

女川原子力発電所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

平成30年5月22日
東北電力株式会社

目次

1. はじめに
2. 新規規制基準への適合状況
3. 保管場所及びアクセスルートに係る方針
4. 基本方針を踏まえた保管場所及びアクセスルート選定結果
5. 保管場所及びアクセスルートに影響を及ぼす外部事象
6. 保管場所の評価
7. 屋外アクセスルートの評価
8. 屋内アクセスルートの評価
9. 発電所構外からの重大事故等対策要員参集
10. 指摘事項への回答



: 本日まで説明範囲

1. はじめに

- 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(平成25年6月19日 原規技発第1306197号 原子力規制委員会制定)では、可搬型重大事故等対処設備を使用する際のアクセスルートの確保に関し、以下のとおり要求している。

Ⅱ 要求事項

1. 重大事故等対策における要求事項

1.0 共通事項

(1) 重大事故等対処設備に係る要求事項

② アクセスルートの確保

発電用原子炉設置者において、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、工場又は事業所(以下「工場等」という。)内の道路及び通路が確保できるよう、実効性のある運用管理を行う方針であること。

1. はじめに

- 本要求事項に対し、女川原子力発電所2号炉ではアクセスルートの確保に関し、以下のとおり対応することとしている。

1.0.2 共通事項

(1) 重大事故等対処設備に係る事項

b. アクセスルートの確保

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、発電所内の道路及び通路が確保できるよう、以下の実効性のある運用管理を実施する。

アクセスルートは、想定される自然現象、人為事象、溢水及び火災を想定しても運搬、移動に支障をきたすことのないよう、迂回路も考慮して複数のアクセスルートを確保する。

本資料は、重大事故等発生時の対応に必要となる可搬型重大事故等対処設備の保管場所、同設備の運搬のための屋外アクセスルート及び屋内現場操作場所までの重大事故等対応要員の移動のための屋内アクセスルートについて、基準への適合状況を確認することを目的とする。

2. 新規制基準への適合状況

- 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アクセスルートに関する要求事項と、その適合状況は、以下のとおりである。
- ◆ 「実用発電用原子炉及び附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」(以下「設置許可基準規則」という。)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
<p>第3項</p>	<p>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。</p> <p>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。</p> <p>七 重大事故防止設備のうち可搬型のものは、共通要因によって、設計基準事故対処設備の安全機能、使用済燃料貯蔵槽の冷却機能若しくは注水機能又は常設重大事故防止設備の重大事故に至るおそれがある事故に対処するために必要な機能と同時にその機能が損なわれるおそれがないよう、適切な措置を講じたものであること。</p>	<p>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うえで、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以上の離隔を取った高所かつ防火帯の内側に保管する。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。</p> <p>地震、津波その他の自然現象を想定し、迂回路も考慮して複数のアクセスルートを確認する。また、がれき等によってアクセスルートの確保が困難となった場合に備え、ブルドーザを配備し、がれき等の除去を行えるようにしている。</p> <p>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以上の離隔を取るとともに、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Ssで必要な機能が失われず、高所かつ防火帯の内側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。</p>

2. 新規制基準への適合状況

- ◆ 「実用発電用原子炉及び附属施設の技術基準に関する規則」
 (以下「技術基準規則」という。)
 第五十四条(重大事故等対処設備)

新規制基準の項目	適合状況
<p data-bbox="91 948 129 1043">第3項</p> <p data-bbox="170 541 1196 699">五 可搬型重大事故等対処設備は、地震、津波その他自然現象又は故意による大型航空機の衝突その他テロリズムによる影響、設計基準事故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。</p> <p data-bbox="170 874 275 906">【解釈】</p> <p data-bbox="203 916 1196 1074">可搬型重大事故等対処設備の保管場所は、故意による大型航空機の衝突も考慮すること。例えば原子炉から100m以上離隔を取り、原子炉建屋と同時に影響を受けないこと。又は、故意による大型航空機の衝突に対して頑健性を有すること。</p> <p data-bbox="170 1123 1196 1241">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、工場内の道路及び通路が確保できるよう、適切な措置を講ずること。</p>	<p data-bbox="1223 541 2179 783">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うえで、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以上の離隔を取った高所かつ防火帯の内側に保管する。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。</p> <p data-bbox="1223 1123 2179 1281">地震、津波その他の自然現象を想定し、迂回路も考慮して複数のアクセスルートを確認する。また、がれき等によってアクセスルートの確保が困難となった場合に備え、ブルドーザを配備し、がれき等の除去を行えるようにしている。</p>

3. 保管場所及びアクセスルートに係る方針

基本方針

■保管場所の基本方針

- 設計基準事故対処設備及び常設重大事故等対処設備を設置する2号炉原子炉建屋から100m以上の離隔を確保し、外部事象によって同時に機能喪失に至らないこと。
- 屋外の重大事故等対処設備から100m以上の離隔を有すること。
- 同じ機能をもつ可搬型重大事故等対処設備が複数ある場合は、保管場所を分散配置すること。

■屋外アクセスルートの基本方針

- 屋外アクセスルート、可搬型設備が各保管場所から可搬型設備の設置場所及び接続箇所まで、複数のルートにより移動が可能な設計とする。
- 外部事象を想定して、複数のアクセスルートの中から早期に復旧可能なルートを確保する。



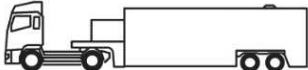

■屋内アクセスルートの基本方針

- 外部起因事象として地震、地震随伴火災及び地震による内部溢水を想定した場合でも、アクセスルートを確保できる設計とする。
- 迂回路も含めた複数のルートの選定が可能となる設計とする。
- 外部からの衝撃による損傷の防止が図られた建屋内に確保する設計とする。

3. 保管場所及びアクセスルートに係る方針

保管場所における主要可搬型設備等の配備方針

- 可搬型設備の配備数は、「 $2n + \alpha$ 」、「 $n + \alpha$ 」、「 n 」の設備に分類し、それらを屋外設備であれば第1～第4保管エリアに、屋内設備であれば建屋内の複数箇所に、分散配置する設計とする。

$2n + \alpha$	<p>電源車</p> 	<p>大容量送水ポンプ (タイプ I)</p> 	<p>熱交換器ユニット</p> 
$n + \alpha$	<p>高圧窒素ガスボンベ</p> 		
n	<p>その他</p>		

保管エリア 要求台数	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
$2n + \alpha$	n		n	α
$n + \alpha$ ※	—		—	—
n	n		—	予備

※ $n + \alpha$ の設備は屋外の保管エリアに配備するものはない

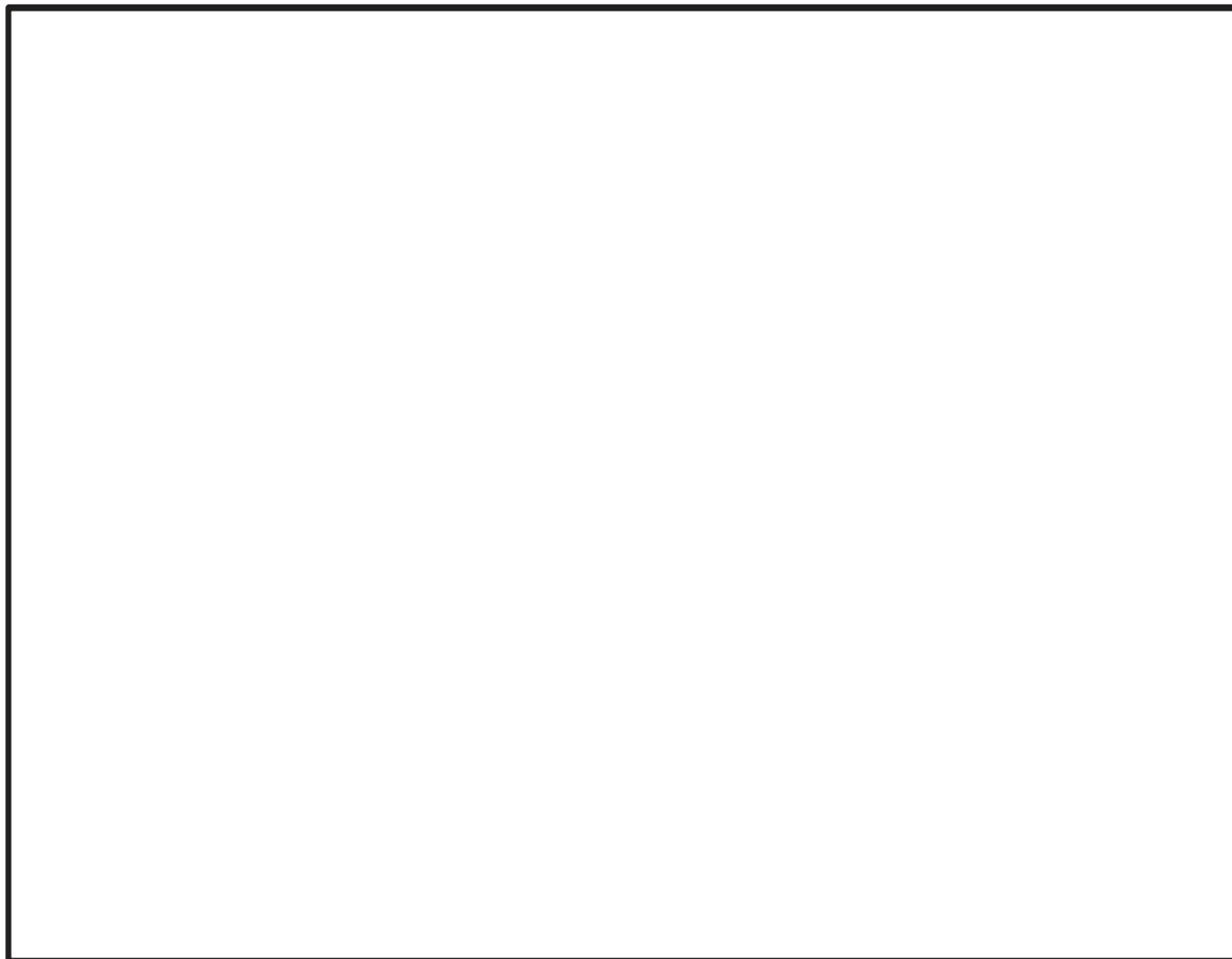
4. 基本方針を踏まえた保管場所及びアクセスルートの選定結果

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

保管場所及びアクセスルート

■選定結果

- 基本方針を踏まえて選定した保管場所及び屋外アクセスルートは以下のとおり。



4. 基本方針を踏まえた保管場所及びアクセスルートを選定結果

保管場所からの離隔距離

- 保管場所からの離隔距離(原子炉建屋, 常設代替交流電源設備)は以下のとおり。

保管場所	標高	原子炉建屋※ ¹ からの離隔距離	常設代替交流 電源設備から の離隔距離※ ²	支持地盤の 種類
第1保管 エリア	O.P.+62m	約530m	—	岩盤
第2保管 エリア	O.P.+62m	約550m	約150m	岩盤 (淡水貯水槽)
第3保管 エリア	O.P.+14.8m	約110m	約440m	岩盤
第4保管 エリア	O.P.+62m	約550m	約110m	岩盤

※¹ 原子炉建屋と可搬型重大事故等対処設備の保管場所, 制御建屋と可搬型重大事故等対処設備の保管場所を比較した場合, 原子炉建屋のほうが近接していることから, 原子炉建屋を代表で記載している。

※² 常設代替交流電源設備と電源車の離隔距離を示す。

5. 保管場所及びアクセスルートに影響を及ぼす外部事象 想定する自然現象及び人為事象

■想定する自然現象

- 発電所敷地で想定される自然現象(地震及び津波を除く。)については、網羅的に抽出するために、国内外の基準や文献等に基づき事象を収集し、海外の選定基準を参考として選定を行った結果、洪水、風(台風)、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地すべり、火山の影響、生物学的事象、森林火災の11事象を選定した。これらの事象のうち、敷地周辺に発生要因は無いことが確認できた2事象(洪水、地すべり)を除いた9事象に、地震及び津波を加えた11事象(地震、津波、風(台風)、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、火山の影響、生物学的事象、森林火災)を選定した。

■想定する人為事象

- 設計上考慮すべき人為事象としては、自然現象と同様、国内外の基準や文献等に基づき事象を収集し、海外の選定基準を参考として選定を行った結果、飛来物(航空機落下)、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災(石油コンビナート施設の火災、発電所敷地内に存在する危険物タンクの火災及び航空機墜落による火災)、有毒ガス、船舶の衝突、電磁的障害の7事象を選定した。

■評価方針

- 設計上想定した自然現象に対し、保管場所の位置等の状況を踏まえ、設計基準事故対処設備と重大事故等対処設備の安全機能が同時に喪失しないこと。
- 保管場所に設置された重大事故等対処設備が各自然現象によって同時に全て機能喪失しないこと。
- 保管場所、その他現場における屋外作業や屋外アクセスルートの通行が可能なこと。

5. 保管場所及びアクセスルートに影響を及ぼす外部事象

自然現象の影響評価(1/3)

■ 自然現象の影響評価結果

- 評価結果のとおり、想定する自然現象のうち保管場所とアクセスルートに大きな影響を及ぼす可能性がある自然現象は地震のみと考えられることから、保管場所及びアクセスルートについては次項以降において「地震」について詳細に評価する。

自然現象	評価結果	
	保管場所	屋外アクセスルート
地震	<ul style="list-style-type: none"> 地盤や周辺斜面の崩壊による影響、周辺建造物の倒壊・損壊・火災・溢水による影響が考えられ、個別の評価が必要。(詳細は次項以降に記載する) 	<ul style="list-style-type: none"> 地盤や周辺斜面の崩壊による影響、周辺建造物の倒壊・損壊・火災・溢水による影響が考えられ、個別の評価が必要。(詳細は次項以降に記載する)
津波	<ul style="list-style-type: none"> 基準津波に対し防潮堤や防潮壁を設置することから、原子炉建屋等や保管場所へ遡上する浸水はない。したがって、設計基準事故対処設備と重大事故等対処設備が同時に機能喪失しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 基準津波に対して防潮堤や防潮壁を設置することから、アクセスルートまで遡上しない。
風(台風)	<ul style="list-style-type: none"> 設計基準事故対処設備は建屋内に設置されているため、風による影響はない。また、可搬型設備は荷重が大きく、設計基準の風により転倒することはないことから、設計基準事故対処設備と可搬型設備が同時に機能喪失しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 台風によりがれきが発生した場合でも、ブルドーザにより撤去することが可能である。
竜巻	<ul style="list-style-type: none"> 可搬型設備は屋外の保管場所に設置しているが、設計基準事故対処設備は竜巻に対して頑健な建屋に設置していることから、設計基準事故対処設備と可搬型設備が同時に機能喪失しない。 保管エリアに配備する可搬型設備は原子炉建屋等に対し離隔距離の確保、又は飛散防止対策を実施することから原子炉建屋等へ影響を与えない。 	<ul style="list-style-type: none"> 竜巻によりがれきが発生した場合でも、ブルドーザにより撤去することが可能である。 万一、送電鉄塔が転倒した場合であっても、複数のルートが確保されていることから、影響がないルートを選択することで目的地までのアクセスが可能である。

5. 保管場所及びアクセスルートに影響を及ぼす外部事象 自然現象の影響評価(2/3)

■ 自然現象の影響評価結果

自然現象	評価結果	
	保管場所	屋外アクセスルート
積雪	<ul style="list-style-type: none"> 気象予報により事前の予測が十分可能であり、原子炉建屋等、保管場所及び可搬型設備の除雪は積雪状況を見計らいながら行うことで対処が可能であることから、設計基準事故対処設備と可搬型設備が同時に機能喪失しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 気象予報により事前の予測が十分可能であり、適宜除雪及び凍結防止剤を散布し対応するため積雪の影響はない。その上で車両に常時スタッドレスタイヤを装着し、徐行で運転することから急勾配の下りでもスリップする可能性は低い。なお、急勾配箇所にはすべり止め材を配備して必要に応じて使用できるようにするとともに、樹脂系のすべり止め舗装等を施す。 また、ブルドーザにより最大152分で除雪が可能である。
凍結	<ul style="list-style-type: none"> 保管場所に設置されている可搬型設備は屋外であるが、設計基準事故対処設備は建屋内に設置されているため、影響を受けないことから設計基準事故対処設備と可搬型設備が同時に機能喪失しない。 凍結を伴うような低温となる場合は、気象予報により事前の予測が十分可能であり、各設備の温度に関する仕様を下回るおそれがある場合には、始動に影響が出ないよう必要に応じてあらかじめ可搬型設備の暖機運転を行うことにより影響を受けない。 	<ul style="list-style-type: none"> 凍結を伴うような低温となる場合は、気象予報により事前の予測が十分可能であり、適宜凍結防止剤を散布し対応するため凍結の影響はない。その上で車両に常時スタッドレスタイヤを装着し、徐行で運転することから急勾配の下りでもスリップする可能性は低い。なお、急勾配箇所にはすべり止め材を配備して必要に応じて使用できるようにするとともに、樹脂系のすべり止め舗装等を施す。
降水	<ul style="list-style-type: none"> 適切な降雨強度に基づき設計した構内排水設備により、海域へ排水されることから影響は受けない。 また、原子炉建屋等は浸水防止対策を施していることから、設計基準事故対処設備と可搬型設備が同時に機能喪失しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 適切な降雨強度に基づき設計した構内排水設備により、海域へ排水されることから影響は受けない。
落雷	<ul style="list-style-type: none"> 設計基準事故対処設備は避雷対策を施されたエリアに設置されており、かつ保管場所とは位置的分散が図られていることから、設計基準事故対処設備と可搬型設備が同時に機能喪失しない。 1回の落雷により影響を受ける範囲は限定されるため、保管場所は2セットを離隔して位置的分散を図っており、影響を受けない。 	<ul style="list-style-type: none"> 落雷によりアクセスルートが影響を受けることはない。 落雷発生中は、屋内に退避し、状況を見て屋外作業を実施する。

5. 保管場所及びアクセスルートに影響を及ぼす外部事象 自然現象の影響評価(3/3)

■ 自然現象の影響評価結果

自然現象	評価結果	
	保管場所	屋外アクセスルート
火山の影響	<ul style="list-style-type: none"> 噴火発生の際には、要員を確保し、原子炉建屋等、保管場所及び可搬型設備の除灰を行うことにより対処が可能であることから、設計基準事故対処設備と可搬型設備が同時に機能喪失しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 噴火発生の際には要員を確保し、アクセスルートの除灰を行うことにより対処が可能である、また、ブルドーザにより最大171分で除灰が可能である。
生物学的事象	<ul style="list-style-type: none"> 設計基準事故対処設備は、浸水防止対策により水密化された建屋内に設置されているため、ネズミ等の齧歯類の侵入による影響を受けない。また、海生生物により、保管場所及び可搬型設備は影響を受けない。したがって、設計基準事故対処設備と可搬型設備が同時に機能喪失しない。 保管場所は位置的に分散されていることから、複数の設備が同時に機能喪失する可能性は小さい。 可搬型設備は、ネズミ等の小動物の侵入により設備の機能に影響がないよう、侵入できるような開口部は侵入防止対策を実施する。 	<ul style="list-style-type: none"> 影響なし。
森林火災	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋等と保管場所は防火帯の内側であるため、森林火災による熱影響により設計基準事故対処設備と可搬型設備は同時に機能喪失しない。 万一、防火帯の内側に小規模な火災が延焼したとしても、自衛消防隊が保管場所周辺の消火活動を行うことにより対処が可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> アクセスルートは防火帯の内側であり、アクセス性に支障はない。また、輻射強度を考慮しても作業が可能であることを確認している。 万一、小規模な火災が発生したとしても、自衛消防隊がアクセスルート周辺の消火活動を行うことにより対処が可能である。

5. 保管場所及びアクセスルートに影響を及ぼす外部事象 人為事象の影響評価

■ 人為事象の影響評価結果

- 人為事象について評価した結果、保管場所とアクセスルートに大きな影響を及ぼす可能性はないことを確認した。

人為事象	評価結果
ダムの崩壊	敷地周辺に発生要因がない又は立地的要因により影響を受けることはない。
爆発	
石油コンビナート施設の火災	
船舶の衝突	取水口外側にカーテンウォールが設置されており、保管場所及びアクセスルートに直接衝突されるおそれがない。
電磁的障害	可搬型設備は機能を失わないよう設計することから直接の影響はない。
飛来物(航空機落下)	可搬型重大事故等対処設備の位置的分散や、複数のアクセスルートにより影響はない。
発電所敷地内に存在する危険物タンクの火災	
航空機墜落による火災	
有毒ガス	防護具装着により、通行に影響はない。

6. 保管場所の評価

保管場所への影響評価

- 地震による保管場所への被害要因・被害事象を以下のとおり想定し、設定した保管場所が影響を受けないことを確認する。

自然現象	保管場所に影響を与えるおそれのある被害要因	保管場所で懸念される被害事象
地震	① 周辺構造物の損壊(建屋, 鉄塔, 構築物)	・損壊物による可搬型設備の損壊, 通路閉塞
	② 周辺タンクの損壊	・火災, 溢水による可搬型設備の損壊, 通行不能
	③ 周辺斜面の崩壊	・土砂流入による可搬型設備の損壊, 通行不能
	④ 敷地下斜面のすべり	・保管場所のすべりによる可搬型設備の損壊, 通行不能
	⑤ 液状化及び揺すり込みによる不等沈下 ・傾斜, 液状化による側方流動	・不等沈下による可搬型設備の損壊・通行不能
	⑥ 液状化による地下構造物の浮き上がり	・浮き上がった構造物による可搬型設備の損壊・通行不能
	⑦ 地盤支持力の不足	・可搬型設備の転倒, 通行不能
	⑧ 地下構造物の損壊	・陥没による可搬型設備の損壊, 通行不能

6. 保管場所の評価

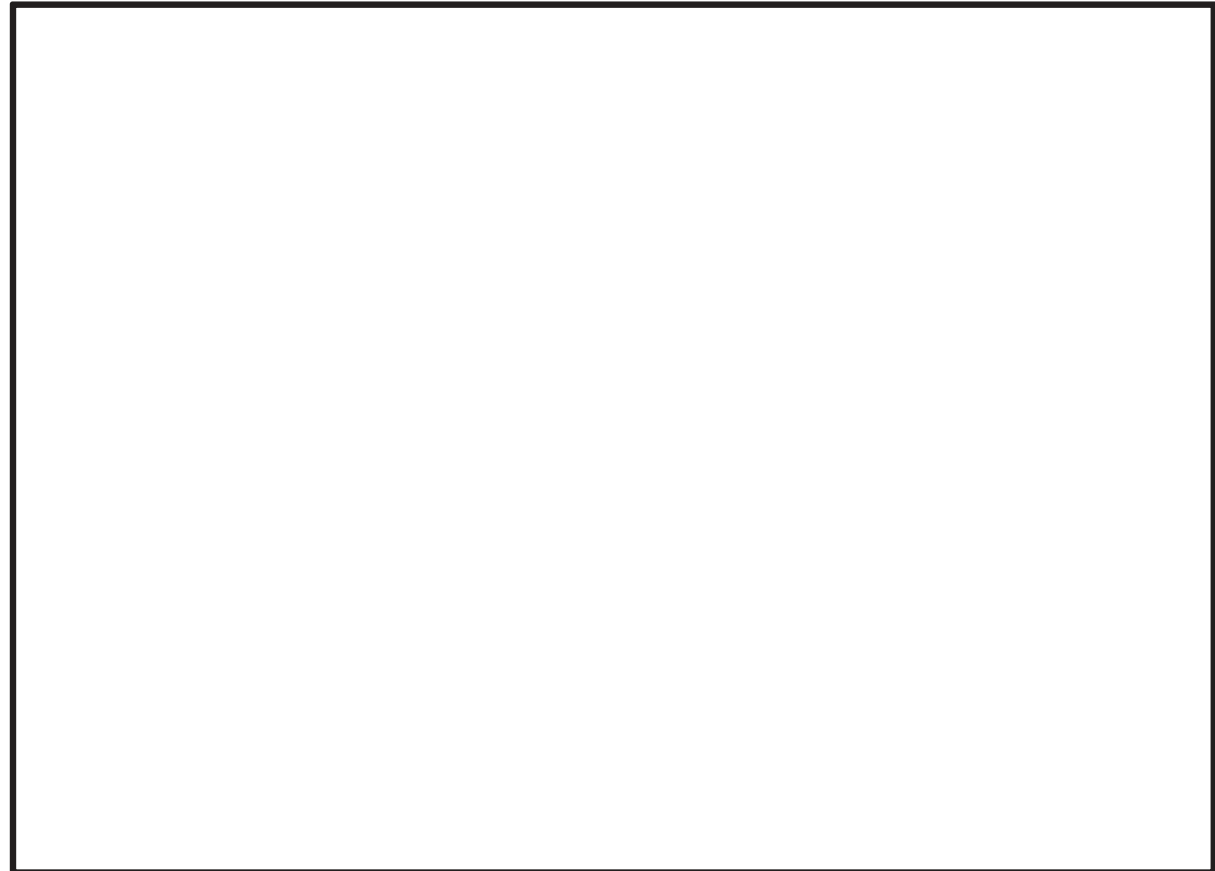
①周辺構造物の損壊(建屋, 鉄塔, 構築物), ②周辺タンクの損壊

■評価方針

- 周辺構造物の損壊に対する影響評価について、保管場所周辺の建屋, 鉄塔, 構築物を対象に、耐震Sクラス及び基準地震動 S_s により倒壊に至らないことを確認している構造物は、各保管場所へ影響を及ぼさないと評価する。
- 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損壊影響範囲に含まれるか否かを評価する。
- また、周辺タンクの損壊による地震随伴溢水や地震随伴火災、薬品漏えい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。

■評価結果

- 保管場所の周辺構造物は、基準地震動 S_s で倒壊しないように設計又は評価により倒壊しないことを確認、若しくは損壊した場合においても影響範囲外であることから損壊に伴う影響はないことを確認した。
- また、周辺タンクの損壊により第3保管エリアが溢水の影響を受けるが、可搬型設備は機能喪失しないため、影響はない。
- よって、周辺構造物の損壊及び周辺タンクの損壊による影響はない。



保管場所の周辺構造物の被害想定状況

6. 保管場所の評価

③周辺斜面の崩壊

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

■評価方針

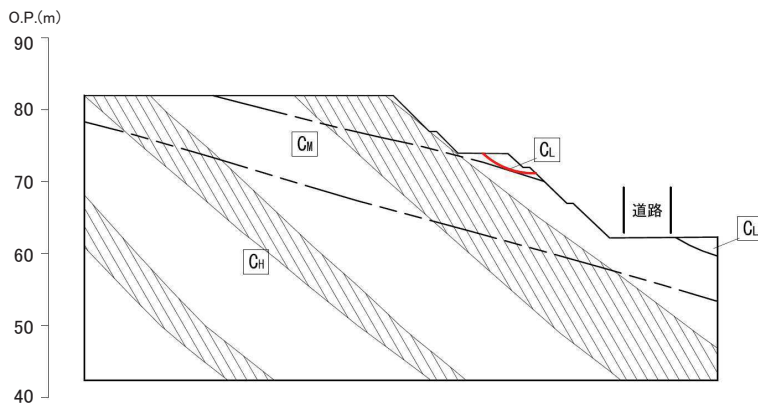
- 評価対象とする斜面はJEAG4601-1987や宅地防災マニュアル等を参考に、岩盤斜面は斜面法尻からの離隔が斜面高さの1.4倍未満、盛土斜面は斜面法尻からの離隔が斜面高さの2倍未満の斜面を抽出のうえ、評価対象断面を選定する。
- 斜面の安定性は、基準地震動Ssに基づく二次元有限要素法解析を行い、算定されるすべり安全率が1.0を上回っていることを確認する。

■評価結果

- 斜面のすべり方向、高さ、勾配を考慮のうえ、第1保管エリア及び第2保管エリアの周辺斜面として斜面Aを、第3保管エリアの周辺斜面として斜面Fを選定した。
- 斜面A、Fの最小すべり安全率は評価基準値の1.0以上であることから、周辺斜面の崩壊による保管場所への影響はないことを確認した。
- 第4保管エリアは斜面法尻から所要の離隔が確保できることから、斜面の崩壊による保管場所への影響はないことを確認した。

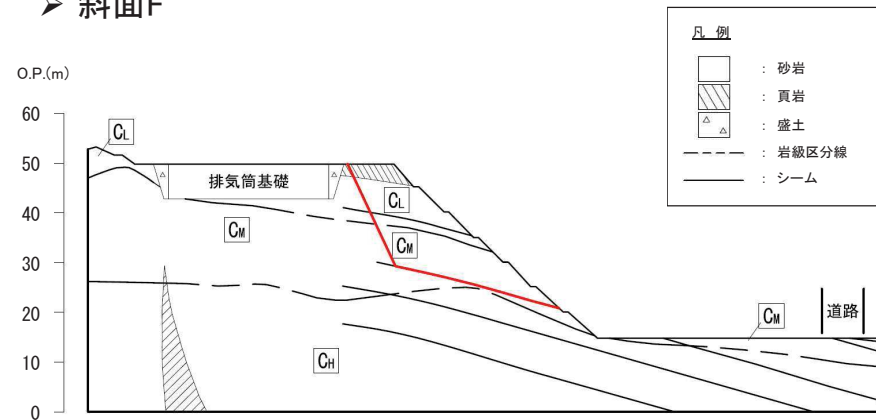
保管場所の周辺斜面

➤ 斜面A



基準地震動Ss	すべり安全率
Ss-D1	6.7
Ss-D2	6.2
Ss-D3	2.7
Ss-F1	8.4
Ss-F2	7.7
Ss-F3	2.2
Ss-N1	7.7

➤ 斜面F



基準地震動Ss	すべり安全率
Ss-D1	2.0
Ss-D2	2.0
Ss-D3	2.2
Ss-F1	2.7
Ss-F2	1.7
Ss-F3	2.2
Ss-N1	1.8

6. 保管場所の評価

④敷地下斜面のすべり

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

■評価方針

- 保管場所について、支持地盤の状況及び斜面法肩から離隔が確保されていることを確認する。
- 十分な離隔が確保されない場合は、基準地震動 S_s に基づく二次元有限要素法解析を行い、算定されるすべり安全率が1.0を上回ることを確認する。

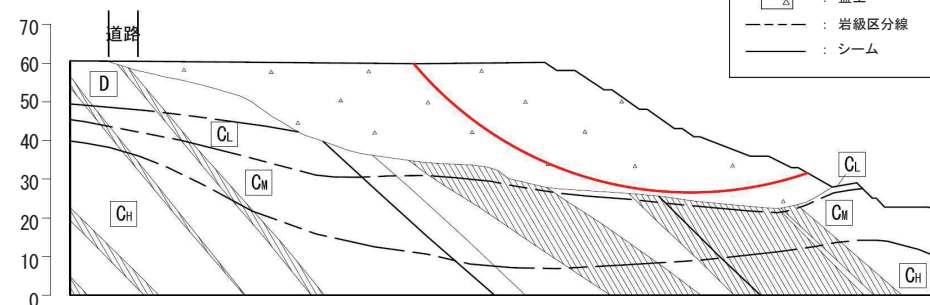
■評価結果

- O.P.+62m盤にある第1, 第2, 第4保管エリアは、いずれも岩盤上に設置され、法肩から斜面高さ以上の離隔を確保していることから、敷地下斜面のすべりによる影響は想定されない。
- 第3保管エリアには敷地下斜面は存在しない。
- また、O.P.+62m盤に配置する保管場所の敷地下斜面に対する評価を補完するため、強度の小さい盛土で構成され、高さが最大となる斜面Bのすべり安全率を二次元有限要素法解析により算定し、すべり安全率が1.0以上であることを確認した。なお、すべり安全率の裕度が小さいことから、地盤のばらつきを考慮した場合についても検討し、すべり安全率が1.0以上であることを確認した。

保管場所の敷地下斜面

➤ 斜面B

O.P.(m)



凡例	
	: 砂岩
	: 頁岩
	: 盛土
	: 岩級区分線
	: シーム

基準地震動 S_s	すべり安全率	
	平均強度	地盤物性のばらつきを考慮
S_s -D1	1.09	1.03
S_s -D2	1.20	1.13
S_s -D3	1.29	1.22
S_s -F1	1.22	1.15
S_s -F2	1.20	1.13
S_s -F3	1.53	1.44
S_s -N1	1.12	1.05

6. 保管場所の評価

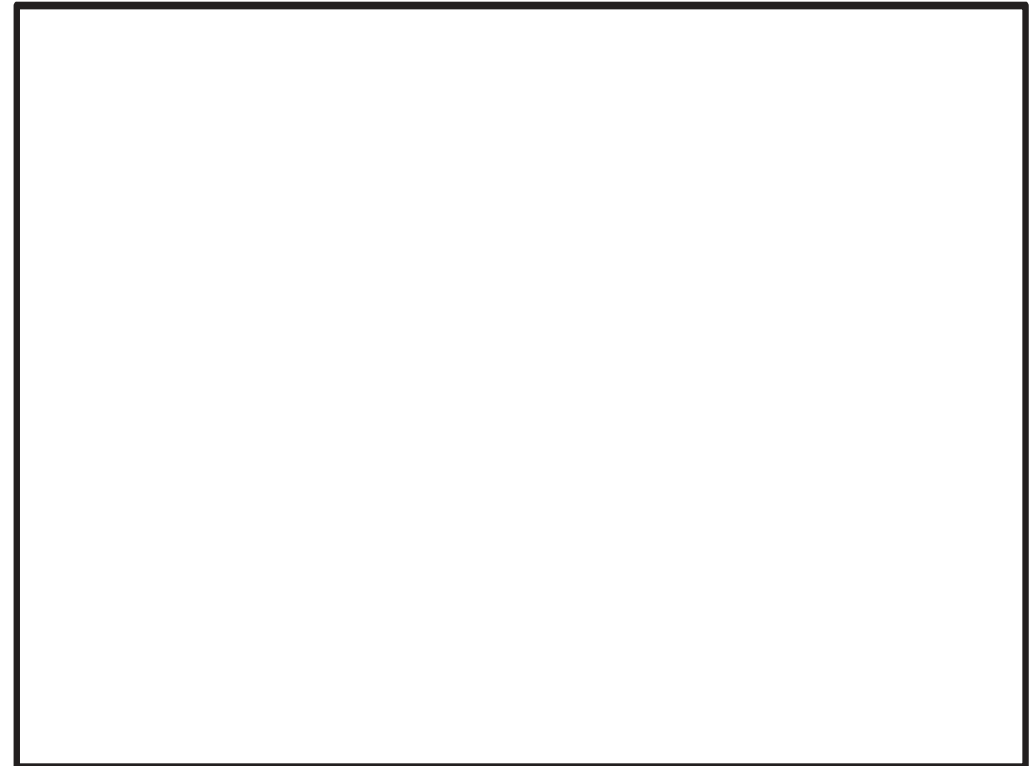
⑤液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜，液状化による側方流動

■評価方針

- 各保管エリアの支持地盤に液状化及び揺すり込みによる不等沈下を考慮する必要がある地盤(盛土, 旧表土)が存在するか確認する。
- 各保管エリアの支持地盤に盛土または旧表土が存在する場合には地下水位以深の盛土及び旧表土が液状化するものとして評価する。

■評価結果

- 第1及び第4保管エリアにおける可搬型設備は岩盤又は置換コンクリート(以下MMRという)の上に保管されること，地下構造物が存在しないことから，液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜，液状化による側方流動の影響はない。
- 第2保管エリアにおける可搬型設備は，岩盤に直接支持され基準地震動 S_s に対して機能維持する地下構造物である淡水貯水槽，岩盤及び淡水貯水槽周囲のセメント改良土の上に保管されることから，液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜，液状化による側方流動の影響はない。
- 第3保管エリアにおける可搬型設備は岩盤又はMMRの上に保管され，保管エリア下部には2号排気筒連絡ダクトがあるが岩盤内に設置されていることから，液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜，液状化による側方流動の影響はない。



保管場所	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
支持地盤	岩盤及び MMR	岩盤 (淡水貯水槽)	岩盤及び MMR	岩盤及び MMR

6. 保管場所の評価

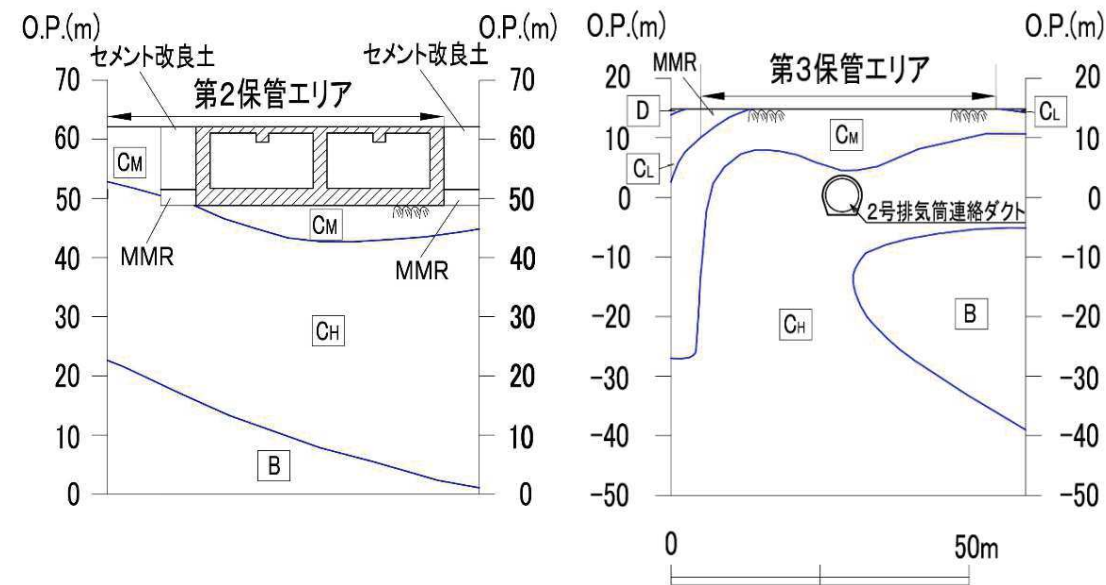
⑥液状化による地下構造物の浮き上がり, ⑧地下構造物の損壊

■評価方針

- 各保管エリアに地下構造物が存在するか確認する。
- 地下構造物が存在する場合には, 地下水位以深の盛土及び旧表土は液状化するものとして地下構造物の浮き上がりについて評価する。
- 地下構造物が存在する場合は, 地震による地下構造物の損壊に対する影響を評価する。

■評価結果

- 第1, 第4保管エリアについては, 地下構造物が存在しないことから浮き上がり及び損壊による影響はない。
- 第2保管エリアについては, 下部に埋設されている淡水貯水槽は岩盤に直接支持され, 周囲はセメント改良土により埋め戻されていることから, 浮き上がりは発生せず影響はない。また, 淡水貯水槽は基準地震動 S_s に対して機能維持する設計としていることから, 損壊による影響はない。
- 第3保管エリア下部には, 2号排気筒連絡ダクトがあるが, 岩盤内に設置されていることから, 浮き上がりは発生せず影響はない。また, 2号排気筒連絡ダクトは基準地震動 S_s に対して機能維持する設計としていることから, 損壊による影響はない。



6. 保管場所の評価

⑦地盤支持力の不足

■評価方針

- 可搬型設備のうち1輪あたりの重量が最も大きい熱交換器ユニットの地震時接地圧が、各保管エリアの評価基準値を下回ることを確認する。
- 地震時接地圧については、基準地震動 S_s に基づく地震応答解析から得られる加速度により算定する。
- 各保管エリアの評価基準値については、地表面の地質状況から設定する。

■評価結果

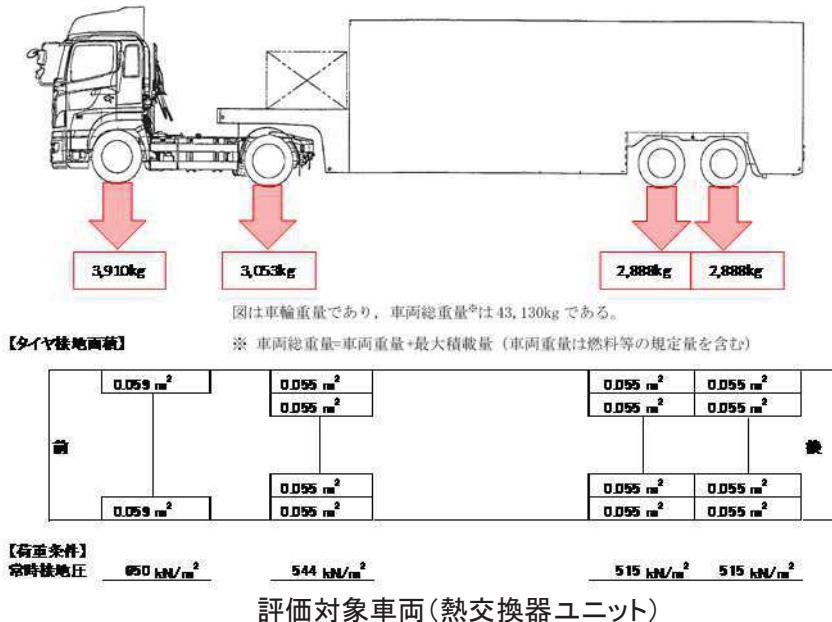
- 第1, 第3, 第4保管エリアの地盤支持力については、地震時接地圧が評価基準値を下回っており、地盤支持力に対する影響はない。
- 第2保管エリアについては、岩盤に直接支持され基準地震動 S_s に対して機能維持する地下構造物である淡水貯水槽上に可搬型設備(車両型)を設置することから、地盤支持力に対する影響はない。

保管場所	支持地盤	地震時接地圧	評価基準値
第1保管エリア	C_M 級以上の岩盤	936 kN/m ²	11,400 kN/m ² *1
	MMR	936 kN/m ²	11,400 kN/m ² *3
第3保管エリア	C_M 級以上の岩盤	962 kN/m ²	13,700 kN/m ² *2
	MMR	1,001 kN/m ²	13,700 kN/m ² *3
第4保管エリア	C_M 級以上の岩盤	988 kN/m ²	11,400 kN/m ² *1
	MMR	988 kN/m ²	11,400 kN/m ² *3

※1 牧の浜部層における C_M 級岩盤の支持力試験結果に基づき評価基準値を設定。

※2 狐崎部層における C_M 級岩盤の支持力試験結果に基づき評価基準値を設定。

※3 MMR下部の C_M 級岩盤の支持力試験結果に基づき評価基準値を設定。



7. 屋外アクセスルートの評価

屋外アクセスルートへの影響評価

- 地震による屋外アクセスルートへの被害要因及び被害事象を以下のとおり想定し、設定した屋外アクセスルートが影響を受けないこと、又は重機による復旧が可能であることを確認する。

自然現象	屋外アクセスルートに影響を与えるおそれのある被害要因	屋外アクセスルートで懸念される被害事象
地震	① 周辺構造物の損壊 (建屋, 鉄塔, 構築物)	・損壊物によるルートの閉塞
	② 周辺タンクの損壊	・損壊に伴う火災, 溢水による通行不能
	③ 周辺斜面の崩壊	・ルートへの土砂流入による通行不能
	④ 敷地下斜面のすべり	・ルートのすべりによる通行不能
	⑤ 液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜, 液状化による側方流動	・ルートの不等沈下による通行不能
	⑥ 液状化による地下構造物の浮き上がり	・ルートの浮き上がった構造物による通行不能
	⑦ 地下構造物の損壊	・陥没による通行不能

7. 屋外アクセスルートの評価

①周辺構造物の損壊(建屋, 鉄塔, 構築物)

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

■評価方針

- 周辺構造物の損壊に対する影響評価について、保管場所と同様に屋外アクセスルート周辺の建屋, 鉄塔, 構築物を対象に、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ている構造物については、アクセスルートへの影響を及ぼさない構造物とする。上記以外の周辺構造物については、基準地震動 S_s により損壊し、屋外アクセスルート上にがれきが発生するものとして屋外アクセスルートへの影響を評価する。構造物の損壊による影響範囲は、構造物が根元からアクセスルート側に倒壊するものとして設定する。
- その結果、屋外アクセスルートにおいて損壊影響範囲内にあり、必要な道路幅(3.7m)*を確保できない区間を抽出する。

* 必要な道路幅3.7mは可搬型重大事故等対処設備において最大車幅(2.5m)となる「熱交換器ユニット」に必要な道路幅に余裕を見た道路幅。

■評価結果

- 周辺構造物の損壊に伴うがれきの発生により、アクセスルートに必要な幅員が確保できない箇所があるが、ブルドーザによる撤去によりアクセス性が確保可能である。
- 他の周辺構造物による影響については耐震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、若しくは迂回又は損壊した場合においても必要な幅員を確保できることから、アクセスルートへの影響はない。
- よって、周辺構造物の損壊によるがれきの影響は受けるものの、アクセス性を確保することが可能であることを確認した。

周辺構造物の損壊によるアクセスルートへの影響

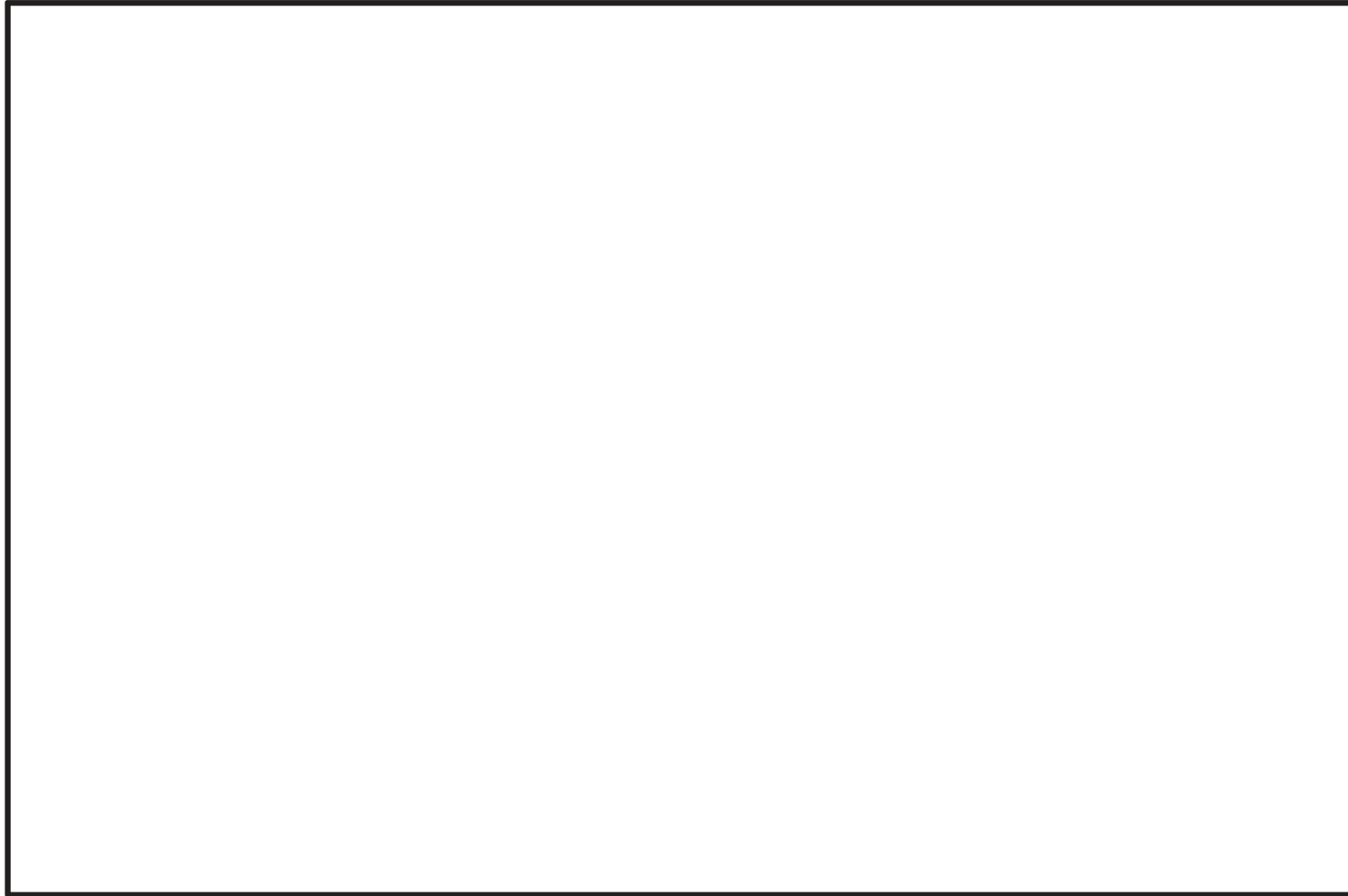
資料番号2-2-3 本文P43 周辺構造物の損壊に対する影響評価

7. 屋外アクセスルートの評価

②周辺タンクの損壊(可燃物施設の損壊及び薬品漏えい(1/3))

■可燃物施設の損壊及び薬品漏えい

- 敷地内の可燃物施設, 薬品関係設備の配置については以下のとおり。



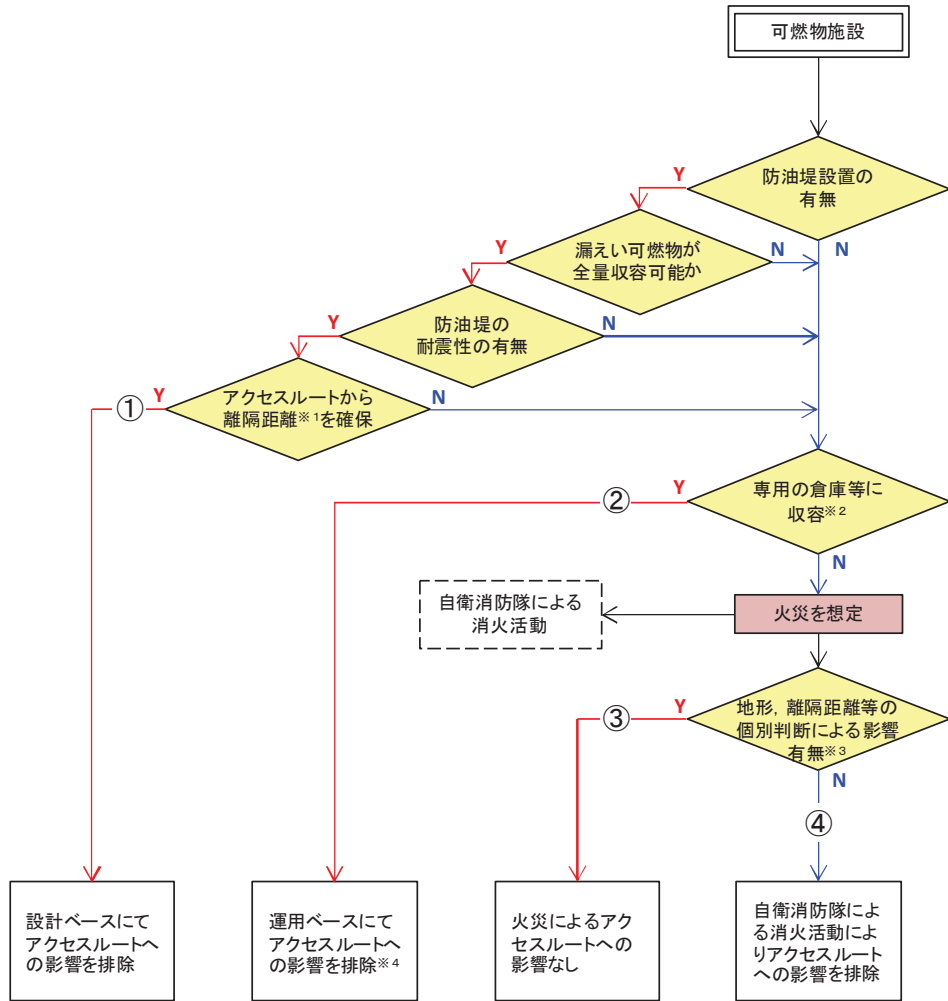
可燃物施設及び薬品関係設備の配置図

7. 屋外アクセスルートの評価

②周辺タンクの損壊(可燃物施設の損壊及び薬品漏えい(2/3))

■評価方針

- 周辺の可燃物施設及び薬品関係設備の損壊時の影響についてフロー図に従って評価する。



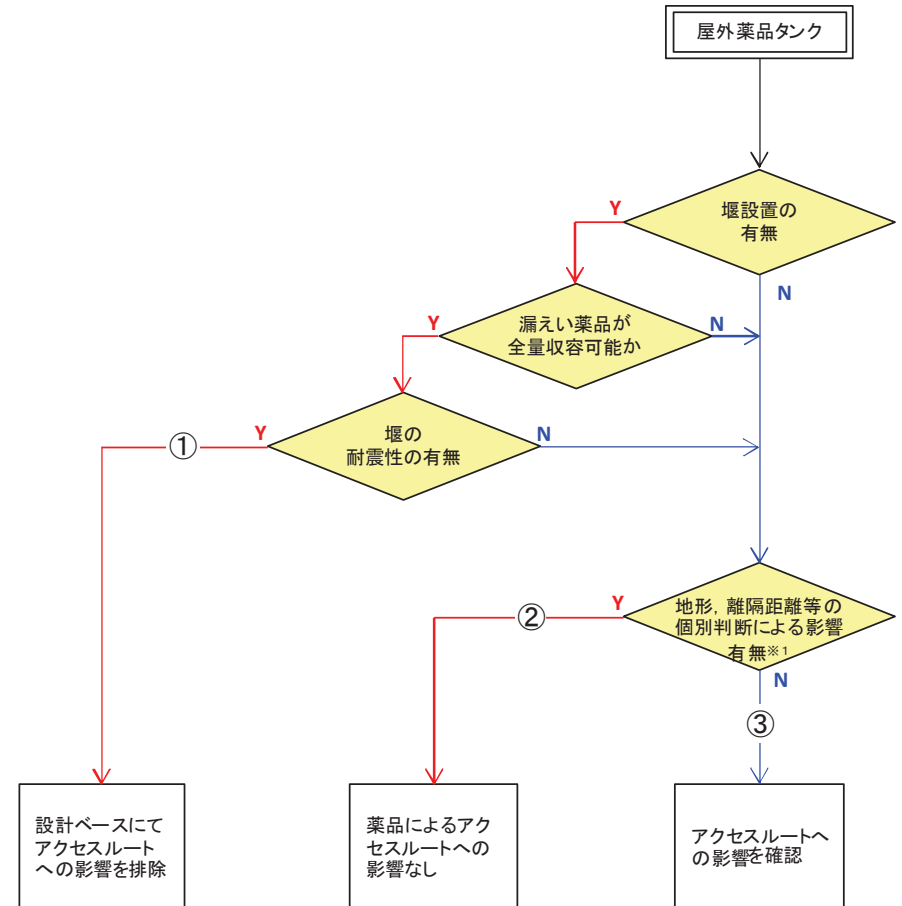
※1 輻射強度が1.6kW/m²以下となる距離により判断。

※2 保管場所はドラム缶等の容器に収納し、固縛による転倒防止措置を行う。

※3 地形(遮蔽物等)、可燃物の量や性質を考慮し、アクセスルートに影響しない離隔距離が確保できるかを個別に判断する。

※4 火災の発生は考えにくいですが、万一火災が発生した場合は自衛消防隊による消火活動を実施する。

可燃物施設の損壊による影響評価フロー



※1 地形(遮蔽物等)、薬品の量や性質を考慮し、アクセスルートへの影響の有無を個別に判断する。

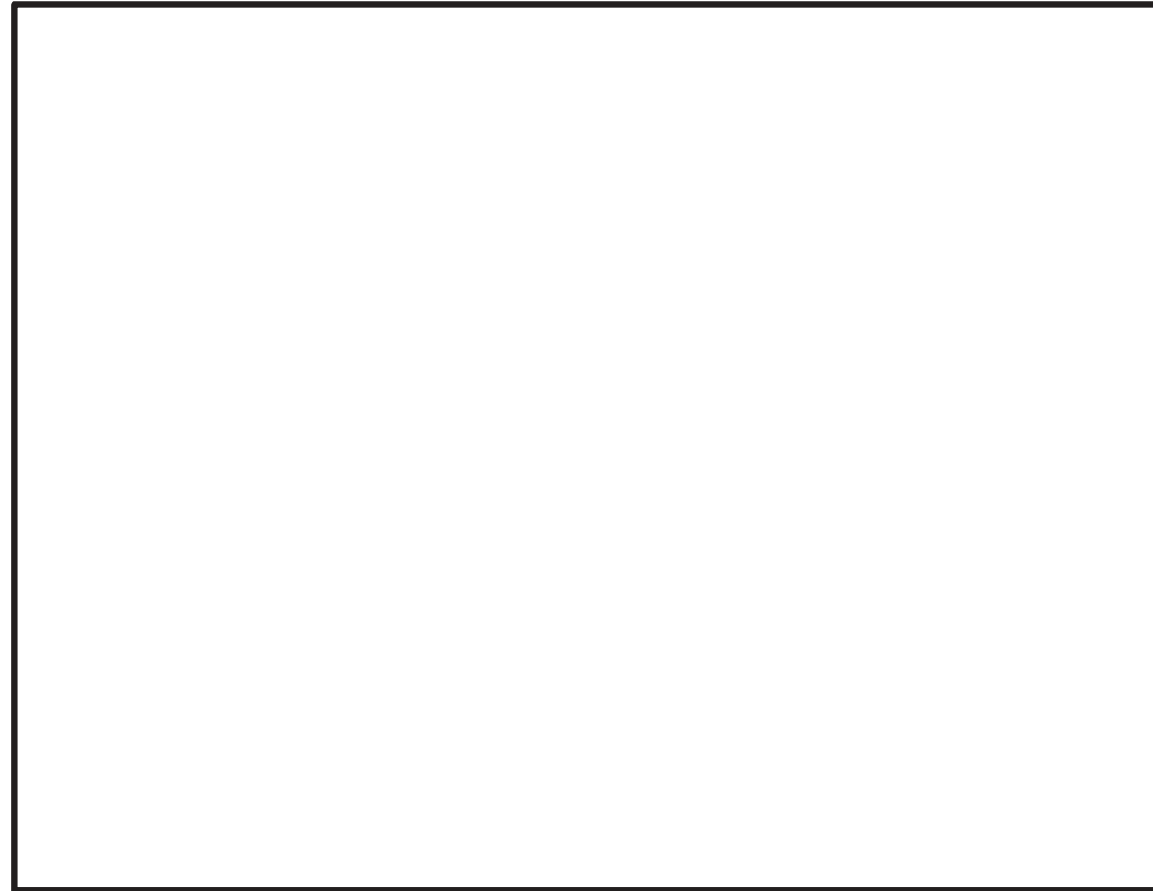
薬品関係設備の損壊による影響評価フロー

7. 屋外アクセスルートの評価

②周辺タンクの損壊(可燃物施設の損壊及び薬品漏えい(3/3))

■評価結果

- 火災想定施設の火災発生時における放射熱強度を確認した結果、必要な離隔距離を確保できていることからアクセスルートに影響を与えないことを確認した。
- 薬品関係設備より薬品が漏えいした場合においても、薬品関係設備の周辺は土、砂利及び側溝で囲まれており、漏えいした薬品は土中への浸透及び側溝へ流入することからアクセスルートへ流出しないことを確認した。
- 万一、薬品がアクセスルートへ漏えいした場合においても作業ができるよう、防護用の服、手袋、長靴、全面マスクを配備する。



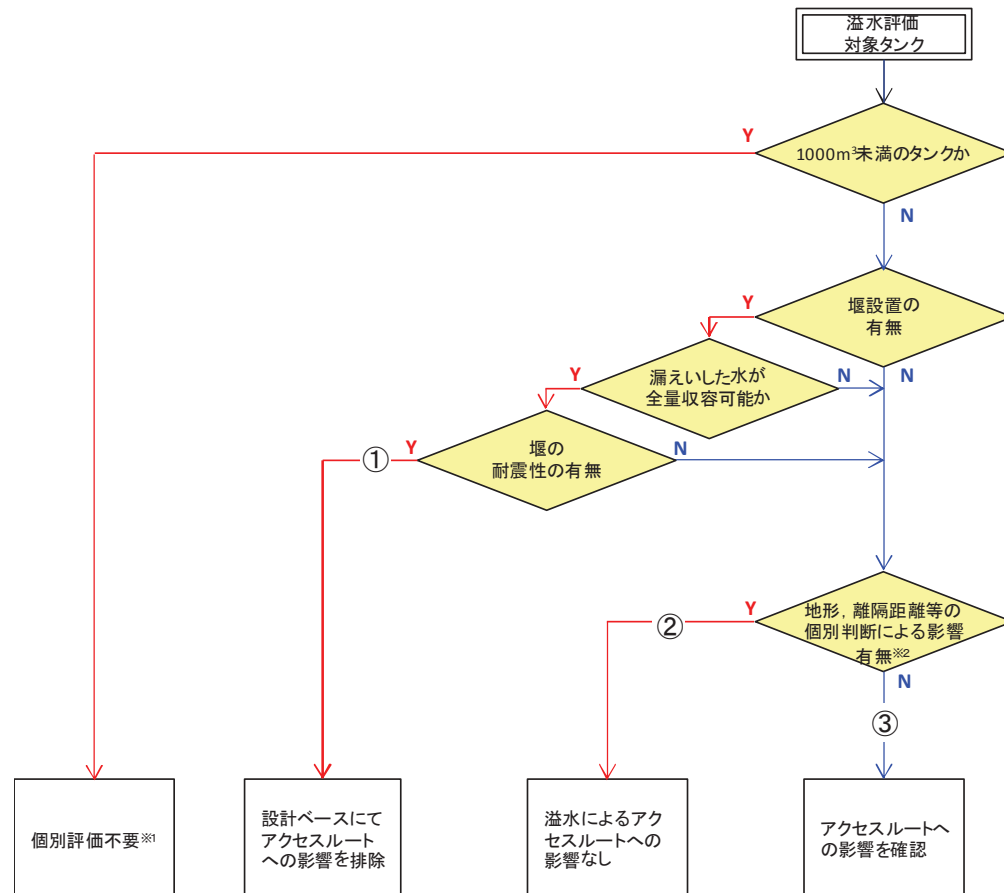
火災想定施設の火災発生時における放射熱強度

7. 屋外アクセスルートの評価

②周辺タンクの損壊(溢水評価タンクの損壊(1/2))

■評価方針

- 溢水評価対象タンクの損壊によるアクセスルートへの影響についてフロー図に従って評価する。
- また、地震起因による複数同時破損を想定した溢水量で敷地全体の浸水深についても評価する。評価の条件としては実際の運用容量は使用せず、タンク類の公称容量で評価を実施する。敷地内に広がった溢水は雨水排水路からの流出や、地盤への浸透は考慮せず、タンクから漏れ出した溢水は敷地全体に均一に広がるものとする。さらに地形等の影響は考慮せず、すべての溢水源(屋外タンク類)容量が、建屋設置レベルであるO.P.+14.8mに流れ込んだものとして評価する。



※1 全ての溢水源による敷地浸水深評価を実施。

※2 地形(遮蔽物等)、溢水の量や性質を考慮し、アクセスルートへの影響の有無を個別に判断する。

溢水評価対象タンクの損壊による影響評価フロー

資料番号2-2-3 本文P66

溢水評価タンクの損壊に対する影響評価

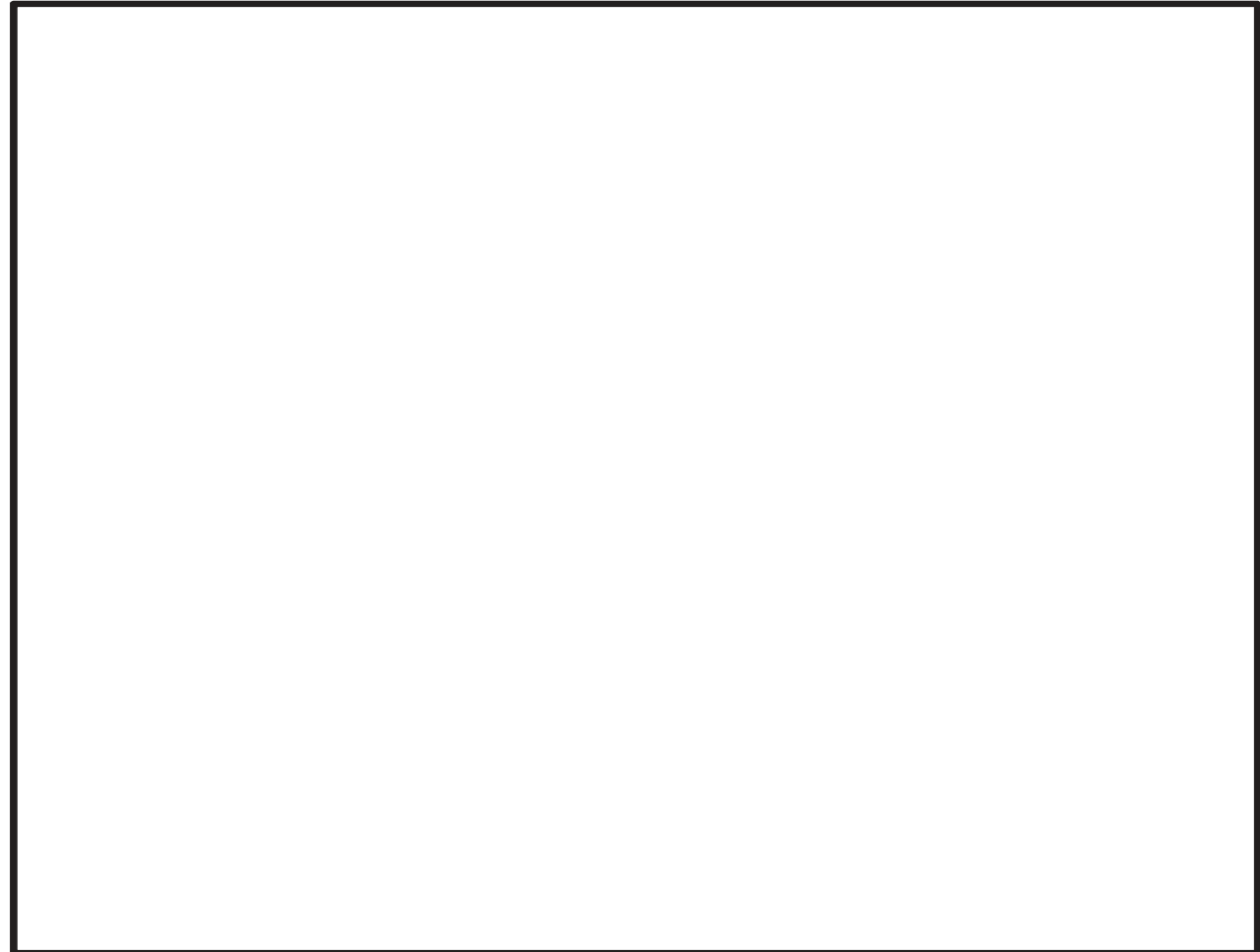
7. 屋外アクセスルートの評価

②周辺タンクの損壊(溢水評価タンクの損壊(2/2))

■評価結果

- アクセスルート近傍にあり、溢水源の可能性のあるタンクについて評価を実施した結果、周辺の空地が平坦かつ広大であり、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。
- 仮に地震起因による複数同時破損を想定した溢水量で敷地全体(O.P.+14.8m)に浸水した場合であっても、可搬型設備の走行可能水位以下であることを確認した。

敷地浸水深 (m)	走行可能水位 (m)
0.16	0.20



溢水評価タンクの配置

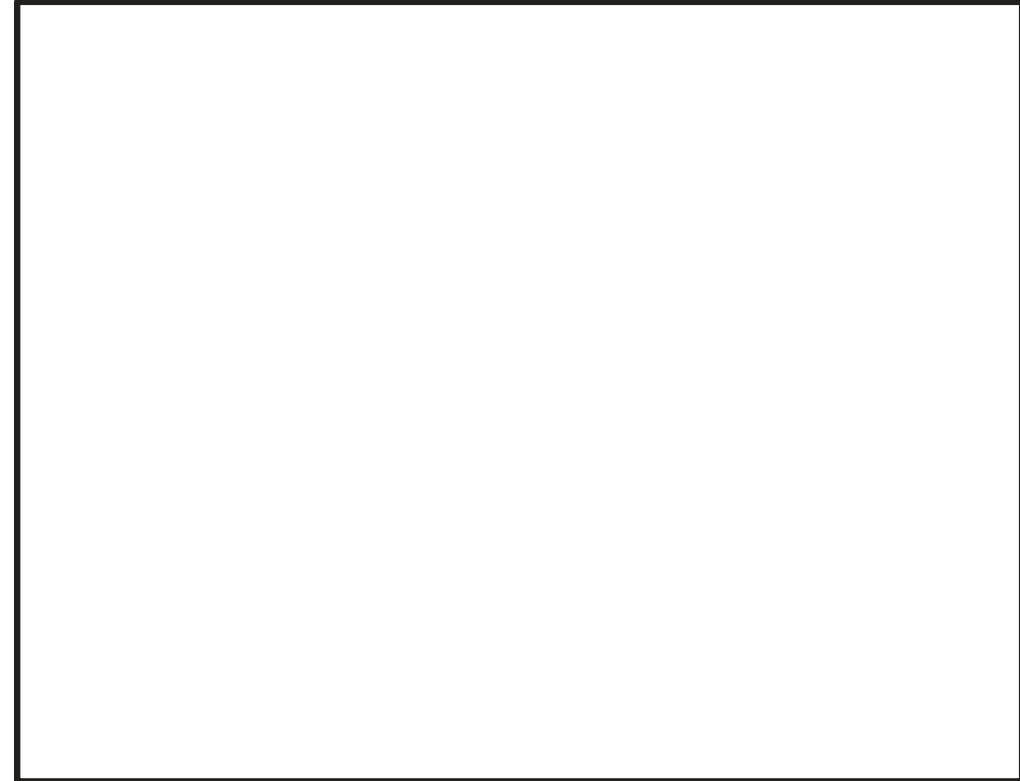
7. 屋外アクセスルートの評価

③周辺斜面の崩壊(1/2)

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

■評価方針

- 評価対象とする斜面は、JEAG4601-1987や宅地防災マニュアル等を参考に、岩盤斜面は斜面法尻からの離隔が斜面高さの1.4倍未満、盛土斜面は斜面法尻からの離隔が斜面高さの2倍未満の斜面を抽出のうえ、評価対象断面を選定する。
- 斜面の安定性は、アクセスルートと保管場所の周辺斜面を兼ねる場合は二次元有限要素法解析を、アクセスルートのみ周辺の斜面である場合は静的震度を用いた分割法により基準地震動 S_s に基づく評価を行い、算定されるすべり安全率が1.0を上回っていることを確認する。
- 静的震度を用いた分割法による評価の結果、裕度が小さい(すべり安全率1.5未満を目安)場合、二次元有限要素法による評価にて、より精緻に確認する。



アクセスルートの周辺斜面

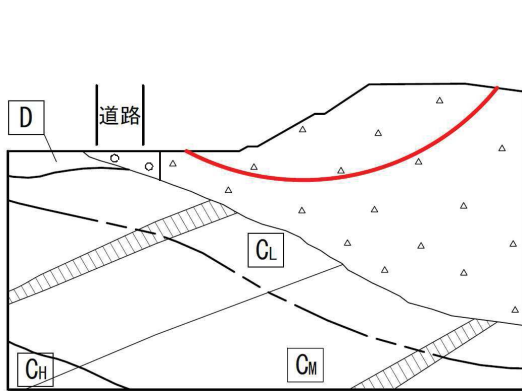
7. 屋外アクセスルートの評価

③周辺斜面の崩壊(2/2)

■評価結果

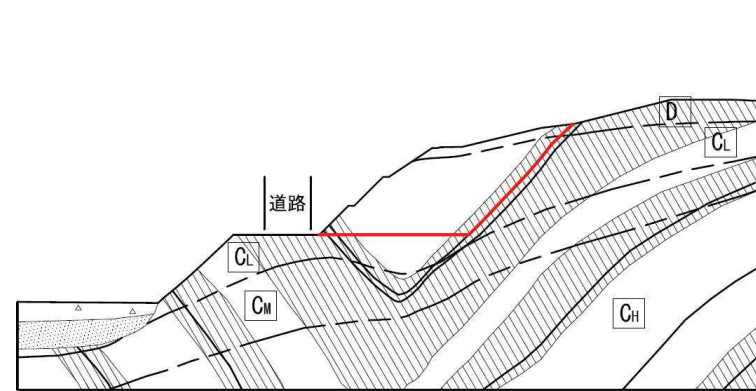
- アクセスルートの周辺斜面として、すべり方向、高さ、勾配等を考慮し、斜面A～Gを選定した。
- 二次元有限要素法解析による評価を実施した斜面A, B, Fの評価結果は17, 18ページのとおりであり、最小すべり安全率は評価基準値の1.0以上であることから、周辺斜面の崩壊によるアクセスルートへの影響はない。
- なお、斜面Bはすべり安全率の裕度が小さいことから、地盤のばらつきを考慮してもすべり安全率が1.0以上であること、斜面の崩壊を仮定した場合でも崩壊土砂がアクセスルートに影響を与えないことを確認した。
- 静的震度を用いた分割法※による評価を実施した斜面C, Gについて、最小すべり安全率は評価基準値の1.0以上であることから、周辺斜面の崩壊によるアクセスルートへの影響はない。
- なお、斜面Cはすべり安全率の裕度が小さいことから、二次元有限要素法解析による評価も実施し、すべり安全率が1.0以上であることを確認した。
- 斜面D, Eについては、斜面崩壊による影響範囲を考慮し、時間評価に反映する。

➤ 斜面C※



基準地 震動Ss	すべり安全率	
	静的震度 を用いた 分割法	二次元有 限要素法 解析
Ss-D1	1.2	1.3
Ss-D2	1.3	1.4
Ss-D3	1.3	1.3
Ss-F1	1.3	1.4
Ss-F2	1.3	1.4
Ss-F3	1.4	1.6
Ss-N1	1.09	1.3

➤ 斜面G



基準地 震動Ss	すべり 安全率
Ss-D1	1.6
Ss-D2	1.5
Ss-D3	1.8
Ss-F1	1.9
Ss-F2	1.9
Ss-F3	1.8
Ss-N1	1.7

凡例	
	: 砂岩
	: 頁岩
	: 盛土
	: セメント改良土
	: 岩級区分線
	: シーム

※サイト固有の論点として第523回審査会合(H29年10月26日)にて提示した項目への対応

- 二次元有限要素法により算出したすべり安全率比較により、手法の妥当性を確認した。
- すべり安全率の裕度が小さい斜面Cについて、より精緻な二次元有限要素法解析による評価で安全性を確認した。

7. 屋外アクセスルートの評価

④敷地下斜面のすべり

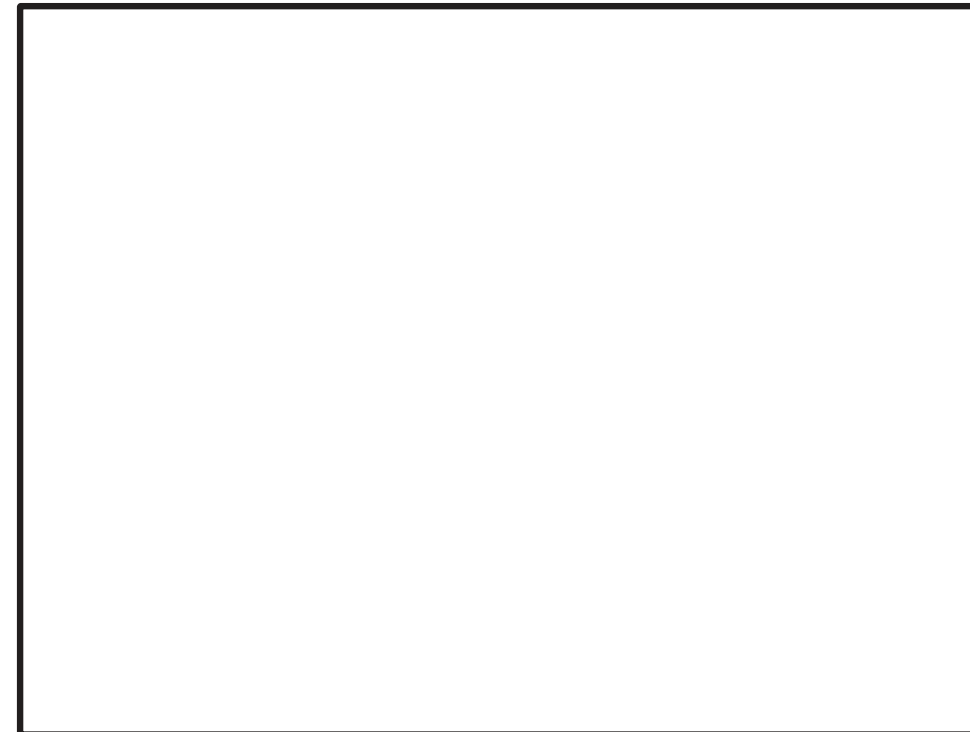
枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

■評価方針

- アクセスルートの敷地下斜面を網羅的に抽出のうえ、評価対象とする斜面を選定する。
- 斜面の安定性は、基準地震動 S_s に基づく二次元有限要素法解析を行い、算定されるすべり安全率が1.0を上回っていることを確認する。

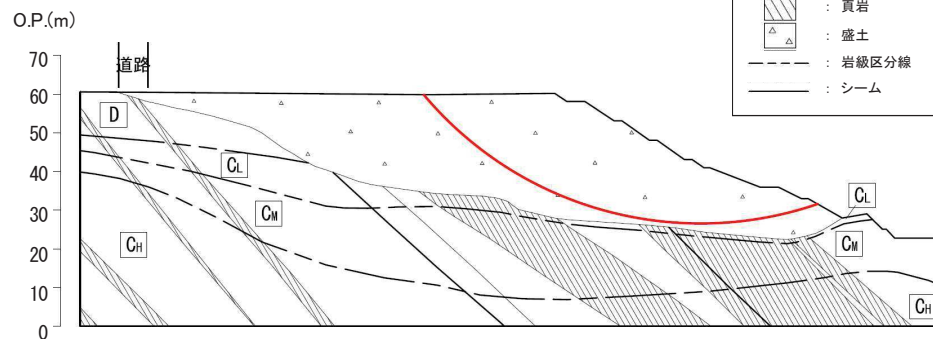
■評価結果

- アクセスルートの敷地下斜面の代表として、強度の小さい盛土で構成され、高さが最大となる斜面Bを選定した。
- 最小すべり安全率は評価基準値の1.0以上であり、アクセスルートはすべり線から十分な離隔を有することから、敷地下斜面の崩壊によるアクセスルートへの影響はない。
- なお、地盤物性のばらつきを考慮した場合でも、すべり安全率は1.0以上であることを確認した。



アクセスルートの敷地下斜面

➤ 斜面B



基準地震動 S_s	すべり安全率	
	平均強度	地盤物性のばらつきを考慮
S_s -D1	1.09	1.03
S_s -D2	1.20	1.13
S_s -D3	1.29	1.22
S_s -F1	1.22	1.15
S_s -F2	1.20	1.13
S_s -F3	1.53	1.44
S_s -N1	1.12	1.05

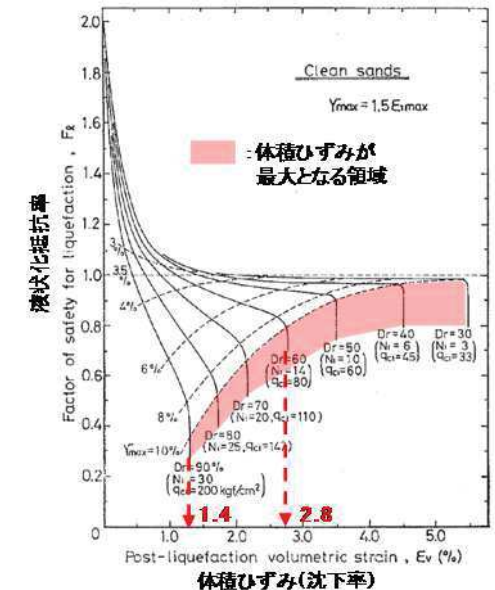
7. 屋外アクセスルートの評価

⑤液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜，液状化による側方流動(1/2)

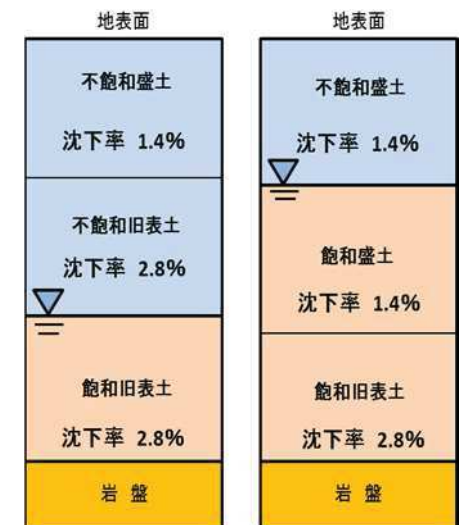
■評価方針

- 地下構造物と埋戻部との境界部については，段差発生の可能性があるアクセスルート上の地下構造物(52箇所)を抽出し評価を実施する。
- 地山と埋戻部との境界部については，地山を垂直に掘削している箇所(10箇所)及び地山に勾配を設けて掘削している箇所(14箇所)を抽出し評価を実施する。
- 段差発生想定箇所は地下水位以浅の不飽和地盤と地下水位以深の飽和地盤を区別して評価する。また，沈下を想定する地盤は盛土と旧表土の2種類とする。
- 地下水位以深の飽和地盤は液状化するものとして評価する。飽和地盤の沈下率は，体積ひずみと液状化抵抗率の関係から算出し盛土は1.4%，旧表土は2.8%とする。
- 地下水位以浅の不飽和地盤は，揺すり込み沈下が発生するものとして評価する。不飽和地盤の沈下率は，海野ら*の知見を援用し，安全側に飽和土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盛土は1.4%，旧表土は2.8%とする。
- 海岸付近のアクセスルートは有効応力解析により過剰間隙水圧の上昇に伴う地盤の剛性低下を考慮した変状について検討する。
- 通行に支障がある段差及び傾斜の評価基準値は，車両が通行可能な許容段差量15cm及び車両が登坂可能な勾配である16%とする。

* 海野ら：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(平成18年 土木学会論文集C Vol.62)



※ 相対密度は盛土90%，旧表土60%とする
体積ひずみと液状化抵抗率の関係



沈下率設定図

7. 屋外アクセスルートの評価

⑤液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜，液状化による側方流動(2/2)

■評価結果

- 地下構造物と埋戻部との境界部において，評価基準値15cm以上の段差発生が予想される箇所は16箇所であった。
- 地山を垂直に掘削した箇所において，評価基準値15cm以上の段差発生が予想される箇所は2箇所であった。
- 地山を勾配を設けて掘削した箇所において，想定される傾斜は最大4.7%であり，評価基準値16%以下となっているため車両の通行に影響はない。
- 通行に支障のある段差(許容段差量15cm以上)の発生が予想される箇所については，補強材敷設による事前の段差緩和対策，もしくは段差発生後の重機による段差解消作業により車両の通行性を確保する。
- 液状化による側方流動の評価結果は追而とする。



地下構造物と埋戻部との境界部段差の評価結果

地山を垂直に掘削した箇所の評価結果

地山に勾配を設けて掘削した箇所の評価結果

※ 重機による段差解消作業箇所は段差の形状(影響範囲)や対策工法の特長等を考慮して決定した。

7. 屋外アクセスルートの評価

⑥液状化による地下構造物の浮き上がり, ⑦地下構造物の損壊

(1) 液状化による地下構造物の浮き上がり

■評価方針

- トンネル標準示方書に基づき評価し, 評価照査値が評価基準値(1.0)を上回らないことを確認する。
- 浮き上がりの評価対象は, アクセスルート上の地下構造物(52箇所)のうち, 構造物下端面よりも地下水位が高い地下構造物及び岩盤内部に構築されていない地下構造物とする。

■評価結果

- 全ての評価対象箇所(21箇所)において評価照査値が評価基準値1.0を上回らないことから, 車両の通行に支障となる地下構造物の浮き上がりは生じないことを確認した。

※ 防潮堤直下の地盤改良に伴う地下水位の影響については三次元浸透流解析を実施して検証することとしており, 今回設定した地下水位が変更となる可能性がある。地下水位が変更となった場合は再評価を実施する。

(2) 地下構造物の損壊

■評価方針

- 地下構造物の損壊による道路面への影響については, アクセスルート上の地下構造物(52箇所)のうち, 基準地震動 S_s に対して機能維持する設計がされていない地下構造物等を評価対象とする。

■評価結果

- 22箇所の地下構造物の損壊を仮定することとし, H形鋼敷設による事前の対策を講じるか, 段差発生後に重機による段差解消作業を実施することにより車両の通行性を確保する。



地下構造物の浮き上がり評価対象箇所



地下構造物損壊による段差発生想定箇所

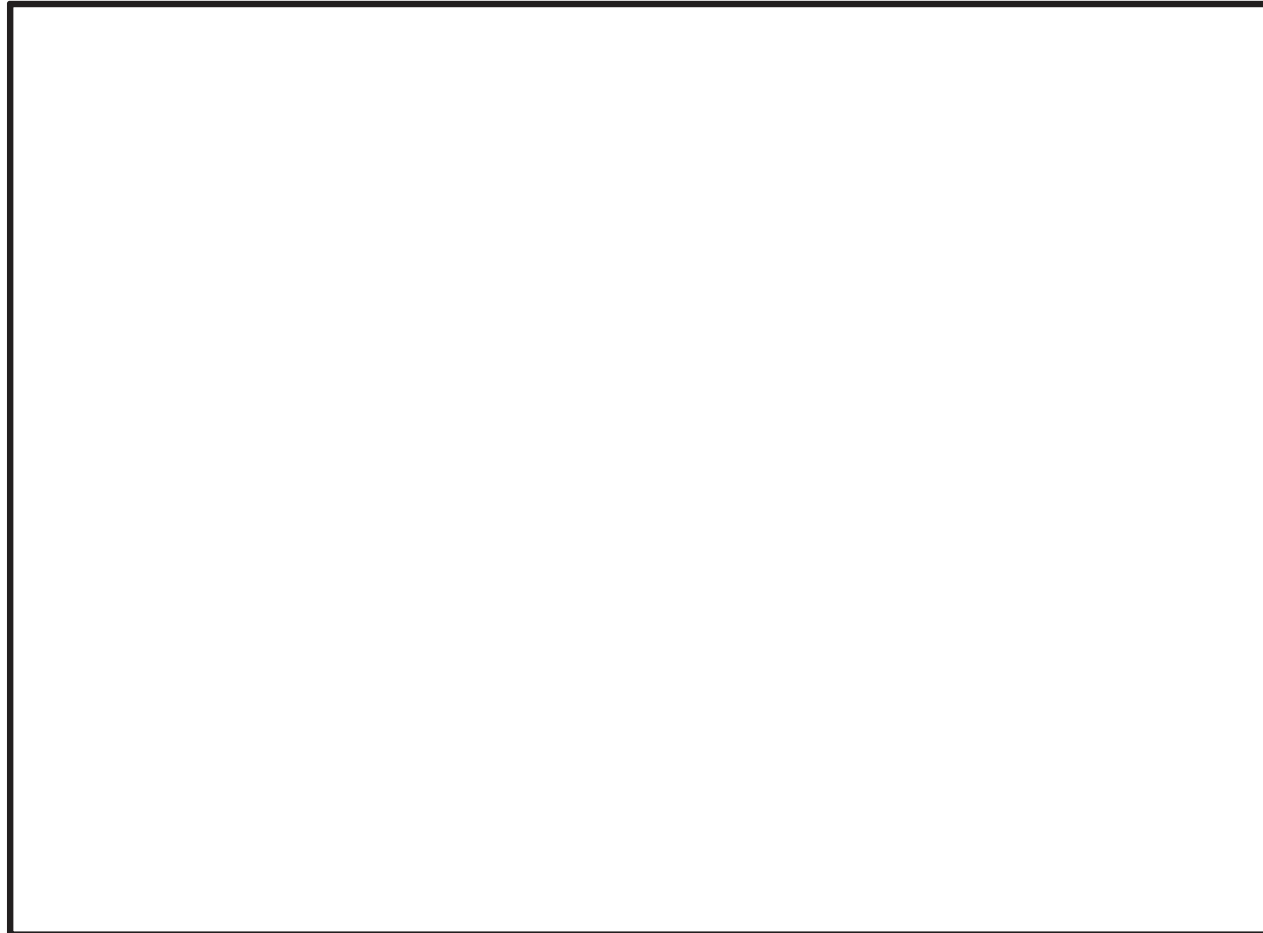
※ 重機による段差解消作業箇所は段差の形状(影響範囲)や対策工法の特長等を考慮して決定した。

7. 屋外アクセスルートの評価

仮復旧時間の評価(1/4)

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

- 地震時における屋外アクセスルートの影響を評価した結果、以下のとおり仮復旧が必要な区間を抽出した。
- アクセスルートのうち、構造物の損壊や段差発生により通行性を確保できない可能性がある区間については、仮復旧を実施し、その作業に要する時間の評価を行う。



7. 屋外アクセスルートの評価

仮復旧時間の評価(2/4)

- 周辺構造物がれきの仮復旧方法

アクセスルート上に周辺構造物のがれきが発生し、必要な幅員が確保できない箇所については、ブルドーザを用いてがれきを道路脇に撤去することにより、対象車両が通行可能な道路として仮復旧する。

- 不等沈下及び地下構造物損壊による段差の仮復旧方法

不等沈下及び地下構造物損壊による段差が発生し、必要な幅員が確保できない箇所については、ブルドーザを用いて碎石運搬・埋戻し・転圧を行うことにより段差を解消し、対象車両が通行可能な道路として仮復旧する。

- 仮復旧時間評価の条件

周辺構造物がれきの仮復旧及び段差の仮復旧に要する作業時間は実証試験結果により以下のとおり設定する。

- 重機操作人員は、要員待機場所である事務本館からブルドーザの保管場所へ向かい、ブルドーザを操作しアクセスルート上のがれき撤去、段差解消作業を実施。
- ブルドーザによるがれき撤去速度: 2.0km/h
- ブルドーザによる段差解消作業量: 53m³/h

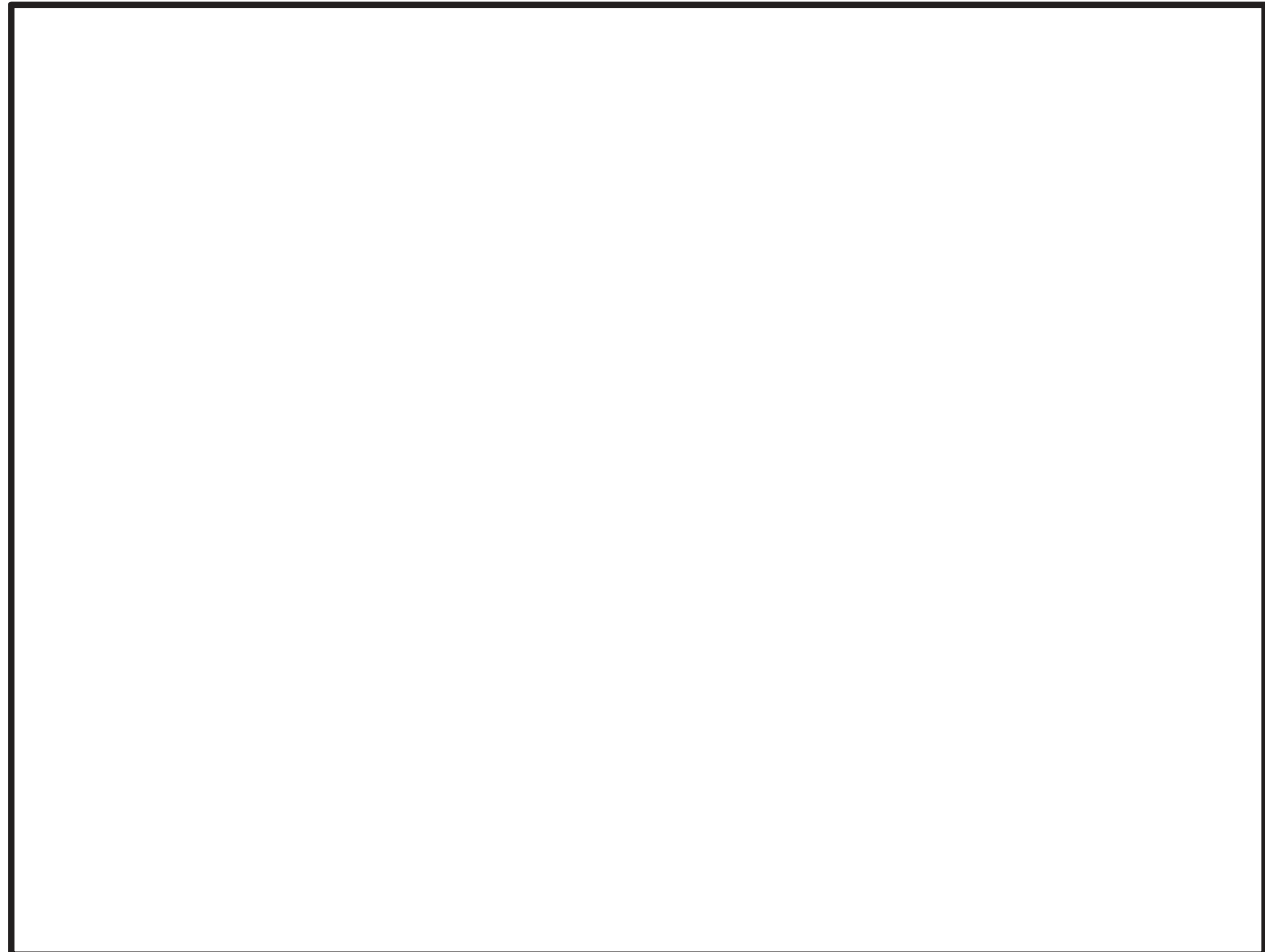
7. 屋外アクセスルートの評価

仮復旧時間の評価(3/4)

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

■ルート1の仮復旧時間評価結果

区間	距離 [約m]	評価項目	所要時間 [分]	累積時間 [分]
—	—	状況確認・準備	15	15
—	—	ルート確認・判断	40	55
①→②	—	徒歩移動	15	70
②→③	1180	重機移動	8	78
—	—	段差解消	70	148



7. 屋外アクセスルートの評価

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

仮復旧時間の評価(4/4)

■ルート2の仮復旧時間評価結果

区間	距離 [約m]	評価項目	所要時間 [分]	累積時間 [分]
—	—	状況確認・準備	15	15
—	—	ルート確認・判断	40	55
①→②	—	徒歩移動	15	70
②→③	450	重機移動	3	73
③→④	30	がれき撤去	10	83

7. 屋外アクセスルートの評価 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、屋内作業について制限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する。
- なお、屋外アクセスルートの復旧はルート1は148分(2時間28分)、ルート2は83分(1時間23分)で保管エリアから重大事故等対処設備設置場所へのアクセスルートの仮復旧が可能であることから、復旧時間の長いルート1の2時間28分を4時間として評価する。
- 評価した結果、屋外アクセスルートの復旧時間を考慮しても有効性評価の可搬型設備を用いた作業が成立することを確認した。

作業名	アクセスルート 復旧時間※1 ①	その他考慮 すべき時間 ②	有効性評価上の 作業時間 ③	制限時間※2	評価結果 ①+②+③
代替注水等確保	4時間	—	6時間	約18時間	○ (10時間)
原子炉補機代替冷却水系 準備操作		6時間※3	9時間	約24時間	○ (19時間)
燃料補給準備(大容量送水 ポンプ(タイプI)へ給油)		—	2時間20分	約18時間	○ (6時間20分)
燃料補給準備(原子炉補機 代替冷却水系※4へ給油)				約24時間	○ (6時間20分)

※1 ルート2の場合は、本評価時間よりも短時間で復旧が可能。

※2 重要事故シーケンス毎に制限時間が異なる場合には、最短の制限時間を記載。

※3 代替注水等確保からの継続作業を考慮した時間を記載。

※4 原子炉補機代替冷却水系:熱交換器ユニット, 大容量送水ポンプ(タイプI)

資料番号2-2-3 本文P100 屋外作業の成立性

9. 発電所構外からの重大事故等対策要員参集

発電所構外からの重大事故等対策要員参集(1/2)

(1) 体制拡大に必要な参集要員数

資料番号2-2-3 参考資料(11) 発電所構外からの要員参集について

a. 初動対応に必要な要員について

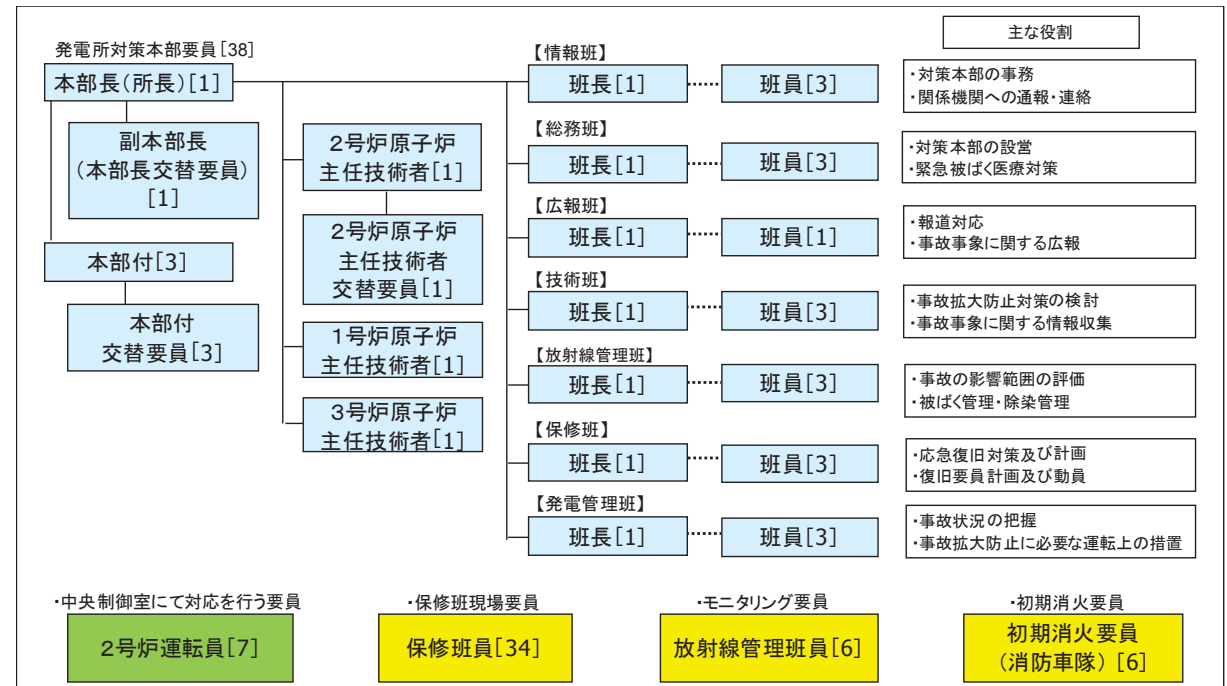
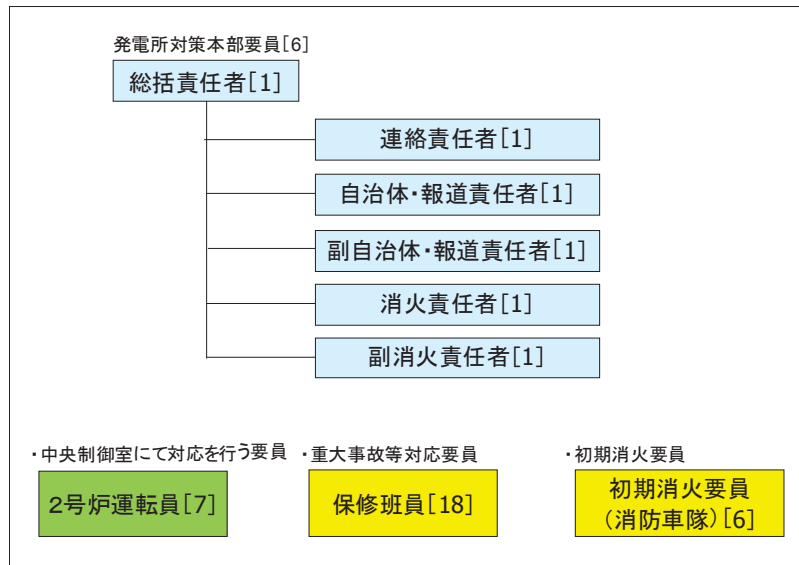
重大事故等が発生した場合、初動対応を行うため、37名が発電所に常駐している。

b. 参集要員について

上記に人員に加えて、事象発生後12時間を目安に参集要員として54名以上を召集し、体制拡大を図る。

c. 発電所対策本部要員について

発電所対策本部要員は、a項の常駐要員として6名を配置している。重大事故等が発生した場合は、発電所外にいる重大事故等対策要員を速やかに召集し、要員召集後の最終的な本部体制として38名以上の体制を整備する。



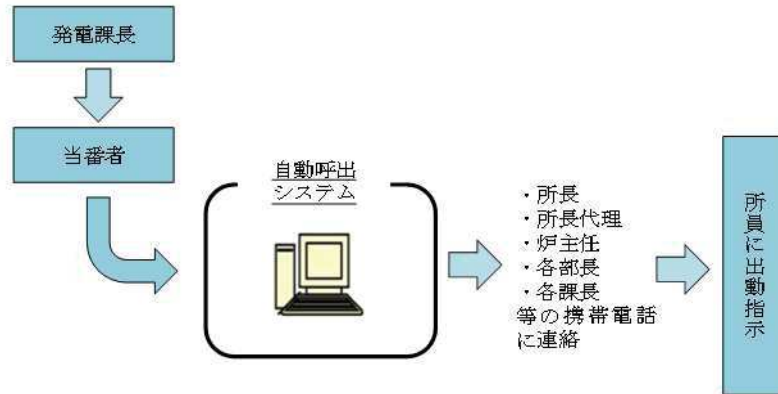
原子力防災組織の要員(夜間及び休日)
(合計37名)

原子力防災組織の要員(第2緊急体制)
(合計91名)

9. 発電所構外からの重大事故等対策要員参集

発電所構外からの重大事故等対策要員参集(2/2)

(2) 要員召集の概要



宮城県内で震度6弱以上の地震発生で、全所員が自動召集
自動呼出システム



発電所へのアクセスルート

集合場所(浦宿寮)から発電所までの距離と徒歩での所要時間

	ルート②
移動距離	約17km
想定歩行速度	80m/min※1
想定所要時間	約3時間40分
訓練実績	3時間13分(歩行速度88m/min)※2

※1 「不動産の表示に関する公正競争規約施行規則」における徒歩所要時間。

※2 昼間、道路状況良好時の実績。

居住地別の発電所員数(平成30年1月時点)

居住地	女川町	石巻市	その他地域
居住者数	345 (約77%)	92 (約20%)	13 (約3%)

要員参集調査による評価を行い、要員の参集手段を、集合場所からの徒歩移動を想定した場合かつ、大型連休に重大事故等が発生した場合であっても、6時間以内に発電所員450人の半数以上(250人以上)の要員が参集可能であり、要員参集の目安時間としている12時間以内に十分な数の要員を確保可能であることを確認した。

10. 指摘事項への回答

10. 指摘事項への回答

指摘事項回答No.1

(1) 指摘事項

- 地震時に機能を期待しないとされている第4保管エリアにブルドーザやバックホウを保管する理由について説明すること。

(2) 回答

- 第4保管エリアについては、当初は他の保管エリアに配置した可搬型設備の保守点検時における予備の設備を配置する考えで非耐震としていたが、更なる安全性を確保するため計画を見直し、地震時にも機能を期待できる箇所に移転した。詳細は次ページに示す。

10. 指摘事項への回答(回答No.1)

保管場所の見直しについて

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

- 2号炉原子炉建屋, 第1, 第2保管エリアに対し外部事象によって同時に機能喪失に至らないこと, 支持地盤が岩盤であること, 越流津波によって可搬型設備が機能喪失に至らないことを考慮し, 第3保管エリアを他の保管エリアから離れた場所(O.P.+14.8m)へ移転
- 第4保管エリアは, 敷地計画を見直すことで耐震性を有するエリアに移転



第162回審査会合(H26年11月18日)時点の保管場所



見直し後の保管場所

10. 指摘事項への回答

指摘事項回答No.2

(1) 指摘事項

- SA事故時において貯水源として使用することが可能なタンクを網羅的に抽出すること。
- アクセスルートについては、耐震性に限定せず敷地内で利用可能な水源の配置状況等も考慮し多様なルート設定を検討の上、整理して説明すること。
- 原子炉建屋周辺のアクセスルート設定については、原子炉建屋へ可搬型設備等の接続口を複数配置している考え方も踏まえ、多様なルート配置となるよう検討すること。

(2) 回答

- 耐震性に限定せず敷地内で利用可能な水源を抽出した。
- その水源を利用した注水ルートとして2号炉主要建屋の南側を通るルート等が利用可能であることを確認した。詳細は次ページに示す。

耐震性に限定しないSA時に利用可能な水源について

- 耐震性に限定しないSA時に利用可能な水源を利用したルートを以下に示す。

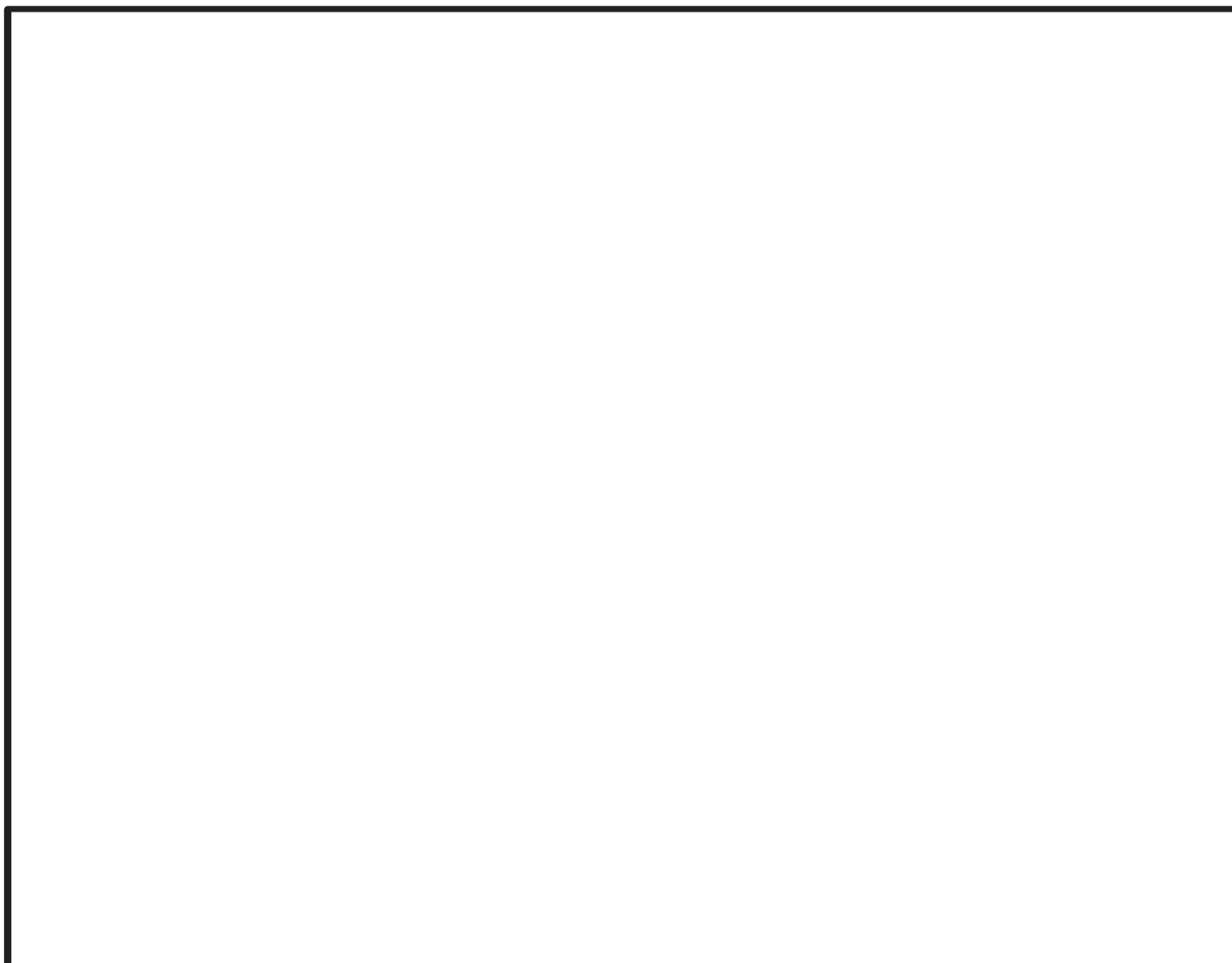


図 多様な水源を利用した注水ルート

表 SA時に水源として利用することが可能なタンク

タンク名称	基数	公称容量 [m ³]	備考
復水貯蔵タンク	1	3,000	Ss機能維持
淡水貯水槽	2	10,000	Ss機能維持
No. 1純水タンク	1	1,000	
No. 2純水タンク	1	2,000	
1, 2号ろ過水タンク	1	2,000	
No. 1原水タンク	1	4,000	
No. 2原水タンク	1	4,000	
計		26,000	

10. 指摘事項への回答

指摘事項回答No.3

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(1) 指摘事項

- 敷地内の溢水影響については局所的な滞留も考慮の上アクセスルートへの影響の有無や、滞留水の排水の所要時間も含め説明すること。

(2) 回答

- 敷地内の溢水影響について排水路からの排水を考慮した場合、約19分で排水可能であり、アクセスルート復旧は事象発生から70分後から復旧することから、アクセスルートへ影響を与えない。

表 排水所要時間

溢水量 [m ³]	排水可能流量 [m ³ /s]	排水所要時間
17,540	16.23※	約19分 (1081秒)

※ 排水可能流量が小さい南側排水路の値

分	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240	
アクセスルート確保																									240分
状況確認・準備	15分																								
ルート確認・判断		40分																							
重機保管場所への移動						15分																			
アクセスルート復旧作業																									

図 アクセスルート確保のタイムチャート



図 排水路の配置概要図

10. 指摘事項への回答

指摘事項回答No.4

(1) 指摘事項

- ・ 想定以上の段差が発生した場合の対応について、追加人員の要否や役割分担について説明すること。

(2) 回答

- ・ 許容段差量を超えて通行に支障が生じた場合の対応として、土のう及び角材を準備し、作業員1名がこれらを用いて段差を解消することにより、大型車両の通行性を確保できることを実証試験にて確認した。
- ・ ブルドーザにより実施することを想定しているがれき撤去作業及び段差解消作業は2名1組での作業を計画しており、上記の土のう及び角材による段差解消作業もこの2名1組で対応可能であり追加人員は不要であることを確認した。



段差量：20cm
復旧資材：角材，土のう

段差復旧作業状況



大型車両通行状況

図 段差復旧実証試験の状況

(参考)実証試験において段差1箇所の復旧に要した時間：約20分

10. 指摘事項への回答

指摘事項回答No.5

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(1) 指摘事項

- ・ タンク溢水が崩壊斜面の土砂や撤去作業に影響ないか説明すること。

(2) 回答

- ・ 原水タンクの溢水により崩壊想定斜面の崩壊土砂の一部がルート1に流入することも考えられるが、有効性評価上のアクセスルート復旧時間4時間に対し、ルート1の仮復旧時間評価は2時間28分で仮復旧することが可能で、時間的な余裕があることから、重機による土砂撤去することにより対応可能である。なお、ルート2には影響がないことを確認している。

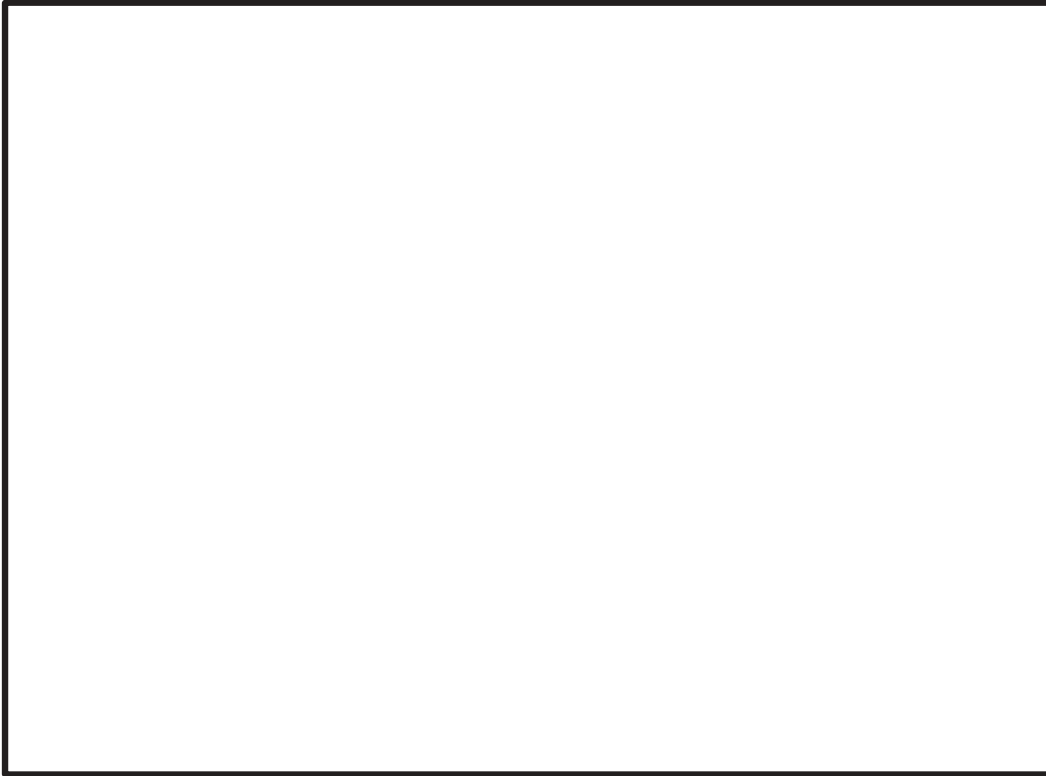


図 屋外アクセスルート全体図

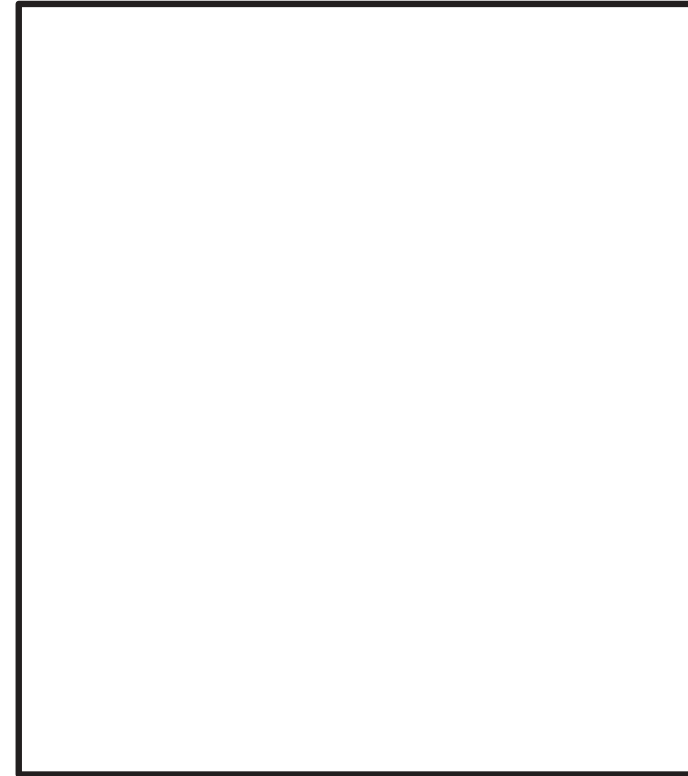


図 原水タンク溢水による流路解析の結果

10. 指摘事項への回答

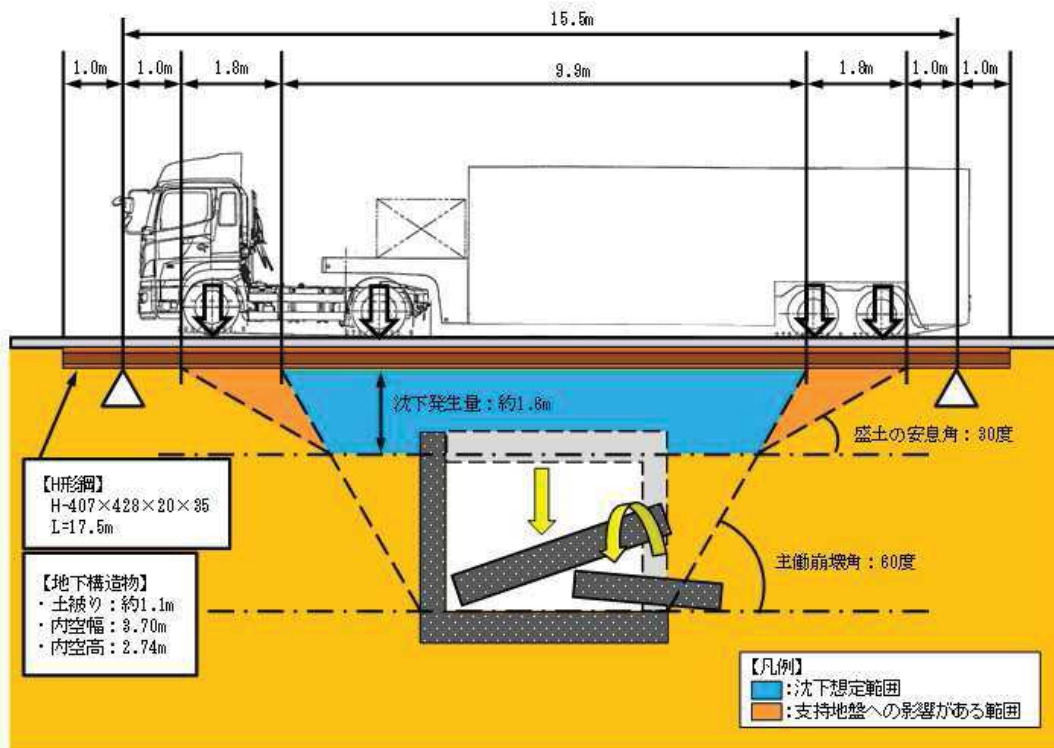
指摘事項回答No.6

(1) 指摘事項

- H形鋼敷設によりどの程度アクセス道路の強度が向上するか説明すること。

(2) 回答

- 地下構造物の損壊により段差が発生し、車両通行が困難となり得る箇所について、アクセス性を確保する目的としてH形鋼を敷設する。
- ここでは、H形鋼を敷設する箇所のうちスパン長が最大となる箇所について、全ての車両を対象とした構造計算を実施した。評価値(車両重量及び載荷位置を考慮)が最大となったケースを下表に示す。
- 評価結果は評価基準値を下回っていることから、車両通行への問題がないことを確認した。



検討イメージ図

【評価値が最大となる車両】

熱交換器ユニット

前輪荷重：前7.82t、後12.21t

後輪荷重：前11.55t、後11.55t

検討結果

検討項目	評価値	評価基準値	判定
H形鋼の曲げ応力度	120 N/mm ²	140 N/mm ²	○
H形鋼のせん断応力度	29 N/mm ²	80 N/mm ²	○
地盤の最大接地圧	0.5 N/mm ²	0.7 N/mm ²	○

10. 指摘事項への回答

指摘事項回答No.7(1/2)

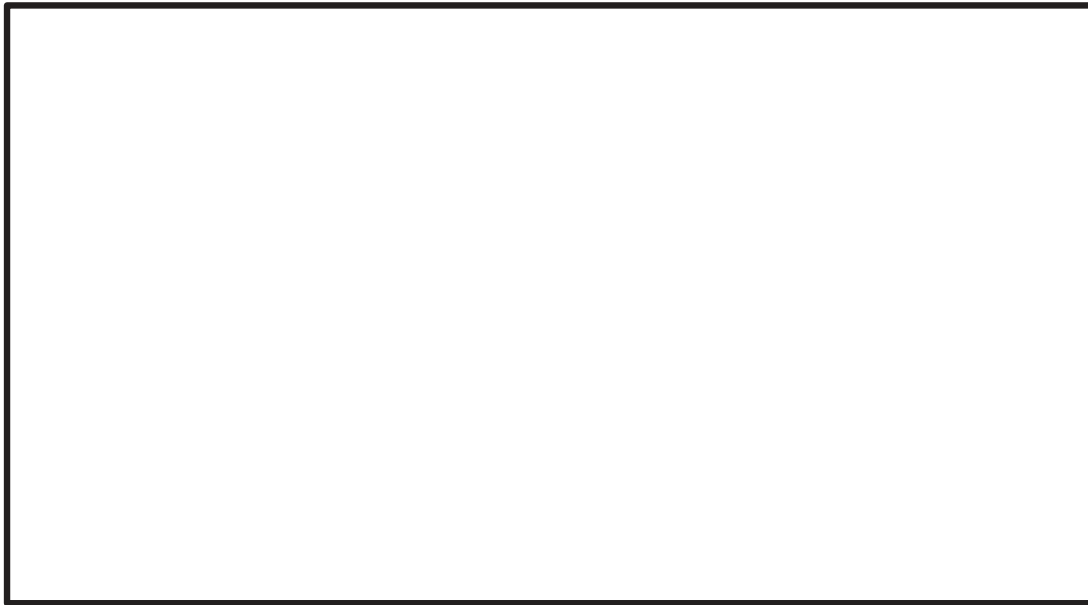
枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(1) 指摘事項

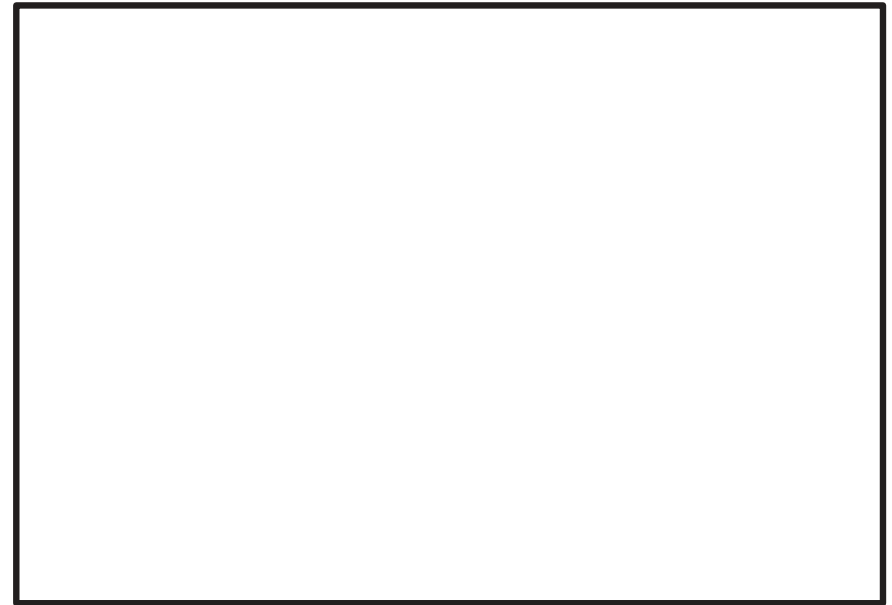
- ・ 発電所外からの参集要員のアクセスルートおよびアクセス可能性についても説明すること。

(2) 回答

- ・ 発電所外からの参集要員のアクセスルートは、ルート①「五部浦ルート」、ルート②「コバルトラインルート」、ルート③「表浜ルート」の3ルートの基本とし、これに迂回路を組み合わせた複数の経路を確保している。
- ・ また、発電所構内への参集ルートとして、通常の正門を通過するルートに加え、迂回ルートを確保している。



発電所へのアクセスルート



発電所構内への参集ルート

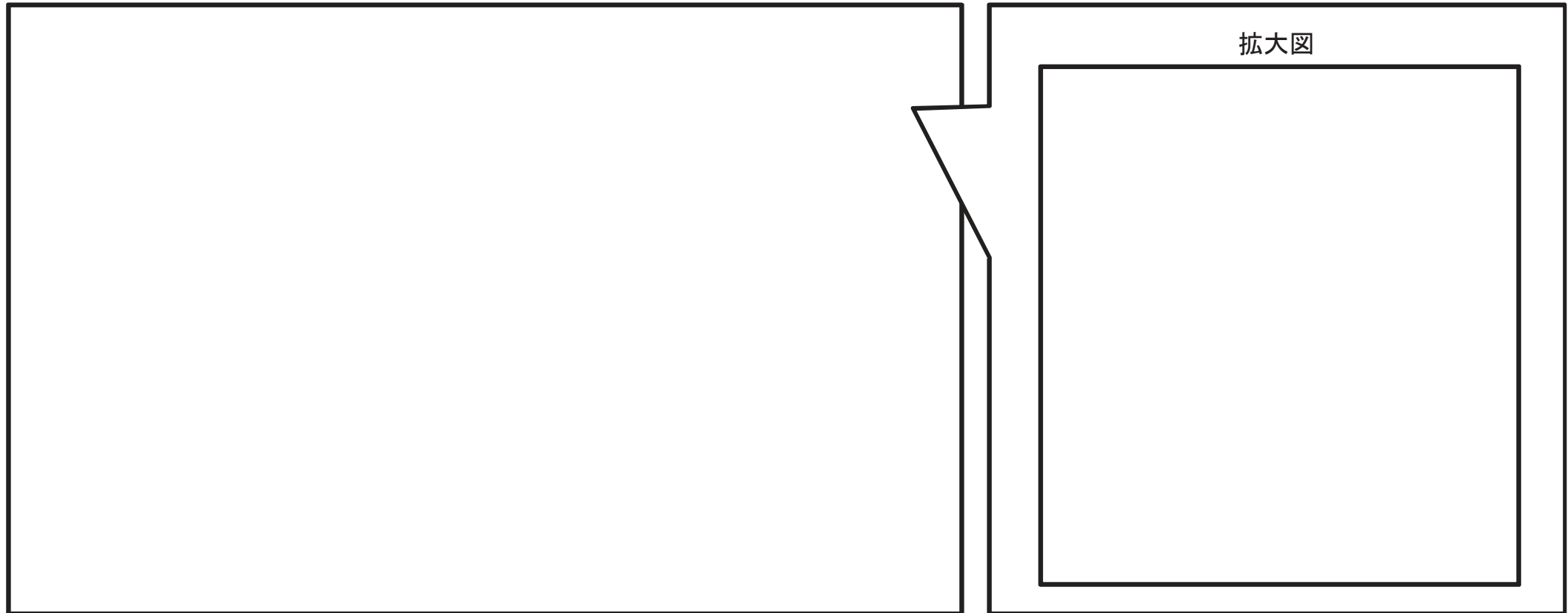
10. 指摘事項への回答

指摘事項回答No.7(2/2)

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(2)回答

- 津波影響により低地の通行が不可能な場合の参集ルートとして、コバルトラインルートより接続する送電線巡視ルートを活用することで、高台のみの通行により発電所まで確実に参集することが可能である。



高台のみを通行する場合の要員参集ルート

余白

10. 指摘事項への回答

指摘事項回答No.8

(1) 指摘事項

- 設計基準地震動での斜面の頑健性含めアクセスルートへの影響を示した上で、アクセスルートの妥当性を説明すること。
- 斜面すべり安全率評価など、保守的に評価しているとしている評価については、定量的に保守性を示すこと。

(2) 回答

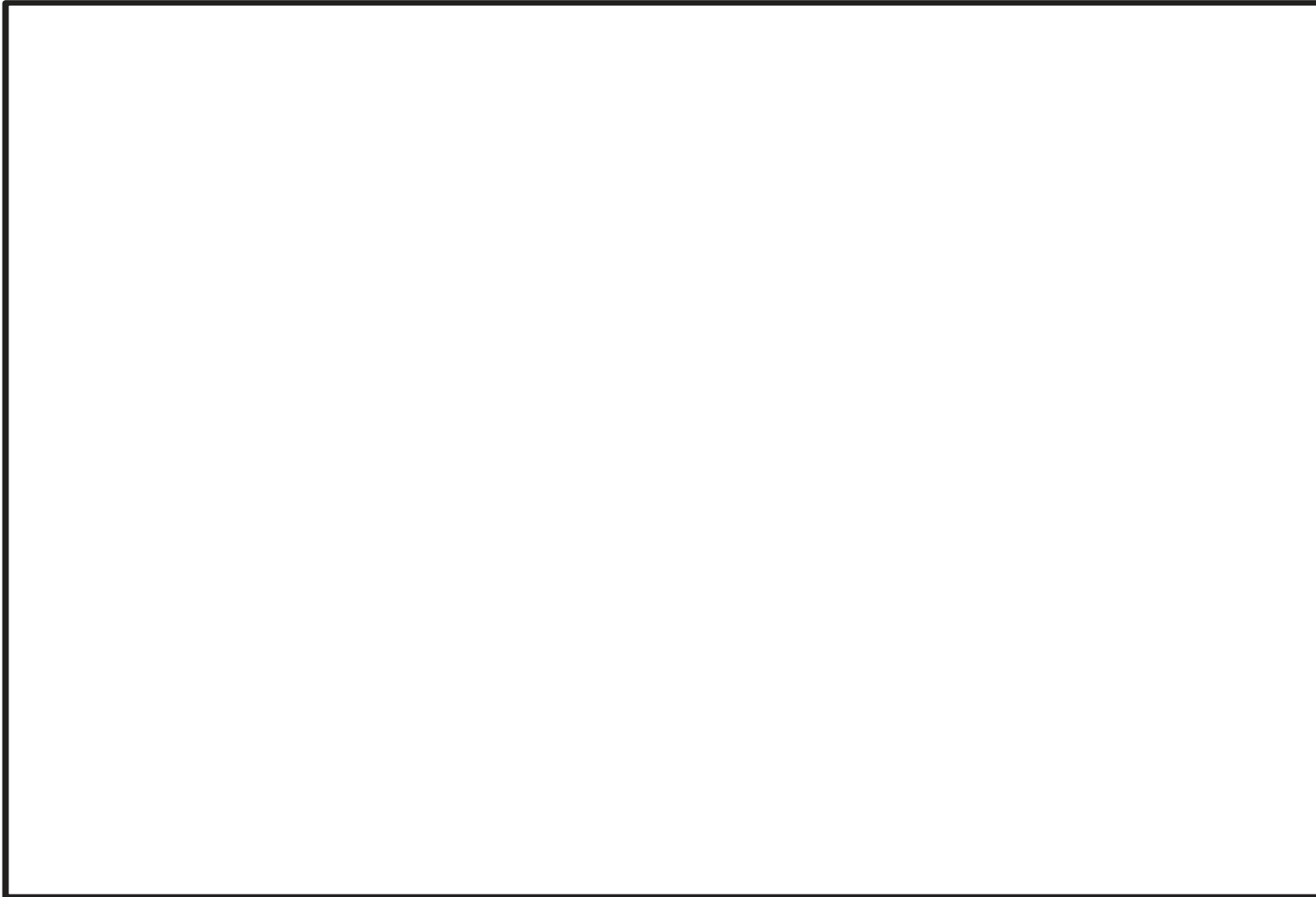
- 地震時の周辺斜面崩壊によるアクセスルートへの影響を回避するため、斜面形状及び道路線形の見直しを行った。
- 具体的には、地震時に崩壊する可能性がある斜面について、アクセスルートから離隔を確保することにより、斜面が崩壊した場合でも土砂がアクセスルートに到達しないよう、対策を実施した。
- この見直しにより、アクセスルート1, 2において前回説明時に保守的に崩壊を想定していた斜面は、アクセスルートに影響を及ぼす周辺斜面には該当しないこととなり、地震時の斜面崩壊の影響が及ばないことを確認した。
- また、所要の離隔を確保することができない斜面については、安定性評価(すべり安全率が1.0以上であることを確認)を行い、保管場所及びアクセスルートに対する頑健性が確保されることを確認した。

10. 指摘事項への回答(回答No.8)

第162回審査会合時(H26年11月18日)の考え方

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

- 一部の斜面に対して、評価を実施し斜面の安定性を確認した。
- 評価を実施しない斜面については、保守的に斜面が崩壊するもとの仮定し、道路上の崩壊土砂堆積形状を考慮した復旧時間の評価を実施した。



10. 指摘事項への回答(回答No.8)

斜面に関する評価の見直し

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

■ 見直しの方針

- 保管場所及びアクセスルートに対して、斜面からの離隔を確保するために敷地の造成を実施する。
- 離隔を確保できない斜面については、評価を実施し斜面の安定性を確認する。

■ 見直しの結果

- 所要の離隔(岩盤斜面で1.4H, 盛土斜面で2H)を確保できる斜面は、保管場所及びアクセスルートに対して影響を及ぼさないものと評価した。
- 離隔を確保できない斜面について、評価を実施し斜面の安定性を確認した。
- 崩壊土砂の復旧を想定している一部の斜面については、有効性評価における可搬型設備設置のクリティカルとなる原子炉注水作業に関わるルート1及びルート2には影響を及ぼさない。

10. 指摘事項への回答

指摘事項回答No.9

(1) 指摘事項

- 屋外アクセスルートとして道路の幅員を3mとしている妥当性について詳細に説明すること。

(2) 回答

- 第162回審査会合(H26年11月18日)時点では3mとしていたが、可搬型設備において最大車幅(2.5m)となる「熱交換器ユニット」に必要な道路幅に余裕を見て必要な道路幅を3.7mとした。

10. 指摘事項への回答

指摘事項回答No.10

(1) 指摘事項

- 東北地方太平洋沖地震及びその余震の被害を踏まえ、これらの地震の被害の程度にとどまらず、適切な想定被害を検討すること。また、これらの地震の被害状況を踏まえたアクセスルートの設定や震災対策について説明すること。

(2) 回答

- 地震時の被害想定については東北地方太平洋沖地震における被害を包絡した想定をしており、適切に検討している。

10. 指摘事項への回答(回答No.10)

東北地方太平洋沖地震時の被害状況について

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

■ 斜面の被害状況

- 発電所構内の斜面については、一部で肌落ちや亀裂が認められたが、大規模な事象はなく、斜面がすべり破壊して通行不能となった道路もなかった。



① 肌落ちの状況



② 法肩部の亀裂の状況

■ 道路の被害状況

- 構内道路については、地下構造物と埋戻し部の境界において、一部で小規模な段差発生や亀裂が確認されたものの、大規模な被害はなかった。
- 屋外アクセスルートの段差及び傾斜評価に用いる沈下率は東北地方太平洋沖地震時の沈下実績(建屋近傍を含む)を包含するように設定する。



③ 段差発生状況



④ 段差発生状況

10. 指摘事項への回答

指摘事項回答No.11

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(1) 指摘事項

- 海水取水ポイントが近接しているため、より離れた位置に設置することが可能か検討すること。

(2) 回答

- 海水取水ポイントとしている2号海水ポンプ室スクリーンエリアと2号取水口は約90mの離隔距離を有しており、同時に機能喪失する可能性のある事象としては大型航空機落下が考えられる。
- 大型航空機落下の場合は、代替取水ポイントとしている3号取水口、1号海水ポンプ室スクリーンエリア及び3号海水ポンプ室スクリーンエリアから海水が取水可能であることから影響はない。



図 海水取水ポイント位置関係図

10. 指摘事項への回答

指摘事項回答No.12

(1) 指摘事項

- 可搬型大容量送水ポンプの設置作業と原子炉補機代替冷却系の準備や屋外と屋内作業を同時並行にて準備しない理由について説明すること。またその準備について、天候やトラブルを考慮した上で制限時間内に作業が可能か検討すること。

(2) 回答

- 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の説明の目的として、有効性評価において示している可搬型設備設置制限時間に対して、アクセスルート復旧を含めた可搬型設備設置の有効性を示すものである。
- 作業については一部同時並行で準備可能であるが、個別に時間を積み上げたほうが保守的な時間となること、作業の輻輳を回避する観点から、同時並行で準備する評価とはしていない。
- 可搬型設備設置可能時間「10.0h」は、アクセスルート復旧時間及び可搬型大容量送水ポンプ設置作業時間をそれぞれ保守的な時間で算出・評価しており、天候やトラブルを考慮しても、制限時間内に作業が可能であると考えられる。

10. 指摘事項への回答(回答No.12)

可搬型設備設置可能時間の保守性について

■ 可搬型設備設置可能時間の保守性について以下に示す。

- 可搬型設備設置可能時間「10.0h」は、表のとおりアクセスルート復旧時間(4時間)及び大容量送水ポンプ設置作業時間(6時間)をそれぞれ保守的な時間で算出・評価しており、天候やトラブルを考慮しても、制限時間内に作業が可能であると考える。

表 アクセスルート復旧時間(4時間)の保守性

項目	作業時間[min]	
	ルート1	ルート2
状況確認・準備	15	
ルート確認・判断	40 (25)	
移動	15 (10)	
重機移動	8	3
がれき撤去作業	-	10 (1)
段差解消作業	70 (54)	-
計	148 (112)	83 (54)
アクセスルート 復旧時間	有効性評価では2時間28分(148分) を4時間(240分)として評価	

表 大容量送水ポンプ設置作業時間(6時間)の保守性

項目	作業時間[min]
大容量送水ポンプ(タイプⅠ) の設置, ホースの敷設, 接続 (ルート1を使用した場合)	360 (290)

()カッコ内は訓練実績等に基づく値を示す。

()カッコ内は実証試験結果等に基づく値を示す。

10. 指摘事項への回答(回答No.12)

外部起因事象時の対応

■外部起因事象時の対応

外部起因事象時の対応におけるタイムチャートを以下に示す。

表 外部起因事象時の対応

