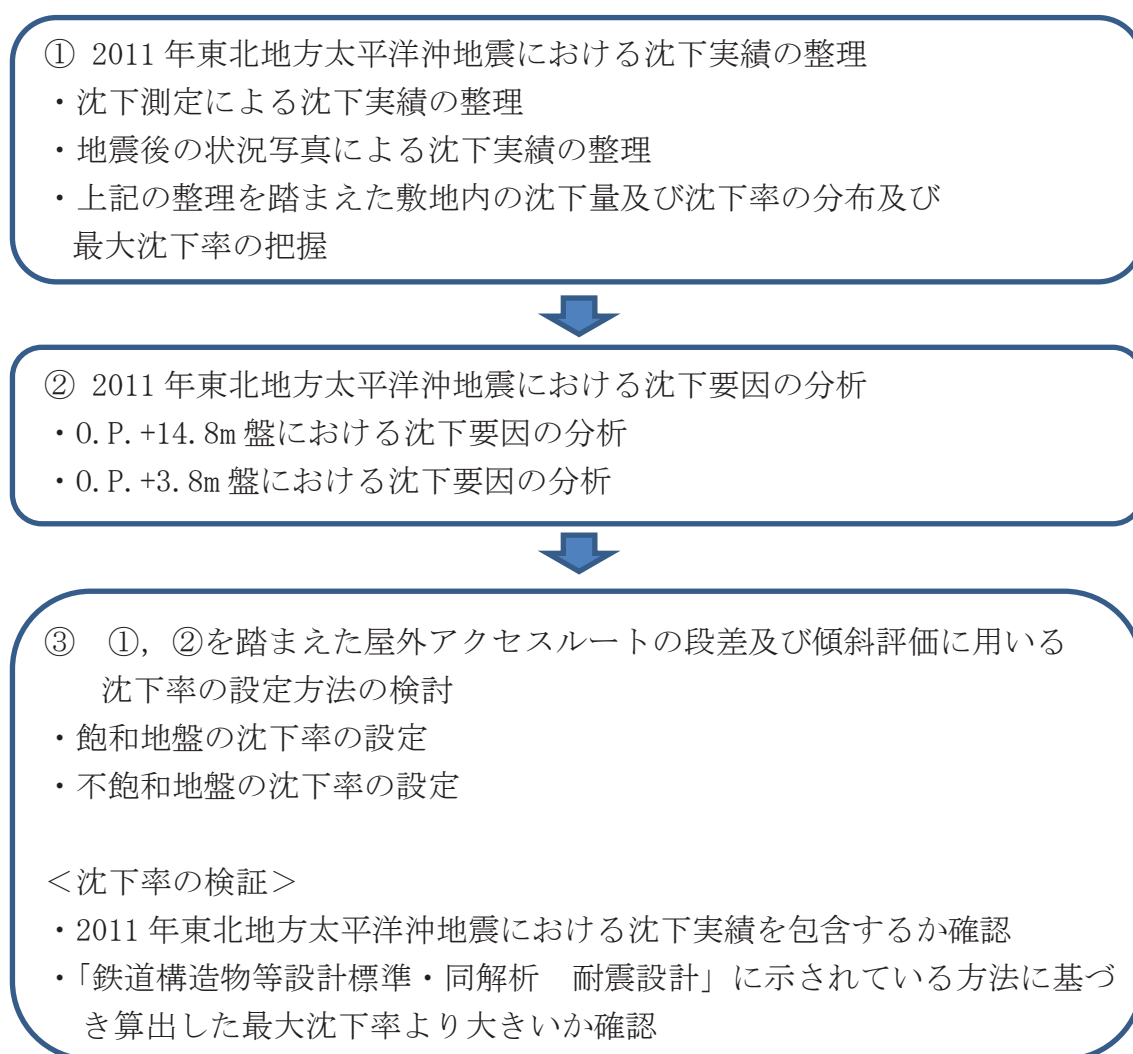


## 屋外アクセスルートの段差及び傾斜評価に用いる沈下率の設定方法について

## 1. 概要

2011年東北地方太平洋沖地震によって、女川原子力発電所の構内には不等沈下が生じたことが確認されている。屋外アクセスルートの地震時の段差及び傾斜評価するにあたり、沈下率を設定する必要があることから、2011年東北地方太平洋沖地震による沈下実績の整理及び沈下要因の分析を行い、その結果を評価に反映する。検討フローを第1図に示す。



第1図 屋外アクセスルートの段差及び傾斜評価に用いる沈下率の設定

## 2. 2011年東北地方太平洋沖地震における女川原子力発電所の沈下実績の整理

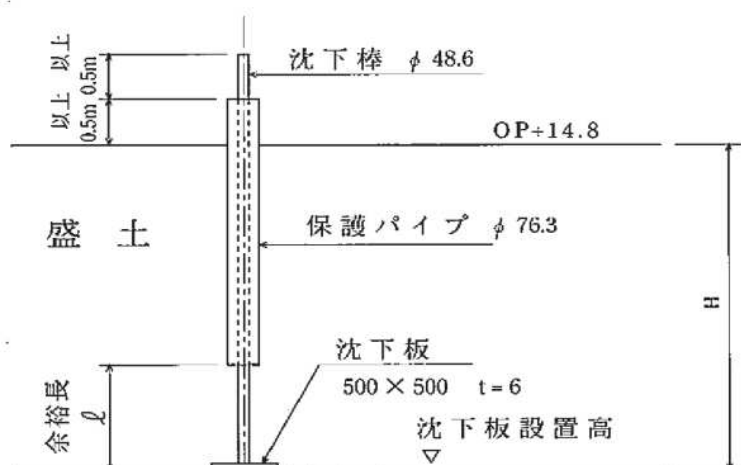
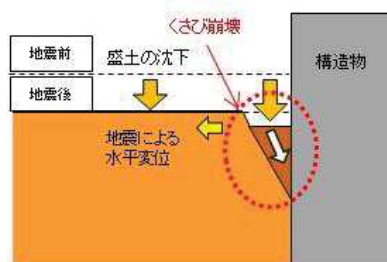
### (1) 沈下測定による沈下実績

建屋や地上構造物近傍では、地震時にくさび崩壊<sup>\*</sup>に伴う沈下が発生することが想定され、建屋等に接続されている非岩着のトレンチ等が沈下することで被害が生じる可能性がある。このような被害の状況を事前に把握するため、建屋や地上構造物近傍に沈下棒を設置し、沈下測定を実施している。

沈下棒の構造は第2図のとおりであり、沈下棒の天端部の標高を測定することにより、沈下板の下に存在する盛土や旧表土の沈下量を計測するものである。

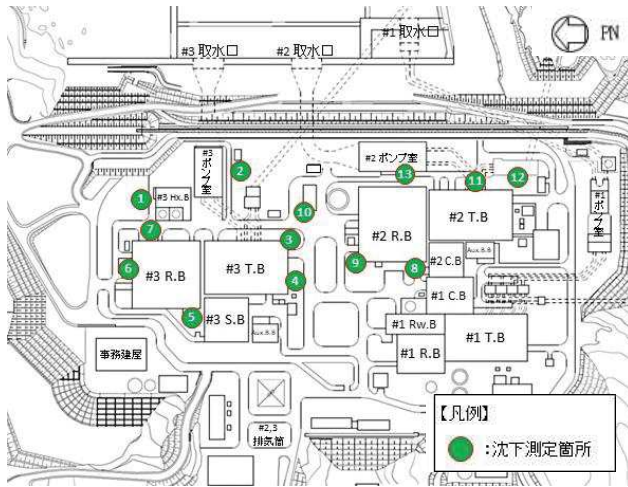
2011年東北地方太平洋沖地震における女川原子力発電所の沈下実績を第3図に示す。なお、沈下率については、計測した沈下量を沈下板の下に存在する盛土及び旧表土の層厚で除すことにより算出した。測定箇所13地点の平均沈下率は0.87%であり、最大沈下率は1.21%であった。実績沈下量の測定は、2011年東北地方太平洋沖地震前後の2月8日と3月27、28日に実施しており、当該地震の影響による沈下量を把握できている。

<sup>\*</sup> くさび崩壊とは、構造物と周囲地盤の相対変位に起因する主働状態で生じるすべり破壊をいう。



第2図 沈下棒の構造

2011年東北地方太平洋沖地震（平成23年3月11日）  
における沈下実績値



No.	沈下量	沈下率
1	15.0cm	0.93%
2	18.0cm	0.93%
3	4.3cm	0.18%
4	9.3cm	0.79%
5	11.5cm	1.00%
6	8.8cm	0.50%
7	30.1cm	1.18%
8	20.9cm	1.21%
9	15.7cm	0.76%
10	14.9cm	1.02%
11	10.8cm	0.84%
12	7.1cm	1.15%
13	19.8cm	0.82%

平均沈下率	<b>0.87%</b>
-------	--------------

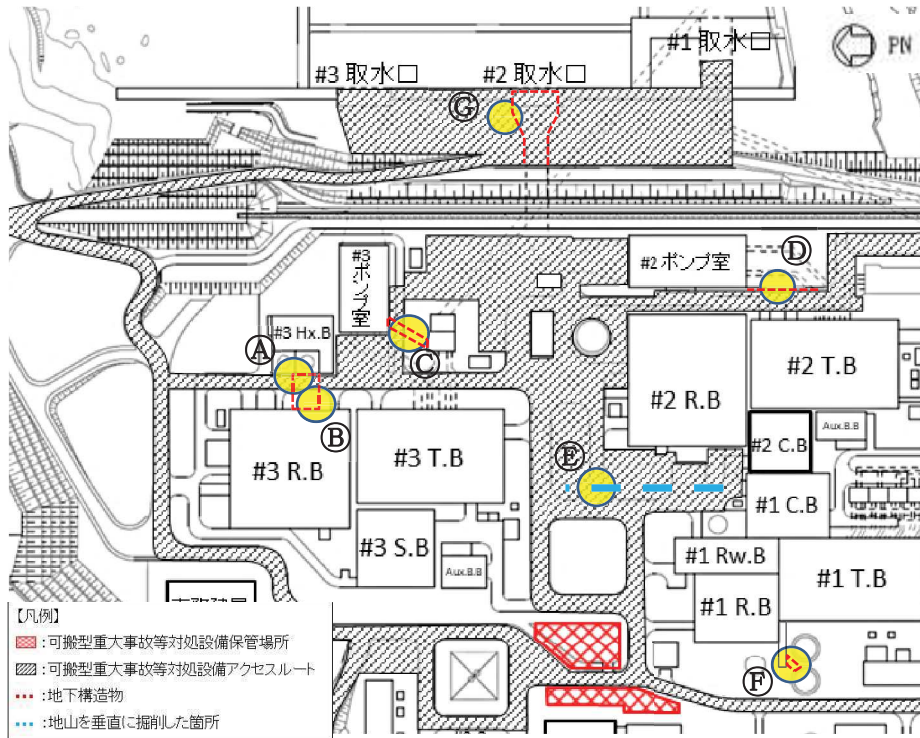
第3図 2011年東北地方太平洋沖地震における女川原子力発電所の沈下実績

(2) 地震後の状況写真による沈下実績

a. 地震後に顕著な沈下が確認された箇所への整理

2011年東北地方太平洋沖地震後に顕著な沈下が確認された箇所は第4図に示す7箇所であった。各沈下の状況の詳細を第5図～第9図に示す。

写真から推定される沈下量及び沈下率を第1表に示す。推定される最大沈下率は1.28%であった。

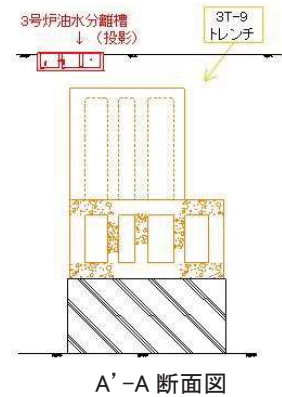
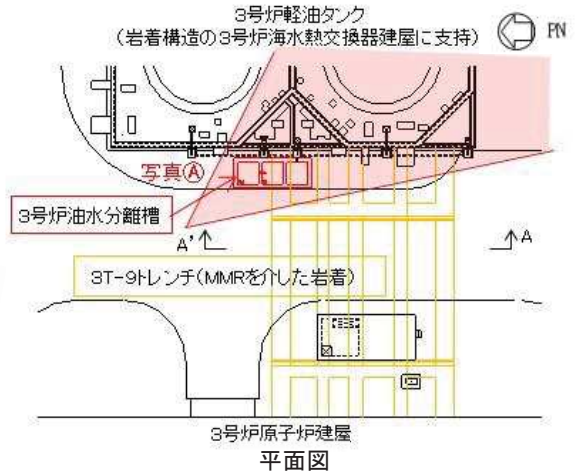


第4図 2011年東北地方太平洋沖地震における沈下発生箇所





写真① 沈下発生状況



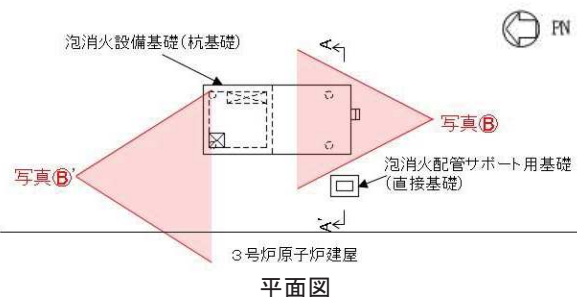
構内道路及び3号炉油水分離槽【平成 23 年 3 月 12 日撮影】

- 3号炉油水分離槽は、3T-9トレンチ(MMR を介して岩着)の近傍に位置している。そのため、3T-9トレンチに近い側と遠い側で沈下量が異なり、3号炉油水分離槽は写真のように傾いたと考えられる。
- 沈下量は写真の油水分離槽の奥の基礎から約 35cm と推定される。

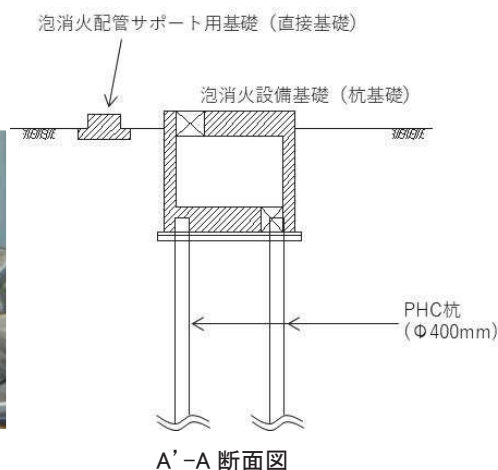
第 5 図 2011 年東北地方太平洋沖地震における沈下発生状況 (1 / 5)



写真⑥ 沈下発生状況



写真⑥' 沈下発生状況



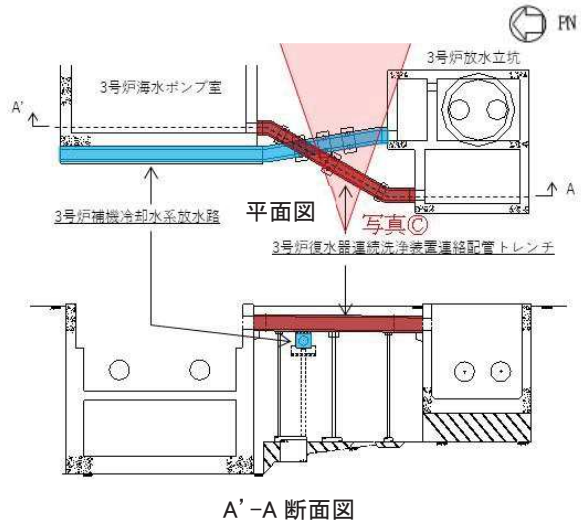
3号炉泡消火設備基礎【平成 23 年 3 月 20 日撮影】

- 3号炉泡消火設備基礎は杭基礎構造(MMR を介して岩着)であるため、周辺の埋戻し部のみが沈下している(写真⑥)。
- 写真⑥では基礎に敷設されている配管が3号炉原子炉建屋側に向かって下がっている状況が確認される。これは、3号炉泡消火設備基礎から3号炉原子炉建屋の中間にサポート部材があり、その基礎が岩着していないため沈下したことにより生じたものであり、3号炉泡消火設備基礎が浮き上がったものではない。(写真⑥')
- 3号炉泡消火設備周辺の沈下量は写真から約 40cm と推定される。

第 6 図 2011 年東北地方太平洋沖地震における沈下発生状況 (2 / 5)



写真㉓ 沈下発生状況

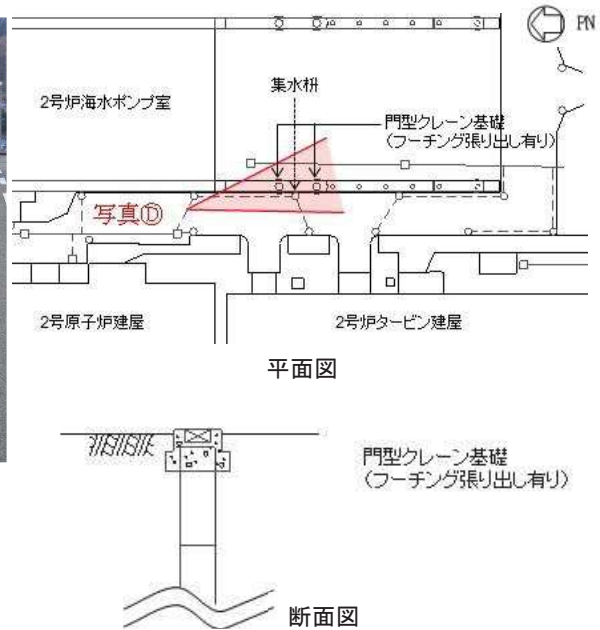


構内道路【平成 23 年 3 月 12 日撮影】(3号炉海水ポンプ室脇から海側を撮影)

- 構内道路を横断して杭基礎構造の3号炉復水器連続洗浄装置連絡配管トレンチが埋設されているため、周辺の埋戻し部との境界で段差が生じたと考えられる。
- 沈下量は写真右側の側溝から約 15cm と推定される。



写真㉔ 沈下発生状況



構内道路【平成 23 年 3 月 12 日撮影】(2号炉海水ポンプ室付近から1号炉海水ポンプ室方向を撮影)

- 門型クレーン基礎の一部に杭フーチングが張り出している箇所があり、L型側溝に不陸が生じている。
- フーチングの張り出し部の上部にある側溝は道路側に傾いていること、道路の白線にはほとんど不陸が生じていないことから、沈下量は約 15cm と推定される。

第 7 図 2011 年東北地方太平洋沖地震における沈下発生状況 (3 / 5)



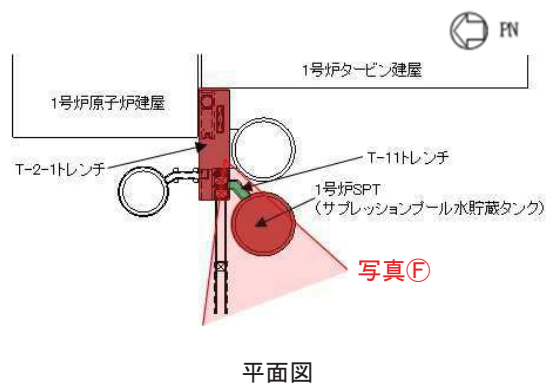


構内道路【平成 23 年 3 月 12 日撮影】(2号炉原子炉建屋脇から山側を撮影)

- 敷地の盛土の分布範囲から、写真手前側は埋戻し部(盛土)が分布している範囲であり、写真奥側は切土の範囲であることから、盛土層厚の違いによって段差が生じたものと考えられる。
- 沈下量は写真のアスファルト舗装の段差から約 10cm と推定される。



写真㊦ 沈下発生状況



1号炉 SPT・T-11 トレンチ【平成 23 年 3 月 12 日撮影】

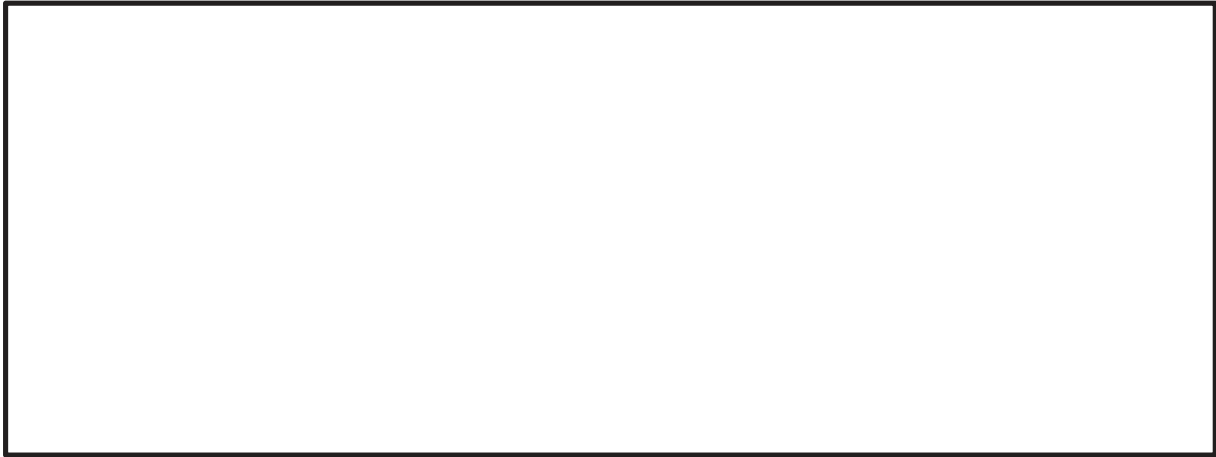
- 1号炉 SPT は杭基礎、T-2-1トレンチは MMR を介して岩着しているが、写真中央の T-11 トレンチは岩着していない構造であるため、T-11 トレンチのみ沈下し、1号炉 SPT 及び T-2-1トレンチとの接続部において段差が生じたと考えられる。
- 沈下量は右側の写真のタンク基礎が露出した部分から約 15cm と推定される。

地震後の状況【平成 29 年 5 月 24 日撮影】



第 8 図 2011 年東北地方太平洋沖地震における沈下発生状況 (4 / 5)

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



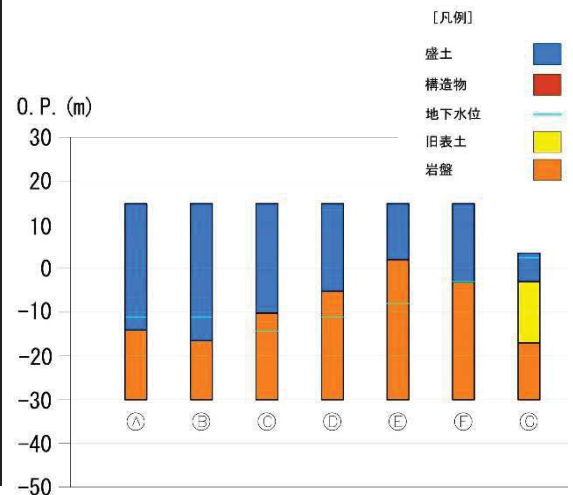
2号炉取水口付近【平成 23 年 3 月 15 日撮影】

- 2号炉取水口付近は、津波により浸水したため、地震による影響（液状化、噴砂等）の有無を確認することはできない。なお、道路に生じている段差は岩着している取水口と埋戻土（盛土）の境界であり、道路上に確認される砂については、津波によって巻き上げられた海砂が堆積したものと考えられる。
- 沈下量は写真の2号炉取水口（鉄筋コンクリート造）とアスファルト舗装の境界部に発生している段差から約 20cm と推察される。

第 9 図 2011 年東北地方太平洋沖地震における沈下発生状況（5 / 5）

第 1 表 2011 年東北地方太平洋沖地震における段差発生箇所の推定沈下量及び沈下率

段差発生箇所	沈下量	沈下率
①	約 35cm	1.21%
②	約 40cm	1.28%
③	約 15cm	0.60%
④	約 15cm	0.75%
⑤	約 10cm	0.78%
⑥	約 15cm	0.84%
⑦	約 20cm	0.87%



枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

b. その他の敷地内の状況について

前項に示している地震後に顕著な沈下が確認された7地点を除き、敷地内においては第10図、第11図に示すように不等沈下に伴う大きな変状は確認されていない。

第10図に示す写真A及びBは1号炉と3号炉に挟まれているエリアであり、構内道路や緑地帯には大きな変状は確認されず、車両の通行に支障を及ぼすことはなかった。

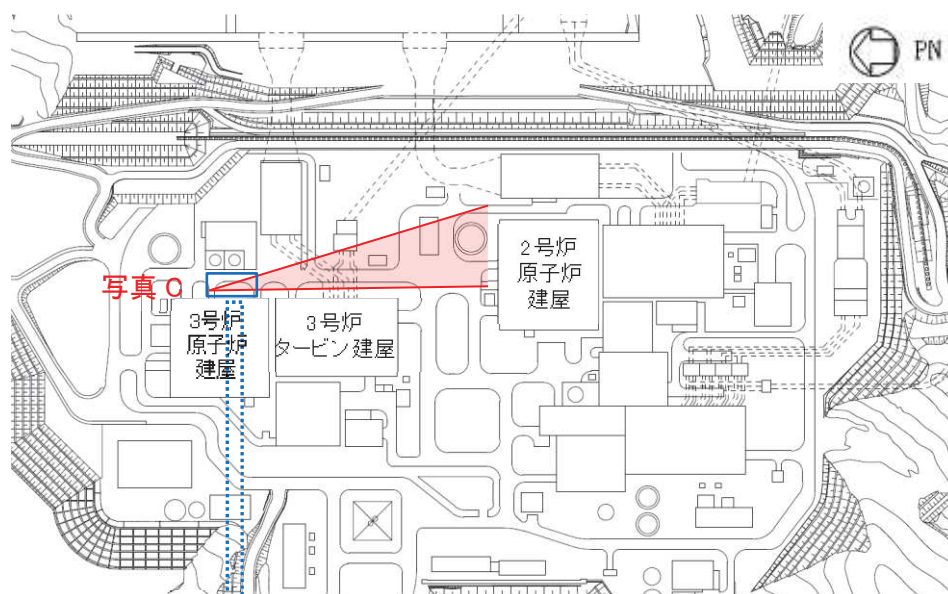
第11図に示す写真Cは3号炉の原子炉建屋及びタービン建屋の東側のエリアであり、構内道路には大きな変状は確認されず、車両の通行に支障を及ぼすことはなかった。



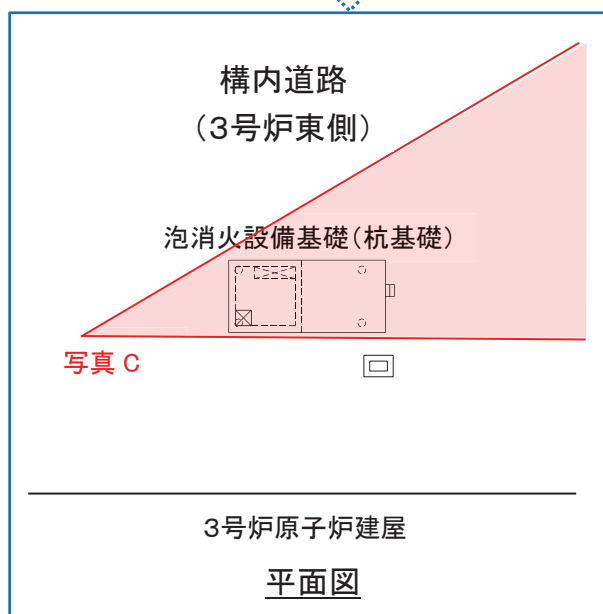
第10図 2011年東北地方太平洋沖地震後の状況写真（3号炉南側）

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。





拡大



写真C:地震後の状況【平成23年3月12日撮影】

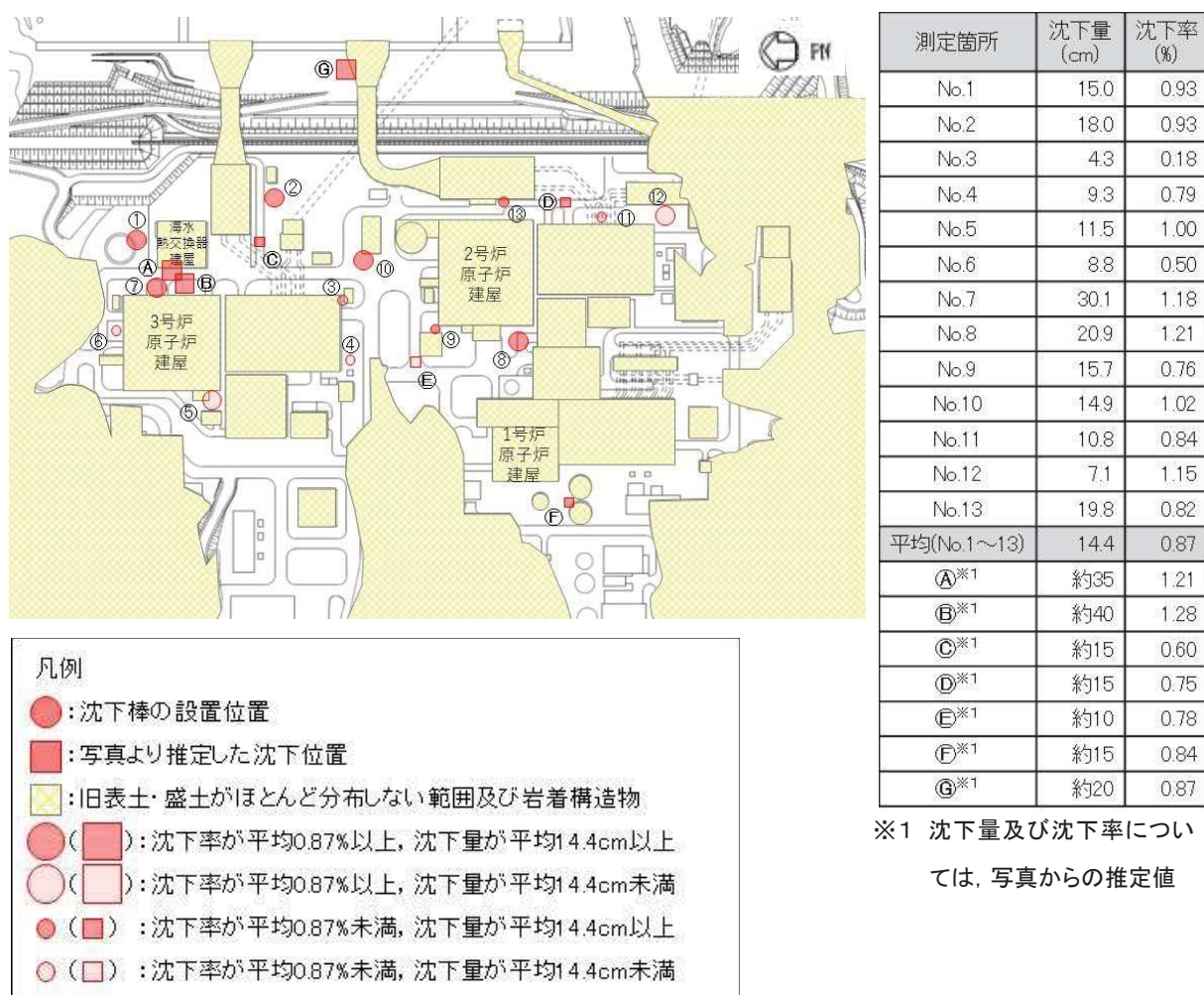
第11図 2011年東北地方太平洋沖地震後の状況写真 (3号炉東側)

(3) 2011年東北地方太平洋沖地震による沈下量及び沈下率の分布について

地震後の沈下棒による沈下測定箇所及び顕著な沈下が確認された箇所の沈下量及び沈下率を第12図に示す。また、第13図に上記の沈下実績をもとに作成した沈下率及び沈下量の分布図を示す。

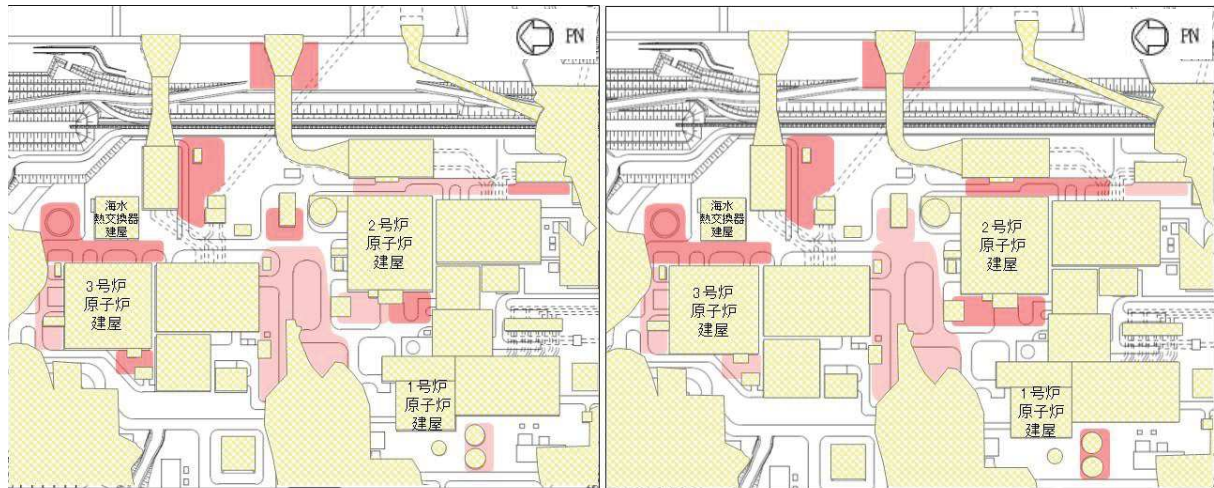
沈下棒による沈下測定や写真による状況確認により、2011年東北地方太平洋沖地震による敷地内の沈下を網羅的に捉えている。

敷地内の最大沈下率は3号炉原子炉建屋と海水熱交換器建屋に挟まれたエリアで得られており、1.28%であった。次項にて沈下の要因分析を実施したうえで、屋外アクセスルートの段差及び傾斜評価に用いる沈下率は、2011年東北地方太平洋沖地震の沈下実績値（最大1.28%）を包含することを確認する。



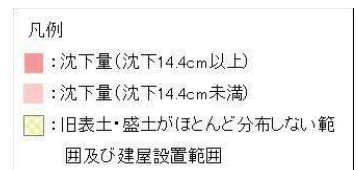
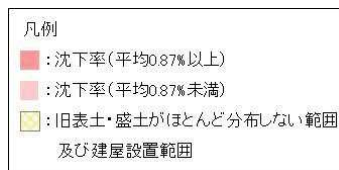
※1 沈下量及び沈下率については、写真からの推定値

第12図 地震後の沈下棒による沈下測定箇所及び顕著な沈下が確認された箇所の沈下量と沈下率



敷地内の沈下分布図(沈下率で整理)

敷地内の沈下分布図(沈下量で整理)



※ 白抜き箇所は沈下量を測定していないため、沈下量の想定が困難なエリア

第 13 図 2011 年東北地方太平洋沖地震における沈下率及び沈下量の分布

### 3. 2011 年東北地方太平洋沖地震における女川原子力発電所の沈下要因

#### (1) 沈下測定箇所 (O. P. +14. 8m 盤) の沈下要因

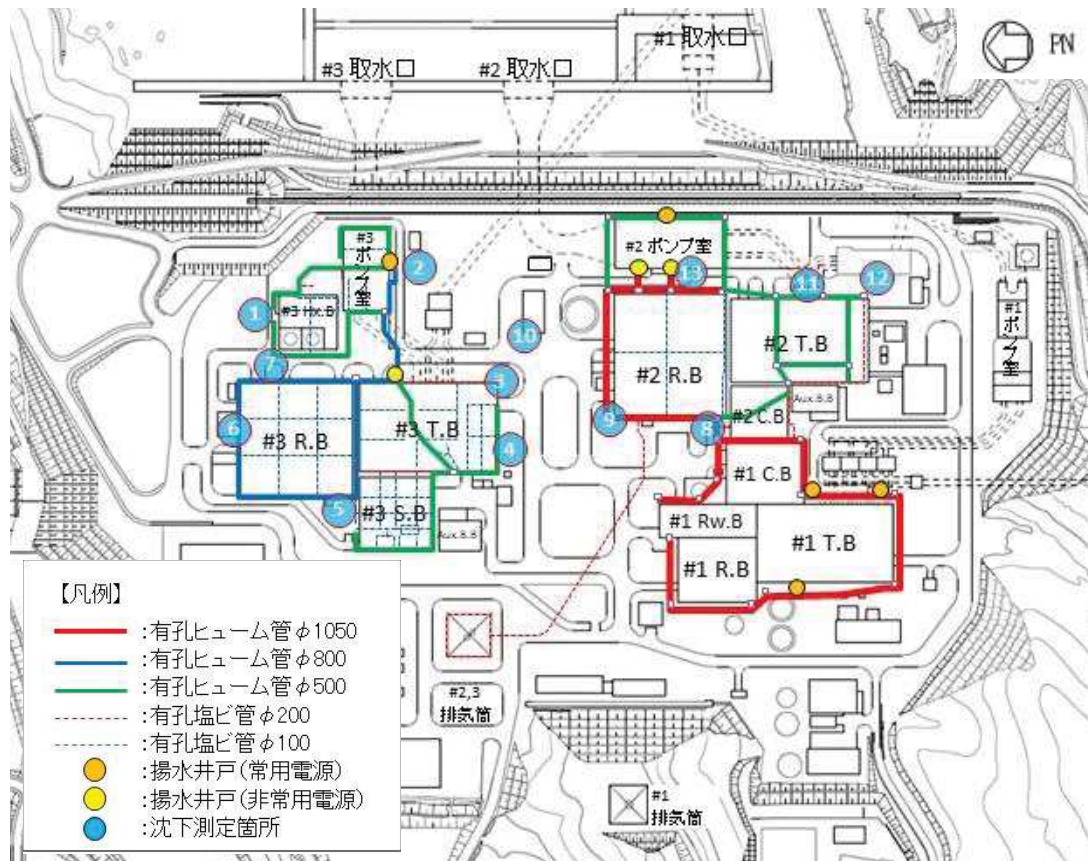
沈下測定箇所の沈下要因としては、建屋近傍での計測であることから、建屋近傍のくさび崩壊に伴う沈下の成分を含む可能性があり、その他の要因として、不飽和地盤の繰り返しせん断に伴う沈下及び飽和地盤の過剰間隙水圧の消散に伴う沈下が考えられる。

2011 年東北地方太平洋沖地震による液状化の有無の検討については、地震応答解析により液状化に対する抵抗率 ( $F_L$ ) を確認することで液状化判定を行う。

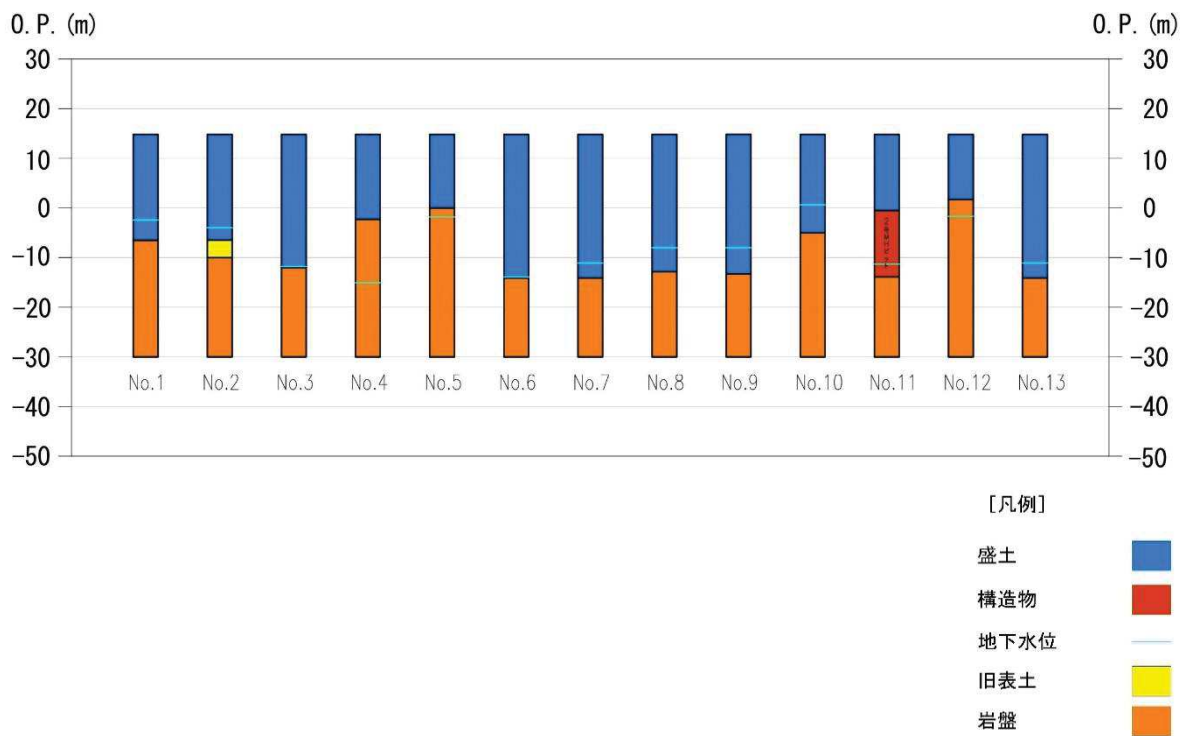
第 14 図に沈下測定箇所と地下水位低下設備の配置を示し、第 15 図に沈下測定箇所の地質構成を示す。沈下測定箇所のうち No. 10 以外の地点は地下水位低下設備の近傍にあるため地下水位が低くなっており、地下水位以浅の盛土厚が最も薄く有効上載圧が最も小さくなる No. 10 を検討地点とした。沈下測定箇所の液状化判定の対象とする地震動は、女川原子力発電所で観測された敷地岩盤上部 (O. P. - 8. 6m) の地震波から表層の影響を除去したはざとり波とし、地震応答解析の解析コードは「microSHAKE/3D ver. 2. 3」とする。

解析の結果を第 16 図に示す。地下水位以深の飽和地盤の液状化に対する抵抗率 ( $F_L$ ) は 1.0 を上回っており、液状化はしていなかったと考えられる。よって、沈下測定箇所 (O. P. +14. 8m 盤) の沈下の要因は、不飽和地盤の揺すり込み沈下であると判断される。

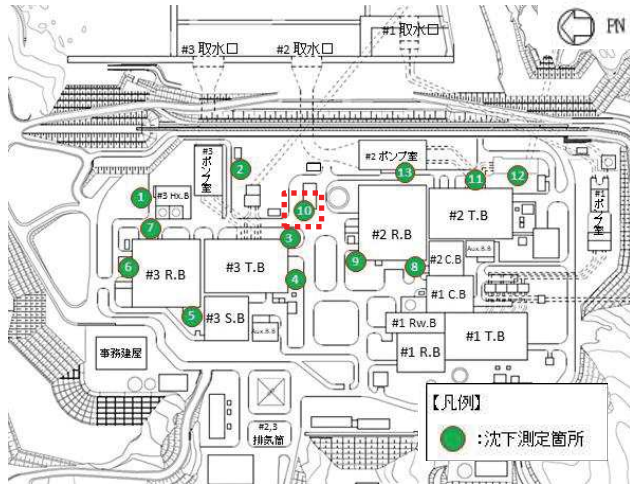




第 14 図 地下水位低下設備の配置状況



第 15 図 沈下測定箇所の地質構成



地下水位→

高さ O.P.(m)	層名称	$F_L$
14.800	盛土	-
13.450		-
12.464		-
11.478		-
10.492		-
9.506		-
8.520		-
7.534		-
6.548		-
5.562		-
4.576		-
3.590		-
2.604		-
1.618	-	
0.632	1.94	
-0.285	2.01	
-1.202	2.08	
-2.119	2.15	
-3.953	2.31	
-4.870	2.39	
-5.788	2.47	

第 16 図 No. 10 地点の液状化抵抗率 ( $F_L$ )



(2) O. P. +3.5m 盤の沈下要因

O. P. +3.5m 盤は 2011 年東北地方太平洋沖地震の後に発生した津波により浸水を受けた場所（女川原子力発電所で観測された津波高さは O. P. 約+13m）であることから、液状化の痕跡である噴砂等は確認できなかった。そのため、O. P. +3.5m 盤の液状化の有無については、地震応答解析により液状化に対する抵抗率（ $F_L$ ）及び土質定数の低減係数（ $D_E$ ）を確認することにより判断した。液状化判定に用いる地震動は、女川原子力発電所で観測された敷地岩盤上部（O. P. -8.6m）の地震波から表層の影響を除去したはざとり波とし、地震応答解析の解析コードは「SHAKE ver. 1.6」とする。

解析の結果を第 17 図に示す。地下水位以深の飽和地盤の液状化に対する抵抗率（ $F_L$ ）は 1.0 を下回っており、土質定数の低減係数（ $D_E$ ）も 1 を下回る範囲が多い。よって、O. P. +3.5m 盤は過剰間隙水圧の消散に伴う沈下や有効応力の減少により地盤の剛性低下が生じていた可能性が高いと考えられる。

O. P. +3.5m 盤の沈下要因を踏まえ、海岸付近のアクセスルートの評価にあたっては、有効応力の減少に伴う海岸方向への地盤の変状を考慮するため、二次元有効応力解析を実施し、通行性を確認する。

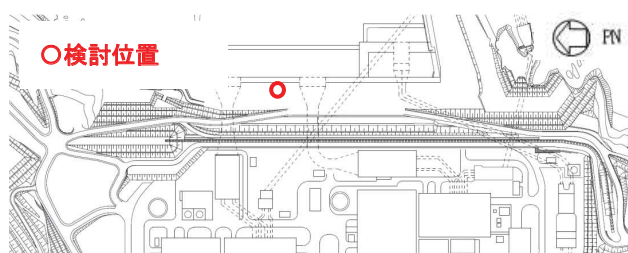


表-8.2.1 土質定数の低減係数  $D_E$

$F_L$ の範囲	現地盤面からの深度 $x$ (m)	動的せん断強度比 $R$			
		$R \leq 0.3$		$0.3 < R$	
		レベル 1 地震動に対する照査	レベル 2 地震動に対する照査	レベル 1 地震動に対する照査	レベル 2 地震動に対する照査
$F_L \leq 1/3$	$0 \leq x \leq 10$	1/6	0	1/3	1/6
	$10 < x \leq 20$	2/3	1/3	2/3	1/3
$1/3 < F_L \leq 2/3$	$0 \leq x \leq 10$	2/3	1/3	1	2/3
	$10 < x \leq 20$	1	2/3	1	2/3
$2/3 < F_L \leq 1$	$0 \leq x \leq 10$	1	2/3	1	1
	$10 < x \leq 20$	1	1	1	1

道路橋示方書・同解説（V耐震設計編）（社）日本道路協会，平成 14 年 3 月 p125 より抜粋）

地下水位→

高さ O.P.(m)	層名称	$F_L$	$D_E$
3.500	盛土	-	-
2.500		-	-
1.500		-	-
0.400		1.01	-
-0.320		0.94	1
-1.040	旧表土	0.50	2/3
-2.040		0.49	2/3
-3.040		0.49	2/3
-3.978		0.50	2/3
-4.978		0.52	2/3
-5.978		0.54	2/3
-6.978		0.56	2/3
-7.978		0.59	2/3
-8.978		0.62	2/3
-9.978		0.66	2/3
-10.978		0.69	1
-11.978		0.73	1
-12.978		0.77	1
-13.978		0.82	1
-14.978	0.86	1	
-15.978	0.90	1	

第 17 図 O. P. +3.5m 盤の液状化抵抗率（ $F_L$ ）及び土質定数の低減係数（ $D_E$ ）

#### 4. 屋外アクセスルートの段差及び傾斜評価に用いる沈下率の設定方法

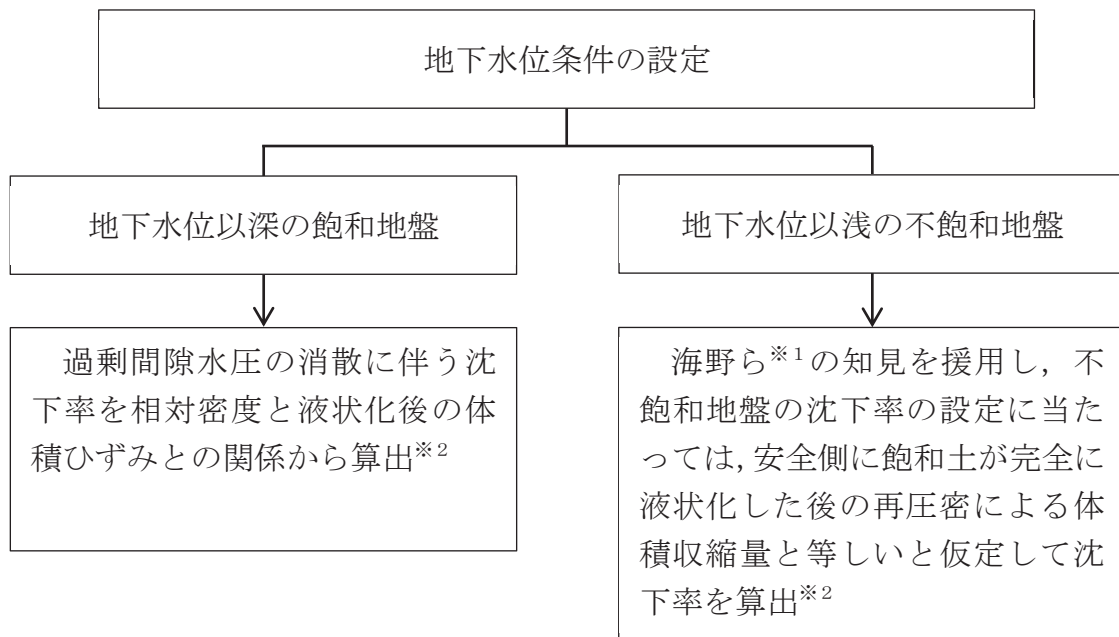
前項での沈下要因の分析の結果, 2011 年東北地方太平洋沖地震における沈下測定箇所 (O.P. +14.8m 盤) の沈下要因は揺すり込み沈下を主とし, 沈下の状況写真から顕著ではないが, 建屋や地上構造物近傍での計測であることからくさび崩壊の影響を含む可能性がある。

O.P. +3.5m 盤においては, 上記の要因に加えて, 飽和地盤の過剰間隙水圧の消散に伴う沈下も含まれる可能性がある。

分析結果を踏まえ, 屋外アクセスルートにおいては 2011 年東北地方太平洋沖地震より地震動が大きい基準地震動  $S_s$  での影響を評価することから, 地下水位以深の飽和地盤は液状化するものとして沈下率を設定し, 地下水位以浅の不飽和地盤は揺すり込み沈下が発生するものとして設定する。地下水位条件の設定については別紙 (37) に示す。

また, 屋外アクセスルートの段差及び傾斜評価に用いる沈下率は, 2011 年東北地方太平洋沖地震の沈下実績を包含することを確認する。

屋外アクセスルートにおける沈下率の設定のフローを第 18 図に示す。



※1 海野ら：同一繰返しせん断履歴における乾燥砂と飽和砂の体積収縮量の関係  
(平成 18 年 土木学会論文集 C Vol.62 )

※2 2011 年東北地方太平洋沖地震の実績沈下率を包含すること及び「鉄道構造物等設計標準・同解析 耐震設計」に示されている方法に基づき算出した沈下率より大きいことを確認する。

第 18 図 飽和地盤及び不飽和地盤の沈下率設定フロー

(1) 飽和地盤の液状化による沈下率の設定方法

飽和地盤（飽和盛土及び飽和旧表土）における過剰間隙水圧の消散に伴う沈下率を第 19 図に示す体積ひずみと液状化抵抗率の関係\*から算出する。

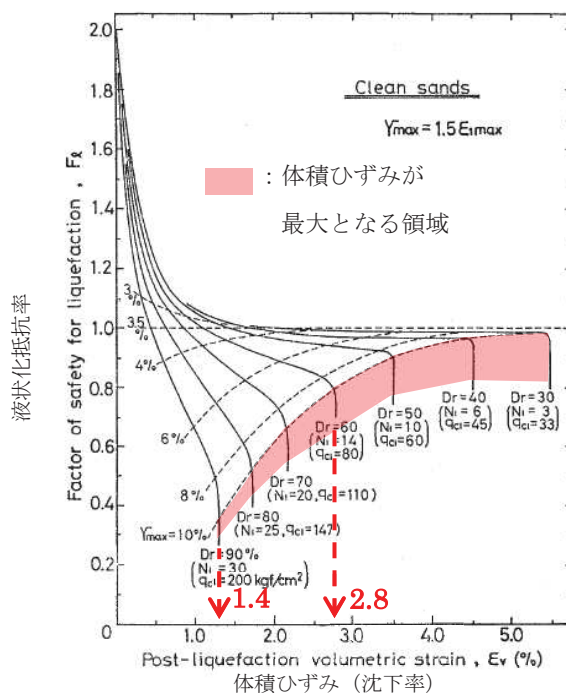
盛土の相対密度の調査位置及び調査結果を第 20 図及び第 2 表に示す。調査結果から沈下率の算出に用いる盛土の相対密度は保守的に 90%とする。

旧表土の相対密度の調査位置及び調査結果を第 21 図及び第 2 表に示す。調査結果から沈下率の算出に用いる旧表土の相対密度は保守的に 60%とする。

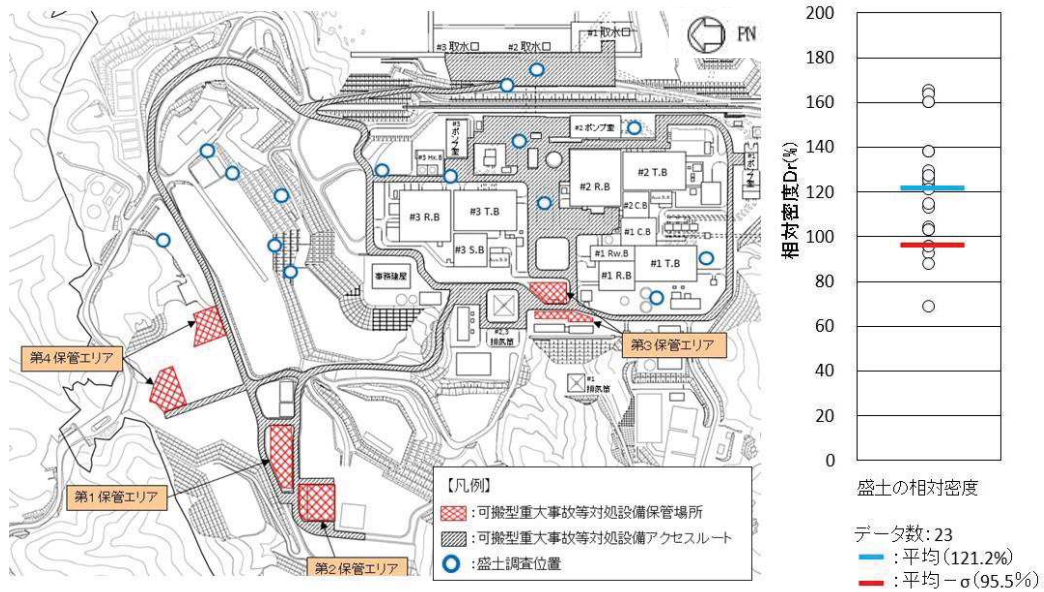
体積ひずみと液状化抵抗率の関係において、体積ひずみが最大となっている領域の飽和土は、完全に液状化した後の再圧密によって、粒子が再配列され間隙が最も小さくなった状態を示しており、地震時のせん断ひずみ履歴による体積圧縮の最大値を示していると考えられる。飽和地盤の沈下率は、液状化判定によらずこの完全に液状化した状態を想定し、盛土は 1.4%、旧表土は 2.8%とする。

体積ひずみと液状化抵抗率の関係から算出した沈下率は 2011 年東北地方太平洋沖地震における女川原子力発電所の沈下実績（最大沈下率推定 1.28%）を包含することから、屋外アクセスルートにおける地下水位以深の飽和地盤の沈下率は盛土 1.4%、旧表土は 2.8%と設定する。

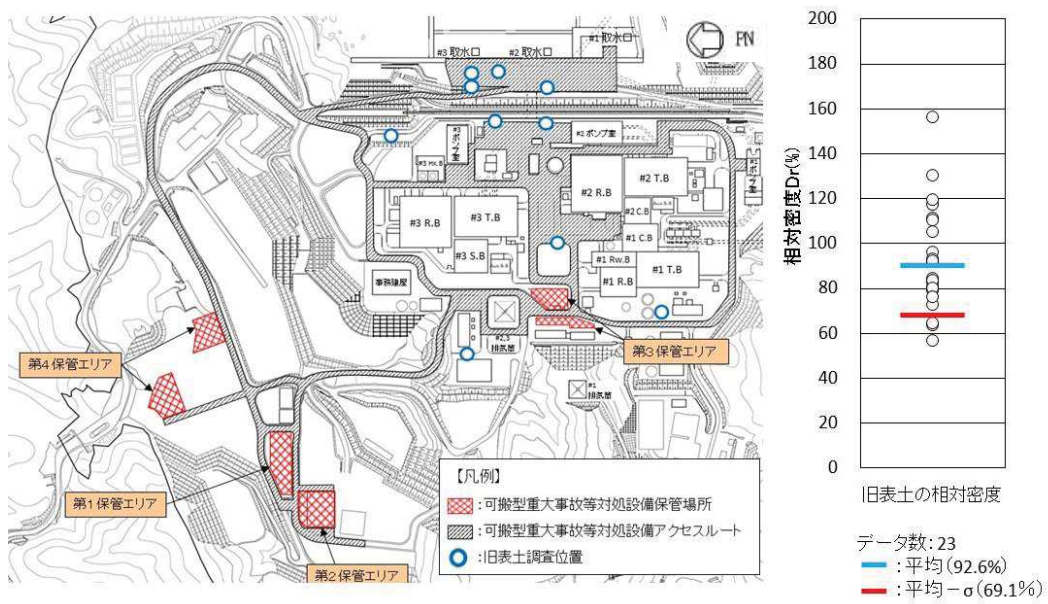
※ 石原ら：Evaluation Of Settlements In Sand Deposits Following Liquefaction During Earthquakes（平成4年 Soils and Foundations Vol.32）



第 19 図 体積ひずみと液状化抵抗率の関係



第 20 図 盛土の相対密度調査位置図及び調査結果



第 21 図 旧表土の相対密度調査位置図及び調査結果

第 2 表 盛土及び旧表土の相対密度の調査結果

地 層	相対密度 (%)	
	平均値	平均値-1 $\sigma$
盛土	121.2	95.5
旧表土	92.6	69.1



## (2) 不飽和地盤の揺すり込みによる沈下率の設定方法

海野ら<sup>※</sup>によると繰返しせん断による体積収縮量は応力履歴に依存せず、せん断ひずみ履歴により決定され、同一のせん断ひずみ履歴を与えると不飽和地盤と飽和地盤の体積収縮量は等しくなることが示されている。

この知見を援用し、不飽和地盤の沈下率の設定に当たっては、安全側に飽和地盤が完全に液状化した後の再圧密による体積収縮量と等しいと仮定して盛土は1.4%、旧表土は2.8%とする。

海野らの知見を援用した沈下率（盛土1.4%、旧表土2.8%）は2011年東北地方太平洋沖地震における女川原子力発電所の沈下実績（最大沈下率推定1.28%）を包含している。

「鉄道構造物等設計標準・同解析 耐震設計」に示されている揺すり込み沈下量の算出方法を用いて基準地震動  $S_s$  における沈下率を算出した結果、最大沈下率は盛土0.24%、旧表土0.48%であった（別添-1）。よって、海野らの知見を援用した沈下率（盛土1.4%、旧表土2.8%）は、「鉄道構造物等設計標準・同解析耐震設計」に示されている方法に基づき算出した沈下率より大きいことを確認している。

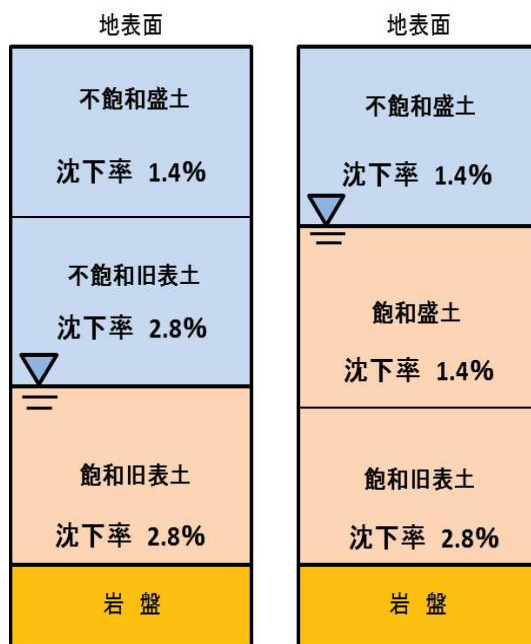
以上より、屋外アクセスルートにおける地下水位以浅の不飽和地盤の沈下率は盛土1.4%、旧表土は2.8%と設定する。

※ 海野ら：同一繰返しせん断履歴における乾燥砂と飽和砂の体積収縮量の関係  
（平成18年 土木学会論文集C Vol.62）

## 5. 屋外アクセスルート の段差及び傾斜評価に用いる沈下率

前項までの検討により屋外アクセスルート の段差及び傾斜評価に用いる沈下率は第 22 図に示すとおりとする。

- ・地下水位以深の飽和地盤の沈下率は盛土 1.4%，旧表土は 2.8%と設定
- ・地下水位以浅の不飽和地盤の沈下率は盛土 1.4%，旧表土は 2.8%と設定



第 22 図 屋外アクセスルート の沈下率設定図



## 「鉄道構造物等設計標準・同解析 耐震設計」を用いた沈下率の算出

「鉄道構造物等設計標準・同解析 耐震設計」に示されている揺すり込み沈下量の算出方法を用いて沈下率を算出する。沈下量算出時の地震応答解析は解析コード「SHAKE Ver. 1.6」を使用する。

(2) 地盤の揺すり込み沈下量 ( $S_g$ ) の算定法

地盤の揺すり込みによる沈下量は、簡便には以下の手順で求められる。

- ① 「5.7.3 地盤の動的解析法」に基づき地震応答解析を行い、地中における水平方向の最大応答変位分布を求める。地震応答解析によらない場合は、「6.4.2 地盤変位の算定」に基づき応答変位法で計算してもよい。
- ② 応答変位分布を基に、地中の深度方向に対するせん断ひずみ分布を算出する。
- ③ 各地層において地震前のせん断剛性  $G_{bef}$  が、地震中にせん断ひずみが増加した分だけ劣化したものと見なし、 $G-\gamma$  曲線から劣化した  $G_{aft}$  を求める。ここで  $G-\gamma$  曲線は実際の地盤からサンプリングした試料を用いて土質試験から定めるとよいが、困難な場合には、「付属資料 14-2」や他の規基準類<sup>3)</sup>などを参考に定めるとよい。
- ④ 地盤の深度方向  $z$  に対し、地震前のせん断剛性  $G_{bef}$  と、地震によって劣化した後のせん断剛性  $G_{aft}$ 、すなわち変形係数  $E_{bef}$  と  $E_{aft}$  を用いて、自重による沈下量を式 (解 14.3.7) によって求め、地震中に生じた盛土底面での残留変形量  $S_g$  を算出する。

$$S_g = \int_h^H \left( \frac{1}{E_{aft}(z)} - \frac{1}{E_{bef}(z)} \right) \sigma_v(z) dz \quad (\text{解 14.3.7})$$

ここに、 $z$ ：盛土上面から深度方向の距離

$H$ ：盛土上面から基盤層までの距離

$h$ ：盛土高さ

$\sigma_v$ ：鉛直応力

$E_{aft}$ ：地震後の変形係数

$E_{bef}$ ：地震前の変形係数

$$S_g = \int_0^H \left( \frac{1}{E_{aft}(z)} - \frac{1}{E_{bef}(z)} \right) \sigma_v(z) dz$$

沈下率 = 揺すり込み沈下量 ( $S_g$ ) / 不飽和地盤の層厚

ここで、 $S_g$ ： 揺すり込み沈下量 (mm)

$\sigma_v$ ： 鉛直応力 (N/mm<sup>2</sup>)

$H$ ： 盛土上面から基盤面までの距離 (mm)

$E_{bef}$ ： 地震前の変形係数 (N/mm<sup>2</sup>)

$z$ ： 盛土上面から深度方向の距離 (mm)

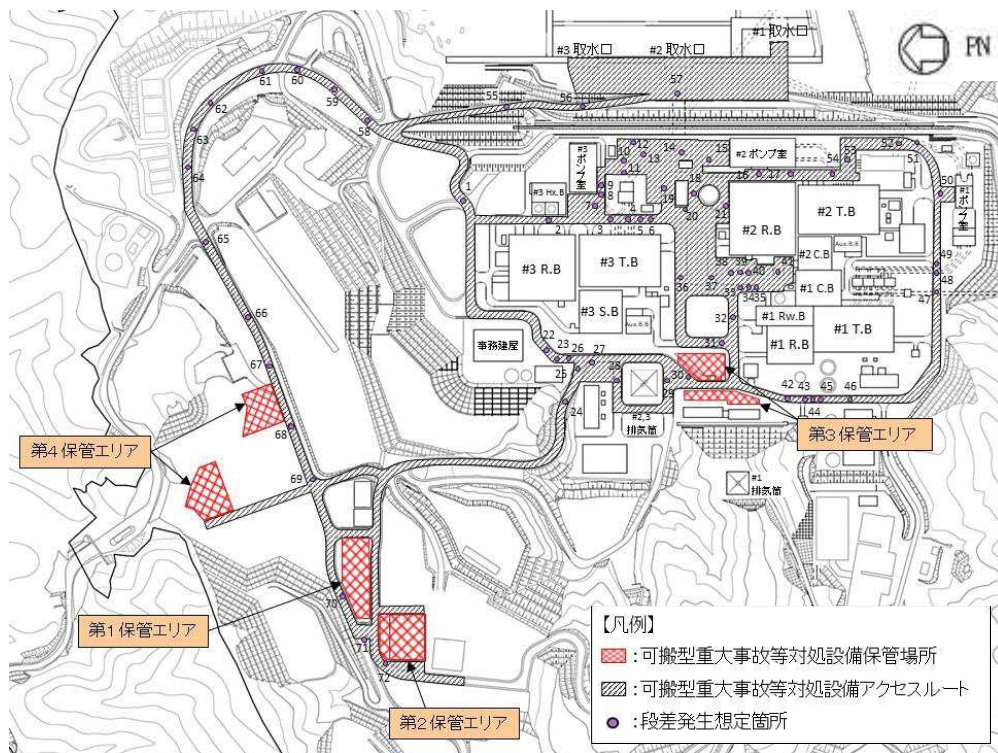
$E_{aft}$ ： 地震後の変形係数 (N/mm<sup>2</sup>)

解析を実施する箇所を選定については、第1図に示す段差発生想定箇所72地点（地下構造物と埋戻部との境界部）から抽出している。抽出した箇所の地質構成図を第2図に示す。

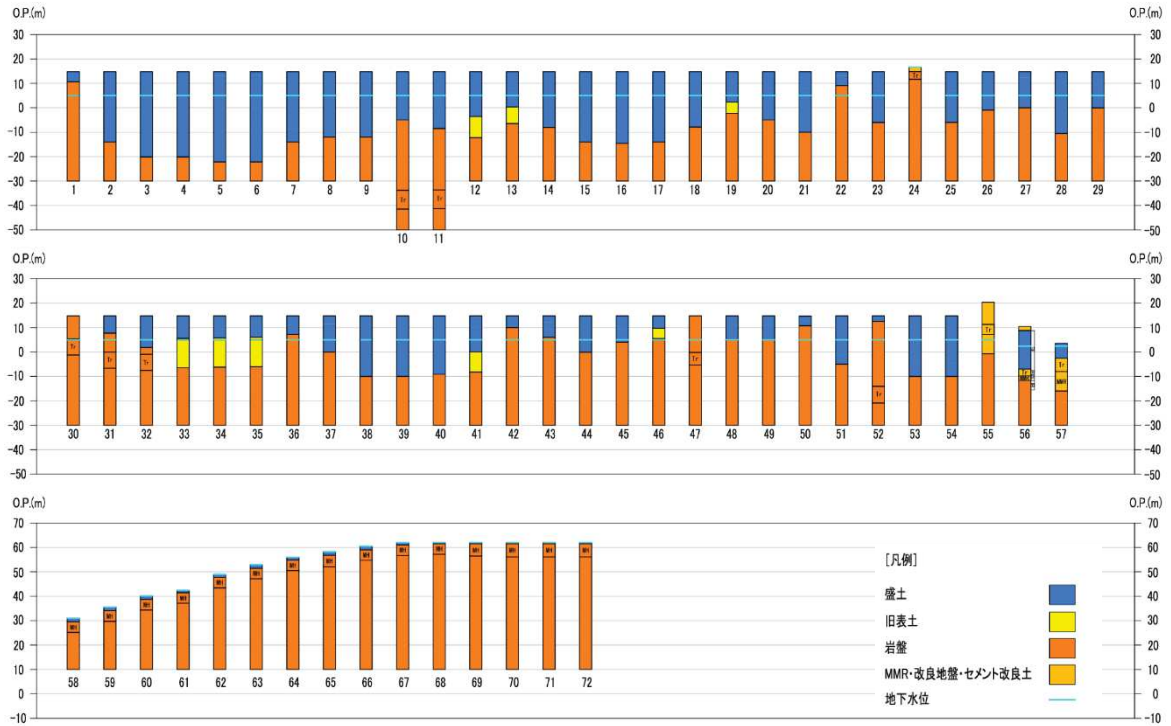
盛土や旧表土の層厚が地震時の応答に与える影響を網羅的に把握するため、盛土のみの地点を第3図に、旧表土を含む地点を第4図に整理した。第3図で整理した盛土のみの地点について、盛土の層厚が異なる3点（最も薄い箇所：No. 1，平均的な箇所：No. 25，最も厚い箇所：No. 6）を評価対象として選定した。また、第4図で整理した旧表土を含む地点について、旧表土の層厚が異なる3点（最も薄い箇所：No. 46，平均的な箇所：No. 41，最も厚い箇所：No. 34）を評価対象として選定した。なお、地下構造物が岩盤内に設置されている箇所は分類から除外している。

上記により選定した評価地点を第5図に、それぞれの解析モデルを第6図に示す。

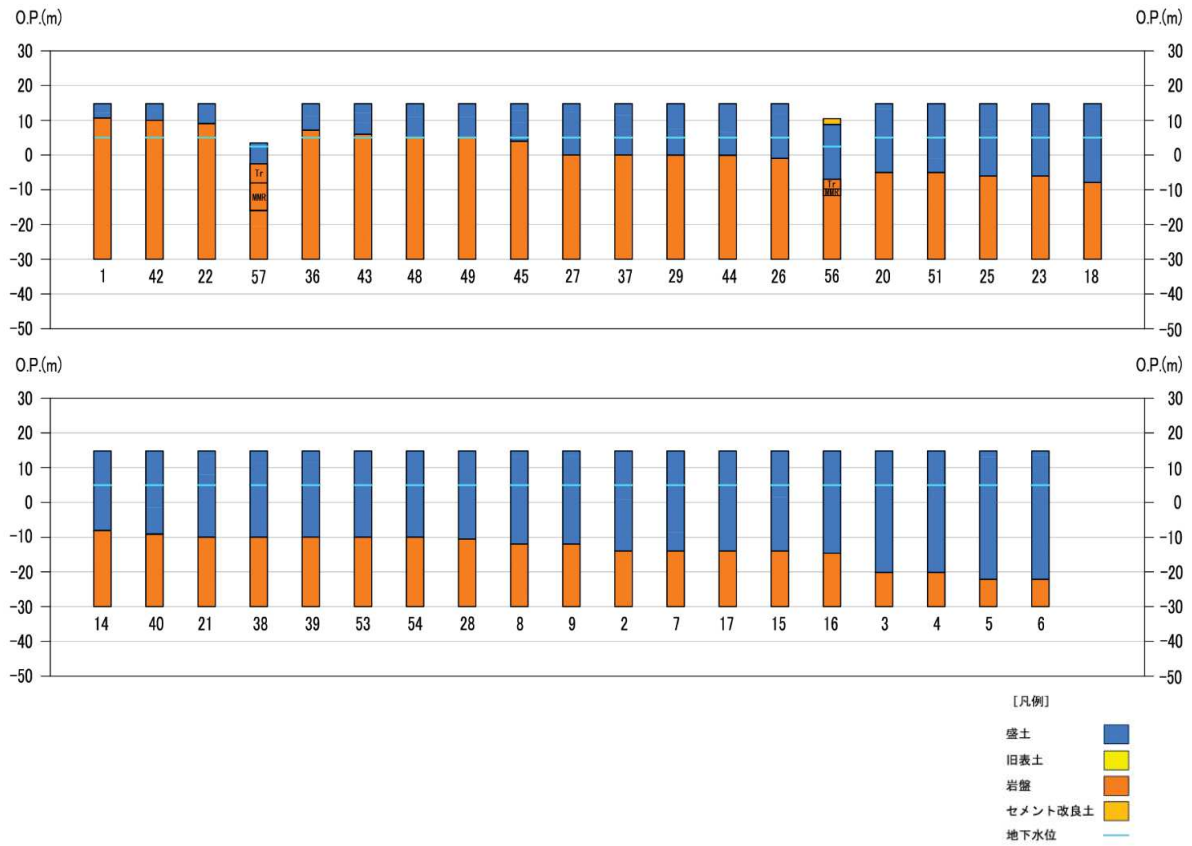
第1表に盛土及び旧表土の沈下率の算出結果を示す。基準地震動  $S_s$  を用いて算出した結果、盛土の最大沈下率は0.24%，旧表土の最大沈下率は0.48%となった。



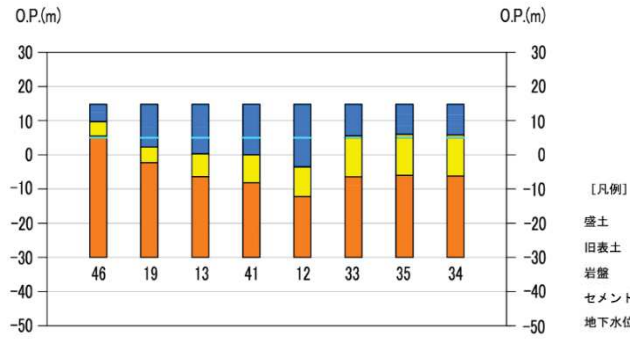
第1図 地下構造物と埋戻部との境界部の段差発生想定箇所



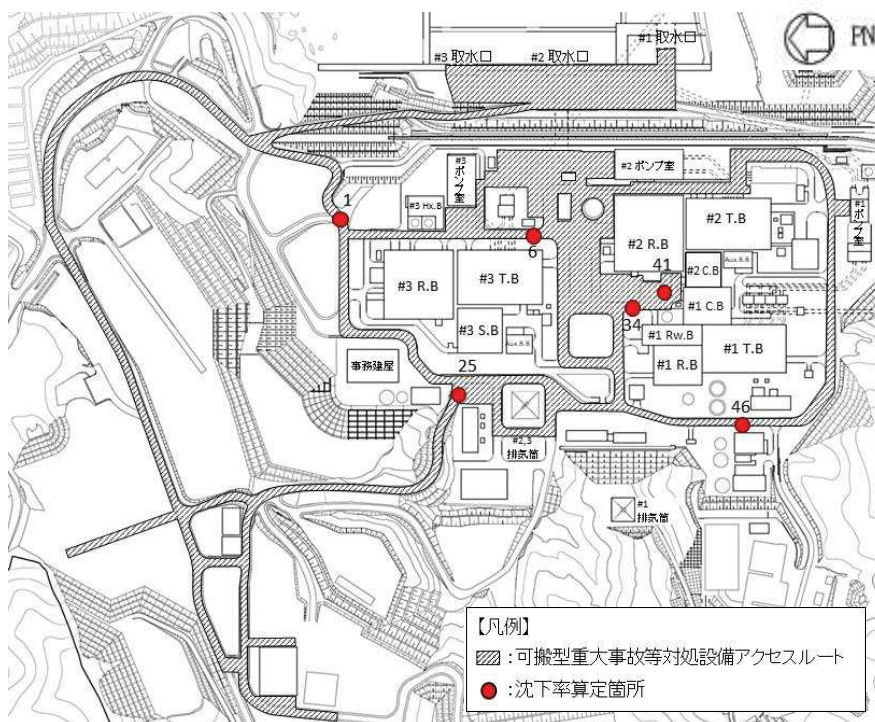
第2図 段差発生想定箇所の地質構成



第3図 盛土のみの地点の地質構成

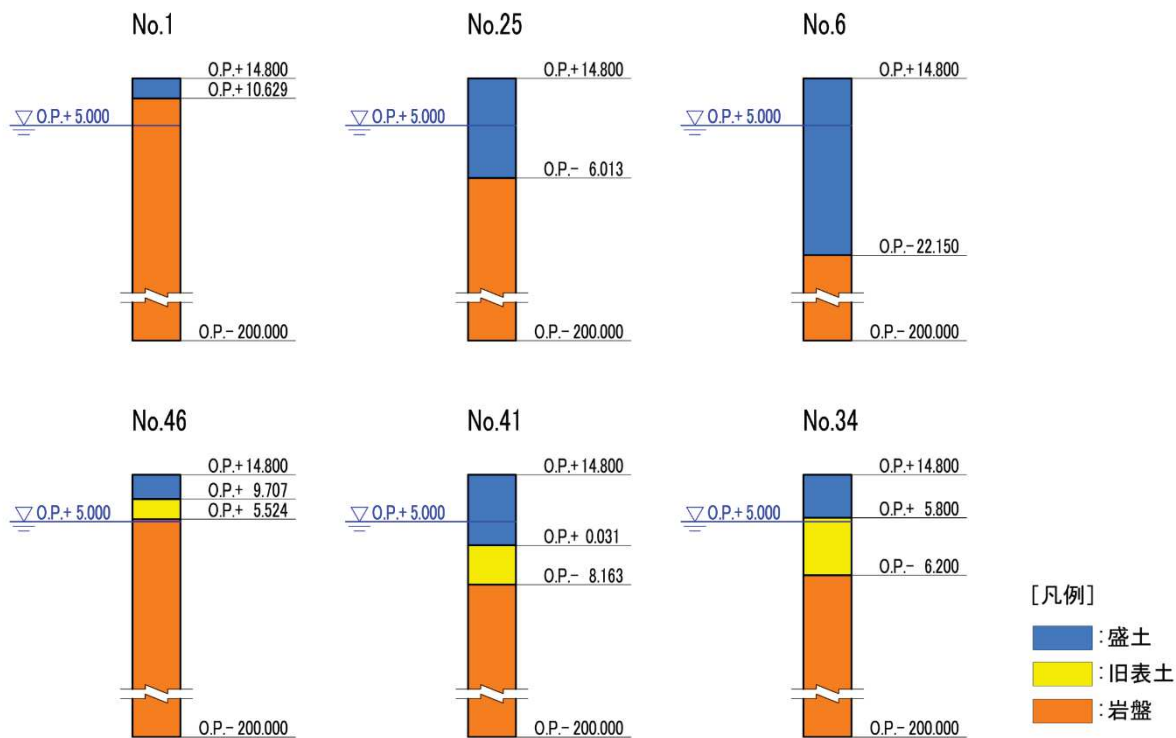


第4図 旧表土を含む地点の地質構成



第5図 不飽和地盤の揺すり込み沈下率の算出箇所





第 6 図 解析モデル図

第 1 表 揺すり込み沈下率の算出結果

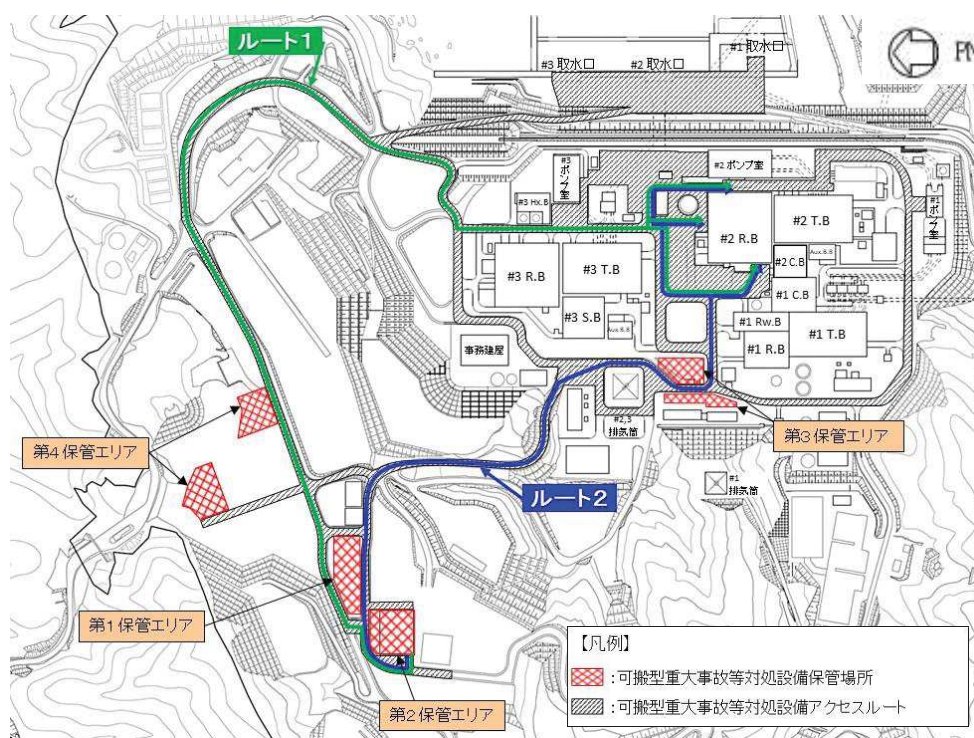
検討箇所		盛土のみの地点			旧表土を含む地点				
		No. 1	No. 25	No. 6	No. 46		No. 41	No. 34	
		盛土	盛土	盛土	盛土	旧表土	盛土	盛土	旧表土
基準地震動 Ss	Ss-D1	0.12%	0.20%	0.17%	0.15%	0.20%	0.21%	0.21%	0.20%
	Ss-D2	0.13%	0.19%	0.17%	0.15%	0.18%	0.20%	0.22%	0.17%
	Ss-D3	0.11%	0.18%	0.16%	0.14%	0.11%	0.19%	0.19%	0.11%
	Ss-F1	0.10%	0.19%	0.17%	0.14%	0.10%	0.20%	0.19%	0.11%
	Ss-F2	0.11%	0.22%	0.18%	0.15%	0.25%	0.23%	0.23%	0.20%
	Ss-F3	0.12%	0.18%	0.17%	0.14%	0.11%	0.20%	0.19%	0.07%
	Ss-N1	0.14%	0.23%	0.22%	0.15%	<b>0.48%</b>	<b>0.24%</b>	0.22%	0.22%

段差及び傾斜評価箇所の網羅性について

地震時におけるアクセスルートの被害想定結果を踏まえ、2つのアクセスルート(ルート1及びルート2)を選定している。(第1図)

地震時の液状化及び揺すり込みによる不等沈下によって生じる段差・傾斜については地下構造物と埋戻部との境界部及び地山と埋戻部との境界部を抽出し、網羅的に評価している。

第2図にルート1の地質構造の概要を、第3図にルート2の地質構造の概要を示す。



第1図 アクセスルート平面図



## 1. ルート1の段差・傾斜の評価

第2図に示すとおり、ルート1における地下構造物と埋戻部との境界部を24箇所、地山を垂直に掘削した箇所を3箇所抽出し、段差評価を実施した。また、地山に勾配を設けて掘削した箇所を3箇所抽出し、傾斜の評価を実施した。

その結果、車両の通行に支障のある段差（15cm以上）の発生が想定される箇所は地下構造物と埋戻部との境界部において4箇所（No. 2, 3, 5, 6）、地山を垂直に掘削した箇所において1箇所であった。車両の通行に支障のある傾斜（16%以上）が発生する箇所はなかった。

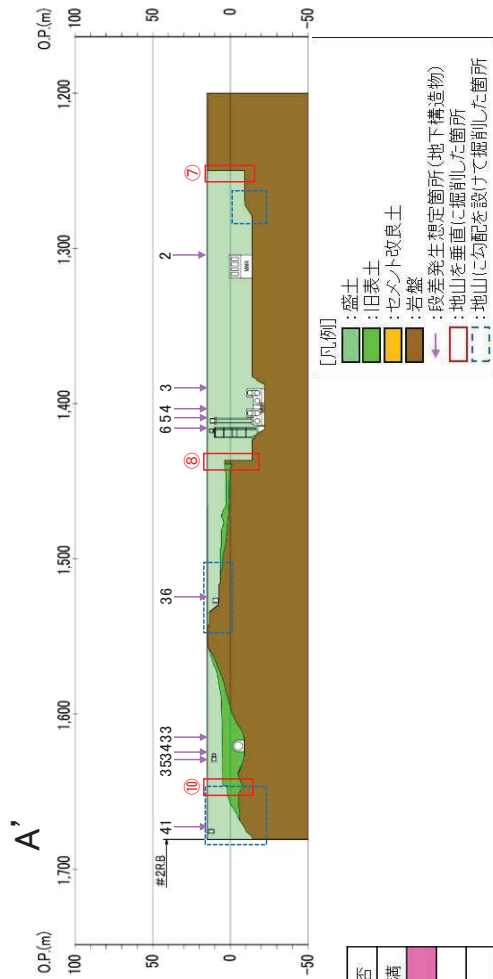
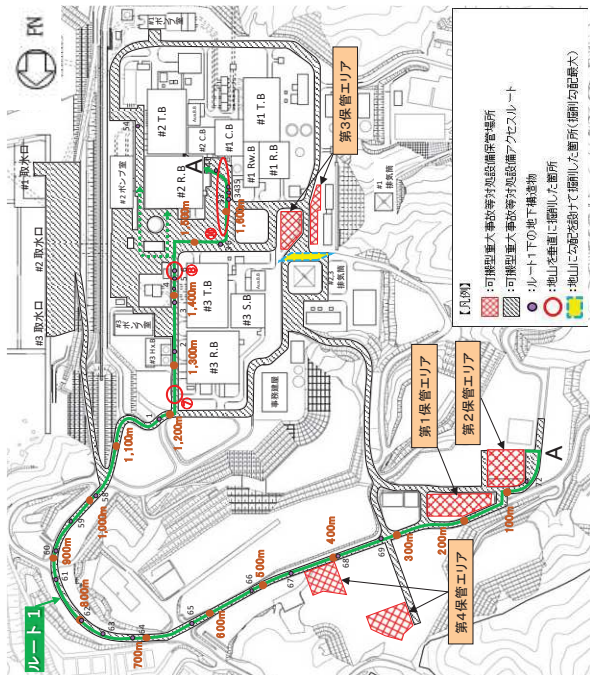
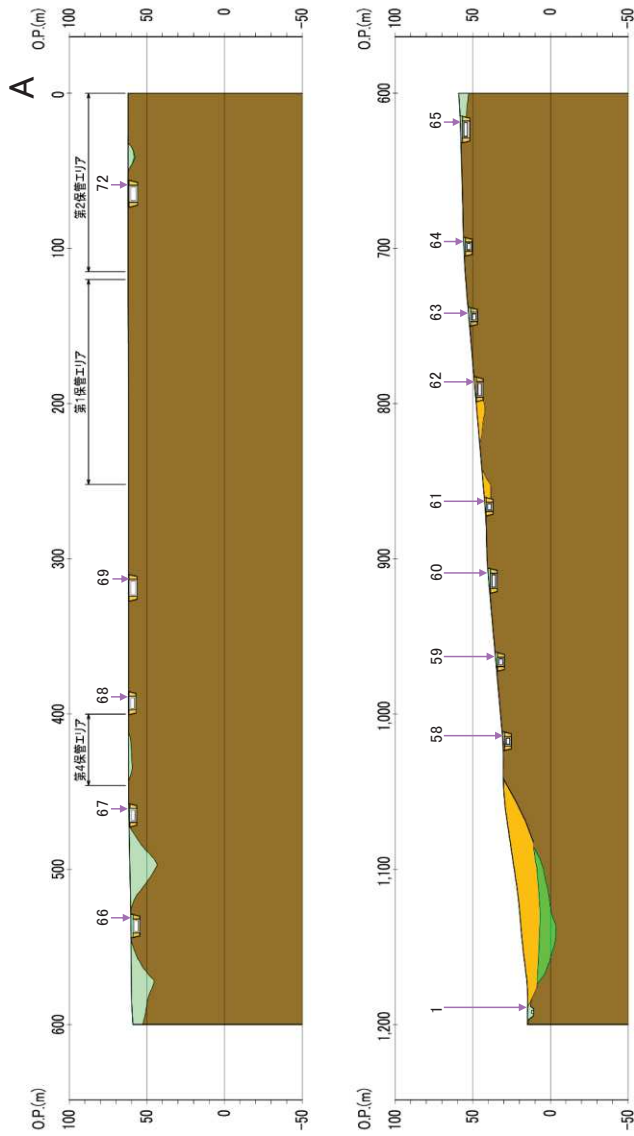
車両の通行に支障のある段差の発生が想定される箇所については、補強材敷設による事前の段差緩和対策もしくは段差発生後の重機による段差解消作業により車両の通行性を確保する。

## 2. ルート2の段差・傾斜の評価

第3図に示すとおり、ルート2における地下構造物と埋戻部との境界部を8箇所、地山を垂直に掘削した箇所を2箇所抽出し、段差評価を実施した。また、地山に勾配を設けて掘削した箇所を5箇所抽出し、傾斜の評価を実施した。

その結果、車両の通行に支障のある段差（15cm以上）の発生が想定される箇所は地下構造物と埋戻部との境界部において2箇所（No. 13, 26）であり、地山を垂直に掘削した箇所において1箇所であった。車両の通行に支障のある傾斜（16%以上）が発生する箇所はなかった。

車両の通行に支障のある段差の発生が想定される箇所については、補強材敷設による事前の段差緩和対策もしくは段差発生後の重機による段差解消作業により車両の通行性を確保する。



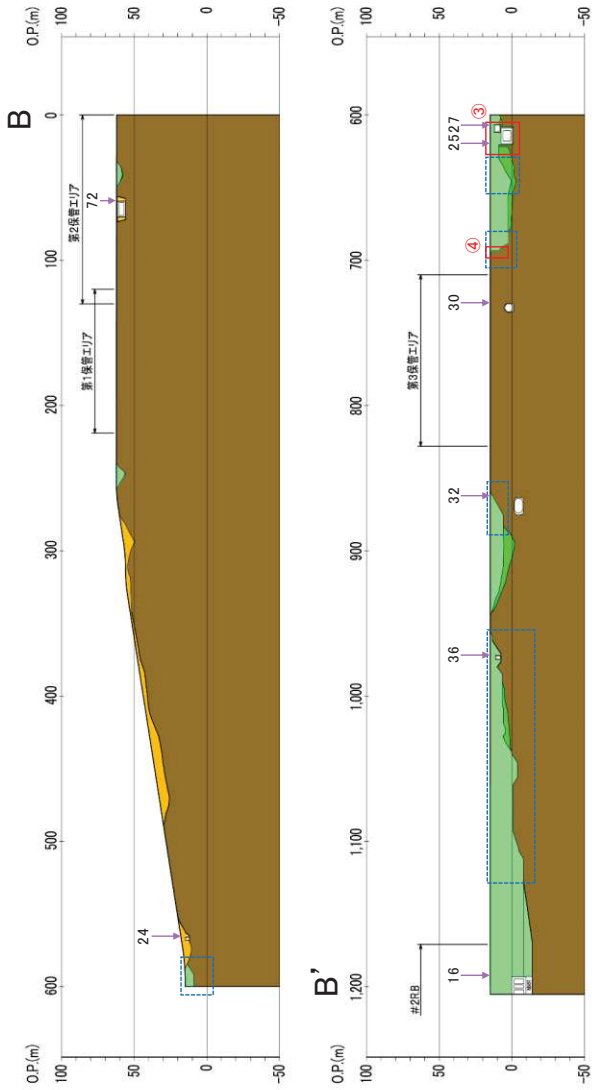
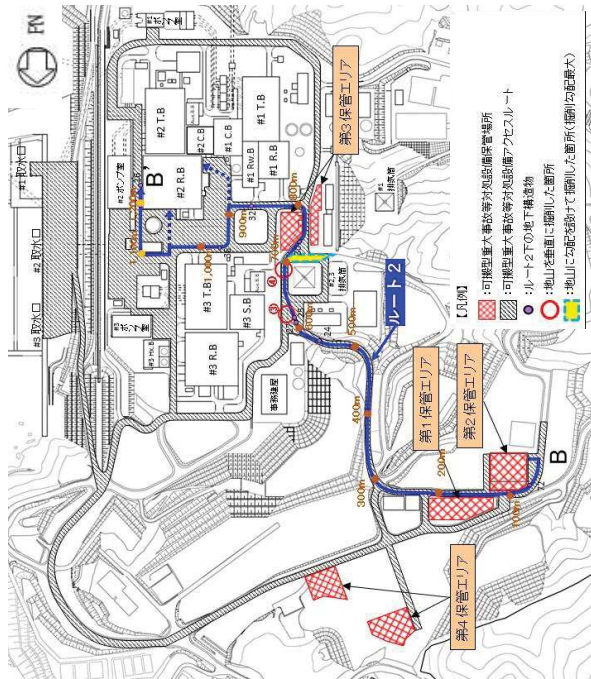
地山を垂直に掘削した箇所の評価結果

通し番号	名称	車両通行可否
⑦	3号掘削時土留め北留部	段差15cm未満
⑧	3号掘削時土留め南留部	○
⑨	2号掘削時土留め部	○

地下構造物と埋戻部との境界における段差評価結果

通し番号	名称	車両通行可否
1	北側排水路(A部)	○
2	3T-9	○
3	3号取水管路(1号)	○
4	3号放水管路(2号)	○
5	3T-6	○
6	3T-5	○
33	2号排気筒連絡ダクト(西部)	○
34	2T-6(A部)	○
35	2T-7(A部)	○
36	3T-1(A部)	○
41	3T-1(C部)	○
58~72	マンホール	○

第2図 地質構造概要図(ルート1)



- [凡例]
- 盛土
  - 旧表土
  - セメント改良土
  - 岩盤
  - 段差発生想定箇所(地下構造物)
  - 地山を垂直に掘削した箇所
  - 地山に勾配を設けて掘削した箇所

地下構造物と理戻部との境界における段差評価結果

通し番号	名称	車両通行可否	段差15cm未満
16	2T-10	○	○
24	北側排水路(B部)	○	○
25	3号排気管連絡ダクト(B部)	○	○
27	CVケーブル同通	○	○
30	2号排気管連絡ダクト(B部)	○	○
32	2号排気管連絡ダクト(D部)	○	○
36	3T-1(A部)	○	○
72	マンホール	○	○

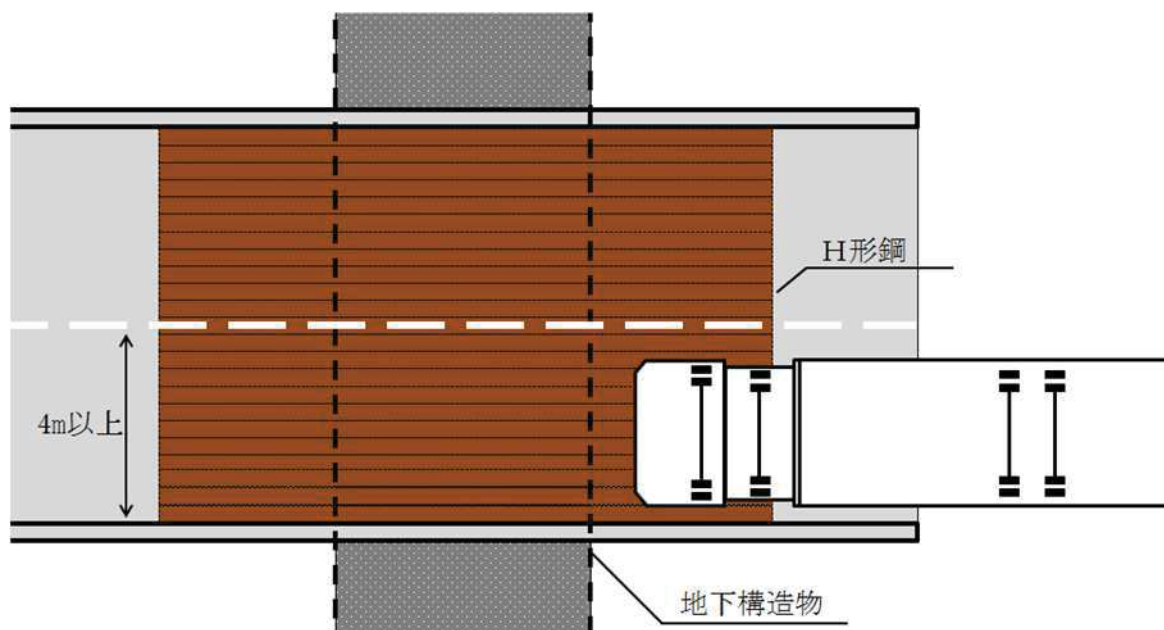
地山を垂直に掘削した箇所の評価結果

通し番号	名称	車両通行可否	段差15cm未満
33	CVケーブル同通北部	○	○
34	CVケーブル同通南部1	○	○

第3図 地質構造概要図(ルート2)

## H形鋼敷設による段差対策について

地下構造物の損壊により車両通行が困難となり得る箇所については、あらかじめH形鋼を敷設することにより、段差が発生した場合でも車両通行に影響を与えないよう対策を施す。第1図にH形鋼の敷設イメージを示す。



第1図 H形鋼の敷設イメージ図

地下構造物の損壊により段差が発生すると考えられる範囲は、地下構造物底版より主働崩壊角 60 度で想定し、さらに地表面付近の地震時の緩みを考慮してH形鋼のパン長を設定した。

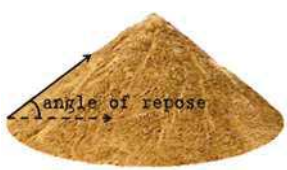


H形鋼のスパン長を設定する手順は以下のとおりである。

- ①地下構造物底版より主働崩壊角 60 度で沈下範囲を想定
- ②地下構造物の損壊による沈下量を算定（地下構造物が損壊した場合，地下構造物上の土砂が損壊構造物内に流入し，流入した土砂の体積分だけ沈下するものと想定）
- ③地下構造物の損壊により沈下した場合，損壊構造物の左右に法面が発生するが，法尻から 30 度（盛土の安息角<sup>※1</sup>）の範囲は支持地盤への影響がある範囲と想定
- ④上記③により想定した影響範囲の端部より，1 m の余裕を考慮した位置をH形鋼の支持点としスパン長を設定

※1 下図に示す安息角と内部摩擦角の関係より，安全率 1.0 の状態では，内部摩擦角は斜面勾配と等しくなることから，盛土の内部摩擦角 30 度を安息角として設定している。

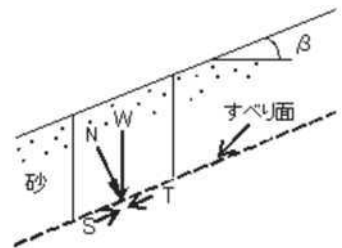
[安息角]



安息角とは，自然にとりうる土の最大傾斜角である。

※土質工学用語集

[砂の安息角と内部摩擦角]



β：斜面勾配  
W：砂の重量  
N：垂直応力  
T：すべり力  
S：抵抗力

図に示す応力状態の時，斜面が安定するには，すべり力Tと抵抗力Sの間に， $T \leq S$ の条件が成り立つ必要がある。これを展開すると，以下のようになる。

- ・  $W \cdot \sin \beta \leq W \cdot \cos \beta \cdot \tan \phi$
- ・  $\tan \beta \leq \tan \phi$
- ・  $\phi \geq \beta$

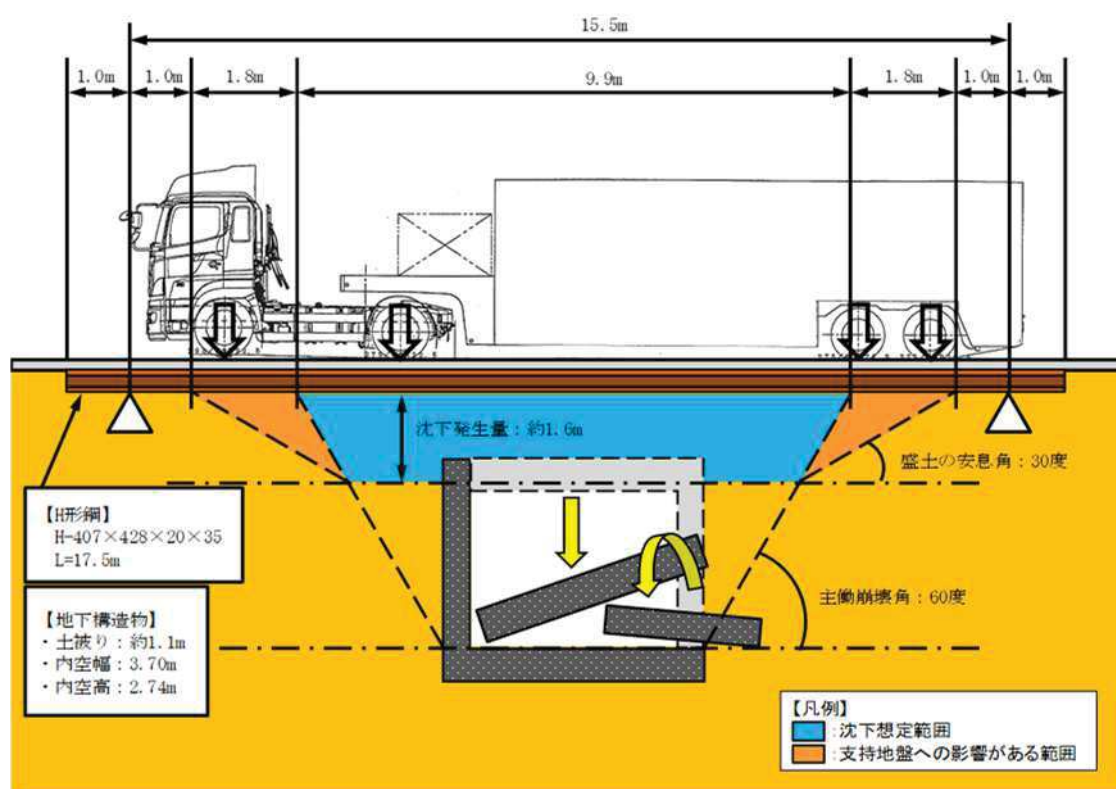
すなわち，内部摩擦角φは斜面勾配β以上の値であり，安全率 1.0 の極限状態では内部摩擦角φは斜面勾配βと等しくなる。

敷設するH形鋼の仕様は地下構造物の寸法に応じて選定するが、地下構造物損壊後のH形鋼スパン長が最大となる箇所を例に、車両が通行する場合の対策工の検討結果を示す。第2図に示す検討箇所では約1.6mの沈下発生を想定し、影響範囲と余裕を考慮してスパン長を15.5mとした。

車両重量及び载荷位置を考慮した評価結果を第1表に示す。車両の通行により発生する評価値は評価基準値を下回っていることを確認した。

【評価車両（評価値が最大となる車両）】

- ・ 熱交換器ユニット
- 前輪荷重：前7.82 t，後12.21 t
- 後輪荷重：前11.55 t，後11.55 t



第2図 検討イメージ図（3T-2 西側）

第1表 検討結果

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

※2 重大事故時の車両荷重は短期的に作用する荷重であるため、地盤の最大接地圧の照査に用いる許容鉛直支持力は常時の値に対して割増しすることが可能であるが、本検討では保守的に「常時における砂れき地盤の最大地盤反力度」（道路橋示方書・同解説IV下部構造編）を採用した。

## 消火活動及び事故拡大防止対策等について

## 1. 化学消防自動車の出動の可否について

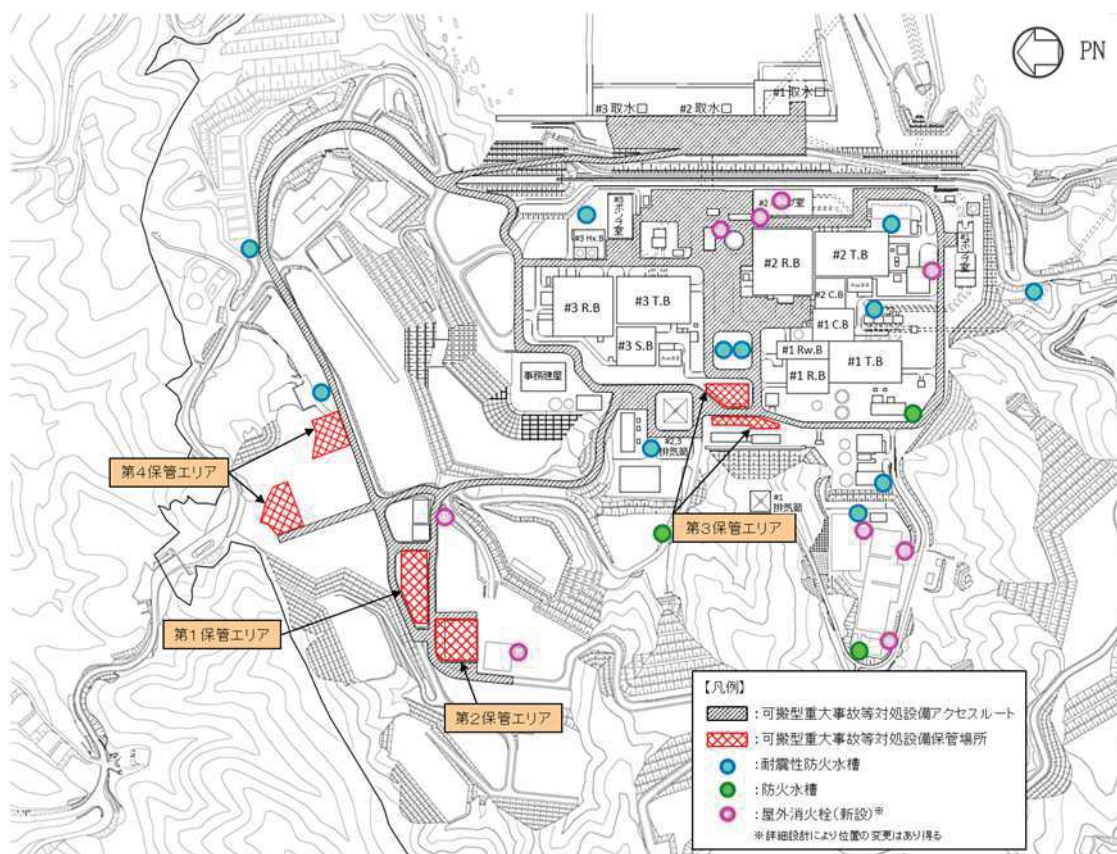
発電所内の初期消火活動のため、発電所構内に初期消火要員（10名）が24時間常駐しているが、地震発生後の火災に対して、消火活動が可能であることを以下のとおり確認した。

## (1) 化学消防自動車の健全性

耐震性が確保された第3保管エリア及び第4保管エリアに化学消防自動車を1台ずつ配備する。なお、消防自動車は地震で転倒しないが、竜巻対策として固縛し、凍結対策として消防自動車内蔵凍結防止ヒータを用いる。

消火用の水源としては、防火水槽、耐震性防火水槽、屋外消火栓等を使用する。

(第1図参照)



第1図 防火水槽等の配置

## (2) 初期消火要員の出動性

初期消火要員のうち化学消防自動車による初期消火活動を実施する6名は耐震性が確認されている事務本館及び事務建屋（別紙(11)参照）に常駐していることから地震時においても出動することが可能である。

## 2. 軽油タンクの消火方法について

第3表のとおり、アクセスルートまで離隔距離が確保されており、万一初期消火活動にて消火が完了しなかった場合でも、アクセスルートは放射熱強度が「長時間さらされても苦痛を感じない強度<sup>※1</sup>」である $1.6\text{kW}/\text{m}^2$ 以下まで低減されることから、通行は可能と考える。

軽油タンクが地震により損傷し、防油堤内で火災が発生した場合は化学消防自動車による初期消火活動を実施するが、初期消火活動にて消火が困難な場合には、継続して周辺施設への延焼防止に努め、被害の拡大防止を図るとともに、可搬型大容量送水ポンプ、泡消火薬剤混合装置設備、及び放水砲による消火活動を実施する。

※1：出典「石油コンビナートの防災アセスメント指針」



### 3. 主要変圧器の火災について

地震により主要変圧器が損傷、変圧器内の絶縁油が漏えいし火災が発生した場合でも、第3表のとおり、アクセスルートまで離隔距離が確保されており、万一初期消火活動にて消火が完了しなかった場合でも、アクセスルートは放射熱強度が「長時間さらされても苦痛を感じない強度<sup>※1</sup>」である  $1.6\text{kW/m}^2$  以下まで低減されることから、通行は可能と考える。

防油堤内に漏えいした絶縁油は防油堤内の集油マスに流入した後地下の漏油受槽に流下するため、万一火災が発生した場合でもアクセスルートへの影響は考えにくい。（別添－1 参照）

各排油貯槽は当該変圧器の保有油量の全量を貯留するだけの容量を確保している。

※1 出典「石油コンビナートの防災アセスメント指針」

第1表 主要変圧器保有油量及び漏油受槽受入量

変圧器	本体油量 [k1]	貯槽	受入量[k1]
1号主変圧器	90.15	防油槽	176.8
1号起動変圧器	38.75		
2号主変圧器	153.7	排油貯槽	294
2号起動変圧器	58.35		
3号主変圧器	148.8	排油貯槽	257.4
3号起動変圧器A/B	77.1	排油貯槽	124.4

なお、主要な変圧器にはそれぞれ水噴霧消火設備が設置されているが、水源タンクや消火ポンプの損傷により消火ができない場合は、初期消火要員による消火活動を実施し、被害の拡大を防止する。また、同時発災した場合は、アクセスルートへの影響の大きい箇所から消火活動を実施する。また、各主要変圧器は別添－2に示すとおり、保護継電器にて保護されており、電気回路故障時の事故拡大防止対策を実施している。

#### 4. タンクローリによる燃料給油時の火災防止

タンクローリによる燃料給油時の火災防止として、以下のとおり対応する。

- ・ タンクローリは接地を取り、作業に伴う静電気の発生を防止する。
- ・ 万一軽油が漏えいした場合を想定し、油拭き取り用ウェス及び消火器を周囲に配備する。
- ・ タンクローリから軽油タンク及び大容量電源装置用燃料タンクへの接続はねじ式であり、油の漏えいを予防している。

## 5. 火災源からの放射熱強度の算出

軽油タンク及び各主要変圧器等にて、火災が発生した場合の迂回路の有効性を確認するため「石油コンビナートの防災アセスメント指針」を元に火災の影響範囲を算定した。

算出方法及び算定結果は以下のとおり。

### (1) 形態係数の算出

火災源を円筒火炎モデル※として設定し、火災源からの受熱側が受け取る放射熱量の割合に関連する形態係数  $\phi$  を算出する。

$$\phi = \frac{1}{\pi n} \tan^{-1} \left( \frac{m}{\sqrt{n^2 - 1}} \right) + \frac{m}{\pi} \left\{ \frac{(A - 2n)}{n\sqrt{AB}} \tan^{-1} \left[ \sqrt{\frac{A(n-1)}{B(n+1)}} \right] - \frac{1}{n} \tan^{-1} \left[ \sqrt{\frac{(n-1)}{(n+1)}} \right] \right\}$$

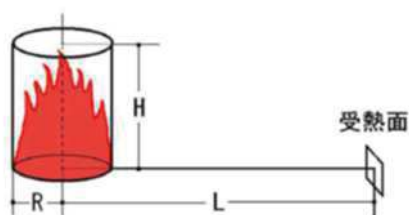
$$\text{ただし, } m = \frac{H}{R} \cong 3, n = \frac{L}{R}, A = (1+n)^2 + m^2, B = (1-n)^2 + m^2$$

※油火災において任意の位置における放射熱（強度）を計算により求めるには、半径が 1.5m 以上の場合で火炎の高さを燃焼半径の 3 倍とした円筒火炎モデルを採用する。

なお、燃焼半径  $R$  は次の式から算出する。

$$R = \sqrt{S/\pi} \quad [\text{m}]$$

$R$  : 燃焼半径 [m],  $S$  : 防油堤面積又は変圧器投影面積 [m<sup>2</sup>]



第 2 図 円筒火炎モデルと受熱面

(2) 放射熱強度の算出

火災源の放射発散度  $R_f$  と形態係数  $\phi$  より受熱側の放射強度  $E$  を算出する。

$$E = R_f \times \phi$$

$E$  : 放射熱強度 ( $W/m^2$ ) ,  $R_f$  : 放射発散度 ( $W/m^2$ ) ,  $\phi$  : 形態係数

液面火災では、火炎面積の直径が10mを越えると空気供給不足により大量の黒煙が発生し放射発散度は低減する。

放射発散度の低減率  $r$  と燃焼容器直径  $D$  の関係は次式で算出する。

$$r = \exp(-0.06D)$$

ただし、 $r = 0.3$  程度を下限とする。

第2表 主な可燃物の放射発散度

カフジ原油	$41 \times 10^3$ ( $35 \times 10^3$ )	メタノール	$9.8 \times 10^3$ ( $8.4 \times 10^3$ )
ガソリン・ナフサ	$58 \times 10^3$ ( $50 \times 10^3$ )	エタノール	$12 \times 10^3$ ( $10 \times 10^3$ )
灯油	$50 \times 10^3$ ( $43 \times 10^3$ )	LNG (メタン)	$76 \times 10^3$ ( $65 \times 10^3$ )
軽油	$42 \times 10^3$ ( $36 \times 10^3$ )	エチレン	$134 \times 10^3$ ( $115 \times 10^3$ )
重油	$23 \times 10^3$ ( $20 \times 10^3$ )	プロパン	$74 \times 10^3$ ( $64 \times 10^3$ )
ベンゼン	$62 \times 10^3$ ( $53 \times 10^3$ )	プロピレン	$73 \times 10^3$ ( $53 \times 10^3$ )
n-ヘキサン	$85 \times 10^3$ ( $73 \times 10^3$ )	n-ブタン	$83 \times 10^3$ ( $71 \times 10^3$ )

(単位は $W/m^2$ 、かつこ内は $kcal/m^2 \cdot h$ )



### (3) 離隔距離と放射熱強度の関係

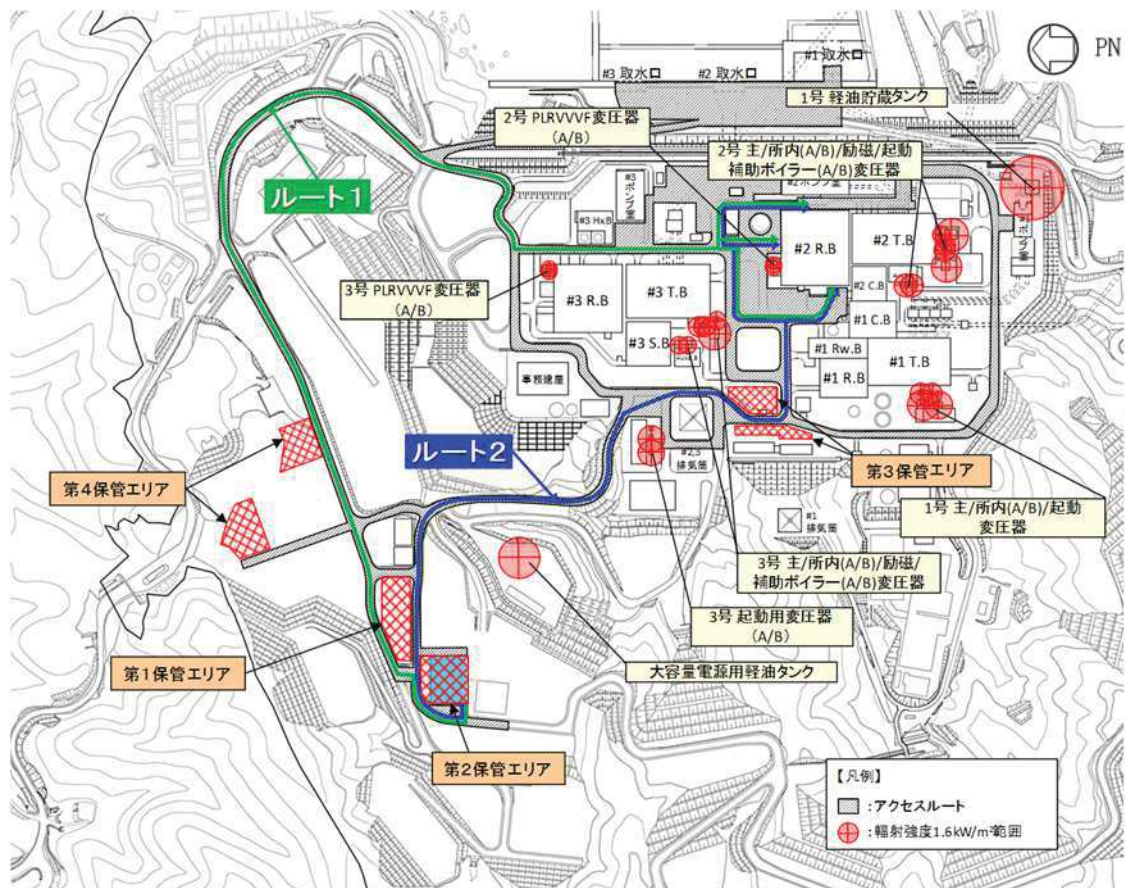
各可燃物施設からアクセスルートまでの離隔距離と放射熱強度が「長時間さらされても苦痛を感じない強度」である  $1.6\text{kW/m}^2$  以下となる距離を第3表及び第3図に示す。

第3表 可燃物施設の火災による影響範囲とアクセスルートとの離隔距離

評価対象	火災中心からの距離	ルート1又はルート2までの離隔距離 <sup>※1</sup>
1号軽油タンク	約36m	約241m
大容量電源装置	約24m	約64m
1号主変圧器	約18m <sup>※2</sup>	約151m
1号起動変圧器	約16m <sup>※2</sup>	約163m
1号所内変圧器	約12m <sup>※2</sup>	約140m
2号主変圧器	約19m <sup>※2</sup>	約140m
2号起動変圧器	約17m <sup>※2</sup>	約123m
2号所内変圧器	約12m <sup>※2</sup>	約127m
2号励磁電源変圧器	約10m <sup>※2</sup>	約128m
2号補助ボイラ変圧器	約13m <sup>※2</sup>	約74m
2号PLR-VVVF変圧器	約9m <sup>※2</sup>	約21m
3号主変圧器	約19m <sup>※2</sup>	約28m
3号起動変圧器	約15m <sup>※2</sup>	約37m
3号所内変圧器	約12m <sup>※2</sup>	約33m
3号励磁電源変圧器	約10m <sup>※2</sup>	約19m
3号補助ボイラ変圧器	約10m <sup>※2</sup>	約60m
3号PLR-VVVF変圧器	約9m <sup>※2</sup>	約18m

※1 火災中心からの距離

※2 絶縁油の放射発散度は重油の値を使用して算出



第3図 火災想定施設及び火災発生時における放射熱強度

## 第4表 放射熱の影響

(出典：石油コンビナートの防災アセスメント指針)

表 5.17 放射熱の影響

放射熱強度		状況および説明	出典
(kW/m <sup>2</sup> )	(kcal/m <sup>2</sup> h)		
0.9	800	太陽(真夏)放射熱強度	*1)
1.3	1,080	人が長時間暴露されても安全な強度	*2)
1.6	1,400	長時間さらされても苦痛を感じない強度	*5)
2.3	2,000	露出人体に対する危険範囲(接近可能) 1分間以内で痛みを感じる強度 <b>現指針(平成13年)に示されている液面火災の基準値</b>	*3)
2.4	2,050	地震時の市街地大火に対する避難計画で用いられる許容限界	*4)
4.0	3,400	20秒で痛みを感じる強度。皮膚に水疱を生じる場合があるが、致死率0%	*5)
4.6	4,000	10~20秒で苦痛を感じる強度 古い木板が長時間受熱すると引火する強度 フレアスタック直下での熱量規制(高压ガス保安法他)	*2)
8.1	7,000	10~20秒で火傷となる強度	*2)
9.5	8,200	8秒で痛みの限界に達し、20秒で第2度の火傷(赤く斑点ができ水疱が生じる)を負う	*5)
11.6	10,000	<b>現指針(平成13年)に示されているファイヤーボールの基準値(ファイヤーボールの継続時間は概ね数秒以下と考えられることによる)</b>	*3)
11.6~	10,000~	約15分間に木材繊維などが発火する強度	*2)
12.5	10,800	木片が引火する、あるいはプラスチックチューブが溶ける最小エネルギー	*5)
25.0	21,500	長時間暴露により木片が自然発火する最小エネルギー	*5)
37.5	32,300	プロセス機器に被害を与えるのに十分な強度	*5)

\*1) 理科年表

\*2) 高压ガス保安協会：コンビナート保安・防災技術指針(1974)

\*3) 消防庁特殊災害室：石油コンビナートの防災アセスメント指針(2001)

\*4) 長谷見雄二, 重川希志依：火災時における人間の耐放射限界について, 日本火災学会論文集, Vol.31, No.1(1981)

\*5) Manual of Industrial Hazard Assessment Techniques, ed.P.J.Kayes. Washington, DC: Office of Environmental and Scientific Affairs, World Bank. (1985)

主変圧器，起動用変圧器エリアの防油堤について

地震により主変圧器，起動用変圧器が損傷し，変圧器内の絶縁油が漏えいした場合，防油堤内に漏えいした絶縁油は防油堤内の集油マスに流入した後，排油貯槽に流下するため，万一火災が発生した場合でもアクセスルートへの影響は考えにくい。

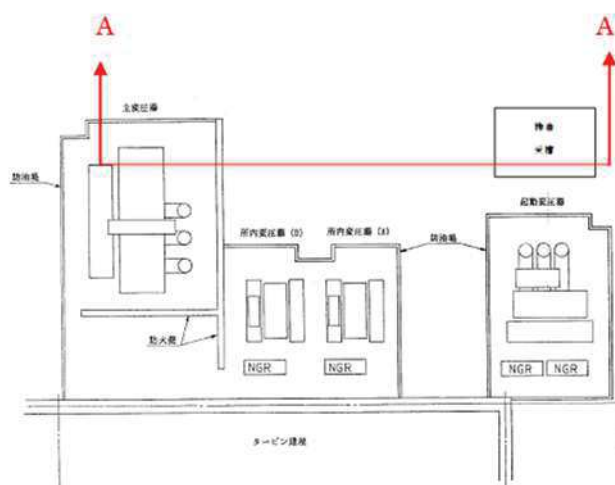
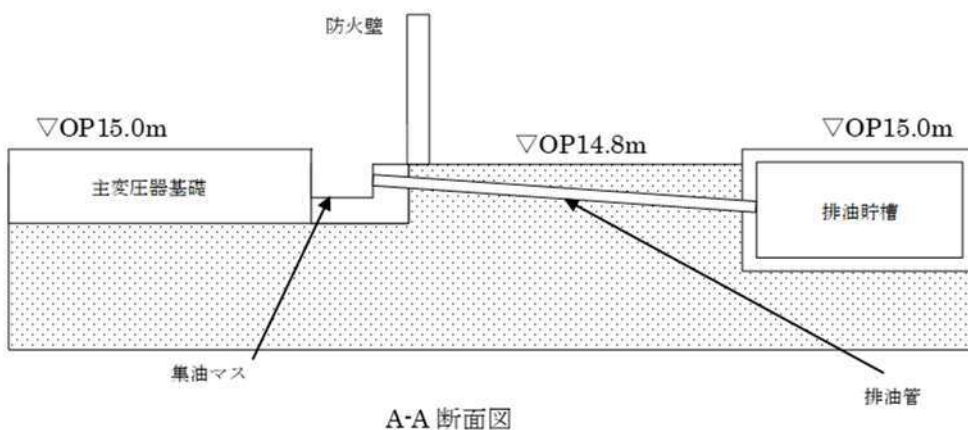


図 主変圧器，起動用変圧器エリア配置図



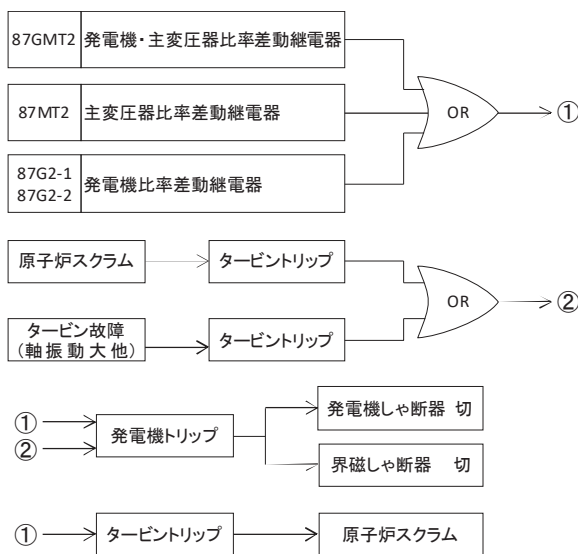
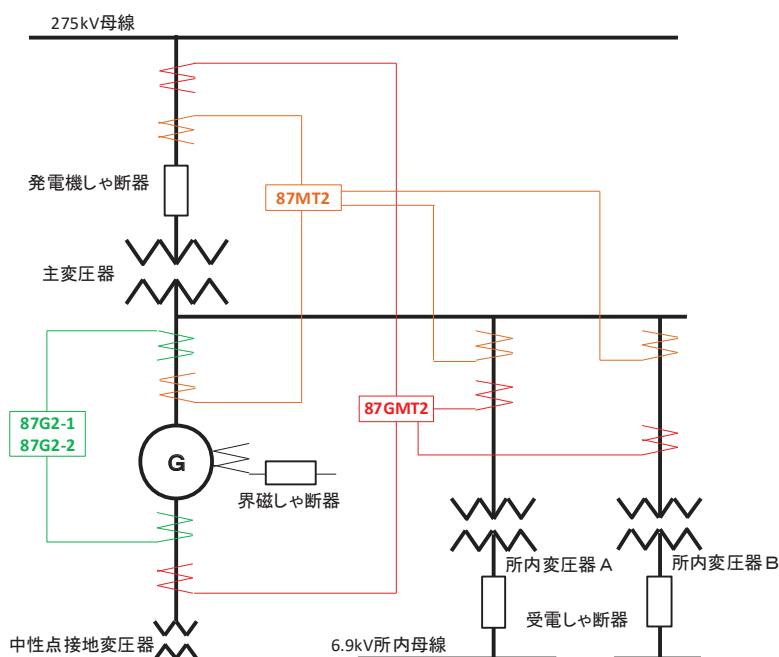
図 主変圧器外観



主変圧器内部故障及び電気回路故障時の事故拡大防止対策

変圧器内部の巻線及び電気回路に地震等により短絡が発生すると、主変圧器 1 次側と 2 次側の電流の比率が変化することから、比率差動継電器により電流値の比率を監視している。

故障を検知した場合は発電機を停止するため瞬時に発電機しゃ断器及び界磁しゃ断器を開放することにより、事故点を隔離し、電氣的にしゃ断するため、万一絶縁油が漏えいしたとしても火災発生リスクは低減されると考える。



主変圧器及びプラントトリップ時の主なインターロック



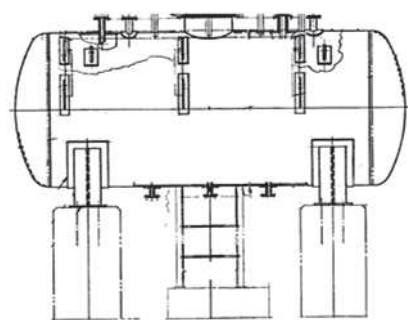
## 復水脱塩装置他薬品タンクの外部への漏えいについて

## 1. 地震時のタンクの転倒による漏えいについて

地震時に転倒した場合に、その影響が防液堤外に及ぶ可能性のある高基礎の薬品タンクについて、1号復水脱塩装置の硫酸貯槽及び苛性ソーダ貯槽を例にその影響を検討した。

## (1) 1号復水脱塩装置 硫酸貯槽

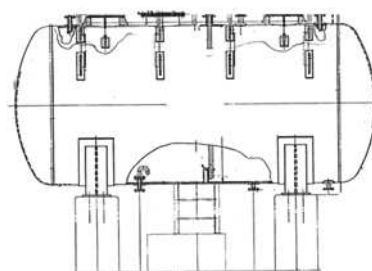
- ・ 硫酸貯槽はN P S H確保のため基礎を嵩上げ（約 1.3m）している横置円筒形鋼製タンク（t 9mm）であり、基礎上に8本の基礎ボルト（M20）で固定されているため、その損傷モードとしては主にタンク基礎ボルトのせん断が想定される。
- ・ 基礎ボルトがせん断した場合、薬品の流出箇所としては配管接続部が考えられることから、大部分は防液堤内に流下するものと思われる。
- ・ 仮に防液堤外に漏えいした場合でも、薬品タンク外周の側溝等に流入することから、アクセスルート上に流出する可能性は低い。さらに薬品防護具を携行することによりアクセスが可能である。



硫酸貯槽

## (2) 1号復水脱塩装置 苛性ソーダ貯槽

- ・ 苛性ソーダ貯槽はN P S H確保のため基礎を嵩上げ（約 1.4m）している横置円筒形鋼製タンク（t 12mm, 内面ゴムライニング）であり、基礎上に8本の基礎ボルト（M30）で固定されているため、その損傷モードとしては主にタンク基礎ボルトのせん断が想定される。
- ・ 基礎ボルトがせん断した場合、薬品の流出箇所としては配管接続部が考えられることから、大部分は防液堤内に流下する。
- ・ 仮に防液堤外に漏えいした場合でも、薬品タンク外周の側溝等に流入することから、アクセスルート上に流出する可能性は低い。さらに薬品防護具を携行することによりアクセスが可能である。

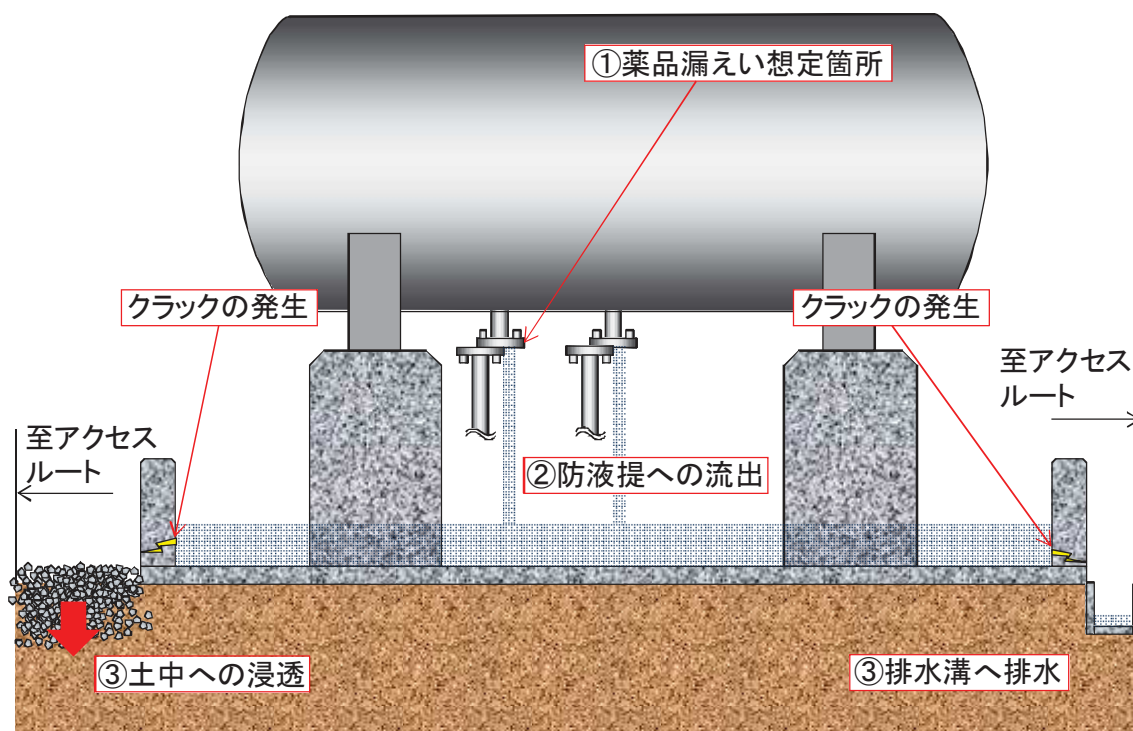


苛性ソーダ貯槽

## 2. 薬品関係施設損壊による影響評価

薬品関係施設損壊による影響については以下のとおり。

- ①地震の影響により配管接続部より薬品が漏えいする可能性がある。
- ②薬品が漏えいした場合においても防液堤により薬品は貯留される。
- ③万一、防液堤が地震により損壊し、防液堤外に流出したとしても周囲には砂利敷きや排水溝を設置しており、土中への浸透又は排水溝へ排水される。



第1図 薬品関係施設損壊による影響概要図

以上により薬品によるアクセスルートへの影響はないと考えるが、万一の場合を考慮し、重大事故等対応要員は薬品防護具を携帯する。

## 可搬型設備車両の耐浸水性について

屋外タンクが溢水した場合及び降水が継続した場合には、一時的に敷地内に滞留し、可搬型設備のアクセスルート走行に影響を及ぼす可能性が考えられる。

具体的な影響としては、水が可搬型設備の機関に浸入し、機関が停止する可能性が考えられるが、以下の理由から可搬型設備の走行、アクセス性に支障はないと考えられる。

- ・ 屋外タンクからの溢水は、周辺の敷地が平坦かつ広大であり、周辺の道路上及び排水設備を自然流下し、比較的短時間で拡散すると考えられること。
- ・ 可搬型設備を建屋近傍の配置場所に配備するまでの時間に十分余裕（有効性評価では事象発生から約4時間程度を想定）があり、アクセスルートの状況を確認しつつ、走行が可能であること。
- ・ すべての溢水源（屋外タンク類）が可搬型設備を設置するO.P.+14.8mに流れ込んだとして評価しても、敷地浸水深は0.16mであり、表1に示す可搬型設備車両の走行可能水位以下であること。（添付資料1.0.2-72参照）
- ・ すべての溢水源（屋外タンク類）から溢水しても、実際には雨水排水路から約19分程度で排水可能であると評価できること。（補足資料(3)参照）
- ・ 豪雨を想定しても雨水排水路から排水可能であり、排水不足による滞留水の発生はないと評価できること。（別紙(6)参照）

可搬型設備の機関吸気口又は排気口までの高さを第1表に示す。

第1表 可搬型設備車両の走行可能水位

可搬型設備（車両）	機関吸気口高さ※ <sup>1</sup> [ m ]	機関排気口高さ※ <sup>1</sup> [ m ]
大容量送水ポンプ（タイプⅠ）	1.07	0.27
大容量送水ポンプ（タイプⅡ）	1.07	0.27
熱交換器ユニット	1.25	0.24
電源車	0.64	0.22
タンクローリ	0.84	0.27
可搬型窒素ガス供給装置	1.15	0.20
ホース延長回収車	1.20	0.25
ブルドーザ※ <sup>2</sup>	0.45	
バックホウ※ <sup>2</sup>	1.06	

※1 吸気口高さ及び排気口高さは、地上面からの測定結果（実測値）。

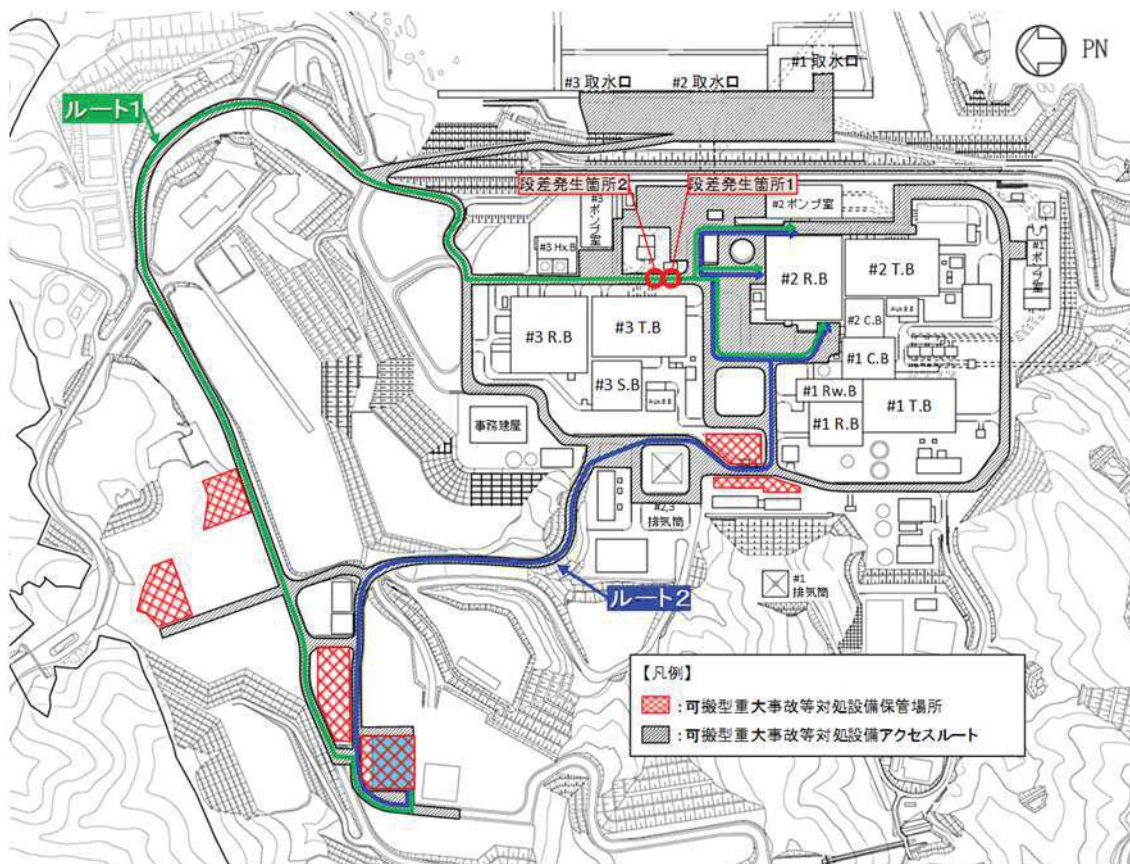
※2 重機については、メーカーカタログより確認した最低地上高を記載。

アクセスルートの仮復旧計画時間の評価について

1. 段差発生箇所の仮復旧時間の評価

(1) 仮復旧時間の評価箇所

アクセスルートのうち、段差発生により車両の通行に必要な幅員が確保できない可能性のある箇所は第1図のとおりであり、この箇所の段差解消作業に要する時間を評価する。



第1図 段差想定箇所の位置



## (2) 仮復旧の方法

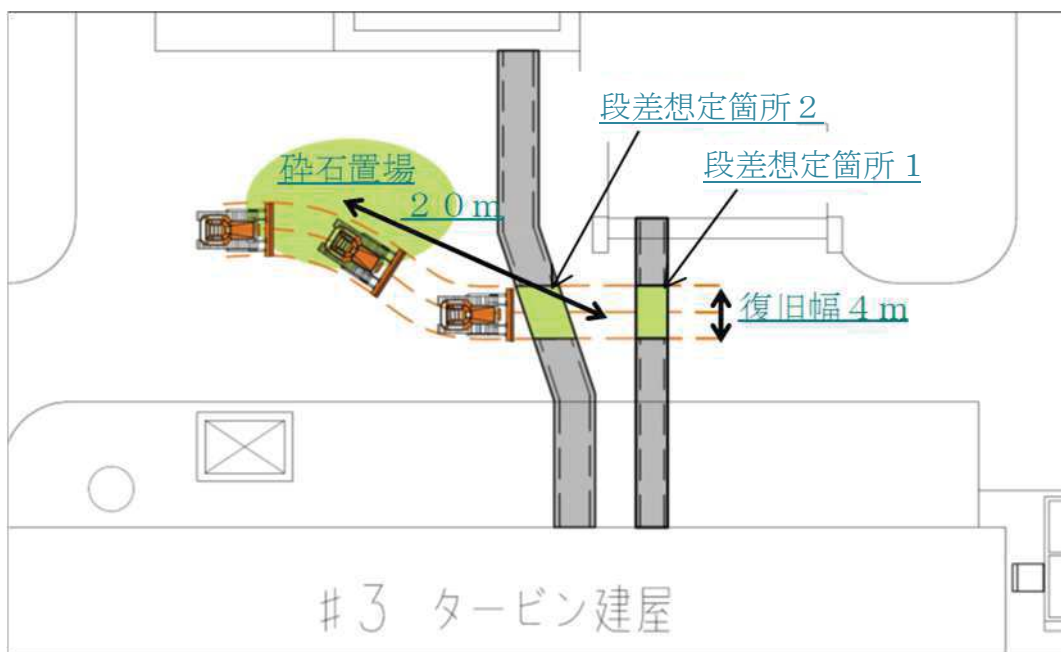
地震時に発生する段差としては、不等沈下による段差及び地下構造物損壊による段差が想定されるが、仮復旧時間の評価においては、より長い作業時間を必要とする地下構造物損壊による段差を評価対象とする。

仮復旧作業としては、第2図のとおり、ブルドーザを使用して、20m離れた場所に配備している砕石を運搬、段差発生箇所に投入、埋戻し、転圧することにより段差を解消するものとする。仮復旧の幅員は、対象車両（熱交換器ユニット）の通行性を考慮し、幅員3.7m以上とする。

なお、復旧用の砕石は、想定される自然現象によって砕石自体が他の施設に影響を与えないことを確認のうえ配備する。また、砕石による段差の復旧作業は、想定される自然現象によって影響を受けるものではない。

### 【ブルドーザの仕様】

- ・機械重量 : 約 27t
- ・全長 : 約 7.1m
- ・高さ : 約 3.3m
- ・ブレード幅 : 約 3.7m
- ・ブレード容量 : 約 5.2m<sup>3</sup>



第2図 仮復旧の方法

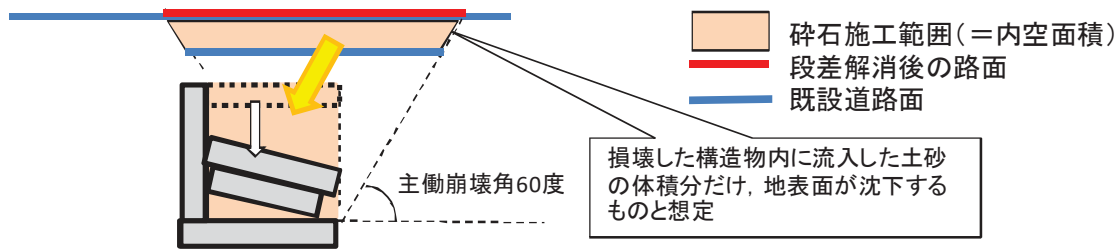
(3) 仮復旧時間の評価

段差解消に必要な碎石の量は、第3図のとおり、損壊を想定する地下構造物の内空容積に相当するため、以下のとおりとする。

$$\text{段差想定箇所1} : V1 = \text{内空} (1.8\text{m} \times 2.0\text{m}) \times (\text{復旧幅} 4\text{m} + \text{余裕幅} 1\text{m}) = 18.0\text{m}^3$$

$$\text{段差想定箇所2} : V2 = \text{内空} (2.3\text{m} \times 2.6\text{m}) \times (\text{復旧幅} 4\text{m} + \text{余裕幅} 1\text{m}) = 29.9\text{m}^3$$

$$\text{合計} V = V1 + V2 = 47.9\text{m}^3$$



第3図 地下構造物損壊による段差発生のお考え方

また、道路土工施工指針に基づくブルドーザの運搬・埋戻し・転圧の作業能力は、以下のとおり。

$$Q = \frac{60 \times q \times f \times E}{Cm} = 53 \text{ [m}^3/\text{h]}$$

ここに、 $q$  : 1サイクルの運搬埋め戻し量 [m<sup>3</sup>/h]  $q = q_0 \times \rho$

$q_0 = 5.2$  : ブレード容量 [m<sup>3</sup>]

$\rho = 0.96$  : 運搬距離・勾配に関する係数 (20m, 平坦)

$f = 0.83$  : 土量換算係数

$E = 0.3$  : 作業効率 (道路土工施工指針記載の最低値)

$Cm$  : サイクルタイム  $Cm = \frac{L}{v_1} + \frac{L}{v_2} + T_g = 1.4$  [分]

$L = 20$  : 平均運搬距離 [m]

$v_1 = 27$  : 前進速度 [m/分] (1速前進 3.3km/h の半分)

$v_2 = 36$  : 後退速度 [m/分] (1速後退 4.4km/h の半分)

$T_g = 0.1$  : ギア入れ替え時間 [分]

以上より、段差想定箇所1及び段差想定箇所2の段差解消に係る作業時間は、

$$V/Q = 47.9\text{m}^3 \div 53\text{m}^3/\text{h} = 54 \text{ 分}$$

よって、段差解消作業時間を70分と評価する。

## 2. がれき発生箇所の仮復旧時間の評価

### (1) 仮復旧時間の評価箇所

周辺構造物の損壊による影響範囲についてがれき撤去を行うものと仮定して仮復旧時間を評価する。

### (2) 仮復旧の方法

仮復旧作業としては、ブルドーザを使用して、アクセスルート上のがれきを道路脇に撤去することにより、大型緊急車両の通行に必要な幅員を確保するものとする。仮復旧の幅員は、対象車両（熱交換器ユニット）の通行性を考慮し、幅員3.7m以上とする。

また、ブルドーザによるがれき撤去ができるようカッターを装着したバックホウによりがれきの分解を行う。

がれき撤去を行う場合は先に作業のあるバックホウを先頭に、ブルドーザも同時に出動させる。がれき撤去箇所付近のアクセスルートは幅員が約8m程度あることから重機の入替えはその場で行うことが可能である。作業順序は以下に示す。

アクセスルート復旧前における復旧ルート判断（バックホウの出動要否）やがれき撤去作業時におけるブルドーザとバックホウの使い分け（3号開閉所引留鉄構と3号給排水処理建屋の被害が近接し、ブルドーザでがれき撤去せずにバックホウで撤去する場合）については、アクセスルート復旧時間に「ルート確認・判断」時間として40分を見込んでいるため、その中で判断する。

なお、3号開閉所引留鉄構及び3号給排水処理建屋の被害が重畳する可能性があることから、その作業順序及び仮復旧時間については「(4) 被害が重畳した場合の仮復旧時間評価」に示す。

- ① バックホウを先頭にバックホウ及びブルドーザががれき撤去場所まで移動
- ② バックホウにより引留鉄構の電線を切断
- ③ バックホウにより引留鉄構を分解（部材の切断）
- ④ ブルドーザにより引留鉄構のがれきを撤去
- ⑤ バックホウにより3号給排水処理建屋の屋根を切断，撤去
- ⑥ バックホウにより3号給排水処理建屋の構造材（柱・梁）を切断，撤去
- ⑦ バックホウにより3号給排水処理建屋の屋根を切断，撤去
- ⑧ バックホウにより3号給排水処理建屋の構造材（柱・梁）を切断
- ⑨ ブルドーザにより3号給排水処理建屋のがれきを撤去

【ブルドーザの仕様】

- ・機械重量 : 約 27t
- ・全長 : 約 7.1m
- ・高さ : 約 3.3m
- ・ブレード幅 : 約 3.7m
- ・ブレード容量 : 約 5.2m<sup>3</sup>
- ・移動速度 : 10.0km/h

【バックホウの仕様】※1

- ・機械重量 : 約 19.7t
- ・全長 : 約 9.45m
- ・高さ : 約 3.0m
- ・幅 : 約 3.0m
- ・移動速度 : 6.0km/h

※1 バックホウの仕様は給排水処理建屋分解に適した重機に今後見直す予定。

(3) 仮復旧時間の評価

a. 被害想定とアクセスルート確保方針

地震による周辺構造物の損壊が発生した場合の被害想定と対応方針を第1表に示す。

第1表 周辺構造物の損壊が発生した場合の被害想定と対応方針

被害事象	対象設備※2	被害想定	撤去方針
周辺構造物の損壊	3号開閉所引留鉄構	損壊	バックホウによる分解後、ブルドーザによる撤去
			バックホウによる電線の切断
	3号給排水処理建屋	建屋損壊	バックホウによる分解後、ブルドーザによる撤去

※2 アクセスルート確保時にがれき撤去が必要となる構造物は添付資料 1.0.2-45 第6-2表に示す。

b. 3号開閉所引留鉄構損壊に係る復旧時間評価

(a) 3号開閉所引留鉄構損壊に係る被害想定

3号開閉所引留鉄構が損壊するものとして第2表のとおり被害を想定する。

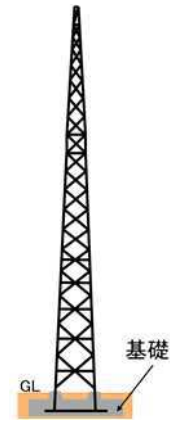
第2表 3号開閉所引留鉄構の被害想定及び対応方針

No.	損傷モード	アクセスルートへの影響	対応方針
1	がいしの脱落	脱落したがいしによるがれき発生 (引留鉄構が倒壊した場合)	ブルドーザによるがれき撤去
2	電線の切断	垂れ下がりによる通行障害	バックホウによる電線の切断
3	電線の影響	架線状態での通行障害	バックホウによる電線の切断
4	電線の通電状態の維持	— (通電状態での切断による災害発生のおそれ)	しゃ断器の開放
5	梁部のせん断, 曲げ, 座屈	梁部が損傷してもアクセスルートに影響はない	なし
6	柱部のせん断, 曲げ, 座屈 (根元以外)	根元以外の部分で柱部が損傷してもアクセスルートに影響はない	なし
7	柱部のせん断, 曲げ, 座屈 (根元部)	アクセスルート側に倒壊した場合, 引留鉄構がアクセスルートに干渉する。	バックホウによる引留鉄構の分解
			ブルドーザによる撤去

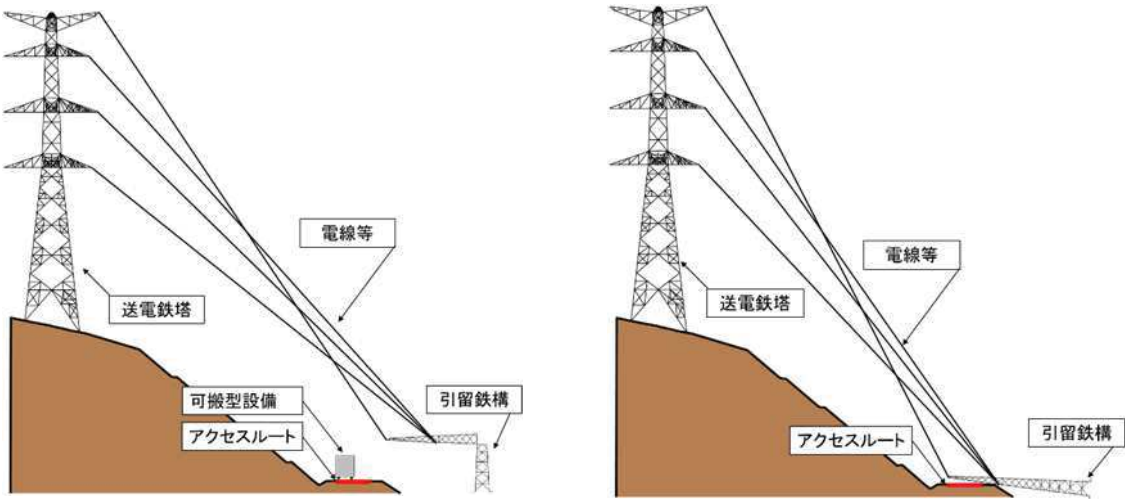
第2表における被害想定のうちNo. 1~4については複合的に起こり得るものとし, 被害想定No. 5~7と同時に発生し, それぞれに対して対応する時間を評価する。

- ・ 影響範囲は, 引留鉄構設置位置から高さ分を影響範囲に設定。(第6図参照)
- ・ がれきは引留鉄構の一部であるが, がれき重量は構造物の全体重量(15.5t)とする。
- ・ 損傷モードNo. 4電線の通電状態の維持については初動のアクセスルート確認時に引留鉄構の損壊が確認された場合は, 速やかに発電所対策本部へ連絡し, 送電線のしゃ断器を開放することからアクセスルートの復旧対応時間へ影響を与えない。

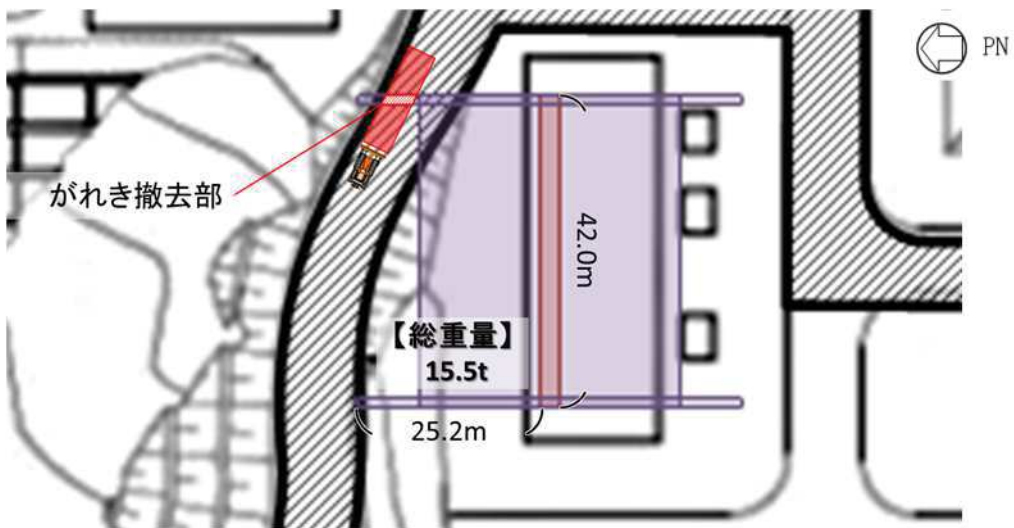




第 4 図 3号開閉所引留鉄構全景及び側面図



第 5 図 3号開閉所引留鉄構変形時の状況（例）



第 6 図 3号開閉所引留鉄構がれき想定

(b) 復旧時間評価条件の設定

i. 電線切断の仮復旧評価条件

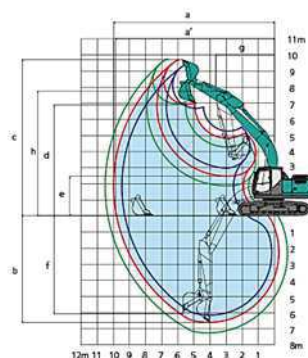
- ・ 電線等の架線状況を第7図に架線されている電線を第3表に示す。
- ・ 電線等は第8図に示すカッターを装着したバックホウですべて切断するものとして、その時間を評価する。
- ・ 電線の切断に要する時間は実証試験結果から1本あたり1分とし、作業の不確実性を考慮してさらに1.5倍する。
- ・ 切断作業はがれき撤去要員が1本ずつ切断する。
- ・ また、バックホウは8m以上の作業が可能であり、可搬型設備は最大でも高さ3.8mであるため通行に支障がある電線の切断は可能である。
- ・ なお、切断作業時はできるだけ電線から離れて作業するとともに、運転席にガードされることから電線切断時の作業員の安全性は確保できる。



第7図 3号開閉所引留鉄構の架線状況

第3表 架線されている電線

種類	本数	サイズ
送電線	12 (6本×2回線)	最大 810mm <sup>2</sup> (直径約 3.2cm)
架空地線	2	

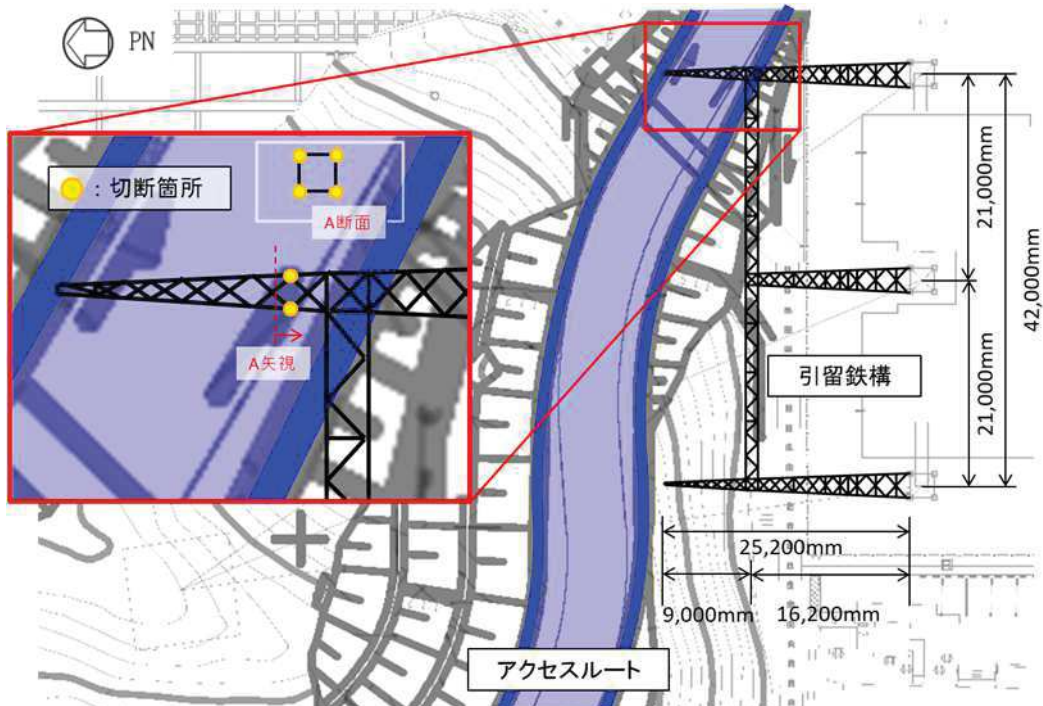


第8図 バックホウに装着するカッター及び作動範囲

ii. 引留鉄構分解の仮復旧評価条件

引留鉄構がアクセスルートに干渉した場合、ブルドーザによるがれき撤去ができるよう、干渉している部分をバックホウにて切断、分解する。

- ・ 切断箇所は引留鉄構の形状から4箇所とする。(第9図参照)
- ・ 切断に要する時間は実証試験結果から1箇所あたり1分とし、作業の不確実性を考慮してさらに1.5倍する。
- ・ バックホウは8m以上の作業が可能であり、可搬型設備は最大でも高さ3.8mであるため通行に支障がある箇所の切断は可能である。



第9図 引留鉄構切断位置

【実証試験内容】（電線切断模擬及び引留鉄構部材切断模擬）

100mm×10mm 山形鋼（材質：SS400）の切断

（引留鉄構の切断想定箇所の部材は 70mm×6mm 山形鋼（材質：SS400））

使用重機　　：バックホウ（SK-200）

使用カッター：TDX-200A

第 4 表 模擬材（100mm×10mm 山形鋼（材質：SS400））の切断時間測定結果

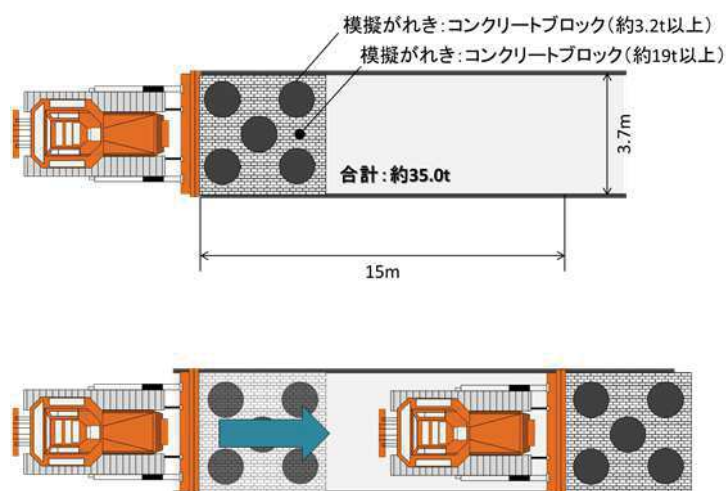
	切断高さ	切断時間
オペレーターA	8m80cm	0m26s
オペレーターB		0m11s
オペレーターC		0m15s



第 10 図 模擬試験の様子

iii. がれき撤去復旧時間評価条件

第 11 図のとおり，上記被害想定を模擬し，実証試験で得られた結果を用いる。実証試験の詳細については別紙 (22) に示す。



第 11 図 3号開閉所引留鉄構がれき撤去模擬

実証試験結果では一番遅い速度でも 0.6km/h でがれきを撤去できることを確認できたが，がれき撤去復旧時間評価においてはブルドーザのがれき撤去の作業能力を 0.5km/h とする。幅員 3.7m 以上の通路を確保するのに必要な作業時間を評価する。



(c) 仮復旧時間評価結果

i. 電線切断

$$\begin{aligned} \text{仮復旧時間} &= 1 \text{本あたりの電線切断時間} \times \text{電線数} \times \text{不確実性} \\ &= 21 \text{分} \end{aligned}$$

1本あたりの電線切断時間	:	1分
電線数	:	14本
不確実性	:	1.5

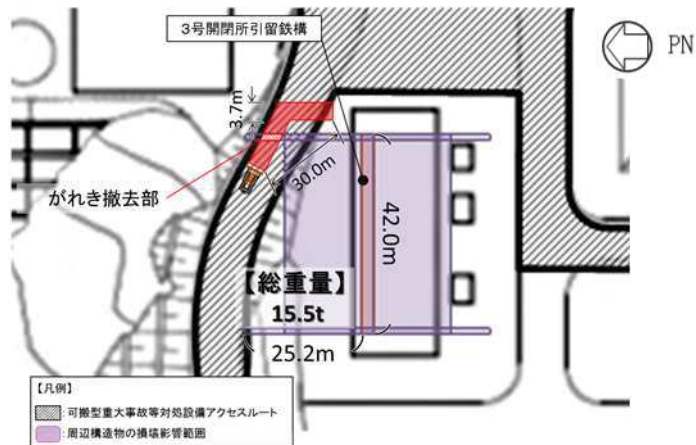
ii. 引留鉄構分解

$$\begin{aligned} \text{仮復旧時間} &= 1 \text{箇所あたりの切断時間} \times \text{切断箇所数} \times \text{不確実性} \\ &= 6 \text{分} \end{aligned}$$

1箇所あたりの切断時間	:	1分
切断数	:	4箇所
不確実性	:	1.5

iii. がれき撤去時間

$$\text{仮復旧時間} = \text{区間距離 } 30\text{m} \div \text{作業能力 } 0.5\text{km/h} = 3 \text{分 } 36 \text{秒}$$



第12図 がれき撤去作業区間

アクセスルート復旧時間（がれき撤去）に用いる時間はさらに余裕を見て10分とする。

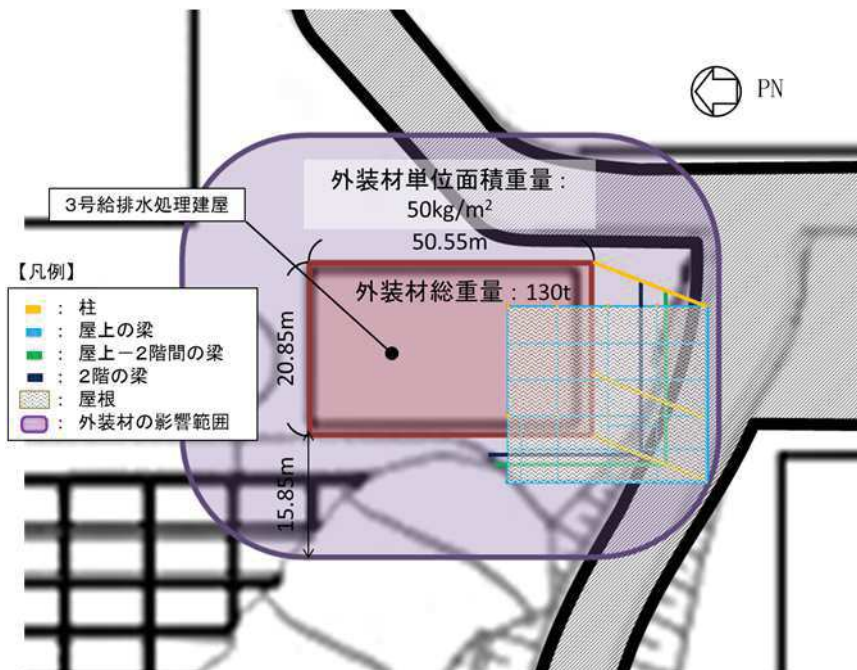
以上から3号開閉所引留鉄構損壊に係る復旧時間評価を37分とする。

c. 3号給排水処理建屋損壊に係る復旧時間評価

(a) 3号給排水処理建屋損壊に係る被害想定

3号給排水処理建屋は基準地震動  $S_s$  に対して耐震性を確保できないことから、3号給排水処理建屋躯体全体が倒壊することを想定する。

- ・ 影響範囲としては、建屋設置位置から建屋高さ分を影響範囲に設定。(第13図参照)
- ・ がれき重量としては、建屋の構造材、屋根及び外装材の重量を想定し、外装材については上記の影響範囲に堆積するものとし、単位面積あたり  $50\text{kg}/\text{m}^2$  と設定 (第13図参照)



第13図 3号給排水処理建屋がれき想定

(b) 復旧時間評価条件の設定

i. 3号給排水処理建屋分解の仮復旧評価条件

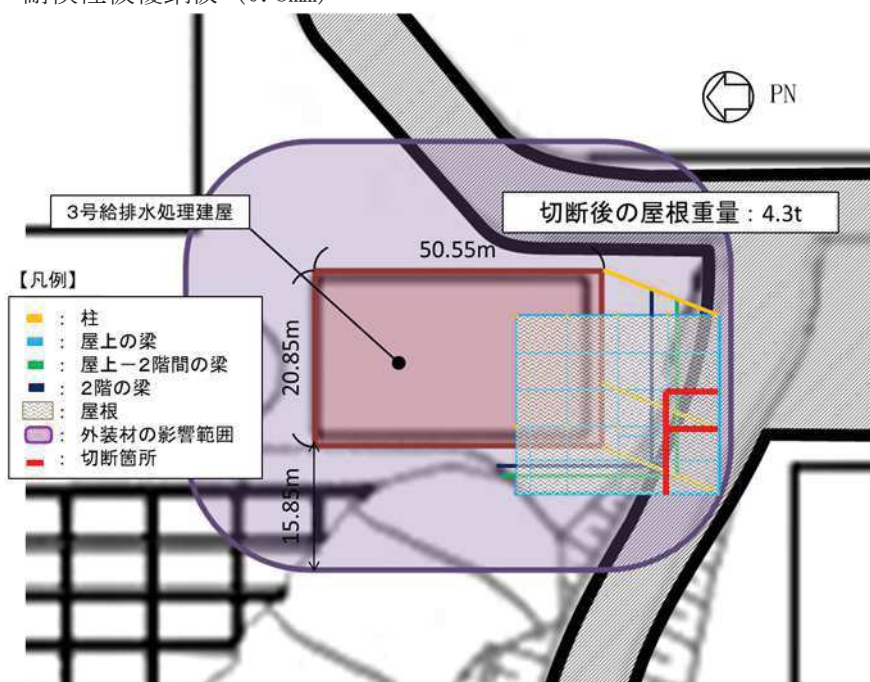
3号給排水処理建屋がアクセスルートに干渉した場合、ブルドーザによるがれき撤去ができるよう、干渉している構造材をバックホウにて切断、分解する。

- ・ 構造材を切断するにあたって屋根が干渉することから最初に屋根の撤去を行う。
- ・ 屋根切断後の撤去時間は5分とする。
- ・ 屋根はバックホウにて切断することとし、切断に要する時間はバックホウに装着するカッターの性能から0.5分/0.5mとする。
- ・ 構造材の切断箇所は建屋の損壊の形状及びバックホウの作業性から7箇所とする。(第14図～第17図参照)
- ・ 構造材切断後の撤去時間は5分とする。
- ・ 構造材の切断に要する時間は実証試験結果<sup>※3</sup>(各オペレーターが一番遅い結果の平均値)から、1箇所あたり9分とする。

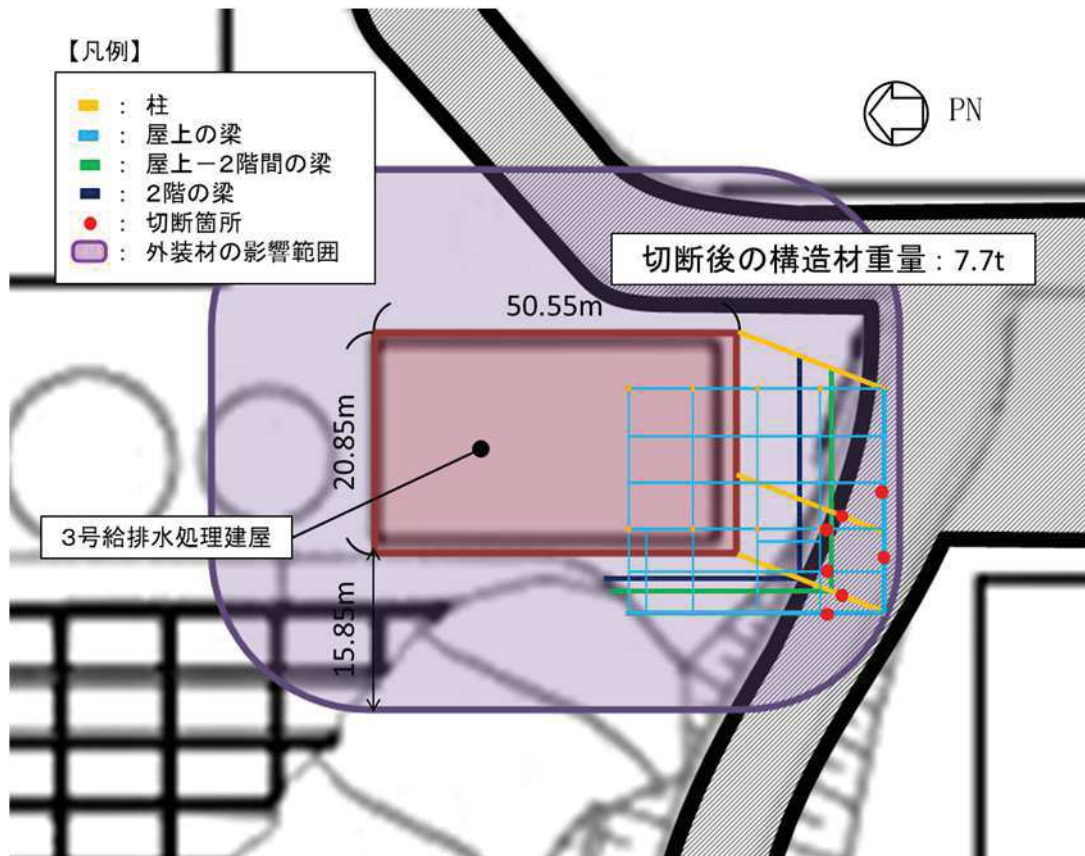
※3 3号給排水処理建屋の構造材は実証試験に用いた部材より大きいが、3号給排水処理建屋の構造材を実証試験結果より早く切断できる重機及びカッターを選定する。また、新たに実証試験を実施し、その妥当性を確認する。

【3号給排水処理建屋の屋根仕様】

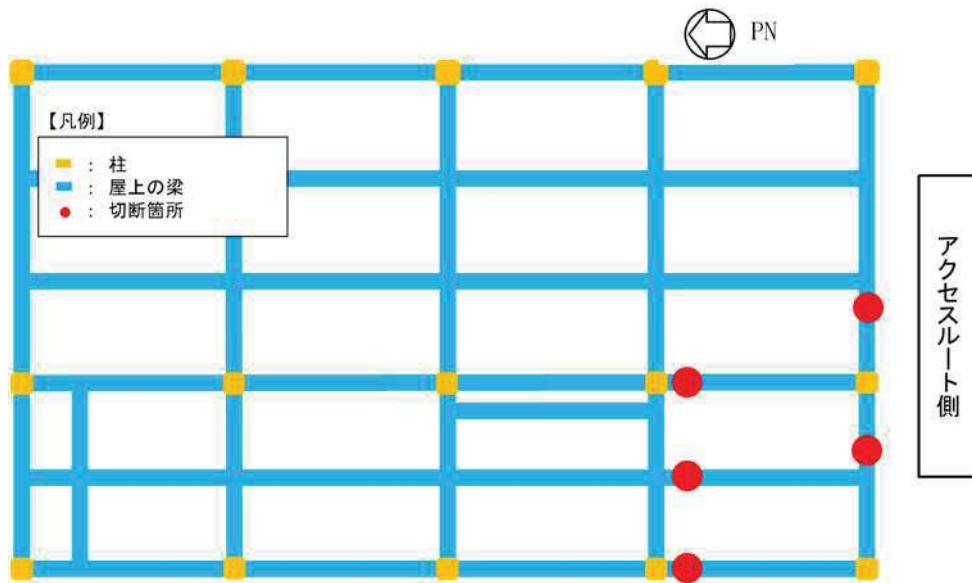
耐候性被覆鋼板 (0.8mm)



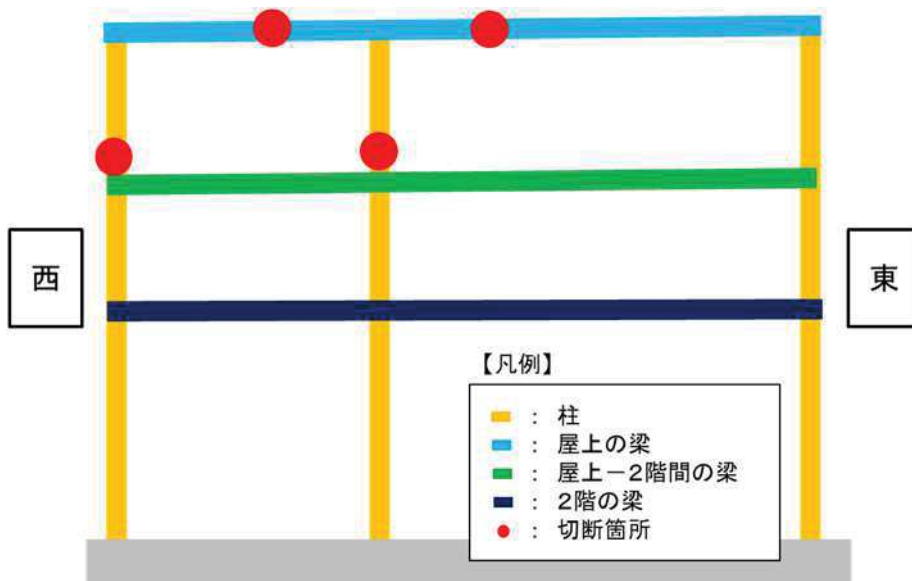
第14図 3号給排水処理建屋屋根切断位置



第 15 図 3号給排水処理建屋構造材切断位置



第 16 図 3号給排水処理建屋構造材切断位置（屋上平面図）



第 17 図 3号給排水処理建屋構造材切断位置（南立面図）



【実証試験内容】（給排水処理建屋構造材切断模擬）

250mm×25mm 山形鋼（材質：SS540）の切断

《3号給排水処理建屋の構造材》

柱：500mm×500mm×19mm（角型鋼管）

梁：390mm×300mm×10mm×16mm（H形鋼）

使用重機：バックホウ（SK-200）

使用カッター：TDX-200A

第5表 構造材模擬材（250mm×25mm 山形鋼（材質：SS540））の切断時間測定結果

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	最遅
オペレーター A	0m51s	5m06s	6m46s	15m46s	4m35s	3m01s	4m37s	<b>15m46s</b>
オペレーター B	0m54s	1m43s	5m10s	2m18s	0m57s	2m13s	1m43s	<b>5m10s</b>
オペレーター C	0m58s	3m11s	3m11s	1m32s	1m59s	2m57s	0m42s	<b>3m11s</b>

注 m：分 s：秒

（切断時間測定結果（3人×7回）の平均切断時間：3分20秒）



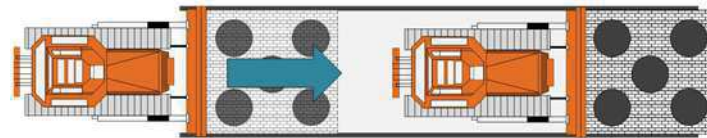
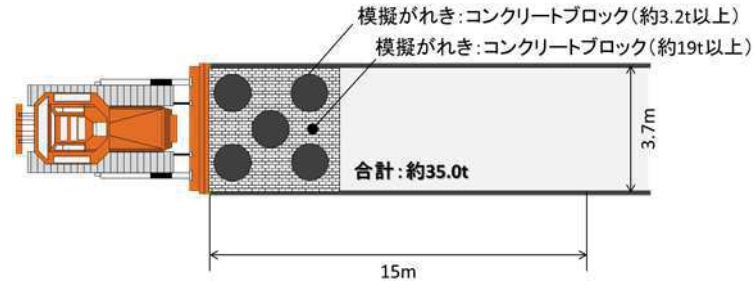
第18図 給排水処理建屋構造材切断模擬試験の様子

○切断に要する時間の算出

$$\underline{(15分46秒 + 5分10秒 + 3分11秒) \div 3 = 8分02秒 = 9分}$$

ii. がれき撤去復旧時間評価条件

第 19 図のとおり，上記被害想定を模擬し，実証試験で得られた結果を用いる。実証試験の詳細については別紙 (22) に示す。



第 19 図 3号給排水処理建屋がれき撤去模擬

実証試験結果では一番遅い速度でも 0.6km/h でがれきを撤去できることを確認できたが，がれき撤去復旧時間評価においてはブルドーザのがれき撤去の作業能力を 0.5km/h とする。幅員 3.7m 以上の通路を確保するのに必要な作業時間を評価する。

(c) 仮復旧時間評価結果

i. 3号給排水処理建屋分解

(i) 屋根切断, 撤去時間

$$\begin{aligned}\text{仮復旧時間} &= \text{切断長さ} \div \text{1回あたりの切断長さ} \times \text{1回あたり} \\ &\quad \text{の切断時間} + \text{撤去時間} \\ &= 30 \text{分} + 10 \text{分} \\ &= 40 \text{分}\end{aligned}$$

切断長さ	:	30m
1回あたりの切断長さ	:	0.5m
1回あたりの切断時間	:	0.5分
屋根の撤去時間	:	10分 (5分×2回)

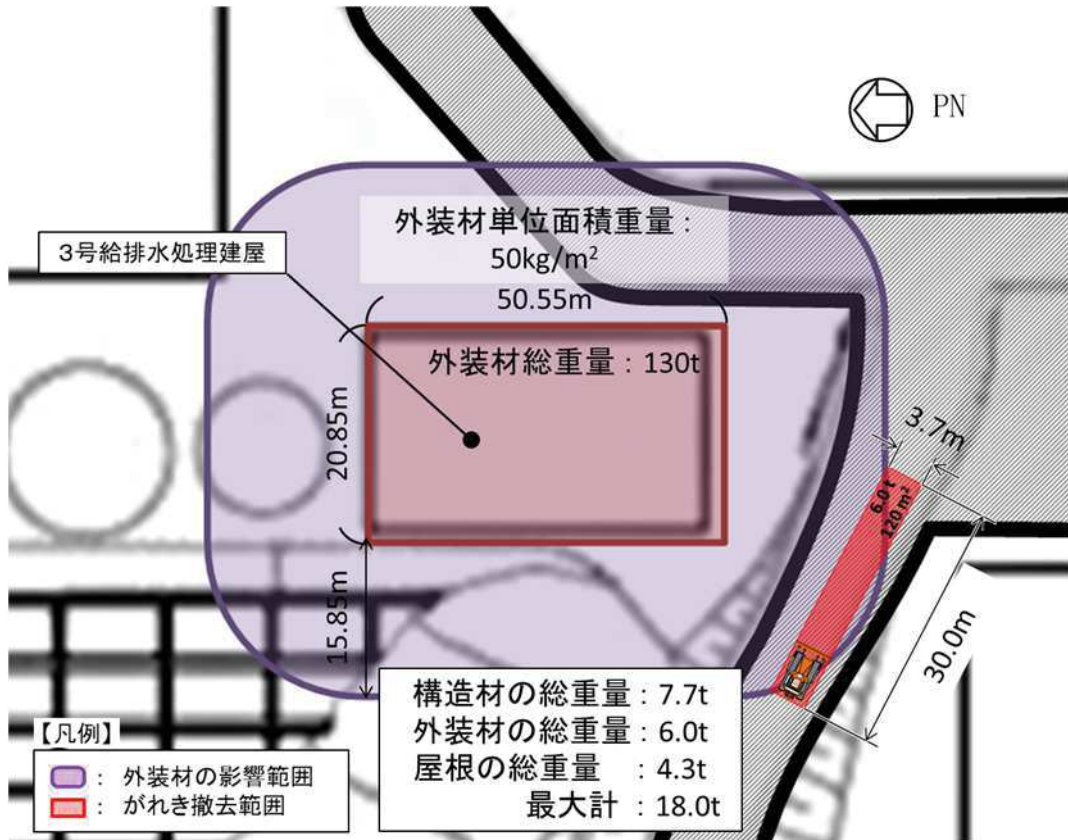
(ii) 構造材切断, 撤去時間

$$\begin{aligned}\text{仮復旧時間} &= \text{1箇所あたりの切断時間} \times \text{切断箇所数} + \text{撤去時間} \\ &= 63 \text{分} + 5 \text{分} \\ &= 68 \text{分}\end{aligned}$$

1箇所あたりの切断時間	:	9分
切断数	:	7箇所
構造材の撤去時間	:	5分

ii. がれき撤去時間

仮復旧時間 = 区間距離 30m ÷ 作業能力 0.5km/h = 3分36秒



第 20 図 がれき撤去作業区間

アクセスルート復旧時間（がれき撤去）に用いる時間はさらに余裕を見て10分とする。

以上から3号給排水処理建屋損壊に係る復旧時間評価を118分とする。

c. がれき発生箇所のアクセスルート仮復旧評価結果

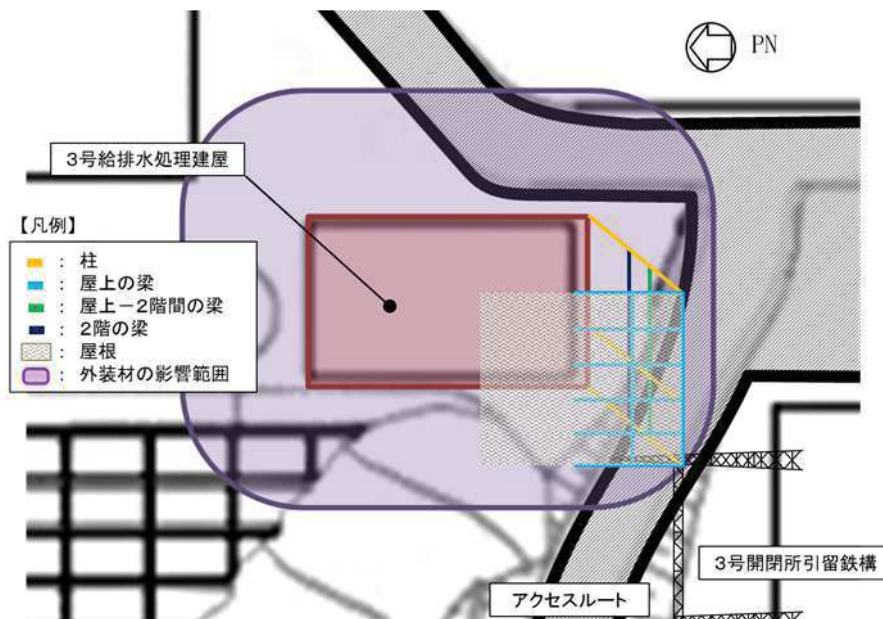
がれき発生箇所の仮復旧時間は3号開閉所引留鉄構復旧時間と3号給排水処理建屋復旧時間を合算した155分とする。

(4) 被害が重畳した場合の仮復旧時間評価

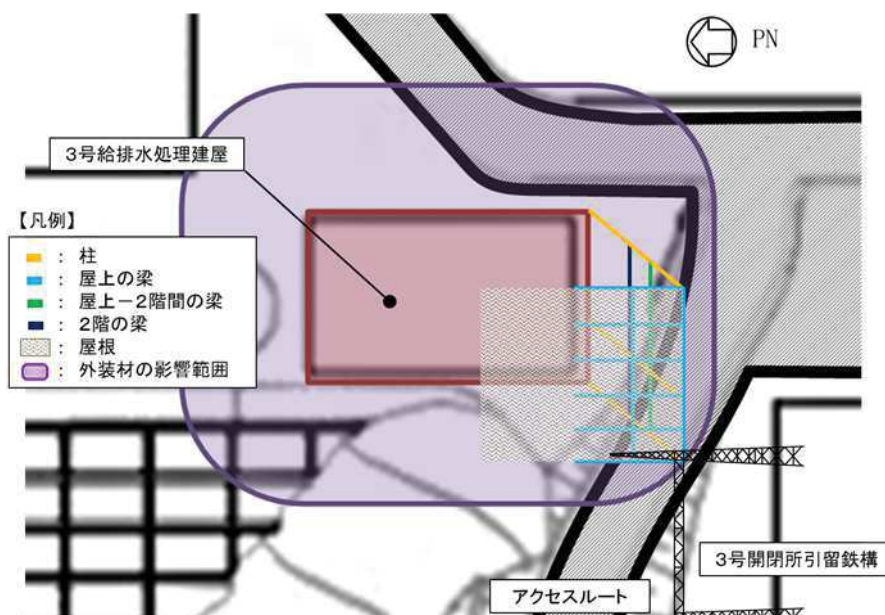
a. 被害想定

3号開閉所引留鉄構及び3号給排水処理建屋の損壊影響範囲が重畳していることから、第21図及び第22図のとおり被害が重畳するものとする。また、それぞれの被害想定は前述の「3号開閉所引留鉄構損壊に係る被害想定」及び「3号給排水処理建屋損壊に係る被害想定」と同様とする。

ただし、3号給排水処理建屋の倒壊方向は3号開閉所引留鉄構の被害と重畳させる倒壊方向としている。順次、仮復旧する場合の倒壊方向については第23図参照。

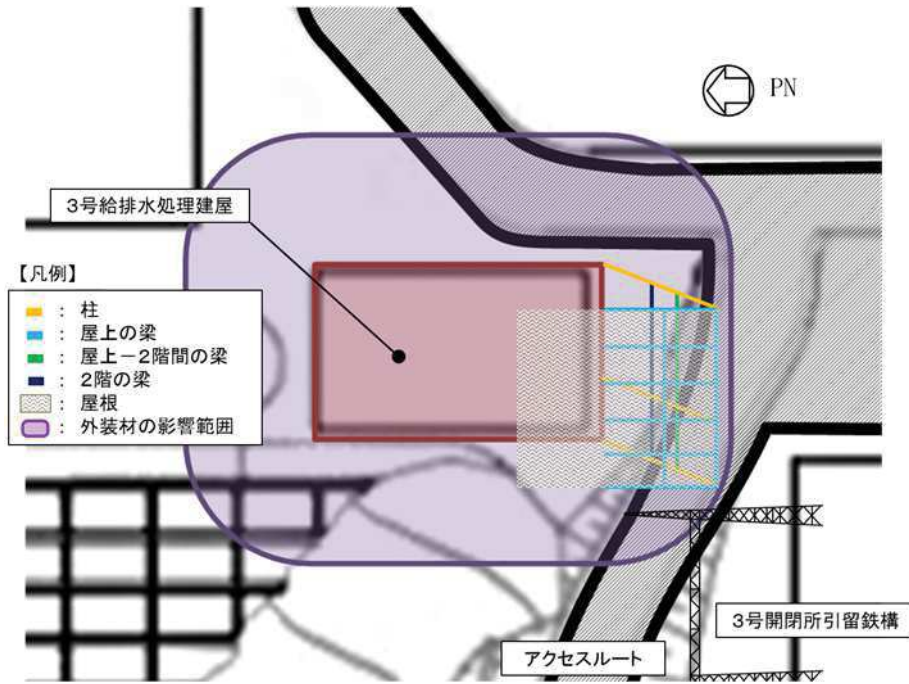


第21図 被害想定（3号給排水処理建屋が上の場合）



第22図 被害想定（3号開閉所引留鉄構が上の場合）





第 23 図 順次，仮復旧する場合の倒壊方向

b. 作業手順及び仮復旧時間評価

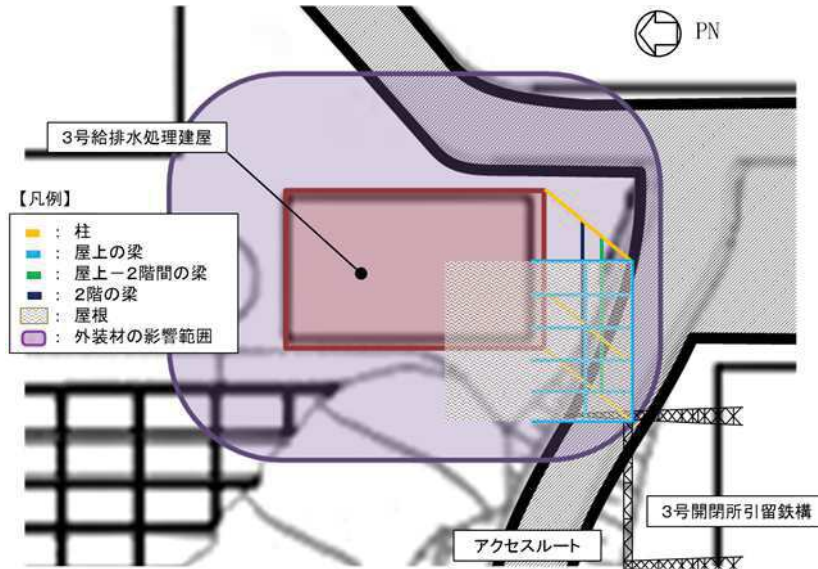
被害に対する作業手順を整理するとともに、作業にかかる時間評価を行う。  
 なお、作業内容に対する作業時間については前述の復旧時間評価条件と同様とする。

(a) 3号給排水処理建屋が上の場合

i. 作業手順

① 3号開閉所引留鉄構の電線切断

電線数：14本，切断時間：1分/箇所×1.5＝21分

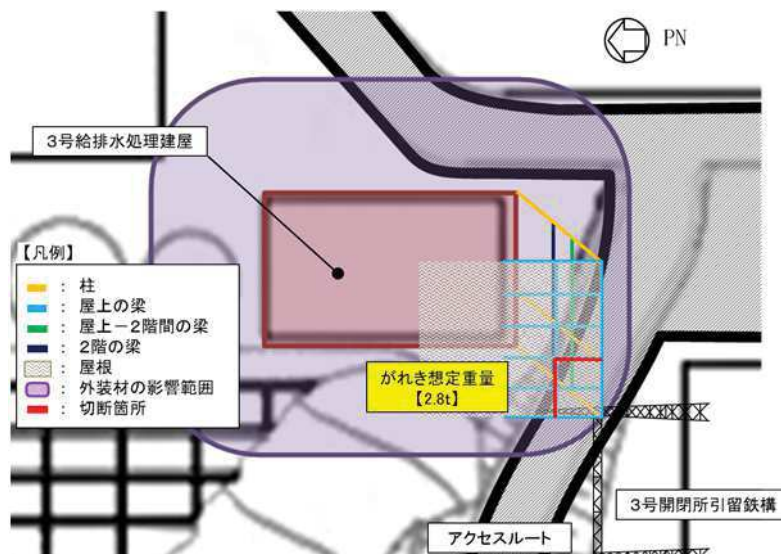


第24図 3号開閉所引留鉄構の電線切断

② 3号給排水処理建屋の屋根切断及び撤去

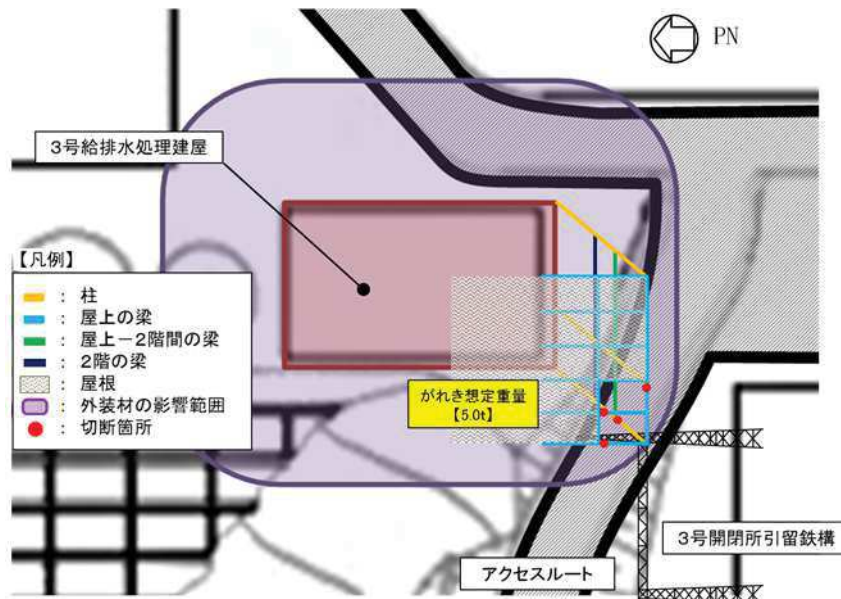
切断長さ：16m，切断時間：0.5分/0.5m＝16分

屋根撤去時間：5分



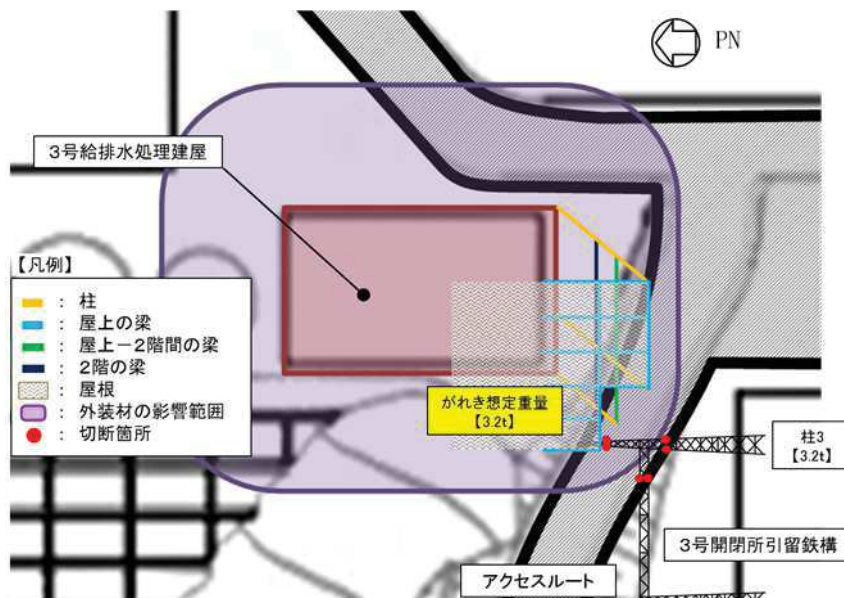
第25図 3号給排水処理建屋の屋根切断及び撤去

- ③ 3号給排水処理建屋の構造材切断及び撤去  
 切断箇所数：4箇所，切断時間：9分/箇所＝36分  
 構造材撤去時間：5分



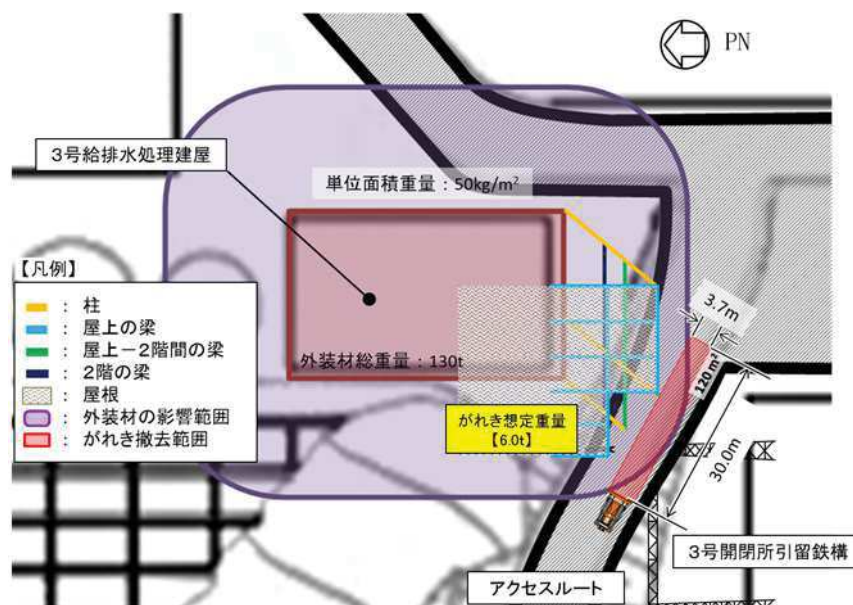
第 26 図 3号給排水処理建屋の構造材切断及び撤去

- ④ 3号開閉所引留鉄構の部材切断及び撤去  
 切断箇所数：12箇所，切断時間：1分/箇所×1.5＝18分  
 部材撤去時間：5分



第 27 図 3号開閉所引留鉄構の部材切断及び撤去

- ⑤ 3号給排水処理建屋の外装材撤去  
がれき（外装材）撤去時間：10分



第 28 図 3号給排水処理建屋の外装材撤去

ii. 仮復旧時間評価結果

被害が重畳し3号給排水処理建屋のがれきが上の場合の仮復旧時間評価結果は第6表のとおり。

第6表 3号給排水処理建屋のがれきが上の場合のルート2仮復旧時間評価結果

作業内容		所要時間 [ 分 ]	累積時間 [ 分 ]
状況確認		15	15
ルート確認・判断		40	55
徒歩移動		15	70
重機移動		5	75
手順①	3号開閉所引留鉄構の電線切断	21	96
手順②	3号給排水処理建屋の屋根切断	16	112
	3号給排水処理建屋の屋根撤去	5	117
手順③	3号給排水処理建屋の構造材切断	36	153
	3号給排水処理建屋の構造材撤去	5	158
手順④	3号引留鉄構の部材切断	18	176
	3号引留鉄構の部材撤去	5	181
手順⑤	3号給排水処理建屋の外装材撤去	10	191

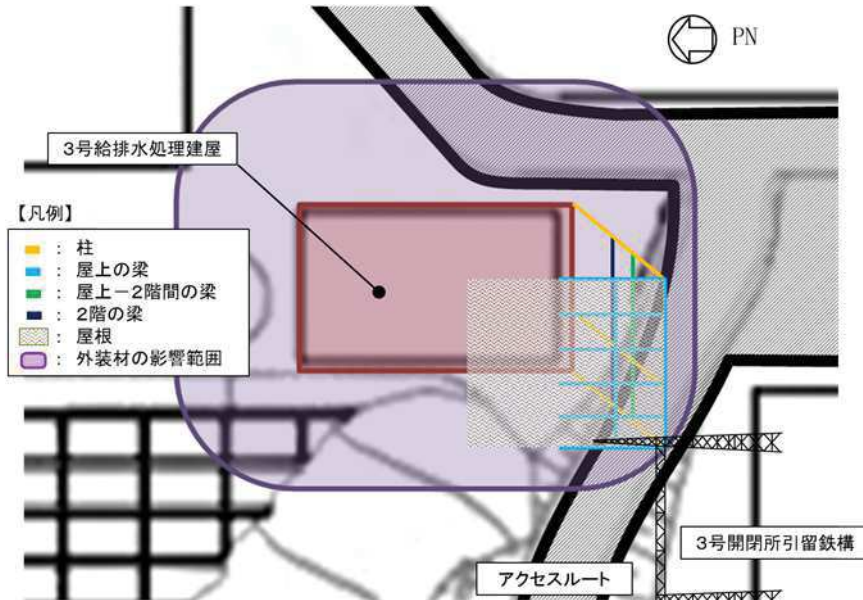


(b) 3号開閉所引留鉄構が上の場合

i. 作業手順

① 3号開閉所引留鉄構の電線切断

電線数：14本，切断時間：1分/箇所×1.5＝21分

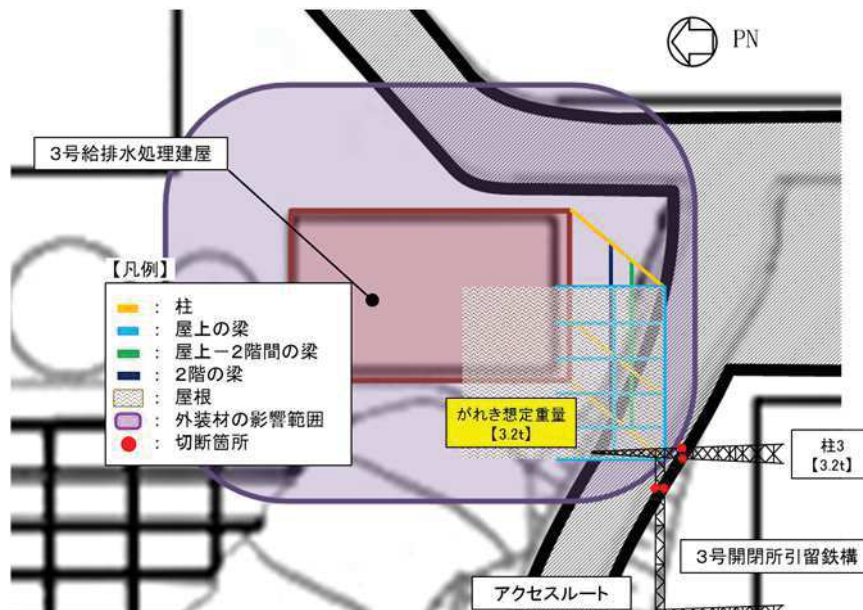


第 29 図 3号開閉所引留鉄構の電線切断

② 3号開閉所引留鉄構の部材切断及び撤去

切断箇所数：8箇所，切断時間：1分/箇所×1.5＝12分

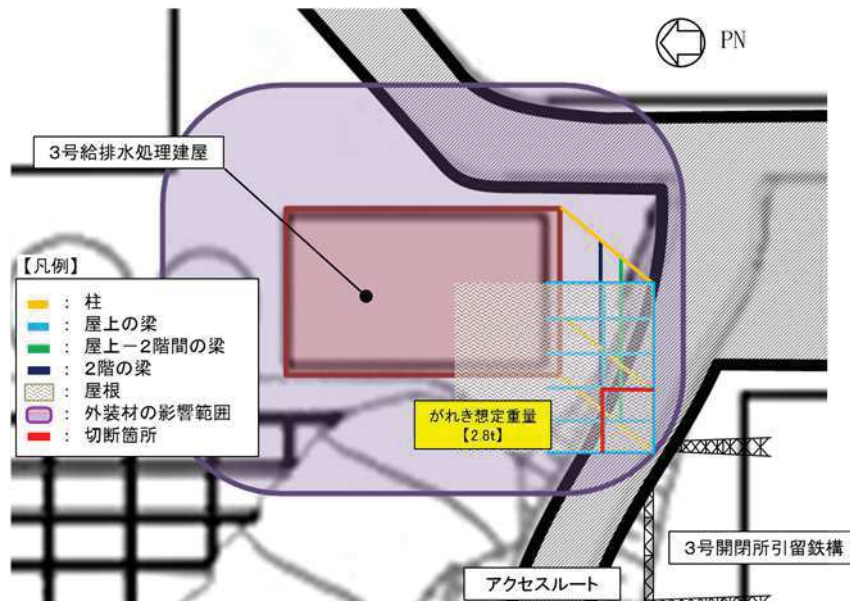
部材撤去時間：5分



第 30 図 3号開閉所引留鉄構の部材切断及び撤去

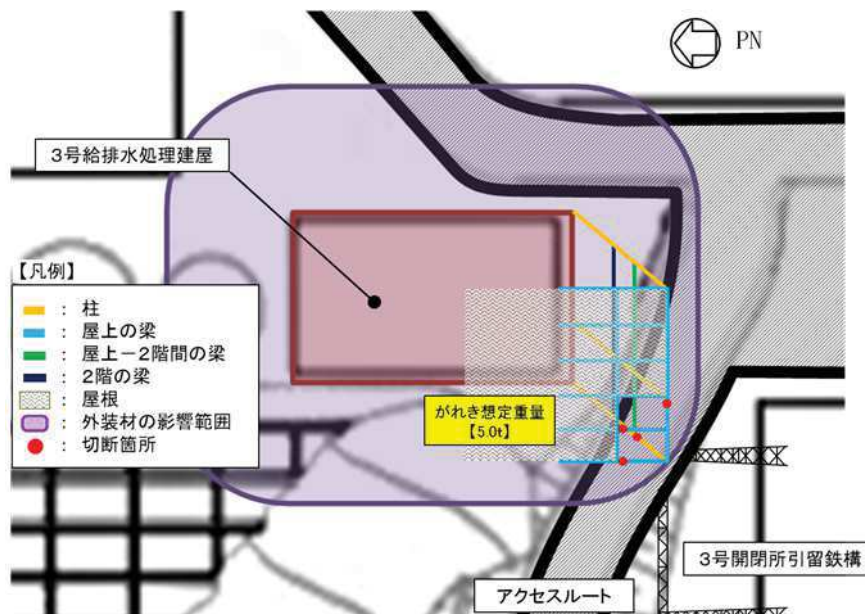


- ③ 3号給排水処理建屋の屋根切断及び撤去  
 切断長さ：16m，切断時間：0.5分/0.5m＝16分  
 屋根撤去時間：5分



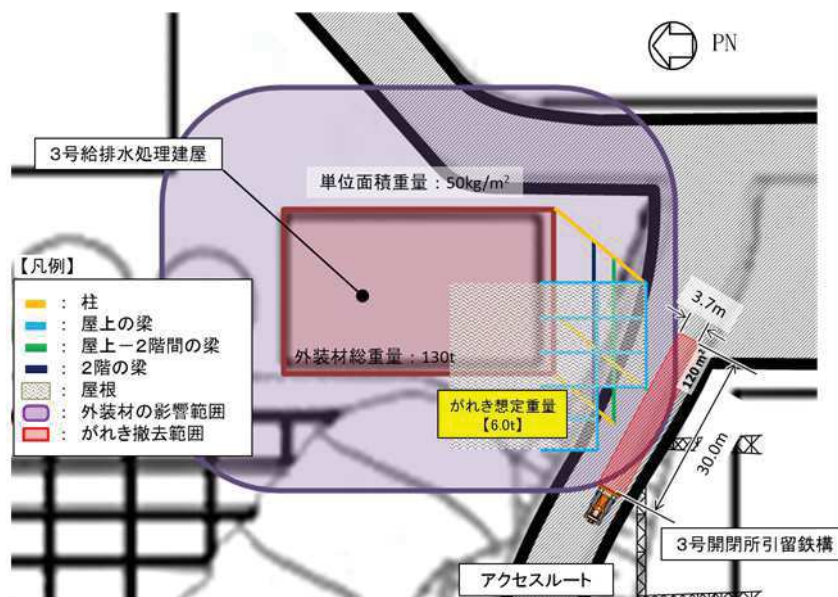
第 31 図 3号給排水処理建屋の屋根切断及び撤去

- ④ 3号給排水処理建屋の構造材切断及び撤去  
 切断箇所数：4箇所，切断時間：9分/箇所＝36分  
 構造材撤去時間：5分



第 32 図 3号給排水処理建屋の構造材切断及び撤去

- ⑤ 3号給排水処理建屋の外装材撤去  
がれき（外装材）撤去時間：10分



第 33 図 3号給排水処理建屋の外装材撤去

ii. 仮復旧時間評価結果

被害が重畳し3号開閉所引留鉄構のがれきが上の場合の仮復旧時間評価結果は第7表のとおり。

第7表 3号開閉所引留鉄構のがれきが上の場合のルート2仮復旧時間評価結果

作業内容		所要時間 [ 分 ]	累積時間 [ 分 ]
状況確認		15	15
ルート確認・判断		40	55
徒歩移動		15	70
重機移動		5	75
手順①	3号開閉所引留鉄構の電線切断	21	96
手順②	3号引留鉄構の部材切断	12	108
	3号引留鉄構の部材撤去	5	113
手順③	3号給排水処理建屋の屋根切断	16	129
	3号給排水処理建屋の屋根撤去	5	134
手順④	3号給排水処理建屋の構造材切断	36	170
	3号給排水処理建屋の構造材撤去	5	175
手順⑤	3号給排水処理建屋の外装材撤去	10	185

c. 被害が重畳した場合の仮復旧時間

被害が重畳した場合のルート2の仮復旧時間は191分（3時間11分）であり、重畳した場合でも問題ないことを確認した。

## ルート 2 のがれき撤去作業における作業プロセス及び時間について

## 1. はじめに

ルート 2 のがれき撤去作業における作業プロセスを明確化するとともに、各々の作業プロセスの時間について積み上げたがれき撤去作業時間を算出する。

## 2. 評価条件

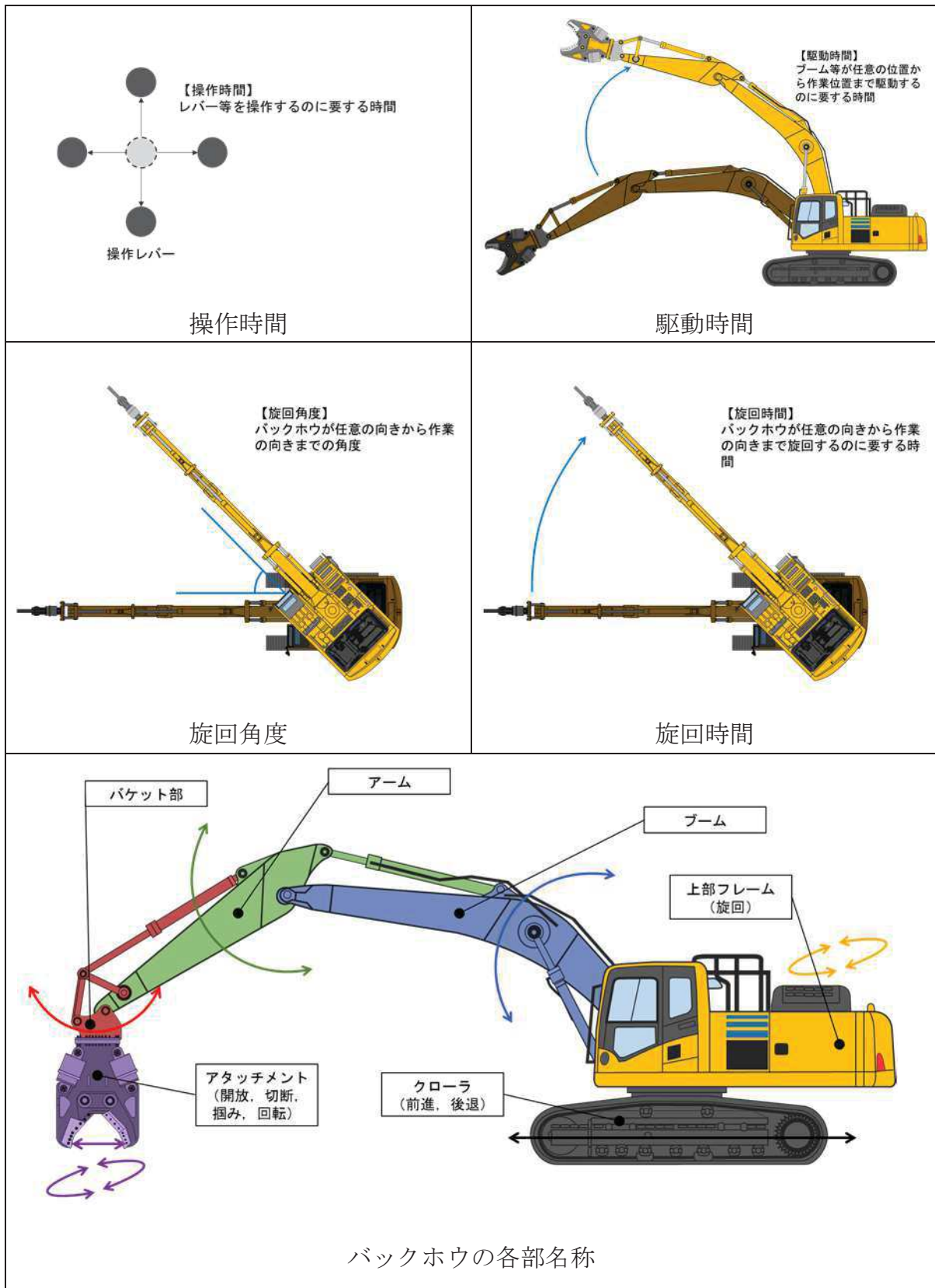
作業プロセス及び作業時間算出における条件は以下のとおり設定する。用語の定義については第 1 図参照。

- ・ 操作時間は 0.1min とする。ただし、停止操作に関しては操作完了後の停止することから、移動及び駆動停止操作時間は移動及び駆動時間に含める。(①, ②, ④~⑨)
- ・ バックホウの作業位置合わせのためのブーム・アーム・バケット部の駆動時間は 0.1min とする。(毎回最大/最小間で駆動しないと考えられることから、最大/最小の駆動時間 0.2min<sup>\*1</sup>の半分に設定)(①, ⑥~⑨)
- ・ アタッチメントの「開放, 回転, 切断 (掴み)」の一連の駆動時間を 0.1min とする。(毎回最大/最小間で駆動しないと考えられることから、最大/最小の駆動時間 0.2min<sup>\*1</sup>の半分に設定)(⑥, ⑧, ⑨)
- ・ バックホウの作業位置合わせのための移動速度は 1.6km/h とする。(低速 3.2km/h<sup>\*1</sup>の半分に設定)(⑧)
- ・ バックホウの作業位置合わせ及び重機入替えのための移動距離はバックホウの作業範囲 11m<sup>\*1</sup>に余裕をみて 12m とする。(⑧)
- ・ 作業位置合わせのための旋回角度は 45° とし、旋回時間は 0.2min<sup>\*1</sup>とする。(①, ②)
- ・ がれき撤去のための旋回角度は 90° とし、旋回時間は 0.4min<sup>\*1</sup>とする。(⑨)
- ・ 電線, 部材, 屋根はアタッチメントの駆動と同時に切断できるため、切断時間は駆動時間に含める。(⑥, ⑧)
- ・ バックホウによる構造材の切断時間は実証試験の平均値から 3.4min<sup>\*2</sup>とする。(⑦)
- ・ 構造材は 1 箇所あたり 2 回で切断するものとする。<sup>\*1</sup> (⑦)
- ・ ブルドーザの重機入替えの移動速度は 4.4km/h<sup>\*1</sup>とする。(1 速後退速度)(④)
- ・ ブルドーザの重機入替えの移動距離は 20m とする。(④)
- ・ ブルドーザのがれき撤去速度は実証試験の平均値から 0.8km/h<sup>\*3</sup>とする。(⑤)
- ・ ブルドーザのがれき撤去距離は周辺構造物影響範囲等から 30m とする。(⑤)
- ・ ブルドーザの作業準備はバックホウの作業時間に含める。(⑤)

※ 1 カタログ値又はメーカー提示値 (最大値を引用) による

※ 2 実証試験結果による (1.0.2-別紙 21-17 参照)

※ 3 実証試験結果による (1.0.2-別紙 22-2 参照)



第1図 用語の定義



### 3. 作業プロセス及び作業時間評価

作業プロセス及び作業時間について以下のとおり設定する。

#### 【①作業準備】 0.5min

- ①旋回レバー操作：0.1min（作業方向合わせ）
- ②旋回時間：0.2min（45°）
- ③ブームレバー操作：0.1min（大まかな位置合わせ）
- ④ブーム駆動時間：0.1min

#### 【②移動準備】 0.4min

- ①旋回レバー操作：0.1min（進行方向合わせ）
- ②旋回時間：0.2min（45°）
- ③クローラレバー操作：0.1min（前進）

#### 【③移動（バックハウ）】 0.5min

- ①移動時間：0.5min（移動距離 12m ÷ 移動速度 1.6km/h = 0.45min）

#### 【④移動（ブルドーザ）】 0.4min

- ①クローラレバー操作：0.1min（後退）
- ②移動時間：0.3min（移動距離 20m ÷ 移動速度 4.4km/h = 0.28min）

#### 【⑥電線切断／部材切断サイクルタイム】 1.0min

- ①ブームレバー操作：0.1min（位置合わせ）
- ②ブーム駆動時間：0.1min
- ③アームレバー操作：0.1min（位置合わせ）
- ④アーム駆動時間：0.1min
- ⑤バケット部レバー操作：0.1min（位置合わせ）
- ⑥バケット部駆動時間：0.1min
- ⑦アタッチメント操作：0.3min（開放，回転，切断）
- ⑧アタッチメント駆動：0.1min

**【⑦構造材切断サイクルタイム】 5.0min**

- ①ブームレバー操作：0.2min（位置合わせを2回ずつ）
- ②ブーム駆動時間：0.2min
- ③アームレバー操作：0.2min（位置合わせを2回ずつ）
- ④アーム駆動時間：0.2min
- ⑤バケット部レバー操作：0.1min（位置合わせ）
- ⑥バケット部駆動時間：0.1min
- ⑦アタッチメント操作：0.6min（開放，回転，切断を2回ずつ）
- ⑧切断時間：3.4min

**【⑧屋根切断サイクルタイム】 0.9min**

- ①ブームレバー操作：0.1min（位置合わせ）
- ②ブーム駆動時間：0.1min
- ③アームレバー操作：0.1min（位置合わせ）
- ④アーム駆動時間：0.1min
- ⑤バケット部レバー操作：0.1min（位置合わせ）
- ⑥バケット部駆動時間：0.1min
- ⑦アタッチメント操作：0.2min（開放，切断）
- ⑧アタッチメント駆動：0.1min

**【⑨がれき撤去時間（バックハウ）】 2.5min**

- ①ブームレバー操作：0.2min（位置合わせ，上げ）
- ②ブーム駆動時間：0.2min
- ③アームレバー操作：0.2min（位置合わせ，上げ）
- ④アーム駆動時間：0.2min
- ⑤バケット部レバー操作：0.1min（位置合わせ）
- ⑥バケット部駆動時間：0.1min
- ⑦アタッチメント操作：0.4min（開放，回転，掴み，開放）
- ⑧アタッチメント駆動：0.1min
- ⑨旋回レバー操作：0.2min（旋回を2回）
- ⑩旋回時間：0.8min（90°を2回）

**【⑤がれき撤去時間（ブルドーザ）】 2.4min**

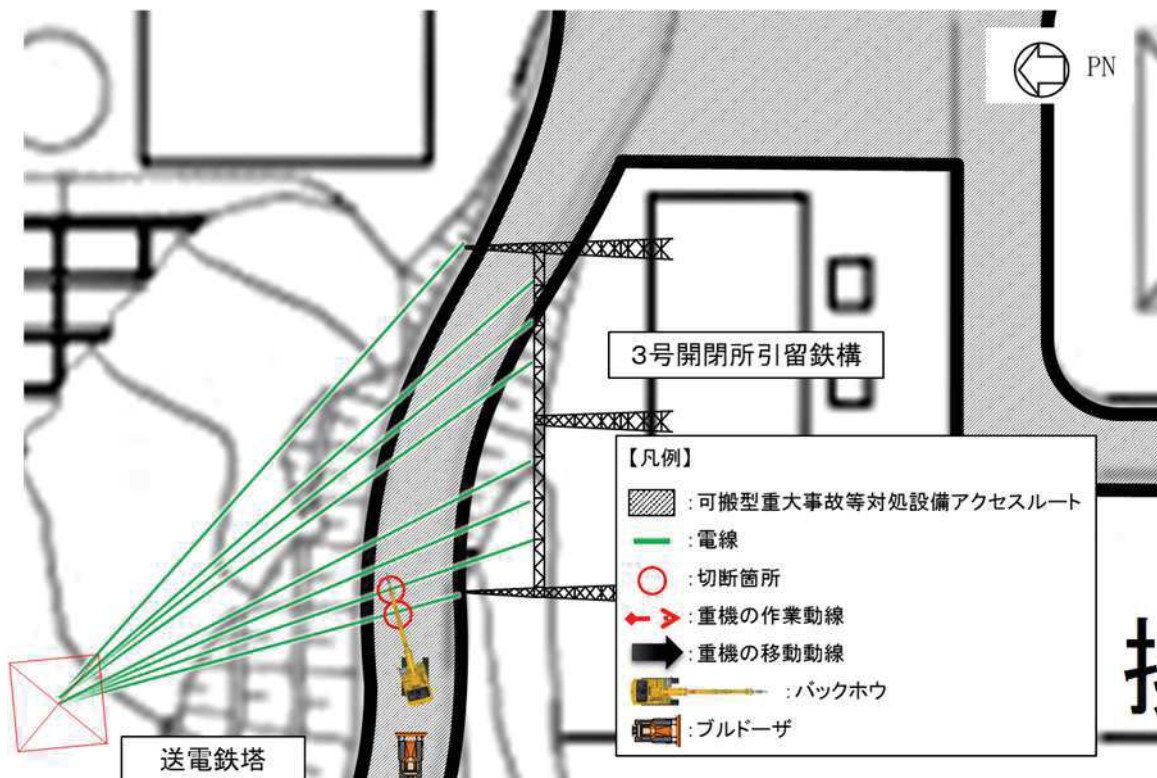
- ①クローラレバー操作：0.1min（前進）
- ②がれき撤去：2.3min（移動距離30m÷移動速度0.8km/h=2.25min）

(1) 順次がれきを撤去する場合の作業プロセス及び作業時間

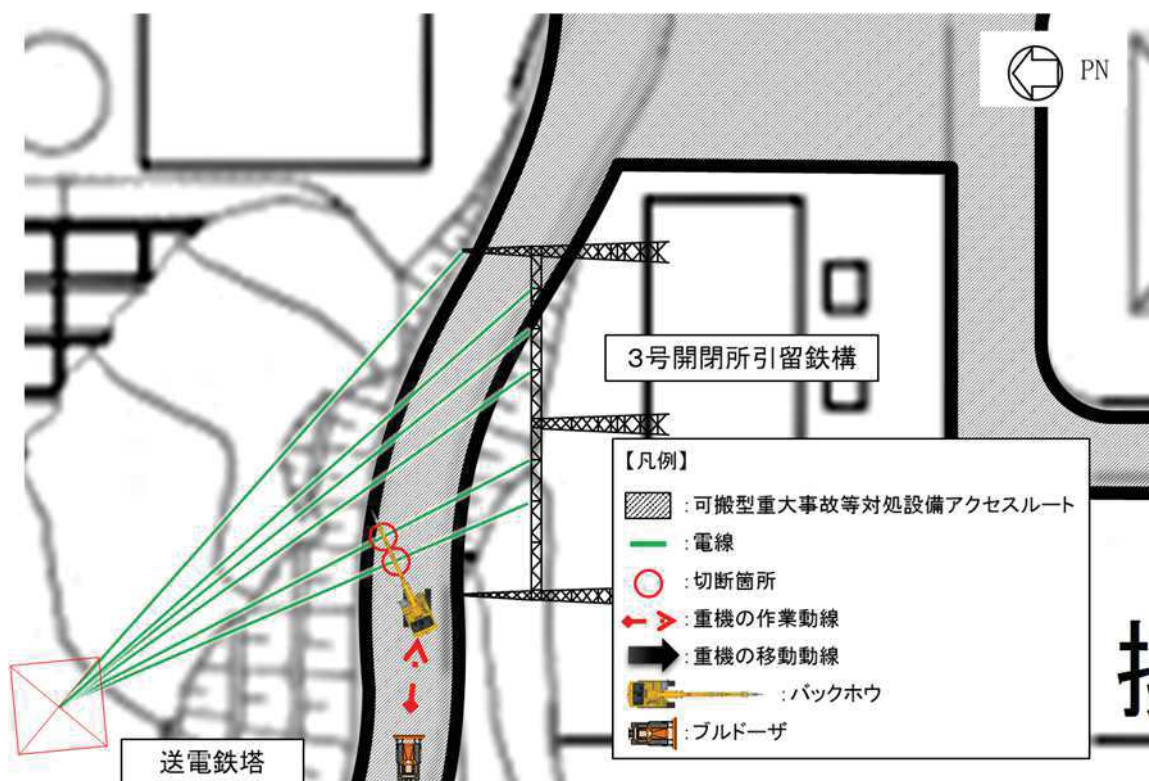
各々の作業プロセスの時間について積み上げたがれき撤去作業時間を第 1 表に，各作業プロセスの状況を第 2 図～第 11 図に示す。

第1表 作業プロセス及びがれき撤去作業時間（順次撤去する場合）

作業項目	作業プロセス	作業時間 [分]	累積時間 [分]	備考	
引留鉄構電線切断作業	①作業準備	0.5	18.7	18.7	第2図
	⑥電線切断サイクル×3回	3.0			
	②移動準備	0.4			
	③移動（バックホウ）	0.5			第3図
	①作業準備	0.5			
	⑥電線切断サイクル×4回	4.0			
	②移動準備	0.4			第4図
	③移動（バックホウ）	0.5			
	①作業準備	0.5			
	⑥電線切断サイクル×6回	6.0			第5図
	②移動準備	0.4			
	③移動（バックホウ）	0.5			
	①作業準備	0.5			
	引留鉄構分解作業	⑥部材切断サイクル×4回			4.0
②移動準備		0.4			
③移動（バックホウ）		0.5			
引留鉄構がれき撤去作業	⑤がれき撤去（ブルドーザ）	2.4	2.8	26.4	第6図
	④移動（ブルドーザ）	0.4			
給排水処理建屋分解作業	③移動（バックホウ）	0.5	99.8	126.2	第7図
	①作業準備	0.5			
	⑧屋根切断サイクル×32回	28.8			
	⑨がれき撤去（バックホウ）	2.5			第8図
	⑦構造材切断サイクル×4回	20.0			
	⑨がれき撤去（バックホウ）	2.5			
	②移動準備	0.4			第9図
	③移動（バックホウ）	0.5			
	①作業準備	0.5			
	⑧屋根切断サイクル×28回	25.2			第10図
	⑨がれき撤去（バックホウ）	2.5			
	⑦構造材切断サイクル×3回	15.0			
	②移動準備	0.4			
	③移動（バックホウ）	0.5			
給排水処理建屋がれき撤去作業	⑤がれき撤去（ブルドーザ）	2.4	2.4	128.6	第11図

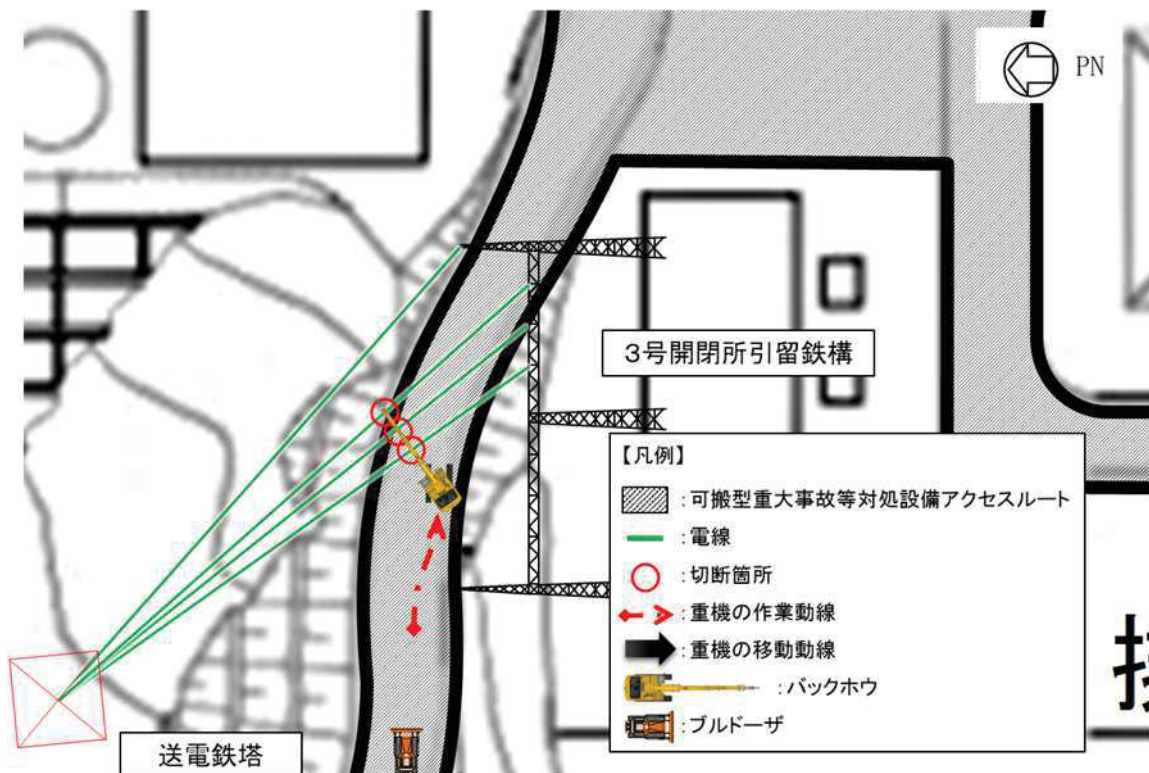


第2図 ルート2がれき撤去作業想定（順次撤去する場合）（1 / 10）

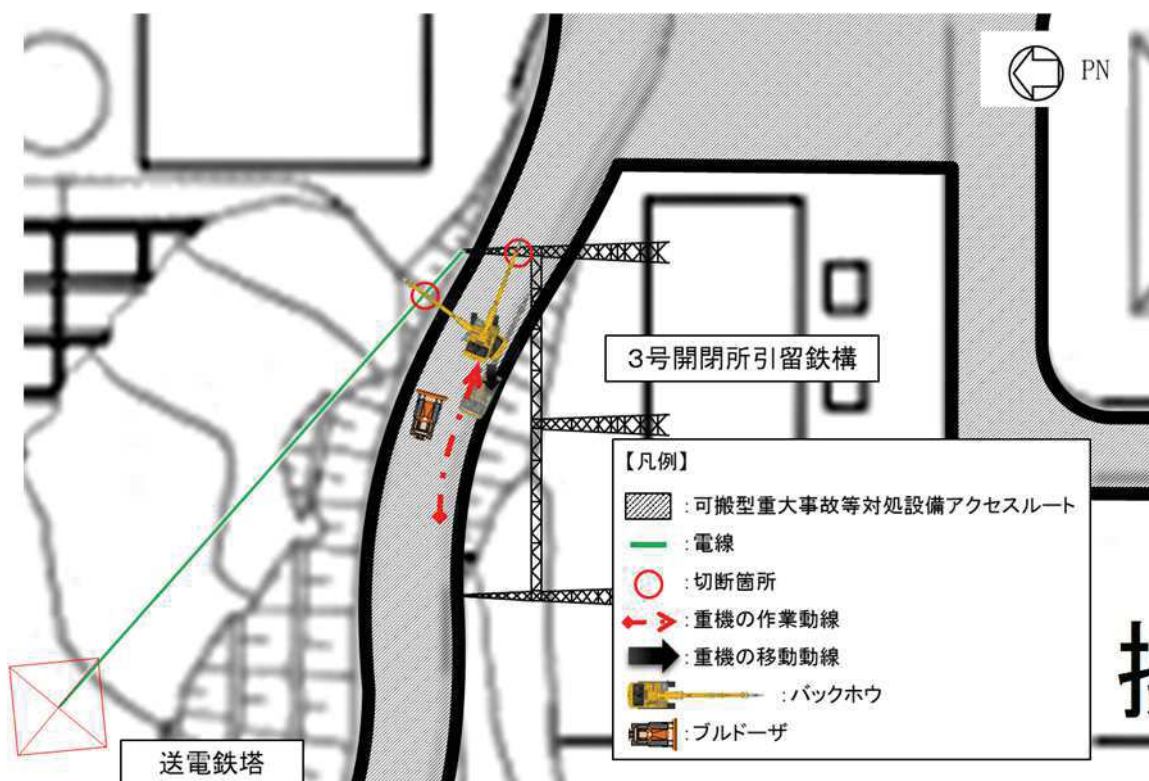


第3図 ルート2がれき撤去作業想定（順次撤去する場合）（2 / 10）

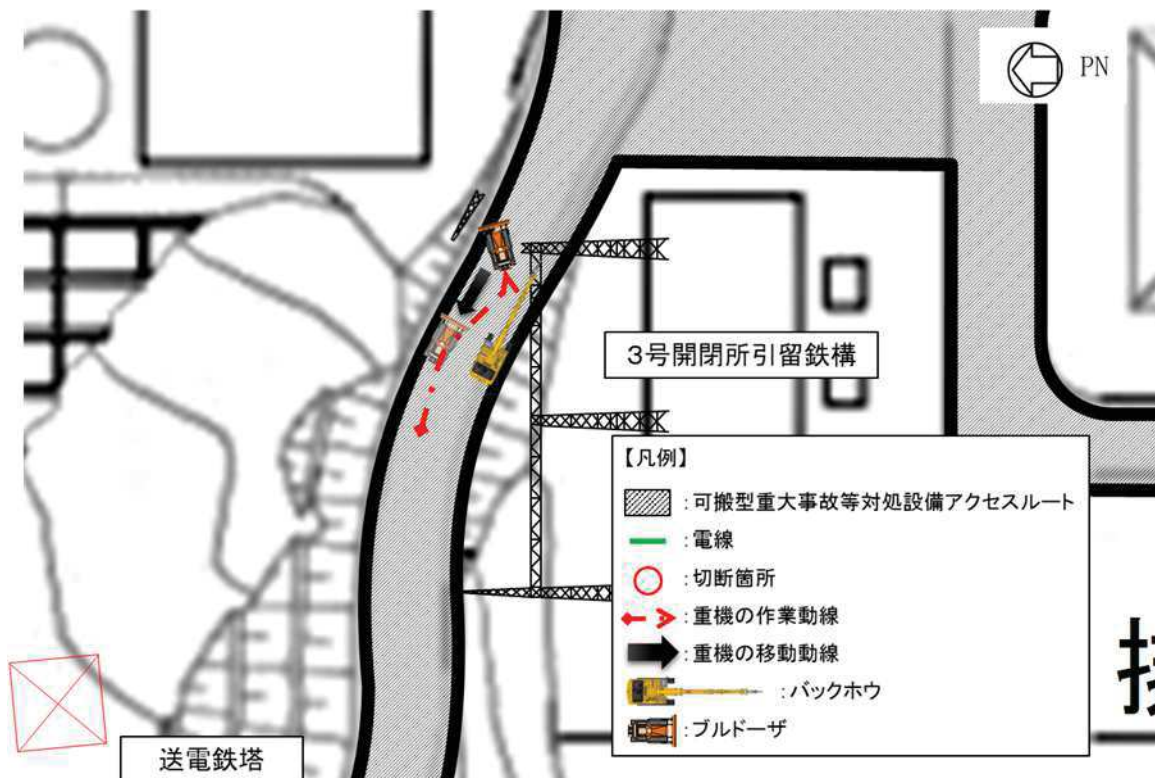




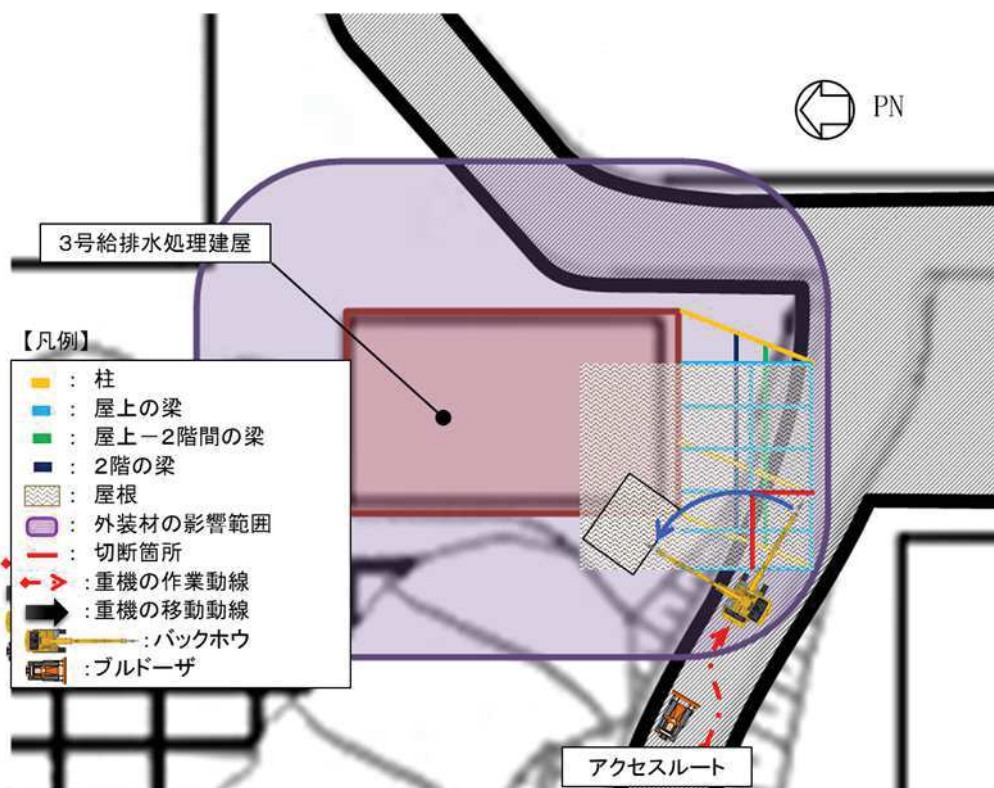
第4図 ルート2がれき撤去作業想定（順次撤去する場合）（3／10）



第5図 ルート2がれき撤去作業想定（順次撤去する場合）（4／10）

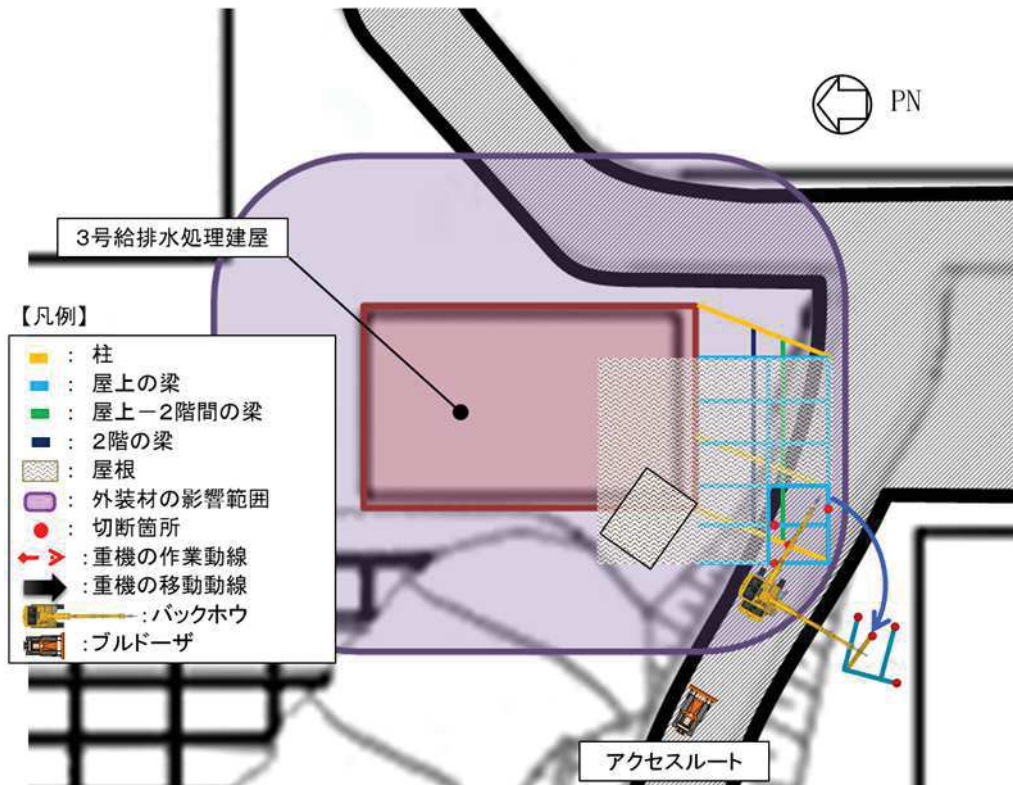


第6図 ルート2がれき撤去作業想定（順次撤去する場合）（5 / 10）

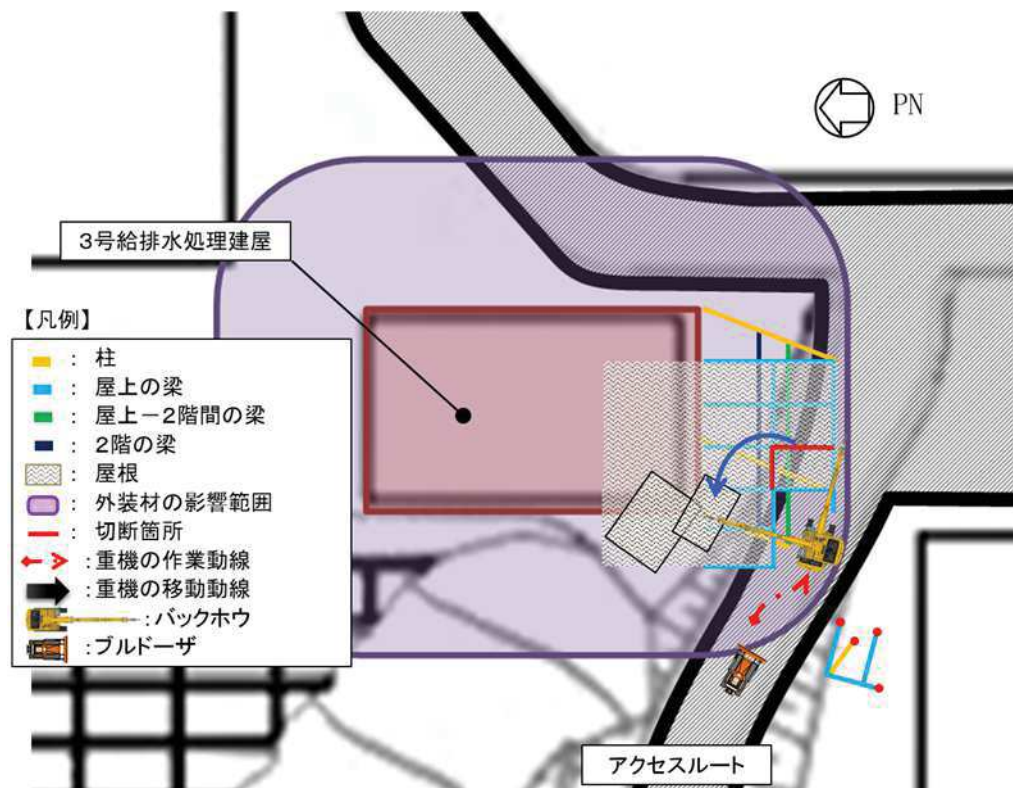


第7図 ルート2がれき撤去作業想定（順次撤去する場合）（6 / 10）

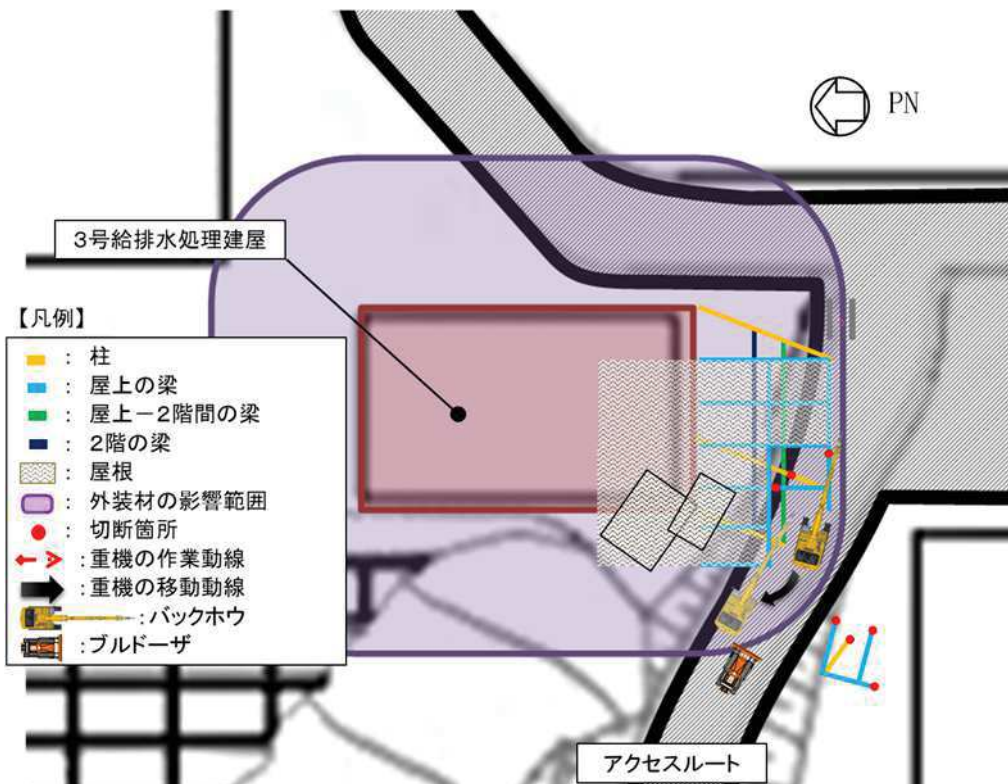




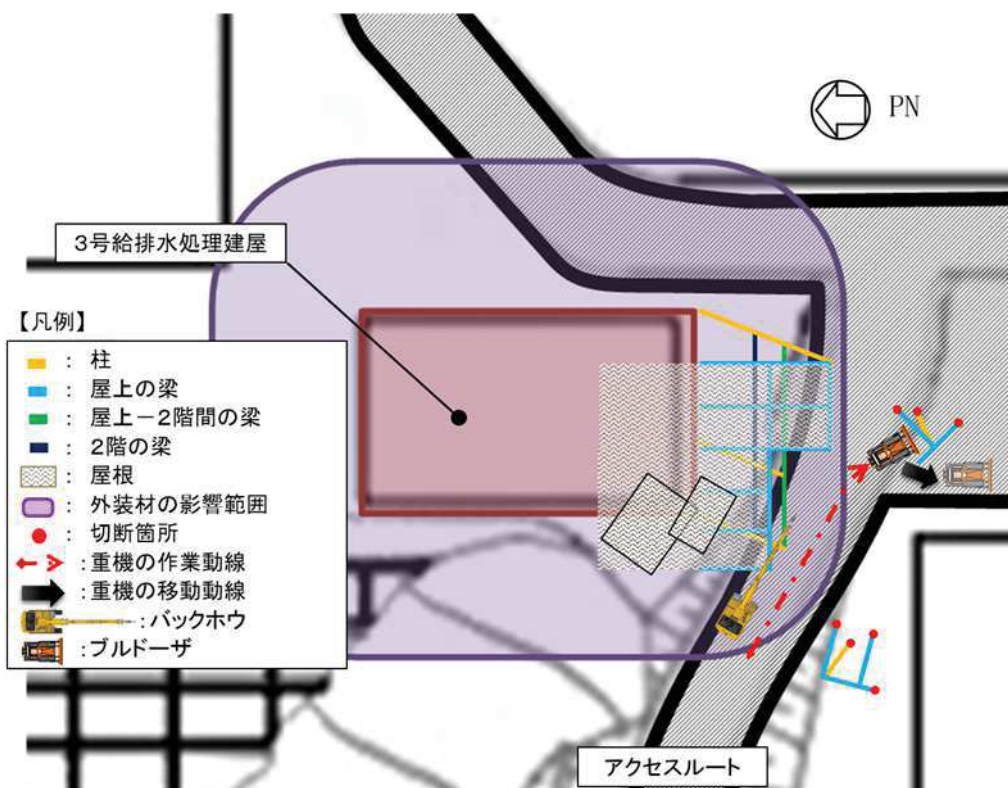
第8図 ルート2がれき撤去作業想定（順次撤去する場合）（7／10）



第9図 ルート2がれき撤去作業想定（順次撤去する場合）（8／10）



第 10 図 ルート 2 がれき撤去作業想定（順次撤去する場合）（9 / 10）



第 11 図 ルート 2 がれき撤去作業想定（順次撤去する場合）（10 / 10）

(2) がれきが重複した場合の作業プロセス及び作業時間

がれきが重複した場合（3号給排水処理建屋のがれきが上の場合及び3号開閉所引留鉄構のがれきが上の場合の2パターン）の作業プロセスの時間について積み上げたがれき撤去作業時間を第2表及び第3表に、各作業プロセスの状況を第12図～第23図に示す。

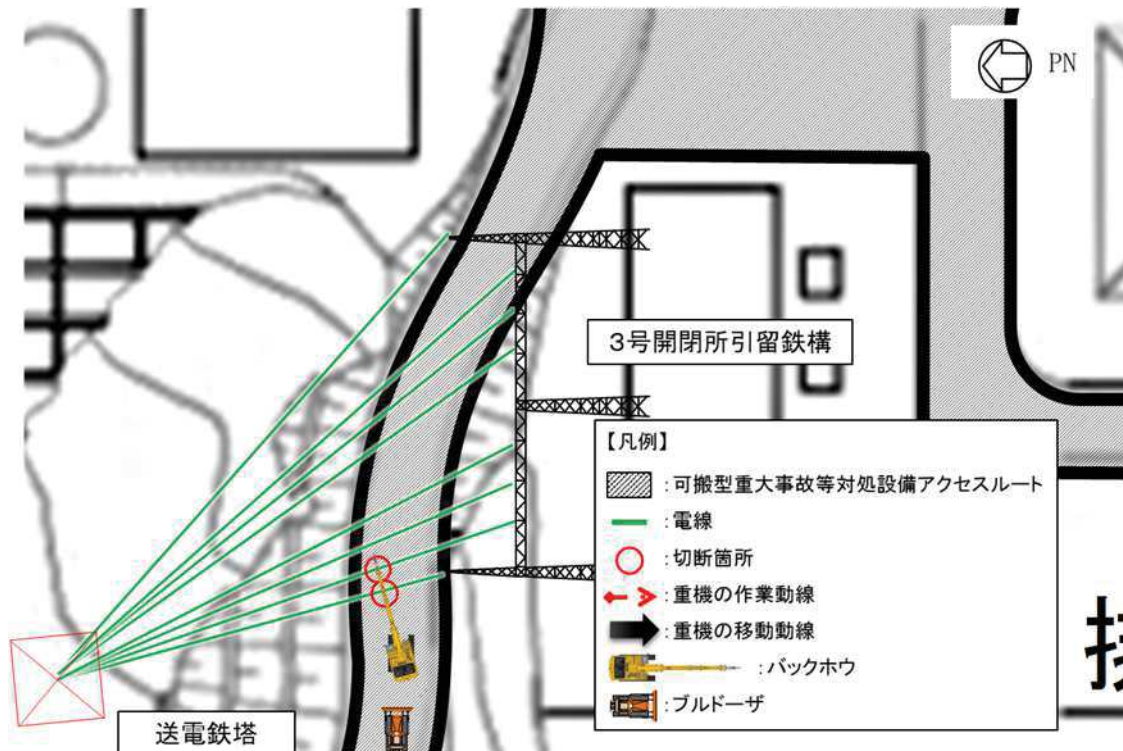


第2表 作業プロセス及びがれき撤去作業時間（がれきが重複した場合）  
（3号給排水処理建屋のがれきが上の場合）

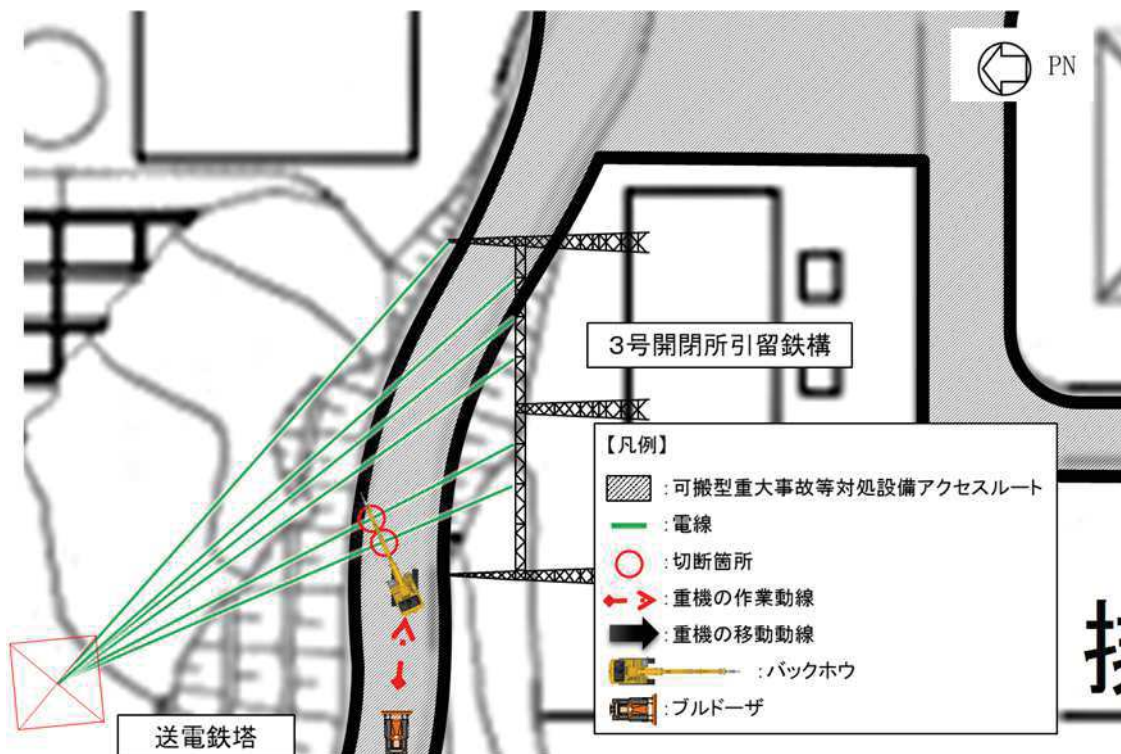
作業項目	作業プロセス	作業時間 [分]	累積時間 [分]	備考							
引留鉄構電線切断作業	①作業準備	0.5	19.1	19.1	第12図						
	⑥電線切断サイクル×3回	3.0									
	②移動準備	0.4									
	③移動（バックハウ）	0.5									
	①作業準備	0.5			19.1	19.1	第13図				
	⑥電線切断サイクル×4回	4.0									
	②移動準備	0.4									
	③移動（バックハウ）	0.5									
	①作業準備	0.5					19.1	19.1	第14図		
	⑥電線切断サイクル×6回	6.0									
	②移動準備	0.4									
	③移動（バックハウ）	0.5									
	①作業準備	0.5							19.1	19.1	第15図
	⑥電線切断サイクル×1回	1.0									
②移動準備	0.4										
給排水処理建屋分解作業	③移動（バックハウ）	0.5	54.8	73.9	第16図						
	①作業準備	0.5									
	⑧屋根切断サイクル×32回	28.8									
	⑨がれき撤去（バックハウ）	2.5									
	⑦構造材切断サイクル×4回	20.0			第17図						
	⑨がれき撤去（バックハウ）	2.5									
引留鉄構分解作業（がれき撤去含む）	⑥部材切断サイクル×12回	12.0	15.4	89.3	第18図						
	⑨がれき撤去（バックハウ）	2.5									
	②移動準備	0.4									
	③移動（バックハウ）	0.5									
給排水処理建屋がれき撤去作業	⑤がれき撤去（ブルドーザ）	2.4	2.4	91.7	第19図						

第3表 作業プロセス及びがれき撤去作業時間（がれきが重複した場合）  
（3号開閉所引留鉄構のがれきが上の場合）

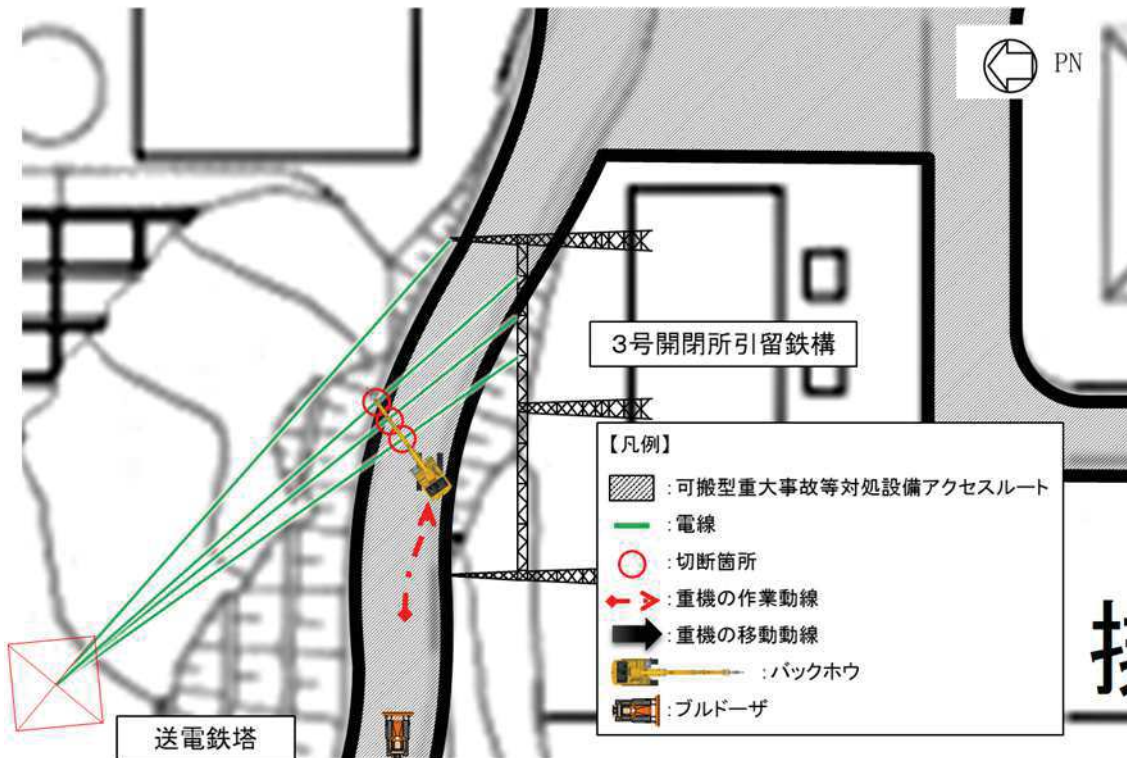
作業項目	作業プロセス	作業時間 [分]	累積時間 [分]	備考							
引留鉄構電線切断作業	①作業準備	0.5	19.1	19.1	第12図						
	⑥電線切断サイクル×3回	3.0									
	②移動準備	0.4									
	③移動（バックハウ）	0.5									
	①作業準備	0.5			19.1	19.1	第13図				
	⑥電線切断サイクル×4回	4.0									
	②移動準備	0.4									
	③移動（バックハウ）	0.5									
	①作業準備	0.5					19.1	19.1	第14図		
	⑥電線切断サイクル×6回	6.0									
	②移動準備	0.4									
	③移動（バックハウ）	0.5									
	①作業準備	0.5							19.1	19.1	第15図
	⑥電線切断サイクル×1回	1.0									
②移動準備	0.4										
引留鉄構分解作業（がれき撤去含む）	③移動（バックハウ）	0.5	11.5	30.6	第20図						
	①作業準備	0.5									
	⑥部材切断サイクル×8回	8.0									
	⑨がれき撤去（バックハウ）	2.5									
給排水処理建屋分解作業	⑧屋根切断サイクル×32回	28.8	54.7	85.3	第21図						
	⑨がれき撤去（バックハウ）	2.5									
	⑦構造材切断サイクル×4回	20.0			54.7	85.3	第22図				
	⑨がれき撤去（バックハウ）	2.5									
	②移動準備	0.4									
	③移動（バックハウ）	0.5									
給排水処理建屋がれき撤去作業	⑤がれき撤去（ブルドーザ）	2.4	2.4	87.7	第23図						



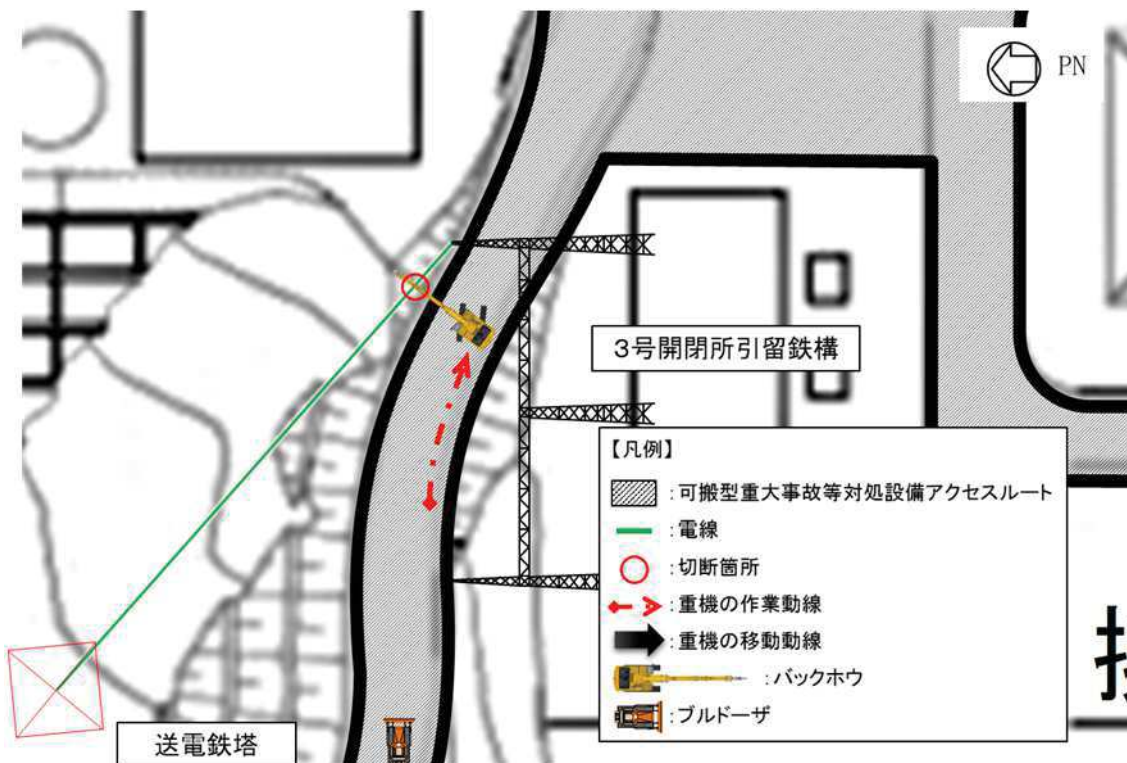
第12図 ルート2がれき撤去作業想定（がれきが重複した場合）  
 （3号給排水処理建屋のがれきが上の場合，3号開閉所引留鉄構が上の場合共通）



第13図 ルート2がれき撤去作業想定（がれきが重複した場合）  
 （3号給排水処理建屋のがれきが上の場合，3号開閉所引留鉄構が上の場合共通）

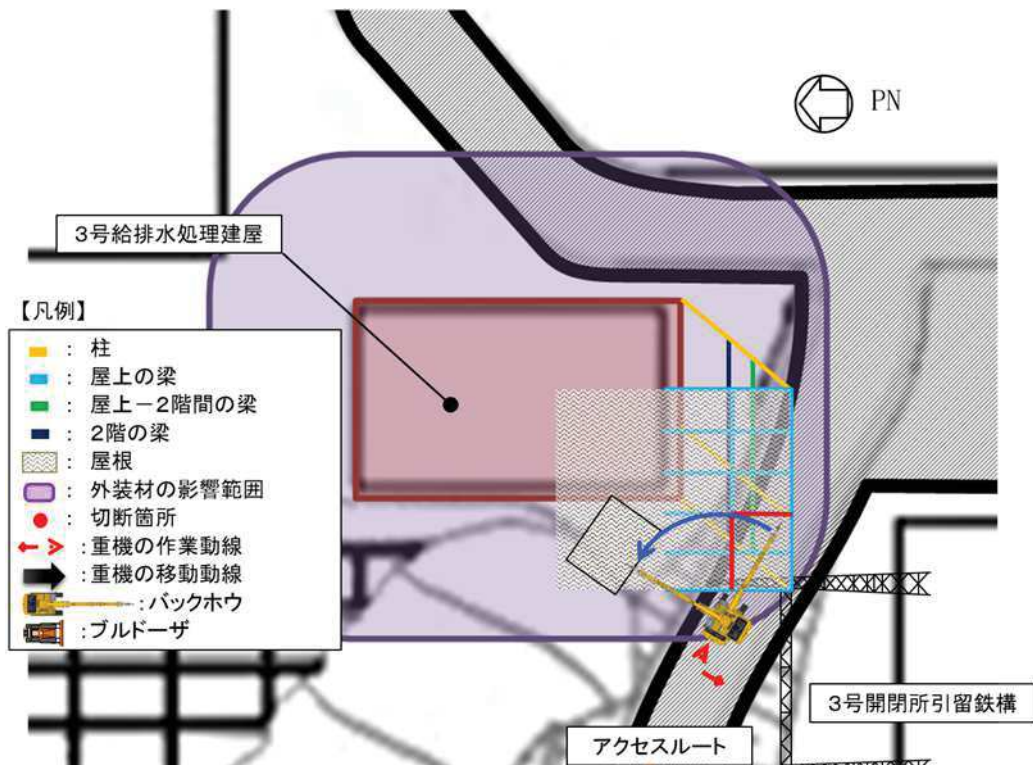


第14図 ルート2がれき撤去作業想定（がれきが重複した場合）  
 （3号給排水処理建屋のがれきが上の場合，3号開閉所引留鉄構が上の場合共通）

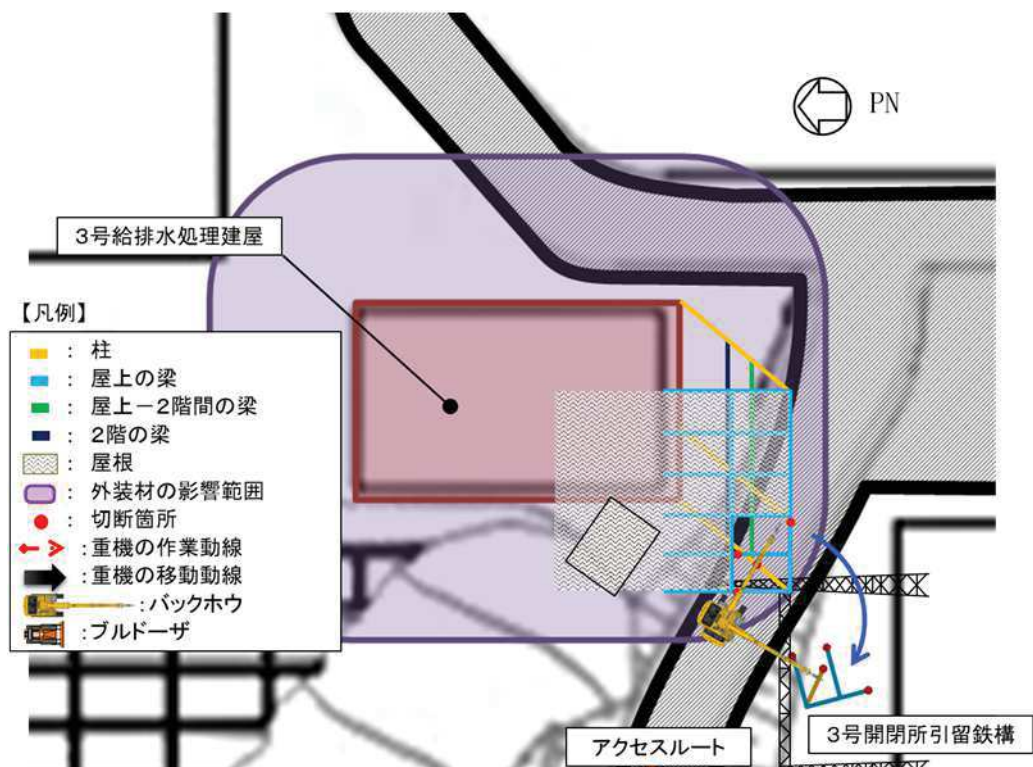


第15図 ルート2がれき撤去作業想定（がれきが重複した場合）  
 （3号給排水処理建屋のがれきが上の場合，3号開閉所引留鉄構が上の場合共通）



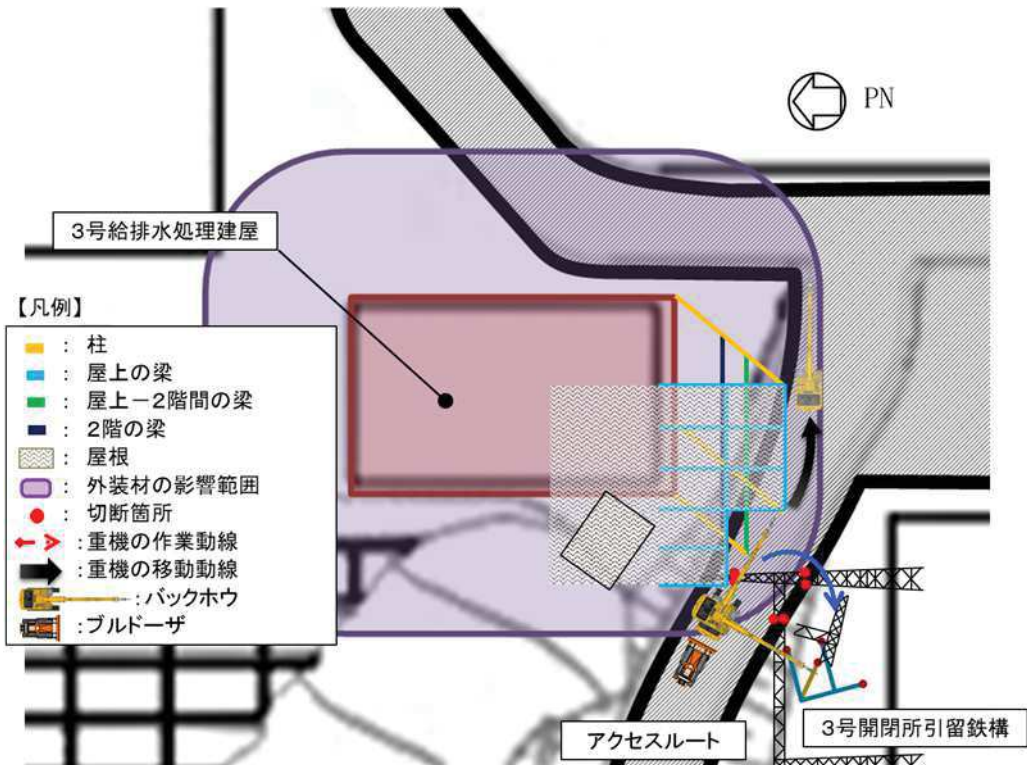


第16図 ルート2がれき撤去作業想定（がれきが重複した場合）  
（3号給排水処理建屋のがれきが上の場合）

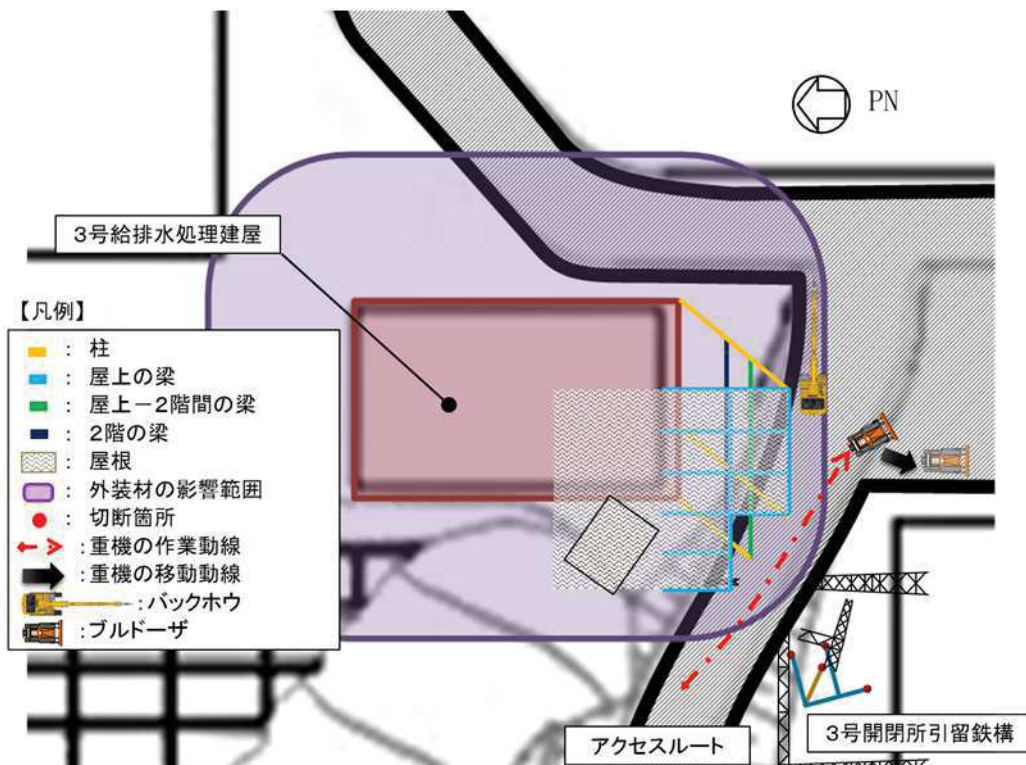


第17図 ルート2がれき撤去作業想定（がれきが重複した場合）  
（3号給排水処理建屋のがれきが上の場合）

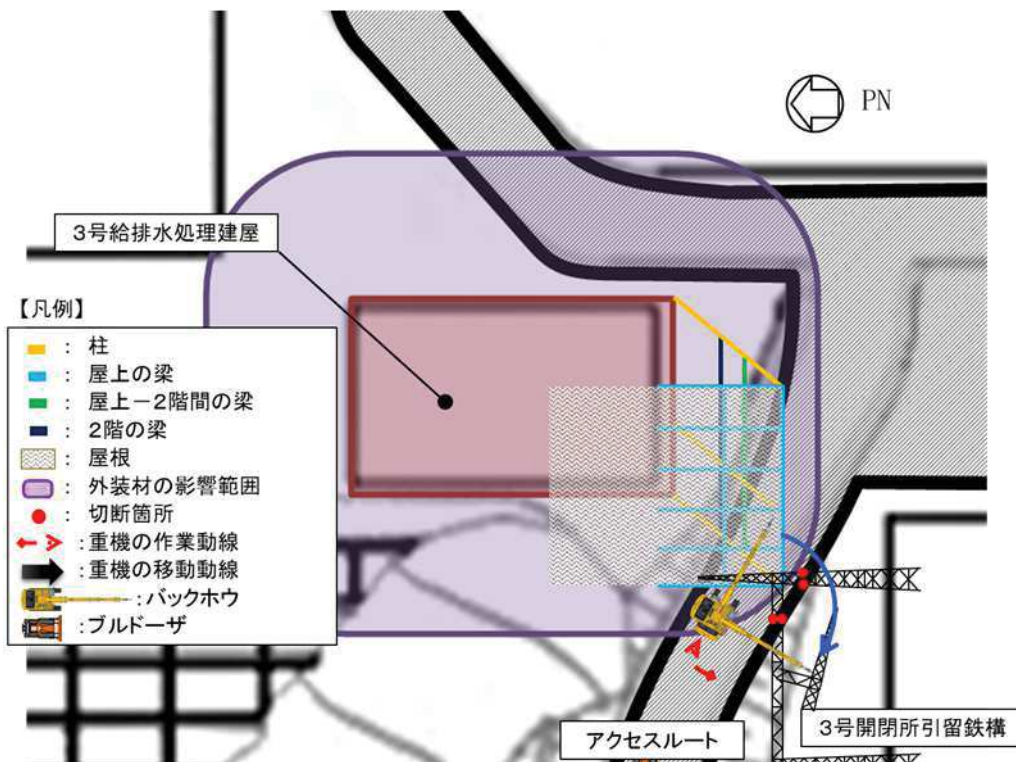




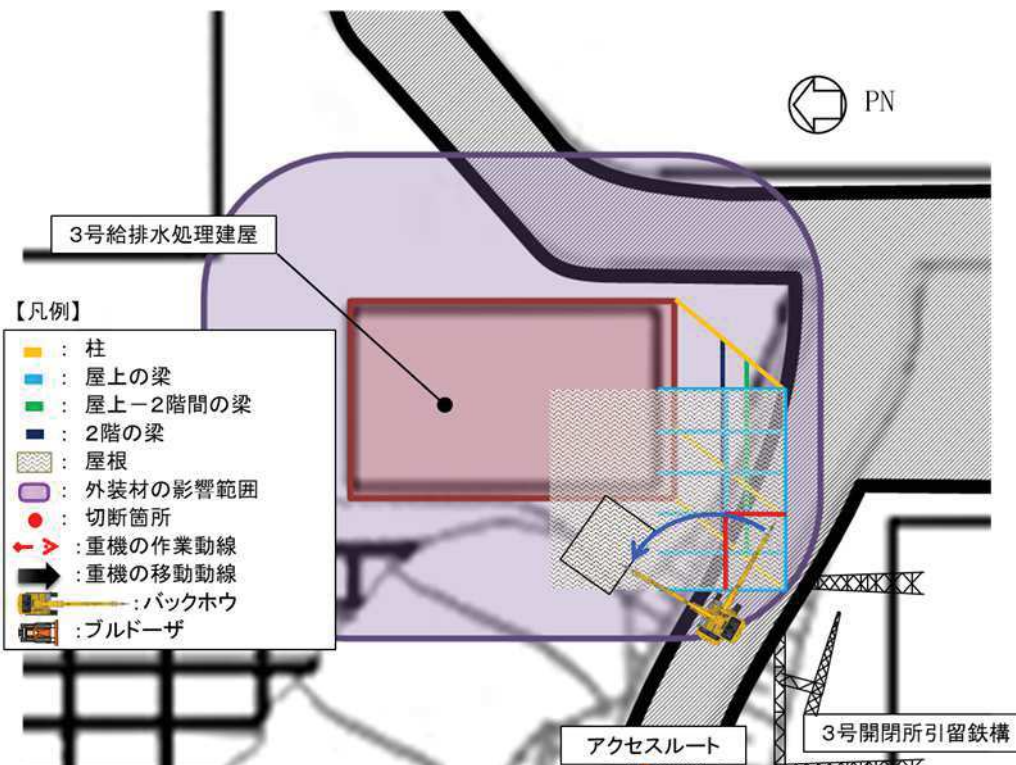
第18図 ルート2がれき撤去作業想定（がれきが重複した場合）  
（3号給排水処理建屋のがれきが上の場合）



第19図 ルート2がれき撤去作業想定（がれきが重複した場合）  
（3号給排水処理建屋のがれきが上の場合）

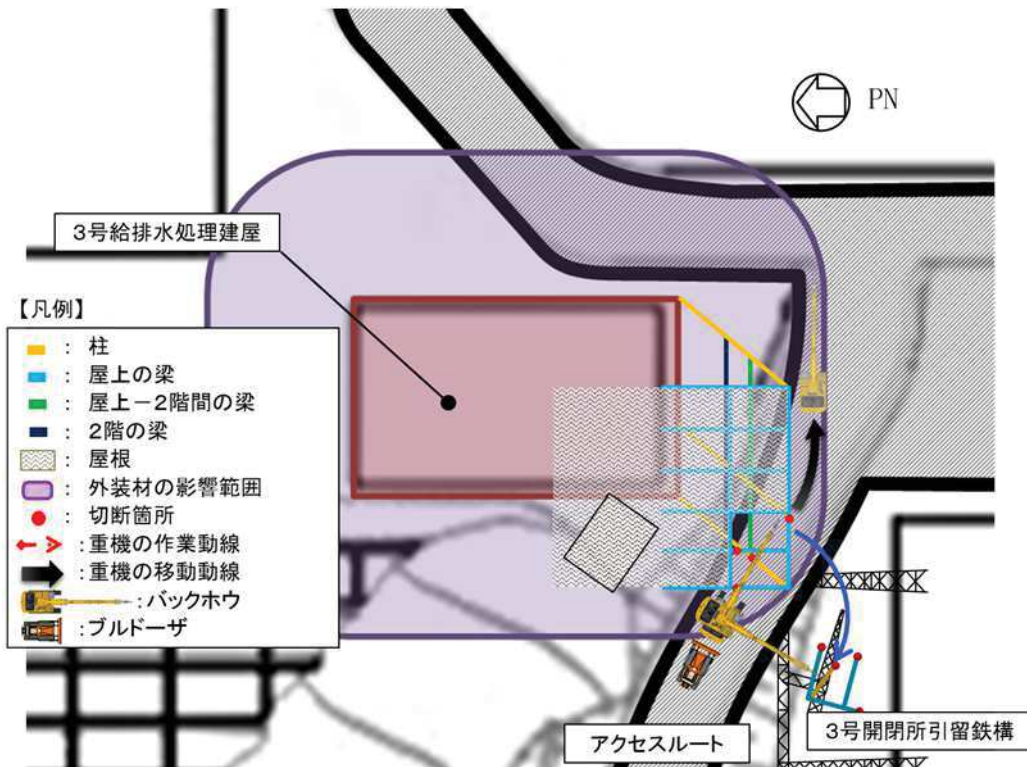


第 20 図 ルート 2 がれき撤去作業想定（がれきが重複した場合）  
（3号開閉所引留鉄構のがれきが上の場合）

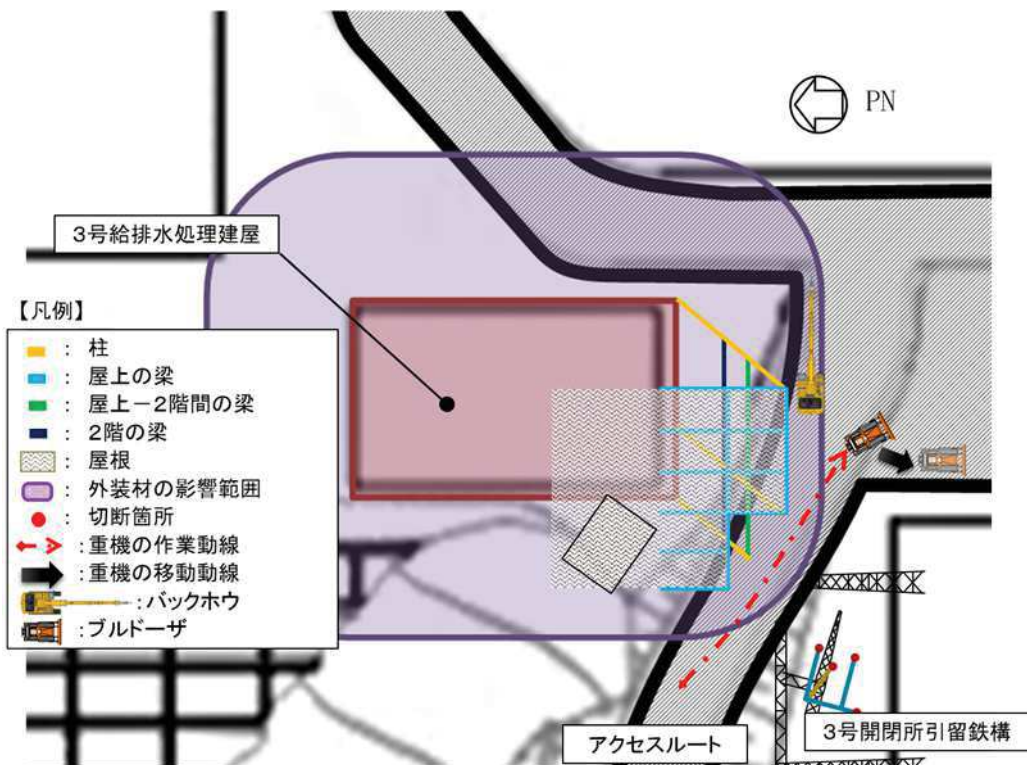


第 21 図 ルート 2 がれき撤去作業想定（がれきが重複した場合）  
（3号開閉所引留鉄構のがれきが上の場合）





第 22 図 ルート 2 がれき撤去作業想定（がれきが重複した場合）  
（3号開閉所引留鉄構のがれきが上の場合）



第 23 図 ルート 2 がれき撤去作業想定（がれきが重複した場合）  
（3号開閉所引留鉄構のがれきが上の場合）

#### 4. 評価結果

ルート2のアクセスルート復旧時間230分に対して、各々の作業プロセスの時間について積み上げた作業時間を第4表～第6表に示す。その結果、最長でも順次がれきを撤去する場合の約204分であることを確認した。

第4表 アクセスルート復旧時間（ルート2）（順次がれきを撤去する場合）

項目	プロセス積算時間		アクセスルート復旧時間	
	作業時間 [分]	累積時間 [分]	作業時間 [分]	累積時間 [分]
状況確認・準備	/	/	15	15
ルート確認・判断			40	55
徒歩移動			15	70
重機移動			5	75
引留鉄構電線切断作業	18.7	93.7	21	96
引留鉄構分解作業	4.9	98.6	6	102
引留鉄構がれき撤去作業	2.8	101.4	10	112
給排水処理建屋分解作業	99.8	201.2	108	220
給排水処理建屋がれき撤去作業	2.4	203.6	10	230

第5表 アクセスルート復旧時間（ルート2）（がれきが重複した場合）  
（3号給排水処理建屋のがれきが上の場合）

項目	プロセス積算時間		アクセスルート復旧時間	
	作業時間 [分]	累積時間 [分]	作業時間 [分]	作業時間 [分]
状況確認	/	/	15	15
ルート確認・判断			40	55
徒歩移動			15	70
重機移動			5	75
引留鉄構電線切断作業	19.1	94.1	21	96
給排水処理建屋分解作業	54.8	148.9	62	158
引留鉄構分解作業（がれき撤去含む）	15.4	164.3	23	181
給排水処理建屋がれき撤去作業	2.4	166.7	10	191

第6表 アクセスルート復旧時間（ルート2）（がれきが重複した場合）  
（3号開閉所引留鉄構のがれきが上の場合）

項目	プロセス積算時間		アクセスルート復旧時間	
	作業時間 [分]	累積時間 [分]	作業時間 [分]	作業時間 [分]
状況確認	/	/	15	15
ルート確認・判断			40	55
徒歩移動			15	70
重機移動			5	75
引留鉄構電線切断作業	19.1	94.1	21	96
引留鉄構分解作業（がれき撤去含む）	11.5	105.6	17	113
給排水処理建屋分解作業	54.7	160.3	62	175
給排水処理建屋がれき撤去作業	2.4	162.7	10	185



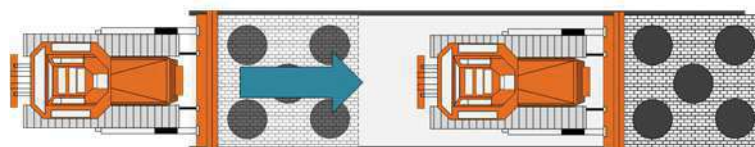
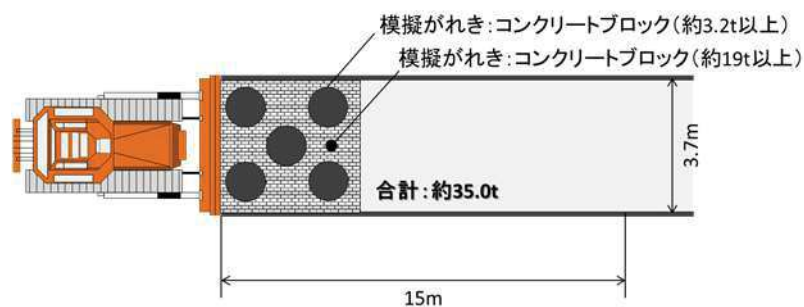
## アクセスルート仮復旧作業の検証について（がれき撤去作業）

## 1. 検証方法

3号給排水処理建屋損壊及び3号開閉所引留鉄構損壊に伴うがれき撤去検証を以下に示す。

長さ15mの区間にコンクリートブロック（約35t）を配置して模擬のがれきとし、これらをブルドーザで撤去して幅員3.7m以上の通路を確保するのに要する時間を計測することにより、作業時間評価の妥当性を検証した。

実証試験に用いるブルドーザは、がれき撤去用として発電所に配備するものと同型のブルドーザとした。



第1図 模擬がれき撤去概念図

## 【ブルドーザの仕様】

- ・機械重量 : 約 27t
- ・全長 : 約 7.1m
- ・高さ : 約 3.3m
- ・ブレード幅 : 約 3.7m
- ・ブレード容量 : 約 5.2m<sup>3</sup>

## 2. 検証結果

3人の作業員の所用時間は、以下のとおりであった。

なお、今後の訓練等により作業要員の習熟が期待できることから、作業時間の短縮化を見込むことができる。

- ・ 作業員A（免許取得後約1年） 所要時間 45秒 （作業速度約1.2km/h）
- ・ 作業員B（免許取得後約1年） 所要時間 1分21秒（作業速度約0.6km/h）
- ・ 作業員C（免許取得後約6年） 所要時間 1分13秒（作業速度約0.7km/h）  
（がれき撤去の平均速度：0.8km/h）



写真1 模擬がれき設置



写真2 作業状況

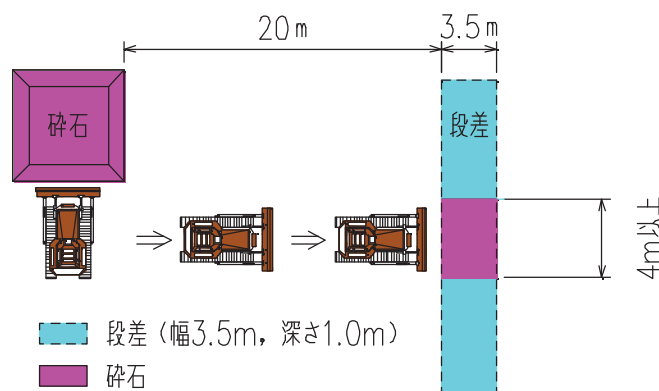
第2図 がれき撤去作業実証試験の状況

## アクセスルート仮復旧作業の検証について（段差解消作業）

## 1. 検証方法

地下構造物の損壊による陥没を想定した幅 3.5m、深さ 1m の溝を造成し、ブルドーザにより 20m 離れた場所に配置した碎石を陥没箇所へ運搬、埋め戻し、転圧することにより段差を解消し、幅員 4m 以上の通路を確保するのに要する時間を計測することにより、作業時間評価の妥当性を検証した。

実証試験に用いるブルドーザは、がれき撤去用として発電所に配備するものと同型のブルドーザとした。



第1図 段差解消作業概念図

## 【ブルドーザの仕様】

- ・機械重量 : 約 27t
- ・全長 : 約 7.1m
- ・高さ : 約 3.3m
- ・ブレード幅 : 約 3.7m
- ・ブレード容量 : 約 5.2m<sup>3</sup>

## 2. 検証項目

ブルドーザの運搬・埋め戻し・転圧の作業能力は、道路土工施工指針に基づき

$$Q = \frac{60 \times q \times f \times E}{Cm} = 53 \text{ [m}^3/\text{h]}$$

ここに、 $q$  : 1サイクルの運搬埋め戻し量 [m<sup>3</sup>/h]  $q = q_0 \times \rho$

$q_0 = 5.2$  : ブレード容量 [m<sup>3</sup>]

$\rho = 0.96$  : 運搬距離・勾配に関する係数 (20m, 平坦)

$f = 0.83$  : 土量換算係数

$E = 0.3$  : 作業効率 (道路土工施工指針記載の最低値)

$Cm$  : サイクルタイム  $Cm = \frac{L}{v_1} + \frac{L}{v_2} + T_g = 1.4$  [分]

$L = 20$  : 平均運搬距離 [m]

$v_1 = 27$  : 前進速度 [m/分] (1速前進 3.3km/h の半分)

$v_2 = 36$  : 後退速度 [m/分] (1速後退 4.4km/h の半分)

$T_g = 0.1$  : ギア入れ替え時間 [分]

また、埋め戻す碎石の量は、復旧幅 4m に余裕幅 2m を見込み、

$$V = ((3.5\text{m} + 2.4\text{m}) / 2 \times \text{高さ } 1.0\text{m}) \times \text{復旧幅 } (4\text{m} + 2\text{m}) = 17.7\text{m}^3$$

以上より、実証試験における作業時間は、

$$V/Q = 17.7\text{m}^3 \div 53\text{m}^3/\text{h} = 20 \text{ 分}$$

と計算されるため、この時間と所定作業の所要時間とを比較し検証を行った。

### 3. 検証結果

3人の作業員の所用時間は、以下のとおりであった。所要時間は、平均で11分56秒、最長でも19分21秒であり、検証時間とした20分を下回っていることから、段差解消作業時間の評価は妥当であることが確認された。

なお、今後の訓練等により作業要員の習熟が期待できることから、作業時間の短縮化を見込むことができる。

- ・作業員A（免許取得後約31年） 所要時間 7分 8秒（作業量約149 m<sup>3</sup>/h）
  - ・作業員B（免許取得後約2年） 所要時間 9分 17秒（作業量約114 m<sup>3</sup>/h）
  - ・作業員C（免許取得後約2年） 所要時間 19分 21秒（作業量約55 m<sup>3</sup>/h）
- [参考] 3人の平均 所要時間 11分 56秒（作業量約89 m<sup>3</sup>/h）



写真1 作業前状況



写真2 碎石運搬・埋め戻し状況



写真3 碎石運搬・埋め戻し状況

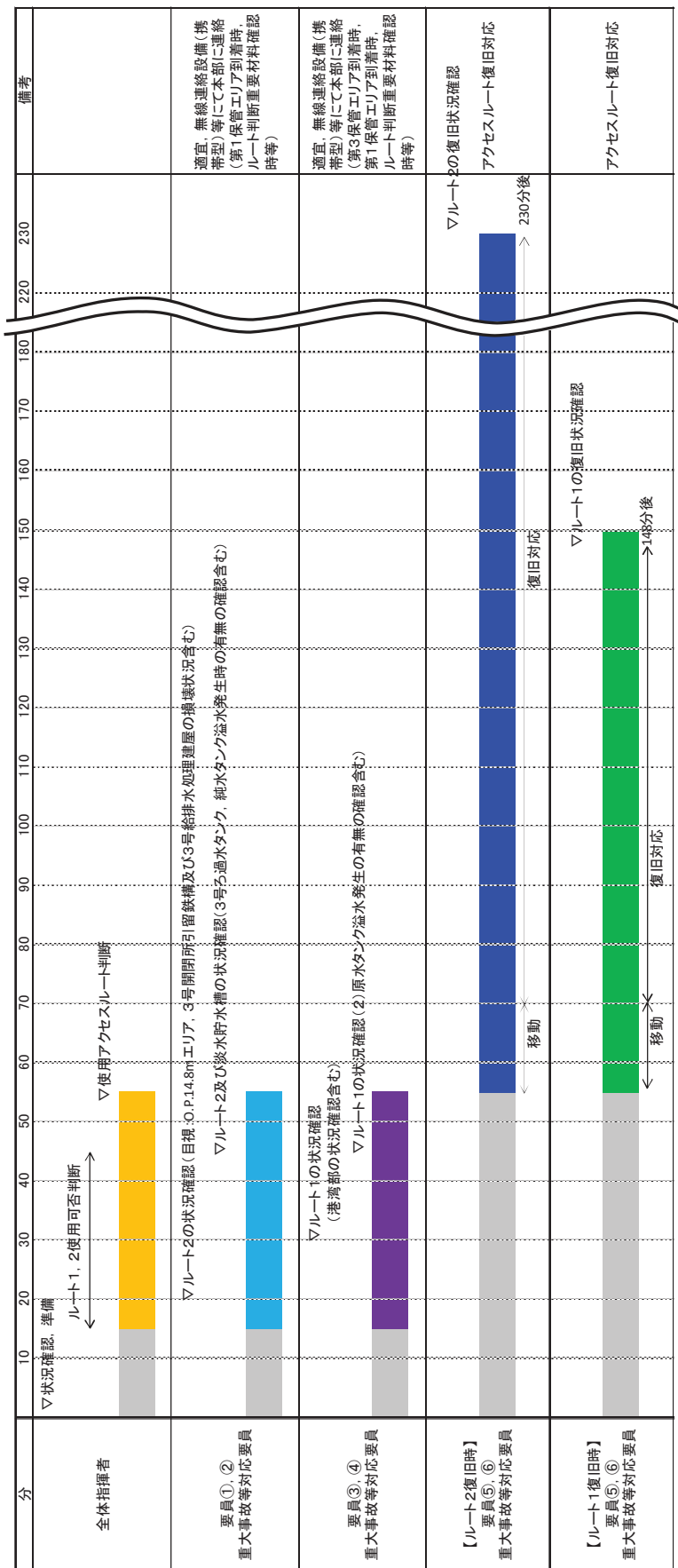


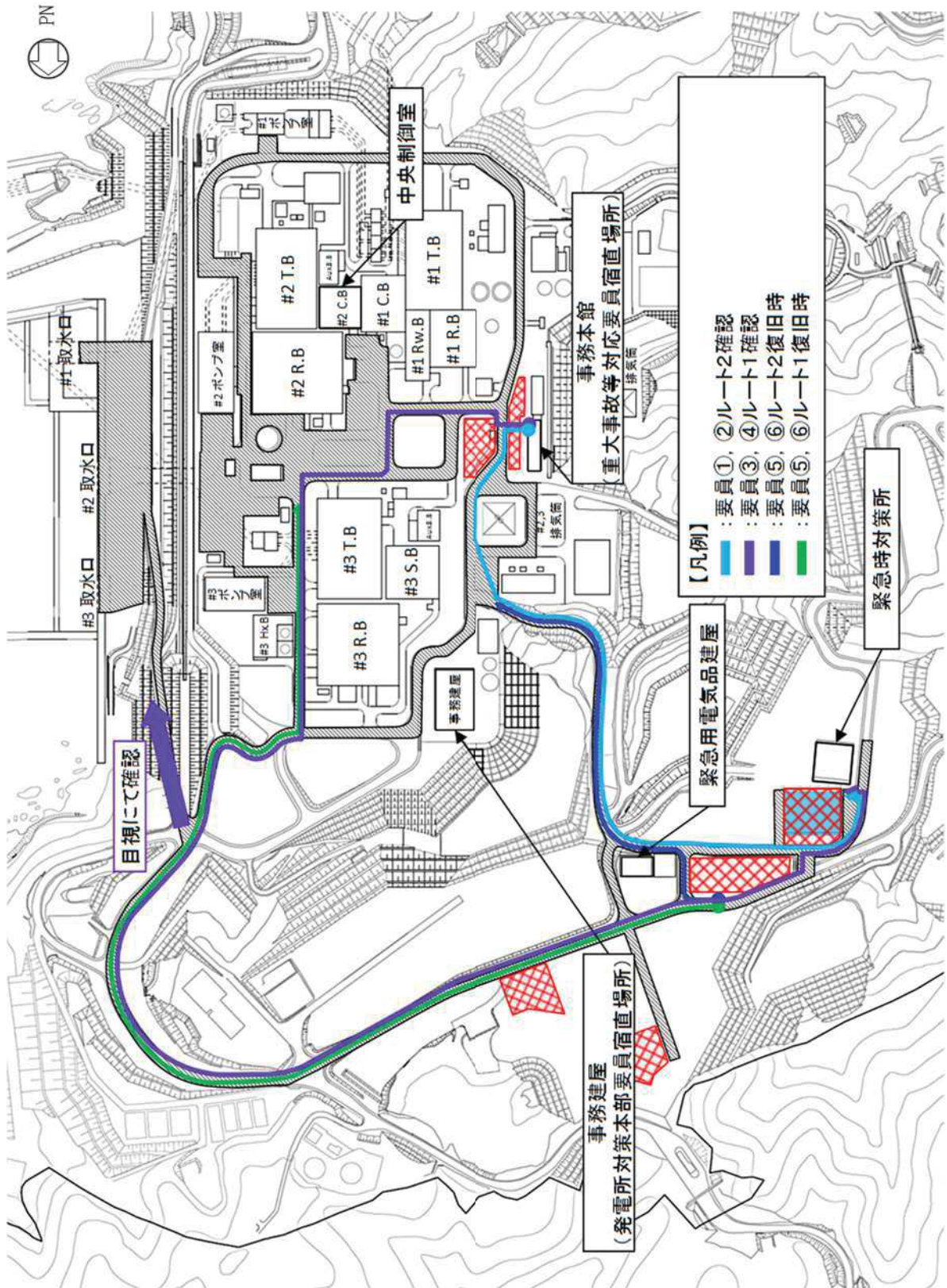
写真4 作業完了状況

第2図 段差解消作業実証試験の状況



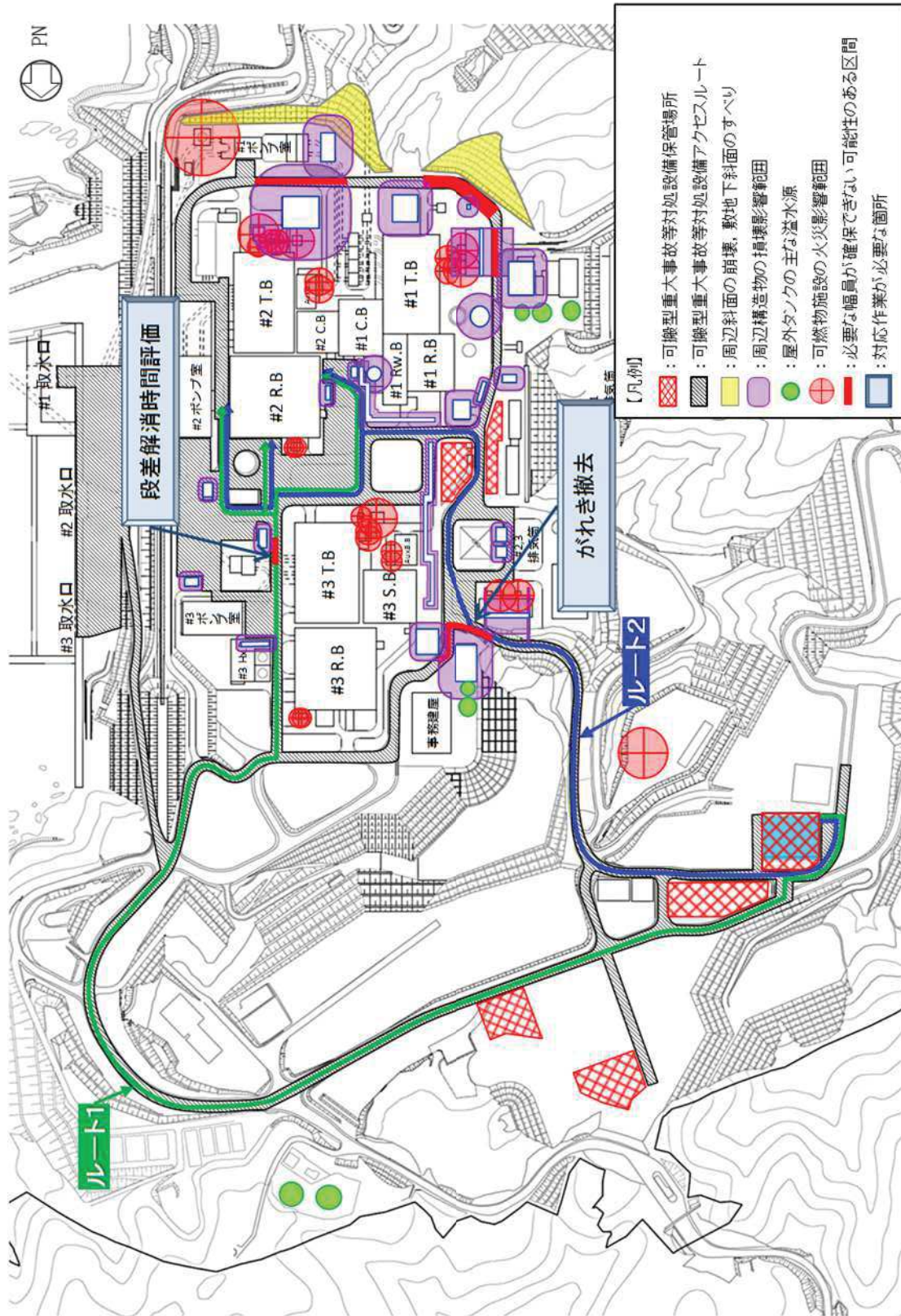
アクセスルート状況確認範囲及び分担範囲







アクセスルートにおける地震後の被害想定



### アクセスルート復旧後における車両の通行量について

アクセス道路の復旧については、大型車両が通行できる道幅（約 3.7m）を復旧することとしている。道路復旧後の車両の通行量は以下のとおり。

#### 【アクセスルート復旧後から 6 時間まで】

- ・大容量送水ポンプ（タイプ I）：1（往路のみ）
- ・熱交換器ユニット：1（往路のみ）
- ・可搬型窒素ガス供給装置：1（往路のみ）
- ・ホース延長回収車（2 台）：5 往復
- ・タンクローリ：1（往路のみ）

#### 【アクセスルート復旧後 6 時間から 15 時間まで】

- ・大容量送水ポンプ（タイプ I）：1（往路のみ）
- ・ホース延長回収車：4 往復
- ・タンクローリ：1 往復
- ・タンクローリ：2 往復

以上の結果により、車両の通行量はアクセスルート復旧後 6 時間までで、5 往復程度であることを確認した。

アクセスルートは 6m 以上の幅員の道路であり、可搬型車両のすれ違いは可能である。

一部段差復旧箇所やがれき発生箇所等、復旧された道路幅では片道通行となるが、発電所対策本部が各車両と無線連絡設備（携帯型）等により相互連絡することにより、車両は徐行運転（10～20km/h）で通行可能であり、車両の離合により時間をロスすることはないため、アクセス時間に影響はないと考える。

アクセスルート通行時における通信連絡手段及び照明について

アクセスルート通行時における通信手段及び照明については、以下のような設備を確保している。



可搬型照明（懐中電灯）



可搬型照明（SA）  
可搬型照明（ヘッドライト）

第1図 可搬型照明



送受話器（ページング）  
（警報装置を含む）



電力保安通信用電話設備  
（PHS端末）



無線連絡設備  
（携帯型）



衛星電話設備  
（携帯型）



携行型通話装置

第2図 通信連絡設備（イメージ）



機材設置後の作業成立性について

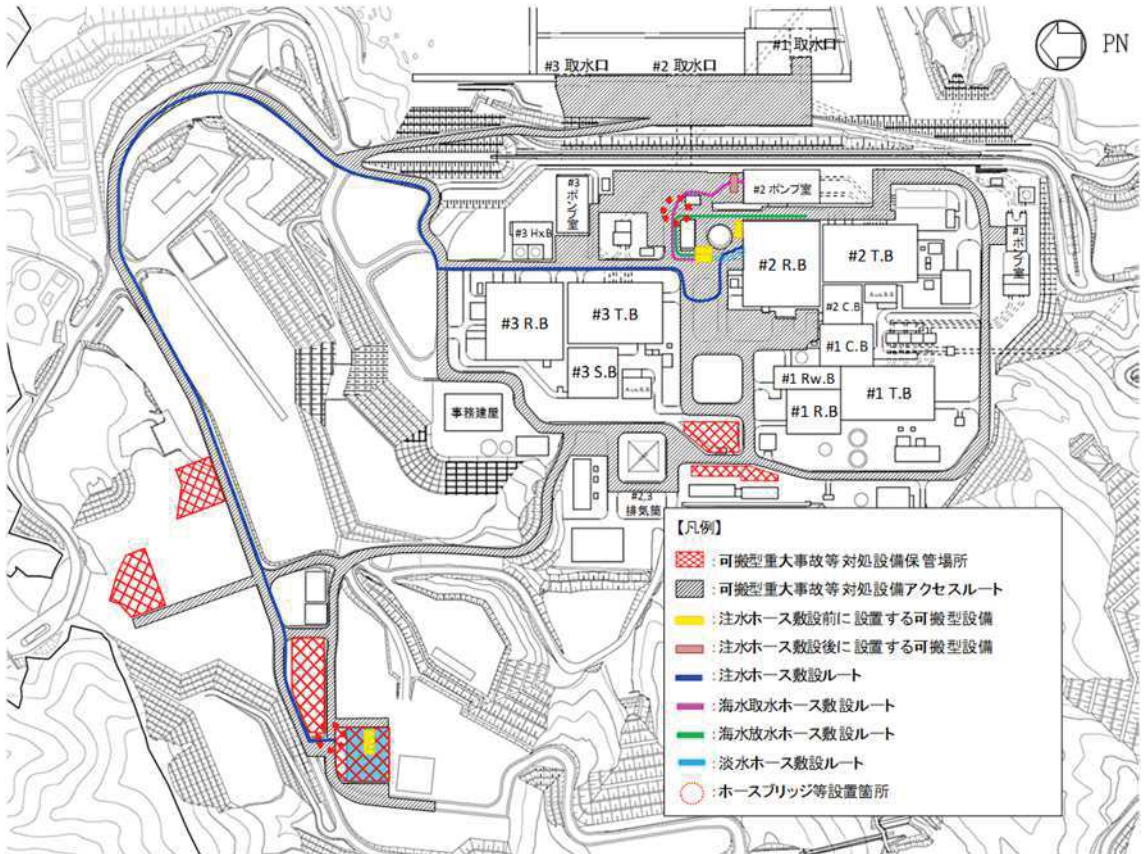
重大事故等対応のホース等の機材設置後のアクセスルートの通行性については、ホースブリッジ（300A ホース用）等を配備することで、全ての車両が通行可能である。機材設置後のルート図について第1図～第3図に示す。



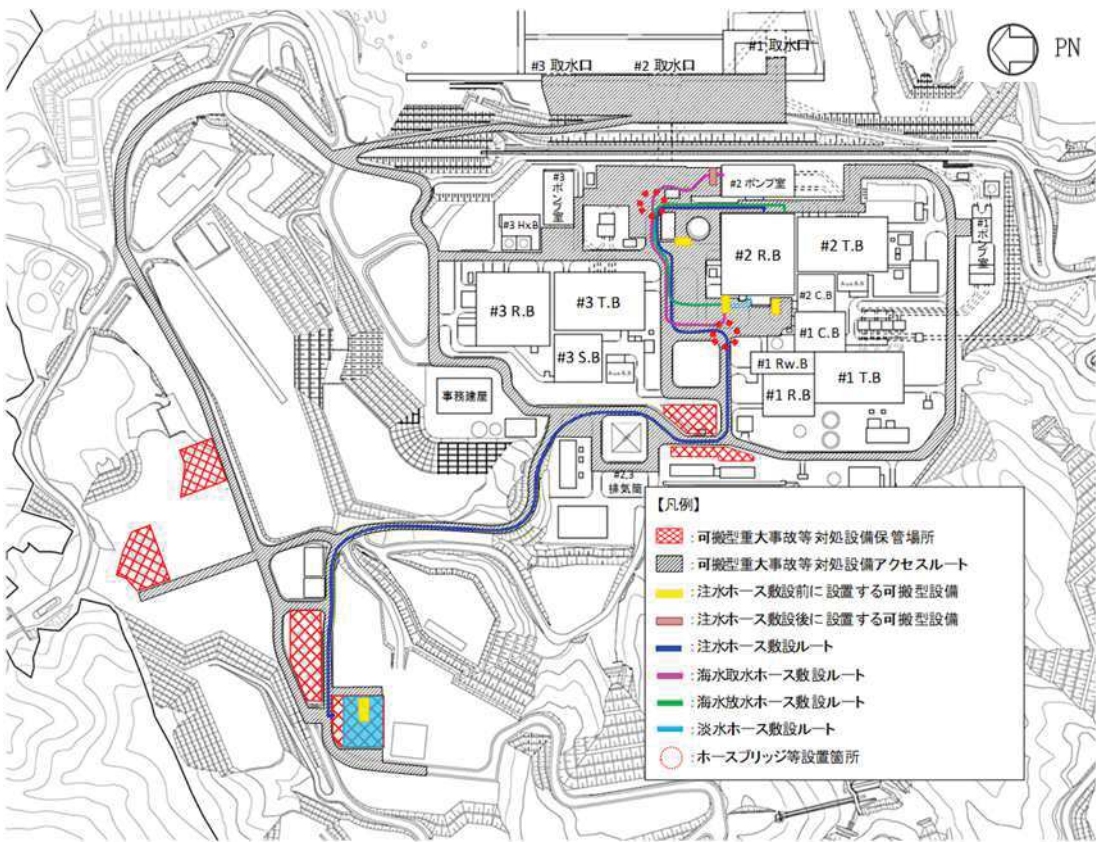
【300A ホース用ホースブリッジ】



【車両通行状況（例）】

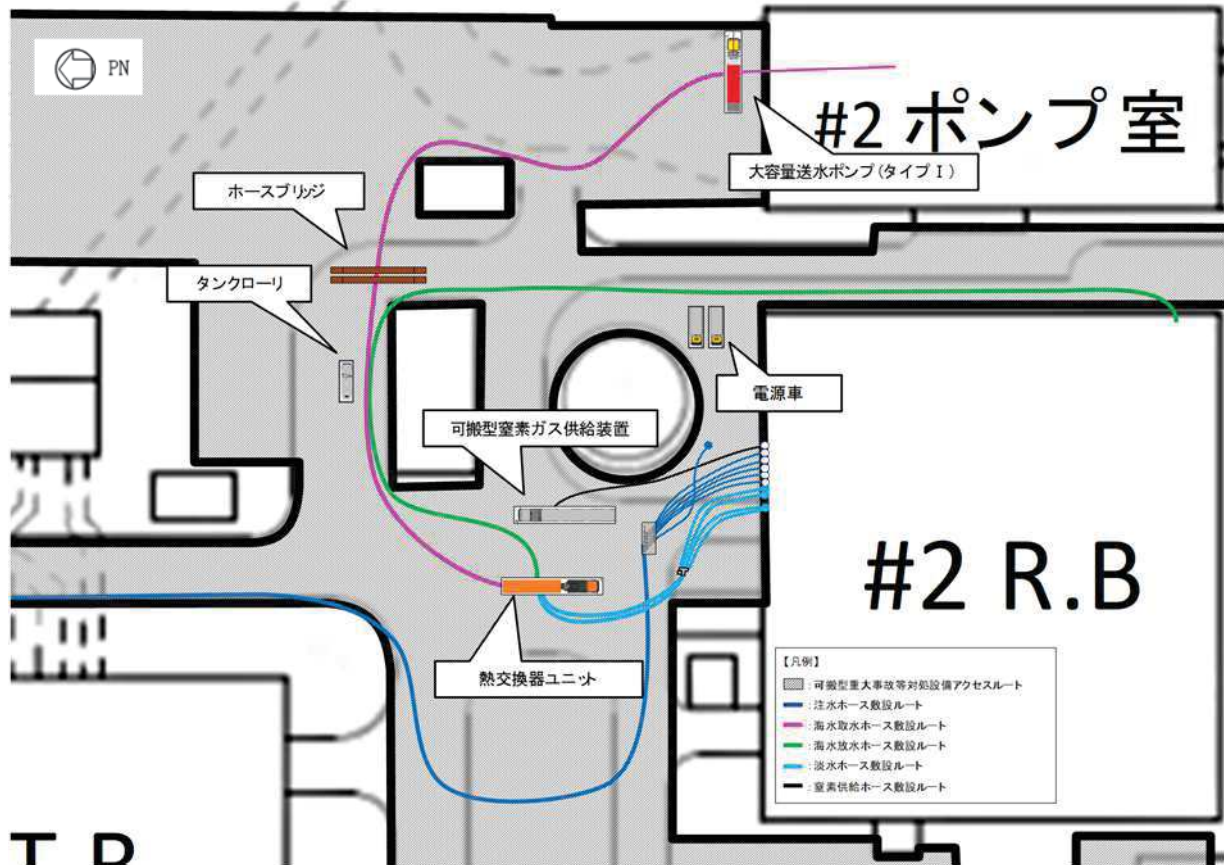


第1図 機材設置後の作業成立性（ルート1）



第2図 機材設置後の作業成立性（ルート2）





第3図 機材設置後の作業成立性（原子炉建屋周辺可搬型設備配置例）

第1表 機材設置後の作業成立性（原子炉建屋周辺可搬型設備配置例）の配置条件

項目	条件
シナリオ	雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）
配置する可搬型設備※	大容量送水ポンプ（タイプI）：2台（注水設備1台，除熱設備1台） 熱交換器ユニット：1台 電源車（可搬型代替交流電源設備）：2台 電源車（緊急時対策所用）：1台 可搬型窒素ガス供給装置：1台 タンクローリ：1台
注水ルート	ルート1
接続口使用箇所	原子炉建屋北側接続口
海水取水箇所	2号炉海水ポンプ室
ホース敷設前に設置する可搬型設備	熱交換器ユニット：1台 電源車（可搬型代替交流電源設備）：2台 可搬型窒素ガス供給装置：1台

※ 注水設備用の大容量送水ポンプ（タイプI）は淡水貯水槽，電源車（緊急時対策所用）は緊急時対策所用に設置するため「第3図 機材設置後の作業成立性（原子炉建屋周辺可搬型設備配置例）」には記載していない。

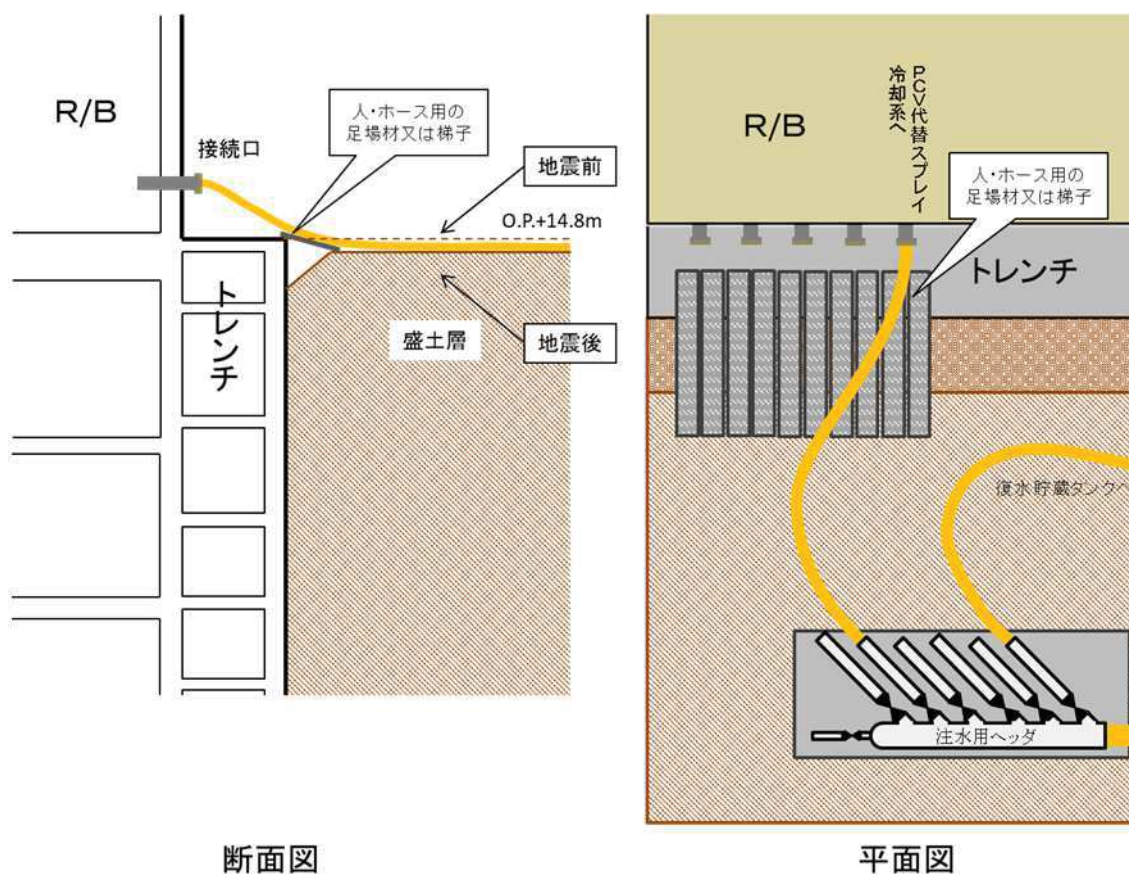
地震による建屋直近の地盤沈下に伴う可搬型設備の接続作業への影響について

1. 屋外作業に想定される影響と対策

原子炉建屋近傍での地盤の沈下が生じた場合には、建屋壁面近傍でのホース等の接続作業に影響が生じると想定される。

建屋壁面近傍でのホース等の接続作業については、あらかじめ足場材等を配備しておくことにより、対応操作が可能となるよう対策する。対策例を第1図に示す。

なお、接続口位置については別紙(3)参照。



第1図 足場材等を用いた対策(例)

(1) 沈下量の想定

2011年東北地方太平洋沖地震の実績では、明らかにさび崩壊に伴う建物近傍の大きな沈下は確認されていないが、本評価においては2007年新潟県中越沖地震における東京電力柏崎刈羽原子力発電所の結果を参照して建屋近傍の沈下量は一般部の3.5倍と想定して評価する。

a. 一般部の沈下量

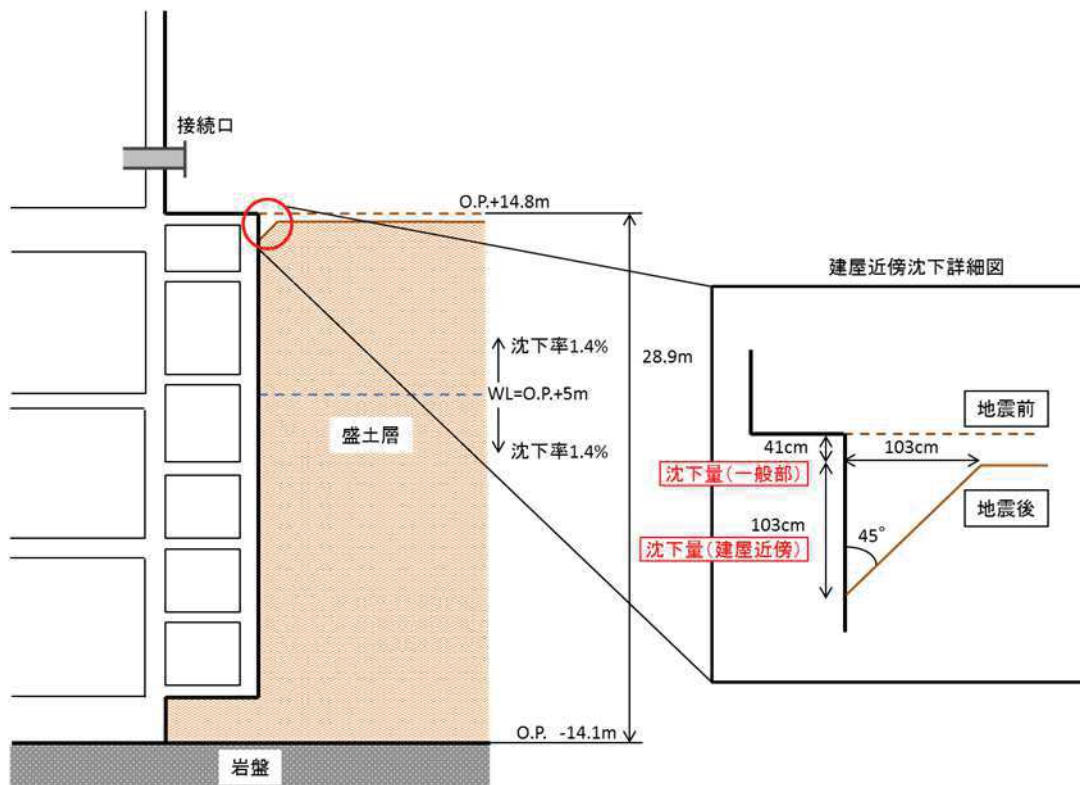
原子炉建屋近傍における沈下評価対象層厚は28.9mであり、不飽和盛土及び飽和盛土の沈下率1.4%を考慮し、41cmを想定する。

b. 建屋近傍の沈下量

建屋近傍の沈下について、一般部の想定41cmの3.5倍である144cmを想定する。

c. 地震後の想定地盤形状

a. 及び b. の想定を踏まえ、地震後の想定形状を第2図に示す。



第2図 地震後の想定地盤形状



## 屋内アクセスルートの設定について

屋内アクセスルートは、重大事故等時において必要となる現場操作場所まで外部事象を想定しても移動が可能であり、また、移動時間を考慮しても要求される時間までに必要な措置を完了させることが重要である。外部事象のうち一番厳しい事象は地震であり、地震起因による火災、溢水、全交流動力電源の喪失を考慮してもアクセス性に与える影響がないことを確認し設定する。

## 1. 屋内アクセスルート設定における考慮事項

屋内での各階層におけるアクセスルートを設定する場合の考え方を以下に示す。

- ・地震、地震随伴火災のおそれがある油内包機器又は水素内包機器<sup>※1</sup>、地震による内部溢水<sup>※2</sup>を考慮しても移動可能なアクセスルートをあらかじめ設定する。
- ・原子炉建屋原子炉棟内への通行ルートとして、原子炉建屋内の原子炉棟外（原子炉建屋付属棟）を経由し原子炉建屋原子炉棟内へ入域するルートをアクセスルートとして設定する。なお、地震による配管破損等の影響により通行できない場合以外に利用可能なルートとして、タービン建屋及び原子炉建屋内の原子炉棟外（廃棄物処理エリア）を経由し原子炉建屋原子炉棟内へ入域するルートを設定する。
- ・火災発生時にアクセスルートの通行が困難な場合には、迂回路を使用する。

※1：火災源となる機器については、別紙(33)「地震随伴火災の影響評価について」参照

※2：内部溢水については、別紙(34)「地震による内部溢水の影響評価について」参照

## 2. 屋内アクセスルートの成立性

技術的能力 1.1～1.19 で整備した重大事故等時において期待する手順について、外部事象による影響を考慮しても屋内に設定したアクセスルートを通行できることを確認した。その結果を第1表「技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧」に整理する。

また、移動経路については、第1図「屋内アクセスルート図」に示す。第1図に示した「①～⑦」は、第1表「技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧」の屋内アクセスルートと関連付けがなされている。

なお、第1図中の操作対象場所における操作対象機器及び操作項目を第2表に示す。

### 3. 屋外アクセスルートとの関係

重大事故等時は屋内での活動はもとより、可搬型重大事故等対処設備の屋外での設置作業との連携が重要である。なお、重大事故等対処設備を使用する場合には、重大事故等対応要員は滞在場所から現場に向かう。

第1表 技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧 (1/15)

条文	対応手順	操作・作業場所		
		中央	屋内アクセスルート	屋外アクセスルート*
1.1 緊急停止時に発電用原子炉を未臨界にするための手順等	代替制御棒挿入機能による制御棒緊急挿入	○		
	原子炉再循環ポンプ停止による原子炉出力抑制	○		
	自動減圧系作動阻止機能による原子炉出力急上昇防止	○		
	ほう酸水注入	○		
1.2 原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための手順等	中央制御室からの高圧代替注水系起動	○		
	現場手動操作による高圧代替注水系起動	○	【中央制御室→(①→③)→(③階段G④)→(④階段A⑤)→(⑤階段J⑥)→[⑥-3]→(⑥階段J⑤)→[⑤-1]→(⑤階段J⑦)→[⑦-1]→(⑦階段J⑥)→[⑥-1]→[⑥-2]】	
	現場手動操作による原子炉隔離時冷却系起動	○	【中央制御室→(①→③)→(③階段G④)→(④階段A⑤)→[⑤-1]→[⑤-23]→(⑤階段J⑦)→[⑦-2]→(⑦階段J⑤)→(⑤階段A④)→[④-50]→(④階段A⑤)→(⑤階段J⑦)→[⑦-3]→(⑦階段J⑥)→[⑥-6]→(⑥階段J⑦)→[⑦-4]→[⑦-5]→(⑦階段J⑤)→(⑤階段A④)→(④階段G③)→(③→①)→中央制御室→(①→③)→(③階段G④)→[④-50]】	
	ほう酸水注入系貯蔵タンクを水源とした原子炉圧力容器へのほう酸水注入	○		
	原子炉隔離時冷却系による原子炉圧力容器への注水	○		
	高圧炉心スプレイ系による原子炉圧力容器への注水	○		

※ 屋外アクセスルートは、緊急時対策所から保管場所までの移動ルートを示す

第1表 技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧 (2/15)

条文	対応手順	操作・作業場所		
		中央	屋内アクセス ルート	屋外アクセス ルート※
1.3 原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための手順等	手動操作による減圧（主蒸気逃がし安全弁）	○		
	可搬型代替直流電源設備による主蒸気逃がし安全弁（自動減圧機能）開放	○	【中央制御室→(①→③)→(③階段G④)→[④-1]→[④-2]→(④階段G③)→(③階段F④)→[④-4]→[④-3]】	
	主蒸気逃がし安全弁用可搬型蓄電池による主蒸気逃がし安全弁（自動減圧機能）開放	○	【中央制御室→(①→③)→(③階段G④)→[④-1]→[④-2]→(④階段G③)→(③階段F④)→[④-4]→[④-3]→(④階段F③)→(③→①)→(①階段L③)→[③-4]→[③-5]→[③-4]】	
	高圧窒素ガス供給系（非常用）による主蒸気逃がし安全弁（自動減圧機能）駆動源確保	○	【中央制御室→(①→③)→(③階段G④)→[④-1]→[④-2]→(④階段G③)→(③階段F④)→[④-4]→[④-3]】	
	代替高圧窒素ガス供給系による主蒸気逃がし安全弁（自動減圧機能）開放	○	A系の場合 【中央制御室→(①→③)→(③階段F④)→[④-5]→[④-6]→[④-7]→[④-8]→[④-9]→[④-10]】 B系の場合 【中央制御室→(①→③)→(③階段F④)→[④-11]→[④-12]→[④-13]→[④-14]→[④-15]→[④-16]】	
	インターフェイスシステムLOCA発生時の対応	○	高圧炉心スプレイ系の場合 【中央制御室→(①→③)→(③階段G④)→(④階段A⑤)→[⑤-2]】	

※ 屋外アクセスルートは、緊急時対策所から保管場所までの移動ルートを示す



第1表 技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧 (3/15)

条文	対応手順	操作・作業場所		
		中央	屋内アクセスルート	屋外アクセスルート※
1.4 原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための手順等	原子炉運転中の低圧代替注水系(常設)(復水移送ポンプ)による原子炉圧力容器への注水	○		
	原子炉運転中の低圧代替注水系(常設)(直流駆動低圧注水系ポンプ)による原子炉圧力容器への注水	○	【中央制御室→(①→③)→(③階段G④)→(④階段A⑤)→[⑤-2]】	
	原子炉運転中の低圧代替注水系(可搬型)による原子炉圧力容器への注水	○		緊急時対策所→第1保管エリア, 第2保管エリア, 第3保管エリア又は第4保管エリア
	原子炉運転中の残留熱除去系電源復旧後の原子炉圧力容器への注水	○		
	原子炉運転中の低圧炉心スプレイ系電源復旧後の原子炉圧力容器への注水	○		
	原子炉運転中の低圧代替注水系(常設)(復水移送ポンプ)による残存溶融炉心の冷却(残留熱除去系A系注入配管使用の場合)	○		
	原子炉運転中の低圧代替注水系(常設)(復水移送ポンプ)による残存溶融炉心の冷却(残留熱除去系B系注入配管使用の場合)	○		
	原子炉運転中の代替循環冷却系による残存溶融炉心の冷却(残留熱除去系A系注入配管使用の場合)	○		

※ 屋外アクセスルートは、緊急時対策所から保管場所までの移動ルートを示す

第1表 技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧 (4/15)

条文	対応手順	操作・作業場所		
		中央	屋内アクセス ルート	屋外アクセス ルート※
1.4 原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための手順等	原子炉運転中の低圧代替注水系（可搬型）による残存溶融炉心の冷却（残留熱除去系A系注入配管使用の場合）	○		緊急時対策所→第1保管エリア，第2保管エリア，第3保管エリア又は第4保管エリア
	原子炉運転中の低圧代替注水系（可搬型）による残存溶融炉心の冷却（残留熱除去系B系注入配管使用の場合）	○		緊急時対策所→第1保管エリア，第2保管エリア，第3保管エリア又は第4保管エリア
	原子炉停止中の低圧代替注水系（常設）（復水移送ポンプ）による原子炉圧力容器への注水	○		
	原子炉停止中の低圧代替注水系（可搬型）による原子炉圧力容器への注水	○		緊急時対策所→第1保管エリア，第2保管エリア，第3保管エリア又は第4保管エリア
	原子炉停止中の残留熱除去系電源復旧後の発電用原子炉からの除熱	○		
	残留熱除去系（低圧注水モード）による原子炉圧力容器への注水	○		
	低圧炉心スプレイ系による原子炉圧力容器への注水	○		
	残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）による発電用原子炉からの除熱	○		

※ 屋外アクセスルートは、緊急時対策所から保管場所までの移動ルートを示す

第 1 表 技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧 (5/15)

条文	対応手順	操作・作業場所			
		中央	屋内アクセスルート	屋外アクセスルート*	
1.5	最終ヒートシンクへ熱を輸送するための手順等	原子炉格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器内の減圧及び除熱（現場操作含む。）	○	系統構成 【中央制御室→(①→③)→(③階段 F ④)→[④-25]又は[④-26]】  サプレッションチェンバ側の場合 【中央制御室→(①→③)→(③階段 F ⑤)→[⑤-3]】  ドライウエル側の場合 【中央制御室→(①→③)→(③階段 F ④)→[④-27]】	
		フィルタ装置への水補給	○	【中央制御室→(①→③)→(③階段 F ④)→[④-20]】	緊急時対策所→第1保管エリア, 第2保管エリア, 第3保管エリア又は第4保管エリア
		可搬型窒素ガス供給装置による原子炉格納容器への窒素供給	○	扉開放 【中央制御室→(①→③)→(③階段 F ④)→[④-20]】  系統構成 【中央制御室→(①→③)→(③階段 F ④)→[④-21]又は[④-22]】	緊急時対策所→第1保管エリア又は第4保管エリア
		原子炉格納容器フィルタベント系停止後の窒素パージ	○	扉開放 【中央制御室→(①→③)→(③階段 F ④)→[④-20]】  系統構成 【中央制御室→(①→③)→(③階段 F ④)→[④-21]又は[④-22]→[④-23]→[④-24]→[④-17]→[④-18]→[④-19]】	緊急時対策所→第1保管エリア又は第4保管エリア
		耐圧強化ベント系による原子炉格納容器内の減圧及び除熱（現場操作含む。）	○	系統構成 【中央制御室→(①→③)→(③階段 G ④)→(④階段 A ③)→[③-6]→[③-7]→[③-1]→[③-2]】  サプレッションチェンバ側の場合 【中央制御室→(①→③)→(③階段 F ⑤)→[⑤-3]】  ドライウエル側の場合 【中央制御室→(①→③)→(③階段 F ④)→[④-27]】	

※ 屋外アクセスルートは、緊急時対策所から保管場所までの移動ルートを示す

第1表 技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧 (6/15)

条文	対応手順	操作・作業場所		
		中央	屋内アクセス ルート	屋外アクセス ルート*
1.5 最終ヒート シンクへ熱 を輸送する ための手順 等	原子炉補機代替冷却 水系による補機冷却 水確保 (A系)	○	・屋外接続口を使用する場合 水張り, 空気抜き 【中央制御室→(①→③)→(③階 段F ④)→[④-29]→[④-43]→ [④-28]→[④-29]→[④-30] →[④-31]】  ・屋内接続口を使用する場合 扉開放 【中央制御室→(①→③)→(③階 段F ④)→[④-20]】  水張り, 空気抜き 【中央制御室→(①→③)→(③階 段F ④)→[④-37]→[④-43]→ [④-36]→[④-37]→[④-38] →[④-39]】	緊急時対策所→第 1保管エリア, 第2 保管エリア, 第3保 管エリア又は第4 保管エリア
	原子炉補機代替冷却 水系による補機冷却 水確保 (B系)	○	【中央制御室→(①階段L ④)→ [④-33]→[④-44]→[④-32] →[④-33]→[④-34]→[④- 35]】	緊急時対策所→第 1保管エリア, 第2 保管エリア, 第3保 管エリア又は第4 保管エリア
	原子炉補機冷却水系 (原子炉補機冷却海 水系を含む。)による 補機冷却水確保	○		
1.6 原子炉格納 容器内の冷 却等のため の手順等	原子炉格納容器代替 スプレイ冷却系 (常 設) によるドライウェ ル内へのスプレイ	○		
	原子炉格納容器代替 スプレイ冷却系 (可搬 型) によるドライウェ ル内へのスプレイ	○		緊急時対策所→第 1保管エリア, 第2 保管エリア, 第3保 管エリア又は第4 保管エリア
	残留熱除去系電源復 旧後の原子炉格納容 器内へのスプレイ	○		
	残留熱除去系電源復 旧後のサプレッショ ンプールの除熱	○		

※ 屋外アクセスルートは, 緊急時対策所から保管場所までの移動ルートを示す



第1表 技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧 (7/15)

条文	対応手順	操作・作業場所			
		中央	屋内アクセスルート	屋外アクセスルート*	
1.6	原子炉格納容器内の冷却等のための手順等	残留熱除去系（格納容器スプレイ冷却モード）による原子炉格納容器内へのスプレイ	○		
		残留熱除去系（サブプレッションプール水冷却モード）によるサブプレッションプールの除熱	○		
1.7	原子炉格納容器の過圧破損を防止するための手順等	原子炉格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器内の減圧及び除熱（現場操作含む。）	○	系統構成 【中央制御室→(①→③)→(③階段F④)→[④-25]又は[④-26]】  サプレッションチェンバ側の場合 【中央制御室→(①→③)→(③階段F⑤)→[⑤-3]】  ドライウエル側の場合 【中央制御室→(①→③)→(③階段F④)→[④-27]】	
		フィルタ装置への水補給	○	【中央制御室→(①→③)→(③階段F④)→[④-20]】	緊急時対策所→第1保管エリア, 第2保管エリア, 第3保管エリア又は第4保管エリア
		可搬型窒素ガス供給装置による原子炉格納容器への窒素供給	○	扉開放 【中央制御室→(①→③)→(③階段F④)→[④-20]】  系統構成 【中央制御室→(①→③)→(③階段F④)→[④-21]又は[④-22]】	緊急時対策所→第1保管エリア又は第4保管エリア
		原子炉格納容器フィルタベント系停止後の窒素パージ	○	扉開放 【中央制御室→(①→③)→(③階段F④)→[④-20]】  系統構成 【中央制御室→(①→③)→(③階段F④)→[④-21]又は[④-22]→[④-23]→[④-24]→[④-17]→[④-18]→[④-19]】	緊急時対策所→第1保管エリア又は第4保管エリア
		代替循環冷却系による原子炉格納容器内の減圧及び除熱	○		

※ 屋外アクセスルートは、緊急時対策所から保管場所までの移動ルートを示す

第1表 技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧 (8/15)

条文	対応手順	操作・作業場所			
		中央	屋内アクセスルート	屋外アクセスルート*	
1.8	原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための手順等	原子炉格納容器下部注水系（常設）（復水移送ポンプ）による原子炉格納容器下部への注水	○		
		原子炉格納容器下部注水系（常設）（代替循環冷却ポンプ）による原子炉格納容器下部への注水	○		
		原子炉格納容器下部注水系（可搬型）による原子炉格納容器下部への注水	○		緊急時対策所→第1保管エリア，第2保管エリア，第3保管エリア又は第4保管エリア
		原子炉格納容器代替スプレイ冷却系（常設）による原子炉格納容器下部への注水	○		
		代替循環冷却系による原子炉格納容器下部への注水	○		
		原子炉格納容器代替スプレイ冷却系（可搬型）による原子炉格納容器下部への注水	○		緊急時対策所→第1保管エリア，第2保管エリア，第3保管エリア又は第4保管エリア
		ほう酸水注入系による原子炉圧力容器へのほう酸水注入	○		
1.9	水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための手順等	可搬型窒素ガス供給装置による原子炉格納容器への窒素供給	○	扉開放 【中央制御室→(①→③)→(③)階段F(④)→[④-20]】  系統構成 【中央制御室→(①→③)→(③)階段F(④)→[④-21]又は[④-22]】	緊急時対策所→第1保管エリア又は第4保管エリア
		原子炉格納容器フィルタベント系による原子炉格納容器内の水素及び酸素の排出	○		
		格納容器内水素濃度による原子炉格納容器内の水素濃度監視	○		

※ 屋外アクセスルートは，緊急時対策所から保管場所までの移動ルートを示す

第1表 技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧 (9/15)

条文		対応手順	操作・作業場所		
			中央	屋内アクセス ルート	屋外アクセス ルート※
1.9	水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための手順等	格納容器内雰囲気計装による原子炉格納容器内の水素濃度及び酸素濃度監視	○		
1.10	水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための手順等	原子炉建屋内の水素濃度監視	○		
1.11	使用済燃料貯蔵槽の冷却のための手順等	燃料プール代替注水系（常設配管）による使用済燃料プールへの注水	○		緊急時対策所→第1保管エリア、第2保管エリア、第3保管エリア又は第4保管エリア
		燃料プール代替注水系（可搬型）による使用済燃料プールへの注水	○	原子炉建屋大物搬出入口を使用する場合 【中央制御室→(①→③)→(③階段G④)→[④-40]→(④階段C①)→[①-1]】 原子炉建屋扉を使用する場合 【中央制御室→(①→③)→(③階段F④)→[④-41]→(④階段F③)→(③階段G④)→(④階段B①)→[①-1]】	緊急時対策所→第1保管エリア、第2保管エリア、第3保管エリア又は第4保管エリア
		燃料プールのスプレイ系（常設配管）による使用済燃料プールへのスプレイ	○		緊急時対策所→第1保管エリア、第2保管エリア、第3保管エリア又は第4保管エリア
		燃料プールのスプレイ系（可搬型）による使用済燃料プールへのスプレイ	○	原子炉建屋大物搬出入口を使用する場合 【中央制御室→(①→③)→(③階段G④)→[④-40]→(④階段C①)→[①-1]】 原子炉建屋扉を使用する場合 【中央制御室→(①→③)→(③階段F④)→[④-41]→(④階段F③)→(③階段G④)→(④階段B①)→[①-1]】	緊急時対策所→第1保管エリア、第2保管エリア、第3保管エリア又は第4保管エリア
		燃料プール冷却浄化系による使用済燃料プールの除熱	○		

※ 屋外アクセスルートは、緊急時対策所から保管場所までの移動ルートを示す

第1表 技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧 (10/15)

条文	対応手順	操作・作業場所			
		中央	屋内アクセス ルート	屋外アクセス ルート※	
1.12	工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための手順等	放水設備（大気への拡散抑制設備）による大気への放射性物質の拡散抑制			緊急時対策所→第1保管エリア，第2保管エリア又は第4保管エリア
		海洋への拡散抑制設備（シルトフェンス）による海洋への放射性物質の拡散抑制			緊急時対策所→第1保管エリア又は第4保管エリア
		放水設備（泡消火設備）による航空機燃料火災への泡消火			緊急時対策所→第1保管エリア，第2保管エリア又は第4保管エリア
1.13	重大事故等の収束に必要なとなる水の供給手順等	淡水貯水槽を水源とした大容量送水ポンプ（タイプI）による送水			緊急時対策所→第1保管エリア，第2保管エリア，第3保管エリア又は第4保管エリア
		海を水源とした大容量送水ポンプによる送水（各種注水）			緊急時対策所→第1保管エリア，第2保管エリア，第3保管エリア又は第4保管エリア
		海を水源とした大容量送水ポンプによる送水（各種供給）			緊急時対策所→第1保管エリア，第2保管エリア，第3保管エリア又は第4保管エリア
		淡水貯水槽を水源とした大容量送水ポンプ（タイプI）による復水貯蔵タンクへの補給	○		緊急時対策所→第1保管エリア，第2保管エリア，第3保管エリア又は第4保管エリア
		海を水源とした大容量送水ポンプ（タイプI）による復水貯蔵タンクへの補給	○		緊急時対策所→第1保管エリア，第2保管エリア，第3保管エリア又は第4保管エリア
		海を水源とした大容量送水ポンプ（タイプII）による淡水貯水槽への補給			緊急時対策所→第1保管エリア，第2保管エリア又は第4保管エリア

※ 屋外アクセスルートは、緊急時対策所から保管場所までの移動ルートを示す

第 1 表 技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧 (11/15)

条文	対応手順	操作・作業場所		
		中央	屋内アクセス ルート	屋外アクセス ルート※
1.14 電源の確保に関する手順等	ガスタービン発電機による M/C 2C 系及び M/C 2D 系受電	○	【中央制御室→(①階段 L ⑥)→[⑥-4]→[⑥-5]→[⑥-4]→(⑥階段 L ⑤)→[⑤-16]→(⑤階段 L ①)→(①→③)→[③-3]→(③階段 F ④)→[④-48]→[④-49]】	緊急時対策所→緊急用電気品建屋
	電源車による M/C 2C 系及び M/C 2D 系受電	○	【中央制御室→(①階段 L ⑤)→[⑤-16]→[⑤-18]→[⑤-19]→[⑤-20]→(⑤階段 L ①)→(①→③)→(③階段 F ⑤)→[⑤-10]→[⑤-11]→[⑤-12]→[⑤-14]→[⑤-13]→(⑤階段 F ④)→[④-42]→[④-45]→(④階段 F ③)→(③階段 G ⑤)→[⑤-9]→[⑤-4]→[⑤-5]→[⑤-7]→[⑤-8]→[⑤-6]】	緊急時対策所→第 2 保管エリア, 第 3 保管エリア又は第 4 保管エリア
	所内常設蓄電式直流電源設備による給電	○	【中央制御室→(①階段 L ⑤)→[⑤-15]→[⑤-17]→[⑤-22]→[⑤-21]】	
	常設代替直流電源設備による給電	○	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 125V 直流主母線盤 2B-1 及び 125V 直流主母線盤 2A-1 へ給電する場合 125V 直流主母線盤の給電切替操作 【中央制御室→(①階段 L ④)→[④-47]→(④階段 L ①)→中央制御室→(①階段 L ④)→[④-46]】</li> <li>不要直流負荷切離し 【中央制御室→(①階段 L ④)→[④-46]→[④-47]】</li> <li>・ 125V 直流主母線盤 2A, 125V 直流主母線盤 2A-1 及び 125V 直流主母線盤 2B-1 へ給電する場合 125V 直流主母線盤の給電切替操作 【中央制御室→(①階段 L ④)→[④-46]→(④階段 L ①)→中央制御室→(①階段 L ④)→[④-47]】</li> <li>不要直流負荷切離し 【中央制御室→(①階段 L ④)→[④-46]→[④-47]】</li> </ul>	

※ 屋外アクセスルートは、緊急時対策所から保管場所までの移動ルートを示す



第 1 表 技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧 (12/15)

条文	対応手順	操作・作業場所		
		中央	屋内アクセス ルート	屋外アクセス ルート*
1.14 電源の確保に関する手順等	可搬型代替直流電源設備による給電	○	・ 125V 直流主母線盤 2B-1 及び 125V 直流主母線盤 2A-1 へ給電する場合 125V 直流主母線盤の給電切替操作 【中央制御室→(①階段 L ④)→[④-47]→(④階段 L ①)→中央制御室→(①階段 L ④)→[④-46]】  不要直流負荷切離し 【中央制御室→(①階段 L ④)→[④-46]→[④-47]】  ・ 125V 直流主母線盤 2A, 125V 直流主母線盤 2A-1 及び 125V 直流主母線盤 2B-1 へ給電する場合 125V 直流主母線盤の給電切替操作 【中央制御室→(①階段 L ④)→[④-46]→(④階段 L ①)→中央制御室→(①階段 L ④)→[④-47]】  不要直流負荷切離し 【中央制御室→(①階段 L ④)→[④-46]→[④-47]】  ・ 電源車接続口 (建屋内) 使用時 【中央制御室→(①→③)→(③階段 F ④)→[④-45]】	緊急時対策所→第 2 保管エリア, 第 3 保管エリア又は第 4 保管エリア
	ガスタービン発電機による P/C2G 系及び MCC2G 系受電	○		
	電源車による P/C2G 系及び MCC2G 系受電	○	【中央制御室→(①→③)→(③階段 F ④)→[④-45]】	緊急時対策所→第 2 保管エリア, 第 3 保管エリア又は第 4 保管エリア
	軽油タンクからタンクローリへの補給			緊急時対策所→第 2 保管エリア, 第 3 保管エリア又は第 4 保管エリア
	ガスタービン発電設備軽油タンクからタンクローリへの補給			緊急時対策所→第 2 保管エリア, 第 3 保管エリア又は第 4 保管エリア
	タンクローリから各機器への給油			緊急時対策所→第 2 保管エリア, 第 3 保管エリア又は第 4 保管エリア

※ 屋外アクセスルートは、緊急時対策所から保管場所までの移動ルートを示す

第1表 技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧 (13/15)

条文	対応手順	操作・作業場所			
		中央	屋内アクセス ルート	屋外アクセス ルート※	
1.14	電源の確保に関する手順等	非常用交流電源設備による給電	○		
		非常用直流電源設備による給電	○		
1.15	事故時の計装に関する手順等	他チャンネルによる計測, 代替パラメータによる推定 (計器の故障)	○		
		代替パラメータによる推定 (計器の計測範囲を超えた場合)	○		
		可搬型計測器による計測又は監視	○		
		パラメータの記録			
1.16	原子炉制御室の居住性等に関する手順等	中央制御室換気空調系の運転手順	○		
		中央制御室待避所の運用手順	○		
		中央制御室の照明を確保する手順	○		
		中央制御室の酸素及び二酸化炭素の濃度測定と濃度管理手順	○		
		中央制御室待避所の照明を確保する手順	○		
		中央制御室待避所の酸素及び二酸化炭素の濃度測定と濃度管理手順	○		

※ 屋外アクセスルートは、緊急時対策所から保管場所までの移動ルートを示す

第1表 技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧 (14/15)

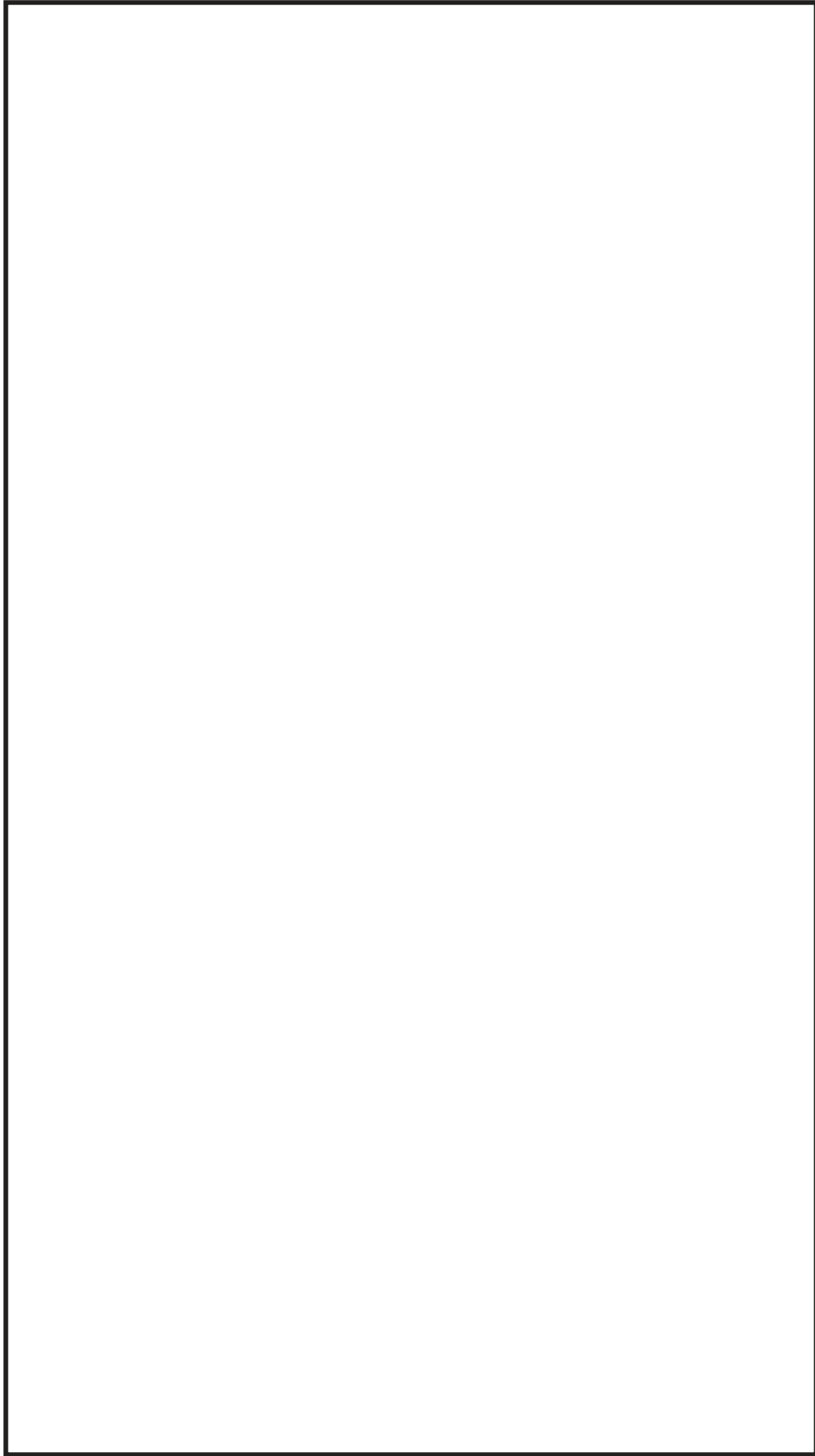
条文	対応手順	操作・作業場所		
		中央	屋内アクセス ルート	屋外アクセス ルート※
1.16	原子炉制御室の居住性等に関する手順等	データ表示装置(待避所)によるプラントパラメータ等の監視手順		
		非常用ガス処理系による運転員等の被ばく防止手順(非常用ガス処理系起動手順)	○	
		非常用ガス処理系による運転員等の被ばく防止手順(非常用ガス処理系停止手順)	○	
		非常用ガス処理系による運転員等の被ばく防止手順(中央制御室での原子炉建屋ブローアウトパネル部の閉止手順)	○	
		非常用ガス処理系による運転員等の被ばく防止手順(現場での原子炉建屋ブローアウトパネル部の閉止手順)		【中央制御室→(①→③)→(③階段G④)→(④階段B②)→(②→①)→[①-2]】
1.17	監視測定等に関する手順等	可搬型モニタリングポストによる放射線量の測定及び代替測定		緊急時対策所→第1保管エリア, 第2保管エリア又は第4保管エリア
		可搬型放射線計測装置による空気中の放射性物質の濃度の代替測定		
		可搬型放射線計測装置等による空気中の放射性物質の濃度の測定		
		可搬型放射線計測装置等による水中の放射性物質の濃度の測定		
		可搬型放射線計測装置等による土壌中の放射性物質の濃度の測定		

※ 屋外アクセスルートは、緊急時対策所から保管場所までの移動ルートを示す

第1表 技術的能力における対応手順と操作・作業場所一覧 (15/15)

条文		対応手順	操作・作業場所		
			中央	屋内アクセス ルート	屋外アクセス ルート※
1.17	監視測定等に関する手順等	海上モニタリング			緊急時対策所→第1保管エリア又は第4保管エリア
		代替気象観測設備による気象観測項目の代替測定			緊急時対策所→第2保管エリア又は第4保管エリア
1.18	緊急時対策所の居住性等に関する手順等	緊急時対策建屋非常用送風機運転手順			
		緊急時対策所内の酸素濃度及び二酸化炭素濃度の測定手順			
		緊急時対策所可搬型エリアモニタ設置手順			
		緊急時対策所での格納容器ベントを実施する場合の対応の手順			
		緊急時対策所加圧設備(空気ボンベ)から緊急時対策建屋非常用送風機への切替え手順			
		安全パラメータ表示システム(SPDS)によるプラントパラメータ等の監視手順			
		緊急時対策所換気空調系の切替え手順			
		ガスタービン発電機による給電			
		電源車による給電			緊急時対策所→第4保管エリア
1.19	通信連絡に関する手順等	発電所内の通信連絡をする必要のある場所と通信連絡を行うための手順等			
		発電所外(社内外)の通信連絡をする必要のある場所と通信連絡を行うための手順等			

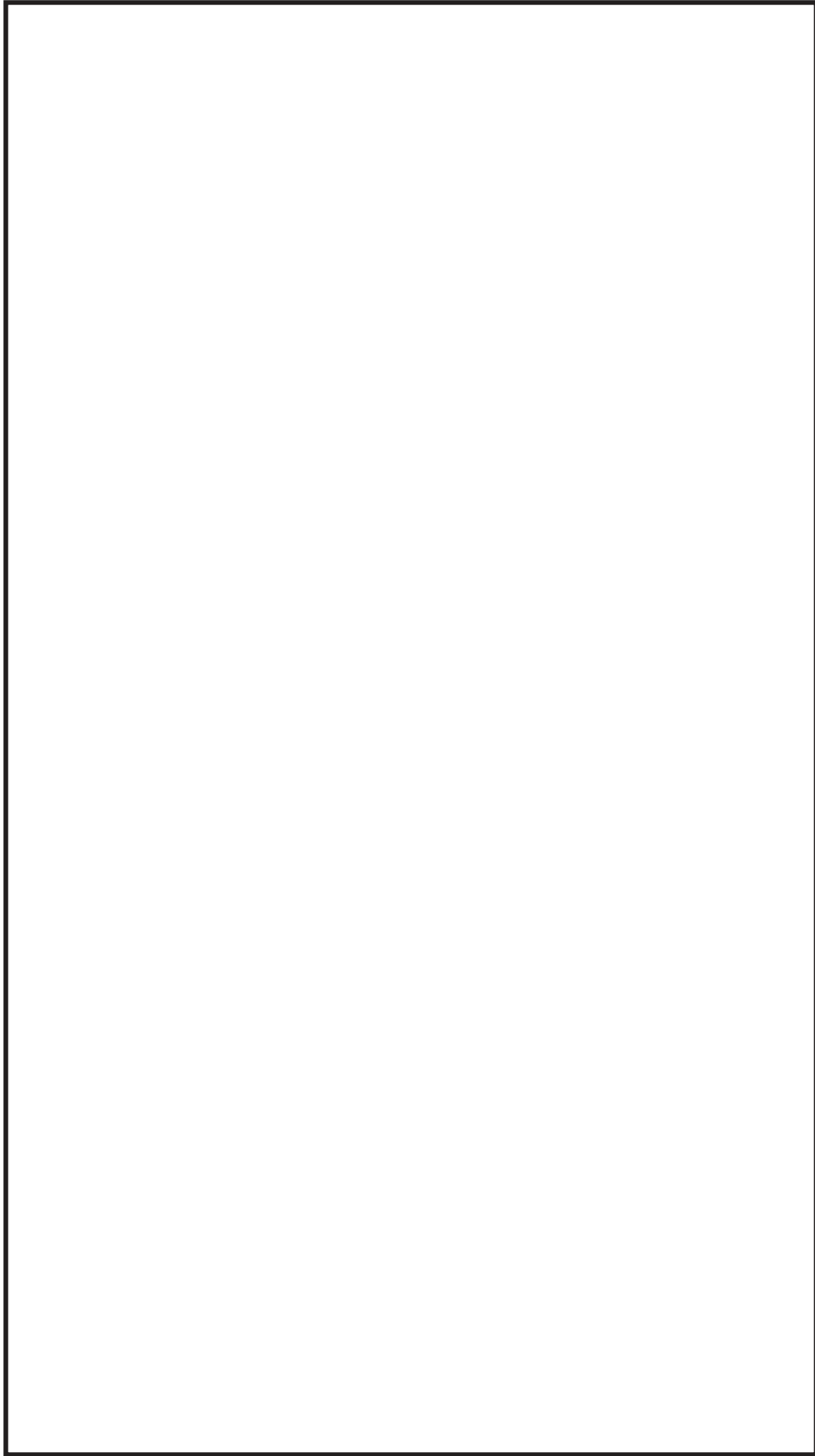
※ 屋外アクセスルートは、緊急時対策所から保管場所までの移動ルートを示す



第1図 屋内アクセスルート ルート図①

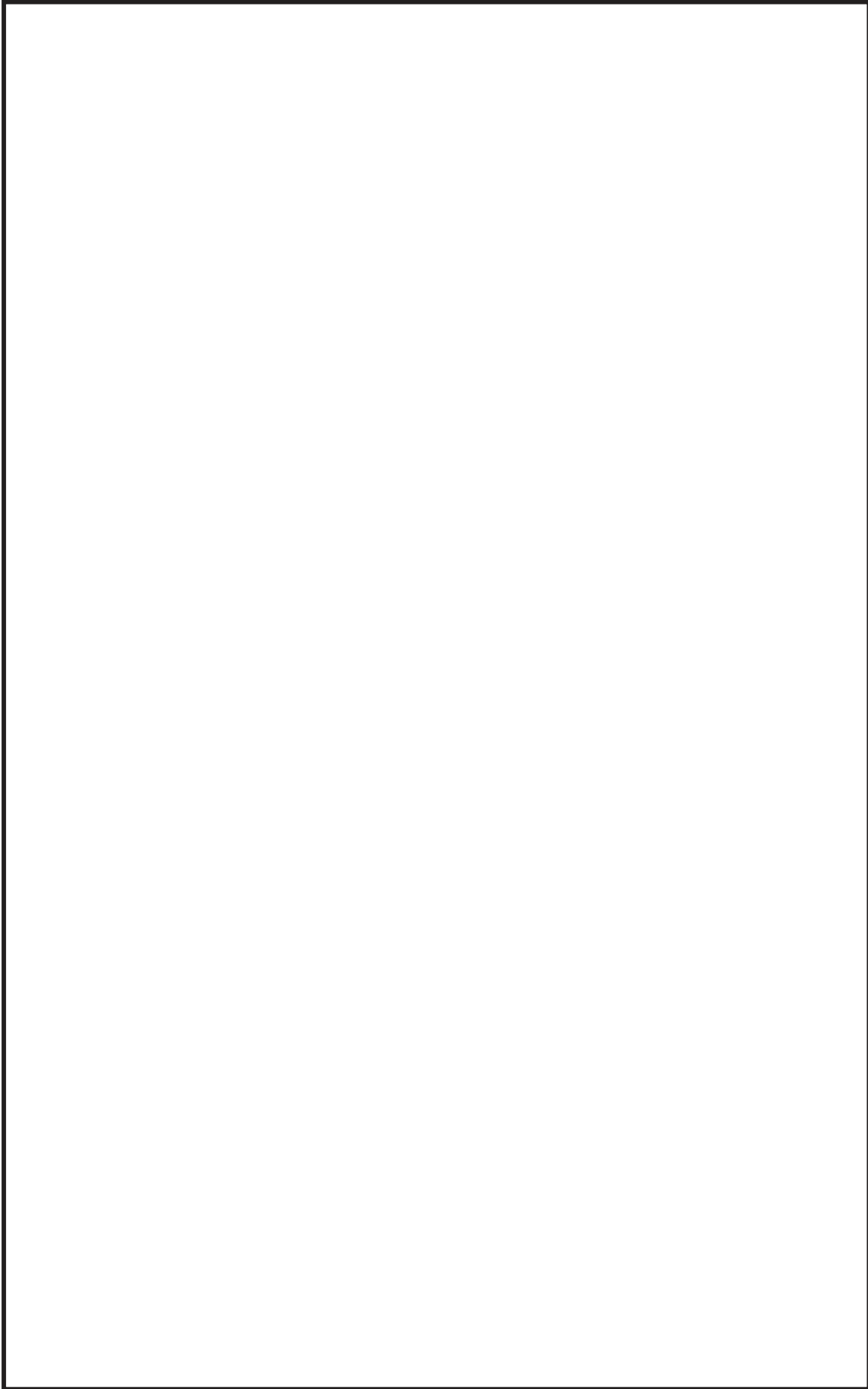
枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。





第1図 屋内アクセスルート ルート図②

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

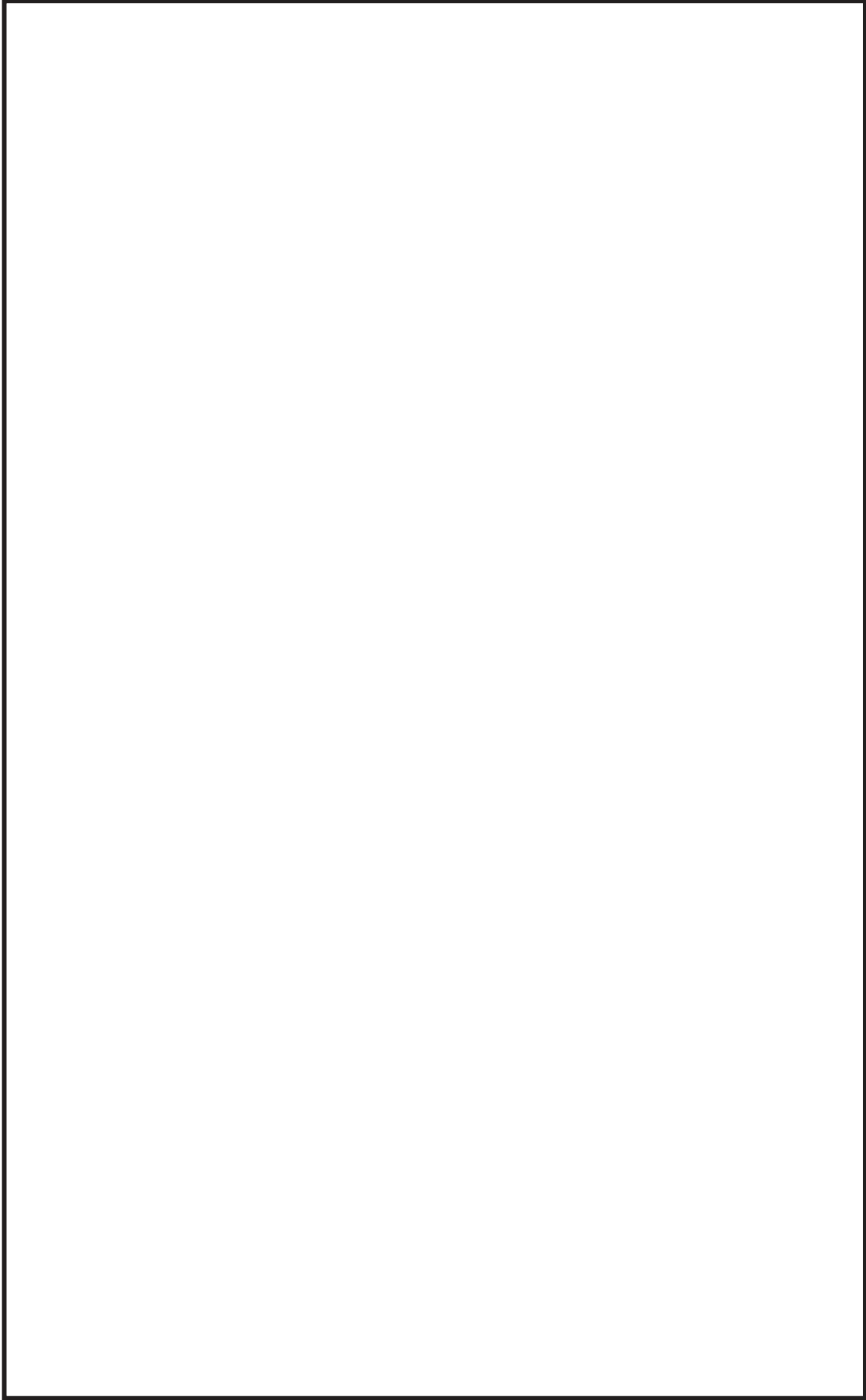


第1図 屋内アクセスルート ルート図③

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

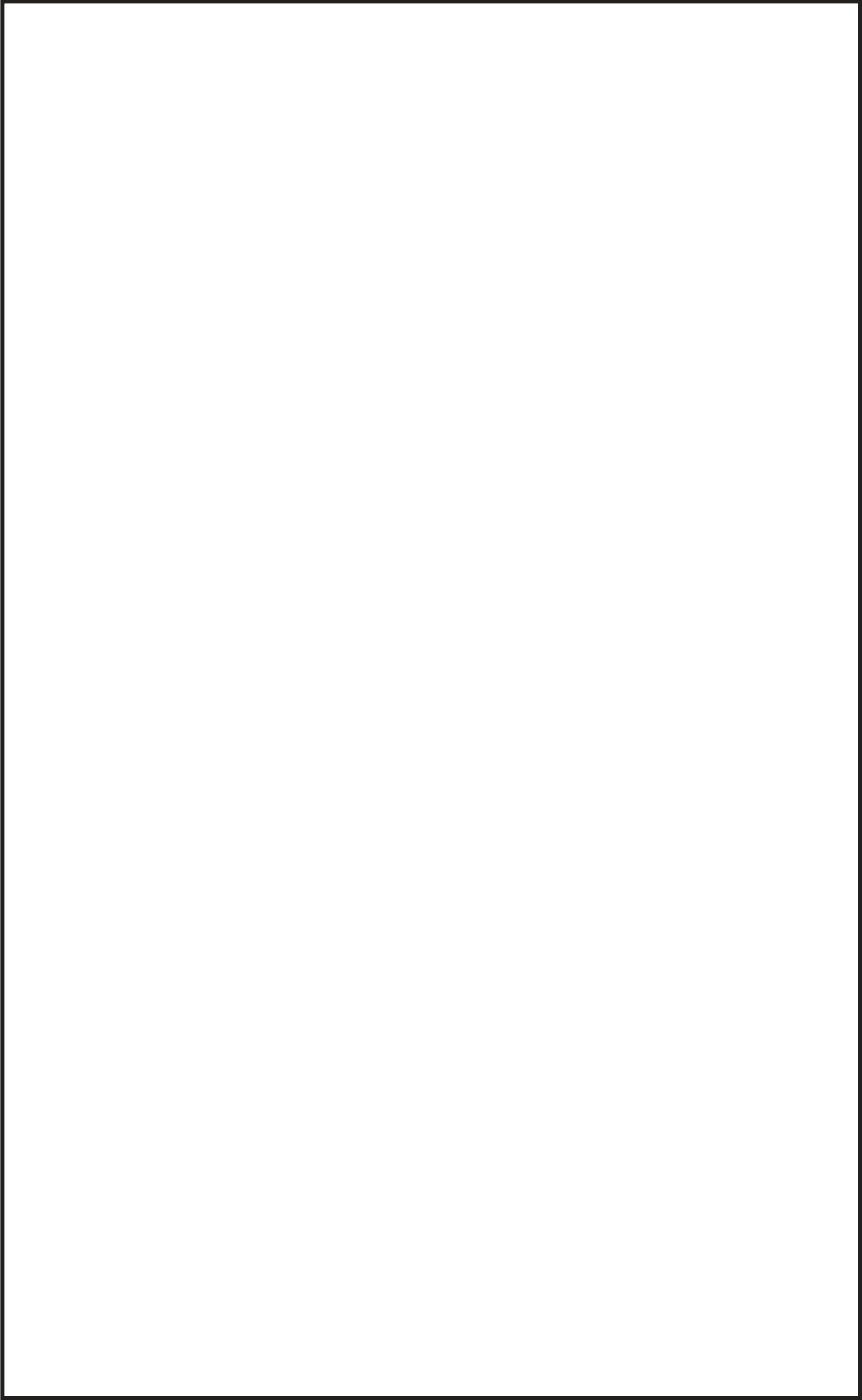
第1図 屋内アクセスルート ルート図④

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



第1図 屋内アクセスルート ルート図⑤

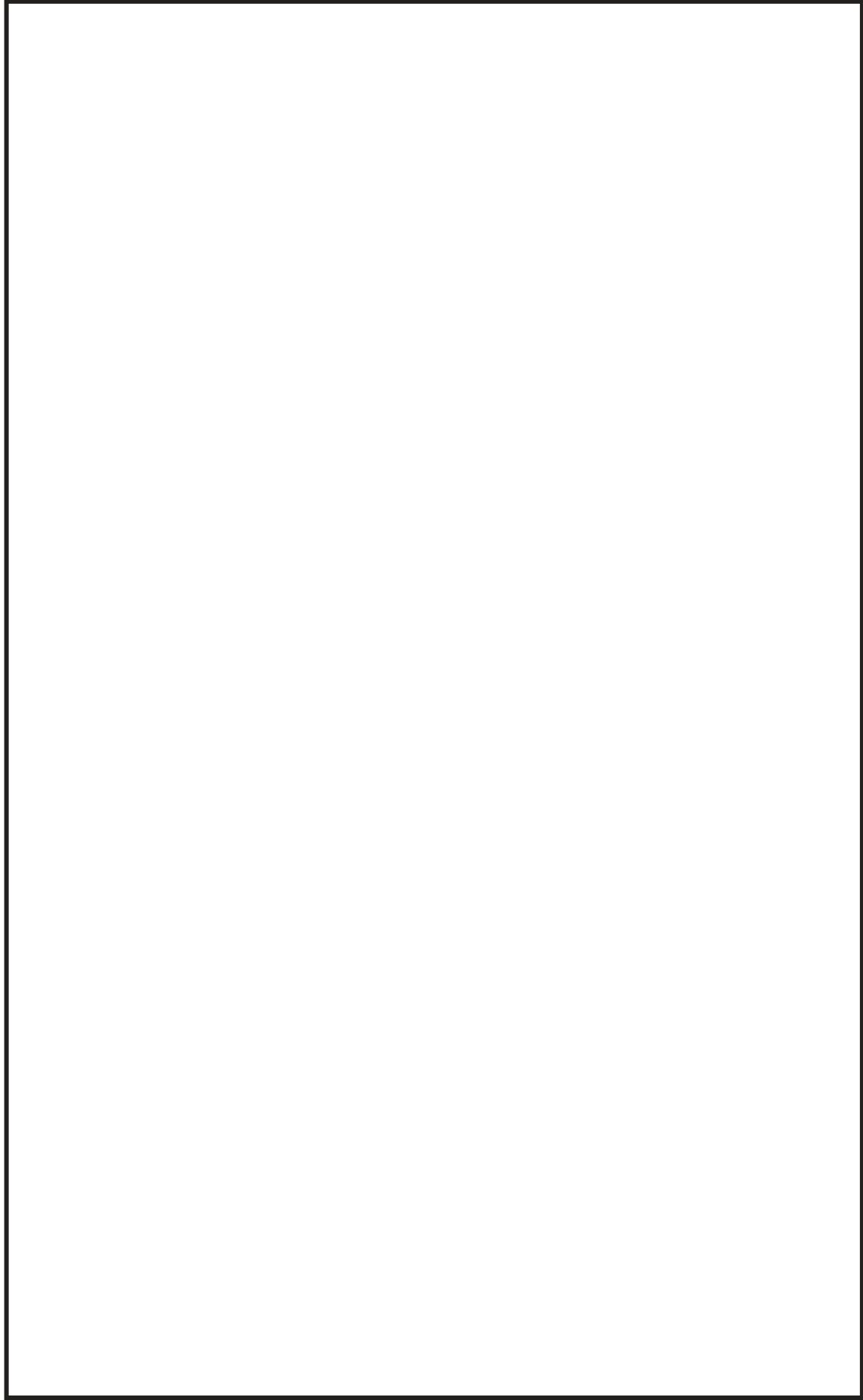
枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



第1図 屋内アクセスルートをルートを図⑥

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。





第1図 屋内アクセスルート ルート図⑦

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

第 2 表 操作対象機器及び操作項目一覧 (1/3)

ルート図	対象場所	操作対象機器及び操作項目
①	1	ホースの敷設, 接続
	2	ブローアウトパネル閉止装置
③	1	PCV 耐圧強化ベント用連絡配管隔離弁
	2	PCV 耐圧強化ベント用連絡配管止め弁
	3	MCC 2G-1
	4	主蒸気逃がし安全弁用可搬型蓄電池
	5	中央制御室端子盤
	6	非常用ガス処理系フィルタ装置出口弁 (A)
	7	非常用ガス処理系フィルタ装置出口弁 (B)
④	1	HPIN 常用非常用窒素ガス連絡弁 (A)
	2	HPIN 常用非常用窒素ガス連絡弁 (B)
	3	HPIN 非常用窒素ガス入口弁 (A)
	4	HPIN 非常用窒素ガス入口弁 (B)
	5	代替高圧窒素ガス供給系 (A) 高圧窒素ガスポンペ
	6	作動窒素ガス供給用ホース及び安全弁用ホース接続
	7	高圧窒素ガスポンベ安全弁出口ライン止め弁 (A)
	8	代替 HPIN 窒素ガスポンベ供給止め弁 (A)
	9	代替 HPIN 窒素ガスポンベ供給弁 (A)
	10	代替 HPIN 窒素ガス供給止め弁 (A)
	11	代替高圧窒素ガス供給系 (B) 高圧窒素ガスポンペ
	12	作動窒素ガス供給用ホース及び安全弁用ホース接続
	13	高圧窒素ガスポンベ安全弁出口ライン止め弁 (B)
	14	代替 HPIN 窒素ガスポンベ供給止め弁 (B)
	15	代替 HPIN 窒素ガスポンベ供給弁 (B)
	16	代替 HPIN 窒素ガス供給止め弁 (B)
	17	フィルタ装置出口水素濃度計ドレン排出弁
	18	フィルタ装置出口水素濃度計入口弁
	19	フィルタ装置出口水素濃度計出口弁
	20	扉開放
	21	PSA 窒素供給ライン元弁
	22	建屋内 PSA 窒素供給ライン元弁
	23	FCVS 側 PSA 窒素供給ライン元弁
	24	FCVS 窒素供給ライン止め弁
	25	FCVS ベントライン隔離弁 (A)

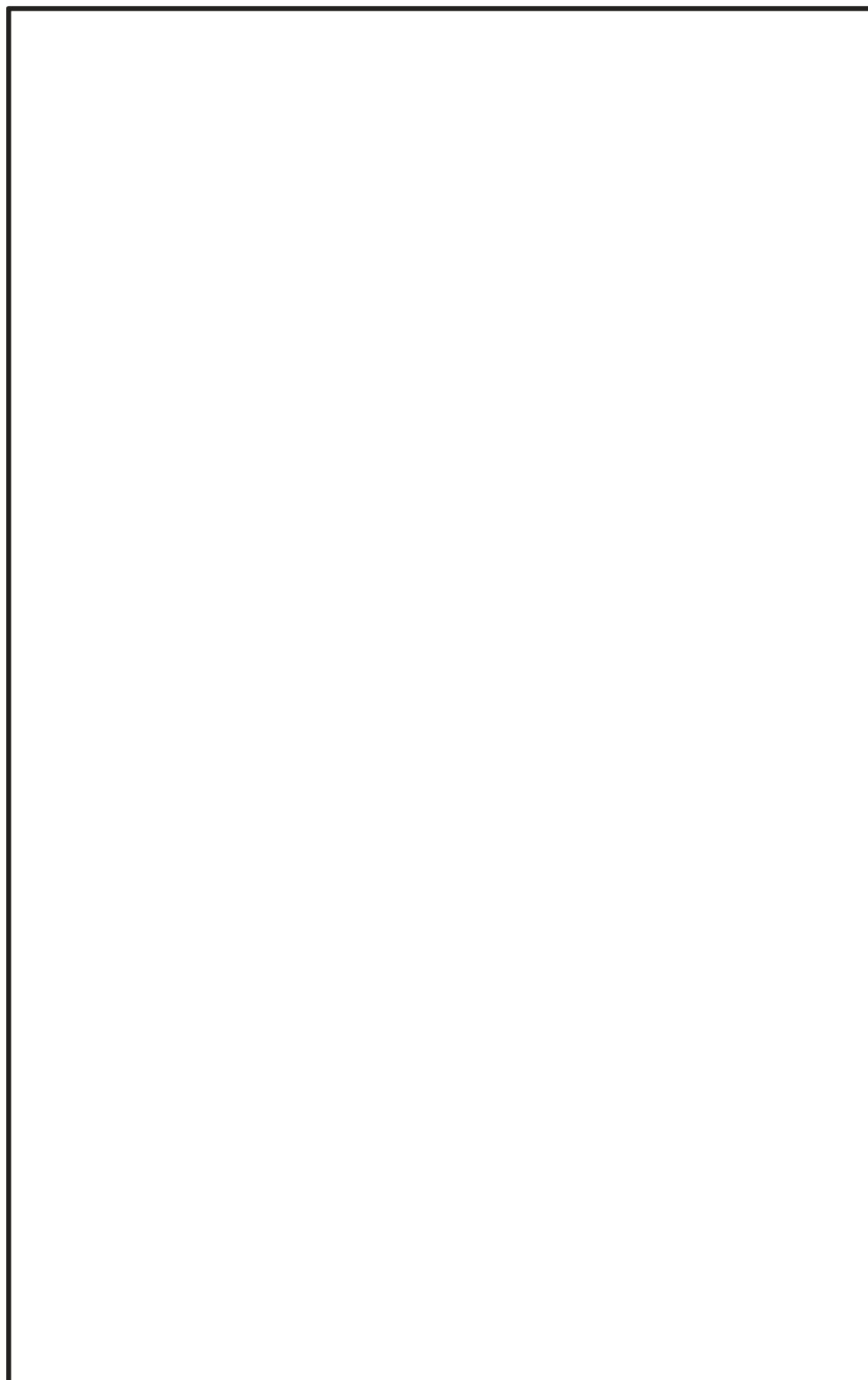
第 2 表 操作対象機器及び操作項目一覧 (2/3)

ルート図	対象場所	操作対象機器及び操作項目
④	26	FCVS ベントライン隔離弁(B)
	27	D/W ベント用出口隔離弁
	28	RCW 代替冷却水 RHR 負荷供給側連絡弁(A)
	29	RCW 代替冷却水 RHR 負荷戻り側連絡弁(A)
	30	RCW 代替冷却水 FPC 他負荷供給側連絡弁(A)
	31	RCW 代替冷却水 FPC 他負荷戻り側連絡弁(A)
	32	RCW 代替冷却水 RHR 負荷供給側連絡弁(B)
	33	RCW 代替冷却水 RHR 負荷戻り側連絡弁(B)
	34	RCW 代替冷却水 FPC 他負荷供給側連絡弁(B)
	35	RCW 代替冷却水 FPC 他負荷戻り側連絡弁(B)
	36	RCW 代替冷却水 RHR 負荷供給側連絡弁(C)
	37	RCW 代替冷却水 RHR 負荷戻り側連絡弁(C)
	38	RCW 代替冷却水 FPC 他負荷供給側連絡弁(C)
	39	RCW 代替冷却水 FPC 他負荷戻り側連絡弁(C)
	40	原子炉建屋大物搬出入口開放
	41	原子炉建屋扉開放
	42	R/B MCC 2D-5
	43	原子炉補機代替冷却水系 A 系ベント弁
	44	原子炉補機代替冷却水系 B 系ベント弁
	45	扉開放
	46	125V 直流主母線盤 2A-1
	47	125V 直流主母線盤 2B-1
	48	D/G(B) 制御盤
	49	D/G(A) 制御盤
50	RCIC タービン入口蒸気ライン第二隔離弁	
⑤	1	RCIC 蒸気供給ライン分離弁
	2	HPCS 注入隔離弁
	3	S/C ベント用出口隔離弁
	4	R/B MCC 2C-1
	5	R/B MCC 2C-2
	6	R/B MCC 2C-3

第 2 表 操作対象機器及び操作項目一覧 (3/3)

ルート図	対象場所	操作対象機器及び操作項目
⑤	7	R/B MCC 2C-4
	8	R/B MCC 2C-5
	9	P/C 4-2C
	10	P/C 4-2D
	11	R/B MCC 2D-1
	12	R/B MCC 2D-2
	13	R/B MCC 2D-3
	14	R/B MCC 2D-4
	15	125V 直流分電盤 2A-1
	16	C/B MCC 2C-1
	17	125V 直流主母線盤 2A
	18	C/B MCC 2C-2
	19	C/B MCC 2D-1
	20	C/B MCC 2D-2
⑥	1	HPAC ポンプ注入弁
	2	HPAC タービン止め弁
	3	高圧代替注水系タービン入口蒸気圧力計
	4	250V 充電器盤
	5	250V 直流受電パワーセンタ
	6	RCIC 注入弁
⑦	1	FPMUW ポンプ吸込弁
	2	原子炉隔離時冷却系ポンプ駆動用タービン入口蒸気圧力計
	3	RCIC タービン止め弁
	4	RCIC 真空タンクドレン弁
	5	RCIC 冷却水ライン止め弁

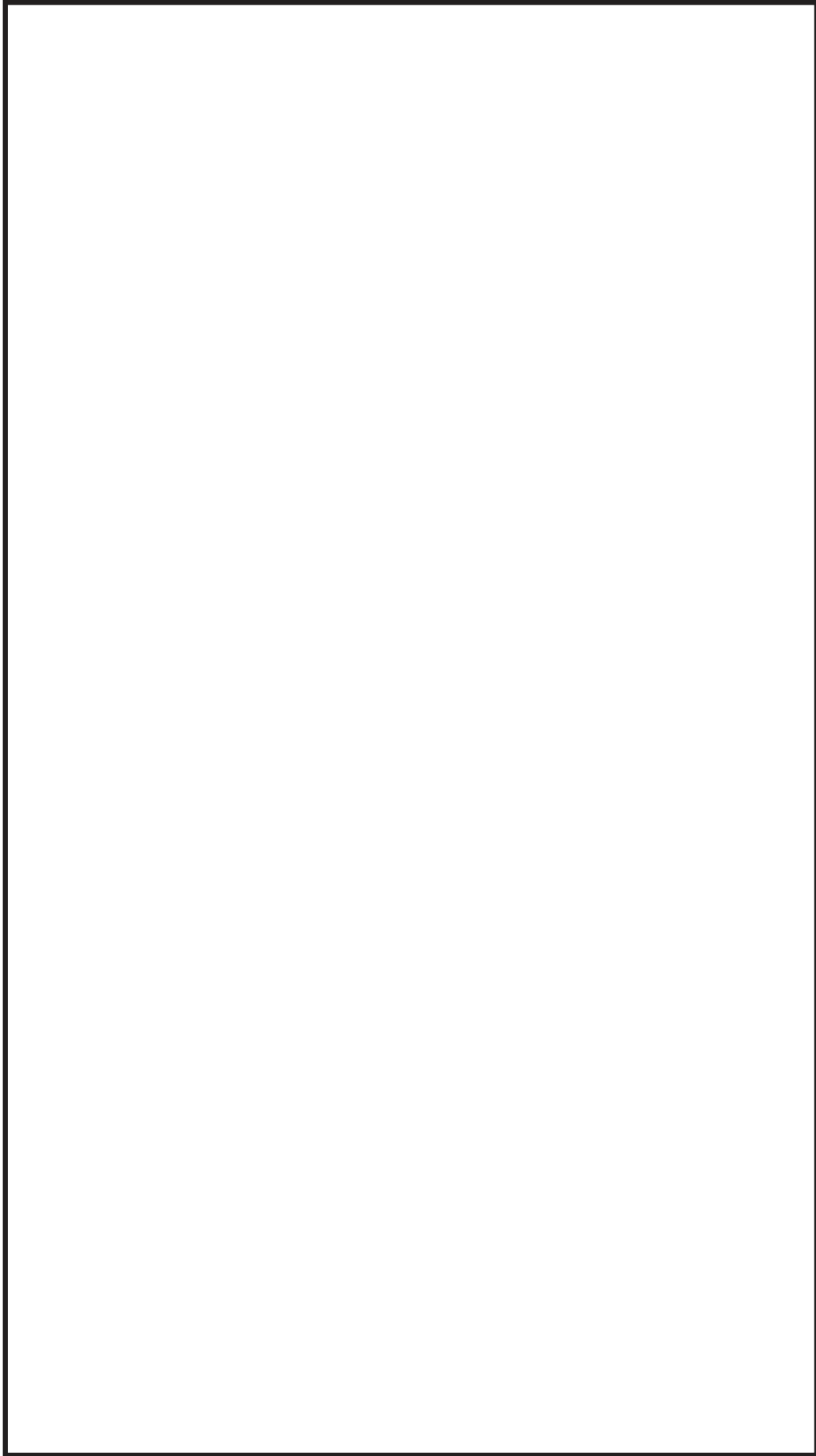
屋内アクセスルート確認状況（地震時の影響）



屋内アクセスルート 現場確認結果①

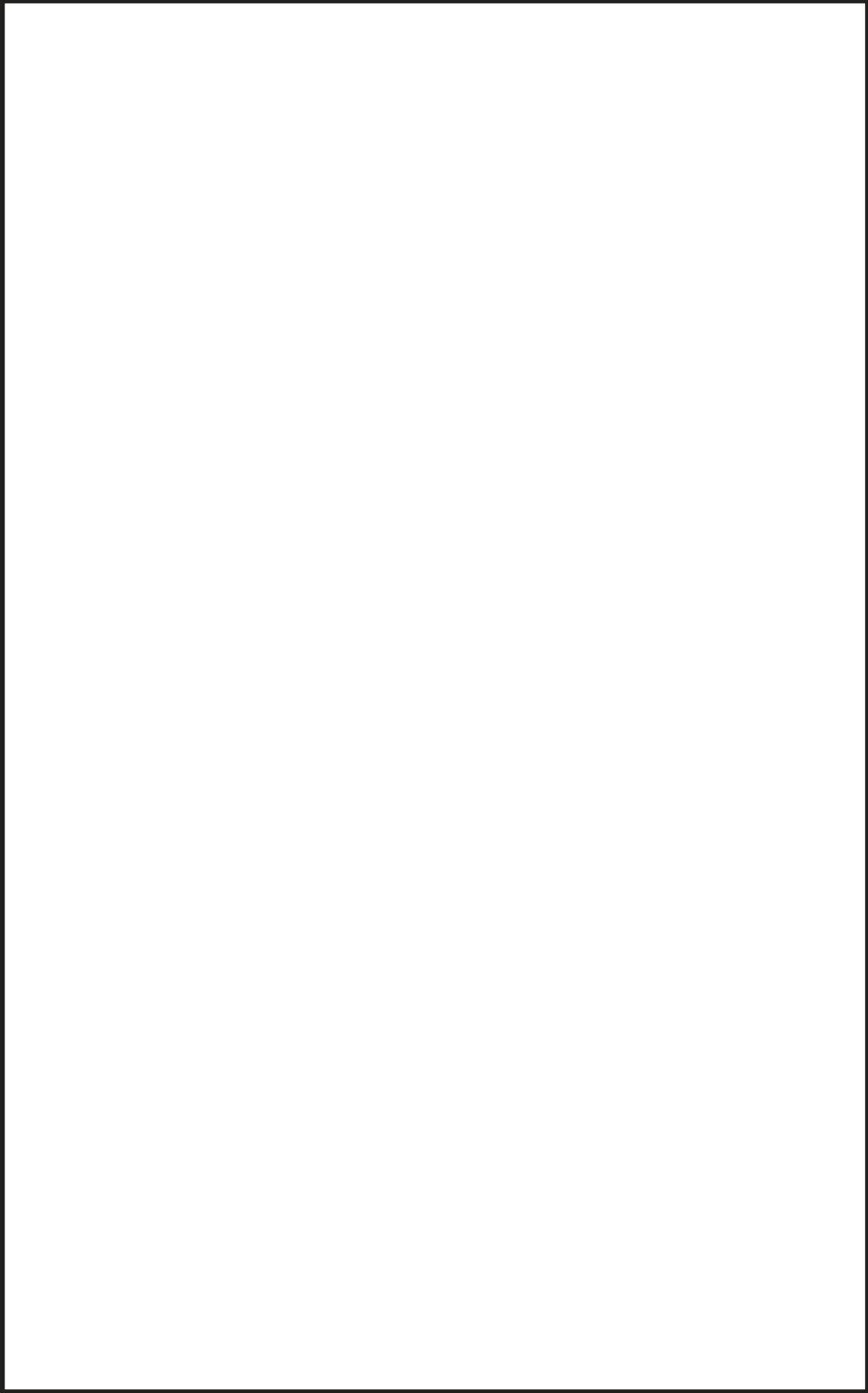
枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。





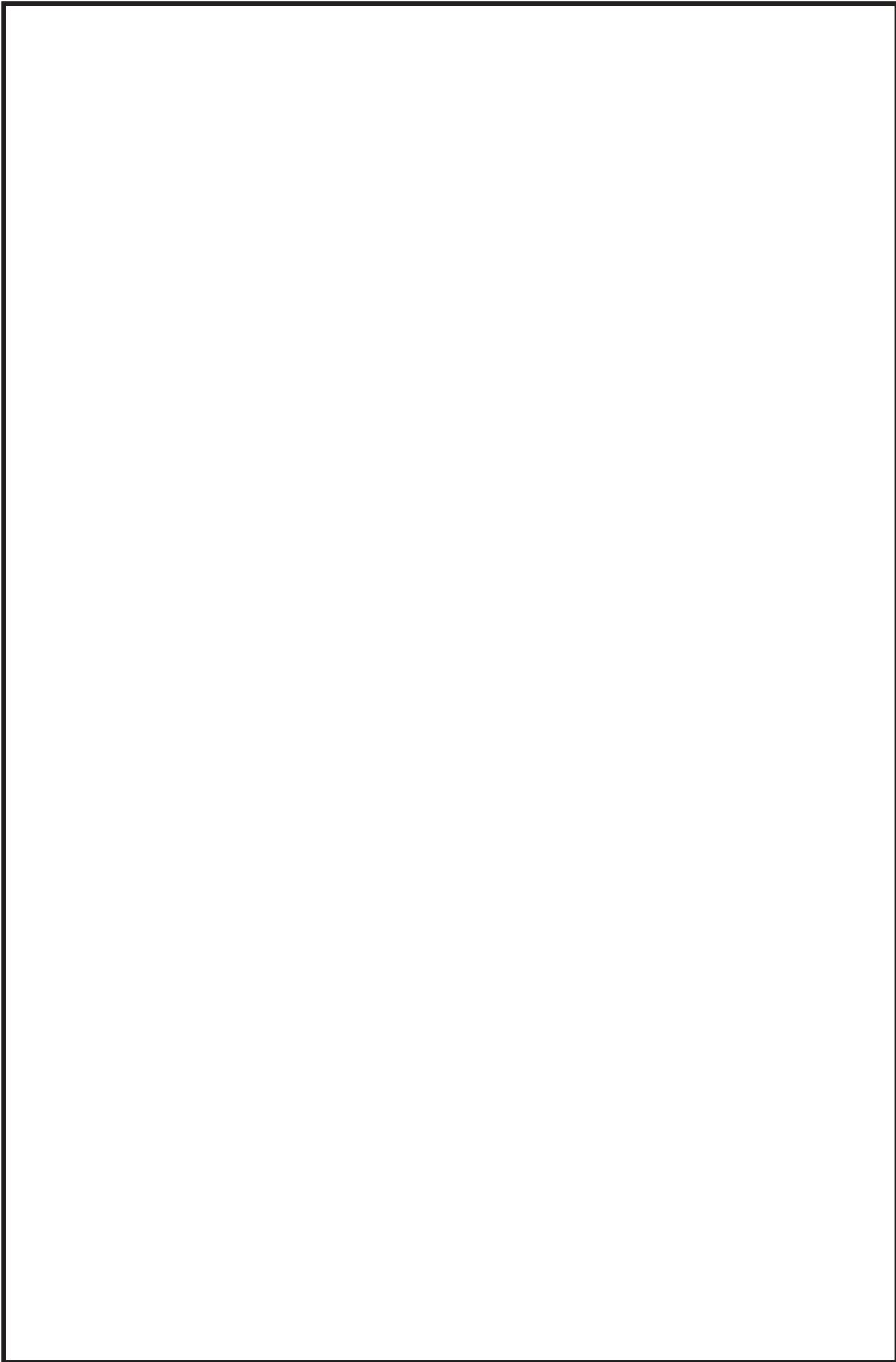
屋内アクセスルート 現場確認結果②

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



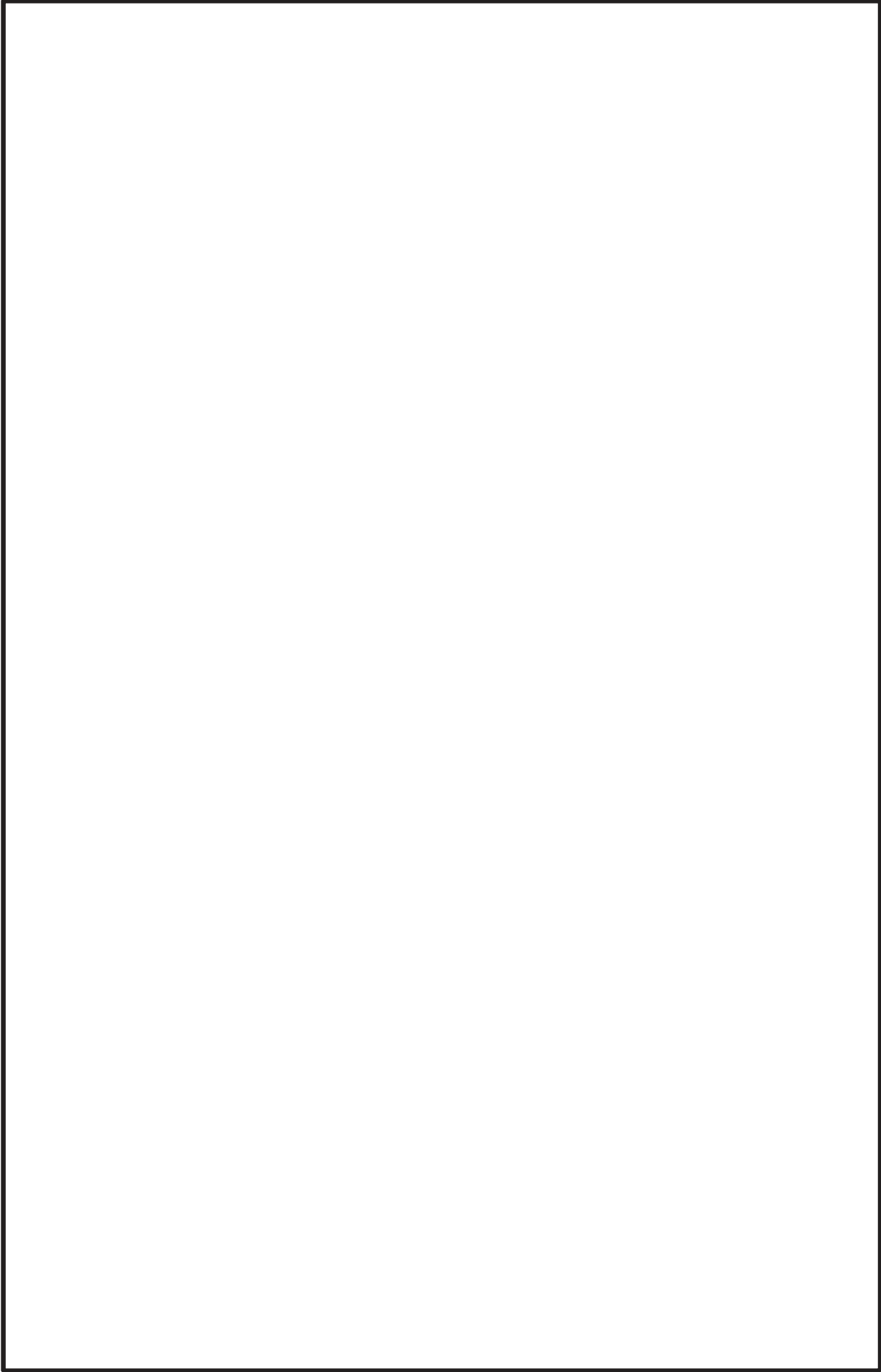
屋内アクセスルート 現場確認結果③

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



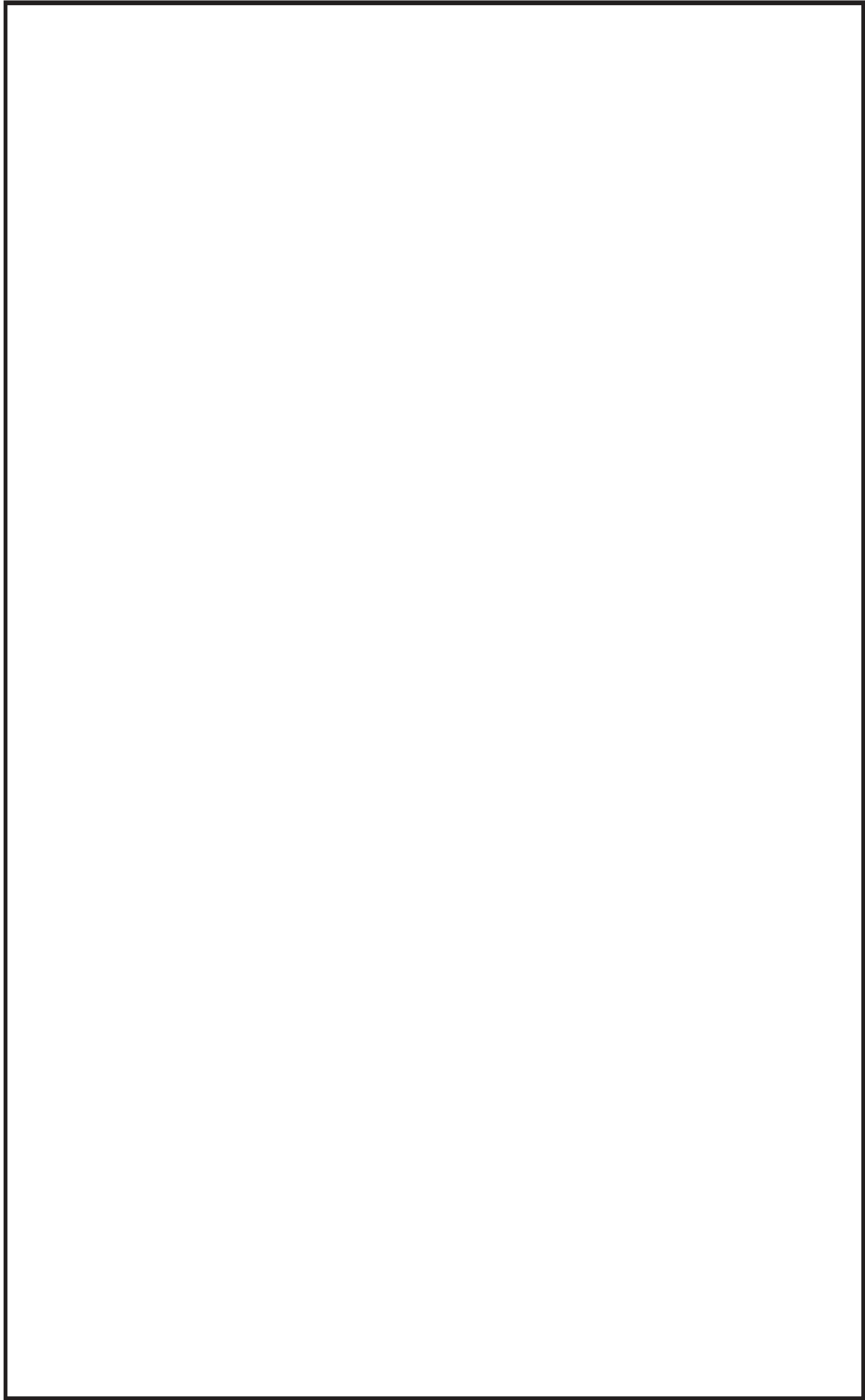
屋内アクセスルート 現場確認結果④

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



屋内アクセスルート 現場確認結果⑤

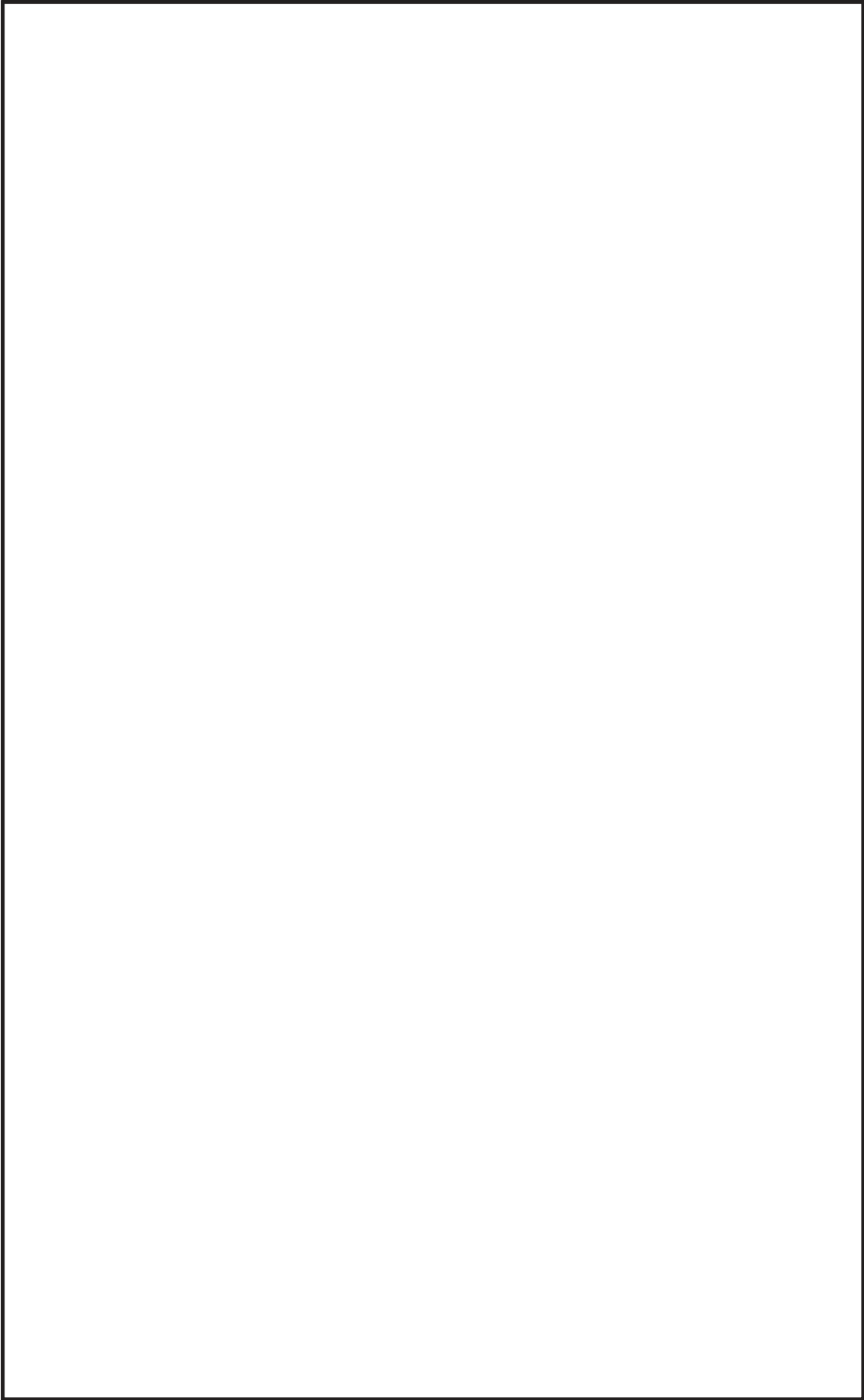
枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



屋内アクセスルート 現場確認結果⑥

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。





屋内アクセスルート 現場確認結果⑦

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

## 屋内アクセスルートにおける資機材の転倒等による影響について

## 1. 屋内アクセスルート上の現場ウォークダウン時転倒影響確認例

屋内アクセスルート上の現場ウォークダウン時転倒影響確認例を以下の第1表に記す。

第1表 現場ウォークダウン時転倒影響確認例

項目	設置箇所	対応内容	対応前	対応後	評価結果
ヘルメット置き場	制御建屋 地上1階 (O.P. 15000) 南側通路	ヘルメット置き場をアクセスルートに影響がない箇所へ移動することにより、アクセス性に与える影響がないことを確認した。			○
ディーゼル発電設備点検工具・資材	原子炉建屋 地上1階 (O.P. 15000) ディーゼル発電機B室	ディーゼル発電設備点検工具・資材をアクセスルートに影響がない箇所へ移動することにより、アクセス性に与える影響がないことを確認した。			○
点検工具資材ラック	原子炉建屋 地上1階 (O.P. 15000) ディーゼル発電機B室	点検工具資材ラックをアクセスルートに影響がない箇所へ移動することにより、アクセス性に与える影響がないことを確認した。			○

## 2. 屋内アクセスルート上の機器等の転倒防止処置確認結果

屋内アクセスルート上の機器等の転倒防止処置確認結果及び転倒防止処置の例を以下の第2表に記す。

第2表 機器等の転倒防止処置確認例（類似処置は代表例の写真を示す。）（1/2）

項目	設置箇所	評価結果
CRD 補修設備ポンプ室前 ・原子炉建屋掃除用具収納箱	原子炉建屋 地下1階 O.P. 6000	・一般的な転倒防止対策を実施 ・転倒した場合でも通行可能な通路幅、迂回又は乗り越えが可能なためアクセス性の問題なし (第3表 転倒防止処置例 写真1参照)
北側通路 ・原子炉建屋掃除用具収納箱	原子炉建屋 地下1階 O.P. 6000	・一般的な転倒防止対策を実施 ・転倒した場合でも通行可能な通路幅、迂回又は乗り越えが可能なためアクセス性の問題なし (第3表 転倒防止処置例 写真1参照)
西側通路 ・工具箱	原子炉建屋 地上1階 O.P. 15000	・一般的な転倒防止対策を実施 ・転倒した場合でも通行可能な通路幅、迂回又は乗り越えが可能なためアクセス性の問題なし (第3表 転倒防止処置例 写真2参照)
R/A No.2 EV 廻り ・放射線測定器収納箱	原子炉建屋 地上1階 O.P. 15000	・一般的な転倒防止対策を実施 ・転倒した場合でも通行可能な通路幅、迂回又は乗り越えが可能なためアクセス性の問題なし (第3表 転倒防止処置例 写真2参照)
T/B MCC 2C-2 エリア ・放射線測定器収納箱	タービン建屋 地上1階 O.P. 15000	・一般的な転倒防止対策を実施 ・転倒した場合でも通行可能な通路幅、迂回又は乗り越えが可能なためアクセス性の問題なし (第3表 転倒防止処置例 写真2参照)
送風機エリア ・移動式架台	原子炉建屋 地上2階 O.P. 22500	・一般的な転倒防止対策を実施 ・転倒した場合でも通行可能な通路幅、迂回又は乗り越えが可能なためアクセス性の問題なし (第3表 転倒防止処置例 写真3参照)
HECW 冷凍機(A)(C)室 ・移動式架台	原子炉建屋 地上2階 O.P. 22500	・一般的な転倒防止対策を実施 ・転倒した場合でも通行可能な通路幅、迂回又は乗り越えが可能なためアクセス性の問題なし (第3表 転倒防止処置例 写真3参照)
原子炉補機室送風機エリア ・移動式架台	原子炉建屋 地上2階 O.P. 22500	・一般的な転倒防止対策を実施 ・転倒した場合でも通行可能な通路幅、迂回又は乗り越えが可能なためアクセス性の問題なし (第3表 転倒防止処置例 写真3参照)
HPCS DG 室 ・移動式架台	原子炉建屋 地上1階 O.P. 15000	・一般的な転倒防止対策を実施 ・転倒した場合でも通行可能な通路幅、迂回又は乗り越えが可能なためアクセス性の問題なし (第3表 転倒防止処置例 写真3参照)

第2表 機器等の転倒防止処置確認例（類似処置は代表例の写真を示す。）（2/2）

項目	設置箇所	評価結果
HPCS DG室 ・移動式架台	原子炉建屋 地上1階 O.P. 15000	<ul style="list-style-type: none"> <li>一般的な転倒防止対策を実施</li> <li>転倒した場合でも通行可能な通路幅，迂回又は乗り越えが可能なためアクセス性の問題なし（第3表 転倒防止処置例 写真3参照）</li> </ul>
区分Ⅱ非常用電気品室 ・ACB試験用制御盤	原子炉建屋 地下1階 O.P. 6000	<ul style="list-style-type: none"> <li>一般的な転倒防止対策を実施</li> <li>転倒した場合でも通行可能な通路幅，迂回又は乗り越えが可能なためアクセス性の問題なし（第3表 転倒防止処置例 写真3参照）</li> </ul>
区分ⅢHPCS電気品室 ・ハンドリフター	原子炉建屋 地下1階 O.P. 6000	<ul style="list-style-type: none"> <li>一般的な転倒防止対策を実施</li> <li>転倒した場合でも通行可能な通路幅，迂回又は乗り越えが可能なためアクセス性の問題なし（第3表 転倒防止処置例 写真3参照）</li> </ul>
RCW熱交換器(A)(C)エリア ・移動式架台	原子炉建屋 地下3階 O.P. -8100	<ul style="list-style-type: none"> <li>一般的な転倒防止対策を実施</li> <li>転倒した場合でも通行可能な通路幅，迂回又は乗り越えが可能なためアクセス性の問題なし（第3表 転倒防止処置例 写真3参照）</li> </ul>
RCW熱交換器(B)(D)エリア ・移動式架台	原子炉建屋 地下3階 O.P. -8100	<ul style="list-style-type: none"> <li>一般的な転倒防止対策を実施</li> <li>転倒した場合でも通行可能な通路幅，迂回又は乗り越えが可能なためアクセス性の問題なし（第3表 転倒防止処置例 写真3参照）</li> </ul>
MCR入口扉前 ・移動式架台	制御建屋 地上3階 O.P. 23500	<ul style="list-style-type: none"> <li>一般的な転倒防止対策を実施</li> <li>転倒した場合でも通行可能な通路幅，迂回又は乗り越えが可能なためアクセス性の問題なし（第3表 転倒防止処置例 写真3参照）</li> </ul>

第3表 転倒防止処置例

	設置物の外観	転倒防止対策
(写真1)		
(写真2)		
(写真3)		

写真1：壁面からのアンカーを用いた固縛

写真2，3：チェーンを用いた固縛

女川原子力発電所の常設物品，仮置物品については，地震等による転倒によって，重大事故等対応の障害になることを防止するため，常設物品，仮置物品の設置に対する運用，管理を手順書に基づき実施する。



## 地震随伴火災の影響評価について

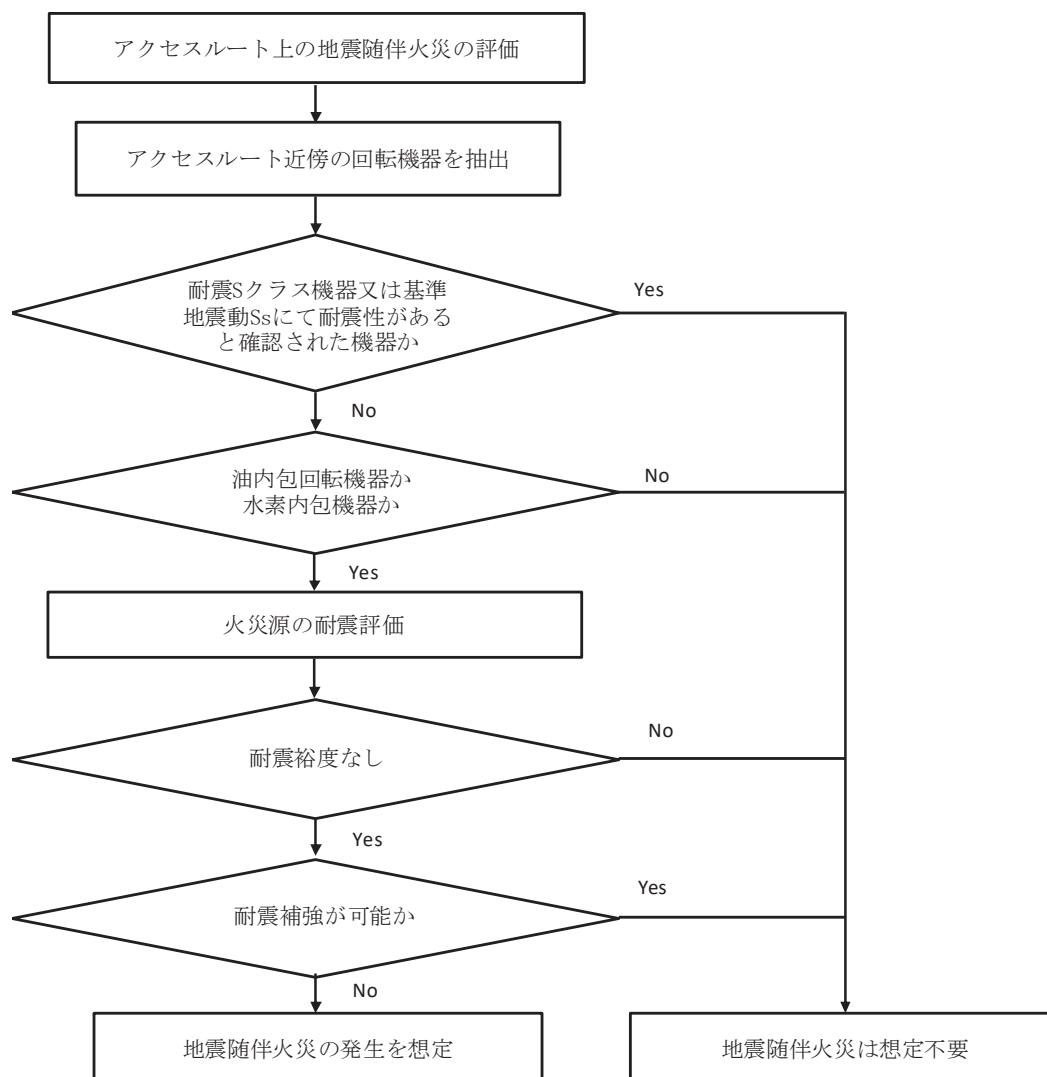
屋内アクセスルート近傍の地震随伴火災の発生の可能性がある機器について、以下のとおり抽出・評価を実施した。なお、抽出フローを第1図に、また、抽出したアクセスルート近傍の回転機器リストを第1表に、抽出した機器の配置を第2図に示す。

- ・重要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。
- ・耐震Sクラス機器、又は基準地震動  $S_s$  にて耐震性が確認された機器は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。
- ・耐震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、油を内包する機器又は水素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（4 vol%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。
- ・耐震評価はSクラス機器と同様に基準地震動  $S_s$  で評価し、JEAG4601 に従った評価を実施する。
- ・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。
- ・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<sup>※</sup>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ため除外する。

なお、火災時の煙充満による影響が考えられる箇所については、自動消火による固定式消火設備により速やかに消火することから通行に影響があるほどの煙の発生はないと考えられる。

また、通行が困難な場合には迂回ルートを使用する。

- ※ 2011年東北地方太平洋沖地震により、女川原子力発電所1号炉では、常用系の高圧電源盤で短絡・地絡による火災が発生し、発煙による視界不良を経験しているが、設備対策実施済（別紙(9)参照）。



第1図 地震随伴火災対象機器抽出フロー図

アクセスルート近傍より抽出された回転機器について評価した結果、耐震B、Cクラス機器のうち油内包回転機器又は水素内包機器については耐震評価を実施し、耐震裕度がない機器については耐震補強を実施することで、地震随伴火災の想定は不要となり、アクセスルートのアクセス性に与える影響がないことを確認した。

第1表 アクセスルート近傍の回転機器リスト (1/2)

番号※1	設備名称	設備区分
①	換気空調補機非常用冷却水系冷凍機(B)	Sクラス
①	換気空調補機非常用冷却水系冷凍機(D)	Sクラス
①	換気空調補機非常用冷却水系冷水ポンプ(B)	Sクラス
①	換気空調補機非常用冷却水系冷水ポンプ(D)	Sクラス
②	換気空調補機非常用冷却水系冷凍機(A)	Sクラス
②	換気空調補機非常用冷却水系冷凍機(C)	Sクラス
②	換気空調補機非常用冷却水系冷水ポンプ(A)	Sクラス
②	換気空調補機非常用冷却水系冷水ポンプ(C)	Sクラス
③	原子炉補機(B)室送風機(A)	Sクラス
③	原子炉補機(B)室送風機(B)	Sクラス
④	タービン建屋送風機(A)	BCクラス (油, 水素なし)
④	タービン建屋送風機(B)	BCクラス (油, 水素なし)
④	タービン建屋送風機(C)	BCクラス (油, 水素なし)
④	送風機室空調機(A)	BCクラス (油, 水素なし)
④	送風機室空調機(B)	BCクラス (油, 水素なし)
④	廃棄物処理区域送風機(A)	BCクラス (油, 水素なし)
④	廃棄物処理区域送風機(B)	BCクラス (油, 水素なし)
④	原子炉棟送風機(A)	BCクラス (油, 水素なし)
④	原子炉棟送風機(B)	BCクラス (油, 水素なし)
④	原子炉棟送風機(C)	BCクラス (油, 水素なし)
⑤	非常用ディーゼル発電機(A)	Sクラス
⑤	燃料油ドレンポンプ(A)	BCクラス (耐震評価対象機器※2)
⑤	ターニング装置(A)	BCクラス (油, 水素なし)
⑥	非常用ディーゼル発電機(B)	Sクラス
⑥	燃料油ドレンポンプ(B)	BCクラス (耐震評価対象機器※2)

※1 第2図地震随伴火災源の抽出機器配置図を参照

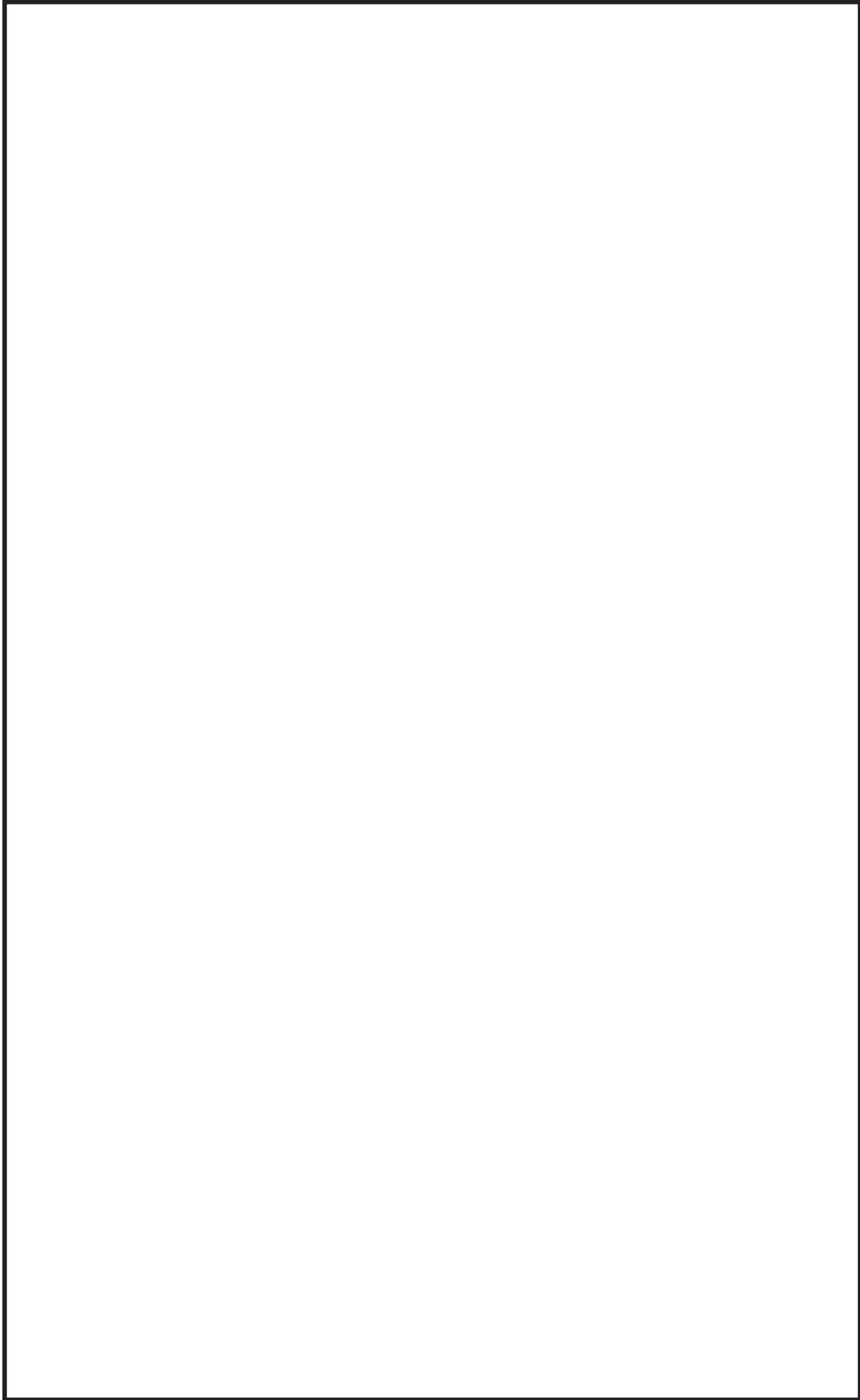
※2 耐震評価を実施し、耐震裕度がない場合については耐震補強を実施する

第1表 アクセスルート近傍の回転機器リスト (2/2)

番号 <sup>※1</sup>	設備名称	設備区分
⑥	ターニング装置(B)	BCクラス (油, 水素なし)
⑦	高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機	Sクラス
⑦	潤滑油プライミングポンプ(HPCS)	Sクラス
⑦	清水加熱器ポンプ(HPCS)	Sクラス
⑦	空気圧縮機(H-1)	BCクラス (耐震評価対象機器 <sup>※2</sup> )
⑦	空気圧縮機(H-2)	BCクラス (耐震評価対象機器 <sup>※2</sup> )
⑦	潤滑油補給ポンプ	BCクラス (耐震評価対象機器 <sup>※2</sup> )
⑦	燃料油ドレンポンプ(HPCS)	BCクラス (耐震評価対象機器 <sup>※2</sup> )
⑦	ターニング装置(HPCS)	BCクラス (油, 水素なし)
⑧	潤滑油プライミングポンプ(B)	Sクラス
⑧	清水加熱器ポンプ(B)	Sクラス
⑧	非常用ディーゼル発電設備空気圧縮機(B-1)	BCクラス (耐震評価対象機器 <sup>※2</sup> )
⑧	非常用ディーゼル発電設備空気圧縮機(B-2)	BCクラス (耐震評価対象機器 <sup>※2</sup> )
⑨	高圧代替注水ポンプ	BCクラス (油, 水素なし)
⑩	燃料プール補給水ポンプ	BCクラス (耐震評価対象機器 <sup>※2</sup> )
⑪	原子炉隔離時冷却系ポンプ	Sクラス

※1 第2図地震随伴火災源の抽出機器配置図を参照

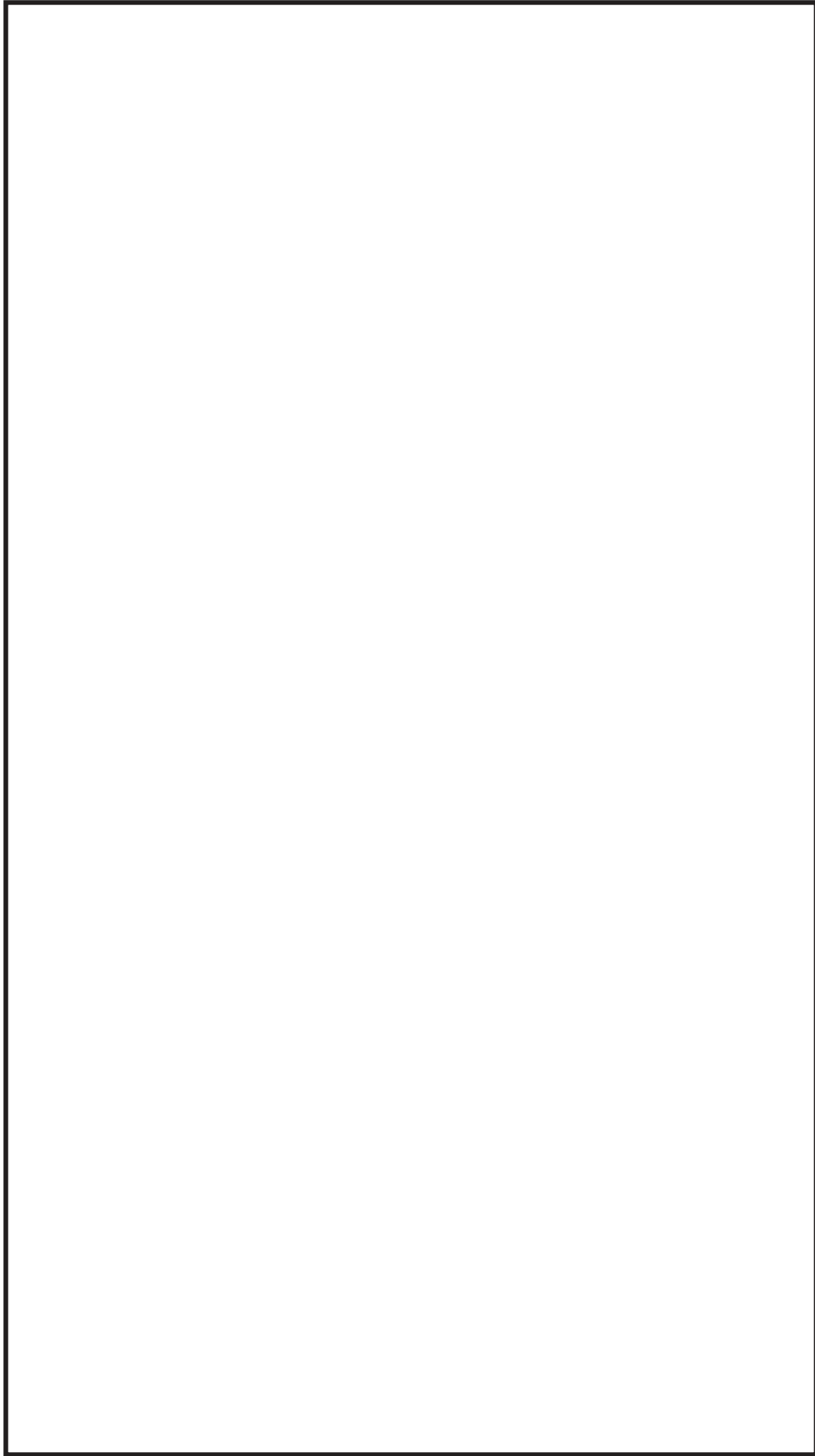
※2 耐震評価を実施し、耐震裕度がない場合については耐震補強を実施する



第2図 地震随伴火災源の抽出機器配置図 (1/7)

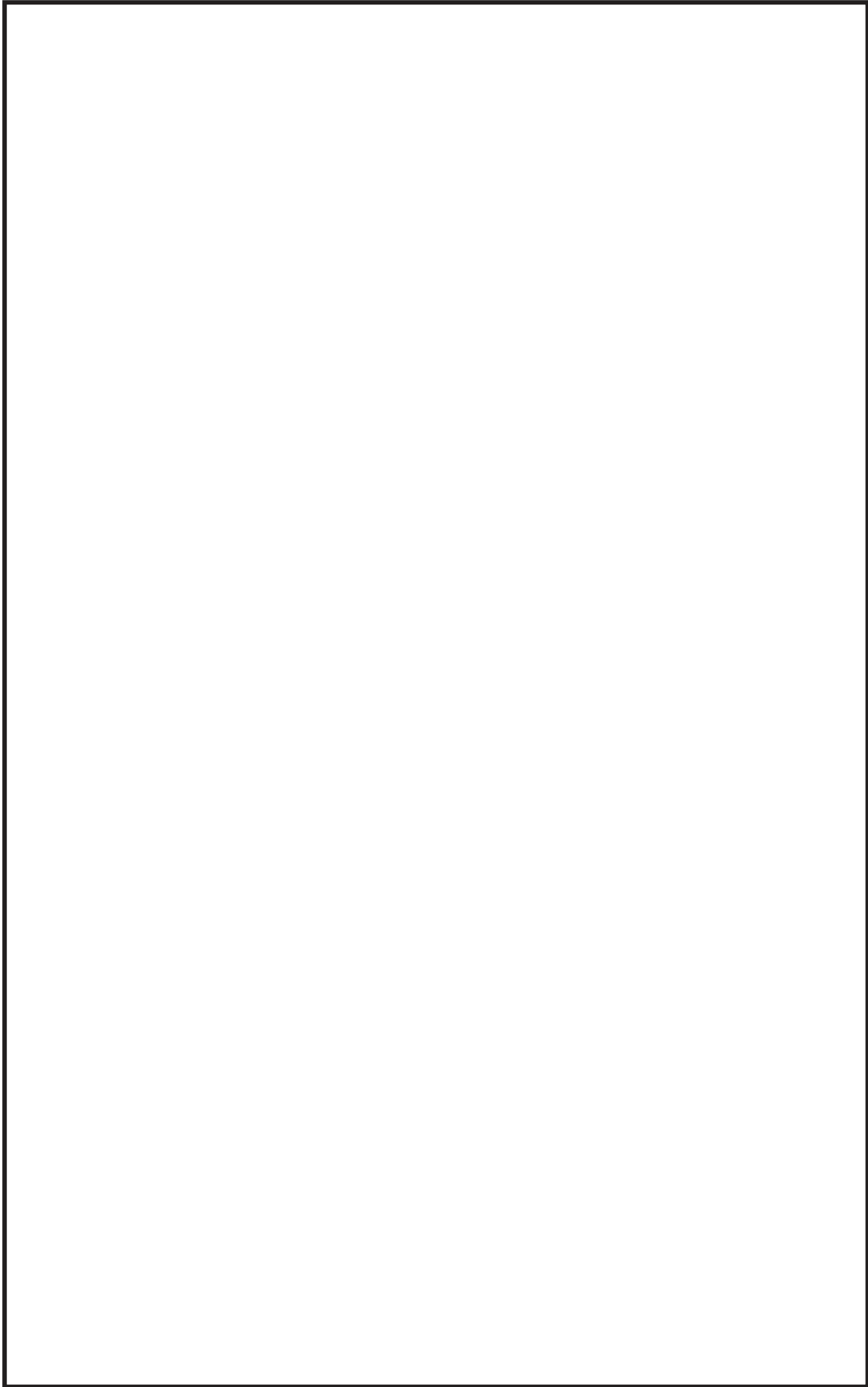
枠囲み内容は防護上の観点から公開できません。





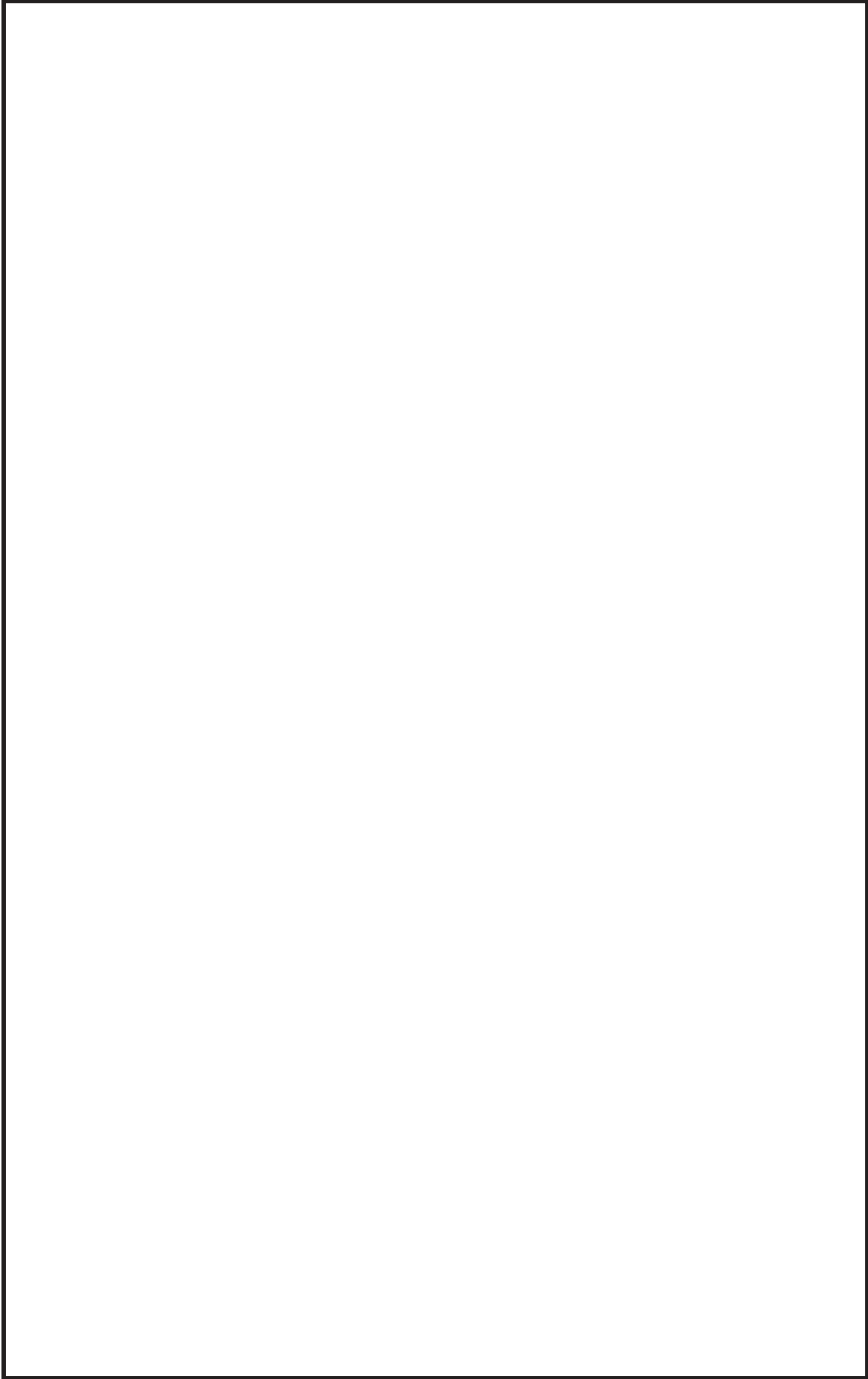
第2図 地震随伴火災源の抽出機器配置図 (2/7)

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



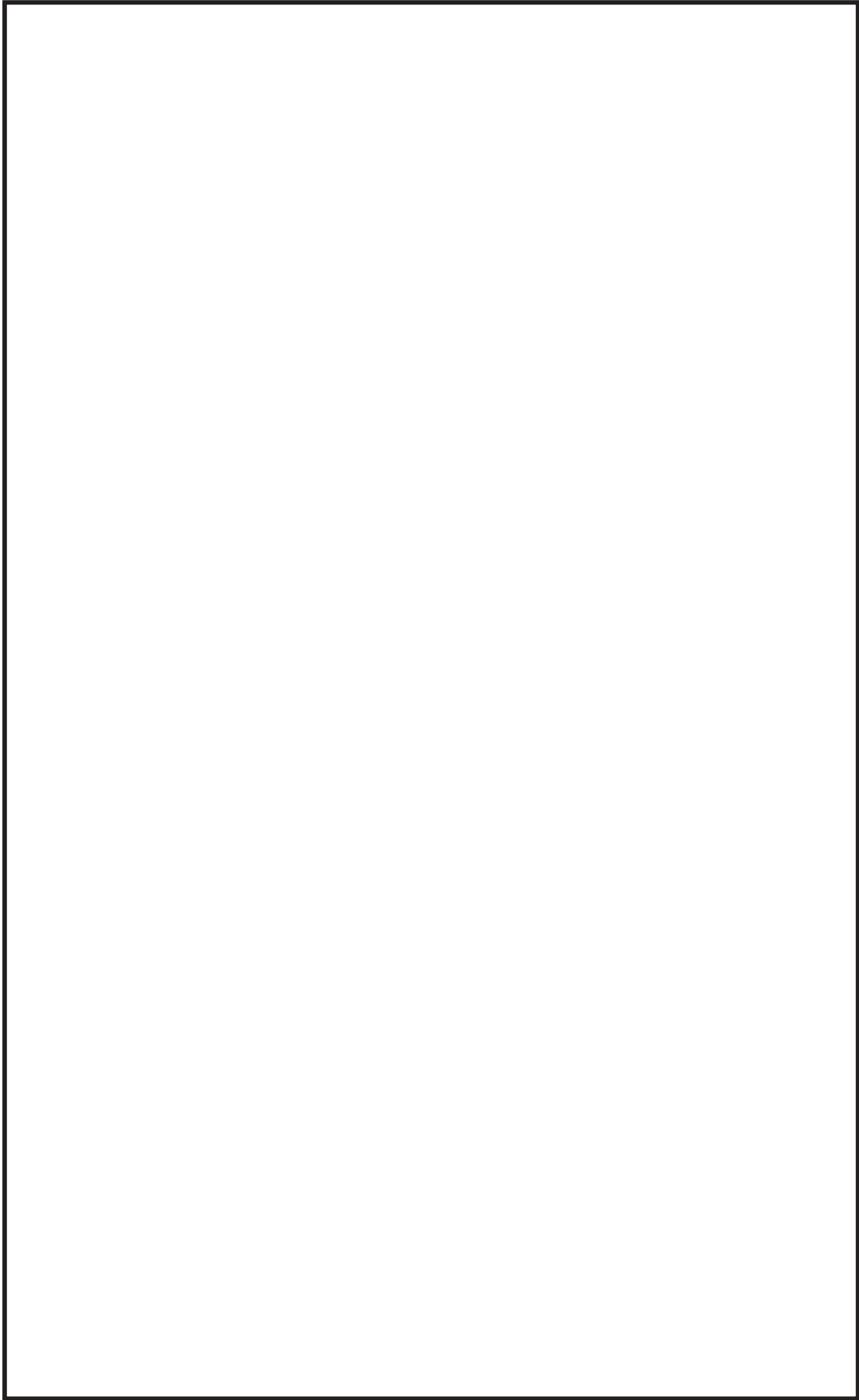
第2図 地震随伴火災源の抽出機器配置図 (3/7)

枠内内容は防護上の観点から公開できません。



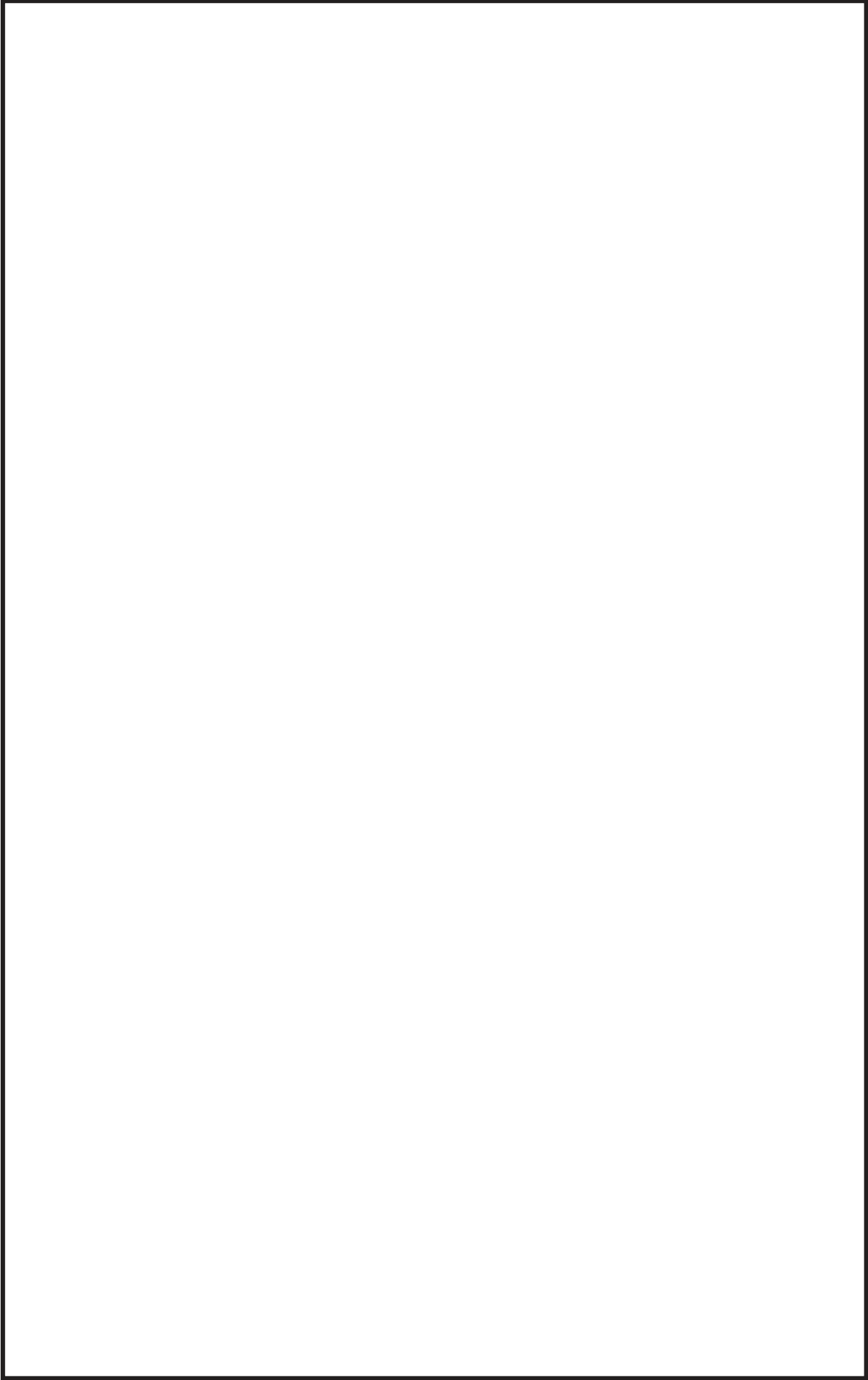
第2図 地震随伴火災源の抽出機器配置図 (4/7)

枠囲み内容は防護上の観点から公開できません。



第2図 地震随伴火災源の抽出機器配置図 (5/7)

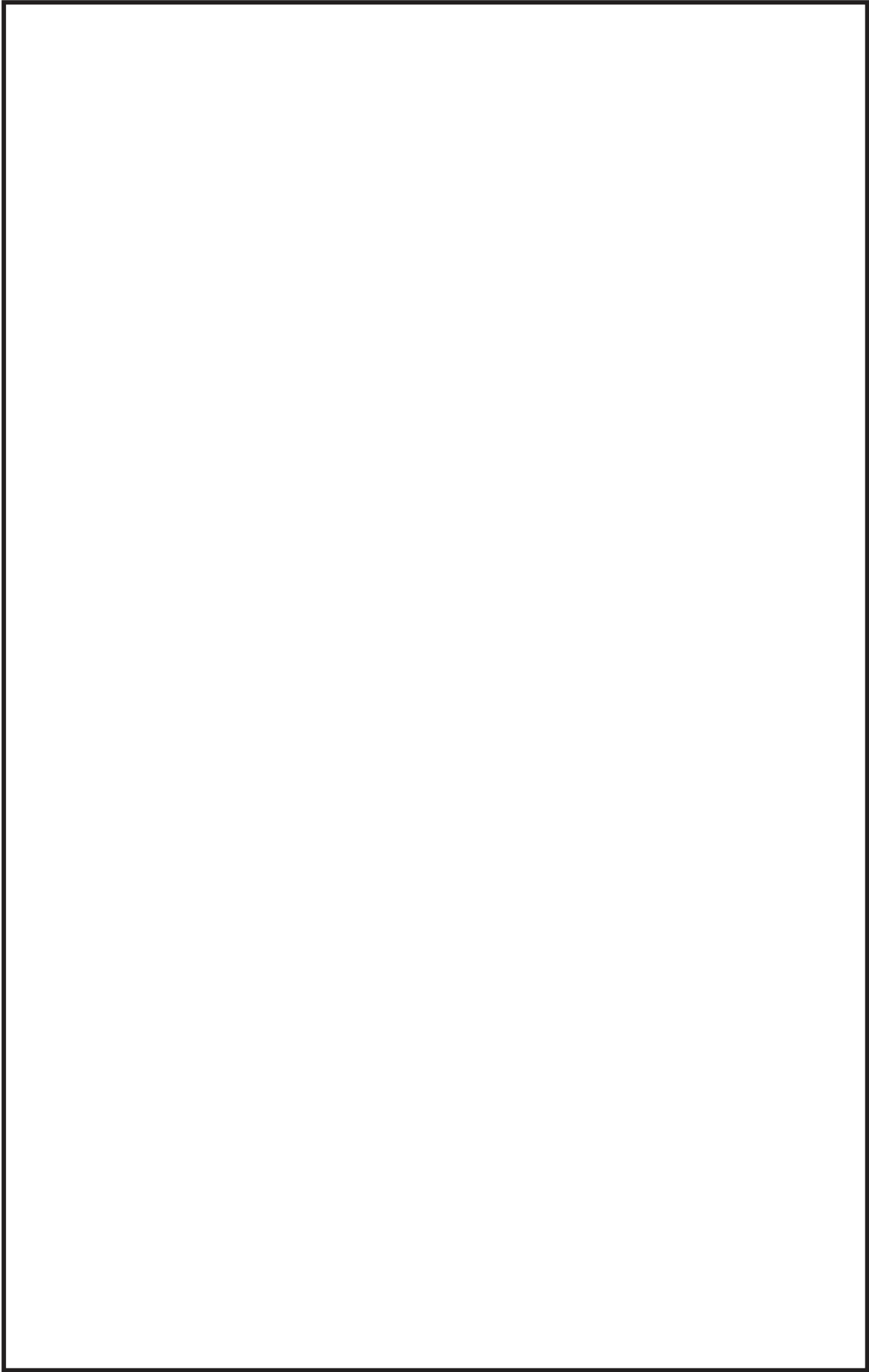
枠囲み内容は防護上の観点から公開できません。



第2図 地震随伴火災源の抽出機器配置図 (6/7)

枠囲み内容は防護上の観点から公開できません。





第2図 地震随伴火災源の抽出機器配置図 (7/7)

枠囲み内容は防護上の観点から公開できません。

## 地震による内部溢水の影響評価について

地震発生による内部溢水時のアクセスルートの評価について、「設置許可基準規則」第9条溢水による損傷の防止等の評価を踏まえ、以下のとおり実施する。評価フローを第1図に示す。

## 1. アクセスルートとして使用するエリアの抽出

アクセスルートとして使用するエリアを抽出する。

## 2. 地震時の溢水源の抽出

地震時の溢水源として、使用済燃料プール、原子炉ウェル及び蒸気乾燥器／気水分離器ピット（以下「DSピット」という。）のスロッシングを想定する。操作場所へのアクセスルートが成立することを評価する上で、耐震B、Cクラス機器のうち、基準地震動  $S_s$  に対する耐震性が確認されていない機器を抽出する。

なお、内部溢水影響評価の単一想定破損では、重大事故等に至ることはないため、本アクセスルートの評価においては基準地震動  $S_s$  による溢水を考慮して評価する。

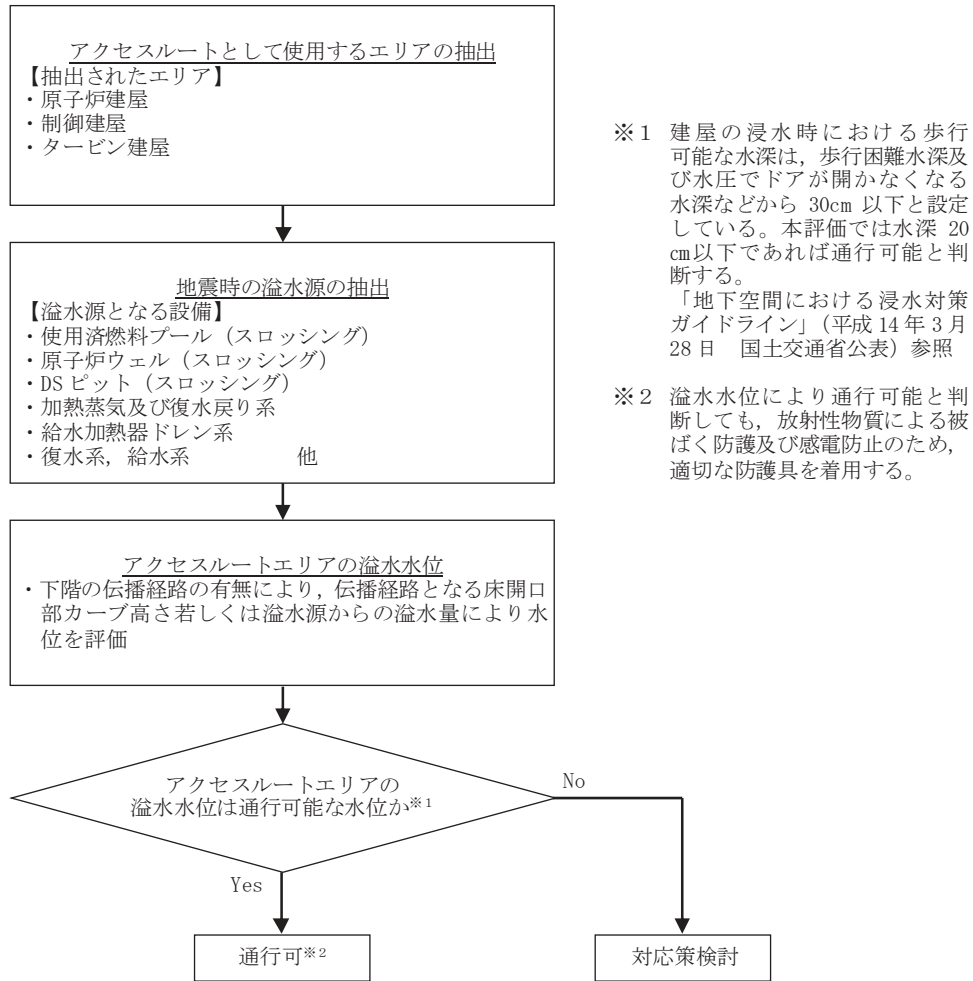
## 3. アクセスルートエリアの溢水水位

アクセスルートエリアの溢水水位については、上層階に関しては床開口部からの排水により床開口部のカーブ高さ（約13cm）程度に抑えられることを想定する。

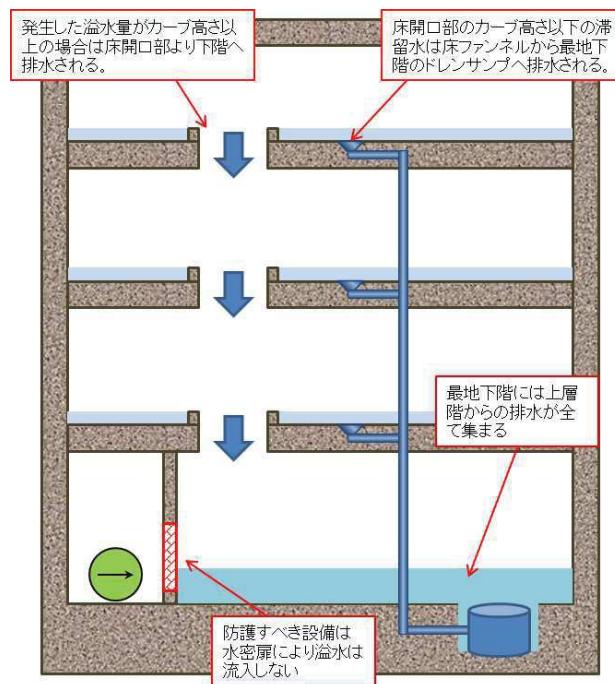
最地下階においては上層階からの溢水が全て集まるものとして溢水水位を算出する。なお、実際は床開口部のカーブ高さ以下の滞留水については床ファンネルからの排水により時間経過に伴い、最地下階のドレンサンプへ排水される。

溢水水位評価概要を第2図に示す。

有効性評価及び技術的能力手順で期待している操作において、アクセスルートとなるエリアを第1表、各エリアの溢水水位を第2表に、溢水源を第3-1表～第3-3表に示す。



第 1 図 地震発生による内部溢水時のアクセスルート評価フロー



第 2 図 溢水水位評価概要

第1表 有効性評価及び技術的能力手順におけるアクセスルートエリア

O.P.	原子炉建屋 原子炉棟内 (管理区域)	原子炉建屋内の原子炉棟外			制御建屋 (管理区域)	制御建屋 (非管理区域)	タービン建屋 (管理区域)	タービン建屋 (非管理区域)
		原子炉建屋 附属棟 (非管理区域)	廃棄物処理 エリア (管理区域)	廃棄物処理 エリア (非管理区域)				
33200	⑧							
27800	○							
24800							—	
23500						①②③④ ⑤⑥⑦⑧		
22500	○	①②③④ ⑤⑥⑦⑧	—	—				
19500						○		
15000	②③⑥⑧	①②③④ ⑤⑥⑦⑧	②③⑥⑧	○	②③⑥⑧	②③⑥⑧	②③⑥⑧	
10700	②③⑥							
8000						②③④⑤		
7600							—	—
6000	②③⑥	①⑤	—					
1500						②③④⑤		
800							—	—
-800	○	—	—					
-8100	○	—	—					

【凡例】

- (数字なし) 有効性評価では通行しないが技術的能力 1.1~1.19 で通行するフロア
- (数字あり) 有効性評価で通行するフロア
- 通行しないフロア
- 建屋ごとの対象外フロア

No	事故シーケンス	作業 番号*	No	事故シーケンス	作業 番号*
1	高圧・低圧注水機能喪失	①	12	雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）（代替循環冷却系を使用する場合）	④
2	高圧注水・減圧機能喪失	—			
3	全交流動力電源喪失（外部電源喪失+DG 失敗）+HPCS 失敗	②	13	雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）（代替循環冷却系を使用できない場合）	⑤
4	全交流動力電源喪失（外部電源喪失+DG 失敗）+高圧注水失敗	②	14	高圧溶融物放出/格納容器雰囲気直接加熱	⑦
5	全交流動力電源喪失（外部電源喪失+DG 失敗）+直流電源喪失	③	15	原子炉圧力容器外の溶融燃料-冷却材相互作用	⑦
6	全交流動力電源喪失（外部電源喪失+DG 失敗）+SRV 再閉失敗+HPCS 失敗	②	16	水素燃焼	④
			17	溶融炉心・コンクリート相互作用	⑦
7	崩壊熱除去機能喪失（取水機能が喪失した場合）	④	18	想定事故 1	⑧
			19	想定事故 2	⑧
8	崩壊熱除去機能喪失（残留熱除去系が故障した場合）	①	20	崩壊熱除去機能喪失	—
9	原子炉停止機能喪失	—	21	全交流動力電源喪失	④
10	LOCA 時注水機能喪失	⑤	22	原子炉冷却材の流出	—
11	格納容器バイパス（インターフェイスシステム LOCA）	⑥	23	反応度の誤投入	—

※ 作業内容が同様のシーケンスに関して同一の作業番号とする

第2表 有効性評価及び技術的能力手順におけるアクセスルート溢水水位

O.P.	原子炉建屋 原子炉棟内 (管理区域)	原子炉建屋内の原子炉棟外			制御建屋 (管理区域)	制御建屋 (非管理区域)	タービン建屋 (管理区域)	タービン建屋 (非管理区域)
		原子炉建屋 附属棟 (非管理区域)	廃棄物処理 エリア (管理区域)	廃棄物処理 エリア (非管理区域)				
33200	カーブ高さ							
27800	溢水なし							
24800							—	
23500						溢水なし		
22500	溢水なし	溢水なし	—	—				
19500						溢水なし		
15000	カーブ高さ	溢水なし	カーブ高さ	溢水なし	溢水なし	溢水なし	カーブ高さ	
10700	溢水なし							
8000						溢水なし		
7600							—	—
6000	カーブ高さ	溢水なし	—					
1500						溢水なし		
800							—	—
-800	カーブ高さ	—	—					
-8100	◇	—	—					

**【凡例】**

- 「カーブ高さ」：床開口部のカーブ高さ（約 13cm）
- 「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
- ：通行しないフロア
- ◇：水深 20cm 以上となる場合があるエリア

原子炉建屋原子炉棟内の最終貯留区画を除くアクセスルートにおける溢水水位の最大は床開口部のカーブ高さ（約 13 cm）であることから、長靴（靴丈約 28 cm）を装備することで地震により溢水が発生した場合においてもアクセスルートの通行は可能である。なお、防護具の着用は 10 分以内実施可能であることを確認した。

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通行は容易である。

原子炉建屋原子炉棟内の最終貯留区画において使用済燃料プール、原子炉ウエル及び DS ピットからのスロッシングを考慮した場合、溢水量は 212m<sup>3</sup> となり、アクセスルートにおける溢水水位は約 83cm となる。アクセスルート上の溢水水位が水深 20cm 以上となることから、通行できないと考えられる。



しかしながら、原子炉建屋原子炉棟内の最終貯留区画への通行が必要となる作業は高圧代替注水系及び原子炉隔離時冷却系の系統構成であり、本作業が必要となる場合には、原子炉ウェル及び DS ピットには水が張られていないことから、溢水源は使用済燃料プールのみのスロッシングによる溢水量  $80\text{m}^3$  となり、アクセスルートにおける溢水水位は約  $13\text{cm}$  となる。アクセスルート上の溢水水位が水深  $20\text{cm}$  以下となるため、長靴（靴丈約  $28\text{cm}$ ）を装備することで十分に通行可能な水位である。アクセスルートへの溢水影響範囲について第 3-1 図～第 3-8 図に示す。

第 3-1 表 アクセスルートの溢水源（原子炉建屋原子炉棟内（管理区域））

フロア	溢水源	溢水量 (m <sup>3</sup> )	温度 (°C)	溢水水位 (cm)	溢水源への 添加薬品	放射能 の有無
0. P. 33200 (地上 3 階)	使用済燃料プール, 原子炉ウェル及び DS ピットスロッシング	212	65*	約 13	無	有
0. P. 15000 (地上 1 階)	使用済燃料プール, 原子炉ウェル及び DS ピットスロッシング	212	65*	約 13	無	有
0. P. 6000 (地下 1 階)	使用済燃料プール, 原子炉ウェル及び DS ピットスロッシング	212	65*	約 13	無	有
0. P. -800 (地下 2 階)	使用済燃料プール, 原子炉ウェル及び DS ピットスロッシング	212	65*	約 13	無	有
0. P. -8100 (地下 3 階)	使用済燃料プール, 原子炉ウェル及び DS ピットスロッシング	212	65*	約 83	無	有

※ 保安規定で定める運転上の制限値（但し、通常時は～40°C程度）

第 3-2 表 アクセスルートの溢水源（廃棄物処理エリア（管理区域））

フロア	溢水源	溢水量 (m <sup>3</sup> )	温度 <sup>※1</sup> (°C)	溢水水位 (cm)	溢水源への 添加薬品	放射能 の有無
0. P. 15000 (地上 1 階)	放射性ドレン移送系	33	66	約 13	無	有
	機器ドレン系	1232	66		無	有
	床ドレン・化学廃液系	616	148		無	有
	ストームドレン系	99	66		無	無
	廃スラッジ系	979	66		無	有
	濃縮廃液系	88	66		無	有
	固化系 <sup>※2</sup>	44	95		無	有
	純水補給水系	11	66		無	無
	復水補給水系	33	66		無	有
	ろ過水系	11	66		無	無
	換気空調補機常用冷却水系	55	66		防食剤	無
	換気空調補機非常用冷却水系	33 (Sクラス)	66		防食剤	無
	原子炉補機冷却水系	121 <sup>※3</sup>	85		防食剤	無
	原子炉補機冷却水系	209 (Sクラス 含有) <sup>※4</sup>	85		防食剤	無
	加熱蒸気及び復水戻り系	22	204		無	無
所内温水系	33	85	防食剤	無		
サブプレッションプール水貯蔵系	11	66	無	有		
消火用水系	180	40	無	無		

※1 各系統の最高使用温度

※2 休止設備であり現在保有水はないが、保有水があるものとして評価する

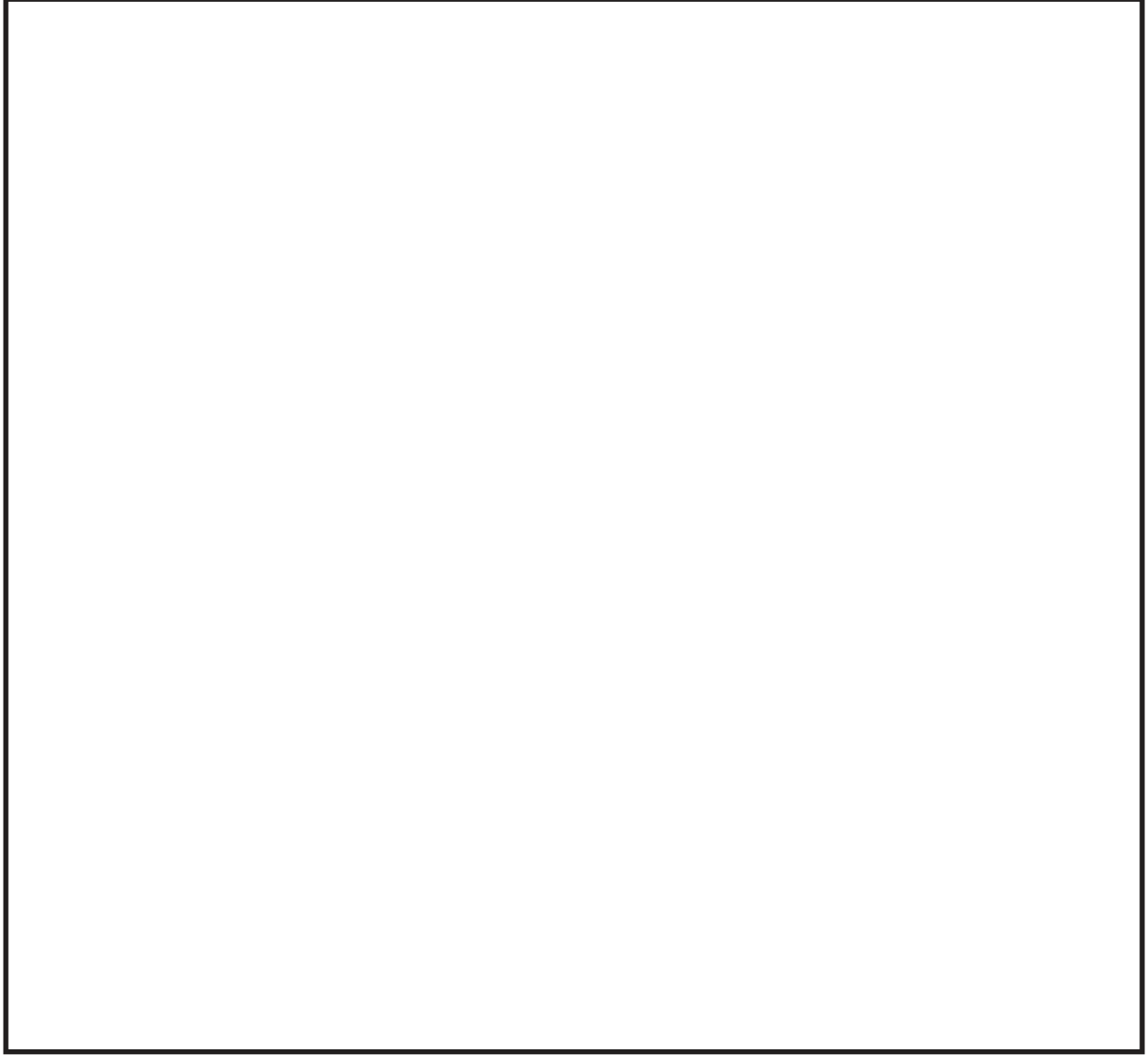
※3 RCW (A) 及び RCW (B) の常用系保有水量の合計

※4 常用系と非常用系の保有水量合計（保有水量が多い RCW (A) で評価）

第 3-3 表 アクセスルートの溢水源 (タービン建屋 (管理区域))

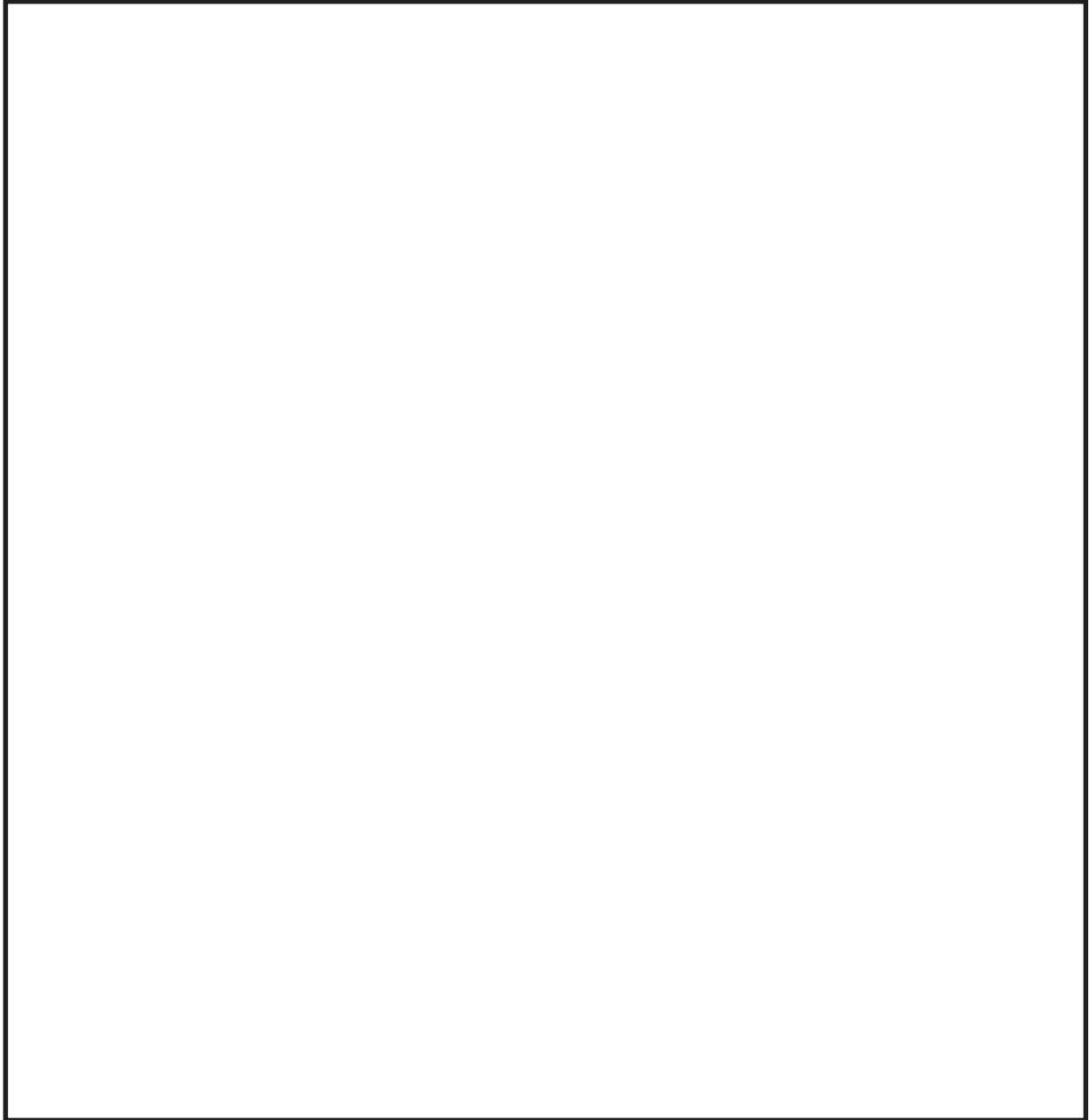
フロア	溢水源	溢水量 (m <sup>3</sup> )	温度※ (°C)	溢水水位 (cm)	溢水源への 添加薬品	放射能 の有無
O.P. 15000 (地上 1 階)	放射性ドレン移送系	11	66	約 13	無	有
	機器ドレン系	22	66		無	有
	床ドレン・化学廃液系	22	148		無	有
	スチームドレン系	22	66		無	無
	廃スラッジ系	55	66		無	有
	復水系, 給水系	649	180		無	有
	給水加熱器ドレン系	330	302		無	有
	復水ろ過装置	132	66		無	有
	復水脱塩装置	209	66		無	有
	高圧油圧系	11	70		無	有
	タービン潤滑油系	198	79		無	有
	固定子巻線冷却水系	22	74		無	有
	循環水系	1200	41		無	無
	純水補給水系	11	66		無	無
	復水補給水系	33	66		無	有
	ろ過水系	11	66		無	無
	換気空調補機常用冷却水系	110	66		防食剤	無
	原子炉補機冷却水系	66	85		防食剤	無
	タービン補機冷却水系	231	66		防食剤	無
	加熱蒸気及び復水戻り系	19	204		無	無
所内温水系	33	85	防食剤	無		
消火用水系	180	40	無	無		

※ 各系統の最高使用温度



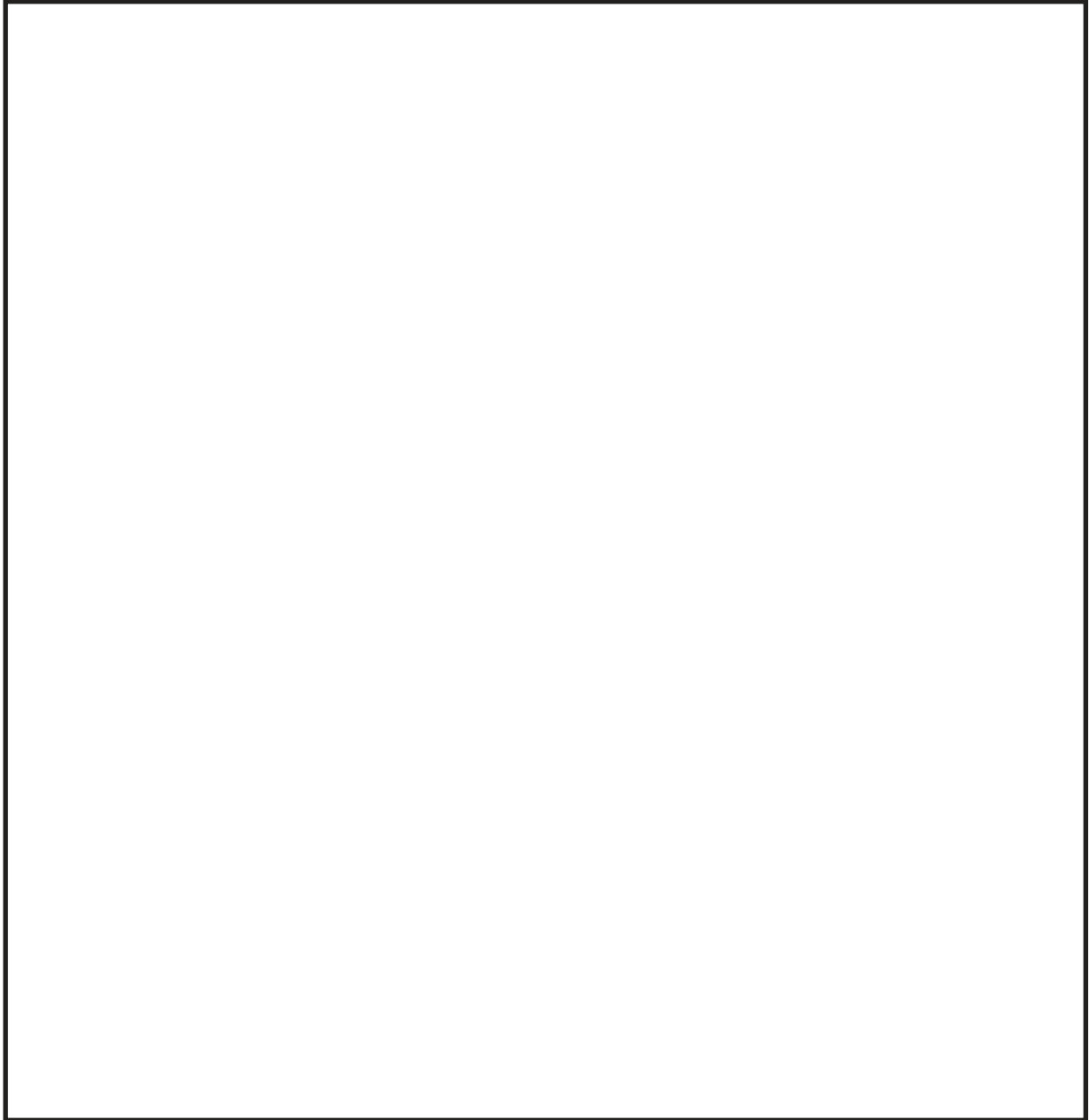
第 3-1 図 アクセスルートへの溢水影響範囲

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



第 3-2 図 アクセスルートへの溢水影響範囲

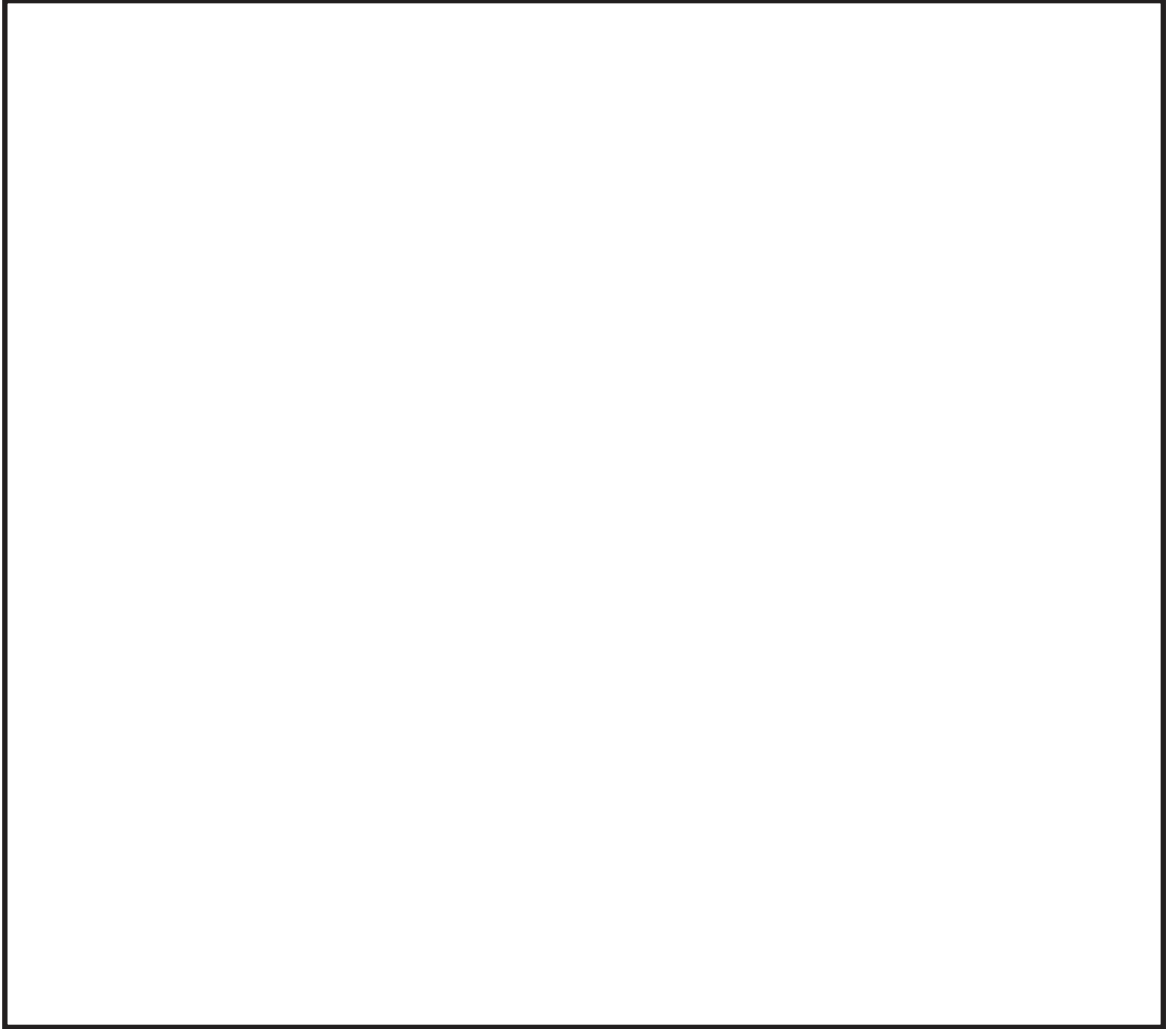
枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



第 3-3 図 アクセスルートへの溢水影響範囲

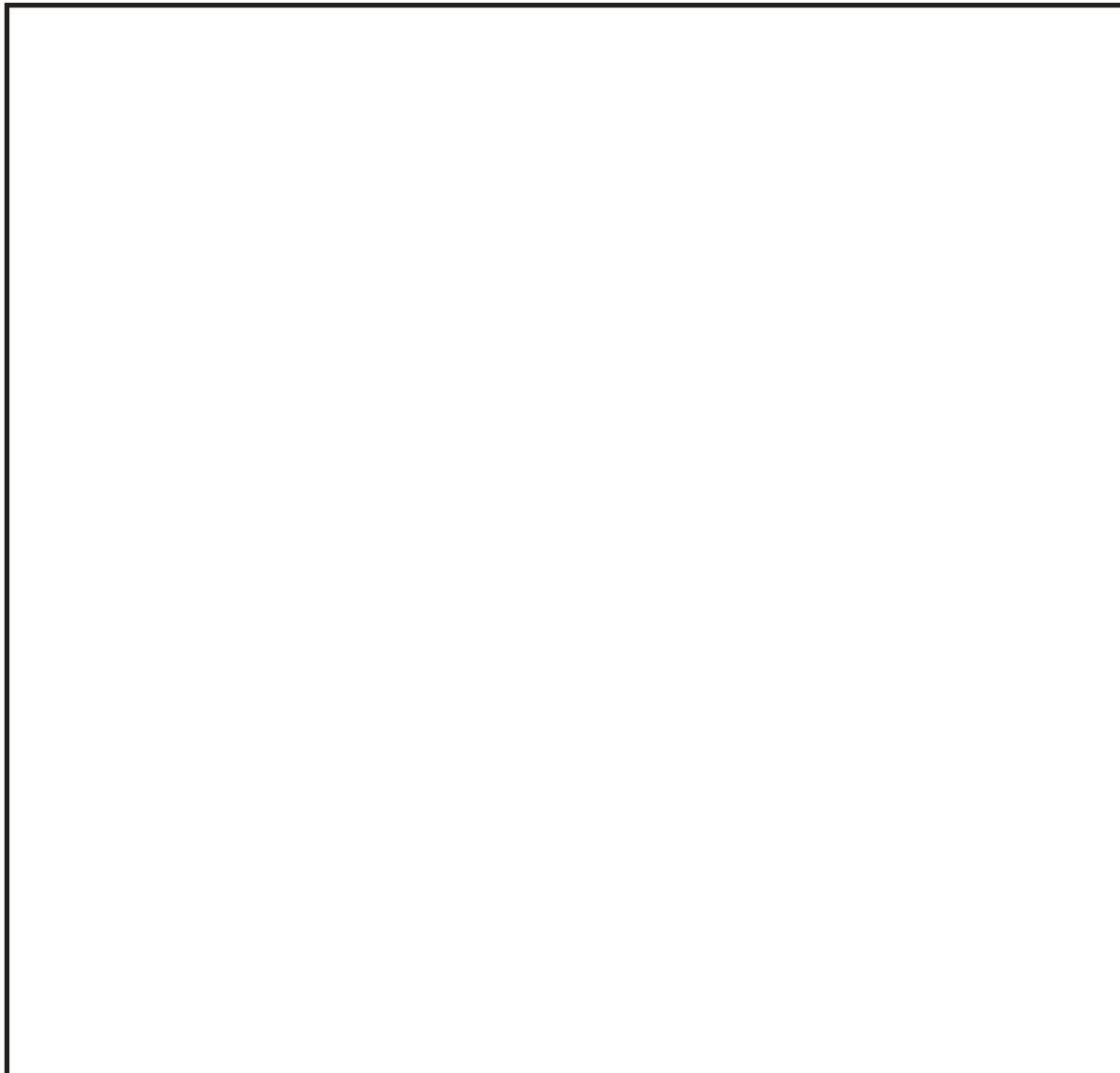
枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。





第 3-4 図 アクセスルートへの溢水影響範囲

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



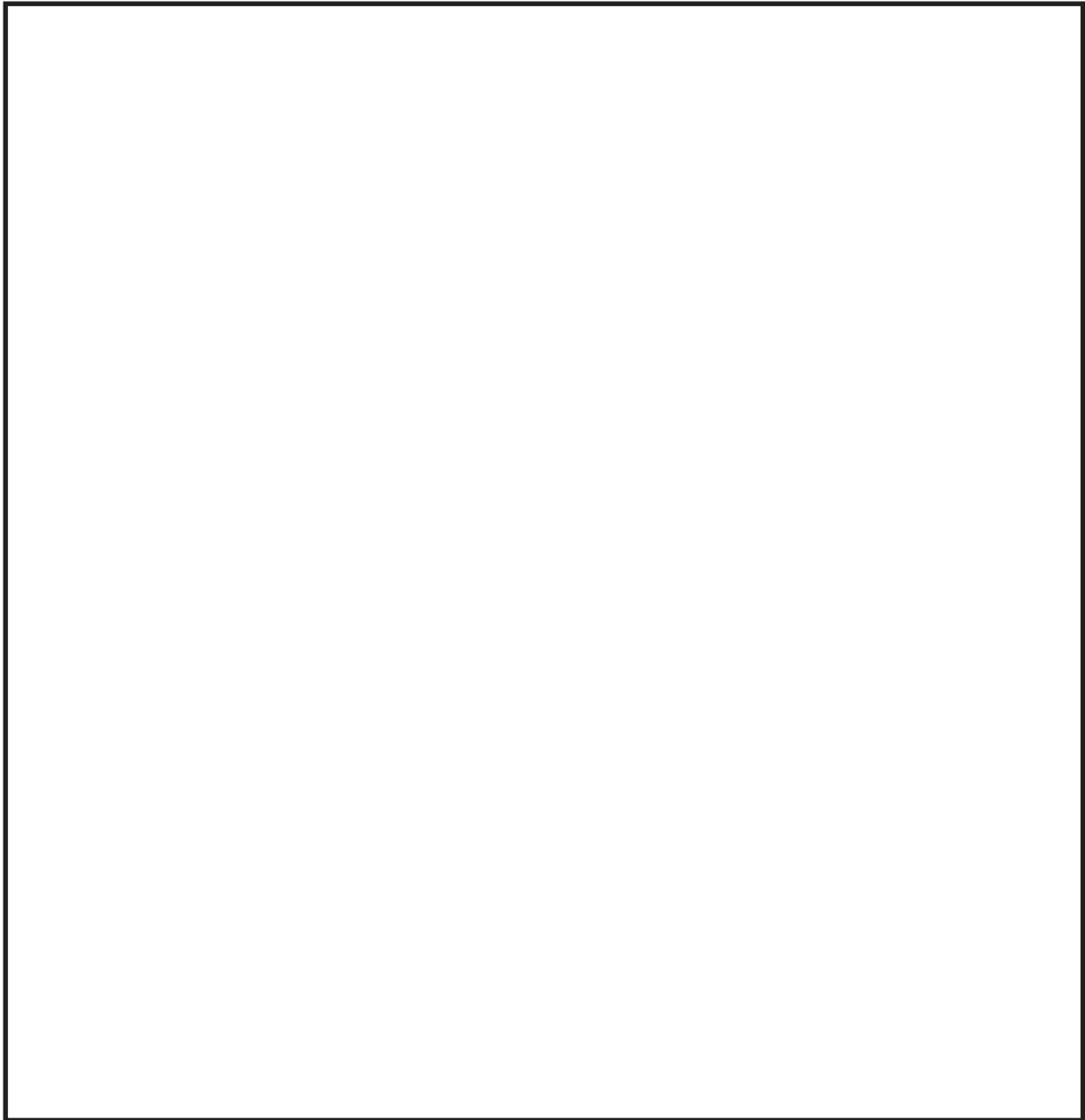
第 3-5 図 アクセスルートへの溢水影響範囲

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



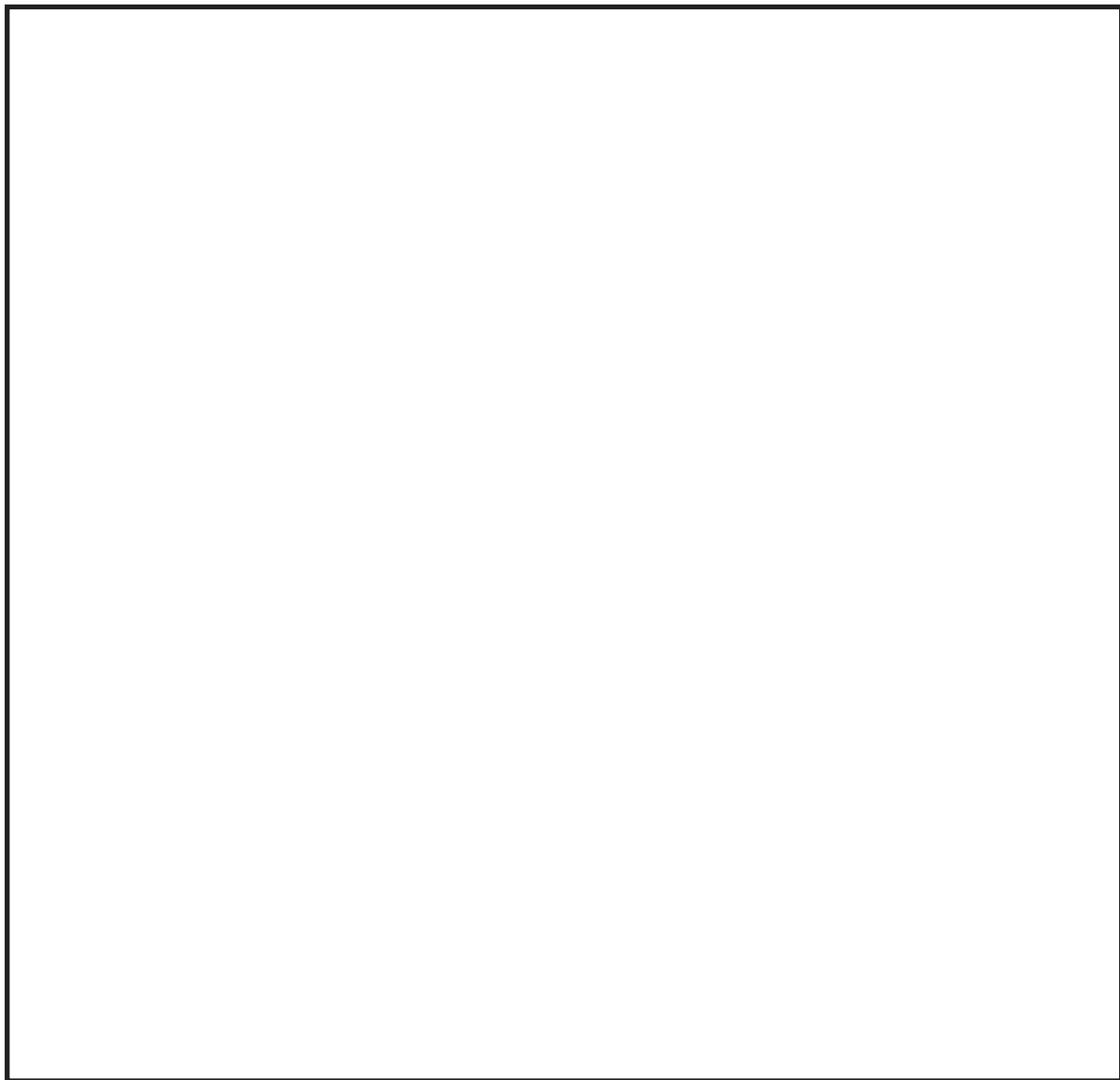
第 3-6 図 アクセスルートへの溢水影響範囲

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



第 3-7 図 アクセスルートへの溢水影響範囲

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



第 3-8 図 アクセスルートへの溢水影響範囲

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

#### 4. アクセスルートエリアの溢水による影響

##### (1) アクセスルートエリアの溢水による温度の影響

地震による溢水源に、「使用済燃料プール、原子炉ウエル及びDSピットスロッシング水」があるが、通常時の温度は40℃程度であり、それらはアクセスルートエリアには貯留するものの、溢水水位が低く、ゴム長靴等の防護具を着用するため、通行に与える影響はない。

また、高温の流体を内包する系統として「加熱蒸気及び復水戻り系」、「給水加熱器ドレン系」及び「復水系、給水系」があるが、重大事故等が発生した場合には、原子炉建屋内の原子炉棟外（原子炉建屋付属棟）を經由し原子炉建屋原子炉棟内へ移動するアクセスルートを使用することから作業場所までの通行が可能である。

したがって、有効性評価における原子炉建屋内での作業における高温状態による影響はないと考えられる。

なお、蒸気影響が考えられる有効性評価シナリオ「格納容器バイパス（インターフェイスシステムLOCA）」の場合でも、原子炉減圧操作及び原子炉建屋ブローアウトパネルからの排気により、4時間程度で約44℃となると評価されており、防護具（耐熱服）を着用することで、温度による影響は緩和されるため通行に与える影響はないと考えられる。

##### (2) アクセスルートエリアの溢水による線量の影響

放射性物質を内包する溢水源の中で、漏えい時に環境線量が最も厳しくなる系統は「使用済燃料プール、原子炉ウエル及びDSピットスロッシング水」である。アクセスルートエリアには貯留するが使用済燃料プール、原子炉ウエル及びDSピットスロッシング水の溢水に伴う被ばく線量率は約 $2.6 \times 10^{-4}$  mSv/hとなり、緊急時の被ばく線量制限値100mSvと比較して十分小さく抑えられるため、被ばく防護の適切な装備を実施することで通行及び作業は可能であると考えられる。

##### (3) アクセスルートエリアの化学薬品を含む溢水の影響

アクセスルートエリアの化学薬品を含む溢水源は「補機冷却水系に含まれる防食剤※」がある。ただし、防食剤は配管内に注入されているものであり、地震による溢水により更に機器等が腐食し倒壊することはなく、アクセスルートを阻害することはない。また、薬品自体の性状として、皮膚に付くと炎症の可能性があるが、薬剤が付着しないよう適切な薬品防護具（ゴム長靴、ゴム手袋、全面マスク）を持参し着用することにより、アクセス性は確保可能である。

※主な成分：亜硝酸ナトリウム



#### (4) 照明への影響

照明については、常用電源もしくは非常用電源から受電し、建屋全体に設置されていることから現場への通行に影響はない。また、溢水の影響により一部の照明が機能喪失した場合においても、中央制御室に配備しているヘッドライト、懐中電灯の携行により対応可能である。

#### (5) 感電の影響

電気設備が溢水の影響を受けた場合は保護回路が動作し、電気回路をトリップすることで、当該電気設備の給電が遮断されると考えられる。また、地絡等の警報が発生した場合は負荷の切り離し等の対応を行う。さらに、ゴム長靴等の防護具を着用することによりアクセス時の安全性を確保する。

#### (6) 漂流物の影響

屋内に設置された棚やラック等の設備は固縛処置がされており、溢水が発生した場合においても漂流物になることはない。よってアクセス性に対して影響はない。

### 5. 防護具の配備状況

地震による内部溢水の発生により、建屋内の床面が没水した場合を考慮しても対応作業が可能なように必要となる防護具の配備状況についても確認した。

内部溢水が発生していると考えられる場合には、中央制御室で必要な防護具を着用し、対応操作現場に向かう手順としており、訓練等を通じて、防護具の着用時間は10分以内で実施できることを確認した。

配備場所：中央制御室

防護具：綿手袋，ゴム長靴（靴丈 28cm），ゴム手袋，  
必要に応じて電子式線量計，タイベック，EVA スーツ，全面マスク

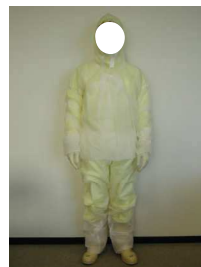
さらに，高温，高線量での操作及び評価を超える溢水に対応するために，耐熱服，  
自給式呼吸器，洞長靴を配備する。



個人線量計  
(電子式線量計)



汚染防護服  
(タイベック)



EVAスーツ



長靴



全面マスク

基準津波を超える津波時のアクセスルートについて

1. 基準津波を超え敷地に遡上する津波の想定

津波 PRA の見直しに伴い、津波高さ 0. P. +34. 9m 以下の津波については内部事象と同様の炉心損傷防止対策が有効であるため、「津波を起因とした事故シーケンス」と「内部事象を起因としたシーケンス」を同等と評価していることから、基準津波を超え津波高さ 0. P. +34. 9m の津波時におけるアクセスルートの影響について評価する。

2. 屋外アクセスルート評価

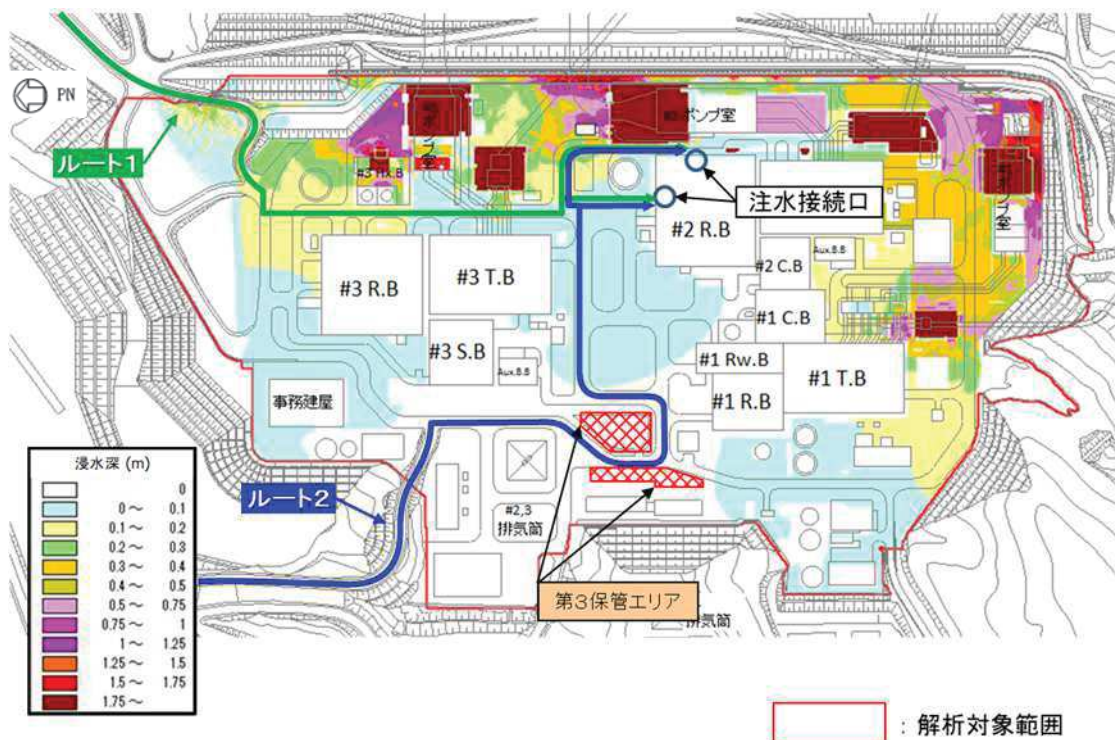
(1) 敷地遡上津波時の影響評価

a. 敷地浸水評価

敷地遡上津波時の最大浸水深分布を第 1 図に示す。

敷地浸水評価の結果、敷地遡上津波時の影響としては以下の特徴がある。

- ・ 防潮堤前面からの越流による敷地内への流入は限定的である。
- ・ 屋外アクセスルートにおける最大浸水深は、一部を除き 0m~0. 2m である。



第 1 図 敷地遡上津波時の最大浸水深分布 (0. P. +34. 9m 津波)

#### b. 漂流物の影響

敷地浸水評価で抽出した特徴を踏まえ、敷地遡上津波時において想定される漂流物の影響を以下に示す。

- ・ 屋外アクセスルートにおける最大浸水深は、一部を除き 0m～0.2m でありアクセス性に影響を及ぼす大きな漂流物はないものとする。
- ・ 屋外アクセスルートの一部に最大浸水深が 0.2m を超える部分があるが、最大浸水深が 0.1m 以下となっている屋外アクセスルート及び注水接続口のみで対応することも可能である。

### 3. 屋内アクセスルート評価

津波高さ 0. P. +34. 9m の津波時においても原子炉建屋及び制御建屋廻りの浸水深は原子炉建屋及び制御建屋の開口部高さ以下であることから、原子炉建屋及び制御建屋は浸水しない。

タービン建屋は浸水を想定するが、迂回できることから屋内アクセスルートに影響はない。

以上より、基準津波を超え津波高さ 0. P. +34. 9m の津波時においても津波の影響を受けずにアクセスルートは使用可能である。

## 積雪，凍結時のすべり止め対策について

## 1. はじめに

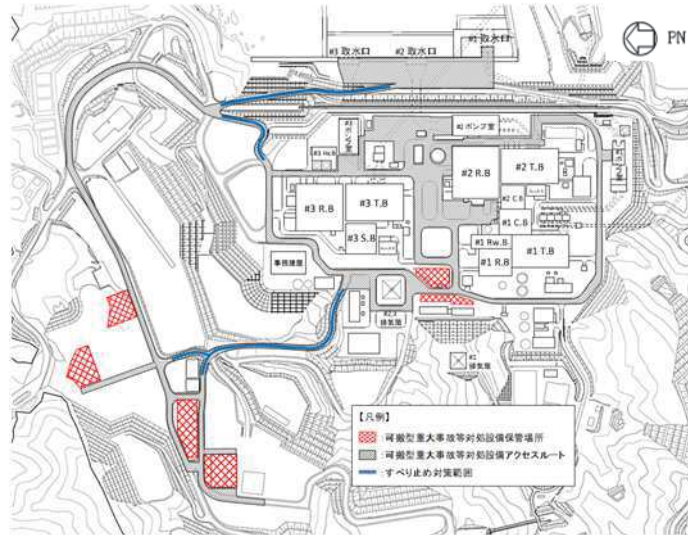
積雪，凍結への対応として，下記①～②の対策によりアクセスルートの積雪や凍結による車両の通行支障を事前に防止する。さらに下記③～⑤により積雪や凍結時の通行性を確実にする対策を行う。

- ① 降雪時に速やかに除雪を実施できる体制を構築する。
- ② 積雪，凍結が発生又は発生が予想される場合は，融雪剤を散布する。
- ③ 車両に常時スタッドレスタイヤを装着し，積雪，凍結時は徐行（15km/h 以下）で走行する。
- ④ アクセスルートの急勾配箇所にはすべり止め舗装を施す。
- ⑤ アクセスルートの急勾配箇所にはすべり止め材（砂）を配備する。

## 2. すべり止め対策を行う範囲

アクセスルートにおいて勾配が急となる部分にすべり止め舗装を施す。上記 1. ③に記載のとおり車両は徐行（15km/h 以下）で走行するが，安全側に設計速度 20km/h で走行するものと仮定し，道路構造令<sup>※1</sup>に示されている 20km/h での走行における道路の設計勾配が 9～12%以下とされていることを参考に，道路勾配が 9%以上となる箇所では積雪・凍結時の通行に支障が出るおそれがあるものとして，9%以上の勾配となるルート全線にわたってすべり止め対策を施す。第 1 図にすべり止め対策を行う範囲を示す。

※1 道路構造令（平成 15 年 国土交通省）



第1図 すべり止め対策を行う範囲

### 3. すべり止め対策の概要

#### (1) すべり止め舗装

アクセスルートの急勾配箇所に樹脂系のすべり止め舗装を施し、すべり抵抗性を向上させる。すべり止め舗装の対策例を第2図に示す、構造の概要を第3図に示す。

この樹脂系のすべり止め舗装による効果は、道路舗装部に約1mmの氷膜が形成された場合、一般舗装部は氷膜の標準的な摩擦係数の0.16であったのに対して、樹脂系のすべり止め舗装では摩擦係数は0.35程度と摩擦係数が大きくなることが試験<sup>※2</sup>により確認されている。

摩擦係数が0.35の場合において車両が滑り落ちない限界勾配は35%<sup>※3</sup>であり、アクセスルートの最急勾配部(15.6%)においても限界勾配と比較し緩やかな勾配であることから、可搬型設備は走行可能である。

※2 大沼ら：すべり止め舗装の効果と耐久性について（平成13年 旧北海道開発局 開発土木研究所（現 国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所））

※3 濱本ら：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（平成24年 国土交通省 国土技術政策総合研究所）





第2図 すべり止め舗装例



第3図 すべり止め舗装の構造

(2) すべり止め材

アクセスルートが凍結した場合に備えて、アクセスルートに散布するためのすべり止め材（砂）をアクセスルートの急勾配箇所に配備する。第4図にすべり止め材の配備例を示す。



第4図 すべり止め材（例）

## 保管場所及び屋外アクセスルートの評価における地下水位の設定方法について

## 1. はじめに

保管場所及び屋外アクセスルートの評価のうち、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、液状化による地下構造物の浮き上がり評価に係る地下水位について、以下に設定方法を示す。

また、工事計画認可段階での設計用地下水位が保管場所及び屋外アクセスルートの評価に影響を与える可能性がある場合の対応方針を示す。

## 2. 保管場所及び屋外アクセスルートの地下水位設定

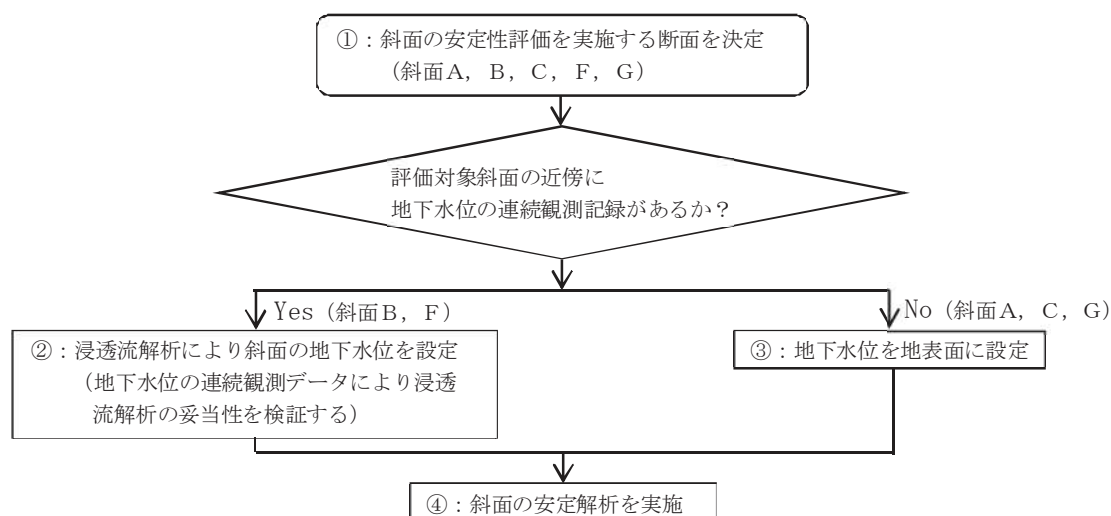
## (1) 周辺斜面の崩壊、敷地下斜面のすべり評価に係る地下水位の設定

保管場所及び屋外アクセスルートにおける周辺斜面、敷地下斜面については、保管場所及び屋外アクセスルートから所定の離隔を確保できない場合は解析により安定性を確認するか、斜面崩壊による影響を考慮することにより評価を行っている。

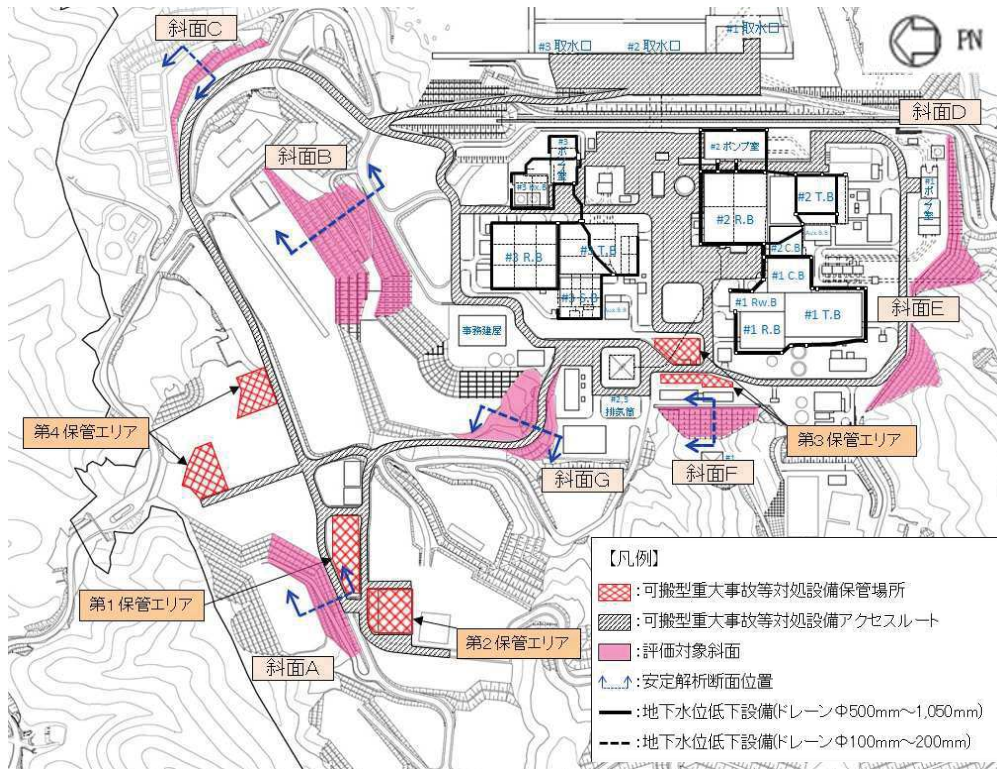
斜面の安定性を解析により確認する場合の地下水位の設定方法を以下に示す。

## a. 斜面の地下水位の設定フロー

解析により斜面の安定性評価を実施する箇所の地下水位の設定については、第1図のフローにより設定している。評価対象斜面を第2図に示す。



第1図 斜面の地下水位設定フロー

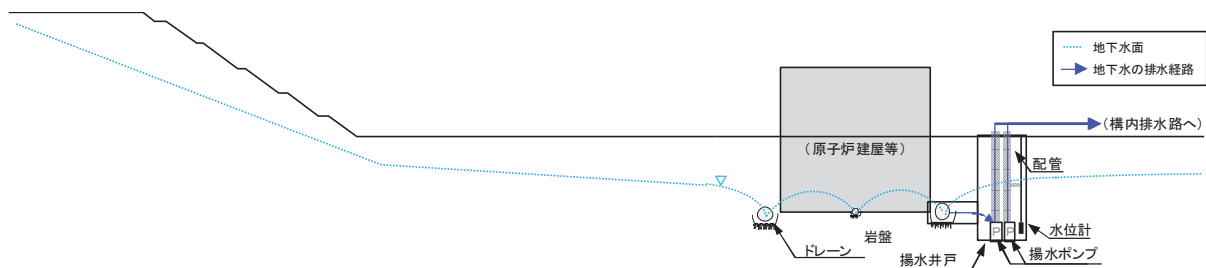


第2図 評価対象斜面位置図

b. 浸透流解析における地下水水位低下設備の取扱い

第1図のフローに示すとおり、斜面B及び斜面Fについては浸透流解析により地下水水位を設定する。

第2図及び第3図に示すとおり、原子炉建屋等の主要建屋直下及びその周囲には地下水水位低下設備が設置されており、主要建屋周辺を含めたO.P. +14.8m盤の広い範囲で水位低下効果が見込まれる。O.P. +14.8m盤と近接する斜面も同様に水位低下効果が及ぶと考えられるが、地下水水位低下設備の機能を考慮した地下水水位は工認計画認可段階において設定することから、斜面評価に係る地下水水位の設定にあたっては、保守的に地下水水位低下設備の機能を考慮しないこととする。



第3図 地下水水位低下設備概要図

(a) 斜面Bの地下水位設定

i. 解析手法

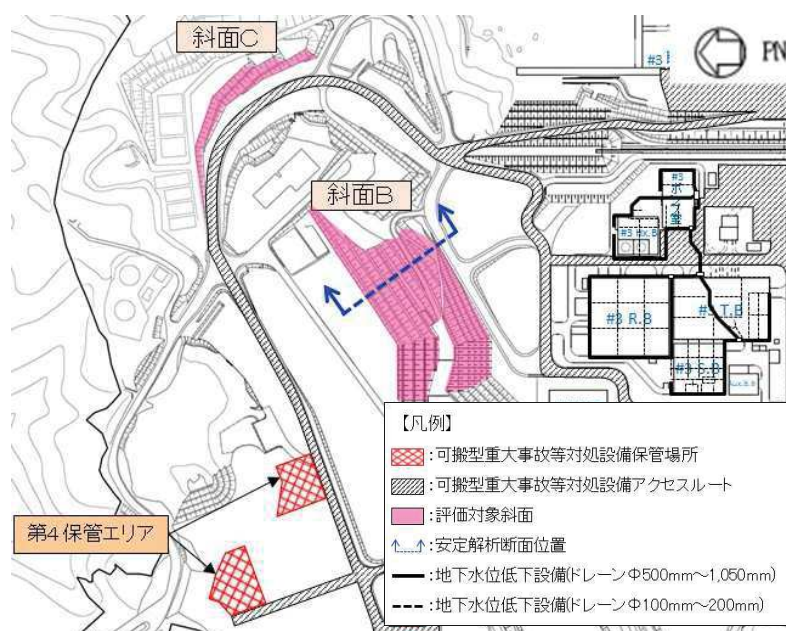
斜面Bの解析断面位置を第4図に示す。斜面Bは敷地造成のため盛土により構築された斜面であり、造成前の沢部を埋めている。地下水位の設定における解析手法は、造成前の沢部への集水効果を考慮するため必要があるため三次元浸透流解析を用いる。三次元浸透流解析の解析モデルを第5図に示す。降雨の設定は石巻、大船渡の両特別地域気象観測所の観測期間<sup>※1</sup>における既往最大降雨とし、降雨後の最高水位を斜面の安定解析に用いる。

解析に用いた透水係数等の妥当性を検証するため、地下水位連続観測記録と再現解析結果を比較する。第6図に示すとおり、再現解析による地下水位は観測地下水位より高く、解析に用いた透水係数等が保守的な設定であることを確認している。

浸透流解析は解析コード「GETFLOWS ver. 6. 64. 0」を使用する。

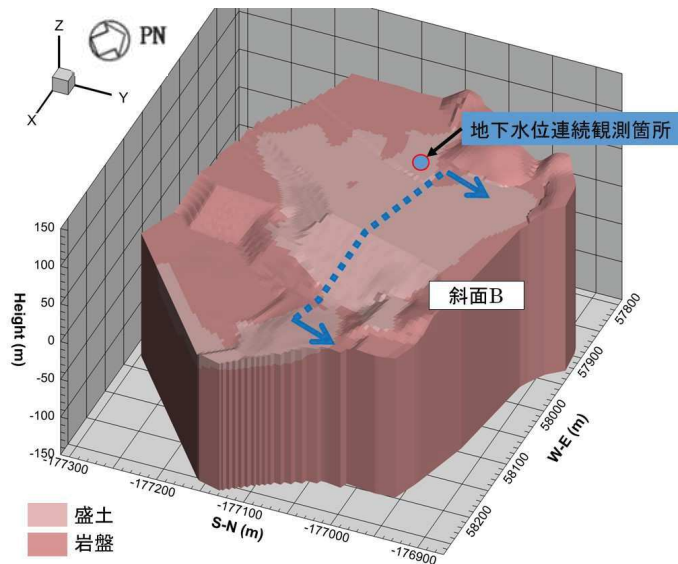
※1 観測期間：石巻特別地域気象観測所（1937年～2017年）

大船渡特別地域気象観測所（1963年～2017年）

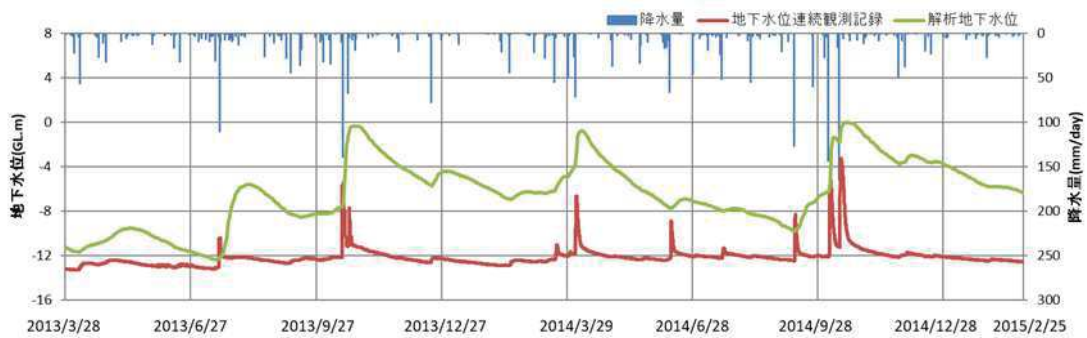


第4図 斜面Bの地下水位解析位置図





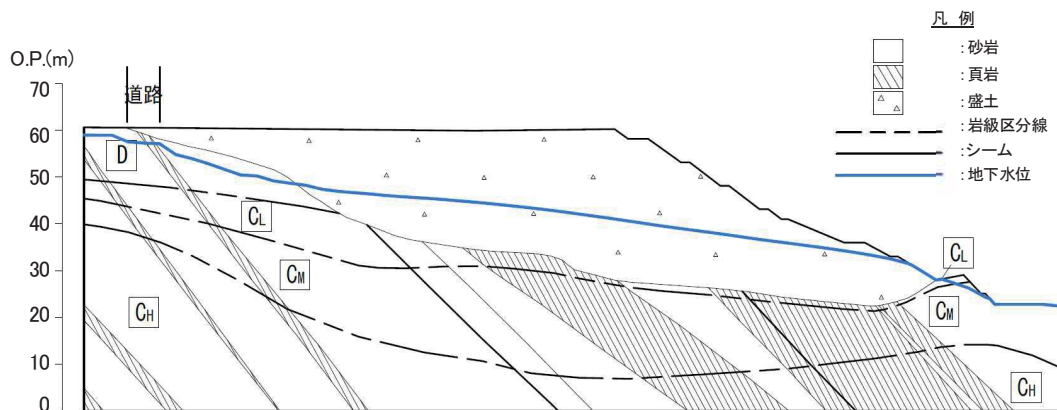
第5図 斜面Bの三次元浸透流解析モデル



第6図 地下水連続観測記録と再現解析結果

ii. 解析結果

斜面Bにおける地下水位の解析結果を第7図に示す。この地下水位を用いて斜面Bの安定解析を実施している。



第7図 斜面Bの地下水位解析結果

(b) 斜面Fの地下水位設定

i. 解析手法

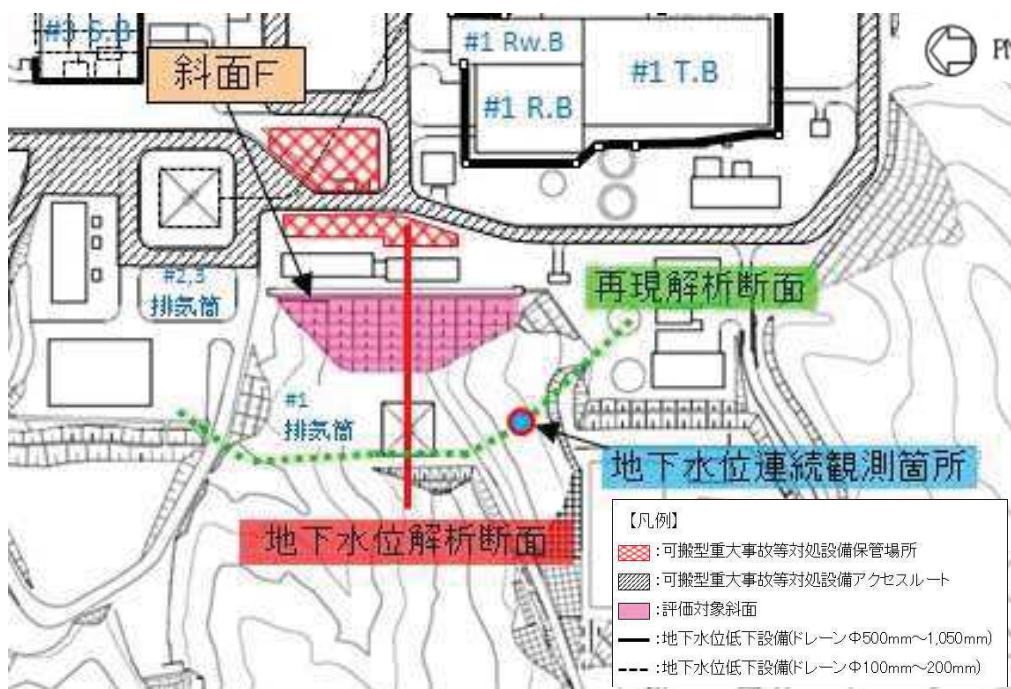
斜面Fの解析断面位置を第8図に示す。斜面Fは敷地造成のために尾根部を掘削して整形された岩盤斜面である。地下水位の設定における解析断面は尾根部中央であり、地下水は周辺からの集水の影響を受けないため、解析手法は二次元浸透流解析を用いる。降雨の設定は石巻、大船渡の両特別地域気象観測所の観測期間<sup>※1</sup>における既往最大降雨とし、降雨後の最高水位を斜面の安定解析に用いる。

解析に用いた透水係数等の妥当性を検証するため、地下水位連続観測記録と再現解析結果を比較する。第9図に示すとおり、再現解析による地下水位は観測地下水位より高く、解析に用いた透水係数等が保守的な設定であることを確認している。

浸透流解析は解析コード「GETFLOWS ver. 6.64.0」を使用する。

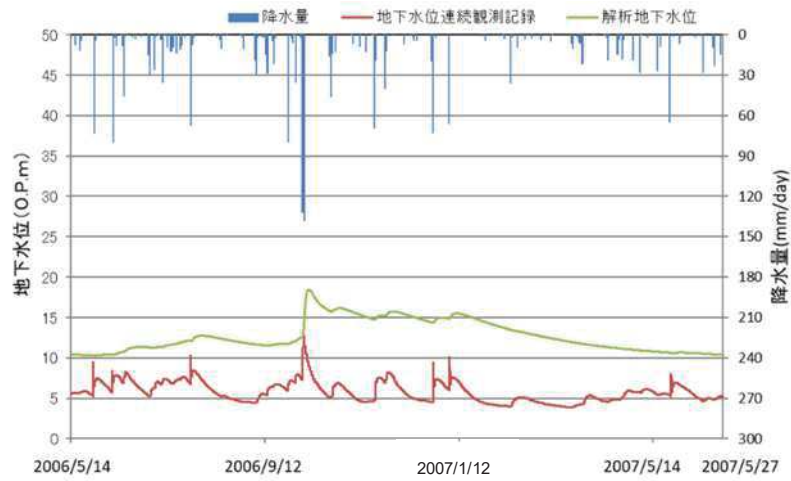
※1 観測期間：石巻特別地域気象観測所（1937年～2017年）

大船渡特別地域気象観測所（1963年～2017年）



第8図 斜面Fの地下水位解析位置図

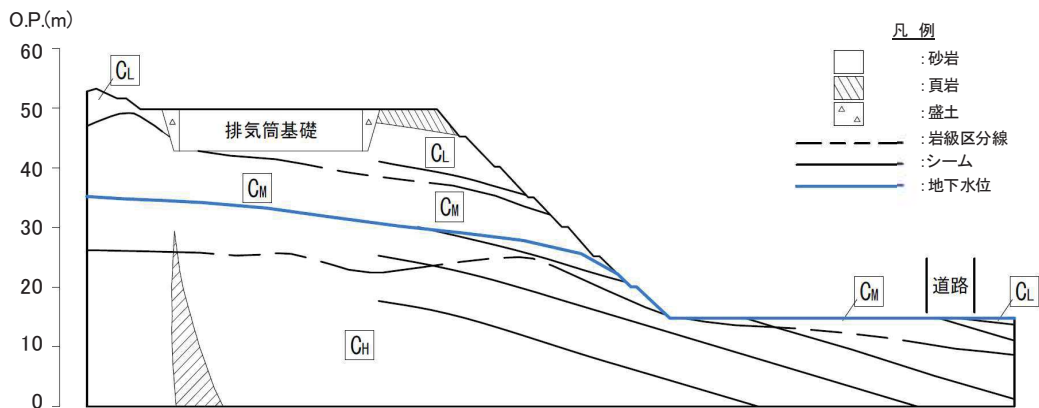




第 9 図 地下水位連続観測記録と再現解析結果

ii. 解析結果

斜面 F における地下水位の解析結果を第 10 図に示す。この地下水位を用いて斜面 F の安定解析を実施している。



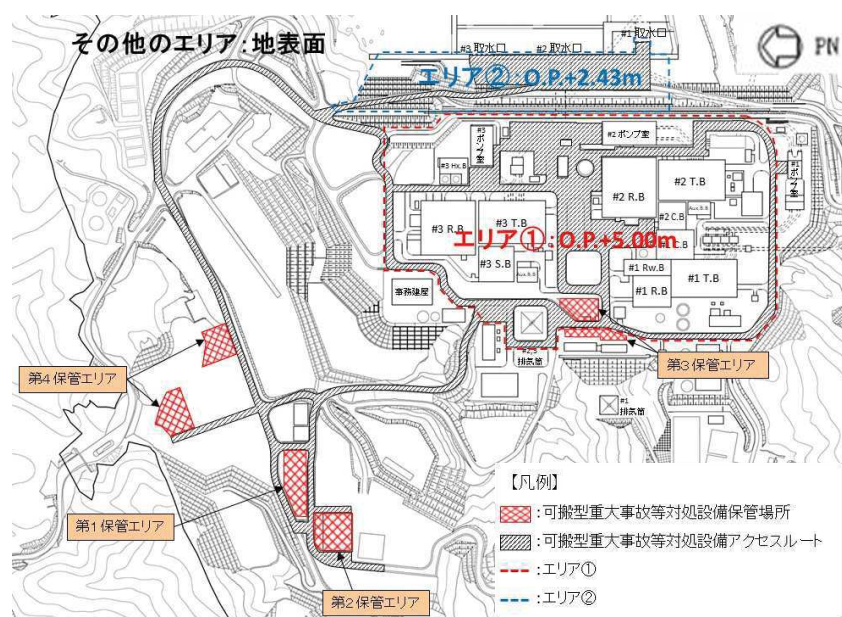
第 10 図 斜面 F の地下水位解析結果

(2) 液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜，液状化による地下構造物の浮き上がり評価に係る地下水位の設定

保管場所及び屋外アクセスルートにおける液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜については，沈下を想定する盛土及び旧表土について沈下率を設定し，評価を行っている。

液状化による地下構造物の浮き上がりについては，岩盤内部に構築されておらず，かつ構造物下端面よりも地下水位が高い地下構造物について，地下水位以深の盛土，旧表土がすべて液状化するものと想定し，評価を行っている。

上記評価に係る地下水位は，第 11 図に示すとおり，エリア①，エリア②，その他のエリアに分けて設定している。



第 11 図 地下水位設定エリア区分図

a. エリア①

エリア①の地下水位は，O.P. +14.8m 盤の女川原子力発電所 2 号炉及び 3 号炉建設時の工事計画認可申請書で評価対象となっている構造物等の設定水位を基に設定する。なお，女川原子力発電所 2 号炉及び 3 号炉建設時の工事計画認可申請書で評価対象となっている構造物等の設定水位は，地下水位低下設備の水位低下効果を考慮している。

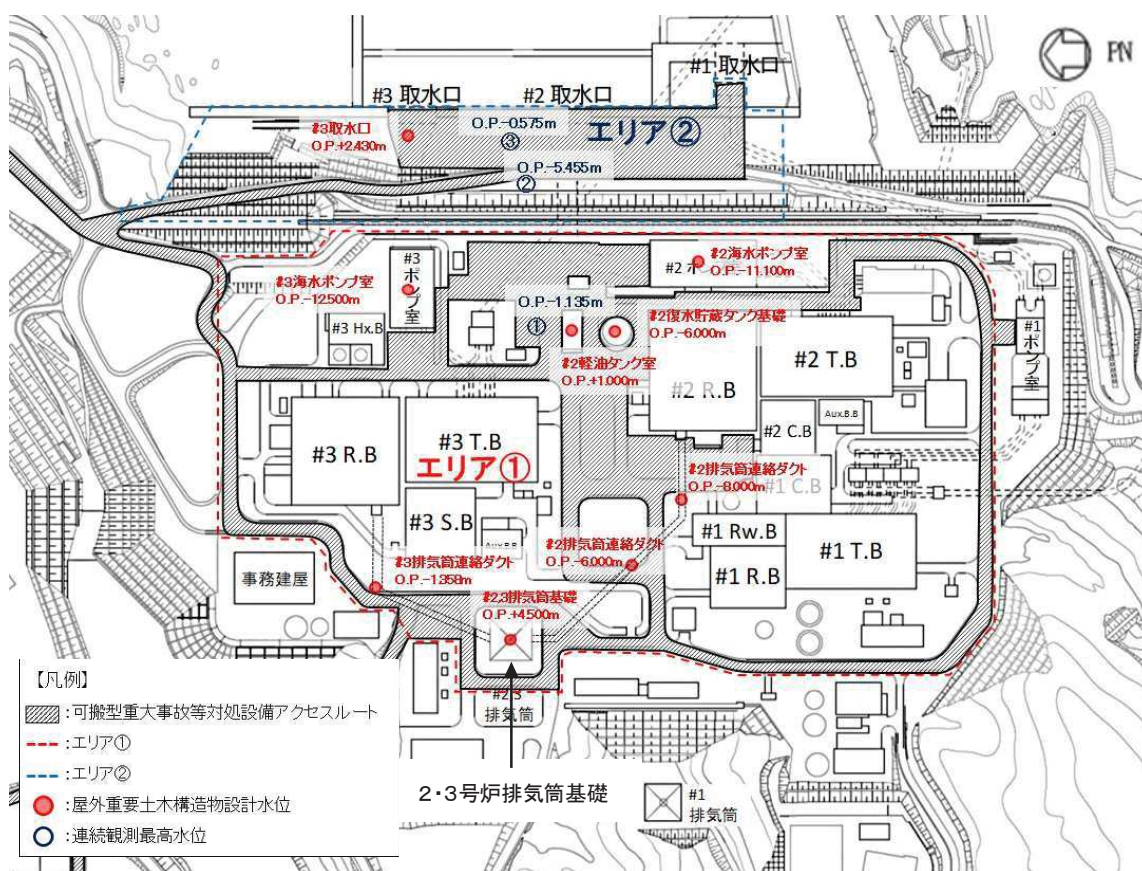
O.P. +14.8m 盤の構造物等における設定水位のうち最も地下水位が高いのは 2・3 号炉排気筒基礎の O.P. +4.5m であることから，保守的にエリア①の地下水位を O.P. +5.0m に設定する（第 12 図）。なお，エリア①における地下水位連続観測記録の最高水位（①）は O.P. +5.0m を超えないことを確認している。

b. エリア②

エリア②における地下水位は、敷地の沈下を考慮した朔望平均満潮位である O.P. +2.43m に設定する（第 12 図）。なお、エリア②における地下水位連続観測記録の最高水位（②、③）は O.P. +2.43m を超えないことを確認している。

c. その他のエリア

エリア①、②以外のエリアについては、地下水位を保守的に地表面に設定する。



第 12 図 地下水位観測地点分布図

### 3. 工事計画認可段階での設計用地下水位を踏まえた影響と対応方針

工事計画認可段階においては、O.P. +14.8m 盤に設置されている各施設の設計用地下水位について、地下水位低下設備による水位低下効果を考慮した浸透流解析により設定する方針としている。

工事計画認可段階において設定する設計用地下水位が保管場所及び屋外アクセスルートの評価へ与える影響と、影響を与える可能性がある場合における対応方針を以下に示す。

#### (1) 周辺斜面の崩壊、敷地下斜面のすべり

解析により安定性を確認する斜面の地下水位は、地表面又は地下水位低下設備の効果を考慮しない浸透流解析結果により保守的に設定しているため、工事計画認可段階においても評価結果は変更とならない。

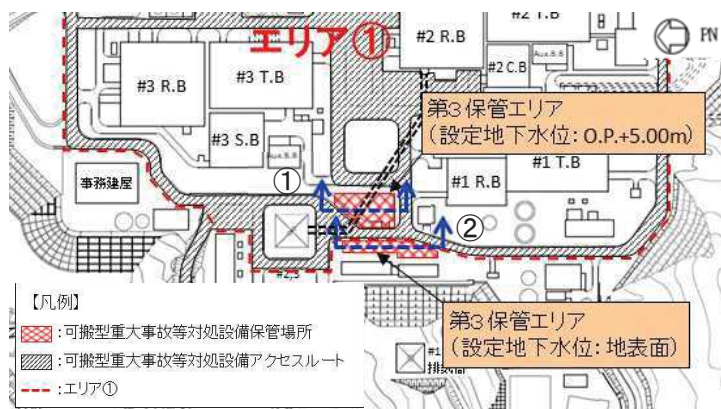
#### (2) 液状化及び揺すり込みによる沈下・傾斜、液状化による地下構造物の浮き上がり

##### a. 保管場所

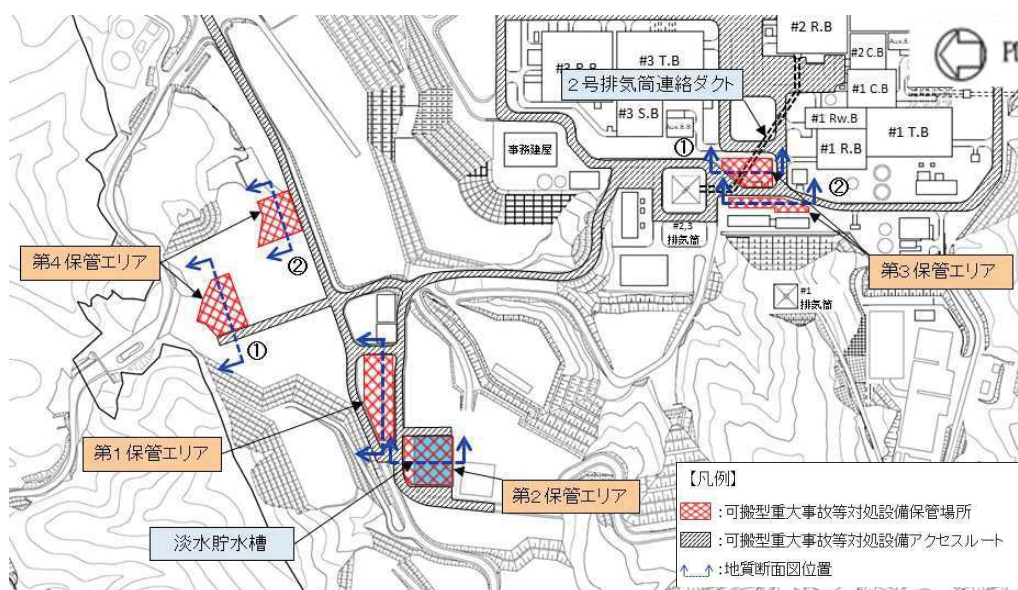
液状化及び揺すり込みによる沈下・傾斜評価では、第1、第2、第4保管エリアは地下水位を地表面に設定しているため、工事計画認可段階においても評価結果は変更とならない。第3保管エリアは第13図に示すとおり、地下水位を地表面に設定している箇所とO.P. +5.0mと設定している箇所があるが、岩盤及びMMR上にあることから、工事計画認可段階においても評価結果は変更とならない。

液状化による地下構造物の浮き上がり評価については、第14図及び第15図に示すとおり、第1、第4保管エリアは、地下構造物が存在しないため、工事計画認可段階においても評価結果は変更とならない。第2保管エリアについては、下部に埋設されている淡水貯水槽は岩盤に直接支持され、周囲はセメント改良土により埋め戻されていることから浮き上がりは発生しないため、工事計画認可段階においても評価結果は変更とならない。第3保管エリア下部には、2号排気筒連絡ダクトがあるが、岩盤内に設置されていることから、浮き上がりは発生しないため、工事計画認可段階においても評価結果は変更とならない。

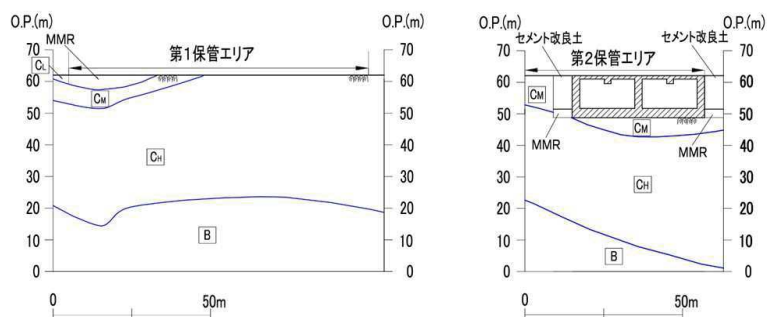




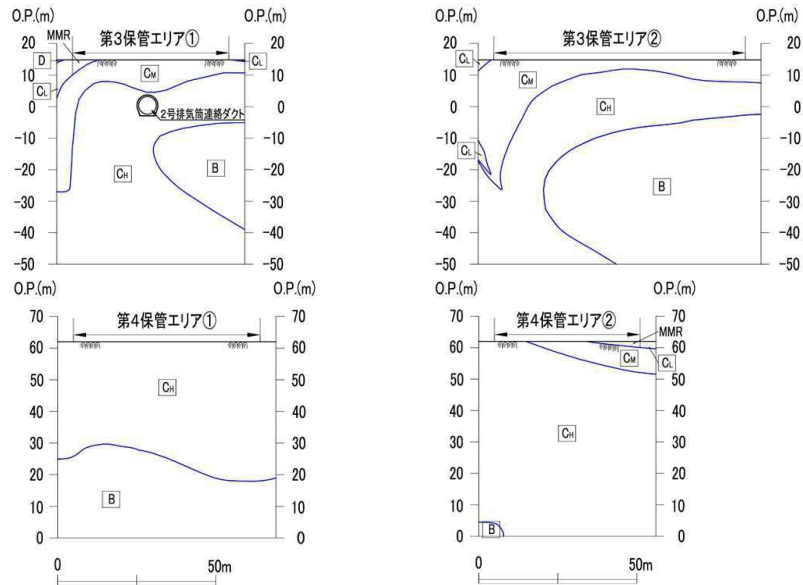
第 13 図 第 3 保管エリアの地下水位設定及び地質断面図



第 14 図 保管エリア地下構造物位置図



第 15 図 保管エリア地質断面図 ( 1 / 2 )



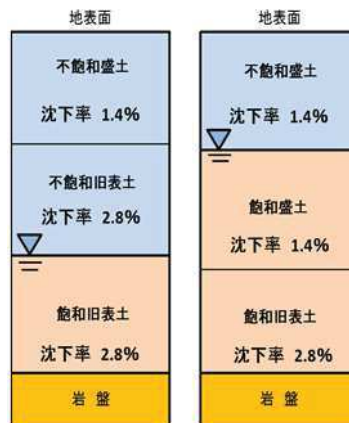
第 15 図 保管エリア地質断面図 ( 2 / 2 )

b. 屋外アクセスルート

液状化及び揺すり込みによる沈下・傾斜評価では、沈下を想定する盛土及び旧表土について沈下率を設定し、評価を行っている（沈下率の設定方法については別紙（15）参照）。

第 16 図に示すとおり、地下水位以浅と地下水位以深は同様の沈下率を設定しており、工事計画認可段階における設計用地下水位の設定を考慮しても沈下量は変化しないことから、評価結果は変更とならない。

液状化による地下構造物の浮き上がり評価については、工事計画認可段階における設計用地下水位の設定が評価に影響を与える場合は、評価用の地下水位を見直して再評価を行い、アクセスルートの通行性に影響を与えないよう必要に応じて対策を施す。



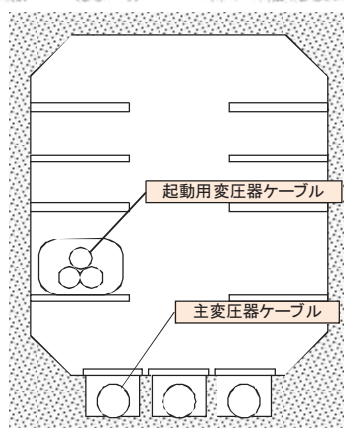
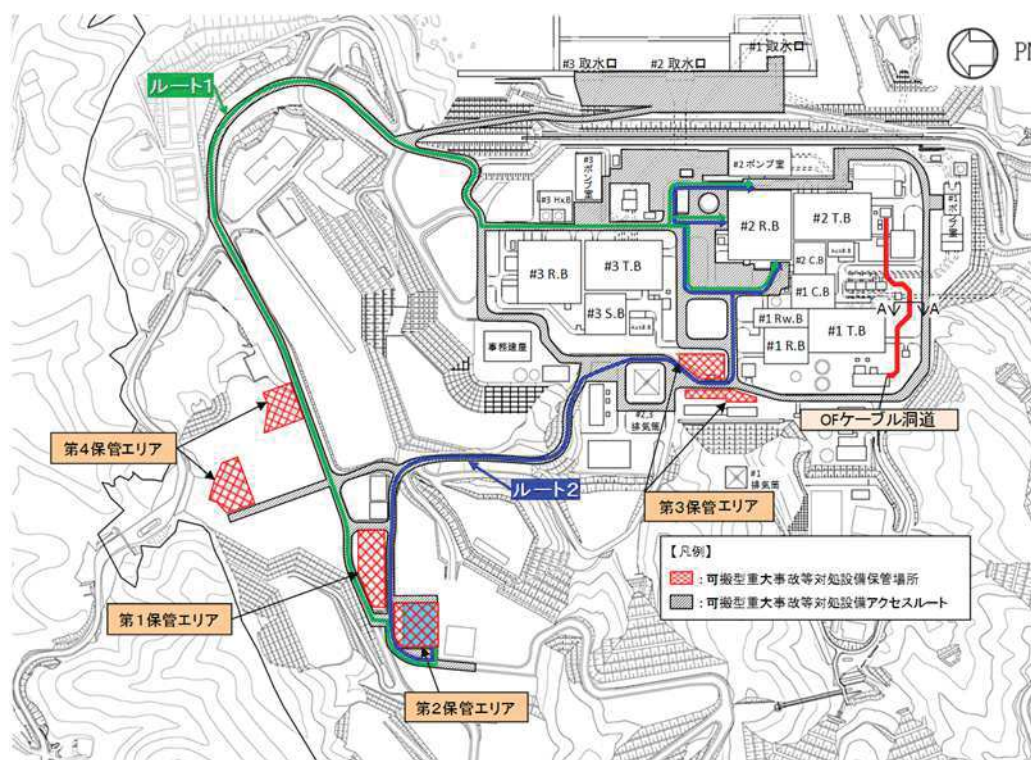
第 16 図 沈下率設定図



0F ケーブル洞道のアクセスルートに対する影響について

女川原子力発電所においては女川2号炉の主変圧器及び起動用変圧器で0Fケーブルを使用している。

0Fケーブルの火災影響については、第1図のとおり0Fケーブル洞道(トレンチ)を通っていることから、保管場所やアクセスルートは直接輻射熱や炎の影響を受けない。



A - A断面

第1図 0Fケーブル洞道構造図

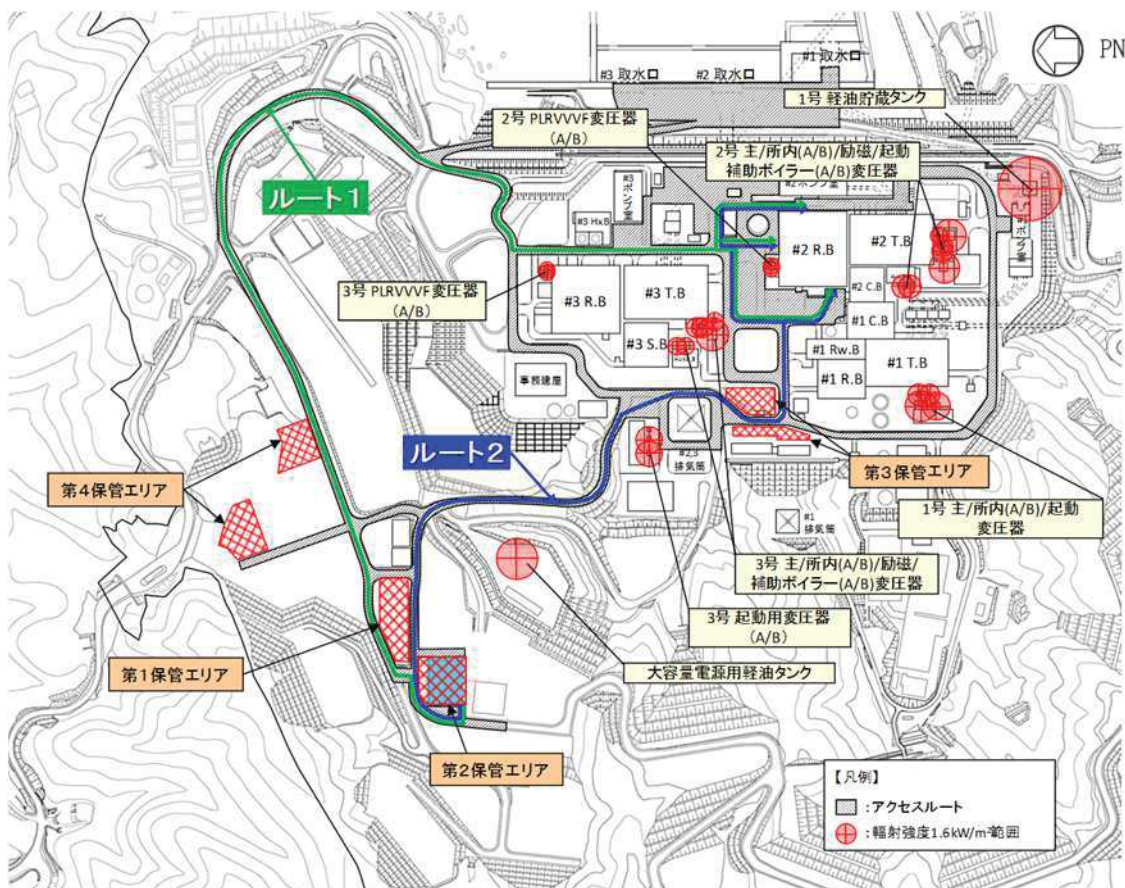
火災の重畳による熱影響評価について

アクセスルート近傍にある可燃物施設の火災が発生した場合においても、第1図のとおりアクセスルートが輻射強度  $1.6\text{kW/m}^2$ 以下であることを確認しているが、火災が同時に発生し、輻射強度を合算しても通行可能であることを確認した。

なお、接続口に対しては2号 PLR-VVVF 変圧器が接続口付近での火災が想定されるが、2号 PLR-VVVF 変圧器と接続口の間には大物搬入口があり、直接輻射の影響を受けない。その他の火災想定箇所と接続口は十分な離隔距離があることから輻射強度を合算しても火災による影響は受けない。

以下にアクセスルートに対する評価結果を示す。

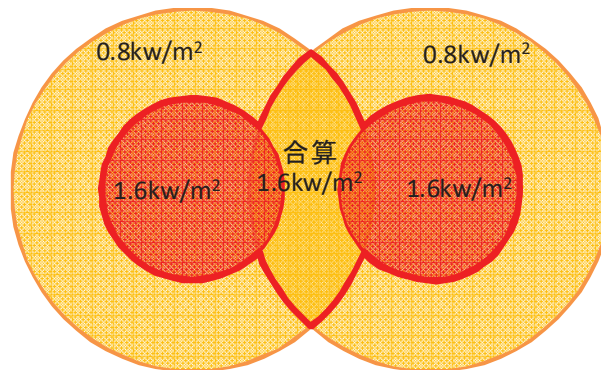
※ 石油コンビナートの防災アセスメント指針における長時間さらされても苦痛を感じない輻射強度



第1図 火災影響範囲

## 1. 評価方法

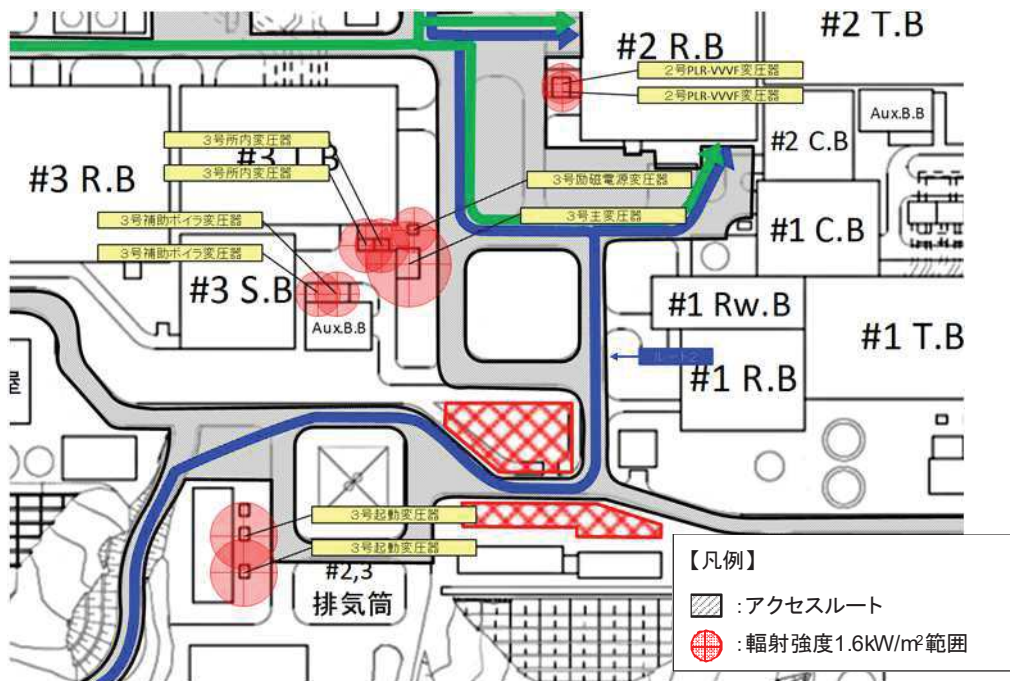
輻射強度の合算方法について概念図を第2図に示す。



第2図 輻射強度合算概念図

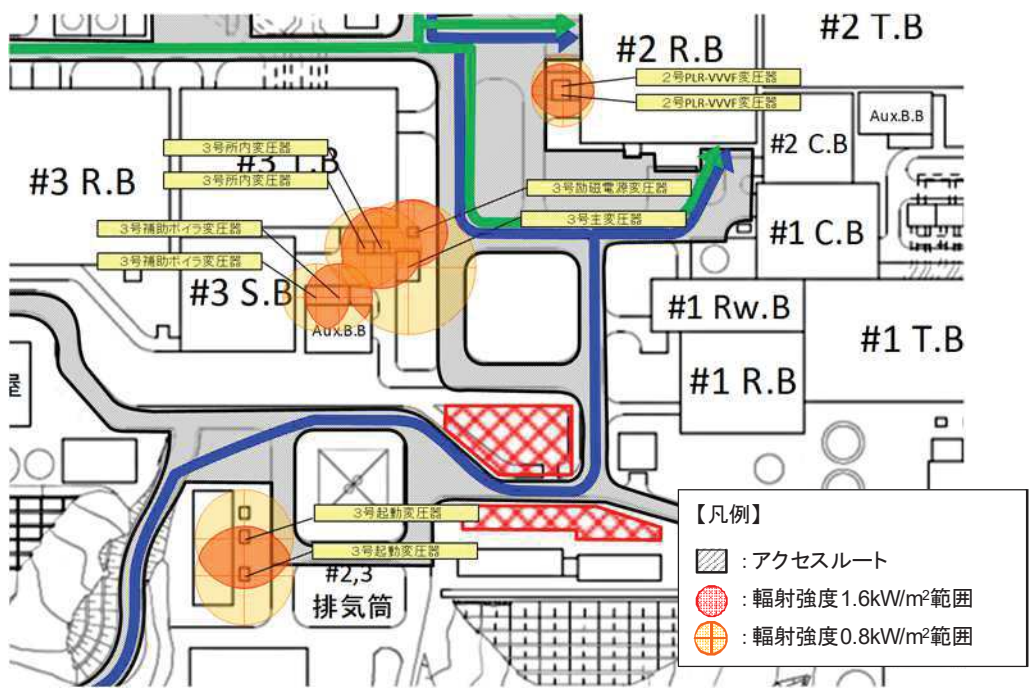
## 2. 評価結果

アクセスルート近傍にあり、複数の火災により輻射強度が増す可能性のある、3号変圧器エリア、2号PLR-VVVF変圧器エリアについて確認した結果、第3-1～7図のとおりアクセスルートに影響がないことを確認した。

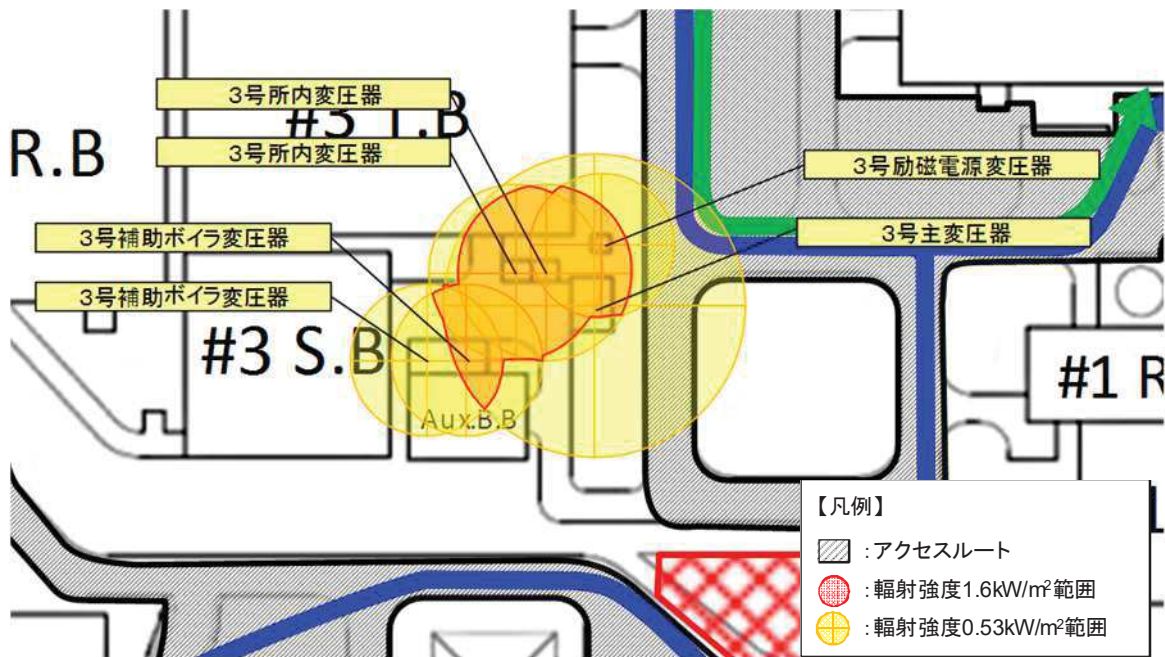


第3-1図 輻射強度 1.6kW/m<sup>2</sup> 範囲

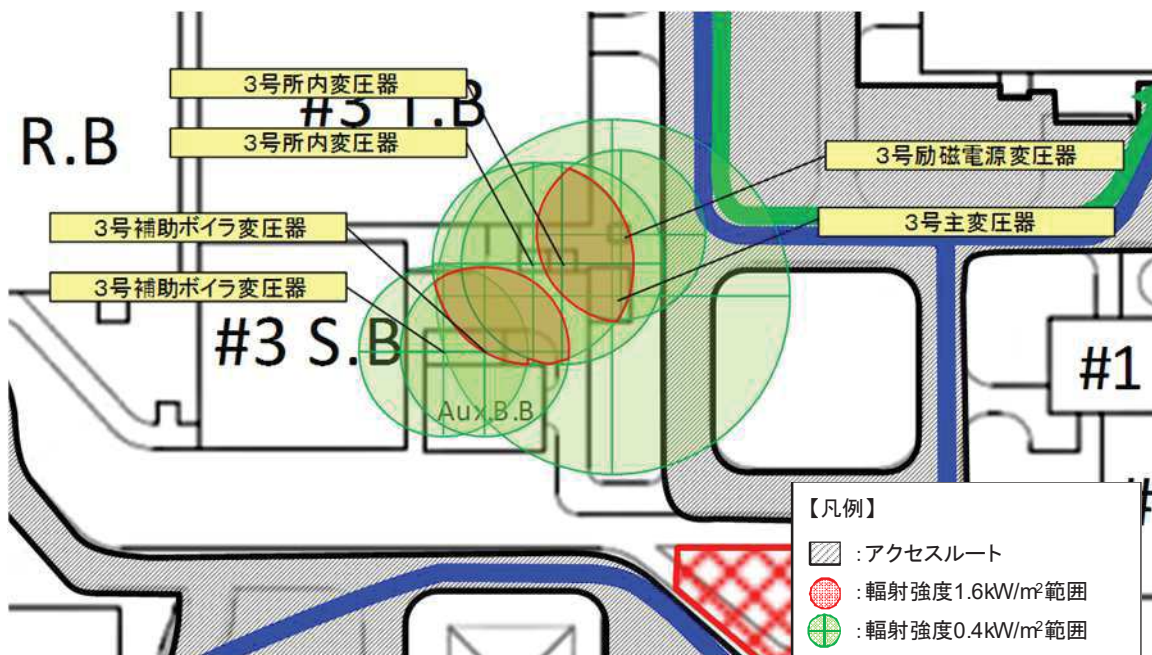




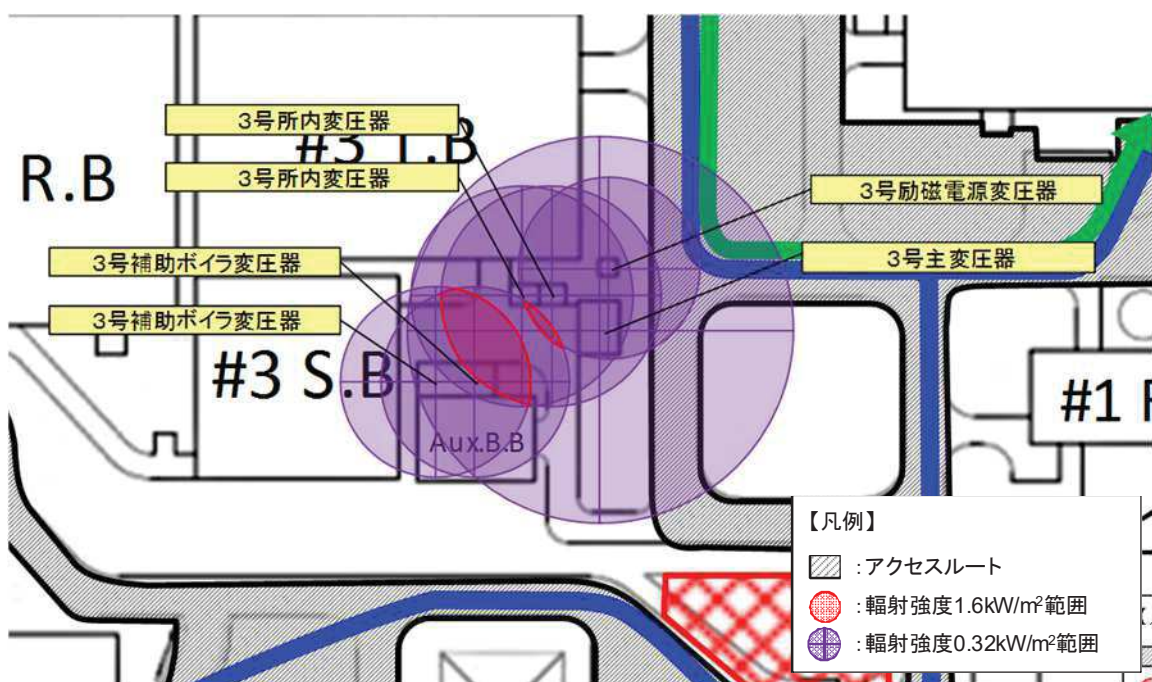
第 3-2 図 輻射強度 0.8kW/m<sup>2</sup> 範囲



第 3-3 図 輻射強度 0.53kW/m<sup>2</sup> 範囲

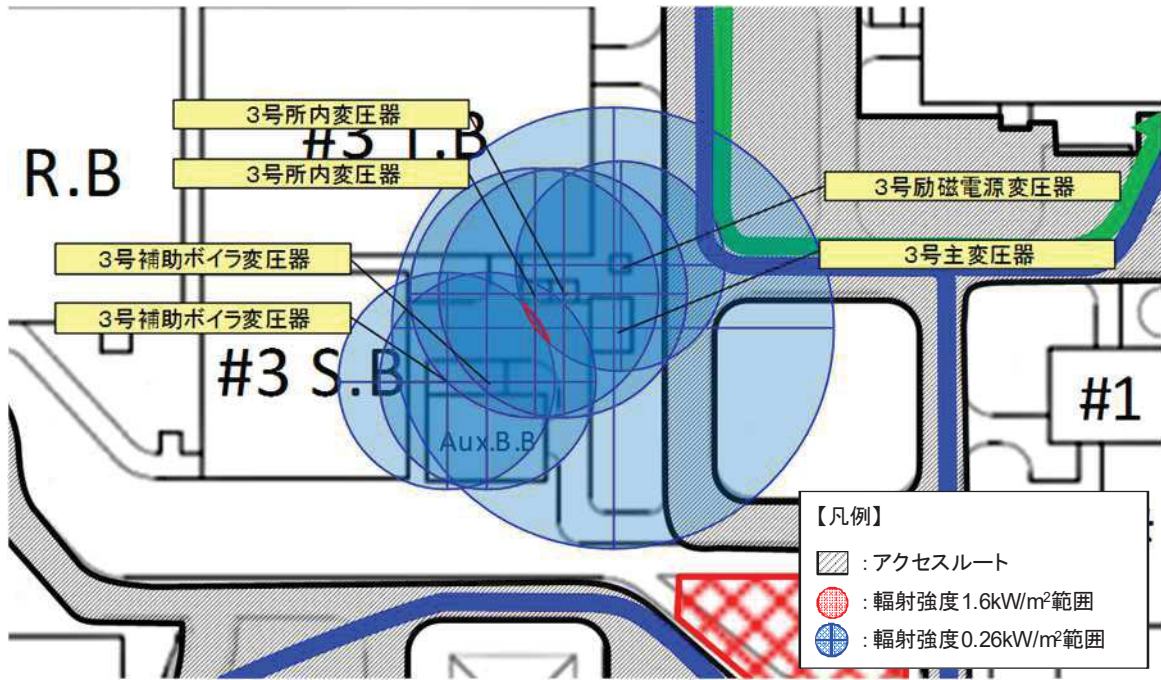


第 3-4 図 輻射強度 0.4kW/m<sup>2</sup> 範囲

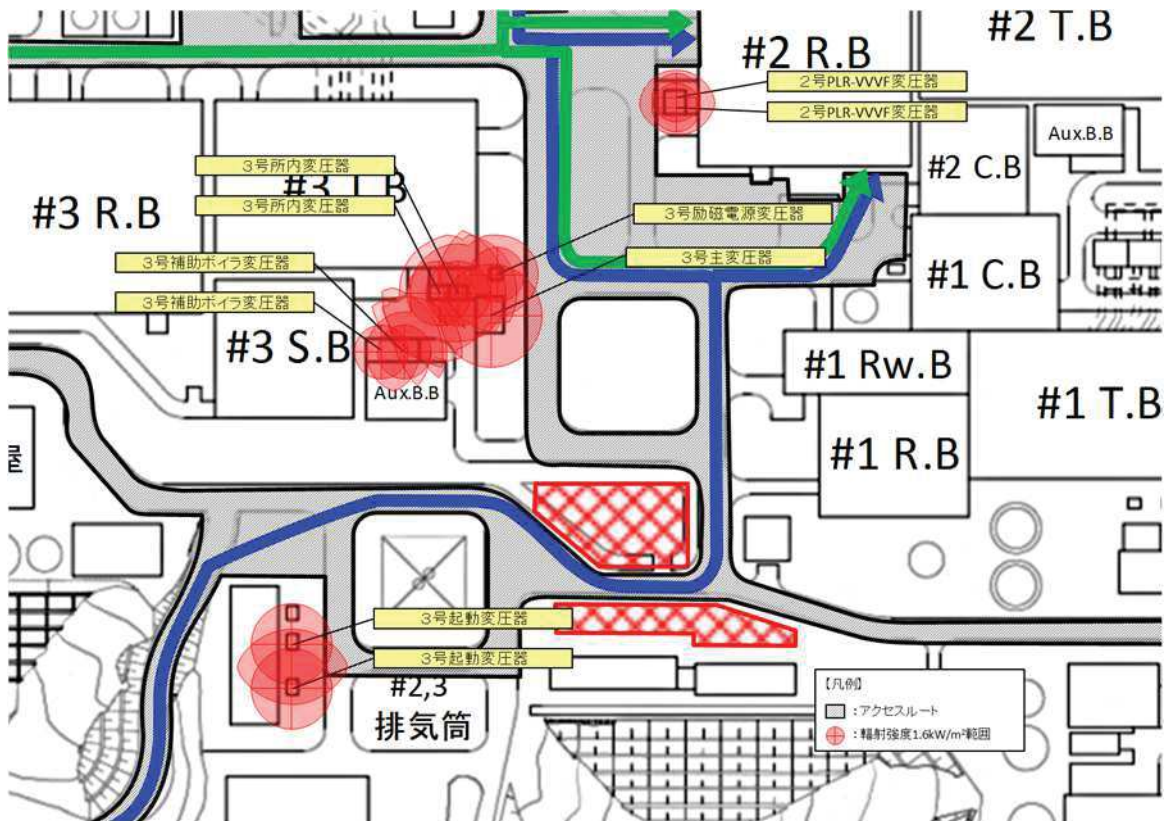


第 3-5 図 輻射強度 0.32kW/m<sup>2</sup> 範囲





第 3-6 図 輻射強度 0.26kW/m<sup>2</sup> 範囲



第 3-7 図 輻射強度 1.6kW/m<sup>2</sup> (合算) 範囲



### 溢水評価について

#### 1. 滞留水の排水所要時間の評価

##### (1) 溢水量

アクセスルート近傍にある溢水源となる可能性のあるタンクが、地震起因により複数同時破損を想定した溢水量は第1表のとおり。

第1表 溢水影響評価の対象となる屋外タンク

No.	タンク名称	基数	設置高さ(m)	容量(m <sup>3</sup> )	評価に用いる容量(m <sup>3</sup> )
1	No. 1 純水タンク	1	O.P. +15.1	1,000	1,000
2	No. 2 純水タンク	1	O.P. +15.4	2,000	2,000
3	1, 2号ろ過水タンク	1	O.P. +15.1	2,000	2,000
4	再生純水タンク	1	O.P. +15.1	1,000	0 ※ <sup>1</sup>
5	No. 1 SPT	1	O.P. +15.3	2,000	0 ※ <sup>1</sup>
6	No. 2 SPT	1	O.P. +15.3	1,000	0 ※ <sup>1</sup>
7	3号純水タンク	1	O.P. +15.1	1,000	1,000
8	3号ろ過水タンク	1	O.P. +15.1	2,000	2,000
9,10	原水タンク	2	O.P. +68.6	4,000	8,000
11-1	1号復水浄化系復水脱塩装置硫酸貯槽	1	O.P. +16.1	5.4	5.4
11-2	1号復水浄化系復水脱塩装置苛性ソーダ貯槽	1	O.P. +16.2	20	20
12	1号差圧調合槽	1	O.P. +15.0	2.2	2.2
13-1	2号復水浄化系復水脱塩装置苛性ソーダ貯槽	1	O.P. +16.0	32	0 ※ <sup>1</sup>
13-2	2号復水浄化系復水脱塩装置硫酸貯槽	1	O.P. +16.6	7.5	0 ※ <sup>1</sup>
13-3	2号硫酸計量槽	1	O.P. +15.8	0.3	0 ※ <sup>1</sup>
14	2号バック入り差圧調合装置	1	O.P. +15.4	1	1

No.	タンク名称	基数	設置高さ(m)	容量(m <sup>3</sup> )	評価に用いる 容量(m <sup>3</sup> )
15	3号各種薬液貯蔵及び移送系硫酸貯槽	1	O.P. +16.0	2.2	0 ※1
16	3号各種薬液貯蔵及び移送系苛性ソーダ貯槽	1	O.P. +16.0	10.5	0 ※1
17	3号差圧調合槽	1	O.P. +15.3	0.1	0.1
18-1	PAC貯槽	1	O.P. +15.3	2	2
18-2	硫酸貯槽	1	O.P. +17.3	3.9	3.9
18-3	苛性ソーダ貯槽	1	O.P. +15.7	7	7
18-4	H塔再生用硫酸貯留槽	1	O.P. +16.8	0.3	0.3
19	1, 2号給排水処理建屋	1	O.P. +14.8	375.21	375.21
20	3号給排水処理建屋	1	O.P. +14.8	404.88	404.88
21-1	高置水槽(給湯系統)	1	O.P. +33.3	6	6
21-2	高置水槽(給水系統)	1	O.P. +33.3	8	8
22-1	No.1高架水槽	1	O.P. +34.7	8	8
22-2	No.2高架水槽	1	O.P. +34.7	8	8
23-1	上水高架水槽	1	-	9.2	9.2
23-2	雑用水高架水槽	1	-	13.7	13.7
24-1	高架水槽(飲料用)	1	O.P. +34.8	1.2	1.2
24-2	高架水槽(雑用)	1	O.P. +34.8	2.0	2.0
24-3	氷蓄熱槽(PAI-1)	1	O.P. +19.68	1.01	1.01
24-4	氷蓄熱槽(PAI-3)	1	O.P. +19.68	1.49	1.49
24-5	氷蓄熱槽(PAI-4)	1	O.P. +19.68	1.49	1.49
24-6	高架水槽(飲料水)	1	O.P. +36.55	1.5	1.5
24-7	高架水槽(雑用水)	1	O.P. +36.55	2.2	2.2
24-8	氷蓄熱槽(PAI-1)	1	O.P. +19.68	1.49	1.49
24-9	氷蓄熱槽(PAI-2)	1	O.P. +19.68	1.49	1.49
24-10	氷蓄熱槽(PAI-3)	1	O.P. +19.68	1.49	1.49
25	主復水器用電解鉄イオン注入装置電解槽	2	O.P. +15.613	3.4	6.8
26	氷蓄熱槽(PAI-1)	1	O.P. +14.95	1.49	1.49
27	受水槽	1	O.P. +15.3	6	6
28-1	上水受水槽	1	O.P. +62.9	37	37
28-2	雑用水受水槽	1	O.P. +62.9	55	55
28-3	受水槽	1	O.P. +62.9	0.5	0.5

No.	タンク名称	基数	設置高さ(m)	容量(m <sup>3</sup> )	評価に用いる 容量(m <sup>3</sup> )
29	燃料小出槽	1	O. P. +58.592	0.95	0.95
30	給水タンク	1	-	2	2
31	配水池	1	O. P. +69.7	300	300
32-1	ろ過タンク (浄水)	1	O. P. +69.7	6	6
32-2	ろ過タンク (浄水)	1	O. P. +69.7	4	4
33	消火水タンク	1	O. P. +14.8	230	230
合計容量(m <sup>3</sup> )					17,540

※1 評価に用いる容量は、発電所の所則類に反映し、運用容量を超過しないように管理する。

(2) 排水可能量

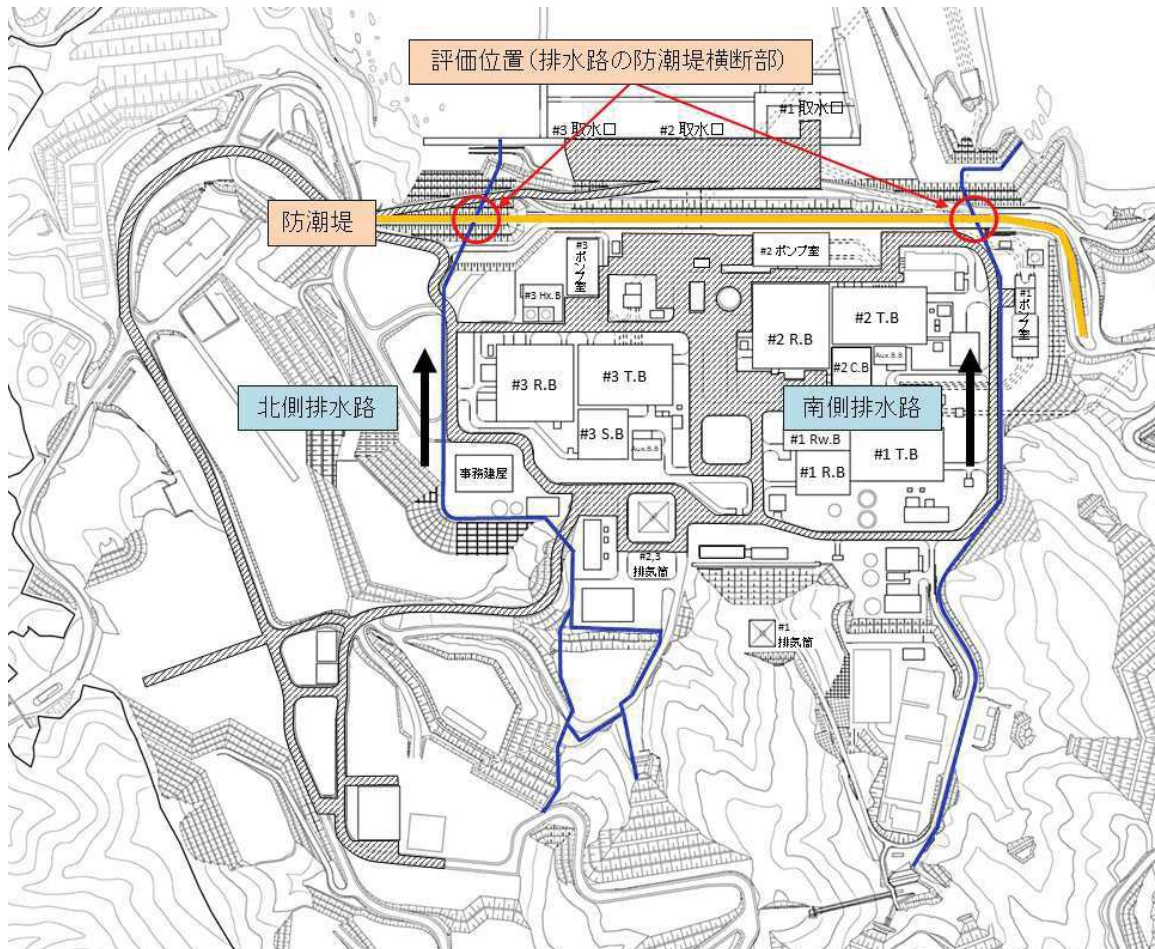
敷地内に広がった溢水は第 1 図に示す排水路から海洋に流出する。

各排水路の排水可能流量は、「森林法に基づく林地開発許可申請の手引き」に基づく平成 29 年 12 月の宮城県への林地開発許可申請における値とする。排水路の仕様及び排水可能流量は、第 2 表のとおり。

第 2 表 排水路の仕様

	仕 様	排水可能流量※ [m <sup>3</sup> /s]
北側排水路	ボックスカルバート B3000, H2500	51.16
南側排水路	ダブルプレスト管 Φ1000×3	16.23

※林地開発許可申請書記載値（平成 29 年 12 月）



第 1 図 排水路の配置概要図

### (3) 排水所要時間

排水所要時間は溢水量と排水可能流量から求められる。排水所要時間の計算においては、保守的に排水可能流量が小さい南側排水路のみから排水されると仮定した。排水所要時間の計算結果は、第3表のとおり。

第3表 排水所要時間

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

### (4) アクセスルート仮復旧への影響

屋外タンク破損による溢水の排水所要時間が約 19 分であるのに対し、重機によるアクセスルートの仮復旧作業開始は事象発生から 70 分後であることから、溢水滞留による仮復旧作業への影響はない。

また、段差発生箇所でも局所的に溢水が滞留する可能性のある箇所としては、地下構造物が並行する 3 号炉タービン建屋東側があるが、当該箇所に滞留水があった場合でも、ブルドーザで碎石を投入することにより段差を解消し、通行可能となるよう仮復旧することを想定していることから、対象車両の通行には影響がないと考えられる。



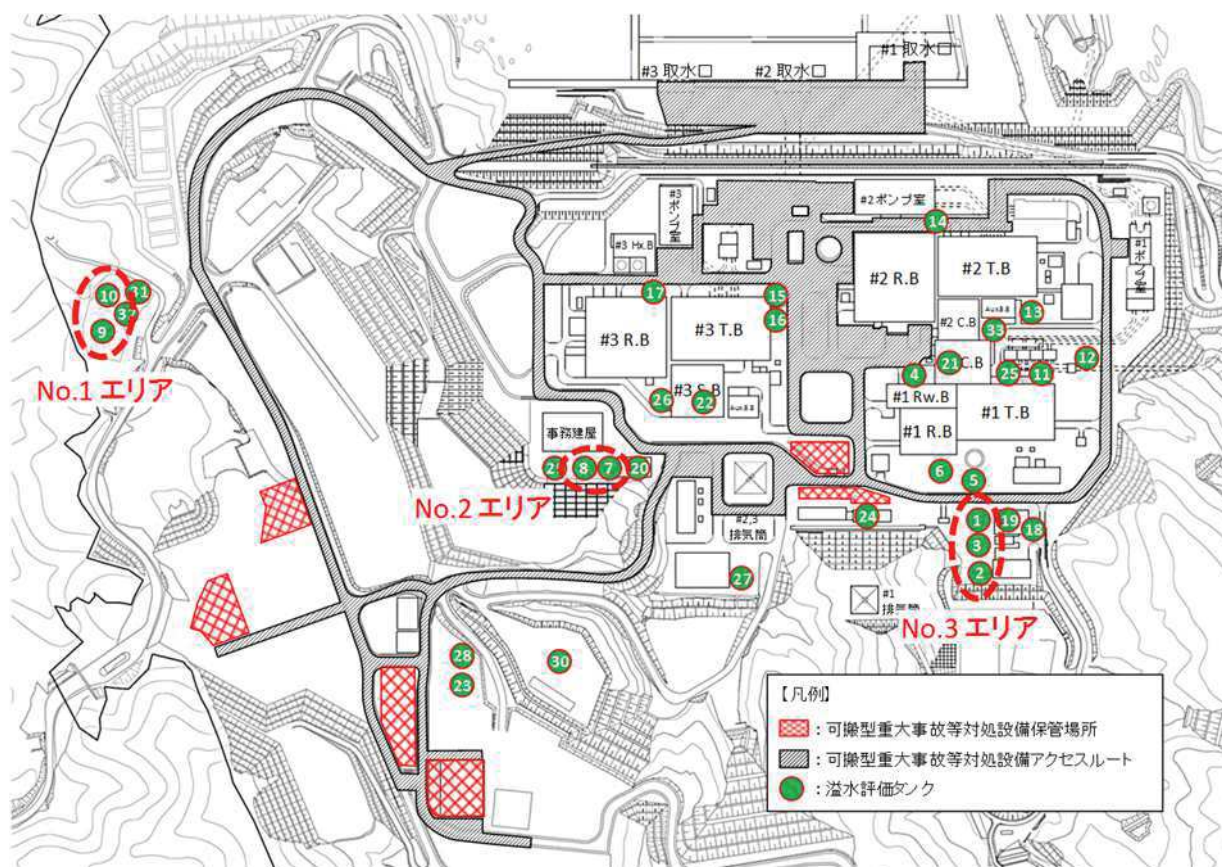
## 2. 流動解析

耐震性の確保されていないタンクの破損に伴う溢水の影響について、地形等の影響は考慮せず、すべての溢水源（屋外タンク類）容量が、建屋設置レベルである O.P. +14.8m に流れ込んだものとして評価した結果、敷地内浸水深は 0.16m であり、アクセスルートの復旧に支障がないことを確認しているが、タンク破損に伴う溢水による影響について流動解析（解析コード fluent Ver16.0.0）を実施し、その影響について評価した。

### (1) 屋外タンク溢水評価モデルの設定

#### a. 水源の配置

女川原子力発電所の溢水影響評価対象となる屋外タンク配置図を第2図に示す。評価に影響を及ぼす大型の水源（1,000m<sup>3</sup>以上の大型タンク）は敷地内3箇所に分散配置されている（第2図中の赤丸）ことから、これらの大型タンクから溢水した場合の影響について確認するため、第4表に示すとおり水源を配置した。



第2図 溢水影響評価の対象となる屋外タンク配置図

第4表 水源の配置

No.	タンク名称	基数	タンク容量 (m <sup>3</sup> )	評価に用いる 容量 <sup>※1</sup> (m <sup>3</sup> )
No.1 エリア	原水タンク	1	4,000	4,160
	原水タンク	1	4,000	4,160
No.2 エリア	3号純水タンク	1	1,000	1,280
	3号ろ過水タンク	1	2,000	2,280
No.3 エリア	No. 1 純水タンク	1	1,000	1,230
	No. 2 純水タンク	1	2,000	2,230
	1, 2号ろ過水タンク	1	2,000	2,230
総量				17,570

※1 評価に用いる容量は、評価対象タンク周りの屋外タンク容量も加算した値。

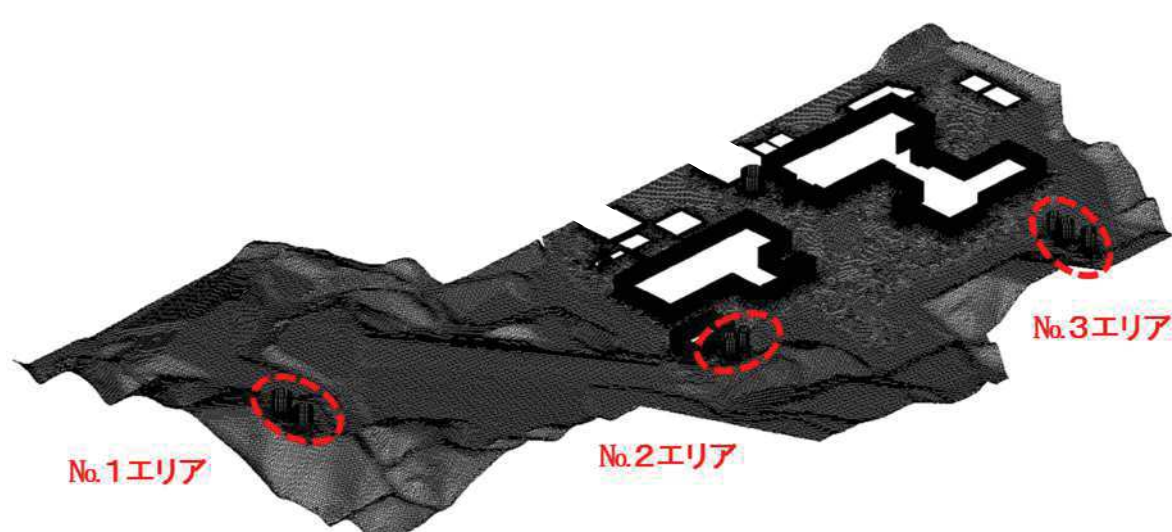
b. 評価条件

タンクの損傷形態及び流出水の伝播に係る条件について以下のとおり設定した。

- (a) 評価対象タンクは基礎ボルトのない平面タンクであり、地震時にはすべりが発生するためタンクと接続されている全ての配管について全周破断を想定した。
- (b) 破断位置については、保守的にタンク付け根部とした。
- (c) タンクからの流出については、タンク水頭に応じて流出流量が低下するものとして評価を実施した。
- (d) 雨水排水路からの流出や、地盤への浸透は考慮しない。

c. 解析モデル

解析に使用した敷地モデルを第3図に示す。

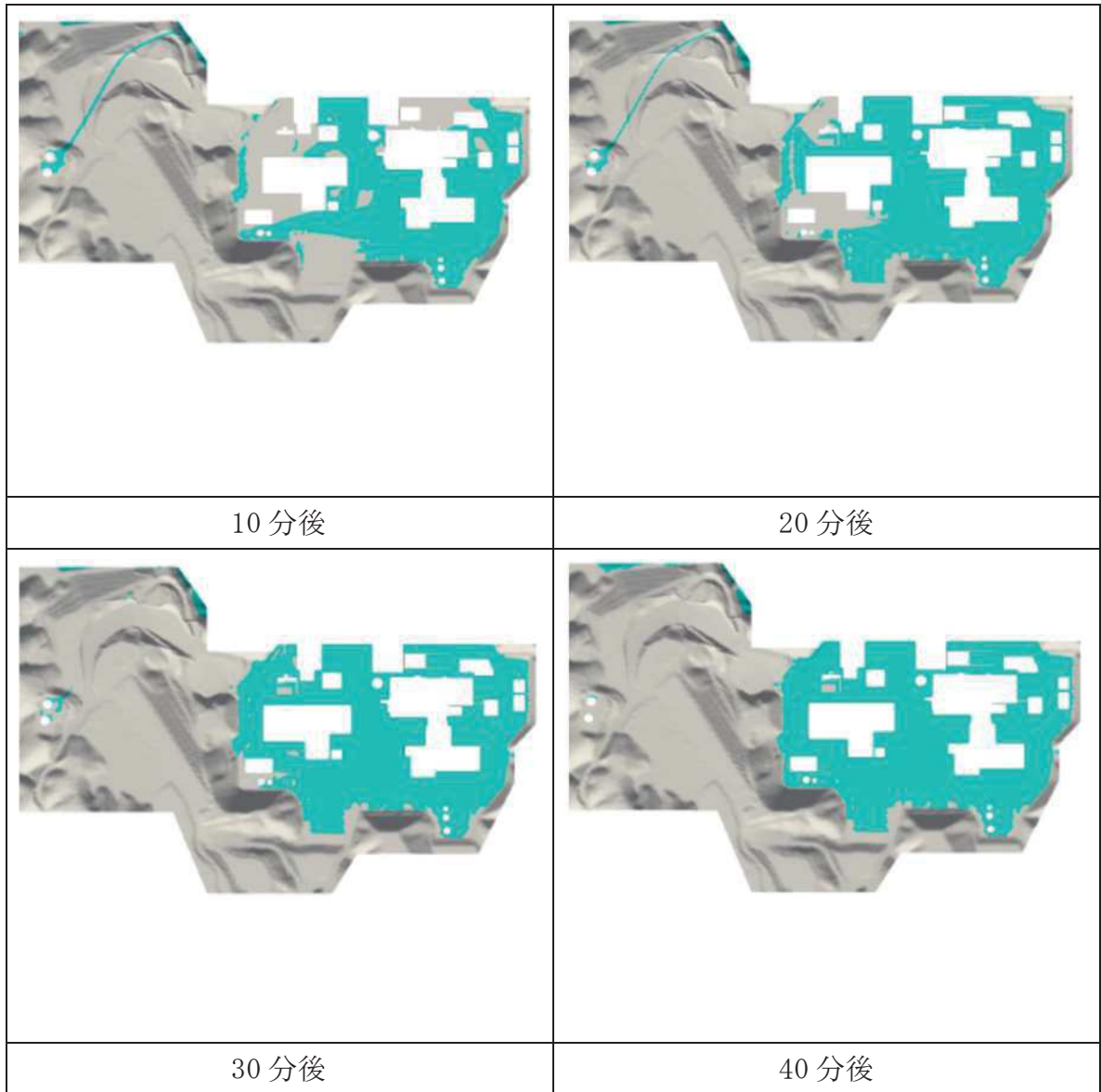


第3図 敷地モデル

(2) 評価結果

No.1 エリアにて発生した溢水の大部分は、海域に流出することが確認された。No.2 エリア及びNo.3 エリアにて発生した溢水は原子炉建屋等が設置されているO. P. +14.8mに広がっていくことが確認された。

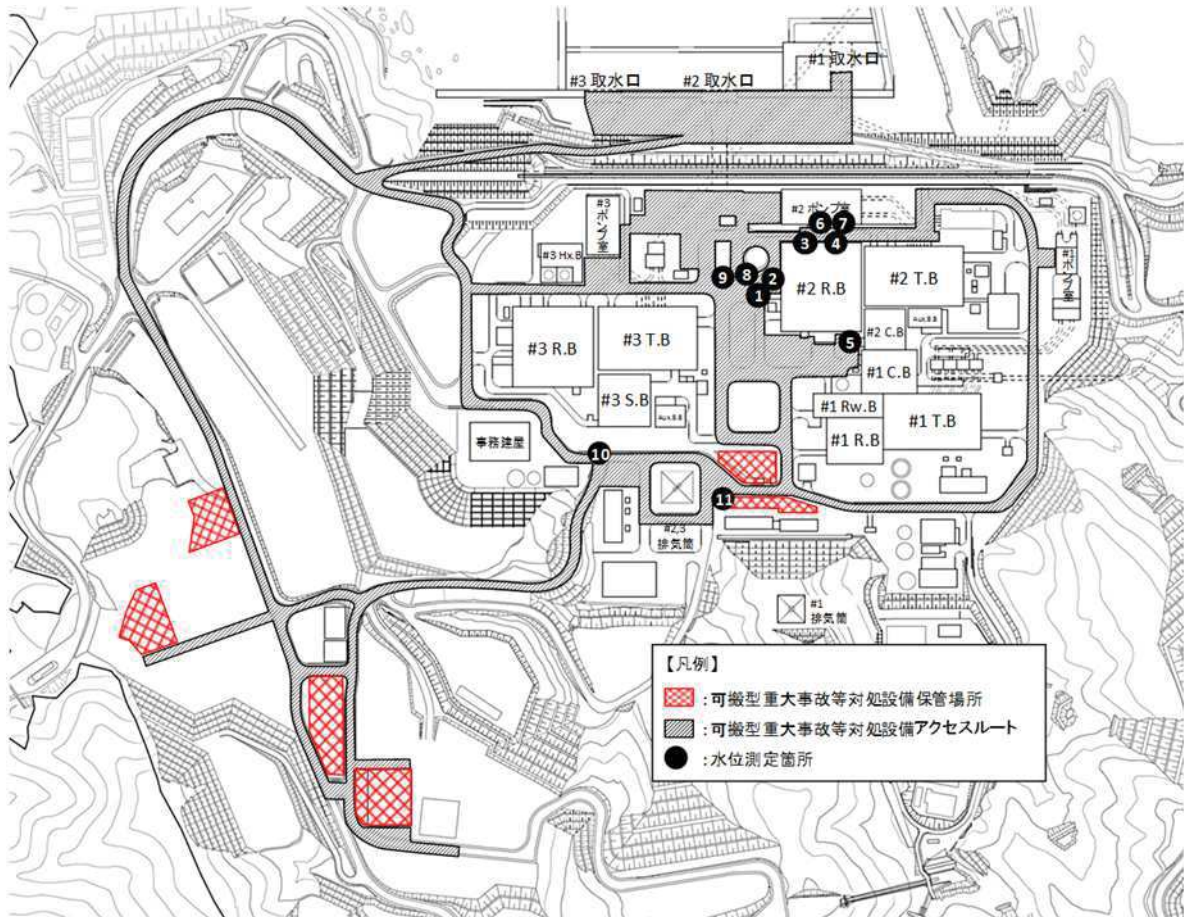
解析の結果、各ポイントにおける最大水位は0.15mであることから、人員への影響は小さいと考えられる。また、溢水流路上の設備等が損壊し、がれきの発生が想定されるが、迂回又は重機にて撤去することにより、アクセスルート確保への影響はないと考える。



(浸水範囲を水色で示す。)

第 4 図 溢水伝播挙動



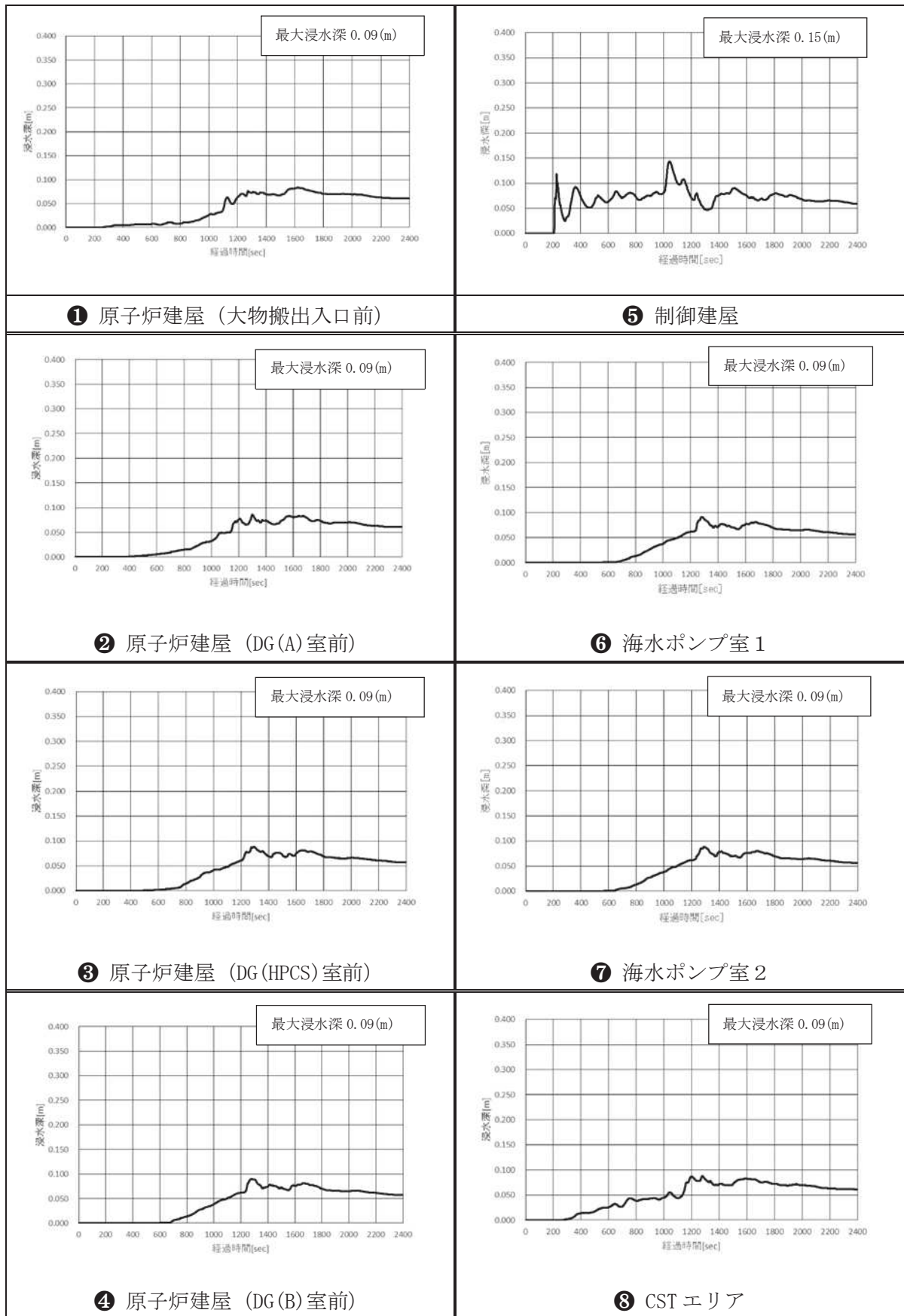


第 5 図 水位測定箇所

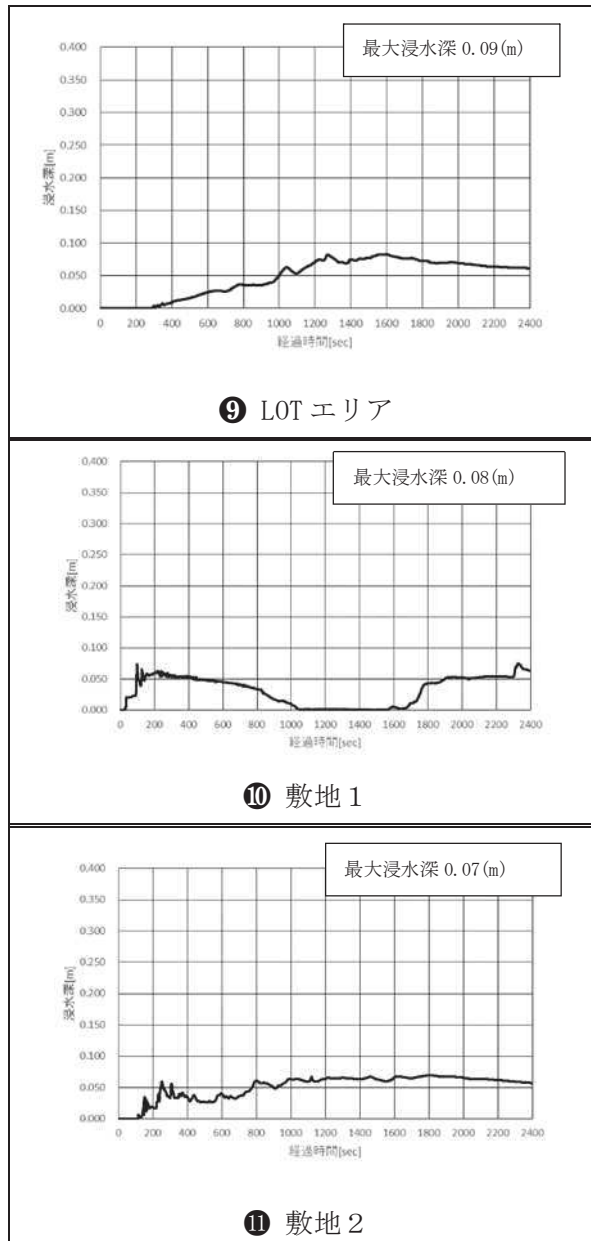
【水位測定箇所】

- ① 原子炉建屋（大物搬出入口前）
- ② 原子炉建屋（DG(A)室前）
- ③ 原子炉建屋（DG(HPCS)室前）
- ④ 原子炉建屋（DG(B)室前）
- ⑤ 制御建屋
- ⑥ 海水ポンプ室 1
- ⑦ 海水ポンプ室 2
- ⑧ CST エリア
- ⑨ LOT エリア
- ⑩ 敷地 1
- ⑪ 敷地 2





第 6 図 水位測定箇所における浸水深 (1 / 2)

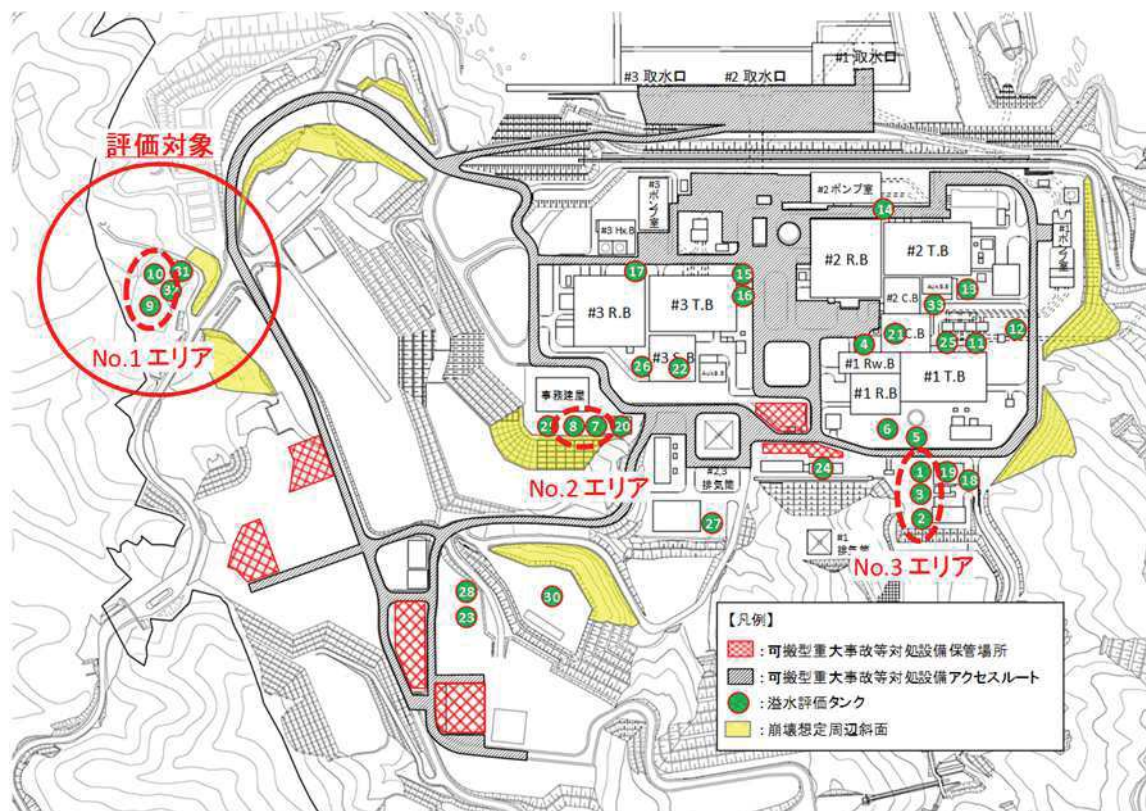


第 6 図 水位測定箇所における浸水深 (2 / 2)

### 3. 崩壊土砂とタンク溢水による影響評価

#### (1) 評価対象

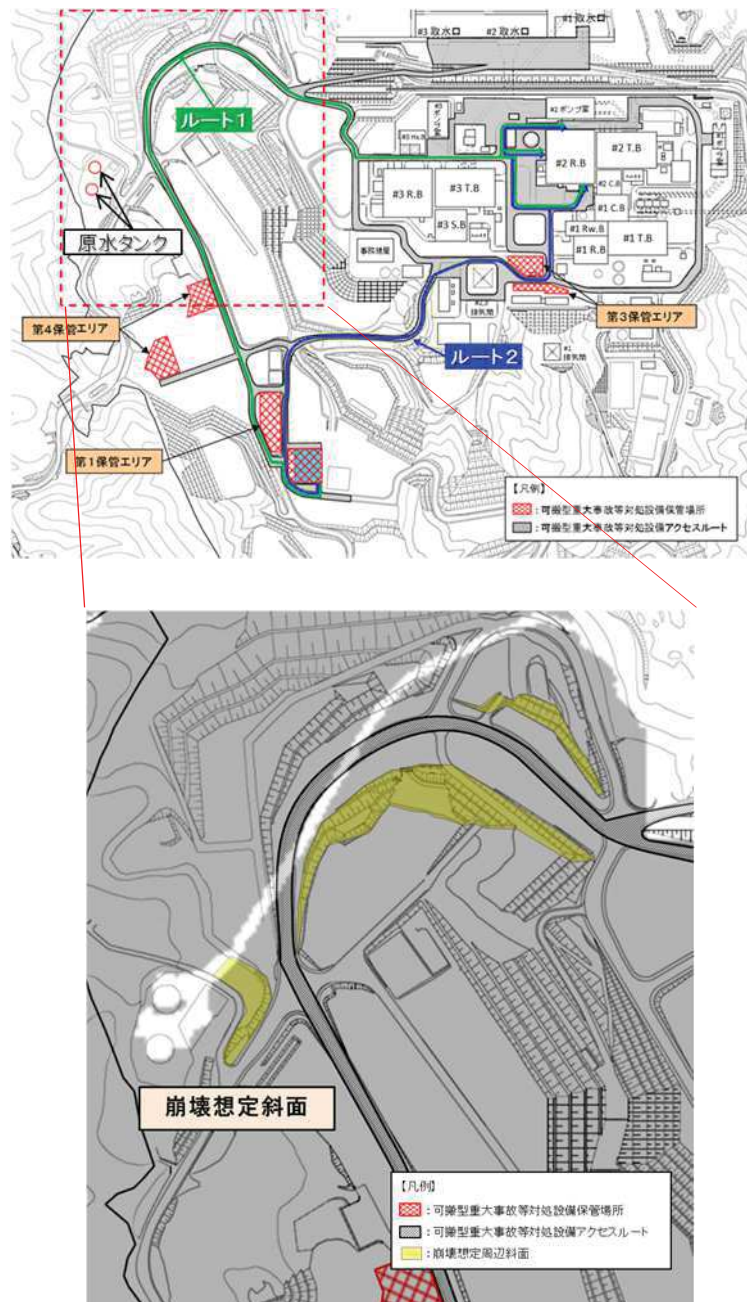
溢水源と崩壊斜面の配置から斜面崩壊後に No.1 エリアの原水タンクが溢水した場合、アクセスルートの復旧時間評価に影響を及ぼす可能性があることから、影響評価を実施する。



第7図 溢水源と斜面崩壊の位置関係図

## (2) 影響評価

No.1 エリアの原水タンクが溢水した場合の流路解析の結果は第8図のとおり。原水タンクの溢水により崩壊想定斜面の崩壊土砂の一部がルート1に流入することも考えられるが、有効性評価上のアクセスルート復旧時間4時間に対し、ルート1の仮復旧時間評価は2時間28分で仮復旧することが可能で、時間的な余裕があることから、重機による土砂撤去することにより対応可能である。なお、ルート2には影響がないことを確認している。



第8図 原水タンク溢水による流路解析の結果

※ 浸水範囲を白色で示す。

## 耐震性に限定しない SA 時に利用可能な水源について

耐震性に限定せず敷地内で利用可能な水源を第 1 表のとおり抽出した。  
また、その水源を利用した注水ルートとして 2 号炉主要建屋の南側を通るルートが利用可能であることを確認した（第 1 図参照）。

第 1 表 SA 時に水源として利用することが可能なタンク

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





## 想定以上の段差が発生した場合の対応について

アクセスルート上で地震により許容段差量 15cm<sup>\*</sup>以上の段差が発生する可能性のある箇所については、あらかじめ対策工を施すか、又は段差発生後にブルドーザで碎石を敷き均す段差解消作業を実施することで対応することから、大型車両の通行に支障となる段差は発生しない。

万一、許容段差量を超えて通行に支障が生じた場合の対応として、作業員1名があらかじめブルドーザに積載している角材及び土のうを用いて段差を解消することにより、大型車両の通行性を確保できることを実証試験にて確認した。

なお、ブルドーザにより実施することを想定しているがれき撤去作業及び段差解消作業は2名1組での作業を計画しており、上記の角材及び土のうによる段差解消作業もこの2名1組で対応可能であることから、追加人員は不要である。

※ 依藤ら：地震時の段差被害に対する補修と交通開放の管理・運用方法について  
(平成19年近畿地方整備局研究発表会)



段差復旧作業状況



大型車両通行状況

(参考) 実証試験において段差1箇所の復旧に要した時間：約20分

第1図 段差復旧実証試験の状況



第2図 角材及び土のうの積載箇所（ブルドーザ）

### 可搬型設備設置可能時間の保守性について

可搬型設備保管場所及びアクセスルートの説明の目的として、有効性評価において示している可搬型設備設置制限時間に対して、アクセスルート復旧を含めた可搬型設備設置の有効性を示すものである。

作業については一部同時並行で準備可能であるが、個別に時間を積み上げたほうが保守的な時間となること、作業の輻輳を回避する観点から、同時並行で準備する評価とはしていない。

可搬型設備設置可能時間「10.0h」は、第1表、第2表のとおりアクセスルート復旧時間（4時間）及び大容量送水ポンプ設置作業時間（6時間）をそれぞれ保守的な時間で算出・評価しており、天候やトラブルを考慮しても、制限時間内に作業が可能であると考えられる。



第1表 アクセスルート復旧時間（4時間）の保守性

項目	作業時間 [min]		想定, 時間的保守性
	ルート1	ルート2	
状況確認・準備	15		—
ルート確認・判断	40 (25)		・実証試験結果（日中・酷暑／防護服着用）から求めた移動時間に1.5倍の裕度
移動	15 (10)		・実証試験結果（日中・酷暑／防護服着用）から求めた移動時間に1.5倍の裕度
重機移動	8	5	・ルート2は移動速度の遅いバックホウ6.0km/hで算出（ブルドーザの移動速度は10.0km/h） (1.0.2-別紙21-4)
3号開閉所引留鉄構電線切断作業	—	21 (18.7)	・電線（14本）はすべてアクセスルートに干渉しているものと想定（1.0.2-別紙21-8） ・電線切断時間は実証試験結果で一番遅いタイム26秒（平均18秒）を1分としてさらに1.5倍した（1.0.2-別紙21-8, 10）
3号開閉所引留鉄構分解作業	—	6 (4.9)	・3号開閉所引留鉄構は基礎部が繋がったままアクセスルートに倒壊するものとして想定 ・どのような形状でアクセスルートに干渉しても撤去可能なように引留鉄構を切断し、分解するものとした（1.0.2-別紙21-9） ・部材切断実証試験は切断想定箇所の部材より大きい鋼材で実施（1.0.2-別紙21-10） 切断想定部材：70mm×6mm 山形鋼 SS400 実証試験部材：100mm×10mm 山形鋼 SS400 ・部材切断時間は実証試験結果で一番遅いタイム26秒（平均18秒）を1分としてさらに1.5倍した（1.0.2-別紙21-8, 10） ・実証試験で使用した重機及びブッターより大型のものを配備する予定であるため、さらに容易に切断、分解することが可能であると考えられる。
3号開閉所引留鉄構がれき撤去作業	—	10 (2.8)	・3号開閉所引留鉄構は切断により分解されるが、想定がれきは引留鉄構総重量（15.5t）とした（1.0.2-別紙21-6） ・がれき撤去実証試験は想定がれき（15.5t）より重い模擬がれき（35t）で実施（別紙22） ・がれき撤去時間は実証試験結果で一番遅い速度0.6km/h（平均0.8km/h）を0.5km/hとして算出した時間3分36秒にさらに余裕をみて10分とした（1.0.2-別紙21-11, 別紙22-2）

項目	作業時間 [min]		想定, 時間的保守性
	ルート 1	ルート 2	
3号給排水処理 建屋分解作業	-	108 (99.8)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・3号給排水処理建屋は躯体ごと基礎部がつながったままアクセスルートに倒壊するものとして想定 (1.0.2-別紙 21-13)</li> <li>・どのような形状でアクセスルートに干渉しても撤去可能なように建屋の屋根や構造材を切断し, 分解するものとした (1.0.2-別紙 21-14)</li> <li>・構造材切断時間は3人×7回実施した試験のうち, それぞれの一番遅いタイムの平均値 8分2秒 (全体の平均値は3分20秒) を9分として分解作業時間を算出 (1.0.2-別紙 21-17)</li> </ul>
3号給排水処理 建屋がれき撤去 作業		10 (2.4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・がれき撤去実証試験は想定がれき (18.0t) より重い模擬がれき (35 t) で実施 (別紙 22)</li> <li>・がれき撤去時間は実証試験結果で一番遅い速度 0.6km/h (平均 0.8km/h) を 0.5km/h として算出した時間 3分36秒にさらに余裕をみて10分とした (1.0.2-別紙 21-18)</li> </ul>
段差解消作業	70 (54)	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>・埋め戻す砕石量を復旧幅 4m に対して余裕 1m を見込んだ (1.0.2-別紙 21-3)</li> <li>・段差解消作業時間は道路土工施工指針に基づくブルドーザの作業量から算出した時間 54分に余裕を見込み 70分とした (1.0.2-別紙 21-3)</li> <li>・実証試験での一番遅いタイムにおける作業量 (約 55m<sup>3</sup>/h) が道路土工施工指針に基づくブルドーザの作業量 (53m<sup>3</sup>/h) を上回っていることを確認した (1.0.2-別紙 23-3)</li> </ul>
計	148 (112)	230 (183.6)	-
アクセスルート 復旧時間	有効性評価では3時間 50分 (230分) を4時間 (240分) として評価		<ul style="list-style-type: none"> <li>・天候やトラブルを考慮し, それぞれ保守的な時間でアクセスルート復旧時間を算出</li> </ul>

( ) 内は実証試験結果等又は作業プロセスの積上げ結果に基づく値を示す。  
作業プロセスの積上げ結果については別紙(21)別添1参照。

第2表 大容量送水ポンプ設置作業時間 (6時間) ※の保守性

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

( ) 内は訓練実績等に基づく値を示す

※ 移動時間はアクセスルート復旧時間に含む



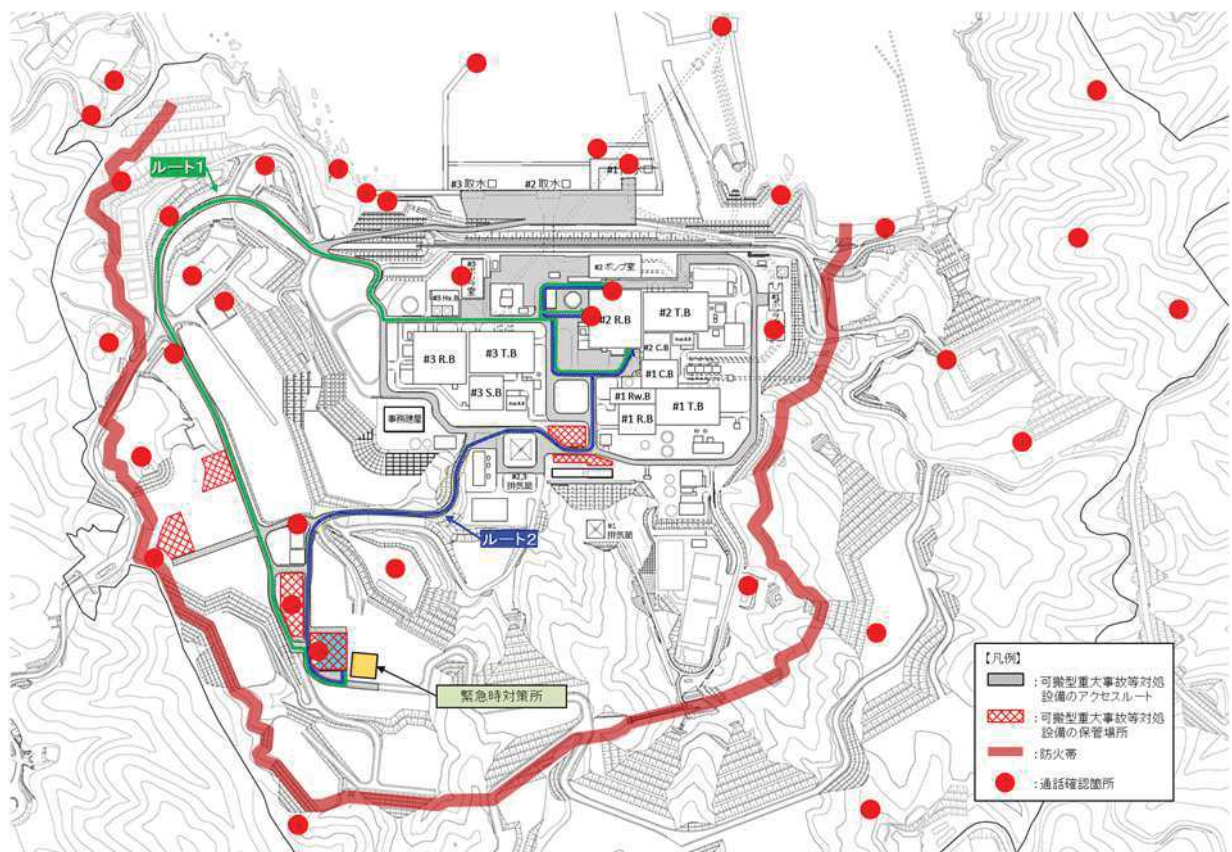
### 屋外での通信機器通話状況の確認について

発電所構内における屋外での作業や移動中及び発電所構外における要員参集の途中において、通信機器が確実に機能することを以下の方法により確認した。

方法：無線連絡設備（携帯型）での通話確認

アクセスルート上の車中又は屋外において、緊急時対策所建設予定地との通話が可能であることを確認する。確認方法は、ルート上で、緊急時対策所と通信を行う可能性のある場所（例：可搬型設備保管場所、可搬型設備接続口、可搬型モニタリングポスト設置場所）等を想定して、緊急時対策所と実際に通話を行い、感度及びSメータの値を確認した。

結果：アクセスルートからの通信状況は良好であること（必要箇所での通話が可能であること）を確認した。



第 1 図 無線連絡設備（携帯型）における通信状況の確認結果

## 1～3号炉同時被災時におけるアクセスルートへの影響について

1～3号炉同時被災時におけるアクセスルートへの影響について、有効性評価で提示したケースをもとに評価を行った。

## 1. 前提条件

## (1) 想定する重大事故等＜有効性評価で説明＞

必要となる対応操作，必要な要員及び資源を評価する際に想定する各号炉の状態を第1表に示す。

東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故及び共通要因による複数炉の重大事故等の発生の可能性を考慮し，女川原子力発電所1～3号炉について，全交流動力電源喪失及び使用済燃料プールでのスロッシングの発生を想定する。

なお，1号及び3号炉の使用済燃料プールにおいて，全保有水喪失を想定した場合は自然対流による空気冷却での使用済燃料の冷却維持が可能と考えられるため<sup>\*</sup>，必要な要員及び資源を検討する本事象では，使用済燃料プールへの注水実施が必要となるスロッシングの発生を想定した。

また，不測の事態を想定し，1号及び3号炉のうち，いずれか1つの号炉において，事象発生直後に内部火災が発生していることを想定する。なお，水源評価に際しては，1号及び3号炉における消火活動による水の消費を考慮する。

2号炉について，有効性評価の各シナリオのうち，必要な要員及び資源（水源，燃料及び電源）ごとに最も厳しいシナリオを想定する。

2号炉への対応に必要なとなる緊急時対策所機能，及び重大事故等対策に関する作業，アクセスルートの移動による現場の線量率を評価する際において，1号及び3号炉の状態は放射線遮蔽の観点で厳しい使用済燃料プールの全保有水喪失を想定する。

※ 技術的能力 添付資料 1.0.16「重大事故等発生時における停止号炉の影響について」参照

## (2) 必要となる対応操作，必要な要員及び資源の整理

「(1) 想定する重大事故等」にて必要となる対応操作，必要な要員，7日間の対応に必要なとなる資源，各作業の所要時間について，第2表及び第1図のとおり整理する。また，各号炉の必要な水量を第3表，1号及び3号炉の注水及び給電に用いる設備の台数を第4表に示す。

## (3) 想定する高線量場発生

2号炉への対応に必要なとなる緊急時対策所における活動，重大事故等対策に関

する作業、アクセスルートへの移動による現場線量率の概略を第2図、第3図に示す。

## 2. 1～3号炉同時被災時におけるアクセスルートへの影響について

アクセスルートへの影響については、1号及び3号炉の使用済燃料プールで全保有水が喪失した場合の現場線量率をもとに評価した。第2図、第3図に、線量率の概略を示す。

### (1) 緊急時対策所への参集及び保管場所への移動による影響

緊急時対策所への参集については、事務建屋又は事務本館からのアクセスルートにおける周辺斜面の崩壊、道路面のすべりを考慮した徒歩の総移動時間は約20分であり、各エリアでの移動時間及び第2図の現場線量率（1号炉からの線量率：0.33mSv/h、3号炉からの線量率：4.5mSv/h）の関係より移動にかかる被ばく線量は約1.7mSvとなる。

また、緊急時対策所から第1～第4保管エリアへの移動等における被ばく線量の一例として、緊急時対策所から第3保管エリア（保守性を考慮し最も1号炉及び3号炉寄りの場所）への移動を考える。周辺斜面の崩壊、道路面のすべりを考慮した場合、徒歩での総移動時間は約20分であり、各エリアでの移動時間及び第2図の現場線量率（1号炉からの線量率：1.2mSv/h、3号炉からの線量率：3.2mSv/h）の関係より移動にかかる被ばく線量は約1.5mSvとなる。

なお、線量率の高いエリアは限られることから、これらを極力避けることにより、被ばく線量を抑えることができる。また、徒歩での移動に比べ車両で移動した場合は総移動時間及び被ばく線量は小さくなる。

よって高線量場の発生を含め、1号及び3号炉に重大事故等が発生した場合であっても、2号炉の重大事故等への対応作業のためのアクセスは可能であり、重大事故等時における活動が可能である。

### (2) 2号炉の重大事故等への対応作業への影響

2号炉の重大事故等への対応作業のうち、比較的時間を要する操作として原子炉補機代替冷却水系の準備操作（資機材配置及びホース敷設、起動及び系統水張り）が想定されるが、当該操作場所及びアクセスルートに対する線量率は、第3図に示すとおり3号炉近傍が最も高い箇所約4.9mSv/h（1号炉からの線量率：0.33mSv/h、3号炉からの線量率：4.5mSv/h）となる。

当該操作の想定時間は9時間であるが、線量率の高いエリアは限られ、この想定時間には当該操作場所への移動時間も含まれている。また、起動後には監視が必要となるが、当該監視における被ばく線量率は約2.3mSv/hであることから、常駐している要員にて被ばく線量を管理し交代しながら対応を継続していくことが可能である。

さらに、事象発生 12 時間以降参集してくる要員による交代も可能であることから、緊急時被ばく線量を超えることはない。

### 3. 1～3 号炉同時被災時におけるアクセスルートの輻輳性について

1～3 号炉同時被災時におけるアクセスルートの輻輳性について、徒歩での移動によるアクセスルートの輻輳は考えづらいことから車両移動時の輻輳性について考慮する。

地震による被害想定一覧を第 4 図に示す。

#### (1) 可搬型設備の移動の特徴

女川原子力発電所の保管場所は、第 1 保管エリア及び第 2 保管エリア並びに第 3 保管エリア及び第 4 保管エリアの 2 箇所にも重大事故等の対応に使用する可搬型設備が設置されている。大型可搬型設備は保管エリアから設置場所に移動する際の往路のみとなるが、タンクローリやホース延長回収車等は、保管エリア等を往復となることが可搬型設備の移動における特徴である。

#### (2) 検討内容

保管場所からの可搬型設備の移動において、第 1 保管エリア及び第 2 保管エリア又は第 3 保管エリア及び第 4 保管エリアから 2 号炉の使用場所までのアクセスルートのうち、

①建物の損壊等の影響により仮復旧する範囲

②段差の発生の影響により仮復旧する範囲

となる箇所を第 5 図に示す。

第 1 保管エリア及び第 2 保管エリア又は第 3 保管エリア及び第 4 保管エリアから 2 号炉に向かうアクセスルートで仮復旧を行う道路部分が片側通行となるが、大型可搬型設備は設置場所に移動する際の往路のみとなるため、車両の通行性に影響はない。なお、タンクローリやホース延長回収車等についても、発電所対策本部が各車両と無線連絡設備（携帯型）等により相互連絡することにより、車両の離合による時間は問題ないとする。

なお、1 号及び 3 号炉への対処として、使用済燃料プールへの代替注水車による注水（第 1 図）及びタンクローリによる給油が考えられるが、これらについても、可搬型設備の移動はタンクローリを除き保管場所から当該号炉への 1 方向となること、また、注水が必要になるタイミングまで十分な時間的余裕があること（第 3 表）から、アクセスルートの輻輳の要因とはならず、対応作業への影響はないとする。



第1表 想定する各号炉の状態

項目	2号炉	1号及び3号炉
要員	<ul style="list-style-type: none"> <li>・全交流動力電源喪失</li> <li>・使用済燃料プールでのスロッシング発生</li> <li>・「想定事故2」※1</li> <li>・「高圧・低圧注水機能喪失」</li> </ul>	
水源	<ul style="list-style-type: none"> <li>・全交流動力電源喪失</li> <li>・使用済燃料プールでのスロッシング発生</li> <li>・「想定事故2」※1</li> <li>・「高圧・低圧注水機能喪失」</li> </ul>	
燃料	<ul style="list-style-type: none"> <li>・外部電源喪失※2</li> <li>・使用済燃料プールでのスロッシング発生</li> <li>・「想定事故2」※1</li> <li>・「高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱」</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・全交流動力電源喪失※2</li> <li>・使用済燃料プールでのスロッシング発生※3</li> <li>・内部火災※4</li> </ul>
電源	<ul style="list-style-type: none"> <li>・全交流動力電源喪失</li> <li>・使用済燃料プールでのスロッシング発生</li> <li>・「想定事故2」※1</li> <li>・「雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）（代替循環冷却系を使用する場合）」</li> </ul>	

※1 サイフォン現象による溢水量は、スロッシングによる漏えい量に包絡されるため、使用済燃料プールからの漏えいはスロッシングによる漏えいを考慮する。

※2 燃料については、消費量の観点から非常用ディーゼル発電機等の運転を想定する。

※3 使用済燃料プールへの注水が必要となるスロッシングの発生を想定する。

※4 2号炉は火災防護措置が強化されることから、1号炉及び3号炉での内部火災の発生を想定する。また、1号炉及び3号炉で複数の内部火災を想定することが考えられるが、時間差で発生することを想定し、全交流動力電源喪失及び燃料プールにおけるスロッシング発生と同時に発生する内部火災としては1つの号炉とする。ただし、消火活動に必要な水源は、1号炉及び3号炉分の消費を想定する。

第2表 同時被災時の1号炉及び3号炉の対応操作, 2号炉の燃料プールの対応操作, 必要な要員及び資源

必要となる対応操作	対応操作概要	対応要員	必要な資源
非常用ディーゼル発電機等の現場確認, 直流電源の負荷制限	非常用ディーゼル発電機等の現場の状態確認及び直流電源の長時間供給のための負荷制限を実施する	1～3号炉: 運転員	—
内部火災に対する消火活動	建屋内での火災を想定し, 当該火災に対する現場確認・消火活動を実施する	1号炉及び3号炉: 運転員及び初期消火要員	○水源 約 63m <sup>3</sup> (31.2m <sup>3</sup> /号炉×2 (1号及び3号炉)) ○燃料 化学消防自動車: 約 8 kL (46L/h×24h×7日×1台)
各注水系 (復水補給水系, 燃料プール補給水系, 代替注水車及び大容量送水ポンプ (タイプI)) による燃料プールへの注水	各注水系による使用済燃料プールへの注水を行い, 使用済燃料からの崩壊熱の継続的な除去を行う	1号炉及び3号炉: 運転員及び12時間以降の発電所外からの参集要員 2号炉: 重大事故等対応要員	○水源 (詳細は表3参照) 1号炉: 約 212m <sup>3</sup> 3号炉: 約 212m <sup>3</sup> ○燃料 1号炉及び3号炉 代替注水車: 約 16kL (46L/h×24h×7日×2台) ○水源 (詳細は表3参照) 2号炉: 約 4,139m <sup>3</sup> ※有効性評価「高圧・低圧注水機能喪失」で想定している水源も含む ○燃料 2号炉 大容量送水ポンプ (タイプI): 約 32kL (188L/h×24h×7日×1台)
電源車による給電	電源車による給電・受電操作を実施する	1号炉及び3号炉: 運転員及び12時間以降の発電所外からの参集要員	○燃料 非常用ディーゼル発電機 <sup>*1</sup> : 約 848kL <sup>*2</sup> ※1: 全交流動力電源喪失のため, 実際は電源車で給電することになるが, 燃料消費量を保守的に見積もる観点から, 非常用ディーゼル発電機 (2台/号炉) の運転を想定 ※2: 各号炉の非常用ディーゼル発電機の燃料消費量 (1) 1号炉 : 2,090L/h×24h×7日=約 352kL (2) 3号炉 : 2,950L/h×24h×7日=約 496kL
燃料補給作業	代替注水車, 化学消防自動車, 大容量送水ポンプ (タイプI) 及び電源車に給油を行う	1号炉及び3号炉: 運転員及び12時間以降の発電所外からの参集要員 2号炉: 重大事故等対応要員	—

第3表 各号炉の必要な水量

	1号炉		2号炉		3号炉	
	炉	SFP	炉	SFP	炉	SFP
炉心燃料	停止中※1 全燃料取り出し		運転中※1 装荷済		停止中※1 全燃料取り出し	
原子炉開放状態※2	開放 (プールゲート開)		未開放 (プールゲート閉)		開放 (プールゲート開)	
水位	ウエル満水 (オーバーフロー水位)		通常運転水位 (オーバーフロー水位)		ウエル満水 (オーバーフロー水位)	
想定するプラントの状態	スロッシングによる漏えい+全 交流動力電源喪失		スロッシングによる 漏えい+全交流動力 電源喪失		スロッシングによる漏えい+全交 流動力電源喪失	
事象初期に喪失を想定する水量 [m <sup>3</sup> ] ※3	212		80		212	
65℃到達までの時間 [h]	316		30		366	
100℃到達までの時間 [h]	750 (約31日)		64 (約2日)		869 (約36日)	
必要な注水量① [m <sup>3</sup> @168h] ※4	不要		259		不要	
必要な注水量② [m <sup>3</sup> @168h] ※4	212		339		212	
通常運転水位 (オーバーフロー水位) から必要な遮蔽 水位※5までの水位差 [m]	1.3		1.3		1.3	
事故発生から必要な遮蔽水位まで水位が低下する時 間 [h]	1964 (約81日)		143 (約5日)		2217 (約92日)	
事故発生から TAF 到達までの時間 [h]	6445 (約268日)		447 (約18日)		7401 (約308日)	

※1 1号及び3号炉については、平成29年4月1日時点の崩壊熱により評価。2号炉については、燃料交換等を考慮した燃料取出スキームにより崩壊熱を算出し評価。

※2 1号及び3号炉は原子炉停止中を想定するため「プールゲート開」とする。2号炉は原子炉運転中を想定するため「DSピット」とする。

※3 1号及び3号炉は、使用済燃料プール、原子炉ウエル及び蒸気乾燥器/気水分離器ピット (以下「DSピット」という。) からのスロッシング量に基づき注水量を設定 (1号炉の使用済燃料プール、原子炉ウエル及びDSピットは2号炉に比べて保有水量やプール表面積が小さいため注水量は少なく考えられる。また、3号炉の使用済燃料プール、原子炉ウエル及びDSピットは保有水量やプール表面積が2号炉と同程度であり、注水量は2号炉と同程度と考えられる)。2号炉は原子炉運転中を想定するため使用済燃料プールからのスロッシング量を想定。

※4 「必要な注水量①」：蒸発による水位低下防止に必要な注水量。「必要な注水量②」：通常水位までの回復及びその後の水位維持に必要な注水量。

※5 2号炉の燃料プールの必要な遮蔽水位については、燃料有効長頂部より約6.1m以上水位を有していれば、燃料取替床高さの線量率が緊急時作業被ばく限度 (100mSv/h) から十分余裕のある10mSv/h未満となるため、通常水位からの許容水位低下量は約1.3mとする。必要な遮蔽の目安とした線量率10mSv/hは、原子炉建屋最上階での操作時間から設定している。原子炉建屋最上階での運転員及び重大事故等対応要員が実施する重大事故等対策の操作時間は3.5時間 (保管場所と原子炉建屋最上階の移動時間を含む) 以内であることを考慮すると、被ばく量は最大でも35mSvとなるため、緊急作業時における被ばく限度の100mSvに対して余裕がある。なお、1号及び3号炉の使用済燃料プールの必要な遮蔽水位については、保守的に2号炉の評価結果を採用 (2号炉の必要な遮蔽水位の評価は、使用済制御棒ハンガ及びブロッックに使用済制御棒が全て満たされた状態及び燃料貯蔵ラックに燃料が全て満たされた状態を設定していることなどから、1号及び3号炉の許容水位低下量は2号炉よりも大きくないと考えられる。)

第4表 1号及び3号炉の注水及び給電に用いる設備の台数

記載は設置台数であり、( )内はその系統のみで注水するのに必要な台数

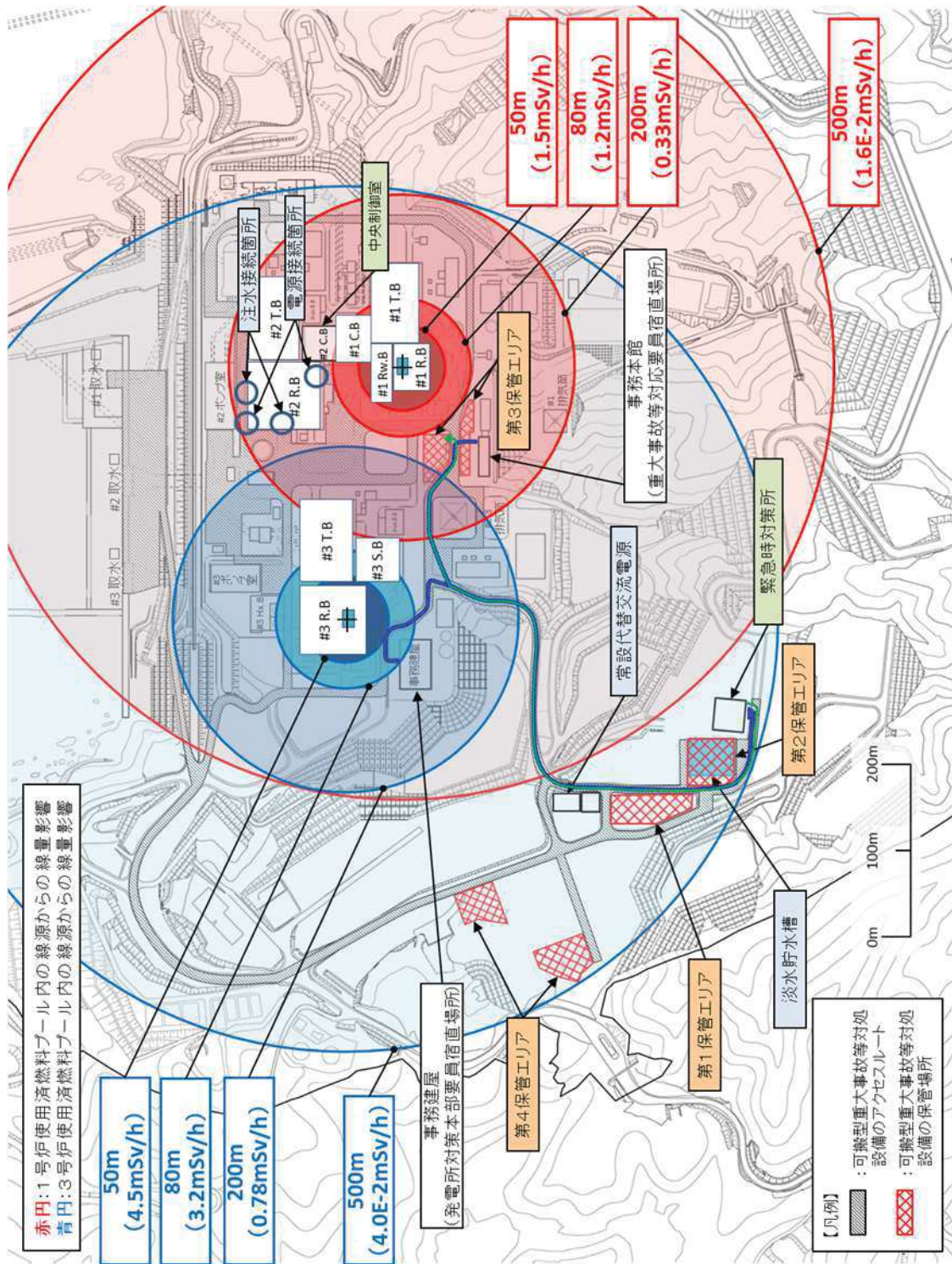
		1号炉	3号炉	共通	備考
注水設備	燃料プール補給水系	2 (1)	1 (1)	—	全交流動力電源喪失時は電源車による給電を実施することで使用可能
	復水補給水系	2 (1)	3 (1)	—	全交流動力電源喪失時は電源車による給電を実施することで使用可能
	ろ過水系	2 (1) ※1	—※2	—	全交流動力電源喪失時は電源車による給電を実施することで使用可能
	代替注水車	1 (1)	1 (1)	1	
給電設備	電源車	1 (1)	2 (2)	1	

※1 ろ過水ポンプは2号炉と共用で3台設置されているが、1号炉用電源から給電される台数が2台、2号炉用電源から給電される台数が1台である

※2 1号炉ろ過水系により、3号炉使用済炉燃料プールへ注水が可能である

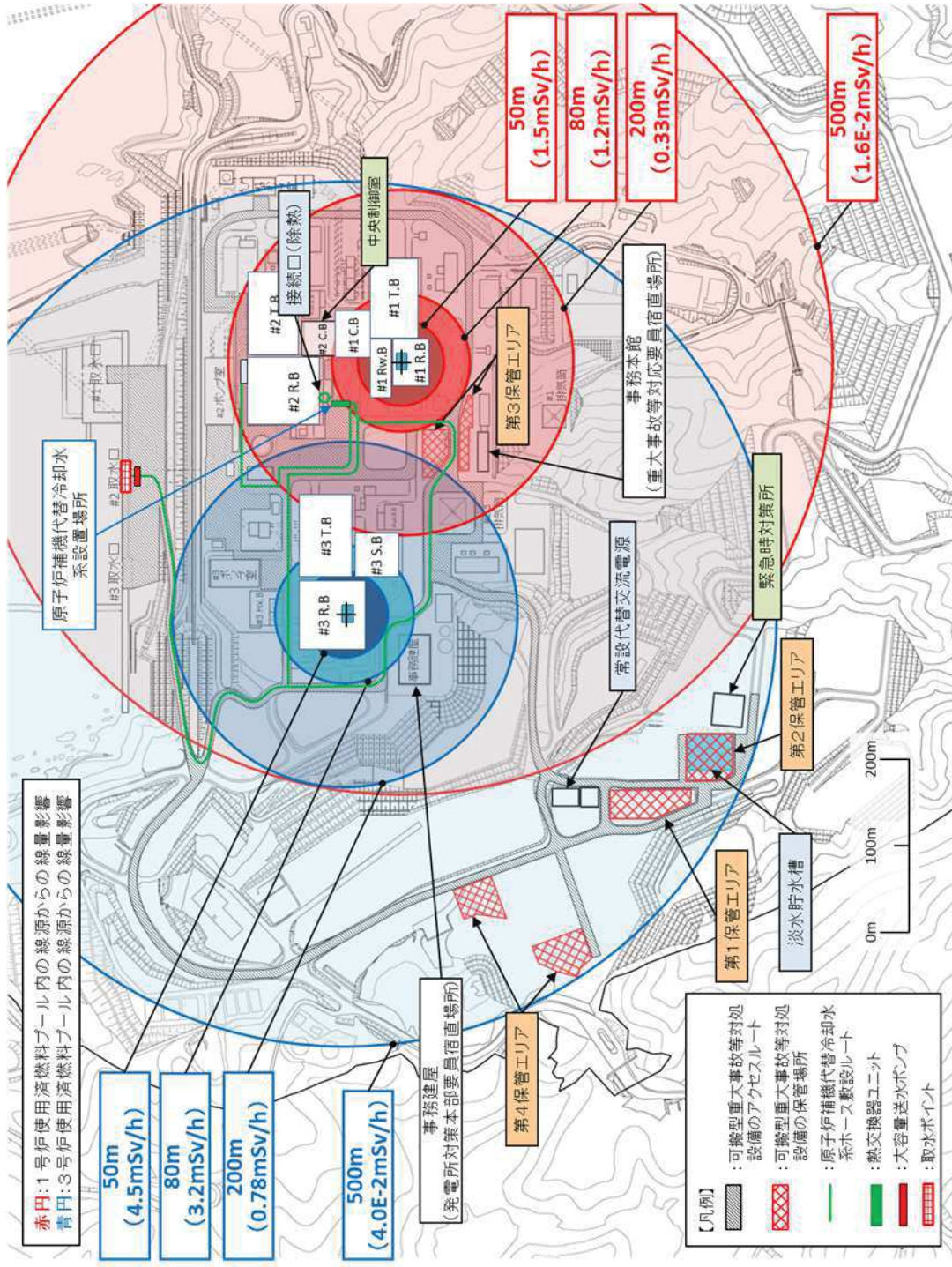






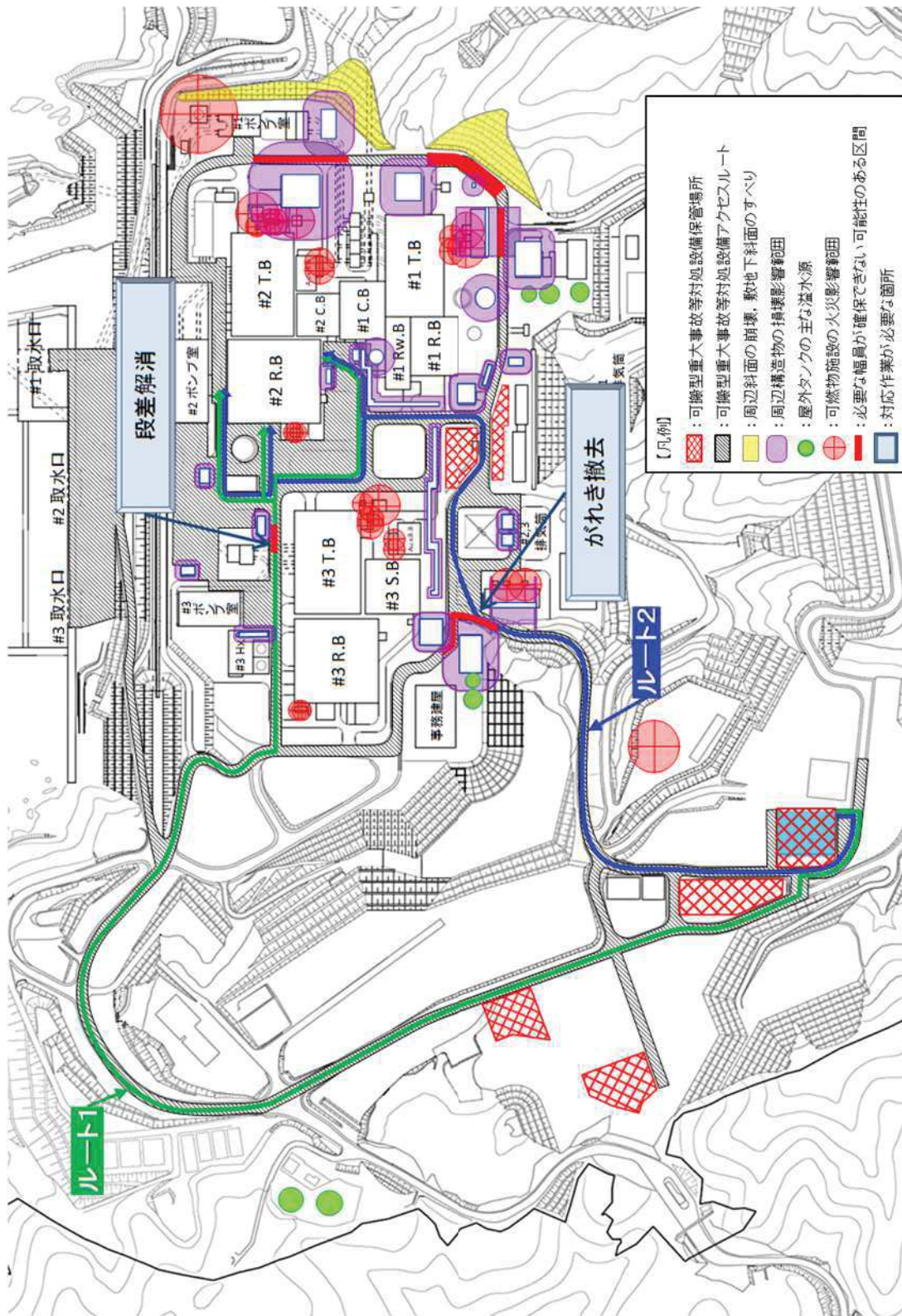
第2図 線量率の概略分布と要員のアクセスルート





第3図 線量率の概略分布と原子炉補機代替冷却水系ホース敷設ルート





第4図 屋外アクセスルートにおける地震後の被害想定（一覽）





## 保管場所及び屋外アクセスルートの特検状況について

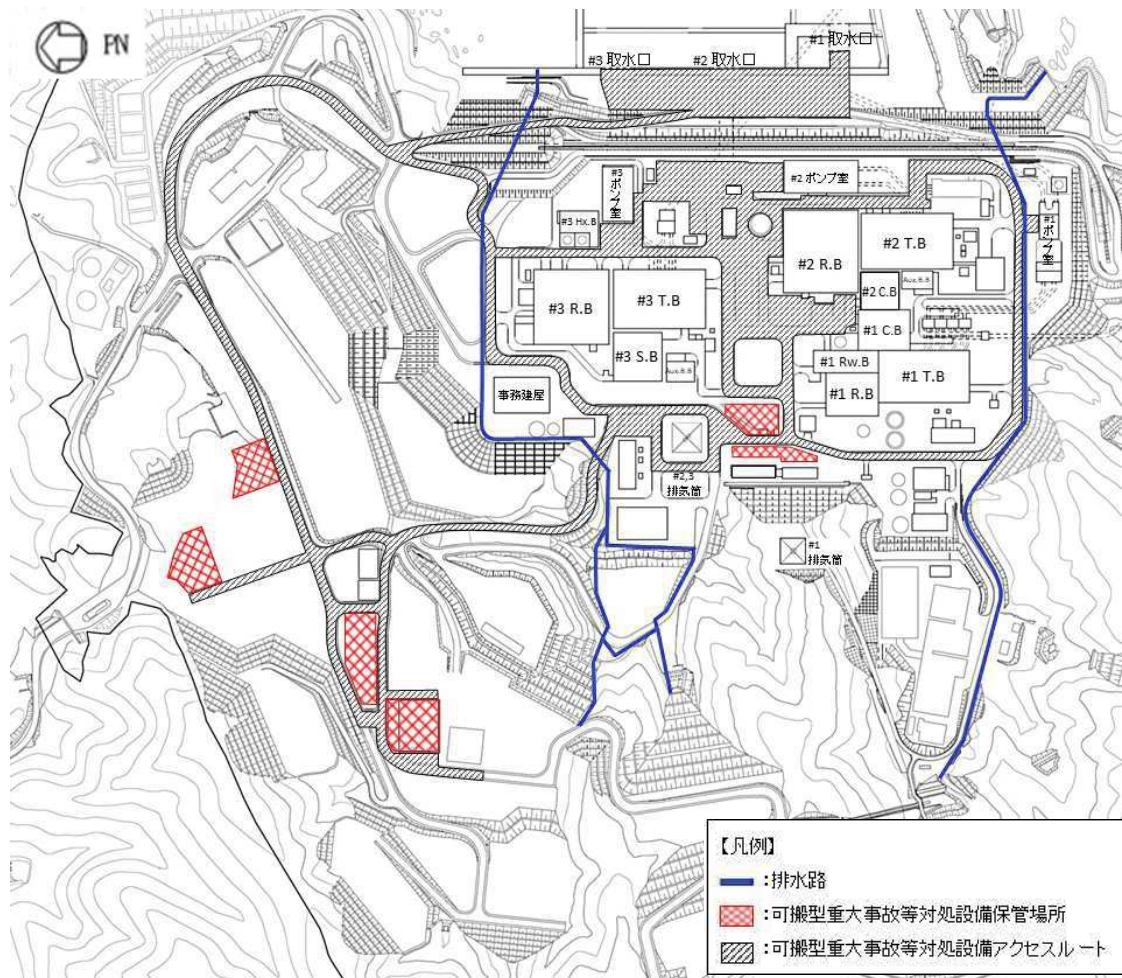
保管場所、屋外アクセスルート及びそれらの周辺斜面並びに構内排水路等について、以下に示すように定期的に土木専門技術者による点検を行い、健全性を確認する。また、台風、地震、大雨、強風、津波等が発生した場合には、土木専門技術者による臨時点検を行い、必要に応じて補修工事を実施する。

屋外アクセスルートについては、復旧が可能な重機や砕石等の資機材をあらかじめ備えており(別紙(23))、屋外アクセスルートの性能が維持できる運用を整えている。また、構内排水路については、設計基準としての降水量(91mm/h)に対し、降水が敷地内に滞留しないような設計としていることから、屋外アクセスルートのアクセス性に支障がないことを確認している(別紙(6))。

第1図に保管場所、屋外アクセスルート及び構内排水路の配置を示す。

- 保管場所：外観目視点検を1回/年
- 屋外アクセスルート：外観目視点検を1回/年
- 保管場所及び屋外アクセスルート周辺斜面：外観目視点検を1回/年
- 構内排水路：外観目視点検を1回/年





第1図 保管場所，屋外アクセスルート及び構内排水路図

仮復旧後の対応について

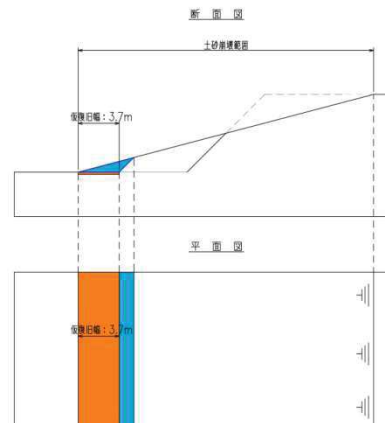
1. 仮復旧後の対応について

仮復旧後の余震や降雨による二次的被害を防止するため、仮復旧後速やかに、法面整形（緩勾配化，土羽うち）及び通行幅の拡幅作業に移る。さらに，運搬車両等の搬入が可能となったのち，本復旧（土砂掘削運搬，法面補強等）を実施する。

<仮復旧>

熱交換器ユニットが通行可能  
となる通行幅 3.7m を確保  
→道路脇に押土

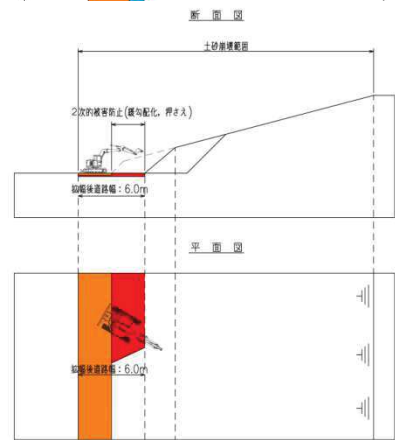
ブルドーザによる作業



<二次的被害防止>

余震や降雨による二次的被害の防止  
→法面の整形（緩勾配化，土羽打ち）  
→通行幅の拡幅（6.0m程度）

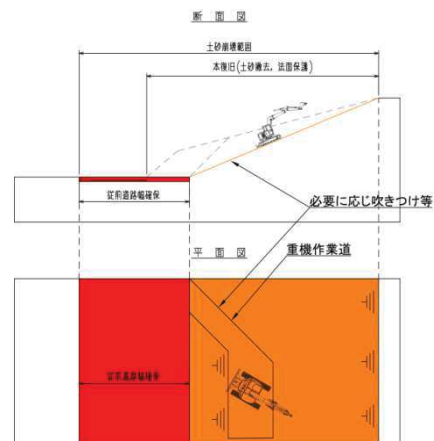
バックホウ・ホイールローダによる作業



<本復旧>

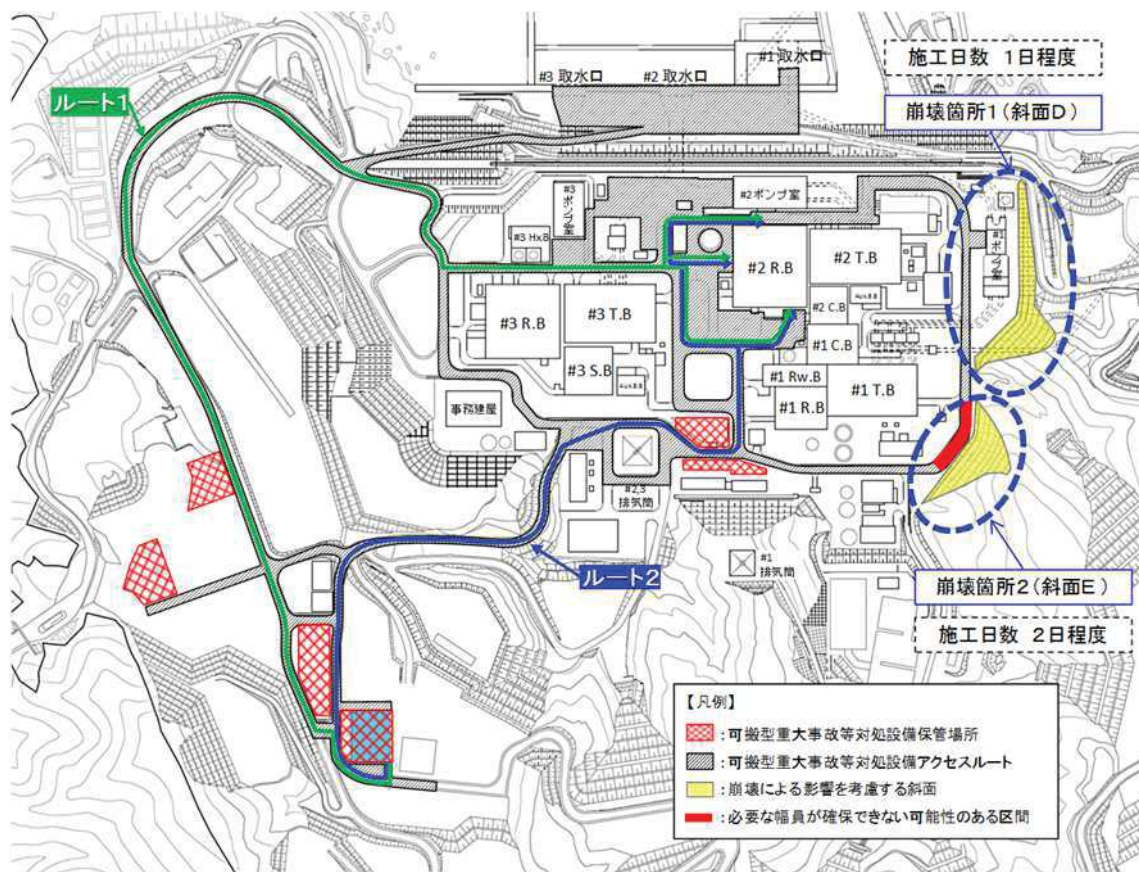
従前道路幅の確保，法面の安定化  
→土砂の本格掘削及び運搬  
→法面の整形，補強

バックホウ+運搬車両による作業



## 2. 二次的被害防止対策について

道路に流入した土砂を撤去し，道路幅員を 3.7m から 6.0m 程度に拡幅後，法面勾配（緩勾配化，土羽打ち）を実施する。1 箇所あたりの復旧に要する期間は 1 日～2 日程度であり，復旧に当たっては，早期に復旧可能な箇所や主要なルートを一時的に復旧する等，合理的な事故処理に努める。

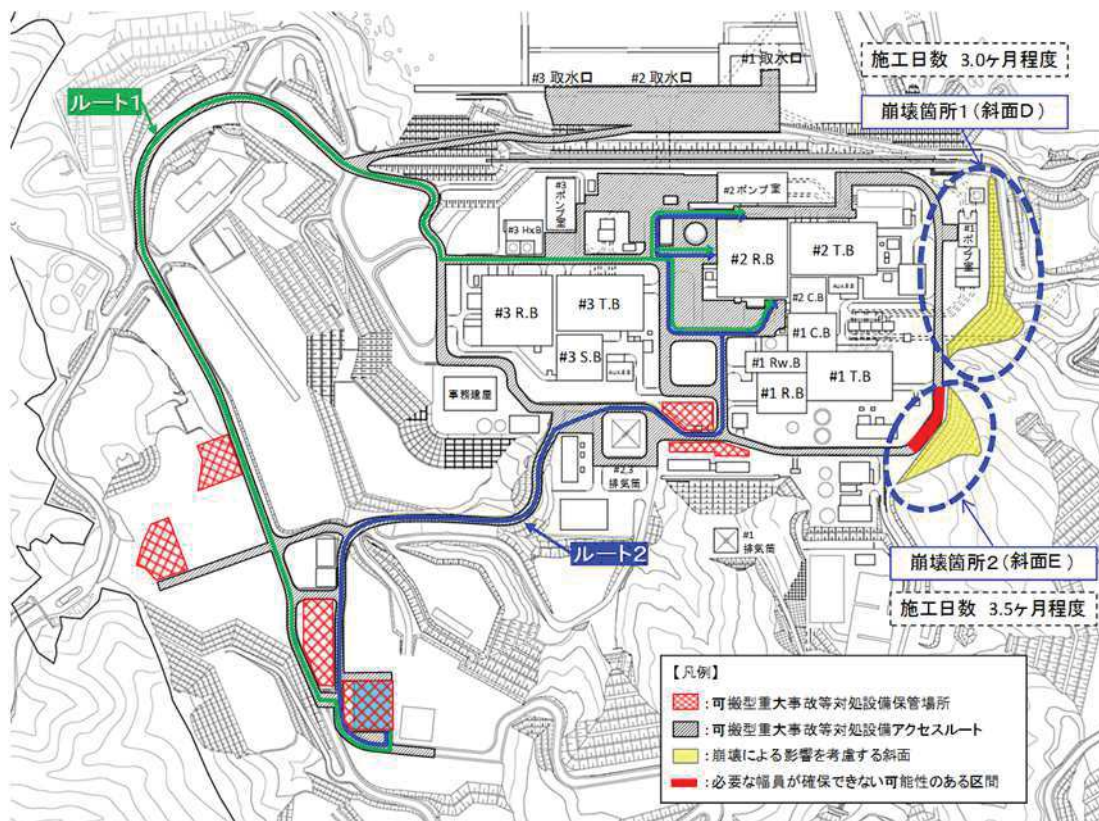


第 1 図 二次的被害防止対策箇所



### 3. 本復旧対策について

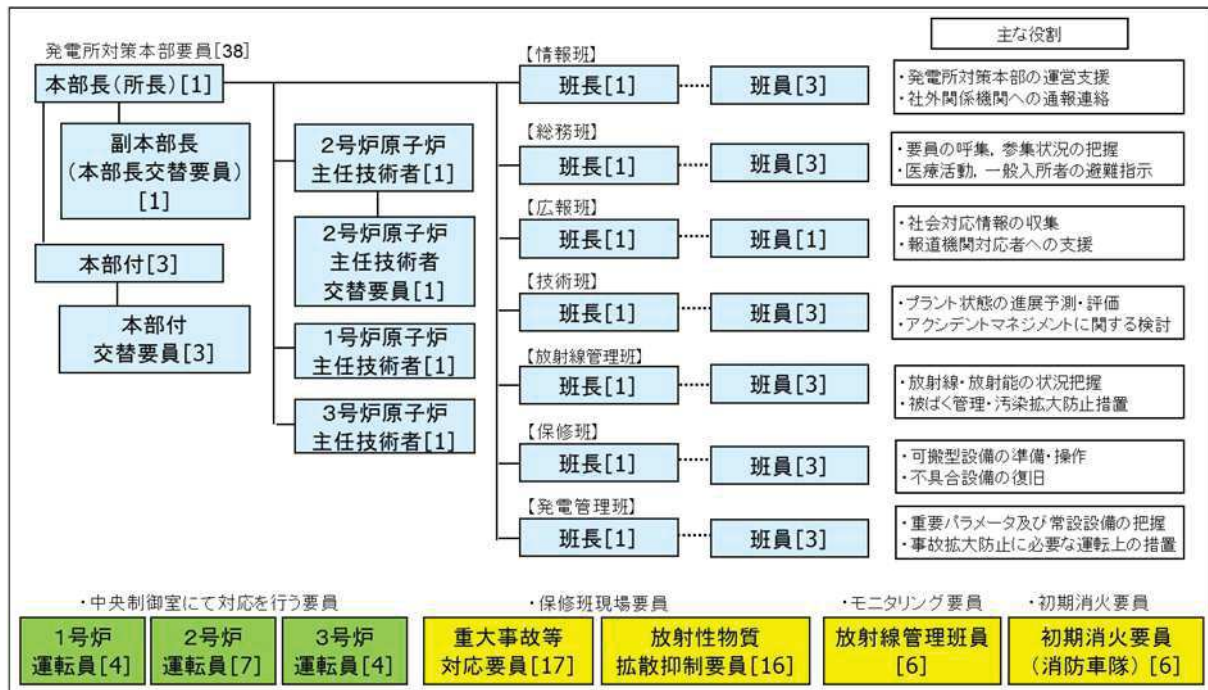
道路に流入した土砂を撤去（掘削及び運搬）するなど、従来の道路幅員まで拡幅後、法面整形及び安定化対策を実施する。1箇所あたりの復旧に要する時間は数日～3.5ヶ月程度であり、復旧に当たっては、早期に復旧可能なルートを優先的に復旧する等、合理的な事故処理に努める。



第2図 本復旧対策箇所

発電所構外からの要員参集について

重大事故等発生時には発電所対策本部を設置する。原子力防災組織の要員は第1図に示すとおりであり、要員の招集が可能であることを確認した。



(今後の訓練等の結果により人数を見直す可能性がある。)

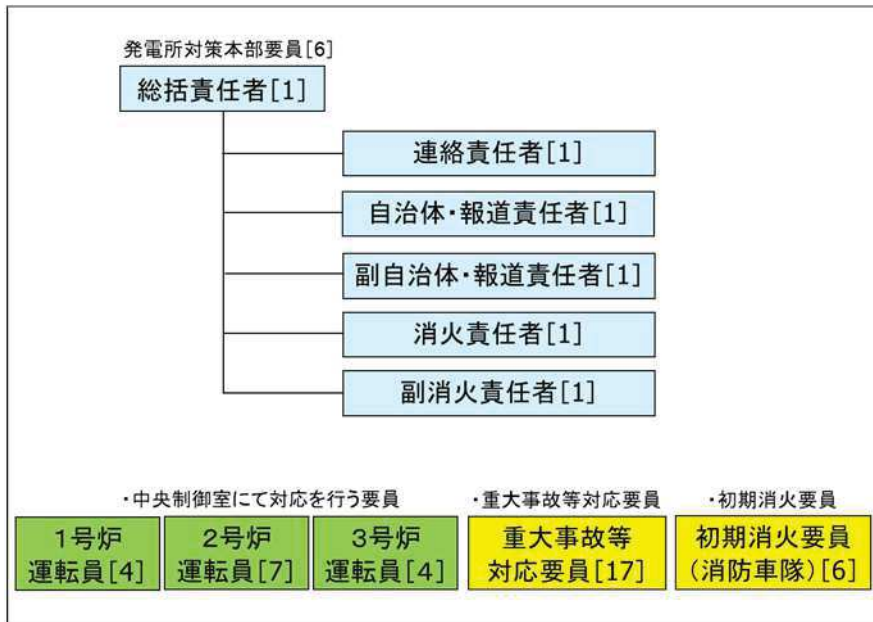
第1図 原子力防災組織の要員(第2緊急体制)

夜間及び休日(平日の勤務時間帯以外)においても、重大事故等が発生した場合に備えて、必要な初動対応を行うために44名が発電所に常駐している。事故対応に必要な有効性評価上の全ての初動対応は発電所に常駐する44名で対応可能である。長期的な事故対応を行うために、事象発生後12時間を目途に発電所外の参集要員54名を招集・確保し、体制の拡大を図ることとしている。また、構外からの参集ルートは複数の陸路を確保しており、いずれのルートにおいても発電所に到着することができる。要員の呼出しは、自動呼出システム、通信連絡設備によって実施する。

1. 発電所構内に待機している要員の招集について

発電所構内には夜間及び休日(平日の勤務時間帯以外)において初動対応に必要な要員を待機させており、重大事故等への対応が可能である。夜間及び休日(平日の勤務時間帯以外)において、待機している原子力防災組織の要員を第2図に示す。





(今後の訓練等の結果により人数を見直す可能性がある。)

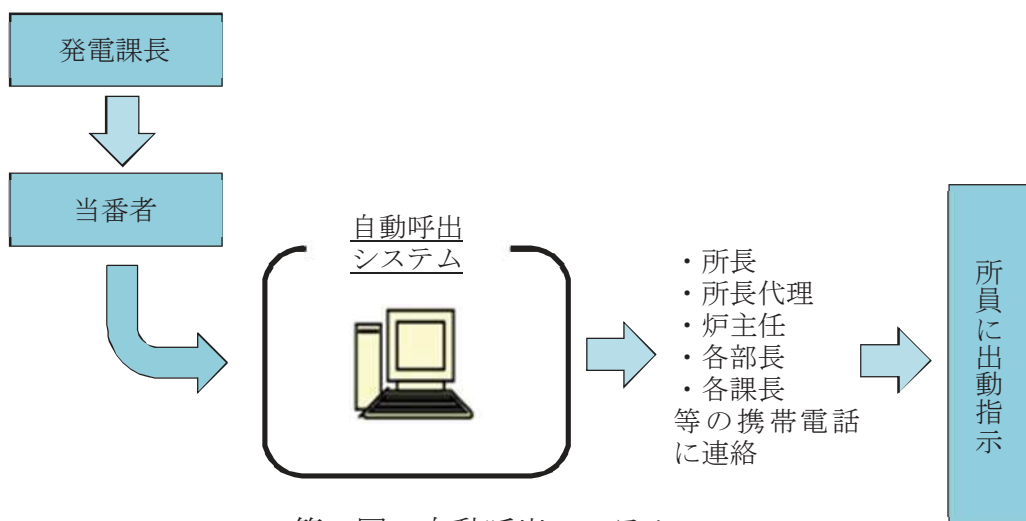
第2図 原子力防災組織の要員（夜間及び休日（平日の勤務時間帯以外））

## 2. 発電所構外に滞在している要員の招集について

### (1) 要員の招集の流れ

夜間及び休日（平日の勤務時間帯以外）に重大事故等が発生した場合に、発電所外にいる重大事故等対策要員を速やかに非常招集するため、「自動呼出システム」（第3図参照）、「通信連絡設備」等を活用し、要員の非常招集及び情報提供を行う。

なお、故障等の要因で自動呼出システムが使用できない場合には、事務建屋対策室又は緊急時対策所の通信連絡設備を用いて、あらかじめ定める連絡体制に従い、要員の非常招集を行う。



第3図 自動呼出システム

発電所周辺地域（女川町，石巻市又は東松島市）で震度6弱以上の地震が発生した場合には、非常招集連絡がなくても参集する。

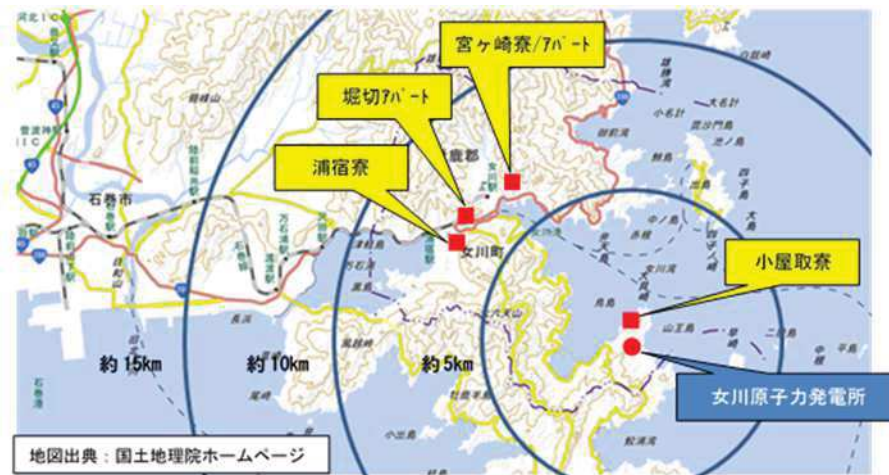
地震等により、家族、自宅等が被災した場合や自治体からの避難指示等が出された場合は、家族の身の安全を確保した上で参集する。

集合場所は、基本的には各寮・アパートに滞在中の場合は、当該宿舎の駐車場又は集会所、外出先や石巻市内から参集する場合には高台に設置された浦宿寮(第4図)とする。発電所の状況が入手できる場合は、直接発電所へ参集可能とするが、道路状況や発電所における事故の進展状況等が確認できない場合又は徒歩による参集が必要になる場合には、浦宿寮を経由して発電所に向かうものとする。

集合場所に集合した要員は、発電所対策本部と非常招集に係る以下の確認、調整を行い、通信連絡設備、懐中電灯等(第1表)を持参し、発電所と連絡を取りながら集団で発電所に移動する。集合場所には通信連絡設備として衛星電話設備(携帯型)を配備する。

- ①発電所の状況、招集人数、必要な装備(放射線防護服、マスク、線量計等)
- ②招集した要員の確認(人数、体調等)
- ③携行資機材(通信連絡設備、懐中電灯等)
- ④天候、災害情報(道路状況含む。)等
- ⑤参集場所(対策室(事務建屋)、緊急時対策所)

先に出発した参集要員は、参集ルート(約15km)の道路状況を衛星電話設備(携帯型)にて発電所対策本部に報告する。発電所対策本部は、参集要員からの情報を基により良い参集ルートを選定し、衛星電話設備(携帯型)にて、後続の参集要員に連絡する。



第4図 女川原子力発電所とその周辺

第1表 集合場所に配備する装備品及び携行資機材等(相当品)一覧

装備品	携行資機材等	
放射線防護服, マスク	線量計	熊鈴
登山靴	通信連絡設備	リュックサック
合羽	懐中電灯, ヘッドライト	救急キット
手袋	ステッキ	ノーパンク自転車

(2) 重大事故等対策要員の所在について

女川原子力発電所の所員の大多数は女川町内の社有宿舎等や周辺市町に居住している。(第2表)

第2表 居住地別の発電所員数 (平成30年1月時点)

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

(3) 発電所構外からの要員の参集ルート

a. 概要

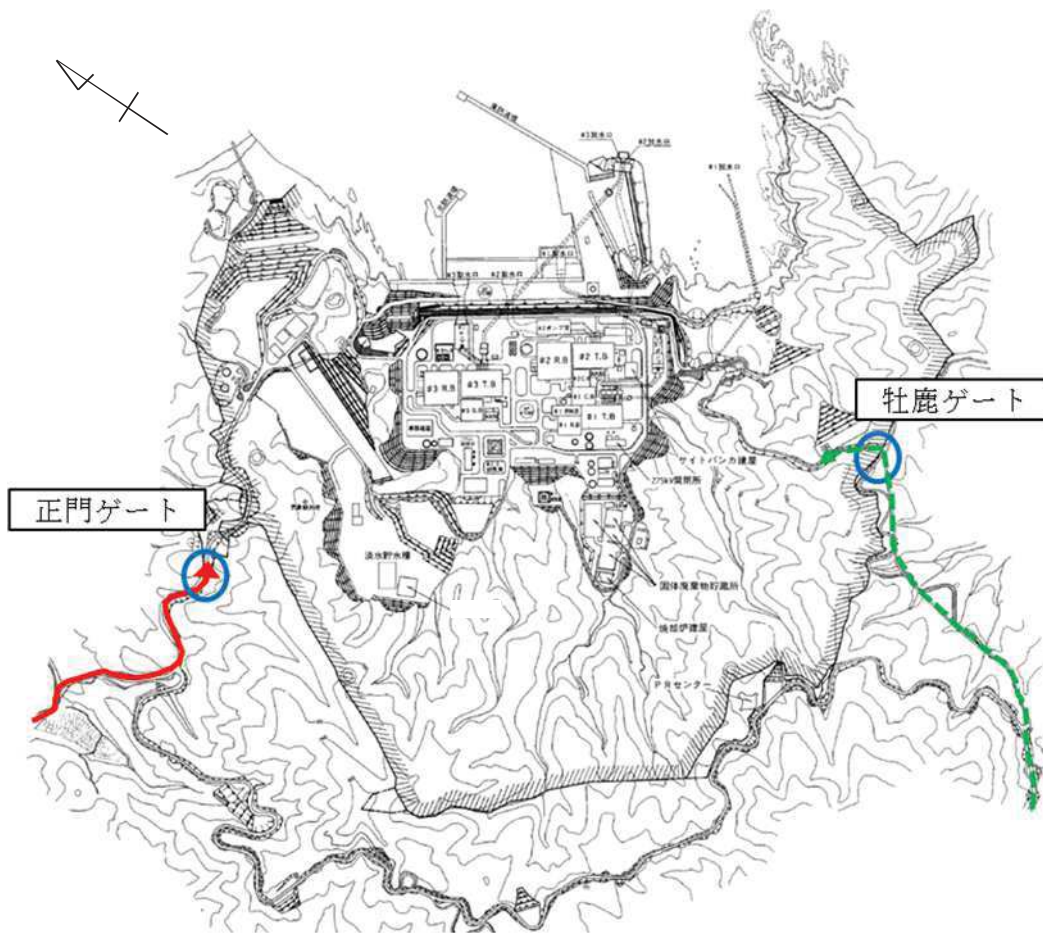
女川町内からの要員参集ルートについては、第5図に示すとおりであり、ルート①「五部浦ルート (県道41号線)」, ルート②「コバルトラインルート (県道220号線)」及びルート③「表浜ルート (県道2号線)」の3ルートを基本とし、これらのルートに迂回路を組み合わせた複数の経路を確保している。

さらに、発電所への入構についても、第6図のとおり通常時に使用している正門ゲートのほかに、発電所南側の牡鹿ゲートの使用も可能であることから、迂回路と組み合わせることで、ルートを重複させることなく、参集が可能である。

集合場所(浦宿寮)から発電所までの徒歩による参集所要時間を第3表に示す。



第5図 発電所への参集ルート



第 6 図 発電所構内への入城ルート

第 3 表 徒歩による参集所要時間

	ルート①	ルート②	ルート③
移動距離	約 18km	約 17km	約 25km
所要時間（昼間，晴天）※	約 3 時間 50 分	約 3 時間 40 分	約 5 時間 20 分
歩行実績	—	3 時間 13 分（約 5.2km/h）	—
参集時間の目安	所要時間に、道路状況、住民避難、夜間・荒天等を考慮し、12 時間を目安と設定		
震災時の実績	震災時に、地震・津波の影響によりがれきが散乱している道路状況において当社社員が参集した実績：約 5.5km を 1 時間（約 90m/min）で歩行		

※：「不動産の表示に関する公正競争規約施行規則」における徒歩所要時間（80m/min で歩行）

b. 津波による影響が考えられる場合の参集ルート

重大事故等対策要員が女川町内から参集する場合、基本的に車両を使用するが、道路状況等により通行が困難な場合には徒歩による参集を行うこととしている。参集ルートの中には、一部低地が含まれており、この場合には津波の収束状況等を勘案して通行することとしている。さらに、低地の通行が不可能な場合にも、送電線の巡視ルート等を活用し、高台のみの通行により発電所（緊急時対策所）まで参集することが可能であることを確認している。（第 7 図，第 8 図）





第7図 高台のみを通行する場合の要員参集ルート（所外）



第8図 高台のみを通行する場合の要員参集ルート（所内）



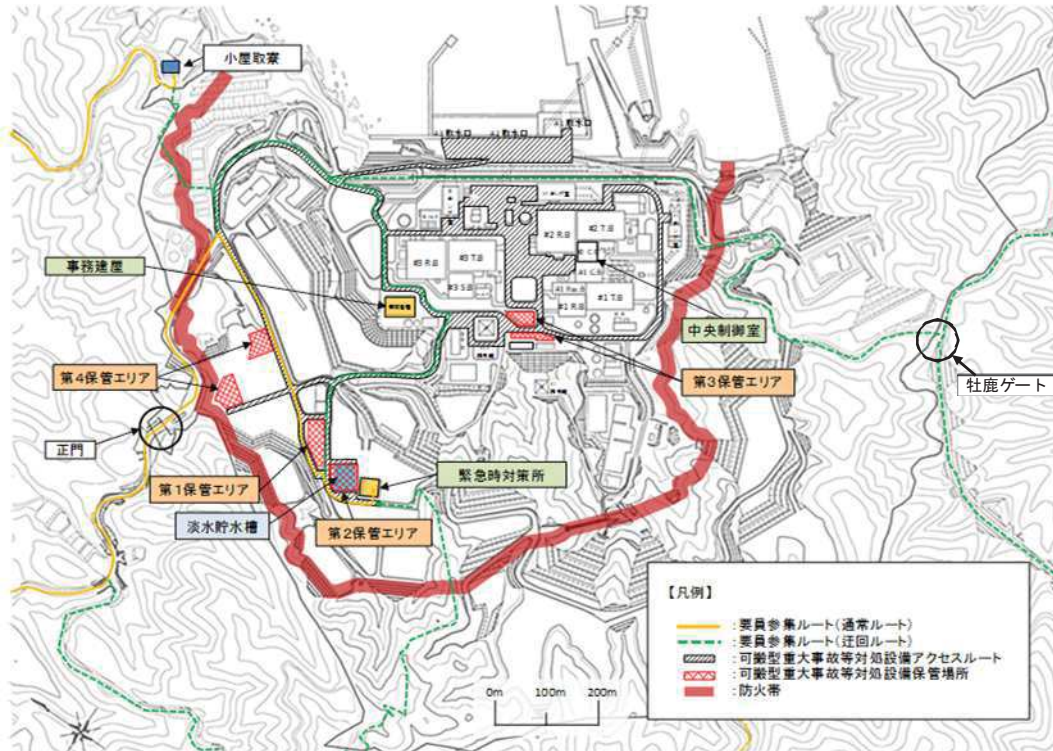
c. 住民避難がなされている場合の参集について

全面緊急事態に該当する事象が発生し、住民避難が開始している場合、住民の避難方向と逆方向に要員が移動することが想定される。

発電所へ参集する要員は、原則、住民避難に影響のないよう行動し、自動車による参集ができないような場合は、自動車を避難に支障のない場所に停止した上で、徒歩等により参集する。

d. 発電所構内への参集ルート

発電所敷地外から発電所構内への参集ルートは、通常の正門を通過するルートに加え、迂回ルートを確保している。(第9図)



第9図 発電所構内への参集ルート

e. 夜間及び休日における要員参集について

夜間及び休日（平日の勤務時間帯以外）において、重大事故等が発生した場合の重大事故等対策要員の参集動向（所在場所（準備時間を含む）～集合場所（情報収集時間を含む）～発電所までの参集に要する時間）を評価した。その結果、集合場所からの要員の参集手段が徒歩移動を想定した場合、かつ年末年始及びゴールデンウィーク等の大型連休（以下「大型連休」という。）であっても、6時間以内に参集可能な要員は半数以上（250名以上）と考えられることから、要員参集の目安時間としている12時間以内に外部から発電所へ参集する要員は十分な数を確保可能であることを確認した。なお、自動車等の移動手段が使用可能な場合は、より多くの要員が早期に参集することが期待できる。

大型連休（土日、祝日を含む。）においては、あらかじめ参集要員を指名する

ことにより、要員を確実に確保する。また、地震等により車両での移動ができない場合を想定して、徒歩による移動のみで12時間を目途に発電所に参集可能な範囲に参集要員を拘束する。

12時間を目途に徒歩で参集可能な範囲<sup>注1</sup>は、集合場所（浦宿寮：女川町内）を中心に、約17km徒歩移動圏内とする。（第10図）

注1：今後の発電所の道路整備状況等に応じて見直す可能性がある。

#### ○考え方

次の前提条件のもとに、12時間のうち集合場所までの移動に使用可能な時間を算出

- ①出発準備として30分を考慮。
- ②集合場所（浦宿寮：女川町内）までの徒歩での移動速度は、4.0km/h<sup>\*1</sup>と想定。
- ③女川町内の集合場所での情報収集・装備品及び携行資機材等準備（休息含む。）に30分考慮。
- ④女川町内の集合場所から発電所（緊急時対策所）までの移動距離は17km（コバルトライン12km、送電線巡視ルート5km）とする。
- ⑤徒歩の移動速度は、コバルトライン（舗装道路）は4.0km/h<sup>\*1</sup>、送電線巡視ルート（未舗装）は1.8km/h<sup>\*2</sup>と想定。
- ⑥長時間の移動を考慮して、55分移動して5分の休憩を想定。

※1：歩行実績約5.2km/hに対して、悪天候時の影響を考慮し保守的に4.0km/hとする。

※2：歩行実績約2.4km/hに対して、悪天候時の影響を考慮し保守的に1.8km/hとする。

#### 【集合場所までの移動に使用可能な時間】

$$\begin{aligned} &= \text{【参集目途時間】} - \left[ \text{【出発準備時間】} + \text{【集合場所での情報収集時間】} \right. \\ &\quad \left. + \text{【集合場所から発電所までの移動に要する時間】} \right] \\ &= 12(\text{h}) - \left[ \text{【0.5(h)} \right] + \text{【0.5(h)} \right] \\ &\quad + \left[ 12(\text{km}) / 4(\text{km/h}) \times 60(\text{m}) / 55(\text{m}) + 5(\text{km}) / 1.8(\text{km/h}) \times 60(\text{m}) / 55(\text{m}) \right] \\ &= 4.69(\text{h}) \end{aligned}$$

よって、

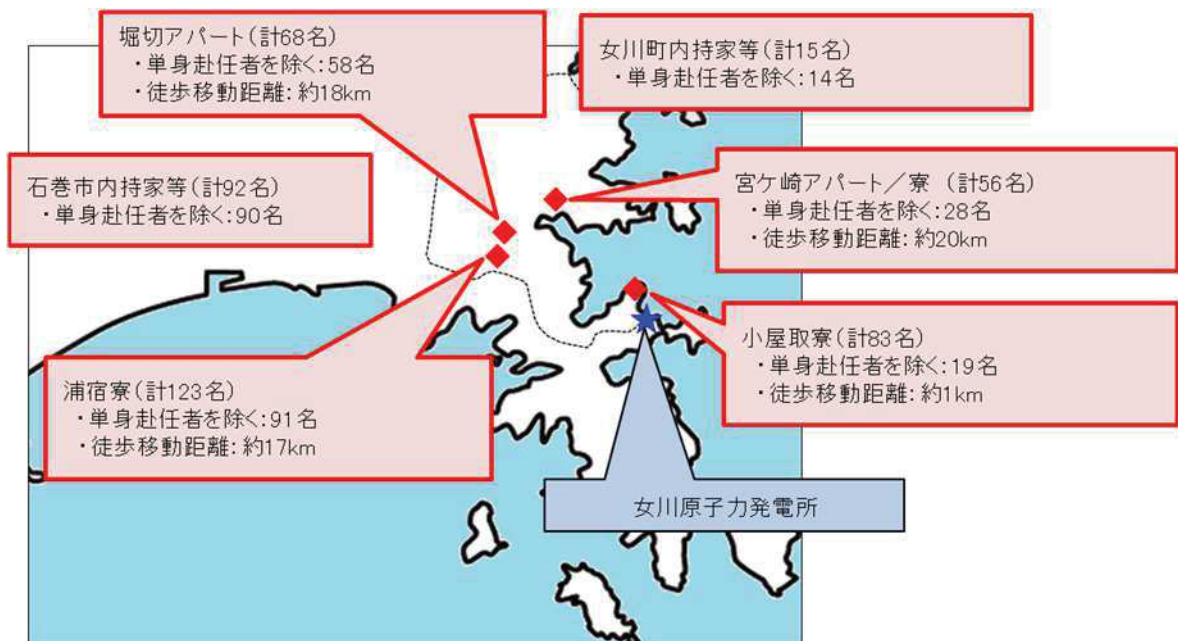
#### 【集合場所までの徒歩での移動距離】

$$= 4.69(\text{h}) \times 4(\text{km/h}) \times 55(\text{m}) / 60(\text{m}) = 17.2(\text{km}) \doteq 17(\text{km})$$



第 10 図 参集要員の滞在範囲の目安

また、休日における所員の所在地確認を行い、発電所周辺に所在する所員を把握することにより、あらかじめ指名した要員以外の要員を速やかに参集・確保することができる。なお、単身赴任者以外の所員は全所員の約7割であり、女川町又は石巻市に居住している。(第11図)

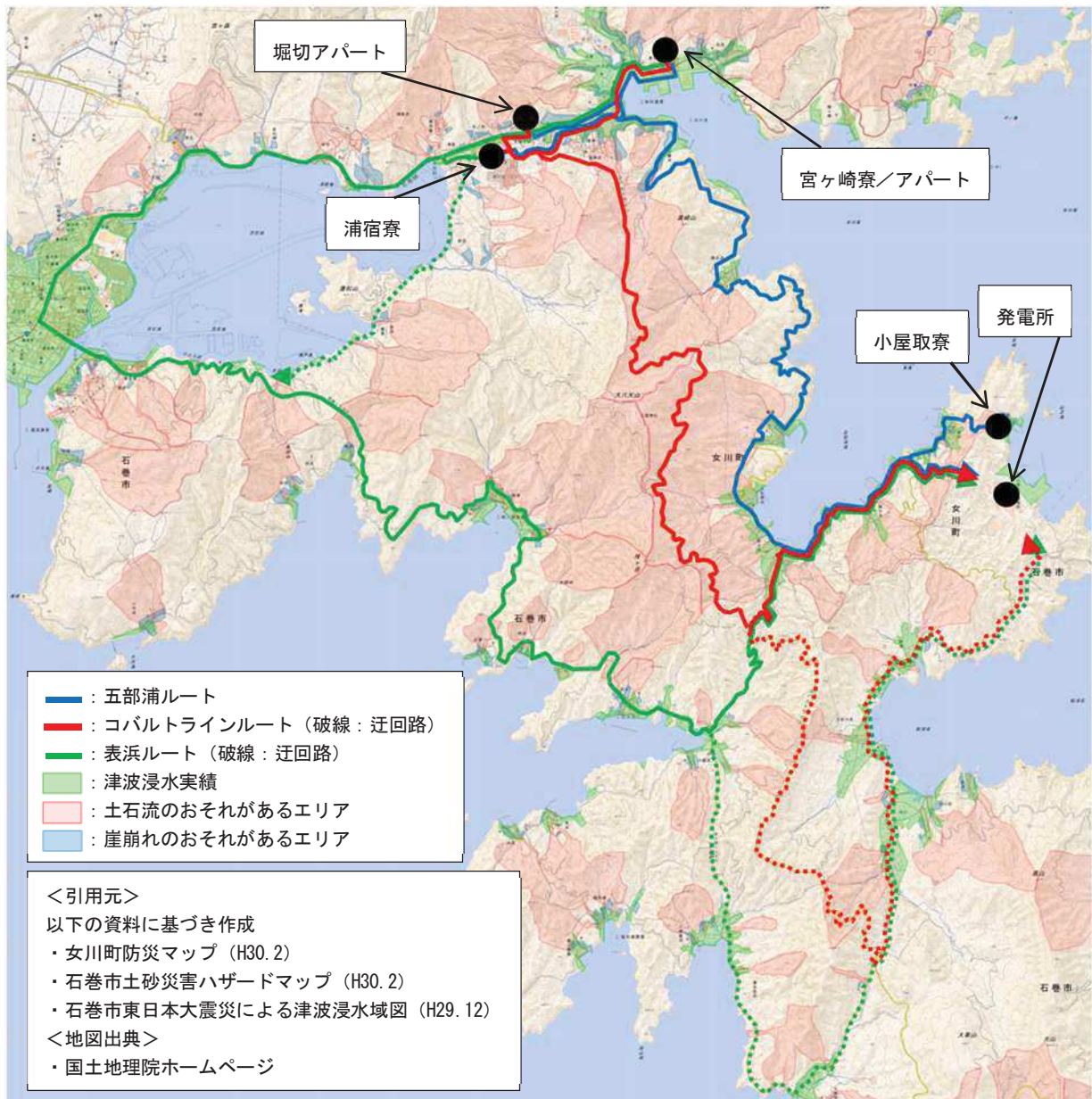


第 11 図 女川原子力発電所 所員の居住地 (平成 30 年 1 月時点)



f. 自然災害が参集ルートに与える影響について

土石流や地すべり、浸水などの自然災害が参集ルートに与える影響について、女川町及び石巻市のハザードマップを用いて検討した。女川町及び石巻市のハザードマップを第 12 図に示す。



第 12 図 女川町及び石巻市ハザードマップ

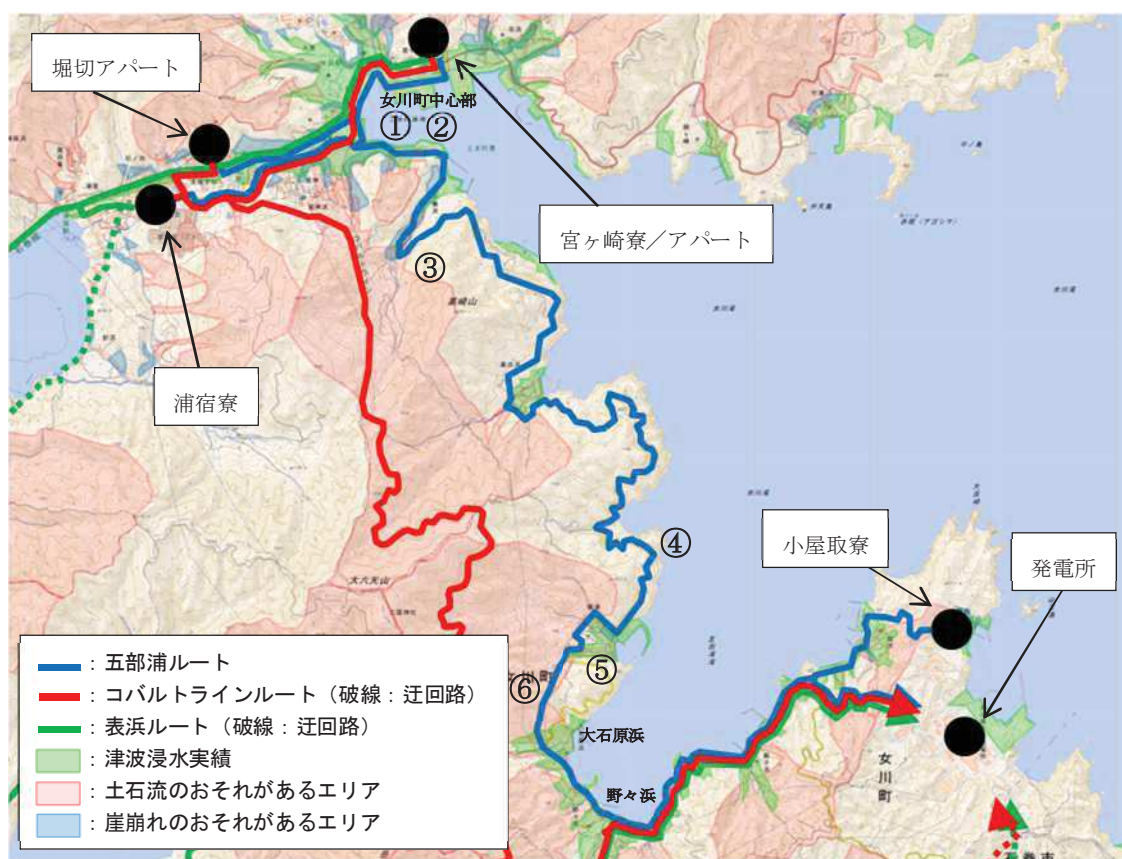
(a) 浦宿～野々浜地区 (五部浦ルート) の自然災害による影響評価

浦宿～野々浜地区 (五部浦ルート) のハザードマップを第 13 図に示す。本ルートの特徴は以下のとおり。

【地震】斜面が道路に迫っている区間が多いものの、安定化対策が施されている箇所、海側に拓けている箇所が多く、地震時においても通行可能である。また、女川町中心部付近等の土砂災害警戒区域又は土砂災害危険箇所についても、斜面から離れていて海側に拓けており通行可能である。

【津波】ハザードマップにおいて浸水範囲が女川町中心部、大石原浜～野々浜地区に示されており、津波の収束状況を勘案して通行する。

【豪雨】ハザードマップにおいて、土砂災害警戒区域又は土砂災害危険箇所が示されているが、それ以外の区間は土石流が発生する可能性は少ない。また、斜面が道路に迫っている区間が多いものの、安定化対策が施されている箇所、海側に拓けている箇所が多く、通行不能になることは考えにくい。



第 13 図 浦宿～野々浜地区（五部浦ルート）のハザードマップ



(b) 浦宿～野々浜地区（コバルトラインルート）の自然災害による影響評価  
浦宿～野々浜地区（コバルトラインルート）のハザードマップを第 14 図に示す。本ルートの特徴は以下のとおり。

- 【地震】ハザードマップでは区間のほとんどに土砂災害危険箇所が示されているものの、安定化対策が施されている箇所、海側に拓けている箇所が多く、地震時においても通行可能である。
- 【津波】ハザードマップにおいて、浸水範囲が野々浜地区のみに示されており、津波の収束状況を勘案して通行する。また、送電線の巡視点検ルートを利用し、高台のみの通行により発電所まで参集することが可能である。なお、2011 年東北地方太平洋沖地震及びその後に発生した津波による被害状況下において、浦宿～小積 IC までは車両通行可能であった。
- 【豪雨】ハザードマップにおいて、ほぼ全域が土砂災害危険箇所となっている。また、斜面が道路に迫っている区間が多いものの、安定化対策が施されている箇所、海側に拓けている箇所が多く、通行不能になることは考えにくい。なお、コバルトラインルートは、時間雨量 20mm，連続雨量 80mm を超えた場合に通行が規制されるため、豪雨の際は通行不可となる可能性がある。



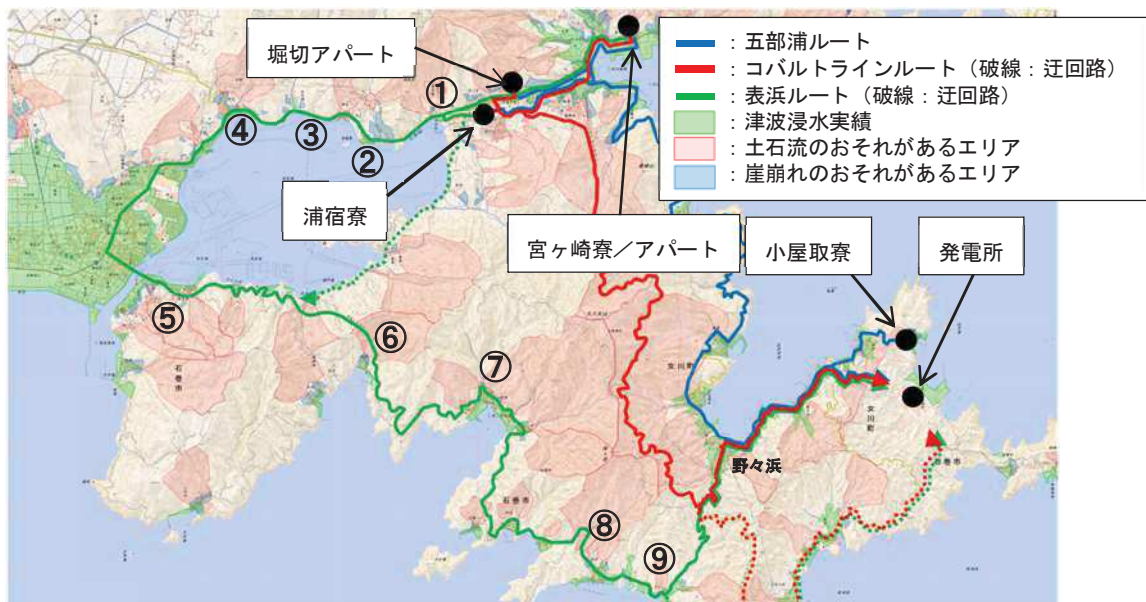
第 14 図 浦宿～野々浜地区（コバルトラインルート）のハザードマップ



(c) 浦宿～野々浜地区（表浜ルート）の自然災害による影響評価

浦宿～野々浜地区（表浜ルート）のハザードマップを第15図に示す。本ルートの特徴は以下のとおり。

- 【地震】 斜面が道路に迫っている区間が多く、土砂災害警戒区域又は土砂災害危険箇所も存在するものの、安定化対策が施されている箇所、道路の片側が拓けている箇所が多く、地震時においても通行可能である。
- 【津波】 ハザードマップにおいて多くの区間が浸水範囲となることから、津波の収束状況を勘案して通行する。
- 【豪雨】 ハザードマップにおいて、土砂災害警戒区域又は土砂災害危険箇所が示されているが、それ以外の区間は土石流が発生する可能性は少ない。また、斜面が道路に迫っている区間が多いものの、安定化対策が施されている箇所、海側に拓けている箇所が多く、通行不能になることは考えにくい。

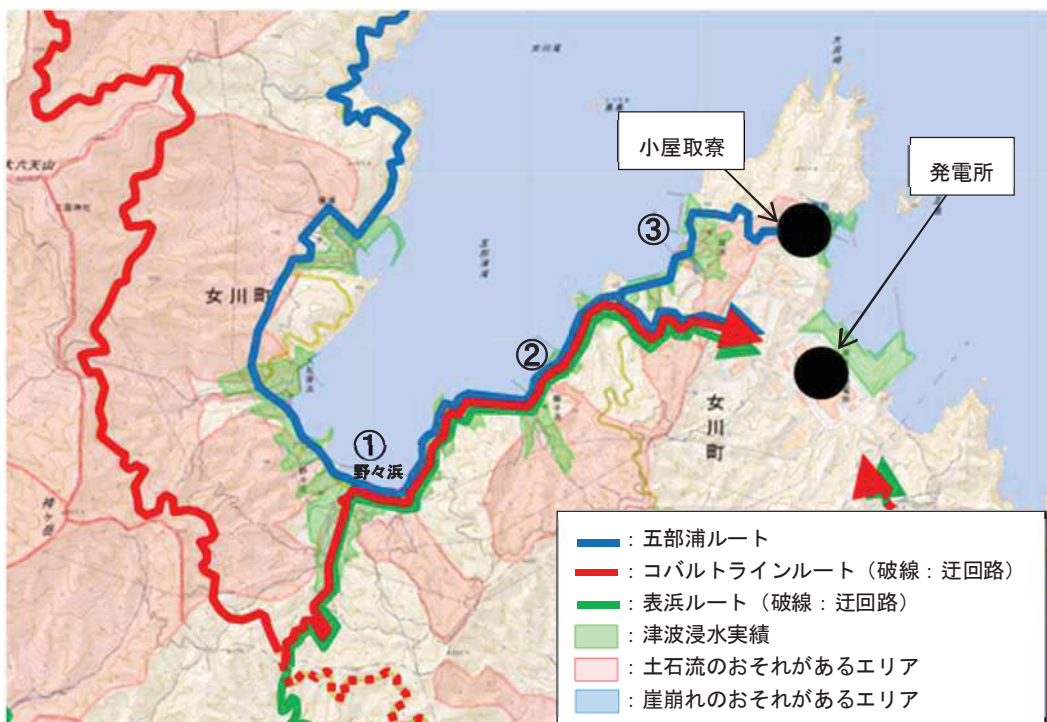


第15図 浦宿～野々浜地区（表浜ルート）のハザードマップ

(d) 野々浜地区～発電所の自然災害による影響評価

野々浜地区～発電所のハザードマップを第 16 図に示す。本ルートの特徴は以下のとおり。

- 【地震】ハザードマップにおいて、土砂災害危険箇所が示されているが、道路の片側が拓けており迂回することが可能であることから、地震時においても通行可能である。
- 【津波】ハザードマップにおいて多くの区間が浸水範囲となることから、津波の収束状況を勘案して通行する。
- 【豪雨】ハザードマップにおいて、土砂災害危険箇所が示されているが、それ以外の区間は土石流が発生する可能性は少ない。また、安定化対策が施されている箇所、海側に拓けている箇所が多く、通行不能になることは考えにくい。



第 16 図 野々浜地区～発電所のハザードマップ



(e) 小積 IC～発電所（送電線巡視点検ルート）の自然災害による影響評価  
 小積 IC～発電所（送電線巡視点検ルート）のハザードマップを第 17 図に示す。本ルートの特徴は以下のとおり。

- 【地震】ハザードマップにおいて土砂災害危険箇所が示されているが、林道であり迂回することが可能であることから、地震時においても通行可能である。
- 【津波】ハザードマップにおいて浸水箇所は示されていない。
- 【豪雨】ハザードマップにおいて、土砂災害危険箇所が示されているが、それ以外の区間は土石流が発生する可能性は少ない。



第 17 図 小積 IC～発電所（送電線巡視点検ルート）のハザードマップ



(f) 小積 IC～発電所（迂回ルート）の自然災害による影響評価

小積 IC～発電所（迂回ルート）のハザードマップを第 18 図に示す。本ルートの特徴は以下のとおり。

- 【地震】ハザードマップにおいて土砂災害危険箇所が示されているが、道路の片側が拓けており迂回することも可能であることから、地震時においても通行可能である。
- 【津波】ハザードマップにおいて多くの区間が浸水範囲となることから、津波の収束状況を勘案して通行する。
- 【豪雨】ハザードマップにおいて、土砂災害危険箇所が示されているが、それ以外の区間は土石流が発生する可能性は少ない。また、斜面が道路に迫っている区間が多いものの、安定化対策が施されている箇所、海側に拓けている箇所が多く、通行不能になることは考えにくい。



第 18 図 小積 IC～発電所（迂回ルート）のハザードマップ

(g) 自然災害発生時の陸路の選択について

発電所構外からの参集要員のアクセスルートについて、浦宿寮から発電所までの間の各ルートについてハザード評価を実施した。

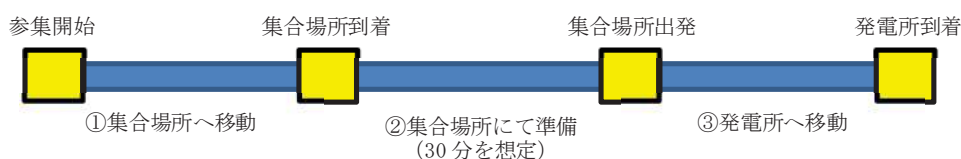
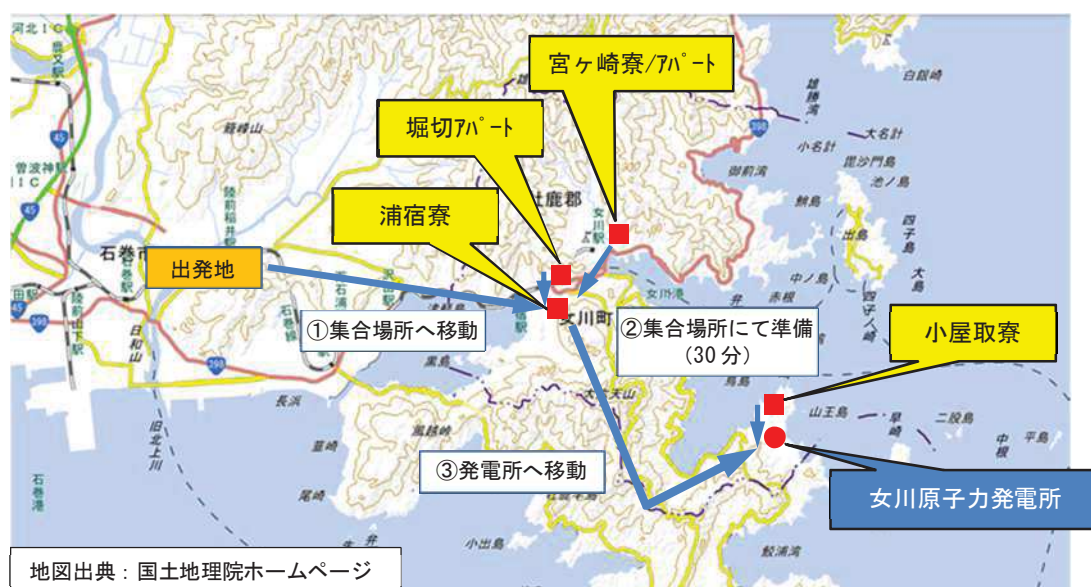
要員参集のアクセスルートについて、地震時、津波時、豪雨時の観点からそれぞれのルートの特徴を評価し、その結果、1つの要因で複数あるルートの全てのルートが通行不可とならないことを確認した。

また、参集要員がルート選択に迷わないために、津波時にはコバルトラインルート、豪雨時には五部浦ルート又は表浜ルートを優先的に選択するルートとする。

それぞれのルートの特徴、優先的に選択するルート、ハザードマップを手順書に記載し、参集要員に事前に周知することより、参集要員は出発前に適切なルートを選択することが可能となり、安全に発電所へ移動できる。

<参考：要員参集調査による評価>

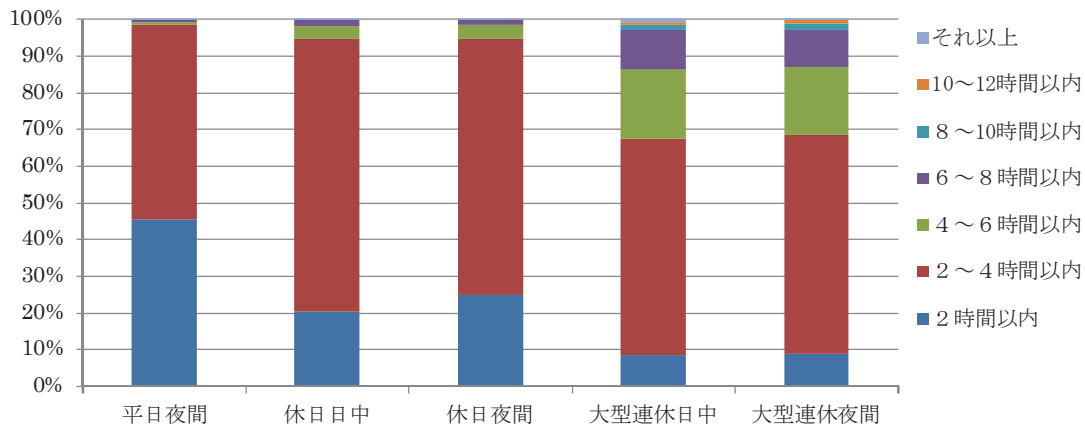
- 夜間及び休日（平日の勤務時間帯以外）において、重大事故等が発生した場合、重大事故等対策要員の参集動向をより具体的に把握するため、「平日夜間」、「休日日中」、「休日夜間」、「大型連休日中」、「大型連休夜間」の5ケースにおいて緊急呼び出しがかかった場合を想定し、その時々における要員の所在場所（自宅、発電所、それ以外の場所の場合は集合場所までの参集時間を回答）を調査することで、参集状況を評価した。
- 出発場所での準備時間 30 分及び集合場所（浦宿寮）での情報収集・装備等準備時間 30 分を考慮した。
- 小屋取寮所在者は、直接発電所に参集するとした。
- 宮ヶ崎寮／アパート、堀切アパート所在者は、状況が確認できている場合は直接発電所に参集することとしているが、今回の評価上は、必要に応じて装備等の準備を行うため、浦宿寮を経由するとして評価した。



第 19 図 要員参集の流れについて（イメージ）

1. 車が使える場合（第 20 図）

- 4 時間以内に約 9 割の要員が参集可能な場所にいることを確認した。（大型連休は除く。）
- 大型連休においても、4 時間以内に約 7 割の要員が参集可能な場所にいることを確認した。



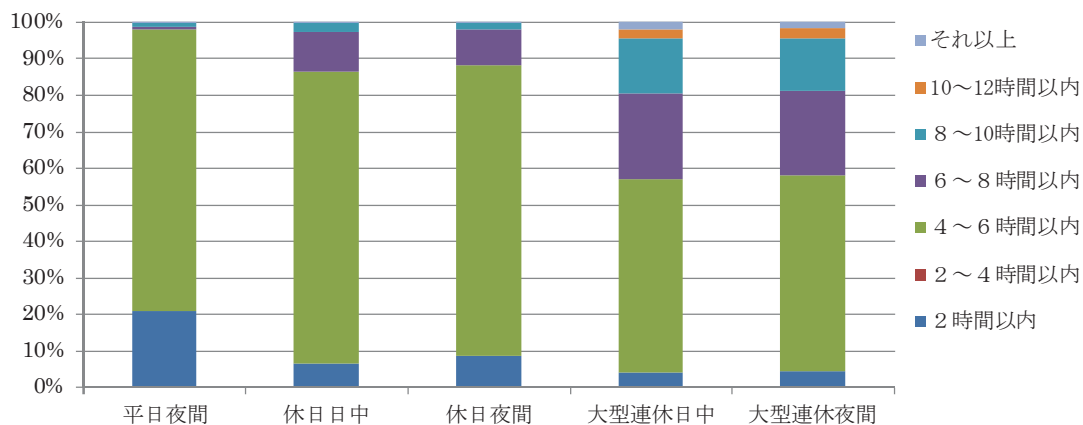
※ それぞれの滞在所から、以下の集合場所又は集合場所までの移動に要する時間を回答してもらい、その時間に以下の数値を加えたうえで算出。

- ・小屋取寮、浦宿寮に所在の場合  
→出発準備時間（30分）、発電所までの所要時間を加算して評価
- ・小屋取寮、浦宿寮以外の町内宿舎又はその他の場所に所在の場合  
→出発時間（30分）、集合場所（浦宿寮）までの所要時間、集合場所（浦宿寮）での情報収集・装備等準備時間（30分）、発電所までの所要時間を加算して評価

第20図 要員参集シミュレーション結果（車が使える場合）

## 2. 集合場所（浦宿寮）から徒歩で参集する場合（第21図）

- 車を使用した場合に比べ要員参集のタイミングが遅くなるが、9割程度の要員は、6時間以内に参集可能な場所にいることを確認した。（大型連休は除く。）
- 通常の休日と大型連休を比較すると、大型連休の6時間以内の参集要員は通常と比較して約3割少ないが、6時間以内に約6割の要員が参集可能な場所にいることを確認した。



※ それぞれの滞在所から、以下の集合場所又は集合場所までの移動に要する時間を回答してもらい、その時間に以下の数値を加えたうえで算出。

- ・小屋取寮、浦宿寮に所在の場合  
→出発準備時間（30分）、発電所までの所要時間を加算して評価
- ・小屋取寮、浦宿寮以外の町内宿舎又はその他の場所に所在の場合  
→出発時間（30分）、集合場所（浦宿寮）までの所要時間、集合場所（浦宿寮）での情報収集・装備等準備時間（30分）、発電所までの所要時間を加算して評価

第21図 要員参集シミュレーション結果（集合場所から徒歩で参集する場合）



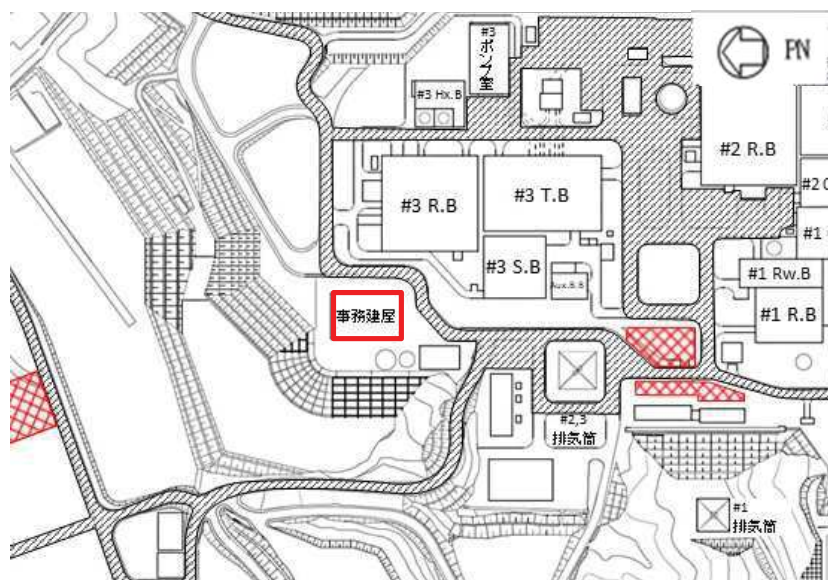
## 事務建屋の周辺斜面について

## 1. 事務建屋の位置づけ

事務建屋の位置を第1図に示す。

事務建屋は平日勤務時間中において、重大事故等対策要員のほとんどが執務をしており、夜間及び休日においては、初動対応要員が執務若しくは宿泊をする場所である。

事務建屋の背後斜面はアクセスルートに対して、斜面高さの1.4倍以上の離隔を確保している岩盤斜面であるが、事務建屋及び対策本部要員の安全性を確認するため、保管場所の評価に準じて周辺斜面の安定性評価を実施している。



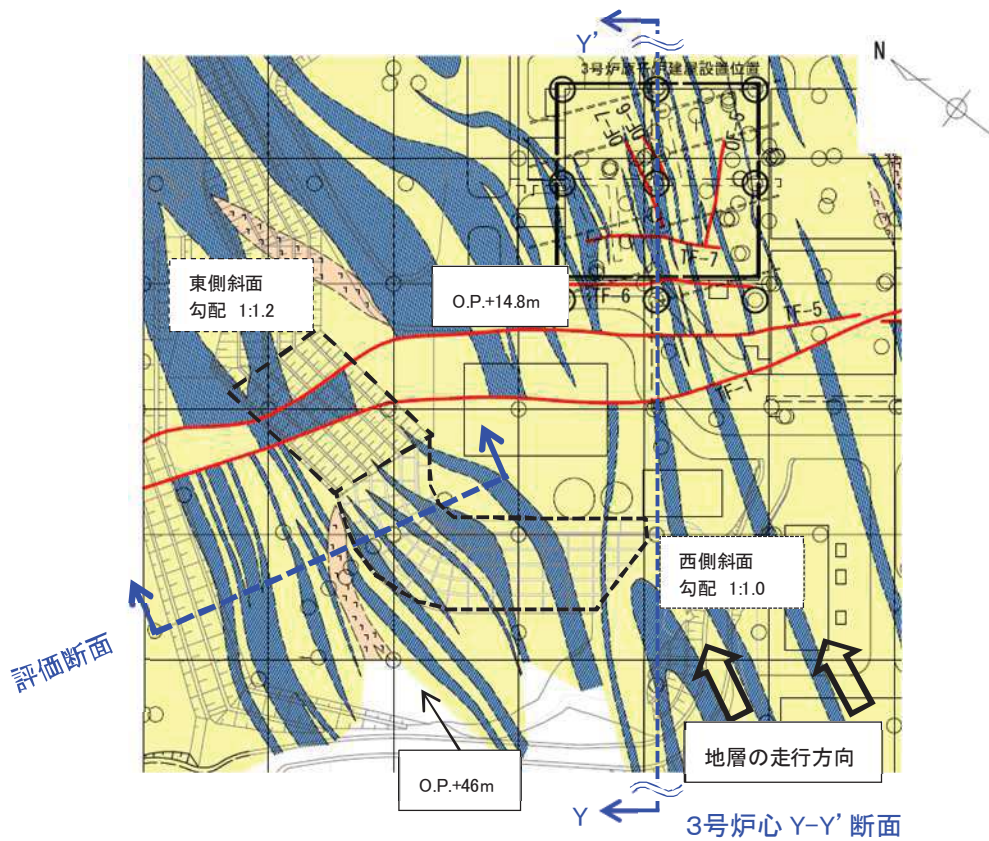
第1図 事務建屋位置図

## 2. 評価断面の選定

第2図のとおり一連の事務建屋周辺斜面の高さは約31mである。勾配については東側が1:1.2、西側が1:1.0であるため、地層の走向におおむね直交し急勾配である西側の一連から評価断面を選定する。また、選定した断面の地質断面図を第3図に、解析メッシュ図を第4図に示す。

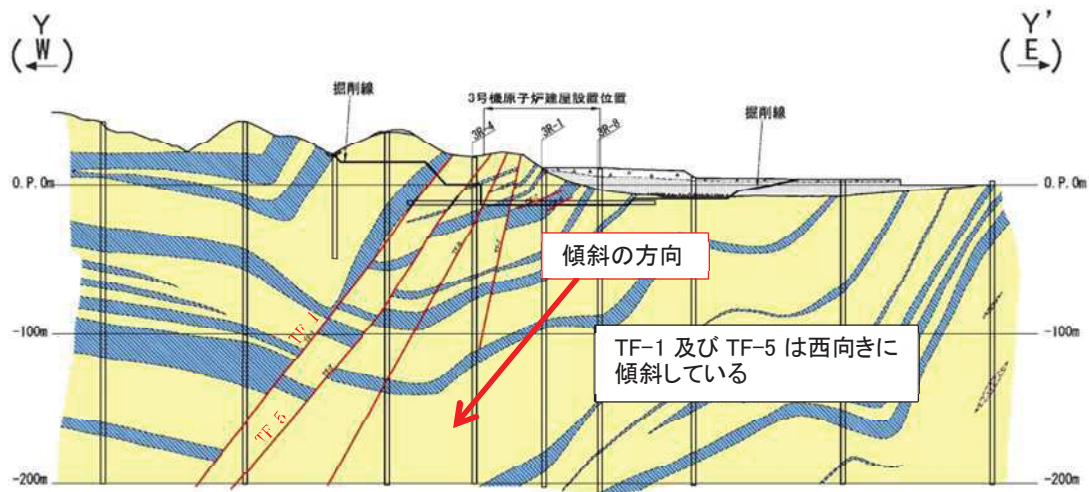
なお、斜面の東側にTF-1断層とTF-5断層が分布するが、TF-1断層は北北西の走向で40~85°南西に傾斜する正断層、TF-5断層は北北西の走向で50~82°南西に傾斜する正断層であり、事務建屋方向にはすべり線を形成し得ないことから、評価断面としては選定しない。



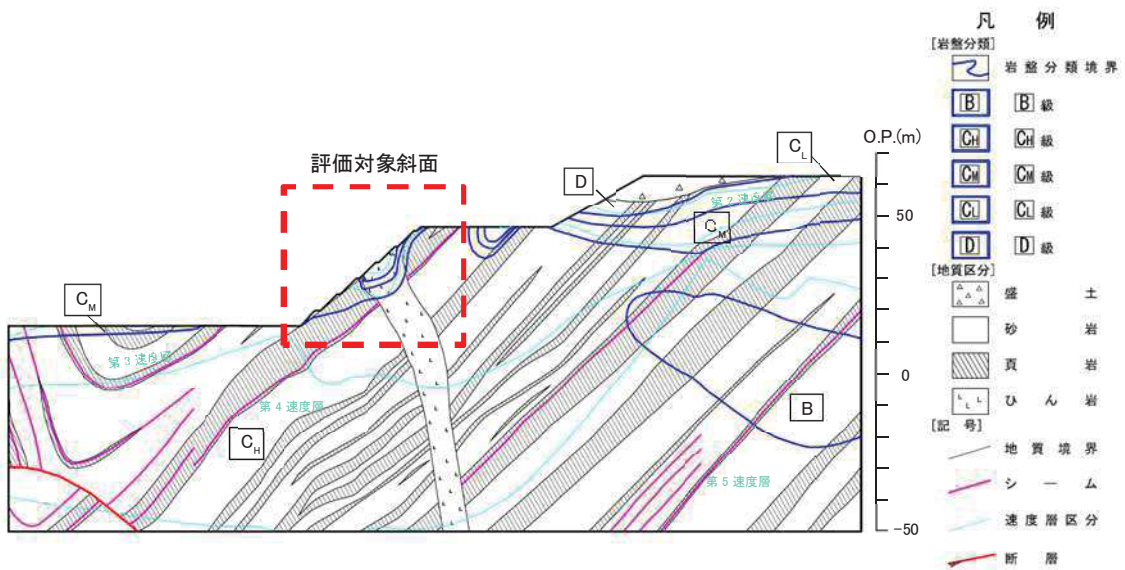


※ 地質の水平断面図は O.P. -14.1m における、地質及び断層の分布を示す。

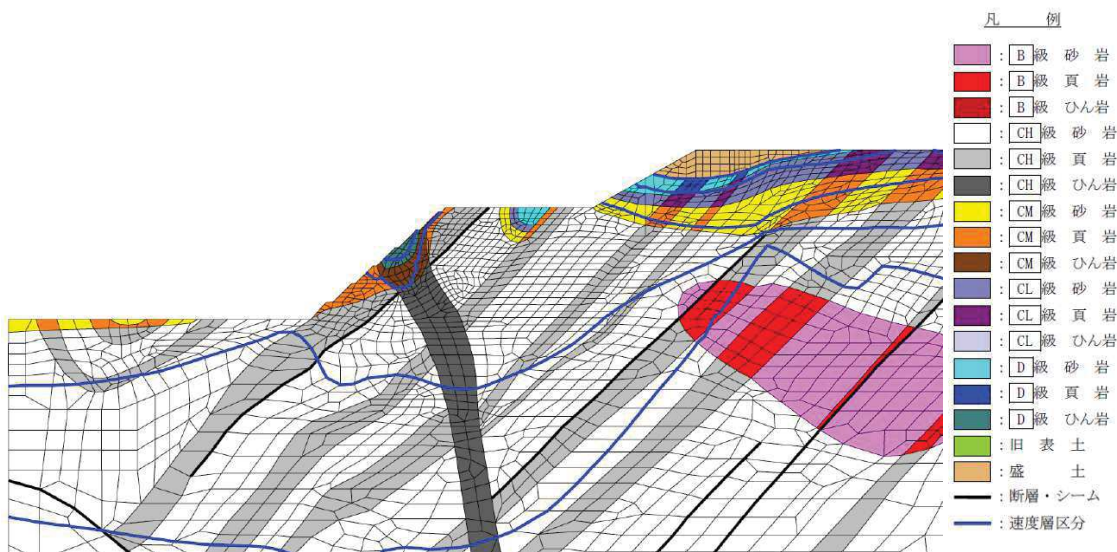
●断層の傾斜について（3号炉心 Y-Y' 断面）



第 2 図 事務建屋周辺斜面の評価断面選定根拠



第3図 事務建屋周辺斜面 地質断面図



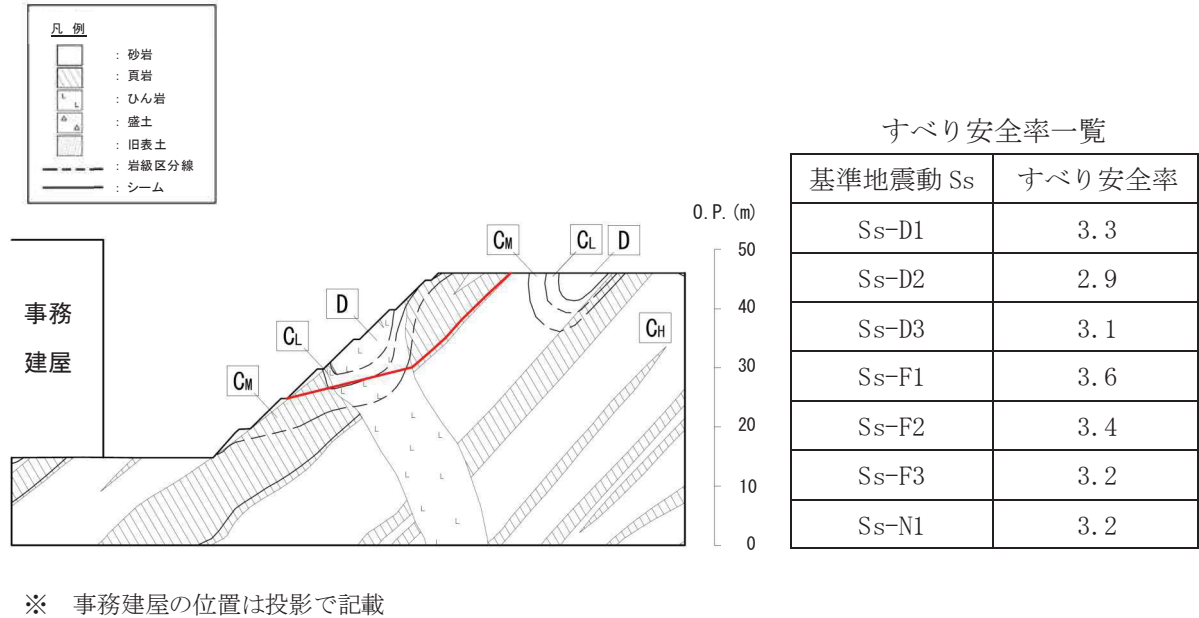
第4図 事務建屋周辺斜面 解析メッシュ図

### 3. 評価方法

保管場所周辺斜面の評価に準じて、二次元有限要素法解析による安定性評価を行い、算定されるすべり安全率が1.0を上回っていることを確認する。

#### 4. 評価結果

事務建屋背後斜面のすべり安定性評価結果を第5図に示す。すべり安全率は1.0以上であることから、斜面の安定性を確認している。

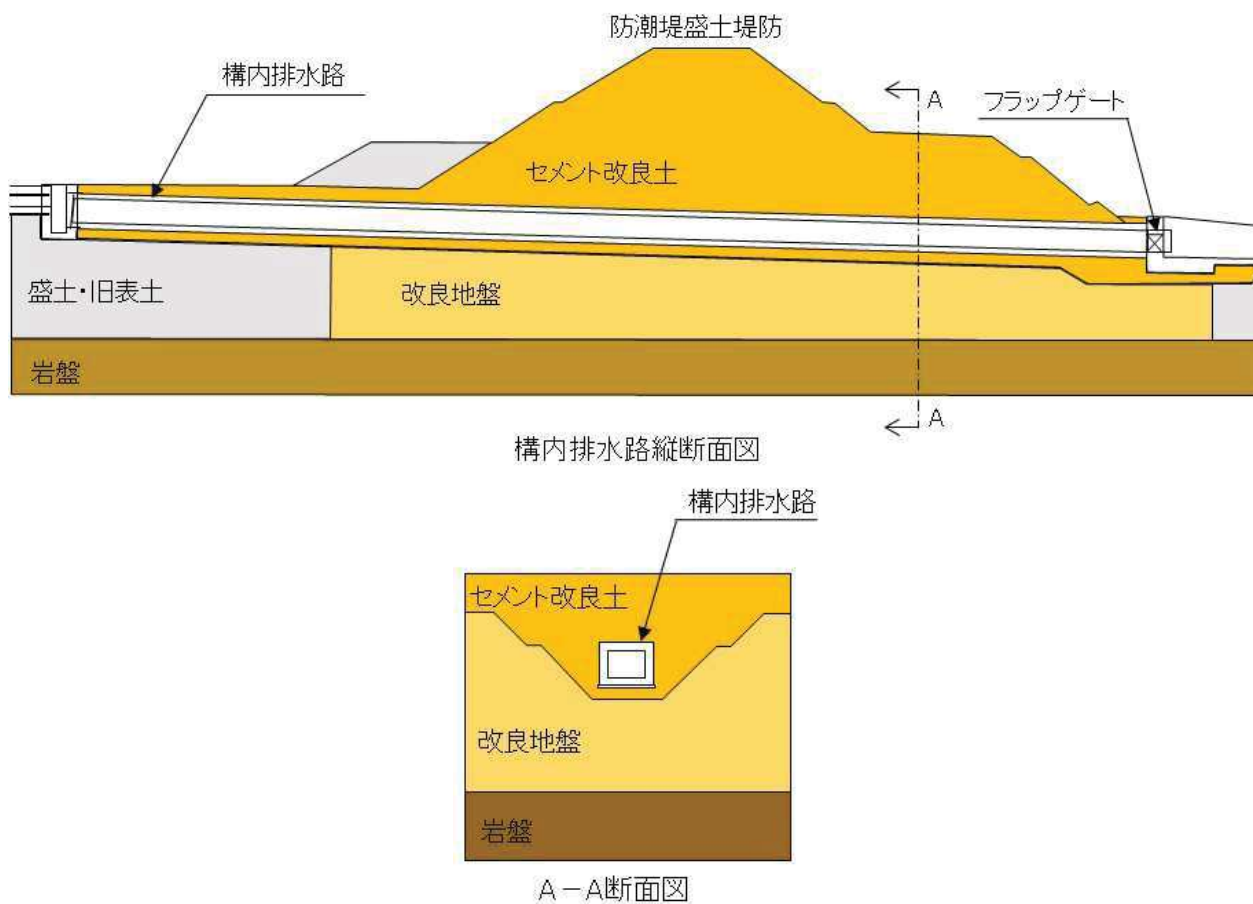


第5図 事務建屋周辺斜面のすべり安定性評価結果

防潮堤盛土堤防の直下を横断する排水路について

防潮堤盛土堤防の直下を横断する排水路の縦断面図及び断面図を第1図に示す。

排水路は基準地震動  $S_s$  に対して安全性を確認しており、地震時に機能維持する設計をしている。万一の漏水に伴う浸水経路の形成を回避するため、第1表に示す保守点検を適切に実施し、漏水のおそれが認められる場合は速やかに補修を行う。



第1図 防潮堤盛土堤防の直下を横断する排水路概要図

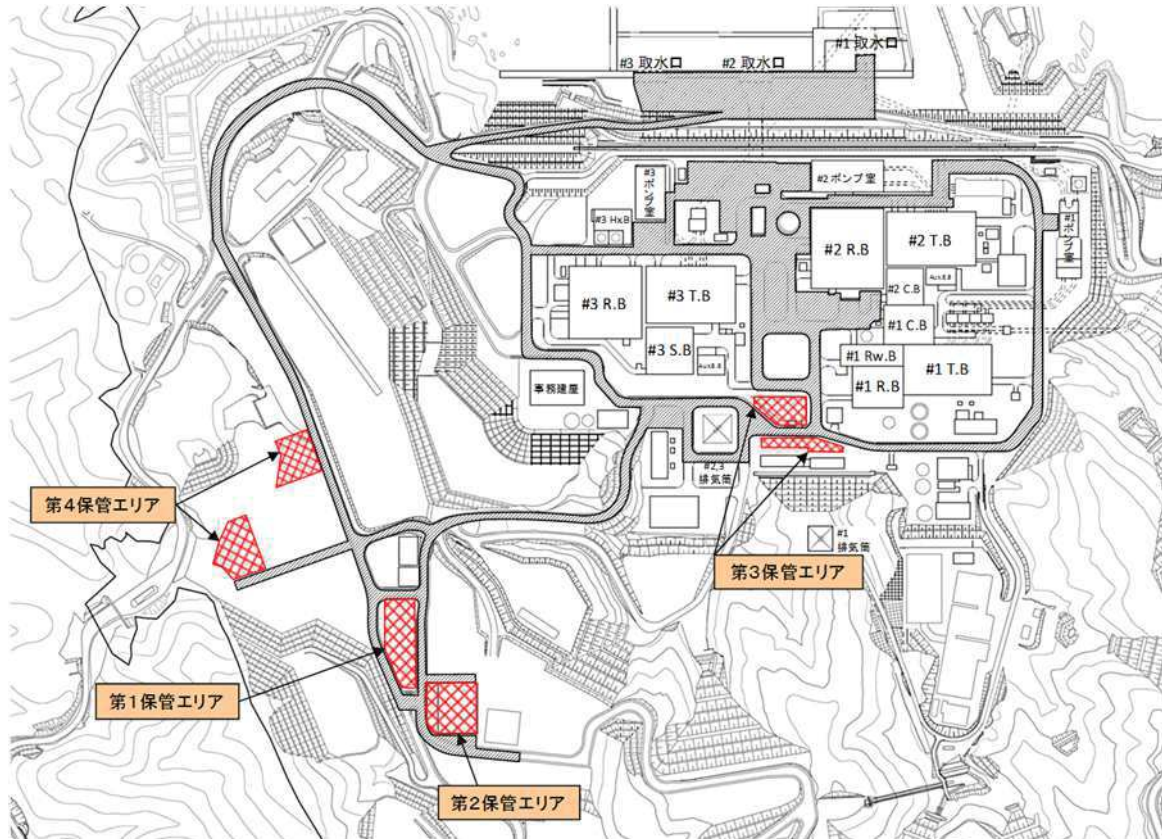
第1表 保守点検内容

点検内容 (例)	点検頻度 (例)
排水状況 コンクリート工作物の亀裂, 破損, 沈下, 劣化状況等 周辺地山の変状の有無	1回/月



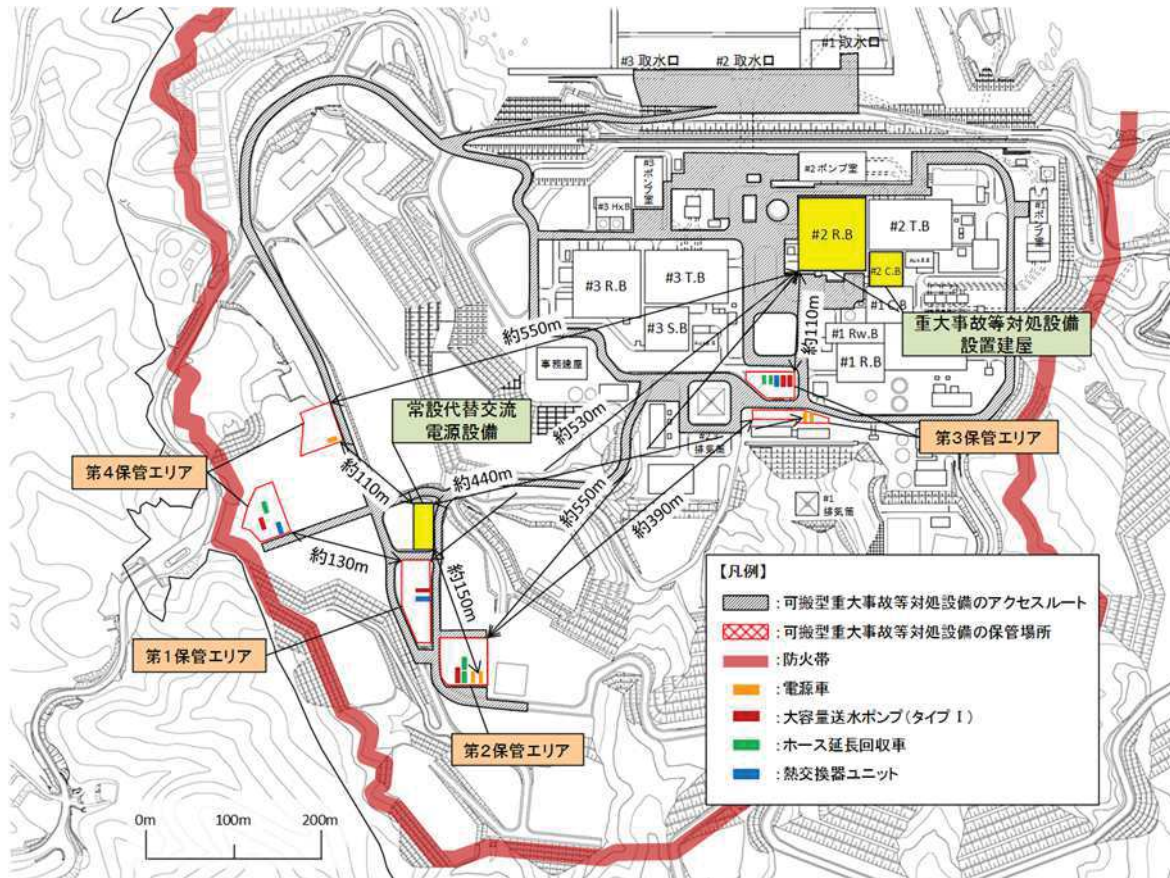
保管場所内の可搬型設備配置について

女川原子力発電所の可搬型設備保管場所は第1図のとおりであり、保管場所における可搬型設備（車両型）の配置については第2図、第3図に示す。



第1図 可搬型設備保管場所





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

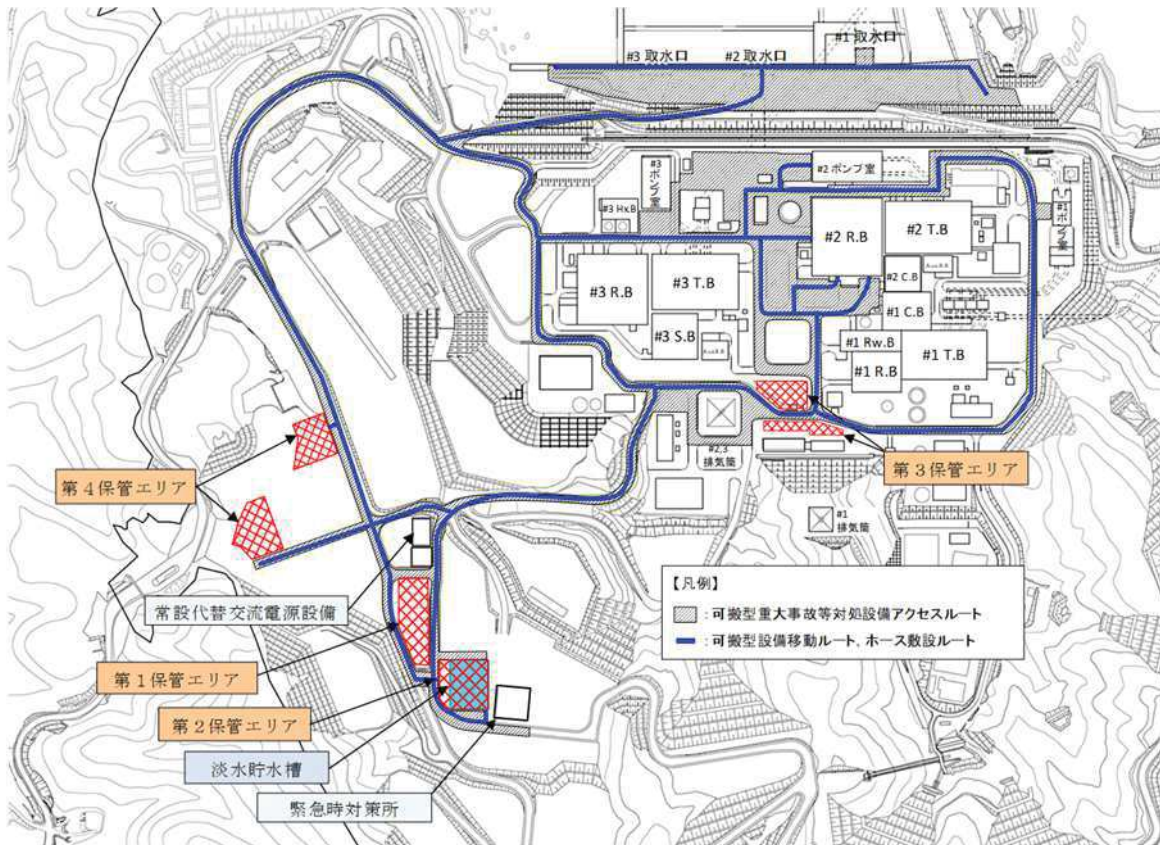
第2図 「2n + α」の可搬型設備配置



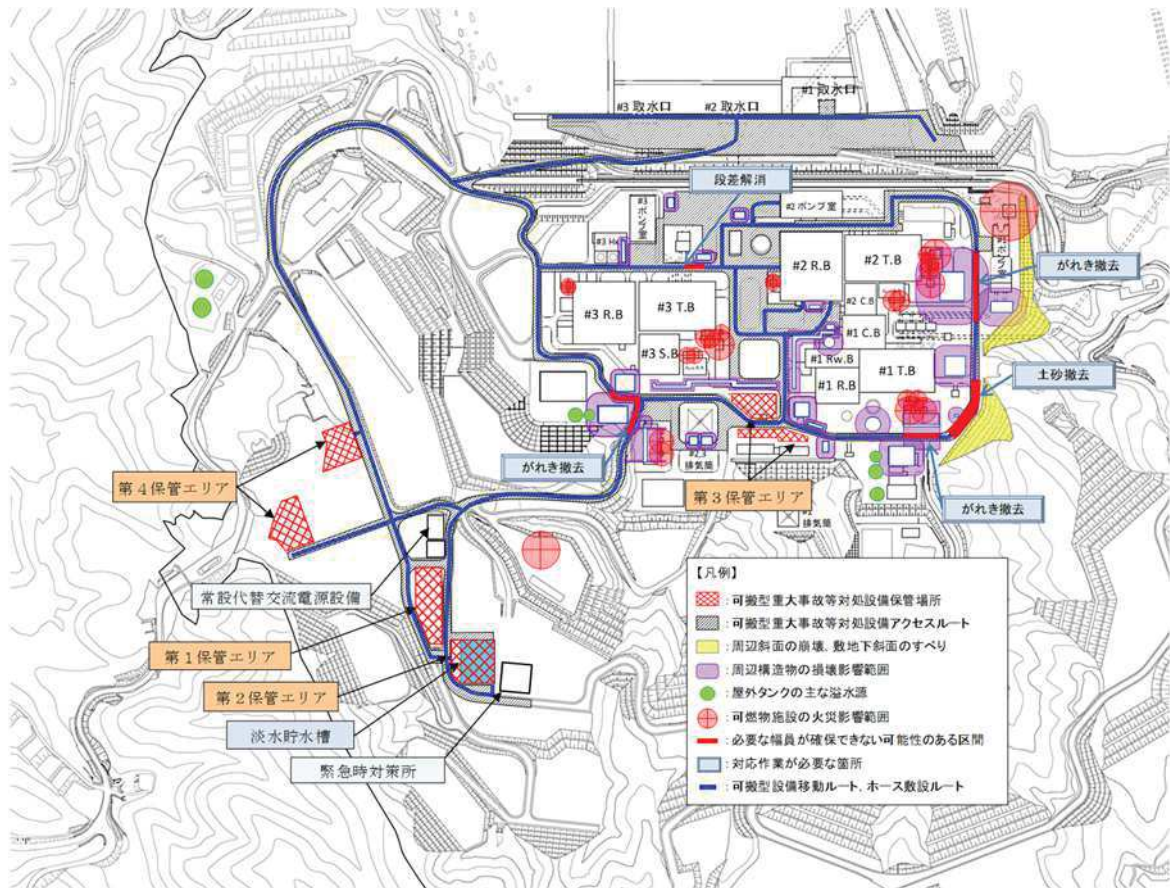


可搬型設備の移動及びホース敷設ルートについて

各可搬型設備ごとの移動及びホース敷設ルートについて第1図～第12図に示す。

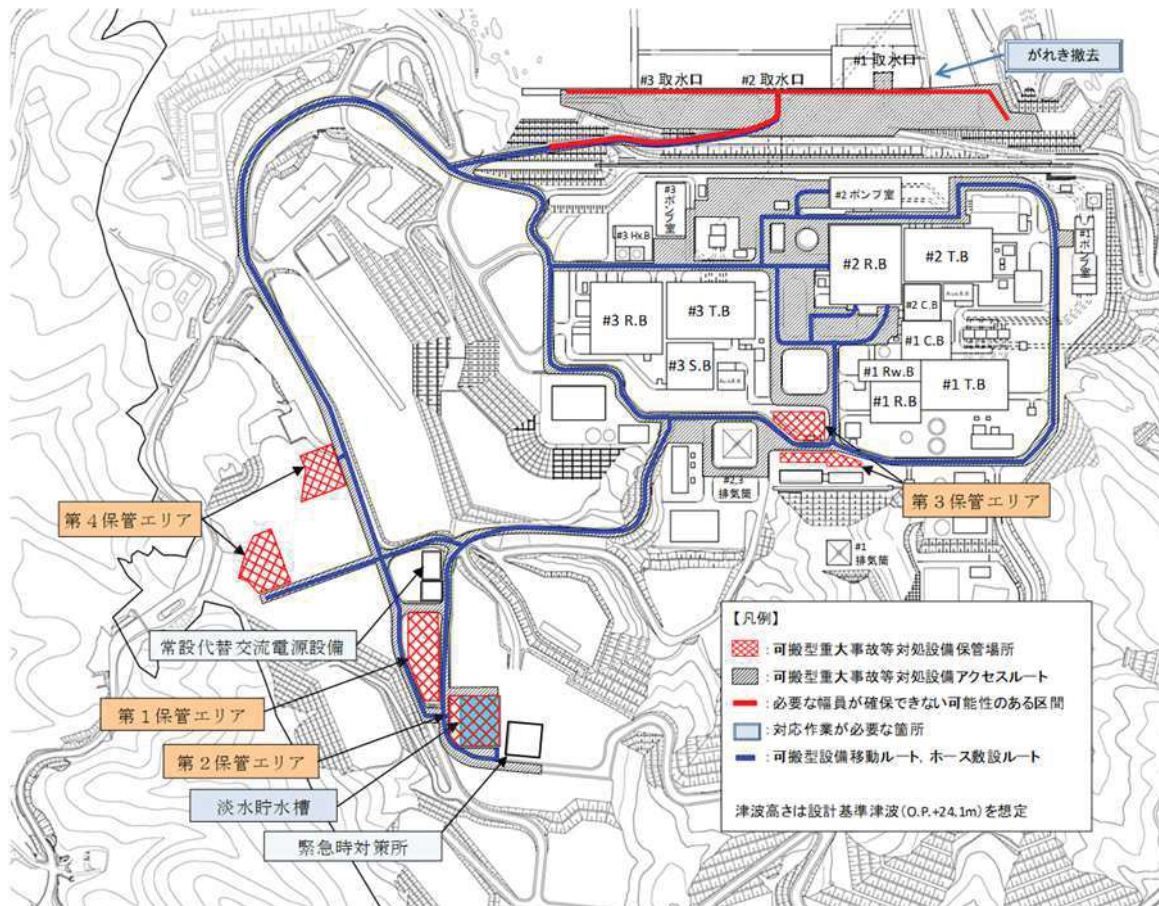


第1図 可搬型設備移動及びホース敷設ルート（全体）



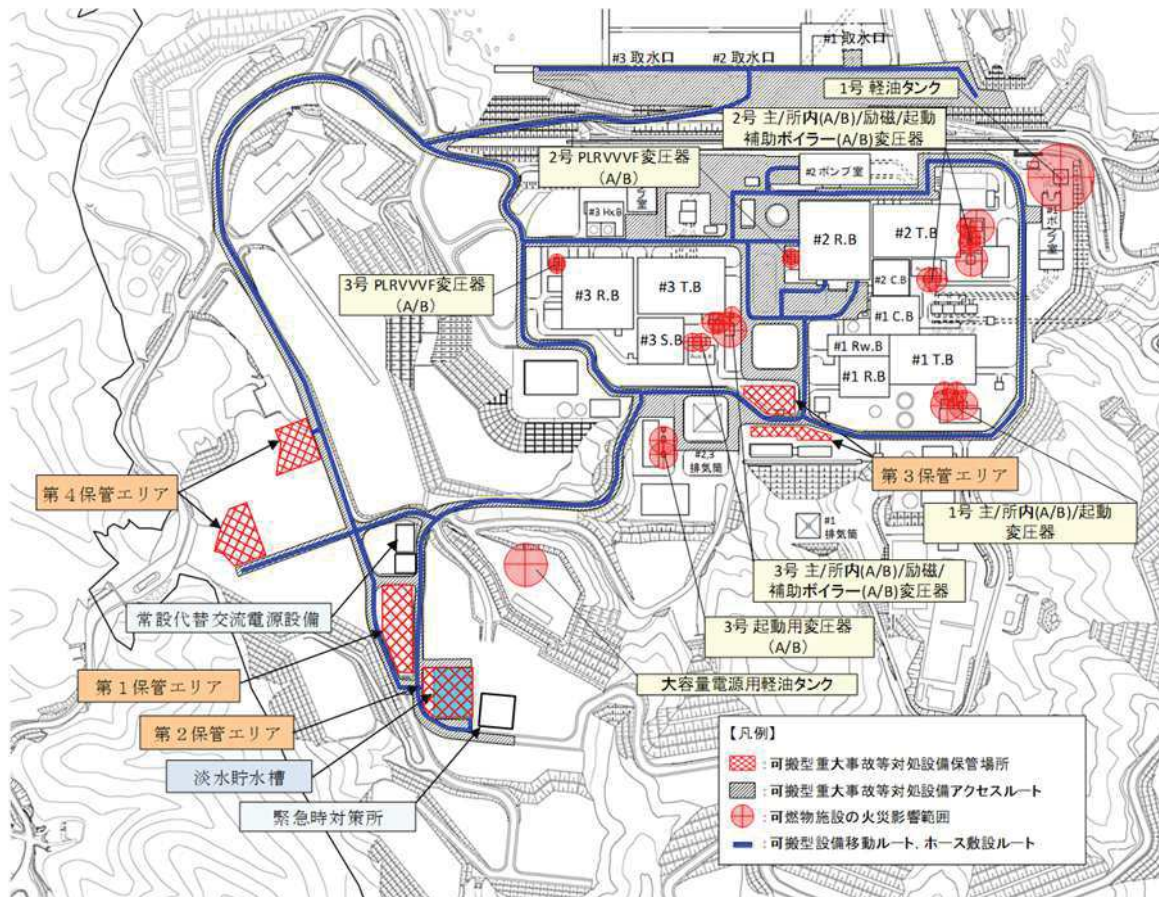
第2図 地震時における可搬型設備移動及びホース敷設ルート（全体）



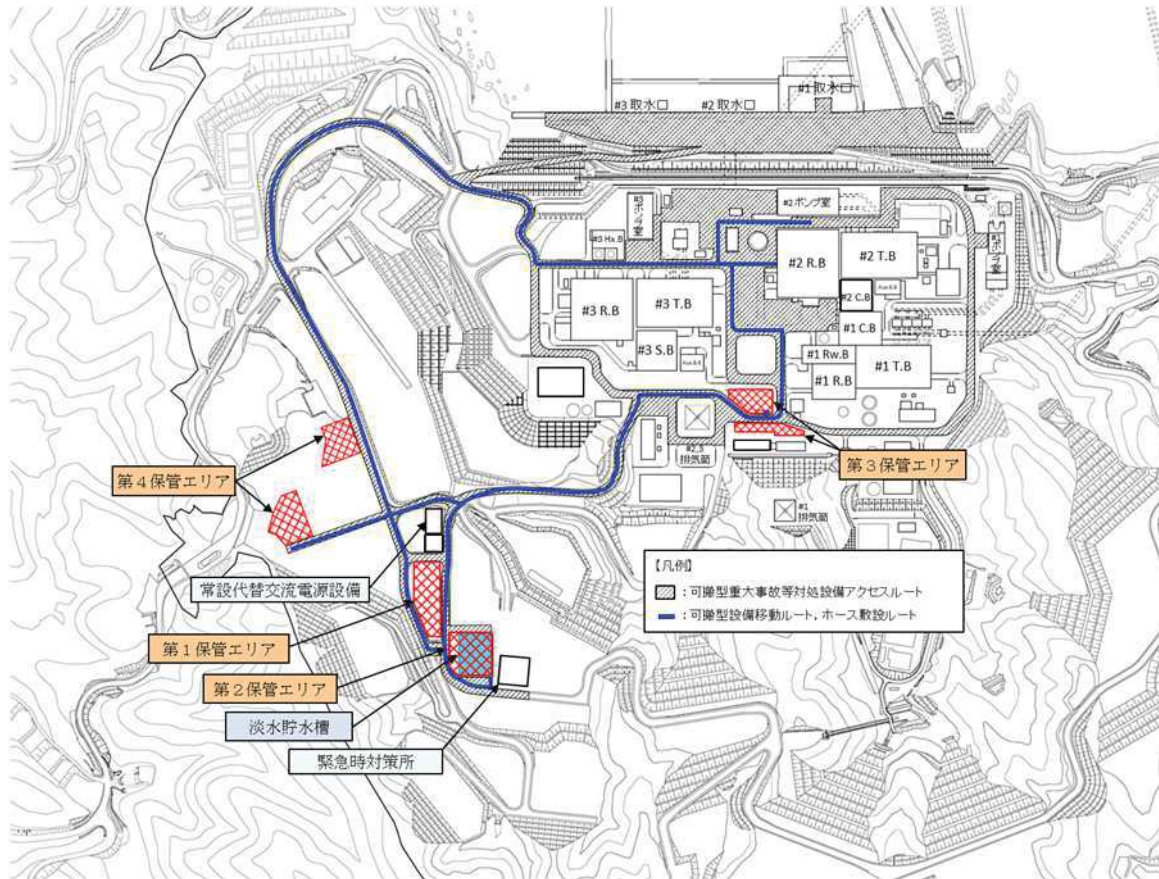


第3図 津波時における可搬型設備移動及びホース敷設ルート（全体）



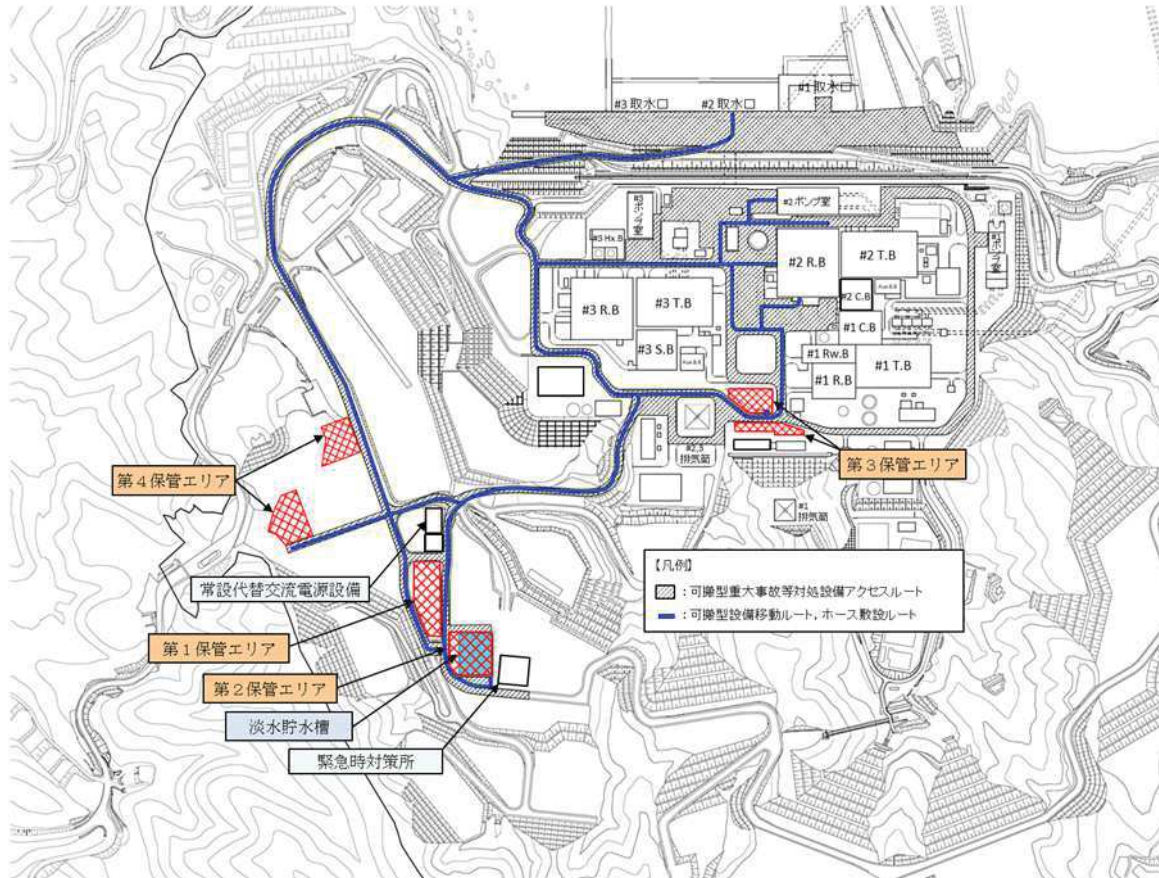


第4図 火災時における可搬型設備移動及びホース敷設ルート（全体）

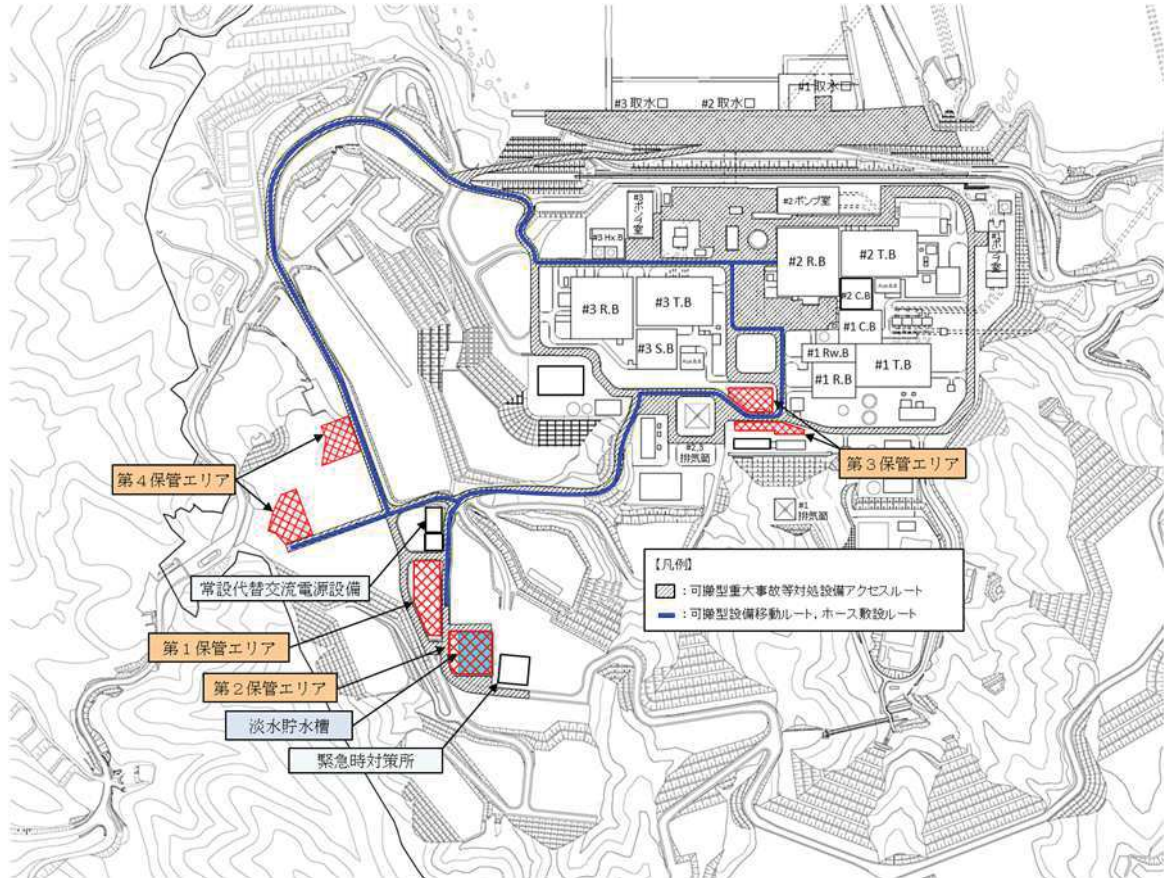


第5図 大容量送水ポンプ（タイプI）による送水  
（淡水貯水槽から原子炉建屋及び復水貯蔵タンクへ）





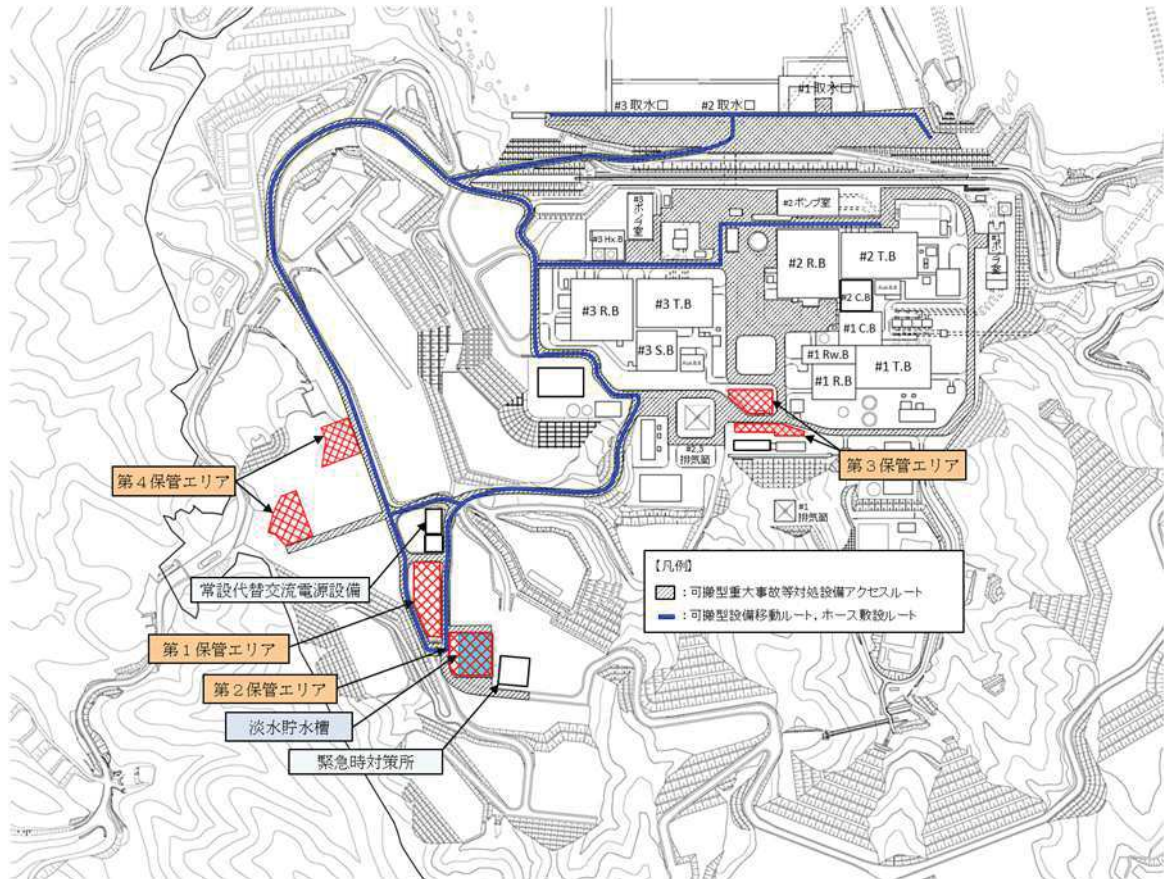
第 6 図 熱交換器ユニット及び大容量送水ポンプ（タイプ I）による除熱



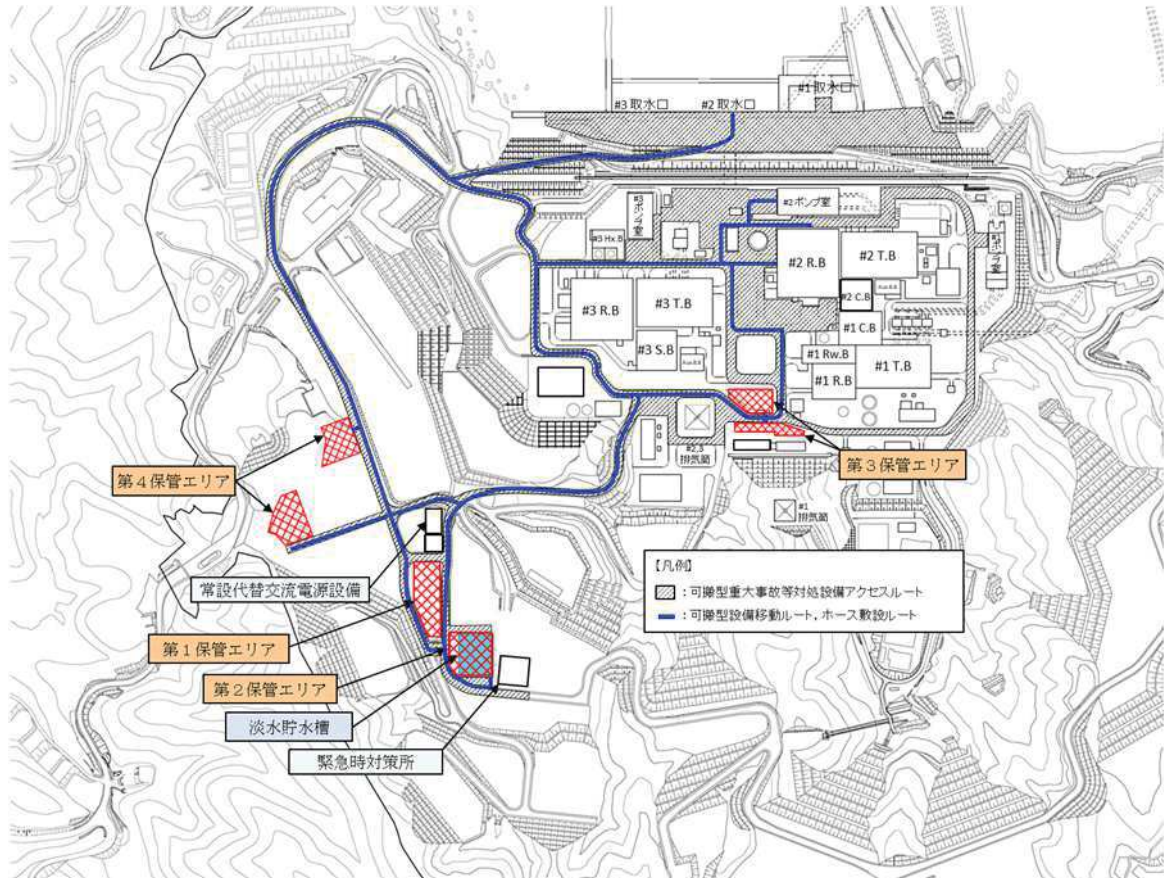
第7図 可搬型窒素ガス供給装置による窒素供給



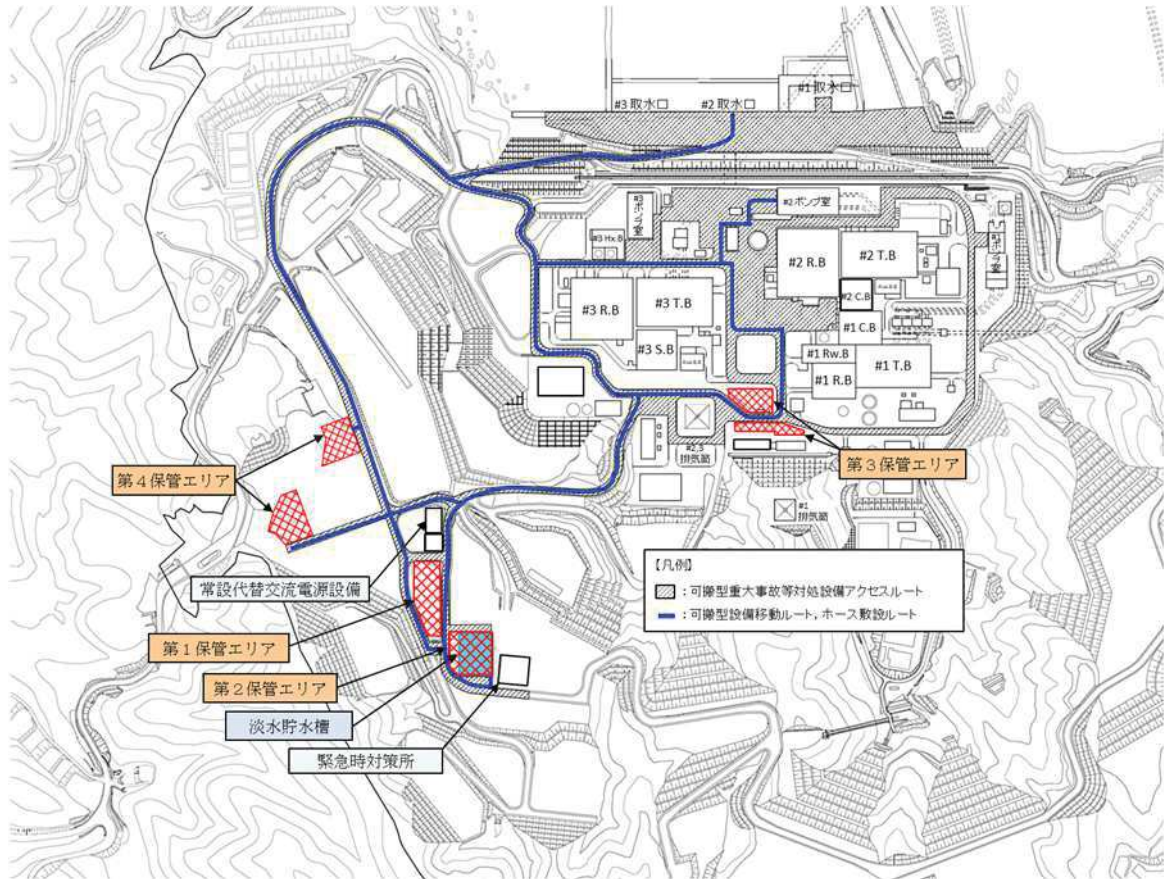




第9図 シルトフェンスによる放射性物質拡散抑制

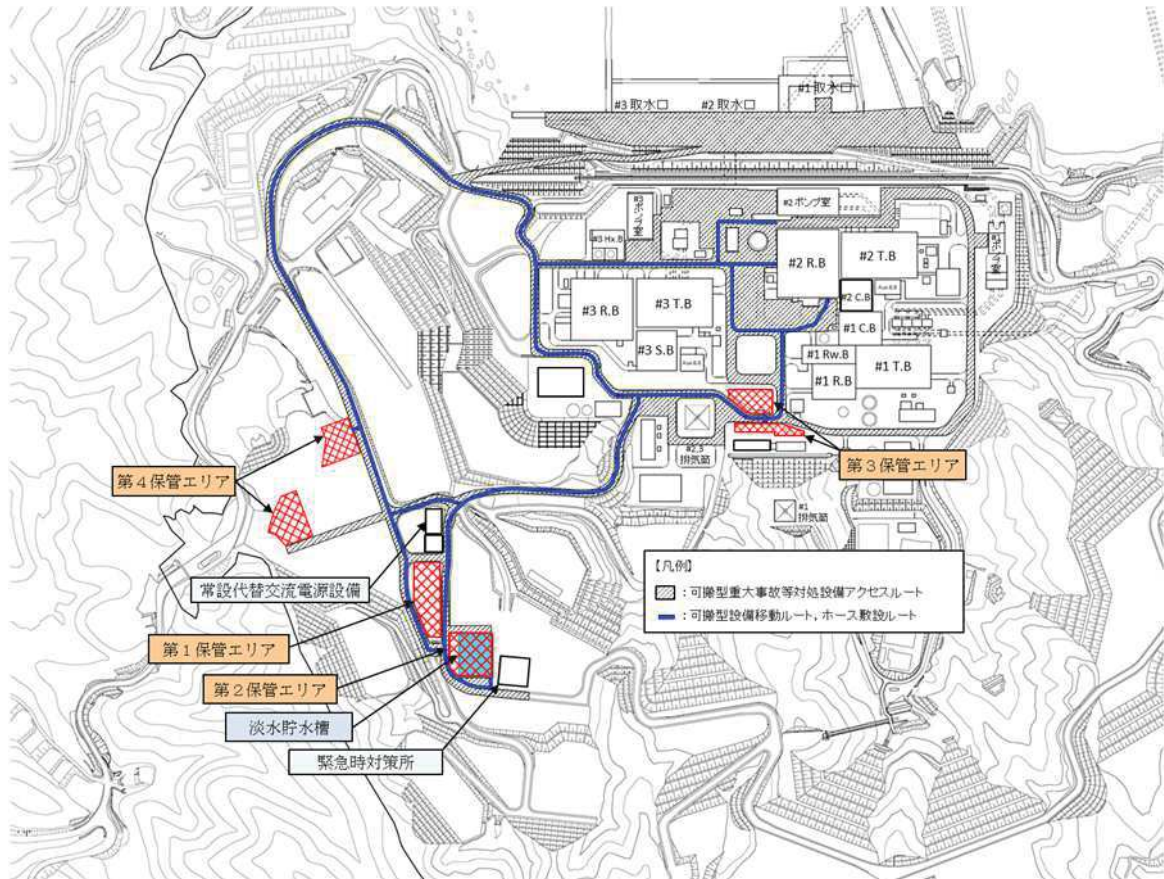


第 10 図 大容量送水ポンプ（タイプ I）による海水直接注水



第 11 図 大容量送水ポンプ（タイプⅡ）による淡水貯水槽への海水補給





第 12 図 電源車による電源確保及びタンクローリによる燃料補給