

島根原子力発電所 2号炉 審査資料	
資料番号	EP-061 改 73(説 6)
提出年月日	令和 3 年 1 月 20 日

島根原子力発電所 2号炉 可搬型重大事故等対処設備保管場所 及びアクセスルートについて (コメントへの回答方針)

令和 3 年 1 月
中国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

Energia

前回ヒアリング（10/20）における確認事項一覧

No.※	ヒアリング日	確認事項の内容	回答頁
98	R2.10.20	保管場所・アクセスルートの周辺斜面及び敷地下斜面について、他の条文の斜面との関連を総括表に整理すること。	P5～8
99	R2.10.20	液状化・地下水位について、検討方針を詳細に説明すること。	P9～20
100	R2.10.20	設置許可基準規則との対応を説明すること。	P5～8
101	R2.10.20	地すべり②を取り扱う理由を説明すること。	P21～23
102	R2.10.20	地すべり②について、岩盤斜面と盛土斜面の同時崩壊について説明すること。	P21～23
103	R2.10.20	③-③'断面を表と図を整合し、説明すること。	P25～27
104	R2.10.20	斜面⑧、⑨について、液状化との関係性について説明することとともに、⑧が⑨を包絡している理由を説明すること。	P9～20
105	R2.10.20	すべり面の設定方法について説明すること。（⑫、⑬、⑭断面）	P29～37

※「ヒアリングにおける確認事項に対する回答一覧表」のNo.を記載

前回ヒアリング（10/20）における確認事項一覧

No. ※	ヒアリング日	確認事項の内容	回答頁
106	R2.10.20	抑止杭を設置する斜面に関して、埋戻土、盛土に関して液状化の観点から説明すること。	P45,46
107	R2.10.20	移動層が杭の間を抜けない根拠及び不動層への根入れの考え方について説明すること。	P47～55
108	R2.10.20	鉄塔評価断面について、⑫断面で代表できる理由を詳細に説明すること。	P39～43
109	R2.10.20	杭の配置されていない斜面の許容せん断抵抗力について説明すること。	P57,58
110	R2.10.20	杭配置の3次元的な考え方について説明すること。（断面の追加等）	P57,58
111	R2.10.20	減衰定数の考え方について説明すること。	P59～61
112	R2.10.20	シームに関する S_G に関して説明すること。	P63～64
113	R2.10.20	③-③'断面のシームすべりについて説明すること。	P25～27

※「ヒアリングにおける確認事項に対する回答一覧表」のNo.を記載

審査会合（12/1）における指摘事項一覧

No. ※	審査会合日	指摘事項の内容	回答頁
53	R2.12.1	発電所構内の鉄塔の影響評価について、今後の保管場所及びアクセスルートに係る周辺斜面の安定性評価の審査において説明すること。	P39～43

※「審査会合における指摘事項に対する回答一覧表」のNo.を記載

余白

確認事項に対する回答（No.98,100）他の条文の斜面との関連，設置許可基準規則との対応 回答方針

■ 確認事項（ヒアリング 令和2年10月20日）

【No.98,100】

- 保管場所・アクセスルート周辺の斜面及び敷地下斜面について，他の条文の斜面との関連を総括表に整理すること。
- 設置許可基準規則との対応を説明すること。

■ 回答（方針のみ）

- 保管場所及びアクセスルートの周辺斜面に係る設置許可基準規則の該当条文及び確認内容を整理する。（P6）
- 保管場所及びアクセスルートに影響するおそれのある斜面が網羅的に抽出されていることを示したうえで，「保管場所及びアクセスルートに影響するおそれのある斜面」，「耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の周辺斜面」及び「上位クラス施設（耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設）の周辺斜面」の各該当斜面を示し，審査項目間の関係性を整理する。（P7,8）
- 「耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の周辺斜面」と「上位クラス施設（耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設）の周辺斜面」は同一の斜面であることを示す。（P8）

確認事項に対する回答（No.98,100）他の条文の斜面との関連，設置許可基準規則との対応

設置許可基準規則との対応

第819回審査会合 資料1-2-1 P5 加筆・修正
※修正箇所を青字で示す

6

- 可搬型重大事故等対処設備（以下、「可搬型設備」という。）の保管場所及び同設備の運搬道路（以下、「アクセスルート」という。）に関する要求事項と，その適合状況は，以下のとおりである。

設置許可基準規則第四十三条（重大事故等対処設備）

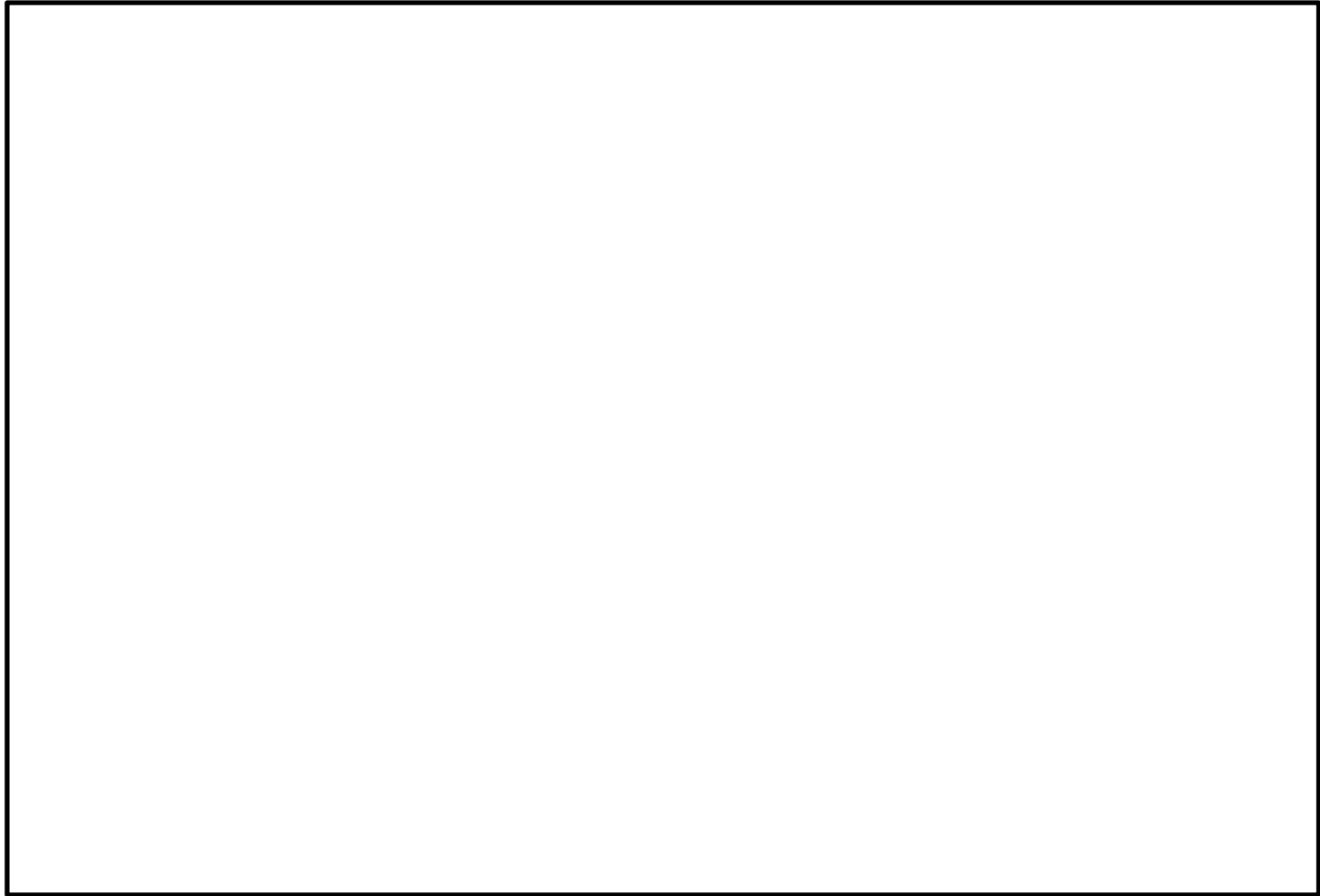
	新規制基準の項目	適合状況概要
第3項	五 地震、津波その他の自然現象又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムによる影響、設計基準事故対処設備及び重大事故等対処設備の配置その他の条件を考慮した上で常設重大事故等対処設備と異なる保管場所に保管すること。	可搬型設備は、地震、津波その他の自然現象、設計基準事故対処設備及び常設重大事故等対処設備の配置その他の条件を考慮した上で、設計基準事故対処設備及び常設重大事故等対処設備に対して、同時に必要な機能が失われないよう、100m以上の離隔をとるとともに、防波壁及び防火帯の内側に保管し、かつ2セットのうち少なくとも1セットは高台に保管する。また、分散配置が可能な可搬型設備については、分散配置して保管する。
	六 想定される重大事故等が発生した場合において可搬型重大事故等対処設備を運搬し、又は他の設備の被害状況を把握するため、工場等内の道路及び通路が確保できるよう、適切な措置を講じたものであること。	地震、津波その他の自然現象を想定し、迂回路も考慮して複数のアクセスルートを確認する。また、がれき等によってアクセスルートの確保が困難となった場合に備え、ホイールローダを配備し、がれき等の撤去を行えるようにしている。
	七 重大事故防止設備のうち可搬型のものは、共通要因によって、設計基準事故対処設備の安全機能、使用済燃料貯蔵槽の冷却機能若しくは注水機能又は常設重大事故防止設備の重大事故に至るおそれがある事故に対処するために必要な機能と同時にその機能が損なわれるおそれがないよう、適切な措置を講じたものであること。	可搬型設備は、設計基準事故対処設備及び常設重大事故等対処設備と同時に必要な機能が失われないよう、100m以上の離隔をとるとともに、分散配置が可能な可搬型設備については、分散配置して保管する。また、基準地震動 S_s で必要な機能が失われず、防波壁及び防火帯の内側かつ2セットのうち1セットは高台に保管することにより、共通要因によって必要な機能が失われないことを確認している。

⇒ 保管場所・アクセスルートの周辺斜面については、基準地震動 S_s による動的解析の結果に基づく時刻歴のすべり安全率が1.0を上回ることを示し、地震による被害の影響を受けないことを確認する。

保管場所及びアクセスルートの周辺斜面のうち、液状化評価対象層である埋戻土（掘削ズリ）で構成される盛土斜面については、地下水位分布の状況を踏まえ、液状化影響を考慮する。

確認事項に対する回答（No.98,100）他の条文の斜面との関連，設置許可基準規則との対応 他の条文で評価を行う斜面との関連性（1 / 2）

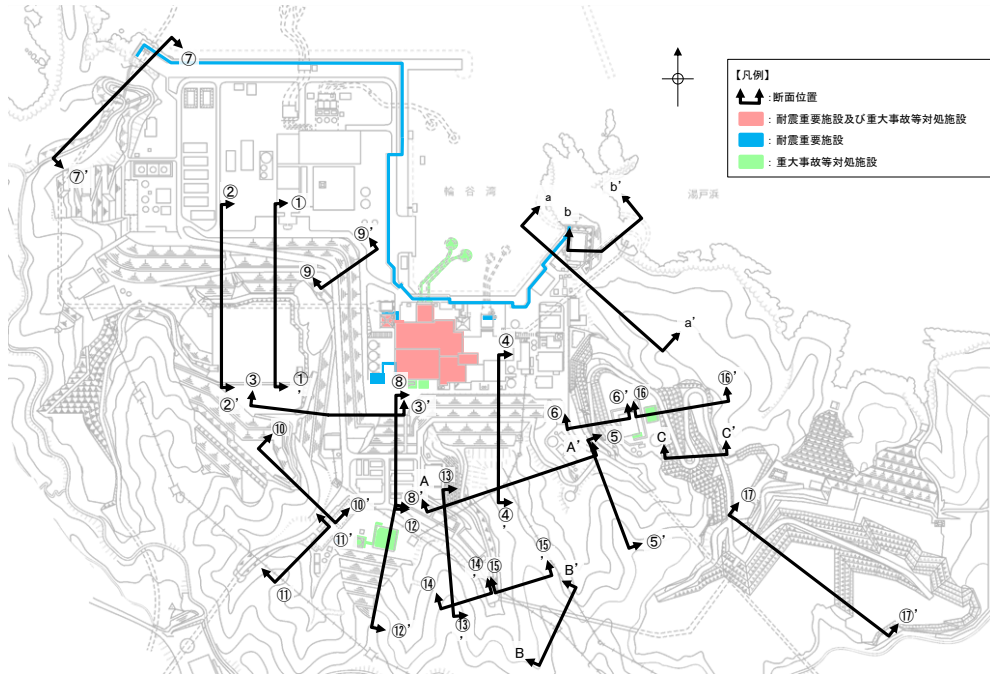
- 保管場所及びアクセスルートに影響するおそれのある斜面は以下の通り。



斜面位置図（保管場所及びアクセスルート）

確認事項に対する回答 (No.98,100) 他の条文の斜面との関連, 設置許可基準規則との対応 他の条文で評価を行う斜面との関連性 (2 / 2)

- 保管場所及びアクセスルートに影響するおそれのある斜面について, 他の条文の斜面との関連, 及び設置許可基準規則の該当項目を以下に示す。



斜面位置図 (耐震重要施設及び重大事故等対処施設(上位クラス施設含む))

<【参考】設置許可基準規則 第4条第4項, 第39条第2項>

第4条
4 耐震重要施設は, 前項の地震*の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。

第39条
2 重大事故等対処施設は, 第4条第3項の地震*の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。

* 地震の発生によって生ずるおそれがある設計基準対象施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定する地震力

斜面番号	設置許可基準規則の該当項目			影響するおそれのある施設
	保管場所及びアクセスルートに影響するおそれのある斜面	耐震重要施設等の周辺斜面*1	上位クラス施設(耐震重要施設等)の周辺斜面*2	
	第43条第3項	第4条第4項, 第39条第2項	第4条第4項, 第39条第2項	
①-①'	○	—	—	—
②-②'	○	—	—	—
③-③'	○	○	○	2号炉原子炉建物等
④-④'	○	○	○	2号炉原子炉建物等
⑤-⑤'	○	—	—	—
⑥-⑥'	○	—	—	—
⑦-⑦'	○	○	○	防波壁
⑧-⑧'	○	○	○	第1ベントフィルタ格納槽
⑨-⑨'	○	—	—	—
⑩-⑩'	○	—	—	—
⑪-⑪'	○	—	—	—
⑫-⑫'	○	○	○	ガスタービン発電機建物等
⑬-⑬'	○	—	—	—
⑭-⑭'	○	—	—	—
⑮-⑮'	○	—	—	—
⑯-⑯'	○	○	○	緊急時対策所等
⑰-⑰'	○	—	—	—
A-A'	鉄塔斜面	—	—	—
B-B'	鉄塔斜面	—	—	—
C-C'	鉄塔斜面	—	—	—
a-a'	—	○	○	防波壁
b-b'	—	○	○	防波壁

*1 「島根原子力発電所2号炉 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価について」(現在, 審議中)

*2 「島根原子力発電所2号炉 地震による損傷の防止(耐震設計の論点)[上位クラス施設への下位クラス施設の波及的影響]」(現在, 審議中)

確認事項に対する回答（No.99,104）液状化・地下水位の検討方針 回答方針

■ 確認事項（ヒアリング 令和2年10月20日）

【No.99,104】

○液状化・地下水位について、検討方針を詳細に説明すること。

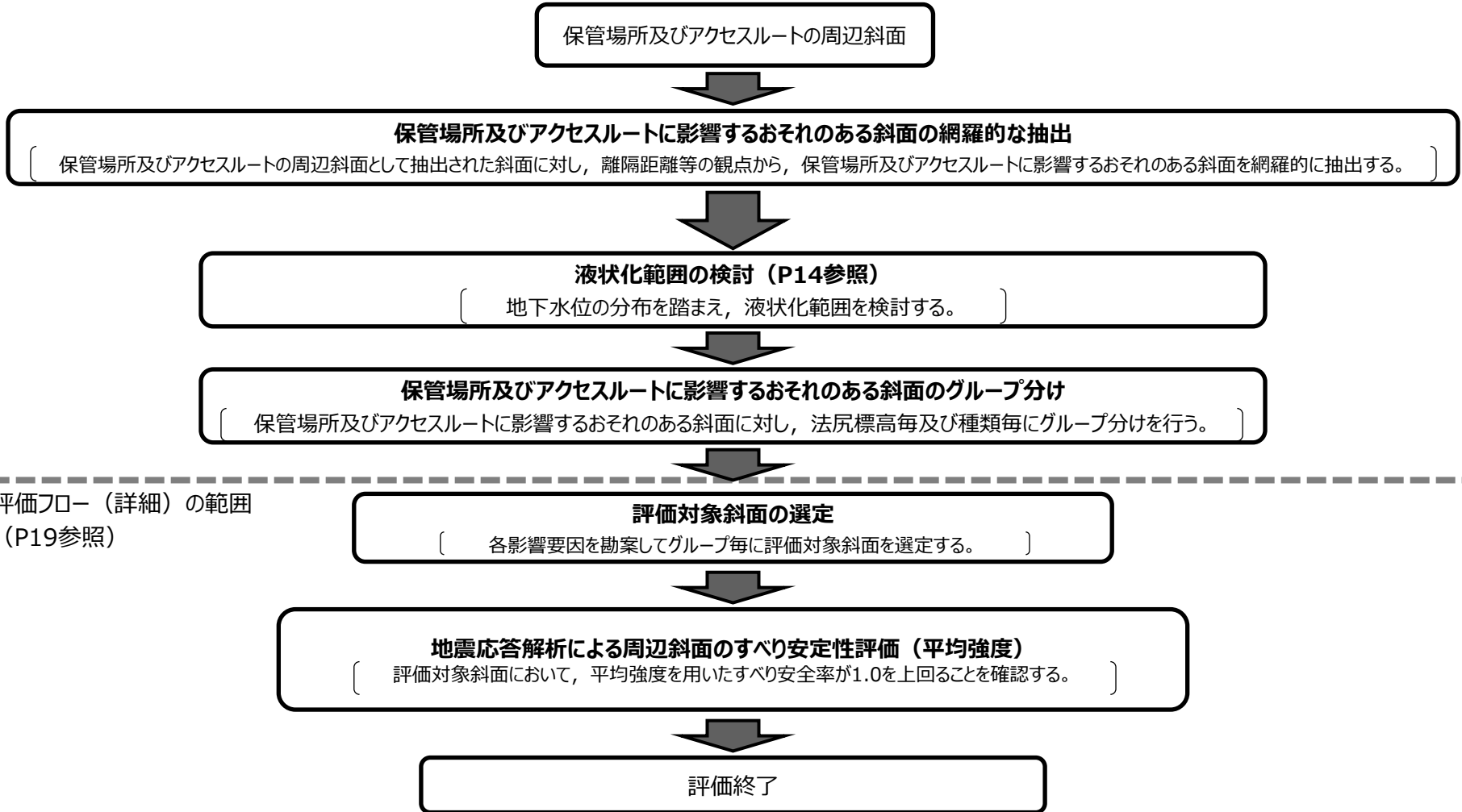
○斜面⑧、⑨について、液状化との関係性について説明することとともに、⑧が⑨を包絡している理由を説明すること。

■ 回答（方針のみ）

- 保管場所及びアクセスルートの液状化影響を考慮したすべり安定性評価については、「耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価」の審査を反映した周辺斜面の評価フロー及び盛土斜面における液状化範囲の検討フローを適用し、検討を行う。（P10,14,19）
- 保管場所及びアクセスルートに影響するおそれのある斜面として抽出された盛土斜面については、2次元浸透流解析に基づく地下水位を踏まえて液状化範囲を検討する。（P14～17）
- 2次元浸透流解析では、「耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤及び周辺斜面」の審査状況を反映した解析条件を設定する。（P15,17）

確認事項に対する回答（No.99,104）液状化・地下水位の検討方針 評価フロー（全体概要）

- 保管場所・アクセスルート周辺斜面の地震時安定性評価は、下図に示すフローに基づき行う。

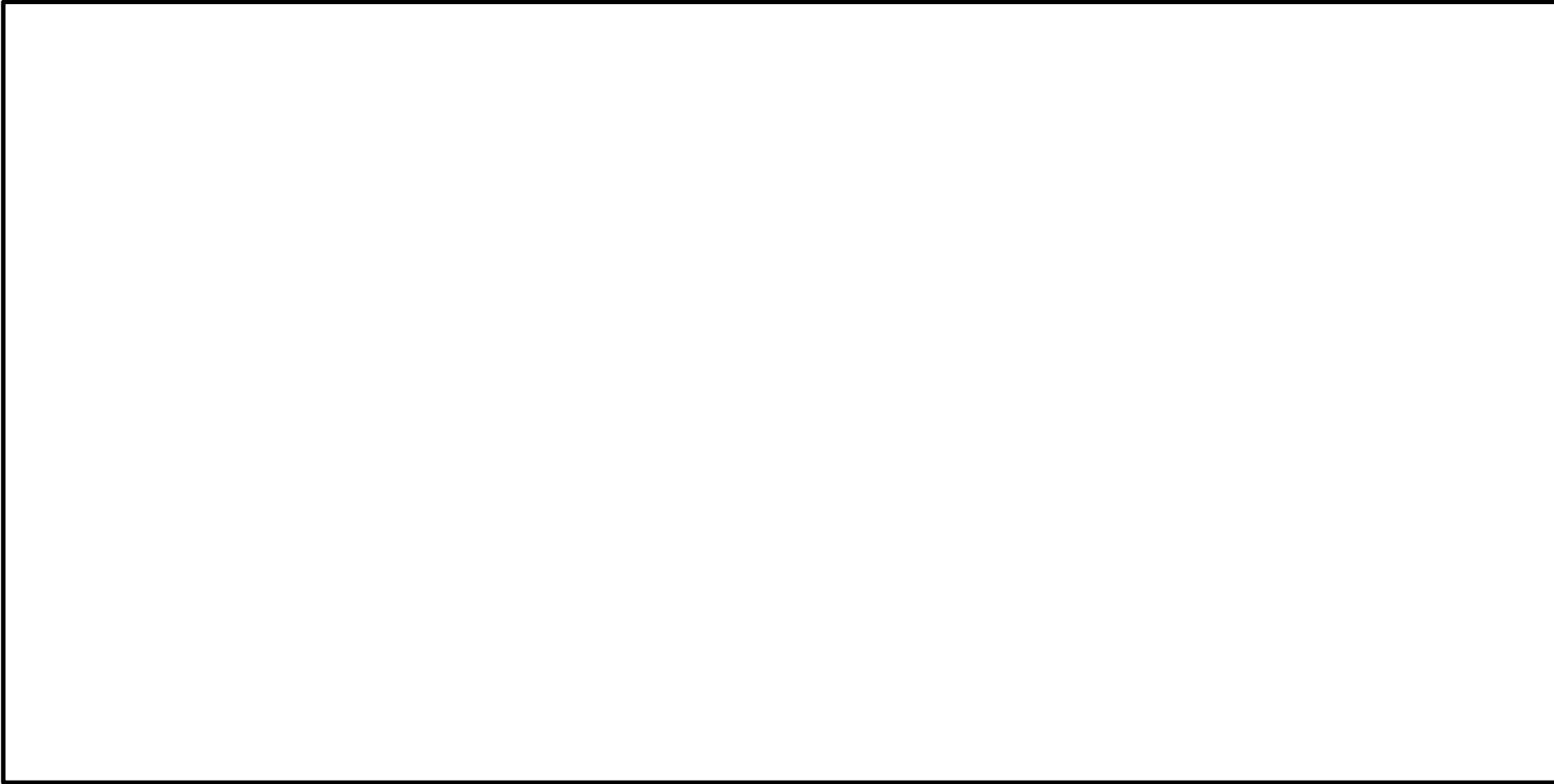


評価フロー（詳細）の範囲
（P19参照）

評価フロー（全体概要）

確認事項に対する回答（No.99,104）液状化・地下水位の検討方針 保管場所及びアクセスルートの周辺斜面の網羅的な抽出

- 保管場所及びアクセスルートの周辺斜面の中で、すべり方向が保管場所及びアクセスルート等に向いており、保管場所及びアクセスルートからの離隔距離がない斜面を尾根線・谷線で区切り、保管場所及びアクセスルートに影響するおそれのある斜面として抽出した。

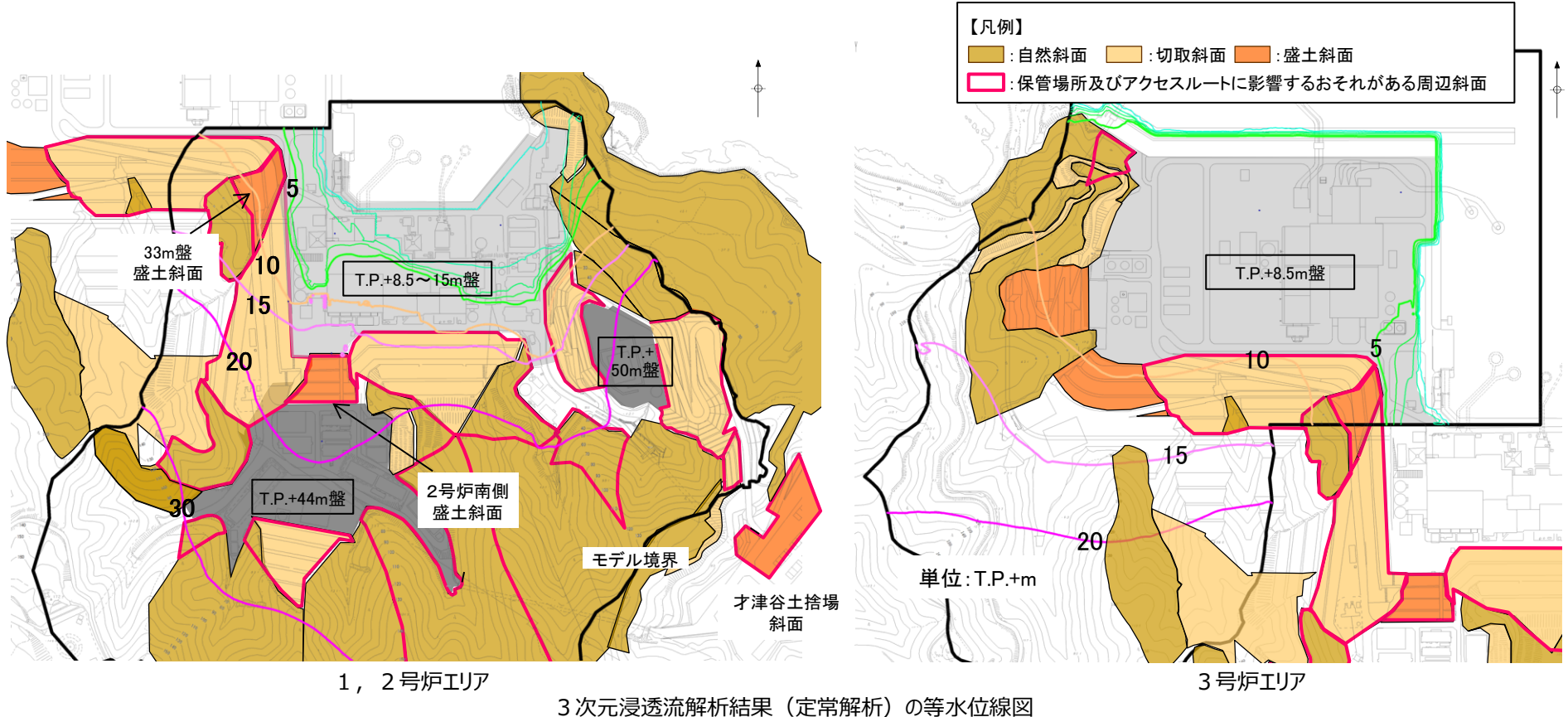


平面位置図

確認事項に対する回答 (No.99,104) 液状化・地下水位の検討方針

液状化範囲の検討

- 液状化範囲の検討に当たっては、3次元浸透流解析結果の大局的な地下水位分布の傾向を参照し、保守的に地下水位を設定する。

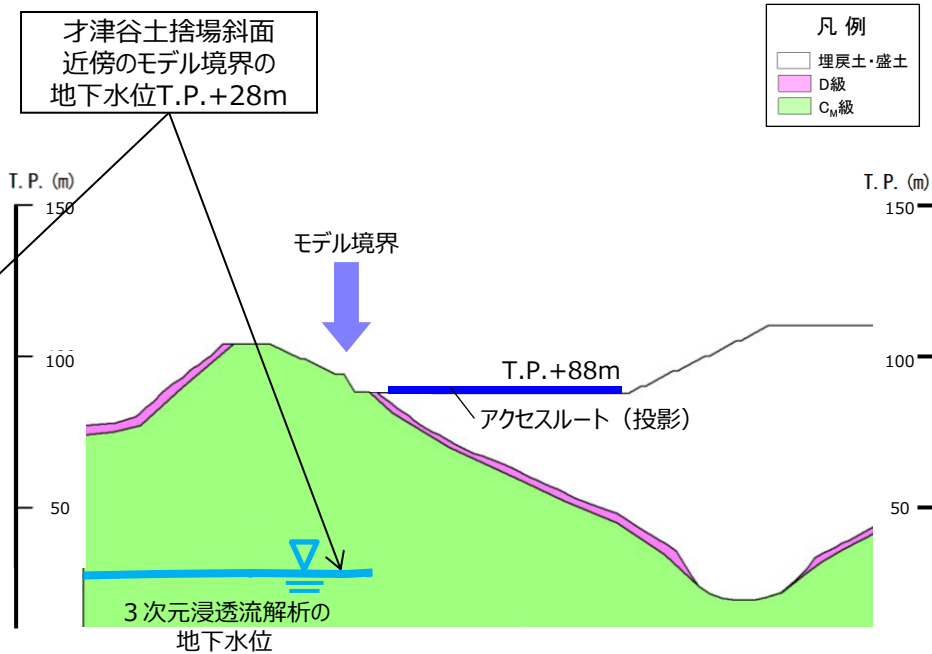
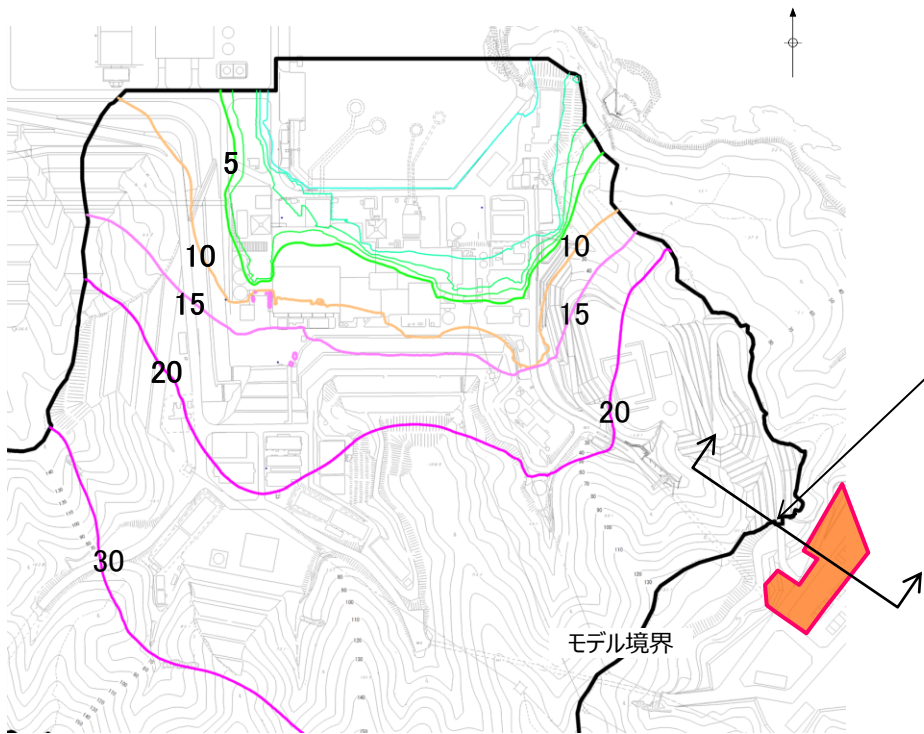


- 2号炉南側盛土斜面及び33m盤盛土斜面の地下水位は法尻付近までの上昇に留まっているが、2次元浸透流解析により地下水位の分布をより詳細に検討し、液状化範囲を設定する。
- 才津谷土捨場斜面は、近傍のモデル境界の地下水位がT.P.+28m程度であり、法尻標高 (T.P.+88m) より十分低いことから、斜面の安定性評価においては、液状化によるせん断強度の低下を考慮しない。(詳細は次頁参照)

確認事項に対する回答 (No.99,104) 液状化・地下水位の検討方針

液状化範囲の検討 (才津谷土捨場斜面の地下水位)

- 才津谷土捨場斜面の地下水位は、3次元浸透流解析による近傍のモデル境界の地下水位がT.P.+28mである。谷地形であることを考慮すると、盛土斜面位置において地下水位がT.P.+28mよりも上昇することは考えにくい。
- 地下水位は、法尻標高 (T.P.+88m) より十分低いことから、斜面の安定性評価においては、液状化によるせん断強度の低下を考慮しない。



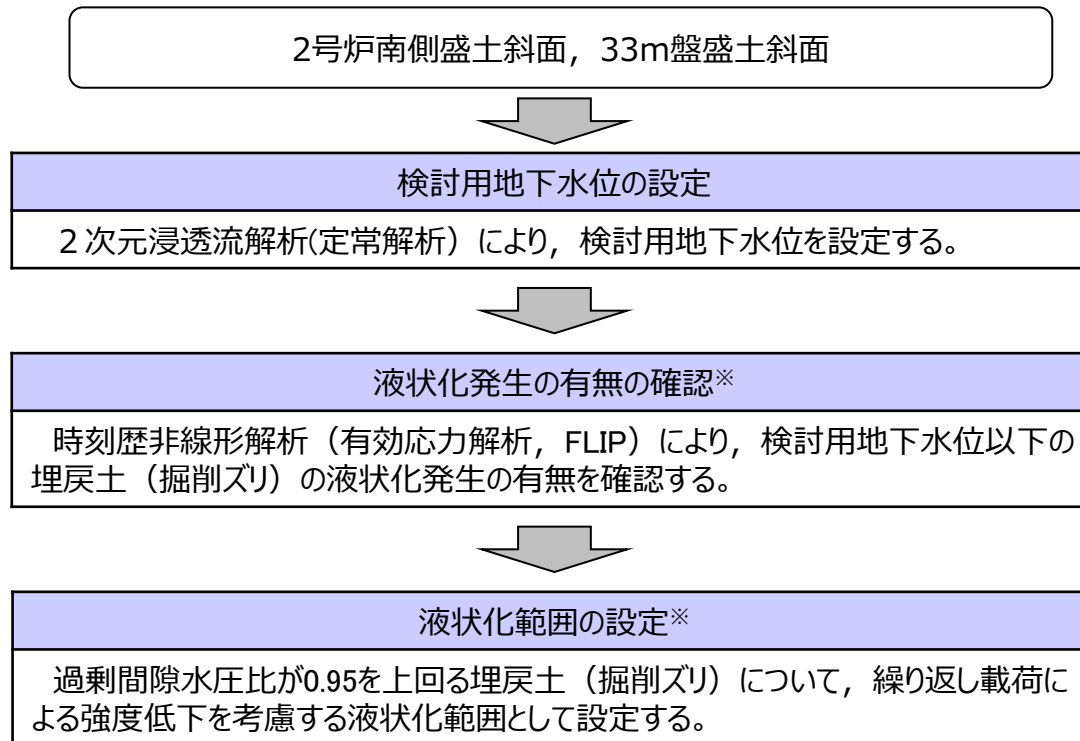
3次元浸透流解析結果 (定常解析) の等水位線図 (1, 2号炉エリア)

才津谷土捨場斜面 地質断面図 (イメージ図)

確認事項に対する回答 (No.99,104) 液状化・地下水位の検討方針

液状化範囲の検討フロー

- 2号炉南側盛土斜面，及び33m盤盛土斜面において，すべり安定性評価を実施する際に考慮する液状化範囲について検討する。
- 2次元浸透流解析に基づく地下水位分布状況を踏まえ，必要に応じて有効応力解析により液状化の発生の有無を確認し，繰り返し载荷による強度低下を考慮する液状化範囲を設定する。
- 次頁以降は，「島根原子力発電所 2号炉 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価」にて審査中の2号炉南側盛土斜面を例として方針を示す。

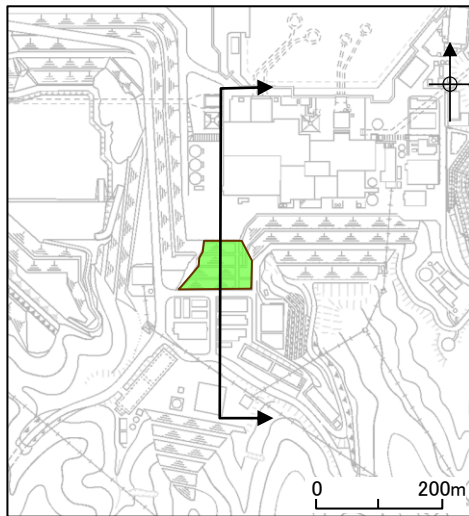


※ 時刻歴非線形解析(有効応力解析，FLIP)を行わない場合は，検討用地下水位以深の埋戻土を全て液状化範囲として設定する。

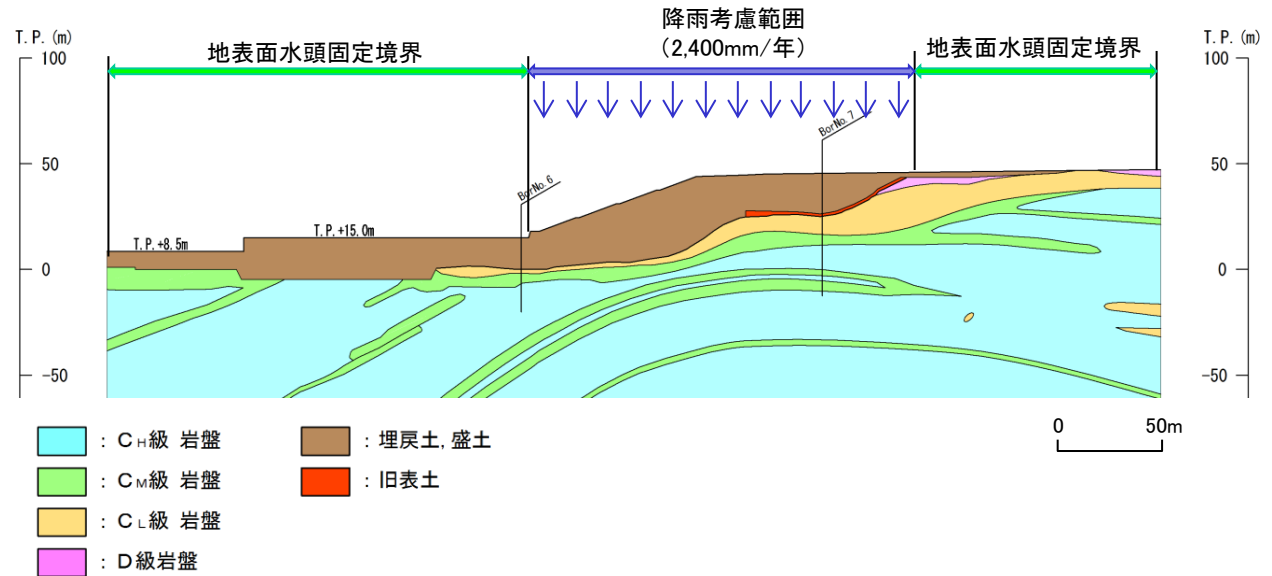
確認事項に対する回答 (No.99,104) 液状化・地下水位の検討方針

2次元浸透流解析モデルの解析条件

- 液状化影響検討用地下水位を設定するため、2次元浸透流解析（定常解析）を実施する。
- 解析モデルは下図のとおりとし、地下水位低下設備の機能に期待しない場合の地下水位（3次元浸透流解析結果）等を踏まえ、より保守的な条件となるよう、T.P.+8.5m盤、T.P.+15m盤及びT.P.+44m盤の一部において、地表面に水頭固定境界を設定する。
- 地表面水頭固定境界に挟まれた検討用地下水位の計算領域は、降雨考慮範囲として、松江地方気象台における年間降水量にばらつきを考慮した値に、今後の気候変動予測による降水量の変化を加味した降雨条件2,400mm/年を考慮する。



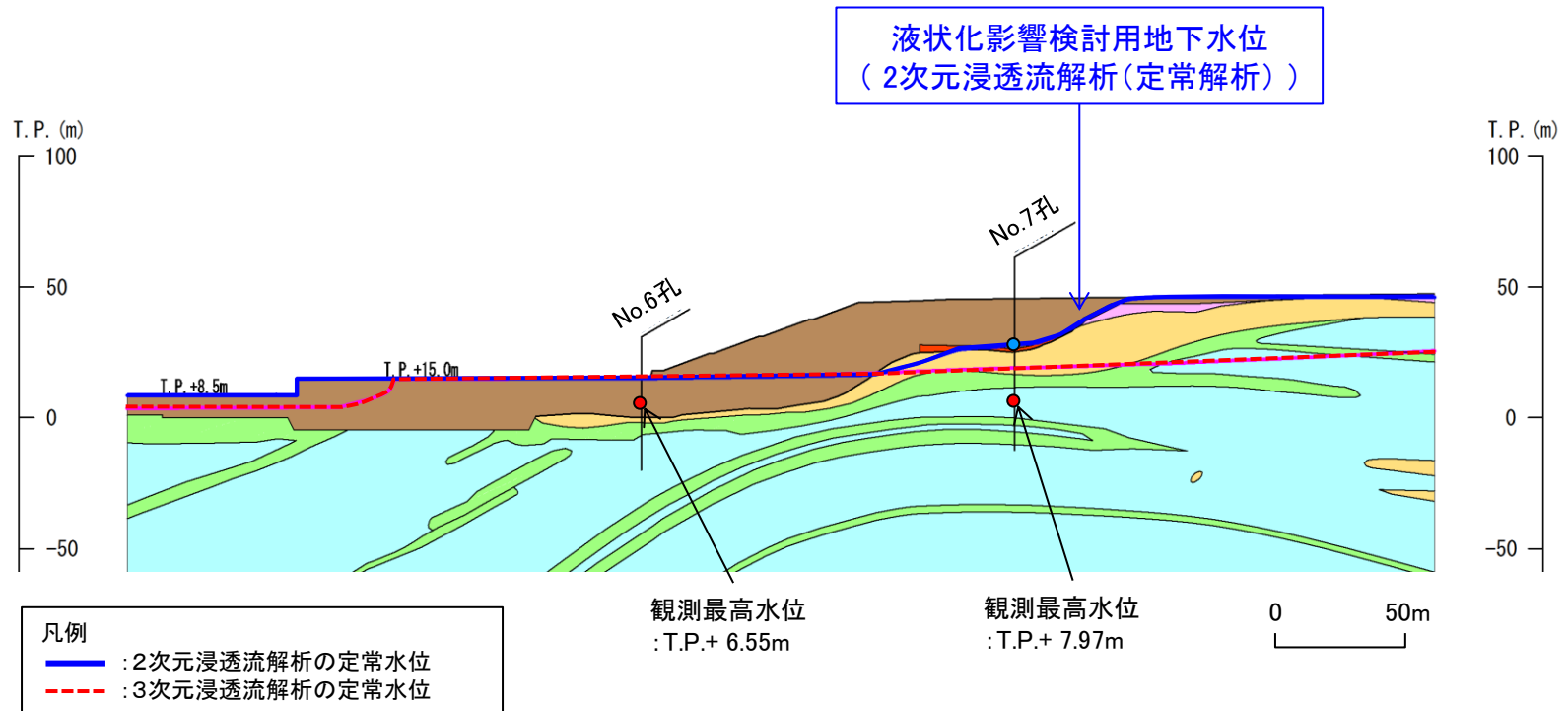
断面位置図



2次元浸透流解析（定常解析）の解析条件

確認事項に対する回答 (No.99,104) 液状化・地下水位の検討方針 検討用地下水位の設定

- ・ 2次元浸透流解析の結果を踏まえ、検討用地下水位を設定した。



2次元浸透流解析による検討用地下水位

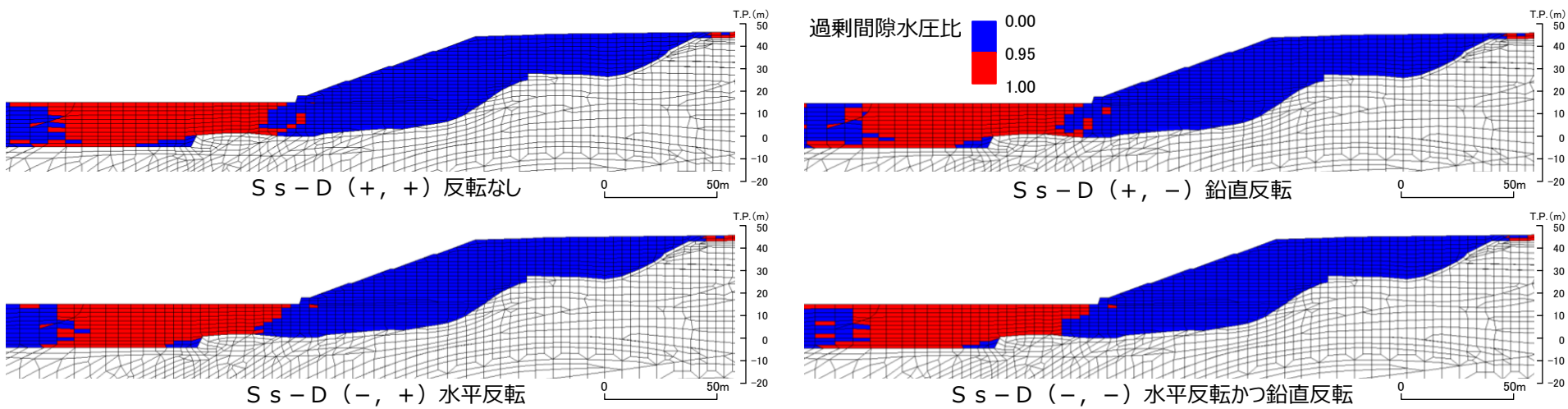
確認事項に対する回答 (No.99,104) 液状化・地下水位の検討方針

液状化発生の有無の確認及び液状化範囲の設定

・検討用地下水位を用いた有効応力解析の結果、斜面法尻付近において過剰間隙水圧比が0.95以上となる地盤要素について、繰り返し载荷による強度低下を考慮する液状化範囲として設定する。

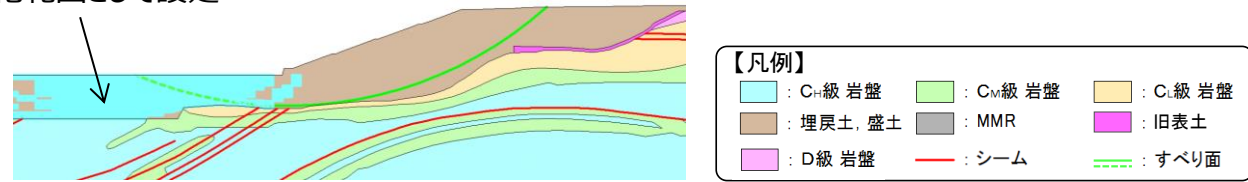
検討
条件

- ・有効応力解析の結果、一度でも過剰間隙水圧比が0.95を超えた要素については、繰り返し载荷により強度低下が生じたものとみなし、2次元動的FEM解析においてすべり面上のせん断力及び抵抗力をゼロとする。
- ・液状化影響を考慮する範囲については、基準地震動の反転を考慮して実施した有効応力解析結果それぞれにおいて、過剰間隙水圧が0.95を超えた全要素を包絡するように設定する。



各地震動方向における最大過剰間隙水圧比分布図

液状化範囲として設定



液状化範囲の分布図

確認事項に対する回答 (No.99,104) 液状化・地下水位の検討方針 保管場所及びアクセスルートに影響するおそれのある斜面のグループ分け

・保管場所及びアクセスルートに影響するおそれのある斜面のグループ分けは、以下の観点から分類する。

①地盤の種類が異なることから、岩盤斜面と盛土斜面に区分する。

②地質や地震増幅特性が異なることから、法尻標高T.P.+15m以下、T.P.+44～50m、T.P.+88mの3つに区分する。

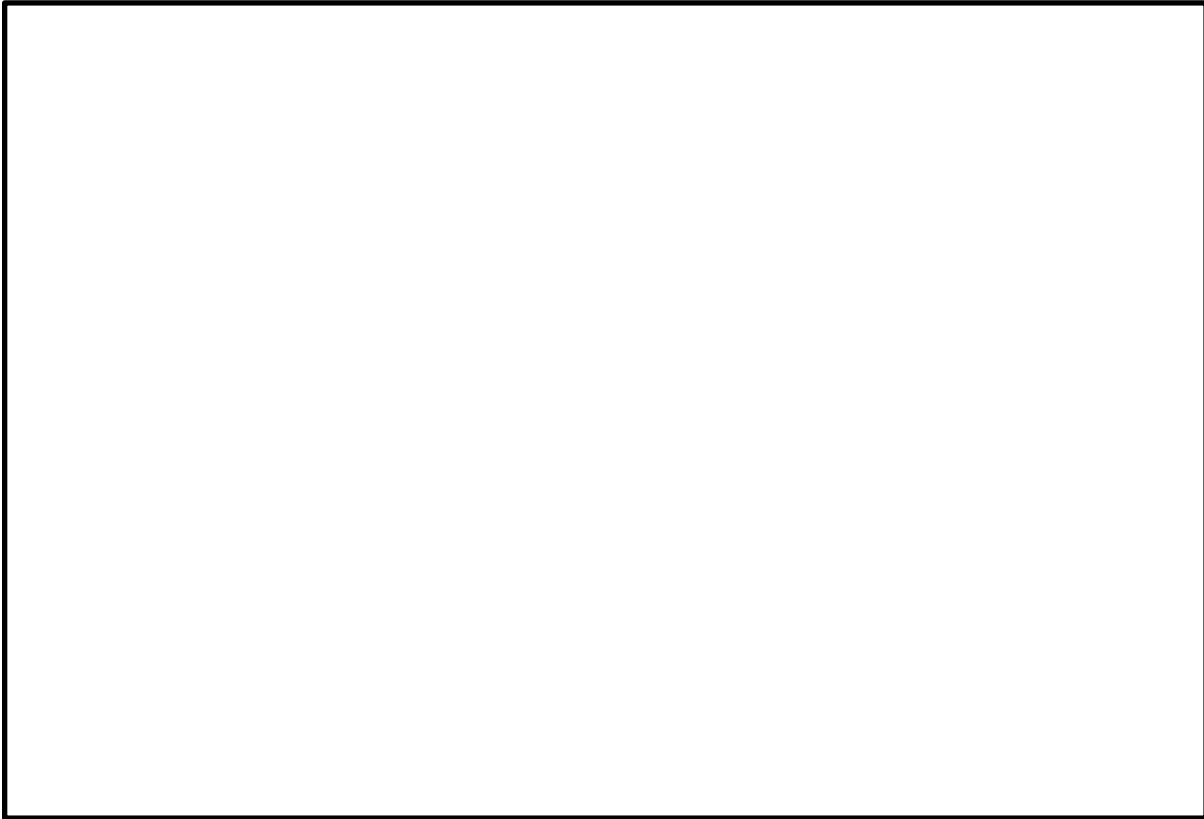
・上記に従いグループ分けを行った結果、斜面の法尻標高毎及び種類毎にグループA（岩盤斜面，法尻標高T.P.+15m以下），グループB（盛土斜面，法尻標高T.P.+15m以下），グループC（岩盤斜面，法尻標高T.P.+44～50m）及びグループD（盛土斜面，法尻標高T.P.+88m）の4のグループに分類した。



グループ分類	①斜面種類	②法尻標高
グループA	岩盤斜面	T.P.+15m以下
グループB	盛土斜面	T.P.+15m以下
グループC	岩盤斜面	T.P.+44～50m
グループD	盛土斜面	T.P.+88m

【凡例】

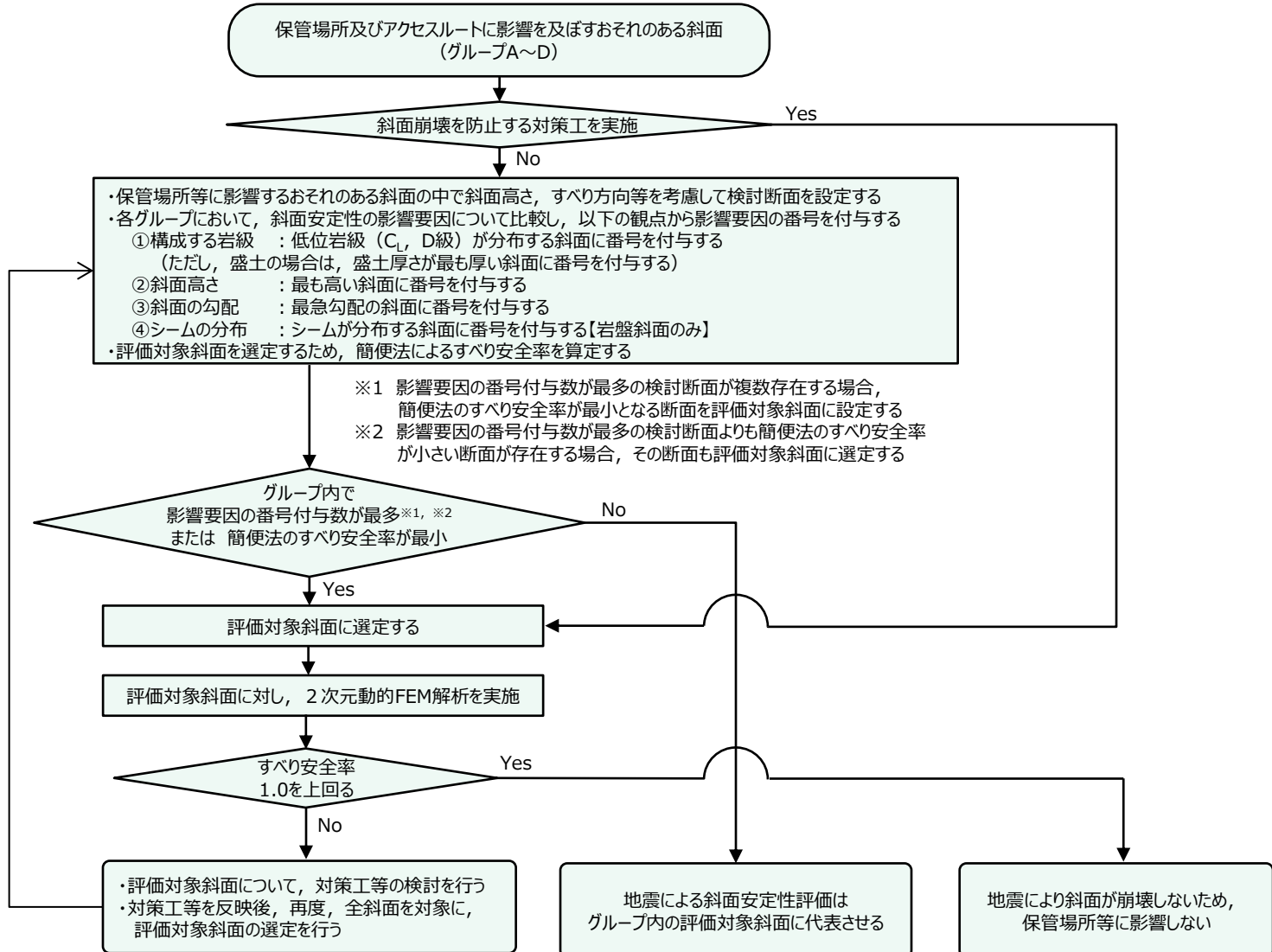
- :グループA(岩盤斜面, 斜面法尻T.P.+15m以下)
- :グループB(盛土斜面, 斜面法尻T.P.+15m以下)
- :グループC(岩盤斜面, 斜面法尻T.P.+44m～50m)
- :グループD(盛土斜面, 斜面法尻T.P.+88m)
- :可搬型設備の保管場所
- :アクセスルート(車両・要員)
※破線は要員のみを示す。
- :サブルート(車両・要員)
※破線は要員のみを示す。



平面位置図

確認事項に対する回答 (No.99,104) 液状化・地下水位の検討方針 評価フロー (詳細)

・保管場所・アクセスルート周辺斜面の地震時安定性評価は、下図に示すフローに基づき行う。



評価フロー(詳細)

確認事項に対する回答 (No.99,104) 液状化・地下水位の検討方針

評価対象断面の選定 グループB(盛土斜面, 法尻標高T.P.+15m以下)

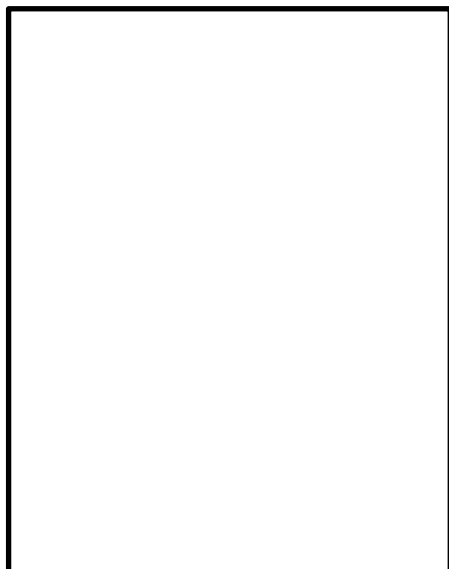
- グループB (盛土斜面, 法尻標高T.P.+15m以下) の斜面について, 液状化影響を考慮した簡便法を実施し, 評価対象斜面を選定する。
- 評価対象斜面に対し, 液状化影響を考慮した2次元動的FEM解析を実施する。

影響要因の比較検討結果 (グループB)

保管場所・アクセスルートに影響するおそれのある斜面	影響要因			該当する影響要因	簡便法の最小すべり安全率	選定理由	耐震重要施設等の周辺斜面における検討断面※
	【影響要因①】盛土厚	【影響要因②】斜面高さ	【影響要因③】斜面の勾配				
2号炉南側盛土斜面 ⑧-⑧'	100m	29m	1:2.7	①, ②	(解析中)	⑨-⑨'断面に比べ, 盛土厚が厚く, 斜面高さが高い。	○
33m盤盛土斜面 ⑨-⑨'	40m	25m	1:1.7	③	(解析中)	⑧-⑧'断面に比べ, 勾配が急であるが, 盛土厚が薄く, 斜面高さが低い。	-

■ : 番号を付与する影響要因 ■ : 影響要因の番号付与数が多い (簡便法のすべり安全率が小さい)

※「島根原子力発電所2号炉 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価について」(現在, 審議中)



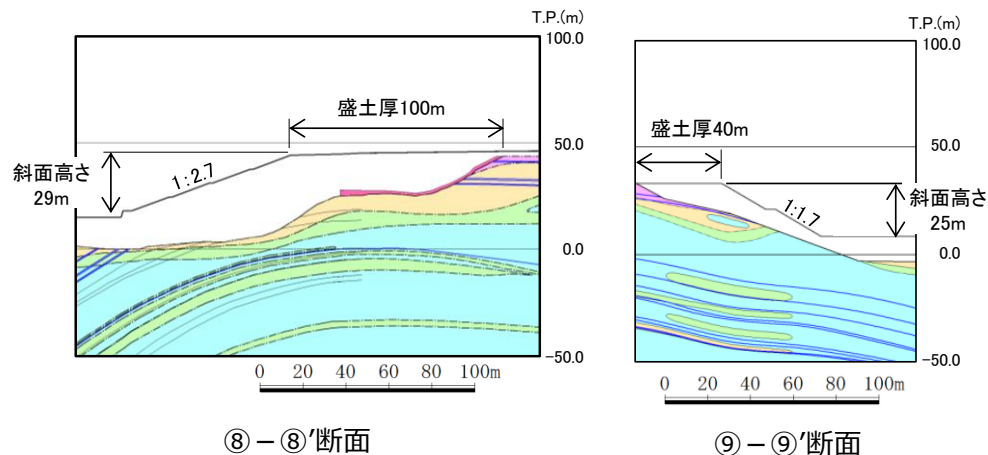
断面位置図

【凡例】

- : グループB(盛土斜面, 法尻評価T.P.+15m以下)
- ↑ : 斜面の断面位置
- ⊗ : 可搬型設備の保管場所
- : アクセスルート(車両・要員)
※破線は要員のみを示す。
- : サブルート(車両・要員)
※破線は要員のみを示す。
- ⇒ : すべり方向

凡例

- : 埋戻土・盛土
- : 旧表土
- : D級
- : C₁級
- : C_M級
- : C_H級
- : シーム
- : 岩相境界



⑧-⑧'断面

⑨-⑨'断面

本資料のうち, 枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

■ 確認事項（ヒアリング 令和2年10月20日）

【No.101,102】

- 地すべり②を取り扱う理由を説明すること。
- 地すべり②について、岩盤斜面と盛土斜面の同時崩壊について説明すること。

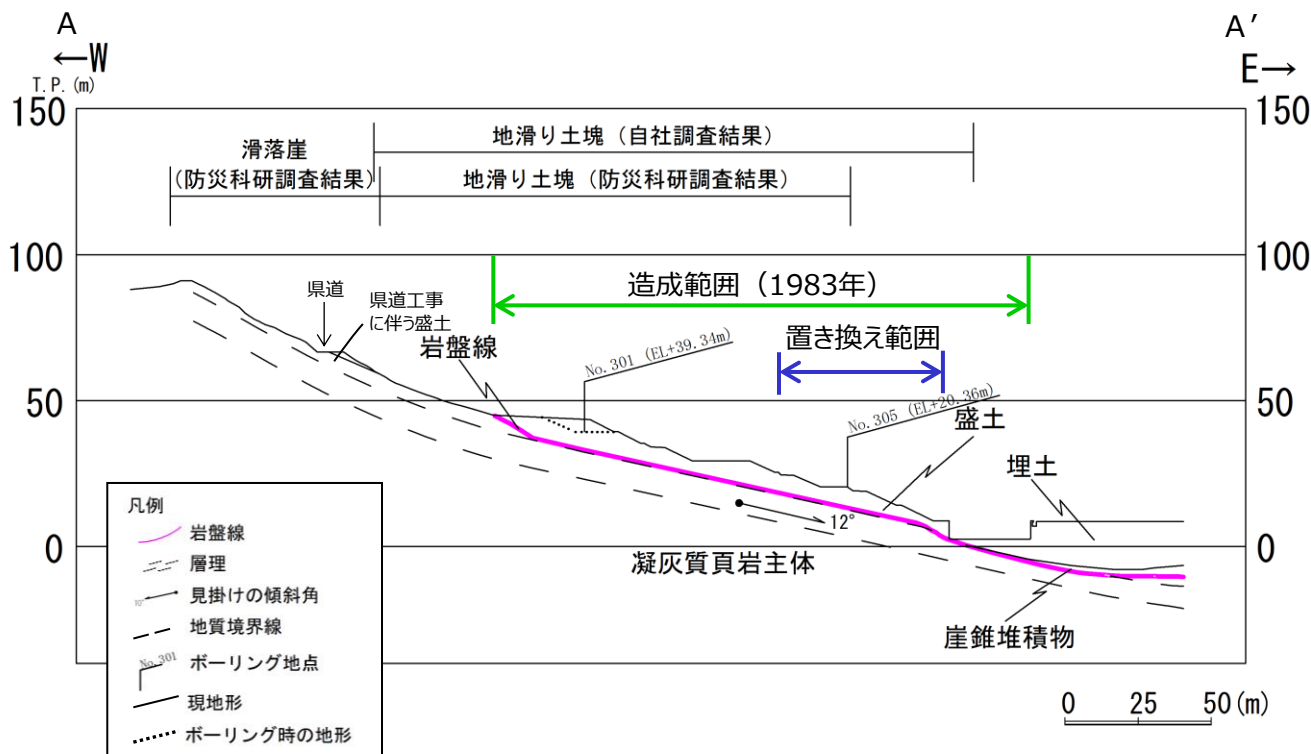
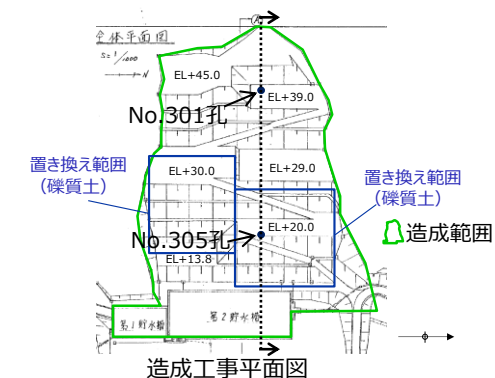
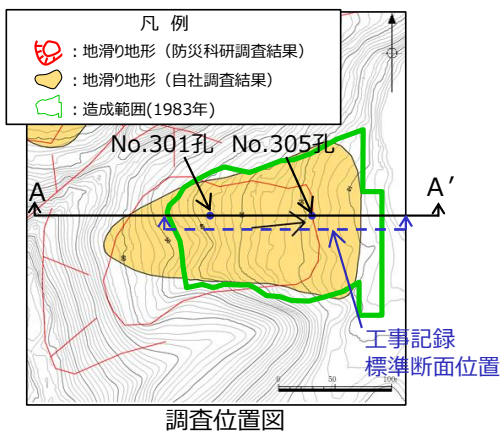
■ 回答（方針のみ）

- 地滑り地形②が示される斜面は、土地造成工事時に地滑り土塊に相当する土砂は撤去したうえで、盛土を施工している。岩盤斜面上へ盛土を施工していることから、岩盤斜面と盛土斜面の同時崩壊の検討を行う。（P22～23）
- 検討方針として、岩盤部を通るすべり面のすべり安定性が確保されていることを確認することで、岩盤斜面と盛土斜面の同時崩壊が生じないことを確認する。なお、盛土斜面部のみの斜面崩壊を想定した場合、保管場所及びアクセスルートまでの離隔距離は、確保できている。（P22）

- ・地滑り地形②が示される斜面に関しては、「島根原子力発電所2号炉 外部事象の考慮について 地滑り・土石流影響評価」（第863回審査会合 資料2-2-1, 2020年5月26日）（次頁参照）において、アクセスルートへの影響を別途説明するとしていた。
- ・地滑り地形②が示される斜面は、土地造成工事時に地滑り土塊に相当する土砂は撤去したうえで、盛土を施工している。検討方針として、岩盤部を通るすべり面のすべり安定性が確保されていることを確認することで、岩盤斜面と盛土斜面の同時崩壊が生じないことを確認する。
- ・なお、盛土斜面部のみの斜面崩壊を想定した場合、保管場所及びアクセスルートまでの離隔距離は、確保できている。

地滑り地形②について、以下に模式断面図を示す。

- EL45mより上方では、堅硬な岩盤が露出しており、地滑り土塊は認められない。
- EL45mより下方では、土地造成工事時に地滑り土塊に相当する土砂は撤去したうえで、盛土を施している。造成工事後に実施したボーリング (No.301孔及びNo.305孔) によると、盛土と岩盤の境界は造成工事の掘削面に概ね一致することから、地滑り土塊は全て撤去されていると考えられる。
- 以上のことから、発電所建設前の旧地形から判読されたような地滑り地形②に相当する地滑りは想定されない。
- なお、造成工事による盛土斜面の影響範囲内に安全施設はない。また、アクセスルートへの影響については「保管場所及びアクセスルートの斜面の地震時の安定性評価について」において説明する。



地滑り地形②の模式断面図

余白

確認事項に対する回答 (No. 103,113) ③-③'断面のシームすべり 回答方針

■ 確認事項 (ヒアリング 令和2年10月20日)

【No.103,113】

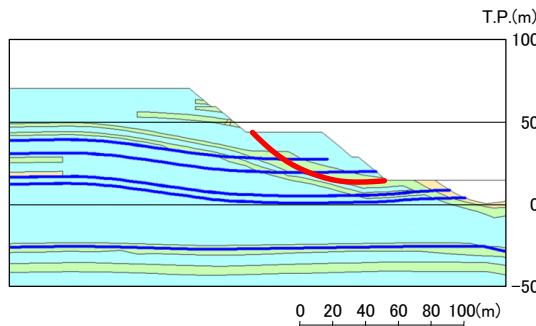
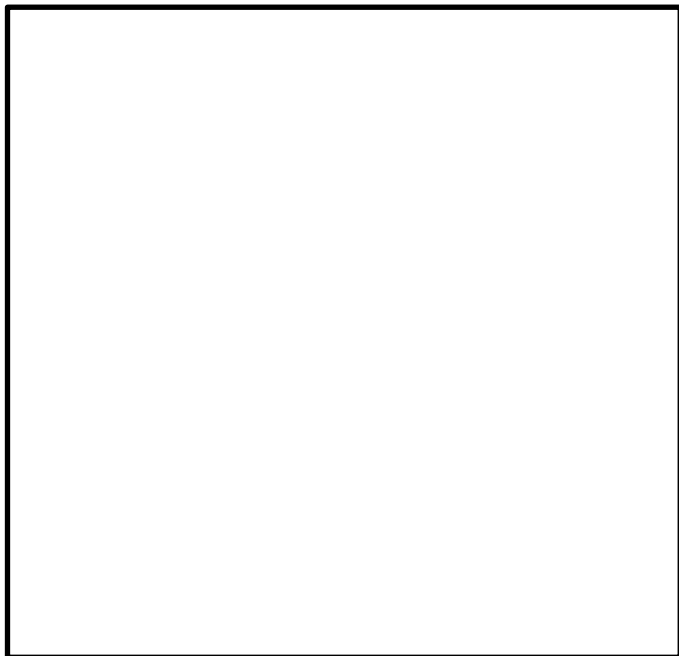
- ③-③'断面を表と図を整合し, 説明すること。
- ③-③'断面のシームすべりについて説明すること。

■ 回答 (方針のみ)

- ③-③'断面については, 図と表の整合がとれていなかったため, 適正化を図る。
- ③-③'断面は, シームの最急勾配方向と直交する断面であることから, シームの傾斜は概ね水平を示す。そのため, ③-③'断面の地震時のすべり安定性は高く, 崩壊しないと考えられるが, 法肩付近のシームが若干傾斜していることも踏まえ, 念のため動的解析によりすべり安全率を算定し, 十分な安定性を有していることを確認する。
(P26,27)

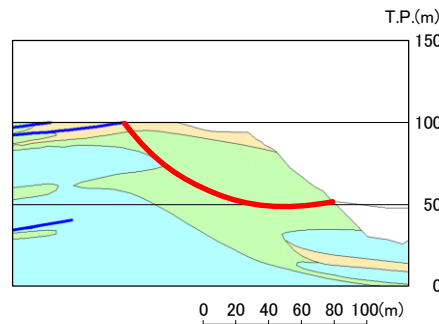
確認事項に対する回答 (No. 103,113) ③-③'断面のシームすべり 評価結果 対策工 (切取) を実施した斜面

- 基準地震動 S_s による2次元動的 F E M解析を実施した結果, 最小すべり安全率 (平均強度) が評価基準値1.0を上回っており, 安定性を有することを確認した。



基準地震動 S_s	すべり安全率
Ss-D	5.89
Ss-N ₁	7.27
Ss-N ₂	7.54

③-③'断面



基準地震動 S_s	すべり安全率
Ss-D	3.83
Ss-N ₁	3.90
Ss-N ₂	4.62

⑩-⑩'断面

【凡例】

- : 対策工 (斜面切取) を実施した斜面
- : 可搬型設備の保管場所
- : アクセスルート (車両・要員) ※破線は要員のみ
- : サブルート (車両・要員) ※破線は要員のみ
- : 斜面の断面位置 \Rightarrow : すべり方向

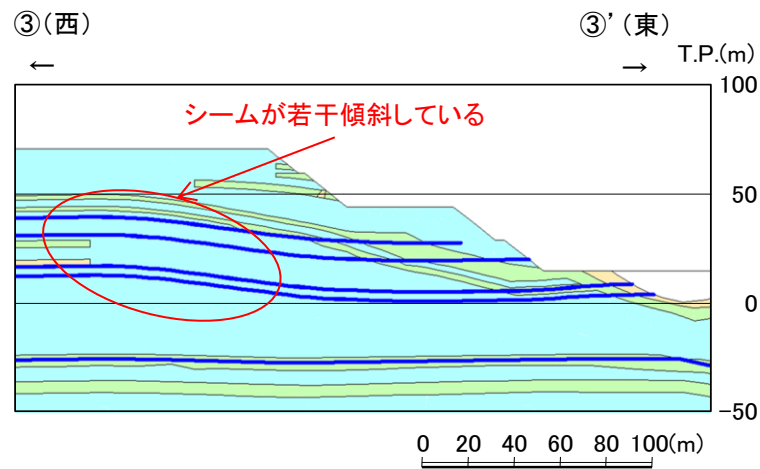
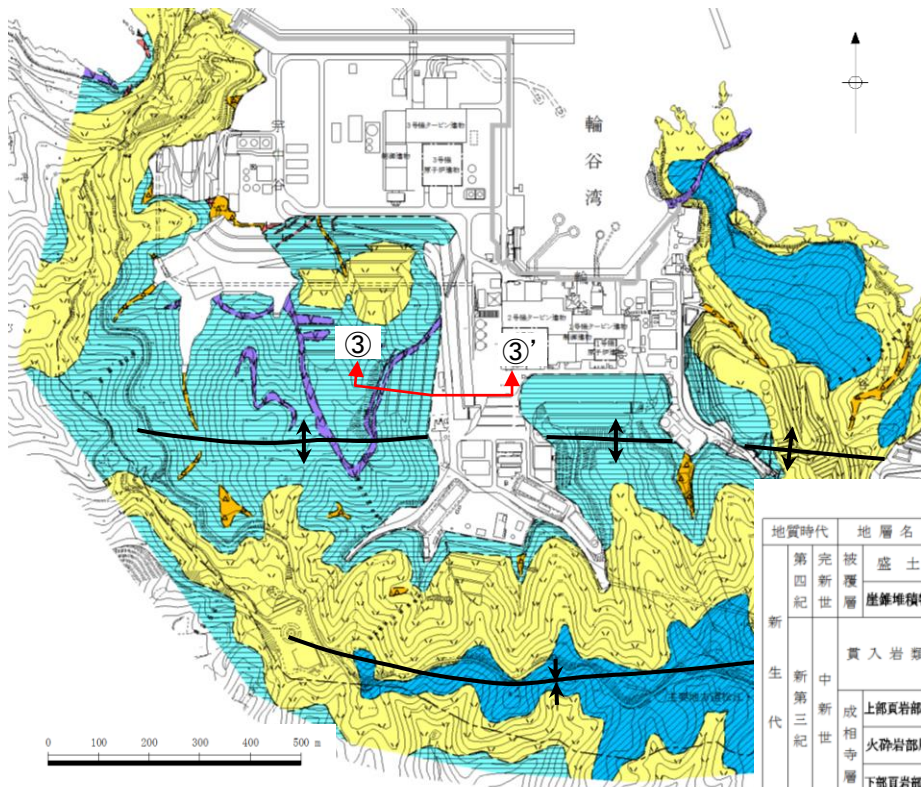
【凡例】

- : C₁級 岩盤
- : C₂級 岩盤
- : C₃級 岩盤
- : 埋戻土、盛土
- : シーム
- : 最小すべり安全率のすべり面

確認事項に対する回答 (No. 103,113) ③-③'断面のシームすべり

③ - ③'断面のシームすべりの検討方針

- シームの最急勾配方向は、背斜軸より北側は北傾斜、南側は南傾斜となる。(左下図参照)
- 2号炉西側切取斜面は、背斜軸北側に位置しており、シームの最急勾配方向は北方向であるが、地形の最急勾配方向は東方向である。
- 地形の最急勾配方向で作成した③ - ③'断面は、シームの最急勾配方向と直交する断面であることから、シームの傾斜は概ね水平を示す。
- そのため、③ - ③'断面の地震時のすべり安定性は高く、崩壊しないと考えられるが、法肩付近のシームが若干傾斜していることも踏まえ、念のため動的解析によりすべり安全率を算定し、十分な安定性を有していることを確認する。



③-③'断面(東西方向)

凡例

地質時代	地層名	主要構成地質	
第四紀 完新世	盛土	礫混り砂質土・礫混り粘性土	
	差峰堆積物	礫混り砂質土・礫混り粘性土	△△△
第三紀 中新世	貫入岩類	安山岩	V V V
		ドレライト	L L L
	上部頁岩部層	黒色頁岩	■ ■ ■
	火砕岩部層	凝灰岩・凝灰角礫岩	▽ ▽ ▽
下部頁岩部層	黒色頁岩・凝灰質頁岩	■ ■ ■	

--- 地質境界線
 --- 敷地境界線
 ↑ 背斜軸
 ↓ 向斜軸
 □ 原子炉建物設置位置

【凡例】

- : C₊級岩盤
- : C_v級岩盤
- : C₋級岩盤
- : 埋戻土、盛土
- : シーム

敷地の地質平面図

余白

確認事項に対する回答（No. 105）すべり面の設定方法（⑫-⑫'，⑬-⑬'，⑭-⑭'断面） 回答方針

■ 確認事項（ヒアリング 令和2年10月20日）

【No.105】

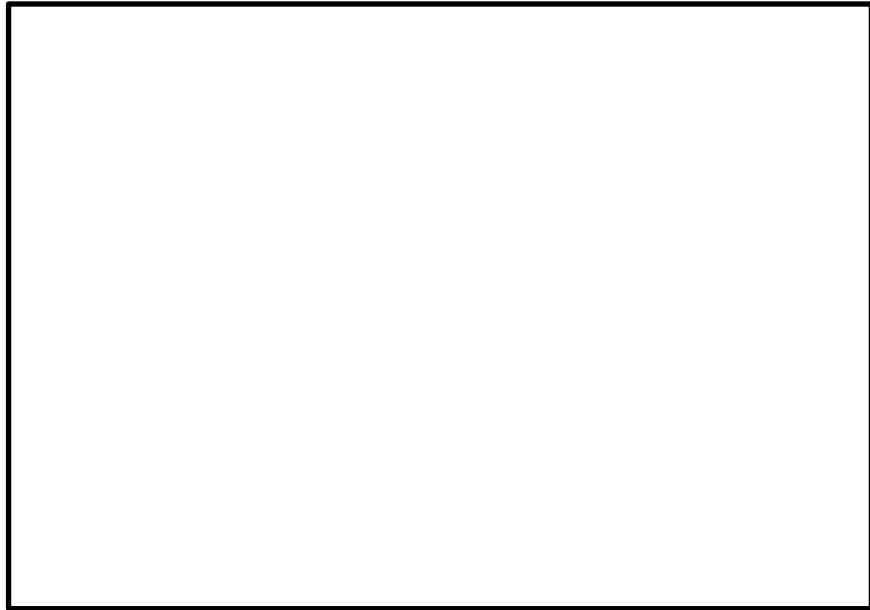
○すべり面の設定方法について説明すること。（⑫，⑬，⑭断面）

■ 回答（方針のみ）

- すべり安全率を算定するすべり面については，簡便法によるすべり面及びシーム等の弱層を通るすべり面を設定し，最小すべり安全率を算定する。（P30～32）
- 安定解析で得られた最小すべり安全率の応力状態から，すべり面がモビライズド面等を通るすべり面になっていることを確認し，必要に応じてすべり面を追加設定する。（P31,33～37）

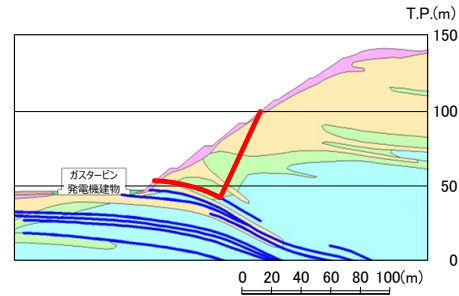
確認事項に対する回答 (No. 105) すべり面の設定方法 (⑫-⑫', ⑬-⑬', ⑭-⑭'断面) 断面位置

- ⑫-⑫'断面～⑭-⑭'断面の断面位置を下図に示す。



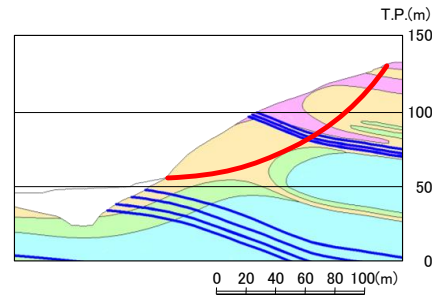
【凡例】

- C_H級岩盤
- C_M級岩盤
- C_L級岩盤
- D級岩盤
- 埋戻土、盛土
- 埋戻土(購入土)
- シーム
- 最小すべり安全率のすべり面



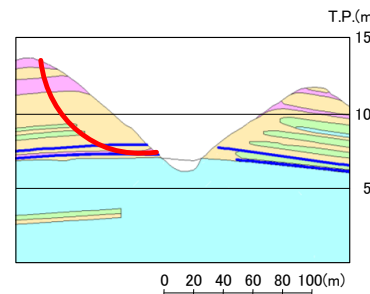
⑫-⑫'断面

基準地震動 S s	すべり安全率
Ss-D	3.81
Ss-N ₁	2.07
Ss-N ₂	4.06



⑬-⑬'断面

基準地震動 S s	すべり安全率
Ss-D	1.51
Ss-N ₁	1.47
Ss-N ₂	1.82



⑭-⑭'断面

基準地震動 S s	すべり安全率
Ss-D	1.53
Ss-N ₁	2.48
Ss-N ₂	2.42

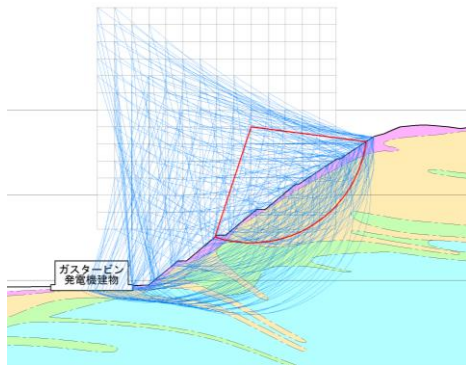
すべり面の設定

第910回審査会合 資料1-1 P194 加筆・修正

- すべり安全率を算定するすべり面については、簡便法によるすべり面及びシーム等の弱層を通るすべり面を設定し、応力状態を踏まえて必要に応じてすべり面を追加設定する。
- シーム等の弱層を通るすべり面は、基礎地盤で設定したものと同様に角度をパラメトリックに設定する。

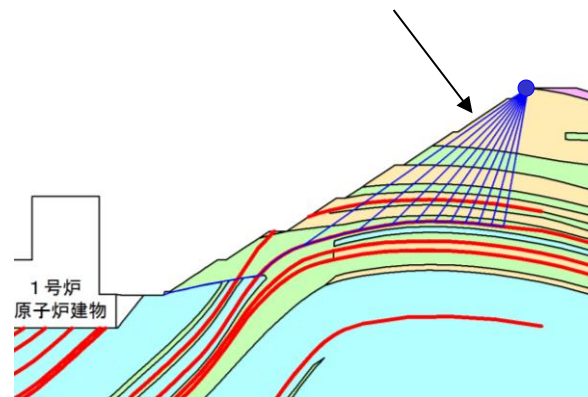
① 簡便法によるすべり面

- 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。
- 作用させる静的地震力は原子力発電所耐震設計技術指針 (JEAG4601-2015) に基づき、 $K_H=0.3$, $K_V=0.15$ とする。



② シーム等の弱層を通るすべり面

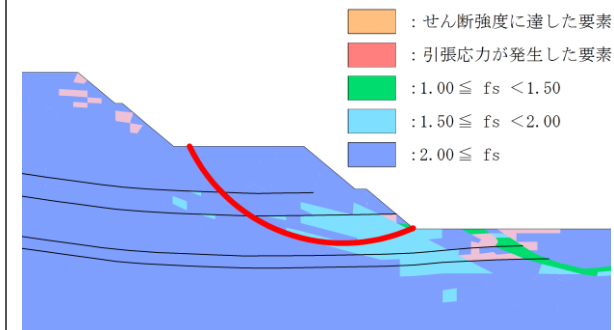
シームから岩盤を切り上げるすべり面をパラメトリックに設定する。



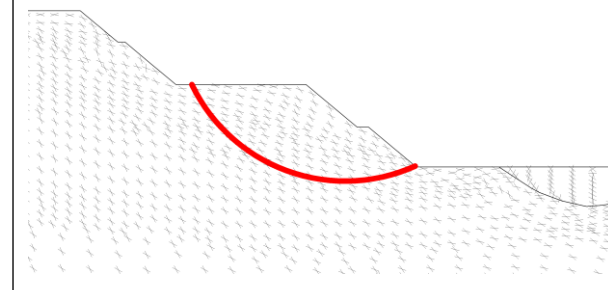
③ 応力状態を考慮したすべり面

①・②のすべり面における安定解析で得られた最小すべり安全率の応力状態から、①・②のすべり面がモビライズド面等を通るすべり面になっていることを確認し、必要に応じてすべり面を追加設定する。

1) 要素の安全率が低い領域を考慮



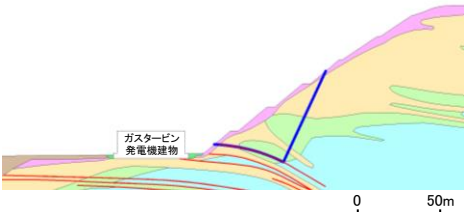
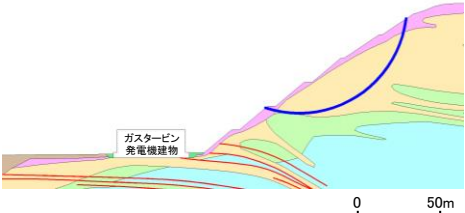
2) モビライズド面を考慮



評価結果 ⑫-⑫'断面

第910回審査会合 資料1-1
P204 再掲

・平均強度でのすべり安全率

	すべり面形状	基準 ^{※1} 地震動	最小すべり 安全率 ^{※2}
1	 <p>シーム沿いのすべり面 (斜面中腹あるいは斜面上方からシームを通り斜面法尻付近へ抜けるすべり面)</p>	Ss-N1 (+,+)	2.07 〔7.59〕
2	 <p>簡便法で設定したすべり面</p>	Ss-N1 (-,+)	2.25 〔7.58〕

【凡例】

- : C_H級 岩盤
- : C_M級 岩盤
- : C_L級 岩盤
- : D級 岩盤
- : 埋戻土, 盛土
- : MMR
- : シーム
- : すべり面

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)^{※2}は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※2 []は, 発生時刻(秒)を示す。

・動的解析の結果, 平均強度を用いたすべり安全率は1.2を上回ることを確認した。

確認事項に対する回答 (No. 105) すべり面の設定方法 (⑫-⑫', ⑬-⑬', ⑭-⑭'断面)

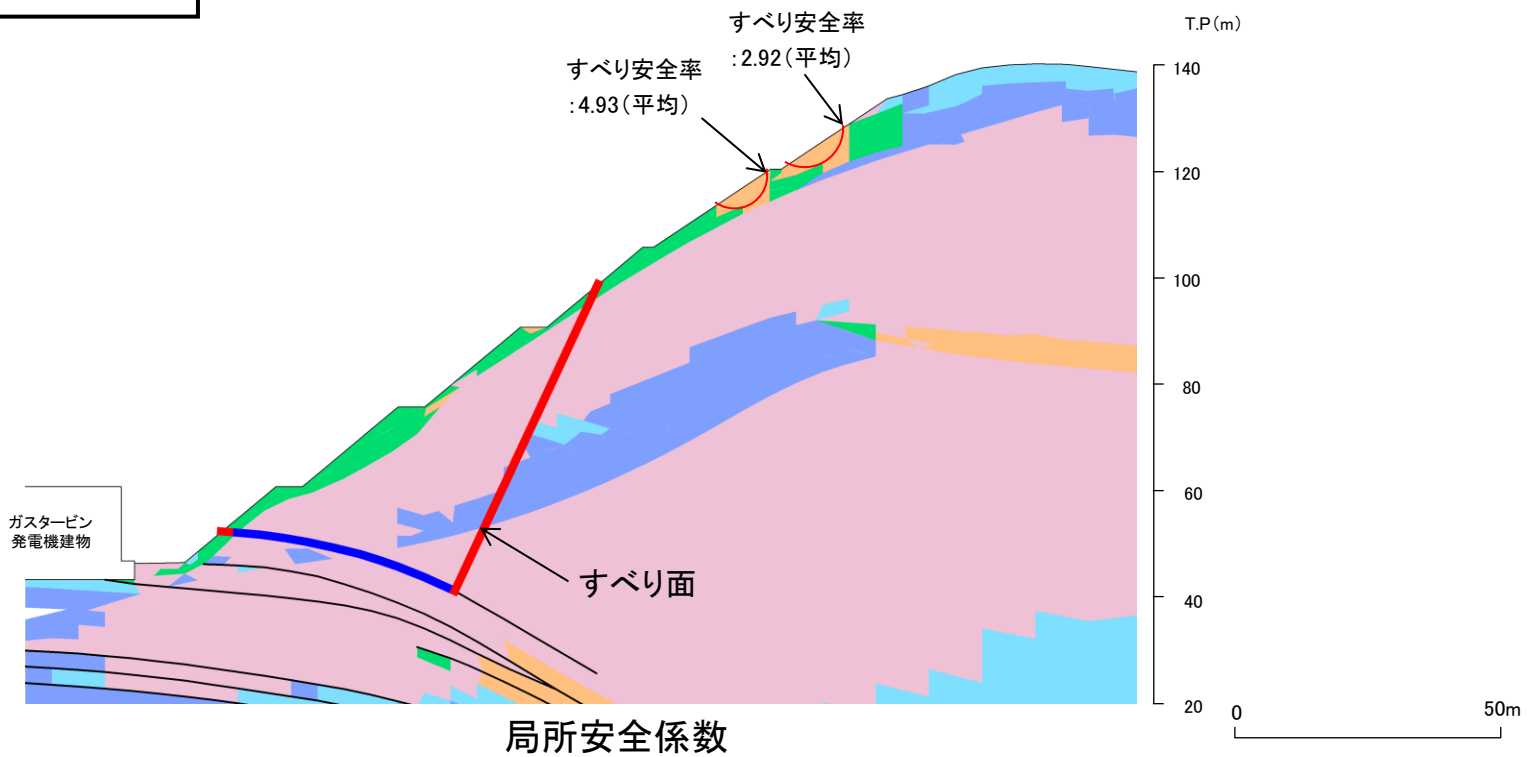
要素ごとの局所安全係数

第910回審査会合 資料1-2 P169 加筆・修正
※修正箇所を青字で示す

■ ⑫-⑫' 断面 (「島根原子力発電所2号炉耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価」における⑦-⑦'断面)

・基準地震動 : Ss-N1(+,+)
・時刻 : 7.59秒
・すべり安全率 : 2.07

- : せん断強度に達した要素
- : 引張応力が発生した要素
- : $1.00 \leq fs < 1.50$
- : $1.50 \leq fs < 2.00$
- : $2.00 \leq fs$
- (Blue) : シームを通るすべり面
- (Red) : シーム以外



・引張応力が発生した要素が斜面に連続しており、これを通るすべり面になっている。
また、せん断強度に達した要素が斜面浅部に分布するが、局所的である。
・なお、斜面浅部のせん断強度に達した要素を通るすべり面については、当該応力状態における最小すべり安全率が2.92 (平均強度) であり、強度の低い破壊領域を通るすべり面の最小すべり安全率2.07 (平均強度) に包含される。

確認事項に対する回答 (No. 105) すべり面の設定方法 (12-12', 13-13', 14-14'断面) 周辺への進行性破壊の検討

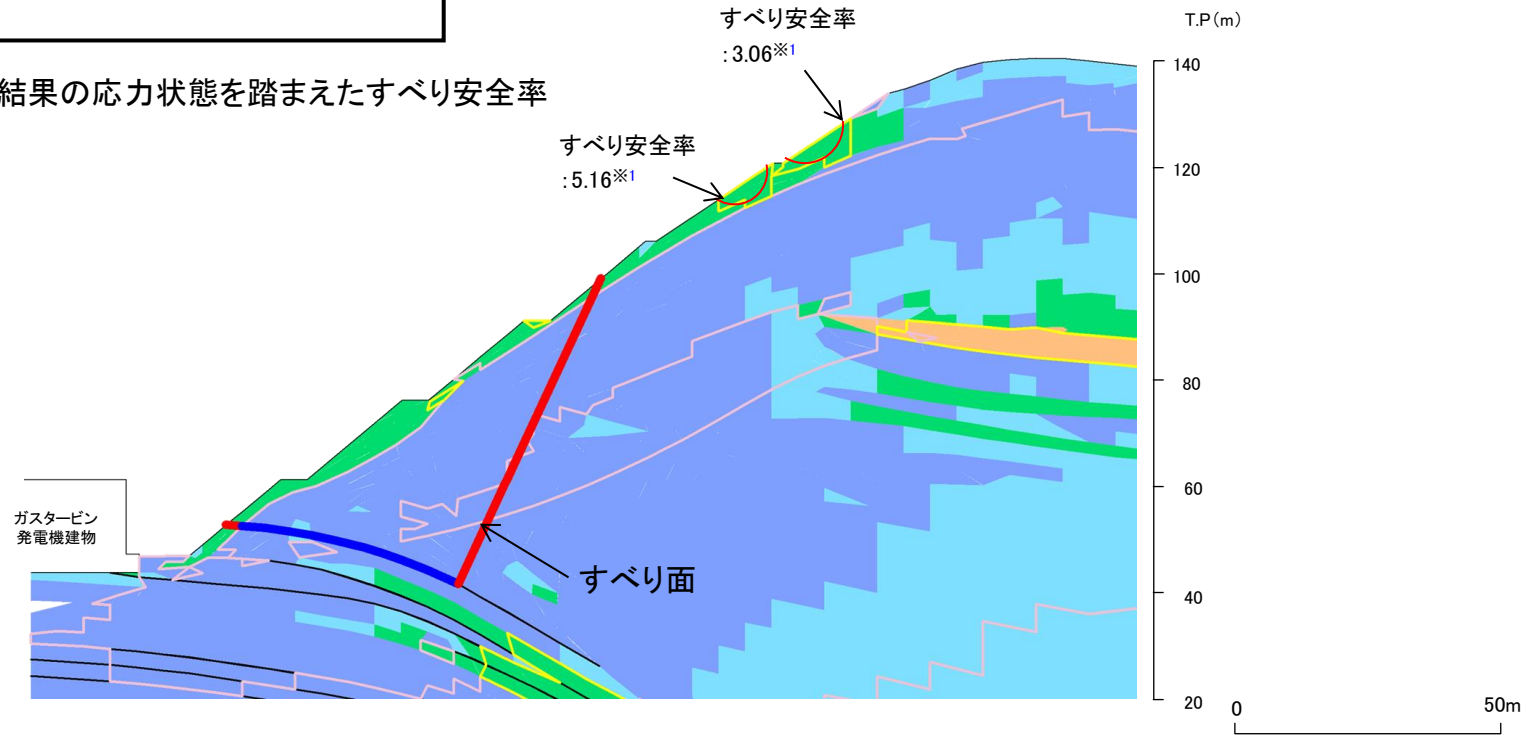
第910回審査会合 資料1-2 P170 加筆・修正
※修正箇所を青字で示す

■ 12-12' 断面 (「島根原子力発電所2号炉耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価」における7-7'断面)

- ・基準地震動 : Ss-N1(+,+)
- ・時刻 : 7.59秒
- ・すべり安全率 : 2.23※1

<ul style="list-style-type: none"> □ : せん断強度に達した要素 □ : 引張応力が発生した要素 □ : せん断強度に達した要素 □ : 引張応力が発生した要素 	}	<p>静的非線形解析前 (前頁参照)</p> <p>静的非線形解析後</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ : $1.00 \leq f_s < 1.50$ ■ : $1.50 \leq f_s < 2.00$ ■ : $2.00 \leq f_s$ — : シームを通るすべり面 — : シーム以外
--	---	--	---

※1 静的非線形解析結果の応力状態を踏まえたすべり安全率 (平均強度)

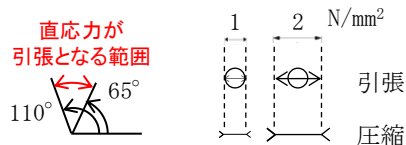


局所安全係数分布図
(静的非線形解析結果)

・引張応力が発生した要素が斜面に連続しているため、静的非線形解析を実施した結果、進行性破壊が発生していないことを確認した。

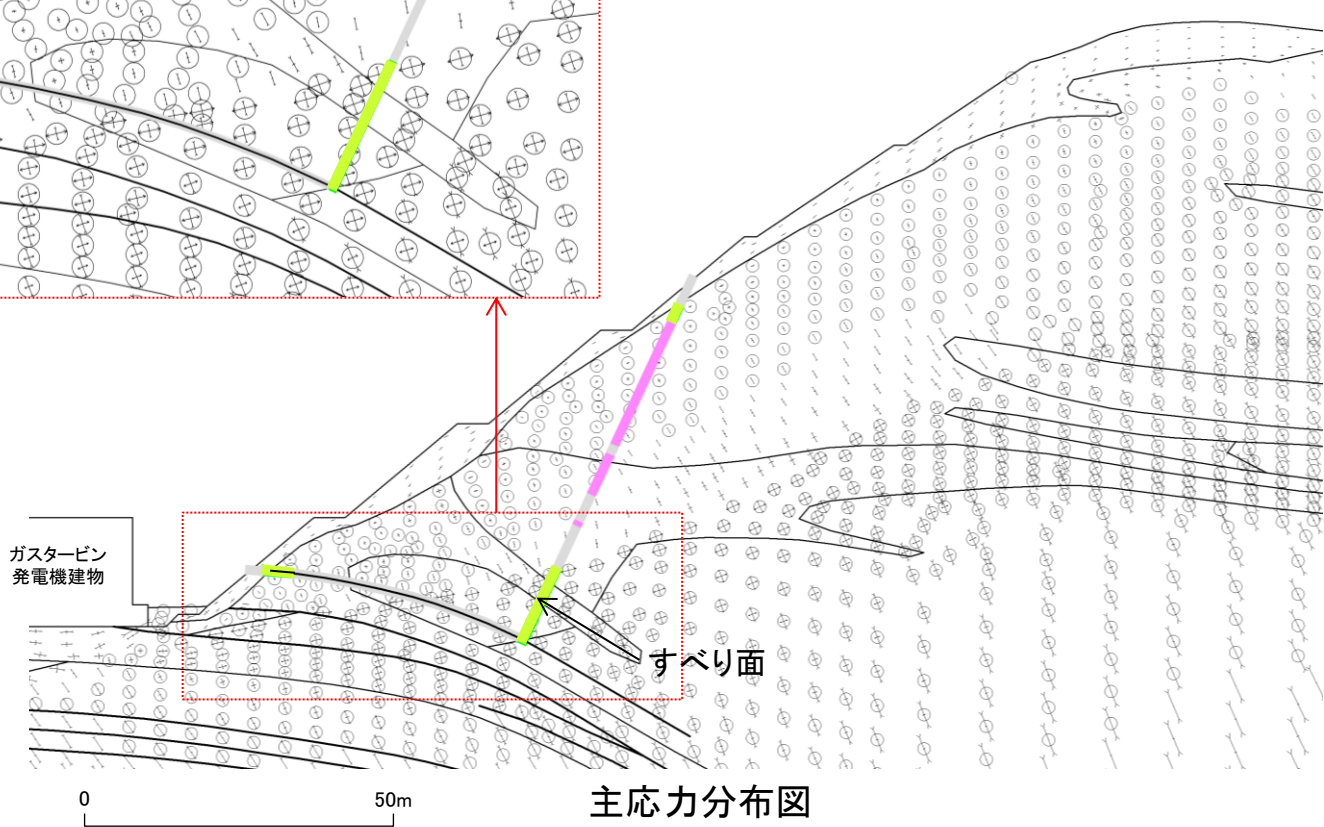
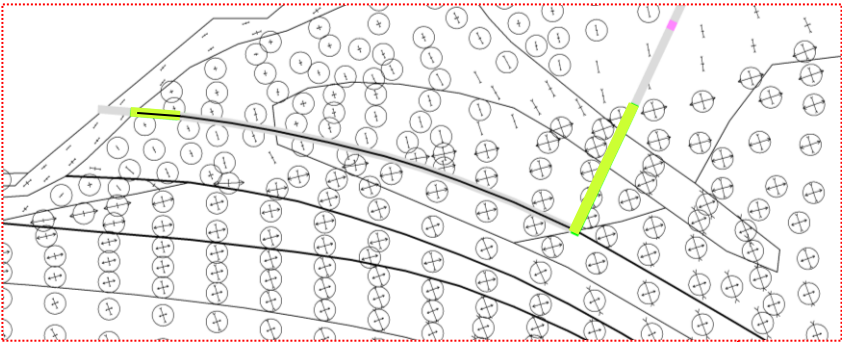
主応力分布図

■ ⑫-⑫' 断面 (「島根原子力発電所2号炉耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価」における⑦-⑦'断面)



凡例

- : せん断破壊の要素を通るすべり面
- : 引張破壊の要素を通るすべり面(直応力が引張となる場合は —)
- - - : せん断破壊及び引張破壊の要素を通るすべり面
- ⋯ : モビライズド面を概ね通るすべり面
- : 上記以外



・法尻付近では、直応力が引張となる範囲は概ね65～110° になり、これに沿うすべりになっている。

確認事項に対する回答 (No. 105) すべり面の設定方法 (⑫-⑫', ⑬-⑬', ⑭-⑭'断面)

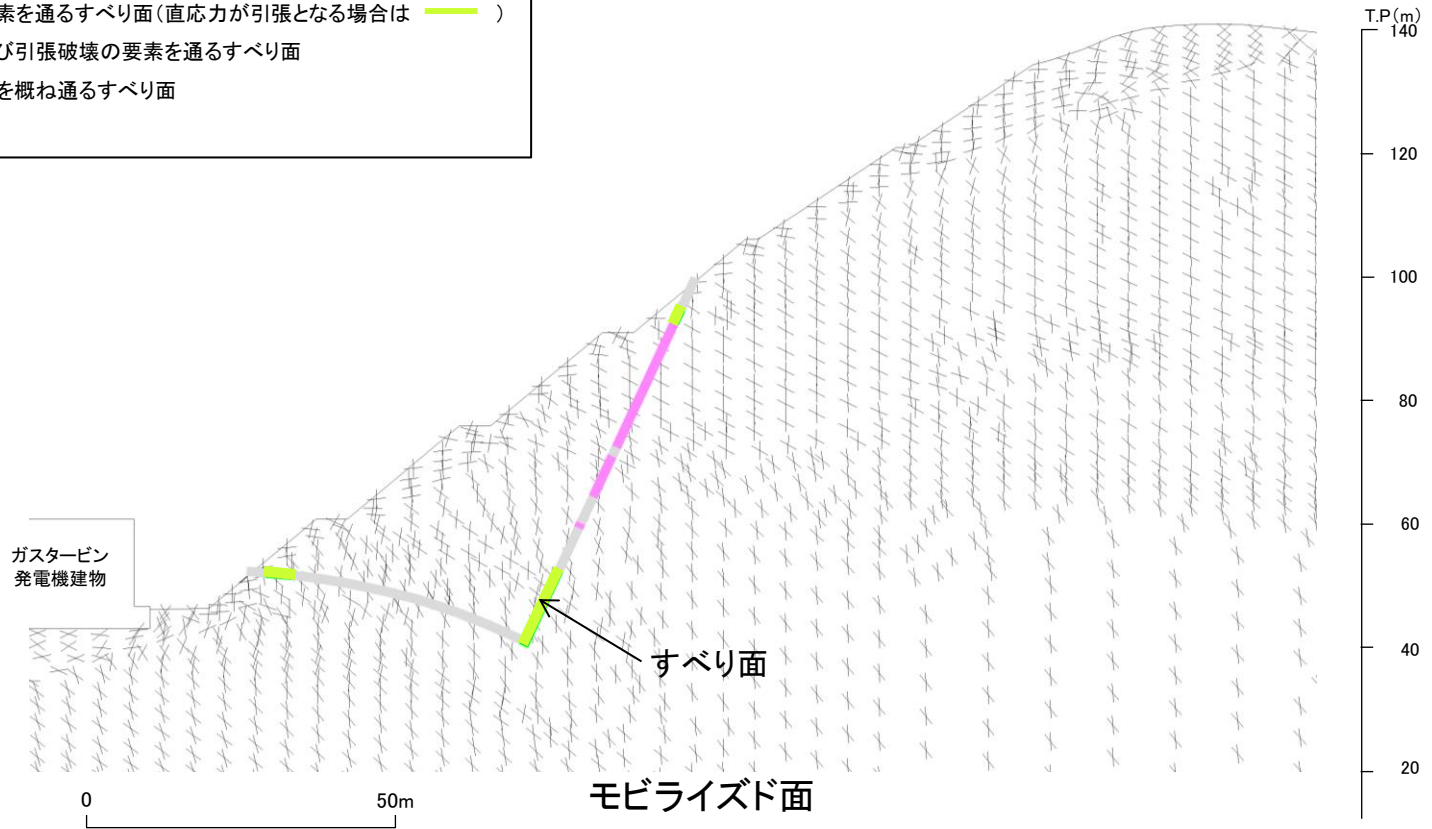
モビライズド面

第910回審査会合 資料1-2 P172 加筆・修正
 ※修正箇所を青字で示す

■ ⑫-⑫' 断面 (「島根原子力発電所2号炉耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価」における⑦-⑦'断面)

- 凡例
- (オレンジ) : せん断破壊の要素を通るすべり面
 - (ピンク) : 引張破壊の要素を通るすべり面(直応力が引張となる場合は — (黄緑))
 - (グレー) : せん断破壊及び引張破壊の要素を通るすべり面
 - (青点線) : モビライズド面を概ね通るすべり面
 - (薄グレー) : 上記以外

✦ : モビライズド面

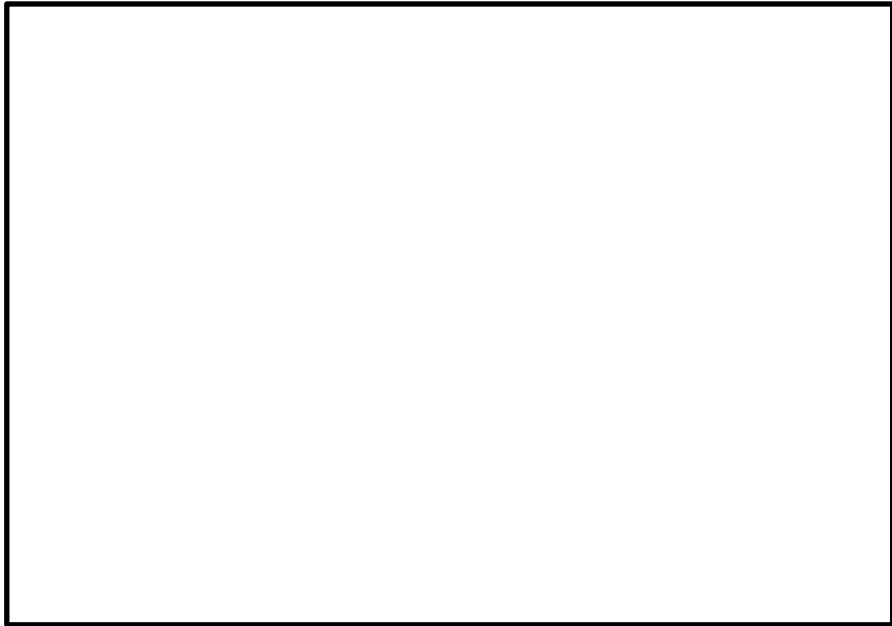


・モビライズド面を通過していないが、強度の低いシームや破壊領域を通るすべりになっている。

以上のことから、設定したすべり面は、既にすべり安全率の厳しいすべり面になっているため、追加のすべり面は設定していない。

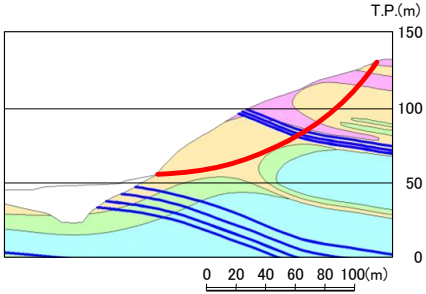
確認事項に対する回答 (No. 105) すべり面の設定方法 (⑫-⑫', ⑬-⑬', ⑭-⑭'断面) 評価方針 ⑬-⑬'断面, ⑭-⑭'断面

・⑬-⑬'断面, ⑭-⑭'断面についても, ⑫-⑫'断面で示した内容と同様, すべり面における安定解析で得られた最小すべり安全率の応力状態から, すべり面がモビライズド面等を通るすべり面になっていることを確認し, 必要に応じてすべり面を追加設定する。



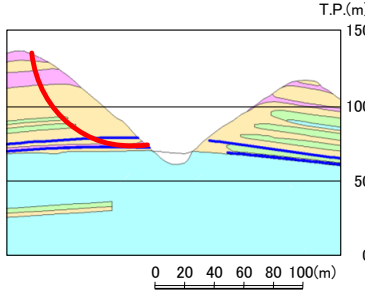
【凡例】

: C _H 級岩盤	: C _M 級岩盤	: C _L 級岩盤	: D級岩盤
: 埋戻土, 盛土	: 埋戻土(購入土)	: シーム	
: 最小すべり安全率のすべり面			



基準地震動 S _s	すべり安全率
Ss-D	1.51
Ss-N ₁	1.47
Ss-N ₂	1.82

⑬-⑬'断面



基準地震動 S _s	すべり安全率
Ss-D	1.53
Ss-N ₁	2.48
Ss-N ₂	2.42

⑭-⑭'断面

余白

確認事項及び指摘事項に対する回答（No. 108, No. 53）鉄塔評価断面 回答方針

■ 確認事項（ヒアリング 令和2年10月20日）

【No.108】

○鉄塔評価断面について、⑫断面で代表できる理由を詳細に説明すること。

■ 指摘事項（審査会合 令和2年12月1日）

【No.53】

○発電所構内の鉄塔の影響評価について、今後の保管場所及びアクセスルートに係る周辺斜面の安定性評価の審査において説明すること。

■ 回答

- これまで鉄塔評価断面以外の他グループである⑫-⑫'断面に代表させていたことを見直し、鉄塔評価断面の比較により評価対象断面を選定する。（P40～43）

確認事項及び指摘事項に対する回答 (No. 108, No. 53) 鉄塔評価断面 鉄塔の設置位置及び検討断面の選定

■ 概要

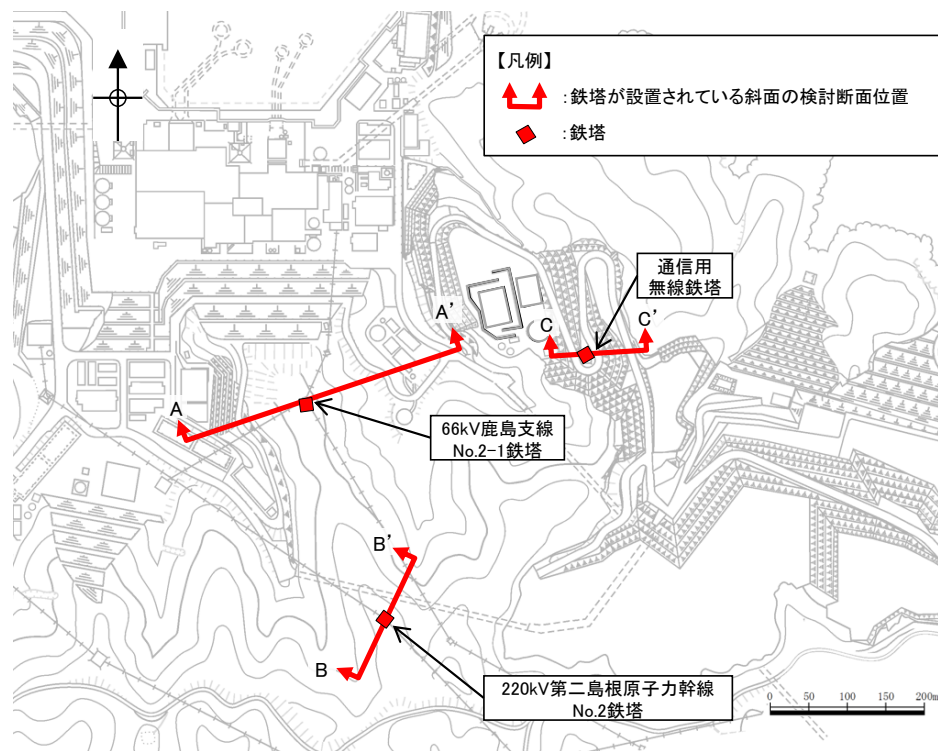
- 「島根原子力発電所2号炉 可搬型重大事故等対処設備保管場所及びアクセスルートについて 別紙(40) 鉄塔の影響評価方針について (以下「別紙(40) 鉄塔の影響評価方針について」という。)」で選定した、島根原子力発電所構内の送電鉄塔、開閉所屋外鉄構及び通信用無線鉄塔 (以下「鉄塔」という。) が設置されている斜面について、基準地震動 S_s による安定性評価を実施する。

■ 影響評価鉄塔

- 「別紙(40) 鉄塔の影響評価方針について」で選定した、斜面の安定性評価を行う鉄塔は以下のとおり。設置位置を各鉄塔の検討断面位置図に示す。
 - ・66kV鹿島支線No.2-1鉄塔
 - ・220kV第二島根原子力幹線No.2鉄塔
 - ・通信用無線鉄塔

■ 検討断面の選定

- 鉄塔が設置されている斜面の検討断面として、以下のとおり3断面を設定した。
 - 【A-A'断面】自然斜面であり、鉄塔付近を通る断面のうち、斜面高さが高くなり、風化帯が最も厚くなる尾根部を通るすべり方向に断面を設定した。
 - 【B-B'断面】自然斜面であるが、風化帯の厚い尾根部は概ね同等の標高で傾斜が緩いため、鉄塔付近を通る断面のうち、斜面高さが高くなり、最急勾配となるすべり方向に断面を設定した。
 - 【C-C'断面】切取斜面であり、鉄塔付近を通る断面のうち、斜面高さが高くなり、勾配が急となるすべり方向に断面を設定した。

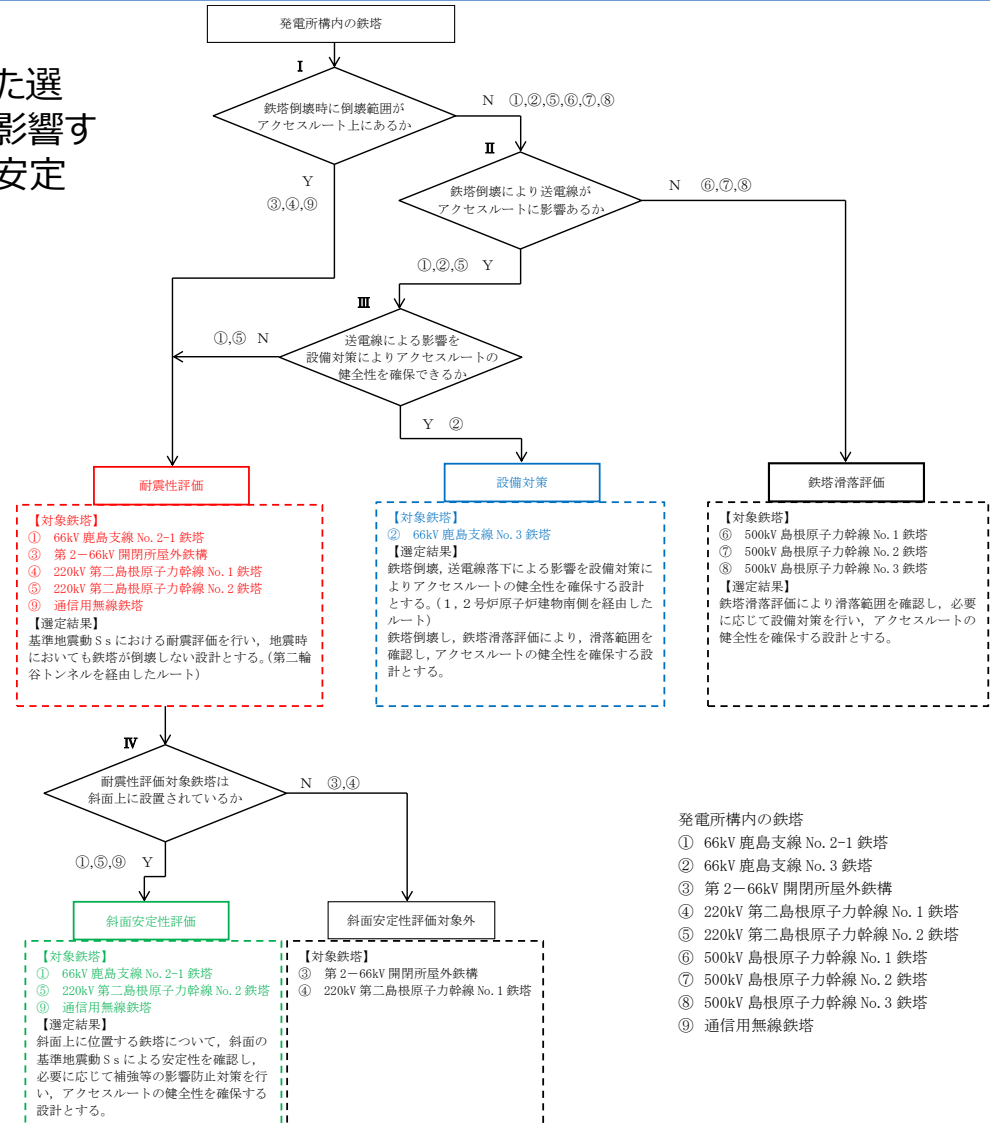


各鉄塔の検討断面位置図

【参考】影響評価方法選定フロー

■ 影響評価方法選定フロー

- 「別紙(40) 鉄塔の影響評価方針について」で実施した選定フローを示す。なお、保管場所及びアクセスルートに影響するおそれのある斜面に関しては網羅的な抽出を行い、安定性評価を実施している。



耐震性や斜面の安定性評価の結果、強度不足等により、評価が満足しない結果となった場合は、補強等の影響防止対策を実施し、アクセスルートの健全性を確保する設計とする。

図 鉄塔配置図

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

図 影響評価方法選定フロー

確認事項及び指摘事項に対する回答 (No. 108, No. 53) 鉄塔評価断面 評価対象断面の選定結果 (1/2)

■ 影響要因を踏まえた断面比較

- 鉄塔が設置されている斜面であるA-A'断面～C-C'断面は、法尻標高が約T.P.+24～70mと概ね同等であることから、同一のグループに分類し、影響要因の番号付与数及び簡便法の安全率により、下表のとおり比較を行った。
- 比較検討の結果、A-A'断面及びB-B'断面を2次元動的FEM解析の評価対象斜面に選定した。
- A-A'断面及びB-B'断面について、基準地震動S_sによる2次元動的FEM解析を実施し、最小すべり安全率（平均強度）が評価基準値1.0を上回っており、安定性を有することを確認する。

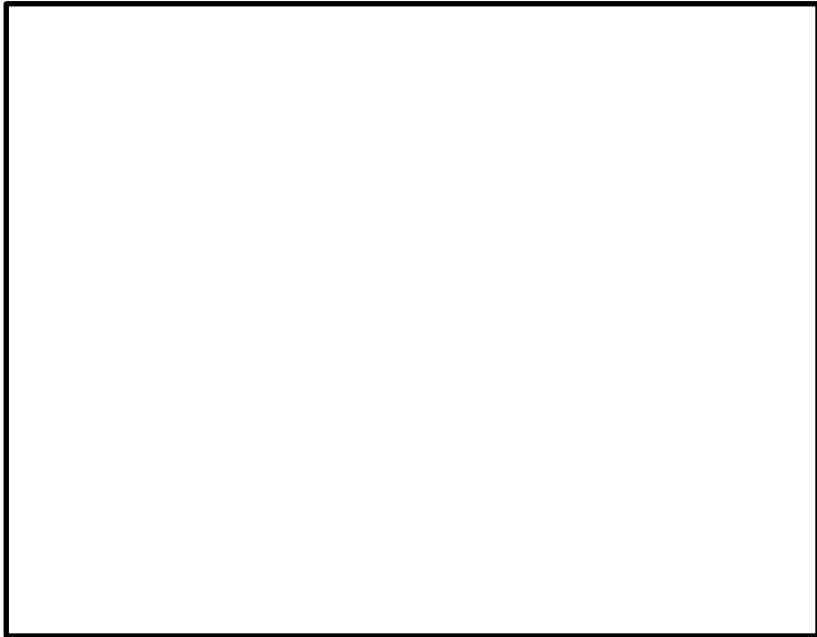
斜面	影響要因				該当する 影響要因	簡便法の 最小すべり 安全率	選定理由
	【影響要因①】 構成する岩級	【影響要因②】 斜面高さ	【影響要因③】 斜面の勾配	【影響要因④】 シームの分布 の有無			
評価対象斜面に選定 66kV 鹿島支線 No.2-1 鉄塔斜面 (A-A'断面)	C _M , C _L , D級	86m	1:1.6 (一部, C _L 級で 1:0.7の急勾配部 あり)	あり:3条	①, ②, ③, ④	2.01	D級岩盤及びC _L 級岩盤が存在すること、斜面高さが最も高いこと、一部1:0.7の急勾配部があること、シームが分布すること及び簡便法の最小すべり安全率が小さいことから、評価対象斜面に選定する。
220kV 第二島根原子 力幹線 No.2鉄塔斜面 (B-B'断面)	C _H , C _M , C _L , D 級	76m	1:1.2	あり:2条	①, ③, ④	1.75	D級岩盤及びC _L 級岩盤が存在すること、1:1.2の急勾配であること、シームが分布すること、及びA-A'断面に比べ簡便法の最小すべり安全率が小さいことから、評価対象断面に選定する。
通信用無線鉄塔斜面 (C-C'断面)	C _M , C _L , D級	32m	1:1.5	なし	①	10.04	A-A'断面に比べ、斜面高さが低いこと、平均勾配が緩いこと、シームが分布しないこと、及び簡便法の最小すべり安全率が大きいことから、A-A'断面の評価に代表させる。

□ : 番号を付与する影響要因

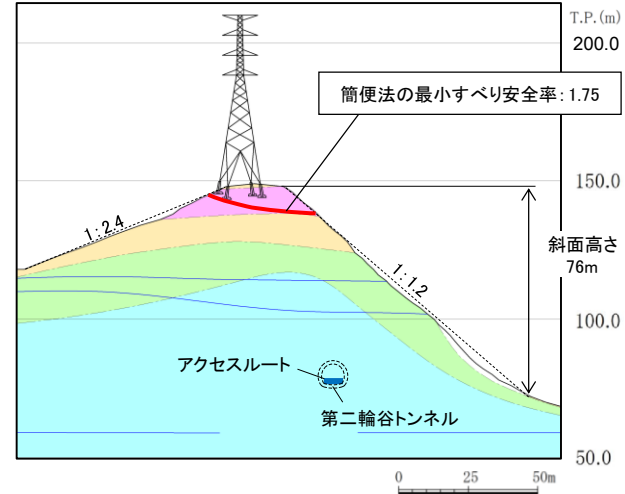
□ : 影響要因の番号付与数が多い(簡便法のすべり安全率が小さい)

□ : 選定した評価対象斜面

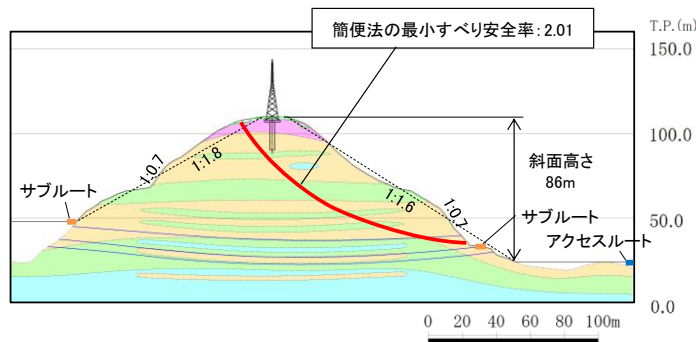
確認事項及び指摘事項に対する回答 (No. 108, No. 53) 鉄塔評価断面 評価対象断面の選定結果 (2/2)



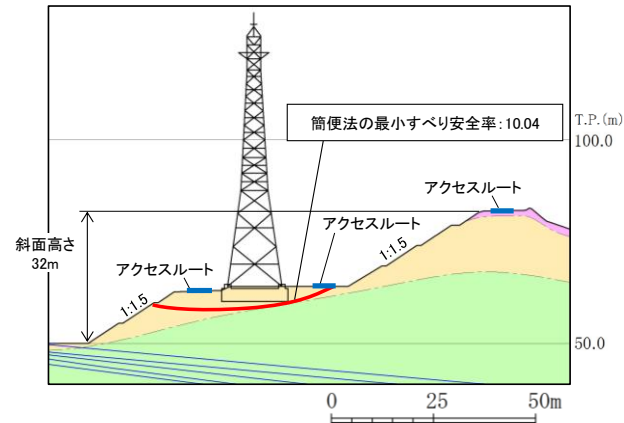
検討断面位置図



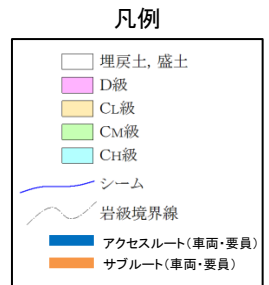
B - B'断面



A - A'断面



C - C'断面



本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

余白

確認事項に対する回答（No.106）抑止杭を設置する斜面の液状化影響 回答方針

■ 確認事項（ヒアリング 令和2年10月20日）

【No.106】

○抑止杭を設置する斜面に関して、埋戻土、盛土に関して液状化の観点から説明すること。

■ 回答

- 抑止杭を設置する斜面上部に埋戻土が存在することから、3次元浸透流解析結果の大局的な地下水位分布の傾向を参照した結果、埋戻土部の地下水位は、埋戻土層下端より十分に低いことから、液状化影響を考慮しない。
- なお、T.P.+44m盤には構造物を設置して周辺を埋め戻す予定である。当該構造物は地中構造物になることから、保守的に埋戻土としてモデル化しているが、仮に地下水位が高い場合も液状化は発生しない。

確認事項に対する回答 (No.106)

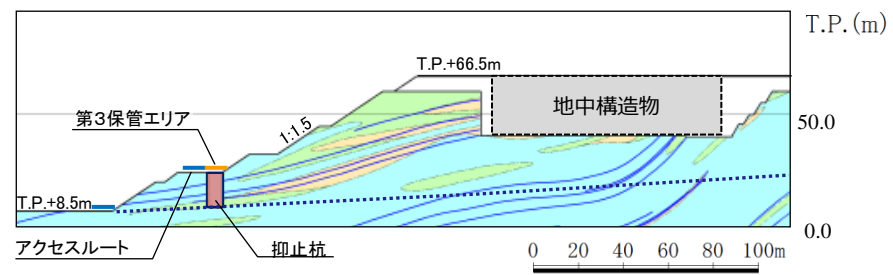
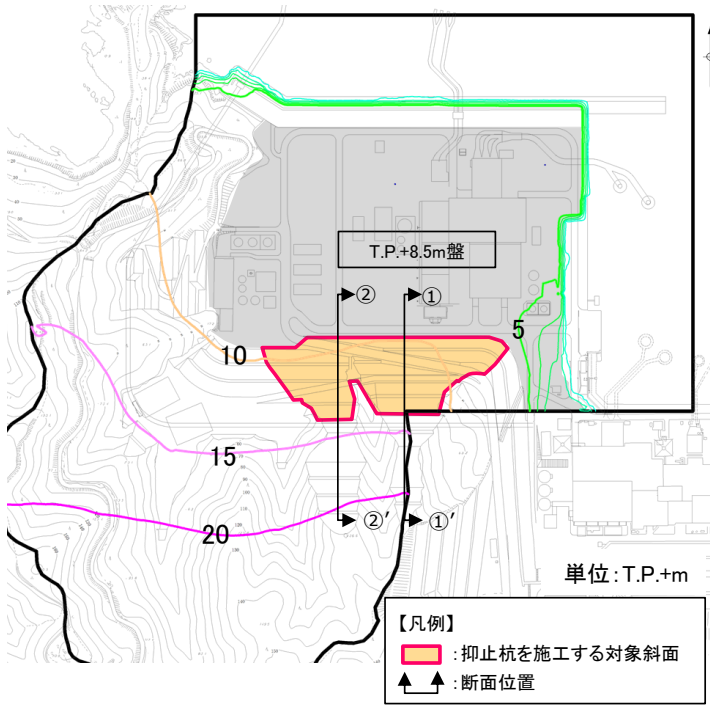
抑止杭を設置する斜面の液状化影響

【方針】

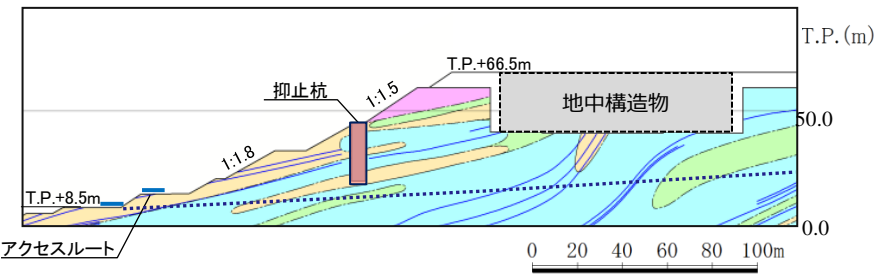
- 抑止杭を設置する斜面上部に埋戻土が存在することから、3次元浸透流解析結果の大局的な地下水位分布の傾向を参照し、液状化の可能性を検討する。

【結果】

- 3次元浸透流解析の結果、抑止杭を設置する斜面の①-①'断面及び②-②'断面の埋戻土部の地下水位は、T.P.+15~20mであり、埋戻土層下端 (T.P.+44m盤) より十分に低いことから、液状化影響を考慮しない。
- なお、T.P.+44m盤には構造物を設置して周辺を埋め戻す予定である。当該構造物は地中構造物になることから、保守的に埋戻土としてモデル化しているが、仮に地下水位が高い場合も液状化は発生しない。



①-①' 断面



②-②' 断面

3次元浸透流解析結果(定常解析)の等水位線図※

※「島根原子力発電所2号炉 地震による損傷の防止(コメント回答) [地下水位の設定]」(第872回審査会合, 2020年7月7日)において説明済

確認事項に対する回答 (No.107) 抑止杭の配置の考え方 回答方針

■ 確認事項 (ヒアリング 令和2年10月20日)

【No.107】

○移動層が杭の間を抜けない根拠及び不動層への根入れの考え方について説明すること。

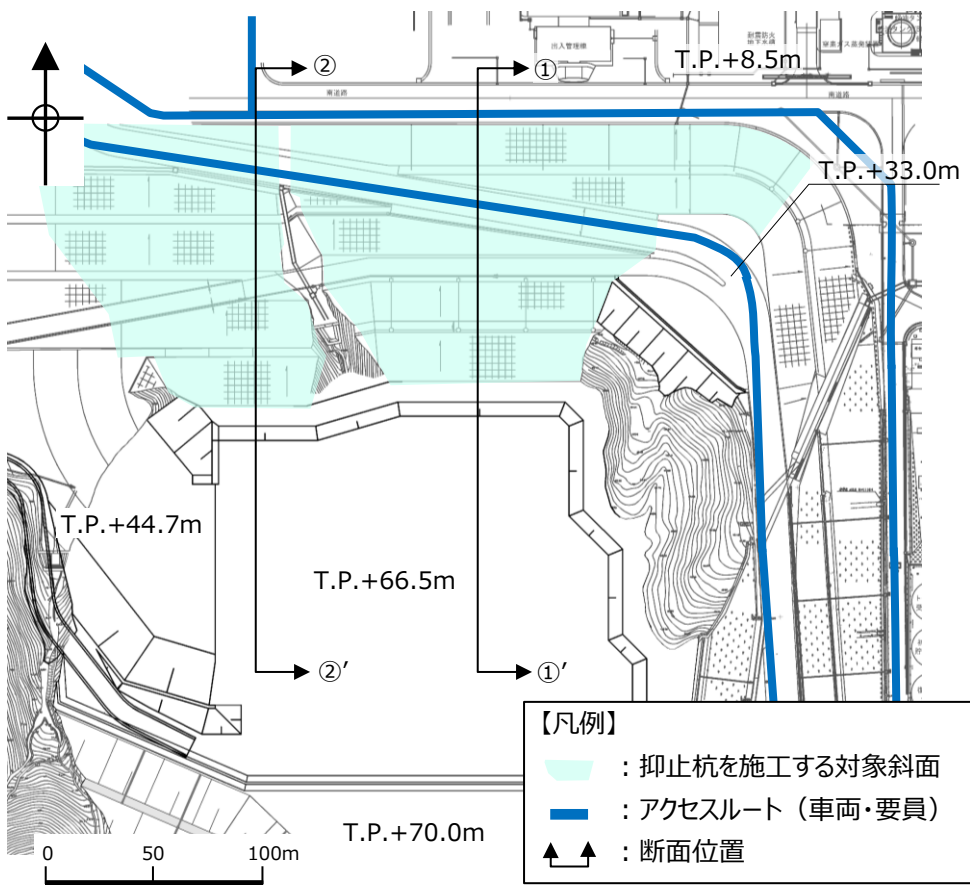
■ 回答

- 抑止杭設置前の斜面において、すべり安定性評価を実施し、すべり安全率の評価基準値1.0を下回るすべり面が形成するすべり土塊のうち、最大となる土塊を移動層とし、それより下層を不動層とした。(P48～51)
- 不動層は、新第三紀中新世の頁岩・凝灰岩であることから、文献を参考に全長の1 / 3以上根入れを行う。(P52)
- 移動層は、 $C_M \sim C_H$ 級主体の堅硬な岩盤であるため、シームすべりの側面抵抗が十分に期待できることから、杭間を抜けるすべりは発生しないと考えられるが、掘削による緩みに起因する杭間を抜けるすべりを防止するため、必要抑止力及び一般産業施設の施工事例も踏まえ、杭間隔を2D以上に設定している。(P53)

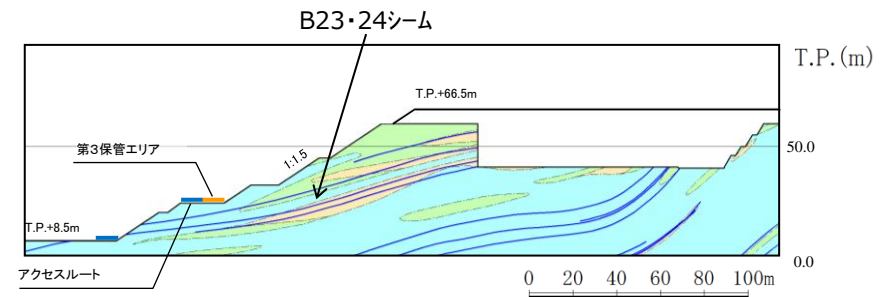
確認事項に対する回答 (No.107) 抑止杭の配置の考え方 移動層・不動層の特定 (1 / 4)

【方針】

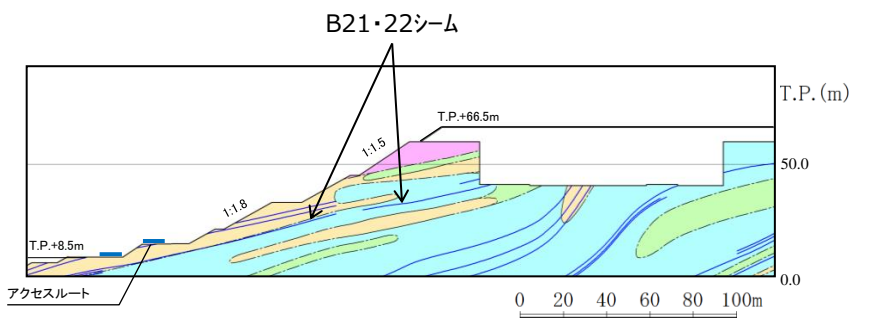
- 杭の配置を検討するにあたり、抑止杭設置前の斜面において、すべり安定性評価を実施し、移動層・不動層を特定する。
- すべり安定性評価の結果を踏まえ、評価基準値であるすべり安全率1.0を下回るすべり面が形成するすべり土塊のうち、最大となる土塊を移動層とし、それより下層を不動層とする。



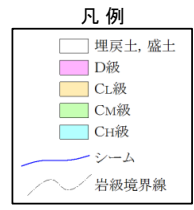
平面図



①-①'断面



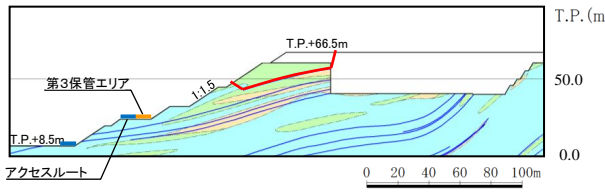
②-②'断面



確認事項に対する回答 (No.107) 抑止杭の配置の考え方 移動層・不動層の特定 (2 / 4)

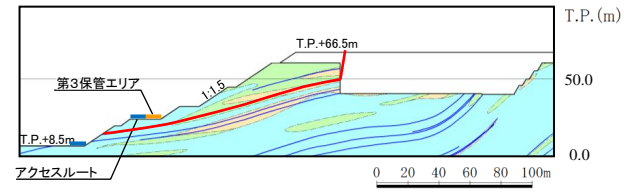
【結果 (1 / 2)】

① - ①'断面における各すべり面のすべり安全率を以下に示す。



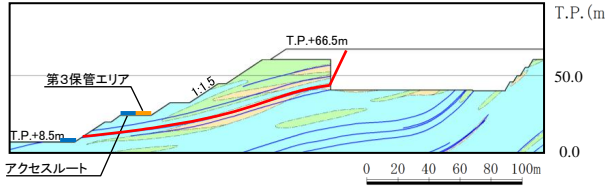
【B28シームを通過してT.P.+45m法尻に抜けるすべり面】

基準地震動 S s	すべり安全率
Ss-D	2.56
Ss-N ₁	3.20
Ss-N ₂	2.93



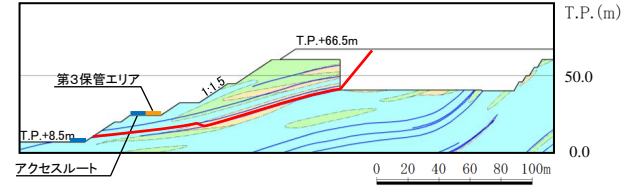
【B26シームを通過して法尻に抜けるすべり面】

基準地震動 S s	すべり安全率
Ss-D	1.30
Ss-N ₁	1.55
Ss-N ₂	1.59



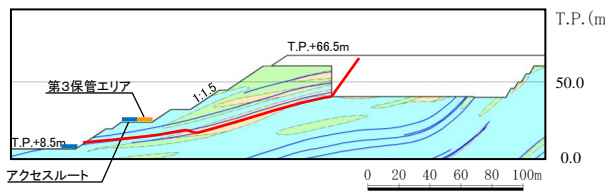
【B23・24シームを通過して法尻に抜けるすべり面】

基準地震動 S s	すべり安全率 ()内はばらつき強度のすべり安全率
Ss-D	1.08 (0.90)
Ss-N ₁	1.25
Ss-N ₂	1.32



【B21・22シームを通過して法尻に抜けるすべり面】

基準地震動 S s	すべり安全率
Ss-D	1.62
Ss-N ₁	1.78
Ss-N ₂	1.95



【B21・22シームを通過して法尻近傍のCL級岩盤内でB23・24シームに飛び移り法尻に抜けるすべり面】

基準地震動 S s	すべり安全率 ()内はばらつき強度のすべり安全率
Ss-D	1.11 (0.95)
Ss-N ₁	1.26
Ss-N ₂	1.34

【凡例】

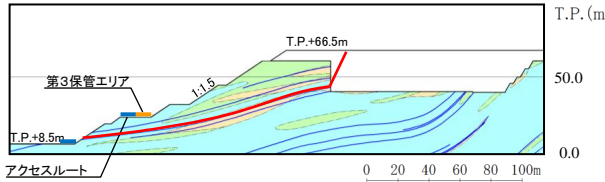
- : C_H級岩盤
- : C_M級岩盤
- : C_L級岩盤
- : 埋戻土、盛土
- : 抑止杭
- : シーム
- : 最小すべり安全率のすべり面

① - ①'断面の評価結果

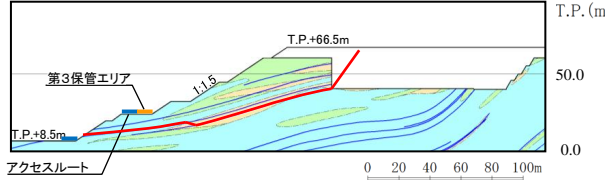
確認事項に対する回答 (No.107) 抑止杭の配置の考え方 移動層・不動層の特定 (3 / 4)

【結果 (2 / 2)】

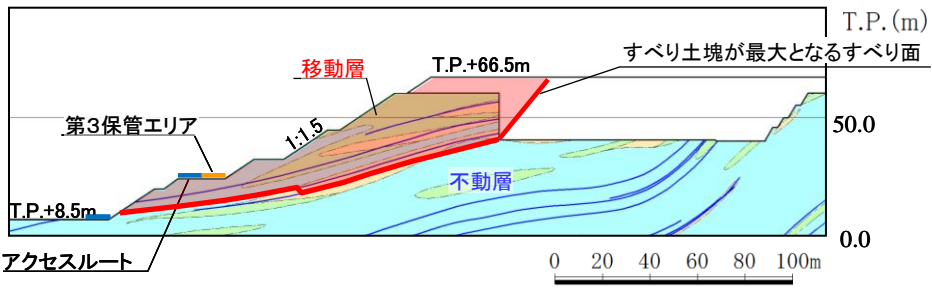
- 抑止杭設置前の斜面において、① - ①'断面のすべり安定性評価を実施した結果、すべり安全率1.0を下回るすべり面は以下のとおり。
 - (a) B23・24シームを通過して法尻に抜けるすべり面
 - (b) B21・22シームを通過して法尻近傍のCL級岩盤内でB23・B24シームに飛び移り法尻に抜けるすべり面
- 上記の (a) 及び (b) のすべり面のうち、すべり土塊が最大となる土塊を移動層、それより下層を不動層とした。



【B23・24シームを通過して法尻に抜けるすべり面】



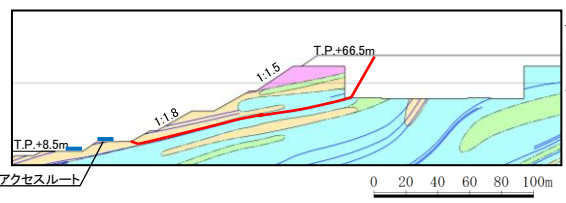
【B21・22シームを通過して法尻近傍のCL級岩盤内でB23・24シームに飛び移り法尻に抜けるすべり面】



① - ①'断面の移動層・不動層

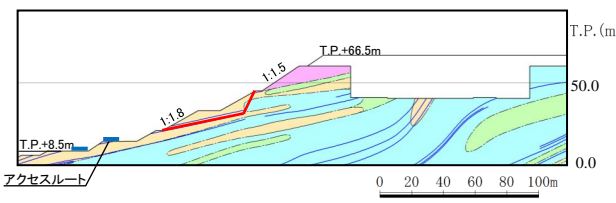
確認事項に対する回答 (No.107) 抑止杭の配置の考え方 移動層・不動層の特定 (4 / 4)

② - ②'断面における各すべり面のすべり安全率を以下に示す。



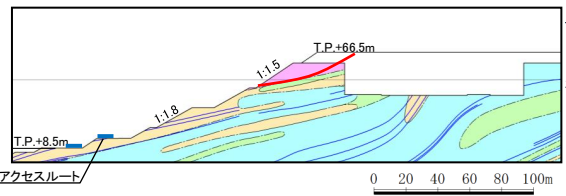
【B21・22シームを通過して斜面中腹に抜けるすべり面】

基準地震動 S _s	すべり安全率 (内はばらつき強度のすべり安全率)
Ss-D	1.24 (1.06)
Ss-N ₁	1.57
Ss-N ₂	1.58



【B23・24シームを通過して法面に抜けるすべり面】

基準地震動 S _s	すべり安全率
Ss-D	2.50
Ss-N ₁	3.19
Ss-N ₂	3.07



【D級岩盤を抜けるすべり面】

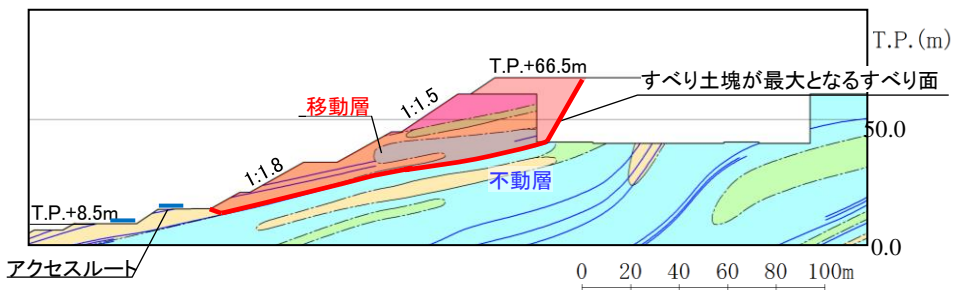
基準地震動 S _s	すべり安全率
Ss-D	1.43
Ss-N ₁	1.47
Ss-N ₂	1.62

【凡例】

- C₊級岩盤 (Cyan)
- C_m級岩盤 (Green)
- C₋級岩盤 (Yellow)
- 埋戻土、盛土 (White)
- 抑止杭 (Grey)
- シーム (Blue line)
- 最小すべり安全率のすべり面 (Red line)

② - ②'断面の評価結果

抑止杭設置前の斜面において、② - ②'断面のすべり安定性評価を実施した結果、いずれのすべり面も評価基準値であるすべり安全率1.0を上回ることを確認したものの、「B21・22シームを通過して斜面中腹に抜けるすべり面」は裕度が小さいことから、当該すべり面が形成するすべり土塊を移動層、それより下層を不動層とした。

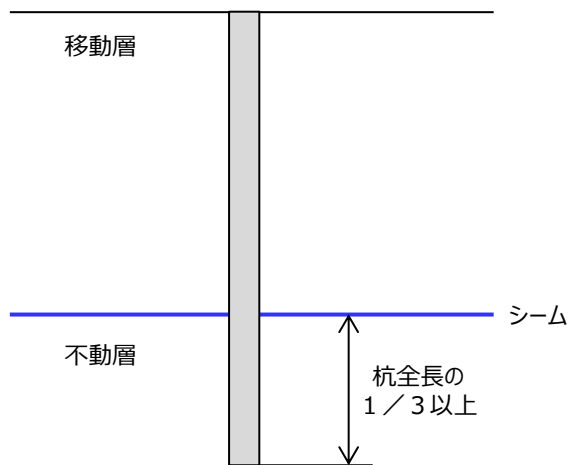


② - ②'断面の移動層・不動層

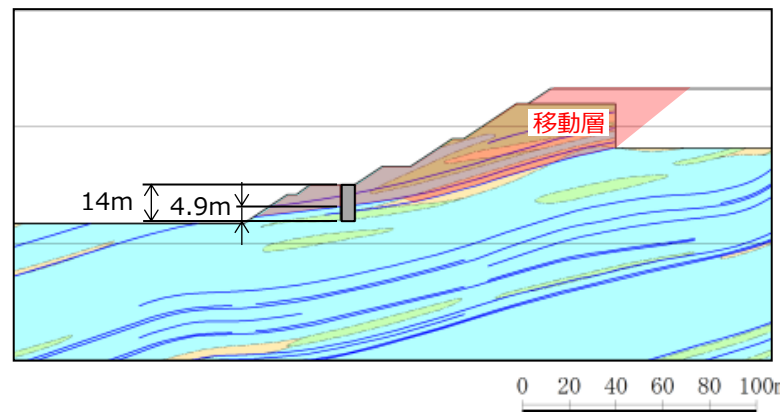
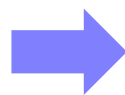
確認事項に対する回答 (No.107) 抑止杭の配置の考え方 杭の根入れ深さの考え方

- 杭の根入れ深さは、以下の文献を参考に設定した。

設計項目	参照文献		参照文献の記載内容を踏まえた抑止杭の配置の考え方
	記載内容	文献	
杭の根入れ深さ	<p>・根入れ部が結晶片岩、砂岩、花崗岩、安山岩等で堅硬な岩盤の場合には杭の全長の1/4程度、第三紀の泥岩や凝灰岩の場合には杭の全長の1/3程度、根入れ部の不動層のN値が50以上のときは杭の全長の1/3以上とする。</p>	<p>最新斜面・土留め技術総覧 (最新斜面・土留め技術総覧編集委員会, 1991年)</p>	<p>根入れ部が新第三紀中新世の頁岩・凝灰岩主体の岩盤であるため、全長の1/3以上、根入れを行う。</p>



抑止杭の根入れの考え方 イメージ図

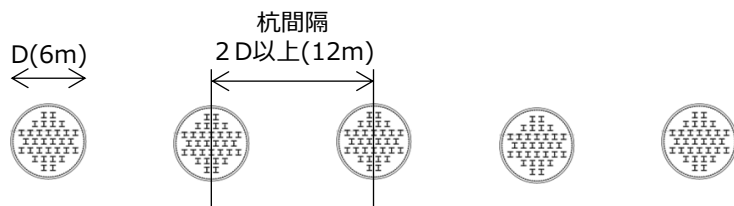


①-①'断面の根入れ深さ

確認事項に対する回答 (No.107) 抑止杭の配置の考え方 杭の間隔の考え方

- 杭の間隔は、以下の文献を参考に設定した。
- 抑止杭周辺地盤は $C_M \sim C_H$ 級主体の堅硬な岩盤であるため、シームすべりの側面抵抗が十分に期待できることから、杭間を抜けるすべりは発生しないと考えられるが、掘削による緩みに起因する杭間を抜けるすべりを防止するため、必要抑止力及び一般産業施設の施工事例も踏まえ、杭間隔を2D以上に設定している。

設計項目	参照文献		参照文献の記載内容を踏まえた抑止杭の配置の考え方
	記載内容	文献	
杭の間隔	<p>・杭間隔が基礎径の2倍程度未満となると、支持地盤が掘削時の影響により隣接基礎の周面を緩め、地盤抵抗の減少や斜面の不安定化のおそれがあるため、最小中心間隔は基礎径の2倍程度とするのがよいとしている。</p>	<p>斜面上の深礎基礎設計施工便覧 (公益社団法人日本道路協会, 2012年)</p>	<p>杭間隔が杭直径の2倍以上とする。</p>

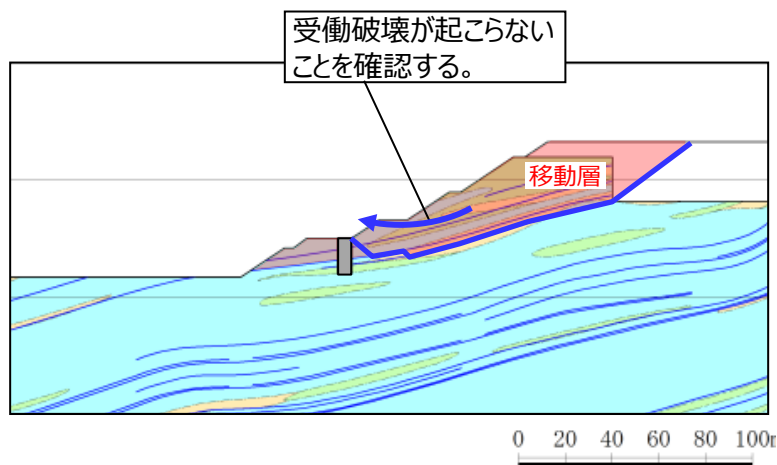


①-①' 断面の杭間隔等(イメージ図)

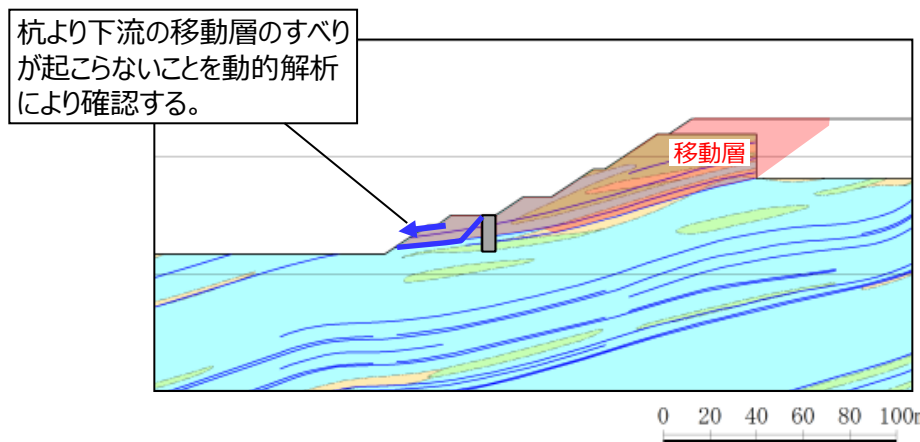
確認事項に対する回答 (No.107) 抑止杭の配置の考え方 杭の断面配置の考え方

- 杭の断面配置は、以下の文献を参考に設定した。

設計項目	参照文献		参照文献の記載内容を踏まえた抑止杭の配置の考え方
	記載内容	文献	
杭の断面配置	杭の設置位置は、原則として、すべり面の勾配が緩やかなところで、杭より下流の移動層の有効抵抗力が十分期待できる位置とし、かつ移動層の厚さの比較的厚く、受働破壊が起こらないところとする。	最新斜面・土留め技術総覧 (最新斜面・土留め技術総覧編集委員会, 1991年)	<p>・杭の断面配置は、以下を満足する位置とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ①すべり面の勾配が緩やかな位置 ②杭より下流の移動層のすべりが発生しない位置 ⇒動的解析により確認する。 ③移動層の厚さの比較的厚く、受働破壊が発生しない位置 ⇒動的解析により確認する。



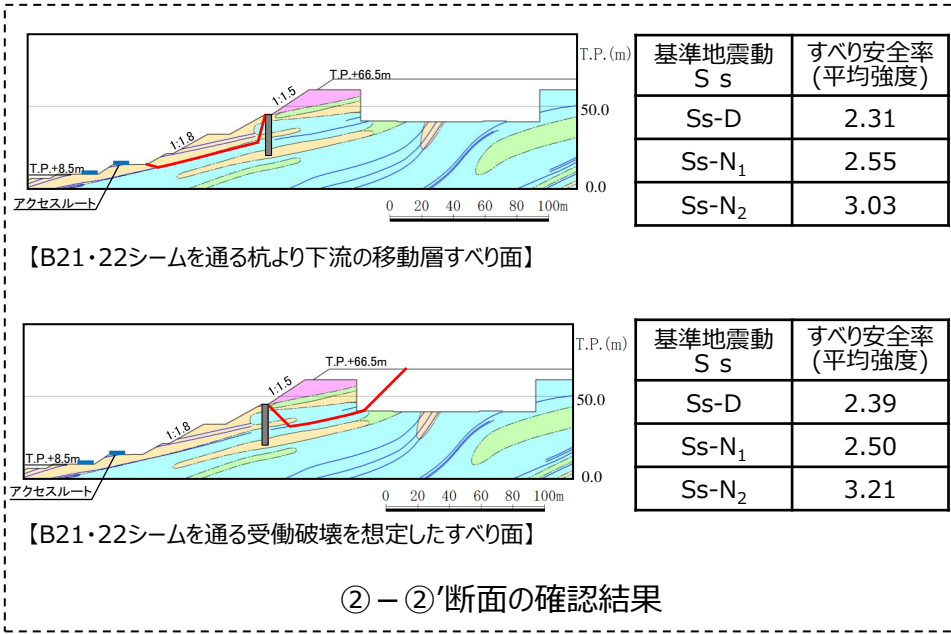
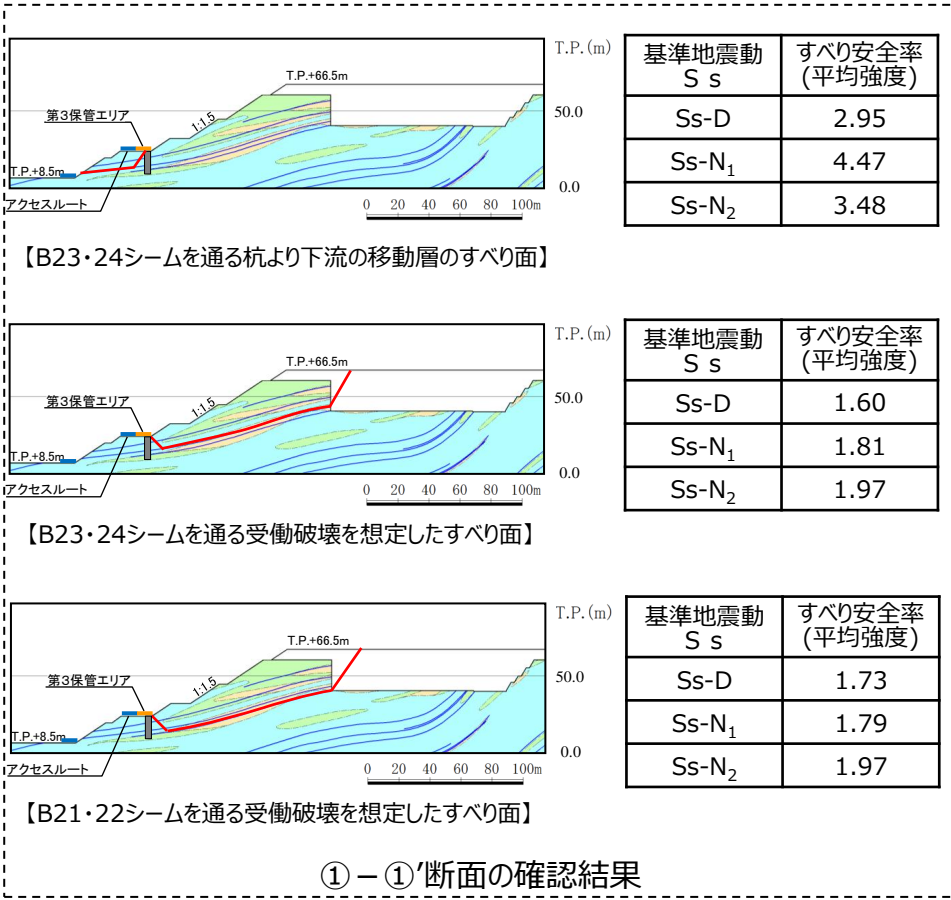
受働破壊のイメージ (①-①'断面)



杭より下流の移動層のすべりのイメージ (①-①'断面)

確認事項に対する回答 (No.107) 抑止杭の配置の考え方 杭の断面配置の妥当性確認結果

- ① - ①'断面及び② - ②'断面において、抑止杭をモデル化し、杭より下流の移動層のすべり及び受働破壊を想定したすべりを設定して動的解析を実施した。
- その結果、すべり安全率1.0を上回ることを確認したことから、杭の断面配置が妥当であることを確認した。



【凡例】

- C₊級岩盤 (Cyan)
- C_M級岩盤 (Green)
- C₋級岩盤 (Yellow)
- 埋戻土、盛土 (White)
- 抑止杭 (Grey)
- シーム (Blue line)
- 最小すべり安全率のすべり面 (Red line)

余白

確認事項に対する回答（No.109,110）抑止杭を設置する斜面端部の安定性 回答方針

■ 確認事項（ヒアリング 令和2年10月20日）

【No.109,110】

- 杭の配置されていない斜面の許容せん断抵抗力について説明すること。
- 杭配置の3次元的な考え方について説明すること。（断面の追加等）

■ 回答（方針のみ）

- 抑止杭の平面配置の考え方は、シームすべりを3次元的に捉え、安定性が確保されない範囲を検討対象のすべり土塊に設定し、すべり土塊全体を必要本数の杭で抑止するというものであり、すべり方向に対し直交方向に単列配置する。
- 区間Ⅰ及び区間Ⅱは、対象シームが異なることから、それぞれすべり土塊として設定している。
- 区間Ⅰは、すべり安定性に影響する斜面高さが東西方向に変化するため、相対的に安定性低い範囲に集中的に抑止杭を配置する。
- 「抑止杭が配置されていない範囲」については、区間Ⅰの中でも斜面高さが相対的に低く、安定性が高いことを複数の断面図を用いて示すとともに、斜面高さが相対的に高く、安定性が低い範囲に確実に対策を行うため、抑止杭を集中的に配置していることを説明する。
- 「検討対象外の範囲」については、斜面高さが区間Ⅰ及びⅡに比べて相対的に低く、安定性が高いことを複数の断面図を用いて示す。

確認事項に対する回答 (No.109,110) 抑止杭を設置する斜面端部の安定性 回答方針

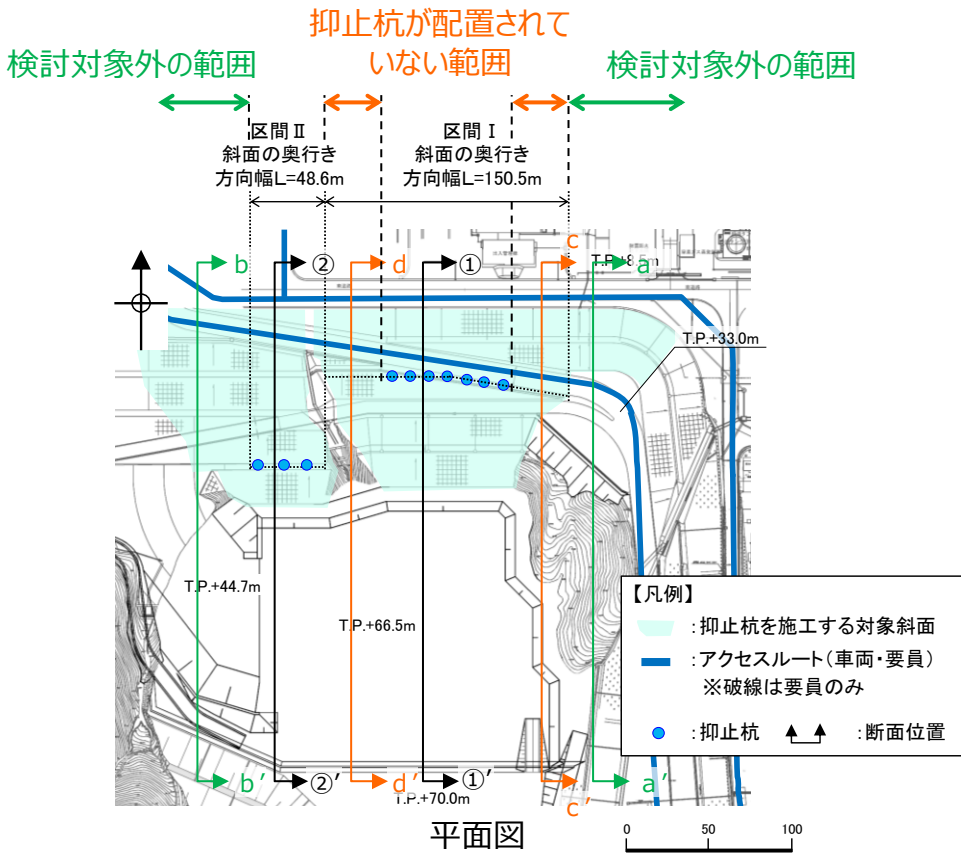
【方針】

- 抑止杭の平面配置の考え方は、シームすべりを3次的に捉え、安定性が確保されない範囲を検討対象のすべり土塊に設定し、すべり土塊全体を必要本数の杭で抑止するというものであり、すべり方向に対し直交方向に単列配置する。
- 区間Ⅰ及び区間Ⅱは、対象シームが異なることから、それぞれすべり土塊として設定している。
- 区間Ⅰは、すべり安定性に影響する斜面高さが東西方向に変化するため、斜面高さが相対的に高い（安定性が低い）範囲に集中的に抑止杭を配置する。
- 右図の「抑止杭が配置されていない範囲」については、区間Ⅰの中でも斜面高さが相対的に低いことを複数の断面図を用いて示し、斜面高さが相対的に高い範囲に確実に対策を行うために抑止杭を集中的に配置していること、及び区間Ⅰのすべり土塊全体を7本の杭で抑止していることを説明する。

(右図の①-①', c-c', d-d'断面)

- 右図の「検討対象外の範囲」については、斜面高さが区間Ⅰ及びⅡに比べて相対的に低いことを複数の断面図を用いて示す。

(右図の①-①', ②-②', a-a', b-b'断面)



抑止杭の単位奥行当たりの許容せん断抵抗力RK

断面	1本当たりの許容せん断抵抗力 Sk (kN)	杭本数 n (本)	斜面の奥行方向幅 L (m)	単位奥行当たりの許容せん断抵抗力 (kN/m)
①-①'断面	355,930	7	150.52	16,553
②-②'断面	284,839	3	48.62	17,576

確認事項に対する回答（No.111） 抑止杭の減衰定数の検討 回答方針

■ 確認事項（ヒアリング 令和2年10月20日）

【No.111】

○減衰定数の考え方について説明すること。

■ 回答

- 抑止杭の減衰特性の設定に当たっては、コンクリート標準示方書[構造性能照査編]（土木学会，2002年）に基づき5%と設定している。（P60）
- 抑止杭については、断面奥行き方向の杭間に岩盤が存在することから、抑止杭の減衰定数を岩盤の減衰定数である3%とした場合の影響検討を実施した。その結果、減衰定数5%の結果と同値であり、結果に影響がないことを確認した。（P60, 61）

確認事項に対する回答 (No.111)

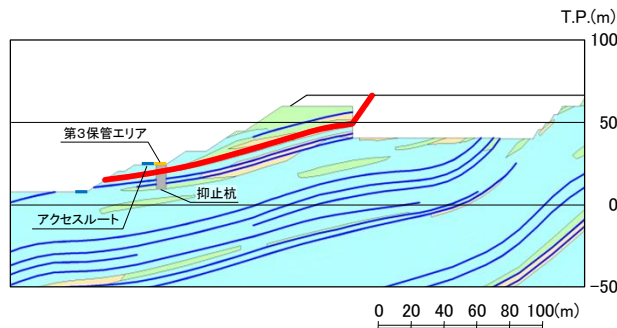
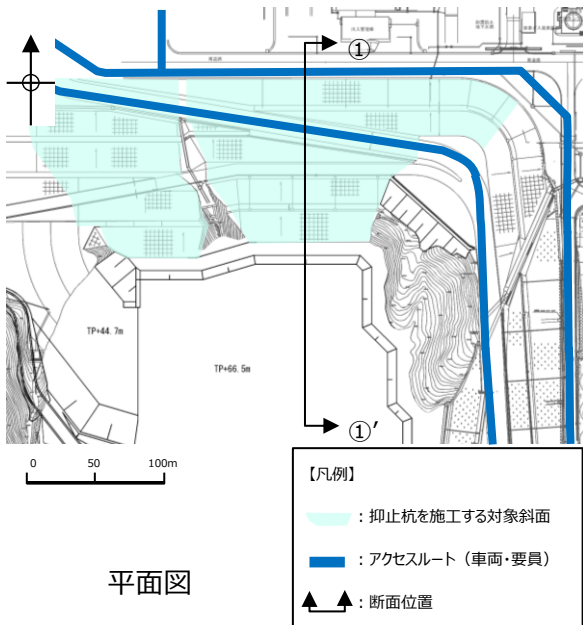
抑止杭の減衰定数の検討 (1 / 2)

【方針】

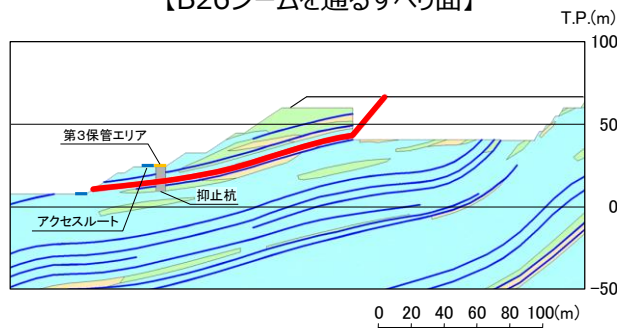
- 減衰特性の設定に当たっては、岩盤の減衰定数をJEAG4601-2015に基づき3%、抑止杭の減衰定数をコンクリート標準示方書[構造性能照査編] (土木学会, 2002年) に基づき5% (鉄筋コンクリート) と設定している。
- 抑止杭については、断面奥行き方向の杭間に岩盤が存在することから、抑止杭の減衰定数を岩盤の減衰定数である3%とした場合の①-①'断面を対象に影響検討を実施する。

【結果】

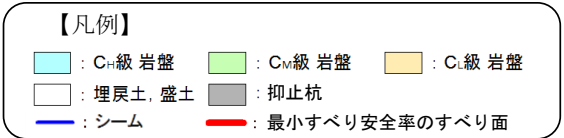
- 抑止杭の減衰定数を3%とした場合の①-①'断面における各すべり面の最小すべり安全率 (平均強度) を下図に示す。
- 抑止杭の減衰定数を3%とした場合のすべり安全率は、減衰定数5%の結果と同値であり、抑止杭の減数特性がすべり安定性に与える影響は軽微であることを確認した。



基準地震動	すべり安全率	
	抑止杭の減衰定数 : 5%	抑止杭の減衰定数 : 3%
Ss		
Ss-D	1.71	1.71
Ss-N ₁	2.03	2.03
Ss-N ₂	2.11	2.11



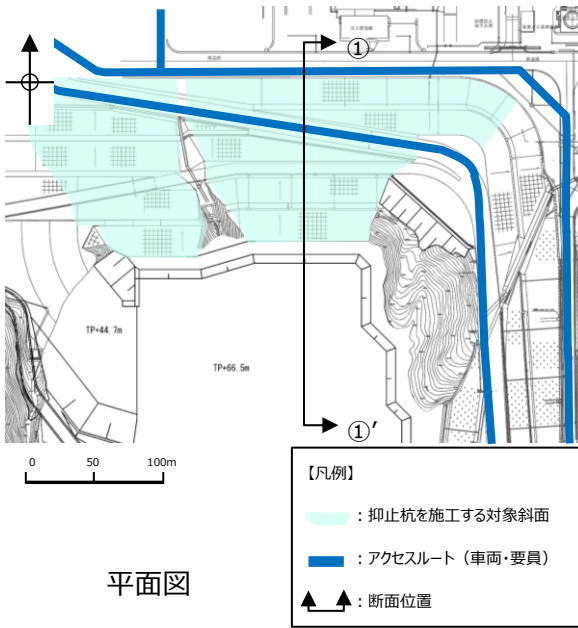
基準地震動	すべり安全率	
	抑止杭の減衰定数 : 5%	抑止杭の減衰定数 : 3%
Ss		
Ss-D	1.37	1.37
Ss-N ₁	1.57	1.57
Ss-N ₂	1.69	1.69



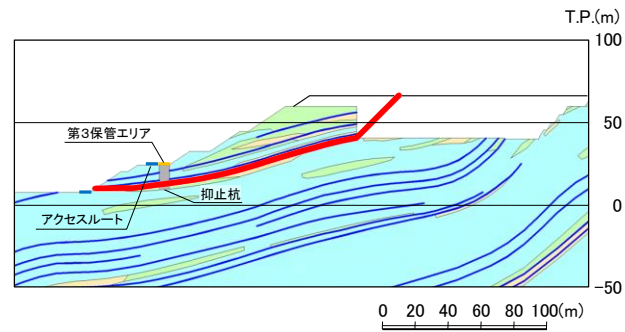
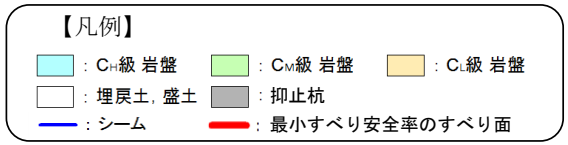
①-①'断面の評価結果

確認事項に対する回答 (No.111)

抑止杭の減衰定数の検討 (2 / 2)

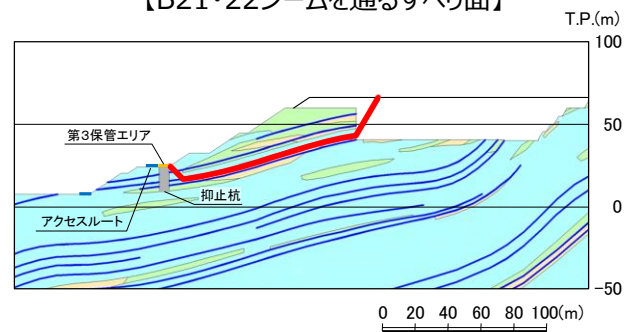


平面図



【B21・22シームを通るすべり面】

基準地震動 S s	すべり安全率	
	抑止杭の減衰定数 : 5%	抑止杭の減衰定数 : 3%
Ss-D	1.80	1.80
Ss-N ₁	1.99	1.99
Ss-N ₂	2.18	2.18



【B23・24シームを通過して抑止杭背後で切り上がるすべり面】

基準地震動 S s	すべり安全率	
	抑止杭の減衰定数 : 5%	抑止杭の減衰定数 : 3%
Ss-D	1.60	1.60
Ss-N ₁	1.81	1.81
Ss-N ₂	1.97	1.97

① - ①'断面の評価結果

余白

確認事項に対する回答（No.112）抑止杭のせん断抵抗力の考え方 回答方針

■ 確認事項（ヒアリング 令和2年10月20日）

【No.112】

○シームに関する S_G に関して説明すること。

■ 回答

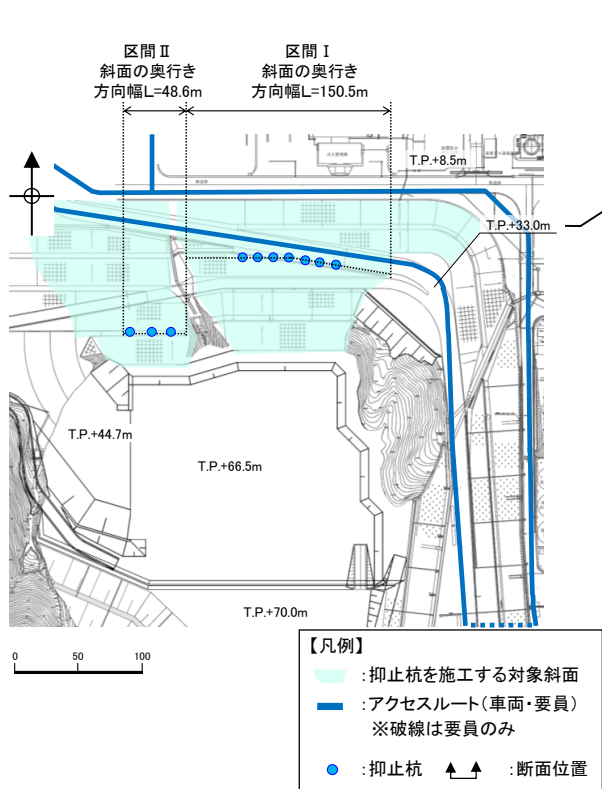
- 杭間の岩盤又はシームのせん断抵抗力 S_G については、抑止杭のせん断抵抗力の算出において、保守的にゼロに設定する。

確認事項に対する回答 (No.112)

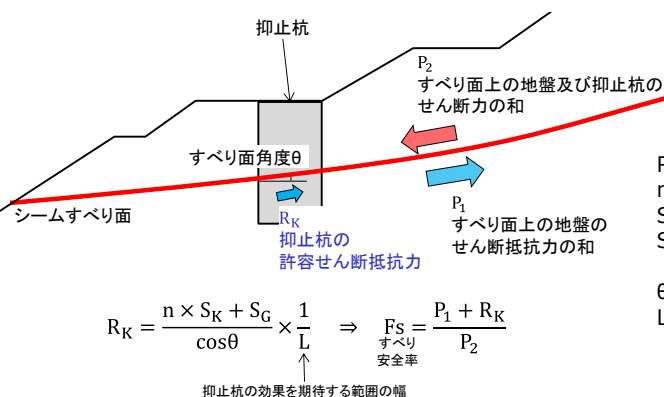
抑止杭のせん断抵抗力の考え方

■ すべり安全率の算定方法

- すべり安全率の算定では、抑止杭のせん断抵抗力も見込む。
- 抑止杭のせん断抵抗力も見込んだシームすべりに対するすべり安全率算定の概念図を下図に示す。
- 抑止杭のせん断抵抗力の算出においては、杭間の岩盤又はシームのせん断抵抗力を保守的にゼロとする。



平面図

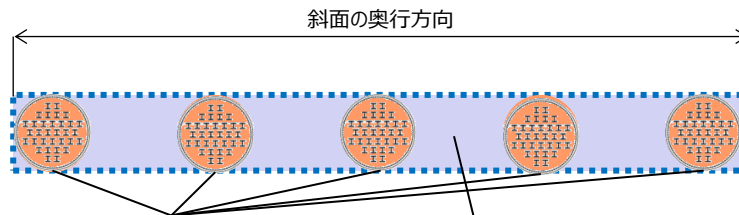


$$R_K = \frac{n \times S_K + S_G}{\cos\theta} \times \frac{1}{L} \Rightarrow F_S = \frac{P_1 + R_K}{P_2}$$

抑止杭の効果期待する範囲の幅 すべり安全率

- R_K : 抑止杭の単位奥行き当たりの許容せん断抵抗力
- n : 杭本数 (区間 I : 7本, 区間 II : 3本)
- S_K : 杭 1 本の許容せん断抵抗力
- S_G : 杭間の岩盤又はシームのせん断抵抗力 (保守的にゼロとする)
- θ : すべり面角度 (保守的に $\cos 0^\circ = 1$ とする)
- L : 各区間の抑止杭の効果期待する範囲の幅 (斜面の奥行方向幅。区間 I : 150.5m, 区間 II : 48.6m)

抑止杭のせん断抵抗力算出イメージ図



シームすべりに対する抑止杭のせん断抵抗力算出概要図