

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
(比較検討)

平成19年3月
原子力発電安全審査課

目 次

1. 検討目的.....	1
2. 原子炉建屋基礎地盤の安定性検討.....	2
2.1 断層内物質及びシームの物性のばらつきを考慮して強度特性を低減させた検討.....	2
2.1.1 解析条件.....	2
2.1.2 解析結果及びまとめ.....	2
2.2 断層内物質及びシームの物性のばらつきを考慮して変形特性を低減させた検討.....	8
2.2.1 解析条件.....	8
2.2.2 解析結果及びまとめ.....	8
2.3 シームの応力履歴を考慮して強度特性を低減させた検討.....	15
2.3.1 解析条件.....	15
2.3.2 解析結果及びまとめ.....	16
2.4 シームの風化部を考慮して強度特性を低減させた検討.....	22
2.4.1 シームの強度を低減させる範囲.....	22
2.4.2 解析条件.....	22
2.4.3 解析結果及びまとめ.....	23
2.5 燃料補助建屋を付加したモデルによる検討.....	27
2.5.1 解析条件.....	27
2.5.2 解析結果及びまとめ.....	27

2.6	T. P. +4.8mまでMMRによる建屋埋込み効果を考慮した検討	39
2.6.1	解析条件	39
2.6.2	解析結果及びまとめ	39
2.7	岩盤のひずみ依存性を考慮して変形特性を低減させた検討	51
2.7.1	解析条件	51
2.7.2	解析結果及びまとめ	52
2.8	まとめ	57
3.	燃料補助建屋基礎地盤の安定性検討	58
3.1	解析概要	58
3.2	慣用法による安定性検討	59
3.2.1	解析条件	59
3.2.2	解析手法	59
3.2.3	解析結果	61
3.3	動的FEM解析による安定性検討	62
3.3.1	解析条件	62
3.3.2	解析手法	63
3.3.3	解析結果	66
3.4	まとめ	70
3.4.1	慣用法による安定性検討	70
3.4.2	動的FEM解析による安定性検討	70

1. 検討目的

「原子炉建屋基礎地盤の安定性検討」（意見聴取会資料「04-大間設C-40改」）（以下「基本検討」という。）に加え，地盤物性の不確かさの評価として，基礎地盤の安定性に支配的な影響を与える弱層の物性のばらつき等の検討として，申請者が実施した以下の解析結果について検討を行う。

- ① 断層内物質及びシームの物性のばらつきを考慮して強度特性を低減させた解析
- ② 断層内物質及びシームの物性のばらつきを考慮して変形特性を低減させた解析
- ③ シームの応力履歴を考慮して強度特性を低減させた解析
- ④ シームの風化部を考慮して強度特性を低減させた解析
- ⑤ 燃料補助建屋を付加したモデルによる解析
- ⑥ T. P. +4.8mまで MMR による建屋埋込み効果を考慮した解析
- ⑦ 岩盤のひずみ依存性を考慮して変形特性を低減させた解析

また，申請者が実施した燃料補助建屋基礎地盤の安定性検討について評価を行う。

2. 原子炉建屋基礎地盤の安定性検討

2.1 断層内物質及びシームの物性のばらつきを考慮して強度特性を低減させた検討

申請者は、地盤物性のばらつきを考慮した解析として、断層内物質及びシームの強度を平均値から 1σ (σ : 標準偏差) 低減させた場合について、以下のとおり検討している。

2.1.1 解析条件

基本検討の動的 FEM 解析においてすべり安全率が最も小さい X-X' 断面の S_5-1 波のケースを対象に、断層内物質及びシームの強度特性を低減させた解析を行っている。

解析用物性値は、断層内物質及びシームのせん断強度と残留強度を基本検討で用いている平均値から 1σ 低減させた値に設定している。

平均値から 1σ 低減させた断層内物質及びシームの強度特性を表 2.1.1、図 2.1.1 及び図 2.1.2 に示す。

断層内物質及びシームの強度特性以外の解析条件については、基本検討と同じである。

2.1.2 解析結果及びまとめ

(1) すべりに対する解析結果

a. 断層及びシームの要素ごとの安全率

断層及びシームの要素ごとの安全率を参考図集の図 2.1.1 に示す。

基本検討の結果と比較して要素ごとの安全率は低下するものの、新たに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。

b. すべり安全率

基本検討において設定した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、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-2.1.2に示す。

断層内物質及びシームの強度特性を低減させた検討の最小すべり安全率は2.9であり、すべりに対して十分な安全性を有している。

なお、基本検討の最小すべり安全率は3.4である。

表-2.1.1 断層内物質及びシームの強度特性
 (断層内物質及びシームの強度特性を低減させた検討)

	基本検討		断層内物質及びシームの 強度特性を低減させた検討	
	せん断強度 (N/mm ²)	残留強度 (N/mm ²)	せん断強度 (N/mm ²)	残留強度 (N/mm ²)
断層内物質	$\tau = 0.23 + \sigma \tan 21^\circ$	$\tau = 0.19 + \sigma \tan 21^\circ$	$\tau = 0.18 + \sigma \tan 21^\circ$	$\tau = 0.13 + \sigma \tan 21^\circ$
シーム	$\tau = 0.24 + \sigma \tan 19^\circ$	$\tau = 0.19 + \sigma \tan 18^\circ$	$\tau = 0.18 + \sigma \tan 19^\circ$	$\tau = 0.13 + \sigma \tan 18^\circ$

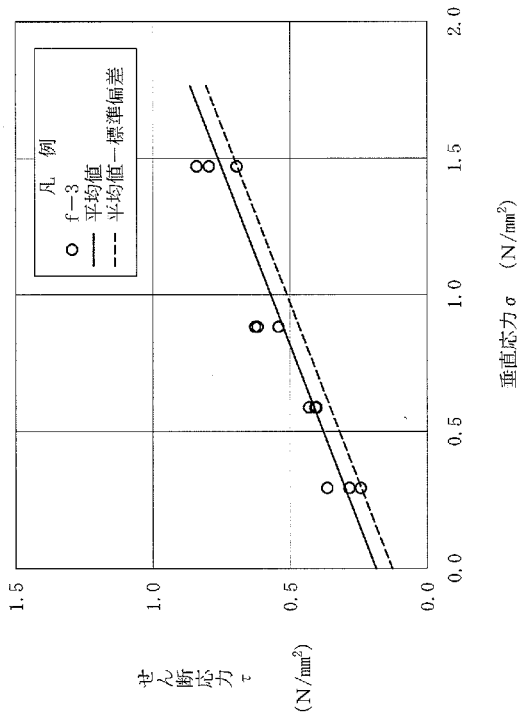
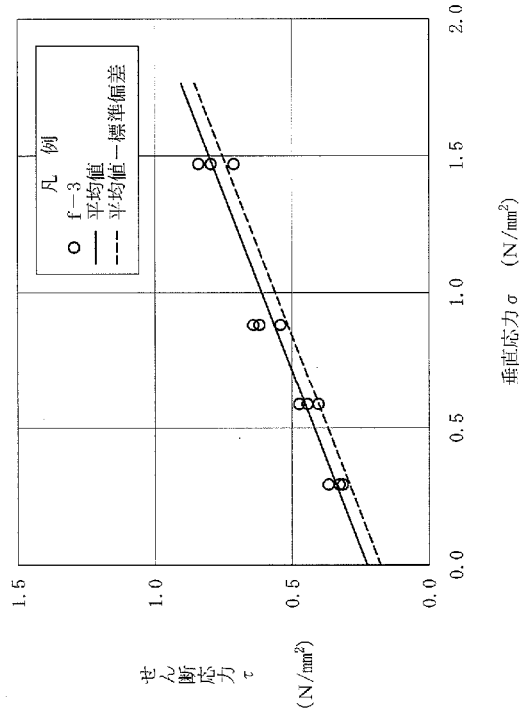
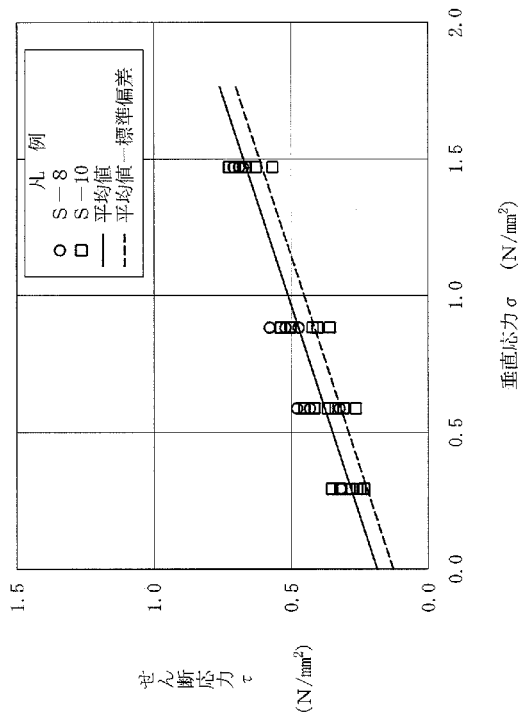
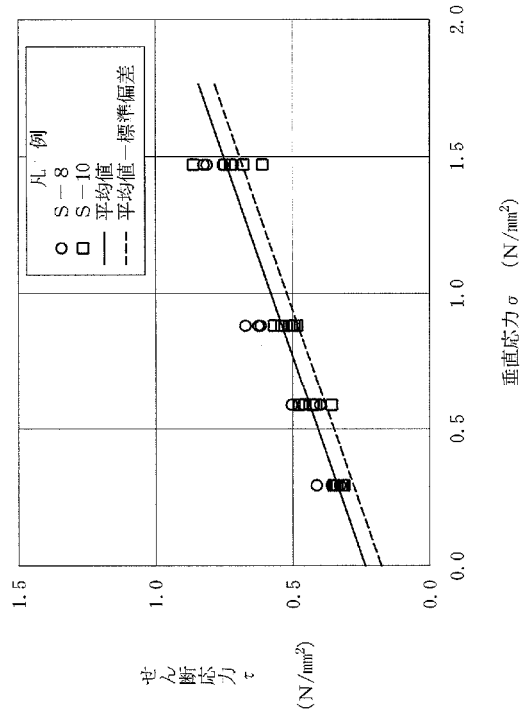


図-2.1.1 断層内物質の強度特性
(断層内物質及びびシームの強度特性を低減させた検討)



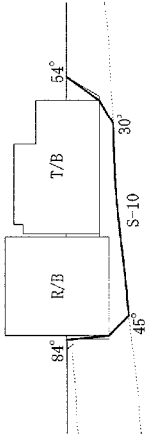
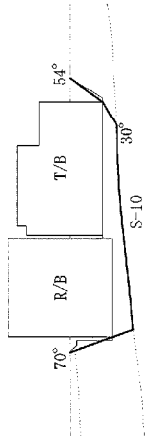
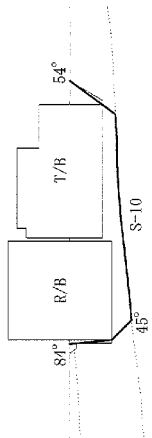
残留強度
 平均値 $\tau = 0.19 + \sigma \tan 18^\circ$ (N/mm²)
 標準偏差 $\tau = 0.13 + \sigma \tan 18^\circ$ (N/mm²)

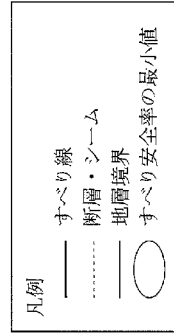
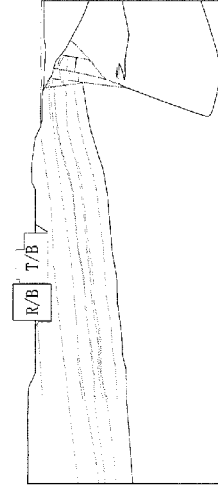


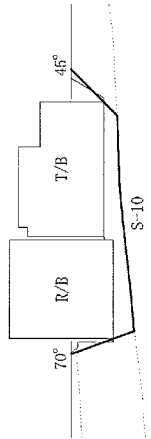
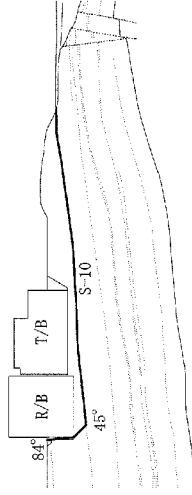
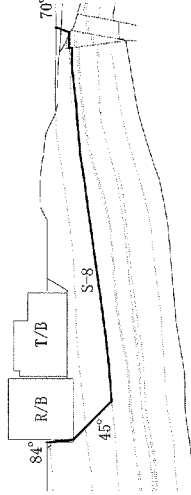
ピーク強度
 平均値 $\tau = 0.24 + \sigma \tan 19^\circ$ (N/mm²)
 標準偏差 $\tau = 0.18 + \sigma \tan 19^\circ$ (N/mm²)

図-2.1.2 シームの強度特性
 (断層内物質及びシームの強度特性を低減させた検討)

表-2.1.2 すべり安全率（断層内物質及びシームの強度特性を低減させた検討，X-X'断面，S_s-1波）

すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率	
		基本検討	断層内物質及びシームの強度特性を低減させた検討
4		4.9	4.6
5		5.2	4.8
6		5.0	4.6



すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率	
		基本検討	断層内物質及びシームの強度特性を低減させた検討
7		4.9	4.5
8		3.4	2.9
9		3.6	3.3

2.2 断層内物質及びシームの物性のばらつきを考慮して変形特性を低減させた検討

申請者は、地盤物性のばらつきを考慮した解析として、断層内物質及びシームの変形特性を平均値から 1σ (σ : 標準偏差) 低減させた場合について、以下のとおり検討している。

2.2.1 解析条件

基本検討の動的 F E M 解析においてすべり安全率が最も小さい X - X' 断面の S_s-1 波のケースを対象に、断層内物質及びシームの変形特性を低減させた解析を行っている。

解析用物性値は、断層内物質及びシームの初期せん断弾性係数 G_0 と減衰定数 h を、平均値から 1σ 低減させた値に設定している。

平均値から 1σ 低減させた断層内物質及びシームの変形特性を表-2.2.1、図-2.2.1 及び図-2.2.2 に示す。

断層内物質及びシームの変形特性以外の解析条件については、基本検討と同じである。

2.2.2 解析結果及びまとめ

(1) すべりに対する解析結果

a. 主応力分布及び要素ごとの安全率

動的 F E M 解析結果の最小すべり安全率を示す時刻 $T=23.81$ 秒における主応力図を参考図集の図-2.2.1 に、要素ごとの安全率を参考図集の図-2.2.2 に示す。

原子炉建屋基礎岩盤については、基本検討の結果と比較して、新たに引張応力の発生した要素及びせん断強度に達した要素はない。

また、断層及びシームについても、新たに引張応力の発生した要素及びせん断強度に達した要素はない。

b. すべり安全率

基本検討において設定した原子炉建屋基礎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、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-2.2.2に示す。

断層内物質及びシームの変形特性を低減させた検討の最小すべり安全率は、時刻 $T=23.81$ 秒において生じ3.3であり、すべりに対して十分な安全性を有している。

なお、基本検討の最小すべり安全率は3.4である。

(2) 沈下に対する解析結果

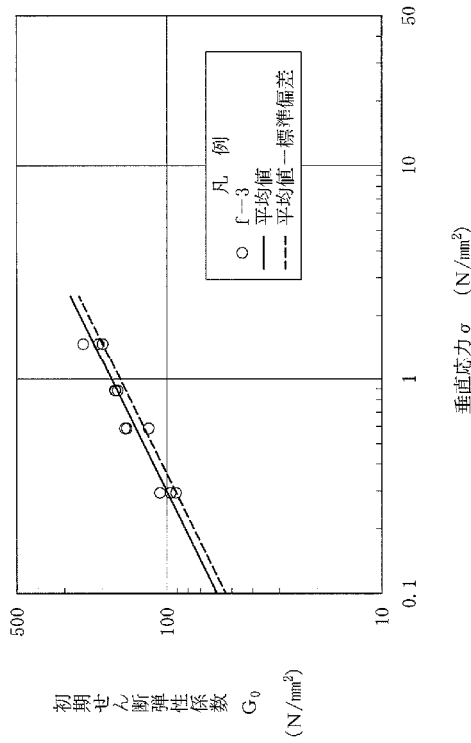
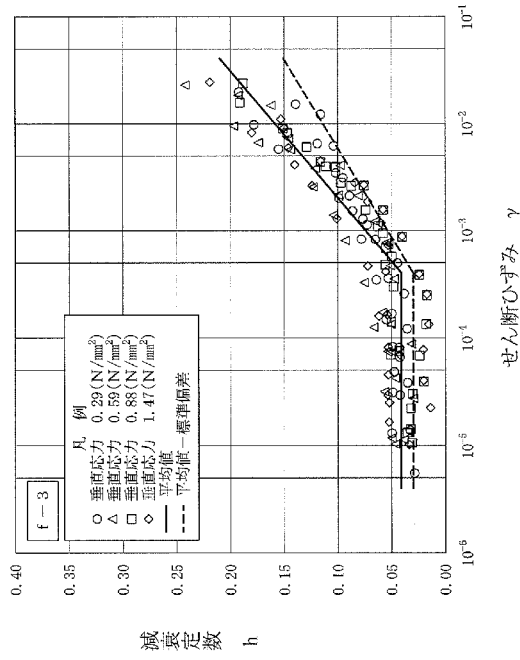
原子炉建屋基礎の傾斜を基本検討の結果と比較して表-2.2.3に示す。

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、時刻 $T=46.96$ 秒において最大となり0.59cmで、その時の原子炉建屋基礎の傾斜は約1/10,000であり、問題となる不同沈下が生じることはない。

なお、基本検討の最大相対変位量は0.48cm、傾斜は約1/13,000である。

表-2.2.1 断層内物質及びシームの変形特性
(断層内物質及びシームの変形特性を低減させた検討)

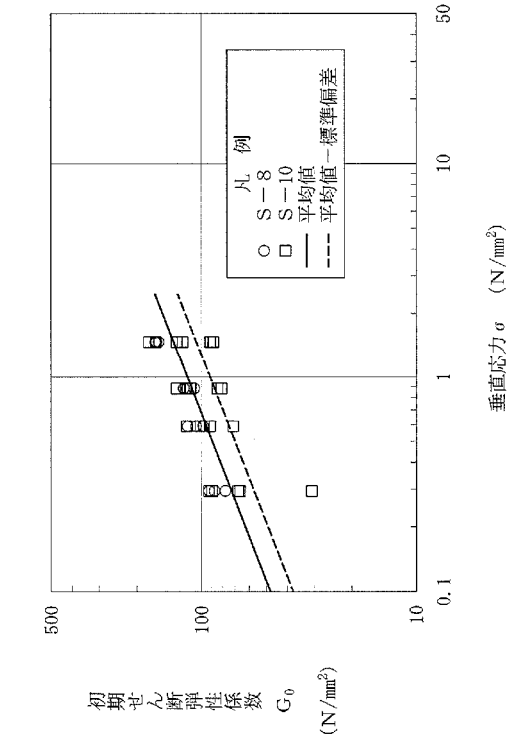
	基本検討		断層内物質及びシームの変形特性を低減させた検討	
	動せん断弾性係数 $G_d (\times 10^3 \text{N/mm}^2)$	減衰定数 h	動せん断弾性係数 $G_d (\times 10^3 \text{N/mm}^2)$	減衰定数 h
断層内物質	$G_0=0.181 \sigma^{0.49}$ $G_d/G_0 = 1/(1+\gamma/0.0015)$	$\gamma > 4.4 \times 10^{-4}$ $h=0.041+0.084(\log \gamma +3.4)$ $\gamma \leq 4.4 \times 10^{-4}$ $h=0.041$	$G_0=0.165 \sigma^{0.49}$ $G_d/G_0 = 1/(1+\gamma/0.0015)$	$\gamma > 4.4 \times 10^{-4}$ $h=0.030+0.060(\log \gamma +3.4)$ $\gamma \leq 4.4 \times 10^{-4}$ $h=0.030$
シーム	$G_0=0.116 \sigma^{0.39}$ $G_d/G_0 = 1/(1+\gamma/0.0039)$	$\gamma > 9.0 \times 10^{-4}$ $h=0.021+0.159(\log \gamma +3.0)$ $\gamma \leq 9.0 \times 10^{-4}$ $h=0.021$	$G_0=0.091 \sigma^{0.39}$ $G_d/G_0 = 1/(1+\gamma/0.0039)$	$\gamma > 9.0 \times 10^{-4}$ $h=0.012+0.088(\log \gamma +3.0)$ $\gamma \leq 9.0 \times 10^{-4}$ $h=0.012$



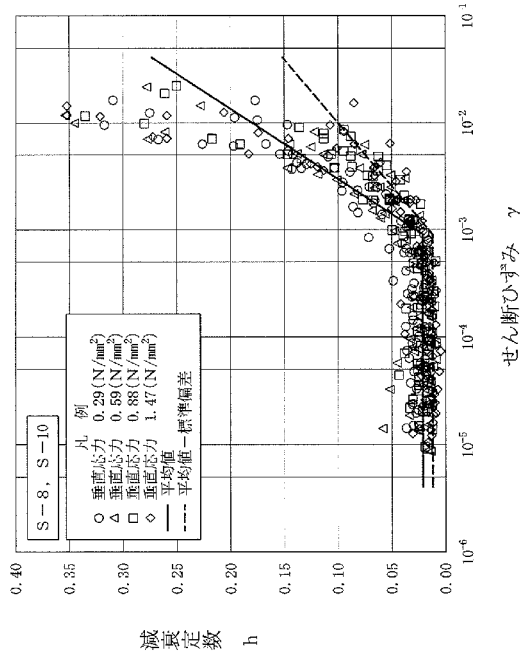
平均値 $h = 0.041$
 $h = 0.041 + 0.084(\log \gamma + 3.4)$ ($\gamma \geq 4.4 \times 10^{-4}$)
 平均値 - 標準偏差 $h = 0.030$
 $h = 0.030 + 0.060(\log \gamma + 3.4)$ ($\gamma \geq 4.4 \times 10^{-4}$)

平均値 $G_0 = 181 \sigma^{0.49}$ (N/mm²)
 平均値 - 標準偏差 $G_0 = 165 \sigma^{0.49}$ (N/mm²)

図-2.2.1 断層内物質の変形特性
 (断層内物質及びびシームの変形特性を低減させた検討)



平均値 $G_0 = 116 \sigma^{0.39}$ (N/mm²)
 平均値-標準偏差 $G_0 = 91 \sigma^{0.39}$ (N/mm²)



平均値 $h = 0.021$ ($\gamma \leq 9.0 \times 10^{-4}$)
 $h = 0.021 + 0.159(\log \gamma + 3.0)$ ($\gamma > 9.0 \times 10^{-4}$)
 平均値-標準偏差 $h = 0.012$ ($\gamma \leq 9.0 \times 10^{-4}$)
 $h = 0.012 + 0.088(\log \gamma + 3.0)$ ($\gamma > 9.0 \times 10^{-4}$)

図-2.2.2 シームの変形特性
 (断層内物質及びシームの変形特性を低減させた検討)

表-2.2.2 すべり安全率（断層内物質及びシームの変形特性を低減させた検計，X-X'断面，S₉-I波）

すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率	
		基本検計	断層内物質及びシームの変形特性を低減させた検計
5		5.2	5.1
6		5.0	5.0
7		4.9	4.9
8		3.4	3.3
9		3.6	3.5

すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率	
		基本検計	断層内物質及びシームの変形特性を低減させた検計
1		6.5	6.3
2		7.1	6.8
3		8.3	8.1
4		4.9	4.9

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

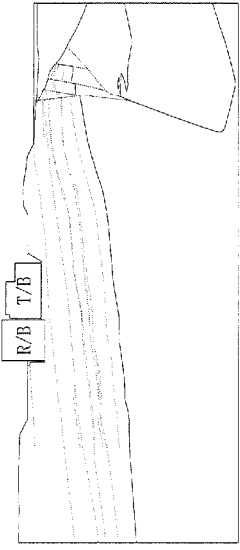
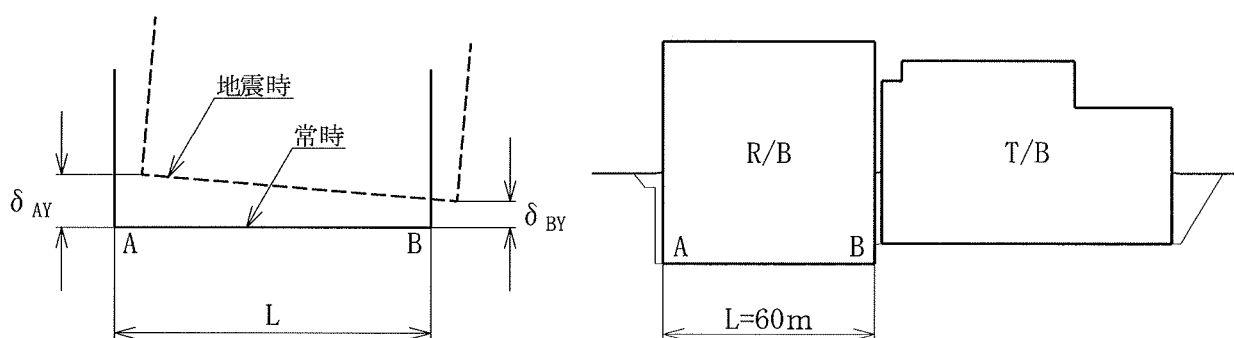


表-2.2.3 原子炉建屋基礎の傾斜

(断層内物質及びシームの変形特性を低減させた検討, X-X' 断面, S_s-1 波)

	時刻 (秒)	最大相対変位量 (鉛直方向)	最大傾斜
		$\delta_{AY} - \delta_{BY}$ (cm)	$\frac{ \delta_{AY} - \delta_{BY} }{L}$
基本検討	46.95	0.48	1/13,000
断層内物質及びシームの変形特性を低減させた検討	46.96	0.59	1/10,000



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。

2.3 シームの応力履歴を考慮して強度特性を低減させた検討

申請者は、基礎地盤の安定性に影響を与える可能性のある解析として、建屋基礎掘削に伴うシームの応力履歴を考慮してシームの強度を低減させた場合について、以下のとおり検討している。

2.3.1 解析条件

基本検討の動的FEM解析においてすべり安全率が最も小さいX-X'断面のS_s-1波のケースを対象に、シームの応力履歴を考慮して強度特性を低減させた解析を行っている。

シームの応力履歴を考慮する範囲は、図-2.3.1に示すように建屋構築の過程で、地山状態（初期）から基礎の掘削によってシームS-10の応力が除荷される範囲としている。具体的には、応力履歴を考慮した三軸圧縮試験における除荷過程の応力低減率（（初期の圧密圧力 0.3 N/mm²－掘削後の圧密圧力 0.1 N/mm²）／初期の圧密圧力 0.3 N/mm²）を平均的に満足し、かつ建屋基礎の掘削幅を含む区間をシームの応力履歴を考慮する範囲としている。図-2.3.2にシームの応力履歴を考慮して強度特性を低減させた検討の解析用要素分割図を示す。

解析用物性値は、シームの応力履歴を考慮した試験結果（意見聴取会資料「04-大間設C-36」）に基づき、応力履歴による影響を受ける範囲のシームS-10について、シームの強度を基本検討で用いているシームの平均値の0.7倍に低減させた値に設定している。

また、残留強度も同様に低減させている。

平均値の0.7倍に低減させたシームの強度を表-2.3.1及び図-2.3.3

に示す。

シームの強度特性以外の解析条件については、基本検討と同じである。

2.3.2 解析結果及びまとめ

(1) すべりに対する解析結果

a. シーム S-10 の要素ごとの安全率

シーム S-10 の要素ごとの安全率を参考図集の図-2.3.1 に示す。

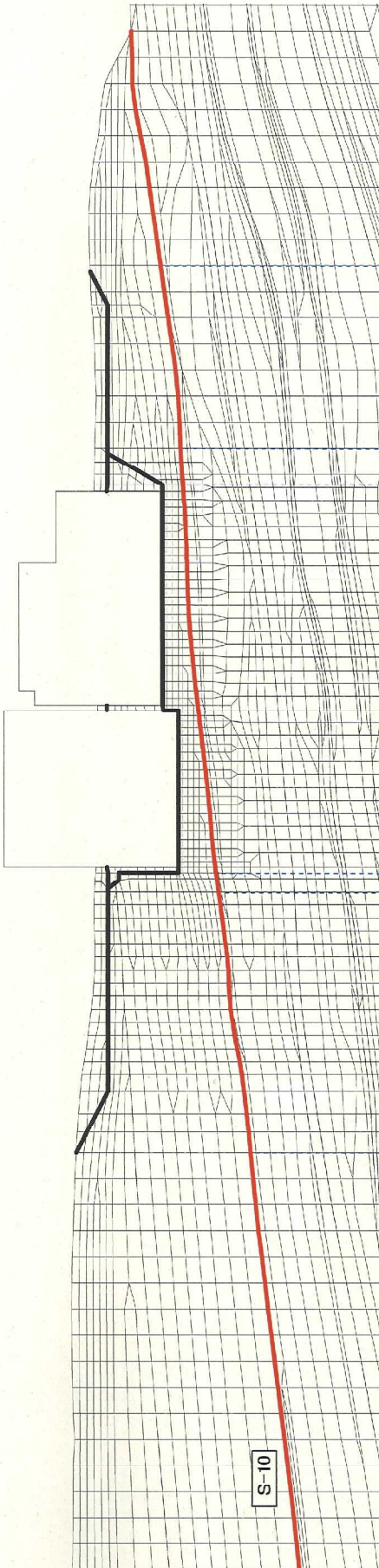
シームの応力履歴を考慮した範囲において、基本検討の結果と比較して要素ごとの安全率は低下するものの、新たに引張応力が発生した要素及びせん断強度に達した要素はない。

b. すべり安全率

基本検討において設定したすべり線のうち、シームの応力履歴を考慮したシーム S-10 の範囲を含むすべり線を対象に、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-2.3.2 に示す。

シームの応力履歴を考慮して強度特性を低減させた検討の最小すべり安全率は 3.0 であり、すべりに対して十分な安全性を有している。

なお、基本検討の最小すべり安全率は 3.4 である。

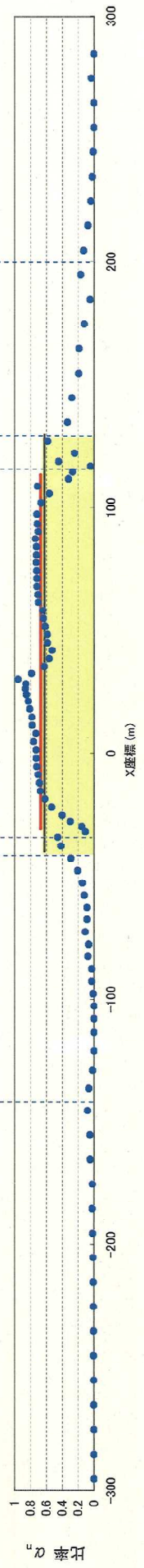


- 区間④ $\alpha=0.34$
- 区間③ $\alpha=0.62$
- 区間② $\alpha=0.64$
- 区間① $\alpha=0.66$

検討区間における平均的な応力低減率 α

$$\alpha = \frac{\sum [\{\sigma_n'(初期) - \sigma_n'(掘削後)\} \times \ell_n]}{\sum \{\sigma_n'(初期) \times \ell_n\}}$$

ここで、 σ_n' : シームの応力 (N/mm²)
 ℓ_n : 要素幅 (mm)



シームの応力履歴を考慮した三軸圧縮試験における応力低減率 α_0
 (炬心位置におけるシーム S-10 の応力の低減率)

$$\alpha_0 = \frac{0.3 \text{ N/mm}^2 - 0.1 \text{ N/mm}^2}{0.3 \text{ N/mm}^2} = 0.67$$

各要素における応力低減率 α_n

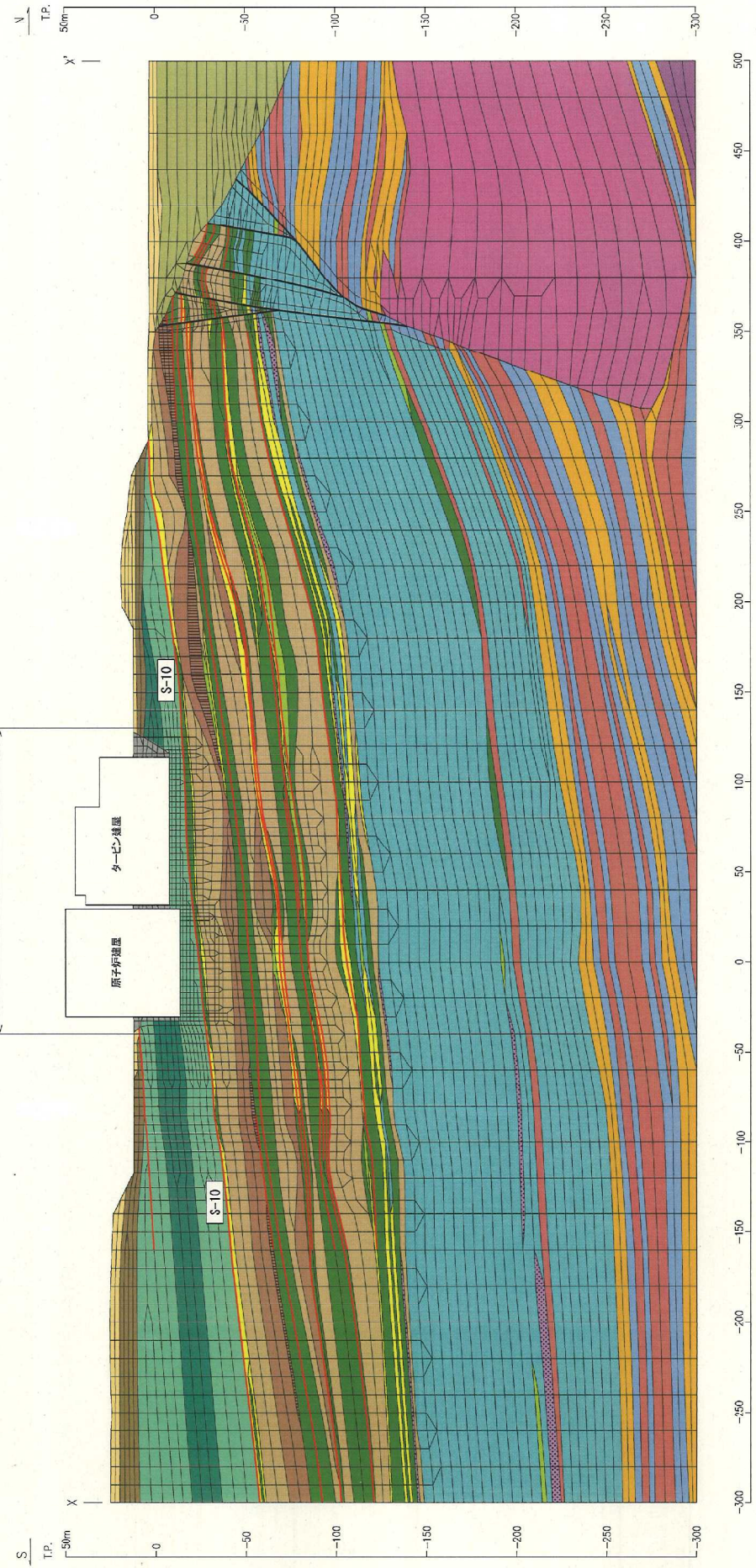
$$\alpha_n = \frac{\sigma_n'(初期) - \sigma_n'(掘削後)}{\sigma_n'(初期)}$$

※建屋基礎の掘削幅で、低減率 $\alpha_0=0.67$ を満足する区間③をシームの応力履歴を考慮する範囲とした。

図-2.3.1 シームの応力履歴を考慮する範囲の検討

- | | | | | | | | |
|-------|----------------|-------|-----------|--------|-------------------|-----|--------------------------------|
| c-f | 粗粒凝灰岩 | st | シルト岩 | mbv(R) | 安山岩溶岩(塊状・規則性節理部) | alt | 粗粒凝灰岩, 粗粒凝灰岩
暗灰色火山凝灰岩及びシルト岩 |
| dtf | 淡灰色火山凝灰岩 | st(H) | シルト岩(硬質部) | mbv(T) | 安山岩溶岩(塊状・不規則性節理部) | | |
| dtf | 暗灰色火山凝灰岩 | sd(W) | 堆積岩(風化部) | bkv | 安山岩溶岩(角礫状) | | |
| tb | 凝灰岩 | | | da | デイサイト | | |
| a-f | 酸性凝灰岩 | | | ba | 玄武岩(角礫状) | | |
| plf | 軽石凝灰岩 | | | | | | |
| pv(C) | 火山碎屑岩(クランカー質部) | | | | | | |
| pv(W) | 火山碎屑岩(風化部) | | | | | | |
-
- | | | | |
|--|--------|---|-----|
| | 表土 | — | 断層 |
| | 埋戻・盛土材 | — | シーム |

シームの応力履歴を
考慮する範囲



※ 建屋構築の過程で、地山状態(初期)から基礎の掘削によってシームS-10の応力が除荷される範囲(図-2.3.1)をシームの応力履歴を考慮する範囲として検討を行っている。

図-2.3.2 解析用要素分割図 (X-X' 断面)
(シームの応力履歴を考慮して強度特性を低減させた検討)

表-2.3.1 シームの強度特性
 (シームの応力履歴を考慮して強度特性を低減させた検討)

	基本検討		シームの応力履歴を考慮して 強度特性を低減させた検討	
	せん断強度 N/mm ²	残留強度 N/mm ²	せん断強度 N/mm ²	残留強度 N/mm ²
シーム	$\tau = 0.24 + \sigma \tan 19^\circ$	$\tau = 0.19 + \sigma \tan 18^\circ$	$\tau = 0.17 + \sigma \tan 14^\circ$	$\tau = 0.13 + \sigma \tan 13^\circ$

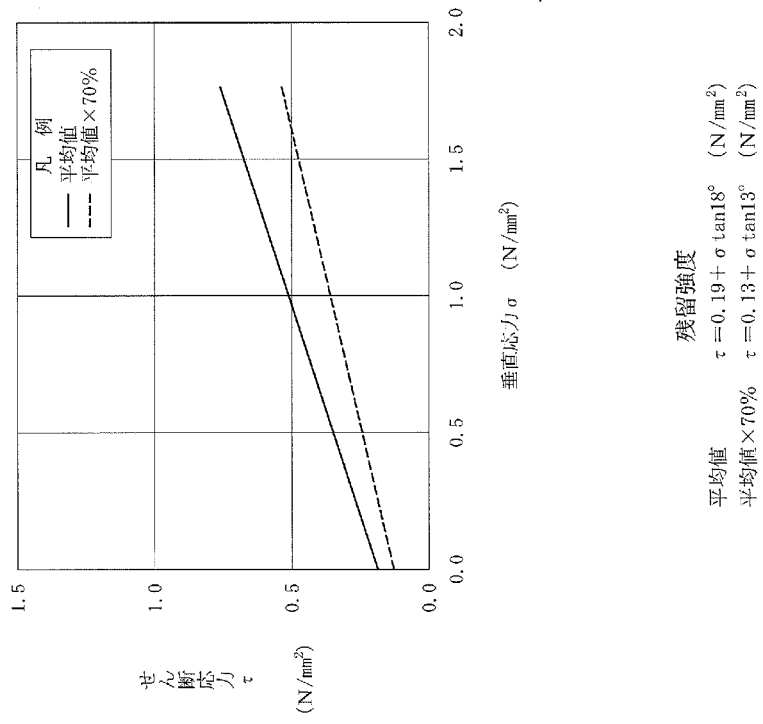
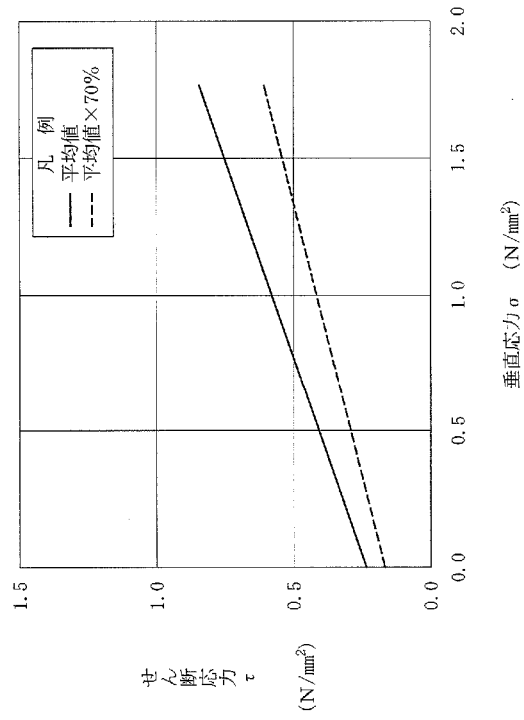
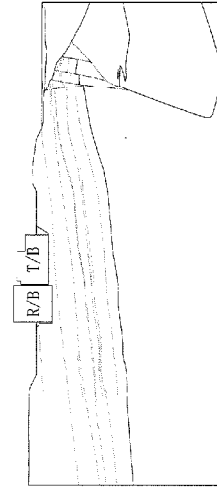
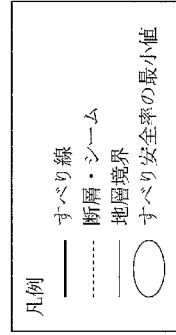


図-2.3.3 シームの強度特性
 (シームの応力履歴を考慮して強度特性を低減させた検討)

表-2.3.2 すべり安全率（シームの応力履歴を考慮して強度特性を低減させた検討，X-X'断面， S_9^{-1} 波）

すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率	
		基本検討	シームの応力履歴を考慮して強度特性を低減させた検討
4		4.9	4.2
5		5.2	4.4
6		5.0	4.1



すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率	
		基本検討	シームの応力履歴を考慮して強度特性を低減させた検討
7		4.9	4.1
8		3.4	3.0

2.4 シームの風化部を考慮して強度特性を低減させた検討

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、申請者は、基礎地盤の安定性に影響を与える可能性のある解析として、シームの風化部を考慮してシームの強度を低減させた場合について、以下のとおり検討している。

2.4.1 シームの強度を低減させる範囲

図-2.4.1 に示すように地表付近の岩盤の風化部（火山碎屑岩（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 10m（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。

2.4.2 解析条件

シーム S-10 が地表面付近に分布する X-X' 断面の S_s-1 波のケースを対象に、図-2.4.2 に示す範囲のシーム S-10 の強度を低減させた解析を行っている。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。

2.4.3 解析結果及びまとめ

(1) すべりに対する解析結果

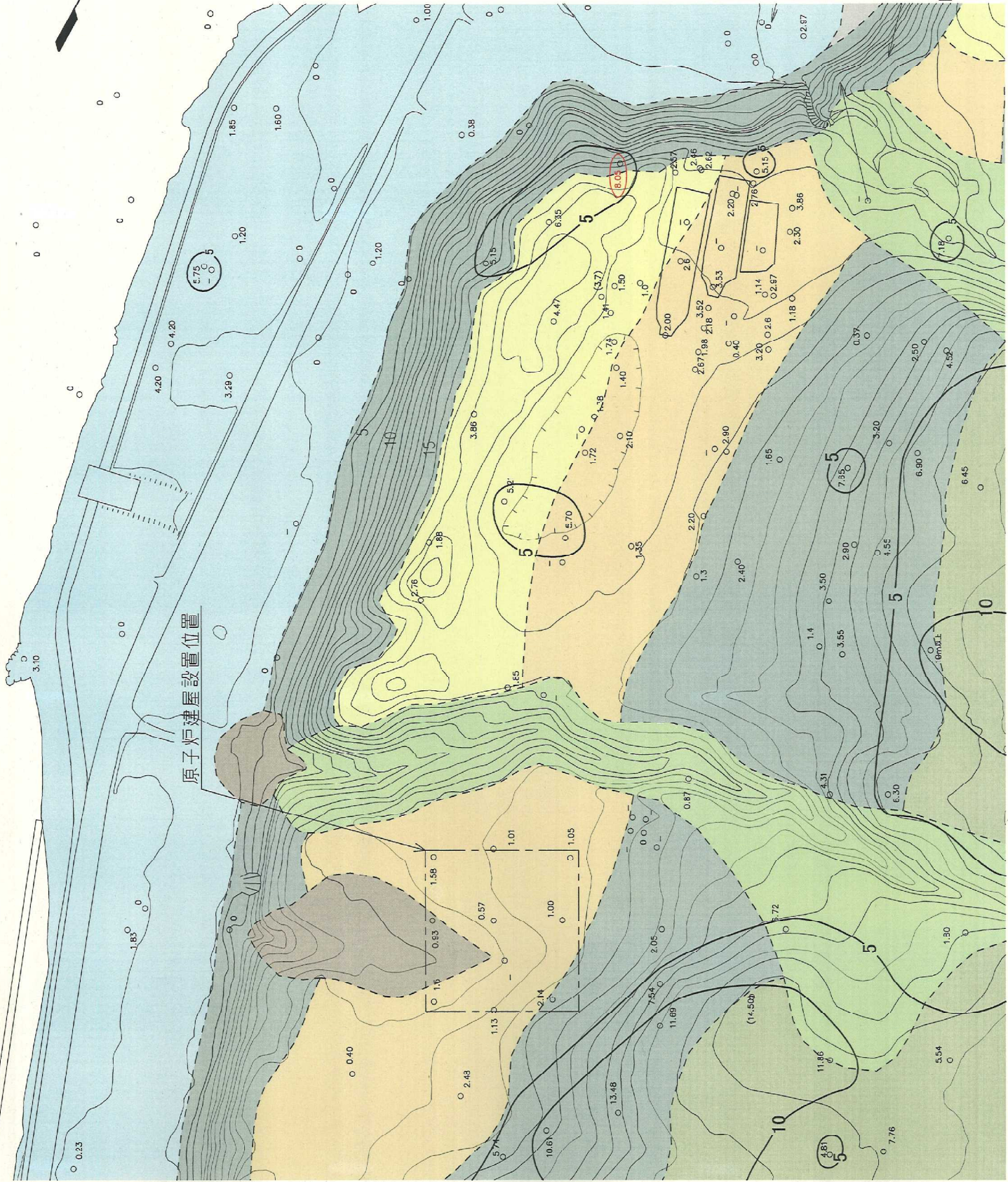
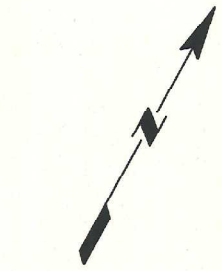
a. シーム S-10 の要素ごとの安全率

シーム S-10 の要素ごとの安全率を参考図集の図-2.4.1 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。

b. すべり安全率

基本検討において設定したすべり線のうち、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-2.4.1 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 3.1 であり、基本検討のすべり安全率の 3.4 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。



凡例

	人工地形(切土・盛土)
	低地
	崖
	台地上浅谷面
	古砂丘
	段丘崖又は段丘斜面
	段丘面 (M ₃ 面)
	段丘面 (M ₂ 面)
	段丘面 (M ₁ 面)
1.18 ○	ボーンガ及び火山砕層岩(風化部)の厚さ(m) (-: 風化部の厚さ不明)
5	火山砕層岩(風化部)の層厚コンター(単位: m)
- - -	地形面境界

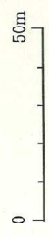
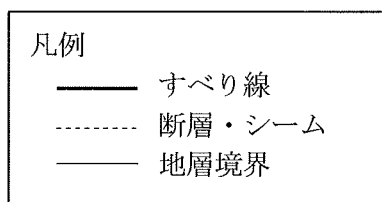
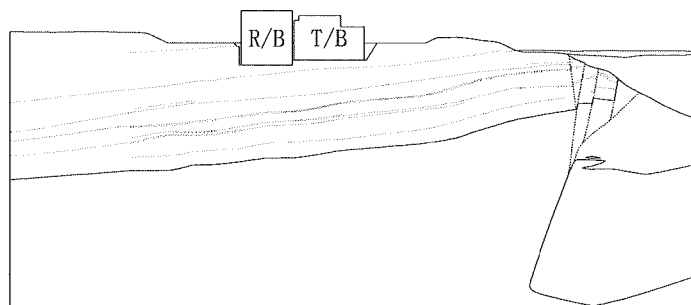


図-2.4.1 火山砕層岩(風化部)層厚コンター図

表-2.4.1 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, S_s-1 波)

すべり線 番号	すべり線形状	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		3.4	3.1



2.5 燃料補助建屋を付加したモデルによる検討

申請者は、基礎地盤の安定性に影響を与える可能性のある解析として、東西断面（Y-Y'断面）において燃料補助建屋をモデル化した場合について、以下のとおり検討している。

2.5.1 解析条件

Y-Y'断面を対象に燃料補助建屋をモデル化した動的FEM解析を行っている。

燃料補助建屋のモデルは、多質点系モデルから有限要素モデルに変換することにより作成している。燃料補助建屋を付加したY-Y'断面の解析用要素分割図を図-2.5.1に示す。解析用物性値を表-2.5.1に示す。

その他の解析条件は、基本検討と同じである。

2.5.2 解析結果及びまとめ

(1) すべりに対する解析結果

a. 主応力分布及び要素ごとの安全率

動的FEM解析結果の最小すべり安全率を示す S_s-1 波入力の時刻 $T=16.69$ 秒における主応力図を参考図集の図-2.5.1に、要素ごとの安全率を参考図集の図-2.5.2に示す。

原子炉建屋基礎岩盤については、基本検討の結果と比較して、新たに引張応力の発生した要素及びせん断強度に達した要素はない。

また、シームについても、新たに引張応力の発生した要素及びせ

ん断強度に達した要素はない。

b. すべり安全率

基本検討において設定した原子炉建屋基礎底面沿いの想定すべり線，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，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-2.5.2に示す。

燃料補助建屋を付加したモデルによる検討の最小すべり安全率は， S_s-1 波入力の時刻 $T=16.69$ 秒において生じ4.4であり，すべりに対して十分な安全性を有している。

なお，基本検討の最小すべり安全率は4.3である。

(2) 沈下に対する解析結果

原子炉建屋基礎の傾斜を基本検討の結果と比較して表-2.5.3に示す。

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， S_s-1 波入力の時刻 $T=24.40$ 秒において最大となり0.30cmで，その時の原子炉建屋基礎の傾斜は約1/19,000であり，問題となる不同沈下が生じることはない。

なお，基本検討の最大相対変位量は0.33cm，傾斜は約1/17,000である。

また，燃料補助建屋基礎の傾斜を表-2.5.4に示す。

地震時の燃料補助建屋基礎両端における鉛直方向の相対変位量は， S_s-2 波入力の時刻 $T=13.40$ 秒において最大となり0.20cmで，その時の燃料補助建屋基礎の傾斜は約1/18,000であり，問題となる不

同沈下が生じることはない。

- | | | | |
|-----------------|------------|-------------------|-----------------|
| 粗粒凝灰岩 | シルト岩 | 安山岩溶岩 (塊状・規則性節理部) | 細粒凝灰岩, 粗粒凝灰岩 |
| clt | st | m0v (R) | alt |
| 淡灰色火山礫凝灰岩 | シルト岩 (覆費部) | m0v (I) | 暗灰色火山礫凝灰岩及びシルト岩 |
| dltf | st (I) | b0v | |
| 暗灰色火山礫凝灰岩 | 堆積岩 (風化部) | da | 表土 |
| tb | | ba | 埋戻・盛土材 |
| 凝灰角礫岩 | | | MMIR |
| 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) | | | |
| 火山砕屑岩 (風化部) | | | |
| py (W) | | | |

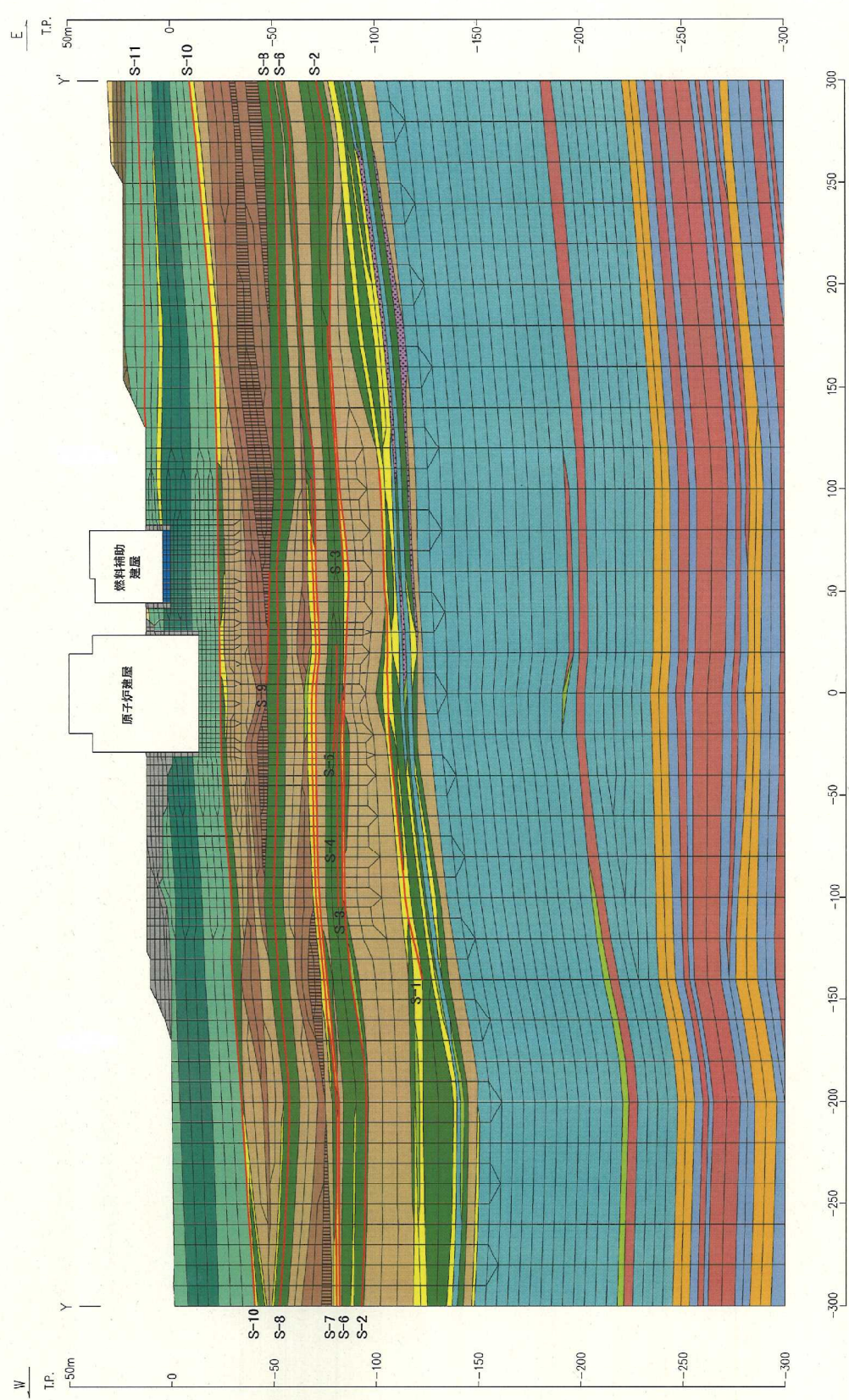


図-2.5.1 解析用要素分割図 (燃料補助建屋, Y-Y' 断面)
(燃料補助建屋を付加したモデルによる検討)

表-2.5.1(1) 解析用物性値

	物理特性		強度特性		動的変形特性		静的変形特性		
	密度 γ (g/cm^3)	せん断強度 τ (N/mm^2)	せん断強度 τ (N/mm^2)	残留強度 (N/mm^2)	動せん断係数 G_d ($\times 10^4 N/mm^2$)	動ポアソン比 ν_d	減衰定数 h	静弾性係数 E (静せん断弾性係数 G) ($\times 10^4 N/mm^2$)	静ポアソン比 ν
細粒凝灰岩	1.59	$(\tau/0.45)^2 = 1 + \sigma/0.18$ $\tau = 0.76 + \sigma \tan 18^\circ$	$(-0.18N/mm^2 \leq \sigma < 0.66N/mm^2)$ ($\sigma \geq 0.66N/mm^2$)	$0.79 \sigma^{0.43}$			0.03	$0.83 \sigma^{0.28}$	0.43
粗粒凝灰岩	1.91	$(\tau/2.44)^2 = 1 + \sigma/1.51$ $\tau = 3.90 + \sigma \tan 9^\circ$	$(-1.51N/mm^2 \leq \sigma < 3.44N/mm^2)$ ($\sigma \geq 3.44N/mm^2$)	$1.55 \sigma^{0.48}$			0.03	$2.40 \sigma^{0.13}$	0.45
淡灰色火山礫凝灰岩	1.83	$(\tau/0.61)^2 = 1 + \sigma/0.21$ $\tau = 1.43 + \sigma \tan 8^\circ$	$(-0.21N/mm^2 \leq \sigma < 1.21N/mm^2)$ ($\sigma \geq 1.21N/mm^2$)	$1.12 \sigma^{0.36}$			0.03	$1.36 \sigma^{0.21}$	0.41
暗灰色火山礫凝灰岩	1.95	$(\tau/1.51)^2 = 1 + \sigma/0.58$ $\tau = 2.73 + \sigma \tan 14^\circ$	$(-0.58N/mm^2 \leq \sigma < 2.10N/mm^2)$ ($\sigma \geq 2.10N/mm^2$)	$1.34 \sigma^{0.51}$			0.03	$2.20 \sigma^{0.14}$	0.45
凝灰角礫岩	2.05	$(\tau/0.50)^2 = 1 + \sigma/0.15$ $\tau = 1.27 + \sigma \tan 16^\circ$	$(-0.15N/mm^2 \leq \sigma < 1.58N/mm^2)$ ($\sigma \geq 1.58N/mm^2$)	$1.22 \sigma^{0.56}$			0.03	$1.41 \sigma^{0.27}$	0.47
酸性凝灰岩	1.69	$(\tau/1.56)^2 = 1 + \sigma/0.79$ $\tau = 2.56 + \sigma \tan 12^\circ$	$(-0.79N/mm^2 \leq \sigma < 1.58N/mm^2)$ ($\sigma \geq 1.58N/mm^2$)	$1.48 \sigma^{0.42}$			0.03	$1.46 \sigma^{0.18}$	0.45
軽石凝灰岩	1.65	$(\tau/0.78)^2 = 1 + \sigma/0.33$ $\tau = 1.47 + \sigma \tan 11^\circ$	$(-0.33N/mm^2 \leq \sigma < 1.25N/mm^2)$ ($\sigma \geq 1.25N/mm^2$)	$1.16 \sigma^{0.37}$			0.03	$0.65 \sigma^{0.29}$	0.47
火山砕屑岩 (クリンカー質部)	1.94	$(\tau/0.13)^2 = 1 + \sigma/0.01$ $\tau = 1.06 + \sigma \tan 14^\circ$	$(-0.01N/mm^2 \leq \sigma < 1.08N/mm^2)$ ($\sigma \geq 1.08N/mm^2$)	$1.10 \sigma^{0.51}$			0.03	$0.20 \sigma^{0.90}$	0.48
シルト岩	1.48	$(\tau/1.45)^2 = 1 + \sigma/0.87$ $\tau = 2.37 + \sigma \tan 15^\circ$	$(-0.87N/mm^2 \leq \sigma < 4.27N/mm^2)$ ($\sigma \geq 4.27N/mm^2$)	$1.36 \sigma^{0.34}$			0.03	$0.89 \sigma^{0.21}$	0.44
シルト岩 (硬質部)	1.52	$(\tau/2.37)^2 = 1 + \sigma/1.35$ $\tau = 3.76 + \sigma \tan 6^\circ$	$(-1.35N/mm^2 \leq \sigma < 2.49N/mm^2)$ ($\sigma \geq 2.49N/mm^2$)	$1.37 \sigma^{0.38}$			0.03	$0.90 \sigma^{0.20}$	0.45
安山岩溶岩 (塊状・規則性節理部)	2.40	$\tau = 1.32 + \sigma \tan 45^\circ$		$\sigma \tan 47^\circ$			0.03	2.18	0.19
安山岩溶岩 (塊状・不規則性節理部)	2.36	$\tau = 1.53 + \sigma \tan 29^\circ$		$\sigma \tan 47^\circ$			0.03	1.63	0.28
安山岩溶岩 (角礫状)	2.18	$(\tau/1.09)^2 = 1 + \sigma/0.38$ $\tau = 1.12 + \sigma \tan 38^\circ$	$(-0.38N/mm^2 \leq \sigma < 0.05N/mm^2)$ ($\sigma \geq 0.05N/mm^2$)	$1.27 \sigma^{0.75}$			0.03	$1.70 \sigma^{0.62}$	0.46
グアイサイト	2.39	$\tau = 1.53 + \sigma \tan 29^\circ$		$\sigma \tan 47^\circ$			0.03	1.63	0.26
玄武岩 (角礫状)	2.13	$(\tau/1.36)^2 = 1 + \sigma/0.91$ $\tau = 1.45 + \sigma \tan 27^\circ$	$(-0.91N/mm^2 \leq \sigma < 0.79N/mm^2)$ ($\sigma \geq 0.79N/mm^2$)	$1.04 \sigma^{0.61}$			0.03	$2.17 \sigma^{0.26}$	0.30
断層内物質	1.60	$\tau = 0.23 + \sigma \tan 21^\circ$		$\tau = 0.19 + \sigma \tan 21^\circ$	$C_d/C_0 = 0.181 \sigma^{0.49}$ $C_d/C_0 = 1/(1 + \gamma/0.0015)$	0.45	$\gamma > 4.4 \times 10^{-4}$ $h = 0.041 + 0.084(\log \gamma + 3.4)$ $\gamma \leq 4.4 \times 10^{-4}$ $h = 0.041$	$G = 0.0265 \sigma^{0.36}$	0.48
シーム	1.71	$\tau = 0.24 + \sigma \tan 19^\circ$		$\tau = 0.19 + \sigma \tan 18^\circ$	$C_d/C_0 = 0.116 \sigma^{0.39}$ $C_d/C_0 = 1/(1 + \gamma/0.0039)$	0.45	$\gamma > 9.0 \times 10^{-4}$ $h = 0.021 + 0.159(\log \gamma + 3.0)$ $\gamma \leq 9.0 \times 10^{-4}$ $h = 0.021$	$G = 0.0412 \sigma^{0.22}$	0.48
火山砕屑岩 (風化部)	1.57	$\tau = 0.07 + \sigma \tan 8^\circ$		$\tau = 0.07 + \sigma \tan 7^\circ$	$C_d/C_0 = 0.115 \sigma^{0.25}$ $C_d/C_0 = 1/(1 + \gamma/0.0010)$	0.45	$\gamma > 2.7 \times 10^{-5}$ $h = 0.024 + 0.034(\log \gamma + 4.6)$ $\gamma \leq 2.7 \times 10^{-5}$ $h = 0.024$	$0.121 \sigma^{0.55}$	0.48
堆積岩 (風化部)	2.00	$\tau = 0.39 + \sigma \tan 20^\circ$		$\tau = 0.39 + \sigma \tan 19^\circ$	$C_d/C_0 = 0.69$ $C_d/C_0 = 1/(1 + \gamma/0.0008)$	0.45	$\gamma > 8.8 \times 10^{-5}$ $h = 0.022 + 0.057(\log \gamma + 4.1)$ $\gamma \leq 8.8 \times 10^{-5}$ $h = 0.022$	$0.143 \sigma^{0.66}$	0.49
表土	1.47	$\tau = 0.03 + \sigma \tan 10^\circ$		$\tau = 0.02 + \sigma \tan 10^\circ$	$C_d/C_0 = 0.142 \sigma^{0.55}$ $C_d/C_0 = 1/(1 + \gamma/0.0015)$	0.45	$\gamma > 2.4 \times 10^{-4}$ $h = 0.019 + 0.082(\log \gamma + 3.6)$ $\gamma \leq 2.4 \times 10^{-4}$ $h = 0.019$	$0.123 \sigma^{0.53}$	0.48
埋戻・盛土材	1.90	$\tau = 0.25 + \sigma \tan 14^\circ$		$\tau = 0.25 + \sigma \tan 14^\circ$	$C_d/C_0 = 0.563 \sigma^{0.61}$ $C_d/C_0 = 1/(1 + \gamma/0.0004)$	0.45	$\gamma > 2.8 \times 10^{-5}$ $h = 0.013 + 0.045(\log \gamma + 4.6)$ $\gamma \leq 2.8 \times 10^{-5}$ $h = 0.013$	$0.053 \sigma^{0.31}$	0.48
MMR	2.35	$\tau = 3.60 + \sigma \tan 40^\circ$		$\tau = 0.00$	$E_d = 20.6$	0.20	0.03	20.6	0.20

表-2.5.1(2) 解析用物性値(動的変形特性)
参照

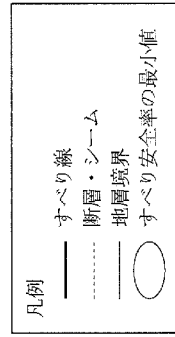
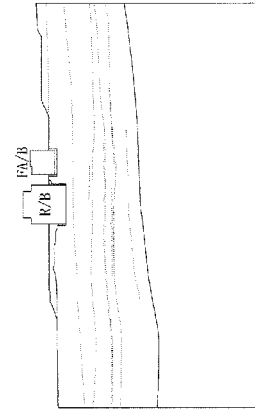
※ 初期応力解析では、初期地圧測定結果を踏まえ、静的変形特性は一律な物性値 ($E = 100N/mm^2$, $\nu = 0.49$) を使用している。
※ MMR の引張強度は、 $1.58N/mm^2$ としている。

表-2.5.1(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

表-2.5.2(1) すべり安全率（燃料補助建屋を付加したモデルによる検討，Y-Y 断面，S₅-1 波）

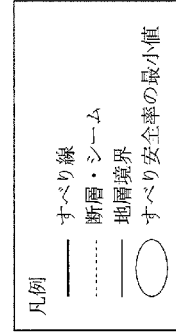
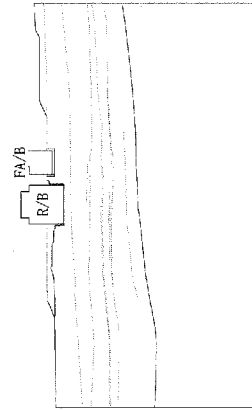
すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率	
		基本検討	燃料補助建屋を付加したモデルによる検討
1		9.3	8.3
2		10.4	9.4
4		13.8	13.0



すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率	
		基本検討	燃料補助建屋を付加したモデルによる検討
7		7.0	7.6
8		4.3	4.4

表-2.5.2(2) すべり安全率（燃料補助建屋を付加したモデルによる検討，Y-Y'断面，S₅-2波）

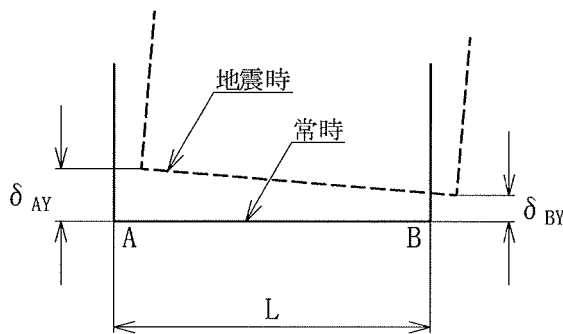
すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率	
		基本検討	燃料補助建屋を付加したモデルによる検討
1		9.6	8.7
2		10.5	9.7
4		13.0	12.7



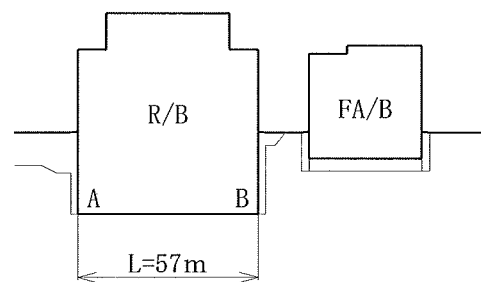
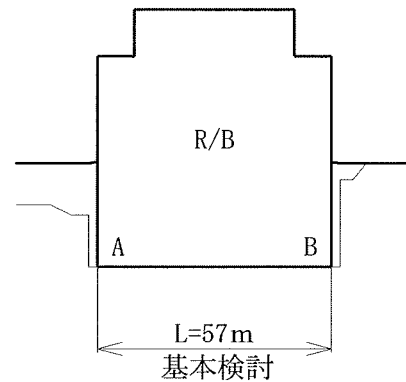
すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率	
		基本検討	燃料補助建屋を付加したモデルによる検討
7		7.6	8.7
8		4.7	5.0

表-2.5.3(1) 原子炉建屋基礎の傾斜
 (燃料補助建屋を付加したモデルによる検討, Y-Y' 断面, S_s-1 波)

	時刻 (秒)	最大相対変位量 (鉛直方向)	最大傾斜
		$\delta_{AY} - \delta_{BY}$ (cm)	$\frac{ \delta_{AY} - \delta_{BY} }{L}$
基本検討	23.98	0.33	1/17,000
燃料補助建屋を付加したモデルによる検討	24.40	-0.30	1/19,000



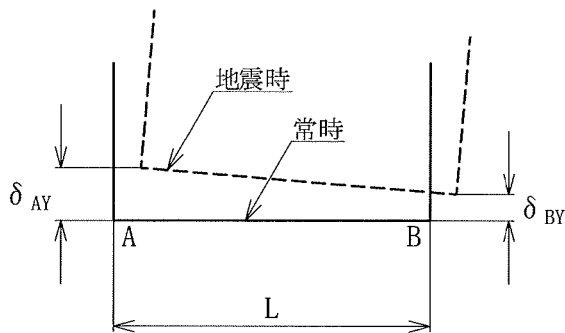
δ_{AY} , δ_{BY} は上向きを正とする。
 鉛直方向相対変位は左上りを正とする。



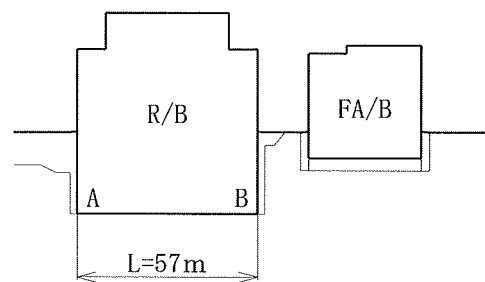
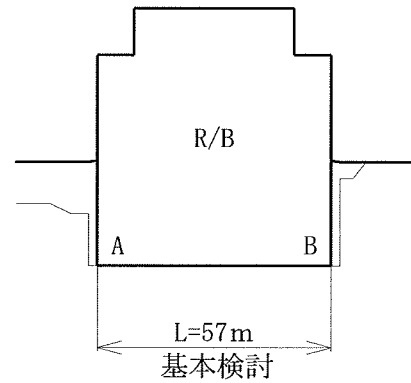
燃料補助建屋を付加したモデルによる検討

表-2.5.3(2) 原子炉建屋基礎の傾斜
 (燃料補助建屋を付加したモデルによる検討, Y-Y' 断面, S_s-2 波)

	時刻 (秒)	最大相対変位量 (鉛直方向)	最大傾斜
		$\delta_{AY} - \delta_{BY}$ (cm)	$\frac{ \delta_{AY} - \delta_{BY} }{L}$
基本検討	2.21	0.28	1/20,000
燃料補助建屋を付加したモデルによる検討	2.22	0.28	1/20,000



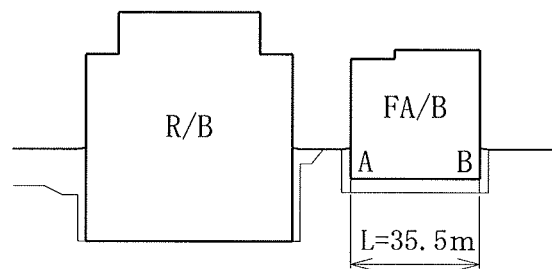
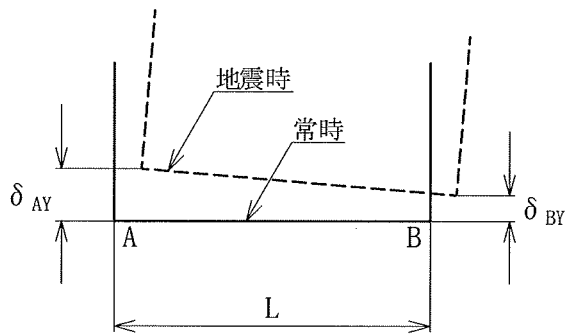
δ_{AY} , δ_{BY} は上向きを正とする。
 鉛直方向相対変位は左上りを正とする。



燃料補助建屋を付加したモデルによる検討

表-2.5.4(1) 燃料補助建屋基礎の傾斜
 (燃料補助建屋を付加したモデルによる検討, Y-Y' 断面, S_s-1 波)

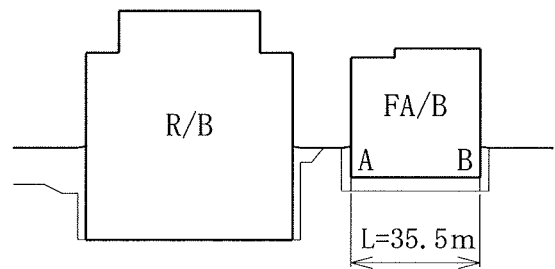
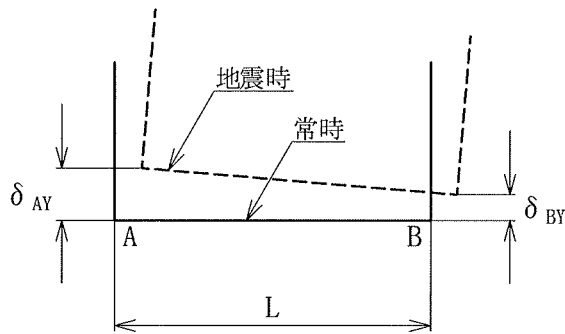
	時刻 (秒)	最大相対変位量 (鉛直方向)	最大傾斜
		$\delta_{AY} - \delta_{BY}$ (cm)	$\frac{ \delta_{AY} - \delta_{BY} }{L}$
燃料補助建屋を付加したモデルによる検討	44.37	-0.20	1/18,000



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。

表-2.5.4(2) 燃料補助建屋基礎の傾斜
 (燃料補助建屋を付加したモデルによる検討, Y-Y' 断面, S_s-2 波)

	時刻 (秒)	最大相対変位量 (鉛直方向)	最大傾斜
		$\delta_{AY} - \delta_{BY}$ (cm)	$\frac{ \delta_{AY} - \delta_{BY} }{L}$
燃料補助建屋を付加したモデルによる検討	13.40	0.20	1/18,000



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。

2.6 T. P. +4.8mまでMMRによる建屋埋込み効果を考慮した検討

申請者は、基礎地盤の安定性に影響を与える可能性のある解析として、原子炉建屋と掘削面の間をT. P. +4.8mまでマンメイドロック (MMR) で埋戻し、建屋の埋込み状況を反映した場合について、以下のとおり検討している。

2.6.1 解析条件

原子炉建屋と掘削面の間をT. P. +4.8mまでマンメイドロック (MMR) で埋戻したモデルによる動的FEM解析を行っている。

X-X'断面及びY-Y'断面の解析用要素分割図を図-2.6.1に、解析用物性値を表-2.5.1に示す。

その他の解析条件は、基本検討と同じである。

2.6.2 解析結果及びまとめ

2.6.2.1 支持力に対する解析結果

(1) X-X'断面

動的FEM解析結果の原子炉建屋の接地圧が最大を示す S_s-1 波入力の時刻 $T=17.76$ 秒における主応力図、要素ごとの安全率及びモビライズド面を参考図集の図-2.6.1～図-2.6.3に示す。

原子炉建屋基礎岩盤については、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。

シームについては、原子炉建屋基礎掘削面に接する部分に引張応力が発生した要素があるが、これは常時応力解析により生じたもの

である。なお、せん断強度に達した要素はない。

(2) Y-Y' 断面

動的FEM解析結果の原子炉建屋の接地圧が最大を示す S_g-1 波入力の時刻 $T=17.76$ 秒における主応力図、要素ごとの安全率及びモビライズド面を参考図集の図-2.6.4～図-2.6.6に示す。

原子炉建屋基礎岩盤については、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。

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。

2.6.2.2 すべりに対する解析結果

(1) X-X' 断面

a. 主応力分布及び要素ごとの安全率

動的FEM解析結果の最小すべり安全率を示す S_g-1 波入力の時刻 $T=17.24$ 秒における主応力図を参考図集の図-2.6.7に、要素ごとの安全率を参考図集の図-2.6.8に示す。

原子炉建屋基礎岩盤については、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。

シームについては、原子炉建屋基礎掘削面に接する部分に引張応力が発生した要素があるが、これは常時応力解析により生じたものである。なお、せん断強度に達した要素はない。

断層については、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。

b. すべり安全率

原子炉建屋基礎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、動的FEM解析により求めたすべり安全率を表-2.6.1に示す。

T. P. +4.8mまでMMRによる建屋埋込み効果を考慮した検討の最小すべり安全率は、 S_s-1 波入力の時刻 $T=17.24$ 秒において生じ3.6であり、すべりに対して十分な安全性を有している。

なお、基本検討の最小すべり安全率は3.4である。

(2) Y-Y'断面

a. 主応力分布及び要素ごとの安全率

動的FEM解析結果の最小すべり安全率を示す S_s-1 波入力の時刻 $T=27.36$ 秒における主応力図を参考図集の図-2.6.9に、要素ごとの安全率を参考図集の図-2.6.10に示す。

原子炉建屋基礎岩盤については、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。

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。

b. すべり安全率

原子炉建屋基礎底面沿いの想定すべり線、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、動的 F E M解析により求めたすべり安全率を表-2.6.2 に示す。

T. P. +4.8mまで MMR による建屋埋込み効果を考慮した検討の最小すべり安全率は、 S_s-1 波入力の時刻 $T=27.36$ 秒において生じ 4.4 であり、すべりに対して十分な安全性を有している。

なお、基本検討の最小すべり安全率は 4.3 である。

2.6.2.3 沈下に対する解析結果

(1) X-X' 断面

原子炉建屋基礎の傾斜を表-2.6.3 に示す。

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、 S_s-1 波入力の時刻 $T=18.93$ 秒において最大となり 0.46 c m で、その時の原子炉建屋基礎の傾斜は約 1/13,000 であり、問題となる不同沈下が生じることはない。

なお、基本検討の最大相対変位量は 0.48 c m、傾斜は約 1/13,000 である。

(2) Y-Y' 断面

原子炉建屋基礎の傾斜を表-2.6.4 に示す。

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、 S_s-1 波入力の時刻 $T=18.17$ 秒において最大となり 0.18 c m で、その時の原子炉建屋基礎の傾斜は約 1/32,000 であり、問題となる不同沈下が生じることはない。

なお、基本検討の最大相対変位量は 0.33 c m、傾斜は約 1/17,000 である。

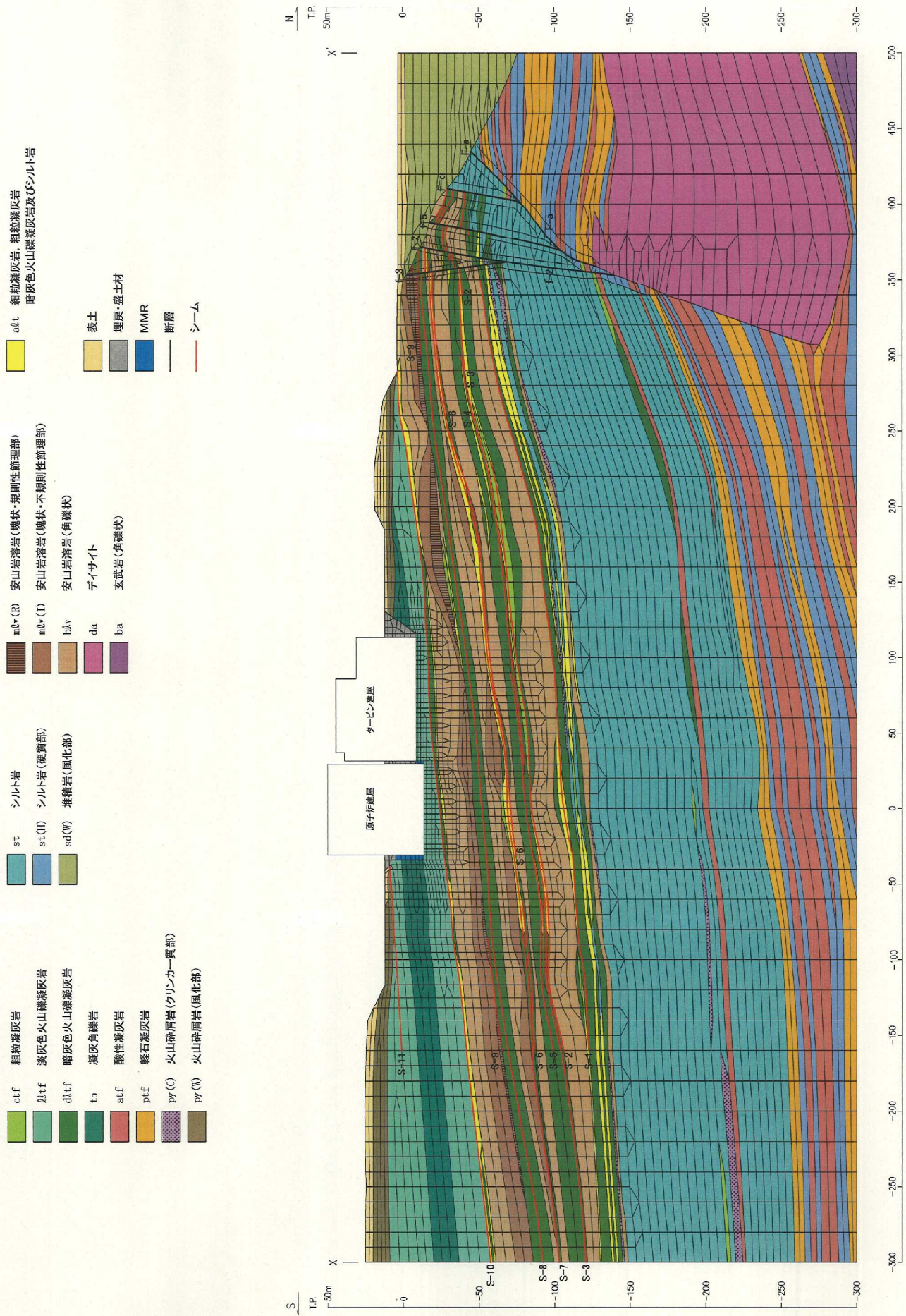


図-2.6.1(1) 解析用要素分割図 (X-X' 断面)
(T.P. +4.8mまでMMRによる建屋埋込み効果を考慮した検討)

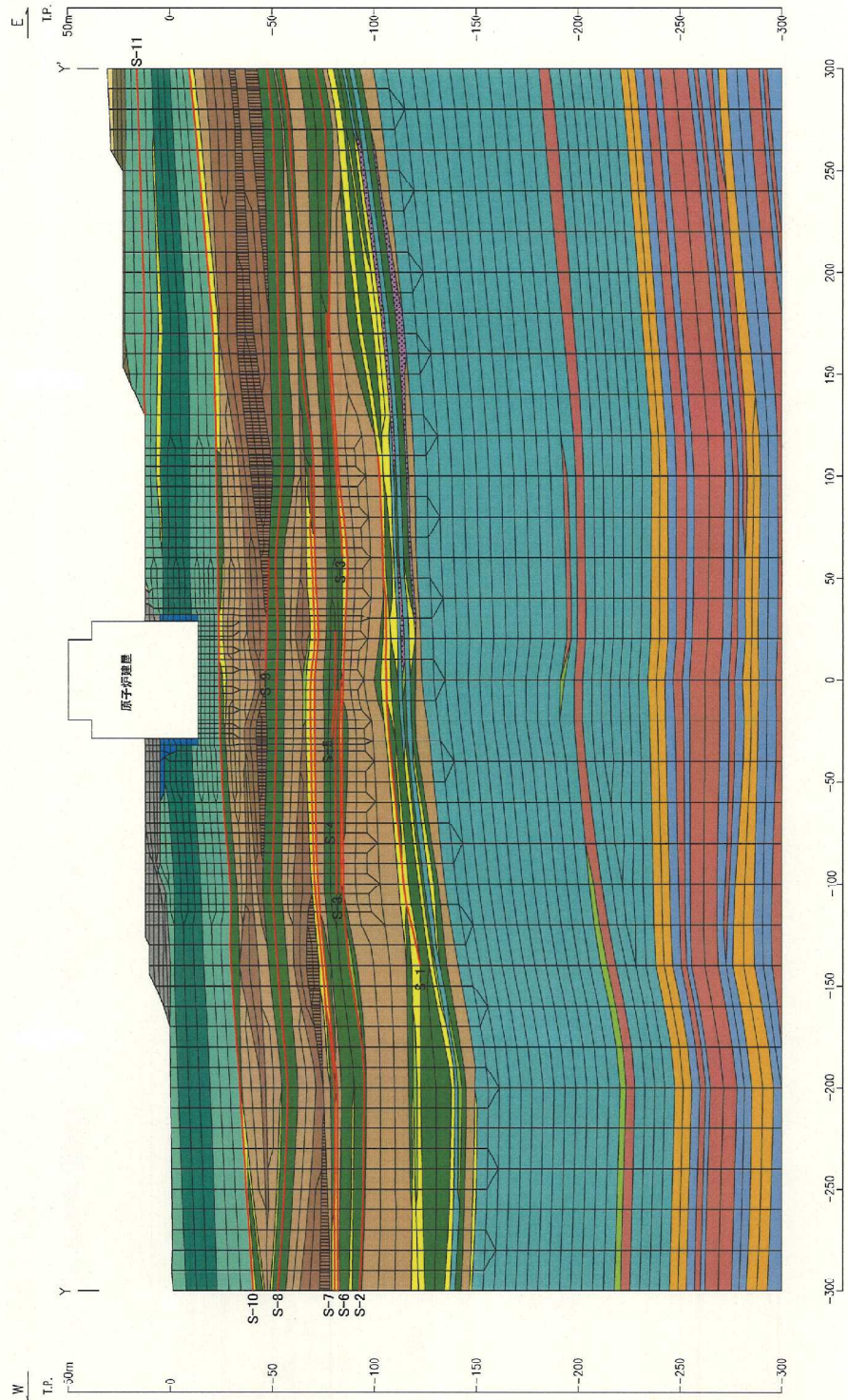
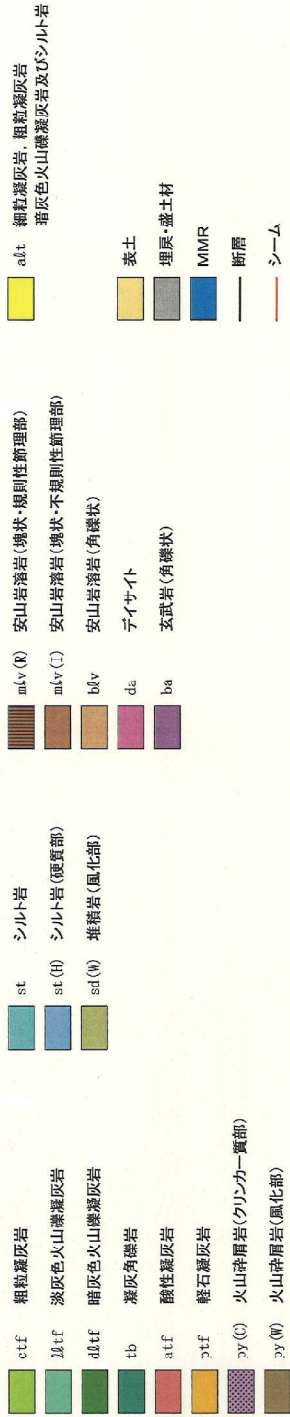
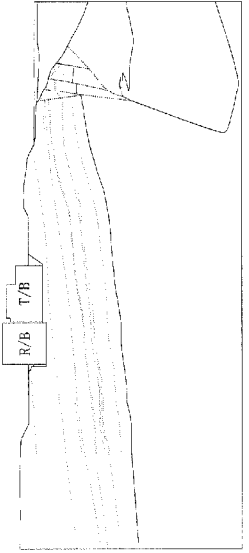


図-2.6.1(2) 解析用要素分割図 (Y-Y' 断面)
(T.P. +4.8mまでMMRによる建屋埋込み効果を考慮した検討)

表-2.6.1 すべり安全率 (T.P.+4.8mまでMINRによる建屋埋込み効果を検討, X-X'断面)

すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率	
		S _s -1 波	S _s -2 波
1		7.2	9.2
2		7.2	9.4
3		8.1	10.7
4		4.9	6.3



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

すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率	
		S _s -1 波	S _s -2 波
5		4.3	5.8
6		5.0	6.5
7		4.1	5.7
8		3.6	4.6
9		4.0	4.9

表-2.6.2 すべり安全率 (T. P. +4.8mまでMMR)による建屋埋込み効果を考慮した検討, Y-Y'断面

すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率	
		S _S -1波	S _S -2波
1		8.7	9.1
2		19.4	20.5
3		12.3	12.0
4		20.7	20.4

すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率	
		S _S -1波	S _S -2波
5		16.6	18.0
6		12.6	12.1
7		7.3	7.1
8		4.4	4.5

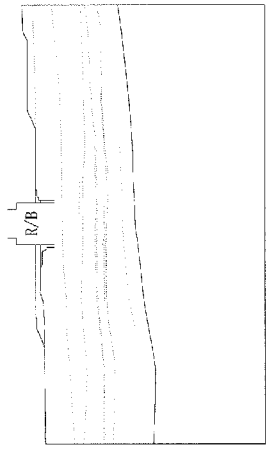
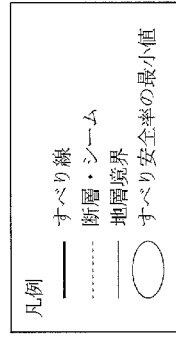
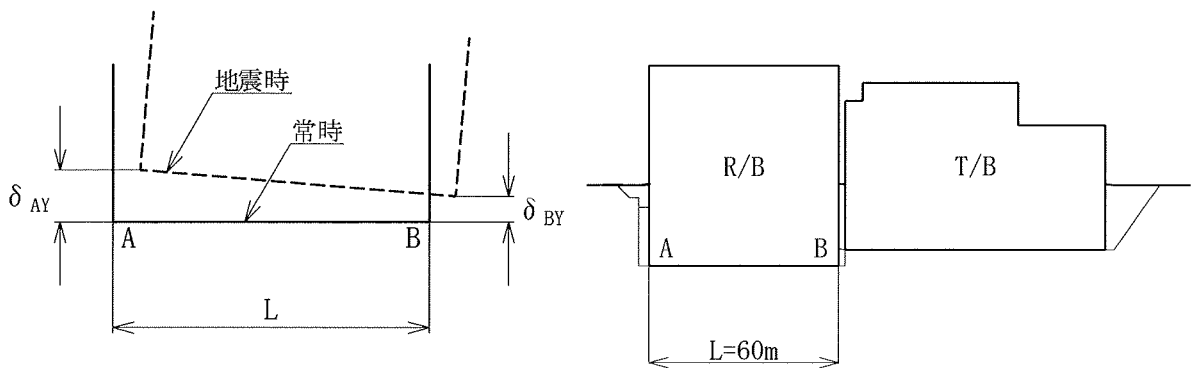


表-2.6.3(1) 原子炉建屋基礎の傾斜

(T. P. +4.8mまで MMR による建屋埋込み効果を考慮した検討,

X-X' 断面, S_s-1 波)

時刻 (秒)	最大相対変位量 (鉛直方向)	最大傾斜
	$\delta_{AY} - \delta_{BY}$ (cm)	$\frac{ \delta_{AY} - \delta_{BY} }{L}$
18.93	0.46	1/13,000



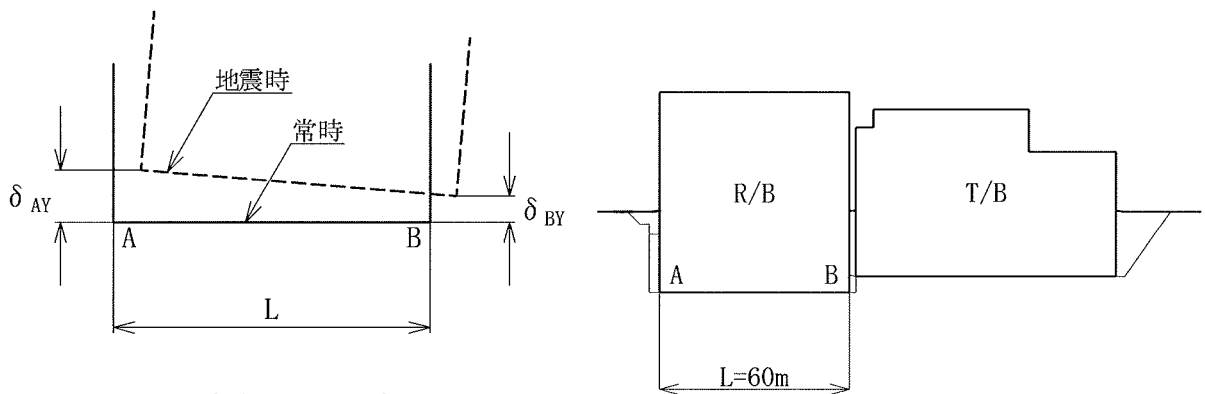
δ_{AY} , δ_{BY} は上向きを正とする。
鉛直方向相対変位は左上りを正とする。

表-2.6.3(2) 原子炉建屋基礎の傾斜

(T.P. +4.8mまで MMR による建屋埋込み効果を考慮した検討,

X-X' 断面, S_g-2 波)

時刻 (秒)	最大相対変位量 (鉛直方向)	最大傾斜
	$\delta_{AY} - \delta_{BY}$ (cm)	$\frac{ \delta_{AY} - \delta_{BY} }{L}$
4.98	0.33	1/18,000



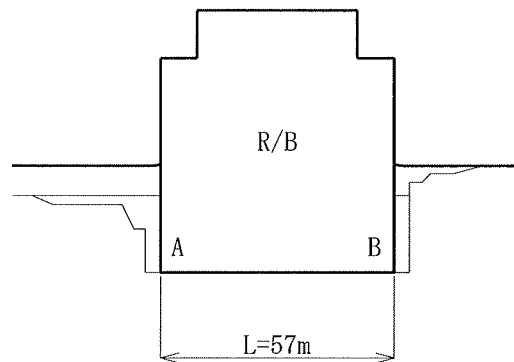
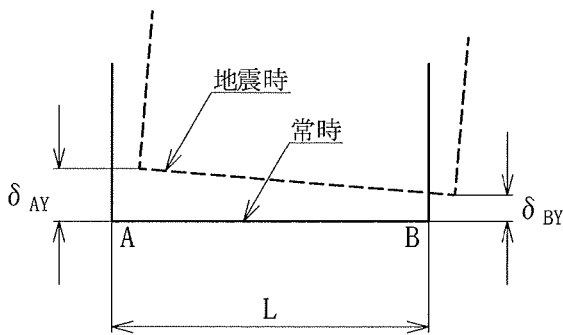
δ_{AY} , δ_{BY} は上向きを正とする。
鉛直方向相対変位は左上りを正とする。

表-2.6.4(1) 原子炉建屋基礎の傾斜

(T. P. +4.8mまで MMR による建屋埋込み効果を考慮した検討,

Y-Y' 断面, S_s-1 波)

時刻 (秒)	最大相対変位量 (鉛直方向)	最大傾斜
	$\delta_{AY} - \delta_{BY}$ (cm)	$\frac{ \delta_{AY} - \delta_{BY} }{L}$
18.17	0.18	1/32,000



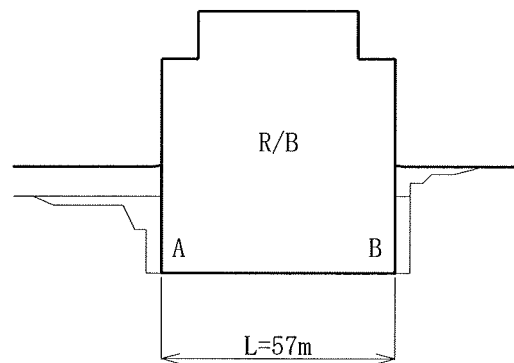
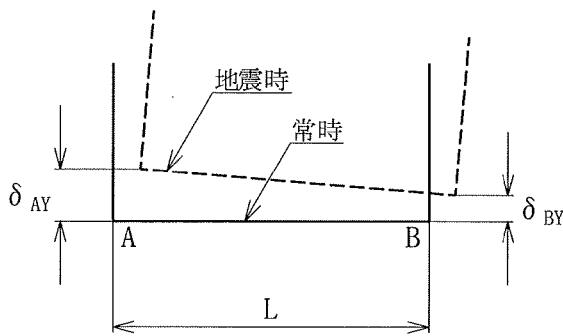
δ_{AY} , δ_{BY} は上向きを正とする。
鉛直方向相対変位は左上りを正とする。

表-2.6.4(2) 原子炉建屋基礎の傾斜

(T. P. +4.8mまで MMR による建屋埋込み効果を考慮した検討,

Y-Y' 断面, S_s-2 波)

時刻 (秒)	最大相対変位量 (鉛直方向)	最大傾斜
	$\delta_{AY} - \delta_{BY}$ (cm)	$\frac{ \delta_{AY} - \delta_{BY} }{L}$
2.04	-0.17	1/34,000



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。

2.7 岩盤のひずみ依存性を考慮して変形特性を低減させた検討

申請者は、基礎地盤の安定性に影響を与える可能性のある解析として、岩盤の動的変形特性のひずみ依存性を考慮して岩盤の変形特性を低減させた場合について、以下のとおり検討している。

2.7.1 解析条件

基本検討の動的FEM解析においてすべり安全率が最も小さいX-X'断面の S_s-1 波のケースを対象に、岩盤の変形特性を低減させた解析を行っている。

軟岩である淡灰色火山礫凝灰岩の動的三軸試験結果によれば、基準地震動 S_s を用いた動的FEM解析（基本検討）で得られた最大有効せん断ひずみにおいては、動せん断弾性係数 G_d が15%低下する結果が得られている（意見聴取会資料「04-大間設C-77」）。このため、解析用物性値は、岩盤の動せん断弾性係数 G_d を基本検討で用いている値の85%として設定している。動せん断弾性係数を低減させる岩盤は、軟岩（細粒凝灰岩、粗粒凝灰岩、淡灰色火山礫凝灰岩、暗灰色火山礫凝灰岩、凝灰角礫岩、酸性凝灰岩、軽石凝灰岩、火山碎屑岩（クリンカー質部）、シルト岩、シルト岩（硬質部）、安山岩溶岩（角礫状）、玄武岩（角礫状））全て（ケースA）と淡灰色火山礫凝灰岩及び凝灰角礫岩（ケースB）の2ケースとしている。

岩盤の動せん断弾性係数を低減させた解析用物性値を表-2.7.1に示す。

岩盤の動せん断弾性係数以外の解析条件については、基本検討と同

じである。

2.7.2 解析結果及びまとめ

(1) すべりに対する解析結果

a. 主応力分布及び要素ごとの安全率

ケースAの最小すべり安全率を示す時刻 $T=23.83$ 秒における主応力図を参考図集の図-2.7.1に、要素ごとの安全率を参考図集の図-2.7.2に示す。また、ケースBの最小すべり安全率を示す時刻 $T=23.80$ 秒における主応力図を参考図集の図-2.7.3に、要素ごとの安全率を参考図集の図-2.7.4に示す。

原子炉建屋基礎岩盤については、基本検討の結果と比較して、新たに引張応力の発生した要素及びせん断強度に達した要素はない。

また、断層及びシームについても、新たに引張応力の発生した要素及びせん断強度に達した要素はない。

b. すべり安全率

基本検討において設定した原子炉建屋基礎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、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-2.7.2に示す。

岩盤のひずみ依存性を考慮して変形特性を低減させた検討の最小すべり安全率は、ケースBの時刻 $T=23.80$ 秒において生じ3.4であり、すべりに対して十分な安全性を有している。

なお、基本検討の最小すべり安全率は 3.4 である。

(2) 沈下に対する解析結果

原子炉建屋基礎の傾斜を基本検討の結果と比較して表-2.7.3 に示す。

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、ケース B の時刻 $T=46.95$ 秒において最大となり 0.66 cm で、その時の原子炉建屋基礎の傾斜は約 $1/9,100$ であり、問題となる不同沈下が生じることはない。

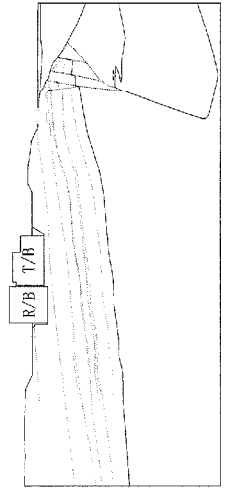
なお、基本検討の最大相対変位量は 0.48 cm 、傾斜は約 $1/13,000$ である。

表-2.7.1 岩盤の動せん断弾性係数
(岩盤のひずみ依存性を考慮して変形特性を低減させた検討)

速度層区分	岩盤区分	動せん断弾性係数 G_d ($\times 10^3 \text{N/mm}^2$)		
		基本検討	軟岩の変形特性を低減させた検討 ケースA	淡灰色火山礫凝灰岩及び凝灰角礫岩の変形特性を低減させた検討 ケースB
②	淡灰色火山礫凝灰岩	1.26	1.07	1.07
	凝灰角礫岩	1.41	1.20	1.20
	細粒凝灰岩	1.10	0.94	基本検討と同じ
	暗灰色火山礫凝灰岩	1.34	1.14	
③	細粒凝灰岩	1.99	1.69	
	粗粒凝灰岩	2.40	2.04	
	暗灰色火山礫凝灰岩	2.45	2.08	
	火山砕屑岩 (クリンカー質部)	2.43	2.07	
	シルト岩	1.86	1.58	
	安山岩溶岩 (角礫状)	2.73	2.32	
④	粗粒凝灰岩	0.78	0.66	
	暗灰色火山礫凝灰岩	0.80	0.68	
	酸性凝灰岩	0.69	0.59	
	軽石凝灰岩	0.68	0.58	
	火山砕屑岩 (クリンカー質部)	0.79	0.67	
	シルト岩	0.61	0.52	
	シルト岩 (硬質部)	0.62	0.53	
⑤	酸性凝灰岩	1.37	1.16	
	軽石凝灰岩	1.34	1.14	
	シルト岩 (硬質部)	1.23	1.05	
	玄武岩 (角礫状)	1.73	1.47	
北②	粗粒凝灰岩	0.46	0.39	
	酸性凝灰岩	0.41	0.35	
	シルト岩	0.36	0.31	
	シルト岩 (硬質部)	0.36	0.31	
北③	酸性凝灰岩	0.76	0.65	
	軽石凝灰岩	0.74	0.63	
	シルト岩	0.66	0.56	
	シルト岩 (硬質部)	0.68	0.58	

表-2.7.2 すべり安全率 (岩盤のひずみ依存性を考慮して変形特性を低減させた検討, X-X'断面, S₅-1波)

すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率	
		基本検討	軟岩の変形 特性を低減 させた検討 ケースA
1		6.5	6.4
2		7.1	7.1
3		8.3	8.1
4		4.9	5.0



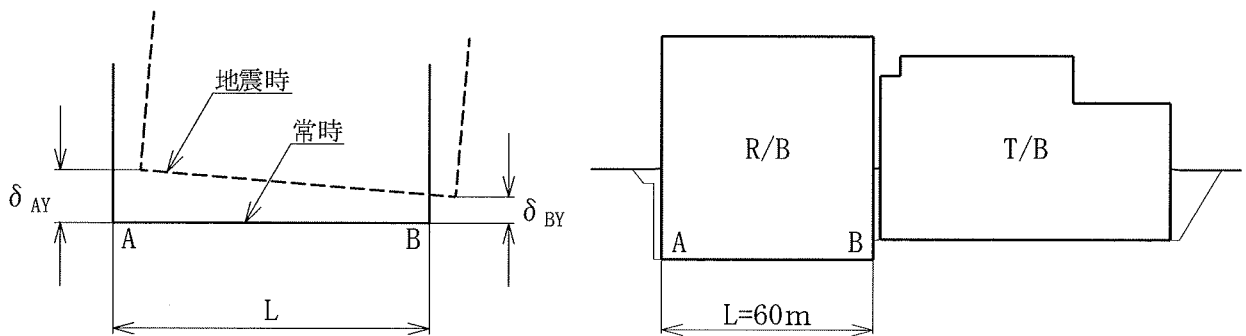
凡例
 — すべり線
 - - - 断層・シーム
 地層境界
 ○ すべり安全率の最小値

すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率		
		基本検討	軟岩の変形 特性を低減 させた検討 ケースA	淡灰色火山礫凝灰 岩及び凝灰角礫岩 の変形特性を低減 させた検討 ケースB
5		5.2	5.5	5.1
6		5.0	5.1	4.9
7		4.9	5.2	4.9
8		3.4	3.6	3.4
9		3.6	3.7	3.5

表-2.7.3 原子炉建屋基礎の傾斜

(岩盤のひずみ依存性を考慮して変形特性を低減させた検討, X-X' 断面, S_s-1 波)

	時刻 (秒)	最大相対変位量 (鉛直方向)	最大傾斜
		$\delta_{AY} - \delta_{BY}$ (cm)	$\frac{ \delta_{AY} - \delta_{BY} }{L}$
基本検討	46.95	0.48	1/13,000
軟岩の変形特性を 低減させた検討 ケースA	46.98	0.53	1/11,000
淡灰色火山礫凝灰岩及び 凝灰角礫岩の変形特性を 低減させた検討 ケースB	46.95	0.66	1/9,100



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。

2.8 まとめ

申請者が実施した、断層内物質及びシームの物性のばらつきを考慮して強度特性を低減させた検討、断層内物質及びシームの物性のばらつきを考慮して変形特性を低減させた検討、シームの応力履歴を考慮して強度特性を低減させた検討、シームの風化部を考慮して強度特性を低減させた検討、燃料補助建屋を付加したモデルによる検討、T. P. +4.8mまでMMRによる建屋埋込み効果を考慮した検討、岩盤のひずみ依存性を考慮して変形特性を低減させた検討については、その内容が適切であると評価する。

3. 燃料補助建屋基礎地盤の安定性検討

3.1 解析概要

申請者は、原子炉建屋基礎地盤の安定性検討と同様に、燃料補助建屋基礎地盤の安定性検討を以下のとおり行っている。

燃料補助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、燃料補助建屋基礎地盤の支持力、すべり及び燃料補助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。燃料補助建屋基礎地盤の安定性検討の流れを図-3.1に示す。

解析で対象とする断面は、図-3.2に示す燃料補助建屋中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。図-3.3に地質断面図を、図-3.4に岩盤分類図を示す。

3.2 慣用法による安定性検討

3.2.1 解析条件

3.2.1.1 解析断面

解析で対象とする断面は、X-X'断面及びY-Y'断面としている。

3.2.1.2 地震力

水平方向の地震力については、燃料補助建屋に地震層せん断力係数 $3.0C_i$ に基づく地震力を、鉛直方向の地震力については、燃料補助建屋に $0.24G$ を作用させている。作用方向は解析断面の水平方向及び鉛直2方向としている。

3.2.1.3 地下水位

地下水位は、基礎スラブ上面に設定している。

3.2.2 解析手法

3.2.2.1 支持力に対する検討

支持力に対する検討では、燃料補助建屋を剛体とみなし、かつ建屋に作用する荷重を建屋基礎底面地盤のみで支持させるものとし、その基礎底面における接地圧分布より燃料補助建屋基礎底面地盤（凝灰角礫岩）の常時及び地震時の支持力に対する安定性を検討している。

3.2.2.2 平面すべりに対する検討

燃料補助建屋基礎底面の平面すべりの検討では、燃料補助建屋基礎

底面の岩盤区分である凝灰角礫岩のせん断強度として淡灰色火山礫凝灰岩のブロックせん断試験結果から推定した値を用いて，原子炉建屋基礎底面の平面すべりに対する検討と同様な手法により検討している。

具体的には，凝灰角礫岩のせん断強度は建屋の地震時の平均接地圧 0.33N/mm^2 における凝灰角礫岩と淡灰色火山礫凝灰岩との三軸圧縮強度比 0.91 から，淡灰色火山礫凝灰岩のブロックせん断試験のせん断強度を低減させて求めている。このように推定した凝灰角礫岩の破壊時のせん断応力 τ と垂直応力 σ との関係は，以下のとおりである。

$$\tau = 0.47 + \sigma \tan 35^\circ \quad (\text{N/mm}^2)$$

平面すべりの検討ケースを表-3.1 に示す。

3.2.2.3 沈下に対する検討

燃料補助建屋の沈下に対する検討では，燃料補助建屋基礎底面に分布する凝灰角礫岩の割線弾性係数として淡灰色火山礫凝灰岩の岩盤変形試験結果から推定した値を用いて検討している。

具体的には，建屋の常時の接地圧 0.26N/mm^2 における凝灰角礫岩と淡灰色火山礫凝灰岩との三軸圧縮試験に基づく静弾性係数比 0.96 から，淡灰色火山礫凝灰岩の岩盤変形試験の割線弾性係数を低減させて算出した割線弾性係数 $1.56 \times 10^3\text{N/mm}^2$ ，凝灰角礫岩の一軸及び三軸圧縮試験から求めたポアソン比 0.47 ，並びに三軸クリープ試験から求めたクリープ係数 0.23 を用いて沈下量を求め，安全性を検討している。

3.2.3 解析結果

3.2.3.1 支持力に対する解析結果

燃料補助建屋基礎底面における接地圧分布を表-3.2 に示す。

燃料補助建屋の常時の接地圧は約 0.3N/mm^2 であり，地震時の最大接地圧は約 0.7N/mm^2 である。

3.2.3.2 平面すべりに対する解析結果

燃料補助建屋基礎底面の平面すべりの検討結果は表-3.3 に示すとおりであり，最小すべり安全率は 3.3 である。

3.2.3.3 沈下に対する解析結果

慣用法による沈下量の検討結果を図-3.5 に示す。

燃料補助建屋築造による沈下量は，燃料補助建屋中心で約 0.8cm である。

3.3 動的FEM解析による安定性検討

3.3.1 解析条件

3.3.1.1 解析モデル

(1) 解析断面

解析で対象とする断面は、燃料補助建屋中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。

燃料補助建屋周辺のレイアウト及び解析用断面位置を図-3.2に示す。

(2) 解析用地盤モデル

解析用地盤モデルは、ボーリング調査、試掘坑調査等の結果を基に検討した、「敷地及び原子炉施設設置位置付近の地質・地質構造並びに岩盤分類」(意見聴取会資料「04-大間設C-13」)及び「岩石・岩盤物性」(意見聴取会資料「04-大間設C-28」)に基づき、作成している。

解析モデルの幅については、燃料補助建屋基礎幅(約45m)の5倍以上を十分に確保するようX-X'断面では燃料補助建屋中心位置から左(南)へ250m、右(北)へ300mとしている。またY-Y'断面では炉心位置から左(西)へ300m、右(東)へ300mとしている。

解析モデルの深さについては、X-X'断面及びY-Y'断面ともに、建屋基礎幅の1.5倍～2倍を十分に確保するようT.P.-300mま

でとしている。

岩盤分類及び速度層区分は、図-3.4 に示す岩盤分類図及び図-3.6 に示す速度層断面図に基づいている。

解析用要素分割図を図-3.7 に示す。

3.3.1.2 解析用物性値

解析用物性値の考え方を表-3.4 に示す。また、燃料補助建屋基礎地盤の安定性の評価において使用する解析用物性値を表-3.5 に示す。

3.3.1.3 地震力

水平地震動は基準地震動 S_s (水平方向) を、鉛直地震動は基準地震動 S_v (鉛直方向) を、一次元応答解析により入力基盤面 (T. P. -300 m) まで引戻した地震波を入力している。

3.3.1.4 地下水位

解析用の地下水位は、図-3.8 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。

3.3.2 解析手法

申請者は、燃料補助建屋基礎地盤の安定性検討の動的解析手法を以下のとおりとしている。

3.3.2.1 解析手法

動的FEM解析は、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。等価線形解析においては、動的鉛直動を考慮し、初期の動せん断弾性係数及び動ポアソン比からあらかじめ体積弾性係数を求めておき、動せん断弾性係数が変動しても体積弾性係数は初期値一定として解析を実施している。地震時応力は、基準地震動 S_g を用いて動的FEM解析により求める動的応力と、静的FEM解析により求める常時応力とを重ね合わせるにより求めている。動的応力は、水平地震動による応答解析及び鉛直地震動による応答解析結果を同時刻で重ね合わせるにより求めている。

なお、常時応力は、地盤の自重計算により求まる初期応力に、建屋基礎掘削に伴う解放力と、建屋及び盛土荷重とを考慮して求めている。

3.3.2.2 検討ケース

検討ケースを表-3.6に示す。

3.3.2.3 検討内容

(1) 支持力に対する検討

燃料補助建屋の接地圧が最大となる時刻の主応力分布、要素ごとの安全率及びモビライズド面による応力状態を考慮して燃料補助建屋基礎地盤の支持力について検討している。要素ごとの安全率は下

式で求めている。

$$f_s = \frac{2c \cos \phi + (\sigma_1 + \sigma_3) \sin \phi}{\sigma_1 - \sigma_3}$$

ここで、

f_s : 要素ごとの安全率

c, ϕ : 強度定数

σ_1, σ_3 : 主応力 (圧縮を正)

(2) すべりに対する検討

a. 主応力分布及び要素ごとの安全率

b. で求める最小すべり安全率を示す時刻における燃料補助建屋基礎地盤の主応力分布及び要素ごとの安全率について検討している。

b. すべり安全率

すべり安全率は、燃料補助建屋基礎底面沿いの想定すべり線、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について検討するとともに、すべり安全率が最小となる時刻における主応力分布と要素ごとの安全率とについて検討している。

なお、引張応力が発生した要素については、引張面の方向がすべり線方向と±20度以内の角度で交差する場合はその要素の強度定数を0とし、それ以外の場合は残留強度を用いている。

また、せん断強度に達した要素では残留強度を用いている。

(3) 沈下に対する検討

燃料補助建屋基礎両端の相対変位について検討している。

3.3.3 解析結果

3.3.3.1 支持力に対する解析結果

(1) X－X' 断面

動的FEM解析結果の燃料補助建屋の接地圧が最大を示す S_s-2 波入力の時刻 $T=4.43$ 秒における主応力図, 要素ごとの安全率及びモビライズド面を参考図集の図-3.1～図-3.3に示す。

燃料補助建屋基礎岩盤については, 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。マンメイドロック (MMR) については, 引張強度・せん断強度に達した要素はない。

シームについては, 燃料補助建屋基礎掘削面に接する部分に引張応力が発生した要素があるが, これは常時応力解析により生じたものである。なお, せん断強度に達した要素はない。

また, 燃料補助建屋基礎地盤について, 要素ごとのモビライズド面が連続するようなすべり線は存在しない。

(2) Y－Y' 断面

動的FEM解析結果の燃料補助建屋の接地圧が最大を示す S_s-2 波入力の時刻 $T=4.42$ 秒における主応力図, 要素ごとの安全率及びモビライズド面を参考図集の図-3.4～図-3.6に示す。

燃料補助建屋基礎岩盤については, 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。マンメイドロック (MMR) については、引張強度・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。

また、燃料補助建屋基礎地盤について、要素ごとのモビライズド面が連続するようなすべり線は存在しない。

3.3.3.2 すべりに対する解析結果

(1) X-X' 断面

a. 主応力分布及び要素ごとの安全率

動的 F E M 解析結果の最小すべり安全率を示す S_g-1 波入力の時刻 $T=23.80$ 秒における水平方向加速度分布図、鉛直方向加速度分布図、主応力図及び要素ごとの安全率を参考図集の図-3.7～図-3.10 に示す。

燃料補助建屋基礎岩盤については、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。マンメイドロック (MMR) については、引張強度・せん断強度に達した要素はない。

シームについては、燃料補助建屋基礎掘削面に接する部分に引張応力が発生した要素があるが、これは常時応力解析により生じたものである。なお、せん断強度に達した要素はない。

b. すべり安全率

動的 F E M 解析により得られた最小すべり安全率及びすべり安

全率の時刻歴を表-3.7(1)及び表-3.8に示す。

最小すべり安全率は、 S_s -1波入力の時刻 $T=23.80$ 秒において生じ、4.4である。

(2) Y-Y'断面

a. 主応力分布及び要素ごとの安全率

動的FEM解析結果の最小すべり安全率を示す S_s -1波入力の時刻 $T=16.70$ 秒における水平方向加速度分布図、鉛直方向加速度分布図、主応力図及び要素ごとの安全率を参考図集の図-3.11～図-3.14に示す。

燃料補助建屋基礎岩盤については、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。マンメイドロック(MMR)については、引張強度・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。

b. すべり安全率

動的FEM解析により得られた最小すべり安全率及びすべり安全率の時刻歴を表-3.7(2)及び表-3.9に示す。

最小すべり安全率は、 S_s -1波入力の時刻 $T=16.70$ 秒において生じ、4.2である。

3.3.3.3 沈下に対する解析結果

(1) X－X' 断面

燃料補助建屋基礎両端の相対変位量の時刻歴を表-3.10 に示す。

地震時の燃料補助建屋基礎両端における鉛直方向の相対変位量は、 S_s -1 波入力の場合時刻 $T=44.38$ 秒において最大となり 0.19 cm で、その時の燃料補助建屋基礎の傾斜は約 $1/24,000$ である。

(2) Y－Y' 断面

燃料補助建屋基礎両端の相対変位量の時刻歴を表-3.11 に示す。

地震時の燃料補助建屋基礎両端における鉛直方向の相対変位量は、 S_s -2 波入力の場合時刻 $T=13.40$ 秒において最大となり 0.20 cm で、その時の燃料補助建屋基礎の傾斜は約 $1/18,000$ である。

3.4 まとめ

申請者は、燃料補助建屋基礎地盤の安定性検討結果を要約し、以下のとおりとしている。

3.4.1 慣用法による安定性検討

3.4.1.1 支持力に対する安全性

燃料補助建屋基礎底面に分布する凝灰角礫岩の支持力が岩石試験結果からみて淡灰色火山礫凝灰岩とほぼ同程度と考えられ、燃料補助建屋の常時の接地圧は約 0.3N/mm^2 、地震時の最大接地圧は約 0.7N/mm^2 であり、燃料補助建屋の接地圧は原子炉建屋に比べて小さいことから支持力が問題とならない。

3.4.1.2 平面すべりに対する安全性

慣用法による燃料補助建屋基礎底面の地震時のすべり安全率は 3.3 以上であり、すべりに対して十分な安全性を有している。

3.4.1.3 沈下に対する安全性

慣用法による燃料補助建屋の沈下量は、燃料補助建屋中心で約 0.8 cm であり、問題となる沈下が生じることはない。

3.4.2 動的 FEM 解析による安定性検討

3.4.2.1 支持力に対する安全性

動的 FEM 解析結果による燃料補助建屋基礎地盤の地震時における

応力状態からみて支持力が問題となるものではない。

3.4.2.2 すべりに対する安全性

動的FEM解析結果による燃料補助建屋基礎地盤の地震時のすべり安全率は4.2以上であり、すべりに対して十分な安全性を有している。

3.4.2.3 沈下に対する安全性

動的FEM解析結果による地震時の燃料補助建屋基礎の傾斜は約1/18,000以下であり、問題となる不同沈下が生じることはない。

以上の結果より、申請者が実施した燃料補助建屋基礎地盤の安定性検討は適切であると評価する。

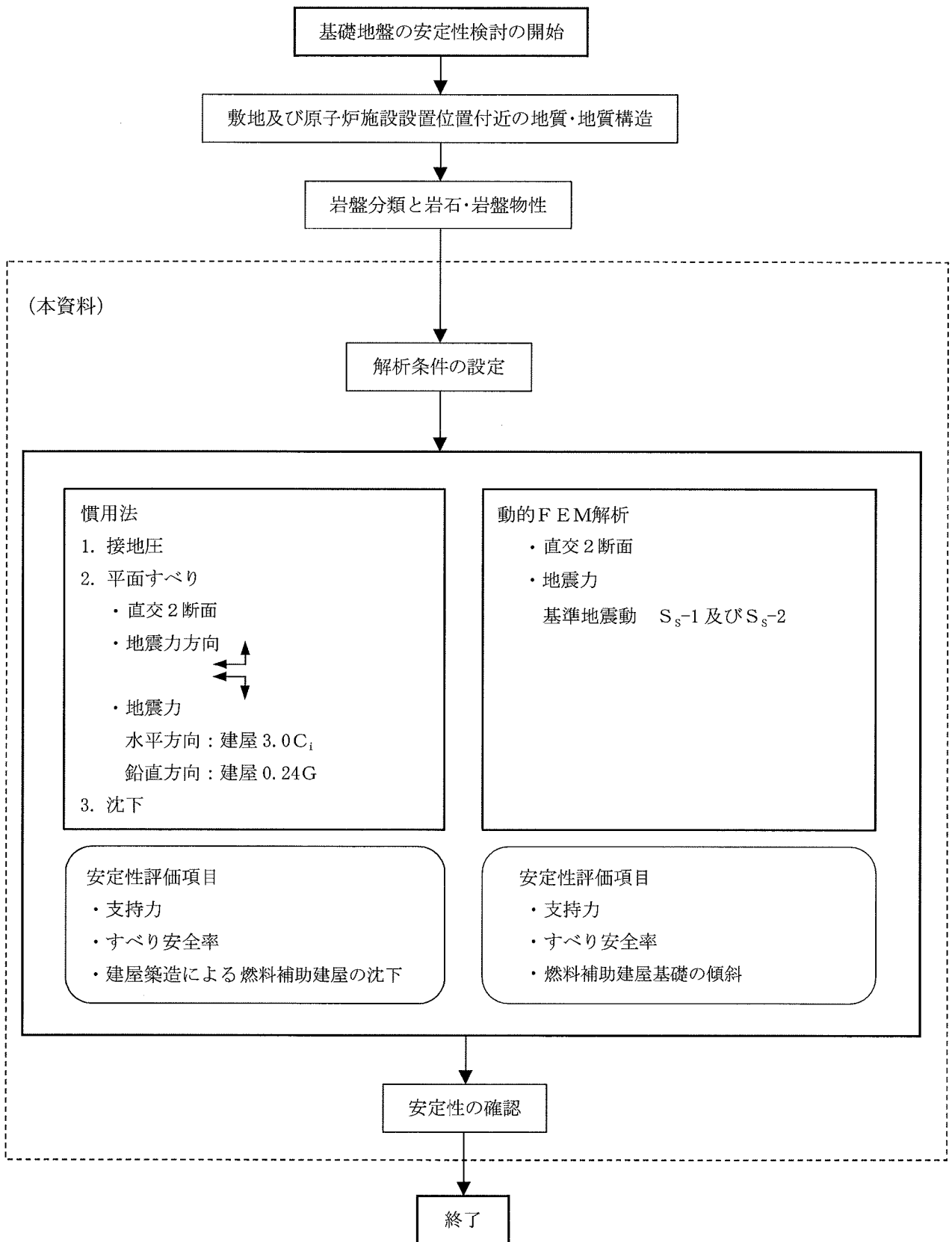


図-3.1 燃料補助建屋基礎地盤の安定性検討フロー

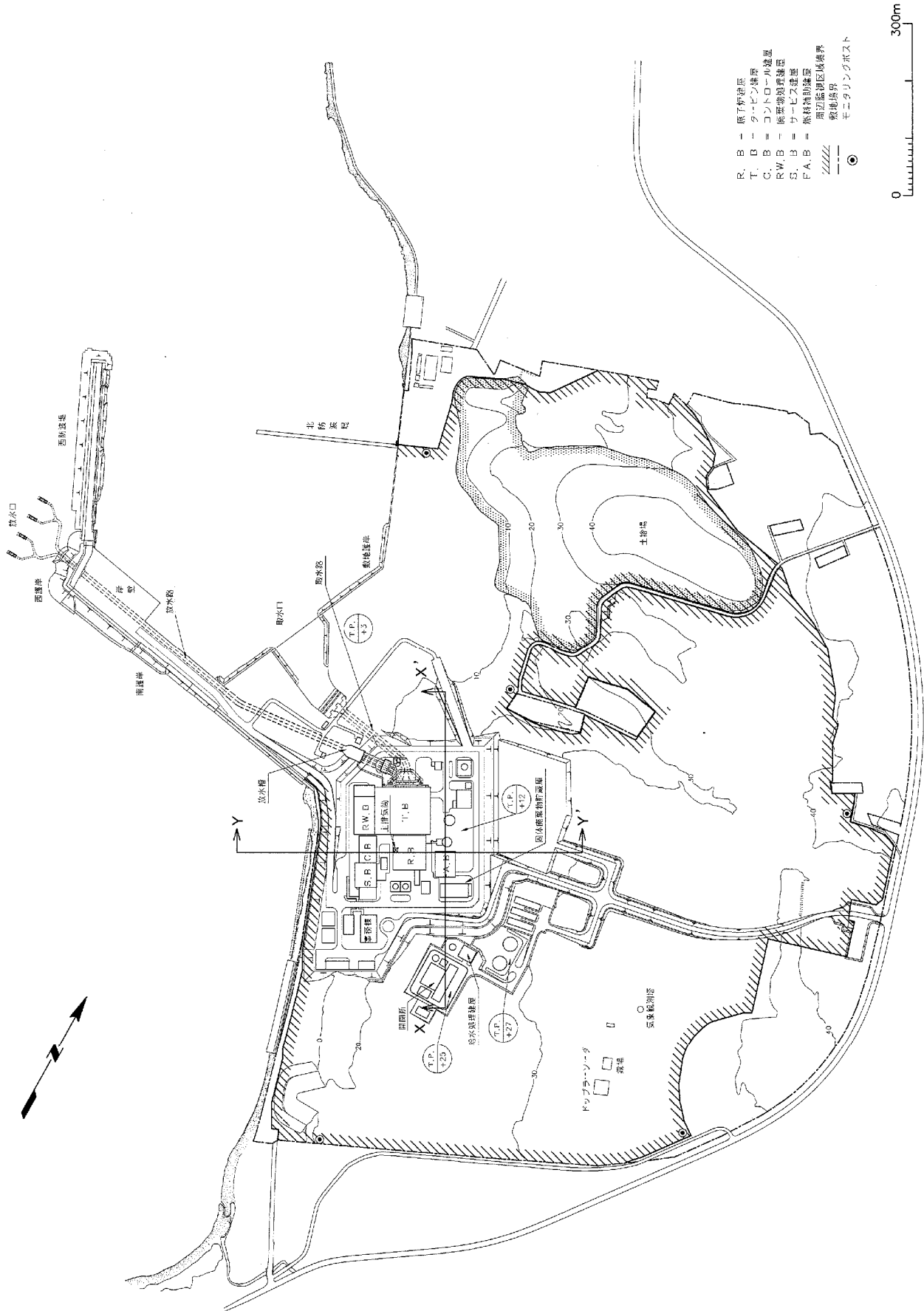
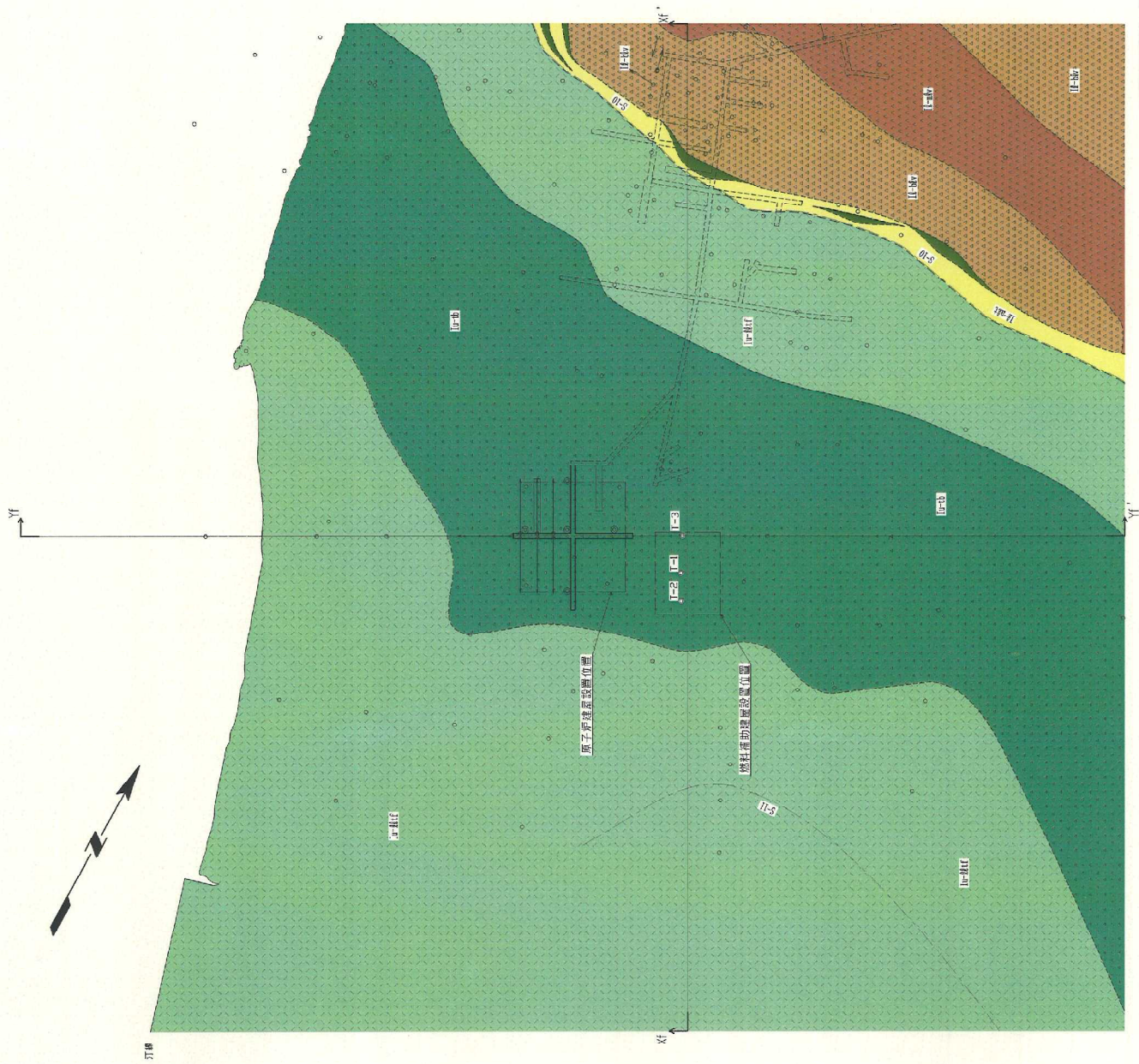


図-3.2 解析断面位置図 (燃料補助建屋)

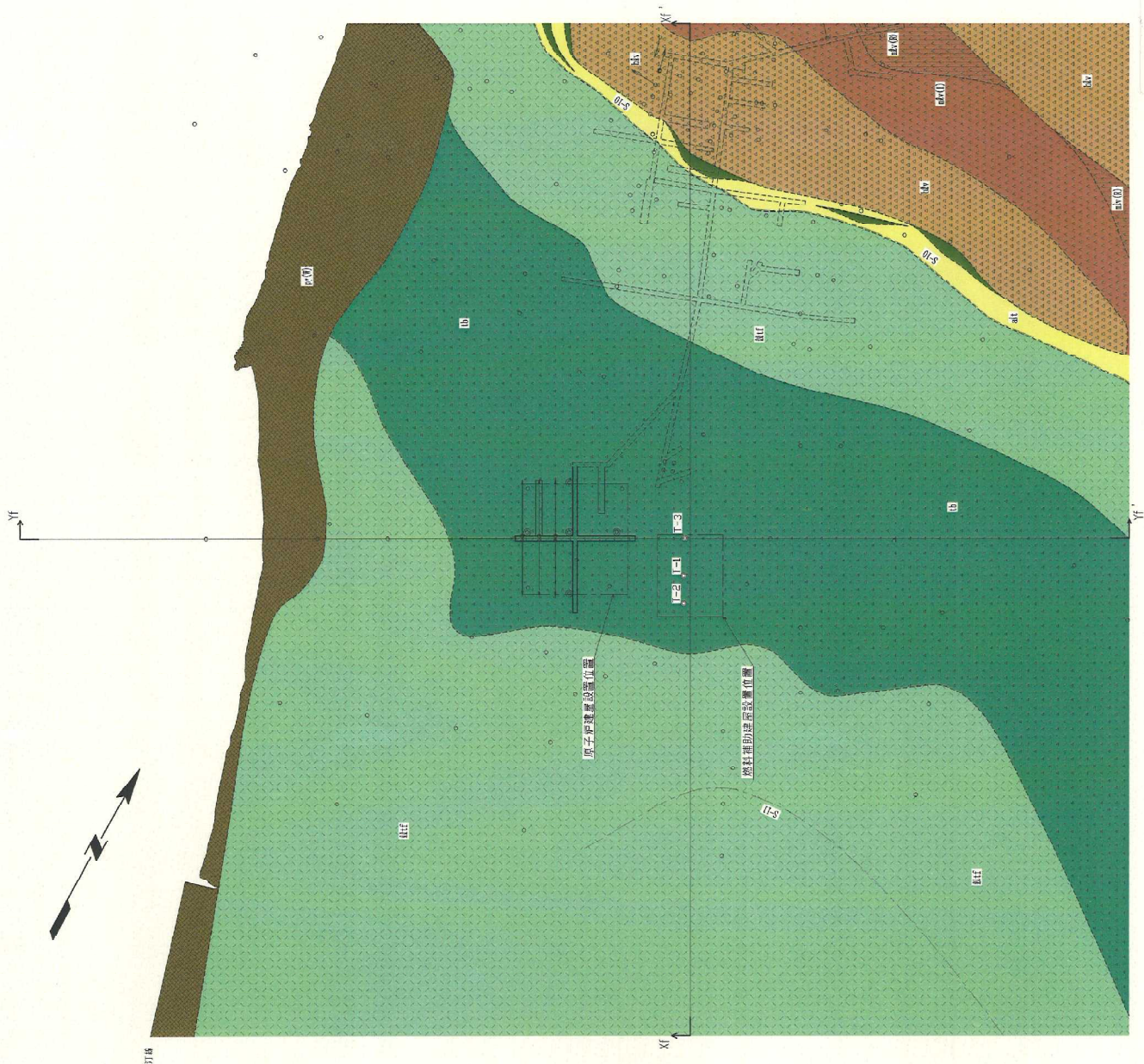


凡例

[I-a]	淡灰色火山礫凝灰岩	地層境界
[I-b]	凝灰角礫岩	地質境界
[I-c]	暗灰色火山礫凝灰岩	シーム
[I-d]	安山岩溶岩 (角礫状)	試験坑
[I-e]	安山岩溶岩 (塊状)	試験坑
[I-f]	細粒溶岩・粗粒溶岩・ 凝灰色火山礫凝灰岩と互層	補足調査坑
		炉心ボーリング
		鉛直ボーリング
		水平・斜めボーリング
		断面図位置



図-3.3(1) 地質水平断面図 (燃料補助建屋, I.P. 0m)



凡例

	淡灰色火山礫凝灰岩
	凝灰角礫岩
	暗灰色火山礫凝灰岩
	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
	火山砕屑岩 (風化部)
火山砕屑岩	
	安山岩溶岩 (塊状・規則性埋蔵)
	安山岩溶岩 (塊状・不規則性埋蔵)
	安山岩溶岩 (角礫状)
陸揚・噴出岩	
	岩盤分類境界
	シ - ム
	試坑
	試坑
	補足調査坑
	岩心ボーリング
	鉛直ボーリング
	水平・斜めボーリング
	断面図位置



図-3.4(1) 岩盤分類図 (燃料補助建屋, T. P. 0m)

表-3.1 慣用法検討ケース（燃料補助建屋）

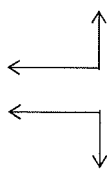
解析手法	解析断面	地震力方向
慣用法 (平面すべり)	X-X' 断面	
	Y-Y' 断面	

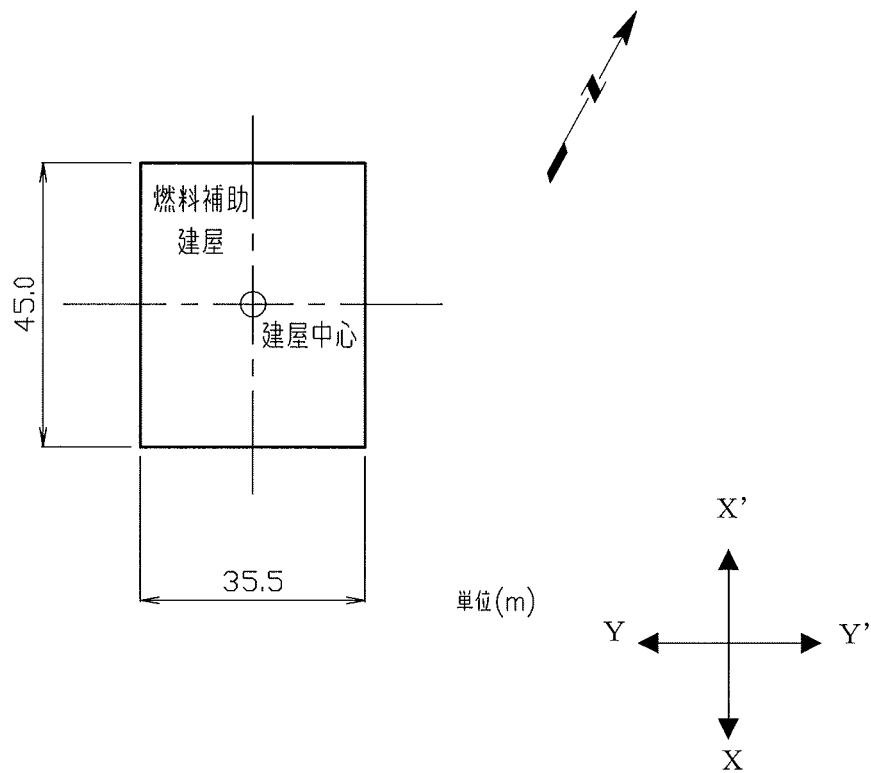
表-3.2 支持力に対する検討結果(燃料補助建屋)

水平地震力方向 鉛直地震力方向	地震時																			
	常時					X-X'					Y-Y'									
	鉛直力	有効鉛直力	鉛直力	有効鉛直力	鉛直力	鉛直力	有効鉛直力	鉛直力	有効鉛直力	鉛直力	鉛直力	有効鉛直力	鉛直力	有効鉛直力	鉛直力	有効鉛直力				
鉛直力・有効鉛直力 ¹⁾ (N)	44.746×10 ⁷	40.829×10 ⁷	34.007×10 ⁷	30.090×10 ⁷	55.485×10 ⁷	51.569×10 ⁷	34.007×10 ⁷	30.090×10 ⁷	55.485×10 ⁷	55.485×10 ⁷	30.090×10 ⁷	34.007×10 ⁷	30.090×10 ⁷	55.485×10 ⁷	55.485×10 ⁷	51.569×10 ⁷				
転倒モーメント ²⁾ (N・m)	-																			
水平力 ²⁾ (N)	-																			
浮力を考慮しない場合	<p>45.00m 38.78m 0.49N/mm²</p>					<p>45.00m 23.93m 0.62N/mm² ($\sigma_{\min}=0.08\text{N/mm}^2$)</p>					<p>35.50m 35.28m 0.63N/mm²</p>					<p>35.50m 33.92m 0.70N/mm²</p>				
	<p>0.28N/mm²</p>																			
浮力を考慮した場合	<p>45.00m 35.04m 0.48N/mm²</p>					<p>45.00m 20.13m 0.59N/mm² ($\sigma_{\min}=0.05\text{N/mm}^2$)</p>					<p>35.50m 33.92m 0.66N/mm²</p>					<p>35.50m 33.92m 0.68N/mm²</p>				
	<p>0.26N/mm²</p>																			
³⁾ 解析結果(接地圧分布)	<p>325.6×10⁷ 332.3×10⁷</p> <p>18.75×10⁷ 18.75×10⁷</p>																			

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

表-3.3 すべり安全率 燃料補助建屋基礎底面の平面すべり

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'	↑	8.0×10^8	1.9×10^8	4.2
	↓	11.1×10^8	1.9×10^8	5.8
Y-Y'	↑	6.4×10^8	1.9×10^8	3.3
	↓	10.8×10^8	1.9×10^8	5.6



解析用物性値		設定の考え方
弾性係数 E (N/mm^2)	1.56×10^3	淡灰色火山礫凝灰岩の岩盤変形試験による割線弾性係数を低減
ポアソン比 ν	0.47	一軸圧縮試験及び三軸圧縮試験
クリープ係数 α	0.23	三軸クリープ試験

燃料補助建屋荷重による沈下量(cm)	0.79
--------------------	------

図-3.5 燃料補助建屋の沈下に対する検討位置，物性値及び結果

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については検用値を設定
 その他の速度層についてはVp、Vsより算定

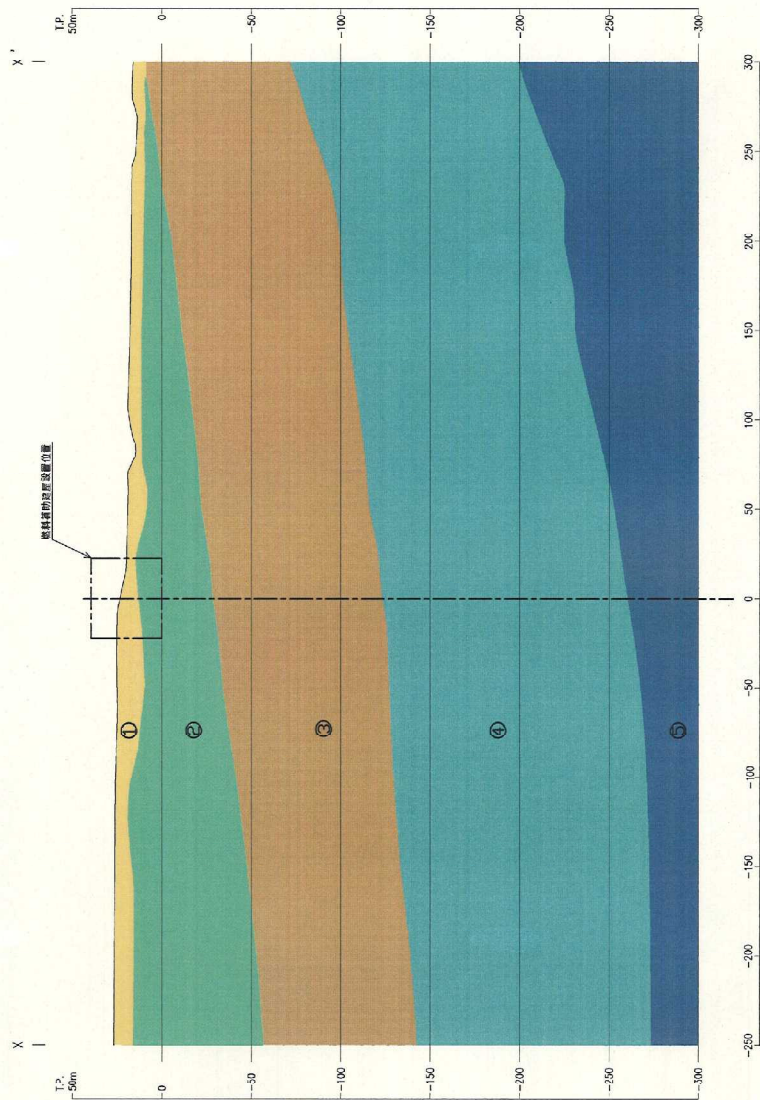


図-3.6(1) P S 検層による速度層断面図 (燃料補助建屋, X-X' 断面)

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

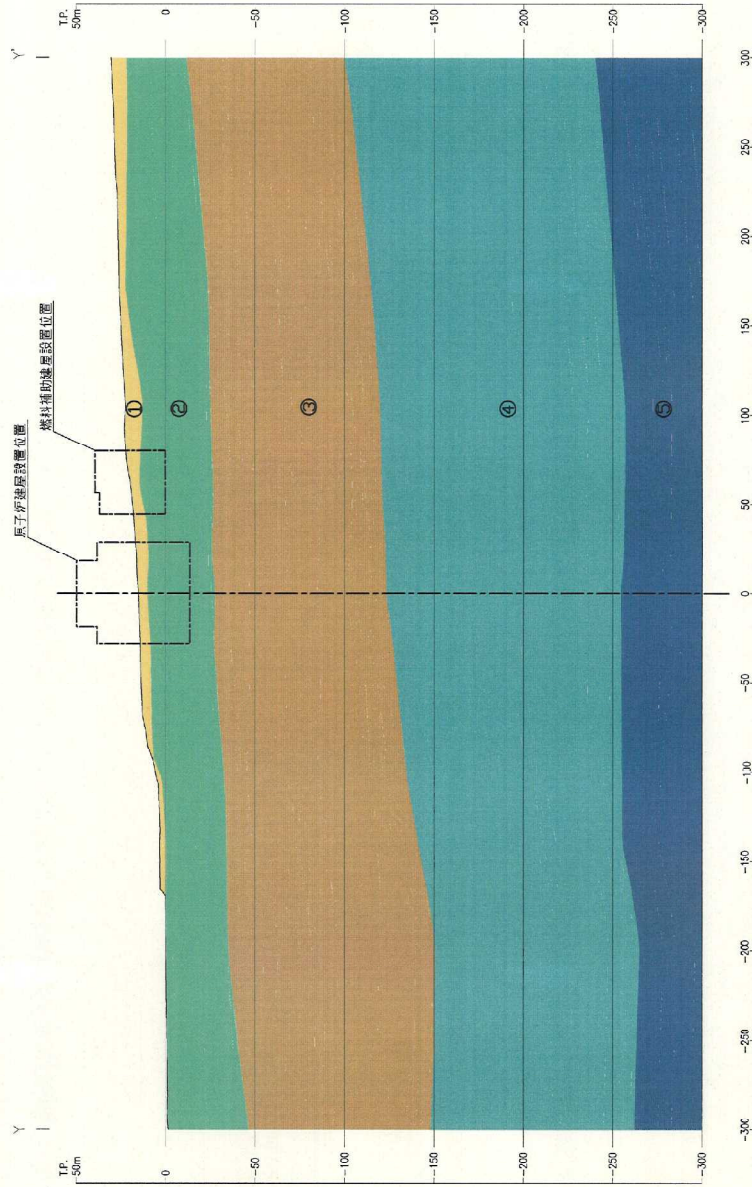


図-3.6(2) P S検層による速度層断面図 (燃料補助建屋、Y-Y'断面)

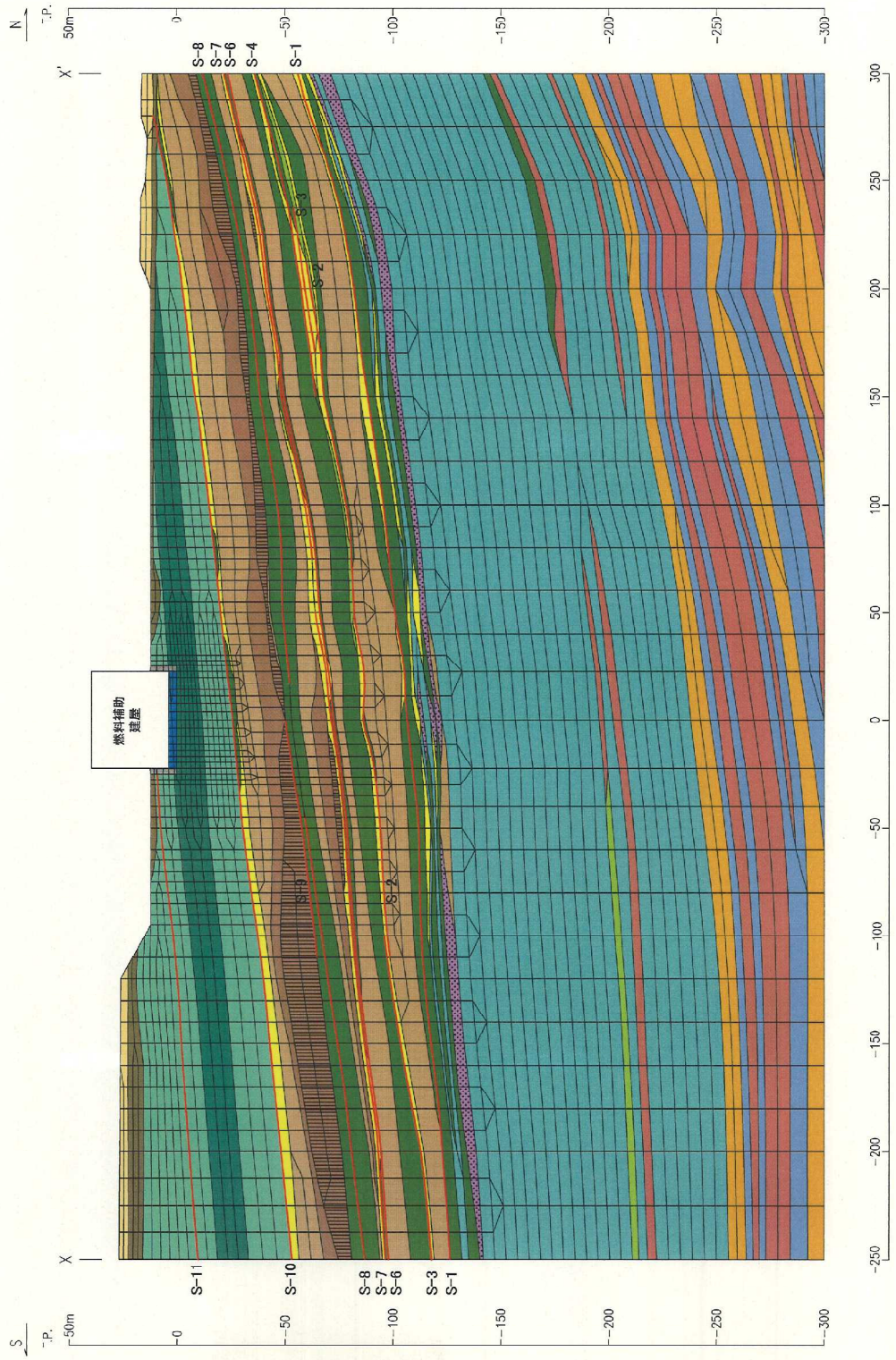


図-3.7(1) 解析用要素分割図(燃料補助建屋, X-X'断面)

表-3.4(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					
強度特性	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	
	残留強度	同上			同上	
動的変形特性	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	
	動ポアソン比 ν_d	慣用値			慣用値	
	減衰定数 h G_d, h のひずみ 依存性	動的 単純せん断試験結果			動的三軸試験結果	
静的変形特性	静弾性係数 E (静せん断 弾性係数 G)	静的 単純せん断試験結果			三軸圧縮試験結果	
	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

※ 初期応力を求めるFEM解析（初期応力解析）の物性値は、初期地圧測定結果を考慮して設定する。

表-3.5(1) 解析用物性値

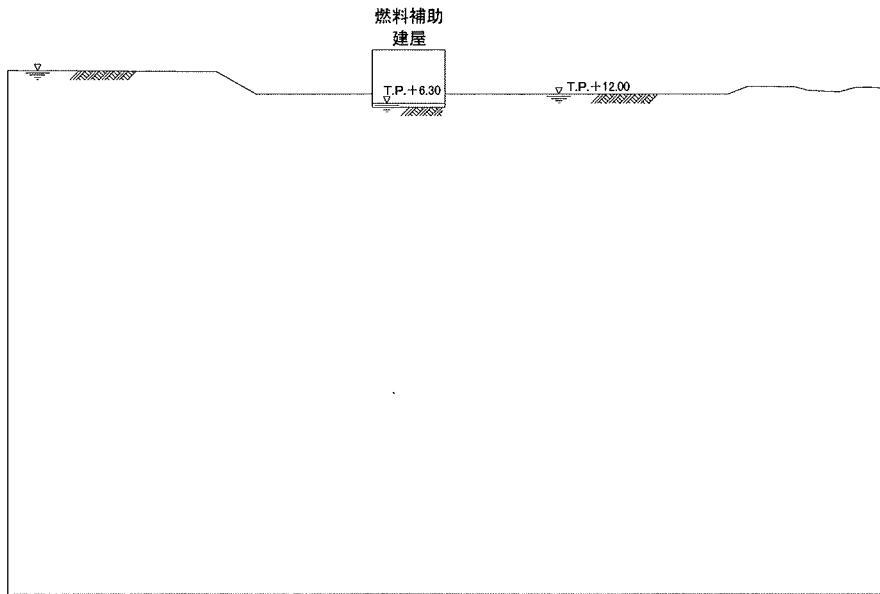
	物理特性		強度特性		動的変形特性		静的変形特性		
	密度 γ (g/cm^3)	せん断強度 τ (N/mm^2)	せん断強度 τ (N/mm^2)	残留強度 (N/mm^2)	動せん断弾性係数 G_d ($\times 10^3 N/mm^2$)	動ポアソン比 ν_d	減衰定数 h	静弾性係数 E (静せん断弾性係数 G) ($\times 10^3 N/mm^2$)	静ポアソン比 ν
細粒凝灰岩	1.59	$(\tau/0.45)^2=1+\sigma/0.18$ $\tau=0.76+\sigma \tan 18^\circ$	$(-0.18N/mm^2 \leq \sigma < 0.66N/mm^2)$ ($\sigma \geq 0.66N/mm^2$)	$0.79 \sigma^{0.43}$			0.03	$0.83 \sigma^{0.29}$	0.43
粗粒凝灰岩	1.91	$(\tau/2.44)^2=1+\sigma/1.51$ $\tau=3.90+\sigma \tan 9^\circ$	$(-1.51N/mm^2 \leq \sigma < 3.44N/mm^2)$ ($\sigma \geq 3.44N/mm^2$)	$1.55 \sigma^{0.46}$			0.03	$2.40 \sigma^{0.13}$	0.45
淡灰色火山礫凝灰岩	1.83	$(\tau/0.61)^2=1+\sigma/0.21$ $\tau=1.43+\sigma \tan 8^\circ$	$(-0.21N/mm^2 \leq \sigma < 1.21N/mm^2)$ ($\sigma \geq 1.21N/mm^2$)	$1.12 \sigma^{0.38}$			0.03	$1.36 \sigma^{0.21}$	0.44
暗灰色火山礫凝灰岩	1.95	$(\tau/1.51)^2=1+\sigma/0.58$ $\tau=2.73+\sigma \tan 14^\circ$	$(-0.58N/mm^2 \leq \sigma < 2.10N/mm^2)$ ($\sigma \geq 2.10N/mm^2$)	$1.34 \sigma^{0.51}$			0.03	$2.20 \sigma^{0.14}$	0.45
凝灰角礫岩	2.05	$(\tau/0.50)^2=1+\sigma/0.15$ $\tau=1.27+\sigma \tan 16^\circ$	$(-0.15N/mm^2 \leq \sigma < 1.58N/mm^2)$ ($\sigma \geq 1.58N/mm^2$)	$1.22 \sigma^{0.56}$			0.03	$1.41 \sigma^{0.27}$	0.47
酸性凝灰岩	1.69	$(\tau/1.56)^2=1+\sigma/0.79$ $\tau=2.36+\sigma \tan 12^\circ$	$(-0.79N/mm^2 \leq \sigma < 1.58N/mm^2)$ ($\sigma \geq 1.58N/mm^2$)	$1.48 \sigma^{0.45}$			0.03	$1.46 \sigma^{0.18}$	0.45
軽石凝灰岩	1.65	$(\tau/0.78)^2=1+\sigma/0.33$ $\tau=1.47+\sigma \tan 11^\circ$	$(-0.33N/mm^2 \leq \sigma < 1.25N/mm^2)$ ($\sigma \geq 1.25N/mm^2$)	$1.16 \sigma^{0.39}$			0.03	$0.65 \sigma^{0.29}$	0.47
火山碎屑岩 (クリンカー質部)	1.94	$(\tau/0.13)^2=1+\sigma/0.01$ $\tau=1.06+\sigma \tan 14^\circ$	$(-0.01N/mm^2 \leq \sigma < 1.08N/mm^2)$ ($\sigma \geq 1.08N/mm^2$)	$1.10 \sigma^{0.51}$			0.03	$0.20 \sigma^{0.00}$	0.48
シルト岩	1.48	$(\tau/1.45)^2=1+\sigma/0.87$ $\tau=2.37+\sigma \tan 19^\circ$	$(-0.87N/mm^2 \leq \sigma < 4.27N/mm^2)$ ($\sigma \geq 4.27N/mm^2$)	$1.36 \sigma^{0.31}$			0.03	$0.89 \sigma^{0.21}$	0.44
シルト岩 (硬質部)	1.52	$(\tau/2.37)^2=1+\sigma/1.35$ $\tau=3.76+\sigma \tan 6^\circ$	$(-1.35N/mm^2 \leq \sigma < 2.49N/mm^2)$ ($\sigma \geq 2.49N/mm^2$)	$1.37 \sigma^{0.38}$			0.03	$0.90 \sigma^{0.20}$	0.45
安山岩溶岩 (塊状・規則性節理部)	2.40	$\tau=1.32+\sigma \tan 45^\circ$		$\sigma \tan 47^\circ$			0.03	2.18	0.19
安山岩溶岩 (塊状・不規則性節理部)	2.36	$\tau=1.53+\sigma \tan 29^\circ$		$\sigma \tan 47^\circ$			0.03	1.63	0.28
安山岩溶岩 (角礫状)	2.18	$(\tau/1.09)^2=1+\sigma/0.38$ $\tau=1.12+\sigma \tan 38^\circ$	$(-0.38N/mm^2 \leq \sigma < 0.05N/mm^2)$ ($\sigma \geq 0.05N/mm^2$)	$1.27 \sigma^{0.72}$			0.03	$1.70 \sigma^{0.02}$	0.46
デイサイト	2.39	$\tau=1.53+\sigma \tan 29^\circ$		$\sigma \tan 47^\circ$			0.03	1.63	0.26
玄武岩 (角礫状)	2.13	$(\tau/1.36)^2=1+\sigma/0.91$ $\tau=1.45+\sigma \tan 27^\circ$	$(-0.91N/mm^2 \leq \sigma < 0.79N/mm^2)$ ($\sigma \geq 0.79N/mm^2$)	$1.04 \sigma^{0.61}$			0.03	$2.17 \sigma^{0.26}$	0.30
断層内物質	1.60	$\tau=0.23+\sigma \tan 21^\circ$		$\tau=0.19+\sigma \tan 21^\circ$	$G_0=0.181 \sigma^{0.49}$ $G_d/G_0=1/(1+\gamma/0.0015)$	0.45	$\gamma > 4.4 \times 10^{-1}$ $h=0.041+0.084(\log \gamma + 3.4)$ $\gamma \leq 4.4 \times 10^{-1}$ $h=0.041$	$G=0.0265 \sigma^{0.35}$	0.48
シーム	1.71	$\tau=0.24+\sigma \tan 19^\circ$		$\tau=0.19+\sigma \tan 18^\circ$	$G_0=0.116 \sigma^{0.39}$ $G_d/G_0=1/(1+\gamma/0.0039)$	0.45	$\gamma > 9.0 \times 10^{-4}$ $h=0.021+0.159(\log \gamma + 3.0)$ $\gamma \leq 9.0 \times 10^{-4}$ $h=0.021$	$G=0.012 \sigma^{0.22}$	0.48
火山碎屑岩 (風化部)	1.57	$\tau=0.07+\sigma \tan 8^\circ$		$\tau=0.07+\sigma \tan 7^\circ$	$G_0=0.115 \sigma^{0.25}$ $G_d/G_0=1/(1+\gamma/0.0010)$	0.45	$\gamma > 2.7 \times 10^{-5}$ $h=0.024+0.034(\log \gamma + 4.6)$ $\gamma \leq 2.7 \times 10^{-5}$ $h=0.024$	$0.121 \sigma^{0.65}$	0.48
堆積岩 (風化部)	2.00	$\tau=0.39+\sigma \tan 20^\circ$		$\tau=0.39+\sigma \tan 19^\circ$	$G_0=0.69$ $G_d/G_0=1/(1+\gamma/0.0008)$	0.45	$\gamma > 8.8 \times 10^{-5}$ $h=0.022+0.067(\log \gamma + 4.1)$ $\gamma \leq 8.8 \times 10^{-5}$ $h=0.022$	$0.143 \sigma^{0.66}$	0.49
表土	1.47	$\tau=0.03+\sigma \tan 10^\circ$		$\tau=0.02+\sigma \tan 10^\circ$	$G_0=0.142 \sigma^{0.55}$ $G_d/G_0=1/(1+\gamma/0.0015)$	0.45	$\gamma > 2.4 \times 10^{-4}$ $h=0.019+0.082(\log \gamma + 3.6)$ $\gamma \leq 2.4 \times 10^{-4}$ $h=0.019$	$0.123 \sigma^{0.63}$	0.48
埋戻・盛土材	1.90	$\tau=0.25+\sigma \tan 14^\circ$		$\tau=0.25+\sigma \tan 14^\circ$	$G_0=0.563 \sigma^{0.61}$ $G_d/G_0=1/(1+\gamma/0.0004)$	0.45	$\gamma > 2.8 \times 10^{-5}$ $h=0.013+0.045(\log \gamma + 4.6)$ $\gamma \leq 2.8 \times 10^{-5}$ $h=0.013$	$0.053 \sigma^{0.31}$	0.48
MMR	2.35	$\tau=3.60+\sigma \tan 40^\circ$		$\tau=0.00$	$E_0=20.6$	0.20	0.03	20.6	0.20

表-3.5(2) 解析用物性値(動的変形特性)
参照

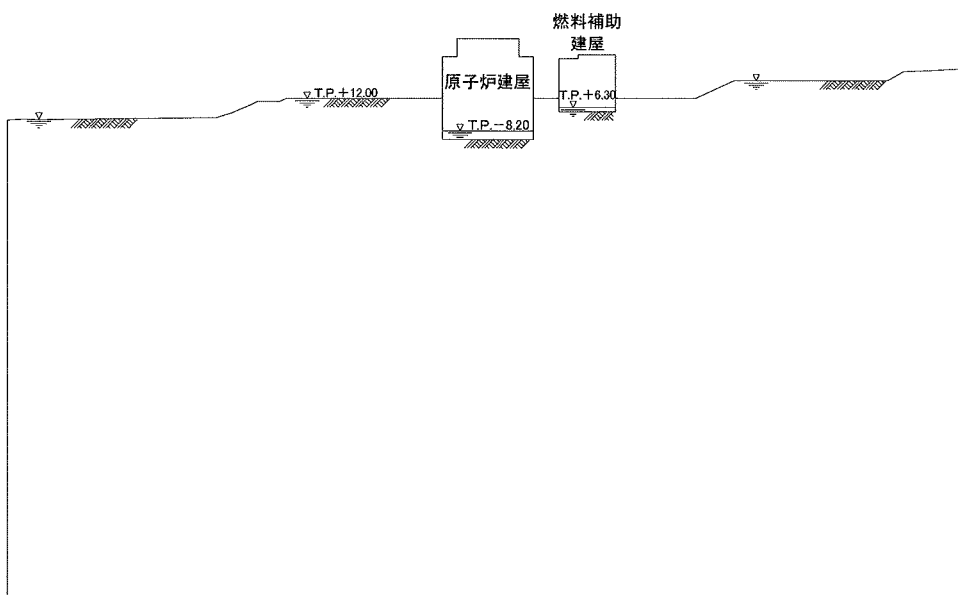
※ 初期応力解析では、初期地圧測定結果を踏まえ、密度 γ は表-3.4 の解析用物性値の考え方に従うとともに静的変形特性は一律な物性値 ($E=100N/mm^2$, $\nu=0.49$) を使用している。
※ MMR の引張強度は、 $1.58N/mm^2$ としている。

表-3.5(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	
	火山砕屑岩 (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	
	火山砕屑岩 (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



X - X' 断面



Y - Y' 断面

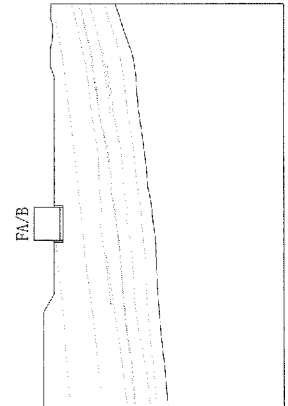
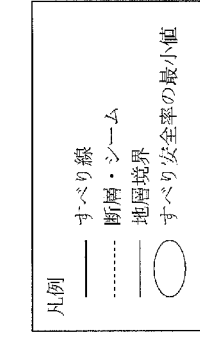
图-3.8 地下水位設定図 (燃料補助建屋)

表-3.6 動的FEM解析検討ケース(燃料補助建屋)

解析手法	解析断面	地震力
動的FEM解析	X-X' 断面	基準地震動 S _s -1 及び S _s -2
	Y-Y' 断面	

表-3.7(1) すべり安全率（燃料補助建屋、X-X'断面、動的FEM解析）

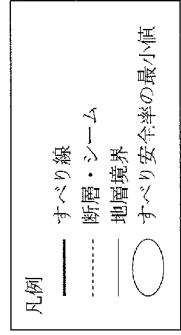
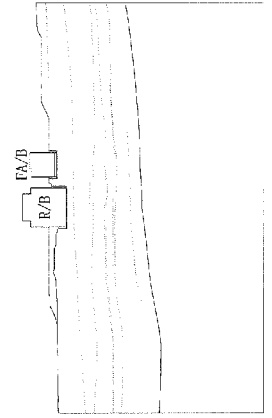
すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率	
		S _s -1波	S _s -2波
1		9.7	11.5
2		9.1	10.3
3		10.3	11.6
4		9.7	11.2



すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率	
		S _s -1波	S _s -2波
5		7.5	8.4
6		5.4	6.3
7		4.4	5.2

表-3.7(2) すべり安全率（燃料補助建屋，Y-Y'断面，動的FEM解析）

すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率	
		S _g -1 波	S _g -2 波
1		9.0	9.7
2		11.0	11.7
3		9.7	10.9
4		8.4	9.4



すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率	
		S _g -1 波	S _g -2 波
5		8.8	9.4
6		8.4	9.3
7		5.9	6.8
8		4.2	4.8

表-3.8(1) すべり安全率 (燃料補助建屋, X-X'断面, 動的FEM解析, $S_s=1$ 波)

すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率	時刻 (秒)	すべり安全率 T_s タイムヒストリー
1		9.7	23.80	
2		9.1	23.80	
3		10.3	42.14	
4		9.7	23.80	

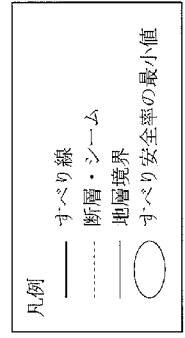
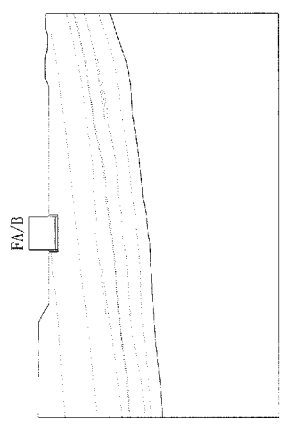


表-3.8(2) すべり安全率 (燃料補助建屋, X-X'断面, 動的FEM解析, S_s^{-1} 波)

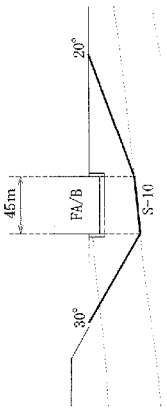
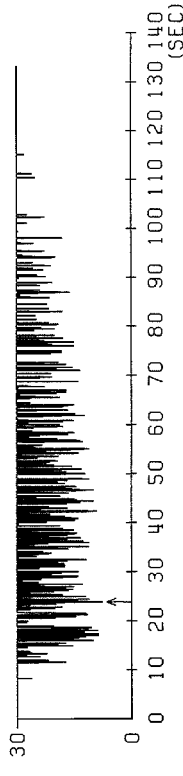
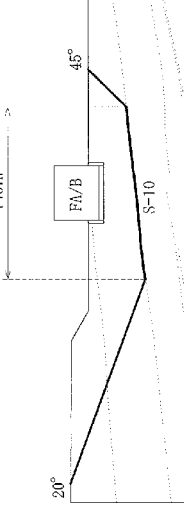
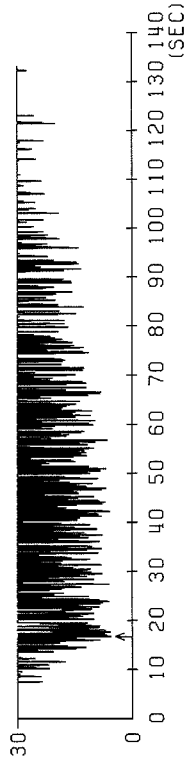
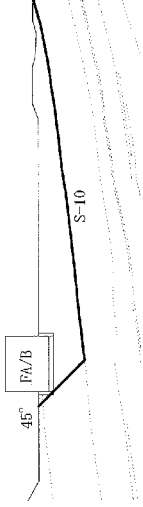
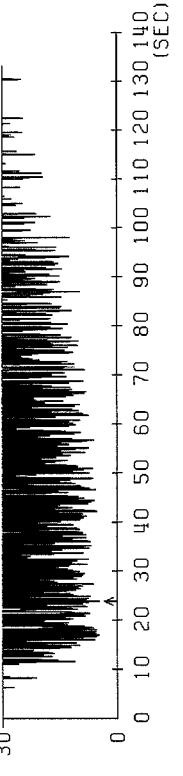
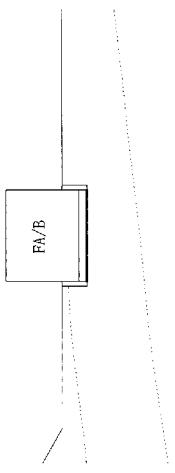
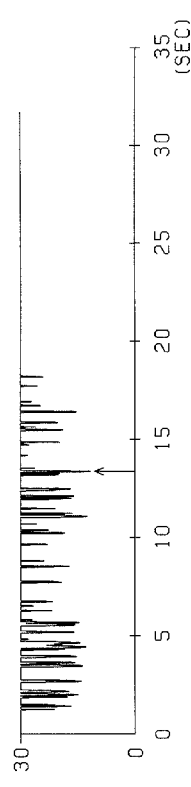
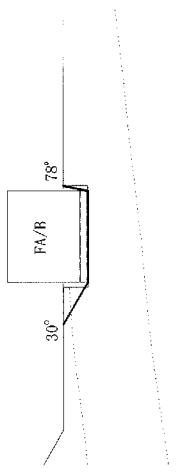
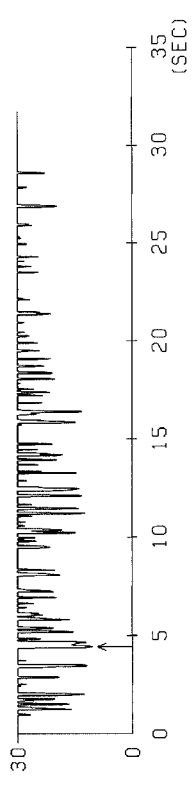
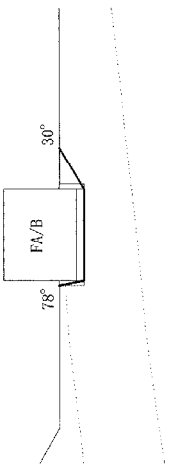
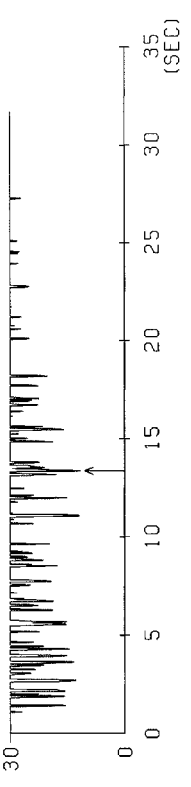
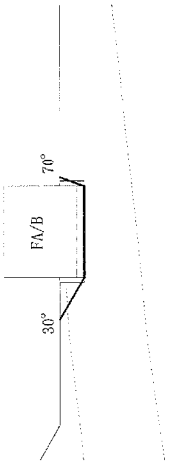
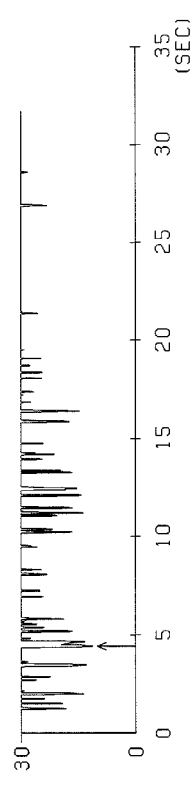
すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率	時刻 (秒)	すべり安全率 F_s , タイムヒストリー
5		7.5	23.80	
6		5.4	16.71	
7		4.4	23.80	

表-3.8(3) すべり安全率 (燃料補助建屋, X-X' 断面, 動的 FEM解析, S_s-2 波)

すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率	時刻 (秒)	すべり安全率 F _s タイムヒストリー
1		11.5	13.37	
2		10.3	4.42	
3		11.6	13.37	
4		11.2	4.42	

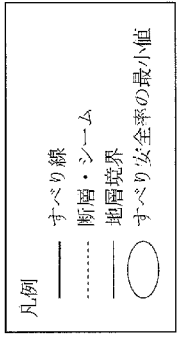
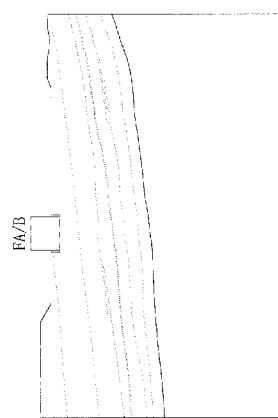
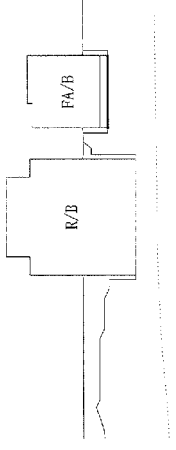
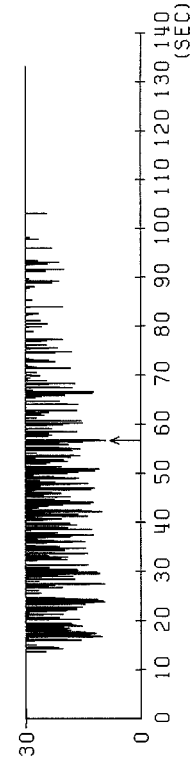
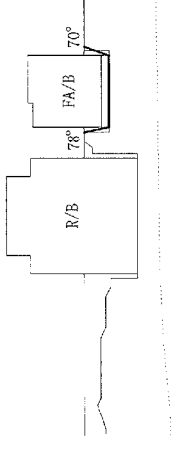
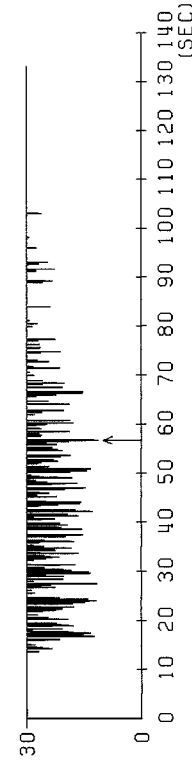
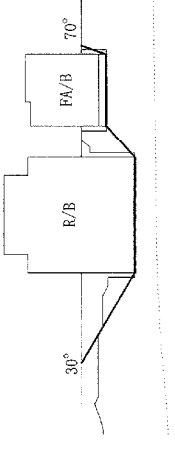
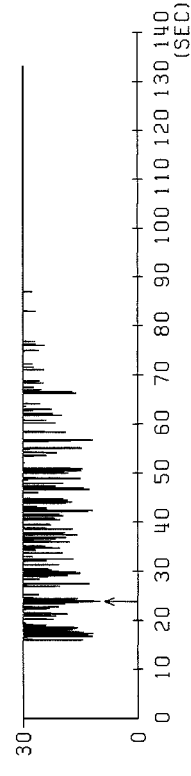
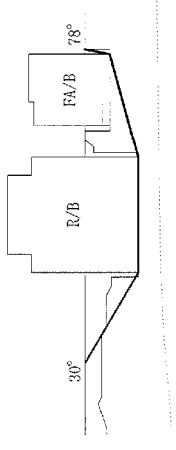
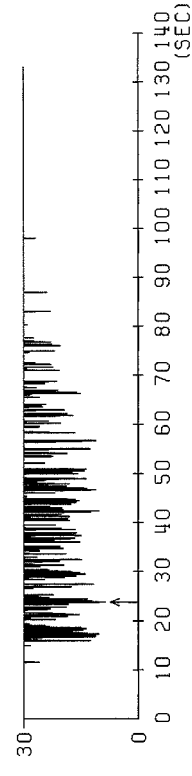


表-3.8(4) すべり安全率 (燃料補助建屋, X-X'断面, 動的FEM解析, S_s-2波)

すべり線番号	すべり線形状	すべり安全率	時刻 (秒)	すべり安全率F _s , タイムヒストリー
5		8.4	3.46	
6		6.3	11.08	
7		5.2	3.46	

表-3.9(1) すべり安全率 (燃料補助建屋, Y-Y' 断面, 動的FEM解析, S_s -1 波)

すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率	時刻 (秒)	すべり安全率 T_s , タイムヒストリー
1		9.0	56.70	
2		11.0	56.70	
3		9.7	23.80	
4		8.4	23.80	

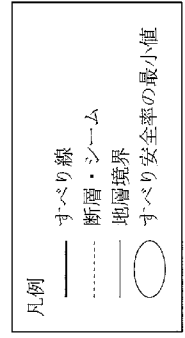
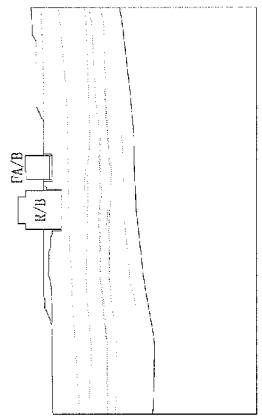
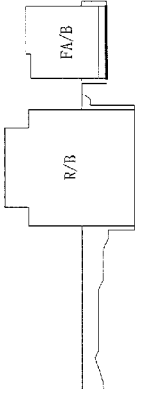
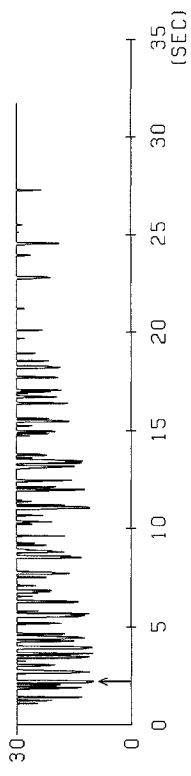
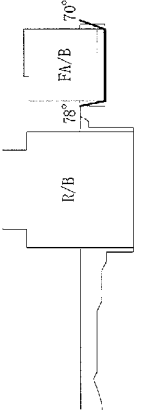
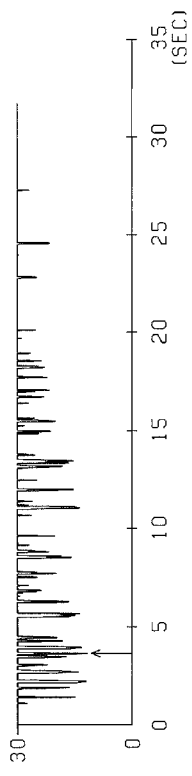
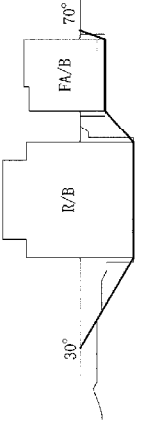
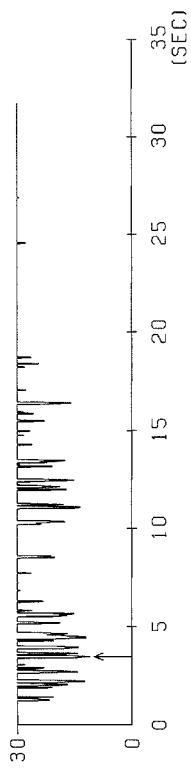
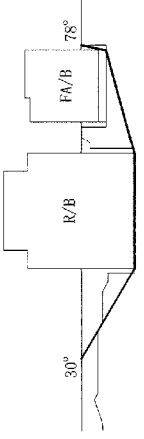
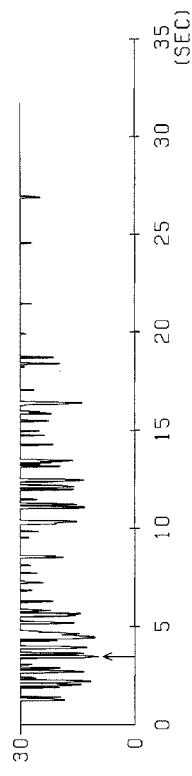


表-3.9(2) すべり安全率(燃料補助建屋, Y-Y'断面, 動的FEM解析, $S_s=1$ 波)

すべり線番号	すべり線形状	すべり安全率	時刻(秒)	すべり安全率 F_s タイムヒストリー
5		8.8	23.80	
6		8.4	16.70	
7		5.9	16.70	
8		4.2	16.70	

表-3.9(3) すべり安全率 (燃料補助建屋, Y-Y' 断面, 動的FEM解析, S_s -2波)

すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率	時刻 (秒)	すべり安全率 F_s , タイムヒストリー
1		9.7	2.21	
2		11.7	3.64	
3		10.9	3.47	
4		9.4	3.47	

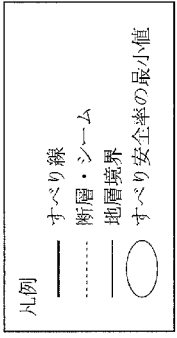
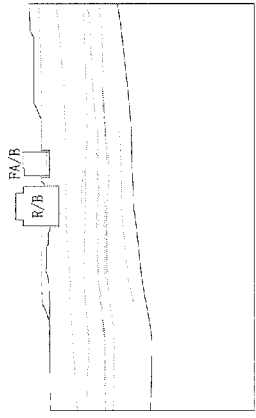


表-3.9(4) すべり安全率 (燃料補助建屋, Y-Y'断面, 動的FEM解析, S_s-2波)

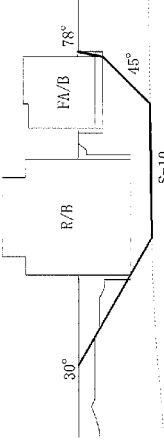
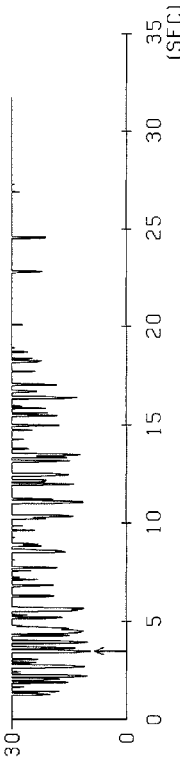
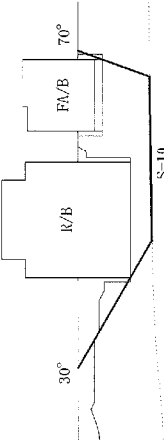
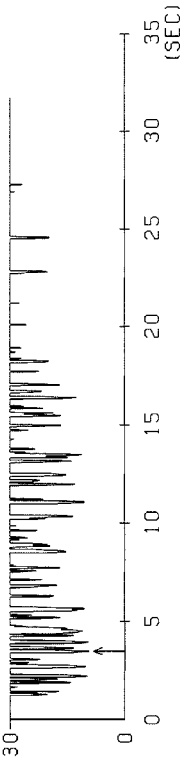
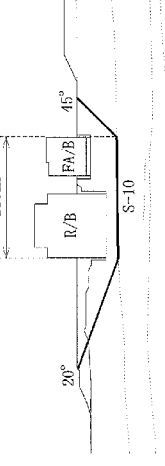
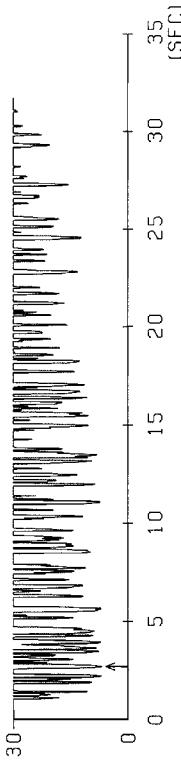
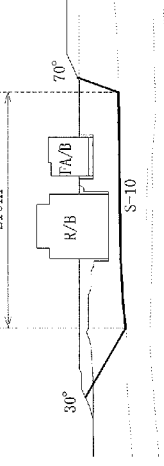
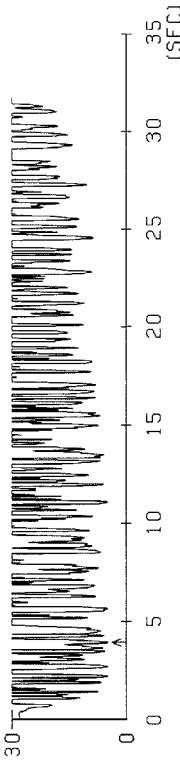
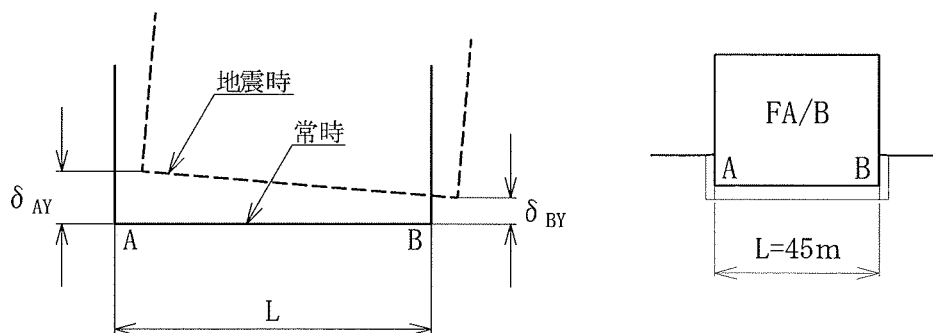
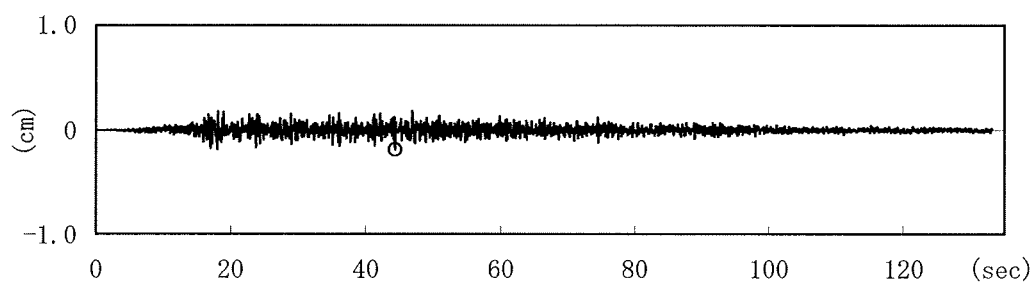
すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率	時刻 (秒)	すべり安全率F _s , タイムヒストリー
5		9.4	3.47	
6		9.3	3.47	
7		6.8	2.69	
8		4.8	3.92	

表-3.10(1) 燃料補助建屋基礎の傾斜
 (燃料補助建屋, X-X' 断面, 動的FEM解析, S_s-1波)

時刻 (秒)	最大相対変位量 (鉛直方向)	最大傾斜
	$\delta_{AY} - \delta_{BY}$ (cm)	$\frac{ \delta_{AY} - \delta_{BY} }{L}$
44.38	-0.19	1/24,000

相対変位量 (鉛直方向) の時刻歴



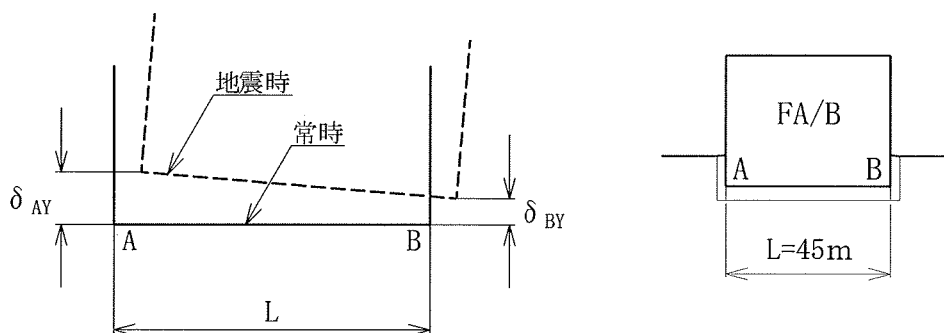
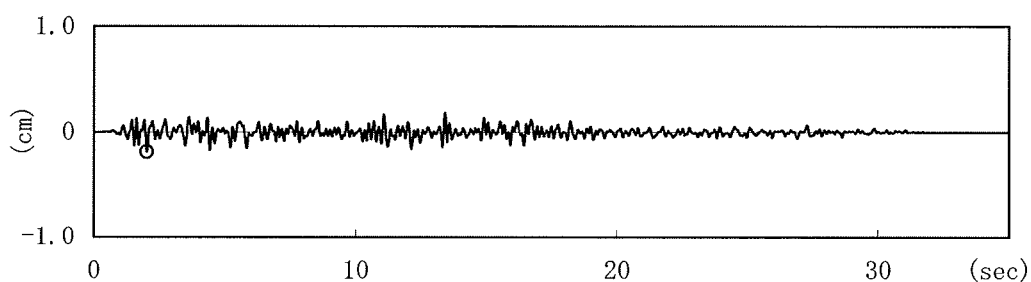
δ_{AY} , δ_{BY} は上向きを正とする。

鉛直方向相対変位は左上りを正とする。

表-3.10(2) 燃料補助建屋基礎の傾斜
 (燃料補助建屋, X-X' 断面, 動的FEM解析, S_s-2波)

時刻 (秒)	最大相対変位量 (鉛直方向)	最大傾斜
	$\delta_{AY} - \delta_{BY}$ (cm)	$\frac{ \delta_{AY} - \delta_{BY} }{L}$
2.02	-0.18	1/25,000

相対変位量 (鉛直方向) の時刻歴



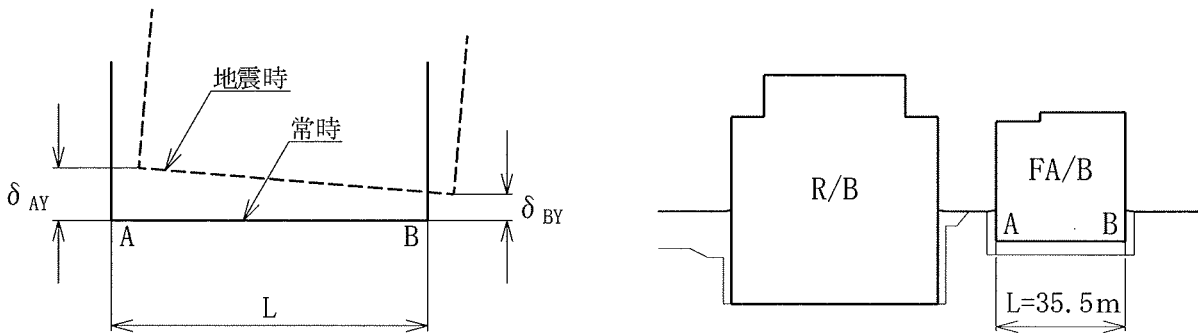
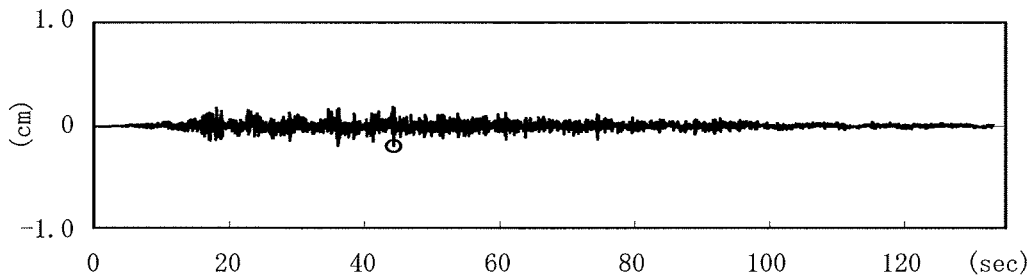
δ_{AY} , δ_{BY} は上向きを正とする。

鉛直方向相対変位は左上りを正とする。

表-3.11(1) 燃料補助建屋基礎の傾斜
 (燃料補助建屋, Y-Y' 断面, 動的FEM解析, S_s-1波)

時刻 (秒)	最大相対変位量 (鉛直方向)	最大傾斜
	$\delta_{AY} - \delta_{BY}$ (cm)	$\frac{ \delta_{AY} - \delta_{BY} }{L}$
44.37	-0.20	1/18,000

相対変位量 (鉛直方向) の時刻歴



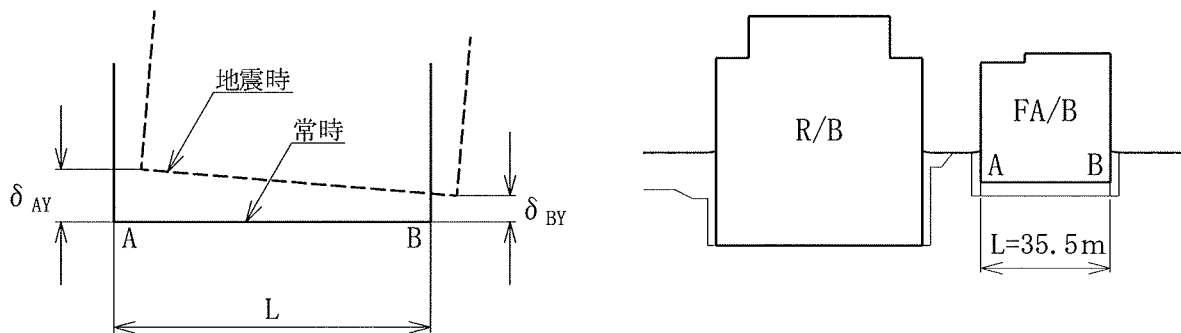
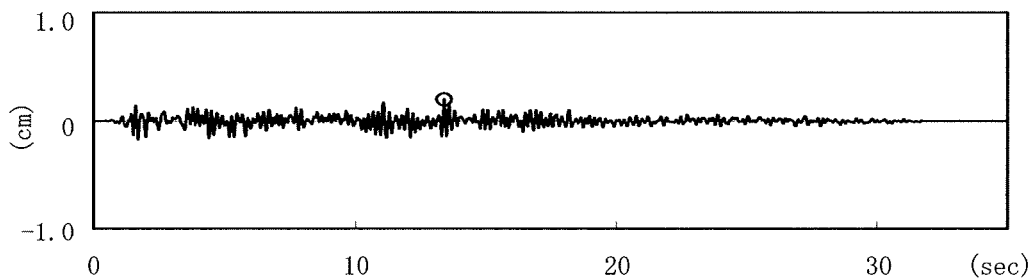
δ_{AY} , δ_{BY} は上向きを正とする。

鉛直方向相対変位は左上りを正とする。

表-3.11(2) 燃料補助建屋基礎の傾斜
 (燃料補助建屋, Y-Y' 断面, 動的FEM解析, S_s-2波)

時刻 (秒)	最大相対変位量 (鉛直方向)	最大傾斜
	$\delta_{AY} - \delta_{BY}$ (cm)	$\frac{ \delta_{AY} - \delta_{BY} }{L}$
13.40	0.20	1/18,000

相対変位量 (鉛直方向) の時刻歴



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。