

静的非線形解析

- (3) 静的非線形解析の結果、基礎地盤(原子炉建屋：X-X'断面)の最小すべり安全率は**1.83から2.11**に、周辺斜面(原子炉建屋：X-X'断面)の最小すべり安全率は**1.37から1.30**に、それぞれ若干の増減がみられたものの、評価基準値(基礎地盤：1.5，周辺斜面：1.2)を上回ることを確認した。

【基礎地盤】

	基準地震動	【等価線形】 最小すべり安全率 (再掲)
原子炉建屋(X-X'断面)	Ss-1(-,-)	1.83
緊急時対策所(A-A'断面)	Ss-1(+,+)	2.1
重油タンク(D-D'断面)	Ss-1(+,-)	2.0

【静的非線形】 最小すべり安全率
2.11

【周辺斜面】

	基準地震動	【等価線形】 最小すべり安全率 (再掲)
原子炉建屋(X-X'断面)	Ss-1(+,-)	1.37
海水ピット(C-C'断面)	Ss-1(-,-)	2.3

【静的非線形】 最小すべり安全率
1.30

-
- I 地質の概要に関する補足
 - II 解析用物性値の設定根拠
 - III 原子炉建屋等に関する評価の補足
(地震力に対する安定性評価に関する補足)
 - 1. すべり面設定の考え方
 - 2. 地下水位の設定に関する補足
 - 3. 要素ごとの局所安全係数
 - 4. 計算結果一覧
 - 5. 進行性破壊等についての検討(静的非線形解析)
 - 6. 断層等の非岩盤物性における強度のばらつきに関する検討
 - 7. 原子炉建屋基礎地盤の断面選定に関する補足
 - 8. 海水取水口の通水機能に関する補足
 - (地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価に関する補足)
 - 9. 基準津波以外の場合の地殻変動に関する検討
 - IV 非常用ガスタービン発電機建屋に関する評価の補足
 - V 使用済燃料乾式貯蔵施設に関する評価の補足

断層等の非岩盤物性における強度のばらつきに関する検討

原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-2008(日本電気協会)

- ・ すべり安全率に対する地盤物性値のばらつきの影響については、一般に強度特性が支配的であり、変形特性の影響は小さい。したがって、一般に強度特性のばらつきのみ考慮しておけばよい。

原子力発電所の基礎地盤および周辺斜面の安定性評価技術(土木学会, 2009)

地盤物性値のばらつき評価法について確率論的な検討を行い、以下の結論が得られている。

- ・ 地盤物性値を $\pm 10\%$ して算定したすべり安全率の差は、せん断強度等の抵抗力に関係する地盤物性の影響が非常に大きく、剛性等の影響は比較的小さい。
- ・ 「代表値 \pm 係数 \times 標準偏差」による確率論的手法による地盤物性のばらつきの評価では、地盤物性値がばらついても「代表値 $-1.0\times$ 標準偏差」によって確率論的に評価したすべり安全率を下回る確率が小さい。

- すべり安全率に対しては、強度特性のばらつきが大きく影響することから、地盤物性のうち強度特性に関するばらつきについて考慮する。

- 伊方発電所敷地の岩盤は、片理面を有する塩基性片岩で構成されており、本章及び詳細データ集に示したとおり、片理面と載荷方向を考慮した上で、強度の下限を示すと考えられる「片理面に沿う方向」に載荷した場合の原位置試験の結果に基づき、強度特性を設定している。したがって、設定している強度特性は、安全側にばらつきを考慮したものとなっている。
- また、断層等の非岩盤物性(断層(軟質無), 断層(軟質含), III級, III級②)については、試験結果をもとに標準偏差 σ を求め、強度特性を 1σ 低減させた物性値ですべり安全率を算出し、結果に影響を与えないことを次頁以降のとおり確認している。

断層(軟質無)の強度特性

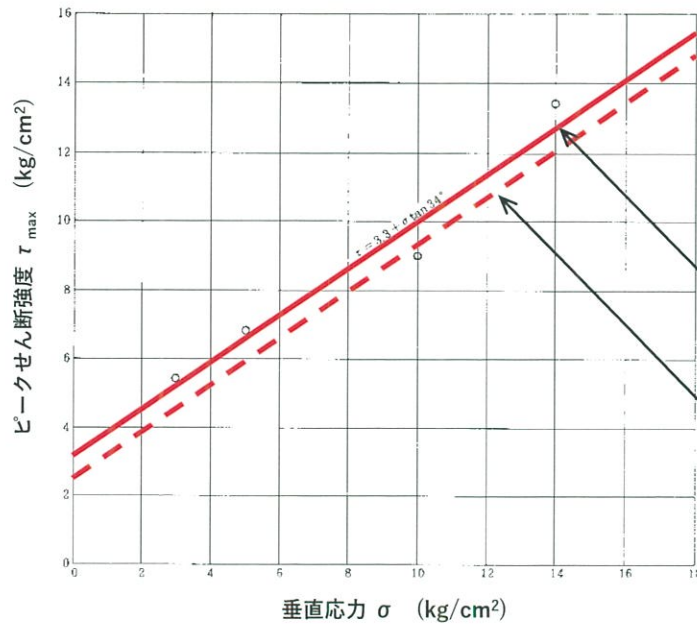
Fa-4断層より試料を採取し、静的ねじりせん断試験を実施。

断層(軟質無)のせん断強度を、 $\tau_0 = 3.3 \text{ kgf/cm}^2$, $\phi = 34^\circ$ と設定。

残留強度を $\phi = 34^\circ$ (ϕ 成分のみ) と設定。

【静的ねじりせん断試験結果】

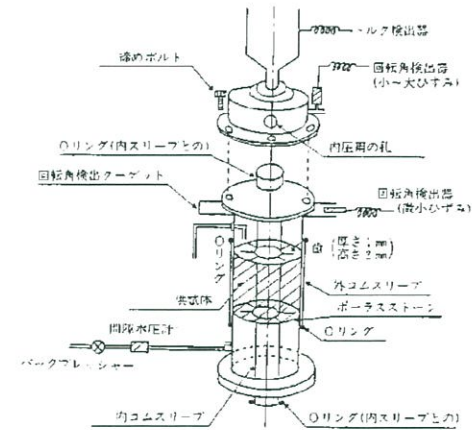
垂直荷重 : 3, 5, 10, 14
kgf/cm² (側圧は垂直荷重の1/2)



ピーク強度(平均)
 $\tau = 3.3 + \sigma \tan 34^\circ$ (kgf/cm²)

ピーク強度(平均-1 σ)
 $\tau = 2.47 + \sigma \tan 34^\circ$ (kgf/cm²)

試験装置図



※ 設置許可申請時の表記のため単位は重力単位系

断層(軟質含)の強度特性

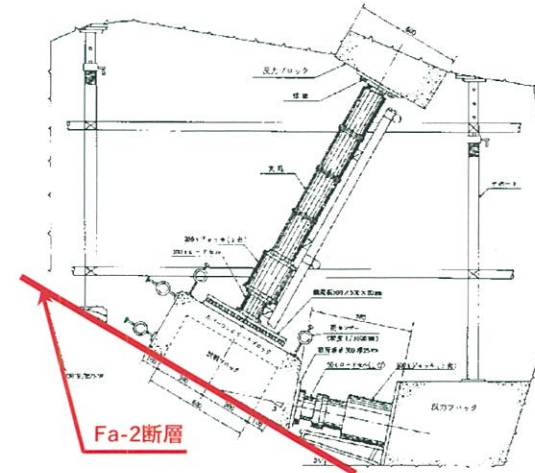
断層(軟質無)における強度については、試掘坑内の追加坑で実施されたFa-2断層の原位置せん断試験の結果を採用し、

せん断強度： $0.8(\text{kgf/cm}^2) = 78(\text{kN/m}^2)$
内部摩擦角： 24°

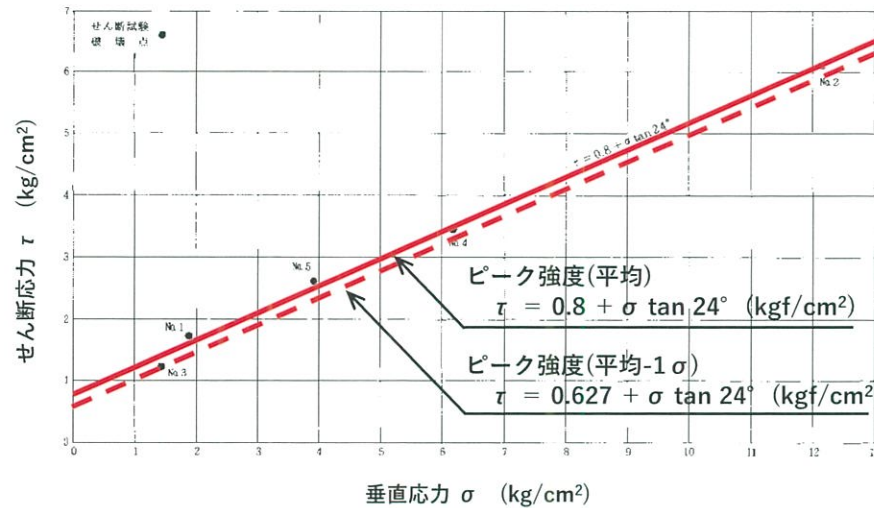
を採用する。

残留強度を $\phi = 24^\circ$ (ϕ 成分のみ) と設定。

原位置せん断試験装置



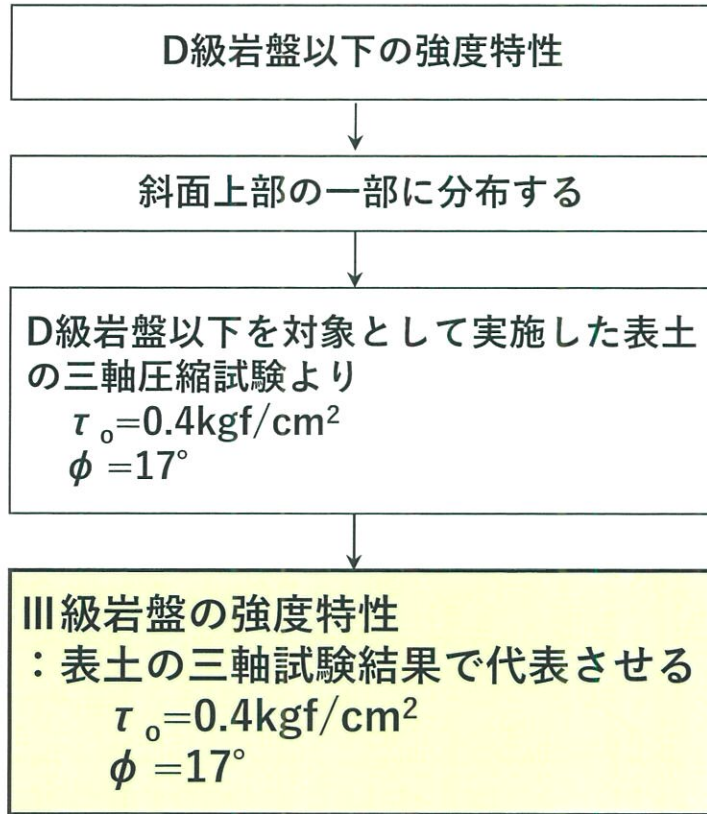
【原位置せん断試験結果】



ブロック	1	2	3	4	5
載荷方向	断層傾斜方向の 下 → 上	断層傾斜方向の 下 → 上	断層傾斜方向の 下 → 上	断層傾斜方向の 下 → 上	断層傾斜方向の 下 → 上
最終応力 (kg/cm²)	前直応力 1.9 せん断応力 1.7	12.1 6.1	1.4 1.2	6.2 3.4	3.9 2.6
破壊状態	勾配22°~25°で1向きに傾斜した断層粘土層及び一部断層破砕部沿いに破壊している。断層粘土は、淡緑~淡緑褐色を呈し、0.2cm~1cmの厚さで広がっている。	勾配約28°で上向きに傾斜した断層粘土層及び一部断層破砕部沿いに破壊している。断層粘土は、淡緑~淡緑褐色を呈し、0.5cm前後の均一の厚さで広がっている。	勾配約26°で1向きに傾斜した断層粘土層及び一部断層破砕部沿いに破壊している。断層粘土は、淡緑~淡緑褐色を呈すが、その厚さは、0.2cm~0.3cm以下である。	勾配約30°で傾斜した断層粘土層の下面(粘土)に沿い、一部断層破砕部にも認められる。断層粘土は、淡赤褐色を呈し、0.2cm~1cmの厚さで広がっている。	勾配約33°で上向きに傾斜した断層粘土層沿いに破壊している。断層粘土は、淡赤褐色を呈し、中央部で薄く(0.1cm程度)、両側で厚い(0.5cm~1cm程度)傾向にある。

※ 設置許可申請時の表記のため単位は重力単位系

III級岩盤，III級岩盤②の強度特性

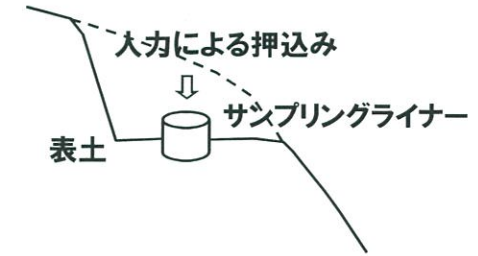


残留強度は $\phi = 17^\circ$ (ϕ 成分のみ) と設定。

表土及びCL級岩盤の露頭部

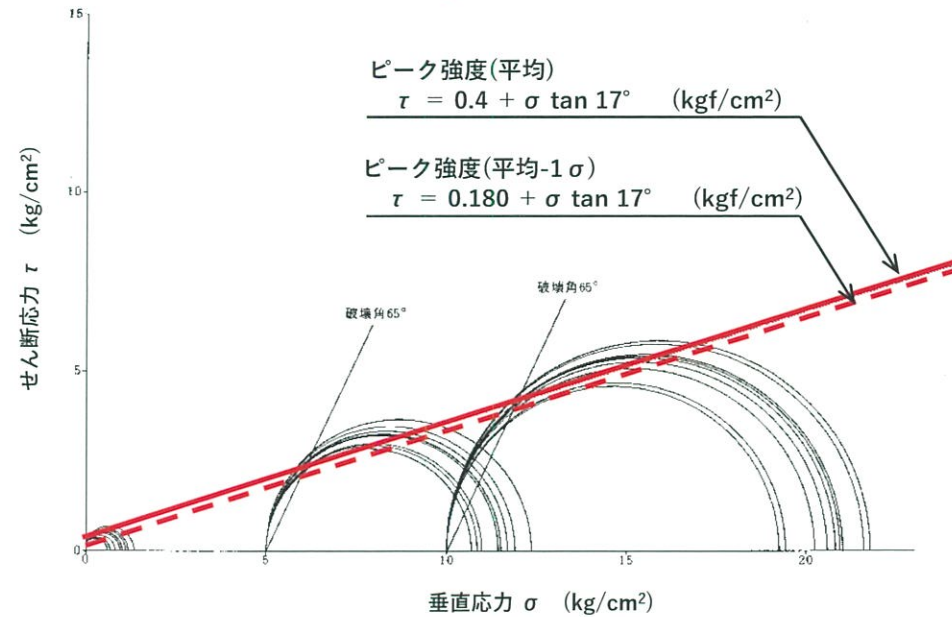


試料採取方法



【三軸圧縮試験結果】

拘束圧：0, 5, 10 kgf/cm²



※ 設置許可申請時の表記のため単位は重力単位系

断層等の非岩盤物性における強度のばらつきに関する検討

- 断層等の非岩盤物性における強度のばらつきに関する影響を確認するため、基礎地盤・周辺斜面の各最小すべり安全率を示す断面について、強度特性を1σ低減させた物性値ですべり安全率を算出した。
- その結果、基礎地盤(原子炉建屋：X-X'断面)の最小すべり安全率は**1.83から1.80**に、周辺斜面(原子炉建屋：X-X'断面)の最小すべり安全率は**1.375から1.372**に、それぞれ若干の減少がみられたものの、評価基準値(基礎地盤：1.5，周辺斜面：1.2)を上回ることを確認した。

【基礎地盤】

	基準地震動	【等価線形】 最小すべり安全率 (再掲)
原子炉建屋(X-X'断面)	Ss-1(-,-)	1.83
緊急時対策所(A-A'断面)	Ss-1(+,+)	2.1
重油タンク(D-D'断面)	Ss-1(+,-)	2.0

断層等の非岩盤物性の 強度-1σ
1.80

【周辺斜面】

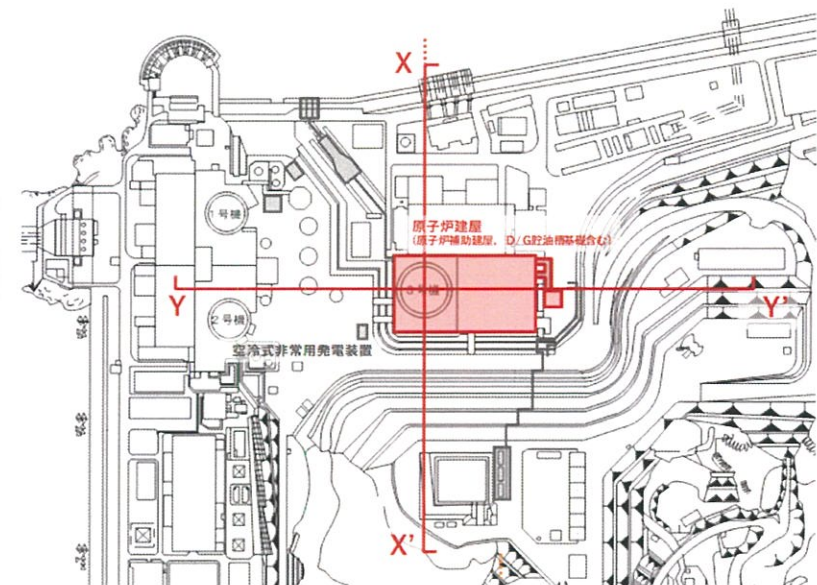
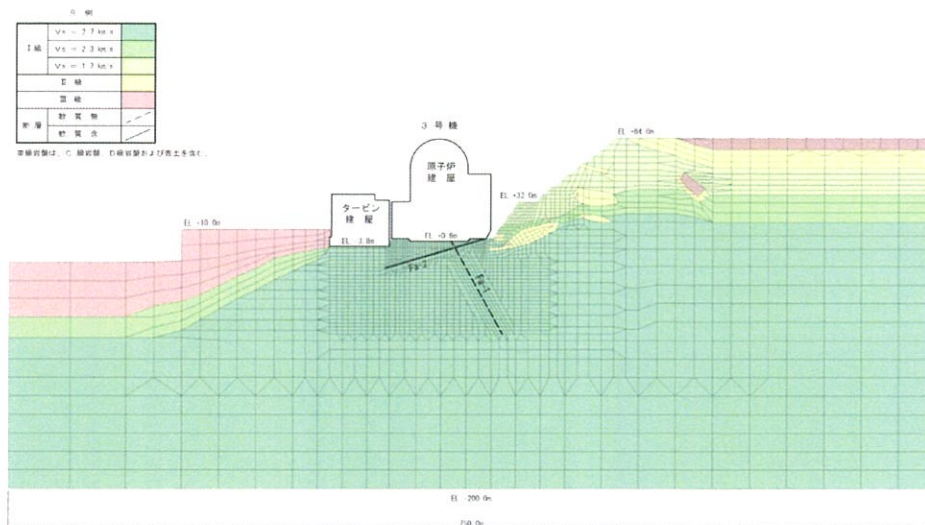
	基準地震動	【等価線形】 最小すべり安全率 (再掲)
原子炉建屋(X-X'断面)	Ss-1(+,-)	1.375
海水ピット(C-C'断面)	Ss-1(-,-)	2.3

断層等の非岩盤物性の 強度-1σ
1.372

-
- I 地質の概要に関する補足
 - II 解析用物性値の設定根拠
 - III 原子炉建屋等に関する評価の補足
(地震力に対する安定性評価に関する補足)
 - 1. すべり面設定の考え方
 - 2. 地下水位の設定に関する補足
 - 3. 要素ごとの局所安全係数
 - 4. 計算結果一覧
 - 5. 進行性破壊等についての検討(静的非線形解析)
 - 6. 断層等の非岩盤物性における強度のばらつきに関する検討
 - 7. 原子炉建屋基礎地盤の断面選定に関する補足
 - 8. 海水取水口の通水機能に関する補足
 - (地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価に関する補足)
 - 9. 基準津波以外の場合の地殻変動に関する検討
 - IV 非常用ガスタービン発電機建屋に関する評価の補足
 - V 使用済燃料乾式貯蔵施設に関する評価の補足

原子炉建屋基礎地盤の断面選定に関する補足

- 原子炉建屋基礎地盤の断面選定では、X-X'断面(南北)とY-Y'断面(東西)を評価対象断面として選定し、簡便法による評価結果を参考に、X-X'断面(南北)を解析対象断面に選定することとしている。
- ここでは、X-X'断面(南北)を選定することの妥当性について補足する。



(1)簡便法による評価

(1)簡便法による評価

- 地形・地質を考慮し、周囲の斜面に正対する断面としてX-X'断面(南北)とY-Y'断面(東西)を評価対象断面と選定し、JEAG4601-2008の記載も踏まえ、簡便法(すべり面法)を用いた検討対象断面の絞り込みを行うこととしている。

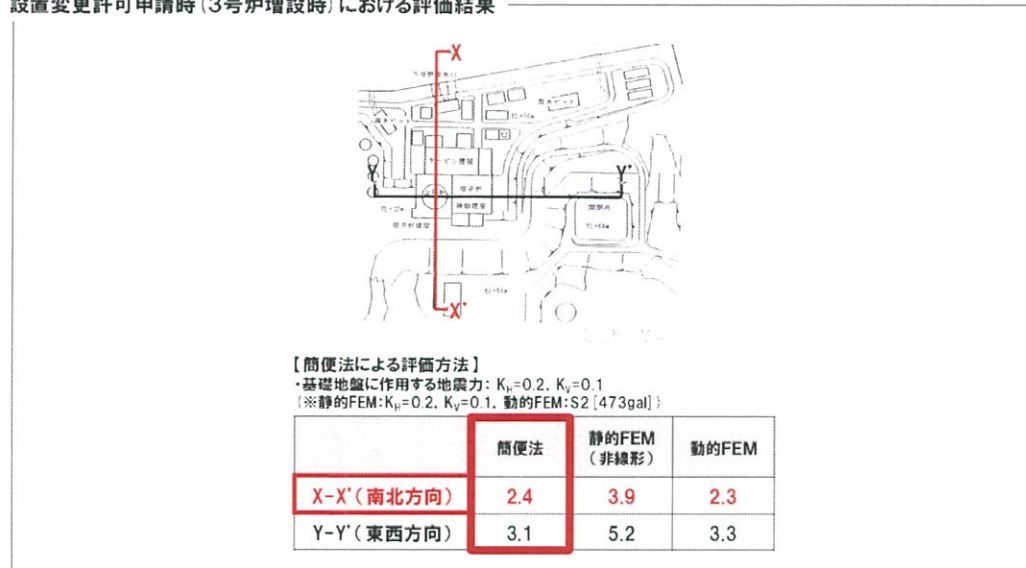
3.2.5 各種比較検討

検討対象断面やすべり面の絞り込み検討などの比較検討を行う場合は、すべり面法または静的解析により行うことができる。

解析に用いる地震力は、「3.2.3.2 各種比較検討に用いる地震力」に示した地震力とする。

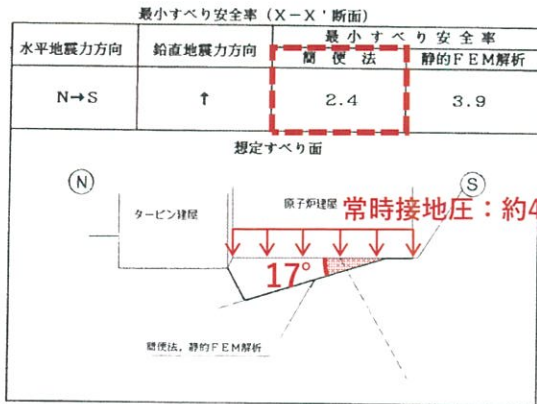
- 絞り込みには、設置変更許可申請時(3号炉増設時)における簡便法(すべり面法)の結果を用いた。本文記載のとおり、X-X'断面(南北)の最小すべり安全率が最も厳しくなった。
- 簡便法(すべり面法)の結果詳細を次頁に示す。

設置変更許可申請時(3号炉増設時)における評価結果

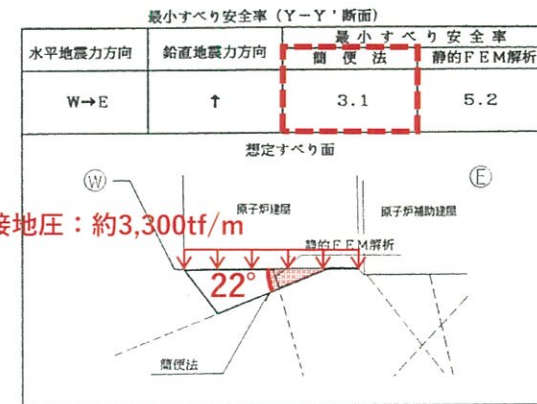


(1)簡便法による評価

X-X'断面



Y-Y'断面



簡便法によるすべり安全率一覧表 (X-X' 断面)

想定すべり面の形状	すべり安全率			
	簡便法	静的FEM解析	簡便法	静的FEM解析
①	5.7	6.9	5.7	6.9
②	5.2	6.3	4.8	5.9
③	4.0	4.6	4.4	6.0
④	4.5	5.0	2.4	5.4
⑤	—	—	2.9	5.8

簡便法によるすべり安全率一覧表 (Y-Y' 断面)

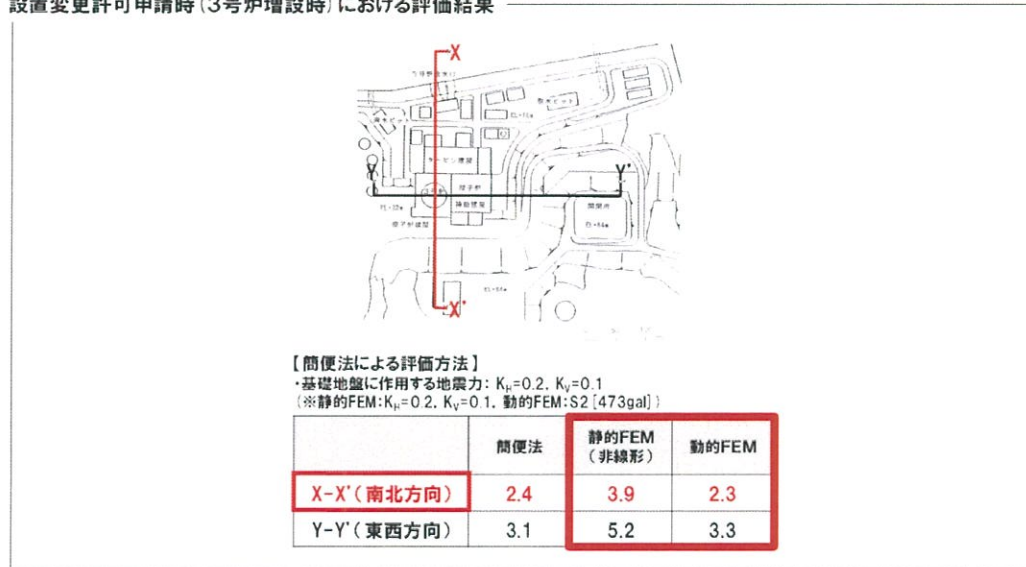
想定すべり面の形状	すべり安全率			
	簡便法	静的FEM解析	簡便法	静的FEM解析
①	5.8	6.9	5.8	6.9
②	6.4	7.6	5.2	6.5
③	9.1	10.5	3.1	7.1

(2)簡便法以外の評価

(2)簡便法以外の結果

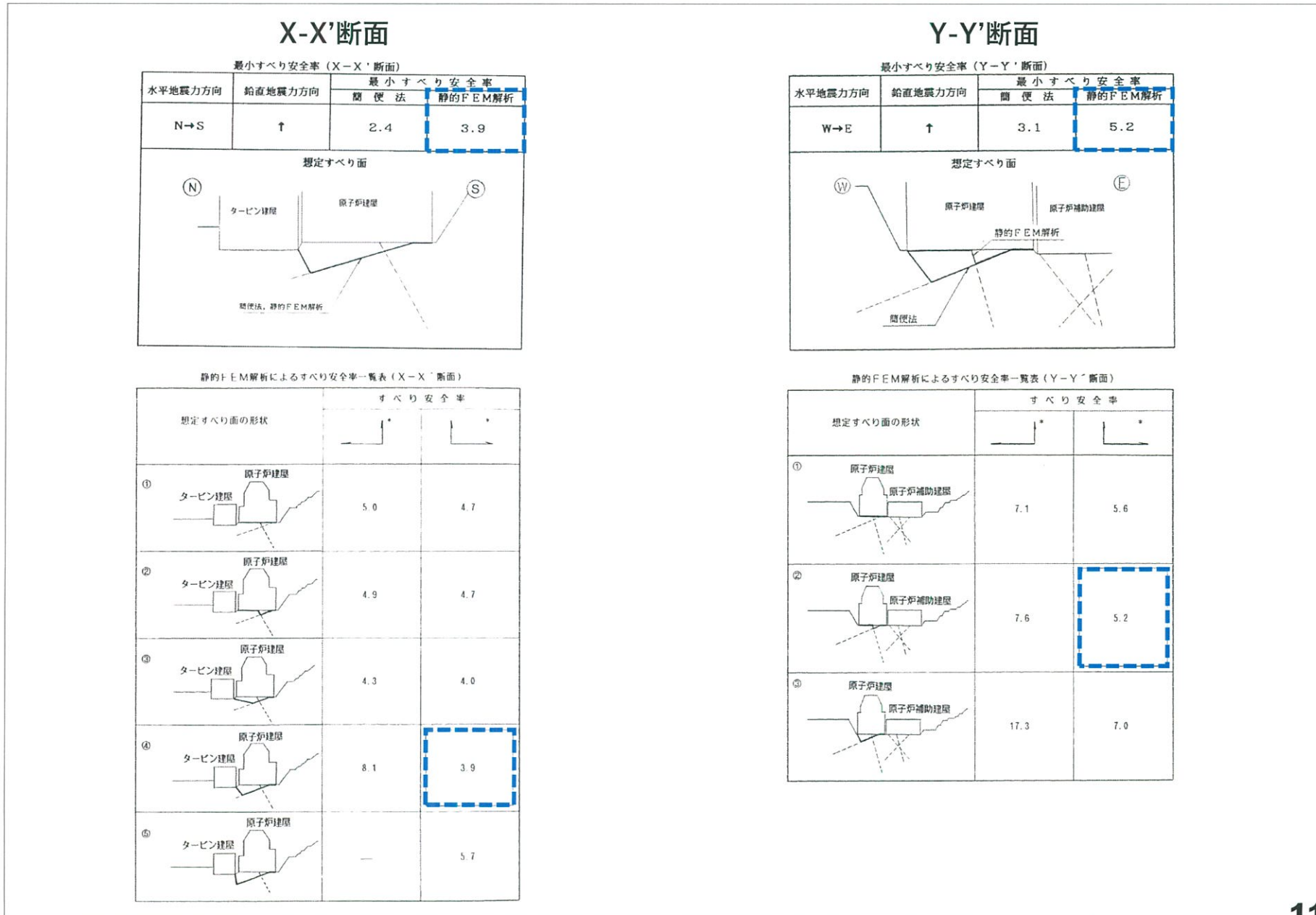
- 設置変更許可申請時(3号炉増設時)には、簡便法以外の手法として静的FEM・動的FEMによる安定性評価も行っている。
- 静的FEM・動的FEMのすべり安全率の大小関係(X-X'断面のほうがY-Y'断面より小さい)は、簡便法の大小関係と同じである。

設置変更許可申請時(3号炉増設時)における評価結果



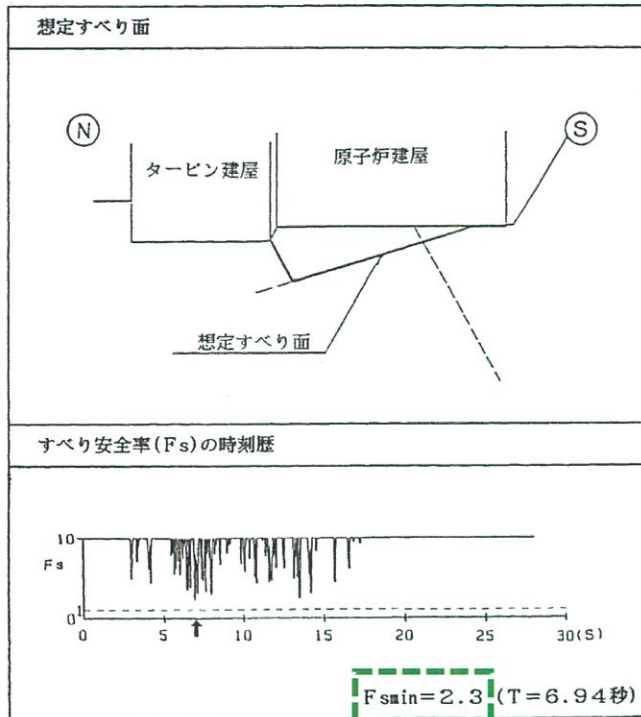
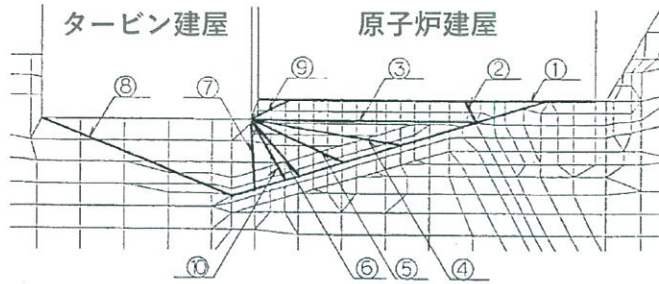
- 静的FEM・動的FEMの結果詳細を次頁に示す。

(2)簡便法以外の評価 ～静的FEM～

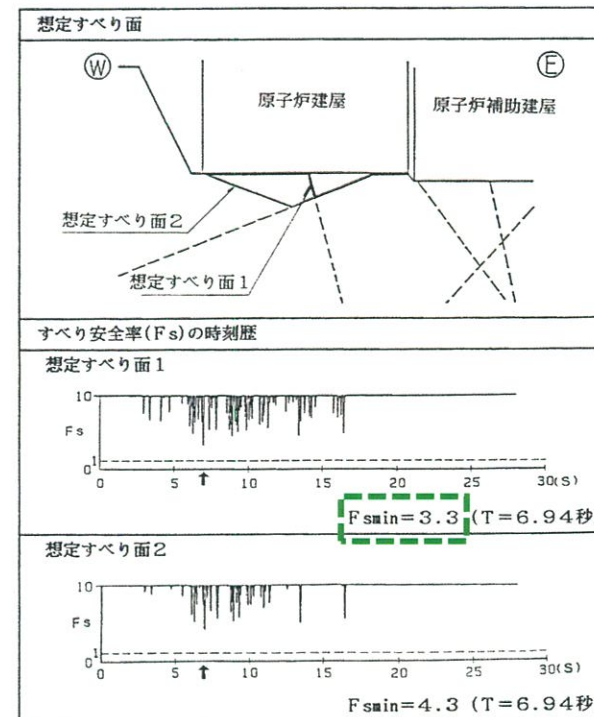
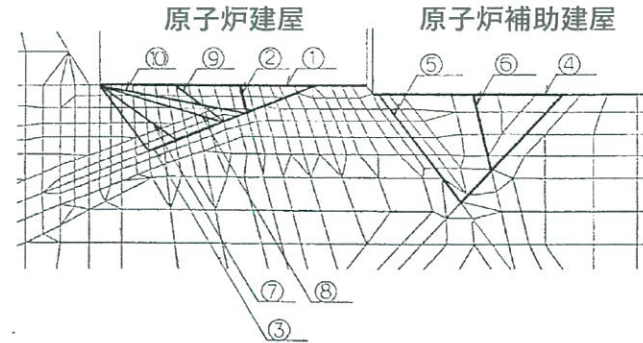


(2)簡便法以外の評価 ～動的FEM～

X-X'断面



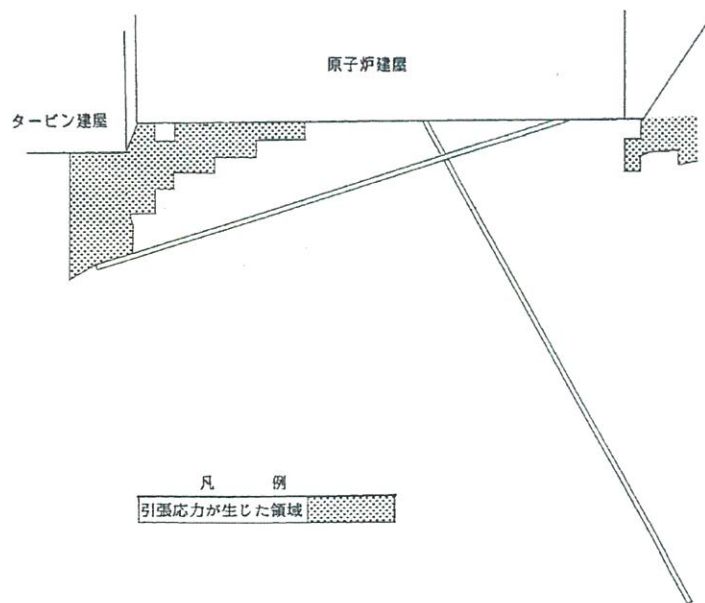
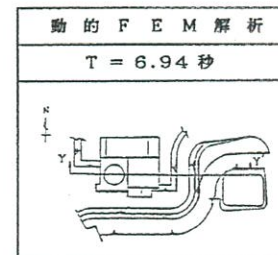
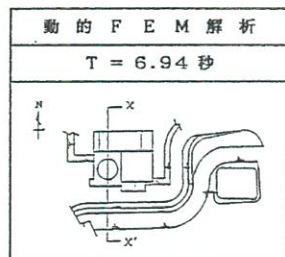
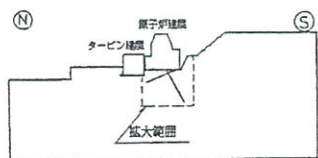
Y-Y'断面



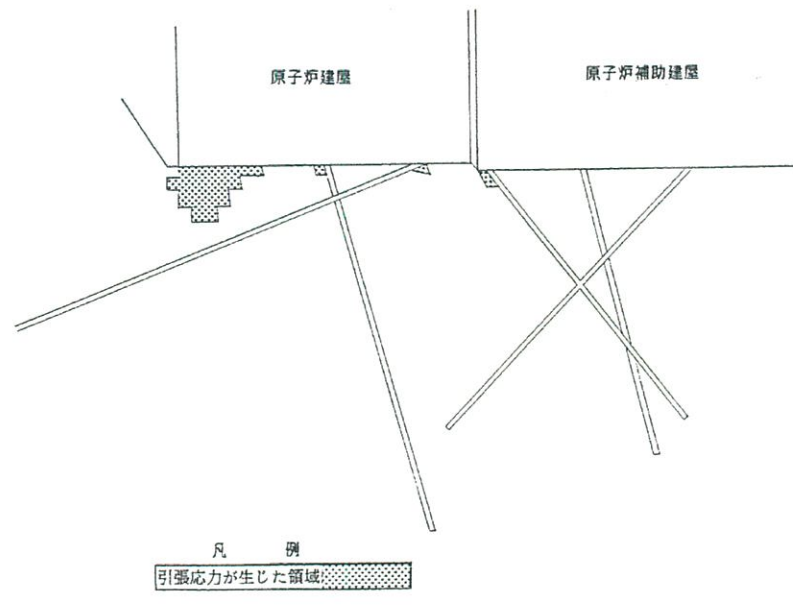
(2) 簡便法以外の評価 ～動的FEM～

X-X'断面

Y-Y'断面



引張応力が生じた領域の分布 (X-X' 断面, T = 6.94 秒)



引張応力が生じた領域の分布 (Y-Y' 断面, T = 6.94 秒)

(3) 立体岩盤ブロックモデルによる評価

(3) 立体岩盤ブロックモデルによる評価

- 設置変更許可申請時(3号炉増設時)には、地形、地質、地盤等の状況、とりわけ断層の3次元的形状を踏まえた静的三次元安定性解析(立体岩盤ブロックモデルによる評価)を実施している。
- 同解析の結果は、X-X'断面が最も厳しくなるという簡便法・静的FEM・動的FEMの評価結果を支持するものとなっている。
- 評価内容を次頁以降に示す。

(3)立体岩盤ブロックモデルによる評価

1. 立体岩盤ブロックモデル

原子炉建屋基礎底面下に分布するFa-1断層及びFa-2断層の位置を踏まえ、原子炉建屋基礎底面を含む範囲として下図のとおり岩盤ブロックをモデル化した。解析用物性値は下表のとおり。

項目	I級	II級	断層		備考
			軟質無	軟質含	
単位体積重量 (kg/cm ³)	0.003	0.0028	0.0027	0.0020	岩石試験及び敷地内物質試験の物理試験による
せん断強度 (kg/cm ²)	10.0	5.0	3.3	0.8	I級、II級は岩盤せん断試験による。 断層(軟質無)は静的ねじりせん断試験、断層(軟質含)は断層原位置せん断試験による。
内部摩擦角(度)	50	41	34	24	

2. 地震力及び作用方向

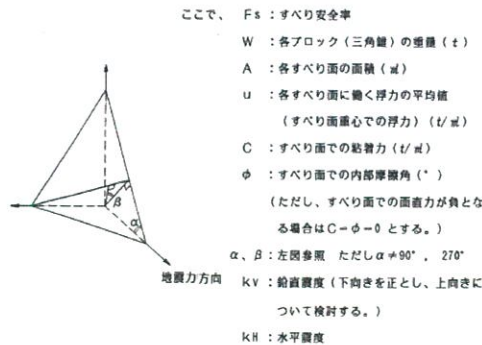
岩盤ブロックに作用させる地震力は、 $K_H=0.2G \cdot K_V=0.1G$ 及び $K_H=0.4G \cdot K_V=0.2G$ の2通りを設定した。

作用方向は、水平方向に0度から360度まで10度刻みでパラメトリックに作用させ、鉛直方向には上向きに作用させた。

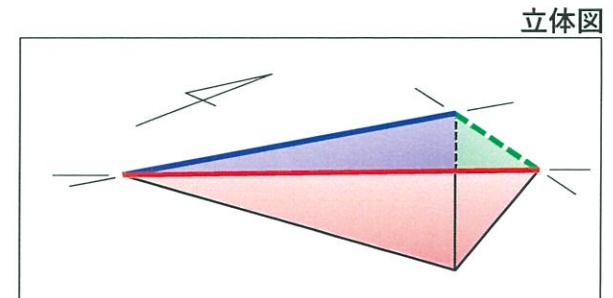
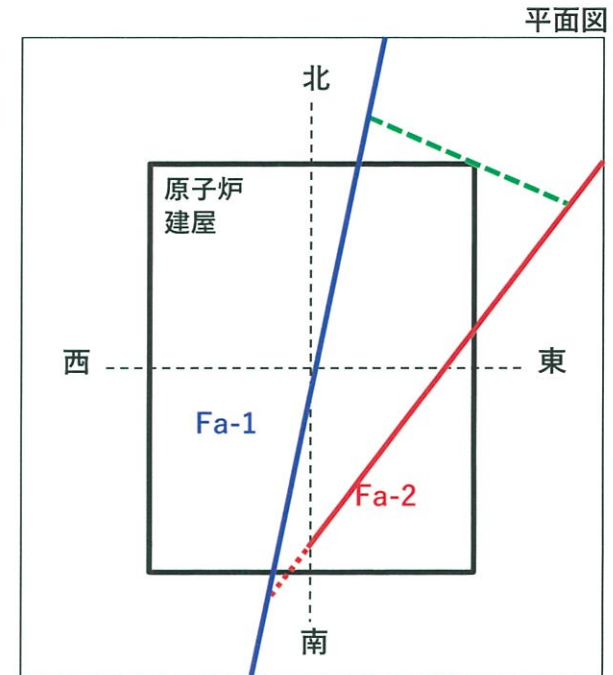
	K_H	K_V
ケース1	0.2G	0.1G
ケース2	0.4G	0.2G

3. 解析手法

岩盤ブロックのすべり計算は、ヤンプ法により行った。

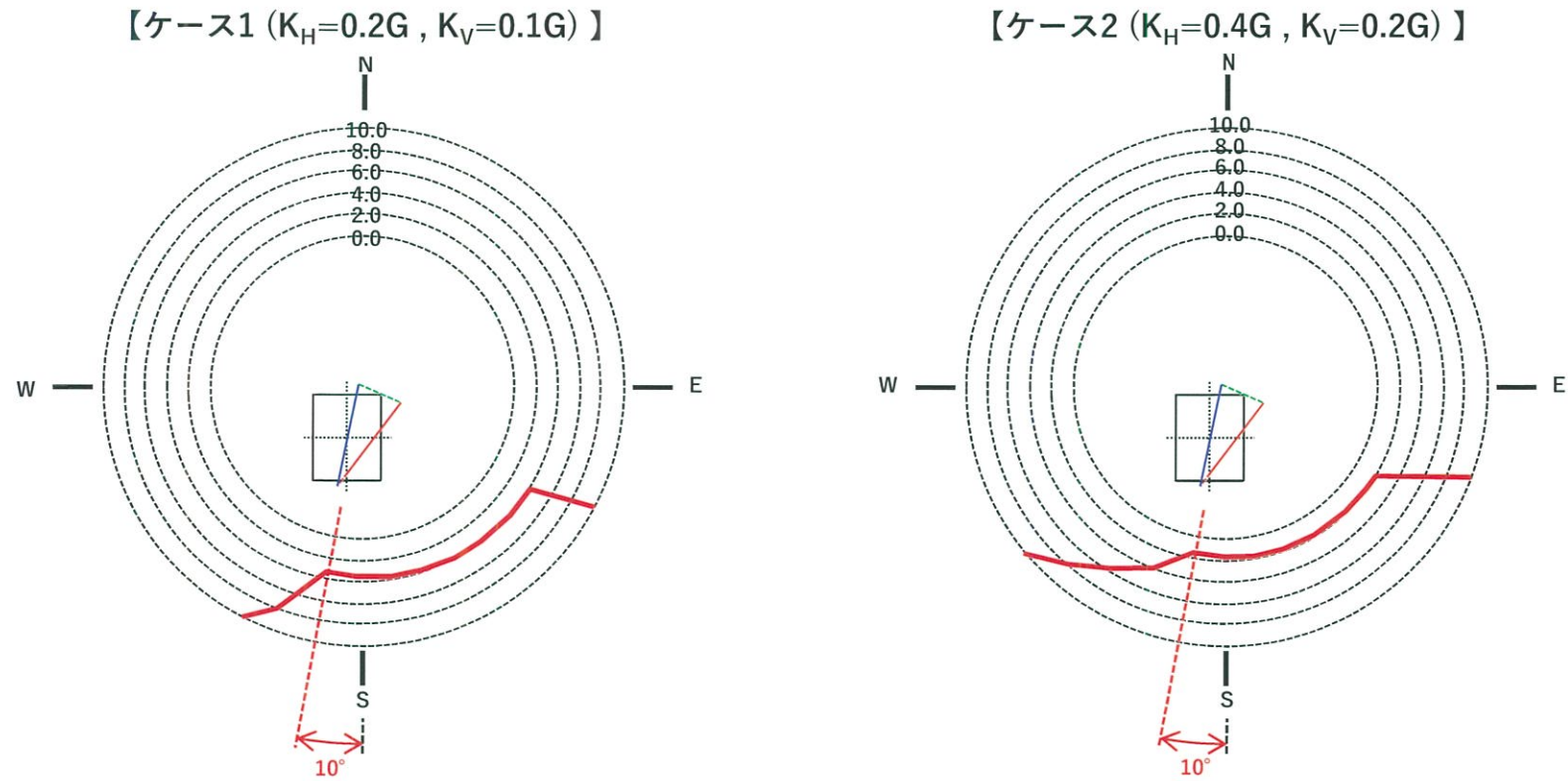


$$F_s = \left[\frac{1}{\sum_{i=1}^3 \{ [W_i \cdot (1 + k_v)] \cdot \tan \alpha_i + W_i \cdot k_h \}} \right] \times \left[\frac{\sum_{i=1}^3 C_i \cdot A_i \cdot \cos \alpha_i + [W_i \cdot (1 + k_v) \cdot \cos \beta_i - u \cdot A_i \cdot \cos \alpha_i] \cdot \tan \phi_i}{(1 + \tan \alpha_i \cdot \cos \beta_i \cdot \tan \phi_i / F_s) \cdot \cos^2 \alpha_i} \right]$$



4. 解析結果

作用方向別のすべり安全率を以下に示す。

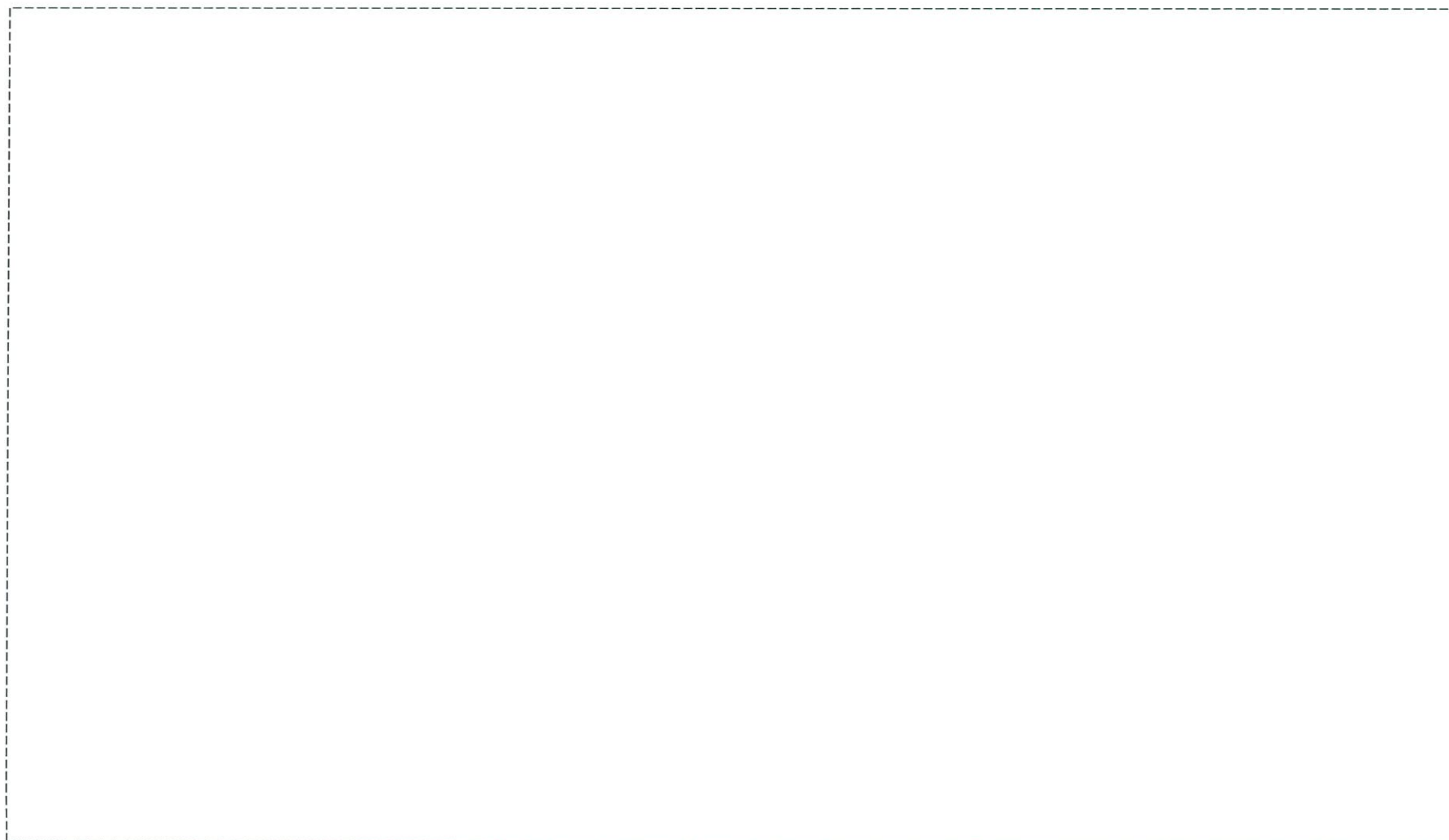


○ 解析の結果、すべり安全率が最も厳しくなる方向は、概ね南方向である。

-
- I 地質の概要に関する補足
 - II 解析用物性値の設定根拠
 - III 原子炉建屋等に関する評価の補足
(地震力に対する安定性評価に関する補足)
 - 1. すべり面設定の考え方
 - 2. 地下水位の設定に関する補足
 - 3. 要素ごとの局所安全係数
 - 4. 計算結果一覧
 - 5. 進行性破壊等についての検討(静的非線形解析)
 - 6. 断層等の非岩盤物性における強度のばらつきに関する検討
 - 7. 原子炉建屋基礎地盤の断面選定に関する補足
 - 8. 海水取水口の通水機能に関する補足
(地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価に関する補足)
 - 9. 基準津波以外の場合の地殻変動に関する検討
 - IV 非常用ガスタービン発電機建屋に関する評価の補足
 - V 使用済燃料乾式貯蔵施設に関する評価の補足

検討方針

- (1) hブロックが崩壊する場合、表土・崖錐等の弱層が厚く分布している**尾根部**からすべりはじめ、**尾根部**の崩壊が進行するにつれ、崩壊に伴って生じる谷部を埋めるように周囲の地山が追従して落ち込んでいくと考えられるため、hブロック全体としては北方にすべると想定することが合理的である。



- (2) しかし、崩壊土砂が北方のみに向かうとは限らないことから、通水機能への影響の安全側の評価として、ブロック全体が等高線に直交する方向にすべる可能性を想定し、検討する。

本資料のうち、枠囲み [] の内容は商業機密または核物質防護情報に属しますので公開できません。

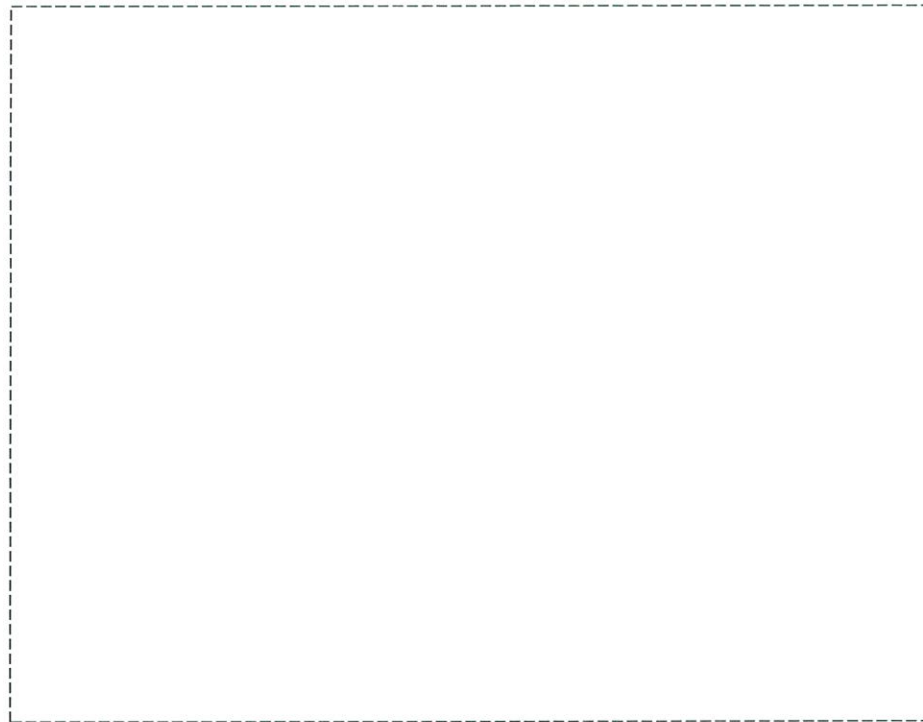
平成27年6月3日
再稼働許可まとめ資料一部修正

検討結果

(3) 等高線に直交する方向にすべる検討を行うにあたっては、地点によってすべる向きが異なるため、hブロック全体を面的(立体的)に評価する。

(3-1) 崩壊土砂は、主に結晶片岩の風化で生じた表土・崖錐で構成されるため、流動性は低い(内部摩擦角は大きい)と考えられ、各種文献の記載*を参考として斜面高さ(=22m)の1.4倍(=31m)を法尻からの到達距離と設定する。この場合、下図のとおり、崩壊土砂は呑み口に到達しない。

念のため(3-2)の検討へ



○ 到達距離/斜面高さは、ほとんどが1.4以下となっている。

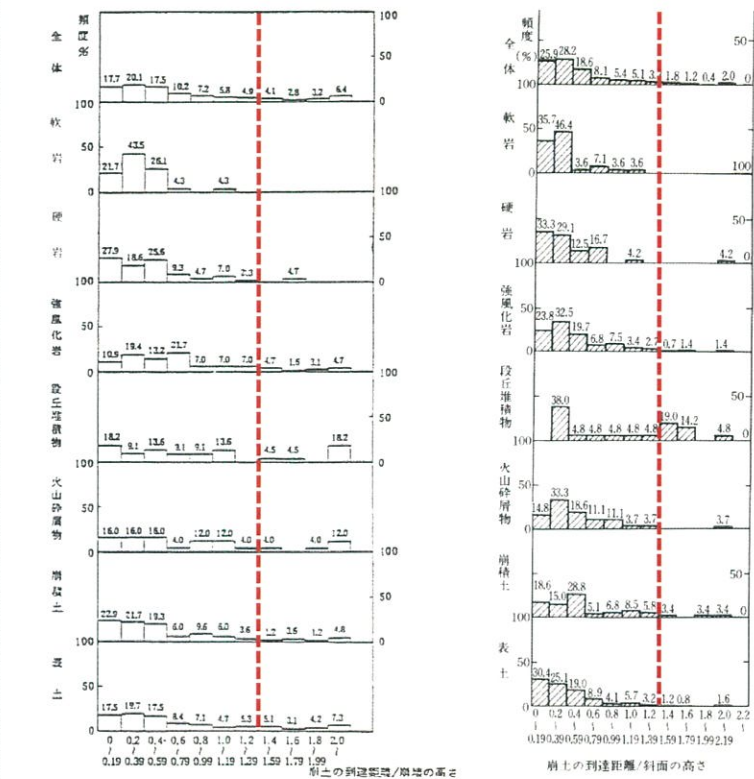


図1.2-5 斜面構成土質別崩土(到達距離/崩壊の高さ)²⁾ 到達距離/斜面の高さ¹⁾

図 到達距離/斜面高さの関係
(左段：S50～52年に発生した斜面崩壊事例、右段：S47～49年に発生した斜面崩壊事例)

* 原子力発電所の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価技術：斜面高さの1.4倍(50m未満となる場合は50m) 宅地防災マニュアルの解説：斜面高さの2.0倍(上限は50m)

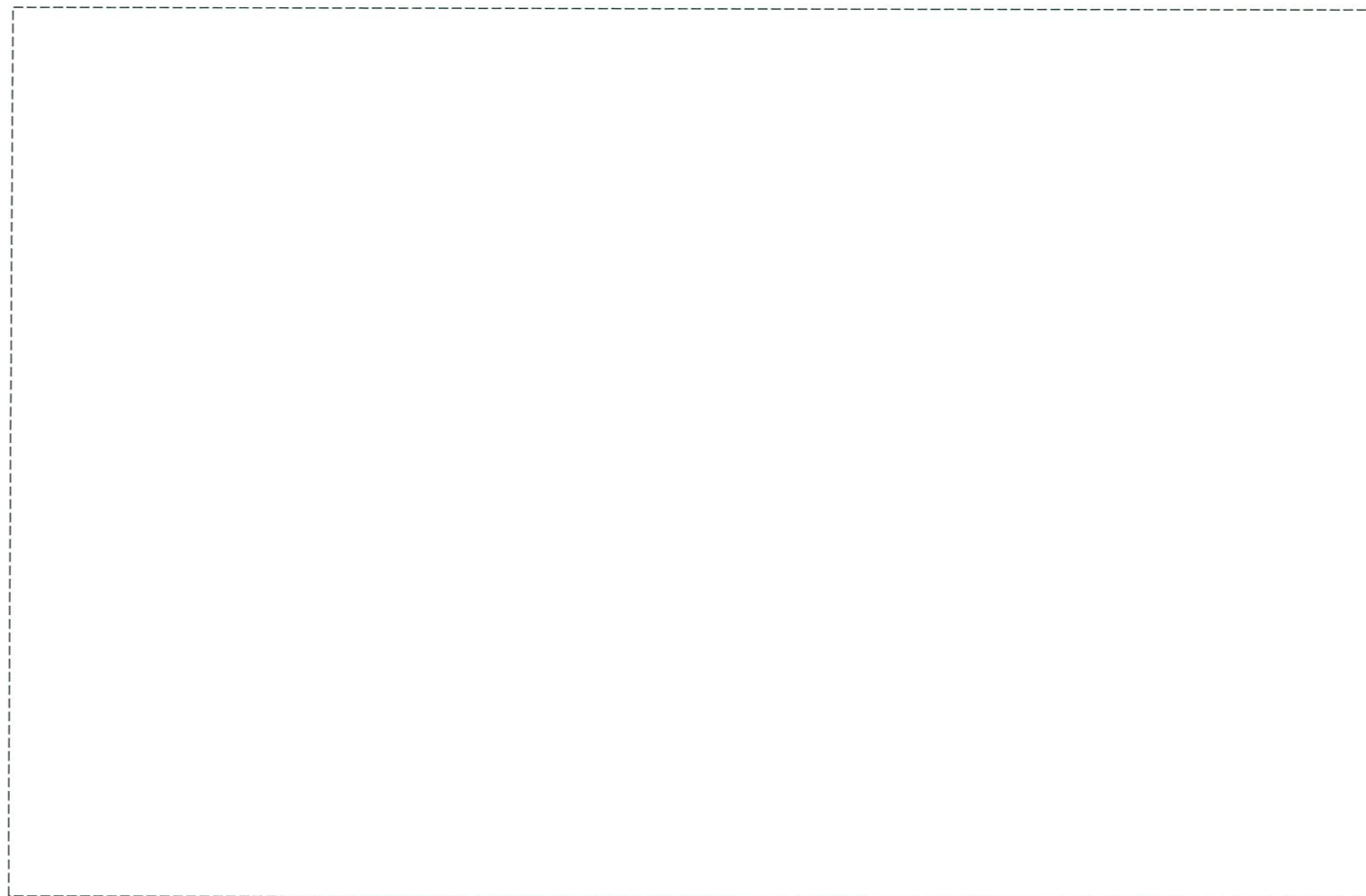
原子力発電所地質・地盤の調査・試験法および地盤の耐震安定性の評価手法から抜粋・加筆

検討結果

本資料のうち、枠囲み [] の内容は商業機密または核物質防護情報に属しますので公開できません。

平成27年6月3日
再稼働許可まとめ資料一部修正

- (3-2) 仮に、崩壊土砂の流動性が高く(内部摩擦角が小さく)、法尻からの到達距離を各種文献の記載※における上限50mと想定した場合、崩壊土砂は呑み口に到達するものの、次頁のとおり、海水取水口の呑み口を閉塞することではなく、通水機能は確保されると評価できる。

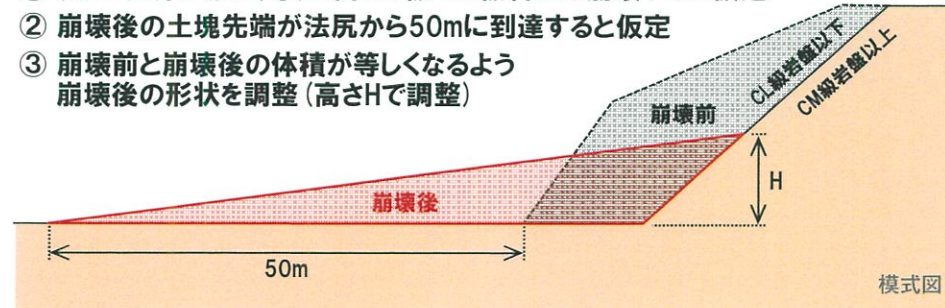


※ 原子力発電所の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価技術：斜面高さの1.4倍(50m未満となる場合は50m)
宅地防災マニュアルの解説：斜面高さの2.0倍(上限は50m)

検討結果(堆積厚算定の詳細)

1. 堆積厚の算定条件

- ① 表土・崖錐に加え、安全側にD級・CL級岩盤も崩壊すると仮定
- ② 崩壊後の土塊先端が法尻から50mに到達すると仮定
- ③ 崩壊前と崩壊後の体積が等しくなるよう崩壊後の形状を調整(高さHで調整)



2. 堆積厚の算定結果

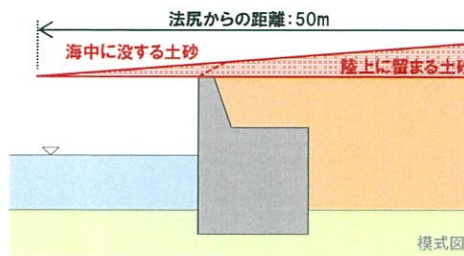
呑み口における海底面からの堆積厚(0.47m)は、クリアランス(0.50m)以下であり、呑み口が閉塞されることはない。

検討結果(堆積厚算定の詳細)

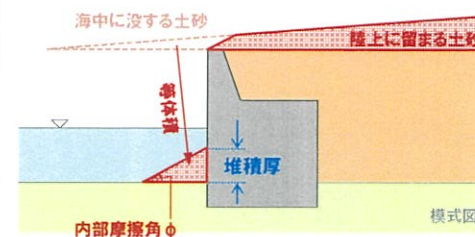
本資料のうち、枠囲み「こ」の内容は商業機密または核物質防護情報に属しますので公開できません。

平成27年6月3日
再稼働許可まとめ資料一部修正

3. 海中での堆積を踏まえた堆積厚の算定条件



海中に没する土砂は、護岸の肩から自由落下するため、無条件で法尻から50mまで到達するとは想定し難い。



海底面に内部摩擦角φで堆積するとして、護岸前面での堆積厚を算定

自由落下する崩壊土砂が堆積する際の傾斜角 = 内部摩擦角φ

※1 実現象としては、沈降する間に水流による移流・拡散が生じるが、ここでは保守側に全量が堆積すると仮定。
 ※2 φ：護岸前面での堆積厚を保守側に算定する観点から、表土・崖錐の17°ではなく、CL級岩盤の23°を設定。

※3 改訂版砂防設計公式集(1986)によると、水中の内部摩擦角は、陸上の内部摩擦角と比べてやや小さくなることとされているが、護岸前面での堆積厚を保守側に算定する観点から、これを考慮しない。

「改訂版砂防設計公式集」(建設省河川局砂防部監修、(社)全国治水砂防協会発行、第4刷、1986)より引用・加筆

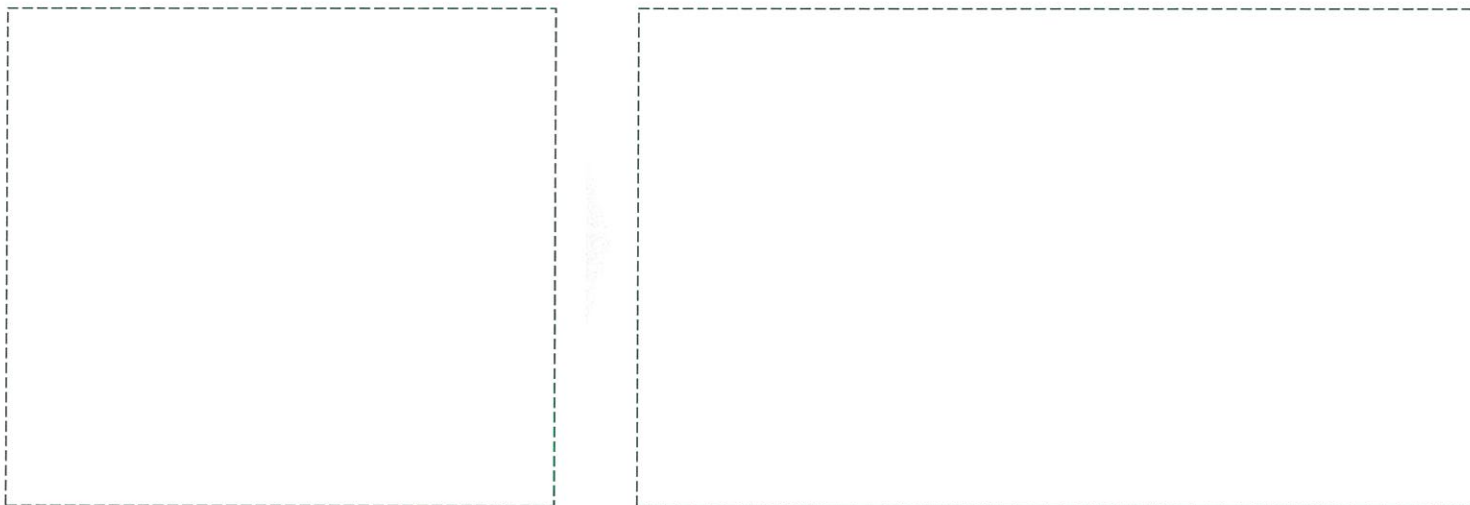
表 3-14 土砂の水中における内部摩擦角

種別	状態	単位重量 (t/m ³)	水中の単位重量 (t/m ³)	内部摩擦角 (度)	水中の内部摩擦角 (度) φ
砂石	—	1.6~1.9	1.0~1.3	35~45	35
	—	1.6~2.0	1.0~1.2	30~40	30
	—	0.9~1.2	0.4~0.7	30~40	30
砂	しまったもの	1.7~2.0	1.0	35~40	30~35
	ややゆるいもの	1.6~1.9	0.9	30~35	25~30
	ゆるいもの	1.5~1.8	0.8	25~30	20~25
普通土	固いもの	1.7~1.9	1.0	25~35	20~30
	やや軟かいもの	1.6~1.8	0.8~1.0	20~30	15~25
	軟かいもの	1.5~1.7	0.5~0.9	15~25	10~20
粘土	固いもの	1.6~1.9	0.6~0.9	20~30	10~20
	やや軟かいもの	1.5~1.8	0.5~0.8	10~20	0~10
	軟かいもの	1.4~1.7	0.4~0.7	0~10	0
シルト	固いもの	1.6~1.8	1.0	10~20	5~15
	軟かいもの	1.4~1.7	0.5~0.7	0	0

水中の内部摩擦角は、陸上の内部摩擦角と比べて0~10度程度小さくなっている。

検討結果(堆積厚算定の詳細)

4. 海中での堆積を踏まえた堆積厚の算定結果



5. まとめ

① 呑み口における海底面からの堆積厚は、安全側の評価においても1.53mであり、呑み口が閉塞されることはない。

② また、仮に崩壊土砂が取水路へ流入すると想定した場合でも、以下を踏まえれば、海水ピットへ土砂が流入することはなく、通水機能は確保されると評価できる。

- (a) 呑み口から海水ポンプまでの間は、上り勾配の海水取水路で接続されていることから、海水ピットまで土砂が流入することが困難であること
- (b) 左図のように一部閉塞した状態での流速は0.7m/s以下と小さく、また、海水ピットは海水取水路よりも通水面積が大きく、流下方向の流速が更に小さくなること
- (c) 呑み口における堆積土砂の土量及び流況から、海水取水路を閉塞するような状態にないこと



I 地質の概要に関する補足

II 解析用物性値の設定根拠

III 原子炉建屋等に関する評価の補足

(地震力に対する安定性評価に関する補足)

1. すべり面設定の考え方

2. 地下水位の設定に関する補足

3. 要素ごとの局所安全係数

4. 計算結果一覧

5. 進行性破壊等についての検討(静的非線形解析)

6. 断層等の非岩盤物性における強度のばらつきに関する検討

7. 原子炉建屋基礎地盤の断面選定に関する補足

8. 海水取水口の通水機能に関する補足

(地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価に関する補足)

9. 基準津波以外の場合の地殻変動に関する検討

IV 非常用ガスタービン発電機建屋に関する評価の補足

V 使用済燃料乾式貯蔵施設に関する評価の補足

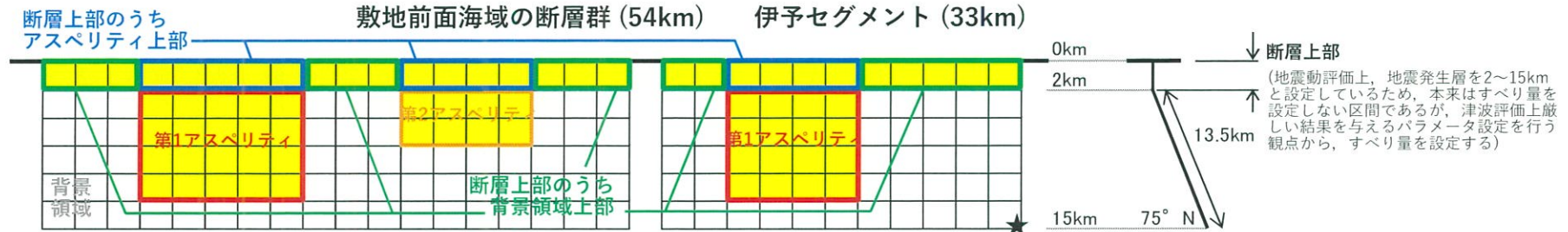
基準津波以外の場合の地殻変動に関する検討

- 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価については、津波評価を参考に、海域活断層に想定される地震に伴う津波のうち最高水位を与える断層パラメータを用いて評価を実施した。
- 津波評価においては、評価手法の差異による影響検討として、以下を実施している。
 - ① 断層の不均質な破壊を考慮した津波評価
 - ② 局所的な隆起・沈降を考慮した津波評価
- そこで、上記①②の場合の断層パラメータを用いて地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価も実施する。

平成27年6月3日
再稼働許可まとめ資料再掲

① 断層の不均質な破壊を考慮した場合の地殻変動

○ 断層の不均質な破壊を考慮した津波評価において、最高水位を与える下記ケースにおける地表変位を参照する。



・ 敷地前面海域の断層群 + 伊予セグメント (P11のとおり壇・他(2011)に基づきパラメータを設定。下表は津波評価に関連するパラメータのみを抜粋したもの。

断層名	剛性率 (N/m ²)	傾斜角 (度)	すべり角 (度)	長さ (km)	幅 (km)	Mw	Mo (N・m)	地震発生層				断層上部	
								平均すべり量 (m)	第1アスペリティすべり量 (m)	第2アスペリティすべり量 (m)	背景領域すべり量 (m)	アスペリティ上部すべり量 (m)	背景領域上部すべり量 (m)
敷地前面海域の断層群	3.3E+10	北75	165 [※] 195 [※]	54	15.5	7.1	6.41E+19	2.67	5.96	3.65	1.64	5.33	5.33
伊予セグメント	3.3E+10	北75	165 [※] 195 [※]	33	15.5	7.0	3.92E+19	2.67	5.33	—	1.64	5.33	5.33

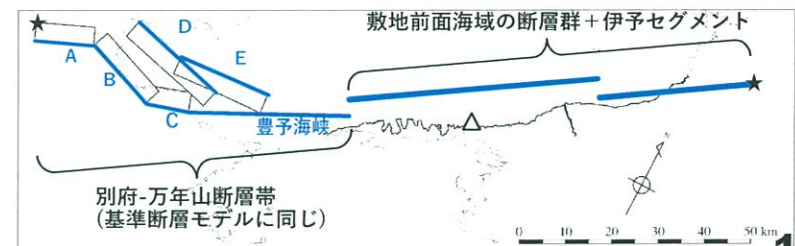
※ 165度：土木学会(2002)の手法による既往評価の結果、水位上昇側において最も厳しい結果を与えるすべり角 195度：同水位下降側において最も厳しい結果を与えるすべり角

ケース0との相違点

・ 別府-万年山断層帯 (基準断層モデルに同じ)

断層名	剛性率 (N/m ²)	傾斜角 (度)	すべり角 (度)	長さ (km)	幅 (km)	Mw	Mo (N・m)	すべり量 (m)	
豊予海峡	3.3E+10	90	150	34.7	15.00	7.24	9.11E+19	5.30	
別府地溝南縁	3.3E+10	C	北75	-90	9.5	15.53	7.15	6.67E+19	3.33
		B	北75	-90	16.8				
		A	北75	-90	12.8				
別府湾断層帯	3.3E+10	D	南75	-90	22.5	15.53	7.29	7.34E+19	6.37
		E	南75	-90	20.5			3.34E+19	3.18

- ・ Moの算出においては、地震動評価と同様、地震発生層(2~15km)を対象として行った。
- ・ アスペリティ上部・背景領域上部のいずれについても、断層平均すべり量の2倍のすべり量を設定した。
- ・ 別府-万年山断層帯の断層パラメータは基準断層モデルに同じとした。ただし、Mo算出の際は安全側となるよう別府-万年山断層帯も考慮して計算した。



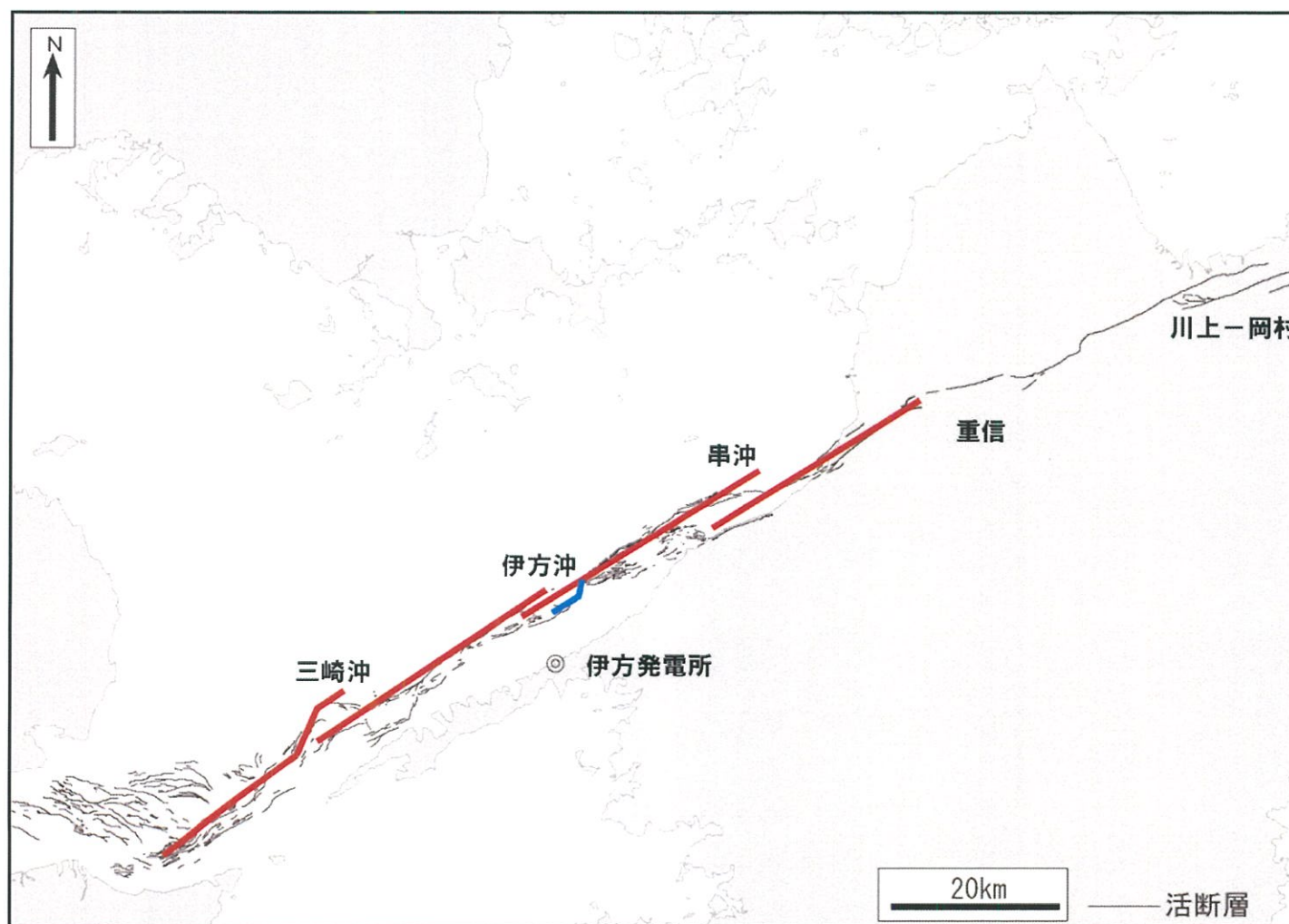
① 断層の不均質な破壊を考慮した場合の地殻変動

- 基礎底面に生じる傾斜は、評価基準値の目安である1/2,000を下回っていることから、重要な機器・システムの安全機能に支障を与えるものではない。

①地殻変動による最大傾斜	②地震動による最大傾斜 (再掲)	③地殻変動及び地震動を考慮した最大傾斜 (①+②)
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 原子炉建屋 1/29,000 ・ 重油タンク 1/35,000 ・ 緊急時対策所 1/54,000 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 原子炉建屋 1/15,000 ・ 重油タンク 1/17,000 ・ 緊急時対策所 1/20,000

② 局所的な隆起・沈降を考慮した場合の地殻変動

- 下図のとおり，断層を幾つかに分割し，ステップさせた断層モデルを設定し，敷地前面の伊方沖ジョグにおいて地溝状の落ち込みが生じたケース(傾斜角90度，すべり角90度)における地表変位を参照する。



② 局所的な隆起・沈降を考慮した場合の地殻変動

- 基礎底面に生じる傾斜は、評価基準値の目安である1/2,000を下回っていることから、重要な機器・システムの安全機能に支障を与えるものではない。

①地殻変動による最大傾斜	②地震動による最大傾斜 (再掲)	③地殻変動及び地震動を考慮した最大傾斜 (①+②)
	<ul style="list-style-type: none"> ・ 原子炉建屋 1/29,000 ・ 重油タンク 1/35,000 ・ 緊急時対策所 1/54,000 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 原子炉建屋 1/17,000 ・ 重油タンク 1/19,000 ・ 緊急時対策所 1/24,000

-
- I 地質の概要に関する補足
 - II 解析用物性値の設定根拠
 - III 原子炉建屋等に関する評価の補足
 - IV 非常用ガスタービン発電機建屋に関する評価の補足**
(地震力に対する安定性評価に関する補足)
 - 1. 非常用ガスタービン発電機建屋建屋の解析対象断面の選定に関する補足**
 - V 使用済燃料乾式貯蔵施設に関する評価の補足

基礎地盤の安定性評価に関する補足

非常用ガスタービン発電機建屋(以下、「GT建屋」という。)の基礎地盤については、本文p.140に記載のとおり、以下の①～④の理由により原子炉建屋(X-X'断面)の評価で代表する。

- ① GT建屋と原子炉建屋は同等の岩種・岩級の地盤に支持されている。
- ② 構造物の規模は原子炉建屋のほうが有意に大きく、安定性評価において厳しくなる。
(原子炉建屋：約 2.5×10^6 kN(約520kN/m²), GT建屋：約 3.4×10^5 kN(約250kN/m²))
- ③ 原子炉建屋と異なり、GT建屋は岩掘削による掘り込み式の構造物であり、地震応答が抑えられるとともに、すべりに対する抵抗力も大きい。
- ④ 原子炉建屋の直下には比較的破碎幅が大きく連続性のある断層が分布し、すべり安全率が小さくなるすべり面を形成しやすいが、GT建屋設置位置付近には比較的破碎幅が大きく連続性のある断層は認められず、すべり安全率が小さくなるすべり面を形成しにくい。

【②に関する補足】

- ・原子炉建屋と緊急時対策所の基礎底面を通るすべり面の安全率を比較すると、重量及び接地圧がいずれも大きい原子炉建屋の方が厳しい結果となっている。
- ・これは、接地圧の増大が水平慣性力(=水平加速度×接地圧)の増大に寄与してせん断力を増加させる一方、せん断抵抗力($c + \sigma \tan \phi$)に対しては、鉛直慣性力が上向きの時刻が照査されることで、接地圧(垂直応力 σ)が相殺されるためだと考えられる。なお、せん断強度 c は一定値であるため、接地圧が小さいほど、水平慣性力及びせん断抵抗力の摩擦項($\sigma \tan \phi$)が小さくなり、すべり安全率に占める c の寄与度が相対的に高くなる。

	平面図	重量 (kN)	常時接地圧 (kN/m ²)	基準 地震動	すべり安全率 F_s	すべり面形状
原子炉建屋		約 2.5×10^6	約520	Ss-1 (+, -)	3.6※1	
緊急時対策所		約 2.0×10^4	約80	Ss-1 (+, -)	16.9※2	

※1 本文p.76参照, ※2 本文p.77参照

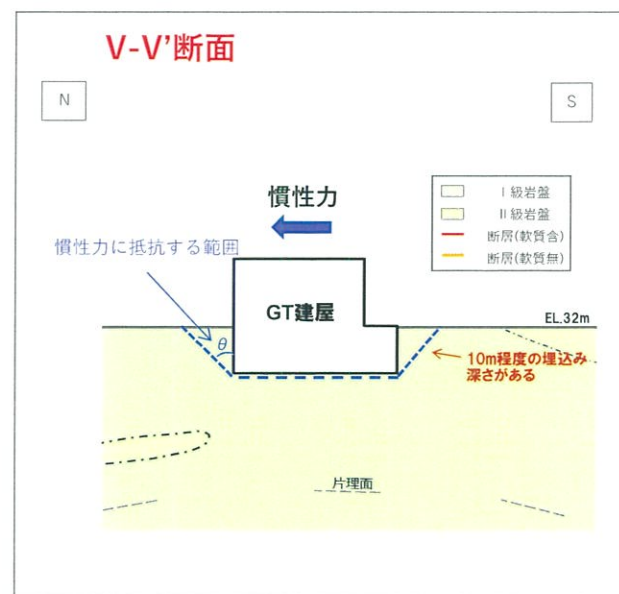
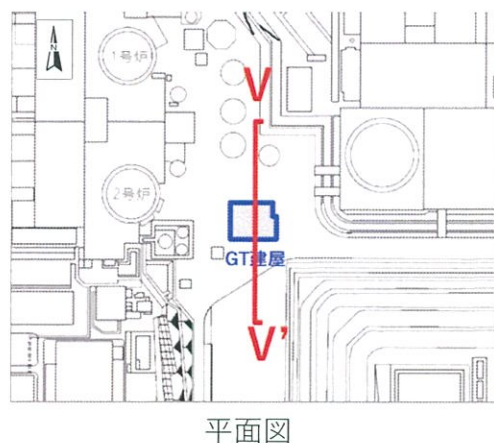
基礎地盤の安定性評価に関する補足

GT建屋の基礎地盤については、本文p.140に記載のとおり、以下の①～④の理由により原子炉建屋(X-X'断面)の評価で代表する。

- ① GT建屋と原子炉建屋は同等の岩種・岩級の地盤に支持されている。
- ② 構造物の規模は原子炉建屋のほうが有意に大きく、安定性評価において厳しくなる。
(原子炉建屋：約 2.5×10^6 kN(約520kN/m²)，GT建屋：約 3.4×10^5 kN(約250kN/m²))
- ③ 原子炉建屋と異なり、GT建屋は岩掘削による掘り込み式の構造物であり、地震応答が抑えられるとともに、すべりに対する抵抗力も大きい。
- ④ 原子炉建屋の直下には比較的破碎幅が大きく連続性のある断層が分布し、すべり安全率が小さくなるすべり面を形成しやすいが、GT建屋設置位置付近には比較的破碎幅が大きく連続性のある断層は認められず、すべり安全率が小さくなるすべり面を形成しにくい。

【③に関する補足】

- ・ GT建屋は約10m程度地下に埋設されていることから、建屋接地面から地表に向かってすべり線を45°で仮定し、岩盤のせん断強度：981kN/m²（I級岩盤）を考慮すると、すべりに対する抵抗力は約14,000kN/m増加する。



基礎地盤の安定性評価に関する補足

GT建屋の基礎地盤については、本文p.140に記載のとおり、以下の①～④の理由により原子炉建屋(X-X'断面)の評価で代表する。

- ① GT建屋と原子炉建屋は同等の岩種・岩級の地盤に支持されている。
- ② 構造物の規模は原子炉建屋のほうが有意に大きく、安定性評価において厳しくなる。
(原子炉建屋：約 2.5×10^6 kN(約520kN/m²)，GT建屋：約 3.4×10^5 kN(約250kN/m²))
- ③ 原子炉建屋と異なり、GT建屋は岩掘削による掘り込み式の構造物であり、地震応答が抑えられるとともに、すべりに対する抵抗力も大きい。
- ④ 原子炉建屋の直下には比較的破碎幅が大きく連続性のある断層が分布し、すべり安全率が小さくなるすべり面を形成しやすいが、GT建屋設置位置付近には比較的破碎幅が大きく連続性のある断層は認められず、すべり安全率が小さくなるすべり面を形成しにくい。

【④に関する補足】

・解析用物性値の表より、I級岩盤と断層(軟質含)の物性値を比較すると、せん断強度において10倍程度の差があることから、安定性評価においては、断層がある場合の方が厳しい結果を与える。

	岩盤					断層			
	I級			II級	III級①	III級②	III級	軟質無	軟質含
	①	②	③						
単位体積重量 (kN/m ³)	29.4			27.5	25.5	18.6		26.5	19.6
せん断強度 (kN/m ²)	981			490	130	39		324	78
内部摩擦角 (°)	50			41	23	17		34	24
残留強度 (kN/m ²)	$\tau = 569 + \sigma \tan 43^\circ$			$\tau = \sigma \tan 41^\circ$	$\tau = \sigma \tan 23^\circ$	$\tau = \sigma \tan 17^\circ$		$\tau = \sigma \tan 34^\circ$	$\tau = \sigma \tan 24^\circ$
静弾性係数 (kN/m ²)	3.63×10^6			1.18×10^6	0.49×10^6	0.0392×10^6		$27000 (\sigma_v)^{0.34}$	$1750 (\sigma_v)^{0.60}$
静的ポアソン比	0.29			0.32	0.32	0.45		0.36	0.45
動弾性係数 ($\times 10^6$ kN/m ²)	58.8 ^{*1}	42.2 ^{*2}	23.5 ^{*3}	10.8	3.51	$\frac{G_0}{G_0^{*4}} = \frac{1}{(1+10.4\gamma^{0.787})}$ $G_0=43900$ (kN/m ²)	0.127	$\frac{G_0}{G_0^{*4}} = -0.33 \log \gamma - 0.58$ $G_0=294000$ (kN/m ²)	$\frac{G_0}{G_0^{*4}} = -0.40 \log \gamma - 0.60$ $G_0=4130 (\sigma_v)^{0.53}$ (kN/m ²)
動的ポアソン比	0.34			0.36	0.38	0.45		0.40	0.45
減衰定数	2.0 (%)			3.0 (%)	3.0 (%)	$h=1/(0.062+(3.90 \times 10^{-2}/\gamma))+1.3$	10.0 (%)	$h=0.08 \log \gamma + 0.36$ ($\gamma > 10^{-4}$)	$h=0.17 \log \gamma + 0.58$ ($\gamma \geq 10^{-2}$) $h=0.017 \log \gamma + 0.09$ ($\gamma < 10^{-2}$)

*1 Vs=2.7km/s *2 Vs=2.3km/s *3 Vs=1.7km/s *4 動せん断弾性係数

	すべり面形状	基準地震動	すべり安全率
1	<p>基礎底面のすべり面</p>	Ss-1 (+,-)	3.6
2	<p>断層(軟質含)沿いのすべり面 (モビライスト面を考慮したすべり面)</p>	Ss-1 (-,-)	1.8

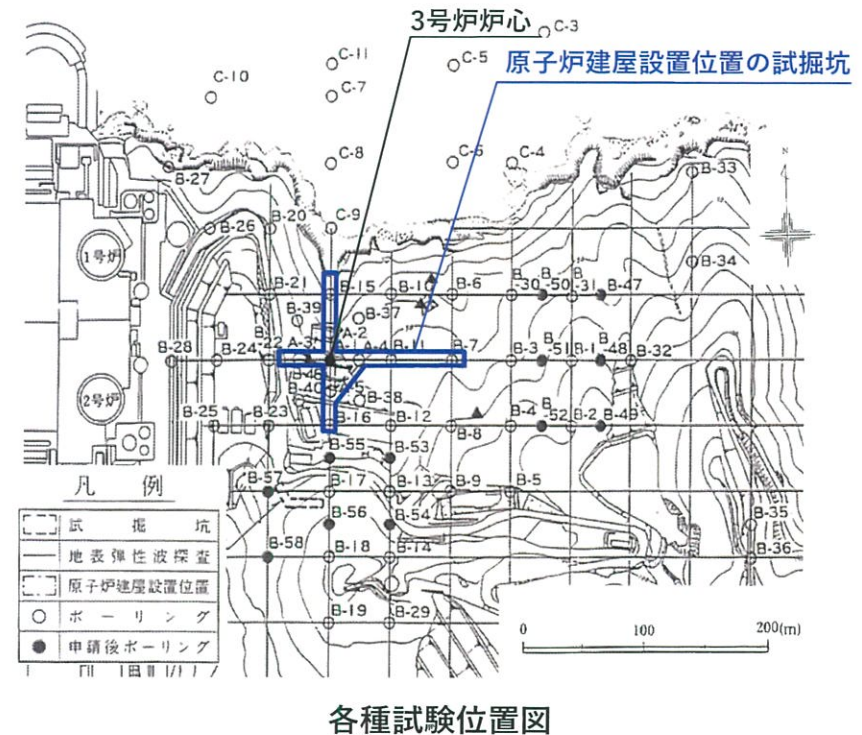
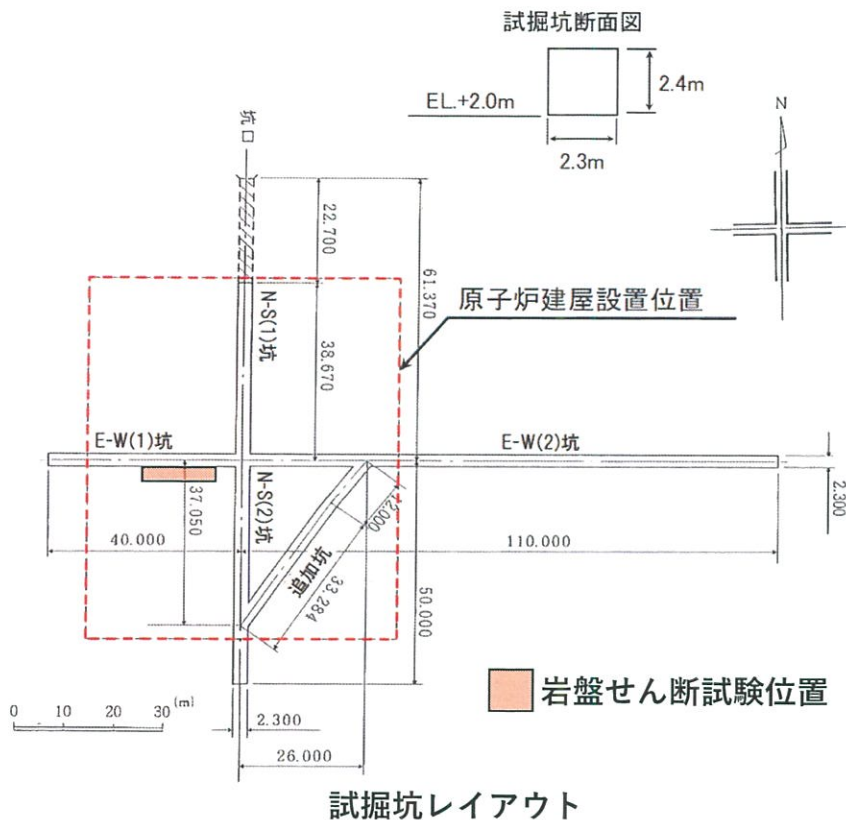
-
- I 地質の概要に関する補足
 - II 解析用物性値の設定根拠
 - III 原子炉建屋等に関する評価の補足
 - IV 非常用ガスタービン発電機建屋に関する評価の補足
 - V 使用済燃料乾式貯蔵施設に関する評価の補足
(地震力に対する安定性評価に関する補足)
 - 1. 強度のばらつきに関する検討
 - 2. すべり面設定の考え方
 - 3. 応力状態を考慮したすべり面の設定について
 - 4. 要素ごとの局所安全係数
 - 5. 計算結果一覧
 - 6. 周辺構造物のモデル化について
 - 7. O-O'断面の地質断面図について
 - 8. P-P'断面の入力地震動について
 - 9. 設計及び工事計画認可における設計進捗の反映

岩盤物性における強度のばらつきに関する検討

p.15を再掲

【CH級岩盤の岩盤せん断試験】

伊方発電所原子炉設置変更許可申請時(3号炉)において、原子炉建屋設置位置の試掘坑内で実施している。実施個所を示す。



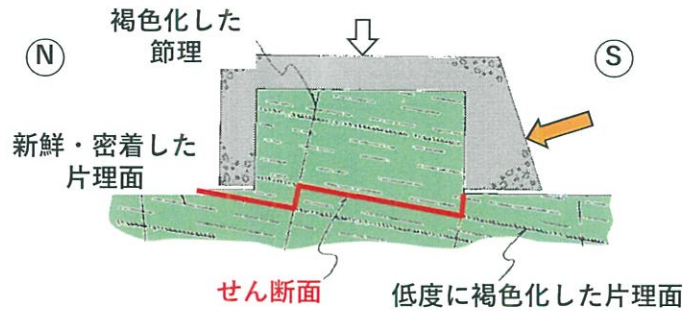
伊方発電所原子炉設置変更許可申請書(3号炉)に加筆

岩盤物性における強度のばらつきに関する検討

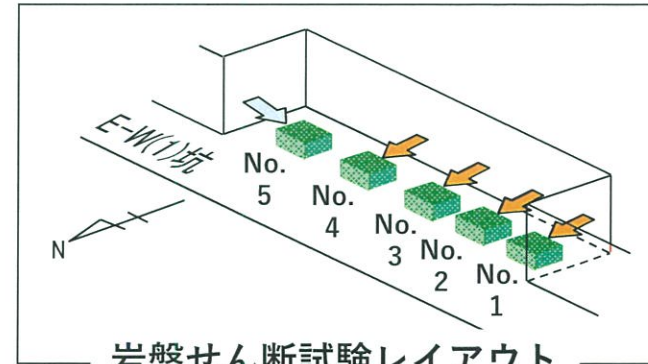
p.16を再掲

【岩盤せん断試験における荷重の方向および破壊形態】

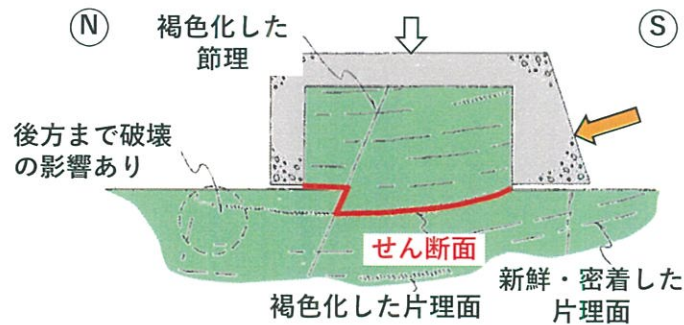
- 岩盤せん断試験は、3号炉試掘坑のE-W(1)坑を切抜けて実施。
- 試験は片理面に沿う方向の試験(No. 1~4)と片理面を一部切る方向(No. 5)で試験を実施している。



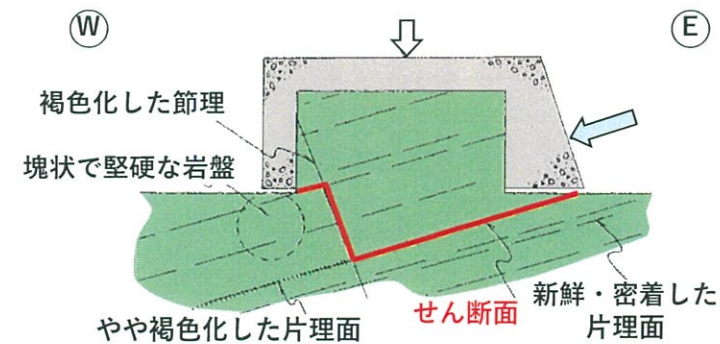
破壊模式図(片理面に沿う方向の試験 No. 1~3)



岩盤せん断試験レイアウト



破壊模式図(片理面に沿う方向の試験 No. 4)

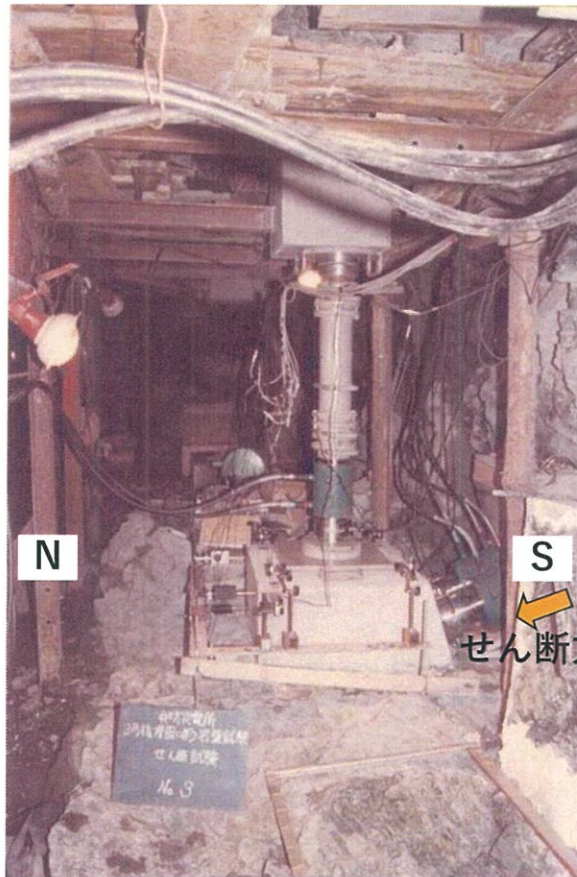


破壊模式図(片理面を一部切る方向の試験 No. 5)

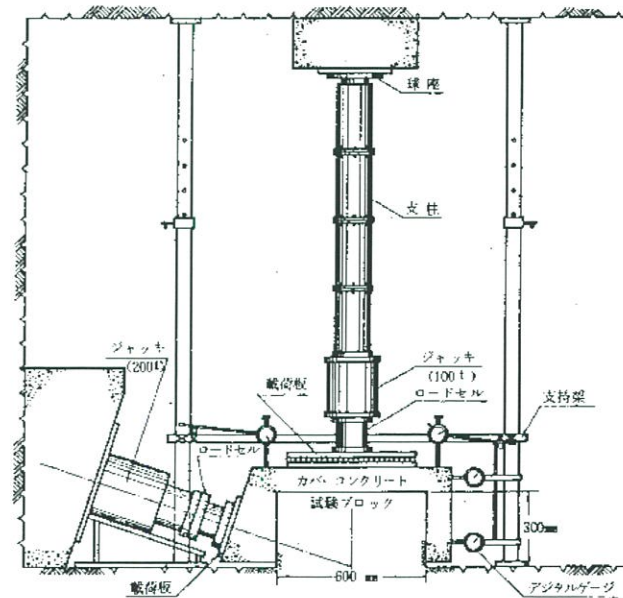
岩盤物性における強度のばらつきに関する検討

p.17を一部再掲

【岩盤せん断試験の状況写真】



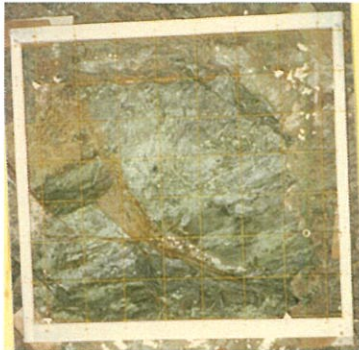
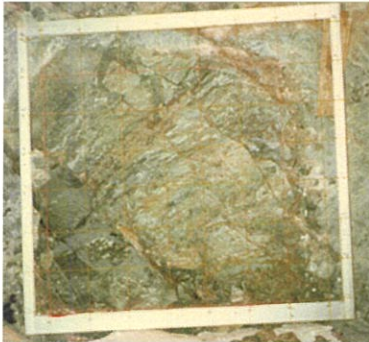
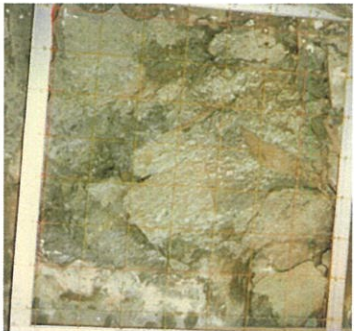
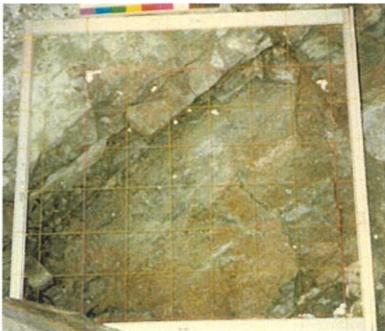
試験前 全景



岩盤せん断試験装置

岩盤物性における強度のばらつきに関する検討

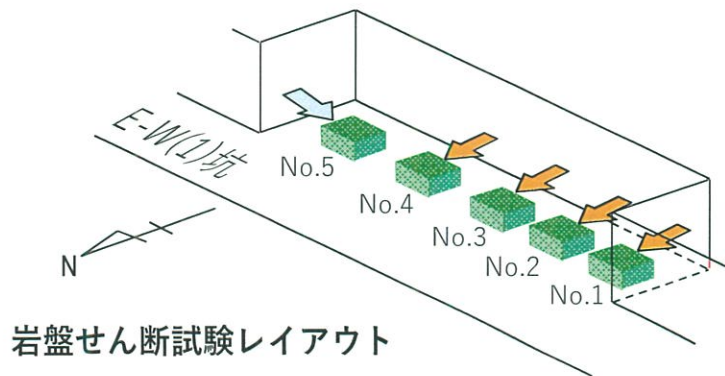
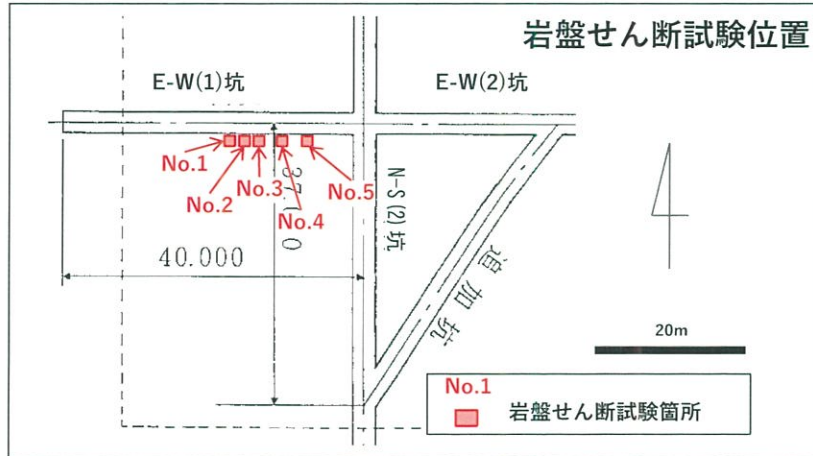
【岩盤せん断試験後の状況写真】

岩盤側の破断面	No.1	No.2
	N	N
		
	<p>S ↑ : せん断方向</p>	<p>S ↑ : せん断方向</p>
	No.3	No.4
	N	N
		
	<p>S ↑ : せん断方向</p>	<p>S ↑ : せん断方向</p>

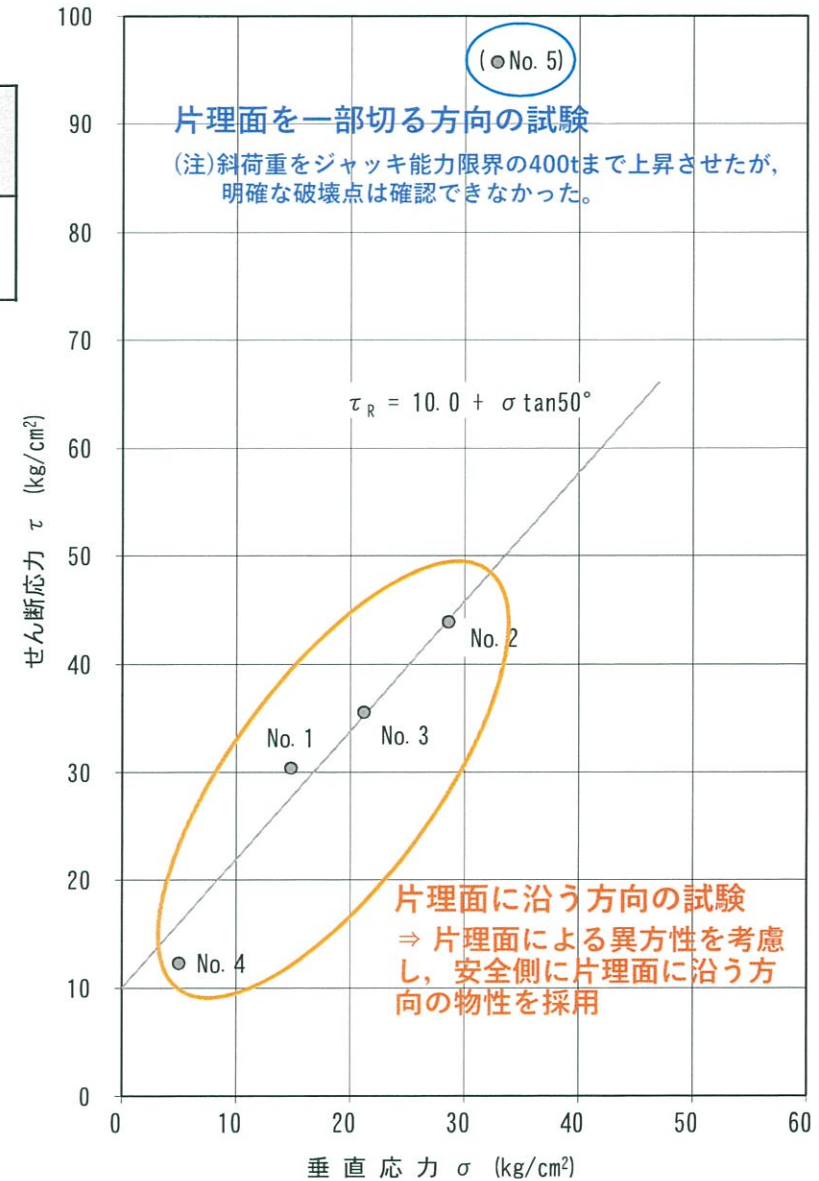
岩盤物性における強度のばらつきに関する検討

原位置せん断試験結果(CH級岩盤)

岩級	項目	せん断強度 (kgf/cm ²)	内部摩擦角 (°)
CH級		10	50

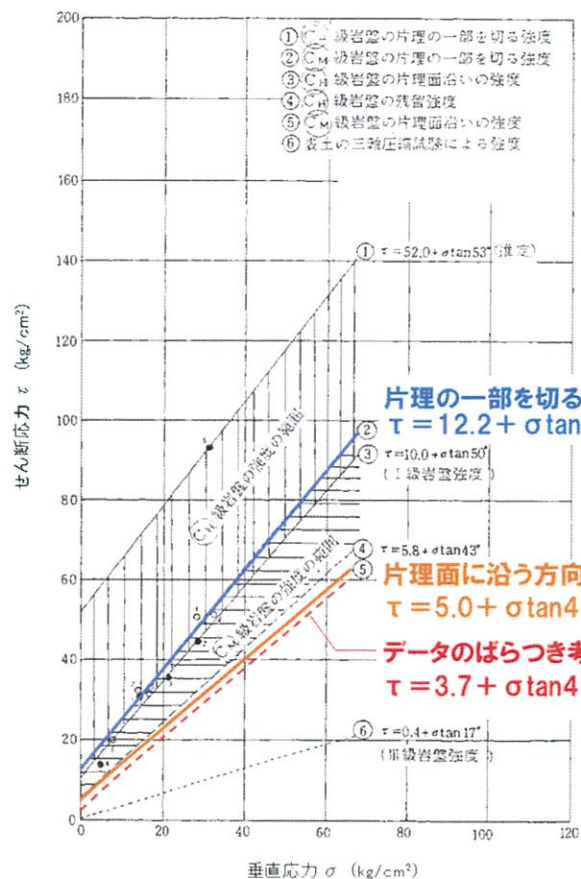
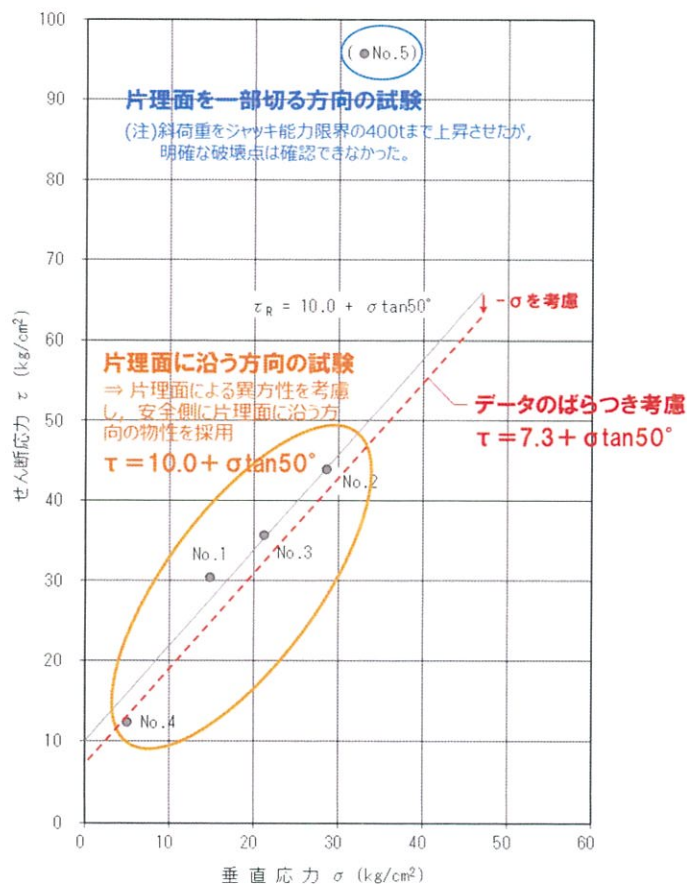


伊方発電所原子炉設置変更許可申請書(3号炉)に加筆



岩盤物性における強度のばらつきに関する検討

- 伊方発電所敷地の岩盤は、片理面を有する塩基性片岩で構成されており、片理面と载荷方向を考慮した上で、強度の下限を示すと考えられる「片理面に沿う方向」に载荷した場合の原位置試験の結果に基づき、強度特性を設定している。したがって、設定している強度特性は、安全側にばらつきを考慮したものとなっている。
- 一方で、乾式貯蔵建屋の解析対象断面であるP-P'断面については、すべり面形状が概ね片理面に沿う方向と一致すると考えられることから、強度の下限を示すと考えられる「片理面に沿う方向」の強度特性に対し、さらにデータのばらつきを考慮して1σ低減させた物性値ですべり安全率を算出する。



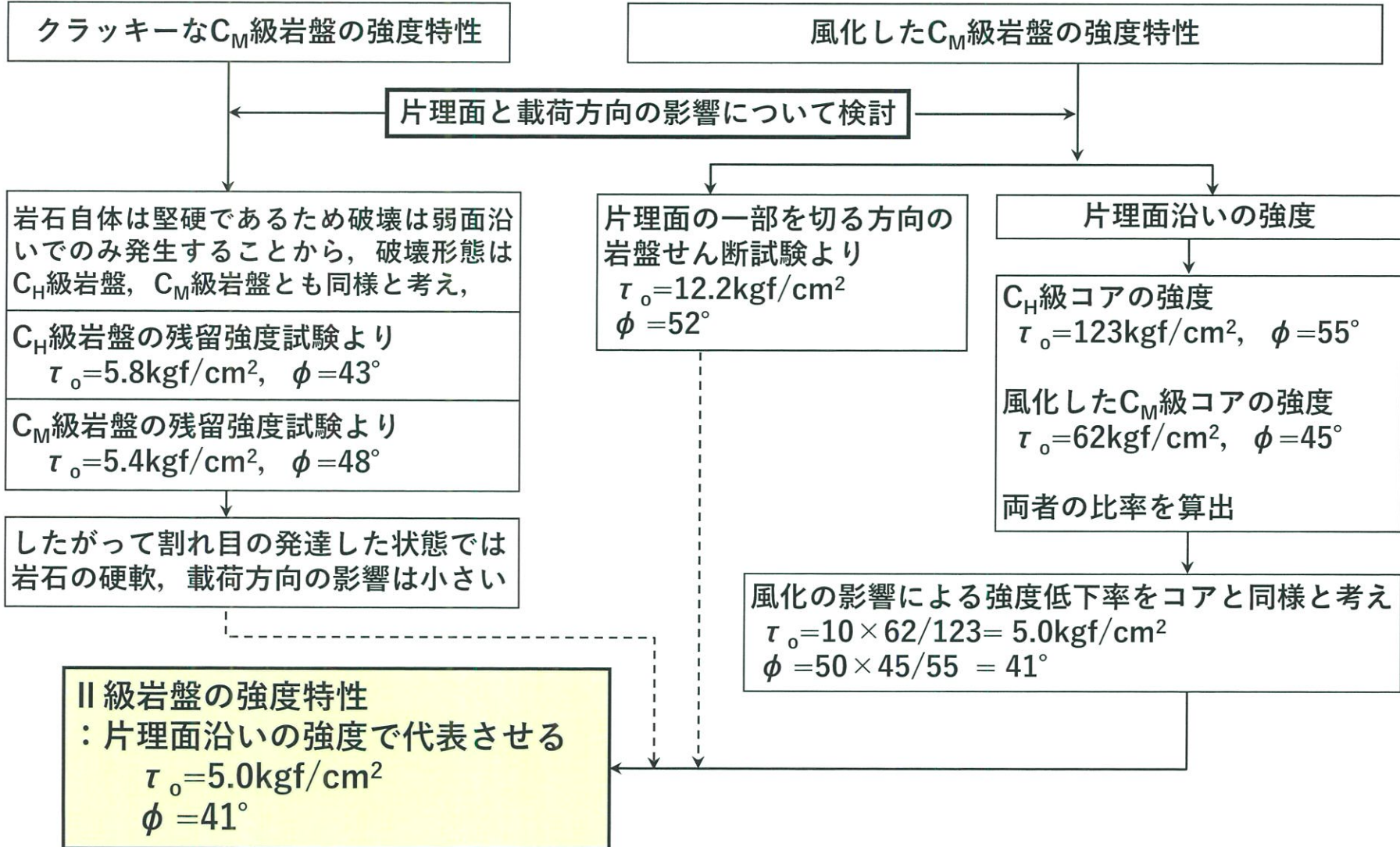
ばらつきを考慮したせん断強度の設定

せん断強度 (kgf/cm ²)	CH級	CM級
平均強度	10.0	5.0
平均強度-σ	7.3	3.7

岩盤物性における強度のばらつきに関する検討

p.20再掲

【II級岩盤の強度設定の考え方について】

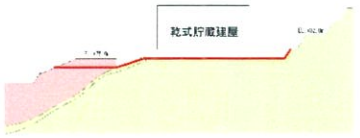
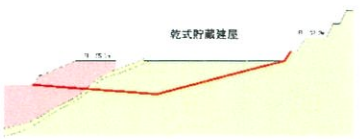
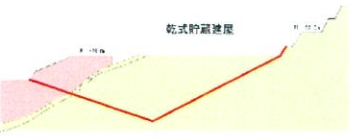


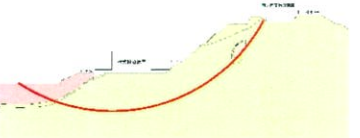

※ 設置許可申請時の表記のため単位は重力単位系

岩盤物性における強度のばらつきに関する検討

基礎地盤のすべり(P-P' 断面)

○ 片理面に沿う方向の強度特性に対し、さらにデータのばらつきを考慮して1σ低減させた物性値で基礎地盤のすべり安全率を評価した結果、各すべり安全率はそれぞれある程度小さくなるものの、評価基準値1.5を上回ることを確認した。

	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]	
			平均強度	平均強度 -1σ
1	 基礎底面のすべり面	Ss-1 (-, -)	5.8 [23.18]	4.6 [23.18]
2	 建屋下部を通る浅いすべり面 (パラメトリックに想定したすべり面)	Ss-1 (+, -)	4.7 [43.72]	3.9 [43.72]
3	 建屋下部を通る深いすべり面 (パラメトリックに想定したすべり面)	Ss-1 (+, -)	6.2 [43.71]	5.3 [43.71]

	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]	
			平均強度	平均強度 -1σ
4	 簡便法によるすべり面	Ss-3-1 (-, +)	最小安全率 2.8 (2.83) [7.50]	2.5 (2.51) [7.50]
5	 応力状態を考慮したすべり面	Ss-1 (+, +)	3.1 [43.74]	最小安全率 2.5 (2.50) [43.74]

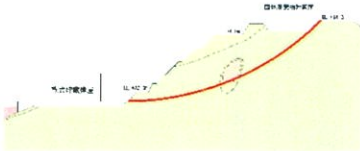
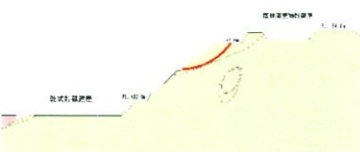

: I級岩盤
 : II級岩盤
 : III級岩盤①
 : III級岩盤②
 : すべり安全率の最小値
 : すべり面

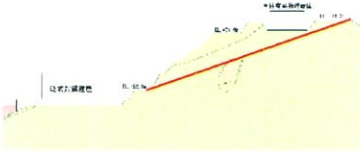

⇒ 評価基準値1.5を上回ることを確認。

岩盤物性における強度のばらつきに関する検討

周辺斜面のすべり(P-P' 断面)

○ 片理面に沿う方向の強度特性に対し、さらにデータのばらつきを考慮して1σ低減させた物性値で周辺斜面のすべり安全率を評価した結果、各すべり安全率はそれぞれある程度小さくなるものの、評価基準値1.2を上回ることを確認した。

	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]	
			平均強度	平均強度 -1σ
1	 簡便法によるすべり面	Ss-1 (+, +)	2.1 [43.74]	1.7 [43.74]
2	 せん断強度が相対的に低い岩盤を通るすべり面(簡便法によるすべり面)	Ss-3-2 EW (-, +)	1.7 (1.78) [25.39]	1.4 [25.39]
3	 せん断強度が相対的に低い岩盤を通るすべり面(パラメトリックに想定したすべり面)	Ss-1 (+, +)	1.9 [43.75]	1.5 [43.75]

	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]	
			平均強度	平均強度 -1σ
4	 EL.+32m~EL.+84mに抜けるすべり面 (パラメトリックに想定したすべり面)	Ss-1 (+, +)	最小安全率 2.3 [43.74]	1.8 [43.74]
5	 応力状態を考慮したすべり面	Ss-3-2 EW (-, +)	1.7 (1.72) [25.39]	最小安全率 1.3 (1.36) [25.39]

: I級岩盤
 : II級岩盤
 : III級岩盤①
 : III級岩盤②

: すべり安全率の最小値
 : すべり面

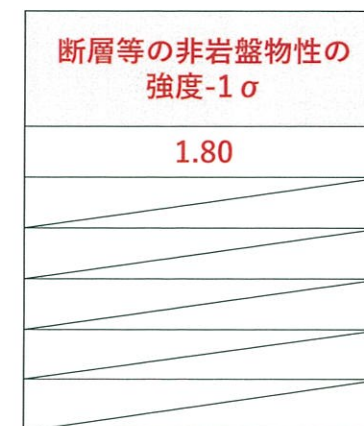
⇒ 評価基準値1.2を上回ることを確認。

断層等の非岩盤物性における強度のばらつきに関する検討

- 断層等の非岩盤物性における強度のばらつきに関する影響を確認するため、基礎地盤・周辺斜面の各最小すべり安全率を示す断面について、強度特性を1σ低減させた物性値ですべり安全率を算出した。
- その結果、基礎地盤(原子炉建屋：X-X'断面)の最小すべり安全率は**1.83**から**1.80**に、周辺斜面(原子炉建屋：X-X'断面)の最小すべり安全率は**1.375**から**1.372**に、それぞれ若干の減少がみられたものの、評価基準値（基礎地盤：1.5，周辺斜面：1.2）を上回ることを確認した。

【基礎地盤】

	基準地震動	最小すべり安全率
原子炉建屋(X-X'断面)	Ss-1(-,-)	1.83 <small>最小安全率</small>
緊急時対策所(A-A'断面)	Ss-1(+,+)	2.1
重油タンク(D-D'断面)	Ss-1(+,-)	2.0
乾式貯蔵建屋(N-N'断面)	Ss-1(-,-)	3.4
乾式貯蔵建屋(O-O'断面)	Ss-1(+,-)	2.8
乾式貯蔵建屋(P-P'断面)	Ss-3-1(-,+)	2.8



【周辺斜面】

	基準地震動	最小すべり安全率
原子炉建屋(X-X'断面)	Ss-1(+,-)	1.375 <small>最小安全率</small>
海水ピット(C-C'断面)	Ss-1(-,-)	2.3
乾式貯蔵建屋(O-O'断面)	Ss-1(+,-)	2.0
乾式貯蔵建屋(P-P'断面)	Ss-3-3(+,-)	1.6



-
- I 地質の概要に関する補足
 - II 解析用物性値の設定根拠
 - III 原子炉建屋等に関する評価の補足
 - IV 非常用ガスタービン発電機建屋に関する評価の補足
 - V 使用済燃料乾式貯蔵施設に関する評価の補足
(地震力に対する安定性評価に関する補足)
 - 1. 強度のばらつきに関する検討
 - 2. すべり面設定の考え方
 - 3. 応力状態を考慮したすべり面の設定について
 - 4. 要素ごとの局所安全係数
 - 5. 計算結果一覧
 - 6. 周辺構造物のモデル化について
 - 7. O-O'断面の地質断面図について
 - 8. P-P'断面の入力地震動について
 - 9. 設計及び工事計画認可における設計進捗の反映

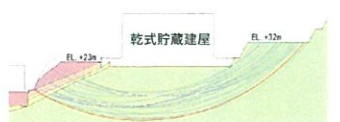
すべり面の設定方法(基礎地盤)

～乾式貯蔵建屋(東西断面O-O'断面)を例に概説～

① 簡便法によるすべり面

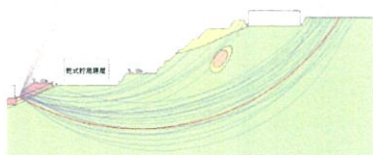
- すべり面形状を円弧と仮定し、中心と半径を変化させ、すべり安全率が最小となるすべり面を抽出する。

地震力： $K_H=0.2$, $K_V=0.1$ ※



<建屋下部を通るすべり面>

地震力： $K_H=0.3$, $K_V=0.15$ ※

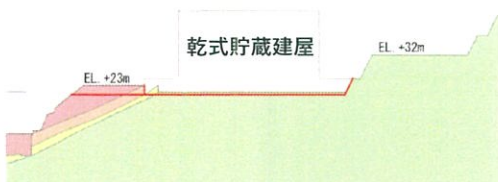


<斜面を含むすべり面>

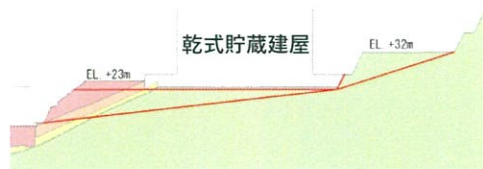
※JEAG4601-2008

② 基礎底面のすべり面

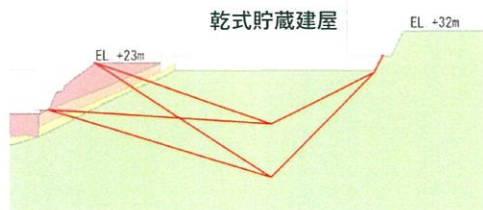
- 人工構造物と岩盤の間を通るすべり面



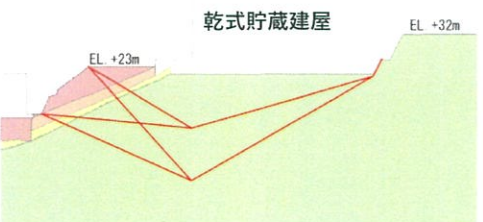
③ 各形状のすべり面をパラメトリックに設定



<建屋下部を通る浅いすべり面>



<建屋下部を通る深いすべり面>

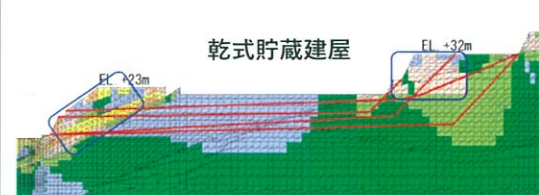


<建屋下部を通る広範囲なすべり面>

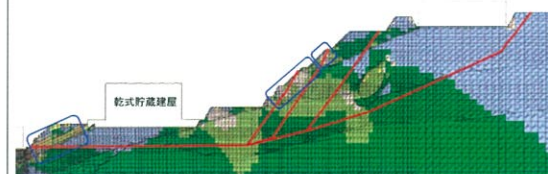
④ 応力状態を考慮したすべり面

- 地震時安定性検討を行い、得られた要素の応力状態(要素の安全率が低い領域、モビライズド面)を考慮してすべり面を設定する。

- : 引張応力が発生した要素
- : せん断強度に達した要素
- : 引張応力が発生し、かつ、せん断強度に達した要素
- : $1.0 \leq$ 局所安全係数 < 1.5
- : $1.5 \leq$ 局所安全係数 < 2.0
- : $2.0 \leq$ 局所安全係数



<建屋下部を通るすべり面>



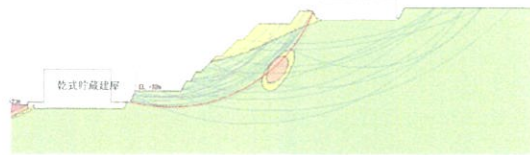
<斜面を含むすべり面>

すべり面の設定方法(周辺斜面)

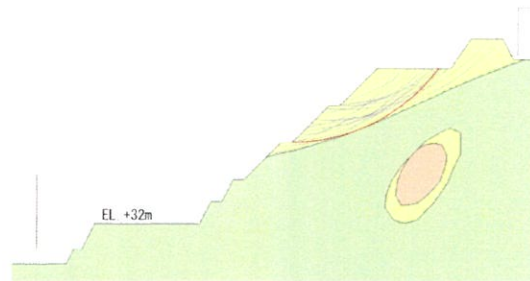
～乾式貯蔵建屋(東西断面O-O'断面)を例に概説～

① 簡便法によるすべり面

- ・ すべり面形状を円弧と仮定し、中心と半径を変化させ、すべり安全率が最小となるすべり面を抽出する。
- ・ 作用させる地震力は $K_H=0.3$, $K_V=0.15^*$



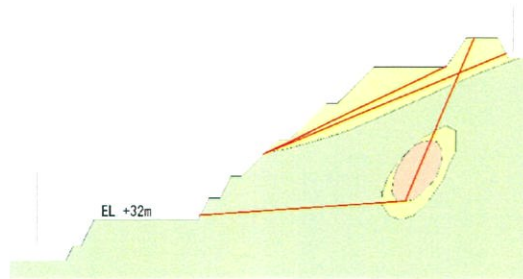
<斜面全体を通るすべり面>



<せん断強度が相対的に低い岩盤を通るすべり面>

※JEAG 4601-2008

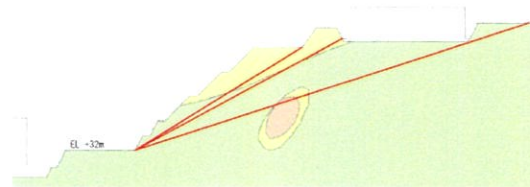
② 各形状のすべり面をパラメトリックに設定



<せん断強度が相対的に低い岩盤を通るすべり面>



<EL.+25m～EL.+32mに抜けるすべり面>

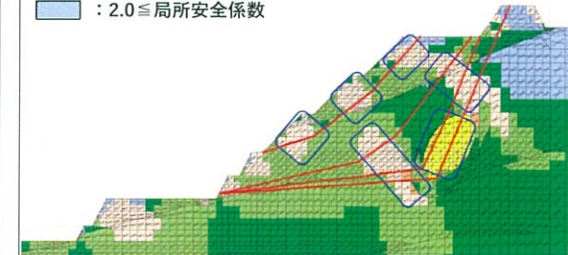


<EL.+32m～EL.+84mに抜けるすべり面>

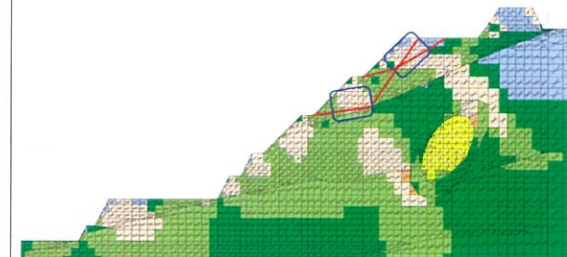
③ 応力状態を考慮したすべり面

- ・ 地震時安定性検討を行い、得られた要素の応力状態(要素の安全率が低い領域、モビライズド面)を考慮してすべり面を設定する。

- : 引張応力が発生した要素
- : せん断強度に達した要素
- : 引張応力が発生し、かつ、せん断強度に達した要素
- : $1.0 \leq$ 局所安全係数 < 1.5
- : $1.5 \leq$ 局所安全係数 < 2.0
- : $2.0 \leq$ 局所安全係数



<斜面全体を通るすべり面>



<岩級区分を考慮したすべり面>

-
- I 地質の概要に関する補足
 - II 解析用物性値の設定根拠
 - III 原子炉建屋等に関する評価の補足
 - IV 非常用ガスタービン発電機建屋に関する評価の補足
 - V 使用済燃料乾式貯蔵施設に関する評価の補足**
(地震力に対する安定性評価に関する補足)
 - 1. 強度のばらつきに関する検討
 - 2. すべり面設定の考え方
 - 3. 応力状態を考慮したすべり面の設定について**
 - 4. 要素ごとの局所安全係数
 - 5. 計算結果一覧
 - 6. 周辺構造物のモデル化について
 - 7. O-O'断面の地質断面図について
 - 8. P-P'断面の入力地震動について
 - 9. 設計及び工事計画認可における設計進捗の反映