

7. まとめ

- 標準応答スペクトルを考慮し策定した基準地震動 S_s-6 による基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価においては、以下のことを確認した。
 - 対象施設の基礎地盤について、基準地震動 S_s-6 による地震力に対する安定性を評価した結果、
 - ✓ 想定すべり線におけるすべり安全率が1.5を上回ること
 - ✓ 基礎底面の接地圧が極限支持力度を下回ること
 - ✓ 基礎底面の傾斜が $1/2,000$ 以下であること
- 以上より、標準応答スペクトルを考慮し策定した基準地震動 S_s-6 を考慮しても、対象施設の基礎地盤は、基準地震動 S_s による地震力に対して十分な安定性を有していることを確認した。

【 参 考 資 料 】

参考資料 1 : 評価対象断面位置の選定

参考資料 2 : 緊急時対策棟及び使用済燃料乾式貯蔵建屋付近における解析用物性値の設定方法

参考資料 3 : $Y_S - Y_S'$ 断面における玄武岩下底のすべりの検討

【 参 考 資 料 】

参考資料 1 : 評価対象断面位置の選定

参考資料 2 : 緊急時対策棟及び使用済燃料乾式貯蔵建屋付近における解析用物性値の設定方法

参考資料 3 : $Y_S - Y_S'$ 断面における玄武岩下底のすべりの検討

参考資料1：評価対象断面位置の選定

平成30年10月24日
 まとめ資料TC-005改2 (P. 34)
 を修正

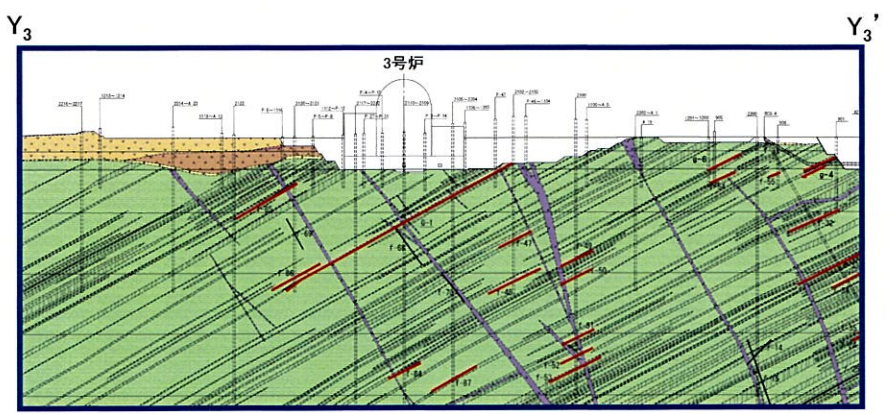
- 玄海原子力発電所敷地内の地盤は、地質・地質構造、岩級・速度、断層の分布状況がほぼ同様の傾向を示す。
- 従って、原子炉格納容器及び原子炉周辺建屋の近くの比較的規模が小さい施設の基礎地盤の安定性評価については、対象施設の規模が大きく、地盤のすべり・傾斜・支持性能に与える影響が大きい原子炉格納容器及び原子炉周辺建屋の基礎地盤の安定性評価に代表させて評価を行う。

施設名称		原子炉格納容器及び 原子炉周辺建屋	非常用取水設備 及び海水管ダクト	その他 (燃料油貯蔵タンク基礎 等)
基礎地盤の状況	地質・ 地質構造	主に佐世保層群を基盤とする (佐世保層群は、N20° ~60° E / 20° ~40° NW の同斜構造を示す)		
	岩 級	①級及び②級を主体とした硬質な岩盤が分布する		
	断 層	佐世保層群の層理に平行なN20° ~60° E / 20° ~40° NWの走向・傾斜を示す断層 (タイプ①の断層)が主に分布する		
対象施設の規模		大	小	(施設規模が小さく地盤のすべり・傾斜・支持性能に与える影響が比較的小さい)

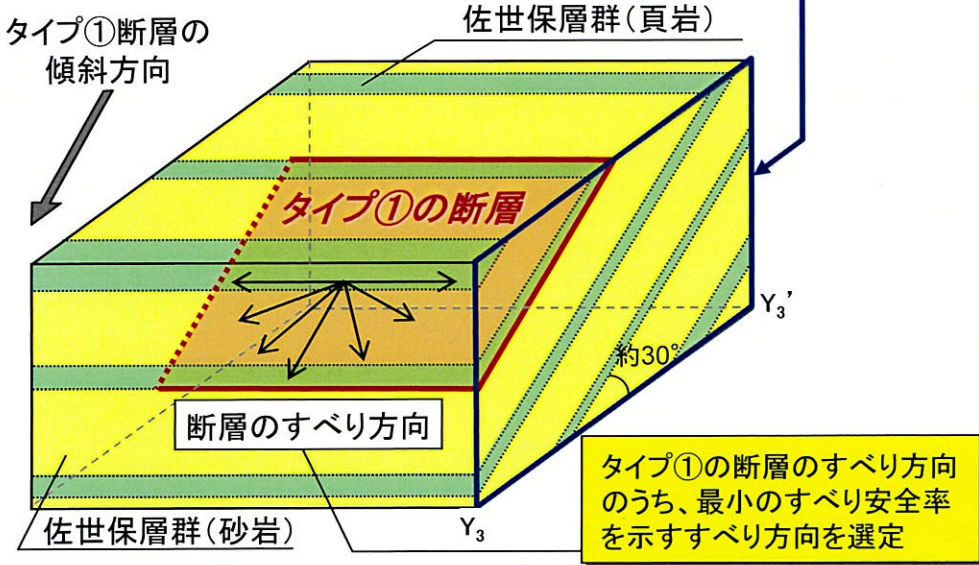
原子炉格納容器等が設置される基礎地盤を安定性評価の対象として選定

参考資料1：評価対象断面位置の選定(断層のすべり方向の選定)

- 基礎地盤に分布する断層のうち、タイプ①の断層(佐世保層群の層理に沿う断層)は、走向・傾斜がほぼ同一であるため、地震力に対して、ある特定の方向で最小すべり安全率を示すと判断される。
- 従って、タイプ①の断層を通るすべりについて、最小すべり安全率を示す方向を選定する。

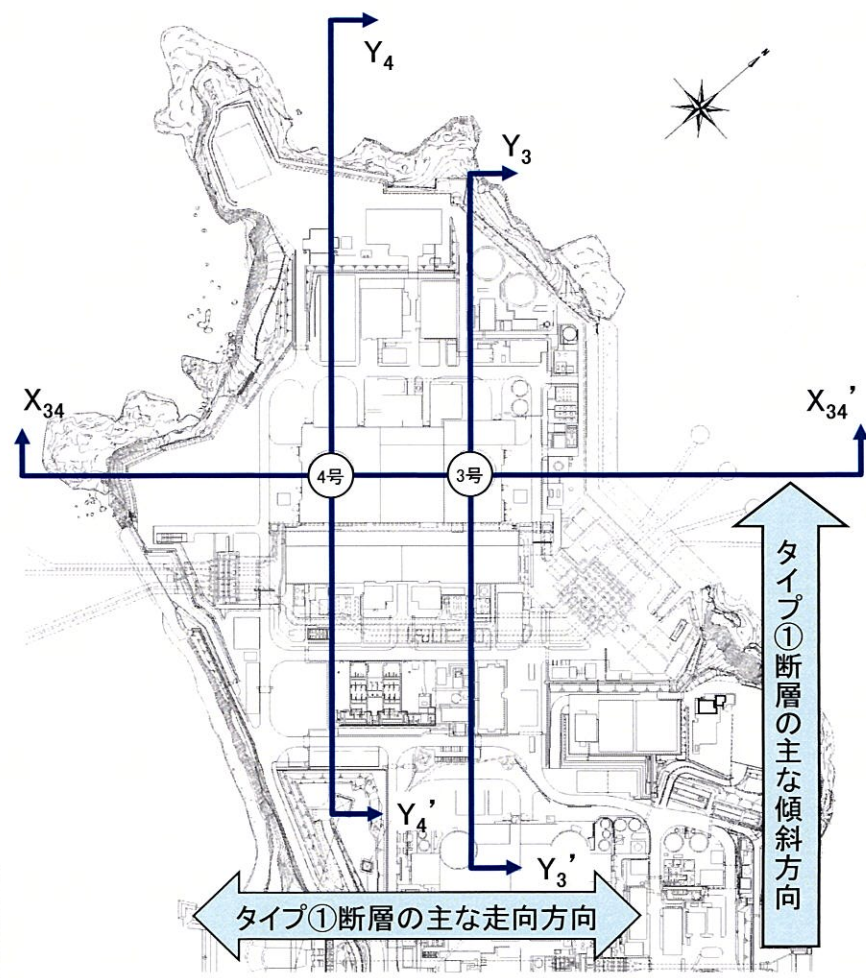


地質鉛直断面図(Y₃-Y₃'断面)



タイプ①の断層のすべり方向のうち、最小のすべり安全率を示すすべり方向を選定

タイプ①の断層の分布状況

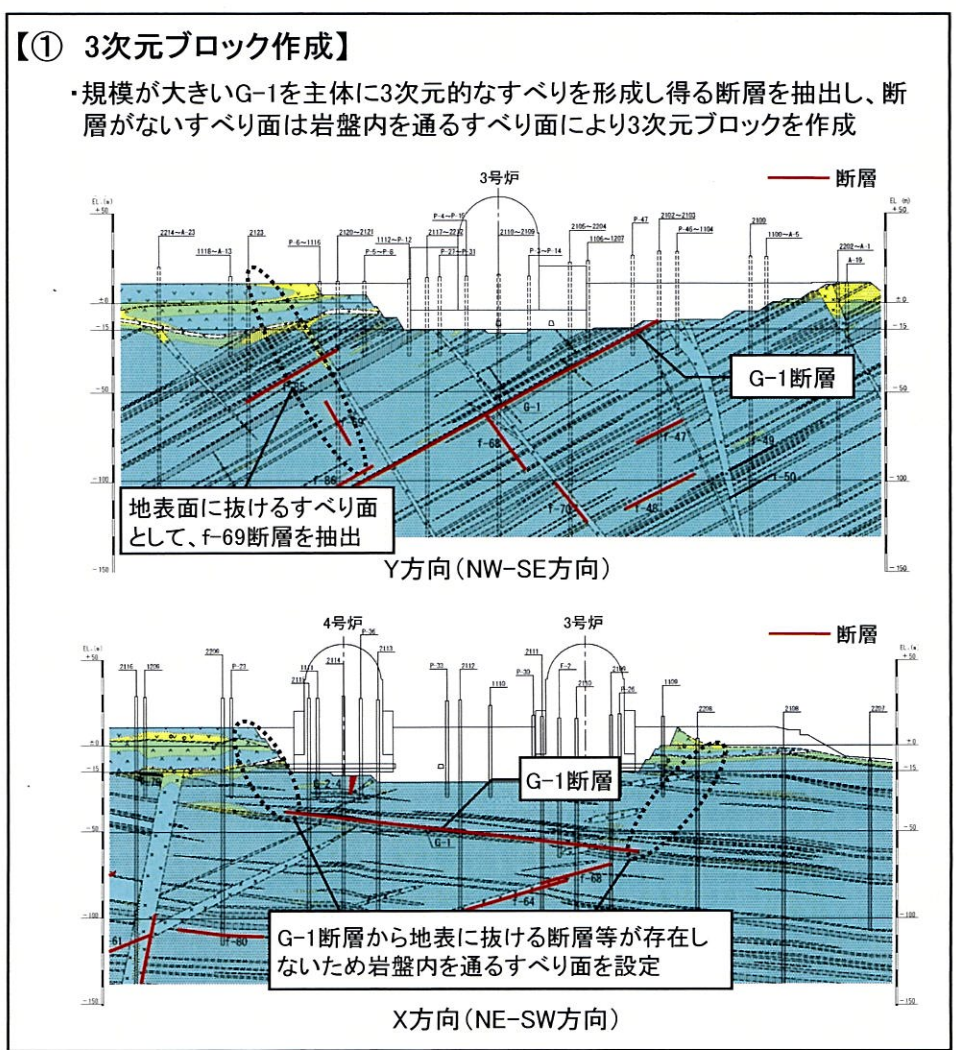
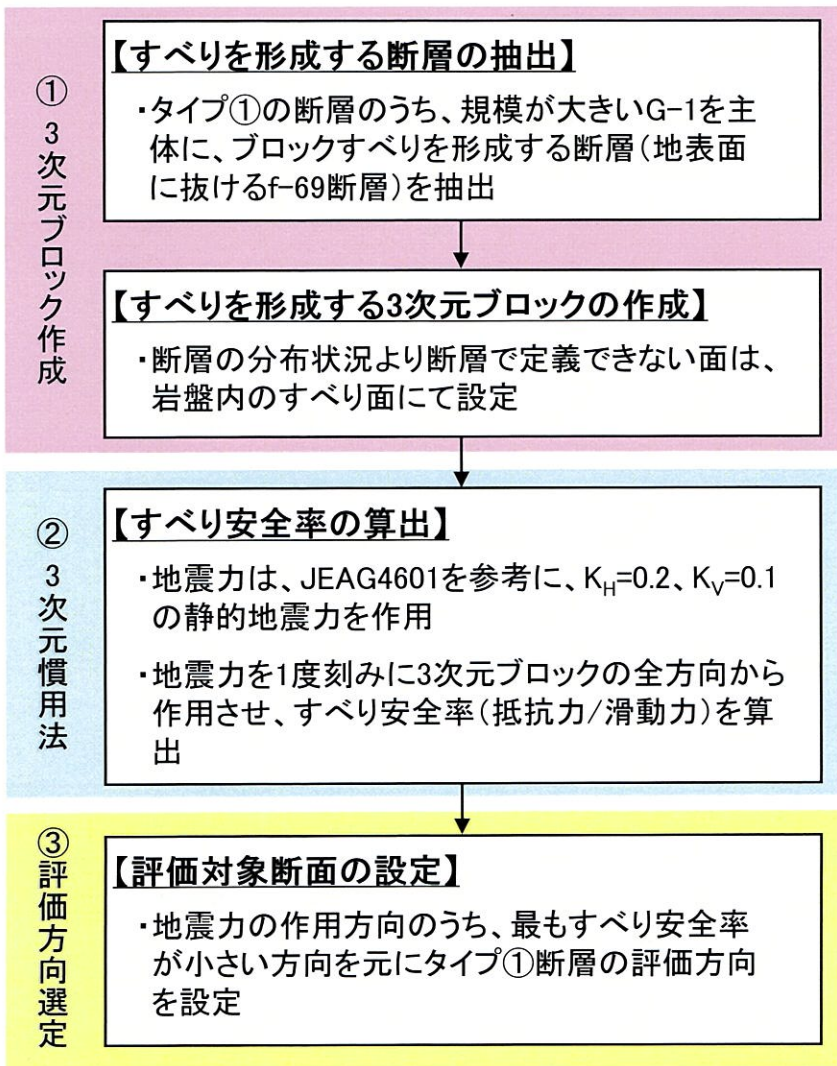


評価対象断面位置図

参考資料1：評価対象断面位置の選定（断層のすべり方向の選定）

平成30年10月24日
まとめ資料TC-005改2 (P. 36)
再掲

■ タイプ①の断層をとるすべりについて、最小のすべり安全率を示す方向について、最も連続性を有するG-1断層を主体に形成した3次元ブロックのすべり安全率により選定する。

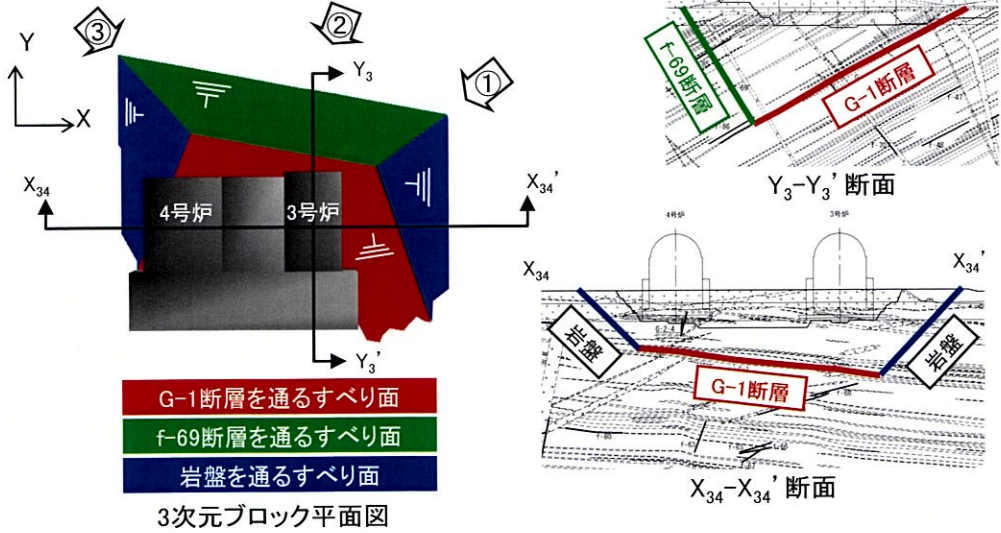


参考資料1：評価対象断面位置の選定(断層のすべり方向の選定)

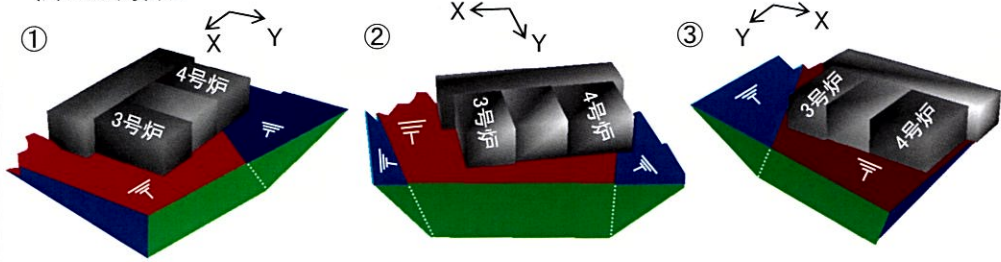
- タイプ①の断層は、傾斜方向であるY方向(NW-SE方向)において最小のすべり安全率を示す。
 (X方向(NE-SW方向)のすべり安全率は、Y方向(NW-SE方向)の約1.5倍)
- 従って、タイプ①の断層は、すべり安全率上最も厳しいY方向(NW-SE方向)で代表させて評価を行う。

【① 3次元ブロック作成、② 3次元慣用法】

・G-1及びf-69並びに岩盤にて、すべり面を形成する3次元ブロックを作成

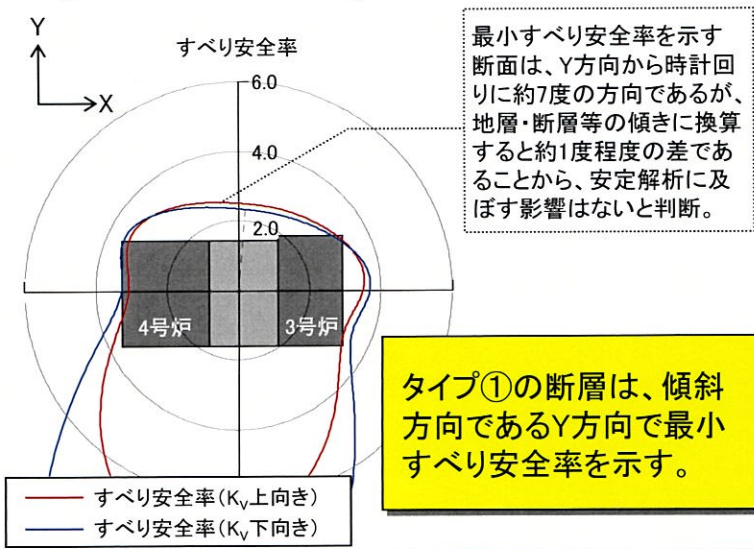


・作成した3次元ブロックに静的地震力($K_H=0.2$, $K_V=0.1$)を与えてすべり安全率を慣用法により算定

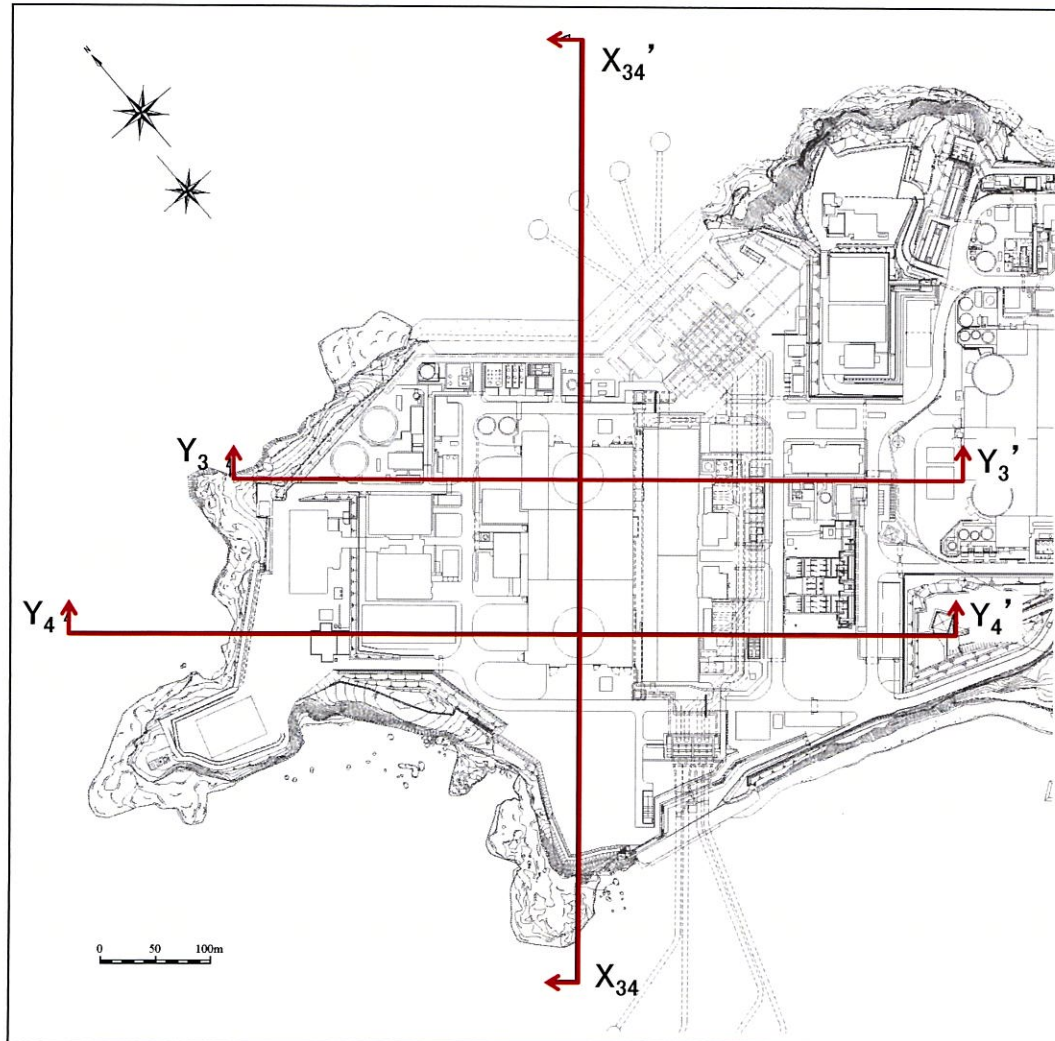


建屋荷重は3.0Ci時の地盤反力を地震力の作用方向に与えることで考慮

【③ すべり方向の選定】



■ 原子炉格納容器及び原子炉周辺建屋の基礎地盤の評価対象断面は、連続性を有し、且つ、分布の割合が多いタイプ①断層に支配的なすべり方向であるY方向と、それに直交するX方向とし、以下の3断面とする。



評価対象断面	すべり安全率の評価対象とする断層
Y ₃ -Y ₃ ' 断面	すべり線を形成し得るすべての断層 (タイプ①～③)
Y ₄ -Y ₄ ' 断面	すべり線を形成し得るすべての断層 (タイプ①～③)
X ₃₄ -X ₃₄ ' 断面	すべり線を形成し得るタイプ②-1、タイプ②-2及びタイプ③の断層

↑ ↑ 基礎地盤の安定性評価対象断面位置

参考資料1：評価対象断面位置の選定(緊急時対策棟)

平成30年10月24日
まとめ資料TC-005改2 (P.139)
再掲

- 対象施設における基礎地盤の安定性は、原子炉基礎地盤にて評価を代表しているが、緊急時対策棟については、比較的距離が離れているため、確認のため評価を実施する。
- 地質構造及び原子炉基礎地盤における評価結果を踏まえ、すべりに対して最も厳しいY方向(地質調査時の建屋直交断面を投影した Y_M-Y_M' 断面)にて評価を行う。

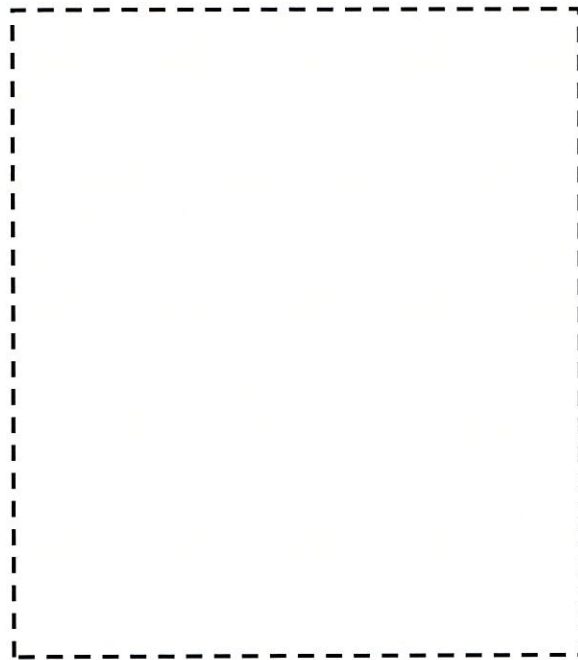


 基礎地盤の安定性評価対象断面位置

参考資料1：評価対象断面位置の選定(代替緊急時対策所)

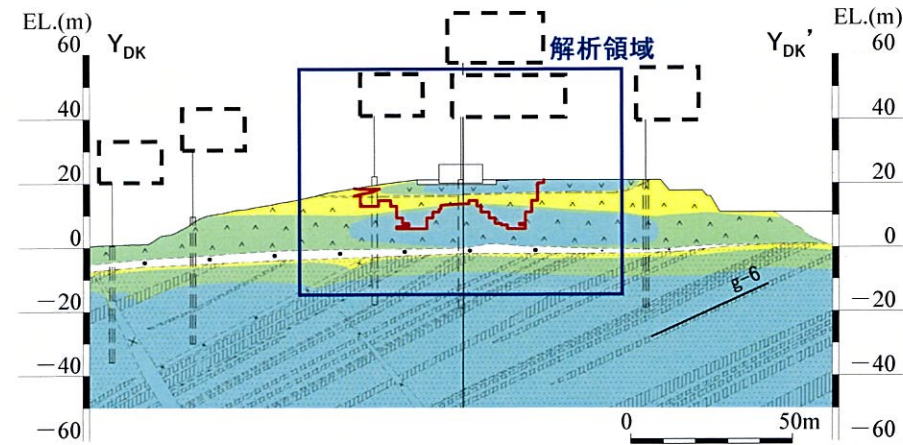
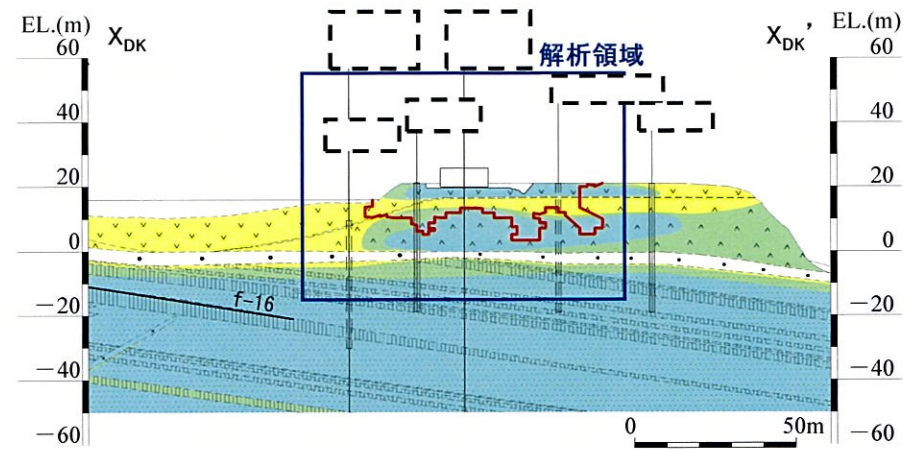
平成30年10月24日
 まとめ資料TC-005改2 (P.157)
 再掲

- 評価対象断面は、建屋直交方向のX、Yの2断面とする。
- なお、代替緊急時対策所は、建屋面積及び建屋重量が小さく、建屋を設置することによる基礎地盤への影響範囲も小さいことから、JEAG4601を参考にモデル片幅を構造物基礎幅の2.5倍以上、モデル高さを構造物基礎幅の1.5~2倍以上を確保した解析領域を設定する。
- 評価に当たっては、建屋設置に伴う応力状態の影響範囲を対象に、低岩級部を通るすべり線を設定する。



解析断面位置図

凡 例			
	表土 (盛土等を含む)		ボーリング孔 (投影)
	無麻晶質玄武岩		試掘坑 (投影)
	凝 灰 岩		岩種境界線
	かんらん石粗粒玄武岩		断 層
	八ノ久保砂礫層		(g-g', f-f')
	珪 岩		① 緩岩盤
	頁 岩		② 緩岩盤
	砂 岩		③ 緩岩盤



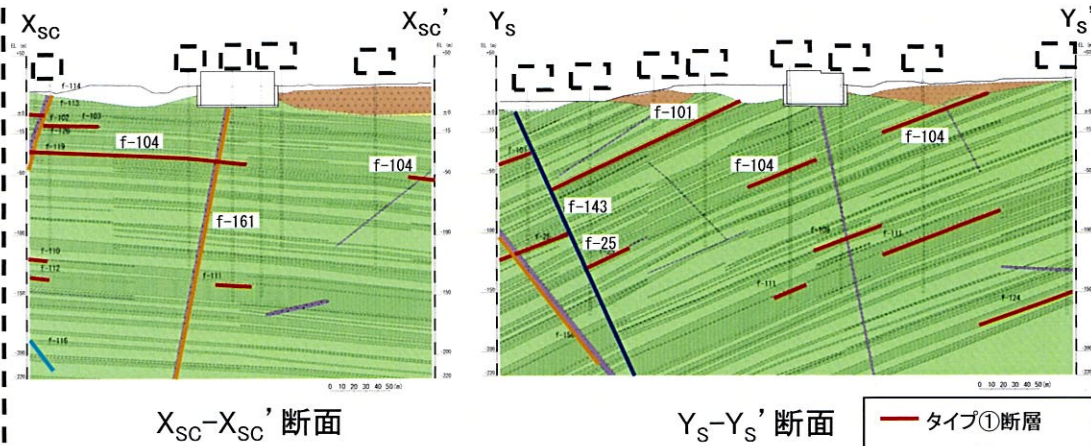
代替緊急時対策所の解析領域

(赤線は、建屋設置前後において、基礎地盤中の最大せん断応力が変化する範囲)

参考資料1：評価対象断面位置の選定（使用済燃料乾式貯蔵建屋）

第932回審査会合資料2-2 (P.21)
再掲

- 対象施設設置位置付近の地質は佐世保層群を基盤としており、対象施設設置位置付近には佐世保層群の層理に沿う断層であるタイプ①断層が最も多く認められる。
- 対象施設設置位置付近に認められる4つの断層タイプの断層について、特徴は以下の通り。
 - タイプ①断層については、連続性を有するf-101断層、f-104断層等が認められる。
 - タイプ②-1断層については、分布の割合は少なく、連続性を有さない。
 - タイプ②-2断層については、連続性を有するf-143断層が認められる。
 - タイプ③断層については、施設直下に高角度傾斜のf-161断層が認められる。

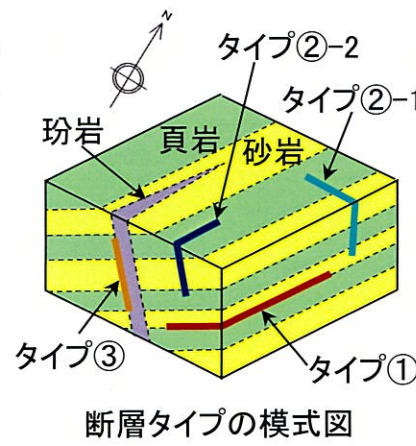


- タイプ①断層
- タイプ②-1断層
- タイプ②-2断層
- タイプ③断層

地質凡例 地質水平断面図(EL.-15m)

地質時代		地層名	地質	
新生代	第四紀	沖積層	表土(盛土等を含む)	
	新第三紀	鮮新世	東松浦玄武岩類	無斑晶質玄武岩
				凝灰岩
	中新世	ハノ久保砂礫層	砂礫層	
		肥前粗粒玄武岩類	玢岩	
		佐世保層群	頁岩	
	古第三紀	漸新世		砂岩

記号凡例	
—	断層
(G- : 3, 4号が試掘坑で確認された断層) (g- : 1, 2号が試掘坑で確認された断層) (f- : 上記以外の断層)	
- - -	岩種境界線
○	ボーリング
○	ボーリング
(孔底標高EL.-15.0m以浅 孔口標高EL.-15.0m以深)	
○	ボーリング(傾斜孔)
○	孔口 EL. 15.0m位置
□	試掘坑
└─┘	断面線

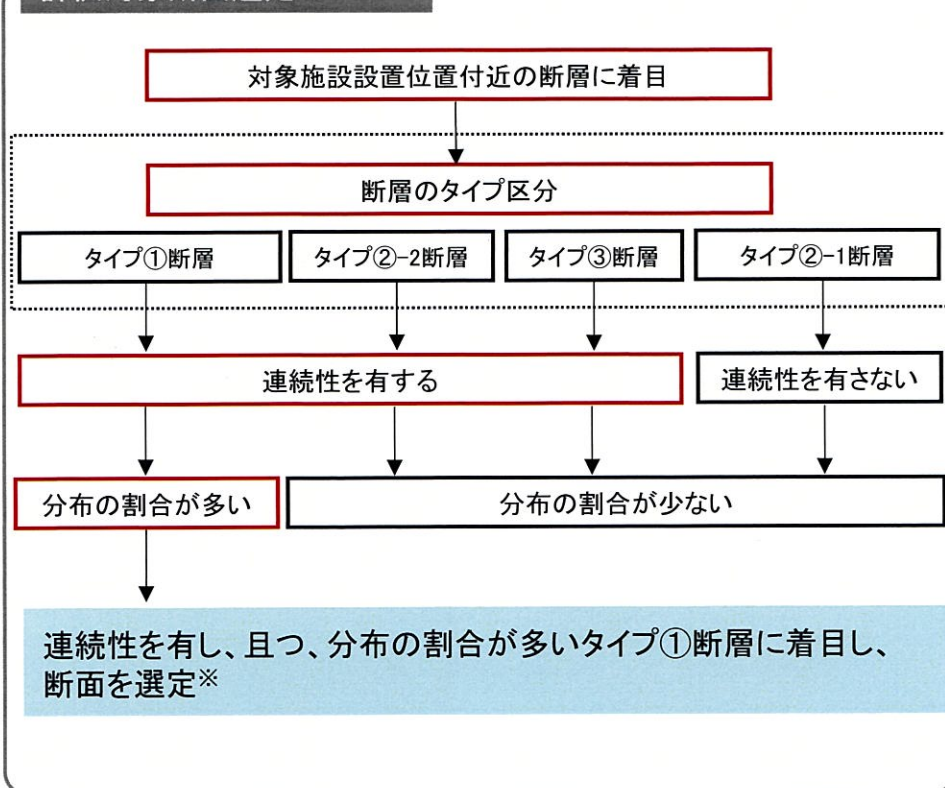


対象施設設置位置付近の断層タイプ

断層タイプ	性状
①	佐世保層群の層理に沿う断層
②-1	佐世保層群の層理に斜交するNW走向の断層
②-2	佐世保層群の層理に斜交するNE走向の断層
③	佐世保層群に貫入した玢岩に沿う断層

- 対象施設設置位置付近において連続性を有し、且つ、分布の割合が多い断層は、タイプ①断層（f-104断層等）である。
- すべり安全率が厳しいと想定されるタイプ①断層の傾斜方向である Y_S-Y_S' 断面及びそれに直交する $X_{SC}-X_{SC}'$ 断面の2断面を評価対象断面として選定する。

評価対象断面選定のフロー



※タイプ①断層以外に連続性を有する断層としてf-143断層、f-161断層が認められるものの、これらの断層についても以下の特徴からタイプ①断層に着目し選定した断面で考慮できることを確認した。

- ・f-143断層は、タイプ①断層と同走向・逆傾斜である。
- ・f-161断層は、高角度傾斜の断層であり、断面方向による見かけの傾斜角度の変化が小さい。

【 参 考 資 料 】

参考資料 1 : 評価対象断面位置の選定

参考資料 2 : 緊急時対策棟及び使用済燃料乾式貯蔵建屋付近における解析用物性値の設定方法

参考資料 3 : $Y_S - Y_S'$ 断面における玄武岩下底のすべりの検討

参考資料2. 緊急時対策棟及び使用済燃料乾式貯蔵建屋付近における解析用物性値の設定方法

第932回審査会合資料2-2 (P.29)
一部修正

- 緊急時対策棟及び使用済燃料乾式貯蔵建屋設置位置付近の地質は、発電用原子炉施設設置位置と同様の地質で構成される。
- 緊急時対策棟及び使用済燃料乾式貯蔵建屋設置位置付近では、地質調査時にボーリングコアを用いた岩石試験（密度試験・一軸圧縮強度試験）及びPS検層を実施している。
- 密度試験、一軸圧縮強度試験及びPS検層について、発電用原子炉施設設置位置付近の試験結果と比較し、同等の物性値を有する場合、発電用原子炉施設設置位置付近で用いた解析用物性値を適用する。
- なお、本項の内容は、第932回審査会合にて使用済燃料乾式貯蔵建屋に関して説明したものであるが、緊急時対策棟エリアの試験結果も含むことから、今回、緊急時対策棟及び使用済燃料乾式貯蔵建屋に関する説明に用いるものである。

緊急時対策棟及び使用済燃料乾式貯蔵建屋設置位置付近と発電用原子炉施設設置位置付近において比較する試験項目

	緊急時対策棟及び使用済燃料乾式貯蔵建屋設置位置付近	発電用原子炉施設設置位置付近
物理特性	密度試験	密度試験
強度特性	一軸圧縮強度試験	一軸圧縮強度試験
変形特性	PS検層	PS検層



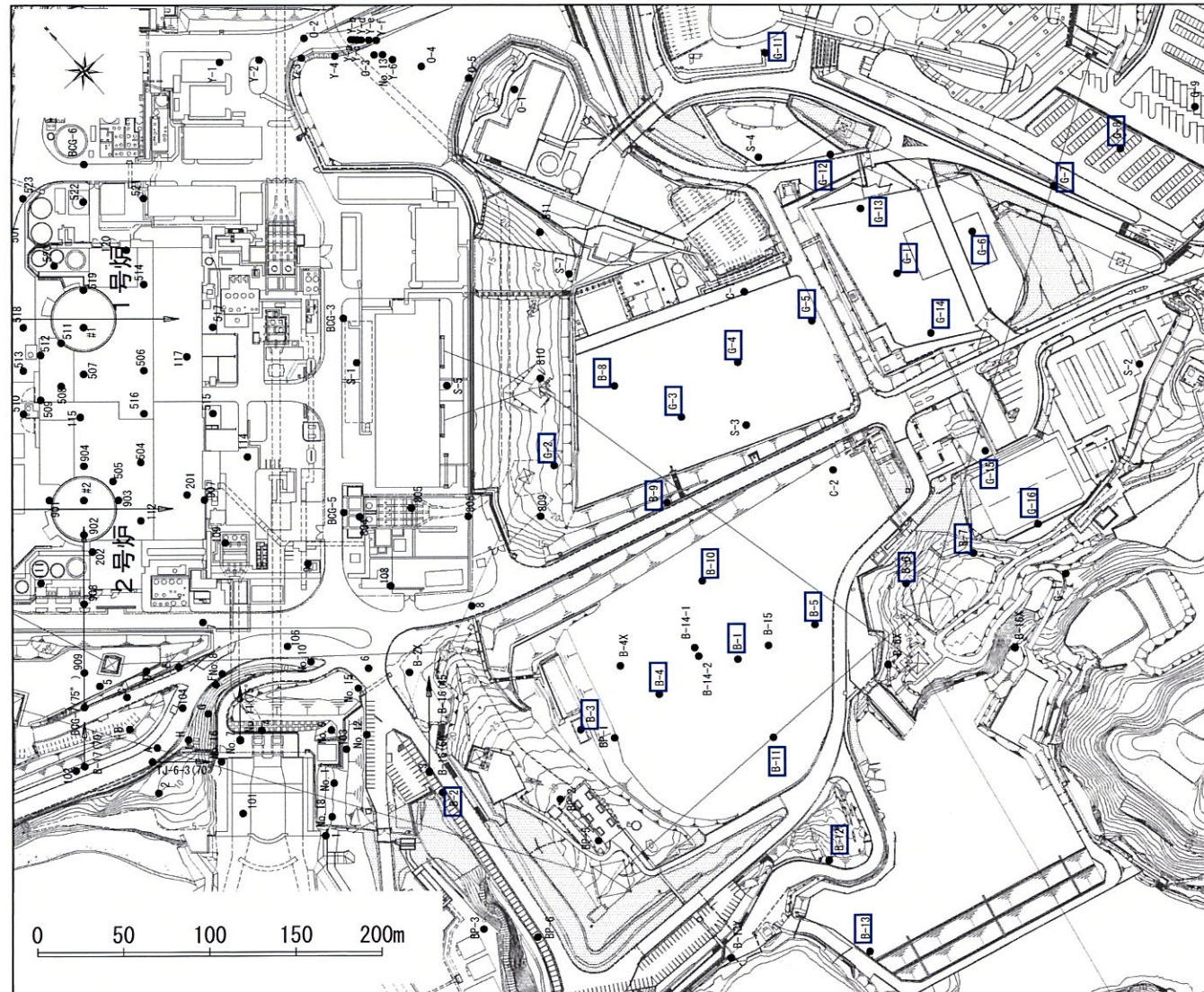
各岩種・岩級において、密度試験・一軸圧縮強度試験・PS検層結果を比較



同等の物性値を有する場合、発電用原子炉施設設置位置付近で用いた解析用物性値を適用

参考資料2. 緊急時対策棟及び使用済燃料乾式貯蔵建屋付近における解析用物性値の設定方法

■ 緊急時対策棟及び使用済燃料乾式貯蔵建屋設置位置付近における岩石試験実施孔を下図に示す。



凡例

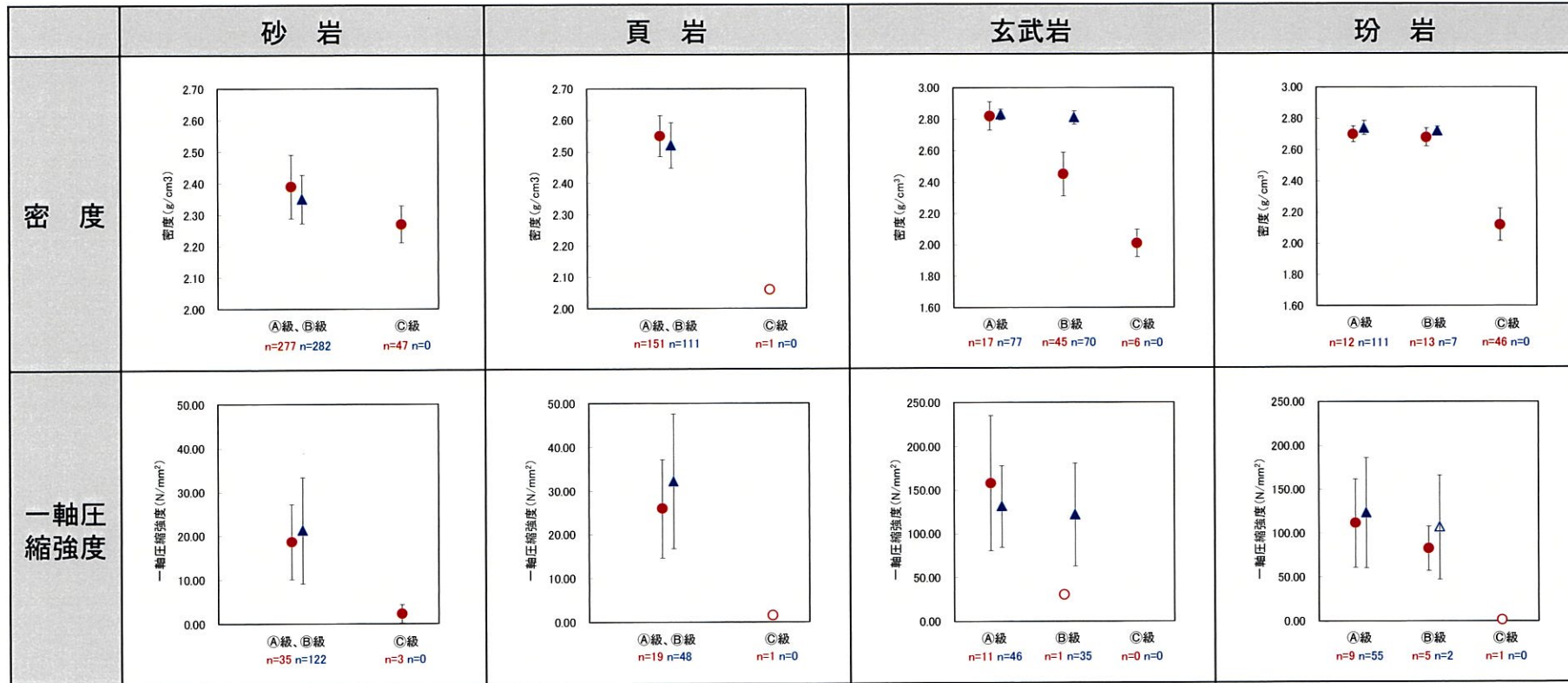
- ボーリング
- ボーリング(傾斜孔)
- 試験実施孔

試験実施位置図(ボーリング孔)

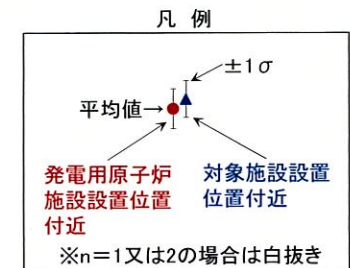
参考資料2. 緊急時対策棟及び使用済燃料乾式貯蔵建屋付近における解析用物性値の設定方法

第932回審査会合資料2-2 (P.32)
一部修正

■ 緊急時対策棟及び使用済燃料乾式貯蔵建屋設置位置付近における岩石の密度及び一軸圧縮強度は、発電用原子炉施設設置位置付近と概ね同等である。

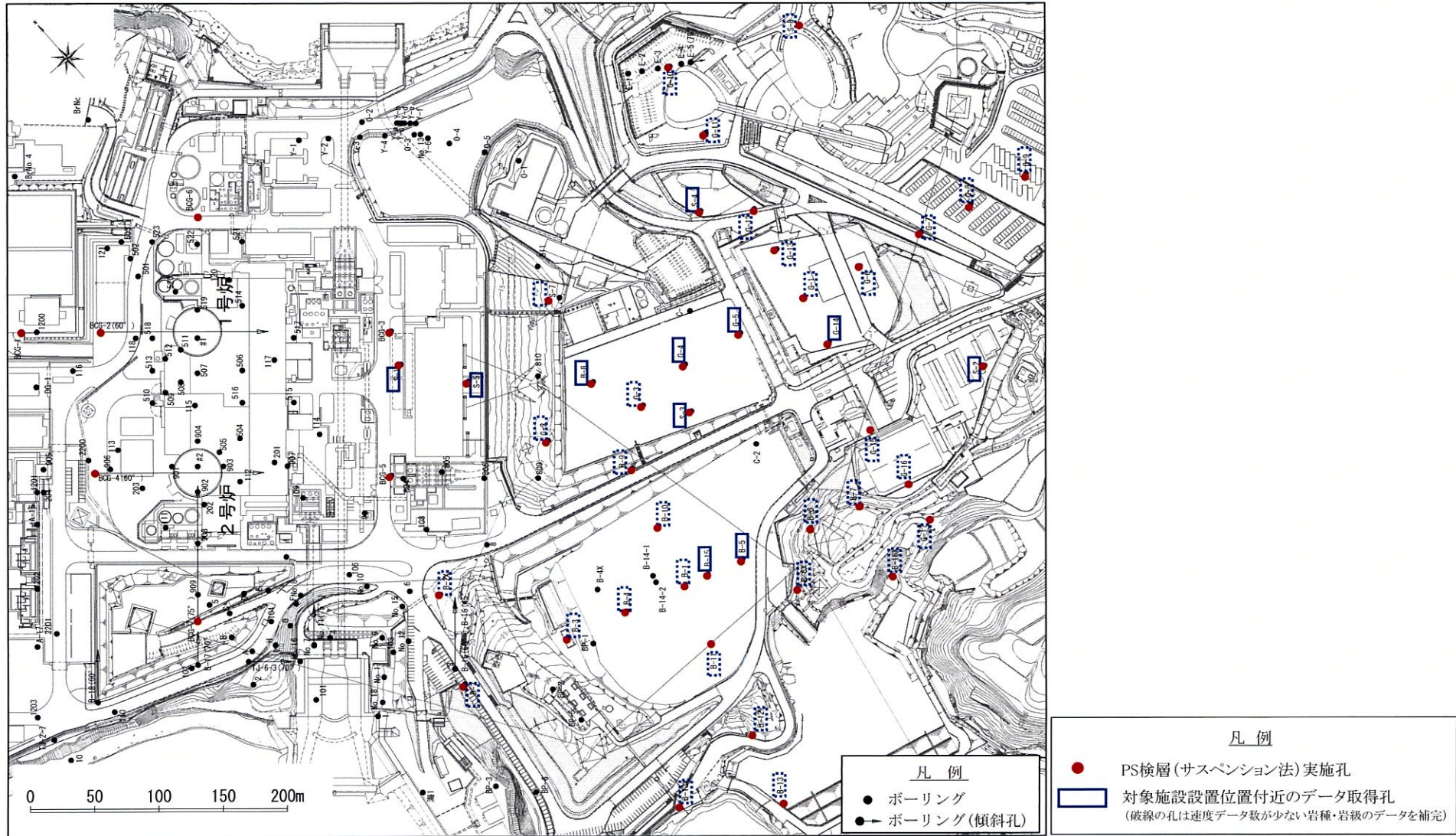


※ 発電用原子炉施設設置位置付近及び対象施設設置位置付近のボーリング並びに試掘坑の試料の試験結果を示しているが、③級については試料が得られていないものがある。



参考資料2. 緊急時対策棟及び使用済燃料乾式貯蔵建屋付近における解析用物性値の設定方法

■ 緊急時対策棟及び使用済燃料乾式貯蔵建屋設置位置付近におけるPS検層(サスペンション法)実施孔とデータ取得孔の位置を下図に示す。

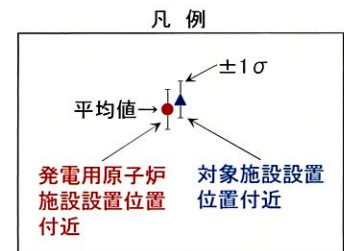
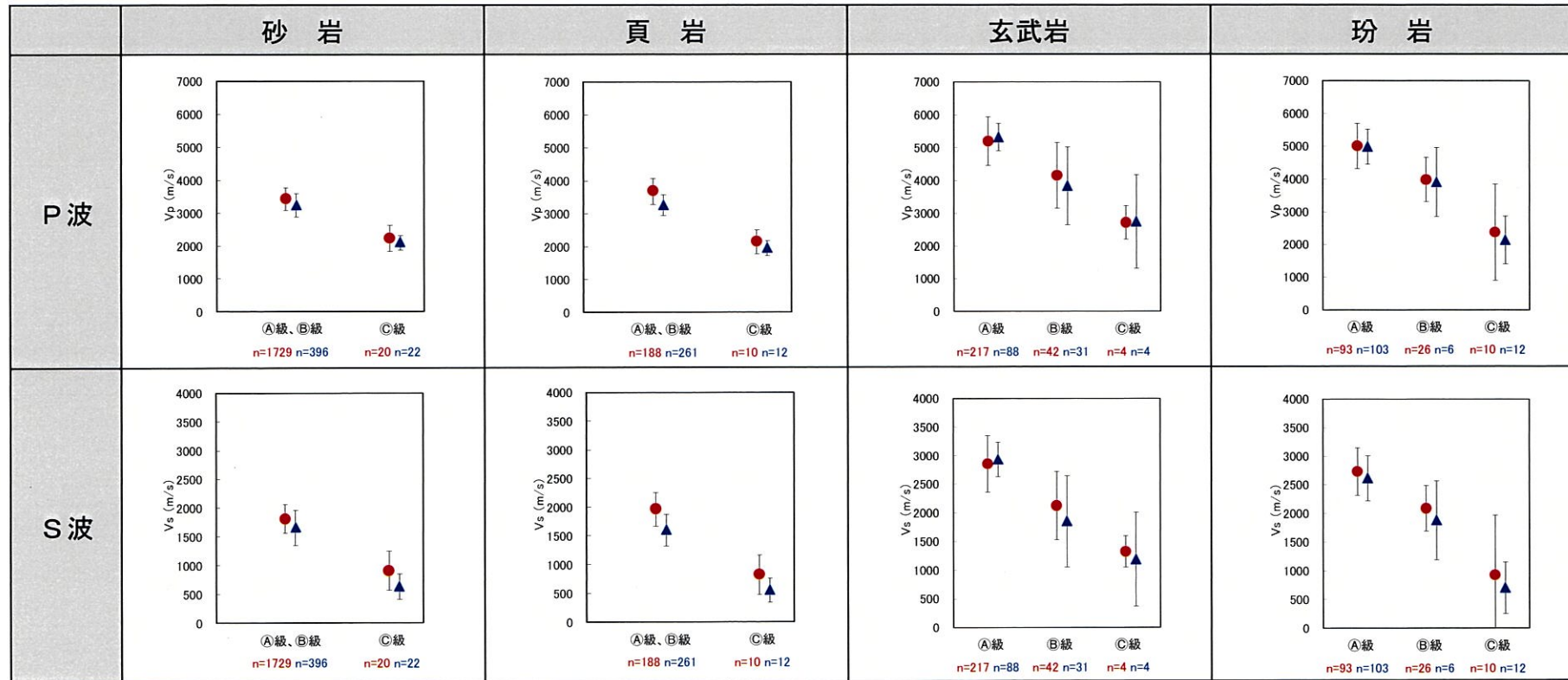


PS検層実施位置図(ボーリング孔)

参考資料2. 緊急時対策棟及び使用済燃料乾式貯蔵建屋付近における解析用物性値の設定方法

第932回審査会合資料2-2 (P.34)
一部修正

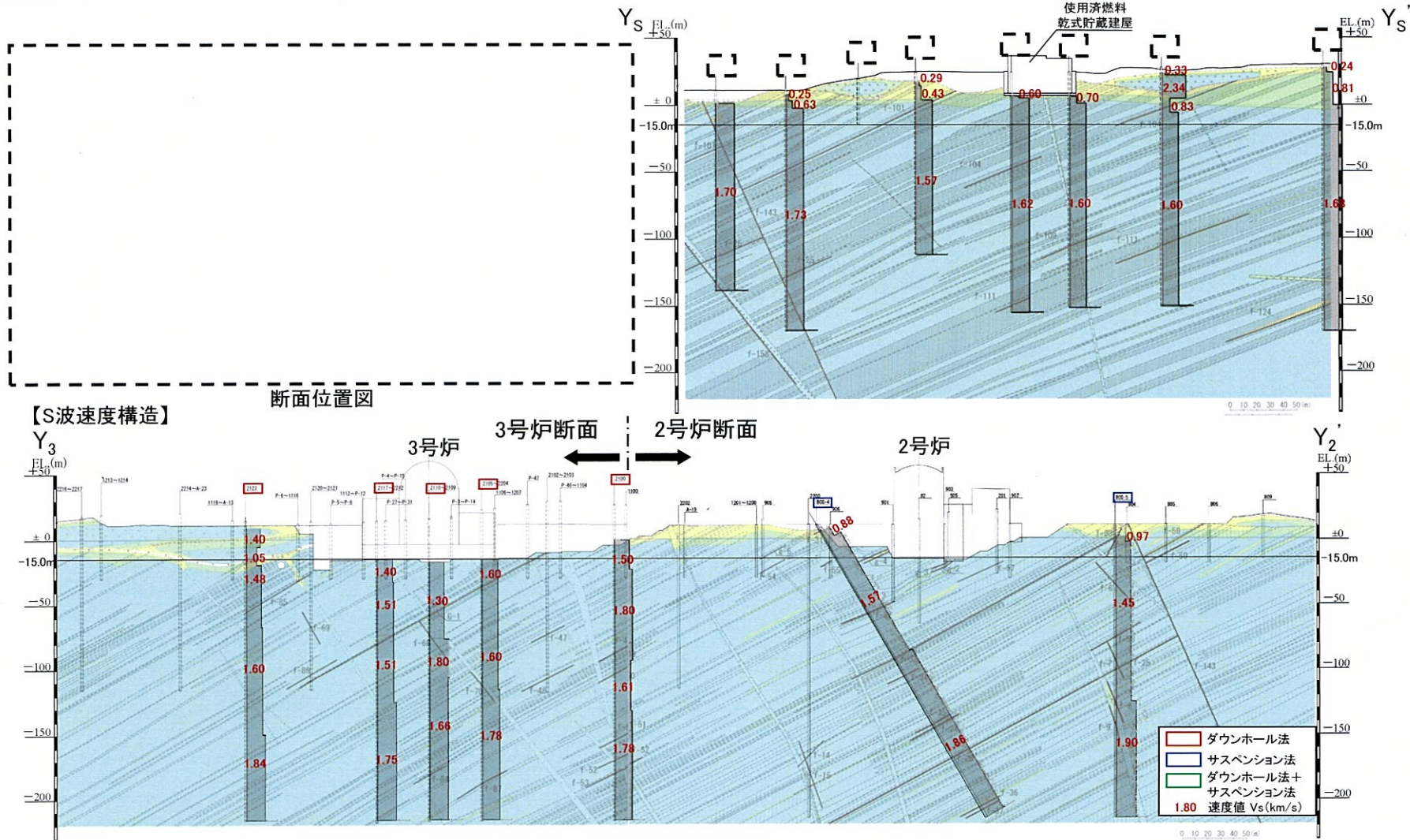
- PS検層(サスペンション法)からP波速度及びS波速度を算出した。
- 緊急時対策棟及び使用済燃料乾式貯蔵建屋設置位置付近のP波速度及びS波速度は、発電用原子炉施設設置位置付近の岩盤と概ね同等である。



参考資料2. 緊急時対策棟及び使用済燃料乾式貯蔵建屋付近における解析用物性値の設定方法

第932回審査会合資料2-2 (P.35)
一部修正

■ 原子炉建屋設置標高(EL.-15.0m)以深において、対象施設設置位置付近の速度構造は V_s =約1.5~1.7km/s であり、発電用原子炉施設設置位置付近では V_s =約1.3~1.8km/sである。敷地全体として速度構造に大きな差異は認められない。



以上より、緊急時対策棟及び使用済燃料乾式貯蔵建屋設置位置付近の岩盤は、発電用原子炉設置位置付近の岩盤と概ね同等の物性を有することから、緊急時対策棟及び使用済燃料乾式貯蔵建屋設置位置付近の解析用物性値は、発電用原子炉施設設置位置付近で用いた解析用物性値を適用する。

【 参 考 資 料 】

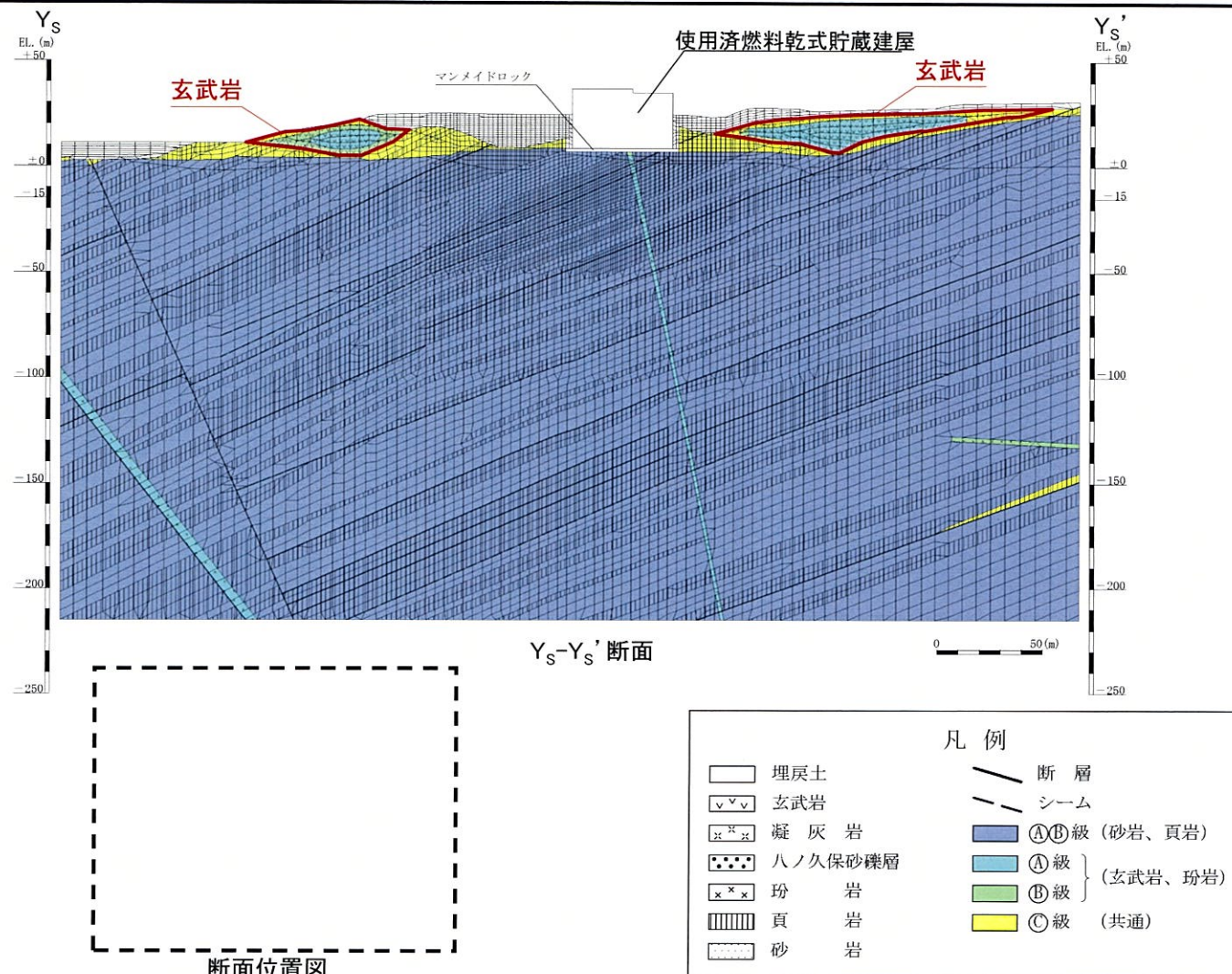
参考資料 1 : 評価対象断面位置の選定

参考資料 2 : 緊急時対策棟及び使用済燃料乾式貯蔵建屋付近における解析用物性値の設定方法

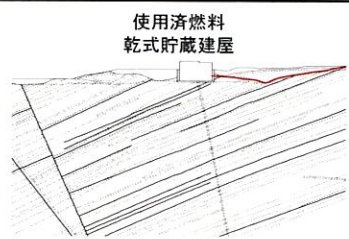
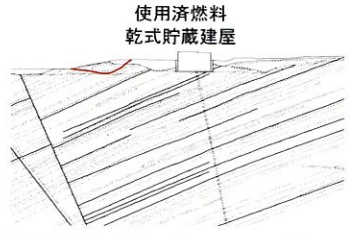
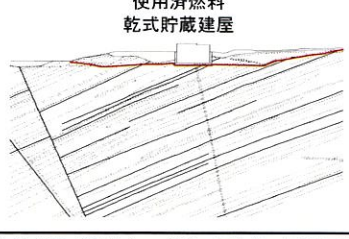
参考資料 3 : $Y_S - Y_S'$ 断面における玄武岩下底のすべりの検討

参考資料3: Y_S - Y_S' 断面における玄武岩下底のすべりの検討 基準地震動Ss-6に関する基礎地盤の安定性評価結果

- 既許可評価では参考として、 Y_S - Y_S' 断面において、硬質な玄武岩が佐世保層群の上位に分布していること、また玄武岩の下底が斜面になっていることから、玄武岩下底のすべりの影響を検討し、すべり安全率が1.5を上回ることを確認している。
- 今回、Ss-6についても同様に、玄武岩下底でのすべりの影響を検討し、すべり安全率が1.5を上回ることを確認した。
- 詳細を次頁以降に示す。



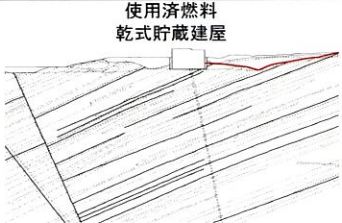
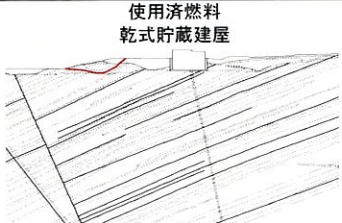
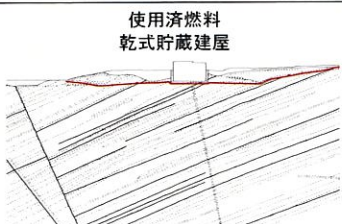
参考資料3: Y_S-Y_S' 断面における玄武岩下底のすべりの検討 基準地震動Ss-6に関する基礎地盤の安定性評価結果

すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率			
			基本強度		
				時間 (s)	
参考1 (玄武岩下底 のすべり)		Ss-6	(正、正)	2.9	17.32
			(逆、正)	3.5	9.39
			(正、逆)	3.2	17.32
			(逆、逆)	3.4	5.17
参考2 (玄武岩下底 のすべり)		Ss-6	(正、正)	2.7	17.30
			(逆、正)	2.9	11.53
			(正、逆)	2.7	17.30
			(逆、逆)	2.8	11.53
参考3 (建屋底面+ 玄武岩下底の すべり)		Ss-6	(正、正)	3.9	17.31
			(逆、正)	4.8	17.31
			(正、逆)	4.2	17.31
			(逆、逆)	5.1	9.79



- ※ 基準地震動の(正、正)は位相反転なし、(逆、正)は水平反転、(正、逆)は鉛直反転、(逆、逆)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
- ※ 類似したすべり線形状については、安全率が最も小さいものについて掲載。
- ※ Ss-6の結果が既許可評価を含めて最小とならないため、応力再配分及び地盤物性のばらつきを考慮した評価は実施していない。
(既許可評価を含めたSs-1～Ss-6の基礎地盤のすべりの結果は次頁を参照)

参考資料3: Y_S-Y_S' 断面における玄武岩下底のすべりの検討 全ての基準地震動に関する基礎地盤の安定性評価結果

すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率					すべり安全率				
				基本強度		強度 -1σ			基本強度		強度 -1σ
					時間 (s)					時間 (s)	
参考1 (玄武岩下底 のすべり)		Ss-1	(正、逆)	2.7	13.26	—	Ss-5 NS	(逆、逆)	2.8	6.98	—
		Ss-2	(正、正)	4.9	11.94	—					
		Ss-3	(正、正)	3.3	13.96	—					
		Ss-4	(逆、正)	2.7	7.52	—					
		Ss-6	(正、正)	2.9	17.32	—					
参考2 (玄武岩下底 のすべり)		Ss-1	(正、正)	2.6	4.95	—	Ss-5 NS	(逆、正)	2.9	6.96	—
		Ss-2	(正、正)	4.4	11.92	—					
		Ss-3	(正、正)	3.7	14.2	—					
		Ss-4	(逆、正)	2.9	7.52	—					
		Ss-6	(正、正)	2.7	17.30	—					
参考3 (建屋底面+ 玄武岩下底の すべり)		Ss-1	(正、逆)	3.7	13.25	—	Ss-5 NS	(逆、逆)	4.1	6.97	—
		Ss-2	(正、正)	7.2	11.94	—					
		Ss-3	(正、正)	4.9	13.96	—					
		Ss-4	(逆、正)	3.6	7.53	—					
		Ss-6	(正、正)	3.9	17.31	—					

- ※ 基準地震動の(正、正)は位相反転なし、(逆、正)は水平反転、(正、逆)は鉛直反転、(逆、逆)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
- ※ 位相反転を考慮した地震動については、すべり安全率が最も小さい値となった結果のみ記載
- ※ 類似したすべり線形状については、安全率が最も小さいものについて掲載。
- ※ Ss-1~Ss-5の結果は、第932回審査会合資料2-2 より抜粋