

〔枠囲みの範囲は、防護上の観点から公開できません。〕

玄海原子力発電所3号炉、4号炉審査資料

資料番号

TTG-067

提出年月日

2023年12月15日

玄海原子力発電所3号炉及び4号炉

標準応答スペクトルを考慮した地震動評価を踏まえた
基礎地盤及び周辺斜面の安定性について
(特定重大事故等対処施設を除く)

2023年12月15日
九州電力株式会社

目次

1. 評価方針	2
2. 基準地震動	8
3. 評価対象断面	10
4. 解析用物性値	12
5. 評価方法	16
6. 評価結果	31
7. まとめ	65
(参考資料)	67

- 
1. 評価方針
 2. 基準地震動
 3. 評価対象断面
 4. 解析用物性値
 5. 評価方法
 6. 評価結果
 7. まとめ

1. 評価方針(今回申請における確認事項)

- 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、設置許可基準規則における設計基準対象施設・重大事故等対処施設の要求事項及び「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド」を参照し、次の事項について確認を行う。
- なお、設置許可基準規則第3条第3項及び第38条第3項に関する事項について、今回の申請は基準地震動 S_s-6 の追加に伴う評価を実施するものであることから、将来活動する可能性のある断層等の有無に関する評価は不要。

● 設置許可基準規則第3条第1項、第38条第1項第1号及び第3号に関する事項

- ・ 地震力に対する基礎地盤の安定性【 S_s-6 による評価を実施】
⇒基礎地盤の支持性能について以下を満足することを確認する。
 - ① 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。
 - ② 基礎底面の接地圧が極限支持力度を下回ること。
 - ③ 基礎の傾斜が $1/2,000$ 以下であること。

● 設置許可基準規則第3条第2項、第38条第2項に関する事項

- ・ 周辺地盤の変状による重要施設への影響【 S_s-6 が追加されても既許可の評価結果に変更はない】
⇒既許可では、「対象施設は直接又はマンメイドロックを介して岩着する設計としていることから、揺すり込み沈下や液状化による不等沈下の影響を受けるおそれはない」と評価。今回申請において、対象施設は直接又はマンメイドロックを介して岩着させる設計としていることに変更はないことから、 S_s-6 が追加されても既許可の評価結果に変更はない。
- ・ 地殻変動による基礎地盤の傾斜の影響【 S_s-6 による評価不要】
⇒ S_s-6 は震源を特定せず策定する地震動として設定した基準地震動であるため、特定した断層の地震に伴う地殻変動の影響評価は不要。
(既許可評価においては、震源を特定して策定する地震動として設定した S_s-2 (城山南断層)及び S_s-3 (竹木場断層)を対象に、地震発生に伴う地殻の広域的な変形及び局所的な傾斜の重畳を評価し、基礎地盤の傾斜及び撓みの影響がないことを確認)

● 設置許可基準規則第4条第4項及び第7項、第39条第2項に関する事項

- ・ 地震力に対する周辺斜面の安定性【 S_s-6 が追加されても既許可の評価に変更はない】
⇒既許可では、周辺斜面は対象施設と十分な離間距離を有していることから、対象施設の周辺には、安定性評価の対象とすべき斜面がないことを確認。今回申請において、評価対象施設の配置、施設周辺の地形は既許可から変更はなく、対象施設の周辺には、安定性評価の対象とすべき斜面がないことから、 S_s-6 が追加されても既許可の評価に変更はない。

※ S_s-1 ～ S_s-5 による評価を記載した最新の許可処分は以下の通り。

- ・設計基準対象施設のうち耐震重要施設:2019年4月3日許可
- ・常設耐震重要重大事故防止設備等が設置される重大事故等対処施設:2017年1月18日(緊急時対策棟及び代替緊急時対策所)、
2019年4月3日(緊急時対策棟及び代替緊急時対策所を除く)許可
- ・使用済燃料乾式貯蔵施設:2021年4月28日許可

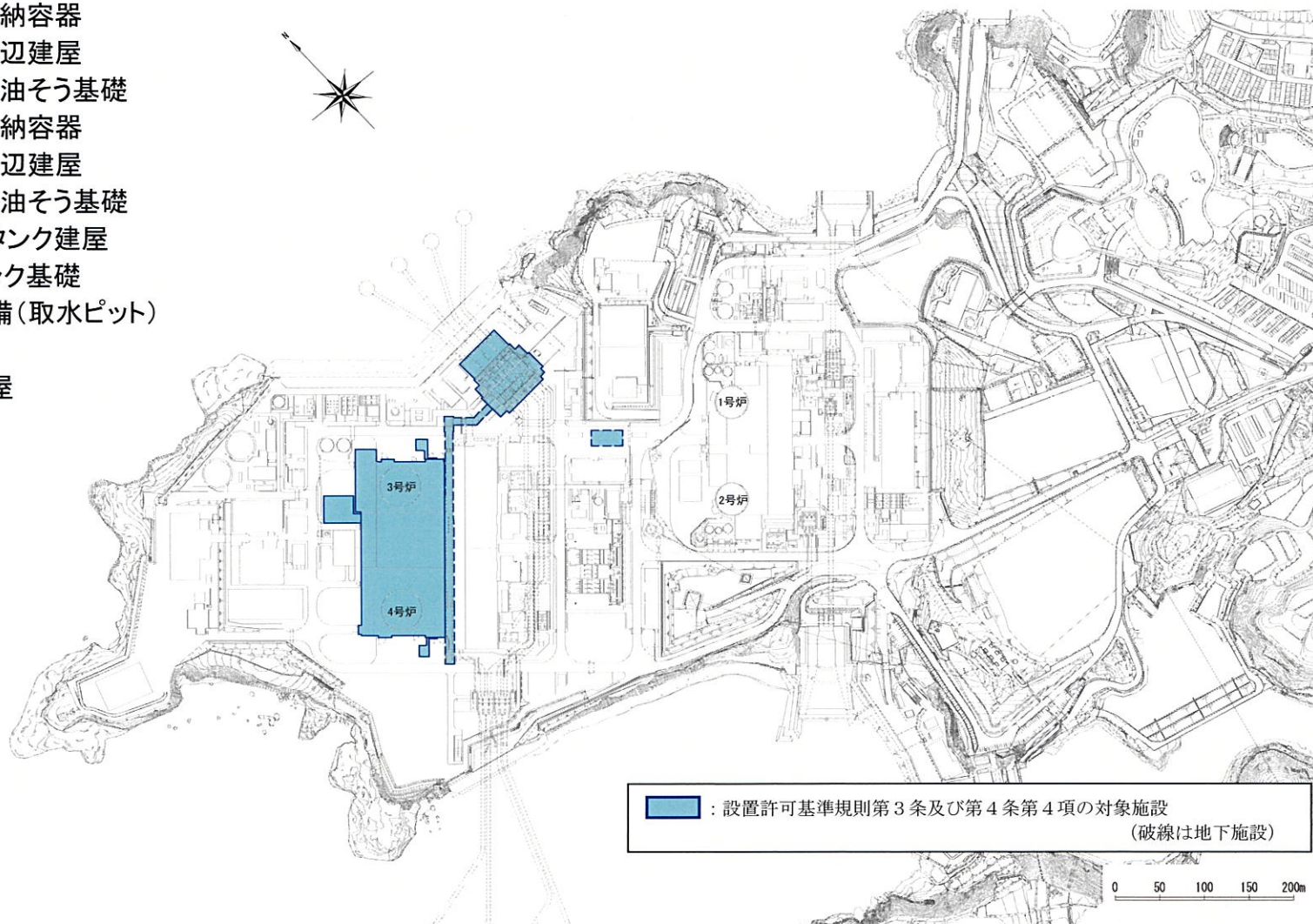
耐震重要施設及び重大事故等対処施設(緊急時対策棟及び代替緊急時対策所を除く)については、2017年1月18日に許可を受けて以降、敷地の造成工事による地形の一部変更、本発電所敷地内での追加のボーリング調査による地質・地質構造の評価内容の一部変更等を行っていることから、特定重大事故等対処施設の設置に係る設置変更許可申請時に再評価を実施。 3

1. 評価方針(対象施設)

- 設置許可基準規則第3条(地盤)及び第4条第4項(周辺斜面)に係る地盤及び周辺斜面の安定性を評価すべき対象施設としては、Sクラスの機器・系統及びそれらを支持・内包する建物・構築物が該当する。
- これらの対象施設について、同規則第3条第1項に適合することを確認する。

対象施設は以下の通り

- 3号炉原子炉格納容器
- 3号炉原子炉周辺建屋
- 3号炉燃料油貯油そう基礎
- 4号炉原子炉格納容器
- 4号炉原子炉周辺建屋
- 4号炉燃料油貯油そう基礎
- 燃料取替用水タンク建屋
- 燃料油貯蔵タンク基礎
- 非常用取水設備(取水ピット)
- 海水管ダクト
- 原子炉補助建屋



1. 評価方針(対象施設)

- 設置許可基準規則第38条(地盤)及び第39条第2項(周辺斜面)に係る地盤及び周辺斜面の安定性を評価すべき対象施設としては、常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備を支持・内包する建物・構築物が該当する。
- これらの対象施設について、同規則第38条第1項第1号及び第3号に適合することを確認する。

平成30年10月24日 まとめ資料TC-005改2(P.8)の
平面図及び凡例を修正



1. 評価方針(対象施設)

- 使用済燃料貯蔵施設は、兼用キャスクである使用済燃料乾式貯蔵容器と周辺施設である使用済燃料乾式貯蔵建屋等※1で構成される。
- 基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価については、耐震Sクラスに分類※2する使用済燃料乾式貯蔵容器を固定する使用済燃料乾式貯蔵建屋について設置許可基準規則第3条第1項に適合することを確認する。

※1 機器・配管系に分類される支持部・計装設備・クレーン類。

※2 基準地震動 S_s による地震力に対して、機能を維持できるものとする。

第932回審査会合資料 2-2 (P.3)
評価対象断面を削除



1. 評価方針(今回申請に係る基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価の方法)

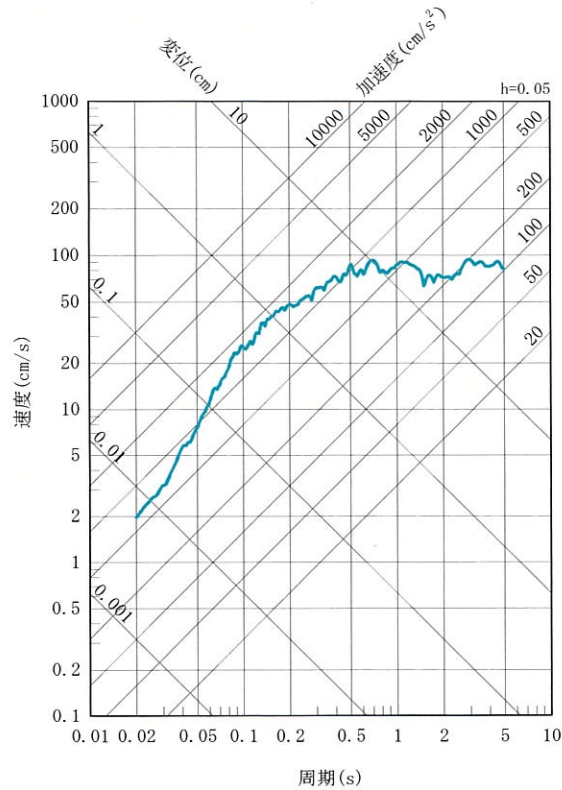
■ 評価方法・評価条件は既許可評価を踏襲し、標準応答スペクトルを考慮し策定した基準地震動Ss-6による評価を実施する。

項目	既許可における評価方法・評価条件	今回申請における評価方法・評価条件
評価対象断面	<ul style="list-style-type: none"> 評価対象施設の配置、施設周辺の地形及び地質構造を考慮し、以下の解析断面を選定。 <p>基礎地盤：3号炉心及び4号炉心を通る3断面 緊急時対策棟1断面 代替緊急時対策所2断面 使用済燃料乾式貯蔵建屋2断面</p>	<ul style="list-style-type: none"> 既許可評価から評価対象施設の配置、施設周辺の地形に変更はなく、地質・地質構造に反映すべき新たな調査結果もないことから、評価対象断面について既許可評価から変更はない。
解析用物性値	<ul style="list-style-type: none"> 玄海原子力発電所独自の岩級区分を設定するとともに、解析に用いる地盤パラメータについては、各種の調査結果を基に設定。 解析に当たっては、せん断強度のばらつき、地下水位及び入力地震動の位相の反転についても考慮。 	<ul style="list-style-type: none"> 既許可評価から、解析用物性値に反映すべき新たな調査結果はないことから、解析用物性値について既許可評価から変更はない。 既許可評価と同様にせん断強度のばらつき※、地下水位及び入力地震動の位相の反転についても考慮する。 <p>※Ss-6の結果が既許可評価を含めて最小となる場合、最小すべり安全率を示す時刻において実施する。</p>
解析方法	<ul style="list-style-type: none"> 岩盤分類図を基に解析用要素分割図を作成するとともに、評価対象施設(建屋)をモデル化し、2次元動的有限要素解析により実施。 建屋のモデル化における重量については、保守的に割り増した重量を設定。 動的解析の結果を用いて、設定したすべり線のすべり安全率、基礎地盤の支持力及び建屋基礎底面の傾斜を評価。 	<ul style="list-style-type: none"> 既許可評価から、岩盤分類に変更はない。 建屋のモデル化についても、既許可時に設定した建屋の重量が、既工認の詳細設計における重量を上回っていることを確認していることから、解析方法について既許可評価から変更はない。

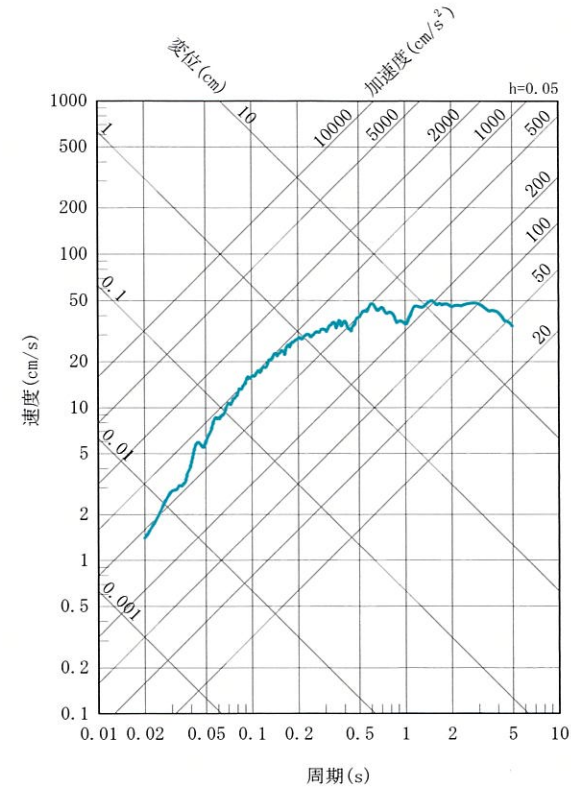
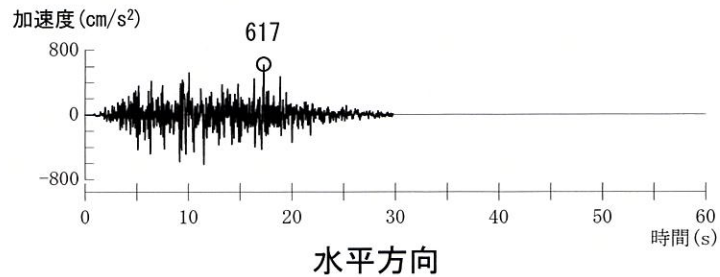
- 
1. 評価方針
 - 2. 基準地震動**
 3. 評価対象断面
 4. 解析用物性値
 5. 評価方法
 6. 評価結果
 7. まとめ

2. 基準地震動

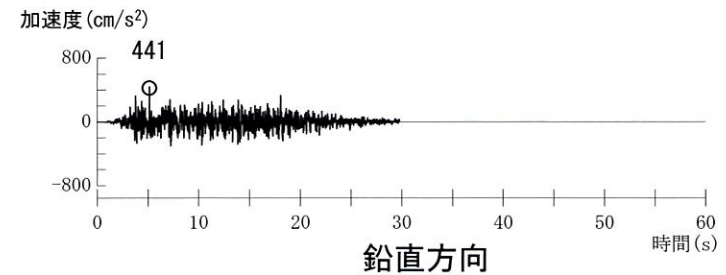
■ 基準地震動S_s-6の応答スペクトル及び時刻歴波形を示す。

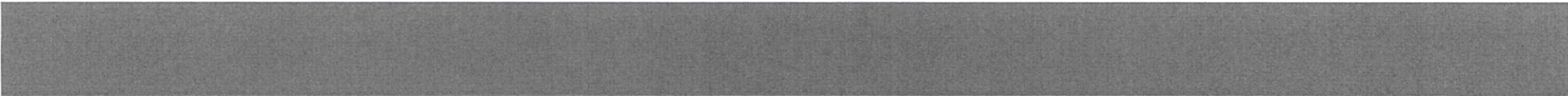


— 標準応答スペクトルを考慮した地震動(H)



— 標準応答スペクトルを考慮した地震動(V)



- 
1. 評価方針
 2. 基準地震動
 - 3. 評価対象断面**
 4. 解析用物性値
 5. 評価方法
 6. 評価結果
 7. まとめ

3. 評価対象断面

平成30年10月24日 まとめ資料TC-005改2 (P. 38、139、157)
および第932回審査会合資料2-2 (P. 22) の平面図を統合

- 評価対象断面は既許可評価と同様に、下図の通りとする。(評価対象施設に対する評価対象断面位置の選定については参考資料1を、評価を実施する施設の選定については参考資料2、3を参照)

- 
1. 評価方針
 2. 基準地震動
 3. 評価対象断面
 4. **解析用物性値**
 5. 評価方法
 6. 評価結果
 7. まとめ

4. 解析用物性値（岩盤分類について）

- 玄海原子力発電所敷地内の地盤は、主に中硬岩主体であることから、硬岩を対象とした電研式岩盤分類の適用は不適切と判断し、独自の岩盤分類を実施。
- 岩盤分類は、当該地点の岩盤特性を考慮し、風化の程度、硬さ、割れ目状態等により①、②、③級の三段階としている。
- 弱層部は、地質観察結果に基づき断層及びシームに分類。

岩盤分類	性 状
① 級	<p>岩石組織は新鮮、緻密でほとんど風化していない。 砂岩は塊状で節理は少なく、あっても節理面は密着している。 頁岩は剥離を有し、剥離面は密着している。 玢岩・玄武岩は硬質で、節理を有する。節理面は密着している。</p>
② 級	<p>岩石組織は緻密であるが、比較的新鮮なものと、やや風化して黄褐色に変色したものを混在する。 砂岩は塊状で節理は少ないが、節理面は褐色に汚染されている場合が多く、ゆるみが認められる。 頁岩は組織内に剥離及び不規則な節理を有し、それらの面にゆるみが認められ、局所的に軟質な部分を伴う。 玢岩・玄武岩は硬質であるが、一部節理面、岩石境界面沿いに風化した軟質部を伴う。また節理面にはゆるみが認められる。</p>
③ 級	<p>岩石組織は全て褐色に変色し、風化して軟質である。 また、粘性土化し、岩石組織を残存しない部分を伴う。 砂岩は比較的節理が発達し、節理面はゆるんでいる。 頁岩は剥離、節理が顕著に発達し、それらの面はゆるみ、粘土を挟在する。 玢岩・玄武岩は一部硬質部を残すが、大部分は軟質である。また、節理面沿いに砂状～粘土状を呈し、節理面は不明瞭である。</p>

※ ハノ久保砂礫層については、半固結状の砂あるいはシルトを基質とした砂礫層であることから、岩級区分は行わず、岩種のみで区分している。

分類(弱層部)	性 状
断層	岩石が破碎されて粘土化、角礫化し、本来の構造が乱されているもの
シーム	細かい割れ目が発達し、鱗片状を呈し一部軟質化しているが、本来の構造に著しい乱れが認められないもの

4. 解析用物性値（解析用物性値一覧表）

■ 地震応答解析に用いる岩盤や断層等の物性値は、各種試験結果や慣用値等に基づき設定。

物性値 岩種・岩級		物理特性 密度 ρ (g/cm ³)	強度特性			変形特性					
			せん断強度 τ_0 (N/mm ²)	内部摩擦角 ϕ (°)	残留強度 τ (N/mm ²)	動的変形特性		静的変形特性			
					動せん断弾性係数 G_d ($\times 10^3$ N/mm ²)	動ポアソン比 ν_d	減衰定数 h (%)	静弾性係数 E_s ($\times 10^3$ N/mm ²)	静ポアソン比 ν_s		
砂岩	①②級	密度試験結果 2.39	-----岩盤せん断試験結果----- 0.84	56.4	1.71 $\sigma^{0.82}$	PS換層による速度層毎の V_s 、 V_p 及び密度により算定	慣用値 ^{※3}	岩盤変形試験結果 1.88	一軸圧縮試験結果 0.25		
	③級	密度試験結果 2.27	-----岩盤せん断試験結果----- 0.30	22.6	0.51 $\sigma^{0.35}$			岩盤変形試験結果 0.45	慣用値 ^{※3} 0.30		
頁岩	①②級	密度試験結果 2.55	-----岩盤せん断試験結果----- 0.67	52.6	1.50 $\sigma^{0.78}$			岩盤変形試験結果 (層理に直角) 0.89 (層理に平行) 3.03	慣用値 ^{※3} (層理に直角) 0.10 (層理に平行) 0.30		
	③級	密度試験結果 2.06	-----岩盤せん断試験結果----- 0.17	35.5	0.73 $\sigma^{0.70}$			岩盤変形試験結果 (層理に直角) 0.10 (層理に平行) 0.33	慣用値 ^{※3} (層理に直角) 0.10 (層理に平行) 0.30		
玄武岩	①級	密度試験結果 2.82	-----玢岩①級を使用----- 2.51	56.4	2.75 $\sigma^{0.80}$			砂岩①②級に基づき算定	一軸圧縮試験結果 3.73	0.22	
	②級	密度試験結果 2.45	-----玢岩②級を使用----- 1.86	56.4	2.53 $\sigma^{0.78}$			砂岩①②級に基づき算定	一軸圧縮試験結果 2.64	0.26	
	③級	密度試験結果 2.01	-----玢岩③級を使用----- 0.42	41.5	1.09 $\sigma^{0.50}$			砂岩①②級に基づき算定	一軸圧縮試験結果 0.22	0.33	
玢岩	①級	密度試験結果 2.70	-----砂岩①②級に基づき算定----- 2.51	56.4	2.75 $\sigma^{0.80}$			砂岩①②級に基づき算定	一軸圧縮試験結果 4.79	0.27	
	②級	密度試験結果 2.68	-----砂岩①②級に基づき算定----- 1.86	56.4	2.53 $\sigma^{0.78}$			砂岩①②級に基づき算定	一軸圧縮試験結果 1.82	0.29	
	③級	密度試験結果 2.12	-----岩盤せん断試験結果----- 0.42	41.5	1.09 $\sigma^{0.50}$			岩盤変形試験結果	一軸圧縮試験結果 0.28	0.36	
凝灰岩	③級	密度試験結果 1.90	-----玄武岩③級を使用----- 0.42	41.5	1.09 $\sigma^{0.50}$			玄武岩③級を使用	玄武岩③級を使用 0.22	0.33	
ハノ久保 砂礫層	—	密度試験結果 2.00	-----静的三軸圧縮試験結果----- 0.27	21.4	$\sigma \tan 21.4^\circ$			砂岩①②級に基づき算定	慣用値 ^{※3} 0.16	0.30	
シーム	—	密度試験結果 2.10	-----静的三軸圧縮試験結果----- 0.06	19.6	$\sigma \tan 19.6^\circ$			繰返し三軸試験結果 $G_0=0.308 \sigma_m^{0.45}$ $G/G_0=1/(1+457 \gamma^{0.76})$	繰返し三軸試験結果 $h=[\gamma/(1.803 \gamma+0.006)+0.061] \times 100$	静的三軸圧縮試験結果 0.051 $\sigma_3^{0.49}$	
断層	—	密度試験結果 2.04	-----静的三軸圧縮試験結果----- 0.03	16.1	$\sigma \tan 16.1^\circ$			繰返し三軸試験結果 $G_0=0.287 \sigma_m^{0.70}$ $G/G_0=1/(1+447 \gamma^{0.82})$	繰返し三軸試験結果 $h=[\gamma/(4.609 \gamma+0.007)+0.052] \times 100$	静的三軸圧縮試験結果 0.076 $\sigma_3^{0.64}$	慣用値 ^{※3} 0.40
埋戻土 ^{※1} ※2	—	密度試験結果 1.99	-----静的三軸圧縮試験結果----- 0.02	28.3	$\sigma \tan 28.3^\circ$	繰返し三軸試験結果 $G_0=0.298 \sigma_m^{0.86}$ $G/G_0=1/(1+114 \sigma^{0.67})$	繰返し三軸試験結果 $h=[\gamma/(7.700 \gamma+0.006)+0.026] \times 100$	静的三軸圧縮試験結果 0.037 $\sigma_3^{0.65}$			
マンメイド ロック ($F_c=18N/mm^2$)	—	慣用値 ^{※3} 2.35	—	—	—	E_s 及び ν_d より算定	慣用値 ^{※3} 0.20	慣用値 ^{※3} 20.6	慣用値 ^{※3} 0.20		

※1 表土(盛土等を含む)の物性値については、埋戻土の物性値を用いる。
 ※2 埋戻土については、原子炉周辺でサンプリングした試料による試験値を基に物性値を設定。新設の建物・構築物周辺においても、同等以上の強度特性を有する材料にて埋戻すこととしている。
 ※3 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<技術資料>(土木学会原子力土木委員会、2009年2月)、岩盤斜面の安定解析と計測((社)土木学会、平成6年12月)、原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説((社)日本建築学会、2005制定)等を参考に設定。

4. 解析用物性値(地盤物性のばらつきについて)

第932回審査会合資料2-2 (P.40)
に一部追記

- 解析用物性値については、各種試験における平均値を代表値として使用する。
- ただし、調査及び試験に含まれる不確かさを考慮し、すべり安全率に支配的である強度特性についてそのばらつきを考慮した評価についても併せて実施する。

原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-2008(日本電気協会)

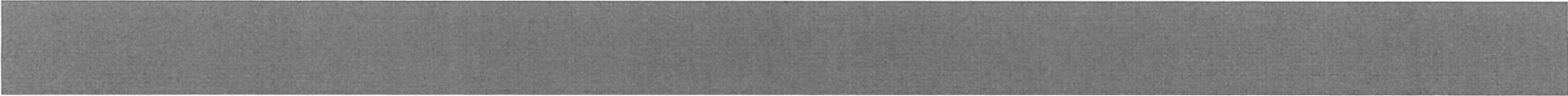
- ・すべり安全率に対する地盤物性値のばらつきの影響については、一般に強度特性が支配的であり、変形特性の影響は小さい。したがって、一般に強度特性のばらつきのみ考慮しておけばよい。

原子力発電所の基礎地盤及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±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値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±係数×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×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を考慮する。

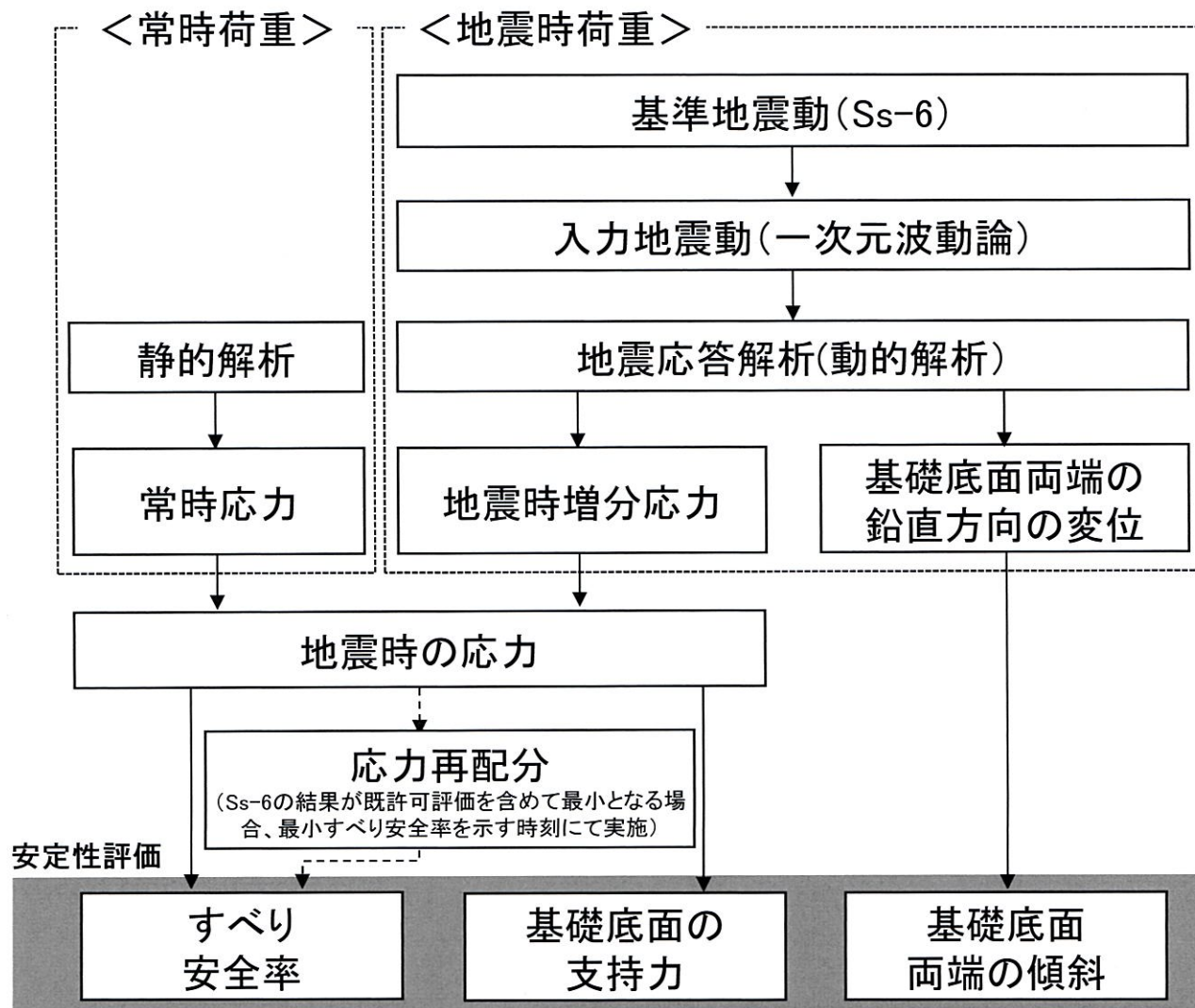
Ss-6の結果が既許可評価を含めて最小となる場合、最小すべり安全率を示す時刻にて、抵抗力にもつとも寄与する岩盤の強度特性のばらつきを考慮した評価(代表値-1.0×標準偏差)についても併せて実施する。

- 
1. 評価方針
 2. 基準地震動
 3. 評価対象断面
 4. 解析用物性値
 - 5. 評価方法**
 6. 評価結果
 7. まとめ

5. 評価方法(評価フロー)

第932回審査会合資料2-2 (P.42) の
基準地震動 (Ss-1~Ss-5) を基準地震動 (Ss-6) に変更

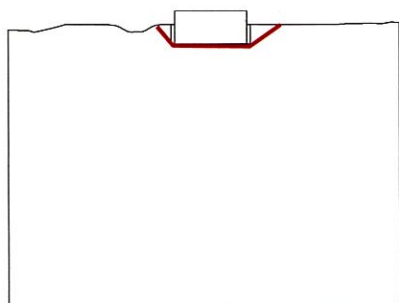
- すべり安全率、基礎底面の支持力及び傾斜については2次元動的FEMによる地震応答解析により評価。
- 地震応答解析では、周波数応答解析を用い、等価線形化法により断層、シーム及び埋戻土の動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性を考慮する。



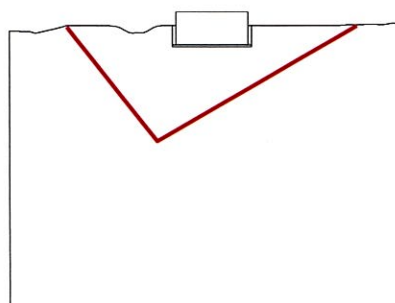
【①基礎地盤のすべり】

想定したすべり線上の応力状態をもとに、すべり線上のせん断抵抗力の和をすべり線上のせん断力の和で除して求めたすべり安全率が、評価基準値1.5を上回ることを確認する。

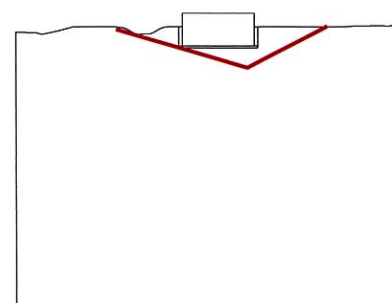
(想定すべり線の例)



建屋基礎底面のすべり線



断層・シーム沿いのすべり線



応力状態を考慮した岩盤内のすべり線

【②基礎の支持力】

建屋基礎底面の最大接地圧が、岩盤の極限支持力を下回ることを確認する。

【③基礎底面の傾斜】

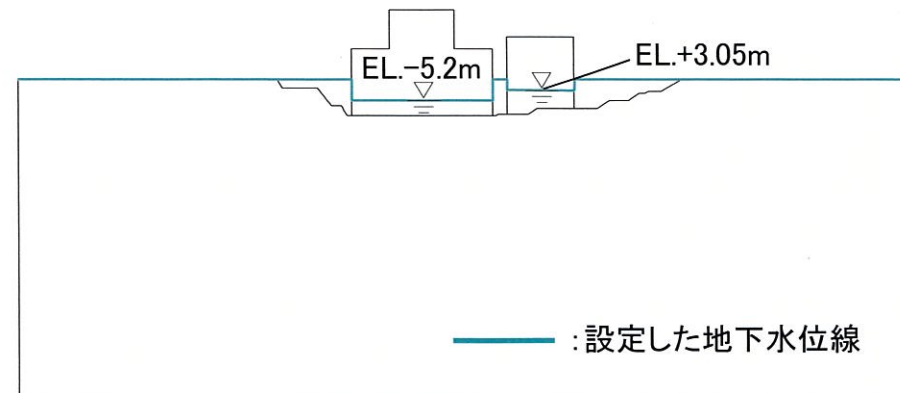
建屋基礎底面両端それぞれの鉛直方向変位の差を基礎底面幅で除して求めた傾斜が、評価基準値の目安である1/2,000以下であることを確認する。

5. 評価方法(解析条件)

平成30年10月24日
まとめ資料
TC-005改2 (P.61) 再掲

地下水位の設定

- 解析用地下水位は、地表面あるいは建屋基礎上端に設定。

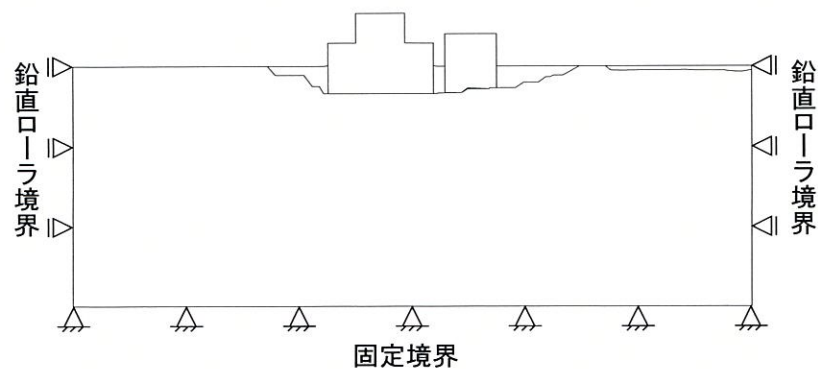


Y₃-Y₃' 断面の例

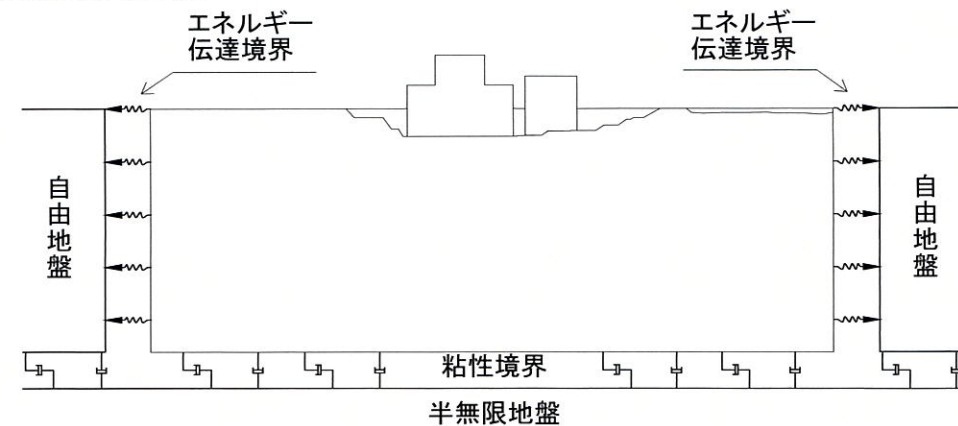
境界条件

- 動的解析では、側方をエネルギー伝達境界、底面を粘性境界とし、エネルギーの逸散を考慮する。

【静的解析時】

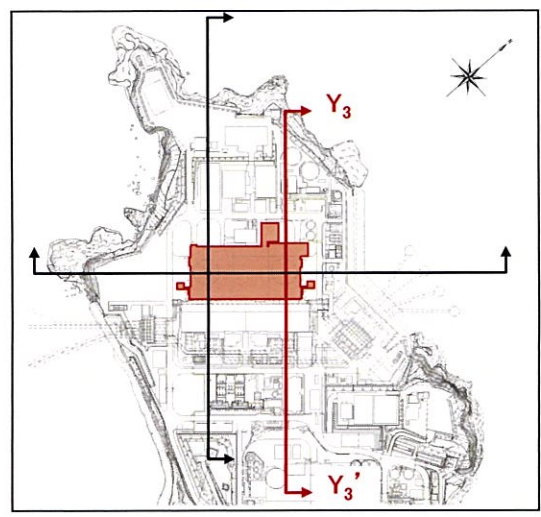
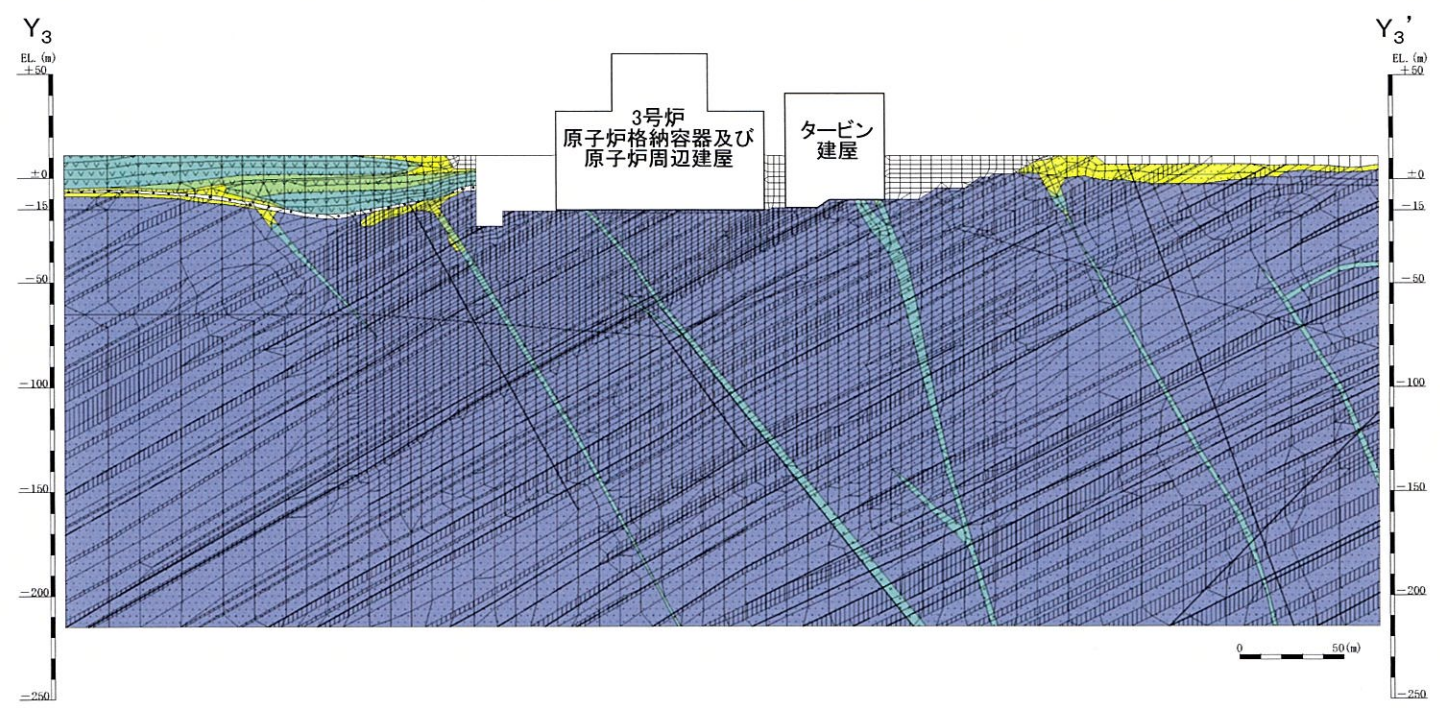


【動的解析時】



5. 評価方法(解析用要素分割図:Y₃-Y₃'断面)

平成30年10月24日
 まとめ資料
 TC-005改2 (P.66) 再掲



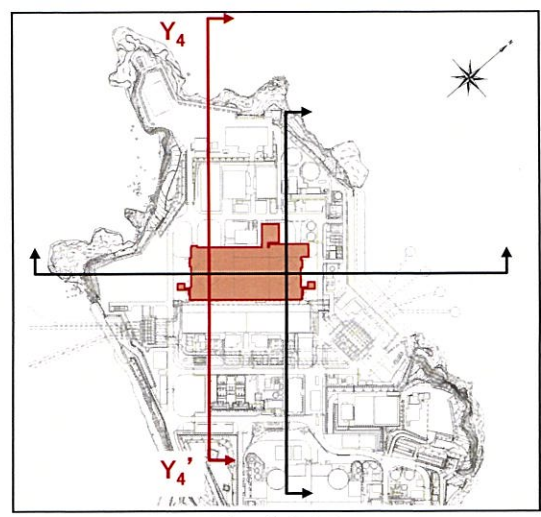
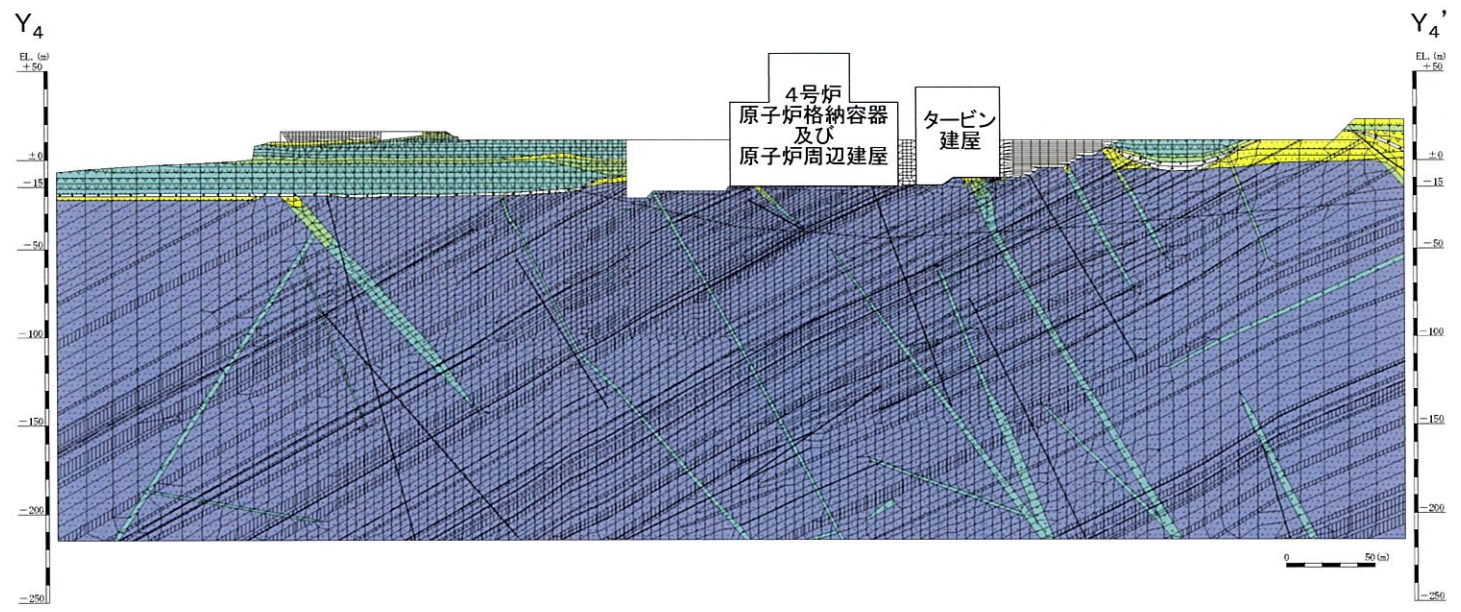
断面位置図

凡例			
	埋戻土		①②級 (砂岩、頁岩)
	玄武岩		①級
	凝灰岩		②級
	八ノ久保砂礫層		③級 (砂岩、頁岩、玄武岩、玢岩、凝灰岩)
	玢岩		断層
	頁岩		シーム
	砂岩		

(注) 建屋周辺の埋戻しは、構造物の状況を踏まえてモデル化。

5. 評価方法(解析用要素分割図:Y₄-Y₄'断面)

平成30年10月24日
 まとめ資料
 TC-005改2 (P.67) 再掲



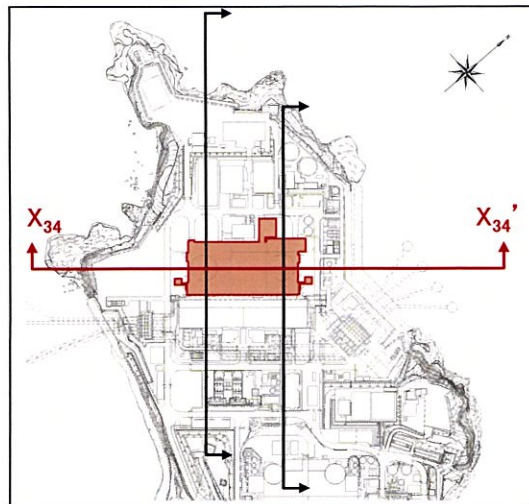
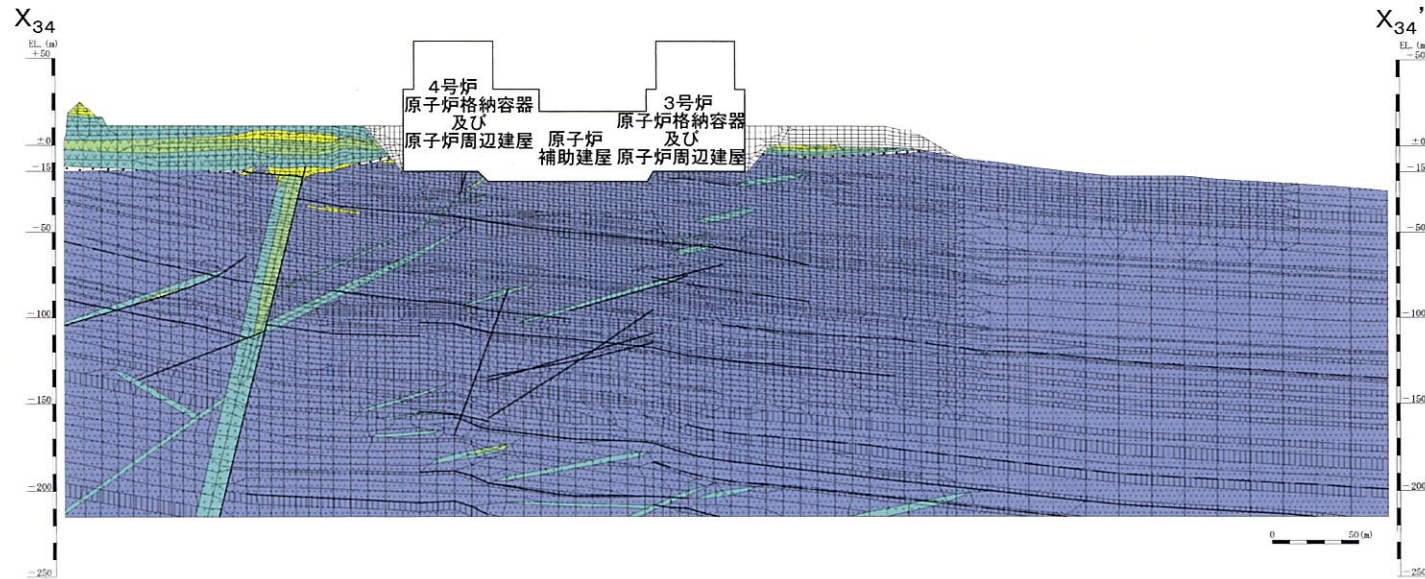
断面位置図

凡例	
	埋戻土
	玄武岩
	凝灰岩
	八ノ久保砂礫層
	珩岩
	頁岩
	砂岩
	①②級 (砂岩、頁岩)
	③級 } (玄武岩、珩岩)
	④級 (砂岩、頁岩、玄武岩、珩岩、凝灰岩)
	断層
	シーム

(注) 建屋周辺の埋戻しは、構造物の状況を踏まえてモデル化。

5. 評価方法(解析用要素分割図: X₃₄-X₃₄' 断面)

平成30年10月24日
 まとめ資料
 TC-005改2 (P. 68) 再掲

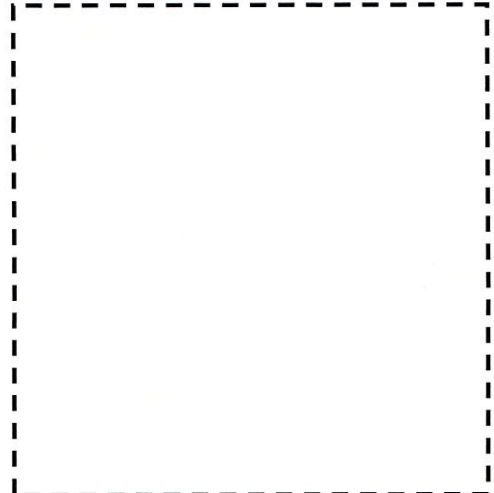
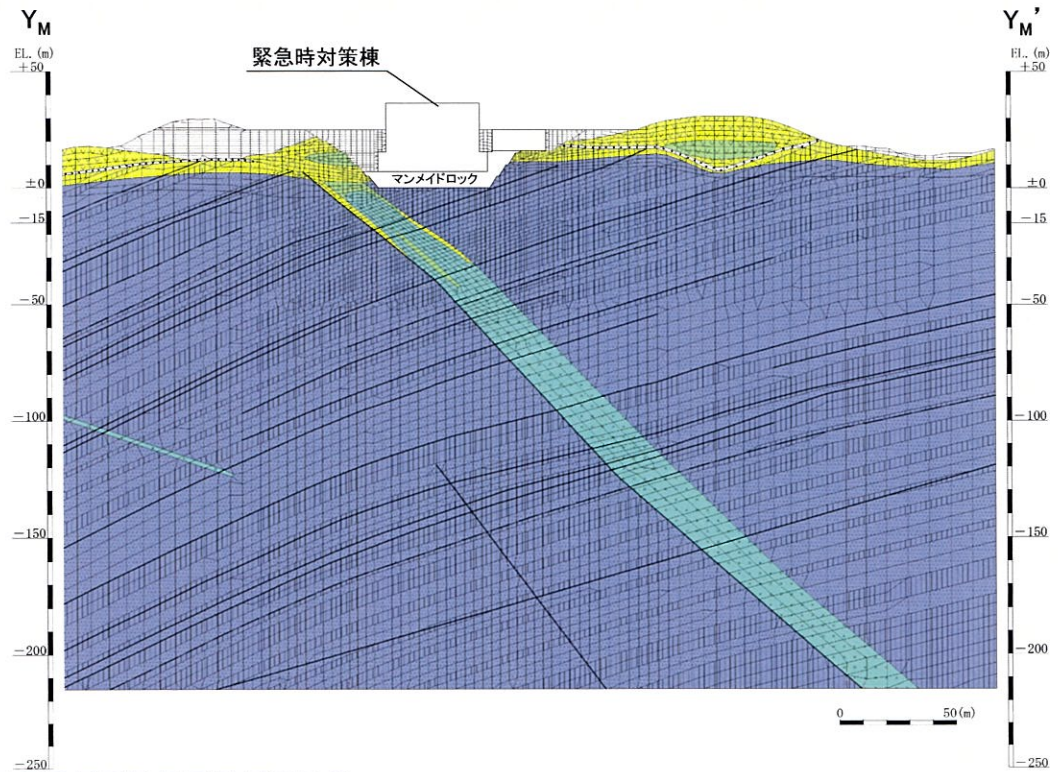


断面位置図

凡例			
	埋戻土		①②級 (砂岩、頁岩)
	玄武岩		①級 } (玄武岩、玢岩)
	凝灰岩		②級 }
	八ノ久保砂礫層		③級 (砂岩、頁岩、玄武岩、玢岩、凝灰岩)
	玢岩		断層
	頁岩		シーム
	砂岩		

5. 評価方法(解析用要素分割図:Y_M-Y_M'断面)

平成30年10月24日
 まとめ資料
 TC-005改2 (P.146) に追記

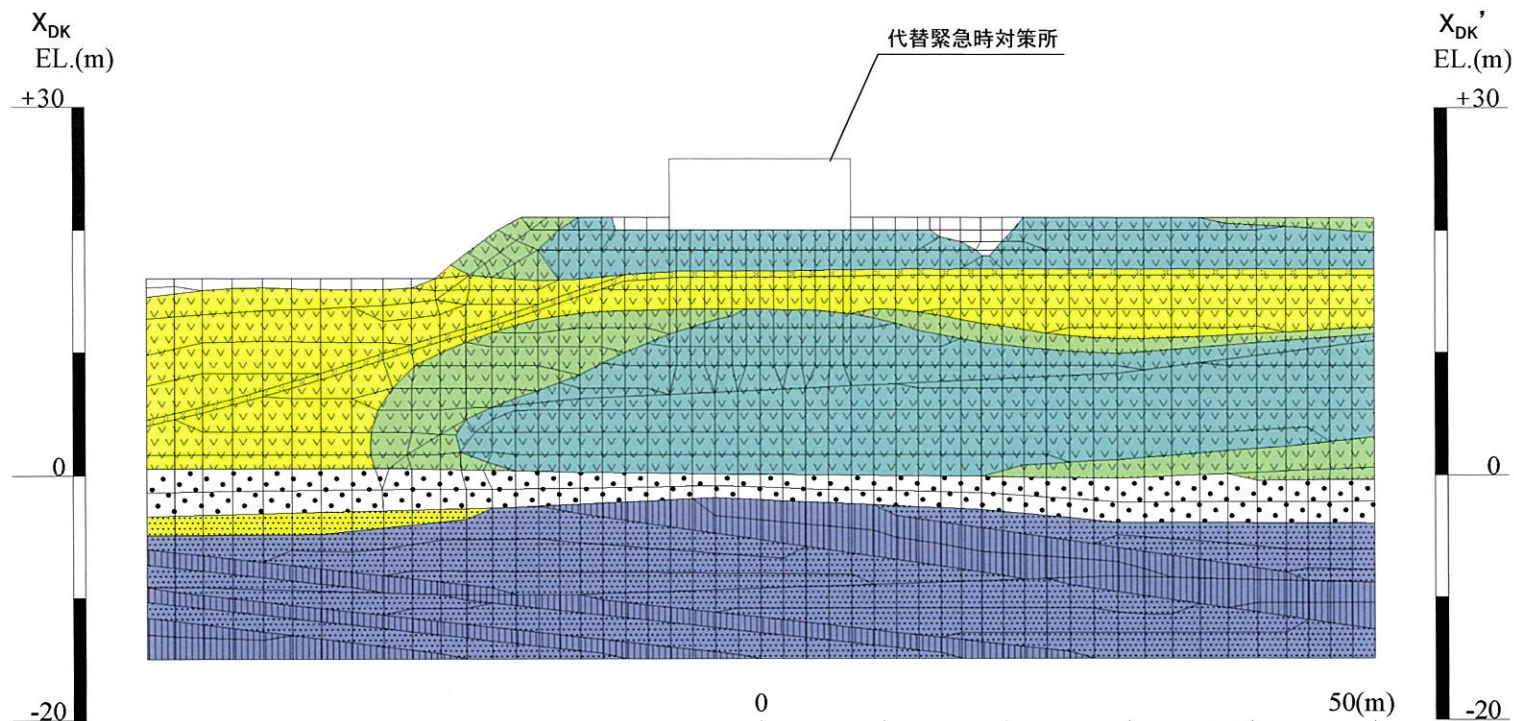


断面位置図

凡例			
	埋戻土		ⒶⒷ級 (砂岩、頁岩)
	玄武岩		Ⓐ級
	凝灰岩		Ⓑ級
	八ノ久保砂礫層		Ⓒ級 (砂岩、頁岩、玄武岩、玢岩、凝灰岩)
	玢岩		断層
	頁岩		シーム
	砂岩		

5. 評価方法(解析用要素分割図: $X_{DK}-X_{DK}'$ 断面)

平成30年10月24日
 まとめ資料
 TC-005改2 (P.158) 再掲

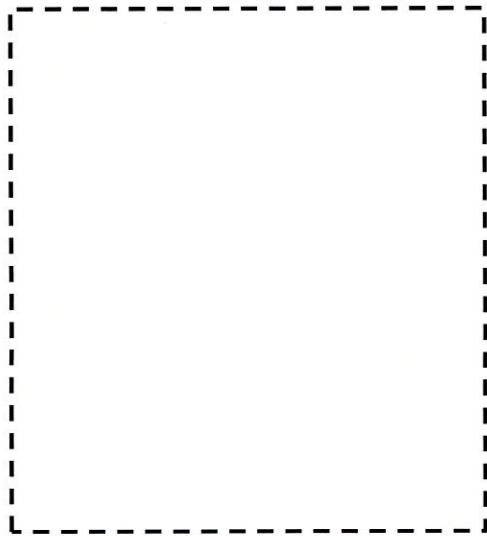
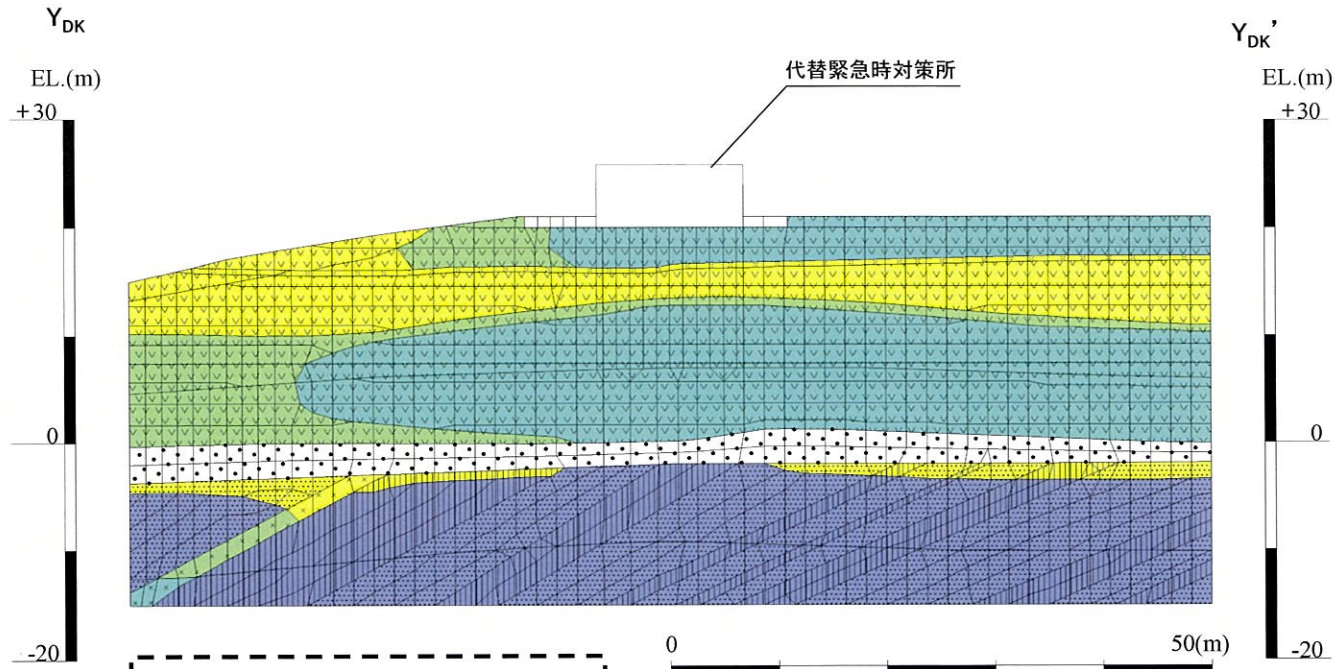


断面位置図

凡例			
	埋戻土		①②級 (砂岩、頁岩)
	玄武岩		①級
	凝灰岩		②級
	八ノ久保砂礫層		③級 (砂岩、頁岩、玄武岩、玢岩、凝灰岩)
	玢岩		断層
	頁岩		シーム
	砂岩		

5. 評価方法(解析用要素分割図: Y_{DK}-Y_{DK'} 断面)

平成30年10月24日
 まとめ資料
 TC-005改2 (P.159) 再掲

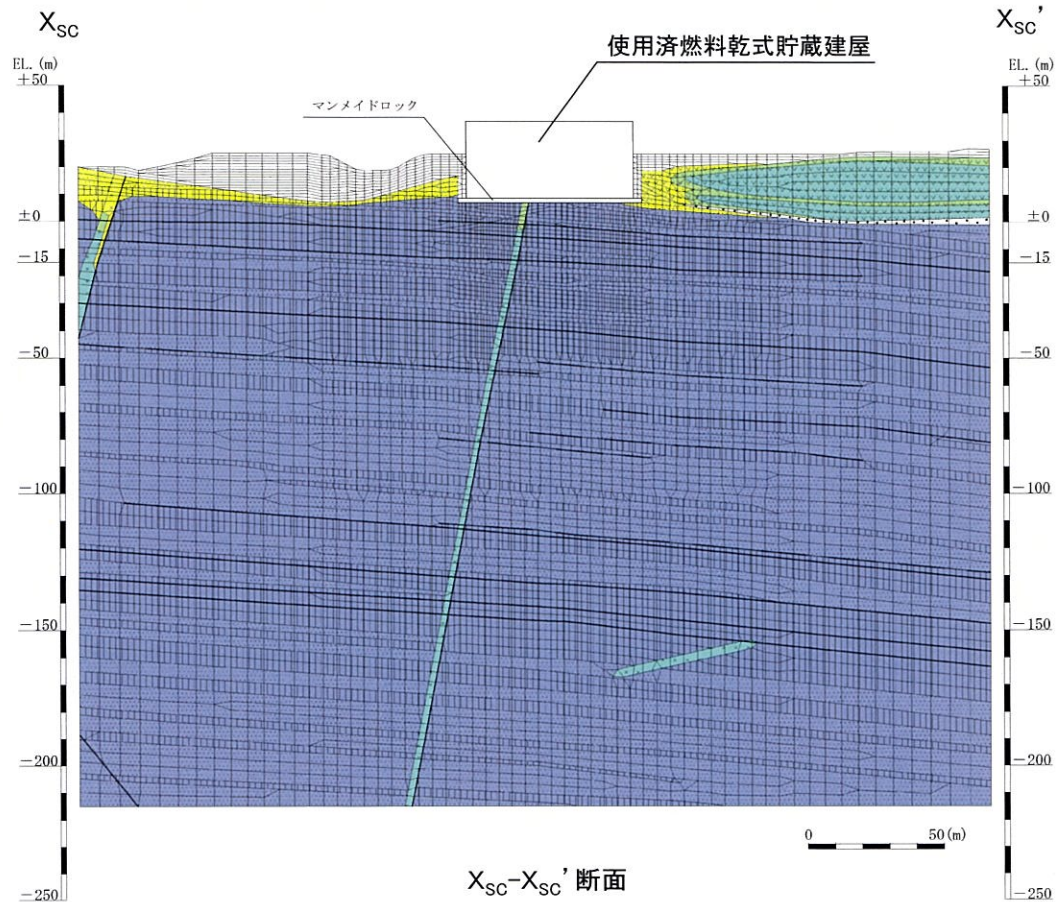


断面位置図

凡例	
	埋戻土
	玄武岩
	凝灰岩
	八ノ久保砂礫層
	珩岩
	頁岩
	砂岩
	①②級 (砂岩、頁岩)
	③級
	④級
	⑤級 (砂岩、頁岩、玄武岩、珩岩、凝灰岩)
	断層
	シーム

5. 評価方法(解析用要素分割図: X_{SC}-X_{SC'}断面)

第932回審査会合資料2-2 (P.50)
再掲



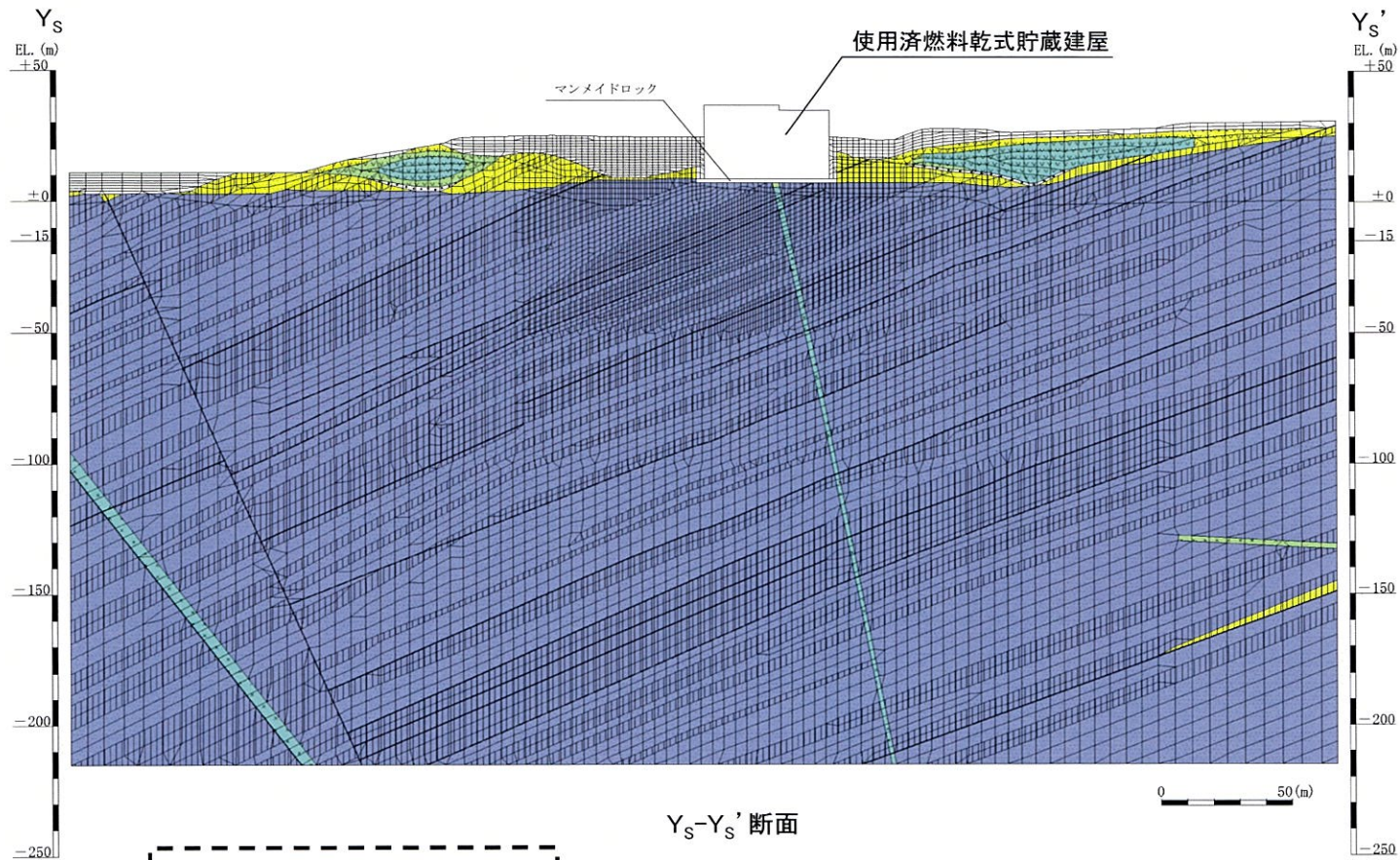
X_{SC}-X_{SC'}断面



断面位置図

凡例			
	埋戻土		ⒶⒷ級 (砂岩、頁岩)
	玄武岩		Ⓐ級
	凝灰岩		Ⓑ級
	八ノ久保砂礫層		Ⓒ級 (砂岩、頁岩、玄武岩、玢岩、凝灰岩)
	玢岩		断層
	頁岩		シーム
	砂岩		

5. 評価方法(解析用要素分割図:Y_S-Y_S'断面)



Y_S-Y_S'断面



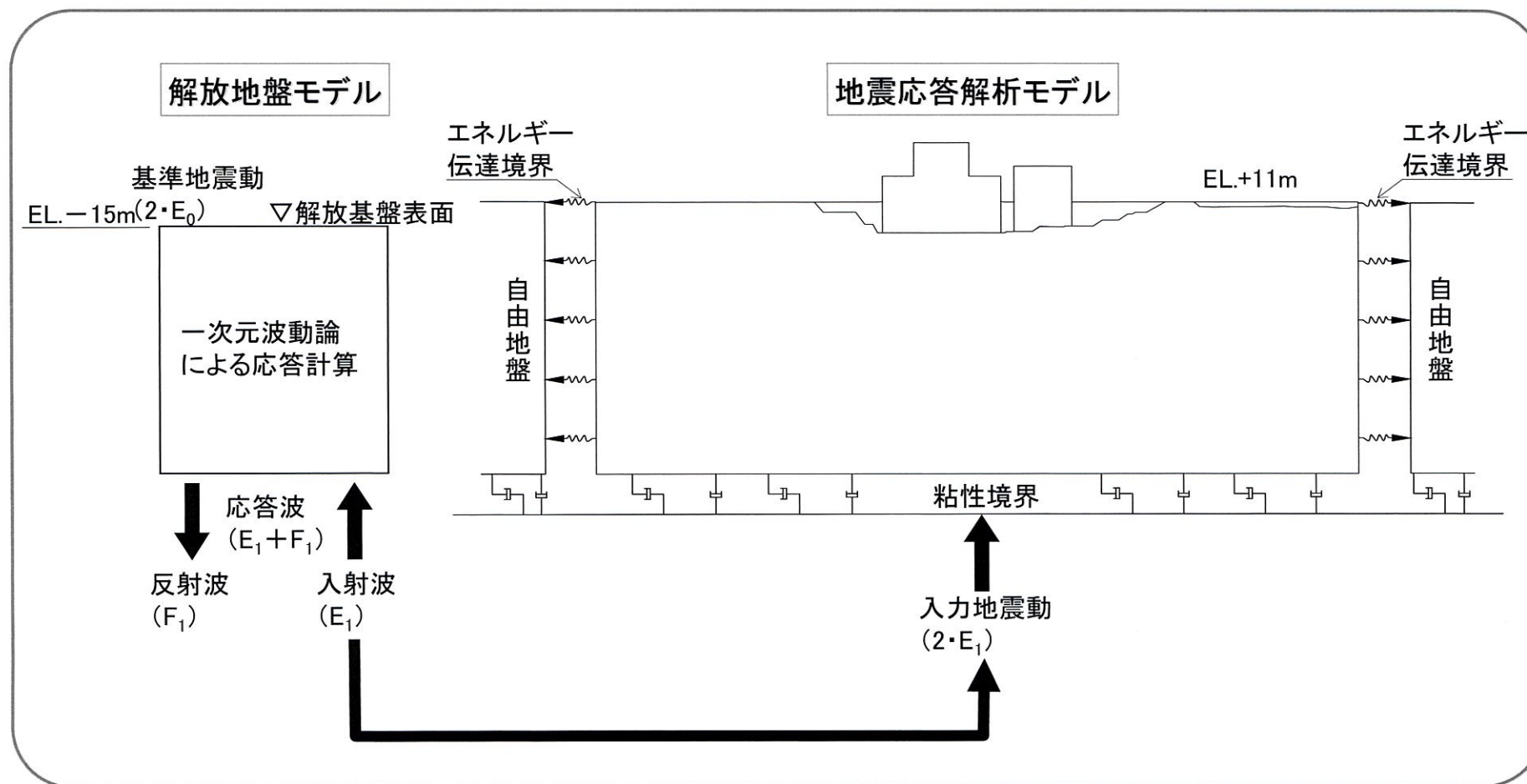
断面位置図

凡例			
	埋戻土		④⑤級 (砂岩、頁岩)
	玄武岩		④級
	凝灰岩		⑤級
	八ノ久保砂礫層		③級 (玄武岩、珩岩)
	珩岩		③級 (砂岩、頁岩、玄武岩、珩岩、凝灰岩)
	頁岩		断層
	砂岩		シーム

5. 評価方法(入力地震動)

平成30年10月24日
まとめ資料
TC-005改2 (P. 73) 再掲

- 入力地震動は、解放基盤表面(EL.-15m)で定義される基準地震動を、地震応答解析モデルの入力位置で評価したものをを用いる。
- 入力地震動の策定については、速度構造がほぼ水平成層であることから、一次元波動論にて評価する。
- 入力地震動は水平及び鉛直方向の基準地震動を基に設定し、これらを同時に解析モデルに作用させる。



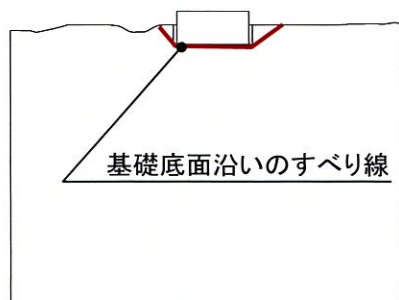
5. 評価方法(すべり線の選定)

第932回審査会合資料2-2 (P.44)
再掲

- すべり安全率を算定するすべり線は、基礎底面を通るすべり線※のほか、不連続面等の分布、局所安全係数等に基づき、地盤内部の不安定領域(地盤要素の安全率が低い領域)を踏まえて、最小のすべり安全率を示すものを選定する。

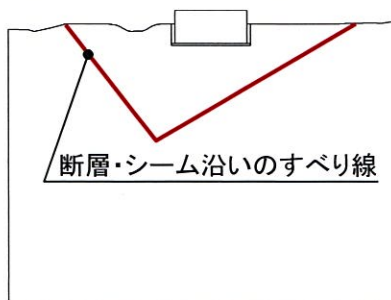
すべり線選定のイメージ

(建屋基礎底面を通るすべり線)



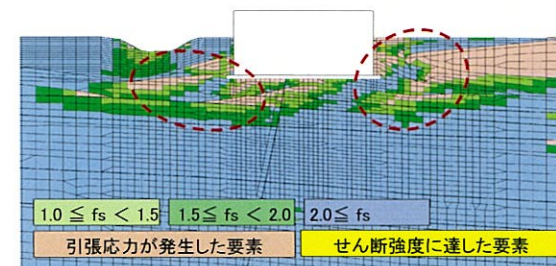
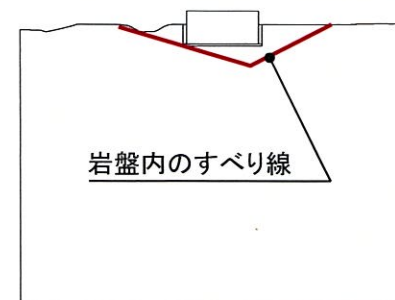
建屋基礎底面を通り、地表面に抜けるすべり線を想定

(断層・シームを通るすべり線)



局所安全係数が小さい断層・シームを通るすべり線を選定

(地盤内部の不安定領域を通るすべり線)



岩盤部の局所安全係数や応力状態等の不安定領域を考慮しすべり線を選定

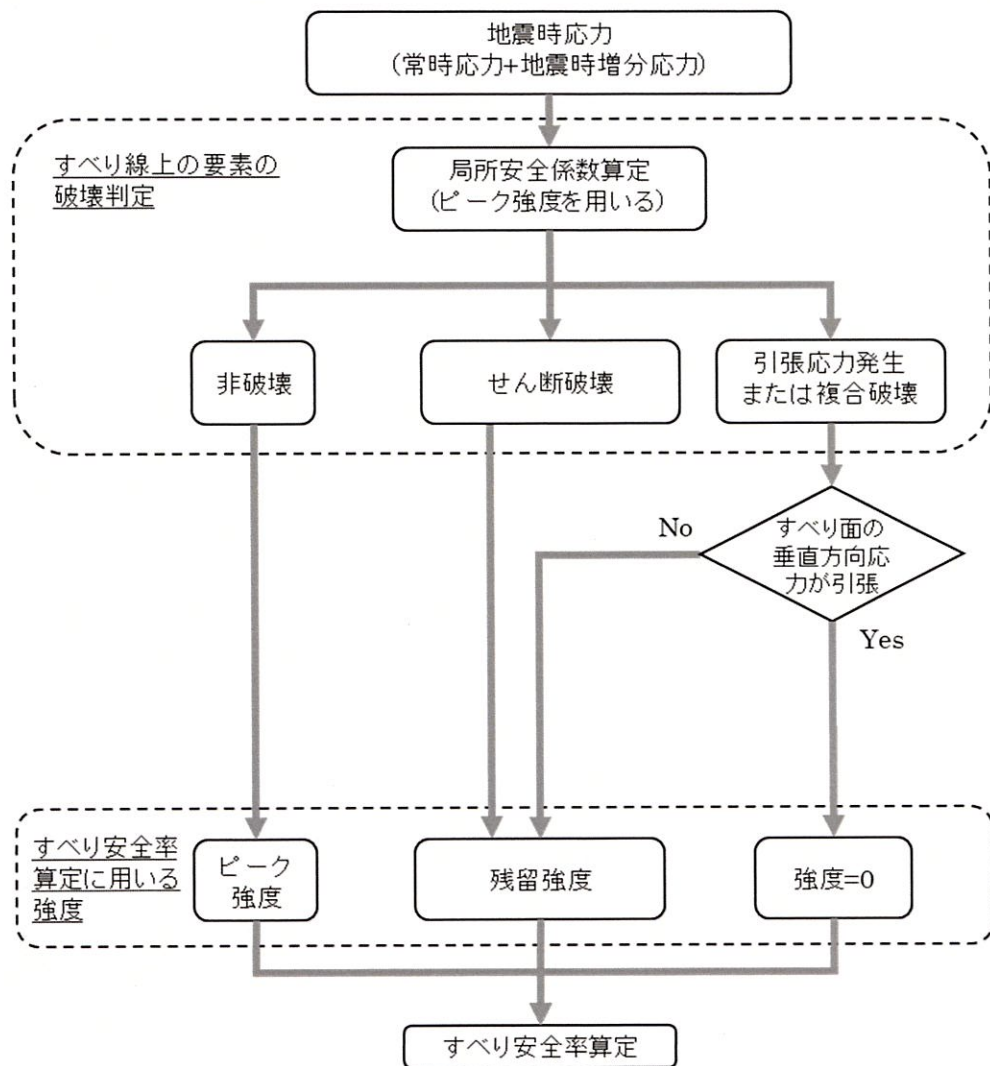
- その他、建屋基礎底面沿いのすべり線や断層・シーム沿いのすべり線を組み合わせたすべり線についても検討。
- また、地表面に抜ける岩盤内のすべり線については、その傾斜角度についてケーススタディ(低角、高角)を実施。

※ 建屋基礎底面と岩盤の間にあるマンメイドロックのせん断強度は、敷地内で出現する岩盤のせん断強度と比較して大きいいため、建屋基礎底面のすべり線の設定においては、保守的にマンメイドロック直下の岩盤を通す。

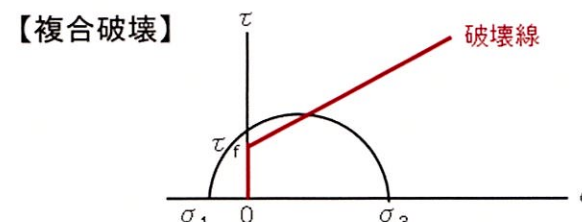
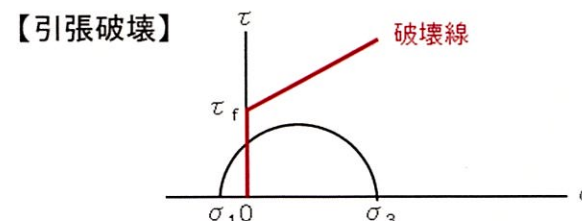
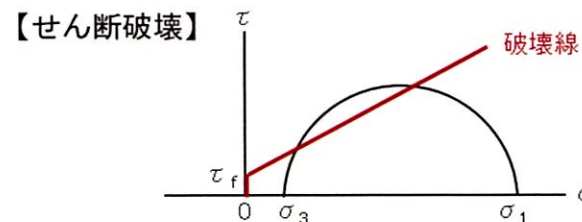
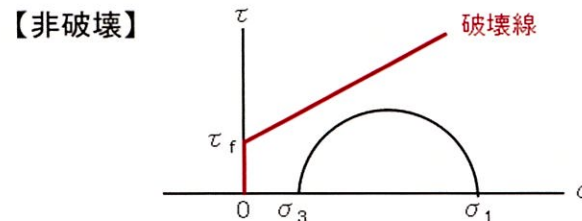
5. 評価方法(すべり安全率算定に用いる岩盤等の強度設定について)

第932回審査会合資料 2-2 (P.58)
再掲

■ 岩盤及び断層・シームの強度特性については、すべり線上の要素の破壊形態に応じて設定する。



すべり安全率の算定フロー



1. 評価方針
2. 基準地震動
3. 評価対象断面
4. 解析用物性値
5. 評価方法
6. 評価結果
 6. 1. **基準地震動Ss-6に関する基礎地盤の安定性評価結果**
 6. 2. 全ての基準地震動に関する基礎地盤の安定性評価結果
7. まとめ

6. 1. 基準地震動Ss-6に関する基礎地盤の安定性評価結果

■ 対象施設の基礎地盤について、基準地震動Ss-6による地震力に対する安定性を評価した結果、以下の①～③について、いずれも評価基準値を満足することを確認した。詳細を次頁以降に示す。

評価内容及び 評価基準値 評価断面	①基礎地盤のすべり※1
	すべり安全率 > 1.5
Y ₃ -Y ₃ ' 断面	4.7
Y ₄ -Y ₄ ' 断面	4.2
X ₃₄ -X ₃₄ ' 断面	4.2
Y _M -Y _M ' 断面	3.4
X _{DK} -X _{DK} ' 断面	3.3
Y _{DK} -Y _{DK} ' 断面	4.8
X _{SC} -X _{SC} ' 断面	8.0
Y _S -Y _S ' 断面	2.9

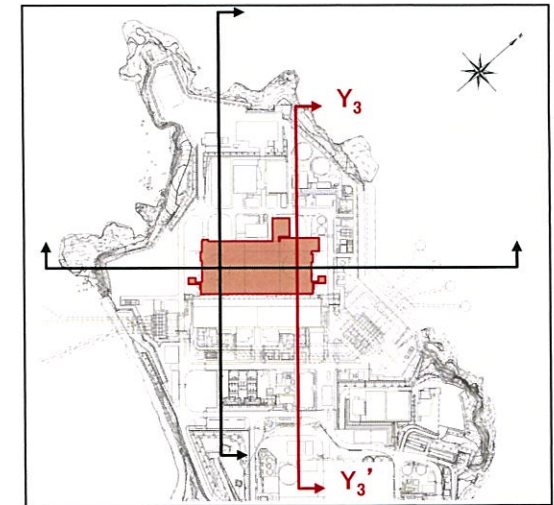
※1 Ss-6の結果が既許可評価を含めて最小とならないため、応力再配分及び地盤物性のばらつきを考慮した評価は実施していない(既許可評価を含めたSs-1～Ss-6の基礎地盤のすべりの結果はP49～58を参照)

評価内容及び 評価基準値 対象施設	②基礎の支持力 最大接地圧 < 地盤の 極限支持力 (13.7N/mm ² ※2)	③基礎底面の傾斜	
		傾斜 ≤ 1/2,000 (評価の目安)	
原子炉格納容 器及び原子炉 周辺建屋	Y ₃ -Y ₃ ' 断面	1.67N/mm ²	1/111,000
	Y ₄ -Y ₄ ' 断面	1.66N/mm ²	1/63,000
	X ₃₄ -X ₃₄ ' 断面	1.50N/mm ²	1/31,000
緊急時対策棟	1.61N/mm ²	1/39,000	
代替緊急時対策所	0.23N/mm ²	1/27,000	
使用済燃料乾式貯蔵建屋	0.99N/mm ²	1/43,000	

※2 設定の考え方はP.43、44に記載

6. 1. 基準地震動Ss-6に関する基礎地盤の安定性評価結果 (①基礎地盤のすべり:Y₃-Y₃'断面)(その1)

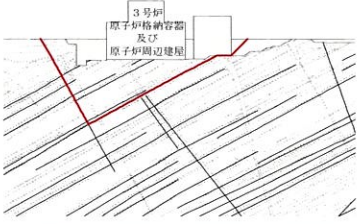
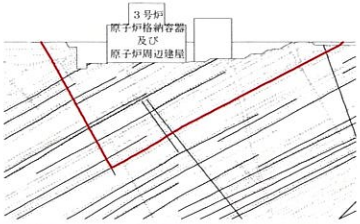
すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率			
			基本強度		
				時間 (s)	
1 (建屋底面 のすべり)		(正、正)	8.1	11.51	
		(逆、正)	6.7	17.28	
		(正、逆)	7.5	11.51	
		(逆、逆)	6.4	17.28	
2 (建屋底面+ 断層・シームの すべり)		(正、正)	7.2	11.51	
		(逆、正)	4.9	17.28	
		(正、逆)	6.3	9.76	
		(逆、逆)	4.7	17.28	
3 (建屋底面+ 断層・シームの すべり)		(正、正)	7.0	17.29	
		(逆、正)	6.2	17.28	
		(正、逆)	6.7	17.29	
		(逆、逆)	5.8	17.28	

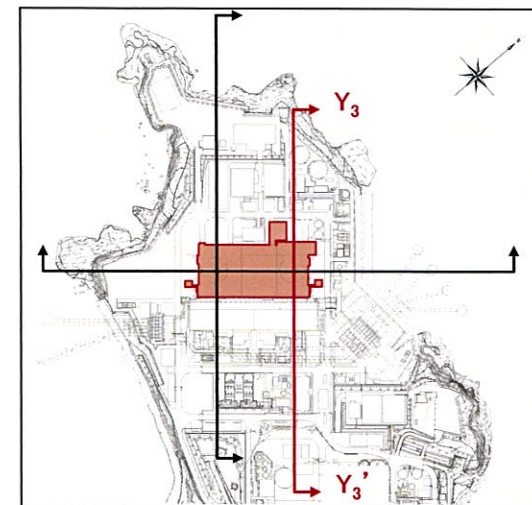


※ 基準地震動の(正、正)は位相反転なし、(逆、正)は水平反転、(正、逆)は鉛直反転、(逆、逆)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
 ※ 類似したすべり線形状については、安全率が最も小さいものについて掲載。

: 評価断面における
最小すべり安全率

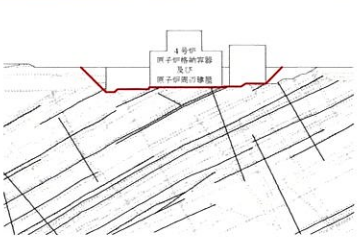
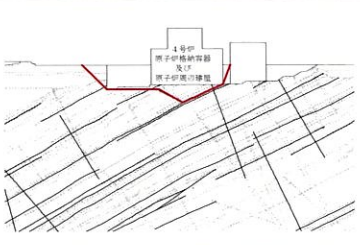
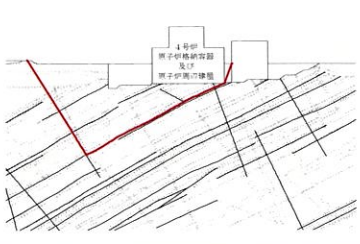
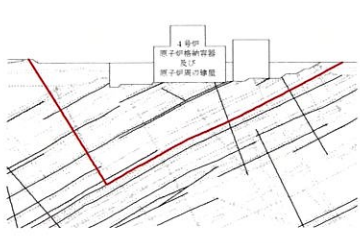
6. 1. 基準地震動Ss-6に関する基礎地盤の安定性評価結果 (①基礎地盤のすべり:Y₃-Y₃'断面)(その2)

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)
4 (建屋底面+断層・シームのすべり)		Ss-6	(正、正)	7.0	11.57
			(逆、正)	6.1	17.28
			(正、逆)	7.1	9.76
			(逆、逆)	5.7	17.28
5 (断層・シームのすべり)		Ss-6	(正、正)	6.3	9.61
			(逆、正)	7.5	11.51
			(正、逆)	6.3	9.62
			(逆、逆)	6.8	17.07




- ※ 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。

6. 1. 基準地震動Ss-6に関する基礎地盤の安定性評価結果 (①基礎地盤のすべり:Y₄-Y₄'断面)

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)
			(正、正)	(逆、正)	
1 (建屋底面のすべり)		Ss-6	(正、正)	7.8	9.77
			(逆、正)	6.1	17.28
			(正、逆)	7.5	9.76
			(逆、逆)	6.0	17.28
2 (建屋底面+断層・シームのすべり)		Ss-6	(正、正)	5.8	9.17
			(逆、正)	4.4	17.28
			(正、逆)	5.5	9.76
			(逆、逆)	4.2	17.28
3 (断層・シームのすべり)		Ss-6	(正、正)	5.5	11.56
			(逆、正)	4.4	17.31
			(正、逆)	5.6	9.79
			(逆、逆)	4.8	17.30
4 (断層・シームのすべり)		Ss-6	(正、正)	7.1	11.59
			(逆、正)	5.9	17.31
			(正、逆)	7.4	17.12
			(逆、逆)	6.5	9.63

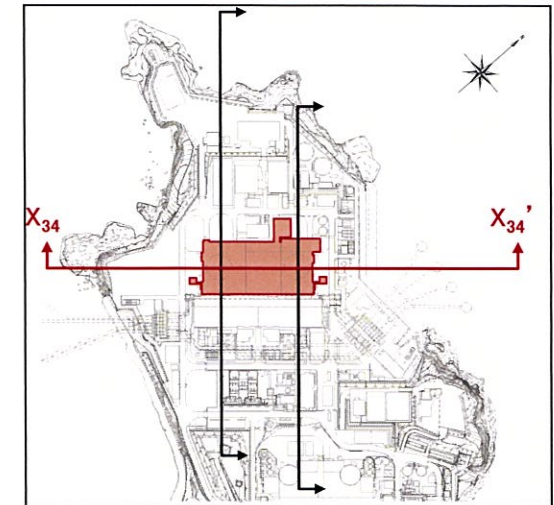


 : 評価断面における
最小すべり安全率

※ 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。

6. 1. 基準地震動Ss-6に関する基礎地盤の安定性評価結果 (①基礎地盤のすべり: $X_{34}-X_{34}'$ 断面)

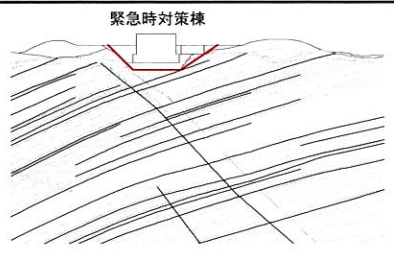
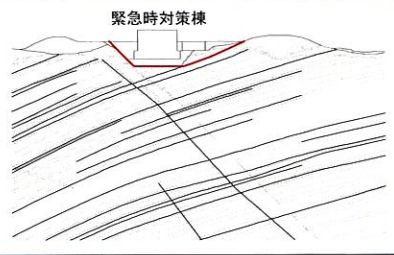
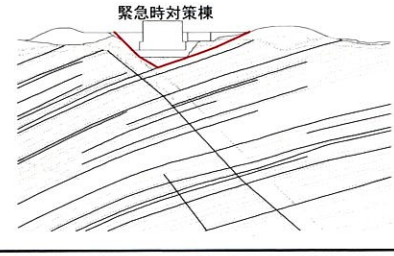
すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率			
			基本強度		時間 (s)
1 (建屋底面 のすべり)		Ss-6	(正、正)	5.5	17.32
			(逆、正)	4.7	17.32
			(正、逆)	6.1	17.32
			(逆、逆)	5.7	17.31
2 (断層・シーム のすべり)		Ss-6	(正、正)	5.8	17.32
			(逆、正)	5.0	17.32
			(正、逆)	6.3	9.80
			(逆、逆)	5.4	17.31
3 (断層・シーム のすべり)		Ss-6	(正、正)	5.4	17.31
			(逆、正)	4.2	17.31
			(正、逆)	5.4	9.80
			(逆、逆)	4.6	17.30
4 (断層・シーム のすべり)		Ss-6	(正、正)	5.9	11.55
			(逆、正)	4.9	17.30
			(正、逆)	6.3	11.55
			(逆、逆)	5.1	17.29

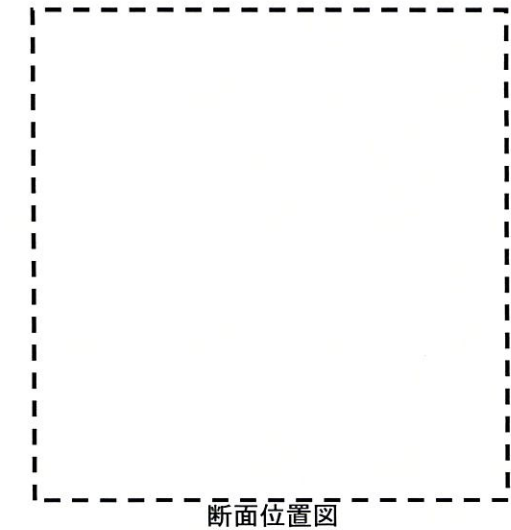


: 評価断面における
最小すべり安全率

※ 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。

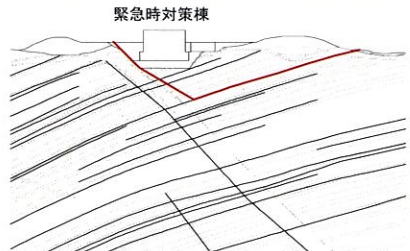
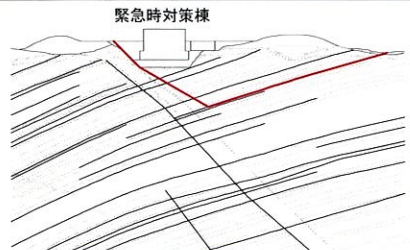
6. 1. 基準地震動Ss-6に関する基礎地盤の安定性評価結果 (①基礎地盤のすべり: $Y_M - Y_M'$ 断面) (その1)

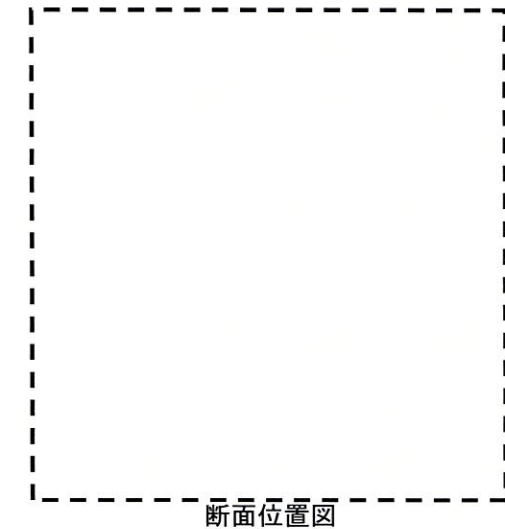
すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率			
				基本強度	
					時間 (s)
1 (建屋底面 のすべり)		Ss-6	(正、正)	10.2	17.31
			(逆、正)	12.3	17.32
			(正、逆)	10.9	17.31
			(逆、逆)	12.4	17.31
2 (建屋底面+ 断層・シームの すべり)		Ss-6	(正、正)	8.1	17.31
			(逆、正)	8.3	17.32
			(正、逆)	8.7	17.31
			(逆、逆)	8.4	17.31
3 (断層・シーム のすべり)		Ss-6	(正、正)	7.9	9.39
			(逆、正)	6.1	17.32
			(正、逆)	7.5	17.12
			(逆、逆)	6.2	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。
 ※ 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。

6. 1. 基準地震動Ss-6に関する基礎地盤の安定性評価結果 (①基礎地盤のすべり: $Y_M - Y_M'$ 断面) (その2)

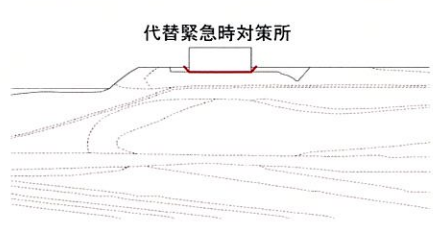
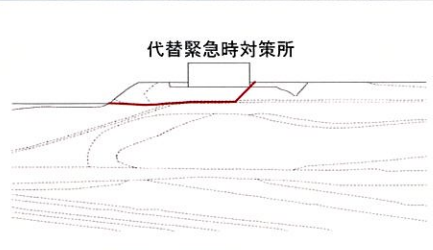
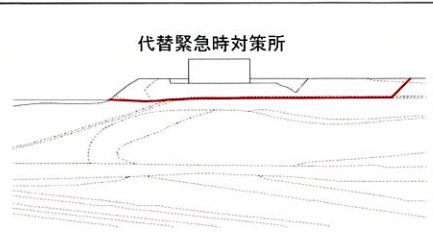
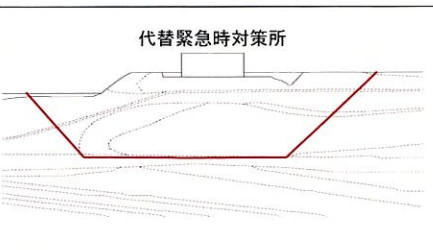
すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率			
			基本強度		
				時間 (s)	
4 (断層・シーム のすべり)		Ss-6	(正、正)	4.2	9.80
			(逆、正)	3.4	17.32
			(正、逆)	3.9	9.80
			(逆、逆)	3.7	17.31
5 (断層・シーム のすべり)		Ss-6	(正、正)	5.9	17.11
			(逆、正)	5.1	17.32
			(正、逆)	5.7	9.80
			(逆、逆)	5.4	17.31




※ 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。
 ※ 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。

 : 評価断面における
最小すべり安全率

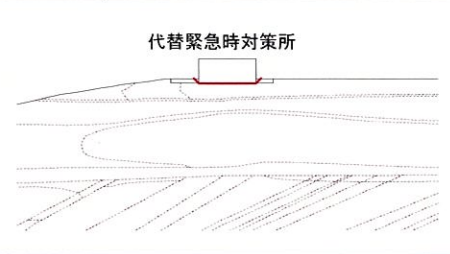
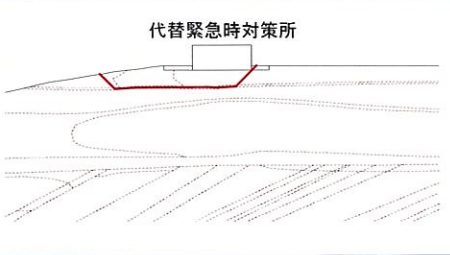
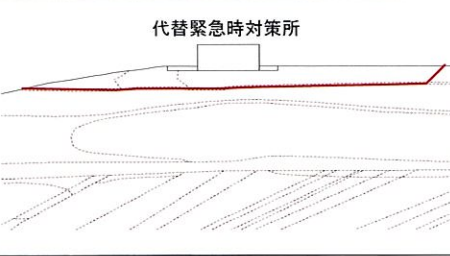
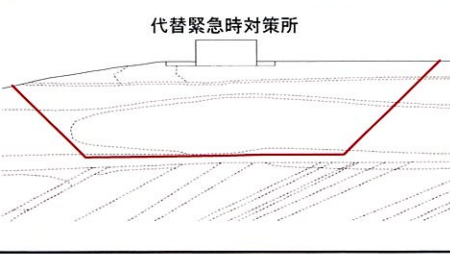
6. 1. 基準地震動Ss-6に関する基礎地盤の安定性評価結果 (①基礎地盤のすべり: $X_{DK}-X_{DK}'$ 断面)


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)
1 (建屋底面 のすべり)		Ss-6	(正、正)	19.8	17.32
			(逆、正)	17.8	17.32
			(正、逆)	8.3	5.17
			(逆、逆)	12.6	5.17
2 (岩盤中の すべり)		Ss-6	(正、正)	4.7	17.32
			(逆、正)	5.0	9.20
			(正、逆)	4.8	9.46
			(逆、逆)	3.4	5.17
3 (岩盤中の すべり)		Ss-6	(正、正)	4.3	17.32
			(逆、正)	5.2	11.54
			(正、逆)	5.1	17.32
			(逆、逆)	3.3	5.17
4 (岩盤中の すべり)		Ss-6	(正、正)	4.9	17.30
			(逆、正)	4.8	9.78
			(正、逆)	4.9	17.30
			(逆、逆)	5.3	9.79

 : 評価断面における
最小すべり安全率

※ 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。

6. 1. 基準地震動Ss-6に関する基礎地盤の安定性評価結果 (①基礎地盤のすべり: Y_{DK}-Y_{DK'} 断面)

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)
1 (建屋底面 のすべり)		Ss-6	(正、正)	14.2	11.55
			(逆、正)	14.7	17.32
			(正、逆)	9.5	5.17
			(逆、逆)	14.4	5.17
2 (岩盤中の すべり)		Ss-6	(正、正)	5.7	17.32
			(逆、正)	5.9	11.55
			(正、逆)	5.8	17.32
			(逆、逆)	5.7	5.17
3 (岩盤中の すべり)		Ss-6	(正、正)	6.3	9.46
			(逆、正)	5.5	17.32
			(正、逆)	4.81	5.17
			(逆、逆)	4.83	5.17
4 (岩盤中の すべり)		Ss-6	(正、正)	5.5	9.27
			(逆、正)	6.1	9.78
			(正、逆)	5.7	9.28
			(逆、逆)	6.4	9.77


 : 評価断面における
最小すべり安全率

※ 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。

6. 1. 基準地震動Ss-6に関する基礎地盤の安定性評価結果 (①基礎地盤のすべり: $X_{SC}-X_{SC}'$ 断面)

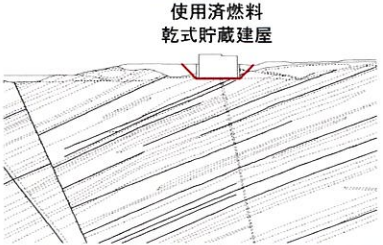
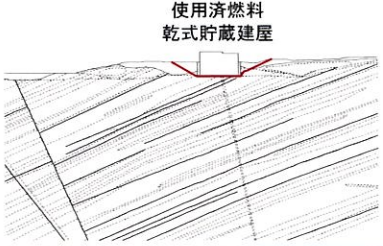
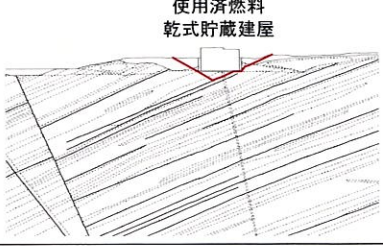
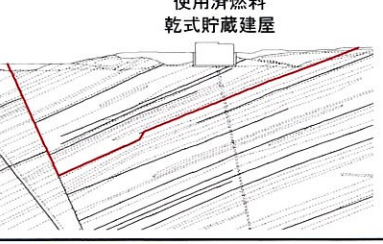
すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率			
			基本強度		
				時間 (s)	
1 (建屋底面 のすべり)		(正、正)	9.8	17.34	
		(逆、正)	8.0	17.34	
		(正、逆)	10.3	17.14	
		(逆、逆)	9.1	17.34	
2 (建屋底面+ 断層・シームの すべり)		(正、正)	11.3	17.34	
		(逆、正)	12.6	17.34	
		(正、逆)	13.2	17.35	
		(逆、逆)	13.3	17.34	
3 (建屋底面+ 岩盤中のすべ り)		(正、正)	10.0	17.34	
		(逆、正)	9.3	17.34	
		(正、逆)	10.6	17.35	
		(逆、逆)	10.4	17.35	
4 (岩盤中の すべり)		(正、正)	14.5	17.34	
		(逆、正)	18.2	11.58	
		(正、逆)	15.8	17.34	
		(逆、逆)	17.8	9.82	




 : 評価断面における
最小すべり安全率

- ※ 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。

6. 1. 基準地震動Ss-6に関する基礎地盤の安定性評価結果 (①基礎地盤のすべり:Y_S-Y_S'断面)

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)	
1 (建屋底面 のすべり)		Ss-6	(正、正)	7.8	17.31
			(逆、正)	7.4	17.31
			(正、逆)	8.0	17.30
			(逆、逆)	8.1	17.31
2 (建屋底面+ 断層・シームの すべり)		Ss-6	(正、正)	8.2	17.31
			(逆、正)	7.2	17.31
			(正、逆)	8.6	17.30
			(逆、逆)	7.8	17.31
3 (断層・シーム のすべり)		Ss-6	(正、正)	7.7	9.19
			(逆、正)	5.7	17.31
			(正、逆)	7.7	9.19
			(逆、逆)	5.8	17.31
4 (断層・シーム のすべり)		Ss-6	(正、正)	3.2	17.32
			(逆、正)	3.5	9.80
			(正、逆)	2.9	17.32
			(逆、逆)	3.5	11.56



 :評価断面における
最小すべり安全率

※ 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。

6. 1. 基準地震動Ss-6に関する基礎地盤の安定性評価結果 (②基礎の支持力)(その1)

■ 建屋基礎底面の最大接地圧は、 $X_{34}-X_{34}'$ 断面で $1.50\text{N}/\text{mm}^2$ 、 Y_3-Y_3' 断面で $1.67\text{N}/\text{mm}^2$ 、 Y_4-Y_4' 断面で $1.66\text{N}/\text{mm}^2$ であり、極限支持力($13.7\text{N}/\text{mm}^2$ 以上※)を下回ることを確認した。

	基礎底面の最大接地圧			
	3号炉		4号炉	
	Y_3-Y_3' 断面	$X_{34}-X_{34}'$ 断面	Y_4-Y_4' 断面	$X_{34}-X_{34}'$ 断面
Ss-6	$1.67\text{N}/\text{mm}^2$	$1.50\text{N}/\text{mm}^2$	$1.66\text{N}/\text{mm}^2$	$1.45\text{N}/\text{mm}^2$
	5.16s	10.58s	5.16s	9.59s

: 対象施設の基礎底面の最大接地圧

【原子炉格納容器等の基礎地盤の極限支持力の考え方】

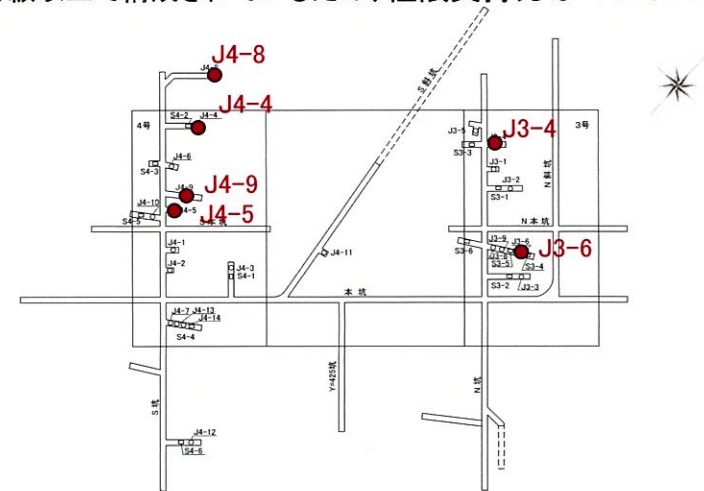
平成30年10月24日まとめ資料TC-005改2 (P. 81) に一部加筆し、再掲

- ・ 砂岩・頁岩⑥以上の極限支持力は、試掘坑内における支持力試験結果より、 $13.7\text{N}/\text{mm}^2$ 以上と評価できる。
- ・ 原子炉格納容器等が設置される基礎地盤は、主に同様の砂岩・頁岩の⑥級以上で構成されているため、極限支持力は $13.7\text{N}/\text{mm}^2$ 以上と評価できる。

支持力試験結果

試験箇所	岩種・岩級	支持力試験値
J3-4	砂岩⑥	$13.7\text{N}/\text{mm}^2$ 以上※
J3-6	頁岩⑥	$13.7\text{N}/\text{mm}^2$ 以上※
J4-4	砂岩⑥	$13.7\text{N}/\text{mm}^2$ 以上※
J4-5	砂岩⑥	$13.7\text{N}/\text{mm}^2$ 以上※
J4-8	頁岩⑥	$13.7\text{N}/\text{mm}^2$ 以上※
J4-9	頁岩⑥	$13.7\text{N}/\text{mm}^2$ 以上※

※ ジャッキの载荷限界 $13.7\text{N}/\text{mm}^2$ に達しても破壊に至らない



試掘坑内における支持力試験位置

6. 1. 基準地震動Ss-6に関する基礎地盤の安定性評価結果 (②基礎の支持力)(その2)

■ 建屋基礎底面の最大接地圧は、緊急時対策棟で1.61N/mm²、代替緊急時対策所で0.23N/mm²、使用済燃料乾式貯蔵建屋で0.99N/mm²であり、極限支持力(13.7N/mm²以上)を下回ることを確認した。

	基礎底面の最大接地圧				
	緊急時対策棟	代替緊急時対策所		使用済燃料乾式貯蔵建屋	
	Y _M -Y _M ' 断面	X _{DK} -X _{DK} ' 断面	Y _{DK} -Y _{DK} ' 断面	X _{SC} -X _{SC} ' 断面	Y _S -Y _S ' 断面
Ss-6	1.61N/mm ²	0.234N/mm ²	0.233N/mm ²	0.82N/mm ²	0.99N/mm ²
	6.47s	5.17s	5.17s	6.48s	6.46s

 : 対象施設の基礎底面の最大接地圧

【緊急時対策棟及び使用済燃料乾式貯蔵建屋の基礎地盤の極限支持力の考え方】

平成30年10月24日まとめ資料TC-005改2 (P. 149) 及び第932回審査会合資料2-2 (P. 65) に一部加筆し、再掲

- ・ 砂岩・頁岩③級以上の極限支持力は、試掘坑内における支持力試験結果より、13.7N/mm²以上と評価できる。(前頁参照)
- ・ 緊急時対策棟及び使用済燃料乾式貯蔵建屋が設置される基礎地盤は、主に同様の砂岩・頁岩の③級以上で構成されているため、極限支持力は13.7N/mm²以上と評価できる。

【代替緊急時対策所の基礎地盤の極限支持力の考え方】

平成30年10月24日まとめ資料TC-005改2 (P. 165) に一部加筆し、再掲

- ・ 代替緊急時対策所の基礎地盤は、主に玄武岩①級で構成されているが、玄武岩①級の極限支持力は、以下の通り設定する。
- ・ 砂岩③級の支持力試験結果が13.7N/mm²以上であることから(前頁参照)、それより硬質な砂岩①級の極限支持力は少なくとも13.7N/mm²以上と評価できる。
- ・ さらに、砂岩①級と玄武岩①級の一軸圧縮強度の比較から玄武岩①級は砂岩①級よりも硬質であることから、玄武岩①級の極限支持力も少なくとも、13.7N/mm²以上と評価できる。

一軸圧縮試験結果

	一軸圧縮強度 平均値 (N/mm ²)
玄武岩①級	158.0(11)
砂岩①級	22.3(21)

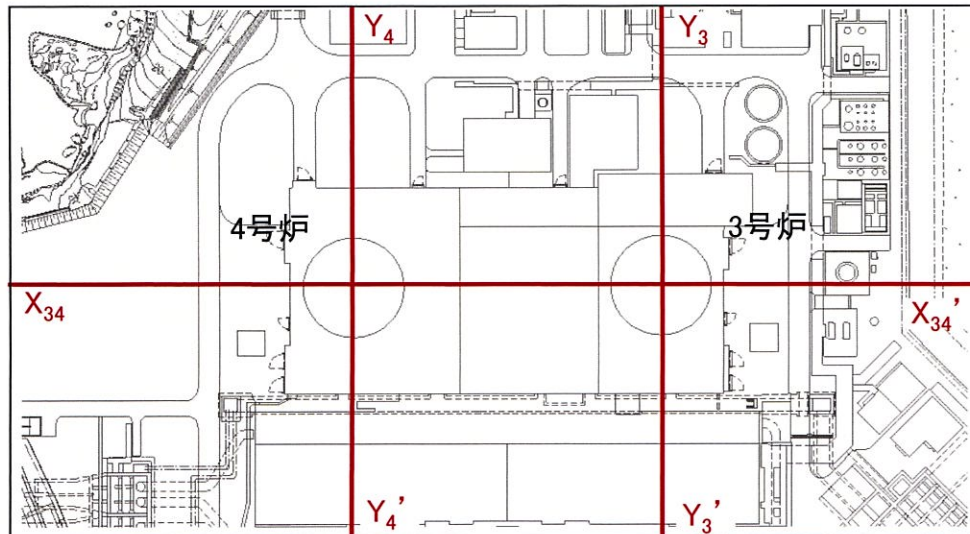
()は試料数を示す

6. 1. 基準地震動Ss-6に関する基礎地盤の安定性評価結果 (③基礎底面の傾斜) (その1)

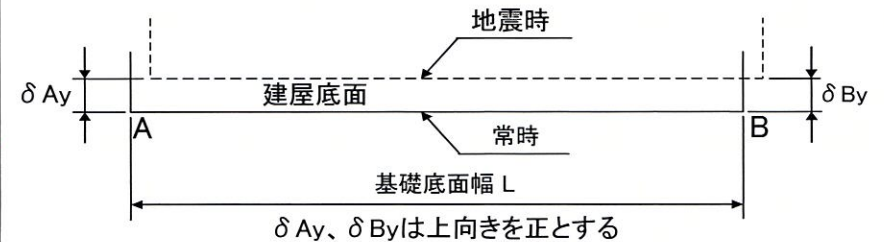
■ 基礎底面の最大傾斜について、 $X_{34}-X_{34}'$ 断面で1/31,000、 Y_3-Y_3' 断面で1/111,000、 Y_4-Y_4' 断面で1/63,000であり、評価基準値の目安である1/2,000以下であることを確認した。

		3号炉		4号炉	
		Y_3-Y_3' 断面 L=99.8m	$X_{34}-X_{34}'$ 断面 L=57.0m	Y_4-Y_4' 断面 L=94.9m	$X_{34}-X_{34}'$ 断面 L=78.7m
基礎底面両端の 相対変位 $ \delta A_y - \delta B_y $	Ss-6	0.9mm	1.5mm	1.5mm	2.5mm
		9.44s	9.60s	9.57s	17.34s
基礎底面両端の傾斜 $ \delta A_y - \delta B_y / L$	Ss-6	1/111,000	1/38,000	1/63,000	1/31,000

: 対象施設の基礎底面の最大傾斜



断面位置図

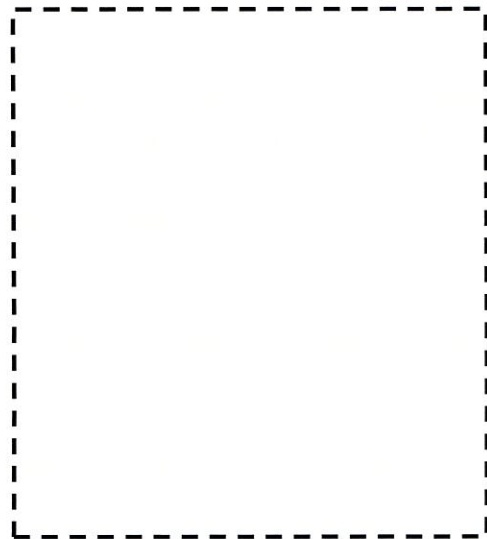


6. 1. 基準地震動Ss-6に関する基礎地盤の安定性評価結果 (③基礎底面の傾斜) (その2)

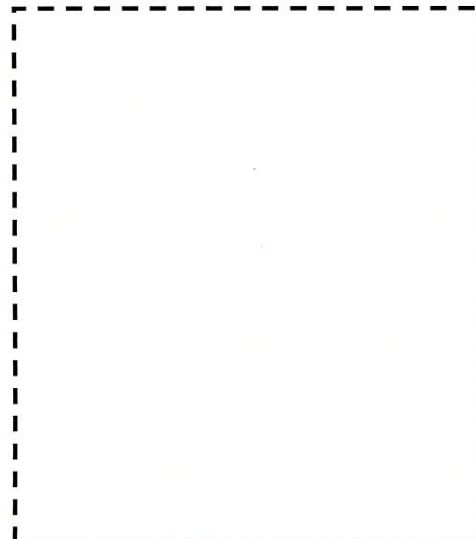
■ 基礎底面の最大傾斜について、緊急時対策棟で1/39,000、代替緊急時対策所で1/27,000、使用済燃料乾式貯蔵建屋で1/43,000であり、評価基準値の目安である1/2,000以下であることを確認した。

		緊急時対策棟	代替緊急時対策所		使用済燃料乾式貯蔵建屋	
		Y _M -Y _M ' 断面 L=47.0m	X _{DK} -X _{DK} ' 断面 L=14.8m	Y _{DK} -Y _{DK} ' 断面 L=13.6m	X _{SC} -X _{SC} ' 断面 L=61.5m	Y _S -Y _S ' 断面 L=47.7m
基礎底面両端の 相対変位 δ _{Ay} - δ _{By}	Ss-6	1.2mm	0.5mm	0.5mm	1.3mm	1.1mm
		9.48s	11.56s	17.33s	9.50s	6.45s
基礎底面両端の傾斜 δ _{Ay} - δ _{By} / L	Ss-6	1/39,000	1/30,000	1/27,000	1/47,000	1/43,000

 : 対象施設の基礎底面の最大傾斜



緊急時対策棟
断面位置図



代替緊急時対策所
断面位置図



使用済燃料乾式貯蔵建屋
断面位置図

1. 評価方針
2. 基準地震動
3. 評価対象断面
4. 解析用物性値
5. 評価方法
- 6. 評価結果**
 6. 1. 基準地震動Ss-6に関する基礎地盤の安定性評価結果
 - 6. 2. 全ての基準地震動に関する基礎地盤の安定性評価結果**
7. まとめ

6. 2. 全ての基準地震動に関する基礎地盤の安定性評価結果

■ 対象施設の基礎地盤について、全ての基準地震動Ssによる地震力に対する安定性を確認した結果、以下の①～③について、いずれも評価基準値を満足することを確認した。詳細を次頁以降に示す。

評価内容及び 評価基準値	①基礎地盤のすべり	
	基本強度※1	強度-1σ
	すべり安全率 > 1.5	
Y ₃ -Y ₃ ' 断面	3.6 (3.6)	2.6
Y ₄ -Y ₄ ' 断面	2.8 (5.9)	2.3
X ₃₄ -X ₃₄ ' 断面	2.6 (2.6)	2.1
Y _M -Y _M ' 断面	3.0 (3.1)	2.3
X _{DK} -X _{DK} ' 断面	2.4 (2.7)	1.9
Y _{DK} -Y _{DK} ' 断面	3.9 (3.9)	2.6
X _{SC} -X _{SC} ' 断面	6.2 (7.2)	4.9
Y _S -Y _S ' 断面	2.5 (3.1)	2.5

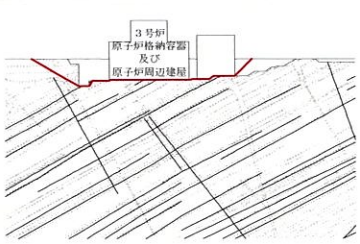
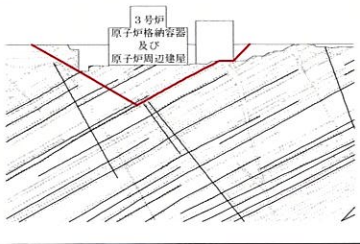
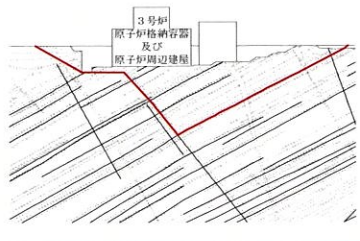
※1 ()内は応力再配分を実施した場合の安全率

評価内容及び 評価基準値	②基礎の支持力	③基礎底面の傾斜	
			最大接地圧 < 地盤の 極限支持力 (13.7N/mm ² ※2)
対象施設			
原子炉格納容 器及び原子炉 周辺建屋	Y ₃ -Y ₃ ' 断面	1.67N/mm ²	<u>1/111,000</u> ※3
	Y ₄ -Y ₄ ' 断面	1.89N/mm ²	<u>1/63,000</u> ※3
	X ₃₄ -X ₃₄ ' 断面	2.01N/mm ²	1/15,000
緊急時対策棟	1.70N/mm ²	<u>1/39,000</u> ※3	
代替緊急時対策所	0.24N/mm ²	1/23,000	
使用済燃料乾式貯蔵建屋	1.01N/mm ²	1/40,000	

※2 設定の考え方はP.59～61に記載

※3 下線部はSs-6が最も厳しい結果になった数値を示す(ただし、原子炉格納容器及び原子炉周辺建屋のY₄-Y₄'断面の③基礎底面の傾斜については、Ss-4と同値)

6. 2. 全ての基準地震動に関する基礎地盤の安定性評価結果 (①基礎地盤のすべり:Y₃-Y₃'断面)(その1)

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)	
1 (建屋底面 のすべり)		Ss-1	(逆、逆)	5.5	13.22	—	Ss-5 NS	(正、正)	8.6	6.94	—
		Ss-2	(正、正)	14.5	11.83	—					
		Ss-3	(正、正)	8.2	13.93	—					
		Ss-4	(正、正)	6.3	7.51	—					
						Ss-6	(逆、逆)	6.4	17.28	—	
2 (建屋底面+ 断層・シーム のすべり)		Ss-1	(逆、逆)	3.6(3.6)	13.22	2.6	Ss-5 NS	(逆、逆)	6.7	6.34	—
		Ss-2	(正、正)	12.9	11.83	—					
		Ss-3	(正、正)	6.4	13.93	—					
		Ss-4	(正、正)	4.4	7.56	—					
						Ss-6	(逆、逆)	4.7	17.28	—	
3 (建屋底面+ 断層・シーム のすべり)		Ss-1	(逆、逆)	4.1	13.22	—	Ss-5 NS	(逆、逆)	6.7	6.34	—
		Ss-2	(正、正)	17.7	11.83	—					
		Ss-3	(正、正)	7.6	13.93	—					
		Ss-4	(正、正)	5.0	7.56	—					
						Ss-6	(逆、逆)	5.8	17.28	—	

※ 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ケースのみ記載

※ 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、平成30年10月24日 まとめ資料TC-005改2 より抜粋

 : 評価断面における
最小すべり安全率
()内は応力再配分を
実施した場合の安全率

6. 2. 全ての基準地震動に関する基礎地盤の安定性評価結果 (①基礎地盤のすべり:Y₃-Y₃'断面)(その2)

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)	
4 (建屋底面+ 断層・シーム のすべり)		Ss-1	(逆、逆)	4.2	13.22	—	Ss-5 NS	(逆、正)	6.5	6.33	—
		Ss-2	(正、正)	12.7	11.82	—					
		Ss-3	(正、正)	8.0	13.94	—					
		Ss-4	(正、正)	4.6	7.57	—					
							Ss-5 EW	(逆、正)	7.3	6.68	—
						Ss-6	(逆、逆)	5.7	17.28	—	
5 (断層・シーム のすべり)		Ss-1	(正、正)	4.8	8.17	—	Ss-5 NS	(正、正)	5.1	6.33	—
		Ss-2	(正、正)	13.9	19.54	—					
		Ss-3	(正、正)	10.1	17.91	—					
		Ss-4	(逆、正)	4.5	7.59	—					
							Ss-5 EW	(正、逆)	5.7	6.37	—
						Ss-6	(正、正)	6.3	9.61	—	

- ※ 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ケースのみ記載
- ※ 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、平成30年10月24日 まとめ資料TC-005改2 より抜粋

6. 2. 全ての基準地震動に関する基礎地盤の安定性評価結果 (①基礎地盤のすべり:Y₄-Y₄'断面)

すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率					すべり安全率				
		Ss-1	(逆、逆)	基本強度		強度 -1σ	Ss-5	(逆、逆)	基本強度		強度 -1σ
				時間 (s)					時間 (s)		
1 (建屋底面 のすべり)		Ss-1	(逆、逆)	5.2	13.22	—	Ss-5	(逆、逆)	7.6	6.35	—
		Ss-2	(正、正)	13.6	11.84	—	NS				
		Ss-3	(正、正)	6.5	13.94	—	Ss-5	(逆、正)	7.3	6.38	—
		Ss-4	(正、正)	5.0	7.51	—	EW				
2 (建屋底面+ 断層・シームの すべり)		Ss-1	(逆、逆)	3.4	13.22	—	Ss-5	(逆、逆)	5.5	6.35	—
		Ss-2	(正、正)	10.2	11.84	—	NS				
		Ss-3	(正、正)	4.4	13.94	—	Ss-5	(逆、正)	5.4	6.39	—
		Ss-4	(正、正)	3.2	7.51	—	EW				
3 (断層・シーム のすべり)		Ss-1	(逆、逆)	3.3	13.23	—	Ss-5	(正、正)	4.5	7.01	—
		Ss-2	(正、正)	11.5	17.72	—	NS				
		Ss-3	(正、正)	5.4	13.96	—	Ss-5	(正、正)	5.0	7.97	—
		Ss-4	(正、正)	2.8(5.9)	7.55	2.3	EW				
4 (断層・シーム のすべり)		Ss-1	(逆、逆)	4.2	13.23	—	Ss-5	(正、正)	5.6	7.01	—
		Ss-2	(正、正)	14.8	17.72	—	NS				
		Ss-3	(正、正)	7.8	13.95	—	Ss-5	(正、正)	5.5	7.99	—
		Ss-4	(正、正)	3.5	7.55	—	EW				
						Ss-6	(逆、正)	5.9	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ケースのみ記載
- ※ 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、平成30年10月24日 まとめ資料TC-005改2 より抜粋

2.8(5.9) : 評価断面における
最小すべり安全率
()内は応力再配分を
実施した場合の安全率

6. 2. 全ての基準地震動に関する基礎地盤の安定性評価結果 (①基礎地盤のすべり: $X_{34}-X_{34}'$ 断面)

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 -1 σ			基本強度		強度 -1 σ
					時間 (s)					時間 (s)	
1 (建屋底面 のすべり)		Ss-1	(逆、正)	4.3	8.12	—	Ss-5	(正、正)	5.5	7.01	—
		Ss-2	(正、正)	12.7	15.80	—	NS				
		Ss-3	(正、正)	6.1	18.10	—	Ss-5	(正、逆)	7.2	7.98	—
		Ss-4	(逆、正)	2.7	7.55	—	EW				
						Ss-6	(逆、正)	4.7	17.32	—	
2 (断層・シーム のすべり)		Ss-1	(逆、正)	3.6	8.13	—	Ss-5	(正、正)	5.3	7.02	—
		Ss-2	(正、正)	13.4	16.60	—	NS				
		Ss-3	(正、正)	5.5	18.12	—	Ss-5	(正、逆)	6.3	8.00	—
		Ss-4	(正、正)	2.8	7.55	—	EW				
						Ss-6	(逆、正)	5.0	17.32	—	
3 (断層・シーム のすべり)		Ss-1	(逆、正)	3.2	8.13	—	Ss-5	(正、正)	4.7	7.02	—
		Ss-2	(正、正)	10.4	16.60	—	NS				
		Ss-3	(正、正)	4.8	15.75	—	Ss-5	(正、逆)	5.6	8.03	—
		Ss-4	(正、正)	2.6(2.6)	7.55	2.1	EW				
						Ss-6	(逆、正)	4.2	17.31	—	
4 (断層・シーム のすべり)		Ss-1	(逆、正)	3.4	8.13	—	Ss-5	(正、正)	5.1	7.01	—
		Ss-2	(正、正)	9.6	16.60	—	NS				
		Ss-3	(正、正)	4.9	18.10	—	Ss-5	(正、逆)	5.6	8.02	—
		Ss-4	(正、正)	3.1	7.55	—	EW				
						Ss-6	(逆、正)	4.9	17.30	—	

- ※ 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ケースのみ記載
- ※ 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、平成30年10月24日 まとめ資料TC-005改2 より抜粋

2.6(2.6) : 評価断面における
最小すべり安全率
()内は応力再配分を
実施した場合の安全率

6. 2. 全ての基準地震動に関する基礎地盤の安定性評価結果 (①基礎地盤のすべり: $Y_M - Y_M'$ 断面) (その1)

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 -1 σ			基本強度		強度 -1 σ
					時間 (s)					時間 (s)	
1 (建屋底面 のすべり)		Ss-1	(正、逆)	10.6	13.25	—	Ss-5 NS	(逆、正)	10.2	6.99	—
		Ss-2	(正、正)	20.1	11.94	—					
		Ss-3	(正、正)	12.4	13.96	—					
		Ss-4	(逆、正)	9.6	7.54	—					
		Ss-6	(正、正)	10.2	17.31	—					
2 (建屋底面+ 断層・シームの すべり)		Ss-1	(逆、逆)	7.9	13.26	—	Ss-5 NS	(逆、正)	8.4	6.99	—
		Ss-2	(正、正)	16.4	11.94	—					
		Ss-3	(正、正)	8.1	13.96	—					
		Ss-4	(正、正)	7.4	7.55	—					
		Ss-6	(正、正)	8.1	17.31	—					
3 (断層・シーム のすべり)		Ss-1	(逆、逆)	6.0	13.26	—	Ss-5 NS	(正、逆)	6.4	6.99	—
		Ss-2	(正、正)	12.7	11.86	—					
		Ss-3	(正、正)	5.7	13.97	—					
		Ss-4	(正、正)	6.1	7.56	—					
		Ss-6	(逆、正)	6.1	17.32	—					

※ 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ケースのみ記載

※ 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、平成30年10月24日 まとめ資料TC-005改2 より抜粋

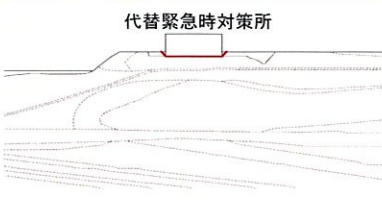
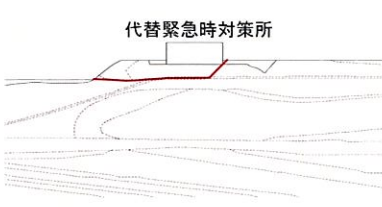
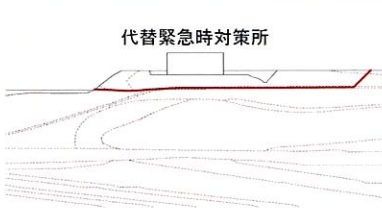
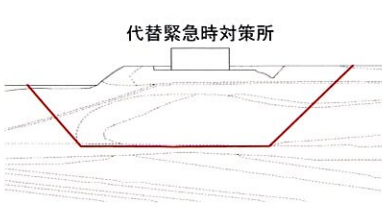
6. 2. 全ての基準地震動に関する基礎地盤の安定性評価結果 (①基礎地盤のすべり: $Y_M - Y_M'$ 断面) (その2)

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 -1 σ			基本強度		強度 -1 σ
					時間 (s)					時間 (s)	
4 (断層・シーム のすべり)		Ss-1	(逆、逆)	3.3	13.26	—	Ss-5 NS	(正、正)	3.5	7.02	—
		Ss-2	(正、正)	9.5	11.86	—					
		Ss-3	(正、正)	3.5	13.96	—	Ss-5 EW	(正、正)	3.4	7.98	—
		Ss-4	(正、正)	3.0(3.1)	7.56	2.3					
								Ss-6	(逆、正)	3.4	17.32
5 (断層・シーム のすべり)		Ss-1	(逆、逆)	4.9	13.25	—	Ss-5 NS	(正、正)	5.3	7.02	—
		Ss-2	(正、正)	12.7	11.86	—					
		Ss-3	(正、正)	5.4	13.96	—	Ss-5 EW	(正、正)	5.4	7.97	—
		Ss-4	(正、正)	4.8	7.55	—					
								Ss-6	(逆、正)	5.1	17.32

- ※ 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ケースのみ記載
- ※ 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、平成30年10月24日 まとめ資料TC-005改2 より抜粋

 : 評価断面における
最小すべり安全率
()内は応力再配分を
実施した場合の安全率

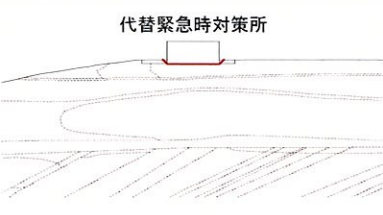
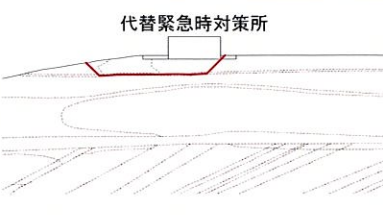
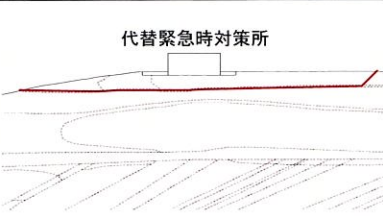
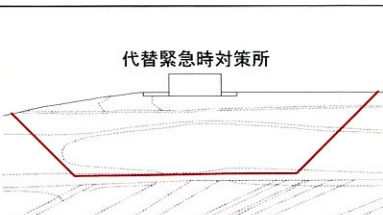
6. 2. 全ての基準地震動に関する基礎地盤の安定性評価結果 (①基礎地盤のすべり: X_{DK}-X_{DK'} 断面)

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)	
1 (建屋底面 のすべり)		Ss-1	(逆、正)	11.3	4.96	—	Ss-5 NS	(逆、逆)	22.9	6.98	—
		Ss-2	(正、正)	84.3	12.61	—					
		Ss-3	(正、正)	31.1	15.94	—	Ss-5 EW	(逆、逆)	17.4	7.69	—
		Ss-4	(逆、正)	20.0	7.51	—					
2 (岩盤中の すべり)		Ss-1	(正、正)	4.2	4.96	—	Ss-5 NS	(逆、逆)	5.1	6.98	—
		Ss-2	(正、正)	9.9	12.61	—					
		Ss-3	(正、正)	5.8	15.95	—	Ss-5 EW	(逆、正)	4.9	7.95	—
		Ss-4	(逆、正)	4.4	7.51	—					
3 (岩盤中の すべり)		Ss-1	(正、正)	4.1	4.96	—	Ss-5 NS	(逆、逆)	5.1	6.98	—
		Ss-2	(正、正)	13.2	12.61	—					
		Ss-3	(正、正)	7.5	15.95	—	Ss-5 EW	(逆、正)	4.7	7.95	—
		Ss-4	(逆、正)	4.1	7.51	—					
4 (岩盤中の すべり)		Ss-1	(正、逆)	4.2	4.66	—	Ss-5 NS	(逆、正)	5.7	6.97	—
		Ss-2	(正、正)	10.8	17.60	—					
		Ss-3	(正、正)	6.9	15.94	—	Ss-5 EW	(逆、正)	5.9	7.94	—
		Ss-4	(逆、正)	2.4(2.7)	7.52	1.9					


- ※ 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ケースのみ記載
- ※ 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、平成30年10月24日 まとめ資料TC-005改2 より抜粋

2.4(2.7) : 評価断面における
最小すべり安全率
()内は応力再配分を
実施した場合の安全率

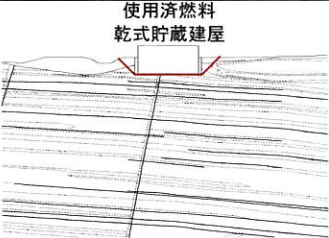
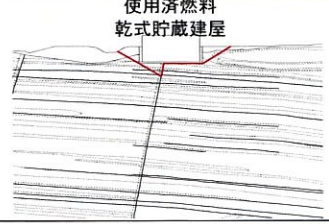
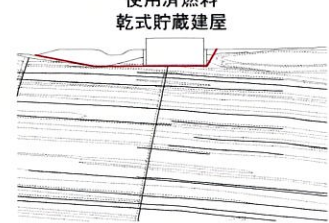
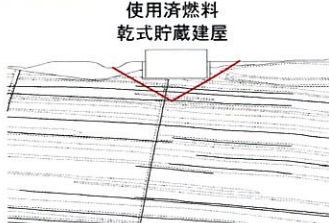
6. 2. 全ての基準地震動に関する基礎地盤の安定性評価結果 (①基礎地盤のすべり: Y_{DK}-Y_{DK'} 断面)

すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率					すべり安全率				
		Ss-1	(逆、正)	基本強度		強度 -1σ	Ss-5	(正、正)	基本強度		強度 -1σ
				時間 (s)	時間 (s)				時間 (s)	時間 (s)	
1 (建屋底面 のすべり)		Ss-1	(逆、正)	12.5	4.66	—	Ss-5 NS	(正、正)	19.5	7.26	—
		Ss-2	(正、正)	57.4	11.95	—	Ss-5 EW	(正、正)	14.9	7.96	—
		Ss-3	(正、正)	14.4	13.96	—	Ss-6	(正、逆)	9.5	5.17	—
		Ss-4	(正、正)	18.5	7.51	—					
2 (岩盤中の すべり)		Ss-1	(正、正)	5.0	4.65	—	Ss-5 NS	(逆、逆)	6.1	6.98	—
		Ss-2	(正、正)	9.9	11.95	—	Ss-5 EW	(逆、正)	6.1	7.95	—
		Ss-3	(正、正)	7.0	14.21	—	Ss-6	(正、正)	5.7	17.32	—
		Ss-4	(逆、正)	5.5	7.50	—					
3 (岩盤中の すべり)		Ss-1	(正、正)	4.7	4.66	—	Ss-5 NS	(逆、逆)	6.6	6.98	—
		Ss-2	(正、正)	11.1	11.95	—	Ss-5 EW	(正、正)	5.8	7.96	—
		Ss-3	(正、正)	6.0	13.96	—	Ss-6	(正、逆)	4.8	5.17	—
		Ss-4	(逆、正)	5.6	7.51	—					
4 (岩盤中の すべり)		Ss-1	(正、正)	4.4	4.66	—	Ss-5 NS	(逆、逆)	6.5	6.97	—
		Ss-2	(正、正)	9.9	11.94	—	Ss-5 EW	(逆、逆)	6.3	6.86	—
		Ss-3	(正、正)	6.8	13.96	—	Ss-6	(正、正)	5.5	9.27	—
		Ss-4	(逆、正)	3.9(3.9)	7.52	2.6					

- ※ 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ケースのみ記載
- ※ 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、平成30年10月24日 まとめ資料TC-005改2 より抜粋

 : 評価断面における
最小すべり安全率
()内は応力再配分を
実施した場合の安全率

6. 2. 全ての基準地震動に関する基礎地盤の安定性評価結果 (①基礎地盤のすべり: $X_{SC}-X_{SC}'$ 断面)

すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率					すべり安全率				
		Ss-1	(逆、正)	基本強度		強度 -1 σ	Ss-5	(正、正)	基本強度		強度 -1 σ
				時間 (s)					時間 (s)		
1 (建屋底面 のすべり)		Ss-1	(逆、正)	7.3	5.03	—	Ss-5 NS	(正、正)	8.7	7.03	—
		Ss-2	(正、正)	14.1	18.92	—	Ss-5 EW	(逆、正)	9.0	6.45	—
		Ss-3	(正、正)	8.9	18.13	—					
		Ss-4	(正、正)	7.5	7.57	—	Ss-6	(逆、正)	8.0	17.34	—
2 (建屋底面+断 層・シームのす べり)		Ss-1	(逆、逆)	9.9	8.30	—	Ss-5 NS	(正、正)	11.2	6.41	—
		Ss-2	(正、正)	20.7	17.72	—	Ss-5 EW	(逆、正)	12.7	6.45	—
		Ss-3	(正、正)	13.5	18.13	—					
		Ss-4	(逆、正)	10.3	7.57	—	Ss-6	(正、正)	11.3	17.34	—
3 (建屋底面+岩 盤中のすべり)		Ss-1	(逆、正)	6.2(7.2)	5.03	4.9	Ss-5 NS	(正、正)	7.2	7.03	—
		Ss-2	(正、正)	12.1	18.92	—	Ss-5 EW	(逆、正)	7.6	6.45	—
		Ss-3	(正、正)	9.8	15.79	—					
		Ss-4	(正、正)	6.6	7.72	—	Ss-6	(逆、正)	9.3	17.34	—
4 (岩盤中の すべり)		Ss-1	(正、正)	14.8	8.17	—	Ss-5 NS	(逆、正)	14.4	7.02	—
		Ss-2	(正、正)	22.9	17.73	—	Ss-5 EW	(逆、正)	15.5	7.99	—
		Ss-3	(正、正)	20.4	16.50	—					
		Ss-4	(逆、正)	13.4	7.57	—	Ss-6	(正、正)	14.5	17.34	—

- ※ 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ケースのみ記載
- ※ 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

6.2(7.2) : 評価断面における
最小すべり安全率
()内は応力再配分を
実施した場合の安全率

6. 2. 全ての基準地震動に関する基礎地盤の安定性評価結果 (①基礎地盤のすべり: $Y_S - Y_S'$ 断面)

すべり線 番号	すべり線形状	すべり安全率					すべり安全率				
		Ss-1	(逆、逆)	基本強度		強度 -1σ	Ss-5	(正、逆)	基本強度		強度 -1σ
				時間 (s)	時間 (s)				時間 (s)	時間 (s)	
1 (建屋底面 のすべり)		Ss-1	(逆、逆)	6.2	13.25	—	Ss-5 NS	(正、逆)	8.5	6.97	—
		Ss-2	(正、正)	17.2	11.95	—					
		Ss-3	(正、正)	8.3	13.96	—	Ss-5 EW	(正、正)	9.5	7.97	—
		Ss-4	(正、正)	4.7	7.54	—					
		Ss-6	(逆、正)	7.4	17.31	—					
2 (建屋底面+断 層・シームの すべり)		Ss-1	(逆、逆)	5.9	13.25	—	Ss-5 NS	(正、逆)	7.9	6.97	—
		Ss-2	(正、正)	15.8	11.86	—					
		Ss-3	(正、正)	8.1	13.96	—	Ss-5 EW	(正、正)	8.7	7.97	—
		Ss-4	(正、正)	4.6	7.54	—					
		Ss-6	(逆、正)	7.2	17.31	—					
3 (断層・シーム のすべり)		Ss-1	(逆、逆)	5.1	13.25	—	Ss-5 NS	(正、正)	6.1	7.03	—
		Ss-2	(正、正)	13.8	11.86	—					
		Ss-3	(正、正)	6.7	13.96	—	Ss-5 EW	(逆、正)	6.7	6.40	—
		Ss-4	(正、正)	4.0	7.54	—					
		Ss-6	(逆、正)	5.7	17.31	—					
4 (断層・シーム のすべり)		Ss-1	(正、逆)	2.5(3.1)	8.22	2.5	Ss-5 NS	(逆、逆)	2.7	7.01	—
		Ss-2	(正、正)	5.6	14.36	—					
		Ss-3	(正、正)	3.7	15.25	—	Ss-5 EW	(逆、逆)	3.1	7.97	—
		Ss-4	(逆、正)	2.8	7.53	—					
		Ss-6	(正、逆)	2.9	17.32	—					

※ 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ケースのみ記載

※ 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

2.5(3.1) : 評価断面における
最小すべり安全率
()内は応力再配分を
実施した場合の安全率

6. 2. 全ての基準地震動に関する基礎地盤の安定性評価結果 (②基礎の支持力)(その1)

■ 建屋基礎底面の最大接地圧は、 $X_{34}-X_{34}'$ 断面で 2.01N/mm^2 、 Y_3-Y_3' 断面で 1.67N/mm^2 、 Y_4-Y_4' 断面で 1.89N/mm^2 であり、極限支持力(13.7N/mm^2 以上※)を下回ることを確認した。

	基礎底面の最大接地圧				
	3号炉		4号炉		
	Y_3-Y_3' 断面	$X_{34}-X_{34}'$ 断面	Y_4-Y_4' 断面	$X_{34}-X_{34}'$ 断面	
Ss-1	1.62N/mm ²	1.60N/mm ²	1.58N/mm ²	1.36N/mm ²	
	11.45s	13.01s	11.45s	17.84s	
Ss-2	1.55N/mm ²	1.17N/mm ²	1.36N/mm ²	1.07N/mm ²	
	8.28s	15.80s	14.43s	17.69s	
Ss-3	1.66N/mm ²	1.50N/mm ²	1.57N/mm ²	1.29N/mm ²	
	9.89s	15.78s	9.89s	9.87s	
Ss-4	1.65N/mm ²	2.01N/mm²	1.89N/mm²	1.38N/mm ²	
	7.60s	7.53s	7.52s	7.90s	
Ss-5	NS	1.667N/mm ²	1.54N/mm ²	1.53N/mm ²	1.31N/mm ²
		7.68s	7.01s	7.69s	7.16s
Ss-5	EW	1.670N/mm²	1.57N/mm ²	1.70N/mm ²	1.21N/mm ²
		7.68s	7.99s	7.68s	7.64s
Ss-6		1.666N/mm ²	1.50N/mm ²	1.66N/mm ²	1.45N/mm ²
		5.16s	10.58s	5.16s	9.59s

※ Ss-1～Ss-5の結果は、平成30年10月24日 まとめ資料TC-005改2 より抜粋

 : 対象施設の基礎底面の最大接地圧

平成30年10月24日まとめ資料TC-005改2 (P. 81) に一部加筆し、再掲

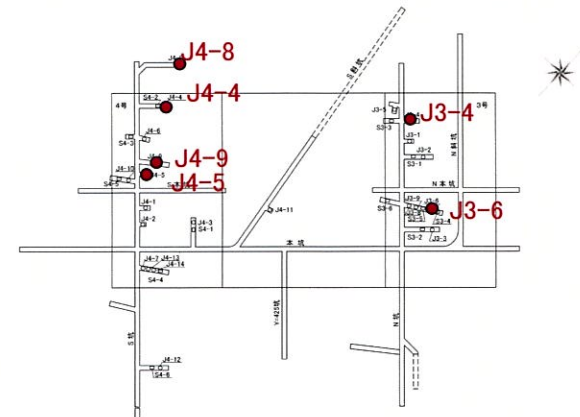
【原子炉格納容器等の基礎地盤の極限支持力の考え方】

- 砂岩・頁岩㊸以上の極限支持力は、試掘坑内における支持力試験結果より、 13.7N/mm^2 以上と評価できる。
- 原子炉格納容器等が設置される基礎地盤は、主に同様の砂岩・頁岩の㊸級以上で構成されているため、極限支持力は 13.7N/mm^2 以上と評価できる。

支持力試験結果

試験箇所	岩種・岩級	支持力試験値
J3-4	砂岩㊸	13.7N/mm^2 以上※
J3-6	頁岩㊸	13.7N/mm^2 以上※
J4-4	砂岩㊸	13.7N/mm^2 以上※
J4-5	砂岩㊸	13.7N/mm^2 以上※
J4-8	頁岩㊸	13.7N/mm^2 以上※
J4-9	頁岩㊸	13.7N/mm^2 以上※

※ ジャッキの載荷限界 13.7N/mm^2 に達しても破壊に至らない



試掘坑内における支持力試験位置

6. 2. 全ての基準地震動に関する基礎地盤の安定性評価結果 (②基礎の支持力)(その2)

■ 建屋基礎底面の最大接地圧は、緊急時対策棟で1.70N/mm²、代替緊急時対策所で0.24N/mm²であり、極限支持力(13.7N/mm²以上)を下回ることを確認した。

		基礎底面の最大接地圧					
		緊急時対策棟		代替緊急時対策所			
		Y _M -Y _M ' 断面		X _{DK} -X _{DK} ' 断面		Y _{DK} -Y _{DK} ' 断面	
Ss-1		1.70N/mm ²	0.20N/mm ²		0.19N/mm ²		
		13.26s	13.24s		8.02s		
Ss-2		1.44N/mm ²	0.15N/mm ²		0.16N/mm ²		
		14.36s	13.13s		12.03s		
Ss-3		1.54N/mm ²	0.20N/mm ²		0.18N/mm ²		
		15.26s	13.89s		15.37s		
Ss-4		1.46N/mm ²	0.19N/mm ²		0.19N/mm ²		
		7.32s	7.49s		7.49s		
Ss-5	NS	1.51N/mm ²	0.21N/mm ²		0.21N/mm ²		
		7.70s	7.69s		7.69s		
Ss-5	EW	1.45N/mm ²	0.24N/mm ²		0.22N/mm ²		
		6.42s	7.69s		7.69s		
Ss-6		1.61N/mm ²	0.23N/mm ²		0.23N/mm ²		
		6.47s	5.17s		5.17s		

※ Ss-1～Ss-5の結果は、平成30年10月24日 まとめ資料TC-005改2 より抜粋

 : 対象施設の基礎底面の最大接地圧

【緊急時対策棟の基礎地盤の極限支持力の考え方】

- 砂岩・頁岩⑥級以上の極限支持力は、試掘坑内における支持力試験結果より、13.7N/mm²以上と評価できる。(前頁参照)
- 緊急時対策棟が設置される基礎地盤は、主に同様の砂岩・頁岩の⑥級以上で構成されているため、極限支持力は13.7N/mm²以上と評価できる。

平成30年10月24日まとめ資料TC-005改2 (P.165) に一部加筆し、再掲

【代替緊急時対策所の基礎地盤の極限支持力の考え方】

- 代替緊急時対策所の基礎地盤は、主に玄武岩④級で構成されているが、玄武岩④級の極限支持力は、以下の通り設定する。
- 砂岩⑥級の支持力試験結果が13.7N/mm²以上であることから(前頁参照)、それより硬質な砂岩④級の極限支持力は少なくとも13.7N/mm²以上と評価できる。
- さらに、砂岩④級と玄武岩④級の一軸圧縮強度の比較から玄武岩④級は砂岩④級よりも硬質であることから、玄武岩④級の極限支持力も少なくとも、13.7N/mm²以上と評価できる。

一軸圧縮試験結果

	一軸圧縮強度平均値 (N/mm ²)
玄武岩④級	158.0(11)
砂岩⑥級	22.3(21)

()は試料数を示す

平成30年10月24日まとめ資料TC-005改2 (P.149) に一部加筆し、再掲

6. 2. 全ての基準地震動に関する基礎地盤の安定性評価結果 (②基礎の支持力)(その3)

■ 使用済燃料乾式貯蔵建屋の建屋基礎底面の最大接地圧は、1.01N/mm²であり、極限支持力(13.7N/mm²以上)を下回ることを確認した。

		基礎底面の最大接地圧	
		使用済燃料乾式貯蔵建屋	
		X _{SC} -X _{SC} '断面	Y _S -Y _S '断面
Ss-1		0.82N/mm ²	1.01N/mm ²
		5.14s	13.26s
Ss-2		0.72N/mm ²	0.79N/mm ²
		13.14s	11.94s
Ss-3		0.82N/mm ²	0.90N/mm ²
		9.89s	14.23s
Ss-4		0.80N/mm ²	0.91N/mm ²
		7.61s	7.50s
Ss-5	NS	0.76N/mm ²	0.85N/mm ²
		7.81s	7.70s
	EW	0.75N/mm ²	0.89N/mm ²
		6.76s	7.50s
Ss-6		0.82N/mm ²	0.99N/mm ²
		6.48s	6.46s

1.01N/mm² : 対象施設の基礎の最大接地圧

※ Ss-1～Ss-5の結果は、平成30年10月24日 まとめ資料TC-005改2 より抜粋

【使用済燃料乾式貯蔵建屋の基礎地盤の極限支持力の考え方】

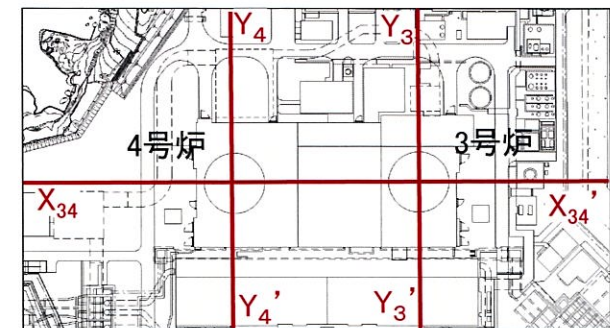
第932回審査会合資料2-2 (P.65) に一部加筆し、再掲

- 砂岩・頁岩㊤級以上の極限支持力は、試掘坑内における支持力試験結果より、13.7N/mm²以上と評価できる。(2頁前参照)
- 使用済燃料乾式貯蔵建屋が設置される基礎地盤は、主に同様の砂岩・頁岩の㊤級以上で構成されているため、極限支持力は13.7N/mm²以上と評価できる。

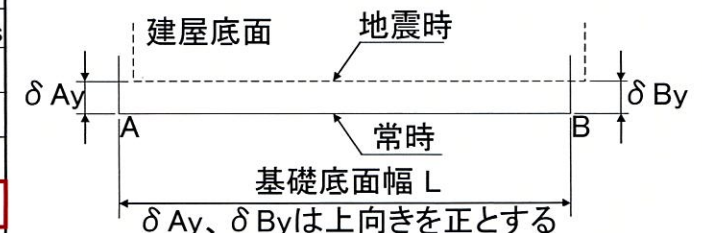
6. 2. 全ての基準地震動に関する基礎地盤の安定性評価結果 (③基礎底面の傾斜) (その1)

■ 基礎底面の最大傾斜について、 $X_{34}-X_{34}'$ 断面で1/15,000、 Y_3-Y_3' 断面で1/111,000、 Y_4-Y_4' 断面で1/63,000であり、評価基準値の目安である1/2,000以下であることを確認した。

		3号炉		4号炉		
		Y_3-Y_3' 断面 L=99.8m	$X_{34}-X_{34}'$ 断面 L=57.0m	Y_4-Y_4' 断面 L=94.9m	$X_{34}-X_{34}'$ 断面 L=78.7m	
基礎底面両端 の相対変位 $\delta A_y - \delta B_y$	Ss-1	0.8mm 18.09s	1.7mm 4.97s	1.1mm 4.87s	3.3mm 5.01s	
	Ss-2	0.4mm 13.63s	0.7mm 8.99s	0.4mm 12.20s	0.9mm 15.61s	
	Ss-3	0.7mm 15.40s	1.4mm 9.95s	0.9mm 15.55s	1.9mm 18.12s	
	Ss-4	0.8mm 7.78s	1.2mm 7.63s	1.5mm 7.52s	5.3mm 7.56s	
	Ss-5	NS	0.8mm 7.16s	0.8mm 8.87s	1.0mm 6.99s	2.3mm 7.01s
		EW	0.7mm 8.12s	1.3mm 7.71s	0.8mm 6.61s	1.9mm 8.03s
	Ss-6	0.9mm 9.44s	1.5mm 9.60s	1.5mm 9.57s	2.5mm 17.34s	
基礎底面両端 の傾斜 $\delta A_y - \delta B_y$ / L	Ss-1	1/125,000	1/34,000	1/86,000	1/24,000	
	Ss-2	1/250,000	1/81,000	1/237,000	1/87,000	
	Ss-3	1/143,000	1/41,000	1/105,000	1/41,000	
	Ss-4	1/125,000	1/48,000	1/63,000	1/15,000	
	Ss-5	NS	1/125,000	1/71,000	1/95,000	1/34,000
		EW	1/143,000	1/44,000	1/119,000	1/41,000
	Ss-6	1/111,000	1/38,000	1/63,000	1/31,000	



断面位置図



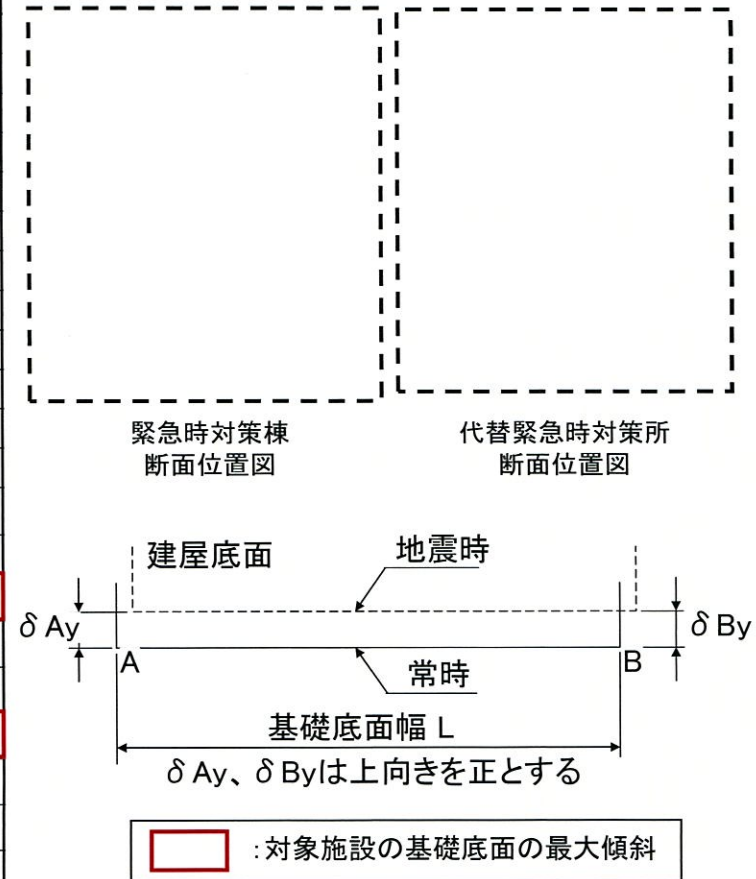
□ : 対象施設の基礎底面の最大傾斜

※ Ss-1～Ss-5の結果は、平成30年10月24日 まとめ資料TC-005改2 より抜粋

6. 2. 全ての基準地震動に関する基礎地盤の安定性評価結果 (③基礎底面の傾斜) (その2)

■ 基礎底面の最大傾斜について、緊急時対策棟で1/39,000、代替緊急時対策所で1/23,000であり、評価基準値の目安である1/2,000以下であることを確認した。

		緊急時対策棟	代替緊急時対策所		
		Y _M -Y _M ' 断面 L=47.0m	X _{DK} -X _{DK} ' 断面 L=14.8m	Y _{DK} -Y _{DK} ' 断面 L=13.6m	
基礎底面両端 の相対変位 δ _{Ay} - δ _{By}	Ss-1	0.9mm 13.50s	0.6mm 10.66s	0.6mm 10.66s	
	Ss-2	0.7mm 12.03s	0.2mm 12.61s	0.2mm 11.96s	
	Ss-3	0.8mm 14.32s	0.4mm 18.08s	0.5mm 15.37s	
	Ss-4	1.0mm 7.89s	0.5mm 7.54s	0.6mm 7.52s	
	Ss-5	NS	0.7mm 6.49s	0.5mm 8.65s	0.5mm 6.98s
		EW	0.7mm 7.66s	0.6mm 7.97s	0.5mm 7.96s
	Ss-6	1.2mm 9.48s	0.5mm 11.56s	0.5mm 17.33s	
基礎底面両端 の傾斜 δ _{Ay} - δ _{By} / L	Ss-1	1/52,000	1/25,000	1/23,000	
	Ss-2	1/67,000	1/74,000	1/68,000	
	Ss-3	1/59,000	1/37,000	1/27,000	
	Ss-4	1/47,000	1/30,000	1/23,000	
	Ss-5	NS	1/67,000	1/30,000	1/27,000
		EW	1/67,000	1/25,000	1/27,000
	Ss-6	1/39,000	1/30,000	1/27,000	



※ Ss-1~Ss-5の結果は、平成30年10月24日 まとめ資料TC-005改2 より抜粋

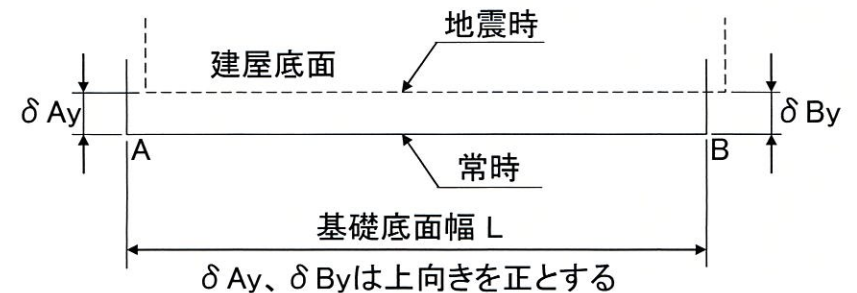
6. 2. 全ての基準地震動に関する基礎地盤の安定性評価結果 (③基礎底面の傾斜) (その3)

■ 使用済燃料乾式貯蔵建屋の基礎底面の最大傾斜は1/40,000であり、評価基準値の目安である1/2,000以下であることを確認した。

		使用済燃料乾式貯蔵建屋		
		$X_{SC} - X_{SC}'$ 断面 L=61.5m	$Y_S - Y_S'$ 断面 L=47.7m	
基礎底面両端 の相対変位 $\delta A_y - \delta B_y$	Ss-1	1.2mm 9.34s	0.9mm 4.98s	
	Ss-2	0.4mm 11.96s	0.7mm 12.02s	
	Ss-3	0.9mm 9.96s	0.9mm 13.97s	
	Ss-4	1.3mm 7.55s	1.2mm 7.51s	
	Ss-5	NS	1.0mm 7.00s	0.8mm 6.99s
		EW	0.8mm 7.98s	0.7mm 7.42s
Ss-6	1.3mm 9.50s	1.1mm 6.45s		
基礎底面両端 の傾斜 $\delta A_y - \delta B_y$ / L	Ss-1	1/51,000	1/53,000	
	Ss-2	1/154,000	1/68,000	
	Ss-3	1/68,000	1/53,000	
	Ss-4	1/47,000	1/40,000	
	Ss-5	NS	1/62,000	1/60,000
		EW	1/77,000	1/68,000
Ss-6	1/47,000	1/43,000		

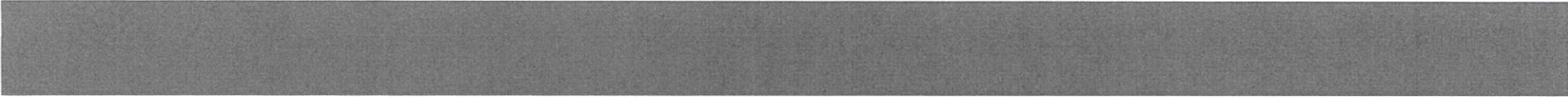


断面位置図



: 対象施設の基礎底面の最大傾斜

※ Ss-1~Ss-5の結果は、平成30年10月24日 まとめ資料TC-005改2 より抜粋

- 
1. 評価方針
 2. 基準地震動
 3. 評価対象断面
 4. 解析用物性値
 5. 評価方法
 6. 評価結果
 7. まとめ

7. まとめ

■ 設置許可基準規則第3条第1項、第38条第1項第1号及び第3号に関する事項

○対象施設の基礎地盤について、基準地震力 S_s-6 に対する安定性を評価した結果、以下を確認した。

- ✓ 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

■ 設置許可基準規則第3条第2項、第38条第2項に関する事項

○周辺地盤の変状による重要施設への影響について、以下を確認した。

- ✓ S_s-6 の追加を踏まえても、対象施設は直接又はマンメイドロックを介して岩着させる設計としていることに変更はなく、揺すり込み沈下や液状化による不等沈下の影響を受けるおそれはないという既許可評価に変更はないこと

○地殻変動による基礎地盤の傾斜の影響について、以下を確認した。

- ✓ S_s-6 は震源を特定せず策定する地震動として設定した基準地震動であるため、広域的な地殻変動に関する評価については、 S_s-6 による評価は不要であること

■ 設置許可基準規則第4条第4項、第39条第2項に関する事項

○地震力に対する周辺斜面の安定性について、以下を確認した。

- ✓ 今回申請において、評価対象施設の配置、施設周辺の地形は既許可から変更はなく、対象施設の周辺には、安定性評価の対象とすべき斜面がないことから、 S_s-6 が追加されても既許可の評価に変更はないこと

■ 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及び周辺斜面は、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。