

## 島根原子力発電所 2 号炉

「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準」への適合状況について

令和 3 年 2 月  
中国電力株式会社

1. 重大事故等対策
  - 1.0 重大事故等対策における共通事項
    - 1.1 緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための手順等
    - 1.2 原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための手順等
    - 1.3 原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための手順等
    - 1.4 原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための手順等
    - 1.5 最終ヒートシンクへ熱を輸送するための手順等
    - 1.6 原子炉格納容器内の冷却等のための手順等
    - 1.7 原子炉格納容器の過圧破損を防止するための手順等
    - 1.8 原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための手順等
    - 1.9 水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための手順等
    - 1.10 水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための手順等
    - 1.11 使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための手順等
    - 1.12 発電所外への放射性物質の拡散を抑制するための手順等
    - 1.13 重大事故等の収束に必要な水の供給手順等
    - 1.14 電源の確保に関する手順等
    - 1.15 事故時の計装に関する手順等
    - 1.16 原子炉制御室の居住性等に関する手順等
    - 1.17 監視測定等に関する手順等
    - 1.18 緊急時対策所の居住性等に関する手順等
    - 1.19 通信連絡に関する手順等
2. 大規模な自然災害又は故意による大型航空機の衝突その他テロリズムへの対応における事項
  - 2.1 可搬型設備等による対応

下線は、今回の提出資料を示す。

- 1. 重大事故等対策
- 1.0 重大事故等対策における共通事項

＜ 目 次 ＞

- 1.0.1 重大事故等への対応に係る基本的な考え方
  - (1) 重大事故等対処設備に係る事項
    - a. 切り替えの容易性
    - b. アクセスルートの確保
  - (2) 復旧作業に係る事項
    - a. 予備品等の確保
    - b. 保管場所
    - c. アクセスルートの確保
  - (3) 支援に係る事項
  - (4) 手順書の整備，教育及び訓練の実施並びに体制の整備
    - a. 手順書の整備
    - b. 教育及び訓練の実施
    - c. 体制の整備
- 1.0.2 共通事項
  - (1) 重大事故等対処設備に係る事項
    - a. 切り替えの容易性
    - b. アクセスルートの確保
  - (2) 復旧作業に係る事項
    - a. 予備品等の確保
    - b. 保管場所
    - c. アクセスルートの確保
  - (3) 支援に係る事項
  - (4) 手順書の整備，教育及び訓練の実施並びに体制の整備
    - a. 手順書の整備
    - b. 教育及び訓練の実施
    - c. 体制の整備

< 添付資料 目次 >

添付資料1.0.1	本来の用途以外の用途として使用する重大事故等に対処するための設備に係る切り替えの容易性について
添付資料1.0.2	<u>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</u>
添付資料1.0.3	予備品等の確保及び保管場所について
添付資料1.0.4	外部からの支援について
添付資料1.0.5	重大事故等への対応に係る文書体系
添付資料1.0.6	重大事故等対応に係る手順書の構成と概要について
添付資料1.0.7	有効性評価における重大事故対応時の手順について
添付資料1.0.8	自然災害等の影響によりプラントの原子炉安全に影響を及ぼす可能性がある事象の対応について
添付資料1.0.9	重大事故等対策の対処に係る教育及び訓練について
添付資料1.0.10	重大事故等時の体制について
添付資料1.0.11	重大事故等時の発電用原子炉主任技術者の役割について
添付資料1.0.12	東京電力福島第一原子力発電所の事故教訓を踏まえた対応について
添付資料1.0.13	緊急時対策要員の作業時における装備について
添付資料1.0.14	技術的能力対応手段と有効性評価比較表
添付資料1.0.15	原子炉格納容器の長期にわたる状態維持に係る体制の整備について
添付資料1.0.16	重大事故等時における停止号炉の影響について

下線は、今回の提出資料を示す。

## 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

< 目次 >

はじめに	1. 0. 2-1
1. 新規制基準への適合状況	1. 0. 2-3
2. 概要	1. 0. 2-5
3. 保管場所の評価	1. 0. 2-32
4. 屋外のアクセスルートの評価	1. 0. 2-69
5. 屋内のアクセスルートの評価	1. 0. 2-138
6. 発電所構外からの緊急時対策要員参集	1. 0. 2-171

7. 別紙	1.0.2-173
(1) 保管場所，屋外及び屋内のアクセスルートへの自然現象の重畳による影響について	1.0.2-173
(2) 可搬型設備の接続口の配置及び仕様について	1.0.2-188
(3) 淡水及び海水の取水場所について	1.0.2-204
(4) 鉄塔基礎の安定性について	1.0.2-221
(5) 屋外のアクセスルート 現場確認結果	1.0.2-224
(6) 可燃物施設の火災について	1.0.2-225
(7) 自衛消防隊（消防チーム）による消火活動等について	1.0.2-238
(8) 可搬型設備（車両）の走行について	1.0.2-240
(9) 構内道路補修作業の検証について	1.0.2-242
(10) 車両走行性能の検証	1.0.2-248
(11) 地震時の地中埋設構造物損壊による影響について	1.0.2-253
(12) がれき撤去時のホイールローダ作業量時間について	1.0.2-255
(13) 屋内のアクセスルートの設定について	1.0.2-257
(14) 屋内のアクセスルート確認状況（地震時の影響）	1.0.2-284
(15) 屋内のアクセスルートにおける資機材設備の転倒等による影響について	1.0.2-292
(16) 屋外及び屋内のアクセスルート通行時における通信連絡手段及び照明	1.0.2-296
(17) 屋内のアクセスルートにおける地震随伴火災の影響評価	1.0.2-298
(18) 屋内のアクセスルートにおける地震随伴内部溢水の影響評価	1.0.2-310
(19) 屋外のアクセスルートにおける地震後の被害想定（一覧）	1.0.2-321
(20) 資材設置後の作業成立性	1.0.2-322
(21) 保管場所及び屋外のアクセスルート等の点検状況	1.0.2-323
(22) 発電所構外からの要員の参集について	1.0.2-325
(23) 屋外のアクセスルート 除雪時間評価	1.0.2-341
(24) 屋外のアクセスルート 除灰時間評価	1.0.2-346
(25) 森林火災発生時における屋外のアクセスルートの影響	1.0.2-351
(26) 降水に対する影響評価結果について	1.0.2-355
(27) 可搬型設備の小動物対策について	1.0.2-361
(28) 保管場所及び屋外のアクセスルート近傍の障害となり得る要因と影響評価について	1.0.2-363
(29) 揺すり込み沈下の影響評価	1.0.2-396
(30) 路盤補強（段差緩和対策）について	1.0.2-401
(31) <u>保管場所及び屋外のアクセスルートの斜面の地震時の安定性評価について</u>	<u>1.0.2-404</u>

(32)	敷地の地質・地質構造の特徴及び想定されるリスクについて	1.0.2-540
(33)	屋外タンク溢水時の影響等について	1.0.2-546
(34)	外部事象の抽出について	1.0.2-556
(35)	薬品類の漏えい時に使用する防護具について	1.0.2-561
(36)	敷地内の地下水位の設定について	1.0.2-563
(37)	建物関係の耐震評価について	1.0.2-564
(38)	地滑り又は土石流による影響評価について	1.0.2-593
(39)	島根原子力発電所における敷地の特徴について	1.0.2-627
(40)	鉄塔の影響評価方針について	1.0.2-634
8.	補足資料	1.0.2-664
(1)	第159回審査会合（平成26年11月13日）からの主要な変更点について	1.0.2-664
(2)	作業に伴う屋外の移動手段について	1.0.2-666
(3)	屋内のアクセスルートにおける資機材設備の転倒調査について	1.0.2-668
(4)	作業時間短縮に向けた取り組みについて	1.0.2-674
(5)	屋外での通信機器通話状況の確認	1.0.2-675
(6)	1～3号炉同時発災時における屋外のアクセスルートへの影響	1.0.2-677
(7)	海水取水場所での取水ができない場合の代替手段について	1.0.2-688
(8)	防波壁通路防波扉の運用について	1.0.2-689
(9)	2号炉原子炉建物南側屋外のアクセスルートについて	1.0.2-690
(10)	大量送水車等使用時におけるホースの配備長さ並びにホースコンテナ及びホース展張車の配備イメージについて	1.0.2-691
(11)	地震時における屋外のアクセスルートへの放射線影響について	1.0.2-710
(12)	飛来物発生防止対策のうち固縛を解除する時間の考慮について	1.0.2-712
(13)	2号炉と同じ敷地内で実施する工事における資機材、廃材等による屋外のアクセスルートへの影響	1.0.2-719
(14)	アクセスルートの用語の定義	1.0.2-722
(15)	迂回路における人力による仮置資機材の排除の考え方について	1.0.2-723
(16)	保管場所内の可搬型設備配置について	1.0.2-724
(17)	有効性評価で用いる屋外のアクセスルートの設定について	1.0.2-732
(18)	第819回審査会合（令和元年12月24日）からの主要な変更点について	1.0.2-739



- (19) 第861回審査会合（令和2年5月18日）からの主要な変更  
点について……………1.0.2-745
- (20) 海岸付近のアクセスルートの通行について……………1.0.2-747

下線は、今回の提出資料を示す。

### 3. 保管場所の評価

#### (1) 保管場所における主要可搬型設備等

主な可搬型重大事故等対処設備の分類を第3-1図に、保管場所における主な可搬型重大事故等対処設備の配置を第3-1表に、主要設備の配備数を第3-2表に示す。可搬型設備の配備数については「 $2n + \alpha$ 」, 「 $n + \alpha$ 」, 「 $n$ 」の設備に分類し、重大事故等時に屋外で使用する設備であれば第1～第4保管エリアのいずれか2箇所以上に、屋内で使用する設備であれば建物内の複数箇所に、分散配置することにより多重化, 多様化を図っている。

また、屋外の可搬型設備のうち、予備（「 $2n + \alpha$ 」の可搬型設備の $\alpha$ 及び「 $n$ 」の可搬型設備の予備）は、保管場所（第1～第4保管エリア）に保管する。 $n$ と $\alpha$ 及び $n$ と予備は、それぞれ分散配置するため、同時に機能喪失することはない。

なお、保管場所に配備する可搬型設備は、地震による転倒防止及び竜巻による飛散防止を考慮した固縛<sup>\*</sup>を実施していることから、隣接する可搬型設備及びアクセスルートに影響をあたえることはない。

さらに、保管場所に配備する可搬型設備のうち、燃料を保有する設備は、燃料タンクに燃料を規定油量以上の状態で保管する。ただし、タンクローリーの背後搭載タンクは、空状態で保管する。

※ 飛来物発生防止対策エリア内のみが対象。

#### a. 「 $2n + \alpha$ 」の可搬型設備

原子炉建物外から水・電力を供給する可搬型代替交流電源設備（高圧発電機車）、大量送水車、移動式代替熱交換設備、大型送水ポンプ車については、必要となる容量を有する設備を1基あたり2セット及び予備を保有し、第1～第4保管エリアのいずれか2箇所以上にそれぞれ分散配置する。

なお、第1～第4保管エリアの必要となる容量を有する設備の点検を行う場合は、点検する設備の保管場所に予備を配備後に点検を行うことにより、第1～第4保管エリアに必要となる容量を有する設備は2セット確保される。

また、燃料プールへのスプレイのために原子炉建物内で使用する設備は、必要となる容量を有する設備を2セット及び予備を配備し、原子炉建物内に分散配置する。

#### b. 「 $n + \alpha$ 」の可搬型設備

負荷に直接接続する、逃がし安全弁用窒素ガスボンベ、主蒸気逃がし安全弁用蓄電池（補助盤室）については、必要となる容量を有する設備を1基あたり1セット及び予備を保有し、逃がし安全弁用窒素ガスボンベは原子炉建物内にそれぞれ分散配置する。また、主蒸気逃がし安全弁用蓄電池（補助盤室）は廃棄物処理建物内にそれぞれ分散配置する。

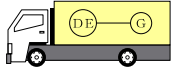




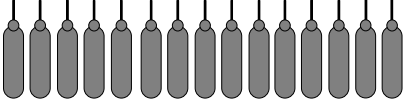
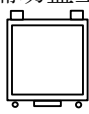
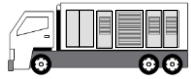
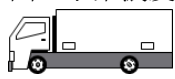
c. 「n」の可搬型設備（その他）

上記以外の可搬型重大事故等対処設備は、必要となる容量を有する設備を1基あたり1セットに加え、プラントの安全性向上の観点から、設備の信頼度等を考慮し、予備を確保する。

また、「n」の屋外保管設備についても、共通要因による機能喪失を考慮し、第1～第4保管エリアのいずれか2箇所以上に分散配置する。

可搬型設備の建物接続箇所及び仕様については別紙(2)に、淡水及び海水取水場所については別紙(3)に、海水取水場所での取水が出来ない場合の代替手段については補足(7)に示す。

また、「 $2n + \alpha$ 」と「 $n + \alpha$ 」の可搬型設備 $\alpha$ 及び「n」の可搬型設備の予備については、故障時のバックアップ及び保守点検による待機除外時のバックアップとして、発電所全体で確保する。なお、配備用途が異なる場合において、要求されるいずれの機能も満足する設備については、予備を兼用する。

$2n + \alpha$	可搬型代替交流電源設備 (高压発電機車) 	大量送水車 	可搬型スプレイ ノズル 
	移動式代替熱交換設備 	大型送水ポンプ車 	
$n + \alpha$	逃がし安全弁用窒素ガスボンベ 		主蒸気逃がし安全弁用蓄電池 (補助盤室) 
n	可搬式窒素供給装置 		第1 ベントフィルタ 出口水素濃度 

第3-1 図 主な可搬型重大事故等対処設備の分類

第3-1表 保管場所における主な可搬型重大事故等対処設備の配置

分類	主要設備名	使用場所	第1保管エリア	第2保管エリア	第3保管エリア	第4保管エリア
2n + α	・ 大量送水車	EL44m <sup>※1</sup> 及び15m周辺 <sup>※2</sup> (送水用)	—	n	n	α <sup>※5</sup> (兼用)
		EL8.5m周辺 <sup>※3</sup> (海水取水用)	n	—	—	α <sup>※5</sup> (兼用)
	・ 大型送水ポンプ車	EL8.5m周辺 <sup>※3</sup> (原子炉補機代替冷却系用)	n	—	α <sup>※6</sup> (兼用)	n
		EL15m周辺 <sup>※4</sup>	n	—	—	
n + α	・ 可搬型スプレインノズル	屋内で使用	原子炉建物			
	・ 逃がし安全弁用窒素ガスボンベ	屋内で使用	原子炉建物, 廃棄物処理建物			
	・ 主蒸気逃がし安全弁用蓄電池 (補助盤室)					
n <sup>※7</sup>	・ 可搬式窒素供給装置	EL15m周辺 <sup>※4</sup>	予備	—	—	n
	・ 第1ベントファイタ出口水素濃度					

※1：輪谷貯水槽 (西1) 及び (西2) を水源とした送水時は淡水取水場所 (EL44m) 周辺で使用。

※2：海を水源とした送水時は接続口 (EL15m) 周辺で使用。

※3：海水取水場所 (EL8.5m) 周辺で使用。

※4：接続口 (EL15m) 周辺で使用。

※5：大量送水車 (送水用及び海水取水用) のαは兼用とし、第4保管エリアに保管。

※6：大型送水ポンプ車 (原子炉補機代替冷却系用) のαと大型送水ポンプ車 (原子炉建物放水設備用) の予備は兼用とし、第3保管エリアに保管。

※7：緊急時対策所関連設備 (緊急時対策所正圧化装置 (空気ポンプ), 緊急時対策所空気浄化送風機, 緊急時対策所空気浄化フィルタユニット) 及び可搬式気象観測装置は、n設備を第1保管エリアに、予備を第4保管エリアに保管。

(1) 「2n+α」の可搬型設備

設備名	配備数	必要数	予備	保管場所				備考	
				第1保管エリア	第2保管エリア	第3保管エリア	第4保管エリア		
可搬型代替交流電源設備 (高圧発電機車)	7台	3台 (2n=6)	1台	3台	0台	予備 1台	3台	<ul style="list-style-type: none"> <li>必要数(3台/セット)の2セット, 合計6台。</li> </ul>	
大量送水車	3台	送水用	1台 (兼用)	0台	1台	1台	0台	予備 1台 (兼用)	<ul style="list-style-type: none"> <li>輪谷貯水槽(西1)及び(西2)を水源とした送水時は, 必要数(大量送水車(送水用)1台, 可搬型ストレーナ2台, ホース約3,440m/セット)の2セット, 合計大量送水車2台, 可搬型ストレーナ4台及びホース約6,880m。</li> <li>海を水源とした送水時は, 必要数(大量送水車(送水用)1台, 大量送水車(海水取水用)1台, 可搬型ストレーナ2台, ホース約3,440m/セット)の2セット, 合計大量送水車4台, 可搬型ストレーナ4台及びホース約6,880m。</li> <li>第4保管エリアに保管する大量送水車の予備1台は, 送水用と海水取水用を兼用。</li> </ul>
		海水取水用	1台 (兼用)	1台	0台	0台	1台	予備 1台 (兼用)	
可搬型ストレーナ	5台	2台 (2n=4)	1台	0台	2台	2台	予備 1台	<ul style="list-style-type: none"> <li>第4保管エリアに保管する大量送水車の予備1台は, 送水用と海水取水用を兼用。</li> </ul>	
ホース 150A(一式:約3,100m) 100A(一式:約340m)	2式+予備	1式 (2n=2)	ホース長 毎に 1本 以上	150A: 約2,180m 100A: 約120m	150A: 約920m 100A: 約220m	150A: 約920m 100A: 約220m +予備	150A: 約2,180m 100A: 約120m +予備		

※: 各設備の保管場所・数量については, 今後の検討結果等により変更となる可能性がある。

(1) 「2n+α」の可搬型設備

設備名	配備数	必要数	予備	保管場所				備考
				第1保管エリア	第2保管エリア	第3保管エリア	第4保管エリア	
可搬型スプレイズル	3台	1台 (2n=2)	1台	原子炉建物 2台+ 予備1台				<ul style="list-style-type: none"> <li>必要数(1式/セット)の2セット, 合計2式。</li> </ul>
ホース 75A(一式:約220m)	2式+ 予備	1式 (2n=2)	ホース長 毎に 1本 以上	原子炉建物 2式+ 予備				
移动式代替熱交換設備	3式	1式 (2n=2)	1式	1式	0式	予備 1式	1式	<ul style="list-style-type: none"> <li>必要数(移动式代替熱交換設備1式, 大型送水ポンプ車1台, ホース約1,080m/セット)の2セット, 合計移动式代替熱交換設備2式, 大型送水ポンプ車2台, ホース約2,160m。</li> <li>第3保管エリアに保管する大型送水ポンプ車の予備1台は, 原子炉補機代替冷却系用と原子炉建物放水設備用を兼用。</li> </ul>
大型送水ポンプ車	3台	1台 (2n=2)  原子炉補機代替 冷却系用	1台 (兼用)	1台	0台	予備1台 (兼用)	1台	
ホース 淡水側250A(一式:約50m) 海水側250A(一式:約70m) 海水側300A(一式:約960m)	2式+ 予備	1式 (2n=2)	ホース長 毎に 1本 以上	1式	0式	0式	1式+ 予備	

※: 各設備の保管場所・数量については, 今後の検討結果等により変更となる可能性がある。

(2) 「n + α」の可搬型設備

設備名	配備数	必要数	予備	保管場所	備考
逃がし安全弁用窒素ガスボンベ	30本	15本	15本 (5本以上)	原子炉建物 15本 + 予備 15本	・30本のうち予備は5本以上余裕を見て15本配備。
主蒸気逃がし安全弁用蓄電池(補助盤室)	4個	2個	2個	廃棄物処理建物 2個 + 予備 2個	—

※：各設備の保管場所・数量については、今後の検討結果等により変更となる可能性がある。

(3) 「n」の可搬型設備

設備名	配備数	必要数	予備	保管場所				備考
				第1保管エリア	第2保管エリア	第3保管エリア	第4保管エリア	
可搬式窒素供給装置	2台	1台	1台	予備 1台	0台	0台	1台	・1台で窒素供給が可能。
ホース (一式：約230m)	1式 + 予備	1式	ホース長 毎に 1本 以上	タービン建物 1式 + 予備				—
第1ベントフィルタ 出口水素濃度	2台	1台	1台	予備 1台	0台	0台	1台	・1台で水素濃度測定が可能。
シルトフェンス	約40m	約20m	約20m	約10m + 予備約10m	0m	0m	約10m + 予備約10m	・2号炉放水接合槽用

※：各設備の保管場所・数量については、今後の検討結果等により変更となる可能性がある。

(3) 「n」の可搬型設備

設備名	配備数	必要数	予備	保管場所				備考 (必要数nの補足)
				第1保管 エリア	第2保管 エリア	第3保管 エリア	第4保管 エリア	
シルトフェンス	約680m	約640m	約40m	約320m+ 予備約40m	0m	0m	約320m	・輪谷湾用
小型船舶	2隻	1隻 (兼用)	1隻 (兼用)	予備1隻 (兼用)	0隻	0隻	1隻 (兼用)	・シルトフェンスを1隻で設置可能。 ・海上モニタリング用と兼用。
放射性物質吸着材	4式	3式	1式	予備1式	0式	0式	3式	・設置箇所3箇所それぞれ1式を設置。
大型送水ポンプ車	2台	1台 放水設備用	1台 (兼用)	0台	0台	予備1台 (兼用)	1台	
放水砲	2台	1台	1台	予備1台	0台	0台	1台	・第3保管エリアに保管する大型送水ポンプ車の予備1台は、原子炉補機代替冷却系用と原子炉建物放水設備用を兼用。
泡消火薬剤容器	6個	5個	1個	予備1個	0個	0個	5個	
ホース 300A (一式: 約760m) 250A (一式: 約140m)	1式+ 予備	1式	ホース長 毎に 1本 以上	予備	0式	0式	1式	

※: 各設備の保管場所・数量については、今後の検討結果等により変更となる可能性がある。



(3) 「n」の可搬型設備

設備名	配備数	必要数	予備	保管場所				備考 (必要数nの補足)
				第1保管 エリア	第2保管 エリア	第3保管 エリア	第4保管 エリア	
タンクローリ	3台	【①用】 1台 【②用】 1台	1台	0台	1台	予備1台	<ul style="list-style-type: none"> <li>①緊急時対策所用発電機への補給専用。</li> <li>②緊急時対策所用発電機以外への補給用。</li> <li>2台で島根2号炉運転中及び停止中の給油作業を実施可能。</li> </ul>	
小型船舶	2隻	1隻 (兼用)	1隻 (兼用)	0隻	0隻	1隻 (兼用)	<ul style="list-style-type: none"> <li>1隻で海上モニタリングを実施可能。</li> <li>シルトフェンス設置用と兼用。</li> </ul>	
可搬式モニタリング・ポスト	12台	10台	2台	0台	0台	5台+ 予備1台	<ul style="list-style-type: none"> <li>合計10台で測定可能。</li> </ul>	
中央制御室待避室正圧化装置(空気ポンプ)	50本	15本	35本	廃棄物処理建物 15本+ 予備35本				<ul style="list-style-type: none"> <li>合計15本で中央制御室待避室を窒息防止しつつ、10時間正圧化することが可能。</li> </ul>
可搬式気象観測装置	2台	1台	1台	0台	0台	予備1台	<ul style="list-style-type: none"> <li>気象観測は1台で測定可能。</li> </ul>	

※：各設備の保管場所・数量については、今後の検討結果等により変更となる可能性がある。

(3) 「n」の可搬型設備

設備名	配備数	必要数	予備	保管場所				備考 (必要数nの補足)
				第1保管 エリア	第2保管 エリア	第3保管 エリア	第4保管 エリア	
緊急時対策所用発電機	4台	2台	2台	2台	0台	0台	予備2台	<ul style="list-style-type: none"> <li>1台で緊急時対策所に給電するために必要な容量を有するものを、燃料給油時の切替えを考慮して、2台を1セットとして使用する。</li> </ul>
緊急時対策所正圧装置 (空気ポンプ)	540本	454本	86本	454本+ 予備56本	0本	0本	予備30本	<ul style="list-style-type: none"> <li>454本で緊急時対策所を窒息防止しつつ、11時間正圧化することが可能。</li> </ul>
緊急時対策所空気浄化 送風機	3台	1台	2台	1台+ 予備1台	0台	0台	予備1台	<ul style="list-style-type: none"> <li>1台で緊急時対策所を正圧化することが可能。</li> </ul>
緊急時対策所空気浄化 フィルタユニット	3台	1台	2台	1台+ 予備1台	0台	0台	予備1台	<ul style="list-style-type: none"> <li>緊急時対策所空気浄化送風機と併せて使用することで、1台で対策要員の放射線被ばくを低減又は防止可能。</li> <li>2台のうち予備1台。</li> </ul>

※：各設備の保管場所・数量については、今後の検討結果等により変更となる可能性がある。

第3-2表 保管場所等における主要設備

(1) 重機

設備名	配備数	保管場所				備考
		第1保管 エリア	第2保管 エリア	第3保管 エリア	第4保管 エリア	
ホイールローダ	3台	1台	0台	1台	予備 1台	-

※：各設備の保管場所・数量については、今後の検討結果等により変更となる可能性がある。

(2) その他設備（自主的に所有している設備）

設備名	配備数	保管場所				備考
		第1保管 エリア	第2保管 エリア	第3保管 エリア	第4保管 エリア	
化学消防自動車	2台	1台	0台	0台	1台	-
小型動力ポンプ付水槽車	2台	1台	0台	0台	1台	-
小型放水砲	2台	1台	0台	0台	1台	-
放射能観測車	1台	構内保管場所 1台				-
原子炉補機海水ポンプ電動機	1台	1台	0台	0台	0台	・予備品
ラフタークレーン	1台	1台	0台	0台	0台	・予備品取扱設備
中型ホース展張車（150A）	2台	0台	1台	1台	0台	・資機材
大型ホース展張車（150A）	2台	1台	0台	0台	1台	・資機材

※：各設備の保管場所・数量については、今後の検討結果等により変更となる可能性がある。

(2) その他設備（自主的に所有している設備）

設備名	配備数	保管場所				備考
		第1保管 エリア	第2保管 エリア	第3保管 エリア	第4保管 エリア	
大型ホース展張車 (300A)	2台	1台	0台	0台	1台	・資機材
ホース運搬車	2台	1台	0台	0台	1台	・資機材
直流給電車 115V	1台	1台	0台	0台	0台	—
直流給電車 230V	1台	1台	0台	0台	0台	—
小型船舶運搬車	1台	0台	0台	0台	1台	・資機材
シルトフェンス運搬車	2台	0台	0台	0台	2台	・資機材
放射性物質吸着材運搬車	1台	0台	0台	0台	1台	・資機材
泡消火薬剤運搬車	3台	1台	0台	0台	2台	・資機材
モニタリング設備運搬車	1台	0台	0台	0台	1台	・資機材
燃料プールスプレイ流量	2台	原子炉建物 2台				—

※：各設備の保管場所・数量については、今後の検討結果等により変更となる可能性がある。

(2) 地震による保管場所への影響評価概要

地震による保管場所への影響について、網羅的に①～⑦の被害要因について評価した結果、第3-3表に示すとおり影響のある被害要因はないことを確認した。被害要因に対する詳細な確認結果については、「(3) 地震による保管場所への影響評価」に示す。

第3-3表 地震による保管場所への影響評価結果

被害要因	評価結果			
	第1保管 エリア	第2保管 エリア	第3保管 エリア	第4保管 エリア
①周辺建造物の損壊	問題なし	問題なし	該当なし	問題なし
②周辺タンク等の損壊	問題なし	問題なし	問題なし	問題なし
③周辺斜面の崩壊	問題なし	問題なし	問題なし	問題なし
④敷地下斜面のすべり	問題なし	該当なし	問題なし	該当なし
⑤液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜、液状化に伴う浮き上がり	問題なし	問題なし	該当なし	該当なし
⑥地盤支持力の不足	問題なし [接地圧<支持力]	問題なし [接地圧<支持力]	問題なし [接地圧<支持力]	問題なし [接地圧<支持力]
⑦地中埋設建造物の損壊	該当なし	問題なし	該当なし	該当なし

(3) 地震による保管場所への影響評価

a. 周辺構造物損壊による影響評価

① 周辺構造物の損壊（建物、鉄塔等）

(a) 評価方針

周辺構造物の損壊に対する影響評価について、耐震Sクラス又は基準地震動 $S_s$ により倒壊に至らないことを確認し、外装材の影響がないことを確認した構造物は、各保管場所へ影響を及ぼさないと評価する。

耐震Sクラス又は基準地震動 $S_s$ により倒壊に至らないことを確認し、外装材の影響がある建物については、外装材の落下による影響範囲を建物高さの半分として設定<sup>\*</sup>する。

上記以外の周辺構造物については、基準地震動 $S_s$ により損壊するものとし、各保管場所の敷地が設定した周辺構造物の影響範囲に含まれるか否かを評価する。影響範囲は、構造物が根元から保管場所側に影響するものとして設定する。

(b) 評価結果

影響評価結果を第3-4表に、保管場所ごとの対象設備を第3-2図(1)～(4)に示す。保管場所周辺の構造物は、基準地震動 $S_s$ で倒壊しないように設計、又は耐震評価により倒壊しないことを詳細設計段階において確認する。また、損壊する可能性が否定できない構造物においては損壊による影響範囲が保管場所外であることから損壊による影響はないことを確認した（別紙(28)参照）。

第1保管エリア周辺には、免震重要棟、免震重要棟遮蔽壁、緊急時対策所、統合原子力防災NW用屋外アンテナ、非常用ろ過水タンク、通信用無線鉄塔があるが、基準地震動 $S_s$ により倒壊しない設計とする。また、損壊する可能性が否定できない建物、構築物等の構造物は、損壊に対して十分な離隔距離をとることから、保管場所の可搬型設備への影響はない。

第2保管エリア周辺には、輪谷貯水槽（西1／西2）があるが、基準地震動 $S_s$ により倒壊しない設計とする。

同保管場所周辺には、220kV第二島根原子力幹線No.1鉄塔及び220kV第二島根原子力幹線No.2鉄塔が設置されているが、鉄塔基礎の安定性に影響を及ぼす要因について評価を行い、影響がないことを確認している（別紙(4)参照）。また、更なる安全性向上のための対策として、220kV第二島根原子力幹線No.1鉄塔及び220kV第二島根原子力幹線No.2鉄塔の基準地震動 $S_s$ における耐震評価を行い、地震時においても鉄塔が倒壊しない設計とする。

第3保管エリア周辺には、構造物がないことを確認している。

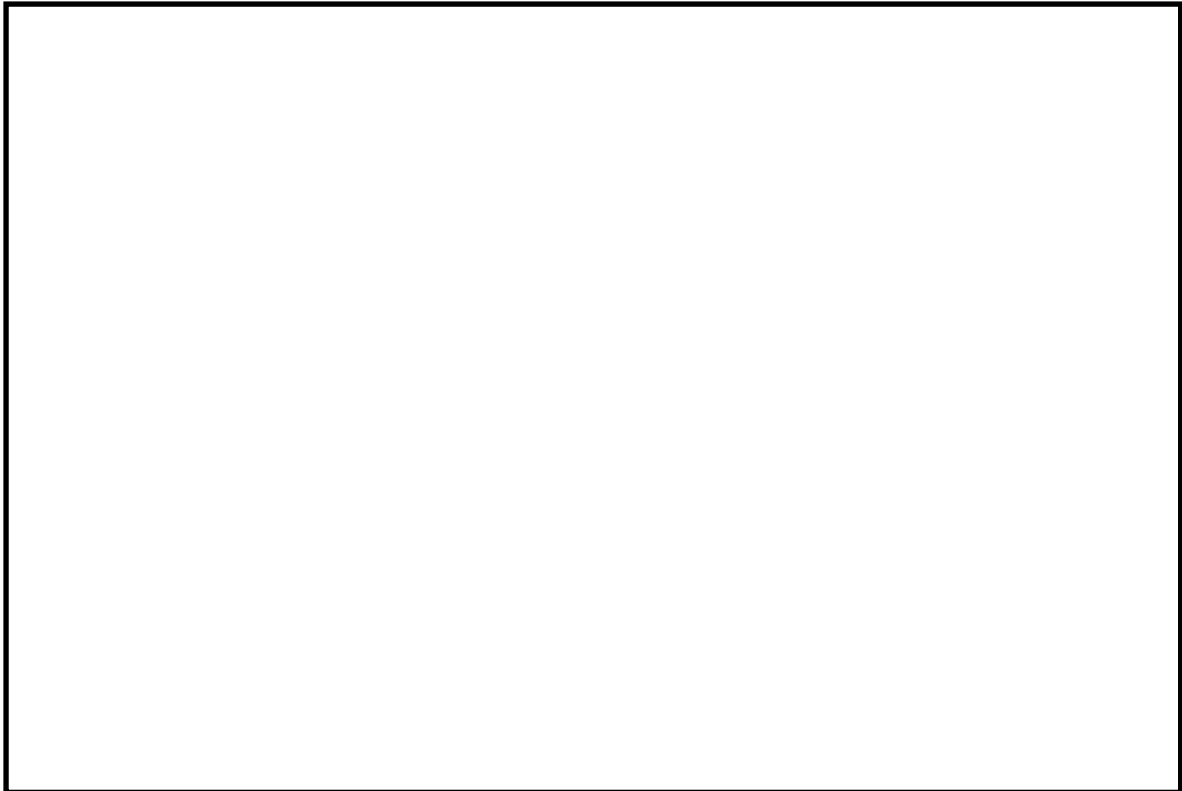
第4保管エリア周辺には、損壊する可能性が否定できない建物、構築物等の構造物があるが、損壊に対して十分な離隔距離をとることから、保管場所の可搬型設備への影響はない。

外装材以外の部材等については、保管場所に影響を及ぼさない設計とする（別紙(37)参照）。

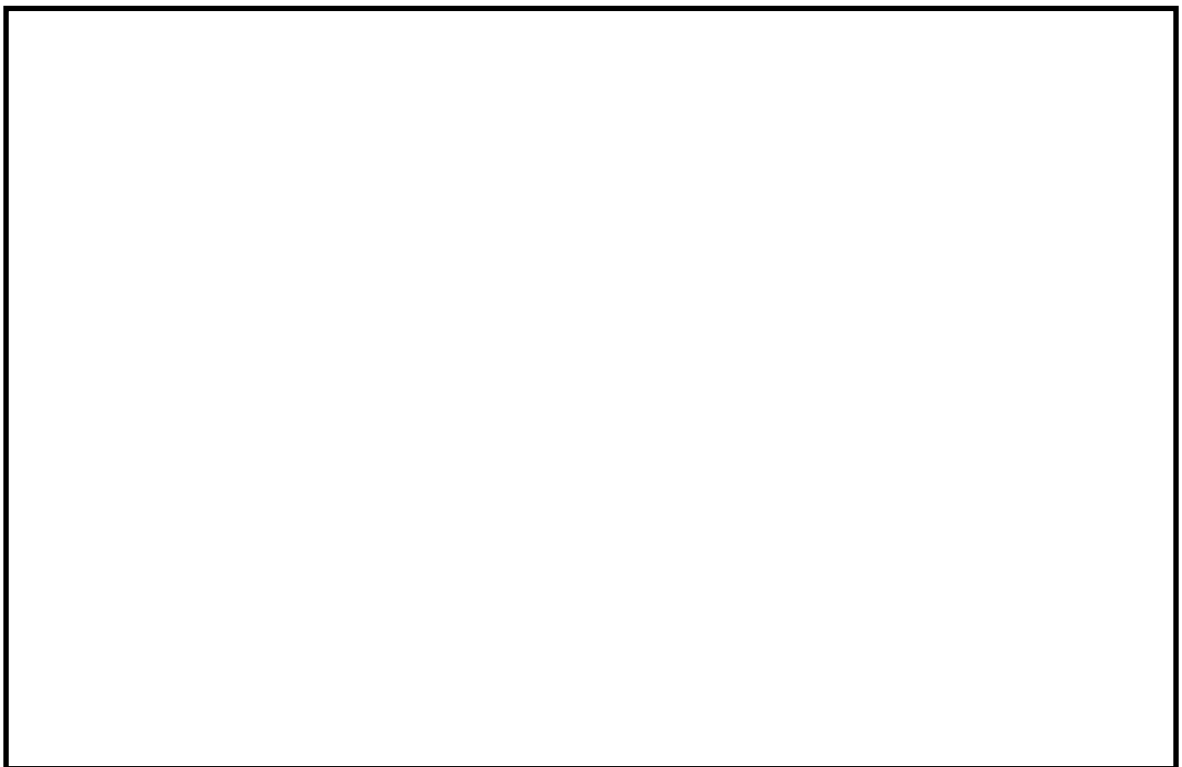
※：外装材の落下による影響範囲は、平成20年4月1日に国土交通省住宅局建築指導課長より出された、「建築基準法施行規則の一部改正等の施行について（技術的助言）」を参考に、設定する。

第3-4表 周辺構造物損壊による保管場所への影響評価結果

被害要因	評価結果			
	第1保管 エリア	第2保管 エリア	第3保管 エリア	第4保管 エリア
①周辺構造物の損壊 (建物, 鉄塔等)	問題なし	問題なし	該当なし	問題なし



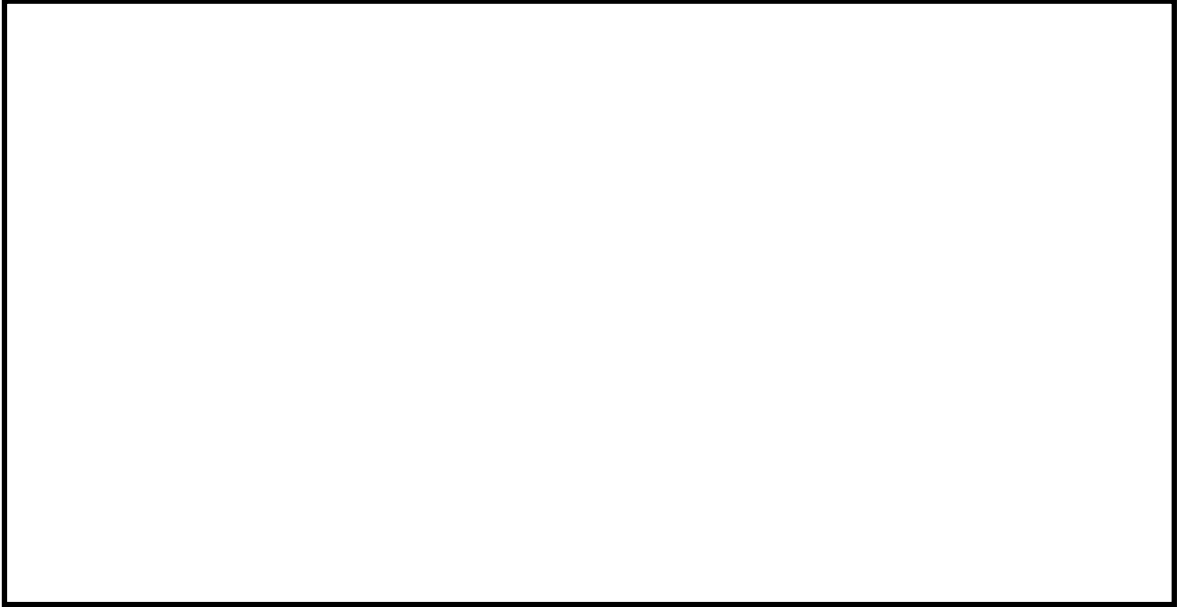
第3-2 図(1) 第1 保管エリア



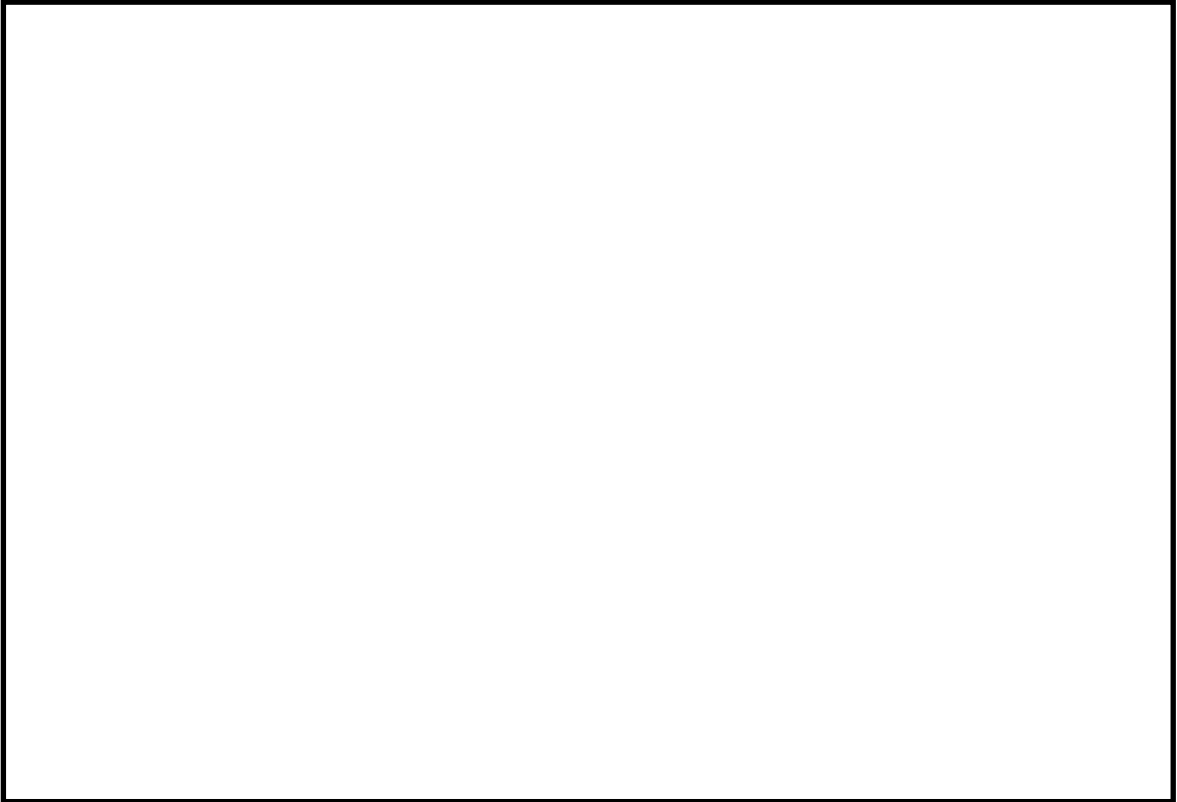
第3-2 図(2) 第2 保管エリア

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。





第3-2 図(3) 第3 保管エリア



第3-2 図(4) 第4 保管エリア

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。

② 周辺タンク等の損壊

(a) 評価方針

周辺タンクの損壊による火災、薬品、溢水による影響が及ぶ範囲に各保管場所の敷地が含まれるか否かを評価する。

(b) 評価結果（可燃物施設の損壊）

保管場所に影響を及ぼす可能性のある可燃物施設の配置及び火災想定施設の火災発生時における放射熱強度を第3-3図(1)～(4)に示す。

第1保管エリアについて、緊急時対策所用燃料地下タンク及びガスタービン燃料地下タンクは地下式のタンクであり保管場所への影響はない。

第2保管エリア周辺にガスタービン発電機用軽油タンクがあるが、基準地震動 $S_s$ により損壊しないことを詳細設計段階において確認する（別紙(28)参照）。

第3保管エリア周辺に、可燃物施設はないことから、影響はない。

第4保管エリアについて、3号炉主要変圧器、重油タンク、補助ボイラサービスタンクの火災が発生した場合でも、保管場所からの離隔距離が確保されており、影響はない（別紙(6)参照）。

(c) 評価結果（薬品タンクの損壊）

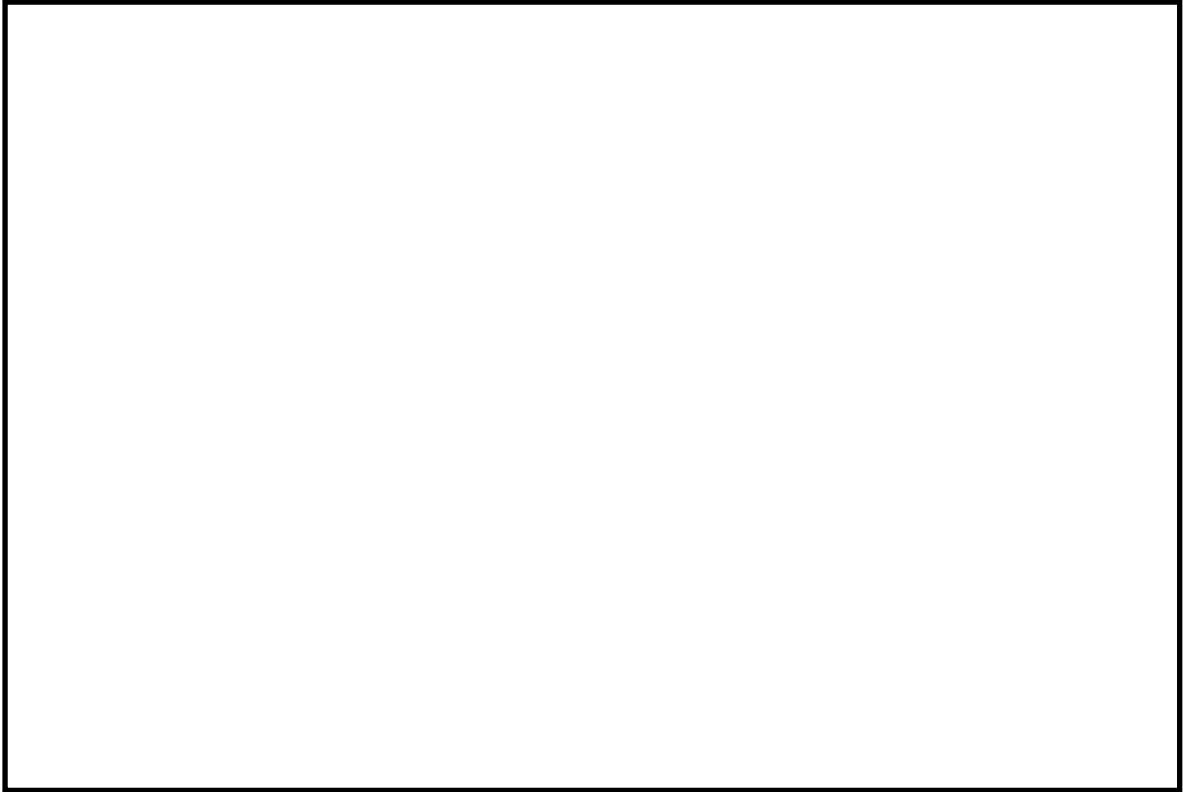
保管場所周辺に、薬品タンクはないことから、影響はない。

(d) 評価結果（タンクからの溢水）

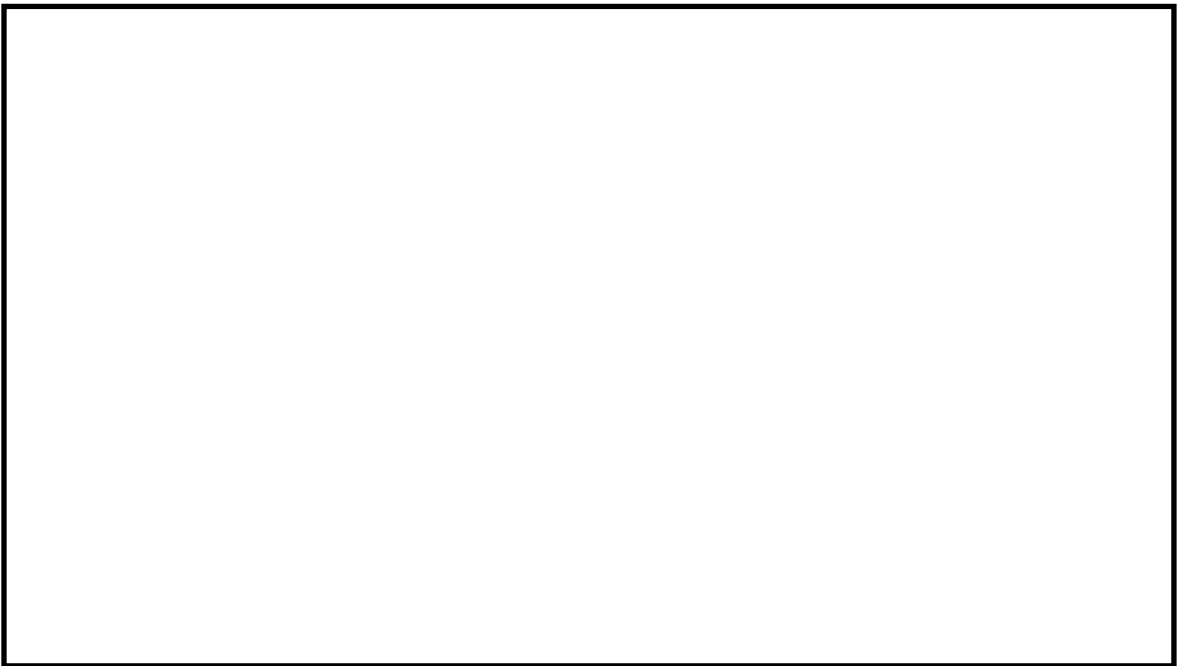
保管場所の最大浸水深は第4保管エリアにおける約21cmであり、可搬型設備の機関吸気口及び排気口高さ以下（別紙(8)）であり、可搬型設備は機能喪失しないため、影響はない（別紙(33)）。

第3-5表 周辺タンク等の損壊による保管場所への影響評価結果

被害要因	評価結果			
	第1保管 エリア	第2保管 エリア	第3保管 エリア	第4保管 エリア
②周辺タンク等の損壊	問題なし	問題なし	問題なし	問題なし

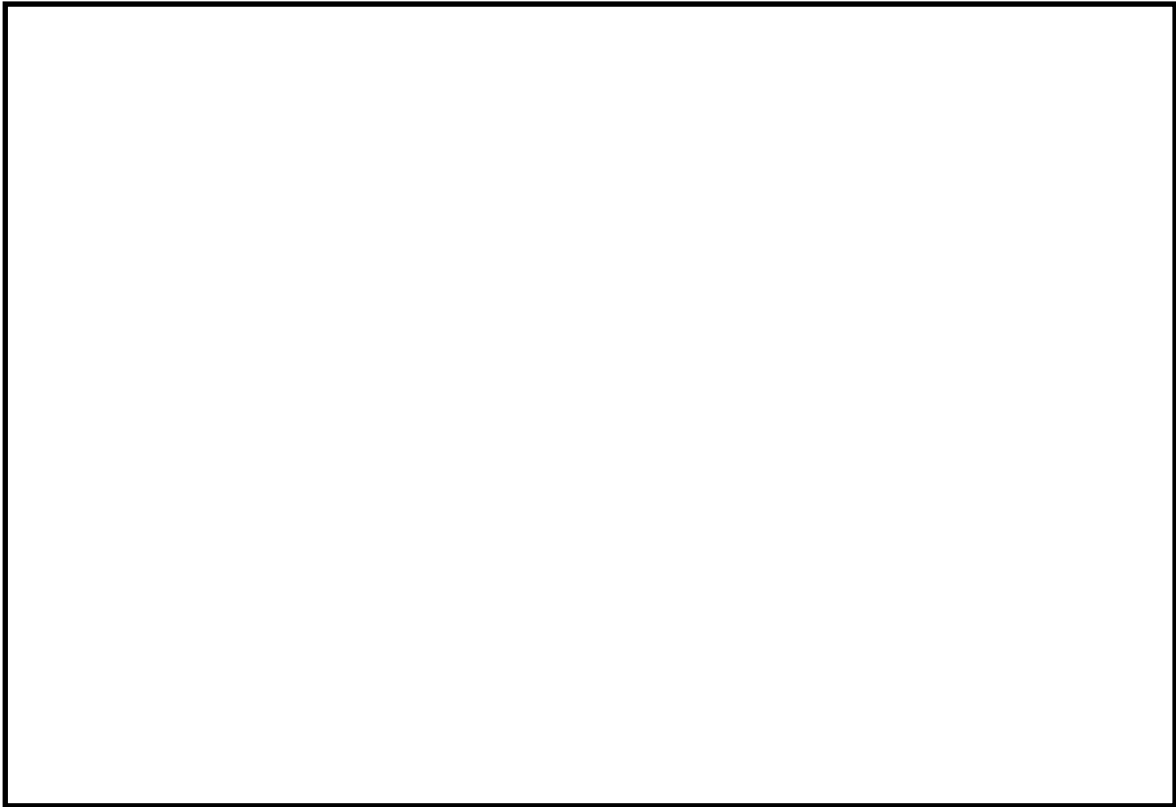


第3-3図(1) 第1保管エリア

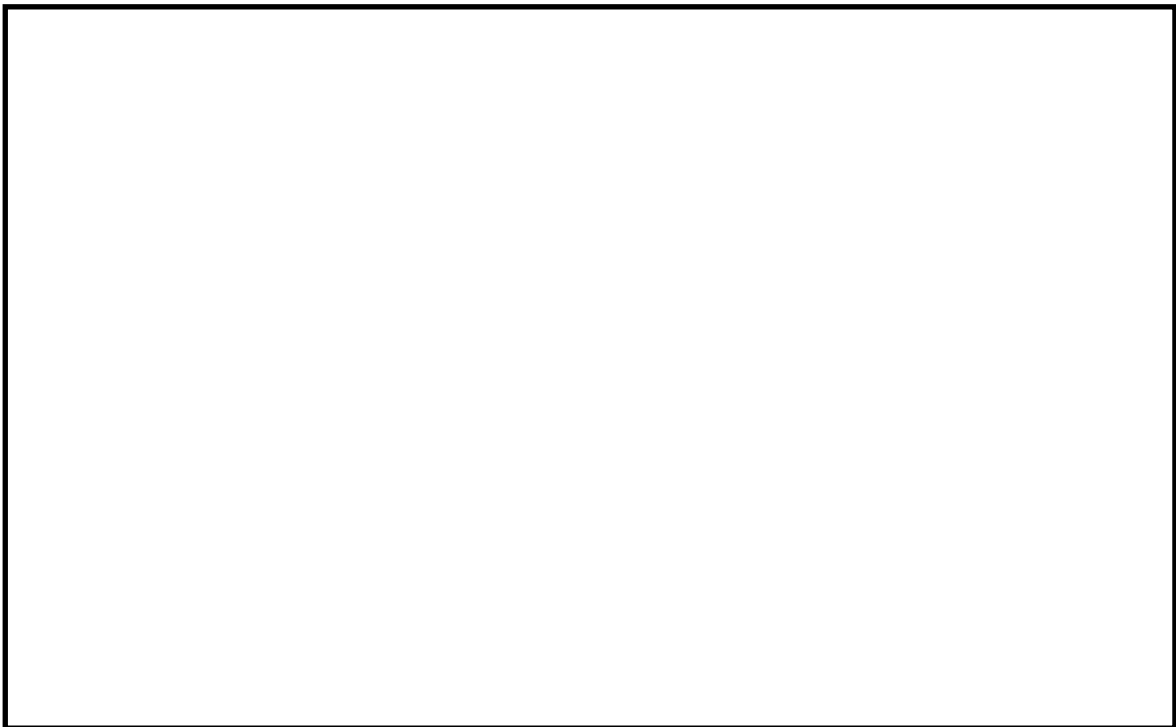


第3-3図(2) 第2保管エリア

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。



第3-3 図(3) 第3 保管エリア



第3-3 図(4) 第4 保管エリア

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。

b. 周辺斜面の崩壊及び敷地下斜面のすべりに対する影響評価

③ 周辺斜面の崩壊, ④ 敷地下斜面のすべり

(a) 評価方法

保管場所の周辺斜面及び敷地下斜面について、基準地震動  $S_s$  によるすべり安定性評価を実施する。

**【周辺斜面及び敷地下斜面のすべり安定性評価】**

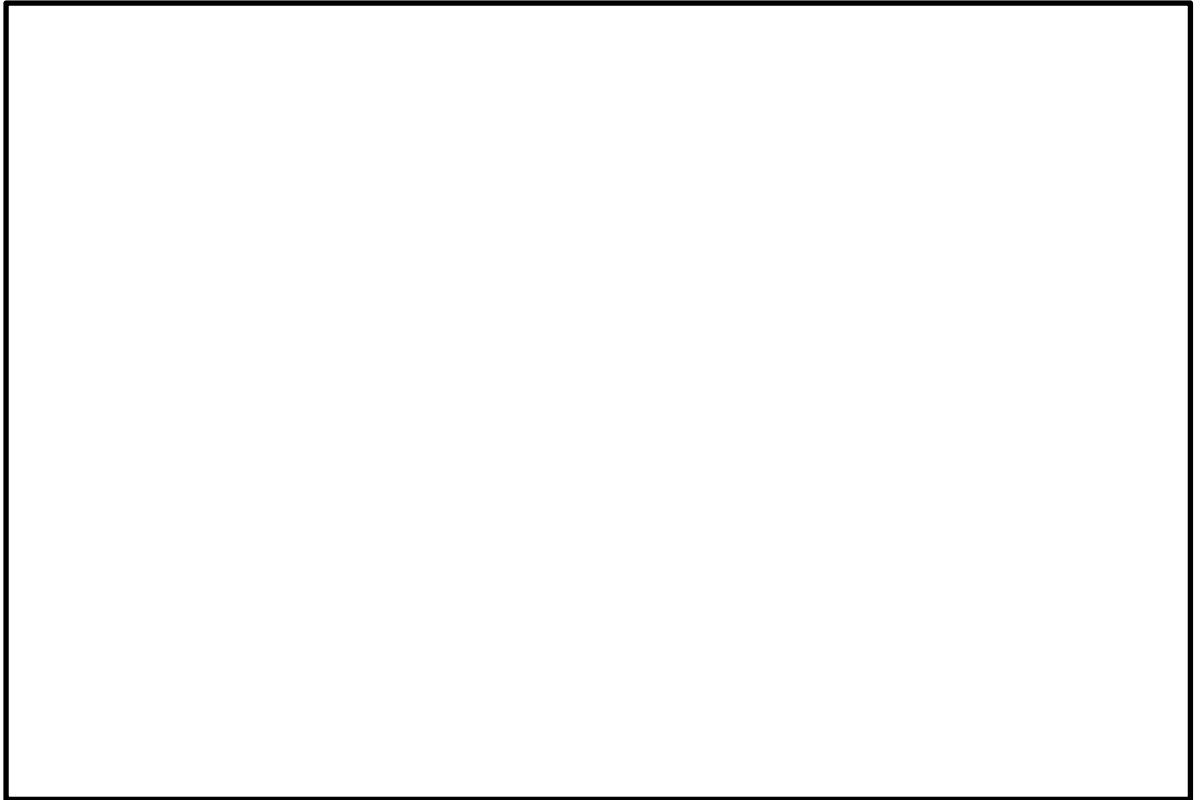
斜面形状、斜面高さ等を考慮して検討断面を選定し、基準地震動  $S_s$  に対する地震応答解析を二次元動的有限要素法により行う。地震応答解析は周波数応答解析手法を用い、等価線形化法により土質材料のせん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性を考慮する。地震時の応力は、静的解析による常時応力と地震応答解析による地震時増分応力を重ね合わせるにより算出する。

なお、静的解析には解析コード「s-stan Ver. 20\_SI」を、地震応答解析には解析コード「ADVANF/Win Ver. 4.0」を使用する。

保管場所の周辺斜面及び敷地下斜面を第3-4図に示す。

評価対象断面については、保管場所の周辺斜面及び敷地下斜面がアクセスルート周辺斜面を兼ねることから、アクセスルート周辺斜面において検討する。

(選定結果は「4. 屋外のアクセスルートの評価 (4)被害想定 ③周辺斜面の崩壊」を参照)



第 3-4 図 保管場所の周辺斜面及び敷地下斜面

【すべり安定性評価の基準値の設定】

すべり安定性評価の基準値としては、「日本道路協会：道路土工 - 盛土工指針，2010」において，盛土の安定性照査について，「レベル 2 地震動に対する設計水平震度に対して，円弧すべり面を仮定した安定解析法によって算出した地震時安全率の値が 1.0 以上であれば，盛土の変形量は限定的なものにとどまると考えられるため，レベル 2 地震動の作用に対して性能 2 を満足するとみなしてよい。」と記載されている。

また，性能 2 とは，「安全性及び修復性を満たすものであり，盛土の機能が応急復旧程度の作業により速やかに回復できる。」と記載されており，斜面に隣接する施設等に影響を与える規模の崩壊ではなく修復可能な小規模の損傷であると判断される。

本評価においては，水平動・鉛直動を同時に考慮した基準地震動  $S_s$  に対する動的解析により安全率  $F_s$  が 1.0 を上回ることを評価基準値とする。

なお，解析用地盤物性値は，「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ついて」の物性値を用いる。

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。

(b) 評価結果

周辺斜面の崩壊及び敷地下斜面のすべりに対する影響評価結果を第3-6表に示す。

保管エリアの周辺斜面及び敷地下斜面を対象としたすべりに対する安定性評価の結果、評価対象斜面の最小すべり安全率は評価基準値を上回っていることを確認した。(安定性評価結果については、「4. 屋外のアクセスルートの評価 (4)被害想定 ③周辺斜面の崩壊」を参照)

第3-6表 保管場所周辺斜面の崩壊及び敷地下斜面のすべりに対する影響評価結果

被害要因	評価結果			
	第1保管 エリア	第2保管 エリア	第3保管 エリア	第4保管 エリア
③周辺斜面の崩壊	問題なし [Fs $\geq$ 1.0]	問題なし [Fs $\geq$ 1.0]	問題なし [Fs $\geq$ 1.0]	問題なし [Fs $\geq$ 1.0]
④敷地下斜面のすべり	問題なし [Fs $\geq$ 1.0]	該当なし	問題なし [Fs $\geq$ 1.0]	該当なし

c. 沈下等に対する影響評価

⑤ 液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜，液状化に伴う浮き上がり

(a) 評価方法

保管場所の埋戻土（掘削ズリ）の範囲を第3-5図に示す。第1保管エリアでは埋戻土及び切土地盤（岩盤）上に，第2保管エリアでは埋戻土上に設置された輪谷貯水槽（西1／西2）上に，第3保管エリアでは切土地盤（岩盤）上に可搬型設備を保管する。また，第4保管エリアでは埋戻土上を避けて切土地盤（岩盤）上に可搬型設備（ $\alpha$ 及び予備を除く）を保管する。

また，第3-7図に不飽和地盤及び飽和地盤の沈下量算出フローを示す。

第1保管エリアは，敷地造成による切土地盤（岩盤）からなるが，一部に埋戻部が存在することから，不等沈下及び傾斜に対する評価を実施する。

第2保管エリアは，盛土地盤に支持された輪谷貯水槽（西1／西2）の上であることから，不等沈下及び傾斜に対する評価を実施する。

第3保管エリアの可搬型設備は，切土地盤（岩盤）上に保管することから，不等沈下及び傾斜に対する評価対象から除く。

第4保管エリアの可搬型設備（ $\alpha$ 及び予備を除く）は，切土地盤（岩盤）上に保管し，切土地盤（岩盤）上及びコンクリート置換部を走行することから，不等沈下及び傾斜に対する評価から除く。

沈下の影響因子としては，飽和地盤の液状化によるものと，不飽和地盤の揺すり込みによるものを想定する。

- ・飽和地盤の液状化による沈下量は，最大せん断ひずみと体積ひずみの関係<sup>※1</sup> から沈下率(A)を設定し，飽和層の厚さ( $h_1$ )を乗じて沈下量を算出する。
- ・不飽和地盤の揺すり込みによる沈下量は，海野ら<sup>※2</sup>の知見を採用し，安全側に飽和地盤が完全に液状化した後の再圧密による体積収縮量と等しいと仮定して沈下率(B)を設定し，これに不飽和地盤の厚さ( $h_2$ )を乗じて算出する。
- ・液状化及び揺すり込みによる沈下により保管場所に発生する地表面の傾斜及び段差量の評価基準値については，緊急車両が徐行により登坂可能な勾配（15%<sup>※3</sup>）及び走行可能な段差量（15cm<sup>※4</sup>）とする。

※1 Kenji Ishihara, Mitsutoshi Yoshimine : Evaluation of settlements in sand deposits following liquefaction during earthquakes, Soils and Foundations, 1992

※2 海野 寿康, 風間 基樹, 渦岡 良介, 仙頭 紀明 : 同一繰返しせん断履歴における乾燥砂と飽和砂の体積収縮量の関係, 土木学会論文集 C, 2006



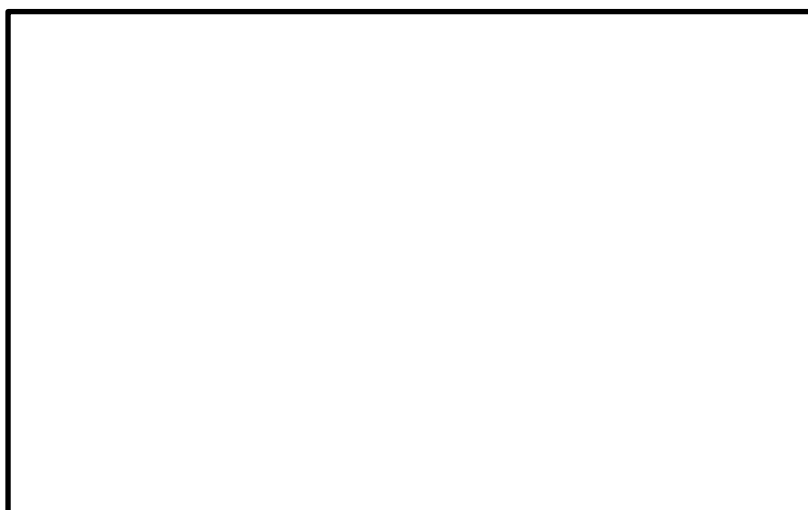
- ※3 濱本 敬治, 上坂 克巳, 大脇 鉄也, 木下 立也, 小林 寛: 小規模道路の平面線形及び縦断勾配の必要水準に関する基礎的検討, 国土技術政策総合研究所資料, 2012
- ※4 依藤 光代, 常田 賢一: 地震時の段差被害に対する補修と交通開放の管理・運用方法について, 平成 19 年度近畿地方整備局研究発表会, 防災・保全部門, 2007

第2保管エリアには, 半地下構造物である輪谷貯水槽(西1/西2)があることから, 液状化に伴う地中埋設構造物の浮き上がりに対する評価を実施する。

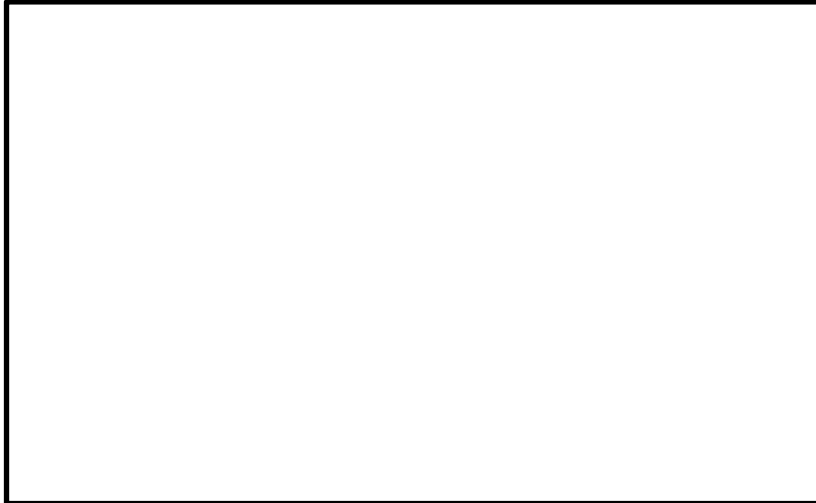
第1保管エリア, 第3保管エリア及び第4保管エリアには, 地中埋設構造物が存在しないことから, 液状化に伴う地中埋設構造物の浮き上がりによる影響はない。

別紙(32)を踏まえた, b. 液状化を仮定した噴砂による不陸については, 第2保管エリアは輪谷貯水槽(西1/西2)の上であること, 第3保管エリアは切土地盤(岩盤)により構成されること, 第4保管エリアの可搬型設備( $\alpha$ 及び予備を除く)は, 切土地盤(岩盤)上に保管し, 通行範囲の埋戻部はあらかじめコンクリート置換等の対策を実施することから, 噴砂による不陸の影響はない。一方で, 第1保管エリアは一部に埋戻部が存在することから, 詳細設計段階において決定する地下水位が埋戻部下端以浅となる場合, 噴砂による不陸の影響の評価を実施し, 不陸の発生が想定される場合は, あらかじめ路盤補強等の対策を行う。

第3-6図に噴砂による不陸の対策例を示す。



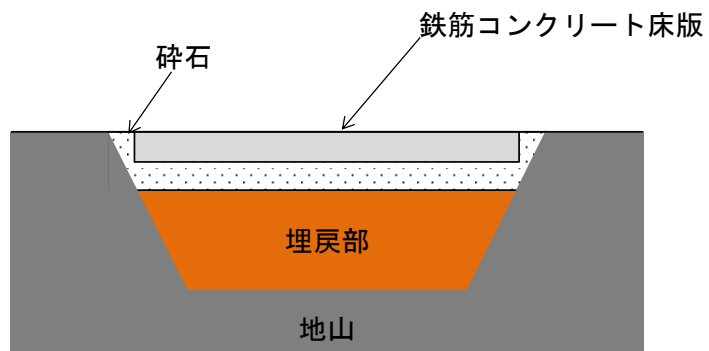
第3-5図(1) 第1保管エリア



第3-5図(2) 第2保管エリア



第3-5図(3) 第3, 4保管エリア

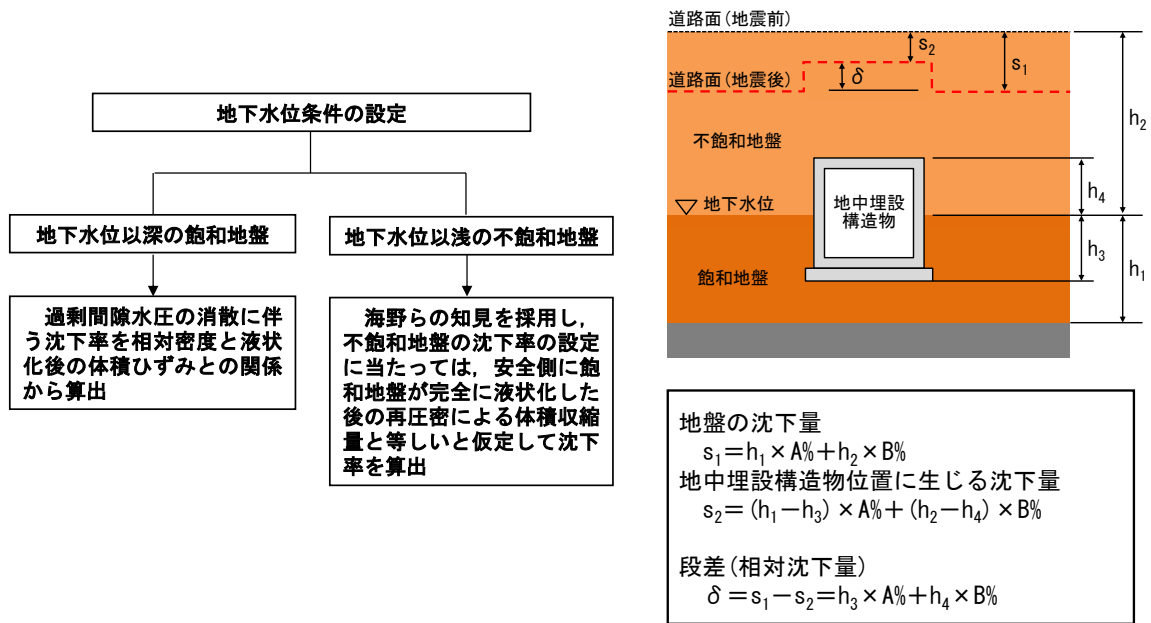


第3-6図 噴砂による不陸の対策例

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。

【液状化による沈下量及び揺すり込みによる沈下量の算出の考え方】

- ・液状化については、地下水位以深の飽和地盤（埋戻土（掘削ズリ）、埋戻土（粘性土）、砂礫層及び旧表土）を、保守的にすべて液状化による沈下の対象層として沈下量を算出する。
- ・揺すり込みについては、地表～地下水位以浅の不飽和地盤を、すべて揺すり込みによる沈下の対象層として沈下量を算出する。
- ・液状化と揺すり込みによる沈下量の合計を総沈下量とする。

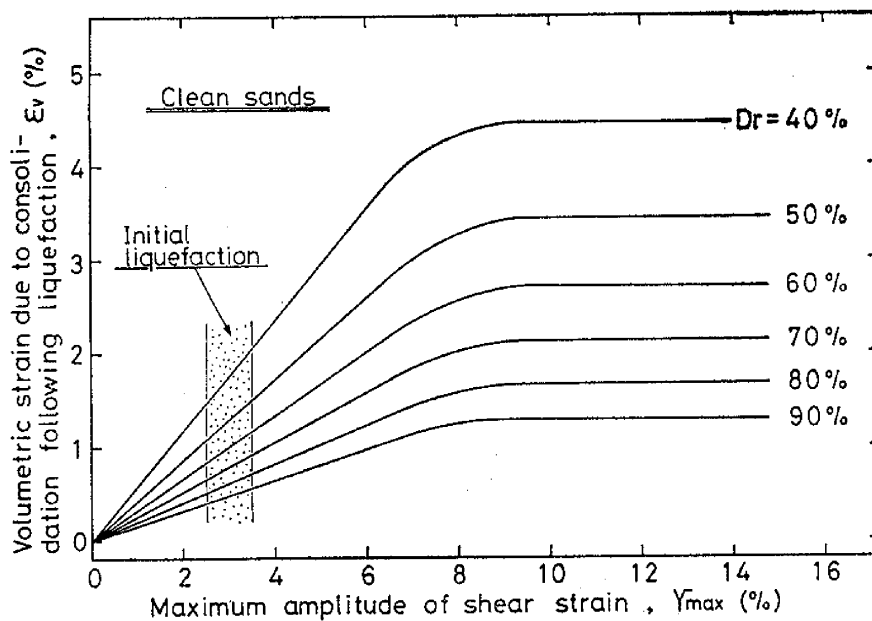


第 3-7 図 不飽和地盤及び飽和地盤の沈下量算出フロー

### 【液状化による沈下量の算出法】

第3-8図に最大せん断ひずみと体積ひずみの関係(Ishihara et al., 1992)を、第3-7表に液状化対象層の相対密度の調査結果(別紙(29)参照)を、第3-9図に想定する沈下率を示す。なお、埋戻土(粘性土)及び旧表土は、粘性土を含むため液状化しないが、保守的に埋戻土(掘削ズリ)に置き換えて沈下量を算出する。砂礫層は、粒径加積曲線が埋戻土(掘削ズリ)と同様な傾向を示すことから、埋戻土(掘削ズリ)に置き換えて沈下量を算出する。

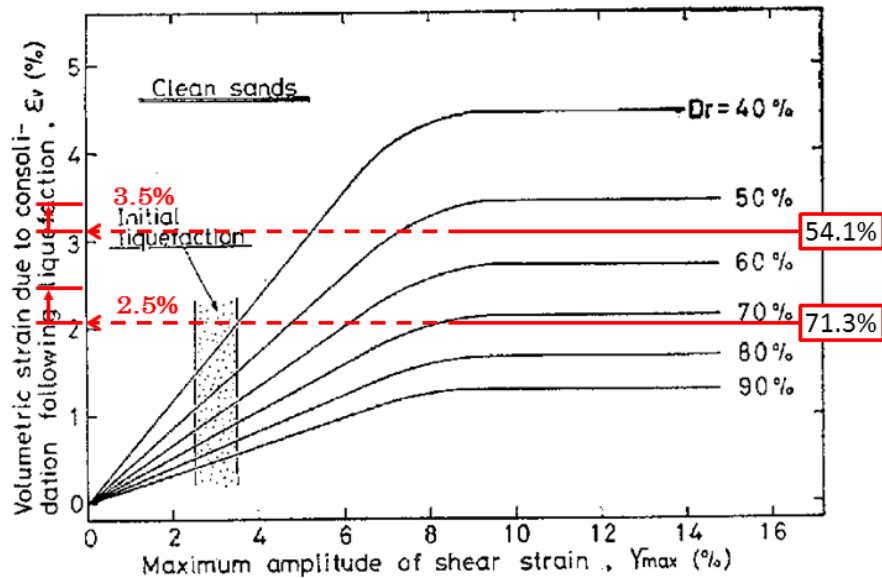
- ・飽和地盤の液状化後の排水に伴う沈下については、地震時の最大せん断ひずみと地震後の体積ひずみ(沈下率)の関係(Ishihara et al., 1992)を用いて設定する。
- ・相対密度は、埋戻土(掘削ズリ)の調査結果から、平均で71.3%となり、ばらつきを考慮すると54.1%となる。
- ・沈下率は、保守的に地震時の最大せん断ひずみを考慮せず、相対密度の平均値71.3%から2.5%となるが、ばらつきを考慮して算出した相対密度54.1%から保守的に3.5%とする。



第3-8図 最大せん断ひずみと体積ひずみの関係(Ishihara et al., 1992)

第3-7表 液状化対象層の相対密度調査結果

地層	相対密度 [%]		備考 (調査位置)
	平均	平均- $\sigma$	
埋戻土 (掘削ズリ)	71.3	54.1	防波壁周辺



最大せん断ひずみと体積ひずみの関係 (Ishihara et al., 1992)



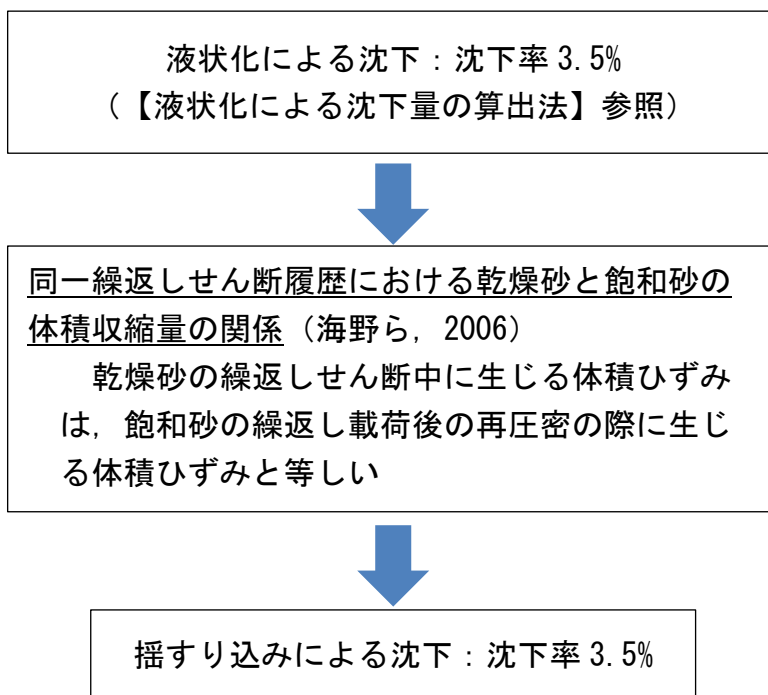
液状化による沈下 : 沈下率 3.5%

第3-9図 想定する沈下率

### 【揺すり込みによる沈下量の算出法】

地下水位以浅の不飽和地盤の揺すり込み沈下量の算出方法を第3-10図に示す。

揺すり込み沈下量は、海野らの知見を採用し、安全側に飽和地盤が完全に液状化した後の再圧密による体積収縮量と等しいと仮定して沈下率を設定し、これに不飽和地盤の厚さを乗じて算出する。



第3-10図 不飽和地盤の揺すり込み沈下率

### 【地下水位の設定】

沈下量の算出及び浮き上がり評価における地下水位については、詳細設計段階で決定するため、設置許可段階においては地下水位を地表面に設定する。(別紙(36)参照)

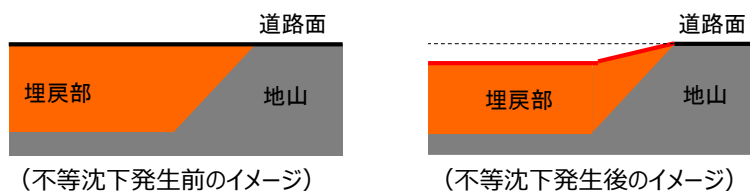
(b) 評価結果

【不等沈下の評価結果】

沈下に対する影響評価結果を第3-8表に示す。

第1保管エリアは、敷地造成による切土地盤（岩盤）からなるが、一部に埋戻部が存在する。地山と埋戻部の境界では、第3-11図のように擦り付ける工夫がなされていることから、許容段差量15cmを超える局所的な段差は発生せず、通行への影響はない。

第2保管エリアは、輪谷貯水槽（西1/西2）の上であることから、車両通行の許容段差量15cmを超える局所的な段差は発生せず、通行への影響はない。



第3-11図 地山と埋戻部との境界部の状況

第3-8表 沈下に対する影響評価結果

被害要因	評価結果			
	第1保管 エリア	第2保管 エリア	第3保管 エリア	第4保管 エリア
⑤液状化及び揺すり込みによる 不等沈下	問題なし	問題なし	該当なし	該当なし

【傾斜の評価結果】

第1保管エリアにおける傾斜が発生する箇所として埋戻部が2箇所存在することから、広範囲に傾斜が生じる埋戻部を評価地点とし、傾斜の評価地点を第3-12図、評価結果を第3-9表に示す。評価地点のうち、想定される最大の傾斜（最大沈下量/岩盤傾斜面の幅）を仮定しても最大で3.5%であることから通行への影響はない。

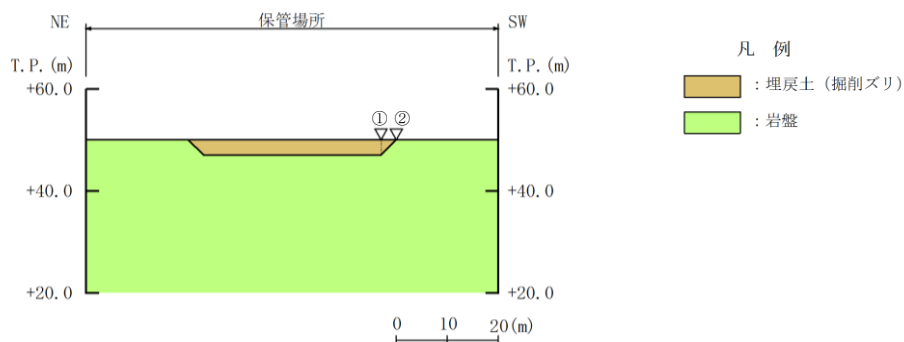
第2保管エリアにおける傾斜の評価地点を第3-13図、評価結果を第3-10表に示す。液状化及び揺すり込みによる傾斜については、評価地点（両端及び中央部の3地点）においておおむね一様に沈下することから、通行への影響はない。また、評価地点のうち、想定される最大の傾斜（最大沈下量/保管場所の幅）を仮定しても最大で4.1%であることから通行への影響はない。

傾斜に対する評価結果を第3-11表に示す。



平面図

▽：沈下量評価地点

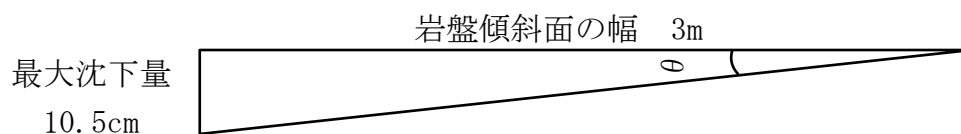


断面図

第3-12図 第1保管エリアの傾斜評価地点

第3-9表 第1保管エリアの液状化及び揺すり込みによる傾斜評価結果

沈下対象層		① 北東側		② 南西側	
		対象厚さ (m)	沈下量 (cm)	対象厚さ (m)	沈下量 (cm)
地下水位 以深	埋戻土 (掘削ズリ)	3.0	10.5	0.0	0.0
最大沈下量		10.5cm		0.0cm	
岩盤傾斜面の幅		3.0m			
保管場所の傾斜 ( $\theta$ ) (最大沈下量/岩盤傾斜面の幅)		3.5%			



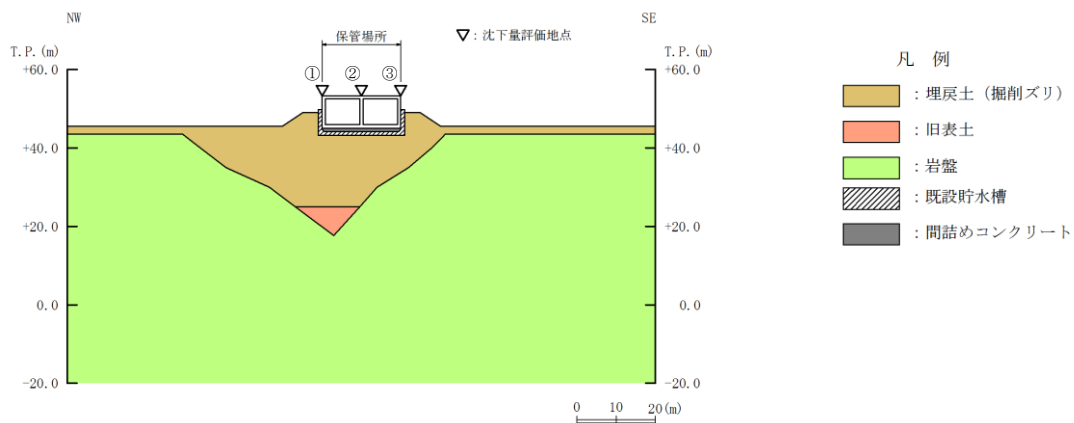
想定する保管場所の傾斜の考え方

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。





平面図

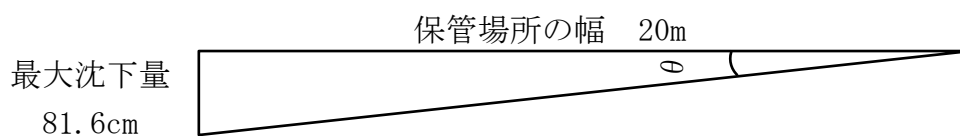


断面図 (短辺方向)

第3-13図 第2保管エリアの傾斜評価地点

第3-10表 第2保管エリアの液状化及び揺すり込みによる傾斜評価結果

沈下対象層		①北西側		②中央部		③南東側	
		対象厚さ (m)	沈下量 (cm)	対象厚さ (m)	沈下量 (cm)	対象厚さ (m)	沈下量 (cm)
地下水位 以深	埋戻土 (掘削ズリ)	17.7	62.0	17.7	62.0	9.5	33.3
	旧表土	5.6	19.6	-	-	-	-
総沈下量		81.6cm		62.0cm		33.3cm	
最大沈下量		81.6cm					
保管場所の幅		20m					
保管場所の傾斜 (θ) (最大沈下量/保管場所の幅)		4.1%					



想定する保管場所の傾斜の考え方

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。

第3-11表 傾斜に対する影響評価結果

被害要因	評価結果			
	第1保管 エリア	第2保管 エリア	第3保管 エリア	第4保管 エリア
⑤液状化及び揺 すり込みによる 傾斜	問題なし	問題なし	該当なし	該当なし

【浮き上がりの評価結果】

第2保管エリアには、輪谷貯水槽（西1／西2）があるが、揚圧力683kN/m以上に対して、浮き上がり抵抗2,468kN/mであるため、液状化に伴う地中埋設構造物の浮き上がりによる影響はない（第3-12表）。

第3-12表 浮き上がりに対する影響評価結果

被害要因	評価結果			
	第1保管 エリア	第2保管 エリア	第3保管 エリア	第4保管 エリア
⑤液状化に伴う 浮き上がり	該当なし	問題なし	該当なし	該当なし

d. 地盤支持力に対する影響評価

⑥ 地盤支持力の不足

(a) 接地圧の評価方法

第1, 3, 4保管エリアについては, 第3-14図に示す可搬型設備のうち接地圧が最も大きい移動式代替熱交換設備(42,620kg)を代表として常時・地震時接地圧を以下により算出した。

- ・常時接地圧：移動式代替熱交換設備の前前軸重量(7,181kg)から舗装による荷重分散を考慮して算出
- ・地震時接地圧：常時接地圧×鉛直震度係数<sup>※1</sup>

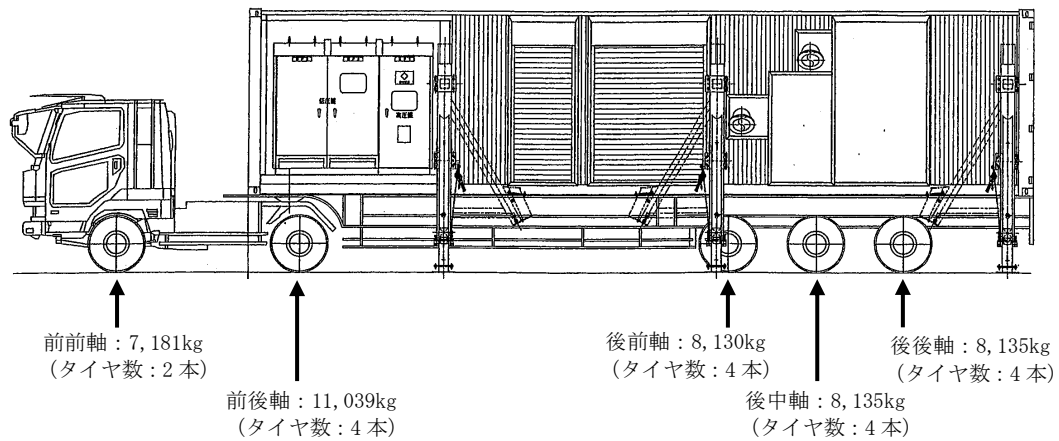
第2保管エリアについては, 盛土上の輪谷貯水槽(西1/西2)の上であることから, 盛土の地盤支持力に対して可搬型設備と輪谷貯水槽(西1/西2)の重量を足した地震時接地圧を以下により算出した。

- ・常時接地圧：大量送水車, 中型ホース展張車(150A), 可搬型ストレーナの合計重量(21,194kg)に輪谷貯水槽(西1/西2)1槽分の重量を加え, 輪谷貯水槽(西1/西2)1槽分の面積による荷重分散を考慮して算出
- ・地震時接地圧：常時接地圧×鉛直震度係数<sup>※1</sup>

※1：基準地震動S<sub>s</sub>の地震力による各保管場所の地表面での鉛直最大応答加速度から鉛直震度係数を算出(第3-13表)。

第3-13表 保管場所における地表面での鉛直最大応答加速度及び鉛直震度係数

保管場所		地表面での鉛直最大応答加速度	鉛直震度係数
第1保管エリア	岩盤部	707Gal	1.73
	埋戻部	666Gal	1.68
第2保管エリア		1,055Gal	2.08
第3保管エリア		452Gal	1.47
第4保管エリア		465Gal	1.48



第3-14 図 移動式代替熱交換設備の仕様

(b) 評価基準値の設定方法

- 第1保管エリアの可搬型設備はC<sub>L</sub>級～C<sub>H</sub>級の岩盤（一部、埋戻部）に設置されていることから、岩盤部と埋戻部を対象に評価する。岩盤部については、安全側の評価の観点から、平板載荷試験結果に基づくC<sub>L</sub>級岩盤の地盤支持力を評価基準値に設定した。また、埋戻部については、安全側の評価の観点から、平板載荷試験結果に基づく埋戻土（掘削ズリ）の地盤支持力を評価基準値に設定した。
- 第2保管エリアの可搬型設備は、盛土上の輪谷貯水槽（西1／西2）の上に設置されることから、安全側の評価の観点から、平板載荷試験結果に基づく埋戻土（掘削ズリ）の地盤支持力を評価基準値に設定した。
- 第3保管エリアの可搬型設備はC<sub>L</sub>級～C<sub>H</sub>級の岩盤に設置されているが、安全側の評価の観点から、平板載荷試験結果に基づくC<sub>L</sub>級岩盤の地盤支持力を評価基準値に設定した。
- 第4保管エリアは岩盤（一部、埋戻部）であり、可搬型設備は岩盤部に設置されていることから、岩盤部を対象に評価する。岩盤部については、安全側の評価の観点から、平板載荷試験結果に基づくC<sub>L</sub>級岩盤の地盤支持力を評価基準値に設定した。

(c) 地盤支持力の評価

- 地盤支持力について評価した結果，第3-14表のとおり地震時接地圧は評価基準値内であり，影響がないことを確認した。

第3-14表 地盤支持力の評価

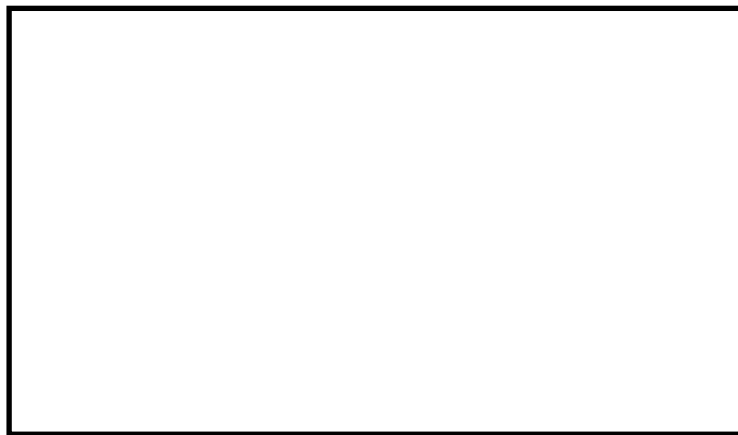
保管場所		地震時接地圧 (N/mm <sup>2</sup> )	評価基準値 (N/mm <sup>2</sup> )	評価結果
第1保管エリア	岩盤部	1.1	3.92	問題なし
	埋戻部	1.0	1.20	問題なし
第2保管エリア		0.4	1.20	問題なし
第3保管エリア		0.9	3.92	問題なし
第4保管エリア		0.9	3.92	問題なし

e. 地中埋設構造物の損壊に対する影響評価

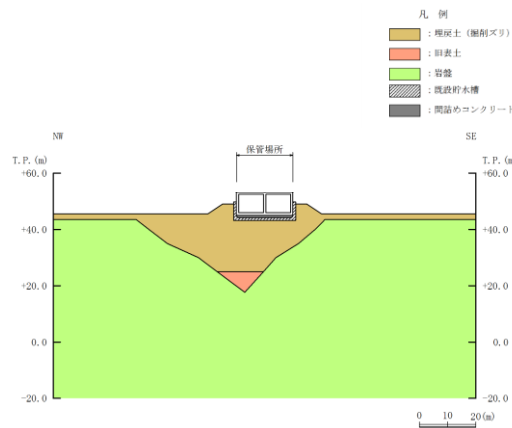
⑦ 地中埋設構造物の損壊

地中埋設構造物の損壊に対する影響評価結果を第3-15表に示す。

建設工事の記録やプラントウォークダウンの結果，第1保管エリア，第3保管エリア及び第4保管エリアには損壊が想定される地中埋設構造物が存在しないことから，地中埋設構造物の損壊による影響はないため，評価対象から除く。第2保管エリアにおける地中埋設構造物の損壊の評価地点を第3-15図に示す。第2保管エリアには輪谷貯水槽（西1／西2）があるが，基準地震動 $S_s$ に対して損壊しない設計とする。なお，輪谷貯水槽（西1／西2）の耐震評価結果は詳細設計段階で示す（別紙(28)参照）。



平面図



断面図

第3-15図 第2保管エリア 損壊評価地点

第3-15表 地中埋設構造物の損壊に対する影響評価結果

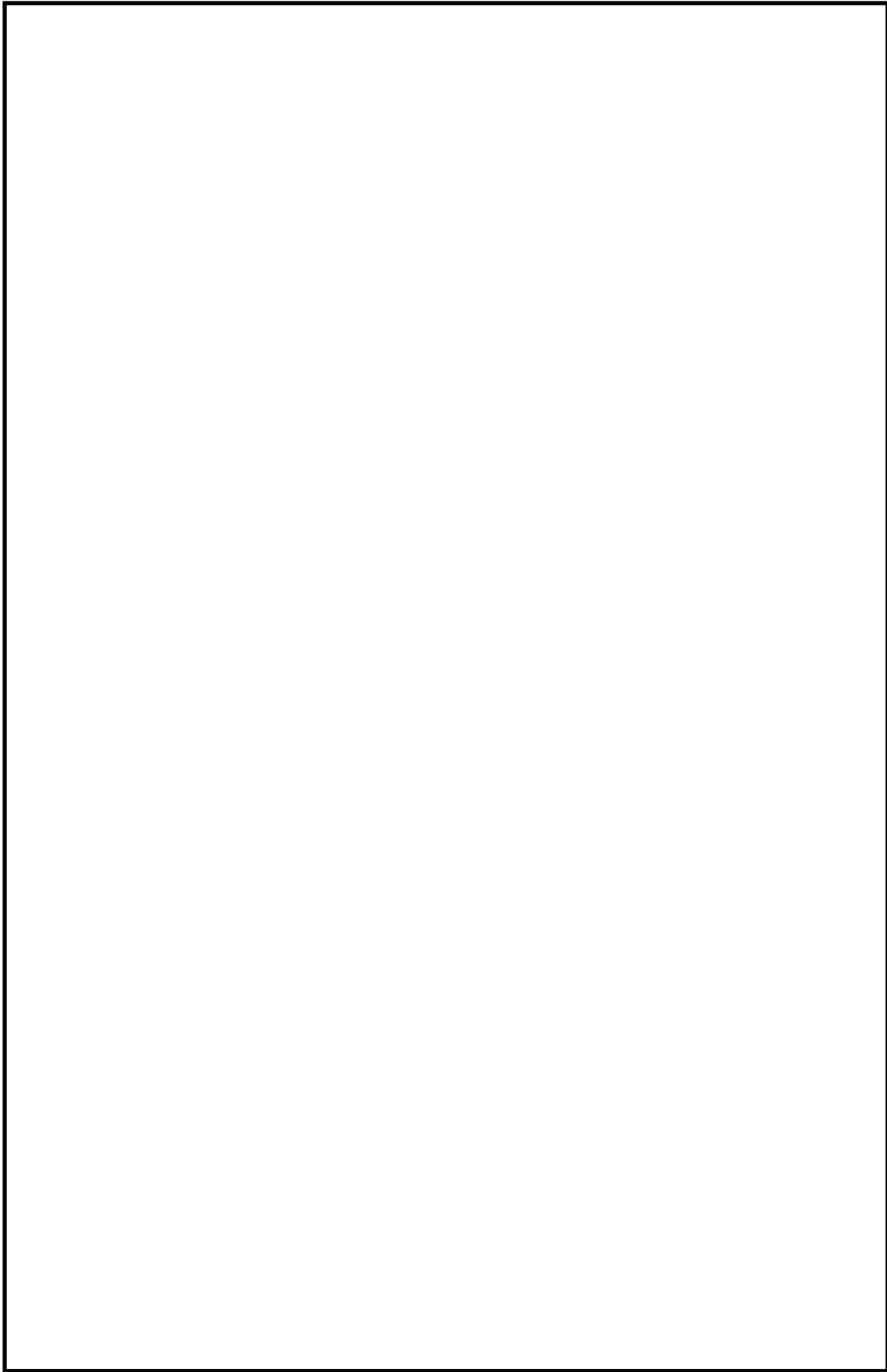
被害要因	評価結果			
	第1保管 エリア	第2保管 エリア	第3保管 エリア	第4保管 エリア
⑦地中埋設構造物の損壊	該当なし	問題なし	該当なし	該当なし

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。

#### 4. 屋外のアクセスルートの評価

##### (1) アクセスルートの概要

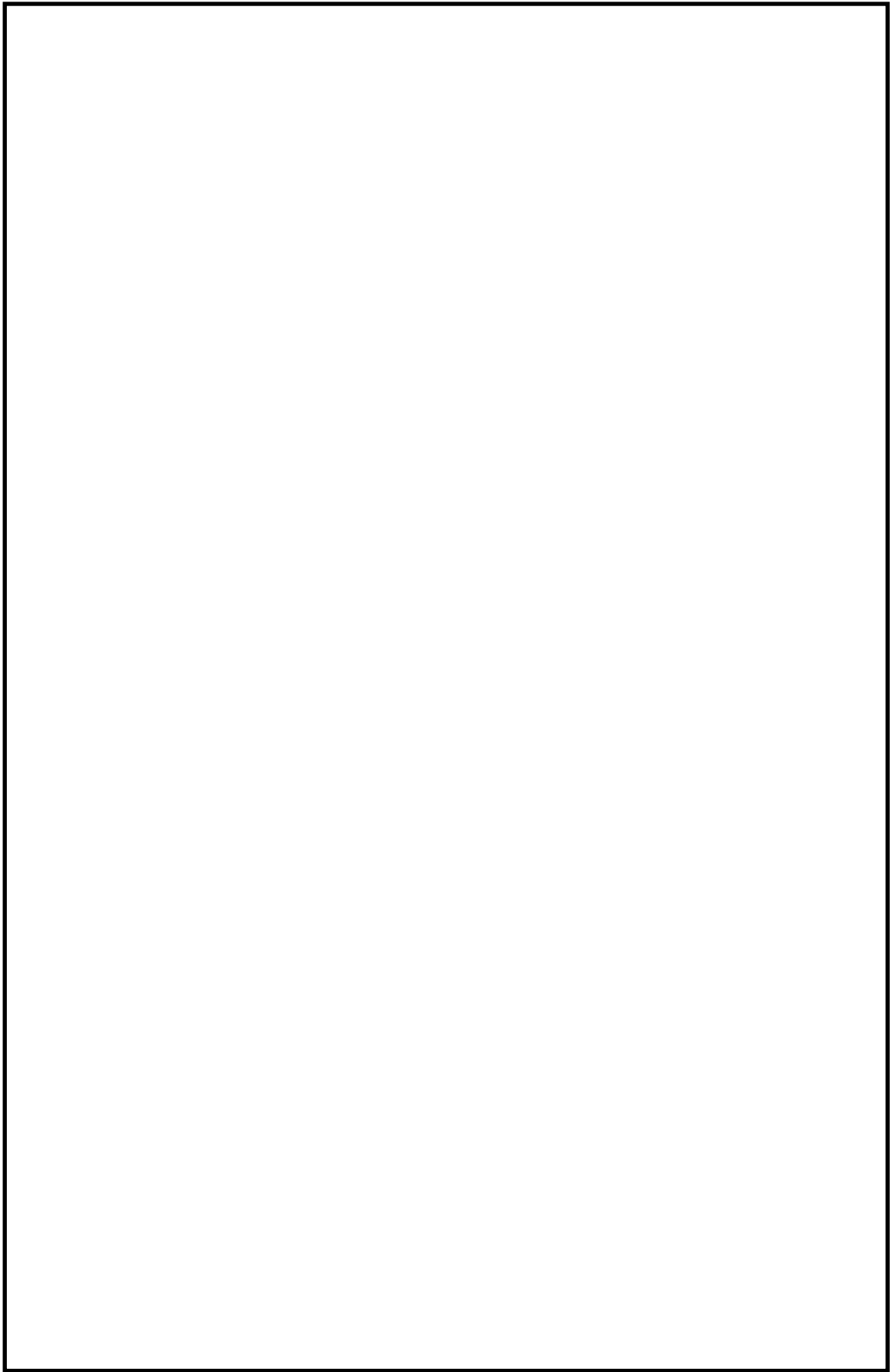
アクセスルート（車両）はおおむね幅員7mの道路であり，第4-1図に示すとおり緊急時対策所及び4箇所の保管場所から設置場所及び接続場所まで，複数ルートでアクセスが可能であり，可搬型設備の運搬，緊急時対策要員の移動，重大事故等発生時に必要な設備（ガスタービン発電機用軽油タンク，常設代替交流電源設備等）の状況把握，対応が可能である。（別紙(5)参照）



第 4-1 図 保管場所からのアクセスルート概要 (1 / 4)

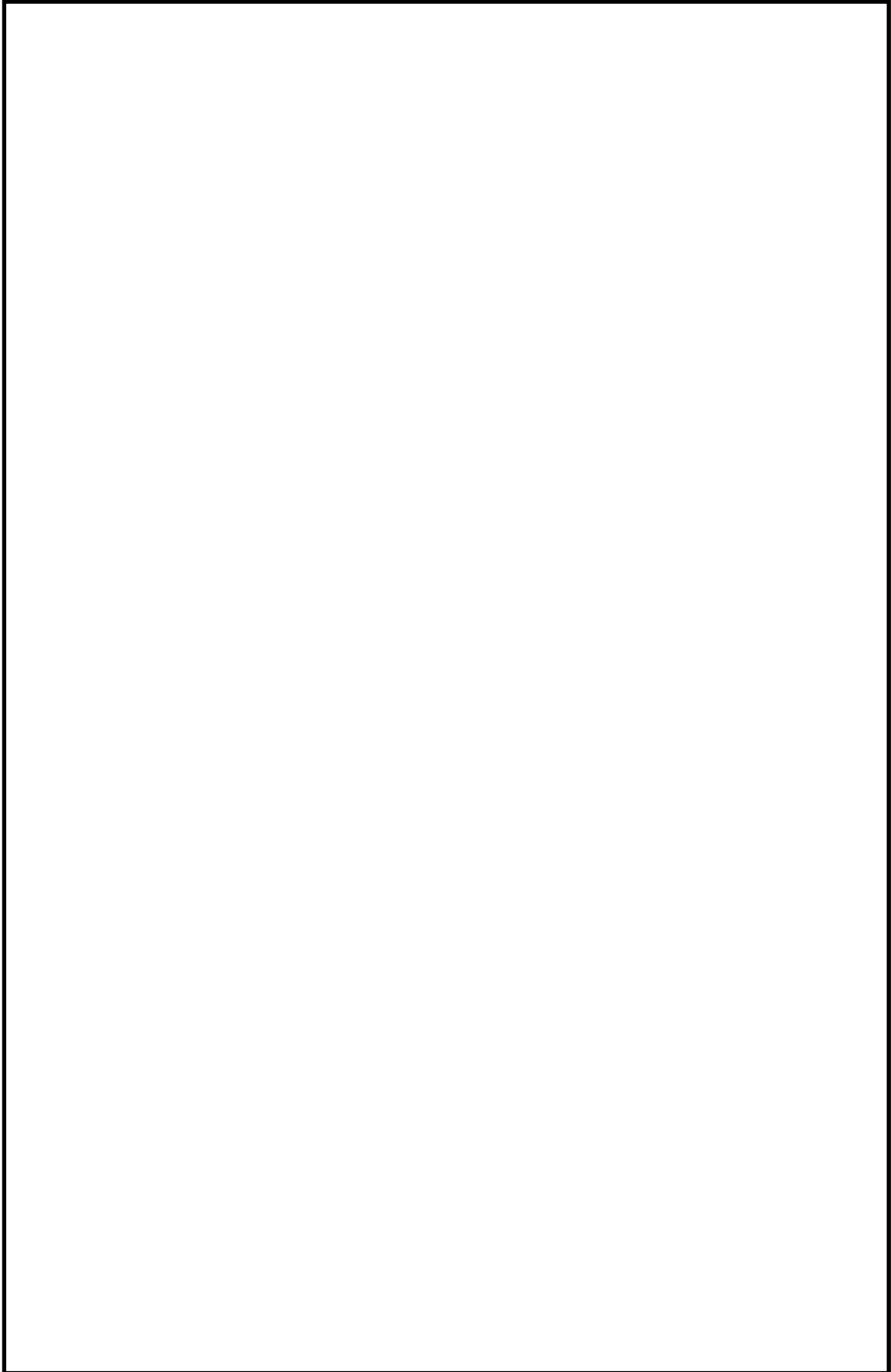
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。





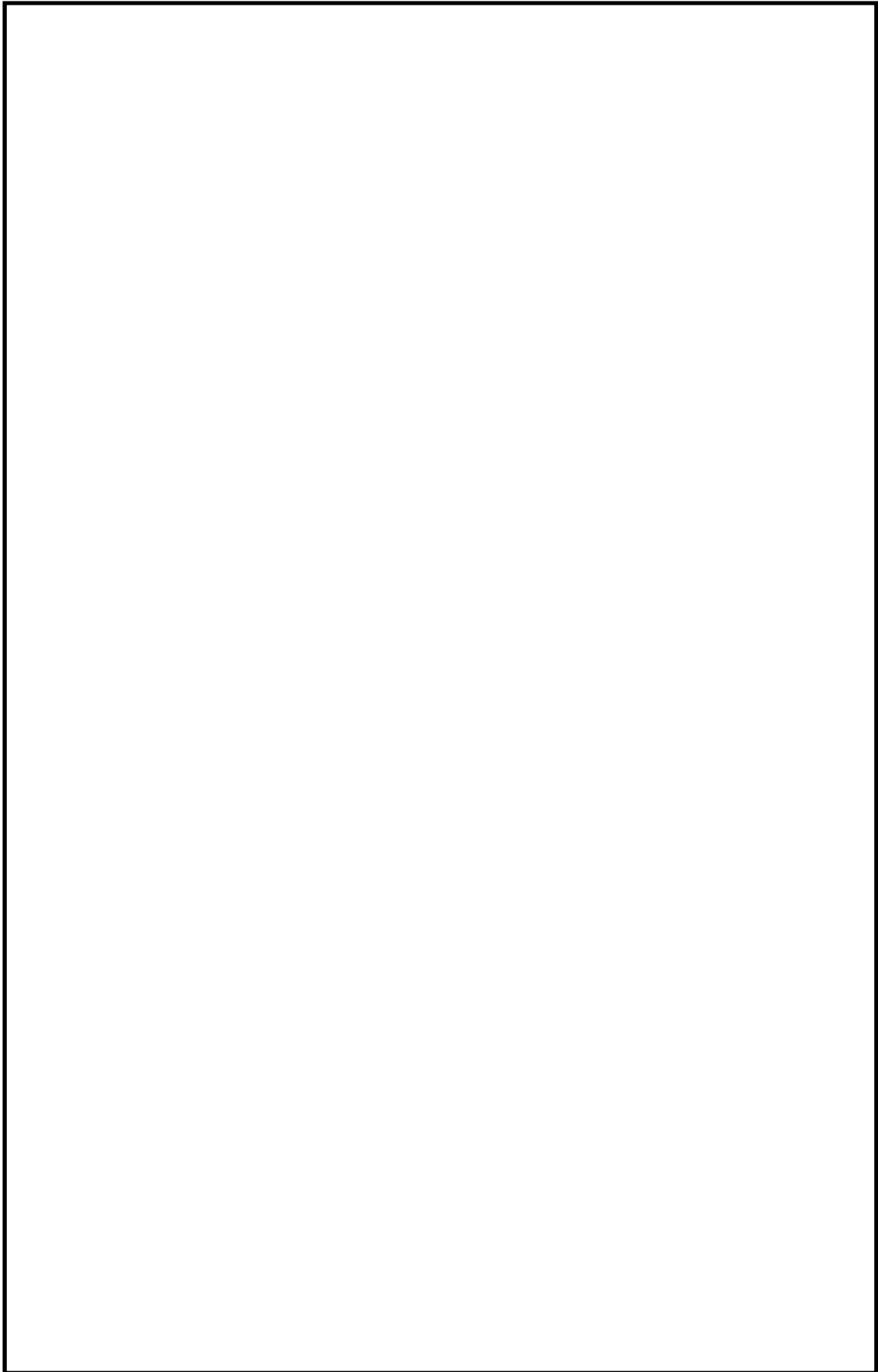
第 4-1 図 保管場所からのアクセスルート概要 (2 / 4)

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。



第4-1図 保管場所からのアクセスルート概要(3/4)

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。



第4-1図 保管場所からのアクセスルート概要(4 / 4)

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。

また、第4-2図に示すとおり新規制基準を満足するのみに止まらず、緊急時対策要員の安全性及びアクセスの多様性確保の観点も踏まえたサブルートを整備している。



第4-2図 保管場所からのアクセスルート概要(サブルート含む)

- (2) 地震時におけるアクセスルート選定の考え方
  - ・地震時におけるアクセスルートについては、地震時に想定される被害事象を考慮し、緊急時対策所～保管場所～2号炉までの「仮復旧により通路が確保可能なアクセスルート」を選定する。
  - ・仮復旧を実施するものについては、仮復旧に要する時間の評価を行う。
- (3) 地震による被害想定の方針、対応方針

地震によるアクセスルートへの影響について、第4-1表のとおり、網羅的に①～⑦の被害要因に対する被害事象、影響評価の方針及び対応方針を定めた。なお、サブルートは地震時に期待しないルートと位置付けるため、地震による影響評価の対象外とする。

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。

第4-1表 アクセスルートにおいて地震により懸念される被害事象

被害要因	懸念される被害事象	影響評価の方針	対応方針
①周辺構造物の損壊 (建物, 鉄塔等)	損壊物によるアクセスルートの閉塞	・ Sクラス (S <sub>s</sub> 機能維持含む) 以外の構造物は建物の一部損壊を想定し, アクセスルートへの影響を評価	・ 周辺構造物による損壊を想定しても必要な幅員を確保している。 ・ 万一, アクセスルートに影響がある場合は, 迂回又は重機による仮復旧を実施する。
②周辺タンク等の損壊	火災, 溢水等による通行不能	・ Sクラス (S <sub>s</sub> 機能維持含む) 以外の可燃物, 薬品, 水を内包するタンク等の損壊を想定し, アクセスルートへの影響を評価	・ タンクの損壊による火災等が発生した場合にも必要な離隔距離が確保される等によりアクセス性に影響はない。 ・ 万一, アクセスルートに影響がある場合は, 迂回又は自衛消防隊による消火活動若しくは重機による仮復旧を実施する。
③周辺斜面の崩壊	アクセスルートへの土砂流入, 道路損壊による通行不能	・ 基準地震動 S <sub>s</sub> に対する安定性を評価	・ アクセスルート周辺の斜面及び敷地下斜面は, 基準地震動 S <sub>s</sub> に対して安定性を有している。 ・ 万一, アクセスルートに影響がある場合は, 迂回又は重機による仮復旧を実施する。
④道路面のすべり			
⑤液化化及び揺すり込みによる不等沈下, 液化化に伴う浮き上がり	アクセスルートの不等沈下, 地中埋設構造物の浮き上がりによる通行不能	・ 地震時に発生する段差, 浮き上がりの影響を評価	・ 不等沈下に対する事前対策 (段差緩和対策) を実施する。 ・ 万一, アクセスルートに影響がある場合は, 迂回又は重機による仮復旧を実施する。
⑥地盤支持力の不足	—	—	—
⑦地中埋設構造物の損壊	陥没による通行不能	・ 陥没の可能性があるものを抽出し, アクセスルートへの影響を評価	・ 地中埋設構造物について, 地震によって損壊は生じない。 ・ 万一, アクセスルートに影響がある場合は, 迂回又は重機による仮復旧を実施する。

(4) 被害想定

① 周辺構造物の損壊 (建物, 鉄塔等)

a. 評価方針

周辺構造物の損壊に対する影響評価について, 耐震 S クラス又は基準地震動 S<sub>s</sub> により倒壊に至らないことを確認し, 外装材の影響がないことを確認した構造物は, アクセスルートへ影響を及ぼさないと評価する。

耐震 S クラス又は基準地震動 S<sub>s</sub> により倒壊に至らないことを確認し, 外装材の影響がある建物については, 外装材の落下による影響範囲を建物高さの半分として設定<sup>\*1</sup>する。

上記以外の周辺構造物については, 基準地震動 S<sub>s</sub> により損壊するものとし, アクセスルートが設定した周辺構造物の影響範囲に含まれるか否かを評価する。影響範囲は, 構造物が根元からアクセスルート側に影響するものとして設定する。

その結果, 必要な幅員 (3.0m<sup>\*2</sup>) を確保できないと想定される場合は損壊の影響を受けると評価する。

b. 評価結果

周辺構造物の損壊によるアクセスルートへの影響、被害想定及び対応内容を第4-3図及び第4-2表に示す。アクセスルート周辺の構造物は、基準地震動 $S_s$ で倒壊しないように設計、又は耐震評価により倒壊しないことを詳細設計段階において確認する。また、外装材の影響がないことを確認した。さらに、損壊する可能性が否定できない構造物においては損壊による影響範囲を想定しても、アクセスルートに必要な幅員が確保可能であることから、損壊による影響はないことを確認した（別紙(28)参照）。

- 建物等の損壊に伴うがれきの発生を想定しても、必要な幅員(3.0m<sup>※2</sup>)を確保可能である。
- 66kV 鹿島支線 No. 2-1 鉄塔、66kV 鹿島支線 No. 3 鉄塔、220kV 第二島根原子力幹線 No. 1 鉄塔、220kV 第二島根原子力幹線 No. 2 鉄塔、500kV 島根原子力幹線 No. 1 鉄塔、500kV 島根原子力幹線 No. 2 鉄塔及び500kV 島根原子力幹線 No. 3 鉄塔は、鉄塔基礎の安定性に影響を及ぼす要因について評価を行い、影響がないことを確認している（別紙(4)参照）。
- 66kV 鹿島支線 No. 3 鉄塔は、屋内開閉所間のアクセスルート上空に送電線が架線されているが、鉄塔倒壊、送電線落下による影響を設備対策によりアクセスルートの健全性を確保する設計とする。また、鉄塔倒壊し、鉄塔滑落評価により、滑落範囲を確認し、アクセスルートの健全性を確保する設計とする（別紙(40)参照）。なお、万一、送電線の垂れ下がりによる通行支障が発生した場合であっても、送電線の垂れ下がりによる影響を受けない連絡通路の通行、迂回又はケーブルカッターによる切断等の対応が可能であり影響はない。
- 500kV 島根原子力幹線 No. 1 鉄塔、500kV 島根原子力幹線 No. 2 鉄塔及び500kV 島根原子力幹線 No. 3 鉄塔については、鉄塔滑落評価により滑落範囲を確認し、必要に応じて設備対策を行い、アクセスルートの健全性を確保する設計とする（別紙(40)参照）。
- 66kV 鹿島支線 No. 2-1 鉄塔、220kV 第二島根原子力幹線 No. 1 鉄塔、220kV 第二島根原子力幹線 No. 2 鉄塔、通信用無線鉄塔及び第2-66kV 開閉所屋外鉄構については、アクセスルートの近傍に設置されているが、基準地震動 $S_s$ における耐震評価を行い、地震時においても鉄塔が倒壊しない設計とする（別紙(40)参照）。
- 耐震Sクラス又は基準地震動 $S_s$ により倒壊に至らない事を確認した構造物において、万一、一部損壊によるがれきが発生し、アクセスルートに影響がある場合には、影響があるアクセスルートを迂回することとし、復旧が必要な場合には、重機にてがれきを撤去することで、アクセスルートを確保する（別紙(9)参照、別紙(12)参照）。
- 1号炉原子炉建物の外装材は一部複合板（鉄板+断熱材+鉄板）の箇所があるが、脱落しない設計とする（別紙(37)参照）。
- 外装材以外の部材等については、アクセスルートに影響を及ぼさない

設計とする（別紙(37)参照）。

- ※1：外装材の落下による影響範囲は，平成 20 年 4 月 1 日に国土交通省住宅局建築指導課長より出された，「建築基準法施行規則の一部改正等の施行について（技術的助言）」を参考に，設定する。
- ※2：可搬型設備のうち最大幅の大型送水ポンプ車の車両幅（約 2.5m）及び使用ホース中最大サイズの 300A ホース 1 条敷設の幅（約 0.4m）を考慮し設定。なお，その他のサイズのホース使用時も 1 条敷設で使用する。



第 4-3 図 周辺構造物の損壊によるアクセスルートへの影響

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。



第4-2表 損壊によるアクセスルートの閉塞が懸念される設備の  
被害想定及び対応内容

対象設備	被害想定	対応内容
66kV 鹿島支線 No. 2-1 鉄塔	地震により損壊し、アクセスルート上に倒れ、障害物となる。送電線の断線によりアクセスルート上に送電線が垂れる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉄塔基礎の安定性に影響を及ぼす要因（「盛土の崩壊」、「地すべり」及び「急傾斜地の土砂崩壊」）について評価を行い、影響がないことを確認している。</li> <li>更なる安全性向上のための対策として、基準地震動 <math>S_s</math> における耐震評価を行い、地震時においても鉄塔が倒壊しない設計とする。</li> </ul>
220kV 第二島根原子力幹線 No. 1 鉄塔		
220kV 第二島根原子力幹線 No. 2 鉄塔		
66kV 鹿島支線 No. 3 鉄塔	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉄塔基礎の安定性に影響を及ぼす要因（「盛土の崩壊」、「地すべり」及び「急傾斜地の土砂崩壊」）について評価を行い、影響がないことを確認している。</li> <li>66kV 鹿島支線 No. 3 鉄塔～屋内開閉所間のアクセスルート上空に送電線が架線されているが、鉄塔倒壊、送電線落下による影響を設備対策によりアクセスルートの健全性を確保する設計とする。また、鉄塔倒壊し、鉄塔滑落評価により、滑落範囲を確認し、アクセスルートの健全性を確保する設計とする。</li> <li>万一、送電線の垂れ下がりによる通行支障が発生した場合であっても、送電線の垂れ下がりによる影響を受けない連絡通路の通行、迂回又はケーブルカッターによる切断等の対応が可能であり影響はない。</li> </ul>	
通信用無線鉄塔		<ul style="list-style-type: none"> <li>基準地震動 <math>S_s</math> における耐震評価を行い、地震時においても鉄塔が倒壊しない設計とする。</li> </ul>
第2-66kV 開閉所屋外鉄構		
500kV 島根原子力幹線 No. 1 鉄塔		<ul style="list-style-type: none"> <li>鉄塔基礎の安定性に影響を及ぼす要因（「盛土の崩壊」、「地すべり」及び「急傾斜地の土砂崩壊」）について評価を行い、影響がないことを確認している。</li> <li>鉄塔滑落評価により滑落範囲を確認し、必要に応じて設備対策を行い、アクセスルートの健全性を確保する設計とする。</li> </ul>
500kV 島根原子力幹線 No. 2 鉄塔		
500kV 島根原子力幹線 No. 3 鉄塔		

② 周辺タンク等の損壊

a. 可燃物施設及び薬品タンクの配置

アクセスルートに影響を及ぼす可能性のある可燃物施設及び薬品タンクの構内配置を第4-4図に示す。



第4-4図 周辺タンク等の損壊によるアクセスルートへの影響

## b. 可燃物施設の損壊

### (a) 可燃物施設の損壊

#### i. 評価方針

周辺の可燃物施設の損壊時の影響について評価する。

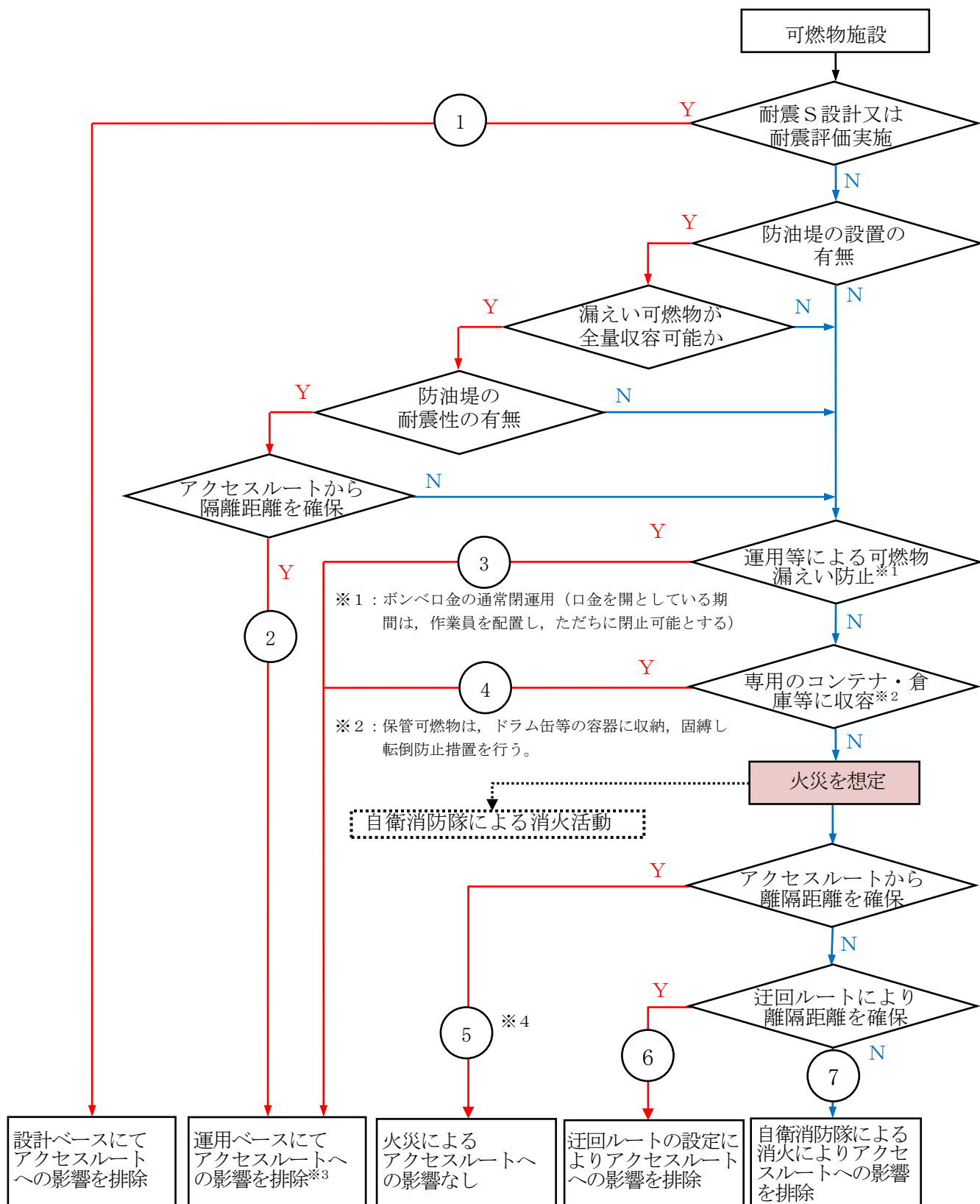
可燃物施設で可燃物の漏えいが発生した場合の被害想定判定フローを第4-5図に示す。

#### ii. 評価結果

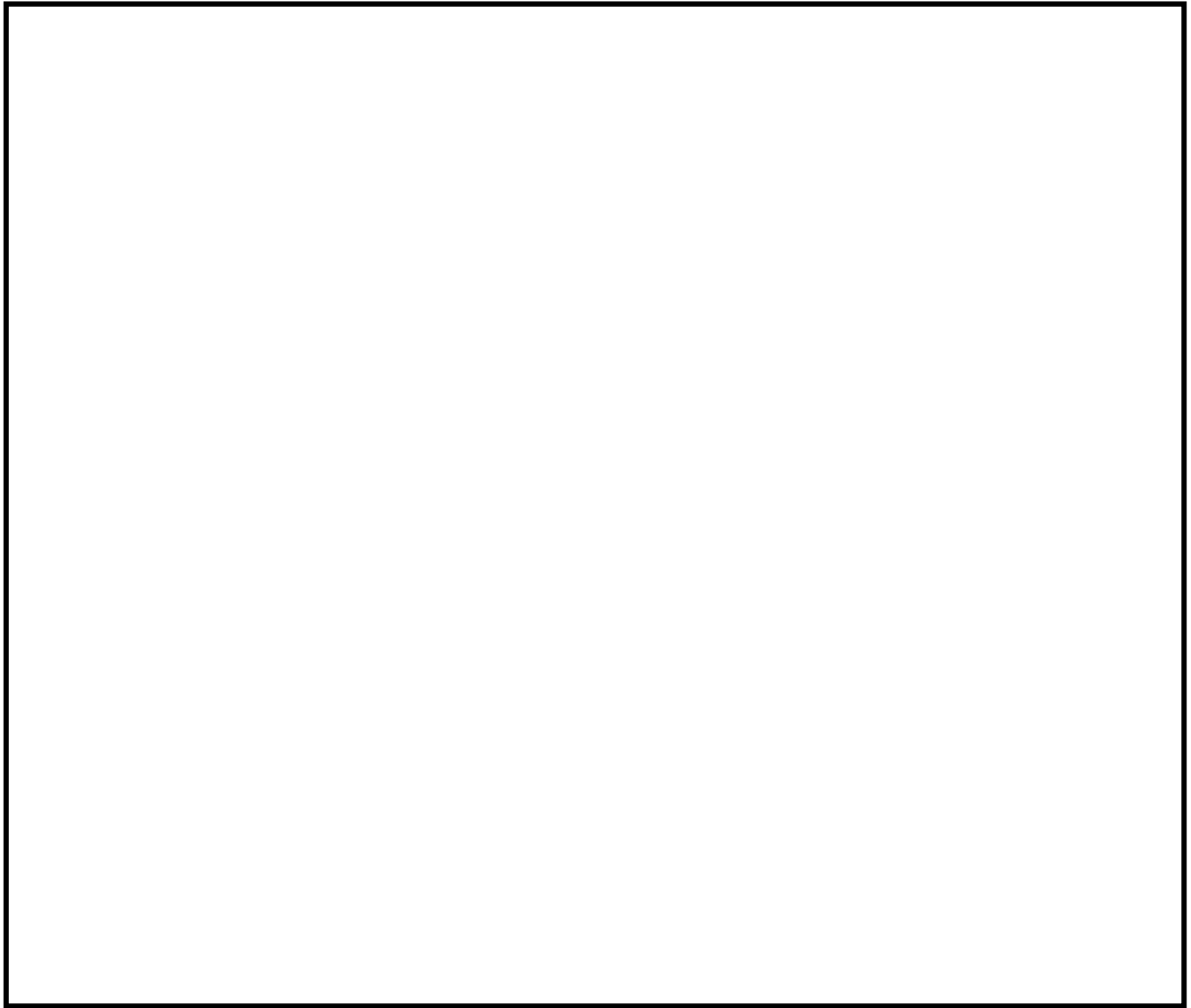
火災想定施設の配置を第4-6図に、火災想定施設の火災発生時における放射熱強度を第4-7図に示す。

可燃物施設について評価を実施した結果、第4-3表に示すとおりアクセスルートに影響がないことを確認した。

- ・アクセスルートは複数確保していることから、万一、火災が発生した場合においても、迂回することが可能である。
- ・主要変圧器は、中越沖地震による変圧器火災対策、延焼防止対策が図られていること、また、2、3号炉の変圧器において防油堤内に漏えいした絶縁油は、防油堤地下の漏油受槽に流下することから火災発生の可能性は極めて低い（別紙(6)参照）と考えられるが、火災が発生するものとして評価を行った。
- ・第4-7図に示す火災想定施設の火災が発生した場合でも、アクセスルートからの離隔距離が確保されており、アクセスルートへの影響はない（別紙(6)参照）。
- ・OFケーブル及び重油移送配管は地下又はダクト内設置であり、地上部のアクセスルートへの影響はない（別紙(6)参照）。
- ・万一、同時に複数の火災が発生した場合でも、自衛消防隊による早期の消火活動が可能であり、アクセスルートに対して影響の大きい箇所から消火活動を行う（別紙(7)参照）。なお、消火活動は火災発生箇所近傍の使用可能な消火栓（ろ過水タンク、補助消火水槽）又は防火水槽を用いる。



第4-5 図 可燃物施設漏えい時被害想定 判定フロー



第 4-6 図 火災想定施設配置

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。



第 4-7 図 火災想定施設の放射熱強度

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。

第4-3表 可燃物施設漏えい時被害想定(1/5)

対象設備	内容物	容量	被害想定	対応内容	
ガスタービン 発電機用 軽油タンク	軽油	560kL	・なし	<ul style="list-style-type: none"> <li>・基準地震動S<sub>s</sub>により破損しないため、火災は発生しない。</li> <li>・万一、火災が発生した場合には、迂回する。また、自衛消防隊による消火活動を実施する。</li> </ul>	①
第2予備変圧器	絶縁油	15kL			
重油移送配管 (第4-6図部分 除く)	重油	残油			
予備変圧器	絶縁油	10kL	<ul style="list-style-type: none"> <li>・基準地震動S<sub>s</sub>により変圧器が破損し、漏えいした絶縁油による火災発生のおそれ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・中越沖地震によって発生した柏崎刈羽原子力発電所3号炉の所内変圧器火災の要因を考慮した変圧器火災対策が図られている。</li> <li>・防油堤が設置されており、漏えいした絶縁油は防油堤内に全量貯留可能である。</li> <li>・防油堤内に全量貯留状態で火災が発生した場合*でも、アクセスルートからの離隔距離が確保されており、アクセスルートへの影響はない。</li> <li>・基準地震動S<sub>s</sub>により防油堤の損壊も考えられるが、周囲の地下ダクト内に流下すること及びアクセスルート方向に向わない排水路に流下するため、地上部のアクセスルートへの影響はない。</li> <li>・万一、アクセスルートに影響のある火災が発生した場合には、迂回する。また、自衛消防隊による消火活動を実施する。</li> </ul>	⑤
1号炉 起動変圧器	絶縁油	46kL			

第4-3表 可燃物施設漏えい時被害想定(2/5)

対象設備	内容物	容量	被害想定	対応内容
2号炉 主変圧器	絶縁油	77kL	<ul style="list-style-type: none"> <li>基準地震動Ssにより変圧器が破損し、漏えいした絶縁油による火災発生のおそれ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>中越沖地震によって発生した柏崎刈羽原子力発電所3号炉の所内変圧器火災の要因を考慮した変圧器火災対策が図られていること及び防油堤内に漏えいした絶縁油は防油堤地下の漏油受槽に流下するため、地上部のアクセスルートに影響のある変圧器火災の可能性は極めて小さい。</li> <li>防油堤内に全量貯留状態で火災が発生した場合でも、アクセスルートからの離隔距離が確保されており、アクセスルートへの影響はない。</li> <li>万一、アクセスルートに影響のある火災が発生した場合には、迂回する。また、自衛消防隊による消火活動を実施する。</li> </ul>
2号炉 所内変圧器	絶縁油	20kL		
2号炉 起動変圧器	絶縁油	24kL		
3号炉 主変圧器	絶縁油	141kL		
3号炉 所内変圧器	絶縁油	21kL		
3号炉 補助変圧器	絶縁油	37kL		
ディーゼル 燃料貯蔵タンク	軽油	A系： 170kL A2系： 170kL HPCS系： 170kL	<ul style="list-style-type: none"> <li>基準地震動Ssによりタンク又は付属配管が破損し、漏えいした軽油による火災発生のおそれ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地下式のタンクであり、地上部のアクセスルートへの影響はない。</li> <li>万一、アクセスルートに影響のある火災が発生した場合には、迂回する。また、自衛消防隊による消火活動を実施する。</li> </ul>
ディーゼル 燃料貯蔵タンク	軽油	B1： 100kL B2： 100kL B3： 100kL		
緊急時対策所用 燃料地下タンク	軽油	45kL		
ガスタービン 燃料地下タンク	軽油	45kL		



第4-3表 可燃物施設漏えい時被害想定(3/5)

対象設備	内容物	容量	被害想定	対応内容	
補助ボイラ LPGボンベ 【補助ボイラ LPGボンベ庫】	プロパン ガス	100kg	・なし	<ul style="list-style-type: none"> <li>補助ボイラLPGボンベはマニホールドにて一連で固定、又はチェーンにより固縛されており、転倒による損傷は考えにくく、また着火源とも成り難いため火災の発生は極めて低い。</li> <li>万一、火災が発生した場合には、迂回する。また、自衛消防隊による消火活動を実施する。</li> </ul>	④
OFケーブル	絶縁油	16kL	・基準地震動S <sub>s</sub> によりOFケーブルが破損し、漏えいした絶縁油による火災発生のおそれ	<ul style="list-style-type: none"> <li>地下又はダクト内設置であり、地上部のアクセスルートへの影響はない。</li> <li>万一、火災が発生した場合には、迂回する。また、自衛消防隊による消火活動を実施する。</li> </ul>	⑤
重油移送配管 (第4-6図部分)	重油	残油	・基準地震動S <sub>s</sub> により配管が破損し、漏えいした重油による火災発生のおそれ		
OFケーブル タンク	絶縁油	MTr : 1.5kL (6槽) STr : 0.6KL (3槽)	・基準地震動S <sub>s</sub> によりタンク又は付属配管が破損し、漏えいした絶縁油による火災発生のおそれ	<ul style="list-style-type: none"> <li>防油堤が設置されており、漏えいした重油は防油堤内に全量貯留可能である。</li> <li>防油堤内に全量貯留状態で火災が発生した場合※でも、アクセスルートからの離隔距離が確保されており、アクセスルートへの影響はない。</li> <li>基準地震動S<sub>s</sub>により防油堤の損壊も考えられるが、周囲の地下ダクト内に流下するため、地上部のアクセスルートへの影響はない。</li> <li>万一、アクセスルートに影響のある火災が発生した場合には、迂回する。また、自衛消防隊による消火活動を実施する。</li> </ul>	⑤
補助ボイラ サービスタンク	重油	2.0kL	・基準地震動S <sub>s</sub> によりタンク又は付属配管が破損し、漏えいした重油による火災発生のおそれ		

第4-3表 可燃物施設漏えい時被害想定(4/5)

対象設備	内容物	容量	被害想定	対応内容	
重油タンク	重油	No. 1 :900kL No. 2 :900kL No. 3 :900kL	・基準地震動Ssによりタンク又は付属配管が破損し、漏えいした重油による火災発生のおそれ	<ul style="list-style-type: none"> <li>耐震性を有する溢水防止壁が設置されており、漏えいした重油は溢水防止壁内に全量貯留可能である。</li> <li>溢水防止壁内に全量貯留状態で火災が発生した場合でも、アクセスルートからの離隔距離が確保されており、アクセスルートへの影響はない。</li> <li>万一、アクセスルートに影響のある火災が発生した場合には、迂回する。また、自衛消防隊による消火活動を実施する。</li> </ul>	②
固化材タンク	不飽和ポリエステル樹脂	21.6kL	・なし	<ul style="list-style-type: none"> <li>2号炉運転中において使用する予定はなく、「空」の状態での運用する。</li> </ul>	③
非常用ディーゼル発電設備 軽油タンク	軽油	(A) : 560kL (B) : 560kL		<ul style="list-style-type: none"> <li>危険物貯蔵所としての使用を廃止し、軽油を貯蔵しない運用とする。</li> </ul>	
水素ガスボンベ 【水素・炭酸ガスボンベ室】	水素	140m <sup>3</sup>	・なし	<ul style="list-style-type: none"> <li>ガスボンベはマニホールドにて一連で固定、又はチェーンにより固縛されており、転倒による損傷は考えにくく、また着火源とも成り難いため火災の発生は極めて低い。</li> <li>万一、火災が発生した場合には、迂回する。また、自衛消防隊による消火活動を実施する。</li> </ul>	④
水素ガスボンベ 【高圧ガス貯蔵所】	水素	1,155m <sup>3</sup>			
LPGボンベ 【協力企業A社事務所4】	プロパンガス	80kg			
アセチレンガスボンベ 【5号倉庫】	アセチレン	123L			
アセチレンガスボンベ 【協力企業A社事務所2】	アセチレン	41L			

第4-3表 可燃物施設漏えい時被害想定(5/5)

対象設備	内容物	容量	被害想定	対応内容
第1危険物倉庫	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第4類 第1石油類 1.9kL</li> <li>・第4類 アルコール類 600L</li> <li>・第4類 第2石油類 19.2kL</li> <li>・第4類 第3石油類 3.4kL</li> <li>・第4類 第4石油類 36kL</li> </ul>		・なし	<ul style="list-style-type: none"> <li>・倉庫への保管可能量は限られており、また倉庫そのものが危険物を保管するための専用の保管庫になっているため火災の発生は極めて低い。</li> <li>・万一、火災が発生した場合には、迂回する。また、自衛消防隊による消火活動を実施する。</li> </ul>
第3危険物倉庫	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第4類 第1石油類 6.4kL</li> <li>・第4類 第2石油類 1.2kL</li> <li>・第4類 第3石油類 1.4kL</li> <li>・第4類 第4石油類 40kL</li> </ul>			
危険物倉庫	<ul style="list-style-type: none"> <li>・第4類 第1石油類 3.28kL</li> <li>・第4類 第2石油類 3.5kL</li> </ul>			

④

※：基準地震動  $S_s$  による防油堤の損壊により、防油堤外に漏えいした場合は、周囲の地下ダクト内に流下する又はアクセスルート方向に向わない排水路に流下するが、「防油堤内に全量貯留状態」における火災評価を行い、アクセスルートに影響がないことを確認する。(別紙(6)参照)。

【可燃物施設の固縛状況等】



補助ボイラLPGボンベ庫



補助ボイラLPGボンベの固縛状況  
(補助ボイラLPGボンベ庫)



水素・炭酸ガスボンベ室



水素ガスボンベの固縛状況  
(水素・炭酸ガスボンベ室)



高圧ガス貯蔵所



水素ガスボンベの固縛状況  
(高圧ガス貯蔵所)

(b) 可搬型設備

保管場所に配備する可搬型設備について評価を実施した結果、第 4-4 表に示すとおり、アクセスルート及び可搬型設備に影響がないことを確認した。

第 4-4 表 可搬型設備の被害想定

対象設備	内容物	被害想定	対応内容
可搬型設備 【各保管場所】	軽油	<ul style="list-style-type: none"> <li>可搬型設備の車両火災による他の車両への影響</li> <li>可搬型設備のアクセスルートへの運搬不能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>可搬型設備間の離隔距離を 3m 以上取ることにより、周囲の車両に影響を及ぼさない。(外部火災にて評価)</li> <li>4 箇所ある保管場所には火災を感知するために炎感知器及び熱感知カメラを設置するため、早期に検知が可能である。</li> <li>万一、火災が発生した場合には自衛消防隊による消火活動を実施する。</li> </ul>

(c) 構内（防火帯内側）の植生

構内の植生火災について評価を実施した結果、第 4-5 表に示すとおり、アクセスルート及び可搬型設備に影響がないことを確認した。

第 4-5 表 構内植生による被害想定

対象	被害想定	対応内容
構内の植生	<ul style="list-style-type: none"> <li>可搬型設備保管場所近傍の植生火災による可搬型設備への影響</li> <li>アクセスルート近傍の植生火災による可搬型設備の運搬不能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 箇所ある保管場所には火災を感知するために炎感知器及び熱感知カメラを設置するため、早期に検知が可能である。また、自衛消防隊による消火活動を実施する。</li> <li>可搬型設備への影響が想定される場合には、可搬型設備を影響範囲外に移動する。</li> <li>万一、植生火災が発生した場合には、迂回する。</li> </ul>



熱感知カメラ



炎感知器

c. 薬品タンクの損壊

(a) 評価方針

薬品タンク損壊による影響が及ぶ範囲にアクセスルートが含まれるか否かを評価する。

(b) 評価結果

薬品タンク漏えい時について評価を実施した結果、第4-6表に示すとおり、アクセスルートに影響がないことを確認した。

- ・屋外に設置されている薬品タンクのうち、2号炉NGC液体窒素貯蔵タンクは、漏えいした場合であっても液体窒素が外気中に拡散することから、漏えいによる影響はない。
- ・屋外に設置されている薬品タンクのうち、2号炉鉄イオン溶解タンクは漏えいした場合であっても側溝に流れることから、漏えいによる影響はない。
- ・建物内に設置されている薬品タンクは漏えいした場合であっても側溝に流れることから、漏えいによる影響はない。

第4-6表 薬品タンク漏えい時被害想定(1/2)

対象設備	内容物	容量	被害想定	対応内容
・2号炉 鉄イオン溶解 タンク	硫酸第一 鉄水溶液 (10wt%)	19 m <sup>3</sup>	(漏えい) ・地震によりタンク及び配管が破損し、漏えいする。 (人体への影響) ・吸入や接触により刺激を受けることがある。	・地震により破損した場合は、側溝に流れることから、作業・アクセスに対して影響はない。 ・万一、アクセスルート側に漏えいを発見し、薬品を特定した後は、緊急時対策要員が近傍を通るときに防護具を着用し、安全を確保した上で通行及び作業を行う。

第4-6表 薬品タンク漏えい時被害想定(2/2)

対象設備	内容物	容量	被害想定	対応内容
<p>・PAC貯槽 【1号水ろ過装置室】</p>	<p>ポリ塩化アルミニウム</p>	<p>0.3m<sup>3</sup></p>	<p>(漏えい)                      ・地震により、タンク及び配管が破損、漏えいする。                      (人体への影響)                      ・皮膚、眼に対して軽度の刺激性がある。</p>	<p>・タンクは建物内に設置されている。                      ・タンク周辺に堰を設置している。                      ・タンク及び付属配管が破損し漏えいしても堰内に全量収まる。                      ・地震により堰が破損した場合は、1号水ろ過装置室周辺に敷かれている側溝に流れることから、作業・アクセスに対して影響はない。                      ・万一、アクセスルート側に漏えいを発見し、薬品を特定した後は、影響のないアクセスルートに迂回する又は緊急時対策要員が近傍を通るときに防護具を着用し、安全を確保した上で通行及び作業を行う。</p>
<p>・硫酸貯槽 【1号水ろ過装置室】</p>	<p>硫酸(30%) (劇物)</p>	<p>0.3m<sup>3</sup></p>	<p>(漏えい)                      ・地震により、タンク及び配管が破損する。                      (人体への影響)                      ・接触により皮膚の薬傷、眼の損傷のおそれがある。                      ・吸入により生命の危険、呼吸器系の障害のおそれがある。</p>	<p>・タンクは建物内に設置されている。                      ・タンク周辺に堰を設置している。                      ・タンク及び配管が破損し漏えいしても堰内に全量収まる。                      ・地震により堰が破損した場合は、1号水ろ過装置室周辺に敷かれている側溝に流れることから、作業・アクセスに対して影響はない。                      ・万一、アクセスルート側に漏えいを発見し、薬品を特定した後は、影響のないアクセスルートに迂回する又は緊急時対策要員が近傍を通るときに防護具を着用し、安全を確保した上で通行及び作業を行う。</p>
<p>・2号炉 N G C液体窒素貯蔵タンク</p>	<p>液体窒素</p>	<p>3.5m<sup>3</sup></p>	<p>(漏えい)                      ・地震により、タンク及び配管が破損する。                      (人体への影響)                      ・吸入により窒息のおそれがある。                      ・接触により凍傷のおそれがある。</p>	<p>・当該設備は屋外に設置されており、万一漏えい等が発生した場合でも外気中に拡散することから、作業・アクセスに対して影響はない。                      ・万一、窒素の漏えいを発見した場合には、影響のないアクセスルートに迂回する。</p>

d. アクセスに係る防護具等

重大事故等により放射線影響のおそれがある場合及び薬品漏えいが発生した場合を考慮しても対応作業が可能なよう、持ち運びやすいようセットして放射線防護具及び薬品防護具を配備する。なお、作業現場に向かう際には、放射線防護具及び薬品防護具を携帯する。

放射線影響のおそれがある場合及び薬品漏えいが発生していると考えられる場合には、炉心損傷の徴候等や薬品タンクの損壊及び漏えいの状況に応じて放射線防護具及び薬品防護具を着用し、対応操作現場に向かう手順としている。

【配備箇所】

- 緊急時対策所 (40 セット)
- 中央制御室 (10 セット)

【セット品 (放射線防護具及び薬品防護具)】

- 汚染防護服      ○全面マスク      ○チャコール・フィルタ
- 綿手袋            ○ゴム手袋            ○化学防護手袋
- 化学防護長靴    等



放射線防護具，薬品防護具一式（1セット）



e. タンクからの溢水

(a) 評価方針

敷地内のタンクからの溢水による影響について評価する。

また、地震によりタンクに大開口が生じ短時間で大量の水が流出するようにはないと考えられるが、タンクの損傷形態及び流出水の伝播に係る評価条件を保守的に設定した上で、アクセスルートへの影響を評価するために溢水伝播挙動評価を実施する。

(b) 評価結果

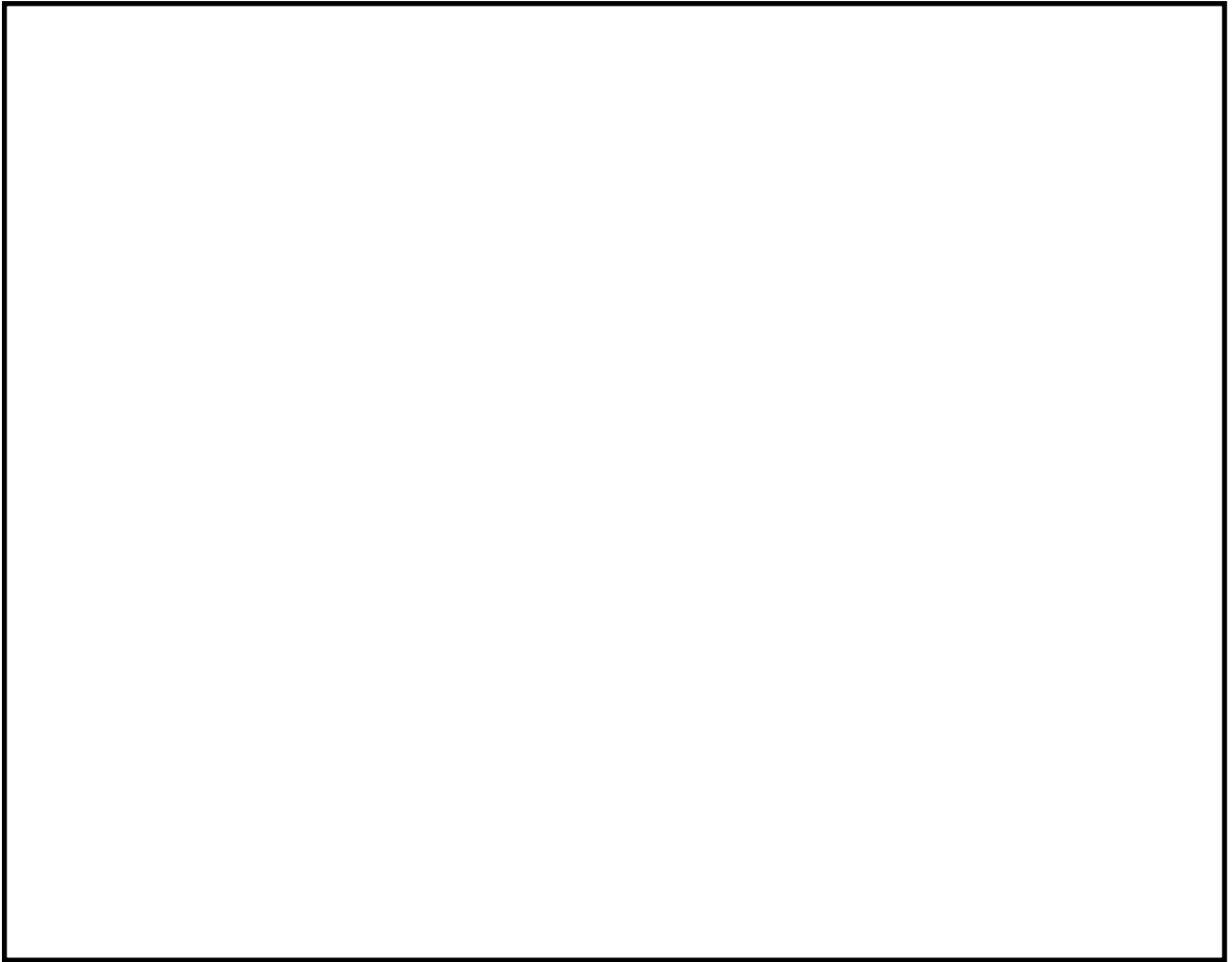
敷地内の溢水源となる可能性のあるタンク等の配置を第4-8図に示す。

溢水源となる可能性のあるタンク等について評価を実施した結果、第4-7表に示すとおりアクセスルートに影響がないことを確認した。

また、屋外タンクからの溢水を考慮した場合においても、EL8.5m エリアについては、周辺の空地が平坦かつ広大であり、EL15m エリア以上では周辺の道路上及び排水設備を自然流下し比較的短時間で拡散するものと考えられるが、最大約100cmの浸水深となるルート上(第4-8図地点⑦)であっても敷地形状により管理事務所東側道路からEL8.5m エリアへ向けて流下するため、10分後には徒歩<sup>\*</sup>及び可搬型設備がアクセス可能な浸水深(別紙(8)参照)となること、可搬型設備接続口付近を含むその他の抽出地点においては常に徒歩及び可搬型設備がアクセス可能な浸水深であることから、事故対応のためのアクセスルート確保及び作業実施に影響はない(別紙(33)参照)。

※建物の浸水時における歩行可能な水深は、歩行困難水深、水圧でドアが開かなくなる水深等から30cm以下と設定しており、屋外においても同様の値とする。

「地下空間における浸水対策ガイドライン」(平成14年3月28日国土交通省公表)参照



第 4-8 図 発電所内の主な屋外タンク等の配置図

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。

第4-7表 溢水タンク漏えい時被害想定(1/2)

対処設備	保有水量 [m <sup>3</sup> ]	溢水量 [m <sup>3</sup> ]	被害想定	対応内容
① 1号炉処理水受入タンク	2,000	0	・ なし	・ タンクを空運用とすることとし、QMS文書に反映し管理することから溢水量を0m <sup>3</sup> とした。 ※島根3号炉原子炉施設設置変更許可(平成17年4月26日付け 平成15・12・18原第3号)を踏まえて設置した「3号炉非常用ディーゼル発電設備軽油タンク」を、島根3号炉原子炉設置変更許可(平成30年8月10日付け平成30・8・10電安炉技第8号)において、「地上式淡水タンク」に変更した。
② 1号炉補助サージタンク	500	0		
③ 3号炉低压原子炉代替注水槽	2,500	0		
④ 補助消火水槽(A),(B)	400	0		
⑤ 地上式淡水タンク(A),(B)※	1,120	0		
⑥ 2号炉復水貯蔵タンク	2,000	0	・ なし	・ 基準地震動S <sub>s</sub> による地震力に対し、遮蔽壁のバウンダリ機能を保持し、溢水防護措置(扉の水密化、開口部への止水処置)を実施することから、アクセス性に影響はない。
⑦ 2号炉補助復水貯蔵タンク	2,000	0		
⑧ 2号炉トールラス水受入タンク	2,000	0		
⑨ 重油タンク(3基)	2,700	0	・ なし	・ 基準地震動S <sub>s</sub> による地震力に対し、タンク又は防油堤等のバウンダリ機能が保持できることから、アクセス性に影響はない。
⑩ 1号炉復水貯蔵タンク	500	0		
⑪ 3号炉復水貯蔵タンク	2,000	0		
⑫ 3号炉補助復水貯蔵タンク	2,000	0		
⑬ 非常用ろ過水タンク	2,500	0		
⑭ ガスタービン発電機用軽油タンク	560	0		
⑮ 3号炉ろ過水タンク	1,000	1,000		
⑯ 3号炉純水タンク	1,000	1,000		
⑰ 消火用水タンク(A),(B)	2,400	2,400		
⑱ 変圧器消火水槽	306	306		
⑲ 純水タンク(A),(B)	1,200	1,200	・ 基準地震動S <sub>s</sub> によるタンク及び付属配管の破損による溢水	・ 地震によりタンク又は付属配管が破損した場合でも、EL15mエリア以上では傾斜により高さの低い敷地へ比較的短時間で拡散することから、アクセス性に影響はない。 ・ 万一、溢水した場合であっても、純水、ろ過水であり、人体への影響はない。
⑳ 2号ろ過水タンク	3,000	3,000		
㉑ 1号ろ過水タンク	3,000	3,000		

第4-7表 溢水タンク漏えい時被害想定(2/2)

対処設備	保有水量 [m <sup>3</sup> ]	溢水量 [m <sup>3</sup> ]	被害想定	対応内容
②②輪谷貯水槽 (西1/西2)	10,000	0	・なし	・基準地震動S <sub>s</sub> による地震力に対し、耐震性を確保する。また、スロッシングによる溢水防止対策(密閉式貯水槽)を実施していることから、アクセス性に影響がない。
②③輪谷貯水槽 (東1/東2)	10,000	1,864	・基準地震動S <sub>s</sub> によるスロッシングでの溢水	・スロッシングにより溢水した場合でも、傾斜により高さの低い敷地へ比較的短時間で拡散することから、アクセス性に影響はない。 ・万一、溢水した場合であっても、淡水であり、人体への影響はない。
②④管理事務所1号館 東調整池	1,520	1,520	・基準地震動S <sub>s</sub> による貯水槽の破損による溢水	・地震により貯水槽又は付属配管が破損した場合でも、傾斜により高さの低い敷地へ比較的短時間で拡散することから、アクセス性に影響はない。 ・万一、溢水した場合であっても、淡水であり、人体への影響はない。
②⑤輪谷200t貯水槽	200	0	・なし	・当該設備は敷地を掘り込んだ構造となっており、水面が敷地高さより低いことから、アクセス性に影響はない。
②⑥中和沈殿槽	5,400	0		
②⑦輪谷貯水槽(西1/西2)沈砂池	260	0		
②⑧宇中貯水槽	15,800	0		
②⑨輪谷貯水槽(東1/東2)沈砂池	260	260	・基準地震動S <sub>s</sub> による貯水槽の破損による溢水	・地震により貯水槽が破損した場合でも、傾斜により高さの低い敷地へ比較的短時間で拡散することから、アクセス性に影響はない。 ・万一、溢水した場合であっても、淡水であり、人体への影響はない。

③ 周辺斜面の崩壊, ④ 道路面のすべり

a. 評価方法

アクセスルートの周辺斜面について、基準地震動  $S_s$  によるすべり安定性評価を実施する。なお、評価に当たっては、保管場所の周辺斜面及び敷地下斜面がアクセスルート周辺斜面を兼ねることから、アクセスルート周辺斜面において検討する。

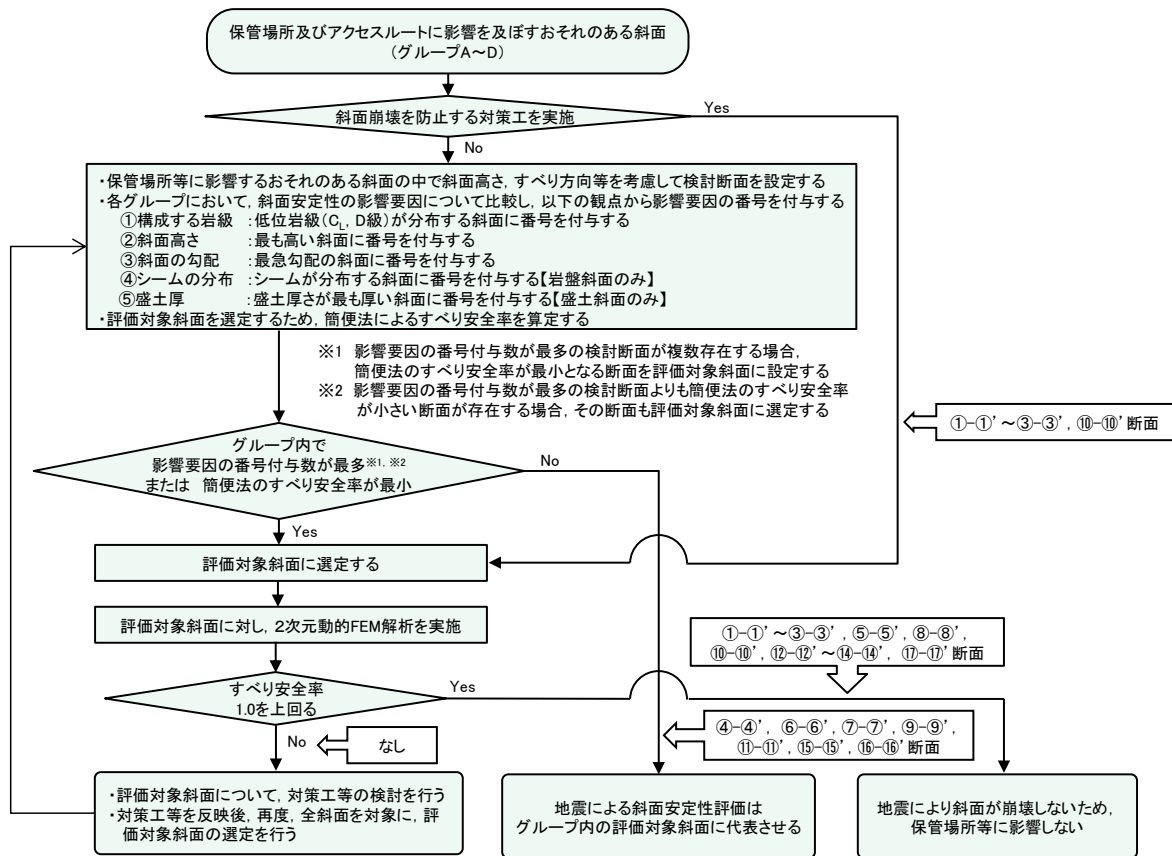
**【周辺斜面のすべり安定性評価】**

周辺斜面のすべり安定性評価フローを第4-9図に示す。

保管場所及びアクセスルートに影響を及ぼすおそれのある斜面を第4-10図に示す。これらの斜面を対象に、斜面法尻標高毎及び種類毎に4つのグループに分類し、グループ毎に影響要因（①構成する岩級、②斜面高さ、③斜面の勾配、④シームの分布の有無、⑤盛土厚）の観点から比較を行い、影響要因の番号付与及び簡便法により定量的に比較検討を実施し、評価対象斜面を選定した（第4-11図及び第4-8表）。

選定した評価対象斜面を対象に、基準地震動  $S_s$  に対する地震応答解析を二次元動的有限要素法により行う。なお、解析手法、解析コード等は「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ついて」と同様に行う。

対策工を実施した斜面のうち切取を行った斜面については、切取後の斜面で基準地震動  $S_s$  に対する地震応答解析を実施し、地震時の斜面の安定性評価を実施した。また、地震による斜面崩壊の防止措置を講ずるための敷地内土木構造物である抑止杭を設置した斜面については、抑止杭の耐震評価及び抑止杭を反映した地震時の斜面の安定性評価を実施した。（詳細は、別紙(31)を参照）

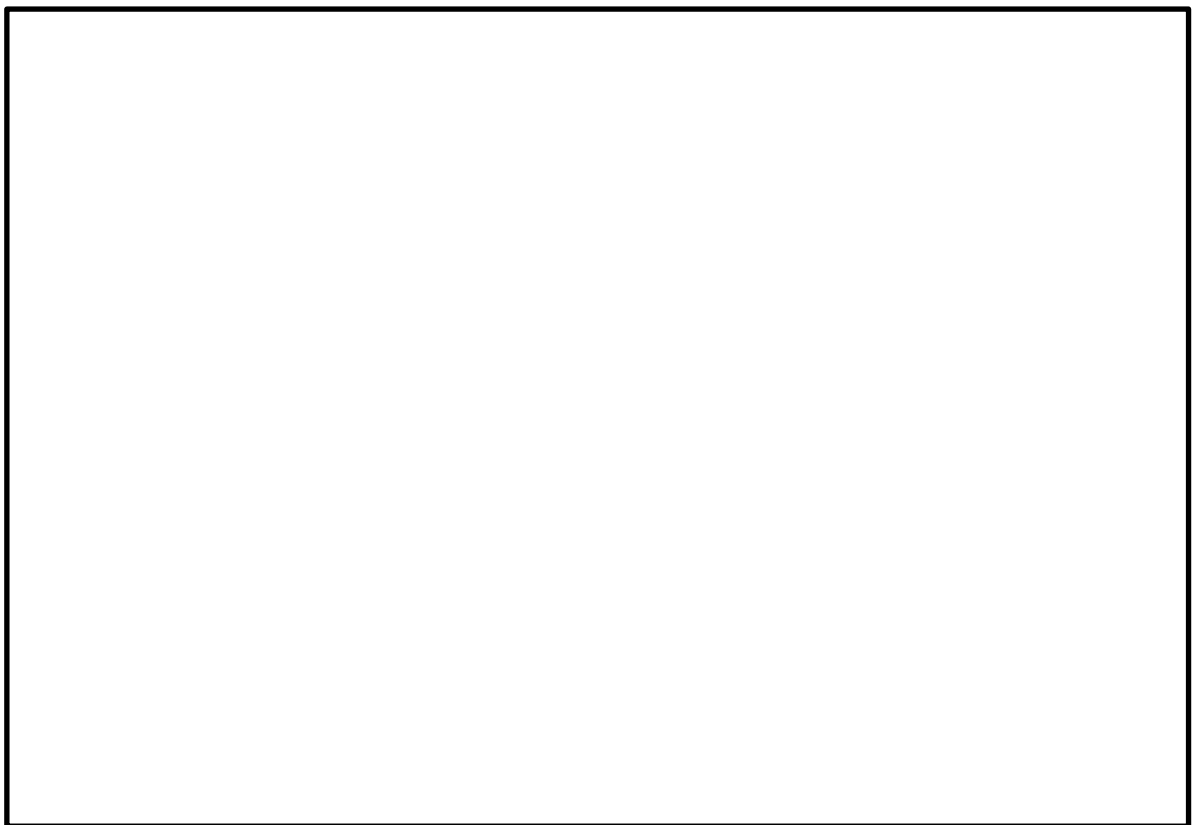


第 4-9 図 保管場所等の評価対象斜面のすべりに対する安定性評価のフロー



第 4-10 図 保管場所及びアクセスルートに影響を及ぼすおそれのある斜面

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。



第4-11図 評価対象断面位置

第4-8表 評価対象斜面

グループ	斜面種別	対象斜面
A	岩盤斜面	⑤-⑤' 断面
B	盛土斜面	⑧-⑧' 断面
C	岩盤斜面	⑫-⑫' 断面 ⑬-⑬' 断面 ⑭-⑭' 断面
D	盛土斜面	⑰-⑰' 断面
対策工を実施した斜面	切取を実施した斜面	③-③' 断面 ⑩-⑩' 断面
	抑止杭を設置した斜面	①-①' 断面 ②-②' 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。

b. 評価結果

周辺斜面の安定性評価結果を第4-9表及び第4-12図に示す。

周辺斜面を対象としたすべりに対する安定性評価の結果、評価対象斜面の最小すべり安全率は評価基準値1.0を上回っていることを確認した。

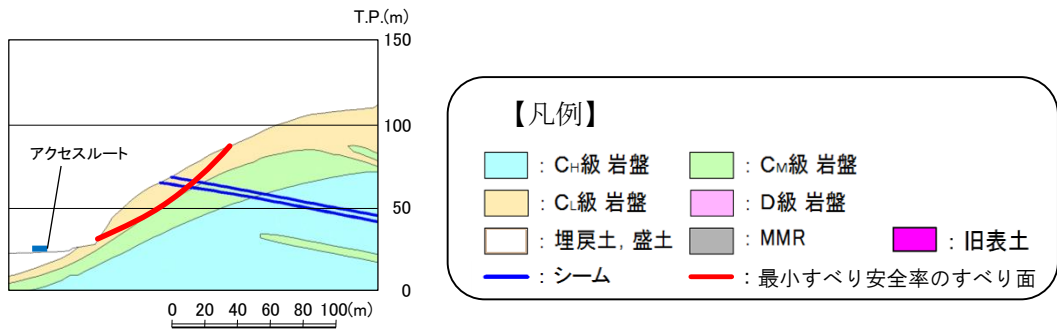
以上のことから、保管場所及びアクセスルート周辺斜面のすべり安定性について問題ないことを確認した。

第4-9表 周辺斜面の安定性評価結果

グループ	斜面種別	評価対象斜面	すべり安全率
A	岩盤斜面	⑤-⑤' 断面	2.48
B	盛土斜面	⑧-⑧' 断面	1.61
C	岩盤斜面	⑫-⑫' 断面	2.07
		⑬-⑬' 断面	1.47
		⑭-⑭' 断面	1.53
D	盛土斜面	⑰-⑰' 断面	2.17
対策工を実施した斜面	切取を実施した斜面	③-③' 断面	2.53
		⑩-⑩' 断面	3.83
	抑止杭を設置した斜面	①-①' 断面 (対策工なし)	1.08
		(対策工あり)	1.37
		②-②' 断面 (対策工なし)	1.24
(対策工あり)	1.67		



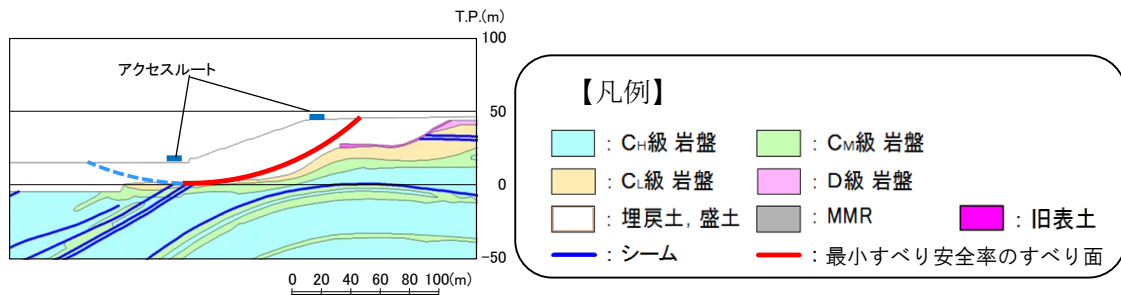
【グループ A】



⑤-⑤' 断面

第 4-12 図 周辺斜面の安定性評価結果 (1 / 5)

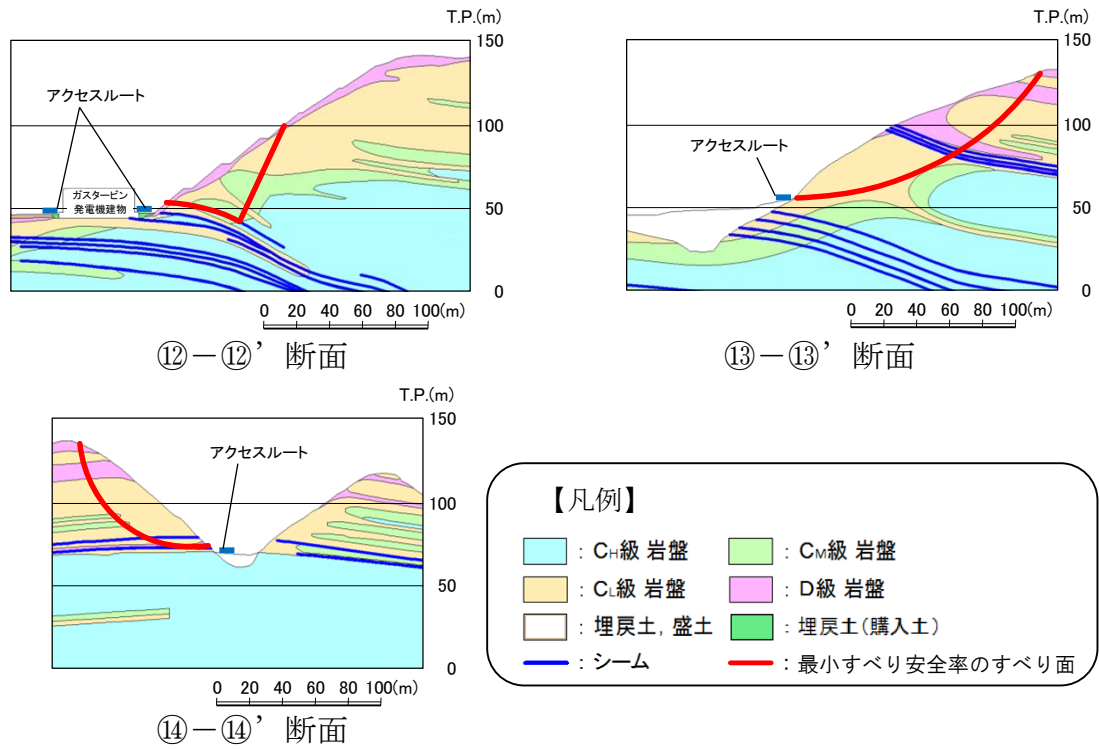
【グループ B】



⑧-⑧' 断面

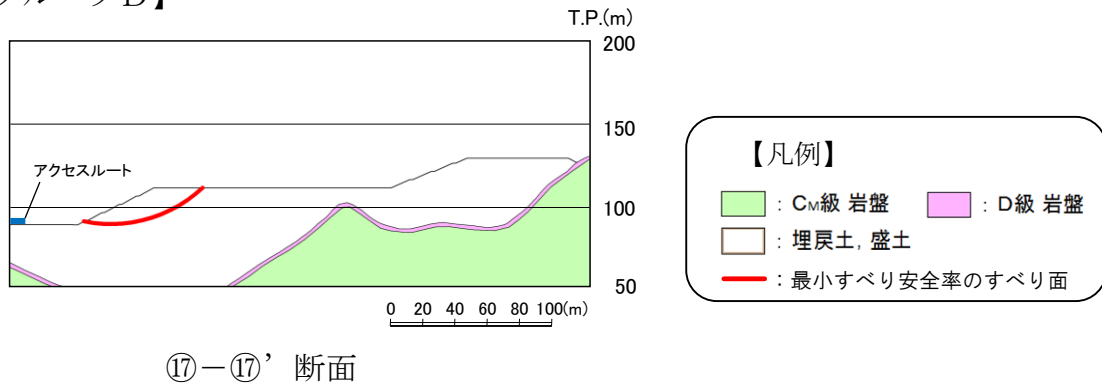
第 4-12 図 周辺斜面の安定性評価結果 (2 / 5)

【グループC】



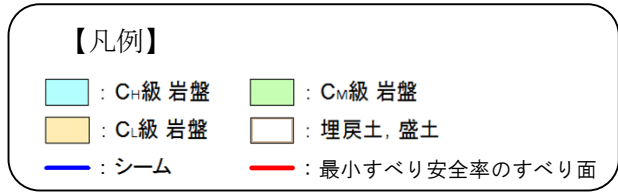
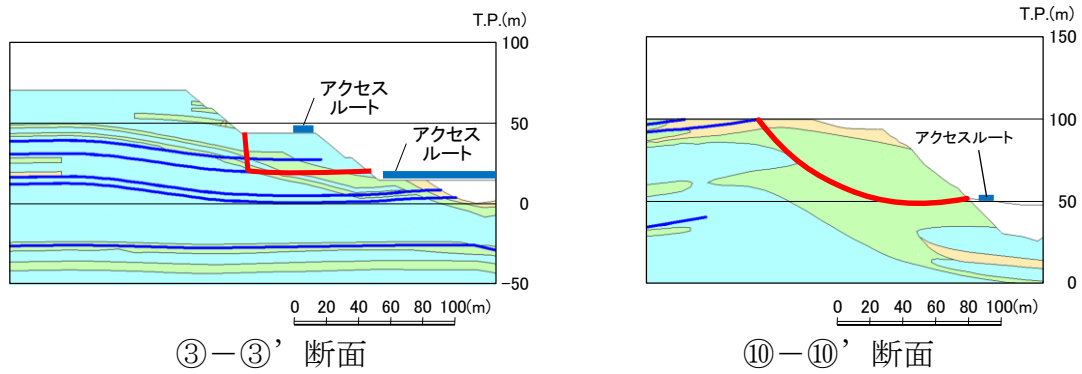
第 4-12 図 周辺斜面の安定性評価結果 ( 3 / 5 )

【グループD】

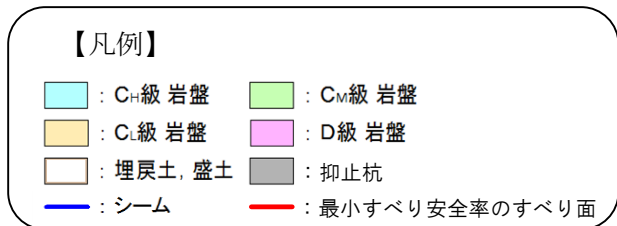
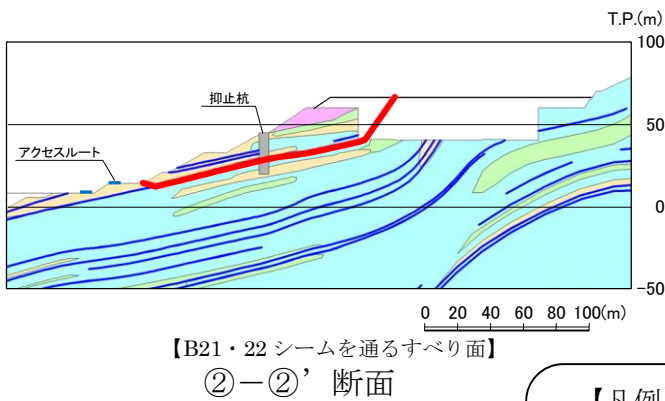
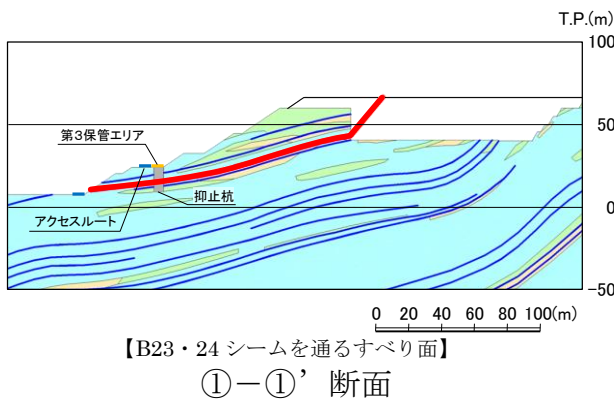


第 4-12 図 周辺斜面の安定性評価結果 ( 4 / 5 )

【対策工を実施した斜面（切取を実施した斜面）】



【対策工を実施した斜面（抑止杭を設置した斜面）】



第4-12 図 周辺斜面の安定性評価結果（5 / 5）

⑤ 液状化及び揺すり込みによる不等沈下，液状化に伴う浮き上がり

アクセスルートにおいて，以下の箇所における段差発生を想定し，不等沈下による通行不能が発生しないか確認し，通行に支障がある場合は，別途仮復旧時間の評価を行う。

- ・ 地中埋設構造物及び地盤改良部と埋戻部との境界部（埋設物等境界部）
- ・ 地山と埋戻部との境界部

なお，アクセスルート下の地中埋設構造物については，建設工事の記録やプラントウォークダウンにより確認した。

また，アクセスルート下の地中埋設構造物の液状化に伴う浮き上がりについて評価を行い，浮き上がりが想定される場合には，対策を行い浮き上がりを防止する。

さらに，海岸付近のアクセスルートについては，液状化による側方流動を考慮した沈下の検討を行う。

a. 地中埋設構造物及び地盤改良部と埋戻部との境界部（埋設物等境界部）

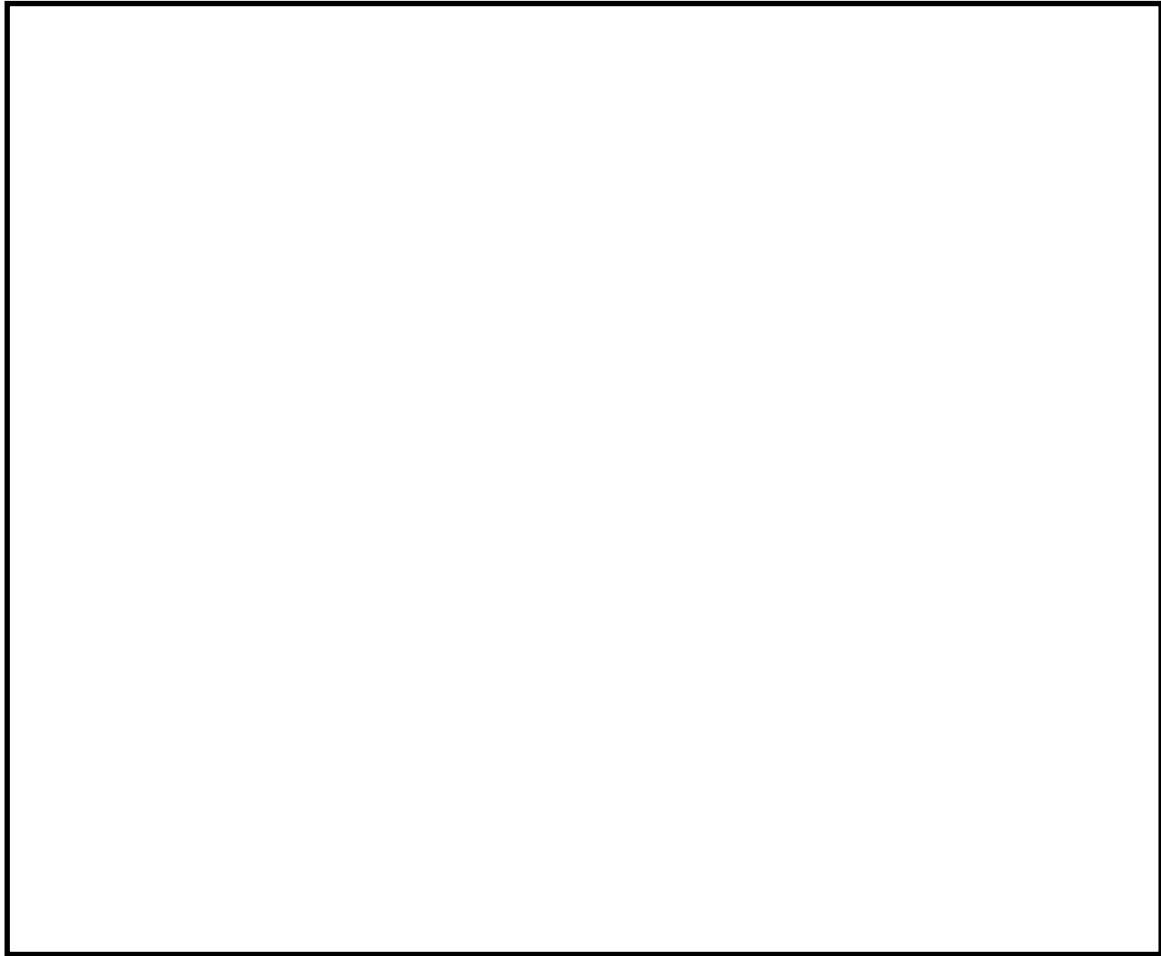
(a) 評価方法

アクセスルート下にあり，段差が生じる可能性がある地中埋設構造物及び地盤改良部と埋戻部との境界部（埋設物等境界部）を抽出した。抽出結果を第 4-13 図に示す。

この抽出箇所において，3.(4)c. ⑤(a)と同様に基準地震動  $S_s$  に対する液状化及び揺すり込みによる沈下を考慮し，両沈下量の合計を総沈下量として沈下量の評価を行う。

液状化及び揺すり込みによる沈下によりアクセスルート上に発生する地表面の段差量の評価基準値については，緊急車両が徐行により走行可能な段差量 15cm とする。

また，液状化に伴う浮き上がりが生じる可能性がある箇所として，アクセスルート下の地中埋設構造物設置箇所を抽出した。この抽出結果は，第 4-13 図と同様の通し番号を使用する。



第 4-13 図 地中埋設構造物及び地盤改良部と埋戻部との境界部  
(埋設物等境界部) の抽出結果

**【液状化による沈下量の算出法】**

3. (4) c . ⑤ (a) と同様に, 飽和地盤の液状化による沈下量は, 地下水位以深の飽和地盤 (埋戻土 (掘削ズリ), 埋戻土 (粘性土), 砂礫層及び旧表土) を, 保守的にすべて液状化による沈下の対象層とし, その堆積層厚の 3.5% とした。

**【揺すり込み沈下量の算出法】**

3. (4) c . ⑤ (a) と同様に, 不飽和地盤の揺すり込み沈下量は, 地表～地下水位以浅の不飽和地盤を, すべて揺すり込み沈下の対象層とし, その堆積層厚の 3.5% とした。

**【液状化に伴う浮き上がりの評価法】**

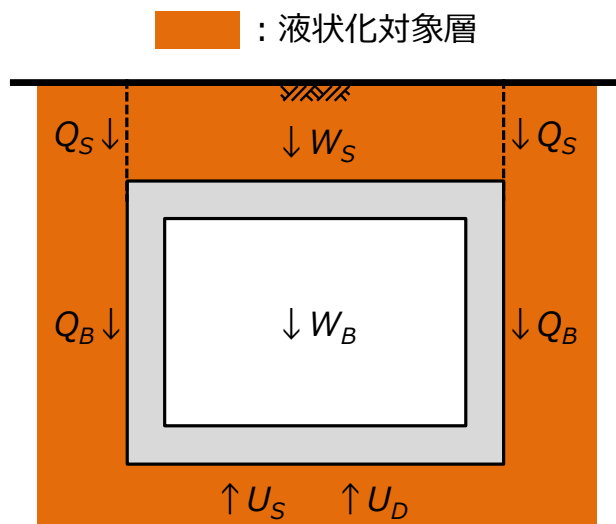
液状化に伴う地中埋設構造物の浮き上がりについては, 「土木学会: トンネル標準示方書, 2006」の「液状化時の浮上りに関する力のつり合い」に関する照査式に基づき評価し, 評価値が評価基準値の 1.0 を上回らないことを確認する (第 4-14 図参照)。

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。

- ・液状化については、地下水位以深の飽和地盤（埋戻土（掘削ズリ）、埋戻土（粘性土）、砂礫層及び旧表土）を、保守的にすべて液状化するものとして想定する。
- ・浮き上がりの評価対象は、第4-10表に示す箇所のうち、以下の条件に該当する箇所とする。

条件① 構造物下端よりも地下水位が高い箇所

条件② 内空を有する構造物の設置箇所



浮き上がり照査式

$$\gamma_i(U_S + U_D) / (W_S + W_B + 2Q_S + 2Q_B) \leq 1.0$$

$W_S$  : 鉛直荷重の設計用値

$W_B$  : 構造物の自重の設計用値

$Q_S$  : 上載土のせん断抵抗

$Q_B$  : 構造物側面の摩擦抵抗

$U_S$  : 構造物底面の静水圧による揚圧力の設計用値

$U_D$  : 構造物底面の過剰間隙水圧による揚圧力

$\gamma_i$  : 構造物係数(=1.0)

第4-14図 浮き上がり照査方法

第4-10表 浮き上がり評価対象の抽出結果

: 浮き上がり評価対象

通し番号	名称	条件①	条件②
1	ケーブルダクト (D5ダクト)	○	○
2	ケーブルダクト (D7ダクト)	○	○
3	1号炉南側盛土部地盤改良部	○	
4	東側ケーブル等迂回ダクト	○	○
5	消火配管ダクト	○	○
6	ケーブルダクト	○	○
7	ケーブルダクト	○	○
8	西側配管等迂回ダクト	○	○
9	ケーブルダクト	○	○
10	復水配管	○	○
11	2号炉開閉所連絡制御ケーブル配管ダクト	○	○
12	0Fケーブルダクト	○	○
13	排水路	○	○
14	光ケーブルダクト (No.20ダクト)	○	○
15	除じん機洗浄水排水管 (北側)	○	○
16	除じん機洗浄水排水管 (南側)	○	○
17	2号炉循環水排水路 (放水槽側)	○	○
18	2号炉循環水排水路 (取水槽側)	○	○
19	2号炉北側護岸	○	
20	2号炉取水槽 (取水管取合部) (西側)	○	○
21	2号炉取水槽 (取水管取合部) (東側)	○	○
22	海水電解, 消火配管ダクト	○	○
23	光ケーブルダクト (No.24ダクト)	○	○
24	SB連絡ユーティリティ配管ダクト	○	○
25	500kVケーブルダクト	○	○
26	宇中中連絡ダクト	○	○
27	旧2号炉放水口	○	
28	重油移送配管ダクト	○	○
29	光ケーブルダクト (No.21ダクト)	○	○
30	上水配管横断ダクト	○	○
31	排水路	○	○
32	44m盤消火配管トレンチ (Ⅲ)	○	○
33	0Fケーブルダクト	○	○
34	制御ケーブルダクト	○	○
35	排水路	○	○
36	GTG電路MMR部	○	
37	U-600横断側溝	○	○
38	排水路	○	○
39	輪谷貯水槽 (西1/西2) アクセススロープ (西側)	○	
40	輪谷貯水槽 (西1/西2) アクセススロープ (東側)	○	
41	重圧管	○	○
42	44m盤消火配管トレンチ (Ⅳ)	○	○
43	アクセス道路耐震補強部 (西側)	○	
44	アクセス道路耐震補強部 (東側)	○	
45	屋外配管ダクト (ガスタービン発電機用軽油タンク~ガスタービン発電機)	○	○
46	屋外配管ダクト (タービン建物~放水槽)	○	○
47	屋外配管ダクト (タービン建物~排気筒)	○	○

○ : 条件に該当する場合

**【地下水位の設定】**

3. (4) c. ⑤(a)と同様に、沈下量の算出及び浮き上がり評価における地下水位については、詳細設計段階で決定するため、設置許可段階においては地下水位を地表面に設定する。(別紙(36)参照)

(b) 評価結果

**【沈下量の評価結果】**

沈下量の評価結果を第4-11表、第4-15図に示す。

通行に支障のある段差の発生が想定される箇所については、あらかじめ段差緩和対策を行う(別紙(30)参照)。万一、想定を上回る段差が生じた場合は、迂回する、又は段差復旧用の砕石等を用いて、重機により仮復旧を行う(別紙(9)参照)。

なお、段差を応急的に復旧する作業ができるよう重機・資材(段差復旧用の砕石等)の配備並びに訓練を実施するとともに、復旧後車両が徐行運転をすることで通行可能であることを確認している(別紙(9)、別紙(10)参照)。

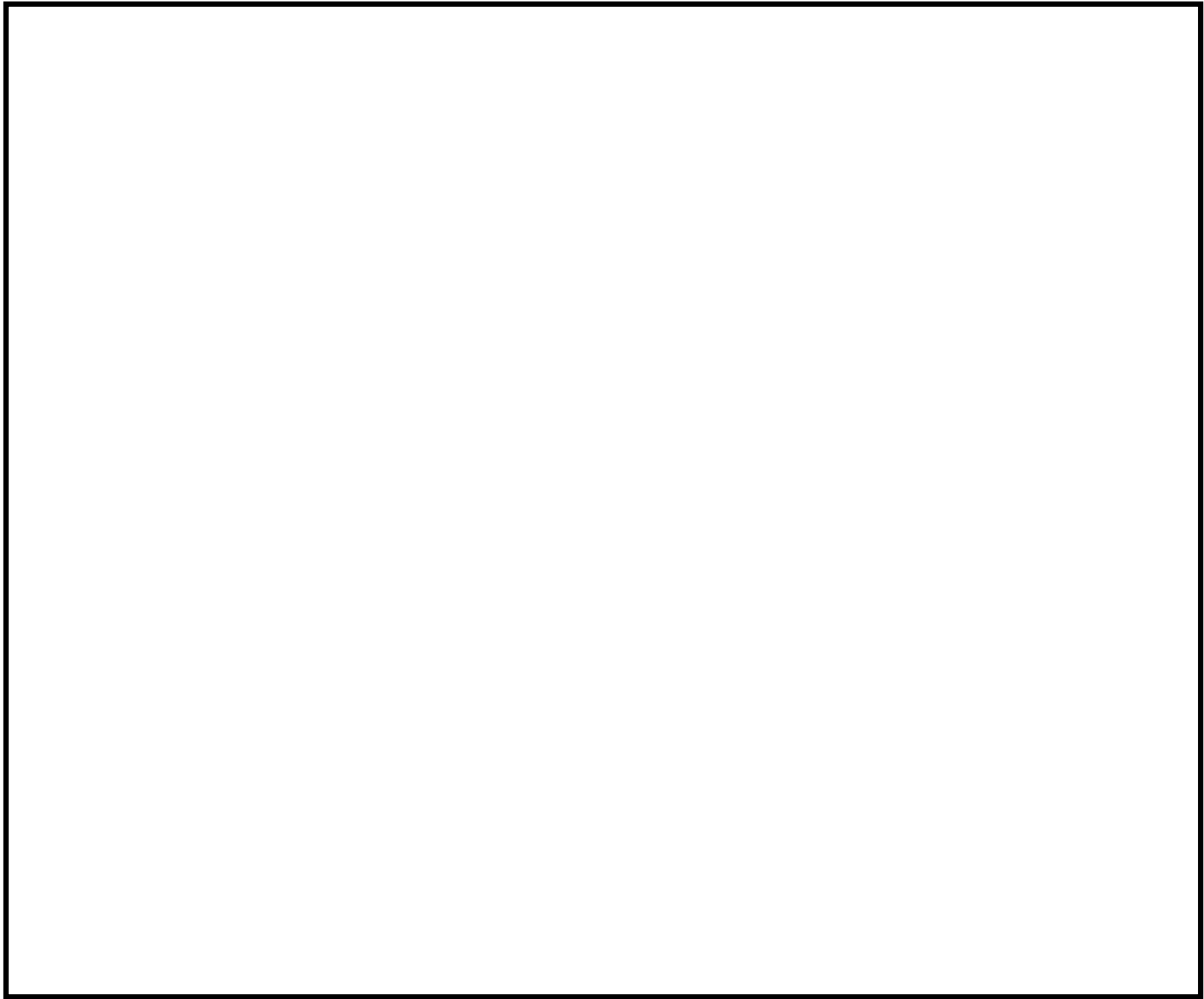


第 4-11 表 地中埋設構造物及び地盤改良部と埋戻部との境界部  
(埋設物等境界部) における沈下量算定結果

■ : 段差 (相対沈下量) が15cmを超える箇所

通し番号	名称	路面高	構造物 上端	構造物 下端	基礎 下端	構造物高 +基礎 (MMR含む)	地下水位	相対沈下量	車両通行可否 0.15m以下:○
		T. P. (m)	T. P. (m)	T. P. (m)	T. P. (m)	(m)	T. P. (m)	(m)	
1	ケーブルダクト (D5ダクト)	28.33	28.33	26.13	26.01	2.32	28.33	0.09	○
2	ケーブルダクト (D7ダクト)	22.43	22.43	21.50	21.38	1.05	22.43	0.04	○
3	1号炉南側盛土部地盤改良部	16.30	16.30	0.80	0.80	15.50	16.30	0.55	×
4	東側ケーブル等迂回ダクト	15.20	14.07	11.67	11.35	2.72	15.20	0.10	○
5	消火配管ダクト	15.00	15.00	13.00	12.80	2.20	15.00	0.08	○
6	ケーブルダクト	15.00	15.00	13.65	13.45	1.55	15.00	0.06	○
7	ケーブルダクト	15.00	14.70	13.10	12.90	1.80	15.00	0.07	○
8	西側配管等迂回ダクト	15.00	15.00	12.15	12.05	2.95	15.00	0.11	○
9	ケーブルダクト	15.00	14.00	11.60	11.40	2.60	15.00	0.10	○
10	復水配管	15.00	14.90	13.75	13.55	1.35	15.00	0.05	○
11	2号炉開閉所連絡制御ケーブル配管ダクト	15.05	15.05	12.75	12.55	2.50	15.05	0.09	○
12	0Fケーブルダクト	8.50	7.50	4.55	4.45	3.05	8.50	0.11	○
13	排水路	8.50	5.95	4.15	3.98	1.97	8.50	0.07	○
14	光ケーブルダクト (No.20ダクト)	8.50	7.53	5.12	4.92	2.61	8.50	0.10	○
15	除じん機洗浄水排水管 (北側)	8.50	2.88	2.08	1.78	1.10	8.50	0.04	○
16	除じん機洗浄水排水管 (南側)	8.50	3.14	2.34	2.04	1.10	8.50	0.04	○
17	2号炉循環水排水路 (放水槽側)	8.50	1.00	-3.60	-4.00	5.00	8.50	0.18	×
18	2号炉循環水排水路 (取水槽側)	8.50	-1.85	-6.45	-6.85	5.00	8.50	0.18	×
19	2号炉北側護岸	8.50	3.00	-0.52	-0.52	3.52	8.50	0.13	○
20	2号炉取水槽 (取水管取合部) (西側)	8.50	1.70	-5.00	-5.00	6.70	8.50	0.24	×
21	2号炉取水槽 (取水管取合部) (東側)	8.50	1.70	-5.00	-5.00	6.70	8.50	0.24	×
22	海水電解, 消火配管ダクト	8.50	8.50	7.25	7.05	1.45	8.50	0.06	○
23	光ケーブルダクト (No.24ダクト)	8.50	7.54	4.65	4.45	3.09	8.50	0.11	○
24	SB連絡ユーティリティ配管ダクト	8.50	7.05	3.00	2.88	4.17	8.50	0.15	○
25	500kVケーブルダクト	8.50	6.25	3.20	3.08	3.17	8.50	0.12	○
26	宇中中連絡ダクト	8.50	7.20	2.93	2.48	4.72	8.50	0.17	×
27	旧2号炉放水口	8.50	6.00	-5.00	-5.00	11.00	8.50	0.39	×
28	重油移送配管ダクト	8.50	8.50	7.10	6.80	1.70	8.50	0.06	○
29	光ケーブルダクト (No.21ダクト)	9.60	8.40	4.35	4.23	4.17	9.60	0.15	○
30	上水配管横断ダクト	36.31	35.89	33.09	32.89	3.00	36.31	0.11	○
31	排水路	38.00	36.85	34.25	34.05	2.80	38.00	0.10	○
32	44m盤消火配管トレンチ (Ⅲ)	43.18	43.18	42.18	41.88	1.30	43.18	0.05	○
33	0Fケーブルダクト	44.00	43.00	40.30	40.10	2.90	44.00	0.11	○
34	制御ケーブルダクト	44.00	43.73	42.00	41.80	1.93	44.00	0.07	○
35	排水路	44.00	43.60	42.50	42.30	1.30	44.00	0.05	○
36	GTG電路MMR部	44.30	44.30	41.70	41.70	2.60	44.30	0.10	○
37	U-600横断側溝	44.00	44.00	43.10	42.90	1.10	44.00	0.04	○
38	排水路	44.00	43.40	40.95	40.75	2.65	44.00	0.10	○
39	輪谷貯水槽 (西1/西2) アクセススロープ (西側)	53.50	53.50	52.37	52.37	1.13	53.50	0.04	○
40	輪谷貯水槽 (西1/西2) アクセススロープ (東側) ※	53.30	47.70	34.40	34.40	13.30	53.30	(0.47)	0.15
		53.30	43.39	34.40	34.40	8.99	53.30	(0.32)	
41	重圧管	46.51	46.26	45.46	45.19	1.07	46.51	0.04	○
42	44m盤消火配管トレンチ (Ⅳ)	46.90	46.90	45.85	45.55	1.35	46.90	0.05	○
43	アクセス道路耐震補強部 (西側)	55.55	55.55	52.55	52.55	3.00	55.55	0.11	○
44	アクセス道路耐震補強部 (東側)	65.80	65.80	63.70	63.70	2.10	65.80	0.08	○
45	屋外配管ダクト (ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機)	47.25	47.25	45.45	44.70	2.55	47.25	0.09	○
46	屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽)	8.50	5.70	1.00	-4.00	9.70	8.50	0.34	×
47	屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒)	8.50	8.20	5.70	5.70	2.50	8.50	0.09	○

※ アクセススロープの沈下量 (上段) と輪谷貯水槽 (西1/西2) の沈下量 (下段) の相対沈下量を示す。

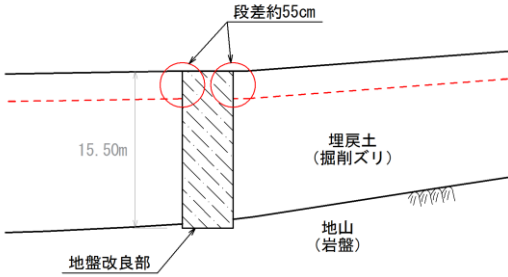
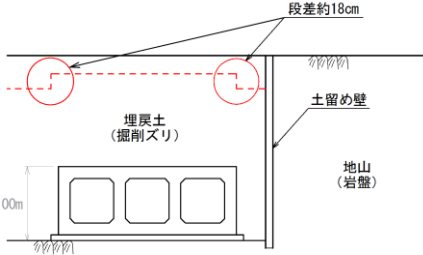
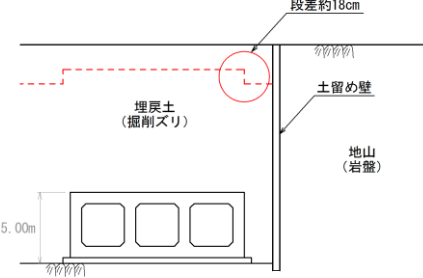


第 4-15 図 地中埋設構造物及び地盤改良部と埋戻部との境界部  
(埋設物等境界部) における沈下量評価結果

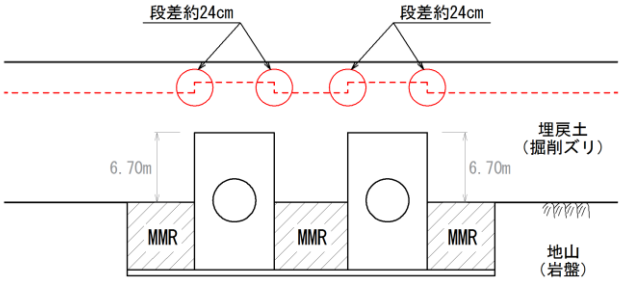
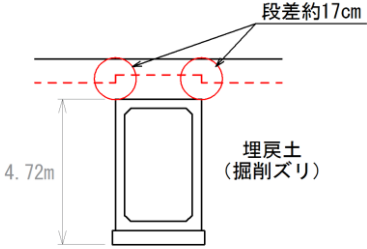
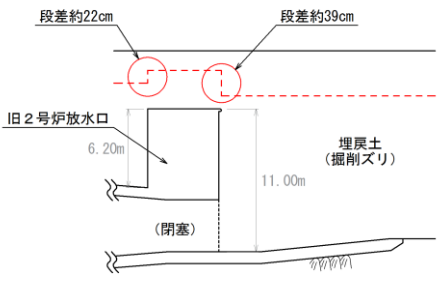
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

評価対象とする地中埋設構造物及び地盤改良部と埋戻部との境界部（埋設物等境界部）の評価結果を第4-12表に示す。

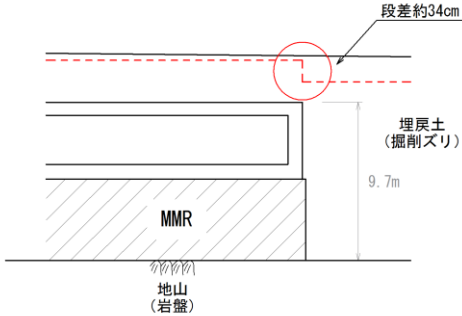
第4-12表 地中埋設構造物及び地盤改良部と埋戻部との境界部（埋設物等境界部）の評価結果（1/3）

通し番号	地中埋設構造物及び地盤改良部と埋戻部との境界部（埋設物等境界部）	
<p>3. 1号炉南側盛土 部地盤改良部</p>	 <p>評価結果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・埋戻部の沈下により，約55cmの段差発生が想定されるため，路盤補強の対象として抽出する。</li> </ul>	
<p>17. 2号炉循環水排 水路（放水槽側）</p>	 <p>評価結果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・埋戻部の沈下により，約18cmの段差発生が想定されるため，路盤補強の対象として抽出する。</li> </ul>	
<p>18. 2号炉循環水排 水路（取水槽側）</p>	 <p>評価結果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・埋戻部の沈下により，約18cmの段差発生が想定されるため，路盤補強の対象として抽出する。</li> </ul>	

第 4-12 表 地中埋設構造物及び地盤改良部と埋戻部との境界部  
(埋設物等境界部) の評価結果 (2 / 3)

通し番号	地中埋設構造物及び地盤改良部と埋戻部との境界部 (埋設物等境界部)	
20. 2号炉取水槽 (取水管取合部) (西側)  21. 2号炉取水槽 (取水管取合部) (東側)	 <p>段差約24cm</p> <p>段差約24cm</p> <p>6.70m</p> <p>6.70m</p> <p>埋戻土 (掘削ズリ)</p> <p>地山 (岩盤)</p>	
	評価結果	<ul style="list-style-type: none"> <li>埋戻部の沈下により、約 24cm の段差発生が想定されるため、路盤補強の対象として抽出する。</li> </ul>
	 <p>段差約17cm</p> <p>4.72m</p> <p>埋戻土 (掘削ズリ)</p>	
26. 宇中中連絡ダクト	評価結果	<ul style="list-style-type: none"> <li>埋戻部の沈下により、約 17cm の段差発生が想定されるため、路盤補強の対象として抽出する。</li> </ul>
27. 旧 2 号炉放水口	 <p>段差約22cm</p> <p>段差約39cm</p> <p>旧 2 号炉放水口</p> <p>6.20m</p> <p>11.00m</p> <p>埋戻土 (掘削ズリ)</p> <p>(閉塞)</p> <p>地山 (岩盤)</p>	
	評価結果	<ul style="list-style-type: none"> <li>埋戻部の沈下により、約 39cm 及び約 22cm の段差発生が想定されるため、路盤補強の対象として抽出する。</li> </ul>

第 4-12 表 地中埋設構造物及び地盤改良部と埋戻部との境界部  
(埋設物等境界部) の評価結果 (3 / 3)

通し番号	地中埋設構造物及び地盤改良部と埋戻部との境界部 (埋設物等境界部)	
46. 屋外配管ダクト (タービン建物 ～放水槽)		
	評価結果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・埋戻部の沈下により、約 34cm の段差発生が想定されるため、路盤補強の対象として抽出する。</li> </ul>

【浮き上がりの評価結果】

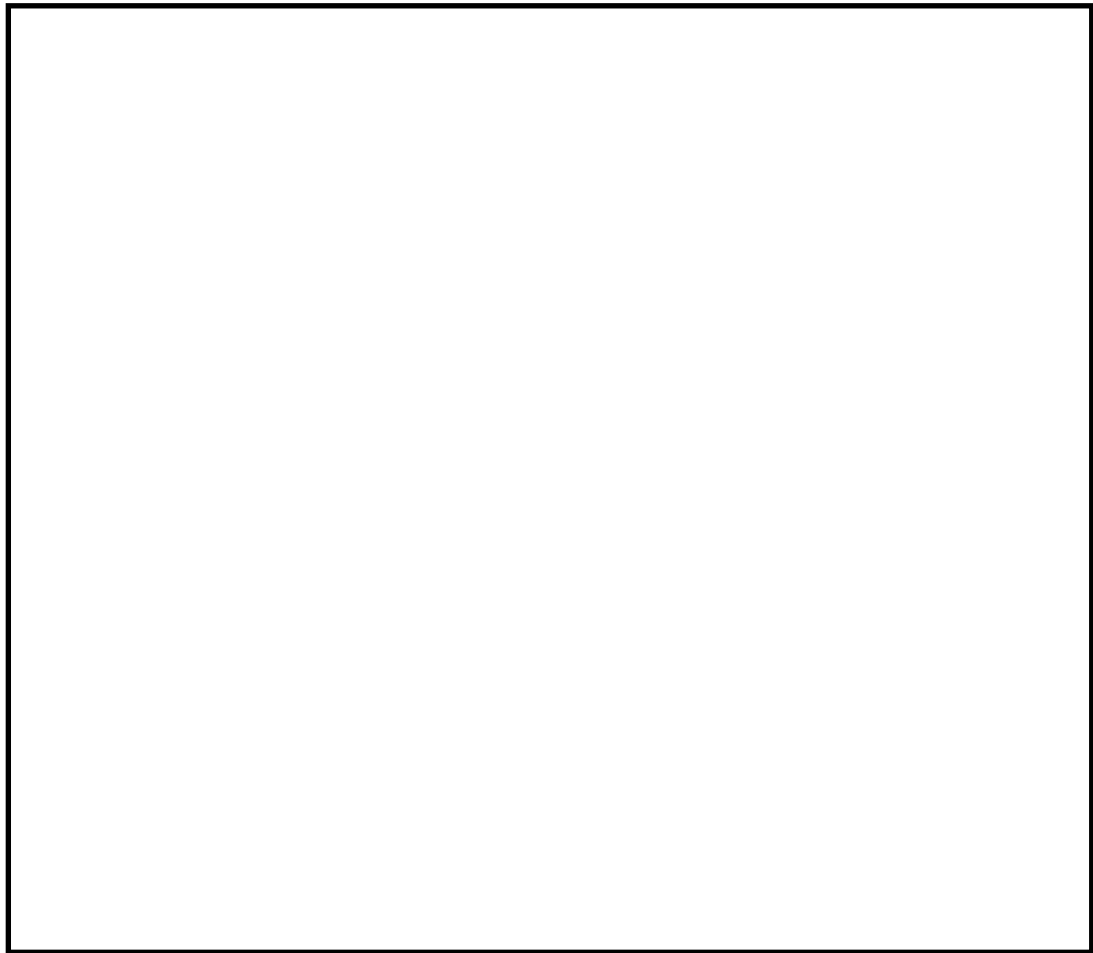
浮き上がりの評価結果を第 4-13 表、地中埋設構造物の浮き上がり想定箇所を第 4-16 図に示す。

4. (4)⑤ a. (a)により抽出された浮き上がり評価対象構造物 (39 箇所) について、浮き上がり評価を行った結果、安全率が評価基準値の 1.0 を上回り、浮き上がりが想定される箇所については、詳細設計段階において決定する地下水位を用いて再度浮き上がり評価を実施し、浮き上がりが想定される地中埋設構造物については、第 4-17 図のとおり、揚圧力 ( $U_s, U_D$ ) に対する浮き上がり抵抗力 ( $W_s, W_B, Q_s, Q_B$ ) の不足分を補うため、構造物周辺の地盤改良やコンクリート置換、又はカウンターウエイトを設置する対策を実施する方針とする。

第 4-13 表 浮き上がり評価結果

■ : 安全率が評価基準値の1.0を上回る箇所

通し番号	名称	揚圧力 (kN/m)	浮き上がり 抵抗力 (kN/m)	安全率
1	ケーブルダクト(D5ダクト)	42	38	1.11
2	ケーブルダクト(D7ダクト)	29	18	1.62
4	東側ケーブル等迂回ダクト	140	84	1.67
5	消火配管ダクト	110	28	3.93
6	ケーブルダクト	53	25	2.12
7	ケーブルダクト	36	42	0.86
8	西側配管等迂回ダクト	58	42	1.39
9	ケーブルダクト	65	77	0.85
10	復水配管	14	18	0.78
11	2号炉開閉所連絡制御ケーブル配管ダクト	39	25	1.56
12	OFケーブルダクト	116	169	0.69
13	排水路	162	120	1.35
14	光ケーブルダクト(No.20ダクト)	175	94	1.87
15	除じん機洗浄水排水管(北側)	124	110	1.13
16	除じん機洗浄水排水管(南側)	119	105	1.14
17	2号炉循環水排水路(放水槽側)	1,491	2,606	0.58
18	2号炉循環水排水路(取水槽側)	1,842	3,326	0.56
20	2号炉取水槽(取水管取合部)(西側)	6,816	7,419	0.92
21	2号炉取水槽(取水管取合部)(東側)	6,816	7,419	0.92
22	海水電解, 消火配管ダクト	53	35	1.52
23	光ケーブルダクト(No.24ダクト)	200	94	2.13
24	SB連絡ユーティリティ配管ダクト	200	225	0.89
25	500kVケーブルダクト	150	205	0.74
26	宇中中連絡ダクト	323	170	1.90
28	重油移送配管ダクト	49	28	1.75
29	光ケーブルダクト(No.21ダクト)	229	218	1.06
30	上水配管横断ダクト	167	101	1.66
31	排水路	140	73	1.92
32	44m盤消火配管トレンチ(Ⅲ)	24	36	0.67
33	OFケーブルダクト	101	161	0.63
34	制御ケーブルダクト	53	76	0.70
35	排水路	22	12	1.84
37	U-600横断側溝	20	15	1.34
38	排水路	139	94	1.48
41	重圧管	57	43	1.33
42	44m盤消火配管トレンチ(Ⅳ)	28	22	1.28
45	屋外配管ダクト (ガスタービン発電機用軽油タンク~ガスタービン発電機)	51	67	0.77
46	屋外配管ダクト(タービン建物~放水槽)	576	880	0.66
47	屋外配管ダクト(タービン建物~排気筒)	508	591	0.86



第 4-16 図 地中埋設構造物の浮き上がり想定箇所

	トレンチ構造	ボックスカルバート構造
【案 1】 地盤改良又は コンクリート置換	<p>改良地盤又はコンクリート置換</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・構造物側面の摩擦抵抗 <math>Q_B</math> の増加</li> </ul>	<p>改良地盤又はコンクリート置換</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・構造物側面の摩擦抵抗 <math>Q_B</math> の増加</li> <li>・上載土のせん断抵抗 <math>Q_S</math> の増加</li> <li>・鉛直荷重 <math>W_S</math> の増加</li> </ul>
【案 2】 カウンター ウエイトの設置	-	<p>カウンターウエイト</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・鉛直荷重 <math>W_S</math> の増加</li> <li>・構造物の自重 <math>W_B</math> の増加</li> </ul>

第 4-17 図 地中埋設構造物の浮き上がり対策（案）

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。

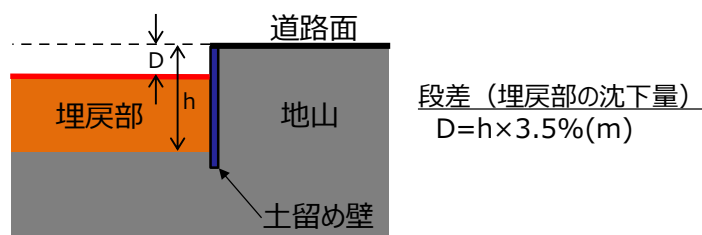
b. 地山と埋戻部との境界部

(a) 評価方法

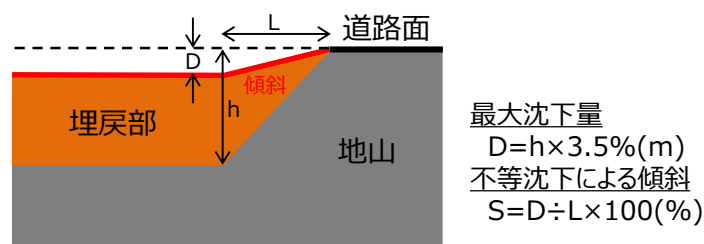
地山（岩盤）と埋戻部との境界部については，地山を垂直に掘削した箇所及び地山に勾配を設けて掘削した箇所の評価を行う。第4-18図に地山を垂直に掘削した箇所における段差発生状況，また，第4-19図に地山に勾配を設けて掘削した箇所の傾斜発生状況を示す。傾斜及び段差が生じる可能性がある地山と埋戻部との境界部について，4箇所抽出した。抽出結果を第4-20図に示す。

この抽出箇所において，3.(4)c.⑤(a)と同様に液状化及び揺すり込みによる沈下を考慮し，両沈下量の合計を総沈下量として埋戻部の沈下量の評価を行う。

液状化及び揺すり込みによる沈下によりアクセスルート上に発生する地表面の傾斜及び段差量の評価基準値については，緊急車両が徐行により登坂可能な勾配（15%）及び走行可能な段差量（15cm）とする。

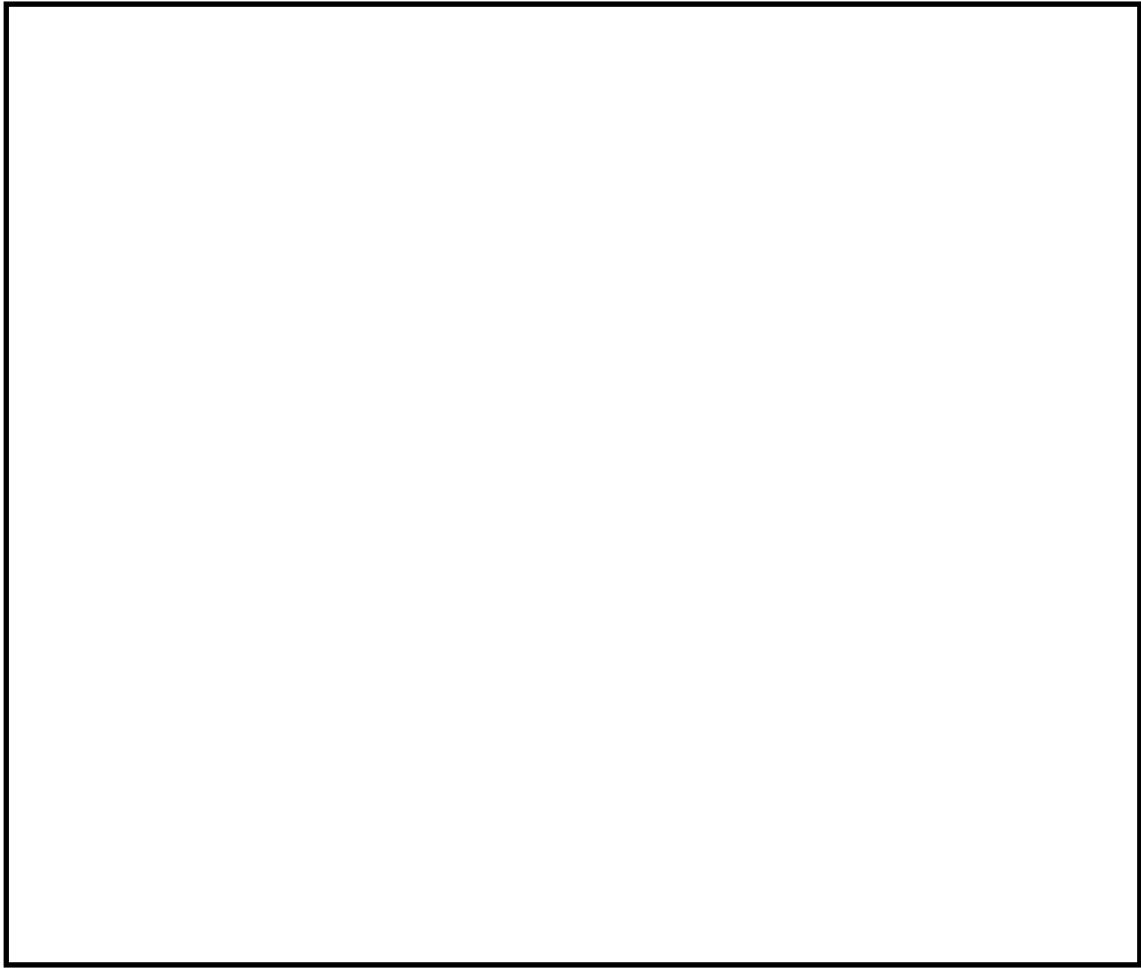


第4-18図 地山を垂直に掘削した箇所における段差発生状況



第4-19図 地山に勾配を設けて掘削した箇所の傾斜発生状況





第 4-20 図 地山と埋戻部との境界部の抽出結果

**【液状化による沈下量の算出法】**

3. (4) c . ⑤ (a)と同様に, 飽和地盤の液状化による沈下量は, 地下水位以深の飽和地盤 (埋戻土 (掘削ズリ), 埋戻土 (粘性土), 砂礫層及び旧表土) を, 保守的にすべて液状化による沈下の対象層とし, その堆積層厚の 3.5%とした。

**【揺すり込み沈下量の算出法】**

3. (4) c . ⑤ (a)と同様に, 不飽和地盤の揺すり込み沈下量は, 地表～地下水位以浅の不飽和地盤を, すべて揺すり込み沈下の対象層とし, その堆積層厚の 3.5%とした。

【地下水位の設定】

3. (4) c. ⑤(a)と同様に、沈下量の算出における地下水位については、詳細設計段階で決定するため、設置許可段階においては地下水位を地表面に設定する。(別紙(36)参照)

(b) 評価結果

【沈下量の評価結果】

沈下量の算定結果を第4-14表、第4-15表及び第4-21図に示す。

通行に支障のある段差の発生が想定される箇所については、あらかじめ段差緩和対策を行う(別紙(30)参照)。万一、想定を上回る段差が生じた場合は、迂回する、又は段差復旧用の砕石等を用いて、重機により仮復旧を行う(別紙(9)参照)。

なお、段差を応急的に復旧する作業ができるよう重機・資材(段差復旧用の砕石等)の配備並びに訓練を実施するとともに、復旧後車両が徐行運転をすることで通行可能であることを確認している(別紙(9)、別紙(10)参照)。

第4-14表 地山と埋戻部との境界部(地山を垂直に掘削した箇所)における沈下量(段差)算定結果

: 段差(相対沈下量)が15cmを超える箇所

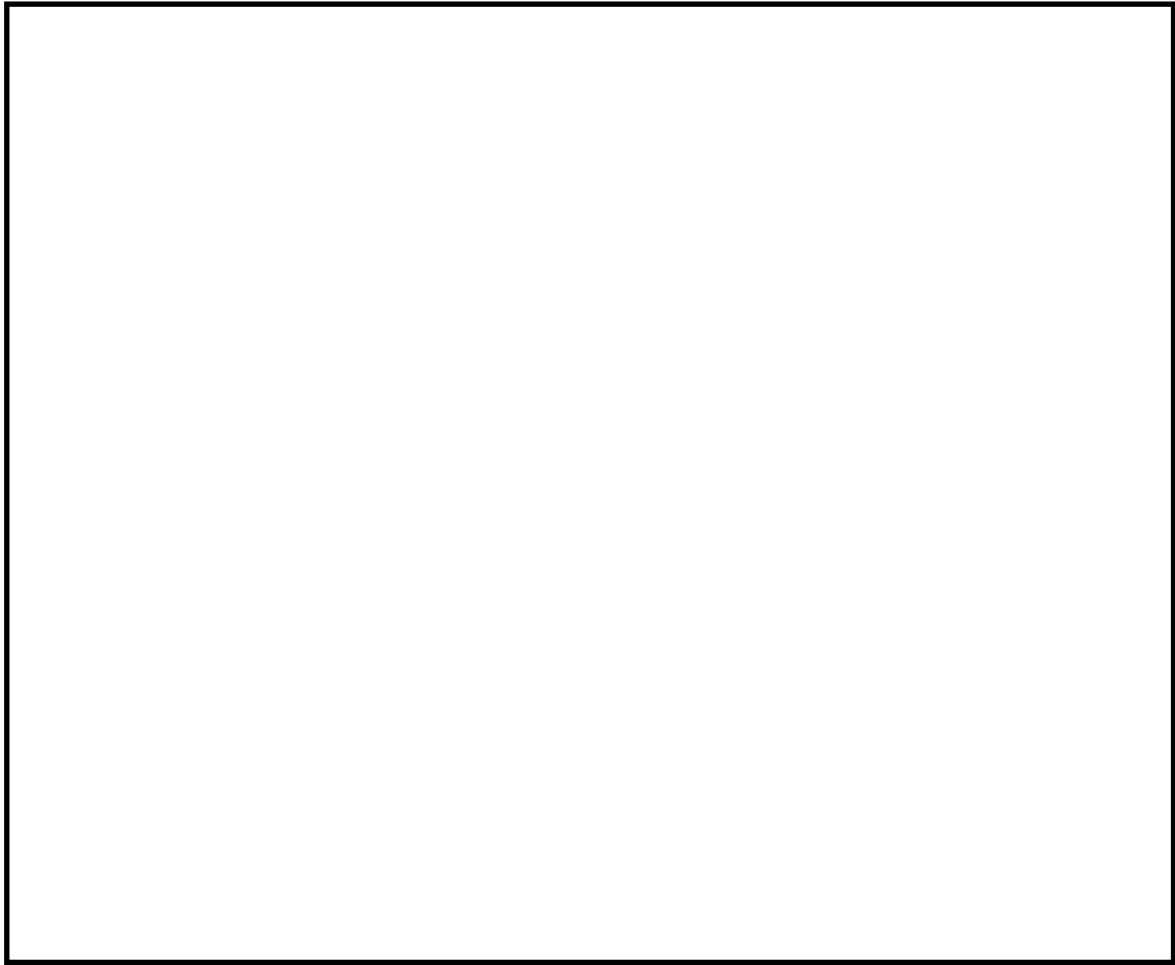
通し番号	名称	路面高	盛土部 下端	盛土部 層厚	地下水位	相対沈下量	車両通行可否 0.15m以下:○
		T.P. (m)	T.P. (m)	(m)	T.P. (m)	(m)	
1	2号炉循環水排水路建設時土留め部(放水槽側)	8.50	-4.00	12.50	8.50	0.44	×
2	2号炉循環水排水路建設時土留め部(取水槽側)	8.50	-6.85	15.35	8.50	0.54	×

第 4-15 表 地山と埋戻部との境界部（地山に勾配を設けて掘削した箇所）における沈下量（傾斜）算定結果

: 傾斜が15%を超える箇所

通し番号	名称	掘削勾配	地下水位	h	L	D	傾斜	車両通行可否
			T. P. (m)	(m)	(m)	(m)	(%)	15%以下 : ○
1	2号炉原子炉建物南側	1:0.7	15.00	19.7	13.8	0.69	5.0	○
2	2号炉原子炉建物西側	1:0.373	15.00	19.7	7.3	0.69	9.5	○

通し番号	地山と埋戻部との境界部（地山に勾配を設けて掘削した箇所）	
1. 2号炉原子炉建物南側		
	評価結果	<p>・埋戻部の沈下により，約 5.0%の傾斜発生が想定されるが，可搬型設備の通行に及ぼす影響はない。</p>
2. 2号炉原子炉建物西側		
	評価結果	<p>・埋戻部の沈下により，約 9.5%の傾斜発生が想定されるが，可搬型設備の通行に及ぼす影響はない。</p>



第 4-21 図 地山と埋戻部との境界部の沈下量評価結果

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。

評価対象とする地山と埋戻部との境界部の評価結果を第4-16表に示す。

第4-16表 地山と埋戻部との境界部の評価結果

通し番号	地山と埋戻部との境界部	
<p>1. 2号炉循環水 排水路建設時 土留め部(放水槽 側)</p>		<p>評価結果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・埋戻部の沈下により、約44cmの段差発生が想定されるため、路盤補強の対象として抽出する。</li> </ul>
<p>2. 2号炉循環水 排水路建設時 土留め部(取水槽 側)</p>		<p>評価結果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・埋戻部の沈下により、約54cmの段差発生が想定されるため、路盤補強の対象として抽出する。</li> </ul>

c. 側方流動による沈下

アクセスルート上の段差評価において、地震時の液状化に伴う側方流動が段差評価に与える影響を検討する。

(a) 評価方法

【側方流動の評価方法】

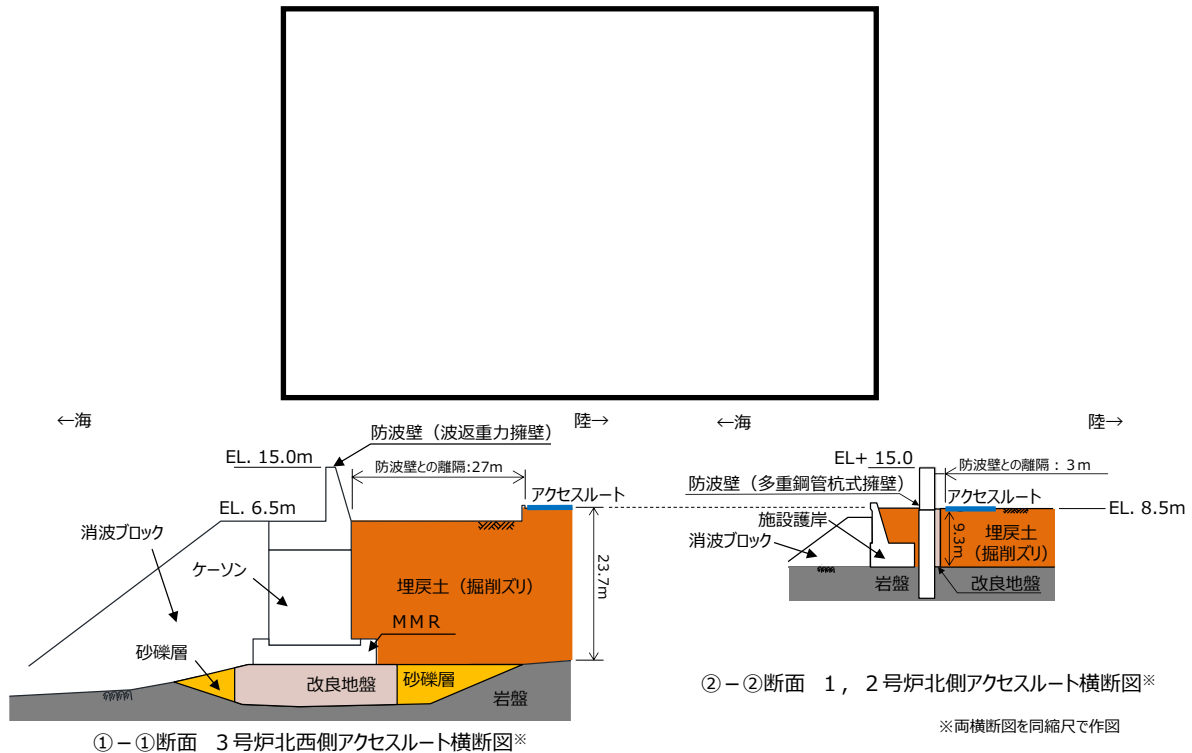
側方流動による影響は、「道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編（平成 14 年 3 月）」より、水際線から 100m 以内の範囲とされていることから、海岸線よりおおむね 100m の範囲に位置するアクセスルートにおいて、埋戻土の層厚、範囲等を考慮して検討位置を選定する。

海岸付近のアクセスルートのうち、埋戻土層厚が厚く側方流動の影響が大きい断面として、3号炉北西側におけるアクセスルートの横断面（①-①断面）及び1，2号炉北側におけるアクセスルートの横断面（②-②断面）を第4-22図に示す。

①-①断面は、②-②断面と比較して埋戻土層厚が厚いことから、液状化に伴う側方流動の影響が大きい。

また、②-②断面は、アクセスルートが防波壁（多重鋼管杭式擁壁）に近接しており、液状化に伴う側方流動が抑制される。

以上を踏まえ、側方流動の影響検討範囲として3号炉北西側におけるアクセスルートを選定し、詳細に検討する。



第 4-22 図 海岸付近のアクセスルート横断面図

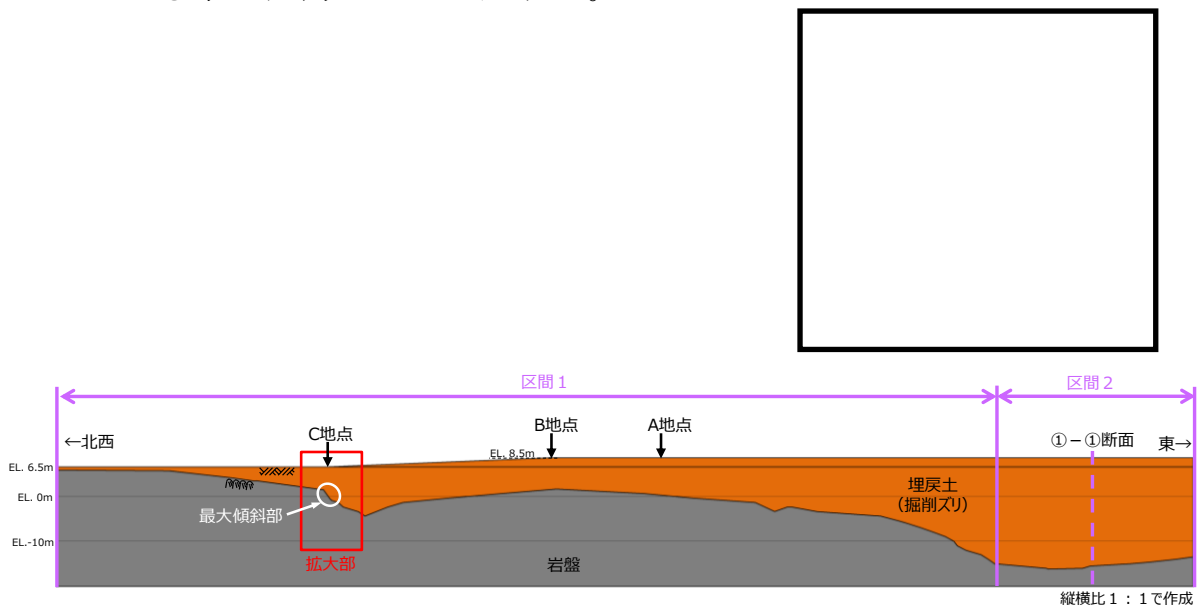
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

3号炉北西側におけるアクセスルートの縦断面図（③－③断面）を第4-23図に示す。

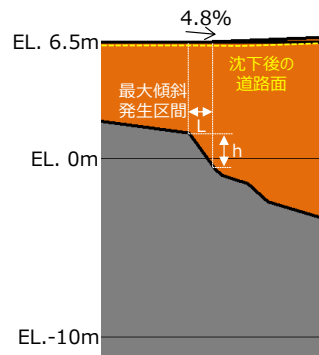
③－③断面は、岩盤面の傾斜に伴い埋戻土（掘削ズリ）の層厚が変化する区間1（埋戻層厚：約0.9～23.5m）と、岩盤面がおおむね水平で埋戻土（掘削ズリ）の層厚が厚い区間2（埋戻層厚：約22.0～24.7m）に分類される。また、③－③断面全区間の岩盤面の傾斜は最大1：0.7程度であり、地下水位を地表面とした場合の液状化及び揺すり込みによる傾斜は最大5%程度のため、許容値15%を下回る。

以上を踏まえ、3号炉北西側アクセスルートの縦断面方向において可搬型設備の走行に影響はないことを確認した。

また、側方流動の影響検討箇所は、埋戻土（掘削ズリ）が最も厚い区間2から選定する。



③－③断面



最大傾斜発生区間における最大傾斜量

相対沈下量：  $D = h \times \text{沈下率} = (7.09 - 5.09) \times 0.035 = 0.07(\text{m})$

不等沈下による傾斜：  $S = D \div L \times 100 = 0.07 \div 1.47 \times 100 \approx 4.8(\%)$

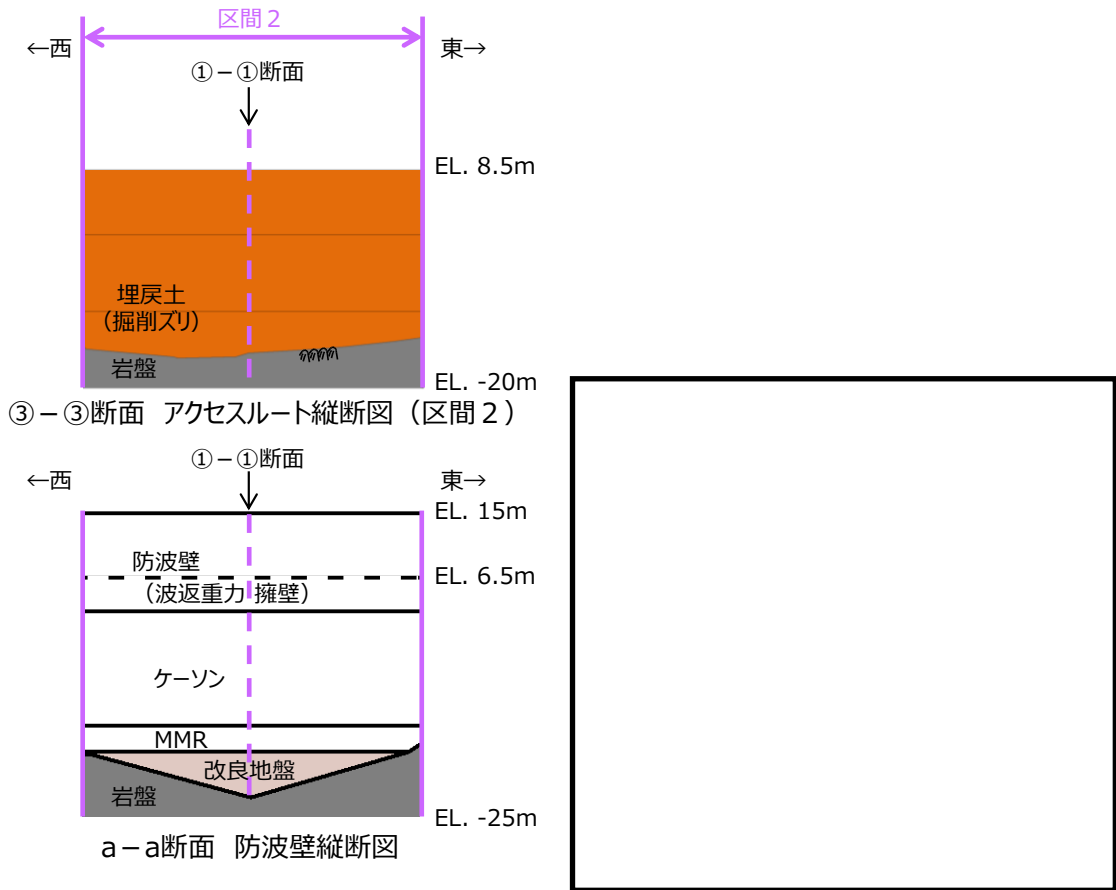
最大傾斜部の拡大図

第4-23図 3号炉北西側におけるアクセスルート（縦断面図）

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。

防波壁（波返重力擁壁）の縦断図を第 4-24 図に，防波壁（波返重力擁壁）（改良地盤部）を第 4-25 図に示す。

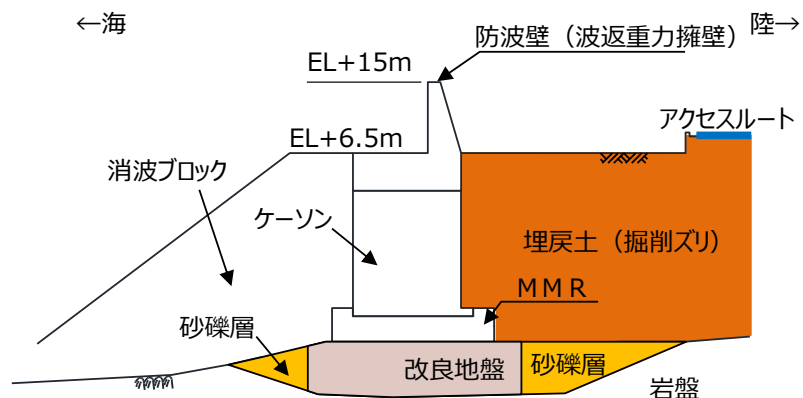
アクセスルート（区間 2）における埋戻土（掘削ズリ）の層厚はほぼ同等であるが，a-a 断面に示すように，アクセスルート北側における岩盤面が深く，防波壁背面の埋戻土（掘削ズリ）及び砂礫層が厚く堆積しており，側方流動の影響が大きいと想定されることから，①-①断面を側方流動の影響検討箇所として選定した。



第 4-24 図 防波壁（波返重力擁壁）（縦断図）

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。





第 4-25 図 【側方流動検討断面】①-①断面  
防波壁 (波返重力擁壁) (改良地盤部)

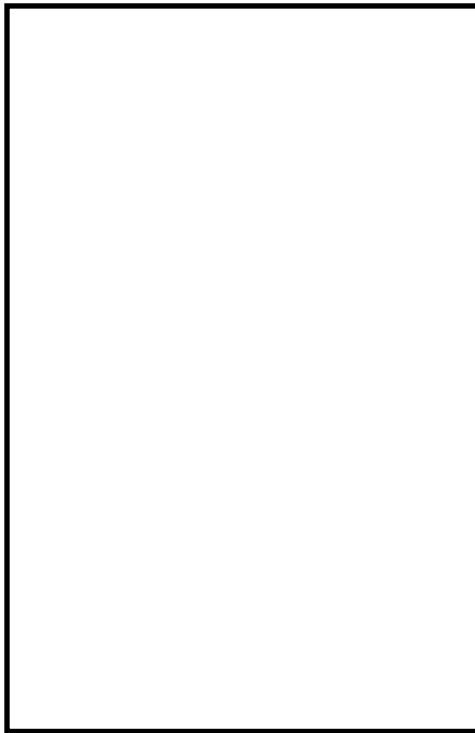
側方流動の検討位置及び地質断面図を第 4-26 図に示す。

検討位置における水際線からアクセスルートまでの距離は約 40m である。

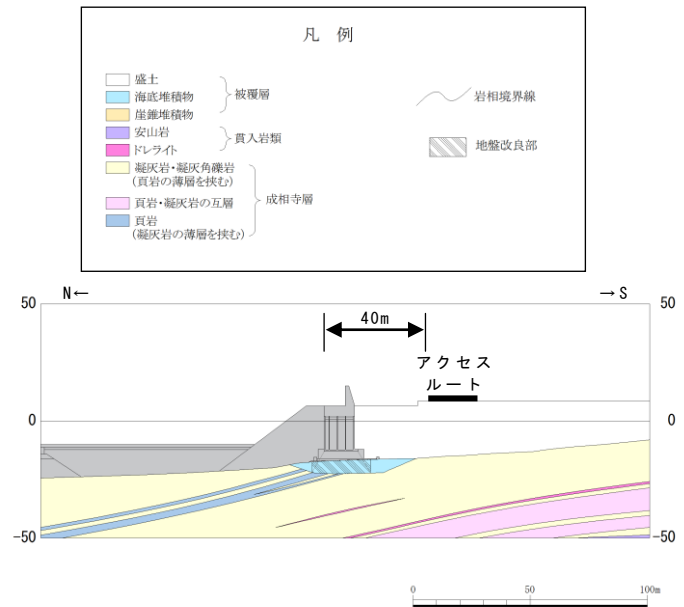
地震時の液状化に伴う側方流動が段差評価に与える影響について、二次元有効応力解析に基づく検討を実施した。液状化による過剰間隙水圧の上昇が考慮できる有効応力解析には解析コード「FLIP」を使用する。

#### 【地下水位の設定】

3. (4) c. ⑤ (a)と同様に、側方流動の評価における地下水位については、詳細設計段階で決定するため、設置許可段階においては地下水位を地表面に設定する。(別紙(36) 参照)



側方流動検討位置図



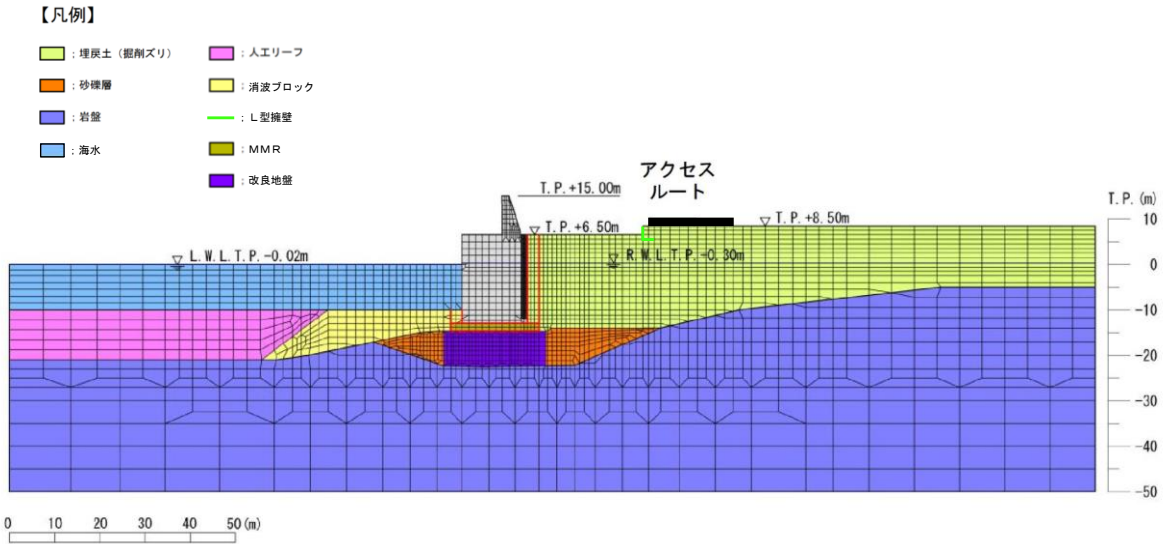
検討位置の地質断面図

第 4-26 図 側方流動検討位置及び地質断面図

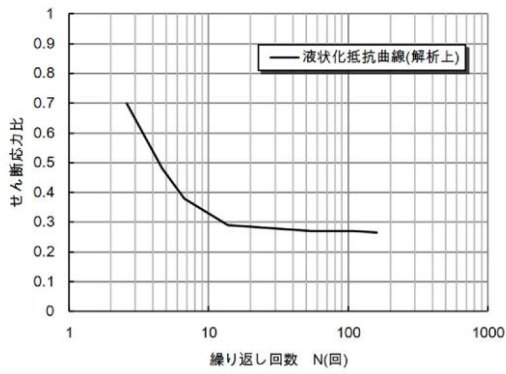
解析モデルを第 4-27 図, 液状化パラメータを第 4-28 図に示す。

解析用地盤物性値は工認物性を基本とし, 当該箇所液状化対象層として分布する埋戻土 (掘削ズリ), 砂礫層については液状化に伴う側方流動を考慮できるように液状化パラメータを設定した。入力地震動には, 基準地震動  $S_s$  を解析モデル下端 (T. P. -50m) まで引き上げた波形を用いる。

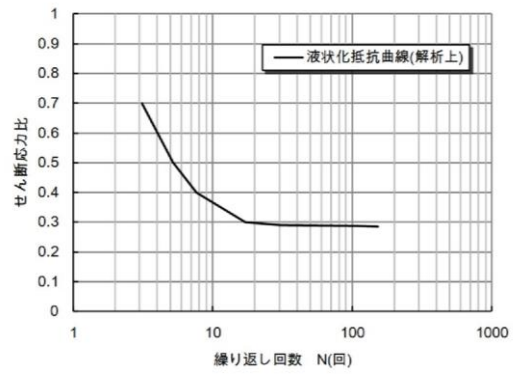
本資料のうち, 枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



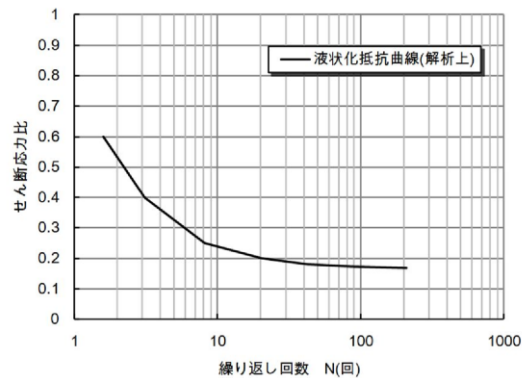
第 4-27 図 解析モデル図



埋戻土（掘削ズリ）（T.P. +8.5m）



埋戻土（掘削ズリ）（T.P. +6.5m）



砂礫層

第 4-28 図 液状化パラメータ

(b) 評価結果

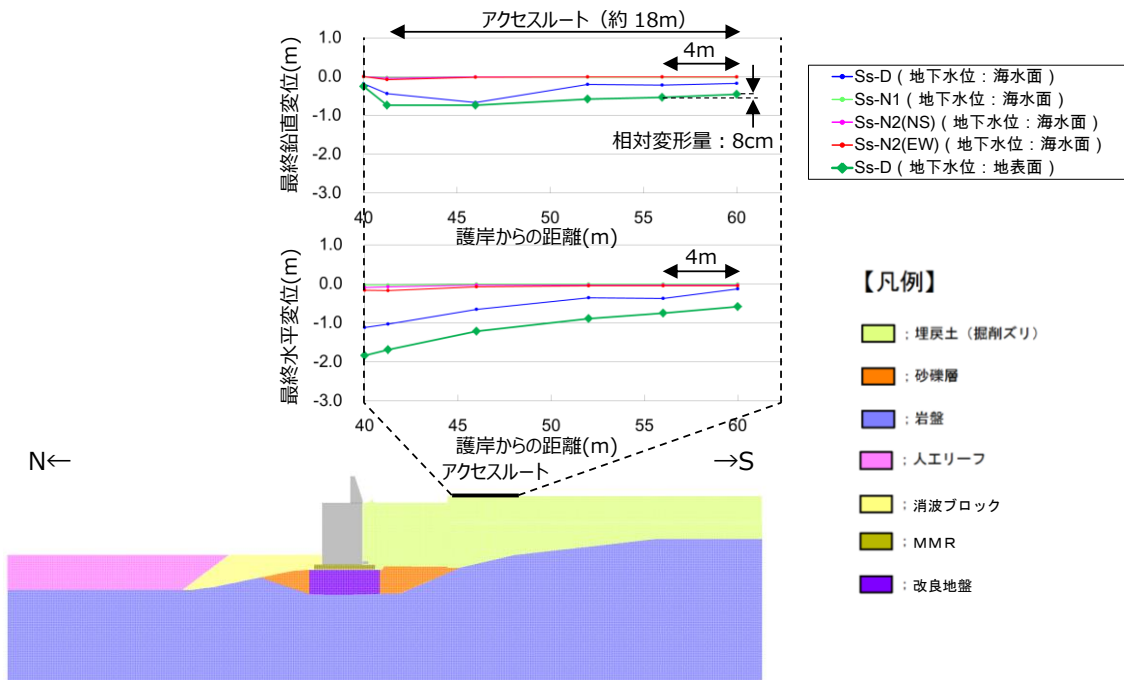
側方流動による地表面最終変形量評価結果を第4-29図に示す。

敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動 (Ss-D, Ss-F1, Ss-F2) においては、繰返し応力及び繰返し回数に着目し、水平最大加速度が大きく、継続時間が長い地震動が液状化評価において最も厳しいと考えられることから、Ss-Dを選定した。

また、地下水位を海水面とした評価結果においても、側方流動に支配的な地震動はSs-Dである。

二次元有効応力解析「FLIP」の結果、アクセスルート (約18m) のうち南側の4mは一様に沈下しており、北側へ向けて緩やかに傾斜しているが、南側における鉛直方向の相対変形量は8cmと小さく、側方流動による段差評価への影響はない。

なお、海岸付近のアクセスルートにおいて、万一、想定を上回る沈下が発生し、通行に支障が生じた場合は、段差復旧用の砕石等を用いて、重機により仮復旧を行う (補足(20)参照)。



第4-29図 側方流動による地表面最終変形量評価結果

#### ⑦ 地中埋設構造物の損壊

地中埋設構造物の損壊による道路面への影響について検討した。

なお、アクセスルート下の地中埋設構造物については、建設工事の記録やプラントウォークダウンにより確認した。

その結果、基準地震動  $S_s$  に対して通行に支障となる地中埋設構造物の損壊はないことを確認した（別紙(11)参照）。

以上から、地中埋設構造物の損壊による影響はない。

アクセスルートの調査結果より、第 2-3 図に示したルートは、周辺構造物の倒壊・損壊による影響がないこと、周辺斜面の崩壊及び道路面のすべりに対する影響がないこと、並びに沈下等に対する影響については事前対策を実施することにより可搬型設備の通行性が確保できることを確認した。

別紙(32)を踏まえ、敷地の地質・地質構造に関する特徴から想定されるリスクについて検討した。

- a. 発電所建設時において大規模な掘削・埋戻による地山と埋戻部の不等沈下については、前述の b. 「地山と埋戻部との境界部」にて個別箇所の影響を評価した。
- b. 液状化を仮定すると噴砂によるアクセスルートの不陸が生じるが、迂回又は復旧作業を行うため、通行へのリスクは小さいと評価した。
- c. 岩盤の傾斜に伴う被覆層厚の変化による沈下量の場所的な変化については、岩盤上限面の傾斜が 1:1 以下であり、被覆層全層が沈下したとしても地表面の傾斜は 3.5% 以下となり、当該箇所のアクセスルートにこの傾斜を考慮しても勾配は登坂可能な勾配 15% を下回ることから、通行への影響はない。

また、万一、想定を上回る沈下、浮き上がり、陥没が発し、通行に支障のある段差が生じた場合に備えて、段差を応急的に復旧する作業ができるよう資材（碎石等）を保管場所又はアクセスルート近傍に配備する。なお、碎石による段差復旧の訓練を実施し、車両が通行できることを確認している。（別紙(9)，(10)参照）

(5) 地震時におけるアクセスルートの選定結果

①～⑦の被害想定結果（別紙(19)参照）を踏まえると，緊急時対策所～保管場所～2号炉までのアクセスルートについて，あらかじめ段差緩和対策を行うことで，仮復旧なしで可搬型設備（車両）の通行が可能である。

(6) 屋外作業の成立性

「重大事故等対策の有効性評価」における事故シーケンスにおいて，時間評価を行う必要のある屋外作業について想定時間が一番厳しい作業を抽出し，外部起因事象に対する影響を評価した結果，作業は可能であることを以下のとおり確認した。

なお，可搬型設備の保管場所，屋外のアクセスルート等の点検状況について，別紙(21)，1～3号炉同時被災時におけるアクセスルートの影響を補足(6)，2号炉と同じ敷地内で実施する工事における資機材，廃材等による影響を補足(13)に示す。

a. アクセスルートへの影響

(a) アクセスルートの確認

緊急時対策要員からアクセスルートの状況等の報告を受けた緊急時対策本部の復旧班長又は指示者※は，通行可能なアクセスルートの状況を緊急時対策本部内に周知する。

※ 初動体制は指示者，要員参集後は復旧班長が周知する。

万一，通行ができない場合は，応急復旧方法，応急復旧の優先順位を考慮の上，アクセスルートを判断し，緊急時対策要員へ指示及び当直長へ連絡する。

アクセスルートの確認及び復旧については，以下の考え方，手順に基づき対応する。

①緊急時対策要員は，アクセスルート損壊状況を確認し，緊急時対策本部に状況を報告する。

②緊急時対策本部は，アクセスルートの復旧が必要な場合，以下の優先順位に従い緊急時対策要員に対し復旧を指示する。

<復旧の優先順位設定の考え方>

1. 可搬型重大事故等対処設備の保管場所から車両の寄りつき場所までのルートが確保されている場合，そのルートを第一優先で使用する。

2. 可搬型重大事故等対処設備の保管場所から車両の寄りつき場所までのアクセスルートがいずれも通行で

きない場合，道路の損壊状況を確認し，早期に復旧可能なルートの復旧を優先する。

- 3．緊急時対策所から可搬型重大事故等対処設備の保管場所までのアクセスルートを復旧する。
- 4．アクセスルートの複数ルート通行が可能となるようにする。

③緊急時対策要員は，アクセスルートの復旧の優先順位に従い，アクセスルートを復旧する。

緊急時対策要員からの報告後，速やかにアクセスルートの判断を行うため，作業の成立性への影響はない。

(b) アクセスルートの復旧

地震時におけるアクセスルートの被害想定の結果，地震時に通行不能となるアクセスルートはないため，仮復旧は不要である（別紙(19)）。

万一，アクセスルートの復旧が必要な場合，がれき撤去，段差解消等を行う。アクセスルート復旧作業は EL8.5m・15m エリアを1名，EL44m エリアを1名で分担して実施することとしている。

作業安全については，他作業の要員がアクセスルート仮復旧作業と同時にアクセスし，後方から安全確認を行うこと及び作業員・本部要員からの連絡により状況把握可能であることから，作業安全を確保可能である。

(c) 車両の通行性

地震時のアクセスルートの通行幅は少なくとも3mで片側通行となるが，タンクローリを除き，可搬型設備は設置場所に移動する際の往路のみとなるため，車両の通行性に影響はない。

なお，アクセスルートのうち道幅が狭い箇所を各車両が通行する場合は，無線通信設備（携帯型）を使用し相互連絡することにより，交互通行が可能であることから，車両の通行性に影響はない。

また，段差については，液状化及び揺すり込み不等沈下により15cmを越える段差の発生を想定しているが，あらかじめ段差緩和対策を行うことでアクセスは可能である（別紙(30)参照）。

重大事故等対応のためのホースを敷設する場合においても，ホースブリッジを設置することで，アクセスルート上の通行は可能であることを確認している（別紙(20)参照）。なお，ホースブリッジの設置は，ホース敷設完了後のアクセス性を考慮し，作業完了後の要員にて実施するため有効性評価に影響を与えるものではない。

(d) 作業環境

現場での作業を安全に実施するため事故時の作業環境について，あらかじめ想定しておくことが重要である。緊急時対策要員は，アクセスルート復旧後における可搬型設備の設置，ホース又はケーブルの敷設等の作業の実施に当たって，現場の安全確認を考慮し作業を実施する。また，現場の作業環境



が悪化（照明の喪失，騒音，放射線量の上昇等）しても作業を可能とするための装備として，ヘッドライト，懐中電灯，LEDライト，耳栓，放射線防護具及び薬品防護具を携帯する。

(e) 現場における操作性

緊急時での対応作業を円滑に進めるため十分な作業スペースが確保されていることが重要である。作業スペース確保のため，操作場所近傍には不要な物品等を保管しないこととする。また，現場操作に対し工具を必要とするものは可搬型設備の保管場所に保管又は可搬型設備に搭載する。

操作に対し知識・訓練を必要とするものについては，教育・訓練により必要な力量を確保する。

b. 屋外のアクセスルート通行時における通信連絡設備及び照明の確保

緊急時対策要員から緊急時対策本部への報告，緊急時対策本部から緊急時対策要員への指示は，通常の通信連絡設備（所内通信連絡設備及び電力保安通信用電話設備）が使用できない場合でも，無線通信設備，衛星電話設備等の通信連絡設備にて実施することが可能であり，屋外作業への影響はない。

夜間における屋外のアクセスルート通行時には，重機・車両に搭載されている照明，ヘッドライト，懐中電灯，LEDライト等の照明設備を使用することが可能であり，屋外作業への影響はない。（別紙(16)参照）

c. 作業の成立性

緊急時対策所～保管場所～2号炉までのアクセスルートについて，仮復旧なしで可搬型設備（車両）の通行が可能であることから，有効性評価における作業の成立性に影響を与えない。

地震時に重大事故等対処を実施するためのアクセスルートは，地震の影響を受けないルートが確保でき，第4-17表に示すとおり，有効性評価の想定時間が最も厳しい重要事故シーケンスの要求時間内での作業が可能である。

以下に重要事故シーケンスにおける可搬型設備を用いた屋外作業の成立性の評価条件を示す。

(a) 以下の屋外作業について成立すること。

- ・ 低圧原子炉代替注水系（可搬型）準備操作

- ・原子炉補機代替冷却系準備操作（資機材配置及びホース敷設起動及び系統水張り）
  - ・格納容器代替スプレイ系（可搬型）準備操作
  - ・燃料プールスプレイ系（可搬型スプレイノズル）による燃料プール注水
  - ・輪谷貯水槽（西1／西2）から低圧原子炉代替注水槽への補給
  - ・燃料補給準備
  - ・可搬式窒素供給装置準備
- (b) 作業の起点となる緊急時対策要員の出発点は緊急時対策所とする。
- (c) 可搬型設備は、緊急時対策所から離れている第3保管エリア及び第4保管エリアから出動する。

第4-17表 屋外作業の成立性評価結果

作業名	アクセス ルート 復旧時間①	移動時間※ <sup>1</sup> ②	作業時間 ③	有効性評価 想定時間※ <sup>2</sup>	評価結果 (①+②+③)
低圧原子炉代替注水系（可搬型）準備操作	0分	28分	1時間13分	2時間20分	○ (1時間41分)
原子炉補機代替冷却系準備操作（資機材配置及びホース敷設起動及び系統水張り）	0分	32分	5時間9分	7時間40分	○ (5時間41分)
格納容器代替スプレイ系（可搬型）準備操作	0分	28分	1時間13分	2時間30分	○ (1時間41分)
燃料プールの燃料プールの注水	0分	28分	1時間57分	3時間10分	○ (2時間25分)
輪谷貯水槽（西1/西2）から低圧原子炉代替注水槽への補給	0分	28分	1時間13分	2時間30分	○ (1時間41分)
燃料補給準備	0分	28分	1時間44分	2時間30分	○ (2時間12分)
可搬式窒素供給装置準備	0分	32分	1時間10分	12時間	○ (1時間42分)

※1 緊急時対策所から保管場所までの移動時間を記載

※2 重要事故シナリケンスごとに有効性評価の想定時間が異なる場合には、最短の想定時間を記載

保管場所及び屋外のアクセスルートが斜面の地震時の安定性評価について

## <目 次>

1. 評価概要
2. 評価フロー
3. 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網羅的な抽出
  - 3.1 離隔距離の考え方
  - 3.2 他の条文で評価を行う斜面との関連性
4. 液状化範囲の検討
  - 4.1 液状化範囲の検討フロー
  - 4.2 2号炉南側盛土斜面
  - 4.3 33m盤盛土斜面
  - 4.4 才津谷土捨場盛土斜面
5. 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
6. 評価対象断面の選定及びすべり安定性評価
  - 6.1 評価フロー（詳細）
  - 6.2 選定方法
  - 6.3 グループA（岩盤斜面，法尻標高 T.P. +15m 以下）
  - 6.4 グループB（盛土斜面，法尻標高 T.P. +15m 以下）
  - 6.5 グループC（岩盤斜面，法尻標高 T.P. +33～50m）
  - 6.6 グループD（盛土斜面，法尻標高 T.P. +88m）
  - 6.7 対策工（切取）を実施した斜面
  - 6.8 対策工（抑止杭）を実施した斜面
7. その他の検討
  - 7.1 鉄塔が設置されている斜面の安定性評価
  - 7.2 岩盤斜面と盛土斜面の同時崩壊検討
  - 7.3 応力状態を考慮した検討
  - 7.4 対策工（抑止杭）に関する詳細検討

（参考-1） 評価対象斜面の選定理由（詳細）

（参考-2） すべり安定性評価の基準値の設定について

## 1. 評価概要

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、その適合状況を第1-1表に示す。

第1-1表 保管場所及びアクセスルートに関する要求事項とその適合状況

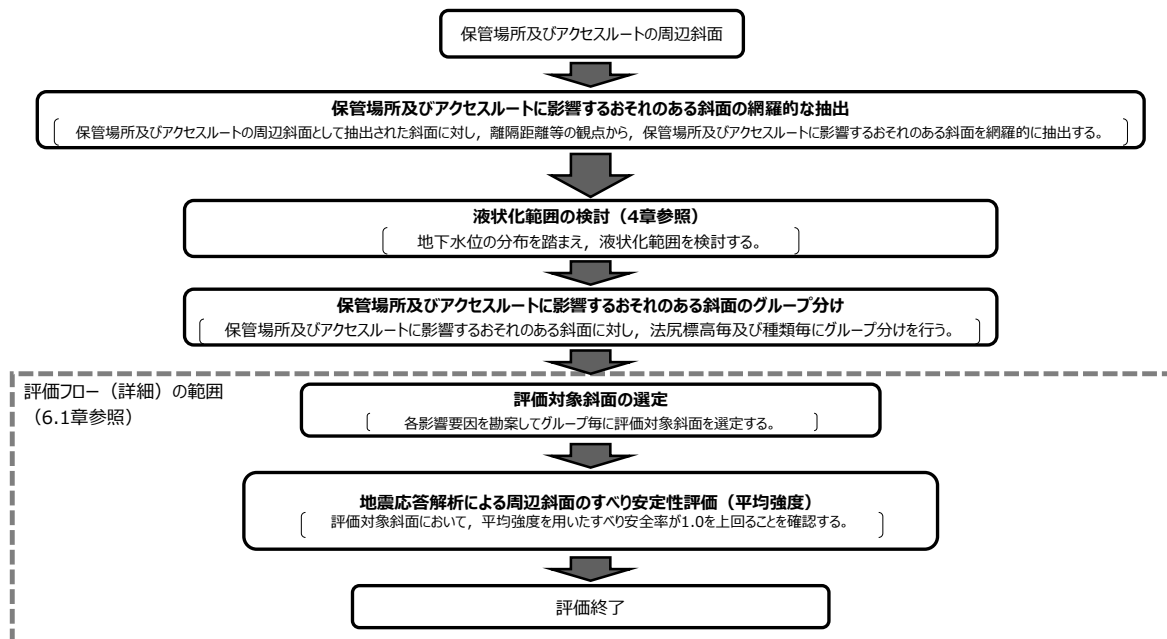
設置許可基準規則第四十三条（重大事故等対処設備）

	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保する。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場合は、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。

## 2. 評価フロー

保管場所及びアクセスルート斜面の地震時の安定性評価のフローを第2-1図に示す。



第2-1図 評価フロー（全体概要）

3. 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。なお、斜面の抽出にあたっては、鉄塔が設置されている斜面を含め、網羅的な抽出を行っている。



第 3.1-1 図 保管場所等に影響を及ぼすおそれのある斜面の平面位置図

### 3.1 離隔距離の考え方

離隔距離については、『土木学会（2009）： 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』，JEAG4601-2015，及び『宅地防災マニュアルの解説： 宅地防災マニュアルの解説[第二次改訂版][Ⅱ]，[編集]宅地防災研究会，2007』に基づき，岩盤斜面（自然斜面，切取斜面）は，法尻から「斜面高さ×1.4 倍以内」若しくは「50m」，盛土斜面は，法尻から「斜面高さ×2.0 倍以内」若しくは「50m」とした。

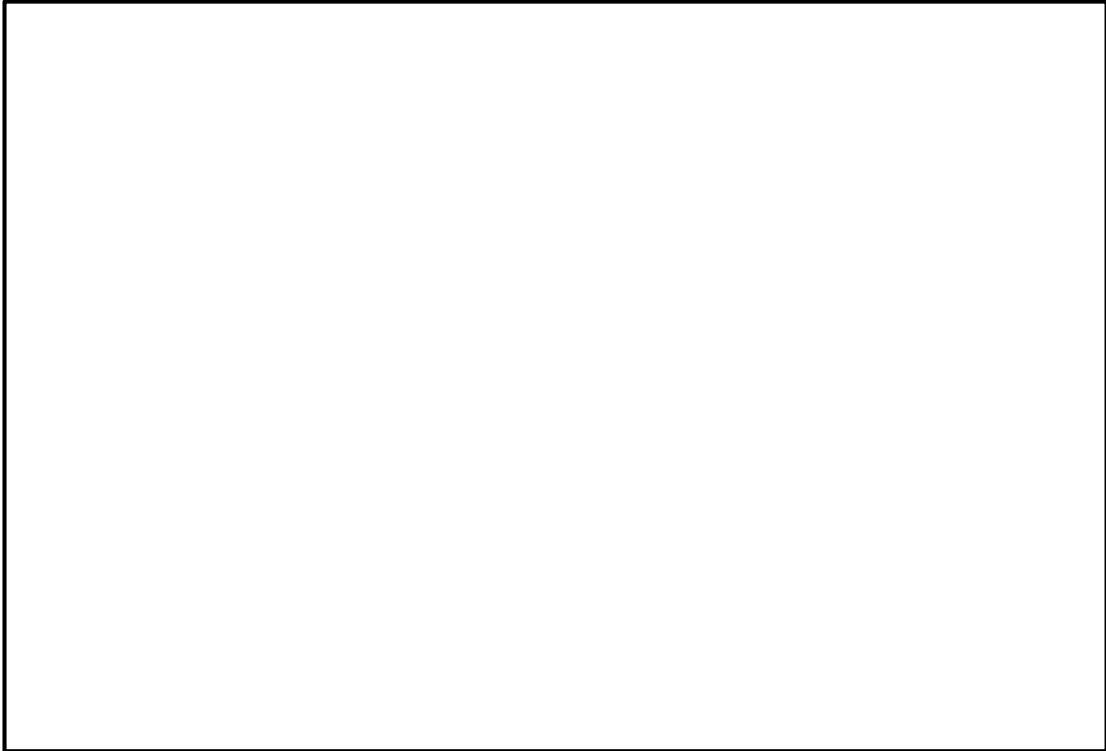
抽出結果を第 3.1-1 図に示す。なお，地滑り地形②が示される盛土斜面に関しては，離隔距離が確保できており，保管場所及びアクセスルートへ影響がない。

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。



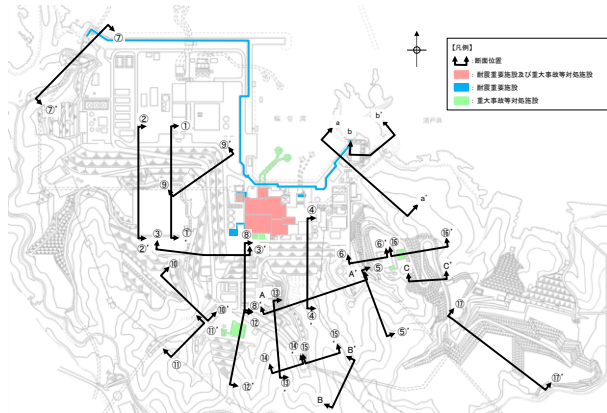
### 3.2 他の条文で評価を行う斜面との関連性

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を第3.2-1図に示す。また、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第3.2-2図に示す。



第3.2-1図 斜面位置図（保管場所及びアクセスルート）

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。



斜面位置図（耐震重要施設及び重大事故等対策施設(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 重大事故等対策施設は、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構
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

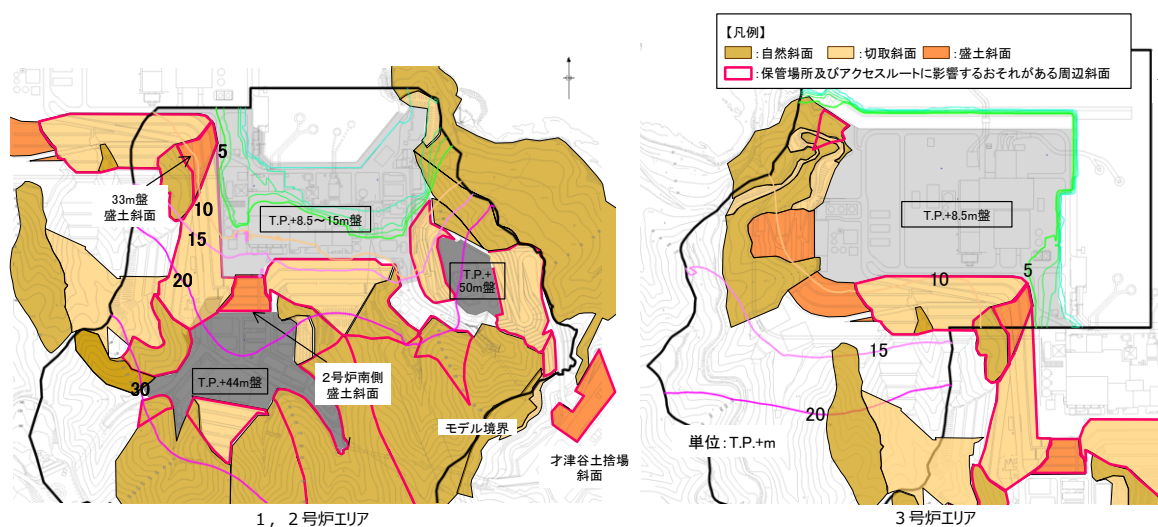
※1 「島根原子力発電所2号炉 耐震重要施設及び常設重大事故等対策施設の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価について」  
 ※2 「島根原子力発電所2号炉 地震による損傷の防止（耐震設計の論点）[上位クラス施設への下位クラス施設の波及的影響]」

第3.2-2図 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他の条文の斜面との関連

#### 4. 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（第4-1図）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) より十分低いが、念のため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。



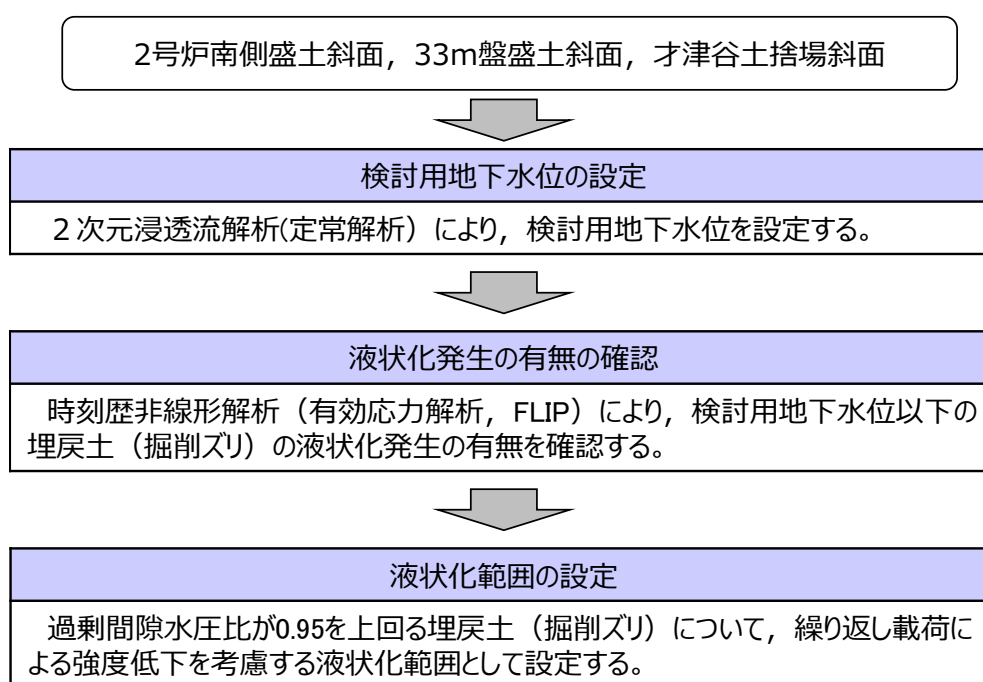
第4-1図 3次元浸透流解析結果（定常解析）の等水位線図

#### 4.1 液状化範囲の検討フロー

液状化範囲の検討フローを第 4.1-1 図に示す。

盛土斜面の液状化範囲の設定方法は、「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」において 2 号炉南側盛土斜面を対象に実施した方法と同様に設定した。

なお、時刻歴非線形解析（有効応力解析，FLIP）による液状化発生の有無の確認を行わない場合は、保守的に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。



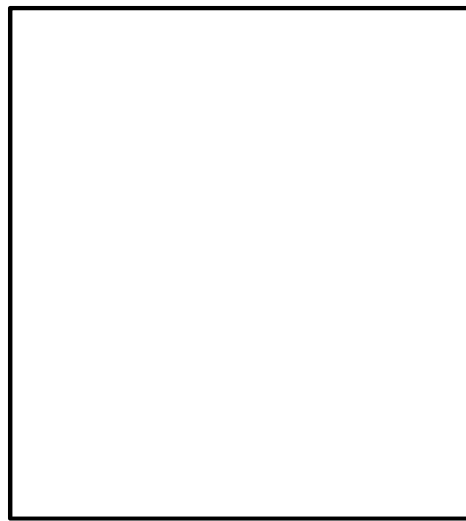
第 4.1-1 図 液状化範囲の検討フロー

#### 4.2 2号南側盛土斜面

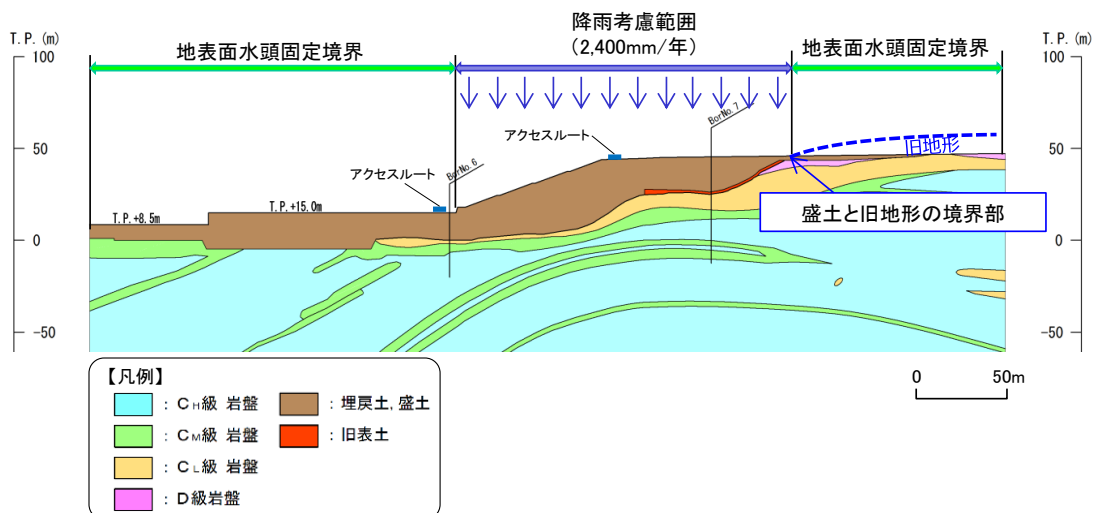
2号炉南側盛土斜面の液状化影響検討用地下水位を設定するため、2次元浸透流解析（定常解析）を実施する。

解析モデル及び解析条件は、第4.2-1図、第4.2-2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 盤の盛土と旧地形の境界部において、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。



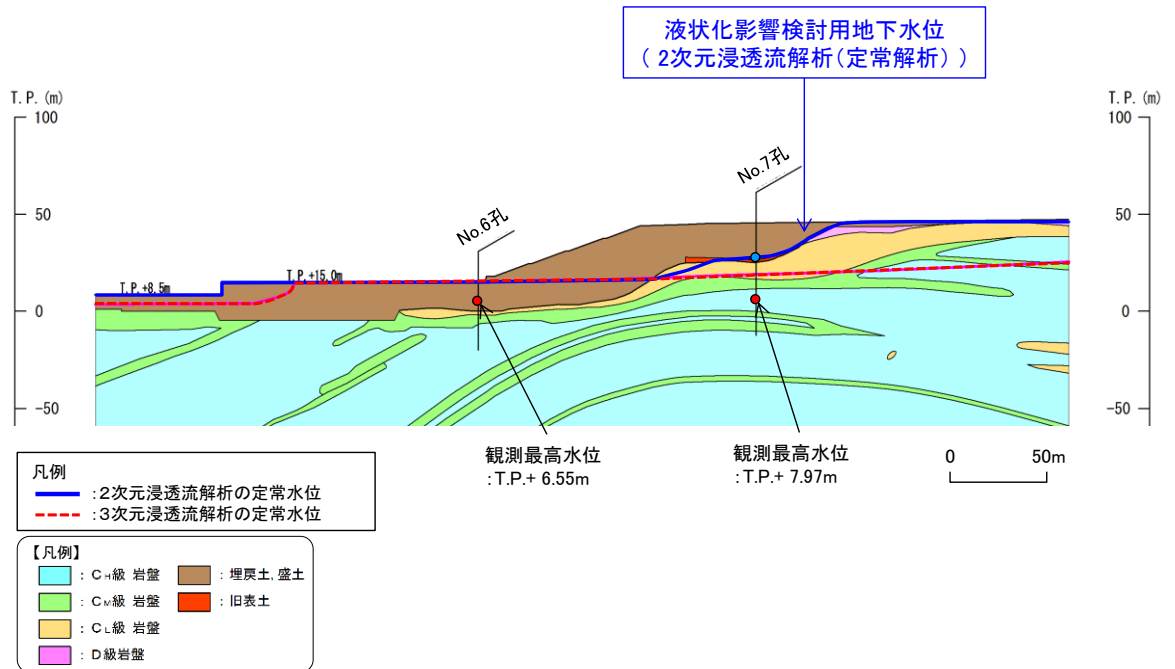
第 4.2-1 図 2号南側盛土斜面の断面位置図



第 4.2-2 図 2次元浸透流解析（定常解析）の解析条件

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。

2次元浸透流解析による検討用地下水位を第4.2-3図に示す。2次元浸透流解析の結果を踏まえ、液状化発生の有無を確認するために実施する有効応力解析における検討用地下水位を設定した。



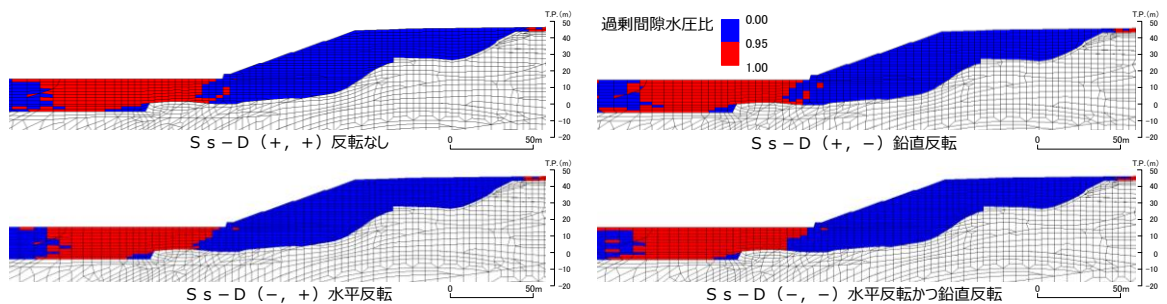
第4.2-3図 2次元浸透流解析による検討用地下水位

2号炉南側盛土斜面は、常設重大事故等対処施設の周辺斜面であることを踏まえ、有効応力解析による液状化発生の有無の確認を行っている。

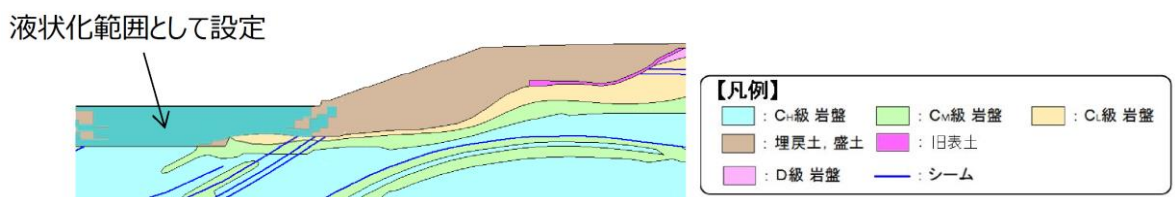
検討用地下水位を用いた有効応力解析結果を踏まえ、過剰間隙水圧比が0.95以上となる地盤要素を、繰り返し载荷による強度低下を考慮する液状化範囲として設定する。

検討条件として、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。なお、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分布図を第4.2-4図、包絡するように設定した液状化範囲の分布図を第4.2-5図に示す。



第4.2-4図 各地震動方向における最大過剰間隙水圧分布図



第4.2-5図 液状化範囲の分布図

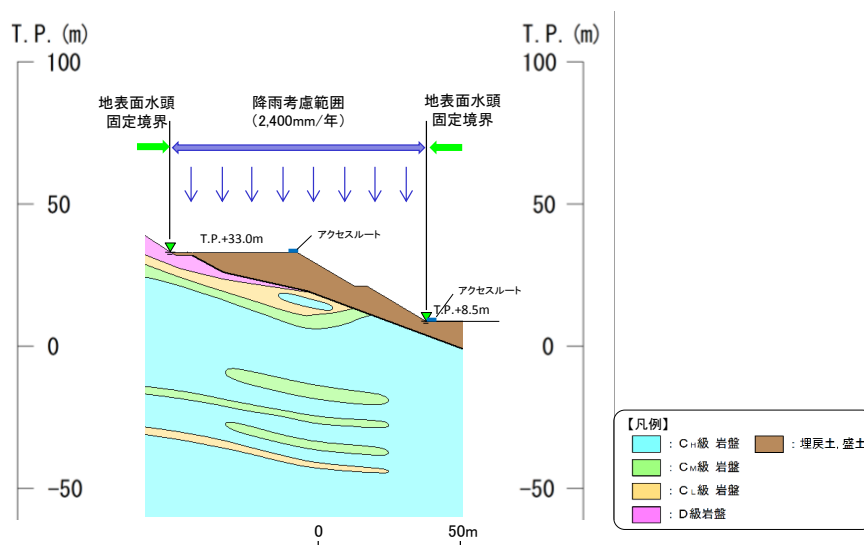
#### 4.3 33m盤盛土斜面

33m盤盛土斜面の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。

解析モデル及び解析条件は、第4.3-1図、第4.3-2図のとおりとし、保守的な条件となるよう、T.P. +8.5m盤及び上流側の盛土と地山の境界部において、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降雨条件2,400mm/年を考慮する。



第4.3-1図 33m盤盛土斜面の断面位置図

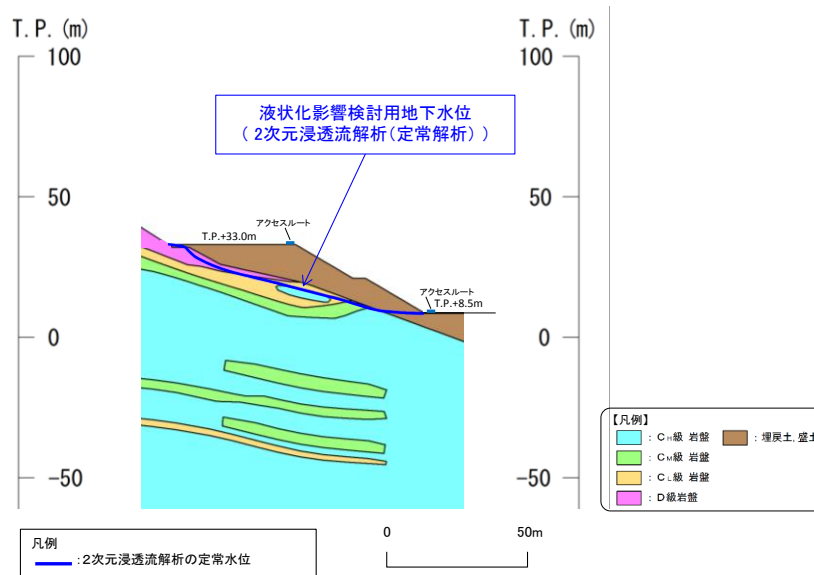


第4.3-2図 2次元浸透流解析（定常解析）の解析条件

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。



2次元浸透流解析による検討用地下水位を第4.3-3図に示す。2次元浸透流解析の結果、盛土斜面内に地下水位が認められない。液状化範囲の設定に当たっては、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。

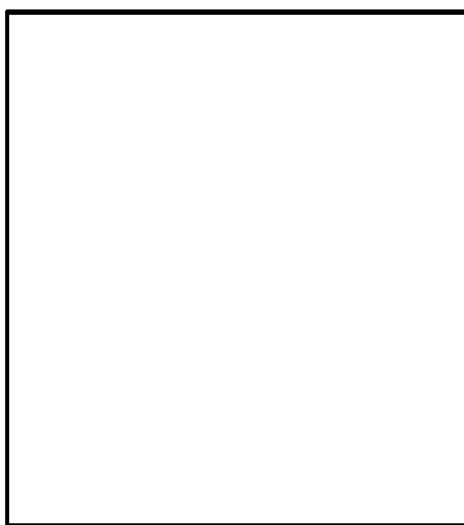


第4.3-3図 2次元浸透流解析による検討用地下水位

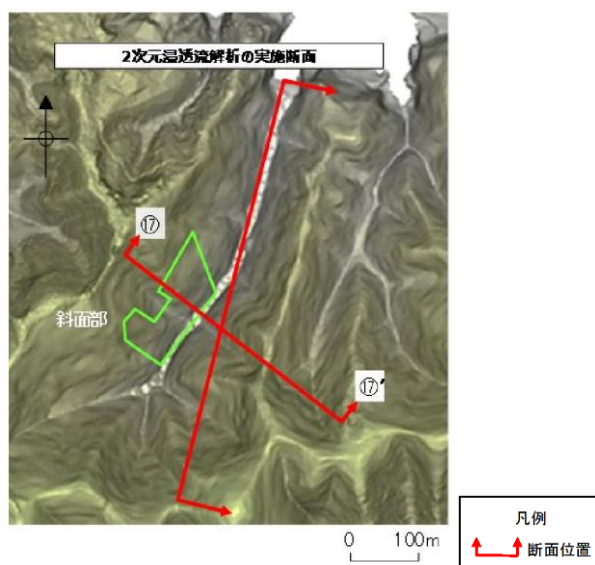
#### 4.4 才津谷土捨場盛土斜面

才津谷土捨場については、防波壁や地盤改良等、地下水位の流れを遮断する設備がないことから、地下水位が上昇する恐れはないと考えられるが、念のため、土捨場造成前の旧地形より地下水の流下方向を踏まえ、谷方向の断面を対象に2次元浸透流解析（定常解析）を実施し、⑰-⑰'断面における検討用地下水位を設定する。

解析モデルは第4.4-1図～第4.4-3図に示すとおり、保守的な条件となるよう、下流側の法尻部及び上流側の盛土と地山の境界部において、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降雨条件2,400mm/年を考慮する。



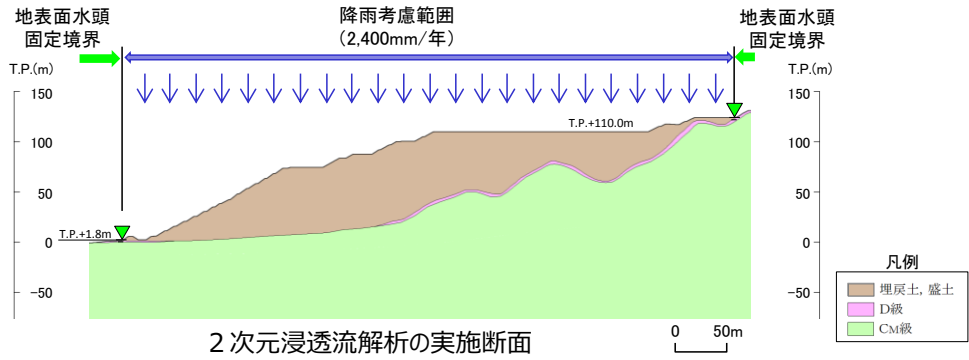
第4.4-1図 才津谷土捨場断面位置図



第4.4-2図 土捨場造成前の地形立体図※

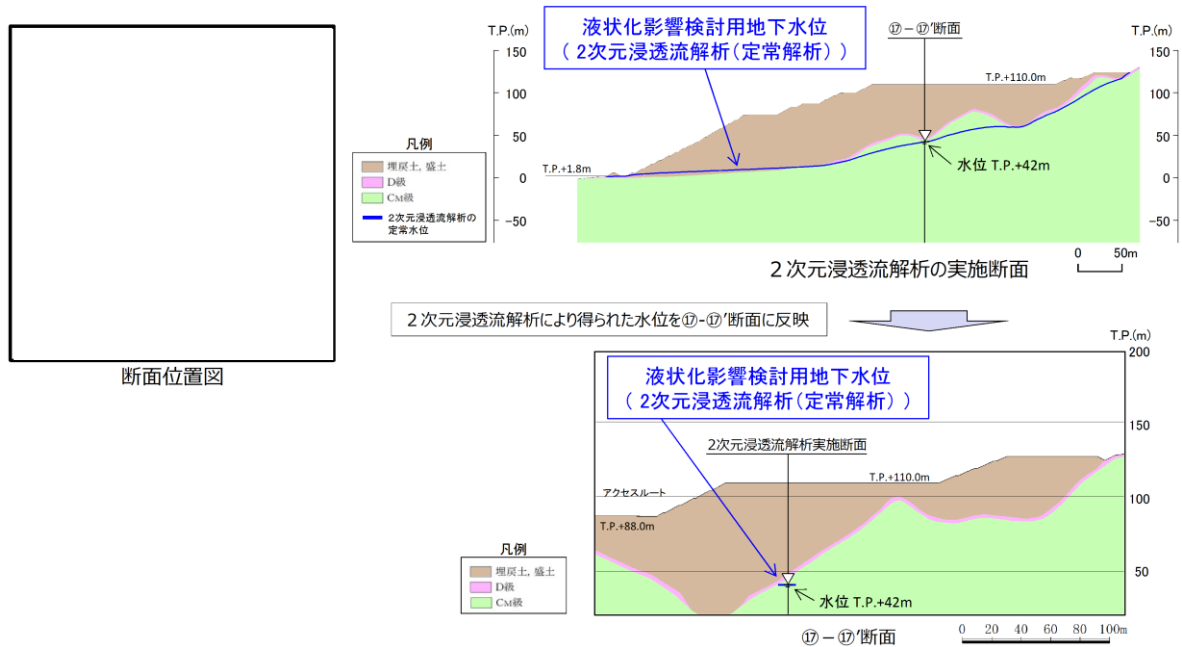
※航空レーザー測量で取得した2mメッシュのDEMデータに、空中写真により取得した旧地形のDEMデータを合成して作成したもの。

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。



第 4.4-3 図 2次元浸透流解析（定常解析）の解析条件

2次元浸透流解析による検討用地下水位を第 4.4-4 図に示す。2次元浸透流解析の結果、すべり安定性評価対象断面位置における地下水位は、T.P.+42m となり、法尻部の標高（T.P.+88m）よりも十分低いことを確認した。当該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は考慮しない。



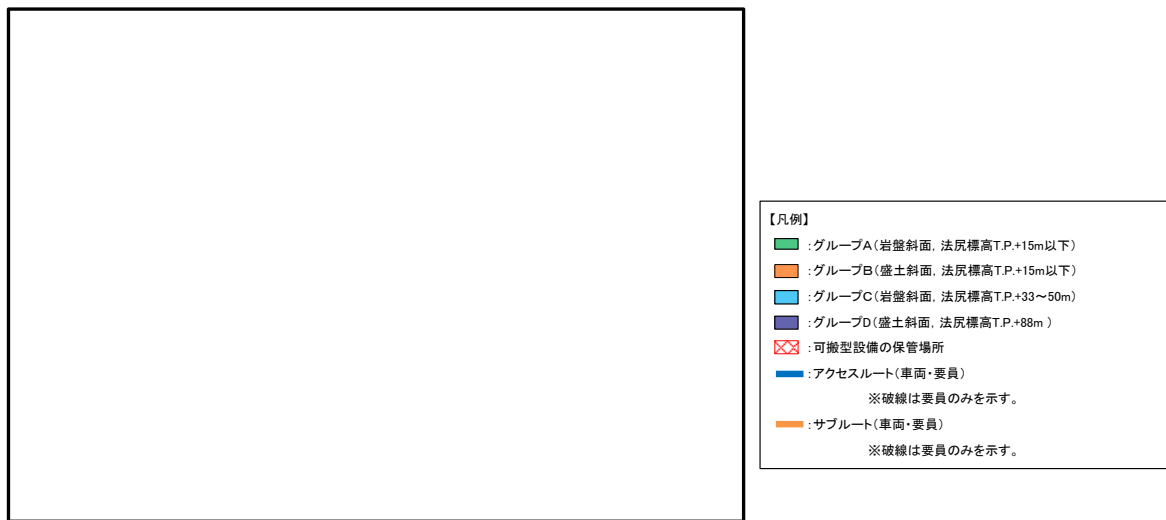
第 4.4-4 図 2次元浸透流解析による検討用地下水位  
 (上図：2次元浸透流解析の実施断面，下図：⑰-⑰'断面)

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。

5. 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. +33 ~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. +33~50m）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。分類結果を第 5-1 図に示す。



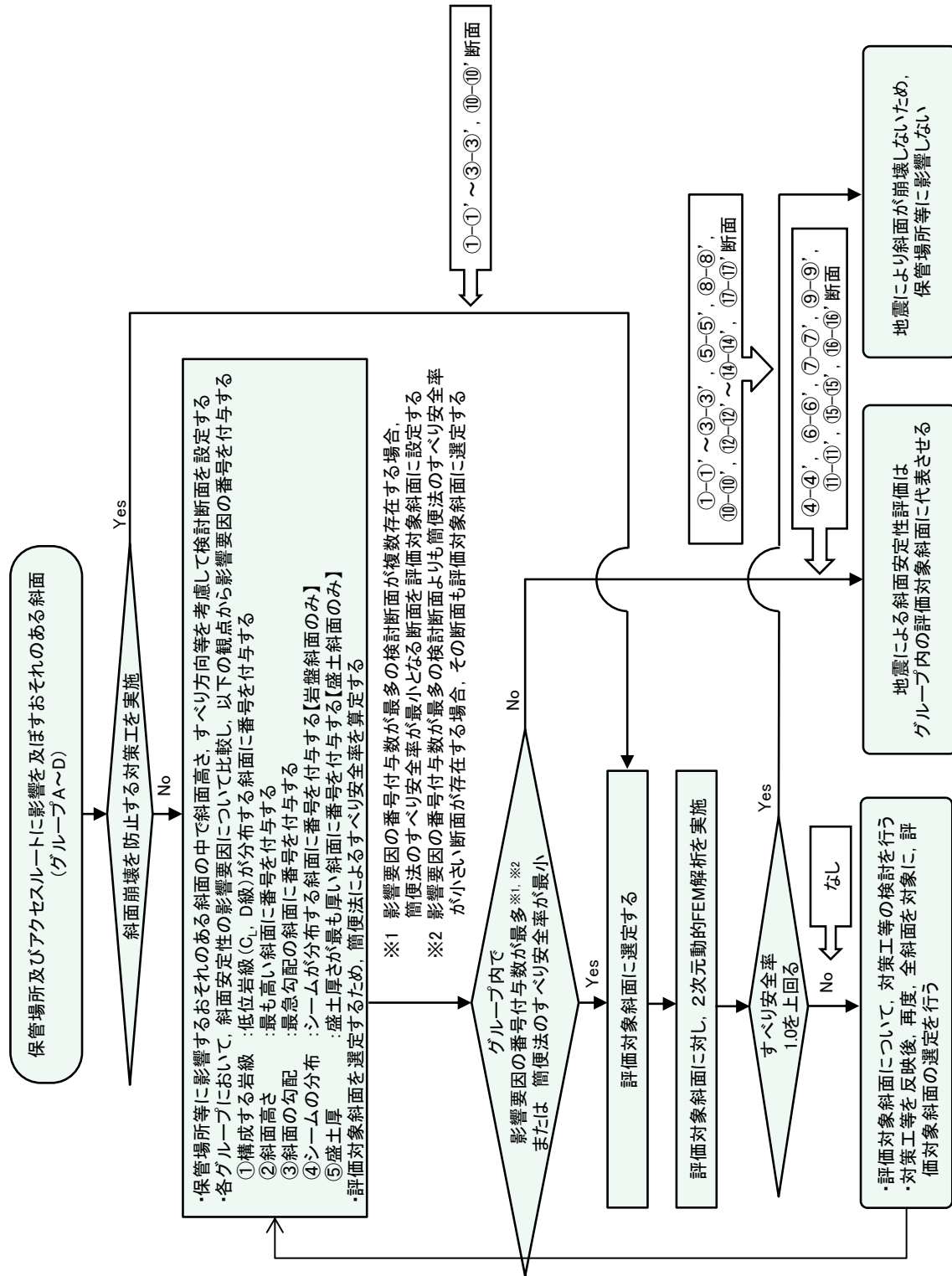
第 5-1 図 グループ A～D の平面位置図

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。

## 6. 評価対象斜面の選定

### 6.1 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、「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」と同様に、第6.1-1図に示すフローに基づき行う。（断面位置は、第6.3-1図、第6.4-1図、第6.5-1図、第6.6-1図、第6.7-1図、第6.8-1図を参照）



第 6.1-1 図 保管場所等の評価対象斜面のすべりに対する安定性評価のフロー

## 6.2 選定方針

評価対象斜面については、5章で分類したグループ毎に、すべり安全率が厳しくなると考えられる「影響要因」（①構成する岩級、②斜面高さ、③斜面の勾配、④シームの分布の有無、⑤盛土厚）の観点から比較を行い、影響要因の番号を付与した。影響要因の番号付与数及び簡便法のすべり安全率により定量的に比較検討し、評価対象斜面を選定した。簡便法は、JEAG4601-2015に基づき、静的震度  $K_H=0.3$ 、 $K_V=0.15$  を用いた。

選定結果を6.3～6.8章に示す。

影響要因の検討においては、第6.2-1図に示す位置における既往の地質調査結果（『島根原子力発電所2号炉 敷地の地質・地質構造』の審査で説明済）を踏まえて実施した。

### 6.2.1 基準地震動 $S_s$ による2次元動的FEM解析

評価対象斜面に選定された保管場所・アクセスルートの周辺斜面及び敷地下斜面について、基準地震動  $S_s$  によるすべり安定性評価を実施する。

### 6.2.2 地震応答解析手法

評価対象斜面の解析断面について、基準地震動  $S_s$  に対する地震応答解析を二次元動的有限要素法により行う。地震応答解析は周波数応答解析手法を用い、等価線形化法により土質材料の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。

地震時の応力は、静的解析による常時応力と地震応答解析による地震時増分応力を重ね合わせるにより算出する。常時応力は地盤の自重計算により求まる初期応力を考慮し、動的応力は水平地震動及び鉛直地震動による応答の同時性を考慮して求める。

地震応答解析に用いたコードを第6.2-1表に示す。

第6.2-1表 斜面の解析に用いたコード

静的解析	地震応答解析
s-stan	ADVANF/Win
Ver. 20_SI	Ver. 4.0

### 6.2.3 解析用物性値

解析用物性値は、「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ついて」の物性値を用いる。

### 6.2.4 解析モデルの設定

解析モデルは「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」と同様、以下のとおり設定した。

a. 地盤のモデル化

地盤は平面ひずみ要素でモデル化する。シームはジョイント要素でモデル化する。

b. 地下水位

解析用地下水位は、保守的に地表面に設定する。

c. 減衰特性

JEAG4601-2015に基づき、岩盤の減衰を3%に設定する。

#### 6.2.5 評価基準値の設定

すべり安定性評価では、水平動・鉛直動を同時に考慮した基準地震動  $S_s$  に対する動的解析により、評価対象斜面の最小すべり安全率が評価基準値 1.0 を上回ることを確認する。（評価基準値を 1.0 とした根拠は、本資料末尾の参考-2を参照）

すべり安全率は、想定したすべり面上の応力状態をもとに、すべり面上のせん断抵抗力の和をすべり面上のせん断力の和で除して求める。

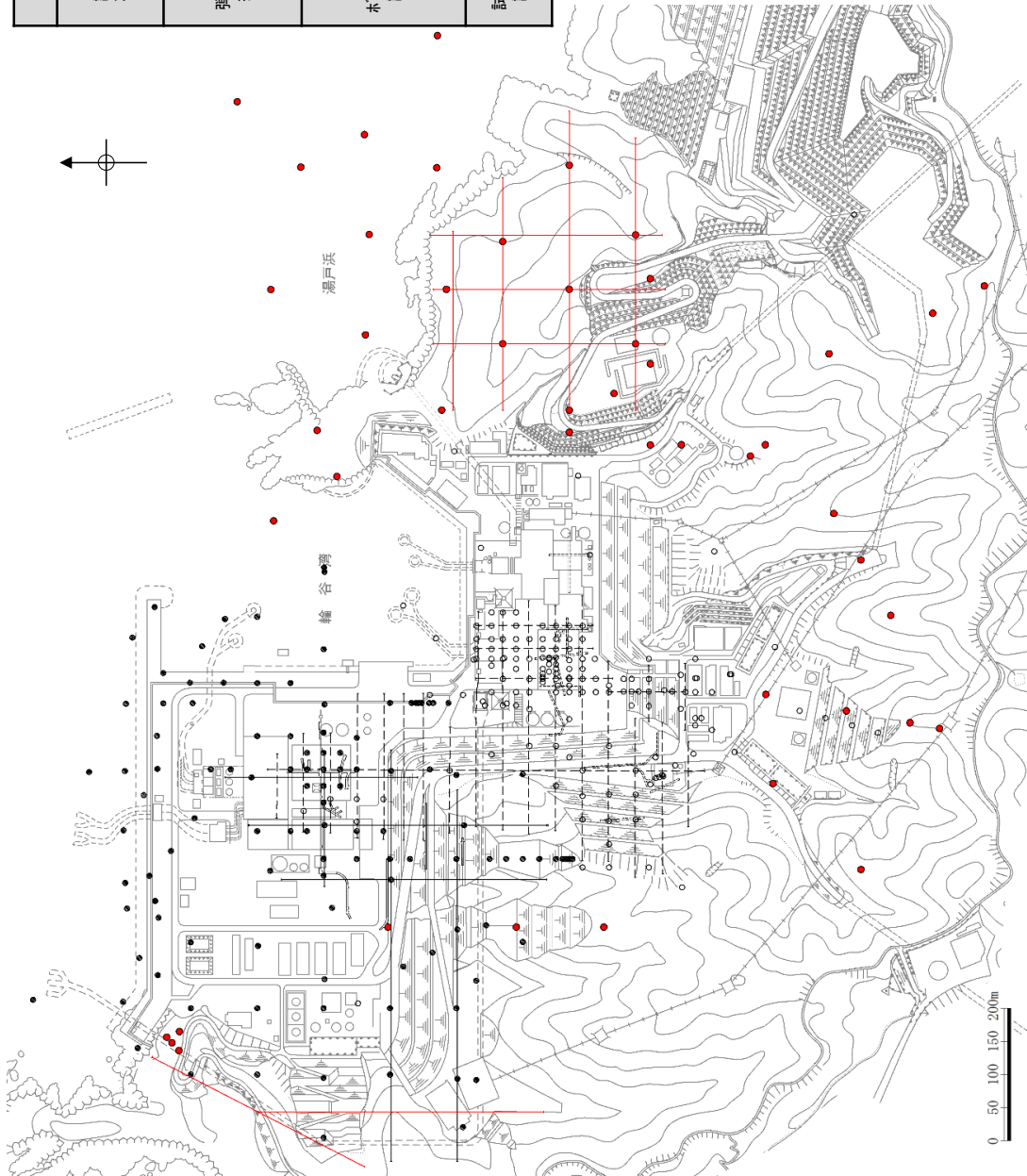
引張応力が発生した要素については、すべり面に対して直応力が引張応力の場合には強度を 0 とし、圧縮応力の場合は残留強度を用いる。また、せん断強度に達した要素では残留強度を用いる。

想定すべり面は、「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ついて」と同様の方法により設定する。

#### 6.2.6 入力地震動の策定

入力地震動の策定は、「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ついて」と同様に行う。なお、敷地毎に震源を特定して策定する地震動による基準地震動  $S_s$ -F1 及び  $S_s$ -F2 については、応答スペクトル手法による基準地震動  $S_s$ -D に包絡されるため、検討対象外とする。





調査数量一覧表				
調査項目	1・2号炉調査他 1988～1992年度 2006～2008年度	3号炉調査 1995～2002年度	その他調査 1995年度 2007～2008年度 2011～2015年度 2019年度	合計
弾性波 探査	5,600m (24測線)	2,520m (6測線)	3,320m (9測線)	11,440m (39測線)
	8,120m (30測線)			
ボーリング 調査	156孔 (延9,230m)	113孔 (延12,298m)	47孔 (延4,907m)	315孔 (延26,430m)
	268孔 (延21,523m)			
試験坑 調査	840m	930m	—	1,770m
	1,770m			

凡例

- 1・2号炉調査他ボーリング位置
- 3号炉調査ボーリング位置
- その他調査ボーリング位置
- 1・2号炉調査他弾性波探査測線
- 3号炉調査弾性波探査測線
- その他調査弾性波探査測線
- 1・2号炉調査試験坑・試験坑
- 3号炉調査試験坑・試験坑

第 6.2-1 図 既往の地質調査位置図

### 6.3 グループA（岩盤斜面，法尻標高 T.P. +15m 以下）

第 6.3-1 図に示すとおり，各斜面の代表断面として④-④' 断面～⑦-⑦' 断面の 4 断面を作成し，この中から評価対象斜面を選定した。

④-④' 断面～⑦-⑦' 断面は，各斜面において，最も斜面高さが高くなり，最急勾配方向となるように断面位置を設定した。なお，自然斜面の断面位置は，風化層が厚くなる尾根部を通るようにした。



第 6.3-1 図 グループ A（岩盤斜面，法尻標高 T.P. +15m 以下）の斜面の断面位置図

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。

第6.3-1表に示すとおり、第6.3-2図に示す岩盤で構成される斜面の④-④'断面～⑦-⑦'断面について比較検討した結果、⑤-⑤'断面の影響要因の番号付与数が多いこと、及び簡便法の最小すべり安全率が小さいことから、当該斜面を評価対象斜面に選定した（各断面の比較検討結果及び評価対象斜面の選定根拠の詳細は参考-1を参照）。

また、④-④'断面は、評価対象斜面と比較し、該当する影響要因の付与数が同数であること、及び簡便法の最小すべり安全率が同程度であることから、耐震重要施設等の周辺斜面における評価結果を示す。

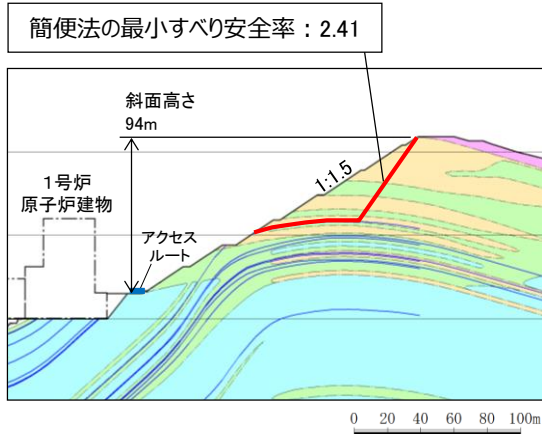
基準地震動  $S_s$  による2次元動的FEM解析結果を第6.3-3図に示す。全ての評価対象斜面において、最小すべり安全率（平均強度）が評価基準値1.0を上回っており、安定性を有することを確認した。

第6.3-1表 グループA（岩盤斜面、法尻標高T.P.+15m以下）の評価対象斜面の選定結果

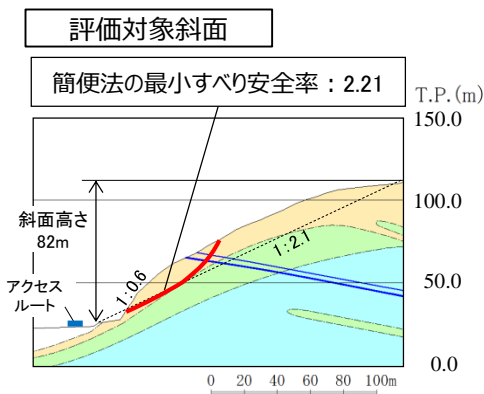
保管場所・アクセスルートに影響するおそれのある斜面	影響要因				該当する影響要因	簡便法の最小すべり安全率	選定理由	耐震重要施設等の周辺斜面における検討断面*
	【影響要因①】構成する岩級	【影響要因②】斜面高さ	【影響要因③】斜面の勾配	【影響要因④】シームの分布の有無				
④-④'	$C_H, C_M, C_L$ 級	94m	1:1.5	あり:7条	①, ②, ④	2.41	⑤-⑤'断面に比べ、斜面高さが高いが、勾配が緩いこと、及び簡便法の最小すべり安全率が大きいことから、⑤-⑤'断面の評価に代表させる。	○
評価対象斜面に選定	$C_H, C_M, C_L$ 級	82m	1:2.1 (一部、 $C_L$ 級で1:0.6の急勾配部あり)	あり:3条	①, ③, ④	2.21	$C_L$ 級岩盤が分布すること、一部1:0.6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。	-
⑥-⑥'	$C_H, C_M, C_L$ 級	32m	1:1.1, 1:1.5	あり:4条	①, ③, ④	4.98	⑤-⑤'断面に比べ、斜面高さが低いこと、及び簡便法の最小すべり安全率が大きいことから、⑤-⑤'断面の評価に代表させる。	-
⑦-⑦'	$C_H, C_M, C_L, D$ 級	76m	1:2.9	なし	①	2.43	⑤-⑤'断面に比べ、 $D$ 級岩盤が分布するが、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、⑤-⑤'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

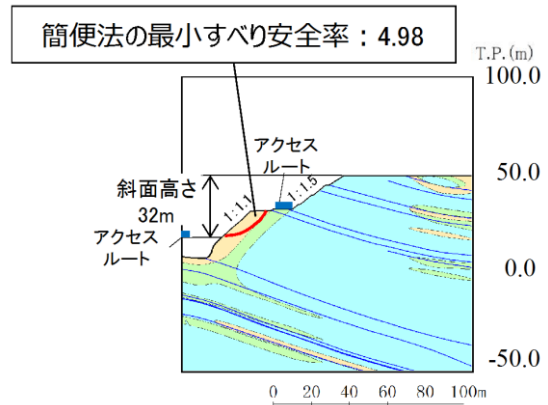
※「島根原子力発電所2号炉 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価について」



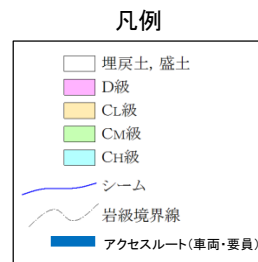
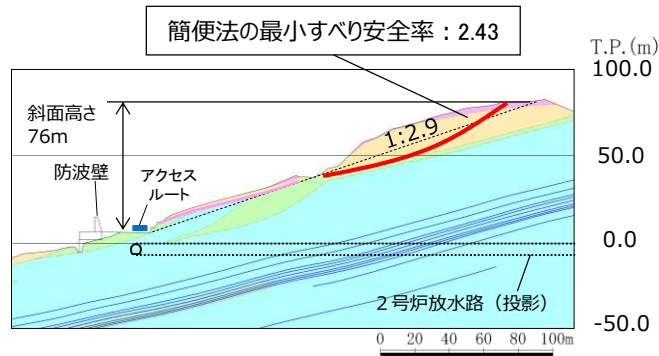
④—④' 断面



⑤—⑤' 断面



⑥—⑥' 断面

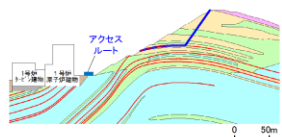
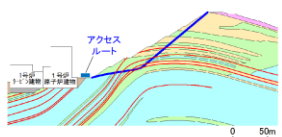
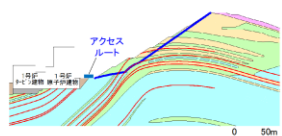
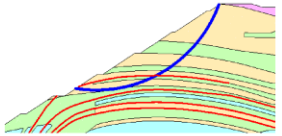


※「防波壁及び1号放水連絡通路防波扉の周辺斜面の安定性評価」  
 (令和2年2月28日審査会合)で説明した礫質土・粘性土の切取を反映済

⑦—⑦' 断面

第 6.3-2 図 グループ A (岩盤斜面, 法尻標高 T.P.+15m 以下) の斜面の地質断面図

・④-④' 断面 平均強度でのすべり安全率

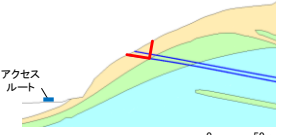
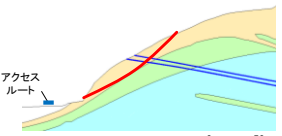
	すべり面形状	基準地震動 <sup>※1</sup>	最小すべり安全率 <sup>※2</sup>		すべり面形状	基準地震動 <sup>※1</sup>	最小すべり安全率 <sup>※2</sup>
1	 <p>シーム沿いのすべり面 (法尻からシームを通して斜面中腹に抜けるすべり面)</p>	Ss-D (+,-)	1.62 [14.63]	3	 <p>シーム沿いのすべり面 (法尻からシームを通して、法尻のC<sub>w</sub>級とC<sub>c</sub>級の岩級境界付近のC<sub>c</sub>級岩盤内を通過して法尻に抜けるすべり面)</p>	Ss-N1 (-,+)	1.56 [7.45]
2	 <p>シーム沿いのすべり面 (法尻からシームを通して、法尻のC<sub>w</sub>級とC<sub>c</sub>級の岩級境界付近のC<sub>c</sub>級岩盤内を通過して法尻に抜けるすべり面)</p>	Ss-N1 (-,+)	1.66 [7.45]	4	 <p>簡便法により設定したすべり面</p>	Ss-D (-,+)	1.57 [19.15]

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+ )は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。  
 ※2 [ ]は、発生時刻(秒)を示す。

【凡例】

- : C<sub>w</sub>級岩盤
- : C<sub>w</sub>級岩盤
- : C<sub>c</sub>級岩盤
- : D級岩盤
- : 埋戻土、盛土
- : シーム
- : すべり面
- : 最小すべり安全率

・⑤-⑤' 断面 平均強度でのすべり安全率

	すべり面形状	基準地震動 <sup>※1</sup>	最小すべり安全率 <sup>※2</sup>		すべり面形状	基準地震動 <sup>※1</sup>	最小すべり安全率 <sup>※2</sup>
1	 <p>シーム沿いのすべり面 (C<sub>w</sub>級岩盤内及びシームを通過して斜面中腹に抜けるすべり面)</p>	Ss-N1 (+,+)	3.37 [7.46]	2	 <p>簡便法で設定したすべり面</p>	Ss-D (+,+)	2.48 [8.55]

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+ )は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。  
 ※2 [ ]は、発生時刻(秒)を示す。

【凡例】

- : C<sub>w</sub>級岩盤
- : C<sub>w</sub>級岩盤
- : C<sub>c</sub>級岩盤
- : 埋戻土、盛土
- : シーム
- : すべり面
- : 最小すべり安全率

第 6.3-3 図 グループ A (岩盤斜面, 法尻標高 T.P.+15m 以下) のすべり安定性評価結果

#### 6.4 グループB（盛土斜面，法尻標高 T.P.+15m 以下）

第 6.4-1 図に示すとおり，各斜面の代表断面として⑧-⑧' 断面，⑨-⑨' 断面の 2 断面を作成し，この中から評価対象斜面を選定した。

⑧-⑧' 断面，⑨-⑨' 断面は，各斜面において，最も斜面高さが高くなり，最急勾配方向となるように断面位置を設定した。



第 6.4-1 図 グループB（盛土斜面，法尻標高 T.P.+15m 以下）の斜面の断面位置図

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。

第6.4-1表に示すとおり、第6.4-2図に示す盛土で構成される斜面の⑧-⑧'断面及び⑨-⑨'断面について比較検討した結果、⑧-⑧'断面の影響要因の番号付与数が多いこと、及び簡便法の最小すべり安全率が小さいことから、当該斜面を評価対象斜面に選定した。（各断面の比較検討結果及び評価対象斜面の選定根拠の詳細は参考-1を参照）。

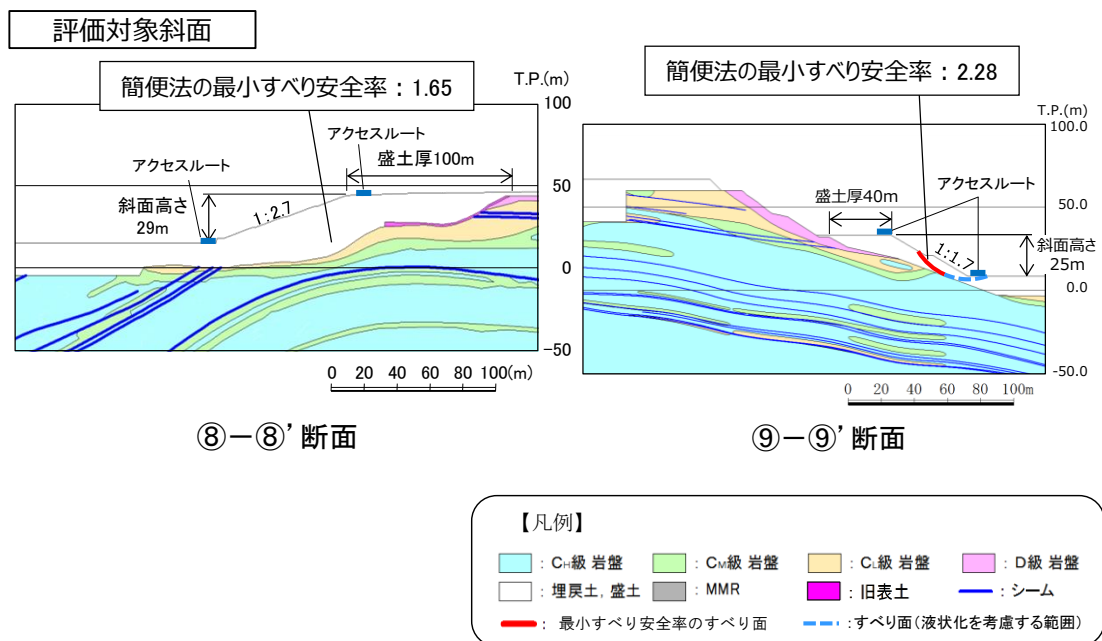
基準地震動S<sub>s</sub>による2次元動的FEM解析結果を第6.4-3図に示す。全ての評価対象斜面において、最小すべり安全率（平均強度）が評価基準値1.0を上回っており、安定性を有することを確認した。

第6.4-1表 グループB（盛土斜面、法尻標高T.P.+15m以下）の評価対象斜面の選定結果

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②】斜面高さ	【影響要因③】斜面の勾配	【影響要因⑤】盛土厚				
評価対象斜面に選定 ⑧-⑧'	29m	1:2.7	100m	②, ⑤	1.65	⑨-⑧'断面に比べ、盛土厚が厚いこと、斜面高さが高いこと、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。	○
⑨-⑨'	25m	1:1.7	40m	③	2.28	⑧-⑧'断面に比べ、勾配が急であるが、盛土厚が薄いこと、斜面高さが低いこと、及び簡便法の最小すべり安全率が大きいことから、⑧-⑧'断面の評価に代表させる。	-

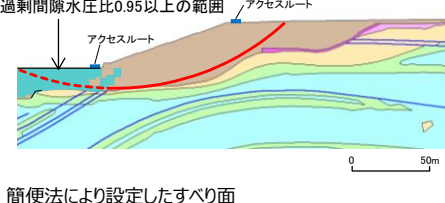
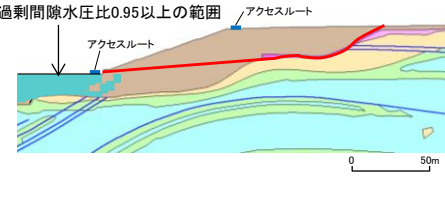
■：番号を付与する影響要因    ■：影響要因の番号付与数が多い（簡便法のすべり安全率が小さい）    ■：選定した評価対象斜面

※「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」










第6.4-2図 グループB（盛土斜面、法尻標高T.P.+15m以下）の斜面の地質断面図

・⑧-⑧' 断面 平均強度でのすべり安全率

	すべり面形状	基準地震動 <sup>※1</sup>	すべり安全率【平均強度】 <sup>※2</sup>
1	 <p>簡便法により設定したすべり面</p>	Ss-D (-,+)	1.61 [13.15]
2	 <p>弱層（旧表土）を通るすべり面</p>	Ss-N2 (NS) (+,+)	1.94 [24.43]

※1 基準地震動(-,+ )は水平反転を示す。  
 ※2 [ ]は、発生時刻(秒)を示す。

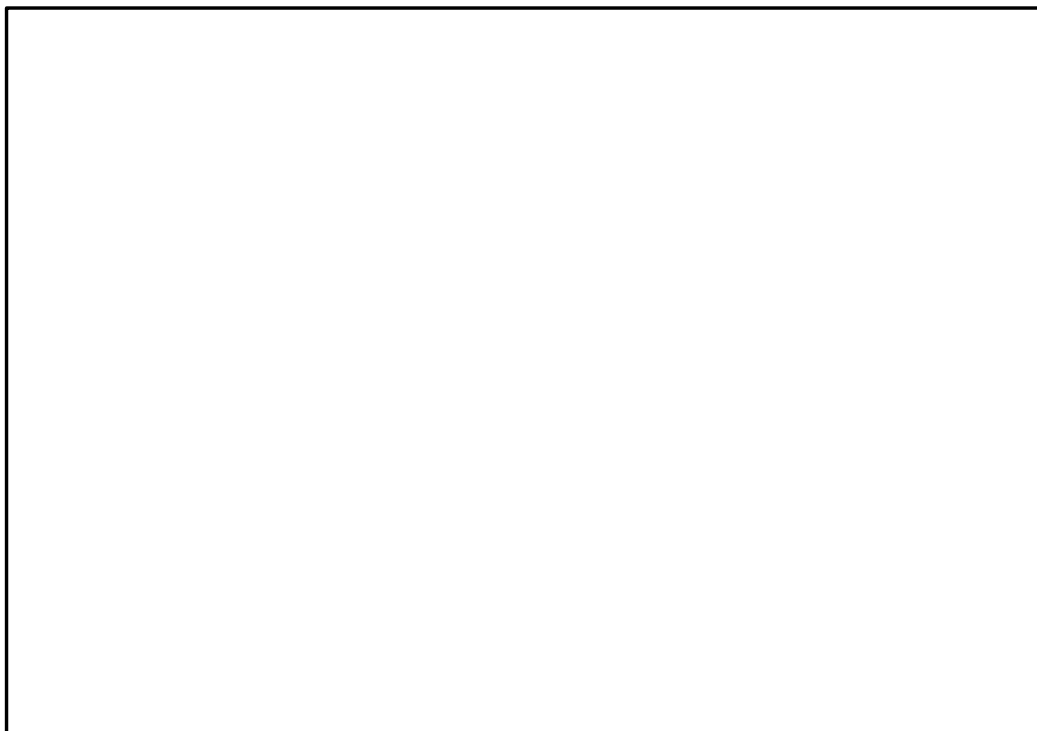
【凡例】					
	C <sub>1</sub> 級岩盤		C <sub>v</sub> 級岩盤		C <sub>2</sub> 級岩盤
	埋戻土、盛土		旧表土		シーム
					すべり面

第 6.4-3 図 グループ B（盛土斜面，法尻標高 T.P.+15m 以下）のすべり安定性評価結果



#### 6.5 グループC（岩盤斜面，法尻標高 T. P. +33～50m）

第 6.5-1 図に示すとおり，各斜面の代表断面として⑨-⑨' 断面，⑪-⑪' 断面～⑬-⑬' 断面の 7 断面を作成し，この中から評価対象斜面を選定した。⑨-⑨' 断面，⑪-⑪' 断面～⑬-⑬' 断面は，各斜面において，最も斜面高さが高くなり，最急勾配方向となるように断面位置を設定した。なお，自然斜面の断面位置は，風化層が厚くなる尾根部を通るようにした。



第 6.5-1 図 グループC（岩盤斜面，法尻標高 T. P. +33～50m）の斜面の断面位置図

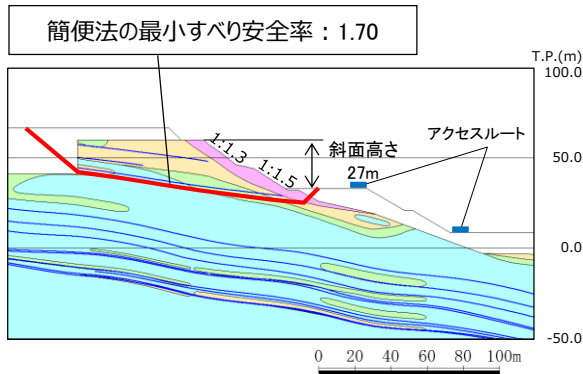
第 6.5-1 表に示すとおり、第 6.5-2 図に示す⑨-⑨' 断面、⑪-⑪' 断面～⑬-⑬' 断面について比較検討した結果、⑫-⑫' 断面～⑭-⑭' 断面の影響要因の番号付与数が多いこと、及び簡便法の最小すべり安全率が小さいことから、当該斜面を評価対象斜面に選定した（各断面の比較検討結果及び評価対象斜面の選定根拠の詳細は参考-1 を参照）。

基準地震動  $S_s$  による 2 次元動的 FEM 解析結果を第 6.5-3 図に示す。全ての評価対象斜面において、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。

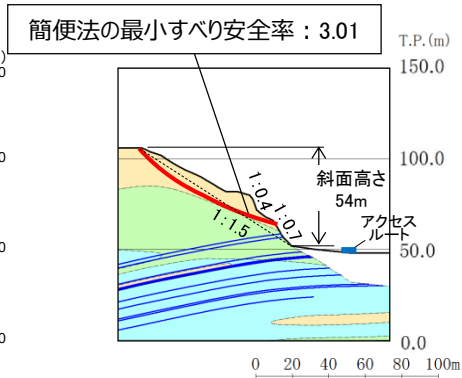
第 6.5-1 表 グループ C（岩盤斜面、法尻標高 T.P. +33～50m）の評価対象斜面の選定結果

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】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				
⑨-⑨'	$C_{Hr}, C_{Mr}, C_{Lr}$ D級	27m	1 : 1.3, 1 : 1.5	あり：4条	①, ④	1.70	⑫-⑬' 断面に比べ、斜面高さが低いこと、斜面の勾配が緩いこと、及び簡便法の最小すべり安全率が大きいことから、⑫-⑬' 断面の評価に代表させる。	-
⑪-⑪'	$C_{Mr}, C_{Lr}$ 級	54m	1 : 1.5 (一部、 $C_i$ 級で 1 : 0.4及び1 : 0.7 の急勾配部あり)	あり：2条	①, ③, ④	3.01	⑫-⑬' 断面に比べ、斜面高さが低いこと、及び簡便法の最小すべり安全率が大きいことから、⑫-⑬' 断面の評価に代表させる。	-
評価対象斜面に選定 ⑫-⑫'	$C_{Hr}, C_{Mr}, C_{Lr}$ D級	94m	1 : 1.2, 1 : 1.5	あり：3条	①, ②, ③, ④	1.51	D級岩盤及びC級岩盤が分布すること、斜面高さが最も高いこと、1 : 1.2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。	○
⑬-⑬'	$C_{Hr}, C_{Mr}, C_{Lr}$ D級	78m	1 : 2.0 (一部、 $C_i$ 級で 1 : 0.7の急勾配部 あり)	あり：4条	①, ③, ④	1.45	D級岩盤及びC級岩盤が分布すること、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⑫-⑬' 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、評価対象斜面に選定する。	-
⑭-⑭'	$C_{Mr}, C_{Lr}, D$ 級	66m	1 : 1.3	あり：4条	①, ④	1.32	D級岩盤及びC級岩盤が分布すること、シームが分布すること、及び⑫-⑬' 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、評価対象斜面に選定する。	-
⑮-⑮'	$C_{Mr}, C_{Lr}, D$ 級	48m	1 : 1.5	あり：2条	①, ④	2.40	⑫-⑬' 断面に比べ、斜面高さが低いこと、平均勾配が緩いこと、及び簡便法の最小すべり安全率が大きいことから、⑫-⑬' 断面の評価に代表させる。	-
⑯-⑯'	$C_{Mr}, C_{Lr}$ 級	25m	1 : 1.5	なし	①	2.90	⑫-⑬' 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、⑫-⑬' 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  
※「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」



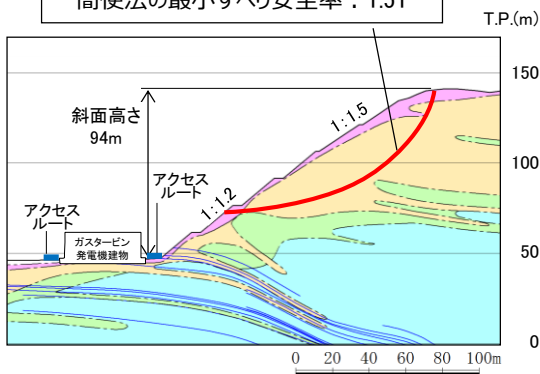
⑨-⑨' 断面



⑪-⑪' 断面

評価対象斜面

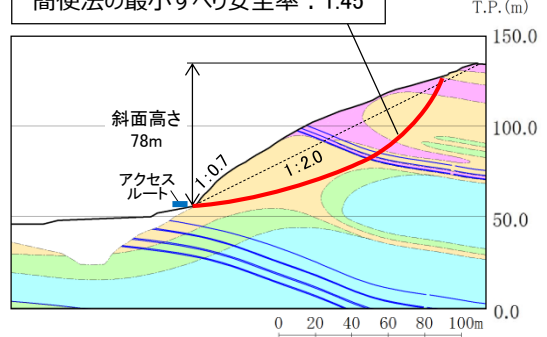
簡便法の最小すべり安全率：1.51



⑫-⑫' 断面

評価対象斜面

簡便法の最小すべり安全率：1.45

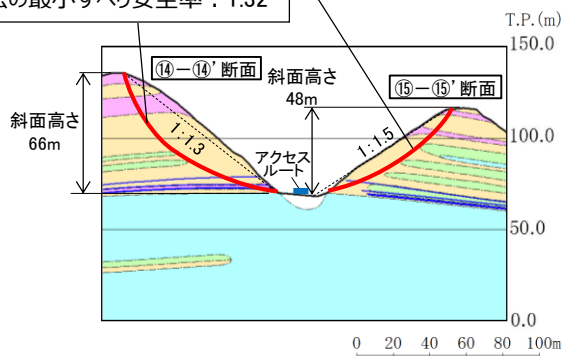


⑬-⑬' 断面

評価対象斜面 (⑭-⑭'断面のみ)

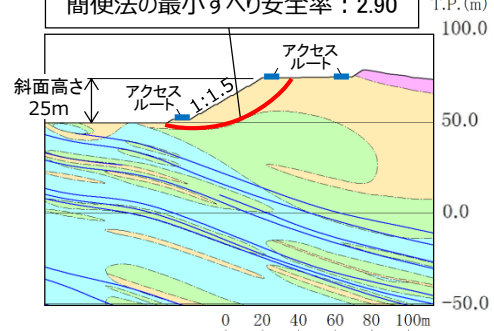
簡便法の最小すべり安全率：2.40

簡便法の最小すべり安全率：1.32



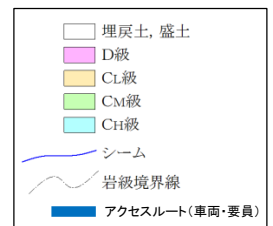
⑭-⑭' 断面, ⑮-⑮' 断面

簡便法の最小すべり安全率：2.90



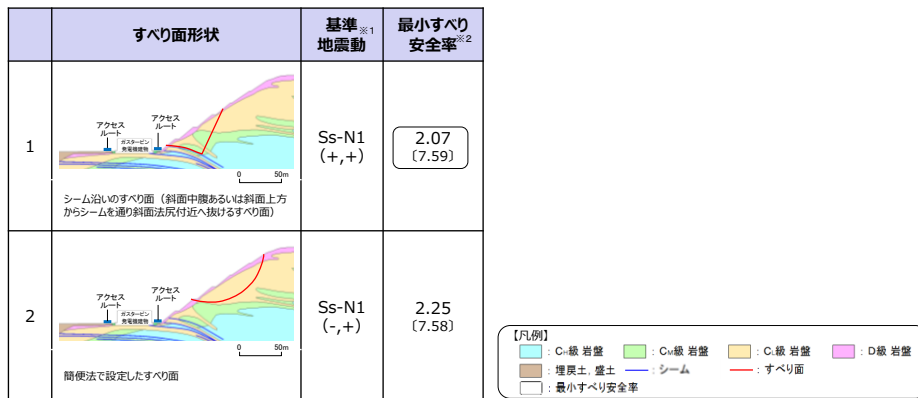
⑯-⑯' 断面

凡例



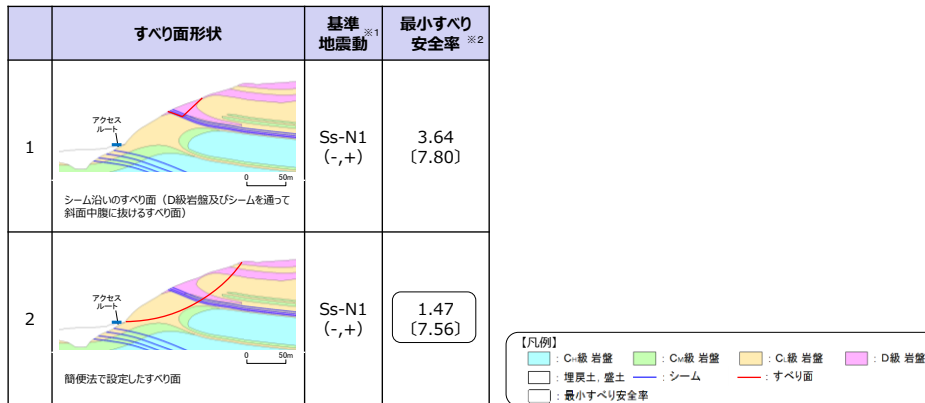
第 6.5-2 図 グループ C (岩盤斜面, 法尻標高 T. P. +33~50m) の斜面の地質断面図

・⑫-⑫' 断面 平均強度でのすべり安全率



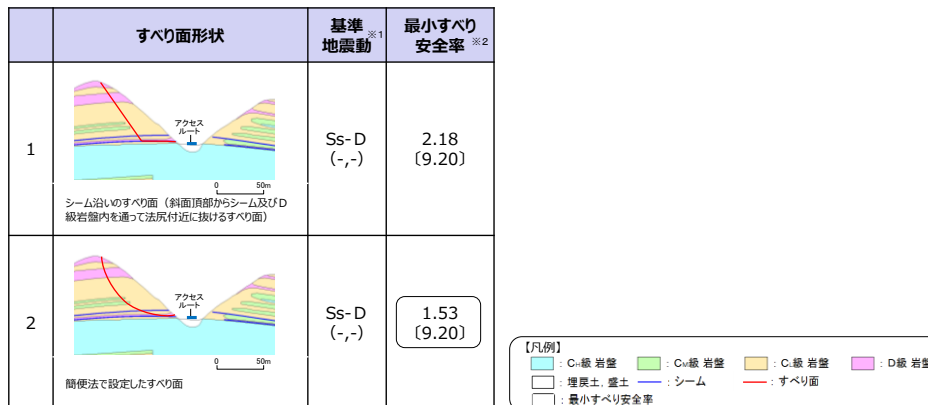
※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+ )は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。  
 ※2 [ ]は、発生時刻(秒)を示す。

・⑬-⑬' 断面 平均強度でのすべり安全率



※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+ )は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。  
 ※2 [ ]は、発生時刻(秒)を示す。

・⑭-⑭' 断面 平均強度でのすべり安全率



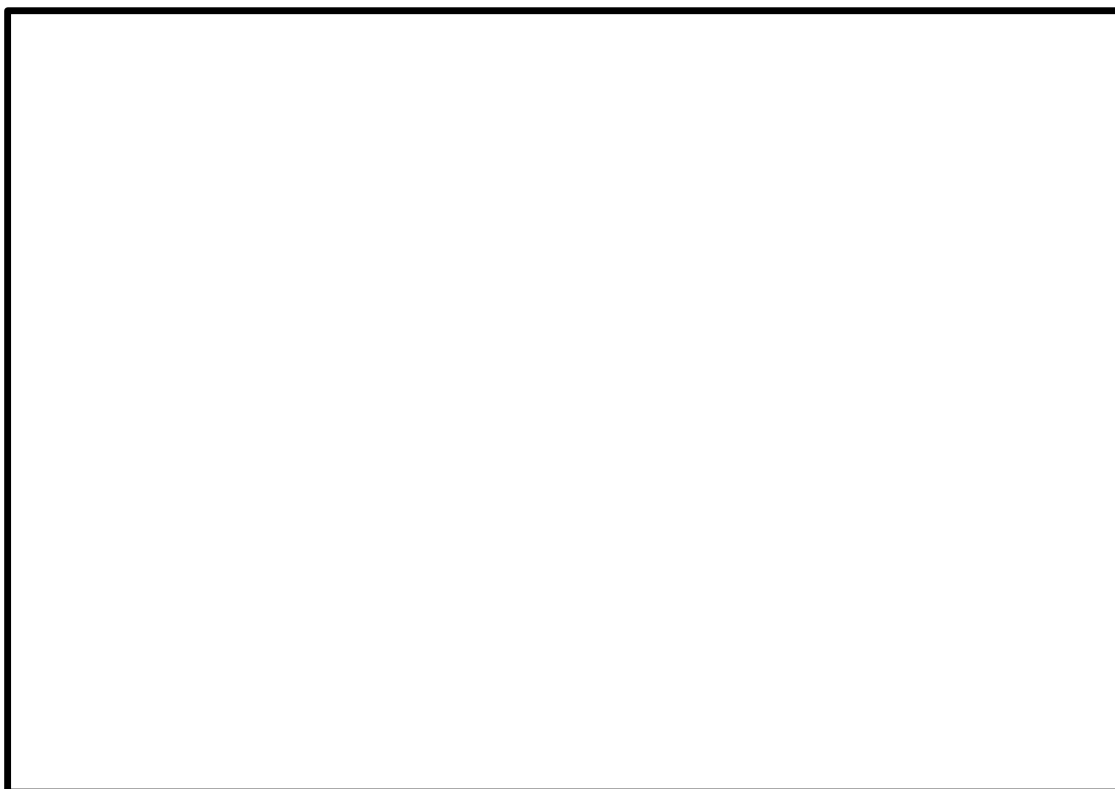
※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+ )は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。  
 ※2 [ ]は、発生時刻(秒)を示す。

第 6.5-3 図 グループC (岩盤斜面, 法尻標高 T.P. +33~50m) のすべり安定性評価結果

## 6.6 グループD（盛土斜面，法尻標高 T. P. +88m）

グループDの斜面は，法尻標高 T. P. +88m 付近の盛土斜面が 1箇所のみであるため，第 6.6-1 図に示すとおり，斜面高さが最も高く，最急勾配方向となるすべり方向に⑩-⑩' 断面を作成し，評価対象斜面に選定した。地質断面図を第 6.6-2 図に示す。

基準地震動  $S_s$  による 2次元動的 FEM解析結果を第 6.6-3 図に示す。全ての評価対象斜面において，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。

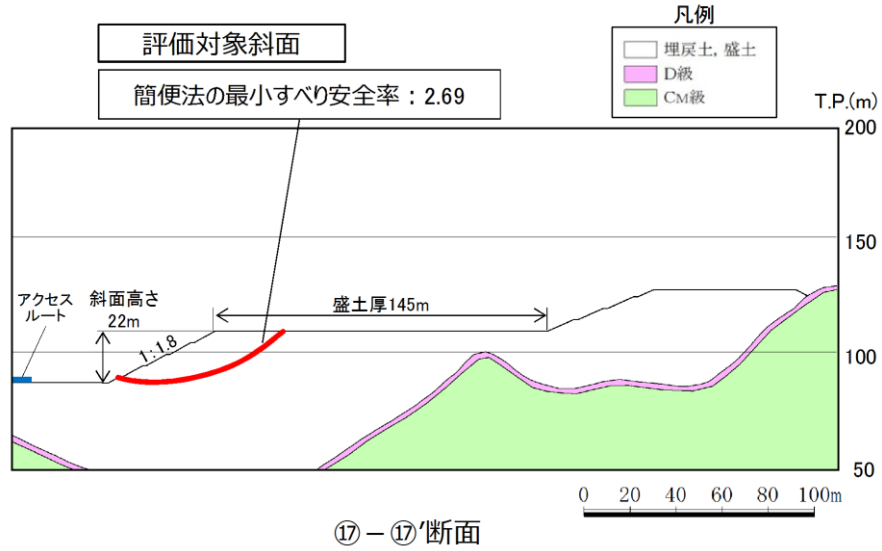


第 6.6-1 図 グループD（盛土斜面，法尻標高 T. P. +88m）の斜面の断面位置図

第 6.6-1 表 グループD（盛土斜面，法尻標高 T. P. +88m）の評価対象斜面の選定結果

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②】斜面高さ	【影響要因③】斜面の勾配	【影響要因⑤】盛土厚				
⑩-⑩'	22m	1 : 1.8	145m	-	2.69	グループDの斜面については，斜面が⑩-⑩'断面のみのため，当該斜面を評価対象斜面に選定する。	-

※「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」



第 6.6-2 図 グループD（盛土斜面，法尻標高 T.P. +88m）の評価対象斜面の地質断面図

・ ⑰-⑰' 断面 平均強度でのすべり安全率

	すべり面形状	基準 <sup>※1</sup> 地震動	最小すべり安全率 <sup>※2</sup>
1		Ss-N2 (EW) (+,+)	2.17 [26.87]

【凡例】

- : CⅢ級 岩盤
- : D級 岩盤
- : すべり面
- : 埋戻土, 盛土
- : 最小すべり安全率

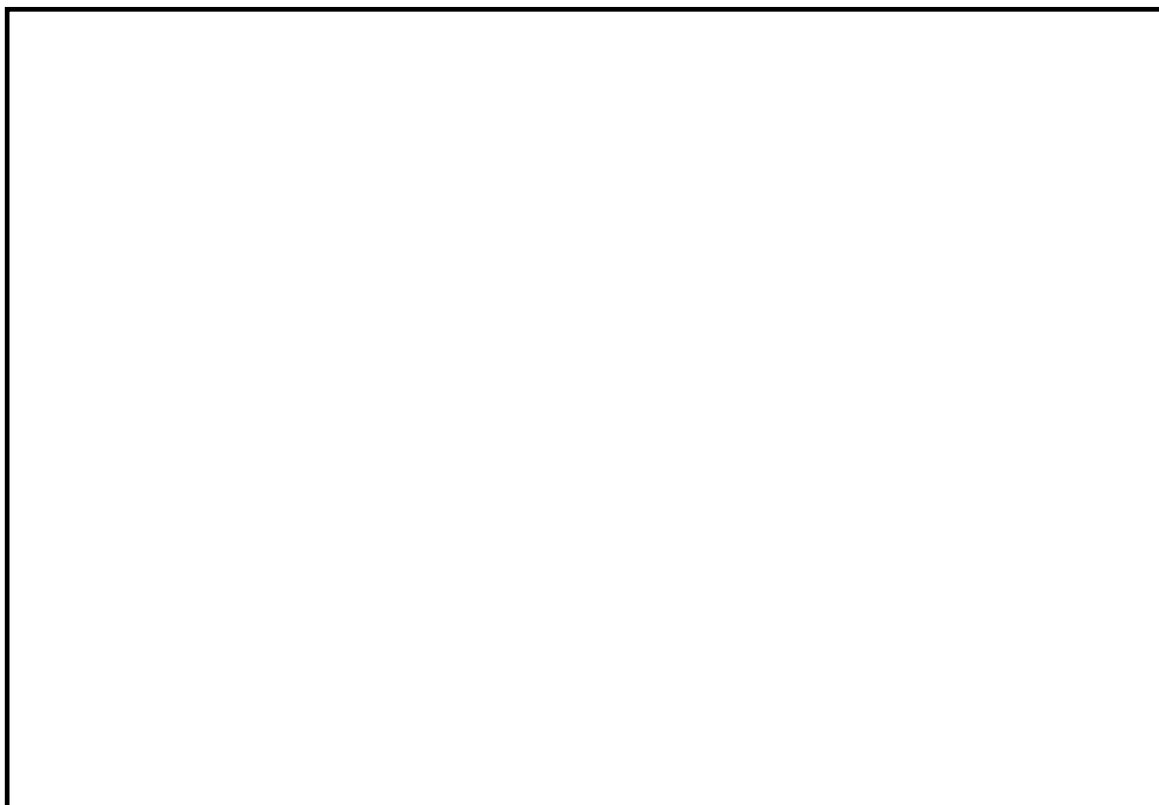
※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。  
 ※2 [ ]は, 発生時刻(秒)を示す。

第 6.6-3 図 グループD（盛土斜面，法尻標高 T.P. +88m）のすべり安定性評価結果

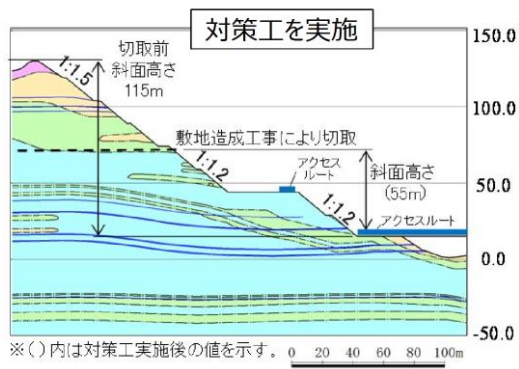
## 6.7 対策工（切取）を実施した斜面

敷地造成工事に伴って頂部の切取を行った斜面について、切取後の斜面で安定性評価を実施した。対策工（切取）を実施した斜面の断面位置及び地質断面図を第 6.7-1 図及び第 6.7-2 図に示す。

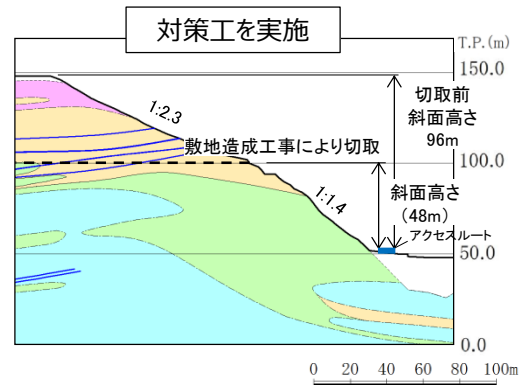
基準地震動  $S_s$  による 2 次元動的 FEM 解析結果を第 6.7-3 図に示す。全ての評価対象斜面において、最小すべり安全率（平均強度）が評価基準値 1.0 を上回っており、安定性を有することを確認した。



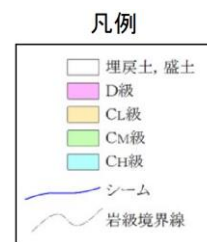
第 6.7-1 図 対策工（切取）を実施した斜面の断面位置図



③ - ③'断面



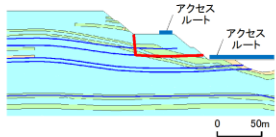
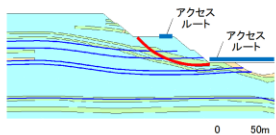
⑩ - ⑩'断面



第 6.7-2 図 対策工（切取）を実施した斜面の地質断面図



・③-③' 断面 平均強度でのすべり安全率

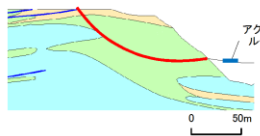
	すべり面形状	基準地震動 <sup>※1</sup>	最小すべり安全率 <sup>※2</sup>
1	 <p>シーム沿いのすべり面 (44m盤背後の斜面法尻からシームを通り斜面へ抜けるすべり面)</p>	Ss-N1 (-,+)	2.53 [7.41]
2	 <p>簡便法で設定したすべり面</p>	Ss-D (-,+)	5.89 [8.55]

【凡例】

- : C-級岩盤
- : Cw級岩盤
- : C-級岩盤
- : 埋戻土、盛土
- : シーム
- : すべり面
- : 最小すべり安全率

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。  
 ※2 [ ]は、発生時刻(秒)を示す。

・⑩-⑩' 断面 平均強度でのすべり安全率

	すべり面形状	基準地震動 <sup>※1</sup>	最小すべり安全率 <sup>※2</sup>
1	 <p>簡便法により設定したすべり面</p>	Ss-D (-,+)	3.83 [8.94]

【凡例】

- : C-級岩盤
- : Cw級岩盤
- : C-級岩盤
- : 埋戻土、盛土
- : シーム
- : すべり面
- : 最小すべり安全率

※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。  
 ※2 [ ]は、発生時刻(秒)を示す。

第 6.7-3 図 対策工 (切取) を実施した斜面のすべり安定性評価結果

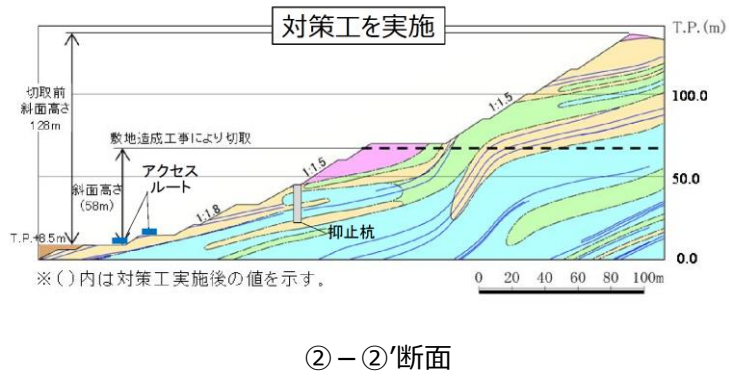
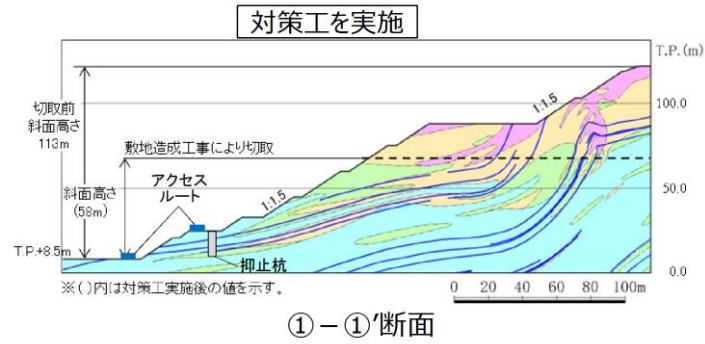
## 6.8 対策工（抑止杭）を実施した斜面

対策工（抑止杭）を実施した斜面の断面位置及び地質断面図を第 6.8-1 図及び第 6.8-2 図に示す。敷地造成工事に伴って頂部の切取を行ったこと及び抑止杭設置を行ったことから、対策工後の斜面で安定性評価を実施した。

基準地震動  $S_s$  による 2 次元動的 FEM 解析結果を第 6.8-3 図に示す。全ての評価対象斜面において、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。

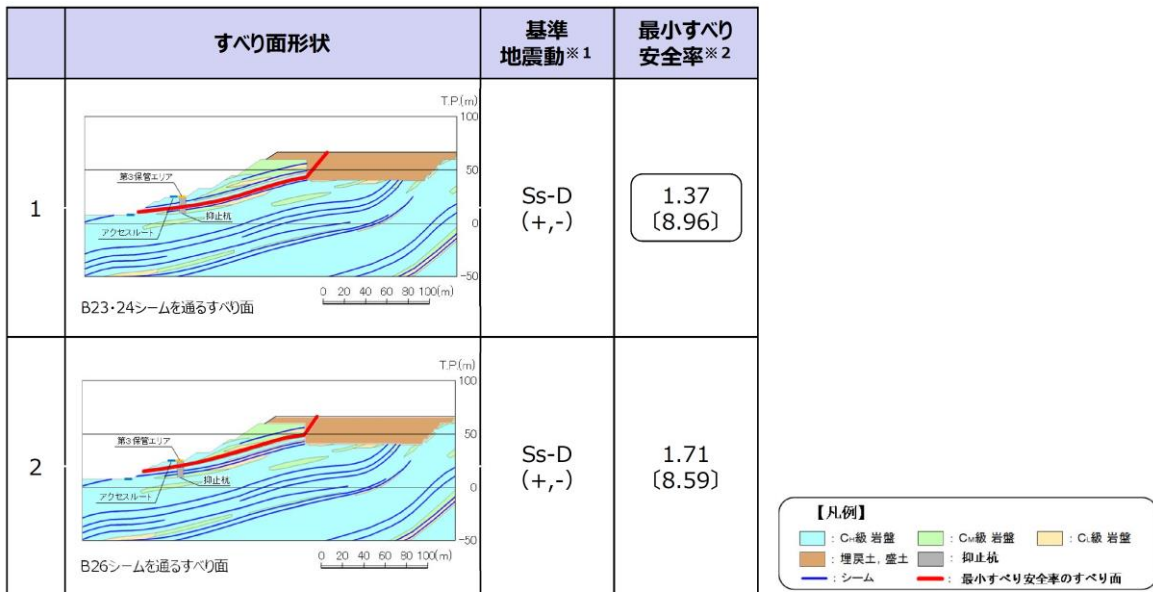


第 6.8-1 図 対策工（抑止杭）を実施した斜面の断面位置図



第 6.8-2 図 対策工（抑止杭）を実施した斜面の地質断面図

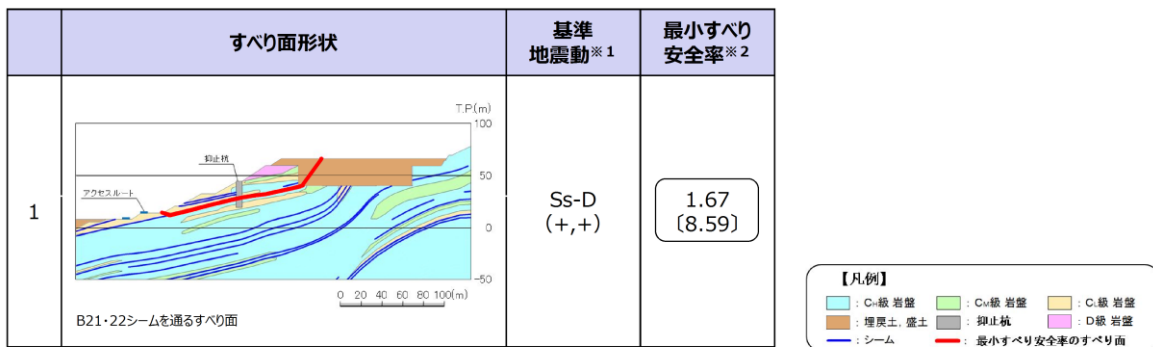
・①-①' 断面 平均強度でのすべり安全率



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

※2 [ ]は、発生時刻(秒)を示す。

・②-②' 断面 平均強度でのすべり安全率



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

※2 [ ]は、発生時刻(秒)を示す。

第 6.8-3 図 対策工（抑止杭）を実施した斜面のすべり安定性評価結果

## 7. その他の検討

### 7.1 鉄塔が設置されている斜面の安定性評価

#### 7.1.1 鉄塔の設置位置及び検討断面の選定

##### (1) 概要

「別紙(40) 鉄塔の影響評価方針について」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。

##### (2) 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。

- ・ 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

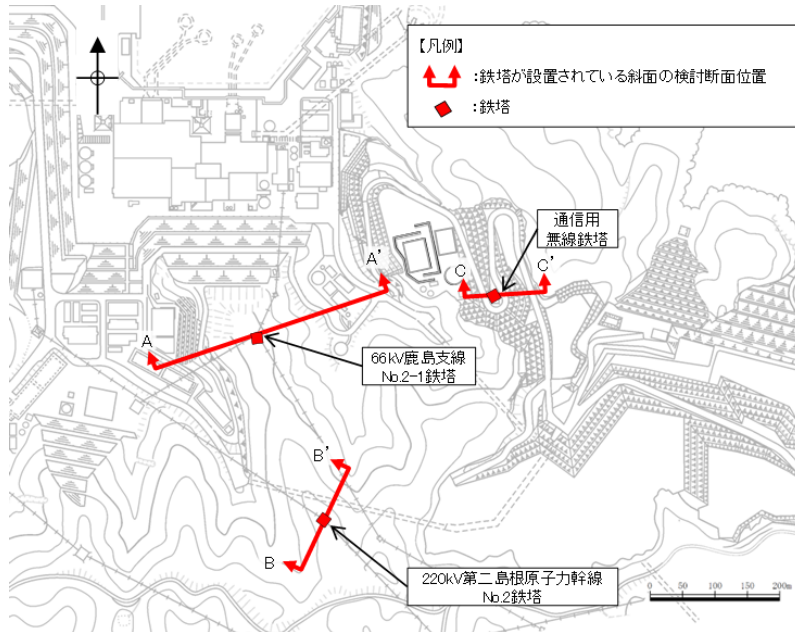
##### (3) 検討断面の選定

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。各鉄塔の検討断面位置図を第 7.1-1 図に示す。

A-A' 断面は自然斜面であり、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' 断面は自然斜面であるが、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。

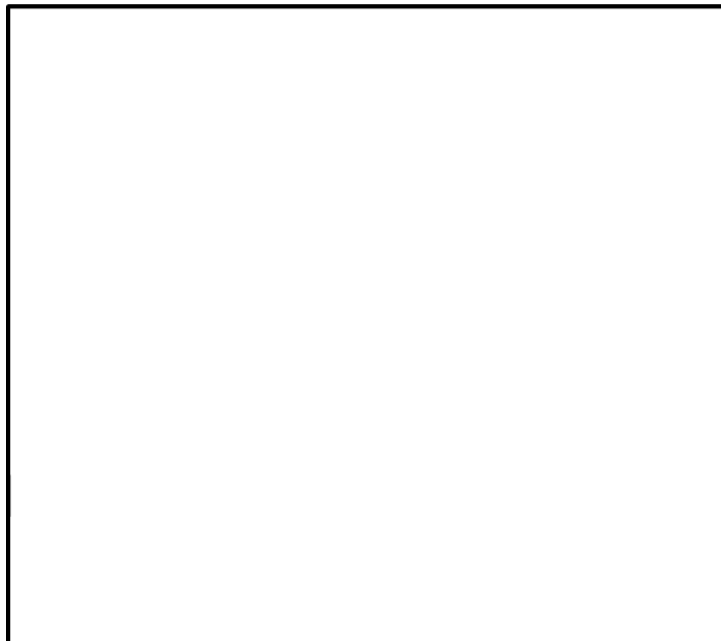
C-C' 断面は切取斜面であり、鉄塔付近を通る断面のうち、斜面高さが高くなり、勾配が急となるすべり方向に断面を設定した。



第 7.1-1 図 各鉄塔の検討断面位置図

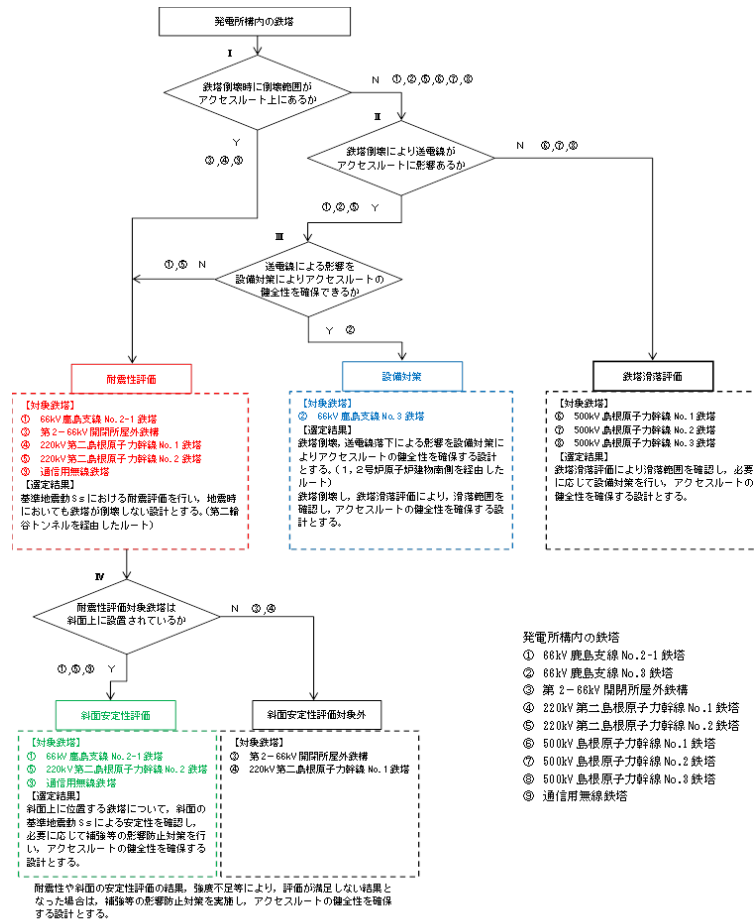
【参考：影響評価方法選定フロー】

「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及び鉄塔の配置図を第 7.1-2 図及び第 7.1-3 図に示す。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。(3 章参照)



第 7.1-2 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。



第 7.1-3 図 影響評価方法選定フロー

7.1.2 評価対象斜面の選定結果

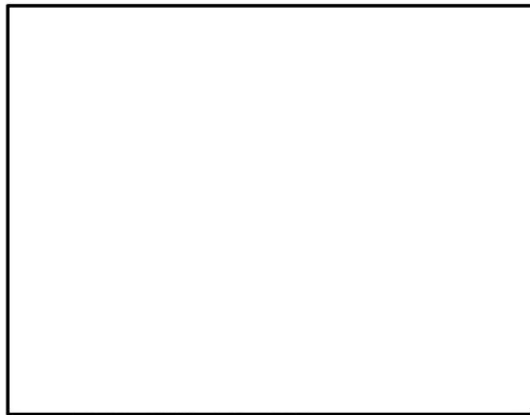
鉄塔が設置されている斜面である A-A' 断面～C-C' 断面について、影響要因の番号付与数及び簡便法の安全率により比較を行った。

比較検討の結果、第 7.1-1 表及び第 7.1-4 図に示す通り、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。

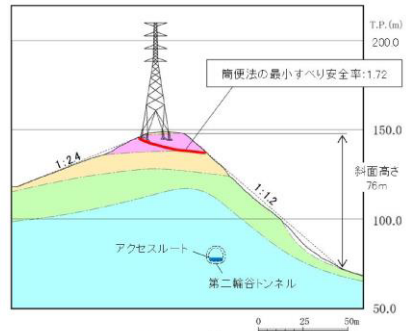
第 7.1-1 表 評価対象断面の選定結果

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 <sub>M</sub> , C <sub>L</sub> , D 級	86m	1:1.6 (一部、C <sub>L</sub> 級で 1:0.7 の急勾配部あり)	あり:3条	①, ②, ③, ④	1.82	D 級岩盤及び C <sub>L</sub> 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 <sub>H</sub> , C <sub>M</sub> , C <sub>L</sub> , D 級	76m	1:1.2	なし	①, ③	1.72	D 級岩盤及び C <sub>L</sub> 級岩盤が存在すること、1:1.2 の急勾配であること、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、評価対象斜面に選定する。
通信用無線鉄塔斜面 (C-C' 断面)	C <sub>M</sub> , C <sub>L</sub> , 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。

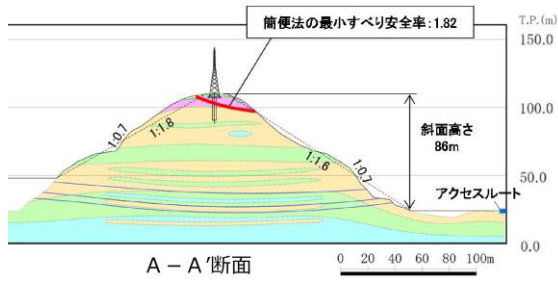
■ : 番号を付与する影響要因    ■ : 影響要因の番号付与数が多い(簡便法のすべり安全率が小さい)    ■ : 選定した評価対象斜面



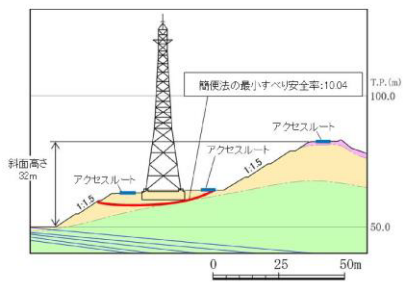
検討断面位置図



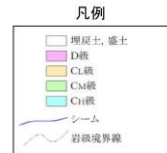
B-B'断面



A-A'断面



C-C'断面



第 7.1-4 図 評価対象断面の選定結果

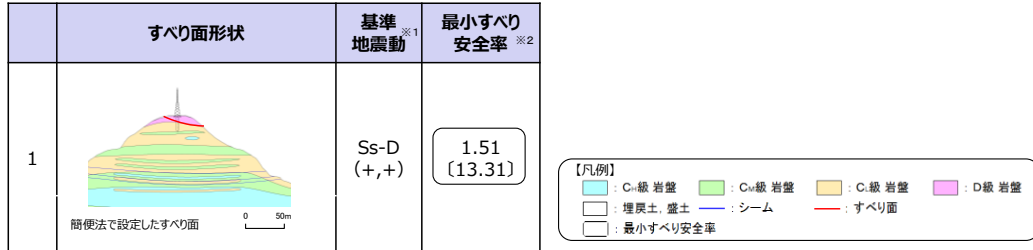
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



### 7.1.3 評価結果

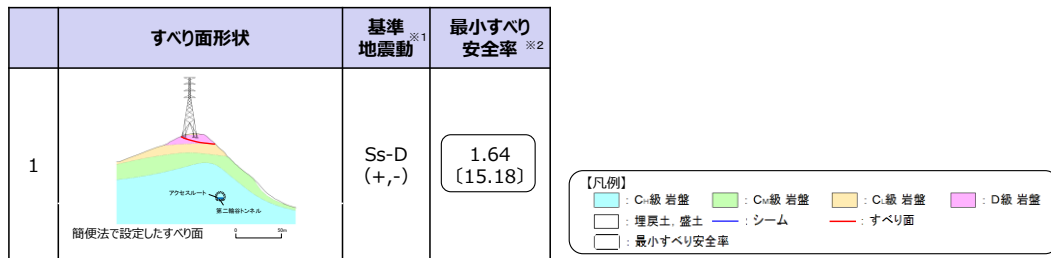
鉄塔斜面の評価対象斜面について、基準地震動  $S_s$  による2次元動的FEM解析を実施した結果、第7.1-5図のとおり、最小すべり安全率（平均強度）が評価基準値1.0を上回っており、安定性を有することを確認した。

#### ・ A-A' 断面 平均強度でのすべり安全率



※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)<sup>1</sup>は水平反転, (+,-)<sup>1</sup>は鉛直反転, (-,-)<sup>1</sup>は水平反転かつ鉛直反転を示す。  
 ※2 [ ]は、発生時刻(秒)を示す。

#### ・ B-B' 断面 平均強度でのすべり安全率



※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)<sup>1</sup>は水平反転, (+,-)<sup>1</sup>は鉛直反転, (-,-)<sup>1</sup>は水平反転かつ鉛直反転を示す。  
 ※2 [ ]は、発生時刻(秒)を示す。

第7.1-5図 すべり安定性評価結果

## 7.2 岩盤斜面と盛土斜面の同時崩壊検討

### 7.2.1 地滑り地形②が示される斜面

#### (1) 評価概要

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、第7.2-1図に示す断面図を対象に、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。



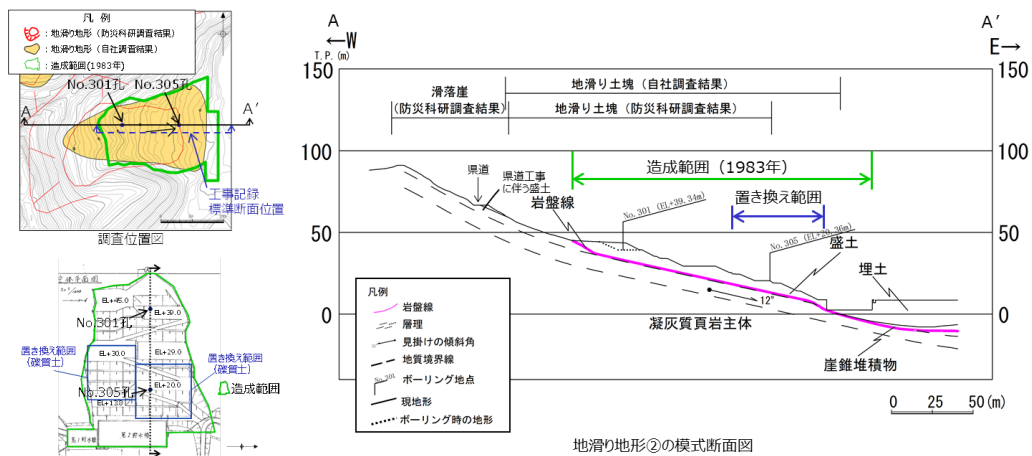
第7.2-1図 評価対象断面図

【参考：地滑り調査結果】

地滑り地形②について、第 7.2-2 図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。



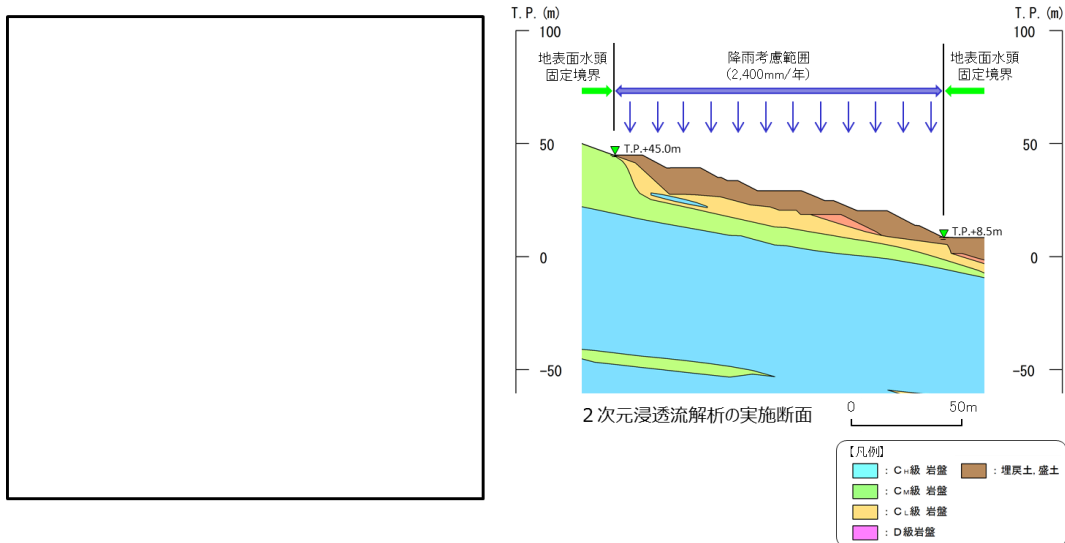
第 7.2-2 図 地滑り地形②の模式断面図

(2) 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。

解析モデルは第7.2-3図のとおりとし、保守的な条件となるよう、T.P. +8.5m盤及び上流側の盛土と地山の境界部において、地表面に水頭固定境界を設定する。

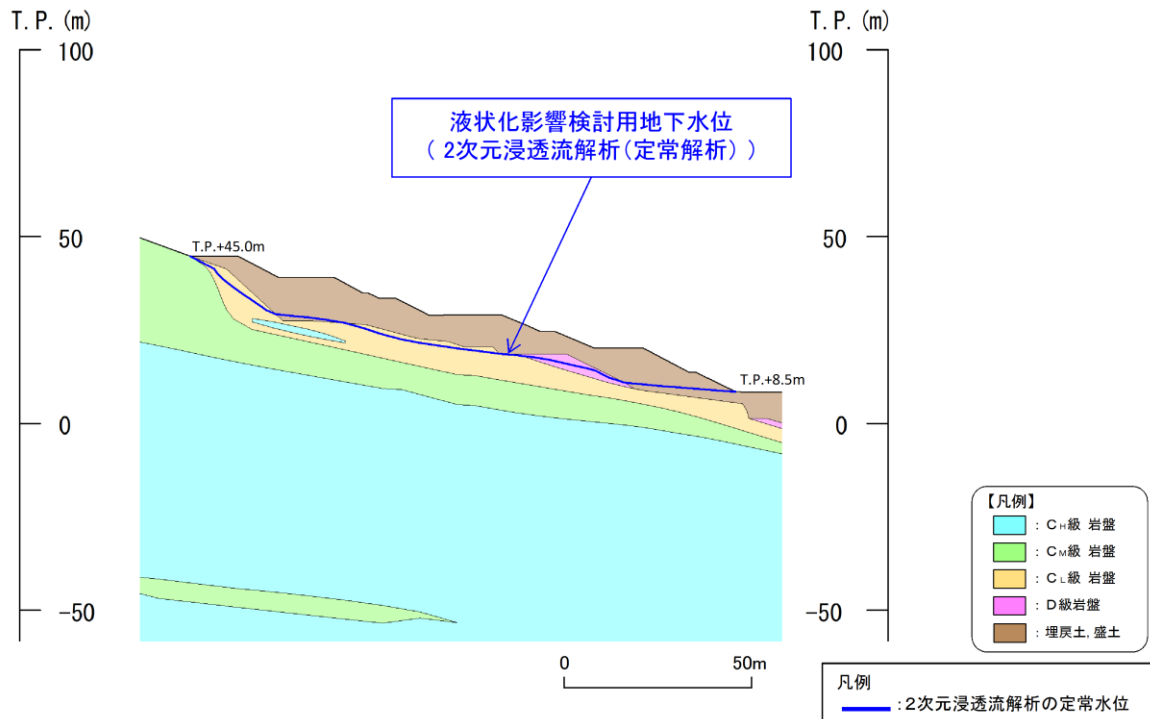
地表面水頭固定境界に挟まれた検討用地下水位の計算領域は、降雨考慮範囲として降雨条件2,400mm/年を考慮する。



第7.2-3図 2次元浸透流解析の解析条件

(3) 検討用地下水位の条件

2次元浸透流解析の結果を第7.2-4図に示す。2次元浸透流解析の結果、盛土斜面内に地下水位が認められない。液状化範囲の設定に当たっては、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。



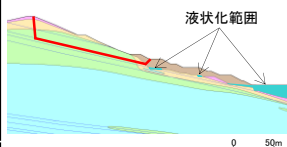
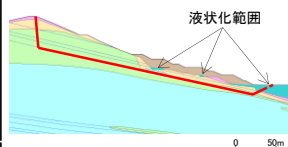
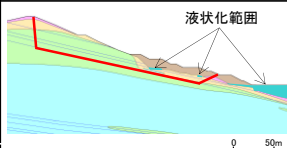
第7.2-4図 2次元浸透流解析結果

(4) すべり安定性評価結果

地滑り地形②の評価対象斜面について、基準地震動  $S_s$  による2次元動的FEM解析により岩盤部を通るすべり面のすべり安定性評価を実施した結果、第7.2-5図に示す通り、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。

以上のことから、岩盤斜面と盛土斜面の同時崩壊は生じないと評価する。

・地滑り地形②が示される斜面 平均強度でのすべり安全率

	すべり面形状	基準地震動 <sup>※1</sup>	最小すべり安全率 <sup>※2</sup>		すべり面形状	基準地震動 <sup>※1</sup>	最小すべり安全率 <sup>※2</sup>
1	 <p>液状化範囲</p> <p>シーム沿いのすべり面（法肩からB23・24シームを通り盛土内に抜けるすべり面）</p> <p>50m</p>	Ss-D (-, -)	1.63 (8.98)	3	 <p>液状化範囲</p> <p>シーム沿いのすべり面（法肩からB19シームを通り法尻付近に抜けるすべり面）</p> <p>50m</p>	Ss-D (-, -)	1.57 (9.01)
2	 <p>液状化範囲</p> <p>シーム沿いのすべり面（法肩からB19シーム及びD級岩盤を通り盛土内に抜けるすべり面）</p> <p>50m</p>	Ss-D (-, -)	1.65 (9.02)	<p>【凡例】</p> <p> <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ADD8E6; border: 1px solid black;"></span> : C-級 岩盤              <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #90EE90; border: 1px solid black;"></span> : C<sub>v</sub>級 岩盤              <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #FFD700; border: 1px solid black;"></span> : C<sub>2</sub>級 岩盤              <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #FF69B4; border: 1px solid black;"></span> : D級 岩盤  <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #A0522D; border: 1px solid black;"></span> : 埋戻土・盛土              <span style="display: inline-block; width: 15px; border-bottom: 1px solid blue;"></span> : シーム              <span style="display: inline-block; width: 15px; border-bottom: 1px dashed red;"></span> : すべり面<sup>※3</sup>  <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; border: 1px solid black; background-color: white;"></span> : 最小すべり安全率         </p>			

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

※2 ( )は、発生時刻 (秒) を示す。

※3 破線は液状化影響を考慮する範囲 (「4. 液状化範囲の検討」を参照)

第7.2-5図 すべり安定性評価結果

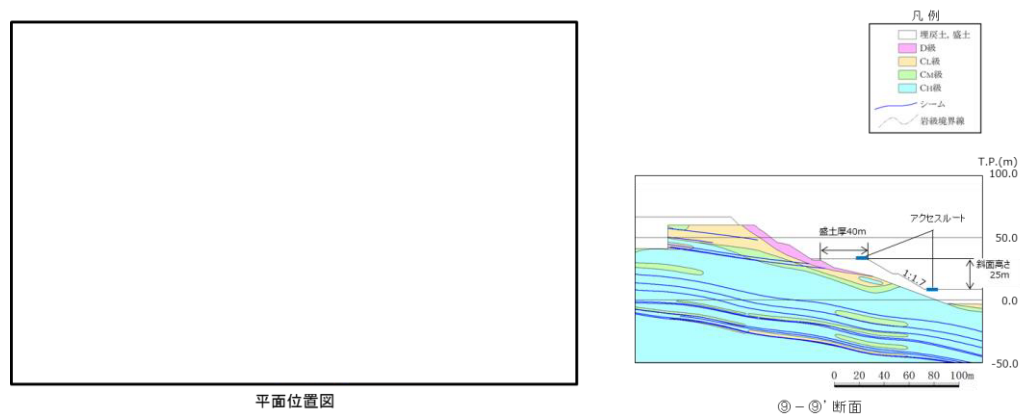
### 7.2.2 33m盤盛土斜面上部の岩盤斜面

#### (1) 評価概要

33m盤盛土斜面部については、地震時のすべり安定性は確保されているが、地滑り地形②と同様に、岩盤斜面上に盛土が構築されていることから、岩盤斜面と盛土斜面の同時崩壊の可能性の有無について検討を行った。

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、液状化範囲の設定にあたっては、2次元浸透流解析により求めた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。(4.3章参照)



第 7.2-6 図 評価対象断面図

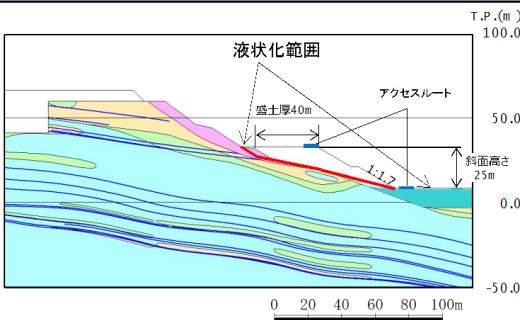
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

(2) すべり安定性評価結果

33m盤の盛土斜面上部の岩盤斜面について、基準地震動S<sub>s</sub>による2次元動的FEM解析により岩盤部を通るすべり面のすべり安定性評価を実施した結果、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。

以上のことから、岩盤斜面と盛土斜面の同時崩壊は生じないと評価する。

・ 33m盤盛土斜面上部の岩盤斜面 平均強度でのすべり安全率

	すべり面形状	基準地震動 <sup>※1</sup>	最小すべり安全率 <sup>※2</sup>
1	 <p>33m 盤下のD級岩盤及び埋戻土を通るすべり面</p>	S <sub>s</sub> -D (+,-)	4.15 {14.65}

【凡例】

: C-級 岩盤	: C <sub>v</sub> 級 岩盤	: C <sub>i</sub> 級 岩盤	: D級 岩盤
: 埋戻土、盛土	: シーム	: すべり面 <sup>※3</sup>	
: 最小すべり安全率			

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

※2 [ ]は、発生時刻（秒）を示す。

※3 破線は液状化影響を考慮する範囲（「4. 液状化範囲の検討」を参照）

第 7.2-7 図 すべり安定性評価結果



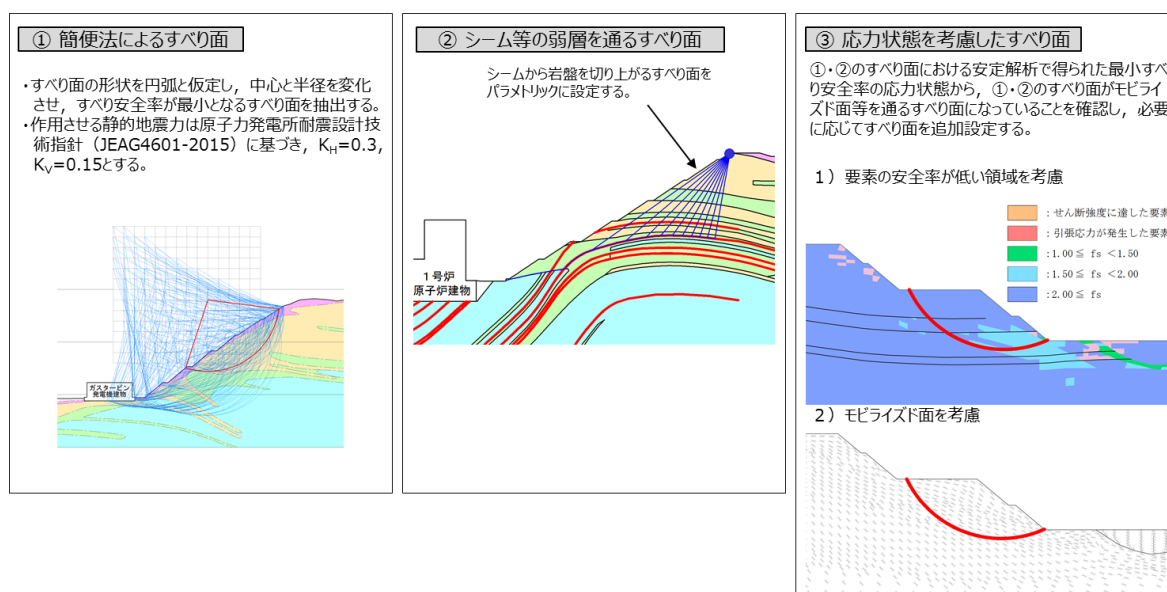
## 7.3 応力状態を考慮した検討

### 7.3.1 すべり面の設定の考え方 (第7.3-1図)

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。

⑫-⑫'断面、⑬-⑬'断面、⑭-⑭'断面に関しては、斜面上部にD級岩盤が分布することから、応力状態を踏まえ、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、すべり面が妥当であることを示す。

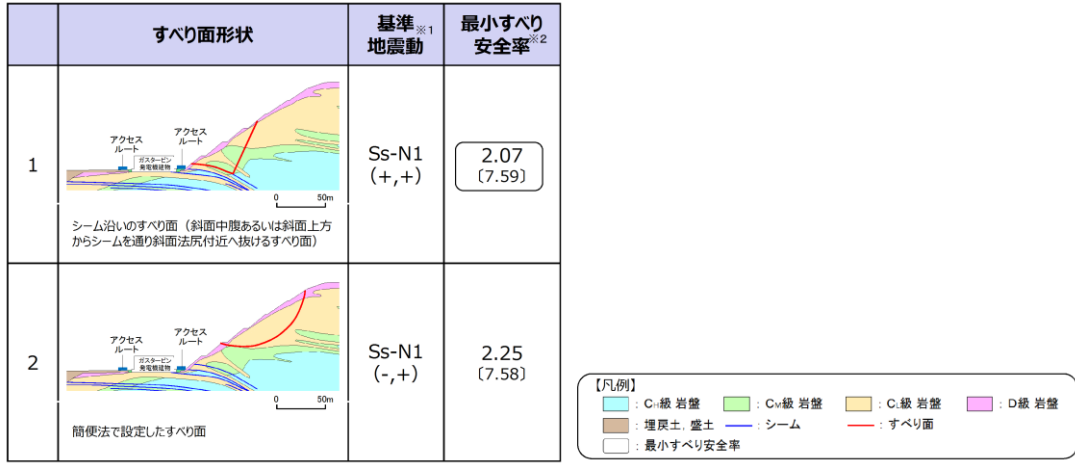


第7.3-1図 すべり面の設定の考え方

### 7.3.2 ⑫-⑫ ‘断面

動的解析の結果、第7.3-2図に示すとおり、平均強度を用いたすべり安全率は1.0を上回ることを確認した。

・⑫-⑫’ 断面 平均強度でのすべり安全率



※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。  
 ※2 [ ]は、発生時刻(秒)を示す。

第7.3-2図 すべり安定性評価結果

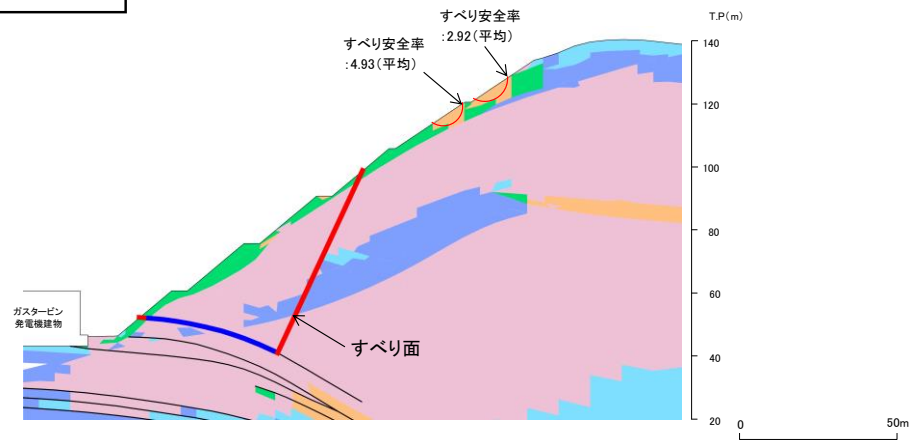
第7.3-3図に示す要素毎の局所安全係数を確認した結果、引張応力が発生した要素が斜面に連続しており、これを通るすべり面になっている。また、せん断強度に達した要素が斜面浅部に分布するが、局所的である。なお、斜面浅部のせん断強度に達した要素を通るすべり面については、当該応力状態における最小すべり安全率が2.92（平均強度）であり、強度の低い破壊領域を通るすべり面の最小すべり安全率2.07（平均強度）に包含される。

第7.3-4図に示す主応力分布図を確認した結果、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。また、第7.3-5図に示すモビライズド面を確認した結果、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。

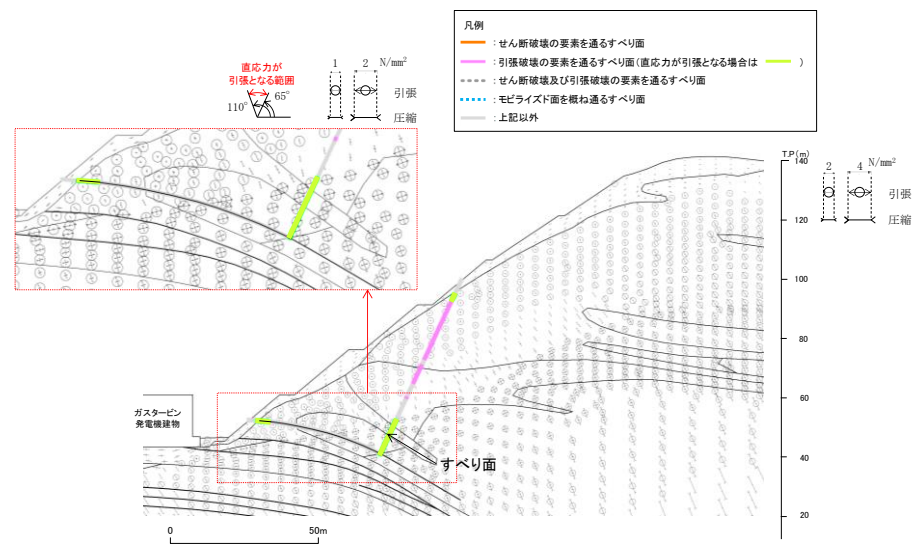
以上のことから、設定したすべり面は、既にすべり安全率の厳しいすべり面になっているため、追加のすべり面は設定していない。

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

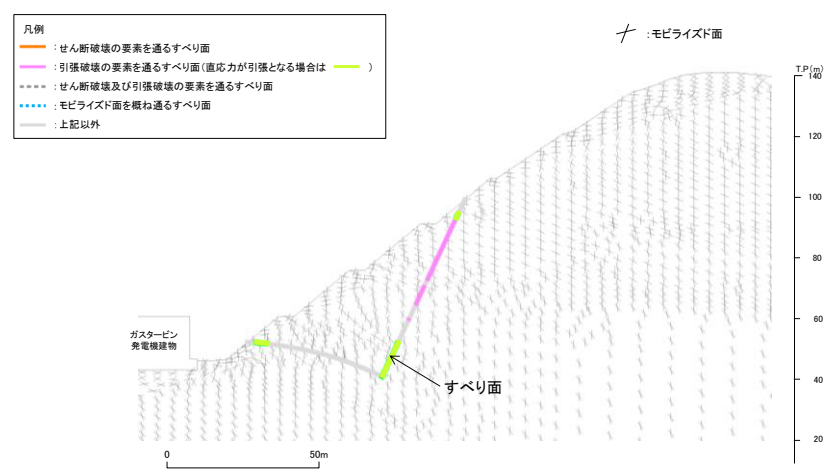
- : せん断強度に達した要素
- : 引張応力が発生した要素
- :  $1.00 \leq f_s < 1.50$
- :  $1.50 \leq f_s < 2.00$
- :  $2.00 \leq f_s$
- : シームを通るすべり面
- : シーム以外



第 7.3-3 図 局所安全係数分布図



第 7.3-4 図 主応力分布図

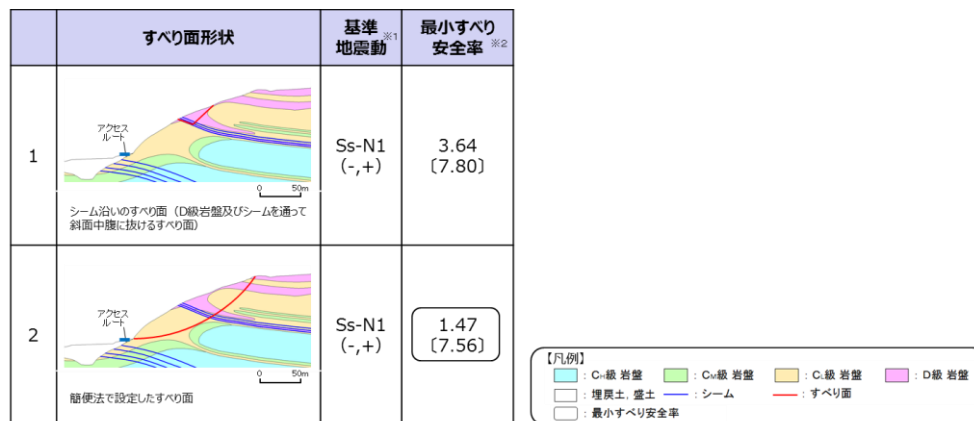


第 7.3-5 図 モビライズド面

### 7.3.3 ⑬-⑬ ‘断面

動的解析の結果、第7.3-6図に示すとおり、平均強度を用いたすべり安全率は1.0を上回ることを確認した。

#### ・⑬-⑬’ 断面 平均強度でのすべり安全率



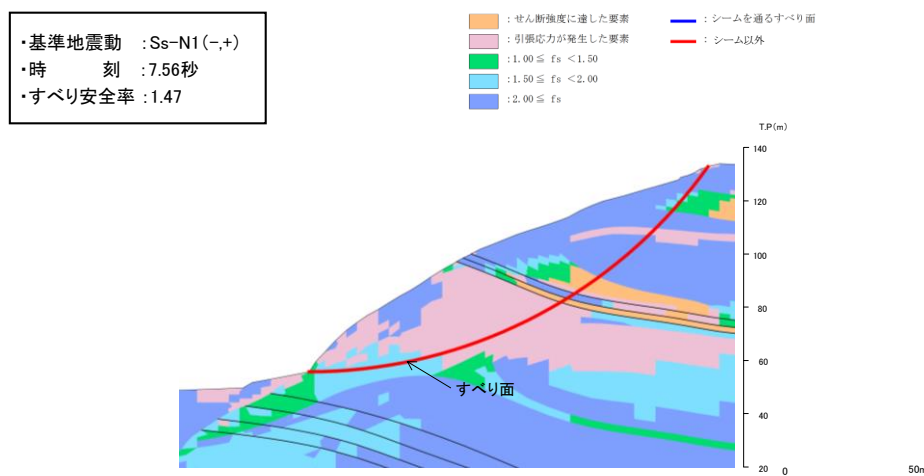
※1 基準地震動(+,+)は反転なし、(-,+)は水平反転、(+,-)は鉛直反転、(-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。  
 ※2 [ ]は、発生時刻(秒)を示す。

第7.3-6図 すべり安定性評価結果

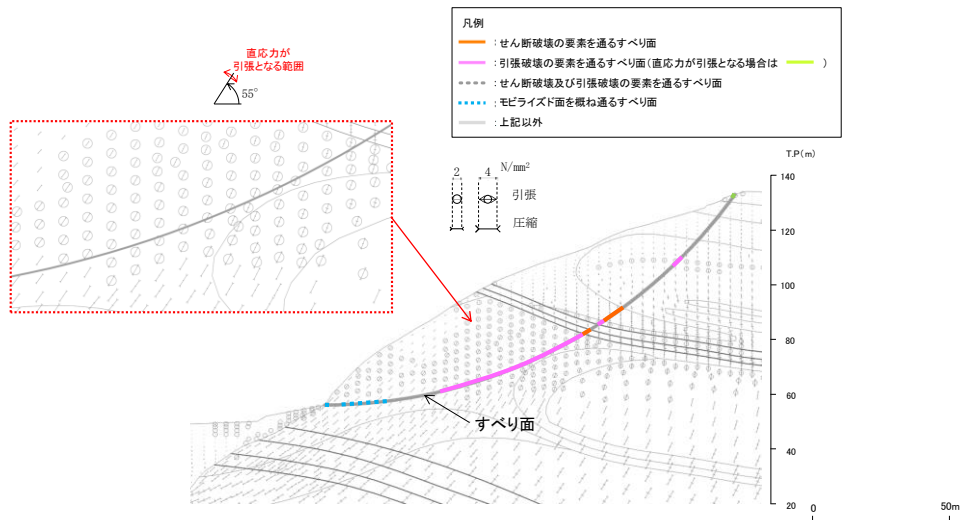
第7.3-7図に示す要素毎の局所安全係数を確認した結果、引張応力が発生した要素が斜面に連続しており、これを通るすべり面になっている。また、せん断強度に達した要素が斜面内部に分布するが、局所的である。

第7.3-8図に示す主応力分布図を確認した結果、法尻付近では、直応力が引張となる範囲は概ね55°になり、これに沿うすべりになっている。また、第7.3-9図に示すモビライズド面を確認した結果、すべり面はモビライズド面を概ね通るすべりになっている。

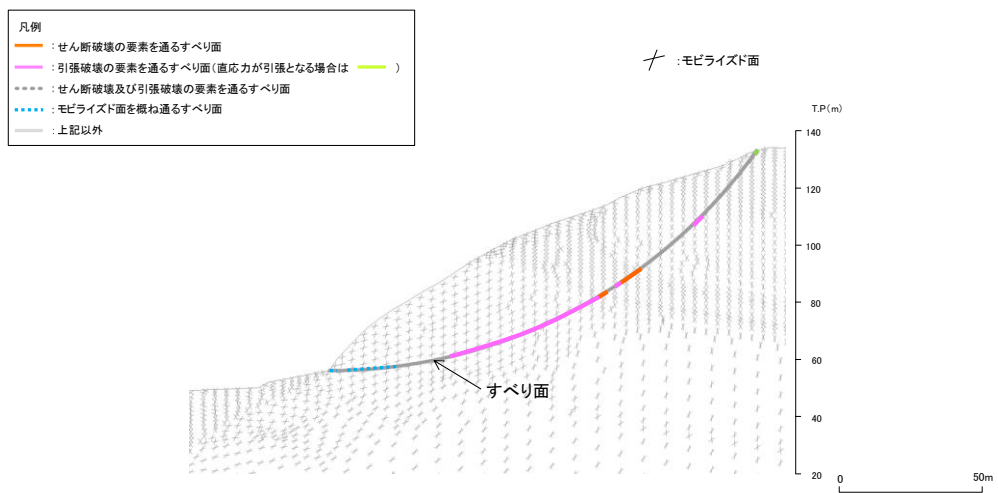
以上のことから、設定したすべり面は、既にすべり安全率の厳しいすべり面になっているため、追加のすべり面は設定していない。



第7.3-7図 局所安全係数分布図



第 7.3-8 図 主応力分布図

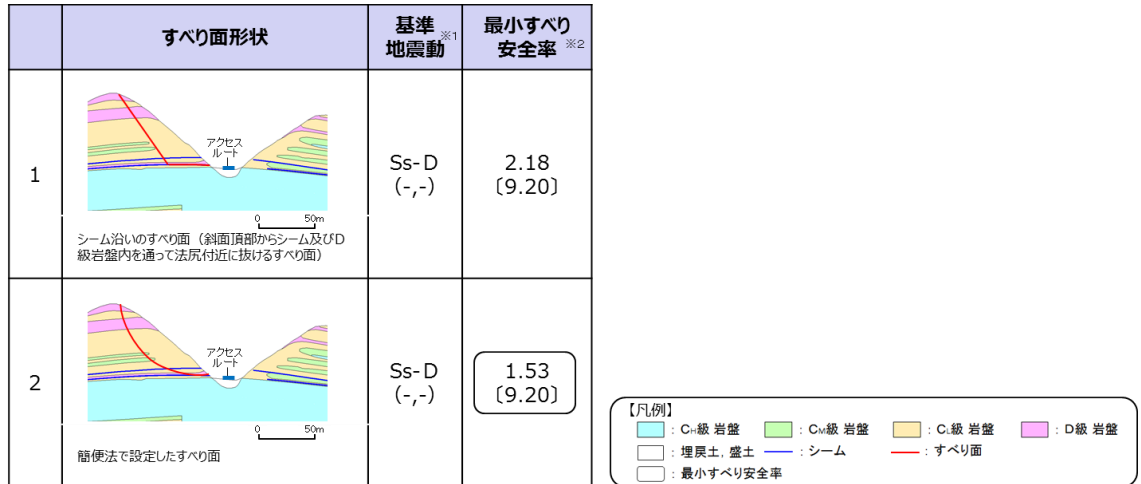


第 7.3-9 図 モビライズド面

7.3.4 ⑭-⑭ ‘断面

動的解析の結果、第7.3-10図に示すとおり、平均強度を用いたすべり安全率は1.0を上回ることを確認した。

・⑭-⑭’ 断面 平均強度でのすべり安全率



※1 基準地震動(+,+)は反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。  
 ※2 [ ]は、発生時刻(秒)を示す。

第7.3-10図 すべり安定性評価結果

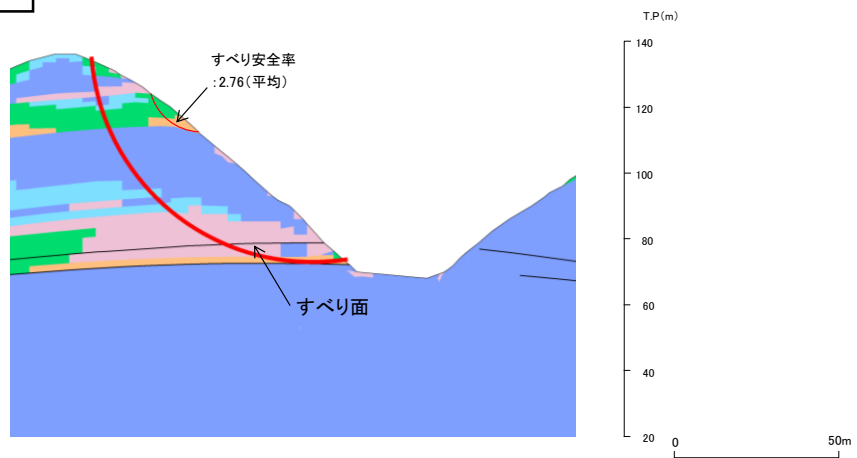
第7.3-11図に示す要素毎の局所安全係数を確認した結果、法尻付近に引張応力が発生した要素が連続しており、これを通るすべり面になっている。また、せん断強度に達した要素は局所的である。なお、斜面浅部のせん断強度に達した要素を通るすべり面については、当該応力状態における最小すべり安全率が2.76（平均強度）であり、法尻付近の破壊領域を通るすべり面の最小すべり安全率1.53（平均強度）に包含される。

第7.3-12図に示す主応力分布図を確認した結果、法尻付近では、直応力が引張となる範囲は概ね110°になり、これに沿うすべりになっている。また、第7.3-13図に示すモビライズド面を確認した結果、すべり面はモビライズド面を概ね通るすべりになっている。

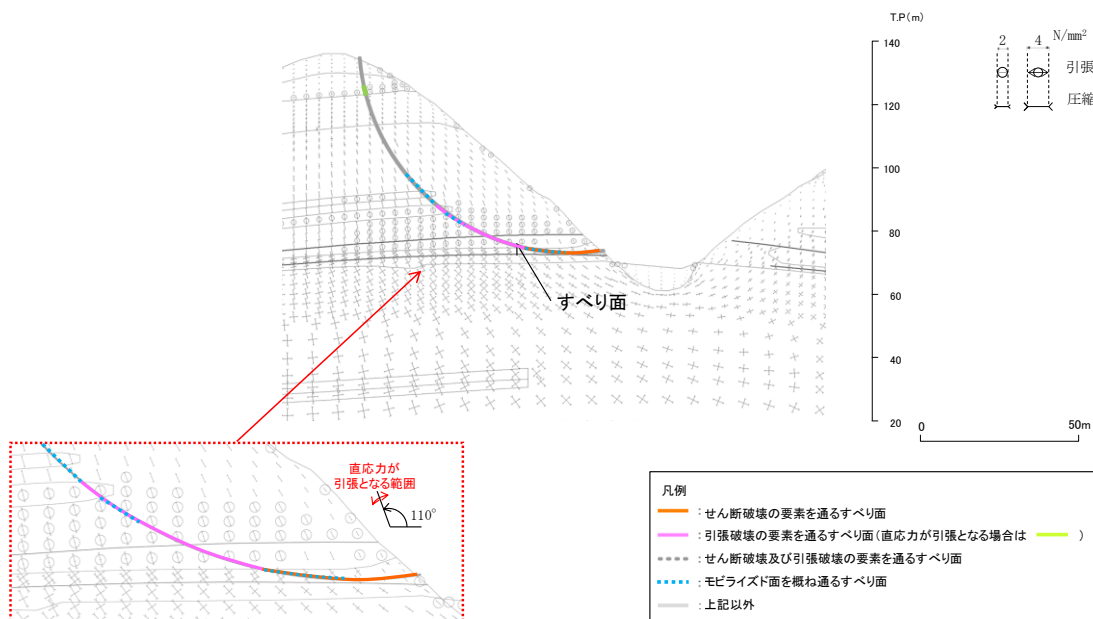
以上のことから、設定したすべり面は、既にすべり安全率の厳しいすべり面になっているため、追加のすべり面は設定していない。

・基準地震動 : Ss-D(-,-)  
 ・時刻 : 9.20秒  
 ・すべり安全率 : 1.53

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



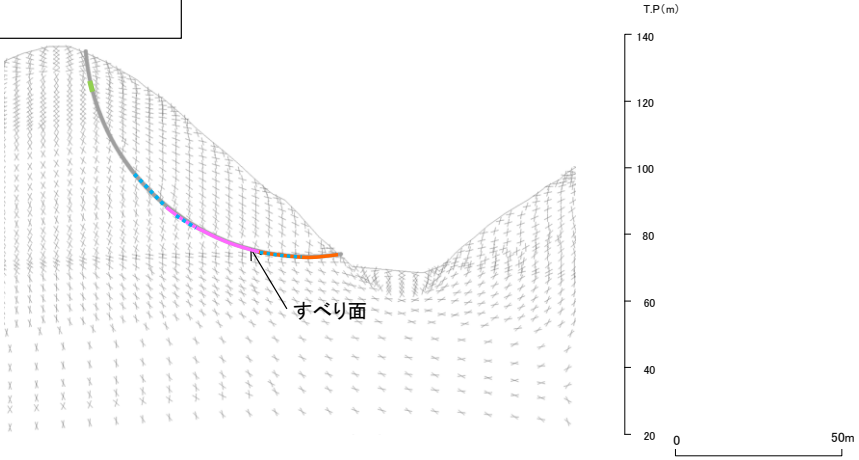
7.3-11 図 局所安全係数分布図



第 7.3-12 図 主応力分布図

- 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

✦ : モビライズド面



第 7.3-13 図 モビライズド面



## 7.4 対策工（抑止杭）に関する詳細検討

### 7.4.1 基本方針

対象斜面は、基準地震動  $S_s$  による地震力に対して、敷地内土木構造物である抑止杭を設置することで、斜面の崩壊を防止できる設計とする。

敷地内土木構造物である抑止杭について、設置許可段階においては、先行炉及び一般産業施設における適用事例を調査するとともに、代表断面における抑止杭の耐震評価及び斜面の安定性評価を実施することで、構造が成立する見通しを確認する。

詳細設計段階においては、以下のとおり設計の妥当性に係る検討を行い、評価基準値を下回る場合には、抑止杭を追加配置する。

- ・抑止杭の平面配置の妥当性確認
- ・基準地震動  $S_s$  による杭間が岩盤の場合の中抜け現象を想定した解析的検討
- ・杭前面における岩盤の肌分かれを想定したすべり安定性評価

抑止杭を施工する対象斜面（第 7.4.1-2 図参照）は、敷地造成工事に伴って頂部の切り取りを行っており、第 7.4.1-1 表に示すとおり、平均強度によりすべり安全率 1.0 を上回ることを確認している。①-①' 断面において、地盤物性のばらつき（平均強度  $-1.0 \times$  標準偏差  $(\sigma)$ ）を考慮したすべり安全率が 0.90 と評価基準値を下回ること、及び②-②' 断面において、地盤物性のばらつきを考慮したすべり安全率が 1.06 と裕度が小さいことから、地震による斜面崩壊の防止措置を講ずるための敷地内土木構造物として、抑止杭を設置することとした。

第 7.4.1-1 表 抑止杭を施工する対象斜面のすべり安全率（抑止杭なし）

基準地震動 $S_s$	すべり安全率（平均強度）	
	（ ）内はばらつきを考慮した強度のすべり安全率	
	①-①' 断面	②-②' 断面
$S_s-D$	1.08 (0.90)	1.24 (1.06)
$S_s-N_1$	1.25	1.57
$S_s-N_2$	1.32	1.58

抑止杭の設計については 7.4.2 章で説明する。

また、抑止杭の耐震評価については 7.4.3 章で説明し、抑止杭を反映した地震時の斜面の安定性評価については 7.4.4 章で説明する。

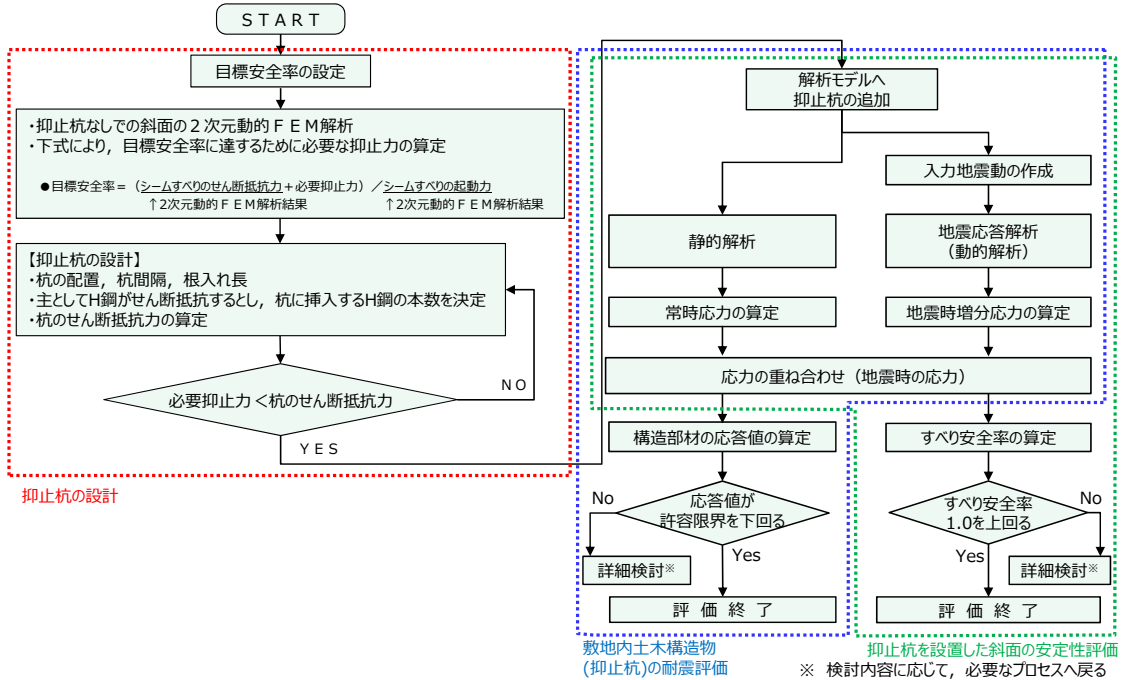
対策工（抑止杭）を実施した斜面の安定性評価フローを第 7.4.1-1 図に示す。

抑止杭を設置した斜面の位置図を第 7.4.1-2 図に示す。

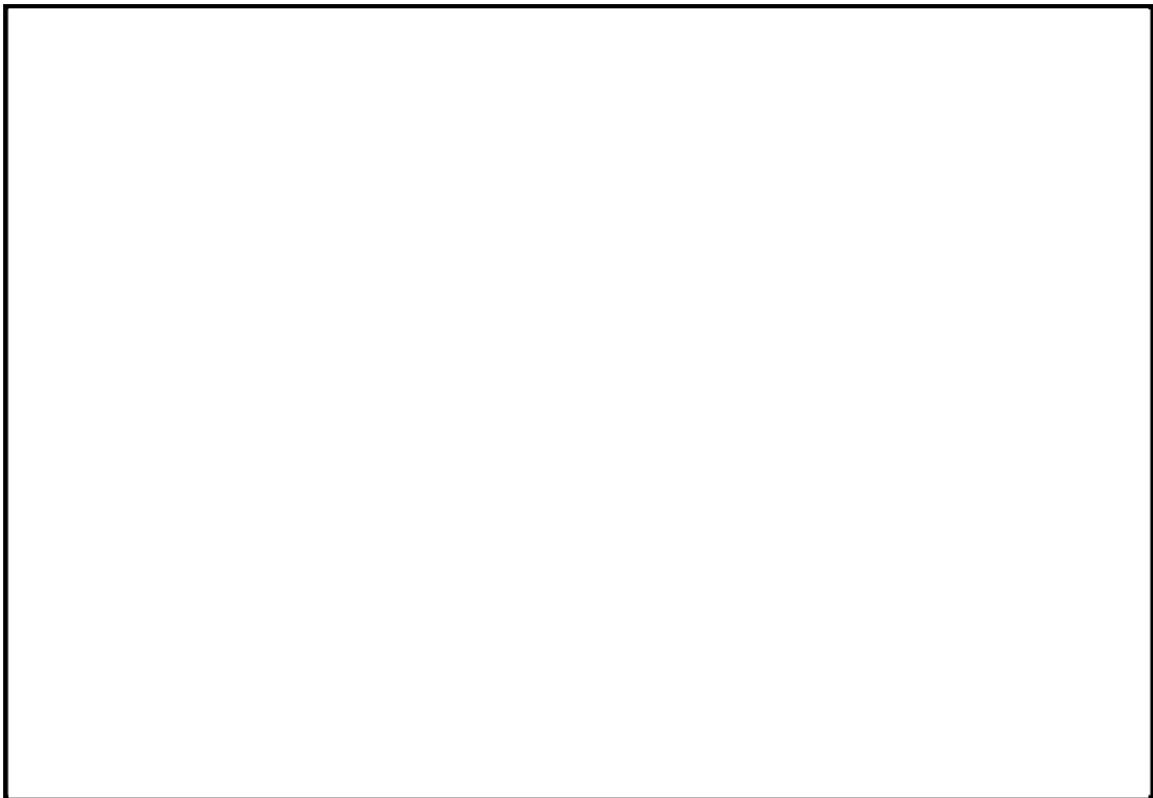
抑止杭は、深礎杭の中に H 鋼を建込んでおり、シームのすべりを抑止する

ため、シームのすべり方向（シームの最急勾配方向は北傾斜のため北方向となる）に対して直交するように縦列に配置している。（シームの分布は第7.4.2-2 図参照）

抑止杭の構造概要図を第7.4.1-3 図に示す。



第7.4.1-1 図 対策工（抑止杭）を実施した斜面の安定性評価フロー



第7.4.1-2 図 対策工（抑止杭）を実施した対象斜面位置図

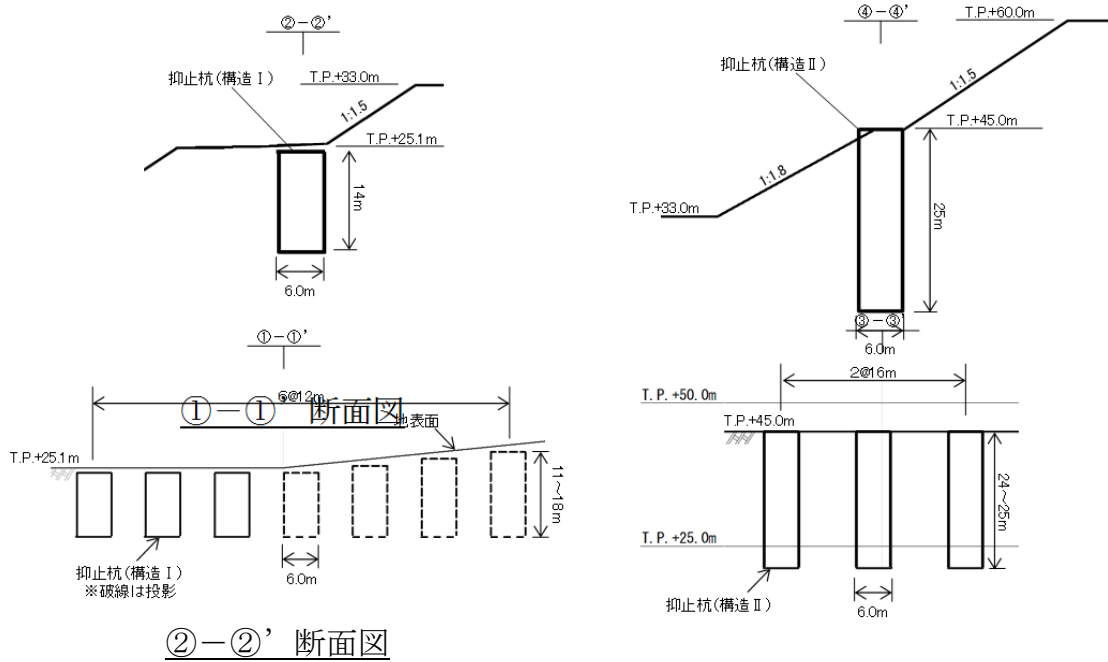
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

【凡例】

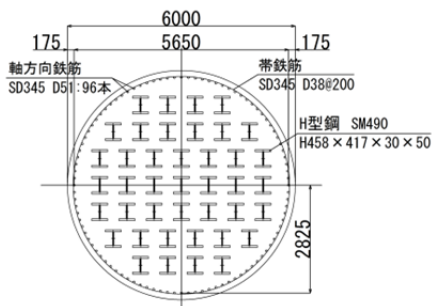
- : 対策工(抑止杭+斜面切取)を実施した斜面
- : 可搬型設備の保管場所
- : アクセスルート(車両・要員) ※破線は要員のみ
- : サブルート(車両・要員) ※破線は要員のみ
- : 抑止杭
- ↑ : 断面位置



抑止杭配置平面図

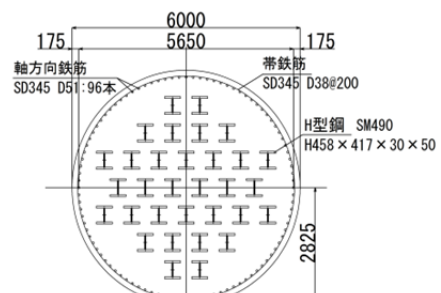


②-②' 断面図



構造Ⅰ

抑止杭構造図



構造Ⅱ

第 7. 4. 1-3 図 抑止杭概要図

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。

## 7.4.2 抑止杭の設計

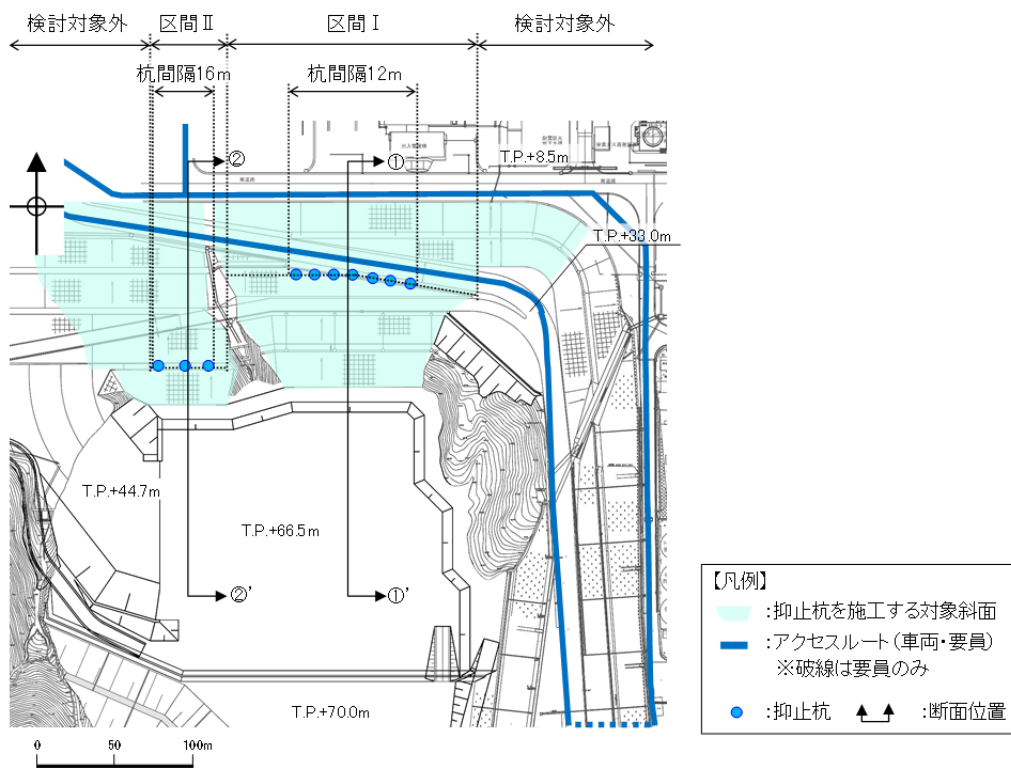
### (1) 評価対象斜面の選定

#### 【評価対象斜面の選定】

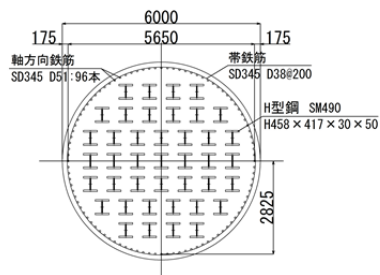
評価対象斜面について、構造物の配置、地形及び地質・地質構造を考慮し、構造物の耐震評価上、最も厳しくなると考えられる位置を選定する。

まず、構造物の配置の観点から、第7.4.2-1図に示すとおり、対象斜面は以下の2つの区間に分けられる。それぞれの区間は、抑止杭の効果を期待する範囲とし、それ以外は斜面高さが低いことから除外している。

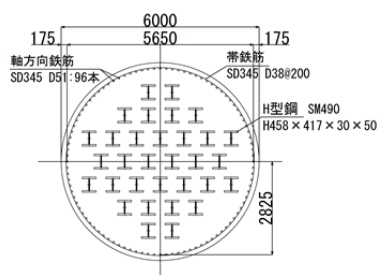
- ・ 区間Ⅰ：抑止杭の構造Ⅰが12m間隔で7本配置されている山体
- ・ 区間Ⅱ：抑止杭の構造Ⅱが16m間隔で3本配置されている山体



平面図



抑止杭構造図 (構造Ⅰ)

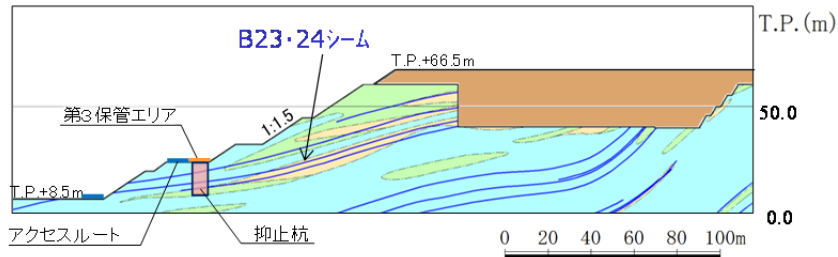


抑止杭構造図 (構造Ⅱ)

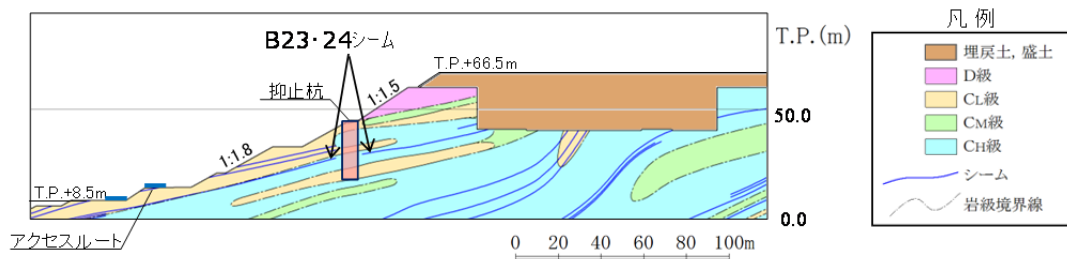
第7.4.2-1図 抑止杭の配置パターン図

次に、地形及び地質・地質構造の観点から、区間Ⅰ及び区間Ⅱにおける岩級・シーム鉛直断面図を第7.4.2-2図に、当該断面図を用いてそれぞれの地形及び地質・地質構造を比較した結果を第7.4.2-1表に示す。

比較検討の結果、各区間において地形及び地質・地質構造が異なるため、両者を評価対象斜面に選定した。



①-①' 断面



②-②' 断面

第7.4.2-2図 区間Ⅰ及び区間Ⅱにおける岩級・シーム鉛直断面図

第7.4.2-1表 各区間における地形及び地質・地質構造の比較結果

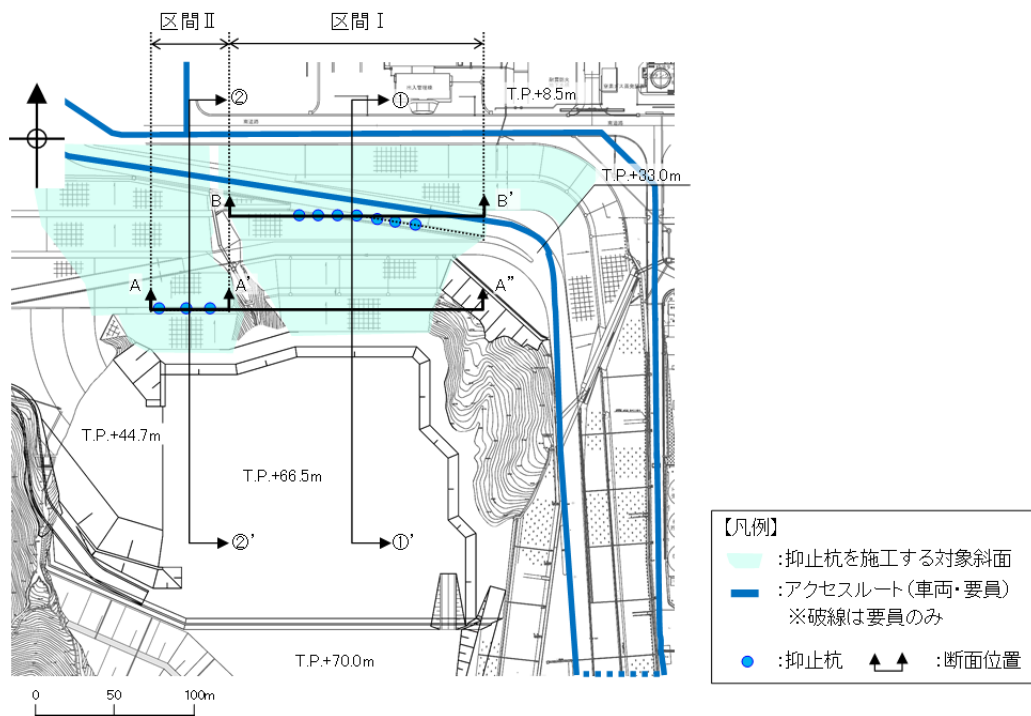
区間	地形		地質・地質構造	
	斜面高さ (m)	切取勾配	岩級	シームの分布
区間Ⅰ (①-①' 断面)	58	1:1.5	C <sub>M</sub> ~C <sub>H</sub> 級主体	B23・24シーム等が連続して分布。
区間Ⅱ (②-②' 断面)	58	1:1.5 下部は 1:1.8	C <sub>M</sub> ~C <sub>H</sub> 級主体, 頂部に D 級が分布	B21・22シーム等が連続して分布。

【評価断面の設定】

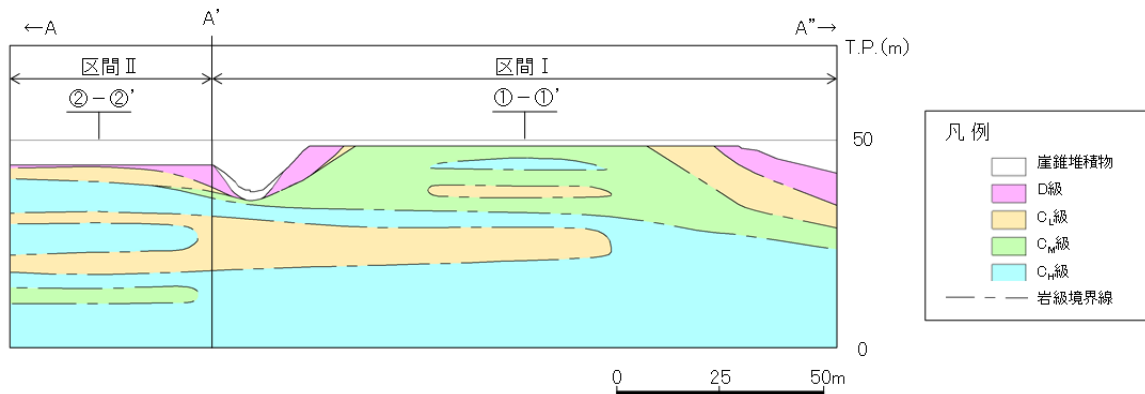
評価対象斜面に選定した区間Ⅰ及び区間Ⅱにおいて、地形及び地質・地質構造を考慮し、構造物の耐震評価上、最も厳しくなると考えられる断面位置を評価断面に設定する。

区間Ⅰ及び区間Ⅱの断面位置平面図を第7.4.2-3図に、地質鉛直断面図を第7.4.2-4図に、シーム分布図を第7.4.2-5図に示す。

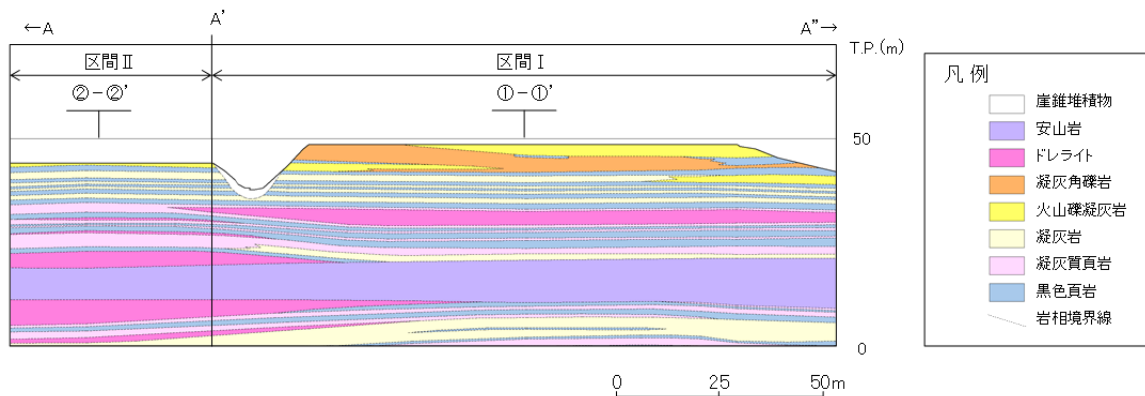
抑止杭の評価断面については、各区間において地質が東西方向に概ね一様であることを踏まえ、斜面高さが高くなる各区間の中央位置において、最急勾配となる方向に①-①'断面及び②-②'断面を設定した。



第7.4.2-3図 区間Ⅰ及び区間Ⅱの断面位置平面図

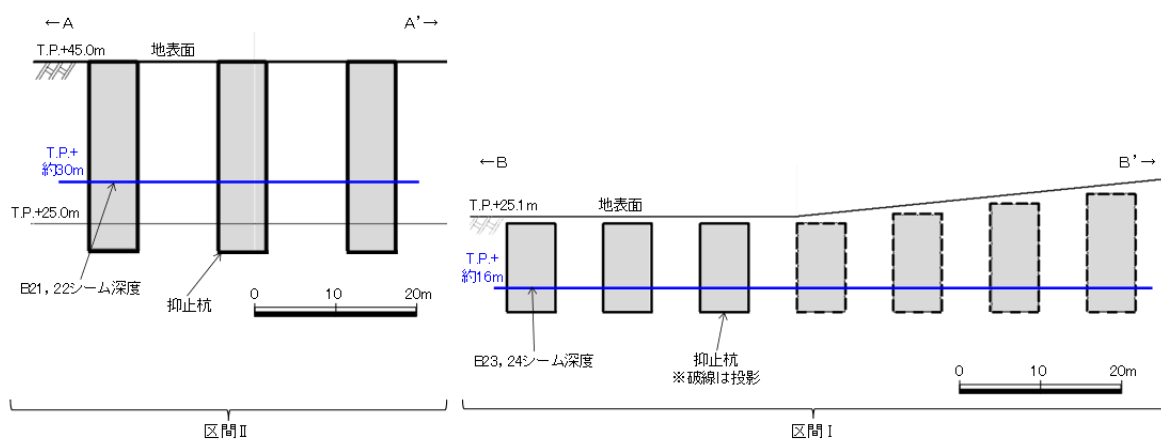


岩級鉛直断面図



岩相鉛直断面図

第 7. 4. 2-4 図 区間 I 及び区間 II の地質鉛直断面図



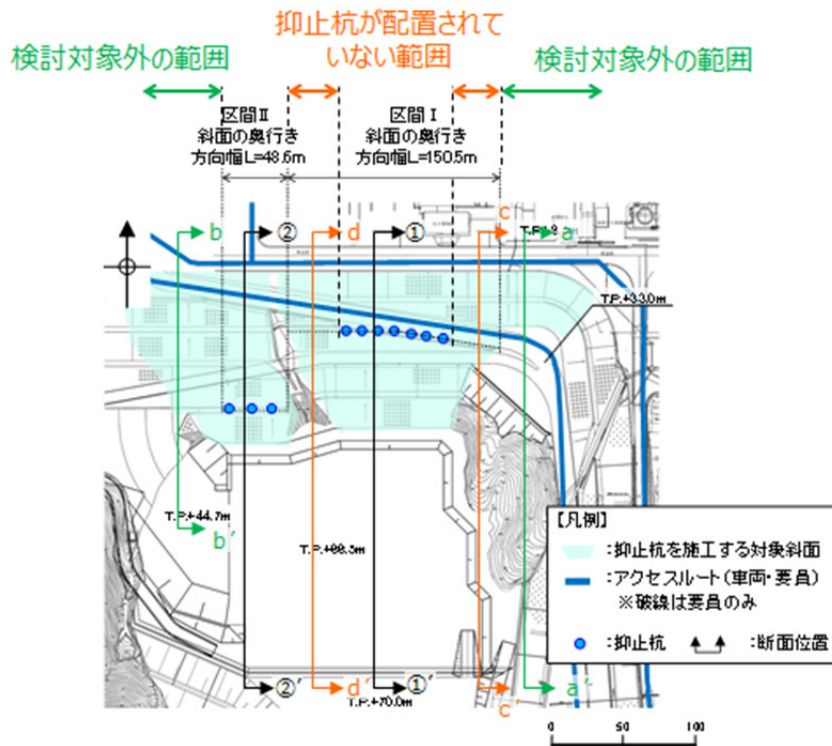
第 7. 4. 2-5 図 区間 I 及び区間 II のシーム分布図

(2) 抑止杭の平面配置の考え方

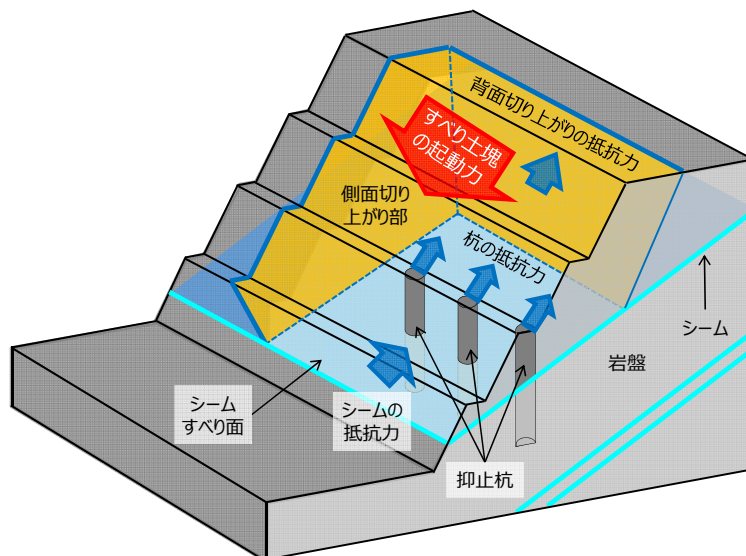
抑止杭の平面配置の考え方は、移動層が  $C_M \sim C_{II}$  級の堅硬な岩盤であることから、シームすべりを3次元的な剛体のすべり土塊の移動と捉え、安定性が確保されない範囲を検討対象のすべり土塊に設定し、すべり土塊全体を必要本数の杭で抑止するというものであり、すべり方向に対し直交方向に単列配置する。

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。



第 7.4.2-6 図 抑止杭配置平面図



第 7.4.2-7 図 シームすべり土塊全体を杭で抑止するイメージ図



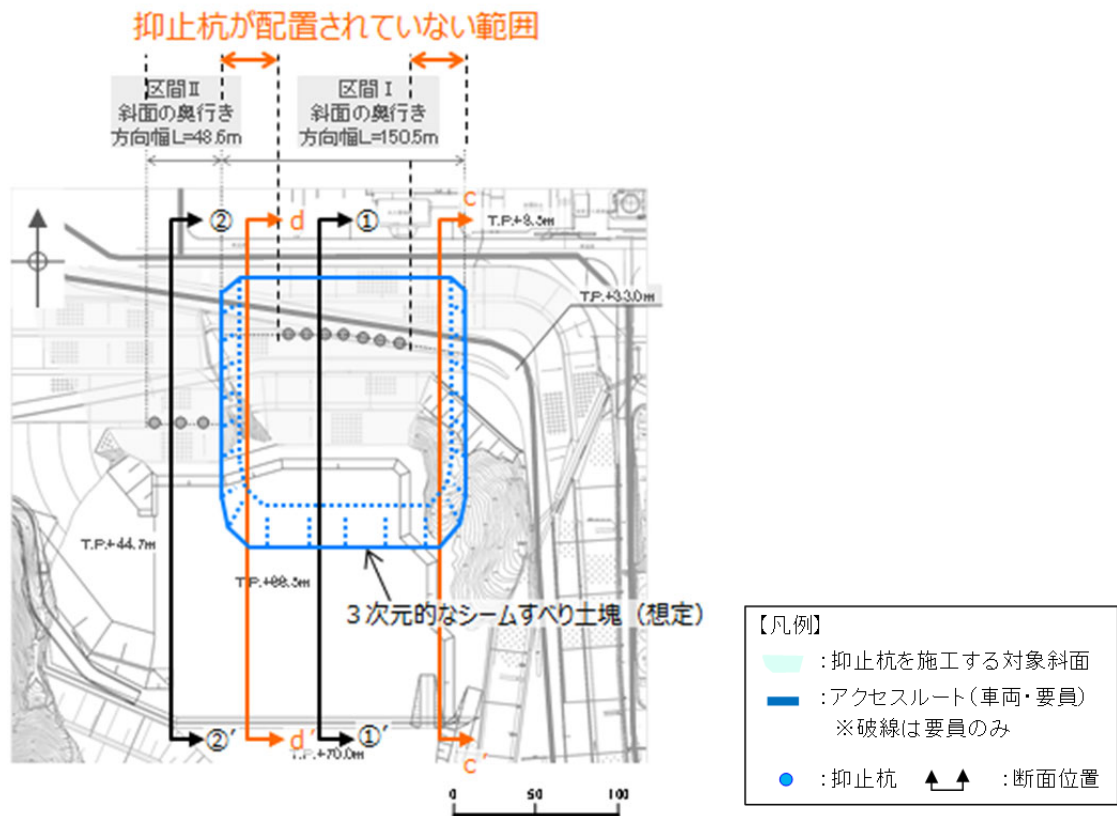
「抑止杭が配置されていない範囲」は、区間Ⅰの中でも斜面高さが相対的に低く、シームすべりの土塊量が小さい。（第7.4.2-8 図及び第7.4.2-9 図参照）

そのため、確実にシームすべりを抑止するために斜面高さが相対的に高い範囲において抑止杭を集中的に配置し、区間Ⅰの3次元的なシームすべり土塊全体を7本の杭で抑止している。

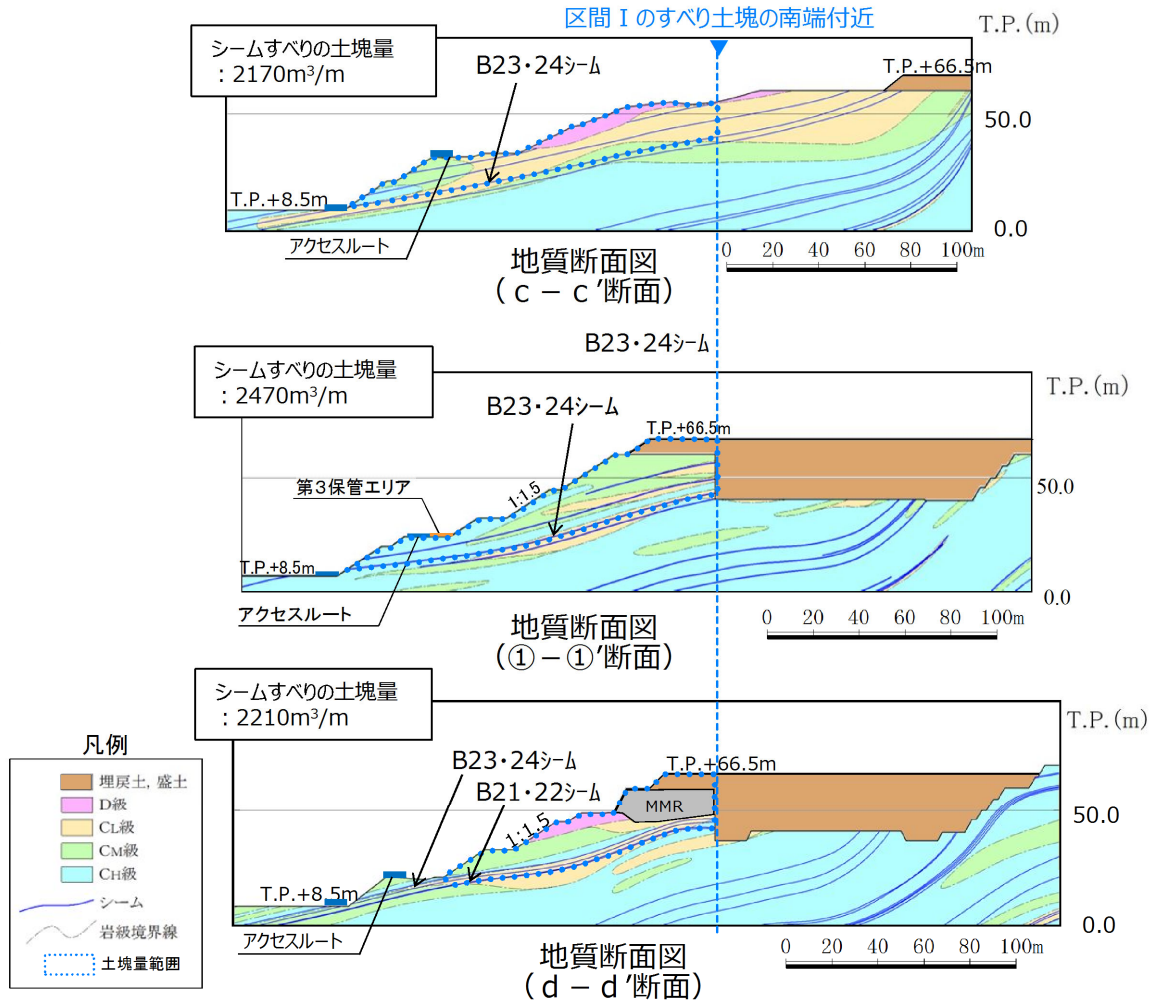
詳細設計段階では、当該範囲において安定性評価を行い、評価基準値を下回る場合は抑止杭を追加配置する。

「検討対象外の範囲」は、斜面高さが区間Ⅰ及びⅡに比べて相対的に低く、シームすべりの土塊量が有意に小さいことから、安定性が高いことから、抑止杭は不要とした。（第7.4.2-10 図及び第7.4.2-11 図参照）

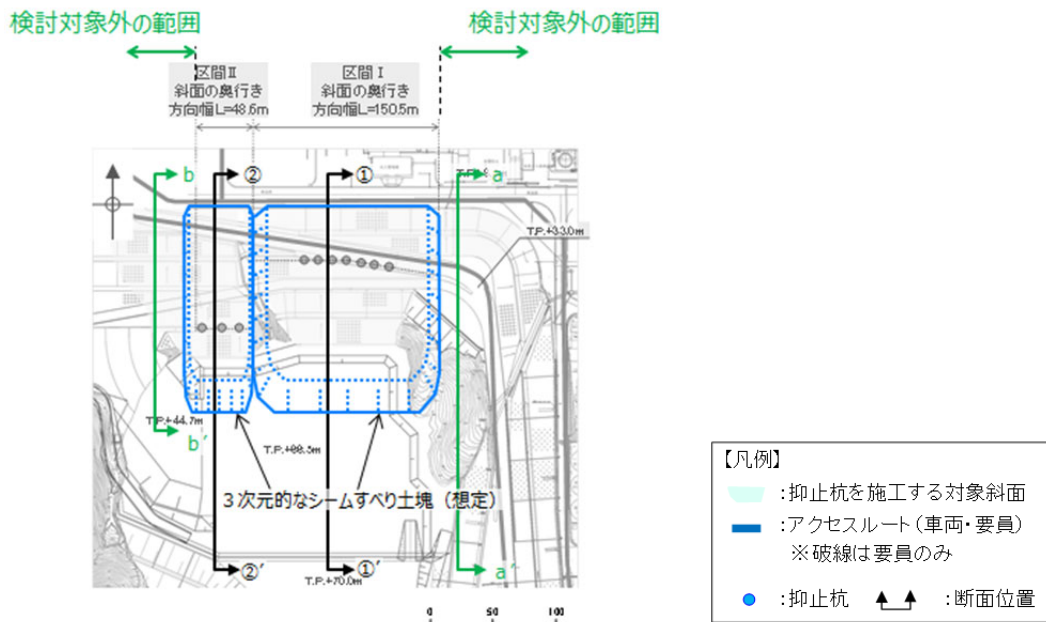
詳細設計段階では、当該範囲において安定性評価を行い、評価基準値を下回る場合は抑止杭を追加配置する。



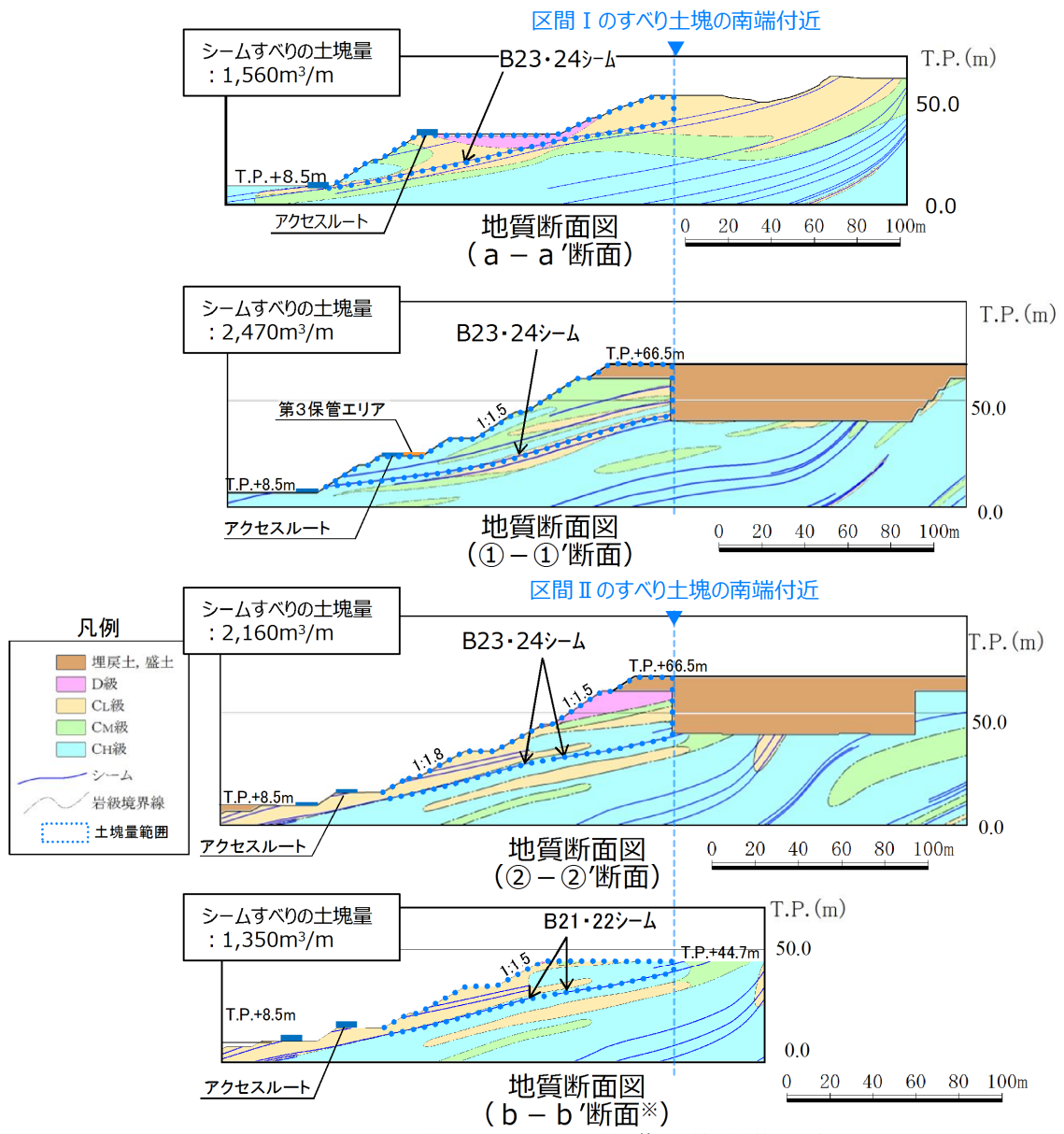
第7.4.2-8 図 断面位置図



第 7.4.2-9 図 「抑止杭が配置されていない範囲」の地質断面図



第 7.4.2-10 図 断面位置図



※ ②-②'断面を用い、b-b'断面位置の地形形状を反映

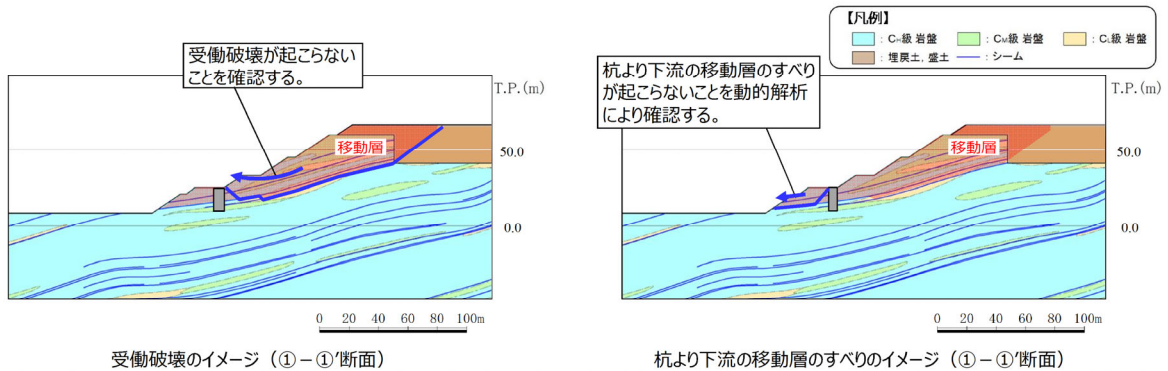
第 7. 4. 2-11 図 「検討対象外の範囲」の地質断面図

(3) 抑止杭の断面配置の考え方

杭の断面配置は、第 7.4.2-2 表に示す文献を参考に設定した。第 7.4.4(10) 章に、杭の断面配置の妥当性確認結果を示す。

第 7.4.2-2 表 抑止杭の断面配置の考え方に係る文献調査結果

設計項目	参考文献		参考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)	<ul style="list-style-type: none"> <li>杭の断面配置は、以下を満足する位置とする。               <ol style="list-style-type: none"> <li>すべり面の勾配が緩やかな位置</li> <li>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。</li> <li>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。</li> </ol> </li> </ul>



第 7.4.2-12 図 受働破壊及び杭より下流の移動層のすべりのイメージ

(4) 根入れ深さの考え方

杭の根入れ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。

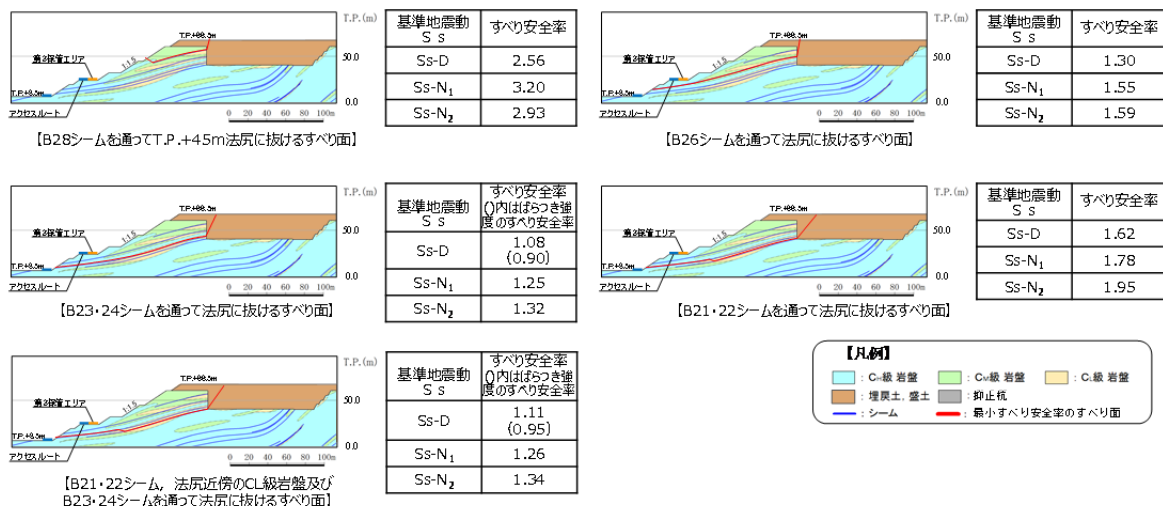
①-①' 断面における各すべり面のすべり安全率を第 7.4.2-13 図に示す。

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。

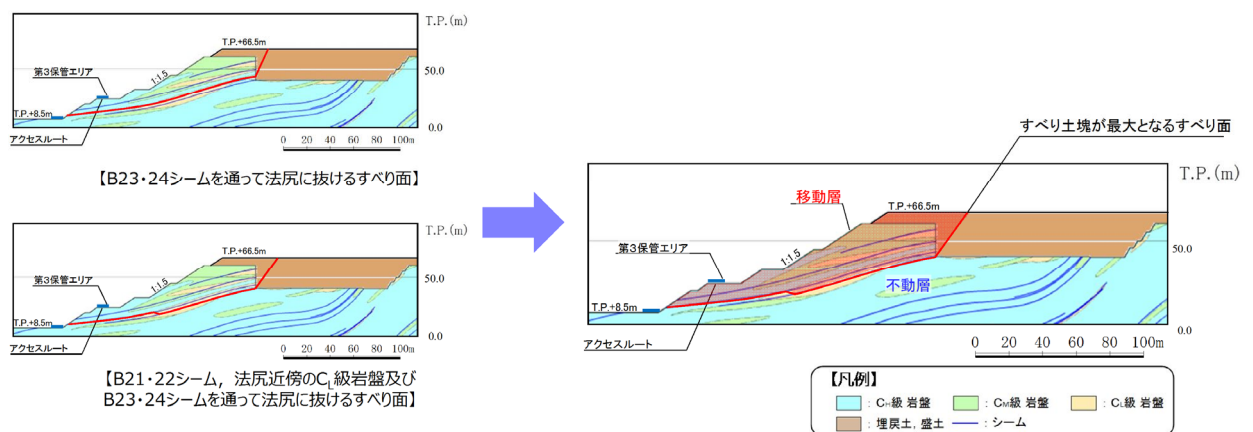
(a) B23・24 シームを通過して法尻に抜けるすべり面

(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。(第 7.4.2-14 図参照)



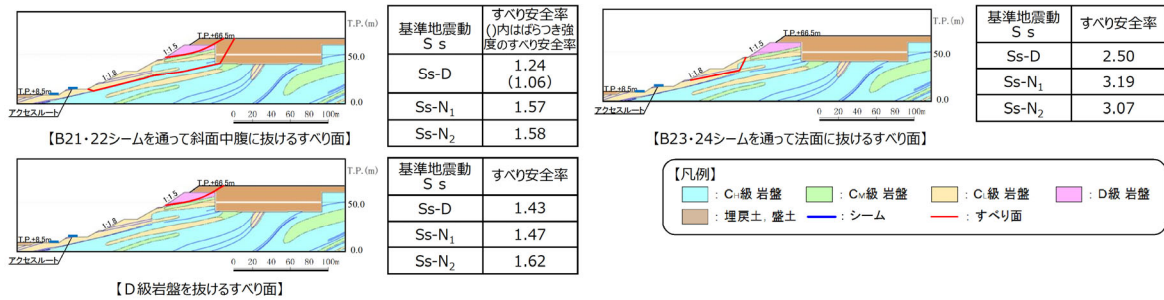
第 7.4.2-13 図 ①-①' 断面の評価結果



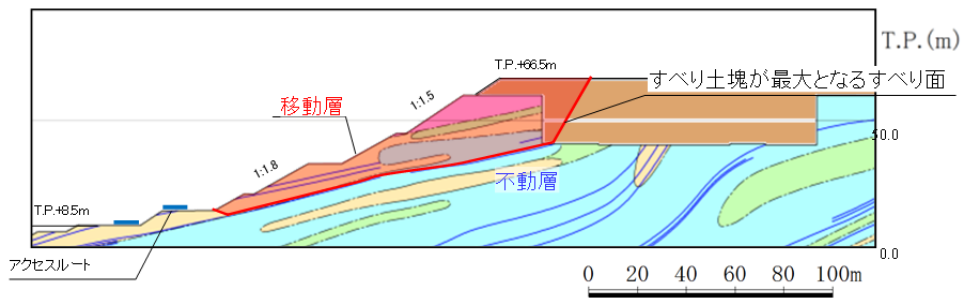
第 7.4.2-14 図 ①-①' 断面の移動層・不動層

②-②' 断面における各すべり面のすべり安全率を第 7.4.2-15 図に示す。

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。（第 7.4.2-16 図参照）



第 7.4.2-15 図 ②-②' 断面の評価結果

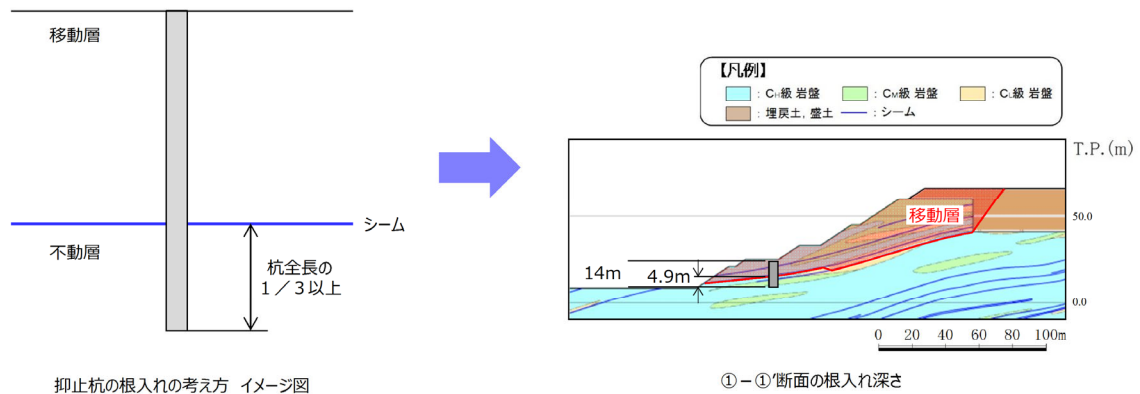


第 7.4.2-16 図 ②-②' 断面の移動層・不動層

杭の根入れ深さは、特定された不動層に十分根入れされるように、第 7.4.2-3 表に示す文献を参考に設定した。

第 7.4.2-3 表 杭の根入れ深さの考え方に係る文献調査結果

設計項目	参考文献		参考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	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> </ul>	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)	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。 ⇒動的解析の応力状態により、不動層における杭周辺の岩盤が健全であることを確認する。(P113, 114参照)



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

第 7.4.2-17 図 根入れ深さの考え方

(5) 杭間隔の考え方

杭の間隔については、第7.4.2-4表に示す文献調査を踏まえ、杭間が岩盤であることから、文献①及び岩盤中の深礎杭に係る一般産業施設の施工事例を参考に、必要抑止力を満足するよう設定した。

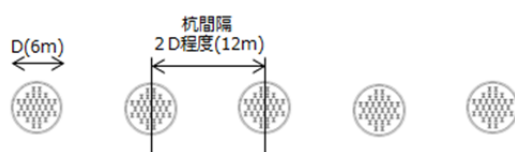
抑止杭周辺地盤は $C_M \sim C_H$ 級主体の堅硬な岩盤であるため、シームすべりの側面抵抗が十分に期待できることから、杭間を抜けるすべりは発生しないと考えられるが、掘削による緩みに起因する杭間を抜けるすべりを防止するため、杭間の岩盤を緩ませないよう対策を行っている。(次頁参照)

詳細設計段階では、以下の検討を行い、必要に応じて抑止杭を追加配置する。

- ・一般産業施設の施工事例について、杭間隔及び $S_s$ 規模の地震による被災事例に着目して整理し、杭間隔の妥当性を確認する。
- ・文献①～③を踏まえ、杭間の岩盤の中抜けを想定した3次元FEM解析を行い、中抜け現象が起こらないことを説明する。

第7.4.2-4表 杭間隔の考え方に係る文献調査結果

設計項目	参考文献			参考文献の記載内容を踏まえた杭間隔の考え方
	記載内容	対象	文献	
杭の間隔 (1/3)	・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。	岩盤(支持層)の深礎基礎	文献①：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)	杭間隔を杭直径の2D程度とする。
杭の間隔 (2/3)	・標準杭間隔として、移動層の厚さ20m以上では杭の間隔は4m以下を目安とする。 ・上記の数値の他に杭の直径の8倍以内を杭間隔の一応の目安とすることができる。	土質もしくは岩石で構成される移動層中の杭工	文献②：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)	
杭の間隔 (3/3)	・風化まさ土地帯の抑止杭を対象とし、大型一面せん断機による模型実験により、杭間隔と中抜け現象及び杭の負担荷重の相関性について考察した。 ・杭間隔を変えて実験を行った結果、8D以上になると中抜けしやすくなることが分かったため、適切な杭間隔として8D以下が一つの目安になることが分かった。 ・中抜け現象は、移動層と不動層の層境の移動層底部の土塊が杭間をトコロン状にすべり抜け、地表面付近の土塊も一体にすべり抜けようとし、手前にせり出す際の亀裂の発生により、崩壊している現象と考えられる。	土質で構成される移動層中の杭	文献③：斜面崩壊抑止杭に関する模型実験(技術研究所報 No.19, 佐藤工業(株), 1993年)	



第7.4.2-18図 ①-①'断面の杭間隔等(イメージ図)



6.2.17 標準杭間隔<sup>33)</sup>

標準杭間隔として次の数値を目安とする。

移動層の厚さ (m)	杭の間隔 (m)
～ 10	2.0以下
10 ～ 20	3.0以下
20以上	4.0以下

杭の間隔は単列、千鳥配列共に地すべりの上流又は下流から見た投影間隔を意味し、その距離は杭の芯間距離とする (図34 参照)。

上記の数値の他に杭の直径の8倍以内を杭間隔の一応の目安とすることができる。

これらの数値は経験や実験結果にもとづいて定められたものであり、削孔による地盤のゆるみや乱れの影響が重複せず、したがって土塊の中抜けを起こさず、杭に所定の地すべり力が作用するための条件の目安として用いることができる。

なお、杭の施工上孔壁間の距離は約1m以上を確保する必要があるため杭間隔の決定にあたってはこの点を考慮する必要がある。設計計算上孔壁間の距離が約1m未満となる場合には杭配列を千鳥配列とする。

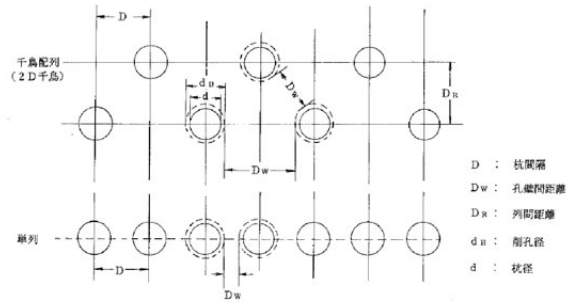
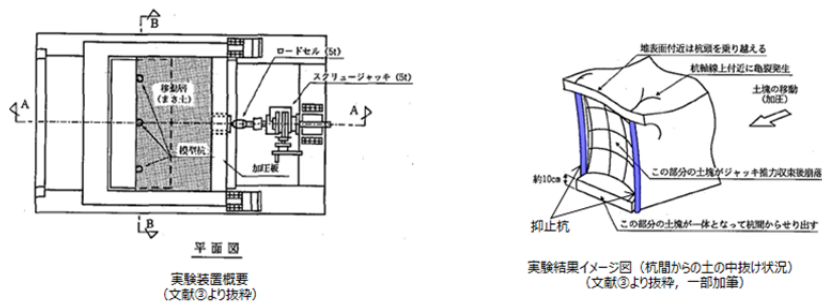


図34 杭間隔および杭の配列<sup>33)</sup>

文献②を抜粋、加筆

第7.4.2-19 図 文献③の概要



第7.4.2-20 図 文献③の概要

【杭間の岩盤の緩みに対する施工時の配慮】

「道路橋示方書 (I 共通編・IV 下部構造編) ((社)日本道路協会, 2002年3月)」及び「斜面上の深礎基礎設計施工便覧 ((社)日本道路協会, 2012年3月)」によると、深礎基礎の施工時には、発破作業を原則として避けることとされている。

また、「斜面上の深礎基礎設計施工便覧 ((社)日本道路協会, 2012年3月)」によると、発破掘削は岩盤を効率よく掘削することができる反面、地山を緩めやすく、機械掘削は地山の緩みが小さいとされている。

これらを踏まえ、島根サイトの深礎杭の掘削では、 $C_M \sim C_H$ 級の堅硬な岩盤に対し、地山を緩めやすい発破掘削を避け、緩みの小さい『機械掘削』を採用している。



第 7. 4. 2-21 図 島根サイトの深礎杭 掘削面の写真（南側）



第 7. 4. 2-22 図 掘削状況写真



第 7. 4. 2-23 図 掘削面の近接写真

### 7.4.3 敷地内土木構造物（抑止杭）の耐震評価

#### (1) 評価方針

敷地内土木構造物である抑止杭について、基準地震動  $S_s$  が作用した場合に、敷地内土木構造物の機能が維持されていることを確認するため、耐震評価を実施する。耐震評価においては、地震応答解析結果における照査用応答値が許容限界値を下回ることを確認する。

#### (2) 適用規格

適用する規格、基準等を以下に示す。

- ・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)
- ・斜面上の深礎基礎設計施工便覧((社)日本道路協会, 2012年3月)
- ・コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕((社)土木学会, 2002年3月)
- ・道路橋示方書・同解説(I 共通編・II 鋼橋編)((社)日本道路協会, 2002年3月)
- ・道路橋示方書・同解説(I 共通編・IV 下部構造編)((社)日本道路協会, 2002年3月)

#### (3) 解析用物性値（地盤）

地盤の解析用物性値については、「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ついて」の物性値を用いる。

#### (4) 解析用物性値（抑止杭，物理特性・変形特性）

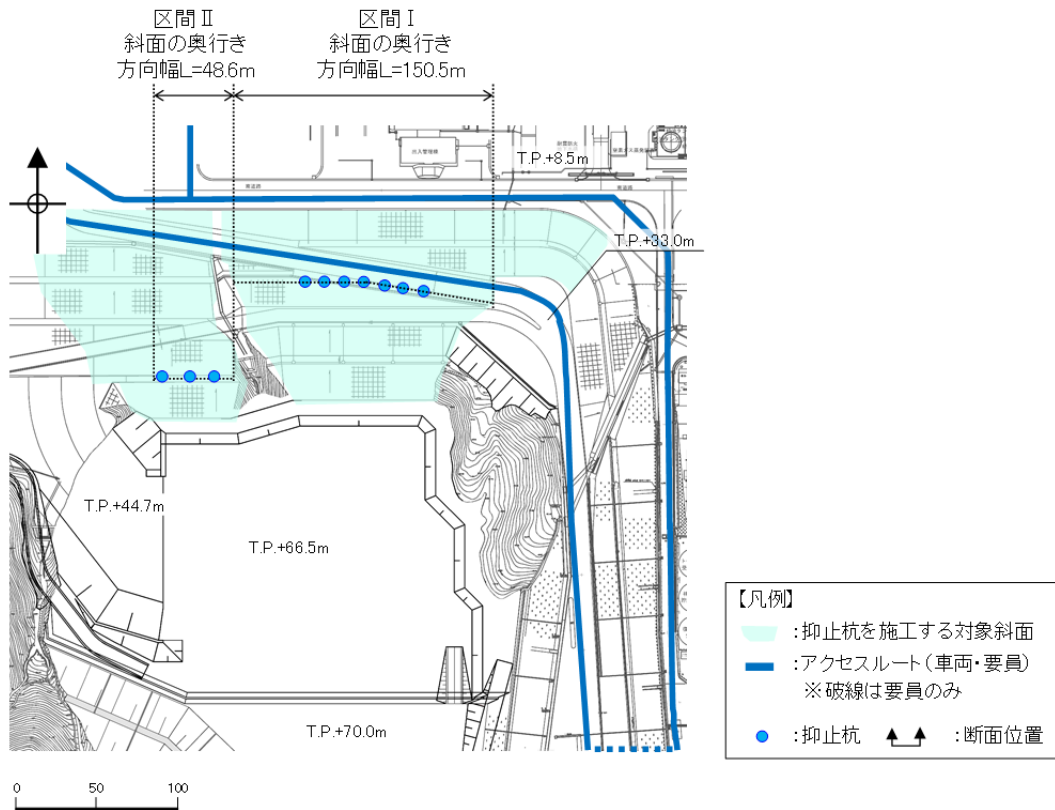
耐震評価に用いる材料定数は、設計図書及び文献等を基に設定する。抑止杭の使用材料を第7.4.3-1表に示す。

第7.4.3-1表 抑止杭の使用材料

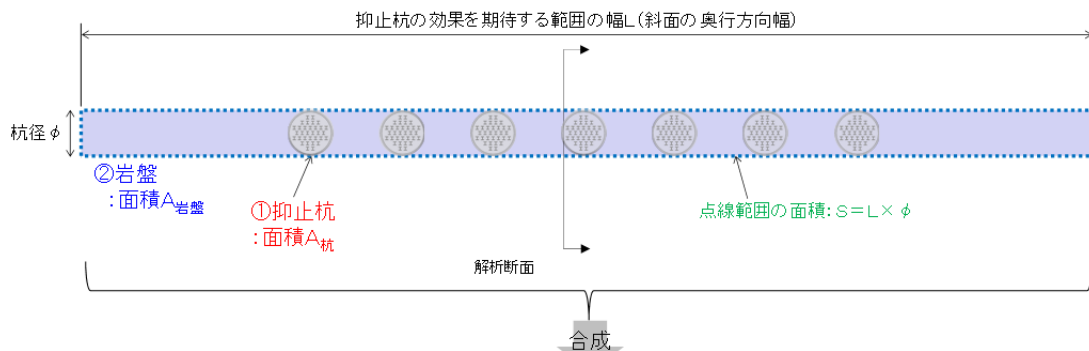
材 料		諸 元
抑止杭	コンクリート	設計基準強度 $F_c=24\text{N/mm}^2$
	鉄筋	SD345 D38, D51
	H鋼	SM490 H458×417×30×50

抑止杭の解析用物性値の設定概要図を第 7. 4. 3-1 図に示す。

抑止杭の杭間には岩盤が存在することから、抑止杭の単位奥行当たりの解析用物性値については、抑止杭と岩盤を合成した物性値を設定する。合成する物性値は、単位体積重量、静弾性係数及び動せん断弾性係数とし、ポアソン比及び減衰定数については、抑止杭の構造主体である鉄筋コンクリートの一般値を用いる。合成方法は、各区間において抑止杭及び岩盤の断面積を算定して両者の断面積比に物性値を乗じて足し合わせる。



平面図



$$\text{合成した抑止杭の単位奥行当たりの物性値} = \text{物性値(杭)} \times \frac{\text{面積}A_{\text{杭}}}{\text{面積}S} + \text{物性値(岩盤)} \times \frac{\text{面積}A_{\text{岩盤}}}{\text{面積}S}$$

設定概要図 (例：区間 I)

第 7. 4. 3-1 図 抑止杭の解析用物性値の設定概要図

抑止杭及び岩盤の物性値を第 7.4.3-2 表に、算定に用いた抑止杭及び岩盤の断面積比を第 7.4.3-3 表に、合成した抑止杭の単位奥行当たりの解析用物性値を第 7.4.3-4 表に示す。

第 7.4.3-2 表 抑止杭及び岩盤の物性値

材料		単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	静弾性係数 E (×10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup> )	動せん断弾性係数 G (×10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比	減衰定数 (%)
抑止杭	鉄筋コンクリート	24.5 <sup>※1</sup>	25.00 <sup>※1</sup>	10.42 <sup>※2</sup>	0.20 <sup>※1</sup>	5 <sup>※1</sup>
	H鋼	77.0 <sup>※1</sup>	200.00 <sup>※4</sup>	77.00 <sup>※4</sup>	0.30 <sup>※4</sup>	2 <sup>※3</sup>
岩盤	①-①'	25.1 <sup>※5</sup>	3.74 <sup>※5</sup>	6.55 <sup>※5</sup>	0.19 <sup>※5</sup>	3 <sup>※3</sup>
	②-②'			2.07 <sup>※5</sup>		

※1：コンクリート標準示方書[構造性能照査編]（(社)土木学会，2002年）に基づき設定。

断面奥行方向の杭間に岩盤が存在することから、岩盤の減衰定数である3%とした場合の影響検討を7.4.4(12)章に示す。

※2： $G = E/2(1 + \nu)$ により算定。

※3：JEAG4601-1987に基づき設定。

※4：道路橋示方書・同解説 I 共通編（(社)日本道路協会，2002年）に基づき設定。

※5：斜面の抑止杭近傍岩盤の物性値として、以下の物性値を用いる。

①-①'：C<sub>H</sub>級頁岩・凝灰岩の互層，第③速度層

②-②'：C<sub>H</sub>級頁岩・凝灰岩の互層，第②速度層

第 7.4.3-3 表 算定に用いた抑止杭及び岩盤の断面積比

材料		断面積 (m <sup>2</sup> )		断面積比	
		①-①'	②-②'	①-①'	②-②'
抑止杭	鉄筋コンクリート	26.11	26.58	0.20	0.27
	H鋼	2.17	1.69	0.02	0.02
岩盤		100.75	68.96	0.78	0.71
合計		129.02	97.24	1.00	1.00

第 7.4.3-4 表 合成した抑止杭の単位奥行当たりの解析用物性値

対象斜面	断面積比により合成して設定			鉄筋コンクリートの物性値を設定	
	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	静弾性係数 (×10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup> )	動せん断弾性係数 (×10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比	減衰 (%)
①-①'	25.9	11.34	8.52	0.20	5
②-②'	25.8	12.97	5.66	0.20	5

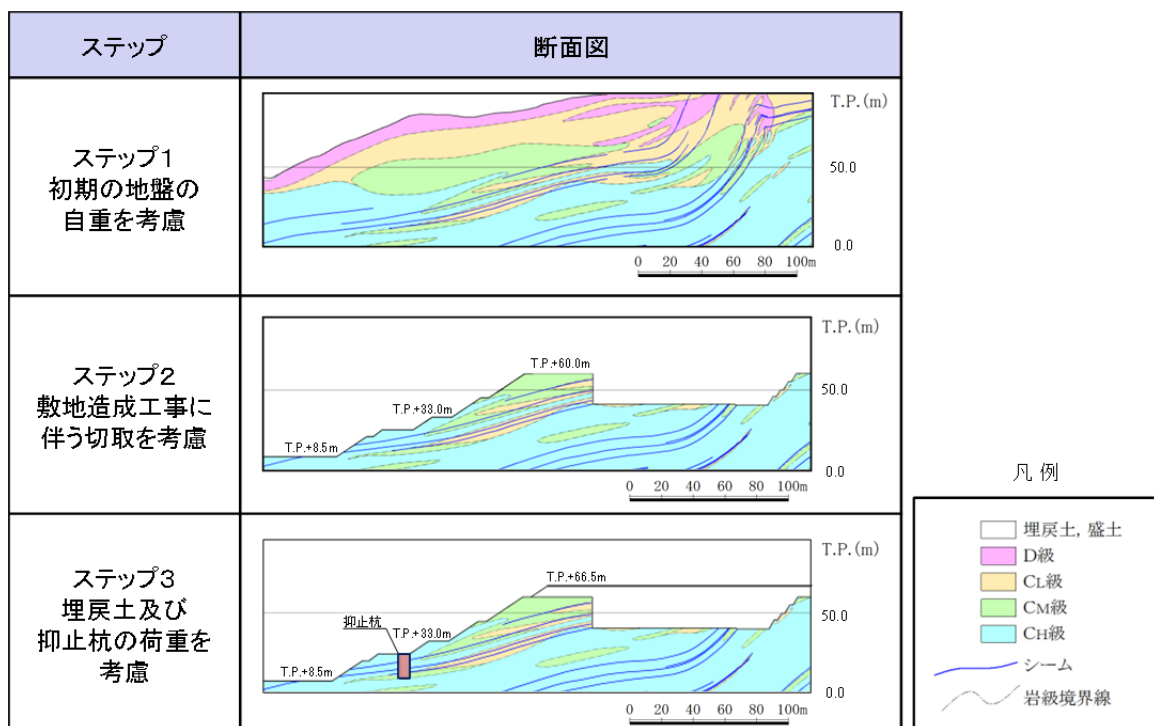
(5) 地震応答解析手法

解析手法は 6.2.2 章と同じものを用いる。

地震時の応力は，静的解析による常時応力と，地震応答解析による地震時増分応力を重ね合わせるにより求める。

常時応力は，建設過程を考慮し，第 7.4.3-2 図に示すとおり，3 ステップに分けて解析を実施する。

- ・ステップ 1：地盤の自重計算により初期応力を求める。
- ・ステップ 2：敷地造成工事による切取に伴う開放力を反映する。
- ・ステップ 3：抑止杭の掘削に伴う開放力及び建込みに伴う荷重を反映する。敷地造成工事による埋戻土の荷重を反映する。



第 7.4.3-2 図 常時応力解析ステップ図 (例：①-①' 断面)

(6) 解析モデルの設定

①-①' 断面及び②-②' 断面の解析モデル図を第 7. 4. 3-3 図及び第 7. 4. 3-4 図に示す。解析モデルには、地盤及び敷地内土木構造物として設定されている抑止杭をモデル化した。

**【解析領域】**

側面境界及び底面境界は、斜面頂部や法尻からの距離が十分確保できる位置に設定した。

**【境界条件】**

エネルギーの逸散効果を評価するため、側面はエネルギー伝達境界、底面は粘性境界とした。

**【地盤のモデル化】**

平面ひずみ要素でモデル化する。シームはジョイント要素でモデル化する。

**【抑止杭のモデル化】**

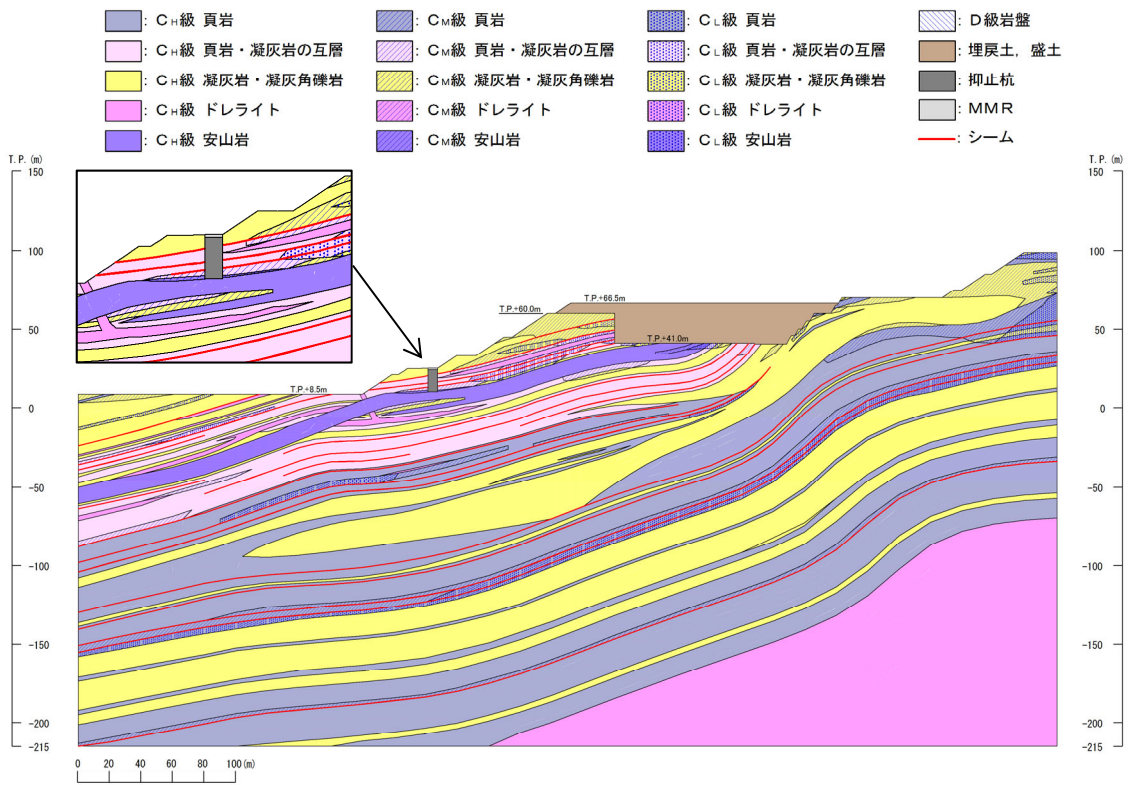
平面ひずみ要素でモデル化する。

**【地下水位の設定】**

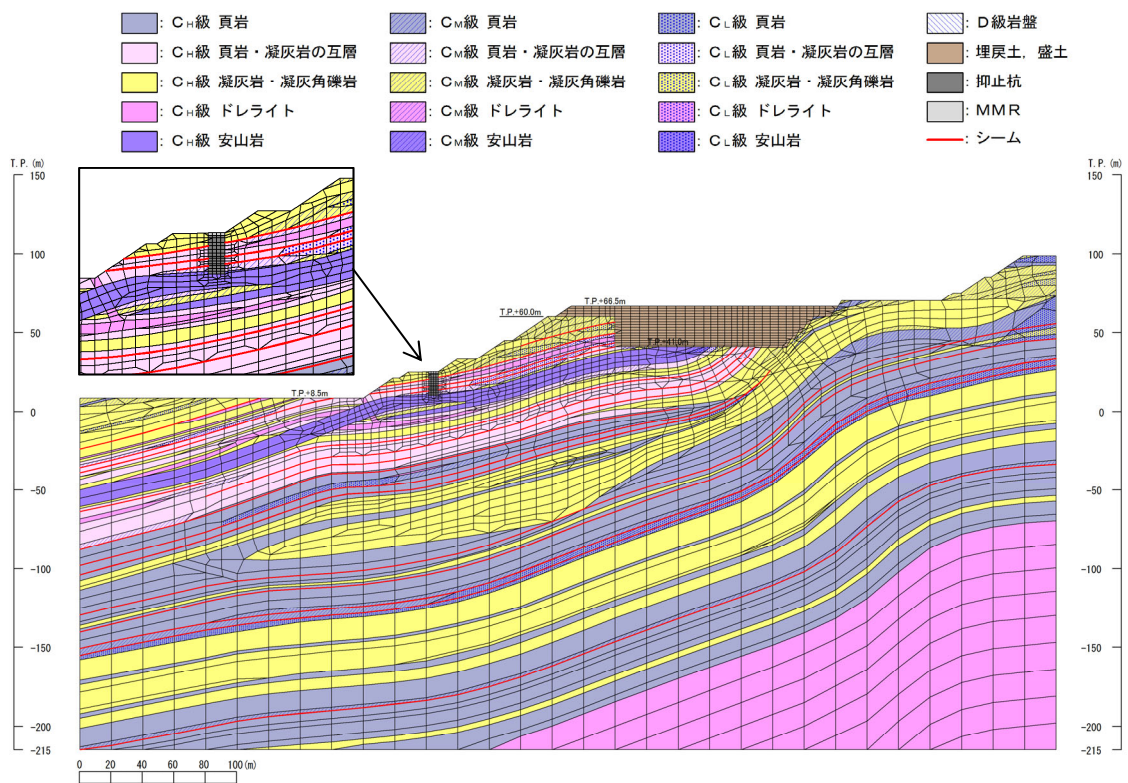
保守的に地表面に設定する。

**【減衰特性】**

JEAG4601-2015 に基づき、岩盤の減衰を 3% に設定する。抑止杭の減衰は、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% に設定する。

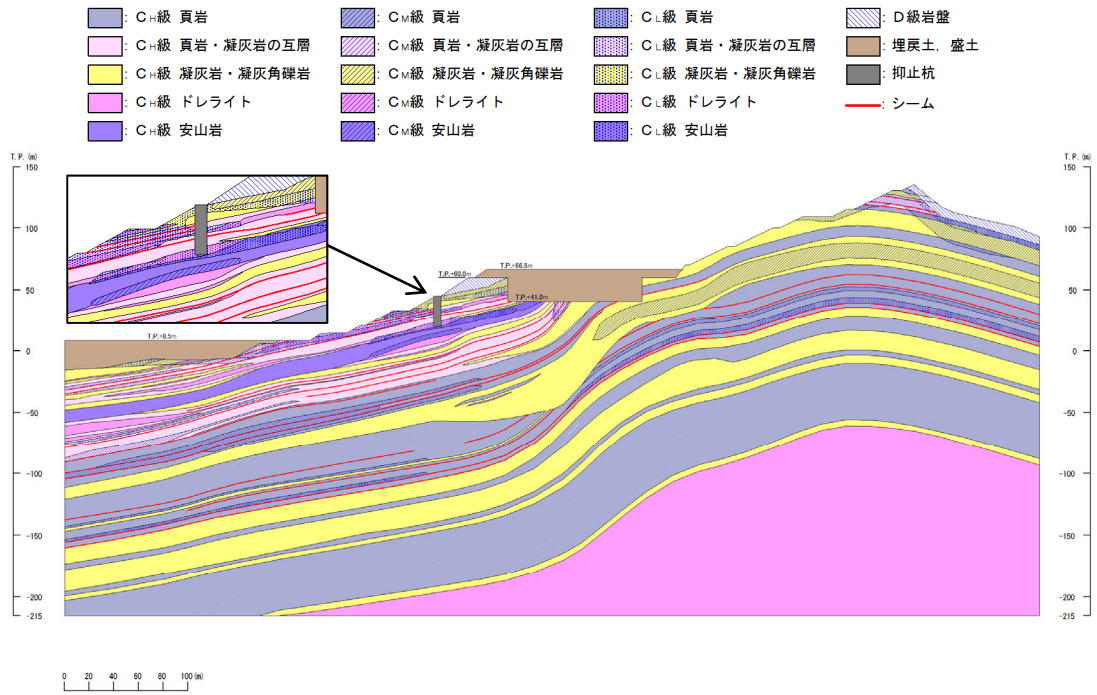


第 7.4.3-3(1) 図 ①-①' 断面 解析用岩盤分類図

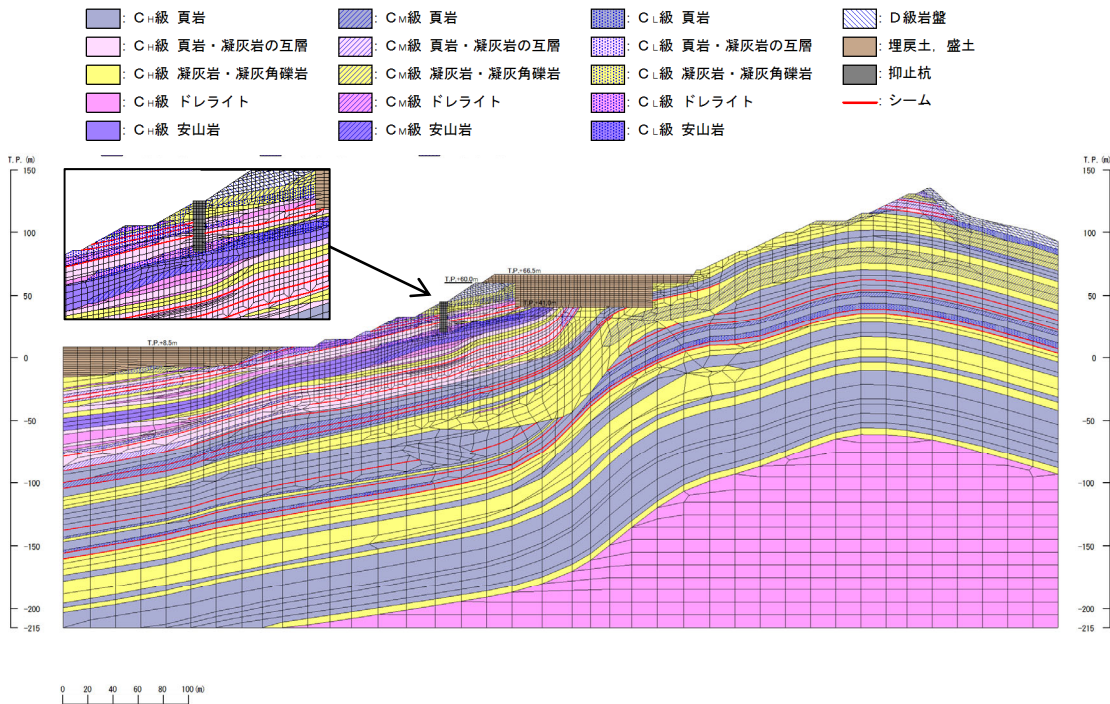


第 7.4.3-3(2) 図 ①-①' 断面 解析用要素分割図





第 7.4.3-4(1) 図 ②-②' 断面 解析用岩盤分類図



第 7.4.3-4(2) 図 ②-②' 断面 解析用要素分割図

(7) 荷重の組合せ

【考慮する荷重について】

・常時荷重

常時作用している荷重として、自重及び積載荷重を考慮する。

・地震荷重 (S s)

基準地震動 S s による地震力を考慮する。

・風荷重

「第6条 外部からの衝撃による損傷の防止」において規定する設計基準風速に伴う荷重を考慮する。

・積雪荷重

「第6条 外部からの衝撃による損傷の防止」において規定する松江市建築基準法施行細則に基づく垂直積雪量に平均的な積雪荷重を与えるための係数 0.35 を考慮した荷重と組合せる。

【荷重の組合せ】

荷重の組合せの設定に当っては、抑止杭の設置状況等を考慮し、各荷重の組合せの要否を整理した。

「積雪荷重」については、常時荷重に対して極めて小さいため、考慮しないこととする。

「風荷重」については、大部分が地中に埋設された構造物であり、地上部分が少なく風の影響をほとんど受けないため、考慮しない。

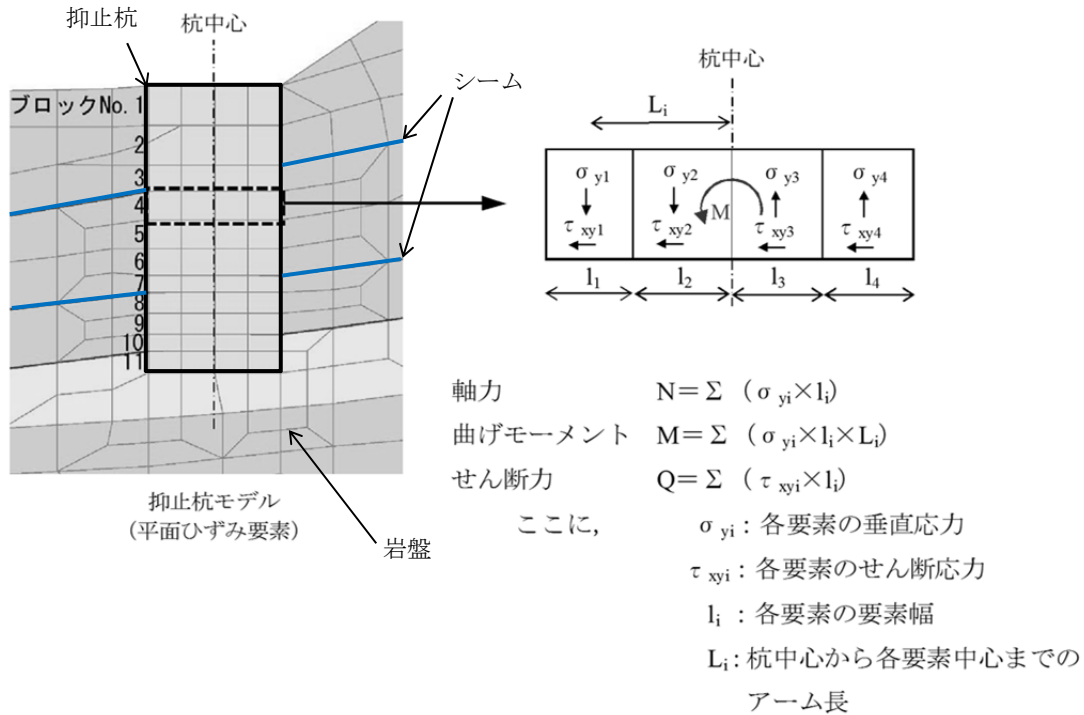
以上のことから、以下の荷重の組合せに対して構造設計を行う。

・常時荷重＋地震荷重

(8) 許容限界

【断面力の算定】

抑止杭に発生する断面力は、地震時応答解析から求まる抑止杭の各要素に生じる応力から、抑止杭に作用する断面力（軸力、曲げモーメント及びせん断力）を算定する。断面力算定の概念図を第 7. 4. 3-5 図に示す。



第 7. 4. 3-5 図 断面力算定の概念図

【照査方法】

斜面上の深礎基礎設計施工便覧((社)日本道路協会, 2012年3月)に基づき、せん断破壊に対する照査及び曲げ破壊に対する照査を実施する。

せん断破壊に対する照査は、発生する最大せん断力が抑止杭の許容せん断抵抗力（短期）を下回ることを確認する。

曲げ破壊に対する照査は、最大曲げモーメント発生時の軸力及び曲げモーメントから算定されるコンクリートの曲げ圧縮応力度及び鉄筋の引張応力度が、コンクリート及び鉄筋の許容応力度（短期）を下回ることを確認する。

【抑止杭に作用するせん断力の算定】

抑止杭に作用するせん断力は第 7. 4. 3-5 図により算定する。

【曲げ応力度の算定】

曲げ応力度の算定式は以下のとおり。

$$\sigma_c = \frac{M + N \times r}{r^3} C$$

$$C = \frac{1 - \cos\phi}{\frac{2\sin\phi}{3} \times \phi \times \cos\phi + \sin\phi \times \cos^2\phi + \frac{\phi}{4} - \frac{\sin\phi \cos\phi}{4} - \frac{\sin^3\phi \cos\phi}{6} + \pi np \left[ \frac{\alpha^2}{2} - \cos\phi \right]}$$

$$np = n \times \frac{As}{\pi r^3}$$

$\sigma_c$  : コンクリートの曲げ圧縮応力度

M : 曲げモーメント

N : 軸力

r : 抑止杭半径

$\phi$  : 中立軸の位置を示す中心角

$\alpha$  : 軸方向鉄筋中心までの半径 $r_s$ /抑止杭半径r

n : 鉄筋とコンクリートのヤング係数比

As : 軸方向鉄筋の断面積

$$\sigma_s = \frac{M + N \times r}{r^3} S n$$

$$S = C \times \frac{\alpha + \cos\phi}{1 - \cos\phi}$$

$\sigma_s$  : 鉄筋の引張応力度

【抑止杭に期待する効果等】

島根原子力発電所の抑止杭に期待する効果及び効果を発揮するためのメカニズムを第 7. 4. 3-5 表に示す。

第 7. 4. 3-5 表 抑止杭に期待する効果等

期待する効果	効果を発揮するためのメカニズム	部位 (材質)	イメージ図
シームを通るすべりによる発生せん断力に抵抗する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>シームを通るすべりが発生した際に生じるせん断力に対して、主に H 鋼が負担する。</li> </ul>	H 鋼, コンクリート, 帯鉄筋	
シームを通るすべりによる発生曲げモーメントに抵抗する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>シームを通るすべりが発生した際に生じる曲げモーメントに対して、コンクリートが圧縮力を負担する。</li> <li>シームを通るすべりが発生した際に生じる曲げモーメントに対して、軸方向鉄筋が引張力を負担する。</li> </ul>	コンクリート (圧縮) 軸方向鉄筋 (引張)	

## 【許容値の設定】

### ・抑止杭の許容せん断抵抗力

杭の1本当たりの許容せん断抵抗力は、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)に基づき、下式により算定した。

$$S_a = \gamma_p \cdot A_p / \alpha + \gamma_H \cdot A_H$$

$S_a$  : 杭材の許容せん断力 (N/mm<sup>2</sup>)

$\gamma_p$  : 杭材の許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>) ,  $A_p$  : 杭材の断面積 (mm<sup>2</sup>)

$\gamma_H$  : せん断補強材の許容せん断応力度 (N/mm<sup>2</sup>) ,  $A_H$  : せん断補強材の断面積 (mm<sup>2</sup>)

$\alpha$  : 最大応力度/平均応力度

抑止杭(鉄筋コンクリート+H鋼)の許容せん断抵抗力のうち、鉄筋コンクリート部については、コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕(土木学会, 2002年)の許容応力度法に基づいて設定する。

また、H鋼部については、道路橋示方書・同解説(I 共通編・II 鋼橋編)(日本道路協会, 2002年)に基づいて設定する。

なお、杭のせん断抵抗力の算定では、H鋼がコンクリートに拘束されていることを考慮し、H鋼の全断面を考慮して算定を行う。

抑止杭の許容せん断抵抗力 $R_K$ は、第7.4.3-6表の杭の1本当たりの許容せん断抵抗力を各区間の杭本数(区間Iなら7本)で乗じ、各区間の抑止杭の効果を期待する範囲の幅(斜面の奥行方向幅)で除して単位奥行当たりのせん断抵抗力として算出する。

算出した抑止杭の単位奥行当たりの許容せん断抵抗力について、第7.4.3-7表に示す。

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

ここで、

$R_K$  : 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

$S_G$  : 杭間及び周辺岩盤のせん断抵抗力

(照査位置に関わらず、シームであるとして保守的にゼロとする)

$\theta$  : 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を期待する範囲の幅

(斜面の奥行方向幅。区間I : 150.5m, 区間II : 48.6m)

第 7.4.3-6 表 抑止杭 1 本当たりの許容せん断抵抗力  $S_k$

材料	許容せん断応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	断面積 A (mm <sup>2</sup> )		許容せん断抵抗力 (kN)	
		①-①' 断面	②-②' 断面	①-①' 断面	②-②' 断面
コンクリート	0.90 <sup>※1</sup>	2.51 × 10 <sup>7</sup>	2.56 × 10 <sup>7</sup>	14,256 <sup>※4</sup>	14,526 <sup>※4</sup>
帯鉄筋	323 <sup>※2</sup>	1.14 × 10 <sup>3</sup>		16,585 <sup>※5</sup>	16,585 <sup>※5</sup>
H鋼	150 <sup>※3</sup>	2.167 × 10 <sup>6</sup> (41 本)	1.692 × 10 <sup>6</sup> (32 本)	325,089	253,728
抑止杭 (合計)				355,930	284,839

抑止杭 1 本当たりの許容せん断抵抗力  $S_k$

※1：コンクリート標準示方書[構造性能照査編]（(社)土木学会，2002年）に基づき，コンクリート ( $f_c = 24\text{N/mm}^2$ ) の許容せん断応力度： $0.45\text{N/mm}^2$  の 2 倍の強度割増し（一時的な荷重又は極めてまれな荷重）を行う。

※2：コンクリート標準示方書[構造性能照査編]（(社)土木学会，2002年）に基づき，鉄筋 (SD345) の許容引張応力度： $196\text{N/mm}^2$  の 1.65 倍の強度割増し（一時的な荷重又は極めてまれな荷重）を行う。

※3：道路橋示方書・同解説 I 共通編・II 鋼橋編（(社)日本道路協会，2002年）に基づき，H鋼の許容せん断応力度： $100\text{N/mm}^2$  の 1.5 倍の強度割増し（地震荷重）を行う。

※4：道路橋示方書・同解説 I 共通編・IV 下部構造編（(社)日本道路協会，2002年）に基づき下式により設定。

$$S_c = \tau_{ca} \times 0.6 \times 1.06 \times A$$

ここで， $S_c$ ：コンクリートの許容せん断抵抗力， $\tau_{ca}$ ：コンクリートの許容せん断応力度，

$A$ ：コンクリートの断面積

※5：道路橋示方書・同解説 I 共通編・IV 下部構造編（(社)日本道路協会，2002年）に基づき下式により設定。

$$S_s = A_s \times \sigma_{sa} \times d (\sin 90^\circ + \cos 90^\circ) / (1.15 \times s)$$

ここで， $S_s$ ：帯鉄筋の許容せん断抵抗力， $\sigma_{sa}$ ：帯鉄筋の許容引張応力度，

$A_s$ ：鉄筋の断面積， $d$ ：部材断面の有効高 (=5,180mm)， $s$ ：帯鉄筋の部材軸方向の間隔 (=200mm)

第 7.4.3-7 表 抑止杭の単位奥行当たりの許容せん断抵抗力  $R_k$

断面	1 本当たりの許容せん断抵抗力 $S_k$ (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

・コンクリートの許容曲げ圧縮応力度及び鉄筋の許容引張応力度

コンクリートの許容曲げ圧縮応力度及び鉄筋の許容引張応力度は、コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（土木学会，2002年）の許容応力度法に基づいて設定する。

コンクリートの許容曲げ圧縮応力度及び鉄筋の許容引張応力度について、第7.4.3-8表のとおり設定する。

第7.4.3-8表 コンクリートの許容曲げ圧縮応力度・鉄筋の許容引張応力度

項目	許容値 (N/mm <sup>2</sup> )
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度 <sup>※1</sup>	18
軸方向鉄筋の許容引張応力度 <sup>※2</sup>	323

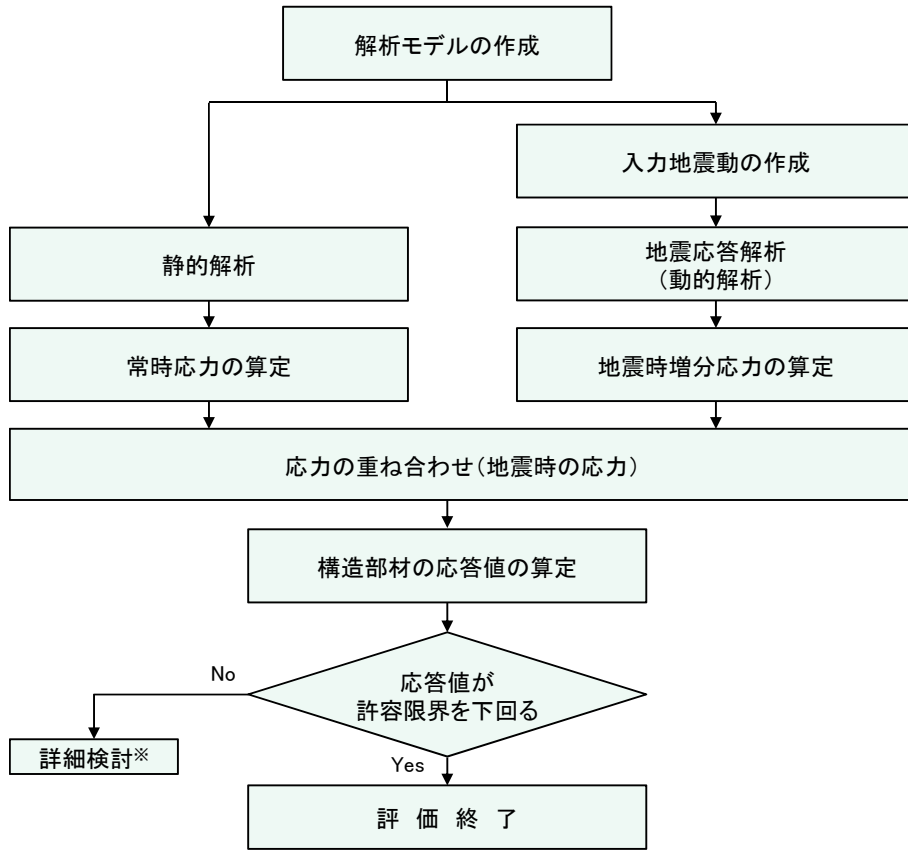
※1 コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（土木学会，2002年）に基づき，コンクリート（ $f_c=24\text{N/mm}^2$ ）の許容曲げ圧縮応力度： $9\text{ N/mm}^2$ の2倍の強度割増し（一時的な荷重又は極めてまれな荷重）を行う。

※2 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，鉄筋(SD345)の許容引張応力度： $196\text{ N/mm}^2$ の1.65倍の強度割増し（一時的な荷重又は極めてまれな荷重）を行う。



(9) 評価手順

抑止杭の耐震評価フローを第 7. 4. 3-6 図に示す。



※ 検討内容に応じて、必要なプロセスへ戻る

第 7. 4. 3-6 図 抑止杭の耐震評価フロー

(10) 入力地震動の策定

入力地震動は、解放基盤面で定義される基準地震動  $S_s$  を一次元波動論によって、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。入力地震動は水平地震動及び鉛直地震動を同時に作用させるものとする。

応答スペクトル手法による基準地震動については、水平地震動及び鉛直地震動の位相反転を考慮する。また、震源を特定せず策定する地震動による基準地震動については、水平地震動の位相反転を考慮する。

なお、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動  $S_s$ -F1 及び  $S_s$ -F2 については、応答スペクトル手法による基準地震動  $S_s$ -D に包絡されるため、検討対象外とする。

第 7.4.3-9 表に入力地震動の一覧を示す。

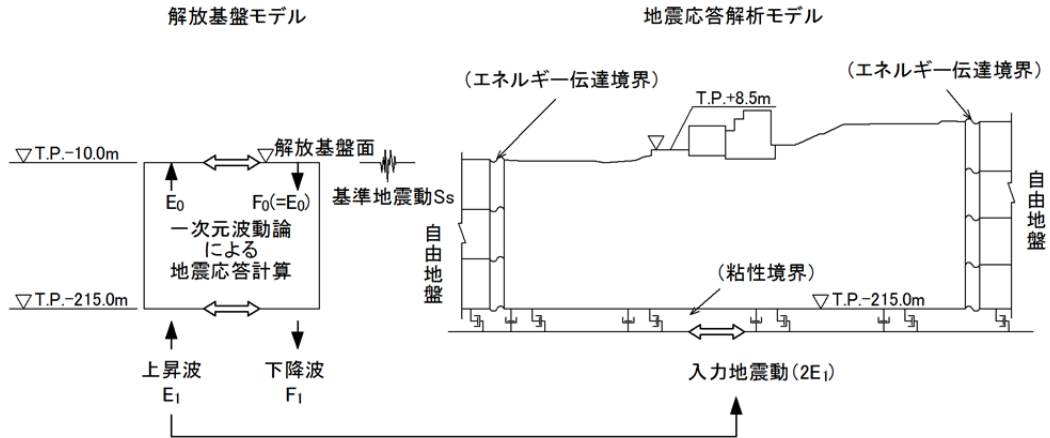
入力地震動策定の概念図を第 7.4.3-7 図に、基準地震動  $S_s$  の加速度応答スペクトルと時刻歴波形を第 7.4.3-8 図～第 7.4.3-11 図に示す。

なお、入力地震動の策定には、解析コード「SHAKE Ver.2」を使用する。

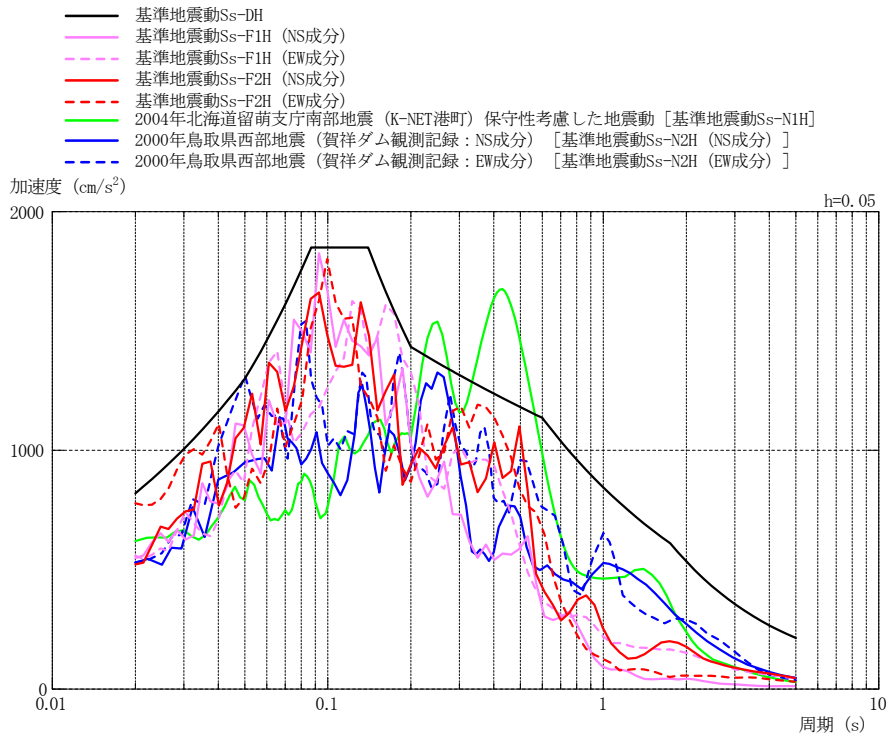
第 7.4.3-9 表 入力地震動の一覧

基準地震動	地震動の策定方法	検討ケース※	備考
$S_s$ -D	応答スペクトル手法による地震動	(+, +), (-, +) (+, -), (-, -)	水平地震動及び鉛直地震動の位相反転を考慮する。
$S_s$ -N1	震源を特定せず策定する地震動 (2004年 北海道留萌支庁南部地震)	(+, +), (-, +)	水平地震動の位相反転を考慮する。
$S_s$ -N2	震源を特定せず策定する地震動 (2000年 鳥取県西部地震)	(+, +), (-, +)	水平地震動の位相反転を考慮する。
$S_s$ -F1	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動 (宍道断層)	—	応答スペクトル手法による基準地震動 $S_s$ -D に包絡されるため、検討対象外とする。
$S_s$ -F2	敷地ごとに震源を特定して策定する地震動 (宍道断層)	—	応答スペクトル手法による基準地震動 $S_s$ -D に包絡されるため、検討対象外とする。

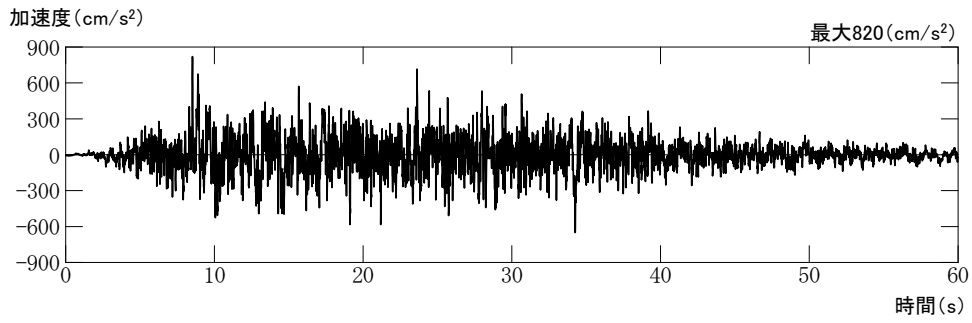
※ 基準地震動の (+, +) は位相反転なし, (-, +) は水平反転, (+, -) は鉛直反転, (-, -) は水平反転かつ鉛直反転を示す。



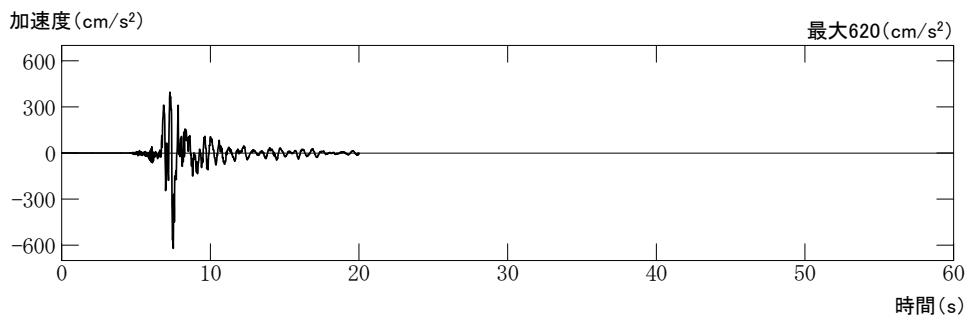
第 7. 4. 3-7 図 入力地震動策定の概念図



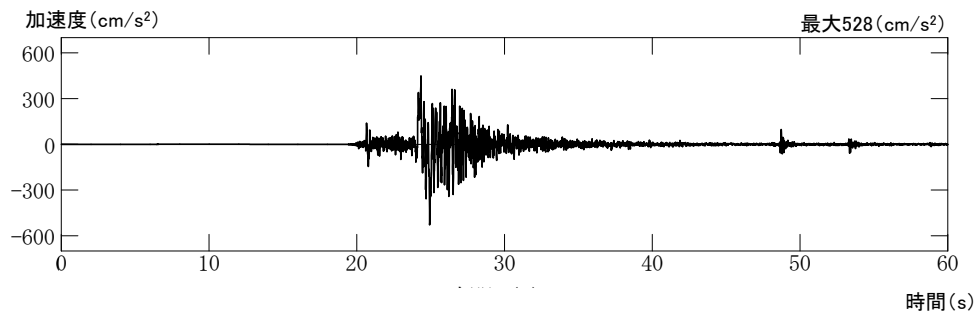
第 7. 4. 3-8 図 基準地震動  $S_s$  の加速度応答スペクトル (水平方向)



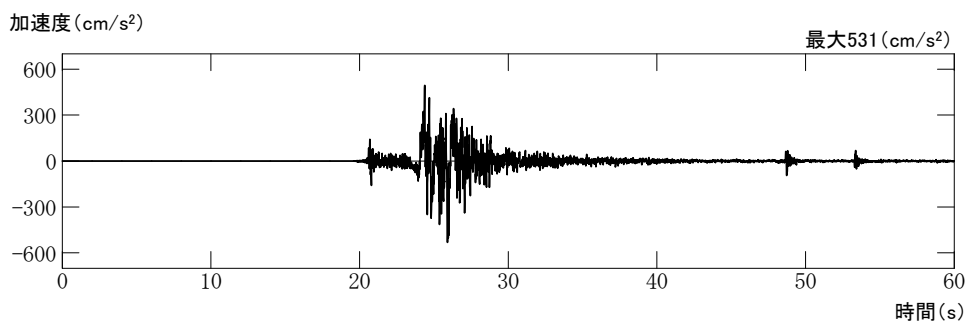
Ss-D



Ss-N1

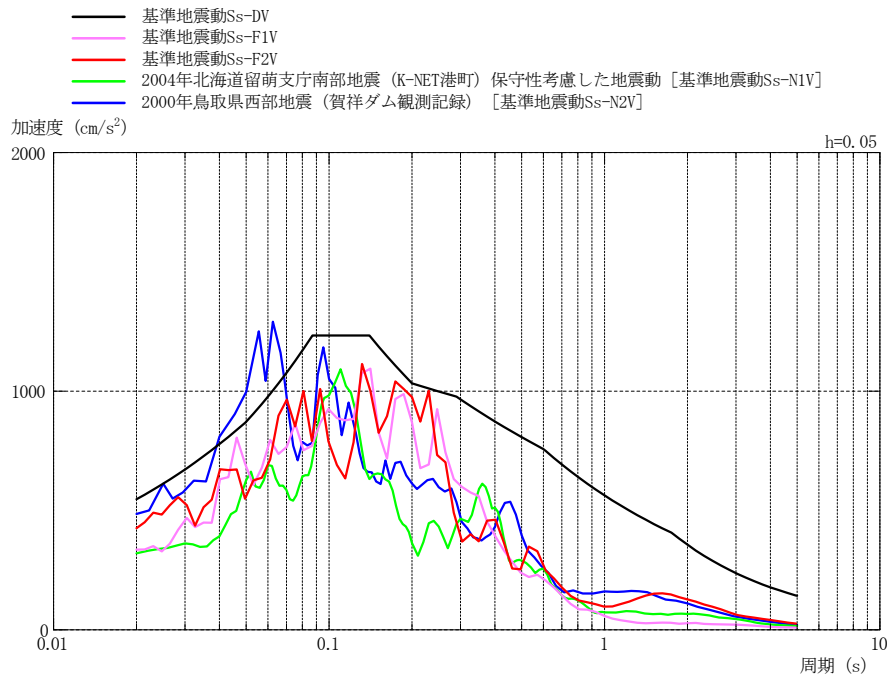


Ss-N2 (NS 成分)

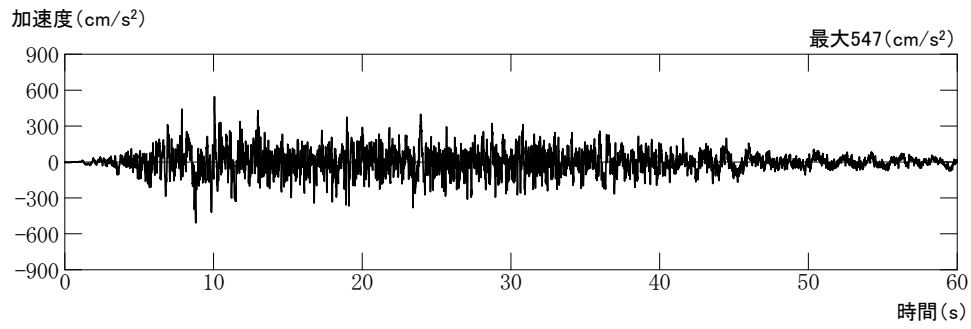


Ss-N2 (EW 成分)

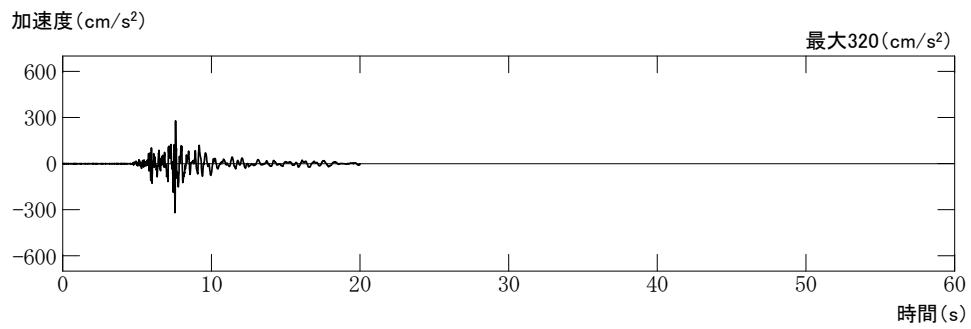
第 7.4.3-9 図 基準地震動 S<sub>s</sub> の加速度時刻歴波形 (水平方向)



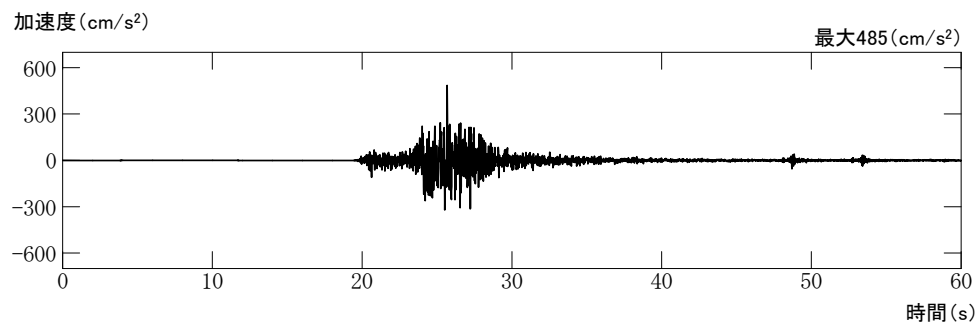
第 7.4.3-10 図 基準地震動 S s の加速度応答スペクトル (鉛直方向)



Ss-D



Ss-N1



Ss-N2

第 7.4.3-11 図 基準地震動 S s の加速度時刻歴波形 (鉛直方向)

(11) 評価結果

第7.4.3-10表～第7.4.3-12表に、コンクリートの曲げ圧縮応力度、鉄筋の引張応力度及び抑止杭のせん断力に対する照査結果を示す。コンクリートの発生曲げ応力度、鉄筋の引張応力度、抑止杭のせん断力はいずれも許容値を下回っていることを確認した。

第7.4.3-10表 コンクリートの曲げ圧縮応力度の照査結果

対象斜面	基準地震動	最大曲げモーメント発生時の コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	許容値 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値	判定
①-①'	Ss-D (+, -)	1.7	18	0.096	OK
②-②'	Ss-D (-, +)	2.8	18	0.154	OK

第7.4.3-11表 鉄筋の引張応力度の照査結果

対象斜面	基準地震動	最大曲げモーメント発生時の 鉄筋の最大引張応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	許容値 (N/mm <sup>2</sup> )	照査値	判定
①-①'	Ss-D (+, -)	0.0 (全圧縮)	323	0.000	OK
②-②'	Ss-D (-, +)	77	323	0.238	OK

第7.4.3-12表 抑止杭のせん断力の照査結果

対象斜面	基準地震動	発生最大 せん断力 (kN/m)	許容値 (kN/m)	照査値	判定
①-①'	Ss-D (+, -)	2,794	16,553	0.169	OK
②-②'	Ss-D (+, -)	3,015	17,576	0.172	OK

#### 7.4.4 抑止杭を設置した斜面の安定性評価

##### (1) 基本方針

抑止杭を設置した斜面について、基準地震動  $S_s$  によるすべり安定性評価を実施する。

すべり安定性評価については、想定すべり面上の応力状態をもとに、すべり面上のせん断抵抗力の和をすべり面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を上回ることを確認する。

なお、適用規格は 7.4.3 章と同じである。

##### (2) 評価対象斜面の選定

評価対象斜面は、7.4.3 章と同じ断面とする。

##### (3) 解析用物性値，地震応答解析手法等

7.4.3 章の地震応答解析結果の応力状態からすべり安全率を計算するため、地震応答解析手法，解析用物性値，解析モデル及び入力地震動は 7.4.3 章と同様である。

##### (4) 評価基準値の設定

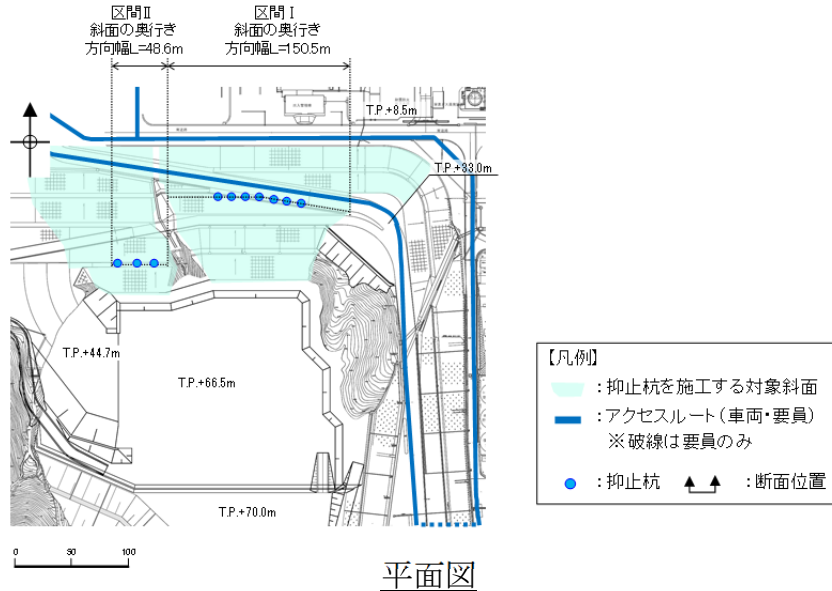
すべり安定性評価では、評価対象斜面の最小すべり安全率が評価基準値 1.0 を上回ることを確認する。（設定根拠は末尾の参考－2 を参照）



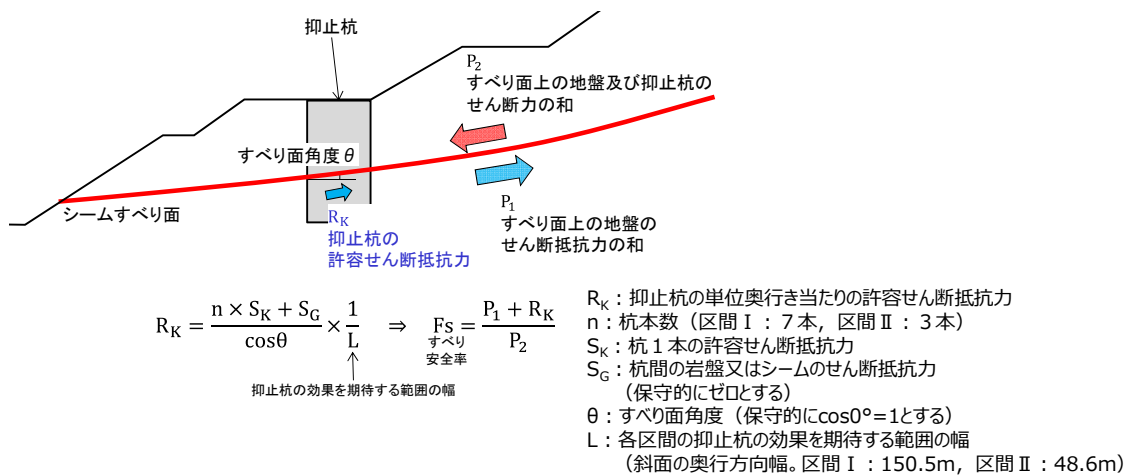
(5) すべり安全率の算定方法

すべり安全率の算定は、6.2.5章と同様の手法によりすべり安全率を算定し、その際に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第7.4.4-1図に示す。

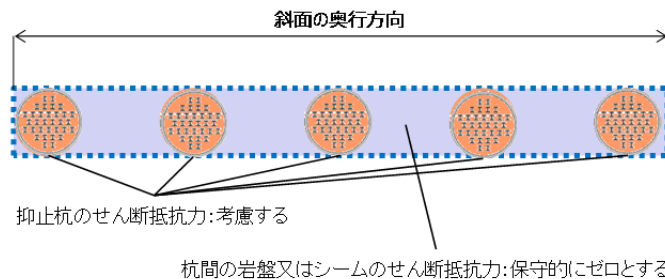


平面図



抑止杭のせん断抵抗力算出イメージ図

断面図 (概念図)



杭間及び周辺岩盤のせん断抵抗力

第 7. 4. 4-1 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

抑止杭による抵抗力を考慮したすべり安全率の算定式を以下に示す。すべり安全率算出時には、抑止杭（鉄筋コンクリート+H鋼）のせん断抵抗力を見込む。

$$F_S = \frac{P_1 + R_K}{P_2}$$

ここで、

- $P_1$  : すべり面上の地盤のせん断抵抗力の和
- $P_2$  : すべり面上（地盤，抑止杭）のせん断力の和
- $R_K$  : 抑止杭の許容せん断抵抗力

抑止杭の単位奥行当たりの許容せん断抵抗力 $R_K$ は、照査の際に用いた第7.4.3-6表の杭の1本当たりの許容せん断抵抗力を各区間の杭本数（区間Ⅰなら7本）で乗じ、各区間の抑止杭の効果を期待する範囲の幅（斜面の奥行方向幅，詳細は第7.4.4-1図を参照）で除して単位奥行当たりのせん断抵抗力として算出する。

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

ここで、

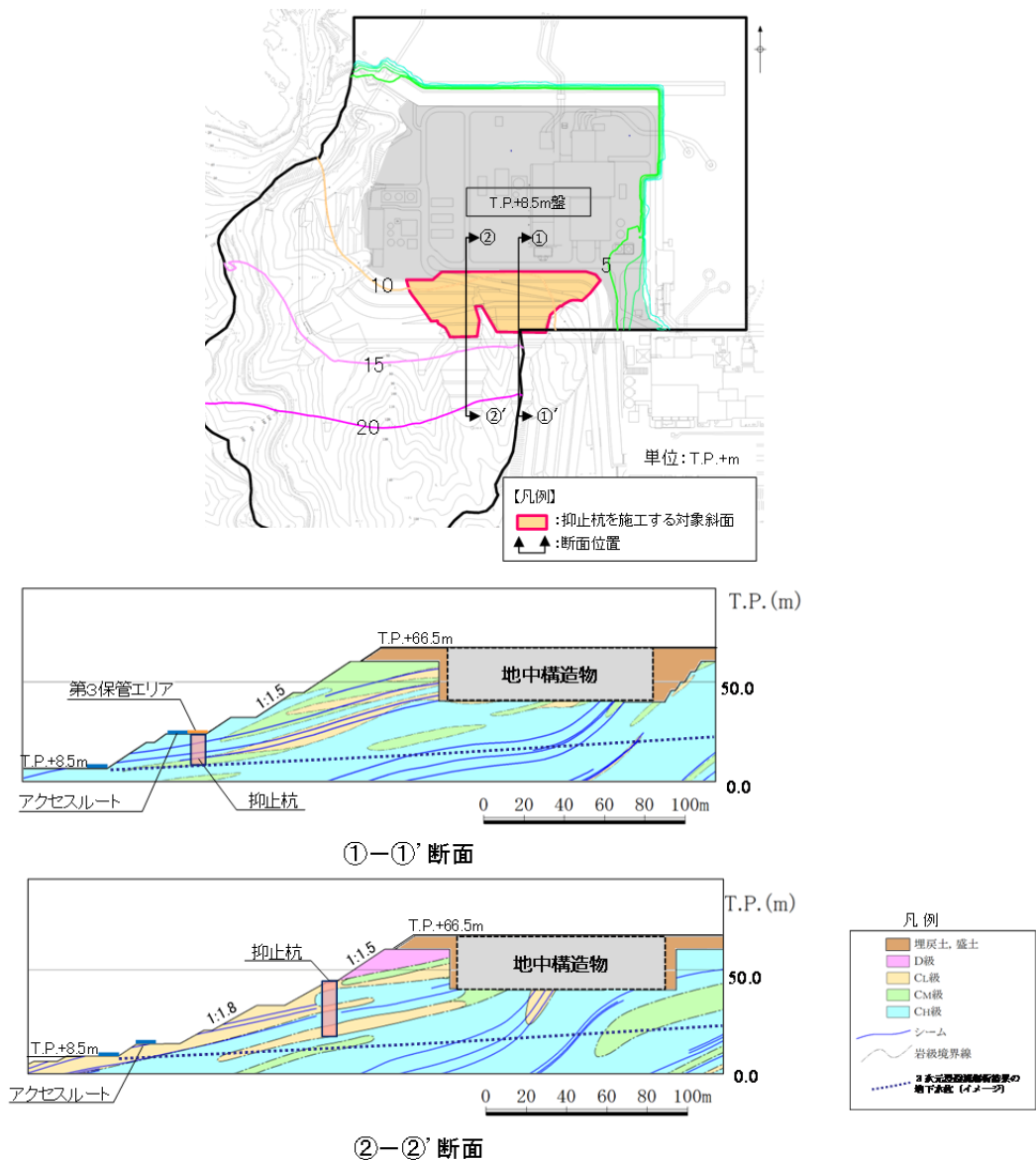
- $R_K$  : 抑止杭の単位奥行き当たりの許容せん断抵抗力
- $n$  : 杭本数（区間Ⅰ：7本，区間Ⅱ：3本）
- $S_K$  : 杭1本の許容せん断抵抗力
- $S_G$  : 杭間及び周辺岩盤のせん断抵抗力  
(シームの場合は保守的に見込まない)
- $\theta$  : すべり面角度
- $L$  : 抑止杭の効果を期待する範囲の幅  
(斜面の奥行方向幅，区間Ⅰ：150.5m，区間Ⅱ：48.6m，詳細は第7.4.4-1図を参照)

(6) 液状化範囲の検討

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。

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。

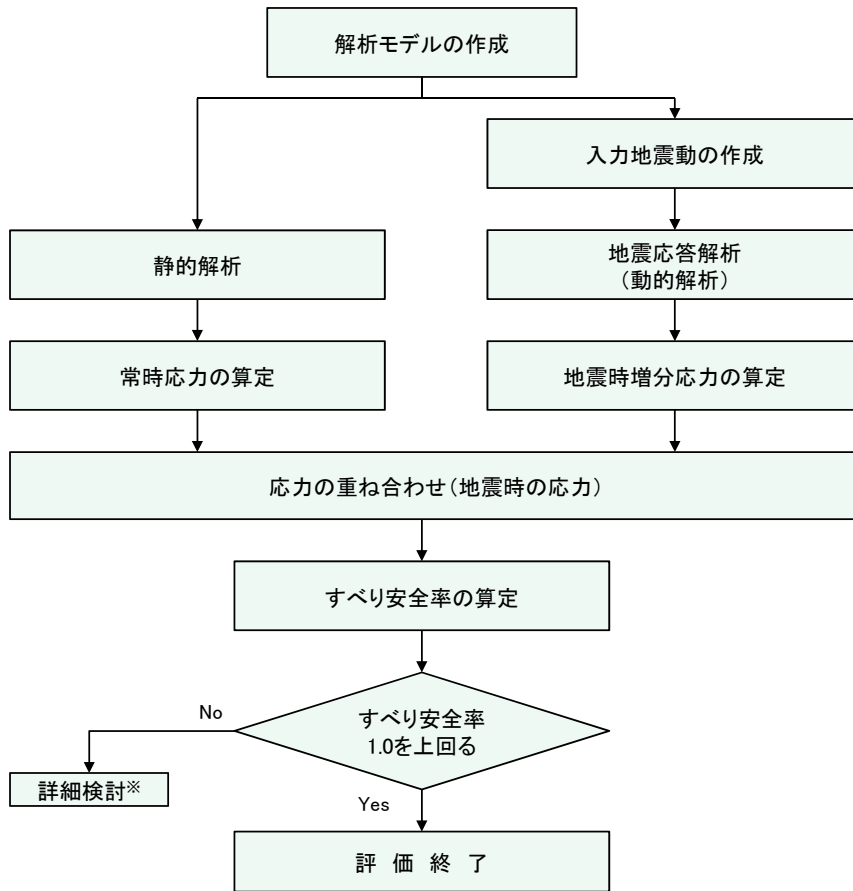
なお、T.P.+44m盤には構造物を設置して周辺を埋め戻す予定であるため、すべり安定性評価においては、構造物等がある場合とない場合をそれぞれ検討する。構造物がある場合の評価においては、当該構造物は地中構造物になることから、重量の観点から保守的になるように埋戻土としてモデル化する。



第 7.4.4-2 図 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

- (7) 評価内容  
斜面安定性評価フローを第 7. 4. 4-3 図に示す。



※ 検討内容に応じて、必要なプロセスへ戻る

第 7. 4. 4-3 図 斜面安定性評価フロー

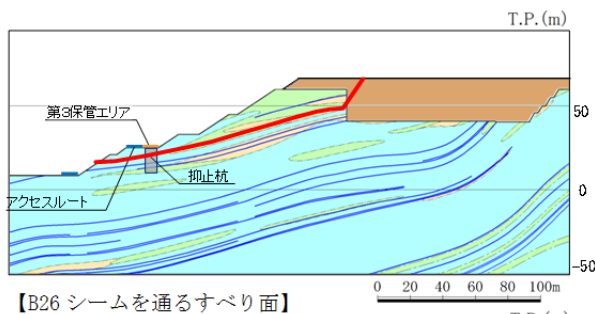
- (8) 入力地震動の策定  
入力地震動は、7. 4. 3 章と同様。

(9) 評価結果

【①-①' 断面（構造物等がある場合）】

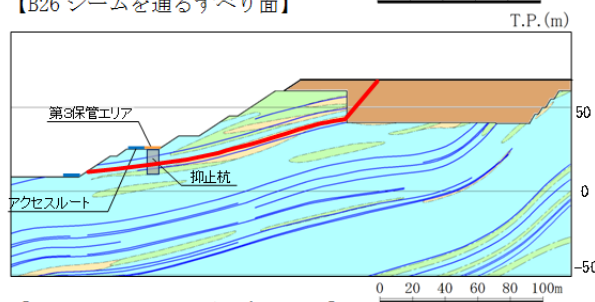
すべり安定性評価結果を第 7. 4. 4-4 図に示す。最小すべり安全率（平均強度）が評価基準値 1. 0 を上回っており、安定性を有することを確認した。

また、上記の結果が最小となったケースに対して、地盤物性のばらつき（平均強度 $-1.0 \times$ 標準偏差（ $\sigma$ ））を考慮した場合でも、最小すべり安全率が評価基準値 1. 0 を上回っており、安定性を有することを確認した。



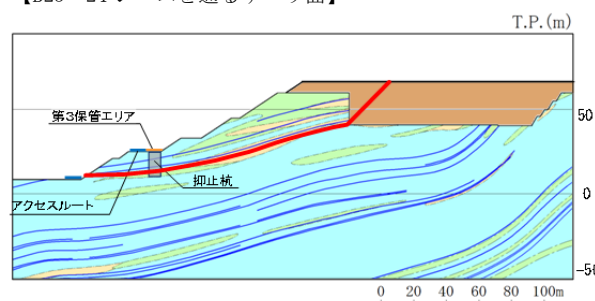
【B26 シームを通るすべり面】

基準地震動 S s	すべり安全率
Ss-D	1. 71
Ss-N <sub>1</sub>	2. 03
Ss-N <sub>2</sub>	2. 11



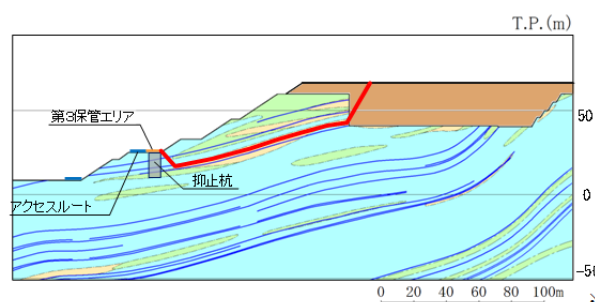
【B23・24 シームを通るすべり面】

基準地震動 S s	すべり安全率
Ss-D	1. 37 (1. 21)
Ss-N <sub>1</sub>	1. 57
Ss-N <sub>2</sub>	1. 69



【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
Ss-D	1. 80
Ss-N <sub>1</sub>	1. 99
Ss-N <sub>2</sub>	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
Ss-D	1. 60
Ss-N <sub>1</sub>	1. 81
Ss-N <sub>2</sub>	1. 97

※カッコ内はばらつきを考慮した強度のすべり安全率

**【凡例】**

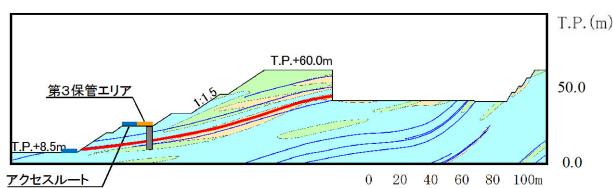
: C <sub>H</sub> 級岩盤	: C <sub>M</sub> 級岩盤	: C <sub>L</sub> 級岩盤
: 埋戻土、盛土	: 抑止杭	
: シーム	: 最小すべり安全率のすべり面	

第 7. 4. 4-4 図 ①-①' 断面の評価結果（構造物等がある場合）

【①-①' 断面（構造物等がない場合）】

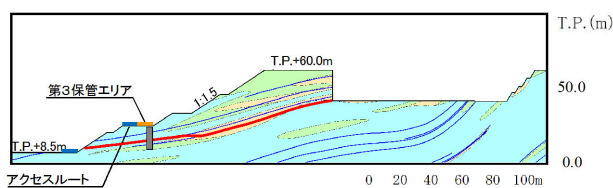
すべり安定性評価結果を第 7.4.4-5 図に示す。最小すべり安全率（平均強度）が評価基準値 1.0 を上回っており、安定性を有することを確認した。

また、上記の結果が最小となったケースに対して、地盤物性のばらつき（平均強度 $-1.0 \times$ 標準偏差（ $\sigma$ ））を考慮した場合でも、最小すべり安全率が評価基準値 1.0 を上回っており、安定性を有することを確認した。詳細設計段階においては、基本設計の妥当性に係る種々の検討を行うとともに、検討に際しては余裕を持った設計となるよう留意する。



基準地震動 S s	すべり安全率
Ss-D	1.28(1.11)
Ss-N <sub>1</sub>	1.54
Ss-N <sub>2</sub>	1.65

【B23・24シームを通るすべり面】



基準地震動 S s	すべり安全率
Ss-D	1.31
Ss-N <sub>1</sub>	1.55
Ss-N <sub>2</sub>	1.64

【B21・22シーム，法尻近傍のC<sub>1</sub>級岩盤及びB23・24シームを通過して法尻に抜けるすべり面】

※カッコ内はばらつきを考慮した強度のすべり安全率

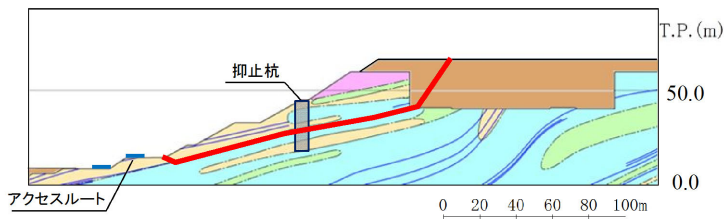
【凡例】			
<span style="background-color: #ADD8E6; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> : C <sub>1</sub> 級岩盤	<span style="background-color: #90EE90; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> : C <sub>2</sub> 級岩盤	<span style="background-color: #FFD700; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> : C <sub>3</sub> 級岩盤	<span style="background-color: #808080; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> : 抑止杭
<span style="color: blue; font-weight: bold;">—</span> : シーム	<span style="color: red; font-weight: bold;">—</span> : 最小すべり安全率のすべり面		

第 7.4.4-5 図 ①-①' 断面の評価結果（構造物等がない場合）

【②-②' 断面（構造物等がある場合）】

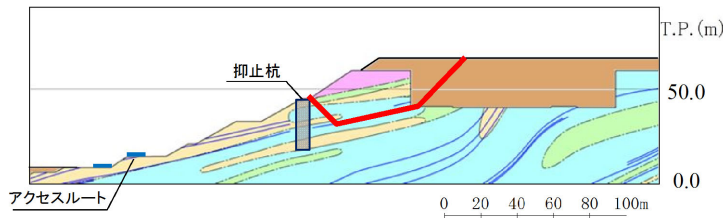
すべり安定性評価結果を第 7.4.4-6 図に示す。最小すべり安全率（平均強度）が評価基準値 1.0 を上回っており，安定性を有することを確認した。

また，上記の結果が最小となったケースに対して，地盤物性のばらつき（平均強度  $-1.0 \times$  標準偏差  $(\sigma)$ ）を考慮した場合でも，最小すべり安全率が評価基準値 1.0 を上回っており，安定性を有することを確認した。



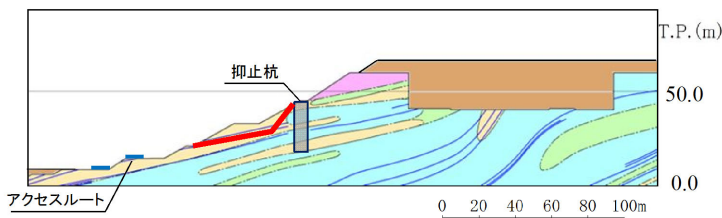
基準地震動 $S_s$	すべり安全率
$S_s-D$	1.67 (1.49)
$S_s-N_1$	2.10
$S_s-N_2$	2.10

【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
$S_s-D$	2.39
$S_s-N_1$	2.50
$S_s-N_2$	3.21

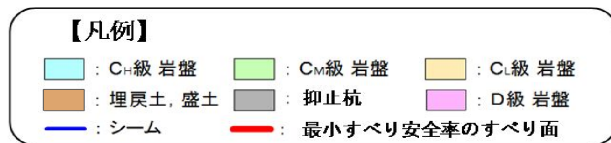
【B21・22シームを通過して抑止杭背後で切り上がるすべり面】



基準地震動 $S_s$	すべり安全率
$S_s-D$	2.25
$S_s-N_1$	2.58
$S_s-N_2$	2.95

※カッコ内はばらつきを考慮した強度のすべり安全率

【B21・22シームを通過して法面に抜けるすべり面】

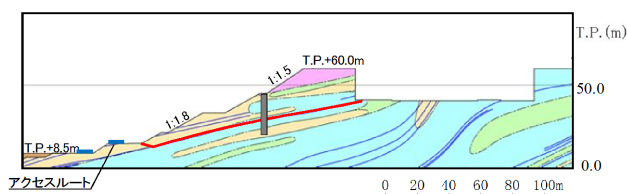


第 7.4.4-6 図 ②-②' 断面の評価結果（構造物等がある場合）

【②-②' 断面（構造物等がない場合）】

すべり安定性評価結果を第 7.4.4-7 図に示す。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。

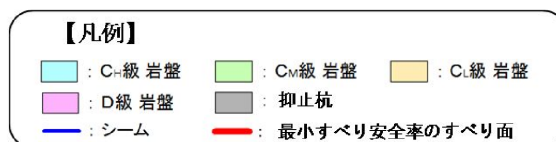
また，上記の結果が最小となったケースに対して，地盤物性のばらつき（平均強度 $-1.0 \times$ 標準偏差（ $\sigma$ ））を考慮した場合でも，最小すべり安全率が評価基準値 1.0 を上回っており，安定性を有することを確認した。



基準地震動 S s	すべり安全率
Ss-D	1.61 (1.44)
Ss-N <sub>1</sub>	2.12
Ss-N <sub>2</sub>	2.21

【B21・22シームを通るすべり面】

※カッコ内はばらつきを考慮した強度のすべり安全率



第 7.4.4-7 図 ②-②' 断面の評価結果（構造物等がない場合）

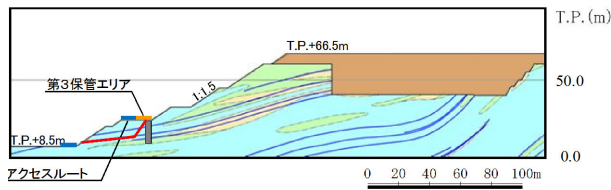
(10) 杭の断面配置の妥当性確認結果

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。（第 7.4.4-8 図参照）

詳細設計段階において，杭より下流の移動層のすべりについて，以下の検討を行い，評価基準値を下回る場合は，杭を追加配置する。

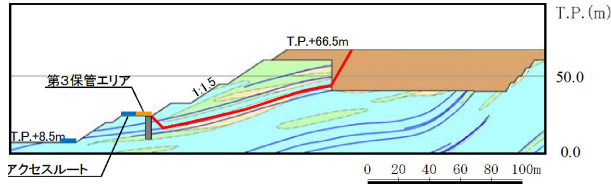
- ・杭前面における岩盤の肌分かれを想定したすべり安定性評価を実施し，杭の断面配置の妥当性を説明する。
- ・その際には，杭間に堅硬かつ健全な岩盤が分布すること（第 7.4.4-9 図及び(11)参照），及び杭間の岩盤の中抜け現象が起こらないこと（7.4.2(5)章に方針を記載）を踏まえ，杭間の岩盤のせん断抵抗力のみを考慮した安定性評価を行う。





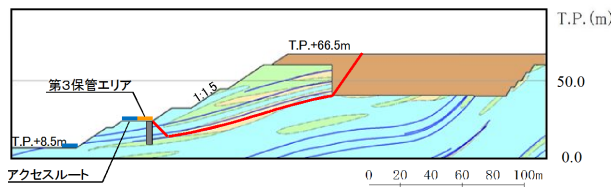
基準地震動 S <sub>s</sub>	すべり安全率 (平均強度)
Ss-D	2.95
Ss-N <sub>1</sub>	4.47
Ss-N <sub>2</sub>	3.48

【B23・24シームを通る杭より下流の移動層のすべり面】



基準地震動 S <sub>s</sub>	すべり安全率 (平均強度)
Ss-D	1.60
Ss-N <sub>1</sub>	1.81
Ss-N <sub>2</sub>	1.97

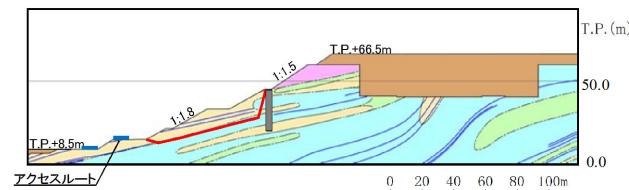
【B23・24シームを通る受働破壊を想定したすべり面】



基準地震動 S <sub>s</sub>	すべり安全率 (平均強度)
Ss-D	1.73
Ss-N <sub>1</sub>	1.79
Ss-N <sub>2</sub>	1.97

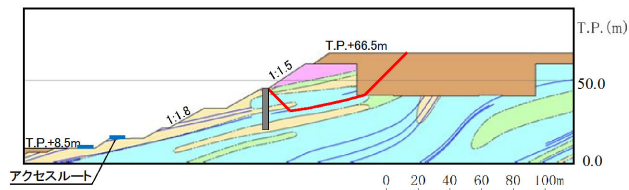
【B21・22シームを通る受働破壊を想定したすべり面】

①-①' 断面



基準地震動 S <sub>s</sub>	すべり安全率 (平均強度)
Ss-D	2.31
Ss-N <sub>1</sub>	2.55
Ss-N <sub>2</sub>	3.03

【B21・22シームを通る杭より下流の移動層すべり面】



基準地震動 S <sub>s</sub>	すべり安全率 (平均強度)
Ss-D	2.39
Ss-N <sub>1</sub>	2.50
Ss-N <sub>2</sub>	3.21

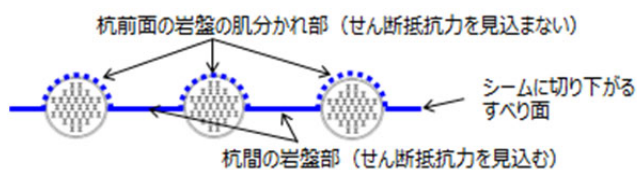
【B21・22シームを通る受働破壊を想定したすべり面】

**【凡例】**

- C<sub>+</sub>級岩盤
- C<sub>m</sub>級岩盤
- C<sub>+</sub>級岩盤
- 埋戻土、盛土
- 抑止杭
- D級岩盤
- シーム
- 最小すべり安全率のすべり面

②-②' 断面

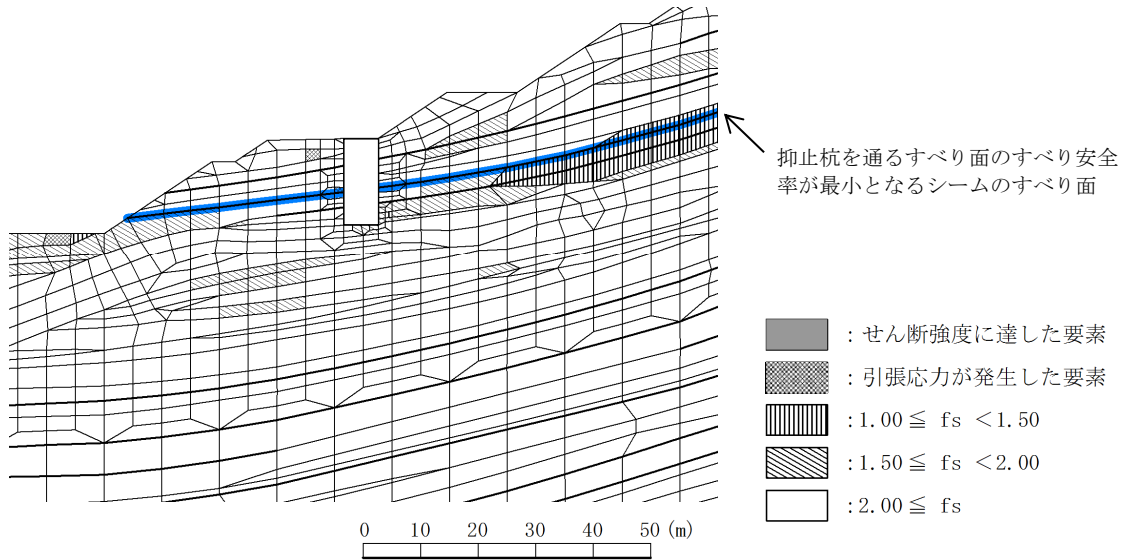
第 7. 4. 4-8 図 杭の断面配置の妥当性確認結果



第 7. 4. 4-9 図 ①-①' 断面の杭間隔等 (イメージ図)

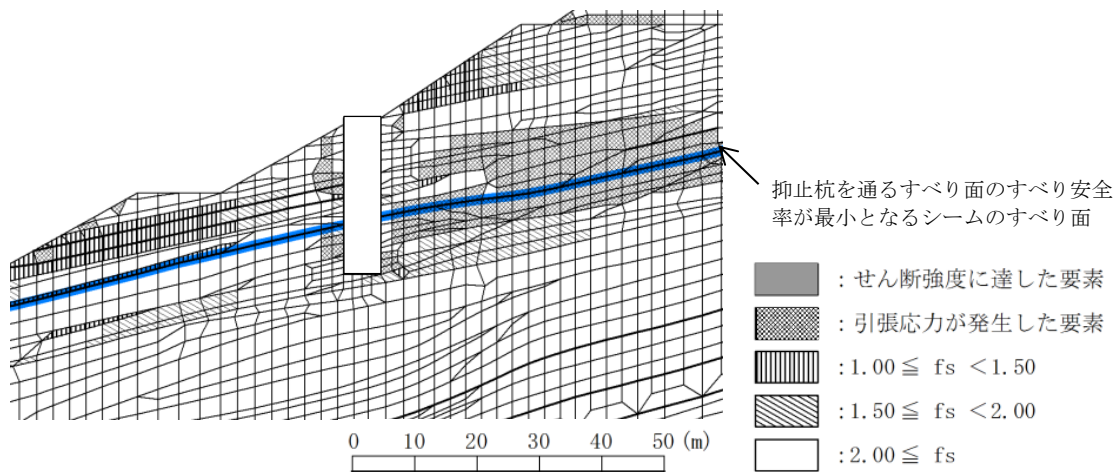
(11) 抑止杭周辺地盤の健全性照査結果

抑止杭周辺の地盤の局所安全係数分布図を第 7. 4. 4-10 図及び第 7. 4. 4-11 図に示す。不動層における抑止杭周辺の地盤には、せん断破壊が生じておらず、健全性を確保している。



第 7. 4. 4-10 図 抑止杭周辺地盤の健全性照査結果 (①-①' 断面)

(Ss-D・8.96 秒, 抑止杭を通るすべり面のすべり安全率が最小となる地震動及び時刻)



第 7. 4. 4-11 図 抑止杭周辺地盤の健全性照査結果 (②-②' 断面)

(Ss-D・8.59 秒, 抑止杭を通るすべり面のすべり安全率が最小となる地震動及び時刻)

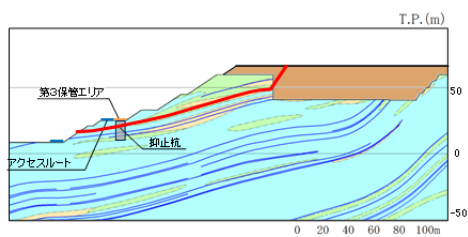
(12) 抑止杭の減衰定数の検討

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。

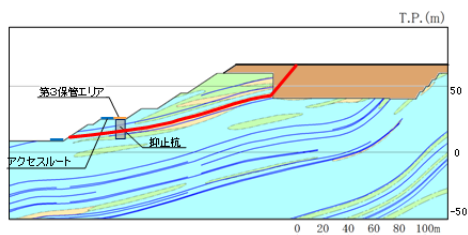
抑止杭の減衰定数を 3%とした場合の①-①' 断面における各すべり面の最小すべり安全率（平均強度）を下図に示す。

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。



【B26シームを通るすべり面】

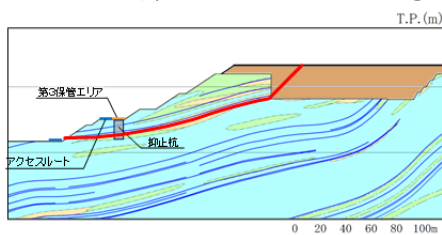
基準地震動	すべり安全率	
	抑止杭の減衰定数 : 5%	抑止杭の減衰定数 : 3%
S s		
Ss-D	1.71	1.71
Ss-N <sub>1</sub>	2.03	2.03
Ss-N <sub>2</sub>	2.11	2.11



【B23・24シームを通るすべり面】

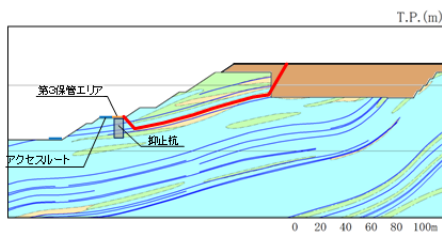
基準地震動	すべり安全率	
	抑止杭の減衰定数 : 5%	抑止杭の減衰定数 : 3%
S s		
Ss-D	1.37	1.37
Ss-N <sub>1</sub>	1.57	1.57
Ss-N <sub>2</sub>	1.69	1.69

第 7. 4. 4-12 図 ①-①' 断面の評価結果



【B21・22シームを通るすべり面】

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%
S s		
Ss-D	1.80	1.80
Ss-N <sub>1</sub>	1.99	1.99
Ss-N <sub>2</sub>	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	すべり安全率	
	抑止杭の減衰定数 : 5%	抑止杭の減衰定数 : 3%
S s		
Ss-D	1.60	1.60
Ss-N <sub>1</sub>	1.81	1.81
Ss-N <sub>2</sub>	1.97	1.94

第 7. 4. 4-13 図 ②-②' 断面の評価結果

#### 7.4.5 構造等に関する先行炉との比較

##### (1) 比較の観点

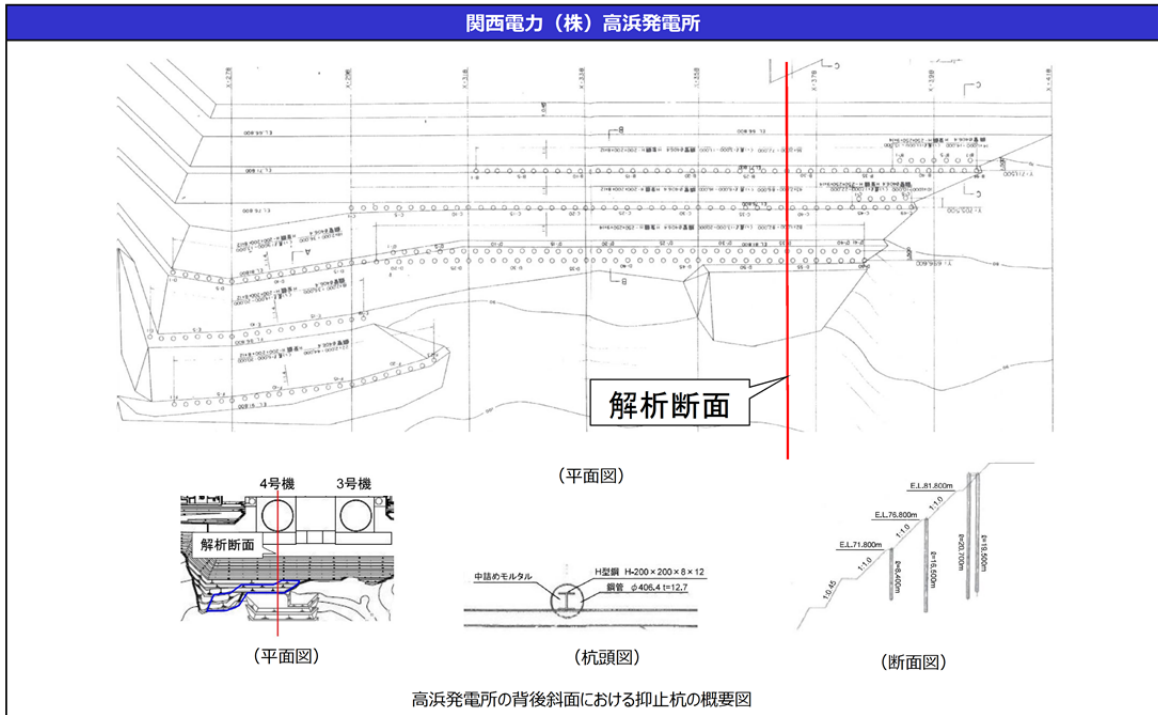
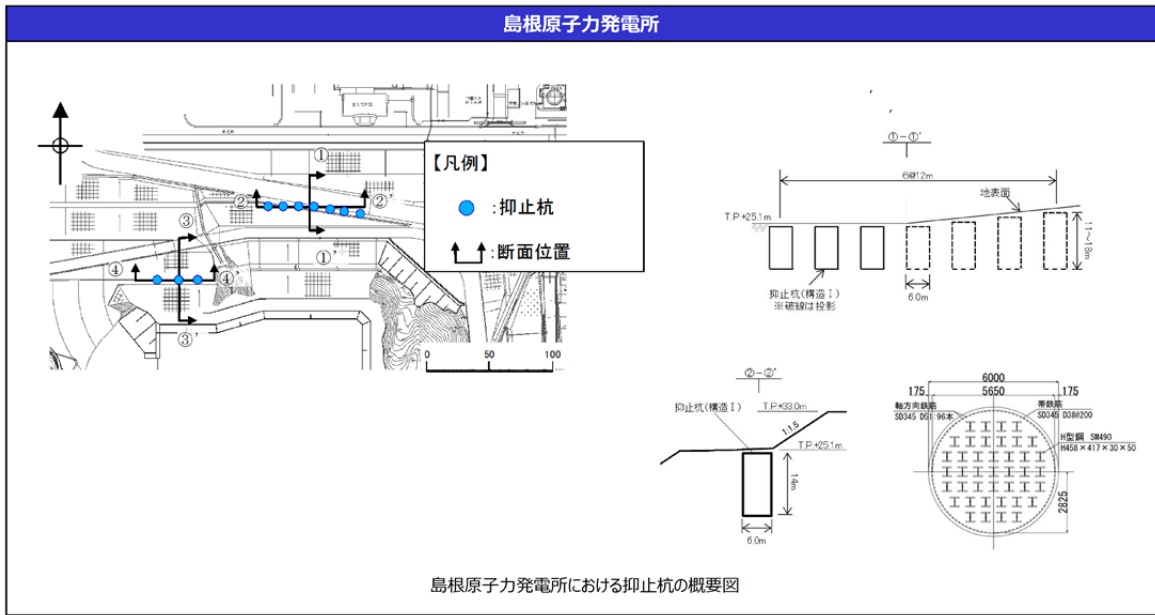
島根原子力発電所の抑止杭の設計において留意すべき事項を整理するため、島根原子力発電所と先行炉（関西電力(株)高浜発電所）の抑止杭との構造等を比較する。

また、先行炉との比較を踏まえ、先行炉実績との類似点を踏まえた設計方針の適用性及び先行炉実績との相違点を踏まえた設計への反映事項を示す。

##### (2) 先行炉との比較

島根原子力発電所の抑止杭は、深礎杭にH鋼でせん断補強を行っていることから、類似の先行炉における抑止杭として、関西電力（株）高浜発電所における鋼管杭を選定する。それぞれの構造概要を第7.4.5-1 図に示す。

島根原子力発電所の抑止杭の構造等に関する特徴及び参照している基準類を示すとともに、高浜発電所の抑止杭との比較を行い、類似点及び相違点を抽出した。類似点についてはその適用性を、相違点についてはそれを踏まえた設計への反映事項を整理した。構造等に関する比較結果を第7.4.5-1 表に、参照している基準類に関する比較結果を第7.4.5-2 表に示す。



第 7.4.5-1 図 構造図の比較

第 7.4.5-1 表 抑止杭の構造等に関する先行炉との比較

評価項目	島根原子力発電所 抑止杭の構造等	先行炉の構造等*		島根原子力発電所と先行炉との比較		先行炉実績との類似点を踏まえた設計方針の適用性	先行炉実績との相違点を踏まえた設計への反映事項
		関西電力(株) 高浜発電所 抑止杭	類似点	相違点	先行炉実績との類似点を踏まえた設計方針の適用性		
抑止杭の構造	・岩盤内のシームすべりを抑止するため、岩盤に設置する。	・D級岩盤内のすべりを抑止するため、岩盤内に設置する。	・抑止杭を岩盤に設置。	-	-	・同様の設置状況である。	-
	・シームすべりに伴うせん断力に耐える構造とするため、深礎杭を採用する。	・鋼管杭を採用する。	-	・抑止杭の構造の違い	-	-	・深礎杭について、最新斜面・土留め技術総覧（1991年8月）に基づいて設計する。 ・深礎杭の一般産業施設の施工事例等を確認する。
	・H鋼を複数本挿入し、せん断補強を行う。	・H鋼を単数挿入し、せん断補強を行う。	・H鋼でせん断補強。	・H鋼の挿入本数の違い。	・同様のせん断補強を行っているため、先行炉のH鋼によるせん断補強の設計方針が適用可能である。	・H鋼の挿入本数のみでの違いであるため、先行炉のH鋼によるせん断補強の設計方針が適用可能である。 ・H鋼を複数本挿入している一般産業施設の施工事例等を確認する。	
設計方法	・すべり安全率算定に用いる抑止杭のせん断抵抗力： （コンクリート）短期許容応力度（H鋼）短期許容応力度（帯鉄筋）短期許容応力度	・すべり安全率算定に用いる抑止杭のせん断抵抗力： （鋼管）短期許容応力度（H鋼）短期許容応力度	・抑止杭のせん断抵抗力の設定は許容応力度法に基づく。	-	-	・同じ許容応力度法により、同様の基準類（コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（2002年）及び道路橋示方書・同解説（平成14年3月））に基づいてせん断抵抗力を設定している。	-

※ 先行炉の情報に係る記載内容については、会合資料等をもとに弊社の責任において独自に解釈したものです。

第 7.4.5-2 表 抑止杭の参照している基準類に関する先行炉との比較

評価項目	参照している基準類 （〔〕内は適用範囲，工認ガイド等に記載されている基準類に下線）		先行炉との類似点を踏まえた適用性／ 相違点を踏まえた設計への反映事項
	島根原子力発電所	関西電力（株） 高浜発電所	
設計方法	最新斜面・土留め技術総覧（1991年）【杭工】	最新斜面・土留め技術総覧（1991年）【杭工】	・深礎杭は杭工であるため、適用可能。
抑止杭のせん断抵抗力	H鋼	道路橋示方書Ⅱ鋼橋編（2002年）【許容応力度】	・許容応力度法により設計しており、適用可能。
	コンクリート・鉄筋	コンクリート標準示方書〔構造性能照査編〕（2002年）【許容応力度】	・工認ガイド等に記載の基準類を参照し、許容応力度法により設計する。
	鋼管	-	道路橋示方書Ⅱ鋼橋編（2002年）【許容応力度】

※ 先行炉の情報に係る記載内容については、会合資料等をもとに弊社の責任において独自に解釈したものです。

(3) 施工実績（一般産業施設における類似構造の設計・施工事例）

島根原子力発電所の抑止杭の特徴は「岩盤内に設置された深礎杭」であることから、この特徴に類似する一般産業施設の設計・施行例を調査した。調査結果を第7.4.5-3表に示す。

また、各事例の概要を（a）～（d）に示す。

第7.4.5-3表 類似する一般産業施設の設計・施行例

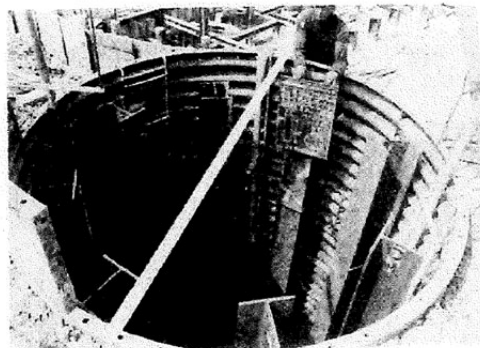
特徴	設計・施行例		
	施設・工事名称	施設の概要	概要頁
H鋼をせん断補強材として複数本挿入	北陸自動車道地蔵トンネル地すべり対策工事	<ul style="list-style-type: none"> <li>・北陸自動車道地蔵トンネル西坑口付近に広く分布する地すべりの安定性を確保するため、径2.5mの深礎杭を7.5mの間隔で24本、径2.0mの深礎を6.0mの間隔で5本施工している。</li> <li>・せん断抵抗材として深礎杭内にH鋼を環状に挿入している。</li> </ul>	事例①
	地附山地すべり対策工事	<ul style="list-style-type: none"> <li>・長野県地附山地すべりの安定性を確保するため、径5.1m、長さ33～61mの大口径鉄筋コンクリート杭を10m、15mの間隔で29本施工している。</li> <li>・効率的な配筋とするため、主筋に51mmの太鉄筋を用い、せん断補強としてH鋼を複数本挿入している。</li> </ul>	事例②
深礎杭	山際地区すべり対策工事	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大分県山際地区地すべり（幅約45m、奥行き約300m、推定すべり面層厚70m前後の尾根型岩盤すべり）の安定性を確保するため、径5.5m、長さ30～97mの深礎杭を16本施工している。</li> <li>・軸方向鉄筋及び帯鉄筋を円周状に4重に配置し、最大曲げモーメント発生位置付近に、D51のせん断補強筋を複数本挿入している。</li> </ul>	事例③
	北神線建設工事及び有馬線谷上駅移設工事のうち谷上第1工区土木工事	<ul style="list-style-type: none"> <li>・六甲山周辺地域にて地すべりの安定性を確保するため、径3.5m、長さ33～35mの深礎杭を17本施工している。</li> <li>・主筋はD51を2段配筋としている。</li> </ul>	事例④

※ 設計・施行例の情報に係る記載内容については、公開情報をもとに弊社の責任において独自に解釈したものです。

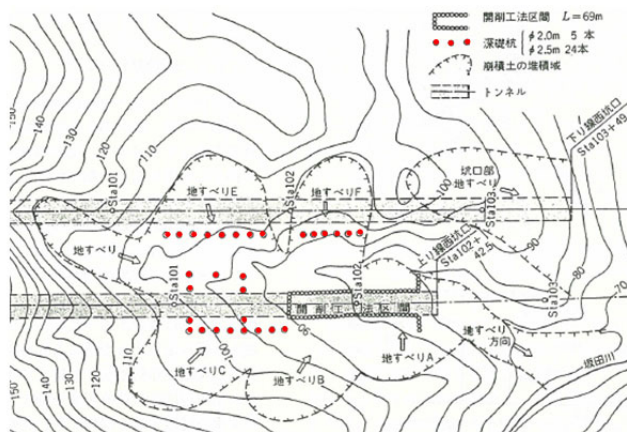
(a) 事例① 北陸自動車道地蔵トンネル地すべり対策工事

北陸自動車道地蔵トンネル西坑口付近に広く分布する地すべりの安定性を確保するため、径2.5mの深礎杭を7.5mの間隔で24本、径2.0mの深礎を6.0mの間隔で5本施工している。

せん断抵抗材として深礎杭内にH鋼を環状に挿入している。



高松直・内橋初義・宮崎晃：地すべり地帯の坑口施工 北陸自動車道地蔵トンネル，1979年



竹林亜夫・上野将司：地すべり地におけるトンネル掘削時の諸問題に関する地質工学的考察，2004年（一部加筆）

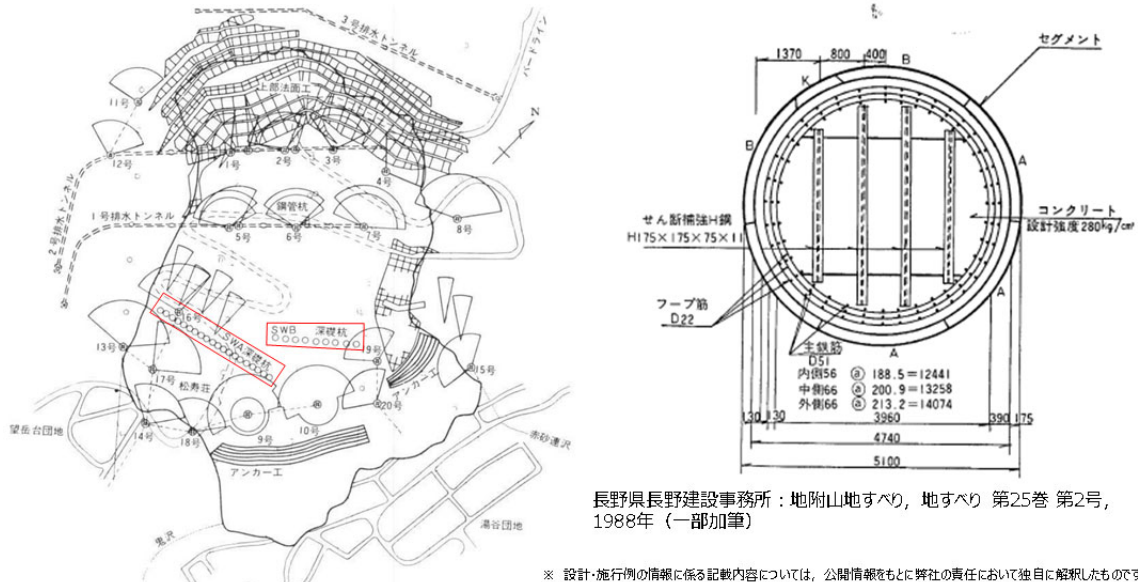
※ 設計・施行例の情報に係る記載内容については、公開情報をもとに弊社の責任において独自に解釈したものです。

第7.4.5-2図 北陸自動車道地蔵トンネル地すべり対策工事の施工事例

(b) 事例② 地附山地すべり対策工事

長野県地附山地すべり（幅約 500m，奥行き約 700m，推定すべり面層厚 60m 前後）の安定性を確保するため，径 5.1m，長さ 33～61m の大口径鉄筋コンクリート杭を 10m，15m の間隔で 29 本施工している。

効率的な配筋とするため，主筋に 51mm の太鉄筋を用い，せん断補強として H 鋼を複数本挿入している。



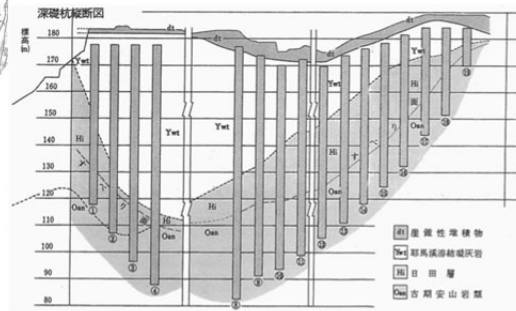
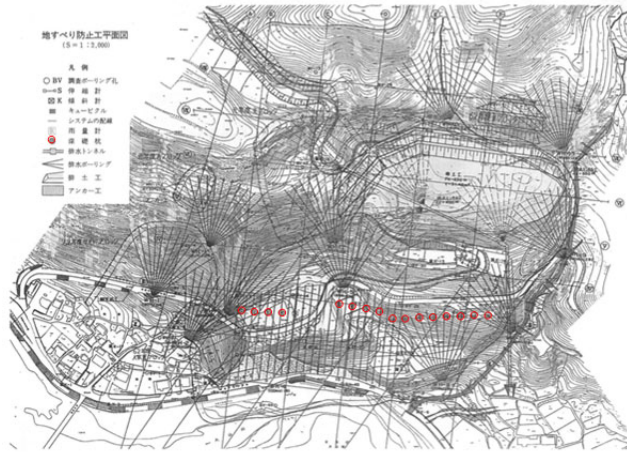
第 7. 4. 5-3 図 地附山地すべり対策工事の施工事例

(c) 事例③ 山際地区地すべり対策工事

大分県山際地区地すべり（幅約 450m，奥行き約 300m，推定すべり面層厚 70m 前後の尾根型岩盤すべり）の安定性を確保するため，径 5.5m，長さ 30～97m の深礎杭を 16 本施工している。

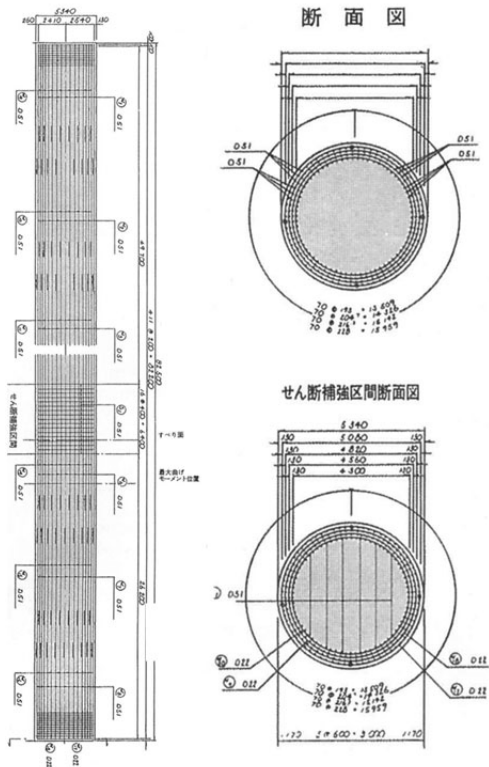
軸方向鉄筋及び帯鉄筋を円周状に 4 重に配置し，最大曲げモーメント発生位置付近に，D51 のせん断補強筋を複数本挿入している。





大分県土木建築部砂防課 大分県日田土木事務所：山際地区すべり大分県大山町 ～大規模な岩すべりとその対策～，地すべり 第34巻 第3号，1997年（一部加筆）

※ 設計・施行例の情報に係る記載内容については，公開情報をもとに弊社の責任において独自に解釈したものです。



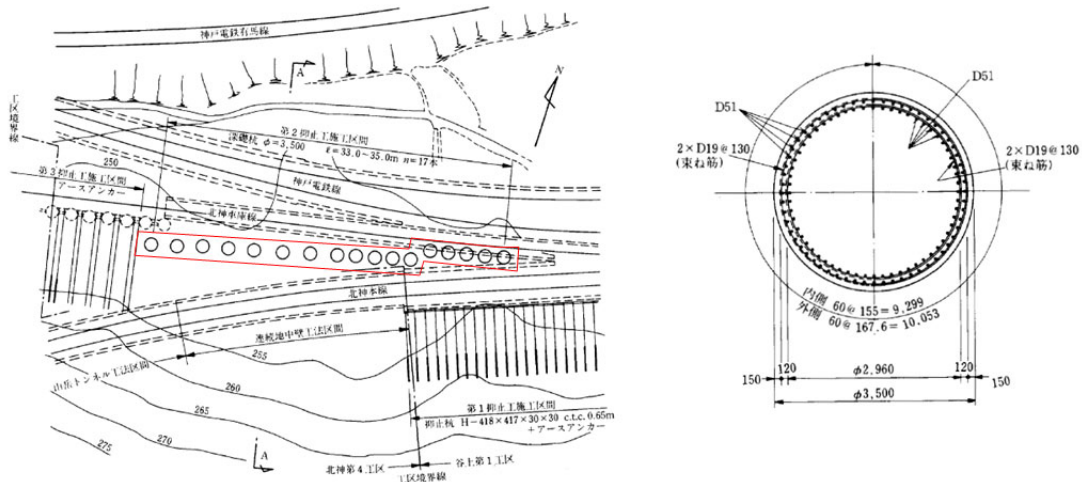
大分県土木建築部砂防課 大分県日田土木事務所：山際地区すべり大分県大山町 ～大規模な岩すべりとその対策～，地すべり 第34巻 第3号，1997年  
 (社) 斜面防災対策技術協会HP  
[https://www.jasdim.or.jp/gijutsu/jisuberi\\_joho/sekkei/syafstkui/syftkui.html](https://www.jasdim.or.jp/gijutsu/jisuberi_joho/sekkei/syafstkui/syftkui.html)

※ 設計・施行例の情報に係る記載内容については，公開情報をもとに弊社の責任において独自に解釈したものです。

第 7. 4. 5-4 図 山際地区地すべり対策工事の施工事例

(d) 事例④ 北神線建設工事及び有馬線谷上駅移設工事のうち谷上第1工区土木工事

六甲山周辺地域にて地すべりの安定性を確保するため、径3.5m、長さ33~35mの深礎杭を17本施工している。主筋はD51を2段配筋としている。



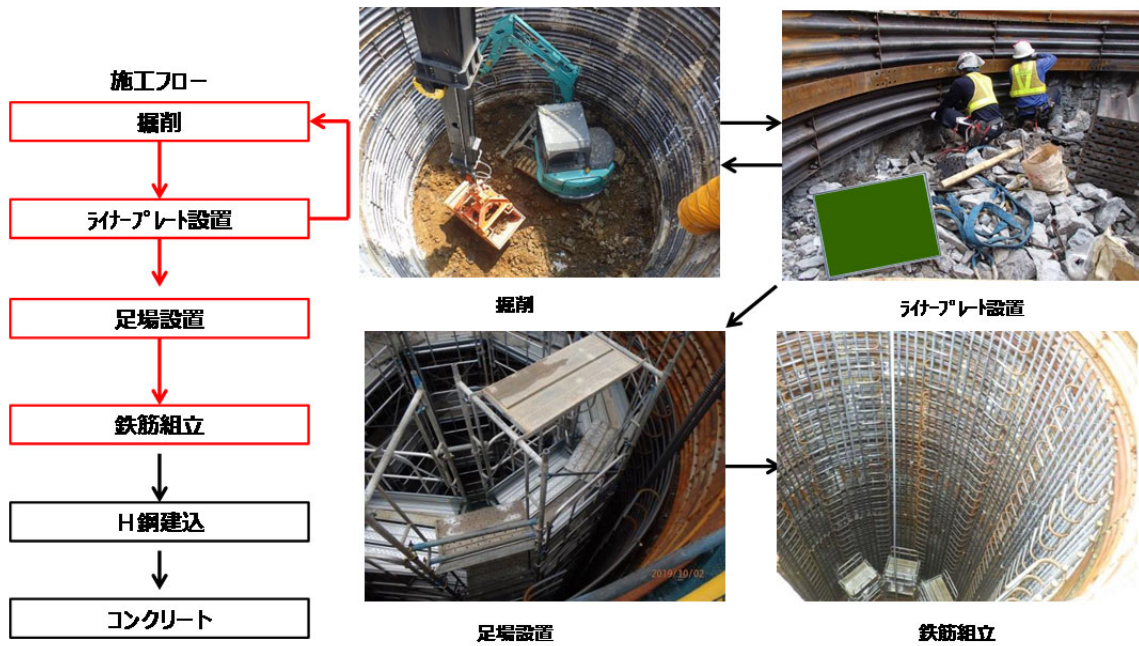
堀紘成・吉田利三・丹内正利・石橋貢；地すべり対策工としての深礎杭の計画と施工，1987年（一部加筆）

※ 設計・施行例の情報に係る記載内容については、公開情報をもとに弊社の責任において独自に解釈したものです。

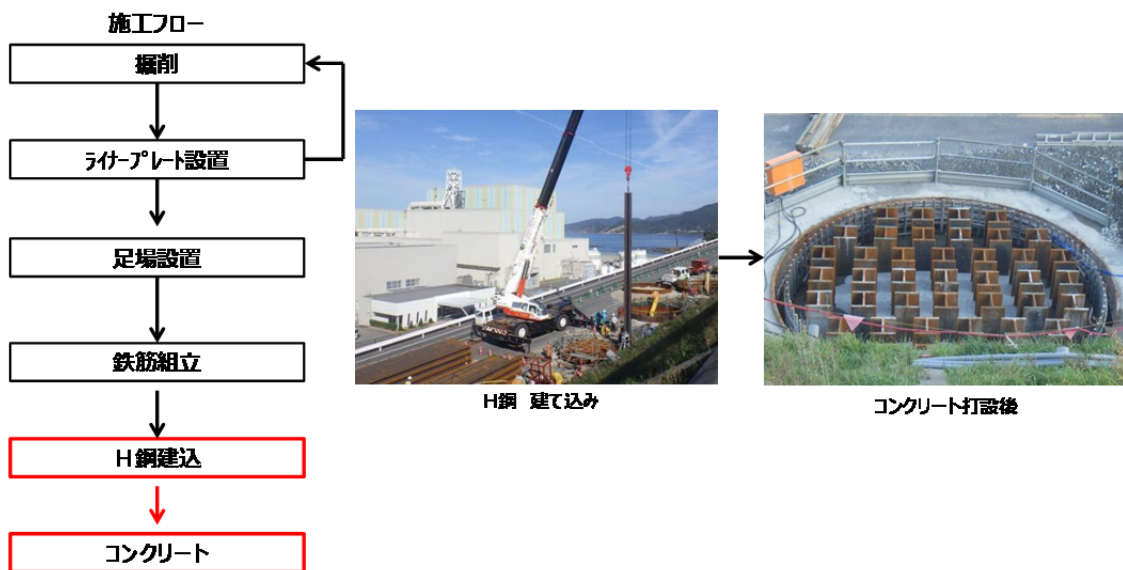
第7.4.5-5 図 北神線建設工事及び有馬線谷上駅移設工事のうち谷上第1工区土木工事の施工事例

(4) 島根サイトの深礎杭の工事概要

島根サイトの①-①'断面及び②-②'断面における深礎杭は、第7.4.5-6図及び第7.4.5-7図のフローで施工している。



第7.4.5-6図 施工フロー図 (1/2)



第7.4.5-7図 施工フロー図 (2/2)

(参考-1) 評価対象斜面の選定理由 (詳細)

1. グループAにおける評価対象斜面の選定理由 (詳細)

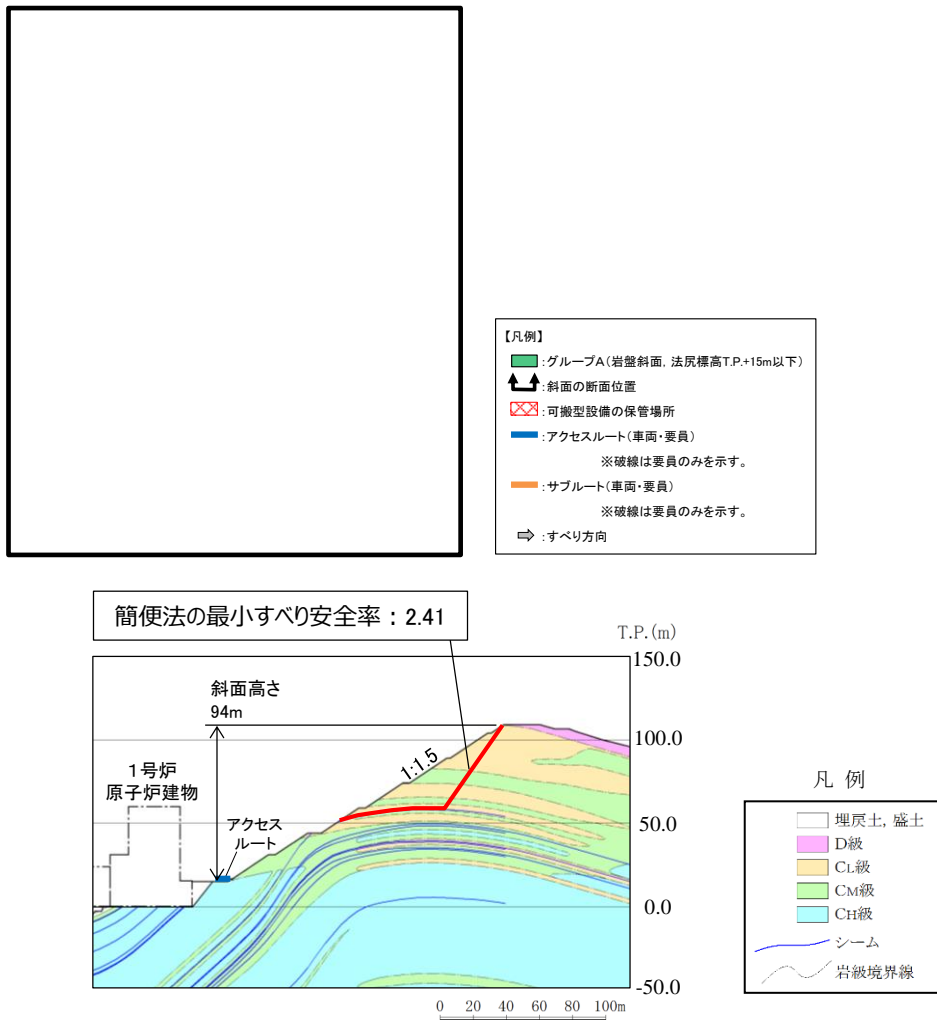
・岩盤で構成される斜面

グループAの岩盤斜面である④-④'断面～⑦-⑦'断面の比較検討結果及び評価対象斜面の選定根拠の詳細を断面毎に示す。

【④-④'断面】

④-④'断面の斜面は切取斜面であり、斜面高さが最も高く、最急勾配方向となるすべり方向に断面を設定した。

当該斜面は、⑤-⑤'断面に比べ、斜面高さが高いが、勾配が緩いこと、及び簡便法の最小すべり安全率が大きいことから、⑤-⑤'断面の評価に代表させる。



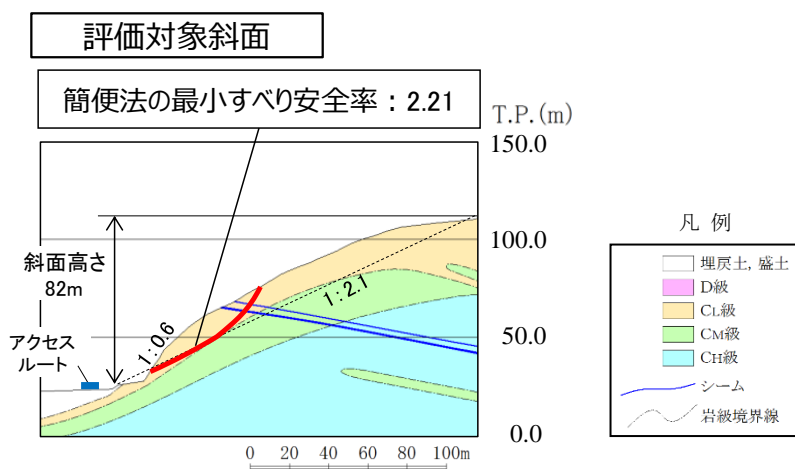
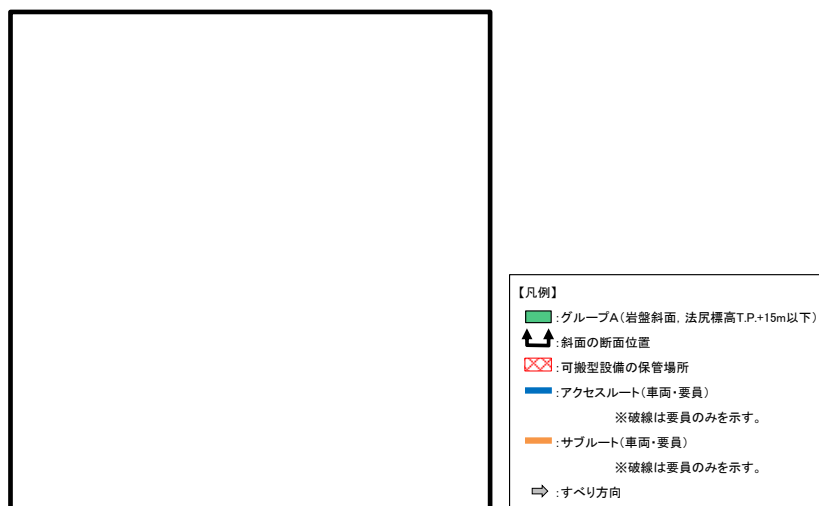
第1図 ④-④'断面の比較結果

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。

【⑤－⑤’ 断面（評価対象斜面）】

⑤－⑤’ 断面の斜面は自然斜面であり，斜面高さが最も高く，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。

当該斜面は，C<sub>L</sub>級岩盤が分布すること，平均勾配が 1:2.1 と緩いが，局所的な急勾配部（1:0.6，C<sub>L</sub>級岩盤）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。



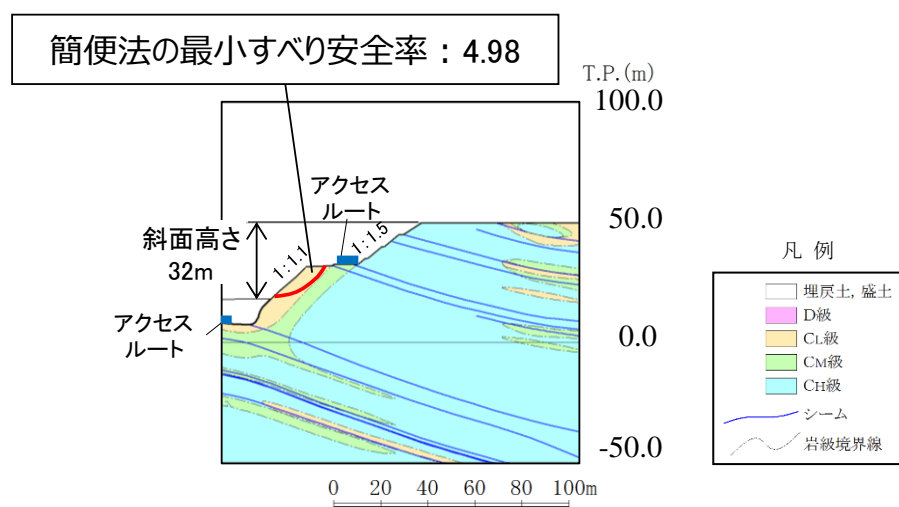
第2図 ⑤－⑤’ 断面の比較結果

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。

【⑥-⑥' 断面】

⑥-⑥' 断面の斜面は切取斜面であり、斜面高さが最も高く、最急勾配方向となるすべり方向に断面を設定した。

当該斜面は、⑤-⑤' 断面に比べ、斜面高さが低いこと、及び簡便法の最小すべり安全率が大きいことから、⑤-⑤' 断面の評価に代表させる。



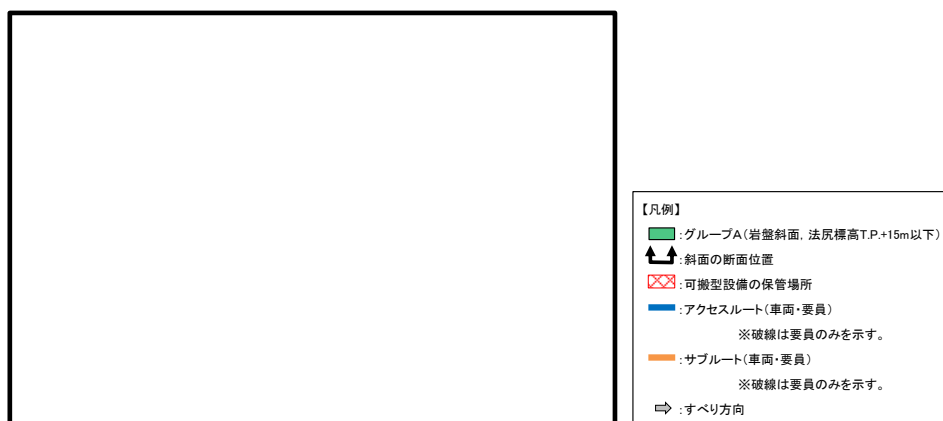
第3図 ⑥-⑥' 断面の比較結果

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。

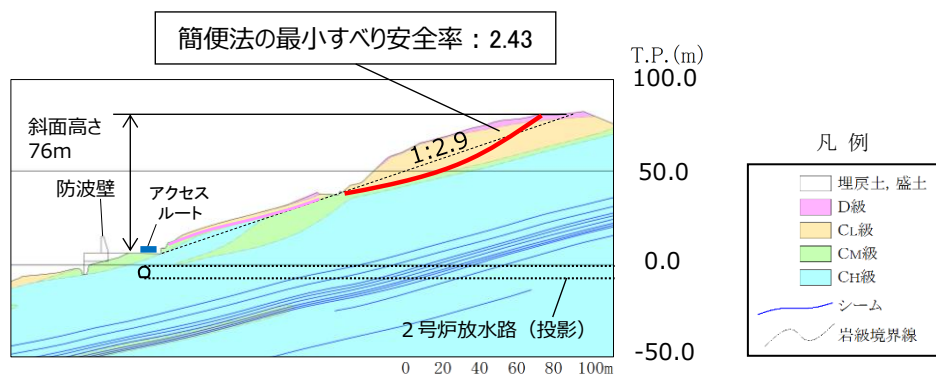
【⑦-⑦' 断面】

⑦-⑦' 断面の斜面は自然斜面であり、斜面高さが最も高く、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。

当該斜面は、⑤-⑤' 断面に比べ、D級岩盤が分布するが、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、⑤-⑤' 断面の評価に代表させる。



- 【凡例】
- : グループA(岩盤斜面, 法尻標高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



※「防波壁及び1号放水連絡通路防波扉の周辺斜面の安定性評価」(令和2年2月28日審査会合)で説明した礫質土・粘性土の切取を反映済

第4図 ⑦-⑦' 断面の比較結果

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。

2. グループBにおける評価対象斜面の選定理由（詳細）

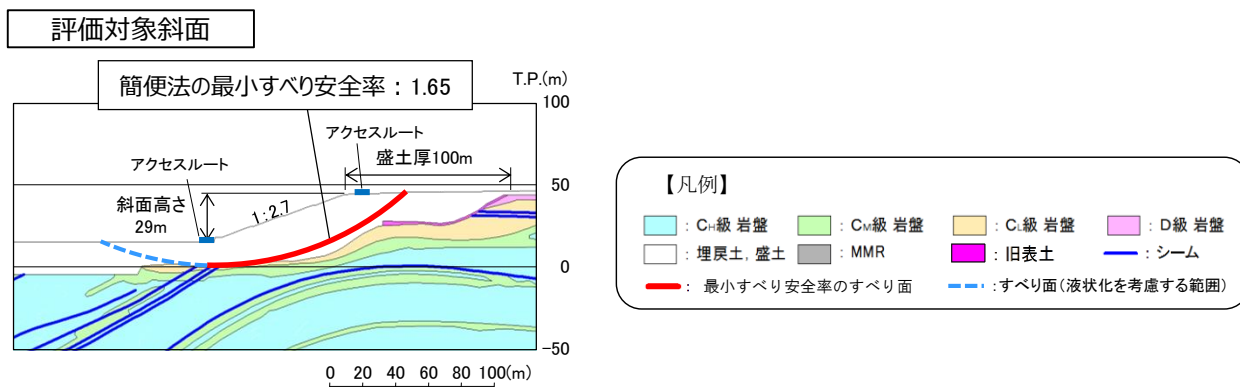
・盛土で構成される斜面

グループBの盛土斜面である⑧-⑧'断面及び⑨-⑨'断面の比較検討結果及び評価対象斜面の選定根拠の詳細を断面毎に示す。

【⑧-⑧'断面（評価対象斜面）】

⑧-⑧'断面の斜面は盛土斜面であり，斜面高さが最も高く，最急勾配方向となるすべり方向に断面を設定した。

当該斜面は，⑨-⑨'断面に比べて，盛土厚が100mと厚いこと，斜面高さが高いこと，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。



第5図 ⑧-⑧'断面の比較結果

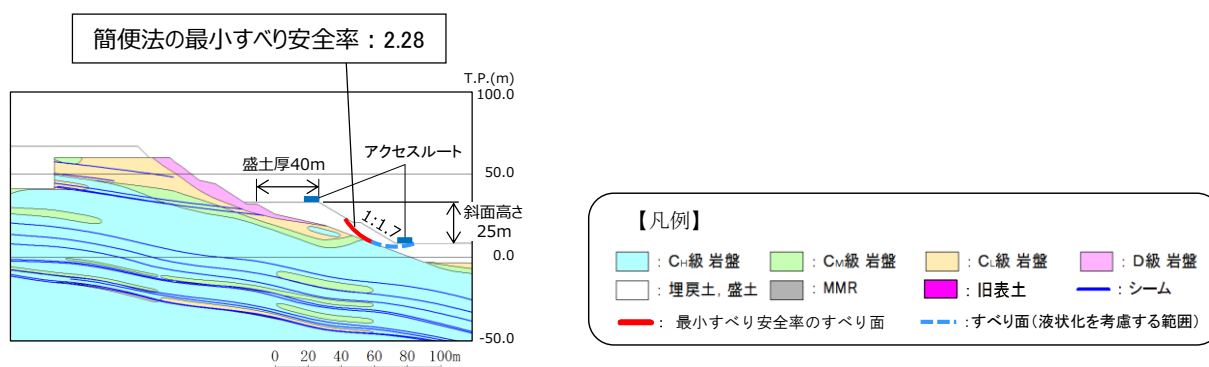
本資料のうち，枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



【⑨-⑨' 断面】

⑨-⑨' 断面の斜面は盛土斜面であり、斜面高さが最も高く、最急勾配方向となるすべり方向に断面を設定した。

当該斜面は、⑧-⑧' 断面に比べ、勾配が急ではあるが、盛土厚が40mと薄いこと、斜面高さが低いこと、及び簡便法の最小すべり安全率が大きいことから、⑧-⑧' 断面の評価に代表させる。



第6図 ⑨-⑨' 断面の比較結果

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。

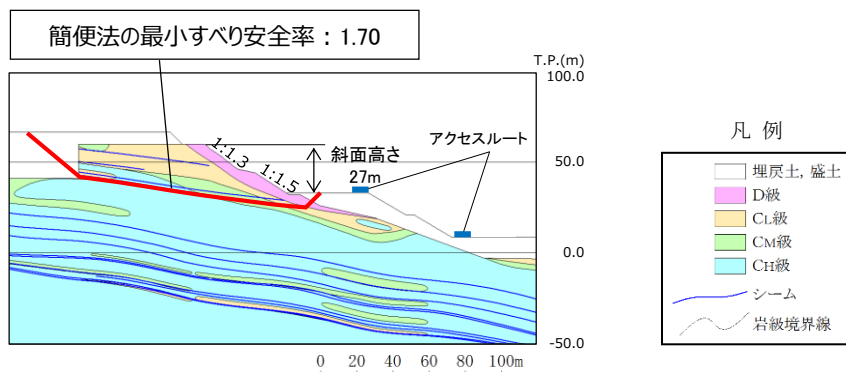
3. グループCにおける評価対象斜面の選定理由（詳細）

グループCの岩盤斜面である⑨-⑨'断面，⑪-⑪'断面～⑬-⑬'断面の比較検討結果及び評価対象斜面の選定根拠の詳細を断面毎に示す。

【⑨-⑨'断面】

⑨-⑨'断面の斜面は自然斜面であり，斜面高さが最も高く，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。

当該斜面は，⑬-⑬'断面に比べ，斜面高さが低いこと，斜面の勾配が緩いこと，及び簡便法の最小すべり安全率が大きいことから，⑬-⑬'断面の評価に代表させる。



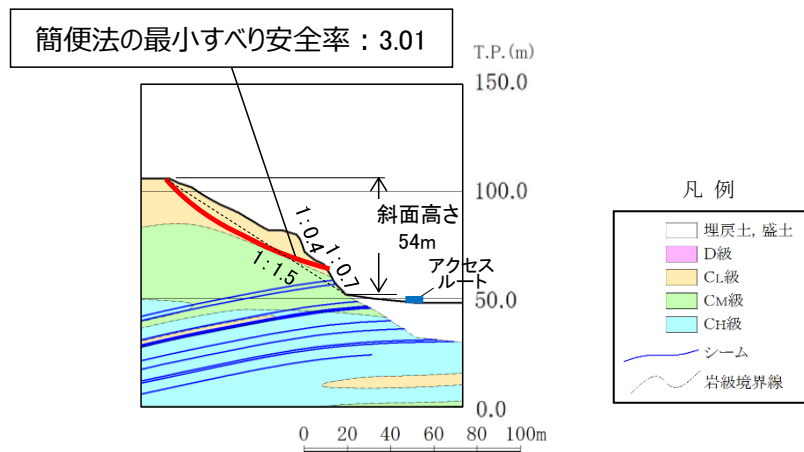
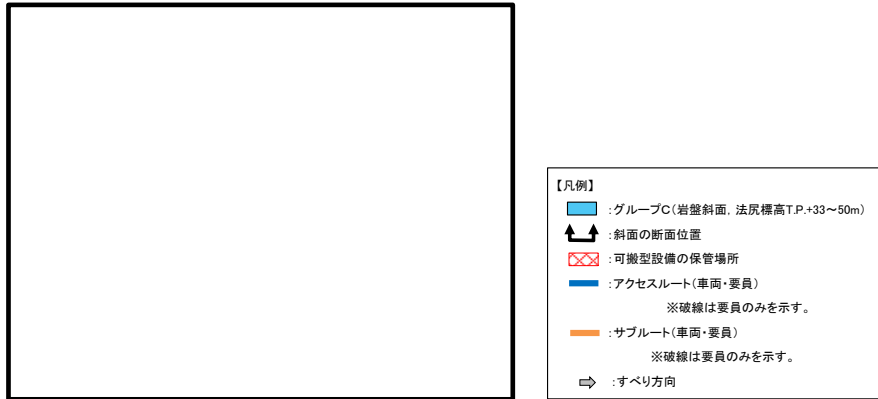
第7図 ⑨-⑨'断面の比較結果

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。

【⑪-⑪' 断面】

⑪-⑪' 断面の斜面は自然斜面であり、斜面高さが最も高く、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。

当該斜面は、⑫-⑫' 断面に比べ、斜面高さが低いこと、及び簡便法の最小すべり安全率が大きいことから、⑫-⑫' 断面の評価に代表させる。



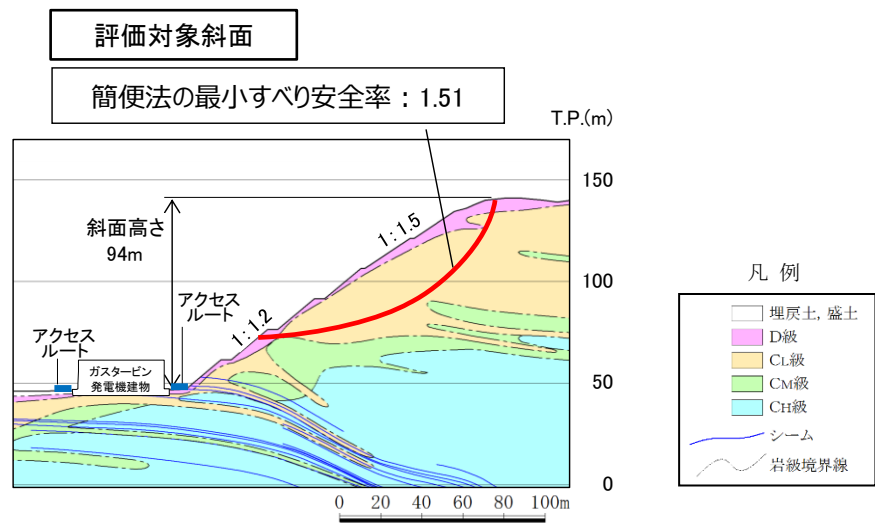
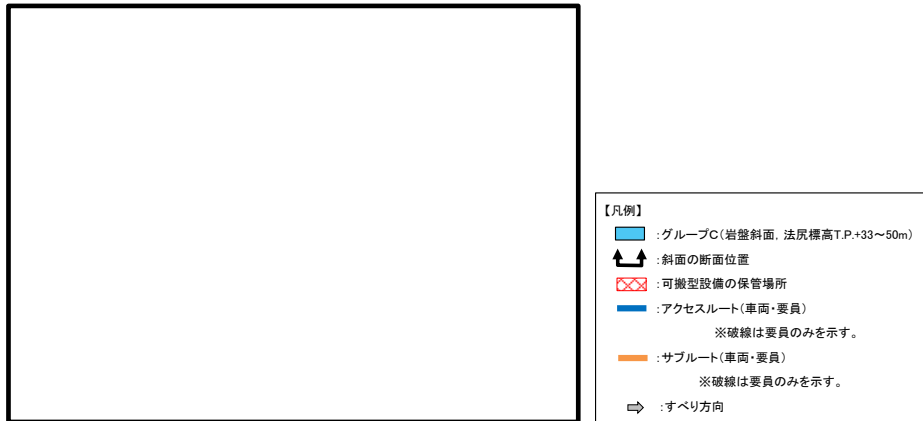
第8図 ⑪-⑪' 断面の比較結果

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。

【⑫-⑫' 断面（評価対象斜面）】

⑫-⑫' 断面の斜面は切取斜面であり、斜面高さが最も高く、最急勾配方向となるすべり方向に断面を設定した。

当該斜面は、D級岩盤及びC<sub>L</sub>級岩盤が分布すること、斜面高さが94mとグループC（T.P.+33m～50m）の斜面で最も高いこと、1:1.2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。



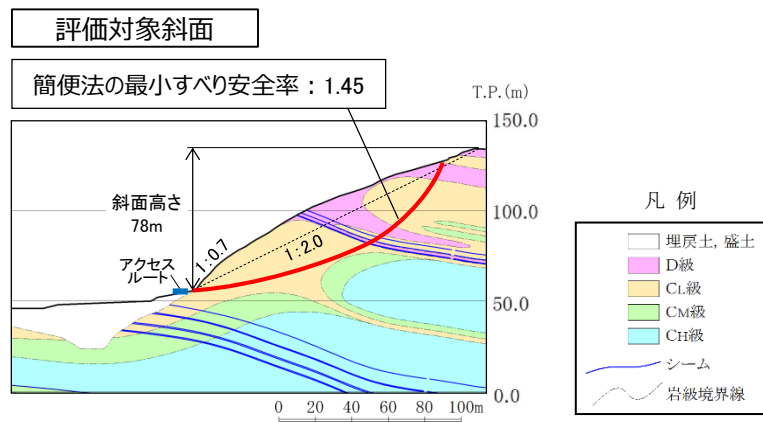
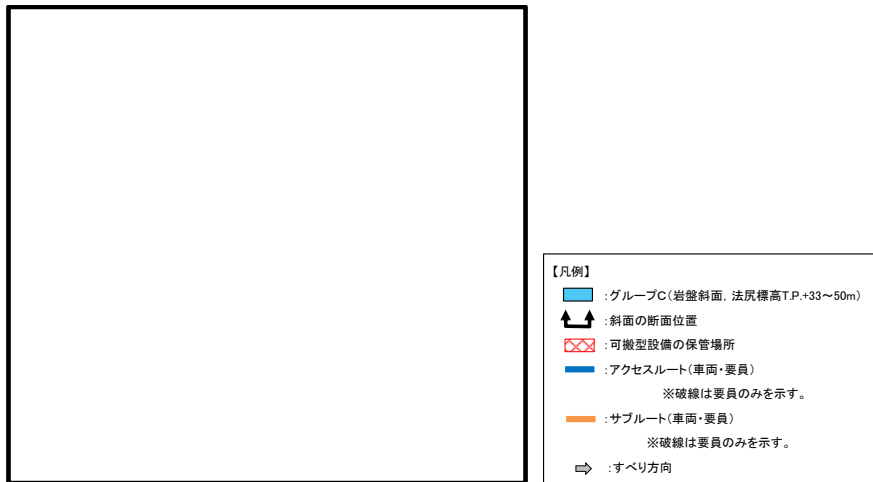
第9図 ⑫-⑫' 断面の比較結果

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。

【⑬-⑬' 断面 (評価対象斜面)】

⑬-⑬' 断面の斜面は自然斜面であり、斜面高さが最も高く、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。

当該斜面は、D 級岩盤及び C<sub>L</sub> 級岩盤が分布すること、局所的な急勾配部 (1:0.7, C<sub>L</sub> 級岩盤) があること、シームが分布すること、及び⑫-⑫' 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、評価対象斜面に選定する。



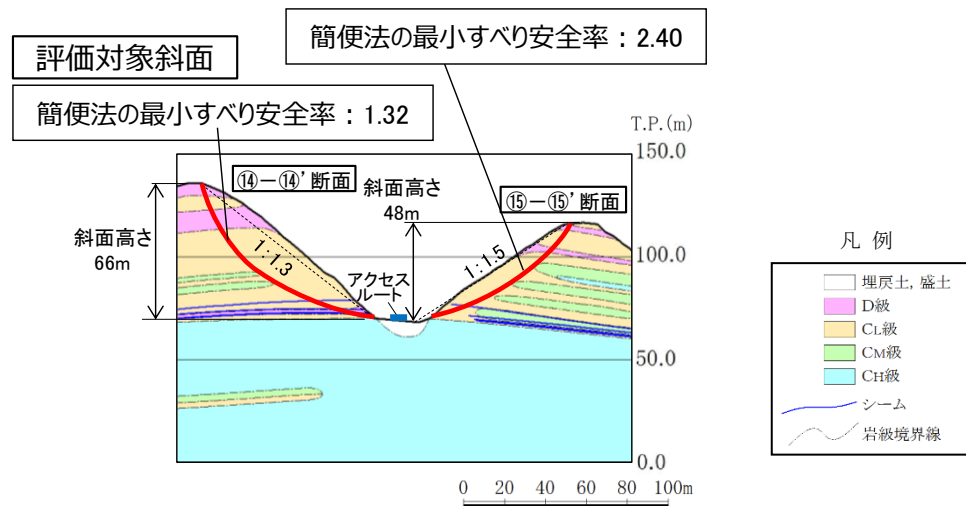
第 10 図 ⑬-⑬' 断面の比較結果

【⑭-⑭' 断面（評価対象斜面）及び⑮-⑮' 断面】

⑭-⑭' 断面及び⑮-⑮' 断面の斜面は自然斜面であり，斜面高さが最も高く，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。

⑭-⑭' 断面の斜面は，D 級岩盤及び C<sub>L</sub> 級岩盤が分布すること，シームが分布すること，及び⑫-⑫' 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，評価対象斜面に選定する。

また，⑮-⑮' 断面の斜面は，⑫-⑫' 断面に比べ，斜面高さが低いこと，平均勾配が緩いこと，及び簡便法の最小すべり安全率が大きいことから，⑫-⑫' 断面の評価に代表させる。



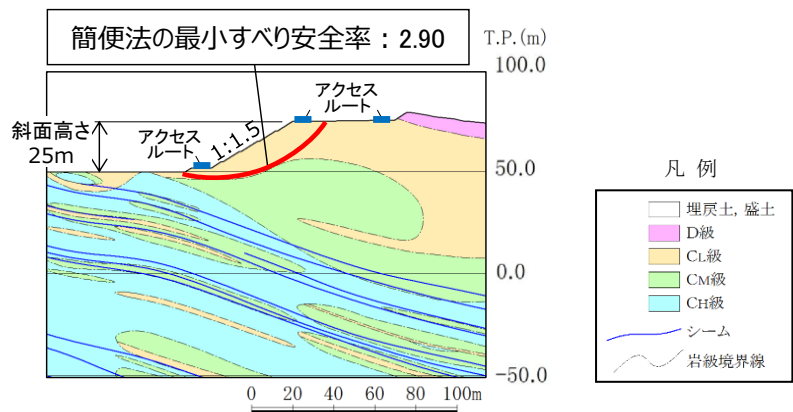
第 11 図 ⑭-⑭' 断面及び⑮-⑮' 断面の比較結果

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。

【⑩-⑩' 断面】

⑩-⑩' 断面の斜面は切取斜面であり、斜面高さが最も高く、最急勾配方向となるすべり方向に断面を設定した。

当該斜面は、⑫-⑫' 断面に比べ、斜面高さが低いこと、平均勾配が 1:1.5 と緩いこと、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、⑫-⑫' 断面の評価に代表させる。



第 12 図 ⑩-⑩' 断面の比較結果

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。

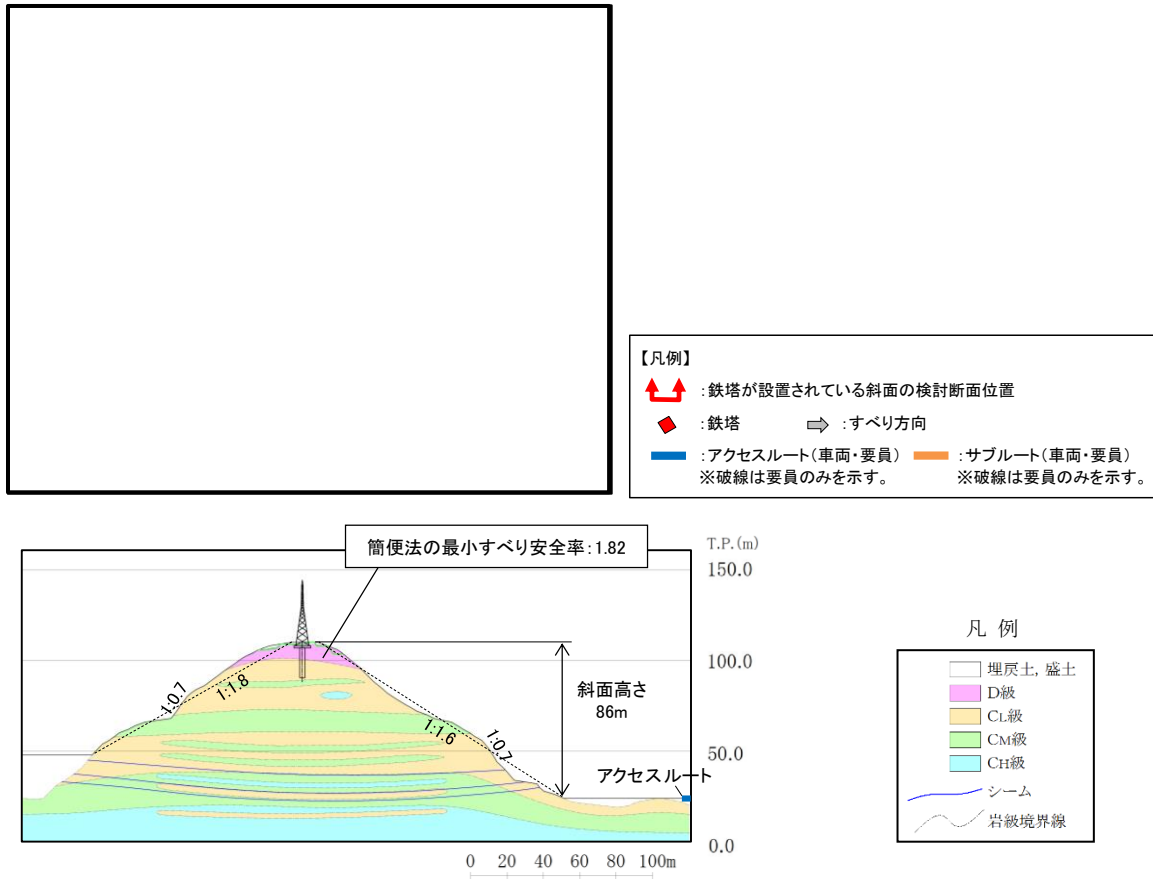
4. 鉄塔が設置されている斜面の断面比較結果（詳細）

鉄塔が設置されている斜面の検討断面であるA-A'断面～C-C'断面の比較検討結果の詳細を断面毎に示す。

【A-A'断面（評価対象斜面）】

A-A'断面の斜面は自然斜面であり、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。

当該斜面は、D級岩盤及びC<sub>L</sub>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。



第13図 A-A'断面の比較結果

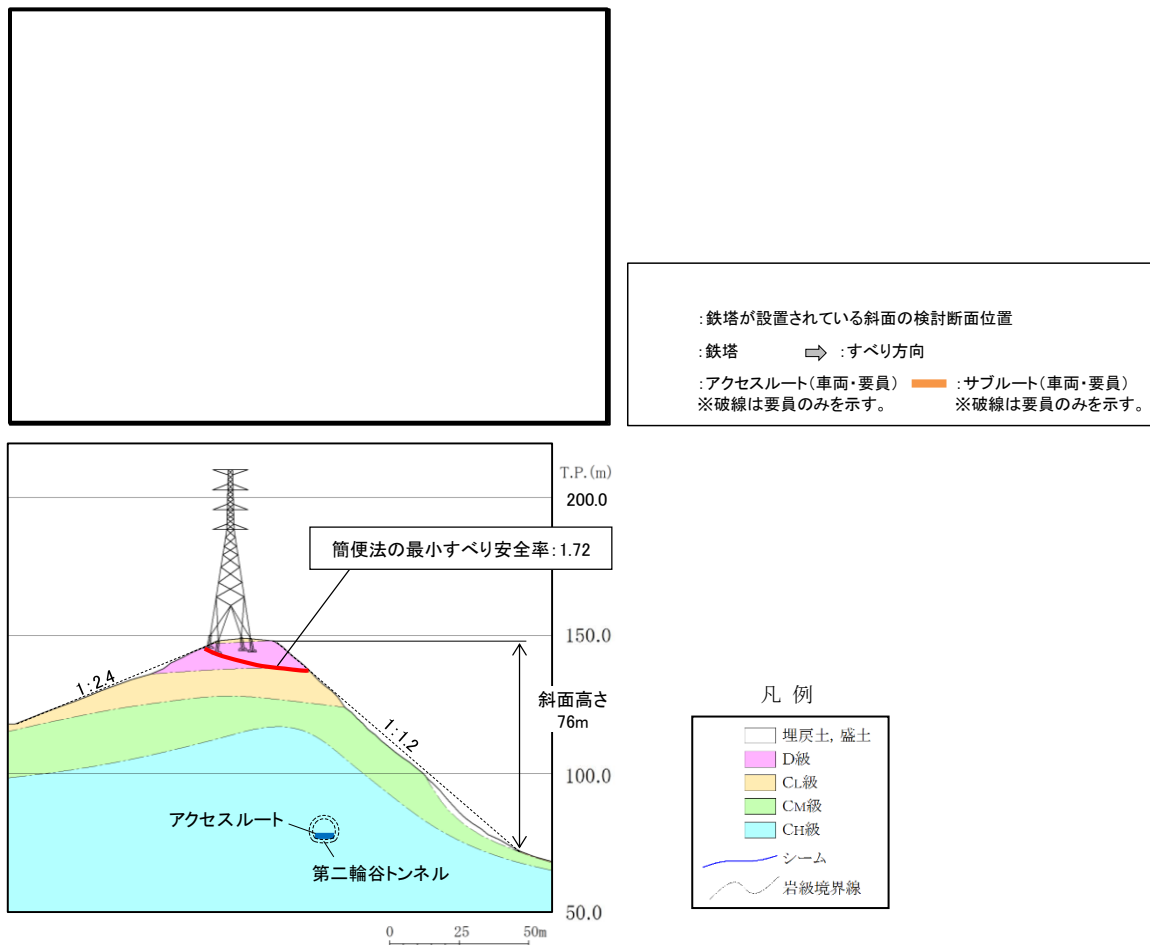
本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。



【B-B' 断面（評価対象斜面）】

B-B' 断面の斜面は自然斜面であり、通常であれば尾根部を通すが、尾根部が概ね同等の標高になっており、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。

当該斜面は、D級岩盤及びC<sub>L</sub>級岩盤が存在すること、1:1.2の急勾配であること、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、評価対象斜面に選定する。



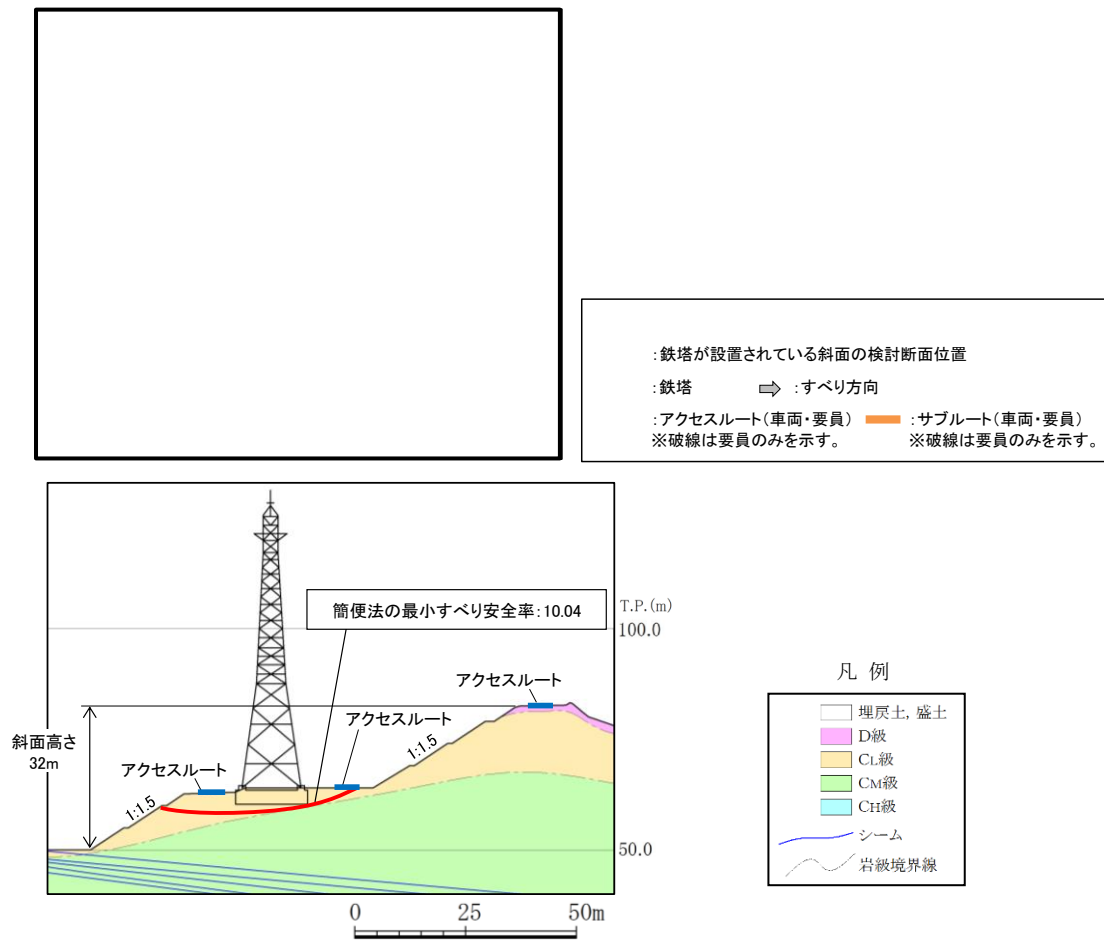
第14図 B-B' 断面の比較結果

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。

### 【C-C' 断面】

C-C' 断面の斜面は切取斜面であり、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。

当該斜面は、A-A' 断面に比べて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。



第 15 図 C-C' 断面の比較結果

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。

## (参考-2) すべり安定性評価の基準値の設定について

斜面のすべり安定性評価における評価基準値を 1.0 としたことについて、以下の理由から、二次元動的有限要素法解析におけるすべり安全率が 1.0 を上回れば、斜面の安定性は確保できると考えている。

- ・「斜面安定解析入門（社団法人地盤工学会）」<sup>※1</sup>において、「有限要素法を用いた動的解析ですべり安全率が 1 以上であれば、局所安全率が 1 を下回る所があっても、全体的なすべり破壊は生じないものと考えられる。さらに、このすべり安全率が 1 を下回っても、それが時間的に短い区間であれば、やはり必ずしも全体的すべりに至らないであろう。」と示されている。
- ・「大規模地震に対するダム耐震性能照査指針（案）・同解説（国土交通省河川局）に係る参考資料」<sup>※2</sup>において、等価線形化法による動的解析を用いたすべり安定性の検討において、すべり安全率が 1 を下回る場合にはすべり破壊が発生する可能性があるとして示されている。
- ・「道路土工盛土工指針（社団法人日本道路協会）」<sup>※3</sup>において、「レベル 2 地震動に対する設計水平震度に対して、円弧すべり面を仮定した安定解析法によって算出した地震時安全率の値が 1.0 以上であれば、盛土の変形量は限定的なものにとどまると考えられるため、レベル 2 地震動の作用に対して性能 2 を満足するとみなしてよい。」と示されている。

注) レベル 2 地震動：供用期間中に発生する確率は低いが大きな強度を持つ地震動。

注) 性能 2：想定する作用による損傷が限定的なものにとどまり、盛土としての機能の回復がすみやかに実行可能な性能。

また、解析に当たっては、以下に示す保守的な評価を行っているため、すべり安全率 1.0 は評価基準値として妥当であると考えている。

- ・ 2次元断面による評価であり、現実のすべりブロック（3次元形状）が持つ側方抵抗を考慮していないため、保守的な評価となっている。
- ・ 各要素の応力状態より、「引張応力が発生した要素」、「せん断強度に達した要素」については、せん断抵抗力の算定に用いる強度に残留強度を採用し、健全強度より低下させることで安全側の評価を実施している。

※1：社団法人地盤工学会，P81

※2：国土交通省 国土技術政策総合研究所，平成 17 年 3 月，P132

※3：社団法人日本道路協会，平成 22 年 4 月，P123