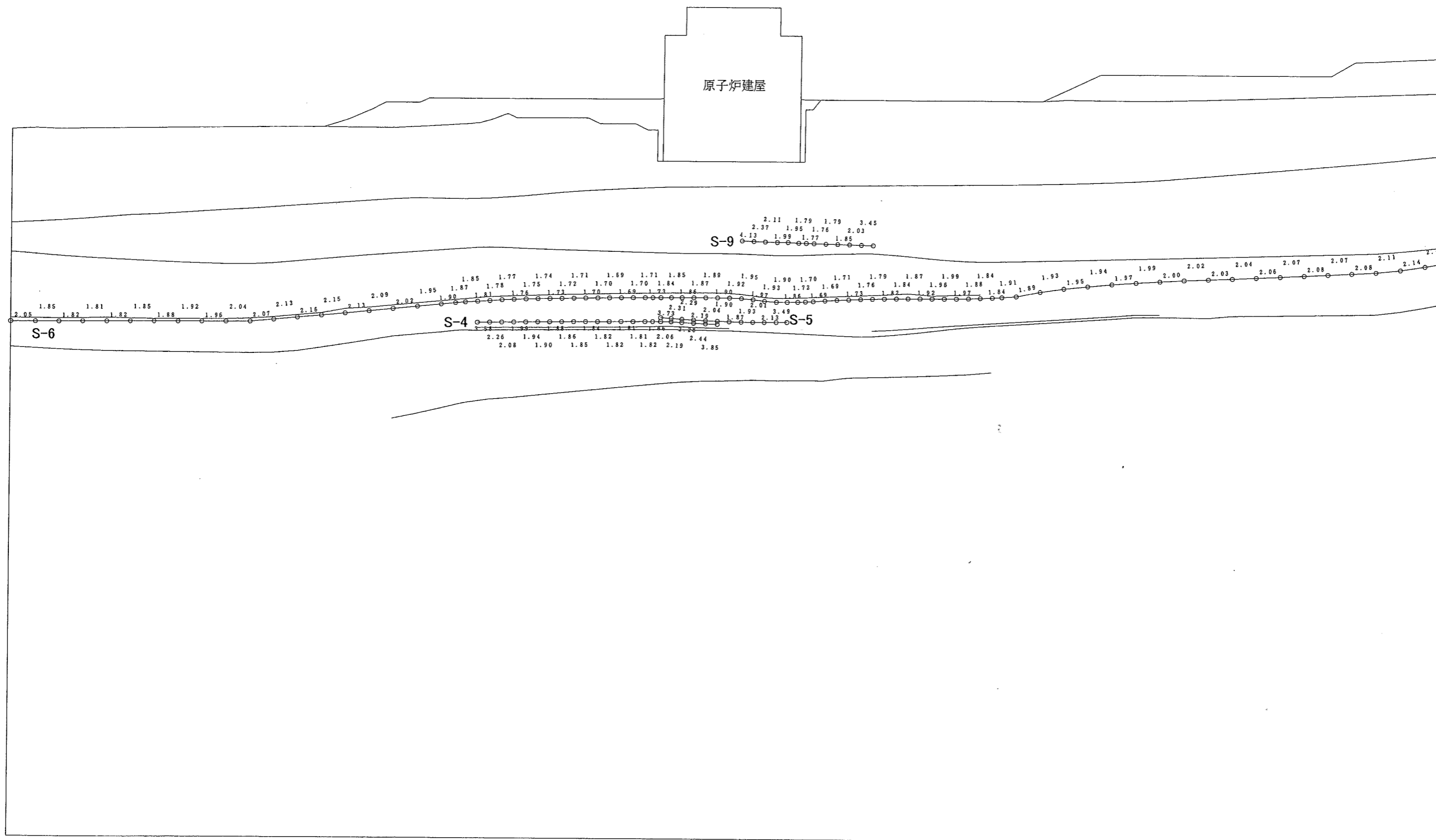


図-10(9) 要素ごとの安全率 (シーム 2/2)
(基本解析 動的FEM解析, Y-Y'断面, 鉛直地震力方向↑, t = 14.84 秒)

* : 引張応力が発生した要素
: せん断強度に達した要素

