

伊方発電所3号炉

震源を特定せず策定する地震動(標準応答スペクトル)
を踏まえた基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価
(特定重大事故等対処施設を除く)

令和4年9月9日

四国電力株式会社

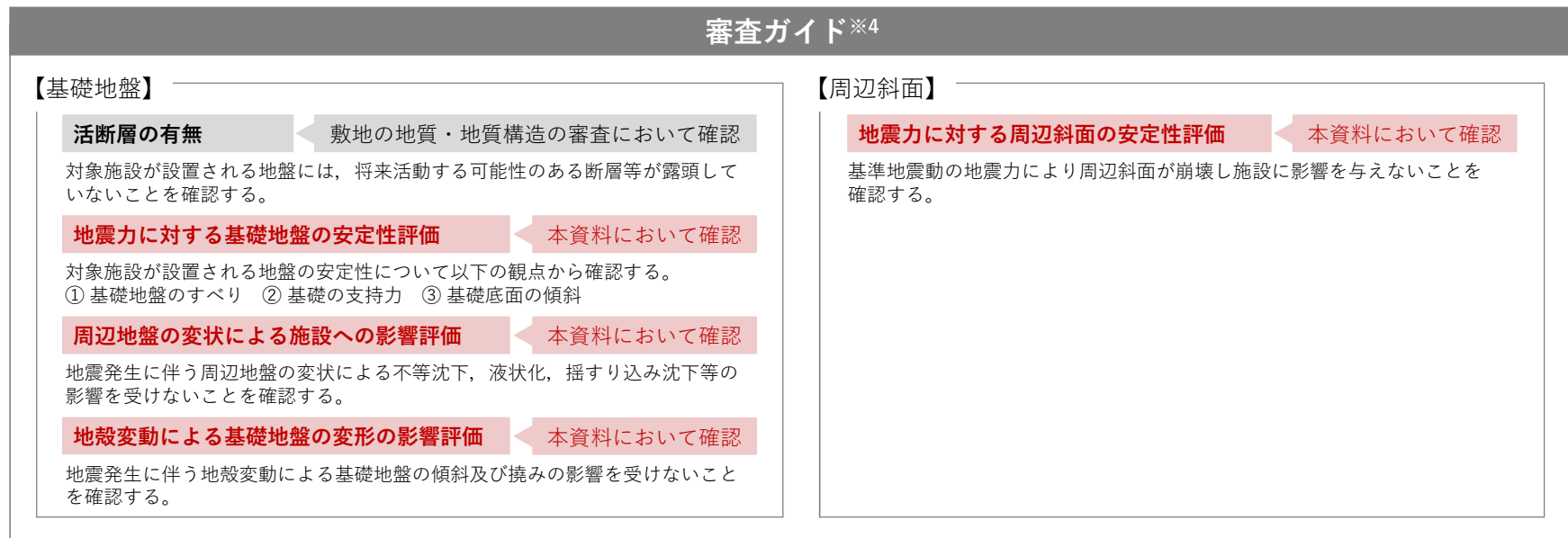
目次

1. 評価方針	3
2. 基準地震動の概要	9
3. 解析用物性値	14
4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価	16
4.1 解析用要素分割図	18
4.2 評価① 基礎地盤のすべり	21
4.3 評価② 基礎の支持力	28
4.4 評価③ 基礎底面の傾斜	30
5. 地殻変動による影響評価	32
6. 周辺斜面の安定性評価	34
6.1 解析用要素分割図	36
6.2 評価結果	39
7. まとめ	44
【別紙】	
(1) 全ての基準地震動に関する基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価結果	46
【参考資料】	
① 岩盤分類の考え方	61
② 強度のばらつきに関する検討	63
③ すべり面設定の考え方	66
④ 要素ごとの局所安全係数(S_s -3-3)	69

-
1. 評価方針
 2. 基準地震動の概要
 3. 解析用物性値
 4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
 - 4.1 解析用要素分割図
 - 4.2 評価① 基礎地盤のすべり
 - 4.3 評価② 基礎の支持力
 - 4.4 評価③ 基礎底面の傾斜
 5. 地殻変動による影響評価
 6. 周辺斜面の安定性評価
 - 6.1 解析用要素分割図
 - 6.2 評価結果
 7. まとめ

評価対象施設の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価について

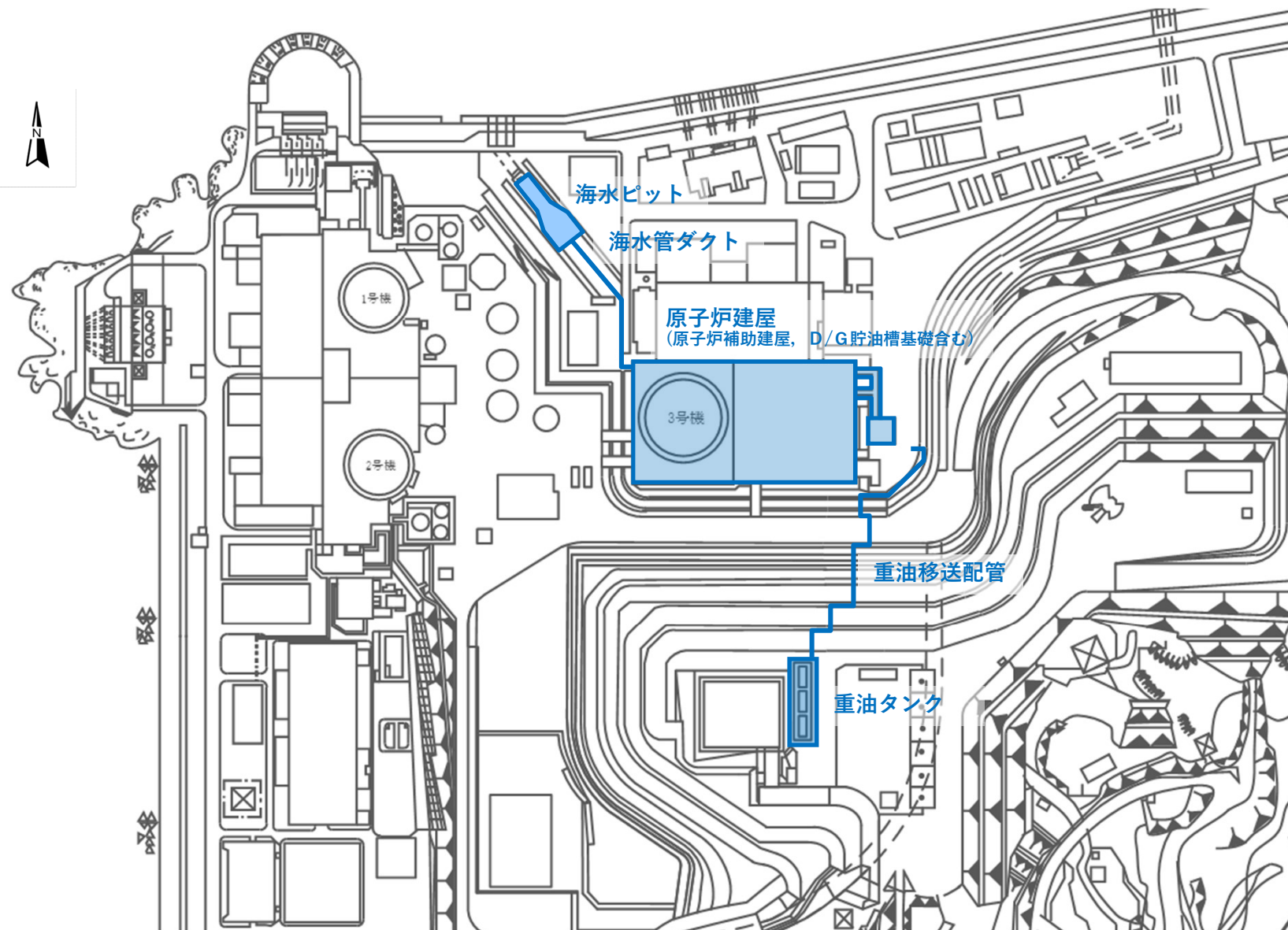
- 耐震重要施設・常設重大事故等対処施設^{※1}・使用済燃料乾式貯蔵施設^{※2}の基礎地盤及び周辺斜面のSs-3-3：震源を特定せず策定する地震動(標準応答スペクトル)に対する安定性評価について、設置許可基準規則^{※3}第3条・第4条・第38条・第39条に適合していることを審査ガイド^{※4}に準拠し確認する。



※1 常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設(特定重大事故等対処施設を除く)の総称
 ※2 兼用キャスクである使用済燃料乾式貯蔵容器を内包する使用済燃料乾式貯蔵建屋(以下、「乾式貯蔵建屋」という。)を対象
 ※3 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則(解釈含む)
 ※4 原子力発電所敷地内での輸送・貯蔵兼用乾式キャスクによる使用済燃料の貯蔵に関する審査ガイド、基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド

① 耐震重要施設 配置図

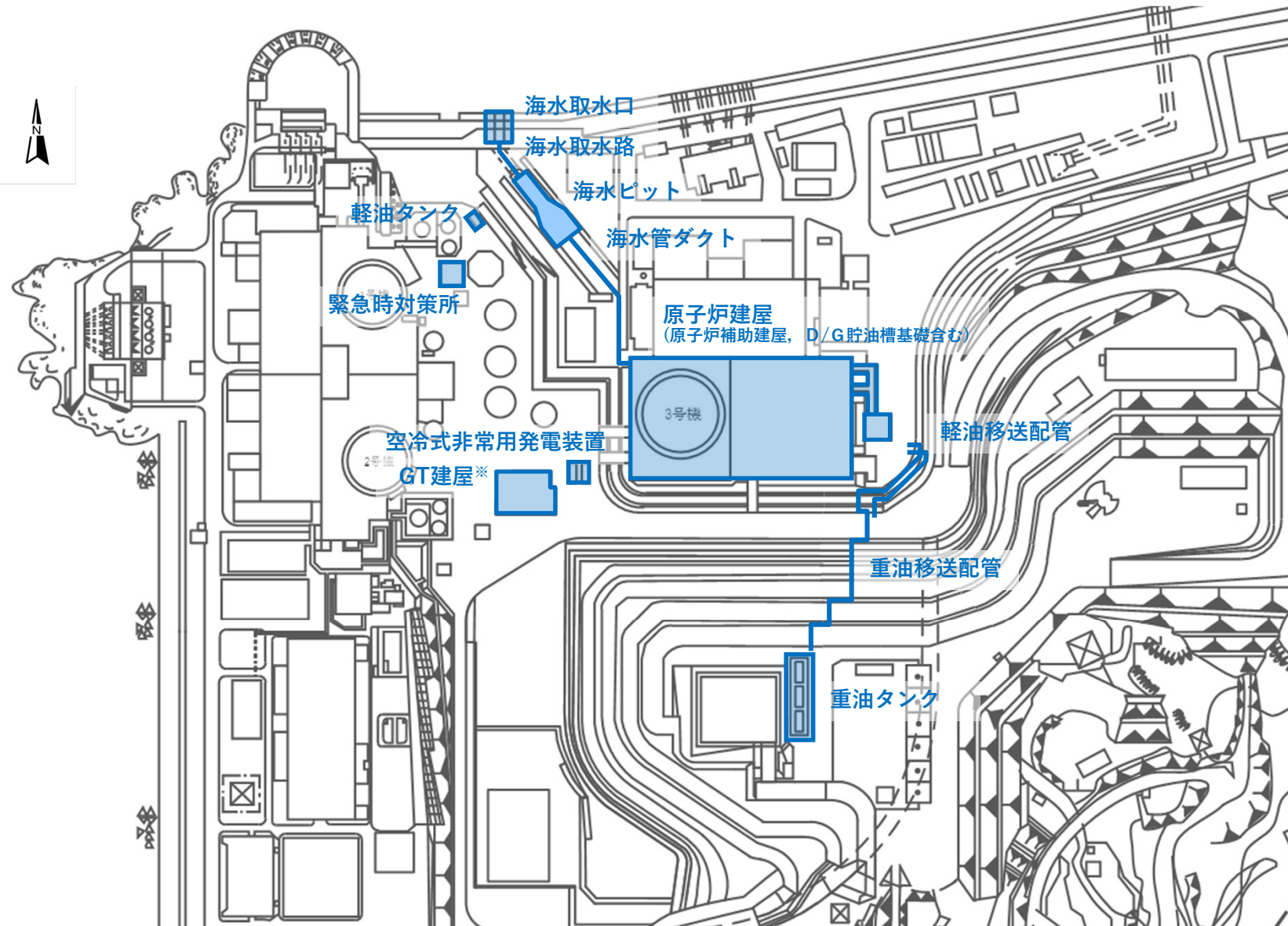
○ 設置許可基準規則3条・4条の対象となる耐震重要施設を以下に示す。



② 常設重大事故等対処施設 配置図

平成27年3月13日
審査会合資料一部修正

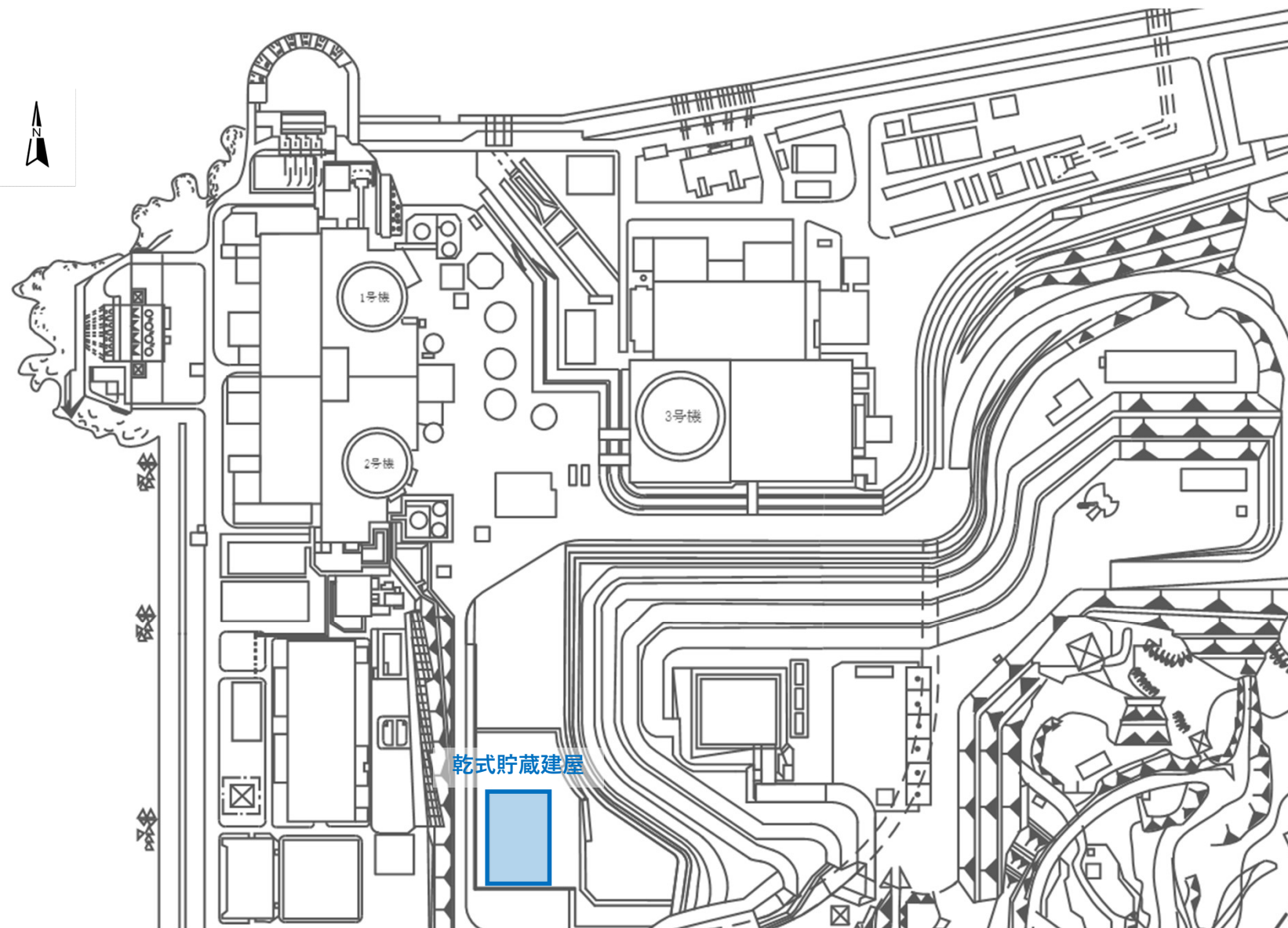
○ 設置許可基準規則38条・39条の対象となる常設重大事故等対処施設を以下に示す。



※ GT建屋(H29.10.4許可)の追記による一部修正

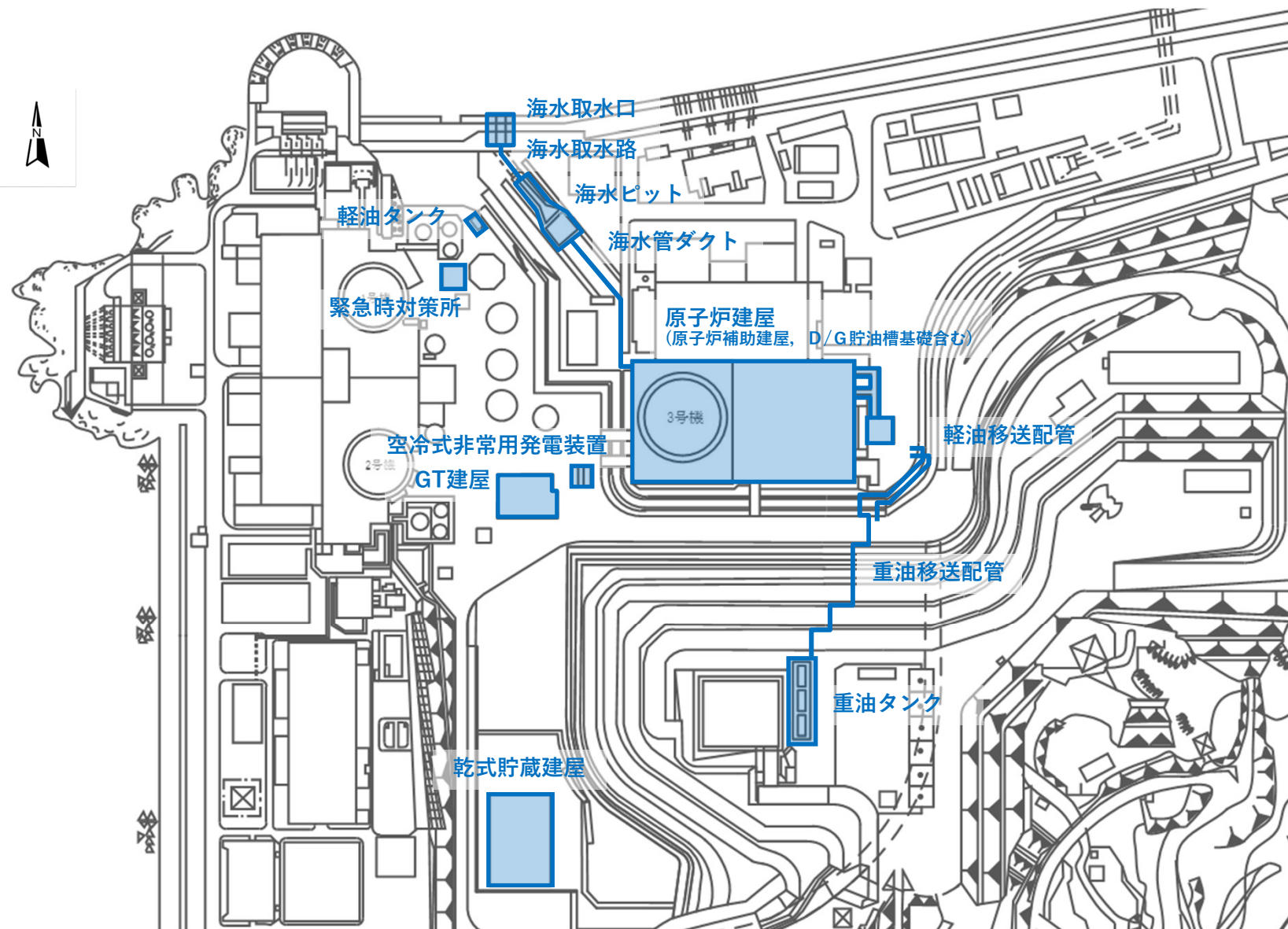
③ 使用済燃料乾式貯蔵施設 配置図

○ 設置許可基準規則3条・4条の対象となる使用済燃料乾式貯蔵施設を以下に示す。



評価対象施設(①～③) 配置図

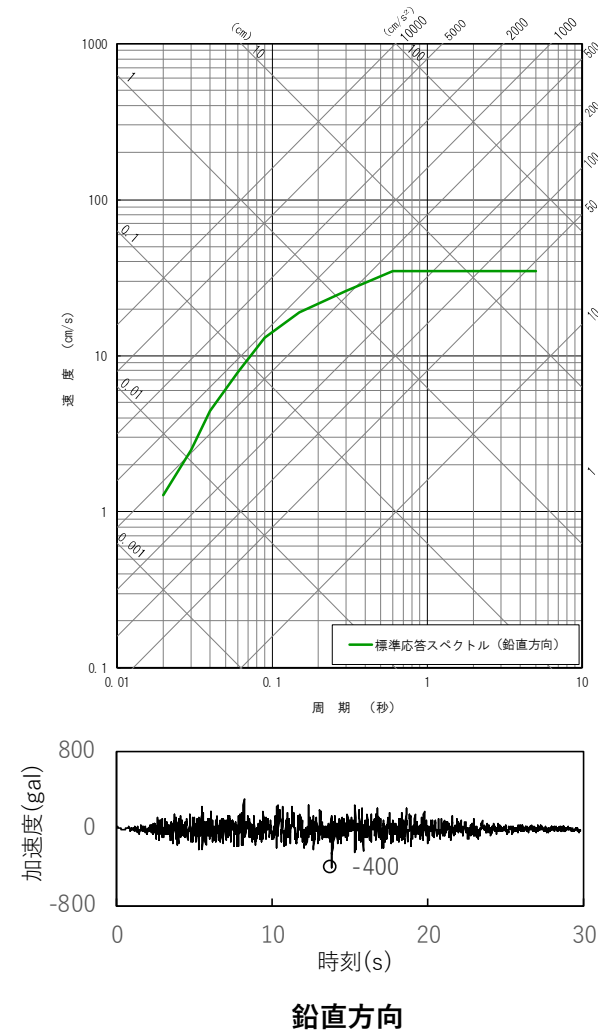
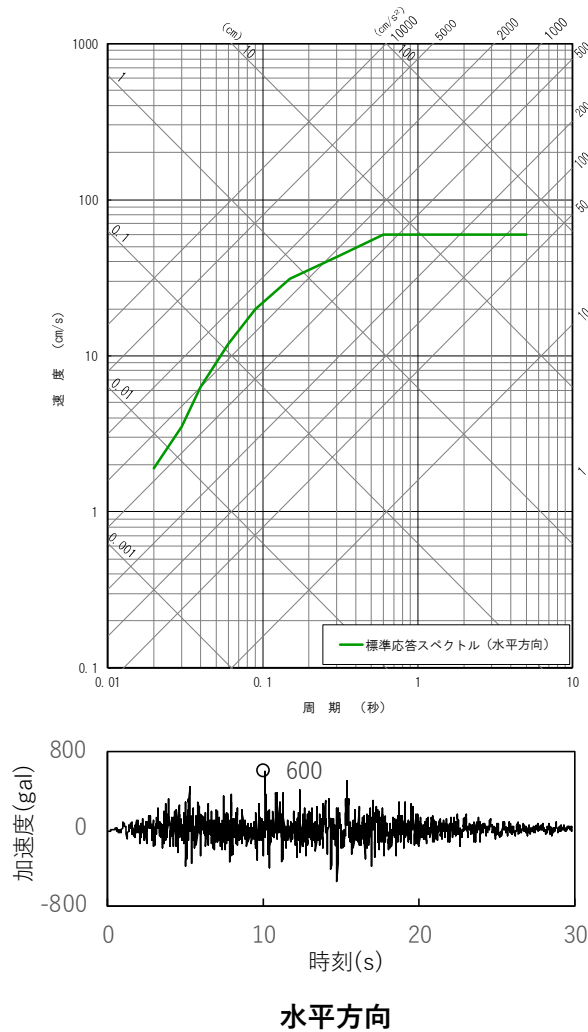
○ 以上を整理し，評価対象施設を以下に示す。



-
1. 評価方針
 2. 基準地震動の概要
 3. 解析用物性値
 4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
 - 4.1 解析用要素分割図
 - 4.2 評価① 基礎地盤のすべり
 - 4.3 評価② 基礎の支持力
 - 4.4 評価③ 基礎底面の傾斜
 5. 地殻変動による影響評価
 6. 周辺斜面の安定性評価
 - 6.1 解析用要素分割図
 - 6.2 評価結果
 7. まとめ

基準地震動Ss-3-3

○ 本申請において新たに基準地震動に追加するSs-3-3の応答スペクトル及び時刻歴波形を示す。



○ 標準応答スペクトルに基づく指向性を有さない地震動として策定されているため、評価断面の方位による方位補正は行わない。

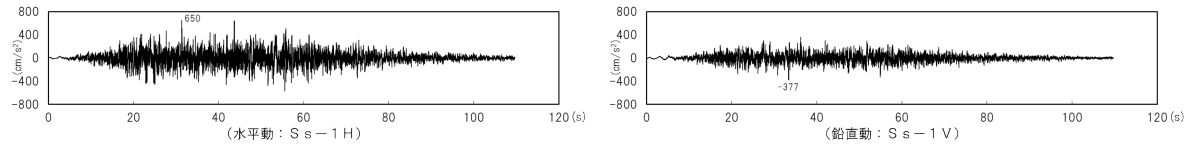
○ 水平動及び鉛直動の位相反転を考慮する。

基準地震動

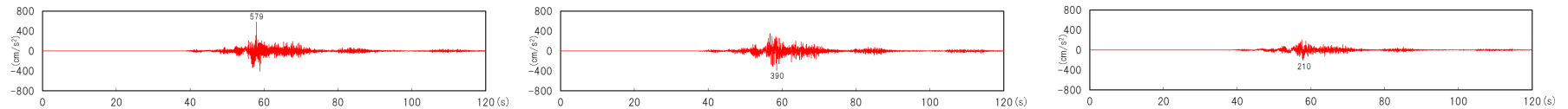
基準地震動Ss				最大加速度振幅(cm/s ²)		
震源を特定して策定する地震動	応答スペクトルに基づく手法	設計用模擬地震波		水平動	Ss-1H	650
				鉛直動	Ss-1V	377
	断層モデルを用いた手法	敷地前面海域の断層群(中央構造線断層帯)	480km連動・壇の手法・ $\Delta\sigma$ 20MPa・西破壊	水平動NS	Ss-2-1NS	579
				水平動EW	Ss-2-1EW	390
				鉛直動UD	Ss-2-1UD	210
			480km連動・壇の手法・ $\Delta\sigma$ 20MPa・中央破壊	水平動NS	Ss-2-2NS	456
				水平動EW	Ss-2-2EW	478
				鉛直動UD	Ss-2-2UD	195
			480km連動・壇の手法・ $\Delta\sigma$ 20MPa・第1アスペリティ西破壊	水平動NS	Ss-2-3NS	371
				水平動EW	Ss-2-3EW	418
			480km連動・F&Mの手法・ $\Delta\sigma$ 1.5倍・西破壊	鉛直動UD	Ss-2-3UD	263
				水平動NS	Ss-2-4NS	452
			480km連動・F&Mの手法・ $\Delta\sigma$ 1.5倍・中央破壊	水平動EW	Ss-2-4EW	494
				鉛直動UD	Ss-2-4UD	280
				水平動NS	Ss-2-5NS	452
			480km連動・F&Mの手法・ $\Delta\sigma$ 1.5倍・東破壊	水平動EW	Ss-2-5EW	388
				鉛直動UD	Ss-2-5UD	199
				水平動NS	Ss-2-6NS	291
			54km・入倉・三宅の手法・ $\Delta\sigma$ 1.5倍・中央破壊	水平動EW	Ss-2-6EW	360
				鉛直動UD	Ss-2-6UD	201
水平動NS	Ss-2-7NS	458				
480km連動・壇の手法・ $\Delta\sigma$ 20MPa・中央破壊・入れ替え	水平動EW	Ss-2-7EW	371			
	鉛直動UD	Ss-2-7UD	178			
	水平動NS	Ss-2-8NS	478			
震源を特定せず策定する地震動	標準応答スペクトル	2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動		水平動	Ss-3-1H	620
				鉛直動	Ss-3-1V	320
				水平動NS	Ss-3-2NS	528
				水平動EW	Ss-3-2EW	531
				鉛直動UD	Ss-3-2UD	485
				水平動	Ss-3-3H	600
鉛直動	Ss-3-3V	400				

基準地震動 (時刻歴波形)

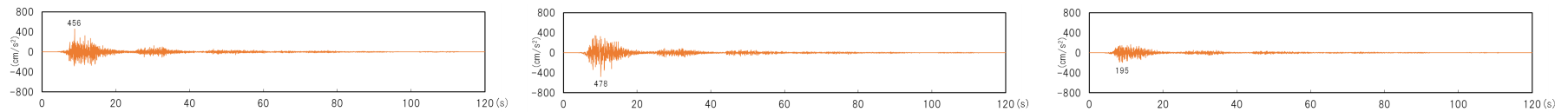
○ Ss-1



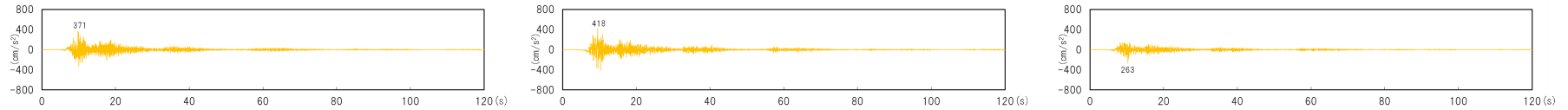
○ Ss-2-1 (480km $\Delta \sigma$ 20MPa(壇)・西破壊・ハイブリッド)



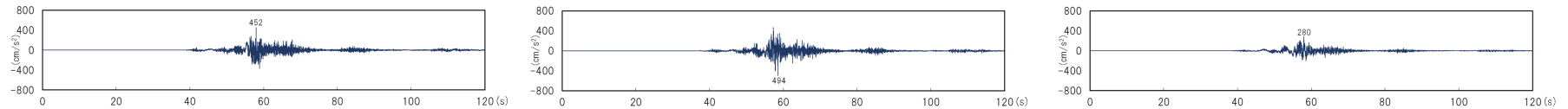
○ Ss-2-2 (480km 基本 $\Delta \sigma$ 20MPa(壇)・中央破壊・ハイブリッド)



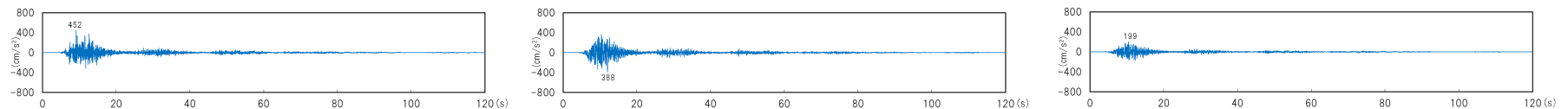
○ Ss-2-3 (480km 基本 $\Delta \sigma$ 20MPa(壇)・第1アスぺリティ西破壊・ハイブリッド)



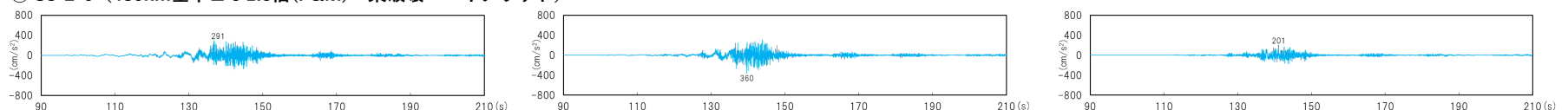
○ Ss-2-4 (480km $\Delta \sigma$ 1.5倍(F&M)・西破壊・ハイブリッド)



○ Ss-2-5 (480km 基本 $\Delta \sigma$ 1.5倍(F&M)・中央破壊・ハイブリッド)



○ Ss-2-6 (480km 基本 $\Delta \sigma$ 1.5倍(F&M)・東破壊・ハイブリッド)



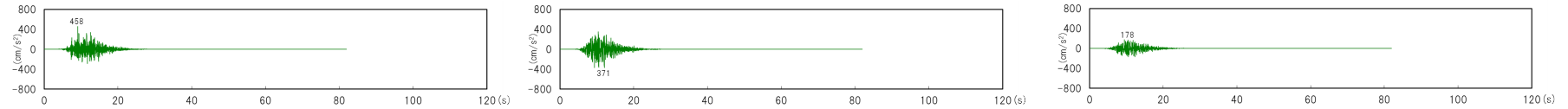
NS方向

EW方向

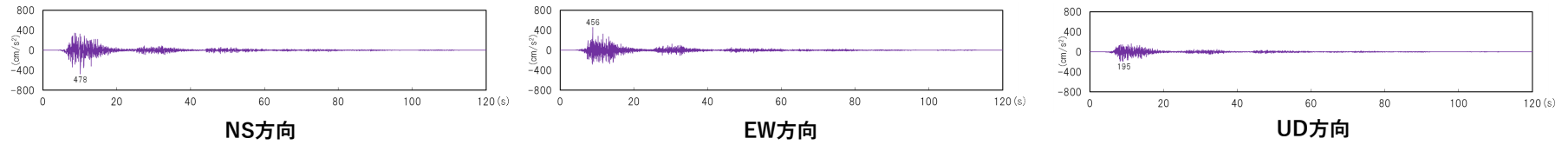
UD方向

基準地震動 (時刻歴波形)

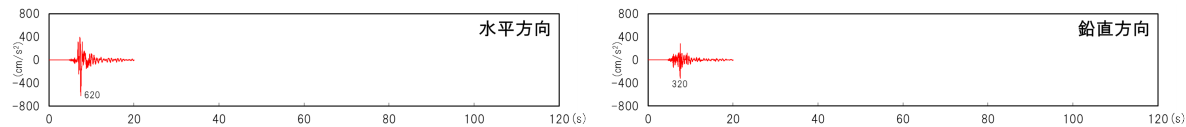
○ Ss-2-7 (54km Δ σ 1.5倍 (入倉・三宅) ・中央破壊・ハイブリッド)



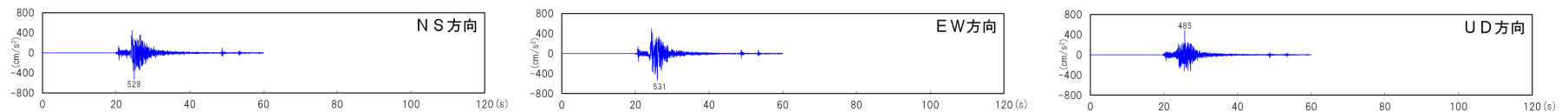
○ Ss-2-8 (Ss-2-2 NS・EW入れ替えケース)



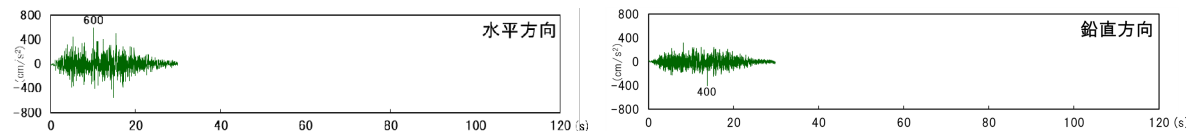
○ Ss-3-1 (2004年北海道留萌支庁南部地震 解放基盤波)



○ Ss-3-2 (2000年鳥取県西部地震 賀祥ダム観測記録)



○ Ss-3-3 (標準応答スペクトル)



-
1. 評価方針
 2. 基準地震動の概要
 3. 解析用物性値
 4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
 - 4.1 解析用要素分割図
 - 4.2 評価① 基礎地盤のすべり
 - 4.3 評価② 基礎の支持力
 - 4.4 評価③ 基礎底面の傾斜
 5. 地殻変動による影響評価
 6. 周辺斜面の安定性評価
 - 6.1 解析用要素分割図
 - 6.2 評価結果
 7. まとめ

解析用物性値

○ 解析用物性値を下表に示す。

	CH級岩盤	CM級岩盤	CL級岩盤	非線形性を 考慮した表土	表土	断層(軟質無)	断層(軟質含)		
	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	$G_d/G_0^{*4} = 1/(1+10.4 \gamma^{0.787})$ $G_0 = 43900$ (kN/m ²)	0.127	$G_d/G_0^{*4} = -0.33 \log \gamma - 0.58$ $G_0 = 294000$ (kN/m ²)	$G_d/G_0^{*4} = -0.40 \log \gamma - 0.60$ $G_0 = 4130(\sigma_v)^{0.53}$ (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 (%)	$h = 1/\{0.062 + (3.90 \times 10^{-3}/\gamma)\} + 1.3$	10.0 (%)	$h = 0.08 \log \gamma + 0.36$ ($\gamma > 10^{-4}$)	$h = 0.17 \log \gamma + 0.58$ ($\gamma \geq 10^{-3}$) $h = 0.017 \log \gamma + 0.09$ ($\gamma < 10^{-3}$)

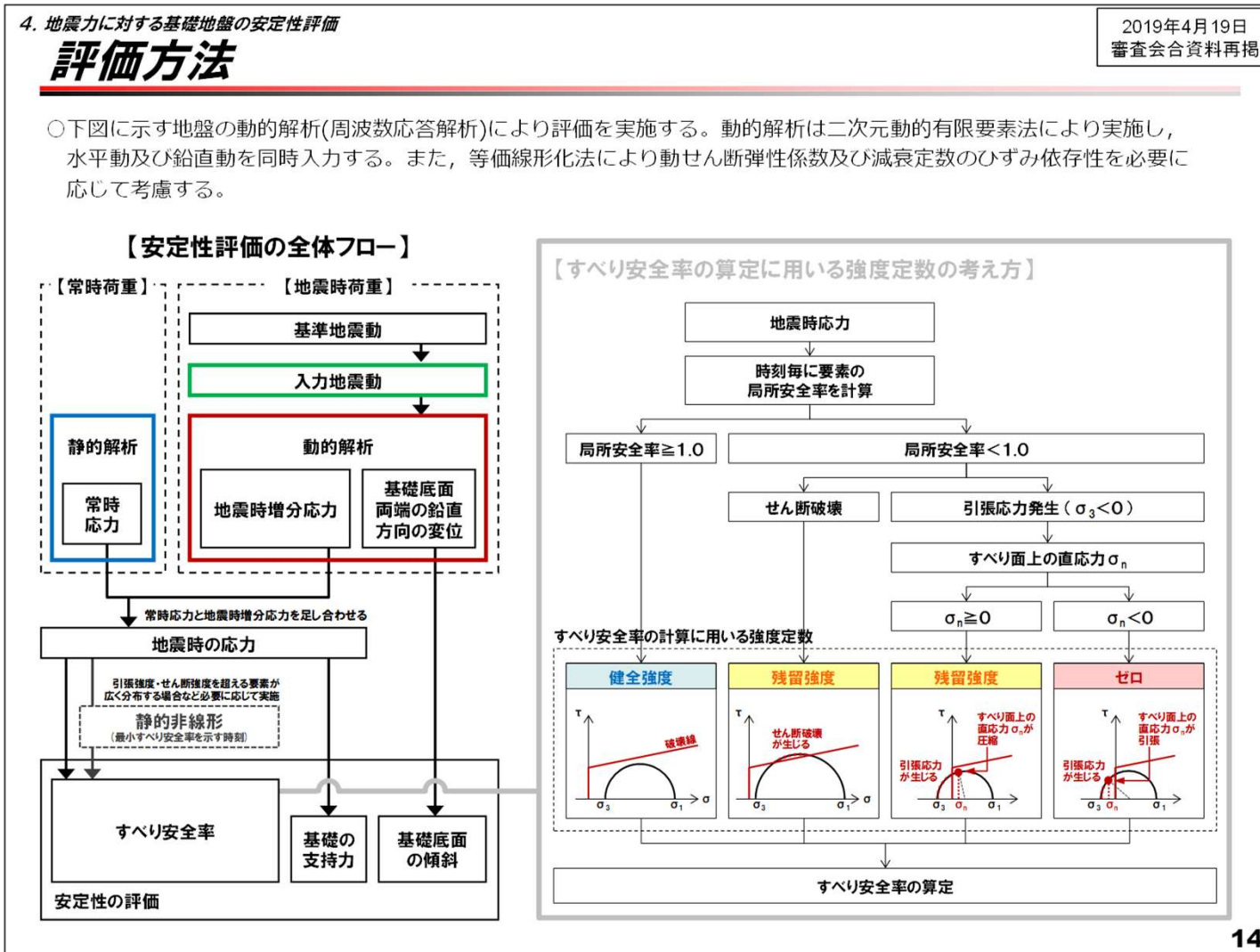
*1 Vs=2.7km/s *2 Vs=2.3km/s *3 Vs=1.7km/s *4 動せん断弾性係数

-
1. 評価方針
 2. 基準地震動の概要
 3. 解析用物性値
 4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
 - 4.1 解析用要素分割図
 - 4.2 評価① 基礎地盤のすべり
 - 4.3 評価② 基礎の支持力
 - 4.4 評価③ 基礎底面の傾斜
 5. 地殻変動による影響評価
 6. 周辺斜面の安定性評価
 - 6.1 解析用要素分割図
 - 6.2 評価結果
 7. まとめ

評価方法

- 令和元年7月5日審査会合資料を再掲する。
- 基礎地盤の安定性評価に用いた解析用物性値、評価方法、解析対象断面及び解析用要素分割図（構造物モデル含む）は既許可・既認可と同様とした。

令和元年7月5日審査会合資料を再掲

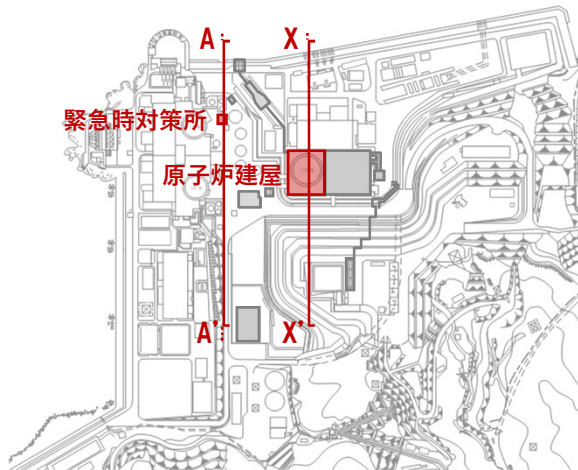


-
1. 評価方針
 2. 基準地震動の概要
 3. 解析用物性値
 4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
 - 4.1 解析用要素分割図
 - 4.2 評価① 基礎地盤のすべり
 - 4.3 評価② 基礎の支持力
 - 4.4 評価③ 基礎底面の傾斜
 5. 地殻変動による影響評価
 6. 周辺斜面の安定性評価
 - 6.1 解析用要素分割図
 - 6.2 評価結果
 7. まとめ

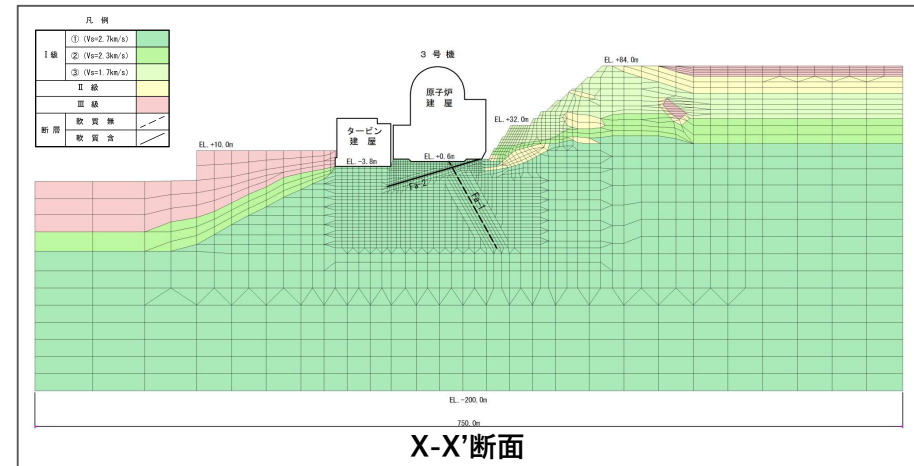
4.1 解析用要素分割図

解析用要素分割図 (原子炉建屋・緊急時対策所)

○ 既許可においては、評価対象施設の地形等を考慮して選定した評価対象断面の中から、簡便法等を用いて解析対象断面(6断面)を選定した。X-X'断面及びA-A'断面の解析用要素分割図を示す。

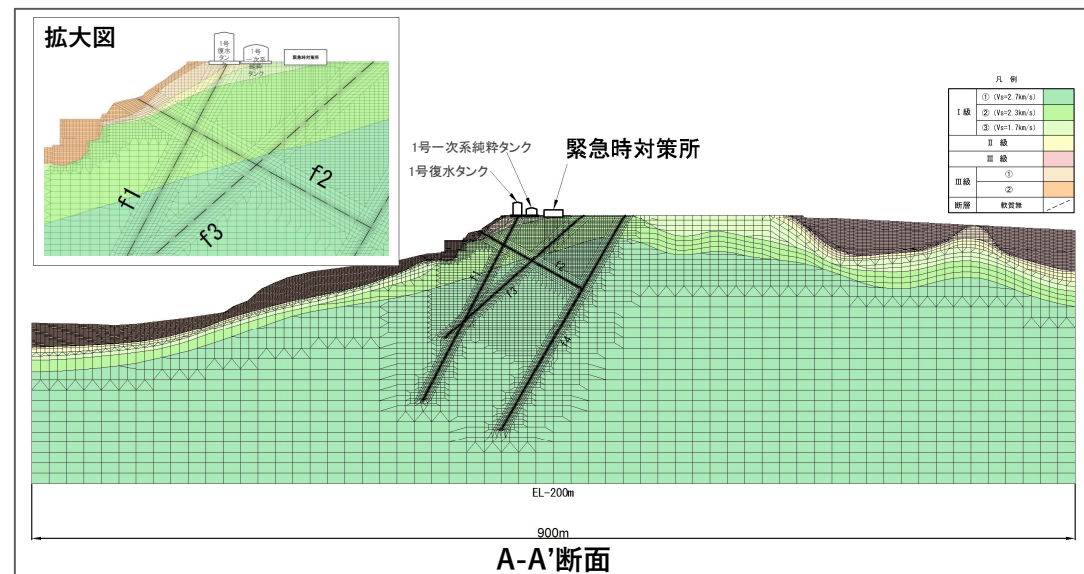


解析対象断面位置図



X-X'断面

平成27年3月13日審査会合資料より抜粋

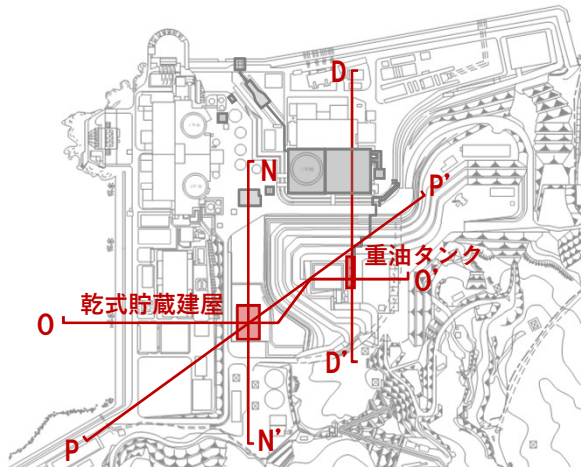


A-A'断面

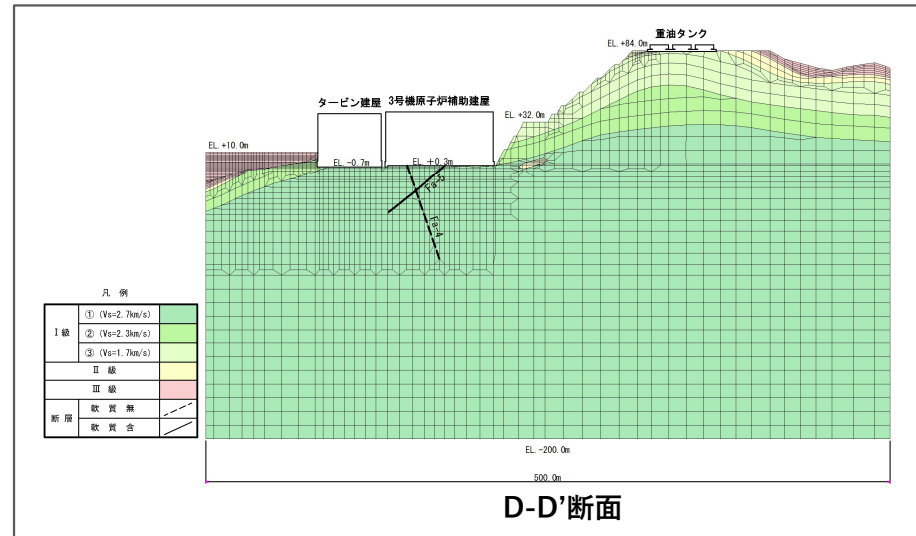
平成27年3月13日審査会合資料より抜粋

解析用要素分割図 (重油タンク・乾式貯蔵建屋)

○ D-D'断面及びP-P'断面の解析用要素分割図を示す。

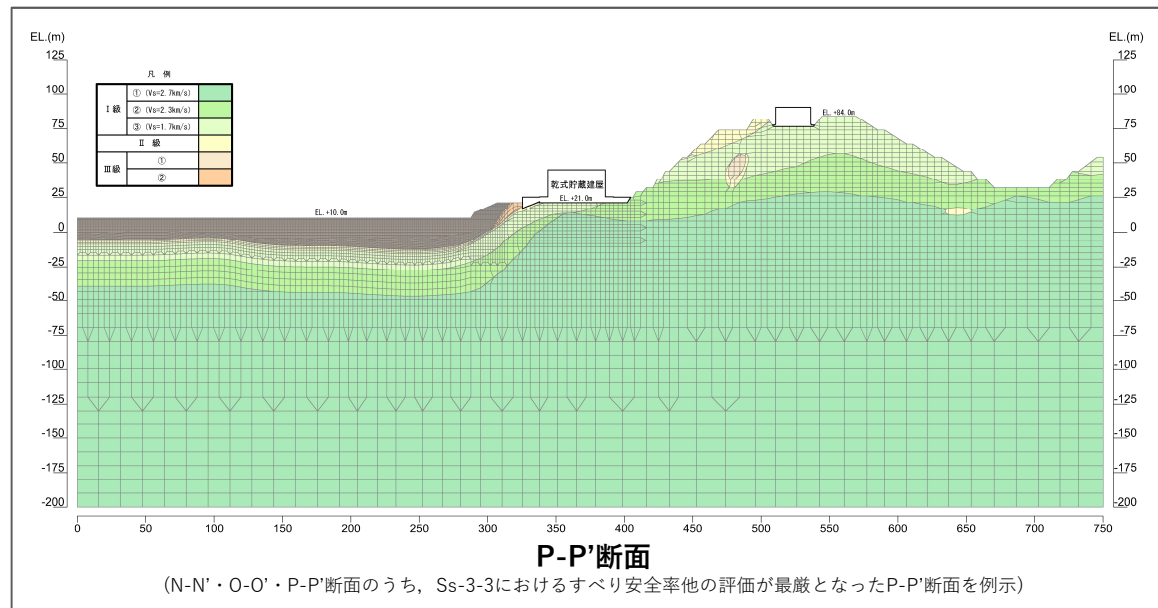


解析対象断面位置図



D-D'断面

平成27年3月13日審査会合資料より抜粋



P-P'断面







(N-N'・O-O'・P-P'断面のうち、Ss-3-3におけるすべり安全率他の評価が最厳となったP-P'断面を例示)

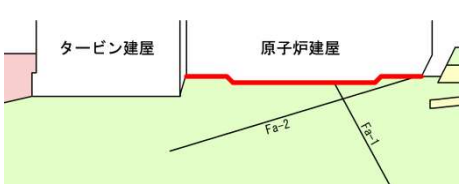
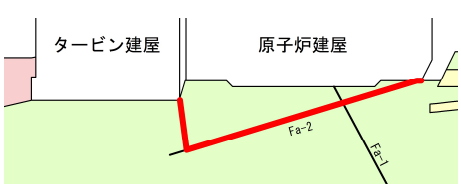
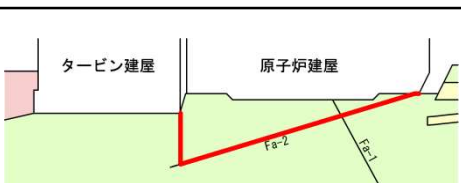
令和3年6月10日設計及び工事計画認可申請書 資料9-1別紙より抜粋

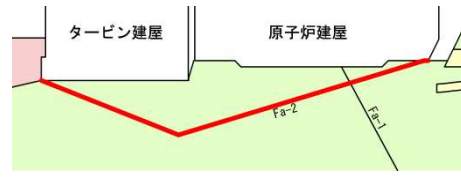
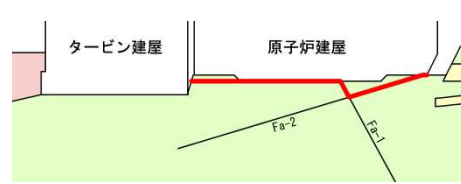
-
1. 評価方針
 2. 基準地震動の概要
 3. 解析用物性値
 4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
 - 4.1 解析用要素分割図
 - 4.2 評価① 基礎地盤のすべり**
 - 4.3 評価② 基礎の支持力
 - 4.4 評価③ 基礎底面の傾斜
 5. 地殻変動による影響評価
 6. 周辺斜面の安定性評価
 - 6.1 解析用要素分割図
 - 6.2 評価結果
 7. まとめ

すべり安全率 X-X'断面(原子炉建屋)

○ Ss-3-3に関する評価結果を示す。評価基準値1.5を上回ることを確認した。

	Ⅰ級岩盤		断層
	Ⅱ級岩盤		すべり安全率の最小値
	Ⅲ級岩盤		すべり面

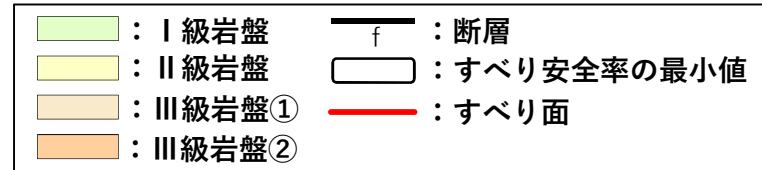
	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
1	 基礎底面のすべり面	Ss-3-3 (+,+)	4.2 [10.10]
2	 断層(軟質含)沿いのすべり面 (モビライズド面を考慮したすべり面)	Ss-3-3 (-,+)	2.0 (2.09) [10.09]
3	 断層(軟質含)沿いのすべり面 (タービン建屋を含まない)	Ss-3-3 (-,+)	2.0 (2.06) [10.09]

	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
4	 断層(軟質含)沿いのすべり面 (タービン建屋を含む)	Ss-3-3 (+,-)	2.7 [10.10]
5	 断層(軟質含)及び断層(軟質無)沿いの すべり面	Ss-3-3 (-,+)	3.4 [10.10]

※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
 ※ 類似したすべり面形状については, 安全率が最も小さいものについて掲載。

すべり安全率 A-A'断面(緊急時対策所)

○ Ss-3-3に関する評価結果を示す。評価基準値1.5を上回ることを確認した。



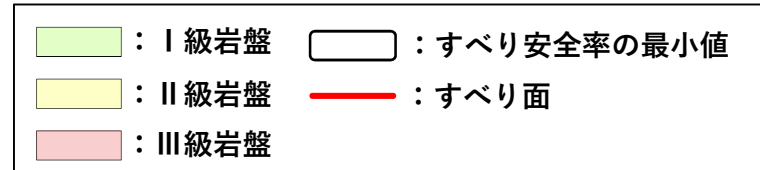
	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
1	<p>基礎底面のすべり面</p>	Ss-3-3 (+,+)	19.4 [10.10]
2	<p>簡便法によるすべり面</p>	Ss-3-3 (+,+)	3.1 [10.10]
3	<p>モビライズド面及び要素安全率が低い領域を考慮したすべり面 (断層~岩盤)</p>	Ss-3-3 (+,+)	3.6 [10.10]

	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
4	<p>モビライズド面及び要素安全率が低い領域を考慮したすべり面 (断層~断層)</p>	Ss-3-3 (+,+)	2.4 [10.10]
5	<p>モビライズド面及び要素安全率が低い領域を考慮したすべり面 (岩盤~断層)</p>	Ss-3-3 (+,+)	4.1 [10.10]
6	<p>モビライズド面を考慮したすべり面 (岩盤)</p>	Ss-3-3 (+,+)	3.0 [10.10]

※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
 ※ 類似したすべり面形状については, 安全率が最も小さいものについて掲載。

すべり安全率 D-D'断面(重油タンク)

○ Ss-3-3に関する評価結果を示す。評価基準値1.5を上回ることを確認した。



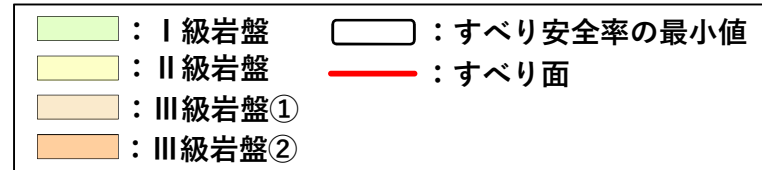
	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
1	 基礎底面のすべり面	Ss-3-3 (-,+)	9.9 [10.12]
2	 簡便法によるすべり面	Ss-3-3 (+,-)	2.5 [10.11]
3	 要素安全率が低い領域を考慮したすべり面	Ss-3-3 (+,-)	2.7 [10.12]

	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
4	 要素安全率が低い領域を考慮したすべり面	Ss-3-3 (-,-)	2.8 [10.12]
5	 モビライズド面を考慮したすべり面	Ss-3-3 (+,-)	2.7 [10.12]
6	 モビライズド面を考慮したすべり面	Ss-3-3 (-,+)	3.4 [10.12]

※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
 ※ 類似したすべり面形状については、安全率が最も小さいものについて掲載。

すべり安全率 N-N'断面(乾式貯蔵建屋)

○ Ss-3-3に関する評価結果を示す。評価基準値1.5を上回ることを確認した。





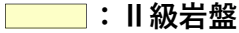



	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
1	<p>基礎底面のすべり面</p>	Ss-3-3 (-,+)	5.4 [10.11]
2	<p>建屋下部を通る深いすべり面 (パラメトリックに想定したすべり面)</p>	Ss-3-3 (-,+)	4.7 [10.10]
3	<p>広範囲なすべり面 (パラメトリックに想定したすべり面)</p>	Ss-3-3 (-,+)	3.8 [10.10]

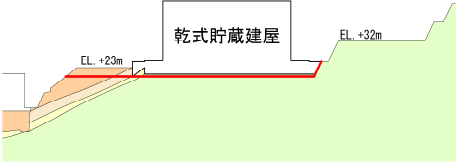
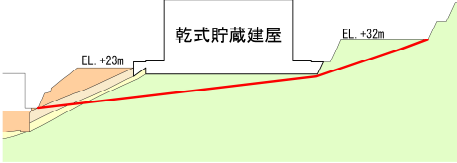
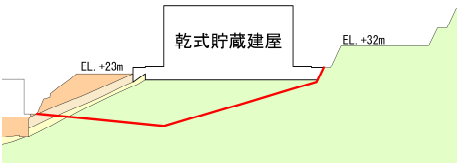
	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
4	<p>簡便法によるすべり面</p>	Ss-3-3 (-,+)	4.3 [10.10]
5	<p>建屋下部を通る浅いすべり面 (応力状態を考慮したすべり面)</p>	Ss-3-3 (-,+)	5.0 [10.11]
6	<p>広範囲なすべり面 (応力状態を考慮したすべり面)</p>	Ss-3-3 (-,+)	4.0 [10.10]

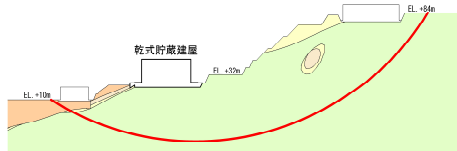
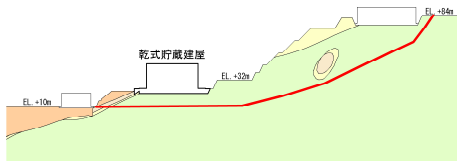
※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
 ※ 類似したすべり面形状については, 安全率が最も小さいものについて掲載。

すべり安全率 O-O'断面(乾式貯蔵建屋)

○ Ss-3-3に関する評価結果を示す。評価基準値1.5を上回ることを確認した。

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

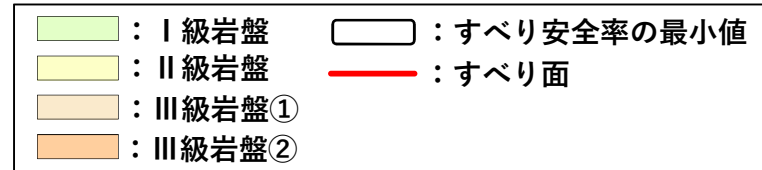
	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
1	 基礎底面のすべり面	Ss-3-3 (+,+)	6.8 [10.11]
2	 建屋下部を通る浅いすべり面 (パラメトリックに想定したすべり面)	Ss-3-3 (+,+)	4.5 [10.11]
3	 建屋下部を通る深いすべり面 (パラメトリックに想定したすべり面)	Ss-3-3 (+,+)	5.3 [10.10]

	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
4	 簡便法によるすべり面	Ss-3-3 (+,+)	3.3 [10.11]
5	 応力状態を考慮したすべり面	Ss-3-3 (+,-)	3.2 [10.12]

※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
 ※ 類似したすべり面形状については、安全率が最も小さいものについて掲載。

すべり安全率 P-P'断面(乾式貯蔵建屋)

○ Ss-3-3に関する評価結果を示す。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)]
1	 基礎底面のすべり面	Ss-3-3 (+,+)	5.9 [10.11]
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-3-3 (+,+)	4.9 [10.10]
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-3-3 (+,+)	6.4 [10.09]

	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
4	 簡便法によるすべり面	Ss-3-3 (+,+)	3.1 [10.10]
5	 応力状態を考慮したすべり面	Ss-3-3 (+,-)	3.4 [10.12]

※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
 ※ 類似したすべり面形状については、安全率が最も小さいものについて掲載。

-
1. 評価方針
 2. 基準地震動の概要
 3. 解析用物性値
 4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
 - 4.1 解析用要素分割図
 - 4.2 評価① 基礎地盤のすべり
 - 4.3 評価② 基礎の支持力**
 - 4.4 評価③ 基礎底面の傾斜
 5. 地殻変動による影響評価
 6. 周辺斜面の安定性評価
 - 6.1 解析用要素分割図
 - 6.2 評価結果
 7. まとめ

基礎地盤の支持力

- Ss-3-3に関する評価結果を示す。最大接地圧は、評価基準値(7.84N/mm²)を下回っていることから、基礎地盤は十分な支持力を有している。

評価断面	基準地震動	最大接地圧 (N/mm ²) [発生時刻(秒)]	評価基準値 (N/mm ²)
X-X'断面 (原子炉建屋)	Ss-3-3(-,+)	1.77 [10.13]	7.84
A-A'断面 (緊急時対策所)	Ss-3-3(+,+)	0.23 [12.36]	
D-D'断面 (重油タンク)	Ss-3-3(+,-)	0.23 [13.84]	
N-N'断面 (乾式貯蔵建屋)	Ss-3-3(+,-)	0.48 [10.11]	
O-O'断面 (乾式貯蔵建屋)	Ss-3-3(-,+)	0.47 [10.11]	
P-P'断面 (乾式貯蔵建屋)	Ss-3-3(-,+)	0.49 [10.11]	

※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

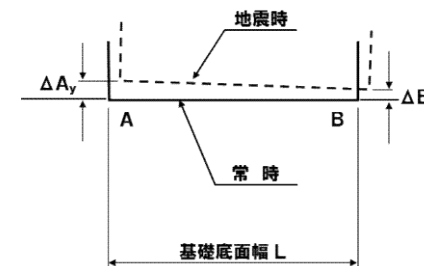
-
1. 評価方針
 2. 基準地震動の概要
 3. 解析用物性値
 4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
 - 4.1 解析用要素分割図
 - 4.2 評価① 基礎地盤のすべり
 - 4.3 評価② 基礎の支持力
 - 4.4 評価③ 基礎底面の傾斜**
 5. 地殻変動による影響評価
 6. 周辺斜面の安定性評価
 - 6.1 解析用要素分割図
 - 6.2 評価結果
 7. まとめ

基礎底面の傾斜

- Ss-3-3に関する評価結果を示す。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。

評価断面	基準地震動	最大相対変位 $ \Delta A_y - \Delta B_y $ [発生時刻(秒)]	最大傾斜 $\frac{ \Delta A_y - \Delta B_y }{L}$
X-X'断面 (原子炉建屋)	Ss-3-3(+, +)	0.12cm [14.42]	1/62,000 (L=76.4m)
A-A'断面 (緊急時対策所)	Ss-3-3(+, +)	0.02cm [14.37]	1/81,000 (L=16.3m)
D-D'断面 (重油タンク)	Ss-3-3(+, +)	0.10cm [10.15]	1/49,000 (L=50.2m)
N-N'断面 (乾式貯蔵建屋)	Ss-3-3(-, +)	0.07cm [10.12]	1/82,000 (L=59.0m)
O-O'断面 (乾式貯蔵建屋)	Ss-3-3(-, +)	0.08cm [11.35]	1/67,000 (L=54.0m)
P-P'断面 (乾式貯蔵建屋)	Ss-3-3(+, +)	0.07cm [14.79]	1/76,000 (L=54.0m)

※ 基準地震動の(+, +)は位相反転なし, (-, +)は水平反転, (+, -)は鉛直反転, (-, -)は水平反転かつ鉛直反転を示す。



-
1. 評価方針
 2. 基準地震動の概要
 3. 解析用物性値
 4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
 - 4.1 解析用要素分割図
 - 4.2 評価① 基礎地盤のすべり
 - 4.3 評価② 基礎の支持力
 - 4.4 評価③ 基礎底面の傾斜
 5. 地殻変動による影響評価
 6. 周辺斜面の安定性評価
 - 6.1 解析用要素分割図
 - 6.2 評価結果
 7. まとめ

地殻変動による影響評価

- 敷地内及び敷地近傍には震源として考慮する活断層が分布していないことから、顕著な地殻変動の影響を受けることはないが、敷地に比較的近く規模が大きい中央構造線断層帯の活動に伴い生じる地盤の傾斜について評価を実施する。
- 地殻変動量の算定にあたっては、安全側の評価となる津波波源モデルにより算出された地殻変動量を用いる。地殻変動量はMansinha,L. and Smylie,D.E.(1971)の手法を用いて算出する。
- 基礎底面に生じる傾斜は、評価基準値の目安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。

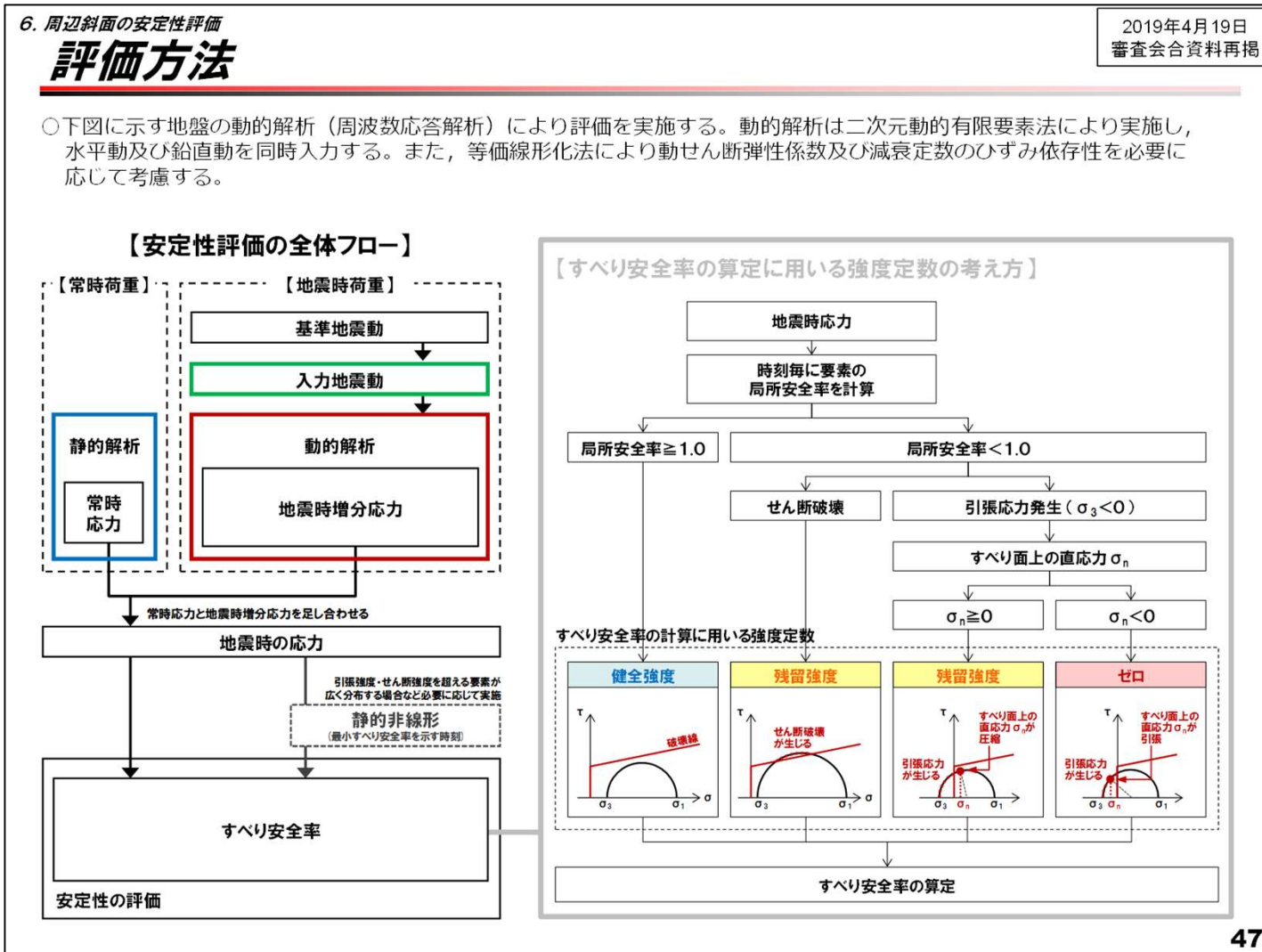
<p>①地殻変動による最大傾斜</p> <p>令和元年7月5日審査会合資料より抜粋</p>	<p>②地震動による最大傾斜</p> <p>本資料P31より転記</p>	<p>③地殻変動及び地震動を考慮した最大傾斜</p> <p>① + ②</p>																								
	<table border="0"> <tr> <td>X-X'断面</td> <td>1/62,000</td> </tr> <tr> <td>A-A'断面</td> <td>1/81,000</td> </tr> <tr> <td>D-D'断面</td> <td>1/49,000</td> </tr> <tr> <td>N-N'断面</td> <td>1/82,000</td> </tr> <tr> <td>O-O'断面</td> <td>1/67,000</td> </tr> <tr> <td>P-P'断面</td> <td>1/76,000</td> </tr> </table>	X-X'断面	1/62,000	A-A'断面	1/81,000	D-D'断面	1/49,000	N-N'断面	1/82,000	O-O'断面	1/67,000	P-P'断面	1/76,000	<table border="0"> <tr> <td>X-X'断面</td> <td>1/19,000</td> </tr> <tr> <td>A-A'断面</td> <td>1/20,000</td> </tr> <tr> <td>D-D'断面</td> <td>1/17,000</td> </tr> <tr> <td>N-N'断面</td> <td>1/20,000</td> </tr> <tr> <td>O-O'断面</td> <td>1/19,000</td> </tr> <tr> <td>P-P'断面</td> <td>1/20,000</td> </tr> </table>	X-X'断面	1/19,000	A-A'断面	1/20,000	D-D'断面	1/17,000	N-N'断面	1/20,000	O-O'断面	1/19,000	P-P'断面	1/20,000
X-X'断面	1/62,000																									
A-A'断面	1/81,000																									
D-D'断面	1/49,000																									
N-N'断面	1/82,000																									
O-O'断面	1/67,000																									
P-P'断面	1/76,000																									
X-X'断面	1/19,000																									
A-A'断面	1/20,000																									
D-D'断面	1/17,000																									
N-N'断面	1/20,000																									
O-O'断面	1/19,000																									
P-P'断面	1/20,000																									

-
1. 評価方針
 2. 基準地震動の概要
 3. 解析用物性値
 4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
 - 4.1 解析用要素分割図
 - 4.2 評価① 基礎地盤のすべり
 - 4.3 評価② 基礎の支持力
 - 4.4 評価③ 基礎底面の傾斜
 5. 地殻変動による影響評価
 6. 周辺斜面の安定性評価
 - 6.1 解析用要素分割図
 - 6.2 評価結果
 7. まとめ

評価方法

- 令和元年7月5日審査会合資料を再掲する。
- 周辺斜面の安定性評価に用いた解析用物性値、評価方法、解析対象断面及び解析用要素分割図（構造物モデル含む）は既許可・既認可と同様とした。

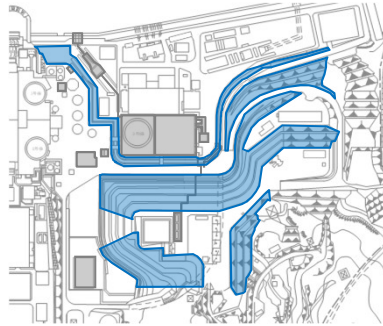
令和元年7月5日審査会合資料を再掲



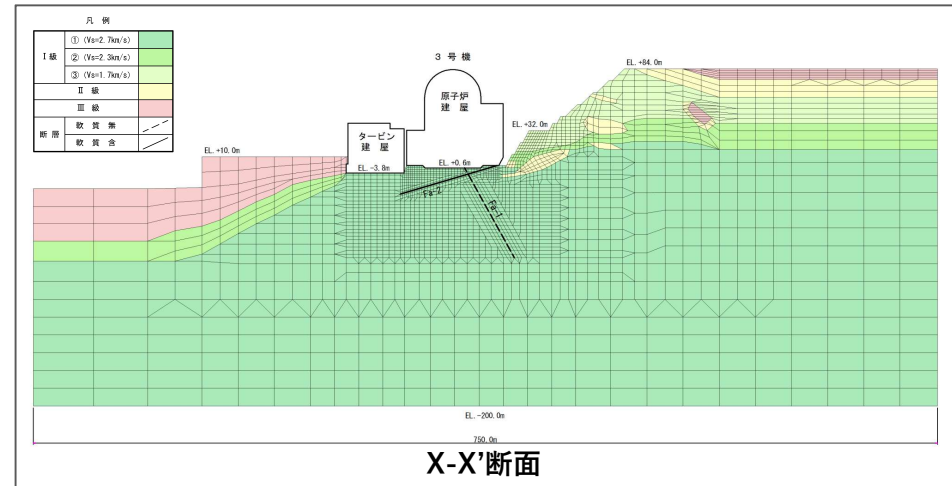
-
1. 評価方針
 2. 基準地震動の概要
 3. 解析用物性値
 4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
 - 4.1 解析用要素分割図
 - 4.2 評価① 基礎地盤のすべり
 - 4.3 評価② 基礎の支持力
 - 4.4 評価③ 基礎底面の傾斜
 5. 地殻変動による影響評価
 6. 周辺斜面の安定性評価
 - 6.1 解析用要素分割図**
 - 6.2 評価結果
 7. まとめ

解析用要素分割図 (原子炉建屋・海水ピット)

- 既許可においては、評価対象施設周辺の評価対象斜面から地形等を考慮して評価対象断面を選定したうえで、簡便法等を用いて解析対象断面(4断面)を選定した。X-X'断面及びC-C'断面の解析用要素分割図を示す。

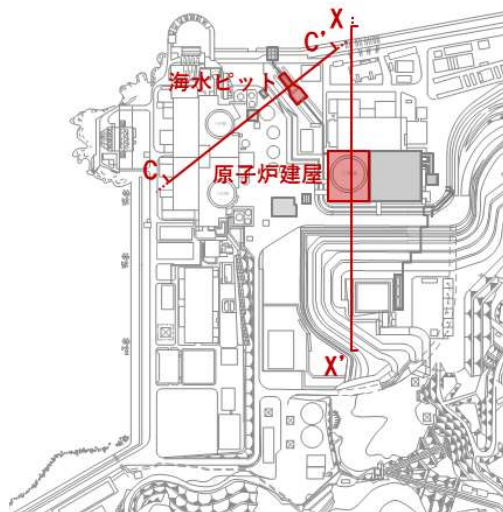


評価対象斜面位置図

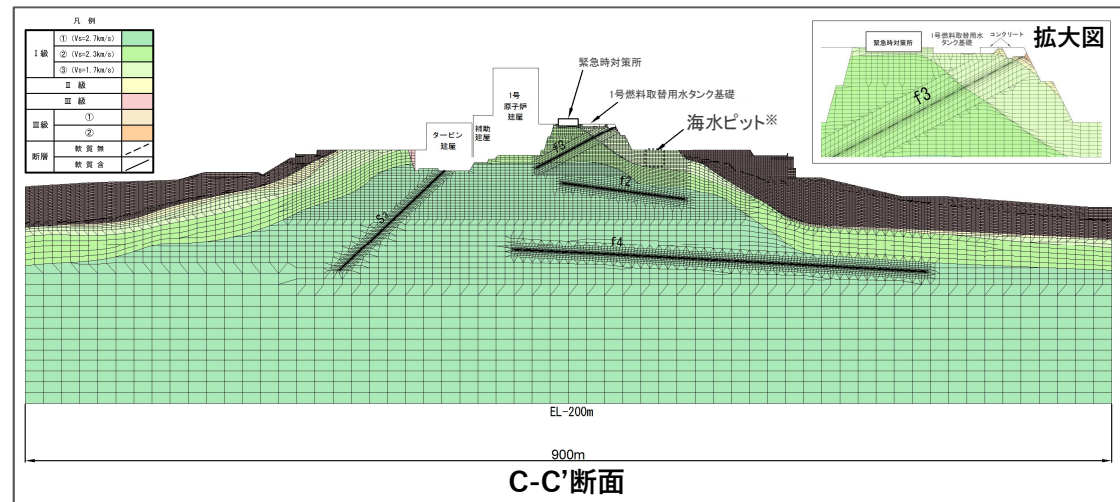


X-X'断面

平成27年3月13日審査会合資料より抜粋



解析対象断面位置図



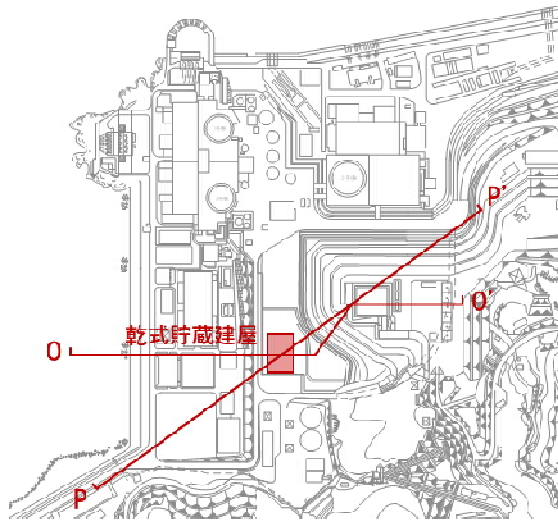
C-C'断面

平成27年3月13日審査会合資料より抜粋し、一部追記 (※海水ピットの位置を追記)

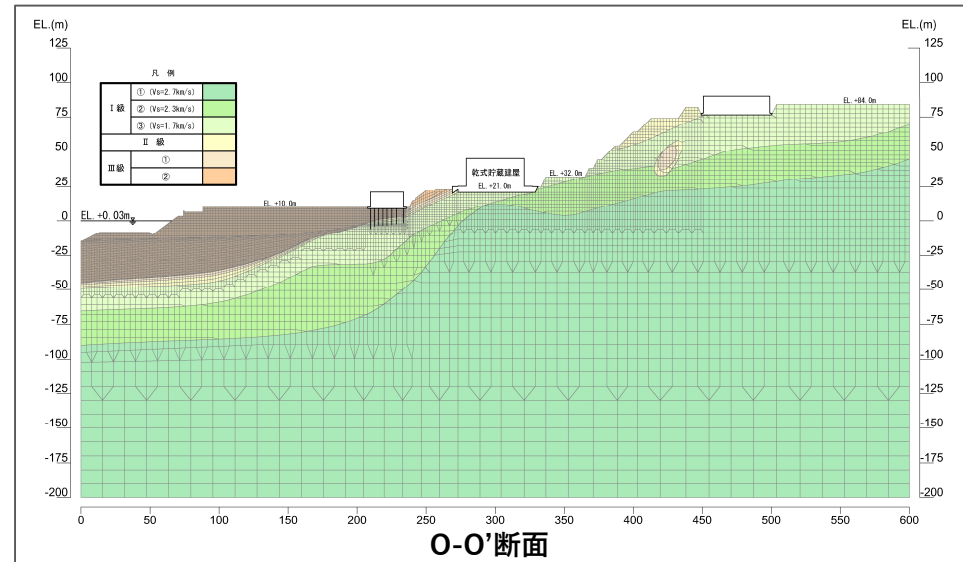
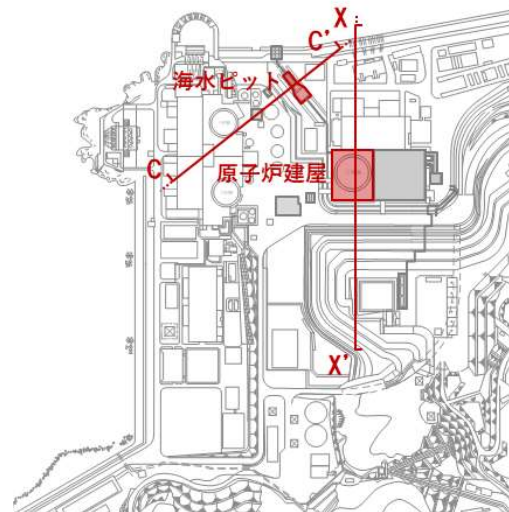
6.1 解析用要素分割図

解析用要素分割図 (乾式貯蔵建屋)

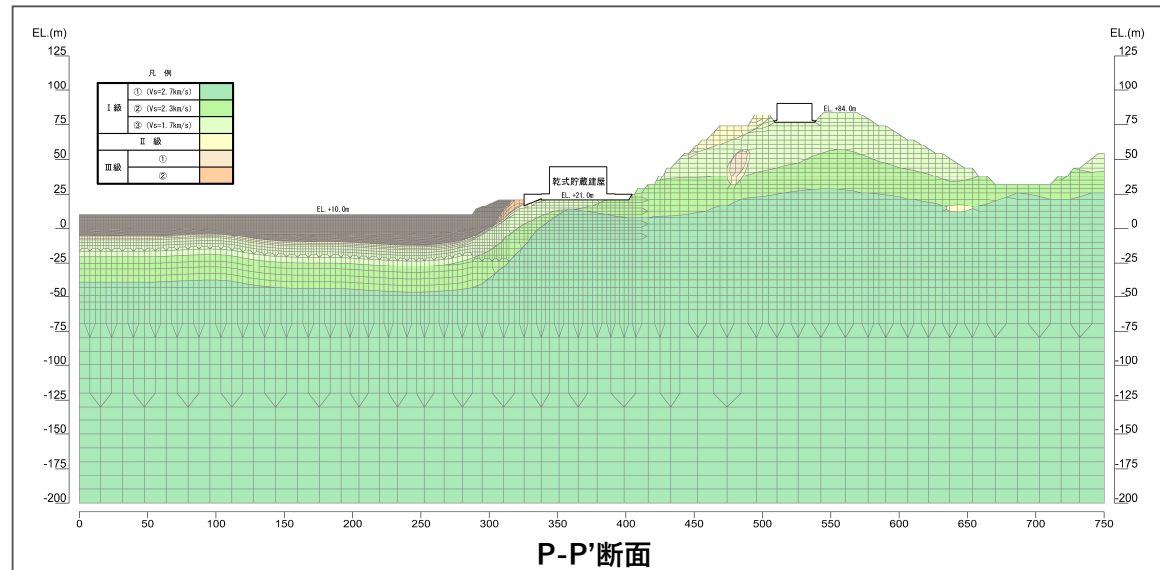
○ O-O'断面及びP-P'断面の解析用要素分割図を示す。



解析対象断面位置図



O-O'断面
令和3年6月10日設計及び工事計画認可申請書 資料9-1別紙より抜粋

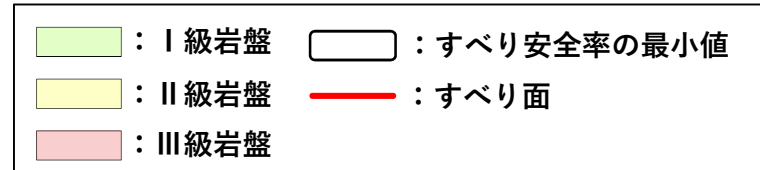


P-P'断面
令和3年6月10日設計及び工事計画認可申請書 資料9-1別紙より抜粋

-
1. 評価方針
 2. 基準地震動の概要
 3. 解析用物性値
 4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
 - 4.1 解析用要素分割図
 - 4.2 評価① 基礎地盤のすべり
 - 4.3 評価② 基礎の支持力
 - 4.4 評価③ 基礎底面の傾斜
 5. 地殻変動による影響評価
 6. 周辺斜面の安定性評価
 - 6.1 解析用要素分割図
 - 6.2 評価結果
 7. まとめ

すべり安全率 X-X'断面(原子炉建屋)

○ Ss-3-3に関する評価結果を示す。評価基準値1.2を上回ることを確認した。



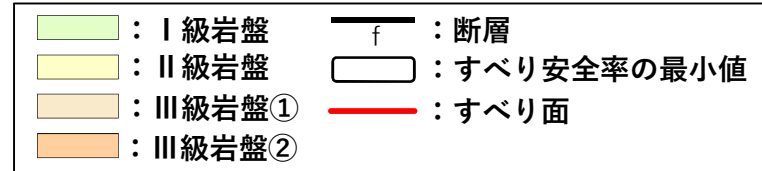
	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
1	 モビライズド面を考慮したすべり面	Ss-3-3 (+,+)	4.9 [10.10]
2	 モビライズド面を考慮したすべり面	Ss-3-3 (+,-)	2.9 [10.12]
3	 要素安全率が低い領域を考慮したすべり面	Ss-3-3 (+,-)	1.8 [10.13]

	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
4	 簡便法によるすべり面	Ss-3-3 (+,+)	2.0 [10.10]
5	 簡便法によるすべり面	Ss-3-3 (+,-)	2.0 [10.13]

※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
 ※ 類似したすべり面形状については, 安全率が最も小さいものについて掲載。

すべり安全率 C-C'断面(海水ピット)

○ Ss-3-3に関する評価結果を示す。評価基準値1.2を上回ることを確認した。



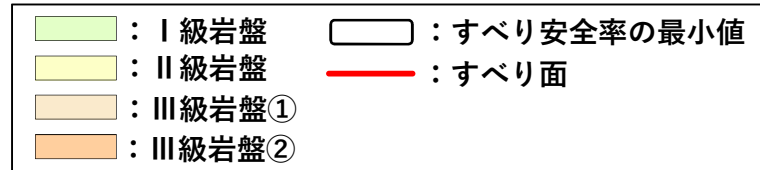
	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
1	<p>簡便法によるすべり面</p>	Ss-3-3 (-,+)	3.8 [10.10]
2	<p>法肩部のすべり面</p>	Ss-3-3 (-,+)	4.3 [10.12]
3	<p>断層沿いのすべり面</p>	Ss-3-3 (-,+)	5.7 [15.36]

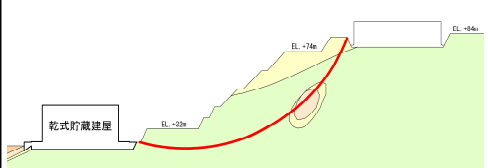
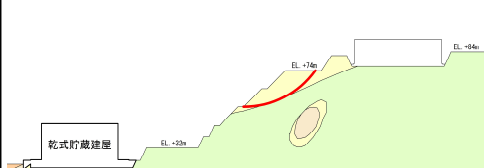
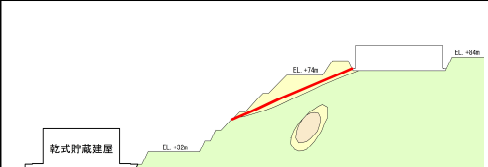
	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
4	<p>要素安全率が低い領域を考慮したすべり面</p>	Ss-3-3 (-,+)	3.7 [10.10]
5	<p>モビライズド面を考慮したすべり面</p>	Ss-3-3 (-,+)	3.1 [10.10]

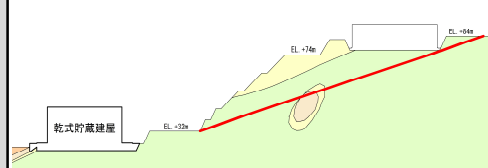
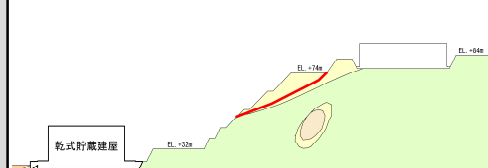
※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
 ※ 類似したすべり面形状については、安全率が最も小さいものについて掲載。

すべり安全率 O-O'断面(乾式貯蔵建屋)

○ Ss-3-3に関する評価結果を示す。評価基準値1.2を上回ることを確認した。



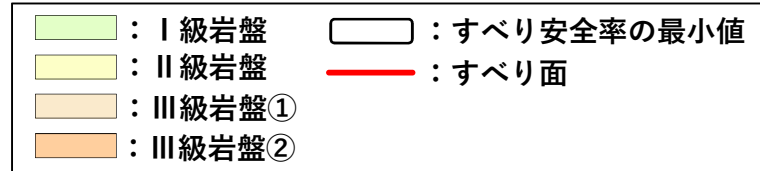
	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
1	 簡便法によるすべり面	Ss-3-3 (+, -)	3.3 [10.11]
2	 せん断強度が相対的に低い岩盤を通るすべり面 (簡便法によるすべり面)	Ss-3-3 (+, +)	3.1 [10.11]
3	 せん断強度が相対的に低い岩盤を通るすべり面 (パラメトリックに想定したすべり面)	Ss-3-3 (+, +)	2.5 [10.11]

	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
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-3-3 (+, +)	3.1 [10.12]
5	 応力状態を考慮したすべり面	Ss-3-3 (+, +)	2.3 [10.11]

※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
 ※ 類似したすべり面形状については, 安全率が最も小さいものについて掲載。

すべり安全率 P-P'断面(乾式貯蔵建屋)

○ Ss-3-3に関する評価結果を示す。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)]
1	 簡便法によるすべり面	Ss-3-3 (+, -)	2.3 [10.12]
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-3-3 (+, -)	1.9 [10.12]
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-3-3 (+, -)	1.9 [10.12]

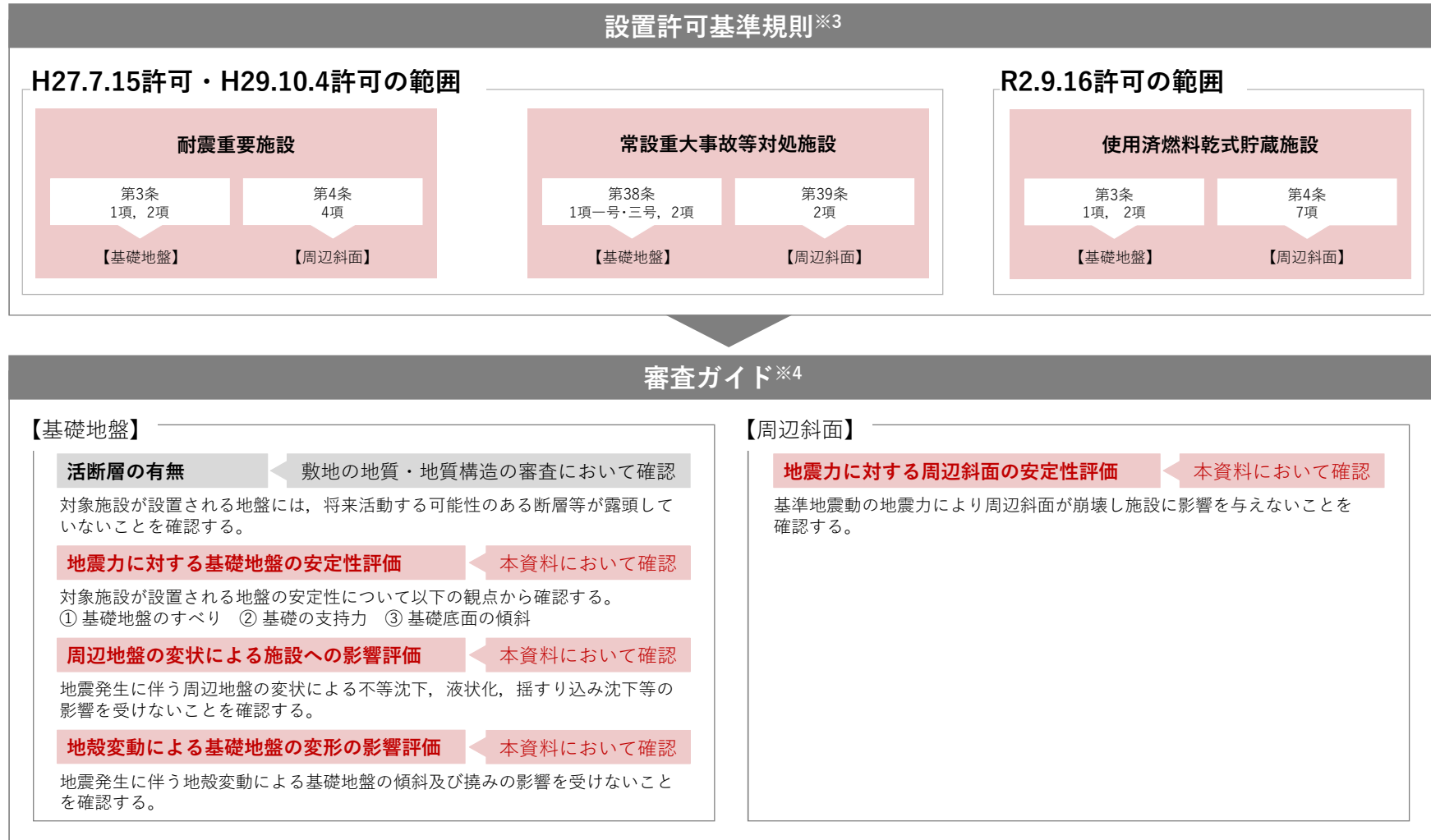
	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
4	 EL.+32m~EL.+84mに抜けるすべり面 (パラメトリックに想定したすべり面)	Ss-3-3 (+, -)	2.8 [10.12]
5	 応力状態を考慮したすべり面	Ss-3-3 (+, -)	1.6 [10.12]

※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
 ※ 類似したすべり面形状については, 安全率が最も小さいものについて掲載。

-
1. 評価方針
 2. 基準地震動の概要
 3. 解析用物性値
 4. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
 - 4.1 解析用要素分割図
 - 4.2 評価① 基礎地盤のすべり
 - 4.3 評価② 基礎の支持力
 - 4.4 評価③ 基礎底面の傾斜
 5. 地殻変動による影響評価
 6. 周辺斜面の安定性評価
 - 6.1 解析用要素分割図
 - 6.2 評価結果
 7. まとめ

7. まとめ
まとめ

- 耐震重要施設・常設重大事故等対処施設^{※1}・使用済燃料乾式貯蔵施設^{※2}の基礎地盤及び周辺斜面の**Ss-3-3：震源を特定せず策定する地震動(標準応答スペクトル)**に対する安定性評価について、設置許可基準規則^{※3}第3条・第4条・第38条・第39条に適合していることを審査ガイド^{※4}に準拠し確認した。



※1 常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く）の総称
 ※2 兼用キャスクである使用済燃料乾式貯蔵容器を内包する使用済燃料乾式貯蔵建屋を対象
 ※3 実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（解釈含む）
 ※4 原子力発電所敷地内での輸送・貯蔵兼用乾式キャスクによる使用済燃料の貯蔵に関する審査ガイド、基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド

【別紙】

(1) 全ての基準地震動に関する基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価結果

全ての基準地震動に関する評価結果

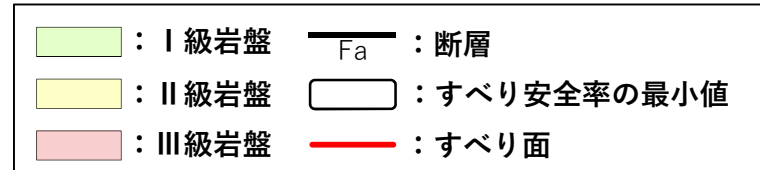
○ 全ての基準地震動に関する評価のうち、最厳の結果を下表に示す。詳細な結果については、次ページ以降に示す。

解析対象断面		最小すべり安全率	最大接地圧	地震動による最大傾斜
基礎 地盤	X-X'断面 (原子炉建屋)	1.8 Ss-1(-,-)	2.15 Ss-1(-,+)	1/29,000 Ss-1(+,+)
	A-A'断面 (緊急時対策所)	2.1 Ss-1(+,+)	0.23 Ss-3-3(+,+)	1/54,000 Ss-1(-,+)
	D-D'断面 (重油タンク)	2.0 Ss-1(+,-)	0.24 Ss-1(-,-)	1/35,000 Ss-1(-,+)
	N-N'断面 (乾式貯蔵建屋)	3.4 Ss-1(-,-)	0.48 Ss-3-3(+,-)	1/67,000 Ss-1(+,+)
	O-O'断面 (乾式貯蔵建屋)	2.8 Ss-1(+,-)	0.53 Ss-3-2EW(+,+)	1/38,000 Ss-1(-,+)
	P-P'断面 (乾式貯蔵建屋)	2.8 Ss-3-1(-,+)	0.53 Ss-3-2EW(+,+)	1/50,000 Ss-1(+,+)
周辺 斜面	X-X'断面 (原子炉建屋)	1.3 Ss-1(+,-)	/	/
	C-C'断面 (海水ピット)	2.3 Ss-1(-,-)		
	O-O'断面 (乾式貯蔵建屋)	2.0 Ss-1(+,-)		
	P-P'断面 (乾式貯蔵建屋)	1.6 Ss-3-3(+,-)		

(1) 全ての基準地震動に関する基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価結果

すべり安全率 X-X'断面(原子炉建屋 基礎地盤)

○ 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)]
1	 基礎底面のすべり面	Ss-1 (+, -)	3.6 [43.73]
2	 断層(軟質含)沿いのすべり面 (モビライズド面を考慮したすべり面)	Ss-1 (-, -)	1.8 〈2.1〉 [43.73] 〔強度-1σの場合: 1.8〕
3	 断層(軟質含)沿いのすべり面 (タービン建屋を含まない)	Ss-3-1 (+, +)	1.9 [7.44]

	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
4	 断層(軟質含)沿いのすべり面 (タービン建屋を含む)	Ss-1 (+, -)	2.6 [35.30]
5	 断層(軟質含)及び断層(軟質無)沿いのすべり面	Ss-1 (-, -)	2.5 [43.73]

※ 基準地震動の(+, +)は位相反転なし, (-, +)は水平反転, (+, -)は鉛直反転, (-, -)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

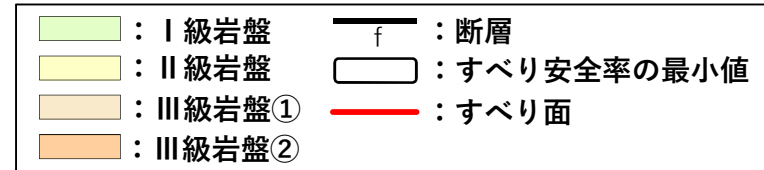
※ 類似したすべり面形状については, 安全率が最も小さいものについて掲載。

※ 〈 〉内の数値は, 「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド」(原子力規制委員会, 2013)に基づき実施した静的非線形解析による最小すべり安全率。

(1) 全ての基準地震動に関する基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価結果

すべり安全率 A-A'断面(緊急時対策所 基礎地盤)

○ 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)]
1	<p>緊急時対策所</p> <p>基礎底面のすべり面</p>	Ss-1 (+, -)	16.9 [43.72]
2	<p>簡便法によるすべり面</p>	Ss-1 (+, +)	2.7 [43.73]
3	<p>モビライズド面及び要素安全率が低い領域を考慮したすべり面 (断層~岩盤)</p>	Ss-1 (+, -)	3.0 [43.73]

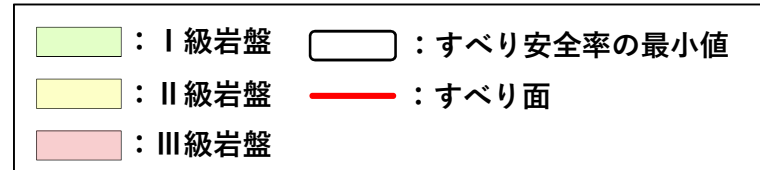
	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
4	<p>モビライズド面及び要素安全率が低い領域を考慮したすべり面 (断層~断層)</p>	Ss-1 (+, +)	2.1 [43.73]
5	<p>モビライズド面及び要素安全率が低い領域を考慮したすべり面 (岩盤~断層)</p>	Ss-1 (+, +)	3.5 [43.73]
6	<p>モビライズド面を考慮したすべり面 (岩盤)</p>	Ss-1 (+, -)	2.6 [43.73]

※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
 ※ 類似したすべり面形状については, 安全率が最も小さいものについて掲載。

(1) 全ての基準地震動に関する基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価結果

すべり安全率 D-D'断面(重油タンク 基礎地盤)

○ 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)]
1	<p>基礎底面のすべり面</p>	Ss-1 (-, -)	8.1 [43.75]
2	<p>簡便法によるすべり面</p>	Ss-1 (+, -)	2.0 [43.74]
3	<p>要素安全率が低い領域を考慮したすべり面</p>	Ss-1 (+, -)	2.2 [43.75]

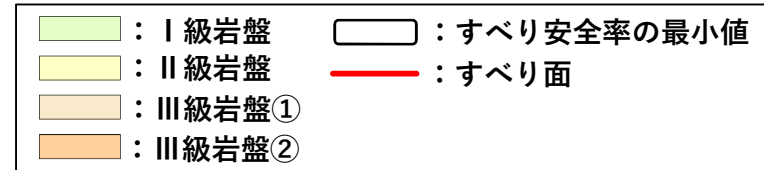
	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
4	<p>要素安全率が低い領域を考慮したすべり面</p>	Ss-3-2 EW (+, +)	2.7 [25.94]
5	<p>モビライズド面を考慮したすべり面</p>	Ss-3-1 (-, +)	2.3 [7.50]
6	<p>モビライズド面を考慮したすべり面</p>	Ss-3-3 (-, +)	3.4 [10.12]

※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
 ※ 類似したすべり面形状については, 安全率が最も小さいものについて掲載。

(1) 全ての基準地震動に関する基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価結果

すべり安全率 N-N'断面(乾式貯蔵建屋 基礎地盤)

○ 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)]
1	<p>基礎底面のすべり面</p>	Ss-1 (-, -)	5.0 [43.72]
2	<p>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)</p>	Ss-1 (-, +)	3.9 [43.72]
3	<p>広範囲なすべり面 (パラメトリックに想定したすべり面)</p>	Ss-1 (-, -)	3.4 [43.72]

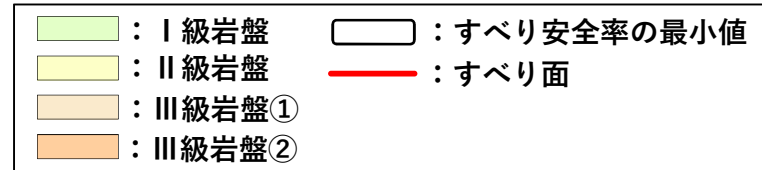
	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
4	<p>簡便法によるすべり面</p>	Ss-1 (-, +)	3.8 [43.72]
5	<p>建屋下部を通る浅いすべり面 (応力状態を考慮したすべり面)</p>	Ss-1 (-, -)	4.3 [43.72]
6	<p>広範囲なすべり面 (応力状態を考慮したすべり面)</p>	Ss-1 (-, -)	3.7 [43.72]

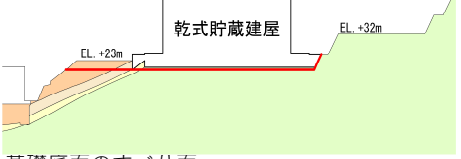
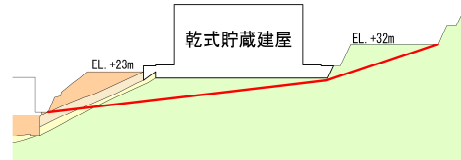
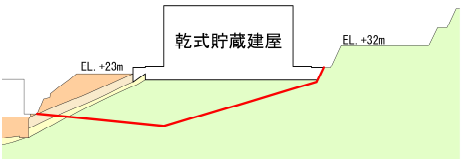
※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
 ※ 類似したすべり面形状については, 安全率が最も小さいものについて掲載。

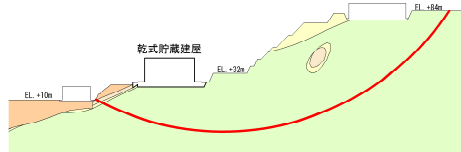
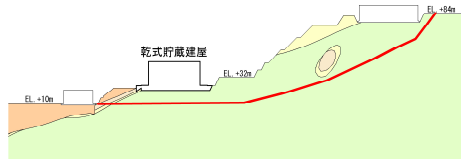
(1) 全ての基準地震動に関する基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価結果

すべり安全率 O-O'断面(乾式貯蔵建屋 基礎地盤)

○ 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)]
1	 基礎底面のすべり面	Ss-1 (-, +)	6.3 [23.19]
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 (+, -)	3.8 [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 (+, -)	4.2 [43.72]

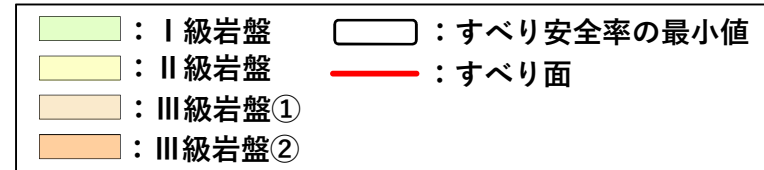
	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
4	 簡便法によるすべり面	Ss-3-1 (-, +)	2.8 (2.85) [7.50]
5	 応力状態を考慮したすべり面	Ss-1 (+, -)	2.8 (2.82) [43.74]

※ 基準地震動の(+, +)は位相反転なし, (-, +)は水平反転, (+, -)は鉛直反転, (-, -)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
 ※ 類似したすべり面形状については, 安全率が最も小さいものについて掲載。

(1) 全ての基準地震動に関する基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価結果

すべり安全率 P-P'断面(乾式貯蔵建屋 基礎地盤)

○ 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)]
1	 基礎底面のすべり面	Ss-1 (-, -)	5.4 [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 (+, -)	4.8 [43.71]
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]

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

※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
 ※ 類似したすべり面形状については, 安全率が最も小さいものについて掲載。

(1) 全ての基準地震動に関する基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価結果

基礎地盤の支持力

○ 最大接地圧は、評価基準値(7.84N/mm²)を下回っていることから、基礎地盤は十分な支持力を有している。

評価断面	基準地震動	最大接地圧 (N/mm ²) [発生時刻(秒)]	評価基準値 (N/mm ²)
X-X'断面 (原子炉建屋)	Ss-1(-,+)	2.15 [43.74]	7.84
A-A'断面 (緊急時対策所)	Ss-3-3(+,+)	0.23 [12.36]	
D-D'断面 (重油タンク)	Ss-1(-,-)	0.24 [33.74]	
N-N'断面 (乾式貯蔵建屋)	Ss-3-3(+,-)	0.48 [10.11]	
O-O'断面 (乾式貯蔵建屋)	Ss-3-2EW(+,+)	0.53 [25.67]	
P-P'断面 (乾式貯蔵建屋)	Ss-3-2EW(+,+)	0.53 [25.67]	

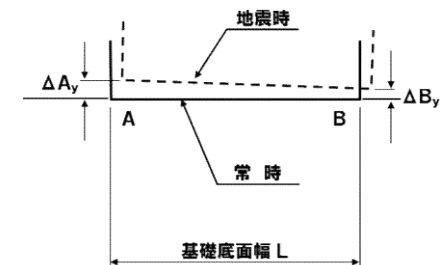
※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

(1) 全ての基準地震動に関する基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価結果

基礎底面の傾斜

- 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。

評価断面	基準地震動	最大相対変位 $ \Delta A_y - \Delta B_y $ [発生時刻(秒)]	最大傾斜 $\frac{ \Delta A_y - \Delta B_y }{L}$
X-X'断面 (原子炉建屋)	Ss-1(+,+)	0.25cm [51.74]	1/29,000 (L=76.4m)
A-A'断面 (緊急時対策所)	Ss-1(-,+)	0.03cm [43.75]	1/54,000 (L=16.3m)
D-D'断面 (重油タンク)	Ss-1(-,+)	0.14cm [51.72]	1/35,000 (L=50.2m)
N-N'断面 (乾式貯蔵建屋)	Ss-1(+,+)	0.09cm [51.68]	1/67,000 (L=59.0m)
O-O'断面 (乾式貯蔵建屋)	Ss-1(-,+)	0.14cm [51.75]	1/38,000 (L=54.0m)
P-P'断面 (乾式貯蔵建屋)	Ss-1(+,+)	0.11cm [51.71]	1/50,000 (L=54.0m)



※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

(1) 全ての基準地震動に関する基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価結果

地殻変動による影響評価

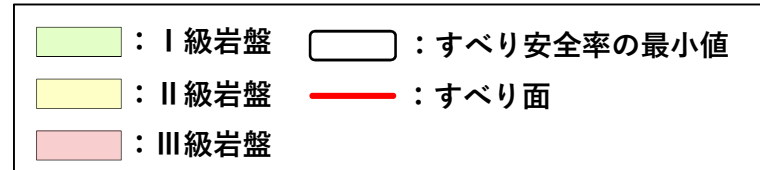
- 敷地内及び敷地近傍には震源として考慮する活断層が分布していないことから、顕著な地殻変動の影響を受けることはないが、敷地に比較的近く規模が大きい中央構造線断層帯の活動に伴い生じる地盤の傾斜について評価を実施する。
- 地殻変動量の算定にあたっては、安全側の評価となる津波波源モデルにより算出された地殻変動量を用いる。地殻変動量はMansinha,L. and Smylie,D.E.(1971)の手法を用いて算出する。
- 基礎底面に生じる傾斜は、評価基準値の目安1/2,000を下回っていることから、重要な機器・システムの安全機能に支障を与えるものではない。

<p>①地殻変動による最大傾斜</p> <p>令和元年7月5日審査会合資料より抜粋</p>	<p>②地震動による最大傾斜</p> <p>本資料P55より転記</p>	<p>③地殻変動及び地震動を考慮した最大傾斜</p> <p>① + ②</p>																								
	<table border="0"> <tr><td>X-X'断面</td><td>1/29,000</td></tr> <tr><td>A-A'断面</td><td>1/54,000</td></tr> <tr><td>D-D'断面</td><td>1/35,000</td></tr> <tr><td>N-N'断面</td><td>1/67,000</td></tr> <tr><td>O-O'断面</td><td>1/38,000</td></tr> <tr><td>P-P'断面</td><td>1/50,000</td></tr> </table>	X-X'断面	1/29,000	A-A'断面	1/54,000	D-D'断面	1/35,000	N-N'断面	1/67,000	O-O'断面	1/38,000	P-P'断面	1/50,000	<table border="0"> <tr><td>X-X'断面</td><td>1/19,000</td></tr> <tr><td>A-A'断面</td><td>1/20,000</td></tr> <tr><td>D-D'断面</td><td>1/17,000</td></tr> <tr><td>N-N'断面</td><td>1/20,000</td></tr> <tr><td>O-O'断面</td><td>1/19,000</td></tr> <tr><td>P-P'断面</td><td>1/20,000</td></tr> </table>	X-X'断面	1/19,000	A-A'断面	1/20,000	D-D'断面	1/17,000	N-N'断面	1/20,000	O-O'断面	1/19,000	P-P'断面	1/20,000
X-X'断面	1/29,000																									
A-A'断面	1/54,000																									
D-D'断面	1/35,000																									
N-N'断面	1/67,000																									
O-O'断面	1/38,000																									
P-P'断面	1/50,000																									
X-X'断面	1/19,000																									
A-A'断面	1/20,000																									
D-D'断面	1/17,000																									
N-N'断面	1/20,000																									
O-O'断面	1/19,000																									
P-P'断面	1/20,000																									

(1) 全ての基準地震動に関する基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価結果

すべり安全率 X-X'断面(原子炉建屋 周辺斜面)

○ 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)]
1	 モビライズド面を考慮したすべり面	Ss-1 (+, -)	4.0 [55.63]
2	 モビライズド面を考慮したすべり面	Ss-1 (+, -)	2.1 [43.74]
3	 要素安全率が低い領域を考慮したすべり面	Ss-1 (+, -)	1.3 〈1.3〉 [43.75] <small>(強度-1σの場合: 1.3)</small>

	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
4	 簡便法によるすべり面	Ss-3-1 (-, +)	1.7 [7.50]
5	 簡便法によるすべり面	Ss-3-1 (-, +)	1.7 [7.50]

※ 基準地震動の(+, +)は位相反転なし, (-, +)は水平反転, (+, -)は鉛直反転, (-, -)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

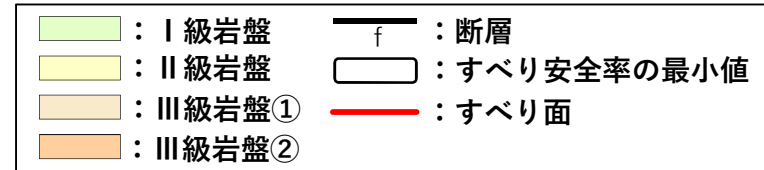
※ 類似したすべり面形状については, 安全率が最も小さいものについて掲載。

※ 〈 〉内の数値は, 「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド」(原子力規制委員会, 2013)に基づき実施した静的非線形解析による最小すべり安全率。

(1) 全ての基準地震動に関する基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価結果

すべり安全率 C-C'断面(海水ピット 周辺斜面)

○ 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)]
1	 簡便法によるすべり面	Ss-1 (-, -)	2.6 [43.73]
2	 法肩部のすべり面	Ss-1 (-, -)	3.1 [43.73]
3	 断層沿いのすべり面	Ss-1 (-, -)	4.6 [43.73]

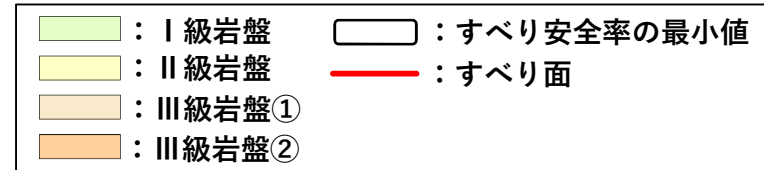
	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
4	 要素安全率が低い領域を考慮したすべり面	Ss-1 (-, -)	2.6 [43.73]
5	 モビライズド面を考慮したすべり面	Ss-1 (-, -)	2.3 [43.73]

※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
 ※ 類似したすべり面形状については, 安全率が最も小さいものについて掲載。

(1) 全ての基準地震動に関する基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価結果

すべり安全率 O-O'断面(乾式貯蔵建屋 周辺斜面)

○ 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)]
1	<p>簡便法によるすべり面</p>	Ss-1 (+, +)	3.0 [43.74]
2	<p>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)</p>	Ss-1 (+, -)	2.3 [43.75]
3	<p>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)</p>	Ss-1 (+, -)	2.0 [43.75]

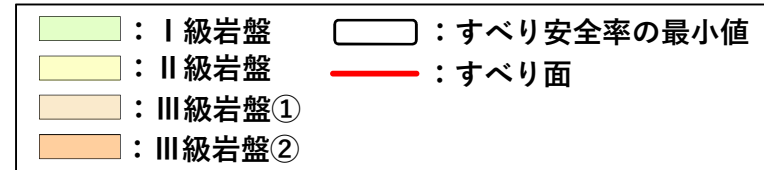
	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
4	<p>EL.+32m~EL.+84mに抜けるすべり面 (パラメトリックに想定したすべり面)</p>	Ss-1 (+, -)	2.5 [43.75]
5	<p>応力状態を考慮したすべり面</p>	Ss-3-3 (+, +)	2.3 [10.11]

※ 基準地震動の(+, +)は位相反転なし, (-, +)は水平反転, (+, -)は鉛直反転, (-, -)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
 ※ 類似したすべり面形状については, 安全率が最も小さいものについて掲載。

(1) 全ての基準地震動に関する基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価結果

すべり安全率 P-P'断面(乾式貯蔵建屋 周辺斜面)

○ 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)]
1	<p>簡便法によるすべり面</p>	Ss-1 (+,+)	2.0 [43.74]
2	<p>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)</p>	Ss-3-2 EW (-,+)	1.7 [25.39]
3	<p>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)</p>	Ss-3-3 (+,-)	1.9 [10.12]

	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
4	<p>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)</p>	Ss-1 (+,+)	2.3 [43.74]
5	<p>応力状態を考慮したすべり面</p>	Ss-3-3 (+,-)	1.6 [10.12]

※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※ 類似したすべり面形状については, 安全率が最も小さいものについて掲載。

【参考資料】

- ① 岩盤分類の考え方
- ② 強度のばらつきに関する検討
- ③ すべり面設定の考え方
- ④ 要素ごとの局所安全係数(Ss-3-3)

解析用岩盤分類について

○令和元年7月5日審査会合資料を再掲する。

令和元年7月5日審査会合資料を再掲

2019年4月19日
審査会合資料再掲

3. 解析用物性値

解析用岩盤分類について

○解析用岩盤分類を実施するにあたってはまず、電中研方式の分類法を基本的な考え方とし、これを参考に地質調査結果に基づきCH級、CM級、CL級及びD級岩盤の4段階に岩盤分類を行った。

<参考資料> p6 7 参照 (①岩盤分類の考え方)

○同一の岩盤分類においても、風化の程度、割れ目の状態等によって強度特性、変形特性及び動的特性に幅があることから、工学的分類として以下のとおり解析用岩盤分類に整理した。



※1 工学的観点から動的特性に応じて分類(①Vs=2.7km/s ②Vs=2.3km/s ③Vs=1.7km/s)

※2 III 級：表土の物性を適用

※3 III 級①,②：評価対象の基礎地盤・斜面に対して、地震時安定性に直接影響する範囲にCL級岩盤並びにD級岩盤及び表土等が分布する場合は、より精緻な物性値として各々CL級岩盤の物性並びに非線形性を考慮した表土の物性を適用

【参考資料】

- ① 岩盤分類の考え方
- ② 強度のばらつきに関する検討
- ③ すべり面設定の考え方
- ④ 要素ごとの局所安全係数(Ss-3-3)

地盤物性のばらつきについて

○令和元年7月5日審査会合資料を再掲する。

令和元年7月5日審査会合資料を再掲

3. 解析用物性値

地盤物性のばらつきについて

2019年4月19日
審査会合資料再掲

原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 - 2 0 0 8 (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、<参考資料>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確認している。

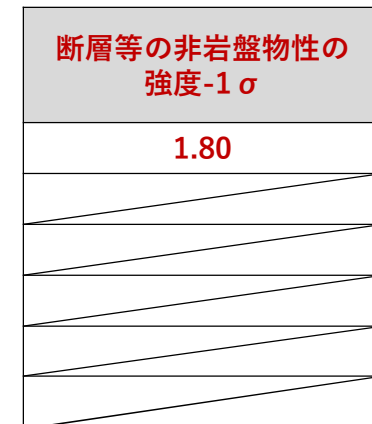
<参考資料> p70 参照 (②強度のばらつきに関する検討)

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】

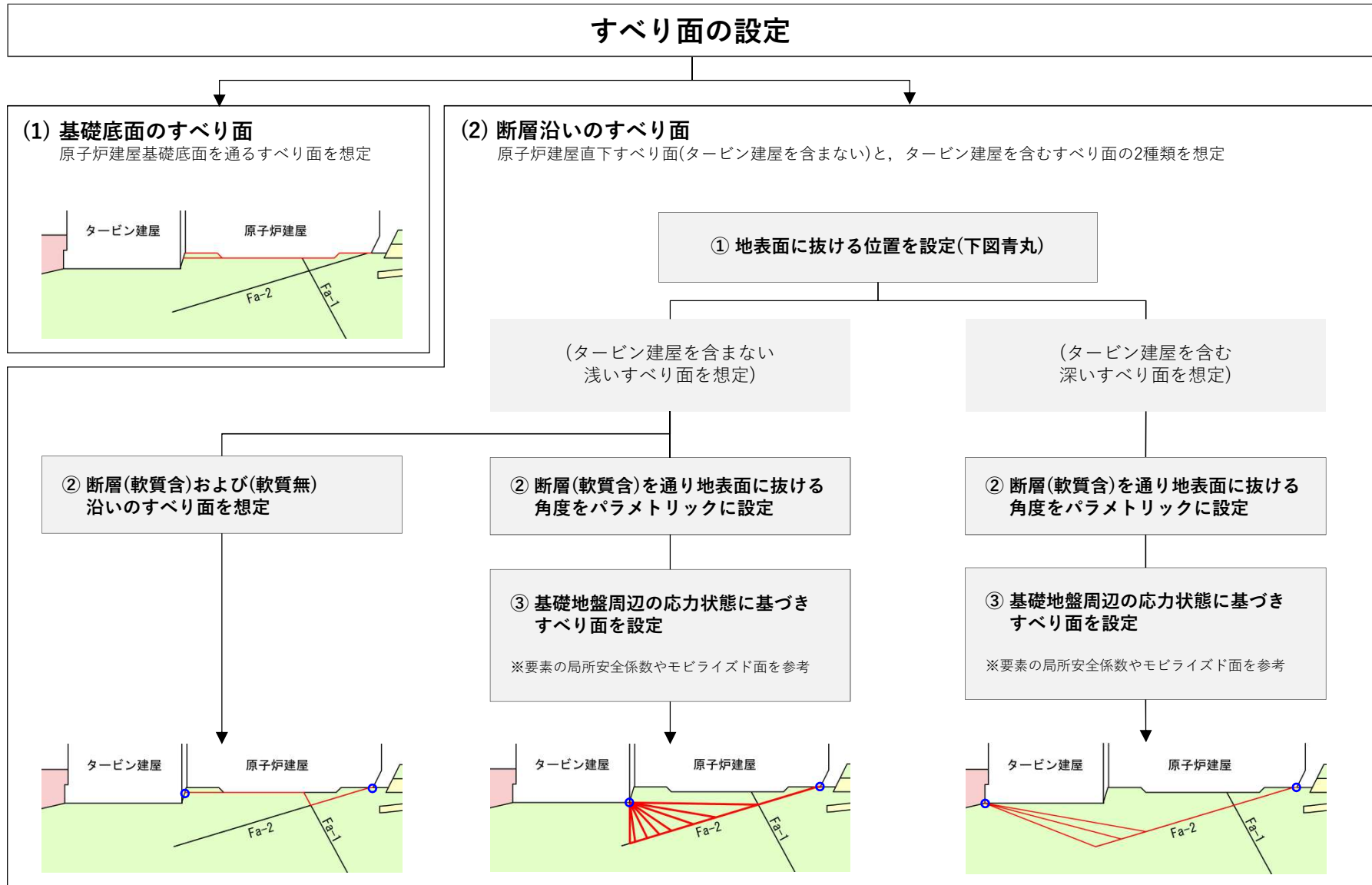
	基準地震動	最小すべり安全率
原子炉建屋(X-X'断面)	Ss-1(+,-)	1.375 <small>最小安全率</small>
海水ピット(C-C'断面)	Ss-1(-,-)	2.3
乾式貯蔵建屋(O-O'断面)	Ss-1(+,-)	2.0
乾式貯蔵建屋(P-P'断面)	Ss-3-3(+,-)	1.6



【参考資料】

- ① 岩盤分類の考え方
- ② 強度のばらつきに関する検討
- ③ すべり面設定の考え方
- ④ 要素ごとの局所安全係数(Ss-3-3)

～原子炉建屋基礎地盤を例に概説～



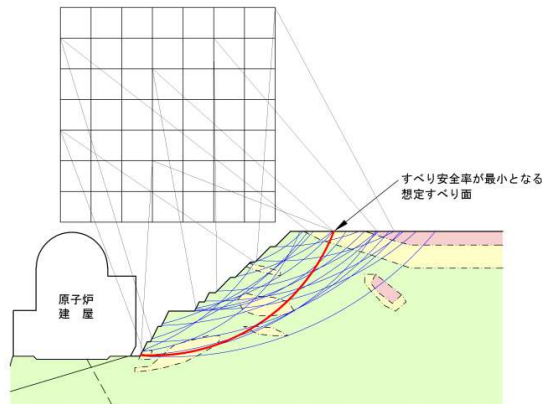
Fa-1: 断層(軟質無), Fa-2: 断層(軟質含)

～原子炉建屋周辺斜面を例に概説～

すべり面の設定

(1) 簡便法によるすべり面

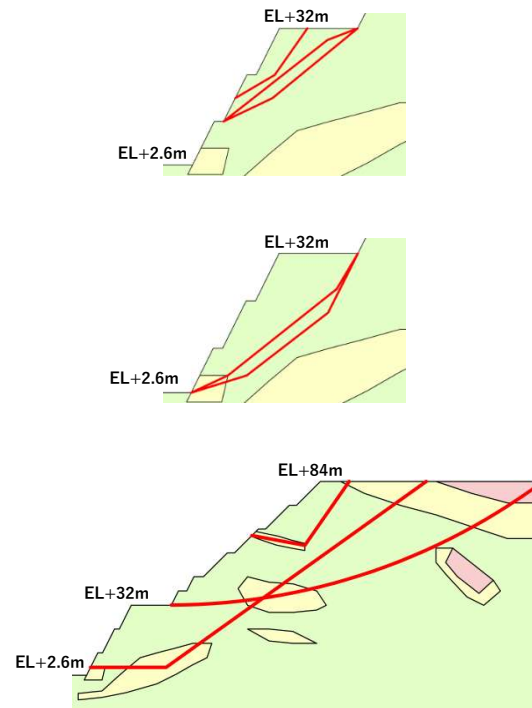
- ・ すべり面の形状を円弧と仮定し、中心と半径を変化させ、すべり安全率が最小となるすべり面を抽出する。
- ・ 作用させる地震力は $K_H=0.3$, $K_V=0.15$ ※



※ JEAG 4601-2008

(2) 安全審査時の検討結果を参考に設定したすべり面

- ・ 安全審査時の検討(簡便法, 静的FEM解析)に基づき, すべり面を設定する。



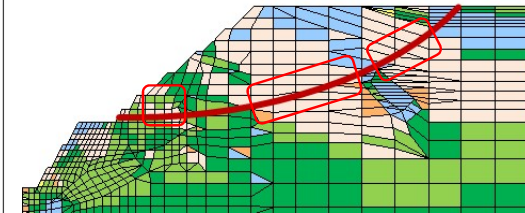
(3) 応力状態を考慮したすべり面

- ・ (1),(2)で設定したすべり面について地震時安定性検討を行い, 得られた要素の応力状態に基づいて, すべり面を設定する。

要素の安全率が低い領域を考慮

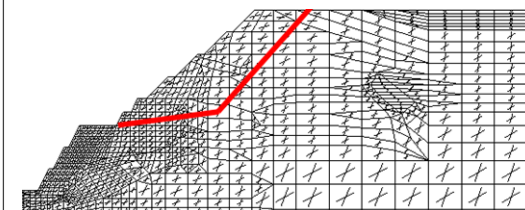
引張応力が発生した要素, せん断強度に達した要素を通過するようにすべり面を設定

- : 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



モビライズド面を考慮

モビライズド面を連ねるようにすべり面を設定

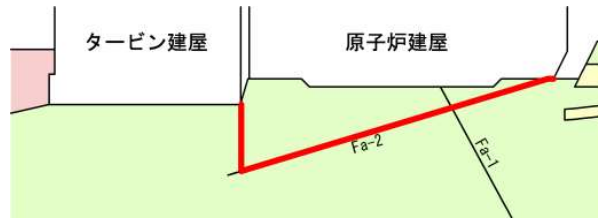


【参考資料】

- ① 岩盤分類の考え方
- ② 強度のばらつきに関する検討
- ③ すべり面設定の考え方
- ④ 要素ごとの局所安全係数(Ss-3-3)

X-X'断面(原子炉建屋 基礎地盤)

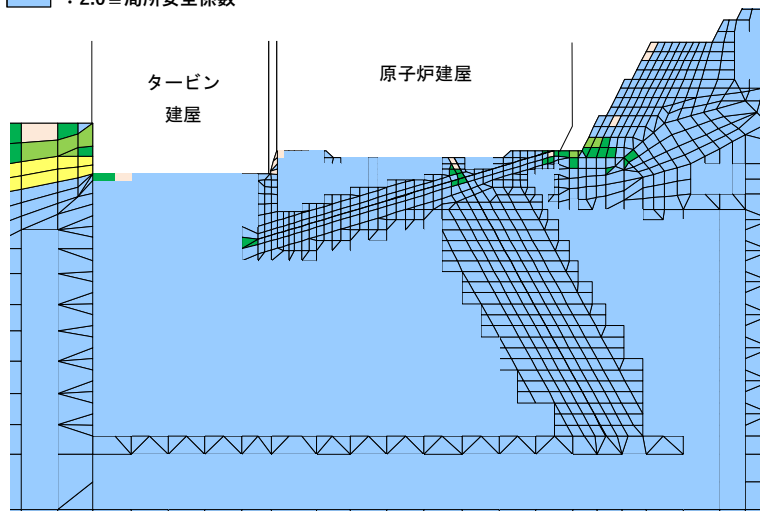
基準地震動：Ss-3-3(-,+), 時刻：10.09秒, すべり安全率：2.0



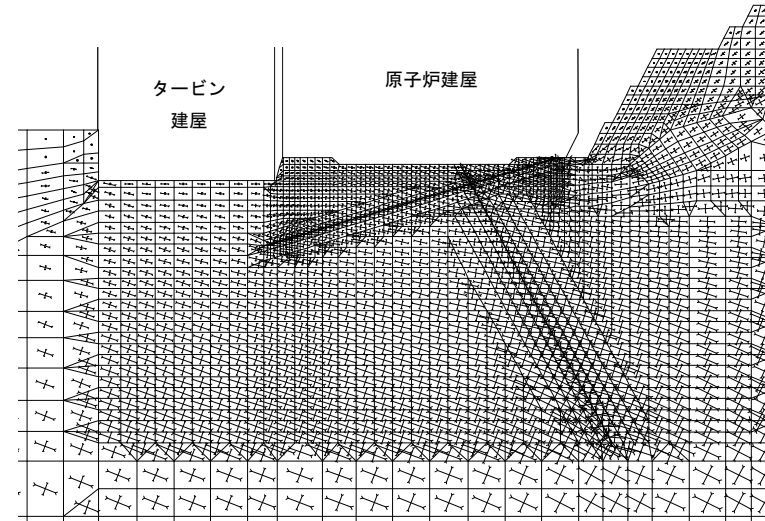
すべり面

凡例

- : 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

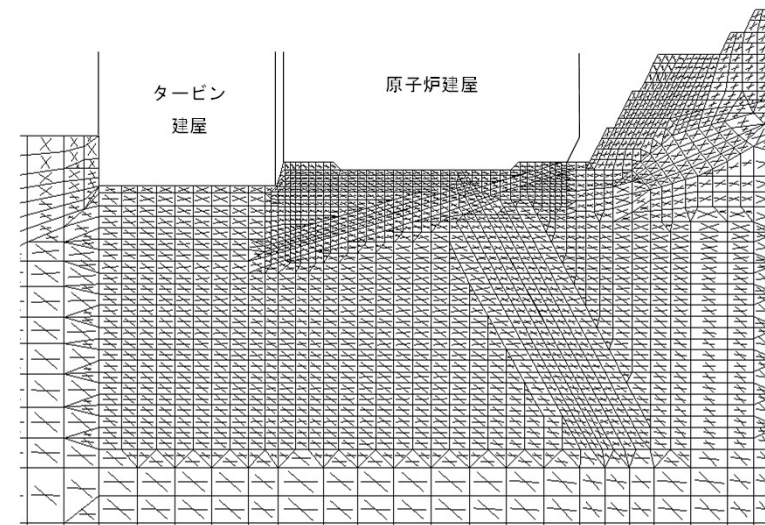


局所安全係数図



主応力図

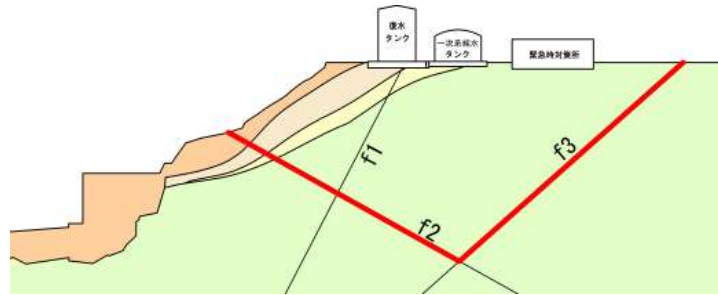
凡例 主応力 \rightarrow
5,000 kN/m²



モビライズド面

A-A'断面(緊急時対策所 基礎地盤)

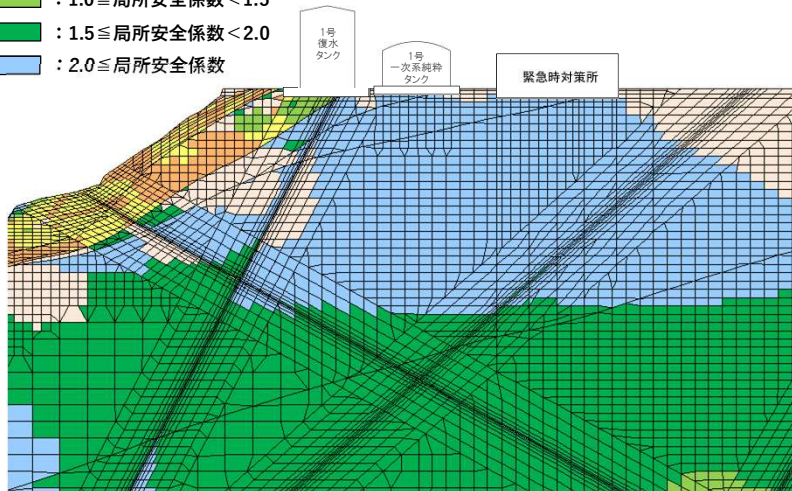
基準地震動：Ss-3-3(+,+), 時刻：10.10秒, すべり安全率：2.4



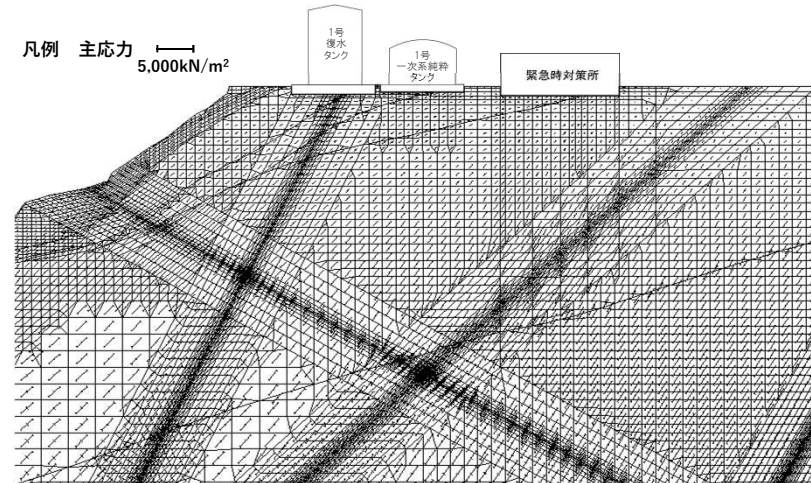
すべり面

凡例

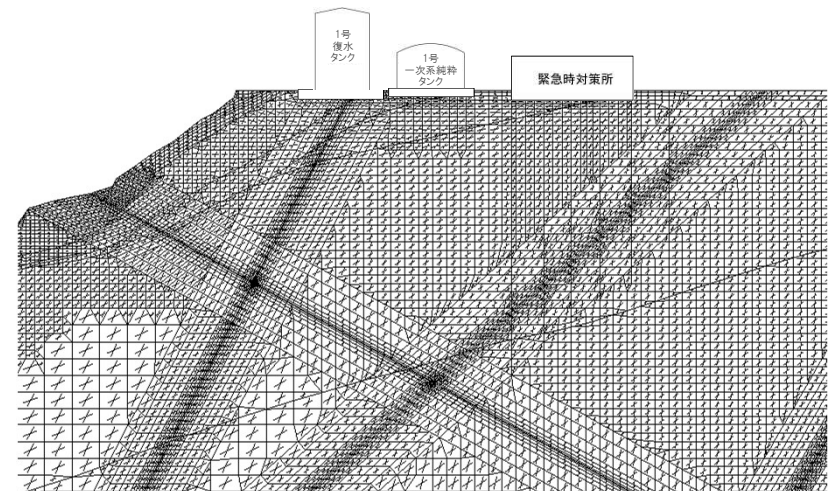
- : 引張応力が発生した要素
- : せん断強度に達した要素
- : 引張応力が発生し、かつ、せん断強度に達した要素
- : $1.0 \leq$ 局所安全係数 < 1.5
- : $1.5 \leq$ 局所安全係数 < 2.0
- : $2.0 \leq$ 局所安全係数



局所安全係数図



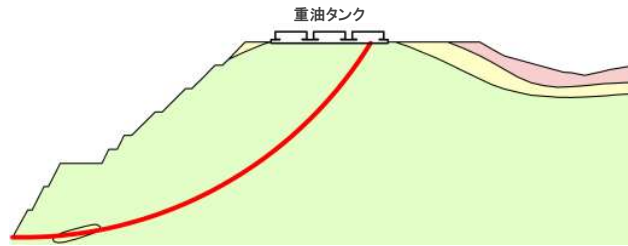
主応力図



モビライズド面

D-D'断面(重油タンク 基礎地盤)

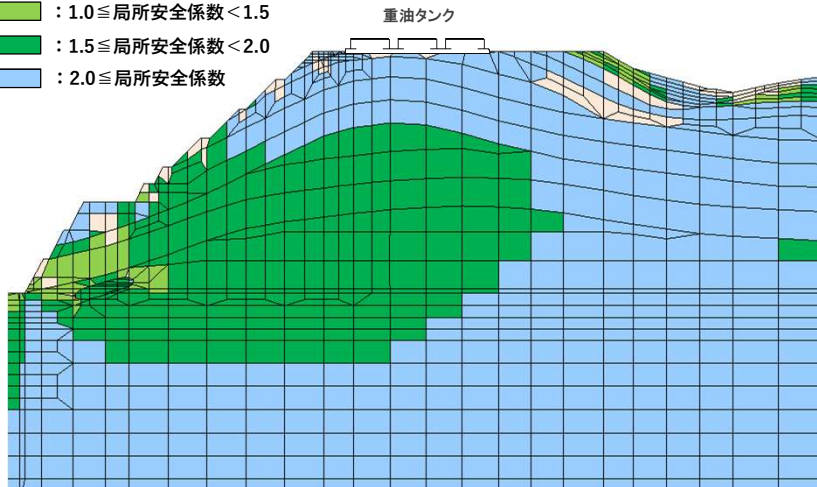
基準地震動：Ss-3-3(+,-)，時刻：10.11秒，すべり安全率：2.5



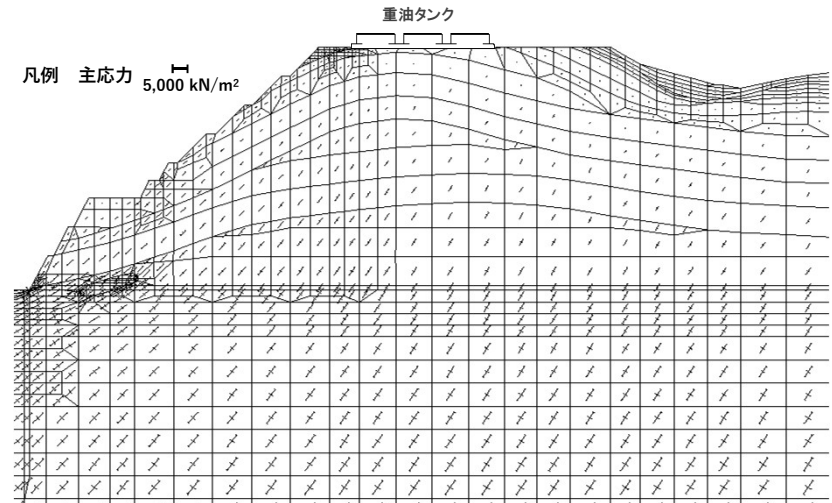
すべり面

凡例

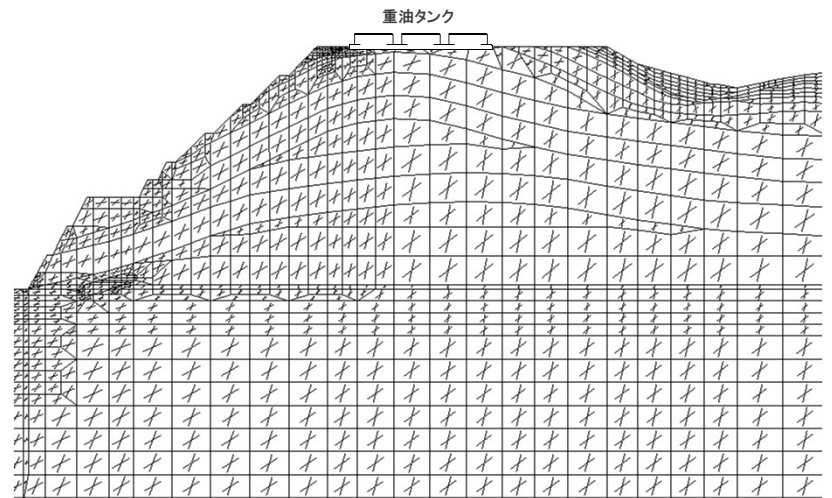
- : 引張応力が発生した要素
- : せん断強度に達した要素
- : 引張応力が発生し、かつ、せん断強度に達した要素
- : $1.0 \leq$ 局所安全係数 < 1.5
- : $1.5 \leq$ 局所安全係数 < 2.0
- : $2.0 \leq$ 局所安全係数



局所安全係数図



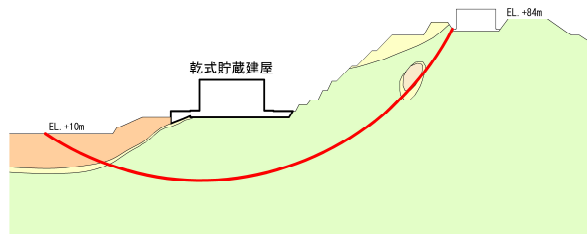
主応力図



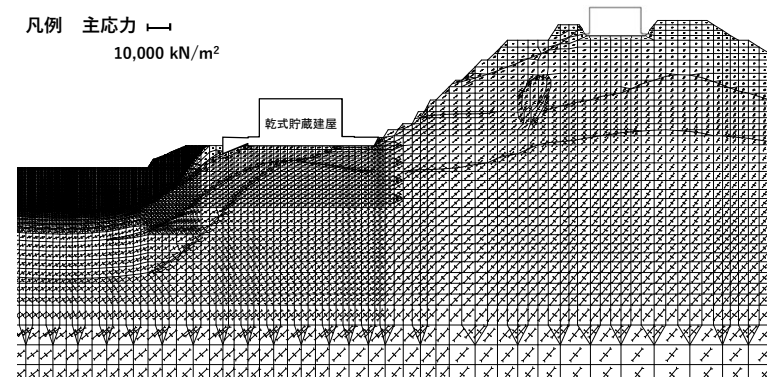
モビライズド面

P-P'断面(乾式貯蔵建屋 基礎地盤)

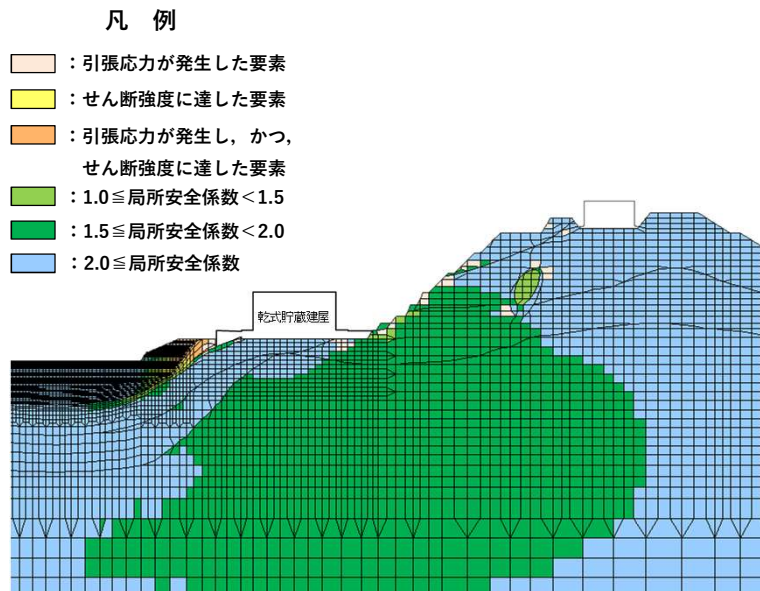
基準地震動：Ss-3-3(+,+), 時刻：10.10秒, すべり安全率：3.1



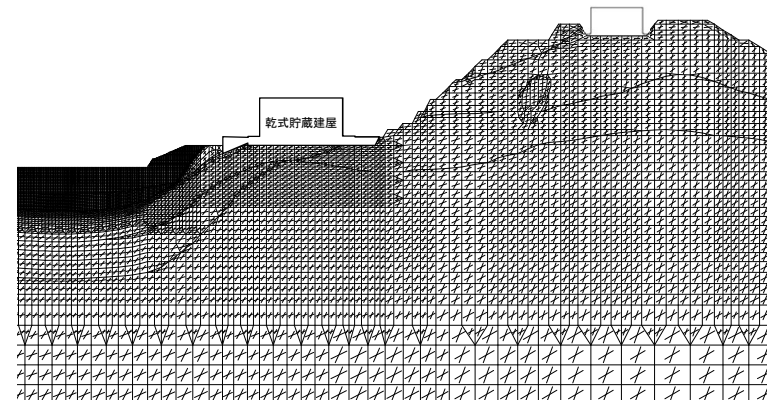
すべり面



主応力図



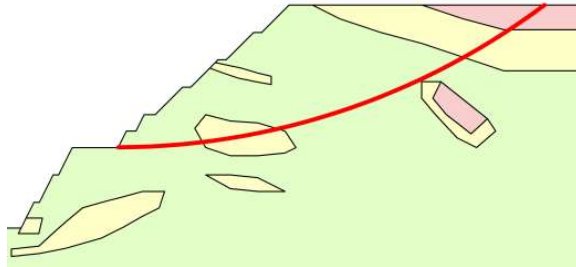
局所安全係数図



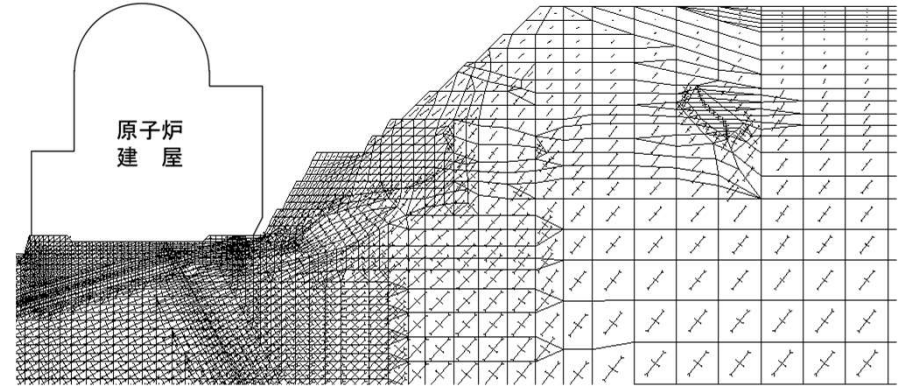
モビライズド面

X-X'断面(原子炉建屋 周辺斜面)

基準地震動：Ss-3-3(+,-)，時刻：10.13秒，すべり安全率：1.8









すべり面

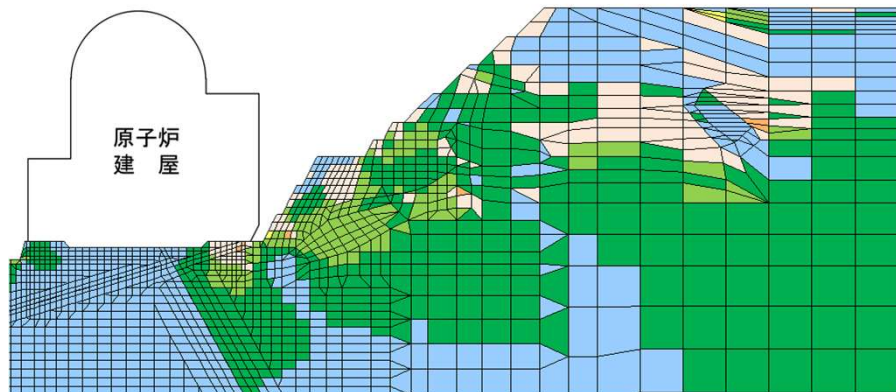


主応力図

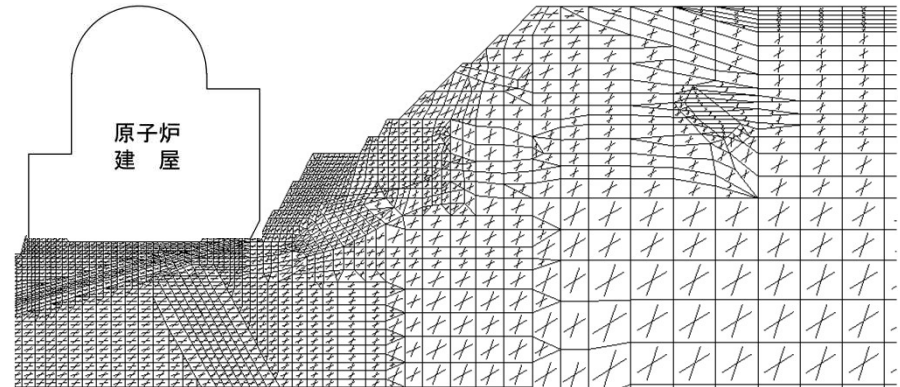
凡例 主応力 5,000 kN/m²

凡例

-  : 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



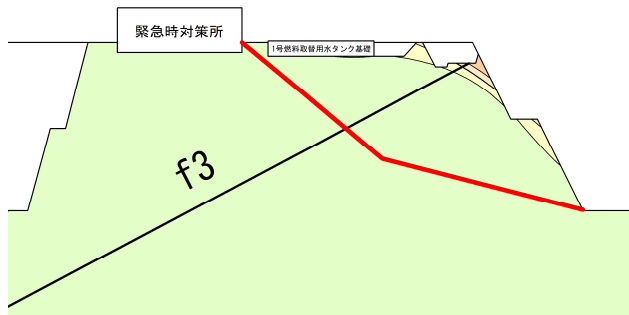
局所安全係数図



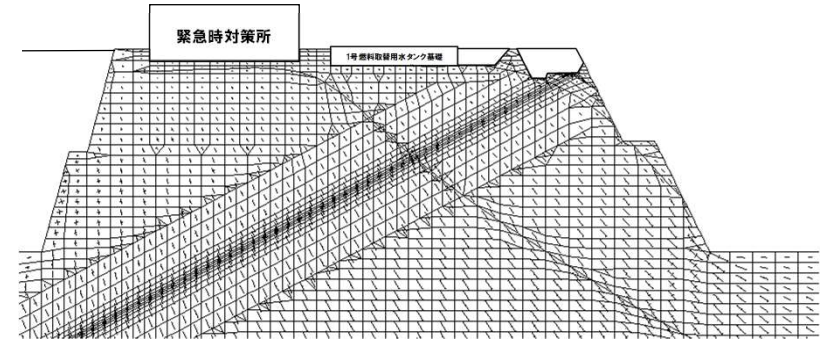
モビライズド面

C-C'断面(海水ピット 周辺斜面)

基準地震動：Ss-3-3(-,+), 時刻：10.10秒, すべり安全率：3.1



すべり面

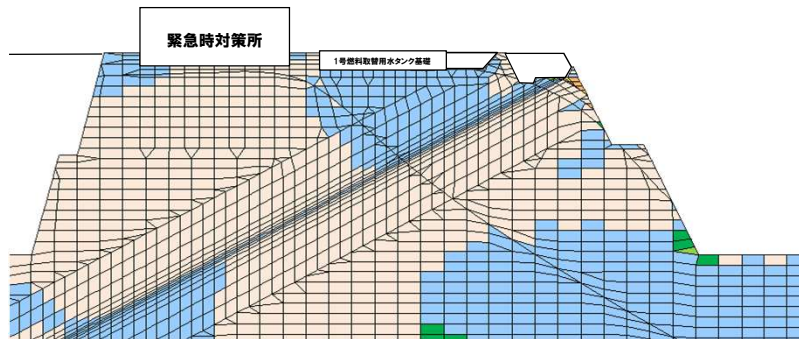


主応力図

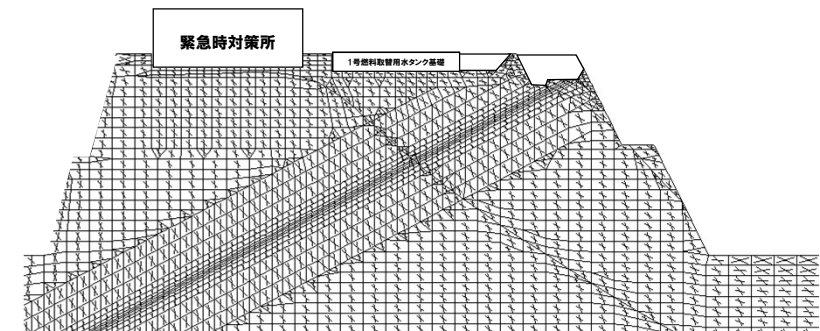
凡例 主応力 \rightarrow
5,000 kN/m²

凡例

- : 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



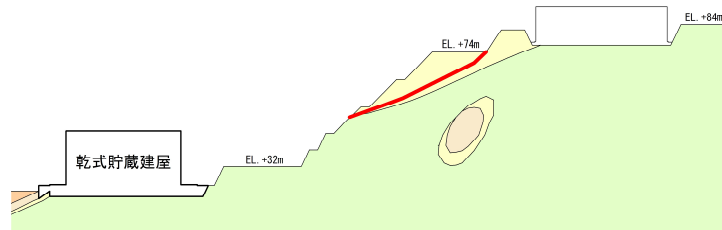
局所安全係数図



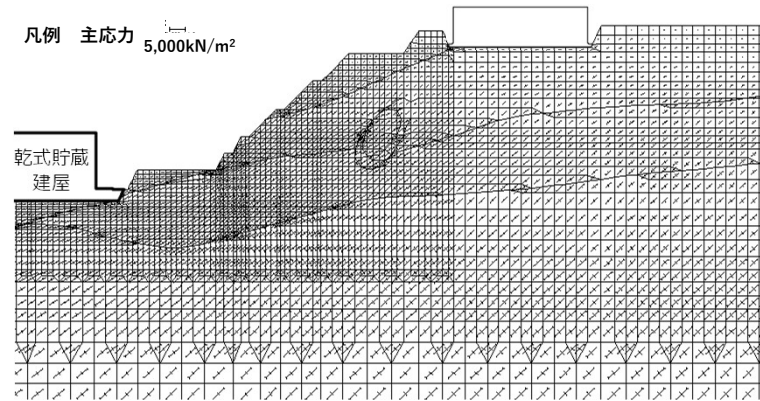
モビライズド面

O-O'断面(乾式貯蔵建屋 周辺斜面)

基準地震動：Ss-3-3(+,+), 時刻：10.11秒, すべり安全率：2.3



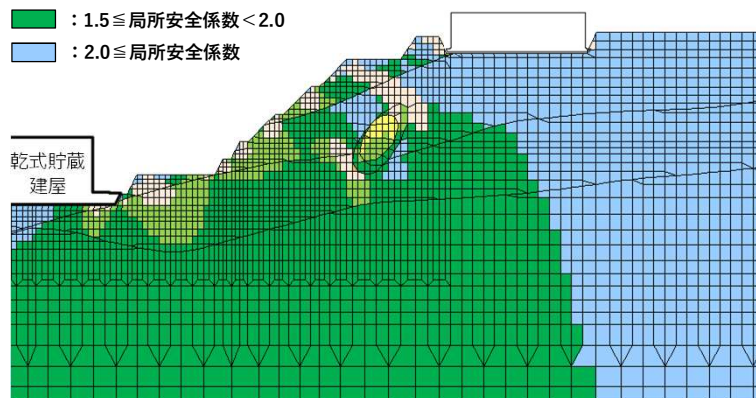
すべり面



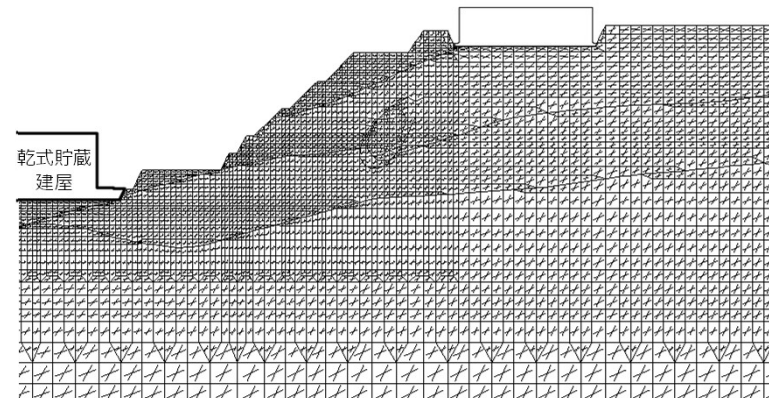
主応力図

凡例

- : 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



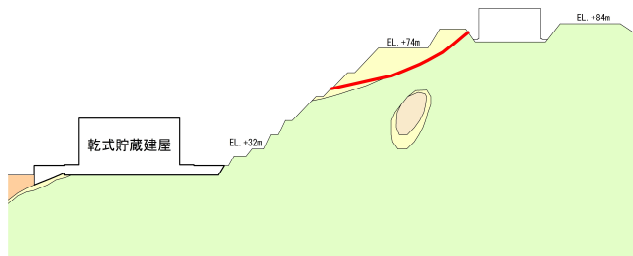
局所安全係数図



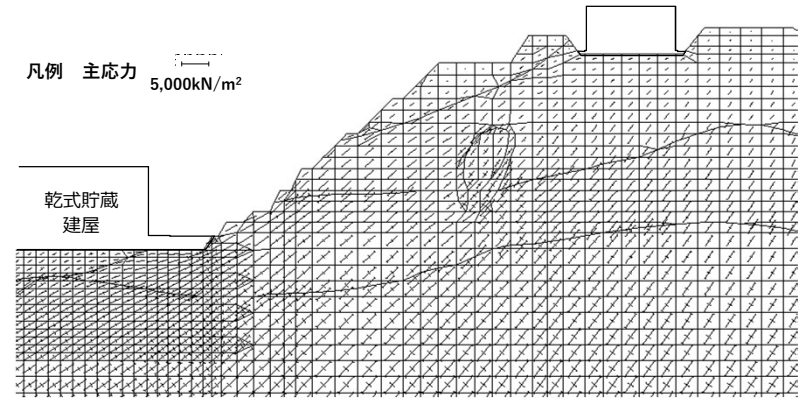
モビライズド面

P-P'断面(乾式貯蔵建屋 周辺斜面)

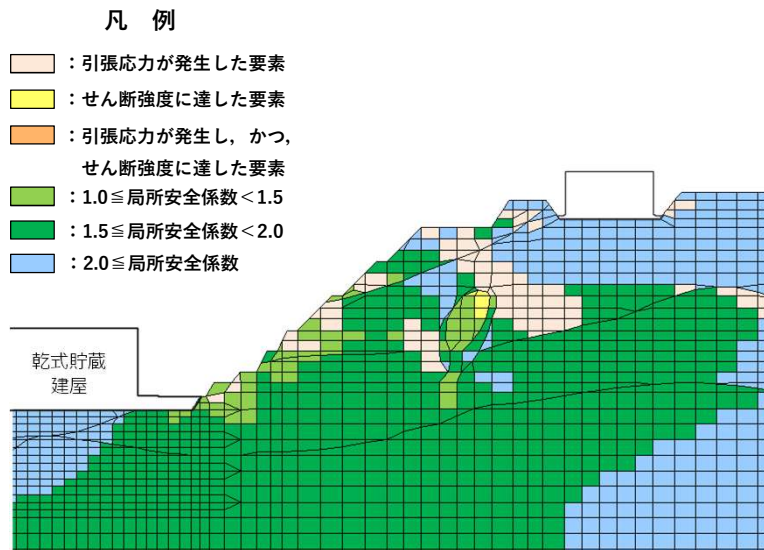
基準地震動：Ss-3-3(+,-)，時刻：10.12秒，すべり安全率：1.6



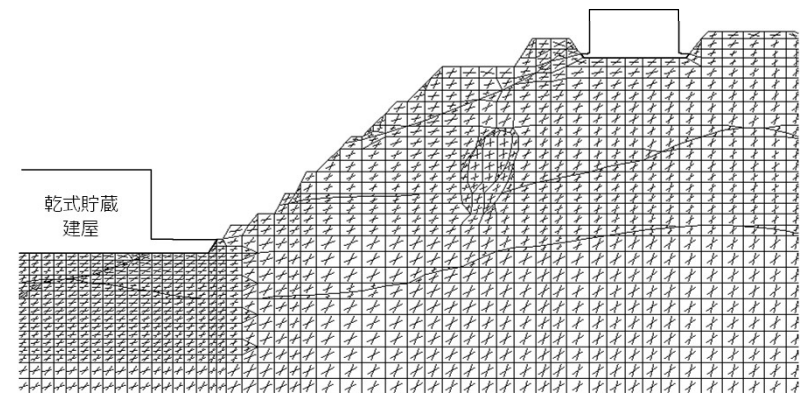
すべり面



主応力図



局所安全係数図



モビライズド面