

本資料のうち、枠囲みの内容は、機密事項に属しますので公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7 添-1-024 改5
提出年月日	2020年7月3日

V-1-1-7-別添1 可搬型重大事故等対処設備の保管場所
及びアクセスルート

2020年7月
東京電力ホールディングス株式会社

目 次

1.	はじめに	1
2.	保管場所	2
2.1	保管場所の基本方針	2
2.2	保管場所の影響評価	4
2.3	保管場所の評価方法及び結果	10
2.3.1	周辺構造物の倒壊及び周辺タンク等の損壊	10
2.3.2	周辺斜面の崩壊及び敷地下斜面のすべり	13
2.3.3	液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜，液状化に伴う浮上り	21
2.3.4	地盤支持力の不足	29
2.3.5	地中埋設構造物の損壊	32
2.3.6	淡水貯水池の堰堤及び送水配管の損壊	33
3.	屋外アクセスルート	35
3.1	屋外アクセスルートの基本方針	35
3.2	屋外アクセスルートの影響評価	36
3.3	屋外アクセスルートの評価方法及び結果	40
3.3.1	周辺構造物の倒壊及び周辺タンク等の損壊	40
3.3.2	周辺斜面の崩壊及び道路面のすべり	61
3.3.3	液状化及び揺すり込みによる不等沈下，側方流動，液状化に伴う浮上り	70
3.3.4	地中埋設構造物の損壊	92
3.3.5	淡水貯水池の堰堤及び送水配管の損壊	97
3.3.6	仮復旧時間の評価	99
4.	屋内アクセスルート	110
4.1	屋内アクセスルートの基本方針	110
4.2	屋内アクセスルートの影響評価	111
4.3	屋内アクセスルートの評価方法及び結果	113
4.3.1	地震随伴火災	122
4.3.2	地震随伴溢水	127
	別紙 1 計算機プログラム（解析コード）の概要	
	別紙 2 計算機プログラム（解析コード）の概要	
	別紙 3 計算機プログラム（解析コード）の概要	
	別紙 4 計算機プログラム（解析コード）の概要	

1. はじめに

可搬型重大事故等対処設備の保管場所及び保管場所から設置場所，接続場所まで運搬するための経路並びに他の設備の被害状況を把握するための経路（以下「アクセスルート」という。）について，設計上考慮する事項（被害要因の影響評価）を本資料にて説明する。

2. 保管場所

2.1 保管場所の基本方針

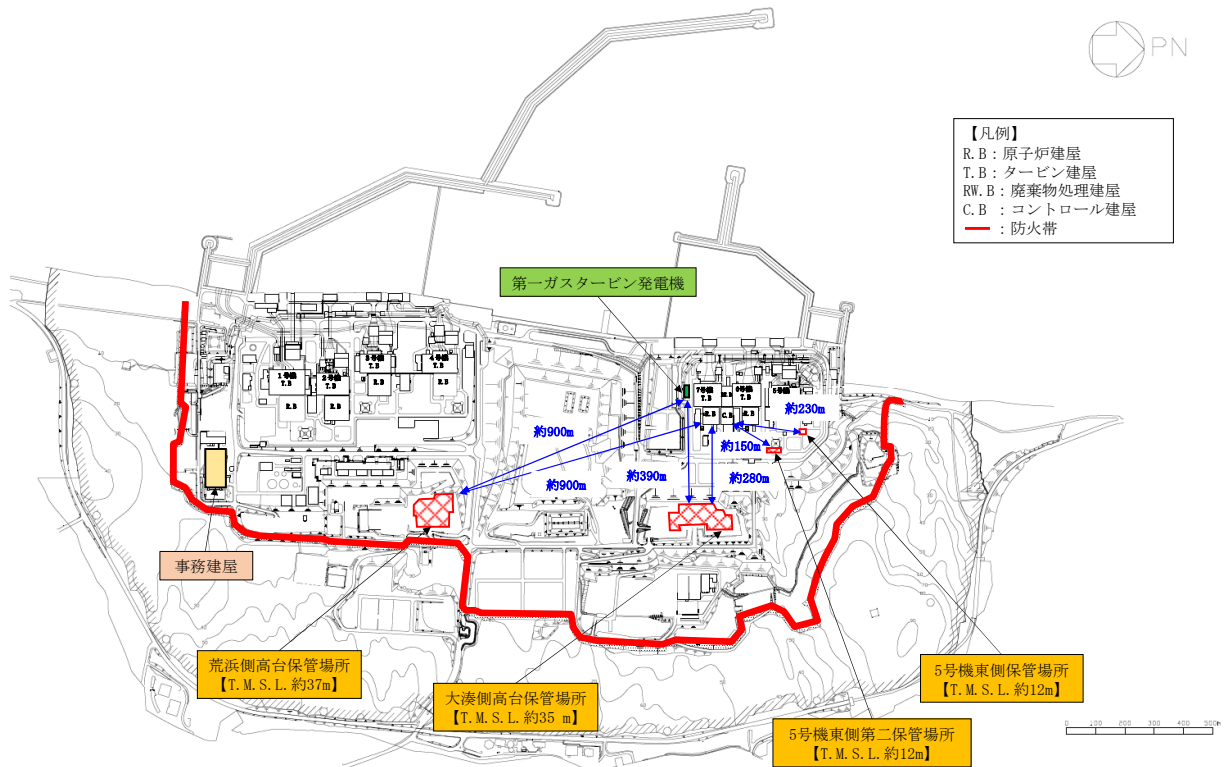
自然現象に対して、地震、津波、風（台風）、竜巻、低温（凍結）、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響及び生物学的事象を考慮し、外部人為事象に対して、火災・爆発（森林火災、近隣工場等の火災・爆発、航空機落下火災等）、有毒ガス、船舶の衝突、電磁的障害及び故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムを考慮した上で、原子炉建屋等、常設重大事故等対処設備及び設計基準対象施設から十分な離隔を確保した分散した保管場所（荒浜側高台保管場所、大湊側高台保管場所、5号機東側保管場所、5号機東側第二保管場所）を設定する。

なお、屋外に保管する可搬型重大事故等対処設備のうち、原子炉建屋外から水・電力を供給する電源車、可搬型代替注水ポンプ（A-2級）等は、必要な容量を有する設備を2セット、また、屋外に保管する可搬型重大事故等対処設備のうち、原子炉建屋外から水・電力を供給する電源車、可搬型代替注水ポンプ（A-2級）等以外の設備は、必要となる容量を有する1セットを以下の事項を考慮した位置に保管する。

上記を受けた保管場所設定の考え方を以下に示す。

- ・自然現象に対して、地震、津波、風（台風）、竜巻、低温（凍結）、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響及び生物学的事象を考慮し、外部人為事象に対して、火災・爆発（森林火災、近隣工場等の火災・爆発、航空機落下火災等）、有毒ガス、船舶の衝突及び電磁的障害を考慮し、設計基準事故対処設備等及び常設重大事故等対処設備と位置的分散を図り、複数箇所に分散して保管する。
- ・故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムに対して、原子炉建屋等から100m以上の離隔距離を確保するとともに、可搬型重大事故等対処設備がその機能を代替する屋外の設計基準対象施設及び常設重大事故等対処設備から100m以上の離隔距離を確保したうえで、複数箇所に分散して保管する。
- ・基準地震動 S_s による被害（周辺建造物の倒壊、周辺タンク等の損壊、周辺斜面の崩壊、敷地下斜面のすべり、液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜、液状化に伴う浮上り、地盤支持力の不足、地中埋設建造物の損壊、淡水貯水池の堰堤及び送水配管の損壊）の影響を受けない場所とする。
- ・可搬型重大事故等対処設備のうち、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する予備は、上記の考え方に基づいて設定された複数の保管場所に分散して保管する。

保管場所の配置、標高及び離隔距離等を図2-1に示す。



保管場所名	保管場所 標高	第一ガスタービン 発電機からの離隔 距離*1	原子炉建屋等からの 最短離隔距離*2	地盤の種類
荒浜側高台 保管場所	T. M. S. L. 約 37m	約 900m	原子炉建屋から 約 900m	砂質地盤
大湊側高台 保管場所	T. M. S. L. 約 35m	約 390m	原子炉建屋から 約 280m	砂質地盤
5号機東側 保管場所	T. M. S. L. 約 12m	—	コントロール建屋から 約 230m	砂質地盤
5号機東側第二 保管場所	T. M. S. L. 約 12m	—	コントロール建屋から 約 150m	砂質地盤・ 粘性土地盤

注記*1 : 各保管場所に保管する可搬型重大事故等対処設備とその機能を代替する屋外の常設重大事故等対処設備との離隔距離

*2 : 可搬型重大事故等対処設備を設置する各保管場所と各建屋との最短離隔距離

図 2-1 保管場所の配置, 標高, 離隔距離等

2.2 保管場所の影響評価

可搬型重大事故等対処設備の保管場所の設計においては、保管場所について想定される自然現象及び外部人為事象の抽出を行い、その自然現象及び外部人為事象が起因する被害要因に対して影響評価を行い、その影響を受けない位置に保管場所を設定する。なお、近隣工場等の火災・爆発については、立地的要因により影響を受けることはなく、航空機落下火災及び船舶の衝突についても、可搬型重大事故等対処設備の位置的分散により影響はない。また、有毒ガスについては、セルフエアセット等の装備により影響はなく、電磁的障害についても、鋼製筐体や金属シールド付ケーブルの適用等により影響はない。

保管場所について想定される自然現象及び外部人為事象の抽出結果を表 2-1 及び表 2-2 に示す。

また、保管場所に対する被害要因及び被害事象を表 2-3 に示す。

表 2-1 保管場所に想定される自然現象 (1/3)

自然現象	概略評価結果	被害要因抽出 ○：対象 ×：対象外
地震 (地滑り 含む)	<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，溢水等による影響が考えられる。 	○
津波	<ul style="list-style-type: none"> ・基準津波に対し，原子炉建屋等や保管場所へ遡上する浸水はない（図 2-2 参照）。したがって，設計基準事故対処設備等と重大事故等対処設備が同時に機能喪失しない。 	×
風 (台風)	<ul style="list-style-type: none"> ・設計基準事故対処設備等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，可搬型重大事故等対処設備は重量が大きく，設計基準の風により飛散することはないことから，同時に機能喪失しない。 	×
竜巻	<ul style="list-style-type: none"> ・可搬型重大事故等対処設備は，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等は，竜巻に対して頑健な建屋内に設置していることから，同時に機能喪失しない。 ・可搬型重大事故等対処設備は，複数箇所ある保管場所に分散配置していることから，同時に機能喪失しない。 ・常設重大事故等対処設備のうち第一ガスタービン発電機を屋外（7号機南側）に設置しているが，非常用ディーゼル発電機，電源車保管場所と離隔していることから，同時に機能喪失しない。 ・荒浜側高台保管場所及び大湊側高台保管場所の可搬型重大事故等対処設備は，原子炉建屋等に対し離隔距離があることから，固縛等の飛散防止対策を実施しなくとも，原子炉建屋等へ影響を与えない。 <p>また，建屋近傍の第一ガスタービン発電機，5号機原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備，可搬型代替注水ポンプ（A-2級）及びタンクローリ（4kL）は，飛来物とならないよう固縛等の飛散防止対策を実施する。</p>	×

表 2-1 保管場所に想定される自然現象 (2/3)

自然現象	概略評価結果	被害要因抽出 ○：対象 ×：対象外
低温 (凍結)	<ul style="list-style-type: none"> ・保管場所に設置されている可搬型重大事故等対処設備は、屋外であるが、設計基準事故対処設備等は建屋内に設置されているため影響を受けず、同時に機能喪失しない。 ・低温は、気象予報により事前の予測が十分可能であり、始動に影響が出ないよう、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、必要に応じて、あらかじめ可搬型重大事故等対処設備の暖機運転等を行うこととしているため、影響を受けない。なお、暖機運転は、事前に実施することからアクセス時間への影響はない。 ・保管場所は良好な排水ができる設計とすることから、降雨後に気温が低下し氷点下になったとしても、路面の摩擦係数に影響を与えるような凍結のおそれはない。 	×
降水	<ul style="list-style-type: none"> ・排水路で集水し、排水することから、保管場所に滞留水が発生する可能性は小さい。 ・4 箇所ある保管場所に、万一、滞留水が発生したとしても、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等と重大事故等対処設備が同時に機能喪失しない。 ・5 号機東側保管場所及び 5 号機東側第二保管場所は、周辺の空地が平坦かつ広大であり、万一、降水による滞留水が発生したとしても 2cm 程度で拡散すること、また、保管する可搬型重大事故等対処設備は、周辺地表面上に 30cm の浸水が生じた場合であっても機能に影響がない設計とすることから、降水による影響を受けない。 	×
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重大事故等対処設備の除雪は積雪状況等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等と重大事故等対処設備が同時に機能喪失しない。 ・また、保管場所の除雪は、ホイールローダによる実施も可能である。 	×

表 2-1 保管場所に想定される自然現象 (3/3)

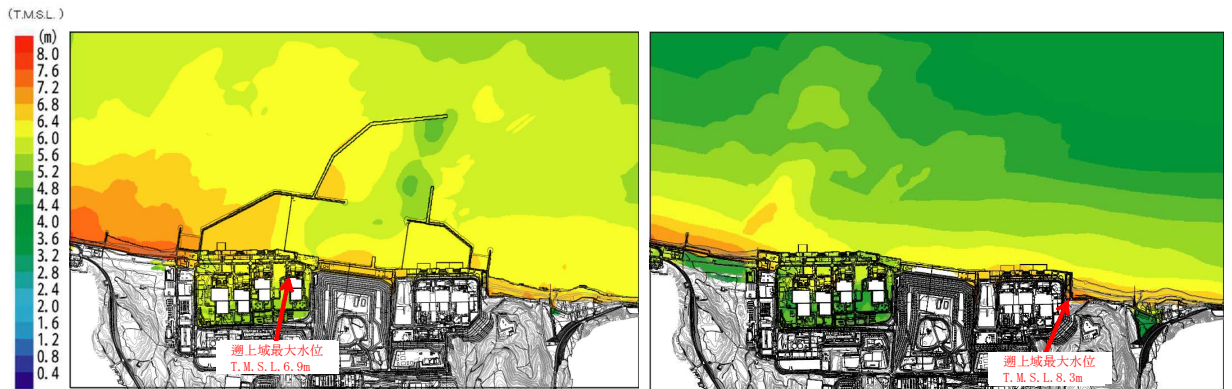
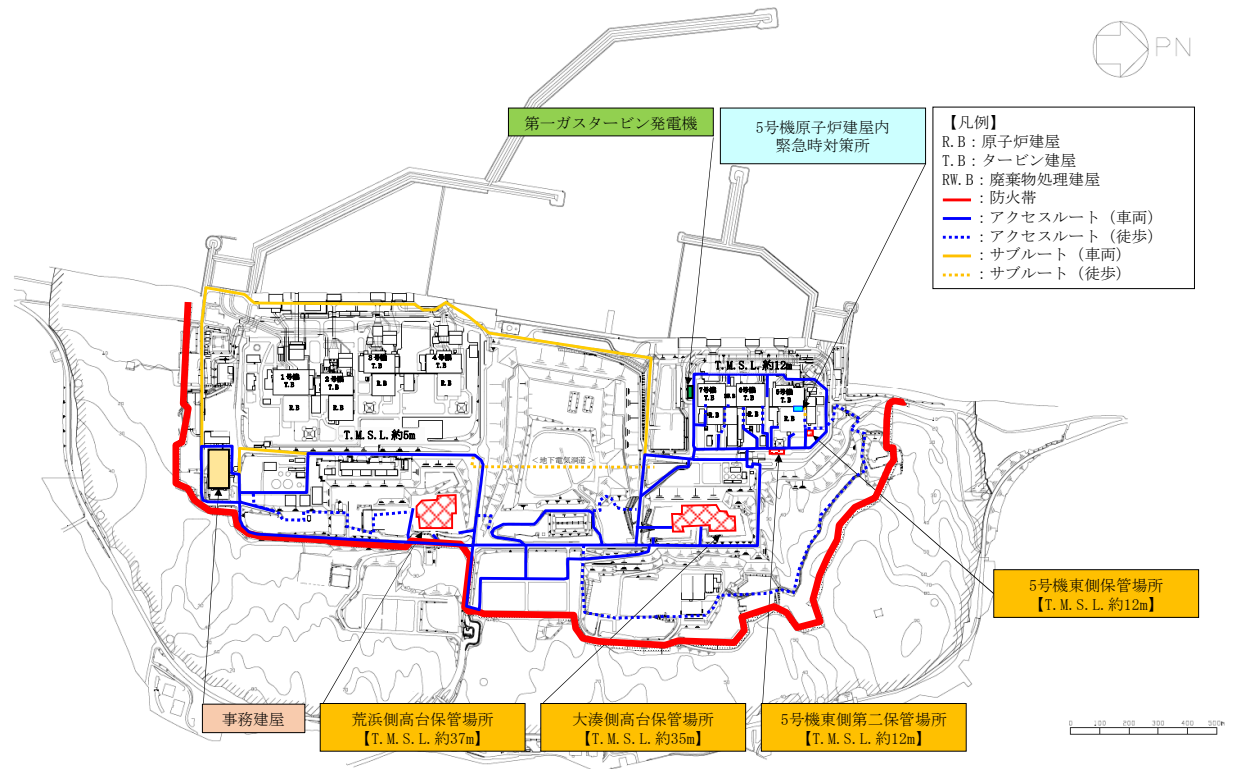
自然現象	概略評価結果	被害要因抽出 ○：対象 ×：対象外
落雷	<ul style="list-style-type: none"> ・設計基準事故対処設備等は、避雷対策を施した建屋内に設置されており、かつ保管場所とは位置的分散が図られていることから、同時に機能喪失しない。 ・1回の落雷により影響を受ける範囲は限定されており、保管場所は2セットを離隔して位置的分散を図っているため、影響を受けない。 	×
火山の影響	<ul style="list-style-type: none"> ・噴火発生の情報を受けた際は、要員を確保し、原子炉建屋等、保管場所及び可搬型重大事故等対処設備の除灰を行うこ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等と重大事故等対処設備は同時に機能喪失しない。 ・保管場所の除灰は、ホイールローダによる実施も可能である。 	×
生物学的事象	<ul style="list-style-type: none"> ・設計基準事故対処設備等は、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。したがって、屋外の保管場所にある重大事故等対処設備と同時に機能喪失しない。 ・保管場所は複数箇所あり、位置的に分散されている。また、複数の設備が同時に機能喪失する可能性は小さい。 ・可搬型重大事故等対処設備は、ネズミ等の小動物の侵入により設備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。 	×

表 2-2 保管場所に想定される外部人為事象

人為事象	概略評価結果	被害要因抽出 ○：対象 ×：対象外
森林火災	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋等と保管場所は、防火帯の内側にあるため、延焼の影響を受けない。また、原子炉建屋等及び保管場所は熱影響に対して離隔距離を確保しているため、設計基準事故対処設備等と重大事故等対処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。 	×

表 2-3 保管場所に対する被害要因及び被害事象

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
① 周辺建造物の倒壊 (建屋、鉄塔及び主排気筒)	・倒壊物による可搬型重大事故等対処設備の損壊及び通行不能
② 周辺タンク等の損壊	・火災及び溢水による可搬型重大事故等対処設備の損壊及び通行不能
③ 周辺斜面の崩壊	・土砂流入による可搬型重大事故等対処設備の損壊及び通行不能
④ 敷地下斜面のすべり	・敷地下斜面のすべりによる可搬型重大事故等対処設備の損壊及び通行不能
⑤ 液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜，液状化に伴う浮上り	・不等沈下・傾斜及び浮上りによる可搬型重大事故等対処設備の損壊及び通行不能
⑥ 地盤支持力の不足	・可搬型重大事故等対処設備の転倒及び通行不能
⑦ 地中埋設建造物の損壊	・陥没による可搬型重大事故等対処設備の損壊及び通行不能
⑧ 淡水貯水池の堰堤及び送水配管の損壊	・堰堤及び送水配管の損壊による可搬型重大事故等対処設備の損壊及び通行不能



(津波遡上解析結果：荒浜側)

(津波遡上解析結果：大湊側)

図 2-2 基準津波による遡上域最大水位

2.3 保管場所の評価方法及び結果

保管場所への影響について、表 2-3 の被害要因ごとに評価する。

2.3.1 周辺構造物の倒壊及び周辺タンク等の損壊

(1) 評価方法

周辺構造物の倒壊及び周辺タンク等の損壊に対する影響評価については、保管場所周辺の構造物及びタンク等を対象とし、これらが基準地震動 S_s により倒壊又は損壊することによる保管場所への影響を評価する。

周辺構造物の倒壊及び周辺タンク等の損壊評価位置を図2-3に示す。ただし、Sクラスの構造物及びタンク等、もしくはSクラス以外で基準地震動 S_s により倒壊に至らないことを確認している構造物及びタンク等については、評価対象外とする。

周辺構造物の倒壊による影響範囲については、保守的に構造物及びタンク等が根元から倒壊又は損壊するものとして、構造物及びタンク等の高さに相当する範囲とし、保管場所が設定した周辺構造物の倒壊影響範囲に含まれるか否かで評価する。

また、周辺タンクの損壊による地震随伴火災及び薬品漏えいによる影響が及ぶ範囲に保管場所が含まれるか否かでも評価する。

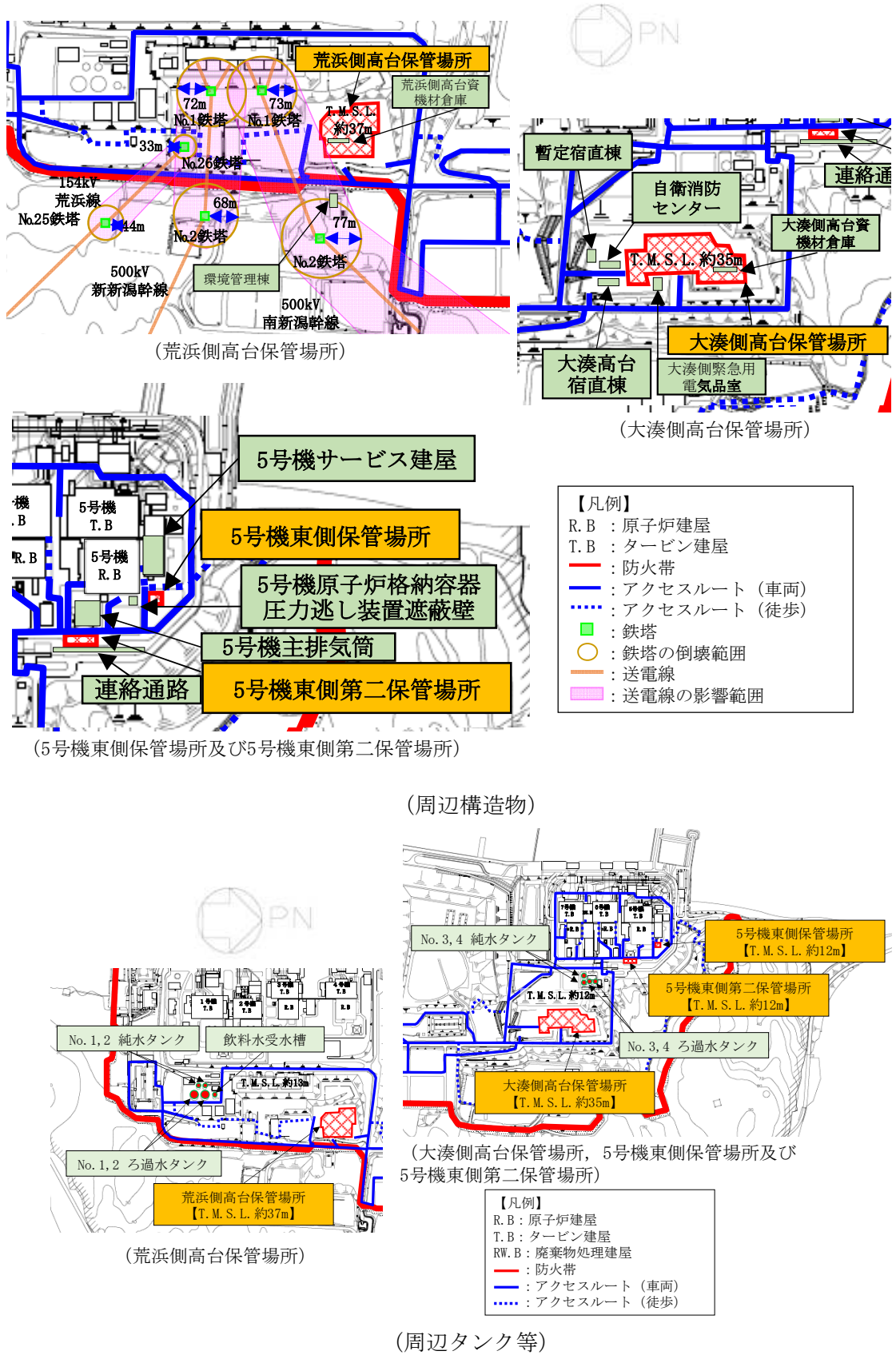


図 2-3 周辺構造物及び周辺タンク等の配置図

(2) 評価結果

周辺構造物の倒壊及び周辺タンク等の損壊に対する影響評価結果を表 2-4 に示す。

保管場所周辺には、倒壊及び損壊により影響を及ぼすおそれのある構造物及びタンク等が存在しないことを確認し、『該当なし』と評価した。また、保管場所が設定した周辺構造物の倒壊影響範囲に含まれないことを確認し、『問題なし』と評価した。

なお、荒浜側高台保管場所付近に500kV南新潟幹線が架線されているが、鉄塔が施設されている周辺の地盤変状の影響による被害要因（盛土の崩壊・地すべり・急傾斜地の崩壊）について、鉄塔基礎の安定性に問題がないことを確認した。また、万一、500kV南新潟幹線 No. 1鉄塔及びNo. 2鉄塔が荒浜側高台保管場所の方向に倒壊した場合でも、送電線が荒浜側高台保管場所に保管している可搬型重大事故等対処設備に影響を及ぼさないことを確認したことより、『問題なし』と評価した。

表 2-4 周辺構造物の倒壊及び周辺タンク等の損壊に対する影響評価結果

被害要因	評価結果			
	荒浜側高台 保管場所	大湊側高台 保管場所	5号機東側 保管場所	5号機東側第二 保管場所
① 周辺構造物の倒壊 (建屋, 鉄塔及び主排気筒)	問題なし	問題なし	問題なし	問題なし
② 周辺タンク等の損壊	該当なし	該当なし	問題なし	問題なし

2.3.2 周辺斜面の崩壊及び敷地下斜面のすべり

周辺斜面の崩壊及び敷地下斜面のすべりによる影響評価については、周辺斜面の崩壊及び敷地下斜面のすべりによる保管場所への影響を評価する。

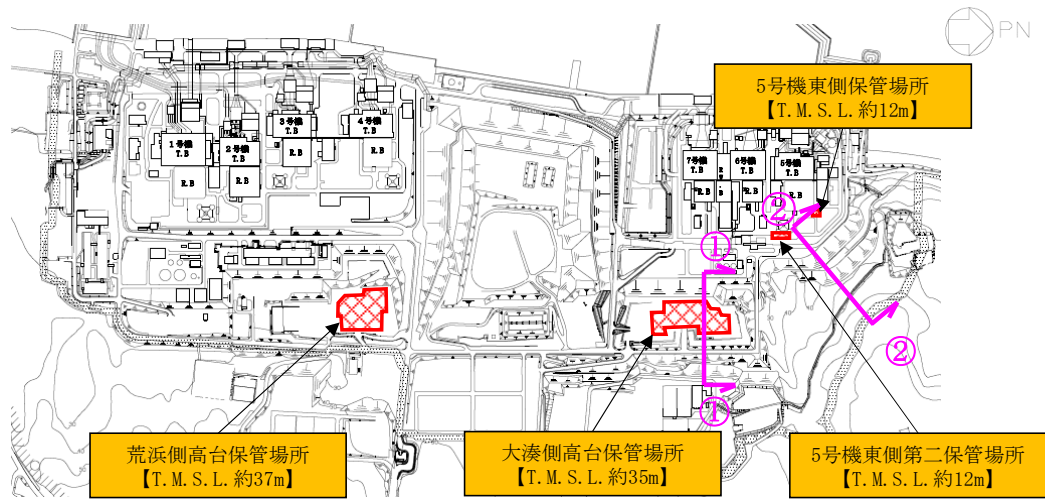
(1) 周辺斜面の崩壊

a. 評価方法

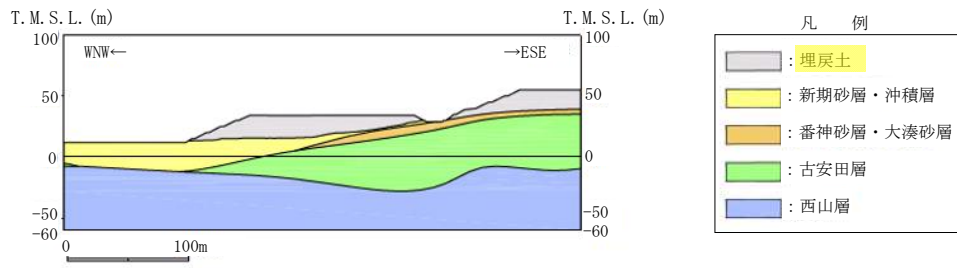
周辺斜面の崩壊による影響評価断面位置及び断面図を図 2-4 に示す。

評価の対象とする斜面については、斜面と保管場所との離隔距離及び崩壊後の堆積土砂による影響範囲を考慮し、保管場所周辺における斜面の形状、高さ等を考慮して選定する。なお、荒浜側高台保管場所については、評価対象となる周辺斜面が存在しない。

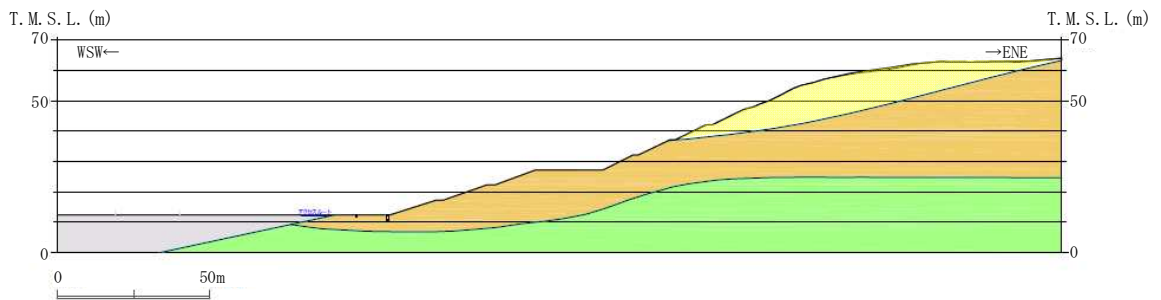
保管場所への影響評価では、全ての斜面が崩壊するものと仮定したうえで、斜面崩壊後の堆積土砂形状（以下「崩壊形状」という。）を予測し、堆積土砂の影響を受けない範囲に保管場所を設定していることを確認する。



影響評価断面位置



大湊側高台保管場所 汀線直交断面 (①断面)



5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所 斜面直交断面 (②断面)

図2-4 周辺斜面の崩壊による影響評価断面位置及び断面図

b. 評価結果

周辺斜面の崩壊による影響評価結果について、保管場所の周辺斜面における崩壊形状を図 2-5 に、保管場所への影響評価結果を表 2-5 に示す。

評価の結果、荒浜側高台保管場所については、評価対象となる周辺斜面が存在しないことから『該当なし』と評価し、周辺斜面の崩壊が保管場所に影響を及ぼさないことを確認した。

また、大湊側高台保管場所、5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所については、評価対象斜面とした周辺斜面について、斜面崩壊後における崩壊形状の到達範囲に入らない位置に保管場所を設定していることから『問題なし』と評価し、周辺斜面の崩壊が保管場所に影響を及ぼさないことを確認した。

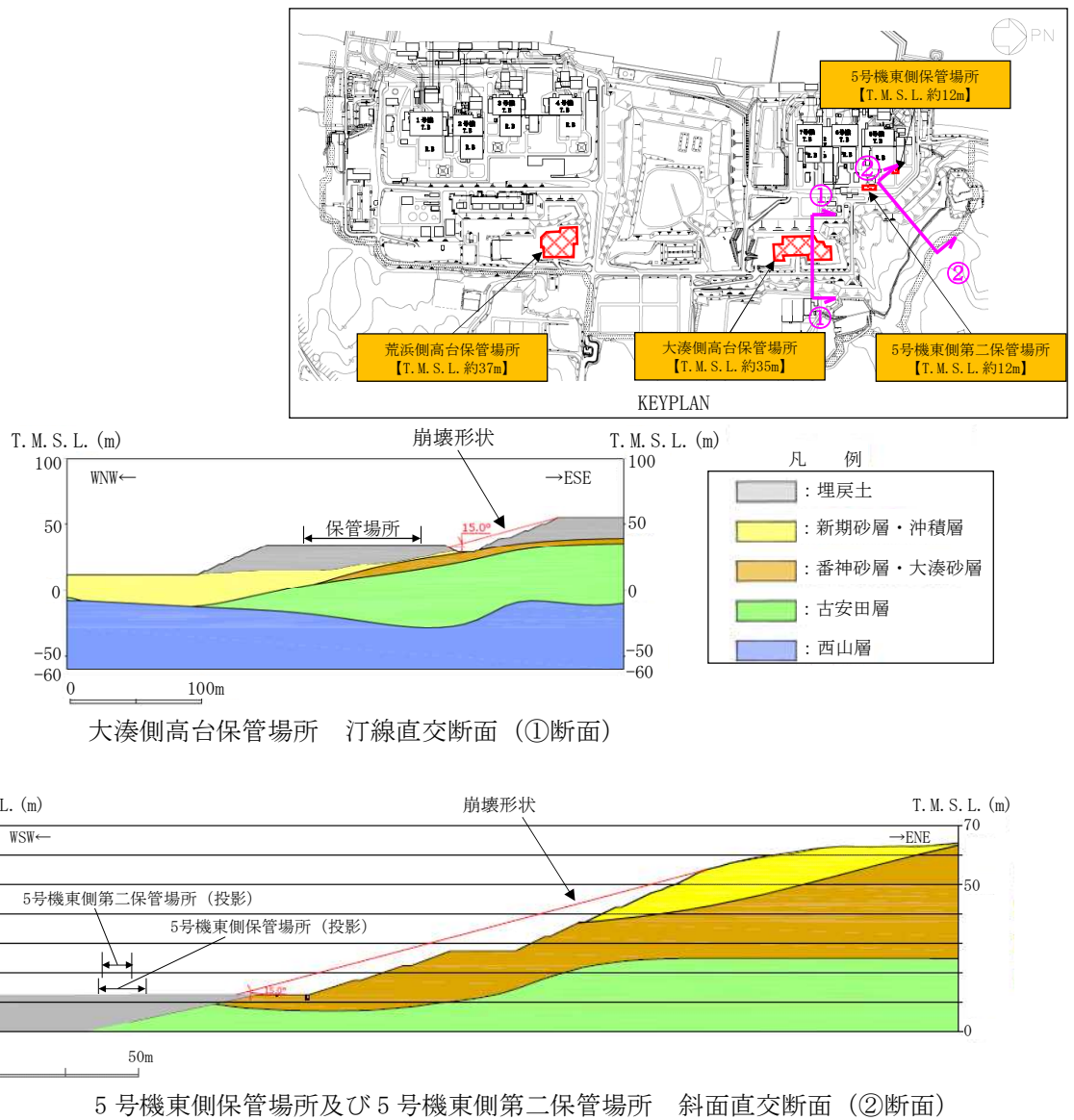


図 2-5 保管場所の周辺斜面における崩壊形状

表 2-5 周辺斜面の崩壊による影響評価結果

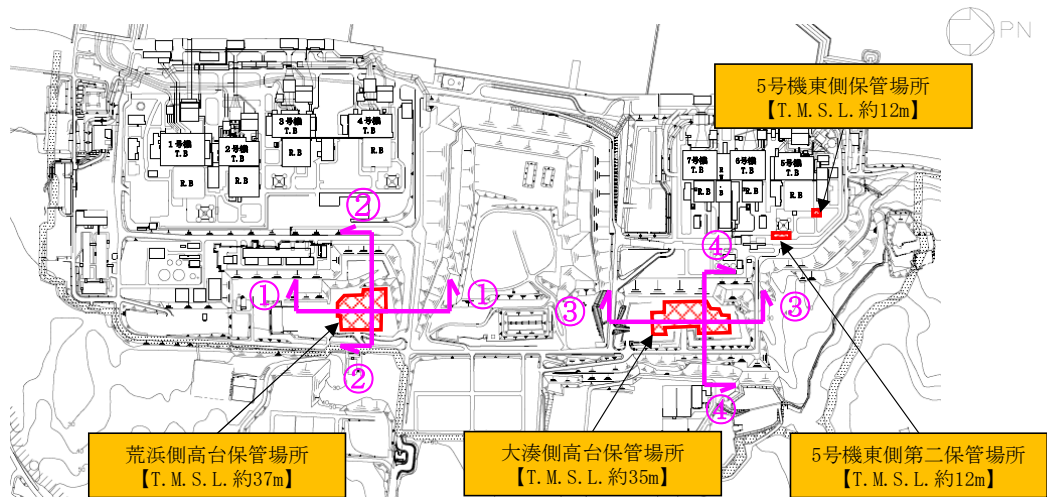
被害要因	評価結果			
	荒浜側高台 保管場所	大湊側高台 保管場所	5号機東側 保管場所	5号機東側第二 保管場所
③ 周辺斜面の崩壊	該当なし	問題なし	問題なし	問題なし

(2) 敷地下斜面のすべり

a. 評価方法

敷地下斜面のすべりによる影響評価断面位置及び断面図を図2-6に示す。評価の対象とする斜面については、敷地下斜面の形状、高さ等を考慮して抽出する。なお、5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所については、評価対象となる敷地下斜面が存在しない。

保管場所への影響評価では、基準地震動 S_s に対するすべり安定性評価を行い、すべり線の影響を受けない位置に保管場所を設定していることを確認する。すべり安定性評価については、基準地震動 S_s に対する地震応答解析を2次元動的有限要素法解析により行う。静的解析には、解析コード「stress_nlap」を、地震応答解析には解析コード「Super FLUSH/2D」を、すべり安全率算定には解析コード「suberi_sf」を使用する。解析コードの検証、妥当性確認等の概要については、「stress_nlap」を別紙2「計算機プログラム（解析コード）の概要」に、「Super FLUSH/2D」を別紙4「計算機プログラム（解析コード）の概要」に、「suberi_sf」を別紙3「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。また、すべり安全率の評価基準としては、すべり安全率が1.0以上であることとする。



影響評価断面位置

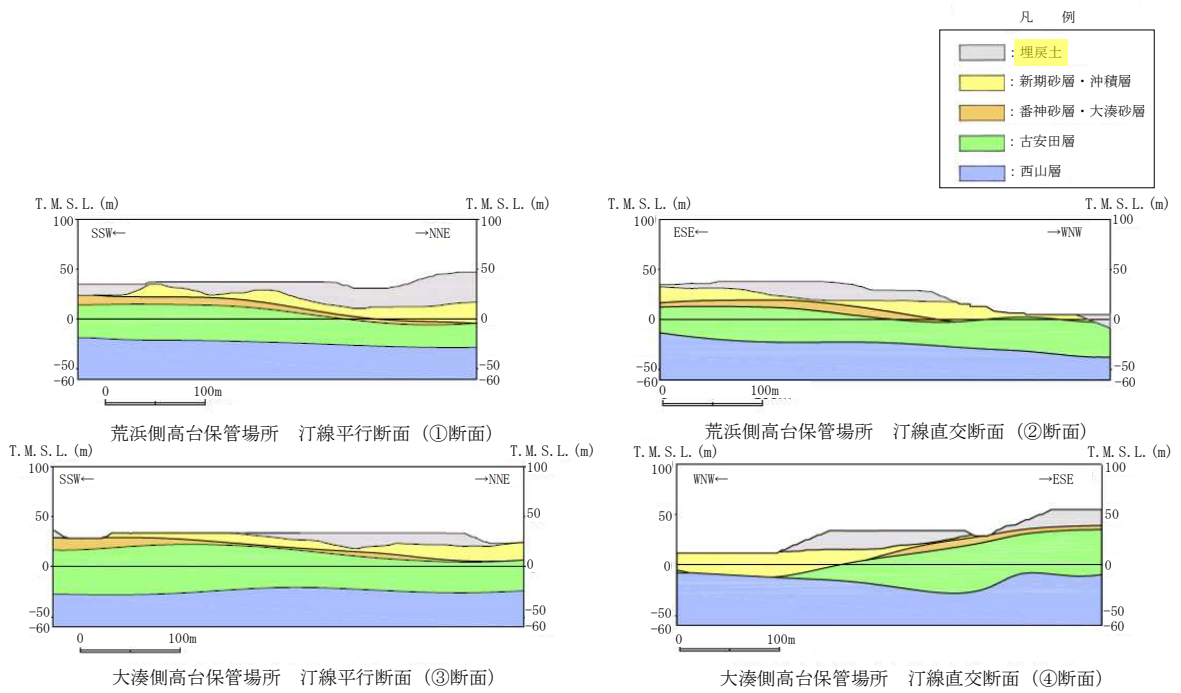


図 2-6 敷地下斜面のすべりによる影響評価断面位置及び断面図

b. 評価結果

敷地下斜面のすべりによる影響評価結果について、すべり安定性評価結果を図 2-7 及び図 2-8 に、保管場所への影響評価結果を表 2-6 に示す。

評価の結果、荒浜側高台保管場所については、すべり安全率が 1.0 を下回るすべり線が存在しないこと、大湊側高台保管場所については、すべり安全率が 1.0 を下回るすべり線の範囲（法肩から最大崩壊範囲までの距離）が保管場所に到達しないことから『問題なし』と評価し、敷地下斜面のすべりが保管場所に影響を及ぼさないことを確認した。

また、5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所については、評価対象となる敷地下斜面が存在しないことから『該当なし』と評価し、敷地下斜面のすべりが保管場所に影響を及ぼさないことを確認した。

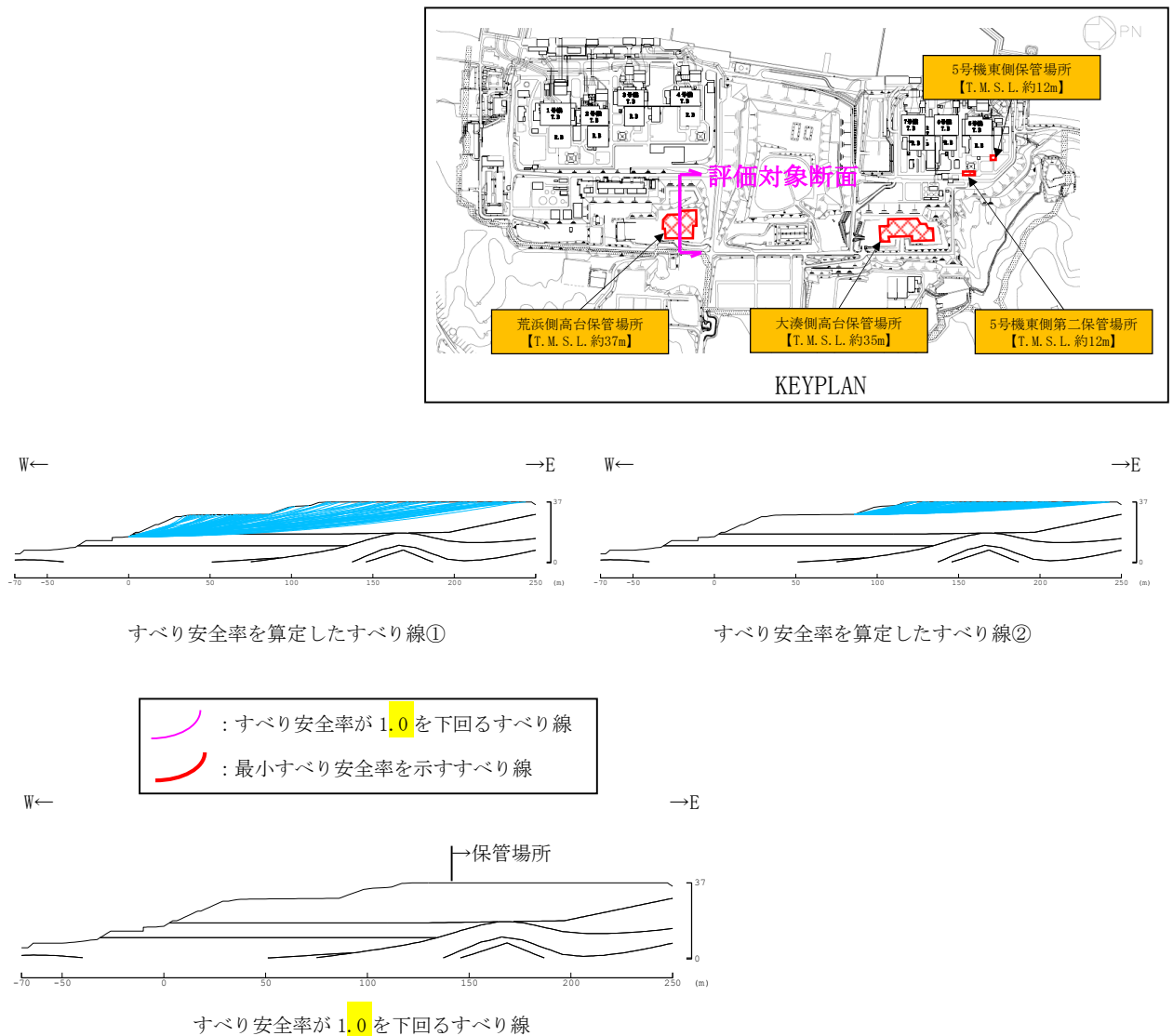


図 2-7 荒浜側高台保管場所の敷地下斜面のすべり安定性評価結果

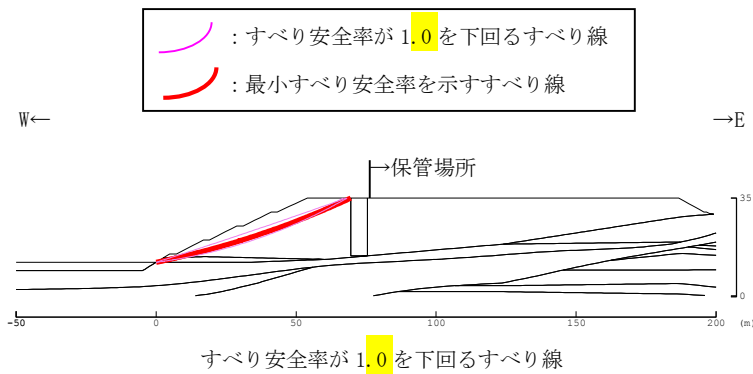
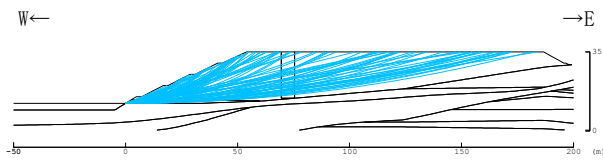
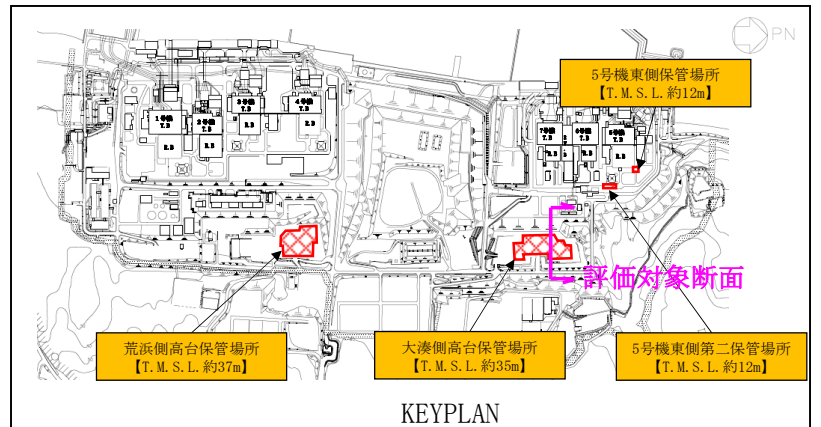


図 2-8 大湊側高台保管場所の敷地下斜面のすべり安定性評価結果

表 2-6 敷地下斜面のすべりによる影響評価結果

被害要因	評価結果			
	荒浜側高台 保管場所	大湊側高台 保管場所	5号機東側 保管場所	5号機東側第二 保管場所
④ 敷地下斜面のすべり	問題なし	問題なし	該当なし	該当なし

2.3.3 液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜，液状化に伴う浮上り

(1) 液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜

a. 評価方法

液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜に対する影響評価については，液状化及び揺すり込みによる不等沈下及び傾斜に対する保管場所への影響を評価する。

液状化及び揺すり込みによる不等沈下に対する影響評価位置及び断面図を図 2-9 に，傾斜に対する影響評価断面位置及び断面図を図 2-10 に示す。評価の対象とする位置は，保管場所の中央部及び端部とする。

保管場所への影響評価では，液状化及び揺すり込みによる沈下量及び傾斜量を算定し，評価基準内に収まることを確認する。沈下量（不等沈下量）については，液状化による沈下量と揺すり込みによる沈下量の合計とし，傾斜量は沈下量を保管場所の長さで除すことで算定する。液状化による沈下量については，地下水位以深の飽和地盤全て（埋戻土，新期砂層・沖積層，番神砂層・大湊砂層及び古安田層*1）を対象層とし，層厚の2.0%を沈下量として算定する。揺すり込みによる沈下量については，地下水位以浅の不飽和地盤を対象層とし，層厚の2.0%を沈下量として算定する。評価基準については，可搬型重大事故等対処設備が徐行により走行可能な段差量 15cm^2 以下であること及び登坂可能な勾配15%*3以下であることとする。

また，保管場所の影響評価に用いる地下水位については，評価箇所周辺に工認対象の施設がある場合はその設計地下水位を，工認対象の施設がない場合には，建設時の設計地下水位あるいは既往の観測記録に基づいて設定する。ただし，液状化による沈下量と揺すり込みによる沈下量は，ともに層厚の2.0%として算定されるため，地下水位の設定による沈下量への影響はない。

注記*1：安田層下部層の MIS10～MIS7 と MIS6 の境界付近の堆積物については，本資料では『古安田層』と仮称する。

*2：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（佐藤ら 2007年）

*3：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（濱本ら 2012年）

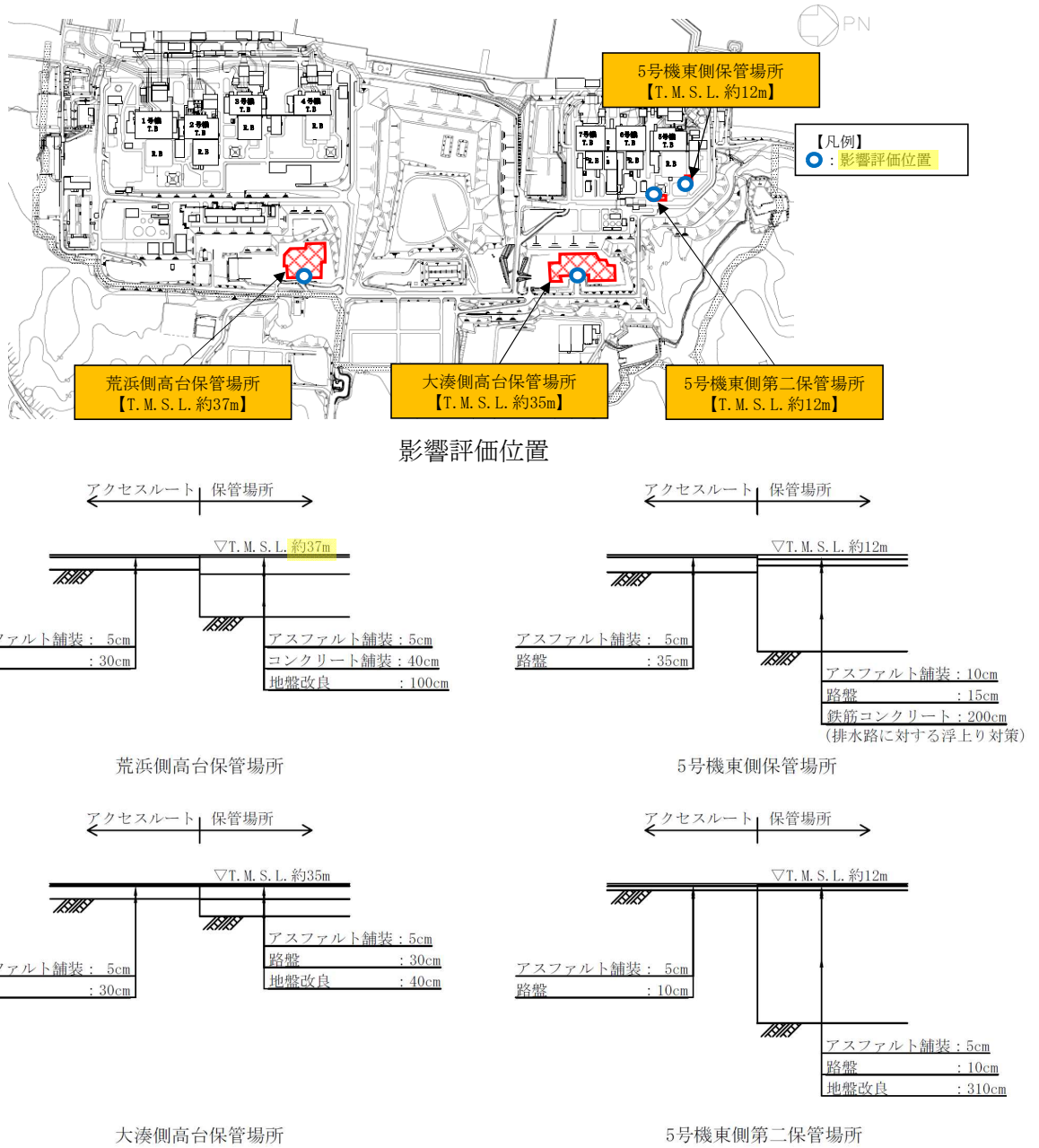
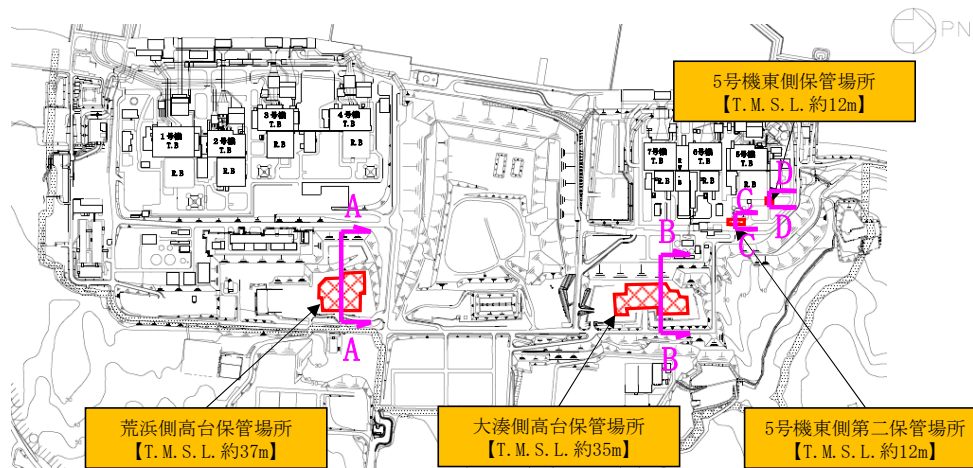


図 2-9 液状化及び揺すり込みによる不等沈下に対する影響評価位置及び断面図



影響評価断面位置

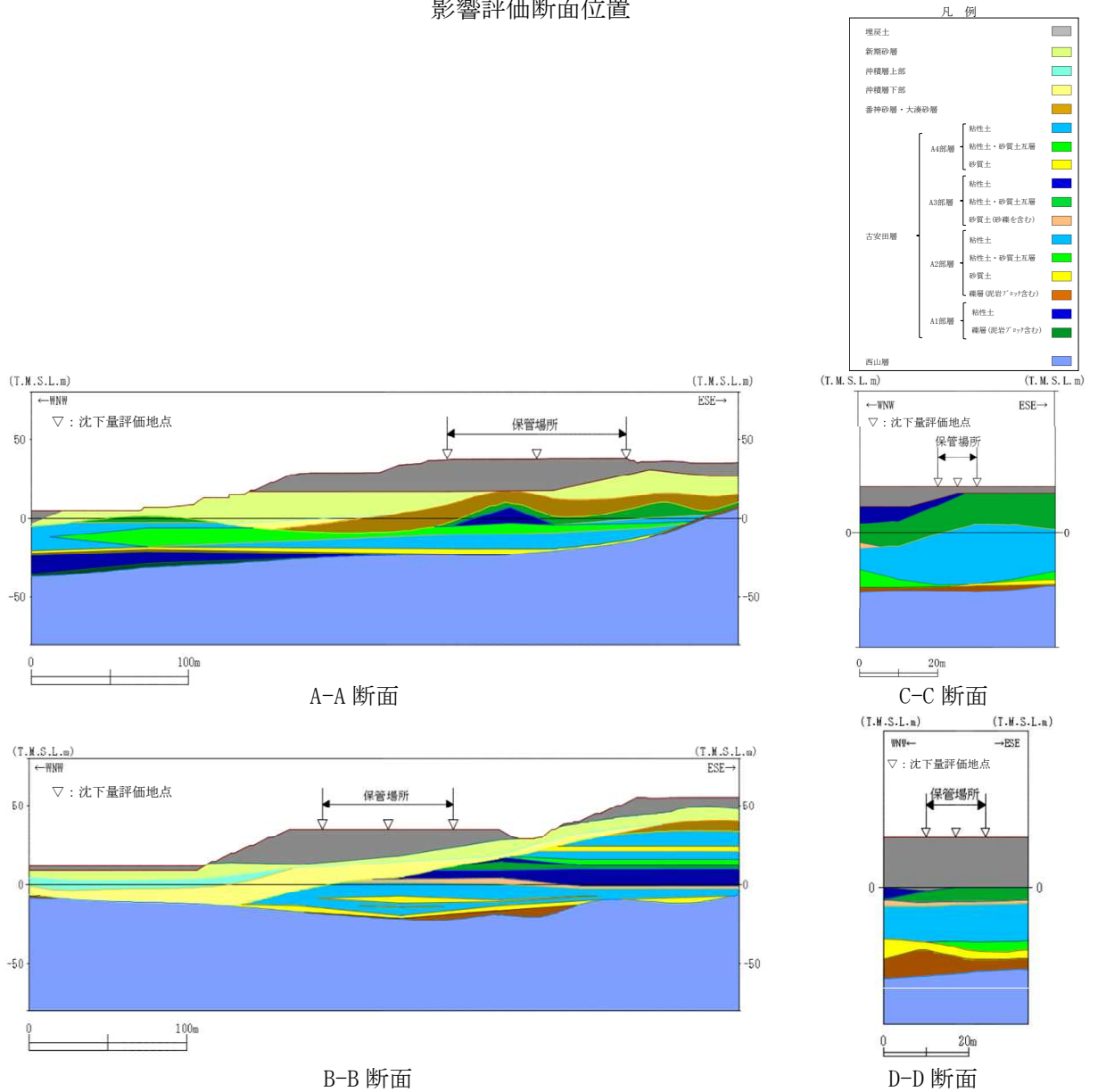


図 2-10 液状化及び揺すり込みによる傾斜に対する影響評価断面位置及び断面図

b. 評価結果

(a) 不等沈下の評価

液状化及び揺すり込みによる不等沈下に対する影響評価結果について、不等沈下量の算定結果を表2-7に、保管場所への影響評価結果を表2-8に示す。

評価の結果、算定した沈下量は評価基準を満足することから『問題なし』と評価し、液状化及び揺すり込みによる不等沈下が保管場所に影響を及ぼさないことを確認した。

表2-7 不等沈下量の算定結果

(単位：cm)

被害要因	評価結果				評価基準
	荒浜側高台 保管場所	大湊側高台 保管場所	5号機東側 保管場所	5号機東側第二 保管場所	
⑤ 液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜（不等沈下）	2.8	0.8	4.0	6.2	段差量 15cm以下

表2-8 液状化及び揺すり込みによる不等沈下に対する影響評価結果

被害要因	評価結果			
	荒浜側高台 保管場所	大湊側高台 保管場所	5号機東側 保管場所	5号機東側第二 保管場所
⑤ 液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜（不等沈下）	問題なし	問題なし	問題なし	問題なし

(b) 傾斜の評価

液状化及び揺すり込みによる傾斜に対する影響評価結果について、傾斜量の算定結果を表2-9に、保管場所への影響評価結果を表2-10に示す。

評価の結果、算定した傾斜量は評価基準を満足することから『問題なし』と評価し、液状化及び揺すり込みによる傾斜が保管場所に影響を及ぼさないことを確認した。

表2-9 傾斜量の算定結果

(単位：%)

被害要因	評価結果				評価基準
	荒浜側高台 保管場所	大湊側高台 保管場所	5号機東側 保管場所	5号機東側第二 保管場所	
⑤ 液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜 (傾斜)	1.2	1.4	4.8	5.5	傾斜 15%以下

表2-10 液状化及び揺すり込みによる傾斜に対する影響評価結果

被害要因	評価結果			
	荒浜側高台 保管場所	大湊側高台 保管場所	5号機東側 保管場所	5号機東側第二 保管場所
⑤ 液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜 (傾斜)	問題なし	問題なし	問題なし	問題なし

(2) 液状化に伴う浮上り

a. 評価方法

液状化に伴う浮上りに対する影響評価については、液状化に伴う浮上りに対する保管場所への影響を評価する。

図 2-11 及び図 2-12 に保管場所を横断する地中埋設構造物位置図を示す。浮上りの評価の対象については、保管場所を横断する地中埋設構造物とする。なお、荒浜側高台保管場所及び大湊側高台保管場所については、対象となる地中埋設構造物が存在しない。

保管場所への影響評価では、「トンネル標準示方書（土木学会 2006）」に基づき評価対象とする地中埋設構造物の揚圧力と抵抗力から浮上りに対する安全率を算定し、算定した浮上り安全率が評価基準以上となることを評価する。評価基準は、浮上りに対する安全率が 1.0 とする。

また、保管場所の影響評価に用いる地下水位については、「2.3.3(1) 液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜」と同様に、評価対象周辺の工認対象の施設の設計地下水位、建設時の設計地下水位あるいは既往の観測記録に基づいて設定する。

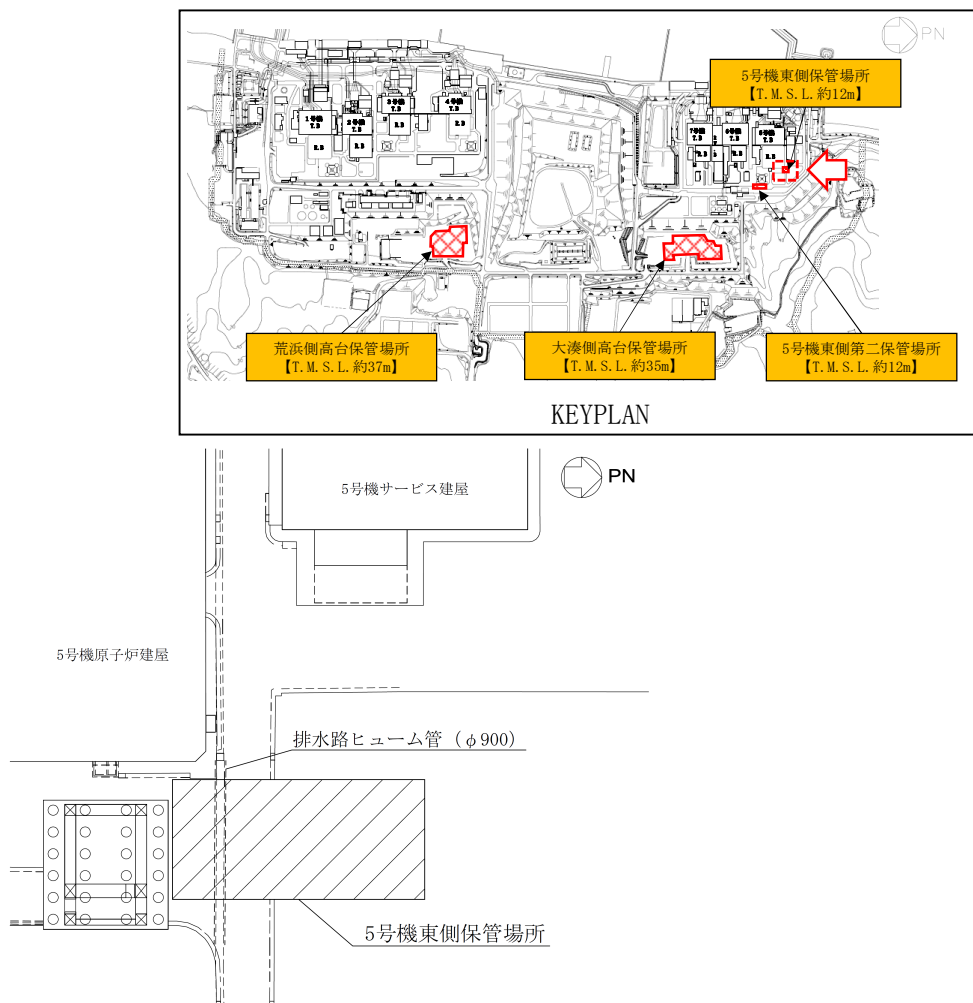


図 2-11 保管場所を横断する地中埋設構造物位置図（5号機東側保管場所）

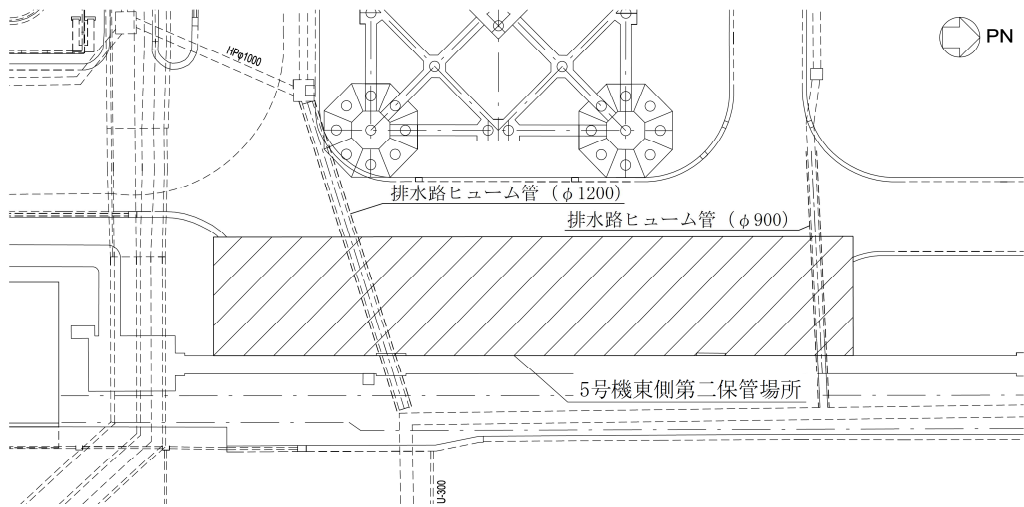
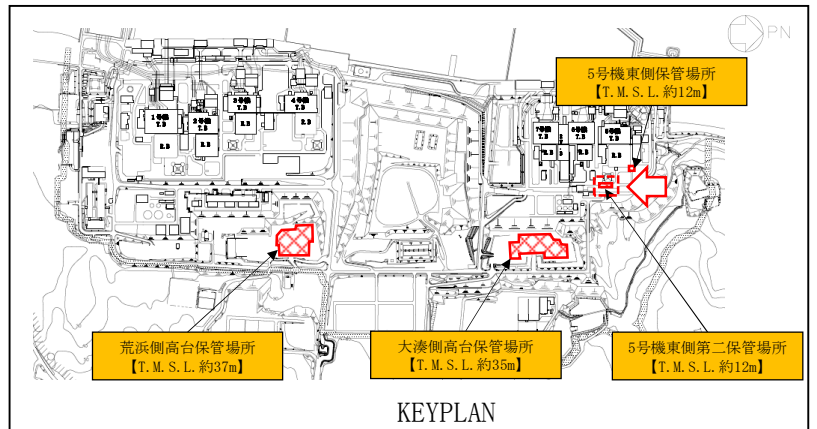


図 2-12 保管場所を横断する地中埋設構造物位置図 (5号機東側第二保管場所)

b. 評価結果

液状化に伴う浮上りに対する影響評価結果について、浮上りに対する安全率の算定結果を表 2-11 に、保管場所への影響評価結果を表 2-12 に示す。

評価の結果、荒浜側高台保管場所及び大湊側高台保管場所については、対象となる地中埋設構造物が存在しないことから『該当なし』と評価し、液状化に伴う浮上りが保管場所に影響を及ぼさないことを確認した。

また、5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所については、評価対象とした地中埋設構造物の浮上りに対する安全率が評価基準を満足することから『問題なし』と評価し、液状化に伴う浮上りが保管場所に影響を及ぼさないことを確認した。

表 2-11 浮上りに対する安全率の算定結果

保管場所	名称	揚圧力 (kN/m)	浮上り 抵抗力 (kN/m)	浮上り に対する 安全率	評価基準
5号機東側 保管場所	排水路 ヒューム管 (φ900)	133.1	139.0	1.04	1.0
5号機東側 第二保管場所	排水路 ヒューム管 (φ1200)	112.9	5264	46.6	
	排水路 ヒューム管 (φ900)	63.0	1462	23.2	

表 2-12 液状化に伴う浮上りに対する影響評価結果

被害要因	評価結果			
	荒浜側高台 保管場所	大湊側高台 保管場所	5号機東側 保管場所	5号機東側第二 保管場所
⑤ 液状化に伴う浮上り	該当なし	該当なし	問題なし	問題なし

2.3.4 地盤支持力の不足

(1) 評価方法

地盤支持力の不足による影響評価については、地盤支持力の不足による保管場所への影響を評価する。

評価の対象については、保管場所を構成する地盤を対象とする。

保管場所への影響評価では、保管される可搬型重大事故等対処設備の地震時接地圧に対する安全率を算定し、算定した地震時接地圧に対する安全率が評価基準を上回ることを確認する。地震時接地圧については、V-2「耐震性に関する説明書」のうちV-2-別添3-2「可搬型重大事故等対処設備の保管場所における入力地震動」に基づく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定し、常時接地圧に鉛直震度係数を乗じて算定する。常時接地圧は、車両総重量が最大となる可搬型重大事故等対処設備を保管場所ごとにそれぞれ選定し、当該車両の軸重量を用い舗装による荷重分散を考慮して算定する。地震時接地圧に対する安全率は、保管場所の地盤の種類による地盤支持力を、地震時接地圧で除すことで算定する。評価基準は、地震時接地圧による安全率が1.0とする。

基準地震動 S_s による各保管場所の鉛直震度係数を表2-13に、評価の対象とする可搬型重大事故等対処設備の選定結果を表2-14に、大容量送水車（熱交換器ユニット用）の仕様を図2-13に、5号機原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備の仕様を図2-14に、可搬型代替注水ポンプ（A-2級）の仕様を図2-15に示す。

表2-13 基準地震動 S_s による各保管場所の鉛直震度係数

保管場所	地表面での鉛直最大応答加速度 (m/s^2)	鉛直震度係数
荒浜側高台保管場所	10.69	2.09
大湊側高台保管場所	14.78	2.51
5号機東側保管場所	5.74	1.59
5号機東側第二保管場所	5.76	1.59

表2-14 可搬型重大事故等対処設備の選定結果

保管場所	車両の種類	車両総重量
荒浜側高台保管場所	大容量送水車（熱交換器ユニット用）	約22t
大湊側高台保管場所	大容量送水車（熱交換器ユニット用）	約22t
5号機東側保管場所	5号機原子炉建屋内緊急時対策所用 可搬型電源設備	約9t
5号機東側第二保管場所	可搬型代替注水ポンプ（A-2級）	約5t

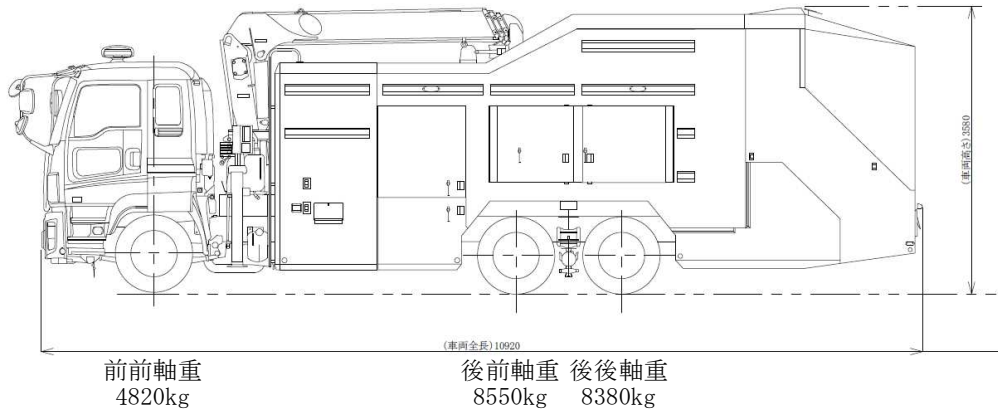


図 2-13 大容量送水車（熱交換器ユニット用）の仕様

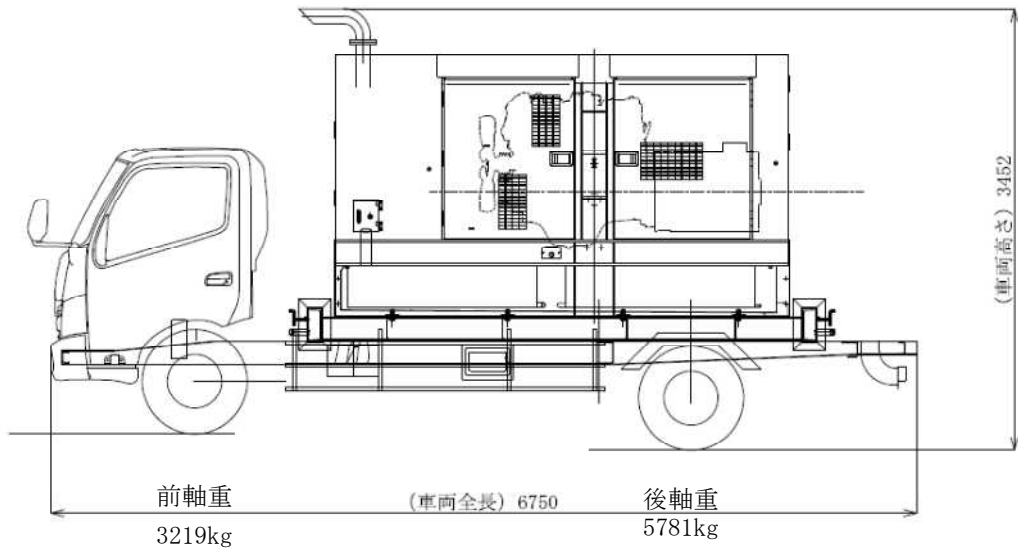


図 2-14 5号機原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備の仕様

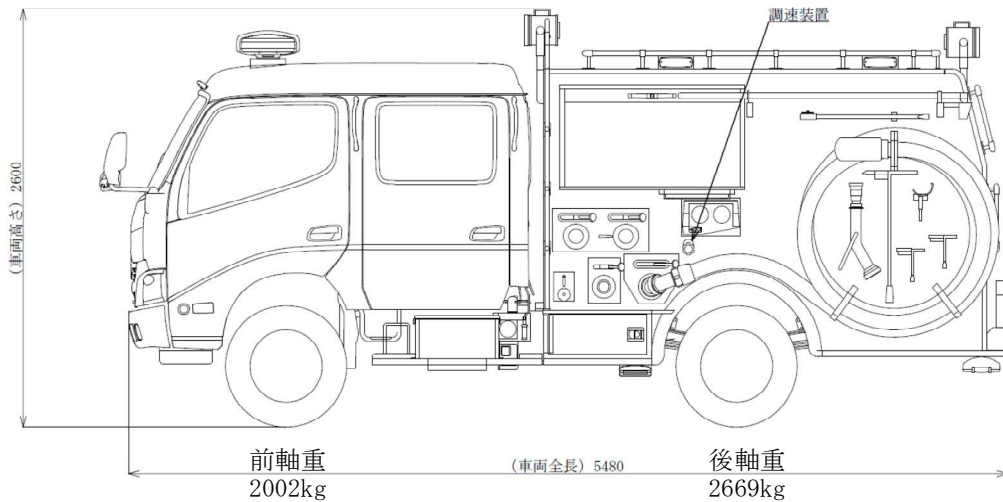


図 2-15 可搬型代替注水ポンプ（A-2 級）の仕様

(2) 評価結果

地盤支持力の不足による影響評価結果について、地震時接地圧に対する安全率の算定結果を表2-15に、保管場所への影響評価結果を表2-16に示す。

評価の結果、地震時接地圧に対する安全率が評価基準を満足することから『問題なし』と評価し、地盤支持力の不足が保管場所に影響を及ぼさないことを確認した。

表2-15 地震時接地圧に対する安全率の算定結果

被害要因	保管場所	地震時 接地圧 (kN/m ²)	地盤 支持力 (kN/m ²)	地震時接地圧 に対する 安全率	評価 基準
⑥ 地盤支持力の不足	荒浜側高台保管場所	87	400	4.6	1.0
	大湊側高台保管場所	74	400	5.4	
	5号機東側保管場所	32	400	12.5	
	5号機東側第二保管場所	9	200	22.2	

表2-16 地盤支持力の不足による影響評価結果

被害要因	評価結果			
	荒浜側高台 保管場所	大湊側高台 保管場所	5号機東側 保管場所	5号機東側第二 保管場所
⑥ 地盤支持力の不足	問題なし	問題なし	問題なし	問題なし

2.3.5 地中埋設構造物の損壊

(1) 評価方法

地中埋設構造物の損壊による影響評価については、地中埋設構造物の損壊による保管場所への影響を評価する。

図 2-11 及び図 2-12 に保管場所を横断する地中埋設構造物位置図を示す。

評価の対象は、保管場所を横断する地中埋設構造物とする。なお、荒浜側高台保管場所及び大湊側高台保管場所については、対象となる地中埋設構造物が存在しない。

保管場所への影響評価では、評価対象とする地中埋設構造物のうち、S クラスとして設計された設備では無く地表面付近に設置されている地中埋設構造物を、保管場所に影響を及ぼす地中埋設構造物として評価する。

(2) 評価結果

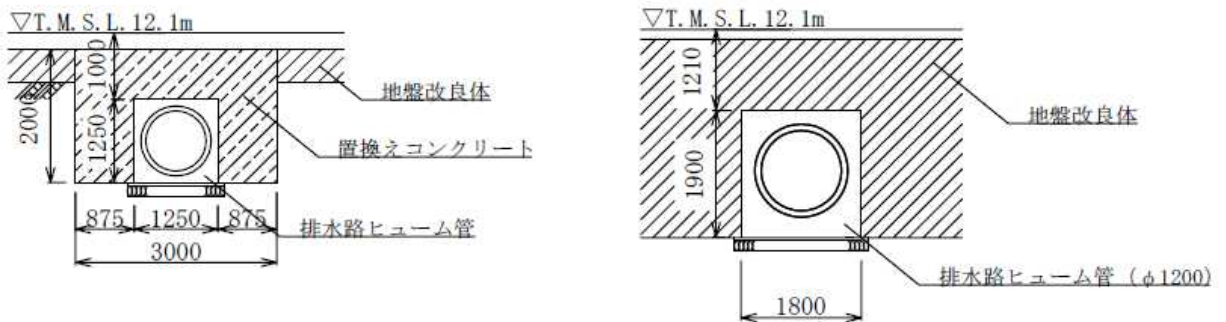
地中埋設構造物の損壊による影響評価結果を表 2-17 に示す。

評価の結果、荒浜側高台保管場所及び大湊側高台保管場所については、評価の対象となる地中埋設構造物が存在しないことから『該当なし』と評価し、地中埋設構造物の損壊が保管場所に影響を及ぼさないことを確認した。

また、5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所には評価の対象となる地中埋設構造物として排水路ヒューム管が存在するが、図 2-16 に示すとおり、地中埋設構造物周囲をコンクリートで巻き立てる又はセメント改良土により埋戻しており、強固な構造となっていることから、地中埋設構造物の損壊による保管場所への影響について『問題なし』と評価し、地中埋設構造物の損壊が保管場所に影響を及ぼさないことを確認した。

表 2-17 地中埋設構造物の損壊による影響評価結果

被害要因	評価結果			
	荒浜側高台 保管場所	大湊側高台 保管場所	5号機東側 保管場所	5号機東側第二 保管場所
⑦ 地中埋設構造物の 損壊	該当なし	該当なし	問題なし	問題なし



(5号機東側保管場所)

(5号機東側第二保管場所)

図 2-16 地中埋設構造物の断面図

2.3.6 淡水貯水池の堰堤及び送水配管の損壊

(1) 評価方法

淡水貯水池の堰堤及び送水配管の損壊による影響評価については、淡水貯水池の堰堤及び送水配管の損壊による保管場所への影響を評価する。

淡水貯水池及び送水配管と保管場所の位置図を図2-17に示す。

保管場所への影響評価では、淡水貯水池の堰堤及び送水配管の損壊によって生ずる溢水の影響が保管場所に及ばないことを確認する。

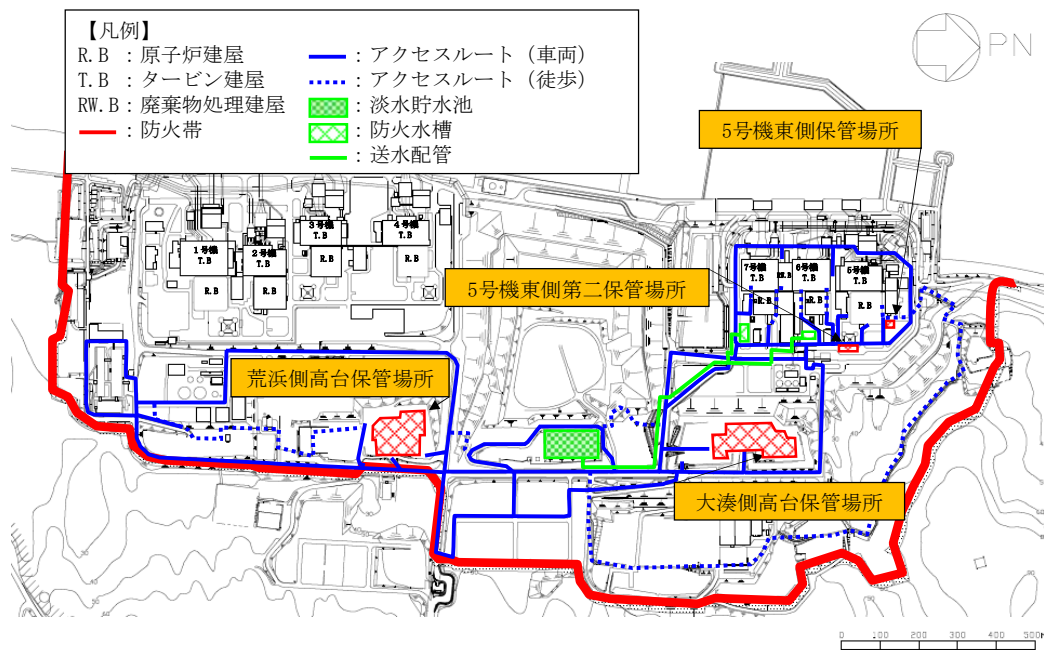


図2-17 淡水貯水池及び送水配管と保管場所の位置図

(2) 評価結果

淡水貯水池の堰堤及び送水配管の損壊による影響評価結果を表2-18に示す。

評価の結果、荒浜側高台保管場所及び大湊側高台保管場所については、淡水貯水池の堰堤及び送水配管の損壊による溢水が発生した場合においても、淡水貯水池と各保管場所の間に道路及び排水路が敷設されており、保管場所に到達することなく道路上及び構内の排水路を経て海域に排水されることから『問題なし』と評価し、淡水貯水池の堰堤及び送水配管の損壊が保管場所に影響を及ぼさないことを確認した。

また、5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所については、周辺の空地が平坦かつ広大であり、淡水貯水池の堰堤及び送水配管の損壊による溢水が発生した場合においても、周辺の道路上及び排水路を自然流下して拡散すること、また、保管する可搬型重大事故等対処設備は、地表面上30cmの浸水が生じた場合であっても機能に影響がない設計であることから『問題なし』と評価し、淡水貯水池の堰堤及び送水配管の損壊が保管場所に影響を及ぼさないことを確認した。

表 2-18 淡水貯水池の堰堤及び送水配管の損壊による影響評価結果

被害要因	評価結果			
	荒浜側高台 保管場所	大湊側高台 保管場所	5号機東側 保管場所	5号機東側第二 保管場所
⑧ 淡水貯水池の堰堤及び送水配管の損壊	問題なし	問題なし	問題なし	問題なし

3. 屋外アクセスルート

3.1 屋外アクセスルートの基本方針

自然現象に対して、地震、津波、風（台風）、竜巻、低温（凍結）、降水、積雪及び火山の影響を考慮し、外部人為事象に対して、火災・爆発（森林火災、近隣工場等の火災・爆発、航空機落下火災等）、有毒ガス及び故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムを考慮し、可搬型重大事故等対処設備の保管場所から設置場所及び接続場所までのアクセスルートを複数設定する。

上記を受けた屋外アクセスルート設定の考え方を以下に示す。また、屋外アクセスルート図を図3-1に示す。

(1) 地震及び津波の影響の考慮

a. 複数設定するアクセスルートは以下の(a)、(b) 2つの条件を満足するルートとする。

(a) 基準津波の影響を受けないルート

(b) 基準地震動 S_s の影響による周辺斜面の崩壊や道路面のすべりで崩壊土砂が広範囲に到達することを想定した上で、ホイールローダによる仮復旧が可能なルート

上記の条件を考慮したうえで、全交流動力電源、又は全交流動力電源及び直流電源が喪失した場合の対応手段を確保するため可搬型重大事故等対処設備による原子炉等への注水に係る可搬型重大事故等対処設備のアクセスルートを設定する。

(2) 地震及び津波以外の自然現象又は外部人為事象の影響の考慮

地震及び津波以外の自然現象又は外部人為事象に対し、同時に影響を受けない又はホイールローダによる仮復旧が可能なアクセスルートを複数設定する。

また、事務建屋からアクセスルートまでサブルートを設定する。

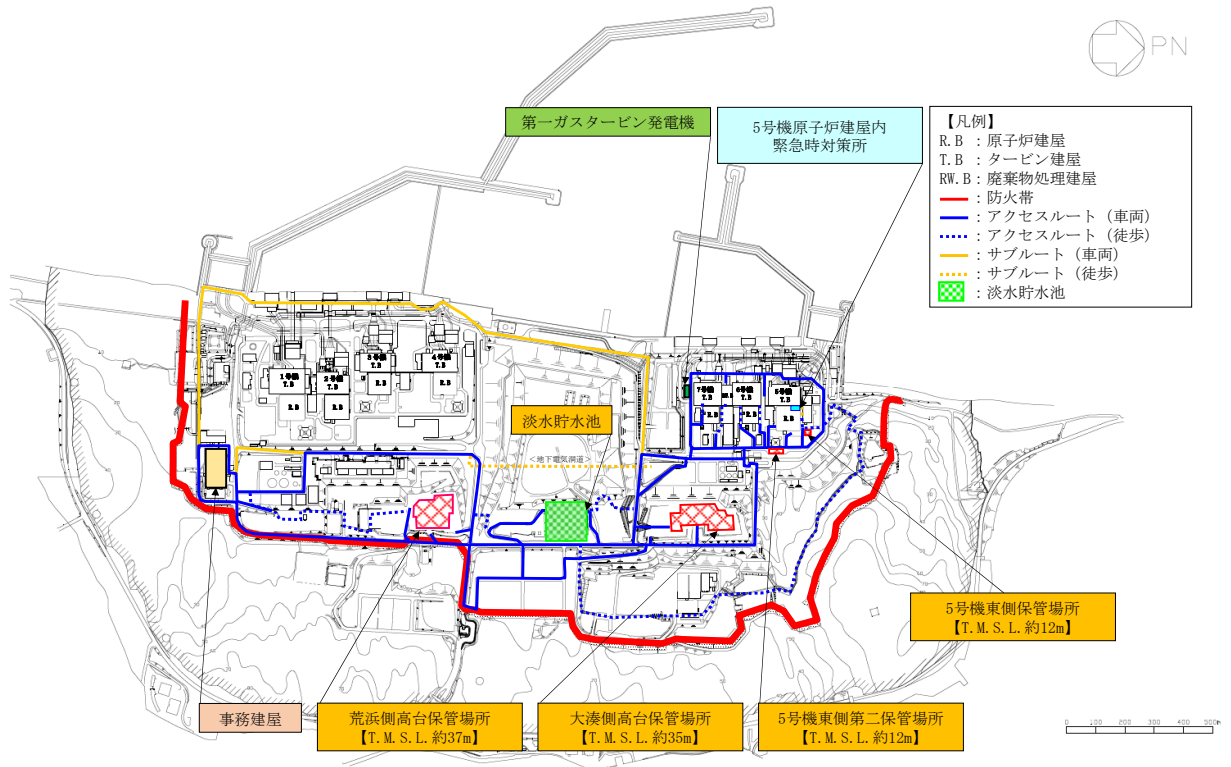


図 3-1 屋外アクセスルート図

3.2 屋外アクセスルートの影響評価

屋外アクセスルートの設計においては、屋外アクセスルートについて想定される自然現象及び外部人為事象の抽出を行い、その自然現象及び外部人為事象が起因する被害要因に対して影響評価を行い、その影響を受けないルートを確認する、又はその影響を排除できるルートを確認する。なお、近隣工場等の火災・爆発については、立地的要因により影響を受けることはなく、航空機落下火災についても、複数のアクセスルートを確認することにより影響はない。また、有毒ガスについては、セルフエアセット等の装備により通行に影響はない。

屋外アクセスルートについて想定される自然現象及び外部人為事象の抽出結果を表 3-1 及び表 3-2 に示す。

表 3-1 屋外アクセスルートに想定される自然現象 (1/2)

自然現象	概略評価結果	被害要因抽出 ○：対象 ×：対象外
地震	<ul style="list-style-type: none"> ・地盤や周辺斜面の崩壊による影響，周辺構造物の倒壊・損壊，火災，溢水等による影響が考えられる。 ・サブルートは，地震に随伴する津波を考慮すると使用できない。 	○
津波	<ul style="list-style-type: none"> ・基準津波は，アクセスルートまで遡上しない。 ・サブルートは，防潮堤外側の道路が含まれており，地震に随伴する津波を考慮すると使用できない。 ・万一，津波によりがれきが発生した場合でも，ホイールローダにより撤去することが可能である。 	×
風 (台風)	<ul style="list-style-type: none"> ・台風によりがれきが発生した場合も，ホイールローダにより撤去することが可能である。 	×
竜巻	<ul style="list-style-type: none"> ・竜巻によりがれきが発生した場合も，ホイールローダにより撤去することが可能である。 ・通信鉄塔，避雷鉄塔及び送電鉄塔が倒壊した場合であっても，迂回ルートを選択することで保管場所へのアクセスが可能である。 ・また，避雷鉄塔が転倒した場合であっても，避雷鉄塔は，アクセスルートから十分離れておりアクセスルートへの影響はないと考えられるが，アクセスルートに影響がある場合は，迂回ルートを選択することで保管場所へのアクセスが可能である。 ・竜巻より防護すべき施設の周辺に関しては，竜巻発生予測を踏まえた車両の待避運用等の飛来物発生防止対策を実施することから，アクセスに問題を生じる可能性は小さい。 ・また，その他の場所に関しては，複数のルートが確保されていることから，飛来物によりアクセスに問題を生じる可能性は小さい。 	×
低温 (凍結)	<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，アクセスルートへの融雪剤散布を行うことでアクセスに問題が生じる可能性は小さい。 ・路面が凍結した場合にも，走行可能なタイヤを装着していることから，アクセスに問題が生じる可能性は小さい。 	×

表 3-1 屋外アクセスルートに想定される自然現象 (2/2)

自然現象	概略評価結果	被害要因抽出 ○：対象 ×：対象外
降水	<ul style="list-style-type: none"> ・排水路は滞留水を速やかに海域に排水する設計とすることから、アクセス性に支障はない。 ・一部滞留水が発生するものの、排水路とは別に設置した排水用フラップゲートから滞留水を速やかに海域に排水することが可能であることから、アクセス性に支障はない。 ・排水路が閉塞した事態を想定した場合においても、排水用フラップゲートから雨水を海域に排水することが可能であることから、アクセス性に支障はない。 	×
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、積雪状況等を見計らいながら除雪することで対処が可能である。 ・また、アクセスルートの除雪は、ホイールローダによる実施も可能である。 ・積雪時においても、走行可能なタイヤを装着していることから、アクセスに問題を生じる可能性は小さい。 	×
火山の影響	<ul style="list-style-type: none"> ・噴火発生の情報を受けた際は、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、アクセスルートの除灰は、ホイールローダによる実施も可能である。 	×

表 3-2 屋外アクセスルートに想定される外部人為事象

人為事象	概略評価結果	被害要因抽出 ○：対象 ×：対象外
森林火災	<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。 ・アクセスルートは一部防火帯と重複するものの、迂回ルートを使用することにより、森林火災の影響を受けずに通行可能である。 ・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。 	×

また、屋外アクセスルートに対する被害要因及び被害事象を表 3-3 に示す。

表 3-3 屋外アクセスルートに対する被害要因及び被害事象

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
① 周辺建造物の倒壊 (建屋、鉄塔及び主排気筒)	・倒壊物によるアクセスルートの閉塞
② 周辺タンク等の損壊	・タンク損壊等に伴う火災及び溢水による通行不能
③ 周辺斜面の崩壊及び道路面のすべり	・土砂流入及び道路損壊による通行不能
④ 液状化及び揺すり込みによる不等沈下、側方流動、液状化に伴う浮上り	・アクセスルートの不等沈下、側方流動、浮上りによる通行不能
⑤ 地盤支持力の不足	・懸念される被害事象なし*
⑥ 地中埋設建造物の損壊	・陥没による通行不能
⑦ 淡水貯水池の堰堤及び送水配管の損壊	・堰堤及び送水配管の損壊による通行不能

注記*：地震時においては、アクセスルート上に可搬型重大事故等対処設備が保管されていないため、懸念される被害事象がない。

3.3 屋外アクセスルートの評価方法及び結果

屋外アクセスルートへの影響評価については、表 3-3 の被害要因ごとに評価する。

3.3.1 周辺構造物の倒壊及び周辺タンク等の損壊

(1) 評価方法

周辺構造物の倒壊及び周辺タンク等の損壊に対する影響評価においては、保管場所における影響評価と同様にアクセスルート周辺の構造物及びタンク等を対象とし、これらが基準地震動 S_s により倒壊又は損壊することによるアクセスルートへの影響を評価する。

周辺構造物の倒壊及び周辺タンク等の損壊評価位置を図 3-2~4 に示す。ただし、Sクラスの構造物及びタンク等、もしくはSクラス以外で基準地震動 S_s により倒壊に至らないことを確認している構造物及びタンク等については、評価対象外とする。

周辺構造物の倒壊による影響範囲については、保守的に構造物及びタンク等が根元から倒壊又は損壊するものとして、構造物及びタンク等の高さに相当する範囲とし、必要な幅員を確保できない区間を通行に影響を及ぼす区間として抽出する。なお、車両通行に必要な幅員は、対象車両のうち最も大きい熱交換器ユニット 代替原子炉補機冷却系熱交換器の全幅約 2.5m を考慮し、3.0m とする。

また、周辺タンク等のうち可燃物施設の損壊については、図 3-5 に示すフローに基づいて評価し、薬品タンクの損壊については、漏えい、ガス発生及び人体への影響の観点から、溢水タンクの損壊については、溢水範囲の観点から、それぞれ通行性への影響について評価する。

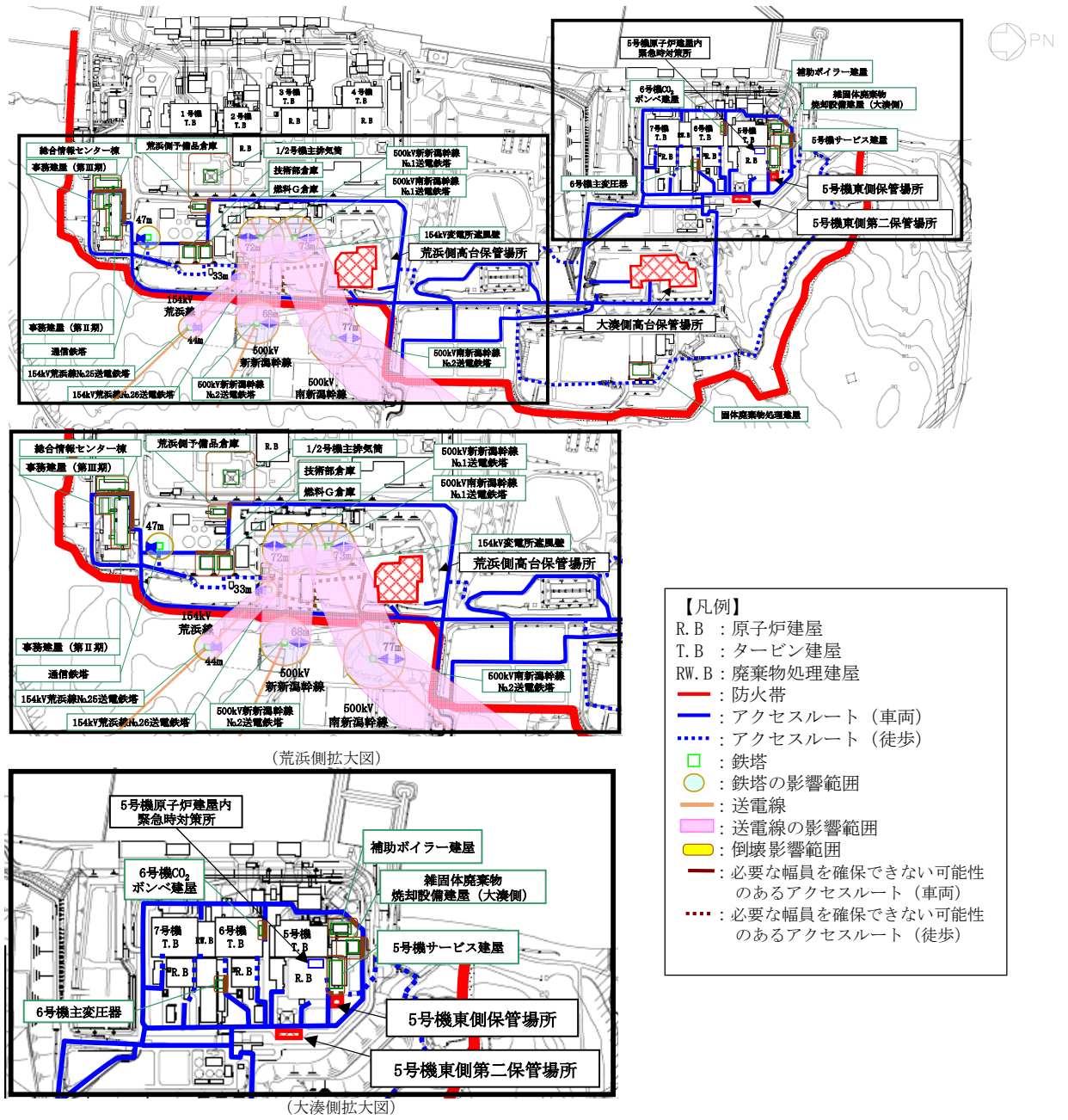


図 3-2 倒壊時にアクセスルートに影響を及ぼす周辺構造物配置図

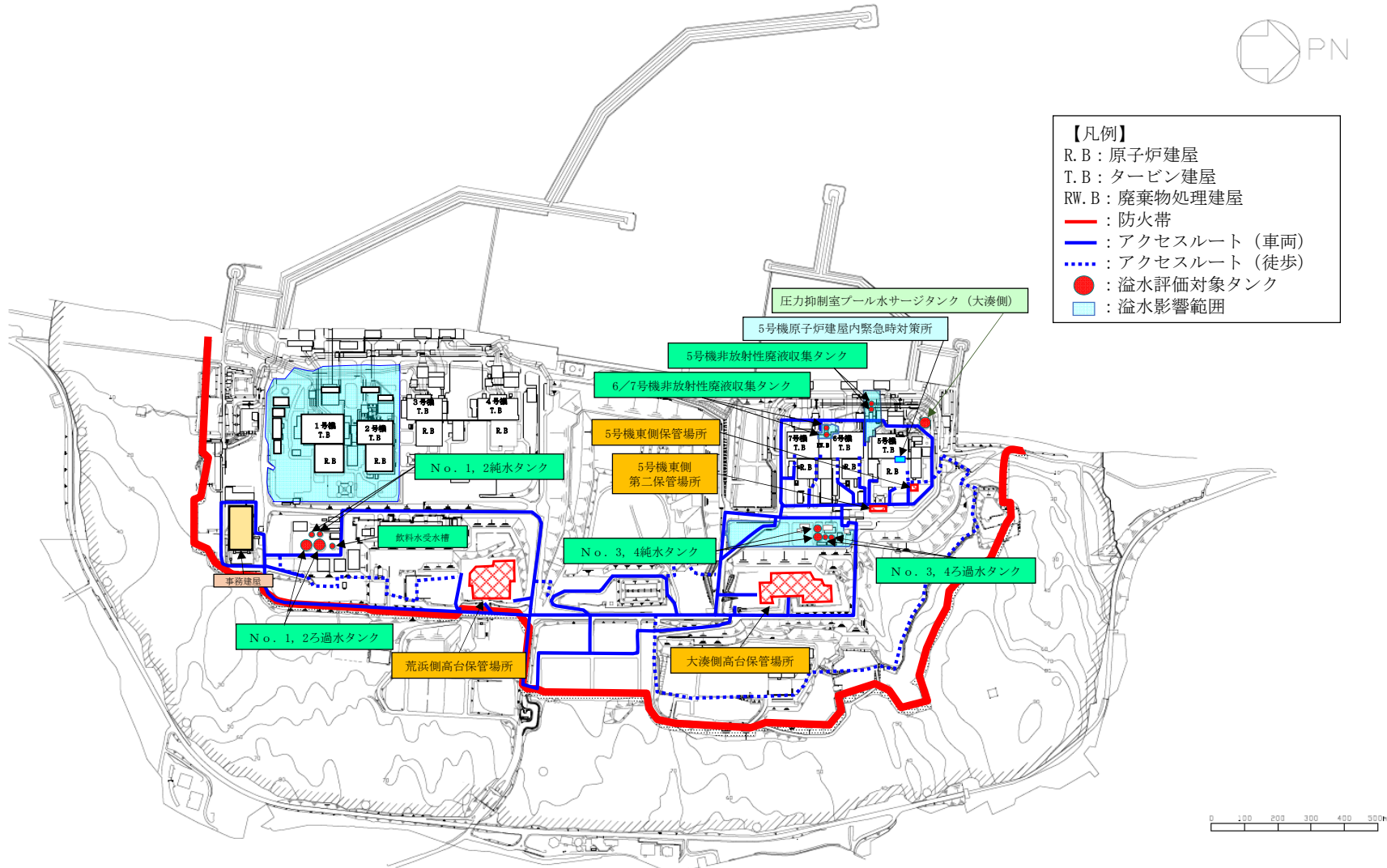
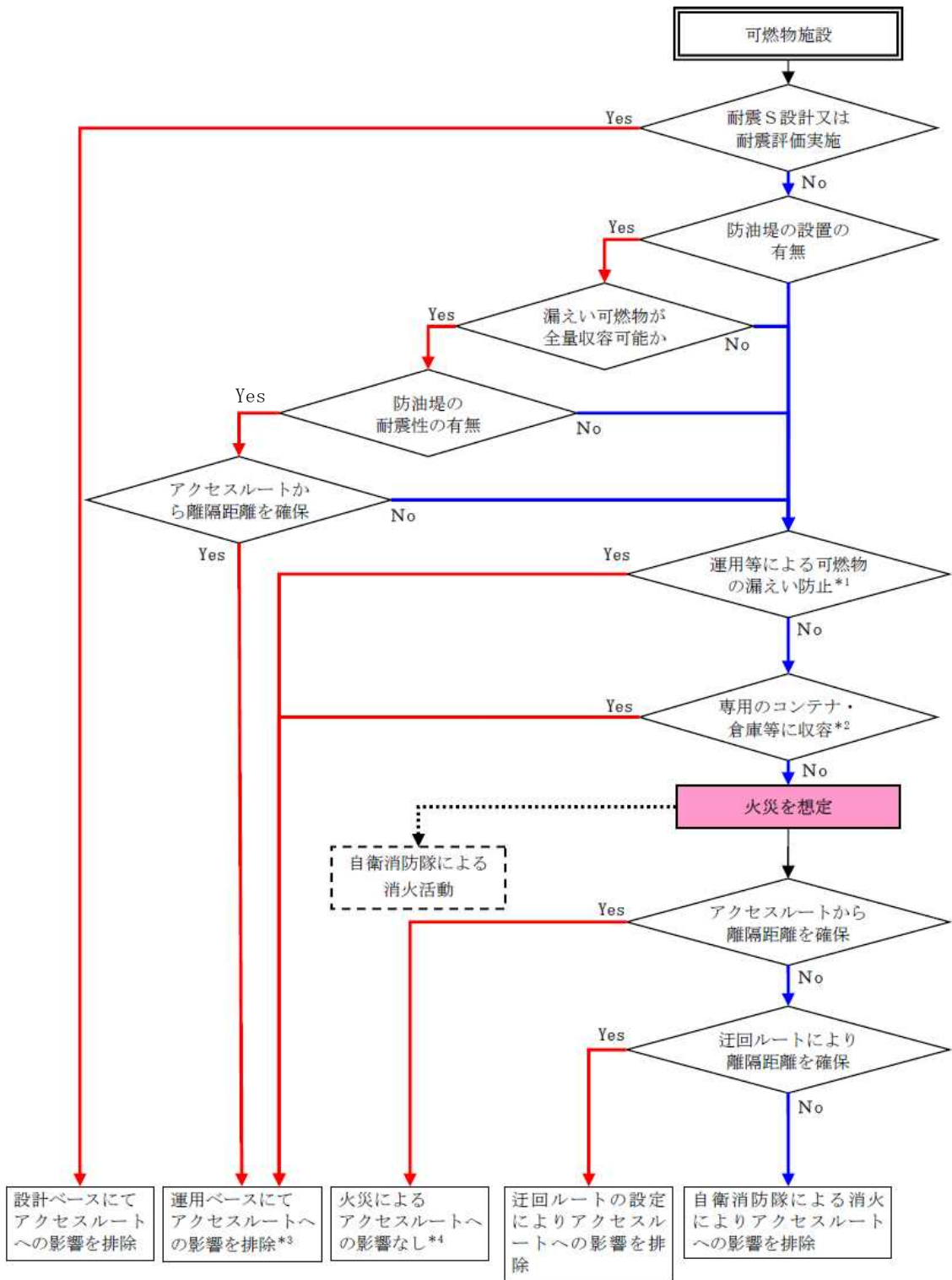


図 3-4 溢水評価対象タンク配置図



注記*1 : ボンベ口金の通常閉運用（口金を開としている期間は、作業員を配置し、直ちに閉止可能とする）
 *2 : 保管可燃物は、ドラム缶等の容器に収納、固縛し転倒防止措置を行う。
 *3 : 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（消防車隊）による消火活動を実施する。
 *4 : 地下埋設式の可燃物施設は、火災発生は想定しない

図 3-5 可燃物施設の損壊による屋外アクセスルートへの影響評価フロー

(2) 評価結果

a. 周辺構造物の倒壊

屋外アクセスルートの周辺構造物の倒壊による通行性への影響評価を行った結果を表3-4に示す。

周辺構造物の倒壊によって通行性に影響があるアクセスルートは通行せずに迂回することが可能であること、倒壊により発生したガレキが発生した場合でもホイールローダにて撤去可能であることから、周辺構造物の倒壊及び周辺タンク等の損壊による通行性に対して影響を及ぼさないことを確認した。

なお、荒浜側高台保管場所の近傍には送電鉄塔が設置されているが、屋外アクセスルートが倒壊影響範囲に含まれないため影響はない。万一、送電線の垂れ下がりにより通行支障が発生した場合であっても、迂回することで通行が可能である。

表 3-4 倒壊時にアクセスルートが懸念される構造物の被害想定及び対応内容(1/2)

No.	設備名称	被害想定	対応内容
1	154kV 荒浜線鉄塔 No. 25, No. 26	<ul style="list-style-type: none"> 地震により送電線が断線し、屋外アクセスルート上に垂れ下がり、屋外アクセスルートを閉塞する。 	<ul style="list-style-type: none"> 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」「急傾斜地の崩壊」）について評価を行い、影響がないことを確認している。 万一、屋外アクセスルート上に送電線が垂れ下がり、通行に支障が発生した場合、迂回する。（徒歩の場合は、影響のある場所を避けて通行する。）
2	500kV 新新潟幹線鉄塔 No. 1, No. 2	<ul style="list-style-type: none"> 地震により鉄塔が屋外アクセスルート上に倒壊し、屋外アクセスルートを閉塞する。 地震により送電線が断線し、屋外アクセスルート上に垂れ下がり、屋外アクセスルートを閉塞する。 	<ul style="list-style-type: none"> 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」「急傾斜地の崩壊」）について評価を行い、影響がないことを確認している。また、更なる安全性向上のための対策として、新新潟幹線 No. 1 及び南新潟幹線 No. 1 鉄塔基礎の補強及び鉄塔周辺法面の補強を実施し、安全性を向上させている。 万一、屋外アクセスルート上に送電線が垂れ下がり、通行に支障が発生した場合、迂回する。（徒歩の場合は、影響のある場所を避けて通行する。）
3	500kV 南新潟幹線鉄塔 No. 1, No. 2	<ul style="list-style-type: none"> 地震により送電線が断線し、屋外アクセスルート上に垂れ下がり、屋外アクセスルートを閉塞する。 	<ul style="list-style-type: none"> 万一、屋外アクセスルート上に送電線が垂れ下がり、通行に支障が発生した場合、迂回する。（徒歩の場合は、影響のある場所を避けて通行する。）
4	通信鉄塔	<ul style="list-style-type: none"> 地震により鉄塔が屋外アクセスルート上に倒壊し、屋外アクセスルートを閉塞する。 	<ul style="list-style-type: none"> 影響がある屋外アクセスルートは通行せず、迂回する。（徒歩の場合は、影響のある場所を避けて通行する。）
5	1/2 号機主排気筒		

表 3-4 倒壊時にアクセスルートの閉塞が懸念される構造物の被害想定及び対応内容 (2/2)

No.	設備名称	被害想定	対応内容
6	事務建屋 (第Ⅱ期)	<ul style="list-style-type: none"> 地震により設備が倒壊し、発生したがれきにより、屋外アクセスルートを閉塞する。 	<ul style="list-style-type: none"> 影響がある屋外アクセスルートは通行せず、迂回する。(徒歩の場合は、影響のある場所を避けて通行する。) 1981年以降の建築基準法に基づき設計された建屋(以下「新耐震基準に基づく建屋」という。)である。新耐震基準に基づく建屋は、地震による被害が多く見られた兵庫県南部地震(1995年)や地震規模の大きい東北地方太平洋沖地震(2011年)においても、倒壊といった大きな被害を受けていない。 万一、建屋の一部倒壊によるがれきが発生し、屋外アクセスルートの復旧が必要な場合には、ホイールローダにてがれきを撤去する。
7	事務建屋 (第Ⅲ期)		
8	総合情報センター棟		
9	技術部倉庫		
10	燃料G倉庫		
11	荒浜側予備品倉庫		
12	6号機CO ₂ ボンベ建屋		
13	雑固体廃棄物焼却設備建屋(大湊側)		
14	補助ボイラー建屋		
15	6号機主変圧器		
16	154kV開閉所遮風壁	<ul style="list-style-type: none"> 地震により設備が倒壊し、発生したがれきにより、屋外アクセスルートを閉塞する。 	<ul style="list-style-type: none"> 徒歩ルートであり、周辺は平坦であることから、徒歩により迂回する。
17	5号機サービス建屋		
18	固体廃棄物処理建屋		

b. 周辺タンク等の損壊

屋外アクセスルート周辺のタンク等の損壊による通行性への影響については、可燃物施設、薬品タンク、溢水タンクに分けて評価結果を以下に示す。

(a) 可燃物施設

屋外アクセスルートの周辺タンク等のうち可燃物施設の損壊による通行性への影響評価の結果を表 3-5 に示す。

また、可燃物施設のうち、火災を想定する施設の火災時の影響範囲について、図 3-6 に示す。

可燃物施設で火災の発生を想定した場合においても、屋外アクセスルートからの十分な離隔距離が確保できること、あるいは熱影響を受ける場合は迂回路を通行すること、加えて自衛消防隊による早期の消火活動が可能であることから、可燃物施設の損壊によって通行性に対して影響を及ぼさないことを確認した。

なお、主要な変圧器（主変圧器，所内変圧器，起動変圧器）については、変圧器火災対策，事故拡大防止対策が図られており，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火災発生の可能性は極めて低いと考えられるが，火災が発生するものと保守的に想定して評価を実施している。

表 3-5 屋外アクセスルート周辺の可燃物施設の被害想定及び対応内容 (1/4)

No.	設備名称	被害想定	対応内容
1	主変圧器 (5 号機)	<ul style="list-style-type: none"> ・基準地震動 S_s 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 	<ul style="list-style-type: none"> ・中越沖地震による変圧器火災の対策として、基礎構造変更により変圧器と二次側接続母線部ダクトの基礎で沈下量の差が発生することを防止していること、また、屋外埋設消火配管の地上化を実施しており延焼防止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、屋外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低い。 ・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。 ・同時に複数の火災が発生し迂回できない場合も自衛消防隊による消火活動を実施する。
2	主変圧器 (6 号機)		
3	主変圧器 (7 号機)		
4	所内変圧器 (5 号機)		
5	所内変圧器 (6 号機)		
6	所内変圧器 (7 号機)		
7	低起動変圧器 (5 号機)		
8	低起動変圧器 (6 号及び 7 号機)		
9	励磁電源変圧器 (5 号機)		
10	No. 1 高起動変圧器		
11	No. 2 高起動変圧器		
12	No. 3 高起動変圧器		
13	補助ボイラ用変圧器		
14	軽油タンク (5 号機)	<ul style="list-style-type: none"> ・基準地震動 S_s 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 	<ul style="list-style-type: none"> ・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。

表 3-5 屋外アクセスルート周辺の可燃物施設の被害想定及び対応内容 (2/4)

No.	設備名称	被害想定	対応内容
15	軽油タンク (6号機)	なし	<ul style="list-style-type: none"> ・ Sクラス設計の機器及び付属配管, 又は基準地震動 S_s にて評価済の機器は地震により破損しないため, 火災は発生しない。 ・ 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。
16	軽油タンク (7号機)		
17	第一ガスタービン発電機用燃料タンク		
18	ディーゼル駆動消火ポンプ用燃料タンク 【大湊側ディーゼル駆動消火ポンプ建屋】	<ul style="list-style-type: none"> ・ 基準地震動 S_s 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 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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。
19	ディーゼル駆動消火ポンプ用燃料タンク 【給水建屋】	<ul style="list-style-type: none"> ・ 基準地震動 S_s 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 	<ul style="list-style-type: none"> ・ ディーゼル駆動消火ポンプ用燃料タンクは, コンクリート造の消火ポンプ室内に設置された小規模タンクであり, 建屋内火災のため屋外アクセスルートへの影響は極めて低い。 ・ 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。
20	ディーゼル駆動消火ポンプ用燃料タンク 【水処理建屋】		
21	第二ガスタービン発電機用燃料タンク		
22	地下軽油タンク		
23	ガスタービン発電機燃料地下タンク		
24	ガスタービン発電機燃料小出槽	<ul style="list-style-type: none"> ・ 基準地震動 S_s 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 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 燃料地下タンクは, 地中埋設式のタンクであり火災は発生しない。 ・ 燃料小出槽は防油堤が設置された小規模タンクであり, 堤内火災のため, 屋外アクセスルートへの影響は極めて低い。 ・ 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。

表 3-5 屋外アクセスルート周辺の可燃物施設の被害想定及び対応内容 (3/4)

No.	設備名称	被害想定	対応内容
25	少量危険物倉庫	なし	<ul style="list-style-type: none"> 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。 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。
26	発電倉庫	なし	
27	潤滑油倉庫	なし	<ul style="list-style-type: none"> 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。 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。 ドラム缶転倒防止のための固縛を実施する。
28	発電機冷却用水素ガス貯蔵ラック (5号機)	なし	<ul style="list-style-type: none"> 水素ボンベは、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。 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。
29	発電機冷却用水素ガス貯蔵ラック (6号機)		
30	発電機冷却用水素ガス貯蔵ラック (7号機)		
31	水素ボンベ貯蔵ラック (No. 1)	なし	
32	水素ボンベ貯蔵ラック (No. 2)		
33	水素ボンベ貯蔵ラック (No. 3)		
34	廃油タンク	<ul style="list-style-type: none"> 基準地震動 Ss によりタンク又は付属配管が破損し、漏えいした廃油による火災発生のおそれ 	<ul style="list-style-type: none"> 廃油タンクは、コンクリート造の建屋に設置された小規模タンクであり、建屋内火災のため、屋外のアクセスルートへの影響は極めて低い。 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。

表 3-5 屋外アクセスルート周辺の可燃物施設の被害想定及び対応内容 (4/4)

No.	設備名称	被害想定	対応内容
35	プロパン庫	なし	<ul style="list-style-type: none"> ・プロパンガスボンベは横置きであり、基礎架台に固縛して設置していることから、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。 ・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。

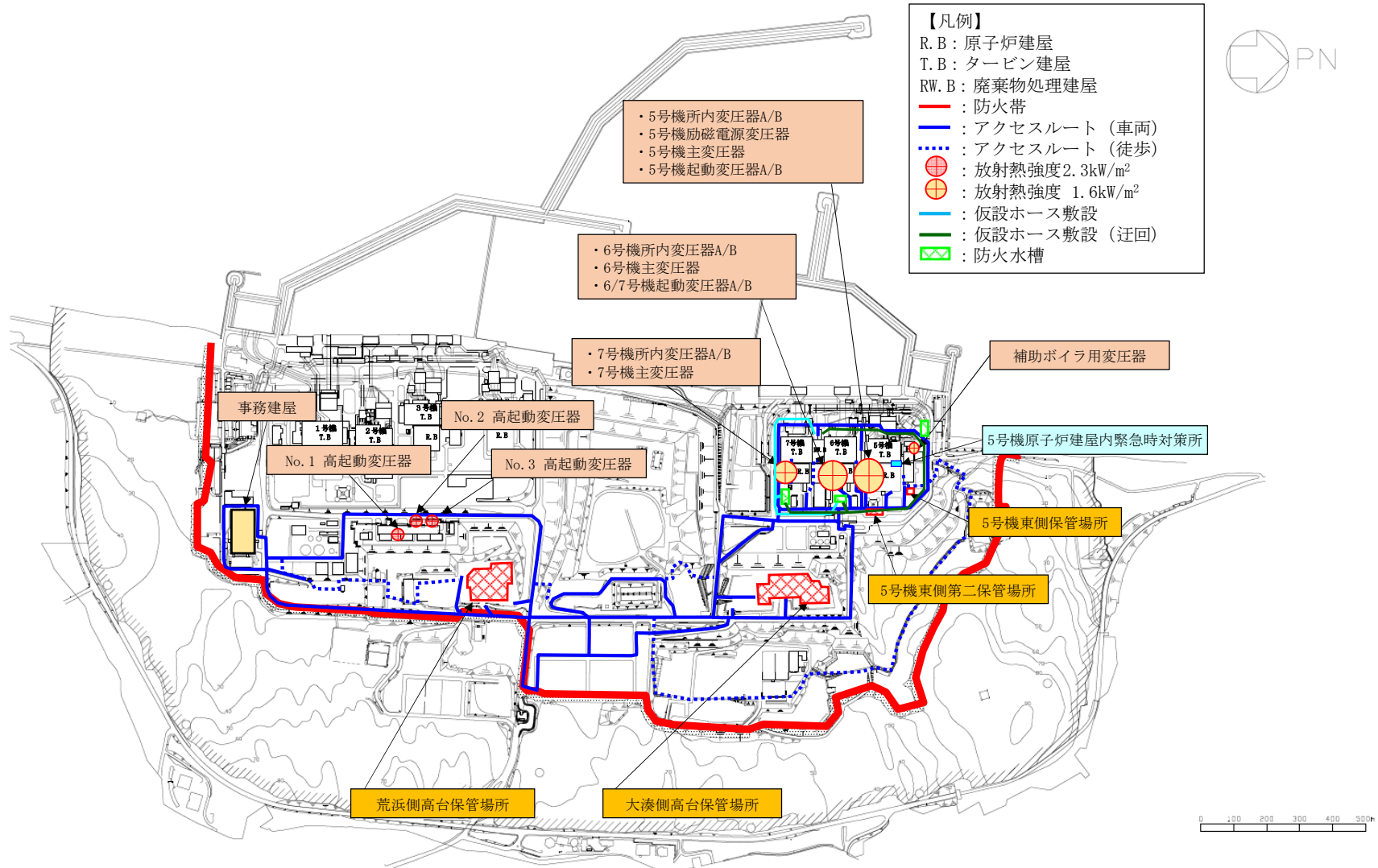


図 3-6 可燃物施設火災時の影響範囲*

注記* : 放射熱強度 1.6kW/m² 及び 2.3kW/m² については、石油コンビナートの防災アセスメント指針より引用

(b) 薬品タンク

屋外アクセスルート周辺のタンク等のうち薬品タンクの損壊による通行性への影響評価の結果を表 3-6 に示す。

薬品タンクは、堰内又は建屋内に設置されているため、漏えいによる影響は限定的と考えられる。また、屋外に設置されている液化窒素貯槽及び泡原液貯蔵タンクは、漏えいした場合であっても液化窒素は外気中に拡散し、泡原液は周辺の砂利面に浸透又は周辺の排水溝に流出することから、薬品タンクの損壊によって通行性に対して影響を及ぼさないことを確認した。

表 3-6 屋外アクセスルート周辺の薬品タンクの被害想定及び対応内容 (1/3)

No.	設備名称	被害想定	対応内容
1	液化窒素貯槽	(漏えい) ・地震により貯槽が破損し、漏えいする。 (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。	・液化窒素貯槽は屋外に設置されており、万一漏えいが発生した場合でも外気中に拡散する。 ・万一、窒素の漏えいを発見した場合には、影響のない屋外アクセスルートに迂回する。
2	脱酸剤タンク (ヒドラジン)	(漏えい) ・地震により貯槽が破損し、漏えいする。 (ガス発生) ・高温によりガス発生のおそれがある。 (人体への影響) ・接触により皮膚、眼の炎症を起こすおそれがある。	・タンクは建物内に設置されていることから、影響はない。
3	清缶剤タンク (苛性ソーダ)	(漏えい) ・地震により貯槽が破損し、漏えいする。 (ガス発生) ・金属を腐食し、ガス発生のおそれがある。	・タンク周辺に堰を設置していることから、影響はない。 ・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ことから、影響はない。
4	苛性ソーダ貯槽	(人体への影響) ・接触により皮膚表面の組織を侵すおそれがある。	・万一、薬品の漏えいを発見した場合には、影響のない屋外アクセスルートに迂回する。
5	硫酸タンク	(漏えい) ・地震により貯槽が破損し、漏えいする。 (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。	

表 3-6 屋外アクセスルート周辺の薬品タンクの被害想定及び対応内容 (2/3)

No.	設備名称	被害想定	対応内容
6	塩酸貯槽	(漏えい) ・地震により貯槽が破損し、漏えいする。 (ガス発生) ・空気と触れると腐食性ガス発生のおそれがある。	<ul style="list-style-type: none"> ・タンクは建物内に設置されていることから、影響はない。 ・タンク周辺に堰を設置していることから、影響はない。 ・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ことから、影響はない。 ・万一、薬品の漏えいを発見した場合には、影響のない屋外アクセスルートに迂回する。
7	塩酸希釈槽	(人体への影響) ・接触により皮膚、眼の炎症を起こすおそれがある。 ・多量に吸引すると死亡するおそれがある。	
8	重亜硫酸ソーダ貯槽	(漏えい) ・地震により貯槽が破損し、漏えいする。 (人体への影響) ・吸入によりアレルギー、呼吸困難となるおそれがある。	
9	凝集剤貯槽	(漏えい) ・地震により貯槽が破損し、漏えいする。 (人体への影響) ・接触により皮膚の薬傷、眼の損傷となるおそれがある。	
10	脱水助剤タンク	(漏えい) ・地震により貯槽が破損し、漏えいする。 (人体への影響) ・眼、喉、皮膚等の粘膜に付着した場合、刺激を感じる場合がある。	
11	凝集助剤タンク	(漏えい) ・地震により貯槽が破損し、漏えいする。 (人体への影響) ・皮膚刺激性は弱い。	

表 3-6 屋外アクセスルート周辺の薬品タンクの被害想定及び対応内容 (3/3)

No.	設備名称	被害想定	対応内容
12	泡原液貯蔵タンク	(漏えい) ・地震によりタンクが破損し、漏えいする。 (人体への影響) ・強酸性のため、皮膚に付着した場合、刺激が現れることがある。眼に付着した場合、刺激・炎症のおそれがある。	<ul style="list-style-type: none"> ・タンク及び付属配管が破損し漏えいしても周辺の砂利面に浸透又は周辺の排水溝より流出する。 ・万一、薬品の漏えいを発見した場合には、影響のない屋外アクセスルートに迂回する。

(c) 溢水タンク

屋外アクセスルートの周辺タンク等のうち溢水タンクの損壊による通行性への影響評価の結果を表3-7に示す。

タンクからの溢水は、周辺の道路上及び排水設備を自然流下して比較的短時間で拡散することから、溢水タンクの損壊によって通行性に対して影響を及ぼさないことを確認した。

なお、屋外アクセスルートにおける歩行可能な水深については、建屋の浸水時における歩行可能な水深が、「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）」において、歩行困難水深及び水圧でドアが開かなくなる水深から30cm以下と設定されていることより、屋外においても同値とする。

表3-7 屋外アクセスルート周辺の溢水評価対象タンクの被害想定及び対応内容 (1/2)

No.	設備名称	被害想定	対応内容
1	No.1 純水タンク	<ul style="list-style-type: none"> ・基準地震動S_sによるタンク及び付属配管の破損による溢水 	<ul style="list-style-type: none"> ・地震によりタンク又は付属配管が破損した場合でも、周辺の空地が平坦かつ広大であり、溢水は拡散することから、アクセス性に影響はないと考えられる。 ・万一、溢水した場合であっても、純水、ろ過水等であり人体への影響はない。
2	No.2 純水タンク		
3	No.3 純水タンク		
4	No.4 純水タンク		
5	No.1 ろ過水タンク		
6	No.2 ろ過水タンク		
7	No.3 ろ過水タンク		
8	No.4 ろ過水タンク		
9	飲料水受水槽		
10	圧力抑制室プール水サージタンク（大湊側）	<ul style="list-style-type: none"> ・基準地震動S_sによるタンク及び付属配管の破損による溢水 	<ul style="list-style-type: none"> ・地震によりタンク又は付属配管が破損した場合でも、周辺の堰内に留まることからアクセスルートへの影響はない。 ・万一、地震によりタンク、付属配管及び堰が破損した場合でも、周辺の空地が平坦かつ広大であり、溢水は拡散することから、アクセス性に影響はないと考えられる。 ・万一、溢水した場合であっても、内包する放射線濃度は微量であり人体への影響はない。

表 3-7 屋外アクセスルート周辺の溢水評価対象タンクの被害想定及び対応内容 (2/2)

No.	設備名称	被害想定	対応内容
11	5号機非放射性廃液収集タンク	<ul style="list-style-type: none"> 基準地震動 S_s によるタンク及び付属配管の破損による溢水 	<ul style="list-style-type: none"> 地震によりタンク又は付属配管が破損した場合でも、周辺の堰内に留まることからアクセスルートへの影響はない。
12	6/7号機非放射性廃液収集タンク		<ul style="list-style-type: none"> 万一、地震によりタンク、付属配管及び堰が破損した場合でも、周辺の空地が平坦かつ広大であり、溢水は拡散することから、アクセス性に影響はないと考えられる。 万一、溢水した場合であっても、結露水や補機冷却水系に含まれる防食剤（十分濃度が低いもの）であり人体への影響はない。

3.3.2 周辺斜面の崩壊及び道路面のすべり

(1) 評価方法

周辺斜面の崩壊及び道路面のすべりによる影響評価については、保管場所における影響評価と同様に、周辺斜面の崩壊及び道路面のすべりによるアクセスルートの通行性への影響を評価する。

周辺斜面の崩壊及び道路面のすべりによる影響評価フローを図3-7に、影響評価断面位置図を図3-8に示す。評価の対象とする斜面については、道路標高、道路幅、斜面からの離隔及び斜面高さを考慮して、屋外アクセスルート沿いの斜面から網羅的に選定する。

通行性への影響評価では、保管場所における影響評価と同様に、斜面が全て崩壊するものと仮定した上で、斜面の崩壊形状及び到達範囲の予測による斜面崩壊後のアクセスルート上の幅員が、評価基準以上であることを評価する。

評価基準を満足できない場合は、通行性に影響を及ぼす区間として整理するとともに、地震時に優先的な仮復旧を実施して通路を確保するアクセスルート（以下「仮復旧ルート」という。図3-20、図3-21及び図3-22参照。）に該当する区間については、「3.3.6 仮復旧時間の評価」において、ホイールローダによる当該区間の仮復旧に要する時間を考慮した評価を実施する。

評価基準は、可搬型重大事故等対処設備の通行に必要な幅員として、「3.3.1 周辺構造物の倒壊及び周辺タンク等の損壊」と同様、3.0mとする。

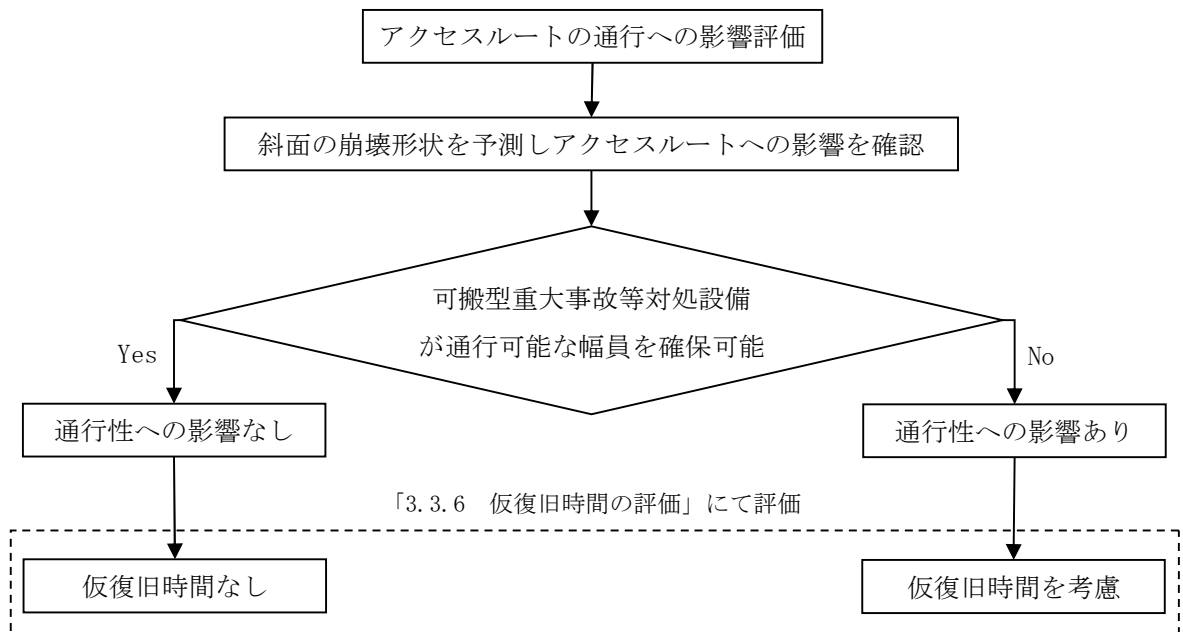


図3-7 周辺斜面の崩壊及び道路面のすべりによる影響評価フロー

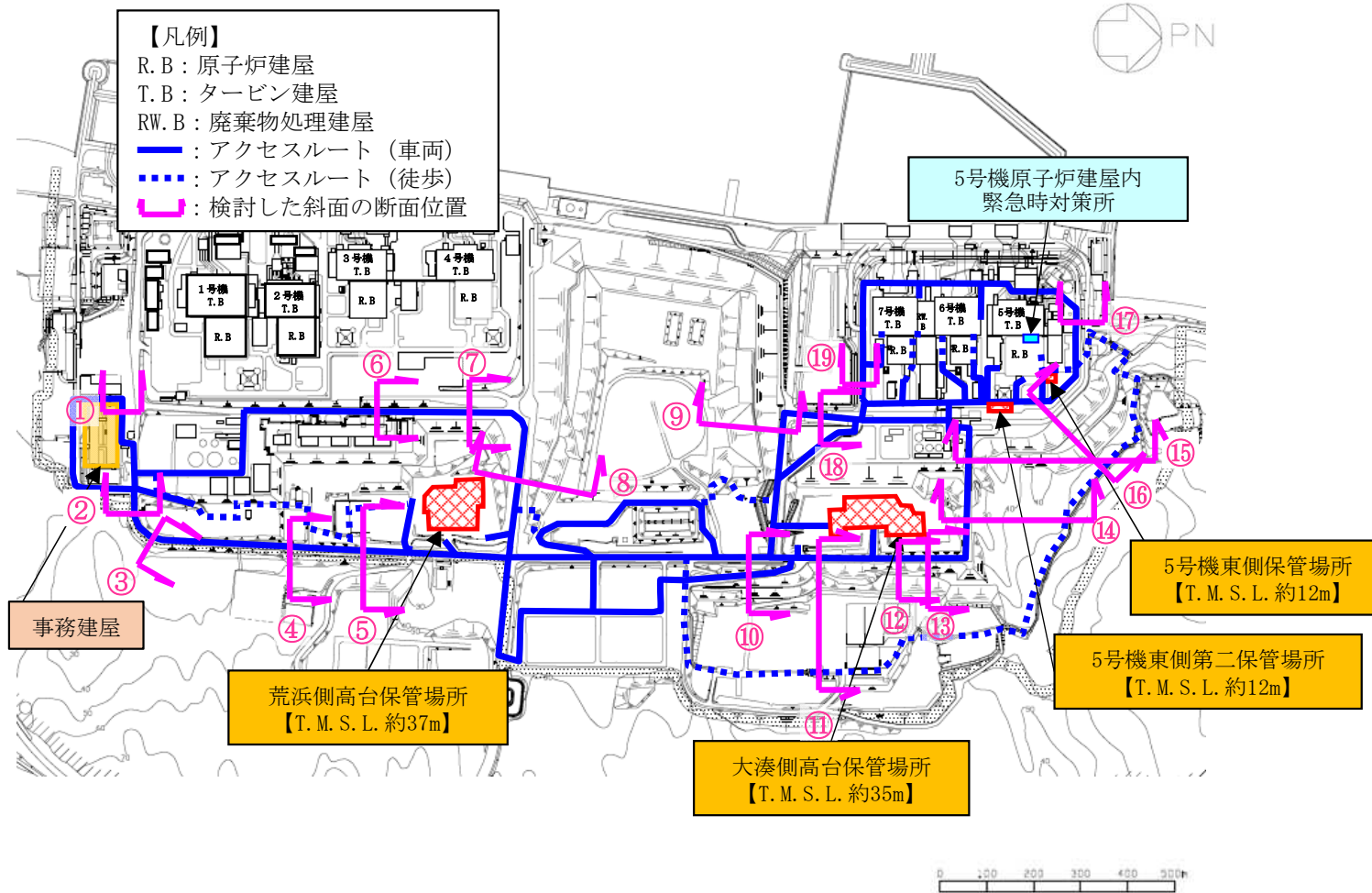


図 3-8 屋外アクセスルートの周辺斜面の崩壊及び道路面のすべりによる影響評価断面位置

(2) 評価結果

周辺斜面の崩壊及び道路面のすべりによる通行性への評価結果について、評価対象斜面における斜面の崩壊形状を想定した結果を図 3-9 に、通行性への影響評価結果を表 3-8 に示す。

評価の結果、評価基準を満足する区間は『問題なし』と評価し、周辺斜面の崩壊及び道路面のすべりが当該区間の通行性に対して影響を及ぼさないことを確認した。

また、評価基準を満足しない区間については『問題あり』と評価し、可搬型重大事故等対処設備が当該区間を通行するためには、ホイールローダによる仮復旧が必要となることを確認した。このため、「3.3.6 仮復旧時間の評価」において、可搬型重大事故等対処設備が『問題あり』と評価した区間を通行することを想定する場合には、ホイールローダによる仮復旧時間を考慮する。

可搬型重大事故等対処設備が通行可能な幅員を確保できない区間を抽出した結果を図 3-10 に示す。

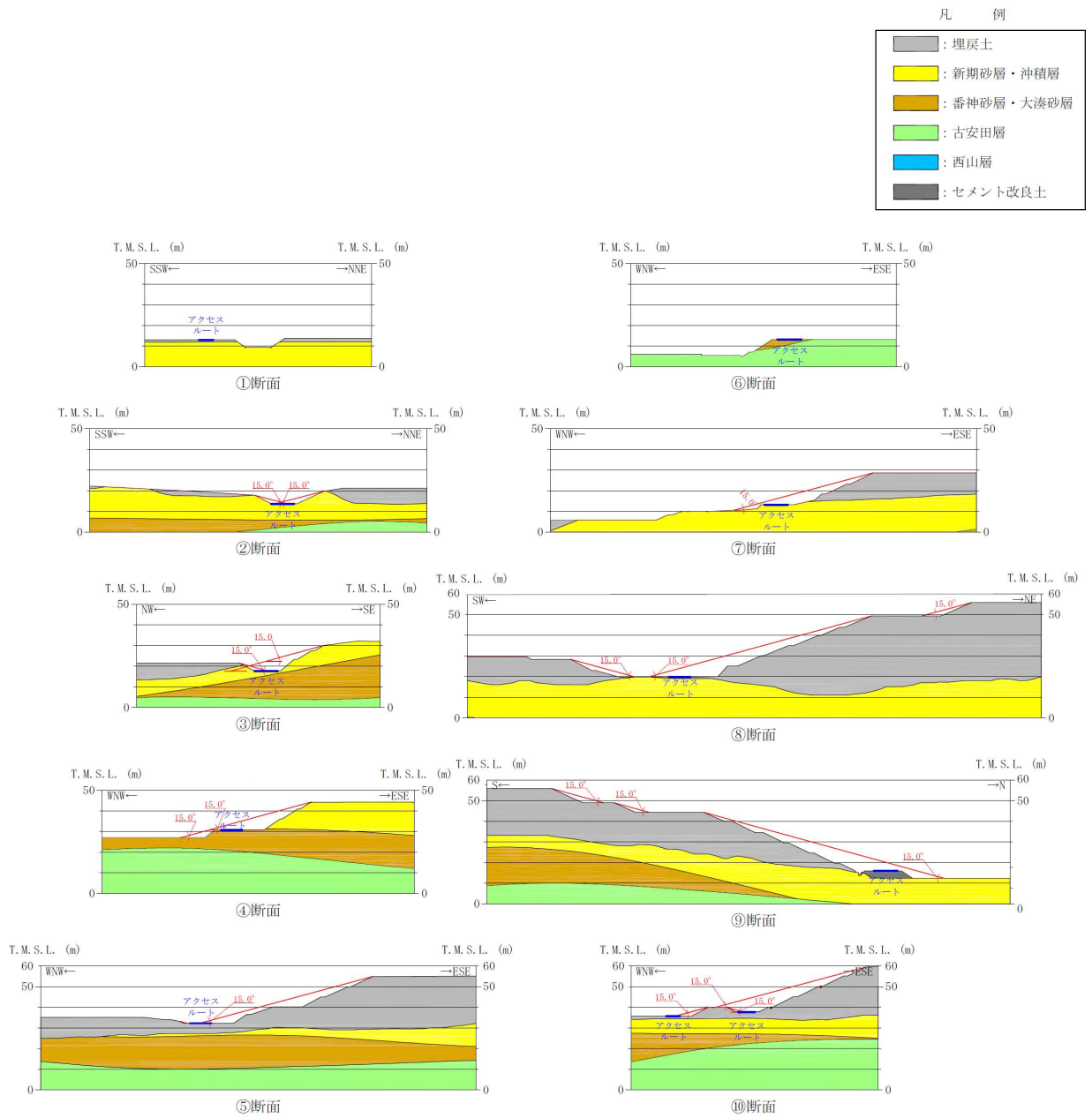


図 3-9 影響評価断面位置における斜面の崩壊形状を想定した結果 (1/3)

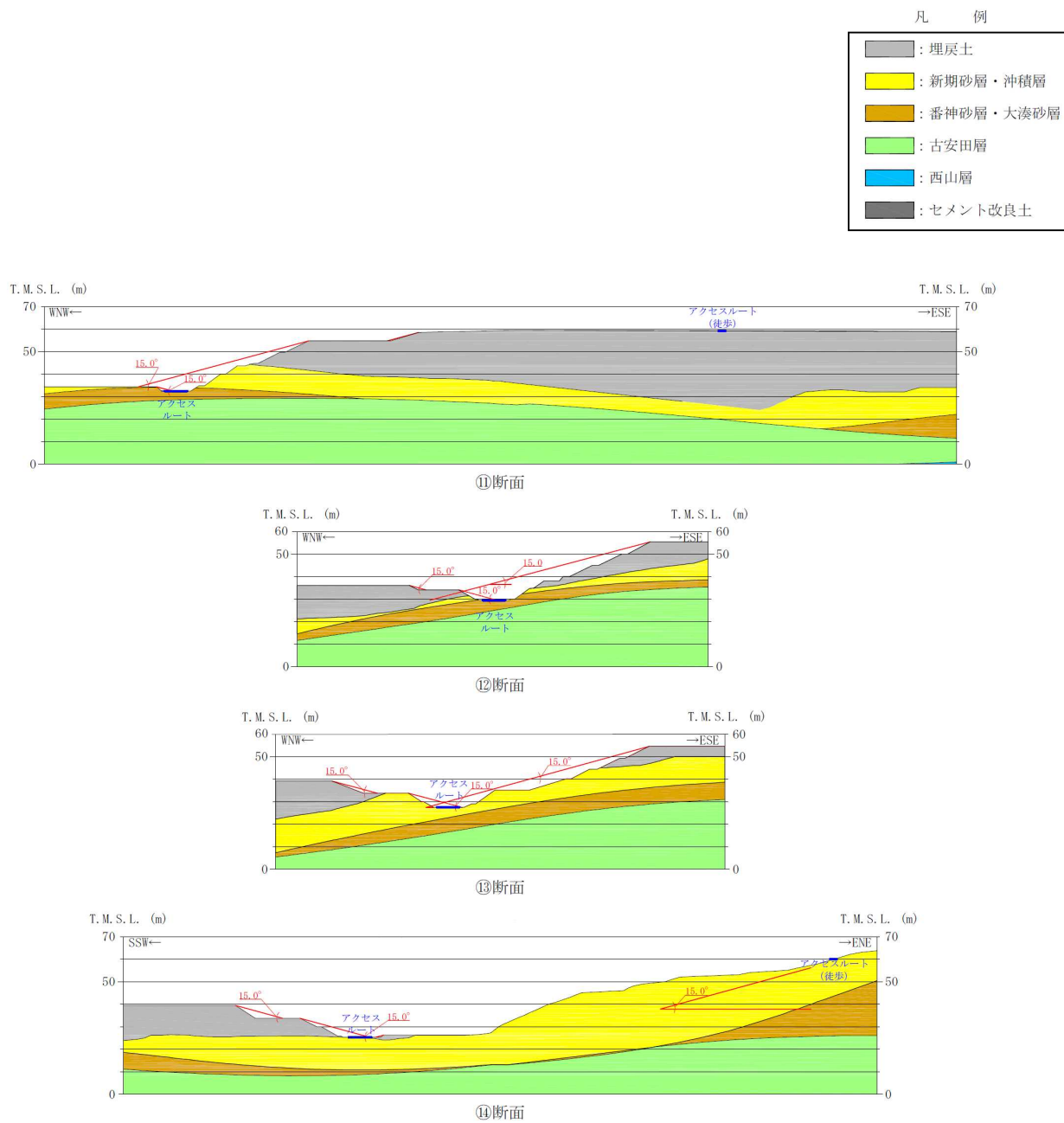


図 3-9 影響評価断面位置における斜面の崩壊形状を想定した結果 (2/3)

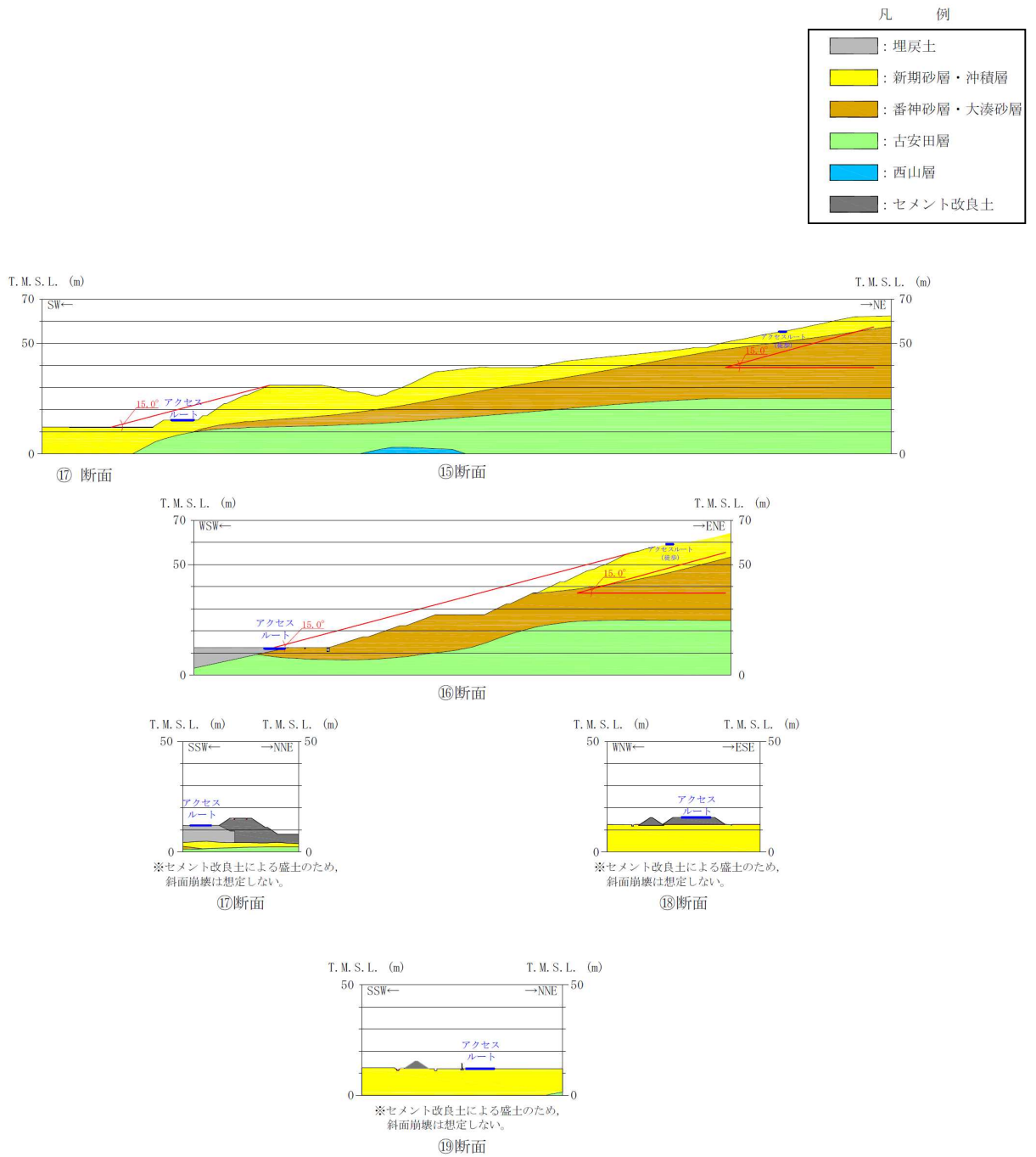


図 3-9 影響評価断面位置における斜面の崩壊形状を想定した結果 (3/3)

表 3-8 周辺斜面の崩壊及び道路面のすべりによる影響評価結果 (1/2)

断面 No.	道路標高	道路幅		斜面 位置	斜面から の離隔 (m)	道路 位置	斜面 高さ (m)	評価結果
	T. M. S. L. (m)	車道 (m)	路肩 (m)					
①	12.9	7.0	—	北側	10.2	平地	3.5	問題なし
②	13.6	7.3	1.7	南側	—	法尻	4.1	問題あり
			2.0	北側	1.3	法尻	7.6	
③	17.6	7.8	1.7	東側	1.3	法尻	12.4	問題あり
			1.7	西側	—	法尻	3.8	
④	30.7	6.6	1.6	東側	10.7	法尻	13.3	問題あり
			1.9	西側	3.3	法尻	3.7	問題あり
⑤	32.2	6.5	1.7	東側	11.0	法尻	22.6	問題なし
			1.9	西側	3.3	法尻	0.8	問題なし
⑥	13.2	6.6	2.8	西側	2.3	法尻	8.4	問題あり
⑦	13.2	7.4	1.7	東側	3.1	法尻	15.4	問題あり
			2.0	西側	1.6	法尻	3.2	問題あり
⑧	19.8	6.5	1.9	南側	24.1	法尻	8.5	問題なし
			1.9	北側	13.4	法尻	29.5	問題あり*1
⑨	15.8	7.0	2.2	南側	9.4	法尻	31.9	問題あり
			2.2	北側	2.0	法尻	3.5	問題なし*2
⑩	34.7	6.5	1.7	東側	4.6	法尻	5.0	問題なし
	37.6	7.3	0.5	東側	1.9	法尻	21.9	問題あり
			0.5	西側	1.0	法尻	2.3	問題なし
⑪	32.4	6.5	1.7	東側	1.7	法尻	22.3	問題あり
			1.8	西側	1.4	法尻	1.9	問題なし
	58.7	3.0*3	0.35	東側	—	平地	—	問題なし
			0.35	西側	—	平地	—	問題なし
⑫	29.5	6.5	1.7	東側	1.8	法尻	25.9	問題あり
			1.7	西側	1.8	法尻	4.6	問題なし

注記*1 : 緑地帯を通行可能。

*2 : セメント改良土による盛土のため、斜面崩壊は想定しない。

*3 : 徒歩ルート。

*4 : 徒歩ルートは、おおむね 15° 程度以下の勾配の斜面上に位置しているものの、保守的に斜面崩壊の影響ありと評価する。

表 3-8 周辺斜面の崩壊及び道路面のすべりによる影響評価結果 (2/2)

断面 No.	標高	道路幅		位置	斜面から の離隔 (m)	道路 位置	斜面高さ (m)	評価結果
	T. M. S. L. (m)	車道 (m)	路肩 (m)					
⑬	27.4	8.0	0.9	東側	2.2	法尻	27.1	問題あり
			1.0	西側	1.5	法尻	6.3	問題あり
⑭	25.2	6.6	1.7	南側	2.6	法尻	8.5	問題あり
			1.7	北側	4.0	法尻	1.0	問題なし
	60.0	3.0 ^{*3}	0.35	南側	—	斜面	—	問題あり ^{*4}
			0.35	北側	—	斜面	—	問題あり ^{*4}
⑮	15.3	6.6	1.7	南側	3.6	法肩	3.2	問題あり
			1.7	北側	1.9	法尻	15.7	問題あり
	55.0	3.0 ^{*3}	0.35	南側	—	斜面	—	問題あり ^{*4}
			0.35	北側	—	斜面	—	問題あり ^{*4}
⑯	12.0	6.5	1.3	東側	20.1	法尻	42.6	問題なし
	59.1	3.0 ^{*3}	0.35	東側	—	斜面	—	問題あり ^{*4}
			0.35	西側	—	斜面	—	問題あり ^{*4}
⑰	12.0	6.5	1.3	北側	3.8	法尻	3.3	問題なし ^{*2}
⑱	15.6	11.7	0.7	東側	1.8	法肩	3.2	問題なし ^{*2}
			0.7	西側	3.8	法肩	3.2	問題なし ^{*2}
⑲	12.0	11.0	0.7	東側	16.9	法尻	3.5	問題なし ^{*2}

注記*1 : 緑地帯を通行可能。

*2 : セメント改良土による盛土のため、斜面崩壊は想定しない。

*3 : 徒歩ルート。

*4 : 徒歩ルートは、おおむね 15° 程度以下の勾配の斜面上に位置しているものの、保守的に斜面崩壊の影響ありと評価する。

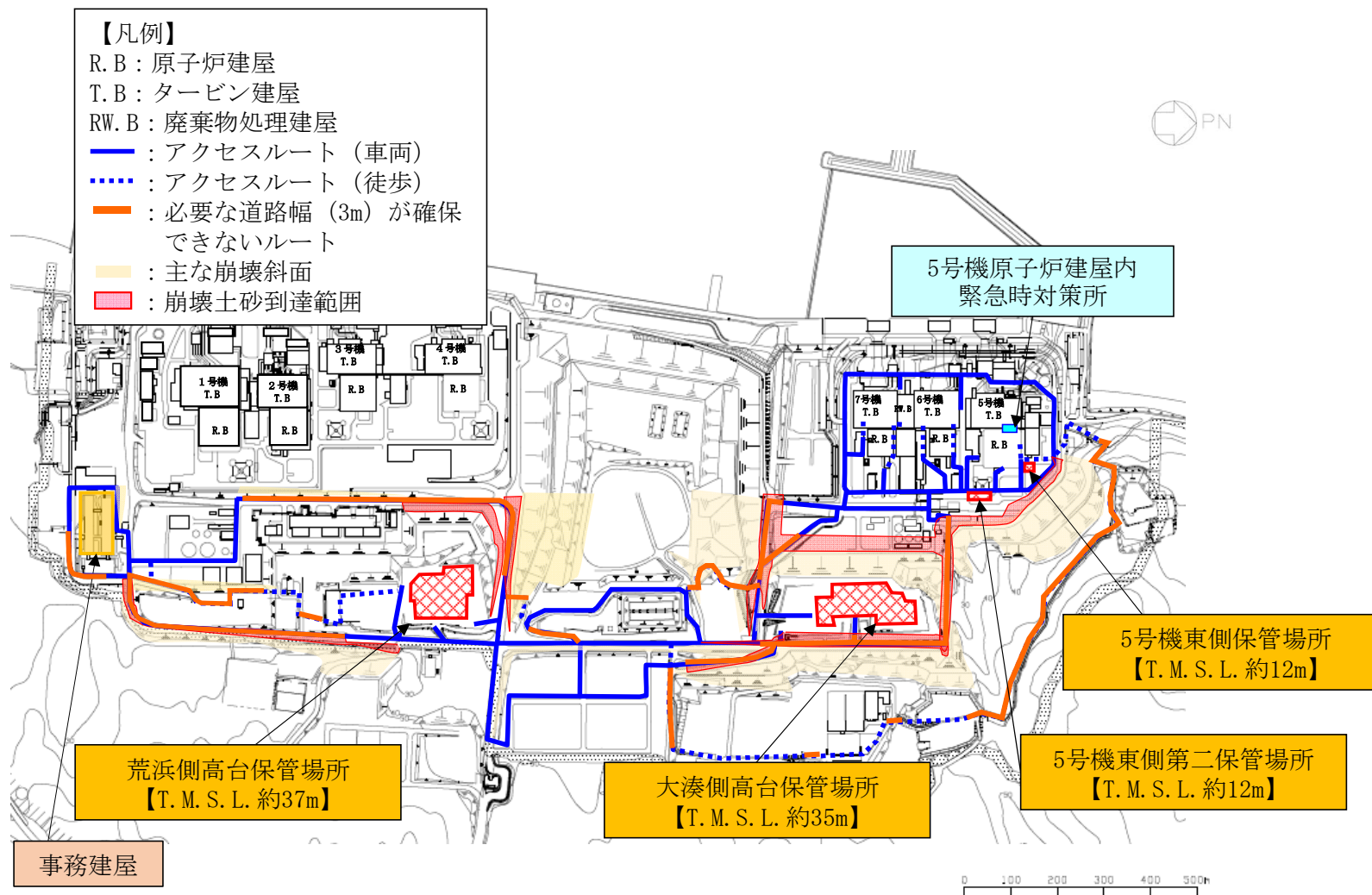


図 3-10 全斜面が崩壊するものと仮定した場合、必要な幅員が確保できないルート

3.3.3 液状化及び揺すり込みによる不等沈下，側方流動，液状化に伴う浮上り

(1) 液状化及び揺すり込みによる不等沈下

a. 地中埋設構造物と埋戻部等との境界部（埋設物境界部）

(a) 評価方法

地中埋設構造物と埋戻部等との境界部における不等沈下による影響評価については、保管場所における影響評価と同様に、液状化及び揺すり込みによる不等沈下によるアクセスルートの通行性への影響を評価する。

地中埋設構造物と埋戻部等との境界部における不等沈下の評価位置を図3-11に示す。評価の対象とする位置については、アクセスルート下の地中埋設構造物と埋戻部との境界位置を網羅的に選定する。

通行性への影響評価では、保管場所における影響評価と同様に、液状化による沈下量及び揺すり込みによる沈下量の合計値を算定し、地中埋設構造物の境界部で生じる相対沈下量が評価基準以下となることを評価する。なお、浮上り対策として置換えコンクリート及び地盤改良を実施した箇所については、それらを考慮して相対沈下量を算定する。評価基準については、保管場所と同様に、緊急車両が徐行により走行可能な段差量15cmとする。

また、通行性への影響評価に用いる地下水位については、保管場所における影響評価と同様に、評価箇所周辺に工認対象の施設がある場合はその設計地下水位を、工認対象の施設が無い場合には、建設時の設計地下水位あるいは既往の観測記録に基づいて設定する。ただし、液状化による沈下量及び揺すり込みによる沈下量は、ともに地層厚さの2.0%として算定されるため、地下水位の設定による沈下量への影響は無い。

なお、評価箇所のうち仮復旧ルート上で評価基準を満足しない箇所については、図3-12に示すような不等沈下対策をあらかじめ実施しておくことにより、液状化及び揺すり込みによる不等沈下が通行性に対して影響を及ぼさない設計とし、「3.3.6 仮復旧時間の評価」において、ホイールロードによる当該区間の仮復旧に要する時間を考慮不要とする。

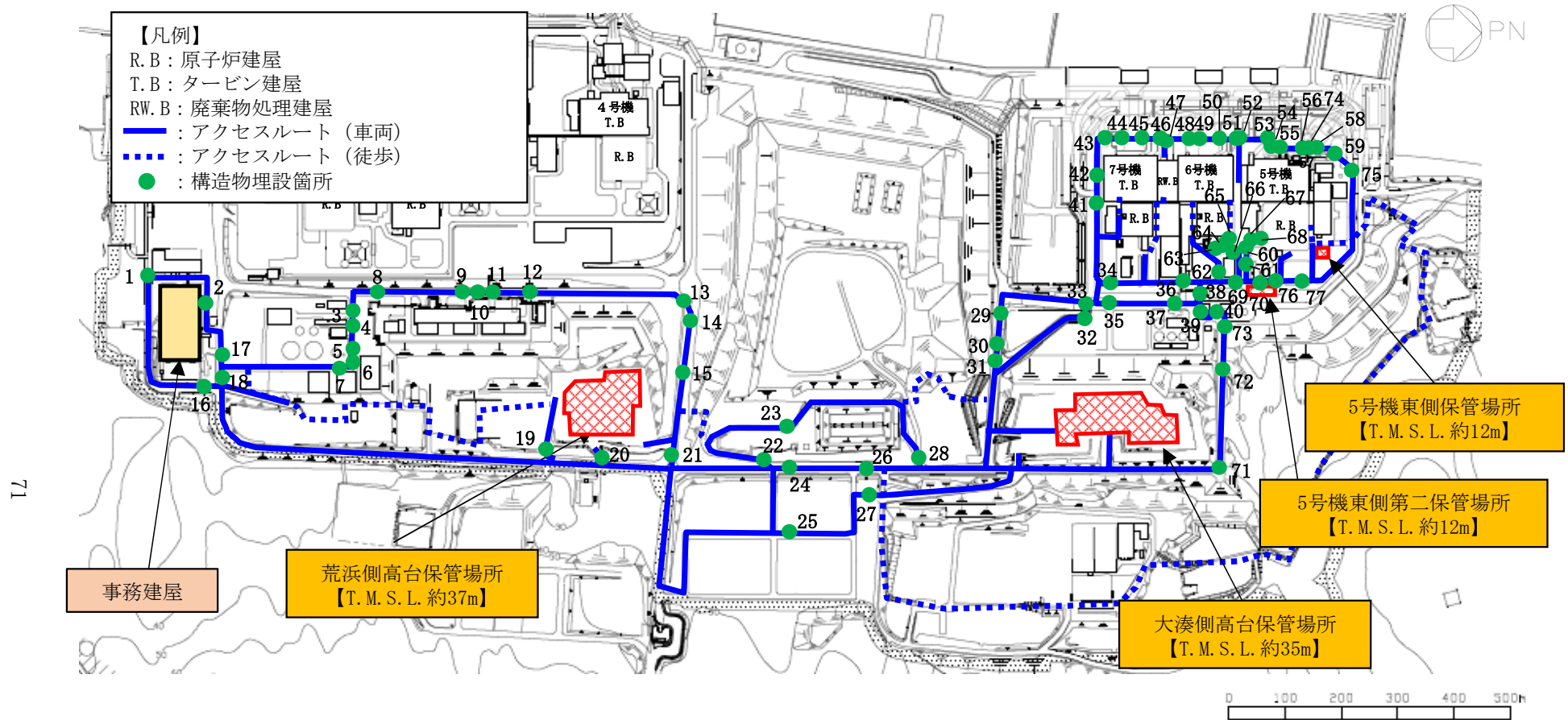


図 3-11 地中埋設構造物と埋戻部等との境界部における不等沈下の評価位置

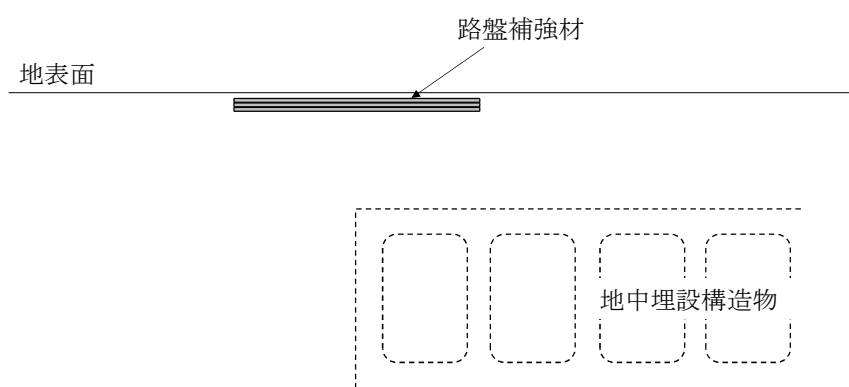


図 3-12 不等沈下対策のイメージ図

(b) 評価結果


地中埋設構造物と埋戻部等との境界部における不等沈下による影響評価結果を表 3-9 に示す。


評価の結果、算定した相対沈下量が評価基準を満足する箇所及びあらかじめ不等沈下対策を実施している箇所については『問題なし』と評価し、不等沈下が当該箇所の通行性に対して影響を及ぼさないことを確認した。

また、相対沈下量が評価基準を満足しない箇所については『問題あり』と評価し、当該箇所を可搬型重大事故等対処設備が通行するためには、ホイールローダによる仮復旧が必要となることを確認した。このため、「3.3.6 仮復旧時間の評価」において可搬型重大事故等対処設備が『問題あり』と評価した区間を通行することを想定する場合には、ホイールローダによる仮復旧時間を考慮する。

表 3-9 地中埋設構造物と埋戻部等との境界部における不等沈下による影響評価結果 (1/7)

(凡例)

 : 段差 (相対沈下量) が15cmを超え, 通行性に影響を及ぼす箇所

 : 不等沈下対策の実施により通行性に影響を及ぼさない箇所

No. *1	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	地下水位	相対 沈下量	評価結果
		T. M. S. L. (m)	T. M. S. L. (m)	T. M. S. L. (m)	T. M. S. L. (m)	(m)	T. M. S. L. (m)	(m)	
1	排水路 ボックスカルバート	13.0	11.0	8.9	8.6	2.4	10.0	0.05	問題なし
2	事務建屋周辺 電線管路	13.0	12.5	11.4	11.2	1.4	10.0	0.03	問題なし
3	1号機重油配管トレンチ	13.0	11.5	9.2	8.8	2.7	8.0	0.05	問題なし
4	1号機OF ケーブルダクト	13.0	11.8	8.6	8.2	3.6	8.0	0.07	問題なし
5	荒浜側ガスタービン発電機用 ケーブルダクトハンドホール	13.0	12.5	8.4	0.5	12.0	8.0	0.18*2	問題あり
6	荒浜側ガスタービン発電機用 ケーブルダクトハンドホール側面部地盤 改良	13.0	11.5	8.3	8.3	3.2	8.0	0.06	問題なし
7	水配管ダクト	13.6	11.5	8.9	8.5	3.0	8.0	0.06	問題なし
8	1号機及び2号機CV ケーブルダクト, 2号機OF ケーブルダクト	13.0	9.0	5.6	5.2	3.8	10.0	0.08	問題なし
9	3号機OF ケーブルダクト	13.0	9.2	6.5	6.2	3.0	10.0	0.06	問題なし


注記*1 : 図 3-11 の番号を示す。


*2 : 5 と 6 は一連の構造物であり, 5 と 6 の境界に発生する段差。

*3 : 施設近傍における地質調査結果に基づき, 液状化検討対象層の層厚に対する相対沈下量を算定。

表 3-9 地中埋設構造物と埋戻部等との境界部における不等沈下による影響評価結果 (2/7)

(凡例)

 : 段差 (相対沈下量) が15cmを超え, 通行性に影響を及ぼす箇所

 : 不等沈下対策の実施により通行性に影響を及ぼさない箇所

No. *1	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	地下水位	相対 沈下量	評価結果
		T. M. S. L. (m)	T. M. S. L. (m)	T. M. S. L. (m)	T. M. S. L. (m)	(m)	T. M. S. L. (m)	(m)	
10	3号機及び4号機 CV ケーブルダクト	13.0	11.4	8.4	8.1	3.3	10.0	0.07	問題なし
11	4号機 OF ケーブルダクト	13.0	11.5	8.4	8.1	3.4	10.0	0.07	問題なし
12	新 500kV ケーブル洞道	13.0	10.6	7.4	7.4	3.2	10.0	0.06	問題なし
13	1号機重油配管トレンチ	13.6	13.6	12.5	12.4	1.2	10.0	0.02	問題なし
14	新 500kV ケーブル洞道	14.4	-13.7	-16.9	-16.9	3.2	10.0	0.06	問題なし
15	500kV ケーブルダクト	20.6	18.6	13.9	13.5	5.1	10.0	0.10	問題なし
16	排水路 ボックスカルバート	13.7	11.3	9.1	8.9	2.4	10.0	0.05	問題なし
17	免震重要棟連絡ダクト	13.1	10.3	7.9	7.9	2.4	10.0	0.05	問題なし
18	排水路 ボックスカルバート	13.1	11.6	9.5	9.3	2.4	10.0	0.05	問題なし
19	水配管ダクト	33.9	32.4	29.8	29.4	3.0	15.0	0.06	問題なし
20	水配管ダクト	37.7	35.7	33.1	32.7	3.0	15.0	0.06	問題なし
21	水配管ダクト	35.5	34.5	32.2	31.7	2.7	10.0	0.05	問題なし
22	水配管ダクト	42.2	41.2	38.8	38.4	2.7	15.0	0.05	問題なし

注記*1 : 図 3-11 の番号を示す。

*2 : 5 と 6 は一連の構造物であり, 5 と 6 の境界に発生する段差。

*3 : 施設近傍における地質調査結果に基づき, 液状化検討対象層の層厚に対する相対沈下量を算定。

表 3-9 地中埋設構造物と埋戻部等との境界部における不等沈下による影響評価結果 (3/7)

(凡例)

■ : 段差 (相対沈下量) が15cmを超え, 通行性に影響を及ぼす箇所

■ : 不等沈下対策の実施により通行性に影響を及ぼさない箇所

No. *1	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	地下水位	相対 沈下量	評価結果
		T. M. S. L. (m)	T. M. S. L. (m)	T. M. S. L. (m)	T. M. S. L. (m)	(m)	T. M. S. L. (m)	(m)	
23	排水路 ヒューム管	44.0	18.5	17.0	17.0	1.6	30.0	0.03	問題なし
24	排水路 ヒューム管	42.6	18.4	17.0	16.9	1.5	30.0	0.03	問題なし
25	排水路 ヒューム管	44.7	21.8	20.4	20.1	1.7	30.0	0.03	問題なし
26	排水路 ボックスカルバート	42.5	42.0	40.1	39.7	2.3	30.0	0.05	問題なし
27	排水路 ボックスカルバート	42.5	41.7	39.7	39.3	2.4	30.0	0.05	問題なし
28	水配管ダクト	40.3	38.9	36.5	36.1	2.7	25.0	0.05	問題なし
29	新 500kV ケーブル洞道	15.0	-4.3	-7.5	-7.5	3.2	12.0	0.06	問題なし
30	500kV ケーブルダクト	18.0	16.4	11.7	11.3	5.1	13.0	0.10	問題なし
31	水配管ダクト	19.4	18.4	15.8	15.4	3.0	19.4	0.06	問題なし
32	500kV ケーブルダクト	12.0	12.0	6.5	6.2	5.5	12.0	0.11	問題なし
33	新 500kV ケーブルダクト	12.2	12.0	6.5	6.5	5.5	12.0	0.11	問題なし
34	7号機 0F ケーブルダクト	12.0	11.7	6.3	5.9	5.8	12.0	0.12	問題なし

注記*1 : 図 3-11 の番号を示す。

*2 : 5 と 6 は一連の構造物であり, 5 と 6 の境界に発生する段差。

*3 : 施設近傍における地質調査結果に基づき, 液状化検討対象層の層厚に対する相対沈下量を算定。

表 3-9 地中埋設構造物と埋戻部等との境界部における不等沈下による影響評価結果 (4/7)

(凡例)

■ : 段差 (相対沈下量) が15cmを超え, 通行性に影響を及ぼす箇所

■ : 不等沈下対策の実施により通行性に影響を及ぼさない箇所

No. *1	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	地下水位	相対 沈下量	評価結果
		T. M. S. L. (m)	T. M. S. L. (m)	T. M. S. L. (m)	T. M. S. L. (m)	(m)	T. M. S. L. (m)	(m)	
35	7号機 OF ケーブルダクト	12.0	10.3	6.6	6.2	4.1	12.0	0.08	問題なし
36	6号機 OF ケーブルダクト	12.0	10.7	3.8	3.4	7.3	12.0	0.15	問題なし
37	6号機 OF ケーブルダクト	12.0	11.0	7.5	7.1	4.0	12.0	0.08	問題なし
38	6号機補給水系連絡ダクト	12.0	10.7	7.5	7.1	3.6	12.0	0.07	問題なし
39	5号機 OF ケーブルダクト	12.0	11.5	7.6	7.3	4.3	12.0	0.09	問題なし
40	水配管ダクト	12.2	11.3	8.7	8.3	3.0	12.0	0.06	問題なし
41	排水路 ヒューム管	12.0	10.5	8.7	8.5	2.0	8.0	0.04	問題なし
42	第一ガスタービン発電機用 ケーブルダクト	12.0	12.0	-15.0	-15.0	27.0	8.0	0.29*3	問題なし
43	排水路 ボックスカルバート	12.0	9.7	8.4	8.2	1.5	8.0	0.03	問題なし
44	7号機ボンベ庫連絡ダクト	12.0	10.9	8.4	8.0	2.9	8.0	0.06	問題なし
45	7号機取水路	12.0	-2.5	-10.8	-10.9	8.4	8.0	0.17	問題なし

注記*1 : 図 3-11 の番号を示す。

*2 : 5 と 6 は一連の構造物であり, 5 と 6 の境界に発生する段差。

*3 : 施設近傍における地質調査結果に基づき, 液状化検討対象層の層厚に対する相対沈下量を算定。

表 3-9 地中埋設構造物と埋戻部等との境界部における不等沈下による影響評価結果 (5/7)

(凡例)

■ : 段差 (相対沈下量) が15cmを超え, 通行性に影響を及ぼす箇所

■ : 不等沈下対策の実施により通行性に影響を及ぼさない箇所

No. *1	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	地下水位	相対 沈下量	評価結果
		T. M. S. L. (m)	T. M. S. L. (m)	T. M. S. L. (m)	T. M. S. L. (m)	(m)	T. M. S. L. (m)	(m)	
46	7号機タービン建屋～ボール捕集器ピット間 連絡ダクト	12.0	10.9	7.8	7.5	3.5	8.0	0.07	問題なし
47	7号機補機放水路	12.0	9.9	8.1	7.8	2.1	8.0	0.04	問題なし
48	6号機補機放水路	12.0	10.8	9.0	8.6	2.1	8.0	0.04	問題なし
49	6号機ポンベ庫連絡ダクト	12.0	10.7	8.0	7.7	3.1	8.0	0.06	問題なし
50	6号機取水路	12.0	-2.5	-10.8	-10.9	8.4	8.0	0.17	問題なし
51	6号機タービン建屋～スクリーン室間 連絡ダクト	12.0	10.8	6.7	6.4	4.4	8.0	0.09	問題なし
52	6号機補機放水路	12.0	10.4	8.6	8.3	2.1	8.0	0.04	問題なし
53	5号機循環水配管 取水側	12.0	3.3	-0.1	-0.7	3.9	8.0	0.08	問題なし
54	5号機タービン建屋～海水熱交換器建屋 連絡ダクト (南側)	12.0	-0.7	-6.4	-6.5	5.8	8.0	0.12	問題なし

注記*1 : 図 3-11 の番号を示す。

*2 : 5 と 6 は一連の構造物であり, 5 と 6 の境界に発生する段差。

*3 : 施設近傍における地質調査結果に基づき, 液状化検討対象層の層厚に対する相対沈下量を算定。

表 3-9 地中埋設構造物と埋戻部等との境界部における不等沈下による影響評価結果 (6/7)

(凡例)

■ : 段差 (相対沈下量) が15cmを超え, 通行性に影響を及ぼす箇所

■ : 不等沈下対策の実施により通行性に影響を及ぼさない箇所

No. *1	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	地下水位	相対 沈下量	評価結果
		T. M. S. L. (m)	T. M. S. L. (m)	T. M. S. L. (m)	T. M. S. L. (m)	(m)	T. M. S. L. (m)	(m)	
55	5号機ボンベ庫連絡ダクト	12.0	10.7	7.8	7.5	3.2	8.0	0.06	問題なし
56	5号機タービン建屋～海水熱交換器建屋 連絡ダクト (北側)	12.0	1.5	-4.3	-4.4	5.8	8.0	0.12	問題なし
57	5号機タービン建屋～ボール捕集器ピット 間 連絡トレンチ	12.0	12.2	10.2	9.9	2.1	8.0	0.04	問題なし
58	5号機循環水配管 放水側	12.0	9.1	5.8	5.8	3.3	8.0	0.07	問題なし
59	5号機タービン建屋北西 圧力抑制室プー ル水排水系サージタンクダクト	12.0	10.8	7.4	4.6	6.2	8.0	0.12	問題なし
60	6号機軽油タンク部地盤改良-A	12.0	12.0	1.1	1.1	11.0	12.0	0.22	問題あり
61	6号機軽油タンク部地盤改良-B	12.0	12.0	-9.5	-9.5	21.5	12.0	0.43	問題あり
62	6号機軽油タンク部地盤改良-C	12.0	12.0	-8.0	-8.0	20.0	12.0	0.40	問題あり
63	6号機軽油タンク部地盤改良-D	12.0	12.0	3.0	3.0	9.0	12.0	0.18	問題あり
64	6号機軽油タンク部地盤改良-E	12.0	12.0	1.5	1.5	10.5	12.0	0.21	問題あり

注記*1 : 図 3-11 の番号を示す。

*2 : 5 と 6 は一連の構造物であり, 5 と 6 の境界に発生する段差。

*3 : 施設近傍における地質調査結果に基づき, 液状化検討対象層の層厚に対する相対沈下量を算定。

表 3-9 地中埋設構造物と埋戻部等との境界部における不等沈下による影響評価結果 (7/7)

(凡例)

■ : 段差 (相対沈下量) が15cmを超え, 通行性に影響を及ぼす箇所

■ : 不等沈下対策の実施により通行性に影響を及ぼさない箇所

No. *1	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	地下水位	相対 沈下量	評価結果
		T. M. S. L. (m)	T. M. S. L. (m)	T. M. S. L. (m)	T. M. S. L. (m)	(m)	T. M. S. L. (m)	(m)	
65	6号機燃料移送系配管ダクト	12.0	11.4	8.5	0.0	11.4	12.0	0.23	問題あり
66	5号機 OF ケーブルダクト	12.0	7.1	-0.4	-0.8	8.0	12.0	0.16	問題あり
67	5号機低起動二次側ケーブルダクト	12.0	6.7	0.3	0.2	6.6	12.0	0.13	問題なし
68	5号機低起動二次側ケーブルダクト	12.0	10.9	0.3	0.2	10.7	12.0	0.21	問題あり
69	5号機 OF ケーブルダクト	12.0	10.9	7.3	6.9	4.0	12.0	0.08	問題なし
70	排水路 ヒューム管	12.0	10.9	9.0	8.8	2.1	12.0	0.04	問題なし
71	排水路 ヒューム管	27.3	27.1	25.5	25.3	1.8	27.3	0.04	問題なし
72	排水路 遠心ボックスカルバート	18.1	17.5	16.3	16.1	1.4	18.1	0.03	問題なし
73	排水路 ヒューム管	12.0	11.3	9.7	9.5	1.8	12.0	0.04	問題なし
74	排水路 ヒューム管	12.0	10.7	9.1	8.8	1.9	8.0	0.04	問題なし
75	排水路 ヒューム管	12.0	10.4	9.1	8.8	1.6	8.0	0.03	問題なし
76	排水路 ヒューム管	12.0	10.8	9.6	9.4	1.4	12.0	0.03	問題なし
77	排水路 ヒューム管	12.0	11.7	9.5	9.3	2.4	12.0	0.05	問題なし

注記*1 : 図 3-11 の番号を示す。

*2 : 5 と 6 は一連の構造物であり, 5 と 6 の境界に発生する段差。

*3 : 施設近傍における地質調査結果に基づき, 液状化検討対象層の層厚に対する相対沈下量を算定。

b. 地山と埋戻部との境界部

(a) 評価方法

地山と埋戻部との境界部における不等沈下による影響評価については、地山と埋戻部との境界部における不等沈下によるアクセスルートの通行性への影響を評価する。

通行性への影響評価では、アクセスルートの直下における地山と埋戻部の断面形状等を確認することで、両者の不等沈下が通行性に与える影響を評価する。

(b) 評価結果

地山と埋戻部との境界部における不等沈下による影響評価結果について、地山と埋戻部との境界部の断面形状を図3-13に、通行性への影響評価結果を表3-10に示す。

地山と埋戻部との境界部の断面形状は、図3-13の(a)又は(b)に大別される。図3-13(a)は、地山を法面に成形して掘削した際の断面形状であり、地山の勾配は1:1.0~1:1.5程度である。また、図3-13(b)は、両脇に土留め壁を設置して掘削した際の断面形状であり、地山の勾配は90°である。

しかし、図3-13の(a)又は(b)にて施工された箇所の地山は原子炉建屋等を直接支持する岩盤ではなくいずれも沖積層あるいは洪積層であり、新潟県中越沖地震時に確認されたように地震によって沈下が生じる地層であるため、地山と埋戻部との境界部において有意な相対沈下を生じることはないと考えられることから『問題なし』と評価し、地山と埋戻部との境界部における不等沈下が通行性に対して影響を及ぼさないことを確認した。

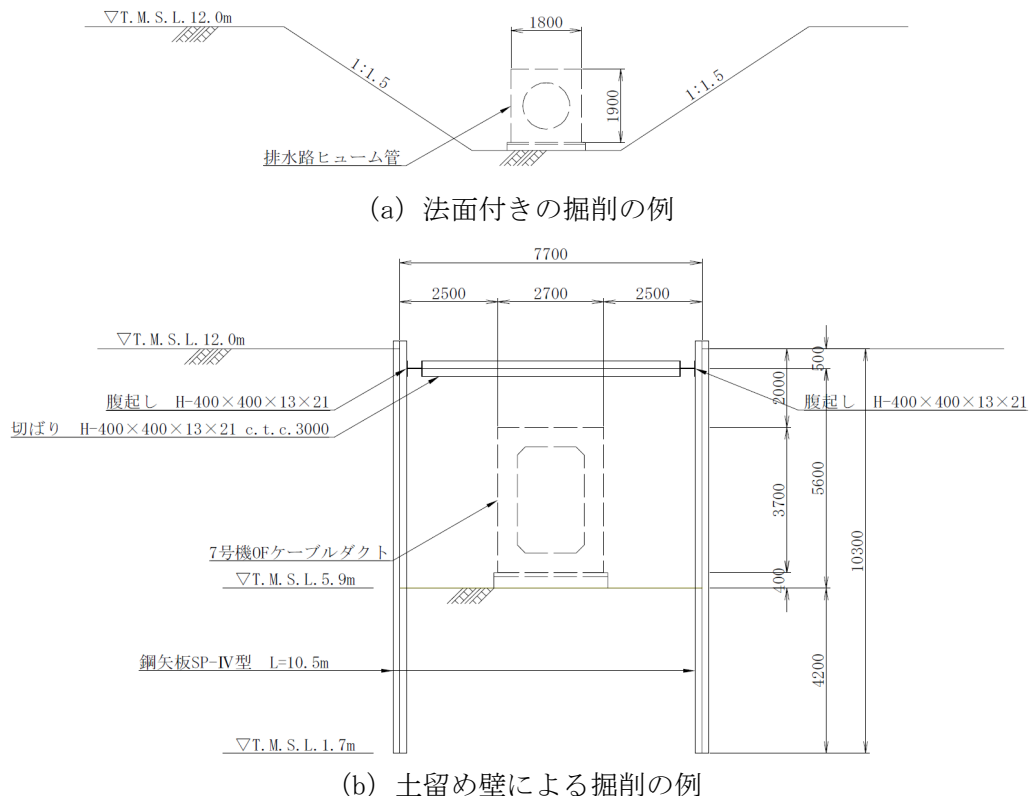


図3-13 地山と埋戻部との境界部の断面

表 3-10 地山と埋戻部との境界部における不等沈下による影響評価結果

対象箇所	被害想定	評価内容	評価結果
地山と埋戻部との境界部	<ul style="list-style-type: none"> 地山と埋戻部との境界部における不等沈下による通行不可 	<ul style="list-style-type: none"> 図 3-13 の (a) 又は (b) にて施工された箇所の地山は原子炉建屋等を直接支持する岩盤ではなくいずれも沖積層あるいは洪積層であり、新潟県中越沖地震時に確認されたように地震によって沈下が生じる地層であるため、地山と埋戻部との境界部において有意な相対沈下を生じることはないと考えられる。 	問題なし

(2) 液状化に伴う浮上り

a. 評価方法

液状化に伴う浮上りによる影響評価については、保管場所における影響評価と同様に、液状化に伴う浮上りによるアクセスルートの通行性への影響を評価する。

アクセスルート下に設置されている地中埋設構造物の位置を図3-11に示す。

通行性への影響評価では、地中埋設構造物下端よりも地下水位が高い箇所（条件①）、仮復旧ルート上の箇所（条件②）、斜面崩壊の影響を受けない箇所（条件③）の観点から評価対象とする地中埋設構造物を抽出し、保管場所における影響評価と同様に、評価対象とする地中埋設構造物の揚圧力と抵抗力から浮上りに対する安全率を算定し、算定した浮上りに対する安全率が評価基準以上となることを評価する。評価基準は、保管場所と同様に、浮上りに対する安全率が1.0とする。

また、通行性への影響評価に用いる地下水位は、「3.3.3(1) 液状化及び揺すり込みによる不等沈下」と同様に、評価対象周辺の工認対象の施設の設計地下水位、建設時の設計地下水位あるいは既往の観測記録に基づいて設定する。

なお、仮復旧ルート上の評価対象のうち評価基準を満足しない箇所は、図3-14に示すような浮上り対策をあらかじめ実施し、浮上りが通行性に対して影響を及ぼさない設計とし、「3.3.6 仮復旧時間の評価」において、ホイールロードによる当該区間の仮復旧に要する時間を考慮不要とする。

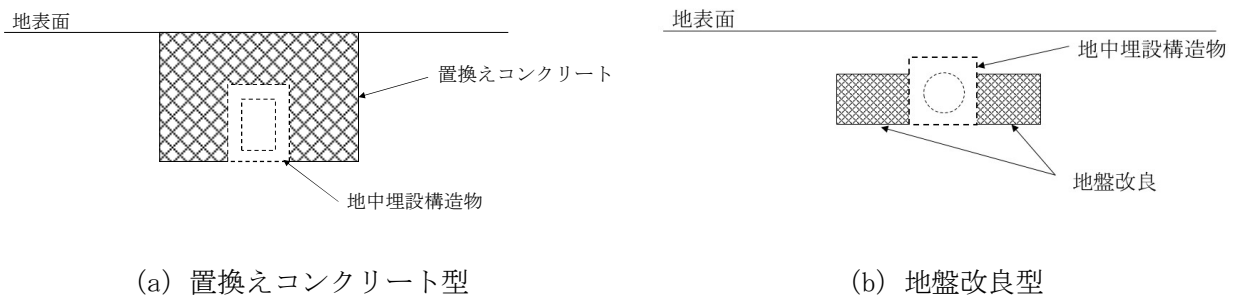


図3-14 浮上り対策

b. 評価結果

液状化に伴う浮上りによる影響評価結果について、評価対象とする地中埋設構造物を抽出した結果を表 3-11 に、通行性への影響評価結果を表 3-12 に示す。

評価の結果、浮上りに対する安全率が評価基準を満足する箇所については『問題なし』と評価し、浮上りが通行性に対して影響を及ぼさないことを確認した。

なお、浮上り対策として置換えコンクリート及び地盤改良を実施した箇所については、「3.3.3 (1) 液状化及び揺すり込みによる不等沈下」において、置換えコンクリート及び地盤改良を考慮して沈下量を算定している。

表3-11 浮上り評価対象構造物の抽出結果 (1/4)

条件①：地中埋設構造物下端よりも地下水位が高い箇所

条件②：仮復旧ルート上の箇所

条件③：斜面崩壊の影響を受けない箇所

(凡例)

○：条件に該当する場合

—：条件に該当しない場合

：浮上り評価対象

：浮上り対策の実施により通行性に影響を及ぼさない箇所

No. *1	名称	条件①	条件②	条件③
1	排水路 ボックスカルバート	○	—	○
2	事務建屋周辺 電線管路	—	—	—
3	1号機重油配管トレンチ	—	—	○
4	1号機0F ケーブルダクト	—	—	○
5	荒浜側ガスタービン発電機用ケーブルダクト ハンドホール	—	—	○
6	荒浜側ガスタービン発電機用ケーブルダクト ハンドホール側面部地盤改良	—*2	—*2	—*2
7	水配管ダクト	—	—	○
8	1号機及び2号機 CV ケーブルダクト, 2号機0F ケーブルダクト	○	—	—
9	3号機0F ケーブルダクト	○	—	—
10	3号機及び4号機 CV ケーブルダクト	○	—	—
11	4号機0F ケーブルダクト	○	—	—
12	新500kV ケーブル洞道	○	—	—
13	1号機重油配管トレンチ	—	—	—
14	新500kV ケーブル洞道	○	—	—
15	500kV ケーブルダクト	—	—	—
16	排水路ボックスカルバート	○	—	—
17	免震重要棟連絡ダクト	○	—	○
18	排水路ボックスカルバート	○	—	—
19	水配管ダクト	—	—	○

注記*1：図3-11の番号を示す。

*2：地盤改良部のため、浮上り評価の対象から除く。

*3：浮上り対策を実施しているため、浮上り評価の対象から除く。

*4：杭を介して岩盤に支持する構造であるため、浮上り評価の対象から除く。

表3-11 浮上り評価対象構造物の抽出結果 (2/4)

条件①：地中埋設構造物下端よりも地下水位が高い箇所

条件②：仮復旧ルート上の箇所

条件③：斜面崩壊の影響を受けない箇所

(凡例)

○：条件に該当する場合

—：条件に該当しない場合

■：浮上り評価対象

■：浮上り対策の実施により通行性に影響を及ぼさない箇所

No. *1	名称	条件①	条件②	条件③
20	水配管ダクト	—	—	○
21	水配管ダクト	—	○	○
22	水配管ダクト	—	—	—
23	排水路ヒューム管	○	—	○
24	排水路ヒューム管	○	○	○
25	排水路ヒューム管	○	—	○
26	排水路ボックスカルバート	—	○	○
27	排水路ボックスカルバート	—	—	○
28	水配管ダクト	—	—	○
29	新 500kV ケーブル洞道	○	—	—
30	500kV ケーブルダクト	○	—	—
31	水配管ダクト	○	○	—
32	500kV ケーブルダクト	○*3	○*3	○*3
33	新 500kV ケーブルダクト	○*3	○*3	○*3
34	7号機 0F ケーブルダクト	○*3	○*3	○*3
35	7号機 0F ケーブルダクト	○	—	○
36	6号機 0F ケーブルダクト	○*3	○*3	○*3
37	6号機 0F ケーブルダクト	○	—	○
38	6号機補給水系連絡ダクト	○	—	○
39	5号機 0F ケーブルダクト	○	—	○
40	水配管ダクト	○	—	—

注記*1：図3-11の番号を示す。

*2：地盤改良部のため、浮上り評価の対象から除く。

*3：浮上り対策を実施しているため、浮上り評価の対象から除く。

*4：杭を介して岩盤に支持する構造であるため、浮上り評価の対象から除く。

表3-11 浮上り評価対象構造物の抽出結果 (3/4)

条件①：地中埋設構造物下端よりも地下水位が高い箇所

条件②：仮復旧ルート上の箇所

条件③：斜面崩壊の影響を受けない箇所

(凡例)

○：条件に該当する場合

—：条件に該当しない場合

■：浮上り評価対象

■：浮上り対策の実施により通行性に影響を及ぼさない箇所

No. *1	名称	条件①	条件②	条件③
41	排水路 ヒューム管	—	○	○
42	第一ガスタービン発電機用ケーブルダクト	○*4	○*4	○*4
43	排水路 ボックスカルバート	—	○	○
44	7号機ポンベ庫連絡ダクト	○	○	○
45	7号機取水路	○*3	○*3	○*3
46	7号機タービン建屋～ボール捕集器ピット間 連絡ダクト	○	○	○
47	7号機補機放水路	○	○	○
48	6号機補機放水路	—	○	○
49	6号機ポンベ庫連絡ダクト	○	○	○
50	6号機取水路	○*3	○*3	○*3
51	6号機タービン建屋～スクリーン室間 連絡ダクト	○	○	○
52	6号機補機放水路	—	—	○
53	5号機循環水配管 取水側	○	—	○
54	5号機タービン建屋～海水熱交換器建屋連絡 ダクト (南側)	○	—	○
55	5号機ポンベ庫連絡ダクト	○	—	○
56	5号機タービン建屋～海水熱交換器建屋連絡 ダクト (北側)	○	—	○
57	5号機タービン建屋～ボール捕集器ピット間 連絡トレンチ	—	—	○

注記*1：図3-11の番号を示す。

*2：地盤改良部のため、浮上り評価の対象から除く。

*3：浮上り対策を実施しているため、浮上り評価の対象から除く。

*4：杭を介して岩盤に支持する構造であるため、浮上り評価の対象から除く。

表3-11 浮上り評価対象構造物の抽出結果 (4/4)

条件①：地中埋設構造物下端よりも地下水位が高い箇所

条件②：仮復旧ルート上の箇所

条件③：斜面崩壊の影響を受けない箇所

(凡例)

○：条件に該当する場合

—：条件に該当しない場合

■：浮上り評価対象

■：浮上り対策の実施により通行性に影響を及ぼさない箇所

No. *1	名称	条件①	条件②	条件③
58	5号機循環水配管 放水側	○	—	○
59	5号機タービン建屋北西圧力抑制室プール水排水系サージタンクダクト	○	—	○
60	6号機軽油タンク部地盤改良-A	—*2	—*2	—*2
61	6号機軽油タンク部地盤改良-B	—*2	—*2	—*2
62	6号機軽油タンク部地盤改良-C	—*2	—*2	—*2
63	6号機軽油タンク部地盤改良-D	—*2	—*2	—*2
64	6号機軽油タンク部地盤改良-E	—*2	—*2	—*2
65	6号機燃料移送系配管ダクト	○*4	—*4	○*4
66	5号機 OF ケーブルダクト	○	—	○
67	5号機低起動二次側ケーブルダクト	○	—	○
68	5号機低起動二次側ケーブルダクト	○	—	○
69	5号機 OF ケーブルダクト	○*3	○*3	○*3
70	排水路 ヒューム管	○*3	○*3	○*3
71	排水路 ヒューム管	○	—	—
72	排水路 遠心ボックスカルバート	○	—	—
73	排水路 ヒューム管	○	—	—
74	排水路 ヒューム管	—	—	○
75	排水路 ヒューム管	—	—	○
76	排水路 ヒューム管	○*3	○*3	○*3
77	排水路 ヒューム管	○*3	○*3	○*3

注記*1：図3-11の番号を示す。

*2：地盤改良部のため、浮上り評価の対象から除く。

*3：浮上り対策を実施しているため、浮上り評価の対象から除く。

*4：杭を介して岩盤に支持する構造であるため、浮上り評価の対象から除く。

表 3-12 液状化に伴う浮上りによる影響評価結果

No. *	名称	揚圧力 (kN/m)	浮上り 抵抗力 (kN/m)	安全率	評価基準	評価結果
24	排水路 ヒューム管	654	1689	2.58	1.0	問題なし
44	7号機ポンベ庫連絡ダクト	127	231	1.83		問題なし
46	7号機タービン建屋～ボール 捕集器ピット間 連絡ダクト	232	294	1.27		問題なし
47	7号機補機放水路	134	240	1.80		問題なし
49	6号機ポンベ庫連絡ダクト	175	263	1.50		問題なし
51	6号機タービン建屋～スクリ ーン室間連絡ダクト	272	326	1.20		問題なし

注記* : 図 3-11 の番号を示す。

(3) 液状化に伴う側方流動

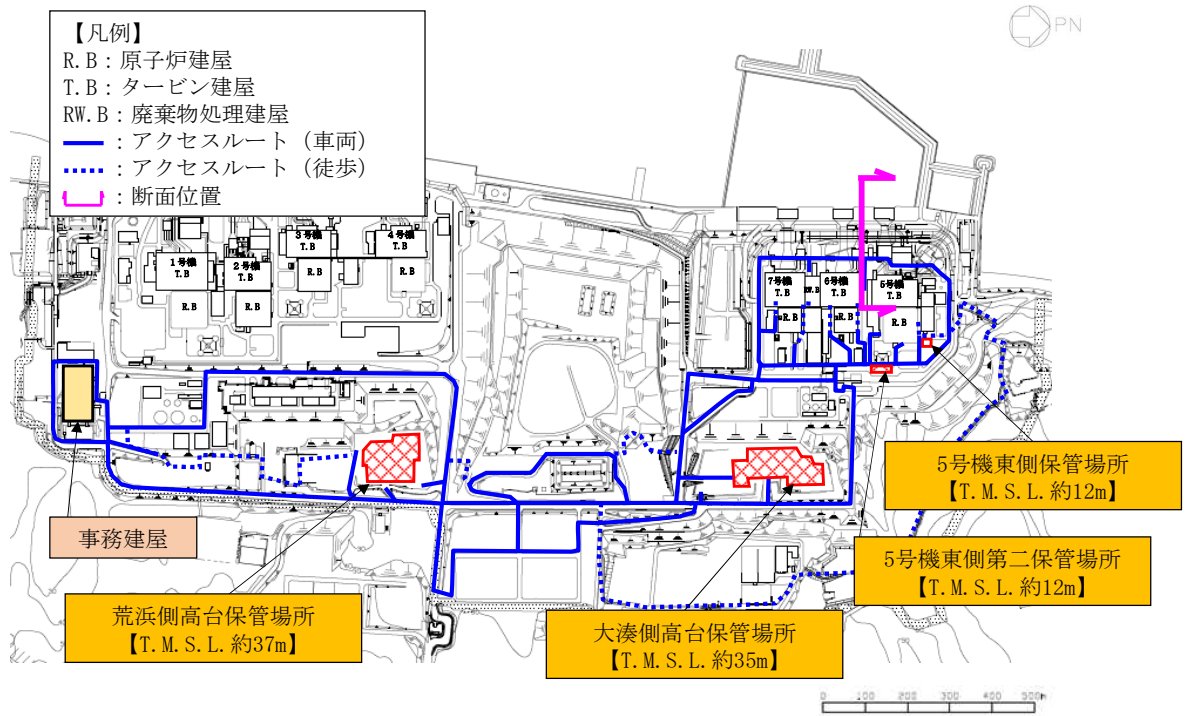
a. 評価方法

液状化に伴う側方流動による影響評価については、タービン建屋のアクセスルートを対象とした有効応力解析を行い、アクセスルートの通行性への影響を評価する。

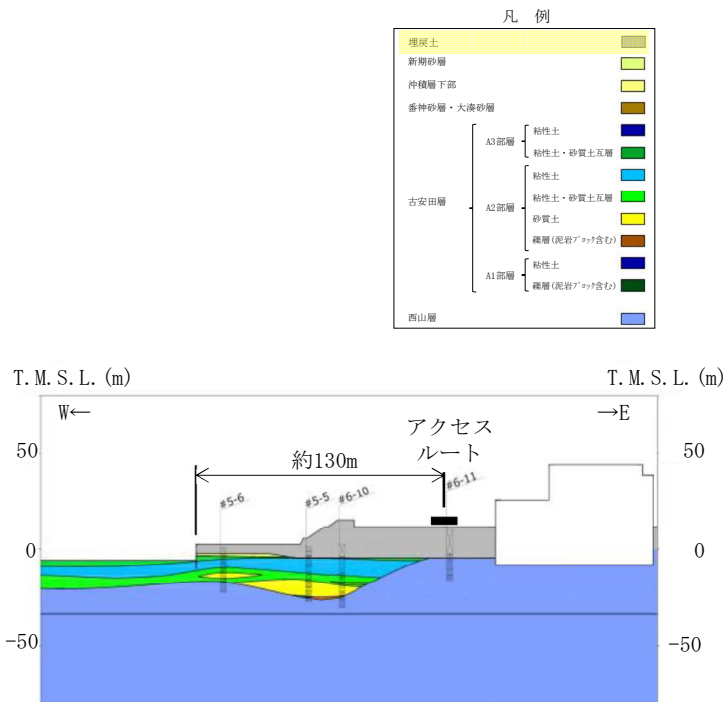
側方流動の検討位置及び地質断面図を図3-15に示す。

評価対象としては、護岸部から約130m離れたタービン建屋海側のアクセスルートを選定する。

通行性への影響評価については、評価対象に対して2次元有効応力解析に基づく検討を実施する。2次元有効応力解析には、解析コード「FLIP」を使用する。なお、解析コードの検証、妥当性確認等の概要については、別紙1「計算機プログラム（解析コード）の概要」に示す。



側方流動検討位置



地質断面図

図 3-15 側方流動検討位置及び地質断面図

b. 評価結果

液状化に伴う側方流動による影響評価結果を図 3-16 に示す。

評価の結果，タービン建屋海側のアクセスルート位置において，側方流動による残留鉛直変位量は小さく段差等も生じていないことから，側方流動が通行性に対して影響を及ぼさないことを確認した。

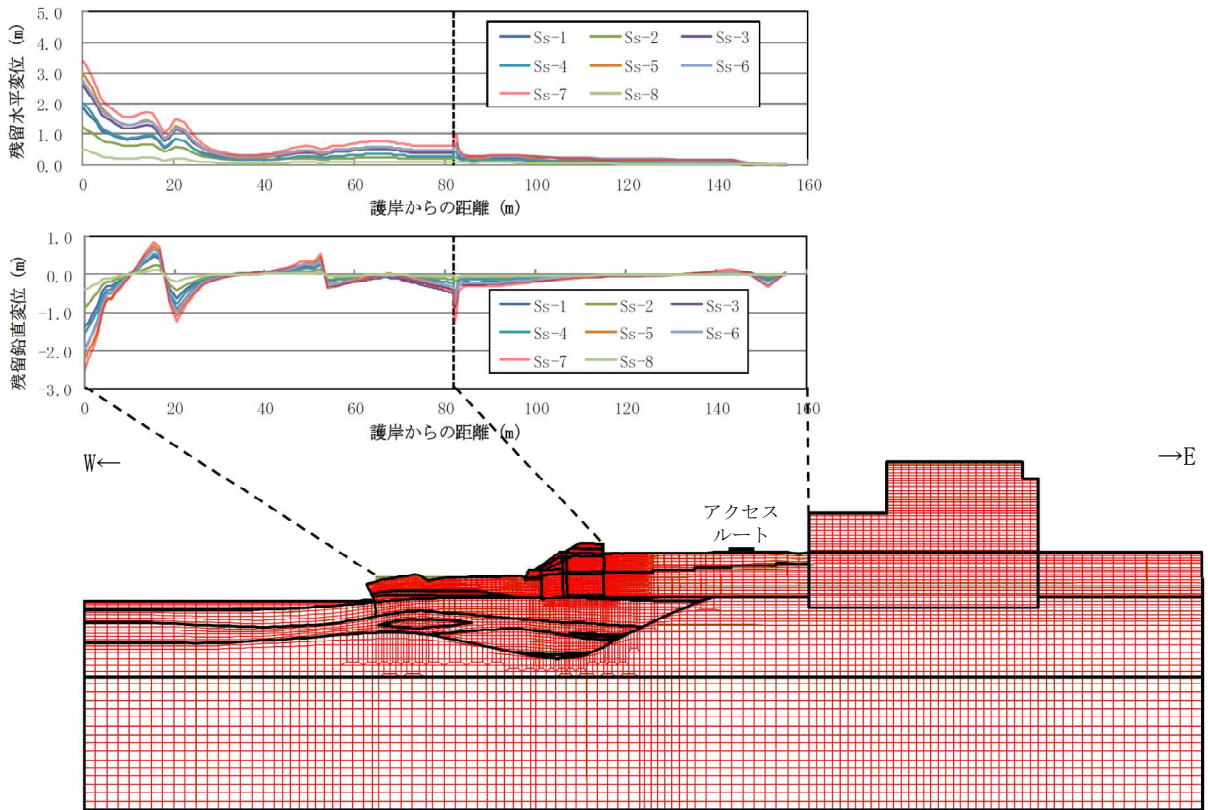


図 3-16 液状化に伴う側方流動による影響評価結果

3.3.4 地中埋設構造物の損壊

(1) 評価方法

地中埋設構造物の損壊による影響評価については、地中埋設構造物の損壊によるアクセスルートの通行性への影響を評価する。

アクセスルート上に設置されている地中埋設構造物の位置を図3-11に示す。

通行性への影響評価では、評価対象とする地中埋設構造物のうち仮復旧ルート上の箇所（条件①）に対して、Sクラスとして設計された設備や地盤改良体ではなく（条件②）、ヒューム管又は浮上り対策によりコンクリートで巻き立てられた構造物ではなく地表付近に設置されており（条件③）、周辺斜面の崩壊及び道路面のすべりにおいて通行性に影響を及ぼさない区間に位置する（条件④）地中埋設構造物を、通行性に影響を及ぼす地中埋設構造物が存在する箇所として評価する。

なお、上記4つの条件を満たす地中埋設構造物については、図3-17に示すような損壊対策をあらかじめ実施することにより、通行性に対して影響を及ぼさない設計とし、「3.3.6 仮復旧時間の評価」において、ホイールローダによる当該区間の仮復旧に要する時間を考慮不要とする。

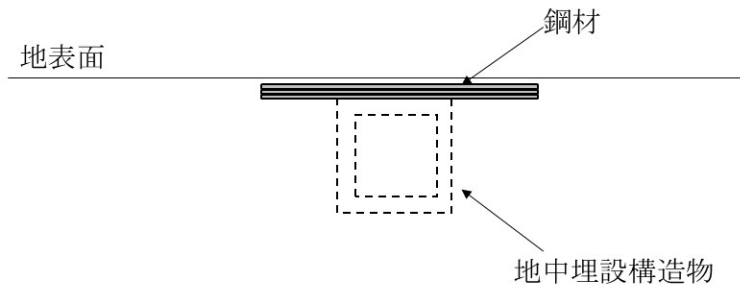


図3-17 損壊対策のイメージ図

(2) 評価結果

地中埋設構造物の損壊による影響評価結果を表3-13に示す。

評価の結果、条件①～④全てに該当する箇所については、あらかじめ損壊対策を実施していることから、地中埋設構造物の損壊が当該箇所の通行性に影響を及ぼさないことを確認した。

表 3-13 地中埋設構造物の損壊による影響評価結果 (1/4)

条件①：仮復旧ルート上の箇所

条件②：Sクラスで設計された構造物又は地盤改良体でない箇所


条件③：ヒューム管又は浮上り対策によりコンクリートで巻き立てられた構造物ではなく、地表面付近に設置されている地中埋設構造物


条件④：斜面崩壊の影響を受けない箇所

(凡例)

○：条件に該当する場合

—：条件に該当しない場合

：地中埋設構造物の損壊により通行性に影響を及ぼす箇所

：損壊対策の実施により通行性に影響を及ぼさない箇所

No. *	名称	条件①	条件②	条件③	条件④
1	排水路 ボックスカルバート	—	○	—	○
2	事務建屋周辺 電線管路	—	○	○	—
3	1号機重油配管トレンチ	—	○	—	○
4	1号機 0F ケーブルダクト	—	○	—	○
5	荒浜側ガスタービン発電機用 ケーブルダクトハンドホール	—	○	○	○
6	荒浜側ガスタービン発電機用 ケーブルダクトハンドホール側面部 地盤改良	—	—	—	○
7	水配管ダクト	—	○	—	○
8	1号機及び2号機 CV ケーブルダクト, 2号機 0F ケーブルダクト	—	○	—	—
9	3号機 0F ケーブルダクト	—	○	—	—
10	3号機及び4号機 CV ケーブルダクト	—	○	—	—
11	4号機 0F ケーブルダクト	—	○	—	—
12	新 500kV ケーブル洞道	—	○	—	—
13	1号機重油配管トレンチ	—	○	○	—
14	新 500kV ケーブル洞道	—	○	—	—
15	500kV ケーブルダクト	—	○	—	—

注記*：図 3-11 の番号を示す。

表 3-13 地中埋設構造物の損壊による影響評価結果 (2/4)

条件①：仮復旧ルート上の箇所

条件②：Sクラスで設計された構造物又は地盤改良体でない箇所

条件③：ヒューム管又は浮上り対策によりコンクリートで巻き立てられた構造物ではなく、地表面付近に設置されている地中埋設構造物

条件④：斜面崩壊の影響を受けない箇所

(凡例)

○：条件に該当する場合

—：条件に該当しない場合

：地中埋設構造物の損壊により通行性に影響を及ぼす箇所

：損壊対策の実施により通行性に影響を及ぼさない箇所

No. *	名称	条件①	条件②	条件③	条件④
16	排水路 ボックスカルバート	—	○	—	—
17	免震重要棟連絡ダクト	—	○	—	○
18	排水路 ボックスカルバート	—	○	—	—
19	水配管ダクト	—	○	—	○
20	水配管ダクト	—	○	—	○
21	水配管ダクト	○	○	—	○
22	水配管ダクト	—	○	—	—
23	排水路 ヒューム管	—	○	—	○
24	排水路 ヒューム管	○	○	—	○
25	排水路 ヒューム管	—	○	—	○
26	排水路 ボックスカルバート	○	○	○	○
27	排水路 ボックスカルバート	—	○	○	○
28	水配管ダクト	—	○	—	○
29	新 500kV ケーブル洞道	—	○	—	—
30	500kV ケーブルダクト	—	○	—	—
31	水配管ダクト	—	○	—	—
32	500kV ケーブルダクト	—	○	○	○
33	新 500kV ケーブルダクト	—	○	—	○
34	7号機 OF ケーブルダクト	—	○	—	○
35	7号機 OF ケーブルダクト	—	○	—	○
36	6号機 OF ケーブルダクト	○	○	—	○
37	6号機 OF ケーブルダクト	—	○	—	○
38	6号機補給水系連絡ダクト	—	○	—	○

注記*：図 3-11 の番号を示す。

表 3-13 地中埋設構造物の損壊による影響評価結果 (3/4)

条件①：仮復旧ルート上の箇所

条件②：Sクラスで設計された構造物又は地盤改良体でない箇所


条件③：ヒューム管又は浮上り対策によりコンクリートで巻き立てられた構造物ではなく、地表面付近に設置されている地中埋設構造物


条件④：斜面崩壊の影響を受けない箇所

(凡例)

○：条件に該当する場合

—：条件に該当しない場合

：地中埋設構造物の損壊により通行性に影響を及ぼす箇所

：損壊対策の実施により通行性に影響を及ぼさない箇所

No. *	名称	条件①	条件②	条件③	条件④
39	5号機0Fケーブルダクト	—	○	○	○
40	水配管ダクト	—	○	○	—
41	排水路 ヒューム管	○	○	—	○
42	第一ガスタービン発電機用ケーブルダクト	○	—	○	○
43	排水路 ボックスカルバート	○	○	—	○
44	7号機ボンベ庫連絡ダクト	○	○	—	○
45	7号機取水路	○	—	—	○
46	7号機タービン建屋～ボール捕集器ピット間 連絡ダクト	○	○	—	○
47	7号機補機放水路	○	○	—	○
48	6号機補機放水路	○	○	—	○
49	6号機ボンベ庫連絡ダクト	○	○	—	○
50	6号機取水路	○	—	—	○
51	6号機タービン建屋～スクリーン室間 連絡ダクト	○	○	—	○
52	6号機補機放水路	—	○	—	○
53	5号機循環水配管 取水側	—	○	—	○
54	5号機タービン建屋～海水熱交換器建屋 連絡ダクト (南側)	—	—	—	○
55	5号機ボンベ庫連絡ダクト	—	○	—	○
56	5号機タービン建屋～海水熱交換器建屋 連絡ダクト (北側)	—	—	—	○

注記*：図 3-11 の番号を示す。

表 3-13 地中埋設構造物の損壊による影響評価結果 (4/4)

条件①：仮復旧ルート上の箇所

条件②：Sクラスで設計された構造物又は地盤改良体でない箇所

条件③：ヒューム管又は浮上り対策によりコンクリートで巻き立てられた構造物ではなく、地表面付近に設置されている地中埋設構造物

条件④：斜面崩壊の影響を受けない箇所

(凡例)

○：条件に該当する場合

—：条件に該当しない場合

：地中埋設構造物の損壊により通行性に影響を及ぼす箇所

：損壊対策の実施により通行性に影響を及ぼさない箇所

No. *	名称	条件①	条件②	条件③	条件④
57	5号機タービン建屋～ボール捕集器ピット間 連絡トレンチ	—	○	○	—
58	5号機循環水配管 放水側	—	—	—	—
59	5号機タービン建屋北西 圧力抑制室プール 水排水系サージタンクダクト	—	○	—	—
60	6号機軽油タンク部地盤改良-A	—	—	—	—
61	6号機軽油タンク部地盤改良-B	—	—	—	—
62	6号機軽油タンク部地盤改良-C	—	—	—	—
63	6号機軽油タンク部地盤改良-D	—	—	—	—
64	6号機軽油タンク部地盤改良-E	—	—	—	—
65	6号機燃料移送系配管ダクト	—	—	○	—
66	5号機 0F ケーブルダクト	—	○	—	—
67	5号機低起動二次側ケーブルダクト	—	○	—	—
68	5号機低起動二次側ケーブルダクト	—	○	—	—
69	5号機 0F ケーブルダクト	○	○	—	○
70	排水路 ヒューム管	○	○	—	○
71	排水路 ヒューム管	—	○	—	—
72	排水路 遠心ボックスカルバート	—	○	—	—
73	排水路 ヒューム管	—	○	—	—
74	排水路 ヒューム管	—	○	—	—
75	排水路 ヒューム管	—	○	—	—
76	排水路 ヒューム管	○	○	—	○
77	排水路 ヒューム管	○	○	—	○

注記*：図 3-11 の番号を示す。

3.3.5 淡水貯水池の堰堤及び送水配管の損壊

(1) 評価方法

淡水貯水池の堰堤及び送水配管の損壊による影響評価については、淡水貯水池の堰堤及び送水配管の損壊によるアクセスルートの通行性への影響を評価する。

淡水貯水池及び送水配管の位置図を図3-18に示す。

通行性への影響評価では、淡水貯水池の堰堤及び送水配管の損壊によって生ずる溢水の影響範囲を予測し、その影響がアクセスルートに及ばないことを確認する。

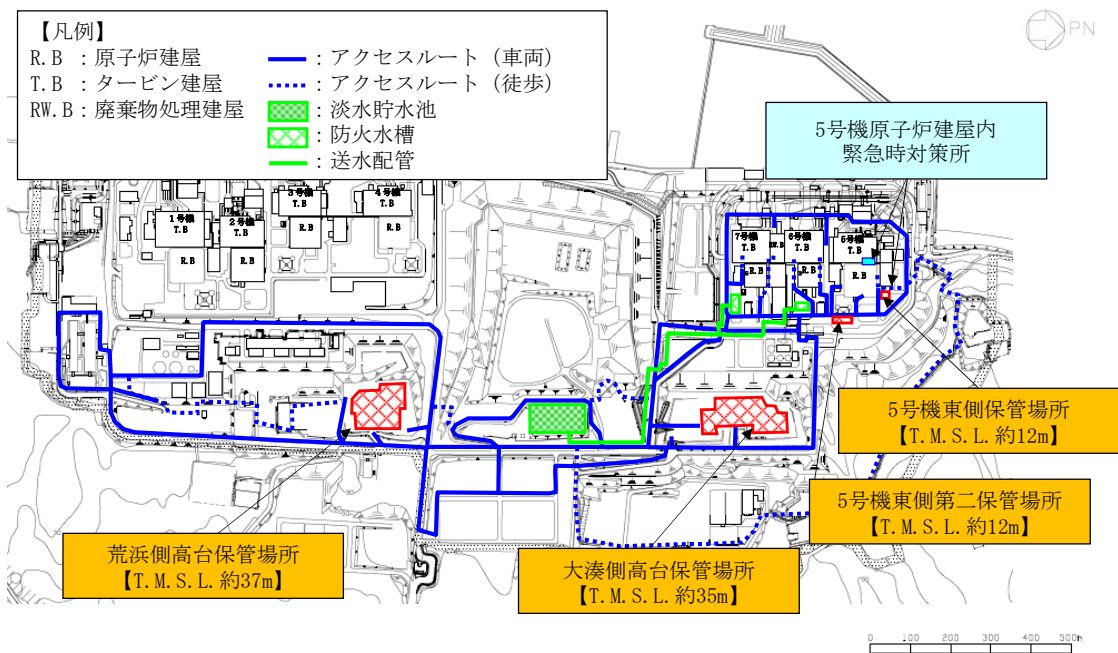


図3-18 淡水貯水池及び送水配管の位置図

(2) 評価結果

淡水貯水池の堰堤及び送水配管の損壊による影響評価結果について、淡水貯水池及び送水配管からの溢水による被害想定を図 3-19 に、通行性への影響評価結果を表 3-13 に示す。

淡水貯水池の堰堤及び送水配管が損壊し、溢水が発生した場合においても、淡水貯水池と 7 号機の間には道路及び排水路が敷設されており、道路上及び構内の排水路を経て海域に排水される。また、図 3-19 に示すとおり、仮に保守的な想定として排水路の機能が期待できず全量が 7 号機を設置する敷地に流入するとしても、周辺の空地が平坦かつ広大であり、周辺の道路上及び排水路を自然流下・拡散することから『問題なし』と評価し、淡水貯水池の堰堤及び送水配管の損壊が通行性に影響を及ぼさないことを確認した。

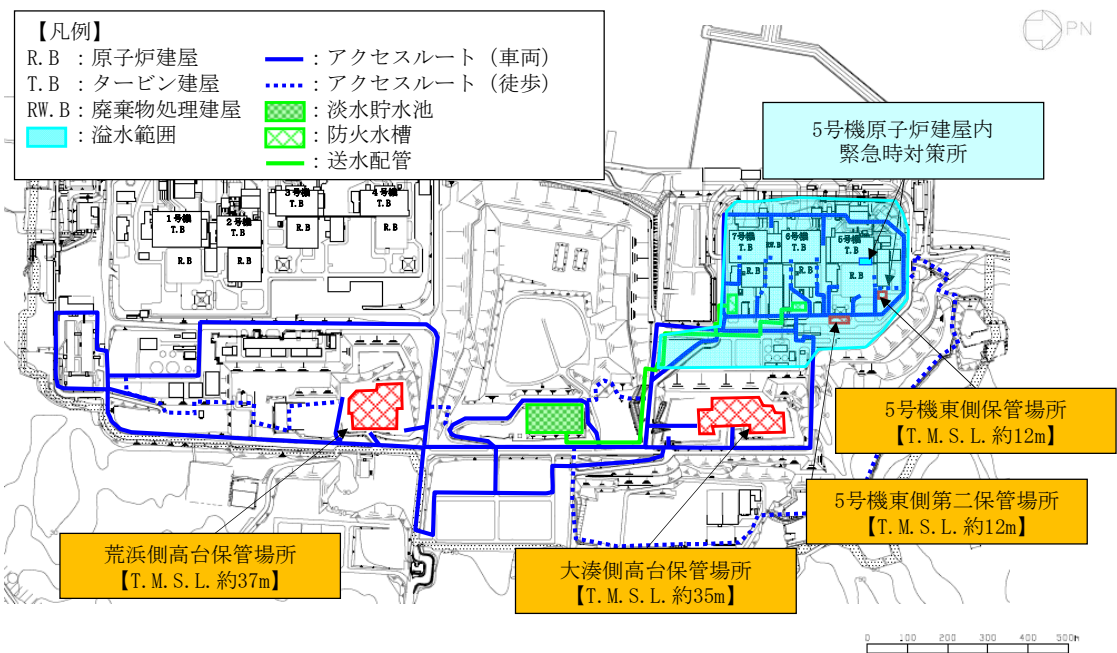


図 3-19 淡水貯水池及び送水配管からの溢水による被害想定

表 3-13 淡水貯水池の堰堤及び送水配管の損壊による影響評価結果

対象設備	被害想定	対応内容
淡水貯水池	<ul style="list-style-type: none"> 基準地震動 S_s による堰堤及び送水配管の損壊による溢水 	<ul style="list-style-type: none"> 地震により堰堤又は送水配管が損壊した場合でも、周辺の空地が平坦かつ広大であり、周辺の道路上及び排水路を自然流下・拡散することから、通行性に影響はないと考えられる。 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。

3.3.6 仮復旧時間の評価

(1) 評価方法

「3.3.1 周辺構造物の倒壊及び周辺タンク等の損壊」～「3.3.5 淡水貯水池の堰堤及び送水配管の損壊」までの影響評価結果を踏まえ、アクセスルートのうち仮復旧ルートとして選定したルートにおける通行性に影響を及ぼす区間の仮復旧に要する作業時間を算定する。

a. 仮復旧方法

「3.3.2 周辺斜面の崩壊及び道路面のすべり」にて評価した可搬型重大事故等対処設備が通行可能な幅員を確保できない区間については、ホイールローダにより仮復旧し、通行性を確保する。

その他の作業条件は以下のとおりとする。

- ・仮復旧作業は、ホイールローダを使用し、重機操作要員は2名以上とする。
- ・斜面崩壊の影響によりアクセスルート上に堆積する土砂（以下「崩壊土砂」という。）については、ホイールローダにより崩壊土砂をルート外へ押し出し、その後転圧作業をすることによりアクセスルートを確保する。なお、土砂を押し出す際の切土による法面勾配は1:1.0とする。
- ・仮復旧により確保するアクセスルートの幅は、可搬型重大事故等対処設備が通行可能な幅員3.0mに加えてホースの敷設幅を考慮し、保守的に幅員3.5m以上とする。ただし、可搬型重大事故等対処設備の通行ルートとホースの敷設ルートを別々に設けることを想定する場合、仮復旧により確保するアクセスルートの幅は、3.0mとする。

b. 仮復旧時間の算定条件

アクセスルートの仮復旧時間は、初動要員の重機操作要員が駐在する大湊高台宿泊棟を起点とし、構内の移動時間や仮復旧に要する時間を考慮して算定する。また、建屋直近における段差の仮復旧に要する時間までを考慮して算定する。

その他の算定条件は以下のとおりとする。

- ・ホイールローダの移動速度は、「土木工事積算基準（東日本高速道路株式会社，中日本高速道路株式会社，西日本高速道路株式会社 2014）」（以下「土木工事積算基準」という。）に掲載されたホイールローダの前進速度の平均値から保守的に15km/hとする。また、重機操作要員の移動速度（徒歩）は、「不動産の表示に関する公正競争規約施行規則」の徒歩による所要時間(80m/分)を参考として保守的に4km/hとし、崩壊土砂上の移動を想定する場合は、上記移動速度の50%と想定して2km/hとする。
- ・重機操作要員は、大湊高台宿泊棟から5号機原子炉建屋内緊急時対策所に集合し、仮復旧作業を開始する。
- ・重機操作要員は、5号機原子炉建屋内緊急時対策所から保管場所へ向かい、ホイールローダを操作し土砂撤去を実施する。
- ・ホイールローダの土砂撤去作業量は、土木工事積算基準を参考に設定した作業能力76m³/hとする。

- ・建屋直近における段差の仮復旧時間は、訓練実績等を踏まえて設定した時間 78 分とする。
- ・仮復旧時間は、下記の 3 ケースを算定する。

ケース 1 7 号機建屋寄り付き箇所までのルート

ケース 2 5 号機東側保管場所までのルート

(5 号機原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備への給油作業を想定)

ケース 3 淡水貯水池からの淡水送水に必要なホースの敷設を優先したルート

(事故シーケンス「全交流動力電源喪失+主蒸気逃し安全弁 1 個開固着」を想定)

(2) 評価結果

設定した各ケースの仮復旧時間について、ケース 1 (7 号機建屋寄り付き箇所までのルート) の評価結果を図 3-20 及び図 3-21 に、ケース 2 (5 号機東側保管場所までのルート) の評価結果を図 3-22 に、ケース 3 (淡水貯水池からの淡水送水に必要なホースの敷設を優先したルート) の評価結果を、図 3-23～図 3-26 に示す。

ケース 1 について、構内移動時間及びホイールローダによる仮復旧時間を考慮した結果、大湊側高台保管場所から 7 号機建屋寄り付き箇所までのアクセスルートは約 310 分、荒浜側高台保管場所から 7 号機建屋寄り付き箇所までのアクセスルートは約 320 分で通行性を確保できることを確認した。

ケース 2 について、構内移動時間及びホイールローダによる仮復旧時間を考慮した結果、荒浜側高台保管場所から 5 号機東側保管場所までのアクセスルートは約 240 分、大湊側高台保管場所から 5 号機東側保管場所までのアクセスルートは約 230 分で通行性を確保できることを確認した。

ケース 3 について、構内移動時間及びホイールローダによる仮復旧時間を考慮した結果、大湊側高台保管場所から荒浜側高台保管場所の順に保管場所を利用した場合は、淡水貯水池からの淡水送水に必要なホースの敷設を優先したルートは約 190 分、荒浜側高台保管場所から 7 号機建屋寄り付き箇所までのアクセスルートは約 430 分で通行性を確保できることを確認した。また、荒浜側高台保管場所から大湊側高台保管場所の順に保管場所を利用した場合は、淡水貯水池からの淡水送水に必要なホースの敷設を優先したルートは約 200 分、大湊側高台保管場所から 7 号機建屋寄り付き箇所までのアクセスルートは約 430 分で通行性を確保できることを確認した。

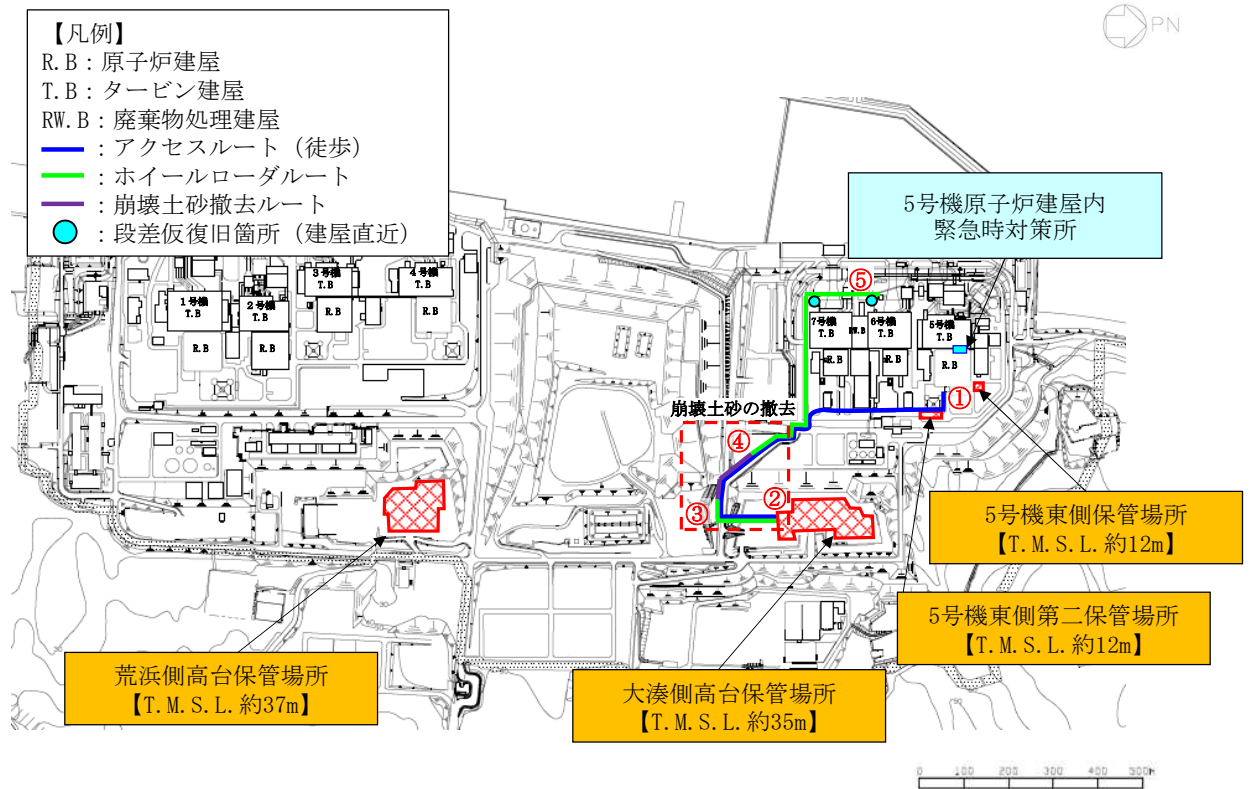
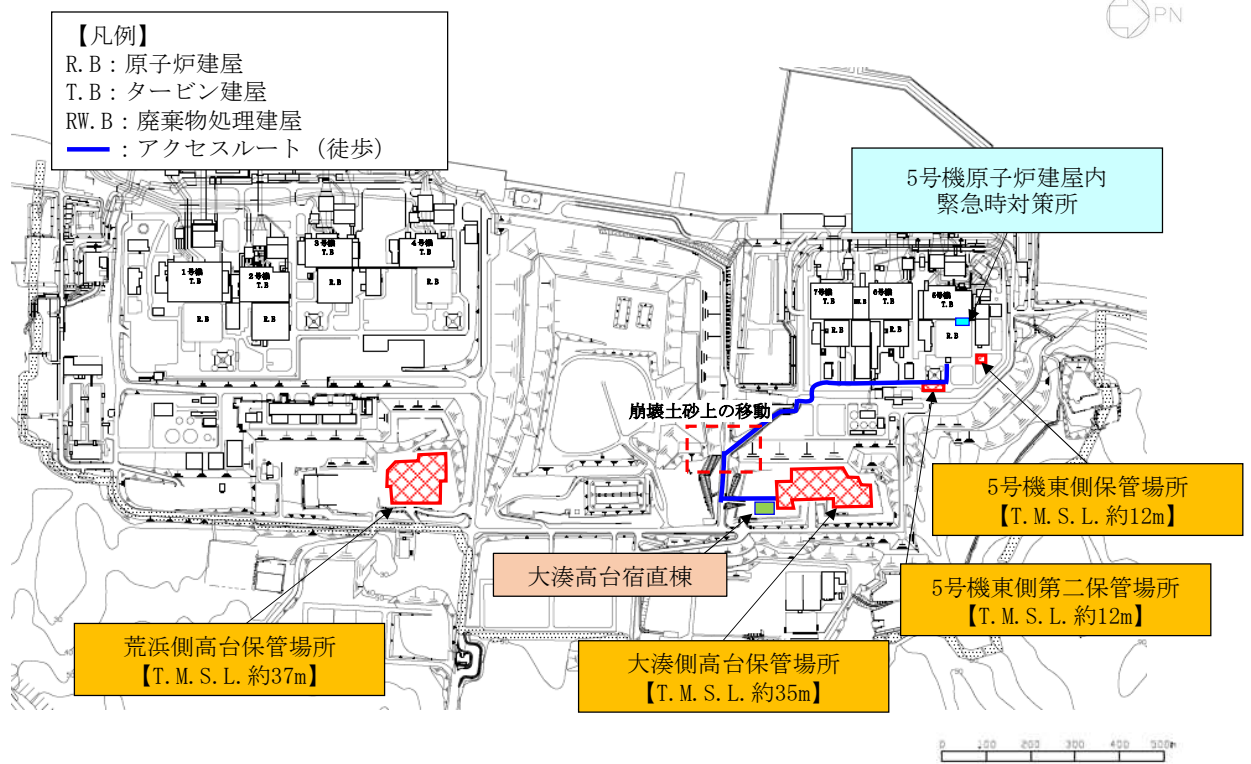


図 3-20 設定したルート及び仮復旧時間（ケース 1，大湊側高台保管場所利用）（1/2）

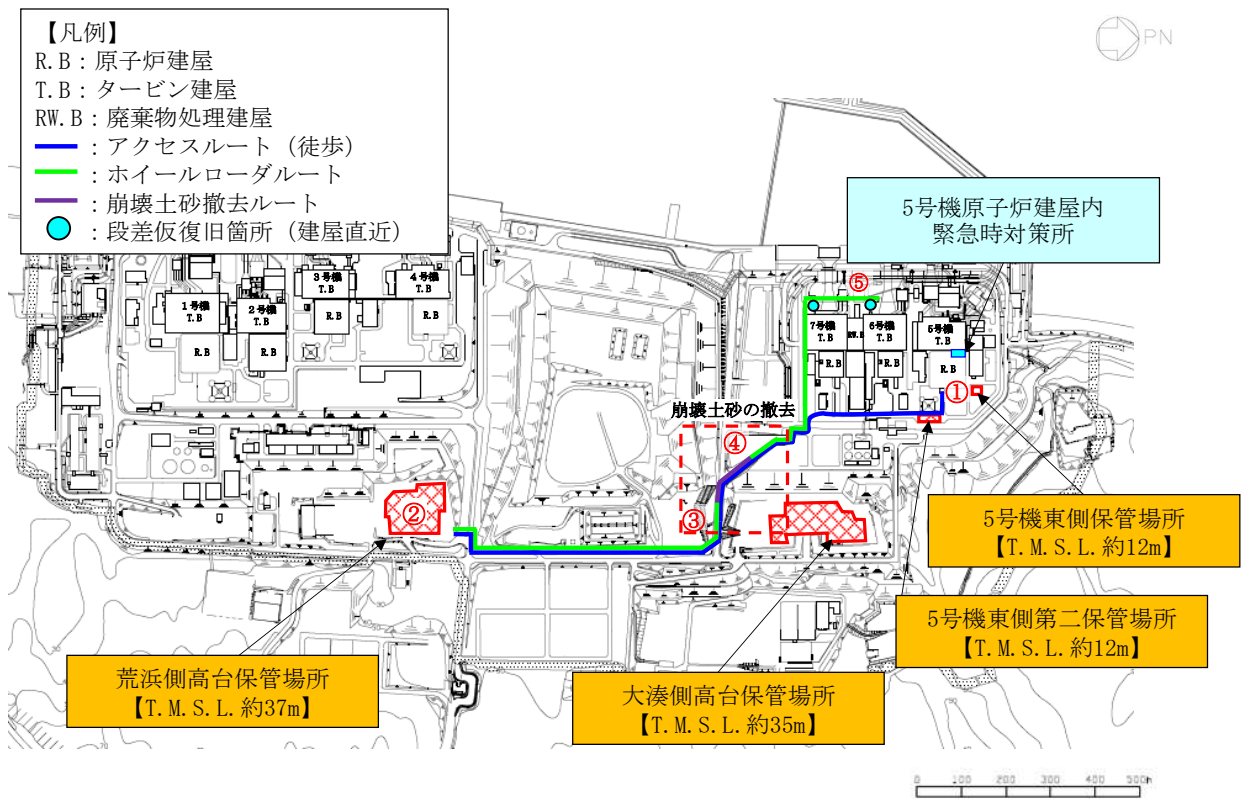
区間	距離 (m)	時間評価項目	所要時間 (分)	累積 (分)	使用するホイールローダ
大湊高台宿 直棟～5号機 原子炉建屋	約 980* ¹	徒歩移動	19	19	—
5号機原子炉 建屋内	東側入口～緊急 時対策所～東側 入口	徒歩移動	14	33	—
①→②	約 980* ¹	徒歩移動	19	52	—
②→③	約 250	ホイールローダ移動	1	53	大湊側：2台
③→④	約 170	土砂撤去	159* ²	212	
		安全確認	17	229	
④→⑤	約 610	ホイールローダ移動	3	232	
		段差復旧（建屋直近）	78* ³	310	

注記*1：崩壊土砂上の移動を約 170m 含む。

*2：2台で実施する。2台目は安全な離隔を確保するため、1台目の作業開始 10 分後に開始する。

*3：各号機ホイールローダ 1台で同時に復旧する。

図 3-20 設定したルート及び仮復旧時間（ケース 1，大湊側高台保管場所利用）（2/2）



区間	距離 (m)	時間評価項目	所要時間 (分)	累積 (分)	使用するホイールローダ
大湊高台宿直棟～5号機原子炉建屋*1	約 980*2	徒歩移動	19	19	—
5号機原子炉建屋内	東側入口～緊急時対策所～東側入口	徒歩移動	14	33	—
①→②	約 1500*2	徒歩移動	26	59	—
②→③	約 780	ホイールローダ移動	4	63	荒浜側：2台
③→④	約 170	土砂撤去	159*3	222	
		安全確認	17	239	
④→⑤	約 610	ホイールローダ移動	3	242	
		段差復旧（建屋直近）	78*4	320	

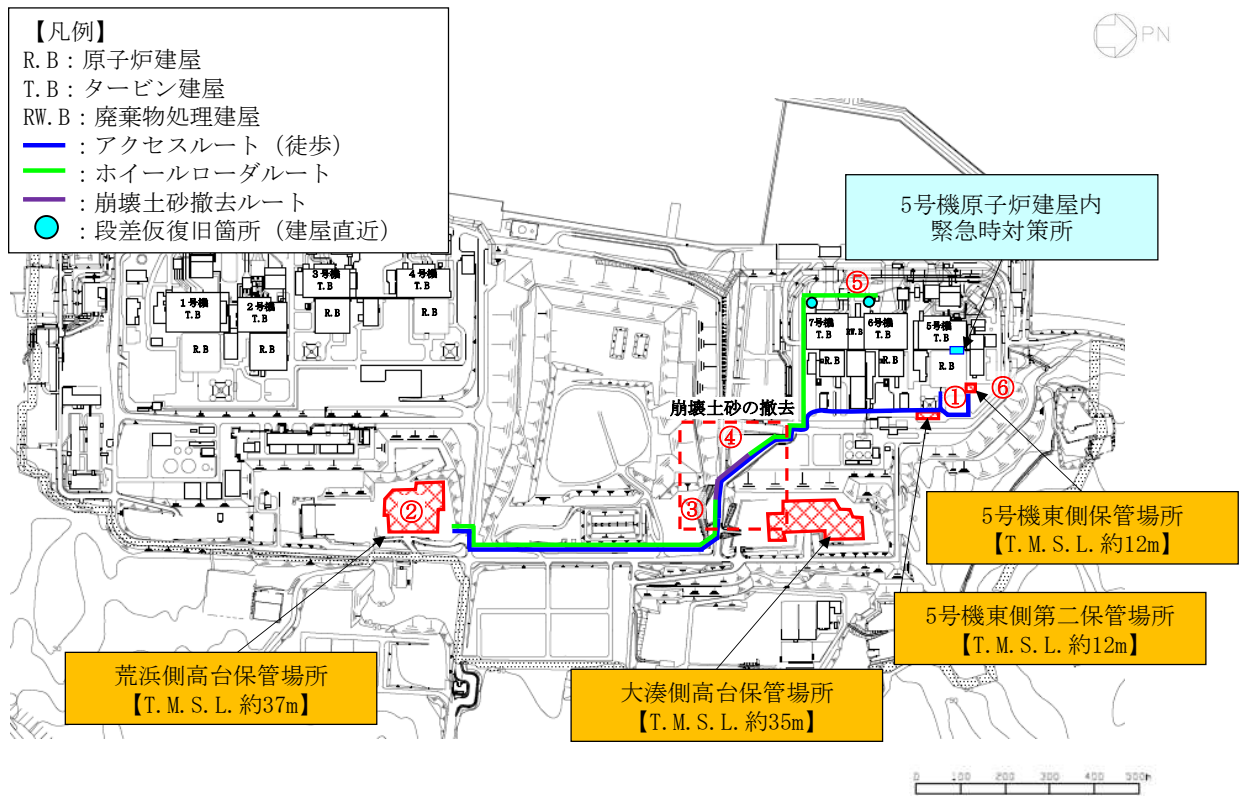
注記*1：ルートについては、図3-20参照。

*2：崩壊土砂上の移動を約170m含む。

*3：2台で実施する。2台目は安全な離隔を確保するため、1台目の作業開始10分後に開始する。

*4：各号機ホイールローダ1台で同時に復旧する。

図3-21 設定したルート及び復旧時間（ケース1，荒浜側高台保管場所利用）

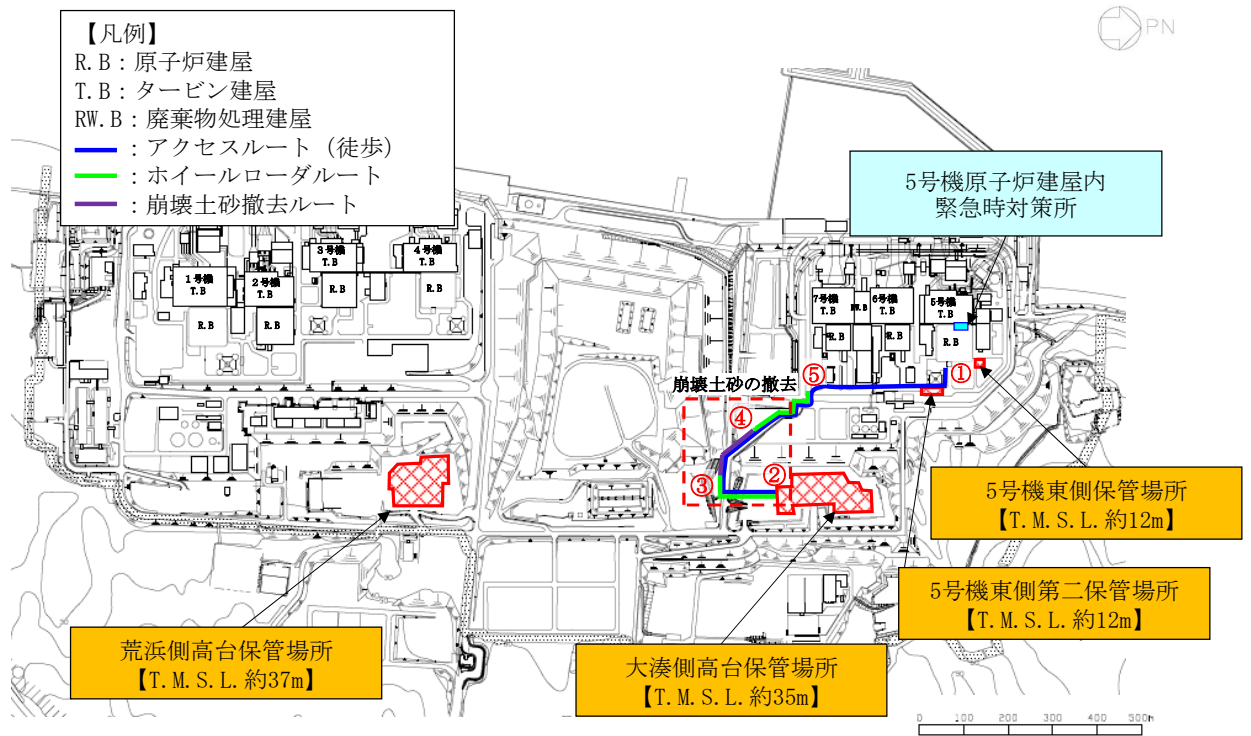


区間	距離 (m)	時間評価項目	所要時間 (分)	累積 (分)
大湊高台宿直棟→ ④	図 3-21 参照	—	239*1	239
④→⑥	—	仮復旧作業なし*2	0*2	239

注記*1 : 荒浜側高台保管場所のホイールローダを使用した場合。大湊側高台保管場所のホイールローダを使用した場合は約 229 分 (図 3-20 参照)。

*2 : ④→⑥の区間には仮復旧する箇所がないため、所要時間は 0 分となる。

図 3-22 5号機東側保管場所への屋外アクセスルート及び仮復旧時間
(ケース 2, 荒浜側高台保管場所利用)



区間	距離 (m)	時間評価項目	所要時間 (分)	累積 (分)	使用するホイールローダ
大湊高台宿直棟～5号機原子炉建屋*1	約 980*2	徒歩移動	19	19	—
5号機原子炉建屋内	東側入口～緊急時対策所～東側入口	徒歩移動	14	33	—
①→②	約 980*2	徒歩移動	19	52	—
②→③	約 250	ホイールローダ移動	1	53	大湊側：2台
③→④	約 170	土砂撤去*3	119*4	172	
		安全確認	17	189	
④→⑤	約 170	ホイールローダ移動	1	190	

注記*1 : ルートについては、図 3-20 参照。

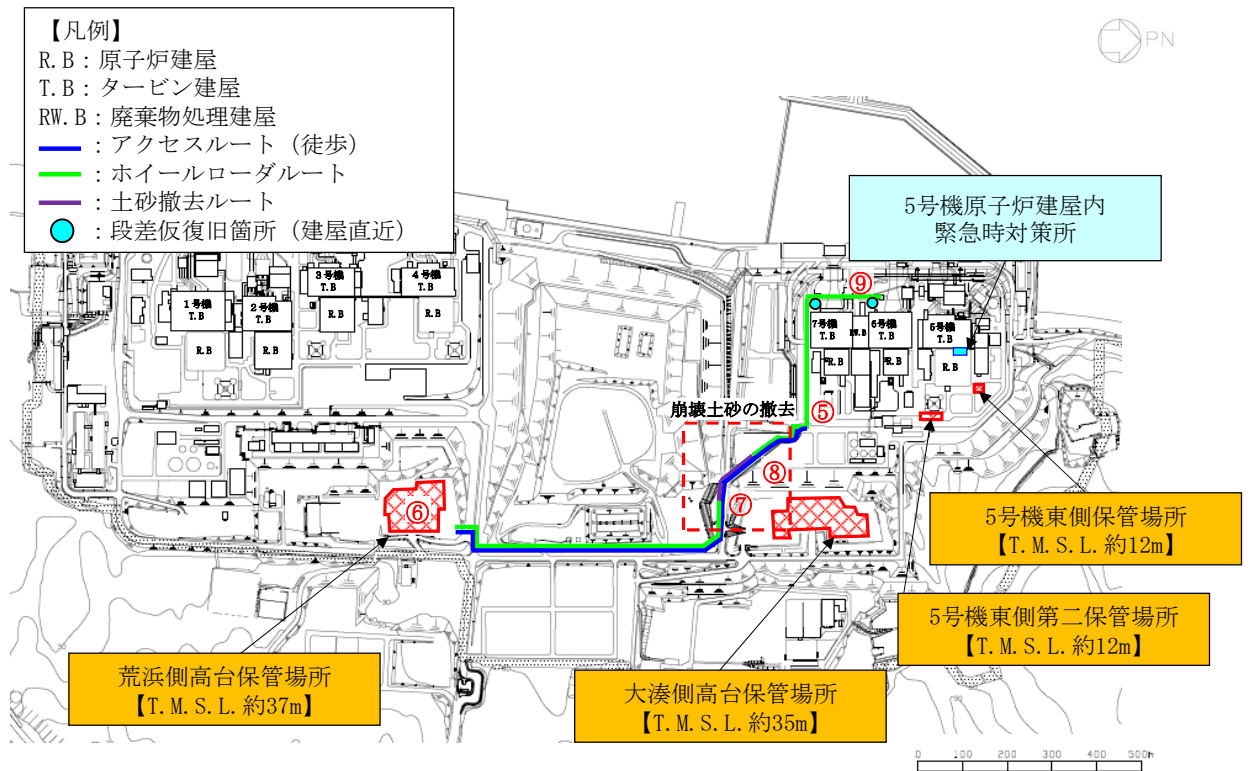
*2 : 崩壊土砂上の移動を約 170m 含む。

*3 : 淡水移送に必要なホースの早急な敷設を行うため、土砂撤去の幅は 3.0m とし、屋外アクセスルートは別途復旧する。

*4 : 2台で実施する。2台目は安全な離隔を確保するため、1台目の作業開始 10分後に開始する。

図 3-23 設定したルート及び仮復旧時間

(ケース 3-1, 大湊側高台保管場所利用 (原子炉注水開始までの復旧))



区間	距離 (m)	時間評価項目	所要時間 (分)	累積 (分)	使用するホイールローダ
—	—	—	—	190*1	—
⑤→⑥	約 1200	徒歩移動	18	208	—
⑥→⑦	約 780	ホイールローダ移動	4	212	荒浜側：2台
⑦→⑧	約 170	土砂撤去*2	119*3	331	
		安全確認	17	348	
⑧→⑨	約 610	ホイールローダ移動	3	351	
		段差復旧（建屋直近）	78*4	429	

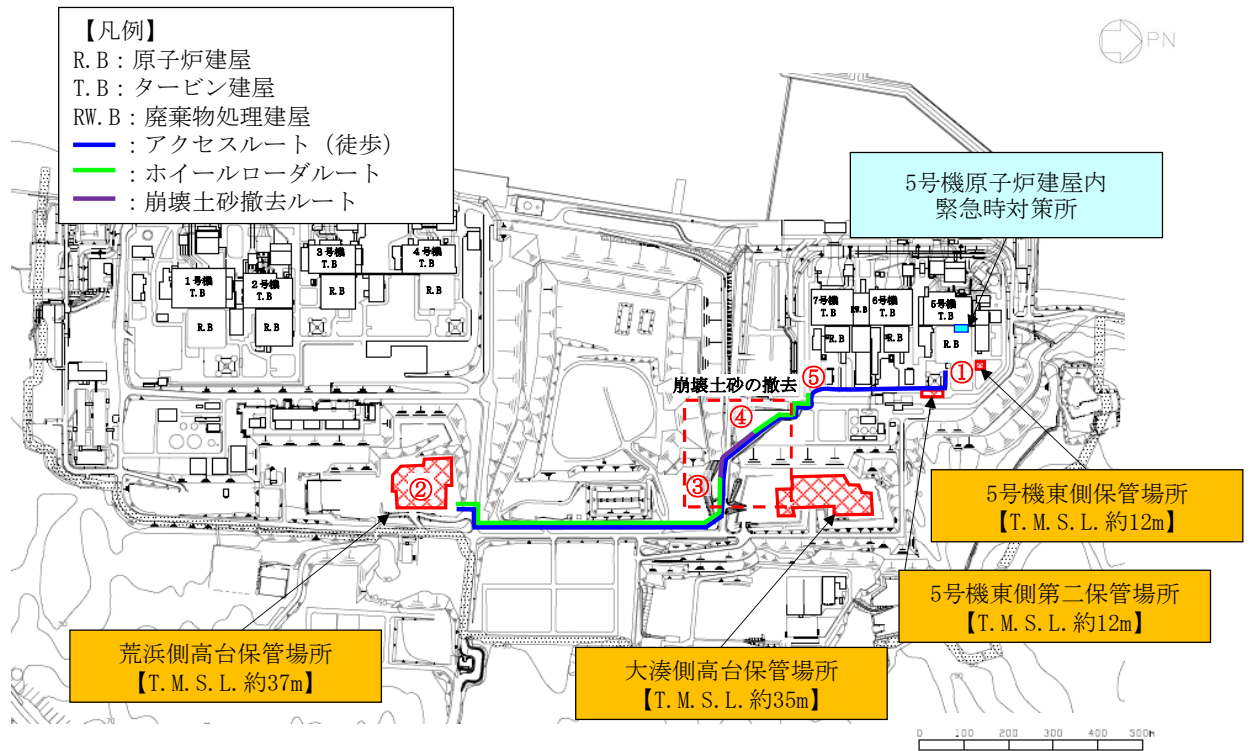
注記*1：可搬型代替注水ポンプ（A-2 級）による原子炉への注水開始までの復旧作業が終了した 190 分後から熱交換器ユニット 代替原子炉補機冷却系熱交換器が通行するための屋外アクセスルート復旧作業を開始する。

*2：淡水移送に必要なホースは既に敷設されているため、土砂撤去の幅は、可搬型重大事故等対処設備の通行幅 3.0m とする。

*3：2 台で実施する。2 台目は安全な離隔を確保するため、1 台目の作業開始 10 分後に開始する。

*4：各号機ホイールローダ 1 台で同時に復旧する。

図 3-24 設定したルート及び復旧時間
(ケース 3-1, 荒浜側高台保管場所利用 (原子炉注水開始後からの復旧))



区間	距離 (m)	時間評価項目	所要時間 (分)	累積 (分)	使用するホイール ローダ
大湊高台宿直棟～5号機原子炉建屋*1	約 980*2	徒歩移動	19	19	—
5号機原子炉建屋内	東側入口～緊急時対策所～東側入口	徒歩移動	14	33	—
①→②	約 1500*2	徒歩移動	26	59	—
②→③	約 780	ホイールローダ移動	4	63	荒浜側：2台
		土砂撤去*3	119*4	182	
③→④	約 170	安全確認	17	199	
④→⑤	約 170	ホイールローダ移動	1	200	

注記*1：ルートについては、図 3-20 参照。

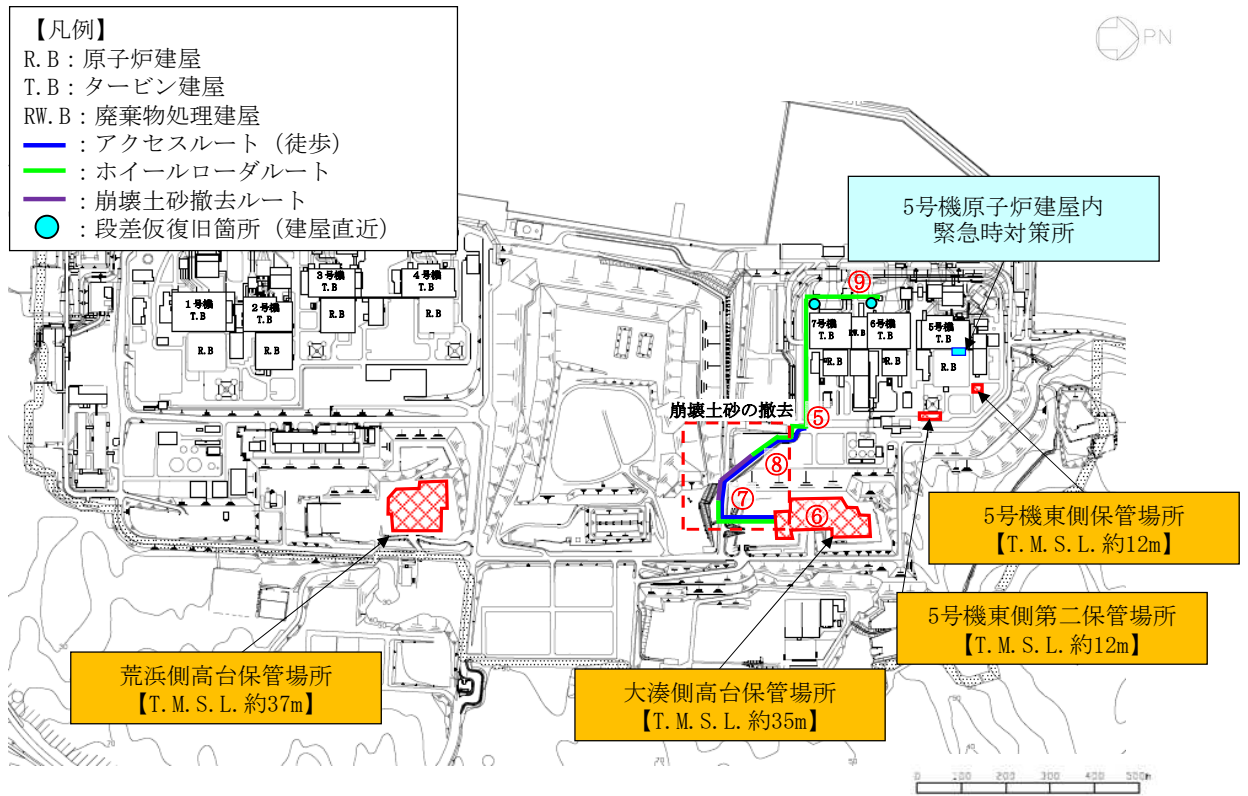
*2：崩壊土砂上の移動を約 170m 含む。

*3：淡水移送に必要なホースの早急な敷設を行うため、土砂撤去の幅は 3.0m とし、屋外アクセスルートは別途復旧する。

*4：2台で実施する。2台目は安全な離隔を確保するため、1台目の作業開始 10 分後に開始する。

図 3-25 設定したルート及び仮復旧時間

(ケース 3-2, 荒浜側高台保管場所利用 (原子炉注水開始までの復旧))



区間	距離 (m)	時間評価項目	所要時間 (分)	累積 (分)	使用するホイール ローダ
—	—	—	—	200*1	—
⑤→⑥	約 580	徒歩移動	9	209	—
⑥→⑦	約 250	ホイールローダ移動	1	210	大湊側：2台
⑦→⑧	約 170	土砂撤去*2	119*3	329	
		安全確認	17	346	
⑧→⑨	約 610	ホイールローダ移動	3	349	
		段差復旧 (建屋直近)	78*4	427	

注記*1：可搬型代替注水ポンプ (A-2 級) による原子炉への注水開始までの復旧作業終了した 200 分後から熱交換器ユニット 代替原子炉補機冷却系熱交換器が通行するための屋外アクセスルート仮復旧作業を開始する。

*2：淡水移送に必要なホースは既に敷設されているため、土砂撤去の幅は、可搬型重大事故等対処設備の通行幅 3.0m とする。

*3：2 台で実施する。2 台目は安全な離隔を確保するため、1 台目の作業開始 10 分後に開始する。

*4：各号機ホイールローダ 1 台で同時に復旧する。

図 3-26 設定したルート及び仮復旧時間
(ケース 3-2, 大湊側高台保管場所利用 (原子炉注水開始後からの復旧))

4. 屋内アクセスルート

4.1 屋内アクセスルートの基本方針

地震、津波その他の自然現象又は外部人為事象による影響を考慮し、外部からの衝撃による損傷の防止が図られた建屋に、各設備の操作場所までのアクセスルートを複数設定する。

上記を受けた屋内アクセスルート設定の考え方を以下に示す。

(1) 地震及び津波の影響の考慮

a. 屋外から直接原子炉建屋内に入域するための原子炉建屋の入口は、以下の条件を考慮し設定する。

(a) 基準地震動 S_s 及び基準津波の影響を受けない原子炉建屋入口を3箇所設定。

b. 複数設定するアクセスルートは以下の条件を満足するルートとする。

(a) 基準地震動 S_s の影響を受けず、基準津波に対して影響を受けない高さ、又は水密化を図った建屋にアクセスルートを設定。

また、ルート設定に当たっては以下を考慮。

- ・アクセスルート近傍の油内包機器及び水素内包機器について、地震時に火災源とならないこと。
- ・地震に伴う溢水が発生した場合においても歩行可能な水深であること。
- ・アクセスルート近傍の資機材について、地震による転倒等により通行を阻害しないように固縛等の転倒防止対策を実施すること。

(b) 各フロアには各区画に沿った通路、複数の階段及び出入り口扉があり、それぞれを組み合わせて通ることで、複数のアクセスルートを設定。

(2) 地震及び津波以外の自然現象及び外部人為事象の考慮

地震及び津波以外の自然現象及び外部人為事象に対し、外部からの衝撃による損傷の防止が図られたアクセスルートを設定する。

(3) その他の考慮事項

屋内アクセスルートは、地震、津波及びその他の自然現象による影響（風（台風）、竜巻、低温（凍結）、降水、積雪、落雷、火山の影響及び生物学的事象）及び外部人為事象を想定して、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。

また、アクセスルートに加え迂回ルートを設定し、迂回ルートは、通行可能な場合に限り、使用するルートとする。

重大事故等時に設定したアクセスルートが線量上昇によりアクセスできなくなった場合には、空間放射線量等の現場の状況に応じて人身安全を最優先に適切な放射線防護具を選定した上で、適切なアクセスルートを選択する。

4.2 屋内アクセスルートの影響評価

屋内アクセスルートの設計においては、屋内アクセスルートについて想定される自然現象及び外部人為事象の抽出を行い、その自然現象及び外部人為事象が起因する被害要因に対して影響評価を行い、その影響を受けないルートを確認する。

屋内アクセスルートについて想定される自然現象及び外部人為事象の抽出結果を表 4-1 及び表 4-2 に示す。

表 4-1 屋内アクセスルートに想定される自然現象

自然現象	概略評価結果	被害要因抽出 ○：対象 ×：対象外
地震	・資機材の倒壊・損壊，アクセスルート周辺機器等の地震随伴火災・地震随伴溢水による影響が考えられる。	○
津波	・基準津波は，建屋近傍まで遡上しない。	×
風 (台風)	・建屋内であり影響を受けない。	×
竜巻	・原子炉建屋等は，竜巻に対し頑健性を有することから影響は受けない。	×
低温 (凍結)	・屋上を通行する場合，凍結状況を見計らいながら通行することで対処が可能である。 ・屋上を通行する箇所以外は建屋内であり，影響は受けない。	×
降水	・浸水防止対策を施された建屋内であること，排水設備が設置されていることから影響は受けない。	×
積雪	・気象予報により事前の予測が十分可能であり，積雪状況等を見計らいながら除雪することで対処が可能である。 ・屋上を通行する箇所以外は建屋内であり，影響は受けない。	×
落雷	・原子炉建屋等には避雷設備を設置しており影響は受けない。	×
火山の影響	・噴火発生の情報を受けた際は，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。 ・屋上を通行する箇所以外は建屋内であり，影響は受けない。	×
生物学的 事象	・屋内アクセスルートは，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。	×

表 4-2 屋内アクセスルートに想定される外部人為事象

人為事象	概略評価結果	被害要因抽出 ○：対象 ×：対象外
森林 火災	・原子炉建屋等は，防火帯の内側であり，影響は受けない。	×

以上の抽出結果を踏まえ，屋内アクセスルートの設計にあたり，地震，地震随伴火災及び地震随伴溢水による屋内アクセスルートへの影響評価を行い，その影響を受けないルートを設定する。

地震に伴う屋内アクセスルートの影響評価項目を以下に示す。

- ・地震随伴火災
- ・地震随伴溢水

地震による影響を考慮し，屋内アクセスルートの選定に際し，周辺施設の転倒等による影響がないことを確認するため，現場の整備状況を確認し，アクセスルート周辺に影響を及ぼす施設がないことを確認する。

4.3 屋内アクセスルートの評価方法及び結果

アクセスルートへの影響について、被害要因ごとに評価する。

屋内アクセスルートを図 4-1 に示す。

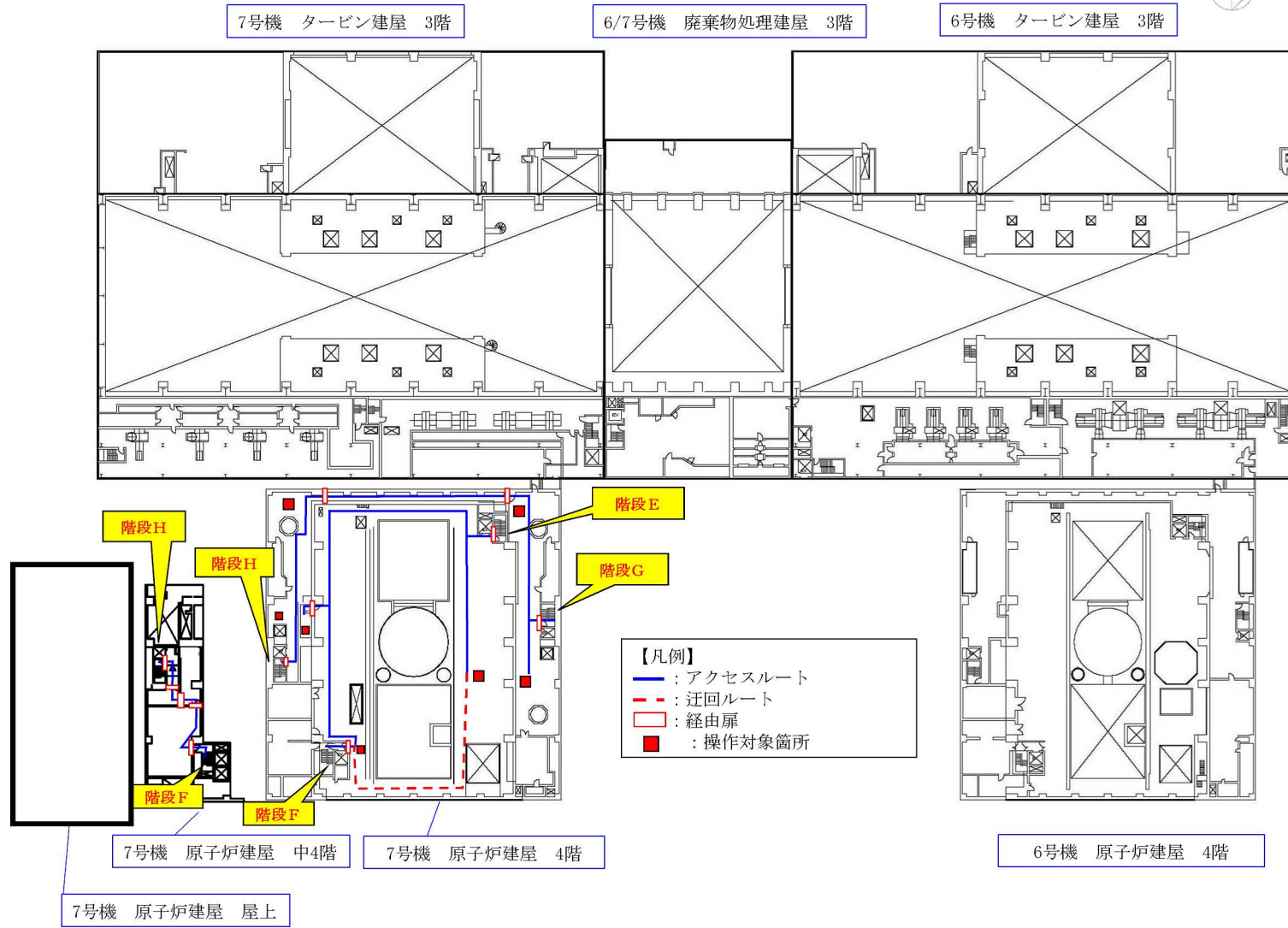


図4-1 屋内アクセスルート図 (1/8)

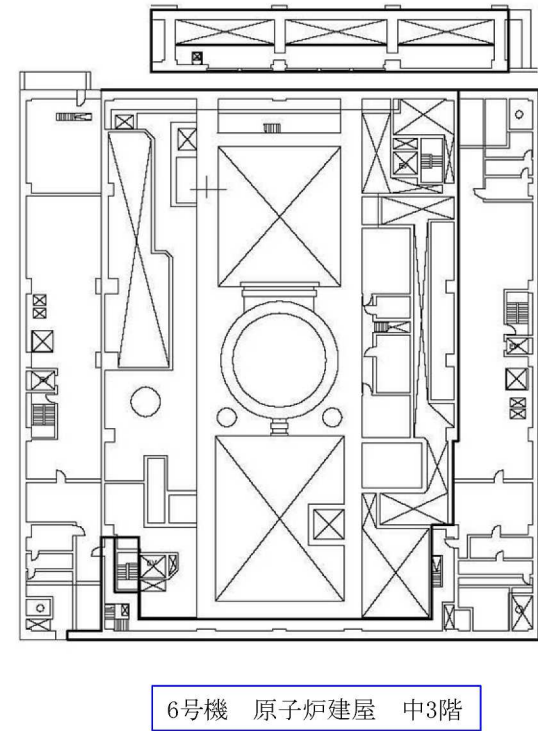
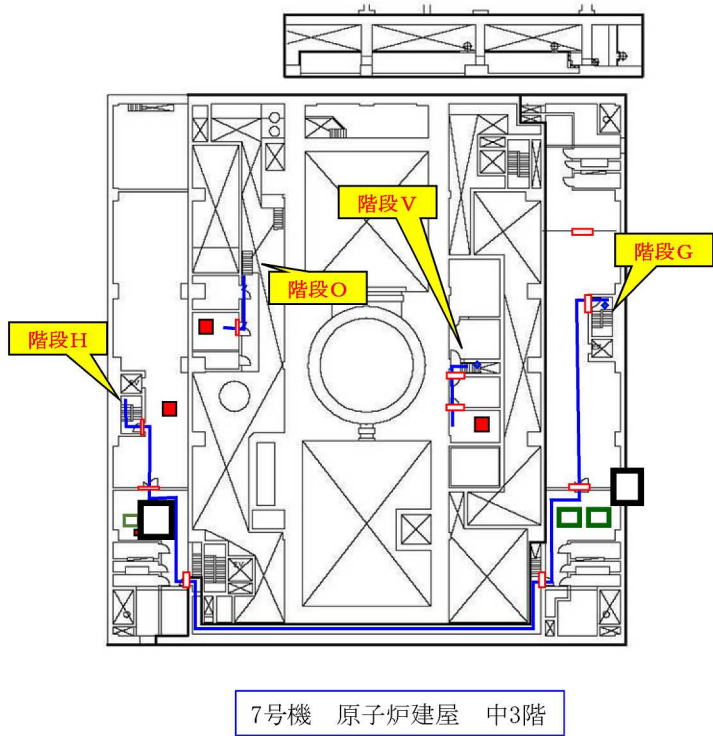
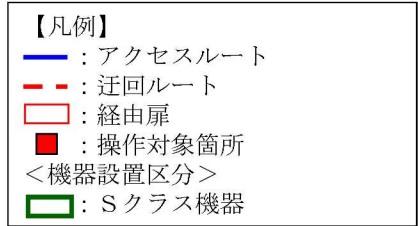


図4-1 屋内アクセスルート図 (2/8)

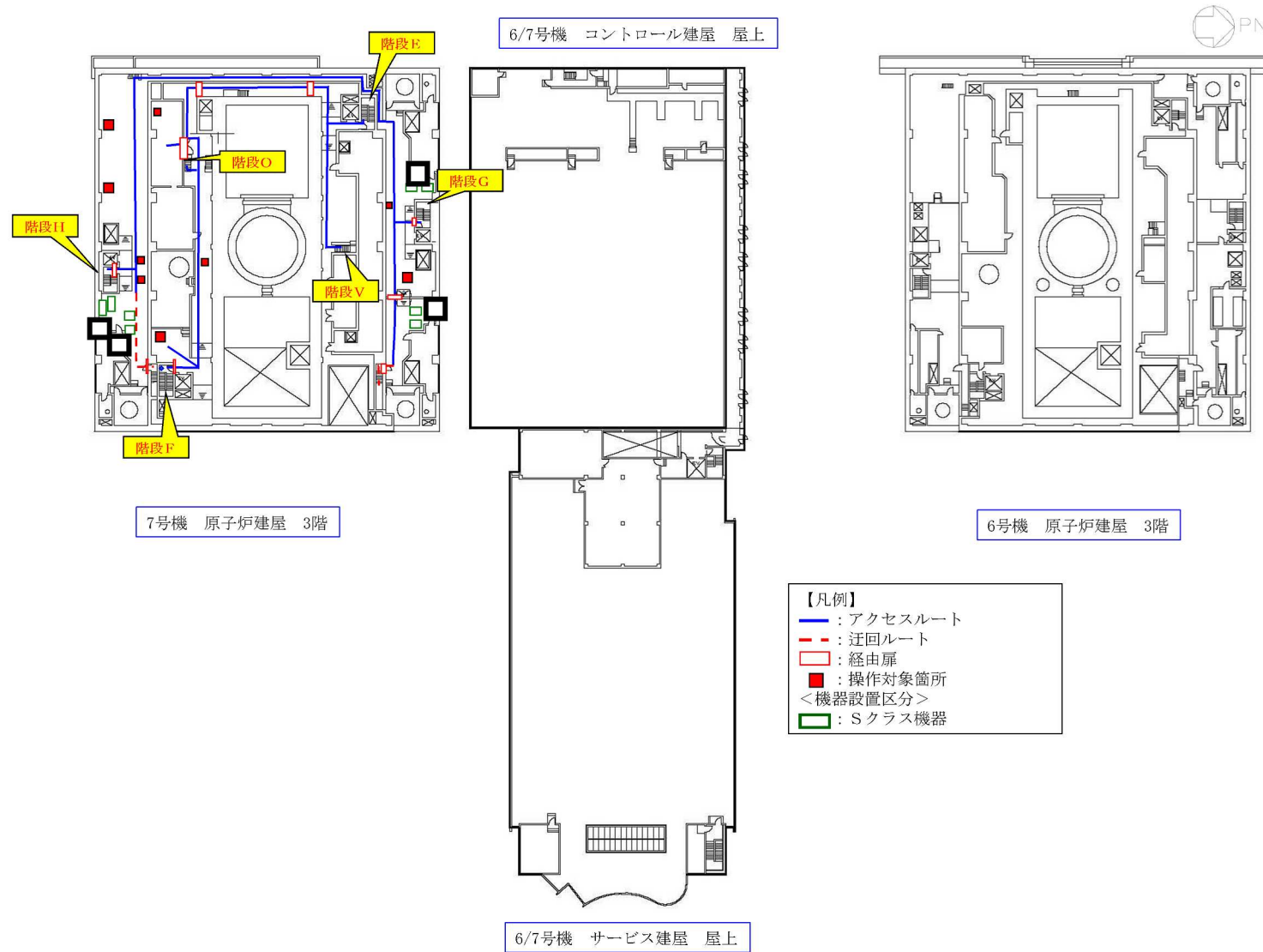


図4-1 屋内アクセスルート図 (3/8)

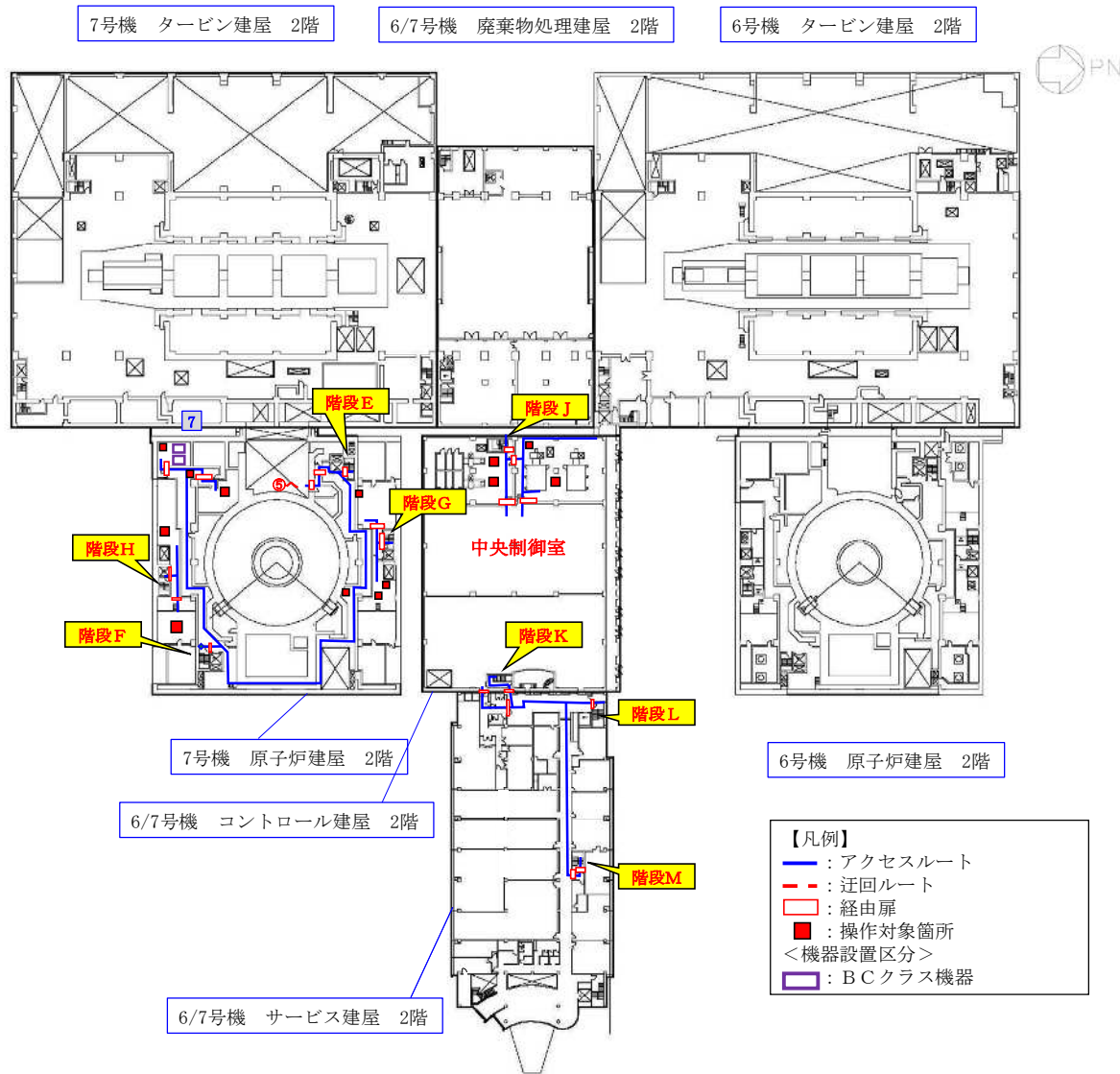


図 4-1 屋内アクセスルート図 (4/8)

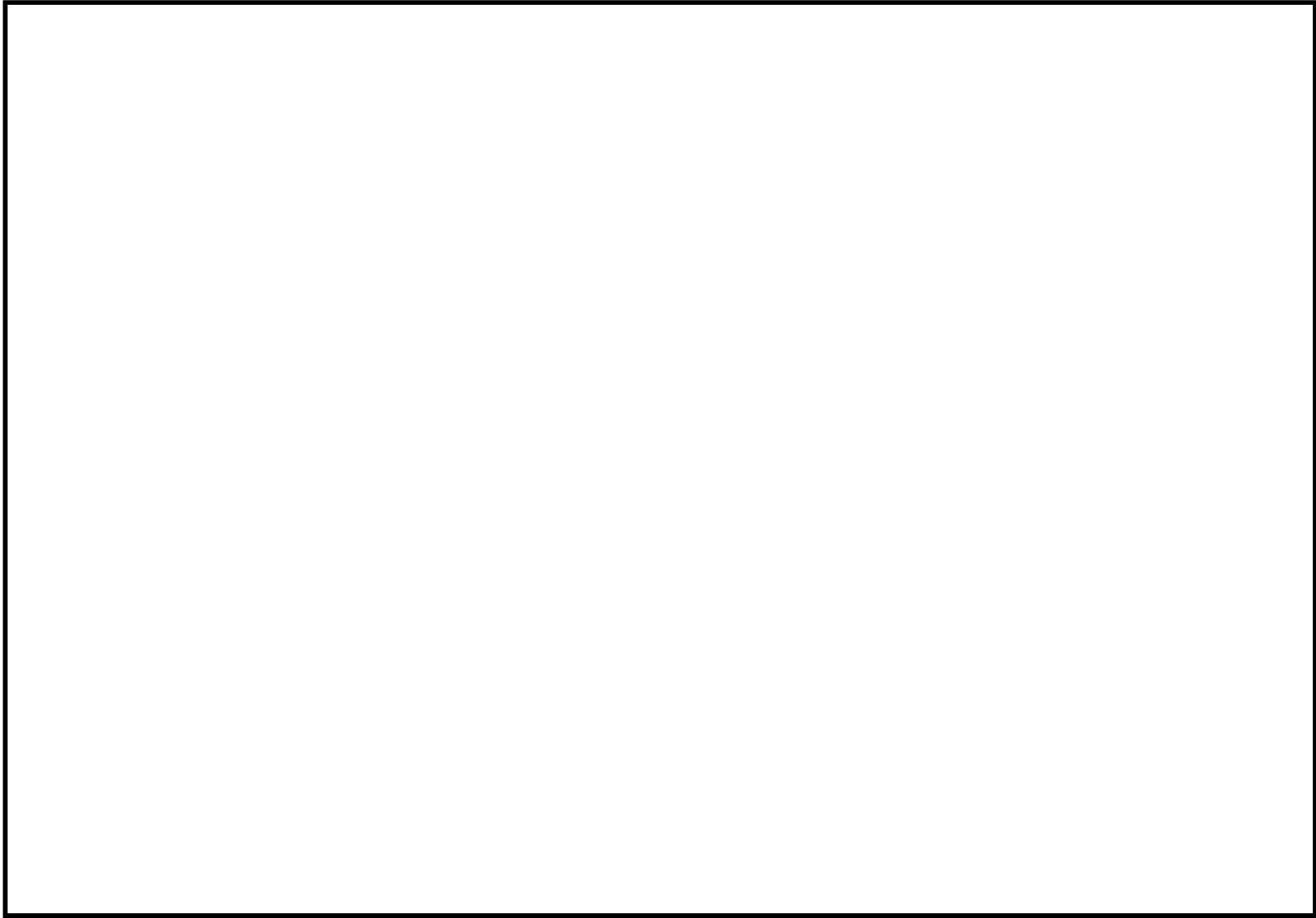


図4-1 屋内アクセスルート図 (5/8)

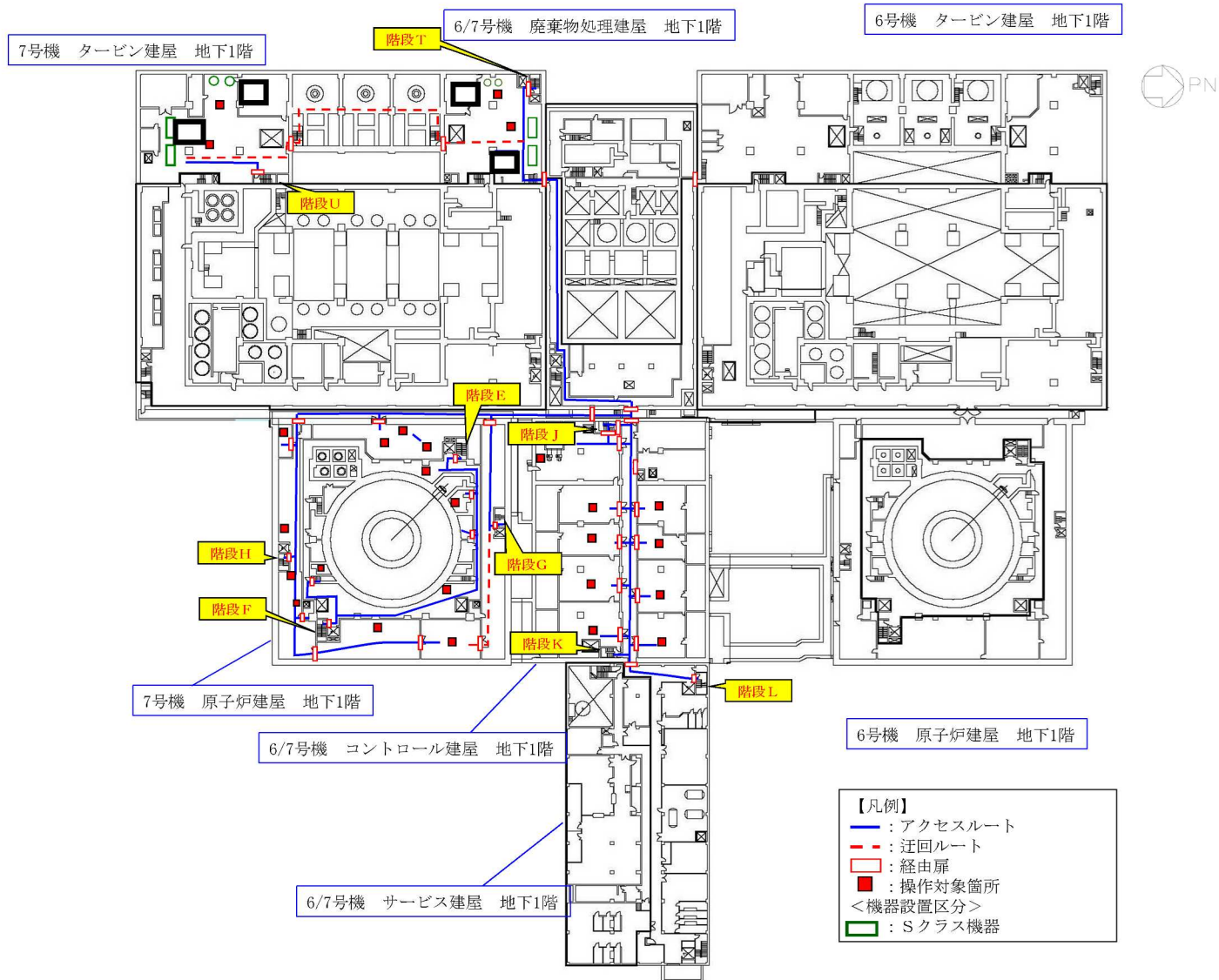


図4-1 屋内アクセスルート図 (6/8)

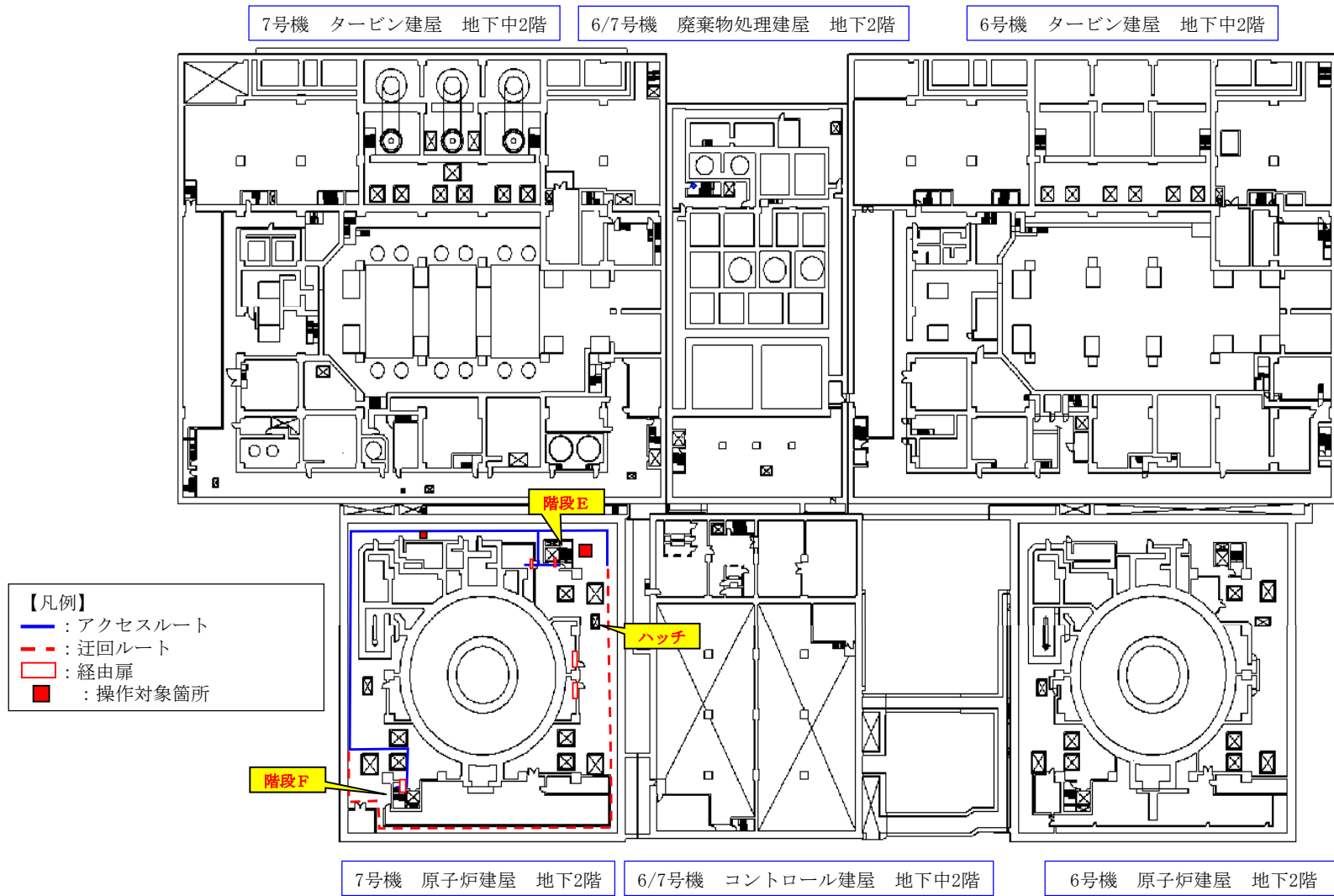


図 4-1 屋内アクセスルート図 (7/8)

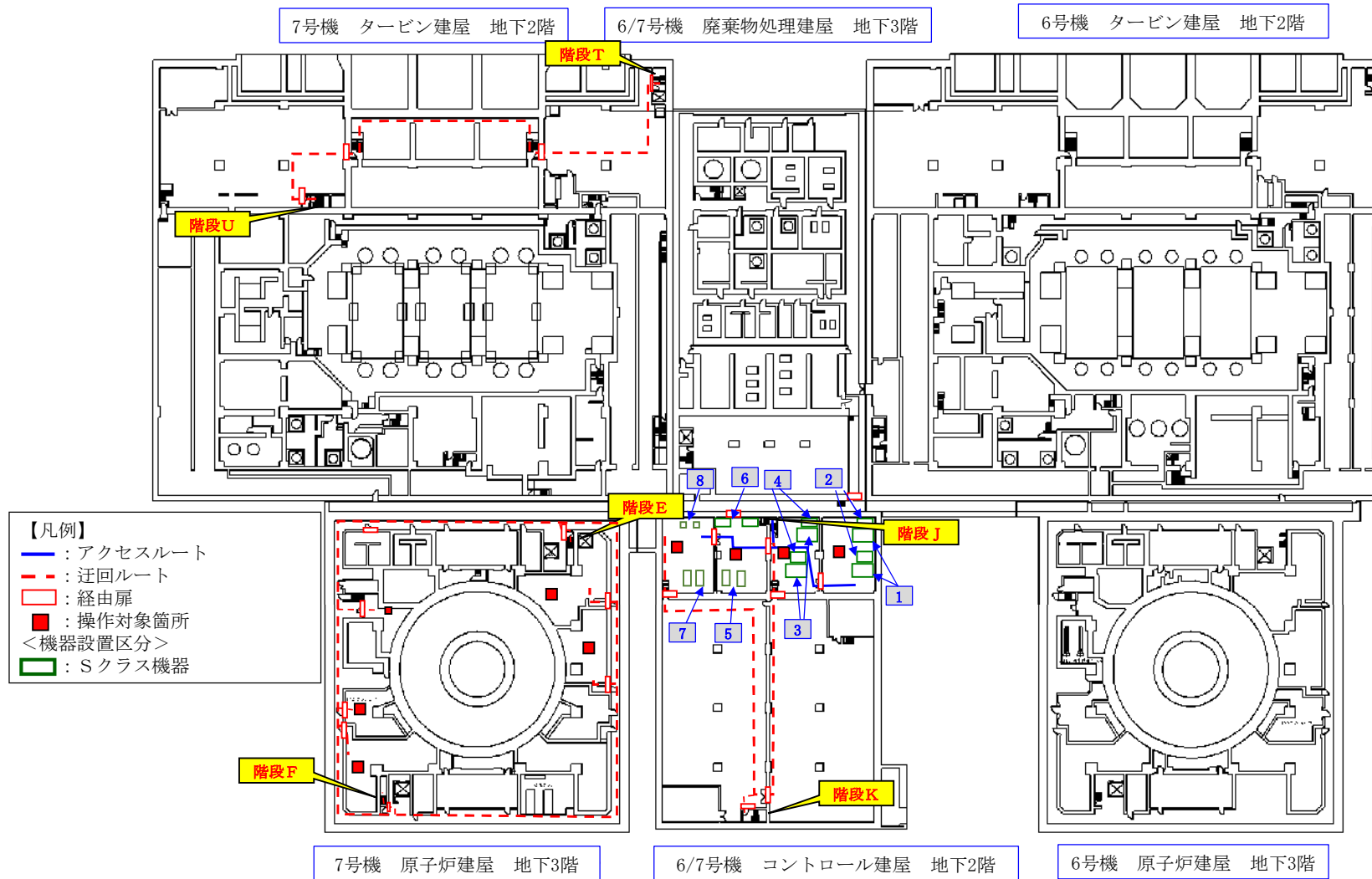


図 4-1 屋内アクセスルート図 (8/8)

4.3.1 地震随伴火災

(1) 評価方法

屋内アクセスルート近傍の地震随伴火災の発生の可能性がある機器について、以下のとおり抽出・評価を実施する。

- a. 事故シーケンスごとに必要な対応処置のためのアクセスルートをルート図上に描画し、ルート近傍の回転機器*を抽出する。
- b. Sクラス機器又は基準地震動S_sにて耐震性があると確認された機器は、地震により損壊しないものとし、内包油による地震随伴火災は発生しないものとする。
- c. Sクラス機器でない、かつ基準地震動S_sにて耐震性がない機器のうち、油を内包する機器及び水素ガスを内包する機器については、地震により支持構造物が損壊し、漏えいした油又は水素ガス（4vol%以上）に着火する可能性があるため、火災源として耐震評価を実施する。
- d. 耐震評価は、Sクラスの機器と同様に基準地震動S_sで評価し、J E A G 4 6 0 1 -1987及びJ E A G 4 6 0 1 ・補-1984に従った評価を実施する。
- e. 耐震裕度を有するものについては、地震により損壊しないものと考え、火災源としての想定は不要とする。

地震随伴火災の発生の可能性がある機器の抽出フローを図4-2に示す。

注記*：盤火災は、鋼製の盤内で発生し、外部への影響が少ないため除外する。また、ケーブル火災は、ケーブルトレイが天井付近に設置されており、下部通路への影響は少ないこと、又は難燃性ケーブルを使用していることから、大規模な延焼が考えにくいことから除外する。

なお、火災時の煙充満による影響については、煙が滞留するような箇所は自動起動又は中央制御室からの手動操作による固定式消火設備を設置することからアクセス性に影響はないと考えられるが、速やかなアクセスが困難な場合は迂回路を使用する。

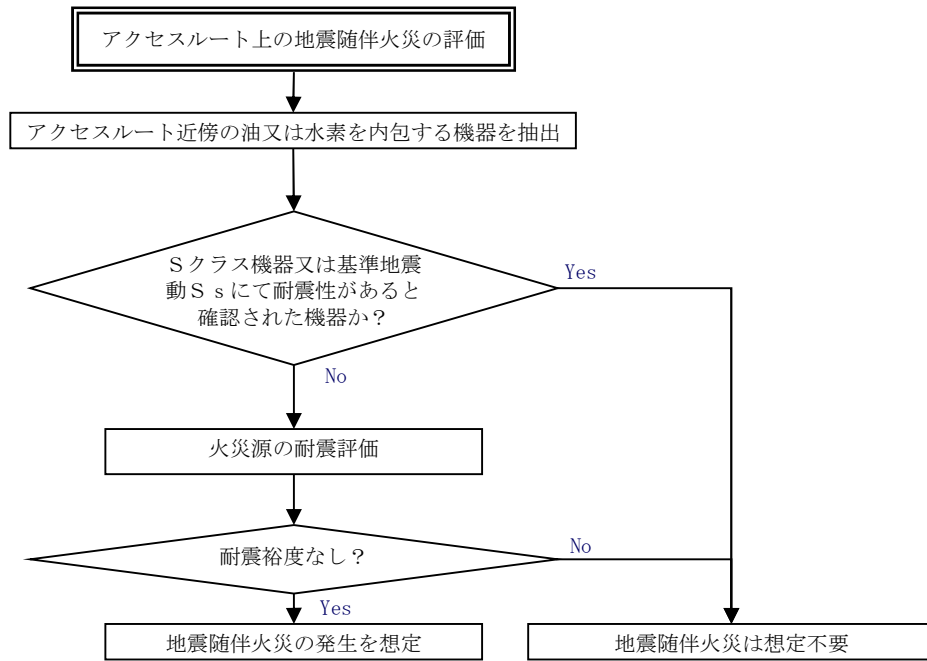


図 4-2 地震随伴火災 評価対象機器抽出フロー

(2) 評価結果

アクセスルート近傍にある地震随伴火災が発生する可能性がある機器について、表 4-3 及び表 4-4 に示す。

このうちSクラス以外の機器で、油又は水素を内包する機器について耐震評価を実施した結果、耐震評価対象機器については基準地震動S_s時にも損壊しないことを確認した。

表 4-3 地震随伴火災を考慮する機器リスト (7号機) (1/2)

番号	機器名称	損傷モード	評価部位	応力分類	発生値 (MPa)	許容基準値 (MPa)	設置区分
1	非常用ディーゼル発電設備 (C) エリア送風機 (A) (B)	—	—	—	—	—	Sクラス
2	非常用ディーゼル発電設備 (B) エリア送風機 (A) (B)	—	—	—	—	—	Sクラス
3	非常用ディーゼル発電機 (C) 空気圧縮機 (1) (2)	—	—	—	—	—	Sクラス
4	非常用ディーゼル発電機 (A) 空気圧縮機 (1) (2)	—	—	—	—	—	Sクラス
5	非常用ディーゼル発電機 (B) 空気圧縮機 (1) (2)	—	—	—	—	—	Sクラス
6	非常用ディーゼル発電設備 (B) エリア排風機 (A) (B)	—	—	—	—	—	Sクラス
7	燃料プール冷却浄化系ポンプ	機能損傷	基礎ボルト	引張り	17	455	B Cクラス (耐震裕度有)
				せん断	12	350	
		機能損傷	ポンプベース 取付ボルト	引張り	19	455	
				せん断	5	350	
		機能損傷	原動機取付 ボルト	引張り	18	185	
				せん断	11	142	
8	原子炉補機冷却系ポンプ (A) (D)	—	—	—	—	—	Sクラス

表 4-3 地震随伴火災を考慮する機器リスト (7号機) (2/2)

番号	機器名称	損傷モード	評価部位	応力分類	発生値 (MPa)	許容基準値 (MPa)	設置区分
9	原子炉補機冷却海水系 ポンプモータ (A) (D)	—	—	—	—	—	Sクラス
10	原子炉補機冷却系ポンプ (B) (E)	—	—	—	—	—	Sクラス
11	原子炉補機冷却海水系 ポンプモータ (B) (E)	—	—	—	—	—	Sクラス

表 4-4 地震随伴火災を考慮する機器リスト (6号機及び7号機共通)

番号	機器名称	損傷モード	評価部位	応力分類	発生値 (MPa)	許容基準値 (MPa)	設置区分
1	6号機換気空調補機非常用冷却水系冷凍機(A)(C)	—	—	—	—	—	Sクラス
2	6号機換気空調補機非常用冷却水系ポンプ(A)(C)	—	—	—	—	—	Sクラス
3	6号機換気空調補機非常用冷却水系冷凍機(B)(D)	—	—	—	—	—	Sクラス
4	6号機換気空調補機非常用冷却水系ポンプ(B)(D)	—	—	—	—	—	Sクラス
5	7号機換気空調補機非常用冷却水系冷凍機(A)(C)	—	—	—	—	—	Sクラス
6	7号機換気空調補機非常用冷却水系ポンプ(A)(C)	—	—	—	—	—	Sクラス
7	7号機換気空調補機非常用冷却水系冷凍機(B)(D)	—	—	—	—	—	Sクラス
8	7号機換気空調補機非常用冷却水系ポンプ(B)(D)	—	—	—	—	—	Sクラス

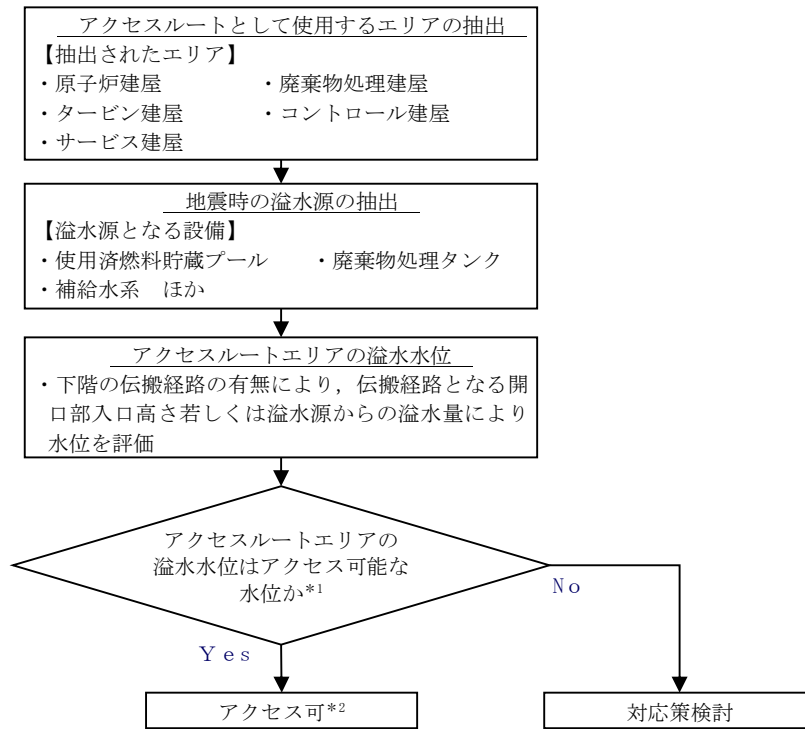
4.3.2 地震随伴溢水

(1) 評価方法

地震発生時の屋内アクセスルートへのアクセス性の評価を以下のとおり実施する。

- a. 事故シーケンスごとに必要な対応処置のためのアクセスルートとして使用するエリアを抽出し、エリアごとのアクセスルート近傍の溢水源を抽出する。
- b. Sクラス機器又は基準地震動 S_s にて耐震性があると確認された機器は地震により損壊しないものとし、保有水が外部に流出することはないものとする。
- c. Sクラスではない、かつ基準地震動 S_s にて耐震性がない機器は、溢水源とする。
- d. 耐震評価はSクラスの機器と同様に基準地震動 S_s で評価し、J E A G 4 6 0 1 -1987及びJ E A G 4 6 0 1 ・補-1984に従った評価を実施する。
- e. 耐震裕度を有するものについては地震により損壊しないものと考え、溢水源としての想定は不要とする。

地震随伴溢水によるアクセス判断フローを図4-3に、水位評価概略図を図4-4に示す。



注記*1：建屋の浸水時における歩行可能な水深は、歩行困難水深及び水圧でドアが開かなくなる水深から 30cm 以下と設定している。堰高さ（約 20cm）であればアクセス可能と判断する。「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）

*2：溢水水位によりアクセス可能と判断しても、放射性物質による被ばく防護及び感電防止のため、適切な装備を装着する。

図 4-3 地震随伴溢水によるアクセス判断フロー

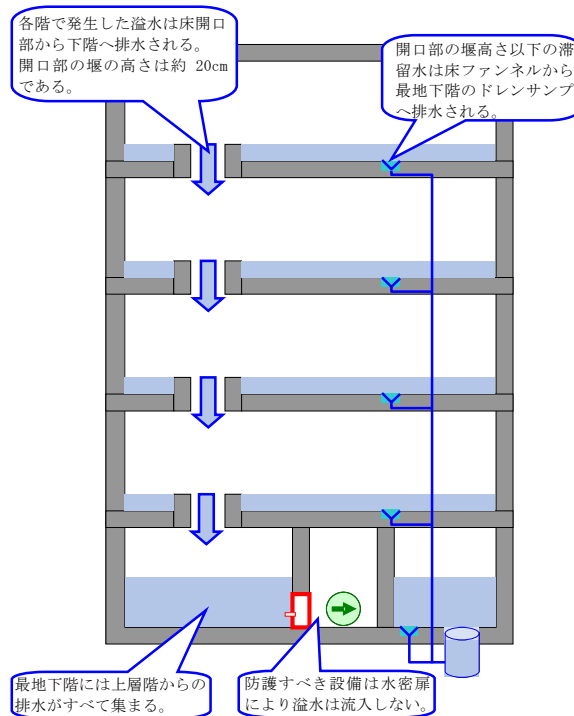


図 4-4 水位評価概略図

(2) 評価結果

評価結果として、各エリアの溢水水位を表 4-5 に示す。

使用済燃料貯蔵プールのスロッシングは、原子炉建屋燃料取替床で発生し、当該エリアで約 0.9m の溢水水位となる。その後の伝搬の流れとしては、当該エリアの床貫通部や機器ハッチは、下階への溢水の伝搬を防止しており、それらを介した一階層下のフロア（中 4 階）への伝搬は発生しないものの、床ファンネル、階段室及びエレベータ室への止水処理は、実施していないことから、それらを介した最地下階（地下 3 階）への直接的な溢水の伝搬が発生することとなる。床ファンネル、階段室及びエレベータ室を介した伝搬の場合、最地下階の通路部に伝搬することとなるが、その周囲の各 ECCS 室へは、水密扉等により止水を施していることから伝搬はせず、通路部が最終的な滞留区域となる。この場合の通路部における溢水水位は約 2.4m であるが、通路部にはアクセスが必要となる設備及び重大事故等時に必要となる重要な機器は設置していないため、問題はない。

建屋の浸水時における歩行可能な水深は、歩行困難水深及び水圧でドアが開かなくなる水深から 30cm と設定しているが、屋内アクセスルートにおける溢水水位は、堰高さ約 20 cm 程度であることから、胴長靴（長さ約 120cm）を装備することで、地震により溢水が発生しても屋内アクセスルートの通行は可能である。

また、実際には床ファンネルによる排水が期待できるためアクセスは容易になる。

なお、原子炉建屋最地下階へのアクセスが必要となる、原子炉隔離時冷却系の現場操作については、内部溢水の影響により階段エリアから入室できない場合も想定し、原子炉建屋地下 2 階にある上部ハッチより入室することで、現場操作を行うこととする。なお、上部ハッチのエリアにおける滞留水は、床開口部から最地下階へ排水されるとともに、床ファンネルから最地下階のドレンサンプへ排水されるため、上部ハッチの開放は可能である。

また、原子炉建屋最地下階において、冷却水系の負荷カット等の対応があるが、溢水によりアクセスができない場合、対応を省略する。

表 4-5 各エリアの溢水水位 (1/2)

(凡例)

—: アクセスしないフロア

■: 建屋ごとの対象外フロア

堰高 さ: 下層階へ排水する開口部高さ (約 20cm)

溢水なし: 当該エリアでの排水又は他エリアからの溢水流入なし

◇: 操作エリアは溢水なしだが、階段エリアが溢水するため対応策が必要なエリア

T.M.S.L. (mm)	フロア階数	原子炉建屋 (管理区域)	原子炉建屋 (非管理区域)	コントロール建屋	タービン建屋 (管理区域)	タービン建屋 (非管理区域)	廃棄物処理建屋 (管理区域)	廃棄物処理建屋 (非管理区域)
31700	4 階	堰高さ*	溢水なし	■	■	■	■	■
30900	3 階	■	■	■	—	—	—	—
27200	中 3 階	堰高さ	溢水なし	■	■	■	■	■
23500	3 階	堰高さ	溢水なし	■	■	■	■	■
20400	2 階	■	■	■	—	—	—	—
18100		堰高さ	溢水なし	■	■	■	■	■
17300		■	■	溢水なし	■	■	■	■
16100		■	■	■	■	■	—	—
12300	1 階	堰高さ	溢水なし	溢水なし	堰高さ	溢水なし	堰高さ	—
6500	地下 1 階	■	■	溢水なし	■	■	—	堰高さ
4900		■	■	■	—	溢水なし	■	■
4800		堰高さ	溢水なし	■	■	■	■	■

注記*: 原子炉建屋最上階の開口部の堰の高さは「約 150cm」である。

表 4-5 各エリアの溢水水位 (2/2)

(凡例)

—: アクセスしないフロア

■: 建屋ごとの対象外フロア

堰 高 さ: 下層階へ排水する開口部高さ (約 20cm)

溢水なし: 当該エリアでの排水又は他エリアからの溢水流入なし

◇: 操作エリアは溢水なしだが、階段エリアが溢水するため対応策が必要なエリア

T.M.S.L. (mm)	フロア階数	原子炉建屋 (管理区域)	原子炉建屋 (非管理区域)	コントロール建屋	タービン建屋 (管理区域)	タービン建屋 (非管理区域)	廃棄物処理建屋 (管理区域)	廃棄物処理建屋 (非管理区域)
1000	地下中 2 階	■	■	—	■	■	■	■
-1100		■	■	■	—	—	■	■
-1100	地下 2 階	■	■	■	■	■	—	—
-1700		堰高さ	■	■	■	■	■	■
-2700		溢水なし	■	■	■	■	■	■
-5100		■	■	■	—	—	■	■
-6100	地下 3 階	■	■	■	■	■	—	—
-8200		◇	■	■	■	■	■	■

計算機プログラム（解析コード）の概要

目 次

1. はじめに	1
1.1 使用状況一覧	2
2. 解析コードの概要	3

1. はじめに

本資料は、V-1-1-7-別添 1「可搬型重大事故等対処設備の保管場所及びアクセスルート」において使用した計算機プログラム（解析コード）FLIPについて説明するものである。

本解析コードを使用した添付書類を示す使用状況一覧、解析コードの概要を以降に記載する。

1.1 使用状況一覧

使用添付書類		バージョン
V-1-1-7-別添1	可搬型重大事故等対処設備の保管場所及びアクセスルート	Ver.7.4.1

2. 解析コードの概要

項目 \ コード名	F L I P
使用目的	2次元有限要素法による地震応答解析（有効応力法）
開発機関	FLIP コンソーシアム
開発時期	1988年
使用したバージョン	Ver. 7. 4. 1
コードの概要	<p>本解析コードは、1988年に運輸省港湾技術研究所（現：港湾空港技術研究所）において開発された平面ひずみ状態を対象とする有効応力解析法に基づく、2次元地震応答解析プログラムである。主な特徴は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・有限要素法に基づくプログラムである。 ・平面ひずみ状態を解析対象とする。 ・地盤の有効応力の変化を考慮した地震応答解析を行い、部材の断面力や変形量を計算する。 ・土の応力-ひずみモデルとして多重せん断モデルを採用している。 ・有効応力の変化は有効応力法により考慮する。そのために必要な過剰間隙水圧算定モデルとして井合モデルを用いている。
検証（Verification） 及び 妥当性確認（Validation）	<p>【検証（Verification）】</p> <p>本解析コードの検証内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・マニュアルに記載された例題の提示解と本解析コードによる解析解との比較を実施し、解析解が提示解と一致することを確認している。 ・本解析コードの運用環境について、開発機関から提示された要件を満足していることを確認している。 <p>【妥当性確認（Validation）】</p> <p>本解析コードの妥当性確認内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本解析コードは港湾施設の設計に用いられる「港湾施設の技術上の基準・同解説（2007）（日本港湾協会）」において、港湾施設に対して適用性が確認されている解析コードとして扱われており、今回の解析に使用すること

	<p>は妥当である。</p> <ul style="list-style-type: none">・日本原子力発電株式会社東海第二発電所において、建物・構築物、屋外重要土木構造物等の地震応答解析に本解析コード (Ver. 7.3.0_2) が使用された実績があり、今回の工事計画認可申請で対象とする施設に適用性があることが既に検証されている。・バージョン更新により新しい構成則の追加、出力機能の追加が図られたが、今回の工事計画認可申請において使用するバージョン (Ver. 7.4.1) と他プラントの既工事計画で使用されたバージョン (Ver. 7.3.0_2) で使用している機能は同じである。・今回の工事計画認可申請における 2 次元有限要素法による地震応答解析 (有効応力法) の使用目的に対し、使用用途及び使用方法に関する適用範囲が上述の妥当性確認の範囲内であることを確認している。
--	--

計算機プログラム（解析コード）の概要

目 次

1. はじめに	1
1.1 使用状況一覧	2
2. 解析コードの概要	3
3. 解析手法	4
3.1 一般事項	4
3.2 解析コードの特徴	4
3.3 解析手法	5
3.3.1 基礎方程式	5
3.3.2 有限要素への離散化	7
3.3.3 要素応力による等価な節点力	11
3.4 解析フローチャート	12
3.5 検証 (Verification) と妥当性確認 (Validation)	13
3.5.1 検証(Verification)	13
3.5.2 妥当性確認(Validation)	15

1. はじめに

本資料は、V-1-1-7-別添1「可搬型重大事故等対処設備の保管場所及びアクセスルート」において使用した計算機プログラム（解析コード）`stress_nlap`について説明するものである。

本解析コードを使用した添付書類を示す使用状況一覧、解析コードの概要を以降に記載する。

1.1 使用状況一覧

使用添付書類		バージョン
V-1-1-7-別添1	可搬型重大事故等対処設備の保管場所及びアクセスルート	Ver. 2.9

2. 解析コードの概要

項目 \ コード名	s t r e s s _ n l a p
使用目的	2次元有限要素法による常時応力解析
開発機関	東電設計株式会社
開発時期	1993年
使用したバージョン	Ver. 2.9
コードの概要	<p>本解析コードは、東電設計株式会社によって開発された2次元有限要素法解析を行う解析コードである。</p> <p>本解析コードの主な特徴として、以下の①～③を挙げることができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 2次元有限要素プログラムである。 ② 地盤～構造物連成系モデルの相互作用解析が可能である。 ③ 地盤の掘削過程を考慮したステップ解析が可能である。
検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)	<p>本解析コードは、可搬型重大事故等対処設備の保管場所の静的解析（常時応力算出）に使用している。</p> <p>【検証 (Verification)】</p> <p>本解析コードの検証内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・半無限弾性地盤におけるブシネスクの理論解と、本解析コードによる解析結果との比較を実施し、解析結果が理論解とおおむね一致することを確認した。 ・本解析コードの運用環境について、動作確認を満足する計算機にインストールして用いていることを確認している。 <p>【妥当性確認 (Validation)】</p> <p>本解析コードの妥当性確認内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・原子力産業界において実績のあるTDAPⅢを用いた自重解析結果と、本解析コードによる自重解析結果を比較し、解がおおむね一致していることを確認している。

3. 解析手法

3.1 一般事項

本資料は、静的解析（常時応力算出用）解析コード `stress_nlap` の概要である。

本解析コードは、東電設計株式会社によって開発された2次元有限要素法解析を行う解析コードである。

本解析コードは、可搬型重大事故等対処設備の保管場所の静的解析（常時応力算出）に使用している。

3.2 解析コードの特徴

本解析コードの主な特徴として、以下の①～③を挙げることが出来る。

- ① 2次元有限要素プログラムである。
- ② 地盤～構造物連成系モデルの相互作用解析が可能である。
- ③ 地盤の掘削過程を考慮したステップ解析が可能である。

また、今回の解析における本解析コードのバージョン、件名、使用要素及び評価内容を表3-1に示す。

表 3-1 使用件名

バージョン	件名	使用要素	評価内容
Ver. 2.9	可搬型重大事故等対処設備 の保管場所	ソリッド要素（地盤）	静的解析 （常時応力算出）

3.3 解析手法

地盤の FEM 解析では，土は連続体として仮定している。通常，全応力解析手法を用いて，地盤の変形，破壊をシミュレートする。ここで，静的全応力解析の理論基礎について説明する。

3.3.1 基礎方程式

次に示す三つの条件が，静的全応力解析の基礎方程式を構成する。

(1) 釣り合い方程式

静的解析の場合は，慣性力は無視できるので，釣り合い方程式は次式となる。

$$\begin{cases} \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} = \rho b_x \\ \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} = \rho b_y \end{cases} \quad (3.1)$$

ここに，

- σ_x, σ_y : 直応力
- τ_{xy} : せん断応力
- ρ : 土の密度
- b_x, b_y : 単位質量当たりの物体力

(2) ひずみの適合条件式（ひずみ－変位関係）

変形は微小であることを仮定すると，ひずみ－変形関係は次式のようにになる。

$$\begin{cases} \varepsilon_x = \frac{\partial u_x}{\partial x} \\ \varepsilon_y = \frac{\partial u_y}{\partial y} \\ \gamma_{xy} = \frac{\partial u_x}{\partial y} + \frac{\partial u_y}{\partial x} \end{cases} \quad (3.2)$$

ここに，

- u_x, u_y : x 方向および y 方向変位
- $\varepsilon_x, \varepsilon_y$: x 方向および y 方向ひずみ
- γ_{xy} : せん断ひずみ

(3) 構成式（応力-ひずみ関係）

地盤は線形弾性体の場合の構成式はフックの法則と呼ばれ、平面ひずみでは次式のようになる。

$$\begin{Bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \tau_{xy} \end{Bmatrix} = \frac{E}{1+\nu} \begin{bmatrix} \frac{1-\nu}{1-2\nu} & \frac{\nu}{1-2\nu} & 0 \\ \frac{\nu}{1-2\nu} & \frac{1-\nu}{1-2\nu} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{2} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix} \quad (3.3)$$

ここに、

- E : ヤング率
- ν : ポアソン比

上述の三つの条件（力の釣合い方程式、ひずみの適合条件、構成則）に基づき、変位を未知数とした支配方程式を導くことができる。

通常、支配方程式に、初期条件、境界条件、荷重条件などを加えて解く。以下、よく使われている初期条件、境界条件を説明する。

・初期条件

①初期応力

$$\sigma = \sigma|_{t=0} \quad (3.4)$$

・境界条件

②変位 u が既知の境界

$$u(x,y) = \hat{u}(x,y) \quad (3.5)$$

③応力 σ が既知の境界

$$\sigma(x,y) = \hat{T}(x,y) \quad (3.6)$$

3.3.2 有限要素への離散化

有限要素法の定式化には様々なアプローチがある。変位法で釣合い方程式を解く手法はもっとも一般的な定式化手法であり、本プログラムは変位法に基づいている。

支配方程式の領域 V に、境界値問題（強制変位 $u = \hat{u}$ が与えられる境界を S_1 、表面力 \hat{T} が与えられる境界を S_2 とする）を考慮し、変分原理により、支配方程式の弱形式が求められる。

$$\int_V \sigma \delta \varepsilon dV = \int_{S_2} \hat{T} \delta u dS + \int_V \rho b \delta u dV \quad (3.7)$$

有限要素を用いて、式(3.7)の離散化を行うことができる。

有限要素離散化を行う場合、形状関数及び節点変位を用いて、要素内の任意点の変位 u を次式のように表す。

$$u = \sum_{k=1}^n N_k(\xi, \eta) u^{(k)} \quad (3.8)$$

ここに、

- n : 要素の節点の数
- $u^{(k)}$: 節点 k での変位
- $N_k(\xi, \eta)$: 形状関数

式(3.2)、(3.8)に基づき、ひずみ－変位関係が下式のように求められる。

$$\{\varepsilon\} = \begin{Bmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \gamma_{xy} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial u_x}{\partial x} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{\partial u_y}{\partial y} & 0 \\ \frac{\partial u_x}{\partial y} & \frac{\partial u_y}{\partial x} & 0 \end{bmatrix} = [B]\{u\} \quad (3.9)$$

ここに、 $[B]$ は形状関数の導関数からなるマトリックスであり、 B マトリックスと呼ぶ。

$\{u\}$ は要素の各節点の変位でなすベクトルである。 $[B]$, $\{u\}$ を下式で表す。

$$[B] = \begin{bmatrix} \frac{\partial N_1}{\partial x} & & \dots & \frac{\partial N_n}{\partial x} \\ & \frac{\partial N_1}{\partial y} & & \frac{\partial N_n}{\partial y} \\ \frac{\partial N_1}{\partial y} & \frac{\partial N_1}{\partial x} & \dots & \frac{\partial N_n}{\partial x} \\ & \frac{\partial N_1}{\partial x} & & \frac{\partial N_n}{\partial x} \end{bmatrix}, \{u\} = \begin{Bmatrix} u_1^{(1)} \\ u_2^{(1)} \\ \vdots \\ u_1^{(n)} \\ u_2^{(n)} \end{Bmatrix} \quad (3.10)$$

応力の各成分ベクトル $\{\sigma\}$ とひずみ成分ベクトル $\{\varepsilon\}$ を結ぶマトリックスは下式のように $[D]$ (D マトリックスと呼ぶ) と書く。

$$\{\sigma\} = [D]\{\varepsilon\} \quad (3.11)$$

線形弾性体の場合、式(3.11)を式(3.3)のように書くことができる。式(3.9)を式(3.11)に代入すると、変位ベクトルと応力ベクトルとの関係式が得られる。

$$\{\sigma\} = [D]\{\varepsilon\} = [D][B]\{u\} \quad (3.12)$$

式(3.9), (3.12)より、式(3.7)の左辺は下式のように離散化される。

$$\begin{aligned} \int_V \sigma \delta \varepsilon dV &= \int_V \{\delta \varepsilon\}^T \{\sigma\} dV = \int_V ([B]\{\delta u\})^T [D][B]\{u\} dV \\ &= \{\delta u\}^T \cdot \int_V [B]^T [D][B] dV \cdot \{u\} = \{\delta u\}^T \cdot [K] \cdot \{u\} \end{aligned} \quad (3.13)$$

ここに、 $[K] = \int_V [B]^T [D][B] dV$ は剛性マトリックスと呼ばれる。一般に各要素について個々に積分を実行するので、 $[K]$ は要素ごとに求められる。要素ごとに求めたマトリックスを要素剛性マトリックスと呼ぶ。各要素同士の共有節点に注意しながら、これらをすべて重ね合わせたマトリックスを全体剛性マトリックスと呼んでいる。

一方、式(3.7)の第一項、すなわち、表面力に関する項については、下式のように表せる。

$$\int_{S_2} \hat{T} \delta u dS = \int_{S_2} \{\delta u\}^T \{\hat{T}\} dS = \{\delta u\}^T \int_{S_2} [N_{surface}]^T \{\hat{T}\} dS \quad (3.14)$$

ここに、 $[N_{surface}]$ は表面力が与える要素の面における面要素の形状関数からなるマトリックス、 $\{\hat{T}\}$ は表面力ベクトルであり、下式で表す。

$$[N_{surface}] = \begin{bmatrix} N'_1 & 0 & \dots & N'_{ns} & 0 \\ 0 & N'_1 & \dots & 0 & N'_{ns} \end{bmatrix}, \{\hat{T}\} = \begin{Bmatrix} \hat{T}_x \\ \hat{T}_y \end{Bmatrix} \quad (3.15)$$

ここに、 ns は表面力を加える要素の面の節点の数、 N'_k は表面力が与える要素の面における面要素の形状関数である。

式(3.7)の第二項、すなわち、物体力に関する項については、下式のように表せる。

$$\int_V \rho b \delta u dV = \int_V \{\delta u\}^T \cdot \{\rho b\} dV = \{\delta u\}^T \cdot \int_V [N]^T \{\rho b\} dV \quad (3.16)$$

ここに、 $[N]$ は形状関数からなるマトリックス、 $\{\rho b\}$ は物体力ベクトルであり、下式で表す。

$$[N] = \begin{bmatrix} N_1 & 0 & \dots & N_n & 0 \\ 0 & N_1 & \dots & 0 & N_n \end{bmatrix}, \rho b = \begin{Bmatrix} \rho b_x \\ \rho b_y \end{Bmatrix} \quad (3.17)$$

式(3.13)～(3.16)をまとめて、式(3.7)に代入し、各項に共通の $\{\delta u\}^T$ を消去すると ($\{\delta u\}^T$ 任意である)、離散化された有限要素方程式が得られる。

$$[K]\{u\} = \int_{S_2} [N_{surface}]^T \{\hat{T}\} dS + \int_V [N]^T \{\rho b\} dV \quad (3.18)$$

式(3.18)の右辺にある二つの項はそれぞれ表面力と物体力に関する項である。それぞれ積分を実行した結果は各節点ごとに有するベクトルに帰着する。これは節点における荷重（各方向成分）と考えることができるので、一般に等価節点力と呼ばれる。

式(3.18)が最終的に計算の目標とする有限要素で離散化された支配方程式である。左辺からわかるように、これは未知量を変位ベクトル $\{u\}$ とした連立一次方程式である。要素ごとに計算されたこの式が、最終的には共通する節点成分の重ね合わせにより連立一次方程式に集約される。

3.3.3 要素応力による等価な節点力

表面力，物体力に関する等価節点力は前項に定式化した。その他，初期応力による釣合い計算，非線形繰返し計算での残差力の分配，掘削のような要素の消失に関わる計算では，応力の等価節点力が利用される。

要素内の応力による仮想仕事と節点力による外部仮想仕事が等しい条件から，応力の等価節点力が求められる。

$$\{\delta u\}^T \{f\} = \int_V \{\delta \varepsilon\}^T \{\sigma\} dV = \{\delta u\}^T \int_V [B]^T \{\sigma\} dV \quad (3.19)$$

上式中，共通の $\{\delta u\}^T$ を消去すると（ $\{\delta u\}^T$ 任意である），応力の等価節点力 $\{f\}$ が得られる。

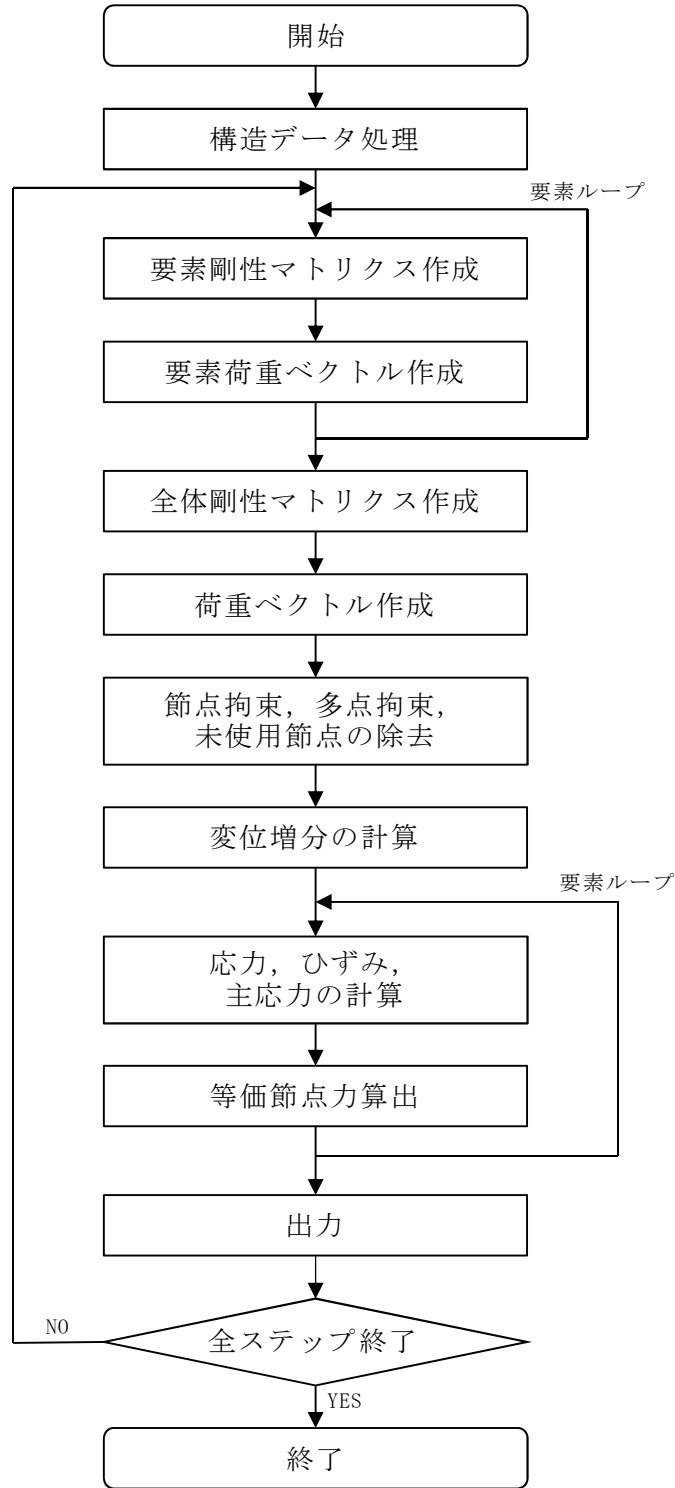
$$\{f\} = \int_V B^T \{\sigma\} dV \quad (3.20)$$

本解析コードでは掘削解析した際，掘削予定面に作用していた応力 $\{\sigma\}$ と大きさが等しく符号が反対の応力を被掘削部の掘削面に作用させる。つまり，次式で，掘削解放力を求めている。

$$\{f\} = - \int_V B^T \{\sigma\} dV \quad (3.21)$$

3.4 解析フローチャート

解析フローチャートについて図 3-1 に示す。



静的解析（全応力）フロー

図 3-1 解析のフローチャート

3.5 検証 (Verification) と妥当性確認 (Validation)

本解析コードを今回の解析に用いるにあたり，検証として半無限弾性地盤におけるブシネスク (Boussinesq) の理論解と本解析コードによる解析解との比較を，妥当性確認として類似の汎用構造解析プログラム T D A P III による解析結果と，本解析コードによる解析結果との比較を実施した。その詳細な内容については以下のとおりとする。

3.5.1 検証 (Verification)

平面ひずみ要素の鉛直応力を半無限弾性地盤におけるブシネスク (Boussinesq) の理論解と比較した。図 3-2 に解析モデル及び境界条件を示す。

比較結果より，解析解が理論解と一致することを確認した。

(1) 解析モデル

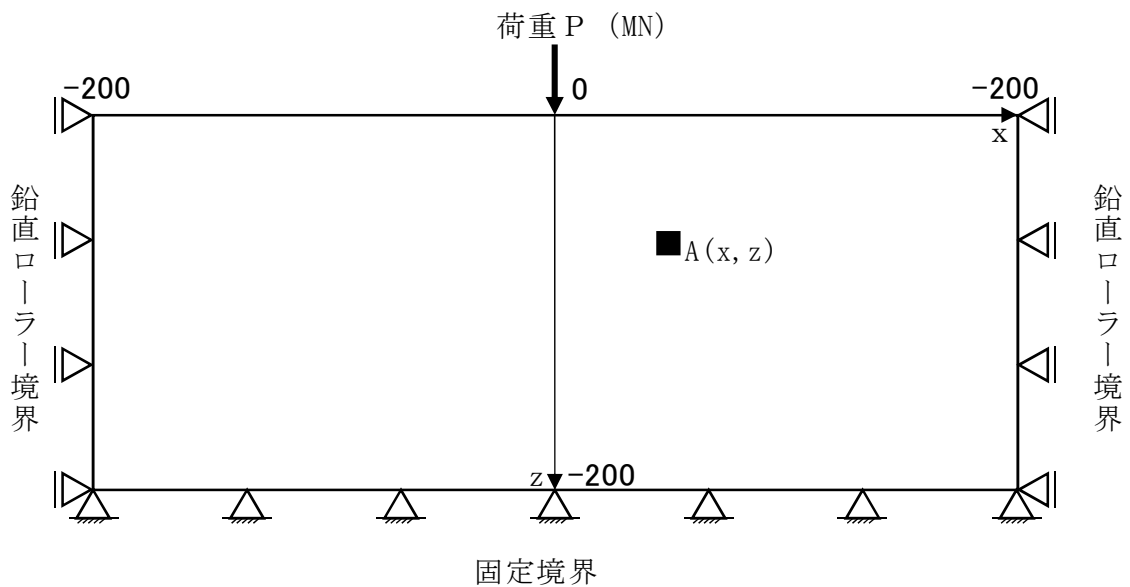


図 3-2 解析モデル及び境界条件

(2) 解析条件

モデルサイズ	: 200m × 400m
物性値	: $E=1.0 \times 10^6 \text{kN/m}^2$, $\nu = 0.49$, $\gamma = 20 \text{kN/m}^3$
境界条件	: 底面固定，側方鉛直ローラー
荷重条件	: 地表面 $x = 0$ に集中荷重 $P=100 \text{kN}$

(3) 鉛直応力

等方均質な半無限弾性地盤の表面に鉛直方向の集中荷重 P が載荷されたときに弾性体内部で発生する応力は 1885 年にブシネスク (Boussinesq) によって求められている。

線荷重が載荷された場合の地盤内応力については、平面変形条件として取り扱うことができ、奥行方向に集中荷重が無限に並んでいると考える。そのとき図 3-2 における点 A の鉛直応力 σ_z の理論解は以下の式で求められる。

$$\sigma_z = \frac{2Pz^3}{\pi(x^2 + z^2)^2}$$

今回は自重成分を除き、外力による純粋な応力伝播のみを予測する。

図 3-2 の荷重載荷位置における鉛直応力と深度の関係の結果を図 3-3 に示す。

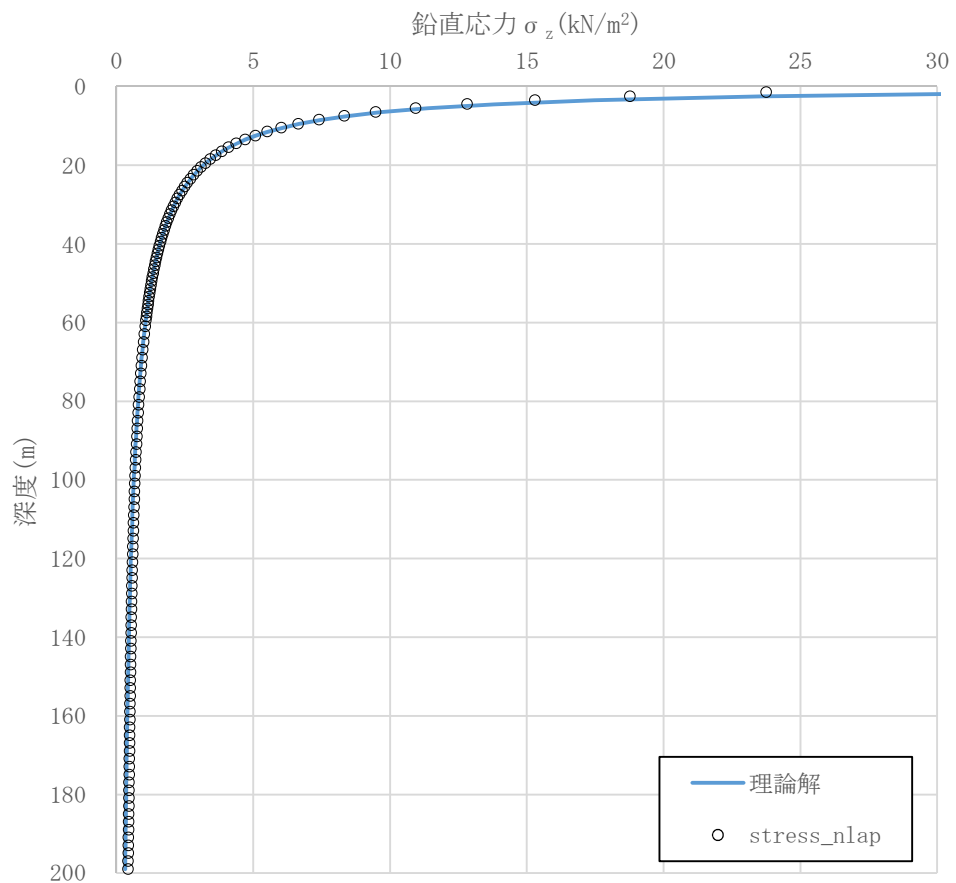


図 3-3 検証結果

3.5.2 妥当性確認 (Validation)

土木・建築向け汎用構造解析プログラムTDA P IIIとの自重解析結果による比較を実施した。

(1) 検証モデル

検討モデル及び境界条件を図3-4に示す。

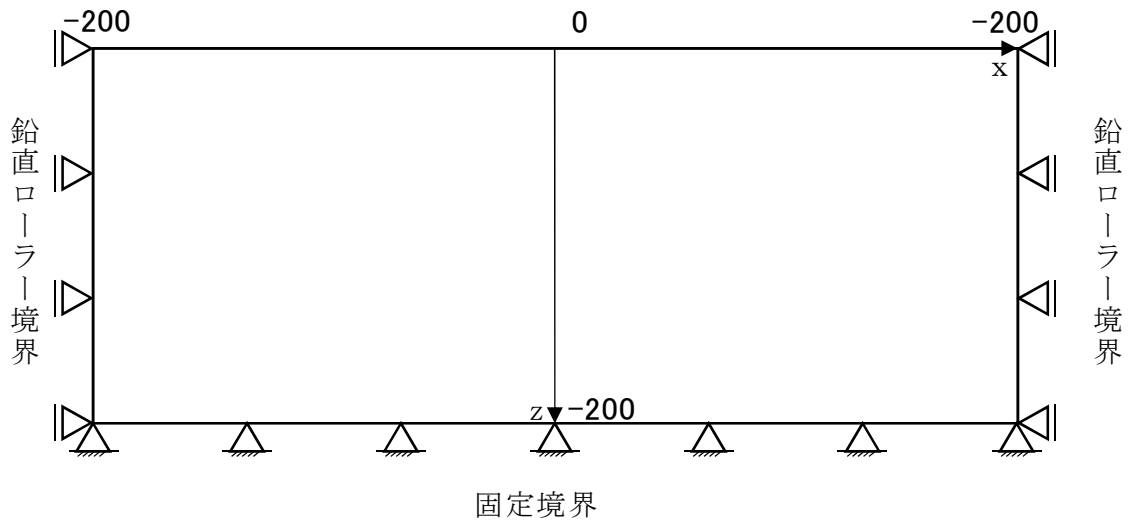


図3-4 解析モデル及び境界条件

(2) 解析条件

- モデルサイズ : 200m × 400m
- 物性値 : $E=1000\text{MN/m}^2$, $\nu=0.49$, $\gamma=20\text{kN/m}^3$
- 境界条件 : 底面固定, 側方鉛直ローラー
- 荷重条件 : 自重のみ

(3) 解析結果

解析結果の応力分布図を図3-5～図3-6に示す。

各図より結果は一致していることが確認できる。

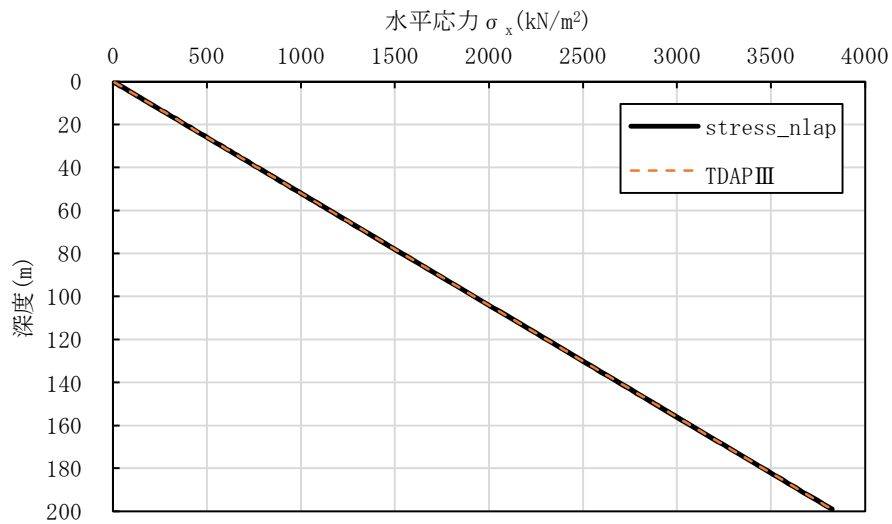


図3-5 水平応力 σ_x

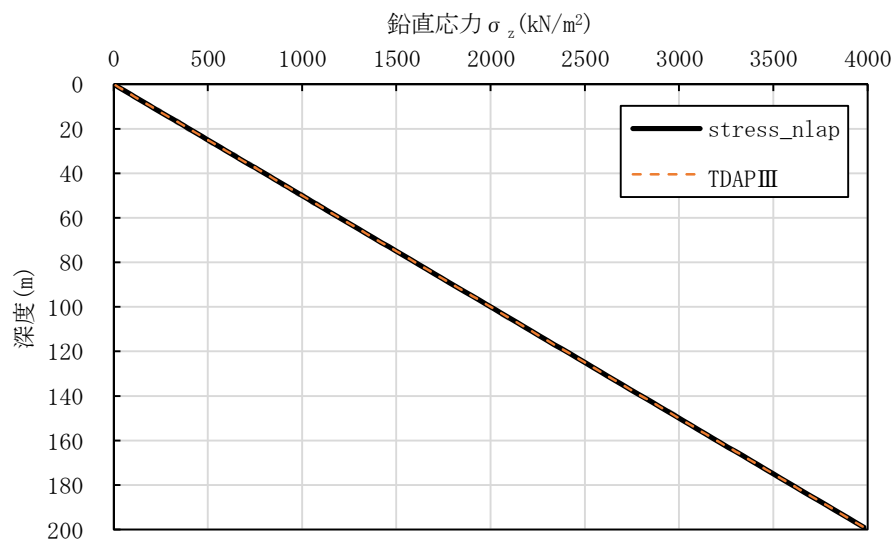


図3-6 鉛直応力 σ_z

(4) 評価結果

本解析コードの解析解とブシネスクの理論解との比較を行い、解析解が理論解と一致していることを確認した。また類似の汎用構造解析プログラムT D A P IIIの解析結果と本解析コードによる解析結果の比較を行い、解がおおむね一致していることを確認した。

以上のことから本解析コードを今回の解析に使用することは妥当である。

計算機プログラム（解析コード）の概要

目 次

1. はじめに	1
1.1 使用状況一覧	2
2. 解析コードの概要	3
3. 解析手法	5
3.1 一般事項	5
3.2 解析コードの特徴	5
3.3 解析手法	6
3.3.1 せん断破壊	6
3.3.2 引張破壊あるいは複合破壊	6
3.4 解析フローチャート	7
3.5 検証 (Verification) と妥当性確認 (Validation)	8
3.5.1 検証 (Verification)	8
3.5.2 妥当性確認 (Validation)	14

1. はじめに

本資料は、V-1-1-7-別添 1「可搬型重大事故等対処設備の保管場所及びアクセスルート」において使用した計算機プログラム（解析コード）`suberi_sf`について説明するものである。

本解析コードを使用した添付書類を示す使用状況一覧、解析コードの概要を以降に記載する。

1.1 使用状況一覧

使用添付書類		バージョン
V-1-1-7-別添 1	可搬型重大事故等対処設備の保管場所及びアクセスルート	Ver. 2

2. 解析コードの概要

項目 \ コード名	s u b e r i _ s f
使用目的	すべり安全率の算定
開発機関	東電設計株式会社
開発時期	2004 年
使用したバージョン	Ver. 2
コードの概要	<p>本解析コードは、東電設計株式会社によって開発されたプログラムであり、静的応力ファイル及び動的応力ファイルを読み、時刻歴で任意のすべり線の安全率を算定することができる。</p> <p>本解析コードの主な特徴として、以下の①～③を挙げることができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ① S u p e r F L U S H / 2 D の動的応力ファイルを直接読むことができる。 ② 要素の破壊履歴を考慮することができる。 ③ 各瞬間の要素の破壊状態により各要素の強度を、ピーク強度、残留強度、強度なしと判定することができる。
検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)	<p>本解析コードは、可搬型重大事故等対処設備の保管場所のすべり安全率の算定に使用している。</p> <p>【検証 (Verification)】</p> <p>本解析コードの検証内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・すべり線が通過する要素ごとの滑動力と抵抗力の解析解が、理論解と一致することを確認した。 ・本解析コードの運用環境について、動作確認を満足する計算機にインストールして用いていることを確認している。 <p>【妥当性確認 (Validation)】</p> <p>本解析コードの妥当性確認内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・当社の原子力発電所の地盤・斜面の評価において、本解析コードが多数使用されており、十分な使用実績がある。 ・検証の内容のとおり、すべり安全率算定に関して検証し

	ていることから、解析の目的に照らして今回の解析に適用することは妥当である。
--	---------------------------------------

3. 解析手法

3.1 一般事項

本資料は、すべり安定解析コード `suberi_sf` の概要である。

本解析コードは、東電設計株式会社によって開発されたプログラムであり、静的応力ファイル及び動的応力ファイルを読み込み、時刻歴で任意のすべり線の安全率を算定することができる。

本解析コードは、可搬型重大事故等対処設備の保管場所のすべり安全率の算定に使用している。

3.2 解析コードの特徴

本解析コードの主な特徴として、以下を挙げることが出来る。

- ① SuperFLUSH/2Dの動的応力ファイルを直接読むことができる。
- ② 要素の破壊履歴を考慮することができる。
- ③ 各瞬間の要素の破壊状態により各要素の強度を、ピーク強度、残留強度、強度なしと判定することができる。

また、今回の解析における本解析コードのバージョン、件名、使用要素及び評価内容を表 3-1 に示す。

表 3-1 使用件名

バージョン	件名	使用要素	評価内容
Ver. 2	可搬型重大事故等対処設備 の保管場所	—	すべり安全率の算定

3.3 解析手法

静的解析から得られる常時応力と動的解析から得られる地震時増分応力を足し合わせて、時刻歴のすべり安全率（想定すべり線に沿った要素を対象とした、各時刻におけるせん断力とせん断抵抗力の比）を式(3.1)のように計算する。

$$\begin{aligned} \text{すべり安全率}(F_s) &= \frac{\text{すべり線が通る要素の抵抗力の総和の瞬間値}}{\text{すべり線が通る要素の滑動力の総和の瞬間値}} \\ &= \frac{\sum R_i \cdot L_i}{\sum \tau_i \cdot L_i} \end{aligned} \quad (3.1)$$

なお、すべり安全率を算定する際、破壊要素の抵抗強度に関しては、各時間断面の破壊形態により以下に示した強度低下を考慮する。

3.3.1 せん断破壊

せん断破壊した要素の強度定数には、残留強度を用いる。

3.3.2 引張破壊あるいは複合破壊

引張応力の発生により引張破壊あるいは複合破壊した要素の強度定数は、その要素を通るすべり面の直応力 σ_n により以下に示した強度定数を用いる。

- ・直応力 σ_n が圧縮場合、強度定数に残留強度を用いる。
- ・直応力 σ_n が引張場合、強度定数を0とする。

3.4 解析フローチャート

解析フローチャートを図 3-1 に示す。

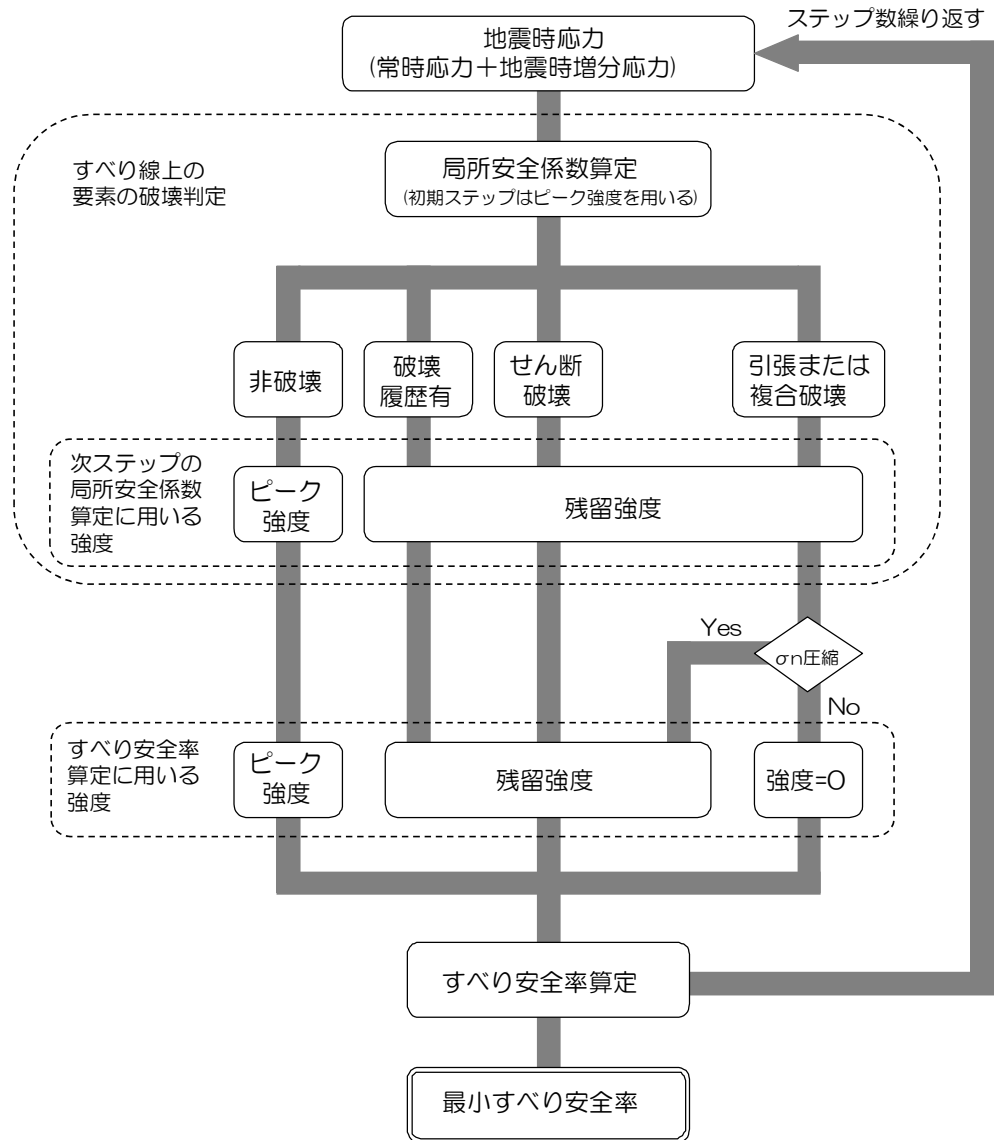


図 3-1 解析フローチャート

3.5 検証 (Verification) と妥当性確認 (Validation)

本解析コードを今回の解析に用いることについて、動作確認 (動作検証) として理論解との比較を、また妥当性確認を実施した。詳細な内容については下記のとおりとする。

3.5.1 検証 (Verification)

すべり線が通過する要素ごとの滑動力や抵抗力を解析結果と理論解で比較を行った。解析モデル及び検証用すべり線を図 3-2 に、本解析コードによる解析解と理論解との比較を表 3-2、表 3-3 に示す。作用力及び抵抗力の理論解と解析解は一致することを確認した。

図 3-3 に要素番号 545 の理論解を示す。要素番号 545 において、解析結果と理論解は一致していることを確認した。

(1) 解析モデル

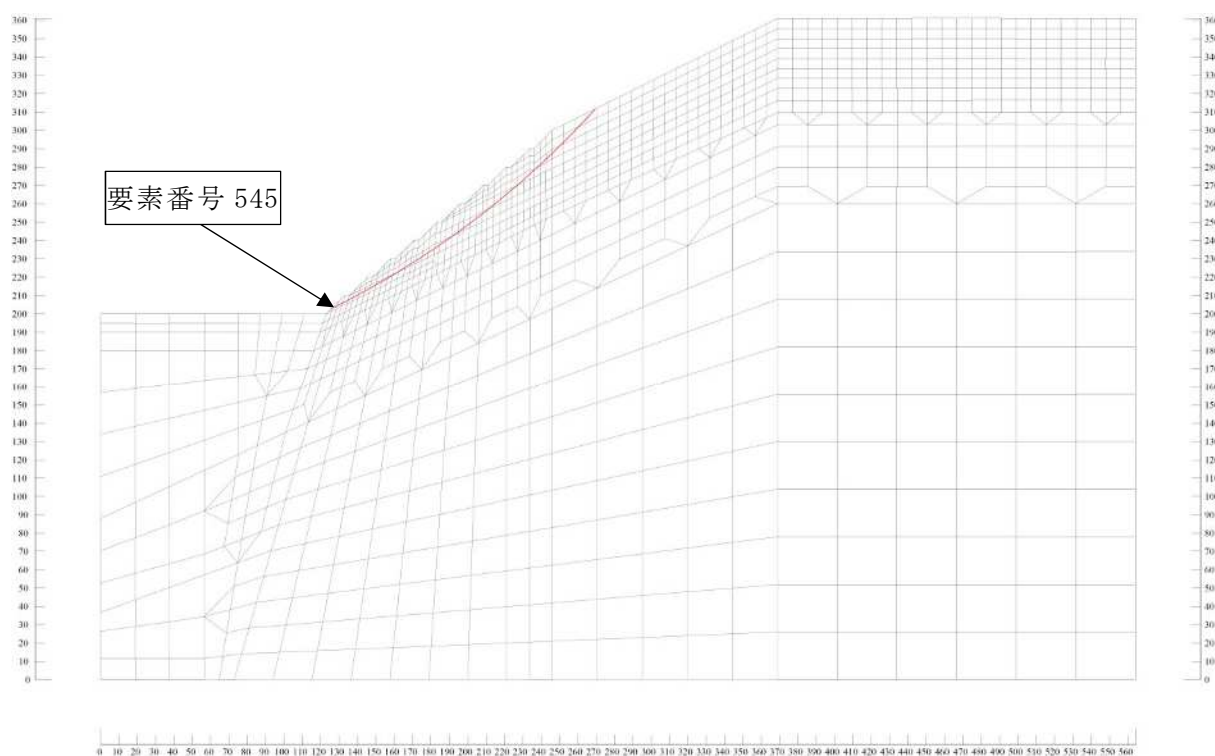


図 3-2 解析モデル及び検証用すべり線

表 3-2 解析コード suberi_sf による解析解と理論解との比較 (1)

すべり面 No. 1 Fsmax0.649										suberi_sf		理論解		
no.	elem	ktyp	ifail	slip_leng	slip_ang	tens_ang	slip-tens	taus	sign	rtau	抵抗力 (MN/m)	作用力 (MN/m)	抵抗力 (MN/m)	作用力 (MN/m)
1	541	0	0	0.302	26.497	999.999	999.999	-0.29979	-3.33717	1.75615	0.53036	-0.09054	0.53036	-0.09054
2	545	1	1	1.198	26.497	999.999	999.999	-0.39952	-0.22176	0.10341	0.12388	-0.47862	0.12388	-0.47862
3	545	1	1	1.500	26.674	999.999	999.999	-0.39198	-0.21931	0.10227	0.15340	-0.58796	0.15340	-0.58796
4	545	1	1	0.378	26.850	999.999	999.999	-0.38446	-0.21693	0.10116	0.03824	-0.14533	0.03824	-0.14533
5	551	12	1	1.122	26.852	999.999	999.999	-0.34502	0.14007	0.00000	0.00000	-0.38711	0.00000	-0.38711
6	551	12	1	1.500	27.029	999.999	999.999	-0.33892	0.14218	0.00000	0.00000	-0.50838	0.00000	-0.50838
7	551	12	1	0.541	27.206	999.999	999.999	-0.33281	0.14426	0.00000	0.00000	-0.18005	0.00000	-0.18005
8	556	1	1	0.959	27.206	999.999	999.999	-0.28840	-0.06763	0.03153	0.03024	-0.27658	0.03024	-0.27658
9	556	1	1	1.500	27.384	999.999	999.999	-0.28171	-0.06585	0.03071	0.04606	-0.42257	0.04606	-0.42257
10	556	1	1	0.977	27.561	999.999	999.999	-0.27505	-0.06413	0.02991	0.02922	-0.26873	0.02922	-0.26873
11	562	12	1	0.523	27.562	999.999	999.999	-0.31713	0.12173	0.00000	0.00000	-0.16586	0.00000	-0.16586
12	562	12	1	1.500	27.738	999.999	999.999	-0.31043	0.12365	0.00000	0.00000	-0.46564	0.00000	-0.46564
13	562	12	1	0.888	27.916	999.999	999.999	-0.30364	0.12556	0.00000	0.00000	-0.26963	0.00000	-0.26963
14	568	1	1	0.612	27.916	999.999	999.999	-0.32011	-0.24892	0.11607	0.07104	-0.19591	0.07104	-0.19591
15	568	1	1	1.500	28.093	999.999	999.999	-0.31418	-0.24696	0.11516	0.17274	-0.47127	0.17274	-0.47127
16	568	1	1	1.467	28.271	999.999	999.999	-0.30821	-0.24503	0.11426	0.16762	-0.45215	0.16762	-0.45215
17	572	1	1	0.033	28.262	999.999	999.999	-0.29374	-0.07417	0.03459	0.00114	-0.00969	0.00114	-0.00969
18	572	1	1	1.500	28.448	999.999	999.999	-0.28799	-0.07228	0.03371	0.05056	-0.43198	0.05056	-0.43198
19	572	1	1	1.500	28.626	999.999	999.999	-0.28247	-0.07051	0.03288	0.04932	-0.42371	0.04932	-0.42371
20	572	1	1	0.580	28.803	999.999	999.999	-0.27698	-0.06878	0.03207	0.01860	-0.16065	0.01860	-0.16065
21	577	1	1	0.920	28.803	999.999	999.999	-0.26244	-0.05050	0.02355	0.02166	-0.24144	0.02166	-0.24144
22	577	1	1	1.500	28.980	999.999	999.999	-0.25698	-0.04889	0.02280	0.03420	-0.38547	0.03420	-0.38547
23	577	1	1	0.991	29.158	999.999	999.999	-0.25148	-0.04731	0.02206	0.02186	-0.24921	0.02186	-0.24921
24	584	12	1	0.509	29.158	999.999	999.999	-0.25911	-0.01222	0.00570	0.00290	-0.13189	0.00290	-0.13189
25	584	12	1	1.500	29.335	999.999	999.999	-0.25362	-0.01064	0.00496	0.00744	-0.38043	0.00744	-0.38043
26	584	12	1	1.500	29.513	999.999	999.999	-0.24809	-0.00908	0.00423	0.00635	-0.37213	0.00635	-0.37213
27	584	12	1	0.054	29.683	999.999	999.999	-0.24279	-0.00762	0.00355	0.00019	-0.01311	0.00019	-0.01311
28	589	1	1	1.446	29.690	999.999	999.999	-0.24738	-0.09328	0.04350	0.06290	-0.35771	0.06290	-0.35771
29	589	1	1	1.500	29.868	999.999	999.999	-0.24227	-0.09176	0.04279	0.06418	-0.36341	0.06418	-0.36341
30	589	1	1	0.684	30.045	999.999	999.999	-0.23718	-0.09028	0.04210	0.02879	-0.16223	0.02879	-0.16223
31	593	1	1	0.816	30.044	999.999	999.999	-0.22844	-0.14117	0.06583	0.05372	-0.18641	0.05372	-0.18641
32	593	1	1	1.500	30.222	999.999	999.999	-0.22361	-0.13977	0.06517	0.09776	-0.33542	0.09776	-0.33542
33	593	1	1	1.366	30.399	999.999	999.999	-0.21881	-0.13840	0.06454	0.08816	-0.29889	0.08816	-0.29889
34	599	1	1	0.134	30.401	999.999	999.999	-0.21209	-0.12710	0.05927	0.00794	-0.02842	0.00794	-0.02842
35	599	1	1	1.500	30.576	999.999	999.999	-0.20736	-0.12581	0.05867	0.08800	-0.31104	0.08800	-0.31104
36	599	1	1	1.500	30.754	999.999	999.999	-0.20254	-0.12454	0.05807	0.08711	-0.30381	0.08711	-0.30381
37	599	1	1	0.259	30.931	999.999	999.999	-0.19774	-0.12330	0.05750	0.01489	-0.05121	0.01489	-0.05121
38	605	1	1	1.241	30.932	999.999	999.999	-0.20148	-0.07744	0.03611	0.04481	-0.25004	0.04481	-0.25004
39	605	1	1	1.500	31.109	999.999	999.999	-0.19667	-0.07621	0.03554	0.05331	-0.29500	0.05331	-0.29500
40	605	1	1	0.205	31.288	999.999	999.999	-0.19179	-0.07500	0.03497	0.00717	-0.03932	0.00717	-0.03932
41	255	1	1	0.889	31.286	999.999	999.999	-0.16426	-0.06307	0.02941	0.02615	-0.14602	0.02615	-0.14602
42	258	1	1	0.406	31.287	999.999	999.999	-0.16582	-0.15326	0.07147	0.02902	-0.06732	0.02902	-0.06732
43	258	1	1	1.500	31.464	999.999	999.999	-0.16167	-0.15225	0.07099	0.10649	-0.24250	0.10649	-0.24250
44	258	1	1	1.500	31.641	999.999	999.999	-0.15750	-0.15126	0.07053	0.10580	-0.23625	0.10580	-0.23625
45	258	1	1	0.436	31.818	999.999	999.999	-0.15333	-0.15030	0.07009	0.03056	-0.06685	0.03056	-0.06685
46	261	1	1	1.064	31.819	999.999	999.999	-0.14752	-0.16856	0.07860	0.08363	-0.15696	0.08363	-0.15696
47	261	1	1	1.500	31.996	999.999	999.999	-0.14352	-0.16766	0.07818	0.11727	-0.21529	0.11727	-0.21529
48	261	1	1	1.292	32.173	999.999	999.999	-0.13953	-0.16678	0.07777	0.10048	-0.18027	0.10048	-0.18027
49	264	1	1	0.208	32.173	999.999	999.999	-0.13923	-0.21149	0.09862	0.02051	-0.02896	0.02051	-0.02896
50	264	1	1	1.500	32.350	999.999	999.999	-0.13520	-0.21064	0.09822	0.14734	-0.20280	0.14734	-0.20280
51	264	1	1	1.500	32.528	999.999	999.999	-0.13115	-0.20982	0.09784	0.14676	-0.19672	0.14676	-0.19672
52	264	1	1	0.172	32.707	999.999	999.999	-0.12707	-0.20901	0.09746	0.01676	-0.02186	0.01676	-0.02186
53	267	1	1	1.328	32.705	999.999	999.999	-0.14272	-0.11005	0.05132	0.06815	-0.18954	0.06815	-0.18954
54	267	1	1	1.500	32.883	999.999	999.999	-0.13866	-0.10918	0.05091	0.07636	-0.20799	0.07636	-0.20799
55	267	1	1	1.189	33.060	999.999	999.999	-0.13461	-0.10833	0.05052	0.06006	-0.16005	0.06006	-0.16005
56	270	1	1	0.311	33.060	999.999	999.999	-0.14351	-0.16950	0.07904	0.02458	-0.04463	0.02458	-0.04463
57	270	1	1	1.500	33.237	999.999	999.999	-0.13973	-0.16862	0.07863	0.11795	-0.20959	0.11795	-0.20959
58	270	1	1	1.500	33.415	999.999	999.999	-0.13592	-0.16777	0.07823	0.11735	-0.20389	0.11735	-0.20389
59	270	1	1	0.721	33.593	999.999	999.999	-0.13211	-0.16694	0.07784	0.05613	-0.09525	0.05613	-0.09525
60	273	1	1	0.779	33.592	999.999	999.999	-0.13705	-0.16333	0.07616	0.05933	-0.10676	0.05933	-0.10676
61	273	1	1	1.500	33.770	999.999	999.999	-0.13337	-0.16249	0.07577	0.11366	-0.20005	0.11366	-0.20005
62	273	1	1	1.500	33.947	999.999	999.999	-0.12970	-0.16168	0.07539	0.11309	-0.19455	0.11309	-0.19455
63	273	1	1	0.271	34.123	999.999	999.999	-0.12605	-0.16090	0.07503	0.02033	-0.03416	0.02033	-0.03416
64	276	1	1	1.229	34.125	999.999	999.999	-0.12516	-0.21959	0.10240	0.12585	-0.15382	0.12585	-0.15382
65	276	1	1	1.500	34.302	999.999	999.999	-0.12141	-0.21883	0.10204	0.15307	-0.18211	0.15307	-0.18211
66	276	1	1	0.646	34.479	999.999	999.999	-0.11765	-0.21809	0.10170	0.06570	-0.07600	0.06570	-0.07600
67	279	1	1	0.854	34.480	999.999	999.999	-0.12168	-0.14997	0.06993	0.05972	-0.10392	0.05972	-0.10392
68	279	1	1	1.500	34.657	999.999	999.999	-0.11796	-0.14923	0.06959	0.10438	-0.17694	0.10438	-0.17694
69	279	1	1	1.500	34.834	999.999	999.999	-0.11423	-0.14851	0.06925	0.10388	-0.17134	0.10388	-0.17134
70	279	1	1	0.151	35.010	999.999	999.999	-0.11051	-0.14782	0.06893	0.01041	-0.01669	0.01041	-0.01669
71	282	1	1	1.349	35.012	999.999	999.999	-0.11902	-0.19614	0.09146	0.12338	-0.16056	0.12338	-0.16056
72	282	1	1	1.500	35.189	999.999	999.999	-0.11541	-0.19542	0.09113	0.13669	-0.17311	0.13669	-0.17311
73	282	1	1	1.429	35.366	999.999	999.999	-0.11179	-0.19472	0.09080	0.12975	-0.15975	0.12975	-0.15975
74	285	1	1	0.071	35.361	999.999	999.999	-0.12073	-0.19490	0.09089	0.00645	-0.00857	0.00645	-0.00857
75	285	1	1	0.065	35.546	999.999	999.999	-0.11706	-0.19414	0.09053	0.00588	-0.00761	0.00588	-0.00761
76														

表 3-3 解析コード suberi_sf による解析解と理論解との比較 (2)

すべり面 No. 1 F _{smax} 0.649											suberi_sf		理論解	
no.	elem	ktp	ifail	slip_leng	slip_ang	tens_ang	slip-tens	taus	sign	rtau	抵抗力 (MN/m)	作用力 (MN/m)	抵抗力 (MN/m)	作用力 (MN/m)
86	295	1	1	0.062	36.790	999.999	999.999	-0.09888	-0.15479	0.07218	0.00448	-0.00613	0.00448	-0.00613
87	295	1	1	1.500	36.962	999.999	999.999	-0.09582	-0.15420	0.07191	0.10786	-0.14373	0.10786	-0.14373
88	295	1	1	1.500	37.140	999.999	999.999	-0.09265	-0.15362	0.07163	0.10745	-0.13897	0.10745	-0.13897
89	295	1	1	1.284	37.317	999.999	999.999	-0.08949	-0.15306	0.07137	0.09164	-0.11490	0.09164	-0.11490
90	298	1	1	0.216	37.318	999.999	999.999	-0.09502	-0.17466	0.08145	0.01759	-0.02052	0.01759	-0.02052
91	298	1	1	1.500	37.495	999.999	999.999	-0.09196	-0.17409	0.08118	0.12177	-0.13794	0.12177	-0.13794
92	298	1	1	1.500	37.672	999.999	999.999	-0.08890	-0.17353	0.08092	0.12138	-0.13335	0.12138	-0.13335
93	298	1	1	1.152	37.850	999.999	999.999	-0.08582	-0.17299	0.08066	0.09293	-0.09886	0.09293	-0.09886
94	301	1	1	0.348	37.849	999.999	999.999	-0.09040	-0.16979	0.07917	0.02755	-0.03146	0.02755	-0.03146
95	301	1	1	1.500	38.027	999.999	999.999	-0.08733	-0.16924	0.07892	0.11837	-0.13099	0.11837	-0.13099
96	301	1	1	1.409	38.204	999.999	999.999	-0.08428	-0.16870	0.07867	0.11084	-0.11875	0.11084	-0.11875
97	304	1	1	0.091	38.206	999.999	999.999	-0.08960	-0.17432	0.08128	0.00740	-0.00815	0.00740	-0.00815
98	304	1	1	0.575	38.380	999.999	999.999	-0.08663	-0.17378	0.08104	0.04660	-0.04981	0.04660	-0.04981
99	305	1	1	0.925	38.382	999.999	999.999	-0.06673	-0.10962	0.05112	0.04728	-0.06173	0.04728	-0.06173
100	305	1	1	1.500	38.559	999.999	999.999	-0.06388	-0.10922	0.05093	0.07640	-0.09583	0.07640	-0.09583
101	305	1	1	1.403	38.737	999.999	999.999	-0.06102	-0.10883	0.05075	0.07120	-0.08561	0.07120	-0.08561
102	308	1	1	0.097	38.730	999.999	999.999	-0.06779	-0.13583	0.06334	0.00614	-0.00658	0.00614	-0.00658
103	308	1	1	1.500	38.914	999.999	999.999	-0.06496	-0.13541	0.06314	0.09471	-0.09744	0.09471	-0.09744
104	308	1	1	1.500	39.091	999.999	999.999	-0.06224	-0.13501	0.06296	0.09444	-0.09336	0.09444	-0.09336
105	308	1	1	1.421	39.268	999.999	999.999	-0.05951	-0.13464	0.06278	0.08921	-0.08456	0.08921	-0.08456
106	311	1	1	0.079	39.275	999.999	999.999	-0.06190	-0.15781	0.07359	0.00581	-0.00489	0.00581	-0.00489
107	311	1	1	1.500	39.446	999.999	999.999	-0.05935	-0.15745	0.07342	0.11013	-0.08903	0.11013	-0.08903
108	311	1	1	1.500	39.623	999.999	999.999	-0.05672	-0.15709	0.07325	0.10988	-0.08508	0.10988	-0.08508
109	311	1	1	1.465	39.801	999.999	999.999	-0.05406	-0.15674	0.07309	0.10708	-0.07920	0.10708	-0.07920
110	314	1	1	0.035	39.793	999.999	999.999	-0.05623	-0.15442	0.07201	0.00252	-0.00197	0.00252	-0.00197
111	314	1	1	1.500	39.978	999.999	999.999	-0.05350	-0.15406	0.07184	0.10776	-0.08025	0.10776	-0.08025
112	314	1	1	1.500	40.155	999.999	999.999	-0.05088	-0.15374	0.07169	0.10754	-0.07632	0.10754	-0.07632
113	314	1	1	0.364	40.333	999.999	999.999	-0.04825	-0.15343	0.07155	0.02604	-0.01756	0.02604	-0.01756
114	317	1	1	1.136	40.332	999.999	999.999	-0.05270	-0.15693	0.07318	0.08313	-0.05986	0.08313	-0.05986
115	317	1	1	1.500	40.510	999.999	999.999	-0.05009	-0.15661	0.07303	0.10954	-0.07513	0.10954	-0.07513
116	317	1	1	1.026	40.687	999.999	999.999	-0.04749	-0.15631	0.07289	0.07478	-0.04873	0.07478	-0.04873
117	32	1	1	0.474	40.689	999.999	999.999	-0.02280	-0.10191	0.04752	0.02253	-0.01081	0.02253	-0.01081
118	32	1	1	0.250	40.867	999.999	999.999	-0.02034	-0.10178	0.04746	0.01187	-0.00508	0.01187	-0.00508
119	36	1	1	1.250	40.864	999.999	999.999	-0.02591	-0.13144	0.06129	0.07662	-0.03239	0.07662	-0.03239
120	36	1	1	1.500	41.042	999.999	999.999	-0.02358	-0.13129	0.06122	0.09183	-0.03536	0.09183	-0.03536
121	36	1	1	1.500	41.220	999.999	999.999	-0.02124	-0.13115	0.06116	0.09173	-0.03186	0.09173	-0.03186
122	36	1	1	0.172	41.398	999.999	999.999	-0.01890	-0.13102	0.06110	0.01051	-0.00325	0.01051	-0.00325
123	40	1	1	1.328	41.397	999.999	999.999	-0.01814	-0.12579	0.05866	0.07790	-0.02408	0.07790	-0.02408
124	40	1	1	1.500	41.574	999.999	999.999	-0.01591	-0.12569	0.05861	0.08791	-0.02386	0.08791	-0.02386
125	40	1	1	1.500	41.752	999.999	999.999	-0.01367	-0.12559	0.05857	0.08785	-0.02050	0.08785	-0.02050
126	40	1	1	0.128	41.928	999.999	999.999	-0.01145	-0.12552	0.05853	0.00749	-0.00147	0.00749	-0.00147
127	44	1	1	1.372	41.930	999.999	999.999	-0.01026	-0.20374	0.09501	0.13035	-0.14408	0.13035	-0.14408
128	44	1	1	1.500	42.106	999.999	999.999	-0.00807	-0.20368	0.09498	0.14247	-0.01211	0.14247	-0.01211
129	44	1	1	0.576	42.284	999.999	999.999	-0.00586	-0.20364	0.09496	0.05470	-0.00337	0.05470	-0.00337
130	45	1	1	0.055	42.289	999.999	999.999	0.00482	-0.10238	0.04774	0.00263	0.00027	0.00263	0.00026
131	49	1	1	0.869	42.284	999.999	999.999	0.00513	-0.10178	0.04746	0.04124	-0.00446	0.04124	-0.00446
132	49	1	1	1.500	42.461	999.999	999.999	-0.00307	-0.10175	0.04745	0.07117	-0.00461	0.07117	-0.00461
133	49	1	1	1.500	42.639	999.999	999.999	-0.00100	-0.10174	0.04744	0.07116	-0.00150	0.07116	-0.00150
134	49	1	1	0.473	42.816	999.999	999.999	0.00106	-0.10174	0.04744	0.02244	0.00050	0.02244	0.00050
135	53	1	1	1.027	42.816	999.999	999.999	0.00039	-0.11452	0.05340	0.05485	0.00040	0.05484	0.00040
136	53	1	1	1.500	42.994	999.999	999.999	0.00231	-0.11453	0.05341	0.08011	0.00346	0.08011	0.00346
137	53	1	1	1.500	43.171	999.999	999.999	0.00421	-0.11455	0.05342	0.08012	0.00631	0.08012	0.00631
138	53	1	1	0.351	43.350	999.999	999.999	0.00613	-0.11458	0.05343	0.01875	0.00215	0.01875	0.00215
139	57	1	1	1.149	43.349	999.999	999.999	0.01166	-0.12725	0.05934	0.06818	0.01340	0.06818	0.01340
140	57	1	1	1.500	43.526	999.999	999.999	0.01343	-0.12733	0.05937	0.08906	0.02014	0.08906	0.02014
141	57	1	1	1.500	43.703	999.999	999.999	0.01520	-0.12742	0.05942	0.08912	0.02280	0.08912	0.02280
142	57	1	1	0.267	43.879	999.999	999.999	0.01696	-0.12752	0.05946	0.01588	0.00453	0.01588	0.00453
143	61	1	1	1.233	43.881	999.999	999.999	0.02287	-0.14549	0.06784	0.08365	0.02820	0.08365	0.02820
144	61	1	1	1.500	44.058	999.999	999.999	0.02451	-0.14564	0.06791	0.10187	0.03677	0.10187	0.03677
145	61	1	1	1.500	44.235	999.999	999.999	0.02616	-0.14579	0.06798	0.10198	0.03923	0.10198	0.03923
146	61	1	1	1.500	44.413	999.999	999.999	0.02781	-0.14596	0.06806	0.10209	0.04171	0.10209	0.04171
147	61	1	1	0.651	44.590	999.999	999.999	0.02945	-0.14614	0.06814	0.04436	0.01917	0.04436	0.01917
148	62	1	1	0.849	44.590	999.999	999.999	0.05012	-0.08650	0.04034	0.03425	0.04255	0.03425	0.04255
149	62	1	1	1.365	44.767	999.999	999.999	0.05159	-0.08681	0.04048	0.05526	0.07041	0.05526	0.07041
150	66	1	1	0.135	44.766	999.999	999.999	0.05582	-0.07774	0.03625	0.00489	0.00754	0.00489	0.00754
151	66	1	1	1.500	44.945	999.999	999.999	0.05725	-0.07810	0.03642	0.05463	0.00858	0.05463	0.00858
152	66	1	1	1.500	45.122	999.999	999.999	0.05867	-0.07846	0.03658	0.05488	0.00800	0.05488	0.00800
153	66	1	1	1.500	45.300	999.999	999.999	0.06009	-0.07882	0.03676	0.05513	0.09013	0.05513	0.09013
154	66	1	1	1.500	45.477	999.999	999.999	0.06150	-0.07920	0.03693	0.05540	0.09224	0.05540	0.09224
155	66	1	1	1.500	45.654	999.999	999.999	0.06290	-0.07958	0.03711	0.05567	0.09435	0.05567	0.09435
156	66	1	1	1.118	45.832	999.999	999.999	0.06431	-0.07998	0.03730	0.04170	0.07190	0.04170	0.07190
157	70	1	1	0.382	45.831	999.999	999.999	0.06710	-0.09623	0.04487	0.01714	0.02563	0.01714	0.02563
158	70	1	1	1.500	46.009	999.999	999.999	0.06844	-0.09665	0.04507	0.06760	0.10266	0.06760	0.10266
159	70	1	1	1.409	46.187	999.999	999.999	0.06978	-0.09708	0.04527	0.06378	0.09832	0.06378	0.09832
160	71	1	1	0.091	46.179	999.999	999.999	0.09928	-0.05419	0.02527	0.00230	0.00903	0.00230	0

ここに

- no. : 番号
- elem : すべり線が通過する要素番号
 - mp : すべり線が通過する要素の物性番号
 - knd : すべり線が通過する要素の種類
 - ktyp : 要素の破壊タイプ
 - 0 : 非破壊
 - 1 : せん断破壊
 - 2 : 引張破壊
 - 12 : 複合破壊(ソリッド要素のみ)
- ifail : 要素の破壊履歴
 - 0 : 破壊履歴なし
 - 1 : 破壊履歴あり
- slip_leng : 要素を通過するすべり線長さ
- slip_ang : 要素を通過するすべり線の水平軸からの角度
- taus : すべり線上に作用するせん断力(τ_s)
- sign : すべり線上に作用する垂直力(σ_n)
- RTAU : すべり線上に作用する強度(τ_R)
- 抵抗力 : すべり線上に作用する抵抗力(RTAU \times slip_leng)
- 作用力 : すべり線上に作用する作用力(TAUS \times slip_leng)

要素番号		545	
【すべり線】			
	X座標	Y座標	
始点	126.270	203.135	
終点	127.342	203.669	
すべり線長		1.198	(m)
すべり線角度(x軸となす角度θ)		26.497	(度)
【応力】			
	静的解析	動的解析	静的+動的
水平応力 σ_x	-1.83167	-0.02518	-1.85685 (MN/m ²)
鉛直応力 σ_y	-1.00432	-0.02212	-1.02644 (MN/m ²)
せん断応力 τ_{xy}	-1.19081	-0.02383	-1.21464 (MN/m ²)
垂直応力 σ_n			-0.22176 (MN/m ²)
せん断応力 τ_n			-0.39952 (MN/m ²)
			} 解析結果より
			$\sigma_n = \sigma_y \cos^2 \theta - \sigma_x \sin^2 \theta + 2\tau_{xy} \sin \theta \cos \theta$
			$\tau_n = (\sigma_y - \sigma_x) \sin \theta \cos \theta + \tau_{xy} (\sin^2 \theta - \cos^2 \theta)$
【強度】			
		ピーク強度	残留強度
粘着力C		0.2	0.0 (MN/m ²)
内部摩擦角φ		25	25 (度)
せん断強度τ		0.3034	0.1034 (MN/m ²)
	※要素545はせん断破壊していることから残留強度を用いる。		
【理論解】			
作用力		-0.47862	(MN/m) すべり長×せん断応力 τ_n
抵抗力		0.12388	(MN/m) すべり長×せん断強度τ

図 3-3 すべり線の要素番号 545 の理論解

3.5.2 妥当性確認 (Validation)

可搬型重大事故等対処設備の保管場所の検討において、すべり安全率の算定に本解析コードを使用することは、次のとおり、本解析の適用範囲に対して検証されており、妥当である。

- ・検証の内容のとおり、すべり安全率算定に関して検証していることから、解析の目的に照らして今回の解析に適用することは妥当である。

計算機プログラム（解析コード）の概要

目 次

1. はじめに	1
1.1 使用状況一覧	2
2. 解析コードの概要	3

1. はじめに

本資料は、V-1-1-7-別添 1「可搬型重大事故等対処設備の保管場所及びアクセスルート」において使用した計算機プログラム（解析コード）S u p e r F L U S H / 2 D について説明するものである。

本解析コードを使用した添付書類を示す使用状況一覧、解析コードの概要を以降に記載する。

1.1 使用状況一覧

使用添付書類		バージョン
V-1-1-7-別添 1	可搬型重大事故等対処設備の保管場所及びアクセスルート	Ver. 6. 1L03

2. 解析コードの概要

項目 \ コード名	S u p e r F L U S H / 2 D
使用目的	2次元有限要素法による地震応答解析
開発機関	株式会社地震工学研究所・株式会社構造計画研究所
開発時期	1980年
使用したバージョン	Ver. 6. 1L03
コードの概要	<p>本解析コードは、地盤、構造系の地震応答解析の汎用市販コードである。</p> <p>複素応答に基づいた有限要素法を用いた本解析コードは、1974年のL U S H及び1975年にカリフォルニア大学から発表されたF L U S Hの改良版である。</p> <p>本解析コードは、数多くの研究機関や企業において、建築、土木等の構造物の地盤と構造物の地震応答解析に広く利用されている。</p>
検証 (Verification) 及び 妥当性確認 (Validation)	<p>本解析コードは、可搬型重大事故等対処施設の保管場所の評価における地震応答解析に使用している。</p> <p>【検証 (Verification)】</p> <p>本解析コードの検証内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・開発機関により提示されている例題を解き、本解析コードによる解析解と例題の提示解が一致することを確認した。 ・本解析コードの運用環境について、開発機関から提示された要件を満足していることを確認している。 <p>【妥当性確認 (Validation)】</p> <p>本解析コードの妥当性確認内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・一般産業界において、ダムの耐震性照査における照査例に適用されており、十分な使用実績がある。 ・北海道電力株式会社泊原子力発電所3号機においてS u p e r F L U S H / 2 D Ver. 3. 5, 電源開発株式会社大間原子力発電所1号機においてS u p e r F L U S H / 2 D Ver. 5. 0の使用実績がある。 ・原子力産業界において実績のあるS H A K Eを用いた

	<p>水平成層地盤モデルによる地震応答解析を行った解析結果と、本解析コードによる解析解を比較したコードベンチマーキングを行った結果、解が一致していることを確認した。</p> <ul style="list-style-type: none">• 適用制限として使用要素数があるが、要素数は適用制限以下である。• 今回の工事計画認可申請において使用するバージョンは、他プラントの既工事計画において使用されているものと同じであることを確認している。
--	---