資料１－１－３

女川原子力発電所　２号炉

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

平成31年2月

東北電力株式会社

枠囲みの内容は商業機密又は防護上の観点から公開できません。

１．　重大事故等対策

1.0　　重大事故等対策における共通事項

1.1　　緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための手順等

1.2　　原子炉冷却材圧カバウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための手順等

1.3　　原子炉冷却材圧カバウンダリを減圧するための手順等

1.4　　原子炉冷却材圧カバウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための手順等

1.5　　最終ヒートシンクへ熱を輸送するための手順等

1.6　　原子炉格納容器内の冷却等のための手順等

1.7　　原子炉格納容器の過圧破損を防止するための手順等

1.8　　原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための手順等

1.9　　水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための手順等

1.10　水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための手順等

1.11　使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための手順等

1.12　発電所外への放射性物質の拡散を抑制するための手順等

1.13　重大事故等の収束に必要となる水の供給手順等

1.14　電源の確保に関する手順等

1.15　事故時の計装に関する手順等

1.16　原子炉制御室の居住性等に関する手順等

1.17　監視測定等に関する手順等

1.18　緊急時対策所の居住性等に関する手順等

1.19　通信連絡に関する手順等

２．大規模な自然災害又は故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムへの対応における事項

2.1　　可搬型設備等による対応

下線部：今回提出資料

＜添付資料 目 次 ＞

添付資料 1.0.1　本来の用途以外の用途として使用する重大事故等に対処するための設備に係る切替えの容易性について

添付資料 1.0.2　可搬型重大事故等対処設備保管場所及びアクセスルートについて

添付資料 1.0.3　予備品等の確保及び保管場所について

添付資料 1.0.4　外部からの支援について

添付資料 1.0.5　重大事故等への対応に係る文書体系

添付資料 1.0.6　重大事故等対応に係る手順書の構成と概要について

添付資料 1.0.7　有効性評価における重大事故対応時の手順について

添付資料 1.0.8　自然災害等の影響によりプラントの原子炉安全に影響を及ぼす可能性がある事象の対応について

添付資料 1.0.9　重大事故等対策の対処に係る教育及び訓練について

添付資料 1.0.10　重大事故等時の体制について

添付資料 1.0.11　重大事故等時の発電用原子炉主任技術者の役割について

添付資料 1.0.12　東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故教訓を踏まえた対応について

添付資料 1.0.13　重大事故等に対処する要員の作業時における装備について

添付資料 1.0.14　技術的能力対応手段と有効性評価　比較表
技術的能力対応手段と運転手順等　比較表

添付資料 1.0.15　原子炉格納容器の長期にわたる状態維持に係る体制の整備について

添付資料 1.0.16　重大事故等時における停止号炉の影響について

添付資料 1.0.17　有毒ガス防護に係る対応について

下線部：今回提出資料

添付資料 1.0.2

女川原子力発電所２号炉

可搬型重大事故等対処設備保管場所及びアクセスルートについて

＜ 目 次 ＞

１．新規制基準への適合状況 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1.0.2-1
２．概　　要 ・・・1.0.2-3
３．保管場所及びアクセスルートに係る方針 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1.0.2-5
４．保管場所及びアクセスルートに影響を及ぼす外部事象 ・・・・・・・・・1.0.2-18
５．保管場所の評価 ・・・1.0.2-23
６．屋外アクセスルートの評価 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1.0.2-44
７．屋内アクセスルートの評価 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・1.0.2-111
８．発電所構外からの重大事故等対策要員参集 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・1.0.2-147
９．別紙
(1) 女川原子力発電所における敷地の特徴について
(2) 海水取水ポイント及びホース敷設ルートについて
(3) 可搬型重大事故等対処設備の接続箇所について
(4) 自然現象の重畳による影響について
(5) アクセスルート降灰・降雪除去時間評価について
(6) 降水に対する影響評価について
(7) 可搬型設備の小動物対策について
(8) 森林火災に対する影響評価について
(9) 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について
(10) 屋外アクセスルート近傍の障害となり得る要因と影響評価について
(11) 建屋関係の耐震評価について
(12) 送電鉄塔倒壊評価について
(13) 鉄塔基礎の安定性について
(14) 保管場所及び屋外アクセスルートに関する斜面の安定性評価について
(15) 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
(16) 段差及び傾斜評価箇所の網羅性について
(17) H形鋼敷設による段差対策について
(18) 消火活動及び事故拡大防止対策等について
(19) 復水脱塩装置他薬品タンクの外部への漏えいについて
(20) 可搬型設備車両の耐浸水性について
(21) アクセスルートの仮復旧計画時間の評価について
(22) 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）

(23) 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）
(24) アクセスルート状況確認範囲及び分担範囲
(25) アクセスルートにおける地震後の被害想定
(26) アクセスルート復旧後における車両の通行量について
(27) 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
(28) 機材設置後の作業成立性について
(29) 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
(30) 屋内アクセスルートの設定について
(31) 屋内アクセスルート確認状況（地震時の影響）
(32) 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
(33) 地震随伴火災の影響評価について
(34) 地震による内部溢水の影響評価について
(35) 基準津波を超える津波時のアクセスルートについて
(36) 凍結，積雪時のすべり止め対策について
(37) 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

10. 補足資料
(1) OF ケーブル洞道のアクセスルートに対する影響について
(2) 火災の重畳による熱影響評価について
(3) 溢水評価について
(4) 耐震性に限定しない SA 時に利用可能な水源について
(5) 想定以上の段差が発生した場合の対応について
(6) 可搬型設備設置可能時間の保守性について
(7) 屋外での通信機器通話状況の確認について
(8) 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
(9) 保管場所及び屋外アクセスルートの点検状況について
(10) 仮復旧後の対応について
(11) 発電所構外からの要員参集について
(12) 事務建屋の周辺斜面について
(13) 防潮堤盛土堤防の直下を横断する排水路について
(14) 保管場所内の可搬型設備配置について
(15) 可搬型設備の移動及びホース敷設ルートについて

１．新規制基準への適合状況

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

(1) 「実用発電用原子炉及び附属施設の位置，構造及び設備の基準に関する規則」（以下「設置許可基準規則」という。）

第四十三条（重大事故等対処設備）

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

(2) 「実用発電用原子炉及び附属施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）

第五十四条（重大事故等対処設備）

	新規制基準の項目	適合状況
第3項	五　可搬型重大事故等対処設備は、地震、津波その他自然現象又は故意による大型航空機の衝突その他テロリズムによる影響、設計基準事故対処設備の配置その他の条件を考慮した上で常設重大事故等対処設備と異なる保管場所に保管すること。 【解釈】 可搬型重大事故等対処設備の保管場所は、故意による大型航空機の衝突も考慮すること。例えば原子炉から100m以上離隔を取り、原子炉建屋と同時に影響を受けないこと。又は、故意による大型航空機の衝突に対して頑健性を有すること。	可搬型設備は，地震，津波その他の自然現象，設計基準事故対処設備及び常設重大事故等対処設備の配置その他の条件を考慮したうえで，設計基準事故対処設備及び常設重大事故等対処設備に対して，同時に必要な機能が失われないよう，100m以上の離隔を取った防火帯の内側に保管し，かつ２セットのうち少なくとも１セットは高台に保管する。また，分散配置が可能な可搬型設備については，分散配置して保管する。
	六　想定される重大事故等が発生した場合において可搬型重大事故等対処設備を運搬し、又は他の設備の被害状況を把握するため、工場内の道路及び通路が確保できるよう、適切な措置を講ずること。	地震，津波その他の自然現象を想定し，迂回路も考慮して複数のアクセスルートを確保する。また，がれき等によってアクセスルートの確保が困難となった場合に備え，ブルドーザ等を配備し，がれき等の除去を行えるようにしている。
	七　重大事故防止設備のうち可搬型のものには、共通要因によって、設計基準事故対処設備の安全機能、使用済燃料貯蔵槽の冷却機能若しくは注水機能又は常設重大事故防止設備の重大事故に至るおそれがある事故に対処するために必要な機能と同時にその機能が損なわれるおそれがないよう、適切な措置を講ずること。	可搬型設備は，設計基準事故対処設備及び常設重大事故等対処設備と同時に必要な機能が失われないよう，100m以上の離隔を取るとともに，分散配置が可能な可搬型設備については，分散配置して保管する。また，基準地震動Ssで必要な機能が失われず，防火帯の内側かつ２セットのうち少なくとも１セットは高台に保管することにより，共通要因によって必要な機能が失われないことを確認している。

2．概　　要

(1) 目的

a. 要求事項

実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準(平成 25 年 6 月 19 日 原規技発第 1306197 号 原子力規制委員会制定)では，可搬型重大事故等対処設備を使用する際のアクセスルートの確保に関し，以下のとおり要求している。

> Ⅱ 要求事項
> １．重大事故等対策における要求事項
> １．０ 共通事項
> （１）重大事故等対処設備に係る要求事項
> ② アクセスルートの確保
> 発電用原子炉設置者において、想定される重大事故等が発生した場合において、可搬型重大事故等対処設備を運搬し、又は他の設備の被害状況を把握するため、工場又は事業所（以下「工場等」という。）内の道路及び通路が確保できるよう、実効性にある運用管理を行う方針であること。

b. 対応内容

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

> １．０．２共通事項
> (1) 重大事故等対処設備に係る事項
> b. アクセスルートの確保
> 想定される重大事故等が発生した場合において，可搬型重大事故等対処設備を運搬し，又は他の設備の被害状況を把握するため，発電所内の道路及び通路が確保できるよう，以下の実効性のある運用管理を実施する。
> アクセスルートは，想定される自然現象，人為事象，溢水及び火災を想定しても運搬，移動に支障をきたすことのないよう，迂回路も考慮して複数のアクセスルートを確保する。

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

(2) 適合状況確認手順

本資料では，まず「３．保管場所及びアクセスルートに係る方針」を定め，方針に基づき可搬型設備の保管場所及びアクセスルートを設定し，「４．保管場所及びアクセスルートに影響を及ぼす外部事象」において，発電所敷地内で想定される自然現象及び発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）（以下「人為事象」という。）のうち，設定した保管場所及びアクセスルートへの影響を及ぼす事象を抽出し，影響評価を実施するとともに，詳細な影響評価が必要な事象を選定する。

次に，「５．保管場所の評価」，「６．屋外アクセスルートの評価」及び「７．屋内アクセスルートの評価」において「４．保管場所及びアクセスルートに影響を及ぼす外部事象」で選定した事象に対して詳細な影響評価を実施する。また，設定したアクセスルートの現時点で想定される被害に対し，復旧方法及び復旧時間の評価を行い，重大事故等発生時における屋外及び屋内作業が有効性の評価の制限時間に対して成立することを確認し，「２．(1)a.要求事項」を満足していることを確認する。

最後に，重大事故等が発生しても発電所内に常駐している重大事故等対応要員で対応可能であるが，交代要員は必要不可欠であることから，「８．発電所構外からの重大事故等対策要員参集」においてその成立性を確認する。

３．保管場所及びアクセスルートに係る方針

(1) 保管場所及びアクセスルートの設定方針

「 a. 保管場所の基本方針」及び「 b. 屋外アクセスルートの基本方針」を踏まえて設定した保管場所及び屋外アクセスルートを第 3-1 図及び第 3-2 図に，保管場所の標高，離隔距離等について第 3-1 表に示す。

なお，保管場所及び屋外アクセスルートを選定するにあたって考慮した女川原子力発電所における敷地の特徴を別紙(1)に示す。

a. 保管場所の基本方針

屋外の可搬型設備の保管場所は，地震，津波，その他の自然現象（風（台風），竜巻，凍結，降水，積雪，落雷，火山の影響，生物学的事象，森林火災）又は大型航空機の衝突その他のテロリズムを考慮して，設計基準事故対処設備等又は常設重大事故防止設備と共通要因によって同時にその機能が損なわれるおそれがないよう，設計基準事故対処設備及び常設重大事故等対処設備が設置されている原子炉建屋及び制御建屋から 100m 以上の離隔距離を有する箇所に，位置的分散を考慮して複数箇所確保するとともに，屋外の常設重大事故等対処設備からも 100m 以上の離隔を有する箇所に，位置的分散を考慮して複数箇所確保する。

また，同じ機能をもつ可搬型設備が複数ある場合は，保管場所を分散配置する。

b. 屋外アクセスルートの基本方針

屋外アクセスルートは，可搬型設備が各保管場所から可搬型設備の設置場所及び接続箇所まで，複数のルートにより移動が可能な設計とする。

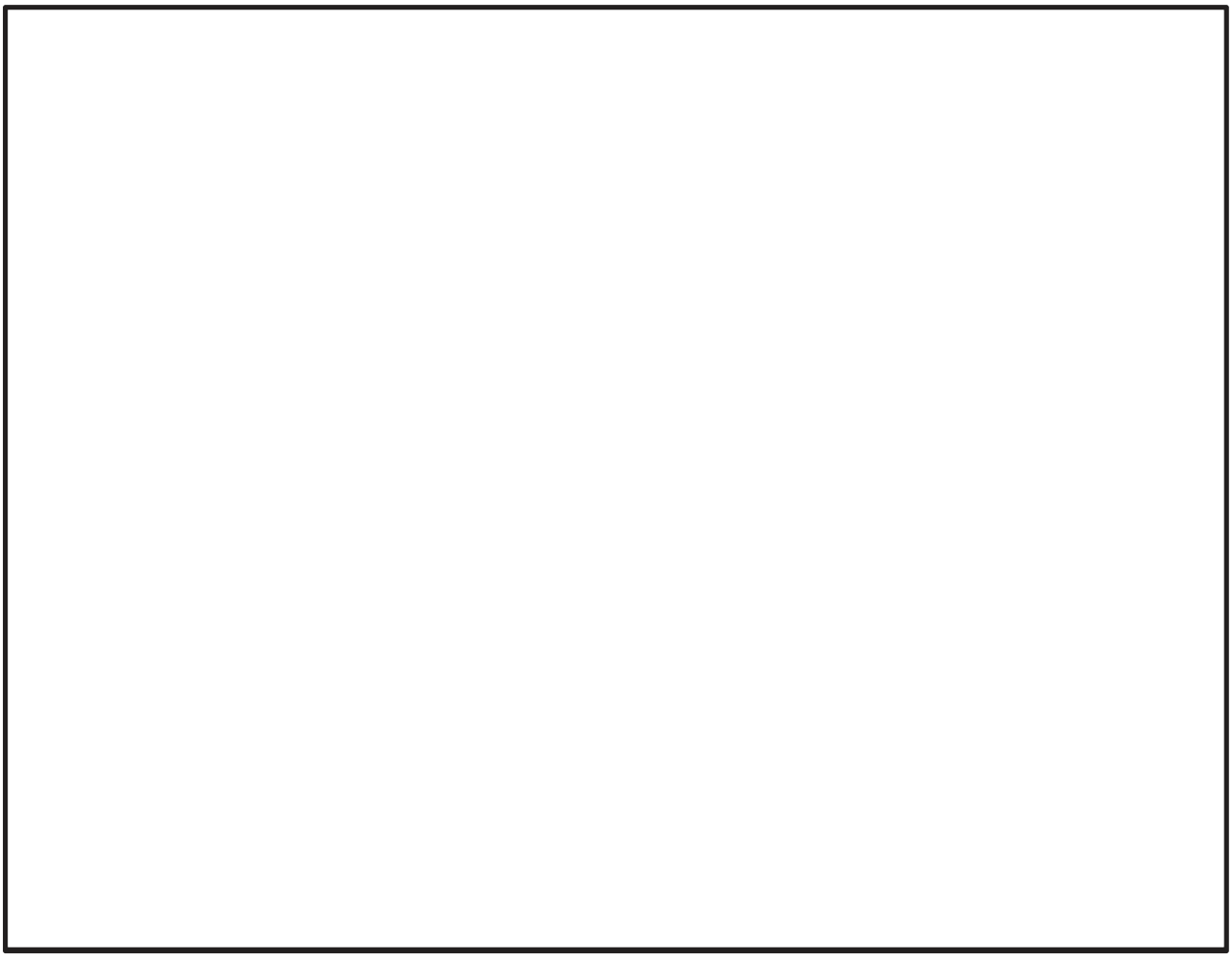
屋外アクセスルートに対する自然現象による影響（地震，津波，洪水，風（台風），竜巻，凍結，降水，積雪，落雷，地すべり，火山の影響，生物学的事象，森林火災及び高潮）及び人為事象を想定して，複数のアクセスルートの中から早期に復旧可能なルートを確保する。

c. 屋内アクセスルートの基本方針

屋内アクセスルートは，外部起因事象として地震，地震随伴火災及び地震による内部溢水を想定した場合でも，アクセスルートを確保できる設計とする。各フロアには各区画に沿った通路，複数の階段及び出入口扉があり，それぞれ

の通路等を組み合わせて通ることで，資機材の転倒や仮設配管等の脱落に対して，迂回路も含めた複数のルートの選定が可能となる設計とする。迂回については，転倒資機材の人力による排除や乗り越え等も考慮する。

また，屋内アクセスルートは外部からの衝撃による損傷の防止が図られた建屋内に確保する設計とする。



第 3-1 図　保管場所及びアクセスルート図

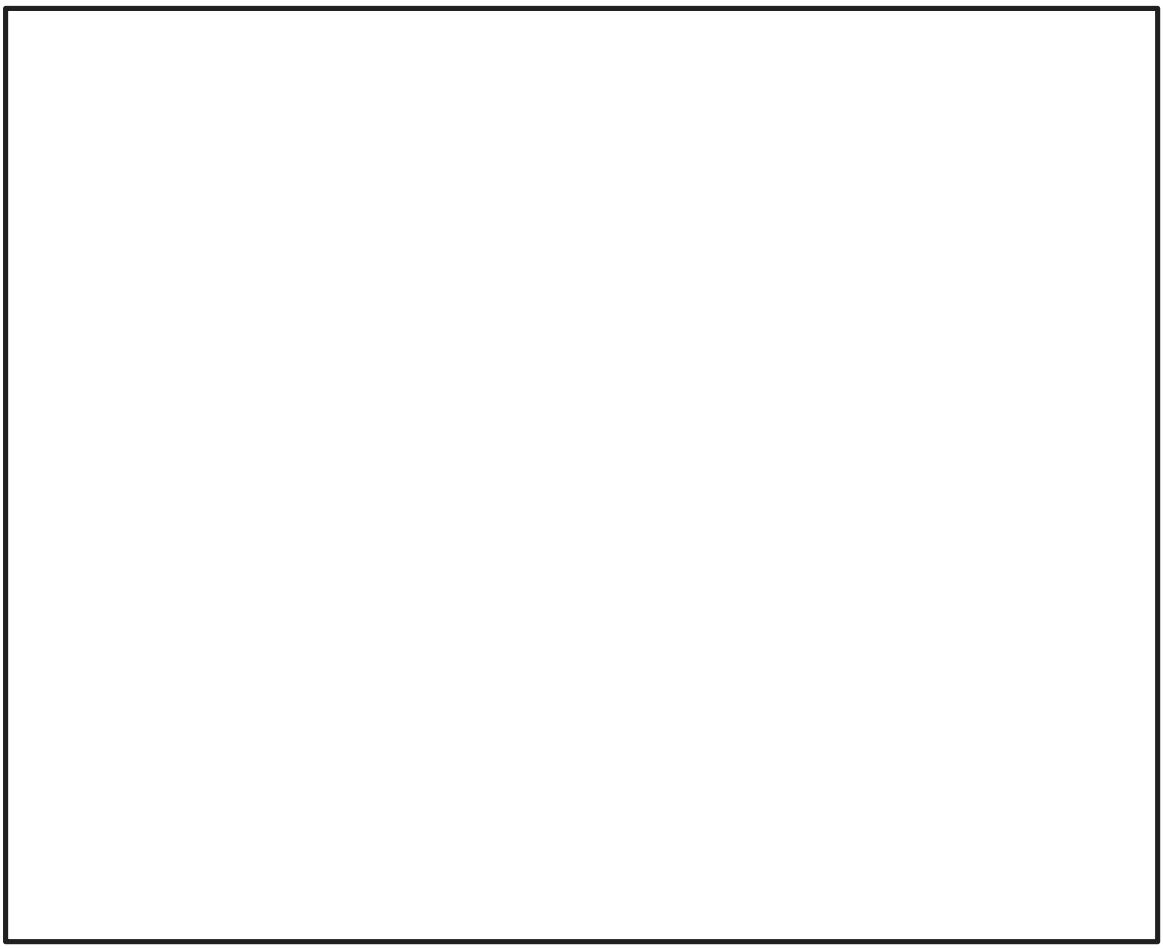
【ルート距離（淡水貯水槽 ～ [redacted] 注水接続口）】

ルート１※：1,610m

ルート２※：1,220m

※　有効性評価における可搬型設備設置のクリティカルとなる大容量送水ポンプ（タイプⅠ）による原子炉注水作業に関わるルート

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　保管場所からの離隔距離（原子炉建屋，常設代替交流電源設備）

※ 図中に示す略語は以下のとおり（以後の図の記載も同様）

#1：１号炉　#2：２号炉　#3：３号炉　R.B：原子炉建屋　T.B：タービン建屋

C.B：制御建屋　Rw.B：廃棄物処理建屋　S.B：サービス建屋

Aux.B.B：補助ボイラ建屋　Hx.B：海水熱交換器建屋　ポンプ室：海水ポンプ室

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

第 3-1 表　保管場所の標高，離隔距離，地盤の種類

保管場所	標　　高	原子炉建屋※2からの離隔距離	常設代替交流電源設備からの離隔距離※3	支持地盤の種類
第１保管エリア	0.P.+62m※1	約 530m	―	岩盤
第２保管エリア	0.P.+62m※1	約 550m	約 150m	岩盤（淡水貯水槽）
第３保管エリア	0.P.+14.8m※1	約 110m	約 440m	岩盤
第４保管エリア	0.P.+62m※1	約 550m	約 110m	岩盤

※１　2011 年東北地方太平洋沖地震に伴う地殻変動を考慮すると，表記値より一様に約１ｍ沈下。以後の記載についても同様。

2011 年東北地方太平洋沖地震に伴い，牡鹿半島全体が約１ｍ沈下したことが確認されており，女川原子力発電所の敷地も一様におおよそ１ｍ沈下したことを確認している。

また，原子炉建屋のほか主要な建屋のレベル測定を行い，建屋の水平性が確保されていることを確認している。

その後，国土地理院により，牡鹿半島は 2016 年 1 月時点において 43cm 程度隆起していることが確認されている。

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

※３　常設代替交流電源設備と電源車の離隔距離を示す。

各設備の保管場所及び設置場所については，今後の検討結果等により，変更となる可能性がある。

(2) 保管場所における主要可搬型設備等の配備方針

可搬型設備の分類を第 3-2 表に，保管場所における可搬型設備の配備の基本方針を第 3-3 表に，主要可搬型設備の配備数を第 3-4 表に，主要設備の配備数を第 3-5 表に示す。

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

なお，第１～第４保管エリアの可搬型設備の配置については補足資料（14）に示す。

a. 「２ｎ＋α」の可搬型設備（設置許可基準規則 第 43 条 5(a)対象設備）

原子炉建屋外から水・電力を供給する，電源車，大容量送水ポンプ（タイプⅠ）及び熱交換器ユニットについては，必要となる容量を有する設備を１基あたり２セット及び予備を保有し，第１～第４保管エリアのいずれか２箇所以上に分散配置する。

b.「ｎ＋α」の可搬型設備（設置許可基準規則 第 43 条 5(b)対象設備）

負荷に直接接続する，高圧窒素ガスボンベについては，必要となる容量を有する設備を１基あたり１セット及び予備を保有し，原子炉建屋内に分散配置する。

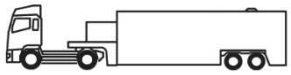
c. 「ｎ」の可搬型設備（その他）

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

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

海水取水場所については別紙(2)に，可搬型設備の建屋接続箇所及び仕様については別紙(3)に示す。

第 3-2 表　可搬型設備の分類

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

第 3-3 表　可搬型設備における配備の基本方針

保管エリア / 要求台数	第１保管エリア	第２保管エリア	第３保管エリア	第４保管エリア
２ｎ＋α	ｎ		ｎ	α
ｎ＋α※1	－		－	－
ｎ	ｎ		－	予備

※１　ｎ＋αの設備は屋外の保管エリアに配備するものはない

第 3-4 表　主要可搬型設備

○「２ｎ＋α」の可搬型設備

設備名	配備数	必要容量	予備	保管場所					備考
				第 1	第 2	第 3	第 4	緊急時対策建屋	
電源車	5 台	2 台 (2n=4)	1 台	－	2 台	2 台	1 台	－	・可搬型代替交流電源設備及び可搬型代替直流電源設備 ・故障時バックアップ及び保守点検待機除外時バックアップ 1 台(緊急時対策所用代替交流電源設備として使用する電源車の予備と兼用)
ケーブル (1 組 : 25m)	5 組	2 組 (2n=4)	1 組	－	2 組	2 組	1 組	－	・可搬型代替交流電源設備及び可搬型代替直流電源設備 ・故障時バックアップ及び保守点検待機除外時バックアップ 1 組(緊急時対策所用代替交流電源設備として使用するケーブルの予備と兼用)
大容量送水ポンプ (タイプⅠ)	5 台	2 台 (2n=4)	1 台	1 台	1 台	2 台	1 台	－	・注水設備及び除熱設備(必要容量それぞれ 1 台ずつ) ・故障時バックアップ及び保守点検待機除外時バックアップ 1 台
注水用ヘッダ	3 台	1 台 (2n=2)	1 台	－	1 台	1 台	1 台	－	・注水設備 ・故障時バックアップ及び保守点検待機除外時バックアップ 1 台
ホース (1 組 : 約 1730m) ・300A : 約 1610m ・150A : 約 120m	2 組及びホース長ごと 1 本	1 組 (2n=2)	ホース長ごと 1 本	－	1 組	1 組	ホース長ごと 1 本	－	・注水設備 ・故障時バックアップ及び保守点検待機除外時バックアップ　ホース長ごと 1 本
ホース (1 組 : 300A, 約 1810m)	2 組及びホース長ごと 1 本	1 組 (2n=2)		1 組	－	1 組		－	・除熱設備(熱交換器ユニット海水側用) ・故障時バックアップ及び保守点検待機除外時バックアップ　ホース長ごと 1 本
ホース (1 組 : 約 233m) ・150A : 約 230m ・65A : 約 3m	2 組及びホース長ごと 1 本	1 組 (2n=2)	ホース長ごと 1 本	原子炉建屋内に 2 組及びホース長ごと 1 本 (“1 組”と“1 組及びホース長ごと 1 本”で分散保管)					・使用済燃料プールの注水・スプレイ（原子炉建屋内敷設用) ・故障時バックアップ及び保守点検待機除外時バックアップ　ホース長ごと 1 本
スプレイノズル	13 台	3 台 (2n=6)	1 台	原子炉建屋内に 7 台 (3 台，3 台，1 台で分散保管)					・使用済燃料プールへのスプレイ（常設配管用) ・故障時バックアップ及び保守点検待機除外時バックアップ 1 台
		3 台 (2n=6)		原子炉建屋内に 7 台 (3 台，3 台，1 台で分散保管)					・使用済燃料プールへのスプレイ（可搬型用) ・故障時バックアップ及び保守点検待機除外時バックアップ 1 台
ホース延長回収車	5 台	2 台 (2n=4)	1 台	－	2 台	2 台	1 台	－	・故障時バックアップ及び保守点検待機除外時バックアップ 1 台

設備名	配備数	必要容量	予備	保管場所					備考
				第1	第2	第3	第4	緊急時対策建屋	
熱交換器ユニット	3台	1台 (2n=2)	1台	1台	－	1台	1台	－	・除熱設備 ・故障時バックアップ及び保守点検待機除外時バックアップ1台
ホース (1組：約74m) ・200A：約20m ・300A：約54m	2組及びホース長ごと1本	1組 (2n=2)	ホース長ごと1本	1組	－	1組	ホース長ごと1本	－	・除熱設備(熱交換器ユニット淡水側用) ・故障時バックアップ及び保守点検待機除外時バックアップ　ホース長ごと1本

※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。

○「ｎ＋α」の可搬型設備

設備名	配備数	必要容量	予備	保管場所					備考
				第 1	第 2	第 3	第 4	緊急時対策建屋	
高圧窒素ガスボンベ	22 本	11 本	11 本	原子炉建屋内に 22 本 （11 本と 11 本で分散保管）					・故障時バックアップ及び保守点検待機除外時バックアップ 11 本
主蒸気逃がし安全弁用可搬型蓄電池	2 個	1 個	1 個	制御建屋内に 2 個 （1 個と 1 個で分散保管）					・故障時バックアップ及び保守点検待機除外時バックアップ 1 個

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

○「ｎ」の可搬型設備

設備名	配備数	必要容量	予備	保管場所					備考
				第1	第2	第3	第4	緊急時対策建屋	
可搬型窒素ガス供給装置	2台	1台	1台	1台	－	－	1台	－	・故障時バックアップ及び保守点検待機除外時バックアップ1台
ホース（1組：50A，約110m）	1組及びホース長ごと1本	1組	ホース長ごと1本	1組	－	－	ホース長ごと1本	－	
大容量送水ポンプ（タイプⅡ）	3台	2台	1台	1台	1台	－	1台	－	・放水設備及び水の供給設備（代替淡水源（淡水貯水槽（No.1）及び淡水貯水槽（No.2））補給）（必要容量それぞれ1台ずつ） ・故障時バックアップ及び保守点検待機除外時バックアップ1台
放水砲	2台	1台	1台	1台	－	－	1台	－	・故障時バックアップ及び保守点検待機除外時バックアップ1台
泡消火薬剤混合装置	2台	1台	1台	1台	－	－	1台	－	・故障時バックアップ及び保守点検待機除外時バックアップ1台
ホース（1組：300A，約1590m）	1組及びホース長ごと1本	1組	ホース長ごと1本	1組	－	－	ホース長ごと1本	－	・放水設備 ・故障時バックアップ及び保守点検待機除外時バックアップ　ホース長ごと1本
ホース（1組：300A，約1700m）	1組及びホース長ごと1本	1組	ホース長ごと1本	－	1組	－		－	・水の供給設備（代替淡水源（淡水貯水槽（No.1）及び淡水貯水槽（No.2））補給） ・故障時バックアップ及び保守点検待機除外時バックアップ　ホース長ごと1本
シルトフェンス	3組	2組	1組	2組	－	－	1組	－	・故障時バックアップ及び保守点検待機除外時バックアップ1組
タンクローリ	3台	2台	1台	－	1台	1台	1台	－	・故障時バックアップ及び保守点検待機除外時バックアップ1台
可搬型モニタリングポスト	11台	9台	2台	2台	6台	－	2台	1台	・故障時バックアップ及び保守点検待機除外時バックアップ2台
小型船舶	2隻	1隻	1隻	1隻	－	－	1隻	－	・故障時バックアップ及び保守点検待機除外時バックアップ1隻
代替気象観測設備	2台	1台	1台	－	1台	－	1台	－	・故障時バックアップ及び保守点検待機除外時バックアップ1台
中央制御室待避所加圧設備（空気ボンベ）	80本	40本	40本	制御建屋					・故障時バックアップ及び保守点検待機除外時バックアップ40本
緊急時対策所加圧設備（空気ボンベ）	540本	415本	125本	－	－	－	－	540本	・故障時バックアップ及び保守点検待機除外時バックアップ125本

設備名	配備数	必要容量	予備	保管場所					備考
				第1	第2	第3	第4	緊急時対策建屋	
電源車	2台	1台	1台	－	－	－	1台	1台	・緊急時対策所用代替交流電源設備 ・故障時バックアップ及び保守点検待機除外時バックアップ 1 台（可搬型代替交流電源設備として使用する電源車の予備と兼用）
ケーブル（1組：25m）	2組	1組	1組	－	－	－	1組	1組	・緊急時対策所用代替交流電源設備 ・故障時バックアップ及び保守点検待機除外時バックアップ 1 組（可搬型代替交流電源設備として使用するケーブルの予備と兼用）

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

第 3-5 表　保管場所等における主要設備

○アクセスルート確保のための可搬型設備

設備名	配備数	必要容量	予備	保管場所					備考
				第 1	第 2	第 3	第 4	緊急時対策建屋	
ブルドーザ	2 台	1 台	1 台	1 台	－	－	1 台	－	・仮復旧が必要な場合には 1 台でアクセスルートの確保が可能。残る 1 台は予備として配備。
バックホウ	2 台	1 台	1 台	1 台	－	－	1 台	－	・仮復旧が必要な場合には 1 台でアクセスルートの確保が可能。残る 1 台は予備として配備。

※各重機の保管場所・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。

○その他設備（自主的に所有している設備）

設備名	配備数	保管場所	備考
化学消防自動車	2台	第1保管エリア及び 第4保管エリア	・第1保管エリア：1台 ・第4保管エリア：1台
泡原液搬送車	1台	第1保管エリア	－
薬液補給装置	2台	第1保管エリア及び 第4保管エリア	・原子炉格納容器フィルタベント フィルタ装置への補給用 ・第1保管エリア：1台 ・第4保管エリア：1台
放射性物質吸着剤	100個	第1保管エリア及び 第4保管エリア	・第1保管エリア：50個 ・第4保管エリア：50個
号炉間電力融通ケーブル（可搬型）	1セット	第2保管エリア	－
モニタリングカー	1台	第1保管エリア	－
ホイールローダ	2台	第1保管エリア及び 第4保管エリア	・第1保管エリア：1台 ・第4保管エリア：1台

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

また，記載している設備は技術的能力等の資料において，使用可能であった場合に使用するものと整理している設備で屋外に保管するもの。

4．保管場所及びアクセスルートに影響を及ぼす外部事象

(1) 自然現象

a. 想定する自然現象

発電所敷地で想定される自然現象（地震及び津波を除く。）については，網羅的に抽出するために，国内外の基準や文献等に基づき事象を収集し，海外の選定基準を参考として選定を行った結果，洪水，風（台風），竜巻，凍結，降水，積雪，落雷，地すべり，火山の影響，生物学的事象，森林火災及び高潮の12事象を選定した。これらの事象に地震及び津波を加えた14事象（地震，津波，洪水，風（台風），竜巻，凍結，降水，積雪，落雷，地すべり，火山の影響，生物学的事象，森林火災及び高潮）を選定した。

自然現象選定の詳細については設置許可基準規則第6条適合性説明資料「外部事象の考慮について」参照。

b. 自然現象の影響評価

「a. 想定する自然現象」で選定した14事象に対して，設計上想定する規模で発生した場合の影響について評価した結果を第4-1表に示す。

保管場所及びアクセスルートへの影響評価として確認する事項は次のとおりである。

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

第4-1表のとおり，想定する自然現象のうち保管場所とアクセスルートに大きな影響を及ぼす可能性がある自然現象は地震のみと考えられる。

なお，自然現象の重畳を考慮した場合の影響については，別紙(4)に示す。

第 4-1 表　自然現象により想定される影響評価結果

自然現象	評価結果		
	保管場所	屋外アクセスルート	屋内アクセスルート
地震	・地盤や周辺斜面の崩壊による影響，周辺構造物の倒壊・損壊・火災・溢水による影響が考えられ，個別の評価が必要。	・地盤や周辺斜面の崩壊による影響，周辺構造物の倒壊・損壊・火災・溢水による影響が考えられ，個別の評価が必要。	・資機材等の倒壊・損壊，アクセスルート周辺機器等の火災・溢水による影響が考えられ，個別の評価が必要。
津波	・基準津波に対し防潮堤や防潮壁を設置することから，原子炉建屋等や保管場所へ遡上する浸水はない。したがって，設計基準事故対処設備と重大事故等対処設備が同時に機能喪失しない。	・基準津波に対して防潮堤や防潮壁を設置することから，アクセスルートまで遡上する浸水はない。	・基準津波に対して防潮堤や防潮壁を設置することから，建屋近傍まで遡上する浸水はない。
洪水	・敷地内には洪水の要因となる河川が存在しないことから，敷地に洪水による被害を受けることはない。	・同左	・同左
風（台風）	・設計基準事故対処設備は建屋内に設置されているため，風による影響はない。また，可搬型設備は荷重が大きく，設計基準の風により転倒することはないことから，設計基準事故対処設備と可搬型設備が同時に機能喪失しない。	・台風によりがれきが発生した場合でも，ブルドーザにより撤去することが可能である。	・建屋内であり影響は受けない。
竜巻	・可搬型設備は屋外の保管場所に設置しているが，設計基準事故対処設備は竜巻に対して頑健な建屋に設置していることから，設計基準事故対処設備と可搬型設備が同時に機能喪失しない。 ・保管エリアに配備する可搬型設備は原子炉建屋等に対し離隔距離の確保，又は飛散防止対策を実施することから原子炉建屋等へ影響を与えない。	・竜巻によりがれきが発生した場合でも，ブルドーザにより撤去することが可能である。 ・万一，送電鉄塔が転倒した場合であっても，複数のルートが確保されていることから，影響がないルートを選択することで目的地までのアクセスが可能である。	・原子炉建屋等は竜巻に対し頑健性を有することから影響は受けない。
積雪	・気象予報により事前の予測が十分可能であり，原子炉建屋等，保管場所及び可搬型設備の除雪は積雪状況を見計らいながら行うことで対処が可能であることから，設計基準事故対処設備と可搬型設備が同時に機能喪失しない。	・気象予報により事前の予測が十分可能であり，除雪を実施できる体制を構築し，ホイルローダによる除雪及び融雪剤を散布し対応するため積雪の影響はない。その上で車両に常時スタッドレスタイヤを装着し，徐行で運転することから急勾配の下りでもスリップする可能性は低い。なお，急勾配箇所にはすべり止め材を配備して必要に応じて使用できるようにするとともに，すべり止め舗装を施す。（別紙(36)参照） ・また，ブルドーザにより最大 152 分で除雪が可能である。（別紙(5)参照）	・建屋内であり影響は受けない。

自然現象	評価結果		
	保管場所	屋外アクセスルート	屋内アクセスルート
凍結	・保管場所に設置されている可搬型設備は屋外であるが，設計基準事故対処設備は建屋内に設置されているため，影響を受けないことから設計基準事故対処設設備と可搬型設備が同時に機能喪失しない。 ・凍結を伴うような低温となる場合は，気象予報により事前の予測が十分可能であり，各設備の温度に関する仕様を下回るおそれがある場合には，始動に影響が出ないよう必要に応じてあらかじめ可搬型設備の暖機運転を行うことにより影響を受けない。	・凍結を伴うような低温となる場合は，気象予報により事前の予測が十分可能であり，凍結への対応可能な体制を構築し，適宜融雪剤を散布し対応するため凍結の影響はない。その上で車両に常時スタッドレスタイヤを装着し，徐行で運転することから急勾配の下りでもスリップする可能性は低い。なお，急勾配箇所にはすべり止め材を配備して必要に応じて使用できるようにするとともに，すべり止め舗装を施す。(別紙(36)参照)	・建屋内であり影響を受けない。
降水	・適切な降雨強度に基づき設計した構内排水設備により，海域へ排水されることから影響は受けない。 ・また，原子炉建屋等は浸水防止対策を施していることから，設計基準事故対処設備と可搬型設備が同時に機能喪失しない。 ・構内排水設備の性能については別紙(6)参照。	・適切な降雨強度に基づき設計した構内排水設備により，海域へ排水されることから影響は受けない。 ・構内排水設備の性能については別紙(6)参照。	・浸水防止対策が施された建屋内であり，影響は受けない。
落雷	・設計基準事故対処設備は避雷対策を施されたエリアに設置されており，かつ保管場所とは位置的分散が図られていることから，設計基準事故対処設備と可搬型設備が同時に機能喪失しない。 ・１回の落雷により影響を受ける範囲は限定されるため，保管場所は２セットを離隔して位置的分散を図っており，影響を受けない。	・落雷によりアクセスルートが影響を受けることはない。 ・落雷発生中は，屋内に退避し，状況を見て屋外作業を実施する。	・建屋には避雷設備を設置しており影響は受けない。
地すべり	・地すべり地形分布図や土砂災害危険箇所図等によると女川原子力発電所には地すべり，土石流並びにがけ崩れを起こすような地形は存在しない。	・同左	・同左

自然現象	評価結果		
	保管場所	屋外アクセスルート	屋内アクセスルート
火山の影響	・噴火発生の情報を受けた際は，要員を確保し，原子炉建屋等，保管場所及び可搬型設備の除灰を行うことにより対処が可能であることから，設計基準事故対処設備と可搬型設備が同時に機能喪失しない。	・噴火発生の情報を受けた際は要員を確保し，アクセスルートの除灰を行うことにより対処が可能である，また，ブルドーザにより最大171分で除灰が可能である。(別紙(5)参照)	・建屋内であり影響は受けない。
生物学的事象	・設計基準事故対処設備は，浸水防止対策により水密化された建屋内に設置されているため，ネズミ等の齧歯類の侵入による影響を受けない。また，海生生物により，保管場所及び可搬型設備は影響を受けない。したがって，設計基準事故対処設備と可搬型設備が同時に機能喪失しない。 ・保管場所は位置的に分散されていることから，複数の設備が同時に機能喪失する可能性は小さい。 ・可搬型設備は，ネズミ等の小動物の侵入により設備の機能に影響がないよう，侵入できるような開口部は侵入防止対策を実施する。(別紙(7)参照)	・影響なし。	・屋内アクセスルートは，浸水防止対策により水密化された建屋内に設置されているため，ネズミ等の齧歯類の侵入による影響を受けない。
森林火災	・原子炉建屋等と保管場所は防火帯の内側であるため，森林火災による熱影響により設計基準事故対処設備と可搬型設備は同時に機能喪失しない。 ・万一，防火帯の内側に小規模な火災が延焼したとしても，自衛消防隊が保管場所周辺の消火活動を行うことにより対処が可能である。	・アクセスルートは防火帯の内側であり，アクセス性に支障はない。また，輻射強度を考慮しても作業が可能であることを確認している。(別紙(8)参照) ・万一，小規模な火災が発生したとしても，自衛消防隊がアクセスルート周辺の消火活動を行うことにより対処が可能である。	・関連する建屋は防火帯の内側であり，熱影響は受けない。 ・ばい煙については，外気取入口に設置されたバッグフィルタにより一定以上の粒径のばい煙を捕集するとともに，外気取入ダンパを閉止，又は空調停止や再循環運転により建屋内への侵入を阻止することが可能であり影響はない。
高潮	・保管場所は，高潮の影響を受けない敷地高さ(0.P.(女川原子力発電所工事用基準面)＋3.5m)以上に設置することから影響を受けることはない。	・アクセスルートは，高潮の影響を受けない敷地高さ(0.P.(女川原子力発電所工事用基準面)＋3.5m)以上に設置することから影響を受けることはない。	・屋内アクセスルートは，高潮の影響を受けない敷地高さ(0.P.(女川原子力発電所工事用基準面)＋3.5m)以上に設置することから影響を受けることはない。

b. 人為事象

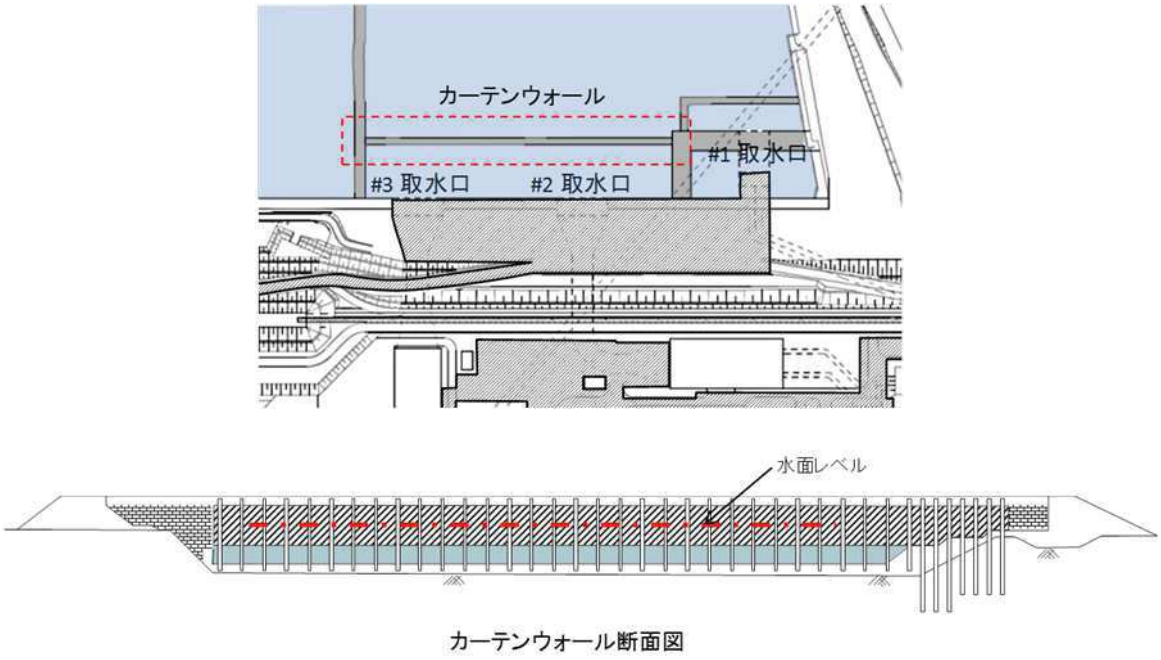
設計上考慮すべき人為事象としては，自然現象と同様，国内外の基準や文献等に基づき事象を収集し，海外の選定基準を参考として選定を行った結果，飛来物（航空機落下），ダムの崩壊，近隣工場等の火災（石油コンビナート施設の火災，発電所敷地内に存在する危険物タンクの火災及び航空機墜落による火災），有毒ガス，船舶の衝突，電磁的障害の 7 事象を選定した。

これらの事象のうち，ダムの崩壊，石油コンビナート施設の火災は，敷地周辺に発生要因がない又は立地的要因により影響を受けることはなく，船舶の衝突については取水口外側にカーテンウォールが設置されており，保管場所及びアクセスルートに直接衝突されるおそれがないこと，電磁的障害については，可搬型設備は機能を失わないよう設計することから直接の影響はない。

飛来物（航空機落下），爆発，発電所敷地内に存在する危険物タンクの火災及び航空機墜落による火災については，可搬型重大事故等対処設備の位置的分散や，複数のアクセスルートにより影響はない。有毒ガスについては，防護具装着により，通行に影響はない。

したがって，保管場所とアクセスルートに大きな影響を及ぼす可能性がある人為事象はない。

人為事象選定の詳細については設置許可基準規則第 6 条適合性説明資料「外部事象の考慮について」参照。



第 4-1 図　カーテンウォール構造図

５．保管場所の評価

「４．保管場所及びアクセスルートに影響を及ぼす外部事象」において想定する自然現象のうち保管場所に大きな影響を及ぼす可能性がある自然現象は地震であることが確認されたことから，保管場所に対する地震による影響評価を実施する。

(1) 保管場所への影響評価

地震による保管場所への被害要因・被害事象を第 5-1 表のとおり想定し，設定した保管場所が影響を受けないことを確認する。

なお，2011 年東北地方太平洋沖地震時の被害状況を別紙(9)に示す。

第 5-1 表　保管場所に対する被害要因及び被害事象

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

(2) 保管場所の被害要因に対する評価方法及び結果

保管場所への影響について，第 5-1 表の被害要因ごとに評価する。

a. 周辺構造物の損壊及び周辺タンクの損壊に対する影響評価

①周辺構造物の損壊（建屋，鉄塔，構築物），②周辺タンクの損壊

(a) 評価方法

周辺構造物の損壊に対する影響評価について，保管場所周辺の構造物を対象に,耐震Ｓクラス及び基準地震動Ssにより倒壊に至らないことを確認し，外装材の影響がないことを確認している構造物については，各保管場所への影響を及ぼさない構造物とする。

耐震Ｓクラス及び基準地震動 Ss により倒壊に至らないことを確認し，外装材の影響がある構造物については，外装材の落下による影響範囲を建物の高さの半分として設定する。

上記以外の構造物については，基準地震動 Ss により損壊するものとし，各保管場所の敷地が，設定した周辺構造物の損壊影響範囲に含まれるか否かで評価する。

また，周辺タンクの損壊による地震随伴溢水や地震随伴火災，薬品漏えいによる影響が及ぶ範囲に各保管場所の敷地が含まれるか否かで評価する。

(b) 評価結果

保管場所周辺にて抽出した構造物について，損壊の影響範囲を評価した結果を第 5-2 表，抽出結果及び対応内容を第 5-3 表，第 5-1 図に示す。

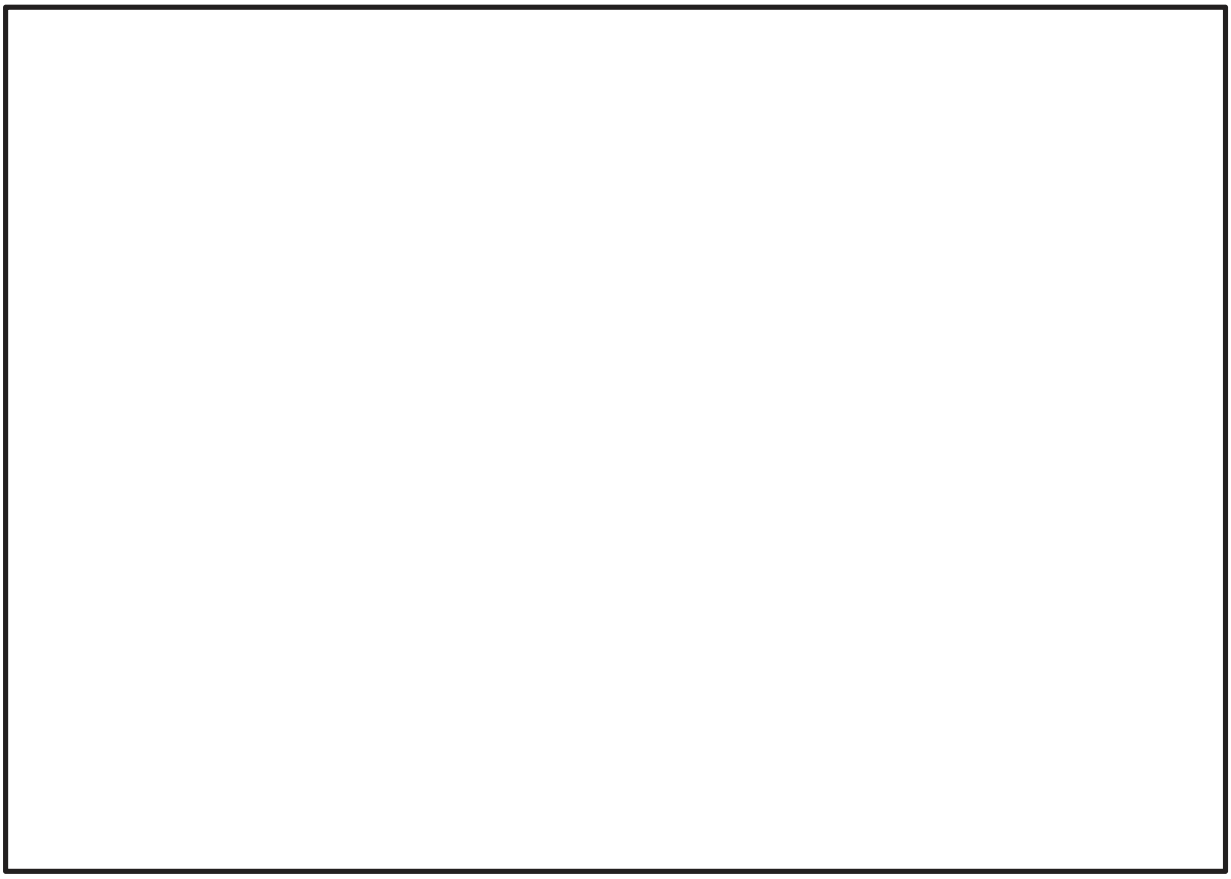
また，外装材の影響に対する評価結果を別紙（11）に示す。

第 5-2 表　周辺構造物の損壊に対する影響評価結果

被害要因	評価結果			
	第１保管エリア	第２保管エリア	第３保管エリア	第４保管エリア
①　周辺構造物の損壊（建屋，鉄塔，構築物）	影響なし	影響なし	影響なし	該当なし
②　周辺タンクの損壊	該当なし	該当なし	影響なし	該当なし

第 5-3 表　周辺構造物の被害想定及び評価結果

対象設備	被害想定	構造物の影響評価
保修センター	地震により損壊し，可搬型設備に影響を与える。	保修センターは基準地震動 Ss に対して倒壊しない設計とする。外装材が落下する可能性があるが，影響範囲外であり，落下に伴う影響はない。（別紙(11)参照）
緊急用電気品建屋		緊急用電気品建屋は基準地震動 Ss に対して倒壊しない設計とするため，影響はない。
緊急時対策建屋		緊急時対策建屋は基準地震動 Ss に対して倒壊しない設計とするため，影響はない。
松島第２鉄塔		損壊しても影響範囲外であり，損壊に伴う影響はない。
２号排気筒		２号排気筒は基準地震動 Ss に対して倒壊しない設計とするため，影響はない。
３号排気筒		３号排気筒は基準地震動 Ss に対して倒壊しない設計とするため，影響はない。
事務本館／別館		事務本館／別館は基準地震動 Ss に対して倒壊しない設計とするため，影響はない。（別紙(11)参照）
屎尿浄化槽機械室		損壊しても影響範囲外であり，損壊に伴う影響はない。
１，２号出入管理所		損壊しても影響範囲外であり，損壊に伴う影響はない。
３号連絡通路		損壊しても影響範囲外であり，損壊に伴う影響はない。
２号排気筒放射線モニタ建屋		損壊しても影響範囲外であり，損壊に伴う影響はない。



第 5-1 図　保管場所の周辺構造物の被害想定状況

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

b. 周辺斜面の崩壊に対する影響評価

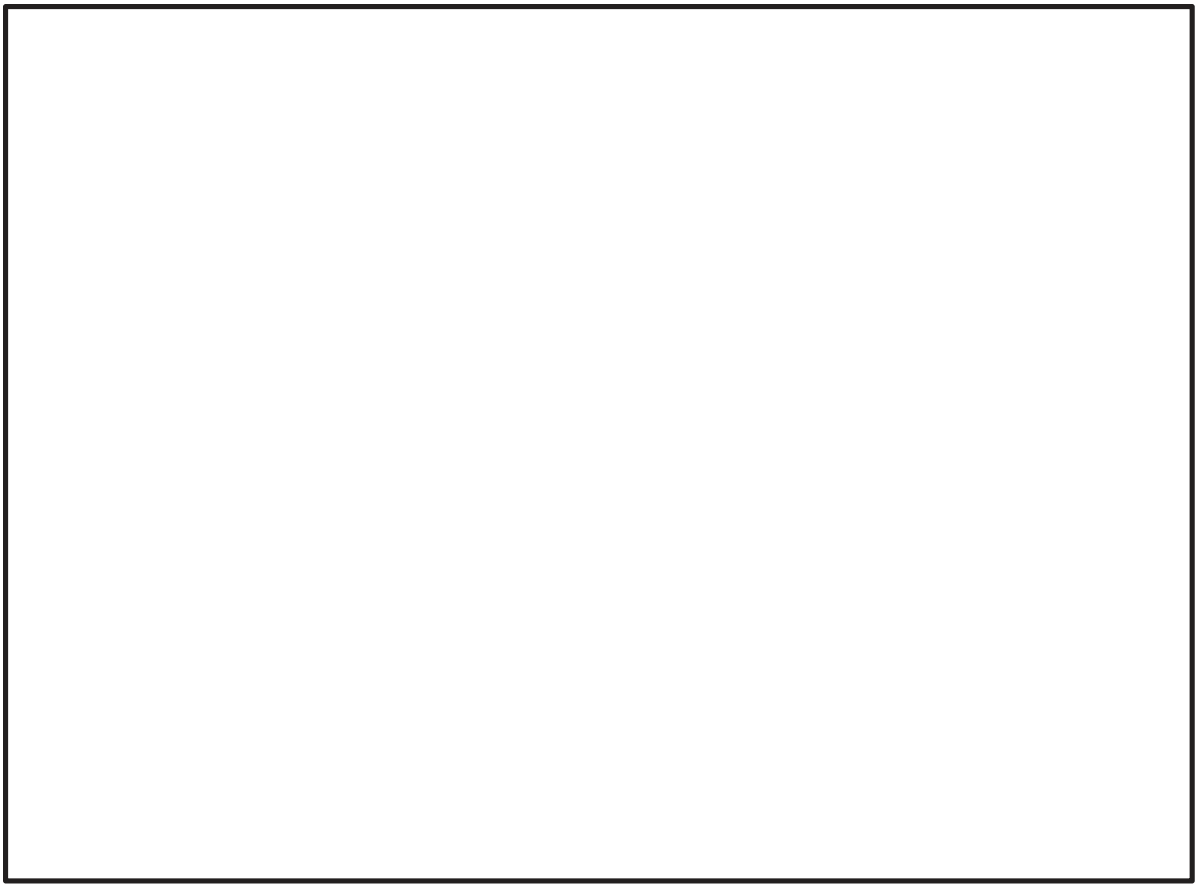
③周辺斜面の崩壊

保管場所に関わる発電所構内の斜面を抽出のうえ，評価を実施する。評価対象斜面の選定根拠及び評価方法の詳細については別紙(14)に，地下水位の設定については別紙(37)に示す。

(a) 評価対象

保管場所及び評価対象とする周辺斜面の位置は，第 5-2 図のとおり。

第１，第２，第３保管エリアの周辺斜面として，斜面Ａ，Ｆについて，すべり方向を考慮するとともに，斜面高さ，勾配ともに最大となる断面を斜面ごとに１断面選定した。



第 5-2 図　評価対象とする保管場所周辺斜面

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(b) 斜面の安定性評価方法

保管場所周辺斜面Ａ，Ｆの安定性は，基準地震動 Ss に基づく二次元有限要素法解析を行い，算定されるすべり安全率（Fs）が 1.0 を上回っていることを確認する。

なお，解析に用いる地質断面図は，発電所建設時及び以降の地質調査の結果に基づき作成する。

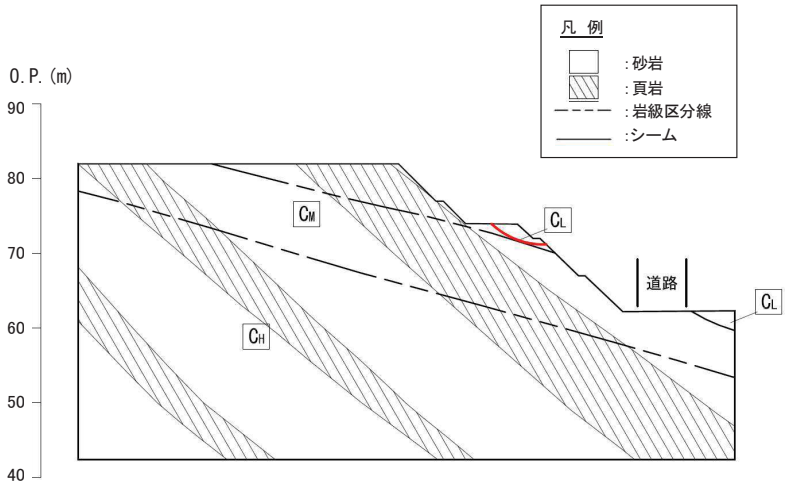
(c) 評価結果

保管場所における周辺斜面の最小すべり安全率は全て評価基準値以上である。

周辺斜面の崩壊に対する影響評価結果を第 5-4 表，第 5-3 図，第 5-4 図に示す。

第 5-4 表　周辺斜面の崩壊に対する影響評価結果

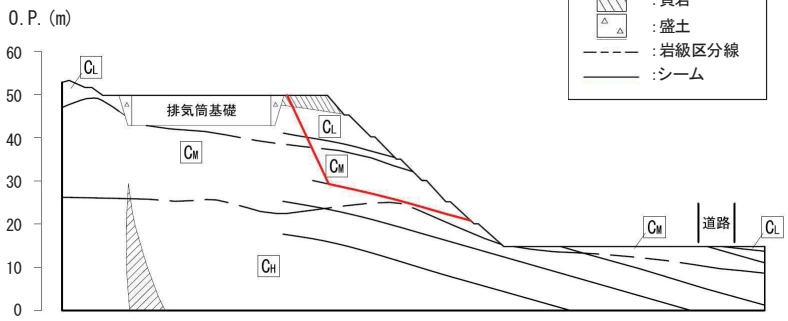
被害要因	評価結果			
	第１保管エリア	第２保管エリア	第３保管エリア	第４保管エリア
③　周辺斜面の崩壊	影響なし [Fs＞1.0]	影響なし [Fs＞1.0]	影響なし [Fs＞1.0]	該当なし



すべり安全率一覧

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

第 5-3 図　斜面Ａのすべり安定性評価結果



すべり安全率一覧

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

第 5-4 図　斜面Ｆのすべり安定性評価結果

c．敷地下斜面のすべりに対する影響評価

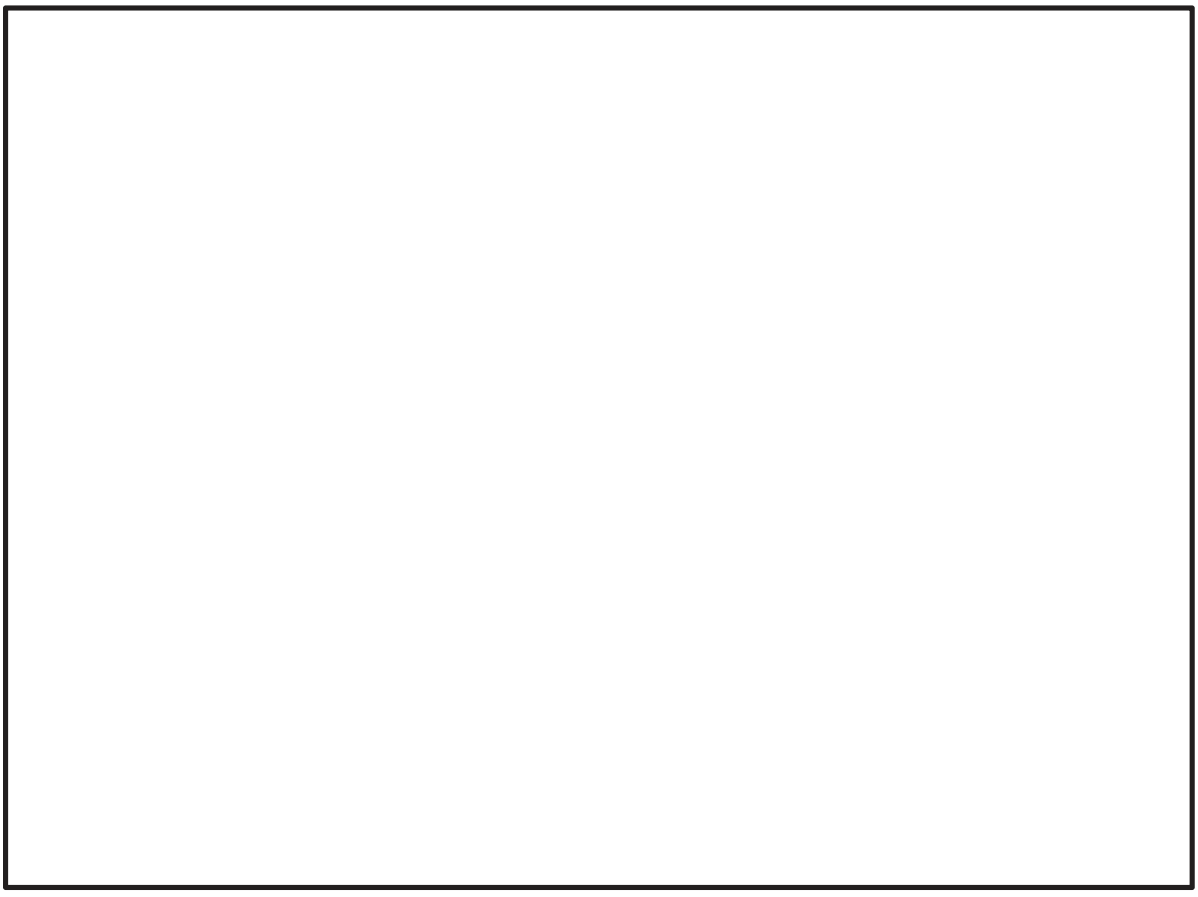
④敷地下斜面のすべり

(a) 評価対象

保管エリア及び評価対象とする敷地下斜面の位置は，第 5-5 図のとおり。

0.P.+62m 盤にある第１，第２，第４保管エリアは，いずれも岩盤上に設置されており，法肩から斜面高さ以上の離隔を確保していることから，敷地下斜面のすべりによる影響は想定されない。また，第３保管エリアには敷地下斜面は存在しない。

0.P.+62m 盤の敷地下斜面の影響として，強度の小さい盛土で構成され，斜面高さが最大となる斜面Ｂの安定性を確認することで，保管場所における敷地下斜面の評価を補完する。評価対象斜面の選定根拠及び評価方法の詳細については別紙(14)に，地下水位の設定については別紙(37)に示す。



第 5-5 図　評価対象とする保管場所敷地下斜面

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(b) 斜面の安定性評価方法

保管場所敷地下斜面Bの安定性は基準地震動 Ss に基づく二次元有限要素法解析を行い，算定されるすべり安全率が 1.0 を上回っていることを確認する。

なお，解析に用いる地質断面図は，発電所建設時及び以降の地質調査の結果に基づき作成する。

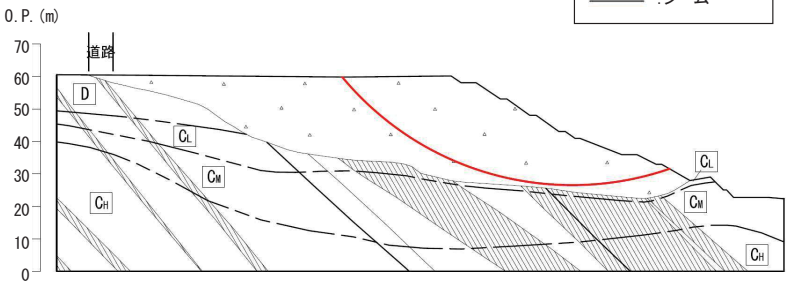
(c) 評価結果

保管場所における敷地下斜面の最小すべり安全率は全て評価基準値以上である。

敷地下斜面のすべりに対する影響評価結果を第 5-5 表，第 5-6 図に示す。

第 5-5 表　敷地下斜面のすべりに対する影響評価結果

被害要因	評価結果			
	第１保管エリア	第２保管エリア	第３保管エリア	第４保管エリア
④　敷地下斜面のすべり	影響なし [Fs>1.0]	影響なし [Fs>1.0]	該当なし	影響なし [Fs>1.0]



すべり安全率一覧

基準地震動 Ss	すべり安全率
Ss-D1	1.09
Ss-D2	1.2
Ss-D3	1.2
Ss-F1	1.2
Ss-F2	1.2
Ss-F3	1.5
Ss-N1	1.1

第 5-6 図　斜面Bのすべり安定性評価結果

d. 沈下に対する影響評価

⑤液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜，液状化による側方流動

(a) 評価方法

保管エリアにおける液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜，液状化による側方流動による影響については，各保管エリアの支持地盤に液状化及び揺すり込みによる不等沈下を考慮する必要がある地盤（盛土，旧表土）が存在するか確認する。

盛土，旧表土については液状化強度試験により「非液状化」又は「繰返し軟化」に分類されるが，各保管エリアの支持地盤に盛土又は旧表土が存在する場合には地下水位以深の盛土及び旧表土が液状化するものとして評価する。

(b) 評価結果

第１及び第４保管エリアにおける可搬型設備は，岩盤又は置換コンクリート（以下 MMR という）の上に保管されること，また地下構造物が存在しないことから，液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜，液状化による側方流動の影響はない。

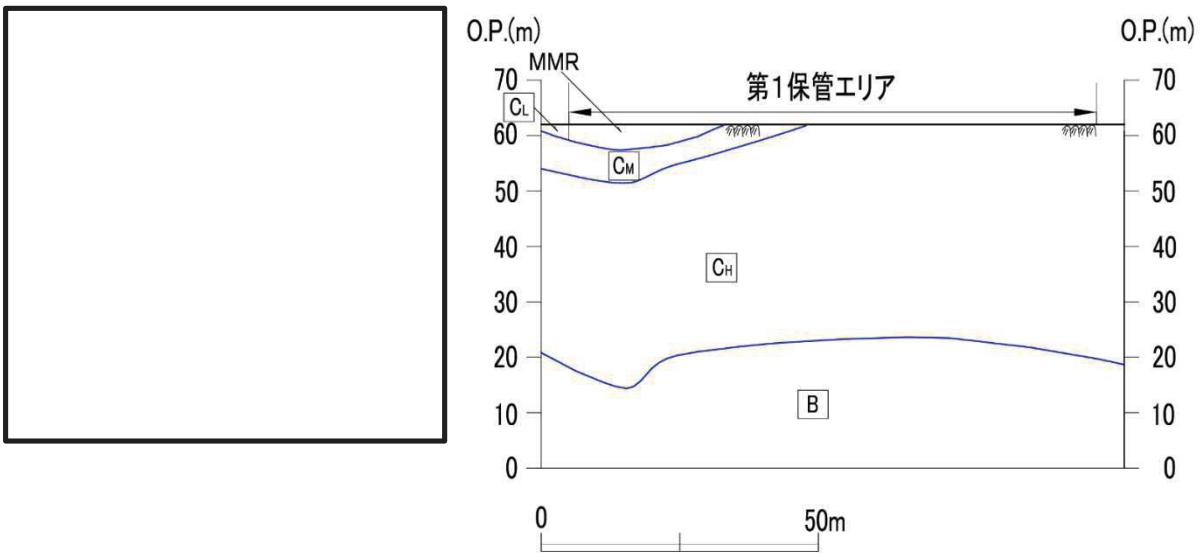
第２保管エリアにおける可搬型設備は，岩盤に直接支持され基準地震動 Ss に対して機能維持する淡水貯水槽，岩盤及び淡水貯水槽周囲のセメント改良土の上に保管されることから，液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜，液状化による側方流動の影響はない。

第３保管エリアにおける可搬型設備は岩盤又は MMR の上に保管され，保管エリア下部には２号排気筒連絡ダクトがあるが，岩盤内に設置されていることから液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜，液状化による側方流動の影響はない。

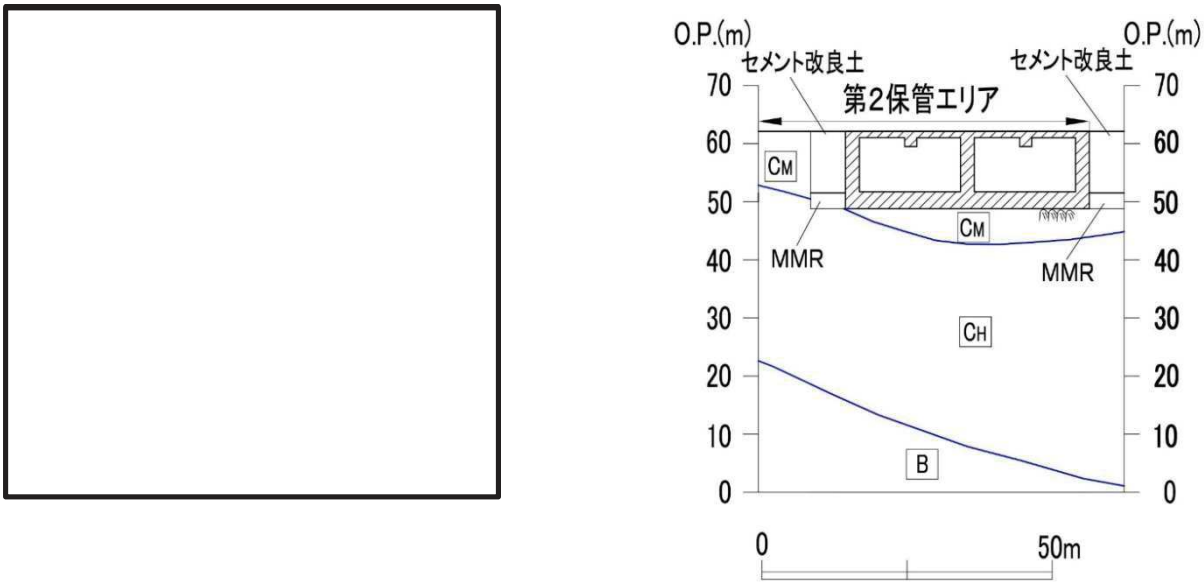
液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜，液状化による側方流動に対する影響評価結果を第 5-6 表，第 5-7 図，第 5-8 図，第 5-9 図，第 5-10 図に示す。

第 5-6 表　液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜，液状化による側方流動に対する影響評価結果

被害要因	評価結果			
	第１保管エリア	第２保管エリア	第３保管エリア	第４保管エリア
⑤　液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜，液状化による側方流動	影響なし	影響なし	影響なし	影響なし

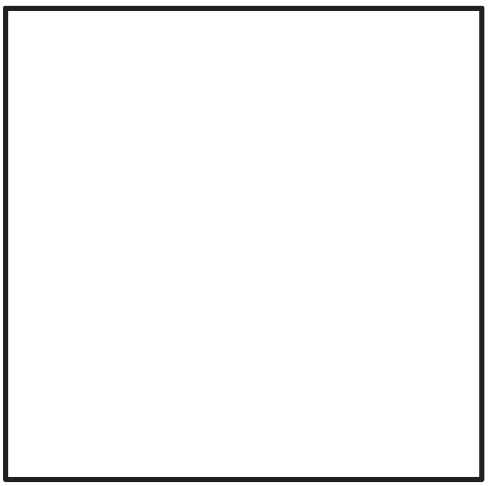


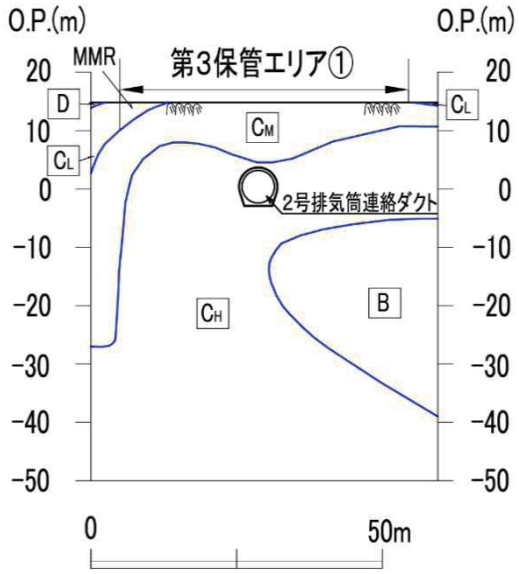
第 5-7 図　第１保管エリア平面図及び地質断面図

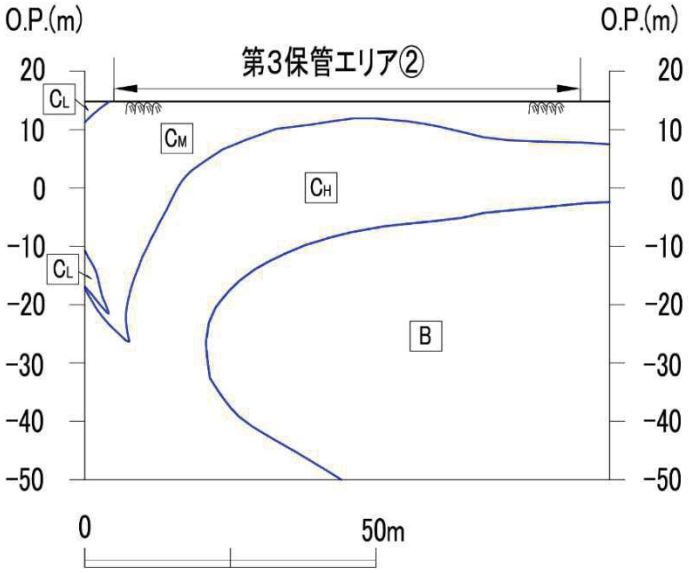


第 5-8 図　第２保管エリア平面図及び地質断面図

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

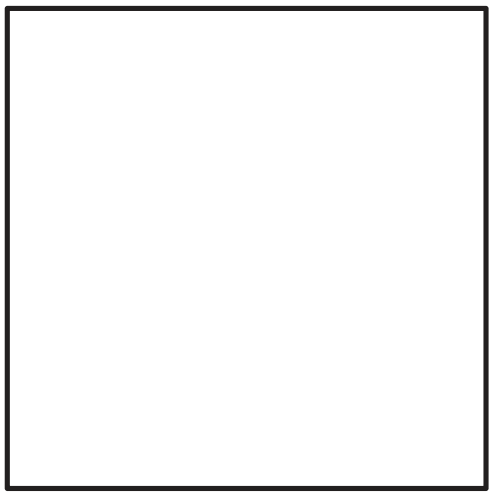


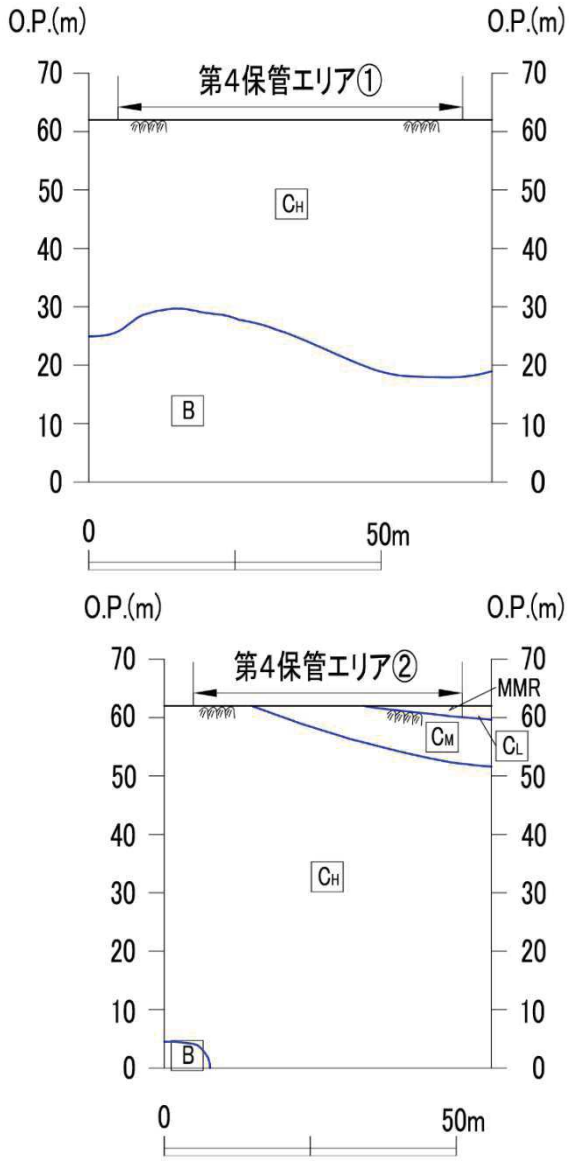




第 5-9 図　第３保管エリア平面図及び地質断面図

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。





第 5-10 図　第４保管エリア平面図及び地質断面図

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

e．液状化による地下構造物の浮き上がり影響評価

⑥液状化による地下構造物の浮き上がり

(a) 評価方法

液状化による地下構造物の浮き上がりによる影響については，各保管エリアに地下構造物が存在するか確認する。

地下構造物が存在する場合には，沈下に対する影響評価と同様に地下水位以深の盛土及び旧表土は液状化するものとして地下構造物の浮き上がりについて評価する。

(b) 評価結果

第１，第４保管エリアについては，地下構造物が存在しないことから影響はない。

第２保管エリアについては，第２保管エリア下部に埋設されている淡水貯水槽は岩盤に直接支持され，周囲はセメント改良土により埋め戻されていることから，浮き上がりは発生せず影響はない。

第３保管エリア下部には，第 5-9 図に示すとおり２号排気筒連絡ダクトがあるが，岩盤内に設置されていることから，浮き上がりは発生せず影響はない。

液状化による地下構造物の浮き上がりに対する影響評価結果を第5-7表に示す。

第 5-7 表　液状化による地下構造物の浮き上がりに対する影響評価結果

被害要因	評価結果			
	第１保管エリア	第２保管エリア	第３保管エリア	第４保管エリア
⑥　液状化による地下構造物の浮き上がり	該当なし	影響なし	影響なし	該当なし

f．地盤支持力に対する影響評価

⑦地盤支持力の不足

(a) 評価方法

地盤支持力の評価については，可搬型設備のうち１輪あたりの重量が最も大きい熱交換器ユニットの地震時接地圧が，評価基準値を下回ることを確認する。

地震時接地圧については，基準地震動 Ss による各保管エリアの地表面での鉛直最大応答加速度から鉛直震度係数を算定し，常時接地圧に乗じて算出する。

常時接地圧については，可搬型設備の中から熱交換器ユニット（約 43t）を対象車両とし，最も荷重の大きい前輪重量から算出する。

各保管エリアの評価基準値については，地表面の地質状況から設定する。

基準地震動 Ss による各保管エリアの鉛直震度係数を第 5-8 表，熱交換器ユニットの常時接地圧を第 5-11 図に示す。

なお，第２保管エリアは，岩盤に直接支持され基準地震動 Ss に対して機能維持する地下構造物である淡水貯水槽上に可搬型設備（車両型）を設置することから評価対象から除外する。

(b) 接地圧の算定方法

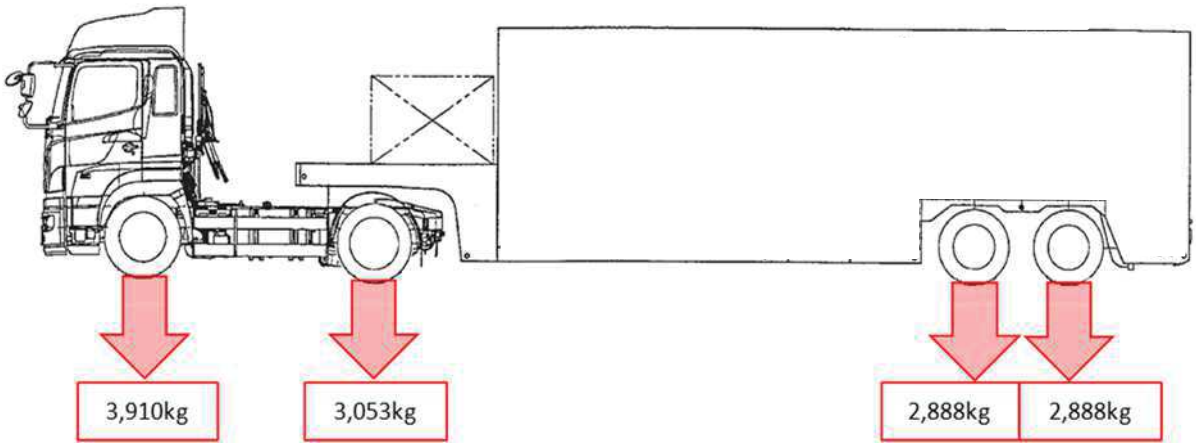
・ 常時接地圧：最も荷重の大きい前輪重量（１輪あたり 3,910kg）をタイヤの接地面積（0.295m×0.2m）で除して算出（第 5-11 図参照）
・ 地震時接地圧：常時接地圧×鉛直震度係数

(c) 評価基準値の設定

第１，第３及び第４保管エリアは C_M 級以上の岩盤及び MMR で構成されているため，C_M 級以上の岩盤及び MMR について個別に支持力評価を実施する。

C_M 級以上の岩盤の支持力及び MMR の支持力は以下のとおり。

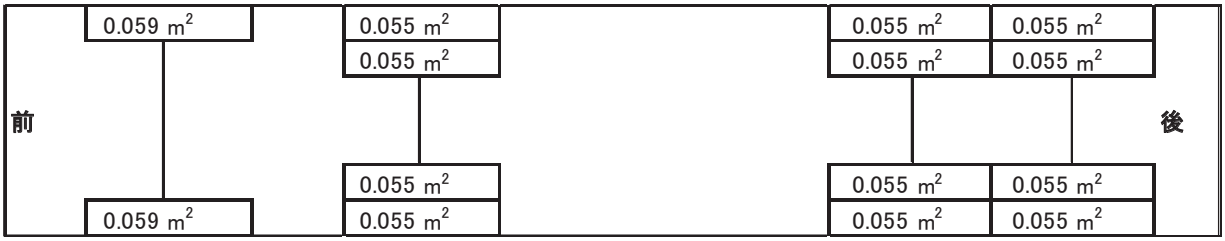
- 第１及び第４保管エリアにおける C_M 級以上の岩盤部については，牧の浜部層における C_M 級岩盤の支持力試験結果に基づき評価基準値を 11,400kN/m^2 とする。
- 第３保管エリアにおける C_M 級以上の岩盤部については，狐崎部層における C_M 級岩盤の支持力試験結果に基づき評価基準値を 13,700kN/m^2 とする。
- MMR については，MMR 下部の C_M 級岩盤の支持力試験結果に基づき設定する。



図は車輪重量であり，車両総重量※は 43,130kg である。

※ 車両総重量=車両重量+最大積載量（車両重量は燃料等の規定量を含む）

【タイヤ接地面積】



【荷重条件】

常時接地圧　650 kN/m^2　544 kN/m^2　515 kN/m^2　515 kN/m^2

第 5-11 図　熱交換器ユニットの常時接地圧

第 5-8 表　地表面での鉛直最大応答加速度及び鉛直震度係数

保管場所	支持地盤	基準地震動	鉛直最大加速度（gal）	鉛直震度係数
第１保管エリア	C_M級以上の岩盤	Ss-D1	427	1.44
		Ss-D2	403	1.42
		Ss-D3	377	1.39
		Ss-F1	288	1.30
		Ss-F2	403	1.42
		Ss-F3	384	1.40
		Ss-N1	290	1.30
	MMR 部	Ss-D1	431	1.44
		Ss-D2	407	1.42
		Ss-D3	384	1.40
		Ss-F1	291	1.30
		Ss-F2	408	1.42
		Ss-F3	388	1.40
		Ss-N1	293	1.30
第３保管エリア	C_M級以上の岩盤	Ss-D1	469	1.48
		Ss-D2	449	1.46
		Ss-D3	442	1.46
		Ss-F1	314	1.33
		Ss-F2	438	1.45
		Ss-F3	421	1.43
		Ss-N1	313	1.32
	MMR 部	Ss-D1	525	1.54
		Ss-D2	501	1.52
		Ss-D3	506	1.52
		Ss-F1	340	1.35
		Ss-F2	473	1.49
		Ss-F3	454	1.47
		Ss-N1	338	1.35

保管場所	支持地盤	基準地震動	鉛直最大加速度（gal）	鉛直震度係数
第４保管エリア	C_M級以上の岩盤	Ss-D1	505	1.52
		Ss-D2	466	1.48
		Ss-D3	443	1.46
		Ss-F1	322	1.33
		Ss-F2	454	1.47
		Ss-F3	431	1.44
		Ss-N1	331	1.34
	MMR部	Ss-D1	509	1.52
		Ss-D2	471	1.49
		Ss-D3	436	1.45
		Ss-F1	323	1.33
		Ss-F2	451	1.47
		Ss-F3	427	1.44
		Ss-N1	333	1.34

(d) 評価結果

第 5-9 表に示すとおり，基準地震動 Ss に基づき算定した地震時最大接地圧は評価基準値を下回っており，地盤支持力に対する問題はない。

また，車両設備の地震時の片側浮き上がりを想定しても，地震時接地圧の２倍値が評価基準値を超えないことを確認している。

地盤支持力の不足に対する影響評価結果を第 5-10 表に示す。

第 5-9 表　保管エリア支持力評価結果

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

第 5-10 表　地盤支持力に対する影響評価結果

被害要因	評価結果			
	第１保管エリア	第２保管エリア	第３保管エリア	第４保管エリア
⑦　地盤支持力の不足	影響なし	影響なし	影響なし	影響なし

g. 地下構造物の損壊に対する影響評価

⑧地下構造物の損壊

(a) 評価方法

地下構造物の損壊による影響については，各保管エリアに地下構造物が存在するか確認する。

地下構造物が存在する場合は，地震による地下構造物の損壊に対する影響を評価する。

(b) 評価結果

第１及び第４保管エリアについては，地下構造物が存在しないことから影響はない。

第２保管エリアについては，保管エリア下部に淡水貯水槽があるが，基準地震動 Ss に対して機能維持する設計としていることから，損壊に対する影響はない。

第３保管エリアについては，保管エリア下部に２号排気筒連絡ダクトがあるが，岩盤内に設置されており，基準地震動 Ss に対して機能維持する設計としていることから，損壊に対する影響はない。

地下構造物の損壊に対する影響評価結果を第 5-11 表に示す。

第 5-11 表　地下構造物の損壊に対する影響評価結果

被害要因	評価結果			
	第１保管エリア	第２保管エリア	第３保管エリア	第４保管エリア
⑧　地下構造物の損壊	該当なし	影響なし [Ss 機能維持]	影響なし [Ss 機能維持]	該当なし

6．屋外アクセスルートの評価

「4．保管場所及びアクセスルートに影響を及ぼす外部事象」において想定する自然現象のうち屋外アクセスルートに大きな影響を及ぼす可能性がある自然現象は地震であることが確認されたことから，屋外アクセスルートに対する地震による影響評価を実施する。

(1) 屋外アクセスルートへの影響評価

地震による屋外アクセスルートへの被害要因及び被害事象を第6-1表のとおり想定し，設定した屋外アクセスルートが影響を受けないこと，又は重機による復旧が可能であることを確認する。

なお，重機による復旧を実施するものについては，復旧に要する時間の評価を行う。

第6-1表　屋外アクセスルートに対する被害要因及び被害事象

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

(2) 屋外アクセスルートの評価方法及び結果

屋外アクセスルートへの影響について，表６－１の被害要因ごとに評価する。

a. 周辺構造物の損壊に対する影響評価

①周辺構造物の損壊（建屋，鉄塔，及び構築物）

(a) 評価方法

周辺構造物の損壊に対する影響評価について，保管場所と同様に屋外アクセスルート周辺の構造物を対象に，耐震Ｓクラス及び基準地震動 Ss により倒壊に至らないことを確認し，外装材の影響がないことを確認している構造物については，アクセスルートへの影響を及ぼさない構造物とする。

耐震Ｓクラス及び基準地震動 Ss により倒壊に至らないことを確認し，外装材の影響がある構造物については，外装材の落下による影響範囲を建物の高さの半分として設定する。

上記以外の構造物については，基準地震動 Ss により損壊し，屋外アクセスルート上にがれきが発生するものとして屋外アクセスルートへの影響を評価する。構造物の損壊による影響範囲は，構造物が根元からアクセスルート側に倒壊するものとして設定する。(別紙(10)参照)

その結果，屋外アクセスルートにおいて損壊影響範囲内にあり，必要な道路幅(3.7m)※を確保できない区間を抽出する。

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

(b) 評価結果

屋外アクセスルートに影響を及ぼす可能性のある周辺構造物の被害想定，対応内容を第 6-2 表，第 6-1 図に示す。

また，外装材の影響に対する評価結果を別紙（11）に示す。

第 6-2 表　周辺構造物の被害想定，対応内容（１／２）

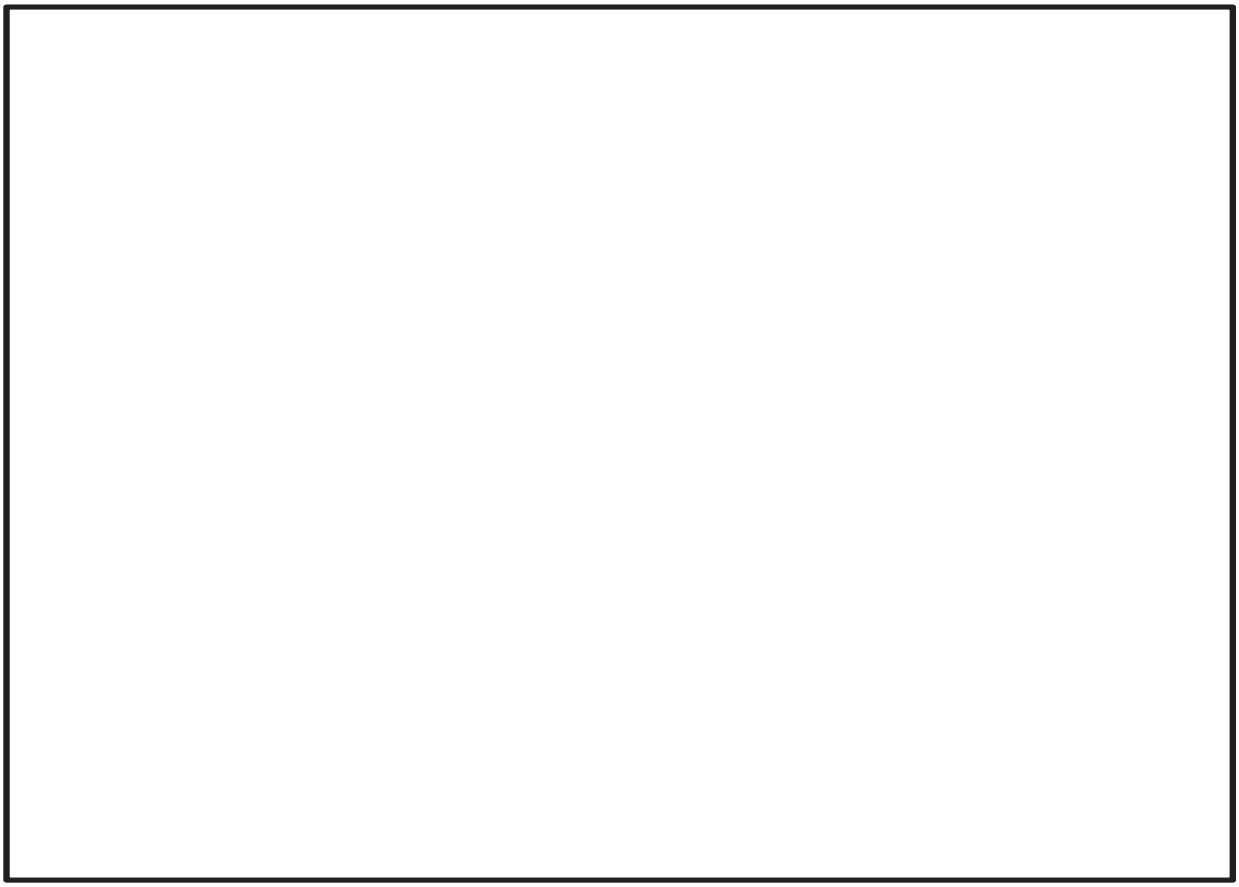
対象設備	被害想定	損壊後のアクセスルート幅員（m）	影響評価結果，対応策
２号原子炉建屋 ２号制御建屋 防潮壁（２号海水ポンプ室） 防潮壁（２号放水立坑） 防潮壁（３号海水ポンプ室） 防潮壁（３号放水立坑） ２号排気筒 ２号復水貯蔵タンク 緊急用電気品建屋 緊急時対策建屋 ２号タービン建屋 ２号補助ボイラ建屋 １号制御建屋 ３号排気筒 ２号海水ポンプ室門型クレーン １号原子炉建屋 １号廃棄物処理建屋 ３号原子炉建屋 ３号タービン建屋 ３号サービス建屋 ３号海水ポンプ室門型クレーン ３号軽油貯蔵タンクＡ／Ｂ １号復水貯蔵タンク 事務本館／事務別館 事務建屋 松島第１鉄塔	地震により損壊し，屋外アクセスルートの障害物となる。	－	基準地震動 Ss に対して倒壊しない設計とし，外装材も落下しないため，影響はない。
保修センター		※	基準地震動 Ss に対して倒壊しない設計とする。外装材が落下する可能性があるが，落下した場合は迂回することが可能であることから対応可能である。

※ 損壊後は必要な幅員（3.7m）が確保できない。

第 6-2 表　周辺構造物の被害想定，対応内容（２／２）

<table>
<tr><th>対象設備</th><th>被害想定</th><th>損壊後のアクセスルート幅員（m）</th><th>影響評価結果，対応策</th></tr>
<tr><td>サイトバンカ建屋
１号海水ポンプ室門型クレーン
新燃料貯蔵庫
開閉所がいし汚損計
１，２号開閉所引留鉄構
No.1 サプレッションプール水貯蔵タンク
１，２号給排水処理建屋
屎尿浄化槽機械室
バス待合所
２号排気筒放射線モニタ建屋
３号排気筒放射線モニタ建屋
３号除塵装置電源室</td><td rowspan="15">地震により損壊し，屋外アクセスルートの障害物となる。</td><td>－</td><td>損壊を想定しても，アクセスルートは迂回により確保できることから，アクセスルートへの影響はない。</td></tr>
<tr><td rowspan="12">１，２号出入管理所
２号除塵装置電源室
再生純水タンク
３号ガスボンベ庫
３号熱交換器建屋（南側）
３号出入管理所
１，２号連絡通路
３号連絡通路
１，２号Ｂゲート前検査所
２／３号液体窒素貯槽
３号開閉所がいし汚損計</td><td>6.6</td><td rowspan="12">損壊を想定しても，必要な幅員（3.7m）を十分有していることから，アクセスルートへの影響はない。</td></tr>
<tr><td>8.8</td></tr>
<tr><td>16.1</td></tr>
<tr><td>8.7</td></tr>
<tr><td>6.3</td></tr>
<tr><td>8.2</td></tr>
<tr><td>7.3</td></tr>
<tr><td>9.7</td></tr>
<tr><td>8.0</td></tr>
<tr><td>8.0</td></tr>
<tr><td>16.2</td></tr>
<tr><td>３号給排水処理建屋</td><td>※</td><td rowspan="2">損壊した場合には，重機（ブルドーザ及びバックホウ）にてがれきを撤去することでアクセスルートを確保する。</td></tr>
<tr><td>３号開閉所引留鉄構</td><td>※</td></tr>
</table>

※ 損壊後は必要な幅員（3.7m）が確保できない。



第 6-1 図　周辺構造物の損壊によるアクセスルートへの影響

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

b．周辺タンク等の損壊に対する影響評価

②周辺タンク等の損壊

(a) 可燃物施設及び薬品漏えい

ⅰ．評価方法

周辺の可燃物施設※及び薬品関係設備の損壊時の影響について評価する。

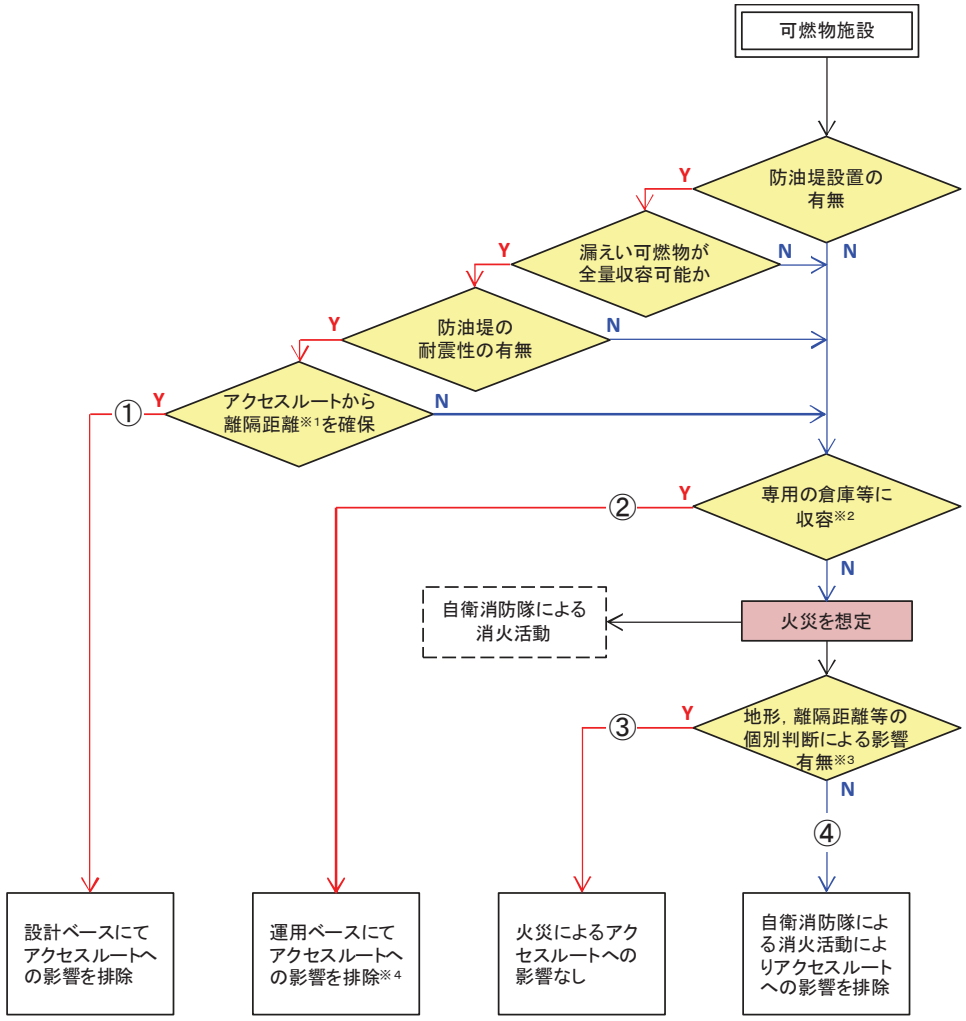
可燃物施設損壊時の影響評価フローを第 6-2 図，薬品関係設備損壊時の影響評価フローを第 6-3 図に示す。

また，可搬型設備の火災及び構内植生の火災についても影響を評価する。

※　可燃物施設の定義は以下のとおりとする。

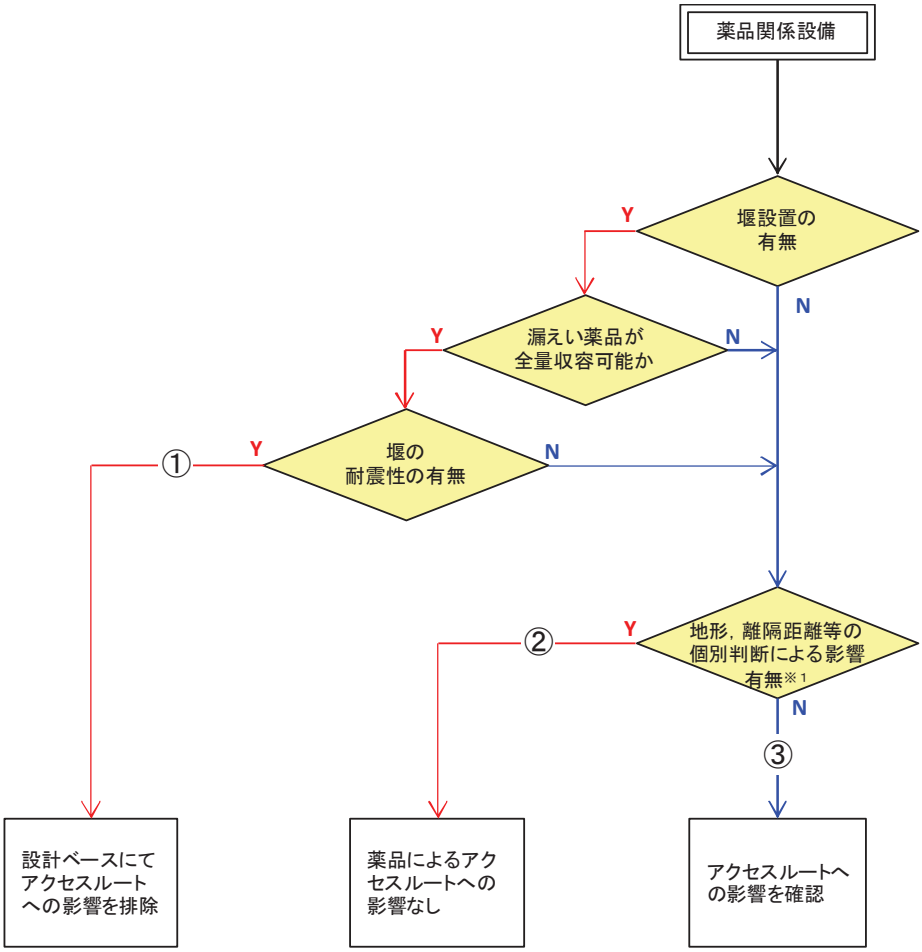
○消防法第二条第７項で定める危険物（別表第一）であって消防法等に基づく許可・届出が必要なもの

○容器保安規則第二条第１項２９号に定める可燃性ガス



※1 輻射強度が1.6kW/m²以下となる距離により判断。
※2 保管場所はドラム缶等の容器に収納し，固縛による転倒防止措置を行う。
※3 地形（遮蔽物等），可燃物の量や性質を考慮し，アクセスルートに影響しない離隔距離が確保できるかを個別に判断する。
※4 火災の発生は考えにくいが，万一火災が発生した場合は自衛消防隊による消火活動を実施する。

第 6-2 図　可燃物施設の損壊による影響評価フロー



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

第 6-3 図　薬品関係設備の損壊による影響評価フロー

ⅱ．評価結果

屋外アクセスルート近傍にある可燃物施設及び薬品関係設備の配置図を第 6-4 図に，アクセスルートへの被害想定，影響評価を第 6-5 表，第 6-6 表に示す。

また，火災想定施設の火災発生時における放射熱強度を第 6-5 図に，可搬型設備の火災による影響評価結果を第 6-3 表に，構内植生の火災による影響評価結果を第 6-4 表に示す。

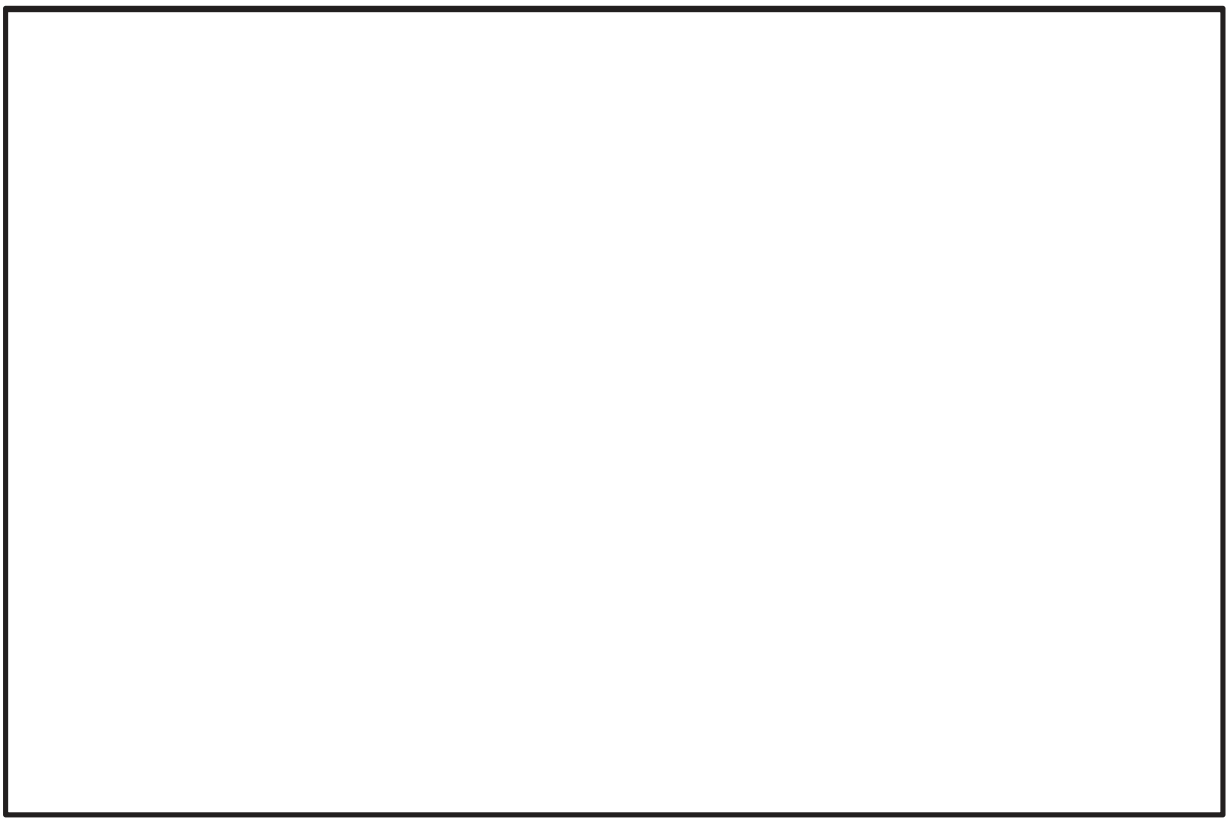
なお，薬品がアクセスルートへ漏えいした場合においても，作業ができるよう防護用の服，手袋，長靴，全面マスクを配備する。

第 6-3 表　可搬型設備の火災による影響評価結果及び対応

対象設備	内容物	被害想定	影響評価
可搬型設備 【第１～第４保管エリア】 【アクセスルート】	軽油	・可搬型設備の車両火災による他車両への影響 ・可搬型設備のアクセスルートへの運搬不能	・可搬型設備は基準地震動 Ss でも横転しないことから火災の発生は考えにくい。 ・保管エリアにはエリア全体の火災を感知するために炎感知器及び熱感知器を設置するため，早期に検知が可能である。 ・万一，火災が発生した場合には，自衛消防隊による消火活動が可能である。また，可搬型設備は分散配置していることから火災が発生していない保管エリアの可搬型設備で重大事故等への対応は可能である。

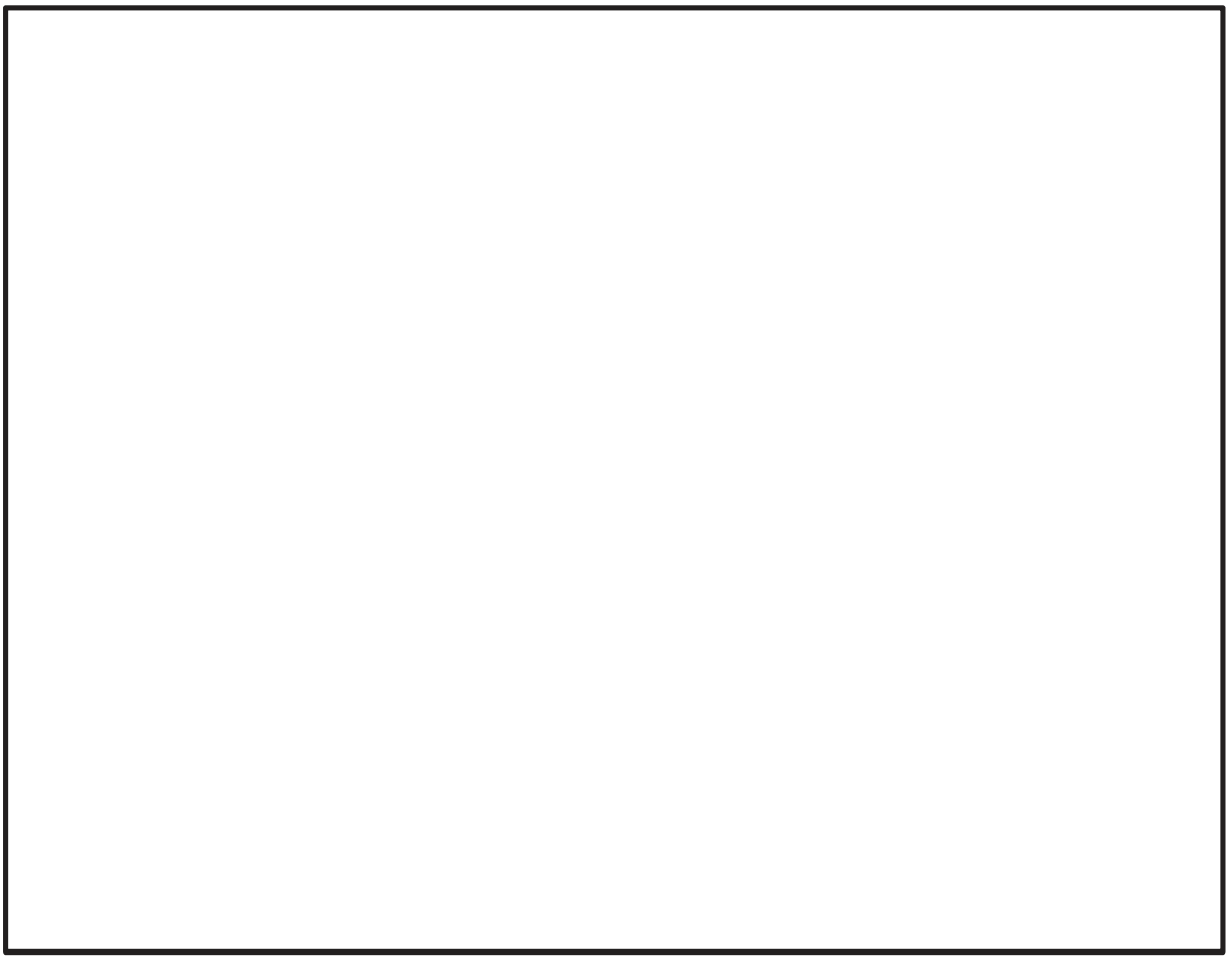
第 6-4 表　構内植生の火災による影響評価結果及び対応

対象設備	事象	被害想定	影響評価
可搬型設備 【第１～第４保管エリア】 【アクセスルート】	構内植生火災	・可搬型設備保管場所近傍の植生火災による可搬型設備への影響 ・アクセスルート近傍の植生火災による可搬型設備の運搬不能	・保管エリアにはエリア全体の火災を感知するために炎感知器及び熱感知器を設置するため，早期に検知が可能である。また，自衛消防隊による消火活動が可能である。 ・可搬型設備への影響が想定される場合には，可搬型設備を影響範囲外に移動する。 ・万一，植生火災によりアクセスルートが影響を受ける場合には迂回する。



第 6-4 図　可燃物施設及び薬品関係設備の配置図

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



第 6-5 図　火災想定施設の火災発生時における放射熱強度

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

第 6-5 表　可燃物施設漏えい時被害想定及び影響評価（1／4）

対象設備	内容物	容量	評価フロー番号	被害想定	影響評価
・油脂倉庫 ・第２油脂倉庫 ・指定可燃物倉庫	潤滑油	5,840 l 5,840 l 28,600 l	②	基準地震動 Ss によりドラム缶等が倒壊し，漏えいした潤滑油による火災発生のおそれ	・消防法に基づき設置された専用の倉庫内にドラム缶等を固縛して保管しており，着火源がないことから火災は発生しないと考えられる。（保管状況は「第 6-6 図　危険物等貯蔵所保管状況図」参照） ・周辺に輻射強度が大きくなる危険物施設はなく，また倉庫内に設置しており直接輻射の影響は受けない。
（１号プロパンガスボンベ庫） １号補助ボイラー用プロパンガスボンベ	ＬＰガス	８本 (50kg ボンベ)	②	基準地震動 Ss によりボンベが倒壊し，漏えいしたプロパンガスによる火災発生のおそれ	・１号補助ボイラー用プロパンガスボンベは，ボンベ室壁に固縛して設置しており，転倒による損傷は考えにくく，また周囲に着火源がないことから，火災は発生しないと考えられる。（保管状況は「第 6-6 図　危険物等貯蔵所保管状況図」参照） ・１号補助ボイラー用プロパンガスボンベ室は前面が開放されており，漏えいした場合でも外気中に拡散する。 ・周辺に輻射強度が大きくなる危険物施設はない。

※火災の発生のリスクは低いが，万一火災が発生した場合は自衛消防隊等による消火活動を実施する。

第 6-5 表　可燃物施設漏えい時被害想定及び影響評価（2／4）

対象設備	内容物	容量	評価フロー番号	被害想定	影響評価
（１号ガスボンベ庫） ・１号水素ガスボンベ （２号ガスボンベ庫） ・２号水素ガスボンベ （３号ガスボンベ庫） ・３号水素ガスボンベ	水素ガス	84 本 (50kg ボンベ) 60 本 (50kg ボンベ) 42 本 (50kg ボンベ)	②	基準地震動 Ss によりボンベが倒壊し，漏えいした水素による火災発生のおそれ	・水素ボンベ（２号で通常 60 本中 30 本開運用）は水素マニホールドに一連で固定されており，転倒による損傷は考えにくく，また周囲に着火源がないことから，火災は発生しないと考えられる。（保管状況は「第 6-6 図　危険物等貯蔵所保管状況図」参照） ・水素マニホールドにて，ガスボンベの転倒防止を図る。 ・ガラリを備えた屋外保管庫であり，万一漏えいが発生した場合でも外気中に拡散する。 ・周辺に輻射強度が大きくなる危険物施設はないこと，倉庫内に設置しており直接輻射の影響は受けないことから輻射により火災は発生しないと考えられる。

※火災の発生のリスクは低いが，万一火災が発生した場合は自衛消防隊等による消火活動を実施する。

第 6-5 表　可燃物施設漏えい時被害想定及び影響評価（3／4）

対象設備	内容物	容量	評価フロー番号	被害想定	影響評価
（ガスボンベ庫（化学分析用）） ・アセチレンガスボンベ（１号化学分析用） （環境放射能測定センターボンベ室） ・アセチレンガスボンベ（環境放射能測定センター化学分析用）	アセチレンガス	１本 （7m³） １本 （7m³）	②	基準地震動 Ss によりボンベが倒壊し，漏えいしたアセチレンガスによる火災発生のおそれ	・１号化学分析用アセチレンガスボンベ及び環境放射能測定センター化学分析用アセチレンガスボンベは，ボンベ室壁に固縛して設置しており，転倒による損傷は考えにくく，また周囲に着火源がないことから，火災は発生しないと考えられる。 ・ガスボンベ室は前面が開放されており，漏えいした場合でも外気中に拡散する。 ・周辺に輻射強度が大きくなる危険物施設はない。
・１号軽油貯蔵タンク	軽油	620 kl	③	基準地震動 Ss によりタンクが破損し，漏えいした軽油による火災発生のおそれ	・基準地震動 Ss によりタンクが破損し，漏えいした軽油による火災発生の可能性があるが，アクセスルートから離隔距離を確保できることからアクセスルートへの影響はない。 ・１号軽油貯蔵タンクの防油堤は軽油タンク全量を貯留可能である。基準地震動 Ss により防油堤の損壊も考えられるが，ルート１，２方向に向かわない排水路に流下する構造となっていること及び約 240m の離隔距離があることによりルート１，２への影響はない。

※火災の発生のリスクは低いが，万一火災が発生した場合は自衛消防隊等による消火活動を実施する。

第 6-5 表　可燃物施設漏えい時被害想定及び影響評価（4／4）

対象設備	内容物	容量	評価フロー番号	被害想定	影響評価
（大容量電源装置） ・地下軽油タンク	軽油	91 kl	③	基準地震動 Ss によりタンクが破損し，漏えいした軽油による火災発生のおそれ	・基準地震動 Ss によりタンクが破損し，漏えいした軽油による火災発生の可能性があるが，アクセスルートから離隔距離を確保できることからアクセスルートへの影響はない。 ・地下式タンクのため，軽油は拡散しないと考えられる。
・主変圧器／起動変圧器 ・所内変圧器（A／B）	絶縁油	128.9 kl 28 kl	③	基準地震動 Ss により主要変圧器が破損し，漏えいした絶縁油による火災発生のおそれ	・基準地震動 Ss により変圧器が破損し，漏えいした絶縁油による火災発生の可能性があるが，アクセスルートから離隔距離を確保できることからアクセスルートへの影響はない。 ・主変圧器／起動変圧器エリアの防油堤は変圧器の絶縁油の全量を貯留可能である。基準地震動 Ss により防油堤の損壊も考えられるが，変圧器周辺は砂利が敷かれており絶縁油が漏れた場合には土中へ浸透することから，絶縁油流出によるアクセスルートへの影響は限定的と考える。 ・所内／励磁電源／補助ボイラー変圧器及び PLR-VVVF 入力変圧器周辺は砂利が敷かれており絶縁油が漏れた場合には土中へ浸透することから，絶縁油流出によるアクセスルートへの影響は限定的と考える。
・主／起動変圧器 ・所内（A／B）／励磁電源変圧器 ・補助ボイラー（A／B）変圧器	絶縁油	212.05 kl 35.3 kl 44 kl			
・主／起動変圧器（A／B） ・所内（A／B）／励磁電源変圧器 ・補助ボイラー（A／B）変圧器	絶縁油	224.9 kl 33.6 k 36 kl			
2 号 PLR-VVVF（A／B）入力変圧器 3 号 PLR-VVVF（A／B）入力変圧器	絶縁油	12.68 kl 12.6 kl			

※火災の発生のリスクは低いが，万一火災が発生した場合は自衛消防隊等による消火活動を実施する。

油脂倉庫





第２油脂倉庫





指定可燃物倉庫





第 6-6 図　危険物貯蔵所保管状況図（１／２）

１号補助ボイラー用プロパンガスボンベ



１号タービン発電機用ガスボンベ庫（水素ガス）





３号水素ボンベ倉庫





第 6-6 図　危険物貯蔵所保管状況図（２／２）

※１　２号水素ボンベ倉庫については現在撤去中

※２　１号／３号ガスボンベ倉庫について，水素ガスボンベは撤去中であることから，固定方法が同等な窒素ガスボンベの写真である。

第 6-6 表　薬品関係設備漏えい時被害想定及び影響評価（1／7）

対象設備	内容物	容量(濃度)	評価フロー番号	被害想定	影響評価
（1，2号給排水処理建屋） （1，2号給排水処理薬品タンク） ○屋外タンク ・硫酸貯槽 ・H塔再生用硫酸貯留槽 ○屋内タンク ・MB－P塔再生用硫酸貯留槽 ・H塔用硫酸希釈槽 ・MB－P塔用硫酸希釈槽	硫酸	3.9 m^3 (98wt%) 0.115 m^3 (98wt%) 0.025 m^3 (98wt%) 0.88 m^3 (25wt%) 0.21 m^3 (20wt%)	②	【漏えい】 ・基準地震動 Ss によりタンク及び配管が破損し，薬品が流出する。 【ガス発生】 ・不揮発性であり，毒性の強いガスは発生しない。 【人体への影響】 ・皮膚，粘膜に対して腐食性がある。 ・経口摂取すると口，のどが腐食され，胃の灼熱感，嘔吐などを起こす。	【漏えい対応】 ○屋外タンク ・タンク周辺に堰を設置しており，堰内に薬品が漏えいした場合においても薬品全量を純水装置排水槽へ移送可能である。 ・また，基準地震動 Ss により，薬品タンク，配管及びタンクの堰の一部は破損すると考えられるが，薬品タンク周辺には土及び排水溝が敷かれており，薬品は土中への浸透及び排水溝に流入し排水されることから，薬品流出によるアクセスルートへの影響はない。（別紙(19)参照） ○屋内タンク（1，2号給排水処理建屋内に設置） ・タンク周辺に堰及び排水溝を設置しており，薬品が漏えいした場合においても薬品全量を排水溝を通じて純水装置排水受槽へ移送可能である。 ・また，基準地震動 Ss により，1，2号給排水処理建屋，薬品タンク，配管及びタンクの堰の一部は損壊，破損すると考えられるが，給排水処理建屋外に漏えいしても，給排水処理建屋周辺には土及び排水溝が敷かれており，薬品は土中への浸透及び排水溝に流入し排水されることから，薬品流出によるアクセスルートへの影響はない。 【薬品防護具】 ・一部の薬品が設置エリア外に漏えいすることを想定し，アクセスルート付近に存在する何れの薬品にも作業可能な防護用の服，手袋，長靴，全面マスクを保管場所より各自持参する。 【ガス検知と吸収缶の装着】 (硫酸) ・毒性の高いガスは発生しないためにガス検知と吸収缶は必要ない。

※いずれの薬品も可燃性（引火性）ではない。

第 6-6 表　薬品関係設備漏えい時被害想定及び影響評価（2／7）

対象設備	内容物	容量(濃度)	評価フロー番号	被害想定	影響評価
○屋外タンク ・苛性ソーダ貯槽 ○屋内タンク ・H塔用苛性ソーダ計量槽 ・MB－P塔用苛性ソーダ計量槽	苛性ソーダ（水酸化ナトリウム）	7.0 m^3 (25wt%) 0.44 m^3 (25wt%) 0.155 m^3 (25wt%)	②	【漏えい】 ・基準地震動 Ss によりタンク及び配管が破損し，薬品が流出する。 【ガス発生】 ・毒性の強いガスの発生は少ない。 【人体への影響】 ・接触により皮膚表面の組織を侵す。	（苛性ソーダ） ・苛性ソーダは加熱されると毒性の煙霧が発生するが，近辺に加熱源がないことからガス検知と吸収缶は必要ない。
○屋外タンク ・ＰＡＣ貯槽	ＰＡＣ（ポリ塩化アルミニウム）	2.0 m^3 (11wt%)	②	【漏えい】 ・基準地震動 Ss によりタンク及び配管が破損し，薬品が流出する。 【ガス発生】 ・混合によって毒性のガスを発生させる薬品が周辺に配置されてないため，ガスの発生は想定されない。 【人体への影響】 ・接触によりアレルギー症状を起こす。	（ＰＡＣ） ・混合によって毒性のガスを発生させる薬品が周辺に配置されてないため，ガス検知と吸収缶は必要ない。

※いずれの薬品も可燃性（引火性）ではない。

第 6-6 表　薬品関係設備漏えい時被害想定及び影響評価（3／7）

対象設備	内容物	容量(濃度)	評価フロー番号	被害想定	影響評価
（３号給排水処理建屋） ・硫酸貯槽 ・硫酸計量槽 ・硫酸希釈槽	硫酸	3.0 m^3 (98wt%) 0.16 m^3 (98wt%) 0.88 m3 (25wt%)	②	１，２号給排水処理建屋：硫酸貯槽に同じ	○屋内タンク（３号給排水処理建屋内に設置） 【漏えい対応】 ・タンク周辺に堰を設置しており，堰内に薬品が漏えいした場合においても薬品全量を純水装置排水槽へ移送可能である。 ・また，基準地震動 Ss により，３号給排水処理建屋，薬品タンク，配管及びタンクの堰の一部は損壊，破損すると考えられるが，給排水処理建屋外に漏えいしても，給排水処理建屋周辺には土及び砂利が敷かれており，薬品は土中及び砂利への浸透し排水されることから，アクセスルートまでの漏えいによる影響はない。 【薬品防護具】 ・１，２号給排水処理建屋と同じ 【ガス検知と吸収缶の装着】 ・１，２号給排水処理建屋と同じ
・苛性ソーダ貯槽 ・苛性ソーダ計量槽	苛性ソーダ（水酸化ナトリウム）	7.0 m^3 (25wt%) 0.16 m^3 (25wt%)	②	１，２号給排水処理建屋：苛性ソーダ貯槽に同じ	
・ＰＡＣ貯槽	ＰＡＣ（ポリ塩化アルミニウム）	2.5 m^3 (11wt%)	②	１，２号給排水処理建屋：ＰＡＣ貯槽に同じ	

※いずれの薬品も可燃性（引火性）ではない。

第 6-6 表　薬品関係設備漏えい時被害想定及び影響評価（4／7）

対象設備	内容物	容量(濃度)	評価フロー番号	被害想定	影響評価
（１号硫酸貯槽） ・硫酸貯槽	硫酸	5.4 m^3 (98wt%)	②	１，２号給排水処理建屋：硫酸貯槽に同じ	【漏えい対応】 ・薬品タンク周辺に堰を設置。 ・基準地震動 Ss により，薬品タンク，配管及び堰の一部は破損し薬品が流出すると考えられるが，薬品はタンク周辺には土及び砂利並びに排水溝が設置されており，土中及び砂利への浸透並びに排水溝に流入し排水されることから，薬品流出によるアクセスルートへの影響はない。（別紙(19)参照） 【薬品防護具】 ・１，２号給排水処理建屋と同じ 【ガス検知と吸収缶の装着】 ・１，２号給排水処理装置建屋と同じ
（１号苛性ソーダ貯槽） ・苛性ソーダ貯槽	苛性ソーダ（水酸化ナトリウム）	20.0 m^3 (45wt%)	②	１，２号給排水処理建屋：苛性ソーダ貯槽に同じ	
（２号硫酸貯槽） ・硫酸貯槽 ・硫酸計量槽	硫酸	7.5 m^3 (98wt%) 0.265 m^3 (98wt%)	②	１号硫酸貯槽：硫酸貯槽に同じ	【漏えい対策】 ・今後の運用により硫酸及び苛性ソーダは保管しない※1 ことから，漏えいのおそれはない。 【薬品防護具】 ・硫酸及び苛性ソーダは漏えいしないことから，防護具は必要ない。 【ガス検知と吸収缶の装着】 ・硫酸及び苛性ソーダは漏えいしないことから，ガス検知及び吸収缶は必要ない。 ※１　発電所の所則類に反映し，運用について管理する。
（２号苛性ソーダ貯槽） ・苛性ソーダ貯槽	苛性ソーダ（水酸化ナトリウム）	32.0 m^3 (25wt%)	②	１号苛性ソーダ貯槽：苛性ソーダ貯槽に同じ	

※いずれの薬品も可燃性（引火性）ではない。

第 6-6 表　薬品関係設備漏えい時被害想定及び影響評価（5／7）

対象設備	内容物	容量(濃度)	評価フロー番号	被害想定	影響評価
（３号硫酸貯槽） ・硫酸貯槽	硫酸	2.2 m^3 (98wt%)	②	１号硫酸貯槽：硫酸貯槽に同じ	【漏えい対策】 ・今後の運用により硫酸及び苛性ソーダは保管しない※1 ことから，漏えいのおそれはない。 【薬品防護具】 ・硫酸及び苛性ソーダは漏えいしないことから，防護具は必要ない。 【ガス検知と吸収缶の装着】 ・硫酸及び苛性ソーダは漏えいしないことから，ガス検知及び吸収缶は必要ない。 ※１　発電所の所則類に反映し，運用について管理する。
（３号苛性ソーダ貯槽） ・苛性ソーダ貯槽	苛性ソーダ（水酸化ナトリウム）	10.5 m^3 (25wt%)	②	１号苛性ソーダ貯槽：苛性ソーダ貯槽に同じ	

※いずれの薬品も可燃性（引火性）ではない。

第 6-6 表　薬品関係設備漏えい時被害想定及び影響評価（6／7）

対象設備	内容物	容量(濃度)	評価フロー番号	被害想定	影響評価
（環境放射能測定センター） ・硫酸タンク	硫酸	0.1 m^3 (1wt%)	②	１，２号給排水処理建屋：硫酸貯槽に同じ	【漏えい対応】 ・タンクは環境放射能を分析する建物の屋上に設置されており，タンク下部には容量約 0.2m^3 のドレンパン（硫酸，苛性ソーダ共用）が設置されている。 ・基準地震動 Ss によりタンク及び配管の一部は破損すると考えられるが，タンク容量が小さいことから殆どの薬品はドレンパンに留まると考えられる。 ・屋上にひび等が見られても，タンク容量が小さいことから，漏えいした薬品は建物周辺に留まると考えられる。 ・屋上の排水ドレンに薬品が流入した場合，アクセスルート道路の側溝に流れ込むが，タンク容量が小さいことから薬品は側溝から溢れ出さないと考えられる。 ・タンクの設置位置が屋上端まで約 7m あること及び屋上端に約 30～50cm の立ち上りがあることから，タンクは地上に落下しないと考えられる。 ・以上のことから，アクセスルートへの影響は限定的である。 【薬品防護具】 ・１，２号給排水処理建屋と同じ 【ガス検知と吸収缶の装着】 ・１，２号給排水処理建屋と同じ
・苛性ソーダタンク	苛性ソーダ（水酸化ナトリウム）	0.1 m^3 (4wt%)	②	１，２号給排水処理建屋：苛性ソーダ貯槽に同じ	

※いずれの薬品も可燃性（引火性）ではない。

第 6-6 表　薬品関係設備漏えい時被害想定及び影響評価（7／7）

対象設備	内容物	容量(濃度)	評価フロー番号	被害想定	影響評価
（排水処理装置上屋） ・硫酸タンク	硫酸	0.05 m^3 (10wt%)	②	１，２号給排水処理建屋：硫酸貯槽に同じ	【漏えい対応】 ・タンクは排水処理装置上屋の屋内に設置されており，基準地震動 Ss によりタンク及び配管の一部は破損すると考えられるが，タンク容量が小さいことから殆どの薬品は屋内に留まると考えられる。 ・床にひび等が見られても，タンク容量が小さいことから，漏えいした薬品は建物周辺に留まると考えられる。 ・以上のことから，アクセスルートへの影響は限定的である。 【薬品防護具】 ・１，２号給排水処理建屋と同じ 【ガス検知と吸収缶の装着】 ・１，２号給排水処理建屋と同じ
・苛性ソーダタンク	苛性ソーダ（水酸化ナトリウム)	0.05 m^3 (10wt%)	②	１，２号給排水処理建屋：苛性ソーダ貯槽に同じ	
・１号液体窒素貯槽	液体窒素	8,500 l	②	【漏えい】 ・基準地震動 Ss によりタンク及び配管が破損し，液体窒素が流出する。 【ガス発生】 ・窒素ガスが発生する。 【人体への影響】 ・閉鎖空間においては窒息のおそれ，また接触によって凍傷のおそれがある。	【漏えい対応】 ・液体窒素貯槽は屋外に設置されており，万一漏えい等が発生した場合でも外気中に拡散するため，アクセス性への影響はない。
・２／３号液体窒素貯槽	液体窒素	90,000 l			

※いずれの薬品も可燃性（引火性）ではない。

【薬品防護具の配備について】

薬品漏えいのおそれがある場合に備え，重大事故等対応要員に対して薬品防護具を配備する。

薬品防護具の内訳を，第 6-7 表に示す。

第 6-7 表　薬品防護具の内訳

配備箇所	緊急時対策建屋（20 セット※1）
薬品防護具（セット品）	防毒衣，全面マスク，薬品用ゴム長靴，薬品用ゴム手袋

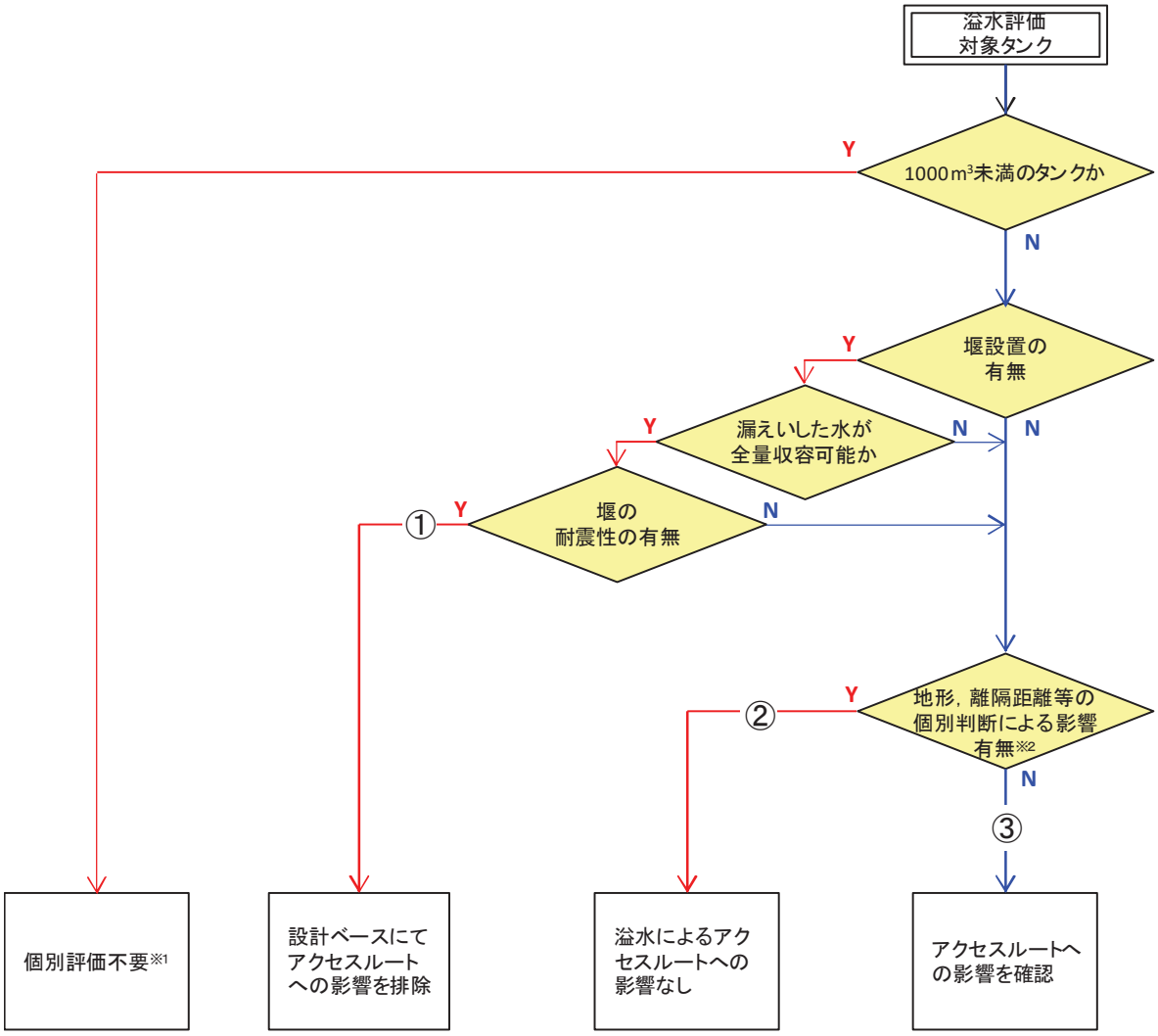
※１：重大事故等対応要員用 17 セット＋予備３セット

(b) 溢水評価タンクの損壊

i．評価方法

溢水評価対象タンクの損壊によるアクセスルートへの影響評価フローを第 6-7 図に示す。

また，地震起因による複数同時破損を想定した溢水量で敷地全体の浸水深についても評価する。評価の条件としては実際の運用容量は使用せず，タンク類の公称容量で評価を実施する。敷地内に広がった溢水は雨水排水路からの流出や，地盤への浸透は考慮せず，タンクから漏えいした溢水は敷地全体に均一に広がるものとする。さらに地形等の影響は考慮せず，すべての溢水源（屋外タンク類）容量が，建屋設置レベルである 0.P.+14.8m に流れ込んだものとして評価する。



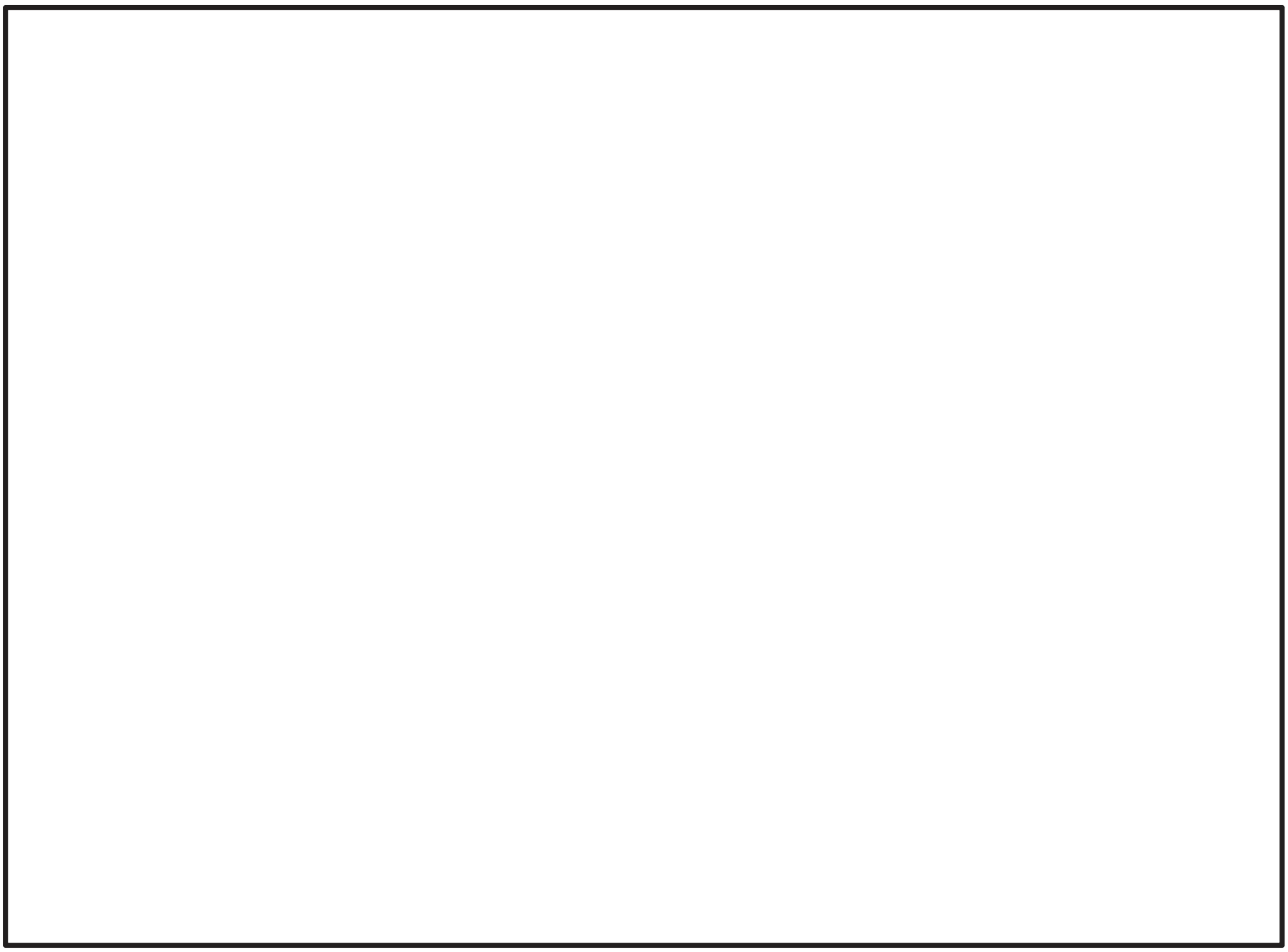
※1 全ての溢水源による敷地浸水深評価を実施。
※2 地形（遮蔽物等），溢水の量や性質を考慮し，アクセスルートへの影響の有無を個別に判断する。

第 6-7 図　溢水評価対象タンクの損壊による影響評価フロー

ⅱ．評価結果

アクセスルート近傍にあり，溢水評価対象タンク（第 6-8 図）について評価を実施し，第 6-8 表に示すとおりアクセスルートに影響がないことを確認した。

また，敷地浸水深評価に用いる溢水量について第 6-9 表に，敷地浸水深評価結果について第 6-10 表に示す。その結果，敷地浸水深は 16cm であり，別紙(20)に示す可搬型設備（車両型）の走行可能水位より低いことから，可搬型設備の走行，アクセス性に支障はないことを確認した。



第 6-8 図　周辺タンクの溢水によるアクセスルートへの影響

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

第 6-8 表　溢水評価対象タンクの損壊によるアクセスルートへの影響

図中 No.	対処設備	容量	評価フロー	被害想定	影響評価
4	再生純水タンク	1,000m³	②	基準地震動 Ss によるタンク及び付属配管の破損による溢水	今後の運用によりタンク内を空とすることから，溢水によるアクセスルートへの影響はない。
5	No.1 SPT※1	2,000m³			
6	No.2 SPT※1	1,000m³			
1	No.1 純水タンク	1,000m³	②	基準地震動 Ss によるタンク及び付属配管の破損による溢水	地震によりタンクが損傷した場合でも，周辺の空地が平坦かつ広大であり，比較的短時間で拡散することから，アクセス性に影響はないと考える。 また，原子炉建屋及び制御建屋の扉は敷地レベルから約 30cm 嵩上げされていることから，溢水が建屋内に流入することはない。
2	No.2 純水タンク	2,000m³			
3	１，２号ろ過水タンク	2,000m³			
7	３号純水タンク	1,000m³			
8	３号ろ過水タンク	2,000m³			
9	No.1 原水タンク	4,000m³	②	基準地震動 Ss によるタンク及び付属配管の破損による溢水	地震によりタンクが損傷した場合でも，アクセスルートが下り勾配であること，かつカーブがあり海側へ流れ出るため，アクセスルート上には滞留しないことから，アクセス性に影響はない。
10	No.2 原水タンク	4,000m³			

※1　SPT：サプレッションプール水貯蔵タンク

第 6-9 表　溢水影響評価の対象となる屋外タンク

図中 No.	タンク名称	基数	設置高さ(m)	容量(m^3)	評価に用いる容量(m^3)
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. +15.1	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 ※1
5	No.1 SPT	1	O.P. +15.3	2,000	0 ※1
6	No.2 SPT	1	O.P. +15.3	1,000	0 ※1
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. +16.6	32	0 ※1
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 ※1
13-3	2 号硫酸計量槽	1	O.P. +15.8	0.3	0 ※1
14	2 号バック入り差圧調合装置	1	O.P. +15.358	1	1
15	3 号各種薬液貯蔵及び移送系硫酸貯槽	1	O.P. +15.0	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. +15.0	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. +14.8	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 号給排水建屋	1	O.P. +14.8	375.21	375.21
20	3 号給排水建屋	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

図中 No.	タンク名称	基数	設置高さ(m)	容量(m^3)	評価に用いる容量(m^3)
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
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. +15.1	230	230
			合計容量(m^3)		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。

第 6-10 表　屋外タンクによる溢水影響評価結果

溢水量 (m^3)	敷地面積 (m^2)	敷地浸水深 (m)
17,540	115,000	0.16

c．周辺斜面の崩壊に対する影響評価

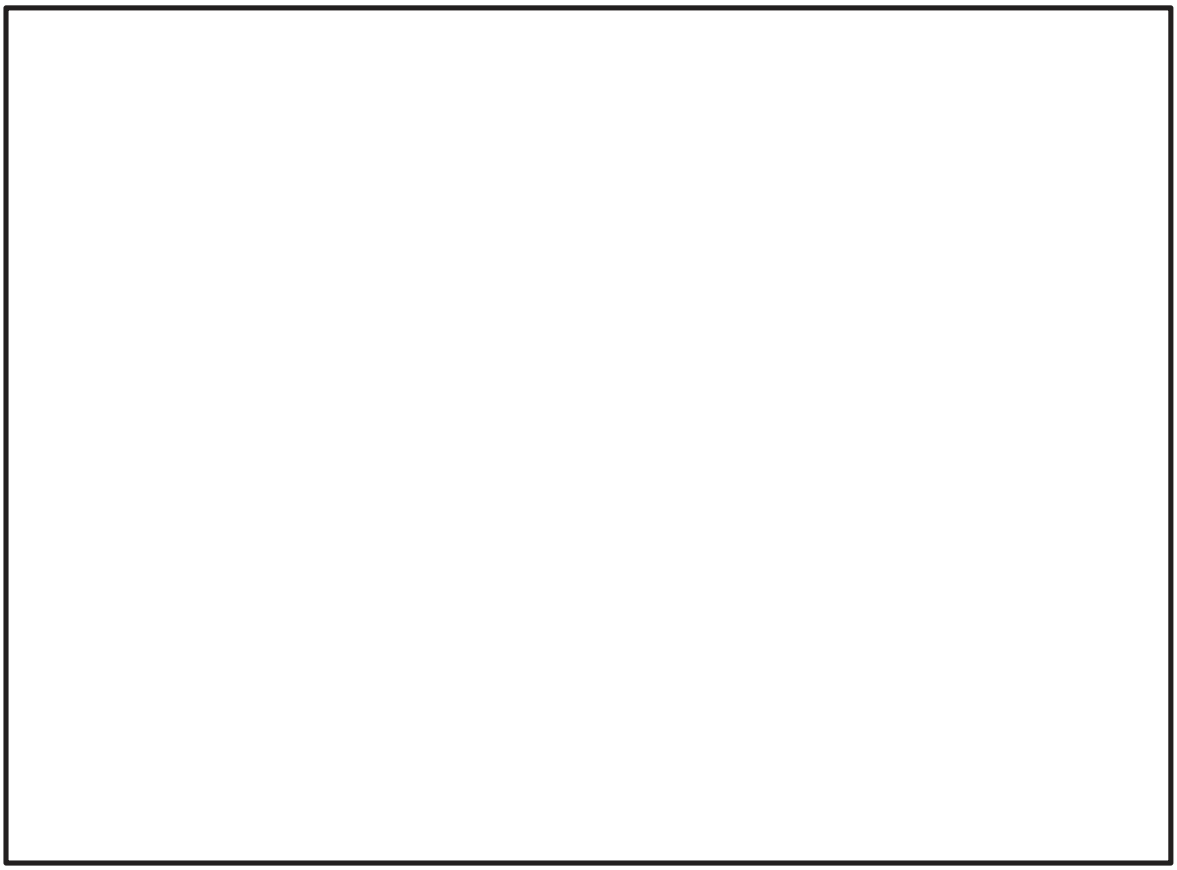
③周辺斜面の崩壊

アクセスルートに関わる発電所構内の斜面を抽出のうえ，評価を実施する。評価対象斜面の選定根拠及び評価方法の詳細については別紙(14)に，地下水位の設定については別紙(37)に示す。

(a) 評価対象

アクセスルート及び評価対象とする周辺斜面の位置は,第6-9図のとおり。斜面Ａ，Ｂ，Ｃ，Ｆ，Ｇについて，すべり方向を考慮するとともに，斜面高さ，勾配ともに最大となる断面を斜面ごとに１断面選定した。斜面Ｄ及び斜面Ｅについては，斜面崩壊による影響範囲を考慮する。

なお，防潮堤盛土堤防部と鋼管式鉛直壁部の海側については，防潮堤の一部として基準地震動 Ss に対する安全性を確保することから，評価対象斜面としては抽出しない。



第 6-9 図　評価対象とするアクセスルート周辺斜面

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(b) 斜面の安定性評価手法

アクセスルート周辺斜面の安定性は，当該斜面がアクセスルートと保管場所の周辺斜面を兼ねる場合（斜面Ａ，Ｂ，Ｆ）は，基準地震動 Ss に基づく二次元有限要素法解析を，アクセスルートのみの周辺斜面である場合（斜面Ｃ，Ｇ）は基準地震動 Ss に基づく静的震度を用いた分割法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。なお，静的震度を用いた分割法による安定解析の妥当性は別紙(14)に示すが，すべり安全率の裕度が小さい場合（すべり安全率 1.5 未満を目安）は，より精緻な二次元有限要素法解析による評価も実施する。

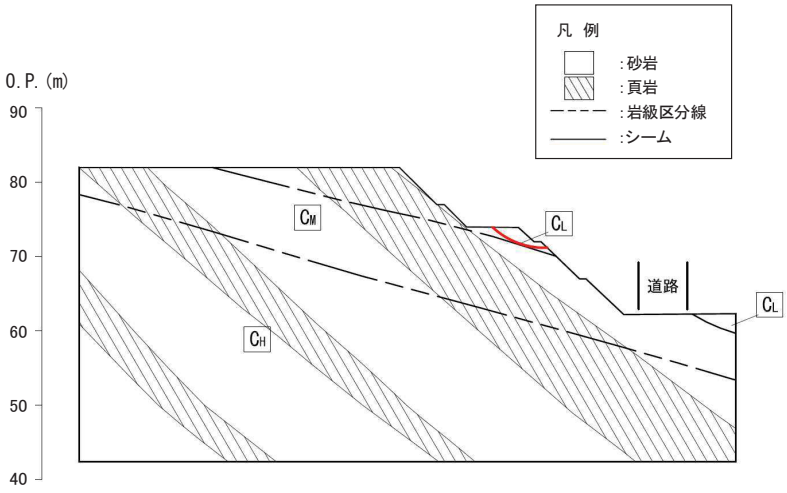
解析に用いる地質断面図は，発電所建設時及び以降の地質調査の結果に基づき作成する。

(c) 評価結果

屋外アクセスルートにおける周辺斜面の最小すべり安全率は全て評価基準値以上である。周辺斜面の崩壊に対する影響評価結果を第 6-10 図，第 6-11 図，第 6-12 図，第 6-13 図及び第 6-14 図に示す。

なお，別紙(14)に示すとおり，斜面Ｂは地盤物性のばらつきを考慮してもすべり安全率が 1.0 以上であり，崩壊を仮定した場合でも崩壊土砂がアクセスルートに対して影響を与えないことを確認している。また，斜面Ｃは二次元有限要素法解析による評価でも，すべり安全率が 1.0 以上であることを確認している。

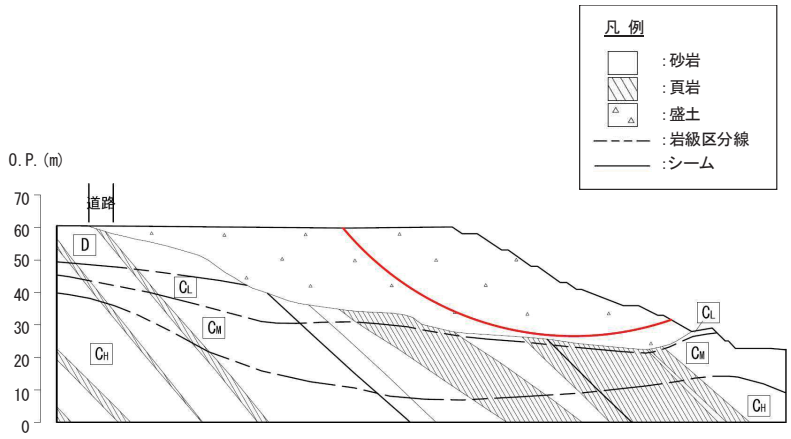
斜面崩壊による影響範囲を考慮した場合に，可搬型設備の通行に必要な道路幅員（3.7m）を確保できない可能性がある区間として抽出した箇所は第 6-15 図のとおり。



すべり安全率一覧

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

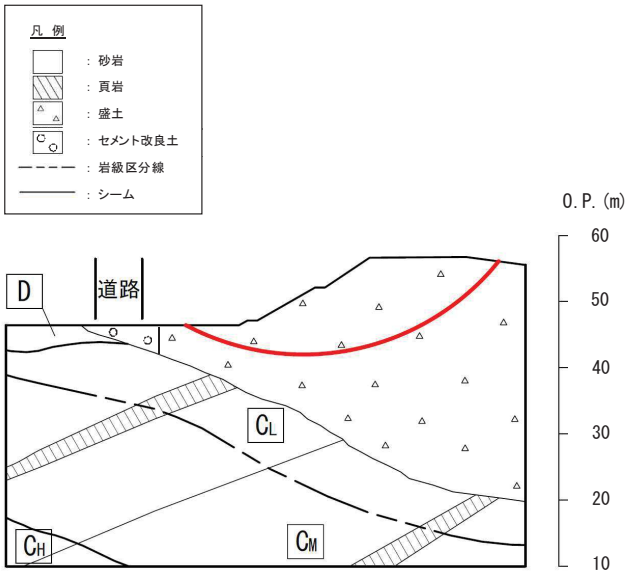
第 6-10 図　斜面Ａのすべり安定性評価結果



すべり安全率一覧

基準地震動 Ss	すべり安全率
Ss-D1	1.09
Ss-D2	1.2
Ss-D3	1.2
Ss-F1	1.2
Ss-F2	1.2
Ss-F3	1.5
Ss-N1	1.1

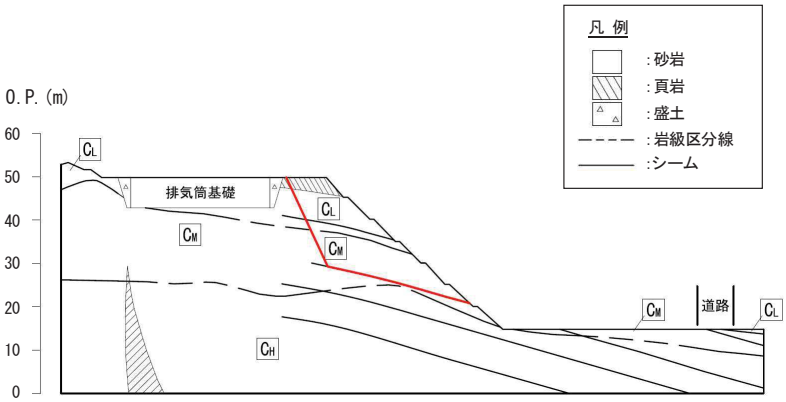
第 6-11 図　斜面Ｂのすべり安定性評価結果



すべり安全率一覧

基準地震動 Ss	すべり安全率
Ss-D1	1.2
Ss-D2	1.3
Ss-D3	1.3
Ss-F1	1.3
Ss-F2	1.3
Ss-F3	1.4
Ss-N1	1.09

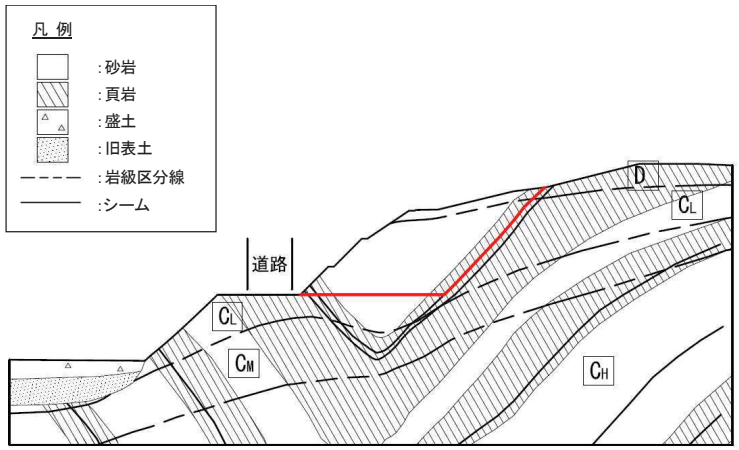
第 6-12 図　斜面Ｃのすべり安定性評価結果



すべり安全率一覧

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

第 6-13 図　斜面Ｆのすべり安定性評価結果



すべり安全率一覧

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

第 6-14 図　斜面Ｇのすべり安定性評価結果

第 6-15 図　必要な幅員を確保できない可能性のあるルート抽出結果

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

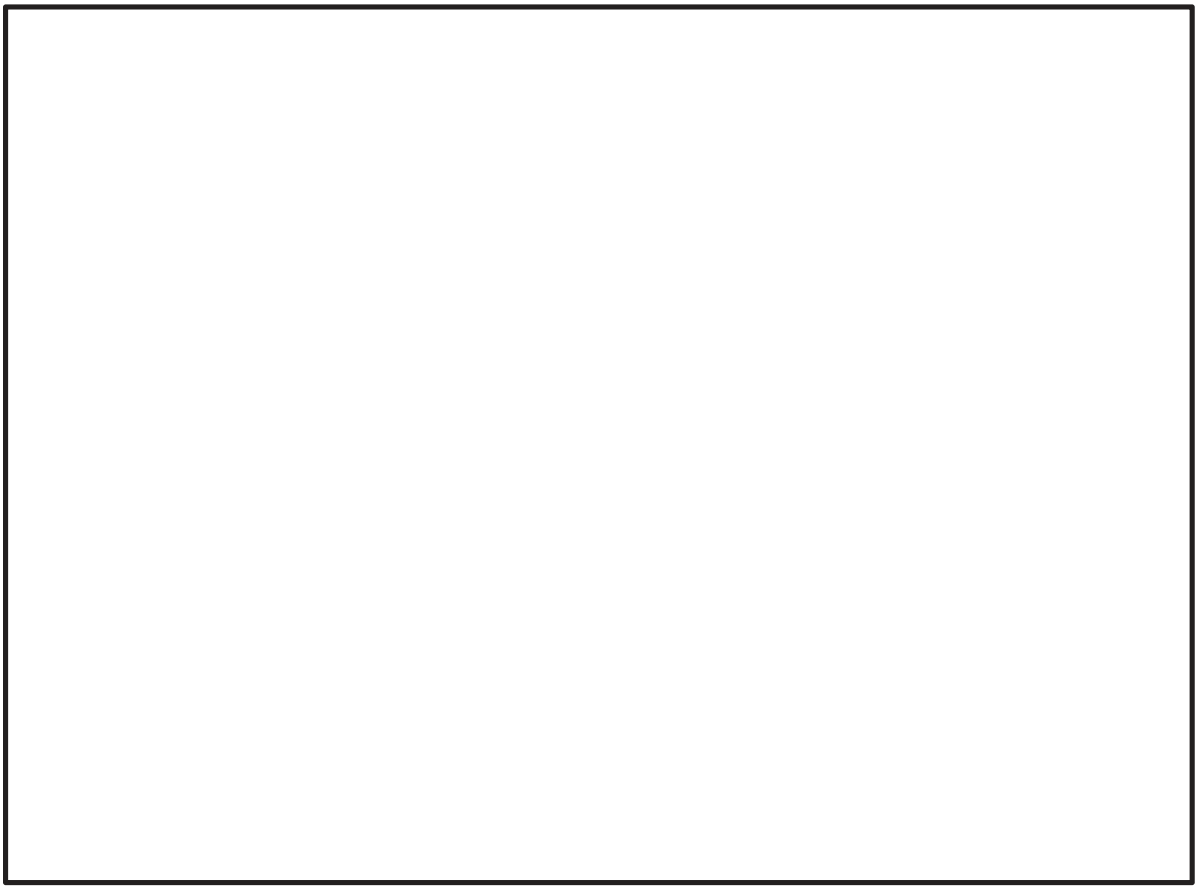
d. 敷地下斜面のすべりに対する影響評価

④敷地下斜面のすべり

(a) 評価対象

アクセスルート及び評価対象とする斜面の位置は，第 6-16 図のとおり。

0.P.+62m 盤を通るアクセスルートの敷地下斜面については，強度の小さい盛土で構成され，斜面高さが最大となる斜面Ｂを代表として評価する。なお，評価対象斜面の選定根拠及び評価方法の詳細については別紙（14）に，地下水位の設定については別紙(37)に示す。



第 6-16 図　評価対象とするアクセスルートの敷地下斜面

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(b) 斜面の安定性評価手法

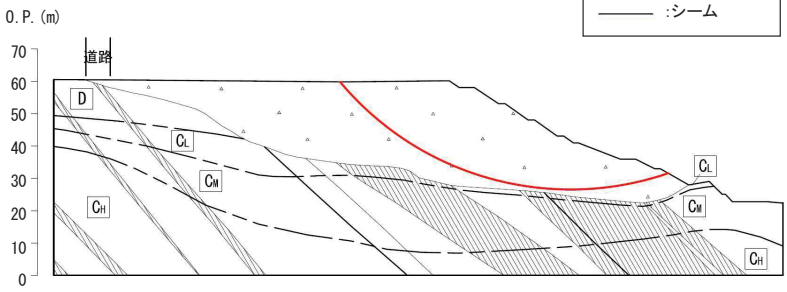
アクセスルート敷地下斜面Bの安定性は基準地震動 Ss に基づく二次元有限要素法解析を行い，算定されるすべり安全率が 1.0 を上回っていることを確認する。

なお，解析に用いる地質断面図は，発電所建設時及び以降の地質調査の結果に基づき作成する。

(c) 評価結果

屋外アクセスルートにおける敷地下斜面の最小すべり安全率は全て評価基準値以上である。敷地下斜面の崩壊に対する影響評価結果を第 6-17 図に示す。

なお，別紙（14）に示すとおり，斜面Bは地盤のばらつきを考慮してもすべり安全率が 1.0 以上であることを確認している。また，アクセスルートはすべり安全率が最小となる下記のすべり線から十分に離隔を確保するように配置しており，敷地下斜面のすべりは車両の通行に影響しない。



すべり安全率一覧

基準地震動 Ss	すべり安全率
Ss-D1	1.09
Ss-D2	1.2
Ss-D3	1.2
Ss-F1	1.2
Ss-F2	1.2
Ss-F3	1.5
Ss-N1	1.1

第 6-17 図　斜面Bのすべり安定性評価結果

e. 液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜，液状化による側方流動に対する影響評価

⑤液状化及び揺すり込みによる不等沈下・傾斜，液状化による側方流動

(a) 評価対象

別紙(9)に示すとおり 2011 年東北地方太平洋沖地震時の敷地内道路には，不等沈下に伴う段差等が下記に挙げる箇所に発生している。同様の箇所に段差等が発生することを想定し，不等沈下による通行不能が発生しないか確認する。

＜不等沈下による段差・傾斜発生箇所＞

・ 地下構造物と埋戻部との境界部

・ 地山と埋戻部との境界部

さらに，海岸付近のアクセスルートは有効応力解析により過剰間隙水圧の上昇に伴う地盤の剛性低下を考慮した変状について検討する。

(b) 地下構造物と埋戻部との境界部における段差評価

ⅰ．評価方法

地下構造物と埋戻部との境界部における段差評価のフローを第 6-18 図に示す。また，地下構造物と埋戻部との境界部の段差発生想定箇所として抽出した結果を第 6-19 図に示す。この抽出箇所において，基準地震動 Ss に対する液状化及び揺すり込みによる沈下を考慮し，沈下量の評価を行う。

・ 岩盤内の構造物については構造物周辺が岩盤で覆われていることから，構造物に起因する液状化及び揺すり込みによる段差が生じない箇所として評価する。

・ 段差発生想定箇所の地下水位を設定し，地下水位以浅の不飽和地盤と地下水位以深の飽和地盤を区別して評価する。また，沈下を想定する地盤は盛土と旧表土の２種類とする。

・ 飽和地盤の液状化を考慮した沈下率は体積ひずみと液状化抵抗率の関係から算出する。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。

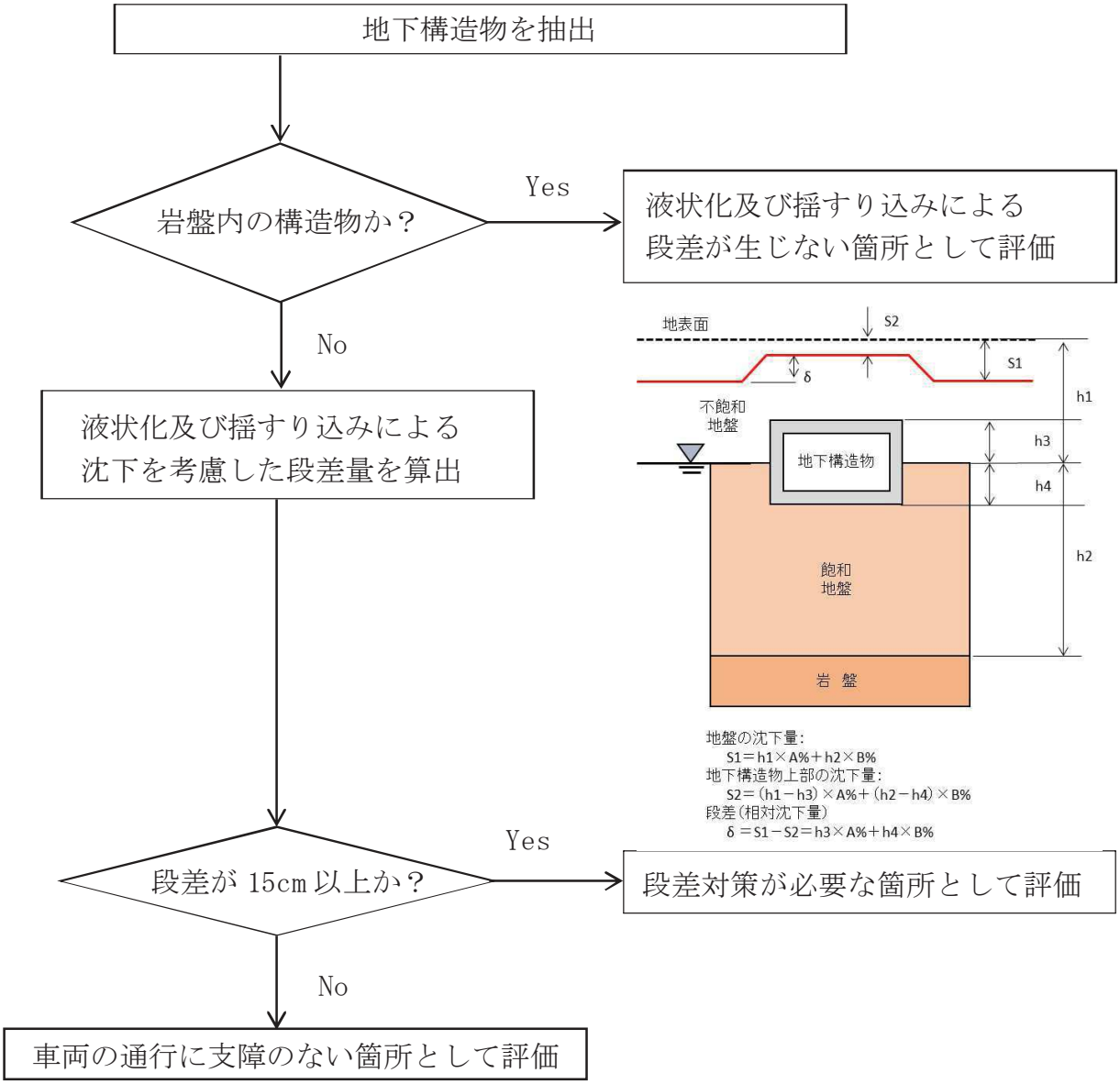
・ 不飽和地盤の揺すり込みを考慮した沈下率は海野ら※1の知見を援用し，安全側に飽和土が完全に液状化した後の再圧密による体積収縮量と等しいと仮定して盛土は 1.4%，旧表土は 2.8%とする。

・ 通行に支障がある段差は車両が通行可能な許容段差量 15cm※2として評価する。

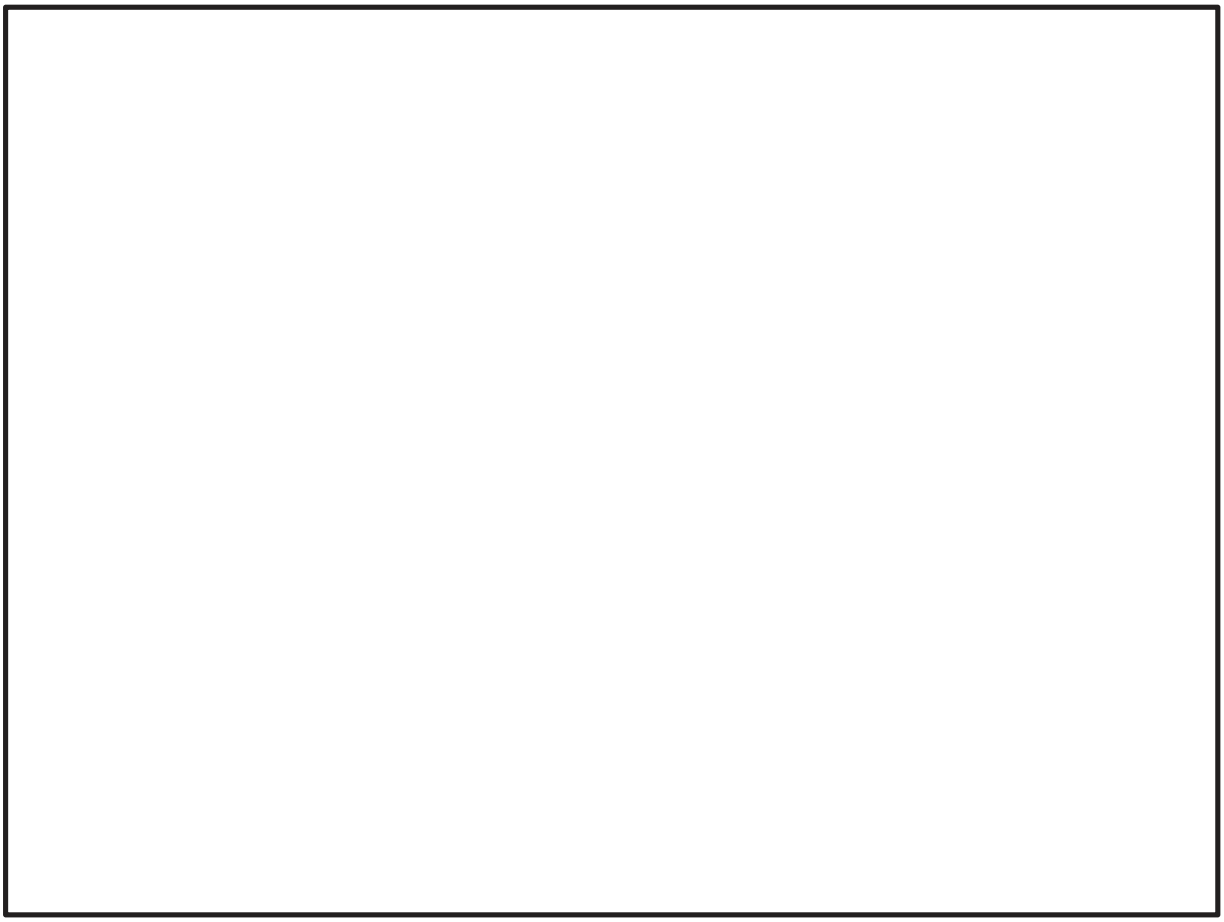
・屋外アクセスルートにおける地下水位は第 6-20 図に示すとおり，エリア①（0.P.+14.8m 盤），エリア②（0.P.+3.5m 盤），その他のエリアに分けて設定する。なお，地下水位の設定方法及び沈下量の算出方法は別紙(37)に示す。

※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 ）

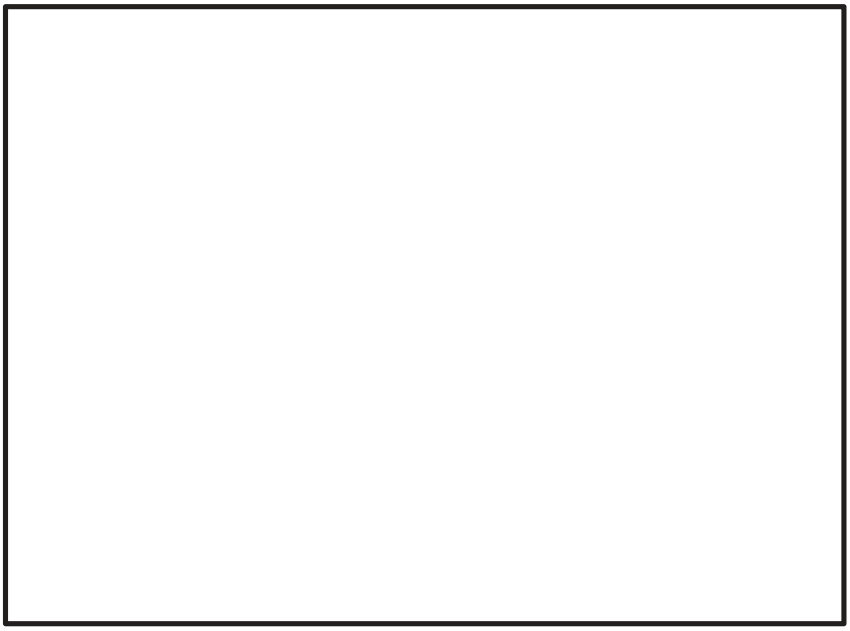
※2　依藤ら：地震時の段差被害に対する補修と交通開放の管理・運用方法について（平成 19 年度近畿地方整備局研究発表会）



第 6-18 図　地下構造物と埋戻部との境界部における段差評価のフロー



第 6-19 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 6-20 図　屋外アクセスルートにおける地下水位設定図

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

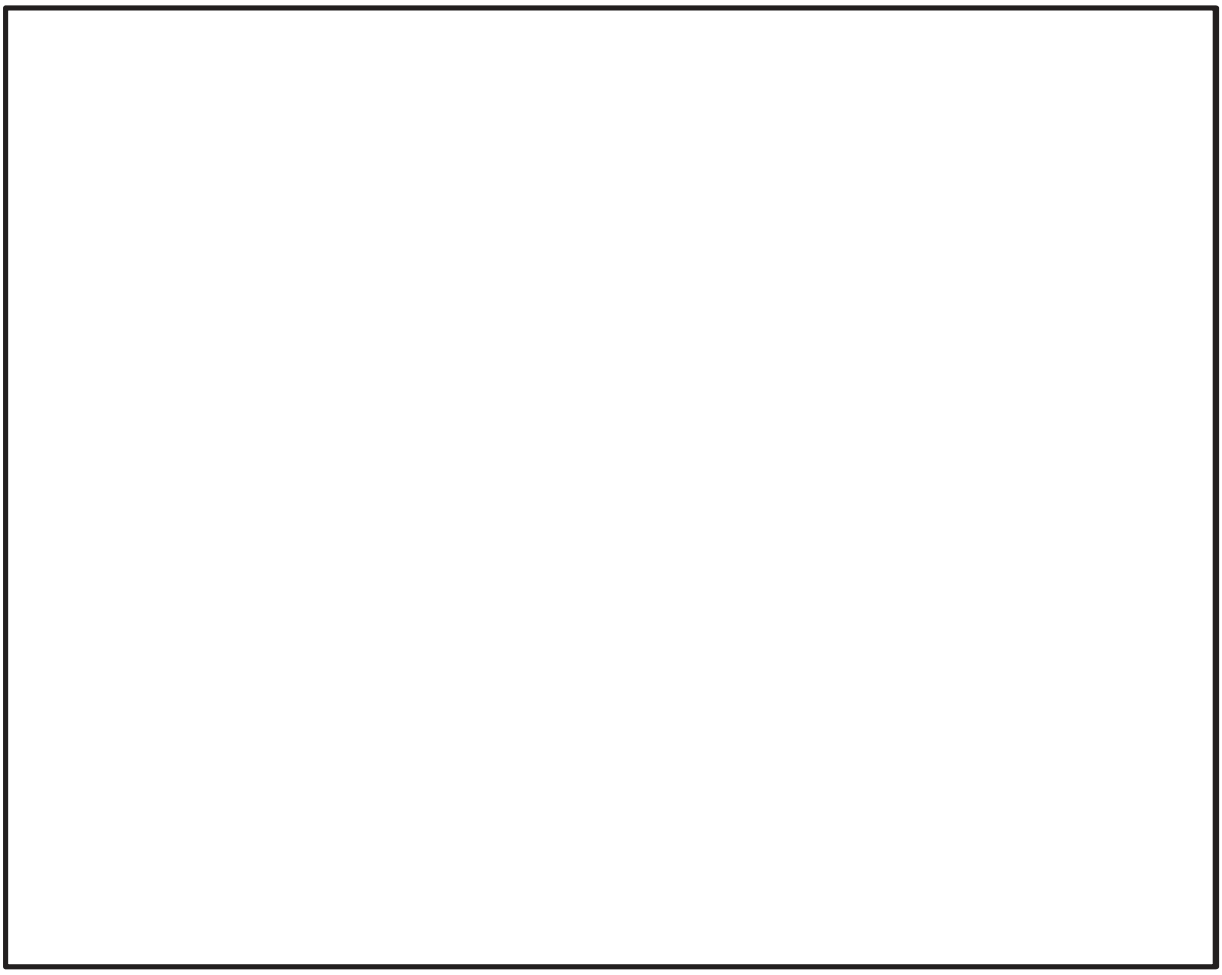
ⅱ．評価結果

評価結果を第 6-11 表，第 6-21 図に示す。通行に支障のある段差（許容段差量 15cm 以上）の発生が予想される箇所については，補強材敷設による事前の段差緩和対策，もしくは段差発生後の重機による段差解消作業により車両の通行性を確保する。なお，補強材は十分な耐久性を有するものとし，路盤掘削工事等に伴い一時的に撤去が必要となった場合は，工事完了後に速やかに復旧を行う。また，想定箇所以外における万一の段差発生等に備えて，復旧に要する資材を配備する。

第 6-11 表　沈下量算出結果

通し番号	名称	路面高	基礎下端	構造物高＋基礎高	地下水位※	相対沈下量	車両通行可否
		O.P. m	O.P. m	H (m)	O.P. m	(m)	15cm未満：○
1	北側排水路（A部）	14.800	10.629	1.500	5.000	0.021	○
2	3T-9	14.800	-14.000	14.850	5.000	0.208	
3	3号取水管路（1号）	14.800	-20.150	11.550	5.000	0.162	
4	3号放水管路（2号）	14.800	-20.150	5.400	5.000	0.076	○
5	3T-6	14.800	-22.150	35.203	5.000	0.493	
6	3T-5	14.800	-22.150	35.736	5.000	0.501	
7	3号取水管路（A部）	14.800	-14.000	5.400	5.000	0.076	○
8	3T-7	14.800	-12.000	25.187	5.000	0.353	
9	補機冷却水系放水路	14.800	-12.000	25.193	5.000	0.353	
10	3号放水路トンネル（A部）	14.800	-41.446	7.650	5.000		○
11	3号放水路トンネル（B部）	14.800	-41.296	7.650	5.000		○
12～13	マンホール	14.800	7.500～8.000	5.300～5.800	5.000	0.082	○
14	2号取水路（B部）	14.800	-8.080	5.500	5.000	0.077	○
15	2号取水路（A部）	14.800	-14.000	15.500	5.000	0.217	
16	2T-10	14.800	-14.600	14.700	5.000	0.206	
17	2T-11	14.800	9.566	3.250	5.000	0.046	○
18	2T-9	14.800	-7.899	21.049	5.000	0.295	
19～21	マンホール	14.800	8.000	5.300	5.000	0.075	○
22	3T-2	14.800	9.065	4.000	5.000	0.056	○
23	3号排気筒連絡ダクト（A部）	14.800	-6.038	13.200	5.000	0.185	
24	北側排水路（B部）	16.668	11.670	3.130	16.668（地表面）		○
25	3号排気筒連絡ダクト（B部）	14.800	-6.013	13.200	5.000	0.185	
26	電源ケーブルダクト	14.800	-0.940	12.711	5.000	0.143	○
27	CVケーブル洞道	14.800	0.019	12.332	5.000	0.131	○
28	3号排気筒連絡ダクト（C部）	14.800	-10.543	18.200	5.000	0.255	
29	2号排気筒連絡ダクト（A部）	14.800	-0.022	7.600	5.000	0.107	○
30	2号排気筒連絡ダクト（B部）	14.800	-1.240	6.600	5.000		○
31	2号排気筒連絡ダクト（C部）	14.800	-6.589	6.600	5.000		○
32	2号排気筒連絡ダクト（D部）	14.800	-7.541	6.600	5.000		○
33	2号排気筒連絡ダクト（E部）	14.800	-8.946	7.600	5.000	0.143	○
34	2T-6（A部）	14.800	9.045	2.650	5.000	0.038	○
35	2T-7（A部）	14.800	8.474	3.450	5.000	0.049	○
36	3T-1（A部）	14.800	7.175	4.120	5.000	0.058	○
37	3T-1（B部）	14.800	7.363	4.120	5.000	0.058	○
38	2T-6（B部）	14.800	-10.000	21.340	5.000	0.299	
39	2T-7（B部）	14.800	-10.000	21.535	5.000	0.302	
40	2号排気筒連絡ダクト（F部）	14.800	-9.098	7.600	5.000	0.107	○
41	3T-1（C部）	14.800	10.069	4.120	5.000	0.058	○
42	275kV開閉所連絡洞道	14.800	10.009	3.020	5.000	0.043	○
43	2T-6（C部）	14.800	9.469	2.650	5.000	0.038	○
44	1号排気筒連絡ダクト	14.800	-0.067	6.600	5.000	0.093	○
45	T-10（A部）	14.800	9.401	3.350	5.000	0.047	○
46	T-10（B部）	14.800	9.707	2.650	5.000	0.038	○
47	1号放水路トンネル	14.800	-5.389	5.200	5.000		○
48	T-8	14.800	5.000	5.900	5.000	0.083	○
49	1号取水管路	14.800	5.000	5.900	5.000	0.083	○
50	南側排水路	14.800	10.763	3.937	5.000		○
51	1号取水路トンネル	14.800	-5.009	3.900	5.000	0.055	○
52	2号放水路トンネル	14.800	-20.879	6.800	5.000		○
53	2号放水管路	14.800	-10.000	5.200	5.000	0.073	○
54	2号取水管路	14.800	-10.000	5.200	5.000	0.073	○
55	北側排水路（C部）	20.361	7.171	4.100	2.430		○
56	3号取水路	10.473	-15.548	11.505	2.430		○
57	2号取水路	3.500	-20.500	17.981	2.430		○
58～72	マンホール	31.031～62.000	25.231～57.200	4.300～5.400	31.031～62.000（地表面）		○

：岩盤内構造物のため相対沈下量が生じない箇所
：MMR又はセメント改良土により構造物を埋め戻す，又は地盤改良を行うため相対沈下量が生じない箇所
：相対沈下量が15cmを超える箇所



第 6-21 図　地下構造物と埋戻部との境界部における段差評価結果

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(c) 地山と埋戻部との境界部における段差・傾斜評価

建設時の掘削や敷地の造成等により，地山と埋戻部との境界が生じる。地震時にこの境界部に生じる段差や傾斜が車両の通行に影響がないか評価する。

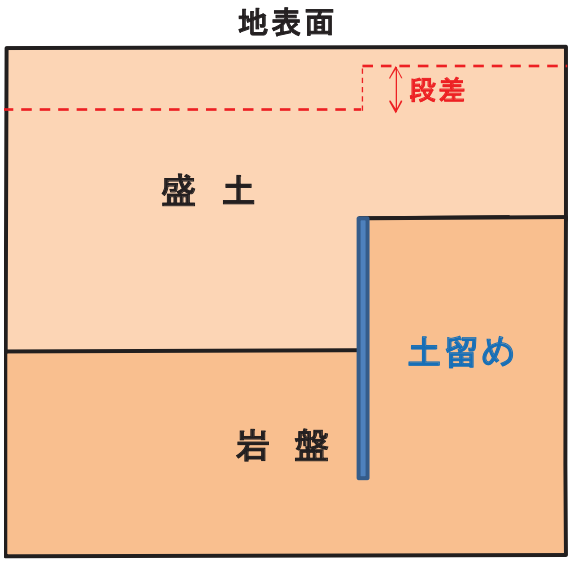
ⅰ．評価方針

評価対象とする地山と埋戻部との境界部については地山を垂直に掘削した箇所や地山に勾配を設けて掘削した箇所が考えられる。

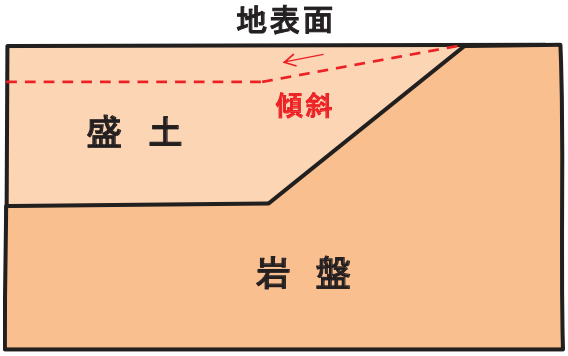
液状化及び揺すり込みによる沈下のイメージを第 6-22 図に示す。

地山を垂直に掘削した箇所は盛土層厚が急変するため段差が生じる。よって，基準地震動 Ss に対する液状化及び揺すり込みによる沈下を考慮した段差を算出し，車両の通行に影響がないか評価する。

地山に勾配を設けて掘削した箇所は盛土層厚が急変しないため，地震時に車両の通行に支障となる段差は発生しない。しかし，液状化及び揺すり込みによる沈下により傾斜が生じるため，基準地震動 Ss に対する液状化及び揺すり込みによる傾斜を算出し，車両の通行に影響がないか評価する。



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

第 6-22 図　液状化及び揺すり込みによる沈下のイメージ図

ⅱ．評価方法

（ｉ）地山を垂直に掘削した箇所の評価方法

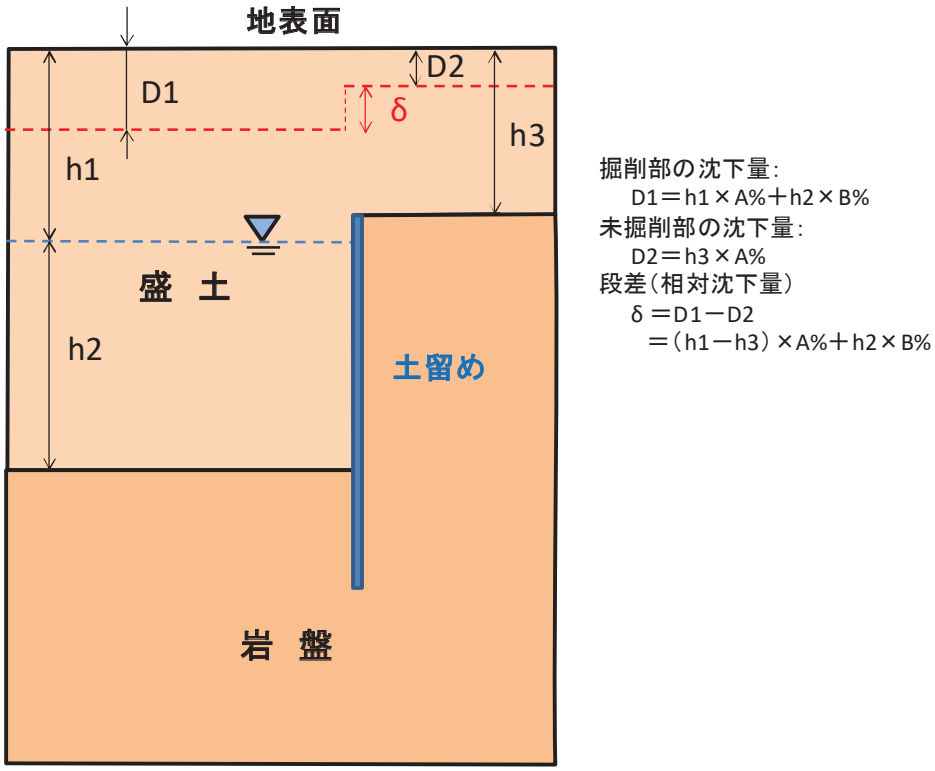
地山を垂直に掘削した箇所を評価対象箇所として抽出し，液状化及び揺すり込みによる沈下を考慮した段差の評価を行う。評価基準値は，車両通行の許容段差量（15cm※）とする。

段差の算出方法は第 6-23 図に示すとおり，掘削部と未掘削部の沈下量を算出し，その差を段差とする。

沈下量は「地下構造物と埋戻部との境界部」と同様に評価し，不飽和地盤，飽和地盤の沈下率はいずれも盛土 1.4%，旧表土 2.8%とする。

なお，セメント改良土で埋め戻されている箇所については沈下が生じないものとして評価する。

※　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 年度近畿地方整備局研究発表会）



第 6-23 図　液状化及び揺すり込みによる沈下を考慮した段差の評価

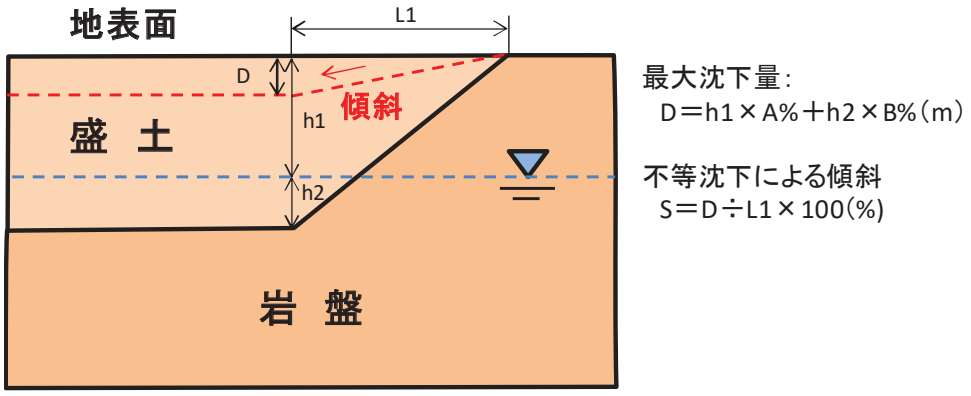
（ⅱ）地山に勾配を設けて掘削した箇所の評価方法

地山に勾配を設けて掘削した箇所を抽出し，最大傾斜が発生すると考えられる最も急勾配を設けて地山を掘削した箇所の液状化及び揺すり込みによる沈下を考慮した傾斜の評価を行う。評価基準値は車両が登坂可能な勾配である 16%※とする。

液状化及び揺すり込みによる沈下を考慮した傾斜は第 6-24 図に示すように評価箇所での最大沈下が発生した場合の傾斜（最大沈下量／地山傾斜部の幅）を算出する。

沈下量は「地下構造物と埋戻部との境界部」と同様に評価し，不飽和地盤，飽和地盤の沈下率はいずれも盛土 1.4%，旧表土 2.8%とする。

※　走行時において車両重量が最も大きい熱交換器ユニットについて，勾配 16%の登坂能力を有していることから，可搬型設備の走行は可能である。

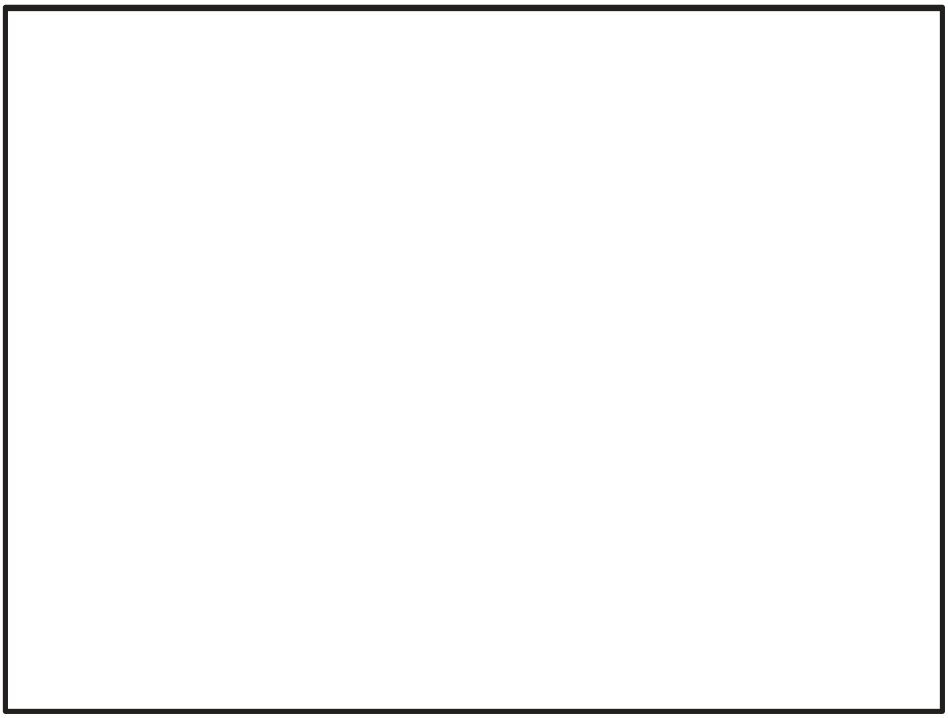


第 6-24 図　液状化及び揺すり込みによる沈下を考慮した傾斜の評価

ⅲ．評価結果

（ｉ）地山を垂直に掘削した箇所の評価結果

地山を垂直に掘削した箇所の抽出結果を第 6-25 図に示す。また，評価結果を第 6-12 表に示す。通行に支障のある段差（許容段差量 15cm 以上）の発生が予想される箇所については，補強材敷設による事前の段差緩和対策により車両の通行性を確保する。



第 6-25 図　地山を垂直に掘削した箇所の抽出箇所

第 6-12 表　地山を垂直に掘削した箇所の評価結果

番号	名称	路面高	未掘削部岩盤線	掘削部岩盤線	地下水位	未掘削部沈下量	掘削部沈下量	相対沈下量	車両通行可否
		O.P.＋ m	O.P.＋ m	O.P.＋ m	O.P.＋ m	(m)	(m)	(m)	15cm未満：○
1	緊急時対策建屋	62.100	56.131	45.400	62.100（地表面）	セメント改良土で埋め戻すため沈下は生じない			○
2	淡水貯水槽（第２保管エリア）	62.100	53.100	48.500	62.100（地表面）	セメント改良土で埋め戻すため沈下は生じない			○
3	ＣＶケーブル洞道北部	14.800	-2.000	0.000	5.000	0.361	0.207	0.154	
4	ＣＶケーブル洞道南部１	14.800	6.000	0.000	5.000	0.123	0.207	0.084	○
5	ＣＶケーブル洞道南部２	14.800	12.000	8.000	5.000	0.039	0.095	0.056	○
6	３号掘削時土留め北部１	14.800	10.000	0.000	5.000	0.067	0.207	0.140	○
7	３号掘削時土留め北部２	14.800	14.000	2.400	5.000	0.011	0.174	0.162	
8	３号掘削時土留め南部１	14.800	0.000	-14.000	5.000	0.291	0.403	0.112	○
9	３号掘削時土留め南部２	14.800	0.000	-8.500	5.000	0.207	0.326	0.119	○
10	２号掘削時土留め部	14.800	4.000	-2.000	5.000	0.291	0.179	0.112	○

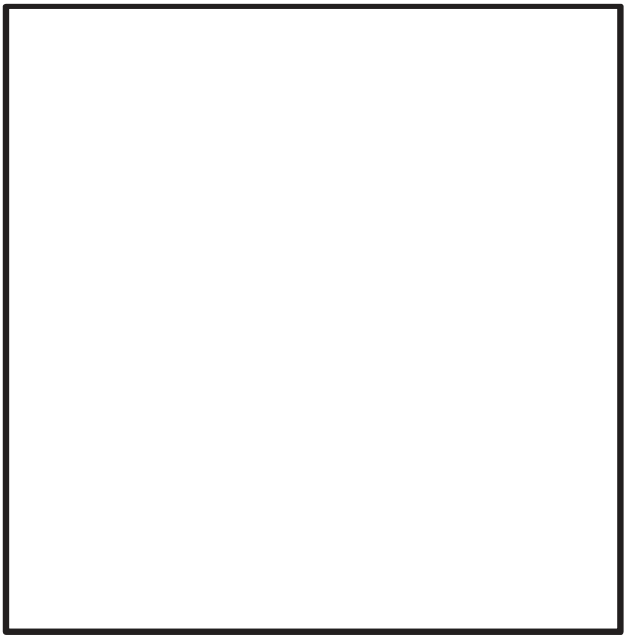
：セメント改良土により構造物を埋め戻すため相対沈下量が生じない箇所

：相対沈下量が15cmを超える箇所

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

（ⅱ）地山に勾配を設けて掘削した箇所の評価結果

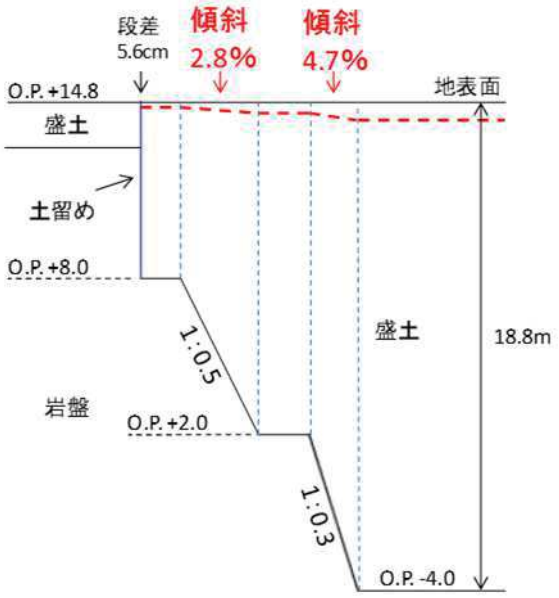
地山に勾配を設けて掘削した箇所の抽出結果を第 6-26 図に示す。また，最も急勾配を設けて地山を掘削した箇所（番号 14）の評価結果を第 6-27 図に示す。評価の結果，液状化及び揺すり込みによる沈下を考慮した傾斜は最大で 4.7%であり，評価基準値 16%以下のため，車両の通行に影響はない。



番号	掘削勾配＊
1	1：1.5
2	1：1.5
3	1：1.5
4	1：1.5
5	1：0.8
6	1：0.8
7	1：1.0
8	1：0.8
9	1：1.5
10	1：0.5
11	1：0.8
12	1：0.8
13	1：0.8
14	1：0.3

＊複数の勾配を設けて掘削している箇所は最も急な勾配を記載

第 6-26 図　地山に勾配を設けて掘削した箇所の抽出結果



第 6-27 図　地山に勾配を設けて掘削した箇所の評価結果

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(d) 液状化による側方流動の評価

地盤の液状化を考慮する際，河川や海等の水際背後地盤又は地表面が傾斜している場合には，側方流動による影響があると考えられる。

防潮堤より海側のアクセスルートは水際背後地盤部に位置していることから，側方流動が発生した場合のアクセスルートへの影響を評価する。

ⅰ．評価方法

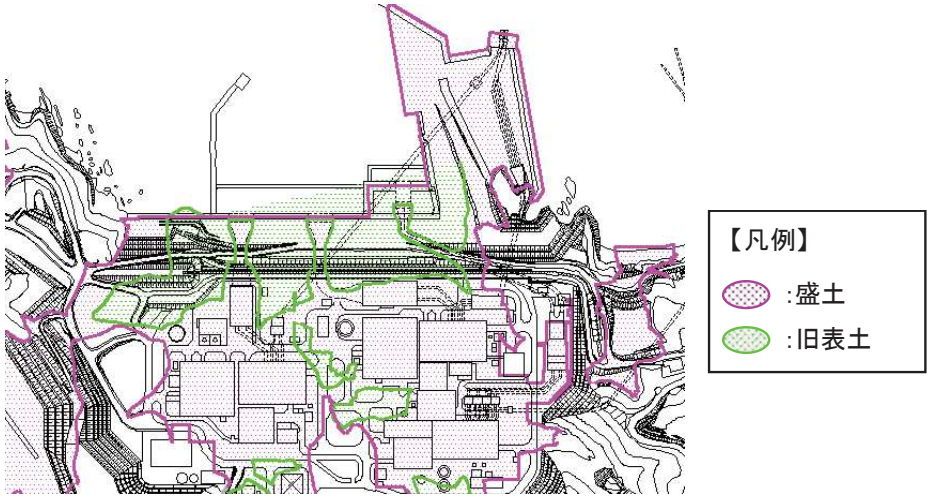
側方流動による水平及び鉛直変位は，液状化検討対象層である盛土及び旧表土の層厚が大きいほど影響が大きいと考えられることから，盛土及び旧表土層厚を考慮し評価断面を選定する。

第 6-28 図に盛土，旧表土の分布図を示す。防潮堤の海側には広く旧表土が分布しており，第 6-29 図に示す海岸付近の地質断面図から，液状化検討対象層である盛土と旧表土層厚の合計が最大であり，かつ盛土よりも液状化強度が小さく側方流動の影響が大きいと考えられる旧表土層厚が最大となる位置を代表断面として選定した。側方流動による地形変化は，有効応力解析（解析コード FLIP（Ver7.3.0_2））により評価する。

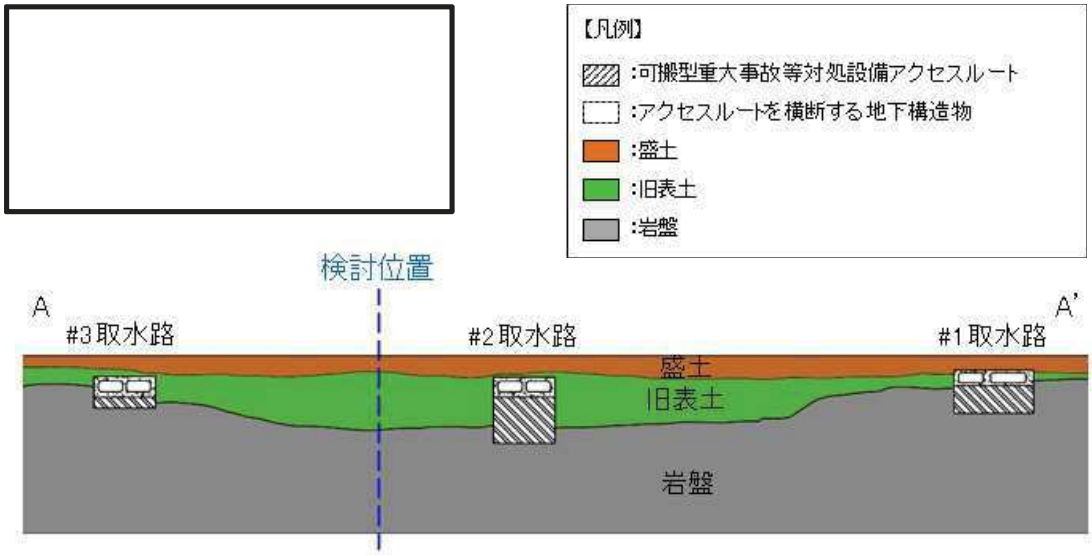
検討位置を第 6-30 図，検討位置の地質断面図を第 6-31 図，解析メッシュ図を第 6-32 図，液状化パラメータを第 6-33 図に示す。

アクセスルートの段差量については，代表断面における基準地震動 Ss による有効応力解析から算出される鉛直変位と，沈下対象層の揺すり込み沈下及び過剰間隙水圧の消散に伴う沈下との総和により設定する。側方流動による段差は地下構造物を横断する箇所に発生するものと想定する。

防潮堤より海側のアクセスルートが地下構造物を横断する箇所及び断面図を第 6-34 図に示す。２号及び３号取水路は周囲に盛土及び旧表土が存在しているため，取水路を横断する箇所に段差が発生すると想定する。



第 6-28 図　盛土・旧表土の分布図

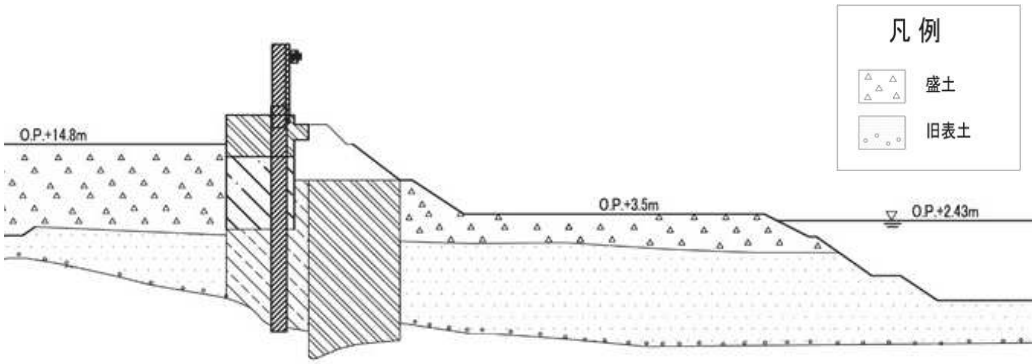


第 6-29 図　海岸付近の地質断面図

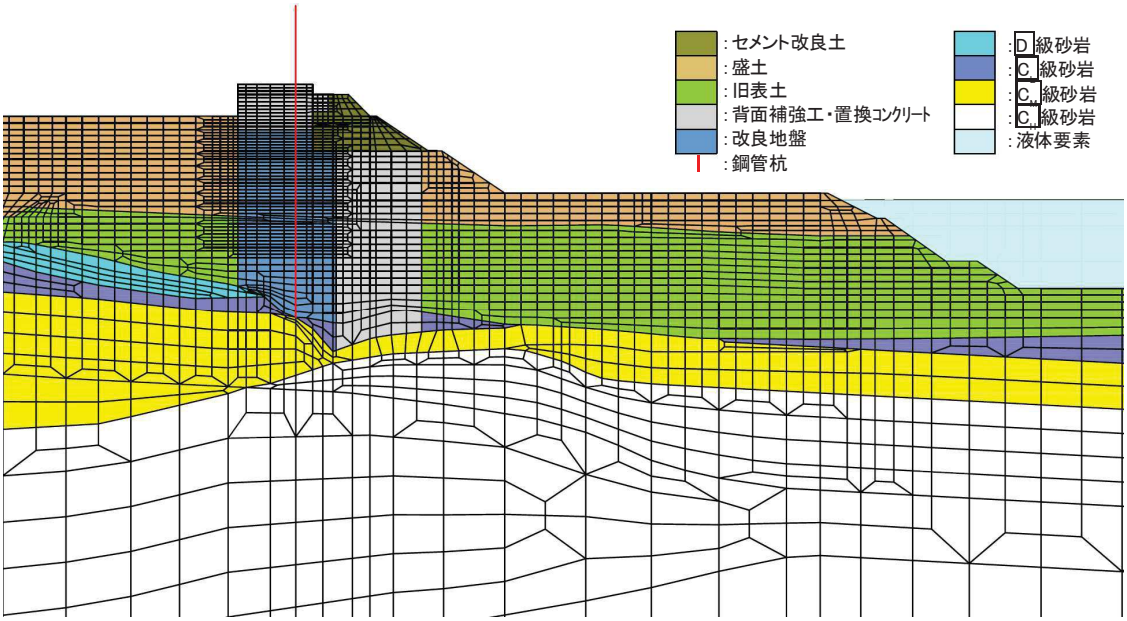


第 6-30 図　検討位置図

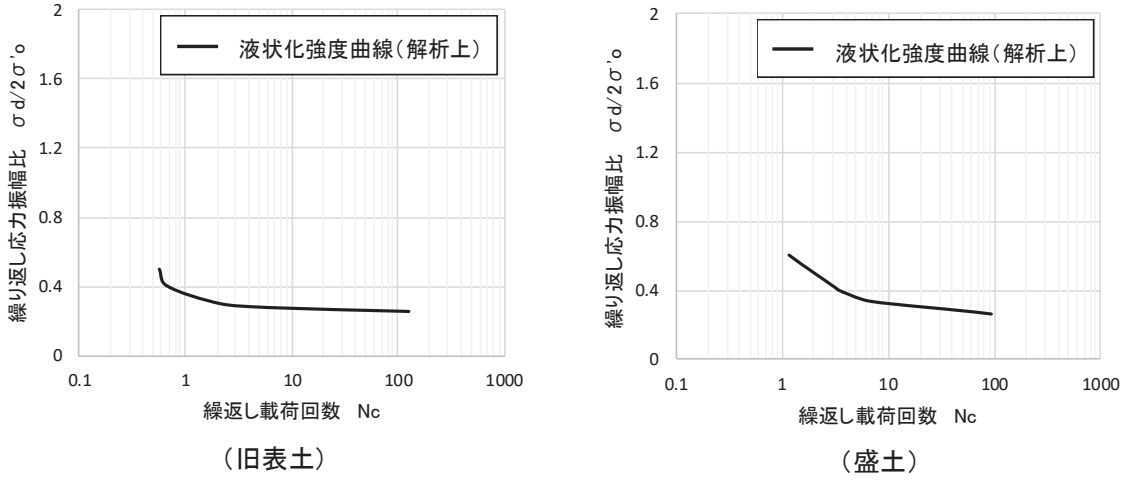
枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



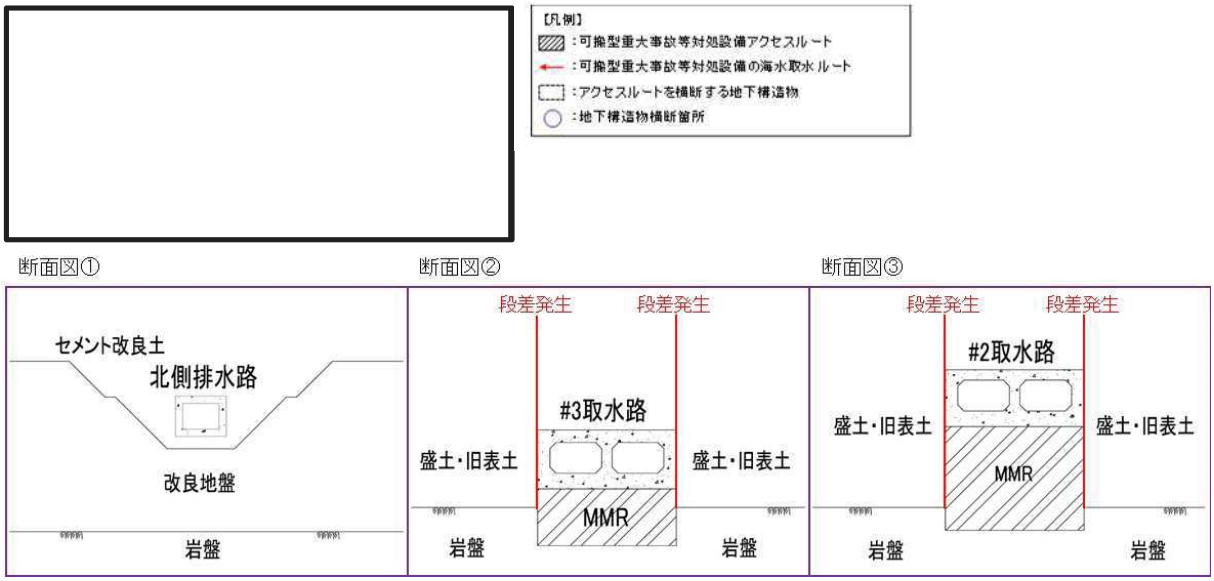
第 6-31 図　地質断面図



第 6-32 図　解析メッシュ図



第 6-33 図　液状化パラメータ

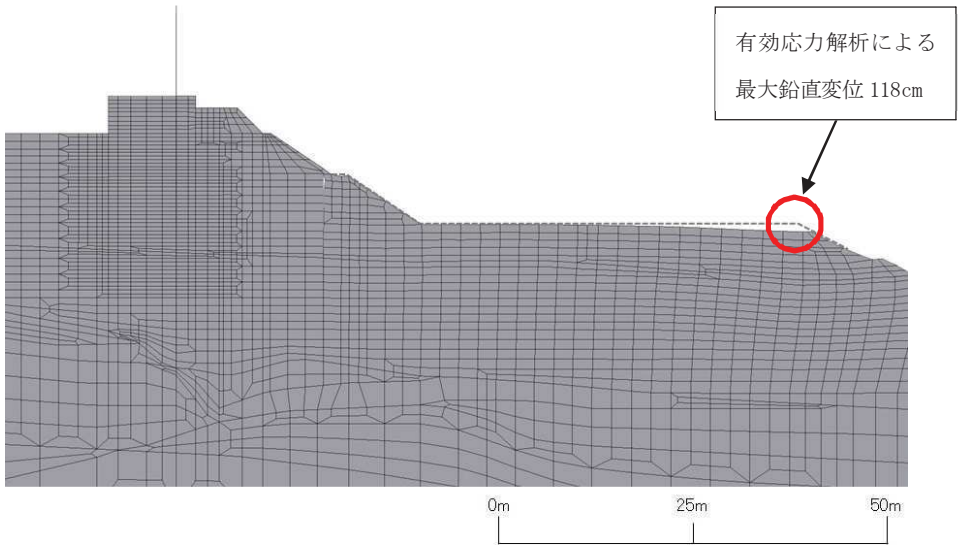


第 6-34 図　地下構造物断面図

ⅱ．評価結果

有効応力解析により最大鉛直変位が発生した Ss-N1 の残留変形図を第 6-35 図に示す。また，有効応力解析で算出した鉛直変位と，沈下対象層の揺すり込み沈下及び過剰間隙水圧の消散に伴う沈下との総和により設定したアクセスルートの段差量を第 6-13 表に示す。

アクセスルートの段差量は車両通行の許容段差量（15cm）以上となることから，地盤改良による段差緩和対策により，車両の通行性を確保する。第 6-36 図に段差発生想定図を，第 6-37 図に地盤改良による段差緩和対策の概念図を示す。



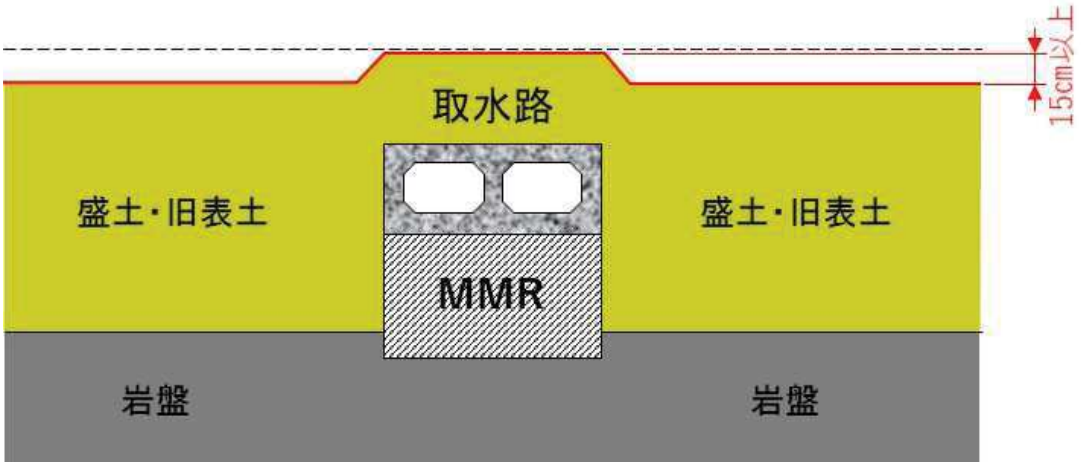
第 6-35 図　残留変形図（Ss-N1）

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

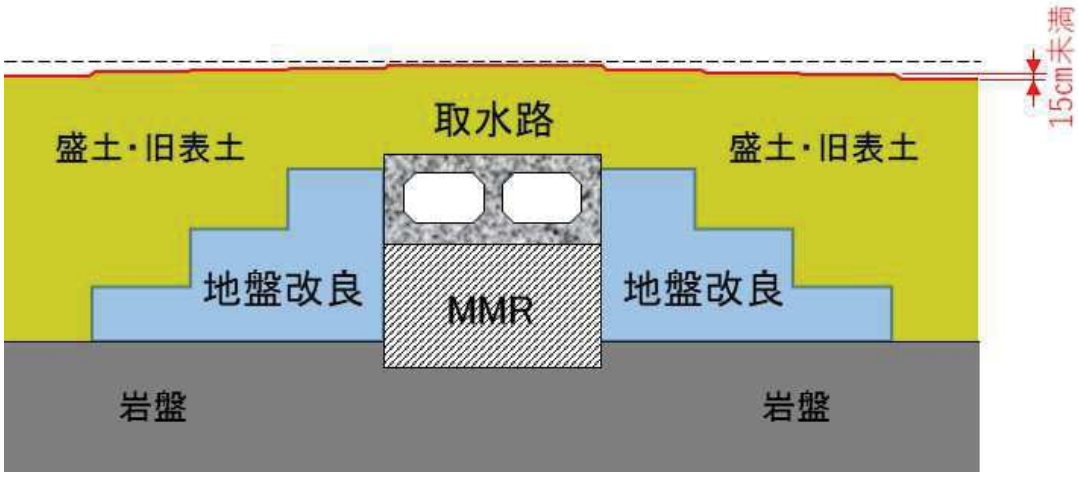
第 6-13 表　アクセスルートの段差量

	基準地震動						
	Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1
有効応力解析による鉛直変位量(cm)	87	83	83	108	113	67	118
沈下対象層の沈下量(cm)	52	53	53	53	52	52	52
段差量(cm)	139	136	136	161	165	119	170

※　防潮堤の構造成立性の確認結果を踏まえ，段差量は変更となる可能性がある



第 6-36 図　段差発生想定図



第 6-37 図　段差緩和対策概念図

f．液状化による地下構造物の浮き上がりによる影響評価

⑥液状化による地下構造物の浮き上がり

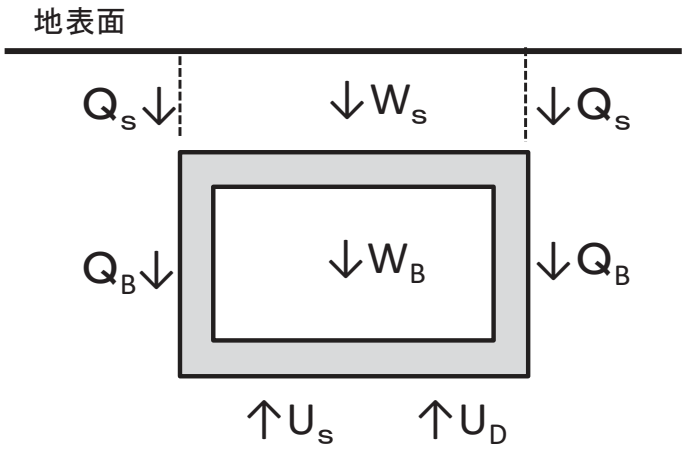
(a) 評価方法

液状化に伴う地下構造物の浮き上がりについては，トンネル標準示方書（土木学会，2016）に基づき評価し，評価値が評価基準値の 1.0 を上回らないことを確認する。（第 6-38 図参照）

- 液状化については，地下水位以深の飽和地盤（盛土，旧表土）をすべて液状化するものとして想定する。
- 浮き上がりの評価対象は，以下の条件に該当する箇所とする。

  条件①　構造物下端面よりも地下水位が高い地下構造物

  条件②　岩盤内部に構築されていない地下構造物
- 屋外アクセスルートにおける地下水位は第 6-39 図に示すとおり，エリア①（0.P.+14.8m 盤），エリア②（0.P.+3.5m 盤），その他のエリアに分けて設定する。なお，地下水位の設定方法は別紙(37)に示す。



浮き上がり照査式

$\gamma_i(U_s+U_D)/(W_s+W_B+2Q_s+2Q_B) \leqq 1.0$

W_s：鉛直荷重の設計用値
W_B：構造物の自重の設計用値
Q_s：上載土のせん断抵抗
Q_B：構造物側面の摩擦抵抗
U_s：構造物底面の静水圧による揚圧力の設計用値
U_D：構造物底面の過剰間隙水圧による揚圧力
γ_i：構造物係数

第 6-38 図　　浮き上がり照査方法



第 6-39 図　地下水位設定図

(b) 評価結果

液状化に伴う浮き上がりの評価対象構造物の抽出結果を第 6-14 表，評価結果を第 6-15 表に示す。評価した結果，全ての評価箇所において照査値が 1.0 未満であることから，アクセスルートの通行に支障がでる地下構造物の浮き上がりは生じない。

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

第 6-14 表　対象構造物の抽出結果

通し番号	名称	構造物下端面	地下水位※	条件①	条件②
		O.P.　m	O.P.　m		
1	北側排水路（A部）	10.629	5.000		○
2	3T-9	-6.750	5.000	○	○
3	3号取水管路（1号）	-20.150	5.000	○	○
4	3号放水管路（2号）	-20.150	5.000	○	○
5	3T-6	9.403	5.000		○
6	3T-5	10.824	5.000		○
7	3号取水管路（A部）	-14.000	5.000	○	○
8	3T-7	10.217	5.000		○
9	補機冷却水系放水路	7.380	5.000		○
10	3号放水路トンネル（A部）	-41.446	5.000	○	
11	3号放水路トンネル（B部）	-41.296	5.000	○	
12～13	マンホール	7.500～8.000	5.000		○
14	2号取水路（B部）	-8.080	5.000	○	○
15	2号取水路（A部）	-8.100	5.000	○	○
16	2T-10	-9.600	5.000	－	－
17	2T-11	9.566	5.000		○
18	2T-9	8.500	5.000		○
19～21	マンホール	8.000	5.000		○
22	3T-2	9.065	5.000		○
23	3号排気筒連絡ダクト（A部）	-1.038	5.000	○	○
24	北側排水路（B部）	11.670	16.668（地表面）	－	－
25	3号排気筒連絡ダクト（B部）	-1.013	5.000	○	○
26	電源ケーブルダクト	-0.940	5.000	○	○
27	CVケーブル洞道	0.019	5.000	○	○
28	3号排気筒連絡ダクト（C部）	-0.543	5.000	○	○
29	2号排気筒連絡ダクト（A部）	-0.022	5.000	○	○
30	2号排気筒連絡ダクト（B部）	-1.240	5.000	○	
31	2号排気筒連絡ダクト（C部）	-6.589	5.000	○	
32	2号排気筒連絡ダクト（D部）	-7.541	5.000	○	
33	2号排気筒連絡ダクト（E部）	-8.946	5.000	○	○
34	2T-6（A部）	9.045	5.000		○
35	2T-7（A部）	8.474	5.000		○
36	3T-1（A部）	7.175	5.000		○
37	3T-1（B部）	7.363	5.000		○
38	2T-6（B部）	8.490	5.000		○
39	2T-7（B部）	7.985	5.000		○
40	2号排気筒連絡ダクト（F部）	-9.098	5.000	○	○
41	3T-1（C部）	10.069	5.000		○
42	275kV開閉所連絡洞道	10.009	5.000		○
43	2T-6（C部）	9.469	5.000		○
44	1号排気筒連絡ダクト	-0.067	5.000	○	○
45	T-10（A部）	9.401	5.000		○
46	T-10（B部）	9.707	5.000		○
47	1号放水路トンネル	-5.389	5.000	○	
48	T-8	5.000	5.000		○
49	1号取水管路	5.000	5.000		○
50	南側排水路	10.763	5.000	－	－
51	1号取水路トンネル	-5.009	5.000	○	○
52	2号放水路トンネル	-20.879	5.000	○	
53	2号放水管路	-10.000	5.000	○	○
54	2号取水管路	-10.000	5.000	○	○
55	北側排水路（C部）	7.171	2.430	－	－
56	3号取水路	-9.743	2.430	○	○
57	2号取水路	-8.019	2.430	○	○
58～72	マンホール	25.231～57.200	31.031～62.000（地表面）	－	－

：浮き上がり評価対象
○　：条件に該当する場合
－　：地盤改良部のため，浮き上がりの評価対象から除く

※　評価に用いる地下水位は，工事計画認可の段階で浸透流解析の結果を踏まえ再評価を実施し，アクセスルートの通行性に影響を与える場合は，必要に応じて対策を施す。

第 6-15 表　　浮き上がり評価結果

通し番号	名称	揚圧力 (kN／m)	浮き上がり 抵抗力 (kN／m)	浮き上がり 評価照査値
2	3T-9	6,280	8,273	0.76
3	3号取水管路（1号）	38,955	51,053	0.76
4	3号放水管路（2号）	7,326	9,642	0.76
7	3号取水管路（A部）	5,909	8,222	0.72
14	2号取水路（B部）	6,053	8,323	0.73
15	2号取水路（A部）	13,200	14,066	0.94
23	3号排気筒連絡ダクト（A部）	2,637	4,671	0.56
25	3号排気筒連絡ダクト（B部）	2,633	4,666	0.56
26	電源ケーブルダクト	2,620	4,583	0.57
27	CVケーブル洞道	11,042	19,909	0.55
28	3号排気筒連絡ダクト（C部）	2,550	4,574	0.56
29	2号排気筒連絡ダクト（A部）	2,172	4,239	0.51
33	2号排気筒連絡ダクト（E部）	3,398	5,526	0.62
40	2号排気筒連絡ダクト（F部）	3,593	5,741	0.63
44	1号排気筒連絡ダクト	1,892	4,006	0.47
51	1号取水路トンネル	1,515	3,898	0.39
53	2号放水管路	5,109	7,418	0.69
54	2号取水管路	5,109	7,418	0.69
56	3号取水路	5,320	7,096	0.75
57	2号取水路	3,022	3,070	0.98

g. 地下構造物の損壊による影響評価

⑦地下構造物の損壊

(a) 評価方法

地下構造物の損壊による道路面への影響についてはアクセスルート上の地下構造物を抽出し評価する。抽出した結果を第 6-16 表に示す。

抽出した地下構造物のうち，以下の条件に該当する地下構造物については，損壊の可能性が小さいと考えられるため検討対象の地下構造物から除外した。

- 基準地震動 Ss に対して機能維持する設計がされた構造物
- コンクリートで巻き立てられ補強された管路
- 岩盤内の構造物

(b) 評価結果

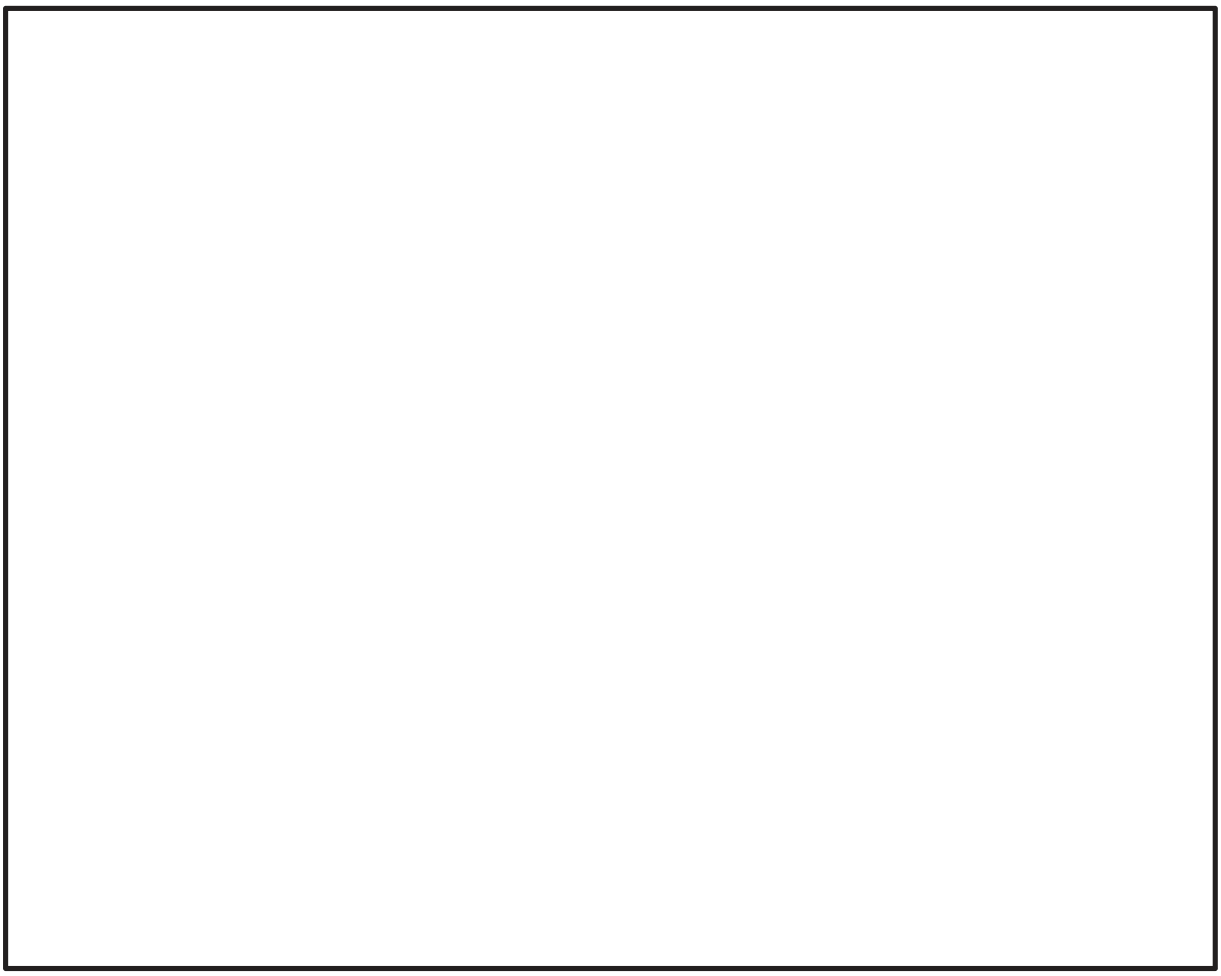
検討対象とした構造物の損壊を仮定し，段差発生が想定される箇所として第 6-40 図のとおり評価した。この段差発生が想定される箇所については H 形鋼敷設による事前の対策，もしくは段差発生後の重機による段差解消作業により車両通行性を確保する。(別紙(17)，(21)参照)

また，想定箇所以外における万一の段差発生等に備えて，復旧に要する資材を配備しておく。

第 6-16 表　　地下構造物抽出結果

通し番号	名称	Ss機能維持設計	コンクリート 巻き立て補強	岩盤内構造物
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			
7	3号取水管路（A部）		○	
8	3T-7			
9	補機冷却水系放水路			
10	3号放水路トンネル（A部）			○
11	3号放水路トンネル（B部）			○
12～13	マンホール	○		
14	2号取水路（B部）	○		
15	2号取水路（A部）	○		
16	2T-10	○		
17	2T-11			
18	2T-9	○		
19～21	マンホール	○		
22	3T-2			
23	3号排気筒連絡ダクト（A部）	○		
24	北側排水路（B部）			
25	3号排気筒連絡ダクト（B部）	○		
26	電源ケーブルダクト			
27	CVケーブル洞道			
28	3号排気筒連絡ダクト（C部）	○		
29	2号排気筒連絡ダクト（A部）	○		
30	2号排気筒連絡ダクト（B部）	○		○
31	2号排気筒連絡ダクト（C部）	○		○
32	2号排気筒連絡ダクト（D部）	○		○
33	2号排気筒連絡ダクト（E部）	○		
34	2T-6（A部）			
35	2T-7（A部）			
36	3T-1（A部）			
37	3T-1（B部）			
38	2T-6（B部）			
39	2T-7（B部）			
40	2号排気筒連絡ダクト（F部）	○		
41	3T-1（C部）			
42	275kV開閉所連絡洞道			
43	2T-6（C部）			
44	1号排気筒連絡ダクト	○		
45	T-10（A部）			
46	T-10（B部）			
47	1号放水路トンネル			○
48	T-8	○		
49	1号取水管路		○	
50	南側排水路			
51	1号取水路トンネル	○	○	
52	2号放水路トンネル			○
53	2号放水管路		○	
54	2号取水管路		○	
55	北側排水路（C部）	○		
56	3号取水路	○		
57	2号取水路	○		
58～72	マンホール	○		

：評価対象構造物



第 6-40 図　構造物損壊による段差発生想定箇所

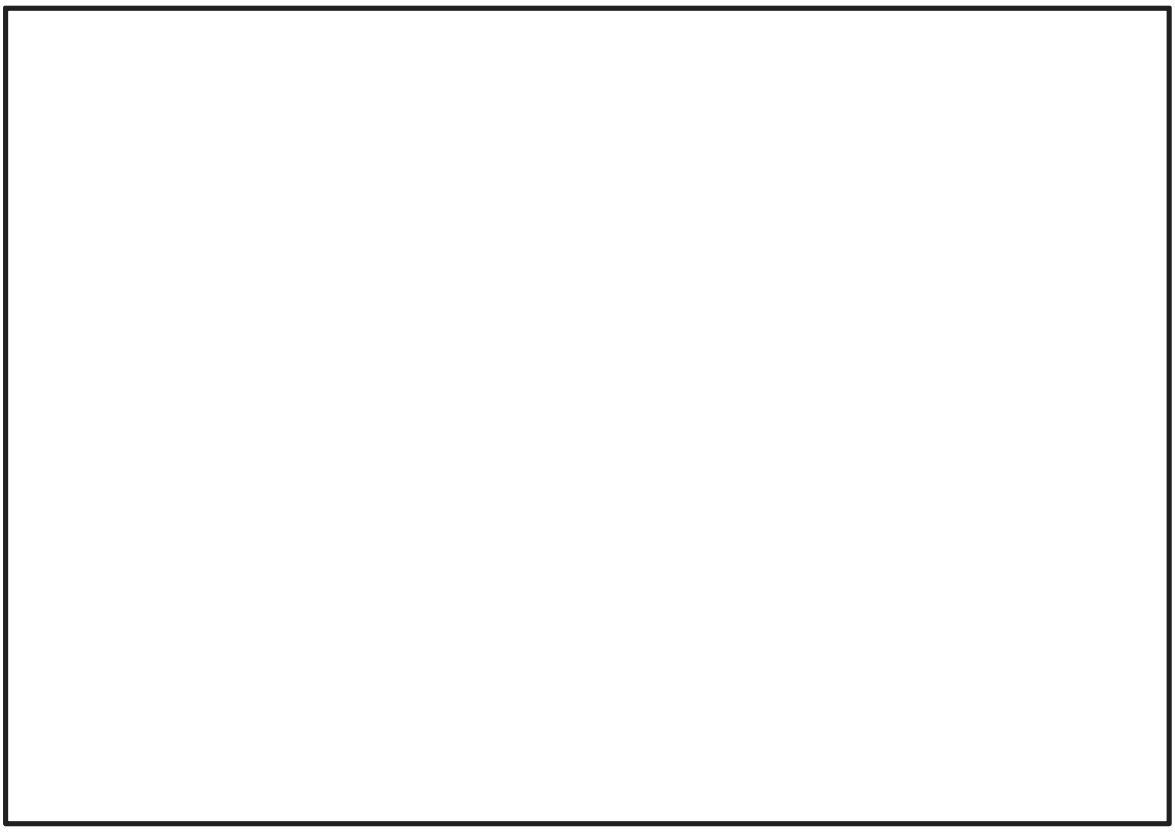
枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(3) 地震時のアクセスルートの評価結果

「(2) 屋外アクセスルートの評価方法及び結果」において，地震時における屋外アクセスルートの影響を評価した結果，第 6-41 図のとおり仮復旧が必要な区間を抽出した。

アクセスルートのうち，構造物の損壊や段差発生により通行性を確保できない可能性がある区間については，仮復旧を実施し，その作業に要する時間の評価を行う。

なお，ルート１，ルート２及び別紙(2)に示す海水取水ホース敷設ルート以外の時間評価に関わらないルートは自主的なアクセスルートとする。



第 6-41 図　地震時における仮復旧が必要な区間

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(4) 仮復旧時間の評価

a. 周辺構造物がれきの仮復旧方法

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

b. 不等沈下及び地下構造物損壊による段差の仮復旧方法

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

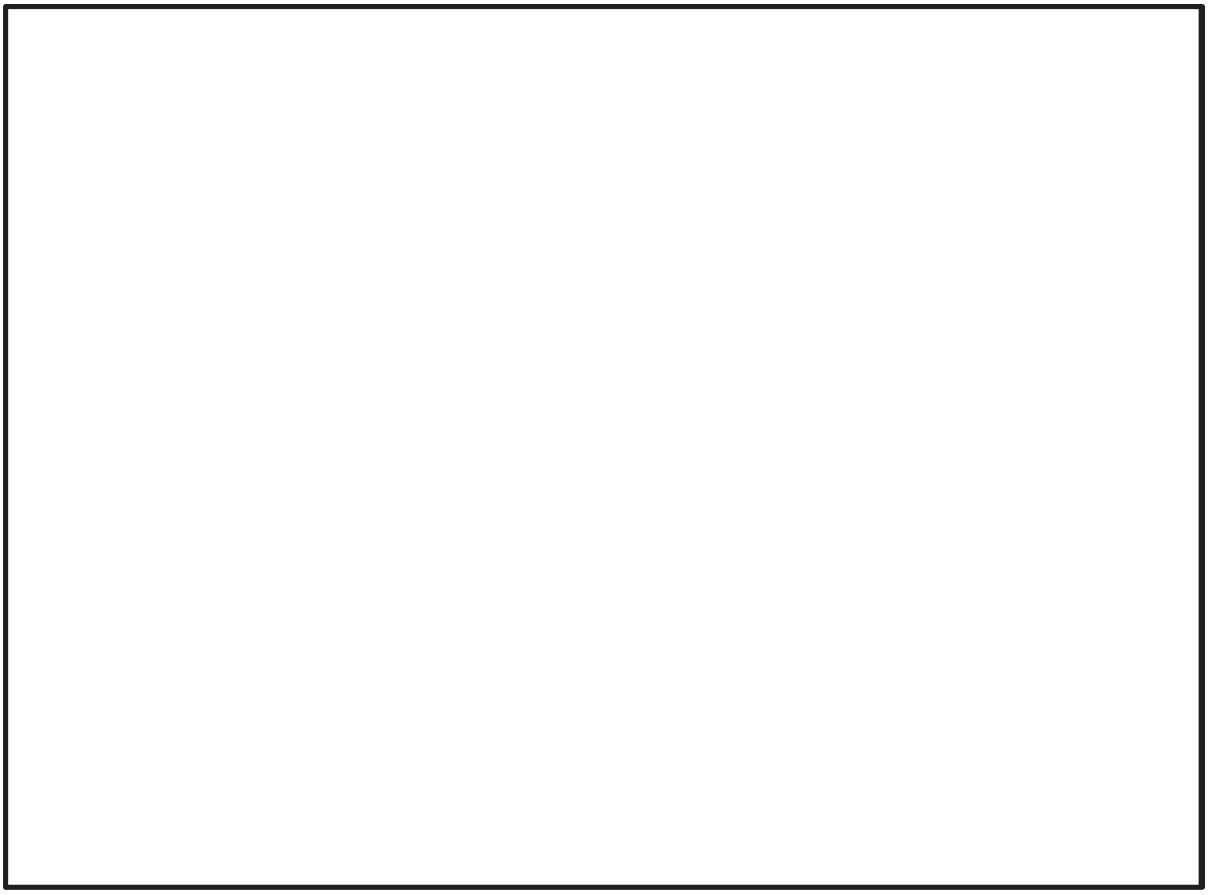
c. アクセスルートの仮復旧に要する時間の評価

アクセスルートの仮復旧に要する時間は，被害想定をもとに，構内の移動時間や各作業に要する時間などを考慮し，設定した２つのアクセスルートについて算出する。(第 6-17 表，第 6-18 表参照)

各アクセスルートの仮復旧時間の詳細評価については別紙(21)に，仮復旧作業の有効性検証を別紙(22)，(23)に示す。

＜条　件＞

- 重機操作人員は，要員待機場所である事務本館からブルドーザ及びバックホウの保管場所へ向かい，ブルドーザ及びバックホウを操作しアクセスルート上のがれき撤去，段差解消作業を実施
- バックホウによる電線切断時間　：21 分
- バックホウによる分解作業時間　：36 分
- ブルドーザによるがれき撤去速度：2.0km/h (別紙(22)参照)
- ブルドーザによる段差解消作業量：53m^3/h (別紙(23)参照)

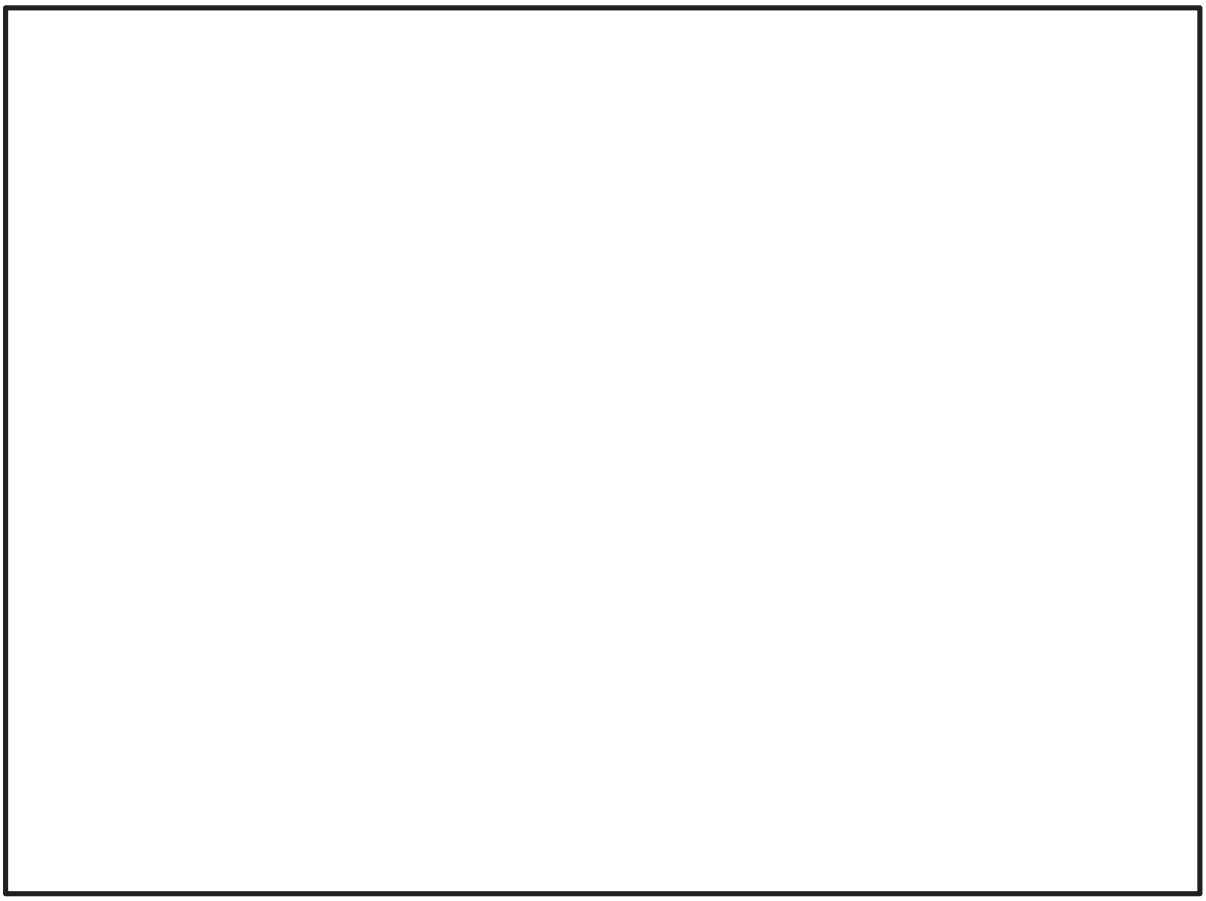


第 6-42 図　ルート 1 の仮復旧時間評価が必要な箇所

第 6-17 表　ルート 1 の仮復旧時間評価結果

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

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



第 6-43 図　ルート２の仮復旧時間評価が必要な箇所

第 6-18 表　ルート２の仮復旧時間評価結果

区間	距離 ［ 約ｍ ］	評価項目	所要時間 ［ 分 ］	累積時間 ［ 分 ］
－	－	状況確認・準備	15	15
－	－	ルート確認・判断	40	55
①→②	－	徒歩移動	15	70
②→③	450	重機移動	5	75
③→④	30	電線切断	21	96
		分解作業	36	132
		がれき撤去	10	142

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(5) 屋外作業の成立性

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

なお，内部溢水及び内部火災等の評価結果の反映が必要な場合は，適宜影響について再評価を行う。

外部起因事象考慮時の対応手順と所要時間を第 6-20 表に示す。

また，可搬型設備の保管場所及びアクセスルートの点検状況について，補足資料(9)に示す。

a. 屋外アクセスルートへの影響

(a) 屋外アクセスルートの確認

重大事故等対応要員からアクセスルート等の状況報告を受けた発電所対策本部の全体指揮者が，あらかじめ定めた優先順位及び周辺状況に応じてアクセスルート等を判断し，重大事故等対応要員への指示を実施する。

なお，アクセスルートの状況確認範囲及び分担範囲を別紙(24)に示す。

アクセスルート等の判断については，重大事故等対応要員からの報告後速やかに実施するため，作業の成立性への影響はない。

アクセスルート等の判断手順については，「重大事故等対応要領書」に明記することとしている。

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

ⅰ．重大事故等対応要員は，アクセスルート損壊状況を確認し，発電所対策本部に状況を報告する。

ⅱ．発電所対策本部は，アクセスルートが確保されている場合，そのルートを第１優先で使用する。アクセスルートの仮復旧が必要な場合，道路の損壊状況を確認し，早期に対策可能なルートの仮復旧を優先し，重大事故等対応要員に対し仮復旧を指示する。

ⅲ．重大事故等対応要員は，アクセスルートの仮復旧の優先順位に従い，アクセスルートを仮復旧する。

(b) 屋外アクセスルートの復旧

アクセスルートについては，重大事故等対処が確実に実施できるように，複数ルート設定しているが，地震時におけるアクセスルートの被害想定（別紙(25)参照）を行い，要員２名でブルドーザによるがれきの撤去及び段差の仮復旧を行う時間を評価した結果，状況確認時間，ルート判断時間及び移動時間を含めてルート１は 148 分（2 時間 28 分），ルート２は 142 分（2 時間 22 分）で保管エリアから重大事故等対処設備設置場所へのアクセスルートの仮復旧が可能である。以降，復旧時間の長いルート１の 2 時間 28 分を 4 時間として評価する。

(c) 車両の通行性

アクセスルート仮復旧後の道路幅は一部において 3.7m 程度となり１車線通行となるが，アクセスルート仮復旧後 6 時間での車両通行量は５往復程度のため，通行に与える影響はない。(別紙(26)参照)

アクセスルートは，揺すり込みにより不等沈下や地下構造物の損壊が発生した場合に備え，車両の徐行による通行が不可能となる段差が 15cm 以上となる箇所には，あらかじめ段差対策（不等沈下に対する補強材敷設による段差緩和対策や，地下構造物の損壊に対する鋼材敷設）を実施すること及びブルドーザを用いて砕石運搬・埋戻し・転圧を行うことにより段差を解消することにより車両の通行は可能である。

重大事故等対応のホースを設置した後のアクセスルートの通行については，ホースブリッジ等の対策を行うことで，アクセスルート上の通行は可能であることを，走行試験を実施して確認している。(詳細は別紙(28)参照)

なお，ホースブリッジの設置については，ホース敷設後の通行を考慮し，作業完了後の要員にて実施するため，有効性評価に影響を与えるものではない。

(d) 現場における操作性

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

地震による地盤の沈下の影響を受けても，可搬型設備の接続口への接続や弁操作等，必要な作業は可能である（別紙(29)）。また，可搬型設備のホース，電源ケーブル等十分な長さを確保するとともに，作業場所へのアクセス性を確保する。

b．アクセスルート通行時における通信手段及び照明の確保

重大事故等対応要員から発電所対策本部への報告，発電所対策本部から重大事故等対応要員への指示は，通常の連絡手段として電力保安通信用電話設備（PHS 端末）及び送受話器（ページング）を配備しており，重大事故等の環境化において，通常の連絡手段が使用不能となった場合でも，トランシーバ（携帯）により発電所対策本部へ連絡することが可能である。

夜間における屋外アクセスルート通行時には，車両付属の作業用照明，可搬型照明により夜間における作業性を確保している。(別紙(27))

c．作業の成立性

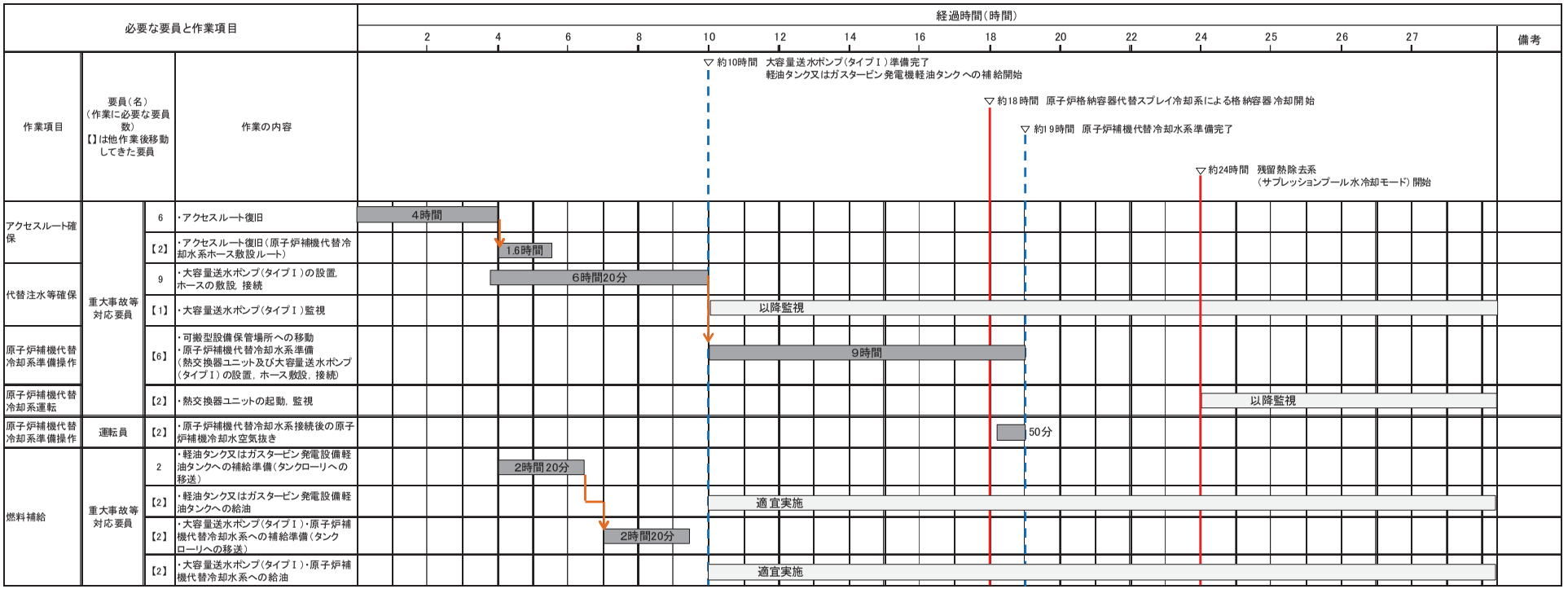
作業時間について，第 6-19 表のとおり，アクセスルート復旧作業を含めた時間評価を実施し，道路の状況，車両の通行量を考慮しても制限時間内に作業は可能である。

第 6-19 表　有効性評価の可搬型設備を用いた作業の成立性評価結果

作業名	アクセスルート復旧時間 ①	その他考慮すべき時間 ②	有効性評価上の作業時間 ③	制限時間※1	評価結果 ①＋②＋③
代替注水等確保	4 時間	－	6 時間※2	18 時間	○ （10 時間）
原子炉補機代替冷却水系準備操作		6 時間※3	9 時間	24 時間	○ （19 時間）
燃料補給準備（軽油タンク又はガスタービン発電設備軽油タンクへの補給）		－	2 時間 20 分	10 時間	○ （6 時間 20 分）
燃料補給準備（大容量送水ポンプ（タイプⅠ）へ給油）		3 時間※5	2 時間 20 分	18 時間	○ （9 時間 20 分）
燃料補給準備（原子炉補機代替冷却水系※4へ給油）				24 時間	○ （9 時間 20 分）

※1　重要事故シーケンス毎に制限時間が異なる場合には，最短の制限時間を記載
※2　移動時間はアクセスルート復旧時間に含む
※3　代替注水等確保からの継続作業を考慮した時間を記載
※4　原子炉補機代替冷却水系：熱交換器ユニット，大容量送水ポンプ（タイプⅠ）
※5　燃料補給準備（軽油タンク又はガスタービン発電設備軽油タンクへの補給）からの継続作業を考慮した時間を記載

第 6-20 表　外部起因事象時の対応



7．屋内アクセスルートの評価

屋内アクセスルートについては，重大事故等時に必要となる屋内での現場操作場所までのアクセス性について，地震，地震随伴火災及び地震による内部溢水を評価し，アクセス可能であることを確認する。

なお，外部起因事象として想定される基準津波については，防潮堤及び防潮壁を設置することで建屋近傍まで遡上する浸水はないことから，評価対象外とした。

(1) 影響評価対象

評価する屋内現場操作及び操作場所については，技術的能力 1.1～1.19 で整備する重大事故等時において，期待する手順の屋内現場操作について，屋内アクセスルートに影響のおそれがある地震，地震随伴火災及び地震による内部溢水について，現場操作ごとにその影響を評価する。

なお，機器等の起動操作失敗原因調査のためのアクセスルートについては，可能であれば現場調査を実施する位置付けであることから，評価対象外としている。

技術的能力における対応手順で期待する屋内現場操作一覧を第 7-1 表に示す。また，屋内アクセスルート図を別紙(30)に示す。

また，重要事故シーケンスにおけるアクセスルートの一覧を第 7-2 表に，重要事故シーケンスごとのアクセスルート経路を第 7-1 図～第 7-8 図に，重要事故シーケンスにおける現場作業一覧について第 7-3 表に示す。

(2) 評価方法

屋内アクセスルートに影響を与えるおそれがある以下の事項について評価する。

a．地震時の影響評価

重大事故等時の現場操作場所までのアクセスルートにおける周辺施設の損傷，転倒，落下等によってアクセス性への影響がないことを確認する。

具体的には，以下の観点で確認する。

・現場操作対象機器との離隔距離の確保等により，アクセス性に影響を与えないことを確認する。
・周辺に作業用ホイスト，レール，グレーチング，手すり等がある場合，落下防止措置等により，アクセス性に与える影響がないことを確認する。
・周辺に転倒する可能性のある常設物品，仮置物品がある場合，固縛等転倒防止処置により，アクセス性に与える影響がないことを確認する。
・上部に照明器具がある場合，蛍光灯等の落下を想定しても，アクセス性に与える影響がないことを確認する。

b．地震随伴火災の影響評価

屋内アクセスルート近傍の油内包又は水素ガス内包機器について，地震により機器が転倒し，火災源とならないことを確認する。

影響評価の考え方等については，別紙(33)に示す。

c．地震による内部溢水の影響評価

屋内アクセスルートのある建屋のフロアについて，地震により溢水源となるタンク等の損壊に伴い，各フロアにおける最大溢水水位で歩行可能な溢水高さであることを確認する。

影響評価の考え方等については，別紙(34)に示す。

(3) 評価結果

別紙(31)に現場確認結果，別紙(32)に機器等の転倒防止処置等確認結果を示す。上記観点より現場ウォークダウンによる確認を実施し，地震発生時にアクセスルート周辺に転倒する可能性のある常設物品，仮置物品がある場合，固縛等転倒防止処置により，アクセス性に与える影響がないことを確認した。万一，周辺にある常設物品，仮置物品が転倒した場合であっても，通行可能な通路幅があることを確認しており，通行可能な通路幅がない場合であっても，迂回，乗り越え及び排除により対応可能である。また，アクセスルートが通行不可となる物品については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。

なお，アクセスルート周辺のボンベについては，転倒防止処置を実施し，基準地震動 Ss における機能維持を確認しており，アクセス性に与える影響がないことを確認した。

また，有効性評価における重要事故シーケンスで評価している屋内の現場作業について第 7-3 表に示すとおり，防護具着用時間を含めた時間評価を実施し，制限時間内に作業が実施できることを確認した。溢水を考慮し，仮に移動時間を 1.5 倍とした場合であっても，有効性評価上の作業時間を上回ることはない（「重大事故等対策の有効性評価」においてあらかじめ放射線防護具及び耐熱服着用時間は考慮されていることから，本評価では考慮しない）。

また，技術的能力 1.1～1.19 の重大事故等時において期待する手順についても，地震随伴火災，地震による内部溢水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。その結果については，別紙(30)に示す。

(4) 屋内作業への影響

a. 屋内アクセスルートへの影響

通常運転時，作業に伴い一時的に足場を構築する場合があるが，その場合は手順書に従い，足場材が地震等により崩れた場合にも扉の開操作に支障となることがないように離隔距離をとる等考慮して設置するよう運用管理するとともに，屋内作業に当たっては，溢水状況，空間放射線量，環境温度，薬品漏えい等，現場の状況に応じて人身安全を最優先に適切な放射線防護具や薬品防護具を選定した上で，適切なアクセスルートを選択する。

b. アクセスルート通行時における通信連絡設備及び照明の確保

現場要員から中央制御室への報告，中央制御室から現場要員への指示は，通常の連絡手段（電力保安通信用電話設備（ＰＨＳ端末）及び送受話器（ページング））が使用できない場合でも，携行型通話装置にて実施することが可能であり，屋内作業への影響はない。

電源喪失等により建屋内の通常照明が使用できない場合，要員は中央制御室に配備しているヘッドライト，懐中電灯を使用することで，操作場所へのアクセス，操作が可能である。(別紙(27))

第 7-1 表　技術的能力における対応手順で期待する屋内現場操作一覧（1/4）

対応手順	該当条文	屋内現場操作	物品の転倒による影響	火災源の有無	溢水源の有無
現場手動操作による高圧代替注水系起動	1.2	【中央制御室→(①階段Ｌ③)→(③階段Ａ④)→(④階段Ｊ⑤)→[⑤－３]→(⑤階段Ｊ④)→[④－１]→(④階段Ｊ⑥)→[⑥－１]→(⑥階段Ｊ⑤)→[⑤－１]　→[⑤－２]】	無	無	有
現場手動操作による原子炉隔離時冷却系起動	1.2	【中央制御室→（①階段Ｌ③）→（③階段Ａ④）→[④－１]→[④－23]→（④階段Ｊ⑥）→[⑥－２]→（⑥階段Ｊ④）→（④階段Ａ③）→[③－50]→（③階段Ａ④）→（④階段Ｊ⑥）→[⑥－３]→（⑥階段Ｊ⑤）→[⑤－６]→（⑤階段Ｊ⑥）→[⑥－４]→[⑥－５]→（⑥階段 J④）→（④階段Ａ③）→[③－50]】	無	無	有
可搬型代替直流電源設備による自動減圧機能付き主蒸気逃がし安全弁開放	1.3	【中央制御室→(①階段Ｌ③)→[③－１]→[③－２]→(③階段Ｌ①)→(①→②)→(②階段Ｆ③)→[③－４]→[③－３]】	無	無	有
主蒸気逃がし安全弁用可搬型蓄電池による自動減圧機能付き主蒸気逃がし安全弁開放	1.3	【中央制御室→(①階段Ｌ③)→[③－１]→[③－２]→(③階段Ｌ①)→(①→②)→(②階段Ｆ③)→[③－４]→[③－３]→（③階段Ｆ②）→（②→①）→（①階段Ｌ②）→［②－５］→［②－６］】	無	無	有
高圧窒素ガス供給系（非常用）による主蒸気逃がし安全弁駆動源確保	1.3	【中央制御室→(①階段Ｌ③)→[③－１]→[③－２]→(③階段Ｌ①)→(①→②)→(②階段Ｆ③)→[③－４]→[③－３]】	無	無	有
代替高圧窒素ガス供給系による主蒸気逃がし安全弁開放	1.3	A 系の場合 【中央制御室→(①→②)→(②階段Ｆ③)→[③－５]→[③－６]→[③－７]→[③－８]→[③－９]→[③－10]】 B 系の場合 【中央制御室→(①→②)→(②階段Ｆ③)→[③－11]→[③－12]→[③－13]→[③－14]→[③－15]→[③－16]】	無	無	無
インターフェイスシステムＬＯＣＡ発生時の対応	1.3	高圧炉心スプレイ系の場合 【中央制御室→(①階段Ｌ③)→(③階段Ａ④)→[④－２]】	無	無	有
原子炉運転中の低圧代替注水系（常設）(直流駆動低圧注水ポンプ）による原子炉圧力容器への注水	1.4	【中央制御室→(①階段Ｌ③)→(③階段Ａ④)→[④－２]】	無	無	有

※　屋内現場操作については別紙(30)，火災源については別紙(33)，溢水源については別紙(34)参照

第 7-1 表　技術的能力における対応手順で期待する屋内現場操作一覧（2/4）

対応手順	該当条文	屋内現場操作	物品の転倒による影響	火災源の有無	溢水源の有無
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）	1.5	系統構成 【中央制御室→（①→②）→（②階段Ｆ③）→[③－25]又は[③－26]】 サプレッションチェンバ側の場合 【中央制御室→(①→②)→（②階段Ｆ④)→[④－３]】 ドライウェル側の場合 【中央制御室→(①→②)→(②階段Ｆ③)→[③－27]】	無	無	無
フィルタ装置への水補給	1.5	【中央制御室→(①→②)→(②階段Ｆ③)→[③－20]】	無	無	無
原子炉格納容器フィルタベント系停止後の窒素ガスパージ	1.5	扉開放 【中央制御室→（①→②）→（②階段Ｆ③）→［③－20]】 系統構成 【中央制御室→（①→②）→（②階段Ｆ③）→［③－17］→［③－18］→［③－19］→［③－21］又は［③－22］→[③－23]→[③－24]】	無	無	無
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）	1.5	系統構成 【中央制御室→(①階段Ｌ③)→(③階段Ａ②)→［②－７］→［②－８］→[②－１]→[②－２]】 サプレッションチェンバ側の場合 【中央制御室→(①→②)→(②階段Ｆ④)→[④－３]】 ドライウェル側の場合 【中央制御室→(①→②)→(②階段Ｆ③)→[③－27]】	無	無	有
原子炉補機代替冷却水系による補機冷却水確保（Ａ系）	1.5	・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→②）→(②階段Ｆ③)→[③－29]→[③－43]→[③－28]→［③－29]→［③－30]→［③－31]】 ・屋内接続口を使用する場合 扉開放 【中央制御室→(①→②)→（②階段Ｆ③)→[③－20]】 水張り，空気抜き 【中央制御室→（①→②）→（②階段Ｆ③）→[③－37]→[③－43]→[③－36]→［③－37］→［③－38］→［③－39]】	無	無	無

※　屋内現場操作については別紙(30)，火災源については別紙(33)，溢水源については別紙(34)参照

第 7-1 表　技術的能力における対応手順で期待する屋内現場操作一覧（3/4）

対応手順	該当条文	屋内現場操作	物品の転倒による影響	火災源の有無	溢水源の有無
原子炉補機代替冷却水系による補機冷却水確保（Ｂ系）	1.5	【中央制御室→（①階段Ｌ③）→[③－33]→[③－44]→[③－32]→[③－33]→[③－34]→[③－35]】	無	無	無
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）	1.7	系統構成 【中央制御室→(①→②)→(②階段Ｆ③)→[③－25]又は[③－26]】 サプレッションチェンバ側の場合 【中央制御室→(①→②)→(②階段Ｆ④)→[④－３]】 ドライウェル側の場合 【中央制御室→(①→②)→(②階段Ｆ③)→[③－27]】	無	無	無
フィルタ装置への水補給	1.7	【中央制御室→(①→②)→(②階段Ｆ③)→[③－20]】	無	無	無
原子炉格納容器フィルタベント系停止後の窒素ガスパージ	1.7	扉開放 【中央制御室→（①→②）→（②階段Ｆ③）→［③－20］】 系統構成 【中央制御室→（①→②）→（②階段Ｆ③）→［③－17］→［③－18］→［③－19］→［③－21］又は［③－22］→[③－23]→[③－24]】	無	無	無
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ガス供給	1.9	扉開放 【中央制御室→（①→②）→（②階段Ｆ③）→[③－20]】 系統構成 【中央制御室→（①→②）→（②階段Ｆ③）→[③－21]又は[③－22]】	無	無	無
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	1.11	原子炉建屋大物搬出入口を使用する場合 【中央制御室→(①階段Ｌ③)→[③－40]→(③階段Ｃ①)→［①－1］】 原子炉建屋扉を使用する場合 【中央制御室→(①→②)→（②階段Ｆ③）→[③－41]→（③階段Ｆ②）→(②→①)→（①階段Ｌ③）→（③階段Ｂ①）→［①－１］】	無	無	有

※　屋内現場操作については別紙(30)，火災源については別紙(33)，溢水源については別紙(34)参照

第 7-1 表　技術的能力における対応手順で期待する屋内現場操作一覧（4/4）

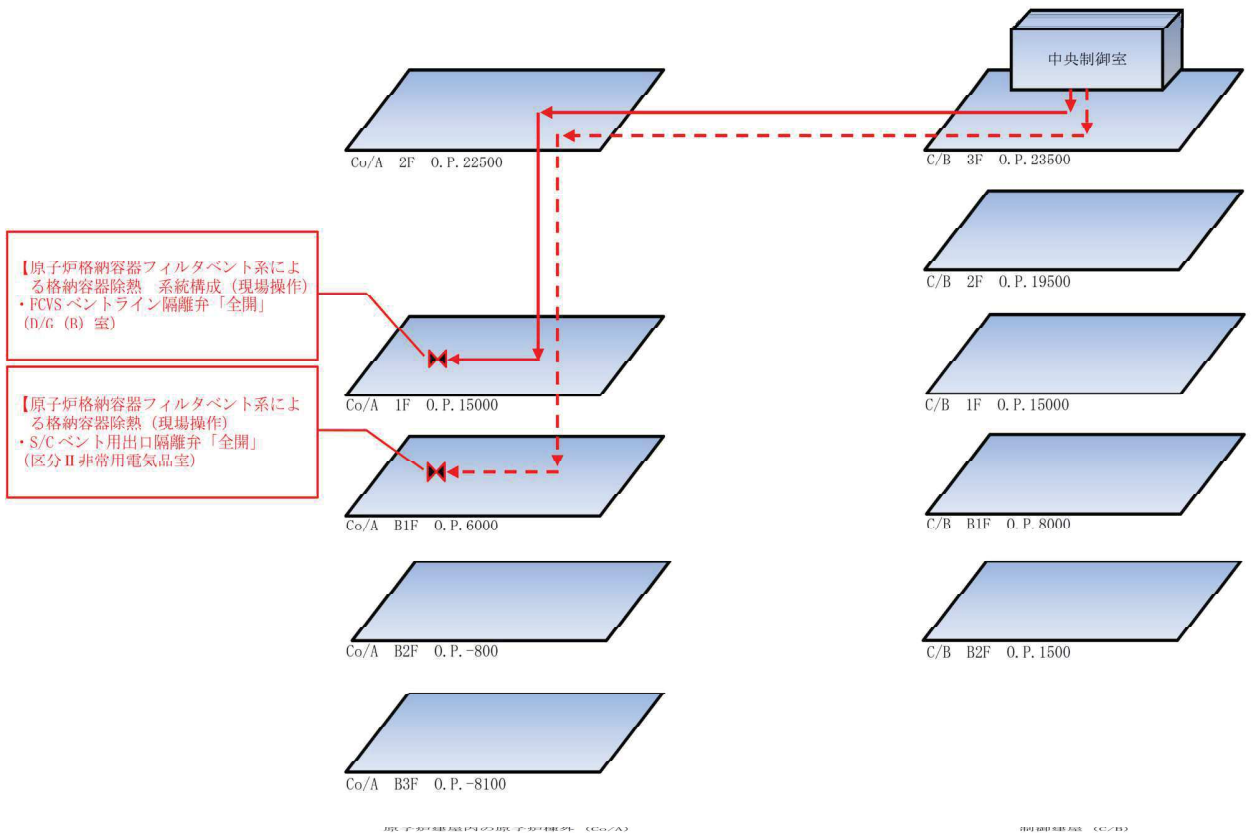
対応手順	該当条文	屋内現場操作	物品の転倒による影響	火災源の有無	溢水源の有無
燃料プールスプレイ系（可搬型）による使用済燃料プールへのスプレイ	1.11	原子炉建屋大物搬出入口を使用する場合 【中央制御室→(①階段Ｌ③)→[③－40]→(③階段Ｃ①)→［①－１］】 原子炉建屋扉を使用する場合 【中央制御室→(①→②)→（②階段Ｆ③）→[③－41]→（③階段Ｆ②）→(②→①)→（①階段Ｌ③）→（③階段Ｂ①）→［①－１］】	無	無	有
ガスタービン発電機による M/C 2C 系及び M/C 2D 系受電	1.14	【中央制御室→（①階段Ｌ⑤）→[⑤－４]→[⑤－５]→[⑤－４]→（⑤階段Ｌ④）→[④－16]→（④階段Ｌ①）→（①→②）→[②－３]→（②階段Ｆ③）→[③－48]→[③－49]】	無	無	無
電源車による M/C 2C 系及び M/C 2D 系受電	1.14	【中央制御室→（①階段Ｌ④）→[④－16]→[④－18]→[④－19]→［④－20]→（④階段Ｌ①）→(①→②)→（②階段Ｆ④）→[④－10]→[④－11]→[④－12]→[④－14]→[④－13]→（④階段Ｆ③）→[③－42]→[③－45]→（③階段Ｆ②）→（②階段Ｇ④）→[④－９]→[④－４]→[④－５]→[④－７]→[④－８]→[④－６]】	無	無	無
所内常設蓄電式直流電源設備による給電	1.14	【中央制御室→（①階段Ｌ④）→[④－15]→[④－17]→[④－22]→[④－21]】	無	無	無
常設代替直流電源設備による給電	1.14	125V 直流主母線盤の給電切替操作 【中央制御室→（①階段Ｌ③）→[③－46]→（③階段Ｌ①）→中央制御室→①階段Ｌ③→[③－47]】 不要直流負荷切離し 【中央制御室→（①階段Ｌ③）→[③-46]→［③-47]】	無	無	無
可搬型代替直流電源設備による給電	1.14	負荷切り離し時 【中央制御室→（①階段Ｌ③）→[③－46]→（③階段Ｌ①）→中央制御室→①階段Ｌ③→[③－47]】 電源車接続口（建屋内）使用時 【中央制御室→（①→②）→（②階段Ｆ③）→[③－45]】	無	無	無
電源車による P/C 2G 系及び MCC2G 系受電	1.14	【中央制御室→（①→②）→（②階段Ｆ③）→[③－45]】	無	無	無
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流路の閉止手順）	1.16	【中央制御室→（①→②）→[②－４]】	無	無	無

※　屋内現場操作については別紙(30)，火災源については別紙(33)，溢水源については別紙(34)参照

第 7-2 表「重大事故等対策の有効性評価」屋内アクセスルート整理表

	「重大事故等対策の有効性評価」事故シーケンス	図番号
1	高圧・低圧注水機能喪失	7-1
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	7-2
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	7-2 で包括
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	7-3
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	7-2 で包括
7	崩壊熱除去機能喪失（取水機能が喪失した場合）	7-4
8	崩壊熱除去機能喪失（残留熱除去系が故障した場合）	7-1 で包括
9	原子炉停止機能喪失	－
10	LOCA 時注水機能喪失	7-5
11	格納容器バイパス（インターフェイスシステム LOCA）	7-6
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）	7-4 で包括
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）	7-5 で包括
14	高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱	7-7
15	原子炉圧力容器外の溶融燃料－冷却材相互作用	7-7 で包括
16	水素燃焼	7-4 で包括
17	溶融炉心・コンクリート相互作用	7-7 で包括
18	想定事故１	7-8
19	想定事故２	7-8 で包括
20	崩壊熱除去機能喪失	－
21	全交流動力電源喪失	7-4 で包括
22	原子炉冷却材の流出	－
23	反応度の誤投入	－

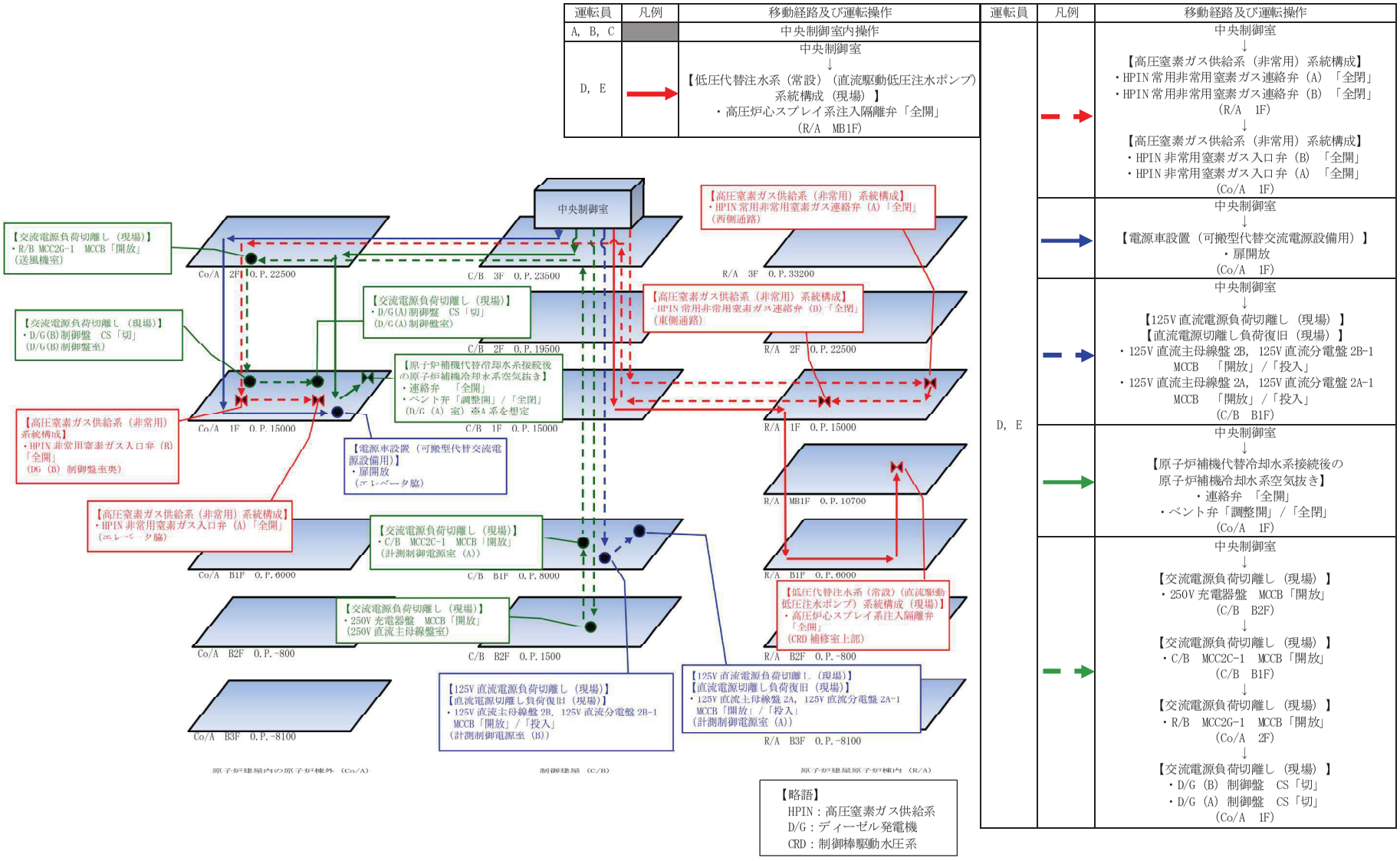
※　「－」は現場操作がないため図面なし



運転員	凡例	移動経路及び運転操作
A，B，C		中央制御室内操作
B，D	→	中央制御室 ↓ 【原子炉格納容器フィルタベント系による格納容器除熱 系統構成（現場操作）】 ・FCVS ベントライン隔離弁「全開」 （Co/A 1F）
A，E	→	中央制御室 ↓ 【原子炉格納容器フィルタベント系による格納容器除熱（現場操作）】 ・S/C ベント用出口隔離弁「全開」 （Co/A B1F）

【略語】
FCVS：原子炉格納容器フィルタベント系
S/C：サプレッションチェンバ
D/G：ディーゼル発電機

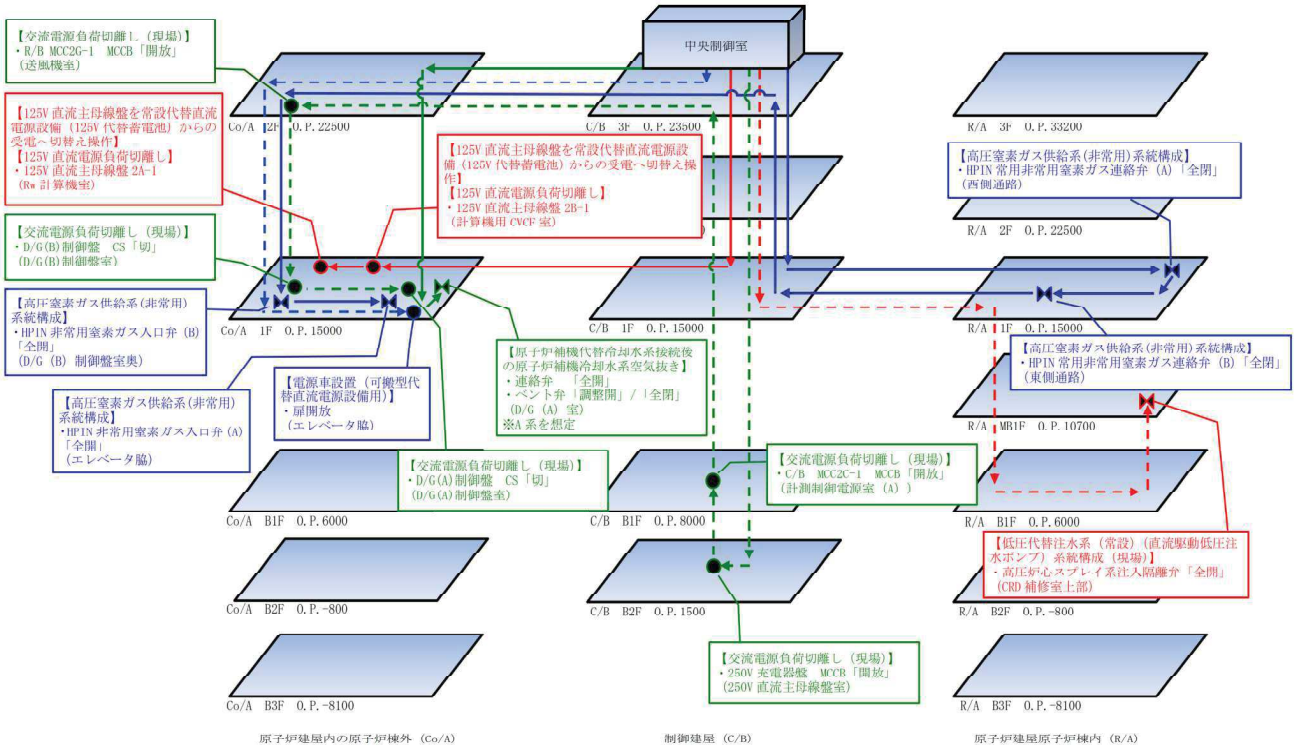
第 7-1 図　事故対象シーケンス「高圧・低圧注水機能喪失」



第 7-2 図　事故対象シーケンス「全交流動力電源喪失（外部電源喪失＋DG 失敗）＋HPCS 失敗」

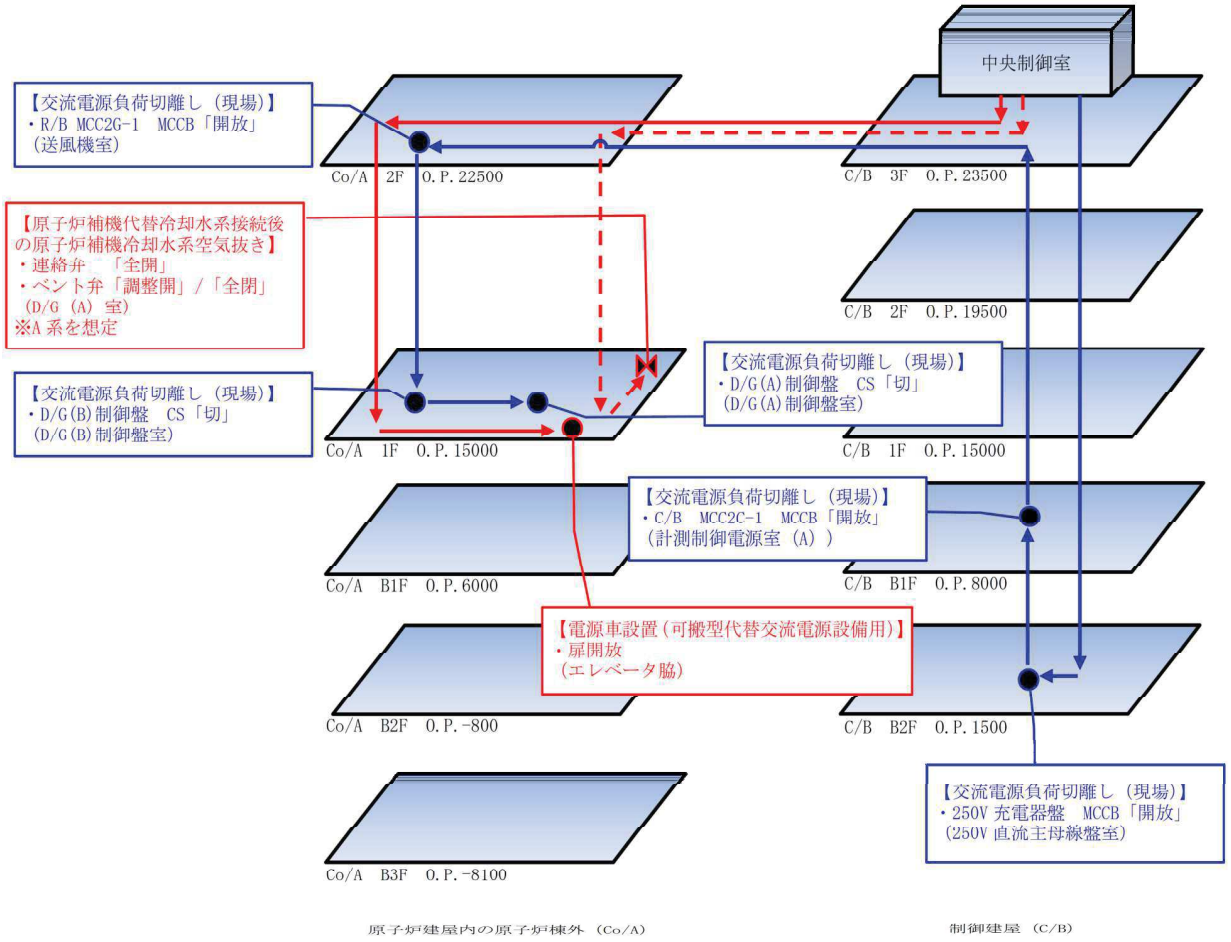
運転員	凡例	移動経路及び運転操作
A, B, C		中央制御室内操作
D, E	→	中央制御室 ↓ 【125V 直流主母線盤を常設代替直流電源設備（125V 代替蓄電池）からの受電へ切替え操作】 【125V 直流電源負荷切離し】 ・125V 直流主母線盤 2B-1 ・125V 直流主母線盤 2A-1 （Co/A 1F）

運転員	凡例	移動経路及び運転操作
D, E	→	中央制御室 ↓ 【低圧代替注水系（常設）（直流駆動低圧注水ポンプ）系統構成（現場）】 ・高圧炉心スプレイ系注入隔離弁「全開」 （R/A MB1F）
	→	中央制御室 ↓ 【高圧窒素ガス供給系（非常用）系統構成】 ・HPIN 常用非常用窒素ガス連絡弁（A）「全開」 ・HPIN 常用非常用窒素ガス連絡弁（B）「全開」 （R/A 1F） ↓ 【高圧窒素ガス供給系（非常用）系統構成】 ・HPIN 非常用窒素ガス入口弁（B）「全開」 ・HPIN 非常用窒素ガス入口弁（A）「全開」 （Co/A 1F）
	→	中央制御室 ↓ 【電源車設置（可搬型代替直流電源設備用）】 ・扉開放 （Co/A 1F）
	→	中央制御室 ↓ 【原子炉補機代替冷却水系接続後の原子炉補機冷却水系空気抜き】 ・連絡弁 「全開」 ・ベント弁「調整開」／「全閉」 （Co/A 1F）
	→	中央制御室 ↓ 【交流電源負荷切離し（現場）】 ・250V 充電器盤 MCCB「開放」 （C/B B2F） ↓ 【交流電源負荷切離し（現場）】 ・C/B MCC2C-1 MCCB「開放」 （C/B B1F） ↓ 【交流電源負荷切離し（現場）】 ・R/B MCC2G-1 MCCB「開放」 （Co/A 2F） ↓ 【交流電源負荷切離し（現場）】 ・D/G（B）制御盤 CS「切」 ・D/G（A）制御盤 CS「切」 （Co/A 1F）



【略語】
HPIN：高圧窒素ガス供給系
D/G：ディーゼル発電機
CRD：制御棒駆動水圧系

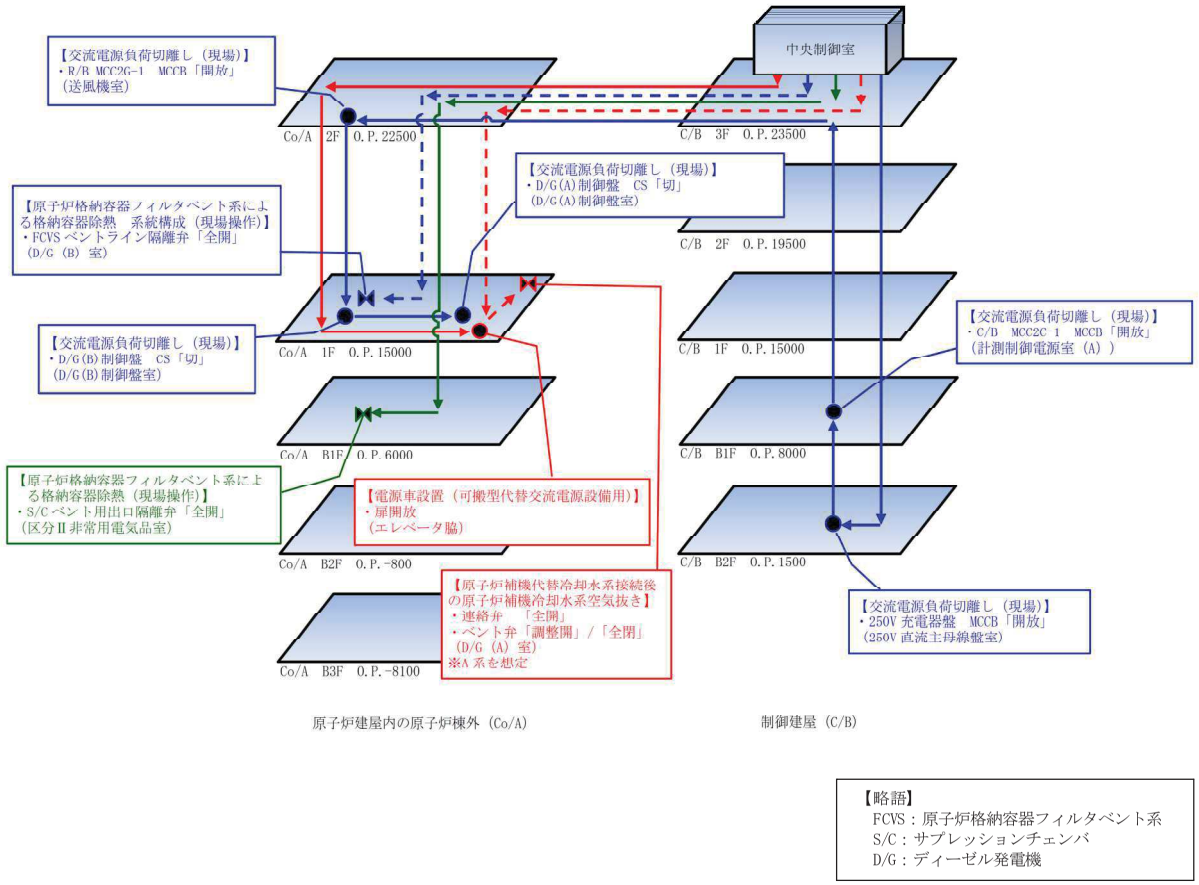
第 7-3 図　事故対象シーケンス「全交流動力電源喪失（外部電源喪失＋DG 失敗）＋直流電源喪失」



運転員	凡例	移動経路及び運転操作
A, B, C		中央制御室内操作
D, E	→	中央制御室 ↓ 【電源車設置（可搬型代替交流電源設備用）】 ・扉開放 （Co/A 1F）
	→	中央制御室 ↓ 【原子炉補機代替冷却水系接続後の原子炉補機冷却水系空気抜き】 ・連絡弁 「全開」 ・ベント弁「調整開」/「全閉」 （Co/A 1F）
	→	中央制御室 ↓ 【交流電源負荷切離し（現場）】 ・250V充電器盤 MCCB「開放」 （C/B B2F） ↓ 【交流電源負荷切離し（現場）】 ・C/B MCC2C-1 MCCB「開放」 （C/B B1F） ↓ 【交流電源負荷切離し（現場）】 ・R/B MCC2G-1 MCCB「開放」 （Co/A 2F） ↓ 【交流電源負荷切離し（現場）】 ・D/G（B）制御盤 CS「切」 ・D/G（A）制御盤 CS「切」 （Co/A 1F）

【略語】
D/G：ディーゼル発電機

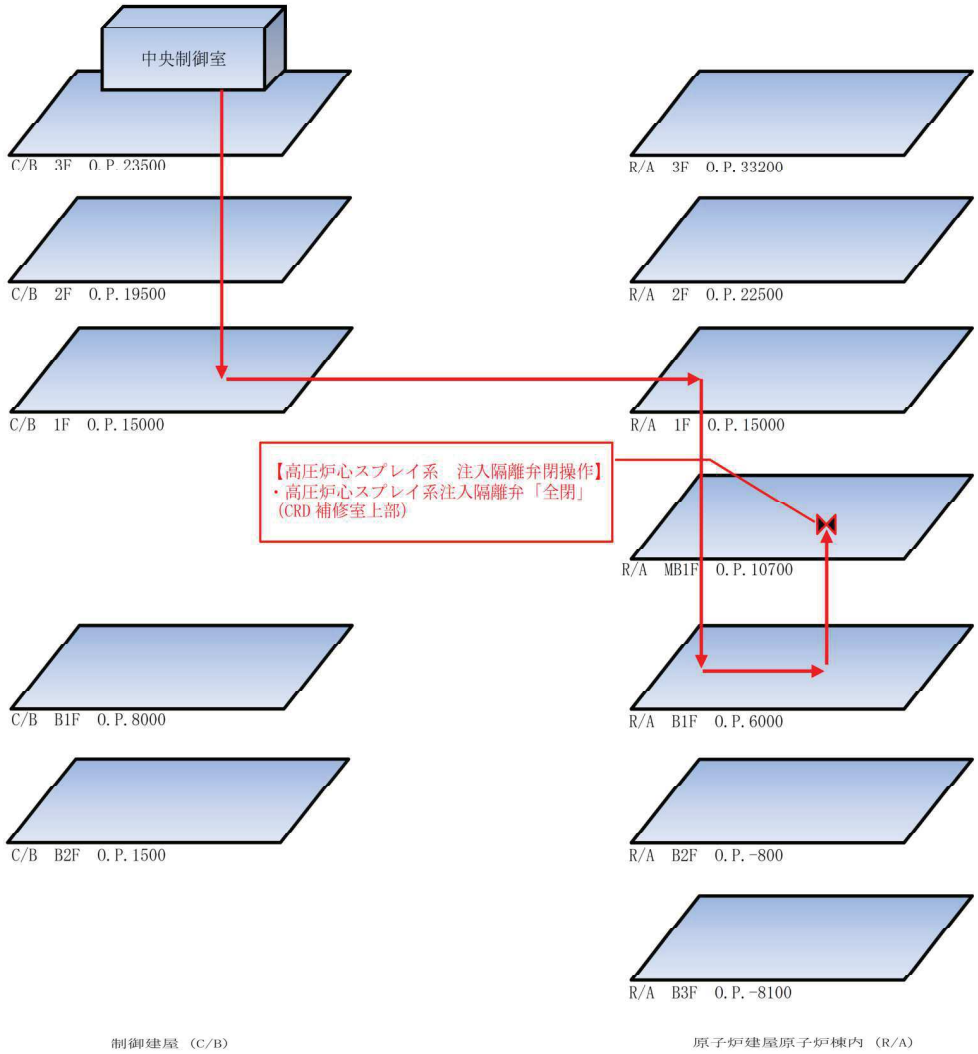
第7-4図　事故対象シーケンス「崩壊熱除去機能喪失（取水機能が喪失した場合）」



【略語】
FCVS：原子炉格納容器フィルタベント系
S/C：サプレッションチェンバ
D/G：ディーゼル発電機

運転員	凡例	移動経路及び運転操作
A, B, C		中央制御室内操作
D, E	→	中央制御室 ↓ 【電源車設置（可搬型代替交流電源設備用）】 ・扉開放 （Co/A 1F）
	→	中央制御室 ↓ 【原子炉補機代替冷却水系接続後の原子炉補機冷却水系空気抜き】 ・連絡弁 「全開」 ・ベント弁「調整開」/「全閉」 （Co/A 1F）
	→	中央制御室 ↓ 【交流電源負荷切離し（現場）】 ・250V 充電器盤 MCCB「開放」 （C/B B2F） ↓ 【交流電源負荷切離し（現場）】 ・C/B MCC2C-1 MCCB「開放」 （C/B B1F） ↓ 【交流電源負荷切離し（現場）】 ・R/B MCC2G-1 MCCB「開放」 （Co/A 2F） ↓ 【交流電源負荷切離し（現場）】 ・D/G（B）制御盤 CS「切」 ・D/G（A）制御盤 CS「切」 （Co/A 1F）
B, D	→	中央制御室 ↓ 【原子炉格納容器フィルタベント系による格納容器除熱 系統構成（現場操作）】 ・FCVS ベントライン隔離弁「全開」 （Co/A 1F）
A, E	→	中央制御室 ↓ 【原子炉格納容器フィルタベント系による格納容器除熱（現場操作）】 ・S/C ベント用出口隔離弁「全開」 （Co/A B1F）

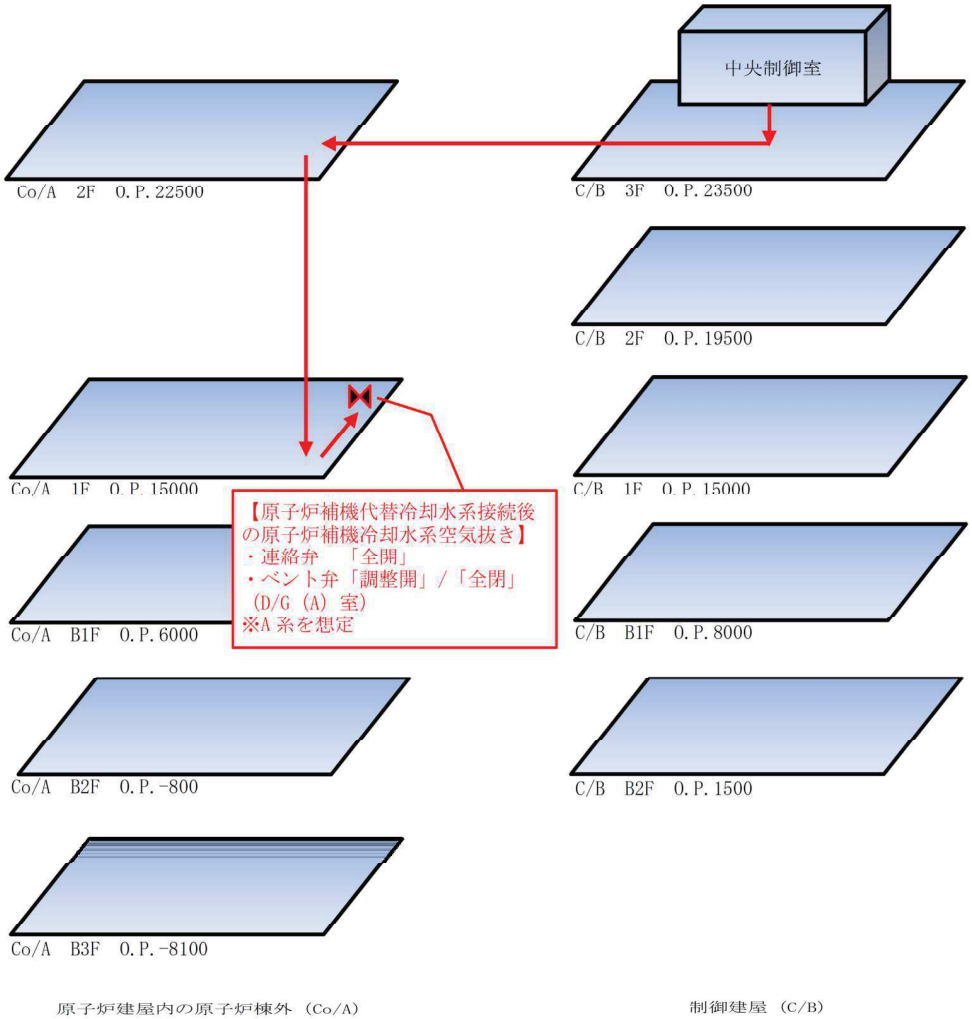
第 7-5 図　事故対象シーケンス「ＬＯＣＡ時注水機能喪失」



運転員	凡例	移動経路及び運転操作
A, B, C		中央制御室内操作
D, E	→	中央制御室 ↓ 【高圧炉心スプレイ系 注入隔離弁閉操作】 ・高圧炉心スプレイ系注入隔離弁「全閉」 (R/A MB1F)

【略語】
CRD：制御棒駆動水圧系

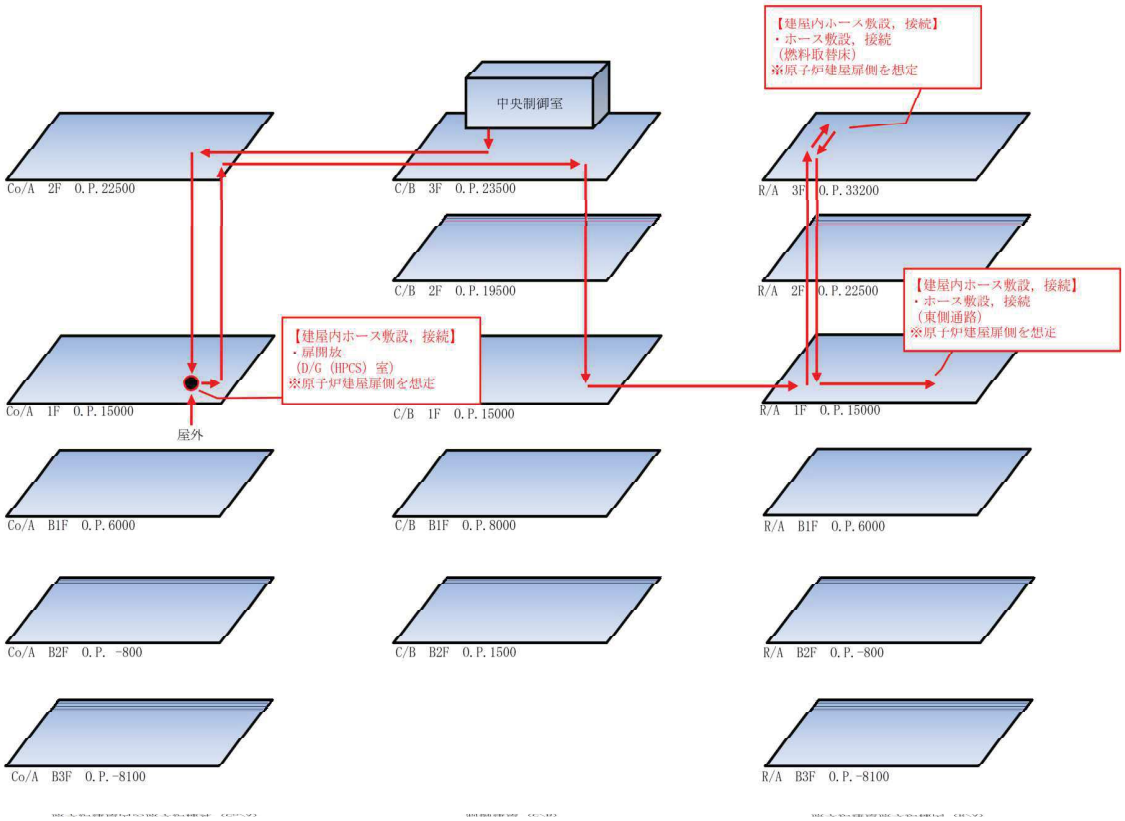
第 7-6 図　事故対象シーケンス「格納容器バイパス（インターフェイスシステムＬＯＣＡ）」



運転員	凡例	移動経路及び運転操作
A, B, C		中央制御室内操作
D, E	→	中央制御室 ↓ 【原子炉補機代替冷却水系接続後の 原子炉補機冷却水系空気抜き】 ・連絡弁 「全開」 ・ベント弁「調整開」/「全開」 (Co/A 1F)

【略語】
D/G：ディーゼル発電機

第 7-7 図　事故対象シーケンス「高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱」



運転員	重大事故等対応要員	凡例	移動経路及び運転操作
A			中央制御室内操作
B，C	Q	→	中央制御室 ↓ 【建屋内ホース敷設，接続】 ・扉開放 （Co/A 1F） ↓ 【建屋内ホース敷設，接続】 ・ホース敷設，接続 （R/A 3F） ↓ 【建屋内ホース敷設，接続】 ・ホース敷設，接続 （R/A 1F）

【略語】
D/G：ディーゼル発電機
HPCS：高圧炉心スプレイ系

第 7-8 図　事故対象シーケンス「想定事故１」

第 7-3 表　重要事故シーケンスごとの現場作業（1/19）

重要事故シーケンスにおける現場作業において制限時間を有する作業について下記に示す。

事故シーケンス		作業場所	作業内容	移動時間※1 ①	作業時間 ②	有効性評価上の作業時間※2 ①＋②	制限時間	制限時間に対する成立性	保管場所から作業現場に運搬する可搬型設備
運転中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故	高圧・低圧注水機能喪失	屋内	原子炉格納容器フィルタベント系による格納容器除熱準備	4分（6分）	54分	1時間	約45時間※4	事象発生約 28 時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業が無いため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
			原子炉格納容器フィルタベント系による格納容器除熱操作	4分（6分）	81分	1.5時間	約51時間※5	事象発生約 45 時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業が無いため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
		屋外	代替注水等確保	—※3	6時間	6時間	約28時間※6	事象発生4時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業が無いため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	大容量送水ポンプ（タイプⅠ）
			燃料補給準備（大容量送水ポンプ（タイプⅠ）への給油）	20分	120分	140分	約28時間※6	事象発生7時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業はないため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ
	高圧注水・減圧機能喪失	—	—	—	—	—	—	—	—

※1　屋内作業の移動時間について，通常の移動時間を 1.5 倍した時間を括弧内に記載している
※2　有効性評価で，当該作業に要する時間として想定している時間
※3　移動時間はアクセスルート復旧時間に含む
※4　格納容器圧力 0.427MPa[gage]（1Pd）到達までの時間
※5　過圧の観点で厳しい「3.1　雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）」における格納容器の限界圧力 0.854MPa[gage]に至るまでの時間
※6　原子炉格納容器代替スプレイ冷却系（可搬型）による格納容器冷却開始までの時間

第 7-3 表　重要事故シーケンスごとの現場作業（2/19）

事故シーケンス		作業場所	作業内容	移動時間※1 ①	作業時間 ②	有効性評価上の作業時間※2 ①＋②	制限時間	制限時間に対する成立性	保管場所から作業現場に運搬する可搬型設備
運転中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故	全交流動力電源喪失（外部電源喪失＋DG 失敗）＋HPCS 失敗	屋内	直流電源確保（負荷切離し）	6 分（9 分）	48 分	1 時間	9 時間※3	事象発生 8 時間後からの作業を想定しているが，7 時間 30 分後の別作業終了後から作業着手できるため制限時間に対して十分な余裕がある。	—
			原子炉補機代替冷却水系準備操作	6 分（9 分）	39 分	50 分	25 時間※4	事象発生 18 時間 10 分後からの作業を想定しているが，9 時間後の別作業終了後から作業着手できるため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
			直流電源確保（負荷復旧）	4 分（6 分）	24 分	30 分	24 時間 30 分※3	事象発生 24 時間後からの作業を想定しているが，19 時間後の別作業終了後から作業着手できるため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
			常設代替交流電源設備負荷抑制操作	14 分（21 分）	21 分	45 分	27 時間※5	事象発生 26 時間 15 分後からの作業を想定しているが，24 時間 30 分後の別作業終了後から作業着手できるため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
		屋外	原子炉補機代替冷却水系準備操作	20 分	8 時間 40 分	9 時間	25 時間※4	事象発生 10 時間後からの作業を想定しているが，前作業から継続のため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	原子炉補機代替冷却水系※7
			燃料補給準備（ガスタービン発電設備軽油タンクへの給油）	20 分	120 分	140 分	10 時間※6	事象発生 4 時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業がないため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ
			燃料補給準備（原子炉補機代替冷却水系への給油）	20 分	120 分	140 分	25 時間※4	事象発生 7 時間後からの作業を想定しているが，前作業から継続のため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ

※1　屋内作業の移動時間について，通常の移動時間を 1.5 倍した時間を括弧内に記載している
※2　有効性評価で，当該作業に要する時間として想定している時間
※3　有効性評価上の作業完了時間
※4　残留熱除去系（サプレッションプール水冷却モード）開始までの時間
※5　有効性評価（資源の評価）にて 27 時間後までに完了することとしている
※6　7 日間ガスタービン発電設備軽油タンクが枯渇しないよう必要な軽油を移送可能な開始時間
※7　原子炉補機代替冷却水系：熱交換器ユニット，大容量送水ポンプ（タイプⅠ）

第 7-3 表　重要事故シーケンスごとの現場作業（3/19）

事故シーケンス		作業場所	作業内容	移動時間※1 ①	作業時間 ②	有効性評価上の作業時間※2 ①＋②	制限時間	制限時間に対する成立性	保管場所から作業現場に運搬する可搬型設備
運転中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故	全交流動力電源喪失（外部電源喪失＋DG 失敗）＋高圧注水失敗	屋内	直流電源確保（負荷切離し）	6 分（9 分）	48 分	1 時間	9 時間※3	事象発生 8 時間後からの作業を想定しているが，7 時間 30 分後の別作業終了後から作業着手できるため制限時間に対して十分な余裕がある。	—
			原子炉補機代替冷却水系準備操作	6 分（9 分）	39 分	50 分	25 時間※4	事象発生 18 時間 10 分後からの作業を想定しているが，9 時間後の別作業終了後から作業着手できるため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
			直流電源確保（負荷復旧）	4 分（6 分）	24 分	30 分	24 時間 30 分※3	事象発生 24 時間後からの作業を想定しているが，19 時間後の別作業終了後から作業着手できるため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
			常設代替交流電源設備負荷抑制操作	14 分（21 分）	21 分	45 分	27 時間※5	事象発生 26 時間 15 分後からの作業を想定しているが，24 時間 30 分後の別作業終了後から作業着手できるため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
		屋外	原子炉補機代替冷却水系準備操作	20 分	8 時間 40 分	9 時間	25 時間※4	事象発生 10 時間後からの作業を想定しているが，前作業から継続のため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	原子炉補機代替冷却水系※7
			燃料補給準備（ガスタービン発電設備軽油タンクへの給油）	20 分	120 分	140 分	10 時間※6	事象発生 4 時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業がないため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ
			燃料補給準備（原子炉補機代替冷却水系への給油）	20 分	120 分	140 分	25 時間※4	事象発生 7 時間後からの作業を想定しているが，前作業から継続のため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ

※1　屋内作業の移動時間について，通常の移動時間を 1.5 倍した時間を括弧内に記載している
※2　有効性評価で，当該作業に要する時間として想定している時間
※3　有効性評価上の作業完了時間
※4　残留熱除去系（サプレッションプール水冷却モード）開始までの時間
※5　有効性評価（資源の評価）にて 27 時間後までに完了することとしている
※6　7 日間ガスタービン発電設備軽油タンクが枯渇しないよう必要な軽油を移送可能な開始時間
※7　原子炉補機代替冷却水系：熱交換器ユニット，大容量送水ポンプ（タイプⅠ）

第 7-3 表　重要事故シーケンスごとの現場作業（4/19）

事故シーケンス		作業場所	作業内容	移動時間※1 ①	作業時間 ②	有効性評価上の作業時間※2 ①＋②	制限時間	制限時間に対する成立性	保管場所から作業現場に運搬する可搬型設備
運転中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故	全交流動力電源喪失（外部電源喪失＋DG 失敗）＋直流電源喪失	屋内	常設代替直流電源設備へ切替（125V 直流主母線盤を常設代替直流電源設備（125V 代替蓄電池）からの受電へ切替え操作（125V 直流主母線盤 2B－1 受電））	4 分（6 分）	15 分	25 分	45 分※3	事象発生 10 分後からの作業を想定しているが，それ以前の作業がないため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
			常設代替直流電源設備へ切替（125V 直流主母線盤を常設代替直流電源設備（125V 代替蓄電池）からの受電へ切替え操作（125V 直流主母線盤 2A－1 受電））	5 分（8 分）	15 分	25 分	1 時間※4	事象発生 35 分後からの作業を想定しているが，前作業から継続のため制限時間に対しても十分な余裕時間がある。	—
			直流電源確保（負荷切離し）	3 分（5 分）	9 分	15 分	8 時間 15 分※4	事象発生 8 時間後からの作業を想定しているが，7 時間 30 分後の別作業終了後から作業着手できるため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
			原子炉補機代替冷却水系準備操作	6 分（9 分）	39 分	50 分	25 時間※5	事象発生 18 時間 10 分後からの作業を想定しているが，8 時間 15 分後の別作業終了後から作業着手できるため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
			常設代替交流電源設備負荷抑制操作	14 分（21 分）	21 分	45 分	27 時間※6	事象発生 26 時間 15 分後からの作業を想定しているが，19 時間後の別作業終了後から作業着手できるため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—

※1　屋内作業の移動時間について，通常の移動時間を 1.5 倍した時間を括弧内に記載している
※2　有効性評価で，当該作業に要する時間として想定している時間
※3　炉心損傷の防止が可能なことを確認している時間
※4　有効性評価上の作業完了時間
※5　残留熱除去系（サプレッションプール水冷却モード）開始までの時間
※6　有効性評価（資源の評価）にて 27 時間後までに完了することとしている

第 7-3 表　重要事故シーケンスごとの現場作業（5/19）

事故シーケンス		作業場所	作業内容	移動時間※1 ①	作業時間 ②	有効性評価上の作業時間※2 ①＋②	制限時間	制限時間に対する成立性	保管場所から作業現場に運搬する可搬型設備
運転中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故	全交流動力電源喪失（外部電源喪失＋DG 失敗）＋直流電源喪失	屋外	原子炉補機代替冷却水系準備操作	20 分	8 時間 40 分	9 時間	25 時間※3	事象発生 10 時間後からの作業を想定しているが，前作業から継続のため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	原子炉補機代替冷却水系※5
			燃料補給準備（ガスタービン発電設備軽油タンクへの給油）	20 分	120 分	140 分	10 時間※4	事象発生 4 時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業がないため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ
			燃料補給準備（原子炉補機代替冷却水系への給油）	20 分	120 分	140 分	25 時間※4	事象発生 7 時間後からの作業を想定しているが，前作業から継続のため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ

※1　屋内作業の移動時間について，通常の移動時間を 1.5 倍した時間を括弧内に記載している
※2　有効性評価で，当該作業に要する時間として想定している時間
※3　残留熱除去系（サプレッションプール水冷却モード）開始までの時間
※4　7 日間ガスタービン発電設備軽油タンクが枯渇しないよう必要な軽油を移送可能な開始時間
※5　原子炉補機代替冷却水系：熱交換器ユニット，大容量送水ポンプ（タイプⅠ）

第 7-3 表　重要事故シーケンスごとの現場作業（6/19）

事故シーケンス		作業場所	作業内容	移動時間※1 ①	作業時間 ②	有効性評価上の作業時間※2 ①＋②	制限時間	制限時間に対する成立性	保管場所から作業現場に運搬する可搬型設備
運転中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故	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	屋内	低圧代替注水系（常設）（直流駆動低圧注水ポンプ）による原子炉注水準備操作	14 分（21 分）	8 分	30 分	80 分※3	事象発生 15 分後からの作業を想定しているが，それ以前の作業がないため制限時間に対して十分な余裕時間がある。 なお，内部溢水を想定した防護具着用時間（10 分）を考慮した場合でも，制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
			直流電源確保（負荷切離し）	6 分（9 分）	48 分	1 時間	9 時間※4	事象発生 8 時間後からの作業を想定しているが，7 時間 30 分後からの別作業終了後から作業着手できるため制限時間に対して十分な余裕がある。	—
			原子炉補機代替冷却水系準備操作	6 分（9 分）	39 分	50 分	25 時間※5	事象発生 18 時間 10 分後からの作業を想定しているが，9 時間後の別作業終了後から作業着手できるため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
			直流電源確保（負荷復旧）	4 分（6 分）	24 分	30 分	24 時間 30 分※4	事象発生 24 時間後からの作業を想定しているが，19 時間後の別作業終了後から作業着手できるため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
			常設代替交流電源設備負荷抑制操作	14 分（21 分）	21 分	45 分	27 時間※6	事象発生 26 時間 15 分後からの作業を想定しているが，24 時間 30 分後の別作業終了後から作業着手できるため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—

※1　屋内作業の移動時間について，通常の移動時間を 1.5 倍した時間を括弧内に記載している
※2　有効性評価で，当該作業に要する時間として想定している時間
※3　炉心損傷を防止が可能なことを確認している時間
※4　有効性評価上の作業完了時間
※5　残留熱除去系（サプレッションプール水冷却モード）開始までの時間
※6　有効性評価（資源の評価）にて 27 時間後までに完了することとしている

第 7-3 表　重要事故シーケンスごとの現場作業（7/19）

事故シーケンス		作業場所	作業内容	移動時間※1 ①	作業時間 ②	有効性評価上の作業時間※2 ①＋②	制限時間	制限時間に対する成立性	保管場所から作業現場に運搬する可搬型設備
運転中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故	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	屋外	原子炉補機代替冷却水系準備操作	20 分	8 時間 40 分	9 時間	25 時間※3	事象発生 10 時間後からの作業を想定しているが，前作業から継続のため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	原子炉補機代替冷却水系※5
			燃料補給準備（ガスタービン発電設備軽油タンクへの給油）	20 分	120 分	140 分	10 時間※4	事象発生 4 時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業がないため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ
			燃料補給準備（原子炉補機代替冷却水系への給油）	20 分	120 分	140 分	25 時間※3	事象発生 7 時間後からの作業を想定しているが，前作業から継続のため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ

※1　屋内作業の移動時間について，通常の移動時間を 1.5 倍した時間を括弧内に記載している
※2　有効性評価で，当該作業に要する時間として想定している時間
※3　残留熱除去系（サプレッションプール水冷却モード）開始までの時間
※4　7 日間ガスタービン発電設備軽油タンクが枯渇しないよう必要な軽油を移送可能な開始時間
※5　原子炉補機代替冷却水系：熱交換器ユニット，大容量送水ポンプ（タイプⅠ）

第 7-3 表　重要事故シーケンスごとの現場作業（8/19）

事故シーケンス		作業場所	作業内容	移動時間※1 ①	作業時間 ②	有効性評価上の作業時間※2 ①＋②	制限時間	制限時間に対する成立性	保管場所から作業現場に運搬する可搬型設備
運転中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故	崩壊熱除去機能喪失（取水機能が喪失した場合）	屋内	原子炉補機代替冷却水系準備操作	6分（9分）	39分	50分	24時間※3	事象発生18時間10分後からの作業を想定しているが，7.5時間後の別作業終了後から作業着手できるため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
			常設代替交流電源設備負荷抑制操作	14分（21分）	21分	45分	27時間※4	事象発生26時間15分後からの作業を想定しているが，19時間後の別作業終了後から作業着手できるため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
		屋外	原子炉補機代替冷却水系準備操作	20分	8時間40分	9時間	24時間※3	事象発生 10 時間後からの作業を想定しているが，前作業から継続のため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	原子炉補機代替冷却水系※6
			燃料補給準備（ガスタービン発電設備軽油タンクへの給油）	20分	120分	140分	10時間※5	事象発生4時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業がないため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ
			燃料補給準備（原子炉補機代替冷却水系へ給油）	20分	120分	140分	24時間※3	事象発生7時間後からの作業を想定しているが，前作業から継続のため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ

※1　屋内作業の移動時間について，通常の移動時間を1.5倍した時間を括弧内に記載している
※2　有効性評価で，当該作業に要する時間として想定している時間
※3　残留熱除去系（サプレッションプール水冷却モード）開始までの時間
※4　有効性評価（資源の評価）にて27時間後までに完了することとしている
※5　7日間ガスタービン発電設備軽油タンクが枯渇しないよう必要な軽油を移送可能な開始時間
※6　原子炉補機代替冷却水系：熱交換器ユニット，大容量送水ポンプ（タイプⅠ）

第 7-3 表　重要事故シーケンスごとの現場作業（9/19）

事故シーケンス		作業場所	作業内容	移動時間※1 ①	作業時間 ②	有効性評価上の作業時間※2 ①＋②	制限時間	制限時間に対する成立性	保管場所から作業現場に運搬する可搬型設備
運転中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故	崩壊熱除去機能喪失（残留熱除去系が故障した場合）	屋内	原子炉格納容器フィルタベント系による格納容器除熱準備	4分（6分）	54分	1時間	約44時間※4	事象発生約 23 時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業が無いため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
			原子炉格納容器フィルタベント系による格納容器除熱操作	4分（6分）	81分	1.5時間	約51時間※5	事象発生約 44 時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業が無いため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
		屋外	代替注水等確保	—※3	6時間	6時間	約23時間※6	事象発生4時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業は無いため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	大容量送水ポンプ（タイプⅠ）
			燃料補給準備（大容量送水ポンプ（タイプⅠ）への給油）	20分	120分	140分	約23時間※6	事象発生7時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業は無いため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ

※1　屋内作業の移動時間について，通常の移動時間を 1.5 倍した時間を括弧内に記載している
※2　有効性評価で，当該作業に要する時間として想定している時間
※3　移動時間はアクセスルート復旧時間に含む
※4　格納容器圧力 0.427MPa[gage]（1Pd）到達までの時間
※5　過圧の観点で厳しい「3.1　雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）」における格納容器の限界圧力 0.854MPa[gage]に至るまでの時間
※6　原子炉格納容器代替スプレイ冷却系（可搬型）による格納容器冷却開始までの時間

第 7-3 表　重要事故シーケンスごとの現場作業（10/19）

事故シーケンス		作業場所	作業内容	移動時間※1 ①	作業時間 ②	有効性評価上の作業時間※2 ①＋②	制限時間	制限時間に対する成立性	保管場所から作業現場に運搬する可搬型設備
運転中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故	原子炉停止機能喪失	—	—	—	—	—	—	—	—
	LOCA 時注水機能喪失	屋内	常設代替交流電源設備負荷抑制操作	14 分（21 分）	21 分	45 分	27 時間※4	事象発生 24 時間 15 分後からの作業を想定しているが，19 時間後の別作業終了後から作業着手できるため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
			原子炉格納容器フィルタベント系による格納容器除熱準備	4 分（6 分）	54 分	1 時間	約 44 時間※5	事象発生約 26 時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業が無い要員と 25 時間後の別作業終了後から作業着手できる要員で実施するため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
			原子炉格納容器フィルタベント系による格納容器除熱操作	4 分（6 分）	81 分	1.5 時間	約 51 時間※6	事象発生約 44 時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業が無い要員と 25 時間後の別作業終了後から作業着手できる要員で実施するため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
		屋外	代替注水等確保	—※3	6 時間	6 時間	約 18 時間※7	事象発生 4 時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業は無いため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	大容量送水ポンプ（タイプⅠ）
			燃料補給準備（ガスタービン発電設備軽油タンクへの給油）	20 分	120 分	140 分	10 時間※8	事象発生 4 時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業がないため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ
			燃料補給準備（大容量送水ポンプ（タイプⅠ）への給油）	20 分	120 分	140 分	約 18 時間※7	事象発生 7 時間後からの作業を想定しているが，前作業から継続のため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ

※1　屋内作業の移動時間について，通常の移動時間を 1.5 倍した時間を括弧内に記載している
※2　有効性評価で，当該作業に要する時間として想定している時間
※3　移動時間はアクセスルート復旧時間に含む
※4　有効性評価（資源の評価）にて 27 時間後までに完了することとしている
※5　格納容器圧力 0.427MPa[gage]（1Pd）到達までの時間
※6　過圧の観点で厳しい「3.1　雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）」における格納容器の限界圧力 0.854MPa[gage]に至るまでの時間
※7　復水貯蔵タンク水源枯渇までの時間
※8　7 日間ガスタービン発電設備軽油タンクが枯渇しないよう必要な軽油を移送可能な開始時間

第 7-3 表　重要事故シーケンスごとの現場作業（11/19）

事故シーケンス		作業場所	作業内容	移動時間 ①	作業時間 ②	有効性評価上の作業時間※1 ①＋②	制限時間	制限時間に対する成立性	保管場所から作業現場に運搬する可搬型設備
運転中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故	格納容器バイパス（インターフェイスシステム LOCA）	屋内	高圧炉心スプレイ系からの漏えい停止操作（現場操作）	14 分（25 分）※2	15 分	40 分	5 時間※3	事象発生 4 時間 20 分後からの作業を想定しているが，移動時間と作業時間に余裕を含んでいるため制限時間内に実施可能である。	—
		屋外	燃料補給準備（軽油タンクへの給油）	20 分	120 分	140 分	10 時間※4	事象発生 4 時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業がないため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ

※1　有効性評価で，当該作業に要する時間として想定している時間
※2　括弧内は原子炉建屋原子炉棟内の移動時間を 2 倍（環境悪化（高温・多湿）を考慮），原子炉建屋原子炉棟内以外の移動時間を 1.5 倍した時間を記載している
※3　高圧炉心スプレイ系の破断箇所隔離操作完了までの時間
※4　7 日間軽油タンクが枯渇しないよう必要な軽油を移送可能な開始時間

第 7-3 表　重要事故シーケンスごとの現場作業（12/19）

事故シーケンス		作業場所	作業内容	移動時間※1 ①	作業時間 ②	有効性評価上の作業時間 ①＋②※2	制限時間	制限時間に対する成立性	保管場所から作業現場に運搬する可搬型設備
運転中の原子炉における重大事故	雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）（代替循環冷却を使用する場合）	屋内	原子炉補機代替冷却水系準備操作	6 分（9 分）	39 分	50 分	24 時間※3	事象発生 18 時間 10 分後からの作業を想定していが，7.5 時間後の別作業終了後から作業着手できるため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
			常設代替交流電源設備負荷抑制操作	14 分（21 分）	21 分	45 分	27 時間※4	事象発生 26 時間 15 分後からの作業を想定しているが，19 時間後の別作業終了後から作業着手できるため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
		屋外	原子炉補機代替冷却水系準備操作	20 分	8 時間 40 分	9 時間	24 時間※3	事象発生 10 時間後からの作業を想定しているが，前作業から継続のため制限時間に対し十分な余裕時間がある。	原子炉補機代替冷却水系※6
			燃料補給準備（ガスタービン発電設備軽油タンクへの給油）	20 分	120 分	140 分	10 時間※5	事象発生 4 時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業がないため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ
			燃料補給準備（原子炉補機代替冷却水系への給油）	20 分	120 分	140 分	24 時間※3	事象発生 7 時間後からの作業を想定しているが，前作業から継続のため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ

※1　屋内作業の移動時間について，通常の移動時間を 1.5 倍した時間を括弧内に記載している
※2　有効性評価で，当該作業に要する時間として想定している時間
※3　代替循環冷却系による格納容器徐熱開始までの時間
※4　有効性評価（資源の評価）にて 27 時間後までに完了することとしている
※5　7 日間ガスタービン発電設備軽油タンクが枯渇しないよう必要な軽油を移送可能な開始時間
※6　原子炉補機代替冷却水系：熱交換器ユニット，大容量送水ポンプ（タイプⅠ）

第 7-3 表　重要事故シーケンスごとの現場作業（13/19）

事故シーケンス		作業場所	作業内容	移動時間※1 ①	作業時間 ②	有効性評価上の作業時間※2 ①＋②	制限時間	制限時間に対する成立性	保管場所から作業現場に運搬する可搬型設備
運転中の原子炉における重大事故	雰囲気圧力・温度による静的負荷（格納容器過圧・過温破損）（代替循環冷却を使用できない場合）	屋内	常設代替交流電源設備負荷抑制操作	14 分（21 分）	21 分	45 分	27 時間※4	事象発生 26 時間 15 分後からの作業を想定しているが，19 時間後の別作業終了後から作業着手できるため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
			原子炉格納容器フィルタベント系による格納容器除熱準備	4 分（6 分）	54 分	1 時間	約 44 時間※5	事象発生約 29 時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業が無い要員と 27 時間後の別作業終了後から作業着手できる要員で実施するため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
			原子炉格納容器フィルタベント系による格納容器除熱操作	4 分（6 分）	81 分	1.5 時間	約 51 時間※6	事象発生約 45 時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業が無い要員と 27 時間後の別作業終了後から作業着手できる要員で実施するため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
		屋外	代替注水等確保	—	6 時間	6 時間	約 29 時間※7	事象発生 4 時間後からの作業を想定しているがそれ以前の作業は無いため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	大容量送水ポンプ（タイプⅠ）
			燃料補給準備（ガスタービン発電設備軽油タンクへの給油）	20 分	120 分	140 分	10 時間※8	事象発生 4 時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業がないため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ
			燃料補給準備（大容量送水ポンプ（タイプⅠ）への給油）	20 分	120 分	140 分	約 29 時間※7	事象発生 7 時間後からの作業を想定しているが，前作業から継続のため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ

※1　屋内作業の移動時間について，通常の移動時間を 1.5 倍した時間を括弧内に記載している
※2　有効性評価で，当該作業に要する時間として想定している時間
※3　移動時間はアクセスルート復旧時間に含む
※4　有効性評価（資源の評価）にて 27 時間後までに完了することとしている
※5　外部水源注水量限界到達までの時間
※6　格納容器圧力 0.854MPa[gage]（2Pd）到達までの時間
※7　原子炉格納容器代替スプレイ冷却系（可搬型）による格納容器冷却開始までの時間
※8　7 日間ガスタービン発電設備軽油タンクが枯渇しないよう必要な軽油を移送可能な開始時間

第 7-3 表　重要事故シーケンスごとの現場作業（14/19）

事故シーケンス		作業場所	作業内容	移動時間※1 ①	作業時間 ②	有効性評価上の作業時間※2 ①＋②	制限時間	制限時間に対する成立性	保管場所から作業現場に運搬する可搬型設備
運転中の原子炉における重大事故	高圧溶融物放出／格納容器雰囲気直接加熱	屋内	原子炉補機代替冷却水系準備操作	6 分（9 分）	39 分	50 分	24 時間※4	事象発生 18 時間 10 分後からの作業を想定しているが，それ以前の作業は無いため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
		屋外	代替注水等確保	—※3	6 時間	6 時間	約 23 時間※5	事象発生 4 時間後からの作業を想定しているがそれ以前の作業は無いため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	大容量送水ポンプ（タイプⅠ）
			原子炉補機代替冷却水系準備操作	20 分	8 時間 40 分	9 時間	24 時間※4	事象発生 10 時間後からの作業を想定しているが，前作業から継続のため制限時間に対し十分な余裕時間がある。	原子炉補機代替冷却水系※7
			代替循環冷却系による格納容器徐熱	—	20 分	20 分	24 時間※4	事象発生 23 時間 40 分後からの作業を想定しているが，10 時間後の別作業終了後から作業着手できるため制限時間に十分な余裕がある。	—
			燃料補給準備（軽油タンクへの給油）	20 分	120 分	140 分	10 時間※6	事象発生 4 時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業がないため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ
			燃料補給準備（大容量送水ポンプ（タイプⅠ）及び原子炉補機代替冷却水系への給油）	20 分	120 分	140 分	約 23 時間※5	事象発生 7 時間後からの作業を想定しているが，前作業から継続のため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ

※1　屋内作業の移動時間について，通常の移動時間を 1.5 倍した時間を括弧内に記載している
※2　有効性評価で，当該作業に要する時間として想定している時間
※3　移動時間はアクセスルート復旧時間に含む
※4　代替循環冷却系による格納容器除熱開始までの時間
※5　原子炉格納容器代替スプレイ冷却系（可搬型）による格納容器冷却開始までの時間
※6　7 日間軽油タンクが枯渇しないよう必要な軽油を移送可能な開始時間
※7　原子炉補機代替冷却水系：熱交換器ユニット，大容量送水ポンプ（タイプⅠ）

第 7-3 表　重要事故シーケンスごとの現場作業（15/19）

事故シーケンス		作業場所	作業内容	移動時間※1 ①	作業時間 ②	有効性評価上の作業時間※2 ①＋②	制限時間	制限時間に対する成立性	保管場所から作業現場に運搬する可搬型設備
運転中の原子炉における重大事故	原子炉圧力容器外の溶融燃料-冷却材相互作用	屋内	原子炉補機代替冷却水系準備操作	6 分（9 分）	39 分	50 分	24 時間※4	事象発生 18 時間 10 分後からの作業を想定しているが，それ以前の作業は無いため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
		屋外	代替注水等確保	—※3	6 時間	6 時間	約 23 時間※5	事象発生 4 時間後からの作業を想定しているがそれ以前の作業は無いため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	大容量送水ポンプ（タイプⅠ）
			原子炉補機代替冷却水系準備操作	20 分	8 時間 40 分	9 時間	24 時間※4	事象発生 10 時間後からの作業を想定しているが，前作業から継続のため制限時間に対し十分な余裕時間がある。	原子炉補機代替冷却水系※7
			代替循環冷却系による格納容器徐熱	—	20 分	20 分	24 時間※4	事象発生 23 時間 40 分後からの作業を想定しているが，10 時間後の別作業終了後から作業着手できるため制限時間に十分な余裕がある。	—
			燃料補給準備（軽油タンクへの給油）	20 分	120 分	140 分	10 時間※6	事象発生 4 時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業がないため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ
			燃料補給準備（大容量送水ポンプ（タイプⅠ）及び原子炉補機代替冷却水系への給油）	20 分	120 分	140 分	約 23 時間※5	事象発生 7 時間後からの作業を想定しているが，前作業から継続のため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ

※1　屋内作業の移動時間について，通常の移動時間を 1.5 倍した時間を括弧内に記載している
※2　有効性評価で，当該作業に要する時間として想定している時間
※3　移動時間はアクセスルート復旧時間に含む
※4　代替循環冷却系による格納容器除熱開始までの時間
※5　原子炉格納容器代替スプレイ冷却系（可搬型）による格納容器冷却開始までの時間
※6　7 日間軽油タンクが枯渇しないよう必要な軽油を移送可能な開始時間
※7　原子炉補機代替冷却水系：熱交換器ユニット，大容量送水ポンプ（タイプⅠ）

第 7-3 表　重要事故シーケンスごとの現場作業（16/19）

事故シーケンス		作業場所	作業内容	移動時間※1 ①	作業時間 ②	有効性評価上の作業時間 ①＋②※2	制限時間	制限時間に対する成立性	保管場所から作業現場に運搬する可搬型設備
運転中の原子炉における重大事故	水素燃焼	屋内	原子炉補機代替冷却水系準備操作	6 分（9 分）	39 分	50 分	24 時間※3	事象発生 18 時間 10 分後からの作業を想定していが，7.5 時間後の別作業終了後から作業着手できるため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
			常設代替交流電源設備負荷抑制操作	14 分（21 分）	21 分	45 分	27 時間※4	事象発生 26 時間 15 分後からの作業を想定しているが，19 時間後の別作業終了後から作業着手できるため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
		屋外	原子炉補機代替冷却水系準備操作	20 分	8 時間 40 分	9 時間	24 時間※3	事象発生 10 時間後からの作業を想定しているが，前作業から継続のため制限時間に対し十分な余裕時間がある。	原子炉補機代替冷却水系※6
			燃料補給準備（ガスタービン発電設備軽油タンクへの給油）	20 分	120 分	140 分	10 時間※5	事象発生 4 時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業がないため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ
			燃料補給準備（原子炉補機代替冷却水系への給油）	20 分	120 分	140 分	24 時間※3	事象発生 7 時間後からの作業を想定しているが，前作業から継続のため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ

※1　屋内作業の移動時間について，通常の移動時間を 1.5 倍した時間を括弧内に記載している
※2　有効性評価で，当該作業に要する時間として想定している時間
※3　代替循環冷却系による格納容器徐熱開始までの時間
※4　有効性評価（資源の評価）にて 27 時間後までに完了することとしている
※5　7 日間ガスタービン発電設備軽油タンクが枯渇しないよう必要な軽油を移送可能な開始時間
※6　原子炉補機代替冷却水系：熱交換器ユニット，大容量送水ポンプ（タイプⅠ）

第 7-3 表　重要事故シーケンスごとの現場作業（17/19）

事故シーケンス		作業場所	作業内容	移動時間※1 ①	作業時間 ②	有効性評価上の作業時間※2 ①＋②	制限時間	制限時間に対する成立性	保管場所から作業現場に運搬する可搬型設備
運転中の原子炉における重大事故	溶融炉心・コンクリート相互作用	屋内	原子炉補機代替冷却水系準備操作	6 分（9 分）	39 分	50 分	24 時間※4	事象発生 18 時間 10 分後からの作業を想定しているが，それ以前の作業は無いため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
		屋外	代替注水等確保	—※3	6 時間	6 時間	約 23 時間※5	事象発生 4 時間後からの作業を想定しているがそれ以前の作業は無いため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	大容量送水ポンプ（タイプⅠ）
			原子炉補機代替冷却水系準備操作	20 分	8 時間 40 分	9 時間	24 時間※4	事象発生 10 時間後からの作業を想定しているが，前作業から継続のため制限時間に対し十分な余裕時間がある。	原子炉補機代替冷却水系※7
			代替循環冷却系による格納容器徐熱	—	20 分	20 分	24 時間※4	事象発生 23 時間 40 分後からの作業を想定しているが，10 時間後の別作業終了後から作業着手できるため制限時間に十分な余裕がある。	—
			燃料補給準備（軽油タンクへの給油）	20 分	120 分	140 分	10 時間※6	事象発生 4 時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業がないため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ
			燃料補給準備（大容量送水ポンプ（タイプⅠ）及び原子炉補機代替冷却水系への給油）	20 分	120 分	140 分	約 23 時間※5	事象発生 7 時間後からの作業を想定しているが，前作業から継続のため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ

※1　屋内作業の移動時間について，通常の移動時間を 1.5 倍した時間を括弧内に記載している
※2　有効性評価で，当該作業に要する時間として想定している時間
※3　移動時間はアクセスルート復旧時間に含む
※4　代替循環冷却系による格納容器除熱開始までの時間
※5　原子炉格納容器代替スプレイ冷却系（可搬型）による格納容器冷却開始までの時間
※6　7 日間軽油タンクが枯渇しないよう必要な軽油を移送可能な開始時間
※7　原子炉補機代替冷却水系：熱交換器ユニット，大容量送水ポンプ（タイプⅠ）

第 7-3 表　重要事故シーケンスごとの現場作業（18/19）

事故シーケンス		作業場所	作業内容	移動時間※1 ①	作業時間 ②	有効性評価上の作業時間※2 ①＋②	制限時間	制限時間に対する成立性	保管場所から作業現場に運搬する可搬型設備
使用済み燃料プールにおける重大事故に至るおそれがある事故	想定事故１	屋内	燃料プール代替注水系（可搬型）による燃料プールへの注水	20 分（30 分）	180 分	3.5 時間	約 24 時間※4	事象発生２時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業がない要員と前作業から継続する要員で行うため制限時間に対して十分な余裕時間がある。 なお，内部溢水を想定した防護具着用時間（10 分）を考慮した場合でも，制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
		屋外	代替注水等確保	—※3	６時間	６時間	約 24 時間※4	事象発生４時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業は無いため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	大容量送水ポンプ（タイプⅠ）
			燃料補給準備（軽油タンクへの給油）	20 分	120 分	140 分	10 時間※5	事象発生４時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業がないため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ
			燃料補給準備（大容量送水ポンプ（タイプⅠ）への給油）	20 分	120 分	140 分	約 24 時間※4	事象発生７時間後からの作業を想定しているが，前作業から継続のため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ
	想定事故２	屋内	燃料プール代替注水系（可搬型）による燃料プールへの注水	20 分（30 分）	180 分	3.5 時間	約 18 時間※4	事象発生２時間後からの作業を想定しているが，前作業から継続のため制限時間対して十分な余裕時間がある。 なお，内部溢水を想定した防護具着用時間（10 分）を考慮した場合でも，制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
		屋外	代替注水等確保	—※3	６時間	６時間	約 18 時間※4	事象発生４時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業は無いため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	大容量送水ポンプ（タイプⅠ）
			燃料補給準備（軽油タンクへの給油）	20 分	120 分	140 分	10 時間※5	事象発生４時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業がないため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ
			燃料補給準備（大容量送水ポンプ（タイプⅠ）への給油）	20 分	120 分	140 分	約 18 時間※4	事象発生７時間後からの作業を想定しているが，前作業から継続のため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ

※１　屋内作業の移動時間について，通常の移動時間を 1.5 倍した時間を括弧内に記載している
※２　有効性評価で，当該作業に要する時間として想定している時間
※３　移動時間はアクセスルート復旧時間に含む
※４　放射線の遮蔽が維持される最低水位に到達するまでの時間
※５　７日間軽油タンクが枯渇しないよう必要な軽油を移送可能な開始時間

第 7-3 表　重要事故シーケンスごとの現場作業（19/19）

事故シーケンス		作業場所	作業内容	移動時間※1 ①	作業時間 ②	有効性評価上の作業時間※2 ①＋②	制限時間	制限時間に対する成立性	保管場所から作業現場に運搬する可搬型設備
運転停止中の原子炉において重大事故に至るおそれがある事故	崩壊熱除去機能喪失	屋外	燃料補給準備（軽油タンクへの給油）	20 分	120 分	140 分	10 時間※3	事象発生４時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業がないため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ
	全交流動力電源喪失	屋内	原子炉補機代替冷却水系準備操作	６分（９分）	39 分	50 分	24 時間※4	事象発生 18 時間 10 分後からの作業を想定しているが，７時間 30 分後の別作業終了後から作業着手できるため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
			常設代替交流電源設備負荷抑制操作	14 分（21 分）	21 分	45 分	27 時間※5	事象発生 26 時間 15 分後からの作業を想定しているが，19 時間後の別作業終了後から作業着手できるため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	—
		屋外	原子炉補機代替冷却水系準備操作	20 分	８時間 40 分	９時間	24 時間※4	事象発生 10 時間後からの作業を想定しているが，前作業から継続のため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	原子炉補機代替冷却水系※6
			燃料補給準備（ガスタービン発電設備軽油タンクへの給油）	20 分	120 分	140 分	10 時間※3	事象発生４時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業がないため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ
			燃料補給準備（原子炉補機代替冷却水系への給油）	20 分	120 分	140 分	24 時間※4	事象発生７時間後からの作業を想定しているが，前作業から継続のため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ
	原子炉冷却材流出	屋外	燃料補給準備（軽油タンクへの給油）	20 分	120 分	140 分	10 時間※3	事象発生４時間後からの作業を想定しているが，それ以前の作業がないため制限時間に対して十分な余裕時間がある。	タンクローリ
	反応度の誤投入	—	—	—	—	—	—	—	—

※１　屋内作業の移動時間について，通常の移動時間を 1.5 倍した時間を括弧内に記載している
※２　有効性評価で，当該作業に要する時間として想定している時間
※３　７日間各タンクが枯渇しないよう必要な軽油を移送可能な開始時間
※４　残留熱除去系（原子炉停止時冷却モード）による除熱運転開始までの時間
※５　有効性評価（資源の評価）にて 27 時間後までに完了することとしている
※６　原子炉補機代替冷却水系：熱交換器ユニット，大容量送水ポンプ（タイプⅠ）

第 7-4 表　屋内作業の成立性評価結果

作業内容	有効性評価上の作業時間①	有効性評価上の作業開始時間※1②	有効性評価上の作業完了時間 ①＋②	制限時間※2 ③	評価結果 ①＋②≦③
原子炉格納容器フィルタベント系による格納容器除熱準備	1 時間	約 29 時間	約 30 時間	約 44 時間	○
原子炉格納容器フィルタベント系による格納容器除熱操作	1.5 時間	約 45 時間	約 46.5 時間	約 51 時間	○
直流電源確保（負荷切離し）	1 時間	7 時間 30 分	9 時間※3	9 時間	○
原子炉補機代替冷却水系準備操作	50 分	18 時間 10 分	19 時間	24 時間	○
直流電源確保（負荷復旧）	30 分	24 時間	24 時間 30 分※3	24 時間 30 分	○
常設代替交流電源設備負荷抑制操作	45 分	26 時間 15 分	27 時間※4	27 時間	○
常設代替直流電源設備へ切替（125V 直流主母線盤を常設代替直流電源設備（125V 代替蓄電池）からの受電へ切り替え操作（125V 直流主母線盤 2B－1 受電））	25 分	10 分	35 分	45 分	○
常設代替直流電源設備へ切替（125V 直流主母線盤を常設代替直流電源設備（125V 代替蓄電池）からの受電へ切り替え操作（125V 直流主母線盤 2A－1 受電））	25 分	35 分	1 時間※3	1 時間	○
低圧代替注水系（常設）（直流駆動低圧注水ポンプ）による原子炉注水準備操作	30 分	15 分	45 分	80 分	○
高圧炉心スプレイ系からの漏えい停止操作（現場操作）	40 分	4 時間 20 分	5 時間※5	5 時間	○
燃料プール代替注水系（可搬型）による燃料プールへの注水	3.5 時間	2 時間	5.5 時間	約 18 時間	○

※1　重要事故シーケンスごとに作業開始想定時間が異なる場合には制限時間に対する余裕が最短のものを記載している
※2　重要事故シーケンスごとに制限時間が異なる場合には最短の制限時間を記載している
※3　有効性評価上の作業完了時間
※4　有効性評価（資源の評価）にて 27 時間後までに完了することとしている
※5　有効性評価上の高圧炉心スプレイ系の破断箇所隔離操作完了までの時間

８．発電所構外からの重大事故等対策要員参集

発電所構外からの重大事故等対策要員の参集方法，参集ルート，想定参集時間について，補足資料(11)に示す。重大事故等対策要員の大多数は女川町に居住しており，集合場所から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に重大事故等が発生した場合であっても，6 時間以内に参集可能な重大事故等対策要員は 250 名以上と考えられることから，参集時間の目安として想定した 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。なお，大型連休（土日，祝日含む）においては，遠方への旅行や帰省が考えられるため，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。

(1) 非常招集の流れ

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」，「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。

宮城県内で震度 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浦宿寮とする。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。

集合場所に参集した要員は，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，懐中電灯等を持参し，発電所と連絡を取りながら集団で移動する。集合場所には通信連絡設備として衛星電話（携帯）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，線量計を含む）
② 招集した要員の確認（人数，体調等）

④ 天候，災害情報（道路状況含む）等
⑤ 集合場所（対策室（事務建屋），緊急時対策所）

(2) 非常招集となる要員

重大事故等対策要員については，発電所員約 450 名のうち，約 340 名（平成 30 年 1 月時点）が女川町に居住しており，数時間で相当数の要員の非常招集が可能である。

女川原子力発電所における敷地の特徴について

保管場所の設定及び屋外アクセスルートの確保にあたっては，女川原子力発電所構内の地形や敷地の使用状況などの特徴を踏まえたうえで，その考え方を整理する必要があることから，発電所の特徴について抽出を行った。

女川原子力発電所を設置する敷地は，宮城県牡鹿半島のほぼ中央東部に位置し，三方を山に囲まれ山地と狭小な平地とからなり，敷地の形状は海岸線に直径を持つほぼ半円状の形状であり，敷地全体の広さは約 173 万㎡である。平地は主に，O.P.+14.8m，O.P.+60.0m 以上の高さに分かれている。（第 1 図参照）

このことから，発電所構内の地形の特徴として，「① 高低差が大きいこと」，平地が少なく「② 敷地が狭隘であること」，「③ 周辺斜面が近接していること」が上げられる。

これらの特徴に対して，保管場所の設定及び屋外アクセスルートを確保するにあたり，事前対策を行うことにより対応することとした。

１．「① 高低差が大きいこと」に対する事前対策

「① 高低差が大きいこと」に対しては，そのメリットを生かして，基準津波を一定程度超える津波の影響がない，O.P.+60m 以上に２セットある可搬型設備のうち少なくとも１セット分の保管場所を確保する。

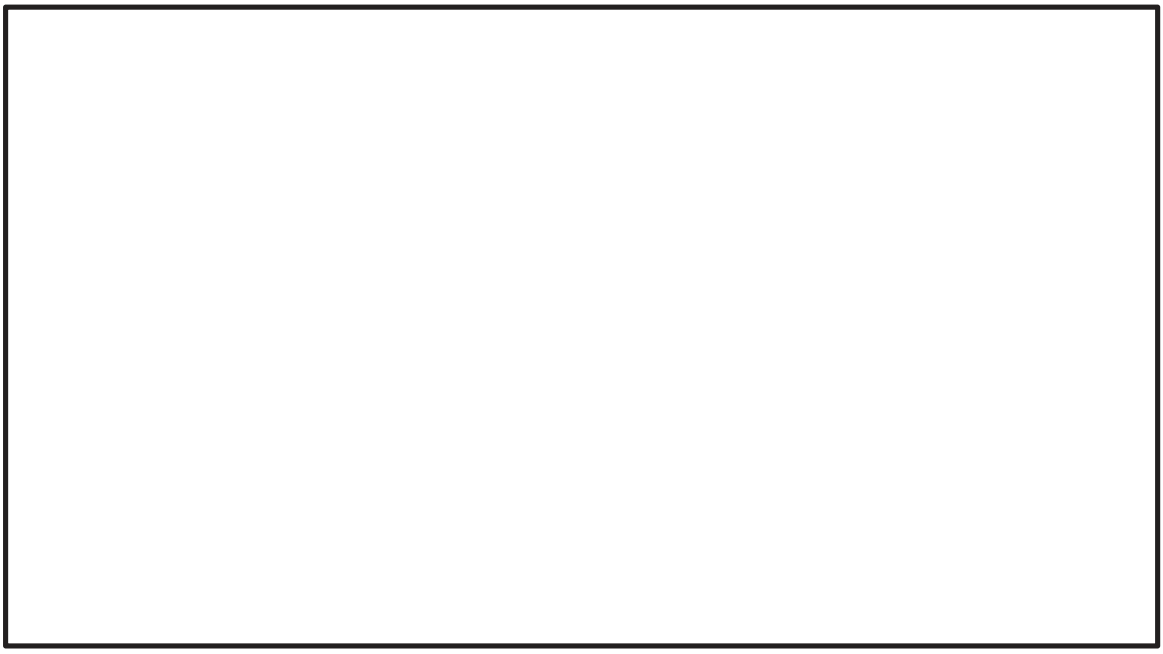
第 1 図　保管場所の位置と敷地高さ関係

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

２．「② 敷地が狭隘であること」

(1) 保管場所

保管場所における「② 敷地が狭隘であること」に対する対策としては，限りある耐震性のある平地を利用することを目的として，設置許可基準規則第五十六条「重大事故等の収束に必要となる水の供給設備」として設置する淡水貯水槽上を保管場所とした。（第２図参照）



第２図　淡水貯水槽と第２保管エリアの関係

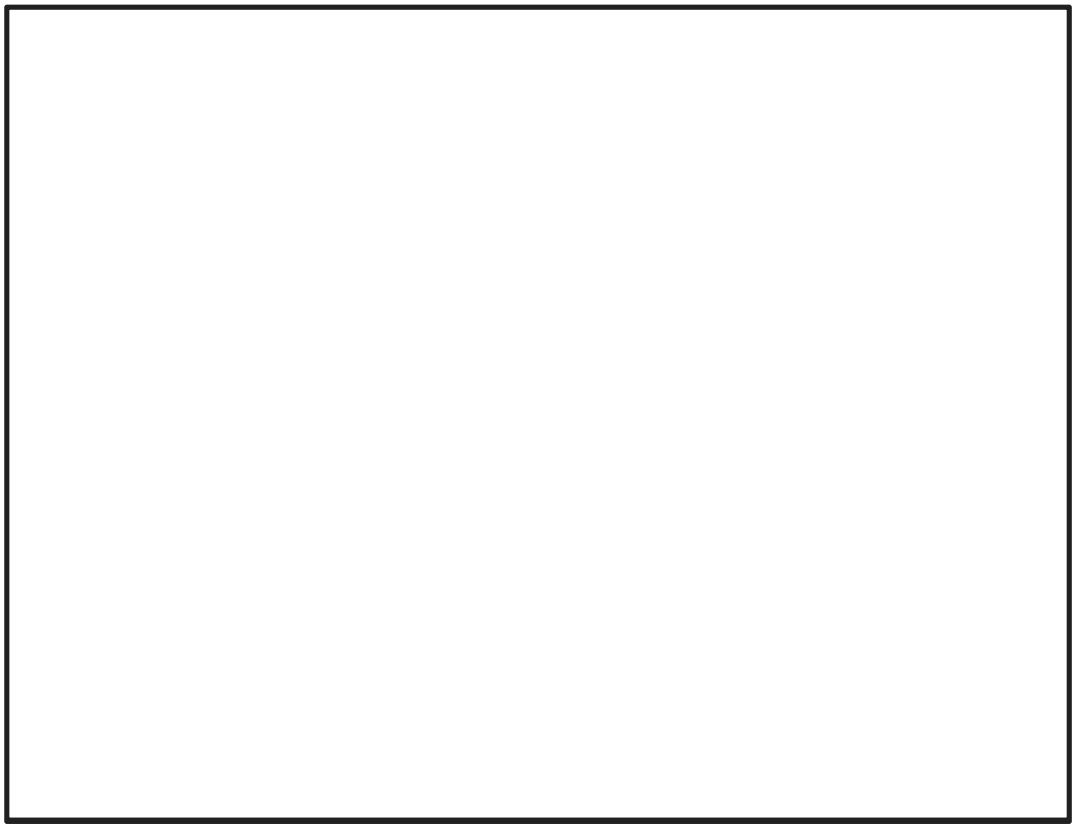
枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(2) 屋外アクセスルート

屋外アクセスルートにおける「② 敷地が狭隘であること」に対する対策としては，屋外アクセスルートに影響を及ぼすことが考えられる構造物が近接して配置されていることに対する対策が必要と考えられた。

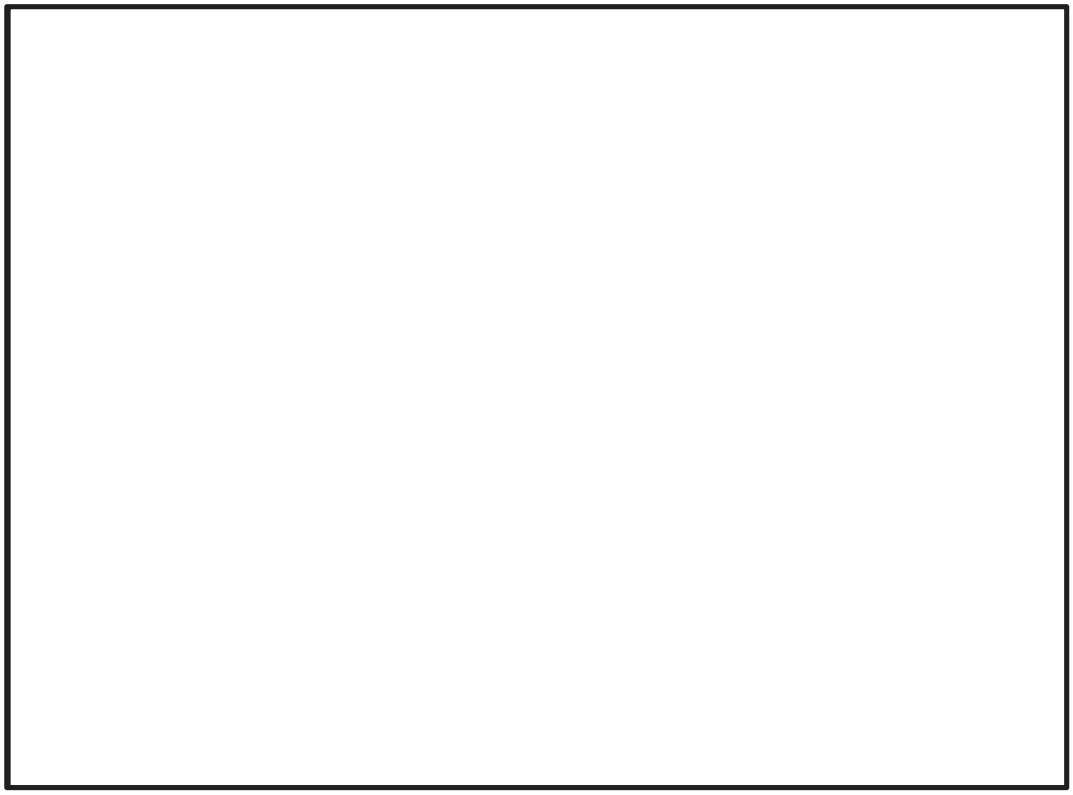
このため，地震時に屋外アクセスルートの通行に影響を及ぼすことが考えられる構造物について，可能な限り以下の対策を実施し，アクセスルートを確保することとした。

- アクセスルート上の地下構造物は，H形鋼の敷設により損壊時における仮復旧作業を不要とした。
- 可搬型設備の通行に支障がある段差（許容段差量15cm以上）の発生が予想される箇所については，補強材敷設による事前の段差緩和対策を実施し，仮復旧作業を不要とした。
- 地上式である２号非常用ディーゼル発電機用軽油タンクは地下埋設化することにより火災影響を排除した。
- ３号門型クレーンは損壊により可搬型設備の運搬に必要な幅員確保が困難と想定されることから，門型クレーンの耐震評価を実施し，基準地震動Ssにより倒壊しない設計とする。

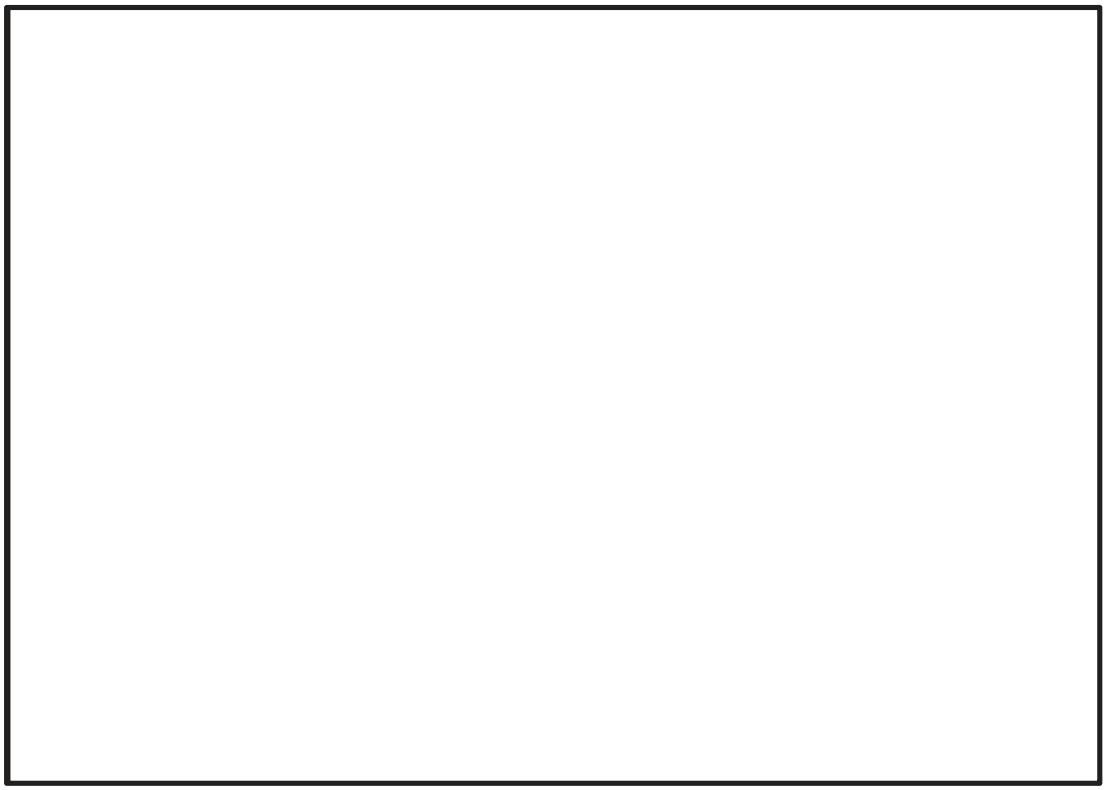


第3図　不等沈下による対策箇所（補強材敷設）（１／２）

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



第 3 図　不等沈下による対策箇所（補強材敷設）（２／２）



第 4 図　地下構造物の損壊による対策箇所（H形鋼敷設）

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

３．「③ 周辺斜面が近接していること」に対する事前対策

(1) 保管場所

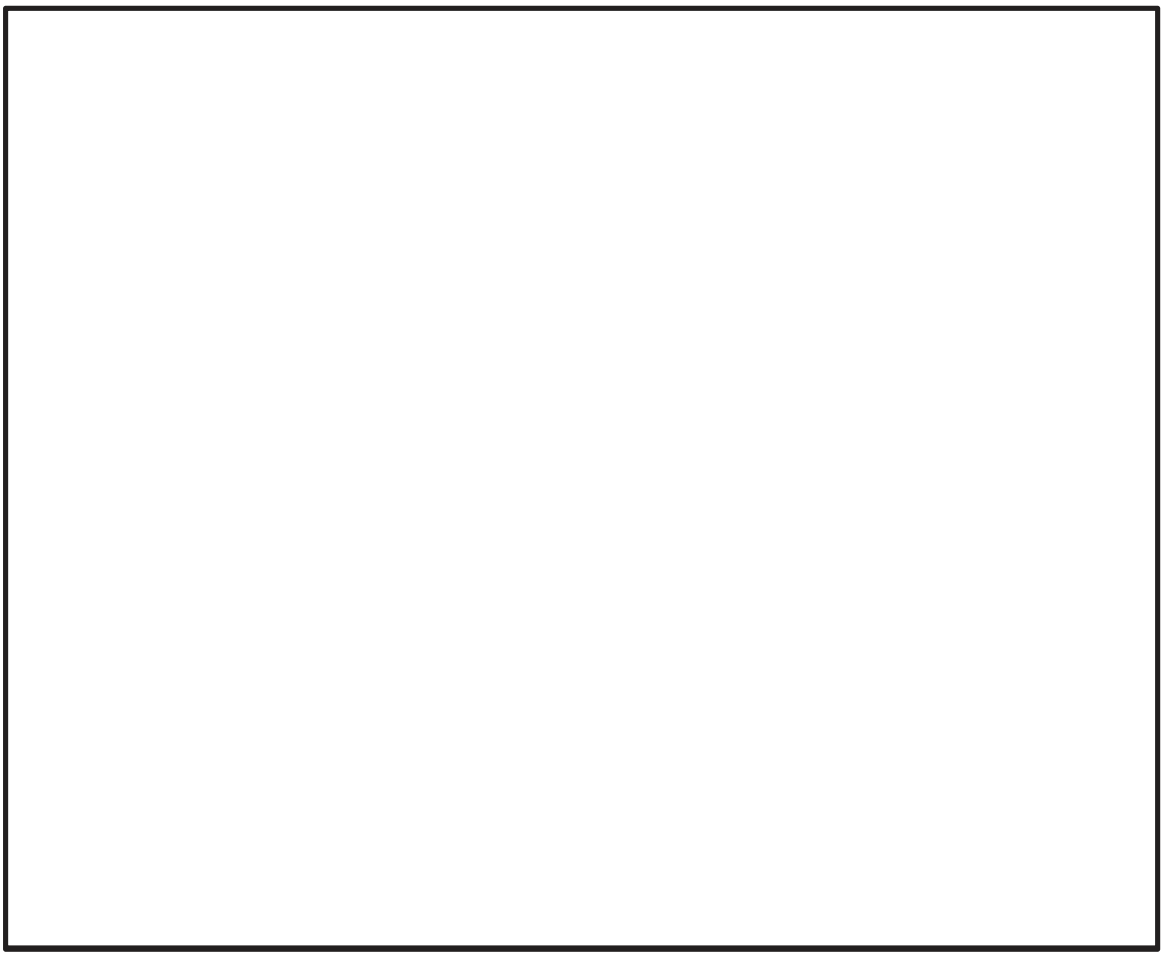
保管場所における「③ 周辺斜面が近接していること」に対する対策としては，敷地を造成のうえ周辺斜面の崩壊土砂の影響を受けない位置に保管場所を設定した。

また，一部離隔が確保できない斜面に対しては安定性評価を実施し，斜面の安定性を確認した。

(2) 屋外アクセスルート

屋外アクセスルートにおける「③ 周辺斜面が近接していること」に対する対策としては，屋外アクセスルートが周辺斜面の崩壊による土砂の影響を受けないよう，又は敷地下斜面のすべりによって屋外アクセスルートが影響を受けないように新たに道路を新設するとともに，敷地を造成のうえ，可搬型設備の運搬に必要な幅員が確保できるようにした。

また，一部離隔が確保できない斜面に対しては安定性評価を実施し，斜面の安定性を確認した。



第 5 図　周辺斜面等の状況

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

別紙(2)

海水取水ポイント及びホース敷設ルートについて

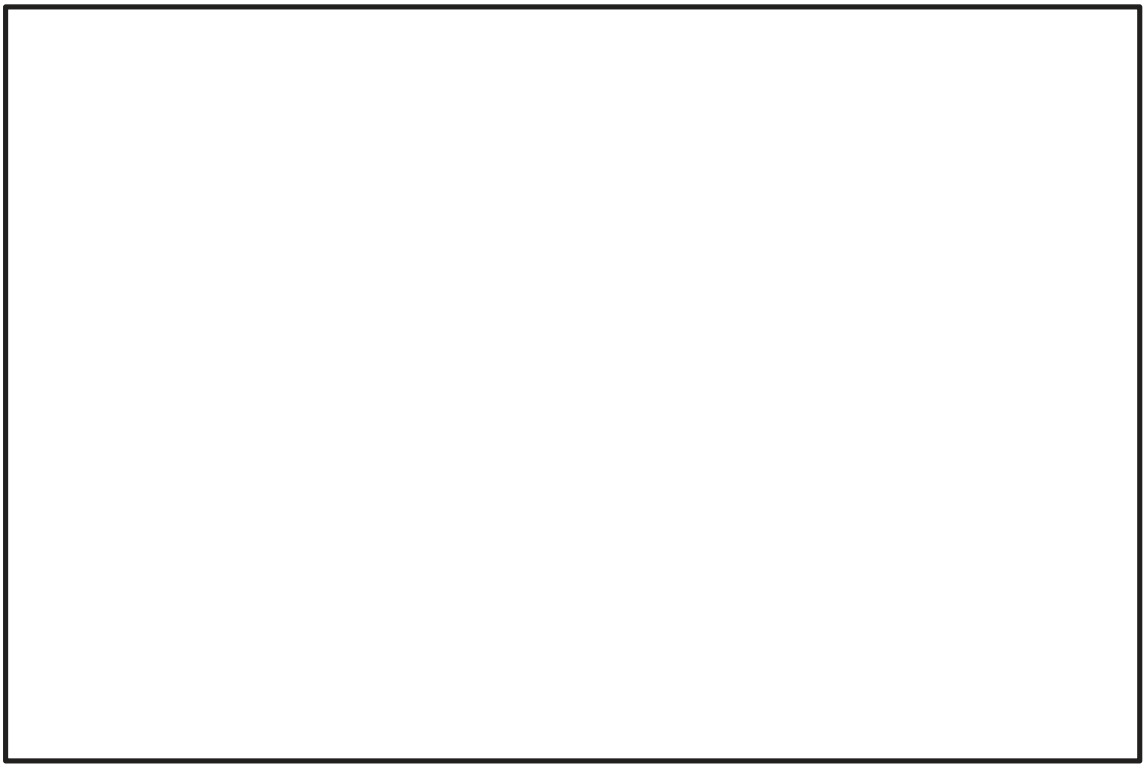
１．海水取水ポイント及び取水方法

(1) 海水取水ポイント

海水取水ポイントとして，２号取水口及び２号炉海水ポンプ室スクリーンエリアを選択し，各々から取水可能なよう手順を整備しており，仮に漂流物により１つの取水ポイントが影響を受けることがあっても，他方から取水が可能である。

なお，２号炉海水ポンプ室スクリーンエリアと２号取水口がどちらも使用可能である場合は，接続口に近い２号炉海水ポンプ室スクリーンエリアを優先して使用する。

また，２号炉海水ポンプ室スクリーンエリアと２号取水口が大型航空機落下の影響を受けた場合を想定し，同時に機能喪失した場合は，３号取水口，１号炉海水ポンプ室スクリーンエリア，３号炉海水ポンプ室スクリーンエリアより海水を取水することで対応可能である。



第１図　海水取水ポイント位置関係図

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(2) 海水取水方法

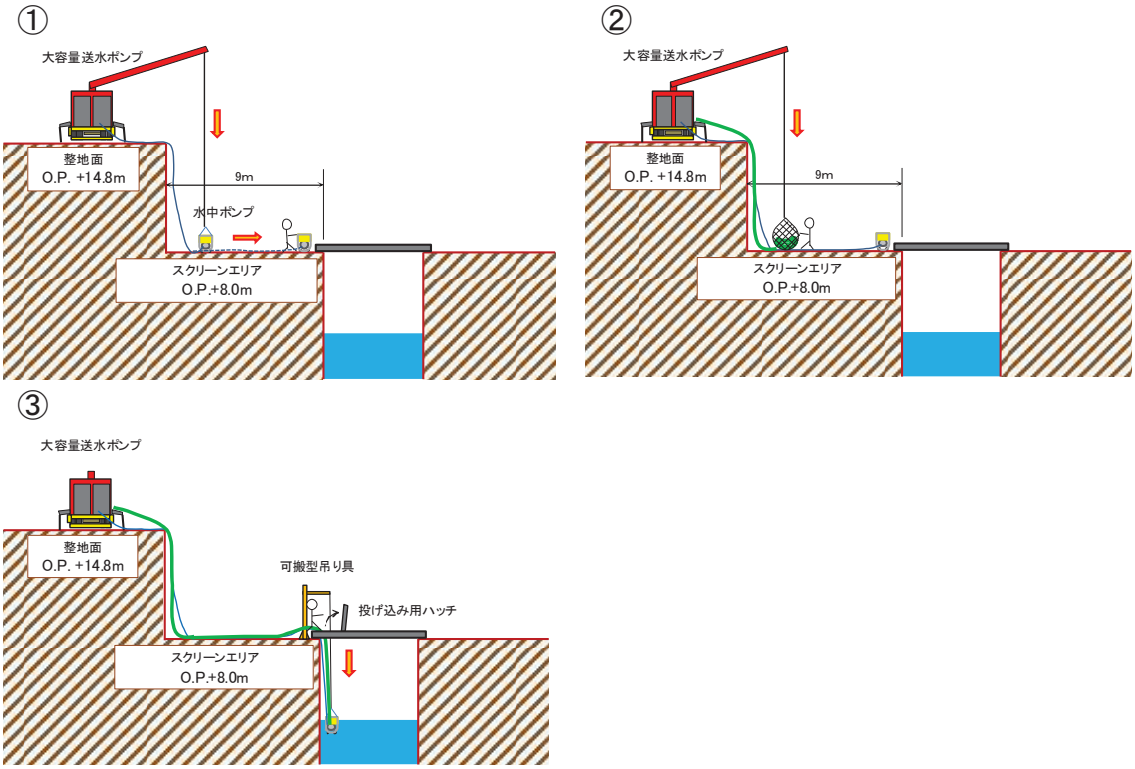
２号炉海水ポンプ室スクリーンエリアからの海水取水方法について，以下に示す。

津波による影響については，津波により浸水することが考えられるが，取水路をとおした湧き上がりによるものであることから，大きな波力は生じないと考えられる。２号炉海水ポンプ室スクリーンエリアには作業の支障になるような構造物はないことから作業性や海水取水に影響はない。

また，海水取水のための作業については津波によるスクリーンエリア浸水より10 時間経過後であっても問題ないことから浸水した水が取水路をとおして排水されたあとに実施する。

① 防潮壁のゲートから大容量送水ポンプを防潮壁内に進入させスクリーンエリア付近(0.P.+14.8m)に寄せ付ける。その後，水中ポンプを大容量送水ポンプ付属のクレーンでスクリーンエリアに降ろし，投入箇所付近まで人力で運搬する。
② 大容量送水ポンプに接続したホースをスクリーンエリアまで人力で降ろしたあと，スクリーンエリアに敷設する分のホースを大容量送水ポンプ付属のクレーンで吊り降ろす。
③ 水中ポンプとホースを接続し，水中ポンプを投げ込み用ハッチから可搬型の吊り具により海面に吊り下ろす。

なお,スクリーンエリアの0.P.+8.0mへの移動については昇降階段を使用する。

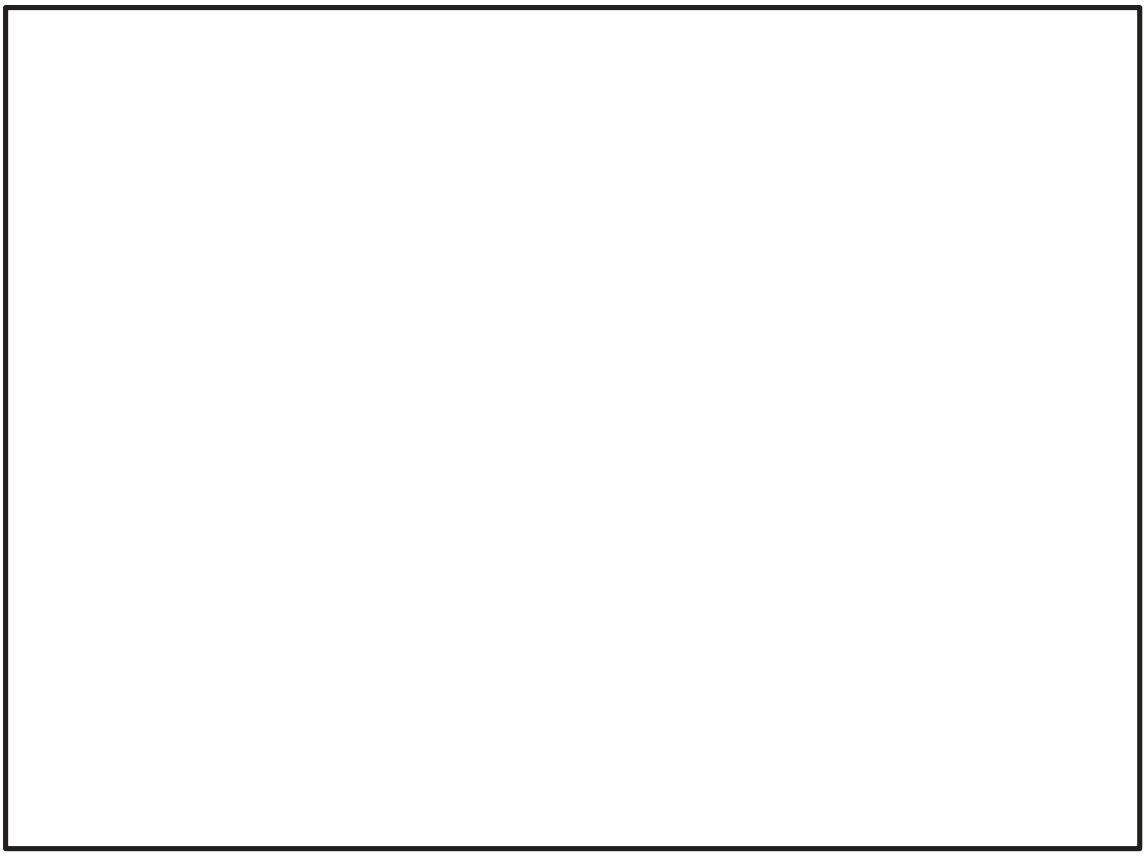


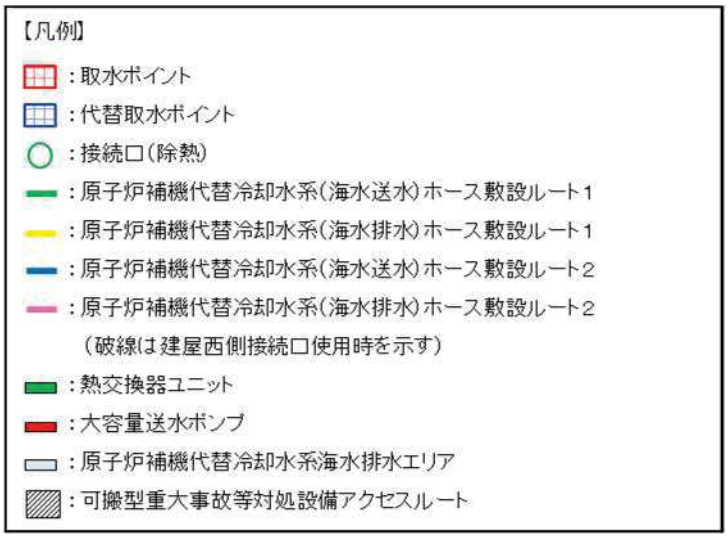
第２図　スクリーンエリアにおける水中ポンプ吊降ろし作業イメージ

２．海水取水ホース敷設ルート

(1) ホース敷設ルート

２号取水口及び２号炉海水ポンプ室スクリーンエリアからの海水取水ホースの敷設ルートについて第３図に示す。





第３図　原子炉補機代替冷却水系ホース敷設ルート図

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

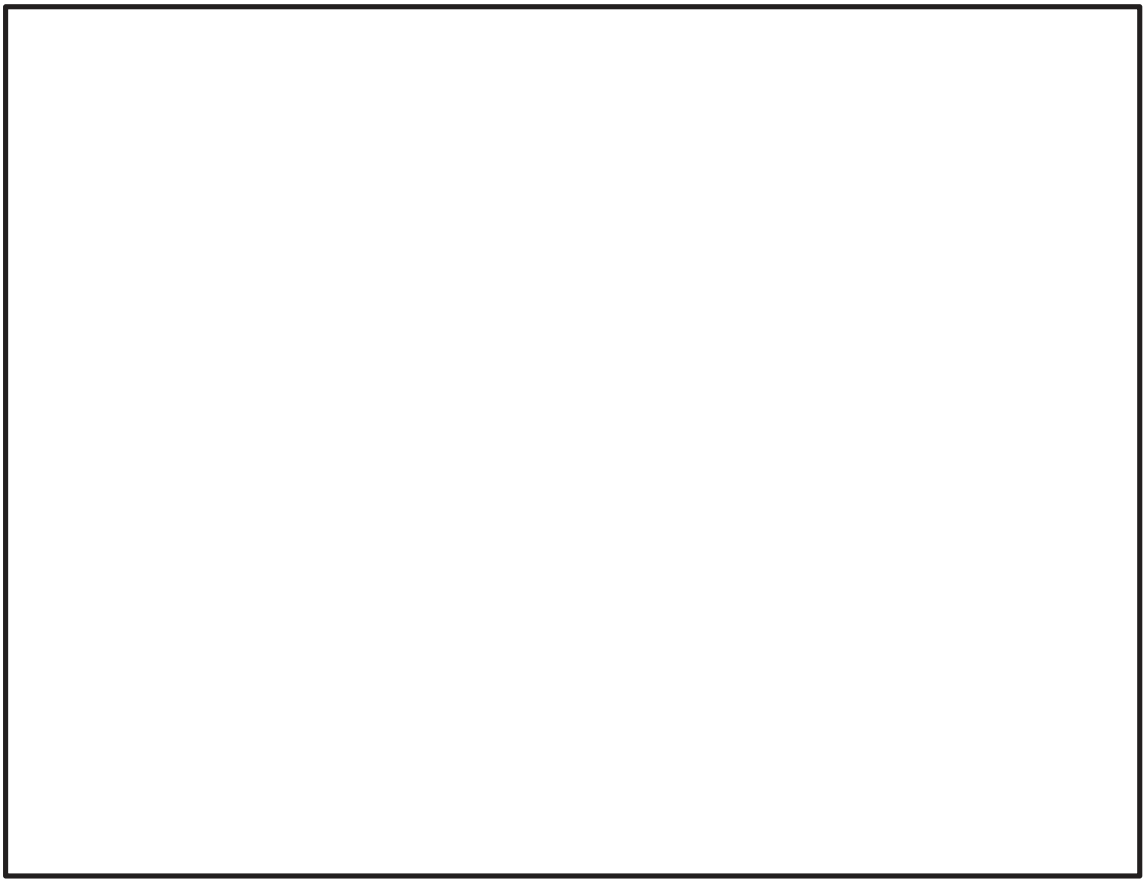
(2) 海水取水ルートの復旧時間評価

海水取水ルートの確保について，復旧により時間を要する２号取水口から取水する場合を想定しても，重要事故シーケンスの制限時間が最も短い時間内に原子炉補機代替冷却水系の設置準備が完了することを確認する。

a. 復旧ルート（除熱）

復旧するルートは復旧時間の最も長い組合せである，注水ルート（ルート１）（第 4 図参照）復旧後，原子炉補機代替冷却系ホース敷設ルート（第 5 図参照）を復旧する場合の時間を評価する。

なお，アクセスルート復旧方法や条件については，ルート１及び２の復旧方法及び条件と同様とする。（添付資料 1.0.2-102 参照）



第 4 図　注水ルート（ルート１）

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



第 5 図　除熱復旧ルート

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

b. 除熱ルート復旧時間評価結果

原子炉補機代替冷却水系のホース敷設ルートの復旧については第1表のとおり 67 分（1.2 時間）にて復旧が可能であることから，原子炉補機代替冷却水系準備制限時間の 24.0 時間までに熱交換器ユニットを設置できることを確認した。（有効性評価上は 1.2 時間を 1.6 時間として評価する）

なお，タイムチャートについては添付資料 1.0.2-110 参照。

第 1 表　原子炉補機代替冷却水系ホース敷設ルートの復旧時間評価結果

区間	距離 ［約 m］	評価項目	所要時間 ［分］	累積時間 ［分］
①→②	410	重機移動	3	3
②→③	50	がれき撤去	10	13
③→④	350	重機移動	3	16
		段差解消	51	67

別紙(3)

可搬型重大事故等対処設備の接続箇所について

1．可搬型設備接続箇所の考え方

可搬型設備のうち原子炉建屋の外から水又は電力を供給するものの接続口については，設置許可基準規則第 43 条第 3 項第 3 号の要求より，共通要因によって接続することができなくなることを防止するため，接続口を異なる複数の場所に設置する。

その他の可搬型設備の接続口については，必要な容量を確保することが可能な数を設けた上で，設備の信頼度等を考慮し，必要に応じて更なる安全性向上のために予備を確保する。

可搬型設備の接続口の一覧表を第 1 表及び第 2 表に，可搬型設備の接続方法を第 1 図に，建屋接続場所を第 2 図に示す。

第 1 表　可搬型設備のうち原子炉建屋の外から水又は電力を供給するもの

可搬型設備名称	口数	接続方法	仕様
大容量送水ポンプ（タイプⅠ） ・原子炉・格納容器下部注水接続口		嵌合	150A
大容量送水ポンプ（タイプⅠ） ・格納容器スプレイ接続口		嵌合	150A
大容量送水ポンプ（タイプⅠ） ・燃料プール注水接続口		嵌合	150A
熱交換器ユニット ・熱交換器ユニット接続口（RHR 供給）		嵌合	200A
熱交換器ユニット ・熱交換器ユニット接続口（RHR 戻り）		嵌合	200A
熱交換器ユニット ・熱交換器ユニット接続口（その他負荷供給）		嵌合	200A
熱交換器ユニット ・熱交換器ユニット接続口（その他負荷戻り）		嵌合	200A
電源車 ・電源車接続口		コネクタ接続	－

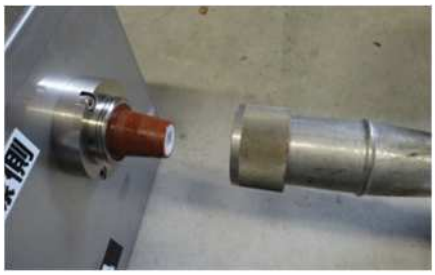
枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

第２表　その他の可搬型設備

可搬型設備名称	口数	接続方法	仕様
大容量送水ポンプ（タイプⅠ） ・復水貯蔵タンク接続口		嵌合	150A
大容量送水ポンプ（タイプⅠ） ・復水貯蔵タンク接続マンホール		フランジ接続	φ600
大容量送水ポンプ（タイプⅠ） ・フィルタ装置水接続口（屋外）		嵌合	65A
大容量送水ポンプ（タイプⅠ） ・フィルタ装置水・薬液接続口（屋内）		嵌合	65A
可搬型窒素ガス供給装置 ・可搬型窒素ガス供給装置接続口		接合金具	50A



嵌合



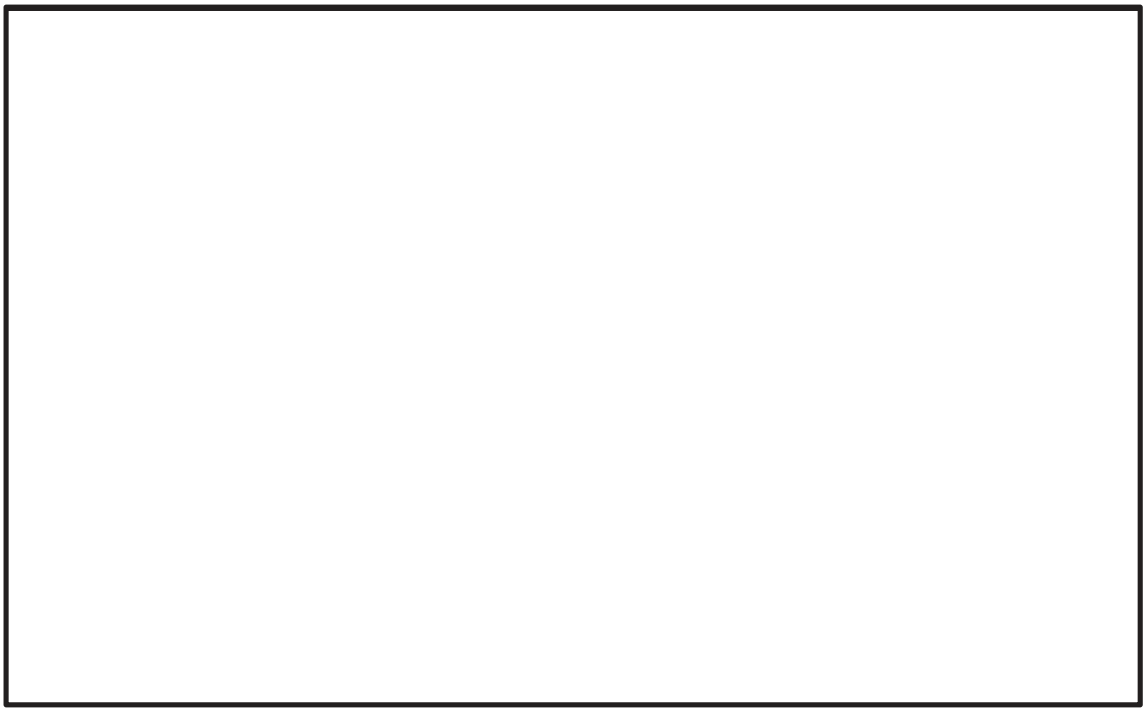
コネクタ接続



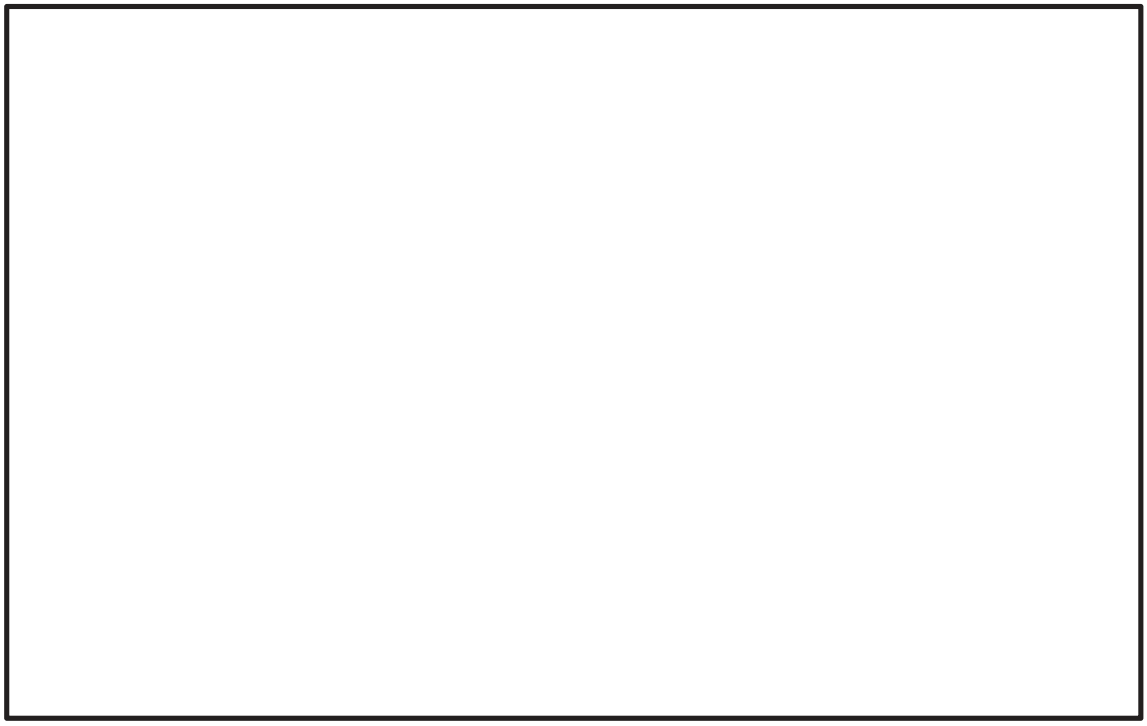
接合金具

第１図　可搬型設備の接続方法

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

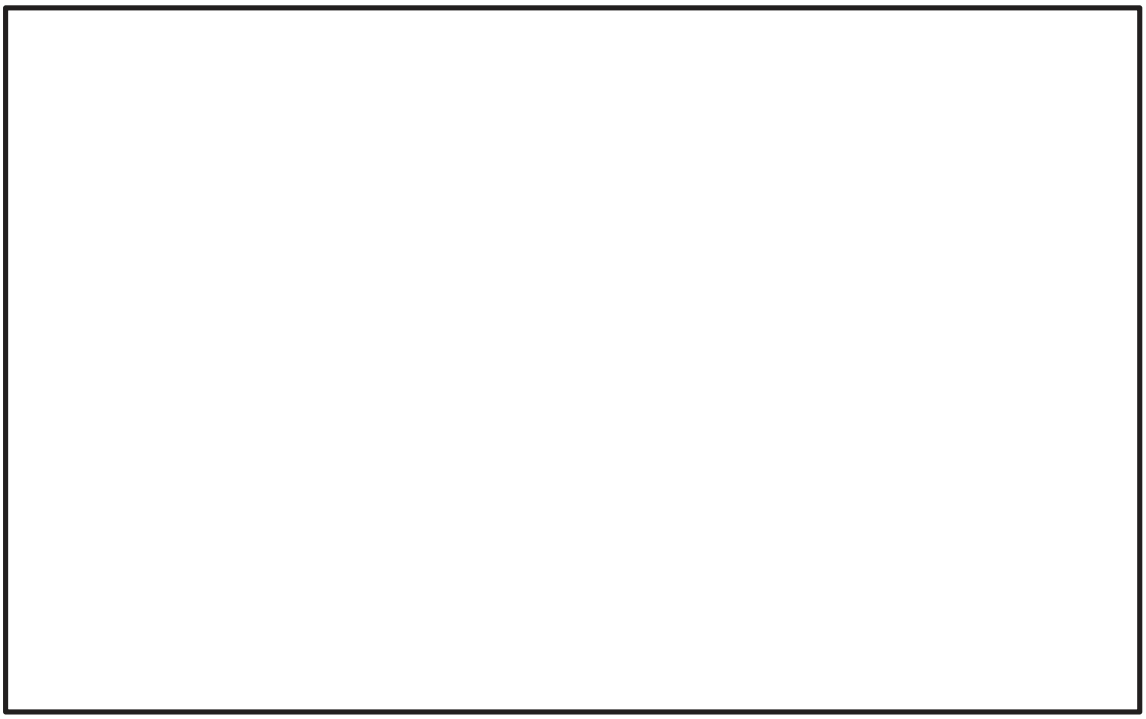


第２図　建屋接続場所（１／６）

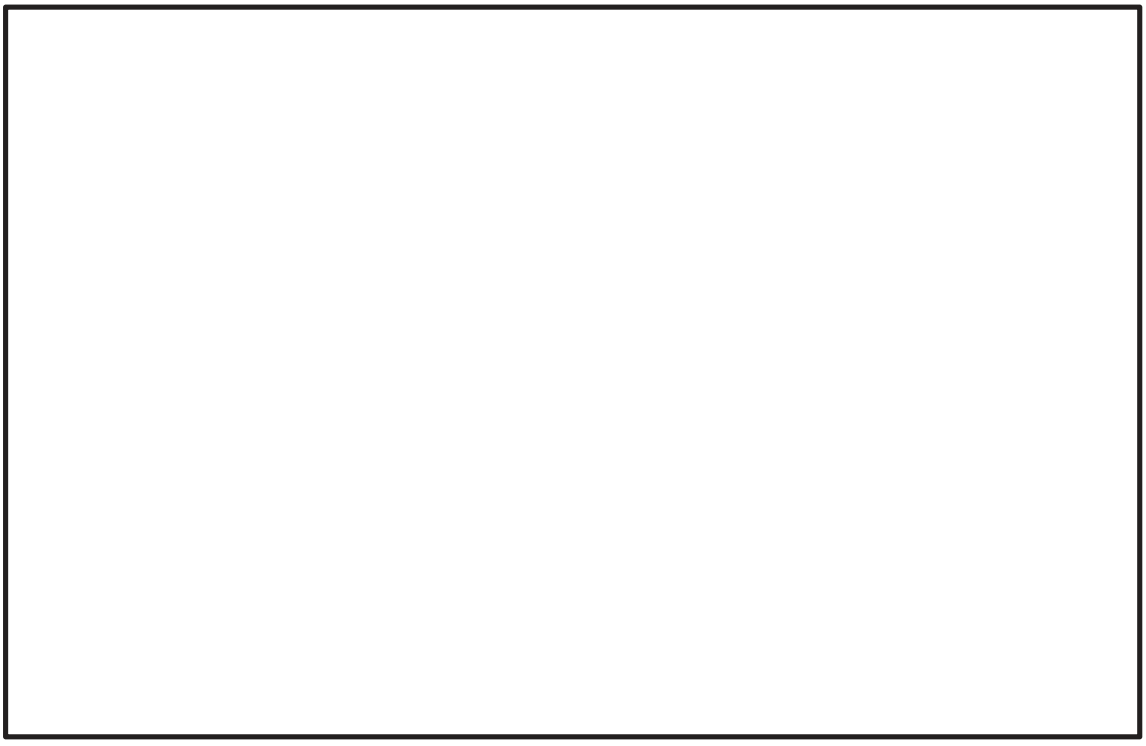


第２図　建屋接続場所（２／６）

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

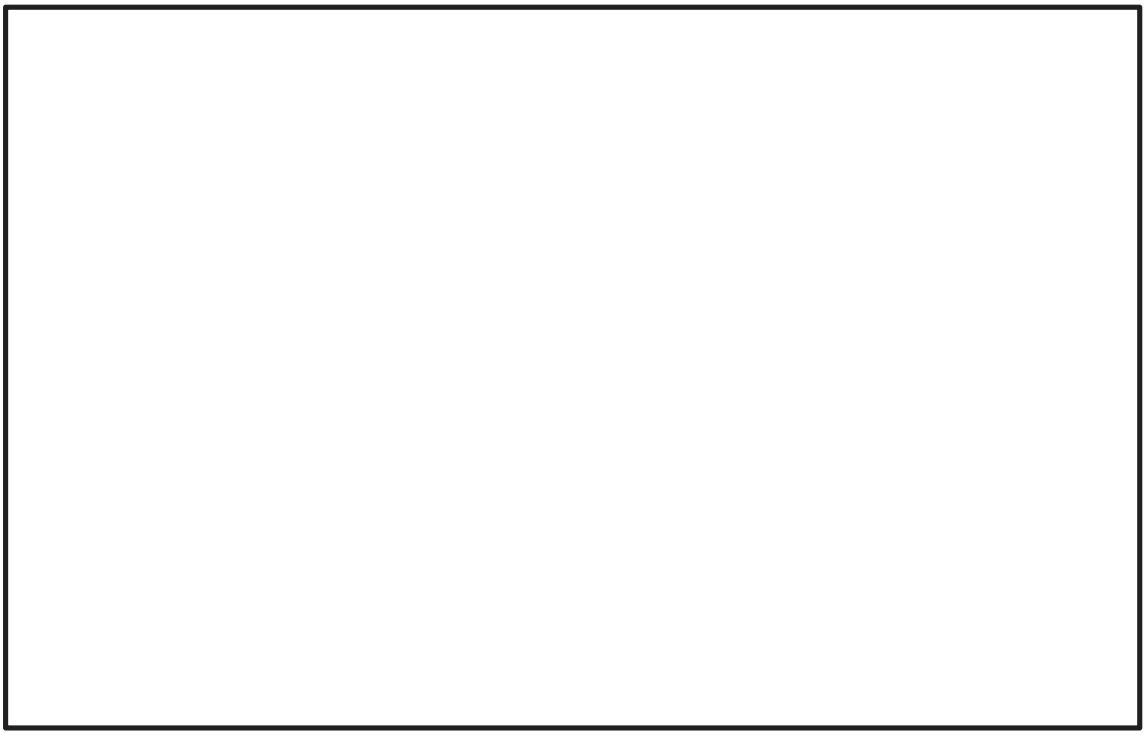


第２図　建屋接続場所（３／６）

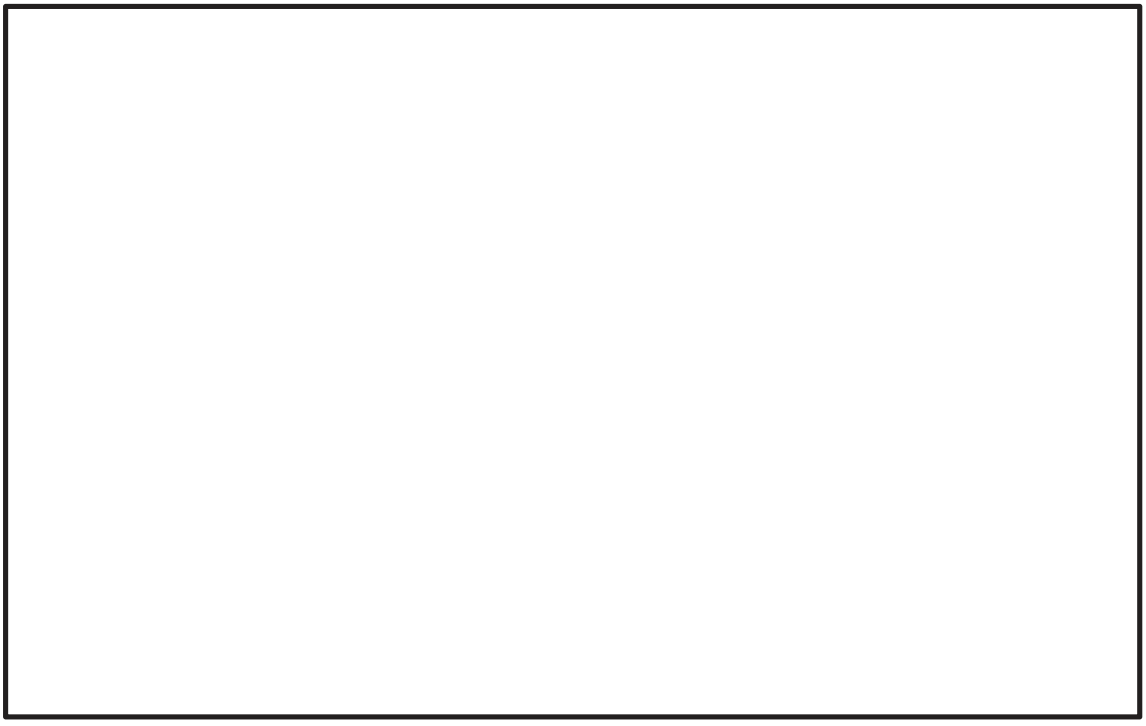


第２図　建屋接続場所（４／６）

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　建屋接続場所（５／６）



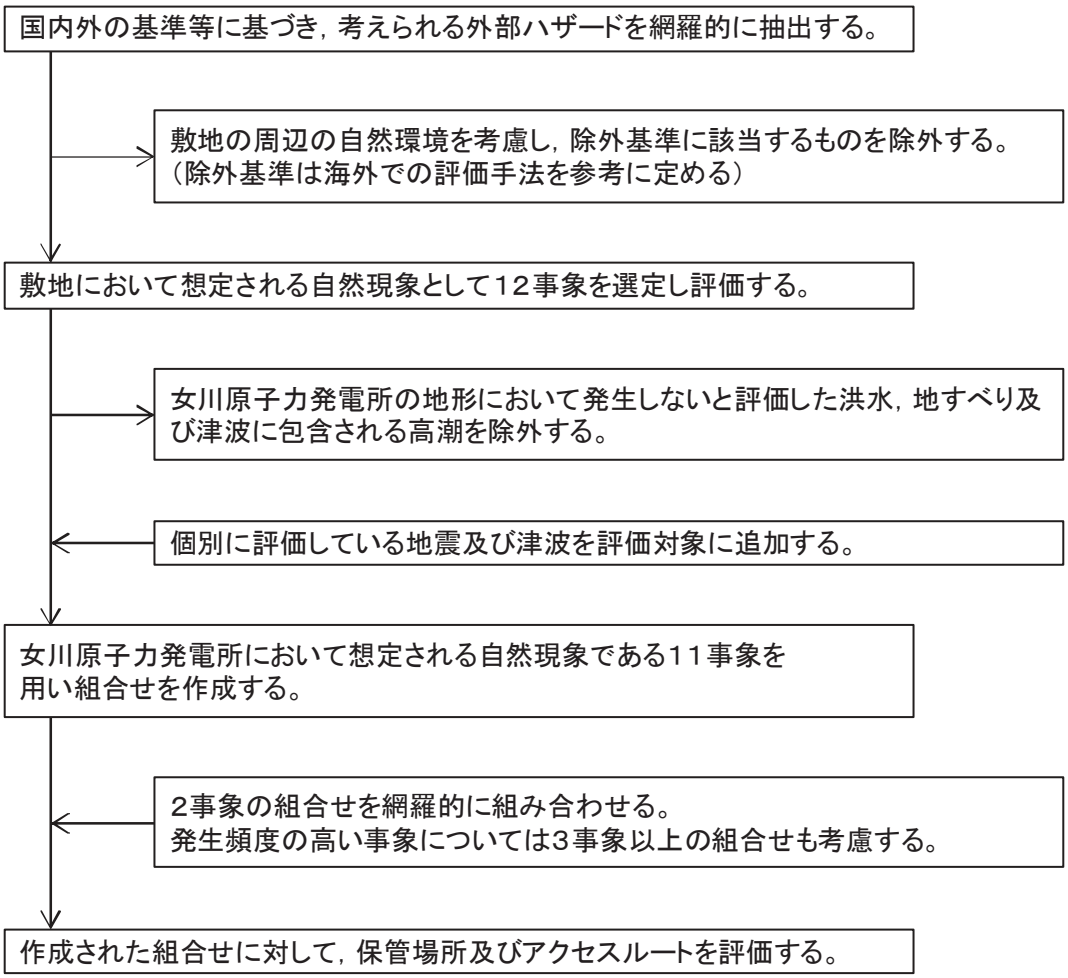
第２図　建屋接続場所（６／６）

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

自然現象の重畳による影響について

１．自然現象の組合せ

可搬型設備保管場所及びアクセスルートにおいて考慮する自然現象の組合せ事象の評価フローを第１図に示す。



第１図　自然現象の組合せの評価フロー

(1) 組合せを検討する自然現象

自然現象の組合せについては，発電所敷地で想定される自然現象（地震，津波を除く。）として抽出された 12 事象から，洪水，地すべり及び高潮を除いた９事象に，地震及び津波を加えた 11 事象で網羅的に組合せの検討を実施する。

組合せを検討する女川原子力発電所で想定される自然現象は以下に示すとおりである。

・風（台風）
・竜巻
・凍結
・降水
・積雪
・落雷
・火山の影響
・生物学的事象
・森林火災
・地震
・津波

組合せに当たっては，発生頻度が比較的高いと考えられる風（台風），凍結，降水又は積雪について，その他の自然現象と組み合せる前に同時に発生するものとして取り扱う。

ただし，凍結と降水，降水と積雪の組合せは同時に発生することは考えられない，又は与える影響が自然現象を重ね合わせることで個々の自然現象が与える影響より緩和されることを考慮し，11 事象のうち，風（台風），凍結，降水，積雪以外の自然現象との組合せは，風（台風）＋降水及び風（台風）＋凍結＋積雪の２つをあらかじめ想定する。

以上を踏まえた自然現象の組合せを第 1 表に示す。

第１表　自然現象の組合せ

		A	B	C	D	E	F	G	H	I
		※１	※２	竜巻	落雷	火山の影響	生物学的事象	森林火災	地震	津波
A	※１									
B	※２	1								
C	竜巻	2	9							
D	落雷	3	10	16						
E	火山の影響	4	11	17	22					
F	生物学的事象	5	12	18	23	27				
G	森林火災	6	13	19	24	28	31			
H	地震	7	14	20	25	29	32	34		
I	津波	8	15	21	26	30	33	35	36	

※１：風（台風）＋降水

※２：風（台風）＋凍結＋積雪

(2) 影響モードの整理

各自然現象がもたらす影響モードを第 2 表に示す。また，可搬型設備，屋外アクセスルート及び屋内アクセスルートに影響を及ぼす影響モードについて第3表のとおり整理した。

第 2 表　想定される自然現象とプラントにもたらす影響モード

	影響モード								
	荷重	温度	閉塞	浸水	電気的影響	腐食	磨耗	アクセス性	視認性
風（台風）	○	—	—	—	—	—	—	○	—
竜巻	○	—	—	—	—	—	—	○	—
凍結	—	○	○	—	—	—	—	○	—
降水	—	—	—	○	—	—	—	—	○
積雪	○	—	—	—	—	—	—	○	○
落雷	—	—	—	—	○	—	—	—	—
火山の影響	○	—	○	—	○	○	○	○	○
生物学的事象	—	—	○	—	○	—	—	—	—
森林火災	—	○	○	—	○	—	○	○	○
地震	○	—	—	—	—	—	—	○	○
津波	○	—	—	○	—	—	—	○	—

第 3 表　可搬型設備，屋外アクセスルート及び
屋内アクセスルートに影響を及ぼす影響モード

	影響を及ぼす影響モード								
	荷重	温度	閉塞	浸水	電気的影響	腐食	磨耗	アクセス性	視認性
可搬型設備	○	○	○	○	○	○	○	—	—
屋外アクセスルート	—	—	—	—	—	—	—	○	—
屋内アクセスルート	○	—	—	○	—	—	—	—	—

(3) 組合せの評価

第1表に示すA，B及び1から36までの自然現象の組合せについて，保管場所，屋外ルート，屋内ルートに対して第4表のとおり影響を評価した，自然現象を組み合わせたとしても重大事故への対応は可能であることを確認した。

なお，荷重の影響モードをもつ自然現象については，津波と地震，地震と積雪と風（台風），津波と積雪と風（台風）及び火山の影響と風（台風）と積雪の組合せを考慮するが，これらについては，事象が重畳したとしても荷重による影響の程度が変化するのみである。

第4表　自然現象の組合せによる影響評価

番号	評価	
A 風(台風) ＋降水	保管場所	風（台風）及び降水の個別評価と変わらない。
	屋外ルート	降水時に風（台風）による飛散物の撤去作業を行う必要があるため，作業効率が低下するものの，全く作業ができなくなることは考えにくい。 また，風（台風）による飛散物により構内排水路が閉塞し，降水によって冠水する可能性があるが，構内排水路については，大雨や台風の接近が予想される場合は事前の点検を実施し，必要に応じて清掃を行い，排水機能を維持することから風（台風）及び降水が重畳しても影響はない。
	屋内ルート	建屋内のため影響なし。
B 風(台風) ＋凍結 ＋積雪	保管場所	荷重の観点からは，風(台風)及び積雪による荷重が考えられるが，除雪を行うことにより対処が可能なため風（台風）及び積雪の個別評価と変わらない。 その他については，凍結の個別評価と変わらない。
	屋外ルート	除雪作業と風（台風）による飛散物の撤去作業を行う必要があるため，作業量が増加するが，風（台風）による飛散物は少ないと考えられるため，重機による除雪作業及びがれき撤去は可能である。また，凍結した場合でも，重機はキャタピラー駆動であることから，除雪作業及びがれき撤去可能である。
	屋内ルート	建屋内のため影響なし。
1 風(台風) ＋降水 ＋凍結 ＋積雪	保管場所	降水と凍結は個々の影響より緩和されることから本事象の組合せは評価不要である。降水と積雪は同時に発生するとは考えられない，又は個々の影響より緩和されることから本事象の組合せは評価不要である。
	屋外ルート	同上
	屋内ルート	同上
2 風(台風) ＋降水 ＋竜巻	保管場所	荷重の観点からは，風（台風）及び竜巻による影響が考えられるが，竜巻の評価に包絡される。 浸水の観点からは，Aの個別評価と変わらない。
	屋外ルート	風（台風）と竜巻の飛散物撤去作業必要であり作業物量が増加するが，風（台風）による飛散物は少ないと考えられること，竜巻による飛散物の影響範囲は限定的であると考えられることから，重機によるがれき撤去は可能である。 また，風（台風）及び竜巻による飛散物により構内排水路が閉塞し，降水によって冠水する可能性があるが，構内排水路については，大雨や台風の接近が予想される場合は事前の点検を実施し，必要に応じて清掃を行い，排水機能を維持することからA及び竜巻が重畳しても影響はない。
	屋内ルート	建屋内のため影響なし。
3 風(台風) ＋降水 ＋落雷	保管場所	A及び落雷の個別評価と変わらない。
	屋外ルート	落雷はアクセス性に影響を与えないことから，Aの重畳評価と同様。
	屋内ルート	建屋内のため影響なし。

第4表　自然現象の組合せによる影響評価

番号	評　価	
4 風（台風） ＋降水 ＋火山の 影響	保管場所	荷重の観点からは，風(台風)及び降下火砕物による荷重，また，降水による湿分吸着による荷重増大が考えられるが，除灰を行うことにより対処が可能であるため影響がない。 その他はA及び火山の影響の個別評価と変わらない。
	屋外ルート	除灰作業と風（台風）による飛散物の撤去作業を行う必要があるため，作業量が増加するが，風（台風）による飛散物は少ないと考えられること，火山の影響による降下火砕物の堆積は時間的余裕があることから重機によるがれき撤去及び除灰作業は可能である。 また，風（台風）飛散物により構内排水路が閉塞し，降水によって冠水する可能性があるが，構内排水路については，大雨や台風の接近が予想される場合は事前の点検を実施し，必要に応じて清掃を行い，排水機能を維持すること及び火山の影響による降下火砕物は粒径が小さいことから構内排水路が閉塞することは考えられないことから風（台風），降水及び火山の影響が重畳しても影響はない。
	屋内ルート	建屋内のため影響なし。
5 風（台風） ＋降水 ＋生物学 的事象	保管場所	A及び生物学的事象の個別評価と変わらない。
	屋外ルート	生物学的事象はアクセス性に影響を与えないことから，Aの評価と同様。
	屋内ルート	建屋内のため影響なし。
6 風（台風） ＋降水 ＋森林火 災	保管場所	A及び森林火災の個別評価と変わらない。
	屋外ルート	風（台風）による飛散物の撤去作業を森林火災発生中に対応する必要があるが，アクセスルートは防火帯内に設定しており，森林火災発生時においても作業可能なことは確認していることから，重機によるがれき撤去作業は可能である。 防火帯内植生による火災については，自衛消防隊がアクセスルート周辺の消火活動を行うことにより対処が可能である。 なお，降水を考慮した場合は森林火災を緩和する方向のため考慮しない。
	屋内ルート	森林火災の個別評価と変わらない。
7 風（台風） ＋降水 ＋地震	保管場所	荷重の観点からは地震の加振力と風荷重が同時に作用した場合が考えられるが，ともに最大荷重の継続時間が短く，同時に発生する確率が低いため，重畳は考慮しない。 その他はA及び地震の個別評価と変わらない。
	屋外ルート	風（台風）による飛散物及び地震によるがれきを撤去する必要があるが，風（台風）による飛散物は少ないと考えられること，地震によるがれき撤去成立性は確認済みであることから重機によるがれき撤去は可能である。 また，風（台風）による飛散物により構内排水路が閉塞し，降水によって冠水する可能性があるが，構内排水路については，大雨や台風の接近が予想される場合は事前の点検を実施し，必要に応じて清掃を行い，排水機能を維持すること，及び途中の流路において一部損壊が生じても地表水は防潮堤下部に設置する排水管を通じて海側へ排水されるため風（台風），降水及び地震が重畳しても影響はない。
	屋内ルート	地震の個別評価と変わらない。
8 風（台風） ＋降水 ＋津波	保管場所	荷重の観点からは風（台風）及び津波の影響が考えられるが，津波防護施設及び浸水防止設備により津波が敷地内に到達することはないことから，風（台風）及び津波の個別評価と変わらない。 浸水の観点からは津波及び降水の影響が考えられるが，津波防護施設及び浸水防止設備により津波が敷地内に到達することはないことから，降水及び津波の個別評価と変わらない。
	屋外ルート	排水設備による降水の排水が津波によって不可能となり，冠水する可能性があるが，津波の継続時間は短く，津波後に排水設備により排水されることによりアクセス性に影響は与えない。
	屋内ルート	Aに対しては建屋内にあるため影響なし。 津波に対しては，津波防護施設及び浸水防止設備により津波が敷地内に到達することはないことから影響なし。

第4表　自然現象の組合せによる影響評価

番号	評　価	
9 風(台風) ＋凍結 ＋積雪 ＋竜巻	保管場所	荷重の観点からは，風（台風），竜巻及び積雪による荷重が考えられるが，竜巻による荷重の影響に包含される。 その他は，B及び竜巻の個別評価と変わらない。
	屋外ルート	風（台風）と竜巻の飛散物撤去作業及び除雪作業が必要であり作業物量が増加するが，風（台風）による飛散物は少ないと考えられること，竜巻による飛散物の影響範囲は限定的であると考えられること，積雪は予測可能であり事前に対応可能であることから，重機によるがれき撤去及び除雪作業は可能である。 また，凍結した場合でも，重機はキャタピラー駆動であることから，がれき撤去作業及び除雪作業は可能である。
	屋内ルート	建屋内のため影響なし。
10 風(台風) ＋凍結 ＋積雪 ＋落雷	保管場所	Ｂ及び落雷の個別評価と変わらない。
	屋外ルート	落雷はアクセス性に影響を与えないことから，Ｂの個別評価と変わらない。
	屋内ルート	建屋内のため影響なし。
11 風(台風) ＋凍結 ＋積雪 ＋火山の影響	保管場所	荷重の観点からは，風（台風），積雪及び降下火砕物による荷重が考えられるが，除雪，除灰を行うことにより対処が可能なためＢ及び火山の影響の個別評価と変わらない。 その他は，Ｂ及び火山の影響の個別評価と変わらない。
	屋外ルート	除灰作業，除雪作業及び風（台風）による飛散物の撤去作業を行う必要があるため，作業量が増加するが，風（台風）による飛散物は少ないと考えられること，火山の影響による降下火砕物の堆積は時間的余裕があること，積雪は予測可能であり事前に対応可能であることから，重機によるがれき撤去，除灰作業及び除雪作業は可能である。 また，凍結した場合でも，重機はキャタピラー駆動であることから，がれき撤去，除灰作業及び除雪作業は可能である。
	屋内ルート	建屋内のため影響なし。
12 風(台風) ＋凍結 ＋積雪 ＋生物学的事象	保管場所	Ｂ及び生物学的事象の個別評価と変わらない。
	屋外ルート	生物学的事象はアクセス性に影響を与えないことから，Ｂの個別評価と変わらない。
	屋内ルート	建屋内のため影響なし。
13 風(台風) ＋凍結 ＋積雪 ＋森林火災	保管場所	荷重の観点からは，風(台風)及び積雪による荷重が考えられるが，除雪を行うことにより対処が可能なため風（台風）及び積雪の個別評価と変わらない。 その他については，Ｂ及び森林火災の個別評価と変わらない。
	屋外ルート	風（台風）による飛散物の撤去作業を森林火災発生中に対応する必要があるが，アクセスルートは防火帯内に設定しており，森林火災発生時においても作業可能なことは確認していることから，重機によるがれき撤去作業は可能である。 防火帯内植生による火災については，自衛消防隊がアクセスルート周辺の消火活動を行うことにより対処が可能である。 また，凍結及び積雪を考慮した場合は森林火災を緩和する方向にある。
	屋内ルート	森林火災の個別評価と変わらない。
14 風(台風) ＋凍結 ＋積雪 ＋地震	保管場所	荷重の観点からは地震の加振力と風荷重が同時に作用した場合が考えられるが，ともに最大荷重の継続時間が短く，同時に発生する確率が低いため，重畳は考慮しない。また，積雪による荷重も考えられるが，除雪を行うことにより対処可能である。 その他は，Ｂ及び地震の個別評価と変わらない。
	屋外ルート	除雪作業及び地震によるがれきを撤去する必要があるが，積雪は予測可能であり事前に対応可能であること，地震によるがれき撤去成立性は確認済みであることから重機による除雪作業及びがれき撤去は可能である。 また，凍結した場合でも，重機はキャタピラー駆動であることから，がれき撤去，段差復旧作業及び除雪作業は可能である。
	屋内ルート	地震の個別評価と変わらない。

第 4 表　自然現象の組合せによる影響評価

番号	評価	
15 風（台風） ＋凍結 ＋積雪 ＋津波	保管場所	荷重の観点からは風（台風），積雪及び津波の影響が考えられるが，津波防護施設及び浸水防止設備により津波が敷地内に到達することはないことから，Ｂの個別評価と変わらない。 その他は，Ｂ及び津波の個別評価と変わらない。
	屋外ルート	津波防護施設及び浸水防止設備により敷地内に到達することはないことから，Ｂ及び津波の個別評価と変わらない。
	屋内ルート	Ｂに対しては建屋内にあるため影響なし。 津波に対しては，津波防護施設及び浸水防止設備により津波が敷地内に到達することはないことから影響なし。
16 竜巻 ＋落雷	保管場所	竜巻及び落雷の個別評価と変わらない。
	屋外ルート	落雷はアクセス性に影響を与えないことから，竜巻個別評価と変わらない。
	屋内ルート	建屋内のため影響なし。
17 竜巻 ＋火山の 影響	保管場所	荷重の観点からは，竜巻及び降下火砕物による荷重が考えられるが，各事象が重畳する頻度は十分低いことから考慮しない。 その他については，竜巻及び火山の影響の個別評価と変わらない。
	屋外ルート	竜巻の飛散物撤去作業及び除灰作業が必要であり作業物量が増加するが，竜巻による飛散物の影響範囲は限定的であると考えられること，火山の影響による降下火砕物の堆積は時間的余裕があることから，重機によるがれき撤去及び除灰作業は可能である。
	屋内ルート	建屋内のため影響なし。
18 竜巻 ＋生物学 的事象	保管場所	竜巻及び生物学的影響の個別評価と変わらない。
	屋外ルート	生物学的事象はアクセス性に影響を与えないことから，竜巻個別評価と変わらない。
	屋内ルート	建屋内のため影響なし。
19 竜巻 ＋森林火 災	保管場所	竜巻及び森林火災の個別評価と変わらない。（風速が上昇するものの，影響は限定的と考えられる。）
	屋外ルート	竜巻による飛散物の撤去作業を森林火災発生中に対応する必要があるが，アクセスルートは防火帯内に設定しており，森林火災発生時においても作業可能なことは確認していることから，重機によるがれき撤去作業は可能である。 防火帯内植生による火災については，自衛消防隊がアクセスルート周辺の消火活動を行うことにより対処が可能である。
	屋内ルート	森林火災の個別評価と変わらない。
20 竜巻 ＋地震	保管場所	竜巻と地震による荷重が考えられるが，両者は独立事象であるとともに，各事象が重畳する頻度は十分低いことから，組合せは考慮しない。
	屋外ルート	竜巻による飛散物撤去作業，地震によるがれき撤去作業を実施する必要があることから，作業物量が増加するが，竜巻による飛散物の影響範囲は限定的であると考えられること，地震によるがれき撤去成立性は確認済みであることから重機によるがれき撤去は可能である。
	屋内ルート	地震の個別評価と変わらない。
21 竜巻 ＋津波	保管場所	竜巻と津波による荷重が考えられるが，両者は独立事象であるとともに，各事象が重畳する頻度は十分低いことから，組合せは考慮しない。
	屋外ルート	津波防護施設及び浸水防止設備により敷地内に到達することはないことから，竜巻及び津波の個別評価と変わらない。
	屋内ルート	竜巻に対しては建屋内にあるため影響なし。 津波に対しては，津波防護施設及び浸水防止設備により津波が敷地内に到達することはないことから影響なし。
22 落雷 ＋火山の 影響	保管場所	落雷及び火山の影響の個別評価と変わらない。
	屋外ルート	落雷はアクセス性に影響を与えないことから，火山の影響の個別評価と変わらない。
	屋内ルート	建屋内のため影響なし。

第 4 表　自然現象の組合せによる影響評価

番号	評価	
23 落雷 ＋生物学的事象	保管場所	落雷及び生物学的事象の個別評価と変わらない。
	屋外ルート	落雷及び生物学的事象はアクセス性に影響を与えないことから，アクセスルートが影響を受けることはない，
	屋内ルート	建屋内のため影響なし。
24 落雷 ＋森林火災	保管場所	落雷及び森林火災の個別評価と変わらない。
	屋外ルート	落雷はアクセス性に影響を与えないことから，森林火災の個別評価と変わらない。
	屋内ルート	森林火災の個別評価と変わらない。
25 落雷 ＋地震	保管場所	地震により避雷針が損傷することにより，落雷の影響が考えられるが，保管場所は位置的分散を図っていることから影響はない。
	屋外ルート	落雷はアクセス性に影響を与えないことから，地震の個別評価と変わらない。
	屋内ルート	地震の個別評価と変わらない。
26 落雷 ＋津波	保管場所	落雷及び津波の個別評価と変わらない。
	屋外ルート	落雷はアクセス性に影響を与えないことから，津波の個別評価と変わらない。
	屋内ルート	落雷に対しては建屋内にあるため影響なし。 津波に対しては，津波防護施設及び浸水防止設備により津波が敷地内に到達することはないことから影響なし。
27 火山の影響 ＋生物学的事象	保管場所	火山の影響及び生物学的事象の個別評価と変わらない。
	屋外ルート	生物学的事象はアクセス性に影響を与えないことから，火山の影響の個別評価と変わらない。
	屋内ルート	建屋内のため影響なし。
28 火山の影響 ＋森林火災	保管場所	火山の影響及び森林火災の個別評価と変わらない。
	屋外ルート	除灰作業を森林火災発生中に対応する必要があるが，アクセスルートは防火帯内に設定しており，森林火災発生時においても作業可能なことは確認していることから，重機による除灰作業は可能である。
	屋内ルート	森林火災の個別評価と変わらない。
29 火山の影響 ＋地震	保管場所	荷重の観点からは，地震及び降下火砕物による荷重が考えられるが，両者は独立事象であるとともに，各事象が重畳する頻度は十分低いことから，荷重の組合せは考慮しない。その他は，落雷及び火山の影響の個別評価と変わらない。
	屋外ルート	除灰作業及び地震によるがれき撤去作業を実施する必要があることから，作業物量が増加するが，火山の影響による降下火砕物の堆積は時間的余裕があること，地震によるがれき撤去成立性は確認済みであることから重機による除灰作業及びがれき撤去は可能である。
	屋内ルート	地震の個別評価と変わらない。
30 火山の影響 ＋津波	保管場所	荷重の観点からは，津波及び降下火砕物による荷重が考えられるが，両者は独立事象であるとともに，各事象が重畳する頻度は十分低いことから，荷重の組合せは考慮しない。その他は，火山の影響及び津波の個別評価と変わらない。
	屋外ルート	津波防護施設及び浸水防止設備により敷地内に到達することはないことから，火山の影響と津波を組み合わせたとしても，それぞれの個別評価と変わらない。
	屋内ルート	火山の影響に対しては建屋内にあるため影響なし。 津波に対しては，津波防護施設及び浸水防止設備により津波が敷地内に到達することはないことから影響なし。
31 生物学的事象 ＋森林火災	保管場所	生物学的事象及び森林火災の個別評価と変わらない。
	屋外ルート	生物学的事象はアクセス性に影響を与えないことから，生物学的事象及び森林火災の個別評価と変わらない。
	屋内ルート	森林火災の個別評価と変わらない。
32 生物学的事象 ＋地震	保管場所	生物学的事象及び森林火災の個別評価と変わらない。
	屋外ルート	生物学的事象はアクセス性に影響を与えないことから，生物学的事象及び地震の個別評価と変わらない。
	屋内ルート	地震の個別評価と変わらない。

第 4 表　自然現象の組合せによる影響評価

番号	評　　価	
33 生物学的 事象 ＋津波	保管場所	生物学的事象及び津波の個別評価と変わらない。
	屋外ルート	生物学的事象はアクセス性に影響を与えないことから，生物学的事象及び津波の個別評価と変わらない。
	屋内ルート	生物学的事象に対しては建屋内にあるため影響なし。 津波に対しては，津波防護施設及び浸水防止設備により津波が敷地内に到達することはないことから影響なし。
34 森林火災 ＋地震	保管場所	地震により防火帯が崩壊する可能性があるが，初期消火要員による消火活動を実施することにより対応可能である。
	屋外ルート	地震により防火帯が崩壊する可能性があるが，森林火災が発電所に到達するまでに予防散水等の対応が可能である。
	屋内ルート	地震の個別評価と変わらない。
35 森林火災 ＋津波	保管場所	森林火災及び津波の個別評価と変わらない。
	屋外ルート	津波防護施設及び浸水防止設備により敷地内に到達することはないことから，森林火災及び津波の個別評価と変わらない。
	屋内ルート	森林火災に対しては建屋内にあるため影響なし。 津波に対しては，津波防護施設及び浸水防止設備により津波が敷地内に到達することはないことから影響なし。
36 地震 ＋津波	保管場所	津波防護施設及び浸水防止設備により敷地内に到達することはないことから，地震及び津波の個別評価と変わらない。
	屋外ルート	津波防護施設及び浸水防止設備により敷地内に到達することはないことから，地震及び津波の個別評価と変わらない。
	屋内ルート	地震の個別評価と変わらない。 津波に対しては，津波防護施設及び浸水防止設備により津波が敷地内に到達することはないことから影響なし。

アクセスルート降灰・降雪除去時間評価について

１．ブルドーザの仕様

○ブレード幅：約 3.7m

○最大押し出し可能重量：9.12t

（土砂撤去実証実験より 9.12t 以上押し出せることを確認済）

○走行速度（１速）：前進 3.3km/h，後進 4.4km/h

○移動速度（３速）：前進 10.0km/h

２．降灰除去速度の算出

＜降灰条件＞

○厚さ：15cm（設計基準 ）

○単位体積重量：1.5t/m^3（「火山噴火と災害」（東京大学出版会，1997））

＜除去方法＞

・アクセスルートに降り積もった降灰をブルドーザで道路脇へ押土し除去する。

・一回の押し出し可能量を 9.12t とし，9.12t の火山灰を集積し，道路脇へ押し出す作業を１サイクルとして繰り返す。

・一回の集積で進める距離 X

＝　9.12t　÷　（火山灰厚さ 0.15m×幅 3.715m×1.5t/m^3）

＝　10.9m　≒　10m

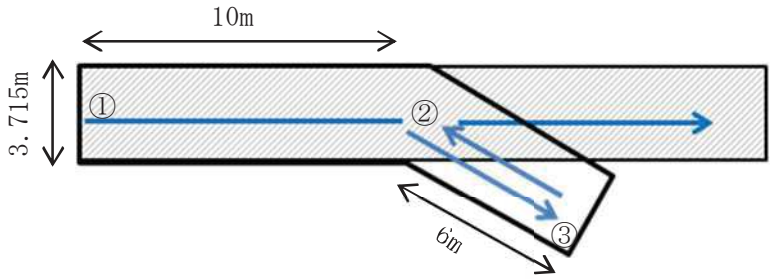
・１サイクル当りの作業時間は，１速の走行速度（前進 3.3km/h，後進 4.4km/h）で作業すると仮定して

A：押し出し（①→②→③）　：（10m+6m）÷　3.3km/h　=　0.30 分

B：ギア切り替え　：0.10 分

C：後進　（③→②）　：6m　÷　4.4km/h　＝　0.09 分

１サイクル当りの作業時間(A＋B＋C)＝0.30 分＋0.10 分＋0.09 分＝0.49 分



＜降灰除去速度＞

１サイクル当りの除去延長　÷　１サイクル当りの除去時間

＝10m÷0.49 分＝20.40m/分＝1.22km/h＝1.2km/h

３．降雪除去速度の算出

＜降雪条件＞

○厚さ：43cm（石巻　既往最大積雪量）

○単位体積重量：0.35t/m^3（道路橋示方書・同解説）

＜除去方法＞

・アクセスルートに降り積もった雪をブルドーザで道路脇へ押土し除去する。

・一回の押し出し可能量を 9.12t とし，9.12t の雪を集積し，道路脇へ押し出す作業を１サイクルとして繰り返す。

・一回の集積で進める距離 X

＝　9.12t　÷　（積雪厚さ 0.43m×幅 3.715m×0.35t/m^3）

＝　16.3m　≒　16m

・１サイクル当りの作業時間は，１速の走行速度（前進 3.3km/h，後進 4.4km/h）で作業すると仮定して

A：押し出し（①→②→③）　：（16m+6m）÷　3.3km/h　=　0.40 分

B：ギア切り替え　：0.10 分

C：後進　（③→②）　：6m　÷　4.4km/h　＝　0.09 分

１サイクル当りの作業時間(A＋B＋C)＝0.40 分＋0.10 分＋0.09 分＝0.59 分

＜降雪除去速度＞

１サイクル当りの除去延長　÷　１サイクル当りの除去時間

＝16m÷0.59 分＝27.11m/分＝1.62km/h＝1.6km/h

４．降灰除去・降雪除去の時間評価

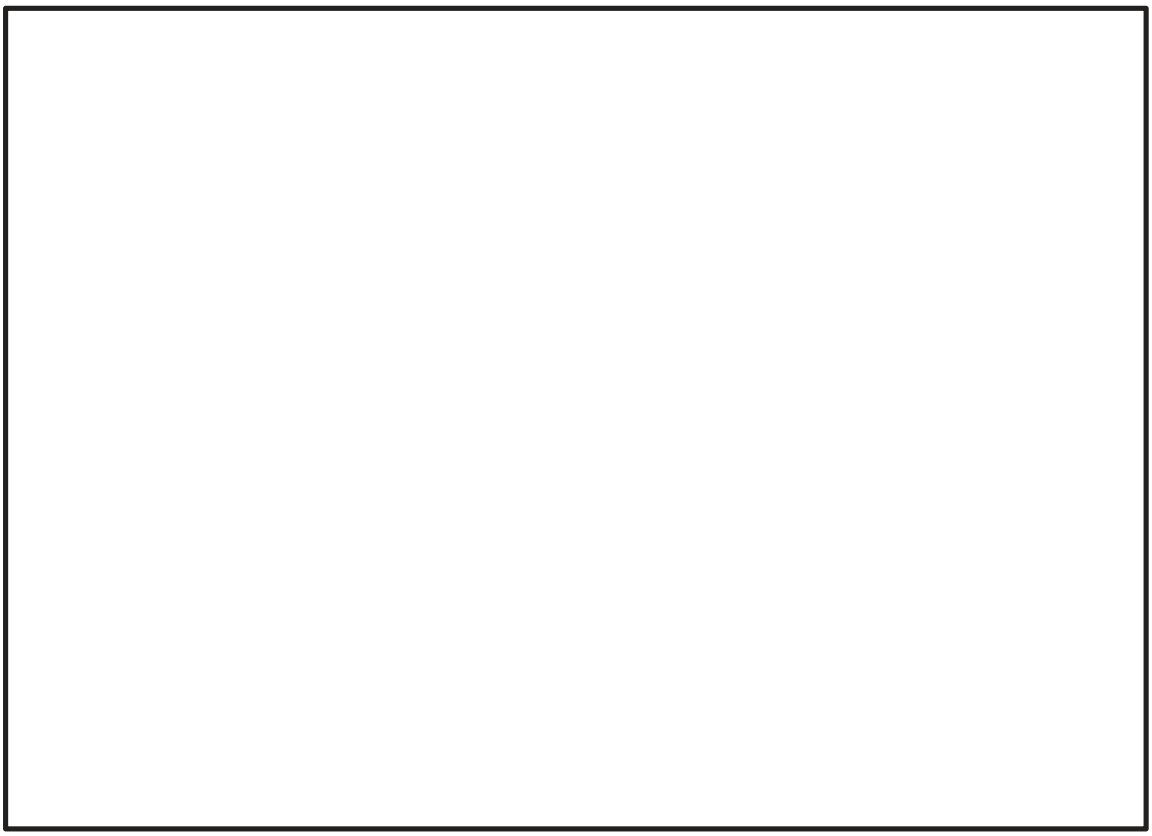
(1) 降灰除去時間評価（地震時のアクセスルートで時間評価）

【ルート１】

区間	距離（約m）	時間評価項目	所要時間（分）	累積（分）
－	－	状況確認・準備	15	15
－	－	ルート確認・判断	40	55
①→②	－	徒歩移動	15	70
②→③	230	降灰除去	12	82
③→②	230	重機移動	2	84
②→④	1380	降灰除去	69	153
④→⑤	160	重機移動	1	154
⑤→⑥	80	降灰除去	4	158
⑥→⑤	80	重機移動	1	159
⑤→⑦	240	降灰除去	12	171

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

【ルート２】



区間	距離（約m）	時間評価項目	所要時間（分）	累積（分）
－	－	状況確認・準備	15	15
－	－	ルート確認・判断	40	55
①→②	－	徒歩移動	15	70
②→④	230	降灰除去	12	82
④→③	120	重機移動	1	83
③→⑤	870	降灰除去	44	127
⑤→⑥	90	重機移動	1	128
⑥→⑦	210	降灰除去	11	139
⑦→⑧	60	重機移動	1	140
⑧→⑨	160	降灰除去	8	148

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

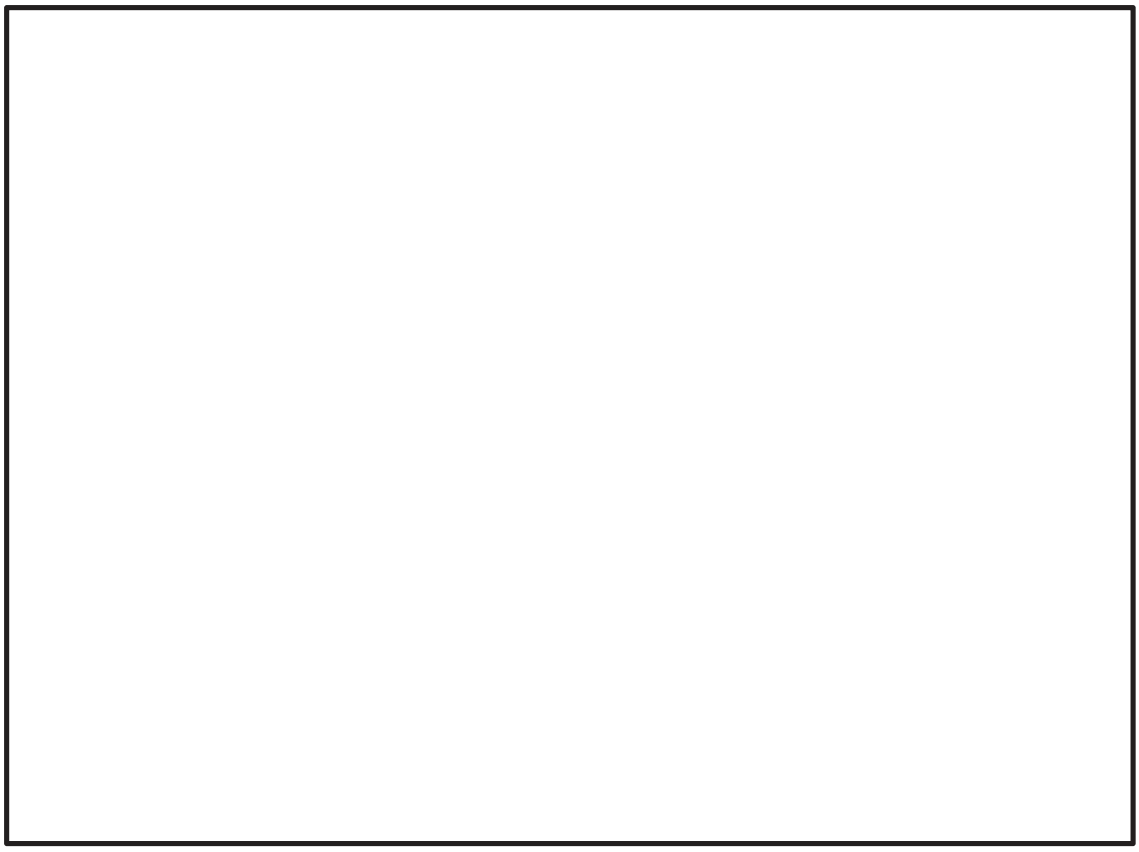
(2) 降雪除去時間評価（地震時のアクセスルートで時間評価）

【ルート１】

区間	距離（約m）	時間評価項目	所要時間（分）	累積（分）
－	－	状況確認・準備	15	15
－	－	ルート確認・判断	40	55
①→②	－	徒歩移動	15	70
－	－	暖機運転	5	75
②→③	230	降雪除去	9	84
③→②	230	重機移動	2	86
②→④	1380	降雪除去	52	138
④→⑤	160	重機移動	1	139
⑤→⑥	80	降雪除去	3	142
⑥→⑤	80	重機移動	1	143
⑤→⑦	240	降雪除去	9	152

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

【ルート２】



区間	距離（約m）	時間評価項目	所要時間（分）	累積（分）
－	－	状況確認・準備	15	15
－	－	ルート確認・判断	40	55
①→②	－	徒歩移動	15	70
－	－	暖機運転	5	75
②→④	230	降雪除去	9	84
④→③	120	重機移動	1	85
③→⑤	870	降雪除去	33	118
⑤→⑥	90	重機移動	1	119
⑥→⑦	210	降雪除去	8	127
⑦→⑧	60	重機移動	1	128
⑧→⑨	160	降雪除去	6	134

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

別紙(6)

降水に対する影響評価について

１．はじめに

女川原子力発電所２号炉において，降雨が継続した場合の屋外アクセスルートへの影響について評価を実施する。

２．評価概要

(1) 降雨強度

本評価については，石巻特別地域気象観測所（観測期間　1937 年～2017 年）において平成 26 年 9 月 11 日に観測された日最大１時間降水量の既往最大値である 91.0mm/h の降雨が発生した際，女川原子力発電所における雨水の流入量と排水能力を比較し，降雨の影響を評価する。

(2) 雨水流入量

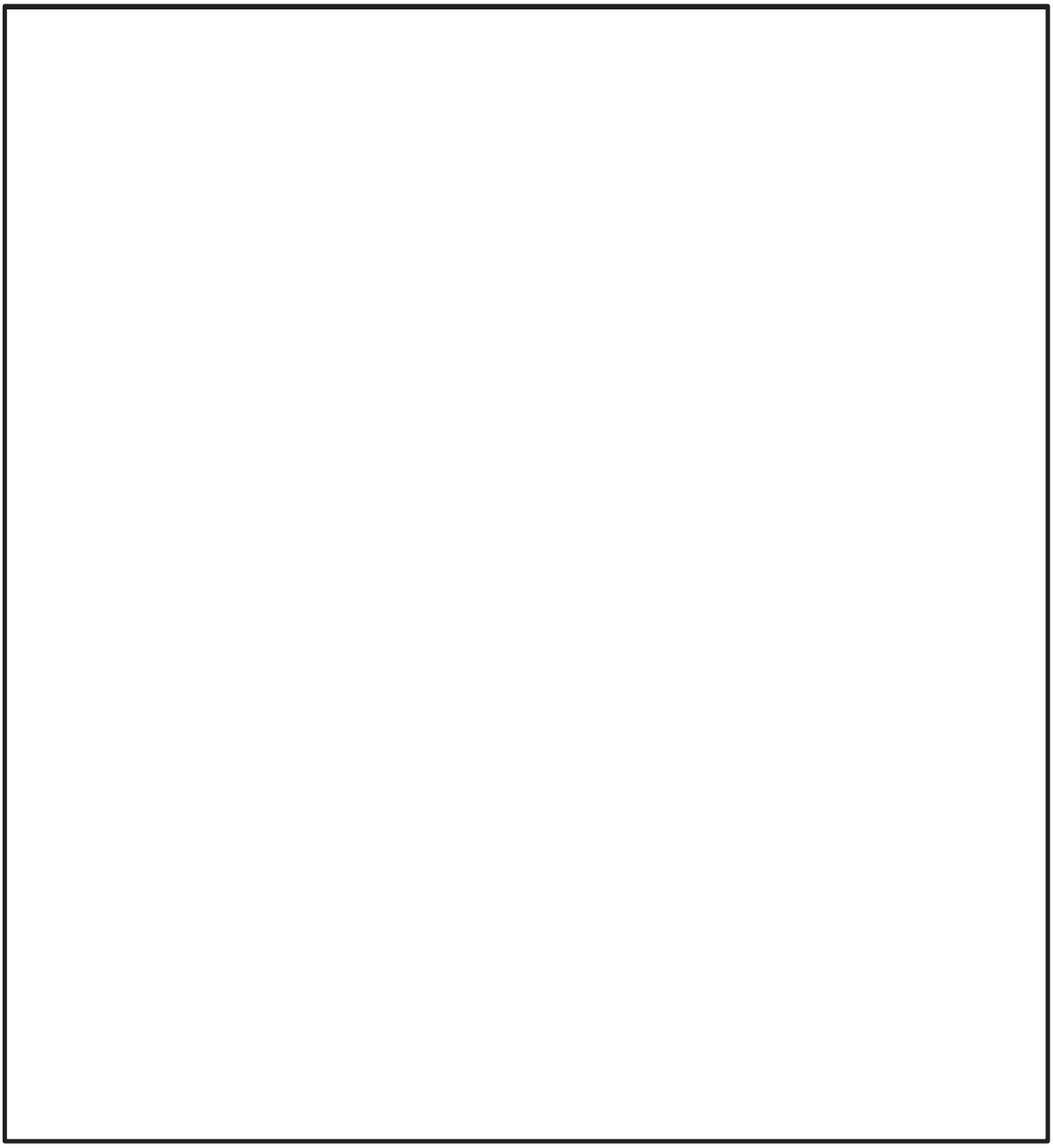
女川原子力発電所周辺の雨水は，第１図のように敷地内に配置された北側及び南側の各排水路に集水され，海域に排水される。

評価にあたっては，防潮堤横断部における各排水路の集水面積を算定した上で，91.0mm/h 降雨時の雨水流入量を算出する。

その際,「森林法に基づく林地開発許可申請の手引き」(平成 26 年 2 月宮城県)に基づき以下の合理式を用い，流出係数については，林地：0.5，その他個所（裸地）：0.9 とする。

$$Q=1/360・f・r・A$$

Q：雨水流入量（m^3/s）
f：流出係数
r：降雨強度（mm/h）
A：集水面積（ha）



第 1 図　排水路の配置概要図

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(3) 排水可能流量

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」に基づき，以下のマニング式により算定した。

マニングの粗度係数については，各排水路の仕様に応じて北側排水路は 0.023 $m^{-1/3}・s$※1，南側排水路は 0.010 $m^{-1/3}・s$※2 を使用している。

※1　建設省河川砂防技術基準(案)同解説 設計編［Ｉ］:(社) 日本河川協会，H9.10

※2　道路土工要綱：(社) 日本道路協会，H21.6

$V=1/n・R^{2/3}・I^{1/2}$

$Q＝V・A$

Q：排水可能流量（m^3/s）

V：平均流速（m/s）

n：マニングの粗度係数（$m^{-1/3}・s$）

R：径深=A/S（m）

A：流水断面積（m^2）

S：潤辺（m）

Ｉ：排水路の勾配

３．評価結果

北側及び南側の各排水路における雨水流入量と排水可能流量の比較結果を第１表に示す。

各排水路ともに防潮堤横断部における排水可能流量は雨水流入量を上回り，豪雨時においても雨水排水が可能であると評価される。

第１表　既往最大 91.0㎜/h 降水時の雨水流入量と排水可能量との比較

排水路名	仕　様	集水面積※ 〔ha〕	91.0㎜/h 降水時の雨水流入量 〔m^3/s〕 a	排水可能流量※ 〔m^3/s〕 b	雨水流入量に対する排水可能流量の比 b/a
北側 排水路	ﾎﾞｯｸｽｶﾙﾊﾞｰﾄ B3000,H2500	林地：11.47 裸地：35.14	9.4	51.16	5.4 （排水可能）
南側 排水路	ﾀﾞﾌﾞﾙﾌﾟﾚｽﾄ管 Φ1000×３	林地：28.25 裸地：25.98	9.5	16.23	1.7 （排水可能）

※林地開発許可申請書記載値（平成 29 年 12 月）

なお，地表を流下する雨水についても，敷地傾斜に従い流下し，防潮堤横断部における各排水路より速やかに排水されること，屋外アクセスルート及びその周辺には雨水が滞留するようなくぼ地はないことから，屋外アクセスルートのアクセス性に支障はない。

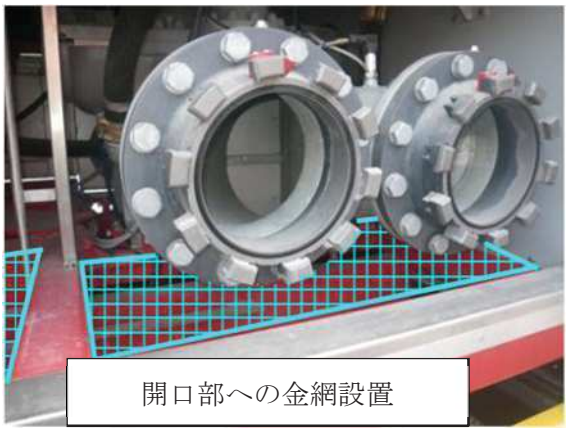
可搬型設備の小動物対策について

屋外保管場所に保管している可搬型設備については，小動物が開口部等から設備内部に侵入し，設備の機能に影響を及ぼす可能性があることから，可搬型設備に開口部がある場合には，侵入防止対策を実施する。

以下に可搬型設備の開口部へ対策例を示す。

①大容量送水ポンプ





開口部への金網設置

②電源車





ケーブル貫通部へのシール処理

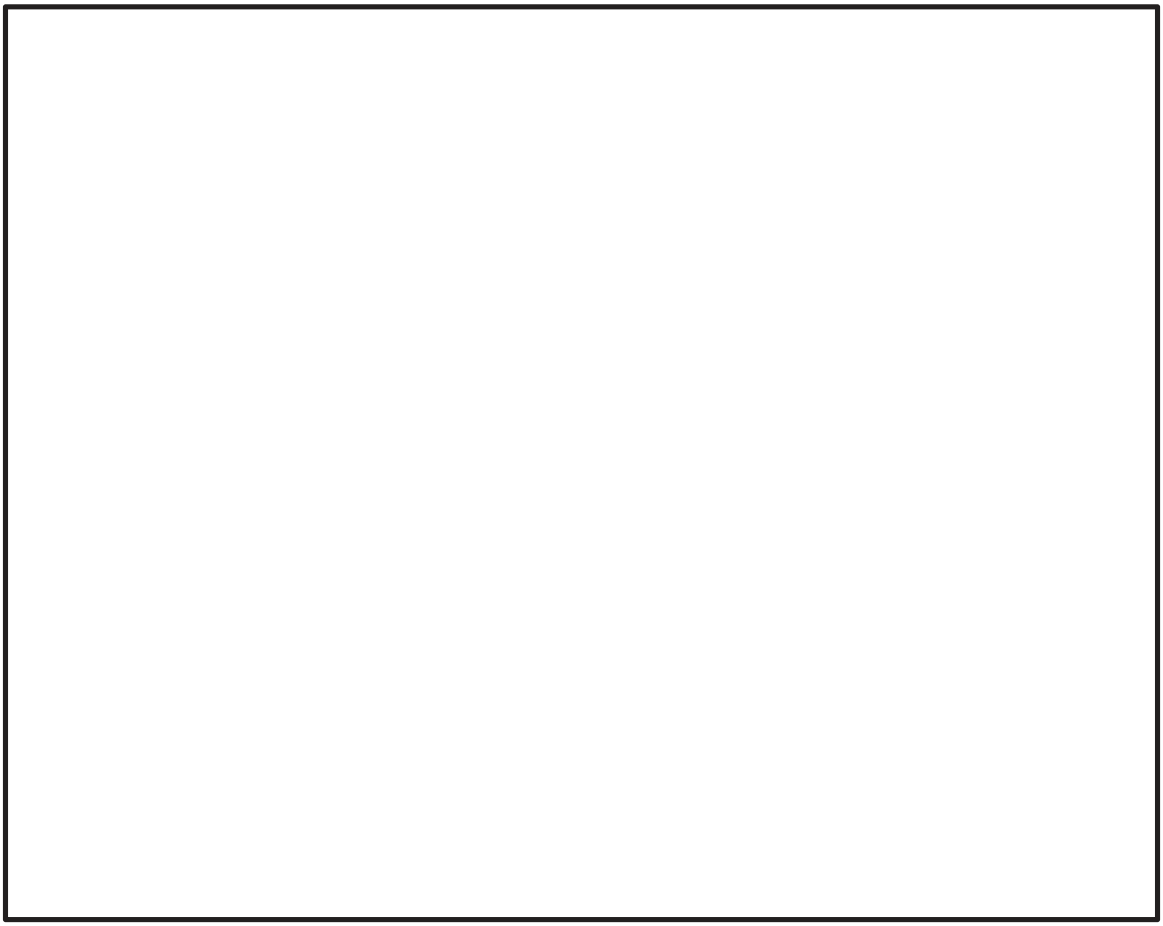
森林火災に対する影響評価について

１．保管場所及びアクセスルートと防火帯の位置について

原子力発電所敷地外で発生する森林火災が発電所に迫った場合においても，原子炉施設（安全機能を有する構築物，系統及び機器）に影響を及ぼさないよう防火帯を設定している。

重大事故等対処設備については，外部火災における防護対象設備（クラス１，２）を防護することにより，外部火災による重大事故の発生に至ることはないが，炉心損傷防止等の原子炉の安全性に係る対策に大きな影響を与えるおそれがあることから，防火帯の内側に配備する。

また，可搬型設備のアクセスルートについても防火帯の内側とする。



第１図　保管場所及びアクセスルートと防火帯の位置

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

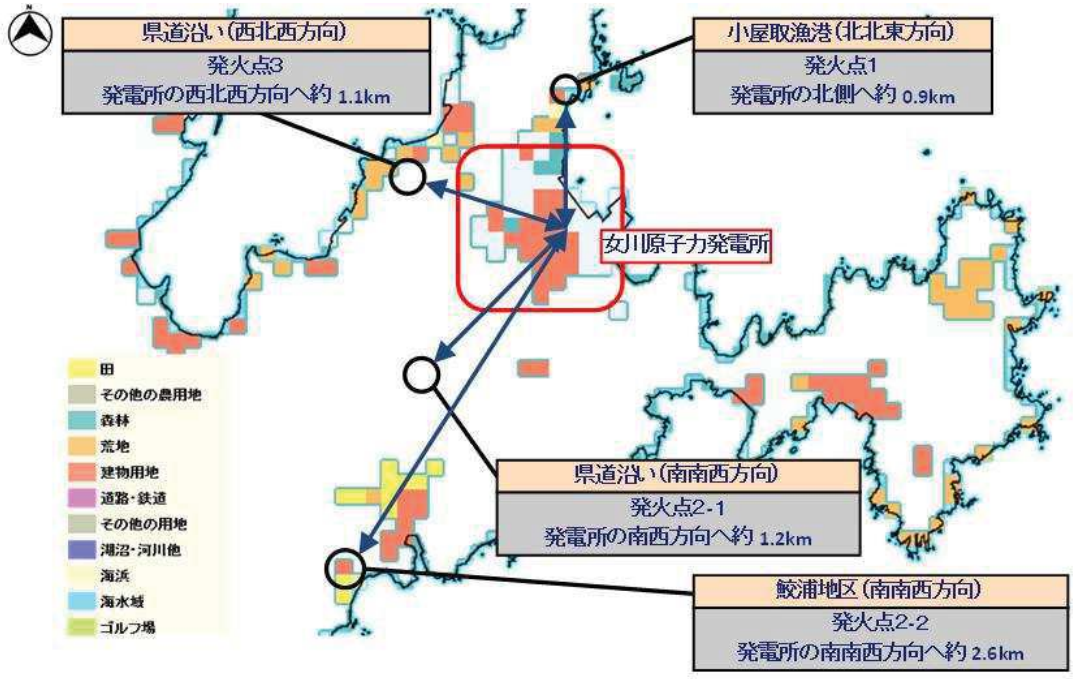
２．保管場所に対する森林火災影響について

可搬型設備の保管場所は屋外にあり，森林火災による熱影響を受ける可能性があることから，森林火災発生時には可搬型設備を森林火災の影響が及ばない位置に移動する。

なお，森林火災発生から防火帯外縁まで最も早く到達する発火点３の火炎到達時間は約 1.8 時間であることから，可搬型設備の移動は可能であると考える。

第１表　各発火点における火炎到達時間

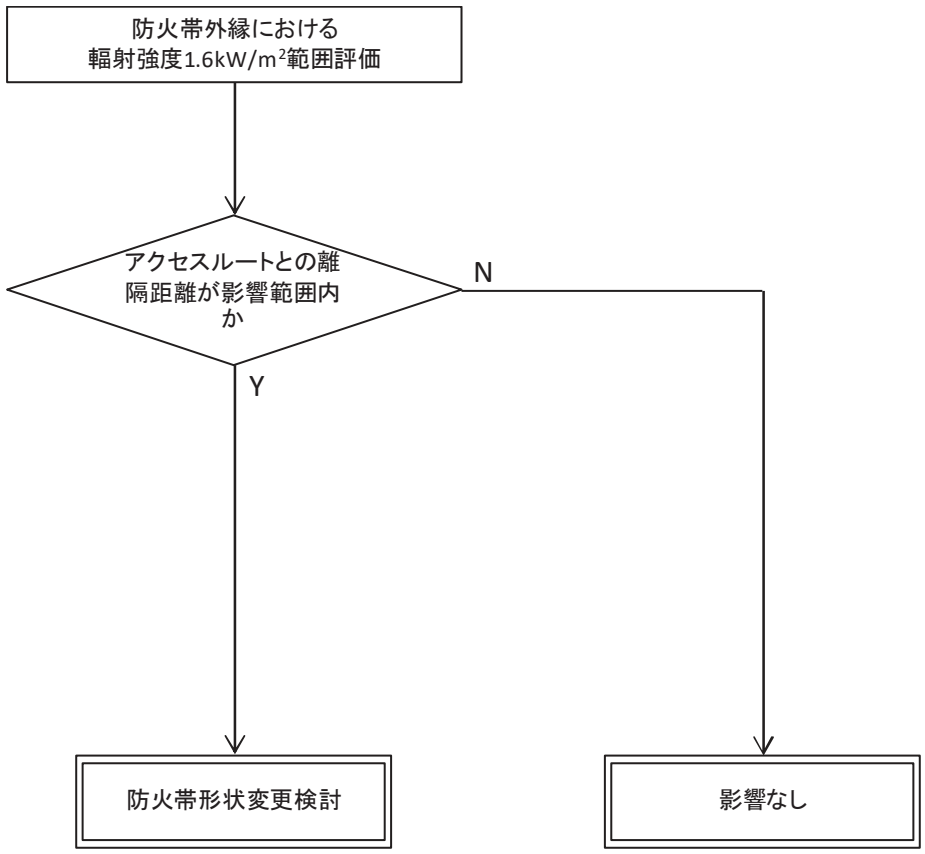
発火点位置	火炎到達時間［ h ］
発火点１	約 2.6
発火点２－１	約 5.3
発火点２－２	約 13.4
発火点３	約 1.8



第２図　発火点位置

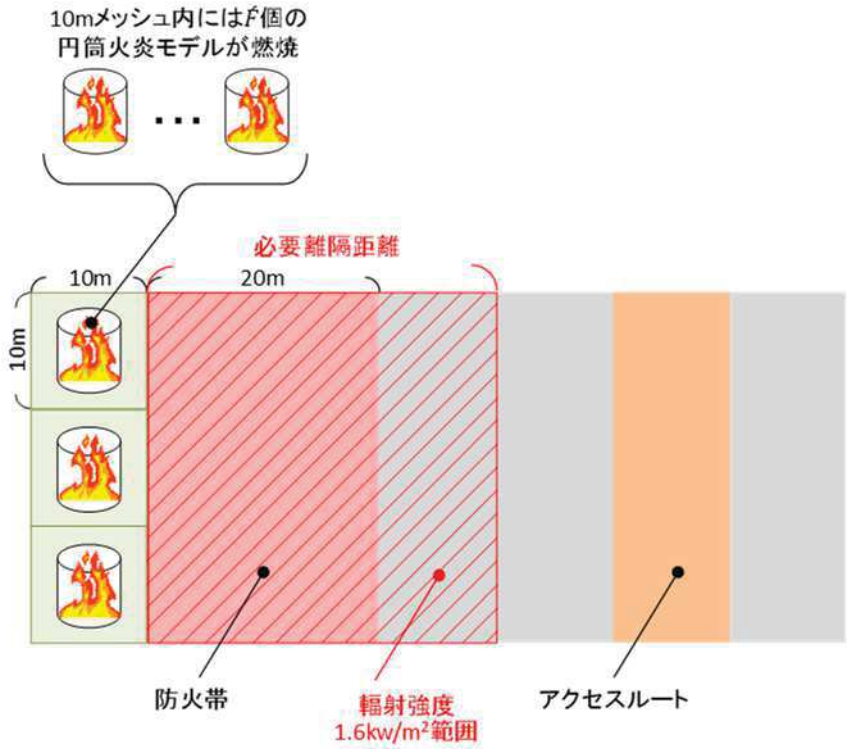
３．アクセスルートに対する森林火災影響について

森林火災によりアクセスルートが「長時間さらされても苦痛を感じない強度」である 1.6kW/m^2 以下となることを第 3 図のフローにより確認する。



※ 輻射強度1.6kW/m^2：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

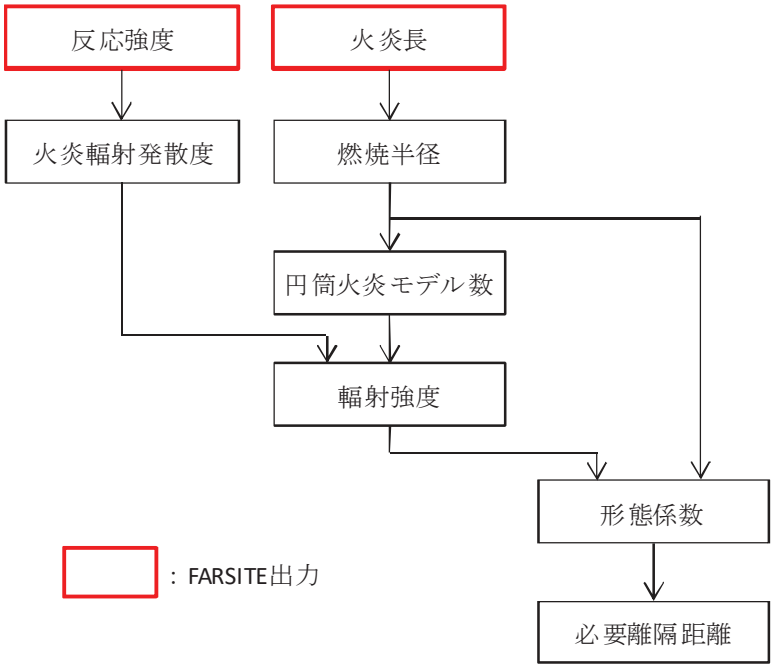
第 3 図　森林火災影響評価フロー



第 4 図　森林火災影響評価概要図

(1) 必要離隔距離評価の流れ

石油コンビナートの防災指針における輻射強度及び，FARSITE 出力より得られた，反応強度及び火炎長より，第 5 図のとおり必要離隔距離を評価する。



第 5 図　必要離隔距離評価（概要図）

a．円筒火炎モデル数の算出

外部火災影響評価ガイドに基づき，10m メッシュ内における円筒火炎モデル数（$\acute{F}$）を次式により算出する。

$$\acute{F} = \frac{10}{2R} \qquad R = \frac{H}{3}$$

H：火炎長［m］

R：燃焼半径［m］

b．火炎輻射発散度の算出

FARSITE の結果より得られた防火帯外縁の最大反応強度に米国防火協会（NFPA）の係数 0.377※1 を乗じて算出する。

※1　NFPA「THE SFPE HANDBOOK OF Fire Protection Engineering」に定める針葉樹の係数

c．必要離隔距離の算出

形態係数を算出する下記式から，必要離隔距離を算出する，

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

ここで，$m = \frac{H}{R} \approx 3$，$n = \frac{L}{R}$，$A = (1+n)^2 + m^2$，$B = (1-n)^2 + m^2$

L　：　必要離隔距離［m］

(2) 評価結果

それぞれの発火点における必要離隔距離について第2表のとおり算出した。

第2表　必要離隔距離算出結果

発火点	必要離隔距離 ［ m ］	最大火炎輻射 発散度 ［ kW/m^2 ］	円筒火炎 モデル数	火炎長 ［ m ］
1	20.3	477	35	0.43
2－1	32.8	408	12	1.31
2－2	26.7	413	18	0.86
3	31.2	421	14	1.15

以上の評価により最大必要離隔距離が発火点2－1における32.8mであったことから，防火帯外縁からアクセスルートが必要離隔距離を確保しているか確認した結果，すべてのアクセスルートについて必要離隔距離以上確保していることを確認した。

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について

１．概要

平成23年3月11日14時46分頃，太平洋三陸沖において深さ24kmを震源として大きな地震が発生した。震源域は岩手県沖から茨城県沖にかけて幅約200km，長さ約500km，およそ10万km^{2}の広範囲にわたり，地震の規模を示すマグニチュードは9.0で，日本国内の観測史上最大の規模であった。宮城県で最大震度７を観測したほか，岩手県から千葉県にかけて震度６弱以上を観測するなど，広範囲で強い地震動が観測された。

また，地震によって大規模な津波が発生し，東北地方の太平洋沿岸で甚大な被害をもたらした。

２．2011年東北地方太平洋沖地震時の被害状況

2011年東北地方太平洋沖地震時及びその後の津波により，発電所構内で確認された被害のうち，斜面及び道路の主な被害状況，並びに女川１号炉で発生した女川１号炉高圧電源盤火災について以下に示す。

(1) 斜面の被害状況

発電所構内の斜面については，一部で肌落ちや亀裂が認められる状況もあったが，大規模な事象はなく，斜面がすべり破壊して通行不能となった道路もなかった。主な被害状況を第 1 図に示す。



被害箇所①　肌落ちの状況



被害箇所②　法肩部の亀裂の状況

第 1 図　斜面の被害箇所及びその状況

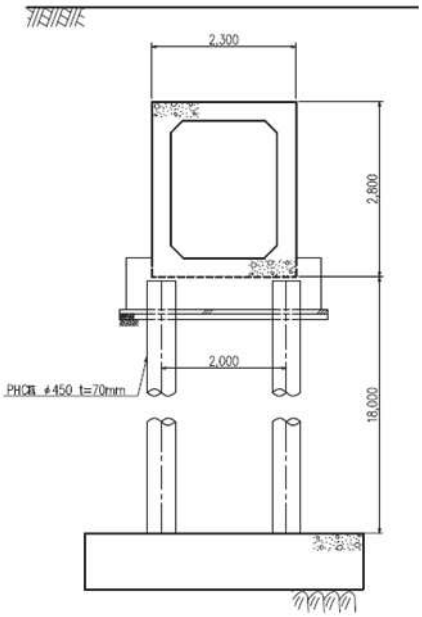
枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(2) 道路の被害状況

構内道路については，第 2 図に示すとおり地下構造物と埋戻し部の境界において，一部で小規模な段差発生や亀裂が確認されたものの，大規模な被害はなかった。これら被害箇所については，地震後の復旧として必要に応じて補修工事を行い，安全上支障のない状態に復旧している。

また，不等沈下や地下構造物の損壊により，15cm 以上の段差が想定される箇所については，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。





被害箇所③　断面図



被害箇所③　段差発生状況



被害箇所④　段差発生状況

第 2 図　道路の被災状況

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(3) 女川１号炉高圧電源盤火災

a. 事象の概要

中央制御室で火災報知機が発報したため，運転員が現場確認に向かったところ，タービン建屋地下階からの発煙を確認したことから，消防署へ 119 番通報を行った。

自衛消防隊消火班が発煙現場の確認及び消火活動に向かったところ，発煙による視界不良のため，発煙発生箇所の特定ができないことから，タービン建屋内からの退避指示を実施したうえで，二酸化炭素消火設備を起動した。

その後，発煙の状況と関係する警報の発生状況からタービン建屋地下１階の高圧電源盤エリアが発煙発生箇所と推定し，現場確認を行ったところ，高圧電源盤である常用メタクラ 6-1A のユニット№7 及び№8（以下「当該ユニット」という。）が焼損し，当該ユニット内部が過熱状態であることを確認したため，粉末消火器（合計７本）を使用し，消火活動を実施した。

b. 推定原因

当該盤内で接続位置にて吊り上げられていたマグネブラストしゃ断器（以下「MBB」という。）が，地震による振動で大きく揺れた。

この MBB の揺れにより，当該ユニットにおいて，盤側及び MBB 側断路部が破損し，接続導体と周囲の構造物が接触して短絡・地絡が発生し，これに伴い発生したアーク放電の熱により盤内ケーブルの絶縁被覆が溶け，発煙したものと推定される。

（別添－１参照）

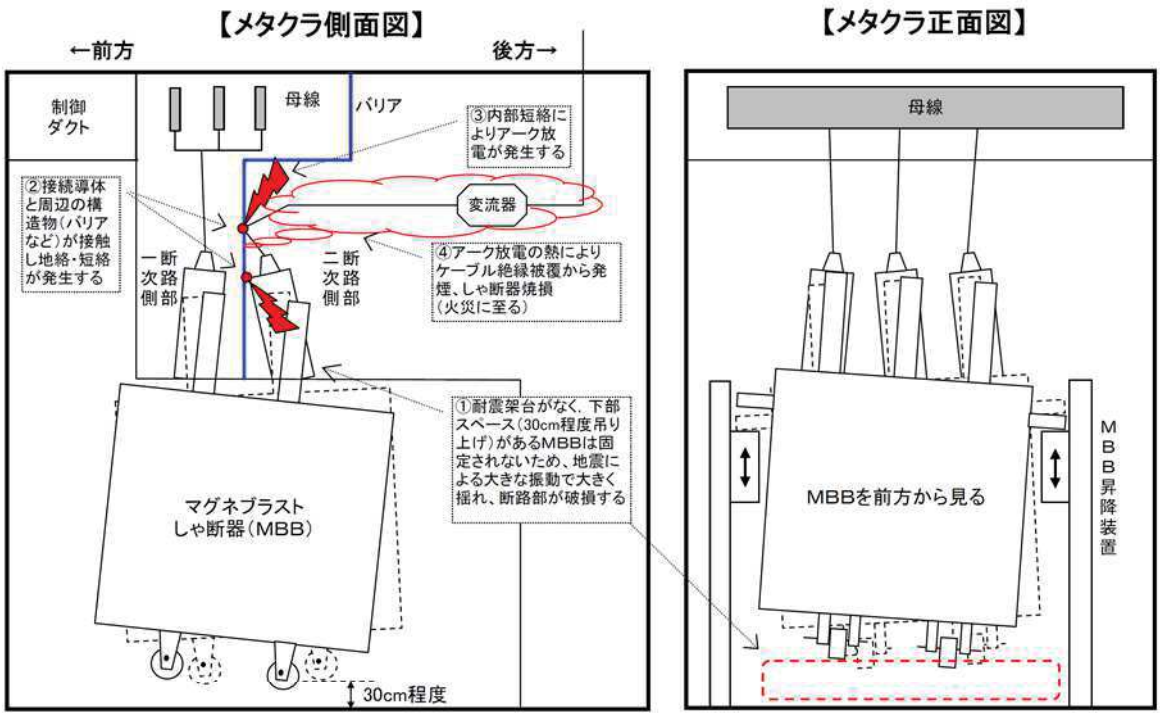
c. 対策

MBB を使用している当該盤について，真空しゃ断器（以下「VCB」という。）を使用している盤への設備更新を実施した。VCB は横置き型であり，断路位置から接続位置にする際は盤内に押し込み，固定する機構があることから，耐震性の高い構造となっている。

なお，２号炉は全てのメタクラが VCB を採用しており，同様の事象が発生することは考え難いことから，アクセスルートへの影響はない。

（別添－２参照）

火災発生推定メカニズム



【火災発生に至る推定メカニズム】

運転中の接続位置の当該ユニットは、縦型のマグネブラストしゃ断器（MBB）であることから、断路位置から接続位置にする際には、MBBを昇降装置で吊り上げることになるが、MBB下部に耐震架台を設置していないため固定されていない。
このため、接続位置のMBB下部には30cm程度のスペースが生じることとなるが、地震による大きな振動が加わるとMBBは大きく揺れ、断路部またはしゃ断器内部が変形・破損する可能性がある。
また、調査結果より当該ユニット内のMBB上部に位置する断路部付近が著しく損傷しており、中央制御室においても短絡および地絡に関係する警報が発報されていたことが確認されていることから、当該ユニット内部でアーク放電が発生していた可能性が高い。
よって、以下のメカニズムにより火災に至ったものと推定される。

①地震の大きな振動によって、耐震架台が設置されていない当該盤のMBBは固定されず、下部にスペースがあることから大きく揺れ、一次、二次側断路部の接続導体および絶縁物が変形・破損した。

②断路部の変形・破損により接続導体が周囲の構造物（バリアなど）と接触し短絡・地絡が発生した。

③内部短絡により接続導体と周囲の構造物でアーク放電が発生した。

④アーク放電の発生熱の影響により、盤内ケーブルの絶縁被覆は溶けて発煙し、しゃ断器を含む周辺構造物が焼損した。

なお、火災発生箇所における火気使用および可燃物（ケーブル絶縁被覆は難燃性）は無く、確認された延焼跡も当該ユニットを中心していることからも電気設備以外の火災要因は極めて考え難い。
（当日の自衛消防隊消火班の現場確認の際も炎は確認されていない状況である。）

遮断器の対策前後の写真



【対策前　MBB 遮断器】



【対策後　VCB 遮断器】

屋外アクセスルート近傍の障害となり得る要因と影響評価について

屋外アクセスルート近傍の障害となり得る構造物を抽出し，抽出した構造物に対しアクセスルートへの影響評価を実施した。また，影響評価における建物の損壊による影響範囲については，過去の地震時の建屋被害事例から損傷モードを想定し，影響範囲を設定した。

１．屋外アクセスルート近傍の構造物の抽出

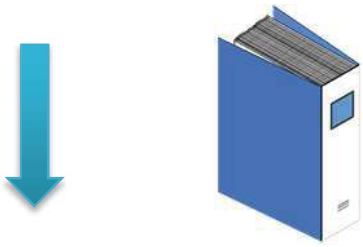
可搬型設備の保管場所及び屋外アクセスルートの障害となり得る周辺構造物については，以下の手順により抽出を行った。

① 調査対象範囲の設定



・ 可搬型設備の保管場所及び屋外アクセスルートに影響を与えると想定されるエリアを周辺地形から調査対象範囲として設定する。

② 机上調査による抽出



・ 調査対象範囲内の屋外設備の竣工資料（設備図面，設備仕様）をもとに，地震により倒壊・損壊した際に保管場所及びアクセスルートの障害となり得る設備を抽出する。

③ 現場調査による抽出



・ 机上調査において抽出された設備のデータを持って現地に出向き，抽出された設備の確認を行う。
また，机上調査で抽出されなかった設備が確認された場合は，その設備の仕様をもとに抽出対象設備となるか判断する。

④ 抽出した周辺構造物のリスト化

表２　アクセスルートの周辺構造物

管理番号	構造物名称	評価フロー	寸法［単位：m］ 奥行き	幅	高さ	個別影響評価 火災	薬品	溢水	参照図面	備考
1	出入管理所	③	17.51	18.21	8.62				図 2-2	
2	１，２号連絡通路	③	70.50	50.20	5.25				図 2-2	奥行きの単位は，幅の値を記載
3	３号連絡通路	③	158.30	8.27	3.27				図 2-2	奥行きの単位は，幅の値を記載
4	１号液体窒素貯槽	③	2.30	2.30	5.89	○			図 2-2	
5	No.2 サプレッションプール水貯蔵タンク	③	13.90	13.90	11.33			○	図 2-2	
6	トレンチ入口（T-11）	③	3.52	3.00	2.80				図 2-2	
7	No.1 サプレッションプール水貯蔵タンク	③	17.80	17.80	12.18			○	図 2-2	

・ 机上調査及び現場調査結果において抽出された設備を，地震時に保管場所及び屋外アクセスルートの障害となり得る周辺構造物としてリスト化する。

第１図　周辺構造物の抽出検討フロー

２．構造物の損壊による保管場所及び屋外アクセスルートへの影響範囲の評価

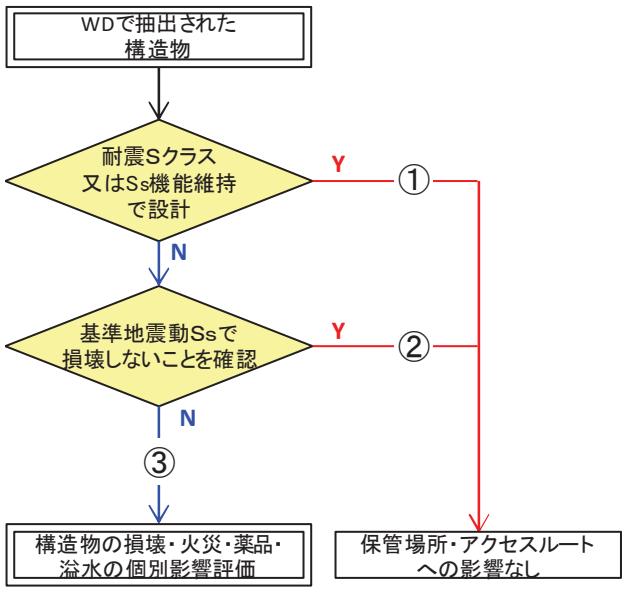
保管場所及び屋外アクセスルートの障害となり得るとして抽出した構造物のうち，耐震Ｓクラス（Ss 機能維持含む）以外の構造物については，基準地震動 Ss により損壊するものとしてアクセスルートへの影響評価を実施した。

構造物のうち建屋の損壊による影響範囲は，過去の被害事例から建屋の損傷モードを想定し評価した。第１表に示すとおり，建屋の損傷モードを層崩壊，転倒崩壊とし，影響範囲は全層崩壊，又は建屋の根元から倒壊するものとして建屋高さ分を設定した。

建屋以外の構造物の損壊による影響範囲は，構造物が根元からアクセスルート側に倒壊するものとし，構造物の高さＨとして設定した。

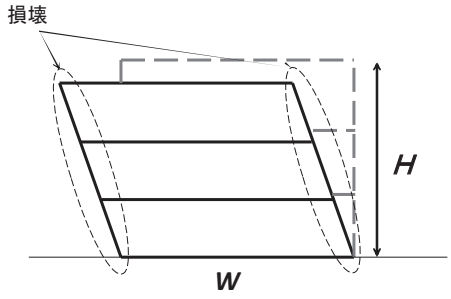
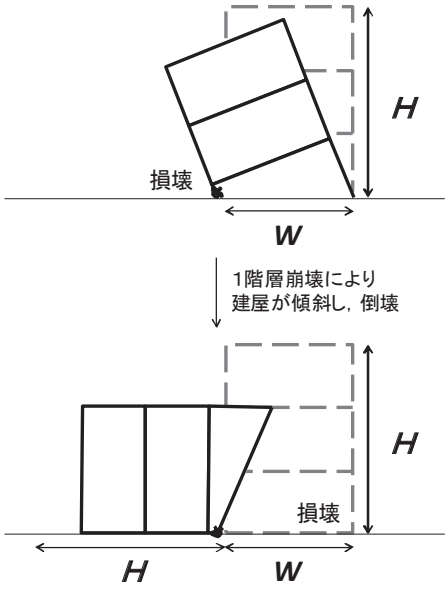
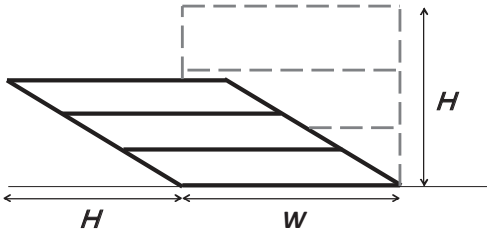
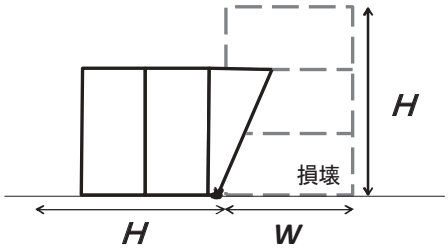
構造物の損壊による保管場所又はアクセスルートへの影響評価結果を第２表及び第３表，損壊により影響を与える構造物の位置を第３図に示す。保管場所は構造物の損壊による影響範囲にかかった場合，アクセスルートに必要な幅員（3.7m※）を確保できないと想定される場合は損壊の影響を受けると評価した。

※　可搬型設備において最大車幅（2.5m）となる「熱交換器ユニット」に必要な道路幅に余裕をみた道路幅



第２図　個別影響評価要否判断フロー

第１表　建屋の損傷モード及び損壊による影響範囲

損傷モード	層崩壊	転倒崩壊
阪神・淡路大震災時の被害の特徴※	○崩壊形状としては，１階層崩壊・中間層崩壊・全層崩壊 ○柱の耐力不足，剛性の偏在や層間での急な剛性，耐力の違い，重量偏在が崩壊の主な原因に挙げられる。 ○１階層崩壊の被害事例はピロティ構造物の被害率が著しく高い。 ○中間層崩壊は，６～12 階建ての建築物に確認されている。	○１層層崩壊後に建築物が大きく傾き転倒に至ったケースが確認されている。
想定される損傷モード	隣接するアクセスルートへの影響範囲が大きくなると想定される全層崩壊を損傷モードに選定した。 	１階層崩壊後に倒壊に至る崩壊を想定。 
想定する建屋の損壊範囲	全層崩壊は地震時に構造物が受けるエネルギーを各層で配分することから，各層の損傷は小さいため，建屋全体の傾斜は過去の被害事例からも小さいが，各層が各層高さ分，アクセスルート側へ大きく傾斜するものとして設定。 	上述の損傷モードに基づき，建屋高さH分には到達しないもののHとして設定。 
建屋の損壊による影響範囲	H （建屋高さ分を設定）	

※　「阪神・淡路大震災調査報告書　共通編－１　総集編，阪神・淡路大震災調査報告編集委員会」参照

第２表　アクセスルートの周辺構造物

管理番号	構造物名称	評価フロー	寸法［単位：ｍ］			個別影響評価			参照図面	備考
			奥行き	幅	高さ	火災	薬品	溢水		
1	出入管理所	③	17.51	18.21	8.62				第 3-2 図	
2	１，２号連絡通路	③	70.50	50.20	5.25				第 3-2 図	総延長の奥行き，幅の値を記載
3	３号連絡通路	③	158.30	8.27	3.27				第 3-2 図	総延長の奥行き，幅の値を記載
4	１号液体窒素貯槽	③	2.30	2.30	5.89		○		第 3-2 図	
5	No.2 サプレッションプール水貯蔵タンク	③	13.90	13.90	11.33			○	第 3-2 図	
6	トレンチ入口（T-11）	③	3.52	3.00	2.80				第 3-2 図	
7	No.1 サプレッションプール水貯蔵タンク	③	17.80	17.80	12.18			○	第 3-2 図	
8	１号復水貯蔵タンク	②	18.85	18.85	12.20				第 3-2 図	
9	１，２号開閉所引留鉄構	③	2.50	44.50	29.00				第 3-2 図	
10	１号主変圧器	③	7.50	12.25	8.80	○			第 3-2 図	
11	１号所内変圧器Ｂ	③	4.90	5.00	5.30	○			第 3-2 図	
12	１号所内変圧器Ａ	③	4.90	5.00	5.30	○			第 3-2 図	
13	１号起動変圧器	③	6.55	8.47	6.20	○			第 3-2 図	
14	開閉所がいし汚損計	③	2.70	3.80	7.80				第 3-2 図	
15	１号ガスボンベ庫	③	9.91	11.91	4.04	○			第 3-2 図	
16	新燃料貯蔵庫	③	23.60	25.90	13.27				第 3-2 図	
17	１号硫酸貯槽	③	3.64	1.50	2.96		○	○	第 3-2 図	
18	１号苛性ソーダ貯槽	③	5.04	2.50	4.06		○	○	第 3-2 図	
19	１号プロパンガスボンベ庫	③	1.50	5.30	2.70	○			第 3-2 図	
20	主復水器要電解鉄イオン注入装置電解槽	③	1.60	1.60	4.59			○	第 3-2 図	
21	OF 洞道トレンチ入口	③	2.80	3.40	2.50				第 3-2 図	
22	OF 洞道送風機	③	8.39	4.65	1.60				第 3-2 図	
23	１号海水ポンプ室門型クレーン	③	14.00	27.80	16.23				第 3-2 図	
24	１号防潮壁	③	23.50	39.60	2.00				第 3-2 図	
25	１号除塵装置電源室	③	9.80	15.30	4.30				第 3-2 図	
26	１号軽油貯蔵タンク	③	8.70	8.70	6.11	○			第 3-2 図	
27	１・２号機Ｂゲート前検査所	③	5.48	10.88	3.53				第 3-2 図	
28	再生純水タンク	③	13.60	13.60	10.67			○	第 3-2 図	
29	ガスボンベ庫（化学分析用）	③	1.50	4.20	2.70	○			第 3-2 図	
30	洗濯設備チラー	③	1.00	3.00	2.30				第 3-2 図	
31	１号制御建屋	②	41.05	53.85	18.36			○	第 3-2 図	
32	１号原子炉建屋	②	43.85	53.35	47.68				第 3-2 図	
33	１号タービン建屋	③	93.50	61.05	19.53				第 3-2 図	

管理番号	構造物名称	評価フロー	寸法［単位： m ］			個別影響評価			参照図面	備考
			奥行き	幅	高さ	火災	薬品	溢水		
34	１号廃棄物処理建屋	②	22.95	66.30	29.85				第 3-2 図	
35	２号補助ボイラ用変圧器A	③	5.13	5.70	5.65	○			第 3-2 図	
36	２号補助ボイラ用変圧器B	③	5.13	5.70	5.65	○			第 3-2 図	
37	OF 洞道トレンチ入口	③	3.50	3.90	3.35				第 3-2 図	
38	２号苛性ソーダ貯槽	③	6.56	2.80	4.16		○	○	第 3-2 図	
39	２号硫酸貯槽	③	4.29	1.60	3.56		○	○	第 3-2 図	
40	２号起動用変圧器	③	7.62	9.11	7.41	○			第 3-2 図	
41	２号所内変圧器A	③	4.75	5.40	5.72	○			第 3-2 図	
42	２号所内変圧器B	③	47.50	5.40	5.72	○			第 3-2 図	
43	２号主変圧器	③	9.60	13.55	9.50	○			第 3-2 図	
44	２号励磁電源変圧器	③	3.28	5.07	4.78	○			第 3-2 図	
45	１号泡消火設備	③	－	－	－			○	第 3-2 図	現地調査にてアクセスルートに影響ないことを確認
46	防潮壁（２号放水立坑）	①	33.95	68.95	5.00				第 3-2 図	
47	２号海水ポンプ室門型クレーン	②	15.50	35.40	22.55				第 3-2 図	
48	２号泡消火設備	③	－	－	－			○	第 3-2 図	現地調査にてアクセスルートに影響ないことを確認
49	防潮壁（２号海水ポンプ室）	①	41.00	60.00	5.00				第 3-2 図	
50	２号復水貯蔵タンク	①	23.60	23.60	11.80				第 3-2 図	
51	トレンチ入口（2T-8）	③	3.06	4.06	3.00				第 3-2 図	マンホール化により撤去予定
52	２号 PLR-VVVF(B)入力変圧器	③	3.10	4.59	3.27	○			第 3-2 図	
53	２号 PLR-VVVF(A)入力変圧器	③	3.10	4.59	3.27	○			第 3-2 図	
54	固化剤タンク	③	2.00	2.00	5.72	○		○	第 3-2 図	設備廃止に伴い撤去予定
55	２／３号液体窒素貯槽	③	3.80	13.97	5.30		○		第 3-2 図	
56	２号除塵電源装置室	③	8.22	13.11	4.80				第 3-2 図	
57	２号原子炉建屋	①	84.00	77.00	36.94				第 3-2 図	
58	２号制御建屋	①	40.00	41.00	33.77				第 3-2 図	
59	２号タービン建屋	②	57.70	99.10	19.29				第 3-2 図	
60	２号補助ボイラ建屋	②	18.95	30.00	11.90				第 3-2 図	
61	サイトバンカ建屋	③	35.00	30.00	30.18				第 3-2 図	
62	３号補助ボイラ変圧器B	③	4.10	5.45	4.31	○			第 3-2 図	
63	３号補助ボイラ変圧器A	③	4.10	5.45	4.31	○			第 3-2 図	
64	３号所内変圧器A	③	4.94	5.73	5.72	○			第 3-2 図	
65	３号所内変圧器B	③	4.94	5.73	5.72	○			第 3-2 図	
66	３号主変圧器	③	9.00	13.60	9.50	○			第 3-2 図	
67	３号励磁電源変圧器	③	3.28	5.10	2.80	○			第 3-2 図	

管理番号	構造物名称	評価フロー	寸法［単位： m ］			個別影響評価			参照図面	備考
			奥行き	幅	高さ	火災	薬品	溢水		
68	３号苛性ソーダ貯槽	③	4.35	1.90	3.61		○	○	第 3-2 図	
69	３号硫酸貯槽	③	2.90	1.10	2.71		○	○	第 3-2 図	
70	３号ガスボンベ庫	③	7.21	16.66	4.70	○			第 3-2 図	
71	防潮壁（３号放水立坑）	①	34.00	39.00	5.00				第 3-2 図	
72	３号除塵電源装置室	③	12.22	8.22	4.80				第 3-2 図	
73	防潮壁（３号海水ポンプ室）	①	37.58	50.90	6.00				第 3-2 図	
74	３号海水ポンプ室門型クレーン	②	14.55	34.33	18.10				第 3-2 図	
75	３号熱交換器建屋（南側）	③	26.53	4.21	5.65				第 3-2 図	
76	３号軽油貯蔵タンクＢ	②	8.70	8.70	7.60				第 3-2 図	
77	３号軽油貯蔵タンクＡ	②	8.70	8.70	7.60				第 3-2 図	
78	３号泡消火設備	③	－	－	－			○	第 3-2 図	現地調査にてアクセスルートに影響ないことを確認
79	３号熱交換器建屋（北側）	③	5.61	16.31	5.66				第 3-2 図	
80	３号 PLR-VVVF(B)入力変圧器	③	3.10	4.59	3.27	○			第 3-2 図	
81	３号 PLR-VVVF(A)入力変圧器	③	3.10	4.59	3.27	○			第 3-2 図	
82	３号出入管理所	③	20.66	23.74	6.45			○	第 3-2 図	
83	３号原子炉建屋	②	77.06	80.56	36.94				第 3-2 図	
84	３号サービス建屋	②	50.06	52.06	24.16			○	第 3-2 図	
85	３号タービン建屋	②	60.76	97.66	24.47				第 3-2 図	
86	３号補助ボイラ建屋	③	20.06	22.06	15.65				第 3-2 図	
87	事務本館／別館	②	23.15 20.19	45.8 39.19	20.8 24.5			○	第 3-2 図	上段：本館 下段：別館
88	バス待合所	③	19.8	3.60	3.20				第 3-2 図	
89	屎尿浄化槽機械室	③	11.60	8.70	4.05				第 3-2 図	
90	屎尿浄化槽機械室(増築)	③	7.80	13.10	6.89				第 3-2 図	
91	油脂倉庫	③	5.08	10.18	3.50	○			第 3-2 図	
92	No.1 純水タンク	③	11.77	11.77	10.66			○	第 3-2 図	
93	ろ過水タンク	③	15.50	15.50	12.54			○	第 3-2 図	
94	純水移送ポンプ室	③	5.84	9.84	4.65				第 3-2 図	
95	No.2 純水タンク	③	15.50	15.50	12.75			○	第 3-2 図	
96	１，２号給排水処理建屋	③	23.65	32.15	11.30		○	○	第 3-2 図	
97	１，２号給排水処理薬品タンク	③	1.60	4.27	2.90		○	○	第 3-2 図	アクセスルートに近い苛性ソーダ貯槽のデータを記載
98	予備品倉庫	③	18.64	36.34	7.65				第 3-2 図	
99	総合排水ポンプ	③	－	－	－				第 3-2 図	現地調査にてアクセスルートに影響ないことを確認
100-1	２号排気筒	①	38.00	38.00	160.00				第 3-2 図	奥行き，幅は基礎の値を記載
100-2	３号排気筒	①								

管理番号	構造物名称	評価フロー	寸法［単位： m ］			個別影響評価			参照図面	備考
			奥行き	幅	高さ	火災	薬品	溢水		
101	２号排気筒放射線モニタ建屋	③	13.15	9.475	4.30				第 3-2 図	
102	３号排気筒放射線モニタ建屋	③	9.90	9.38	4.67				第 3-2 図	
103	体育館	③	36.16	53.51	17.93			○	第 3-2 図	
104	体育館用空調機械室	③	3.51	3.51	3.57				第 3-2 図	
105	３号開閉所引留鉄構	③	2.50	42.00	25.20				第 3-2 図	
106	３号起動変圧器A	③	6.11	8.80	6.90	○			第 3-2 図	
107	３号起動変圧器B	③	6.11	8.80	6.90	○			第 3-2 図	
108	３号開閉所がいし汚損計	③	2.30	3.60	6.70				第 3-2 図	
109	松島幹線 No.１送電鉄塔	②	10.76	10.76	58.00				第 3-2 図	
110	３号給排水処理建屋	③	20.85	50.55	15.85		○	○	第 3-2 図	
111	３号純水タンク	③	11.60	11.60	10.69			○	第 3-2 図	
112	３号ろ過水タンク	③	15.50	15.50	12.09			○	第 3-2 図	
113	事務建屋	②	31.72	56.82	36.70			○	第 3-2 図	
114	可燃物倉庫	③	13.39	8.48	4.21	○			第 3-3 図	
115	油脂倉庫	③	6.34	8.44	4.16	○			第 3-3 図	
116	撤去物保管倉庫	③	23.68	17.94	9.54				第 3-3 図	
117	撤去物保管倉庫	③	23.68	17.94	9.54				第 3-3 図	
118	撤去物保管倉庫	③	23.68	17.94	9.54				第 3-3 図	
119	資機材倉庫	③	33.68	10.89	9.17				第 3-3 図	
120	資機材倉庫	③	25.68	10.89	9.17				第 3-3 図	
121	資機材倉庫	③	25.68	10.89	9.17				第 3-3 図	
122	予備品・貯蔵品倉庫	③	25.68	10.89	9.17				第 3-3 図	
123	配水池	③	11.00	11.00	3.50			○	第 3-3 図	
124	ろ過タンク（浄水）	③	1.75	1.75	4.50			○	第 3-3 図	
125	浄化ポンプ室	③	4.40	10.30	3.20				第 3-3 図	
126	原水タンク	③	19.80	19.80	14.60			○	第 3-3 図	
127	原水タンク	③	19.80	19.80	14.60			○	第 3-3 図	
128	倉庫	③	6.50	5.58	3.55				第 3-3 図	
129	環境放射能測定センター ボンベ室	③	2.95	1.55	2.33	○			第 3-3 図	
130	排水処理装置上屋	③	4.22	4.92	5.30		○		第 3-3 図	
131	環境放射能測定センター倉庫	③	6.18	5.25	3.38				第 3-3 図	
132	原子力技術訓練センター倉庫	③	7.40	5.60	3.30				第 3-3 図	
133	原子力技術訓練センター 機械室	③	8.34	7.42	3.70				第 3-3 図	
134	資材倉庫	③	2.30	7.20	2.60				第 3-3 図	
135	資材倉庫	③	2.30	7.20	2.60				第 3-3 図	

管理番号	構造物名称	評価フロー	寸法［単位： m ］			個別影響評価			参照図面	備考
			奥行き	幅	高さ	火災	薬品	溢水		
136	環境放射能測定センター	③	23.45	30.60	8.65		○		第 3-3 図	
137	原子力技術訓練センター	③	18.20 26.18	31.20 32.68	8.50 14.3				第 3-3 図	上段：事務棟 下段：実習棟
138	環境放射能測定センター前バス待合所	③	2.50	3.00	2.52				第 3-3 図	
139	気象観測建屋（露場）	③	4.69	4.69	3.13				第 3-3 図	
140	ドップラーソーダ	③	4.15	8.40	3.50				第 3-3 図	
141	気象観測建屋	③	4.69	3.79	3.13				第 3-3 図	
142	緊急用電気品建屋	①	20.00	30.00	6.60				第 3-4 図	建設中
143	保修センター	②	39.7	79.3	21.75				第 3-4 図	
144	上水受水槽	③	5.00	5.00	3.00			○	第 3-4 図	
145	雑用水受水槽	③	6.50	5.00	3.00			○	第 3-4 図	
146	保修センター機械室	③	4.90	3.70	3.45				第 3-4 図	
147	保修センター浄化槽用ブロアポンプ室	③	5.50	3.80	2.45				第 3-4 図	
148	緊急時対策建屋	①	35.00	35.00	5.00				第 3-4 図	建設中
149	大容量電源装置	③	4.00	21.80	4.93	○		○	第 3-4 図	一番大きいエンクロージャの値を記載
150	消火水タンク	③	－	－	－			○	－	建設予定（設計中）
151	２号ガスボンベ庫	③	－	－	－	○			－	撤去中（再建設予定）

第3表　アクセスルート周辺構造物の耐震評価の一覧表について

No.	名　　称	評価フロー	耐震設計・評価方針分類	条文要求	評価結果	外装材被害の有無
8	1号復水貯蔵タンク	②	耐震評価	－	工事認可	－
31	1号制御建屋	②	波及的影響評価	○	工事認可	無
32	1号原子炉建屋	②	耐震評価	－	※1	無
34	1号廃棄物処理建屋	②	耐震評価	－	※1	無
46	防潮壁（2号放水立坑）	①	Sクラス	○	工事認可	－
47	2号海水ポンプ室門型クレーン	②	波及的影響評価	○	工事認可	－
49	防潮壁（2号海水ポンプ室）	①	Sクラス	○	工事認可	－
50	2号復水貯蔵タンク	①	Ss機能維持	○	工事認可	－
57	2号原子炉建屋	①	Sクラス	○	工事認可	無
58	2号制御建屋	①	Sクラス	○	工事認可	無
59	2号タービン建屋	②	波及的影響評価	○	工事認可	無
60	2号補助ボイラ建屋	②	波及的影響評価	○	工事認可	無
71	防潮壁（3号放水立坑）	①	Sクラス	○	工事認可	－
73	防潮壁（3号海水ポンプ室）	①	Sクラス	○	工事認可	－
74	3号海水ポンプ室門型クレーン	②	耐震評価	－	工事認可	－
76	3号軽油貯蔵タンクB	②	耐震評価	－	工事認可	－
77	3号軽油貯蔵タンクA	②	耐震評価	－	工事認可	－
83	3号原子炉建屋	②	耐震評価	－	※1	無
84	3号サービス建屋	②	耐震評価	－	※1	無
85	3号タービン建屋	②	耐震評価	－	※1	無
87	事務本館／別館	②	耐震評価	－	※1	無
100-1,2	2号排気筒，3号排気筒	①	Sクラス	○	工事認可	－
109	松島幹線No.1送電鉄塔	②	耐震評価	－	※2	－
113	事務建屋	②	耐震評価	－	※1	無
142	緊急用電気品建屋	①	Ss機能維持	○	工事認可	無
143	保修センター	②	耐震評価	－	※1	有
148	緊急時対策建屋	①	Ss機能維持	○	工事認可	無

注：対象は1.0.2-別紙10-4～8の評価フロー①及び②の構造物を抽出。
耐震設計・評価方針分類ごとの耐震設計方針，耐震評価方針については第4表に示す。
条文要求の「○」は設置許可基準規則第4条及び39条並びに技術基準規則第5条及び50条で適合性を説明するもの。「-」は「工事計画-添付書類-安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書-別添1-補足」に評価結果を記載する。
外装材の被害想定の詳細については1.0.2-別紙11-4～6に示す。

※1については，別紙(11)にて耐震性を確認する。

※2については，別紙(12)にて耐震性を確認する。

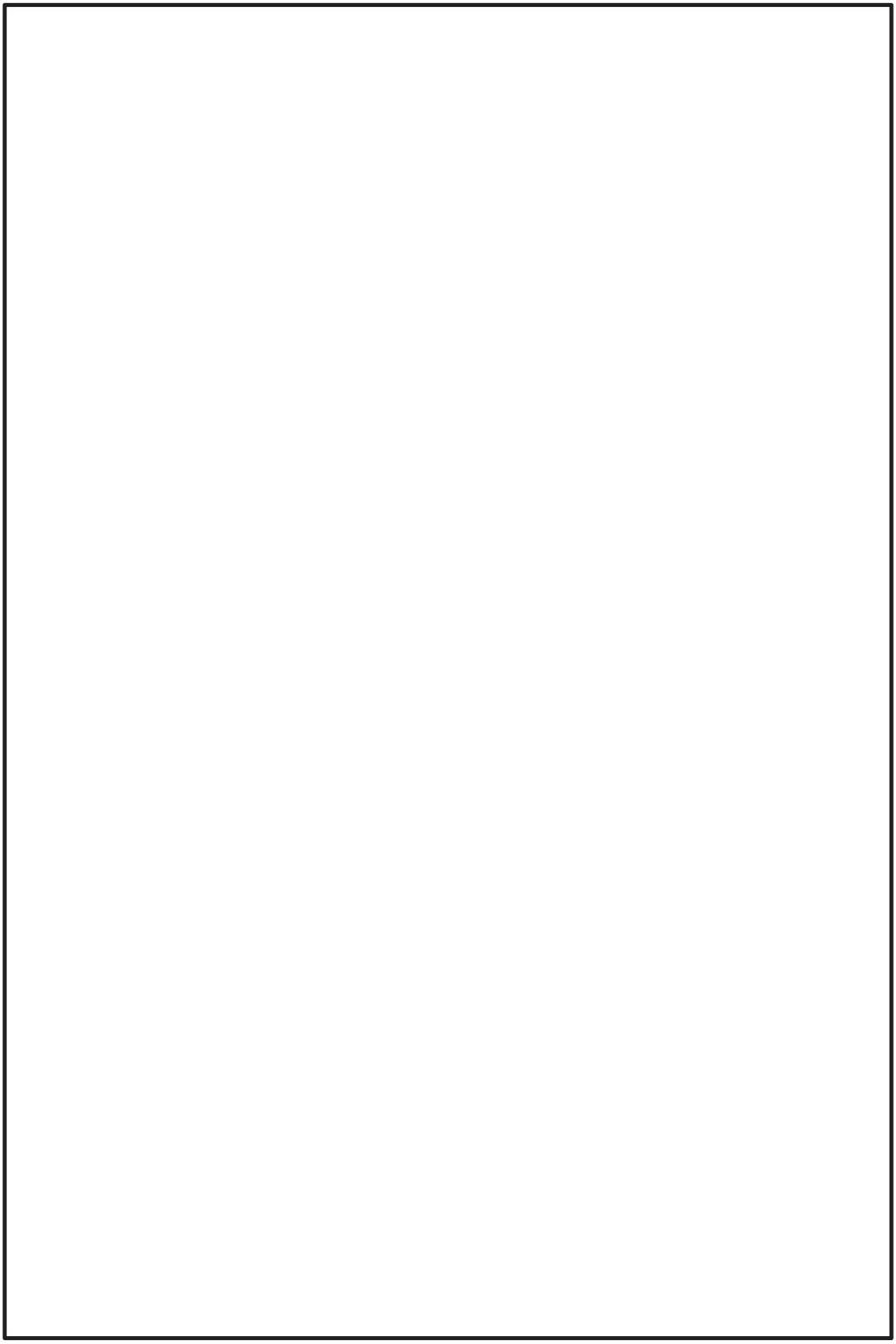
第 4 表　耐震設計・評価方針

分類	設計方針	評価方針
Ｓクラス	耐震Ｓクラスとして設計する。	設置許可基準規則第４条及び 39 条並びに技術基準規則第５条及び 50 条の適合性説明資料に基づき評価を実施する。
Ss 機能維持	基準地震動 Ss による地震力に対して，安全機能が損なわれるおそれがないように設計する。	
波及的影響評価	耐震重要度分類の上位のクラスに属する施設に波及的影響によって，安全機能を損なわせることのないように設計する。	
耐震評価	基準地震動 Ss による地震力によって，倒壊しない設計とする。	【構造物】※ 構造物ごとの損傷モードに応じて評価部位を選定し，地震応答解析を実施する。評価部位の許容限界は破断延性限界に設定し，発生する応力が許容限界未満であることを確認する。

※　１号復水貯蔵タンク，３号海水ポンプ室門型クレーン，３号軽油貯蔵タンクＡ／Ｂ

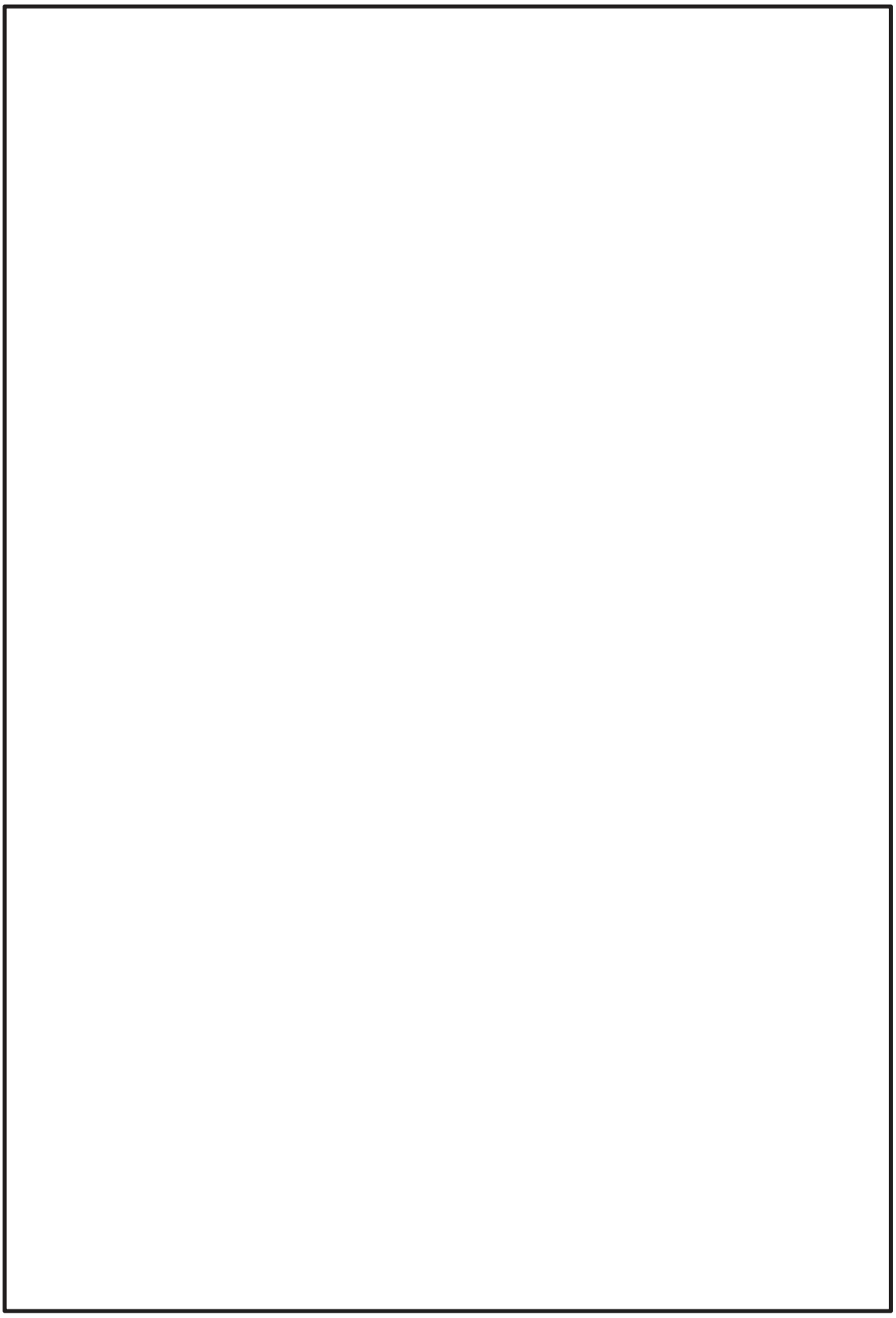
第 3-1 図　アクセスルートの周辺構造物（発電所全体図）

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



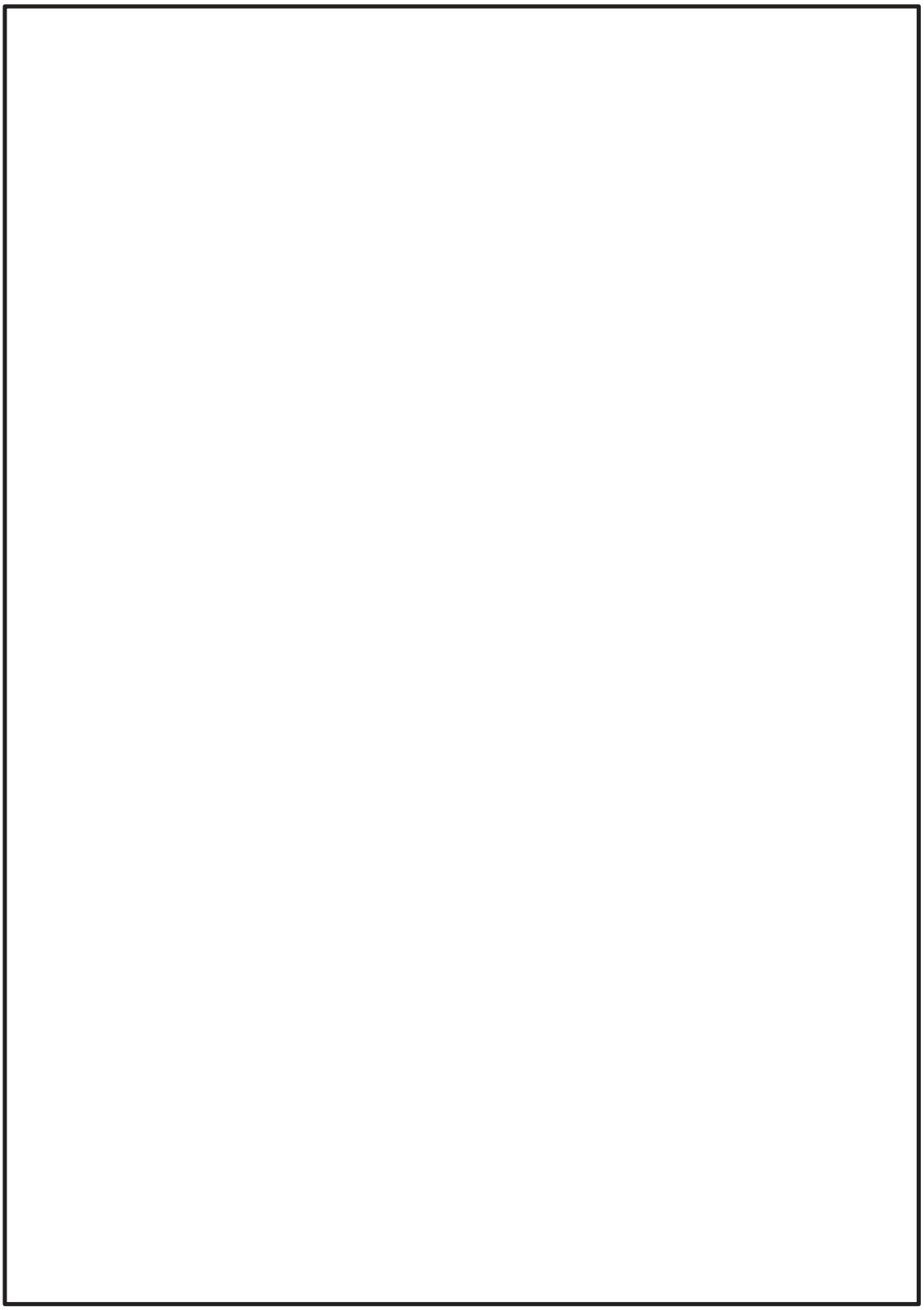
第 3-2 図　アクセスルートの周辺構造物（主要建屋周辺詳細図）

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　アクセスルートの周辺構造物（北側エリア詳細図）

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　アクセスルートの周辺構造物（緊急時対策建屋周辺詳細図）

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

建屋関係の耐震評価について

１．各建屋の諸元

各建屋の諸元を第１表に示す。

第１表　各建屋の諸元

管理番号※1	建屋名称	構造	階数	基礎構造	平面形状		地上高さ (m)	竣工日
					NS(X) (m)	EW(Y) (m)		
32	１号原子炉建屋	鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造	地上５階 地下２階	直接基礎	53.30	43.80	46.78	昭和 58 年 9 月 30 日
34	１号廃棄物処理建屋	鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造	地上４階 地下２階	直接基礎	66.00	22.95	29.03	昭和 58 年 9 月 30 日
83	３号原子炉建屋	鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造	地上３階 地下３階	直接基礎	80.50	77.00	35.70	平成 13 年 6 月 20 日
84	３号サービス建屋	鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造	地上３階 地下４階	直接基礎	52.00	50.00	19.20	平成 13 年 6 月 20 日
85	３号タービン建屋	鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造	地上２階 地下３階	直接基礎	97.00	60.70	23.20	平成 13 年 6 月 20 日
87	事務本館	鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造	地上５階	直接基礎	45.80	23.20	20.80	平成 57 年 2 月 22 日 増築部 平成元年 5 月 16 日
	事務別館	鉄骨鉄筋ｺﾝｸﾘｰﾄ造	地上５階	直接基礎	39.20	20.20	24.50	平成 5 年 11 月 11 日
113	事務建屋	鉄骨造 (免震構造)	地上８階	直接基礎	56.80	31.70	36.70	平成 23 年 8 月 19 日
143	保修センター	鉄骨造	地上４階	直接基礎	79.30	39.70	21.75	平成 8 年 4 月 19 日

※１　「1.0.2-別紙 10 の第２表　アクセスルートの周辺構造物」による管理番号。

２．各建屋の耐震評価方法等

各建屋の耐震評価方法等を第２表に示し，耐震性能評価検討については別添 1～8 に示す。

第２表　各建屋の耐震評価方法等

管理番号※1	建屋名称（別添参照番号）	評価方法	1 次固有周期	検討用地震動（使用根拠）	必要保有水平耐力算定値	保有水平耐力算定値
32	１号原子炉建屋（別添 1）	保有水平耐力による評価※2	固有値解析	基準地震動 Ss7 波※2（基礎下岩盤及び設置レベルを確認※4）	新設工認時	新設工認時
34	１号廃棄物処理建屋（別添 2）	保有水平耐力による評価※2	固有値解析	基準地震動 Ss7 波※2（基礎下岩盤及び設置レベルを確認※4）	新設工認時	新設工認時
83	３号原子炉建屋（別添 3）	保有水平耐力による評価※2	固有値解析	基準地震動 Ss7 波※2（基礎下岩盤及び設置レベルを確認※4）	工事反映※6	工事反映※6
84	３号サービス建屋（別添 4）	保有水平耐力による評価※2	固有値解析	基準地震動 Ss7 波※2（基礎下岩盤及び設置レベルを確認※4）	新設工認時	新設工認時
85	３号タービン建屋（別添 5）	保有水平耐力による評価※2	固有値解析	基準地震動 Ss7 波※2（基礎下岩盤及び設置レベルを確認※4）	工事反映※6	新設工認時
87	事務本館/別館（別添 6）	地震応答解析による層間変形角	固有値解析	基準地震動 Ss7 波（基礎下岩盤を確認※5）	－	－
113	事務建屋（別添 7）	地震応答解析による層間変形角（上部構造）せん断ひずみ（免震層）	固有値解析	基準地震動 Ss7 波（基礎下岩盤を確認※5）	－	－
143	保修センター（別添 8）	保有水平耐力による評価※2	告示※3	基準地震動 Ss7 波※2（加速度応答スペクトルを確認）	新設時	新設時

※１　「1.0.2-別紙 10 の第２表　アクセスルートの周辺構造物」による管理番号。

※２　基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力が保有水平耐力以下であることを確認する。

※３　「昭和 55 年建設省告示第 1793 号第二 Rt を算出する方法」により算出。

※４　基礎下岩盤及び設置レベルが解放基盤と大きな差がないことを確認。

※５　基礎下岩盤と解放基盤下岩盤は同等の岩盤であることを確認。

※６　新設工認時以降の重量増減や耐震性に影響のある工事を反映（重量増減の場合は Ai 分布見直し）。

３．各建屋の耐震評価結果

各建屋の耐震評価結果を第３表に示し，耐震性能評価検討については別添 1～8 に示す。

第３表　建屋関係の耐震評価結果

管理番号※1	建屋名称（別添参照番号）	評価方法			評価結果		影響
					評価基準値	Qu/Qun 又は最大応答値	
32	１号原子炉建屋（別添 1）	保有水平耐力(Qu)／基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力(Qun)			1.00 以上	1.45	無
34	１号廃棄物処理建屋（別添 2）	保有水平耐力(Qu)／基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力(Qun)			1.00 以上	1.29	無
83	３号原子炉建屋（別添 3）	保有水平耐力(Qu)／基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力(Qun)			1.00 以上	2.22	無
84	３号サービス建屋（別添 4）	保有水平耐力(Qu)／基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力(Qun)			1.00 以上	1.41	無
85	３号タービン建屋（別添 5）	保有水平耐力(Qu)／基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力(Qun)			1.00 以上	1.07	無
87	事務本館/別館（別添 6）	地震応答解析	事務本館	層間変形角	1/75 以下※2	1/244	無
			事務別館			1/162	無
113	事務建屋（別添 7）	地震応答解析	上部構造	層間変形角	1/30 以下※3	1/300	無
			免震層	せん断ひずみ	250%以下※4	147%	無
143	保修センター（別添 8）	保有水平耐力(Qu)／基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力(Qun)			1.00 以上	1.03	無

※１　「1.0.2-別紙 10 の第２表　アクセスルートの周辺構造物」による管理番号。

※２　「鉄筋コンクリート造建物の耐震性能評価指針（案）・同解説（日本建築学会)」において，壁フレーム構造の安全限界状態とされる層間変形角の値。安全限界状態とは，地震応答時の応力及び地震終了時の鉛直荷重による応力を安定して維持することができる状態であり,建物の被災度は大破がおおむねこれに対応する。

※３　「震災建築物の被災度区分判定基準及び復旧技術指針」（(財）日本建築防災協会）において，鉄骨構造物（ラーメン構造）が被災度区分「大破」と判定される残留変形角の目安となる値。被災度区分は，「軽微」，「小破」，「中破」，「大破」，「倒壊」の５区分があり，「大破」は，再使用するには詳細調査を実施し，建築物の耐震改修の促進に関する法律に準拠した耐震診断によって復旧計画を立案できる状態である。

※４　免震構造の試評価例及び試設計例（(独）JNES，2014）における設計目標である。

４．各建屋外装材の被害想定について

各建屋のうち，倒壊しないと判断している建屋について，外装材の被害想定を実施した。

(1) 評価方針

各建屋の構造及び外装材を第 4 表に示す。

鉄筋コンクリート造の建屋の外装材は基本的に鉄筋コンクリートの躯体に吹付塗装のため，アクセスルート及び保管エリアへの影響がないと評価する。ただし，吹付塗装以外の外装材を使用している場合はアクセスルート及び保管エリアへの影響を評価する。なお，吹付塗装以外の外装材を使用している建屋はないことを確認している。

鉄骨造の建屋については,外装材の被害想定及びアクセスルートと保管エリアへの影響を評価する。

第 4 表　建屋の構造及び外装材

単位：mm

管理番号※1	建屋名称	地上部の外装材を支持する構造	外装材	影響評価要否
31	１号制御建屋	鉄筋コンクリート造	吹付塗装	否
32	１号原子炉建屋	鉄筋コンクリート造	吹付塗装	否
34	１号廃棄物処理建屋	鉄筋コンクリート造	吹付塗装	否
57	２号原子炉建屋	鉄筋コンクリート造	吹付塗装	否
58	２号制御建屋	鉄筋コンクリート造	吹付塗装	否
59	２号タービン建屋	鉄筋コンクリート造	吹付塗装	否
60	２号補助ボイラ建屋	鉄筋コンクリート造	吹付塗装	否
83	３号原子炉建屋	鉄筋コンクリート造	吹付塗装	否
84	３号サービス建屋	鉄筋コンクリート造	吹付塗装	否
85	３号タービン建屋	鉄筋コンクリート造	吹付塗装	否
87	事務本館／別館	鉄筋コンクリート造 鉄骨鉄筋コンクリート造	吹付塗装	否
113	事務建屋	鉄骨造	PC 板（150）＋タイル	要
142	緊急用電気品建屋	鉄骨造	鉄板（12）＋ルーバーパネル	要
143	保修センター	鉄骨造	ケイ酸カルシウム板（12） ＋グラスウール（75） ＋ケイ酸カルシウム板（12）	要
148	緊急時対策建屋	鉄筋コンクリート造	吹付塗装	否

※1　「1.0.2-別紙 10 の第２表　アクセスルートの周辺構造物」による管理番号。

(2) 評価結果

a. 事務建屋の外装材被害による影響評価

(a) 外装材の被害想定

別添 7 より上部構造の層間変形角を基に被害想定※を行う。被害想定を第 5 表に示す。

第 5 表　建屋の最大層間変形角と外装材の被害想定

事務建屋 最大層間変形角	被害想定
	外装材
1/300（X方向３階）	隅角部 わずかなひび割れ

※被害想定：被災建築物応急危険度判定マニュアル　P.46
（財団法人日本建築防災協会　全国被災建築物応急危険度判定協議会）

外装材の被害はわずかなひび割れ程度であり，脱落しないためアクセスルートへの影響はない。

b. 緊急用電気品建屋の外装材被害による影響評価

(a) 外装材の被害想定

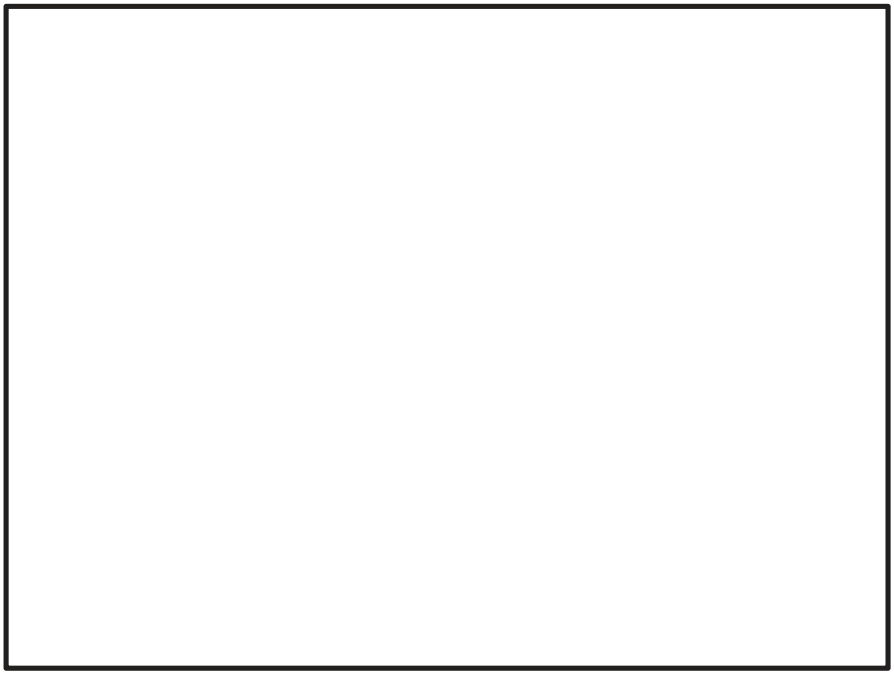
緊急用電気品建屋は基準地震動 Ss に対して機能維持とする設計であることから，外装材の損傷はごくわずかであり，外装材は脱落しないため，アクセスルートへの影響はない。

c．保修センターの外装材被害による影響評価

(a) 外装材の被害想定

保修センターは倒壊しないが，終局状態に近い変形となることから外装材が落下するものとして被害を想定する。

外装材の影響範囲は，平成 20 年 4 月 1 日に国土交通省住宅局建築指導課長より出された，「建築基準法施行規則の一部改正等の施行について（技術的助言）」を参考に，建物高さの半分を影響範囲に設定する。この場合，第 1 図に示すとおりアクセスルート上に外装材が落下することから，迂回又は重機（ブルドーザ）にてがれき撤去することでアクセスルートを確保する。



第 1 図　保修センター外装材影響範囲

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

別添１

女川原子力発電所　１号原子炉建屋基準地震動 Ss に対する耐震性能評価検討

１．目的

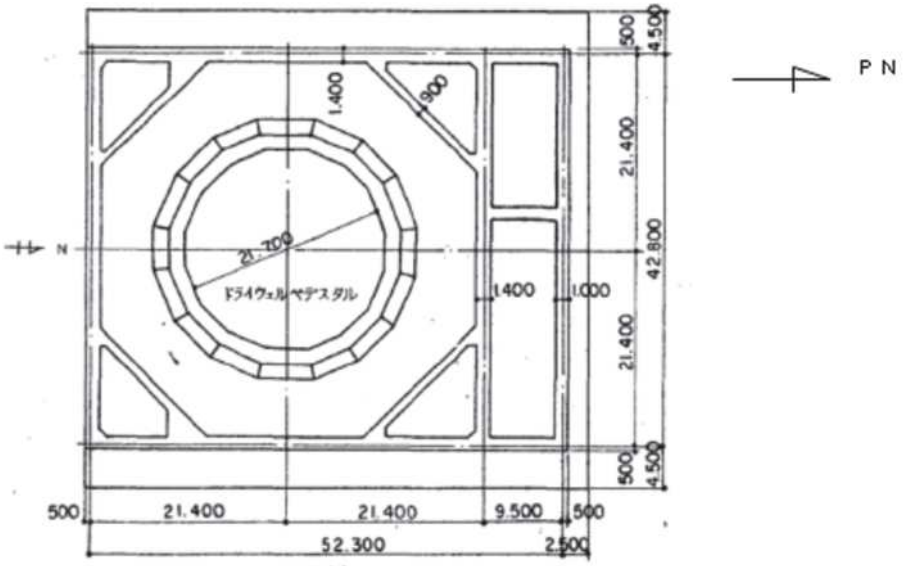
女川原子力発電所１号原子炉建屋に対し，基準地震動 Ss7 波に対する建屋の耐震性について検討を行い，建屋のアクセスルートへの影響を確認する。

２．建屋概要

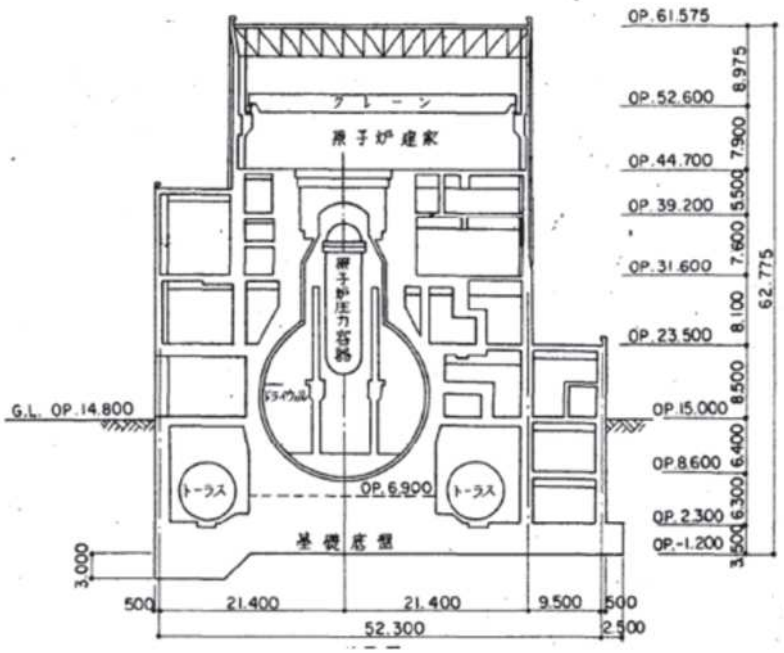
建屋概要を第 6 表に，平面図を第 2 図，断面図を第 3 図に示す。

第 6 表　建屋概要

構　　造	鉄筋コンクリート造
階　　数	地上５階，地下２階
基礎構造	直接基礎
平面形状	53.3m(NS 方向)×43.8m(EW 方向)
高　　さ	地上高さ 46.78m
竣　工　日	昭和 58 年 9 月 30 日



第 2 図　平面図（地下 1 階）



第 3 図　断面図

３．検討内容

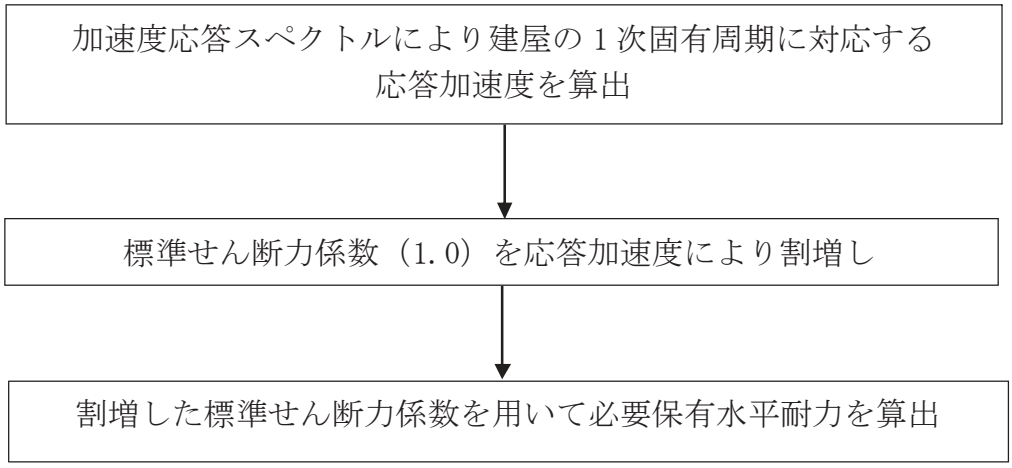
(1) 検討方針

基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力が保有水平耐力以下であることを確認する。

a. 基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力 Qun

基準地震動 Ss の加速度応答スペクトルにより建屋の 1 次固有周期に対応する応答加速度を求めて，標準せん断力係数（1.0）を割増して計算した必要保有水平耐力とする。

算定フローを第 4 図に示す。



第 4 図　算定フロー

b. 保有水平耐力 Qu

保有水平耐力は，各層の個々の耐震壁の保有水平耐力を加え合わせたものとする。

c. 検討用地震動

地震応答解析に用いる検討用地震動は，基準地震動 Ss7 波とする。

① 基準地震動 Ss-D1
② 基準地震動 Ss-D2
③ 基準地震動 Ss-D3
④ 基準地震動 Ss-F1
⑤ 基準地震動 Ss-F2
⑥ 基準地震動 Ss-F3
⑦ 基準地震動 Ss-N1

d. 評価基準値

本建屋の評価基準値を第 7 表に示す。

評価基準値は保有水平耐力を基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力で除した値が 1.00 を上回っていることを確認する。

第 7 表　評価基準値

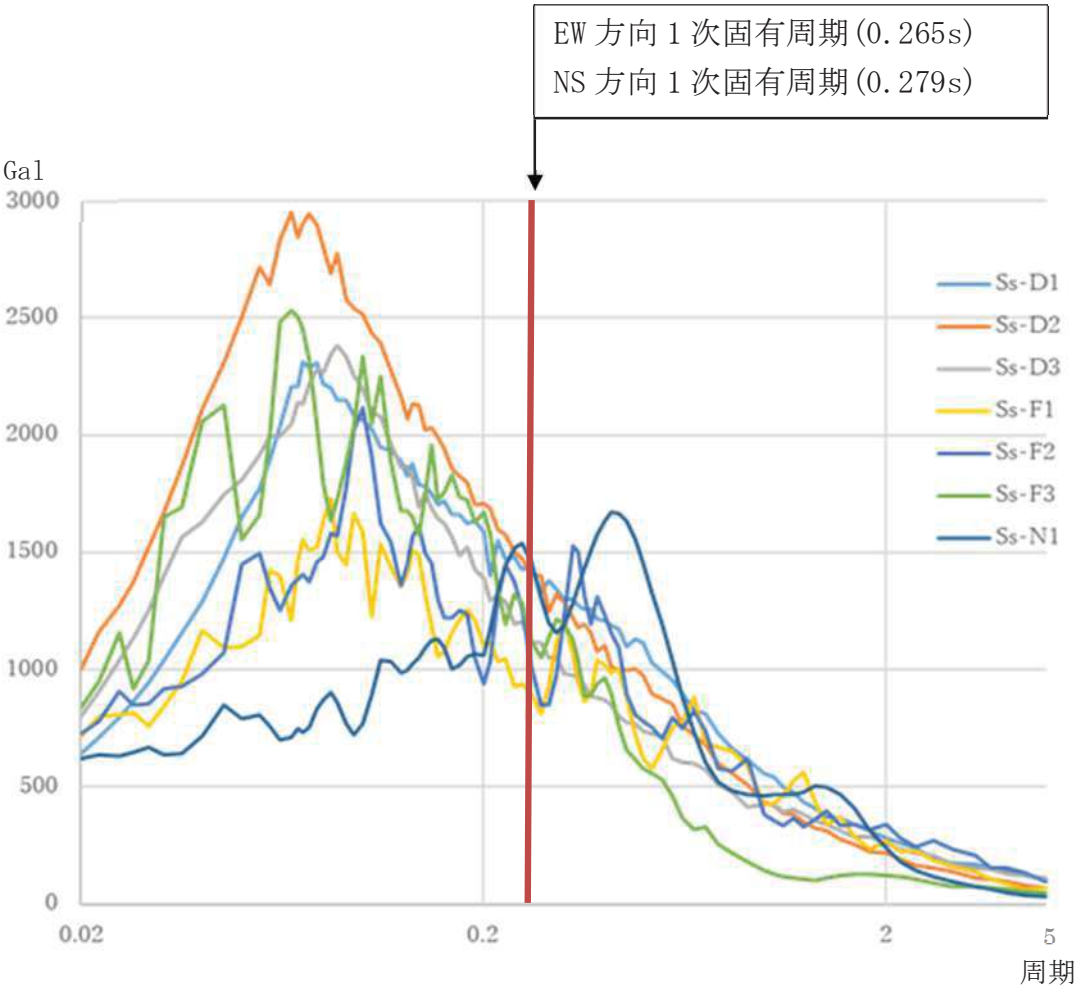
部位	評価基準値
上部構造	1.00 以上

(2) 基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力 Qun

a. 応答加速度による標準せん断力係数の割増し

基準地震動 Ss7 波の解放基盤表面における加速度応答スペクトルを第 5 図に示す。基礎下岩盤及び設置レベルが解放基盤と大きな差がない（1 号原子炉建屋基礎下レベル O.P.-1.2m，解放基盤レベル O.P.-14.1m）ことから，解放基盤表面における加速度応答スペクトルを採用する。また，減衰定数は鉄筋コンクリート造建屋のため 5 %を採用する。

本建屋の 1 次固有周期は NS 方向が 0.279 秒，EW 方向が 0.265 秒である。その周期の応答加速度は，NS 方向が最大 1,392Gal であり，標準せん断力係数の割増しは 1.42，EW 方向が最大 1,448Gal であり，標準せん断力係数の割増しは 1.48 となる。割増した標準せん断力係数を用いて算出した，当該部分に作用する水平地震力を第 8 表に示す。なお，標準せん断力係数割増し前の当該部分に作用する水平地震力は 1 号工事計画認可申請書申請時の地震力算定重量を基に算出した値を SI 単位に換算する。



第 5 図　基準地震動　Ss7 波　加速度応答スペクトル(h=0.05)

第 8 表　当該部分に作用する水平地震力一覧表

方向	階数	標準せん断力係数割増し前の水平地震力［×10^3kN］	標準せん断力係数割増し値	標準せん断力係数割増し後の水平地震力［×10^3kN］
NS方向	クレーン	87.03	1.42	123.59
	5F	128.50		182.46
	中 4F	──		──
	4F	213.82		303.62
	3F	333.10		473.00
	2F	445.52		632.64
	1F	530.42		753.19
	中地下 1F	590.78		838.90
	地下 1F	──		──
	地下 2F	605.28		859.50
EW方向	クレーン	85.01	1.48	125.82
	5F	132.42		195.99
	中 4F	207.30		306.80
	4F	218.17		322.89
	3F	330.54		489.19
	2F	455.59		674.27
	1F	548.15		811.26
	中地下 1F	599.04		886.58
	地下 1F	612.94		907.15
	地下 2F	623.75		923.14

b. 基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力

基準地震動Ss時に対応する必要保有水平耐力(Qun)は以下の計算式による。

$Qun=Ds\times Fes\times Qud$

$Qud=n\times Z\times C_I\times W_I$

$C_I=Rt\times Ai\times C_0$

Qun　：基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力（t）

Ds　：各層の構造特性係数（Ds=0.55）

Fes　：各層の形状特性係数（Fes=1.00）

Qud　：標準せん断力係数の割増しを行い算定した当該部分に作用する水平地震力（t）

n　：重要度に応じた係数（n=1.0）

Z　：地震地域係数（Z=1.0）

C_I　：せん断力係数

W_I　：当該部分が支える重量（t）

Rt　：振動特性係数（Rt=0.8）

Ai　：せん断力係数の高さ方向の分布係数で，建屋－地盤連成モデルの固有値を用いたモーダル解析法（２乗和平方根法）により求める。

C_0　：割増した標準せん断力係数

１号工事計画認可申請書申請時の地震力算定重量を基に上記計算式により算出した結果を第 9 表に示す。単位は SI 単位に換算する。

第 9 表　基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力算定表

方向	階数	Ds	Fes	Qud[×10^3kN]	Qun[×10^3kN]
NS 方向	クレーン	0.55	1.00	123.59	67.97
	5F			182.46	100.36
	中 4F			──	──
	4F			303.62	166.99
	3F			473.00	260.15
	2F			632.64	347.95
	1F			753.19	414.26
	中地下 1F			838.90	461.40
	地下 1F			──	──
	地下 2F			859.50	472.73
EW 方向	クレーン	0.55	1.00	125.82	69.20
	5F			195.99	107.79
	中 4F			306.80	168.74
	4F			322.89	177.59
	3F			489.19	269.06
	2F			674.27	370.85
	1F			811.26	446.19
	中地下 1F			886.58	487.62
	地下 1F			907.15	498.93
	地下 2F			923.14	507.73

(3) 保有水平耐力の算定

保有水平耐力（Qu）の計算方法は，耐震壁のせん断強度と曲げ強度より求まる曲げ降伏時のせん断力のうちいずれか小さい方とする。

せん断強度と曲げ降伏時のせん断力は以下の計算式により算出する。

a.せん断強度

$Qsu=\tau u\times Ae$

$\tau u=\{1-\tau s/(4.5\sqrt{Fc})\}\times\tau o+\tau s$ （$\tau s\leqq 4.5\sqrt{Fc}$の時）

$=4.5\sqrt{Fc}$ （$\tau s>4.5\sqrt{Fc}$の時）

$\tau o=\{3-1.8M/(Q\times d)\}\sqrt{Fc}$

$\tau s=(pv+ph)\times s\sigma y/2+\sigma v/2$

Qsu	：せん断強度（kg）
Ae	：耐震壁の有効せん断断面積（cm^2）
Fc	：コンクリートの設計基準強度（kg/cm^2）
M/（Q×d）	：せん断スパン比（1.0 以上の時は 1.0 とする。）
$s\sigma y$	：鉄筋の降伏応力度（kg/cm^2）
pv	：縦筋比
ph	：横筋比

b. 曲げ降伏時のせん断力

$$Qmu=Q\times\frac{Mu}{M}$$

Qmu	：全塑性モーメント時のせん断力（kg）
Mu	：全塑性モーメント（kg･cm）
Q	：設計用地震力によるせん断力（kg）
M	：設計用地震力による曲げモーメント（kg･cm）

各数値は 1 号工事計画認可申請書申請時の値とする。計算結果を第 10 表に示す。単位は SI 単位に換算する。

第 10 表　保有水平耐力算定表

方向	階数	保有水平耐力 Qu[×10^3kN]
NS 方向	クレーン	98.39
	5F	168.84
	中 4F	──
	4F	492.63
	3F	776.03
	2F	908.64
	1F	1,291.96
	中地下 1F	1,710.66
	地下 1F	──
	地下 2F	2,210.89
EW 方向	クレーン	125.67
	5F	161.45
	中 4F	560.50
	4F	673.40
	3F	825.46
	2F	1,012.76
	1F	1,295.67
	中地下 1F	1,744.75
	地下 1F	2,244.17
	地下 2F	2,245.13

4．評価結果

評価結果を第 11 表に示す。

NS 方向及び EW 方向全ての階で Qu/Qun が評価基準値を上回ることから，本建屋は基準地震動 Ss に対して倒壊しないことを確認した。

第 11 表　評価結果一覧表

方向	階数	基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力 Qun［×10^3kN］	保有水平耐力 Qu［×10^3kN］	Qu/Qun
NS 方向	クレーン	67.97	98.39	1.45
	5F	100.36	168.84	1.68
	中 4F	──	──	──
	4F	166.99	492.63	2.95
	3F	260.15	776.03	2.98
	2F	347.95	908.64	2.61
	1F	414.26	1,291.96	3.12
	中地下 1F	461.40	1,710.66	3.71
	地下 1F	──	──	──
	地下 2F	472.73	2,210.89	4.68
EW 方向	クレーン	69.20	125.67	1.82
	5F	107.79	161.45	1.50
	中 4F	168.74	560.50	3.32
	4F	177.59	673.40	3.79
	3F	269.06	825.46	3.07
	2F	370.85	1,012.76	2.73
	1F	446.19	1,295.67	2.90
	中地下 1F	487.62	1,744.75	3.58
	地下 1F	498.93	2,244.17	4.50
	地下 2F	507.73	2,245.13	4.42

（注）：下線は各方向の最小値

5．まとめ

アクセスルートへの影響の観点からは，以下のように評価する。

女川原子力発電所の１号原子炉建屋に対し，保有水平耐力計算をもとに検討をした結果，基準地震動Ss時に対応する必要保有水平耐力が保有水平耐力以下であり，基準地震動 Ss に対し本建屋が倒壊せず，アクセスルートへの影響がないことを確認した。

別添２

女川原子力発電所　１号廃棄物処理建屋基準地震動 Ss に対する耐震性能評価検討

１．目的

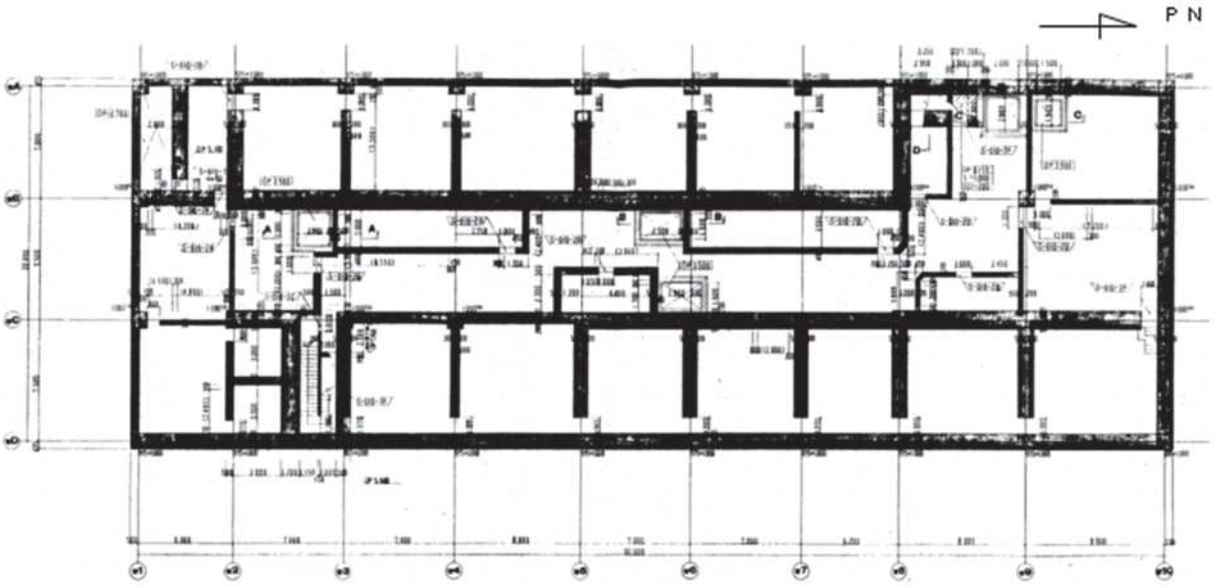
女川原子力発電所１号廃棄物処理建屋に対し，基準地震動 Ss7 波に対する建屋の耐震性について検討を行い，建屋のアクセスルートへの影響を確認する。

２．建屋概要

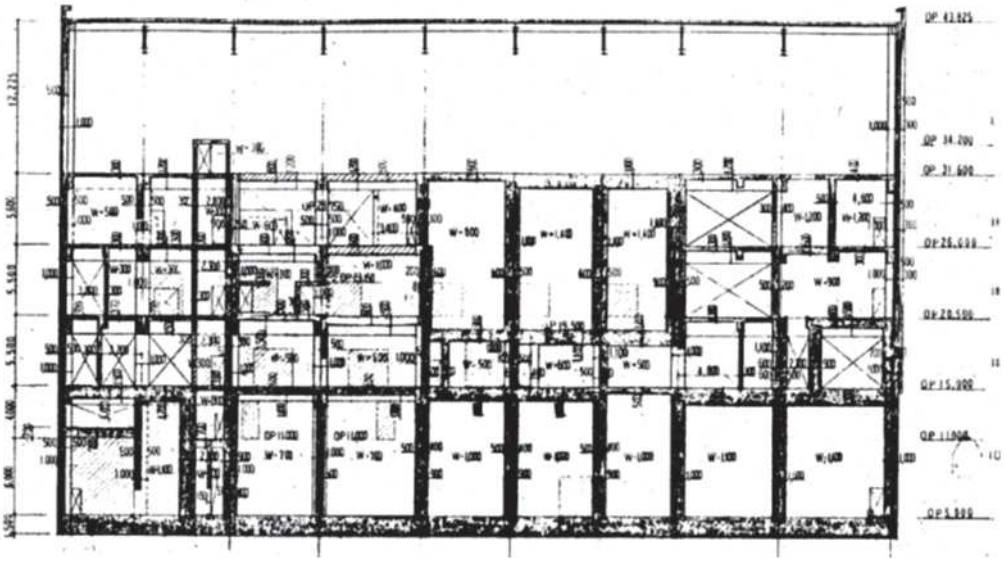
建屋概要を第 12 表に，平面図を第 6 図，断面図を第 7 図に示す。

第 12 表　建屋概要

構　　造	鉄筋コンクリート造
階　　数	地上４階，地下２階
基礎構造	直接基礎
平面形状	66.0m(NS 方向)×22.95m(EW 方向)
高　　さ	地上高さ 29.03m
竣工日	昭和 58 年 9 月 30 日



第 6 図　平面図（地下 2 階）



第 7 図　断面図

３．検討内容

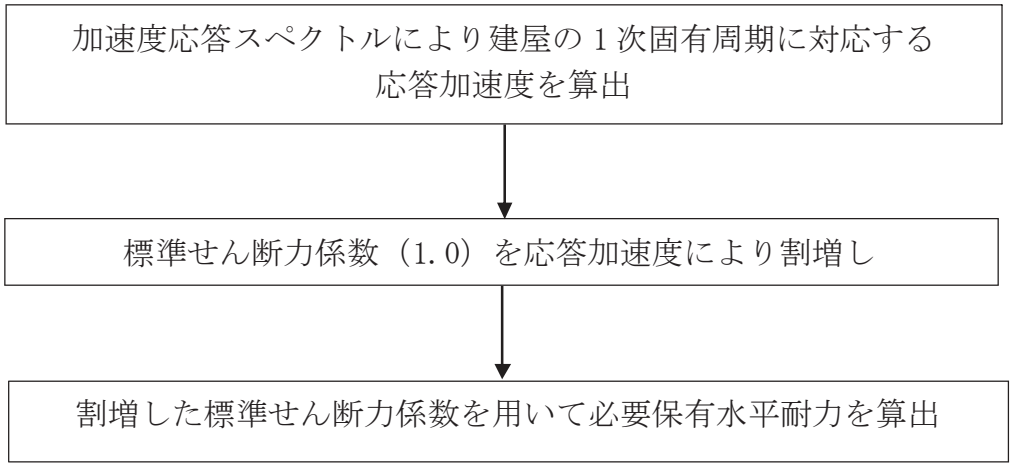
(1) 検討方針

基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力が保有水平耐力以下であることを確認する。

a. 基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力 Qun

基準地震動 Ss の加速度応答スペクトルにより建屋の 1 次固有周期に対応する応答加速度を求めて，標準せん断力係数（1.0）を割増して計算した必要保有水平耐力とする。

算定フローを第 8 図に示す。



第 8 図　算定フロー

b. 保有水平耐力 Qu

保有水平耐力は，各層の個々の耐震壁の保有水平耐力を加え合わせたものとする。

c. 検討用地震動

地震応答解析に用いる検討用地震動は，基準地震動 Ss7 波とする。

① 基準地震動 Ss-D1
② 基準地震動 Ss-D2
③ 基準地震動 Ss-D3
④ 基準地震動 Ss-F1
⑤ 基準地震動 Ss-F2
⑥ 基準地震動 Ss-F3
⑦ 基準地震動 Ss-N1

d. 評価基準値

本建屋の評価基準値を第 13 表に示す。

評価基準値は保有水平耐力を基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力で除した値が 1.00 を上回っていることを確認する。

第 13 表　評価基準値

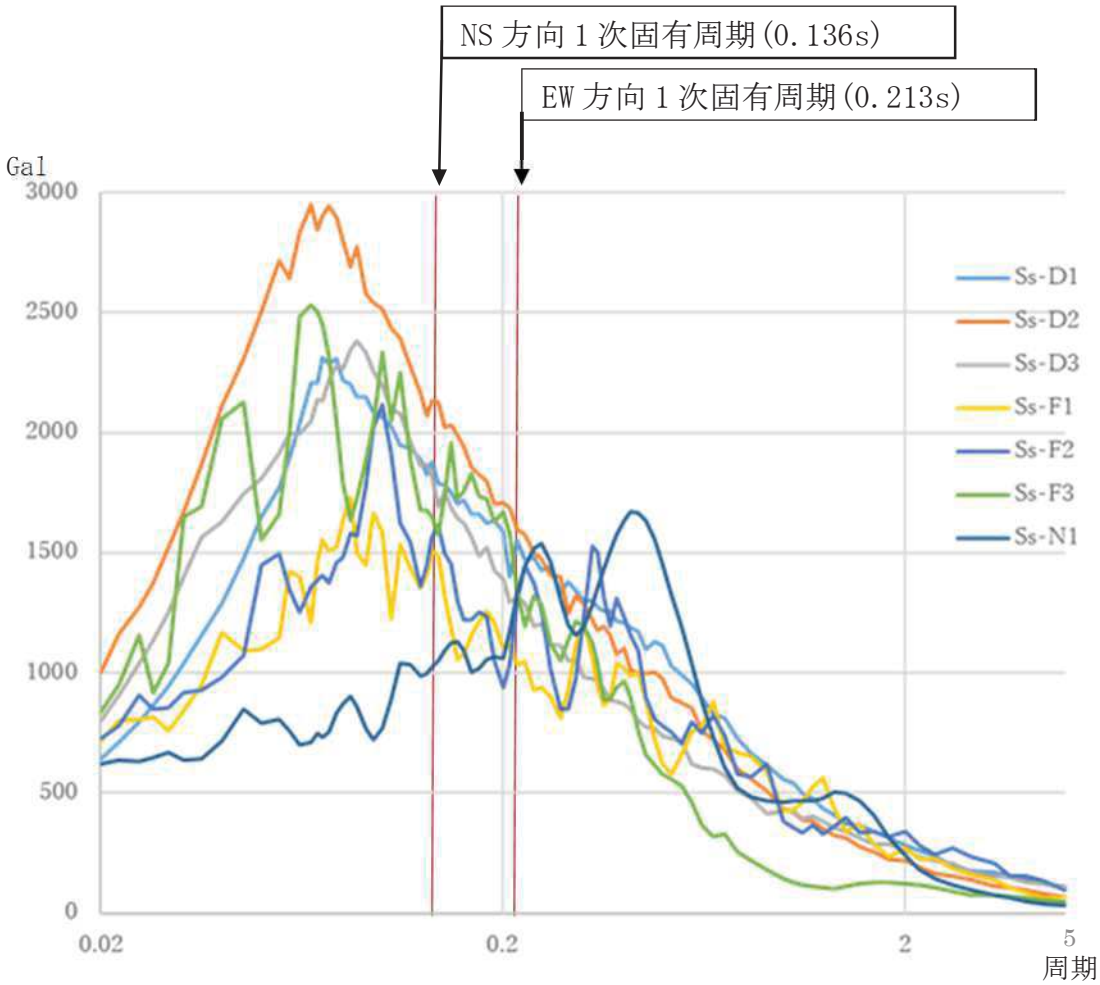
部位	評価基準値
上部構造	1.00 以上

(2) 基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力 Qun

a. 応答加速度による標準せん断力係数の割増し

基準地震動 Ss7 波の解放基盤表面における加速度応答スペクトルを第 9 図に示す。基礎下岩盤及び設置レベルが解放基盤と大きな差がない（1 号廃棄物処理建屋基礎下レベル O.P.+3.5m，解放基盤レベル O.P.-14.1m）ことから，解放基盤表面における加速度応答スペクトルを採用する。また，減衰定数は鉄筋コンクリート造建屋のため５％を採用する。

本建屋の 1 次固有周期は NS 方向が 0.136 秒，EW 方向が 0.213 秒である。その周期の応答加速度は，NS 方向が最大 2,136Gal であり，標準せん断力係数の割増しは 2.18，EW 方向が最大 1,630Gal であり，標準せん断力係数の割増しは 1.66 となる。割増した標準せん断力係数を用いて算出した，当該部分に作用する水平地震力を第 14 表に示す。なお，標準せん断力係数割増し前の当該部分に作用する水平地震力は 1 号工事計画認可申請書申請時の地震力算定重量を基に算出した値を SI 単位に換算する。



第 9 図　基準地震動　Ss7 波　加速度応答スペクトル(h=0.05)

第 14 表　当該部分に作用する水平地震力一覧表

方向	階数	標準せん断力係数割増し前の水平地震力［×10^3kN］	標準せん断力係数割増し値	標準せん断力係数割増し後の水平地震力［×10^3kN］
NS方向	クレーン	29.55	2.18	64.42
	4F	47.74		104.07
	3F	113.34		247.07
	2F	184.24		401.63
	1F	243.62		531.08
	地下 1F	286.38		624.31
	地下 2F	306.99		669.24
EW方向	クレーン	40.36	1.66	66.99
	4F	62.24		103.31
	3F	126.48		209.95
	2F	194.61		323.06
	1F	248.67		412.78
	地下 1F	289.37		480.35
	地下 2F	306.99		509.60

b. 基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力

基準地震動Ss時に対応する必要保有水平耐力(Qun)は以下の計算式による。

$Qun=Ds\times Fes\times Qud$

$Qud=n\times Z\times C_I\times W_I$

$C_I=Rt\times Ai\times C_0$

Qun　：基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力（t）

Ds　：各層の構造特性係数（Ds=0.55）

Fes　：各層の形状特性係数（Fes=1.00）

Qud　：標準せん断力係数の割増しを行い算定した当該部分に作用する水平地震力（t）

n　：重要度に応じた係数（n=1.0）

Z　：地震地域係数（Z=1.0）

C_I　：せん断力係数

W_I　：当該部分が支える重量（t）

Rt　：振動特性係数（Rt=0.8）

Ai　：せん断力係数の高さ方向の分布係数で，建屋－地盤連成モデルの固有値を用いたモーダル解析法（２乗和平方根法）により求める。

C_0　：割増した標準せん断力係数

１号工事計画認可申請書申請時の地震力算定重量を基に上記計算式により算出した結果を第 15 表に示す。単位は SI 単位に換算する。

第 15 表　基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力算定表

方向	階数	Ds	Fes	Qud[×10^3kN]	Qun[×10^3kN]
NS 方向	クレーン	0.55	1.00	64.42	35.43
	4F			104.07	57.24
	3F			247.07	135.89
	2F			401.63	220.90
	1F			531.08	292.10
	地下 1F			624.31	343.37
	地下 2F			669.24	368.08
EW 方向	クレーン	0.55	1.00	66.99	36.84
	4F			103.31	56.82
	3F			209.95	115.47
	2F			323.06	177.68
	1F			412.78	227.03
	地下 1F			480.35	264.19
	地下 2F			509.60	280.28

(3) 保有水平耐力の算定

保有水平耐力（Qu）の計算方法は，耐震壁のせん断強度と曲げ強度より求まる曲げ降伏時のせん断力のうちいずれか小さい方とする。

せん断強度と曲げ降伏時のせん断力は以下の計算式により算出する。

a. せん断強度

$Qsu=\tau u\times Ae$

$\tau u=\{1-\tau s/(4.5\sqrt{Fc})\}\times\tau o+\tau s$ （$\tau s\leqq 4.5\sqrt{Fc}$の時）

$=4.5\sqrt{Fc}$ （$\tau s>4.5\sqrt{Fc}$の時）

$\tau o=\{3-1.8M/(Q\times d)\}\sqrt{Fc}$

$\tau s=(pv+ph)\times s\sigma y/2+\sigma v/2$

Qsu	：せん断強度（kg）
Ae	：耐震壁の有効せん断断面積（cm^2）
Fc	：コンクリートの設計基準強度（kg/cm^2）
M/（Q×d）	：せん断スパン比（1.0 以上の時は 1.0 とする。）
$s\sigma y$	：鉄筋の降伏応力度（kg/cm^2）
pv	：縦筋比
ph	：横筋比

b. 曲げ降伏時のせん断力

$$Qmu=Q\times\frac{Mu}{M}$$

Qmu	：全塑性モーメント時のせん断力（kg）
Mu	：全塑性モーメント（kg･cm）
Q	：設計用地震力によるせん断力（kg）
M	：設計用地震力による曲げモーメント（kg･cm）

各数値は 1 号工事計画認可申請書申請時の値とする。計算結果を第 16 表に示す。単位は SI 単位に換算する。

第 16 表　保有水平耐力算定表

方向	階数	保有水平耐力 Qu[×10^3kN]
NS 方向	クレーン	177.34
	4F	176.33
	3F	794.86
	2F	796.69
	1F	687.24
	地下 1F	846.39
	地下 2F	830.10
EW 方向	クレーン	109.18
	4F	92.49
	3F	415.12
	2F	451.46
	1F	411.52
	地下 1F	407.64
	地下 2F	361.81

4．評価結果

評価結果を第 17 表に示す。

NS 方向及び EW 方向全ての階で Qu/Qun が評価基準値を上回ることから，本建屋は基準地震動 Ss に対して倒壊しないことを確認した。

第 17 表　評価結果一覧表

方向	階数	基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力 Qun[×10^3kN]	保有水平耐力 Qu[×10^3kN]	Qu/Qun
NS 方向	クレーン	35.43	177.34	5.01
	4F	57.24	176.33	3.08
	3F	135.89	794.86	5.85
	2F	220.90	796.69	3.61
	1F	292.10	687.24	2.35
	地下 1F	343.37	846.39	2.46
	地下 2F	368.08	830.10	2.26
EW 方向	クレーン	36.84	109.18	2.96
	4F	56.82	92.49	1.63
	3F	115.47	415.12	3.60
	2F	177.68	451.46	2.54
	1F	227.03	411.52	1.81
	地下 1F	264.19	407.64	1.54
	地下 2F	280.28	361.81	1.29

（注）：下線は各方向の最小値

5．まとめ

アクセスルートへの影響の観点からは，以下のように評価する。

女川原子力発電所の 1 号廃棄物処理建屋に対し，保有水平耐力計算をもとに検討をした結果，基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力が保有水平耐力以下であり，基準地震動 Ss に対し本建屋が倒壊せず，アクセスルートへの影響がないことを確認した。

別添３

女川原子力発電所　３号原子炉建屋基準地震動 Ss に対する耐震性能評価検討

１．目的

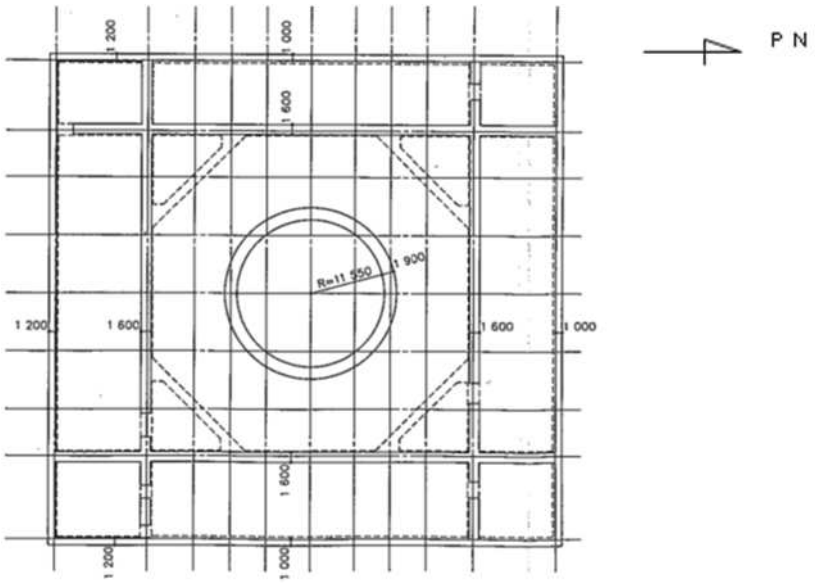
女川原子力発電所３号原子炉建屋に対し，基準地震動 Ss7 波に対する建屋の耐震性について検討を行い，建屋のアクセスルートへの影響を確認する。

２．建屋概要

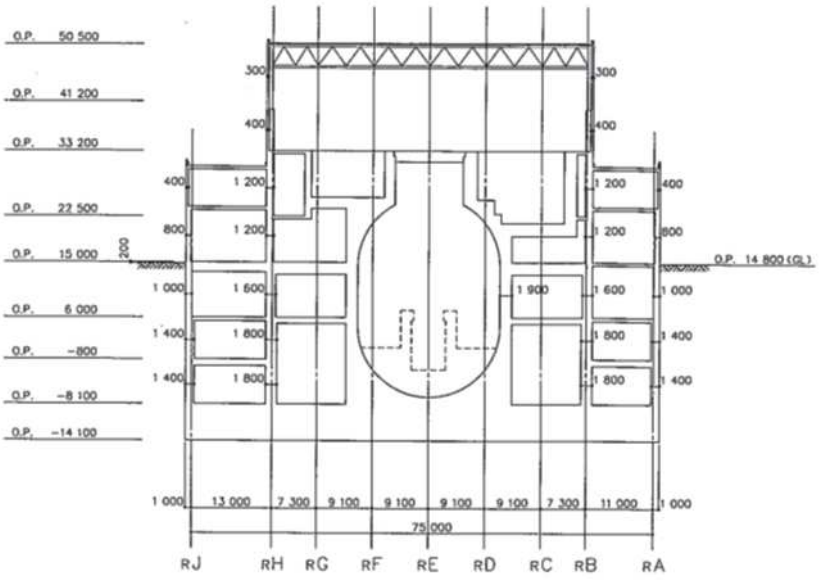
建屋概要を第 18 表に，平面図を第 10 図，断面図を第 11 図に示す。

第 18 表　建屋概要

構　　造	鉄筋コンクリート造
階　　数	地上３階，地下３階
基礎構造	直接基礎
平面形状	80.5m(NS 方向)×77.0m(EW 方向)
高　　さ	地上高さ 35.7m
竣　工　日	平成 13 年 6 月 20 日



第 10 図　平面図（地下 1 階）



第 11 図　断面図

３．検討内容

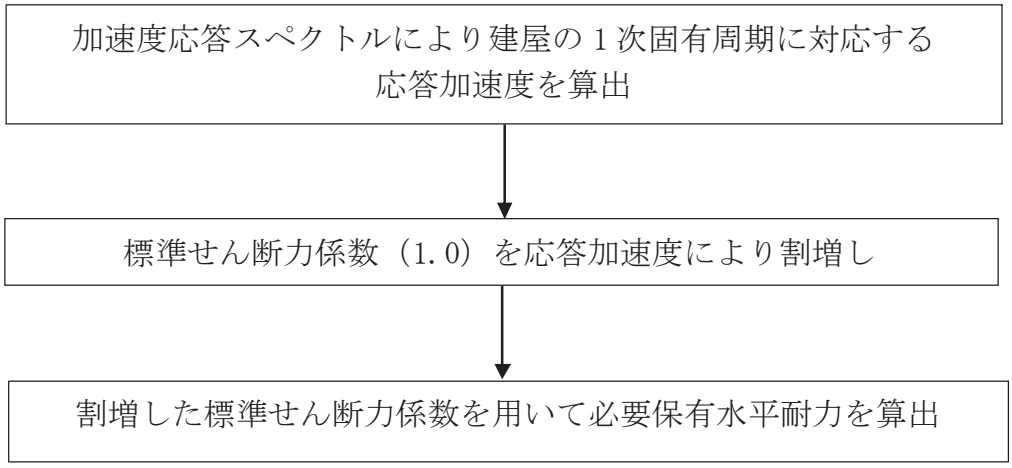
(1) 検討方針

基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力が保有水平耐力以下であることを確認する。

a. 基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力 Qun

基準地震動 Ss の加速度応答スペクトルにより建屋の 1 次固有周期に対応する応答加速度を求めて，標準せん断力係数（1.0）を割増して計算した必要保有水平耐力とする。

算定フローを第 12 図に示す。



第 12 図　算定フロー

b. 保有水平耐力 Qu

保有水平耐力は，各層の個々の耐震壁の保有水平耐力を加え合わせたものとする。

c. 検討用地震動

地震応答解析に用いる検討用地震動は，基準地震動 Ss7 波とする。

① 基準地震動 Ss-D1
② 基準地震動 Ss-D2
③ 基準地震動 Ss-D3
④ 基準地震動 Ss-F1
⑤ 基準地震動 Ss-F2
⑥ 基準地震動 Ss-F3
⑦ 基準地震動 Ss-N1

d. 評価基準値

本建屋の評価基準値を第 19 表に示す。

評価基準値は保有水平耐力を基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力で除した値が 1.00 を上回っていることを確認する。

第 19 表　評価基準値

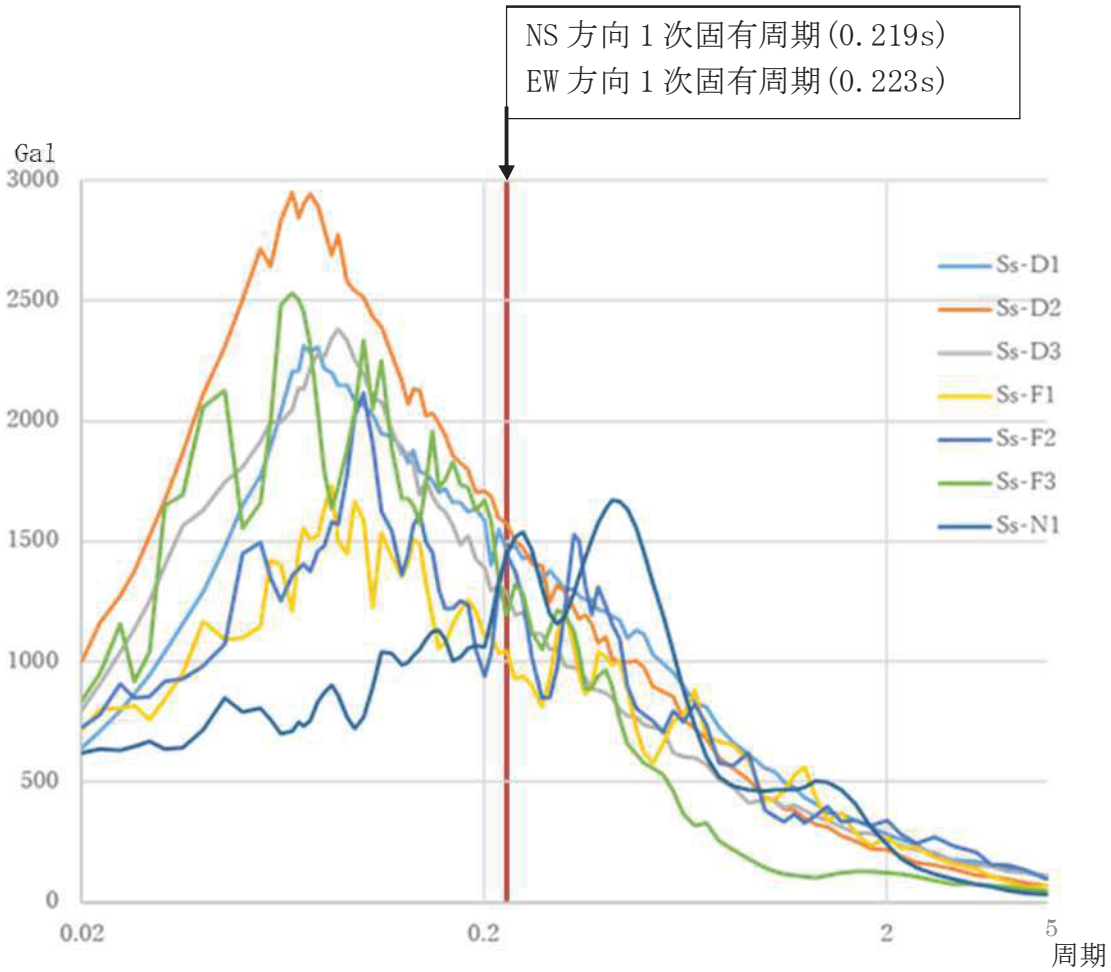
部位	評価基準値
上部構造	1.00 以上

(2) 基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力 Qun

a. 応答加速度による標準せん断力係数の割増し

基準地震動 Ss7 波の解放基盤表面における加速度応答スペクトルを第 13 図に示す。基礎下岩盤及び設置レベルが解放基盤と差がない（３号原子炉建屋基礎下レベル O.P.-14.1m，解放基盤レベル O.P.-14.1m）ことから，解放基盤表面における加速度応答スペクトルを採用する。また，減衰定数は鉄筋コンクリート造建屋のため５％を採用する。

本建屋の１次固有周期は NS 方向が 0.219 秒，EW 方向が 0.223 秒である。その周期の応答加速度は，NS 方向が最大 1,593Gal であり，標準せん断力係数の割増しは 1.63，EW 方向が最大 1,586Gal であり，標準せん断力係数の割増しは 1.62 となる。割増した標準せん断力係数を用いて算出した，当該部分に作用する水平地震力を第 20 表に示す。なお，標準せん断力係数割増し前の当該部分に作用する水平地震力は３号工事計画認可申請書申請時の値を基に屋上ブロック撤去及び耐震補強工事を反映した値を SI 単位に換算する。



第 13 図　基準地震動　Ss7 波　加速度応答スペクトル(h=0.05)

第 20 表　当該部分に作用する水平地震力一覧表

方向	階数	標準せん断力係数割増し前の水平地震力［×10^3kN］	標準せん断力係数割増し値	標準せん断力係数割増し後の水平地震力［×10^3kN］
NS方向	クレーン	78.70	1.63	128.27
	3F	173.79		283.27
	2F	535.16		872.30
	1F	965.17		1,573.23
	地下 1F	1,281.92		2,089.53
	地下 2F	1,481.39		2,414.67
	地下 3F	1,627.19		2,652.32
EW方向	クレーン	67.03	1.62	108.59
	3F	161.52		261.66
	2F	522.05		845.71
	1F	955.56		1,548.01
	地下 1F	1,285.87		2,083.11
	地下 2F	1,487.53		2,409.80
	地下 3F	1,627.19		2,636.05

b. 基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力

基準地震動Ss時に対応する必要保有水平耐力(Qun)は以下の計算式による。

$Qun=Ds\times Fes\times Qud$

$Qud=n\times Z\times C_I\times W_I$

$C_I=Rt\times Ai\times C_0$

Qun　：基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力（t）

Ds　：各層の構造特性係数（Ds=0.55）

Fes　：各層の形状特性係数（Fes=1.00）

Qud　：標準せん断力係数の割増しを行い算定した当該部分に作用する水平地震力（t）

n　：重要度に応じた係数（n=1.0）

Z　：地震地域係数（Z=1.0）

C_I　：せん断力係数

W_I　：当該部分が支える重量（t）

Rt　：振動特性係数（Rt=0.8）

Ai　：せん断力係数の高さ方向の分布係数で，建屋－地盤連成モデルの固有値を用いたモーダル解析法（２乗和平方根法）により求める。

C_0　：割増した標準せん断力係数

各数値は３号工事計画認可申請書申請時の値を基に屋上ブロック撤去及び耐震補強工事を反映した値とする。計算結果を第 21 表に示す。単位は SI 単位に換算する。

第 21 表　基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力算定表

方向	階数	Ds	Fes	Qud[×10^3kN]	Qun[×10^3kN]
NS 方向	クレーン	0.55	1.00	128.27	70.55
	3F			283.27	155.80
	2F			872.30	479.77
	1F			1,573.23	865.28
	地下 1F			2,089.53	1,149.24
	地下 2F			2,414.67	1,328.07
	地下 3F			2,652.32	1,458.78
EW 方向	クレーン	0.55	1.00	108.59	59.73
	3F			261.66	143.91
	2F			845.71	465.14
	1F			1,548.01	851.41
	地下 1F			2,083.11	1,145.71
	地下 2F			2,409.80	1,325.39
	地下 3F			2,636.05	1,449.83

(3) 保有水平耐力の算定

保有水平耐力（Qu）の計算方法は，耐震壁のせん断強度と曲げ強度より求まる曲げ降伏時のせん断力のうちいずれか小さい方とする。

せん断強度と曲げ降伏時のせん断力は以下の計算式により算出する。

a. せん断強度

$Qsu=\tau u\times Ae$

$\tau u=\{1-\tau s/(4.5\sqrt{Fc})\}\times\tau o+\tau s$ （$\tau s\leqq 4.5\sqrt{Fc}$の時）

$=4.5\sqrt{Fc}$ （$\tau s>4.5\sqrt{Fc}$の時）

$\tau o=\{3-1.8M/(Q\times d)\}\sqrt{Fc}$

$\tau s=(pv+ph)\times s\sigma y/2+\sigma v/2$

Qsu	：せん断強度（kg）
Ae	：耐震壁の有効せん断断面積（cm^2）
Fc	：コンクリートの設計基準強度（kg/cm^2）
M/（Q×d）	：せん断スパン比（1.0 以上の時は 1.0 とする。）
$s\sigma y$	：鉄筋の降伏応力度（kg/cm^2）
pv	：縦筋比
ph	：横筋比

b. 曲げ降伏時のせん断力

$$Qmu=Q\times\frac{Mu}{M}$$

Qmu	：全塑性モーメント時のせん断力（kg）
Mu	：全塑性モーメント（kg･cm）
Q	：設計用地震力によるせん断力（kg）
M	：設計用地震力による曲げモーメント（kg･cm）

各数値は３号工事計画認可申請書申請時の値を基に耐震補強工事を反映した値とする。計算結果を第 22 表に示す。単位は SI 単位に換算する。

第 22 表　保有水平耐力算定表

方向	階数	保有水平耐力 Qu[×10^3kN]
NS 方向	クレーン	218.95
	3F	345.24
	2F	1,459.75
	1F	2,419.88
	地下 1F	3,199.48
	地下 2F	4,080.30
	地下 3F	4,132.50
EW 方向	クレーン	168.63
	3F	337.87
	2F	1,472.15
	1F	2,436.87
	地下 1F	2,983.13
	地下 2F	3,953.00
	地下 3F	4,021.74

4．評価結果

評価結果を第 23 表に示す。

NS 方向及び EW 方向全ての階で Qu/Qun が評価基準値を上回ることから，本建屋は基準地震動 Ss に対して倒壊しないことを確認した。

第 23 表　評価結果一覧表

方向	階数	基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力 Qun［×10^3kN］	保有水平耐力 Qu［×10^3kN］	Qu/Qun
NS 方向	クレーン	70.55	218.95	3.10
	3F	155.80	345.24	2.22
	2F	479.77	1,459.75	3.04
	1F	865.28	2,419.88	2.80
	地下 1F	1,149.24	3,199.48	2.78
	地下 2F	1,328.07	4,080.30	3.07
	地下 3F	1,458.78	4,132.50	2.83
EW 方向	クレーン	59.73	168.63	2.82
	3F	143.91	337.87	2.35
	2F	465.14	1,472.15	3.16
	1F	851.41	2,436.87	2.86
	地下 1F	1,145.71	2,983.13	2.60
	地下 2F	1,325.39	3,953.00	2.98
	地下 3F	1,449.83	4,021.74	2.77

（注）：下線は各方向の最小値

5．まとめ

アクセスルートへの影響の観点からは，以下のように評価する。

女川原子力発電所の３号原子炉建屋に対し，保有水平耐力計算をもとに検討をした結果，基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力が保有水平耐力以下であり，基準地震動 Ss に対し本建屋が倒壊せず，アクセスルートへの影響がないことを確認した。

別添４

女川原子力発電所　３号サービス建屋基準地震動 Ss に対する耐震性能評価検討

１．目的

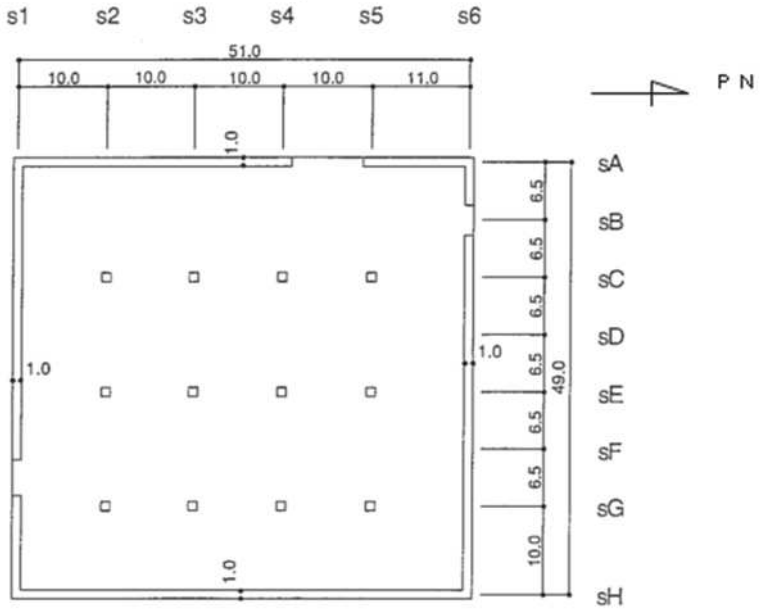
女川原子力発電所３号サービス建屋に対し，基準地震動 Ss7 波に対する建屋の耐震性について検討を行い，建屋のアクセスルートへの影響を確認する。

２．建屋概要

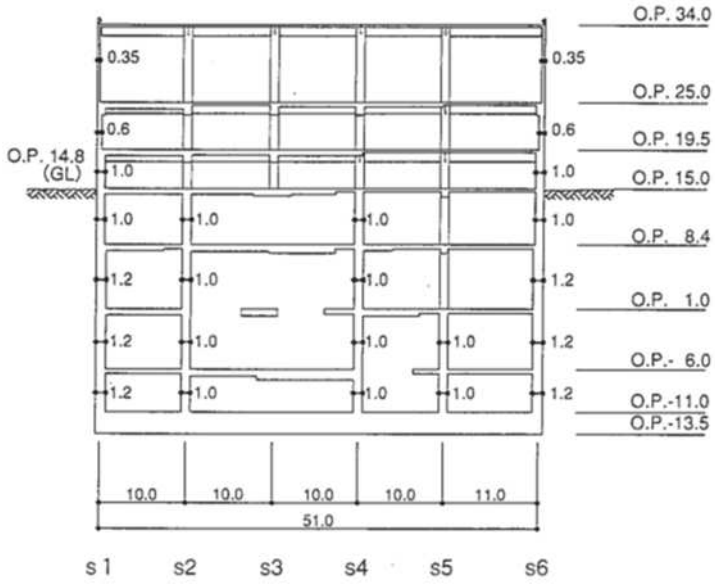
建屋概要を第 24 表に，平面図を第 14 図，断面図を第 15 図に示す。

第 24 表　建屋概要

構　　造	鉄筋コンクリート造
階　　数	地上３階，地下４階
基礎構造	直接基礎
平面形状	52.0m(NS 方向)×50.0m(EW 方向)
高　　さ	地上高さ 19.2m
竣　工　日	平成 13 年 6 月 20 日



第 14 図　平面図（１階）



第 15 図　断面図

３．検討内容

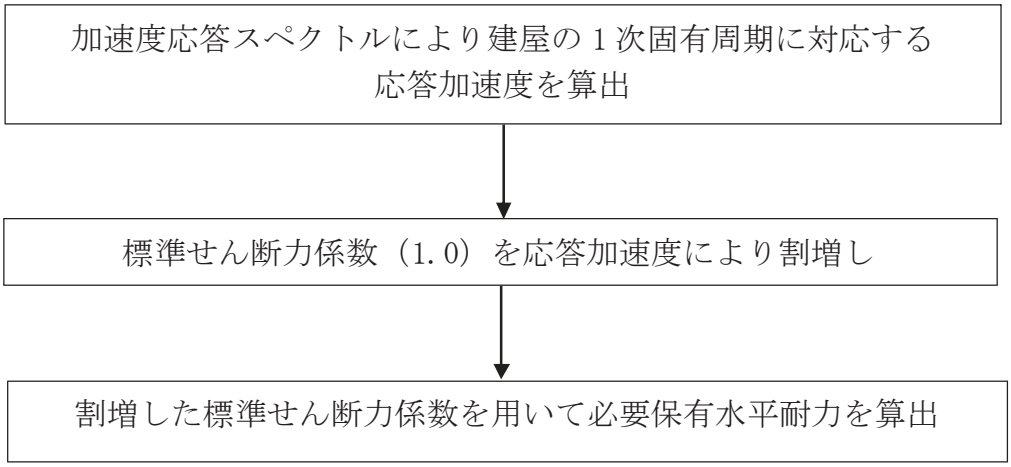
(1) 検討方針

基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力が保有水平耐力以下であることを確認する。

a. 基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力 Qun

基準地震動 Ss の加速度応答スペクトルにより建屋の 1 次固有周期に対応する応答加速度を求めて，標準せん断力係数（1.0）を割増して計算した必要保有水平耐力とする。

算定フローを第 16 図に示す。



第 16 図　算定フロー

b. 保有水平耐力 Qu

保有水平耐力は，各層の個々の耐震壁の保有水平耐力を加え合わせたものとする。

c. 検討用地震動

地震応答解析に用いる検討用地震動は，基準地震動 Ss7 波とする。

① 基準地震動 Ss-D1
② 基準地震動 Ss-D2
③ 基準地震動 Ss-D3
④ 基準地震動 Ss-F1
⑤ 基準地震動 Ss-F2
⑥ 基準地震動 Ss-F3
⑦ 基準地震動 Ss-N1

d. 評価基準値

本建屋の評価基準値を第 25 表に示す。

評価基準値は保有水平耐力を基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力で除した値が 1.00 を上回っていることを確認する。

第 25 表　評価基準値

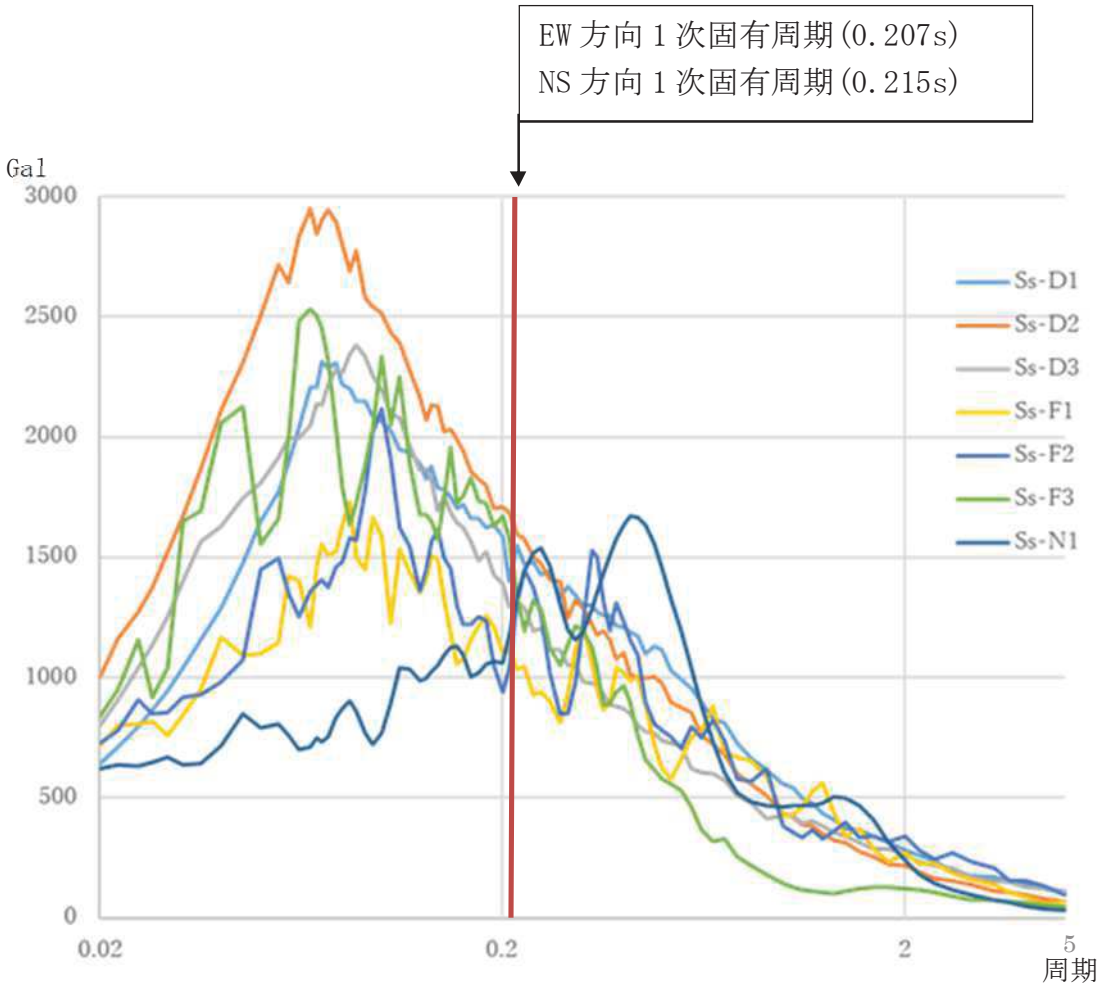
部位	評価基準値
上部構造	1.00 以上

(2) 基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力 Qun

a. 応答加速度による標準せん断力係数の割増し

基準地震動 Ss7 波の解放基盤表面における加速度応答スペクトルを第 17 図に示す。基礎下岩盤及び設置レベルが解放基盤と差がない（３号サービス建屋基礎下レベル O.P.-13.5m，解放基盤レベル O.P.-14.1m）ことから，解放基盤表面における加速度応答スペクトルを採用する。また，減衰定数は鉄筋コンクリート造建屋のため５％を採用する。

本建屋の１次固有周期は NS 方向が 0.215 秒，EW 方向が 0.207 秒である。その周期の応答加速度は，NS 方向が最大 1,620Gal であり，標準せん断力係数の割増しは 1.65，EW 方向が最大 1,690Gal であり，標準せん断力係数の割増しは 1.72 となる。割増した標準せん断力係数を用いて算出した，当該部分に作用する水平地震力を第 26 表に示す。なお，標準せん断力係数割増し前の当該部分に作用する水平地震力は３号工事計画認可申請書申請時の値を SI 単位に換算する。



第 17 図　基準地震動　Ss7 波　加速度応答スペクトル(h=0.05)

第 26 表　当該部分に作用する水平地震力一覧表

方向	階数	標準せん断力係数割増し前の水平地震力［×10^3kN］	標準せん断力係数割増し値	標準せん断力係数割増し後の水平地震力［×10^3kN］
NS方向	3F	124.86	1.65	206.02
	2F	231.08		381.28
	1F	304.30		502.10
	地下 1F	384.92		635.12
	地下 2F	484.13		798.81
	地下 3F	559.13		922.56
	地下 4F	602.33		993.84
EW方向	3F	134.37	1.72	231.12
	2F	241.01		414.54
	1F	311.64		536.02
	地下 1F	388.31		667.89
	地下 2F	486.38		836.58
	地下 3F	559.74		962.75
	地下 4F	602.33		1,036.00

b. 基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力

基準地震動Ss時に対応する必要保有水平耐力(Qun)は以下の計算式による。

$Qun=Ds\times Fes\times Qud$

$Qud=n\times Z\times C_I\times W_I$

$C_I=Rt\times Ai\times C_0$

Qun　：基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力（t）

Ds　：各層の構造特性係数（Ds=0.55）

Fes　：各層の形状特性係数（Fes=1.00）

Qud　：標準せん断力係数の割増しを行い算定した当該部分に作用する水平地震力（t）

n　：重要度に応じた係数（n=1.0）

Z　：地震地域係数（Z=1.0）

C_I　：せん断力係数

W_I　：当該部分が支える重量（t）

Rt　：振動特性係数（Rt=0.8）

Ai　：せん断力係数の高さ方向の分布係数で，建屋－地盤連成モデルの固有値を用いたモーダル解析法（２乗和平方根法）により求める。

C_0　：割増した標準せん断力係数

各数値は３号工事計画認可申請書申請時の値を採用する。計算結果を第 27 表に示す。単位は SI 単位に換算する。

第 27 表　基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力算定表

方向	階数	Ds	Fes	Qud[×10^3kN]	Qun[×10^3kN]
NS 方向	3F	0.55	1.00	206.02	113.31
	2F			381.28	209.70
	1F			502.10	276.16
	地下 1F			635.12	349.32
	地下 2F			798.81	439.35
	地下 3F			922.56	507.41
	地下 4F			993.84	546.61
EW 方向	3F	0.55	1.00	231.12	127.12
	2F			414.54	228.00
	1F			536.02	294.81
	地下 1F			667.89	367.34
	地下 2F			836.58	460.12
	地下 3F			962.75	529.51
	地下 4F			1,036.00	569.80

(3) 保有水平耐力の算定

保有水平耐力（Qu）の計算方法は，耐震壁のせん断強度と曲げ強度より求まる曲げ降伏時のせん断力のうちいずれか小さい方とする。

せん断強度と曲げ降伏時のせん断力は以下の計算式により算出する。

a. せん断強度

$Qsu=\tau u\times Ae$

$\tau u=\{1-\tau s/(4.5\sqrt{Fc})\}\times\tau o+\tau s$ （$\tau s\leqq 4.5\sqrt{Fc}$の時）

$=4.5\sqrt{Fc}$ （$\tau s>4.5\sqrt{Fc}$の時）

$\tau o=\{3-1.8M/(Q\times d)\}\sqrt{Fc}$

$\tau s=(pv+ph)\times s\sigma y/2+\sigma v/2$

Qsu	：せん断強度（kg）
Ae	：耐震壁の有効せん断断面積（cm^2）
Fc	：コンクリートの設計基準強度（kg/cm^2）
M/（Q×d）	：せん断スパン比（1.0 以上の時は 1.0 とする。）
$s\sigma y$	：鉄筋の材料強度（kg/cm^2）
pv	：縦筋比
ph	：横筋比

b. 曲げ降伏時のせん断力

$$Qmu=Q\times\frac{Mu}{M}$$

Qmu	：全塑性モーメント時のせん断力（kg）
Mu	：全塑性モーメント（kg･cm）
Q	：設計用地震力によるせん断力（kg）
M	：設計用地震力による曲げモーメント（kg･cm）

各数値は３号工事計画認可申請書申請時の値を採用する。計算結果を第 28 表に示す。単位は SI 単位に換算する。

第 28 表　保有水平耐力算定表

方向	階数	保有水平耐力 Qu[×10^3kN]
NS 方向	3F	190.26
	2F	380.17
	1F	562.56
	地下 1F	829.26
	地下 2F	1,050.61
	地下 3F	1,174.49
	地下 4F	1,166.79
EW 方向	3F	178.76
	2F	359.78
	1F	534.78
	地下 1F	996.08
	地下 2F	1,175.88
	地下 3F	1,355.47
	地下 4F	1,330.67

4．評価結果

評価結果を第 29 表に示す。

NS 方向及び EW 方向全ての階で Qu/Qun が評価基準値を上回ることから，本建屋は基準地震動 Ss に対して倒壊しないことを確認した。

第 29 表　評価結果一覧表

方向	階数	基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力 Qun［×10^3kN］	保有水平耐力 Qu［×10^3kN］	Qu/Qun
NS 方向	3F	113.31	190.26	1.68
	2F	209.70	380.17	1.81
	1F	276.16	562.56	2.04
	地下 1F	349.32	829.26	2.37
	地下 2F	439.35	1,050.61	2.39
	地下 3F	507.41	1,174.49	2.31
	地下 4F	546.61	1,166.79	2.13
EW 方向	3F	127.12	178.76	1.41
	2F	228.00	359.78	1.58
	1F	294.81	534.78	1.81
	地下 1F	367.34	996.08	2.71
	地下 2F	460.12	1,175.88	2.56
	地下 3F	529.51	1,355.47	2.56
	地下 4F	569.80	1,330.67	2.34

（注）：下線は各方向の最小値

5．まとめ

アクセスルートへの影響の観点からは，以下のように評価する。

女川原子力発電所の３号サービス建屋に対し，保有水平耐力計算をもとに検討をした結果，基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力が保有水平耐力以下であり，基準地震動 Ss に対し本建屋が倒壊せず，アクセスルートへの影響がないことを確認した。

別添５

女川原子力発電所　３号タービン建屋基準地震動 Ss に対する耐震性能評価検討

１．目的

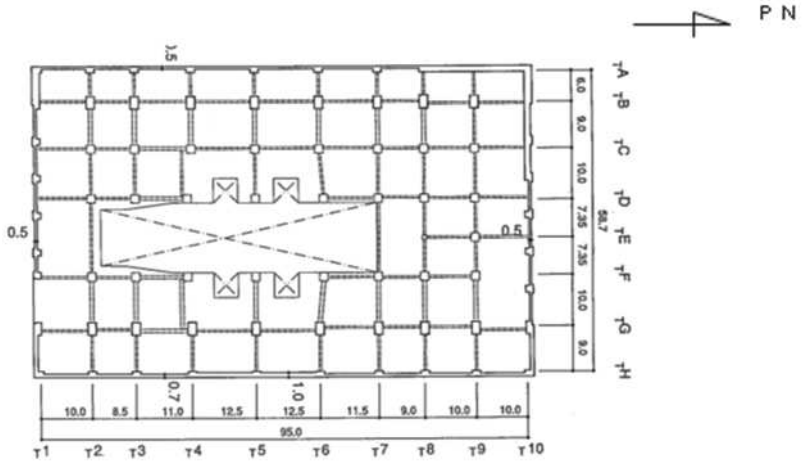
女川原子力発電所３号タービン建屋に対し，基準地震動 Ss7 波に対する建屋の耐震性について検討を行い，建屋のアクセスルートへの影響を確認する。

２．建屋概要

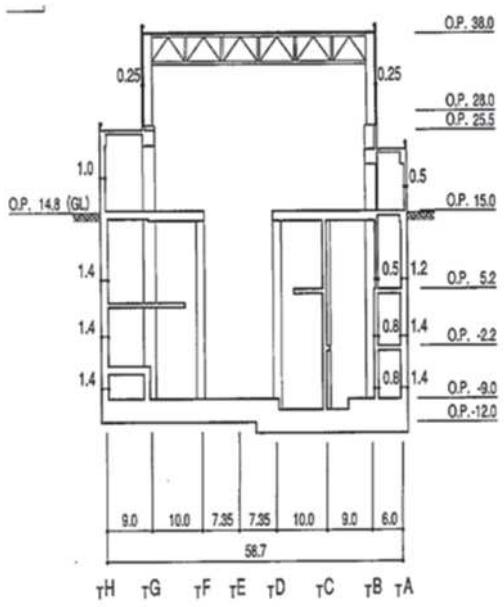
建屋概要を第 30 表に，平面図を第 18 図，立面図を第 19 図に示す。

第 30 表　建屋概要

構　　造	鉄筋コンクリート造
階　　数	地上２階，地下３階
基礎構造	直接基礎
平面形状	97.0m(NS 方向)×60.7m(EW 方向)
高　　さ	地上 23.2m
竣　工　日	平成 13 年 6 月 20 日



第 18 図　平面図（１階）



第 19 図　断面図

３．検討内容

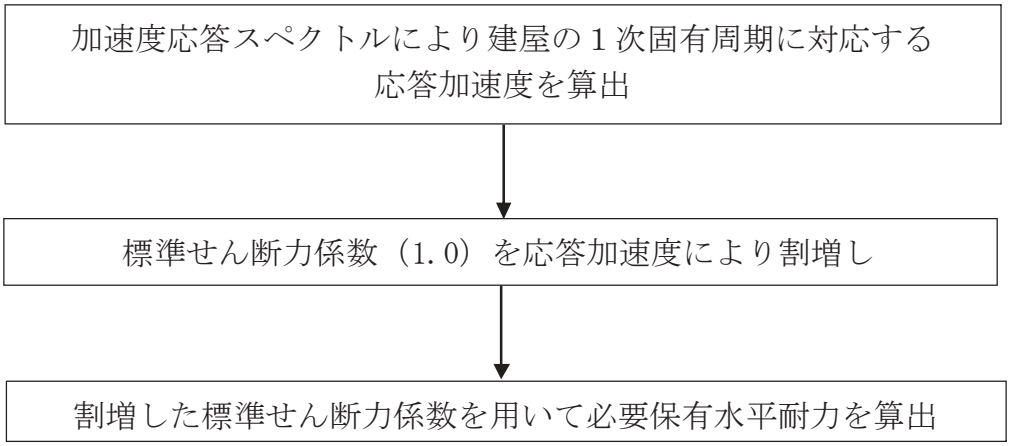
(1) 検討方針

基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力が保有水平耐力以下であることを確認する。

a. 基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力 Qun

基準地震動 Ss の加速度応答スペクトルにより建屋の１次固有周期に対応する応答加速度を求めて，標準せん断力係数（1.0）を割増して計算した必要保有水平耐力とする。

算定フローを第 20 図に示す。



第 20 図　算定フロー

b. 保有水平耐力 Qu

保有水平耐力は，各層の個々の耐震壁の保有水平耐力を加え合わせたものとする。

c. 検討用地震動

地震応答解析に用いる検討用地震動は，基準地震動 Ss7 波とする。

① 基準地震動 Ss-D1
② 基準地震動 Ss-D2
③ 基準地震動 Ss-D3
④ 基準地震動 Ss-F1
⑤ 基準地震動 Ss-F2
⑥ 基準地震動 Ss-F3
⑦ 基準地震動 Ss-N1

d. 評価基準値

本建屋の評価基準値を第 31 表に示す。

評価基準値は保有水平耐力を基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力で除した値が 1.00 を上回っていることを確認する。

第 31 表　評価基準値

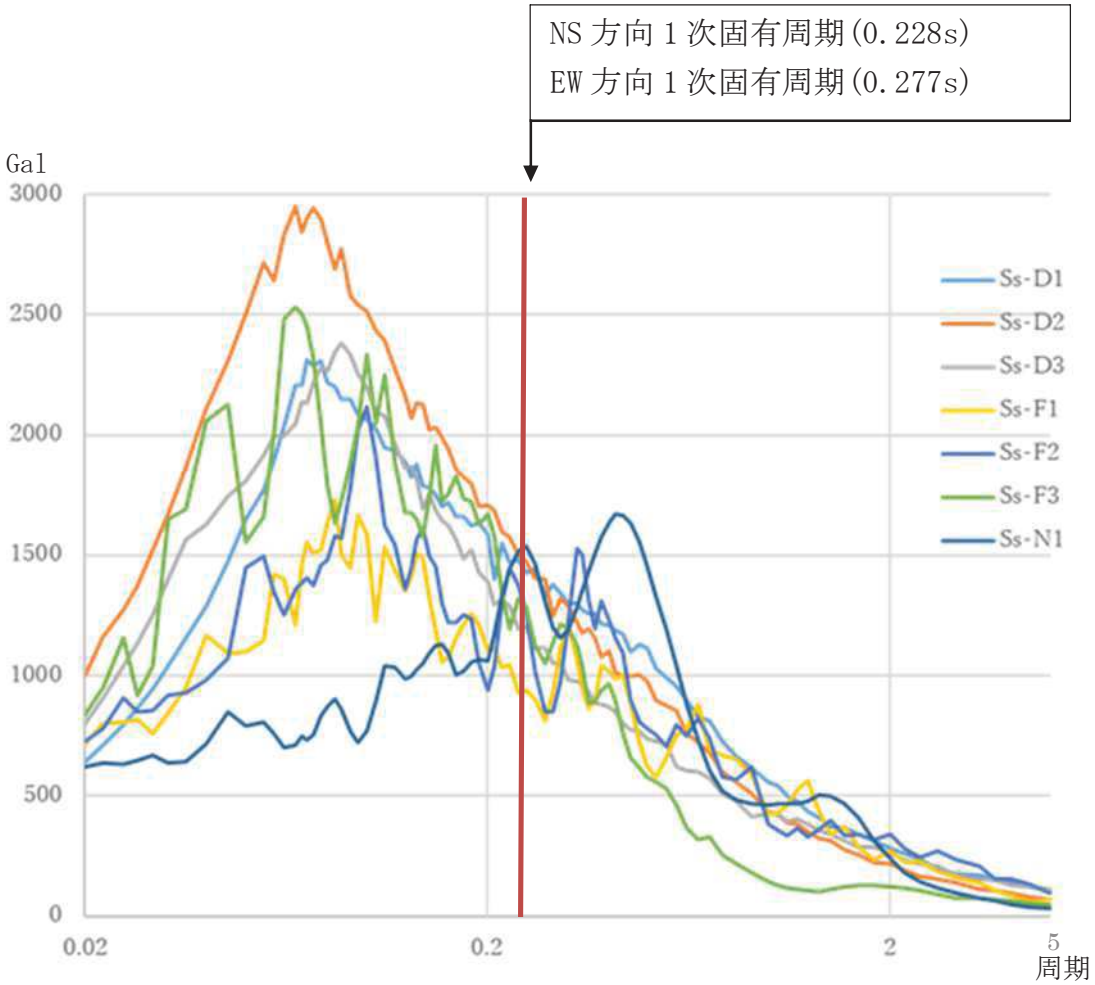
部位	評価基準値
上部構造	1.00 以上

(2) 基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力 Qun

a. 応答加速度による標準せん断力係数の割増し

基準地震動 Ss7 波の解放基盤表面における加速度応答スペクトルを第 21 図に示す。基礎下岩盤及び設置レベルが解放基盤と差がない（３号タービン建屋基礎下レベル O.P.-12.0m，解放基盤レベル O.P.-14.1m）ことから，解放基盤表面における加速度応答スペクトルを採用する。また，減衰定数は鉄筋コンクリート造建屋のため５％を採用する。

本建屋の１次固有周期は NS 方向が 0.228 秒，EW 方向が 0.277 秒である。その周期の応答加速度は，NS 方向が最大 1,573Gal であり，標準せん断力係数の割増しは 1.60，EW 方向が最大 1,404Gal であり，標準せん断力係数の割増しは 1.43 となる。割増した標準せん断力係数を用いて算出した，当該部分に作用する水平地震力を第 32 表に示す。なお，標準せん断力係数割増し前の当該部分に作用する水平地震力は３号工事計画認可申請書申請時の値を基に屋上ブロック撤去を反映した値を SI 単位に換算する。



第 21 図　基準地震動　Ss7 波　加速度応答スペクトル(h=0.05)

第 32 表　当該部分に作用する水平地震力一覧表

方向	階数	標準せん断力係数割増し前の水平地震力 [×10³kN]	標準せん断力係数割増し値	標準せん断力係数割増し後の水平地震力 [×10³kN]
NS方向	クレーン	122.95	1.60	196.72
	中 2F	161.57		258.51
	1F	319.08		510.53
	地下 1F	591.32		946.10
	地下 2F	786.52		1,258.43
	地下 3F	878.76		1,406.01
EW方向	クレーン	120.71	1.43	172.62
	中 2F	168.87		241.49
	1F	359.52		514.11
	地下 1F	619.24		885.52
	地下 2F	795.38		1,137.40
	地下 3F	878.76		1,256.62

b. 基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力

基準地震動Ss時に対応する必要保有水平耐力(Qun)は以下の計算式による。

$Qun=Ds\times Fes\times Qud$

$Qud=n\times Z\times C_I\times W_I$

$C_I=Rt\times Ai\times C_0$

Qun　：基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力（t）

Ds　：各層の構造特性係数（Ds=0.55）

Fes　：各層の形状特性係数（Fes=1.00）

Qud　:標準せん断力係数の割増しを行い算定した当該部分に作用する水平地震力（t）

n　：重要度に応じた係数（n=1.0）

Z　：地震地域係数（Z=1.0）

C_I　：せん断力係数

W_I　：当該部分が支える重量（t）

Rt　：振動特性係数（Rt=0.8）

Ai　:せん断力係数の高さ方向の分布係数で，建屋－地盤連成モデルの固有値を用いたモーダル解析法（２乗和平方根法）により求める。

C_0　：割増した標準せん断力係数

各数値は３号工事計画認可申請書申請時の値を基に屋上ブロック撤去を反映した値とする。計算結果を第 33 表に示す。単位は SI 単位に換算する。

第 33 表　基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力算定表

方向	階数	Ds	Fes	Qud[×10^3kN]	Qun[×10^3kN]
NS 方向	クレーン	0.55	1.00	196.72	108.20
	中 2F			258.51	142.18
	1F			510.53	280.79
	地下 1F			946.10	520.36
	地下 2F			1,258.43	692.14
	地下 3F			1,406.01	773.31
EW 方向	クレーン	0.55	1.00	172.62	94.94
	中 2F			241.49	132.82
	1F			514.11	282.76
	地下 1F			885.52	487.04
	地下 2F			1,137.40	625.57
	地下 3F			1,256.62	691.14

(3) 保有水平耐力の算定

保有水平耐力（Qu）の計算方法は，耐震壁のせん断強度と曲げ強度より求まる曲げ降伏時のせん断力のうちいずれか小さい方とする。

せん断強度と曲げ降伏時のせん断力は以下の計算式により算出する。

a．せん断強度

$$Q_{su}=\left[\frac{0.068{p_{te}}^{0.23}(Fc+180)}{\sqrt{\frac{M}{Q\cdot D}+0.12}}+2.7\sqrt{\sigma_{wh}\cdot p_{wh}}+0.1\sigma_o\right]\times A_e$$

Qsu	：せん断強度（kg）
M/（Q×d）	：せん断スパン比（0.4 以上の時は 0.4 とする。）
pte	：等価引張主筋比
Fc	：コンクリートの設計基準強度（kg/cm^2）
σwh	：水平せん断補強筋の材料強度（kg/cm^2）
pwh	：水平せん断補強筋比
sσy	：鉄筋の材料強度（kg/cm^2）
σo	：全断面積に対する平均軸方向応力度（kg/cm^2）
Ae	：耐震壁の有効せん断断面積（cm^2）

b．曲げ降伏時のせん断力

$$Qmu=Q\times\frac{Mu}{M}$$

Qmu	：全塑性モーメント時のせん断力（kg）
Mu	：全塑性モーメント（kg･cm）
Q	：設計用地震力によるせん断力（kg）
M	：設計用地震力による曲げモーメント（kg･cm）

各数値は３号工事計画認可申請書申請時の値を採用する。計算結果を第 34 表に示す。単位は SI 単位に換算する。

第 34 表　保有水平耐力算定表

方向	階数	保有水平耐力 Qu[×10^3kN]
NS 方向	クレーン	190.90
	中 2F	208.97
	1F	615.12
	地下 1F	1,409.63
	地下 2F	1,856.50
	地下 3F	2,168.58
EW 方向	クレーン	141.76
	中 2F	142.23
	1F	378.01
	地下 1F	1,181.57
	地下 2F	1,508.08
	地下 3F	1,597.07

4．評価結果

評価結果を第 35 表に示す。

NS 方向及び EW 方向全ての階で Qu/Qun が評価基準値を上回ることから，本建屋は基準地震動 Ss に対して倒壊しないことを確認した。

第 35 表　評価結果一覧表

方向	階数	基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力 Qun[×10^3kN]	保有水平耐力 Qu[×10^3kN]	Qu/Qun
NS 方向	クレーン	108.20	190.90	1.76
	中 2F	142.18	208.97	1.47
	1F	280.79	615.12	2.19
	地下 1F	520.36	1,409.63	2.71
	地下 2F	692.14	1,856.50	2.68
	地下 3F	773.31	2,168.58	2.80
EW 方向	クレーン	94.94	141.76	1.49
	中 2F	132.82	142.23	1.07
	1F	282.76	378.01	1.34
	地下 1F	487.04	1,181.57	2.43
	地下 2F	625.57	1,508.08	2.41
	地下 3F	691.14	1,597.07	2.31

（注）：下線は各方向の最小値

5．まとめ

アクセスルートへの影響の観点からは，以下のように評価する。

女川原子力発電所の３号タービン建屋に対し，保有水平耐力計算をもとに検討をした結果，基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力が保有水平耐力以下であり，基準地震動 Ss に対し本建屋が倒壊せず，アクセスルートへの影響がないことを確認した。

女川原子力発電所　事務本館／別館基準地震動 Ss に対する耐震性能評価検討

１．目的

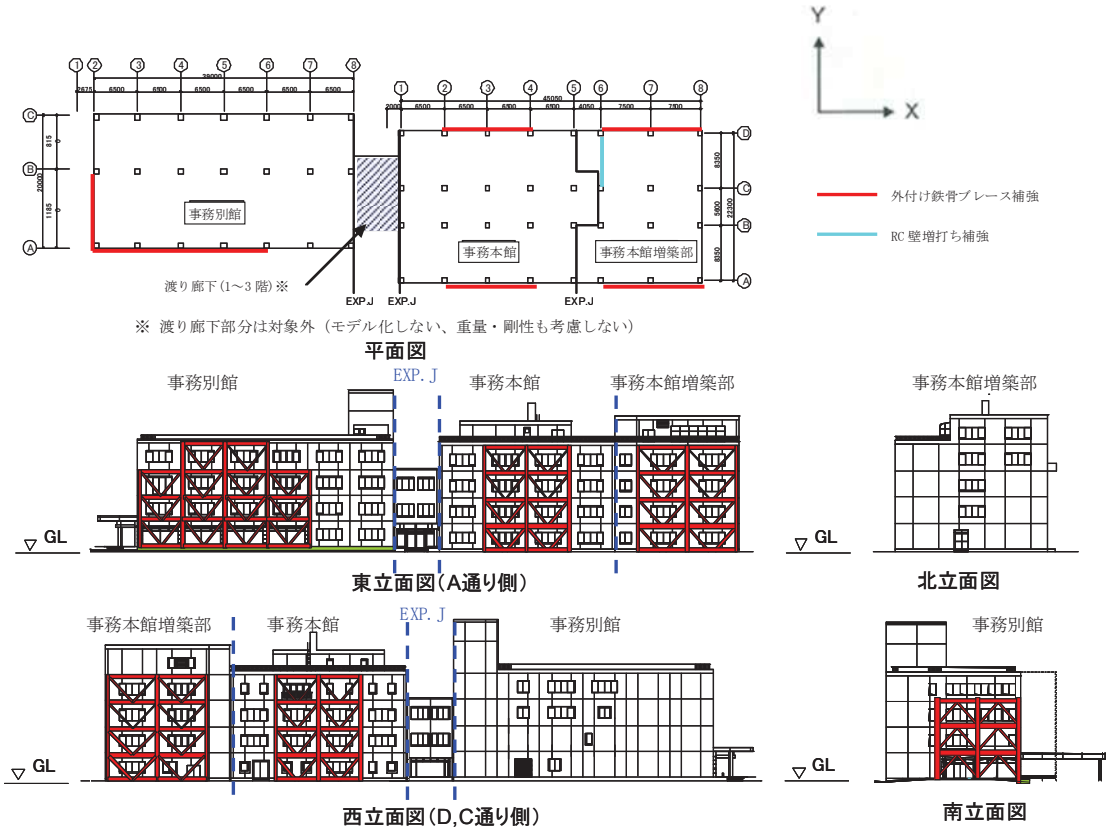
女川原子力発電所事務本館／別館に対し，基準地震動 Ss7 波に対する地震応答解析を行い，建屋の耐震性能について検討を行い，建屋のアクセスルート及び保管エリアへの影響を確認する。

２．建屋概要

建屋概要を第 36 表に，平面図・立面図を第 22 図に示す。各々の建屋は，エクスパンションジョイントにより構造的に分割されている。各建屋は，外付け鉄骨ブレース（一部鉄筋コンクリート壁増打）による耐震補強が行われている。

第 36 表　建屋概要

建屋名	事務本館	事務別館
構造	RC 造	柱 SRC 造，梁 S 造
階数	地上４階／塔屋１階	地上４階／塔屋２階
基礎構造	直接基礎	直接基礎
平面形状 （X 方向×Y 方向）	45.8×23.2	39.2×20.2
高さ	地上高さ 20.8m	地上高さ 24.5m
竣工日	昭和 57 年 2 月 22 日 平成元年 5 月 16 日（増築部）	平成 5 年 11 月 11 日



第 22 図　平面図・立面図

３．検討内容

(1) 検討方針

耐震壁付き鉄筋コンクリート造ラーメン構造である事務本館，耐震壁付き鉄骨鉄筋コンクリート造ラーメン構造（一部鉄骨造梁）である事務別館について，地震応答解析を実施し，上部構造に対する応答について検討を実施する。

本検討では，事務本館と事務別館をつなぐ渡り廊下部分は検討対象外とする。

地震応答解析に用いる検討用地震動は，基準地震動 Ss7 波とする。

① 基準地震動 Ss-D1
② 基準地震動 Ss-D2
③ 基準地震動 Ss-D3
④ 基準地震動 Ss-F1
⑤ 基準地震動 Ss-F2
⑥ 基準地震動 Ss-F3
⑦ 基準地震動 Ss-N1

また，Ｘ方向，Ｙ方向とも片面のみ補強を行っており，ねじれの影響が懸念される事務別館を代表として，ねじれの影響について検討を実施する。

本建屋の評価基準値を第 37 表に示す。

評価基準値は鉄筋コンクリート造建物の耐震性能評価指針において，安全限界状態とされる層間変形角値である 1/75 とする。

第 37 表　評価基準値

部位	項目	評価基準値
上部構造	層間変形角	1/75 以下

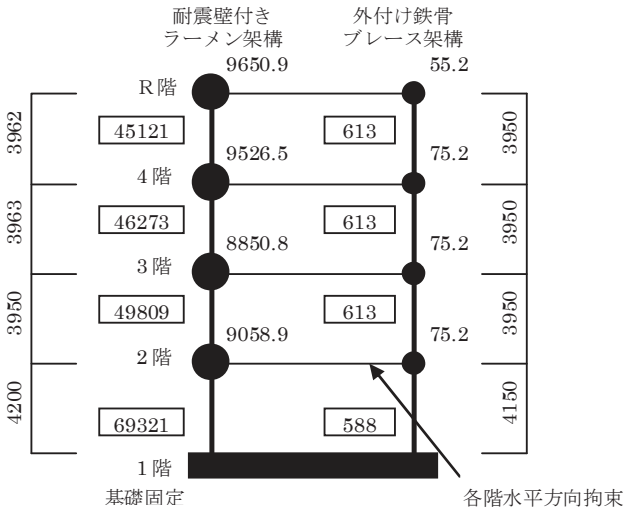
(2) 解析モデル

a. 初期剛性

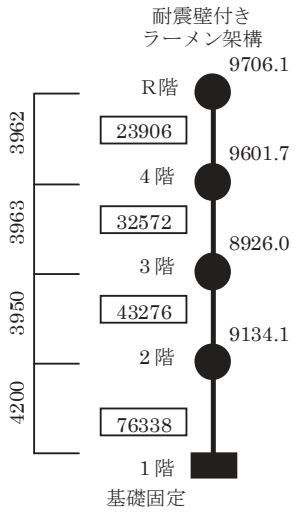
解析モデルと初期剛性に関する諸元を第 23～25 図に示す。



＜事務本館＞



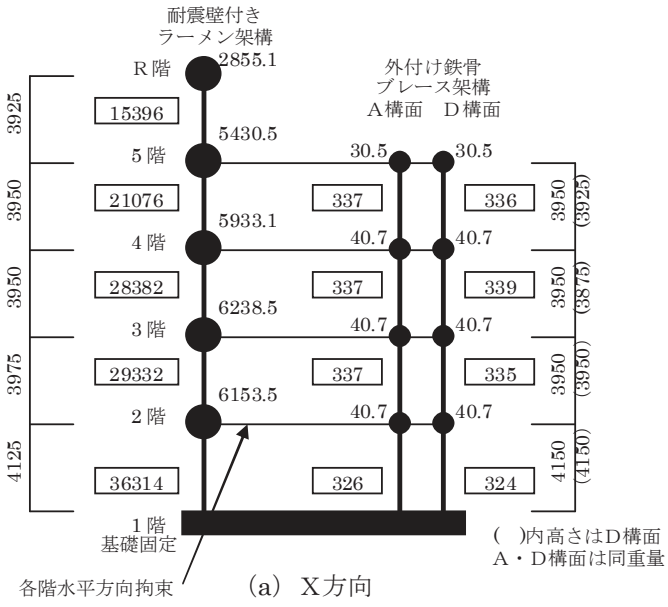
(a) X方向



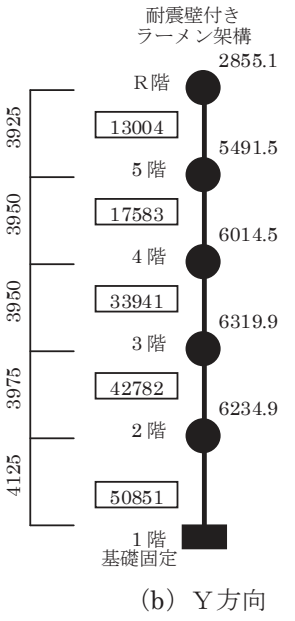
(b) Y方向

第 23 図　事務本館　解析モデル諸元

＜事務本館増築部＞



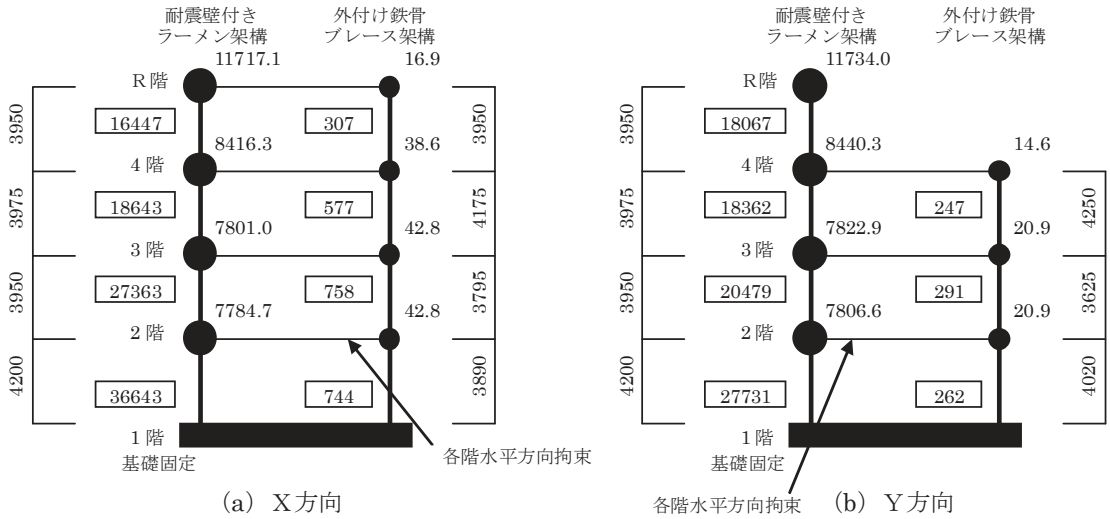
(a) X方向



(b) Y方向

第 24 図　事務本館増築部　解析モデル諸元

＜事務別館＞



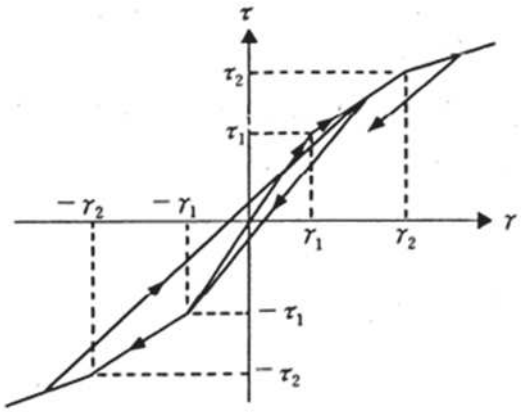
第 25 図　事務別館　解析モデル諸元

b. 履歴特性・減衰特性

耐震壁付きラーメン架構の履歴特性は，最大点指向型を仮定する。また，外付け鉄骨ブレース架構の履歴特性は，K型ブレース（梁が弱い場合）のため完全弾塑性型と最大点指向バイリニア型の混合された履歴特性を仮定する。耐震壁付きラーメン架構の履歴特性を第 26 図に，外付け鉄骨ブレース架構の履歴特性を第 27 図に示す。

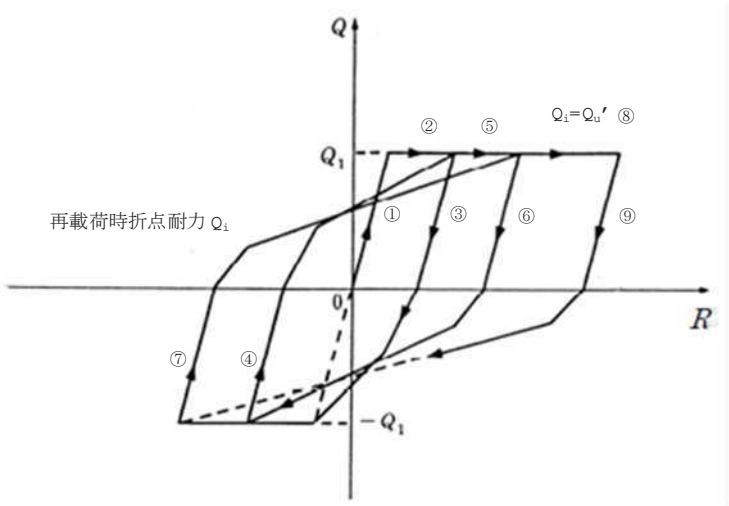
建屋の減衰特性はひずみエネルギー比例減衰とし，減衰定数は耐震壁付きラーメン架構を５％，外付け鉄骨ブレース架構を２％とする。

(a) 耐震壁付きラーメン架構



第 26 図　耐震壁付きラーメン架構の履歴特性（最大点指向型）

(b) 外付け鉄骨ブレース架構



第 27 図　外付け鉄骨ブレース架構の履歴特性
（完全弾塑性型＋最大点指向バイリニア型）

c．各階のせん断スケルトンの設定

(a) 耐震壁付きラーメン架構

耐震壁付きラーメン架構（RC 造，SRC 造，一部 S 造梁部を含む）の荷重－変形関係（スケルトン数値表）は，一貫計算プログラム Super Build/SS2-SRC（Ver2.95）による荷重増分解析により算定する。

スケルトンの算定結果として，事務本館を第 38 表に，事務本館増築部を第 39 表に，事務別館を第 40 表に示す。

第 38 表　耐震壁付きラーメン架構のスケルトン数値表（事務本館）

○ X方向

	4階		3階		2階		1階	
	γ	Q(N)	γ	Q(N)	γ	Q(N)	γ	Q(N)
(γ_1, Q_1)	5.048E-05	2264000	8.075E-05	3714000	9.620E-05	4763000	8.095E-05	5578000
(γ_2, Q_2)	2.322E-04	8890000	1.052E-03	14413000	1.354E-03	18161000	1.150E-03	21952000
(γ_3, Q_3)	4.000E-03	30911719	4.000E-03	15154299	4.000E-03	19165562	4.000E-03	22909523

○ Y方向

	4階		3階		2階		1階	
	γ	Q(N)	γ	Q(N)	γ	Q(N)	γ	Q(N)
(γ_1, Q_1)	1.111E-04	2639000	1.337E-04	4330000	1.291E-04	5554000	8.571E-05	6504000
(γ_2, Q_2)	1.239E-03	11713000	1.312E-03	16594000	1.299E-03	22028000	1.300E-03	31703000
(γ_3, Q_3)	4.000E-03	13367702	4.000E-03	19997767	4.000E-03	26082447	4.000E-03	34236486

第 39 表　耐震壁付きラーメン架構のスケルトン数値表（事務本館増築部）

○ X方向

	5階		4階		3階		2階		1階	
	γ	Q(N)	γ	Q(N)	γ	Q(N)	γ	Q(N)	γ	Q(N)
(γ_1, Q_1)	9.172E-05	1333000	9.620E-05	1914000	1.038E-04	2781000	1.258E-04	3483000	1.164E-04	3989000
(γ_2, Q_2)	2.650E-04	3787000	2.608E-04	4146000	1.248E-03	9806000	1.703E-03	11936000	1.617E-03	13720000
(γ_3, Q_3)	4.000E-03	39888420	4.000E-03	16864016	4.000E-03	10393090	4.000E-03	12556124	4.000E-03	14426342

○ Y方向

	5階		4階		3階		2階		1階	
	γ	Q(N)	γ	Q(N)	γ	Q(N)	γ	Q(N)	γ	Q(N)
(γ_1, Q_1)	1.478E-04	1814000	2.354E-04	3908000	1.772E-04	5678000	1.761E-04	7112000	1.697E-04	8146000
(γ_2, Q_2)	5.427E-04	4621000	7.190E-04	7200000	6.152E-04	12451000	5.937E-04	14039000	1.833E-03	22615000
(γ_3, Q_3)	4.000E-03	8919331	4.000E-03	15057795	4.000E-03	22918698	4.000E-03	28875468	4.000E-03	24873585

第 40 表　耐震壁付きラーメン架構のスケルトン数値表（事務別館）

○ X方向

	4階		3階		2階		1階	
	γ	Q(N)	γ	Q(N)	γ	Q(N)	γ	Q(N)
(γ_1, Q_1)	1.823E-04	2908000	1.685E-04	3048000	1.418E-04	3763000	1.214E-04	4316000
(γ_2, Q_2)	1.514E-03	11313000	1.625E-03	11642000	1.625E-03	14546000	1.271E-03	17310000
(γ_3, Q_3)	4.000E-03	14093464	4.000E-03	14468376	4.000E-03	17869809	4.000E-03	20933407

○ Y方向

	4階		3階		2階		1階	
	γ	Q(N)	γ	Q(N)	γ	Q(N)	γ	Q(N)
(γ_1, Q_1)	2.684E-04	4703000	2.767E-04	4929000	3.063E-04	6085000	2.595E-04	6981000
(γ_2, Q_2)	1.587E-03	10176000	1.630E-03	10444000	1.795E-03	12026000	1.714E-03	14687000
(γ_3, Q_3)	4.000E-03	12675499	4.000E-03	12843929	4.000E-03	14650274	4.000E-03	17238955

(b) 外付け鉄骨ブレース架構

外付け鉄骨ブレース架構の復元力特性は，JEAG4601-1991 追補版「4.3 鉄骨架構の復元力特性の評価法」に基づき設定する。

本建屋の外付け鉄骨ブレース架構は，K型ブレースであり，「b．梁が弱い場合」として復元力特性を設定する。

全体のスケルトンカーブ，及び，完全弾塑性型と最大点指向型のスケルトン分離は，JEAG4601-1991 追補版「4.3 鉄骨架構の復元力特性の評価法」に基づき設定する。

スケルトンの算定結果として，事務本館を第 41 表に，事務本館増築部を第 42 表に，事務別館を第 43 表に示す。

第 41 表　外付け鉄骨ブレース架構のスケルトン数値表（事務本館）

○ X方向

	4階		3階		2階		1階	
	γ	Q(N)	γ	Q(N)	γ	Q(N)	γ	Q(N)
(γ_1, Q_1)	1.708E-03	8272000	1.708E-03	8272000	1.708E-03	8272000	1.692E-03	7858000
(γ_2, Q_2)	4.000E-03	287101226812	4.000E-03	287101226812	4.000E-03	287101226812	4.000E-03	246798461211

第 42 表　外付け鉄骨ブレース架構のスケルトン数値表（事務本館増築部）

○ X方向(A構面)

	4階		3階		2階		1階	
	γ	Q(N)	γ	Q(N)	γ	Q(N)	γ	Q(N)
(γ_1, Q_1)	1.572E-03	4186000	1.572E-03	4186000	1.572E-03	4186000	1.548E-03	3987000
(γ_2, Q_2)	4.000E-03	114330157674	4.000E-03	114330157674	4.000E-03	114330157674	4.000E-03	98127850049

○ X方向(D構面)

	4階		3階		2階		1階	
	γ	Q(N)	γ	Q(N)	γ	Q(N)	γ	Q(N)
(γ_1, Q_1)	1.586E-03	4211000	1.593E-03	4266000	1.581E-03	4184000	1.557E-03	3985000
(γ_2, Q_2)	4.000E-03	118803969679	4.000E-03	123769146195	4.000E-03	116368327045	4.000E-03	100071944549

第 43 表　外付け鉄骨ブレース架構のスケルトン数値表（事務別館）

○ X方向

	4階		3階		2階		1階	
	γ	Q(N)	γ	Q(N)	γ	Q(N)	γ	Q(N)
(γ_1, Q_1)	1.705E-03	4136000	1.653E-03	7537000	1.744E-03	10444000	1.735E-03	10200000
(γ_2, Q_2)	4.000E-03	143582103075	4.000E-03	198271853910	4.000E-03	509754169583	4.000E-03	473363011097

○ Y方向

	3階		2階		1階	
	γ	Q(N)	γ	Q(N)	γ	Q(N)
(γ_1, Q_1)	1.904E-03	3715000	1.914E-03	4399000	1.906E-03	3946000
(γ_2, Q_2)	4.000E-03	141604591749	4.000E-03	228393647608	4.000E-03	168170055847

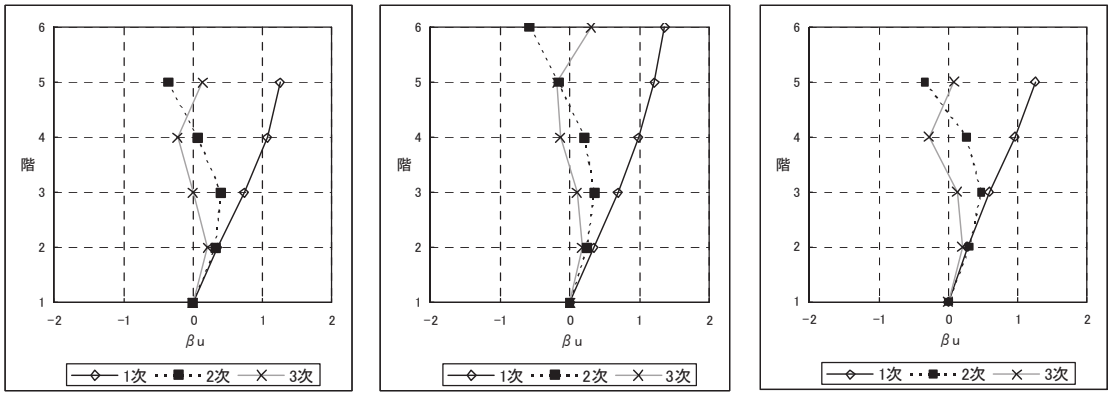
(3) 固有値解析結果

X方向の固有周期と刺激係数を第 44 表に示し，モード図を第 28 図に示す。また，Y方向の固有周期と刺激係数を第 45 表に示し，モード図を第 29 図に示す。

第 44 表　固有周期（X方向）

次数	事務本館		事務本館増築部		事務別館	
	固有周期 (S)	刺激係数※	固有周期 (S)	刺激係数※	固有周期 (S)	刺激係数※
1	0.146	1.252	0.169	1.364	0.208	1.257
2	0.051	0.404	0.066	0.571	0.076	0.475
3	0.034	0.226	0.044	0.301	0.049	0.281

※ 最大値を 1 で基準化した各次固有モードに対する刺激係数として求め絶対値を示す。



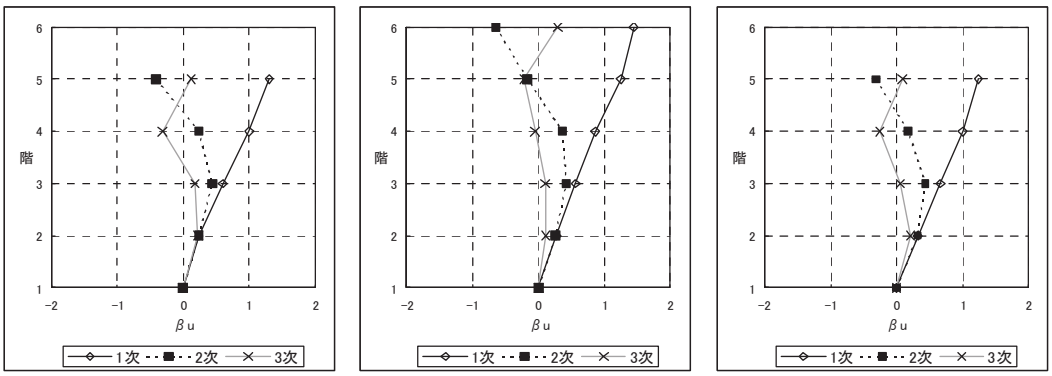
(a) 事務本館　　(b) 事務本館増築部　　(c) 事務別館

第 28 図　モード図（X方向）

第 45 表　固有周期（Y 方向）

次数	事務本館		事務本館増築部		事務別館	
	固有周期 (S)	刺激係数※	固有周期 (S)	刺激係数※	固有周期 (S)	刺激係数※
1	0.167	1.302	0.164	1.444	0.238	1.235
2	0.064	0.440	0.071	0.646	0.083	0.435
3	0.043	0.313	0.046	0.292	0.053	0.258

※ 最大値を 1 で基準化した各次固有モードに対する刺激係数として求め絶対値を示す。



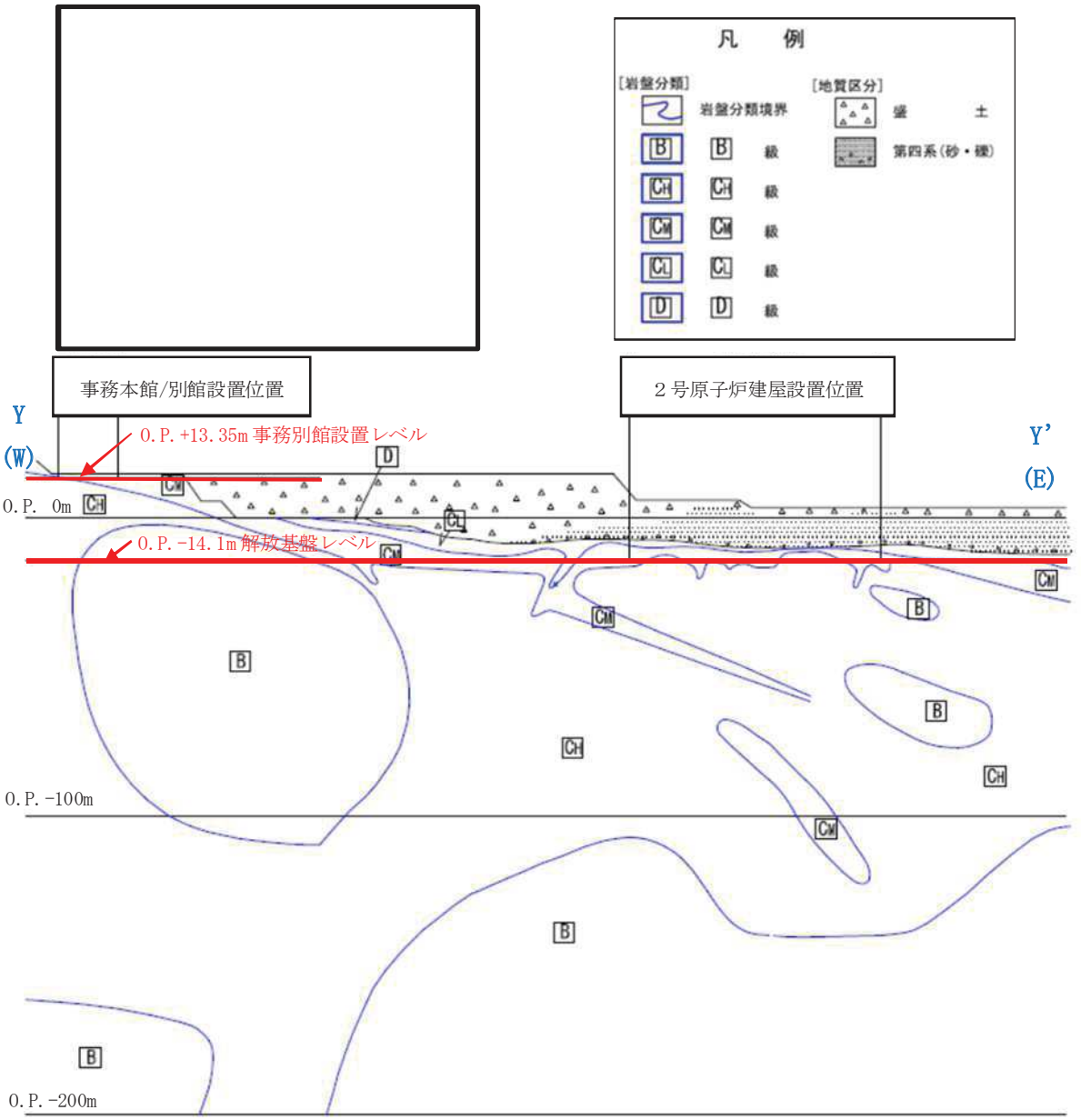
(a) 事務本館　(b) 事務本館増築部　(c) 事務別館

第 29 図　モード図（Y 方向）

(4) 検討用地震動

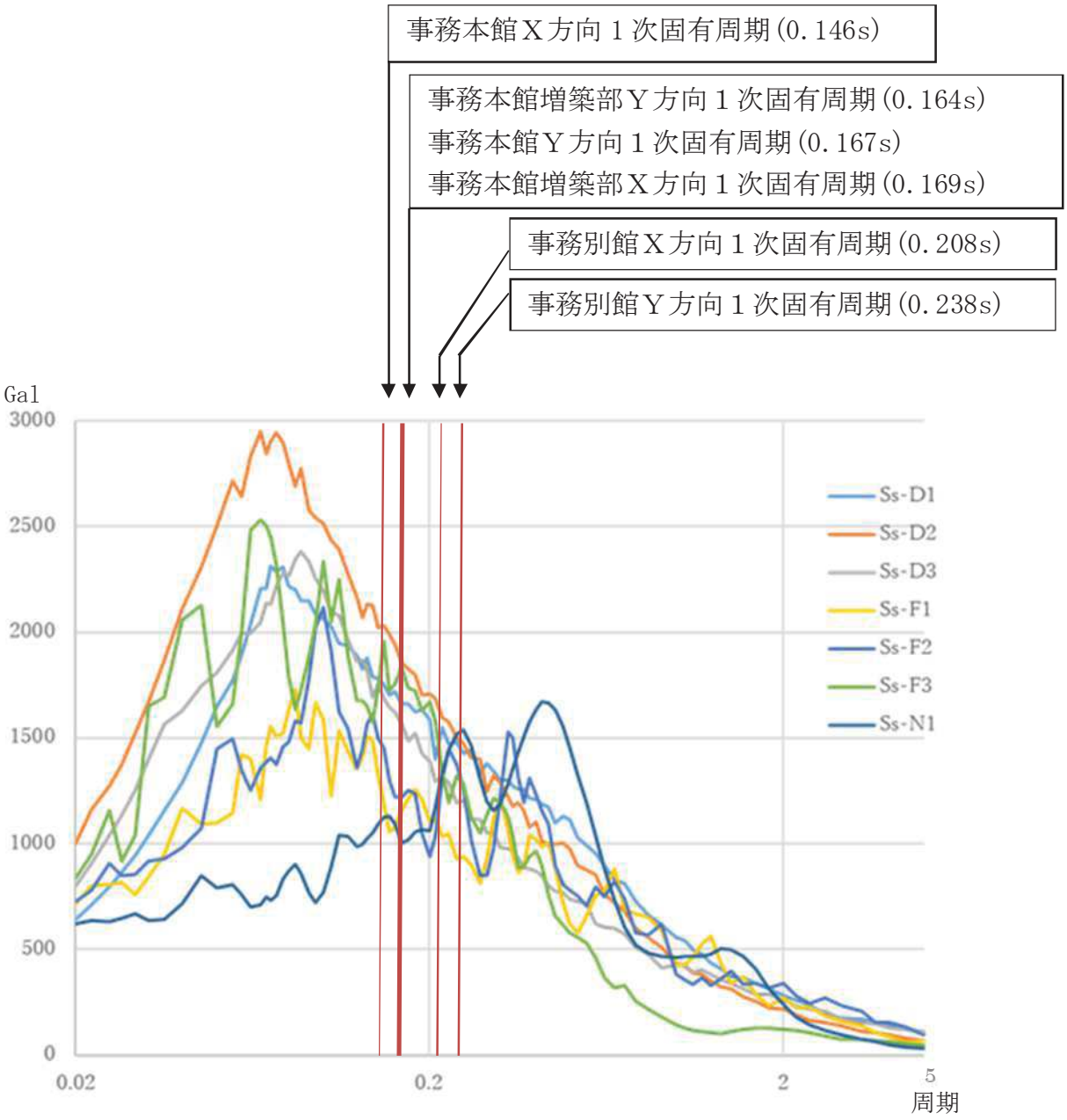
検討用の地震動は基準地震動 Ss-D1，基準地震動 Ss-D2，基準地震動 Ss-D3，基準地震動 Ss-F1，基準地震動 Ss-F2，基準地震動 Ss-F3 及び基準地震動 Ss-N1 の７波とする。

事務本館／別館基礎下岩盤と解放基盤下岩盤は同等の岩盤であることから，解放基盤表面における加速度応答スペクトルを採用する。事務本館／別館配置図及び地質断面比較図を第 30 図に示す。基準地震動 Ss7 波の解放基盤表面における加速度応答スペクトルを第 31 図に示す。また，減衰定数は耐震壁付きラーメン架構を５％，外付け鉄骨ブレース架構を２％とする。



第 30 図　事務本館／別館配置図及び地質断面比較図

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



第 31 図　基準地震動　Ss7 波 加速度応答スペクトル（h=0.05）

(5) 地震応答解析結果

各建屋の地震応答解析結果を第 46～48 表に示す。

第 46 表　事務本館地震応答解析結果一覧表

○ X方向

地震動		Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1
最大応答層間変形角	RF	1/2981	1/2278	1/3121	1/4258	1/3028	1/4873	1/3554
	3F	1/726	1/614	1/840	1/990	1/793	1/1118	1/822
	2F	1/423	1/472	1/659	1/810	1/598	1/729	1/533
	1F	1/398	1/465	1/652	1/873	1/670	1/638	1/309

○ Y方向

地震動		Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1
最大応答層間変形角	RF	1/593	1/639	1/608	1/883	1/846	1/810	1/832
	3F	1/263	1/329	1/456	1/719	1/707	1/527	1/371
	2F	1/418	1/402	1/750	1/849	1/814	1/493	1/290
	1F	1/904	1/835	1/997	1/1147	1/1028	1/868	1/697

(注)：下線は各方向の最大層間変形角

第 47 表　事務本館増築部地震応答解析結果一覧表

○ X方向

地震動		Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1
最大応答層間変形角	RF	1/3185	1/3011	1/3620	1/4252	1/3638	1/3563	1/3387
	4F	1/998	1/1105	1/1276	1/1487	1/1197	1/1260	1/1175
	3F	1/657	1/774	1/858	1/997	1/875	1/925	1/798
	2F	1/388	1/518	1/614	1/773	1/709	1/623	1/530
	1F	1/334	1/372	1/613	1/743	1/703	1/466	1/244

○ Y方向

地震動		Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1
最大応答層間変形角	RF	1/1960	1/2076	1/1861	1/2627	1/2422	1/2142	1/3511
	4F	1/383	1/523	1/447	1/847	1/688	1/724	1/1061
	3F	1/488	1/777	1/957	1/1674	1/1177	1/1874	1/1045
	2F	1/465	1/603	1/842	1/1081	1/752	1/1642	1/546
	1F	1/494	1/548	1/704	1/755	1/613	1/812	1/527

（注）：下線は各方向の最大層間変形角

第 48 表　事務別館地震応答解析結果一覧表

○ X方向

地震動		Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1
最大応答層間変形角	RF	1/611	1/576	1/737	1/900	1/837	1/787	1/729
	3F	1/270	1/345	1/585	1/652	1/619	1/595	1/378
	2F	1/452	1/485	1/614	1/681	1/680	1/602	1/507
	1F	1/495	1/469	1/584	1/733	1/702	1/504	1/346

○ Y方向

地震動		Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1
最大応答層間変形角	RF	1/545	1/567	1/482	1/578	1/516	1/466	1/568
	3F	1/354	1/411	1/456	1/426	1/412	1/389	1/370
	2F	1/258	1/266	1/371	1/346	1/268	1/351	1/209
	1F	1/310	1/302	1/463	1/386	1/225	1/423	1/162

（注）：下線は各方向の最大層間変形角

４．まとめ

各建屋の最大応答層間変形角をまとめて第 49 表及び第 50 表に示す。

アクセスルート及び保管エリアへの影響の観点からは，以下のように評価する。

鉄筋コンクリート造建物の耐震性能評価指針において，安全限界状態とされる層間変形角は 1/75 である。各建屋の最大応答層間変形角はこの 1/75 を大幅に下回っており，建屋は倒壊しない。以上のことから，アクセスルート及び保管エリアへの影響はないことを確認した。

第 49 表　事務本館及び増築部最大応答層間変形角

○ Ｘ方向

部位	項目	最大応答値	評価基準値
上部構造	最大応答層間変形角	1/244 (Ss-N1，1F 増築部)	1/75

○ Ｙ方向

部位	項目	最大応答値	評価基準値
上部構造	最大応答層間変形角	1/263 (Ss-D1，3F)	1/75

第 50 表　事務別館最大応答層間変形角

○ Ｘ方向

部位	項目	最大応答値	評価基準値
上部構造	最大応答層間変形角	1/270 (Ss-D1，3F)	1/75

○ Ｙ方向

部位	項目	最大応答値	評価基準値
上部構造	最大応答層間変形角	1/162 (Ss-N1，1F)	1/75

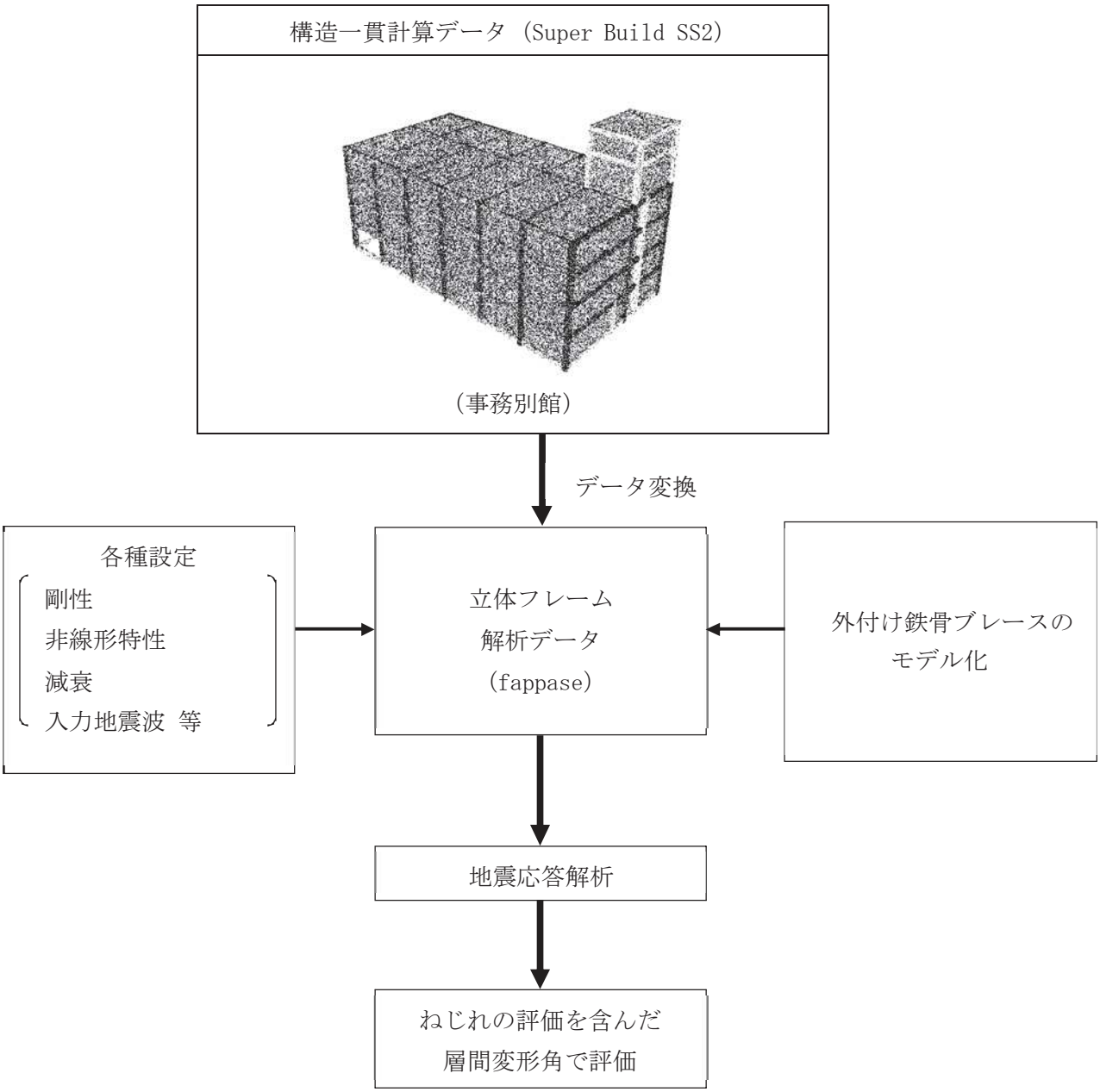
５．ねじれの検討

Ｘ，Ｙ方向とも片面のみ補強を行い，ねじれの影響が懸念される事務別館について，ねじれの影響を検討する。

(1) 検討方針

ねじれ応答の影響を詳細に確認するため，立体フレームモデルによる地震応答解析を行い，ねじれの影響を評価する。

第 32 図に示す検討フローで建物の立体地震応答解析モデルを作成し，地震時の各フレームの層間変形角を評価し，偏心によるねじれの影響を検討する。



第 32 図　検討フロー

(2) 解析モデル

a. 節点座標

平面座標は柱芯位置に設け，立面座標は質点系モデル（第 25 図参照）に合わせて設定する。

なお，事務別館の塔屋のモデル化は行わず，重量のみ R 階に考慮する。

b. 材料定数

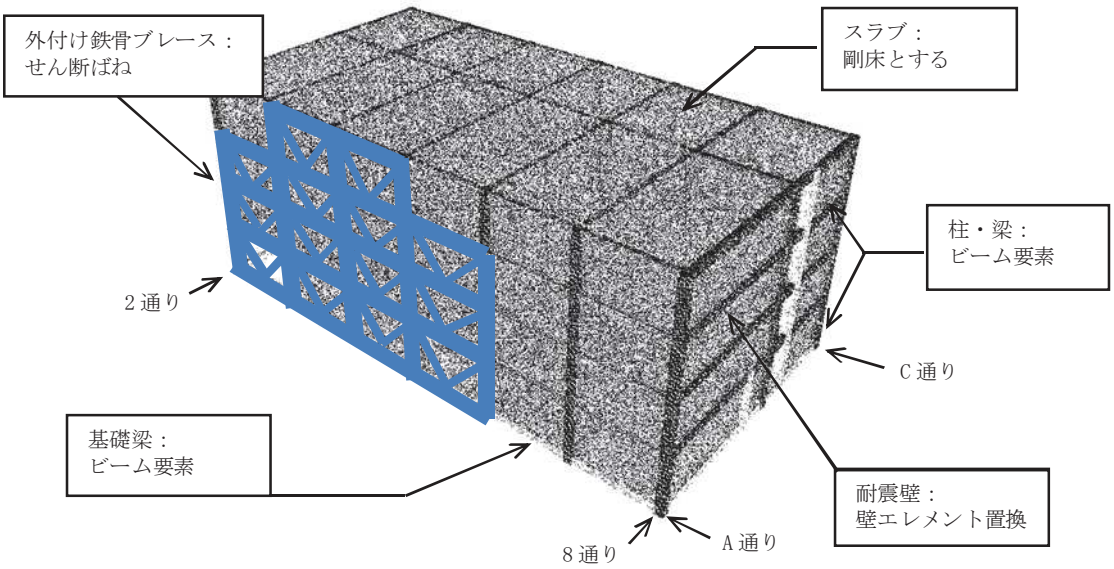
コンクリートの材料強度は，Fc＝26N/mm^2 である。コンクリート，鉄骨の材料定数は第 51 表による。

第 51 表　材料定数

項目	コンクリート	鉄骨
ヤング係数 E(N/mm^2)	2.328×10^4	2.05×10^5
せん断弾性係数 G(N/mm^2)	9.70×10^3	7.9×10^4
ポアソン比	0.2	0.3

c. 部材要素

部材要素の設定方法を第 33 図に示す。



第 33 図　部材要素の設定

(a) 柱・梁，基礎梁

曲げ・せん断・軸剛性・ねじれ剛性をもつビーム要素でモデル化を行う。

部材剛性（軸断面積，断面 2 次モーメント）は，RC 部材はコンクリートおよび鉄筋を考慮し，SRC 部材はコンクリート，鉄筋および鉄骨を考慮する。

(b) 耐震壁

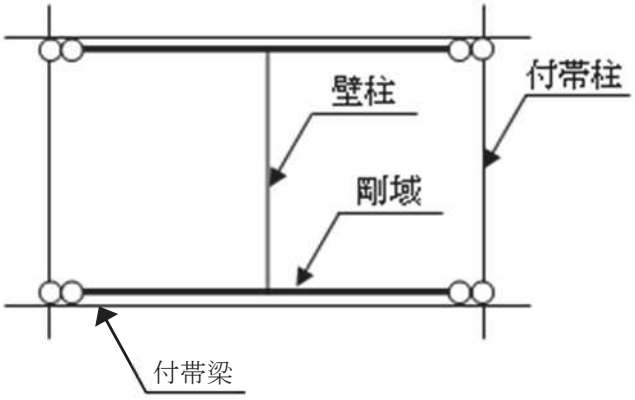
耐震壁は，壁エレメント置換とし，第 34 図に示す。

ⅰ．壁　柱：曲げ，せん断，軸剛性をもつビーム要素とする。

ⅱ．付帯柱：上記，柱・梁の項目で設定した柱部材に対して，柱頭・柱脚をピン接合とする。

ⅲ．付帯梁：上記，柱・梁の項目で設定した梁部材に対して，曲げ，せん断，軸剛性増大率を 100 倍とする。

ⅳ．剛　域：両端ピンとした十分に剛なビーム要素とする。



第 34 図　耐震壁のエレメント置換

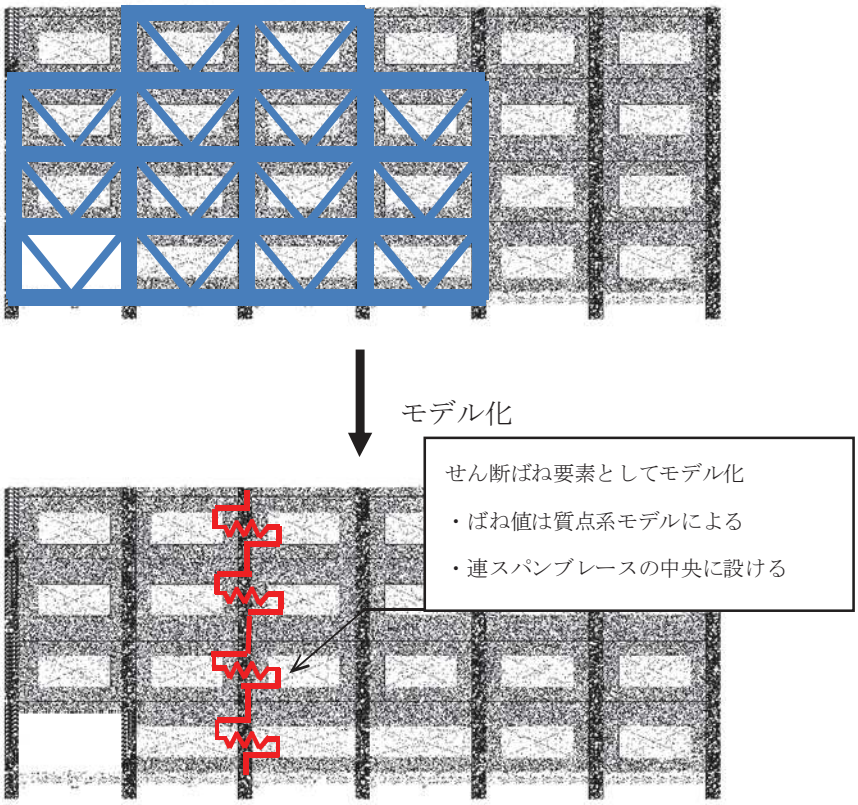
(c) スラブ

要素としてのモデル化は行わず，各階剛床仮定（面内方向に剛）とする。

(d) 外付け鉄骨ブレース

質点系モデル（第 25 図参照）で用いている外付け鉄骨ブレースの等価せん断剛性を，せん断ばねとしてモデル化する。

モデル化イメージを第 35 図に示し，外付け鉄骨ブレースの非線形特性の設定を第 52 表に示す。



第 35 図　外付け鉄骨ブレースのモデル化

第 52 表　外付け鉄骨ブレースの非線形特性の設定

完全弾塑性型スケルトン

通り	階	β2	Qp1(kN)	Kp1(kN/m)
A通り	4階	0.347	1435	212832
	3階	0.263	1982	287033
	2階	0.488	5097	770277
	1階	0.464	4733	700736
2通り	3階	0.381	1415	174922
	2階	0.519	2283	328606
	1階	0.426	1681	219652

最大点指向バイリニア型スケルトン

通り	階	(1-β2)	QM1(kN)	KM1(kN/m)
A通り	4階	0.653	2701	400517
	3階	0.737	5555	804346
	2階	0.512	5347	808160
	1階	0.536	5467	809471
2通り	3階	0.619	2300	284192
	2階	0.481	2116	304546
	1階	0.574	2265	295963

β2　　：　分配率

Qp1,Kp1　：　完全弾塑性型スケルトンカーブの折点

QM1,KM1　：　最大点指向バイリニア型スケルトンカーブの折点

d. 部材の非線形特性

部材の非線形特性は，第 53 表による。

第 53 表　部材の非線形特性

	曲げ	せん断	軸	備考
柱	・ﾄﾘﾘﾆｱ※2 ①ひび割れ耐力(Mc) ②終局耐力(Mu)	弾性	弾性	長期軸力に対して 曲げ耐力を設定
梁	・ﾄﾘﾘﾆｱ（RC/SRC）※2 ①ひび割れ耐力(Mc) ②終局耐力(Mu) ・ﾊﾞｲﾘﾆｱ（S）※3 ①終局耐力(Mu)	弾性	弾性	
壁 （壁柱）	・壁脚部ﾄﾘﾘﾆｱ※2 （耐特委ループ） ①ひび割れ耐力(Mc) ②終局耐力(Mu)	トリリニア※4 （最大点指向ループ） ①ひび割れ耐力(Qc) ②終局耐力(Qu)	・非対称ﾊﾞｲﾘﾆｱ※2 ①終局耐力 (Nuc,Nut)	
壁付帯柱	弾性	弾性	・非対称ﾊﾞｲﾘﾆｱ※2 ①終局耐力 (Nuc,Nut)	－
壁付帯梁	弾性	弾性	弾性	－
外付け鉄骨 ブレース	－	完全弾塑性型 ＋ 最大点指向 バイリニア	－	質点系モデル_外付け鉄骨ブレース架構_参照

（表中の○内の数値は各折れ点位置を示す。）

※1 壁柱の曲げ非線形特性は①ひび割れ耐力＞②終局耐力の場合はバイリニアとする。

※2 終局耐力後の剛性低下率は初期剛性に対して 1/1000 とする。

※3 S 梁の終局耐力後の剛性低下率は他の部材に合わせて 1/1000 とする。

※4 壁は通常，最大耐力である終局耐力以降は負勾配になるが，終局耐力後の剛性低下率は初期剛性に対して 1/1000 とする。

e. 境界条件

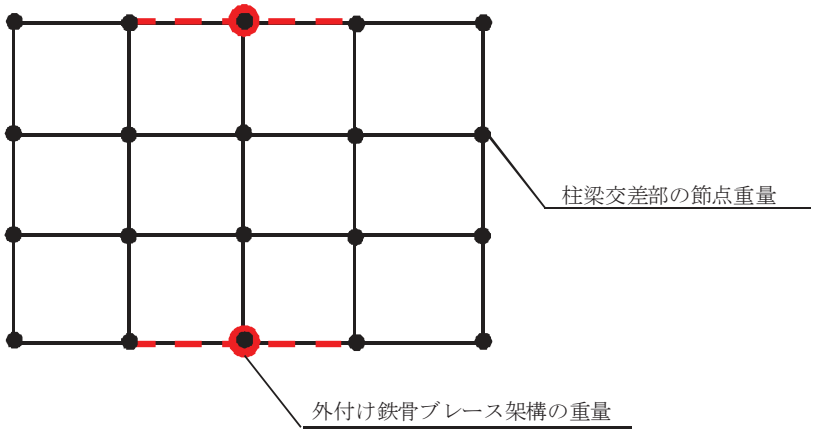
基礎下をピン支持とする。

f. 重量

重量は質点系モデルの値を層毎に用いる。なお，既存建屋と外付け鉄骨ブレース架構の重量は層毎に合算する。

剛床設定時の重心位置は，柱梁交差部の各節点重量を元に算出する。

外付け鉄骨ブレース架構と柱梁交差部の重量位置を第 36 図に示す。



*1：鉄骨ブレース架構全スパンの中央に重量を仮定する

*2：鉄骨ブレース架構が多フレームあるが，鉄骨ブレース部の質点系モデルが１軸の場合は，重量を各フレームに均等に分配する。

第 36 図　重量位置

Z 軸（鉛直方向軸）まわりの回転慣性モーメントを考慮する。

層の回転慣性モーメントは，各節点で下式により算定し，その合計値とする。

（層の回転慣性モーメント）＝Σ｛(節点重量)×(重心から節点までの距離)^2｝

各階の重量，重心位置，回転慣性モーメントを第 54 表に示す。

第 54 表　各階の重量，重心位置，回転慣性モーメント

階	重量(kN)	重心位置(m)※		回転慣性モーメント(kNm^2)	
		X方向	Y方向	X方向	Y方向
PH2, PH1, R	11734.0	22.990	11.847	1917777.3	549011.1
4	8454.9	21.058	10.270	1403005.1	458839.6
3	7843.8	19.246	10.728	1287179.9	427429.6
2	7827.5	20.087	10.951	1274660.8	423827.8

※重心の原点位置は X 方向：②通り，Y 方向：Ⓐ通り

g. 減衰特性

建屋の減衰特性はひずみエネルギー比例減衰とし，減衰定数は耐震壁付きラーメン架構を 5%，外付け鉄骨ブレース架構を 2%とする。

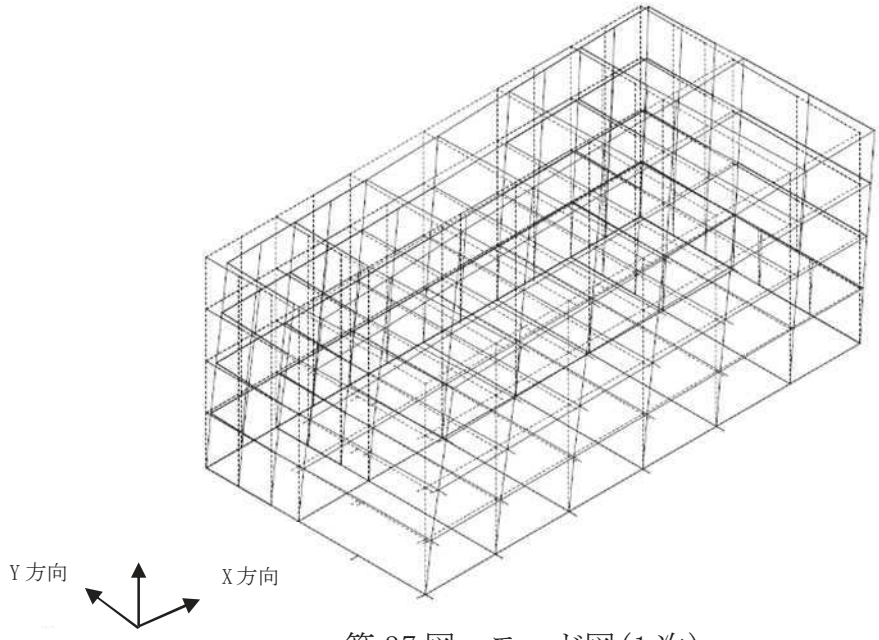
(3) 固有値解析結果

本モデルによる固有値解析結果を第 55 表に示し，モード図を第 37～39 図に示す。

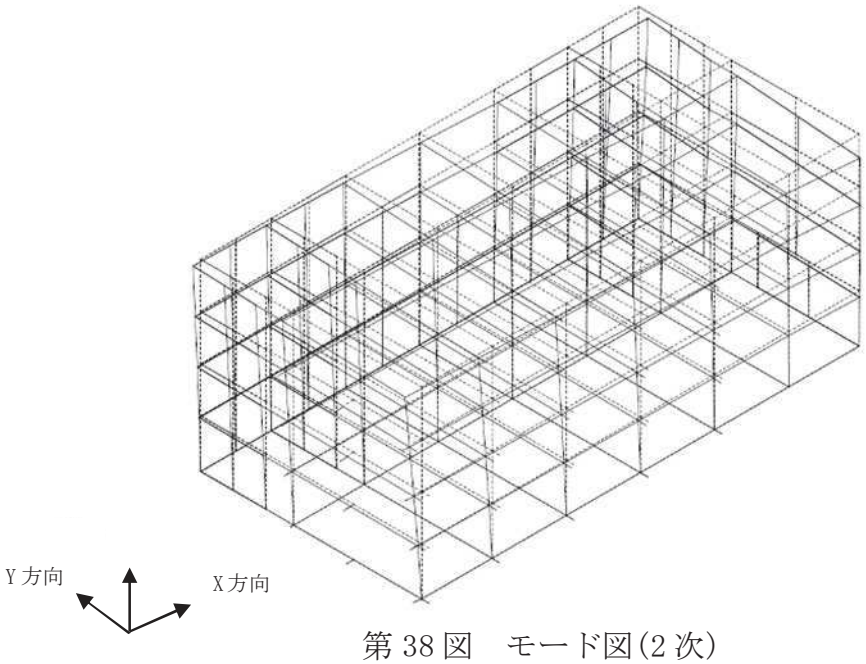
第 55 表　固有周期

次数	固有周期 (sec)	刺激係数※		備考
		X 方向	Y 方向	
1	0.222	0.458	0.764	Y 方向 1 次
2	0.205	0.600	0.521	X 方向 1 次
3	0.140	0.383	0.045	ねじれ 1 次

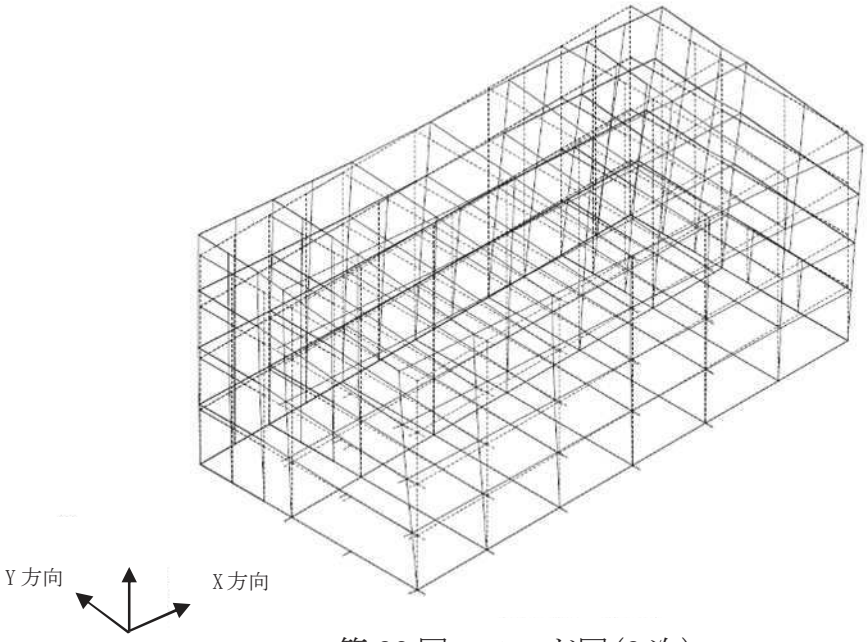
※最大値を 1 で基準化した各次固有モードに対する刺激係数として求め絶対値を示す。



第 37 図　モード図(1 次)



第 38 図　モード図(2 次)

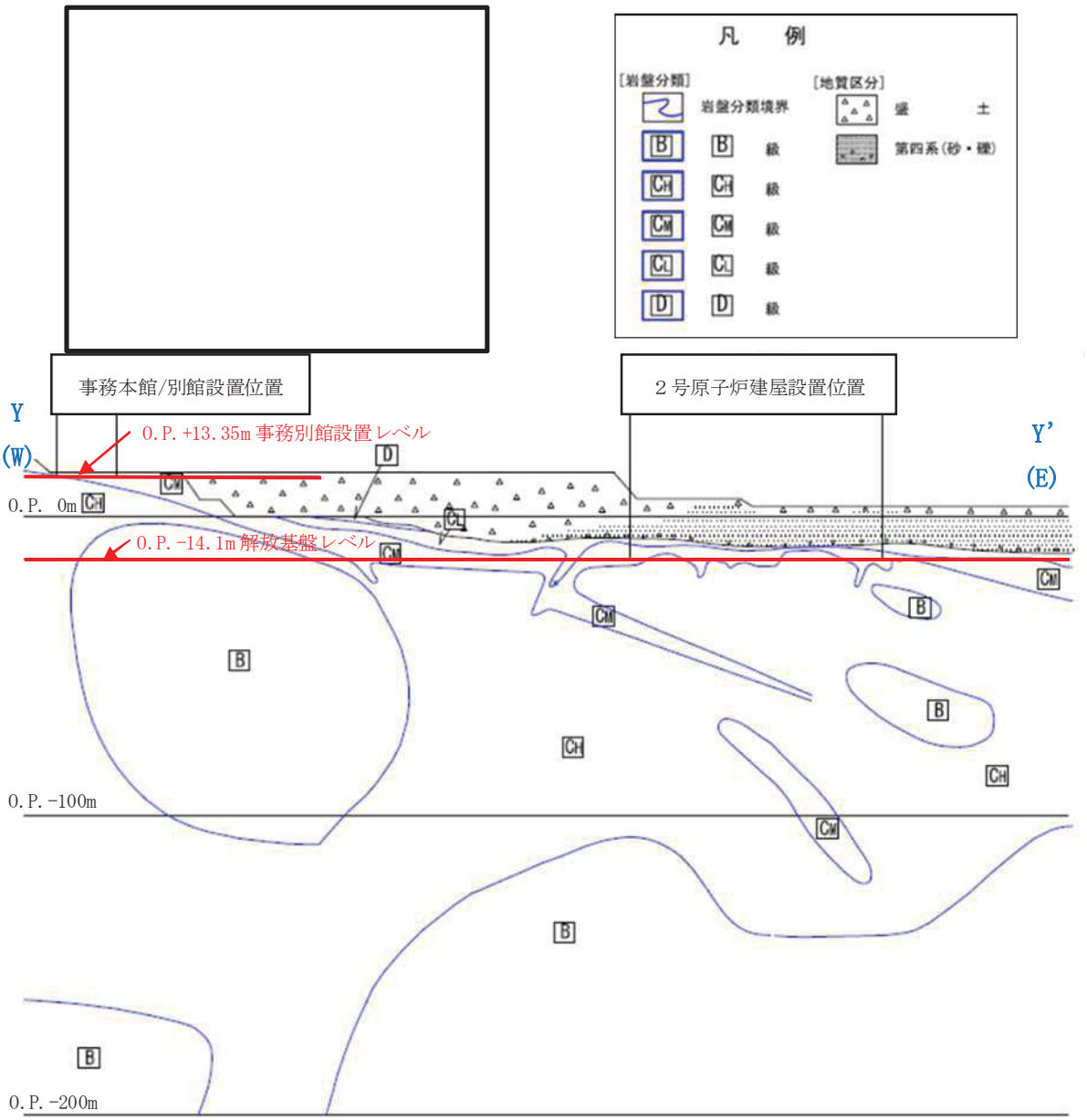


第 39 図　モード図(3 次)

(4) 検討用地震動

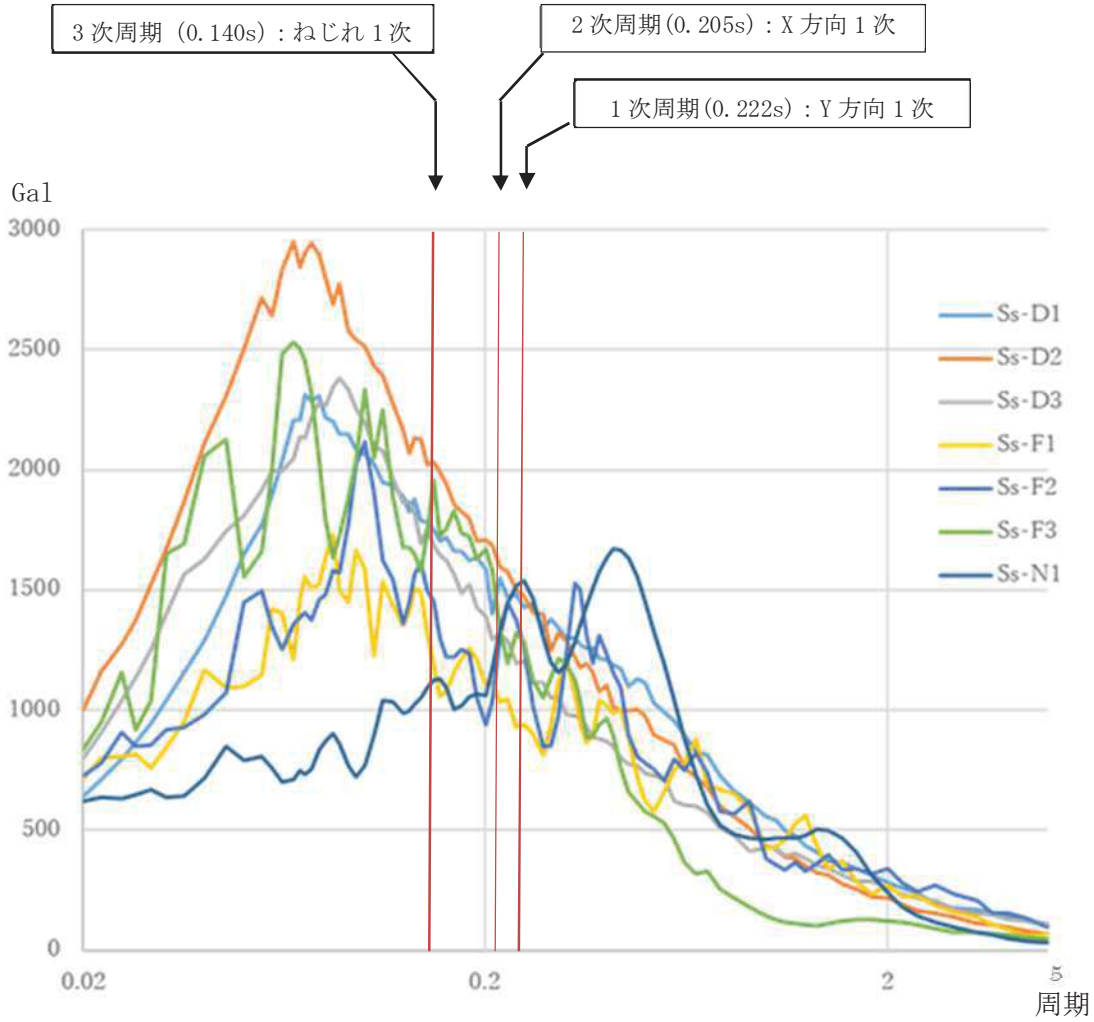
検討用の地震動は基準地震動 Ss-D1，基準地震動 Ss-D2，基準地震動 Ss-D3，基準地震動 Ss-F1，基準地震動 Ss-F2，基準地震動 Ss-F3 及び基準地震動 Ss-N1 の 7 波とする。

事務別館基礎下岩盤と解放基盤下岩盤は同等の岩盤であることから，解放基盤表面における加速度応答スペクトルを採用する。事務別館配置図及び地質断面比較図を第 40 図に示す。基準地震動 Ss7 波の解放基盤表面における加速度応答スペクトルを第 41 図に示す。また，減衰定数は耐震壁付きラーメン架構を５％，外付け鉄骨ブレース架構を２％とする。



第 40 図　事務別館配置図及び地質断面比較図

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



第 41 図　基準地震動　Ss7 波　加速度応答スペクトル（h=0.05）

(5) 地震応答解析結果

Ｘ方向の最大応答層間変形角を第 56 表に示す。又，Ｙ方向の最大応答層間変形角を第 57 表に示す。

最大応答層間変形角は，Ｘ方向はSs-D1 波の２階Ｃ通りで 1/299，Ｙ方向はSs-F2 波の２階８通りで 1/210 となった。

第 56 表　Ｘ方向の最大応答層間変形角

階数	Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1
RF	1/509	1/585	1/824	1/868	1/891	1/767	1/689
3F	1/360	1/414	1/679	1/718	1/671	1/651	1/471
2F	1/299	1/371	1/654	1/786	1/693	1/587	1/402
1F	1/412	1/516	1/709	1/890	1/878	1/586	1/391

（注）：下線は最大層間変形角

第 57 表　Ｙ方向の最大応答層間変形角

階数	Ss-D1	Ss-D2	Ss-D3	Ss-F1	Ss-F2	Ss-F3	Ss-N1
RF	1/420	1/258	1/663	1/881	1/513	1/644	1/483
3F	1/288	1/225	1/382	1/381	1/256	1/450	1/293
2F	1/211	1/247	1/363	1/279	1/210	1/319	1/225
1F	1/334	1/356	1/552	1/345	1/253	1/464	1/276

（注）：下線は最大層間変形角

(6) まとめ

ねじれの影響を考慮した立体フレームモデルによる地震応答解析結果から，Ｘ方向の最大層間変形角は，Ss-D1 波の２階Ｃ通りで 1/299，Ｙ方向の最大層間変形角は，Ss-F2 波の２階８通りで 1/210 であり，鉄筋コンクリート造建物の耐震性能評価指針において，安全限界状態とされる 1/75 を十分下回っており，ねじれの影響を考慮しても問題ないことを確認した。

女川原子力発電所　事務建屋基準地震動 Ss に対する耐震性能評価検討

１．目的

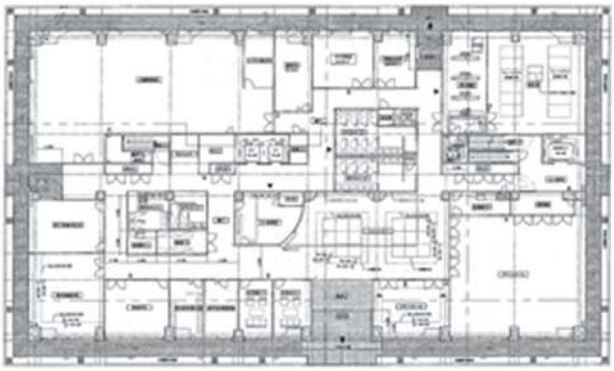
女川原子力発電所事務建屋に対し，基準地震動 Ss7 波に対する地震応答解析を行い，建屋並びに免震装置の耐震性能について検討を行い，建屋のアクセスルートへの影響を確認する。

２．建屋概要

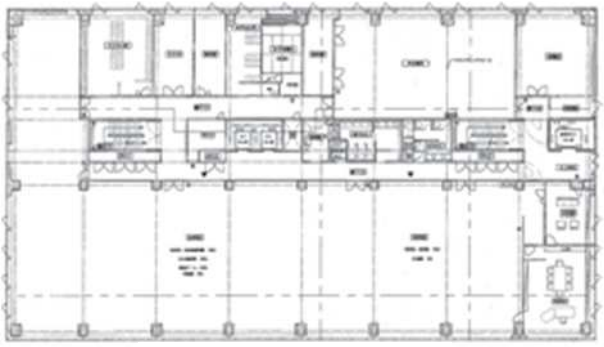
建屋概要を第 58 表に，平面図を第 42 図に，立面図を第 43 図に示す。検討建屋は，上部構造が鉄骨造ラーメン構造で，１階床下の免震層に免震装置（天然ゴム系積層ゴム，鉛プラグ入り積層ゴム，弾性すべり支承，オイルダンパ）を配置した免震構造である。

第 58 表　建屋概要

構造	鉄骨造（免震構造）
階数	地上８階
基礎構造	直接基礎（岩盤に免震ピットが直接設置）
平面形状	56.8m(Ｘ方向)×31.7m(Ｙ方向)
高さ	地上高さ 36.7m
竣工日	平成 23 年 8 月 19 日

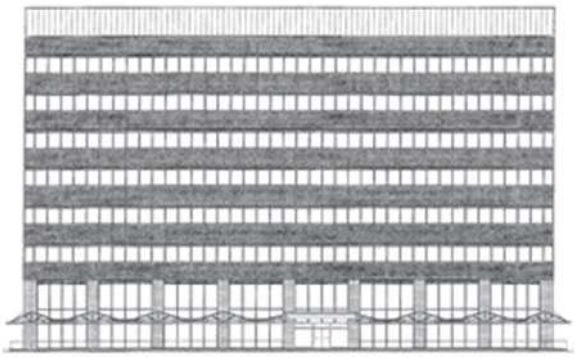


1階



4階

第42図　平面図



東立面



南立面

第43図　立面図

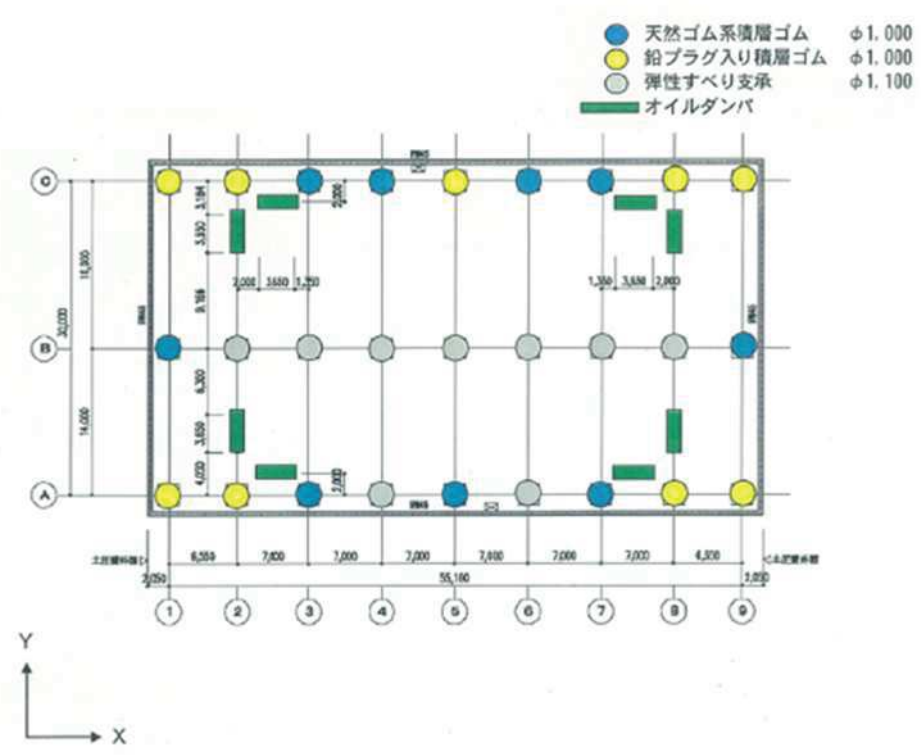
３．免震装置概要

本建屋に使用している免震装置は，天然ゴム系積層ゴム９台，鉛プラグ入り積層ゴム９台，弾性すべり支承９台の合計 27 台に加え，オイルダンパをＸ方向，Ｙ方向にそれぞれ４台，合計８台である。免震装置の概要を第 59 表に，免震装置の配置図を第 44 図に示す。

第 59 表　免震装置の概要

免震装置	ゴム材料 せん断弾性率	形状	積層ゴム サイズ	ゴム総厚	鉛径	基数
天然ゴム系 積層ゴム	0.29 N/mm^2 ※1	丸形	φ1,000mm	195.0mm (7.5x26)	—	9
鉛プラグ入り 積層ゴム	0.385 N/mm^2 ※1	丸形	φ1,000mm	201.0mm (6.7x30)	220mm	9
弾性すべり 支承	0.78 N/mm^2	丸形	φ1,100mm	40.0mm (8.0x5)	—	9
ｵｲﾙﾀﾞﾝﾊﾟ	－	—	—	—	—	8

※1：20℃での値



第 44 図　免震装置配置図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

４．検討内容

(1) 検討方針

免震構造の本建屋の倒壊は，免震装置が破壊するモードを想定し地震応答解析を実施し，上部構造並びに免震層に対する応答について検討を実施する。

地震応答解析に用いる検討用地震動は，基準地震動 Ss7 波とする。

① 基準地震動 Ss-D1
② 基準地震動 Ss-D2
③ 基準地震動 Ss-D3
④ 基準地震動 Ss-F1
⑤ 基準地震動 Ss-F2
⑥ 基準地震動 Ss-F3
⑦ 基準地震動 Ss-N1

本建屋の評価基準値を第 60 表に示す。

評価基準値は上部構造については，「震災建築物の被災度区分判定基準及び復旧技術指針」((一財) 日本建築防災協会) において，鉄骨構造物 (ラーメン構造) が被災度区分「大破」と判定される残留変形角の目安となる値である 1/30 とする。

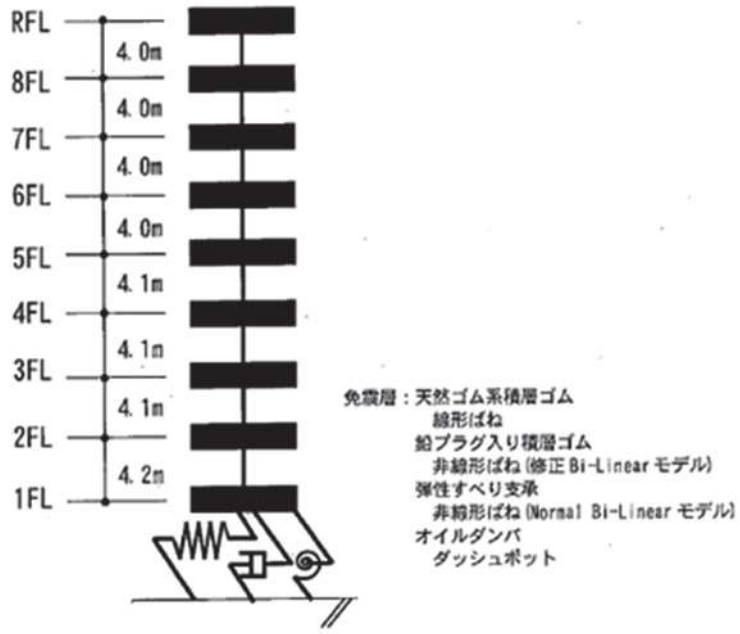
免震層・免震装置は免震構造の試評価例及び試設計例 ((独) JNES，2014) における設計目標値とする。

第 60 表　評価基準値

部位	項目	評価基準値
上部構造	層間変形角	1/30 以下
免震層・免震装置	せん断ひずみ	250%以下

(2) 解析モデル

解析モデルを第 45 図に示す。



第 45 図　解析モデル

a. 上部構造のモデルの諸元

上部構造を線形とした解析モデルの諸元を第 61 表に示す。減衰特性は剛性比例の内部粘性減衰とし，減衰定数は免震層上部１階床位置固定時の１次固有周期に対して２％とする。

第 61 表　各階，階高，重量，弾性剛性

階数	階高 (m)	重量 (kN)	弾性剛性　x10^5(kN/m)	
			Ｘ方向	Ｙ方向
RF	──	16,990※	──	──
8F	4.00	13,144	8.156	9.019
7F	4.00	13,972	8.315	9.057
6F	4.00	14,416	8.144	8.997
5F	4.00	14,641	8.342	9.194
4F	4.10	14,880	8.208	8.952
3F	4.10	16,422	8.178	9.108
2F	4.10	14,258	9.046	10.189
1F	4.20	22,140	11.406	13.021
計	──	140,862	──	──

※RF の重量には塔屋部分の重量（881kN）が含まれる

b．免震層のモデルの諸元

(a) 水平ばね要素

免震層の水平ばねは，天然ゴム系積層ゴム，鉛プラグ入り積層ゴム，弾性すべり支承をそれぞれモデル化し，その特性を線形ばね，非線形ばねで評価する。

なお，水平方向の地震応答解析では免震装置部分は履歴減衰のみを考慮し，材料減衰は考慮しない。

ⅰ．天然ゴム系積層ゴムの特性を表す水平ばね

天然ゴム系積層ゴムの特性を表す水平ばねは線形ばねにモデル化する。

天然ゴム剛性： $K_r = Ar \cdot G_r / h_r$

天然ゴムせん断弾性率： $G_r = 0.294 N/mm^2$ (15℃)

ここで，A_r：積層ゴムの断面積，h_r：ゴム層の総厚さ

天然ゴム系積層ゴムの特性を表す水平ばねに考慮する諸元を第 62 表，第 63 表に示す。

第 62 表　天然ゴム系積層ゴムによる免震層水平ばねの諸元

ゴムの せん断弾性率 G_r (N/mm^2)	積層ゴムの 断面積の総和※ A_r(cm^2)	ゴム層総厚 さ d(cm)
0.294	70,509	19.5

※値は 9 基の合計

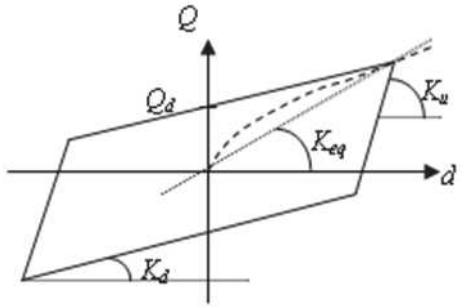
第 63 表　天然ゴム系積層ゴムの水平剛性

種類	基 数	仕様 ゴム	水平剛性※ Kr(kN/m)
φ1,000	9	R3	1.063×10^4

※値は 9 基の合計

ⅱ．鉛プラグ入り積層ゴムの特性を表す水平ばね

鉛プラグ入り積層ゴムの特性を表す水平ばねは第 46 図に修正バイリニア型にモデル化する。



第 46 図　修正バイリニア型履歴

鉛プラグ入り積層ゴムの特性を表す水平ばねに考慮する諸元を第 64 表に示す。

また，第 65 表に各免震装置の種々の振幅レベルでの等価水平剛性を示す。

第 64 表　鉛プラグ入り積層ゴムによる免震層水平ばねの諸元

ゴムの せん断弾性率 G_r (N/mm^2)	積層ゴムの 断面積の総和 $A_r(cm^2)$※	鉛プラグの 断面積の総和 $A_p(cm^2)$※	ゴム層総厚 さ d(cm)
0.392	67,265	3,421	20.1

※値は 9 基の合計

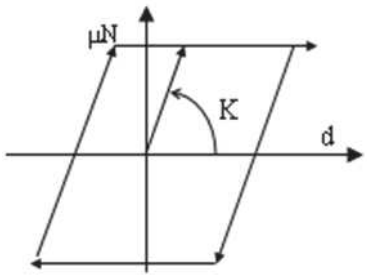
第 65 表　鉛プラグ入り積層ゴムの等価剛性

種類	鉛径 (cm)	基数	使用 ゴム	水平剛性(kN/m)※		
				d=2.0cm (γ=10%)	d=20cm (γ=100%)	d=40cm (γ=200%)
ϕ 1,000	22	9	G4	1.419×10^5	2.830×10^4	2.008×10^4

※値は 9 基の合計

ⅲ．弾性すべり支承の特性を表す水平ばね

地震応答解析では，計９基の弾性すべり支承をそれぞれ第 47 図に示すように，弾性剛性及び，折点荷重を摩擦力とした非線形水平ばねにモデル化する。これにはバイリニア型の履歴特性を考慮し，履歴による減衰のみを考慮する。設定諸元を第 66 表に示す。



第 47 図　弾性すべり支承に与える非線形特性

第 66 表　弾性すべり支承による免震層水平ばねモデルの諸元

鉛直力※ N (kN)	摩擦係数 μ	摩擦力 μ N (kN)	弾性剛性※ K (kN/m)
56,811.6	0.011	624.9	1.732×10^{5}

※値は９基の合計

(b) 減衰要素

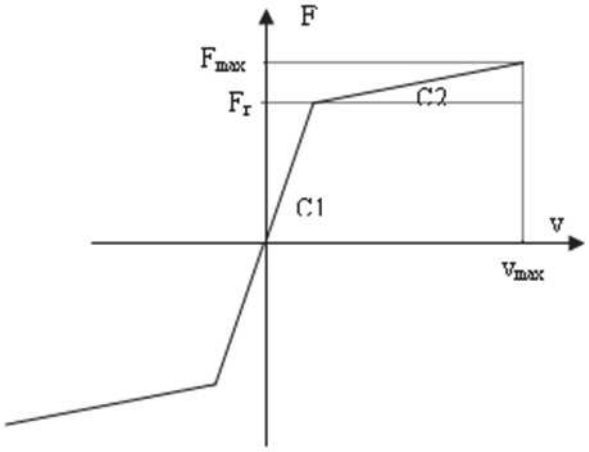
減衰要素はオイルダンパをダッシュポット要素にモデル化する。ダッシュポット要素の諸元を第 67 表に示す。

第 67 表　オイルダンパによる免震層ダッシュポットモデルの諸元

減衰係数 C1 (kN/cm/s)	減衰係数 C2 (kN/cm/s)	リリーフ 荷重 Fr (kN)	リリーフ 速度 Vr (m/s)	最大 荷重 Fmax (kN)	最大 速度 Vmax (m/s)
25.0	1.695	800	0.32	1000	1.50

(注)：値は１台当たりの値

オイルダンパはＸ，Ｙ各方向４基ずつ，計８基配置する。オイルダンパの特性を第 48 図に示す。



第 48 図　オイルダンパに与える特性

(c) 回転ばね要素

免震層の回転ばねは免震層直上部分を剛版と仮定し，積層ゴム及びすべり支承の鉛直剛性より評価する。回転ばねの諸元を第 68 表に示す。

第 68 表　免震層回転ばねの諸元

方向	Ｘ方向 （Ｙ軸回り）	Ｙ方向 （Ｘ軸回り）
回転ばね剛性 (kN.m/rad)	6.217×10^{10}	2.667×10^{10}

(d) 地盤ばね

地盤の剛性は免震層及び上部建物の水平周期に対し十分剛であると考えられるため，地盤ばねは考慮しない。

c．免震装置の特性変動

(a) 天然ゴム系積層ゴム

免震装置の内，天然ゴム系積層ゴムの剛性のバラツキに対して第 69 表に示す３要因を設定した。

第 69 表　天然ゴム系積層ゴムのバラツキ

バラツキの要因	剛性　Kr
製品誤差（設計値に対して）	−10%～+10%
経年変化（初期値に対して）	0%～+10%
環境温度（設計値に対して）	−4%～ +6%

(b) 鉛プラグ入り積層ゴム

免震装置の内，鉛プラグ入り積層ゴムの降伏後剛性及び降伏荷重特性値のバラツキに対して第 70 表に示す３要因を設定した。

第 70 表　鉛プラグ入り積層ゴムのバラツキ

バラツキの要因	降伏後剛性　Kd	降伏荷重特性値　Qd
製品誤差（設計値に対して）	−10%～+10%	−10%～+10%
経年変化（初期値に対して）	0%～+10%	変化なし
環境温度（設計値に対して）	−3%～ +5%	−13%～+19%

(c) 弾性すべり支承

免震装置の内，弾性すべり支承の１次剛性及び摩擦係数に対して第 71 表に示す要因について変動を考慮した。

第 71(a)表　弾性すべり支承のバラツキ（１次剛性）

バラツキの要因	１次剛性　K1
製品誤差（設計値に対して）	−20%～+20%
環境温度（設計値に対して）	−8%～ +13%
繰返し特性（設計値に対して）	0%～+20%

第 71(b)表　弾性すべり支承のバラツキ（摩擦係数）

バラツキの要因	摩擦係数　μ
製品誤差（設計値に対して）	−20%～+20%
繰返し特性（設計値に対して）	0%

(d) オイルダンパ

免震装置の内，オイルダンパの減衰係数及びリリーフ荷重のバラツキに対して第 72 表に示す３要因を設定した。

第 72 表　オイルダンパのバラツキ

バラツキの要因	減衰係数Ｃ リリーフ荷重Ｆｒ
製品誤差（設計値に対して）	−10%～+10%
経年変化（初期値に対して）	−3%～ +3%
環境温度（設計値に対して）	−5%～ +5%

・オイルダンパ減衰係数及びリリーフ荷重のバラツキ：設計値に対して−18%～+18%

(e) 解析条件

天然ゴム系積層ゴム，鉛プラグ入り積層ゴム，弾性すべり支承及びオイルダンパのバラツキについては，免震層全体での等価剛性が最大あるいは最小となる組み合わせについて検討を実施する。すなわち，剛性が最大となるケースとして，天然ゴム系積層ゴムの剛性が最大，かつ鉛プラグ入り積層ゴムの降伏後剛性及び降伏荷重特性値が最大，かつ弾性すべり支承の摩擦力が最大，かつオイルダンパの減衰係数，リリーフ荷重が最大となる組み合わせ及びその逆の２ケースを考慮する。解析ケースを第 73 表に示す。

上部建物モデル及びそのほかの条件は設計用地震応答解析に用いたものと同一とする。

第 73 表　解析ケース一覧

解析ケース	天然ゴム系 積層ゴム	鉛入り 積層ゴム	弾性すべり支承	オイルダンパ
剛性最小	Kr：0.86	Kd：0.87 Qd：0.77	１次剛性：0.72 摩擦係数：0.80	減衰係数　　：0.82 リリーフ荷重：0.82
設計値	Kr：1.00	Kd：1.00 Qd：1.00	１次剛性：1.00 摩擦係数：1.00	減衰係数　　：1.00 リリーフ荷重：1.00
剛性最大	Kr:1.26	Kd：1.25 Qd：1.29	１次剛性：1.53 摩擦係数：1.20	減衰係数　　：1.18 リリーフ荷重：1.18

(3) 固有値解析結果

上部構造は線形とし，免震層の水平ばねを各振幅レベルの等価線形値を取る場合について固有値解析を実施した。

a. 免震層の水平変形時の固有周期

免震層が水平変形ｄ＝20cm（γ＝100%）及びｄ＝40cm（γ＝200%）における等価剛性をもつ場合の固有値解析結果を第 74 表及び第 75 表に示す。

第 74 表　水平変形ｄ＝20cm（γ＝100%）における固有周期

方向	次数	固有周期(秒)	刺激係数※
X方向	1	3.86	1.069
	2	0.78	0.082
	3	0.40	0.020
Y方向	1	3.84	1.063
	2	0.75	0.075
	3	0.38	0.017

※最大値を１で基準化した各次固有モードに対する刺激係数として求め絶対値を示す。

第 75 表　水平変形ｄ＝40cm（γ＝200%）における固有周期

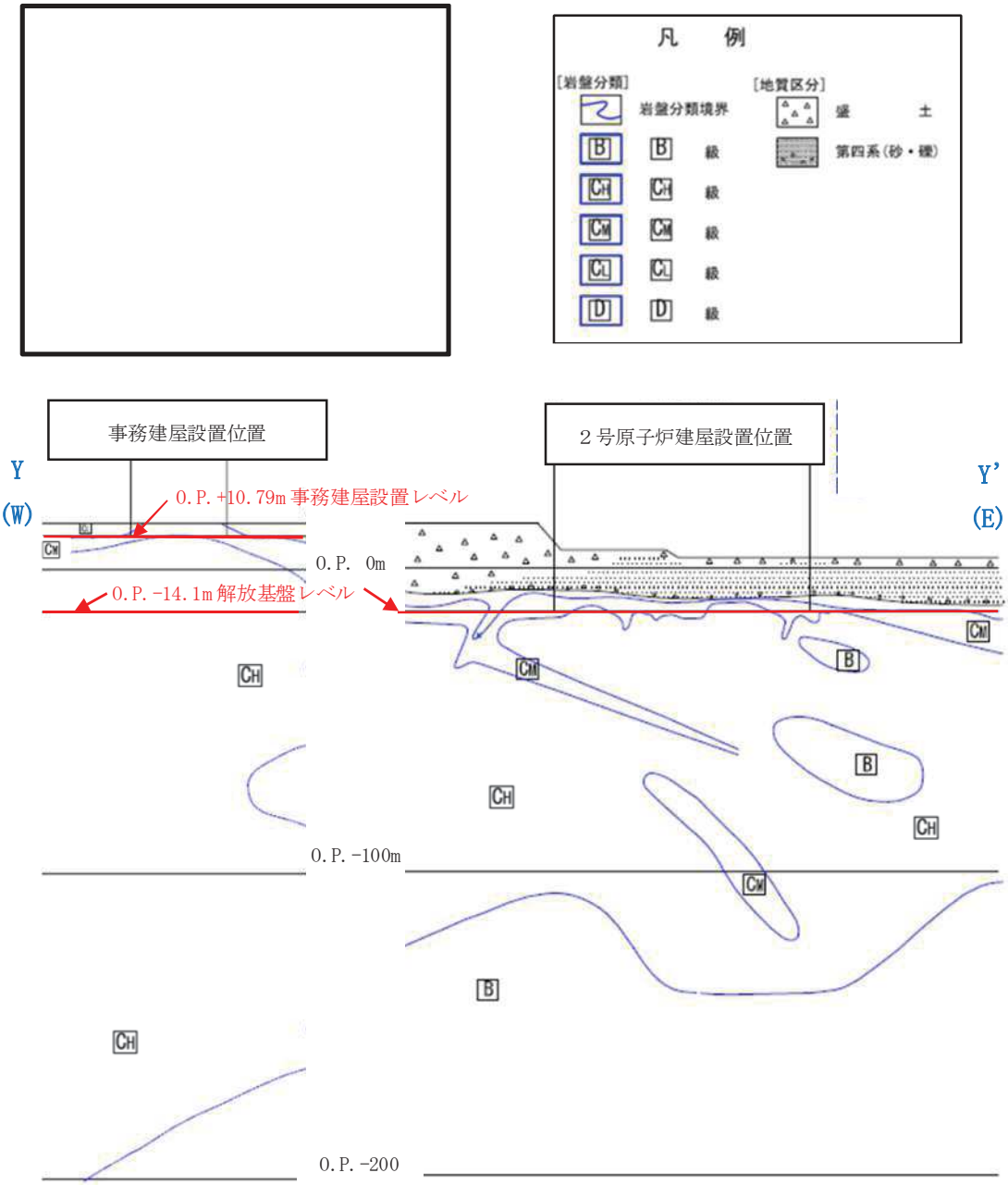
方向	次数	固有周期(秒)	刺激係数※
X方向	1	4.36	1.054
	2	0.79	0.064
	3	0.40	0.015
Y方向	1	4.34	1.049
	2	0.75	0.059
	3	0.38	0.013

※最大値を１で基準化した各次固有モードに対する刺激係数として求め絶対値を示す。

(4) 検討用地震動

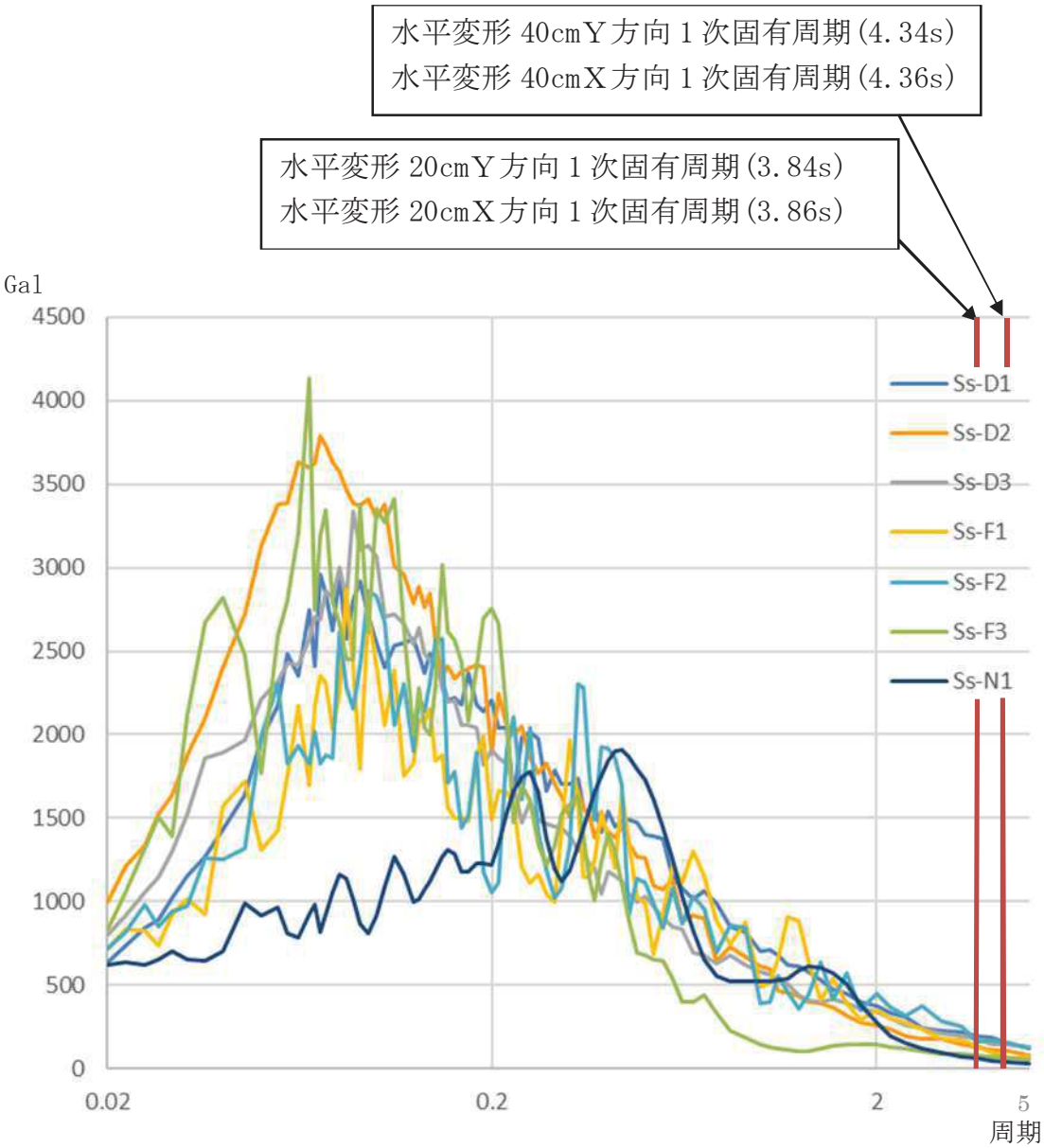
検討用の地震動は基準地震動 Ss-D1，基準地震動 Ss-D2，基準地震動 Ss-D3，基準地震動 Ss-F1，基準地震動 Ss-F2，基準地震動 Ss-F3 及び基準地震動 Ss-N1 の７波とする。

事務建屋基礎下岩盤と解放基盤下岩盤は同等の岩盤であることから，解放基盤表面における加速度応答スペクトルを採用する。事務建屋配置図及び地質断面比較図を第 49 図に示す。基準地震動 Ss7 波の解放基盤表面における加速度応答スペクトルを第 50 図に示す。また，減衰定数は鉄骨造建屋のため２％を採用する。



第 49 図　事務建屋配置図及び地質断面比較図

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



第 50 図　基準地震動　Ss7 波　加速度応答スペクトル(h=0.02)

(5) 地震応答解析結果

地震応答解析結果を第 76～82 表に示す。

第 76 表　地震応答解析結果一覧表（基準地震動 Ss-D1）

○ 上部層間変形角

階数	X方向		Y方向	
	剛性最大	剛性最小	剛性最大	剛性最小
8F	1/704	1/890	1/819	1/997
7F	1/464	1/588	1/526	1/836
6F	1/360	1/485	1/401	1/530
5F	1/319	1/437	1/353	1/487
4F	1/306	1/422	1/332	1/460
3F	1/300	1/417	1/335	1/468
2F	1/319	1/447	1/356	1/500
1F	1/418	1/567	1/471	1/645

（注）：下線は各方向の最大層間変形角

○ 免震層せん断ひずみ

方向	X方向		Y方向	
	剛性最大	剛性最小	剛性最大	剛性最小
免震層せん断ひずみ	109.74%	146.67%	107.69%	147.18%

第 77 表　地震応答解析結果一覧表（基準地震動 Ss-D2）

○ 上部層間変形角

階数	X方向		Y方向	
	剛性最大	剛性最小	剛性最大	剛性最小
8F	1/919	1/1208	1/1036	1/1347
7F	1/622	1/824	1/712	1/890
6F	1/536	1/650	1/600	1/766
5F	1/474	1/588	1/518	1/671
4F	1/406	1/488	1/420	1/552
3F	1/407	1/461	1/421	1/532
2F	1/394	1/530	1/462	1/626
1F	1/465	1/647	1/542	1/763

（注）：下線は各方向の最大層間変形角

○ 免震層せん断ひずみ

方向	X方向		Y方向	
	剛性最大	剛性最小	剛性最大	剛性最小
免震層せん断ひずみ	58.97%	91.79%	61.54%	90.77%

第 78 表　地震応答解析結果一覧表（基準地震動 Ss-D3）

○ 上部層間変形角

階数	X方向		Y方向	
	剛性最大	剛性最小	剛性最大	剛性最小
8F	1/824	1/1282	1/952	1/1508
7F	1/526	1/849	1/601	1/989
6F	1/414	1/702	1/482	1/787
5F	1/394	1/673	1/456	1/733
4F	1/404	1/581	1/449	1/628
3F	1/402	1/515	1/442	1/571
2F	1/409	1/518	1/473	1/582
1F	1/524	1/630	1/585	1/711

（注）：下線は各方向の最大層間変形角

○ 免震層せん断ひずみ

方向	X方向		Y方向	
	剛性最大	剛性最小	剛性最大	剛性最小
免震層せん断ひずみ	72.82%	106.67%	74.36%	107.69%

第 79 表　地震応答解析結果一覧表（基準地震動 Ss-F1）

○ 上部層間変形角

階数	X方向		Y方向	
	剛性最大	剛性最小	剛性最大	剛性最小
8F	1/806	1/1051	1/890	1/1144
7F	1/514	1/674	1/554	1/720
6F	1/402	1/527	1/442	1/567
5F	1/343	1/488	1/382	1/517
4F	1/317	1/476	1/343	1/508
3F	1/312	1/458	1/339	1/511
2F	1/364	1/531	1/388	1/576
1F	1/473	1/694	1/539	1/764

（注）：下線は各方向の最大層間変形角

○ 免震層せん断ひずみ

方向	X方向		Y方向	
	剛性最大	剛性最小	剛性最大	剛性最小
免震層せん断ひずみ	70.77%	81.03%	70.26%	77.44%

第 80 表　地震応答解析結果一覧表（基準地震動 Ss-F2）

○ 上部層間変形角

階数	X方向		Y方向	
	剛性最大	剛性最小	剛性最大	剛性最小
8F	1/667	1/954	1/710	1/1174
7F	1/438	1/614	1/460	1/747
6F	1/364	1/483	1/387	1/595
5F	1/346	1/445	1/370	1/546
4F	1/320	1/428	1/339	1/513
3F	1/301	1/428	1/324	1/487
2F	1/317	1/450	1/346	1/489
1F	1/391	1/534	1/440	1/598

（注）：下線は各方向の最大層間変形角

○ 免震層せん断ひずみ

方向	X方向		Y方向	
	剛性最大	剛性最小	剛性最大	剛性最小
免震層せん断ひずみ	120.00%	137.44%	122.56%	136.41%

第 81 表　地震応答解析結果一覧表（基準地震動 Ss-F3）

○ 上部層間変形角

階数	X方向		Y方向	
	剛性最大	剛性最小	剛性最大	剛性最小
8F	1/791	1/1221	1/878	1/1374
7F	1/546	1/831	1/594	1/913
6F	1/487	1/732	1/535	1/807
5F	1/525	1/802	1/575	1/871
4F	1/548	1/897	1/586	1/931
3F	1/572	1/769	1/600	1/807
2F	1/561	1/814	1/664	1/888
1F	1/643	1/1026	1/738	1/1187

（注）：下線は各方向の最大層間変形角

○ 免震層せん断ひずみ

方向	X方向		Y方向	
	剛性最大	剛性最小	剛性最大	剛性最小
免震層せん断ひずみ	26.67%	29.23%	26.15%	29.74%

第 82 表　地震応答解析結果一覧表（基準地震動 Ss-N1）

○ 上部層間変形角

階数	X方向		Y方向	
	剛性最大	剛性最小	剛性最大	剛性最小
8F	1/710	1/1102	1/844	1/1247
7F	1/463	1/704	1/542	1/779
6F	1/380	1/556	1/450	1/620
5F	1/380	1/527	1/435	1/582
4F	1/379	1/528	1/407	1/574
3F	1/366	1/534	1/401	1/588
2F	1/369	1/503	1/433	1/588
1F	1/422	1/587	1/496	1/691

（注）：下線は各方向の最大層間変形角

○ 免震層せん断ひずみ

方向	X方向		Y方向	
	剛性最大	剛性最小	剛性最大	剛性最小
免震層せん断ひずみ	79.49%	97.44%	81.54%	98.97%

５．まとめ

地震応答解析により評価された結果の最大応答値を第 83 表に示す。

アクセスルートへの影響の観点からは，以下のように評価する。

「震災建築物の被災度区分判定基準及び復旧技術指針」（(一財）日本建築防災協会）において，鉄骨構造物（ラーメン構造）が被災度区分「大破」と判定される残留変形角の目安となる値は1/30である。今回の解析結果による最大層間変形角は，上記の指針に基づく評価基準値である残留変形角 1/30 を大幅に下回っており，建屋は倒壊しない。以上のことから，アクセスルートへの影響はないことを確認した。

第 83 表　最大応答値一覧

○ Ｘ方向

部位	項目	最大応答値	評価基準値
上部構造	最大層間変形角	1/300 （Ss-D1，3F，剛性最大）	1/30
免震層	せん断ひずみ	147% （Ss-D1，剛性最小）	250%

○ Ｙ方向

部位	項目	最大応答値	評価基準値
上部構造	最大層間変形角	1/324 （Ss-F2，3F，剛性最大）	1/30
免震層	せん断ひずみ	147% （Ss-D1，剛性最小）	250%

別添８

女川原子力発電所　保修センター基準地震動 Ss に対する耐震性能評価検討

１．目的

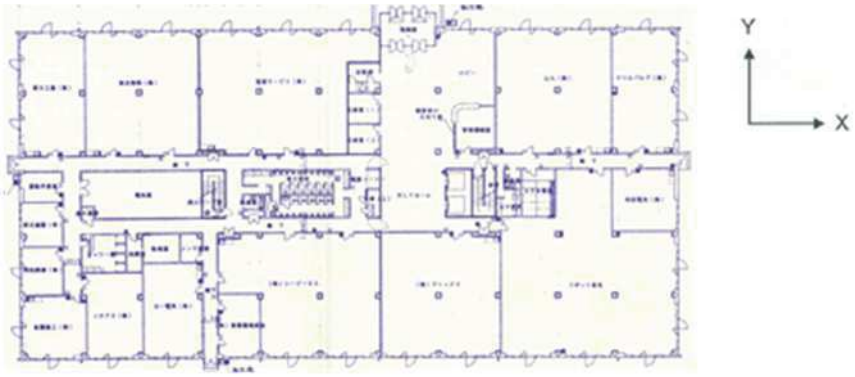
女川原子力発電所保修センターに対し，基準地震動 Ss7 波に対する建屋の耐震性について検討を行い，建屋のアクセスルートや保管エリアへの影響を確認する。

２．建屋概要

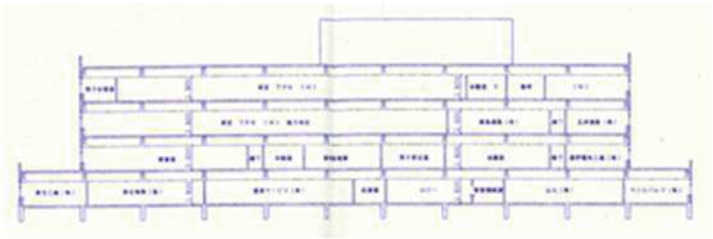
建屋概要を第 84 表に，平面図を第 51 図，断面図を第 52 図に示す。

第 84 表　建屋概要

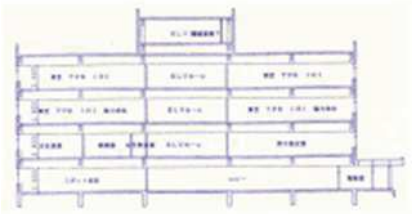
構　　造	鉄骨造
階　　数	地上４階
基 礎 構 造	直接基礎
平 面 形 状	79.3m(Ｘ方向)×39.2m(Ｙ方向)
高　　さ	地上高さ 21.75m
竣 工 日	平成 8 年 4 月 19 日



第 51 図　平面図（１階）



東西断面



南北断面

第 52 図　断面図

３．検討内容

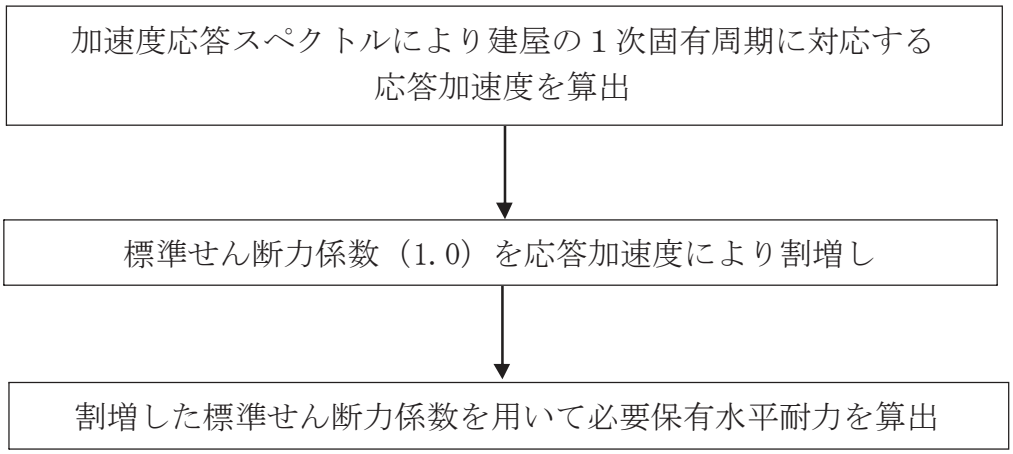
(1) 検討方針

基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力が保有水平耐力以下であることを確認する。

a. 基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力 Qun

基準地震動 Ss の加速度応答スペクトルにより建屋の１次固有周期に対応する応答加速度を求めて，標準せん断力係数（1.0）を割増して計算した必要保有水平耐力とする。

算定フローを第 53 図に示す。



第 53 図　算定フロー

b. 保有水平耐力 Qu

保有水平耐力は一貫計算プログラム Super Build/SS1-改訂版により計算した値を用いる。

c. 検討用地震動

地震応答解析に用いる検討用地震動は，基準地震動 Ss7 波とする。

① 基準地震動 Ss-D1
② 基準地震動 Ss-D2
③ 基準地震動 Ss-D3
④ 基準地震動 Ss-F1
⑤ 基準地震動 Ss-F2
⑥ 基準地震動 Ss-F3
⑦ 基準地震動 Ss-N1

d. 評価基準値

本建屋の評価基準値を第 85 表に示す。

評価基準値は保有水平耐力を基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力で除した値が 1.00 を上回っていることを確認する。

第 85 表　評価基準値

部位	評価基準値
上部構造	1.00 以上

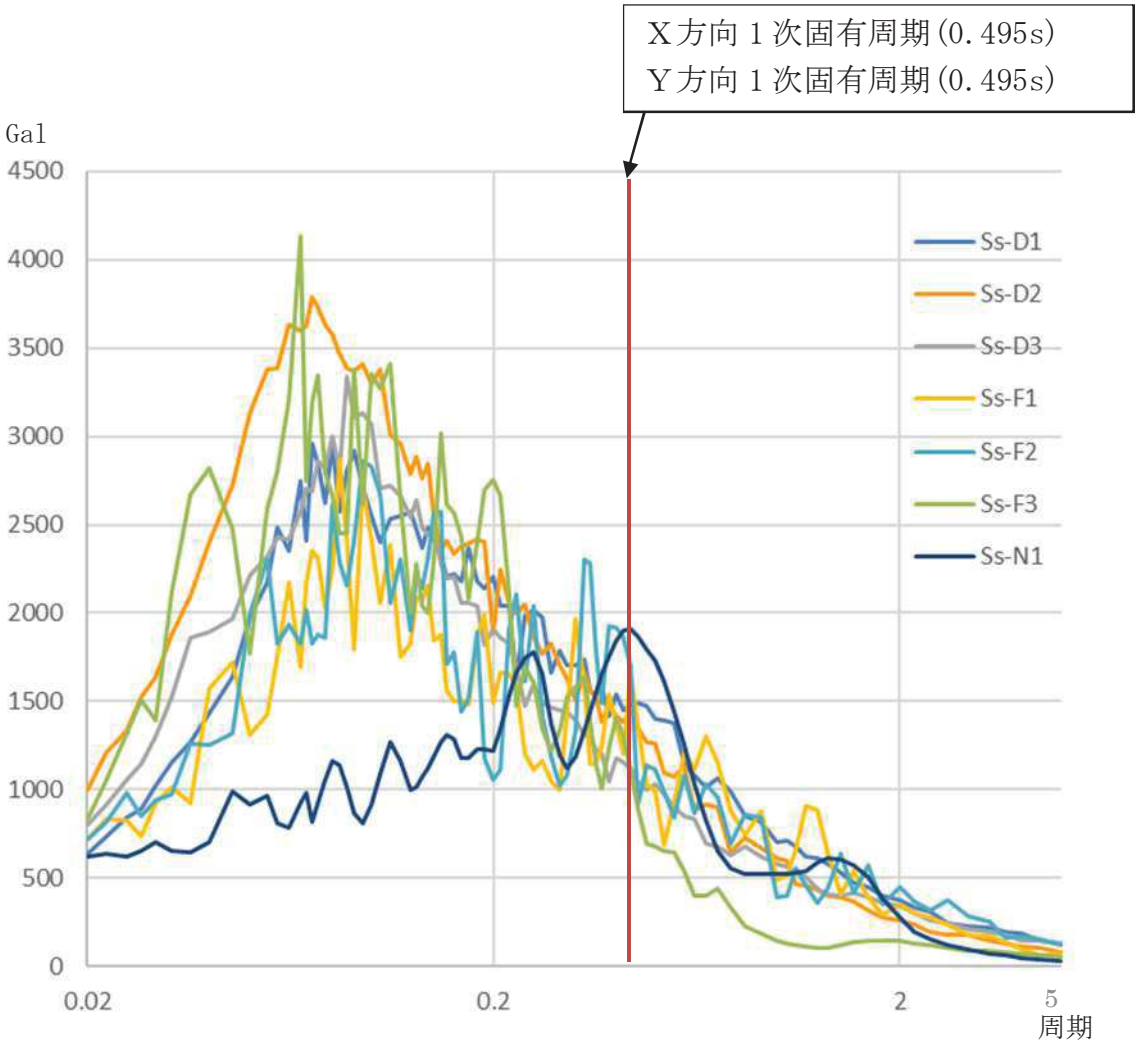
(2) 基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力 Qun

a. 応答加速度による標準せん断力係数の割増し

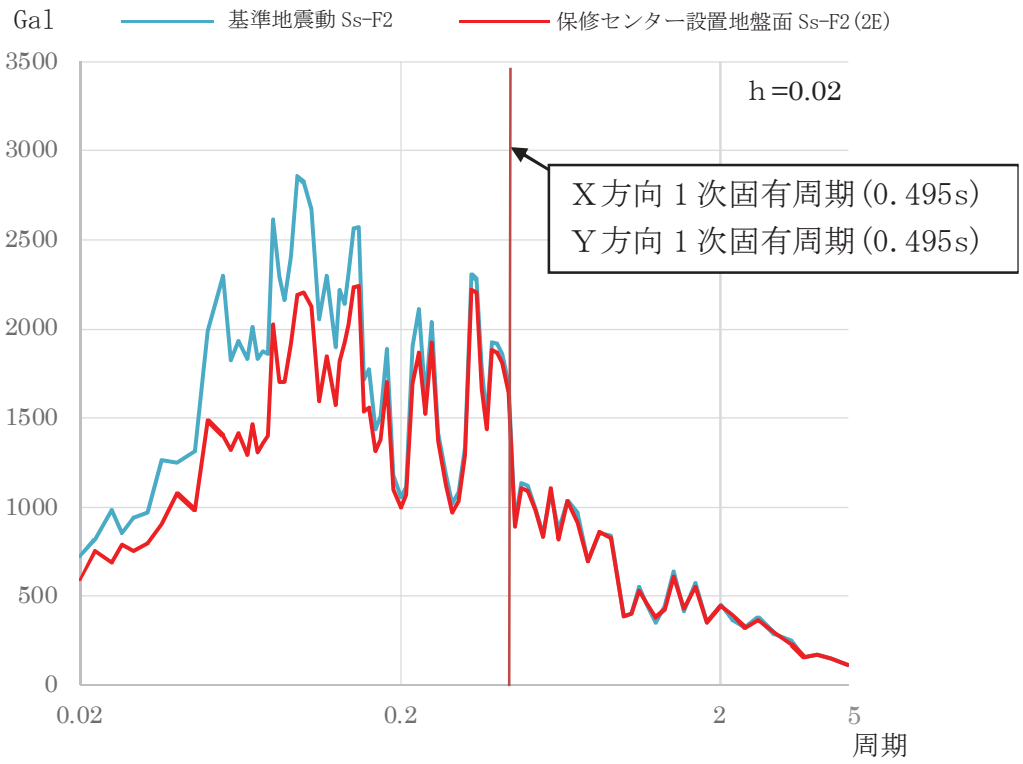
保修センター設置地盤面と解放基盤表面の加速度応答スペクトルは同等であることから，解放基盤表面における加速度応答スペクトルを採用する。基準地震動 Ss7 波の解放基盤表面における１次固有周期を第 54 図に，解放基盤表面と保修センター設置地盤面の加速度応答スペクトルの比較を第 55 図に，保修センター設置地盤面の加速度応答スペクトルの算定に用いた地盤物性値を第 86 表に示す。また，減衰定数は鉄骨造建屋のため２％を採用する。

本建屋はＸ，Ｙ方向とも，柱が角型鋼管のラーメン構造であることを踏まえ，１次固有周期は，一貫計算プログラム Super Build/SS1-改訂版より算出し，0.495 秒とした。その周期の応答加速度は，最大 1,744Gal であり，標準せん断力係数の割増しは 1.78 となる。

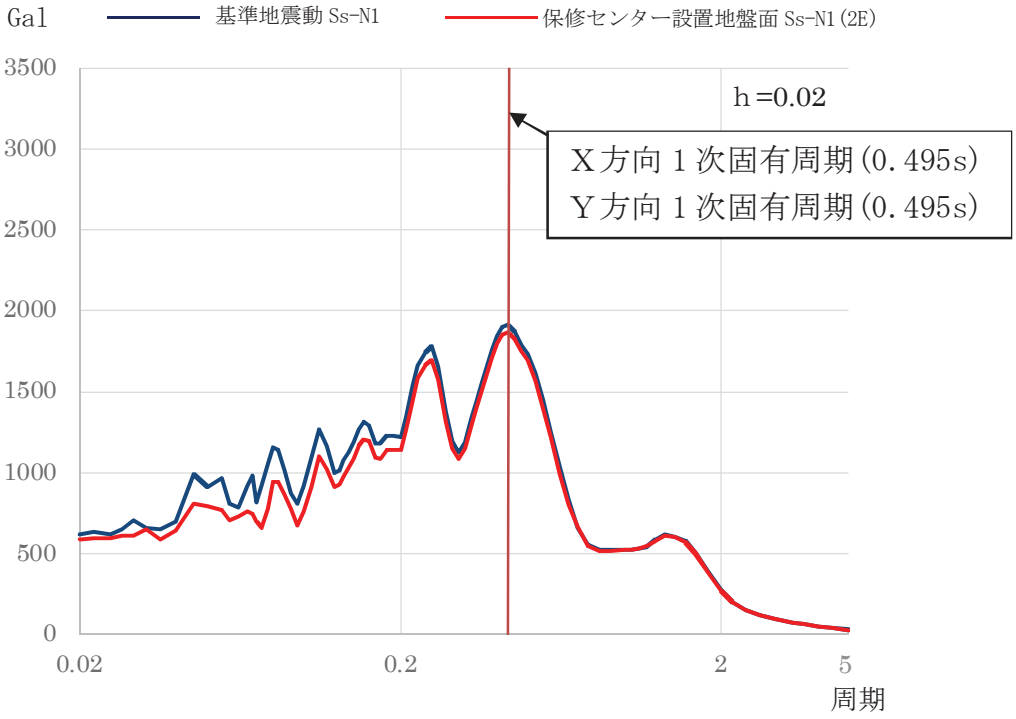
割増した標準せん断力係数を用いて算出した，当該部分に作用する水平地震力を第 87 表に示す。なお，標準せん断力係数割増前の当該部分に作用する水平地震力は一貫計算プログラム Super Build/SS1-改訂版により計算した。



第 54 図　基準地震動　Ss7 波　加速度応答スペクトル（h＝0.02）



第 55(a)図　加速度応答スペクトルの比較図（Ss-F2）



第 55(b)図　加速度応答スペクトルの比較図（Ss-N1）

第 86 表　保修センター設置地盤面の地盤物性値

層厚 (m)	岩級	速度層	単位体積 重量 (kN/m^3)	動せん断 弾性係数 (N/mm^2)	動ポア ソン比	減衰 定数
0.4	CH 級	第 3 速度層	26.2	4700	0.41	0.03
17.3	CH 級	第 4 速度層	26.2	11500	0.34	0.03
27.7	CH 級	第 5 速度層	26.2	16800	0.33	0.03
213.1	B 級	第 5 速度層	26.4	16800	0.33	0.03

第 87 表　当該部分に作用する水平地震力一覧表

方向	階数	標準せん断力係数割し増前の水平地震力［kN］	標準せん断力係数割増し値	標準せん断力係数割増し後の水平地震力[kN]
X方向	4F	33,067	1.78	58,858
	3F	50,688		90,224
	2F	63,520		113,065
	1F	75,139		133,747
Y方向	4F	33,067	1.78	58,858
	3F	50,688		90,224
	2F	63,520		113,065
	1F	75,139		133,747

b. 基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力

基準地震動Ss時に対応する必要保有水平耐力(Qun)は以下の計算式による。

$Qun=Ds\times Fes\times Qud$

$Qud=n\times Z\times C_I\times W_I$

$C_I=Rt\times Ai\times C_0$

Qun ： 基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力（t）

Ds ： 各層の構造特性係数（Ds=0.25）

Fes ： 各層の形状特性係数（Fes=1.00）

Qud ： 標準せん断力係数の割増しを行い算定した当該部分に作用する水平地震力（t）

n ： 重要度に応じた係数（n=1.0）

Z ： 地震地域係数（Z=1.0）

C_I ： せん断力係数

W_I ： 当該部分が支える重量（t）

Rt ： 振動特性係数（Rt=1.0）

Ai ： せん断力係数の高さ方向の分布係数

C_0 ： 割増した標準せん断力係数

Dsは各層とも，柱及び梁の種別はFCとなり0.25を採用する。Fesは一貫計算プログラム Super Build/SS1-改訂版により計算した剛性率及び偏心率より1.00を採用する。

計算結果を第88表に示す。

第88表　基準地震動Ss時に対応する必要保有水平耐力算定表

方向	階数	Ds	Fes	Qud[kN]	Qun[kN]
X方向	4F	0.25	1.00	58,858	14,715
	3F			90,224	22,556
	2F			113,065	28,267
	1F			133,747	33,437
Y方向	4F	0.25	1.00	58,858	14,715
	3F			90,224	22,556
	2F			113,065	28,267
	1F			133,747	33,437

(3) 保有水平耐力の算定

保有水平耐力（Qu）の計算方法は，同一方向のフレームを直列に連結したモデルにモデル化し，解析は荷重増分解析法，仮定外力は Ai 分布とする。また，平成 12 年建設省告示第 2464 号に基づき材料強度の 1.1 倍を適用し，保有水平耐力を 1.1 倍する。材料強度を反映した保有水平耐力を第 89 表に示す。

第 89 表　保有水平耐力算定表

方向	階数	プログラム計算による計算値[kN]	材料強度	保有水平耐力 Qu[kN]
X 方向	4F	13,747	1.1	15,122
	3F	21,075		23,183
	2F	26,412		29,053
	1F	31,243		34,367
Y 方向	4F	15,900		17,490
	3F	24,351		26,787
	2F	30,545		33,600
	1F	36,132		39,745

4．評価結果

評価結果を第 90 表に示す。

Ｘ方向及びＹ方向全ての階で Qu/Qun が評価基準値を上回ることから，本建屋は基準地震動 Ss に対して倒壊しないことを確認した。

第 90 表　評価結果一覧表

方向	階数	基準地震動 Ss 時に対応する必要保有水平耐力 Qun[kN]	保有水平耐力 Qu[kN]	Qu/Qun
X 方向	4F	14,715	15,122	1.03
	3F	22,556	23,183	1.03
	2F	28,267	29,053	1.03
	1F	33,437	34,367	1.03
Y 方向	4F	14,715	17,490	1.19
	3F	22,556	26,787	1.19
	2F	28,267	33,600	1.19
	1F	33,437	39,745	1.19

5．まとめ

アクセスルート及び保管エリアへの影響の観点からは，以下のように評価する。

女川原子力発電所の保修センターに対し，保有水平耐力計算をもとに検討をした結果,基準地震動Ss時に対応する必要保有水平耐力が保有水平耐力以下であり，基準地震動 Ss に対し本建屋が倒壊せず，アクセスルート及び保管エリアへの影響がないことを確認した。

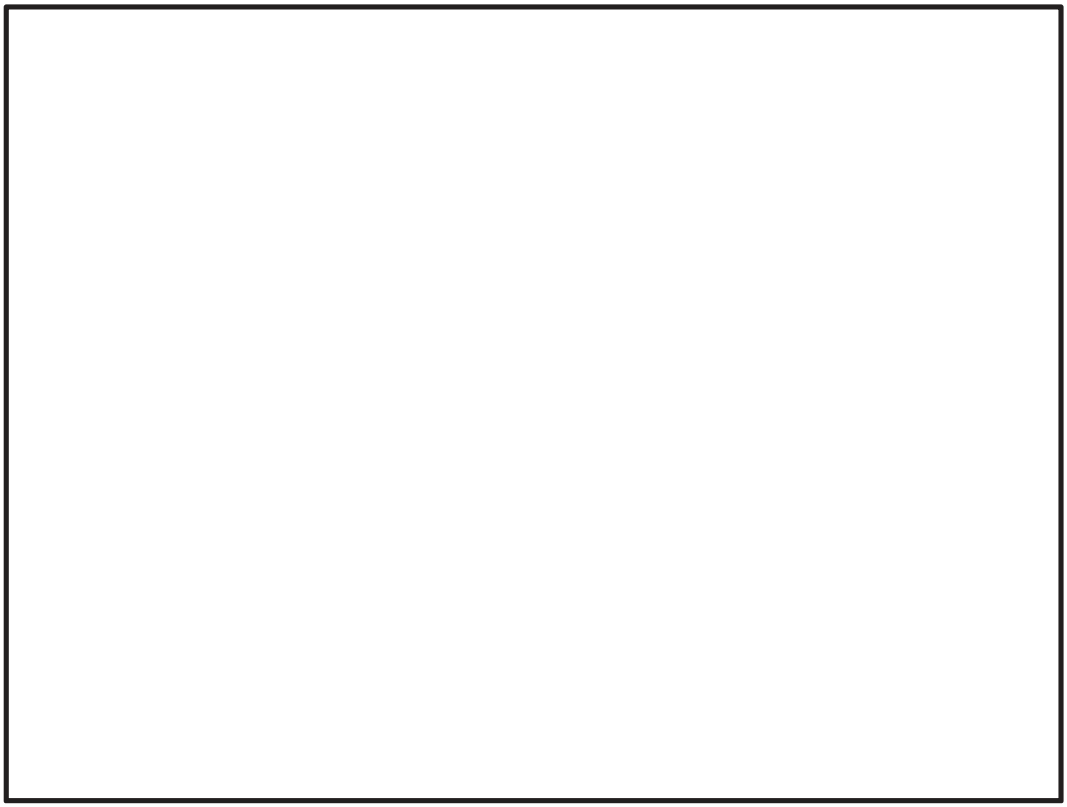
別紙(12)

送電鉄塔倒壊評価について

１．評価概要

女川原子力発電所におけるアクセスルート及び可搬型設備保管場所に影響を与える可能性のある鉄塔として松島第１鉄塔が挙げられることから，松島第１鉄塔の倒壊評価を実施し，アクセスルートに影響がないことを確認する。

松島第１鉄塔は，松島第２鉄塔及び鉄構側の架渉線を引き留める引留型鉄塔であるため，最も保守的な条件※として全架渉線が架線された状態で第１鉄塔の倒壊評価した結果，松島第１鉄塔は倒壊には至らないと評価している。



第１図　鉄塔位置関係図

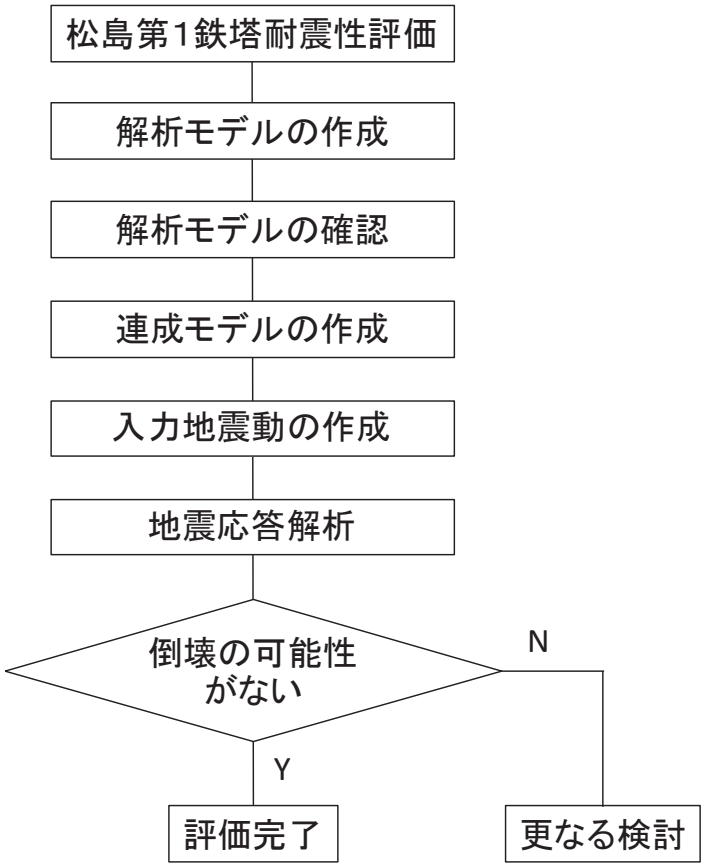
※　何らかの原因により第１鉄塔と第２鉄塔間の電線及び地線が全て断線した場合，第２鉄塔は第３鉄塔側に倒壊することが想定されるが，この場合，第１鉄塔が引留める張力荷重は減少する。また，第２鉄塔が側方又は第１鉄塔側に倒壊した場合，電線支持点の距離が短くなるため，第１鉄塔が引留める張力荷重は減少する。以上より，電線及び地線の引留張力を考慮した評価条件が最も保守的である。

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

２．評価方法

松島第１鉄塔を有限要素モデルで鉄塔単体のモデルを作成し，自重及び固有値解析を実施し，その後開閉所及び松島第２鉄塔の連成モデルを作成し，基準地震動 Ss による影響評価を実施した。

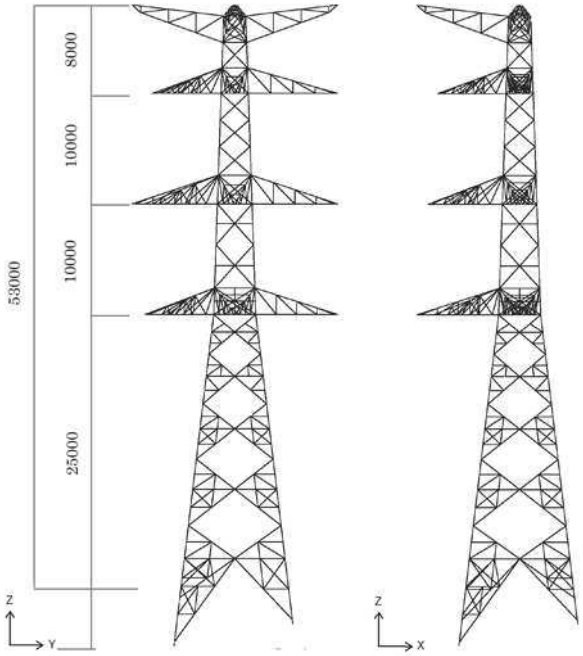
第２図に評価フローを示す。



第２図　松島第１鉄塔耐震性評価フロー

(1) 解析モデルの作成

耐震評価に用いる松島第１鉄塔の解析モデルについて第３図に示す。鉄塔のモデルについては，全て梁要素でモデル化している。また，鉄塔本体に設定する材料物性について第１表に示す。



第３図　松島第１鉄塔の有限要素モデル

第１表　物性の設定

使用鋼材	降伏点σy (N/mm²)	ﾔﾝｸﾞ率［ﾎﾟｱｿﾝ比］ (N/mm²)	引張強さ (N/mm²)
SS400	245	205800［0.3］	400
SS540	400		540

(2) 解析モデルの確認

作成した松島第１鉄塔の有限要素モデルについて，自重及び固有値解析を実施し，モデル化の確認を行った。

自重解析では鉄塔パネルごとに密度を同定し，質量の設定を行った。自重解析結果を第２表に示す。また，固有値解析結果を第４図に示す。

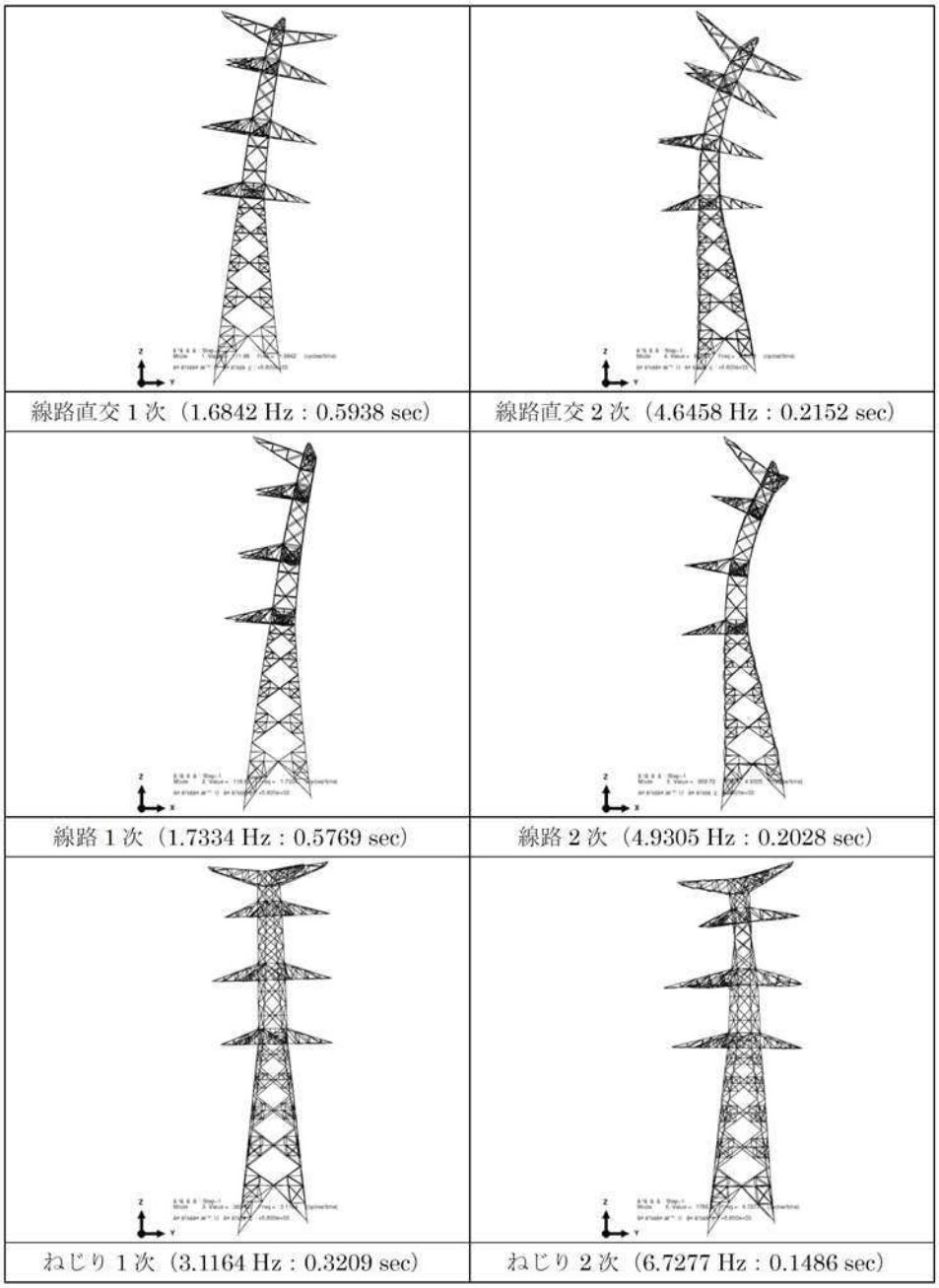
第２表　自重解析結果

ﾊﾟﾈﾙ	1脚	当たり	4脚		解析	ﾌﾟﾚｰﾄ・	解析
	累計	ﾊﾟﾈﾙ毎	累計	ﾊﾟﾈﾙ毎	結果１	ﾎﾞﾙﾄ率	結果２
	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(-)	(kg)
1	1225	1225	4900	4900	2961	1.65	4900
2	1425	200	5700	800	580	1.38	800
3	2884	1459	11536	5836	3682	1.59	5836
4	3201	317	12804	1268	926	1.37	1268
5	3523	322	14092	1288	943	1.37	1288
6	3907	384	15628	1536	1016	1.51	1536
7	5753	1846	23012	7384	4644	1.59	7384
8	6494	741	25976	2964	2033	1.46	2964
9	7416	922	29664	3688	2704	1.36	3688
10	9385	1969	37540	7876	5371	1.47	7876
11	10248	863	40992	3452	2480	1.39	3452
12	11182	934	44728	3736	3086	1.21	3736
18	12504	1322	50016	5288	4391	1.20	5288
19	14118	1614	56472	6456	5449	1.18	6456
20			66126	9654	9018	1.07	9654
合計				66126	49285		66127

解析結果１：骨組解析ﾓﾃﾞﾙに対し、密度 7.8e-9t/㎜３として重量を計算

ﾌﾟﾚｰﾄ・ﾎﾞﾙﾄ率：ﾊﾟﾈﾙ重量÷解析結果１

解析結果２：7.8e-9 t/㎜３×ﾌﾟﾚｰﾄﾎﾞﾙﾄ率


線路直交 1 次（1.6842 Hz：0.5938 sec）
線路直交 2 次（4.6458 Hz：0.2152 sec）
線路 1 次（1.7334 Hz：0.5769 sec）
線路 2 次（4.9305 Hz：0.2028 sec）
ねじり 1 次（3.1164 Hz：0.3209 sec）
ねじり 2 次（6.7277 Hz：0.1486 sec）

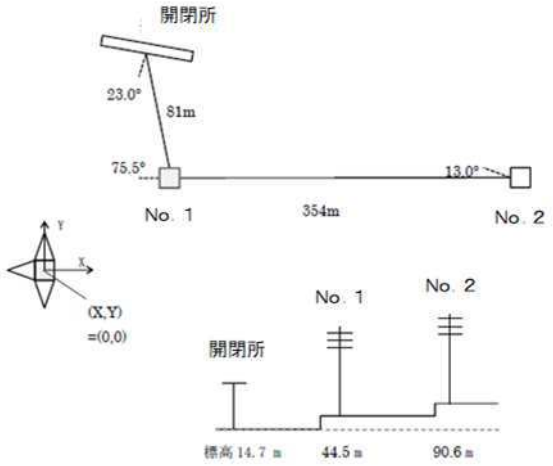
第 4 図　固有値解析結果

(3) 連成モデルの作成

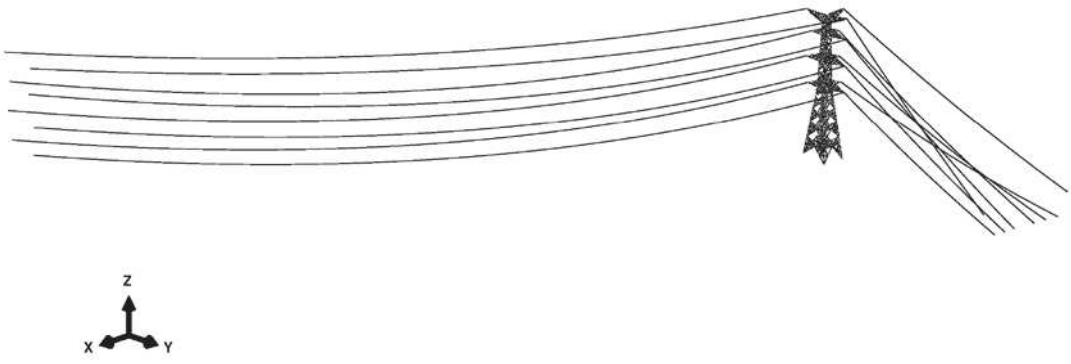
松島第１鉄塔は引留鉄構及び松島第２鉄塔に架線されているため，松島第１鉄塔を解析対象とした連成モデルを作成した。線路条件を第３表及び第５図に，作成した連成モデル図を第６図に示す。

第３表　線路条件

幹線・番号	型名	塔高	径間	水平角度
松島幹線 No.１	D2 (275kV)	58m	81m（引留鉄構側） 354m（No.２側）	０引留 L75.5°



第５図　連成モデル線路条件



第６図　連成モデル（全体図）

(4) 入力地震動の作成

解析モデルに入力する地震動は検討用地震動から評価対象地点の地震動を求め，入力地震動を作成する。

a. 検討用地震動

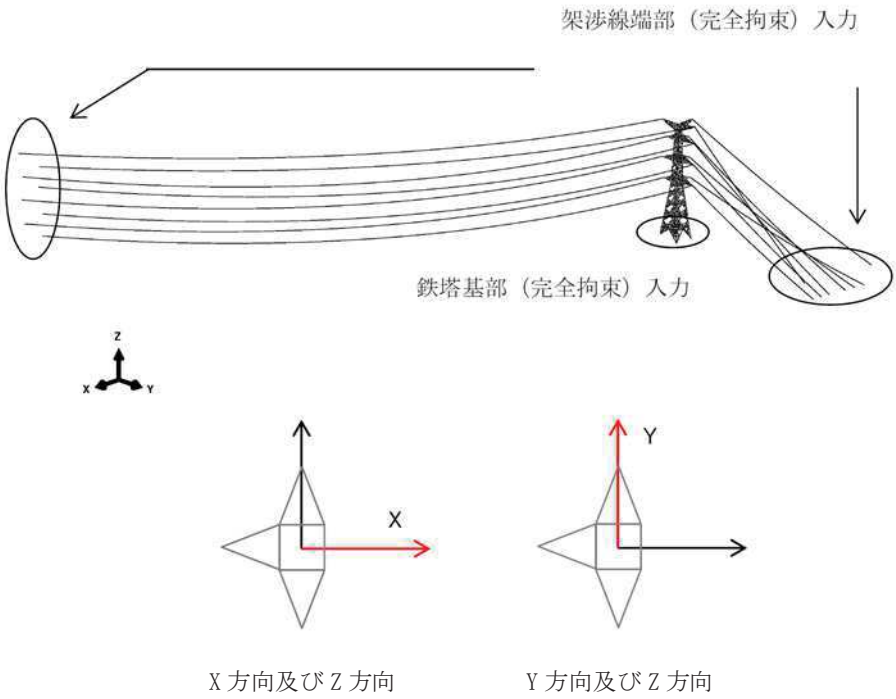
検討用地震動は基準地震動 Ss7 波とする。

b. 入力地震動

入力地震動は検討用地震動を解放基盤面の地表面と仮定し，岩盤モデル O.P.-200m での上昇波（E_1）を求めた。次に求めた上昇波を鉄塔立地の対象地点岩盤モデルの O.P.-200m に入力し地表面波（E_2+F_2）を求め，その応答波を鉄塔の入力地震動とした。（プログラム SHAKE（一次元重複反射理論）で検討）

c. 地震動の入力位置及び方向

地震動の入力位置を及び方向を第 7 図に示す。



第 7 図　地震動の入力位置を及び方向

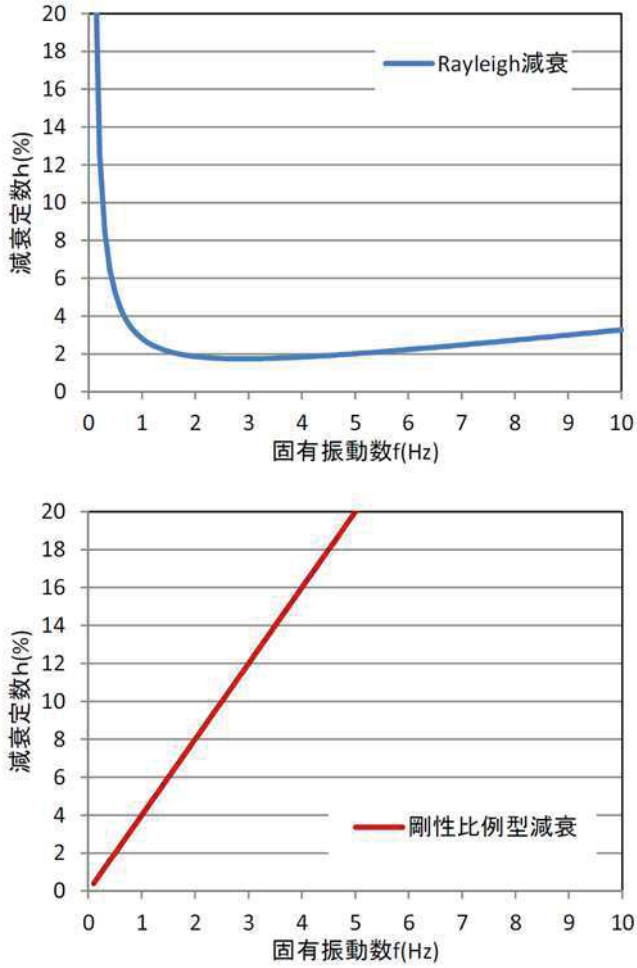
d. 減衰の設定

鉄塔本体の減衰はRayleigh減衰2%とし，電線，地線，がいしについては，剛性比例型0.4%を設定した。（第4表，第8図参照）

第4表　減衰の設定

対象	振動数 f（Hz）		減衰定数h※
鉄塔本体	1次	1.6842	2%
	2次	4.9305	2%
電線，地線，がいし	1次	0.1	0.4%

※「平成7年兵庫県南部地震を踏まえた送配電設備の耐震性評価（架空送電用支持物の耐震性に関する検討　，電力中央研究所報告　依頼元：電気事業連合会　平成8年3月）」において，減衰定数は鉄塔本体を5%，電線，地線，がいしを0.4%と設定している。これに対して，松島第1鉄塔の倒壊評価は，保守的な値（鉄塔本体）又は同値（電線，地線，がいし）を設定した。



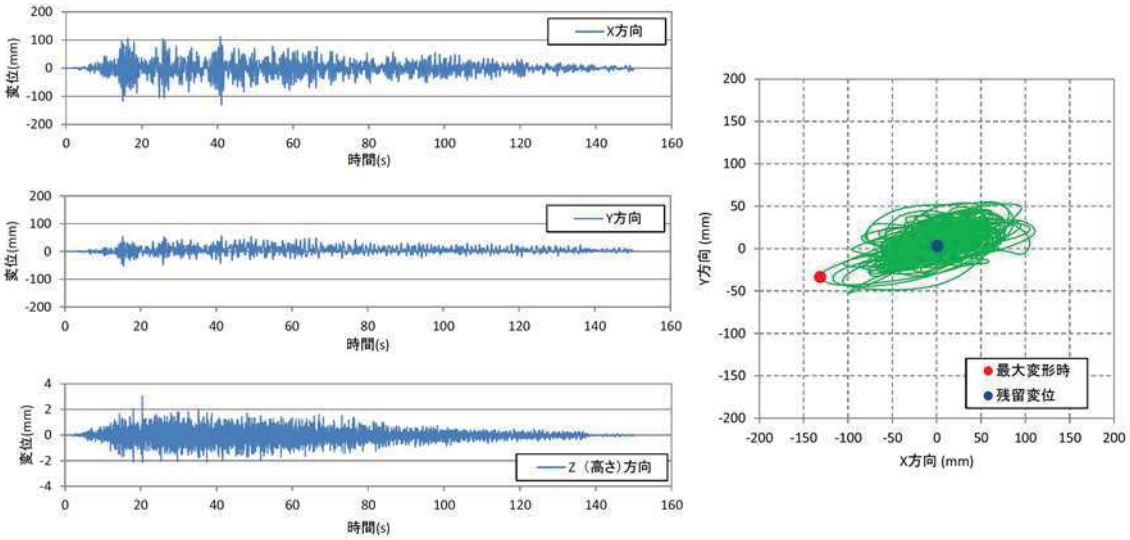
第8図　減衰定数の設定（上段：鉄塔本体，下段，電線，地線，がいし）

５．地震応答解析結果

解析モデルに対し，作成した地表面加速度波形を入力として弾塑性状態を考慮した地震応答解析を実施した。解析にあたっては，汎用構造解析コード「ABAQUS6.10-EF3」を用い，基準地震動 Ss7 波に対して，水平方向と鉛直方向の組合せについて 2 パターン（①線路方向＋鉛直方向，②線路直交＋鉛直方向）を考慮し，合計 14 ケースの解析を行った。

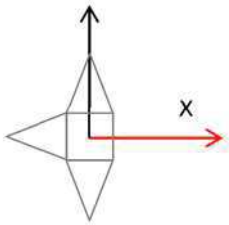
解析の結果，一部の部材に塑性変形が認められたものの，解析終了後の鉄塔先端位置は第 9 図に示すとおり，ほぼ原点に戻っていることから，鉄塔全体での残留変位がほぼ発生していないことが分かる。この結果より，アクセスルートに影響を及ぼすような鉄塔の倒壊などの大規模な損傷は発生しない。

また，鉄塔各脚基部における引揚力と基礎引揚支持力を第 10 図，第 5 表に示す。

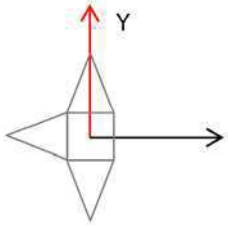


鉄塔頂部変位（X 方向及び Z 方向）

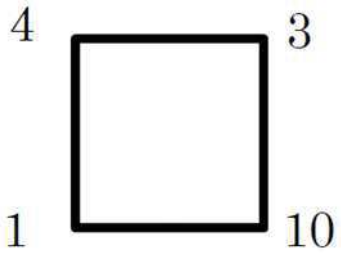
第 9 図　Ss-D1 による評価結果例



① X 方向及び Z 方向



② Y 方向及び Z 方向



基盤節点位置

第 10 図　基礎各脚評価点

第 5 表　鉄塔各脚基部における引揚力と基礎引揚支持力の比較

入力		基盤節点番号（引揚力：kN）			
地震動	方向	4	3	10	1
Ss-D1	①	1,117	－	361	1,855
	②	1,030	－	409	1,753
Ss-D2	①	821	－	394	1,979
	②	930	－	307	1,655
Ss-D3	①	710	－	276	1,698
	②	624	－	205	1,378
Ss-F1	①	790	－	273	1,460
	②	656	－	296	1,409
Ss-F2	①	754	－	439	1,723
	②	662	－	237	1,516
Ss-F3	①	827	－	158	1,718
	②	830	－	244	1,539
Ss-N1	①	910	－	305	2,223
	②	850	－	548	1,606
基礎引揚支持力（kN）		2,840	1,213	1,414	3,600
最大引揚力（kN）（SF：安全率）		1,117（SF=2.54）	－	548（SF=2.58）	2,223（SF=1.61）

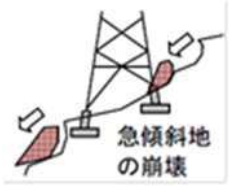
※　引揚力が生じない基盤節点は「-」で表示

鉄塔基礎の安定性について

1．概要

経済産業省原子力安全・保安院指示文書「原子力発電所及び再処理施設の外部電源の信頼性確保について（指示)」（平成 23・04・15 原院第 3 号）に基づき敷地周辺の地盤変状の影響による二次的被害の要因である「盛土の崩壊」,「地すべり」及び「急傾斜地の崩壊」を評価し，抽出した鉄塔について，地質専門家による現地踏査結果を踏まえ，鉄塔基礎の安定性に影響がないことを確認した。

第 1 表　現地踏査評価項目

評価項目	主な評価項目	評価方法
盛土の崩壊  	・盛土の状況（形状・規模） ・鉄塔と盛土の距離 ・崩壊跡の有無	・現地踏査に際しては，盛土の状況（形状・規模)，鉄塔との距離，崩壊跡の有無を確認し，健全性を評価した。
地すべり  	・地すべり地形（地形・地質・変状） ・鉄塔と地すべり地形の距離 ・露岩分布 ・移動土塊の状況 ・地表面の変状の有無 ・地すべり地形の明瞭度	・現地踏査に際しては，調査の対象とする地区に対して可能な限り見通しの良い正面又は側面から全体の地形，勾配，傾斜変換線の位置等を確認して地すべり地の概略を把握した。 ・その後，地形状況，露岩分布状況，移動土塊の状況，地表面の変状の有無等について詳細に確認し，健全性を評価した。
急傾斜地の崩壊  	・急斜面地形（地質・斜度・斜面変状） ・鉄塔と急傾斜地の距離 ・崩壊跡の有無	・現地踏査に際しては，斜面勾配等の地形条件，斜面上の変状の有無，植生状況，地下水や表流水の集水条件等を調査し，健全性を評価した。

２．現地踏査基数と対策必要箇所

女川原子力発電所の外部電源線において，鉄塔敷地周辺の地盤変状の影響による二次的被害の影響を評価し，抽出した鉄塔について現地踏査結果を踏まえ，基礎の安定性に影響がないことを確認した。

対象線路	対象基数	現地踏査基数			崩壊防止対策等の追加対策が必要な基数
		盛土の崩壊	地すべり	急傾斜地の崩壊	
275kV 松島幹線	233 基	0 基	14 基	41 基	0 基
275kV 牡鹿幹線	86 基	4 基	3 基	21 基	0 基
66kV 塚浜支線	10 基	0 基	0 基	4 基	0 基
66kV 鮎川線	70 基	0 基	5 基	35 基	0 基
66kV 万石線	77 基	1 基	2 基	17 基	0 基
5 線路	476 基	5 基	24 基	118 基	0 基

保管場所及び屋外アクセスルートに関する斜面の安定性評価について

保管場所及び屋外アクセスルートに関する斜面の安定性評価を実施するにあたり，地質調査や建設に伴う敷地造成を踏まえた地質，盛土・旧表土厚等の分布形状を把握する。そのうえで，斜面からの離隔，斜面の勾配，すべり方向等を勘案して代表断面を選定し安定性評価を実施する。

１．敷地内斜面の抽出

(1) 地質調査位置

過去の地質調査位置を第１図に示す。

第１図　地質調査位置図

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(2) 切土及び盛土の平面分布図

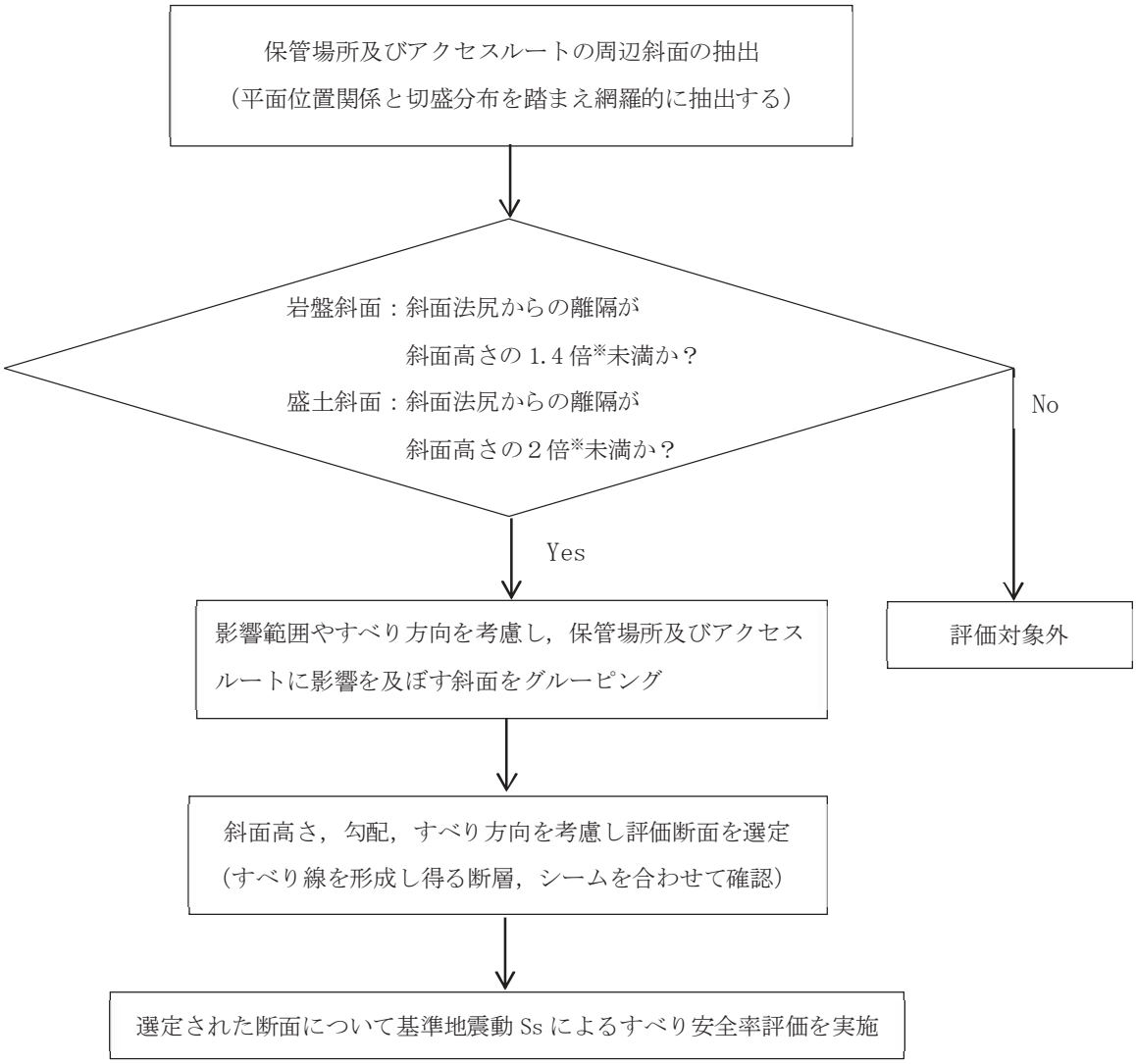
敷地内における切土部及び盛土部の平面的な分布を第２図に示す。

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　切土部及び盛土部の平面分布図

２．周辺斜面の選定根拠

保管場所と屋外アクセスルートの周辺斜面を網羅的に抽出する。評価対象とする斜面の抽出から断面の選定までのフローを第３図に示す。



※　離隔距離の根拠については「６．斜面からの離隔距離の考え方」に示す。

第３図　評価対象とする周辺斜面の選定フロー

(1) 周辺斜面の抽出

切土部及び盛土部の平面的な分布と斜面法尻からの離隔を踏まえ，保管場所及びアクセスルートに影響を及ぼす可能性のある斜面を抽出する。第4図に保管場所及び屋外アクセスルートに関わる斜面と斜面からの離隔を示す。

第4図　周辺斜面の抽出

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(2) 評価対象とする周辺斜面の選定

斜面法尻から所要の離隔距離を確保できる斜面は評価対象外としたうえで，評価対象とする斜面を斜面のすべり方向や影響範囲を考慮し，第5図のとおりグループ分けする。各グループの抽出理由については以下のとおりである。

・斜面A

第1保管エリア，第2保管エリア及び周辺のアクセスルートに対して，岩盤斜面法尻から斜面高さの1.4倍の離隔を確保できないことから，すべり方向を考慮し一連の斜面を抽出する。

・斜面B

アクセスルートに対して，盛土斜面法尻から斜面高さの2倍の離隔を確保できないことから，一連の斜面を抽出する。なお，抽出した斜面中に盛土と岩盤の切り盛り境界が存在するが，上段盛土斜面の崩壊距離が下段岩盤斜面まで到達することから，一連の盛土斜面として離隔距離を設定した。

・斜面C

アクセスルートに対して，盛土斜面法尻から斜面高さの2倍の離隔を確保できないことから，すべり方向を考慮し一連の斜面を抽出する。

・斜面D

アクセスルートに対して，岩盤斜面法尻から斜面高さの1.4倍の離隔を確保できないことから，すべり方向を考慮し一連の斜面を抽出する。

・斜面E

アクセスルートに対して，岩盤斜面法尻から斜面高さの1.4倍の離隔を確保できないことから，すべり方向を考慮し一連の斜面を抽出する。

・斜面F

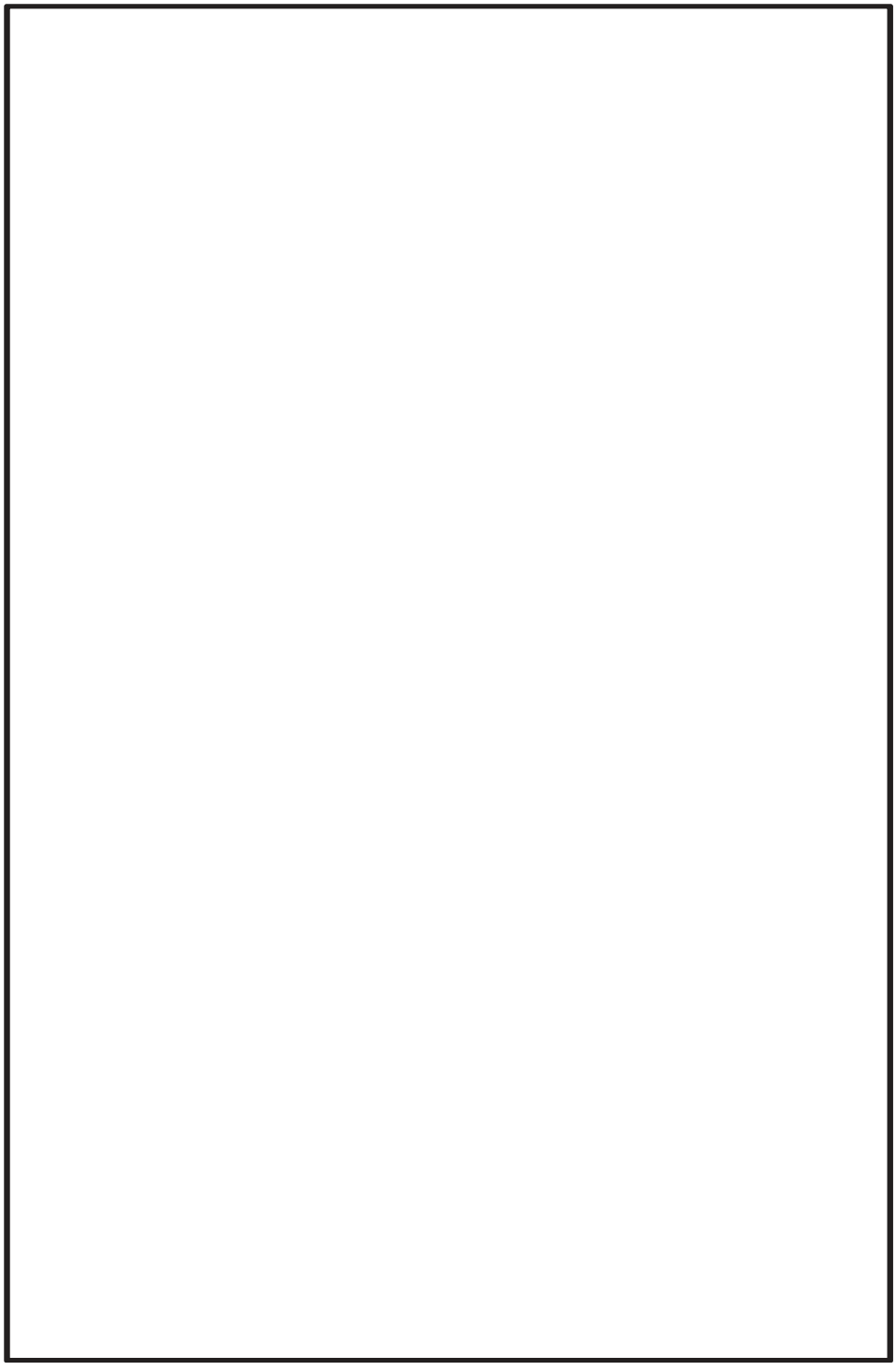
第3保管エリア及びアクセスルートに対して，岩盤斜面法尻から斜面高さの1.4倍の離隔を確保できないことから，すべり方向を考慮し一連の斜面を抽出する。

・斜面G

アクセスルートに対して，岩盤斜面法尻から斜面高さの1.4倍の離隔を確保できないことから，すべり方向を考慮し一連の斜面を抽出する。

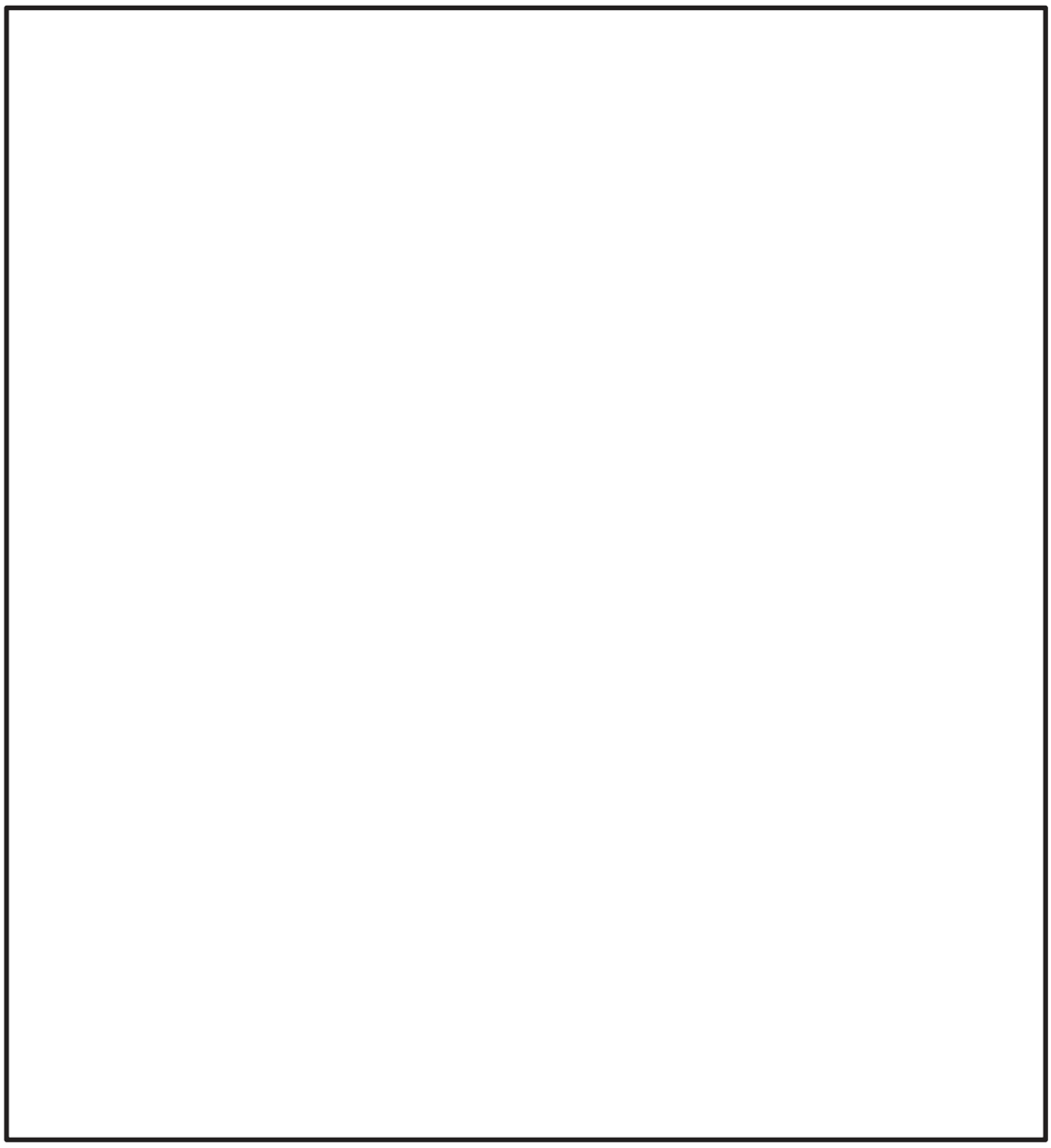
また，離隔を確保することにより，評価対象外とした斜面の位置を第6図に，地質断面図を第7図～第8図に示す。

これらの斜面は高さが10～20m程度で，いずれもC_L～C_M級岩盤が主体の斜面であり，断面②，断面③にわずかにD級岩盤が分布する。岩盤の分布を踏まえると，大規模な崩壊は想定されず，また斜面高さの1.4倍の離隔を確保していることから，保管場所及びアクセスルートへの影響はない。



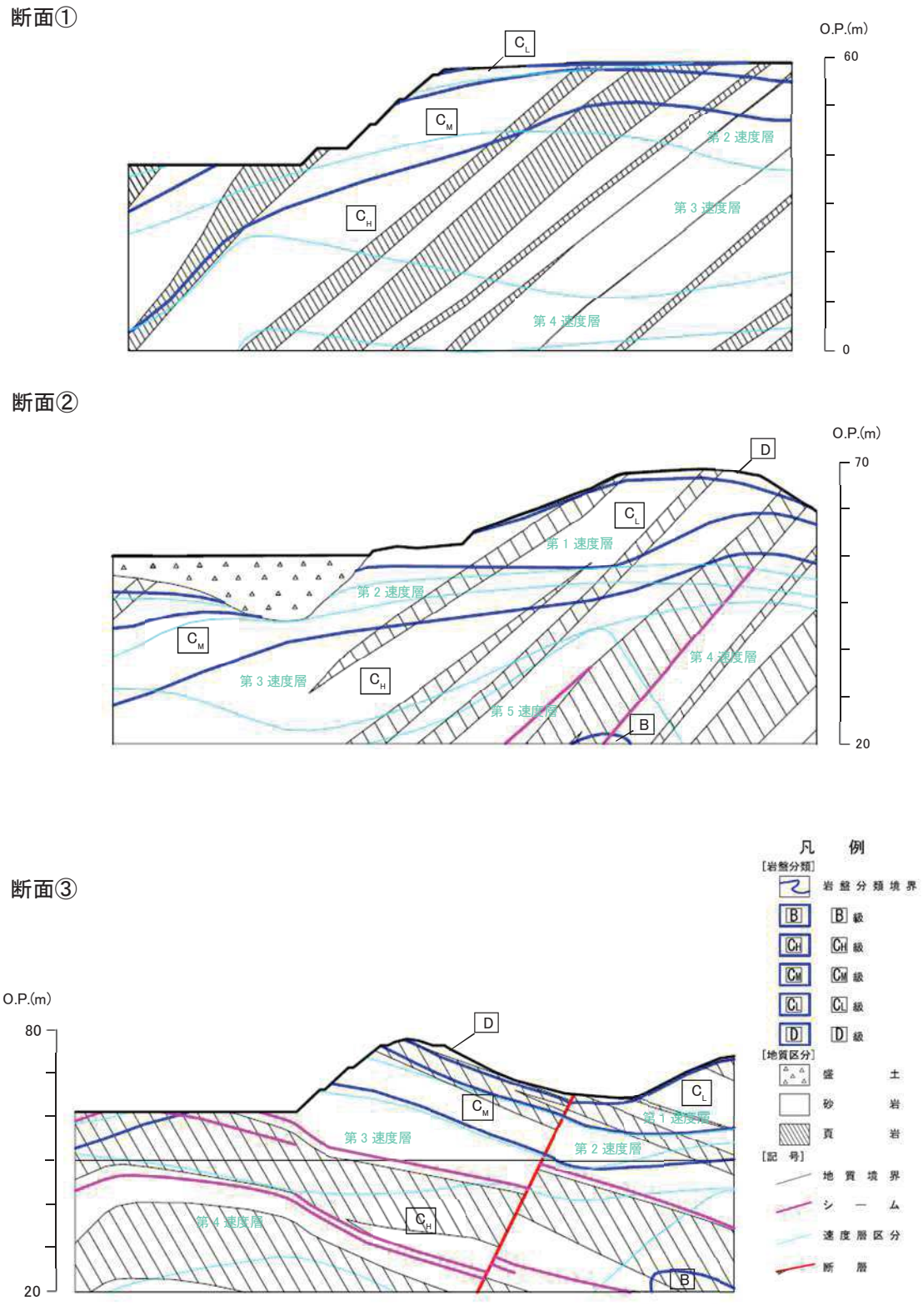
第５図　評価対象とする周辺斜面のグループ分け

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



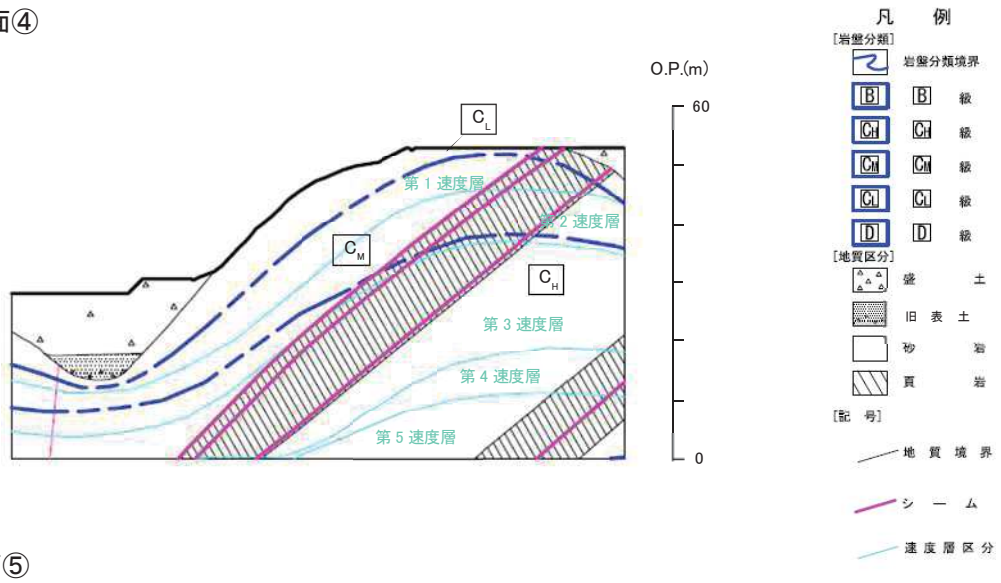
第 6 図　評価対象外とした周辺斜面の位置図

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

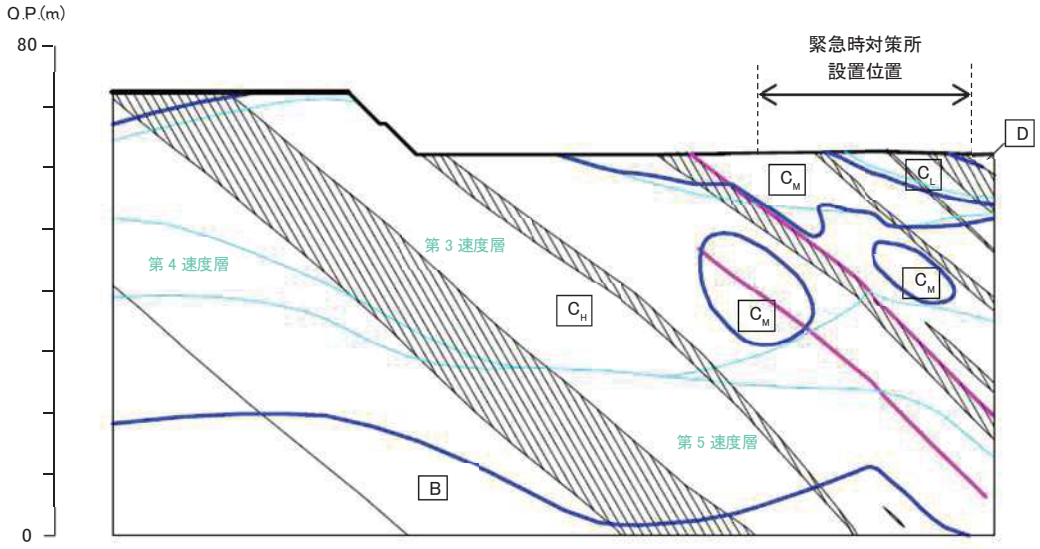


第 7 図　地質断面図（断面①～③）

断面④



断面⑤

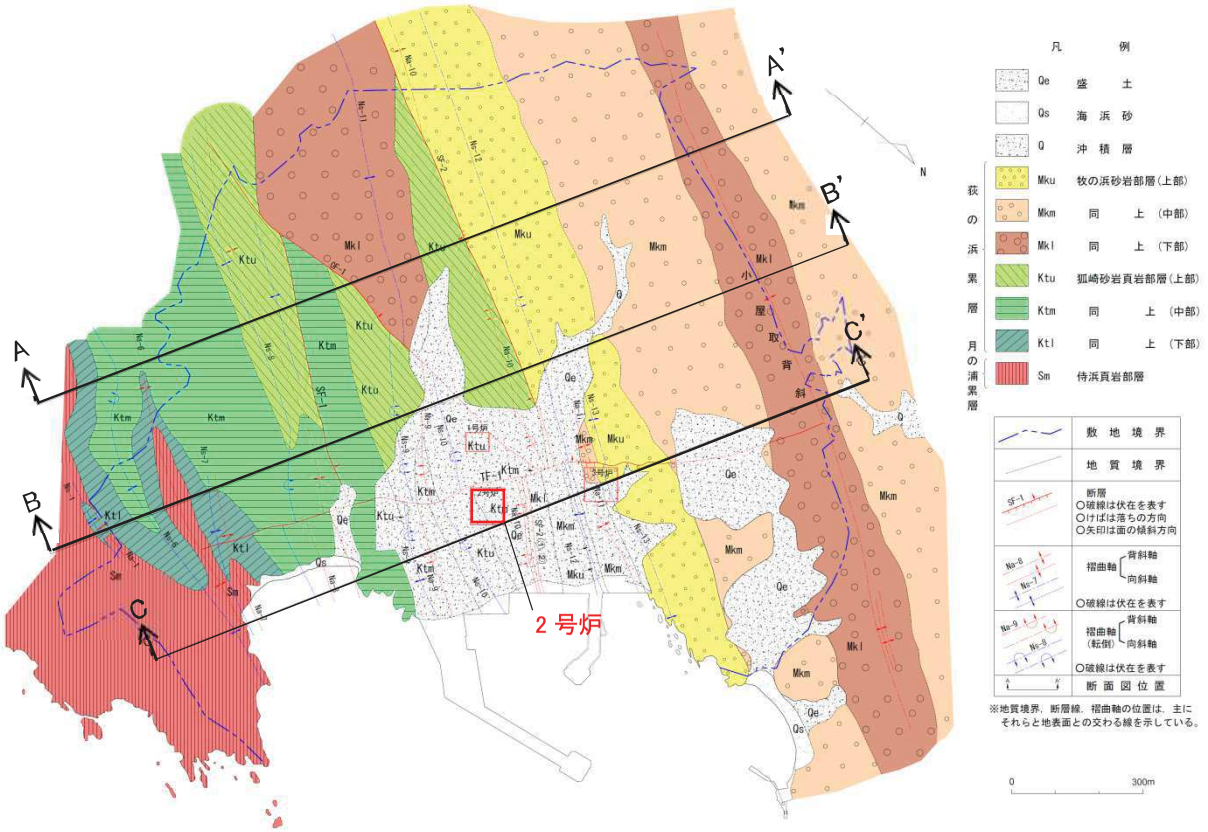


第 8 図　地質断面図（断面④，⑤）

(3) 敷地の地質

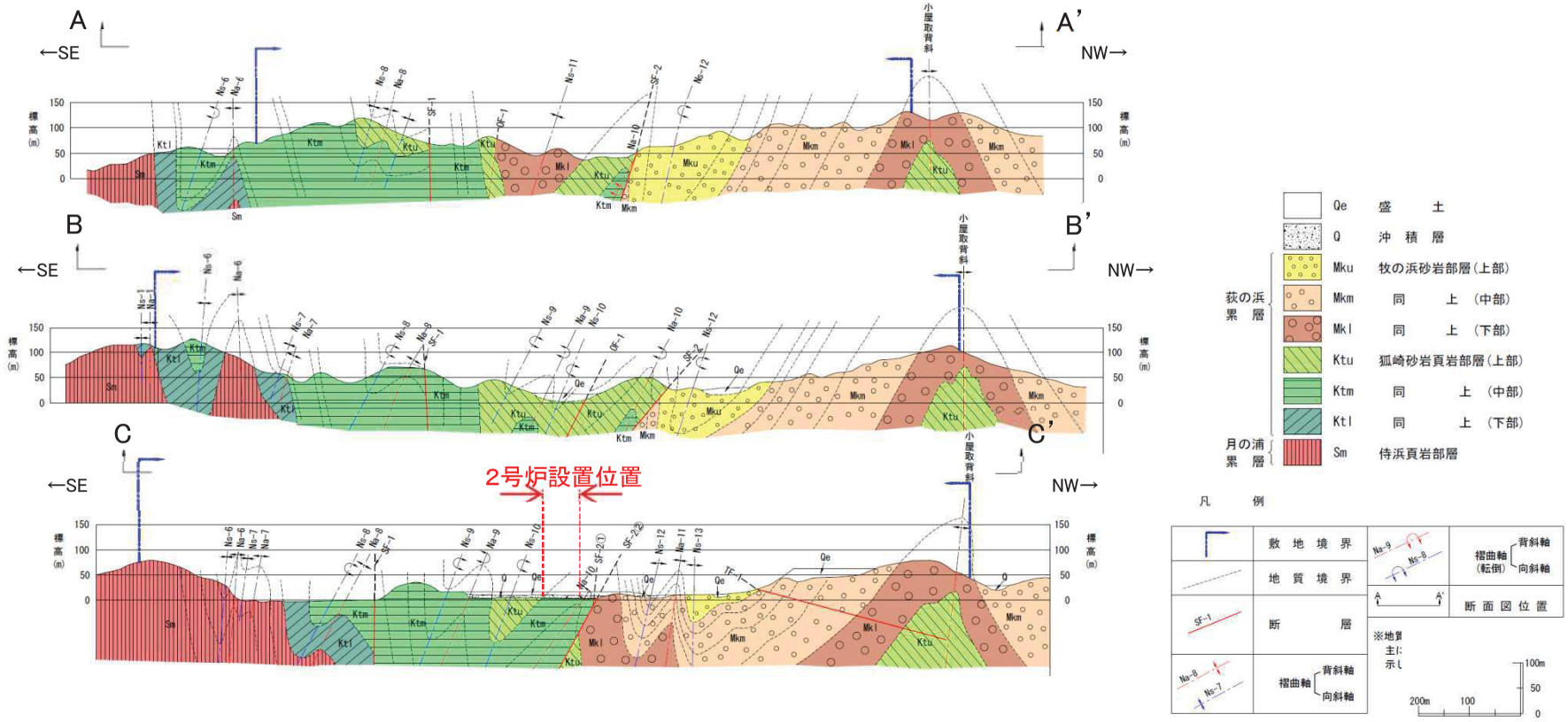
a. 敷地の地質・地質構造

敷地の地質は，中生界ジュラ系の牡鹿層群，荻の浜累層の砂岩，頁岩，砂岩頁岩互層が分布しており，顕著な褶曲構造（NNE-SSW～NE-SW 方向）と断層で特徴づけられる。第 9 図に敷地の地質平面図を示す。



第 9 図　敷地の地質平面図

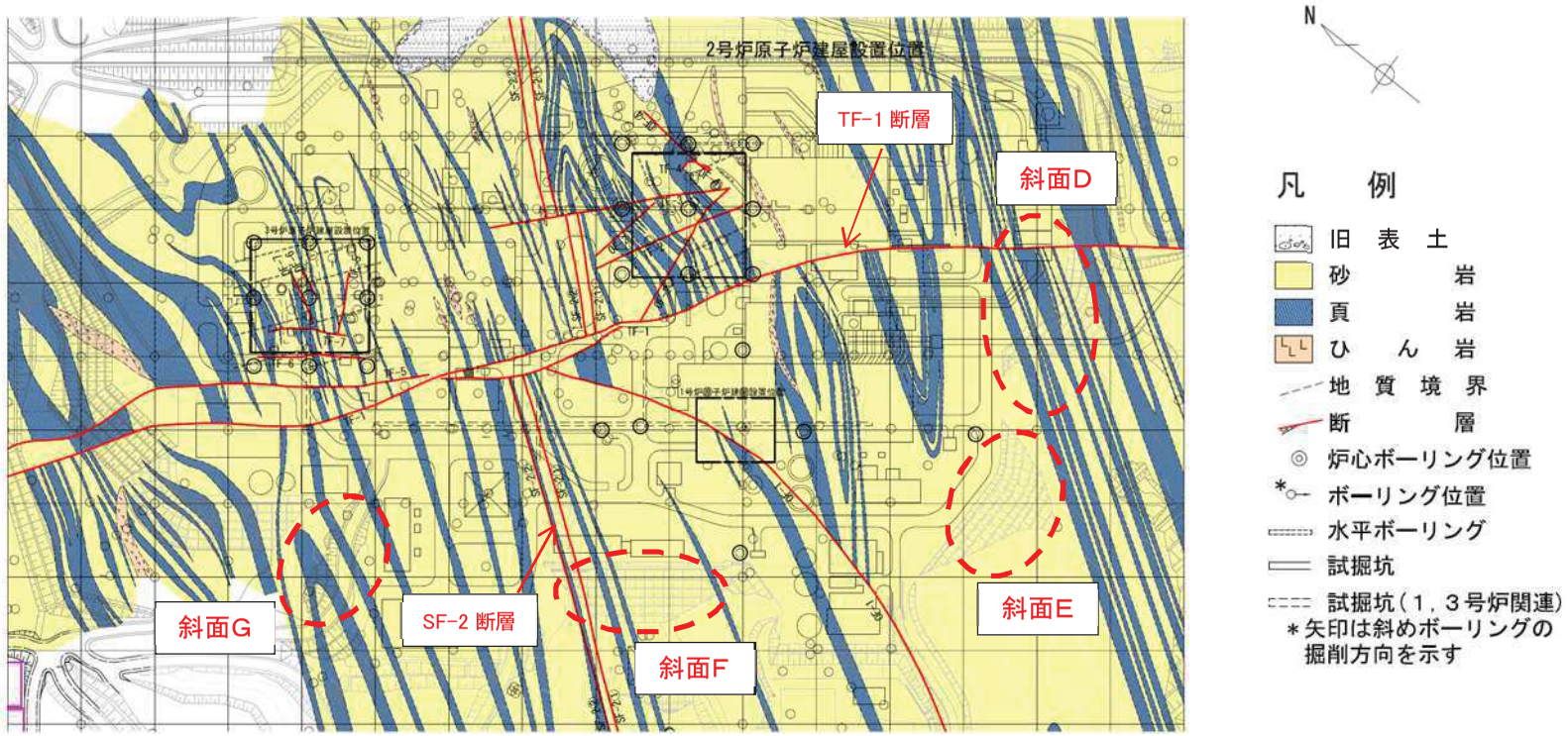
第 10 図に敷地の地質断面図を示す。小屋取背斜に代表される顕著な複褶曲構造を形成している。



第 10 図　敷地の地質断面図

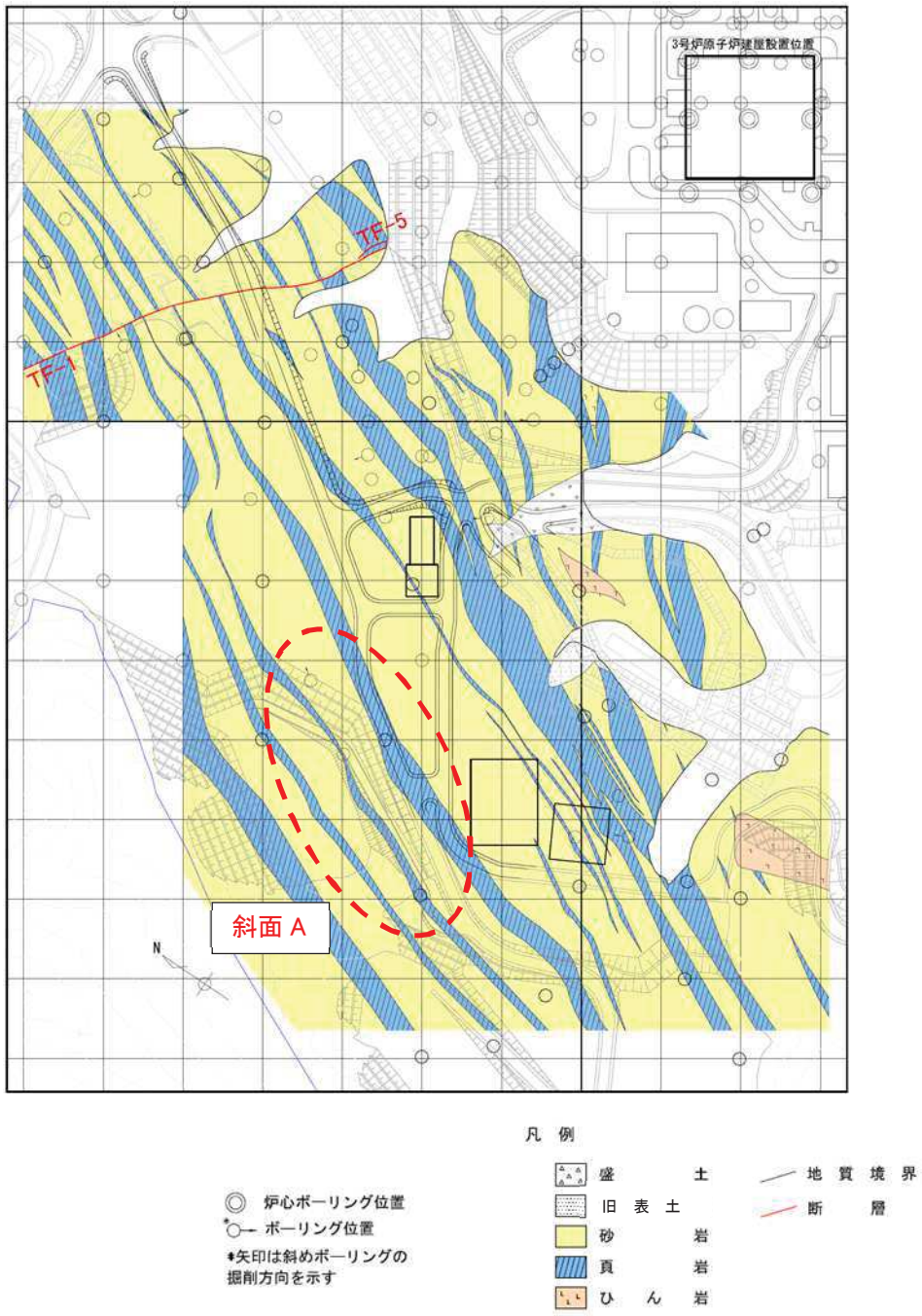
b. 敷地の断層分布

0.P.-14.1m における地質水平平面図と斜面の位置関係を第 11 図に示す。斜面Ｅ及び斜面Ｇに断層は分布しない。斜面Ｄにかかる TF-1 断層は，北北西の走向で 40～85° 南西に傾斜する正断層であるため，斜面のすべり方向にすべり線を形成し得ない。また，斜面Ｆにかかる SF-2 断層は北東走向で 23～54° 南東に傾斜する逆断層であることから，斜面のすべり方向にすべり線を形成し得ない。



第 11 図　地質水平断面図（0.P.-14.1m）

O.P.+45.5m における地質水平平面図と斜面の位置関係を第 12 図に示す。地質水平平面図に示す TF-1 及び TF-5 断層は，評価対象として抽出した斜面Ａには分布しない。

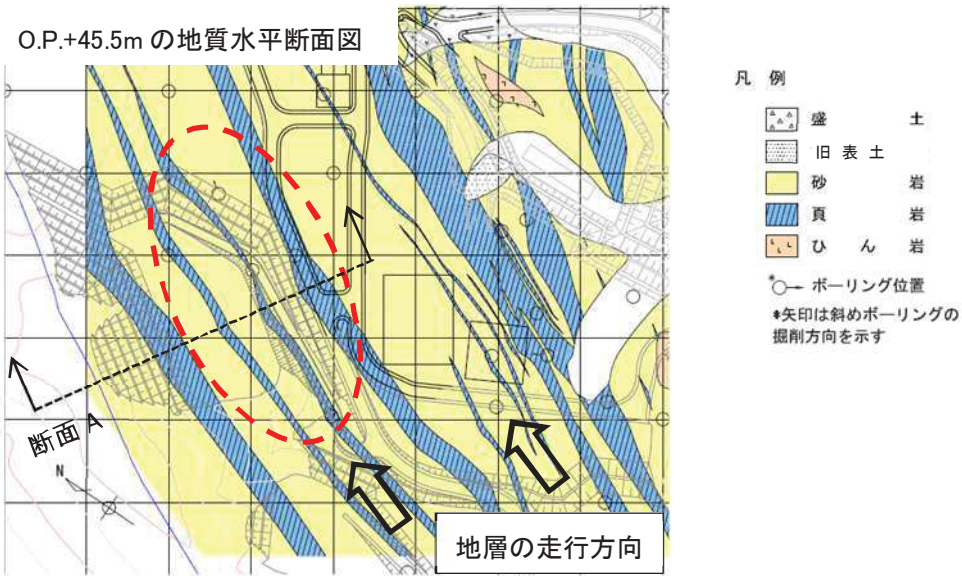


第 12 図　地質水平断面図（O.P.+45.5m）

(4) 周辺斜面の安定性評価断面の選定

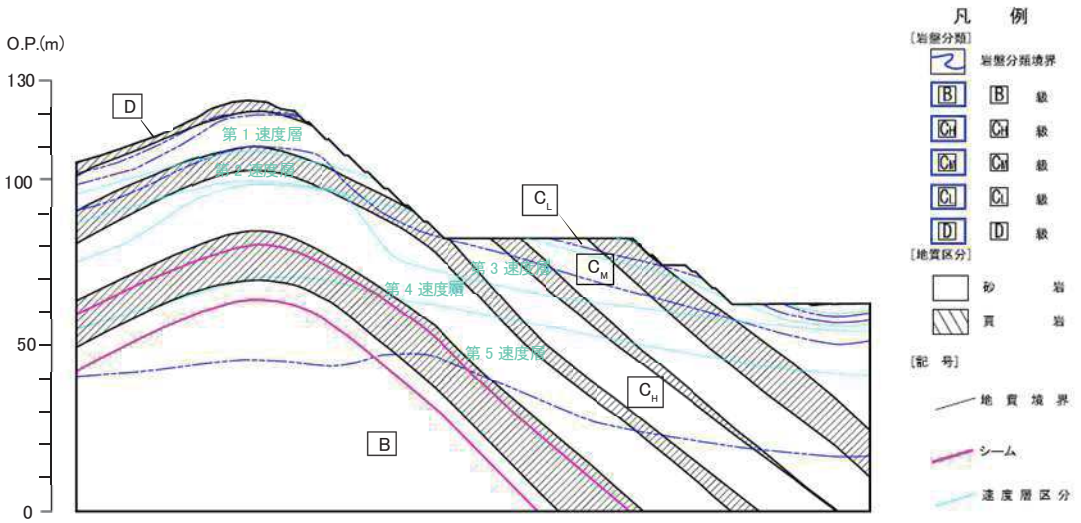
a. 斜面Ａ

斜面Ａについて一連の斜面高さは 20m で同じである。勾配については東側が 1:1.2，西側が 1:1.0 であるため，急勾配である西側を評価対象に設定する。第 13 図より，斜面Ａは概ね地層の走行方向と並行なことから，直交する断面Ａを安定性評価断面として設定する。



第 13 図　斜面Ａの評価断面選定根拠

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



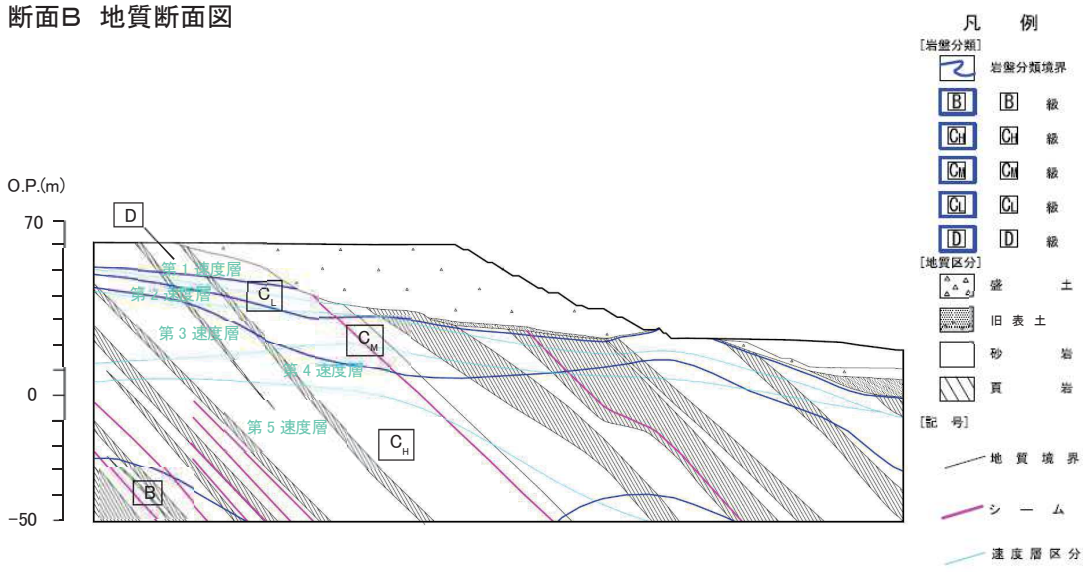
第 14 図　断面Ａ　地質断面図

b．斜面Ｂ

第 15 図のとおり，斜面Ｂは盛土斜面であるため，地層の走向方向は考慮しない。一連の盛土斜面は勾配が一定（1:1.5）であるため，斜面高さが最大となる位置の断面Ｂを評価対象として選定する。なお，斜面Ｂ西側の一部岩盤斜面との境界になるエリアについては，盛土斜面の評価にて代表させる。

また，斜面Ｂにおいて，0.P.+62m 盤でアクセスルートが盛土部を横断していくが，最も斜面高さの高い位置で安定性評価を実施することで，盛土部全体の代表性を考慮する。





第 15 図　斜面Ｂの評価断面選定根拠

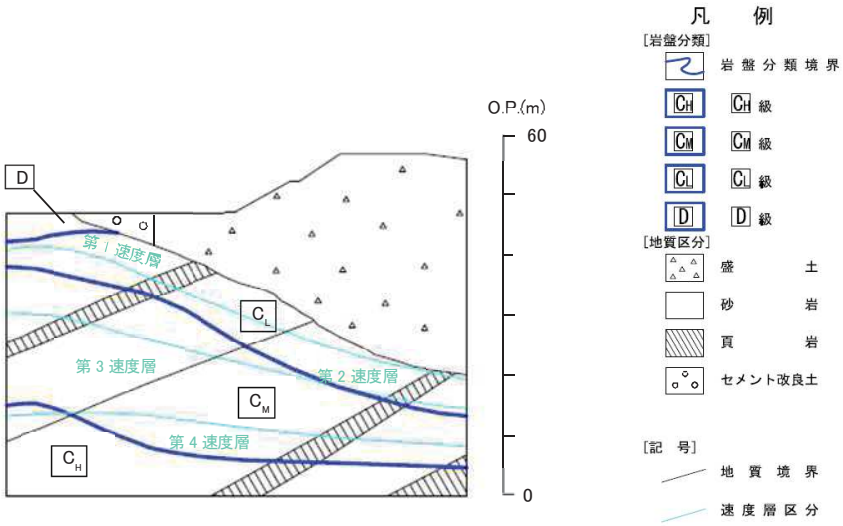
枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

c．斜面Ｃ

第 16 図のとおり，斜面Ｃは盛土斜面であるため，地層の走向方向は考慮しない。一連の盛土斜面のうち，斜面高さが最大となる断面Ｃを評価対象として選定する。



断面Ｃ　地質断面図

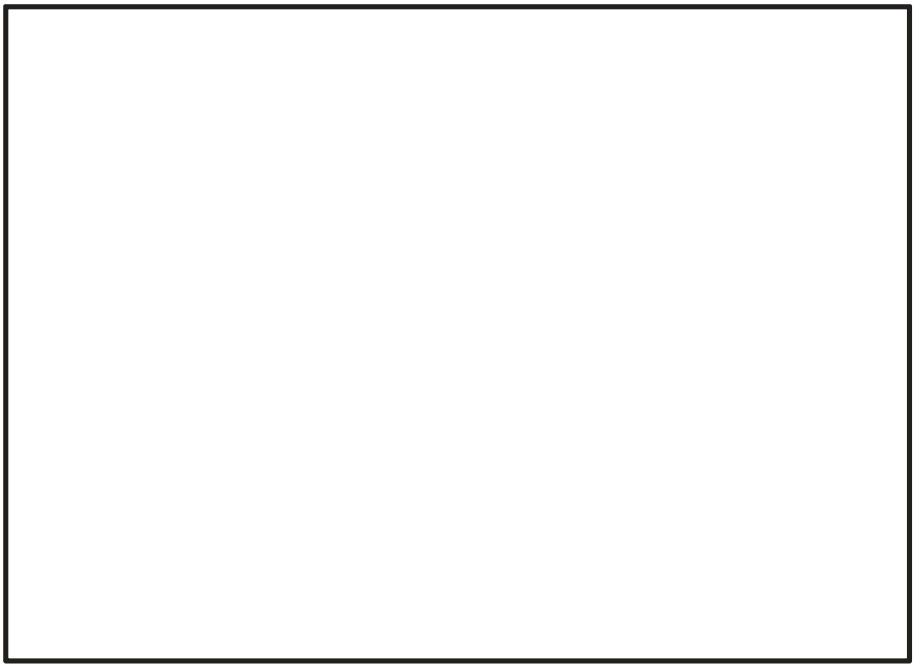


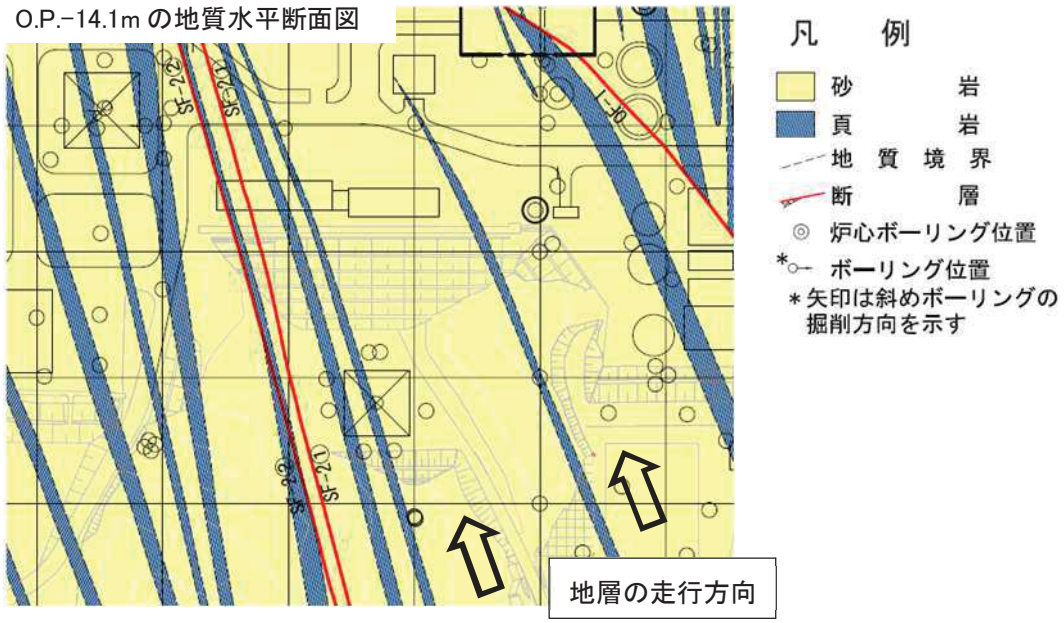
第 16 図　斜面Ｃの評価断面選定根拠

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

d. 斜面Ｆ

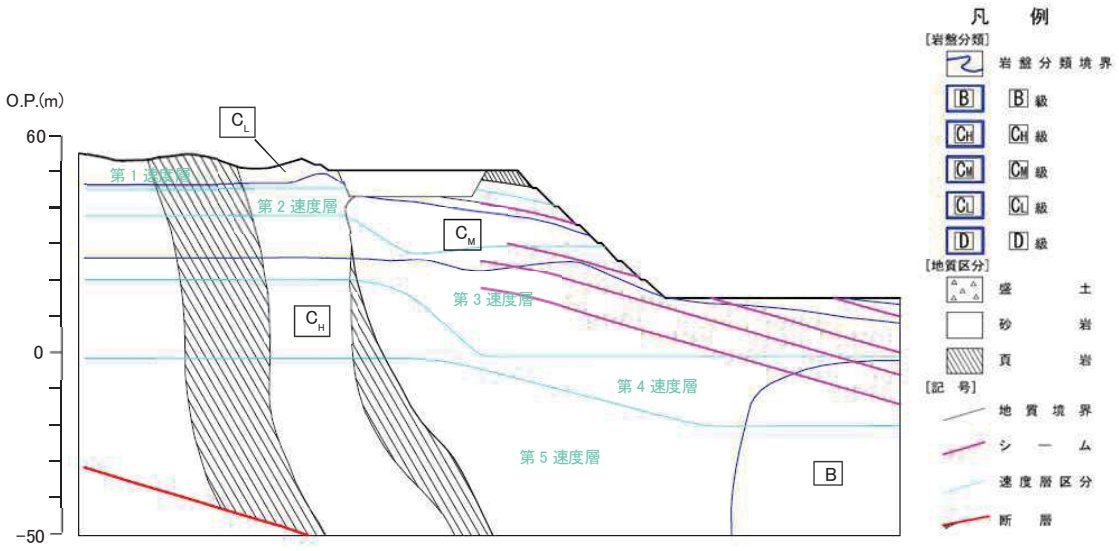
屋外アクセスルートに対するすべり方向を考慮し，東側の斜面を評価する。東側斜面については，一定の勾配であることから，斜面高さが最大となり１号排気筒を含む断面を評価対象として選定した。





第 17 図　斜面Ｆの評価断面選定根拠

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



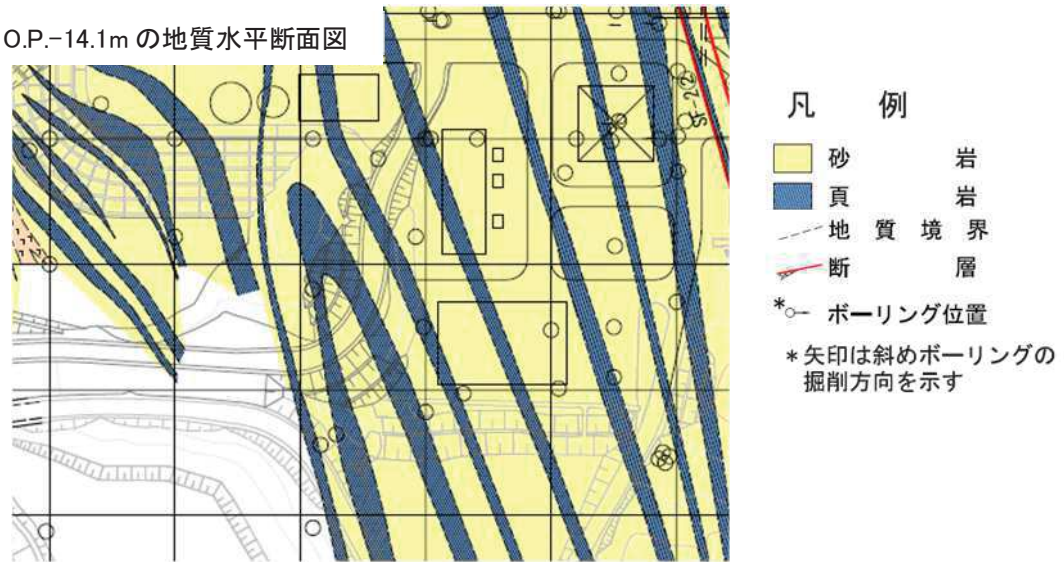
第 18 図　断面 F　地質断面図

e．斜面Ｇ

アクセスルートに対するすべり方向を考慮し，概ね地層の走向方向と直交し斜面高さ最大かつ最急勾配となる断面Ｇ，地層の走向方向に直交する断面⑥及び概ね地層の走向方向と平行な断面⑦を第 19 図～第 22 図より検討する。

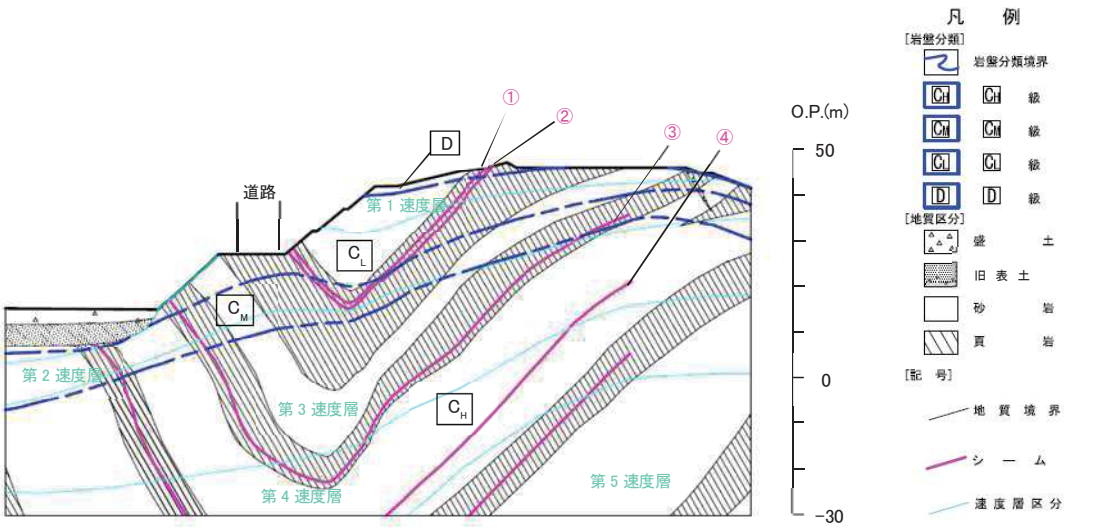
断面⑥は断面Ｇと比較して，岩級の分布は同等である。断面⑦は断面Ｇと比較して，斜面高さは低く緩勾配である。また，全断面に共通して現れる①～④のシームは，断面⑦ではアクセスルートに関わるすべり線を形成し得ず，断面Ｇと断面⑥では形成し得る。以上より，地質情報，斜面高さ，斜面勾配を考慮し，斜面Ｇの安定性評価断面として断面Ｇを選定する。



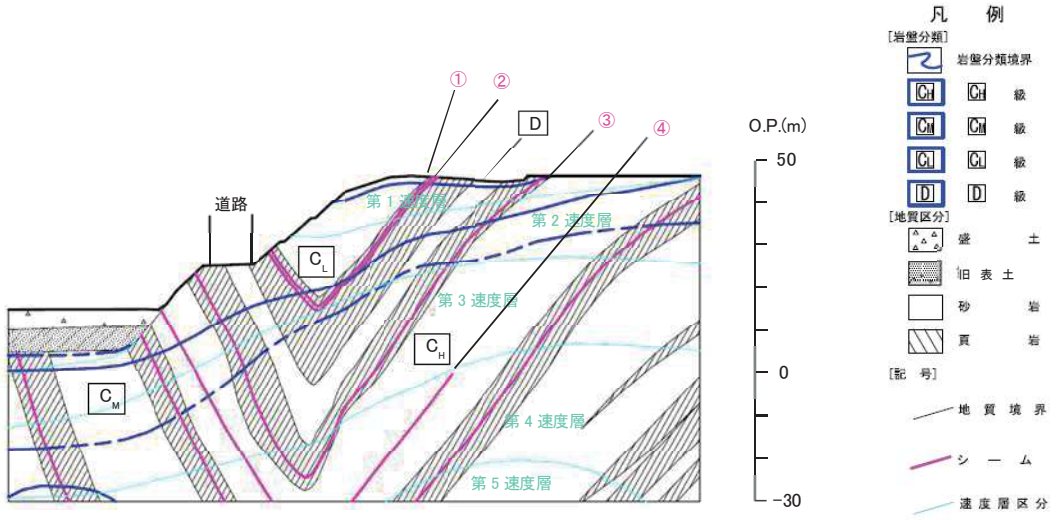


第 19 図　斜面Ｇの評価断面選定根拠

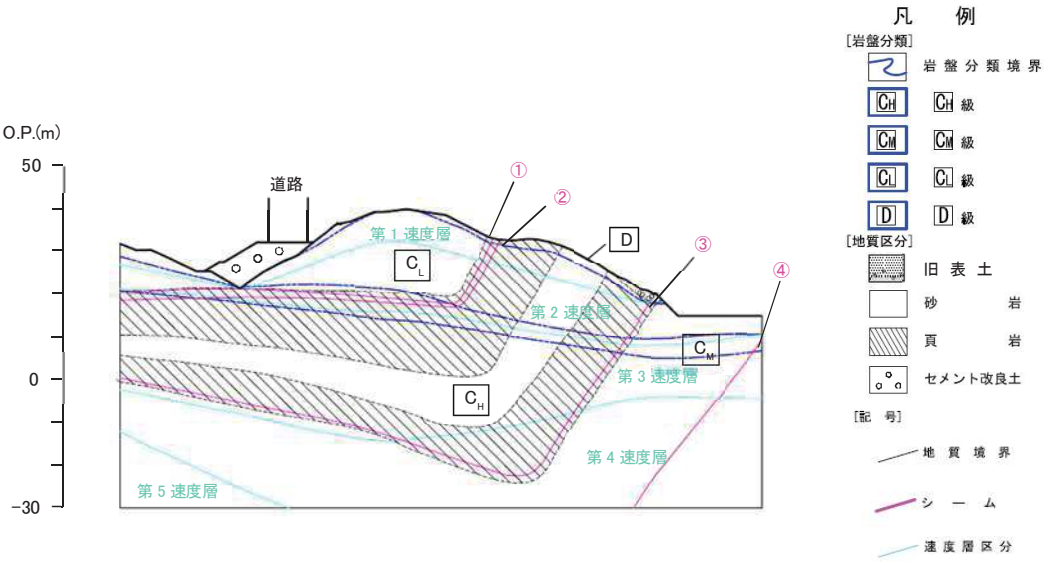
枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



第 20 図　断面Ｇの地質断面図



第 21 図　断面⑥の地質断面図



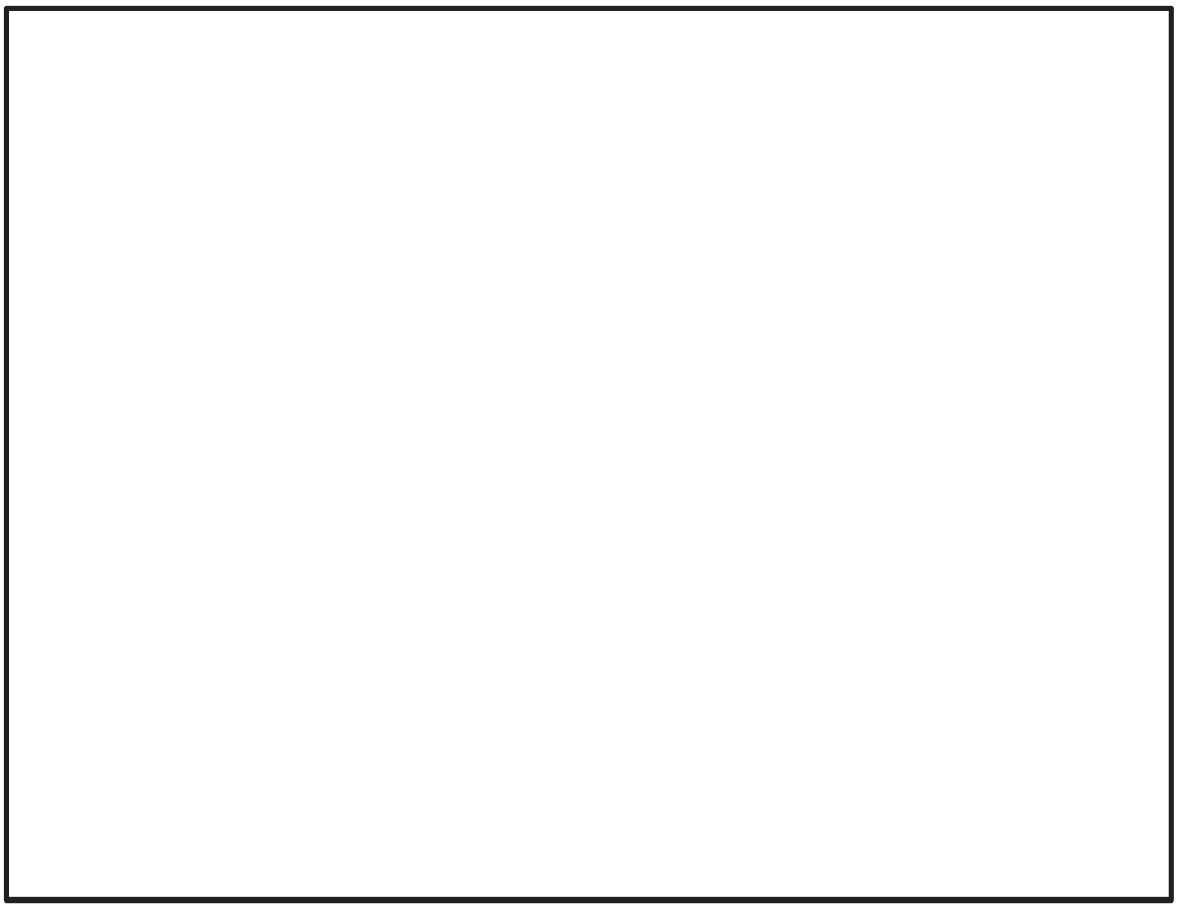
第 22 図　断面⑦の地質断面図

f．斜面Ｄ，斜面Ｅ

斜面Ｄと斜面Ｅについては，斜面崩壊を仮定した場合の影響範囲と復旧時間を考慮する。

(5) 選定結果

保管場所及びアクセスルートの周辺斜面について，評価対象として選定した断面位置を第 23 図に示す。



第 23 図　評価対象断面位置図

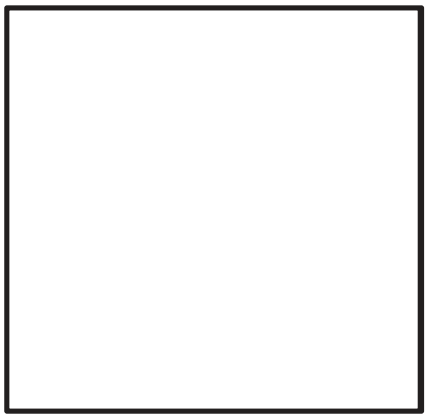
枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

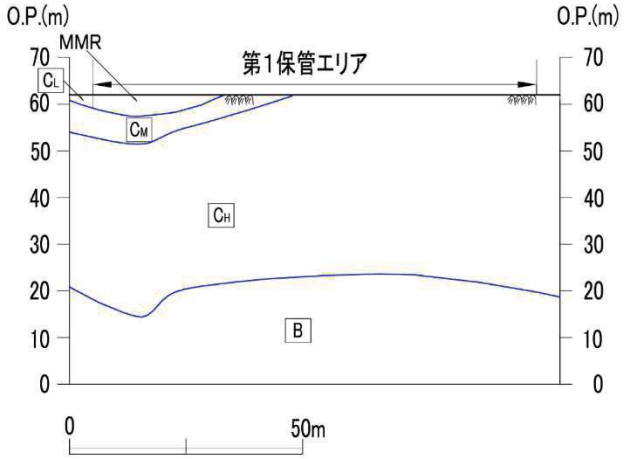
３．敷地下斜面の選定根拠

（1）保管場所及び屋外アクセスルートの支持地盤

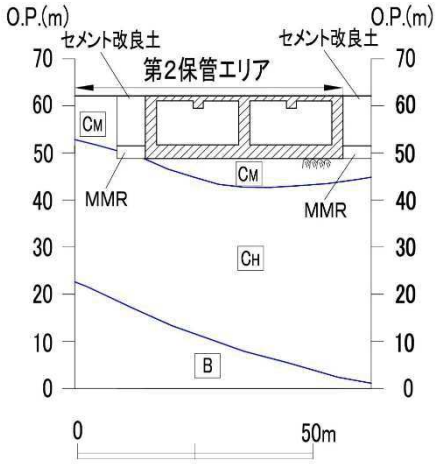
第 24 図，第 25 図に示すとおり各保管場所は岩盤等に支持されている。

また，第 26 図に示すとおり 0.P.+62m 盤から 0.P.+14.8m 盤に至るまでの　アクセスルートの大部分は岩盤上に設置されており，一部盛土上を通過する。



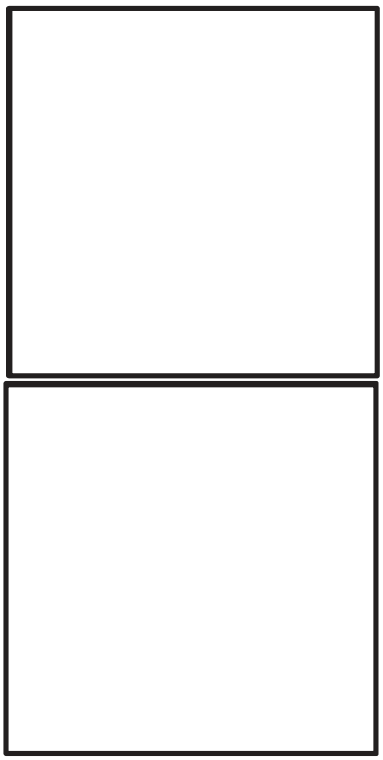




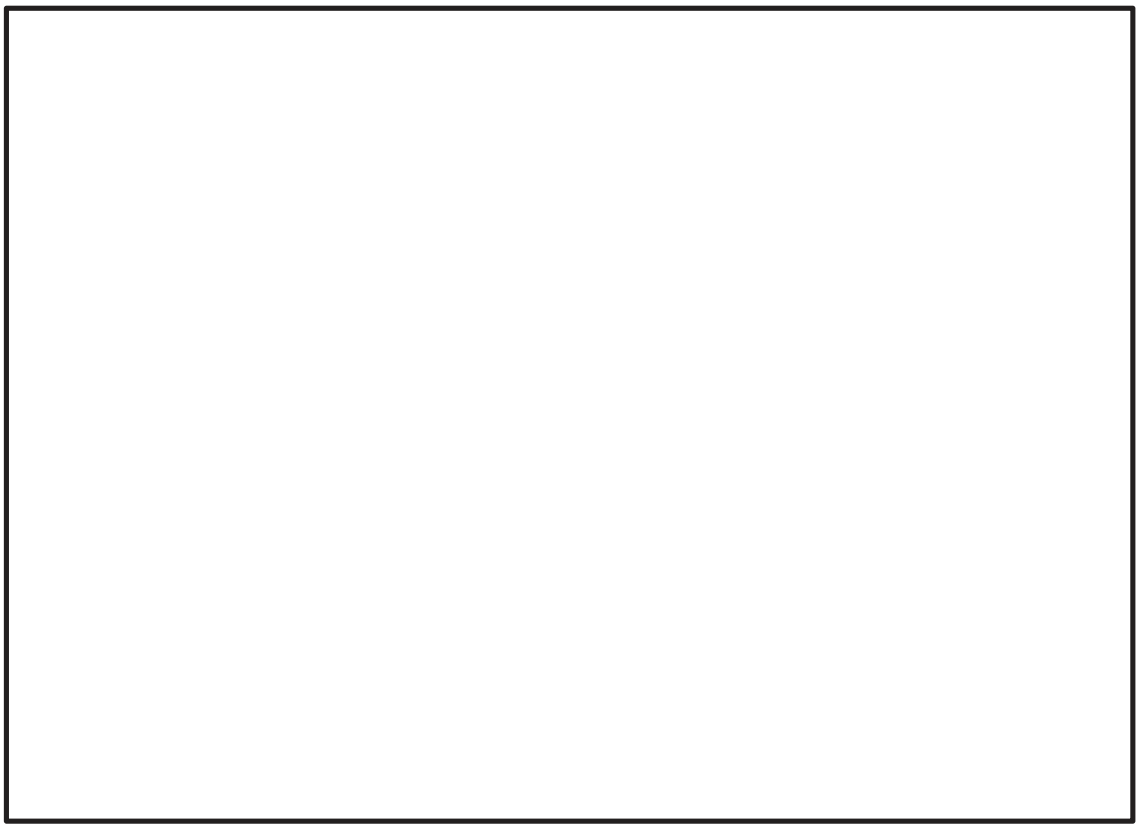


第 24 図　第１，第２保管エリアの支持地盤

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



第 25 図　第３，第４保管エリアの支持地盤

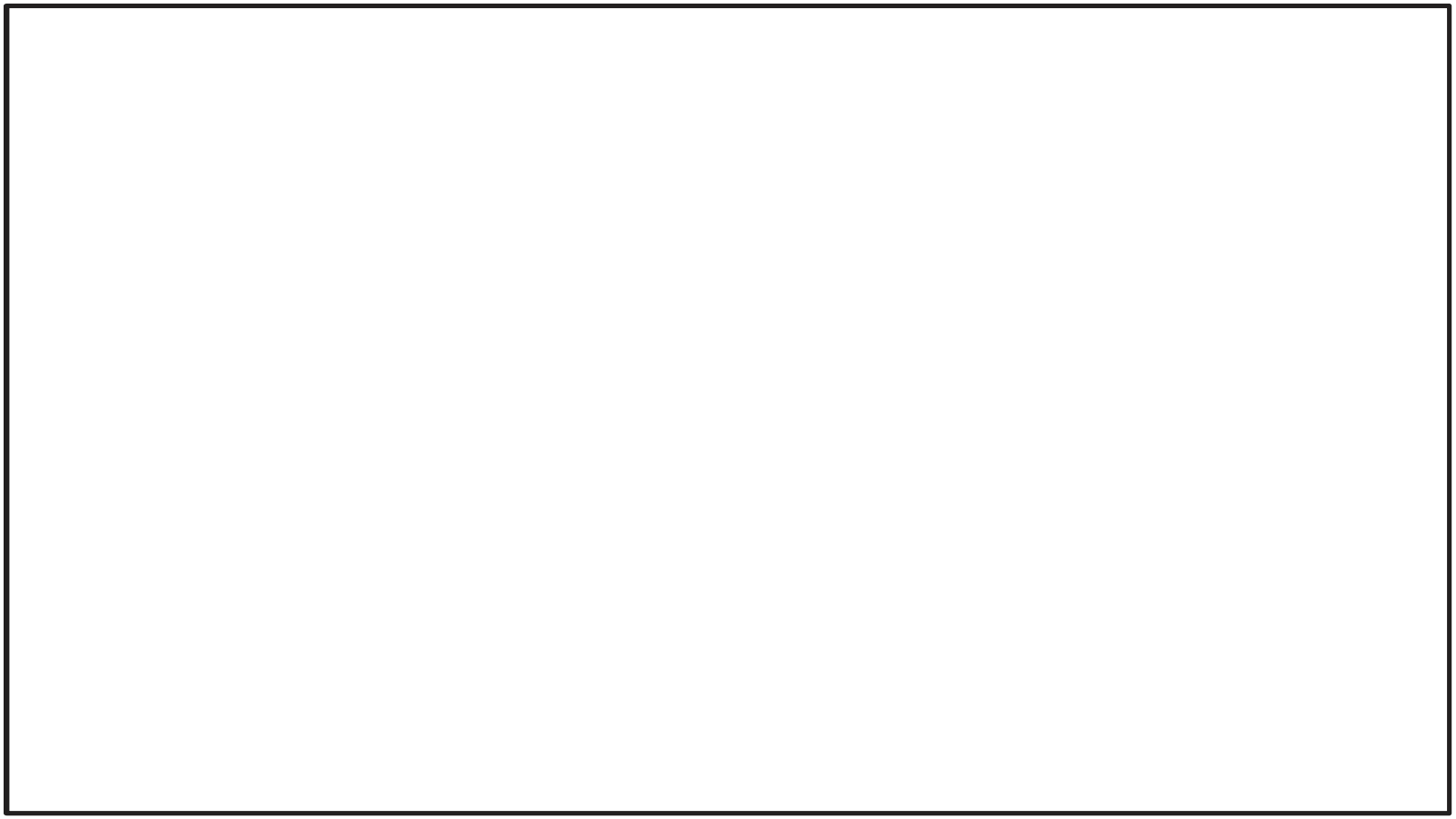


第 26 図　アクセスルートの支持地盤

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(2) 敷地下斜面の抽出

保管場所及びアクセスルートの支持地盤の状況を踏まえ，敷地下斜面を第 27 図のとおり網羅的に抽出する。



枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

第 27 図　保管場所及びアクセスルート敷地下斜面の抽出

(3) 敷地下斜面の安定性評価断面

0.P.+62m 盤にある第１，第２，第４保管エリアは，いずれも岩盤上に設置されており，法肩から斜面高さ以上の離隔を確保していることから，敷地下斜面のすべりによる影響は想定されない。また，第３保管エリアには敷地下斜面は存在しない。0.P.+62m 盤の敷地下斜面の影響について，強度の小さい盛土で構成され，斜面高さが最大となる斜面Ｂの安定性を確認し，保管場所における敷地下斜面の評価を補完する。

アクセスルートの敷地下斜面について，第 27 図で抽出した斜面のすべり方向を考慮し，各一連の斜面の地質断面図を第 28 図～第 31 図に示す。

評価断面の選定に当たっては，斜面高さや地盤の種類（岩盤，盛土）を勘案し，斜面崩壊のおそれが大きいと考えられる斜面を選定する。

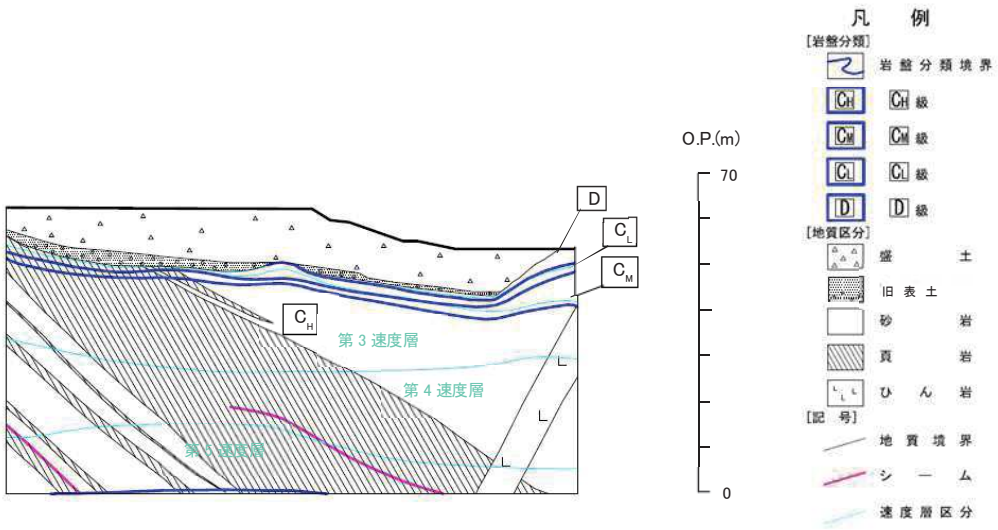
断面⑧は，第 28 図に示すとおり，盛土からなる高さ 9m の斜面である。

断面Ｂは，第 30 図に示すとおり，盛土からなる高さが 32m の斜面であり，地震時の加速度等の応答が大きいと想定されることから，盛土斜面の評価は断面Ｂで代表する。

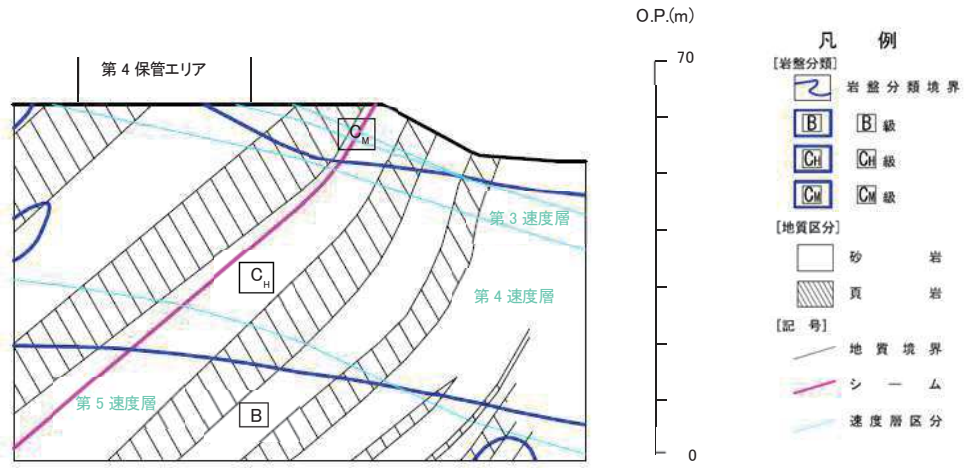
断面⑨は，第 29 図に示すとおり，C_M 級が分布する岩盤からなる，高さ 10m の斜面である。

断面Ｇは，第 31 図に示すとおり，C_L 級及び C_M 級が分布する岩盤からなる，高さ 12m の斜面である。

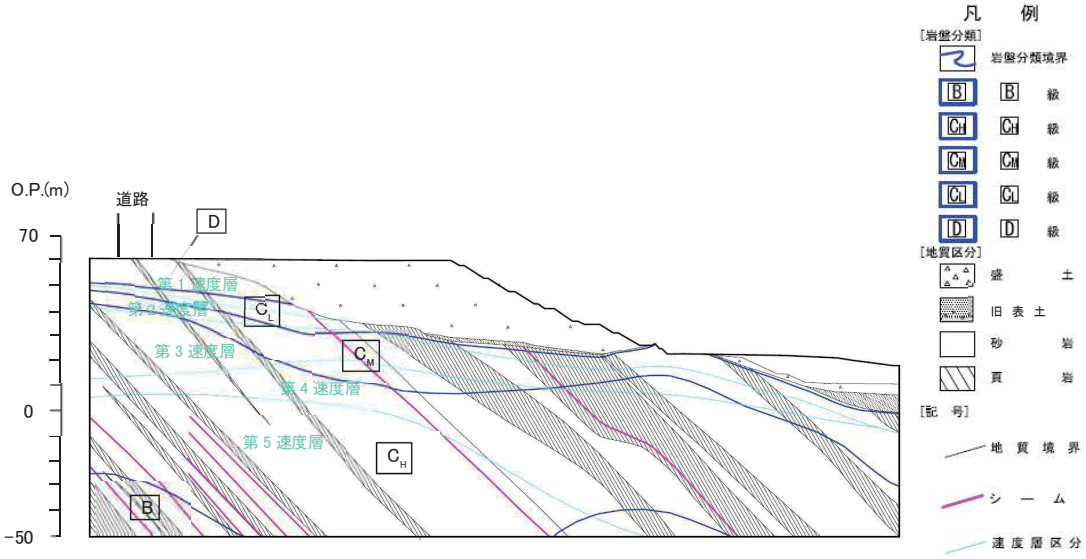
断面⑨及び断面Ｇは盛土からなる断面Ｂと比較して斜面高さが低く，盛土より優位にせん断強度が大きい C_L 級以上の岩盤からなる斜面であることから，これら岩盤斜面の評価は断面Ｂで代表する。



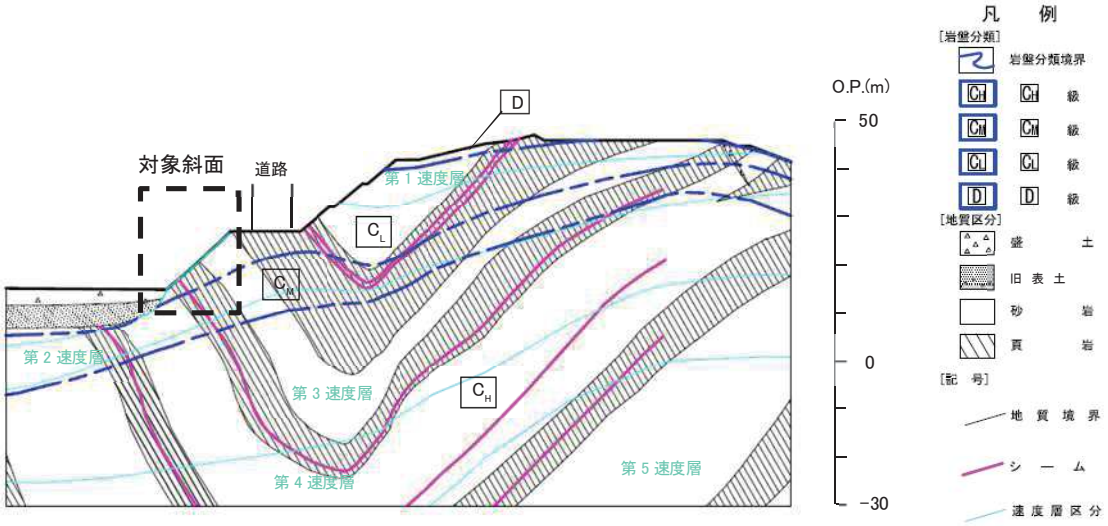
第 28 図　断面⑧の地質断面図



第 29 図　断面⑨の地質断面図



第 30 図　断面Ｂの地質断面図



第 31 図　断面Ｇの地質断面図

(3) 選定結果

保管場所及びアクセスルートの敷地下斜面について，評価対象として選定した斜面Ｂの断面位置を第 32 図に示す。

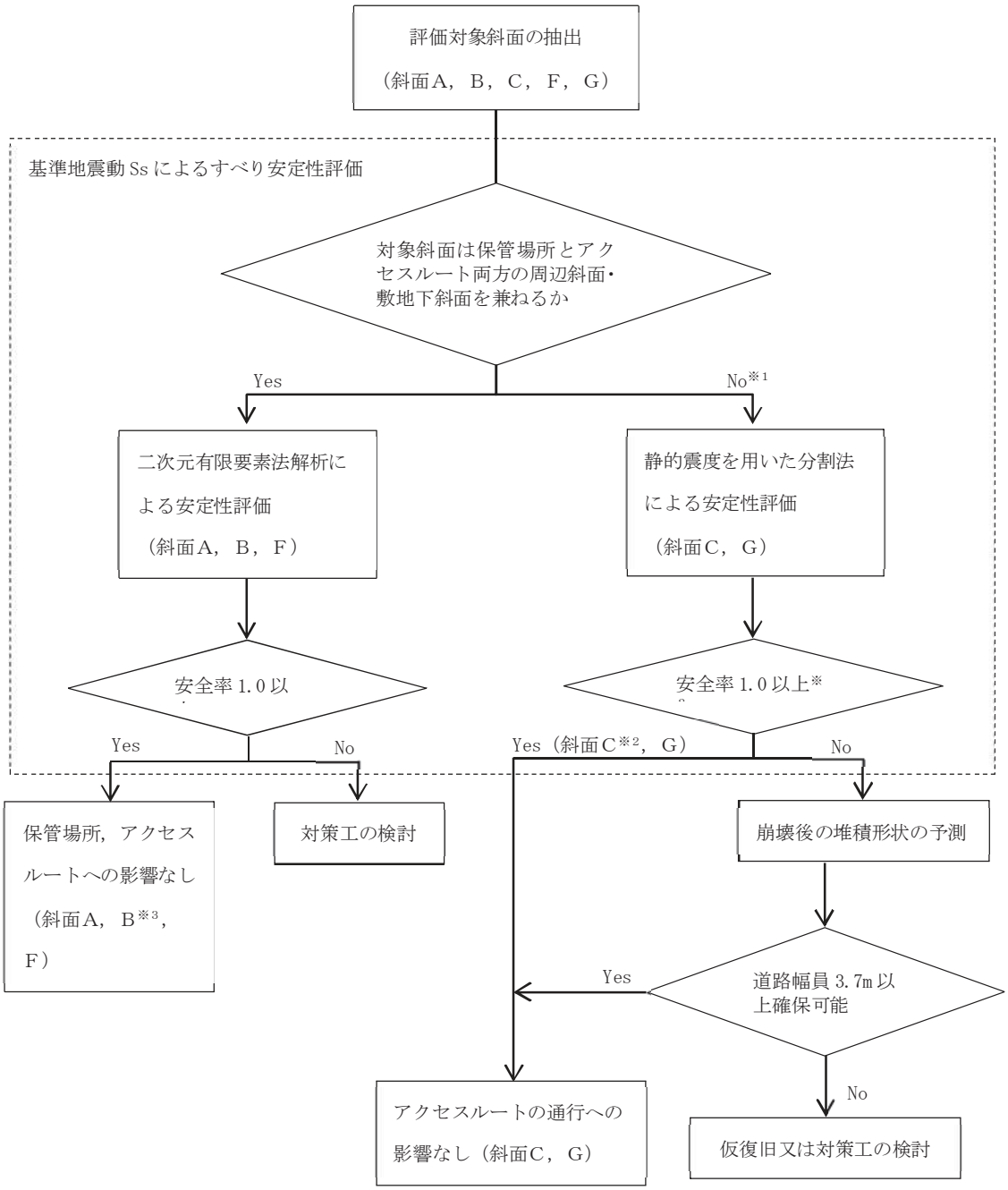
第 32 図　評価対象とする敷地下斜面

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

4．安定性評価の方法

(1) 斜面の評価フロー

評価対象として選定した斜面について，第 33 図のフローにより評価を実施する。



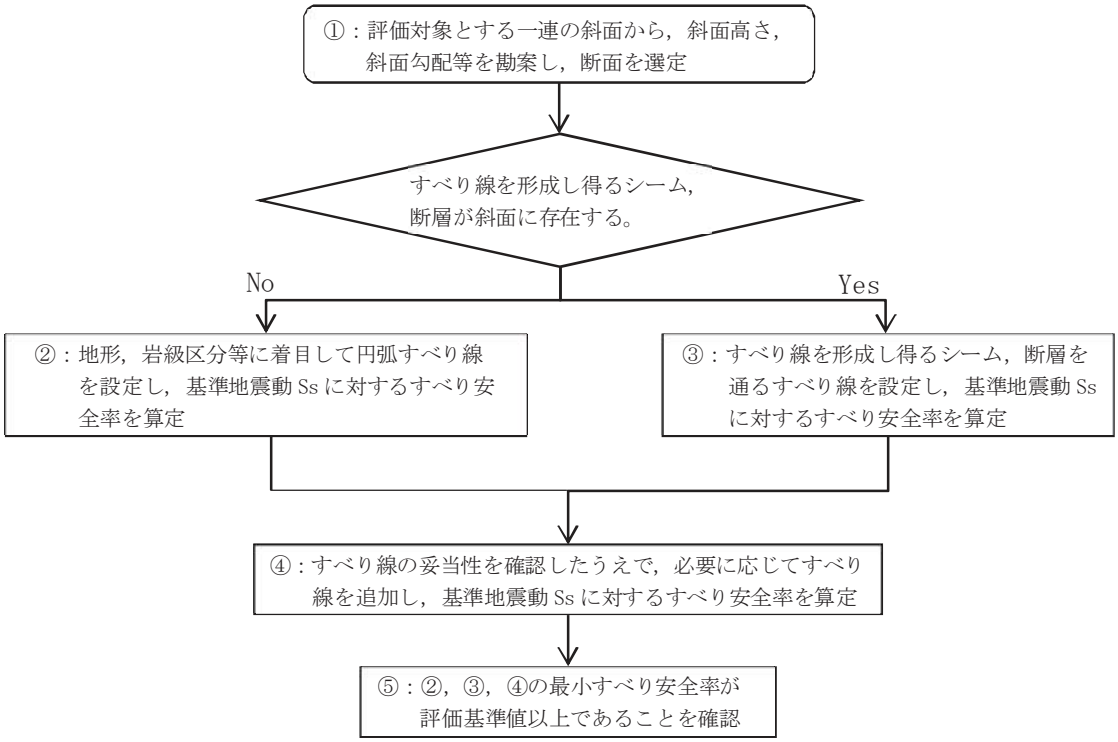
※1　アクセスルートのみの周辺斜面・敷地下斜面の場合。
※2　裕度が小さい場合（すべり安全率 1.5 未満を目安）は，より精緻な二次元有限要素法解析で確認する。
※3　裕度が小さい（すべり安全率 Fs=1.09）ことから，地盤物性のばらつきや斜面崩壊を仮定した評価を実施する。

第 33 図　保管場所及びアクセスルートに対する斜面の評価フロー

(2) 斜面の安定性評価フロー

斜面の安定性評価は，第 34 図のフローにより行う。

地下水位の設定については別紙（37）に示す。



第 34 図　斜面の安定性評価フロー

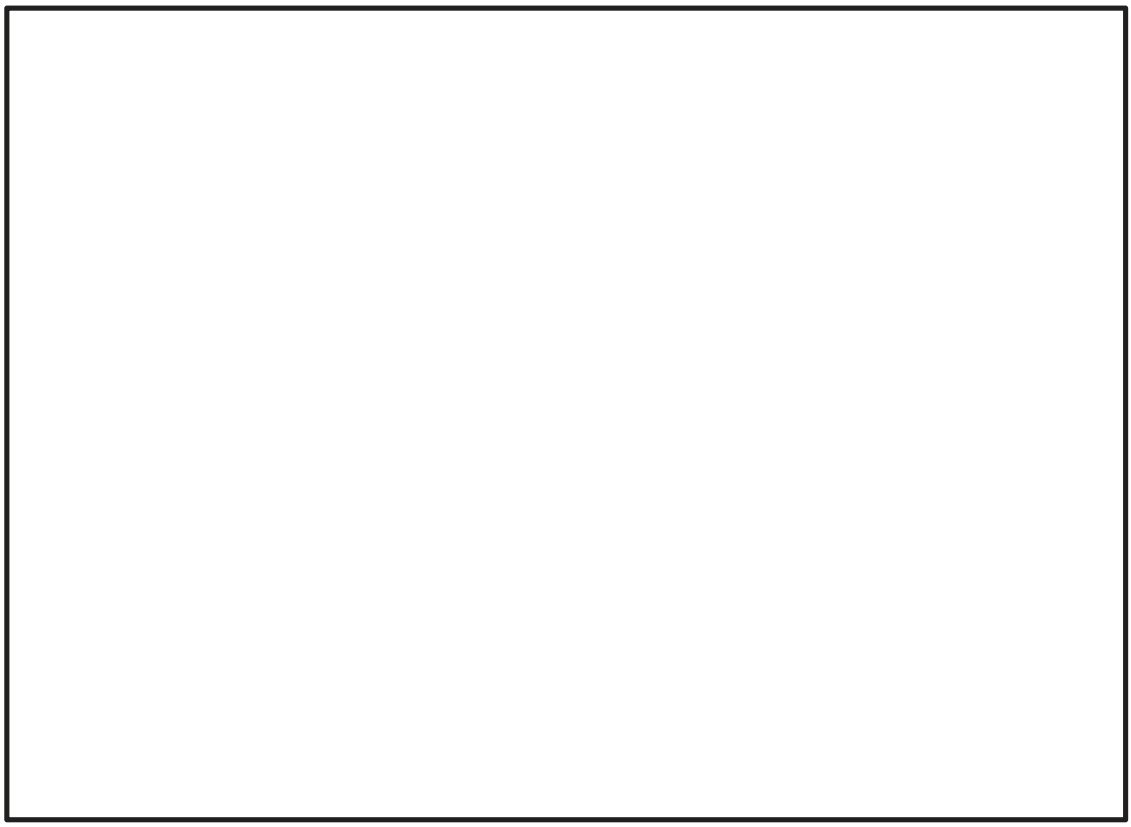
(3) 解析コード

斜面の解析に用いたコードは以下のとおり。なお，各解析コードの妥当性については，理論解との比較等により検証している。

	静的解析	地震応答解析	すべり計算
斜面Ａ	STRESS-NLAP Ver.2.91	Super FLUSH Ver.6.0	suberi_sf ver.2
斜面Ｂ	SAC2D Ver.2.10	Super FLUSH Ver.6.0	suberi_Type6789_SAC2D-HD1 ver.0
斜面Ｃ	－	LIQUEUR ver.16.1B	COSTANA ver.18.1F
斜面Ｆ	BG0195HDW1 ver.5.06	Vesl-dyn ver.2.03	SLIP02HDW1 ver.4.07
斜面Ｇ	－	LIQUEUR ver.15.1H	COSTANA ver.17.1E/18.1F

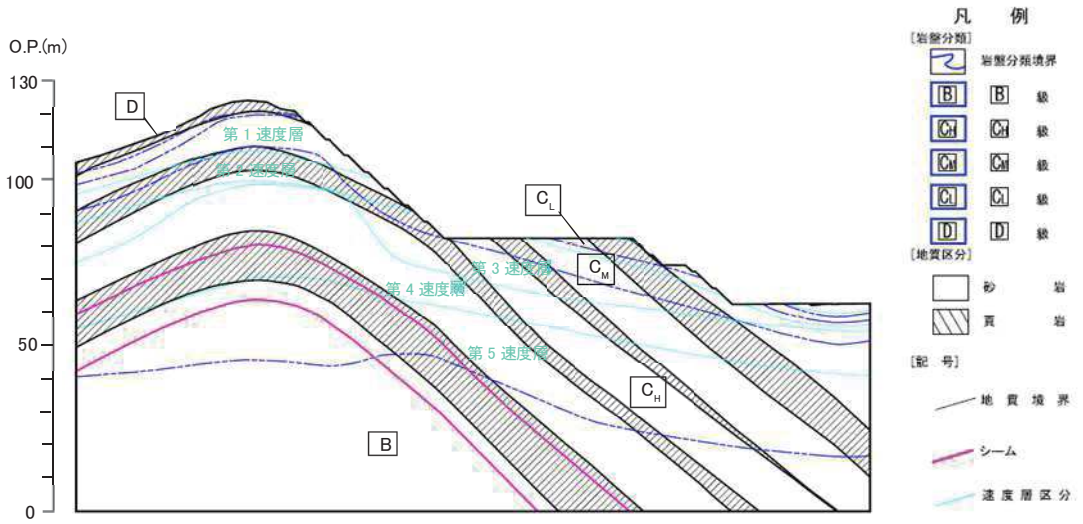
(4) 斜面の地質断面図と解析メッシュ図

二次元有限要素法解析により斜面の安定性を評価する斜面Ａ，Ｂ，Ｆについて，斜面の位置を第 35 図に，地質断面図及び解析モデル図を第 36 図～第 41 図に示す。

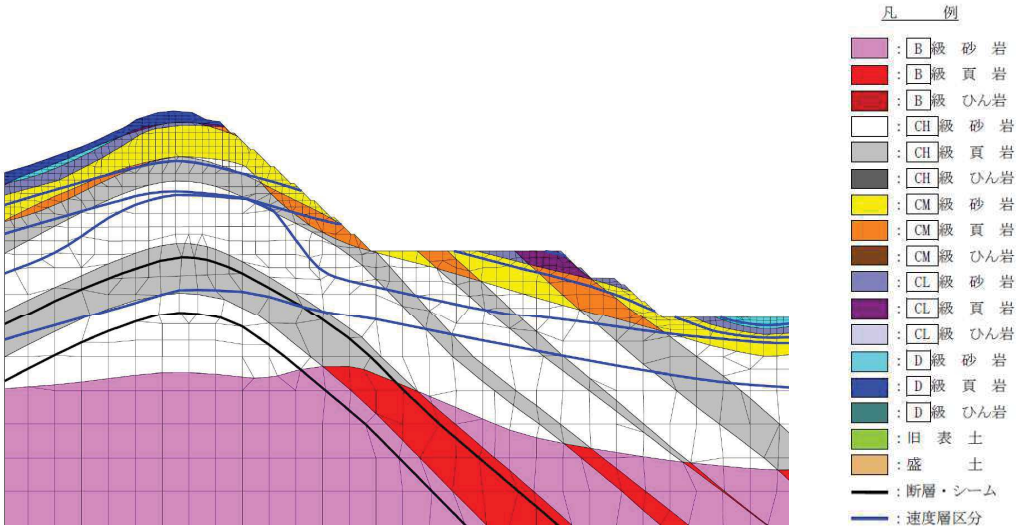


第 35 図　斜面位置図

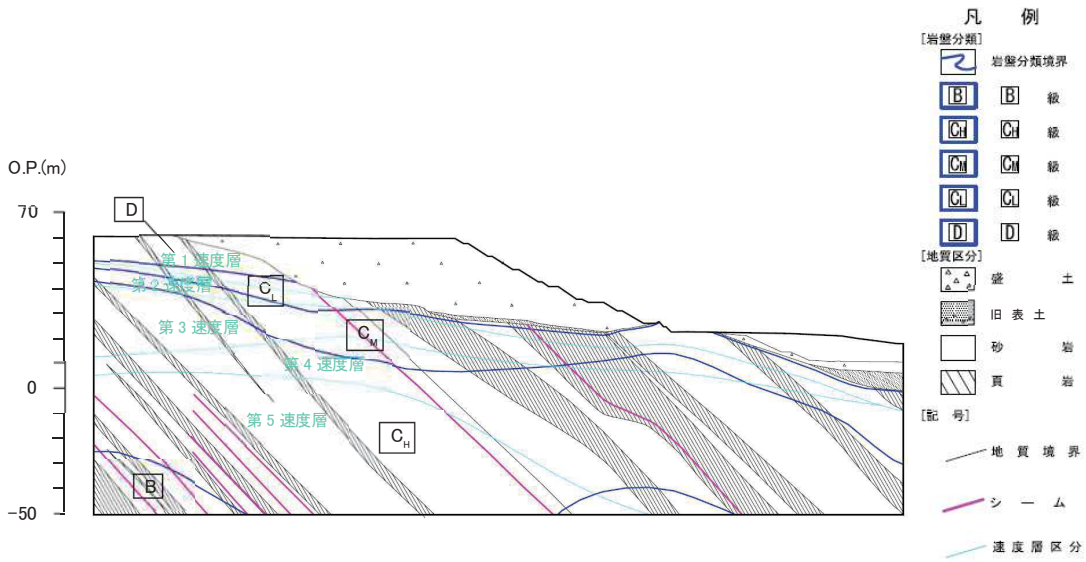
枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



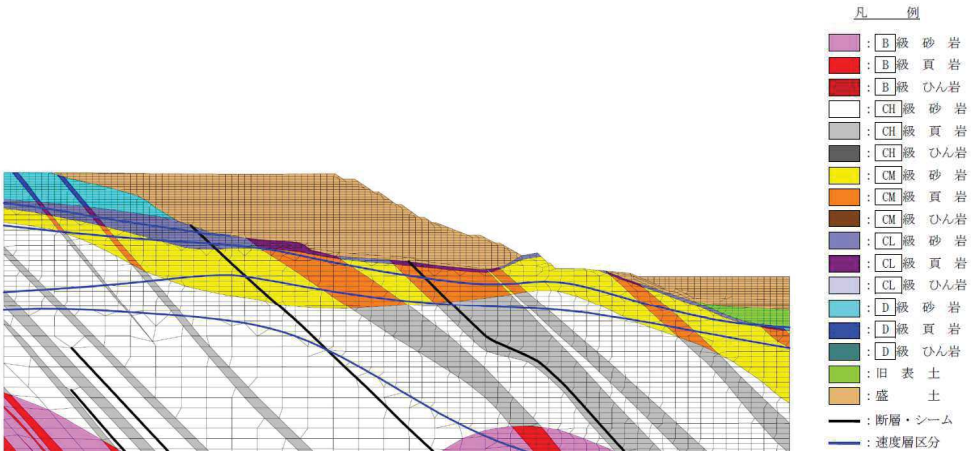
第 36 図　斜面Ａ　地質断面図



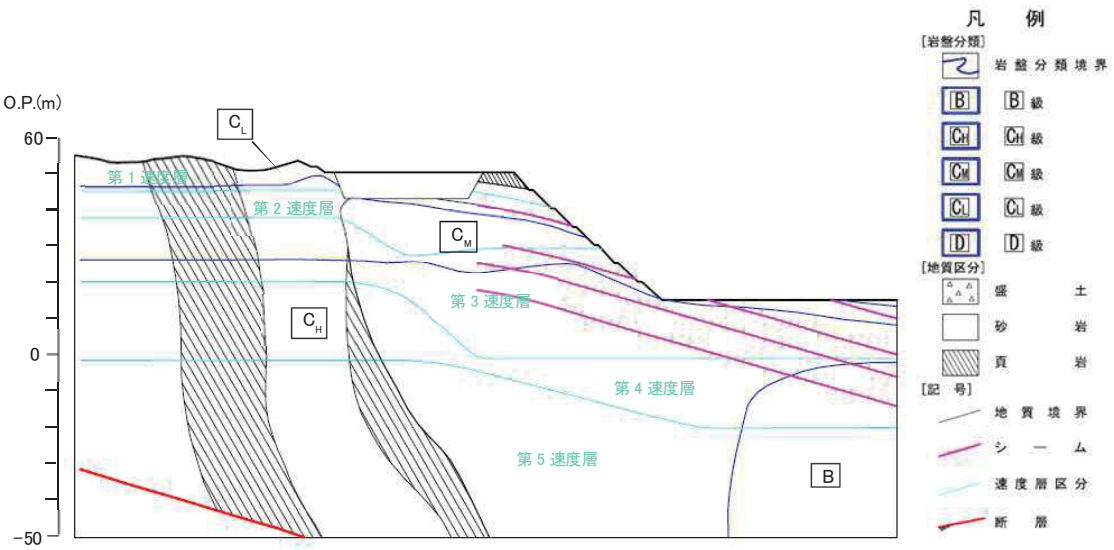
第 37 図　斜面Ａ　解析メッシュ図



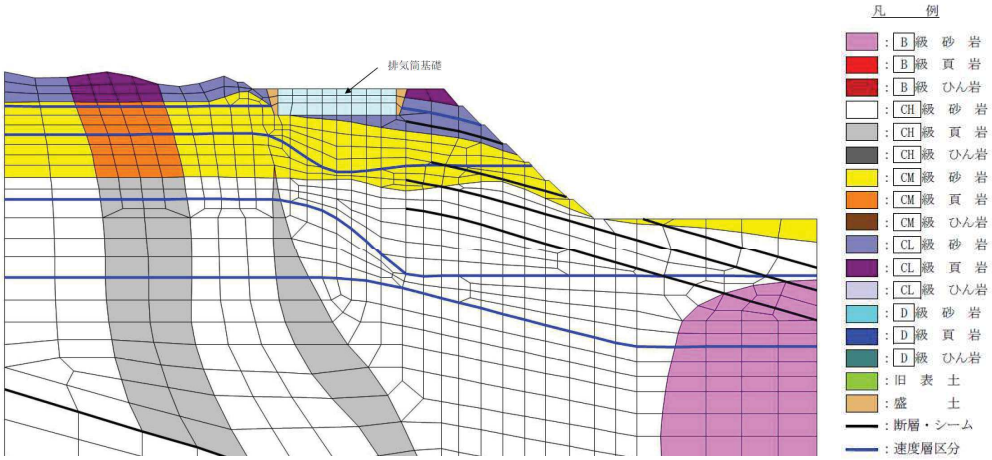
第 38 図　斜面Ｂ　地質断面図



第 39 図　斜面Ｂ　解析メッシュ図



第 40 図　斜面Ｆ　地質断面図



第 41 図　斜面Ｆ　解析メッシュ図

５．斜面からの離隔距離の考え方

保管場所及びアクセスルートの周辺斜面については，斜面から離隔を確保することを基本とし，離隔が確保できない場合は所要のすべり安全率を確保することにより崩壊土砂の影響を受けないことを確認している。

斜面からの離隔については，各種文献及び解析により岩盤斜面は斜面高さの 1.4 倍，盛土斜面は斜面高さの２倍と設定している。

(1) 各種文献の調査結果

土砂の到達距離についての各種文献の記載は以下のとおり。

文献名	記載内容	根拠	到達距離	対象斜面
① 原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601－1987）	原子炉建屋周辺斜面として安定性評価の対象とすべき斜面の考え方	実績	約 50m 以内 or 約 1.4H 以内	自然斜面
② 原子力発電所の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価技術＜技術資料＞	2004 年新潟県中越地震による斜面崩壊事例からの分析結果		1.4H（斜面高×1.4 倍）	
③ 土質工学ハンドブック	昭和 44～49 年の崖崩れの事例収集		1.4H（斜面高×1.4 倍）	
④ 土木工学ハンドブック	1972～1982 年に発生した急傾斜地 3500 地区の調査結果		0.55～0.79H（崩壊高×0.55～0.79 倍）	
⑤ 土砂災害防止法	土砂災害警戒区域	警戒区域※	2.0H（斜面高×2.0 倍）	
⑥ 宅地防災マニュアルの解説	急傾斜地崩壊危険箇所の考え方		2.0H（斜面高×2.0 倍）	

※警戒区域：建築物に損壊が生じ，住民等の生命又は身体に著しい危害が生じるおそれがある区域。危険の周知，警戒避難体制の整備等が図られる。

【実績に基づいて整理された文献等：①～④】

①原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601－1987）

当文献では，「原子炉建屋周辺斜面として安定性評価の対象とすべき斜面は，一般的に斜面のり尻と原子炉建屋の離隔距離が約 50m 以内あるいは斜面高さの約 1.4 倍以内の斜面と考えられる。」としている。

4.1.3　安全性評価の基本的な考え方

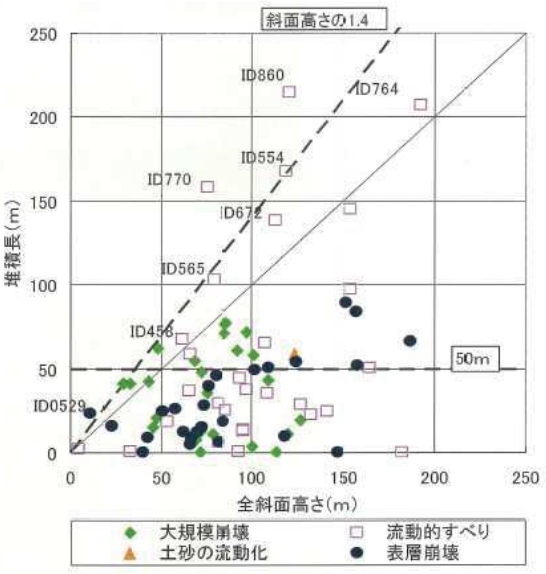
原子炉建屋基礎地盤，原子炉建屋周辺斜面の安定性評価に当たっては，地盤調査・試験結果をもとに適切な地盤モデルを定め，必要に応じてすべり面法等の慣用法による解析，有限要素法等による静的解析，動的解析を実施する。

原子炉建屋基礎地盤は，原則として十分に支持力のある安定した地盤に求められるために，一般には安定性が問題となることは少ないが，特に卓越した異方性あるいは顕著な不均質性が認められる場合には，応力的な不均衡が生じる可能性があるため，例えば弱層等に沿った地盤のすべり，支持力，沈下等を詳細に検討することが必要となろう。

一方，周辺斜面の場合には，原子炉建屋との離間距離，斜面の規模等を考慮して安定性評価の対象とすべき範囲を決めることが，まず必要となってくる。この点については「3.2.3 敷地内調査」で述べたように，既往の斜面崩壊事例の調査結果から，対象とすべき斜面は，一般に斜面のり尻と原子炉建屋の離間距離が約50 m以内あるいは斜面高さの約1.4倍以内の斜面と考えられる。斜面には岩盤斜面，土質斜面，盛土斜面等があり，安定性評価に際しては，これら構成材料の特性をよく把握して，適切な解析方法を用いることが重要である。

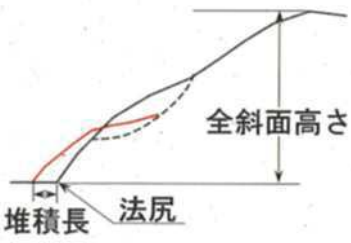
②原子力発電所の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価技術＜技術資料＞

当文献では，全135件の崩壊事例をもとに斜面高さと堆積長の関係を整理した上で，「JEAG4601－1987に定められる周辺斜面の離隔距離に関する目安値（約50m以内あるいは斜面高さの約1.4倍以内）は，崩壊土塊が水の影響を顕著に受ける場合を除いて，十分に保守的なものとなっている」としている。



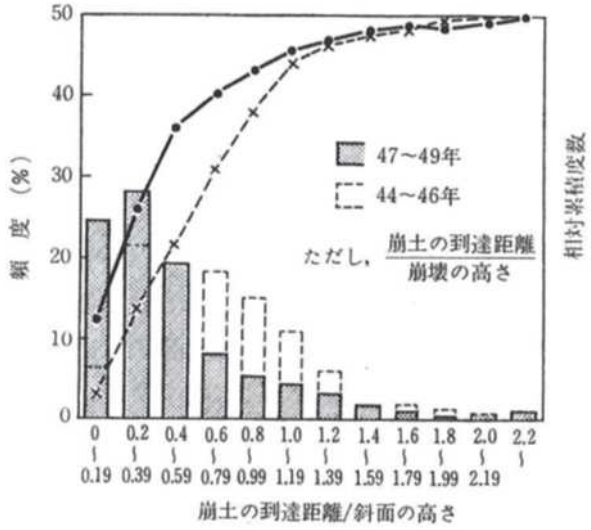
崩壊事例135件における崩壊土砂の堆積長（＝到達距離）は，50m以内及び斜面高さの1.4倍以内となっている。

※図中のID860，ID554，ID770は，斜面の上部で発生した崩壊による土塊が谷に沿って流動している事例である。



③土質工学ハンドブック

当文献は，昭和 44～49 年の崖崩れの事例を収集し，（崩土の到達距離）／（斜面の高さ）を分析したもので，斜面の高さの 1.4 倍までに，全体の 94.2%が含まれるとしている。



⑤ （崩土の到達距離)/(斜面の高さ）は，被災の範囲の実態を示す指標として重要なものであるが，図-29.79 に示すように，0.2～0.39 が最頻値で，0.6 以下で全体の 72.5% を占める。更に斜面の高さの 1.4 倍まで考えれば，全体の 94.2% が含まれる。実際問題では，斜面

④土木工学ハンドブック

当文献は，1972～1982 年に発生した急傾斜地 3500 地区の調査結果を分析したもので，（崩土の到達距離）／（崩壊の高さ）は土質により異なり，表土及び崩積土で 0.57～0.79 であるとしている。

表-5.2 斜面構成土質ごとの崩壊規模（平均値）(1978～1982 年)[16]
Magnitude of failures versus material (average : 1978 to 1982)

	崩壊の高さ h(m)	崩壊の幅 W(m)	崩壊の深さ d(m)	崩壊土量 V(m³)	崩土の到達距離 L(m)	h/H	L/h
表土	14.3	15.5	1.2	287.0	8.1	0.69	0.57
崩積土	16.2	21.2	1.5	667.5	11.3	0.80	0.79
火山砕屑物	14.3	17.6	3.1	321.6	13.8	0.85	0.96
段丘堆積物	13.9	23.8	2.1	333.1	12.2	0.91	0.84
強風化岩	13.9	16.2	1.6	172.0	7.0	0.72	0.55
岩（I）	13.7	13.9	1.4	249.8	6.0	0.60	0.43
岩（II）	13.5	15.1	1.3	220.1	6.8	0.56	0.57
全体	14.6	17.0	1.4	361.2	8.8	0.71	0.63

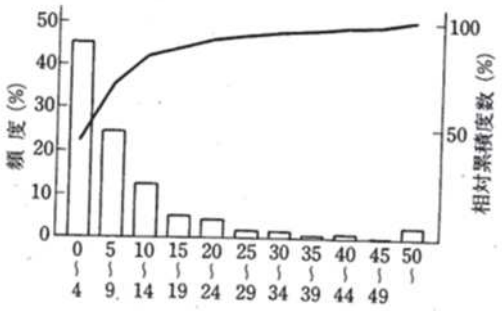


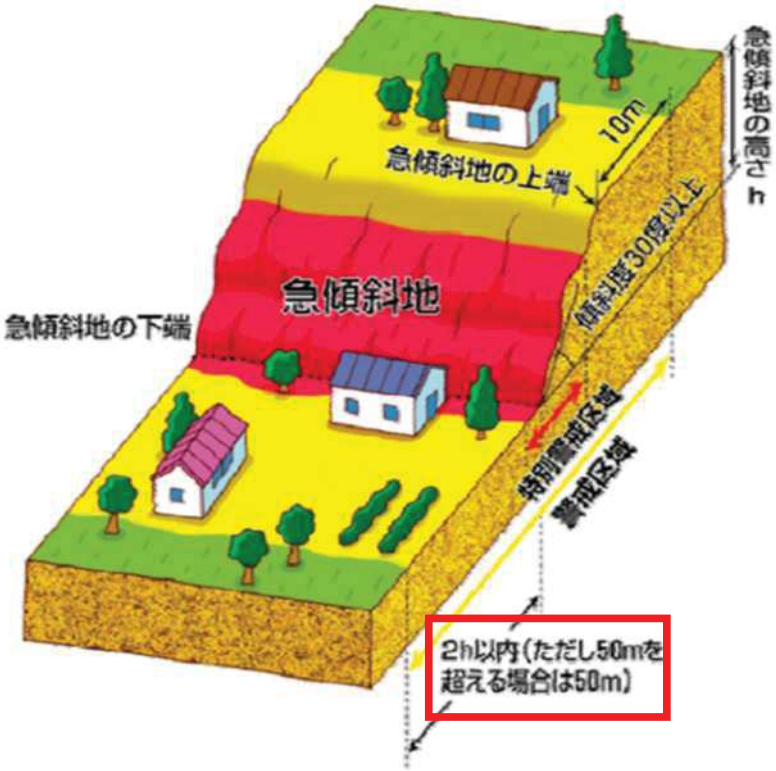
図-5.4 崩土の到達距離（m）（1972～1982年）[16]
(Travel distance of failed materials)

【警戒区域を示した文献等：⑤，⑥】

⑤土砂災害防止法

当法令では，急傾斜地の土砂災害警戒区域指定の基準として，急傾斜地の高さの２倍以内という指標が用いられている。

また，急斜面地の下端から水平距離が当該急斜面地の高さに相当する距離の２倍以内の範囲を土砂災害警戒区域としながらも，「50m を超える場合は 50m」と記載されており，上限は 50m となっている。



土砂災害警戒区域・特別警戒区域

土砂災害警戒区域
急傾斜地の崩壊等が発生した場合に、住民等の生命又は身体に危害が生じるおそれがあると認められる区域であり、危険の周知、警戒避難体制の整備が行われます。

土砂災害特別警戒区域
急傾斜地の崩壊等が発生した場合に、建築物に損壊が生じ住民等の生命又は身体に著しい危害が生ずるおそれがあると認められる区域で、特定の開発行為に対する許可制、建築物の構造規制等が行われます。



⑥宅地防災マニュアルの解説

当文献では，土砂災害に係る危険箇所のうち，宅地造成に伴う災害に最も関連の深い急傾斜地崩壊危険箇所の考え方が示されており，急傾斜地崩壊危険箇所としての要件を整理する中で設定する「斜面下部」の定義がなされている。

急傾斜地の下端から当該急傾斜地の高さの２倍程度の範囲を斜面下部としながらも，「概ね 50m を限度とする」と記載されており，上限は 50m となっている。

土砂災害に係る危険箇所のうち、宅地造成に伴う災害に最も関連の深い急傾斜地崩壊危険箇所の考え方を以下に示す。

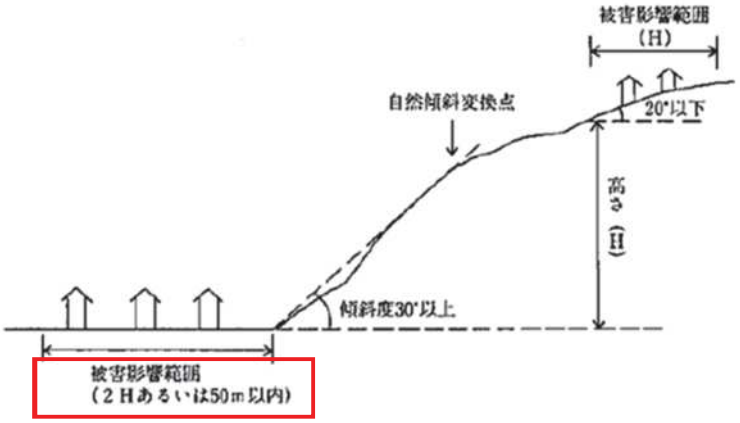
【危険箇所としての要件】

① 水平面とのなす角度が30度以上であること。

② 斜面の高さが５ｍ以上であること。

③ 斜面上部又は下部に人家が５戸以上あること（官公署、学校、病院、旅館等がある場合は５戸未満でも可）。

斜面上部又は下部とは、下図に示すように急傾斜地（傾斜30度以上のがけ）の下端及び上端から当該急傾斜地の高さの、それぞれ２倍及び１倍程度の範囲（概ね50ｍを限度とする）をいう。



図Ⅹ.1　急傾斜地崩壊危険箇所の要件

【考え方】

・⑤，⑥の文献で示された到達距離 2.0H については，土砂災害の警戒範囲を示したものである。盛土斜面については，土砂を対象とした⑤，⑥の文献を踏まえ，斜面法尻からの離隔として斜面高さの２倍を適用する。

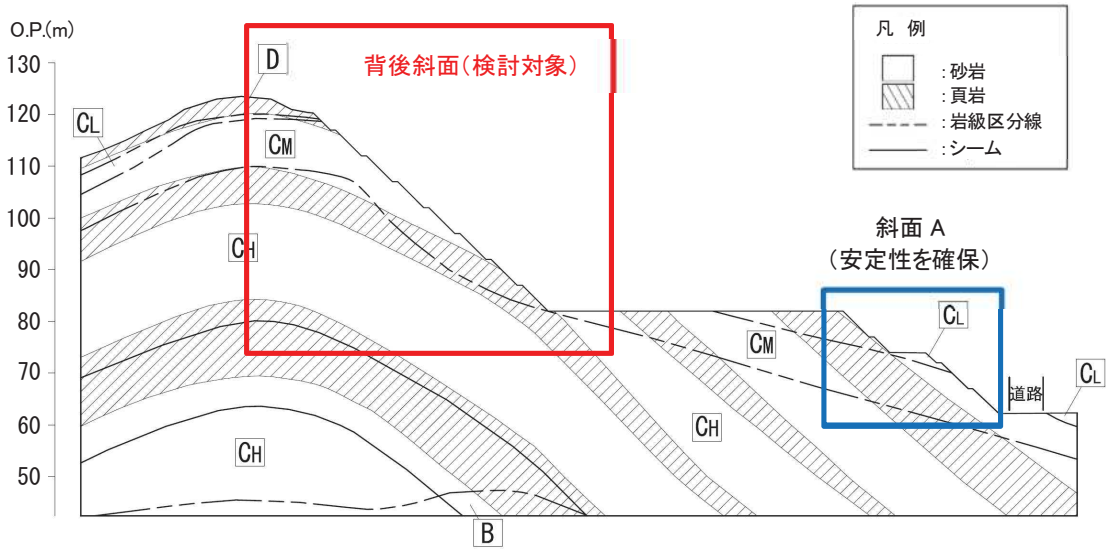
・①～④の文献では，岩盤斜面及び盛土斜面のいずれも含んだ崩壊の考え方や実績が整理されており，対象斜面の大部分で到達距離は斜面高さの 1.4 倍に含まれるとされている。よって，岩盤斜面については，斜面法尻からの離隔として斜面高さの 1.4 倍を適用する。

(2) 解析による検討結果

保管場所及びアクセスルートの周辺斜面については，斜面から離隔を確保，又は離隔が確保できない場合，所要のすべり安全率を確保することにより，斜面崩壊の影響を受けないことを確認している。

岩盤斜面からの離隔については，崩壊の影響が及ぶ範囲を斜面高さの 1.4 倍としている。ここでは，所要の安全率を確保しない可能性のある斜面として，斜面Ａの背後斜面を対象に，斜面崩壊時の到達距離を確認する。検討斜面位置を第 42 図に，検討断面を第 43 図に示す。

第 42 図　斜面Ａ及び背後斜面　位置図



第 43 図　斜面Ａ及び背後斜面　断面図

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

到達距離は，二次元有限要素法解析によりすべり安全率を算定し，すべり安全率が 1.0 を下回るすべり線のうち，土量が最大となるすべり線を対象に確認する。到達距離の算定条件及び算定結果を以下に示す。

【考慮した条件】

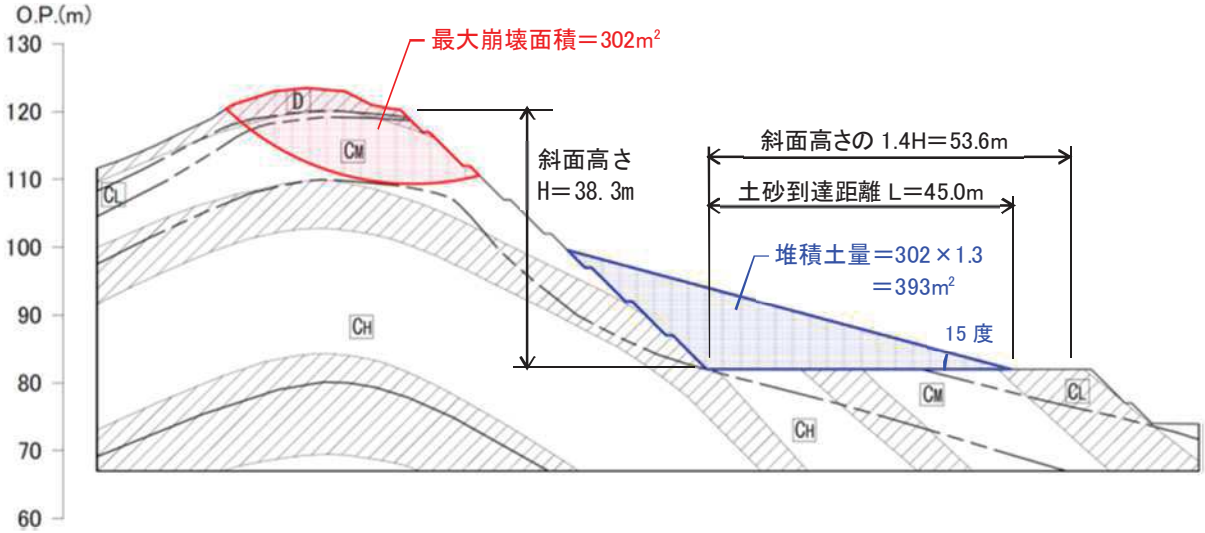
・堆積時の角度は 15 度とする

（安息角と内部摩擦角の関係及び土砂移動時の内部摩擦角の下限値※1,2 より設定）

・すべり土塊の土量に対して土量変化率 1.3 を考慮する

※1　砂防設計公式集（マニュアル）：（社）全国治水砂防協会，S59.11

※2　土砂災害防止に関する基礎調査の手引き：（財）砂防フロンティア整備推進機構，H13.6



第 44 図　斜面崩壊時の最大到達距離

第 44 図より，岩盤斜面で崩壊土量が最大となるケースにおいても，到達距離は 1.4H 未満であることを確認した。

(3) 斜面からの離隔距離の設定

(1)の文献調査では，実績に基づいた到達距離は 1.4H 以内であることを確認した。その上で，斜面法尻からの離隔は，岩盤斜面で斜面高さの 1.4 倍を，盛土斜面で保守的に斜面高さの２倍を考慮することとした。

さらに，(2)の解析では，岩盤斜面で崩壊土量が最大となり堆積距離も最長となる場合の評価を実施し，到達距離が 1.4H 未満であることを確認した。

以上より，斜面法尻からの離隔の設定は妥当であると考える。

7．斜面評価に関わる補足説明

(1) 斜面Ｂの評価に関わる補足説明

a．地盤物性のばらつきを考慮した評価

斜面Ｂについては，二次元有限要素法解析による評価の結果，すべり安全率は 1.0 以上を確保しているものの裕度が小さいこと（Fs=1.09）から，地盤物性のばらつきを考慮した評価を実施する。すべり安全率に対しては，地盤物性のうち強度特性のばらつきが大きく影響することから，強度特性に関するばらつきを考慮する。

評価結果を以下に示す。地盤物性のばらつきを考慮しても，すべり安全率は1.0以上であり，斜面Ｂの安定性を確認している。

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

b．斜面崩壊を仮定した場合の評価

斜面Ｂはすべり安全率の裕度が小さいため，万一斜面が崩壊した場合の土砂到達距離を評価することにより，アクセスルートへの影響を確認する。

(a) 土砂到達距離の算定方法

斜面Ｂはすべり安全率が 1.0 以上であることが確認されていることから，崩壊を想定するすべり線は安定性評価において示したすべり安全率が最も小さいすべり線とする。

また，土砂到達距離の算定にあたっては，以下の条件を考慮する。

・堆積時の角度は 15 度とする

(安息角と内部摩擦角の関係及び土砂移動時の内部摩擦角の下限値※1,2 より設定)

・すべり土塊の土量に対して土量変化率 1.3 を考慮する

※1　砂防設計公式集（マニュアル）：（社）全国治水砂防協会，S59.11

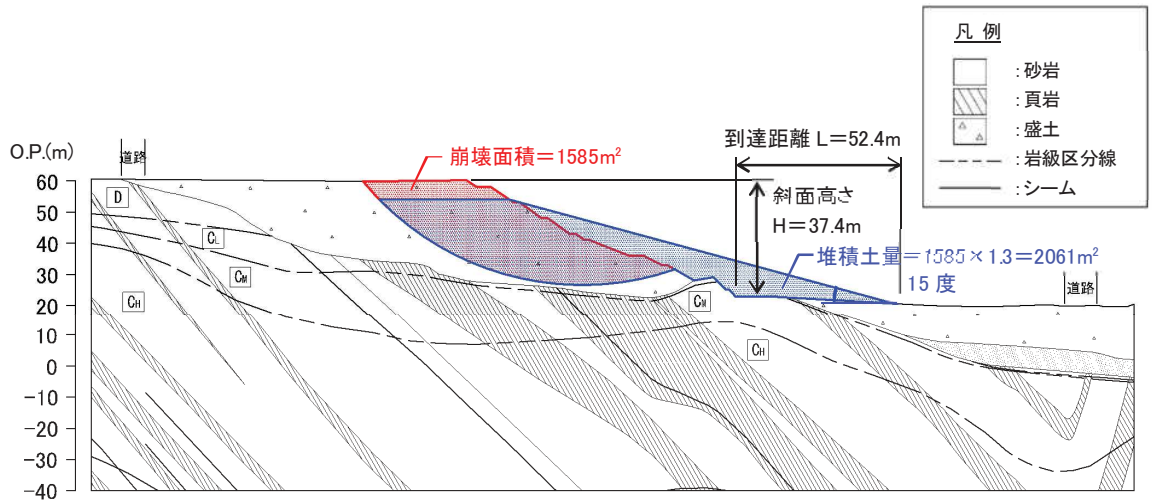
※2　土砂災害防止に関する基礎調査の手引き：(財) 砂防フロンティア整備推進機構，H13.6

(b) 評価結果

評価断面における崩壊土砂の到達距離を第 45 図に示す。評価断面において，崩壊土砂はアクセスルートに到達しないことが確認できる。

また，第 45 図で算定した到達距離 52.4m を用いて，斜面Ｂにおける崩壊土砂の影響範囲を第 46 図にて検討した。その結果，ルート１に対して土砂は到達せず，その他のアクセスルートに一部土砂が到達するが，必要な道路幅 3.7m は確保できることを確認した。

以上より，仮に斜面Ｂの崩壊を仮定した場合でも，崩壊土砂はアクセスルートに対して影響を与えないことを確認した。



第 45 図　斜面Ｂの崩壊土砂到達距離

第 46 図　崩壊土砂の影響範囲

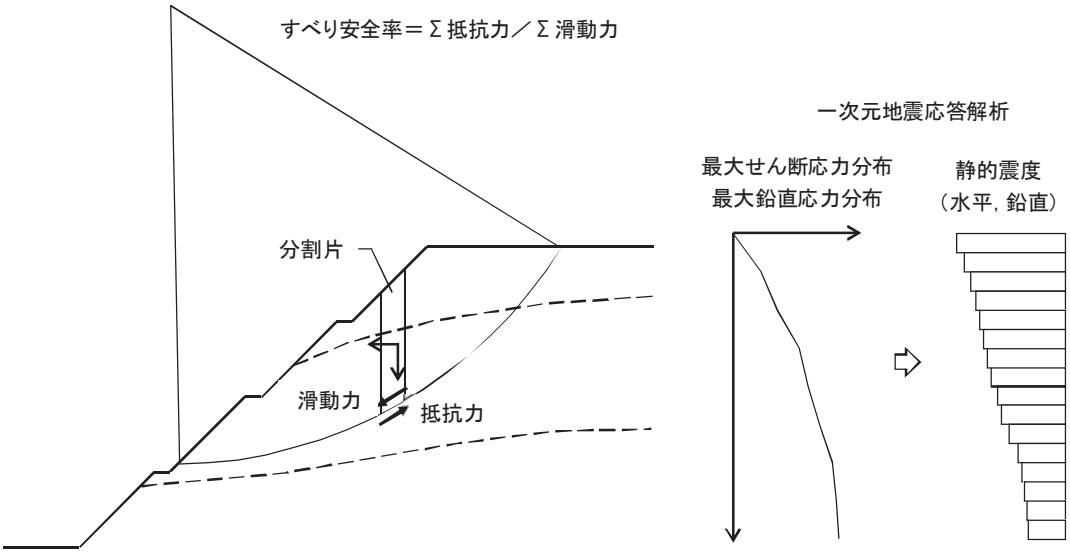
枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(2) 静的震度を用いた分割法による評価

a. 評価方法

道路土工（切土工・斜面安定工指針）に基づき，分割法による安定計算を行い，すべり安全率を算定する（第 47 図）。

各分割片におけるすべり面の抵抗力は，岩級及び岩種の分布状況をもとに各岩種・岩級に応じた強度により算定し，滑動力は土塊重量及び地震時慣性力を考慮して算定する。地震時慣性力は原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601-1987）に基づき，斜面位置での基準地震動 Ss に対する一次元地震応答解析により得られたせん断応力分布と鉛直応力分布をもとに静的震度として考慮する。なお，水平震度と鉛直震度については，保守的に全時刻を通しての最大値を組み合わせる。



第 47 図　静的震度を用いた分割法による安定計算の概要

b. 解析手法の妥当性

周辺斜面の安定性評価については，第 33 図のフローのとおり静的震度を用いた分割法と二次元有限要素法解析とを使い分ける。

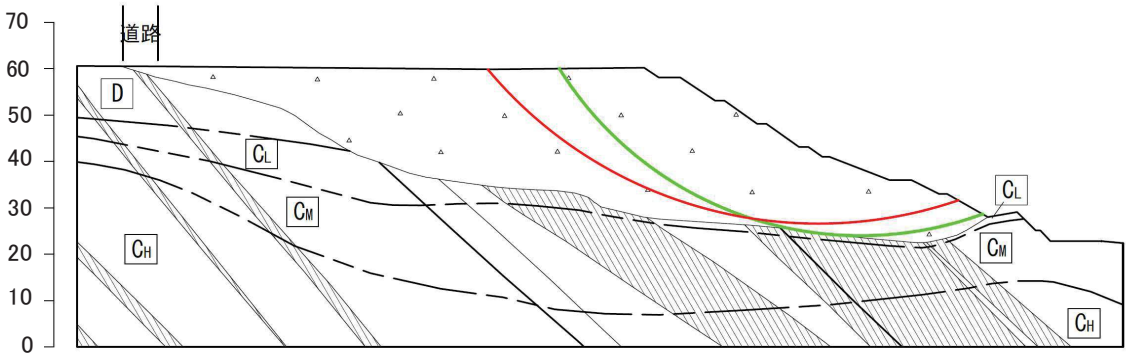
ここでは，静的震度を用いた分割法による安定性評価の妥当性を，斜面Ｂにおける安全率の比較により確認する。

c．評価結果

評価結果を第 48 図に示す。それぞれの評価方法における最小すべり安全率を比較した結果，静的震度を用いた分割法の方が保守的である。以上より，アクセスルートの周辺斜面に対して用いる，静的震度を用いた分割法による評価は，妥当な結果であると考える。

なお，斜面Ｂについては二次元有限要素法による評価により，評価基準値であるすべり安全率 1.0 以上を満足していることから，安定性を確認している。

すべり線	評価方法	最小すべり安全率	基準地震動 Ss
――	静的震度を用いた分割法	0.98	Ss-D1
――	二次元有限要素法	1.09	Ss-D1



第 48 図　最小すべり安全率の比較結果

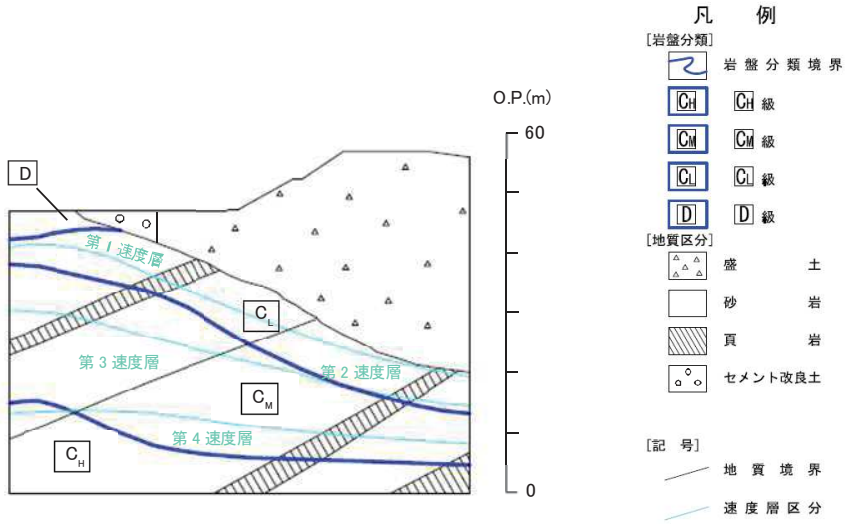
(3) 斜面Ｃの二次元有限要素法解析による評価

斜面Ｃは静的震度を用いた分割法による評価により，すべり安全率 1.0 以上を確保しているものの，裕度が小さい（Fs=1.09）ことから，より精緻な二次元有限要素法解析による安定性評価を実施する。

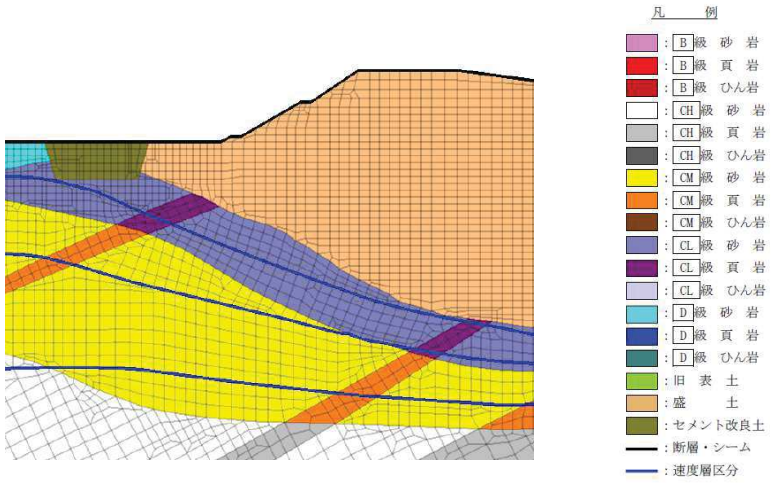
a. 評価方法

基準地震動 Ss に基づく二次元有限要素法解析を実施し，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。地質断面図を第 49 図に，解析メッシュ図を第 50 図に示す。

なお，静的解析には解析コード「SOILPLUS STATIC Ver.10.002」を，地震応答解析には解析コード「Super FLUSH Ver.6.1」を，すべり計算には解析コード「SFCALC ver.5.2」を使用する。



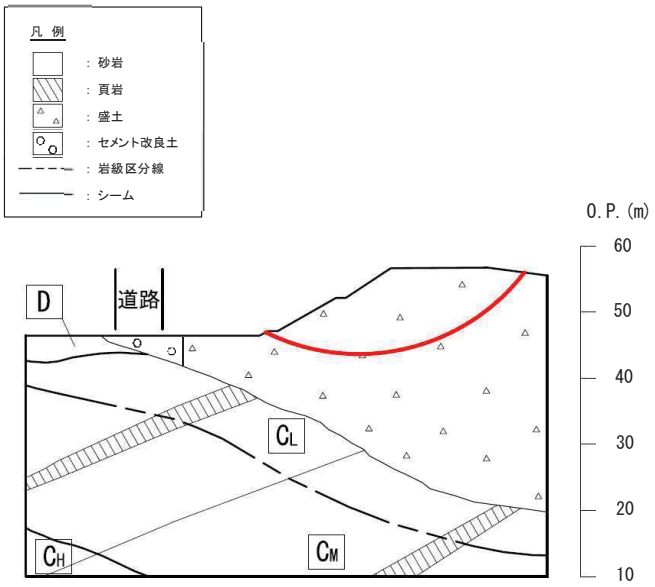
第 49 図　斜面Ｃ　地質断面図



第 50 図　斜面Ｃ　解析メッシュ図

b. 評価結果

斜面Ｃのすべり安定性評価結果を第 51 図に示す。すべり安全率は 1.0 以上であり，斜面の安定性を確認している。



すべり安全率一覧

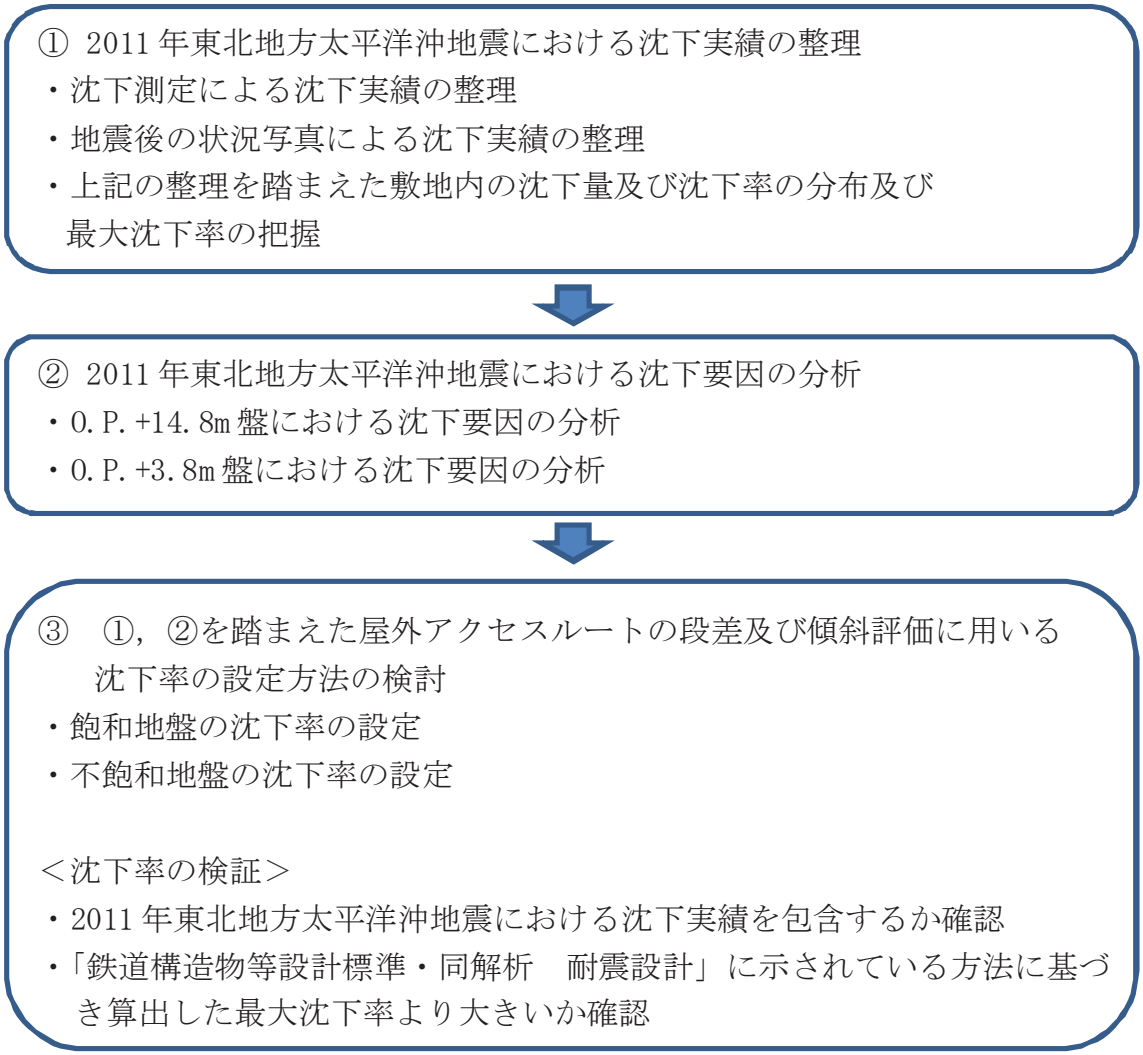
基準地震動 Ss	すべり安全率
Ss-D1	1.3
Ss-D2	1.4
Ss-D3	1.3
Ss-F1	1.4
Ss-F2	1.4
Ss-F3	1.6
Ss-N1	1.3

第 51 図　すべり安定性評価結果

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

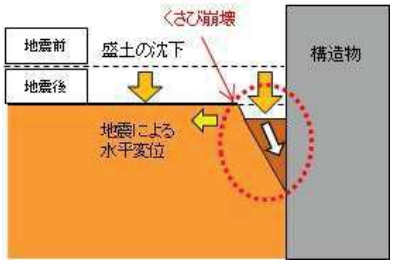
(1) 沈下測定による沈下実績

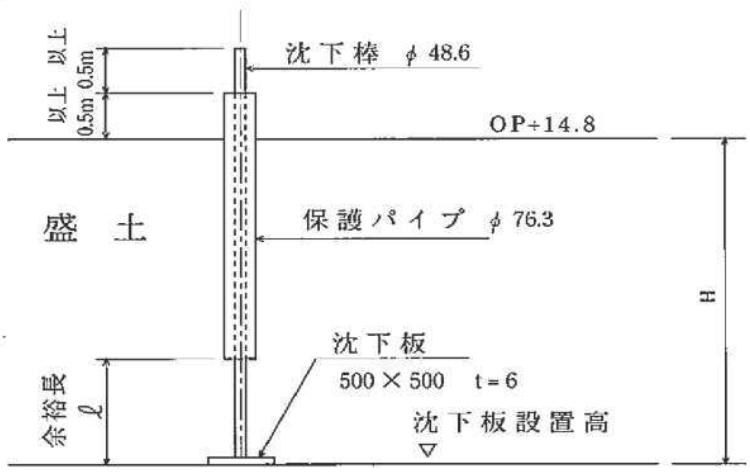
建屋や地上構造物近傍では，地震時にくさび崩壊※に伴う沈下が発生することが想定され，建屋等に接続されている非岩着のトレンチ等が沈下することで被害が生じる可能性がある。このような被害の状況を事前に把握するため，建屋や地上構造物近傍に沈下棒を設置し，沈下測定を実施している。

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。

※ 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	**0.87%**

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

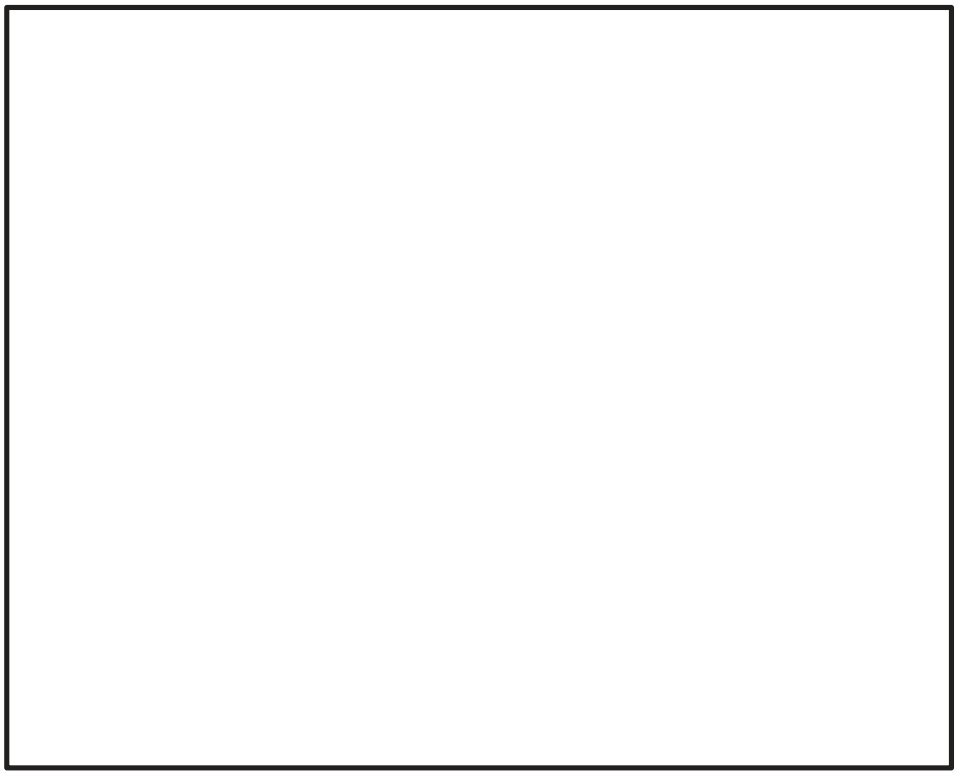
枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(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

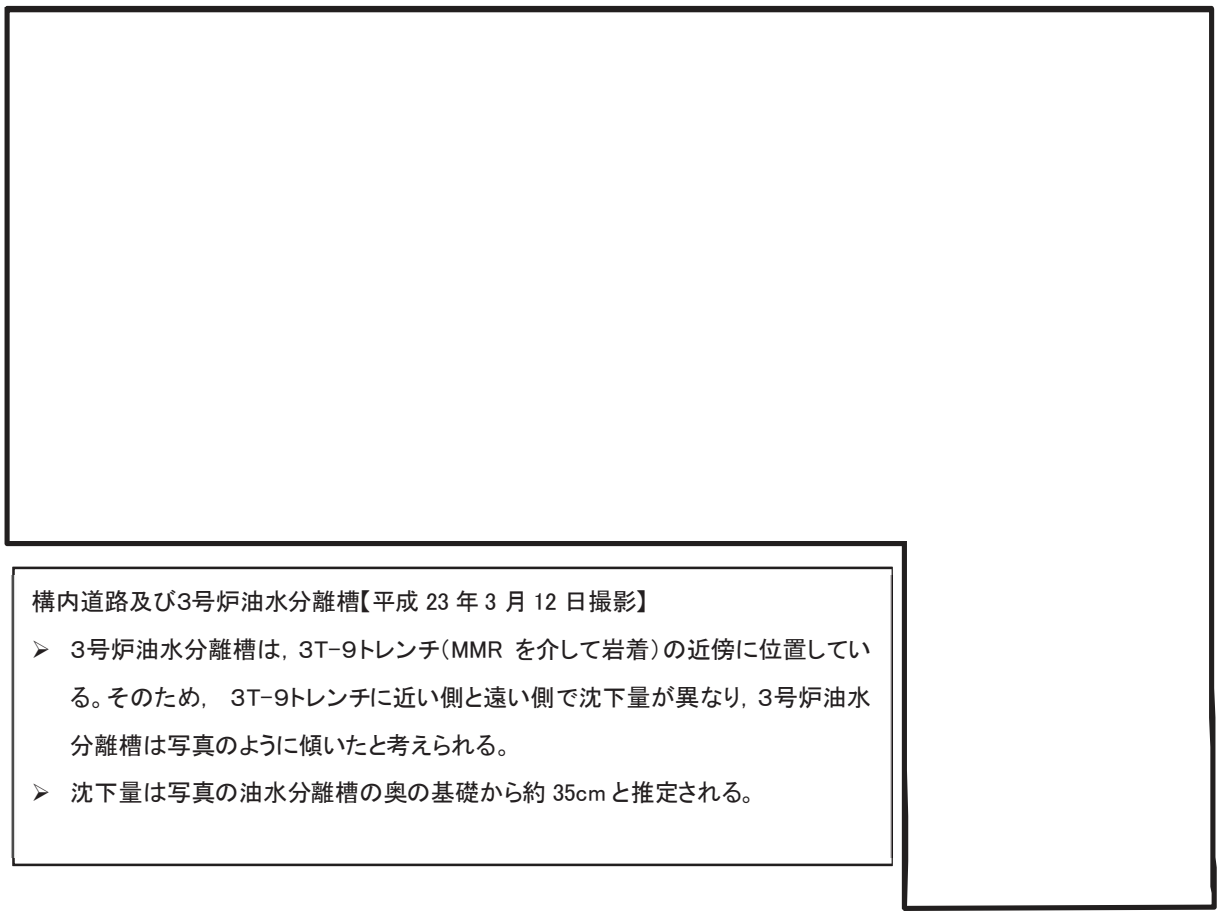
2011 年東北地方太平洋沖地震後に顕著な沈下が確認された箇所は第 4 図に示す 7 箇所であった。各沈下の状況の詳細を第 5 図～第 9 図に示す。

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

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

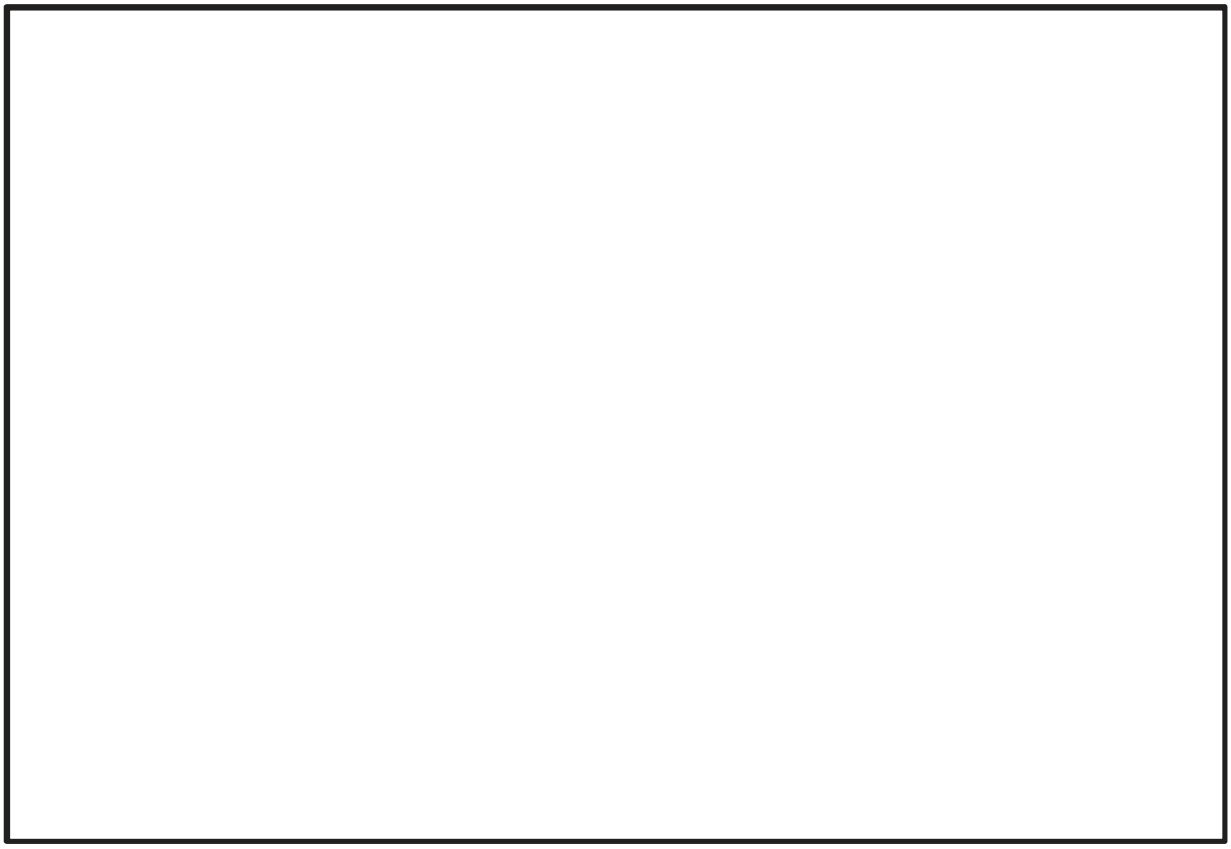


構内道路及び3号炉油水分離槽【平成 23 年 3 月 12 日撮影】

- 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）

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

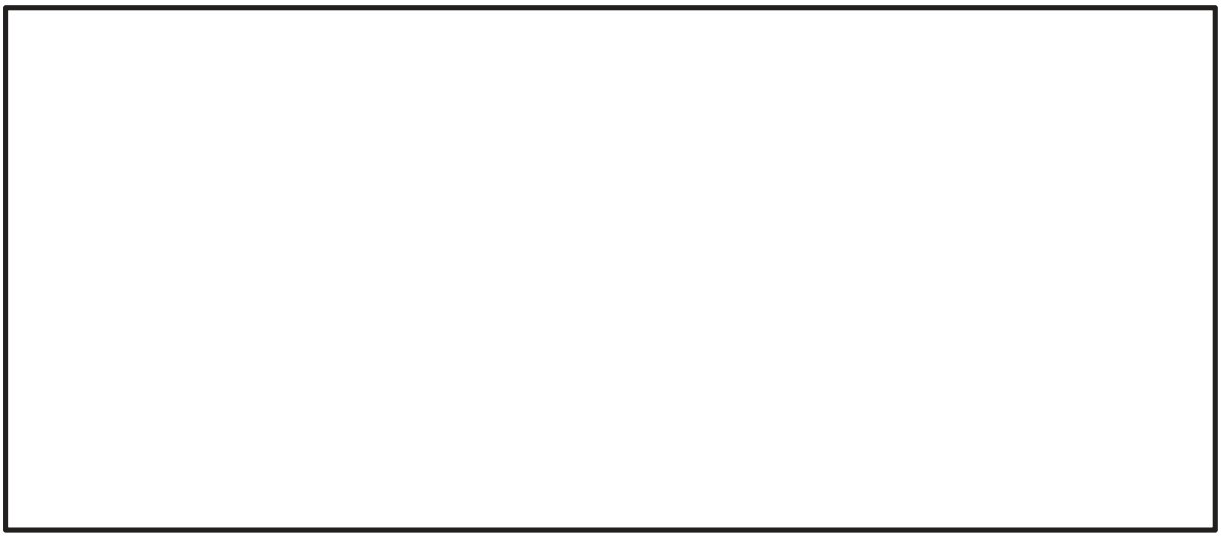


3号炉泡消火設備基礎【平成 23 年 3 月 20 日撮影】

- 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Ⓑ）。
- 写真Ⓑでは基礎に敷設されている配管が3号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Ⓑ’）
- 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。

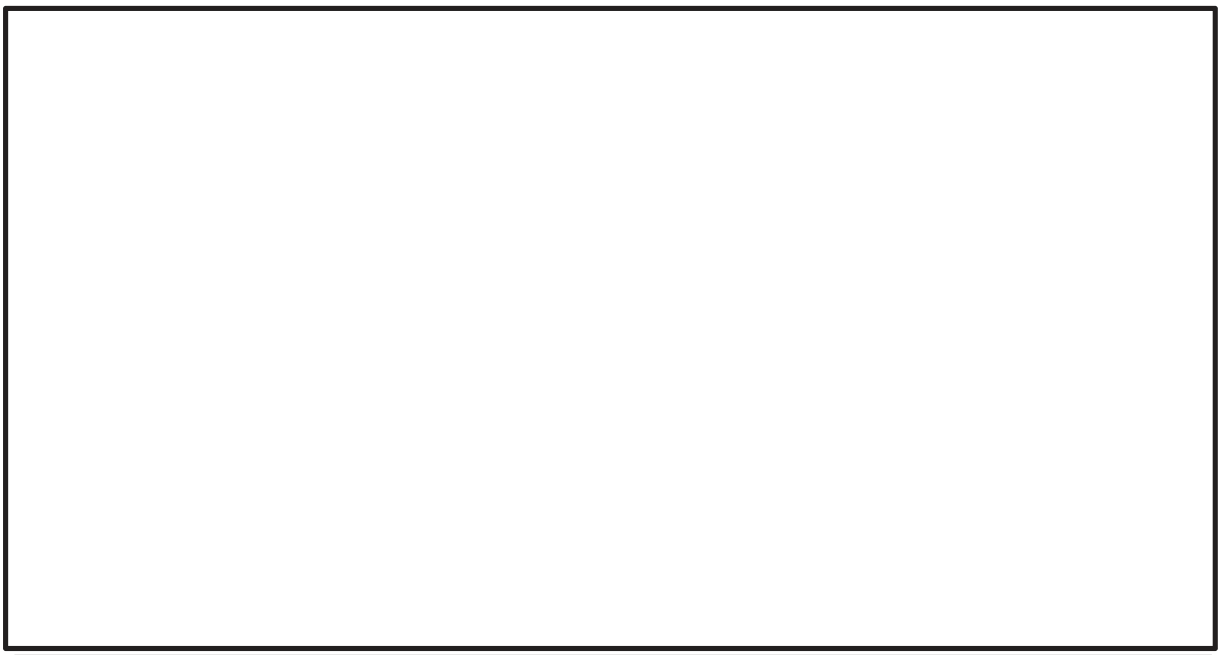
第 6 図　2011 年東北地方太平洋沖地震における沈下発生状況（２／５）

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



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。

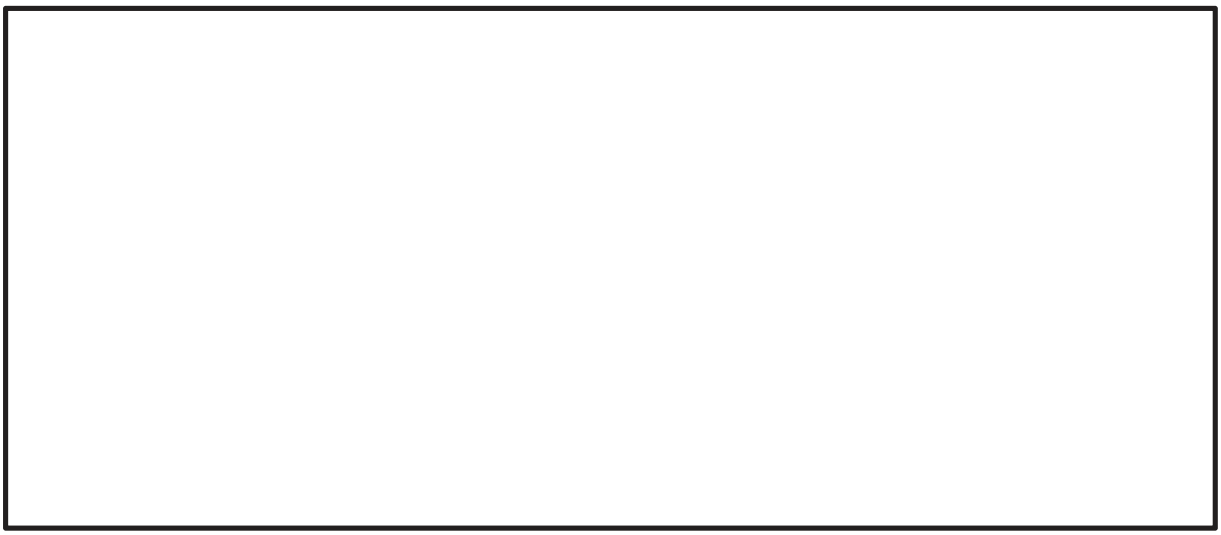


構内道路【平成 23 年 3 月 12 日撮影】（2号炉海水ポンプ室付近から1号炉海水ポンプ室方向を撮影）

- 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。

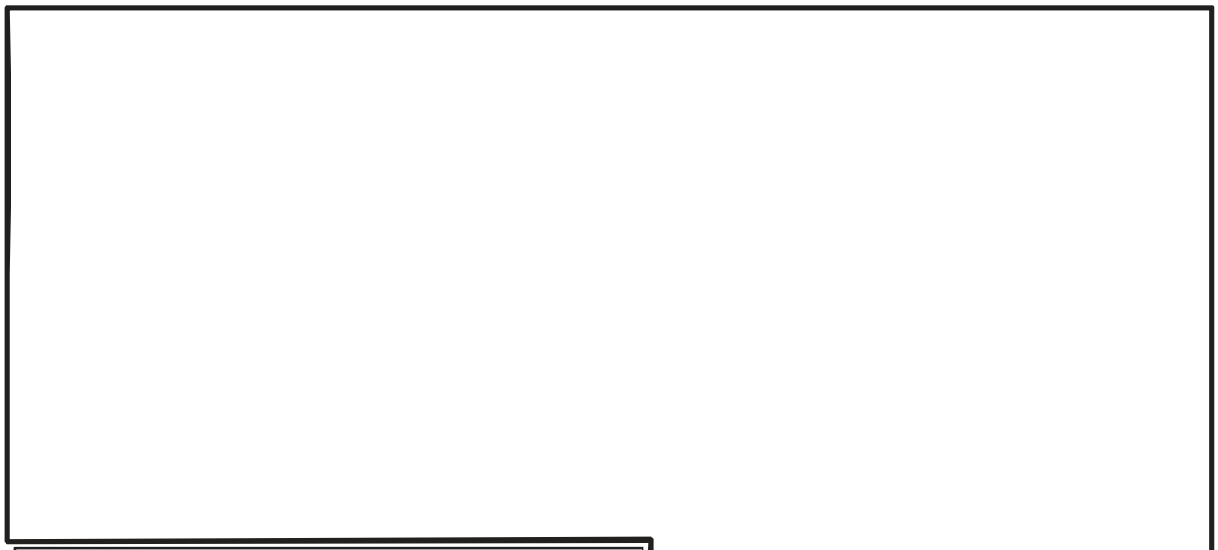
第 7 図　2011 年東北地方太平洋沖地震における沈下発生状況（３／５）

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



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。



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。

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。

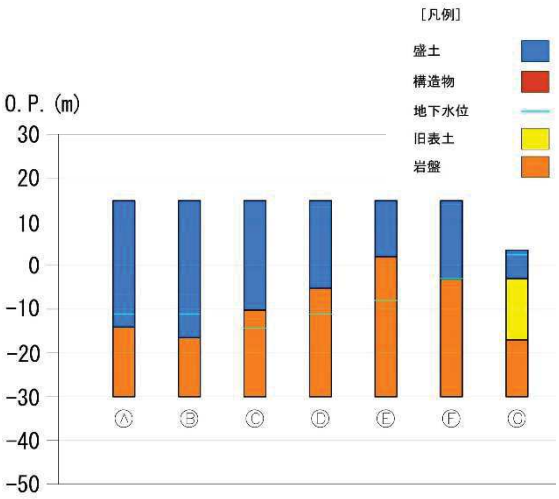
2号炉取水口付近【平成 23 年 3 月 15 日撮影】

- 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し土（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
Ⓐ	約 35cm	1.21%
Ⓑ	約 40cm	1.28%
Ⓒ	約 15cm	0.60%
Ⓓ	約 15cm	0.75%
Ⓔ	約 10cm	0.78%
Ⓕ	約 15cm	0.84%
Ⓖ	約 20cm	0.87%



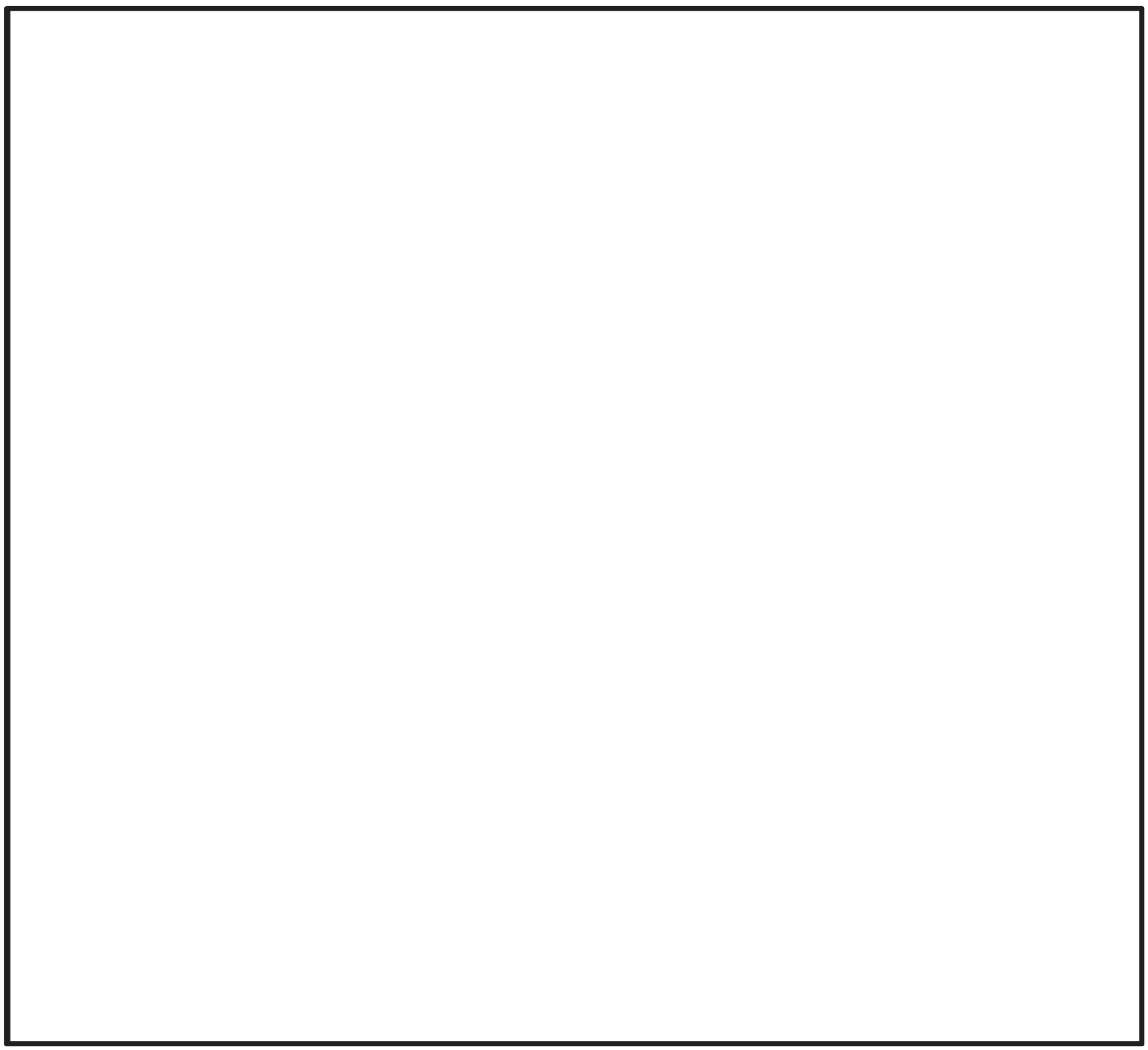
枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

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。

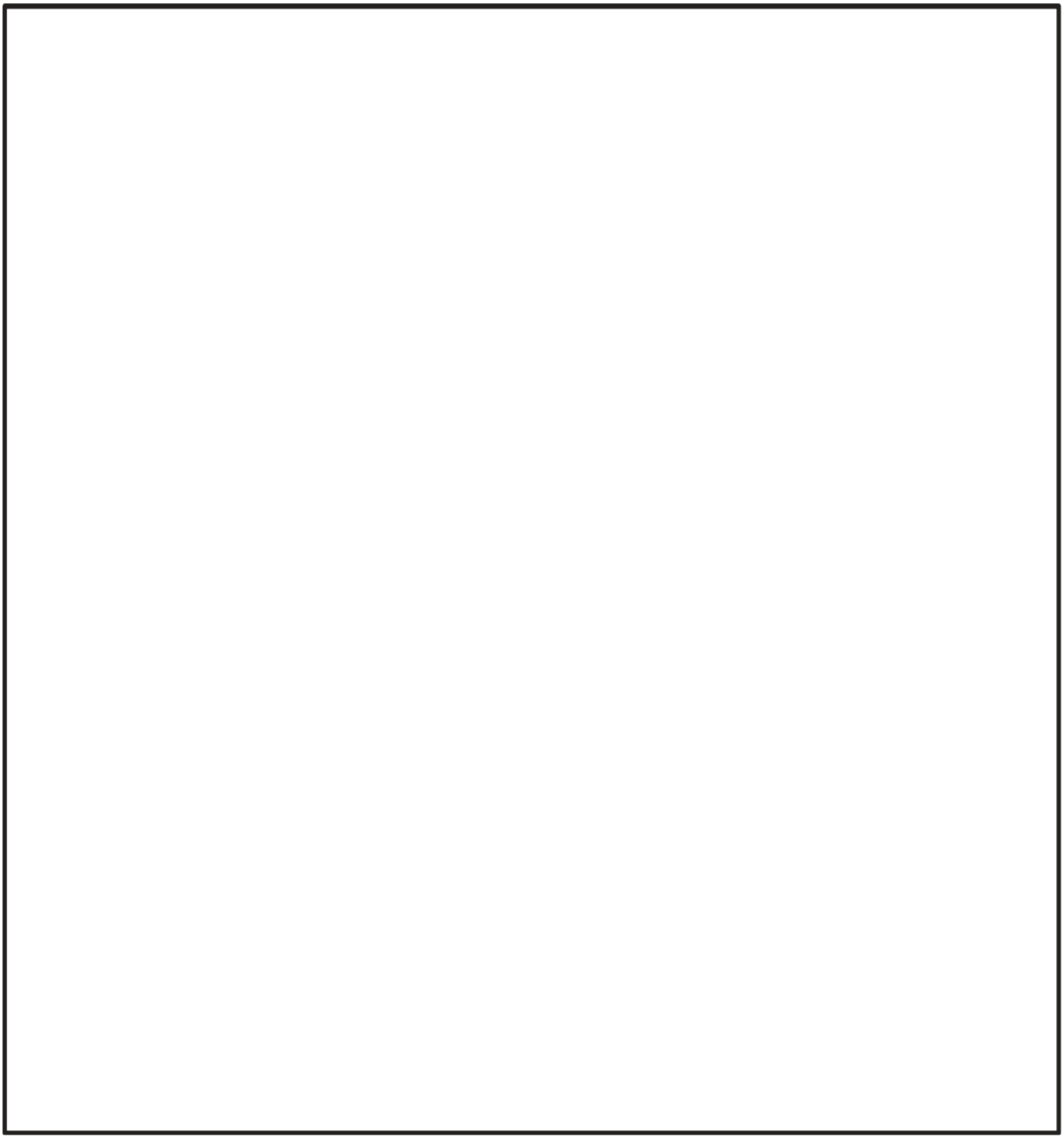
第 10 図に示す写真Ａ及びＢは１号炉と３号炉に挟まれているエリアであり，構内道路や緑地帯には大きな変状は確認されず，車両の通行に支障を及ぼすことはなかった。

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。



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）

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

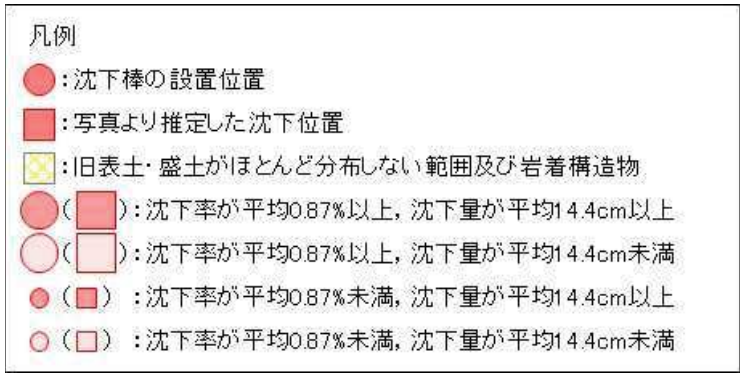
(3) 2011 年東北地方太平洋沖地震による沈下量及び沈下率の分布について

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。



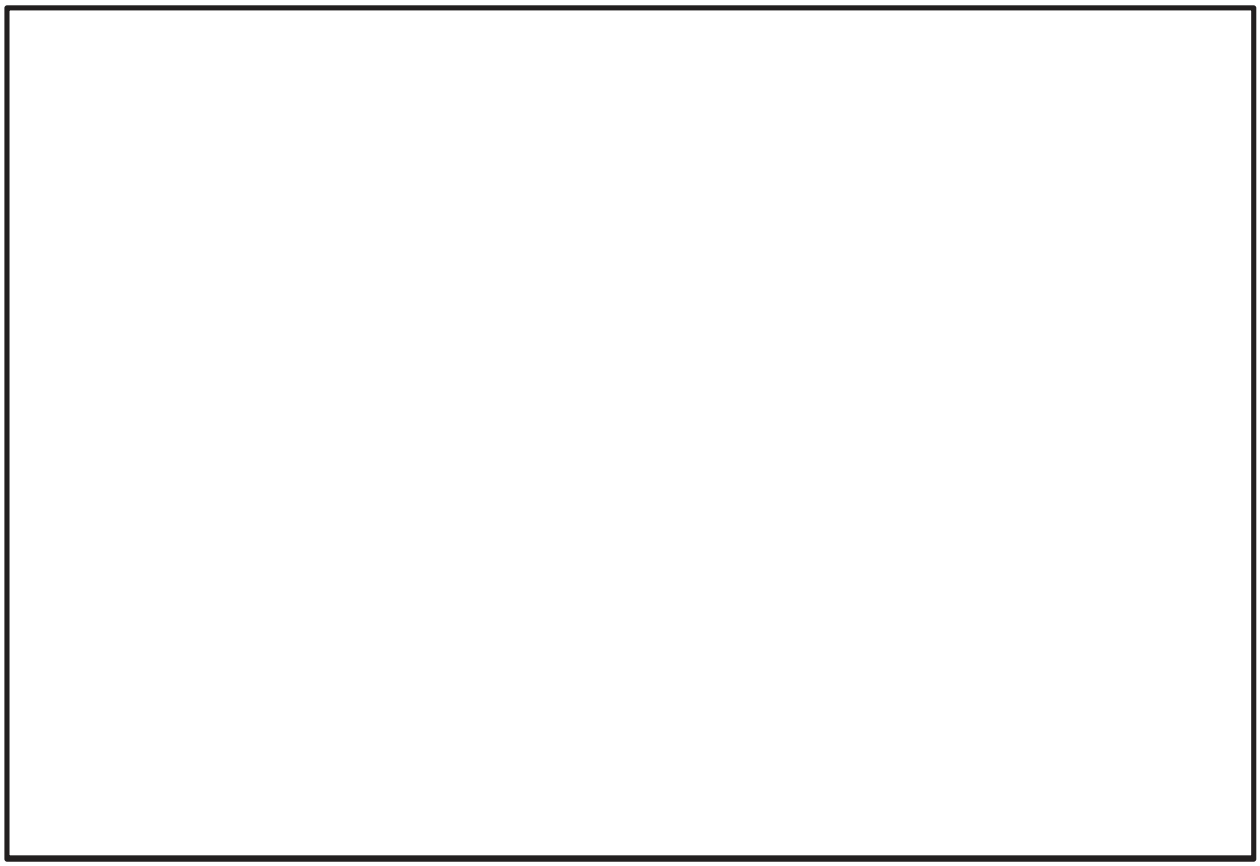


測定箇所	沈下量 (cm)	沈下率 (%)
No.1	15.0	0.93
No.2	18.0	0.93
No.3	4.3	0.18
No.4	9.3	0.79
No.5	11.5	1.00
No.6	8.8	0.50
No.7	30.1	1.18
No.8	20.9	1.21
No.9	15.7	0.76
No.10	14.9	1.02
No.11	10.8	0.84
No.12	7.1	1.15
No.13	19.8	0.82
平均(No.1～13)	14.4	0.87
Ⓐ※1	約35	1.21
Ⓑ※1	約40	1.28
Ⓒ※1	約15	0.60
Ⓓ※1	約15	0.75
Ⓔ※1	約10	0.78
Ⓕ※1	約15	0.84
Ⓖ※1	約20	0.87

※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

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



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

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

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

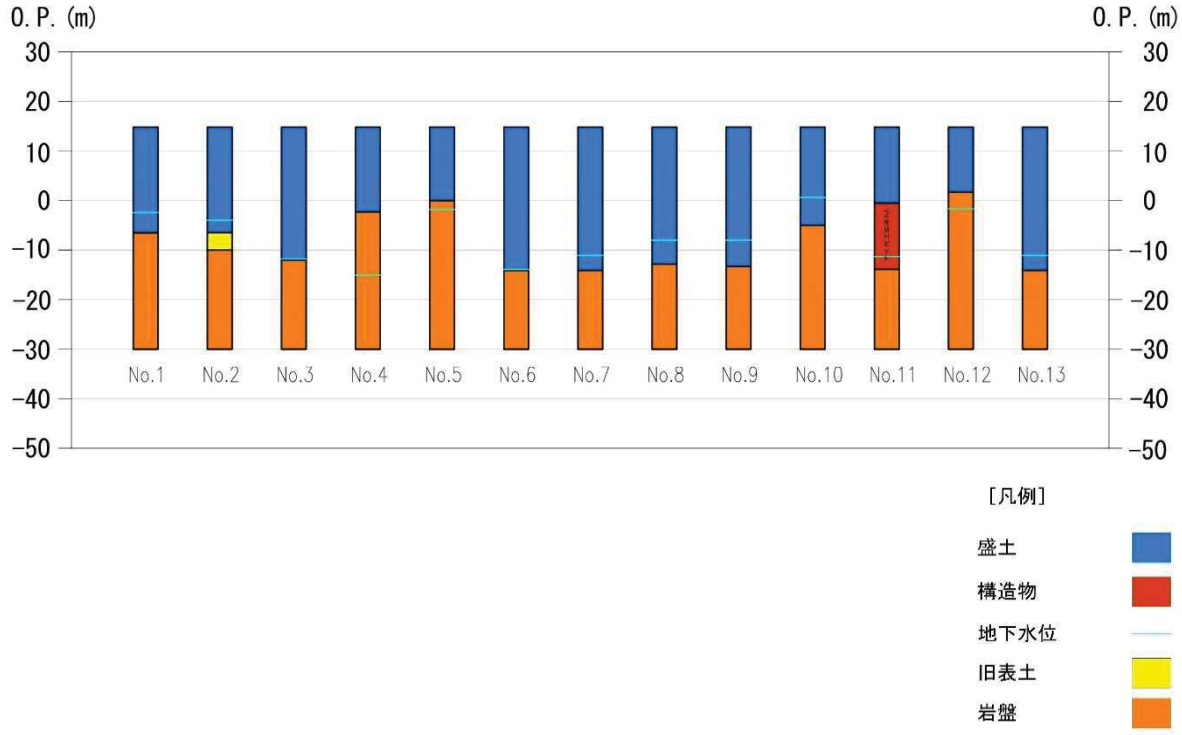
（1）沈下測定箇所（0.P.+14.8m 盤）の沈下要因

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(0.P.-8.6m)の地震波から表層の影響を除去したはぎとり波とし，地震応答解析の解析コードは「microSHAKE/3D ver.2.3」とする。

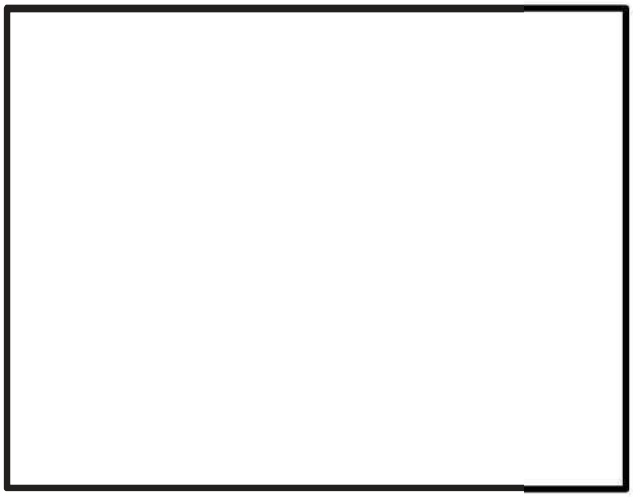
解析の結果を第 16 図に示す。地下水位以深の飽和地盤の液状化に対する抵抗率（F_L）は 1.0 を上回っており，液状化はしていなかったと考えられる。よって，沈下測定箇所（0.P.+14.8m 盤）の沈下の要因は，不飽和地盤の揺すり込み沈下であると判断される。

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

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



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）

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(2) 0.P.+3.5m 盤の沈下要因

0.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 0.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，0.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(0.P.-8.6m)の地震波から表層の影響を除去したはぎとり波とし，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，0.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。

0.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。

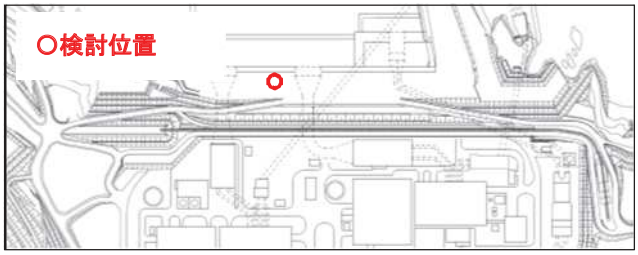


表-8.2.1　土質定数の低減係数 D_E

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			
		$R \leqq 0.3$		$0.3 < R$	
		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
$F_L \leqq 1/3$	$0 \leqq x \leqq 10$	1/6	0	1/3	1/6
	$10 < x \leqq 20$	2/3	1/3	2/3	1/3
$1/3 < F_L \leqq 2/3$	$0 \leqq x \leqq 10$	2/3	1/3	1	2/3
	$10 < x \leqq 20$	1	2/3	1	2/3
$2/3 < F_L \leqq 1$	$0 \leqq x \leqq 10$	1	2/3	1	1
	$10 < x \leqq 20$	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　0.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

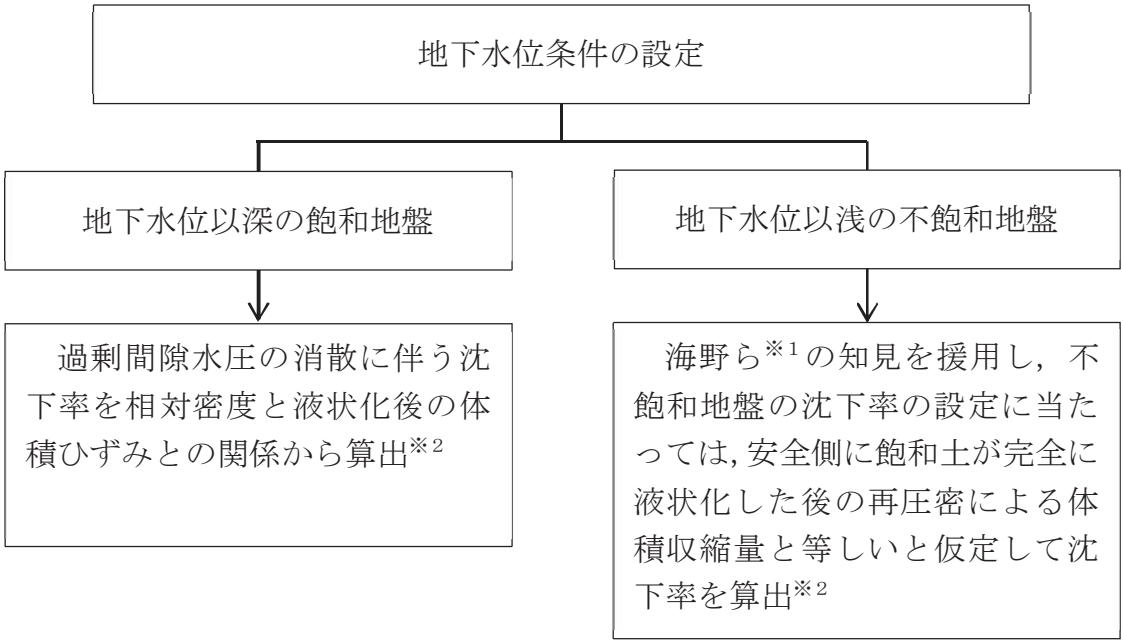
前項での沈下要因の分析の結果，2011 年東北地方太平洋沖地震における沈下測定箇所（0.P.+14.8m 盤）の沈下要因は揺すり込み沈下を主とし，沈下の状況写真から顕著ではないが，建屋や地上構造物近傍での計測であることからくさび崩壊の影響を含む可能性がある。

0.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 Ss 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。

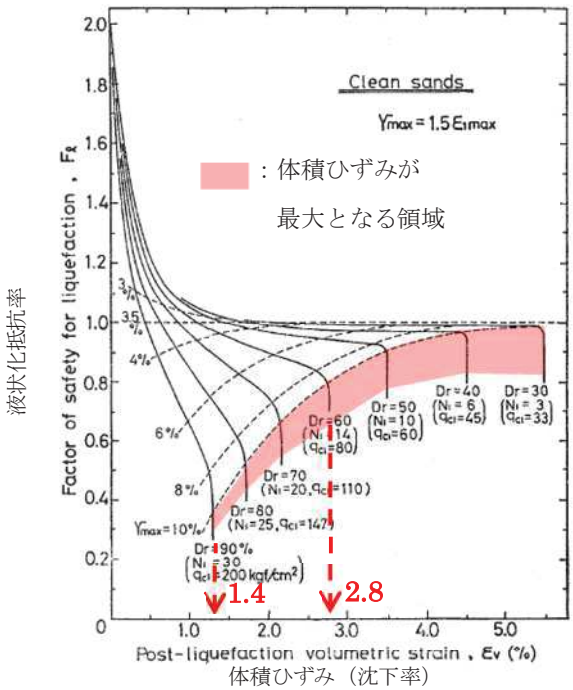
盛土の相対密度の調査位置及び調査結果を第 20 図及び第 2 表に示す。調査結果から沈下率の算出に用いる盛土の相対密度は保守的に 90%とする。

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。

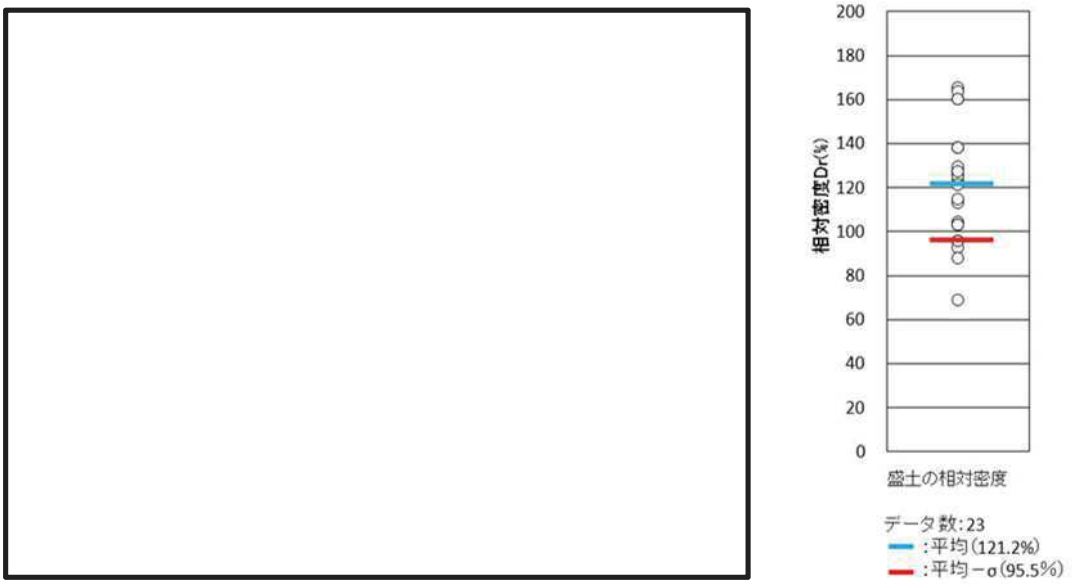
体積ひずみと液状化抵抗率の関係において，体積ひずみが最大となっている領域の飽和土は，完全に液状化した後の再圧密によって，粒子が再配列され間隙が最も小さくなった状態を示しており，地震時のせん断ひずみ履歴による体積圧縮の最大値を示していると考えられる。飽和地盤の沈下率は，液状化判定によらずこの完全に液状化した状態を想定し，盛土は 1.4%，旧表土は 2.8%とする。

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。

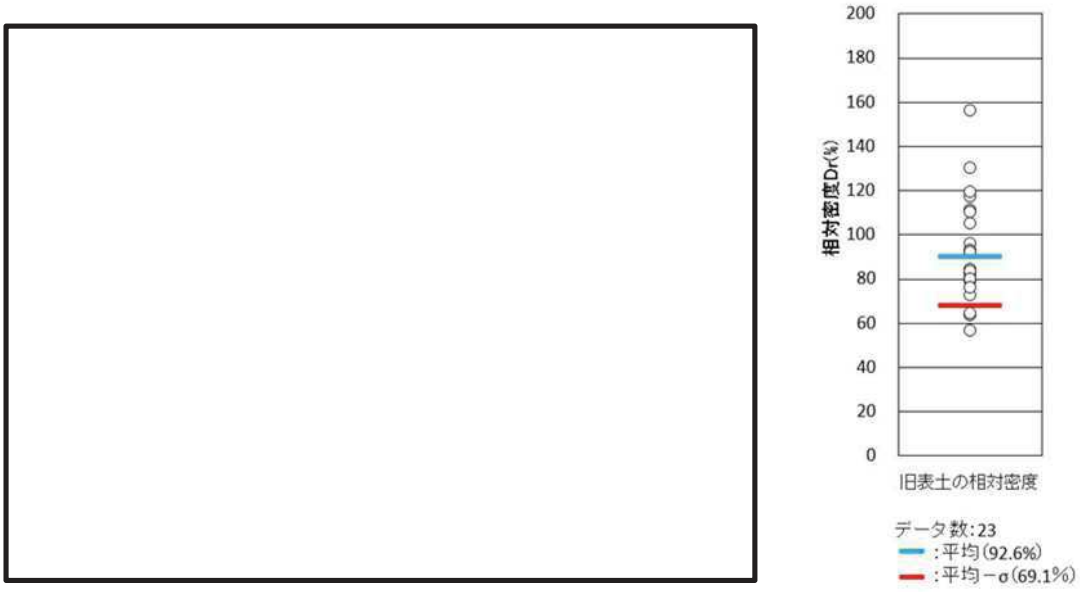
※ 石原ら：Evaluation Of Settlements In Sand Deposits Following Liquefaction During Earthquakes（平成4年　Soils and Foundations Vol.32 ）



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-1σ
盛土	121.2	95.5
旧表土	92.6	69.1

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(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※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Ss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た。

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。

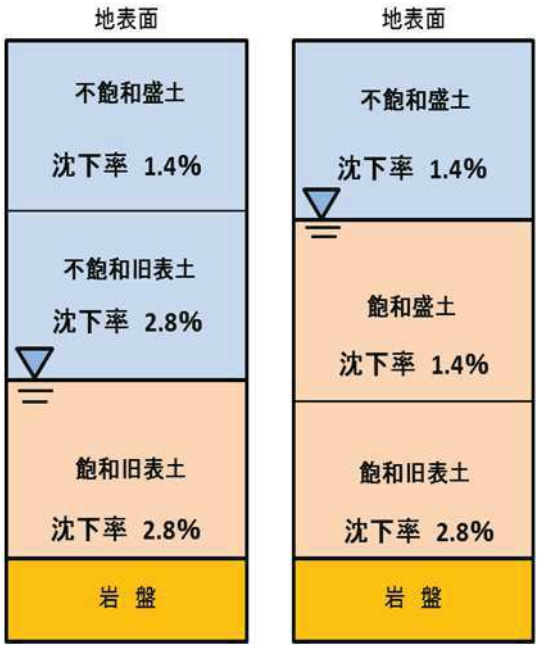
※ 海野ら：同一繰返しせん断履歴における乾燥砂と飽和砂の体積収縮量の関係
（平成18年　土木学会論文集C Vol.62 ）

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） 地盤の揺り込み沈下量（S_g）の算定法

地盤の揺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，$G\sim\gamma$ 曲線から劣化した G_{aft} を求める．ここで $G\sim\gamma$ 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[3] 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．

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

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
σ_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

$$Sg=\int_0^H\left(\frac{1}{Eaft(z)}-\frac{1}{Ebef(z)}\right)\sigma v(z)dz$$

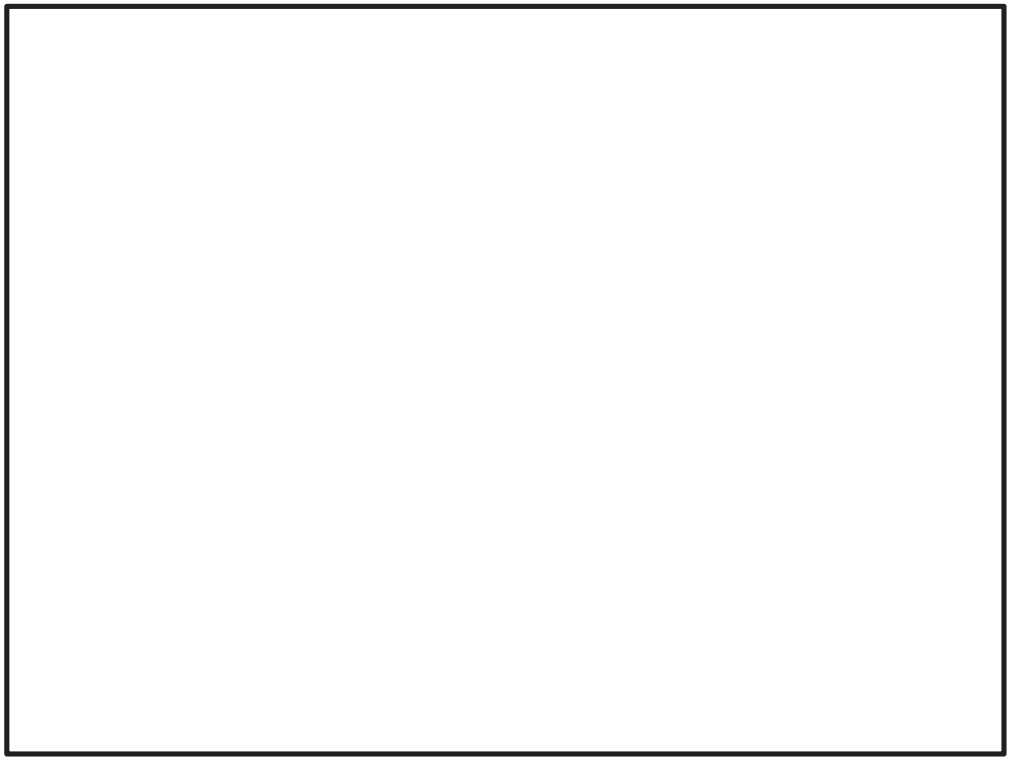
沈下率＝揺すり込み沈下量（Sg）／不飽和地盤の層厚

ここで，
Sg：揺すり込み沈下量（mm）
H：盛土上面から基盤面までの距離（mm）
z：盛土上面から深度方向の距離（mm）
σv：鉛直応力（N/mm²）
Ebef：地震前の変形係数（N/mm²）
Eaft：地震後の変形係数（N/mm²）

解析を実施する箇所の選定については，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。

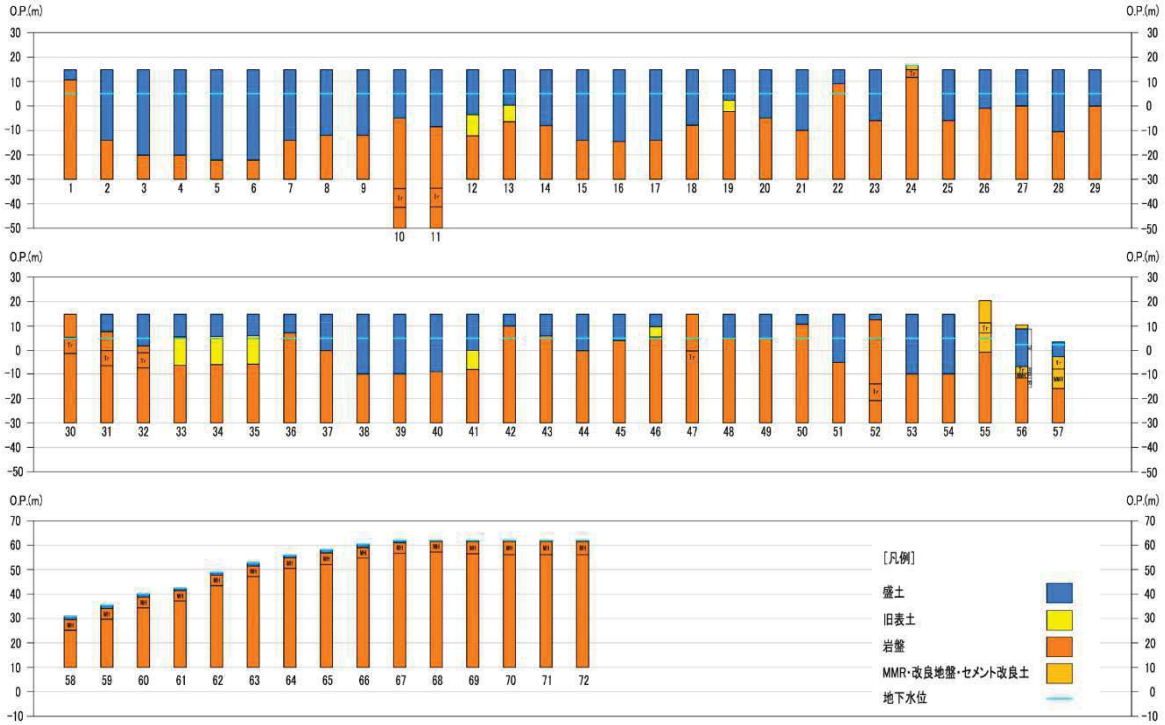
上記により選定した評価地点を第 5 図に，それぞれの解析モデルを第 6 図に示す。

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 Ss 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。

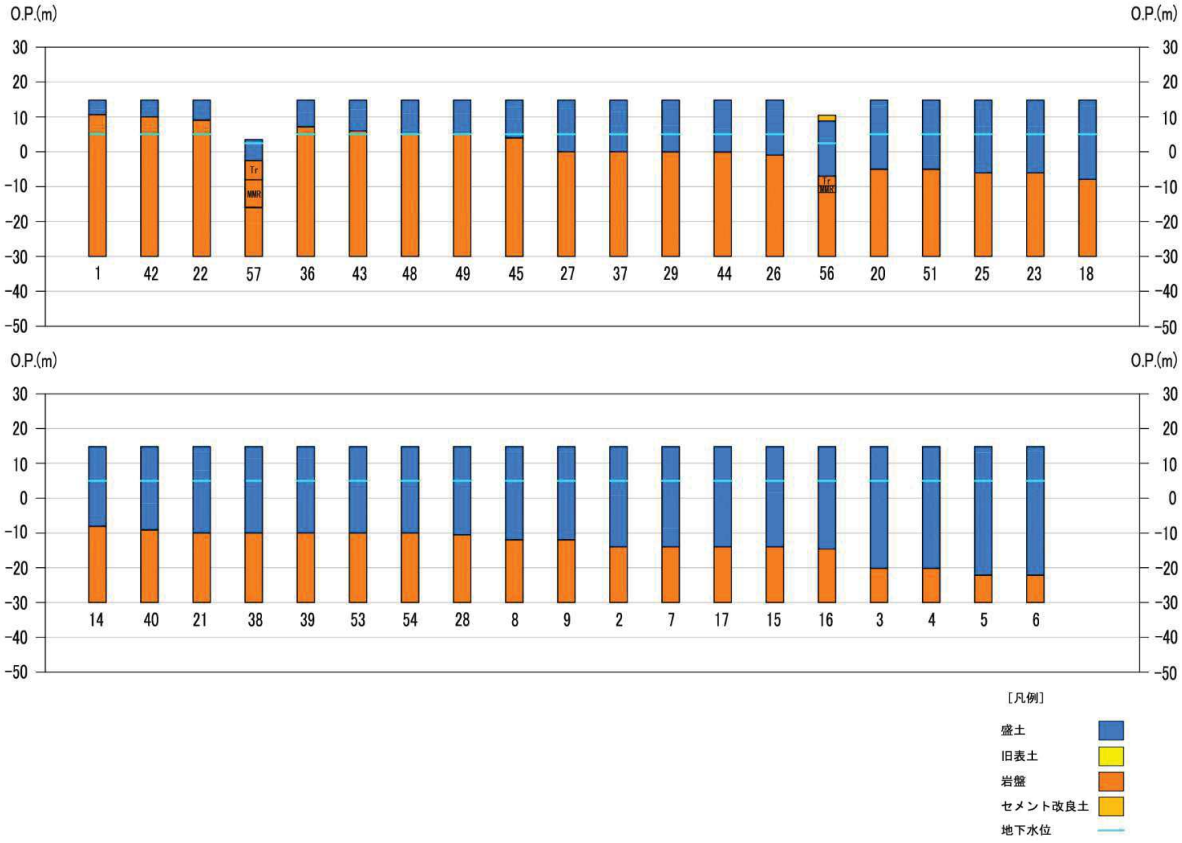


第 1 図　地下構造物と埋戻部との境界部の段差発生想定箇所

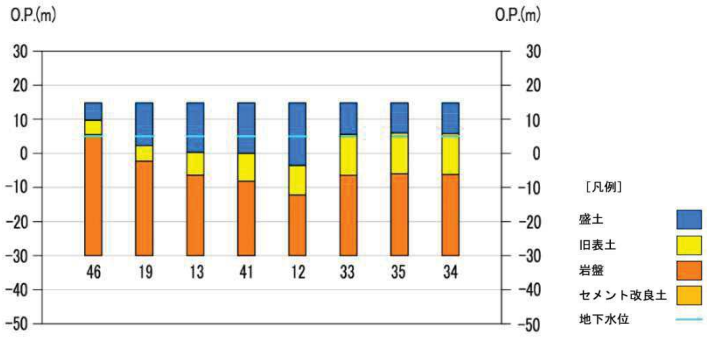
枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



第 2 図　段差発生想定箇所の地質構成



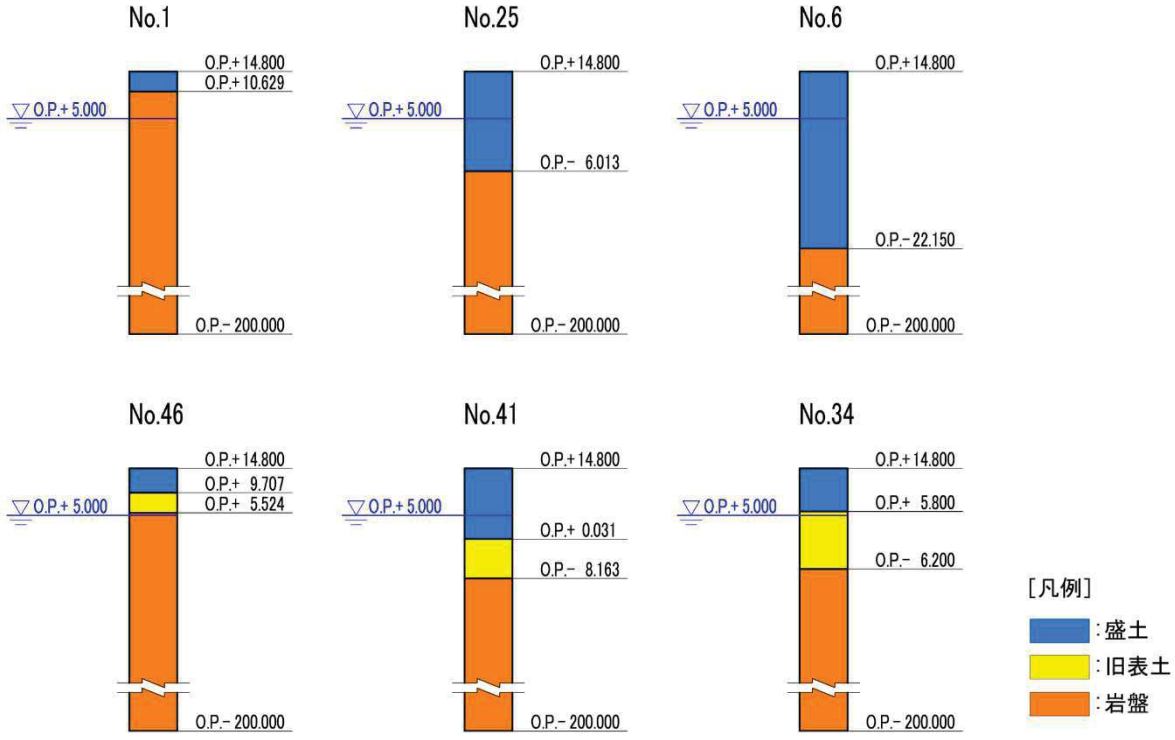
第 3 図　盛土のみの地点の地質構成



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

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



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

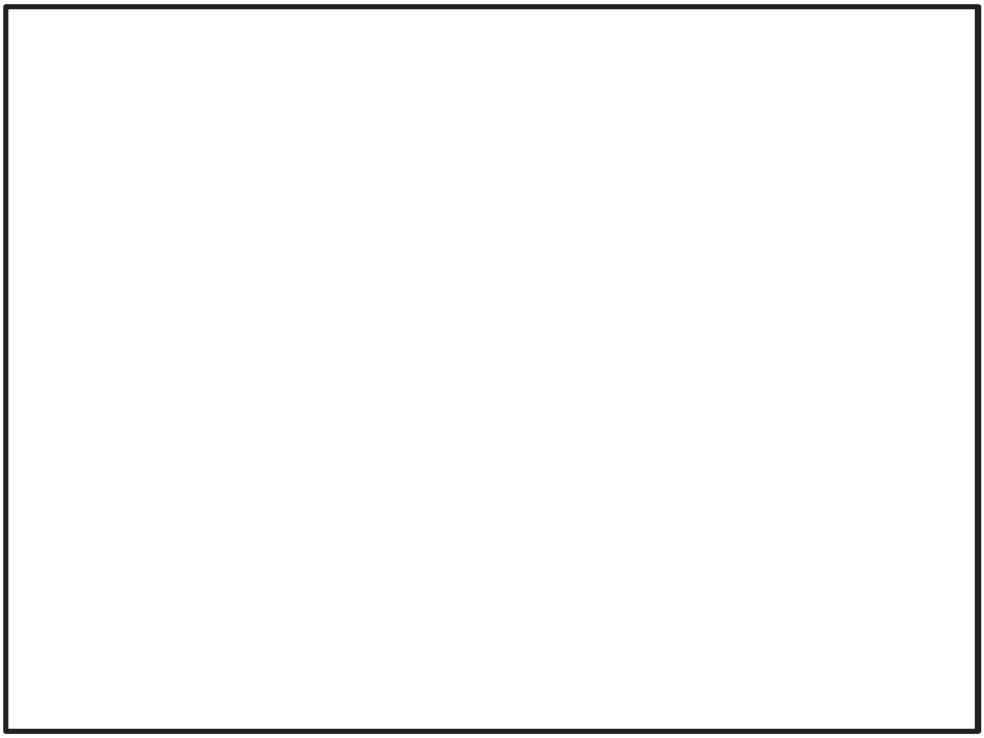
検討箇所		盛土のみの地点			旧表土を含む地点				
		No. 1	No. 25	No. 6	No. 46		No. 41	No. 34	
		盛土	盛土	盛土	盛土	旧表土	盛土	盛土	旧表土
基準地震動 Ss	Ss-D1	0. 12%	0. 20%	0. 17%	0. 15%	0. 20%	0. 21%	0. 21%	0. 20%
	Ss-D2	0. 13%	0. 19%	0. 17%	0. 15%	0. 18%	0. 20%	0. 22%	0. 17%
	Ss-D3	0. 11%	0. 18%	0. 16%	0. 14%	0. 11%	0. 19%	0. 19%	0. 11%
	Ss-F1	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%	**0. 48%**	**0. 24%**	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

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

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。

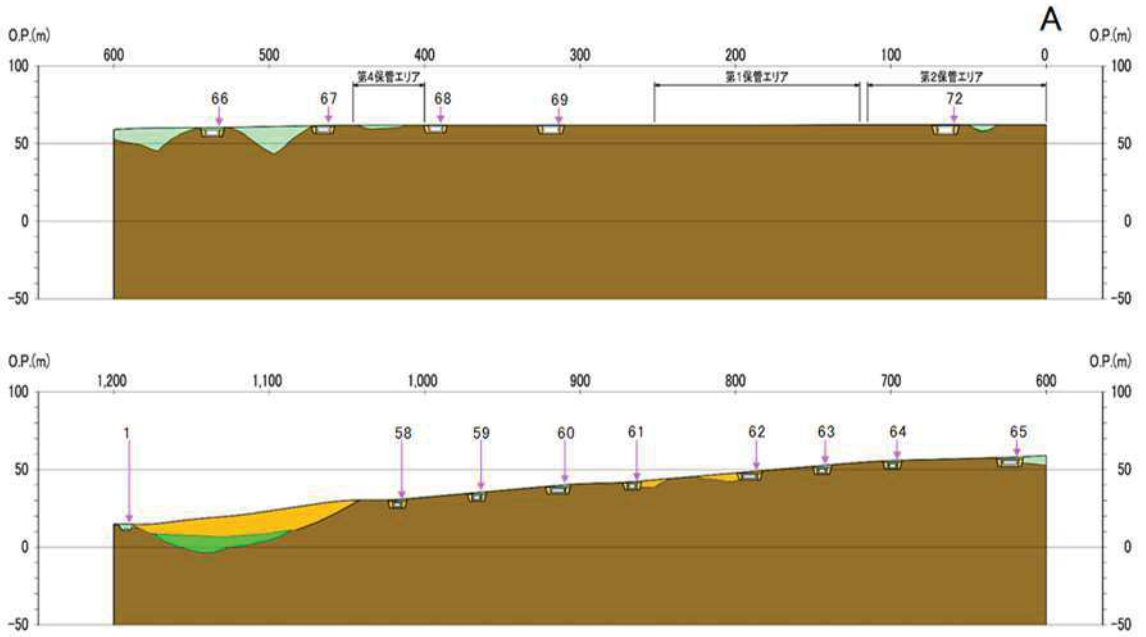
２．ルート２の段差・傾斜の評価

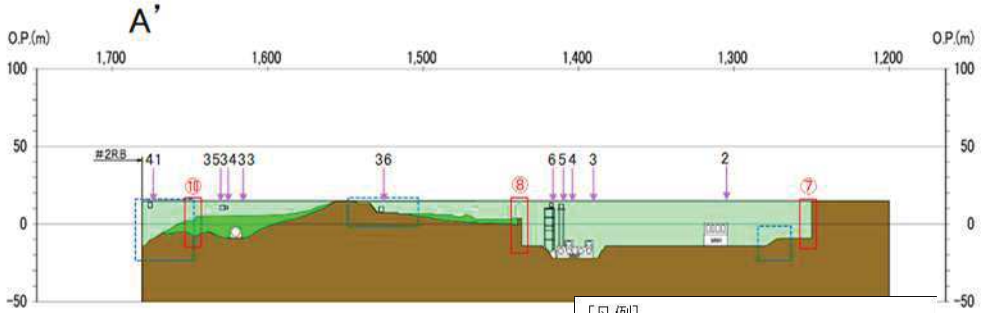
第3図に示すとおり,ルート２における地下構造物と埋戻部との境界部を８箇所，地山を垂直に掘削した箇所を２箇所抽出し，段差評価を実施した。また，地山に勾配を設けて掘削した箇所を５箇所抽出し，傾斜の評価を実施した。

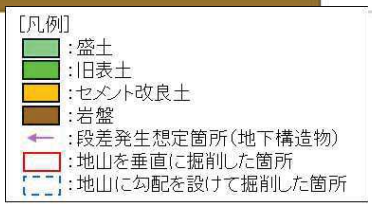
その結果，車両の通行に支障のある段差（15cm 以上）の発生が想定される箇所は地下構造物と埋戻部との境界部において２箇所（No.13，26）であった。地山を垂直に掘削した箇所において１箇所であった。車両の通行に支障のある傾斜（16%以上）が発生する箇所はなかった。

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

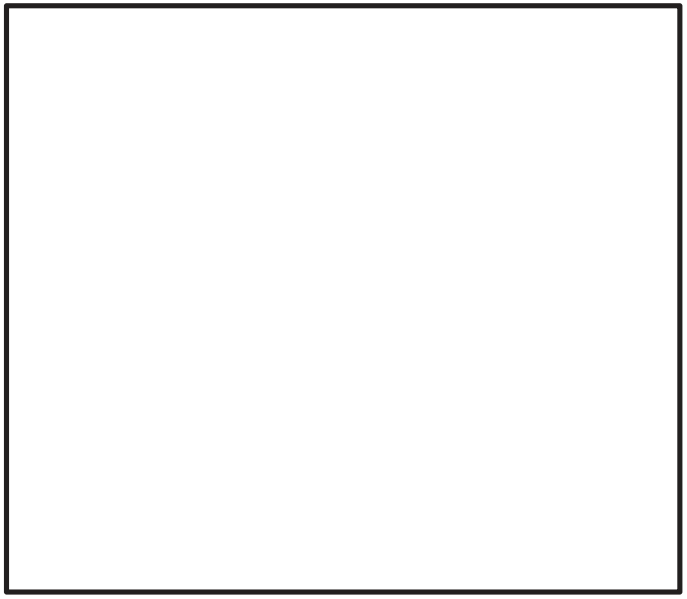
通し番号	名称	車両通行可否 段差15cm未満
1	北側排水路（A部）	○
2	3T-9	
3	3号取水管路（1号）	
4	3号放水管路（2号）	○
5	3T-6	
6	3T-5	
33	2号排気筒連絡ダクト（E部）	○
34	2T-6（A部）	○
35	2T-7（A部）	○
36	3T-1（A部）	○
41	3T-1（C部）	○
58～72	マンホール	○

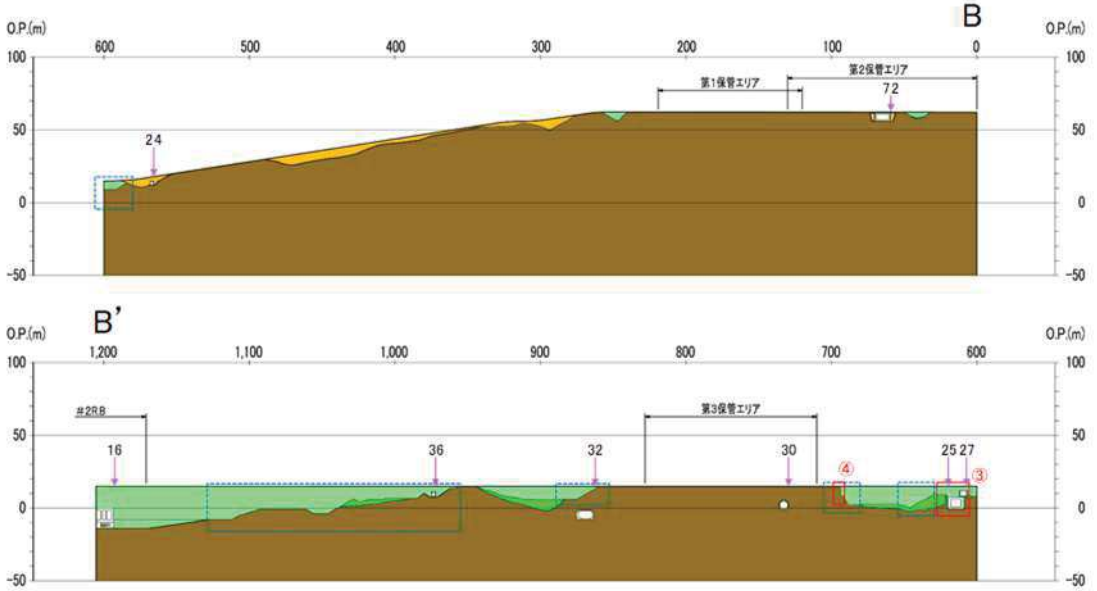
地山を垂直に掘削した箇所の評価結果

通し番号	名称	車両通行可否 段差15cm未満
⑦	3号掘削時土留め北部2	
⑧	3号掘削時土留め南部1	○
⑩	2号掘削時土留め部	○

第２図　地質構造概要図（ルート１）

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。





[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 段差15cm未満
16	2T-10	
24	北側排水路(B部)	○
25	3号排気連絡ダクト(B部)	
27	CVケーブル同道	○
30	2号排気筒連絡ダクト(B部)	○
32	2号排気筒連絡ダクト(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

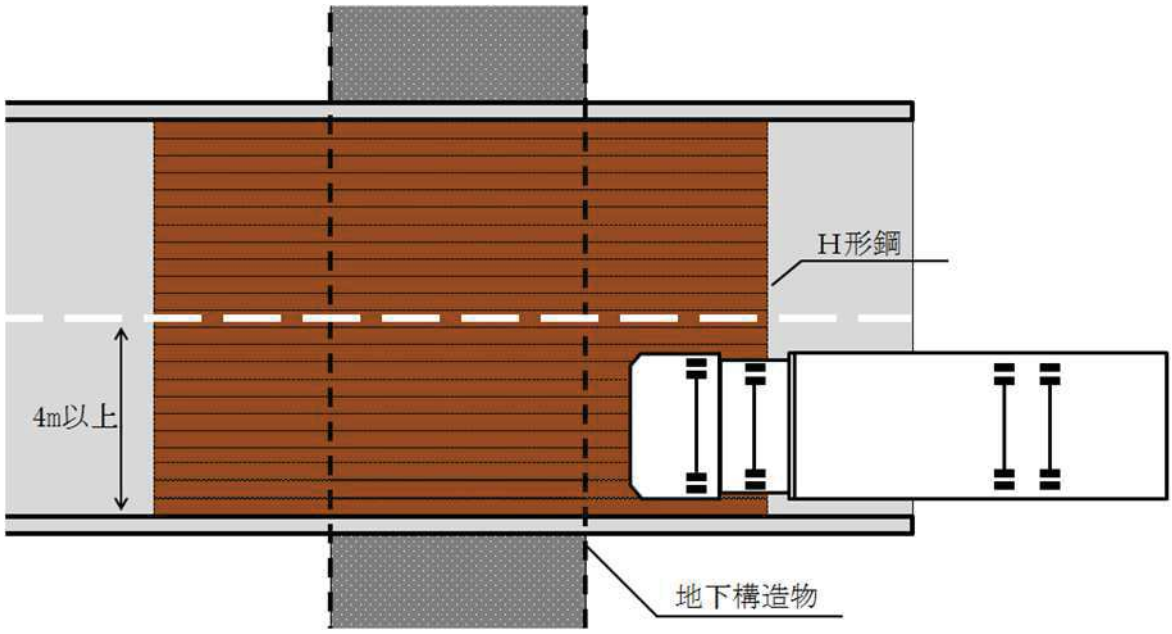
通し番号	名称	車両通行可否 段差15cm未満
③	CVケーブル洞道北部	
④	CVケーブル洞道南部1	○

第3図　地質構造概要図（ルート2）

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

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形鋼のスパン長を設定した。

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※1）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，１ｍ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。

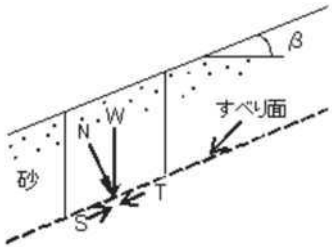
［安息角］



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≦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。

・$W \cdot \sin\beta \leqq W \cdot \cos\beta \cdot \tan\phi$

・$\tan\beta \leqq \tan\phi$

・$\phi \geqq \beta$

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。

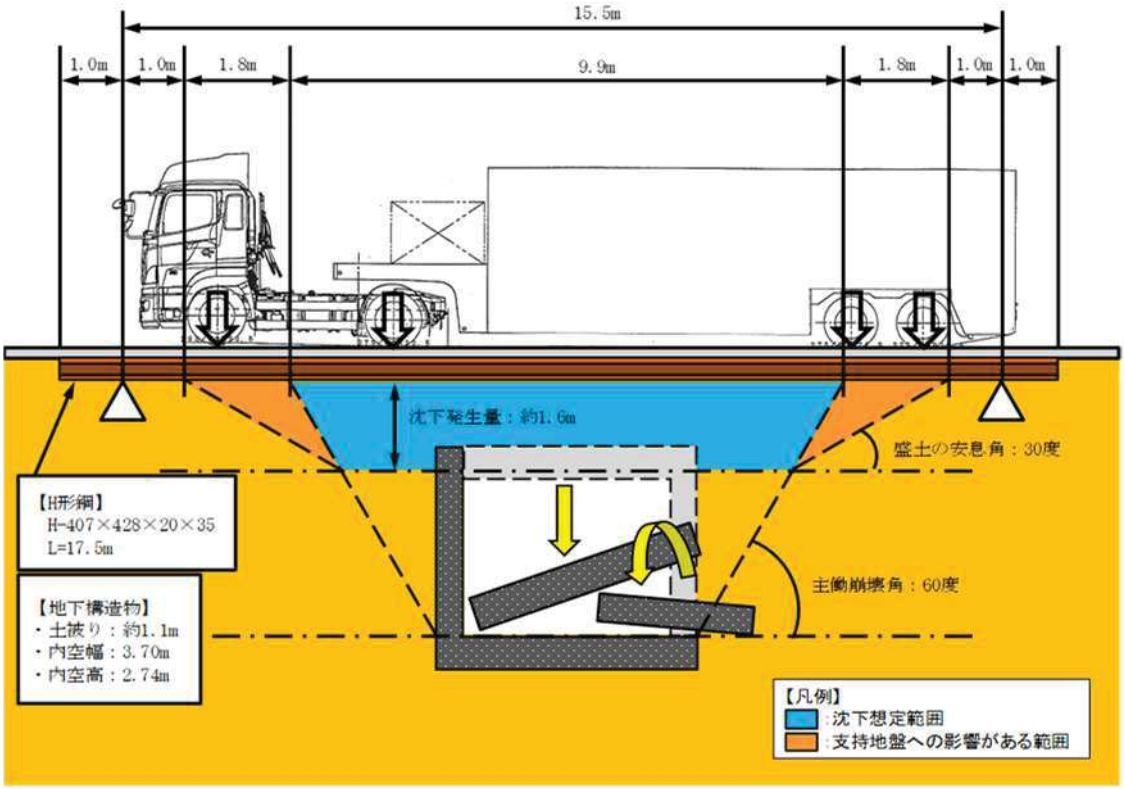
車両重量及び載荷位置を考慮した評価結果を第 1 表に示す。車両の通行により発生する評価値は評価基準値を下回っていることを確認した。

【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 7.82ｔ，後 12.21ｔ

後輪荷重： 前 11.55ｔ，後 11.55ｔ



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^2	140 N/mm^2	○
H形鋼のせん断応力度	29 N/mm^2	80 N/mm^2	○
地盤の最大接地圧	0.5 N/mm^2	0.7 N/mm^2※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。

別紙(18)

消火活動及び事故拡大防止対策等について

１．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) 消防自動車の健全性

消防自動車庫については，基準地震動Ssに対する耐震性を期待せず，第１保管エリアに消防自動車１台を配備することとした。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，散水栓等を使用する。（第1図参照）

第１図　防火水槽等の配置

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(2) 初期消火要員の出動性

初期消火要員のうち消防車による初期消火活動を実施する３名は耐震性が確認されている事務本館（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※1 」である 1.6kW/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※1 」である 1.6kW/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 [kl]	貯槽	受入量[kl]
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φを算出する。

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

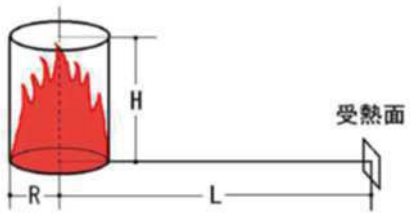
ただし，$\mathrm{m} = \frac{H}{R} \fallingdotseq 3$ ，$\mathrm{n} = \frac{L}{R}$ ，$\mathrm{A} = (1+n)^2 + m^2$ ，$B = (1-n)^2 + m^2$

※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倍とした円筒火災モデルを採用する。

なお，燃焼半径Ｒは次の式から算出する。

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

R ：燃焼半径[m]，S ：防油提面積又は変圧器投影面積[m²]



第２図　円筒火災モデルと受熱面

(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 ϕ 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），ϕ ：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	41×10^3（35×10^3）	メタノール	9.8×10^3（8.4×10^3）
ガソリン・ナフサ	58×10^3（50×10^3）	エタノール	12×10^3（10×10^3）
灯　油	50×10^3（43×10^3）	ＬＮＧ（メタン）	76×10^3（65×10^3）
軽　油	42×10^3（36×10^3）	エチレン	134×10^3（115×10^3）
重　油	23×10^3（20×10^3）	プロパン	74×10^3（64×10^3）
ベンゼン	62×10^3（53×10^3）	プロピレン	73×10^3（53×10^3）
ｎ－ヘキサン	85×10^3（73×10^3）	ｎ－ブタン	83×10^3（71×10^3）

（単位はW/m^2，かっこ内はkcal/m^2･h）

(3) 離隔距離と放射熱強度の関係

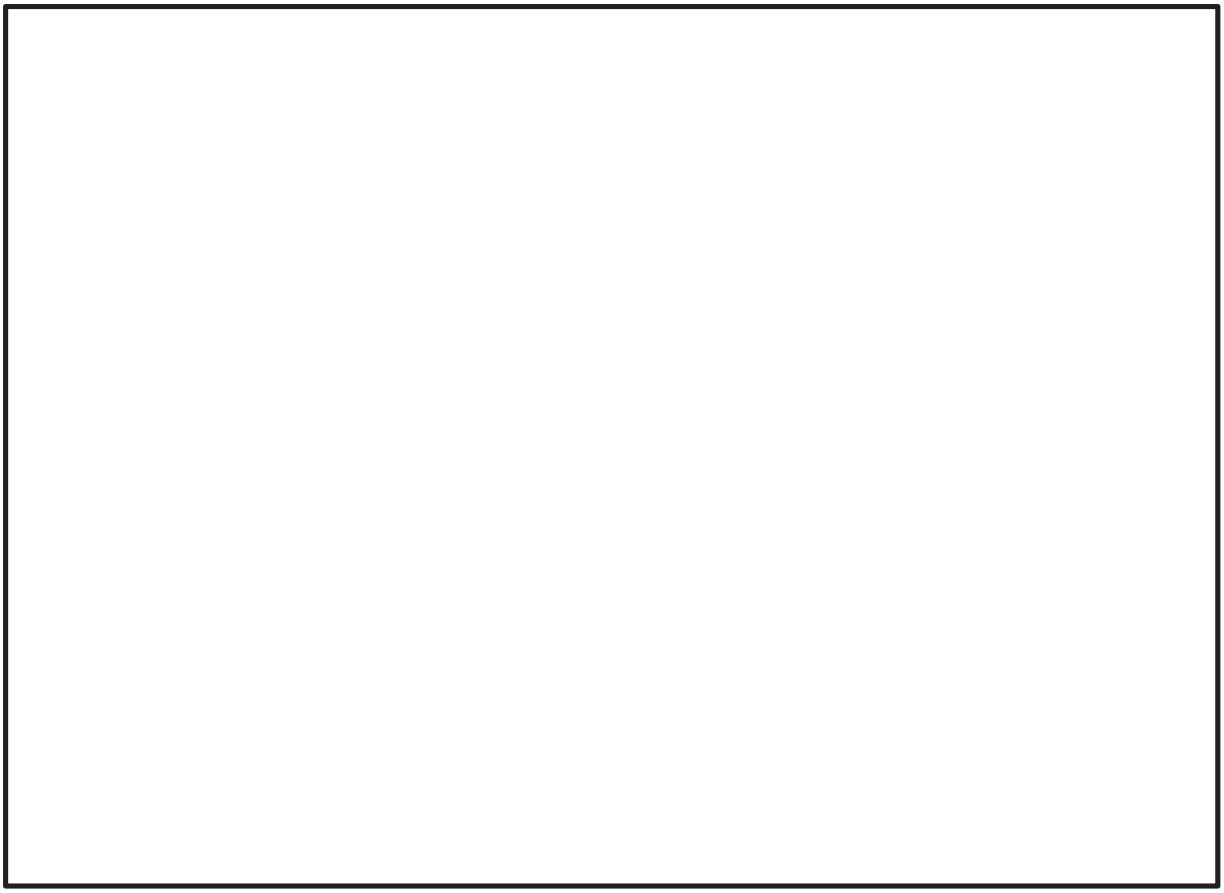
各可燃物施設からアクセスルートまでの離隔距離と放射熱強度が「長時間さらされても苦痛を感じない強度」である 1.6kW/m^2 以下となる距離を第 3 表及び第 3 図に示す。

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	火炎中心からの距離	ルート１又はルート２までの離隔距離※1
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※２	約151m
１号起動変圧器	約16m※２	約163m
１号所内変圧器	約12m※２	約140m
２号主変圧器	約19m※２	約140m
２号起動変圧器	約17m※２	約123m
２号所内変圧器	約12m※２	約127m
２号励磁電源変圧器	約10m※２	約128m
２号補助ボイラ変圧器	約13m※２	約74m
２号PLR-VVVF変圧器	約9m※２	約21m
３号主変圧器	約19m※２	約28m
３号起動変圧器	約15m※２	約37m
３号所内変圧器	約12m※２	約33m
３号励磁電源変圧器	約10m※２	約19m
３号補助ボイラ変圧器	約10m※２	約60m
３号PLR-VVVF変圧器	約9m※２	約18m

※１　火炎中心からの距離

※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

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

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/m²)	(kcal/m²h)		
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 **現指針（平成 13 年）に示されている液面火災の基準値**	*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（高圧ガス保安法他）	*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	**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）**	*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) 高圧ガス保安協会：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。

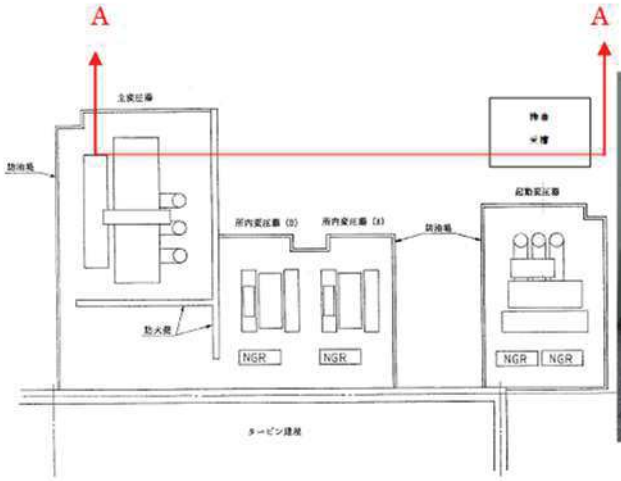
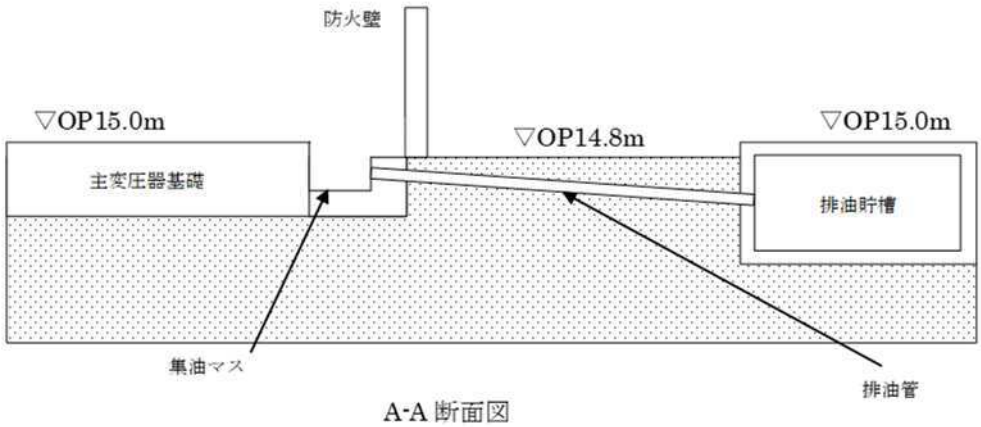


図　主変圧器，起動変圧器エリア配置図



図　主変圧器外観

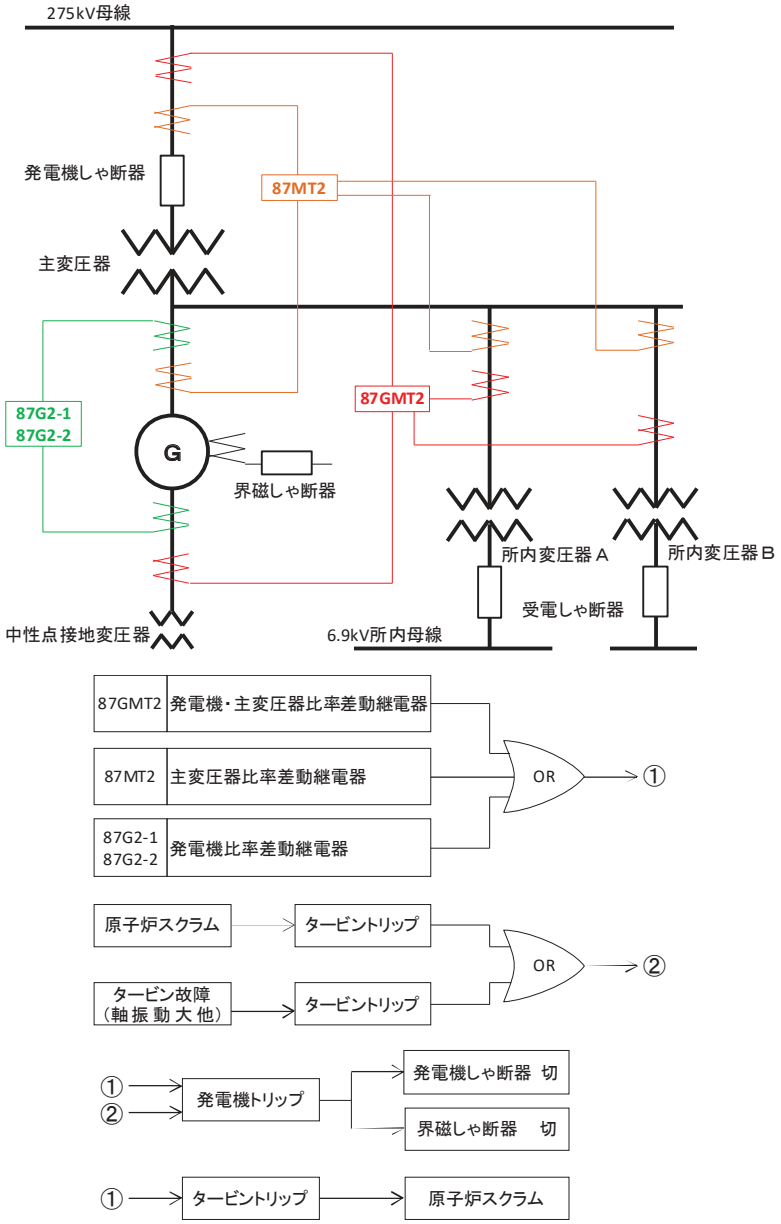


A-A 断面図

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，電気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の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

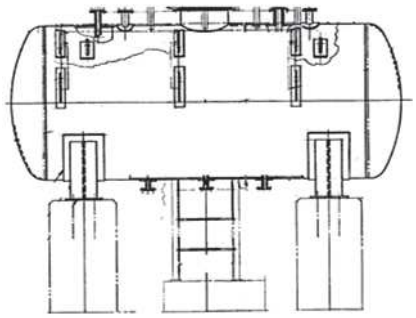
１．地震時のタンクの転倒による漏えいについて

地震時に転倒した場合に，その影響が防液提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ＮＰＳＨ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（ｔ9mm）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，大部分は防液提内に流下するものと思われる。



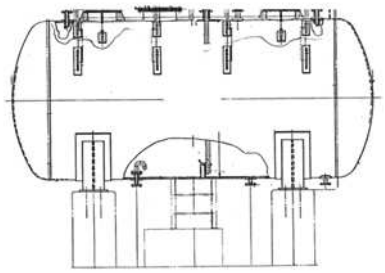
硫酸貯槽

・ 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。

(2) １号復水脱塩装置　苛性ソーダ貯槽

・ 苛性ソーダ貯槽はＮＰＳＨ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（ｔ12mm，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，大部分は防液提内に流下する。



苛性ソーダ貯槽

・ 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。

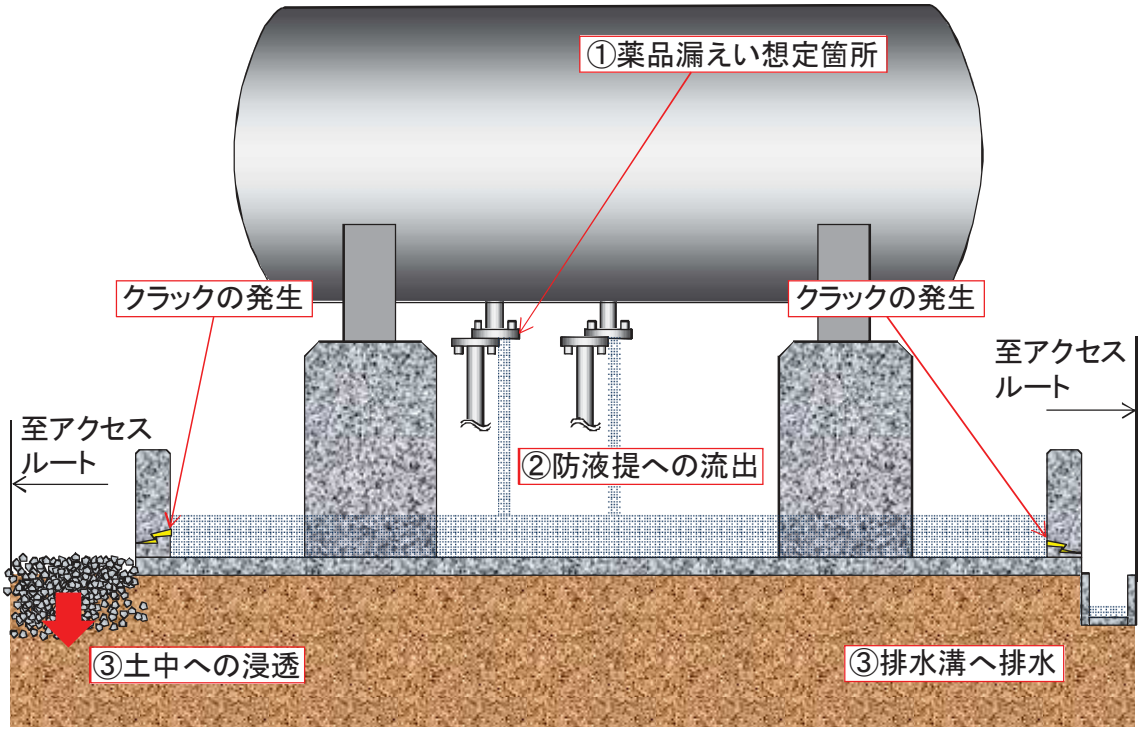
２．薬品関係施設損壊による影響評価

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提により薬品は貯留される。

③万一，防液提が地震により損壊し，防液提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※1 ［ｍ］	機関排気口高さ※1 ［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※2	0.45	
バックホウ※2	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）。

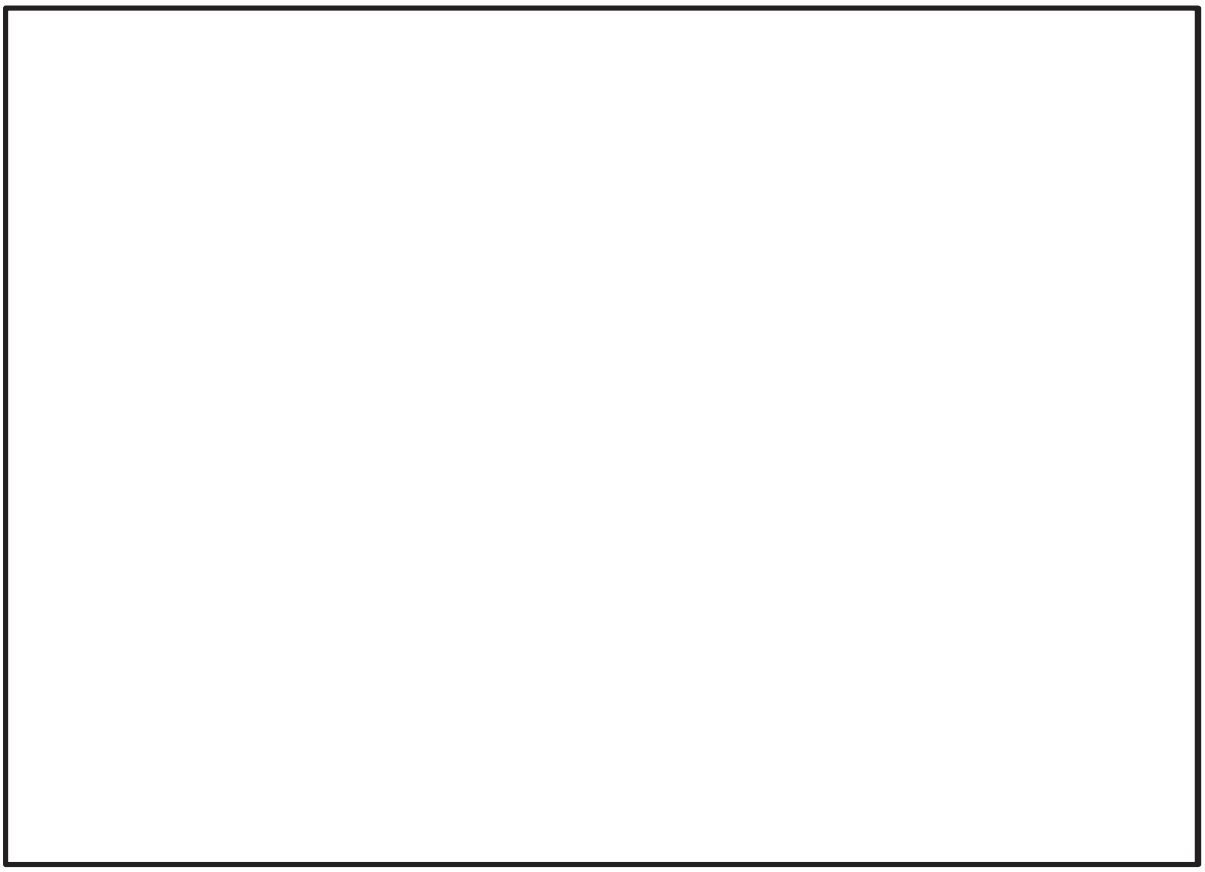
※２　重機については，メーカーカタログより確認した最低地上高を記載。

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

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(2) 仮復旧の方法

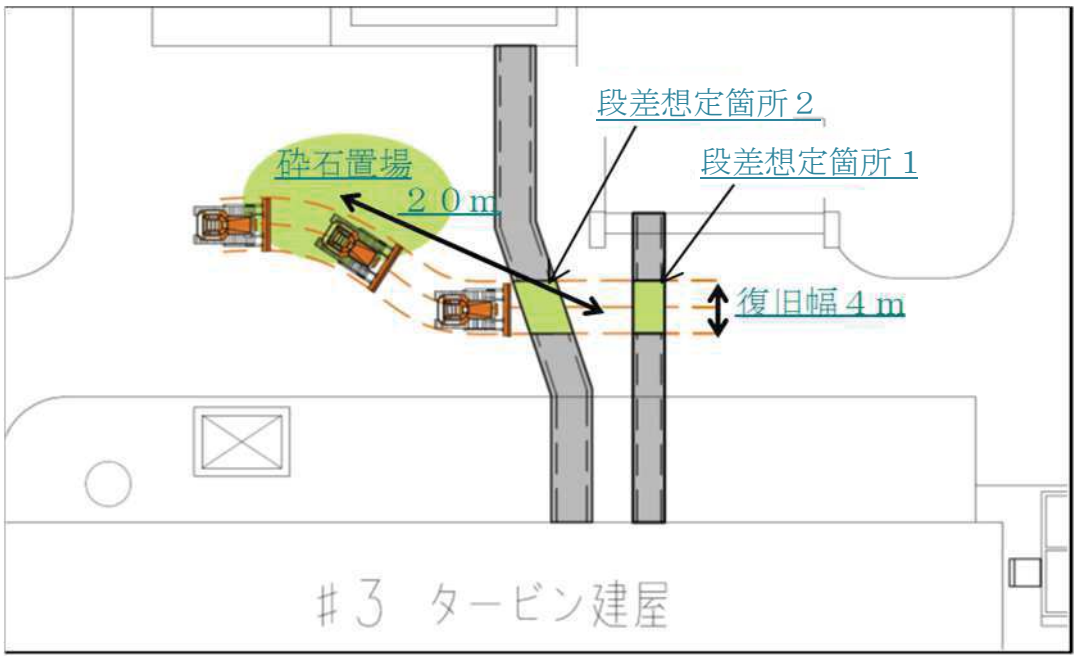
地震時に発生する段差としては，不等沈下による段差及び地下構造物損壊による段差が想定されるが，仮復旧時間の評価においては，より長い作業時間を必要とする地下構造物損壊による段差を評価対象とする。

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^3

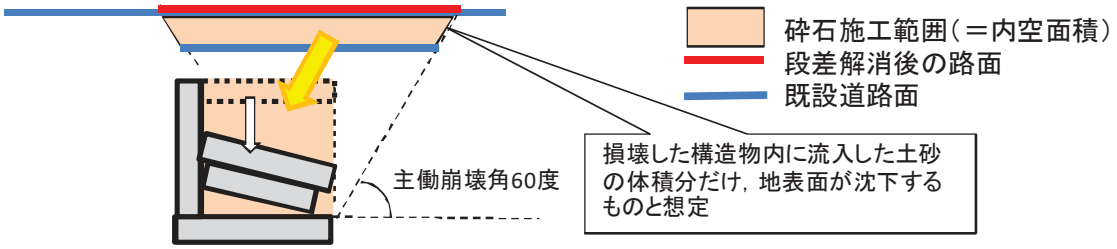


第 2 図　仮復旧の方法

(3) 仮復旧時間の評価

段差解消に必要な砕石の量は，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。

段差想定箇所１：V1＝ 内空（1.8m×2.0m）×（復旧幅 4m＋余裕幅 1m）＝18.0m^3
段差想定箇所２：V2＝ 内空（2.3m×2.6m）×（復旧幅 4m＋余裕幅 1m）＝29.9m^3
合計 V ＝ V1＋V2 ＝ 47.9m^3



第 3 図　地下構造物損壊による段差発生の考え方

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。

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

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

q_0 = 5.2 ：ブレード容量［ m^3 ］

ρ = 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 ＝ 47.9m^3 ÷ 53m^3/h ＝ 54 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。

【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^3

(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以下に示す。

被害事象	対象設備	被害想定	撤去方針
周辺構造物の損壊	３号給排水処理建屋	建屋損壊	ブルドーザによる撤去
	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

※１　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。

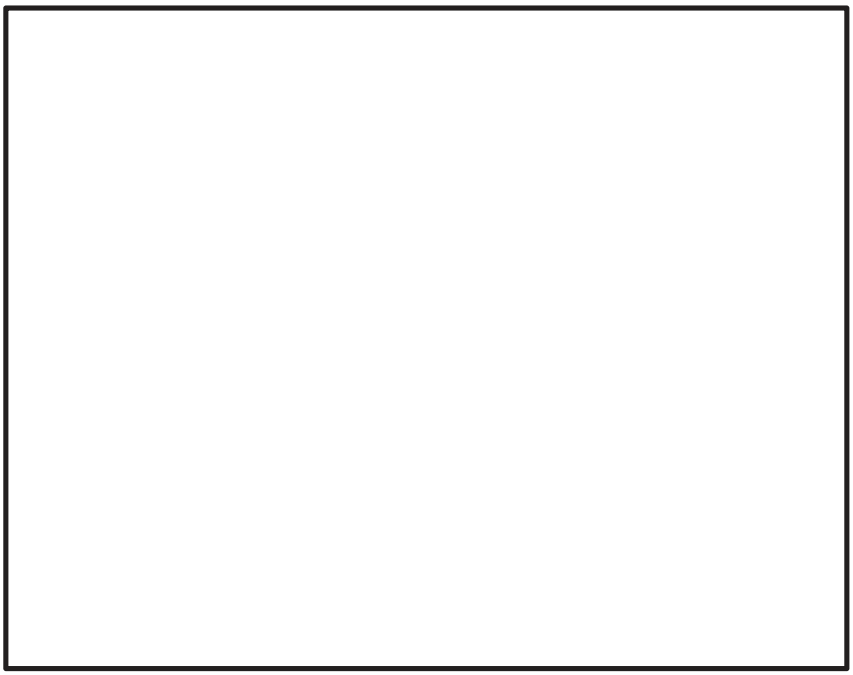
b. 評価条件設定の考え方

復旧時間評価条件の設定に係る考え方を以下に示す。

(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鉄骨造であり，平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震及び平成28年熊本地震における構造が鉄骨造の被害調査結果によると柱，梁等の主要構造部材の座屈・破断等の被害は少なく，主に外装材の脱落等の非構造部材の被害が多く確認されていることから，以下のとおり被害を想定する。

- 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4図参照）
- がれき重量としては，建屋の外壁に係る全体重量（外壁，屋根）が上記の影響範囲に堆積するものと仮定し，単位面積あたり130kg/m^{2}と設定
- 復旧するアクセスルートに対する総重量を求める。



第4図　3号給排水処理建屋がれき想定

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(b) 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1表のとおり被害を想定する。

第１表　３号開閉所引留鉄構の被害想定及び対応方針

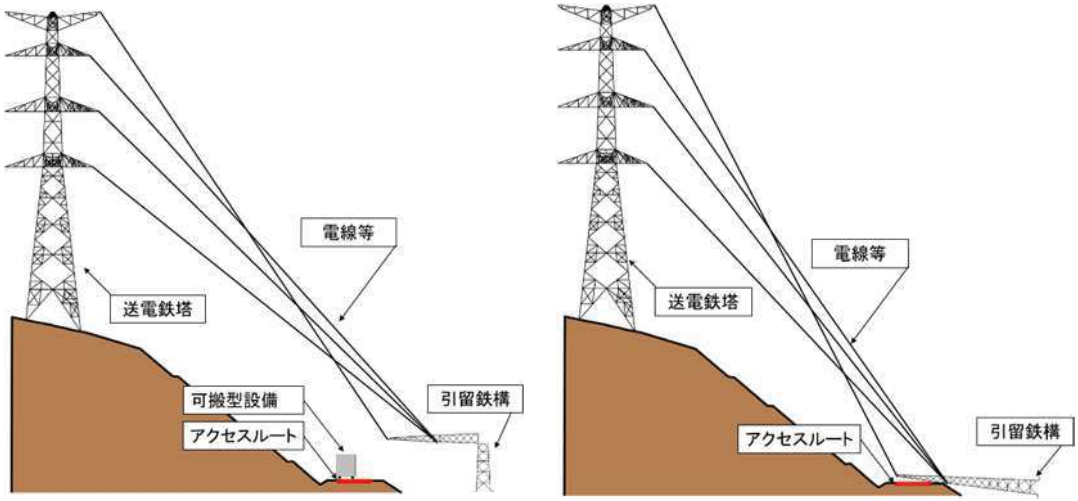
No.	損傷モード	アクセスルートへの影響	対応方針
1	がいしの脱落	脱落したがいしによるがれき発生（引留鉄構が倒壊した場合）	ブルドーザによるがれき撤去
2	電線の切断	垂れ下がりによる通行障害	バックホウによる電線の切断
3	電線の影響	架線状態での通行障害	バックホウによる電線の切断
4	電線の通電状態の維持	－（通電状態での切断による災害発生のおそれ）	しゃ断器の開放
5	梁部のせん断，曲げ，座屈	梁部が損傷してもアクセスルートに影響はない	なし
6	柱部のせん断，曲げ，座屈（根元以外）	根元以外の部分で柱部が損傷してもアクセスルートに影響はない	なし
7	柱部のせん断，曲げ，座屈（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



第 6 図　３号開閉所引留鉄構変形時の状況（例）



第 7 図　３号開閉所引留鉄構がれき想定

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(c) 複合被害に対する考察

第 8 図に示すとおり，３号給排水処理建屋損壊影響範囲及び３号開閉所引留鉄構損壊影響範囲が重複していることから，複合被害について考察した。

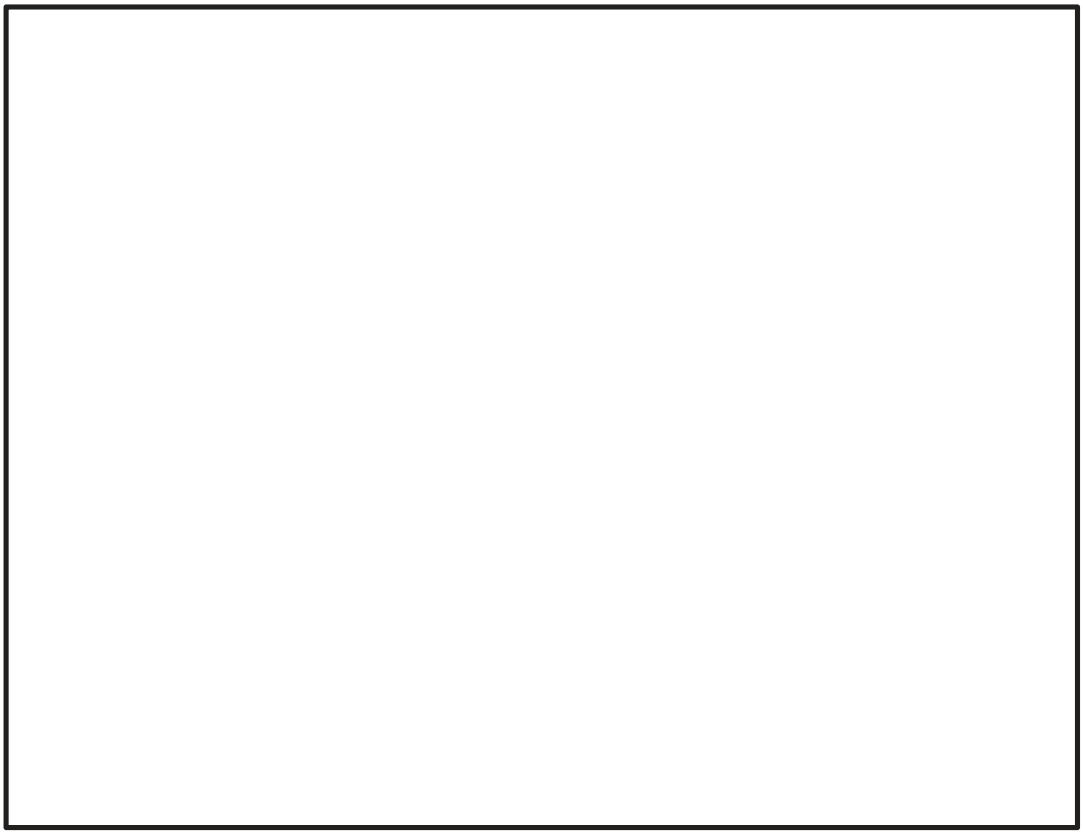


第 8 図　損壊影響範囲の重複

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

ｉ．３号給排水処理建屋の損壊影響範囲の詳細検討

３号給排水処理建屋の損壊影響範囲は建屋高さ分を設定している。しかし，建物の形状を考慮すると，がれきは建物の長辺，短辺方向に多く発生することが想定される。また，損壊影響範囲の重複している箇所は３号給排水処置建屋が設置されている敷地高さよりも高いため，がれきが散乱する可能性はさらに低くなることが想定される。



第９図　３号給排水処理建屋がれき発生想定

以上より，３号給排水処理建屋と３号開閉所引留鉄構のがれきが重複する可能性は低いことから，個別のがれき撤去実証試験を実施することにより，がれき撤去の成立性は確認できる。

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

c．復旧時間評価条件の設定

(a) 電線切断の仮復旧評価条件

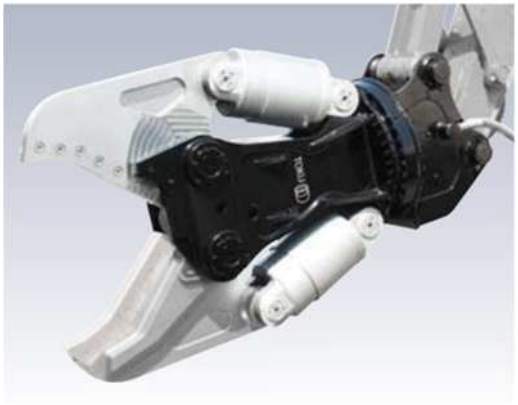
- 電線等の架線状況を第 10 図に架線されている電線を第 2 表に示す。
- 電線等は第 11 図に示すカッターを装着したバックホウですべて切断するものとして，その時間を評価する。
- 電線の切断に要する時間は実証試験結果から 1 本あたり 1 分とし，作業の不確実性を考慮してさらに 1.5 倍する。
- 切断作業はがれき撤去要員が 1 本ずつ切断する。
- また，バックホウは 8m 以上の作業が可能であり，可搬型設備は最大でも高さ 3.8m であるため通行に支障がある電線の切断は可能である。
- なお，切断作業時はできるだけ電線から離れて作業するとともに，運転席にガードされることから電線切断時の作業員の安全性は確保できる。

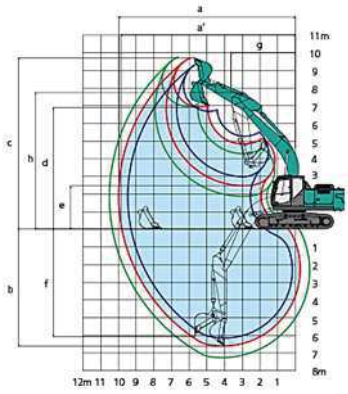


第 10 図　3 号開閉所引留鉄構の架線状況

第 2 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^2 （直径約 3.2cm）
架空地線	2	





第 11 図　バックホウに装着するカッター及び作動範囲

【実証試験内容】（電線切断模擬）
100mm×10mm 山形鋼（材質：SS400）の切断

使用重機　　：バックホウ（SK-200）
使用カッター：TDX-200A

第 3 表　電線模擬材（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
ｵﾍﾟﾚｰﾀｰA	8m80cm	0m26s
ｵﾍﾟﾚｰﾀｰB		0m11s
ｵﾍﾟﾚｰﾀｰC		0m15s

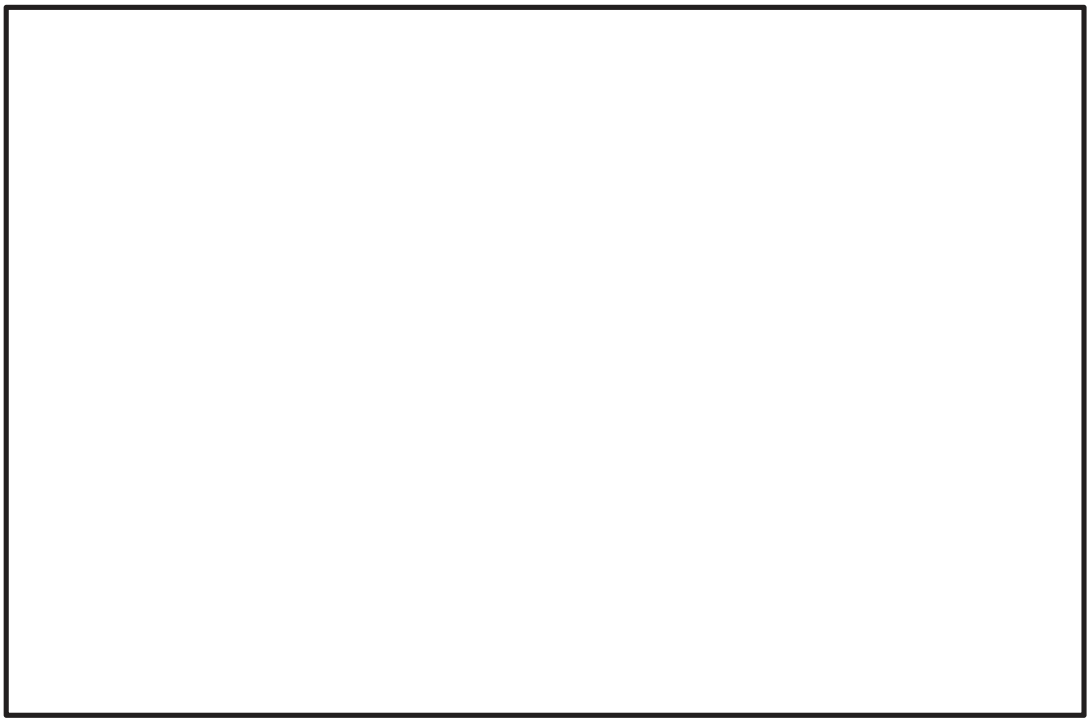


第 12 図　電線切断模擬試験の様子

(b) 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。
- 切断に要する時間は実証試験結果（各オペレーターの一番遅い結果の平均値）から１箇所あたり９分とする。
- 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 13 図　引留鉄構切断位置

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

【実証試験内容】（引留鉄構部材切断模擬）

250mm×25mm 山形鋼（材質：SS540）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））

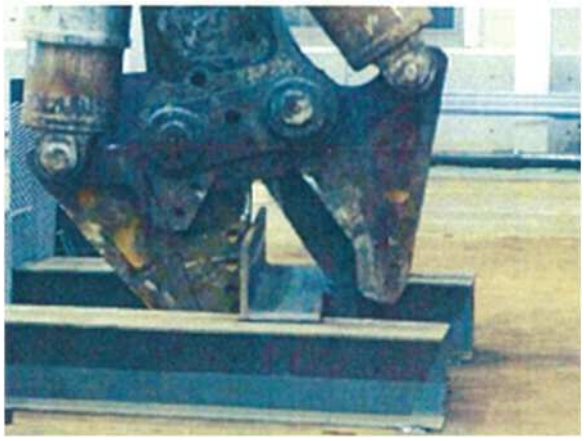
使用重機　　：バックホウ（SK-200）

使用カッター：TDX-200A

第 4 表　引留鉄構模擬材（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
ｵﾍﾟﾚｰﾀｰA	0m51s	5m06s	6m46s	15m46s	4m35s	3m01s	4m37s	**15m46s**
ｵﾍﾟﾚｰﾀｰB	0m54s	1m43s	5m10s	2m18s	0m57s	2m13s	1m43s	**5m10s**
ｵﾍﾟﾚｰﾀｰC	0m58s	3m11s	3m11s	1m32s	1m59s	2m57s	0m42s	**3m11s**

注　ｍ：分　ｓ：秒



第 14 図　引留鉄構部材切断模擬試験の様子

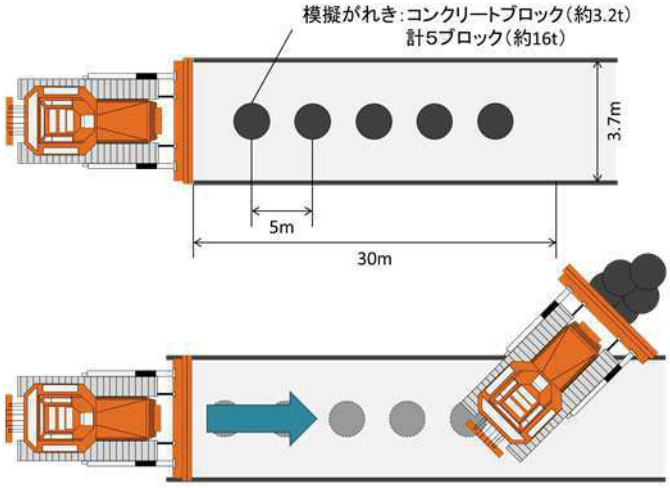
○切断に要する時間の算出

15 分 46 秒 ＋ 5 分 10 秒 ＋ 3 分 11 秒 ＝ 8 分 02 秒 ＝ **9 分**

(c) がれき撤去復旧時間評価条件

ⅰ． 3号給排水処理建屋

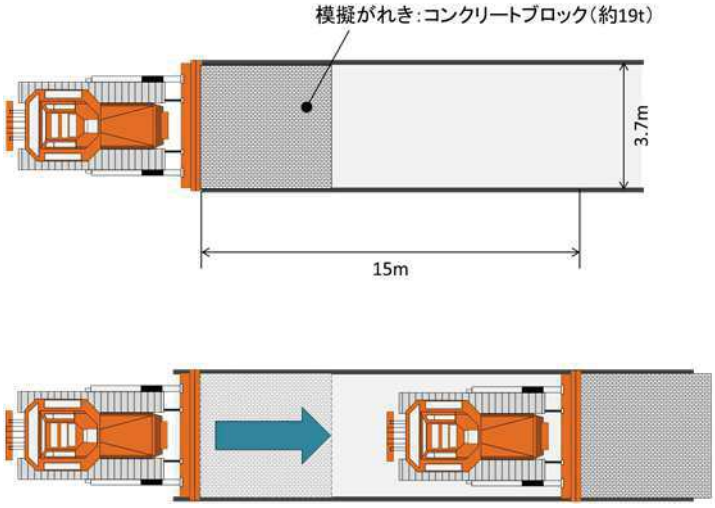
第 15 図のとおり，上記被害想定を模擬し，実証試験で得られた結果を用いる。実証試験の詳細については別紙(22)に示す。



第 15 図　3号給排水処理建屋がれき撤去模擬

ⅱ． 3号開閉所引留鉄構

第 16 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 16 図　3号開閉所引留鉄構がれき撤去模擬

ⅲ．がれき撤去の復旧時間評価条件

実証試験結果よりブルドーザのがれき撤去の作業能力を 2.0km/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。

d. 仮復旧時間評価結果

(a) 仮復旧時間評価結果（電線切断）

仮復旧時間 ＝ １本あたりの電線切断時間 × 電線数 × 不確実性 ＝ 21 分

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

(b) 仮復旧時間評価結果（引留鉄構分解）

仮復旧時間 ＝ １箇所あたりの切断時間 × 切断箇所数 ＝ 36 分

１箇所あたりの切断時間	：	９分
切断数	：	４箇所

(c) 仮復旧時間評価結果（がれき撤去）

ブルドーザのがれき撤去の作業能力を 2.0km/h とし，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。



第 17 図　がれき撤去作業区間

仮復旧時間 ＝ 区間距離 30m ÷ 作業能力 2.0km/h ＝ １分

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。

(d) アクセスルート仮復旧評価結果

アクセスルート復旧時間＝21 分＋36 分＋10 分

＝67 分

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

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）

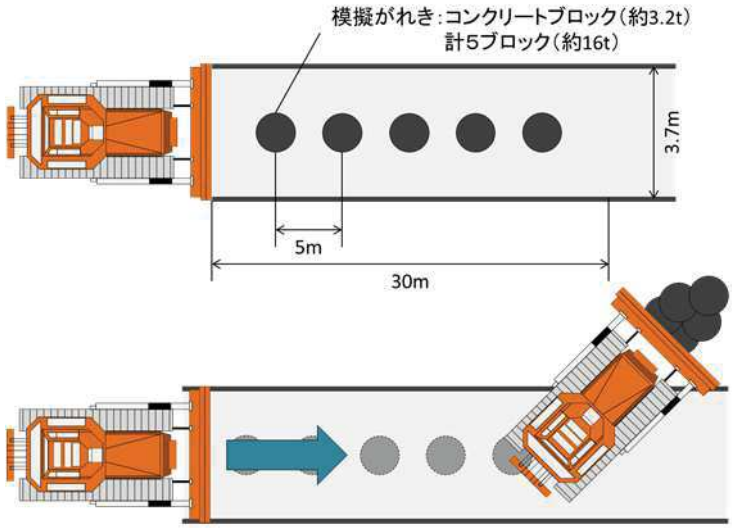
1．検証方法

３号給排水処理建屋損壊に伴うがれき撤去検証を①として，３号開閉所引留鉄構損壊に伴うがれき撤去検証を②として示す。

(1) 検証方法①

長さ 30m の区間にコンクリートブロック（約 3.2t）を 5m 間隔で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。

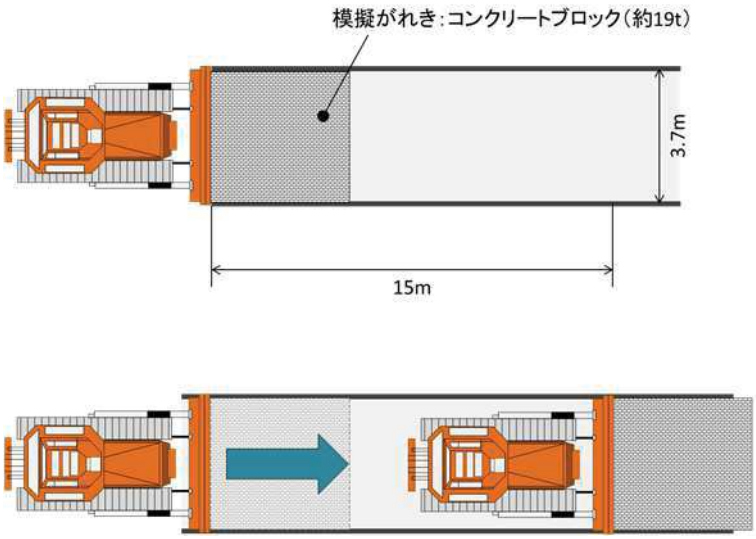


第 1 図　模擬がれき撤去概念図①

(2) 検証方法②

長さ 15m の区間にコンクリートブロック（約 19t）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 2 図　模擬がれき撤去概念図②

【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^3

２．検証結果

４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。

(1) 検証結果①

- 作業員Ａ（免許取得後約１年） 所要時間 27 秒（作業速度約 4.0km/h）
- 作業員Ｂ（免許取得後約５年） 所要時間 36 秒（作業速度約 3.0km/h）
- 作業員Ｃ（免許取得後約３年） 所要時間 26 秒（作業速度約 4.1km/h）
- 作業員Ｄ（免許取得後約４年） 所要時間 29 秒（作業速度約 3.7km/h）



写真１　作業前状況



写真２　作業状況

第 3 図　がれき撤去作業実証試験①の状況

(2) 検証結果②

・ 作業員Ａ（免許取得後約１年） 所要時間 25 秒（作業速度約 2.1km/h）
・ 作業員Ｂ（免許取得後約５年） 所要時間 21 秒（作業速度約 2.5km/h）
・ 作業員Ｃ（免許取得後約３年） 所要時間 27 秒（作業速度約 2.0km/h）
・ 作業員Ｄ（免許取得後約４年） 所要時間 25 秒（作業速度約 2.1km/h）



写真１　作業前状況



写真２　作業状況

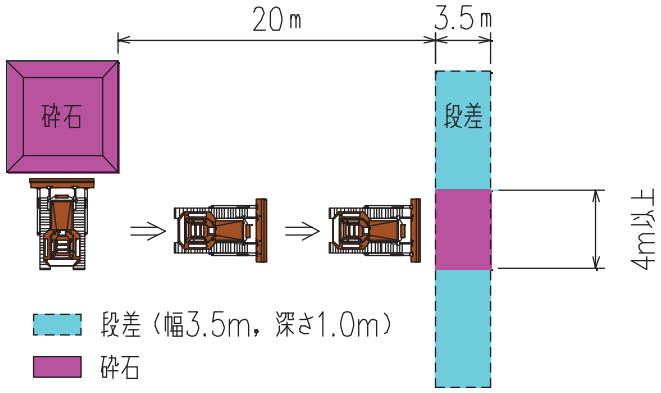
第 4 図　がれき撤去作業実証試験②の状況

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砕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^3

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

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

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

q_0 = 5.2　：ブレード容量［ m^3 ］

ρ = 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，埋め戻す砕石の量は，復旧幅４ｍに余裕幅２ｍを見込み，

V ＝（(3.5m+2.4m)/2×高さ 1.0m）×復旧幅(4m+2m) ＝ 17.7m^3

以上より，実証試験における作業時間は，

V/Q ＝ 17.7m^3 ÷ 53m^3/h ＝ 20 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^3/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^3/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^3/h）
［参考］３人の平均 所要時間 11 分 56 秒（作業量約 89 m^3/h）



写真１　作業前状況



写真２　砕石運搬・埋め戻し状況



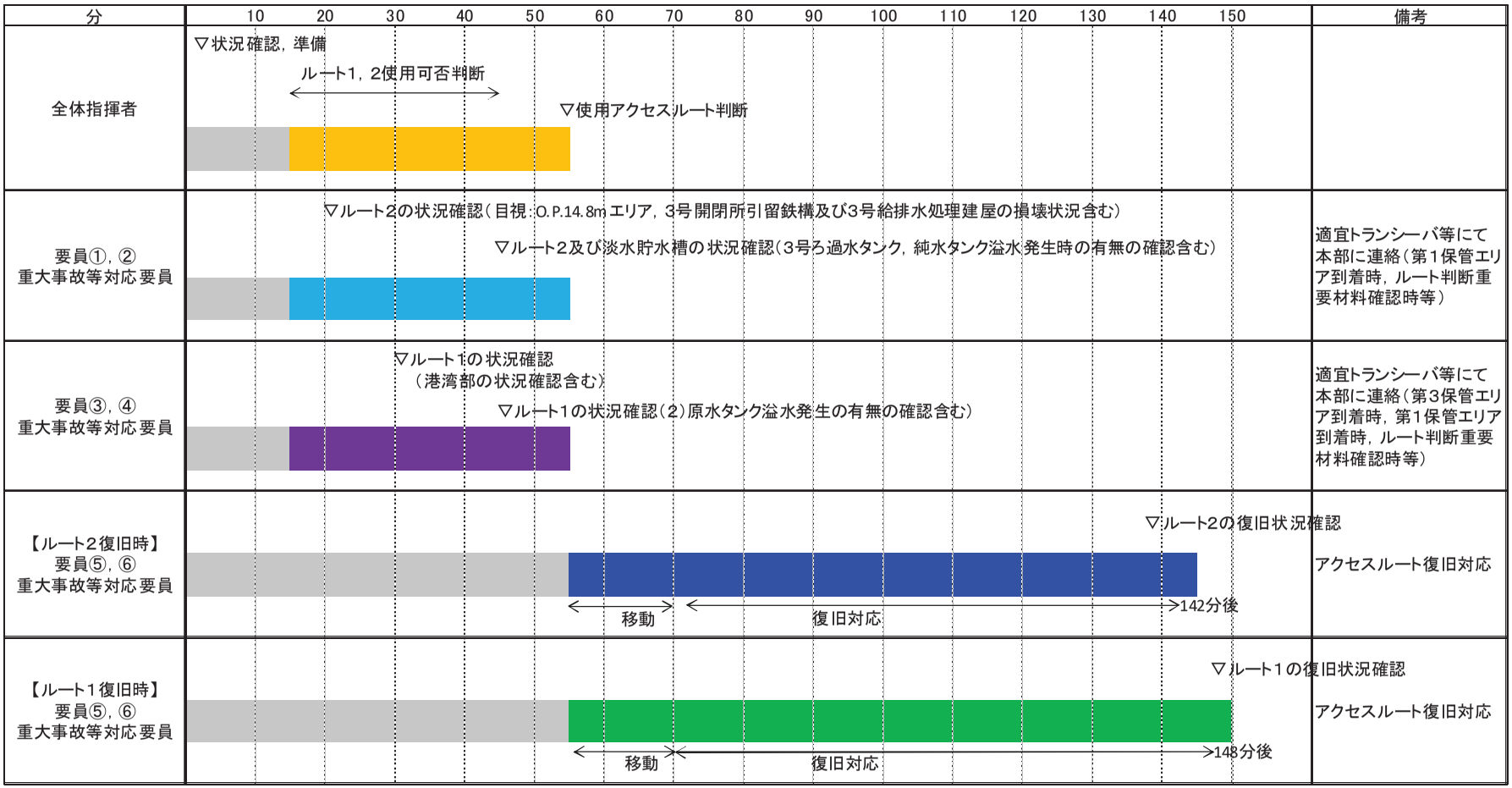
写真３　砕石運搬・埋め戻し状況



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



枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

アクセスルートにおける地震後の被害想定

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

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トランシーバ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。

別紙(27)

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（ﾍﾟｰｼﾞﾝｸﾞ）
（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
（ﾄﾗﾝｼｰﾊﾞ（携帯））



衛星電話設備
（衛星電話（携帯））



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資機材を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。



【300A ホース用ホースブリッジ】



【車両通行状況（例）】

機材設置後の作業成立性（ルート１）

機材設置後の作業成立性（ルート２）

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

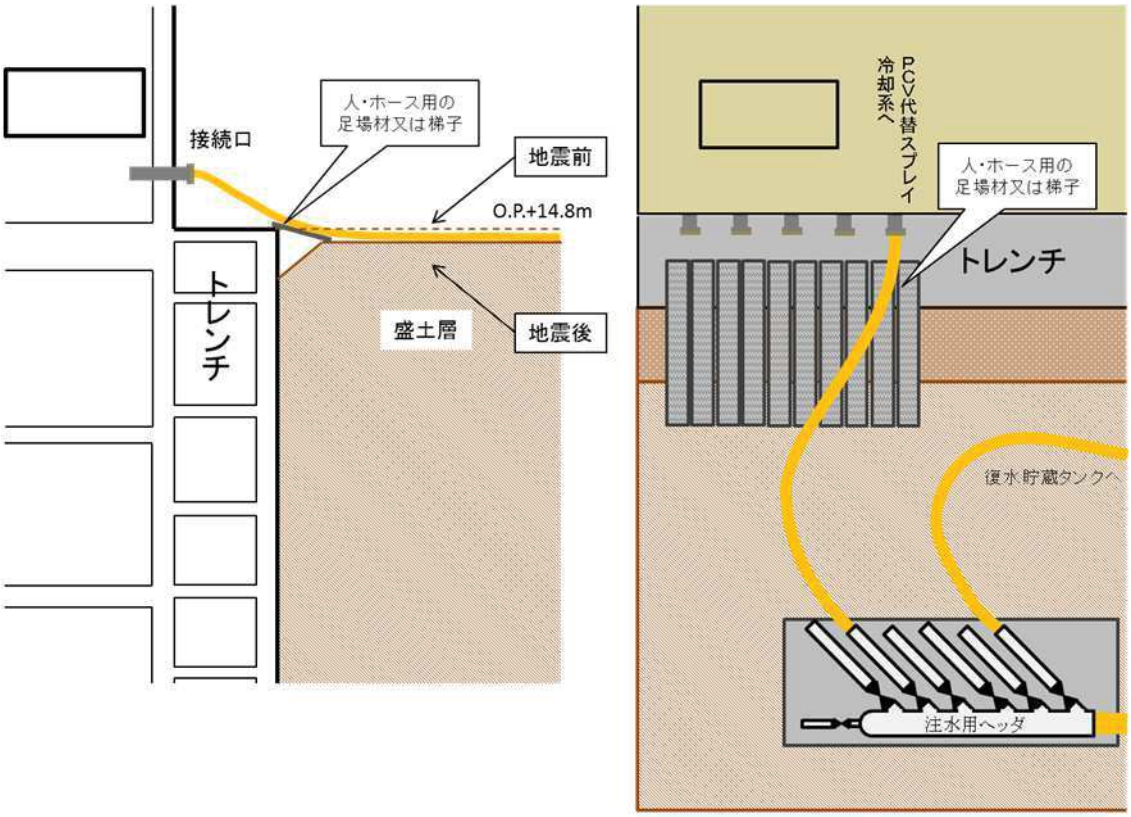
地震による建屋直近の地盤沈下に伴う可搬型設備の接続作業への影響について

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）

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(1) 沈下量の想定

2011 年東北地方太平洋沖地震の実績では，明らかなく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

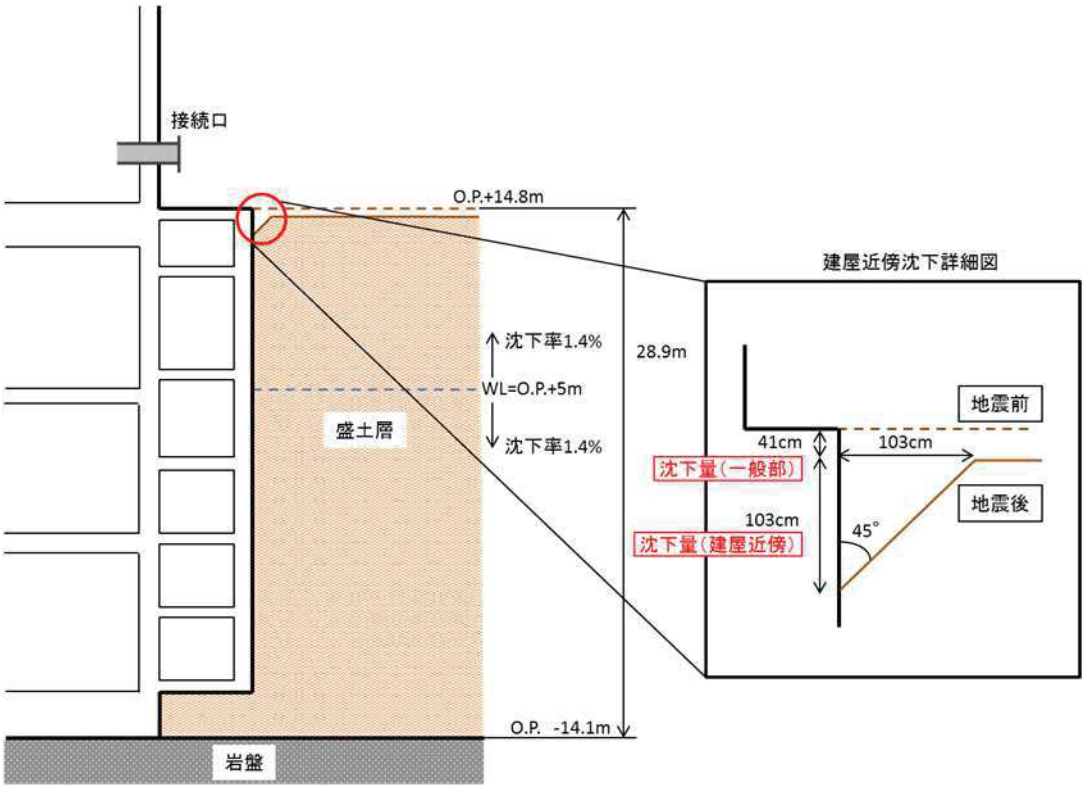
原子炉建屋近傍における沈下評価対象層厚は 28.9m であり，不飽和盛土及び飽和盛土の沈下率 1.4%を考慮し，41cm を想定する。

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選定する場合，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※1，地震による内部溢水※2を考慮しても移動可能なルートをあらかじめ設定する。

以下に屋内アクセスルートの選定の考え方を示す。

・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。
・中央制御室から原子炉建屋原子炉棟内へ移動するアクセスルートは，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）のアクセスルートを優先して使用する。
・地震によりタービン建屋又は原子炉建屋内の原子炉棟外（廃棄物処理エリア）の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「①～⑥」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２表に第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　(1/13)

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階段Ｌ③)→(③階段Ａ④)→(④階段Ｊ⑤)→[⑤－３]→(⑤階段Ｊ④)→[④－１]→(④階段Ｊ⑥)→[⑥－１]→(⑥階段Ｊ⑤)→[⑤－１]→[⑤－２]】	
		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階段Ｌ③)→(③階段Ａ④)→[④－１]→[④－23]→(④階段Ｊ⑥)→[⑥－２]→(⑥階段Ｊ④)→(④階段Ａ③)→[③－50]→(③階段Ａ④)→(④階段Ｊ⑥)→[⑥－３]→(⑥階段Ｊ⑤)→[⑤－６]→(⑤階段Ｊ⑥)→[⑥－４]→[⑥－５]→(⑥階段J④)→(④階段Ａ③)→[③－50]】	
		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	○		
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自動減圧機能付き主蒸気逃がし安全弁開放	○	【中央制御室→(①階段Ｌ③)→[③－１]→[③－２]→(③階段Ｌ①)→(①→②)→(②階段Ｆ③)→[③－４]→[③－３]】	

※　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　(2/13)

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	主蒸気逃がし安全弁用可搬型蓄電池による自動減圧機能付き主蒸気逃がし安全弁開放	○	【中央制御室→(①階段Ｌ③)→[③－１]→[③－２]→(③階段Ｌ①)→(①→②)→(②階段Ｆ③)→[③－４]→[③－３]→(③階段Ｆ②)→(②→①)→(①階段Ｌ②)→[②－５]→[②－６]】	
		高圧窒素ガス供給系（非常用）による主蒸気逃がし安全弁駆動源確保	○	【中央制御室→(①階段Ｌ③)→[③－１]→[③－２]→(③階段Ｌ①)→(①→②)→(②階段Ｆ③)→[③－４]→[③－３]】	
		代替高圧窒素ガス供給系による主蒸気逃がし安全弁開放	○	A系の場合 【中央制御室→(①→②)→(②階段Ｆ③)→[③－５]→[③－６]→[③－７]→[③－８]→[③－９]→[③－10]】 B系の場合 【中央制御室→(①→②)→(②階段Ｆ③)→[③－11]→[③－12]→[③－13]→[③－14]→[③－15]→[③－16]】	
		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階段Ｌ③)→(③階段Ａ④)→[④－２]】	
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)(直流駆動低圧注水ポンプ)による原子炉圧力容器への注水	○	【中央制御室→(①階段Ｌ③)→(③階段Ａ④)→[④－２]】	
		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	○		

※　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　(3/13)

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	○		

※　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　(4/13)

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	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	○		
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→②）→（②階段Ｆ③）→[③－25]又は[③－26]】 サプレッションチェンバ側の場合 【中央制御室→(①→②)→（②階段Ｆ④)→[④－３]】 ドライウェル側の場合 【中央制御室→(①→②)→(②階段Ｆ③)→[③－27]】	
		フィルタ装置への水補給	○	【中央制御室→（①→②）→（②階段Ｆ③）→[③－20]】	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
		原子炉格納容器フィルタベント系停止後の窒素ガスパージ	○	扉開放 【中央制御室→（①→②）→（②階段Ｆ③）→［③－20］】 系統構成 【中央制御室→（①→②）→（②階段Ｆ③）→［③－17］→［③－18］→［③－19］→［③－21］又は［③－22］→[③－23]→[③－24]】	緊急時対策所→第１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　(5/13)

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	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階段Ｌ③）→（③階段Ａ②）→［②－７］→［②－８］→［②－１］→［②－２］】 サプレッションチェンバ側の場合 【中央制御室→(①→②)→（②階段Ｆ④)→[④－３]】 ドライウェル側の場合 【中央制御室→(①→②)→(②階段Ｆ③)→[③－27]】	
		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→②）→(②階段Ｆ③)→[③－29]→[③－43]→[③－28]→[③－29]→[③－30]→[③－31]】 ・屋内接続口を使用する場合 扉開放 【中央制御室→(①→②)→（②階段Ｆ③)→[③－20]】 水張り，空気抜き 【中央制御室→（①→②）→（②階段Ｆ③）→[③－37]→[③－43]→[③－36]→［③－37］→［③－38］→［③－39]】	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Ｌ③）→[③－33]→[③－44]→[③－32]→[③－33]→[③－34]→[③－35]】	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

※　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　(6/13)

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	○		
		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（サプレッションプール水冷却モード）によるサ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→②)→(②階段Ｆ③)→[③－25]又は[③－26]】 サプレッションチェンバ側の場合 【中央制御室→(①→②)→(②階段Ｆ④)→[④－３]】 ドライウェル側の場合 【中央制御室→（①→②）→（②階段Ｆ③）→［③－27］】	
		フィルタ装置への水補給	○	【中央制御室→（①→②）→（②階段Ｆ③）→［③－20］】	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
		原子炉格納容器フィルタベント系停止後の窒素ガスパージ	○	扉開放 【中央制御室→（①→②）→（②階段Ｆ③）→［③－20］】 系統構成 【中央制御室→（①→②）→（②階段Ｆ③）→［③－17］→［③－18］→［③－19］→［③－21］又は［③－22］→[③－23]→[③－24]】	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　(7/13)

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）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
		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（常設）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ガス供給	○	扉開放 【中央制御室→（①→②）→（②階段Ｆ③）→[③－20]】 系統構成 【中央制御室→（①→②）→（②階段Ｆ③）→[③－21]又は[③－22]】	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ガス及び酸素ガスの排出	○		
		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	○		
		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の監視	○		

※　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　(8/13)

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※
1.10	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階段Ｌ③)→[③－40]→(③階段Ｃ①)→［①－１］】 原子炉建屋扉を使用する場合 【中央制御室→(①→②)→（②階段Ｆ③）→[③－41]→（③階段Ｆ②）→(②→①)→（①階段Ｌ③）→（③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階段Ｌ③)→[③－40]→(③階段Ｃ①)→［①－１］】 原子炉建屋扉を使用する場合 【中央制御室→(①→②)→（②階段Ｆ③）→[③－41]→（③階段Ｆ②）→(②→①)→（①階段Ｌ③）→（③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	○		
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

※　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　(9/13)

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	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
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Ｌ⑤）→[⑤－４]→[⑤－５]→[⑤－４]→(⑤階段Ｌ④)→[④－16]→(④階段Ｌ①)→（①→②）→[②－３]→（②階段Ｆ③）→[③－48]→[③－49]】	

※　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　(10/13)

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	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Ｌ④）→[④－16]→[④－18]→[④－19]→［④－20]→（④階段Ｌ①）→(①→②)→（②階段Ｆ④）→[④－10]→[④－11]→[④－12]→[④－14]→[④－13]→（④階段Ｆ③）→[③－42]→[③－45]→（③階段Ｆ②）→（②階段Ｇ④）→[④－９]→[④－４]→[④－５]→[④－７]→[④－８]→[④－６]】	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Ｌ④）→[④－15]→[④－17]→[④－22]→[④－21]】	
		常設代替直流電源設備による給電	○	125V 直流主母線盤の給電切替操作 【中央制御室→（①階段Ｌ③）→[③－46]→（③階段Ｌ①）→中央制御室→（①階段Ｌ③）→[③－47]】 不要直流負荷切離し 【中央制御室→（①階段Ｌ③）→[③-46]→［③-47]】	
		可搬型代替直流電源設備による給電	○	負荷切り離し時 【中央制御室→（①階段Ｌ③）→[③－46]→（③階段Ｌ①）→中央制御室→①階段Ｌ③→[③－47]】 電源車接続口（建屋内）使用時 【中央制御室→（①→②）→（②階段Ｆ③）→[③－45]】	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→②）→（②階段Ｆ③）→[③－45]】	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

※　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　(11/13)

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	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
		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設備の運転手順	○		
		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	○		
		中央制御室待避所データ表示装置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（非常時ガス処理系起動手順）	○		

※　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　(12/13)

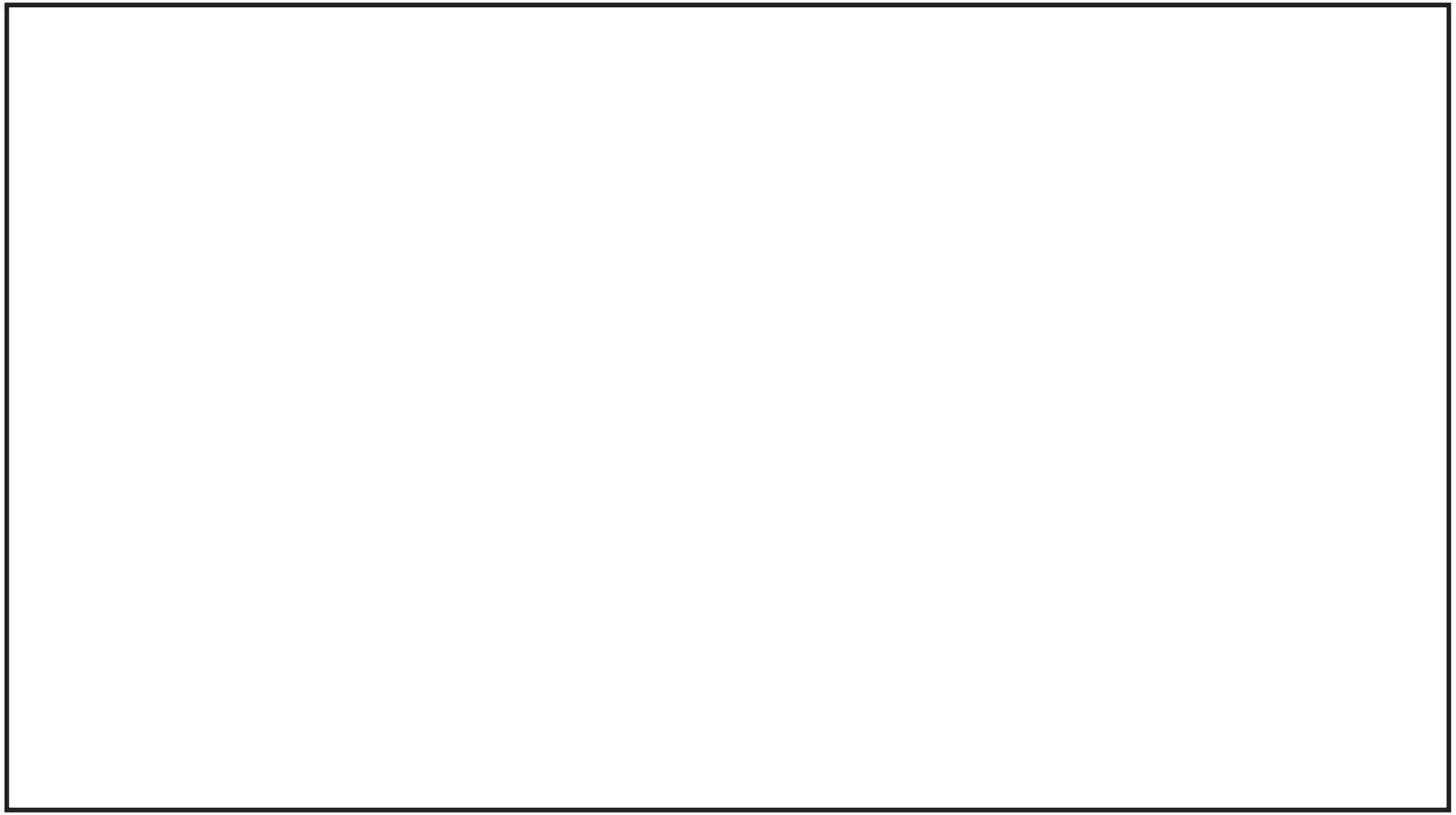
条文		対応手順	操作・作業場所		
			中央	屋内アクセスルート	屋外アクセスルート※
1.16	原子炉制御室の居住性等に関する手順等	非常用ガス処理系による運転員等の被ばく防止手順（非常時ガス処理系停止手順）	○		
		非常用ガス処理系による運転員等の被ばく防止手順（中央制御室での原子炉建屋ブローアウト流路の閉止手順）	○		
		非常用ガス処理系による運転員等の被ばく防止手順（現場での原子炉建屋ブローアウト流路の閉止手順）		【中央制御室→（①→②）→[②－４]】	
1.17	監視測定等に関する手順等	可搬型モニタリングポストによる放射線量の測定及び代替測定			緊急時対策所→第１保管エリア，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			
		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

※　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　(13/13)

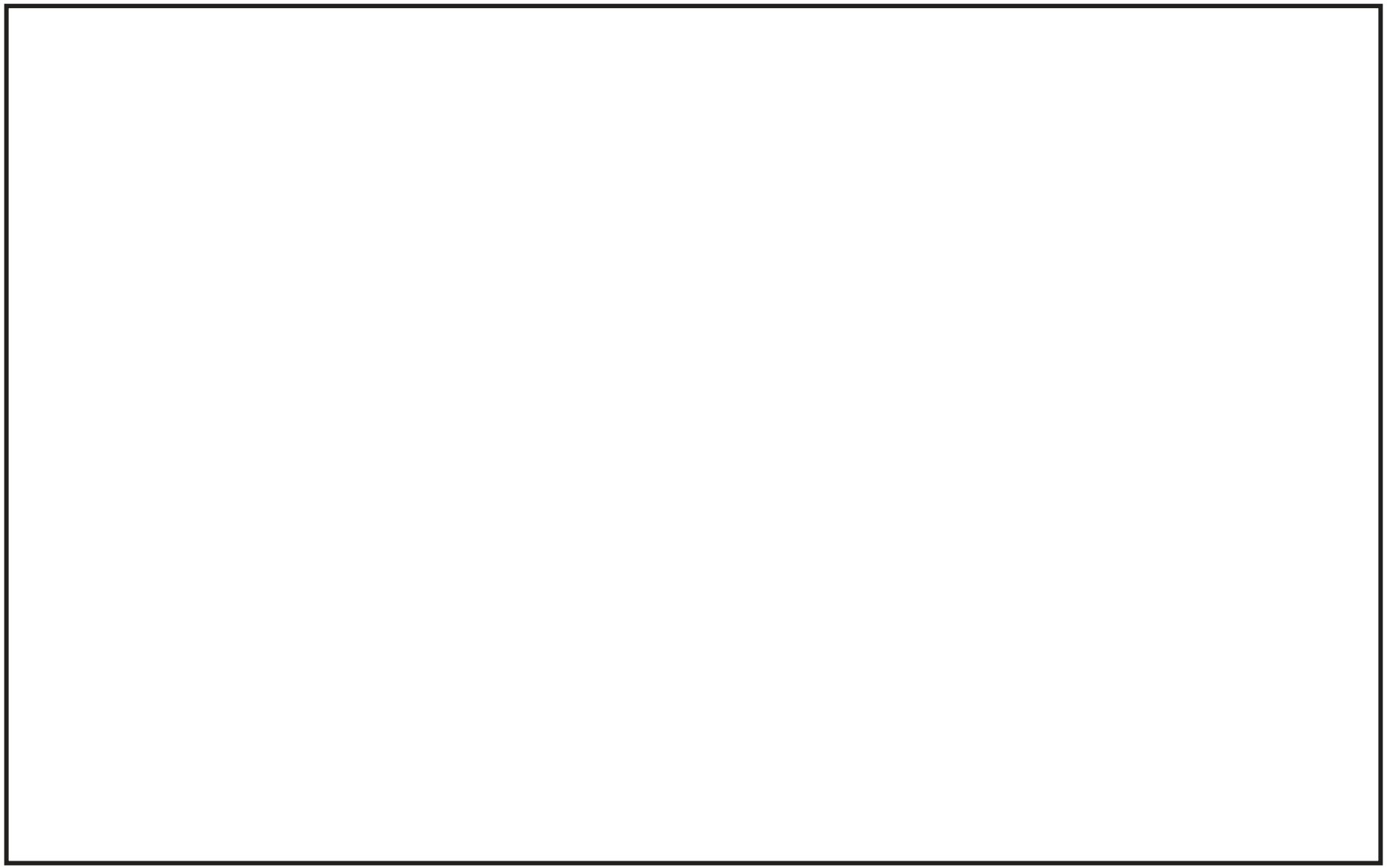
条文		対応手順	操作・作業場所		
			中央	屋内アクセスルート	屋外アクセスルート※
1.18	緊急時対策所の居住性等に関する手順等	緊急時対策建屋非常用送風機運転手順			
		緊急時対策所内の酸素濃度及び二酸化炭素濃度の測定手順			
		緊急時対策所可搬型エリアモニタ設置手順			
		緊急時対策所での格納容器ベントを実施する場合の対応手順			
		緊急時対策所加圧設備（空気ボンベ）から緊急時対策建屋非常用送風機への切替え手順			
		安全パラメータ表示システム（ＳＰＤＳ）によるプラントパラメータの監視手順			
		ガスタービン発電機による給電			
		電源車による給電			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。

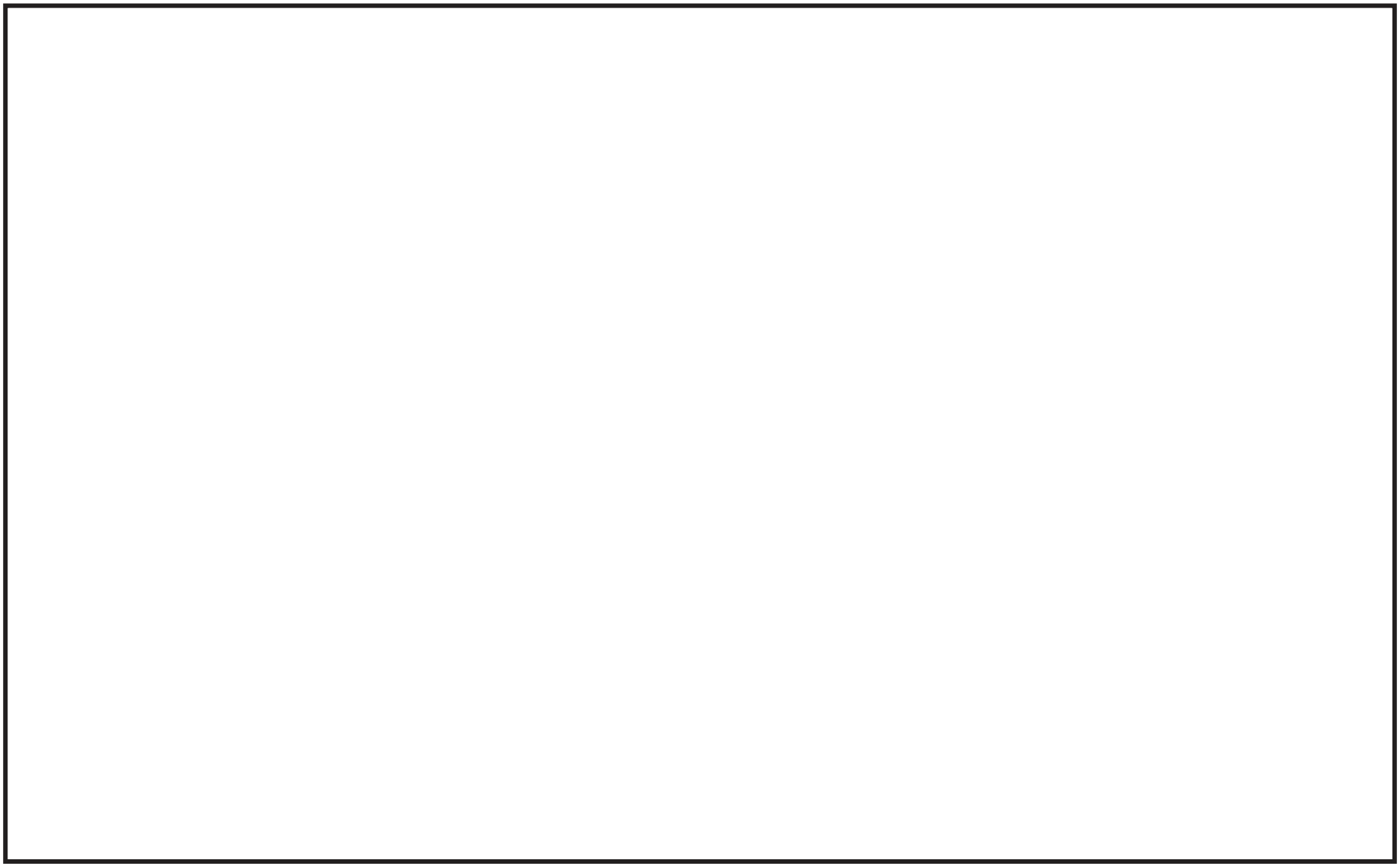


第１図　屋内アクセスルート　ルート図②

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　ルート図⑥

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

第 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	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	遠隔手動ダンパ操作設備
	5	可搬型蓄電池
	6	中央制御室端子盤
	7	非常用ガス処理系フィルタ装置出口弁（A）
	8	非常用ガス処理系フィルタ装置出口弁（B）
③	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）高圧窒素ガスボンベ
	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	高圧窒素ガスボンベ安全弁出口ライン止め弁（A）
	8	代替 HPIN 窒素ガスボンベ供給止め弁（A）
	9	代替 HPIN 窒素ガスボンベ供給弁（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）高圧窒素ガスボンベ
	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	高圧窒素ガスボンベ安全弁出口ライン止め弁（B）
	14	代替 HPIN 窒素ガスボンベ供給止め弁（B）
	15	代替 HPIN 窒素ガスボンベ供給弁（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)

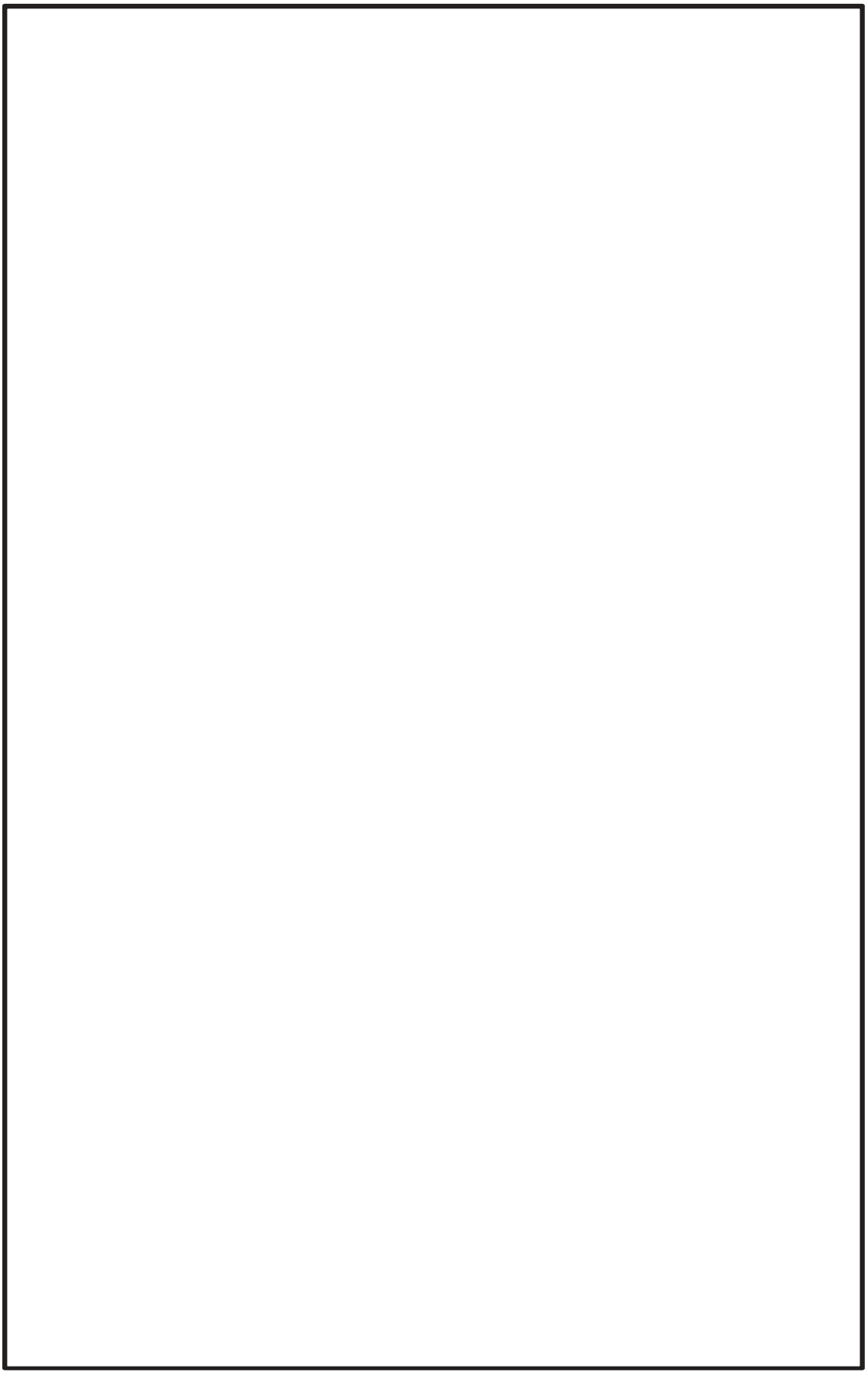
第 2 表　操作対象機器及び操作項目一覧 (2/3)

ルート図	対象場所	操作対象機器及び操作項目
③	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
④	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
④	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
	21	125V 直流主母線盤 2B
	22	125V 直流分電盤 2B－1
	23	HPAC 蒸気供給ライン分離弁
⑤	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
⑥	1	FPMUW ポンプ吸込弁
	2	RCIC ポンプ駆動用タービン入口蒸気圧力
	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 (0.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 (0.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 (0.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 №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 0.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）
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 0.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３参照）
区分ⅢHPCS 電気品室 ・ハンドリフター	原子炉建屋 地下１階 0.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３参照）
RCW 熱交換器(A)(C)エリア ・移動式架台	原子炉建屋 地下３階 0.P.-800	・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）
RCW 熱交換器(B)(D)エリア ・移動式架台	原子炉建屋 地下３階 0.P.-800	・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）
MCR 入口扉前 ・移動式架台	制御建屋 地上３階 0.P.23500	・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

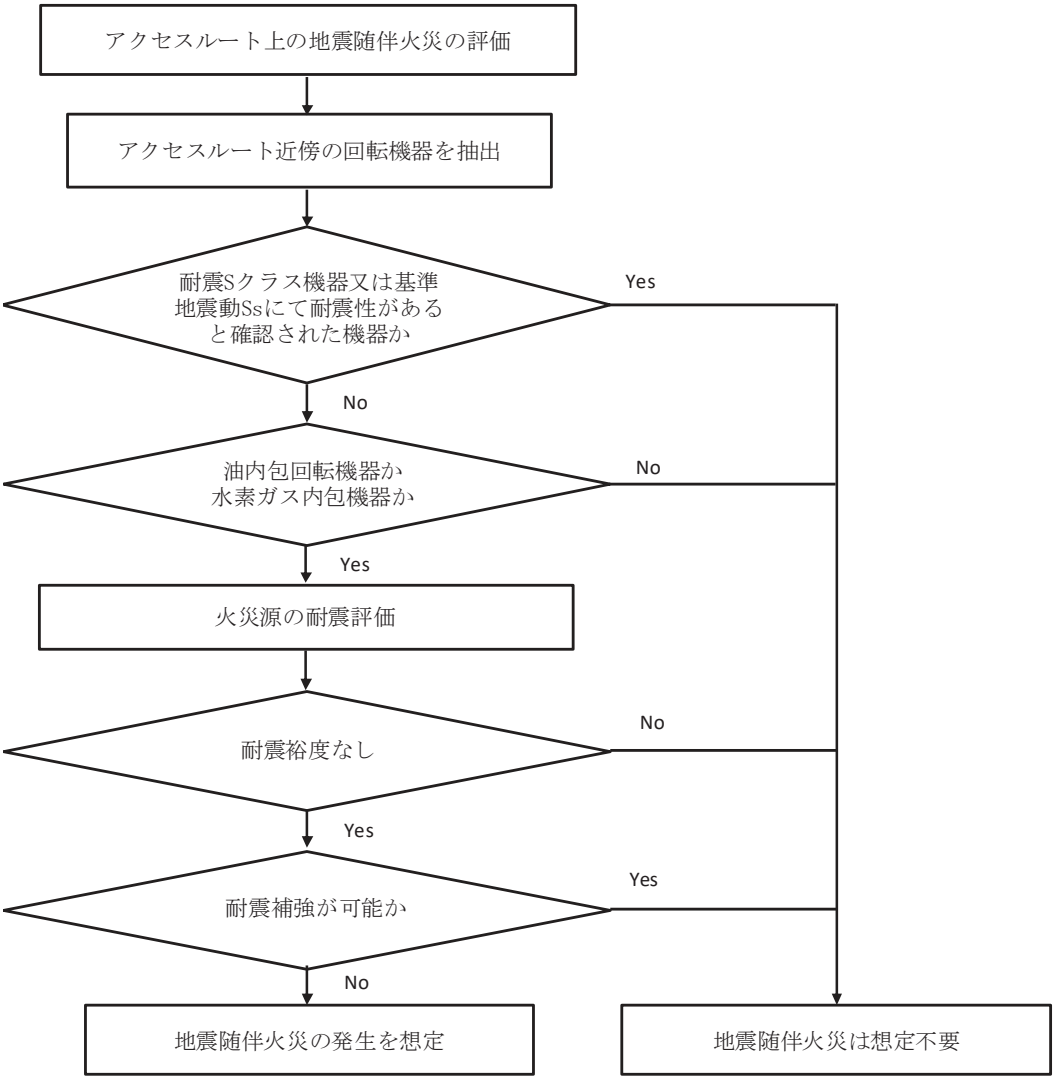
屋内アクセスルート近傍の地震随伴火災の発生の可能性がある機器について，以下のとおり抽出・評価を実施した。なお，抽出フローを第1図に，また，抽出した火災源となる機器リストを第1表に，抽出した機器の配置を第2図に示す。

・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 Ss 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考える。
・耐震Ｓクラス機器でない，かつ基準地震動 Ss 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ガスを内包する機器については地震により支持構造物が損壊し，漏えいした油又は水素ガス（４vol％以上）に着火する可能性があるため，火災源として耐震評価を実施する。
・耐震評価はＳクラス機器と同様に基準地震動 Ss 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※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ガス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

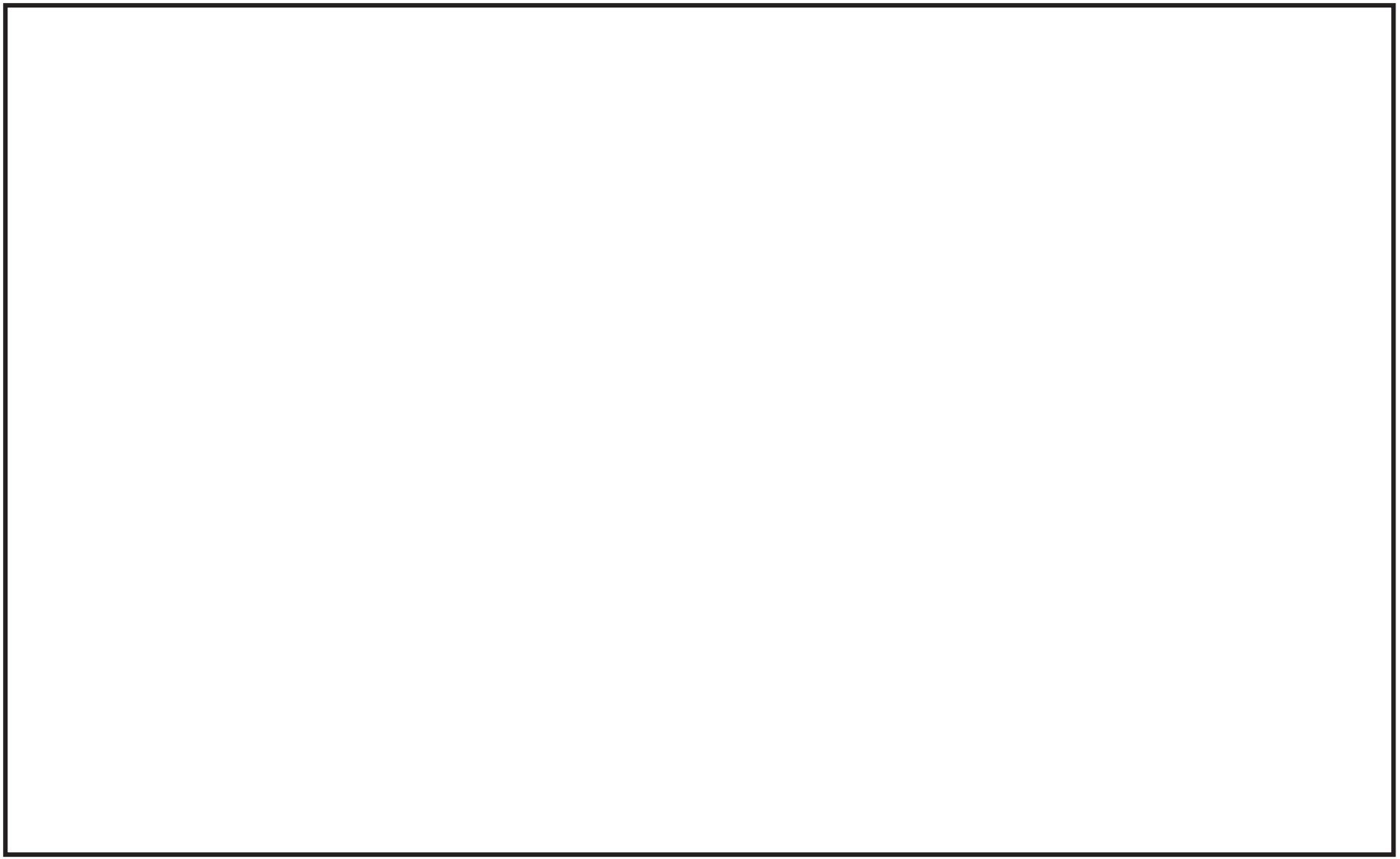
※２　耐震評価を実施し，耐震裕度がない場合については耐震補強を実施する

第１表　アクセスルート近傍の回転機器リスト　(2/2)

番号※1	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※2)
⑦	空気圧縮機(H-2)	BC クラス (耐震評価対象機器※2)
⑦	潤滑油補給ポンプ	BC クラス (耐震評価対象機器※2)
⑦	燃料油ドレンポンプ(HPCS)	BC クラス (耐震評価対象機器※2)
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※2)
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※2)
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※2)
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（1/6）

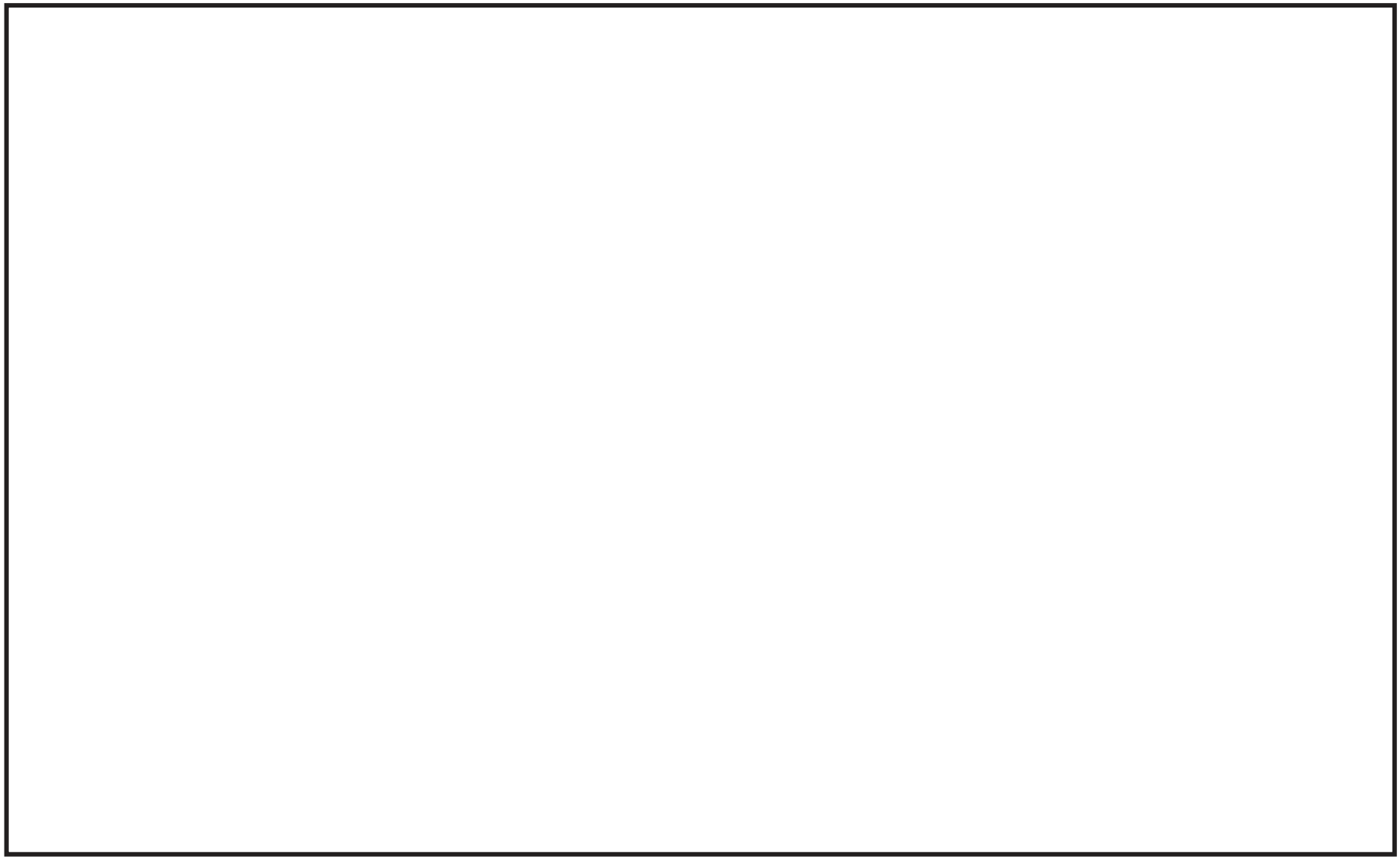
枠囲み内容は防護上の観点から公開できません。

第 2 図　地震随伴火災源の抽出機器配置図（2/6）

枠囲み内容は防護上の観点から公開できません。

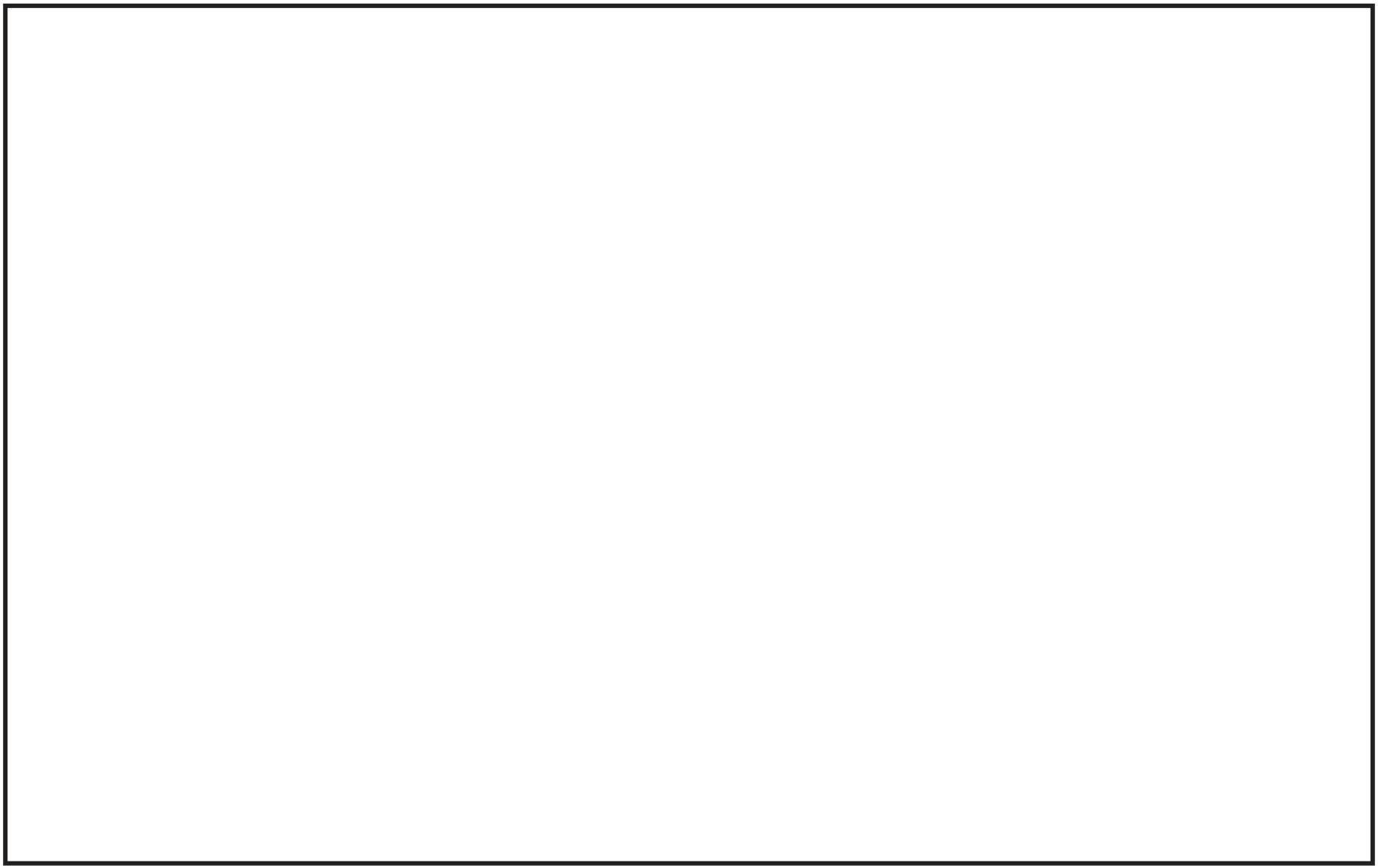
第 2 図　地震随伴火災源の抽出機器配置図（3/6）

枠囲み内容は防護上の観点から公開できません。



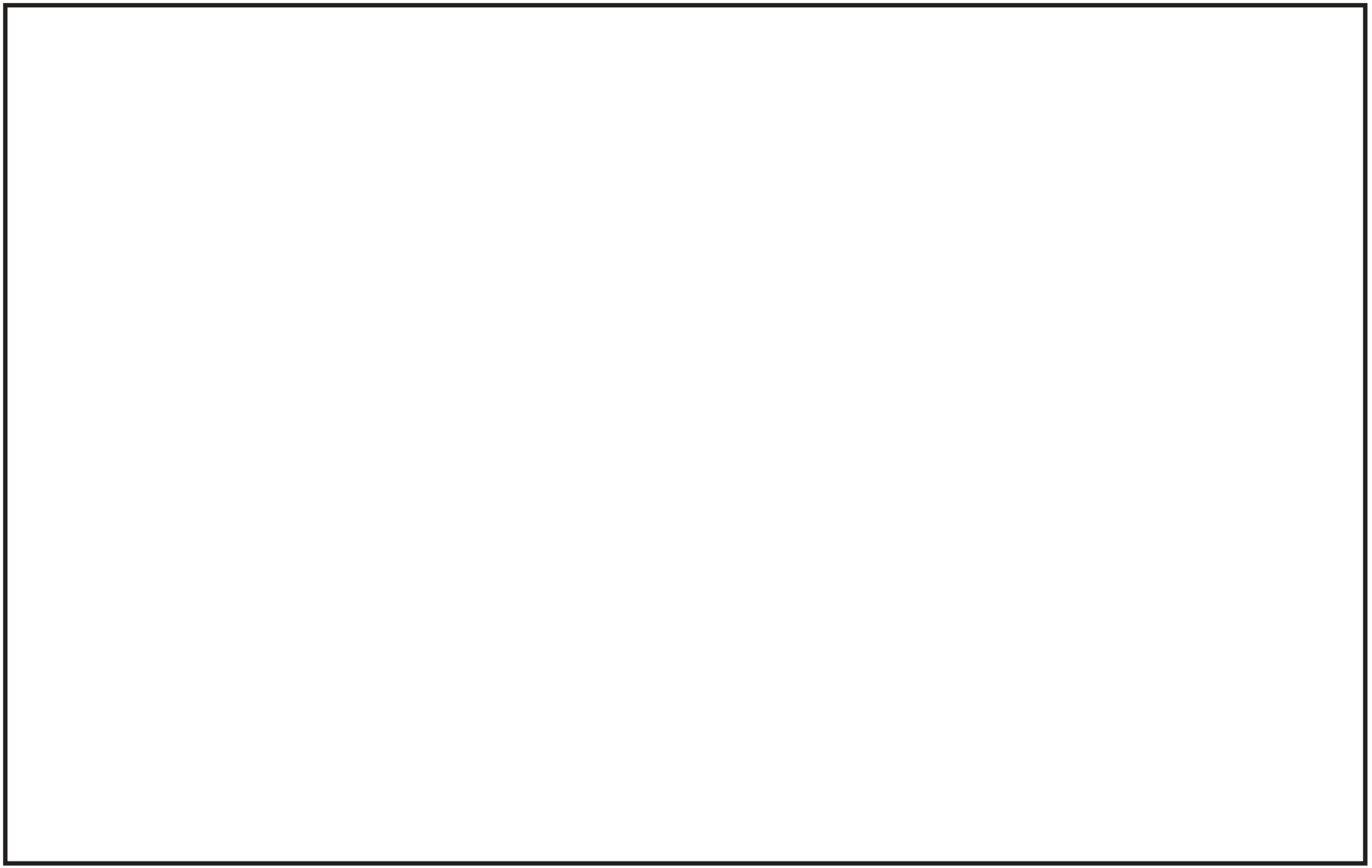
第２図　地震随伴火災源の抽出機器配置図（4/6）

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（5/6）

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（6/6）

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 Ss 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 Ss による溢水を考慮して評価する。

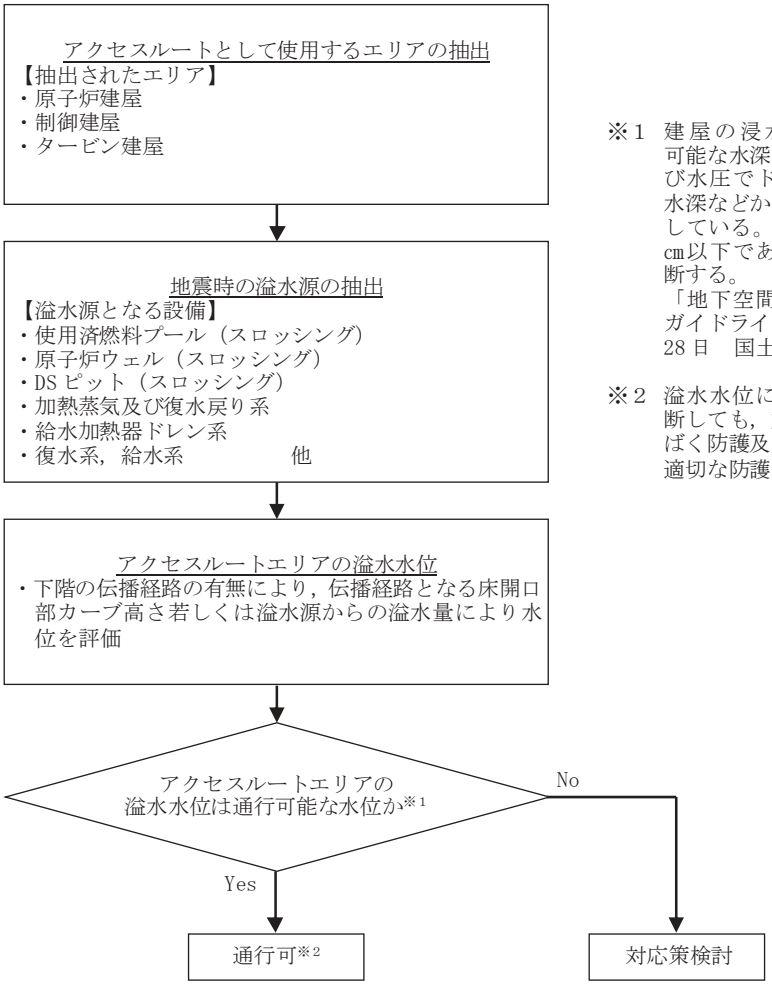
３．アクセスルートエリアの溢水水位

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。

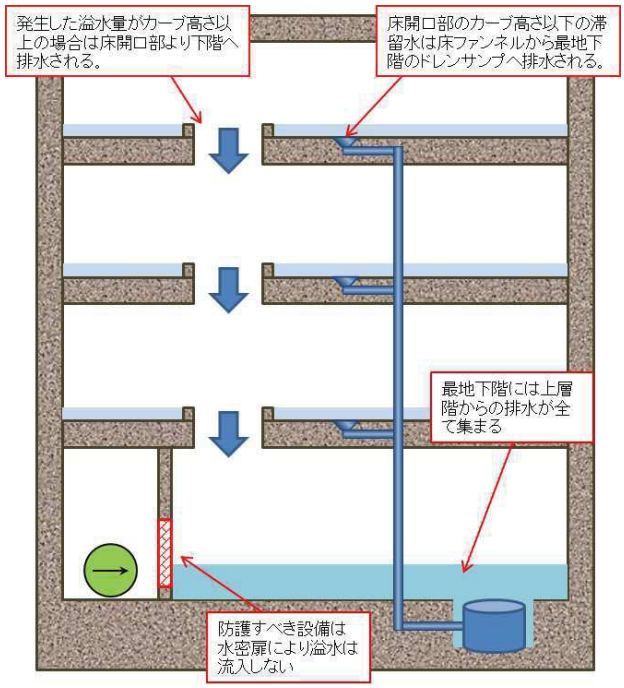
有効性評価及び技術的能力手順で期待している操作において，アクセスルートとなるエリアを第１表，各エリアの溢水水位を第２表に，溢水源を第 3-1 表～第 3-3 表に示す。



※1　建屋の浸水時における歩行可能な水深は，歩行困難水深及び水圧でドアが開かなくなる水深などから 30cm 以下と設定している。本評価では水深 20cm以下であれば通行可能と判断する。
「地下空間における浸水対策ガイドライン」（平成 14 年 3 月 28 日　国土交通省公表）参照

※2　溢水水位により通行可能と判断しても，放射性物質による被ばく防護及び感電防止のため，適切な防護具を着用する。

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 付属棟 （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							
24800							—	
23500						①②③④ ⑤⑥⑦⑧		
22500	○	①②③ ④⑤⑦⑧	—	—				
19500						○		
15000	②③⑥⑧	①②③ ④⑤⑦⑧	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）
		原子炉建屋付属棟（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							
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 分以内に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，原子炉ウェル及び 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^3 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 80m^3 となり，アクセスルートにおける溢水水位は約 13cm となる。アクセスルート上の溢水水位が水深 20cm 以下となるため，長靴（靴丈約 28cm）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 3－7 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^3）	温度（℃）	溢水水位（cm）	溢水源への添加薬品	放射能の有無
O.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
O.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
O.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
O.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
O.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℃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））

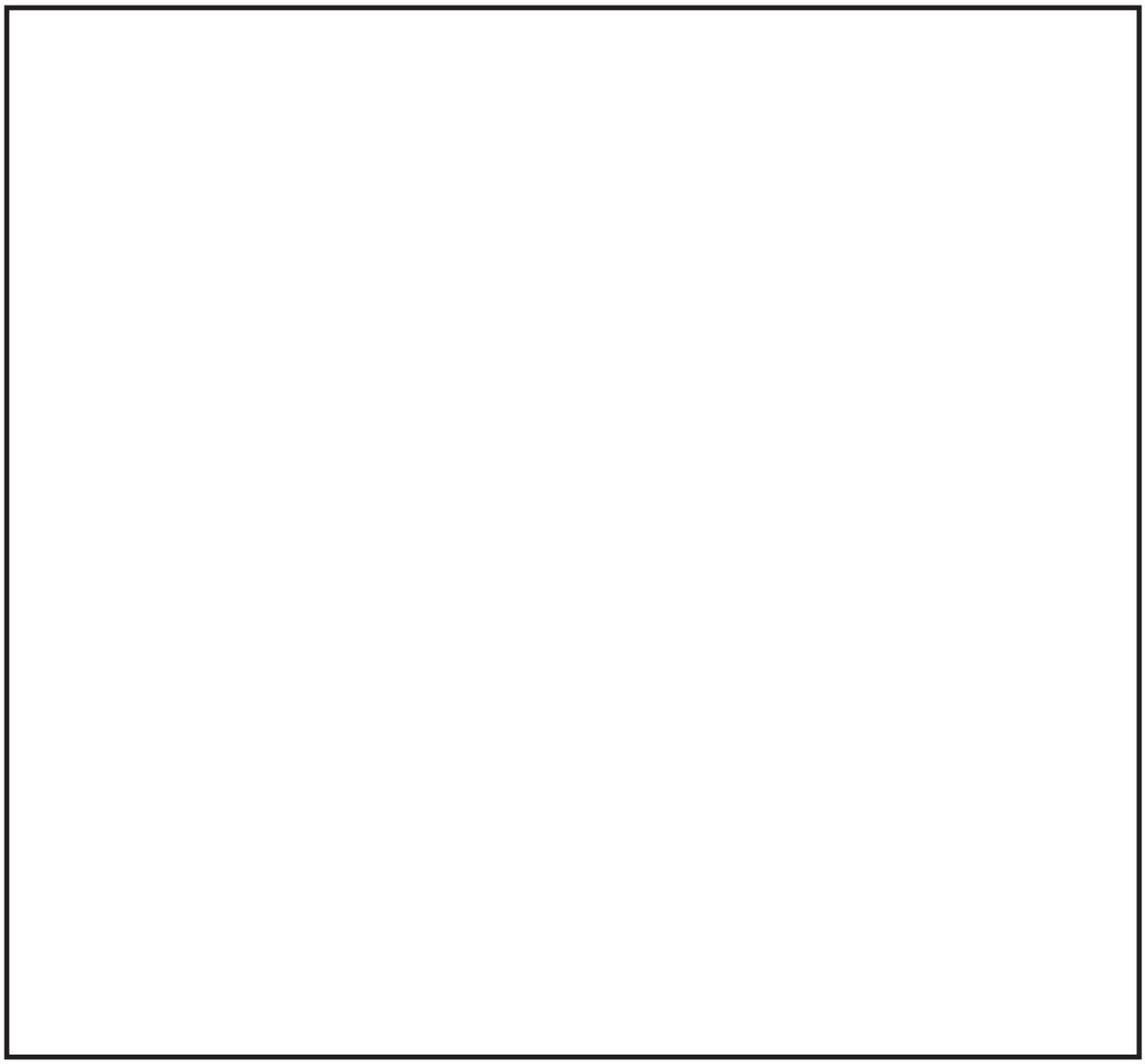
フロア	溢水源	溢水量（m^3）	温度※1（℃）	溢水水位（cm）	溢水源への添加薬品	放射能の有無
O.P. 15000（地上１階）	放射性ドレン移送系	33	66	約 13	無	有
	機器ドレン系	1232	66		無	有
	床ドレン・化学廃液系	616	148		無	有
	ストームドレン系	99	66		無	無
	廃スラッジ系	979	66		無	有
	濃縮廃液系	88	66		無	有
	固化系※2	44	95		無	有
	純水補給水系	11	66		無	無
	復水補給水系	33	66		無	有
	ろ過水系	11	66		無	無
	換気空調補機常用冷却水系	55	66		防食剤	無
	換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※3	85		防食剤	無
	原子炉補機冷却水系	209（S クラス含有）※4	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））

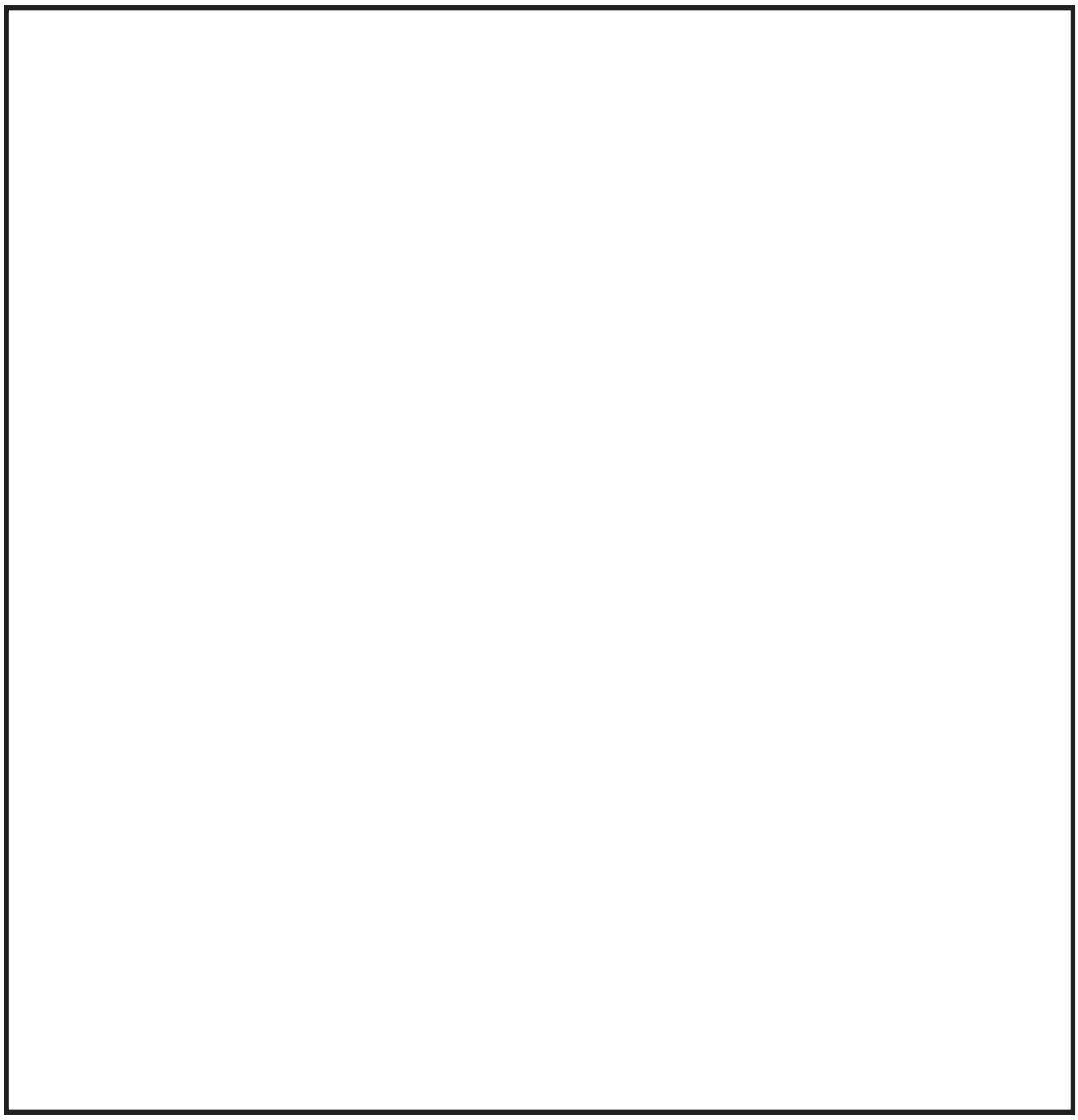
フロア	溢水源	溢水量 (m^3)	温度※ (℃)	溢水水位 (cm)	溢水源への添加薬品	放射能の有無
0.P.15000（地上１階）	放射性ドレン移送系	11	66	約 13	無	有
	機器ドレン系	22	66		無	有
	床ドレン・化学廃液系	22	148		無	有
	ストームドレン系	22	66		無	無
	廃スラッジ系	55	66		無	有
	復水系，給水系	649	180		無	有
	給水加熱器ドレン系	330	302		無	有
	復水ろ過装置	132	66		無	有
	復水脱塩装置	209	66		無	有
	高圧油圧系	11	70		無	有
	タービン潤滑油系	198	79		無	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



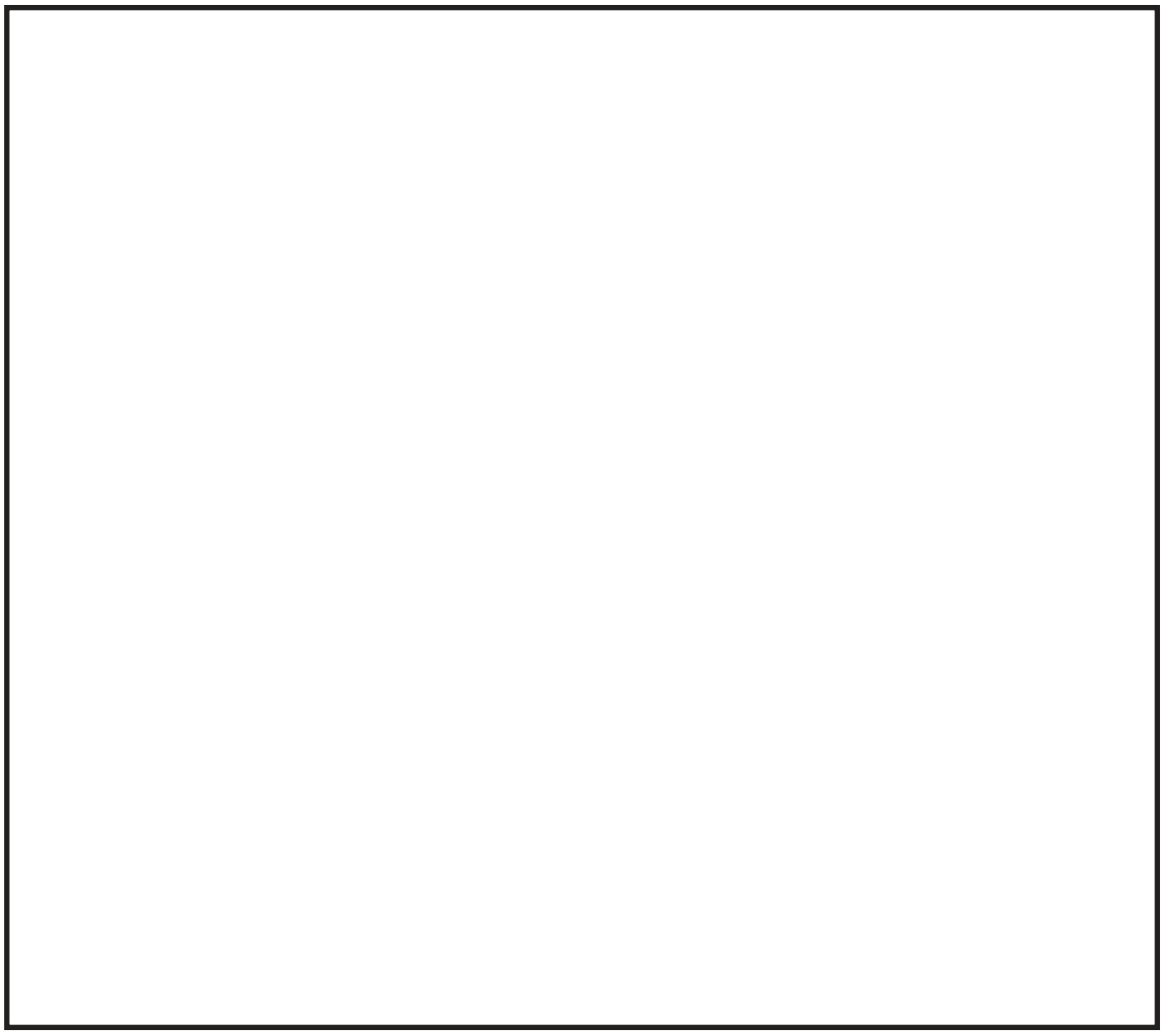
第 3-1 図　アクセスルートへの溢水影響範囲

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



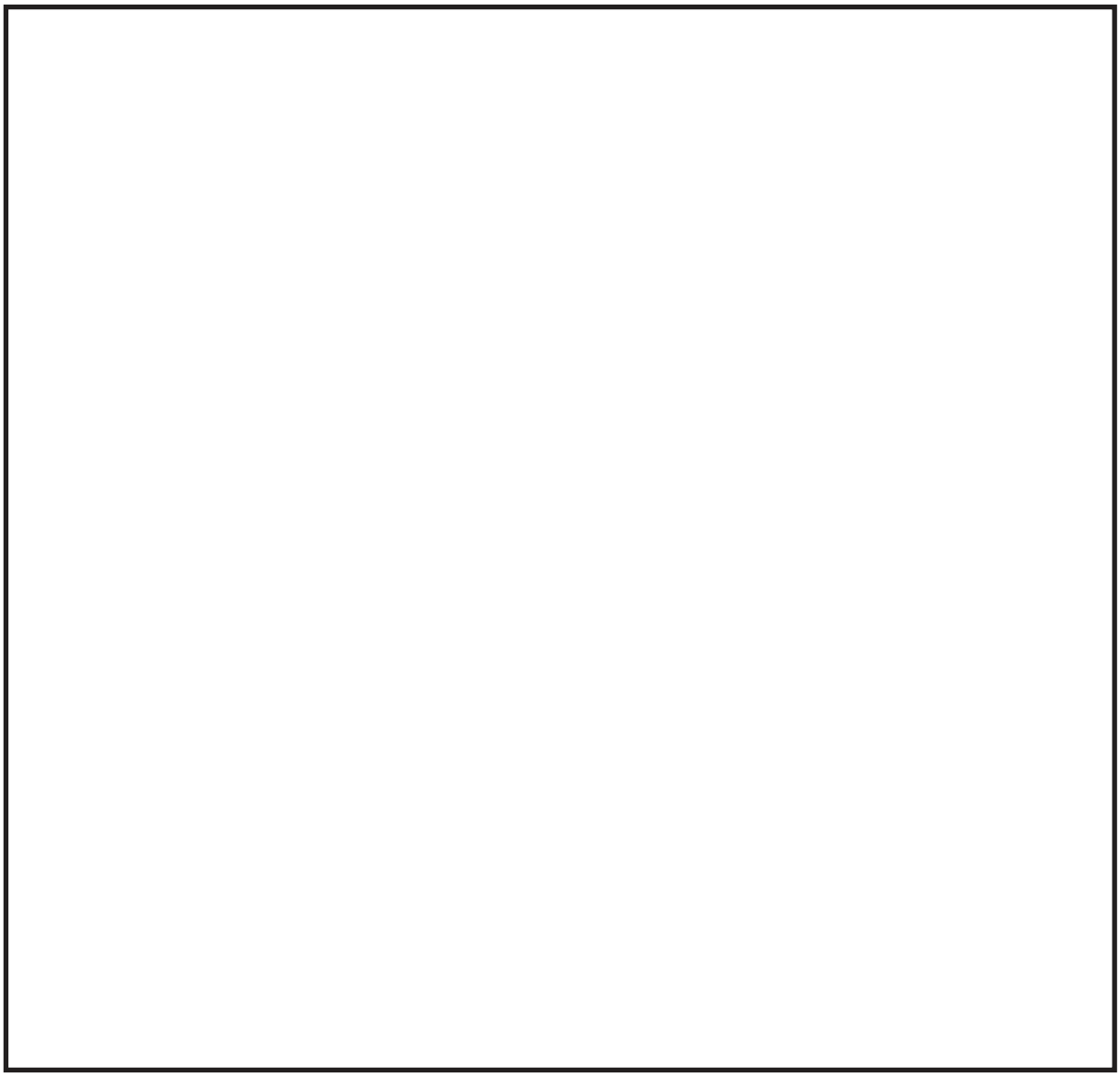
第 3-2 図　アクセスルートへの溢水影響範囲

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



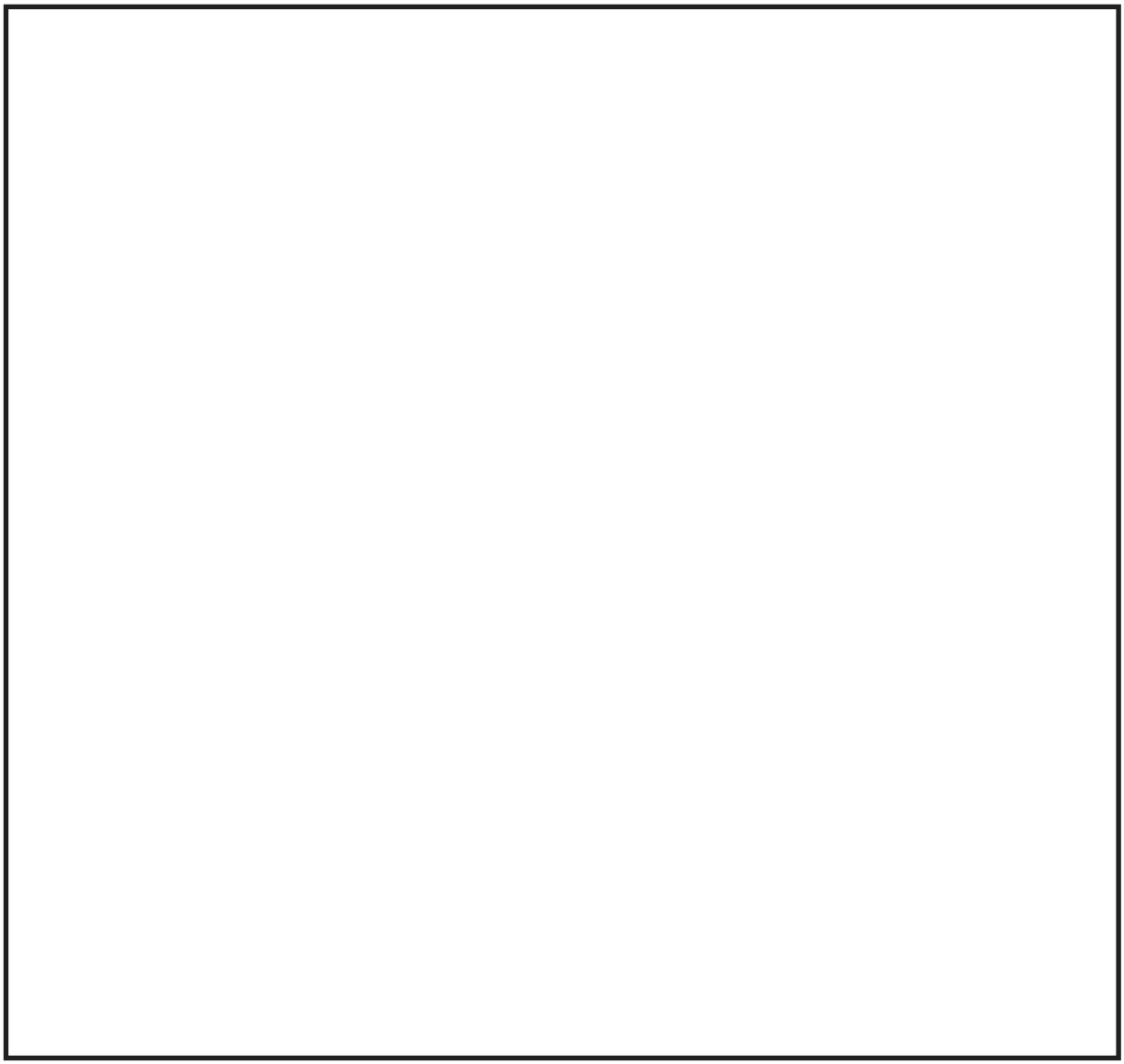
第 3-3 図　アクセスルートへの溢水影響範囲

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



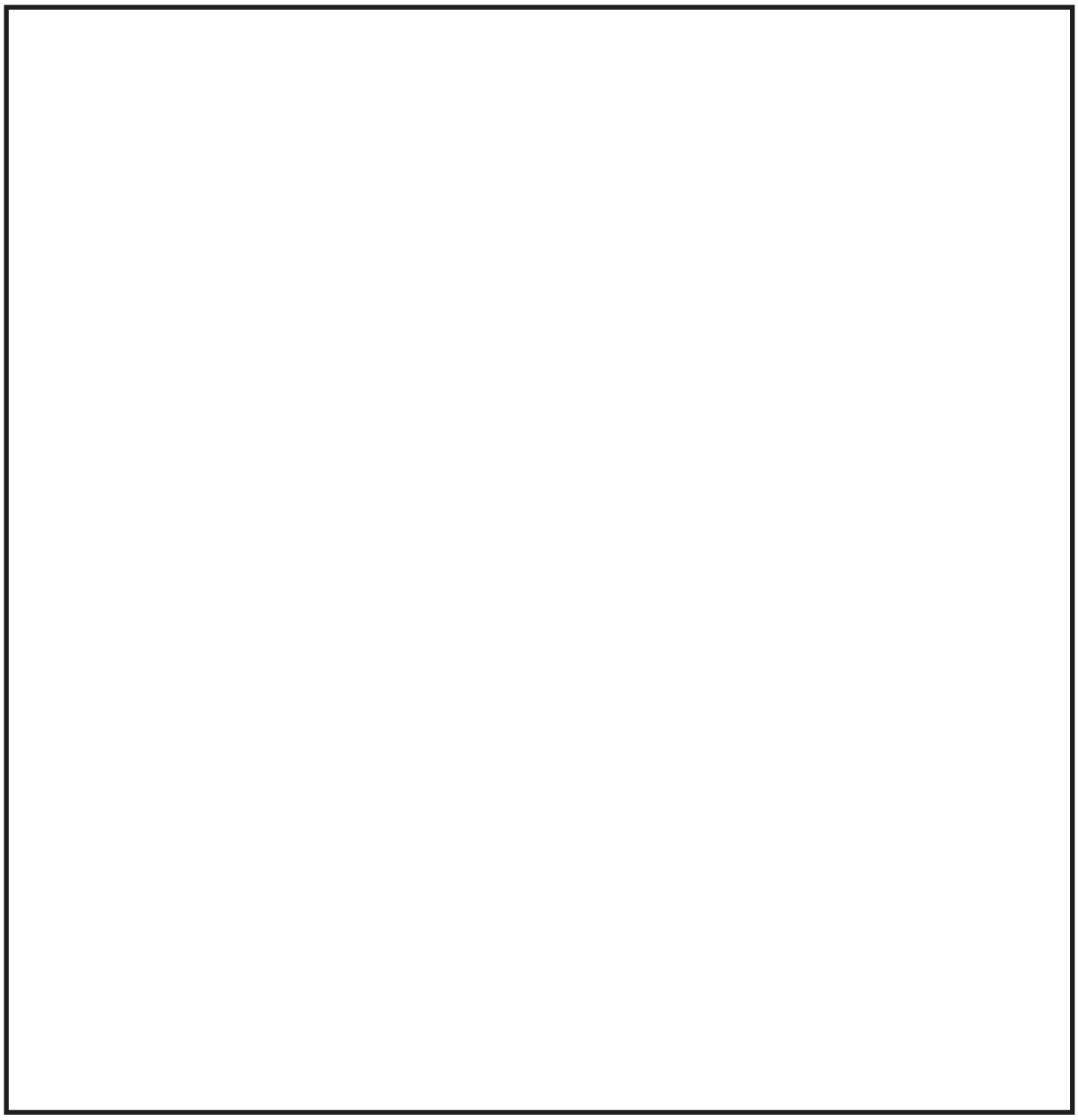
第 3-4 図　アクセスルートへの溢水影響範囲

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



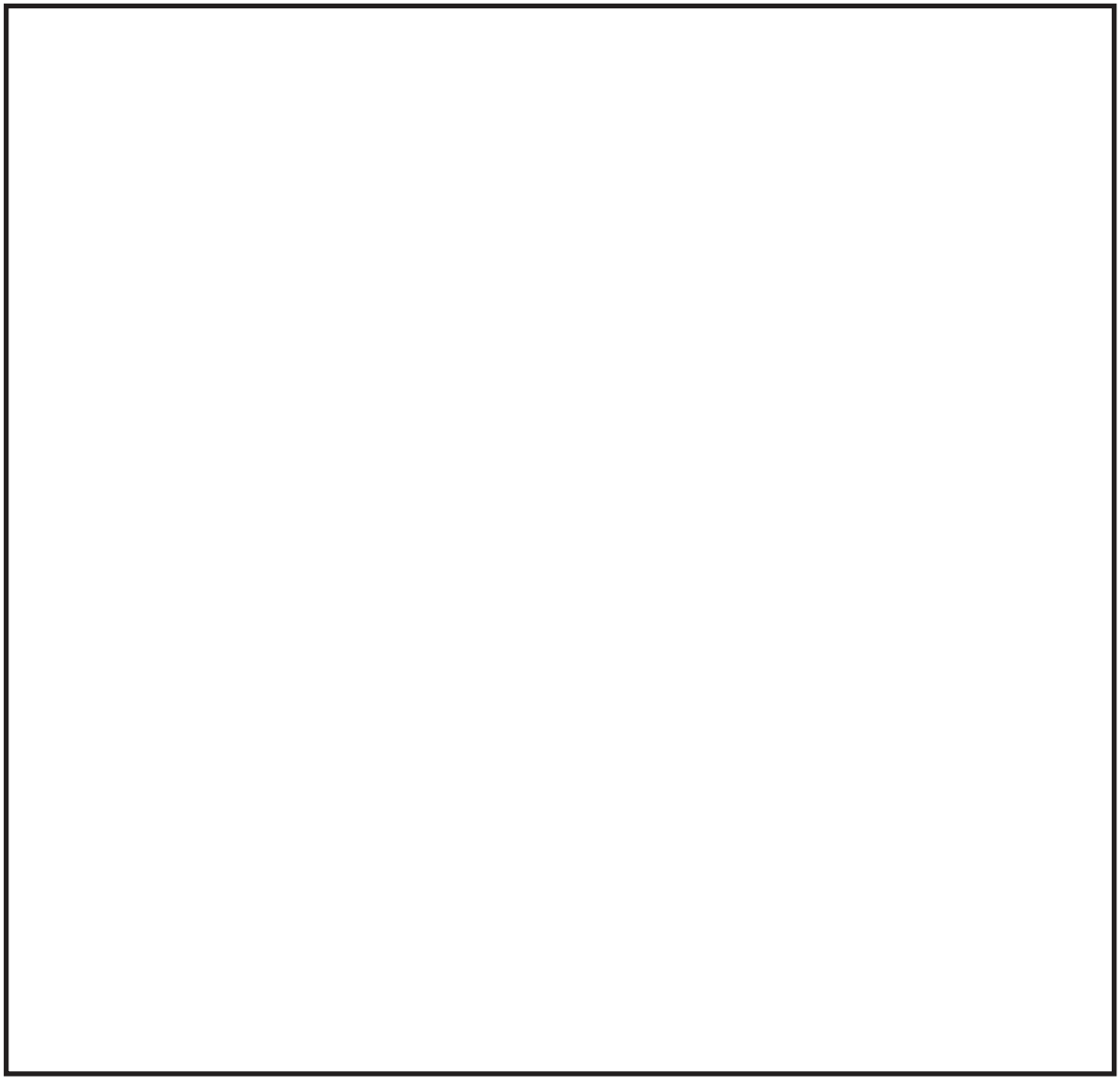
第 3-5 図　アクセスルートへの溢水影響範囲

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。

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

地震による溢水源の中で，高温の流体を内包する系統は「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」が考えられる。「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」は，タービン建屋又は原子炉建屋原子炉棟外（廃棄物処理エリア）のアクセスルートの通行に影響を与える可能性があるが，通行できない場合は迂回ルートを使用することで作業場所までの通行が可能である。

また,「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水※」について通常時の温度は 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。

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，原子炉ウェル及び 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，原子炉ウェル及び 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 2.6×10^{-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，溢水により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）を着用することにより，アクセス性は確保可能である。

(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：制御建屋地上１階（ヘルメット置場）
防 護 具：綿手袋，ゴム長靴（靴丈 28cm），ゴム手袋，
　　必要に応じてタイベック，EVA スーツ，全面マスク





なお，内部溢水時にも，通行及び作業が可能なように，万一の事態に備えて中央制御室に電子式線量計，綿手袋，ゴム長靴，ゴム手袋，タイベック，EVA スーツ，全面マスクの配備状況を確認した。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，胴長靴を配備する。

別紙(35)

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 O.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 O.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

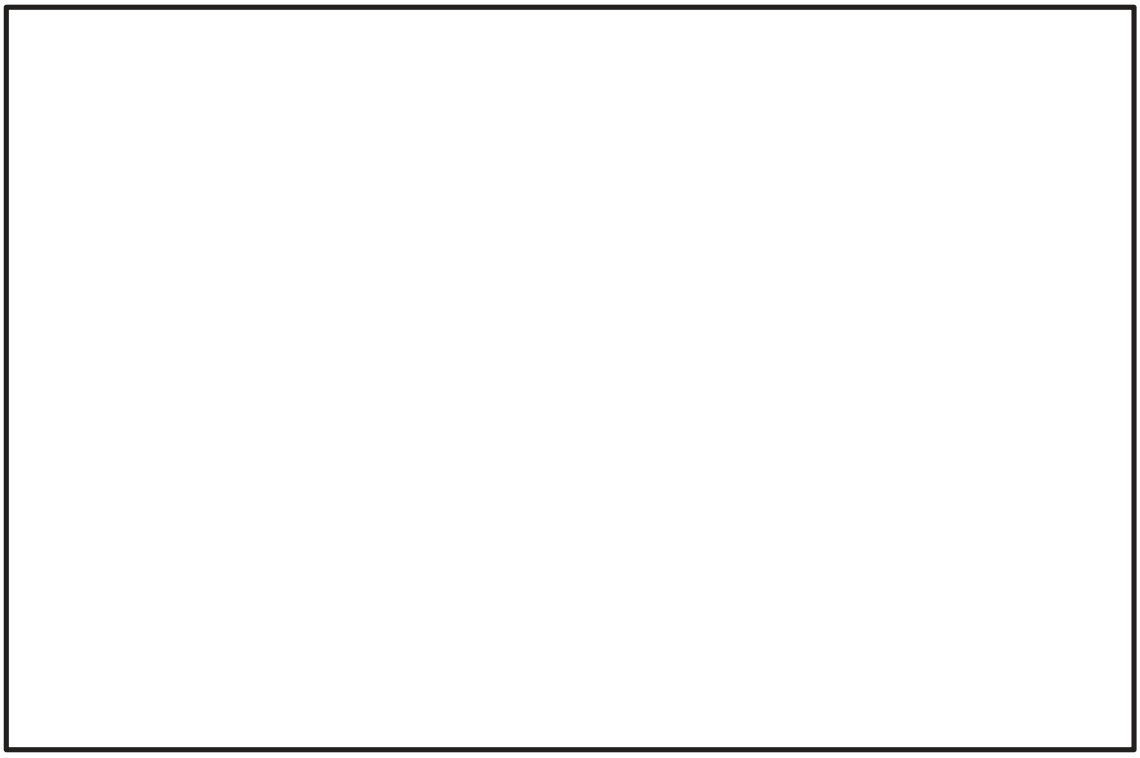
a. 敷地浸水評価

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（O.P.+34.9m 津波）

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

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考える。

・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 O.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 O.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※1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 1 ㎜ 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※2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%※3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）

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　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

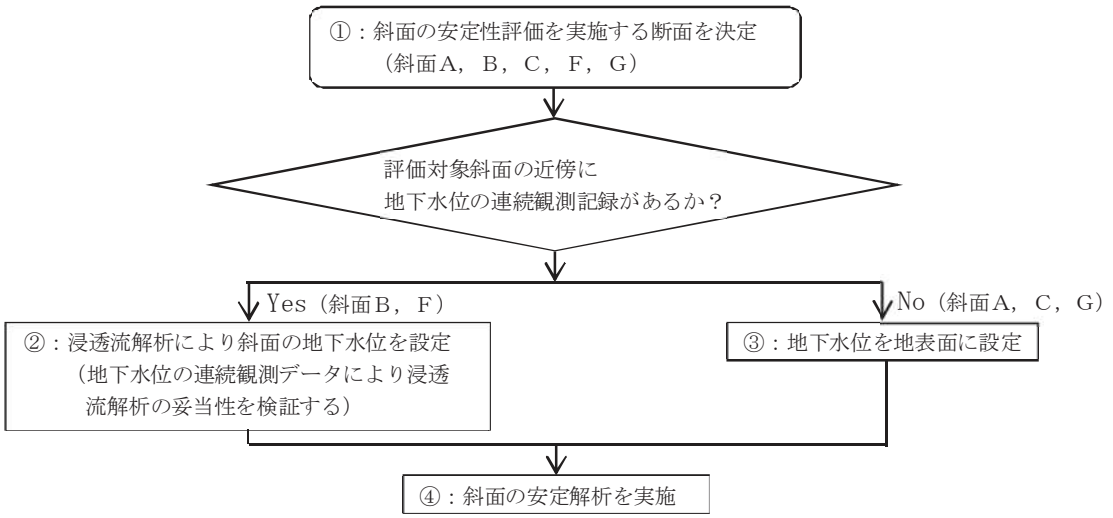
(1) 周辺斜面の崩壊，敷地下斜面のすべり評価に係る地下水位の設定

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。

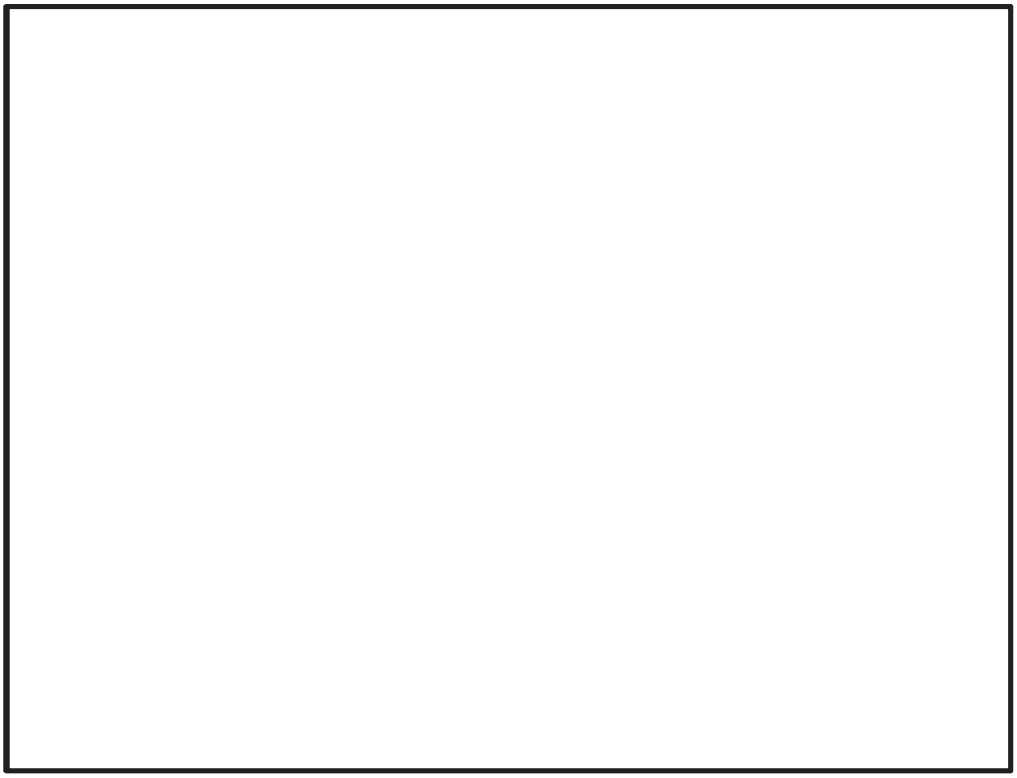
斜面の安定性を解析により確認する場合の地下水位の設定方法を以下に示す。

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

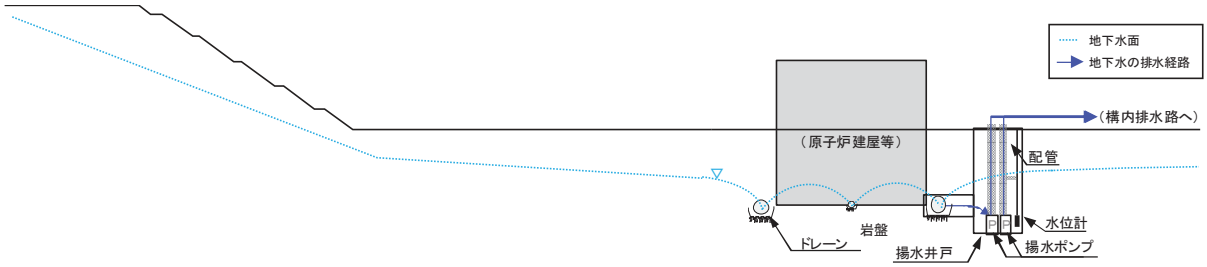


第 2 図　評価対象斜面位置図

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位低下設備が設置されており，主要建屋周辺を含めた 0.P.+14.8m 盤の広い範囲で水位低下効果が見込まれる。0.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，地下水位低下設備の機能を考慮した地下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位の設定にあたっては，保守的に地下水位低下設備の機能を考慮しないこととする。



第 3 図　地下水位低下設備概要図

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(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※1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。

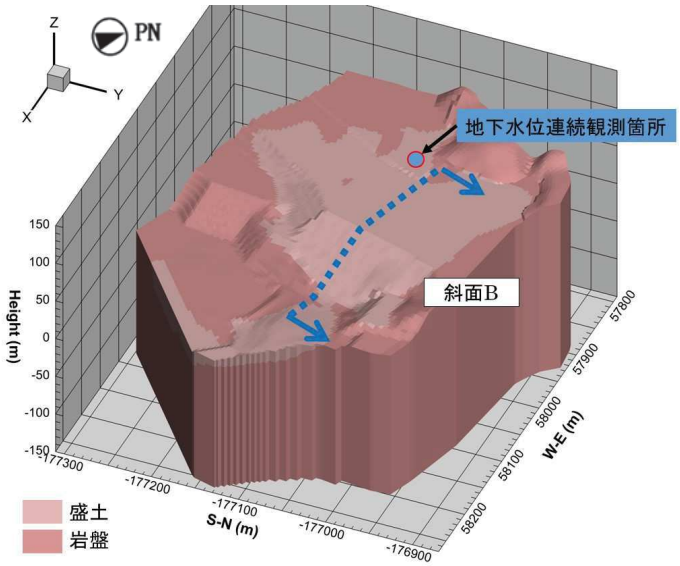
浸透流解析は解析コード「GETFLOWS ver.6.64.0」を使用する。

※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

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



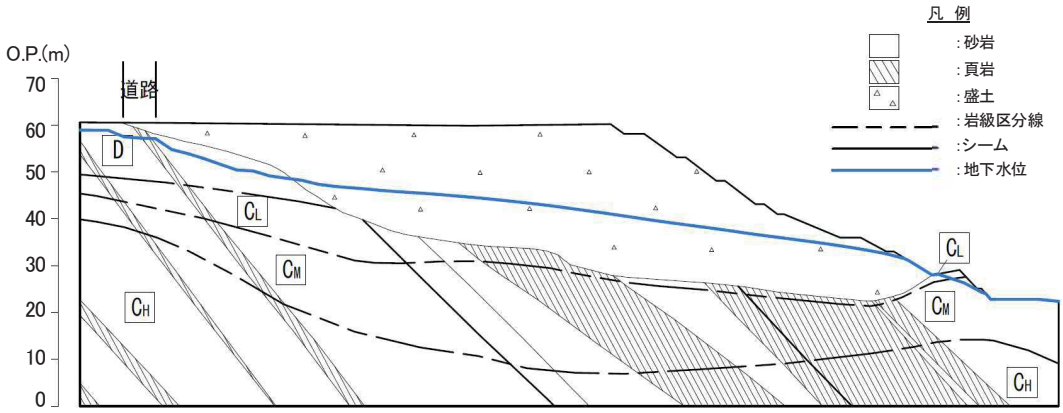
第 5 図　斜面Ｂの三次元浸透流解析モデル



第 6 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

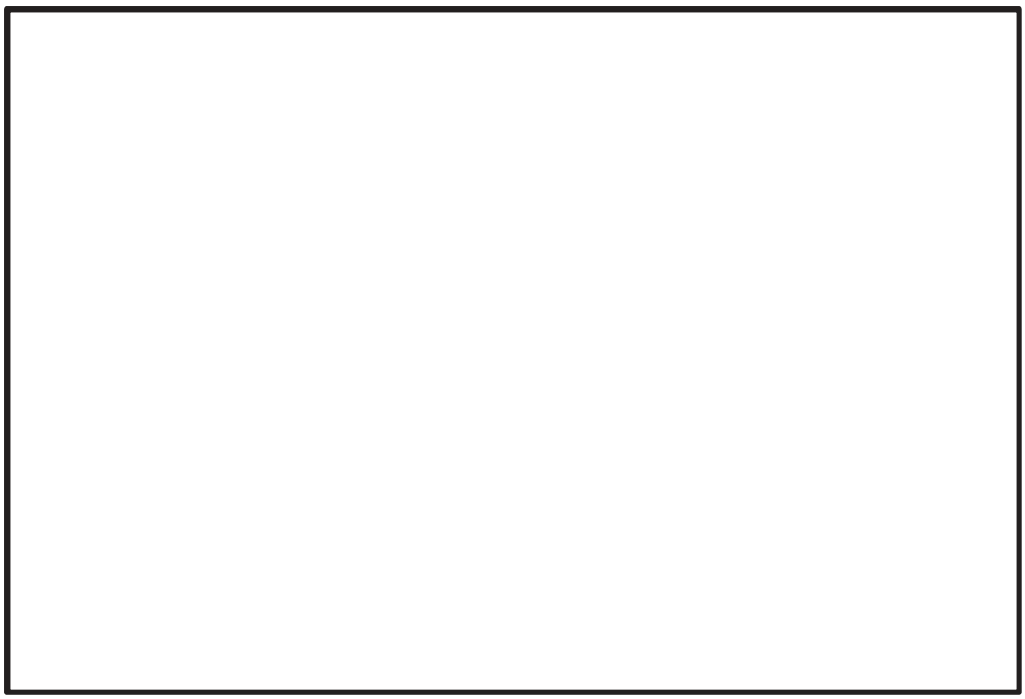
ｉ．解析手法

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※1 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。

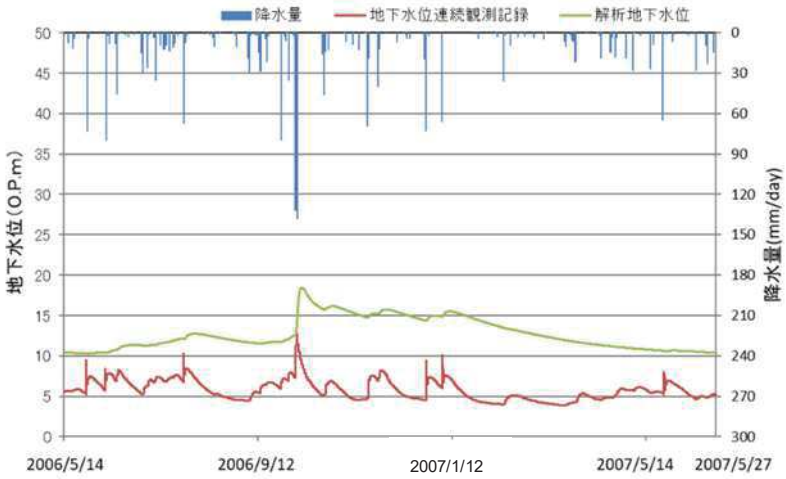
浸透流解析は解析コード「GETFLOWS ver.6.64.0」を使用する。

※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

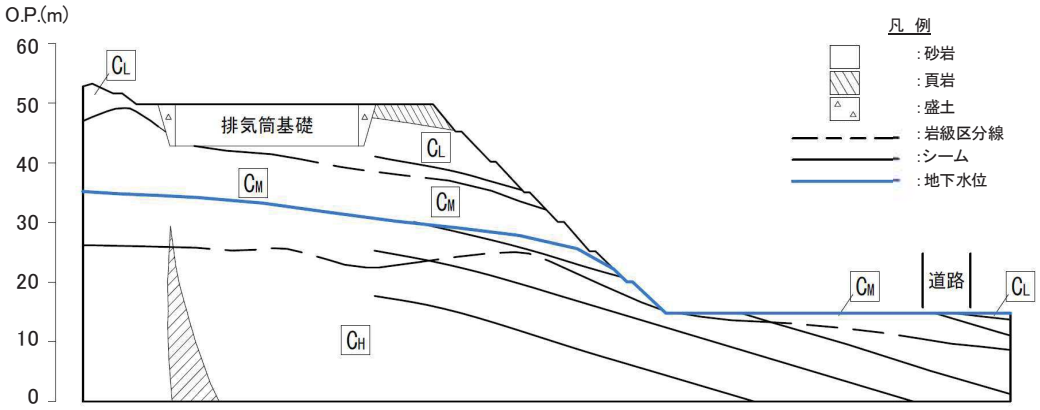
枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



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。



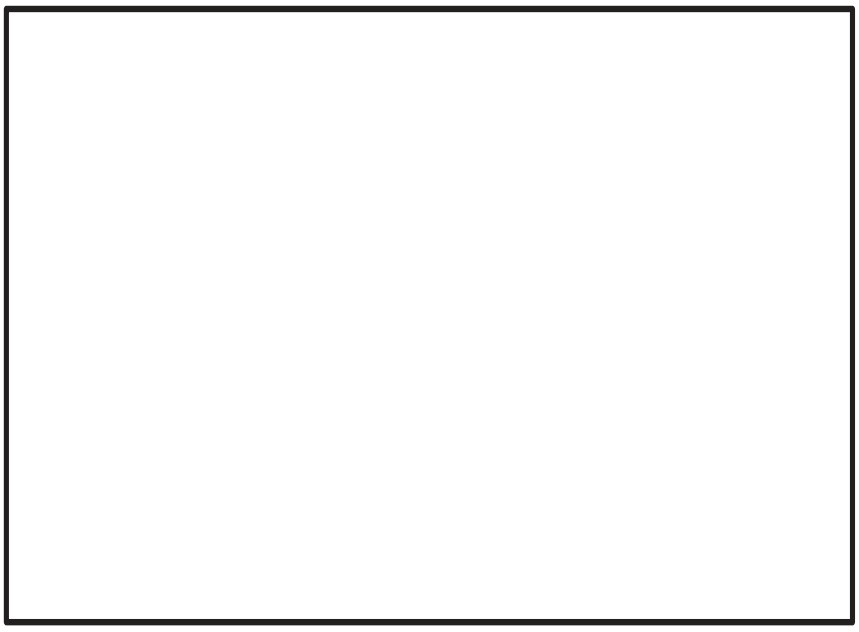
第 10 図　斜面Ｆの地下水位解析結果

(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，0.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。

0.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 0.P.+4.5m であることから，保守的にエリア①の地下水位を 0.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 0.P.+5.0m を超えないことを確認している。

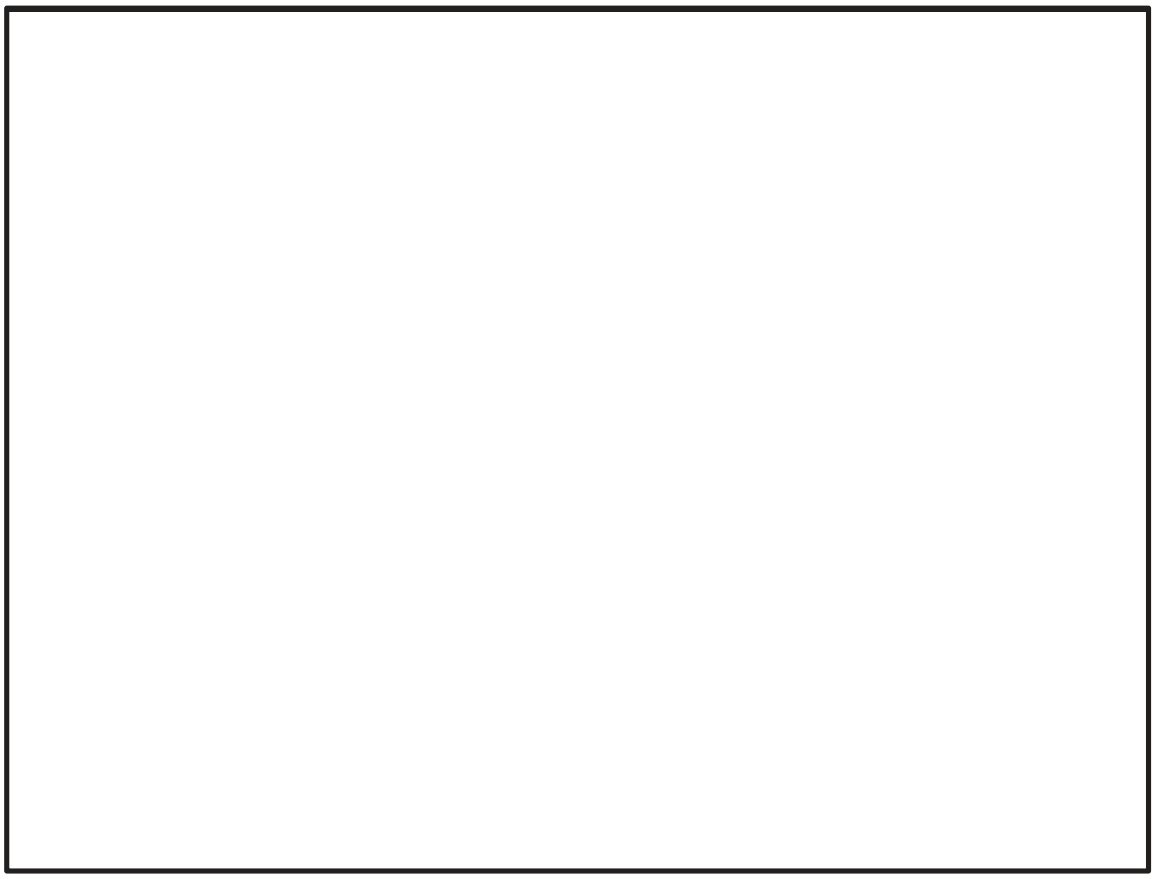
枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

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

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

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

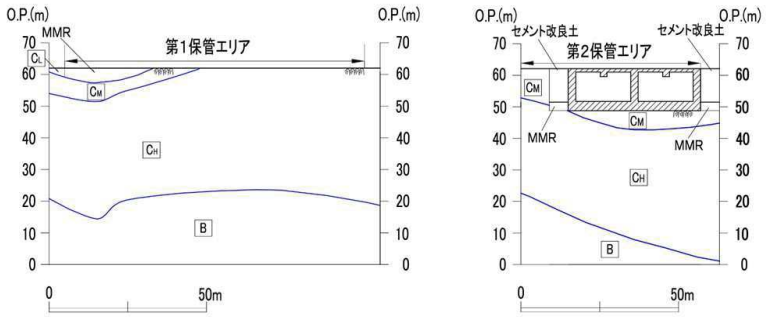
a. 保管場所

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。

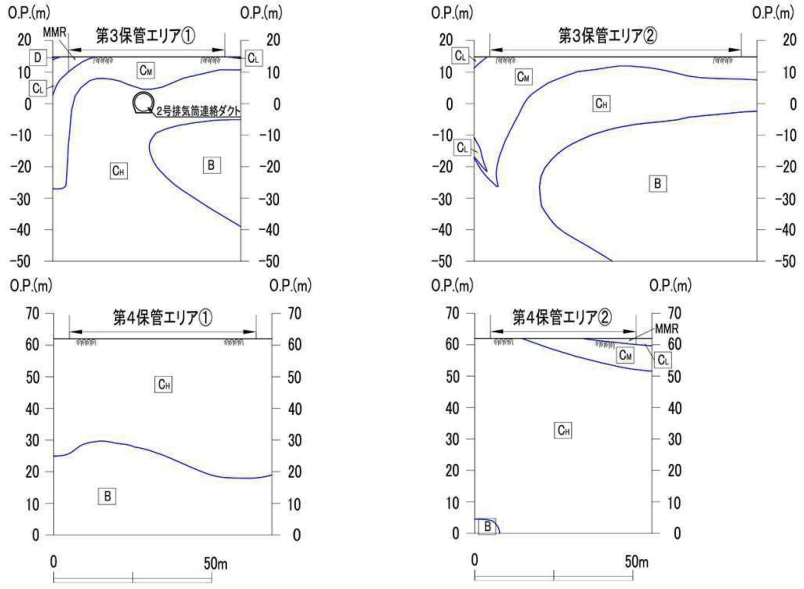
第 13 図　第３保管エリアの地下水位設定及び地質断面図

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）

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



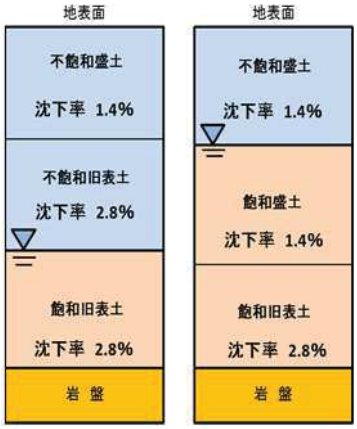
第 15 図　保管エリア地質断面図（２／２）

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。

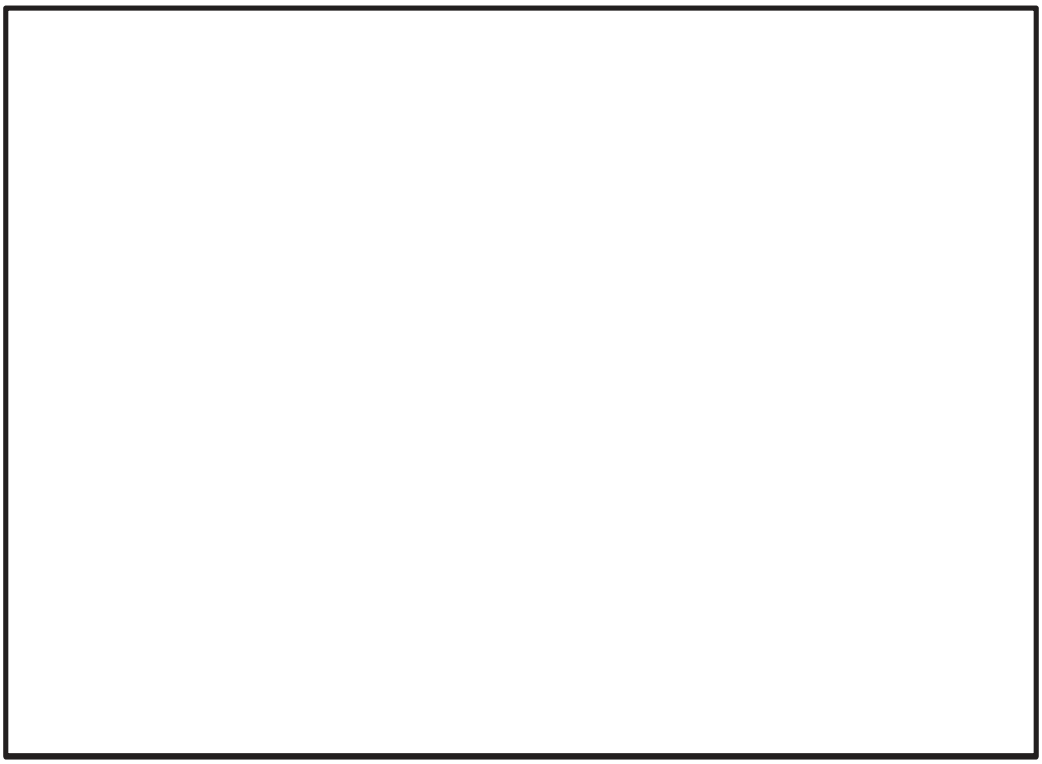


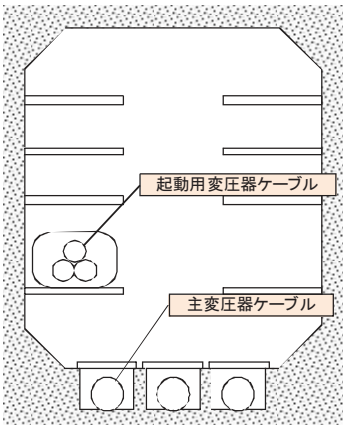
第 16 図　沈下率設定図

OF 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 OF ケーブルを使用している。

OF ケーブルの火災影響については，第１図のとおり OF 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　OF ケーブル洞道構造図

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

補足資料(2)

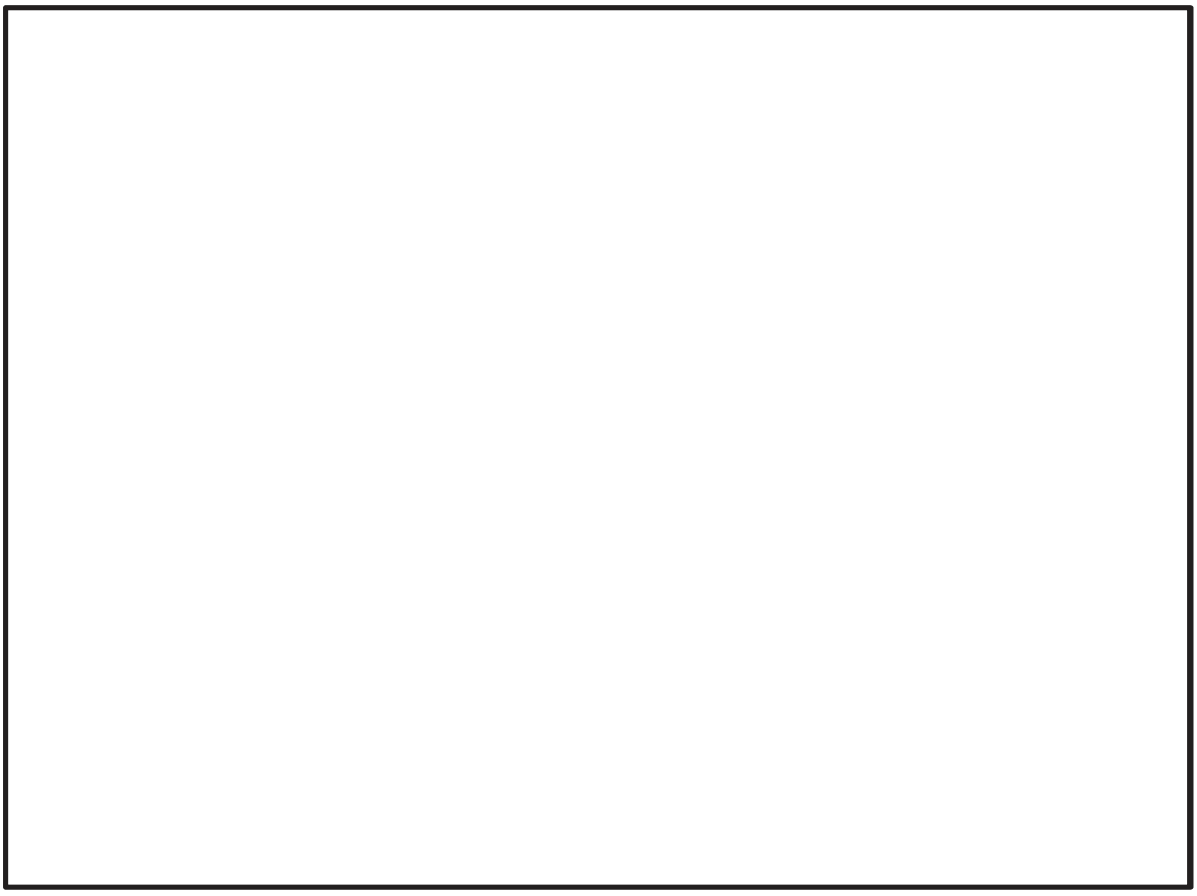
火災の重畳による熱影響評価について

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 1.6kW/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

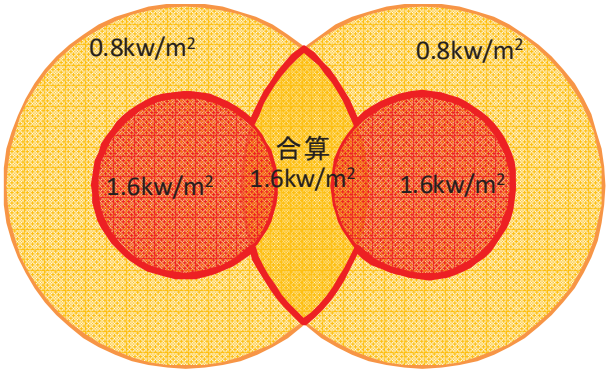


第１図　火災影響範囲

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

１．評価方法

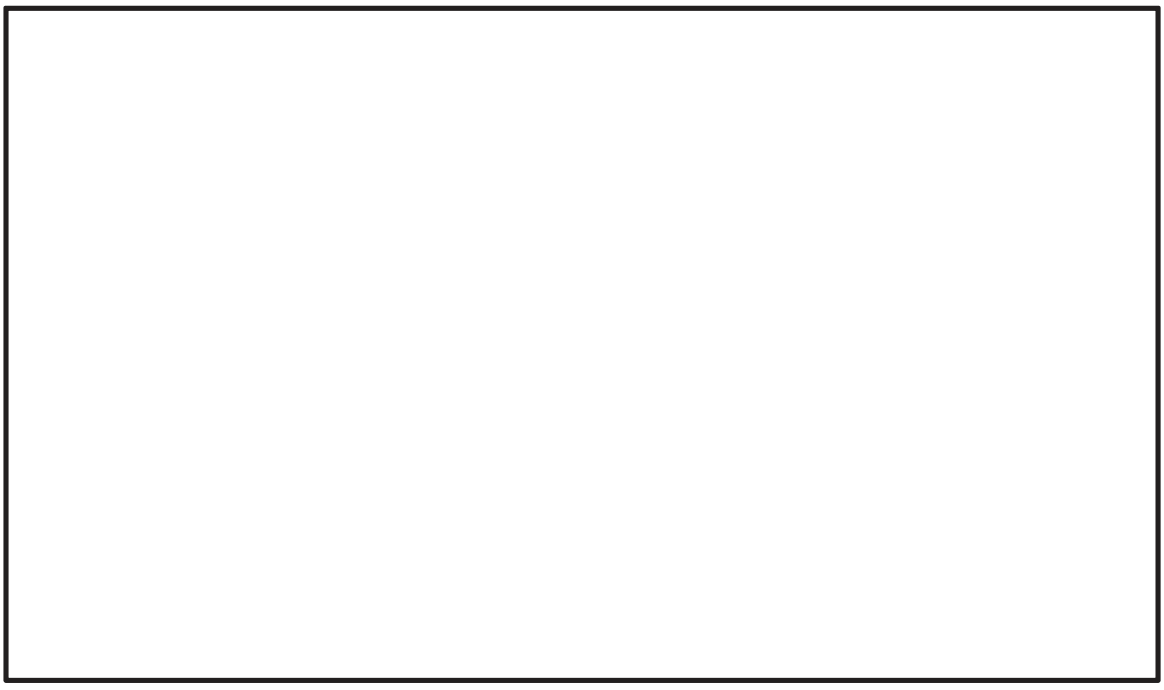
輻射強度の合算方法について概念図を第２図に示す。



第２図　輻射強度合算概念図

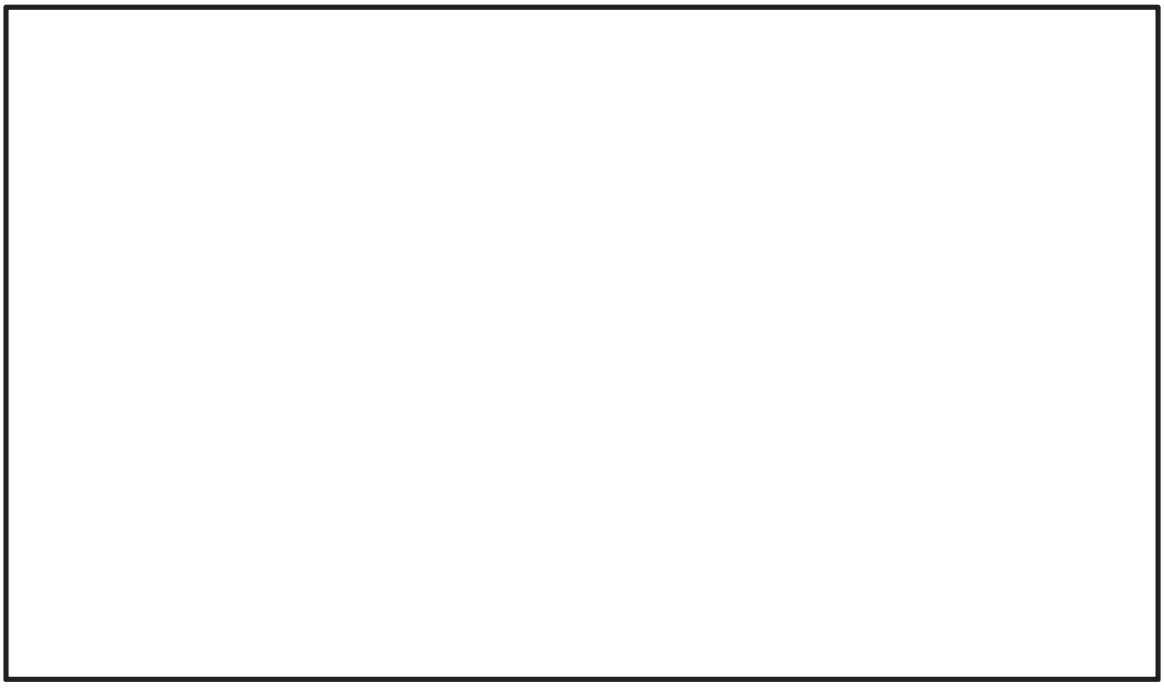
２．評価結果

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。

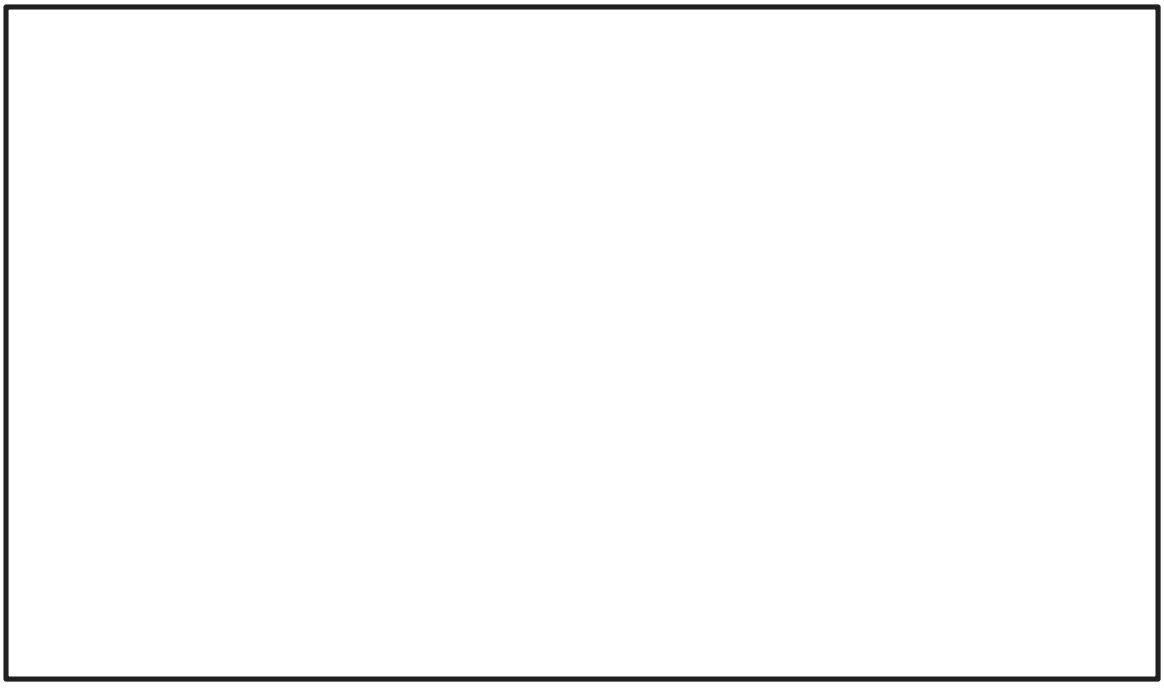


第 3-1 図　輻射強度 1.6kW/m² 範囲

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　輻射強度 0.8kW/m^2 範囲

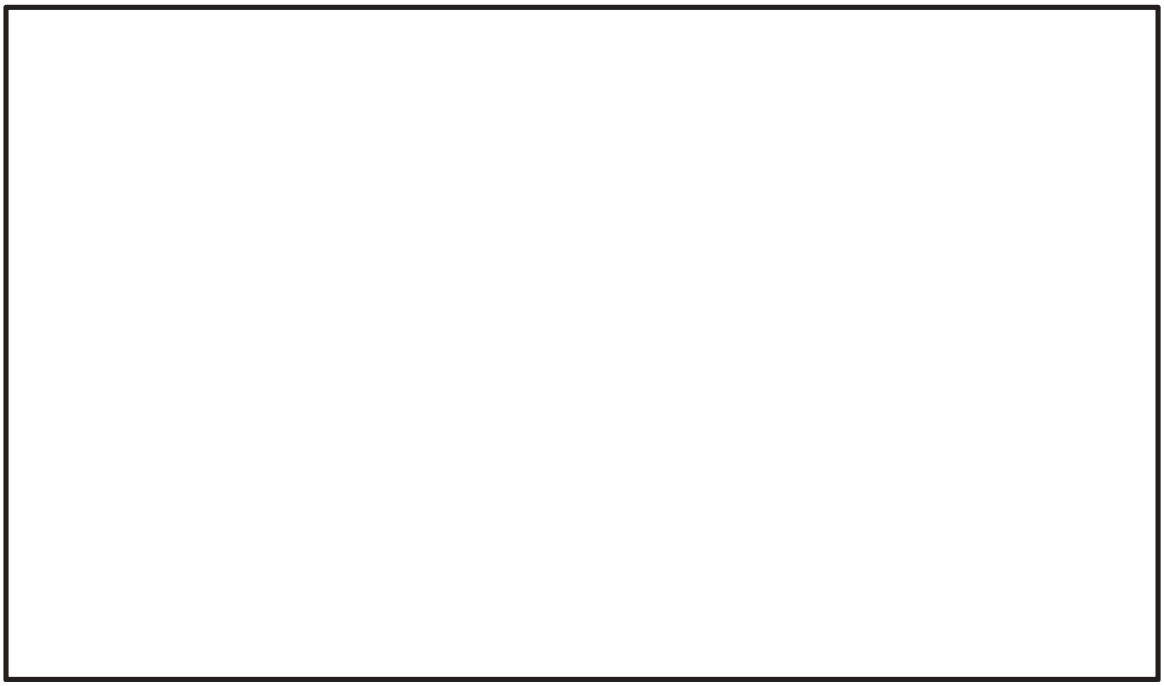


第 3-3 図　輻射強度 0.53kW/m^2 範囲

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

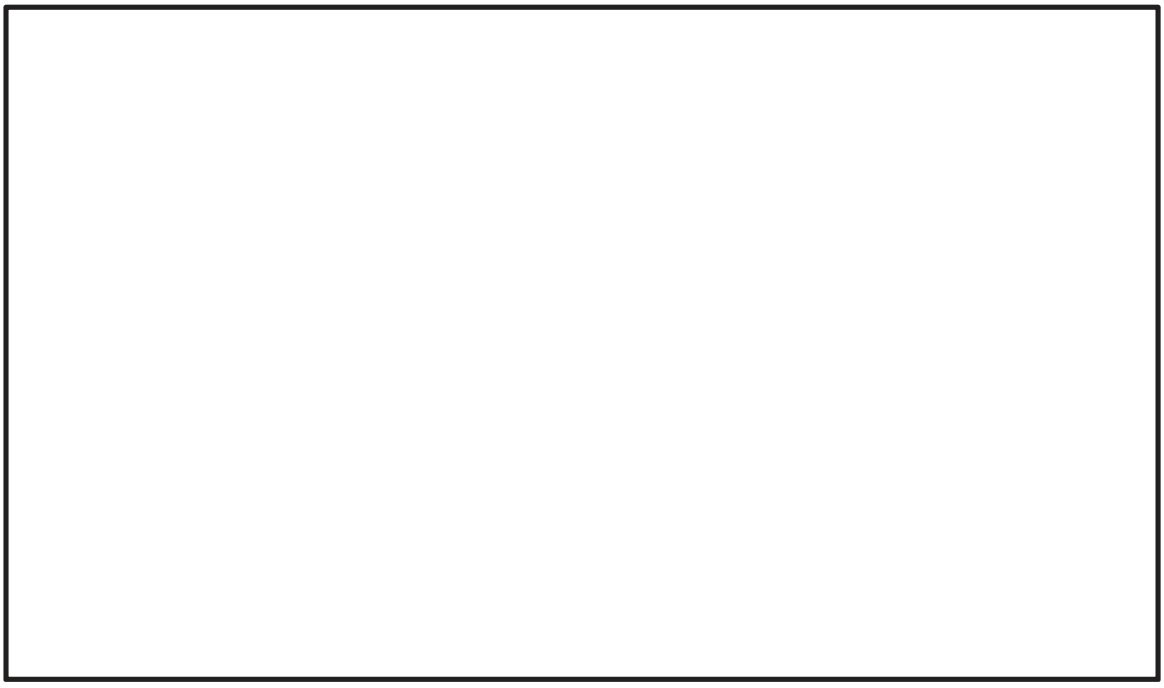


第 3-4 図　輻射強度 0.4kW/m^2 範囲

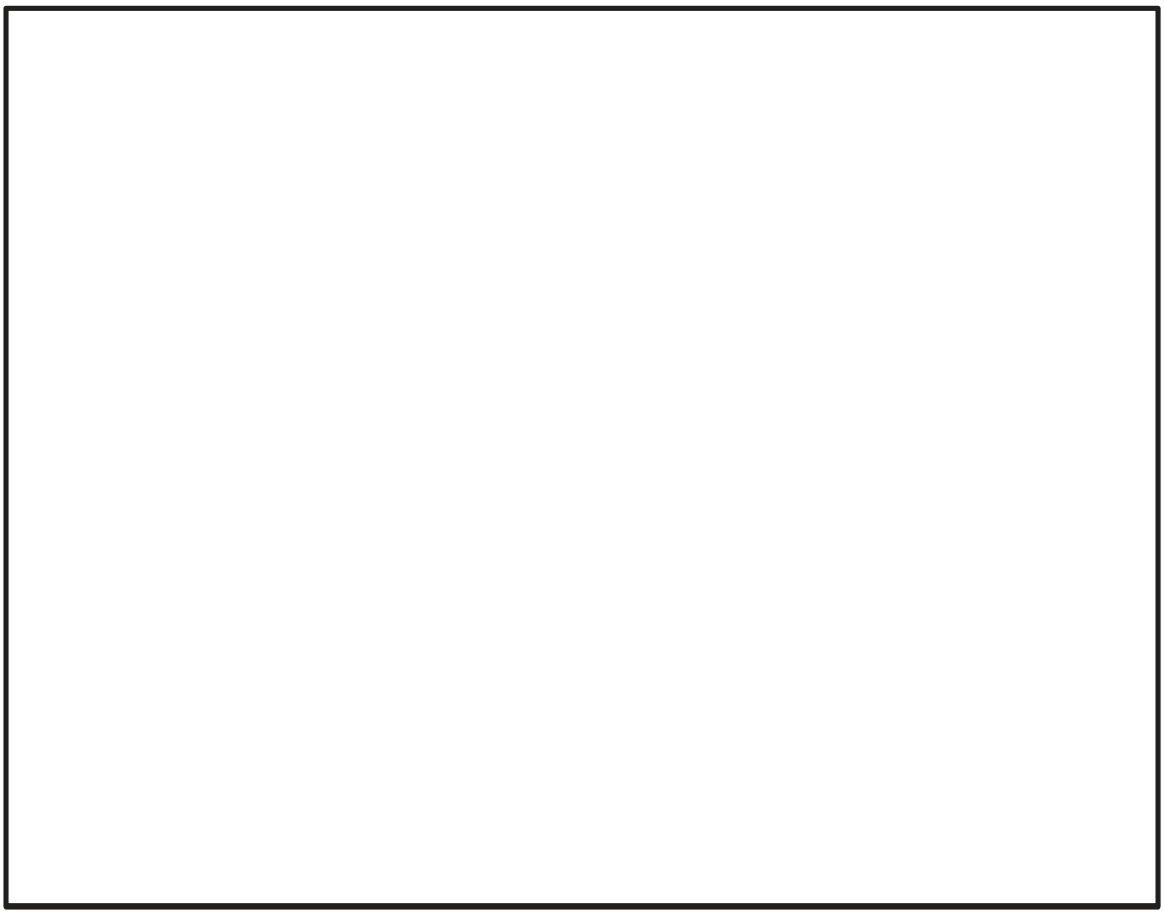


第 3-5 図　輻射強度 0.32kW/m^2 範囲

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　輻射強度 0.26kW/m^2 範囲



第 3-7 図　輻射強度 1.6kW/m^2（合算）範囲

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

補足資料(3)

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^3)	評価に用いる容量(m^3)
1	Ｎｏ．１純水タンク	1	0.P. +15.1	1,000	1,000
2	Ｎｏ．２純水タンク	1	0.P. +15.1	2,000	2,000
3	１，２号ろ過水タンク	1	0.P. +15.1	2,000	2,000
4	再生純水タンク	1	0.P. +15.1	1,000	0 ※1
5	Ｎｏ．１ ＳＰＴ	1	0.P. +15.3	2,000	0 ※1
6	Ｎｏ．２ ＳＰＴ	1	0.P. +15.3	1,000	0 ※1
7	３号純水タンク	1	0.P. +15.1	1,000	1,000
8	３号ろ過水タンク	1	0.P. +15.1	2,000	2,000
9,10	原水タンク	2	0.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	0.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	0.P. +16.2	20	20
12	１号差圧調合槽	1	0.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	0.P. +16.6	32	0 ※1
13-2	２号復水浄化系復水脱塩装置硫酸貯槽	1	0.P. +16.6	7.5	0 ※1
13-3	２号硫酸計量槽	1	0.P. +15.8	0.3	0 ※1
14	２号バック入り差圧調合装置	1	0.P. +15.358	1	1

No.	タンク名称	基数	設置高さ(m)	容量(m^3)	評価に用いる容量(m^3)
15	３号各種薬液貯蔵及び移送系硫酸貯槽	1	O.P. +15.0	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. +15.0	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. +14.8	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号給排水建屋	1	O.P. +14.8	375.21	375.21
20	３号給排水建屋	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^3)	評価に用いる容量(m^3)
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. +15.1	230	230
			合計容量(m^3)		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

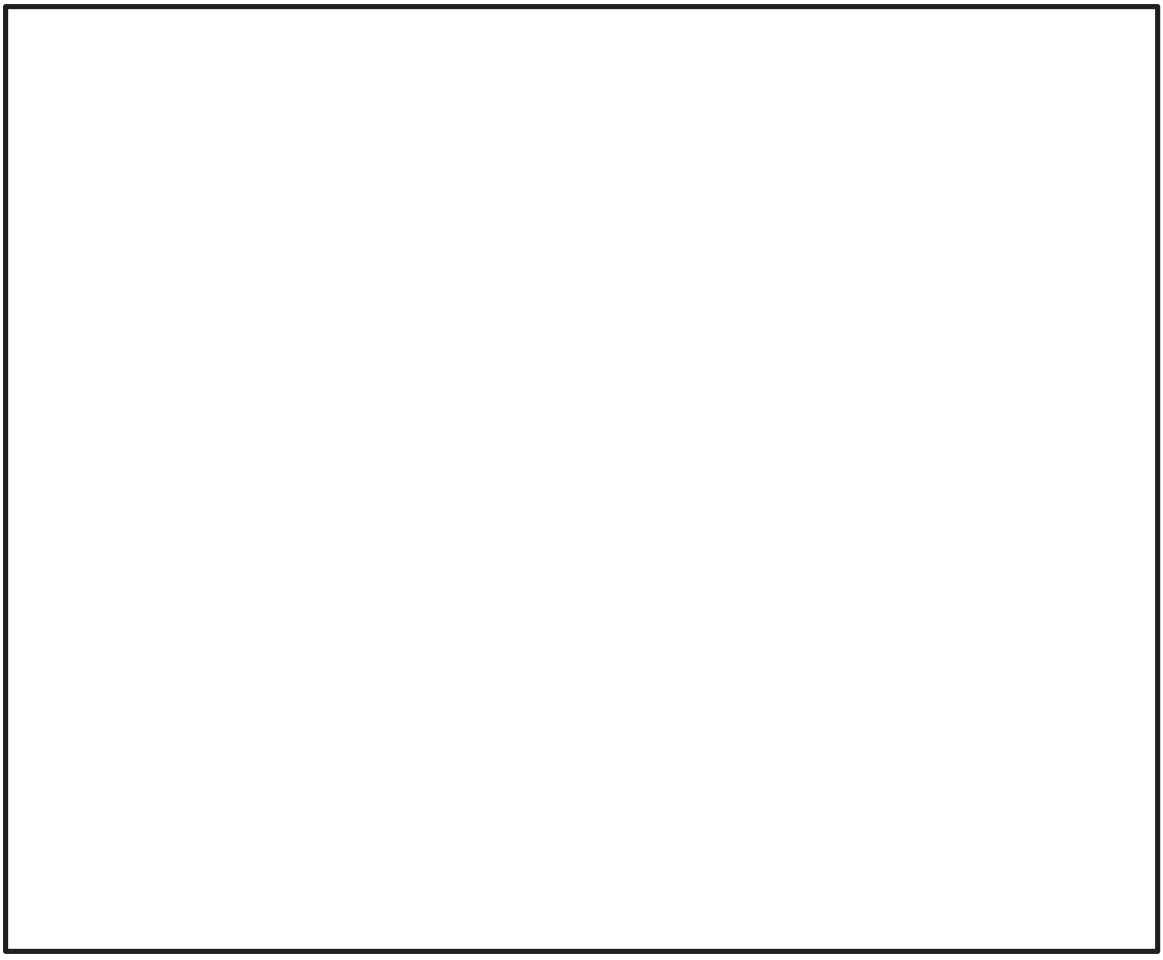
敷地内に広がった溢水は第 1 図に示す排水路から海洋に流出する。

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^3/s]
北側排水路	ﾎﾞｯｸｽｶﾙﾊﾞｰﾄ B3000，H2500	51.16
南側排水路	ﾀﾞﾌﾞﾙﾌﾟﾚｽﾄ管 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

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

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

(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，ブルドーザで砕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。

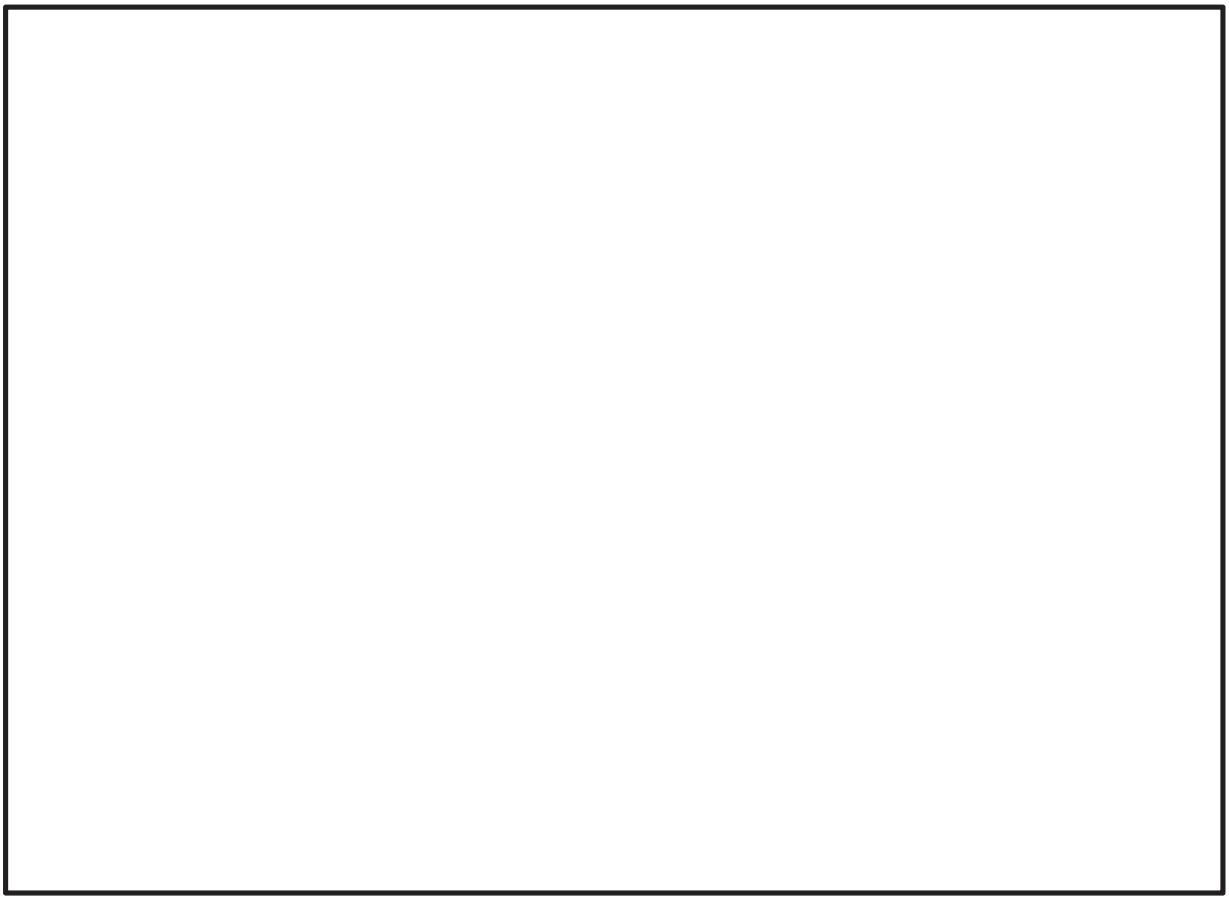
２．流動解析

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^3 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

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

第 4 表　水源の配置

No.	タンク名称	基数	タンク容量 (m^3)	評価に用いる容量※1 (m^3)
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。

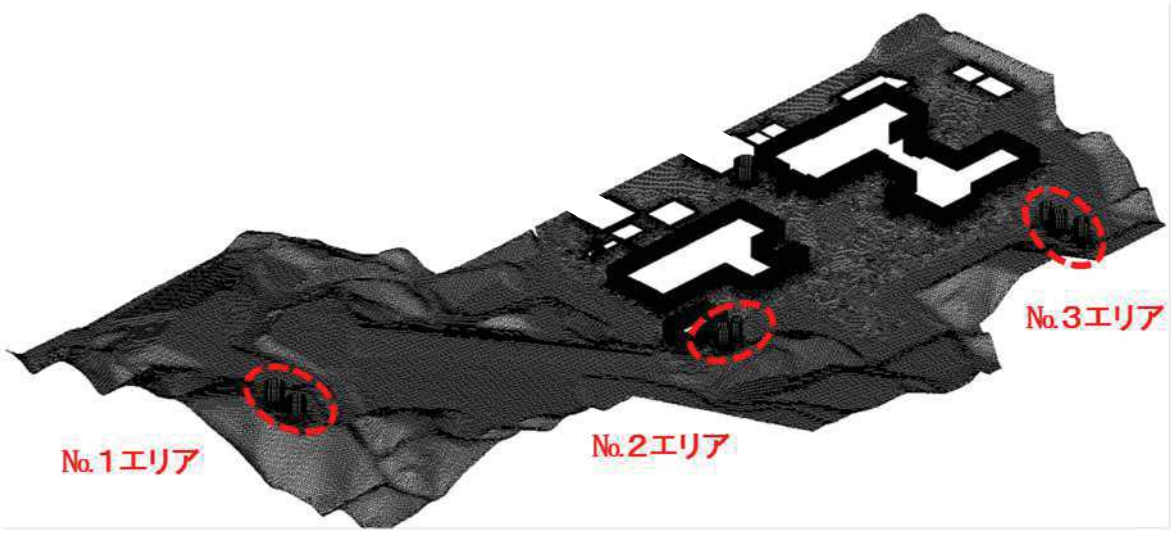
(b) 破断位置については，保守的にタンク付け根部とした。

(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。

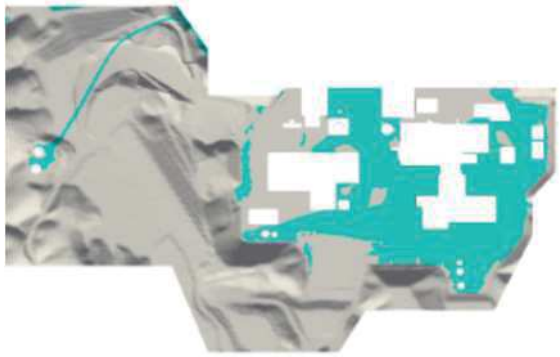
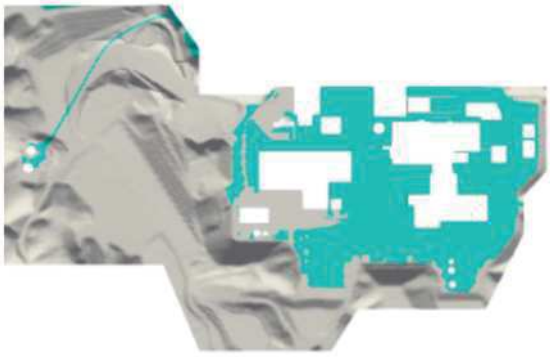
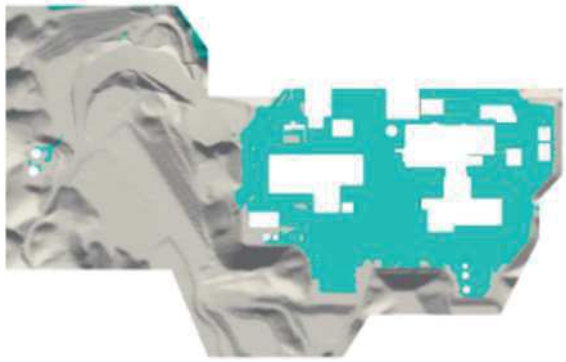
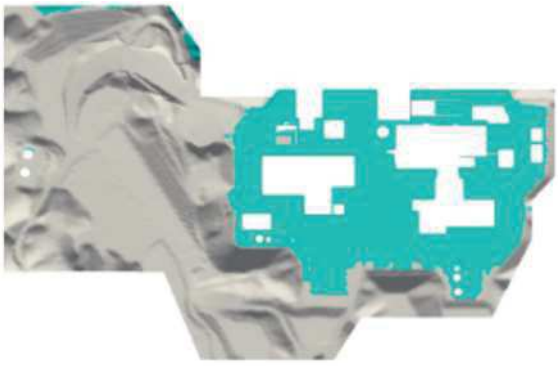


第3図　敷地モデル

(2) 評価結果

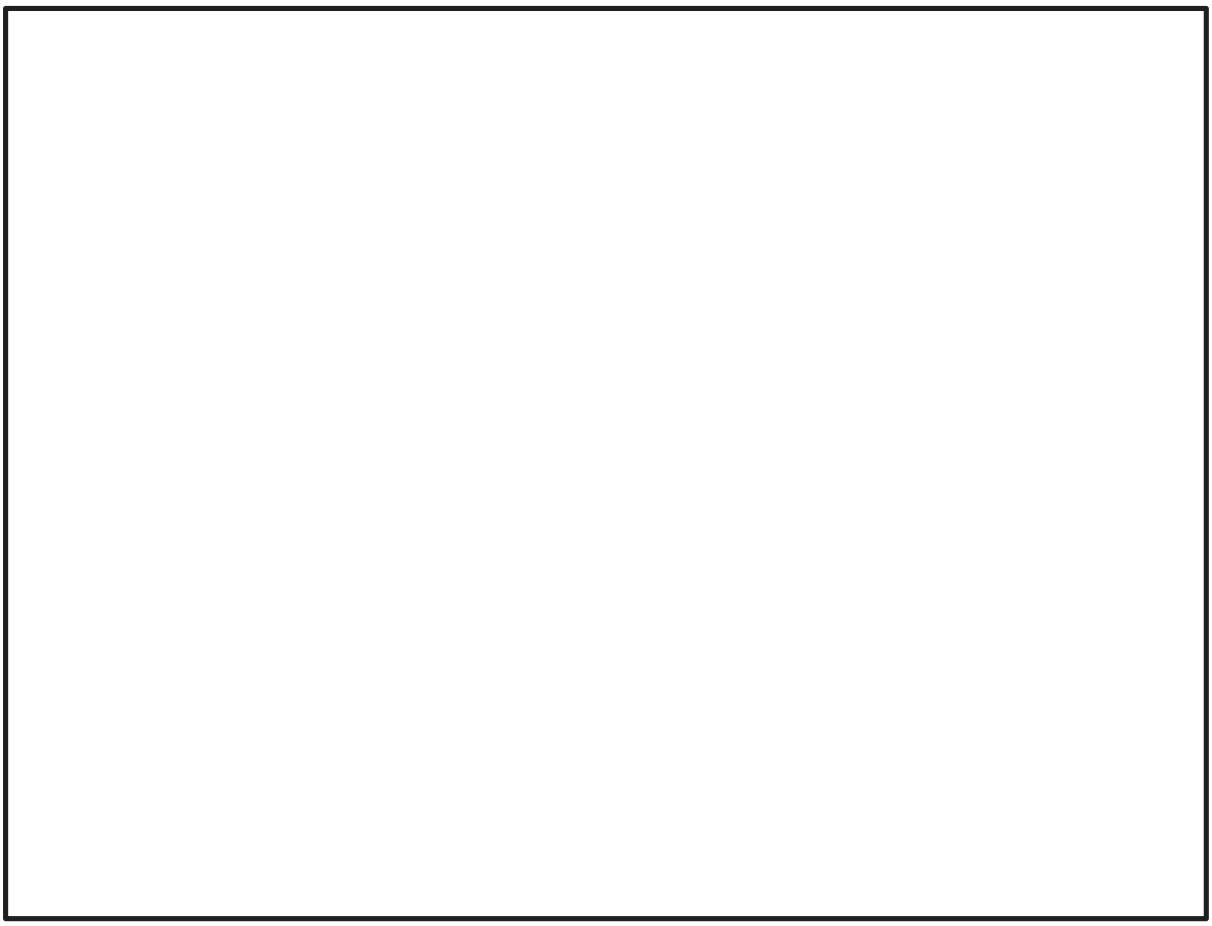
No.1エリアにて発生した溢水の大部分は，海域に流出することが確認された。No.2エリア及びNo.3エリアにて発生した溢水は原子炉建屋等が設置されている0.P.+14.8mに広がっていくことが確認された。

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。

	
10 分後	20 分後
	
30 分後	40 分後

（浸水範囲を水色で示す。）

第 4 図　溢水伝播挙動

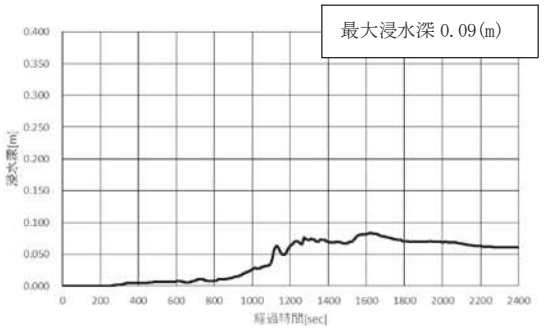


第 5 図　水位測定箇所

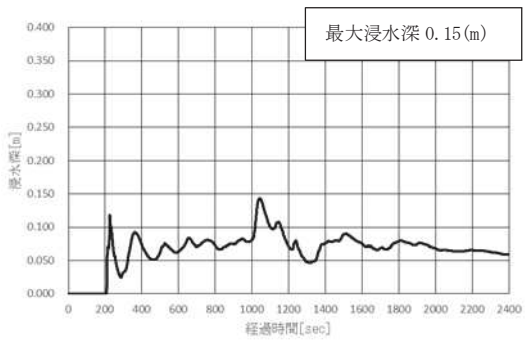
【水位測定箇所】

❶ 原子炉建屋（大物搬出入口前）
❷ 原子炉建屋（DG(A)室前）
❸ 原子炉建屋（DG(HPCS)室前）
❹ 原子炉建屋（DG(B)室前）
❺ 制御建屋
❻ 海水ポンプ室１
❼ 海水ポンプ室２
❽ CST エリア
❾ LOT エリア
❿ 敷地１
⓫ 敷地２

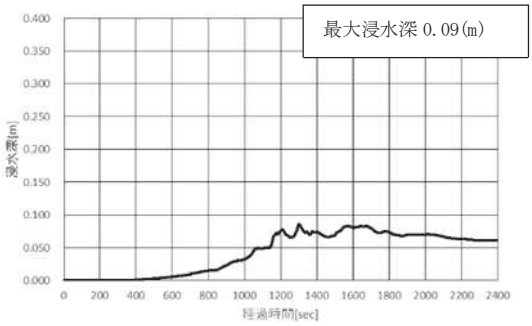
枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



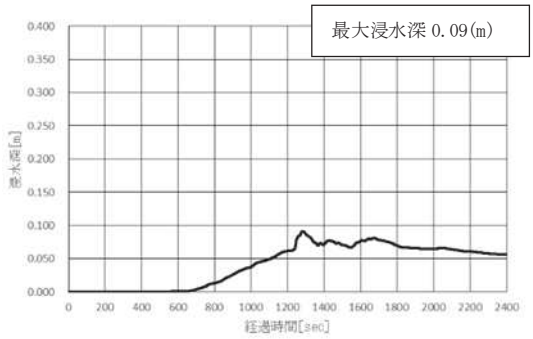
❶ 原子炉建屋（大物搬出入口前）



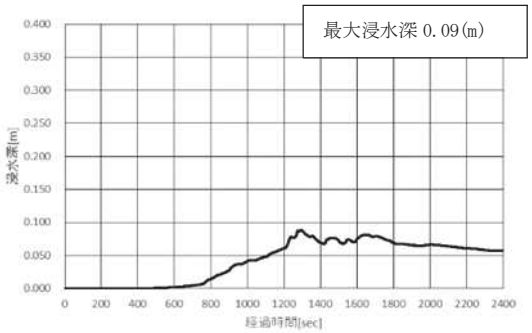
❺ 制御建屋



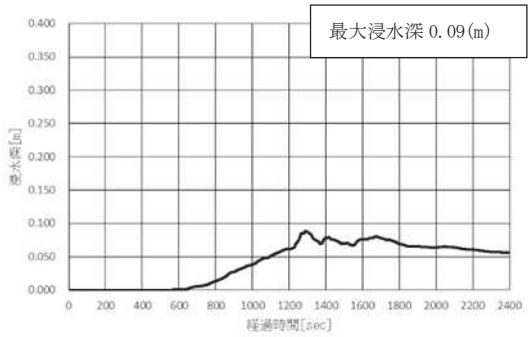
❷ 原子炉建屋（DG(A)室前）



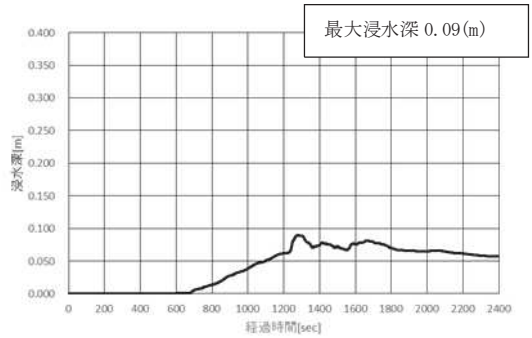
❻ 海水ポンプ室１



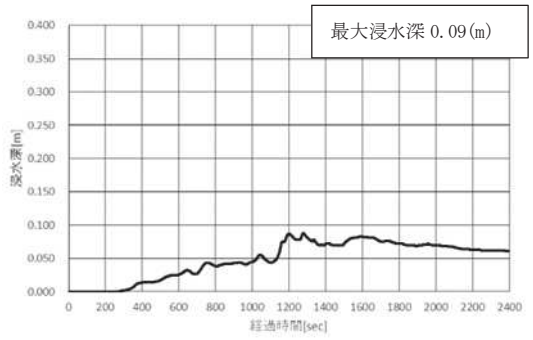
❸ 原子炉建屋（DG(HPCS)室前）



❼ 海水ポンプ室２

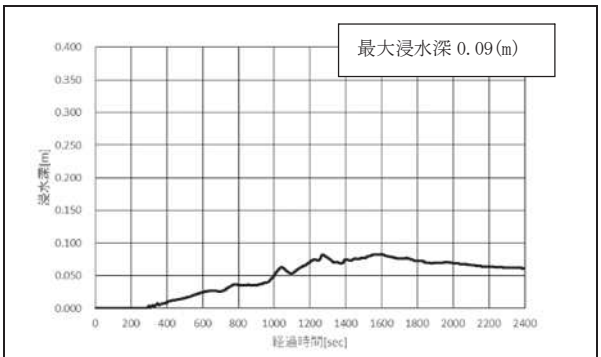


❹ 原子炉建屋（DG(B)室前）

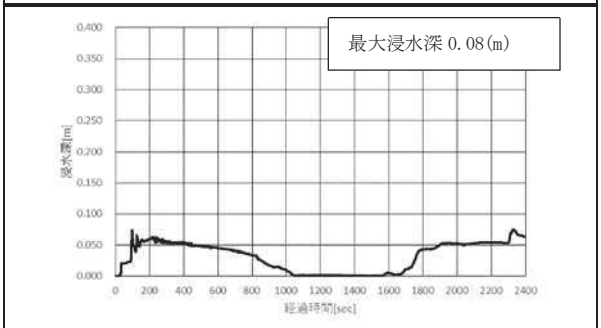


❽ CST エリア

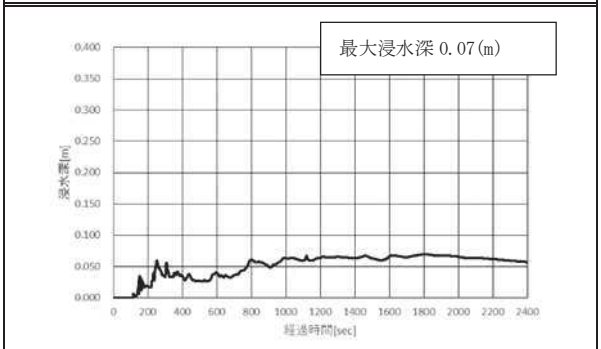
第 6 図　水位測定箇所における浸水深（１／２）



❾ LOT エリア



❿ 敷地１



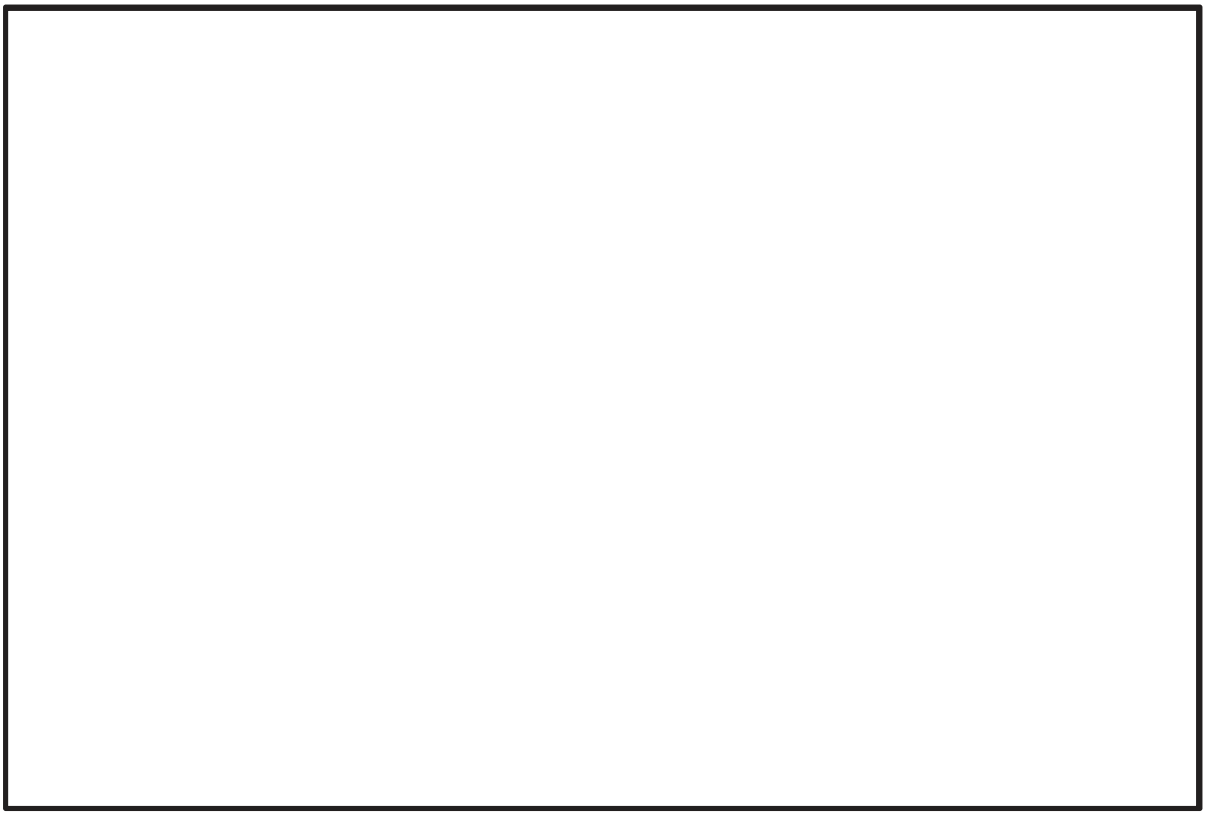
⓫ 敷地２

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。



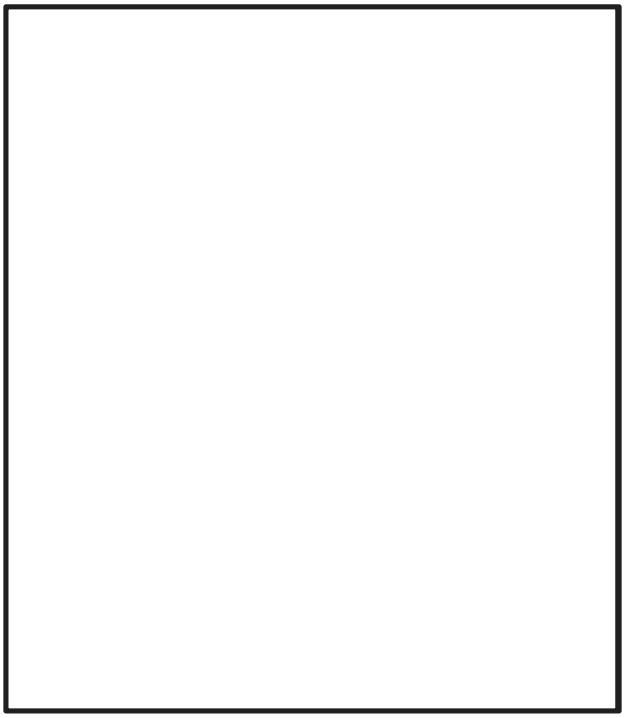
第 7 図　溢水源と斜面崩壊の位置関係図

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

(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。

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

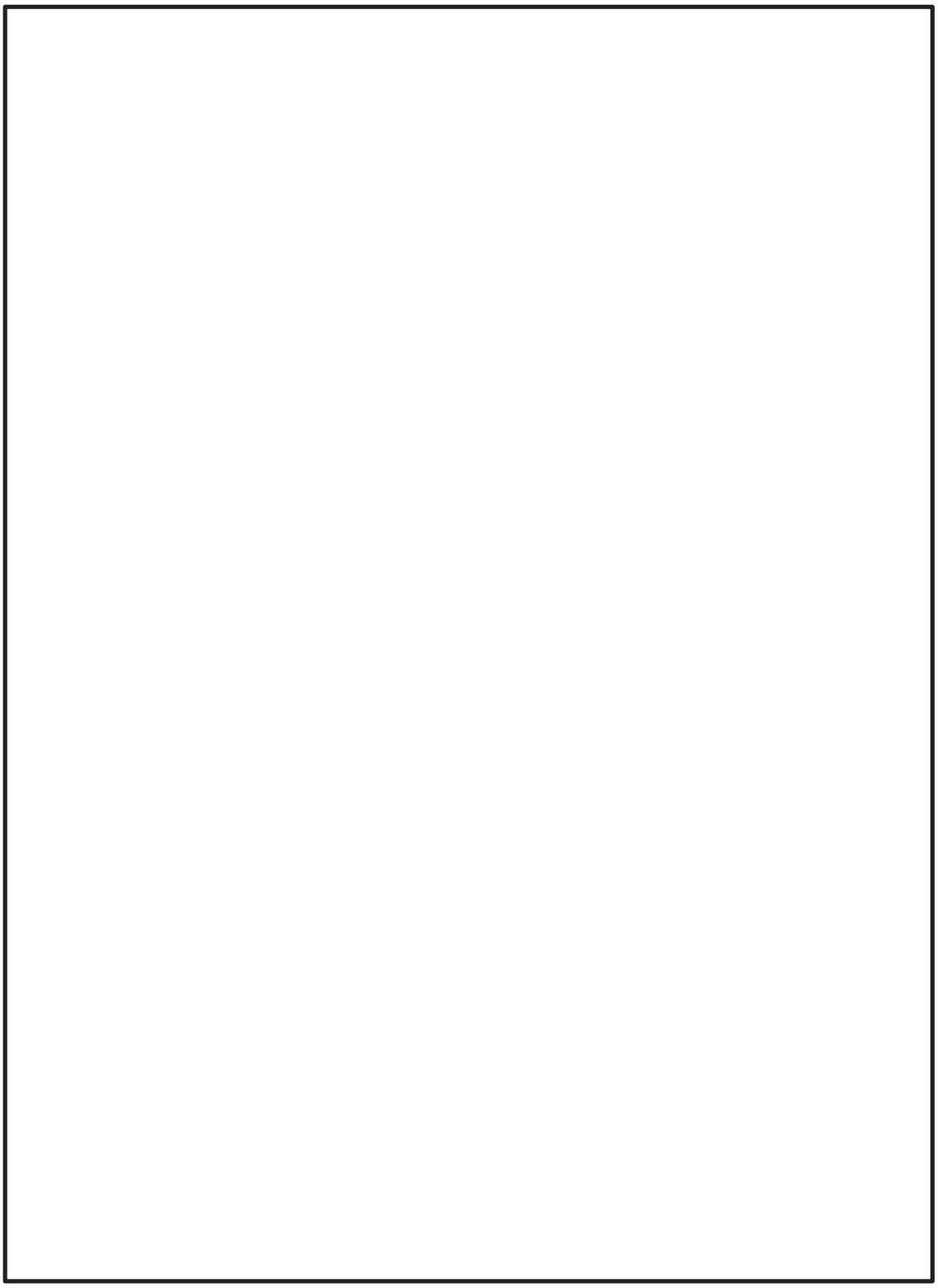
補足資料(4)

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^3］	備考
復水貯蔵タンク	1	3,000	Ss機能維持
淡水貯水槽	2	10,000	Ss機能維持
Ｎｏ．１純水タンク	1	1,000	
Ｎｏ．２純水タンク	1	2,000	
１，２号ろ過水タンク	1	2,000	
Ｎｏ．１原水タンク	1	4,000	
Ｎｏ．２原水タンク	1	4,000	
計		26,000	



第１図　多様な水源を利用した注水ルート

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

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※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砕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］	
	ルート1	ルート2
状況確認・準備	15	
ルート確認・判断	40 (25)	
移動	15 (10)	
重機移動	8	5
がれき撤去作業 （電線切断，分解作業含む）	－	67 (41)
段差解消作業	70 (54)	－
計	148 (112)	142 (96)
アクセスルート復旧時間	有効性評価では2時間28分（148分）を4時間（240分）として評価	

（ ）カッコ内は実証試験結果等に基づく値を示す

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）

（ ）カッコ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

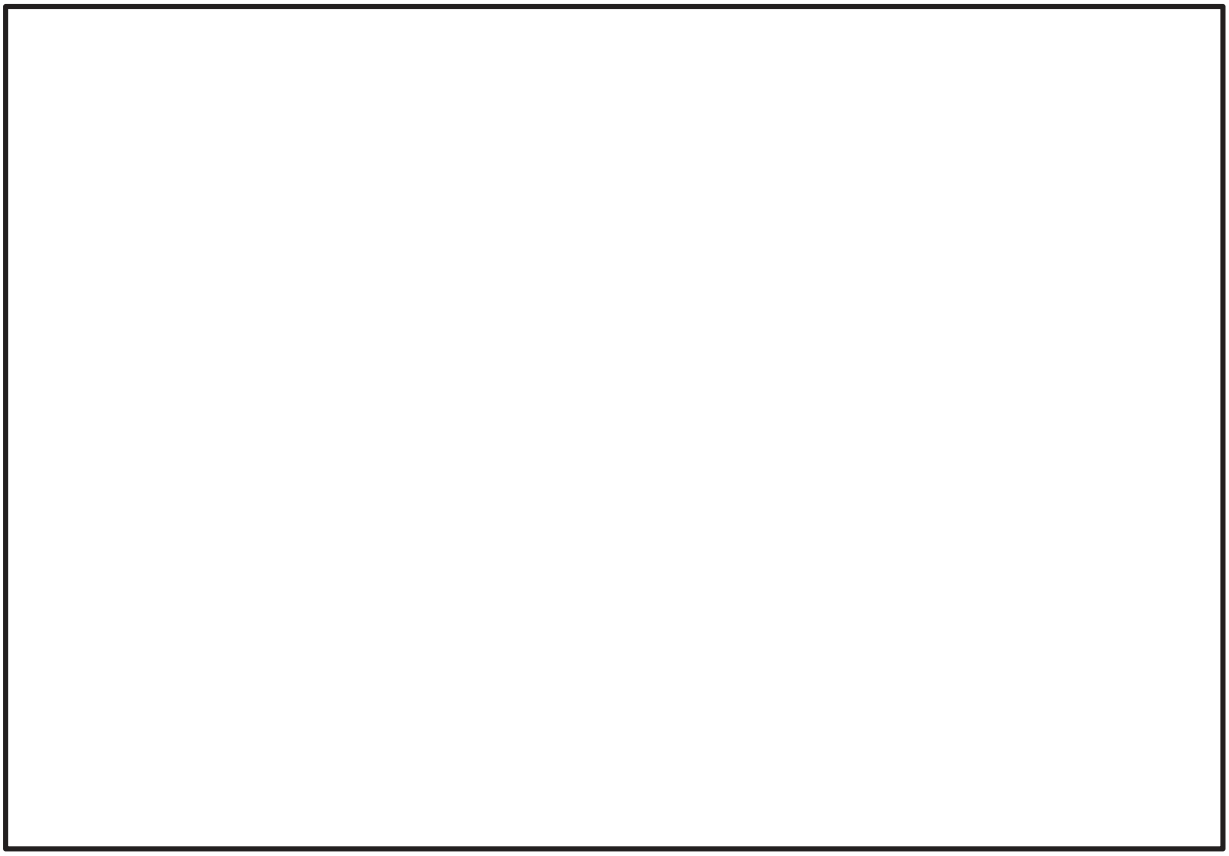
補足資料(7)

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：トランシーバでの通話確認
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　トランシーバにおける通信状況の確認結果

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

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※，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落，敷地下斜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。周辺斜面の崩落，敷地下斜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で約 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トランシーバ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考える。

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考える。

第１表　想定する各号炉の状態

項目	２号炉	１号炉及び３号炉
要員	・全交流動力電源喪失 ・使用済燃料プールでのスロッシング発生 ・「想定事故２」※1 ・「高圧・低圧注水機能喪失」	・全交流動力電源喪失※2 ・使用済燃料プールでのスロッシング発生※3 ・内部火災※4
水源	・全交流動力電源喪失 ・使用済燃料プールでのスロッシング発生 ・「想定事故２」※1 ・「高圧・低圧注水機能喪失」	
燃料	・外部電源喪失※2 ・使用済燃料プールでのスロッシング発生 ・「想定事故２」※1 ・「崩壊熱除去機能喪失(残留熱除去系が故障した場合)」	
電源	・全交流動力電源喪失 ・使用済燃料プールでのスロッシング発生 ・「想定事故２」※1 ・「全交流電源喪失（外部電源＋ＤＧ失敗）＋ＨＰＣＳ失敗」	

※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 63m³（31.2m³/号炉×２（１号及び３号炉）） ○燃料 化学消防自動車：約８kL（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	○水源（詳細は表３参照） １号炉：約 212m³ ３号炉：約 212m³ ○燃料 １号炉及び３号炉 代替注水車：約 16kL（46L/h×24h×7 日×2 台）
		２号炉： 重大事故等対応要員	○水源（詳細は表３参照） ２号炉：約 4,139m³ ※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※１：約 848kL※２ ※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／プラント）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	
	停止中※1		運転中※1		停止中※1	
	炉	SFP	炉	SFP	炉	SFP
炉心燃料	全燃料取り出し		装荷済		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	ウェル満水 （オーバーフロー水位）		通常運転水位	通常運転水位（オーバーフロー水位）	ウェル満水 （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		各重要事故シーケンスによる	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^3］※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^3@168h］※4	不要			259	不要	
必要な注水量②［m^3@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「プールゲート閉」とする。

※３　１号及び３号炉は，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。）からのスロッシング量に基づき溢水量を設定（１号炉の使用済燃料プール，原子炉ウェル及び 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溢水量は少なくなると考えられる。また，３号炉の使用済燃料プール，原子炉ウェル及び 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，溢水量は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）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ラ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ると考えられる。）

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

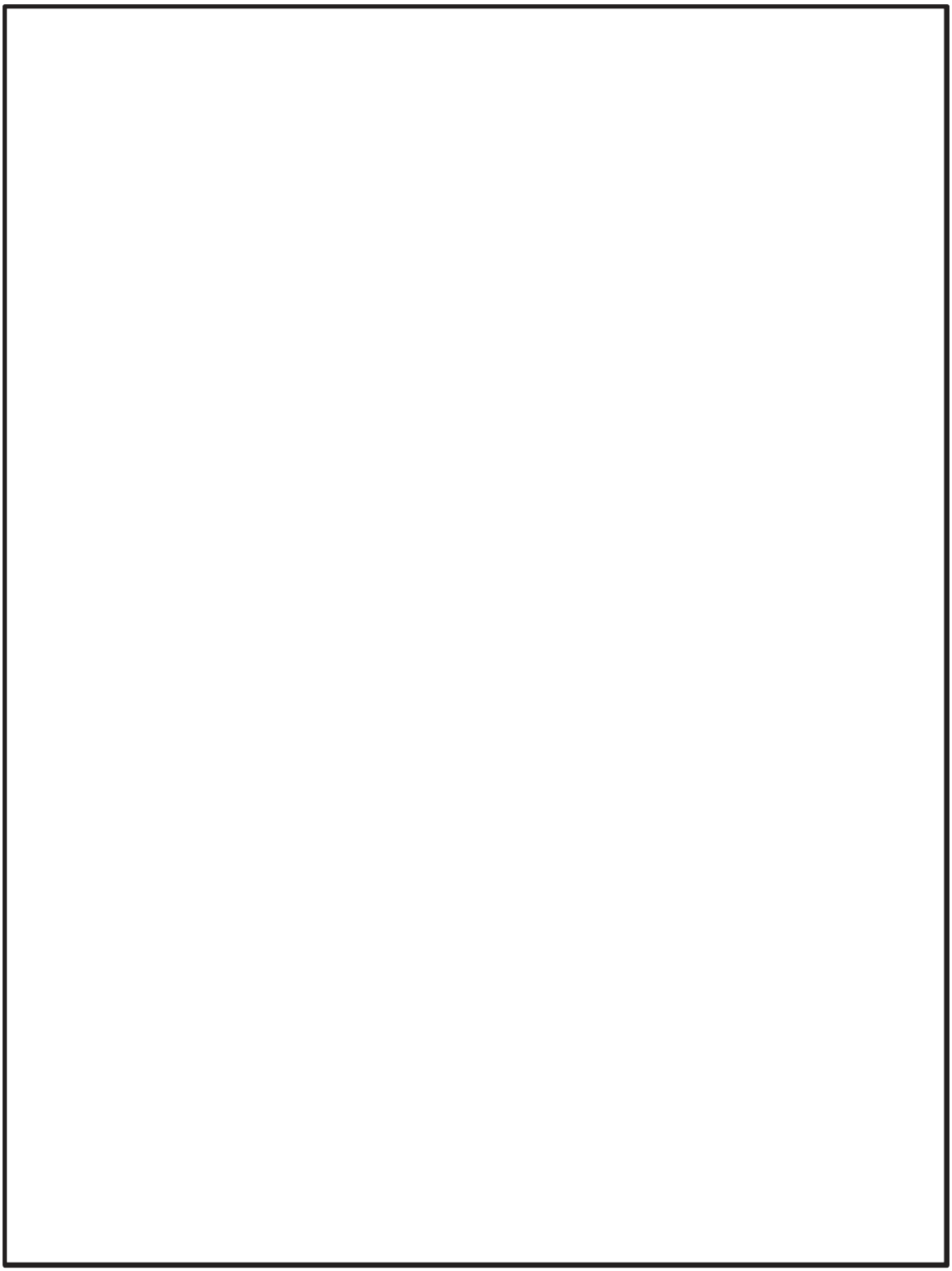
※２　１号炉ろ過水系により，３号炉使用済炉燃料プールへ注水が可能である

号炉	実施箇所・必要人員数				操作項目	経過時間(時間) 1 2 7 8 9 10 11 12 13 14 15 ▽事象発生 ▽参集要員による作業開始	備考
	運転員 （中央制御室）	運転員 （現場）	参集要員	初期消火要員			
「全交流動力電源喪失及び燃料プールのスロッシング」を想定する号炉	2人 A, B	－	－	－	プラント状況判断	10分	
	1人 C	－	－	－	プラント監視	適宜実施	
	－	2人 【A, B】	－	－	非常用ディーゼル発電機等現場確認 直流電源の負荷制限	1.1時間	
	－	－	－	－	非常用ディーゼル発電機等機能回復 （解析上考慮せず）		対応可能な要員により，対応する
	1人 【C】	－	－	－	復水補給水系や燃料プール補給水系，ろ過水系による燃料プール給水	適宜実施	電源車による電源復旧後実施
	－	－	参集要員にて対応	－	代替注水車による燃料プール給水 （復水補給水系等の給水が不可能な場合）	適宜実施	
「全交流動力電源喪失及び燃料プールのスロッシング並びに火災発生」を想定する号炉	2人 a, b	－	－	－	プラント状況判断	10分	
	1人 c	－	－	－	プラント監視	適宜実施	
	1人 【c】	2人 【a, b】	－	－	火災現場確認	50分	
	－	1人 【a】	－	3人 A～C	消火活動	適宜実施	
	－	2人 【a, b】	－	－	非常用ディーゼル発電機等現場確認 直流電源の負荷制限	適宜実施	
	－	－	－	－	非常用ディーゼル発電機等機能回復 （解析上考慮せず）		対応可能な要員により，対応する
	1人 【c】	－	－	－	復水補給水系や燃料プール補給水系，ろ過水系による燃料プール給水	適宜実施	電源車による電源復旧後実施
	－	－	参集要員にて対応	－	代替注水車による燃料プール給水 （復水補給水系等の給水が不可能な場合）	適宜実施	
共通	1人 【C】（又は【c】）	2人 【A, B】（又は【a, b】）	参集要員にて対応	－	電源車による給電・受電	適宜実施	
	－	－	参集要員にて対応	－	燃料給油作業	適宜実施	

【 】は他作業後移動してきた要員

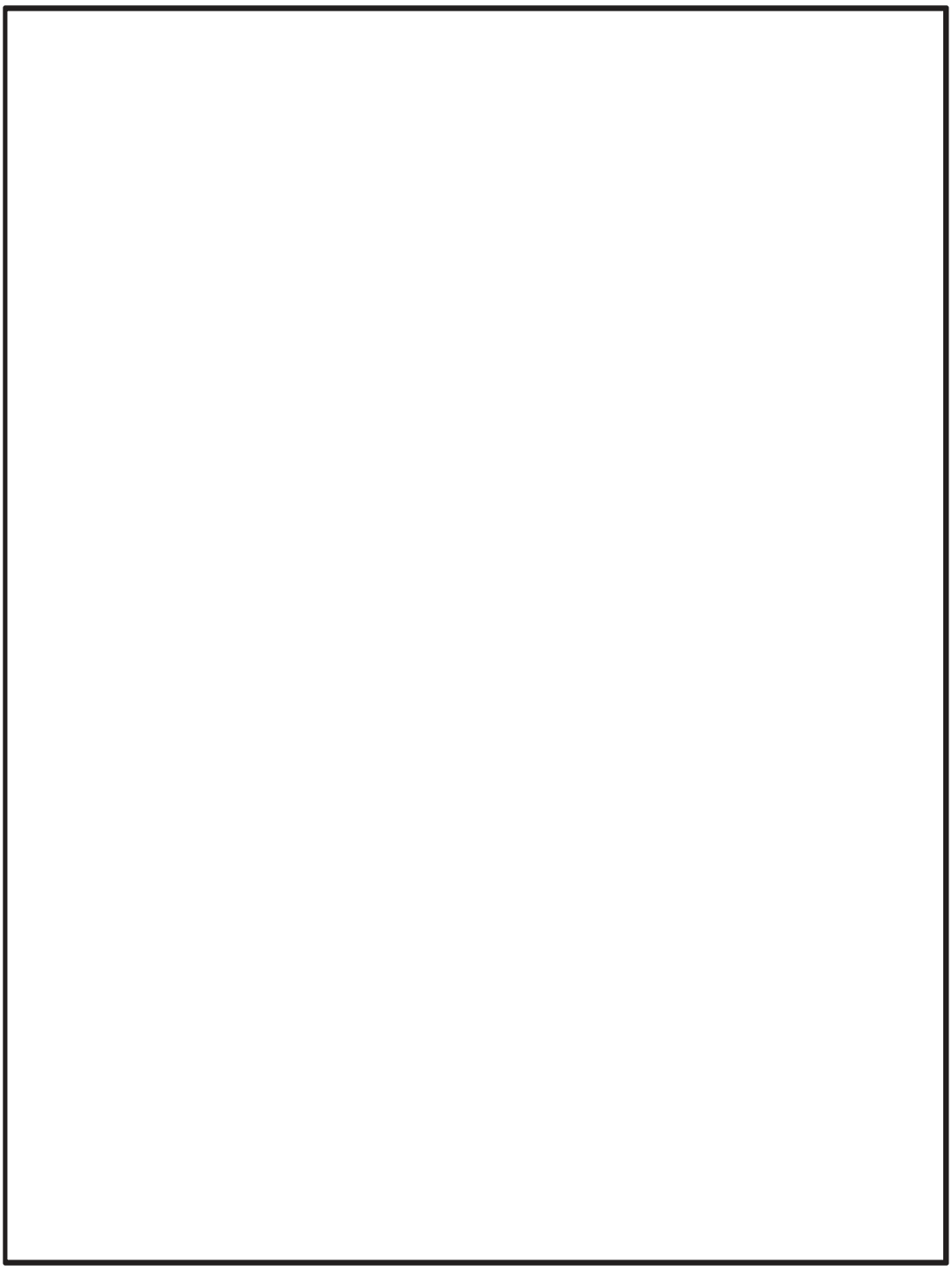
なお，2号炉において原子炉運転中を想定した場合，原子炉側と燃料プール側との重大事故等対応の重畳も考えられるが，運転中に燃料プールに貯蔵されている燃料の崩壊熱が低いことから（第3表参照），原子炉側の事故対応が収束に向かっている状態での対応となり，重大事故等対応要員により対応可能である。またプラント状態の監視においても，原子炉側で期待している運転員が併せて燃料プール側を監視できるため，現在の想定する要員での対応が可能である。
また，時間差で発生する複数の内部火災に対しては，初期消火要員が火災現場を都度移動することにより，現在の想定する要員での対応が可能である。

第１図　１号及び３号炉における各作業と所要時間



第２図　線量率の概略分布と要員のアクセスルート

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

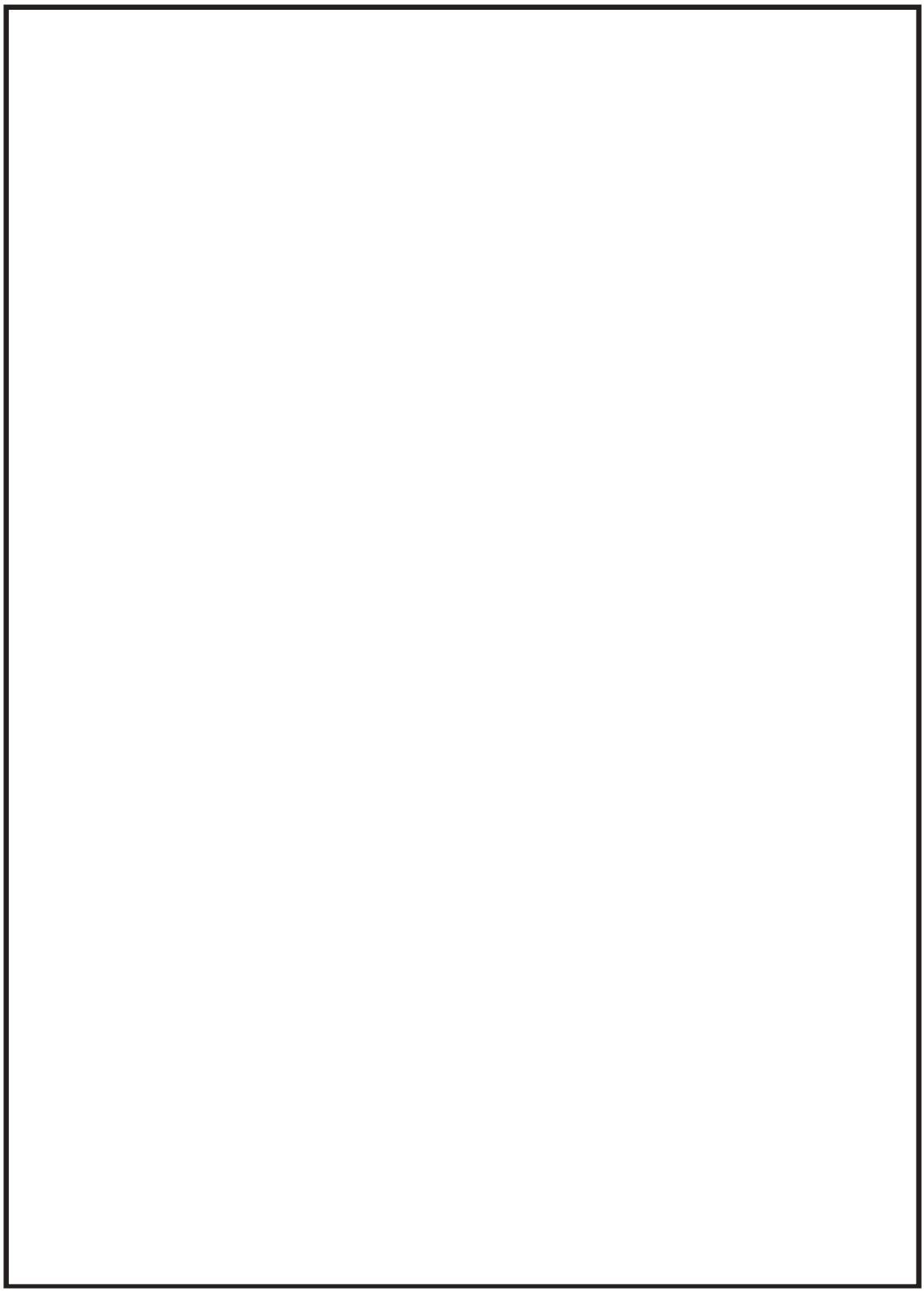


第３図　線量率の概略分布と原子炉補機代替冷却水系ホース敷設ルート

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

第４図　屋外アクセスルートにおける地震後の被害想定（一覧）

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



第5図　アクセスルートのうち道幅が狭い箇所

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

保管場所及び屋外アクセスルートの点検状況について

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（91㎜/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た（別紙(6)）。

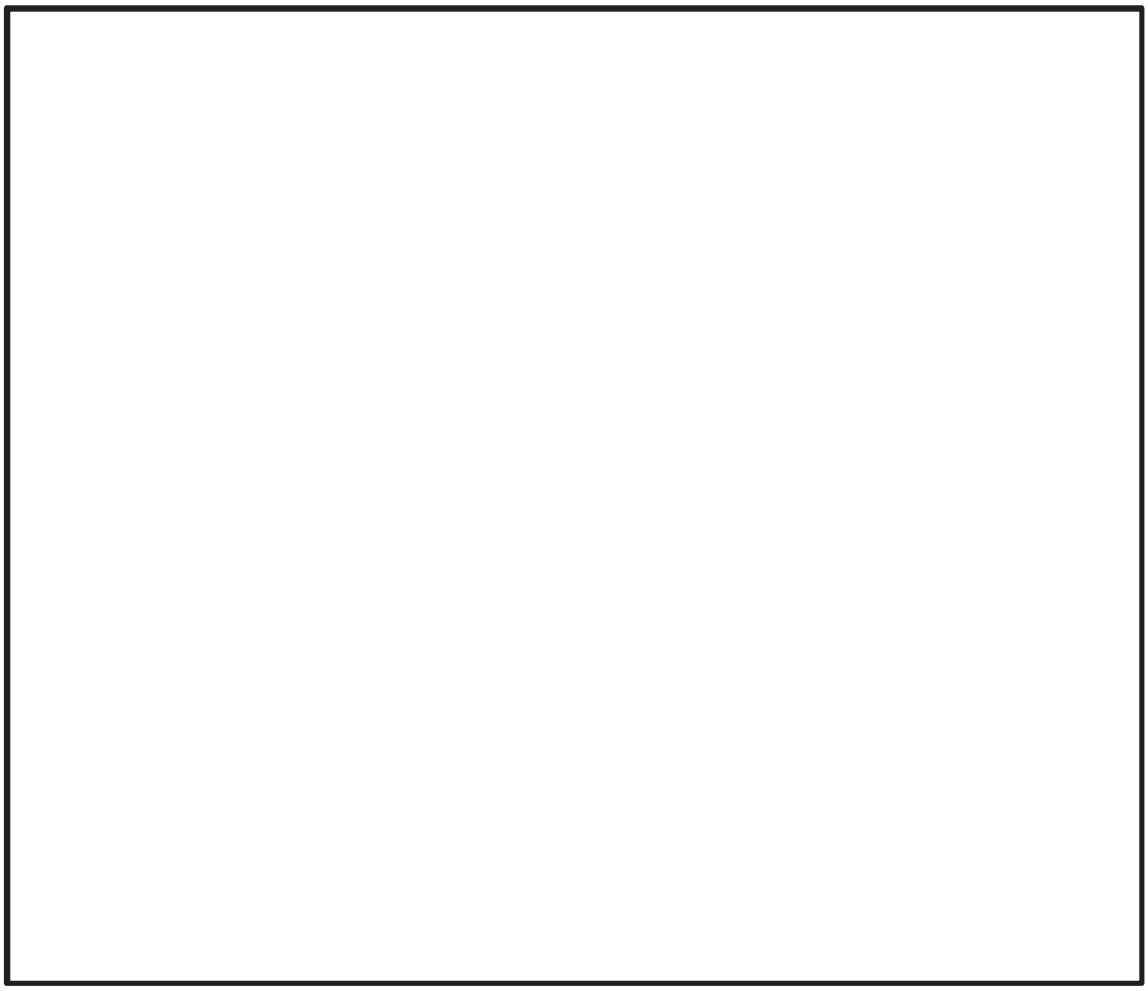
第１図に保管場所，屋外アクセスルート及び構内排水路の配置を示す。

○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

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

仮復旧後の対応について

1．仮復旧後の対応について

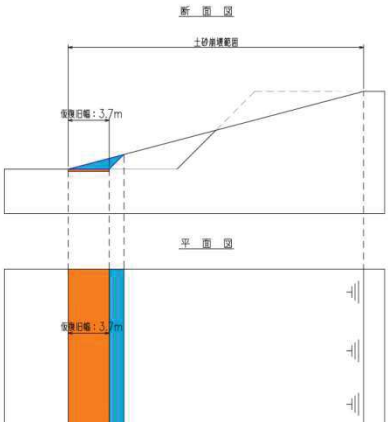
仮復旧後の余震や降雨による二次的被害を防止するため，仮復旧後速やかに，法面整形（緩勾配化，土羽うち）及び通行幅の拡幅作業に移る。さらに，運搬車両等の搬入が可能となったのち，本復旧（土砂掘削運搬，法面補強等）を実施する。

＜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



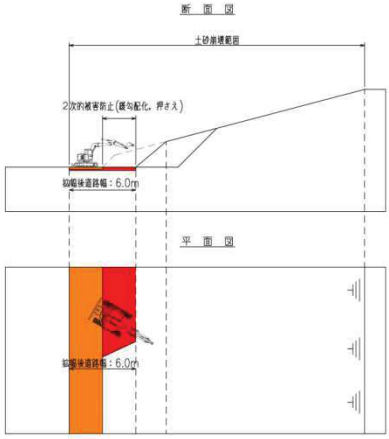
＜二次的被害防止＞

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



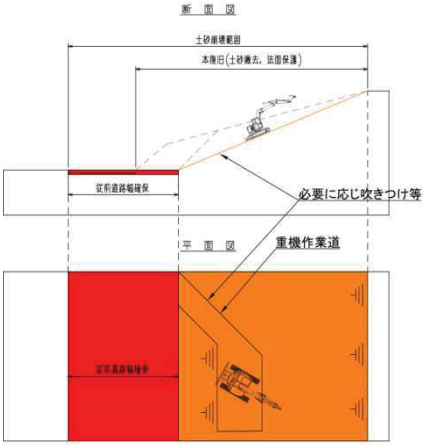
＜本復旧＞

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

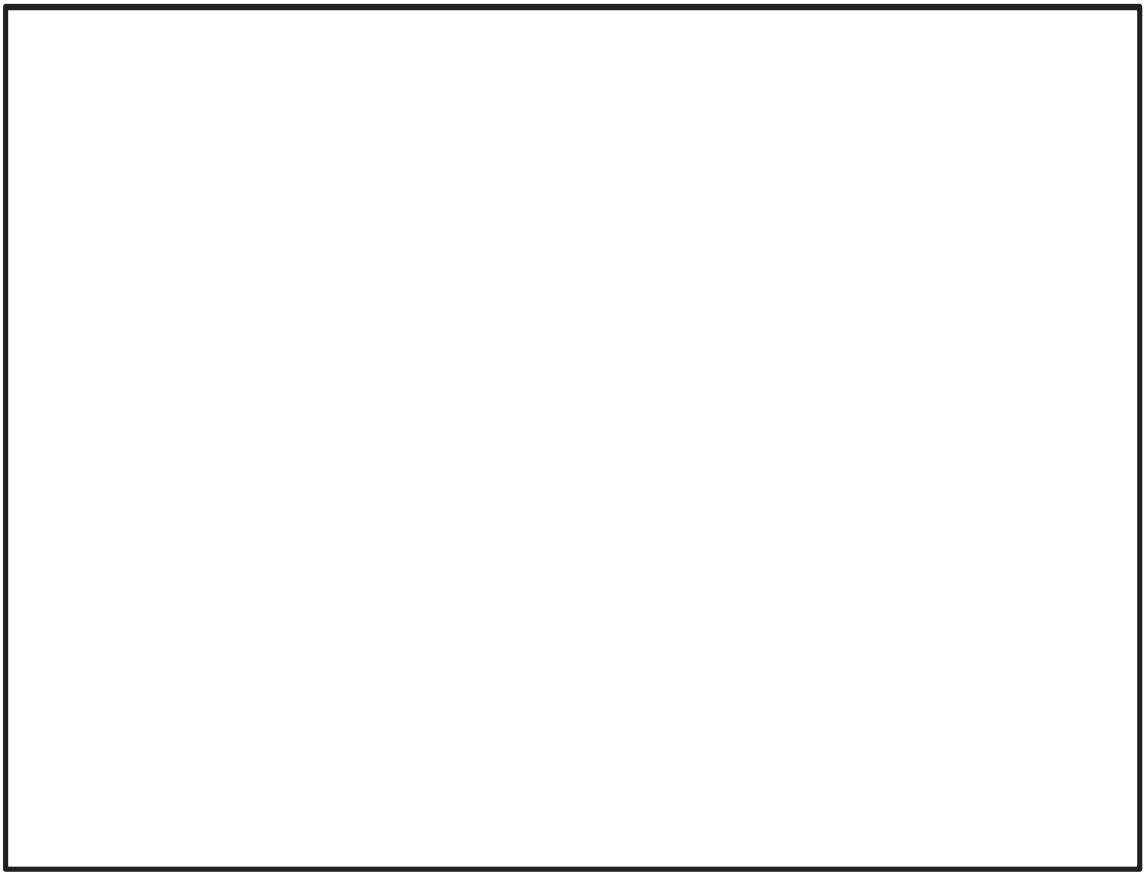
→法面の整形，補強

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優先的に復旧する等，合理的な事故処理に努める。

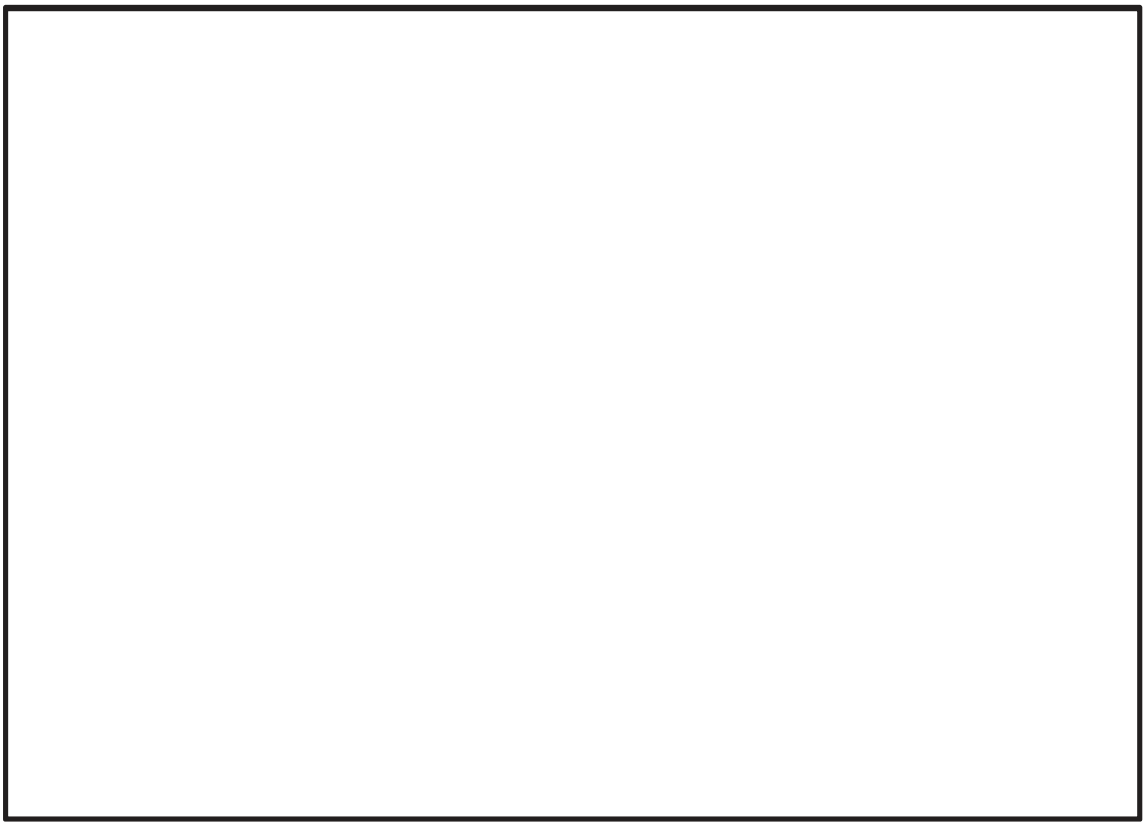


第１図　二次的被害防止対策箇所

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

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。

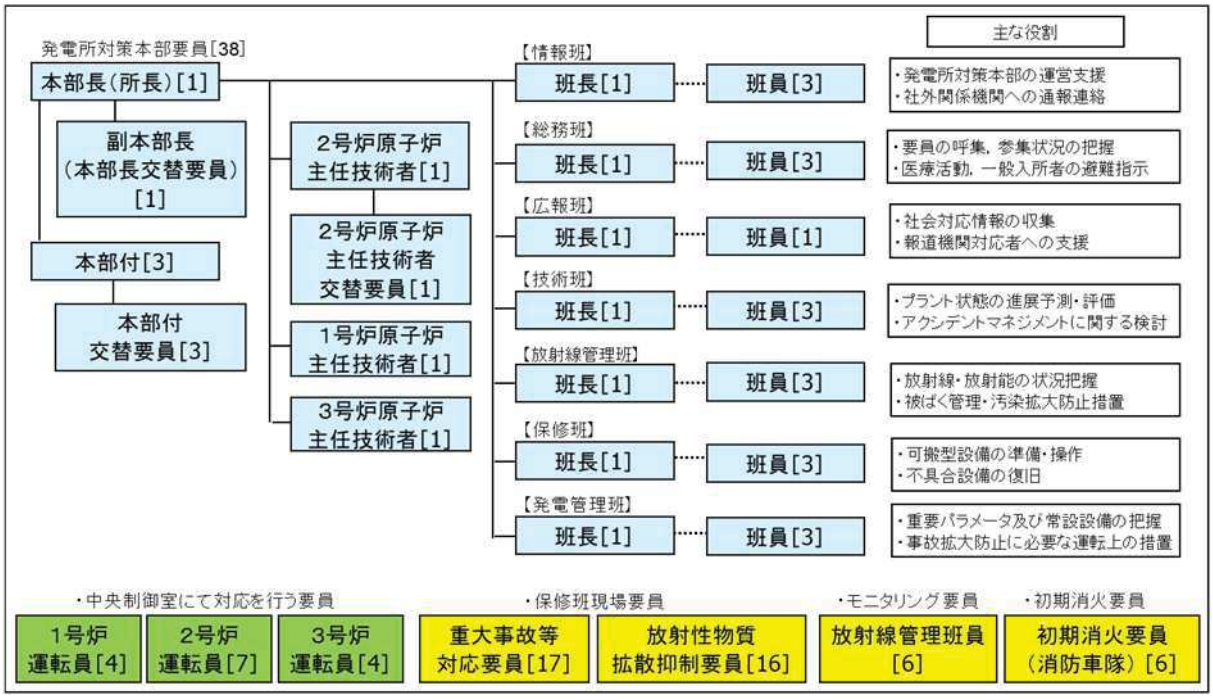


第２図　本復旧対策箇所

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

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。



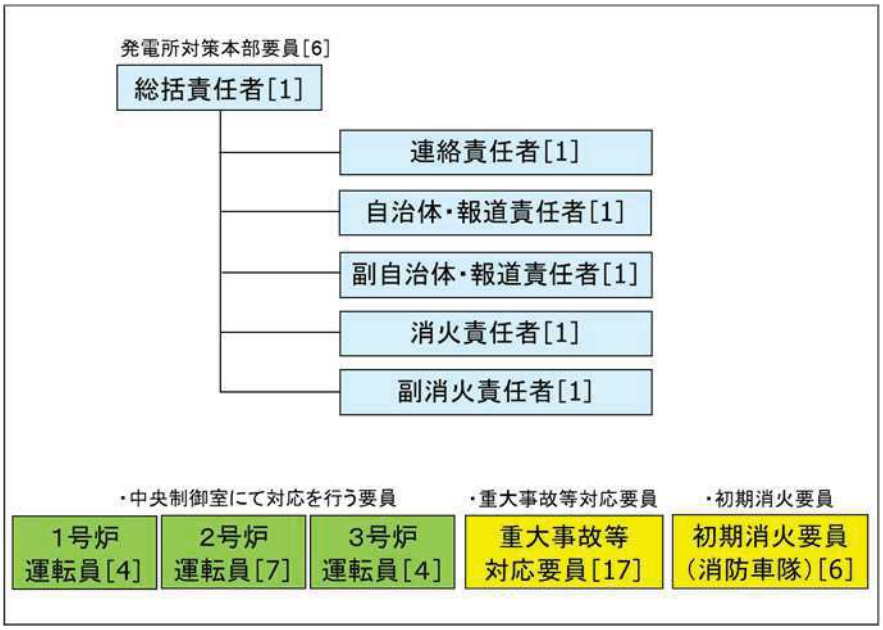
(今後の訓練等の結果により人数を見直す可能性がある。)

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。）

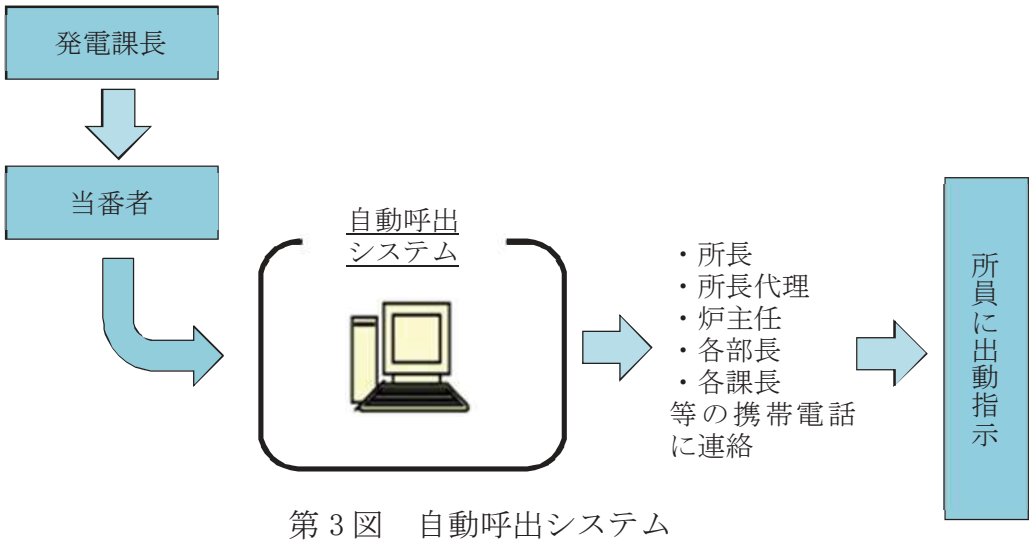
第２図　原子力防災組織の要員（夜間及び休日（平日の勤務時間帯以外））

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（携帯）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，参集ルートの道路状況を衛星電話（携帯）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（携帯）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
安全靴	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%)

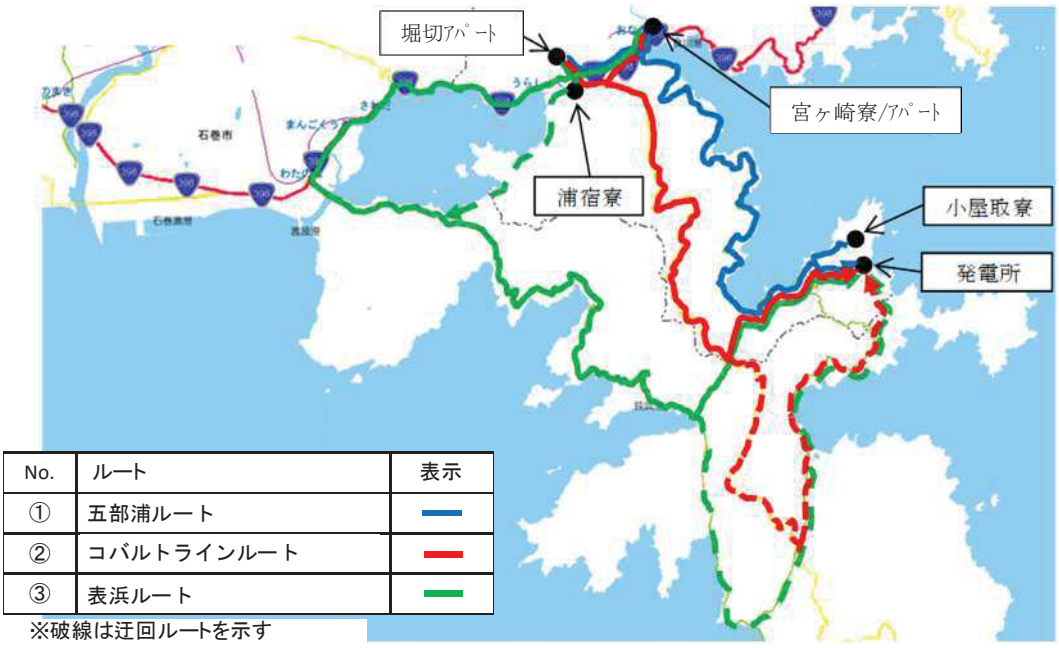
(3) 発電所構外からの要員の参集ルート

a. 概要

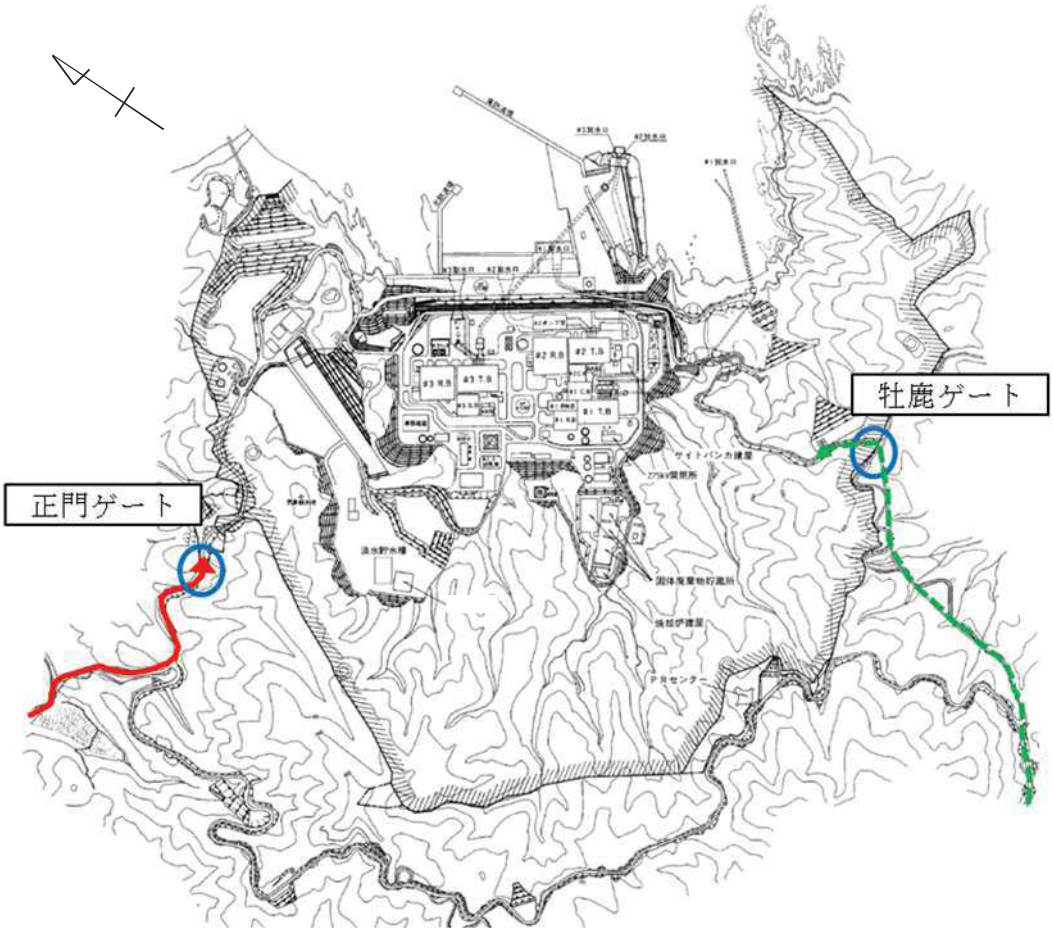
女川町内からの要員参集ルートについては，第5図に示すとおりであり，ルート①「五部浦ルート（県道41号線)」，ルート②「コバルトラインルート（県道220号線)」及びルート③「表浜ルート（県道２号線)」の３ルートを基本とし，これらのルートに迂回路を組み合わせた複数の経路を確保している。

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　発電所構内への入域ルート

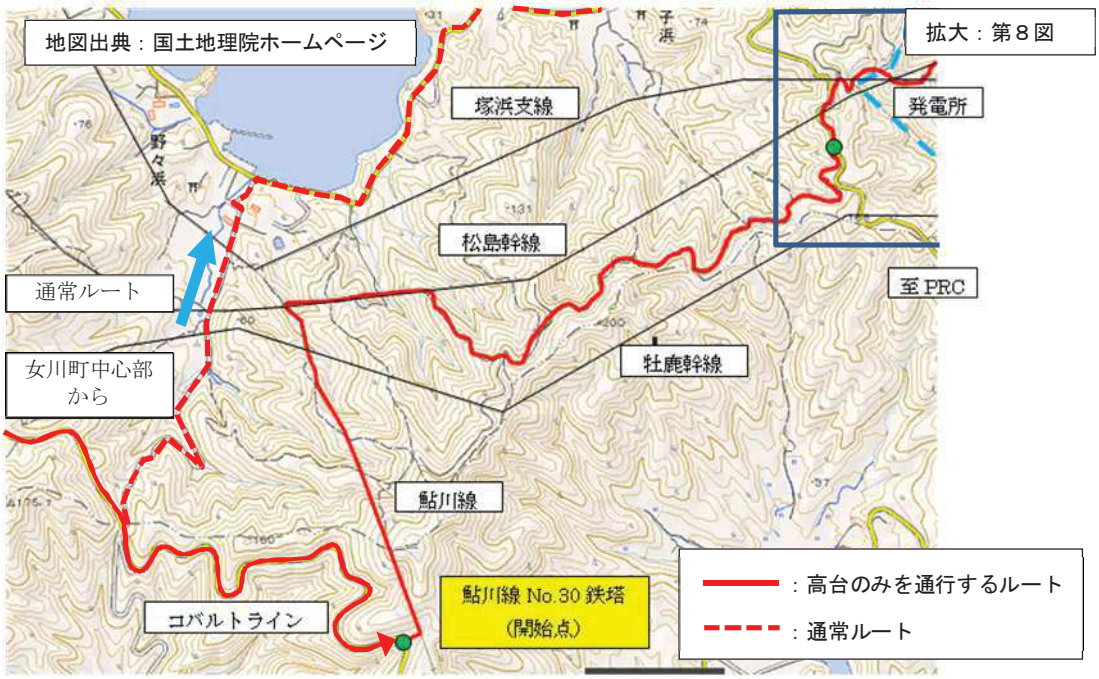
第 3 表　徒歩による参集所要時間

	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	想定所要時間に，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）

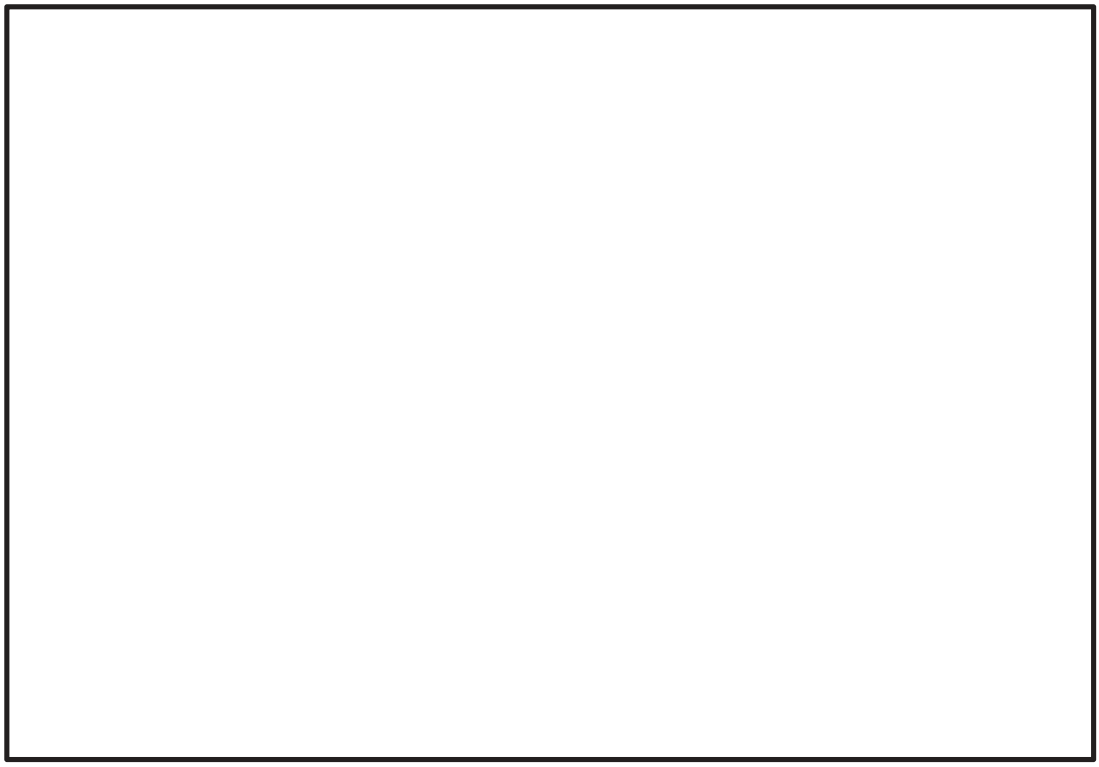
c．住民避難がなされている場合の参集について

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

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

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[注1]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[※1]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[※1]，送電線巡視ルート（未舗装）は 1.8km/h[※2]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】

＝【参集目途時間】－〔【出発準備時間】＋【集合場所での情報収集時間】
＋【集合場所から発電所までの移動に要する時間】〕

＝12(h)－〔【0.5(h)】＋【0.5(h)】
＋【12(km)/4(km/h)×60(m)/55(m)+5(km)/1.8(km/h)×60(m)/55(m)】〕

＝4.69(h)

よって，

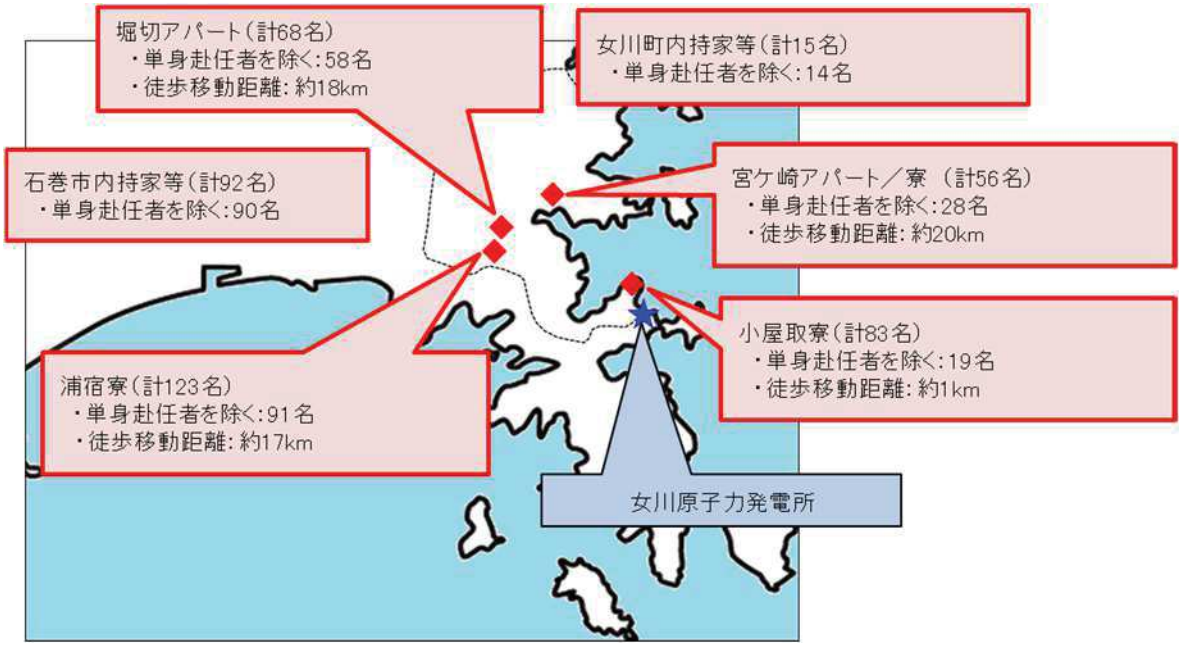
【集合場所までの徒歩での移動距離】

＝4.69(h)×4(km/h)×55(m)/60(m)＝17.2(km)≒17(km)



第 10 図　参集要員の滞在範囲の目安

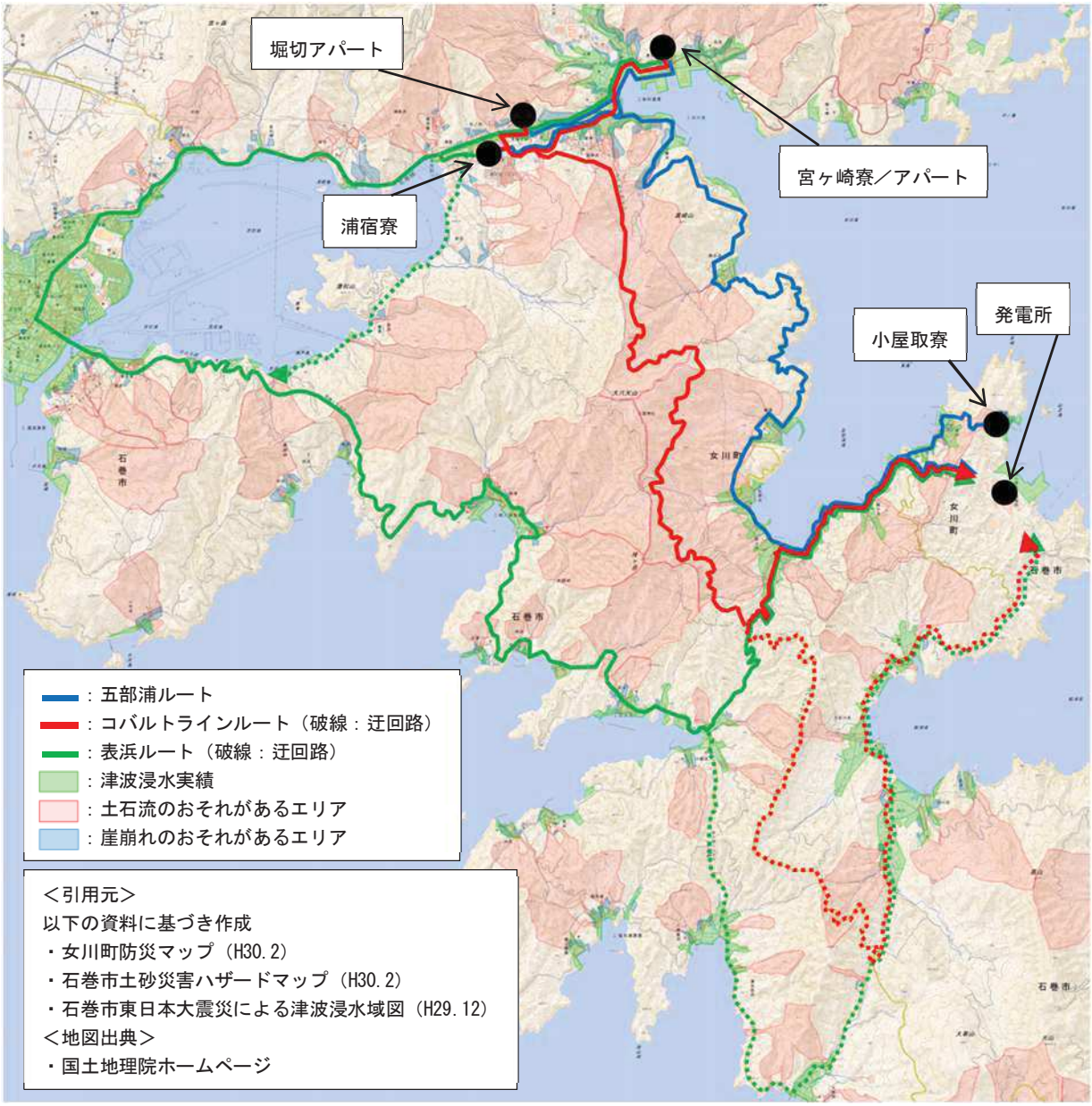
また，休日における所員の所在地確認を行い，発電所周辺に所在する所員を把握することにより，あらかじめ指名した要員以外の要員を速やかに参集・確保することができる。なお，単身赴任者以外の所員は全所員の約 7 割であり，女川町又は石巻市に居住している。（第 11 図）



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 20㎜，連続雨量 80㎜ 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

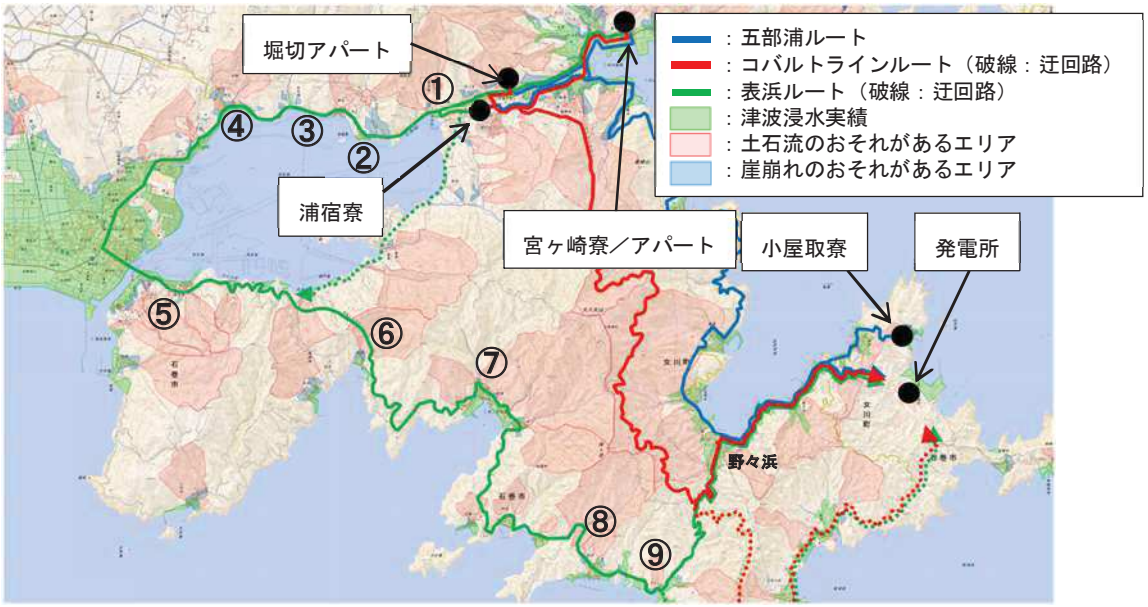
（c）浦宿～野々浜地区（表浜ルート）の自然災害による影響評価

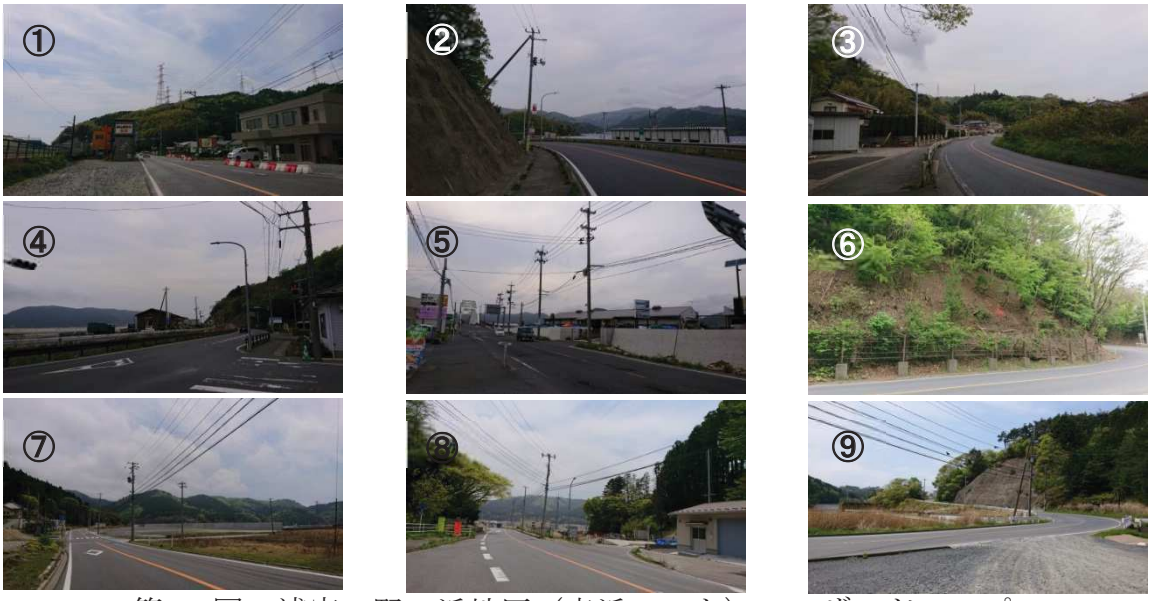
浦宿～野々浜地区（表浜ルート）のハザードマップを第 15 図に示す。本ルートの特徴は以下のとおり。

【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

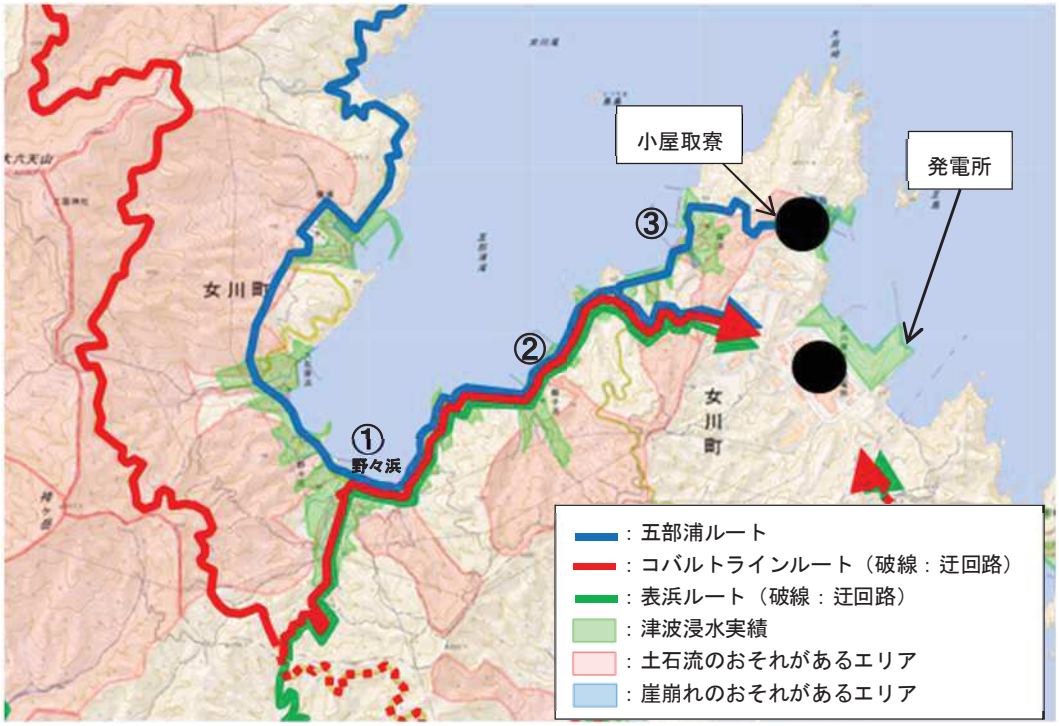
(d) 野々浜地区～発電所の自然災害による影響評価

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

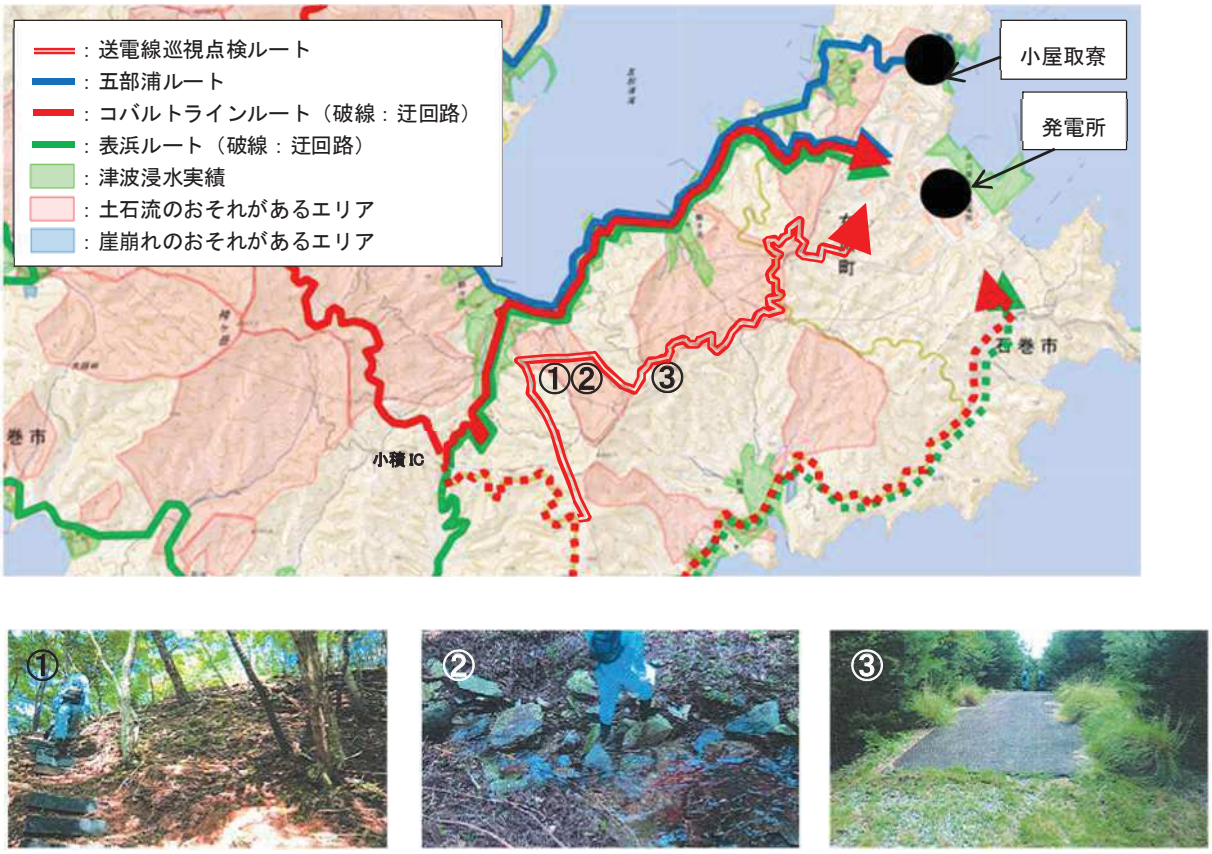
（e）小積 IC～発電所（送電線巡視点検ルート）の自然災害による影響評価

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。

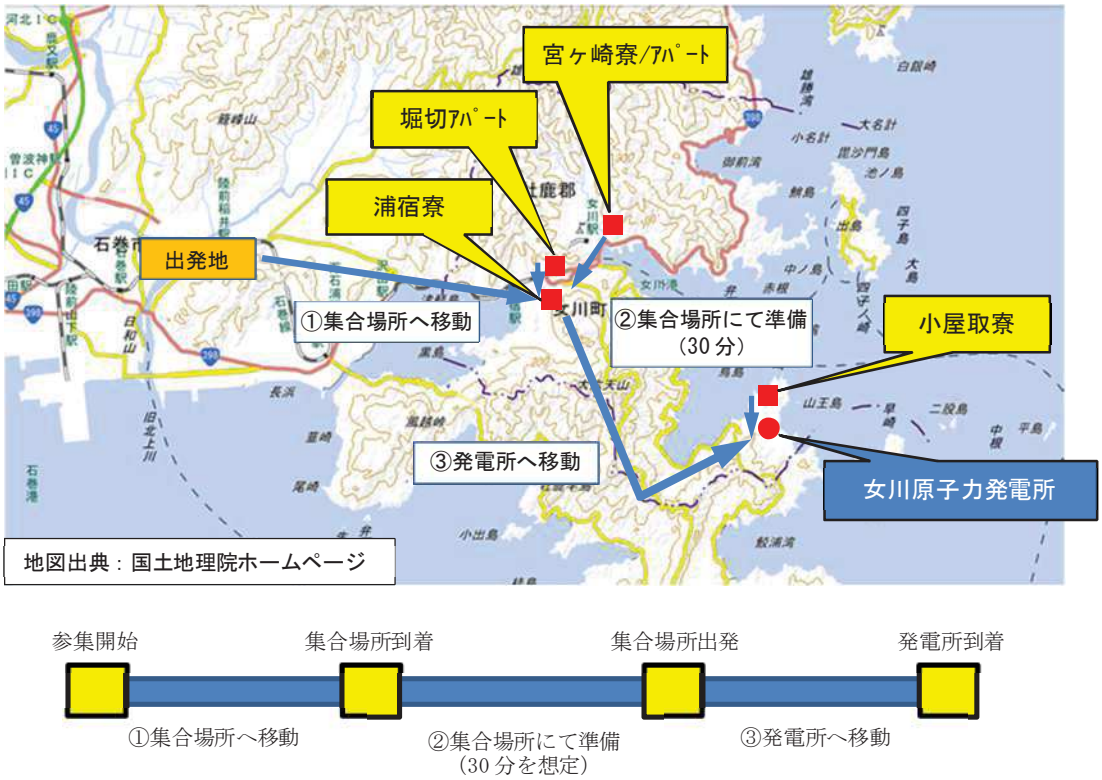
＜参考：要員参集調査による評価＞

○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。

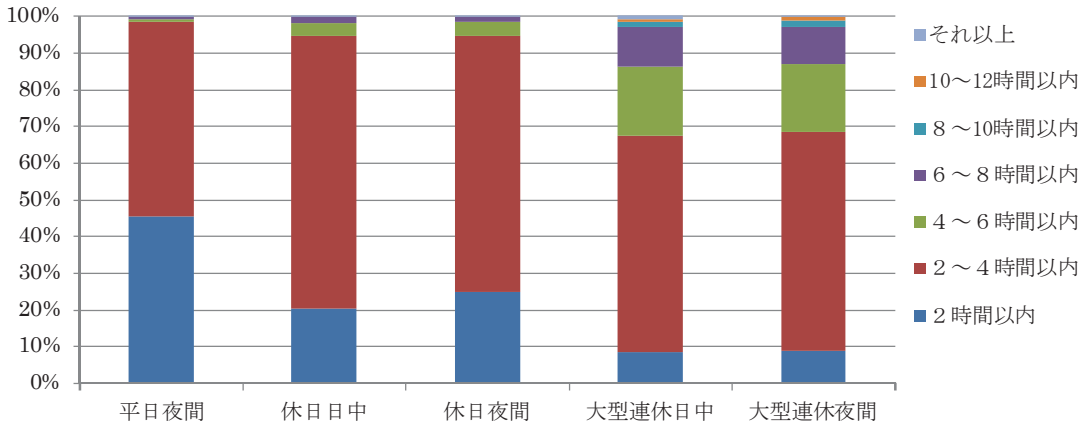


第 19 図　要員参集の流れについて（イメージ）

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。



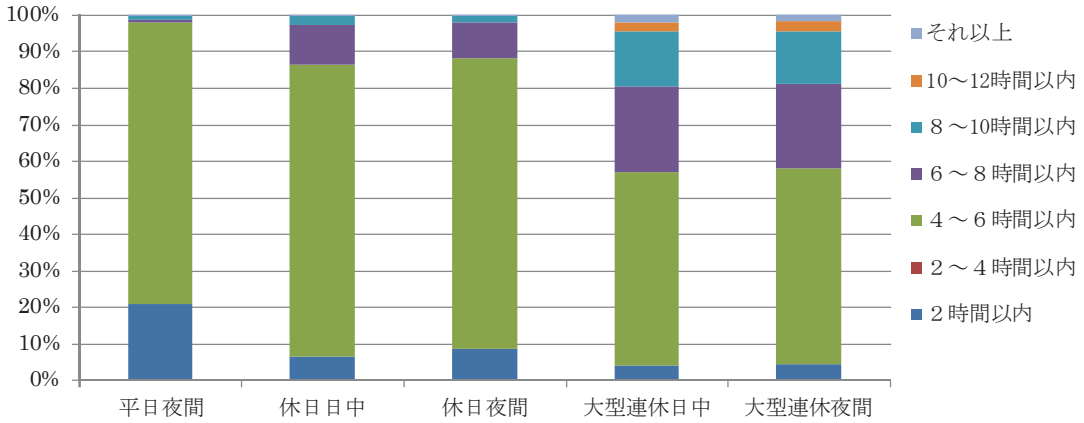
※　それぞれの滞在場所から，以下の集合場所又は集合場所までの移動に要する時間を回答してもらい，その時間に以下の数値を加えたうえで算出。
・小屋取寮，浦宿寮に所在の場合
　→出発準備時間（30 分），発電所までの所要時間を加算して評価
・小屋取寮，浦宿寮以外の町内宿舎又はその他の場所に所在の場合
　→出発時間（30 分），集合場所（浦宿寮）までの所要時間，集合場所（浦宿寮）での情報収集・装備等準備時間（30 分），発電所までの所要時間を加算して評価

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。



※　それぞれの滞在場所から，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）

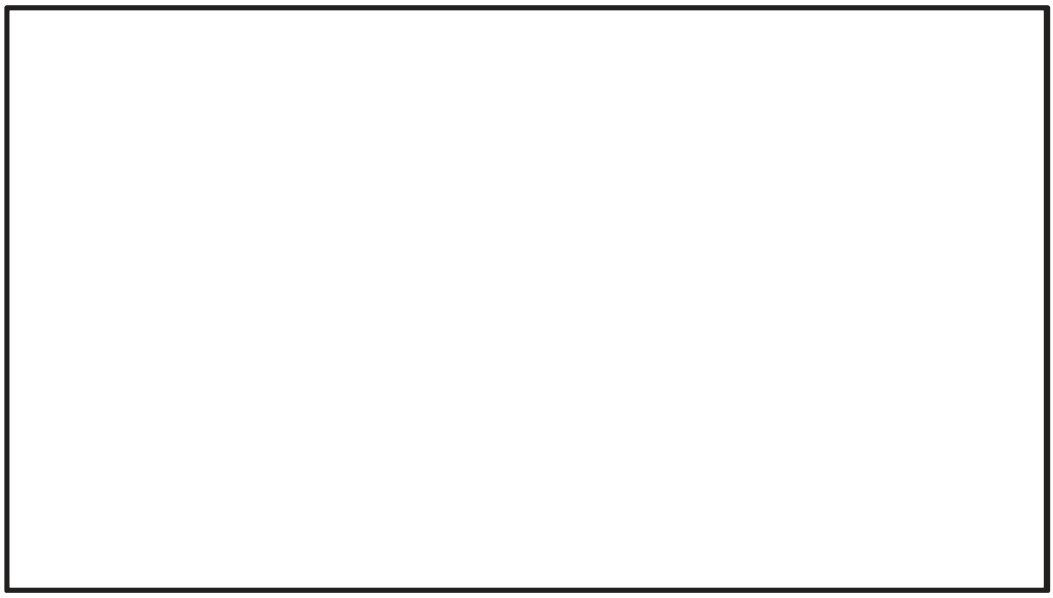
事務建屋の周辺斜面について

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た。



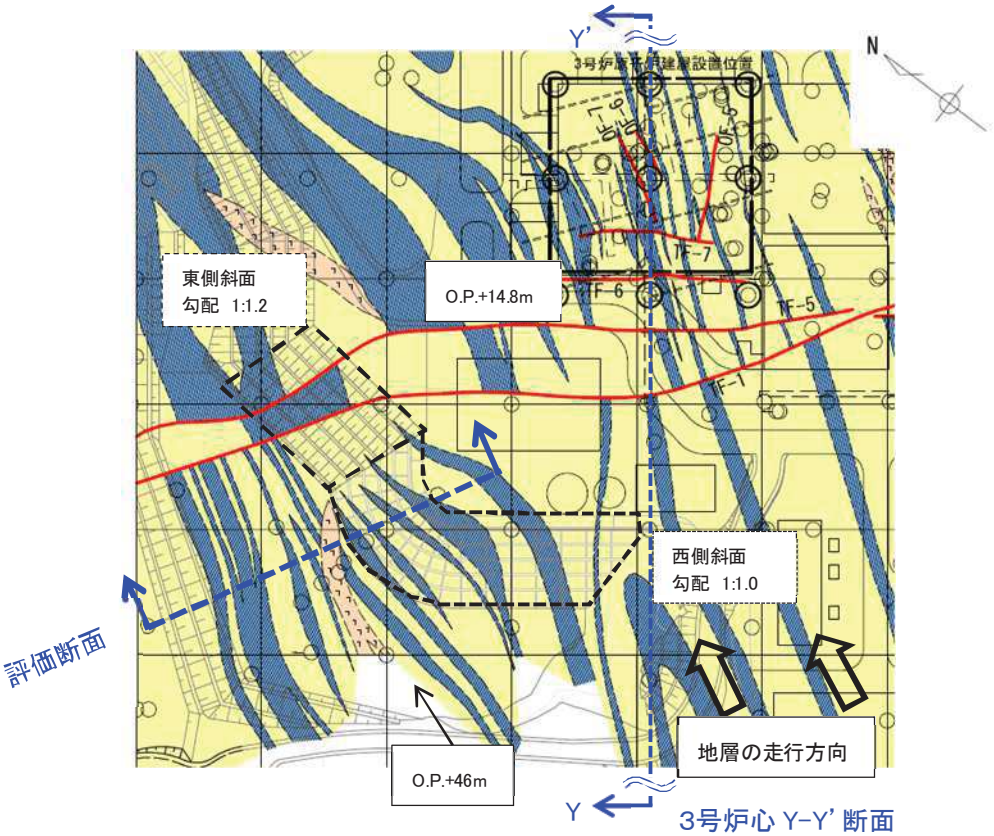
第１図　事務建屋位置図

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，地層の走向に概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。

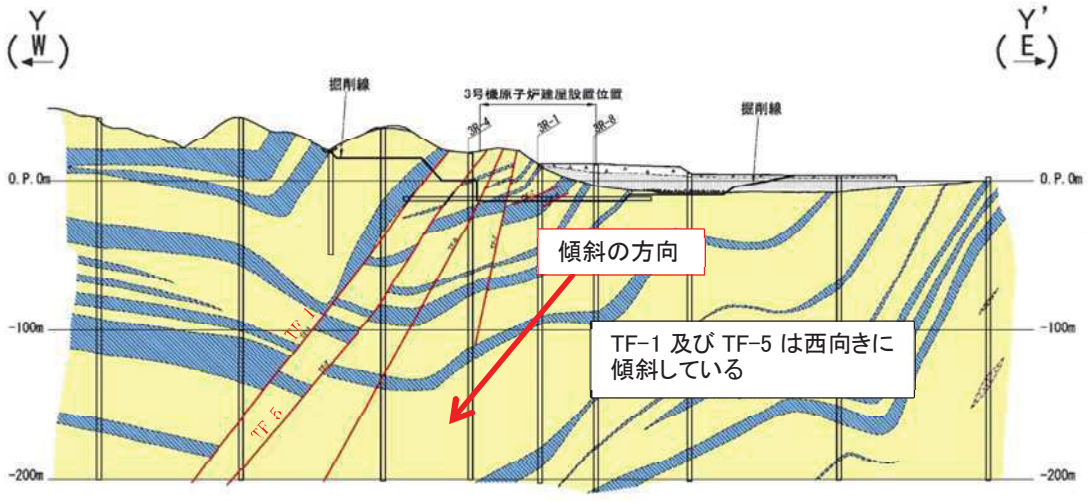
なお，斜面の東側に TF-1 断層と TF-5 断層が分布するが，TF-1 断層は北北西の走向で 40～85° 南西に傾斜する正断層，TF-5 断層は北北西の走向で 50～82° 南西に傾斜する正断層であり，事務建屋方向にはすべり線を形成し得ないことから，評価断面としては選定しない。

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

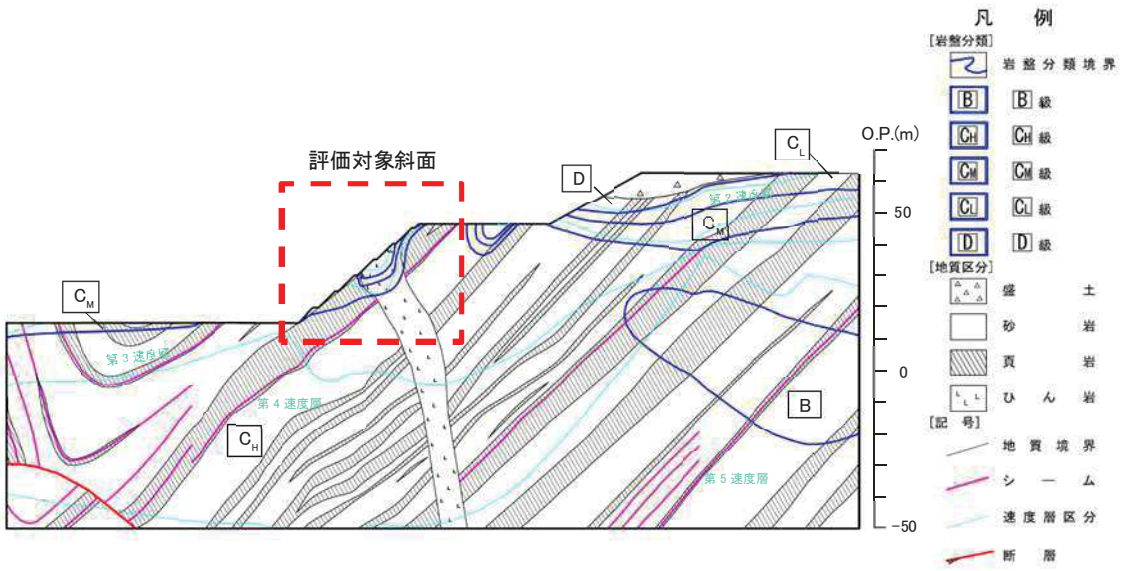


※地質の水平平面図は O.P.-14.1m における，地質及び断層の分布を示す。

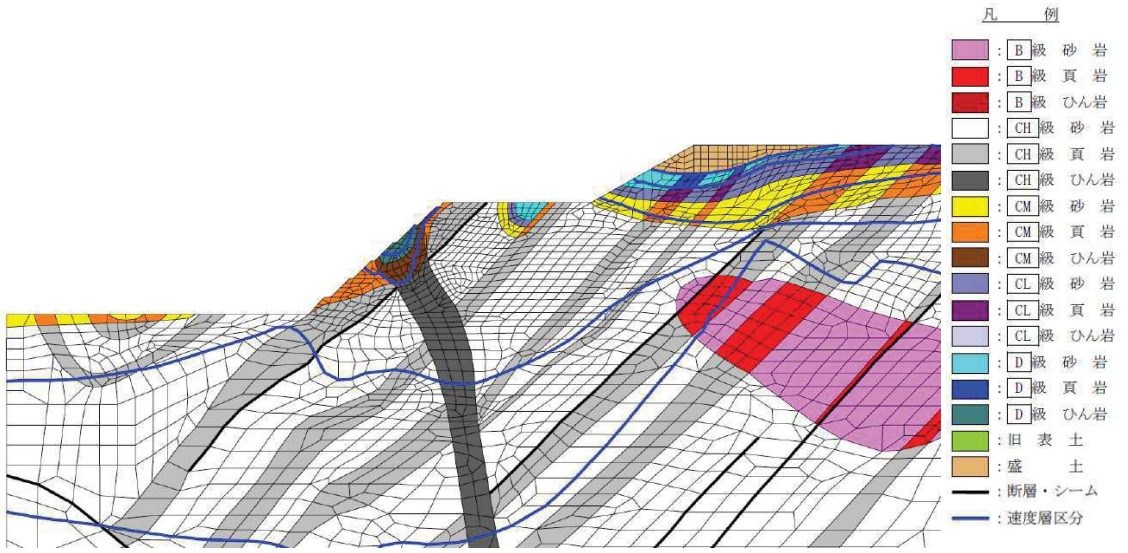
●断層の傾斜について（3 号炉心 Y-Y' 断面）



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



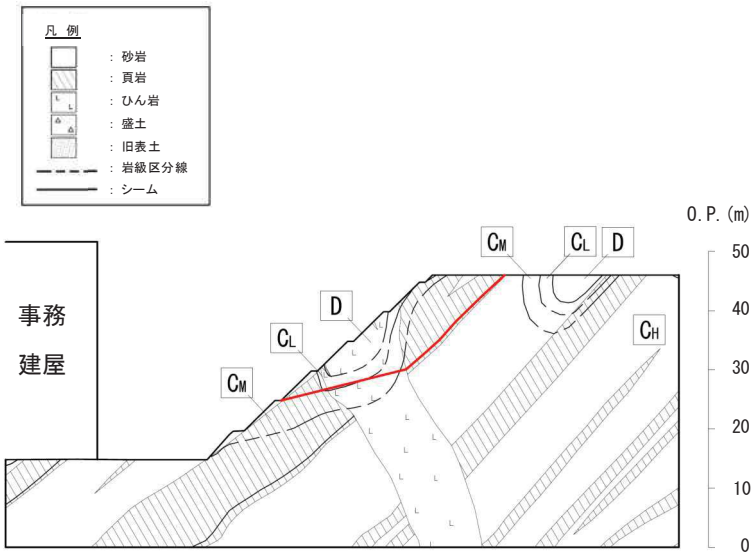
第 4 図　事務建屋周辺斜面　解析メッシュ図

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た。



すべり安全率一覧

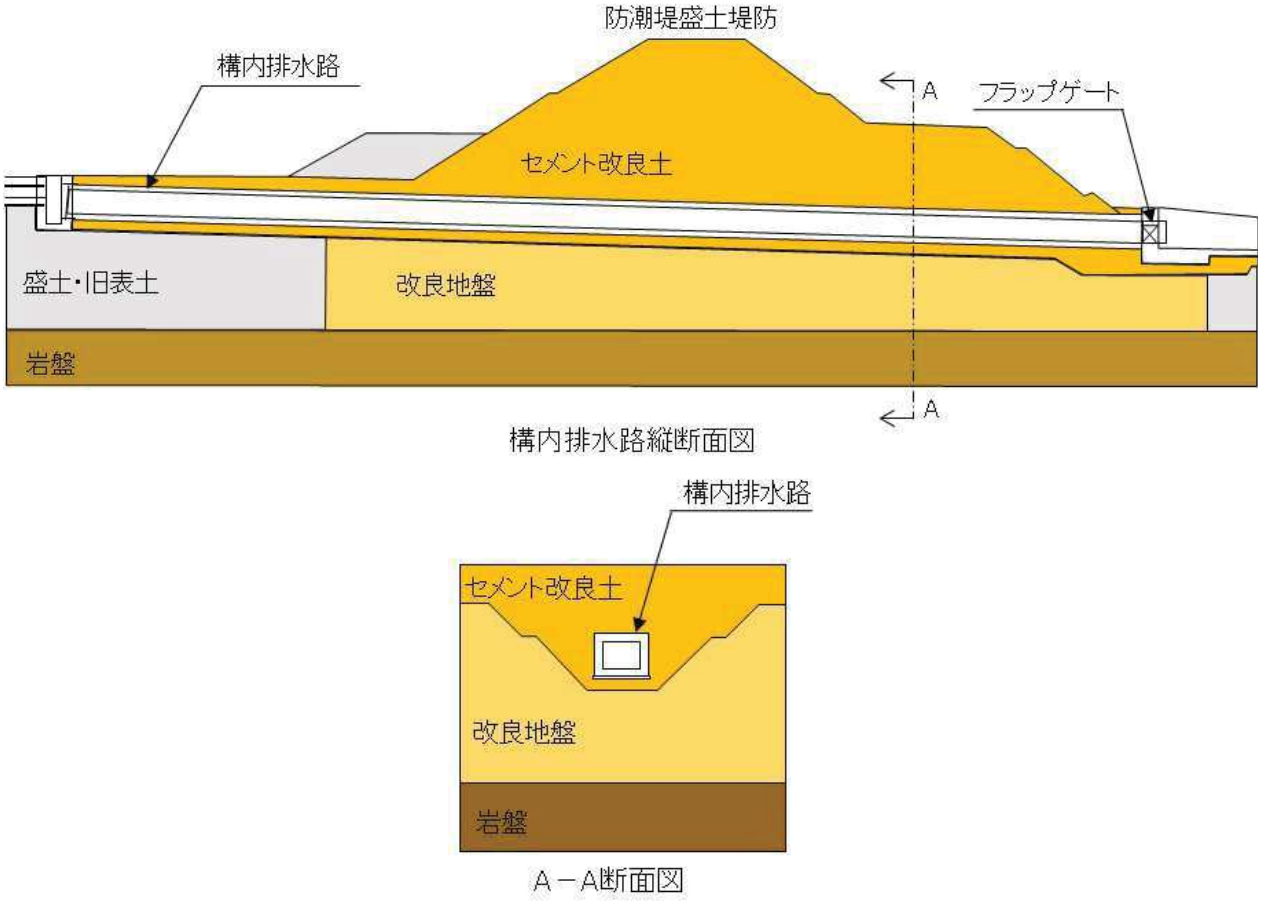
基準地震動 Ss	すべり安全率
Ss-D1	3.3
Ss-D2	2.9
Ss-D3	3.1
Ss-F1	3.6
Ss-F2	3.4
Ss-F3	3.2
Ss-N1	3.2

※　事務建屋の位置は投影で記載

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 Ss 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

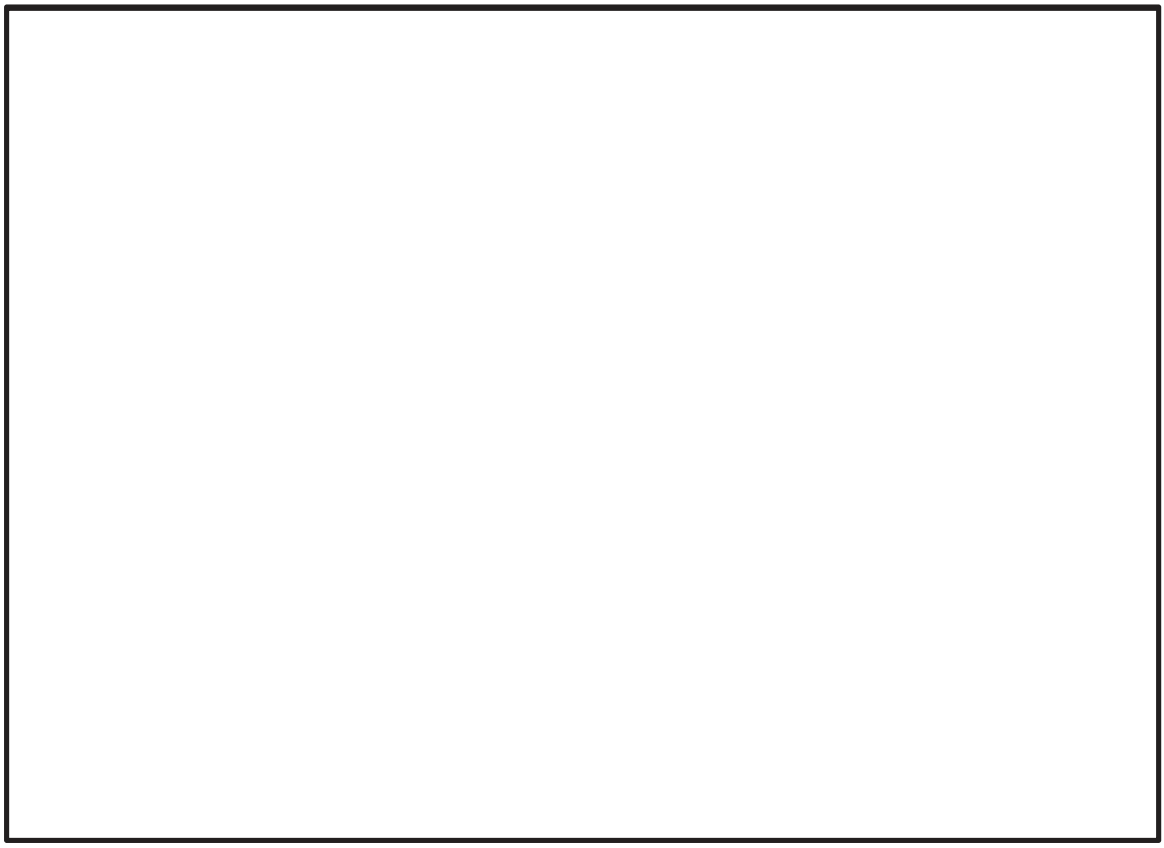
第 1 表　保守点検内容

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

補足資料(14)

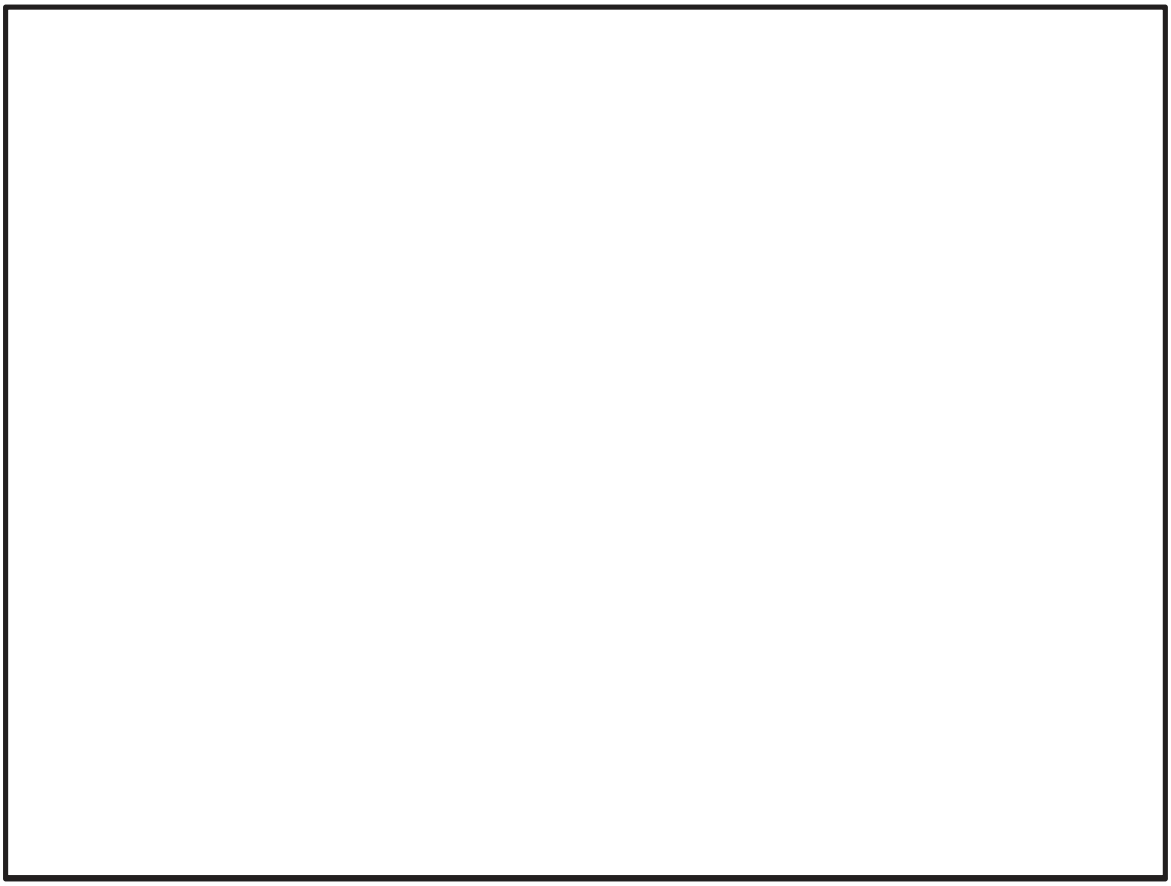
保管場所内の可搬型設備配置について

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

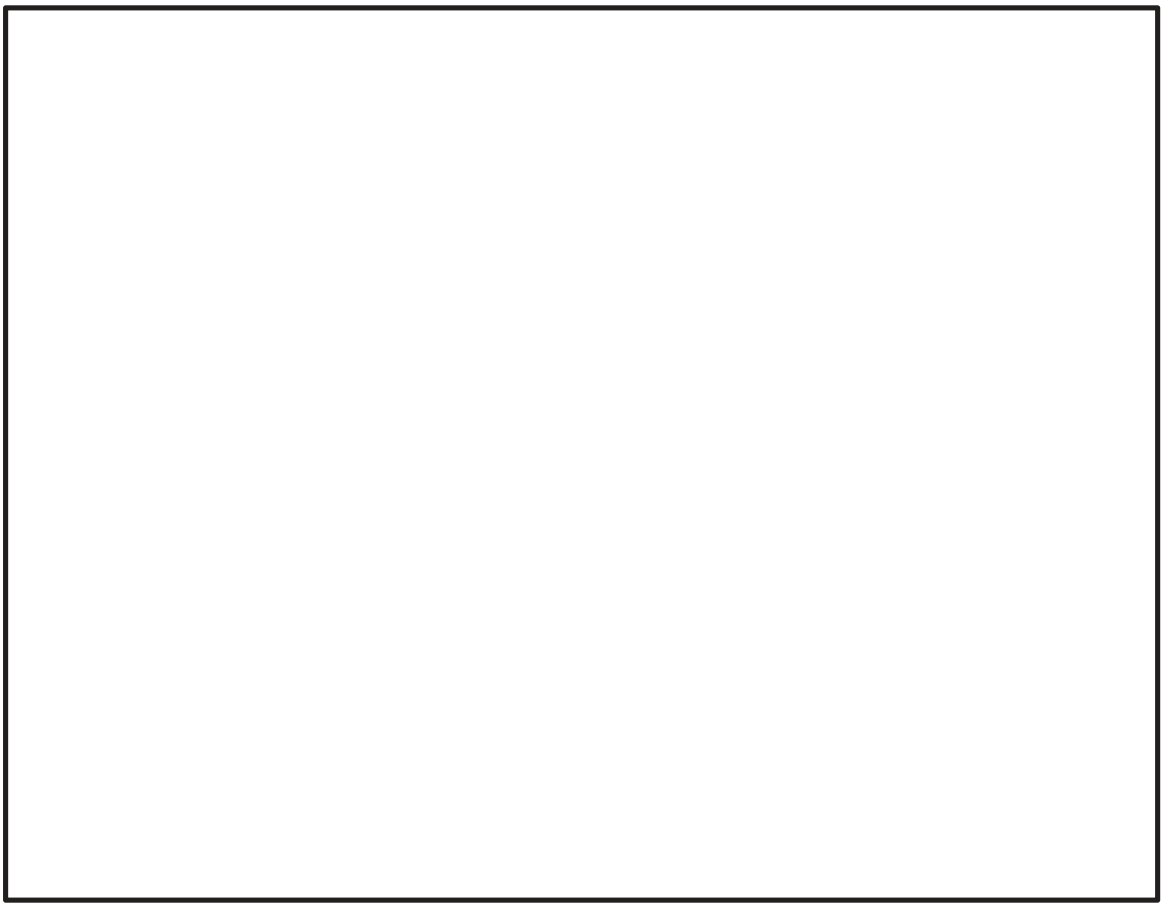
枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



※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

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



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

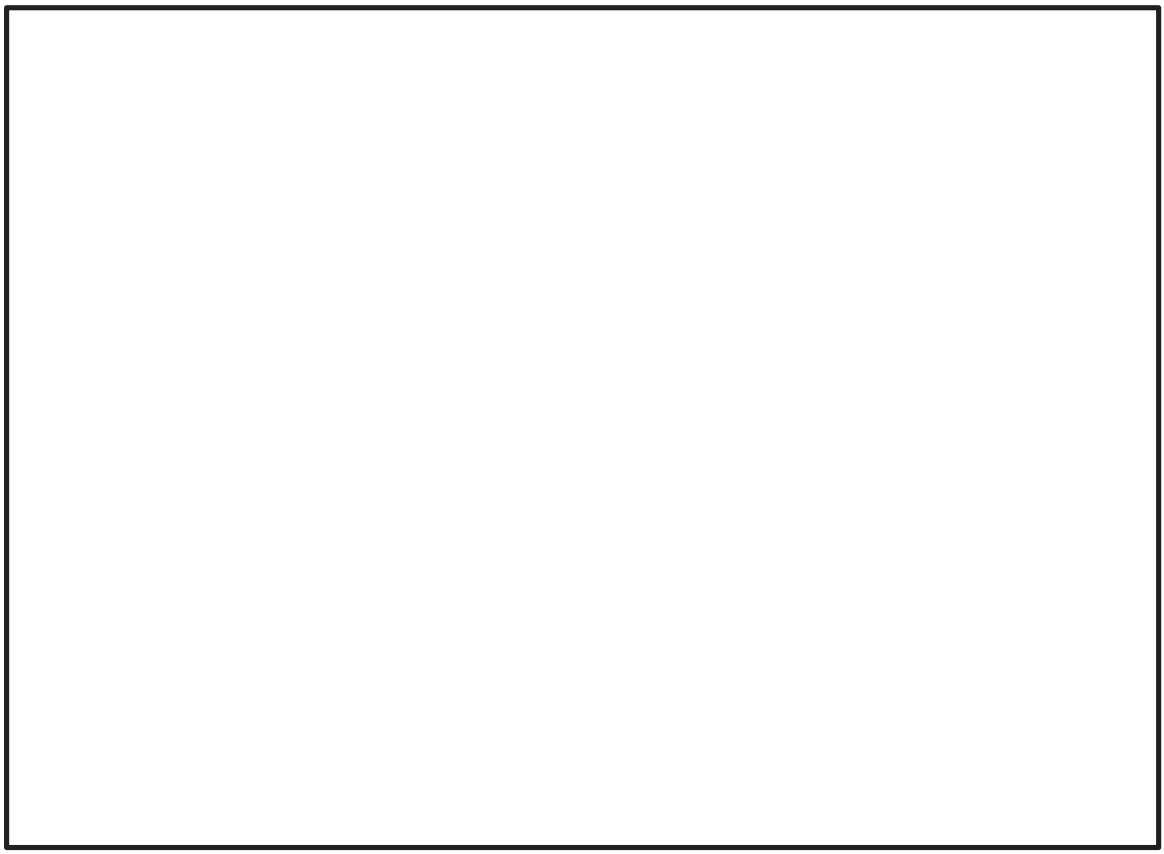
第 3 図　「ｎ」の可搬型設備配置

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。

補足資料(15)

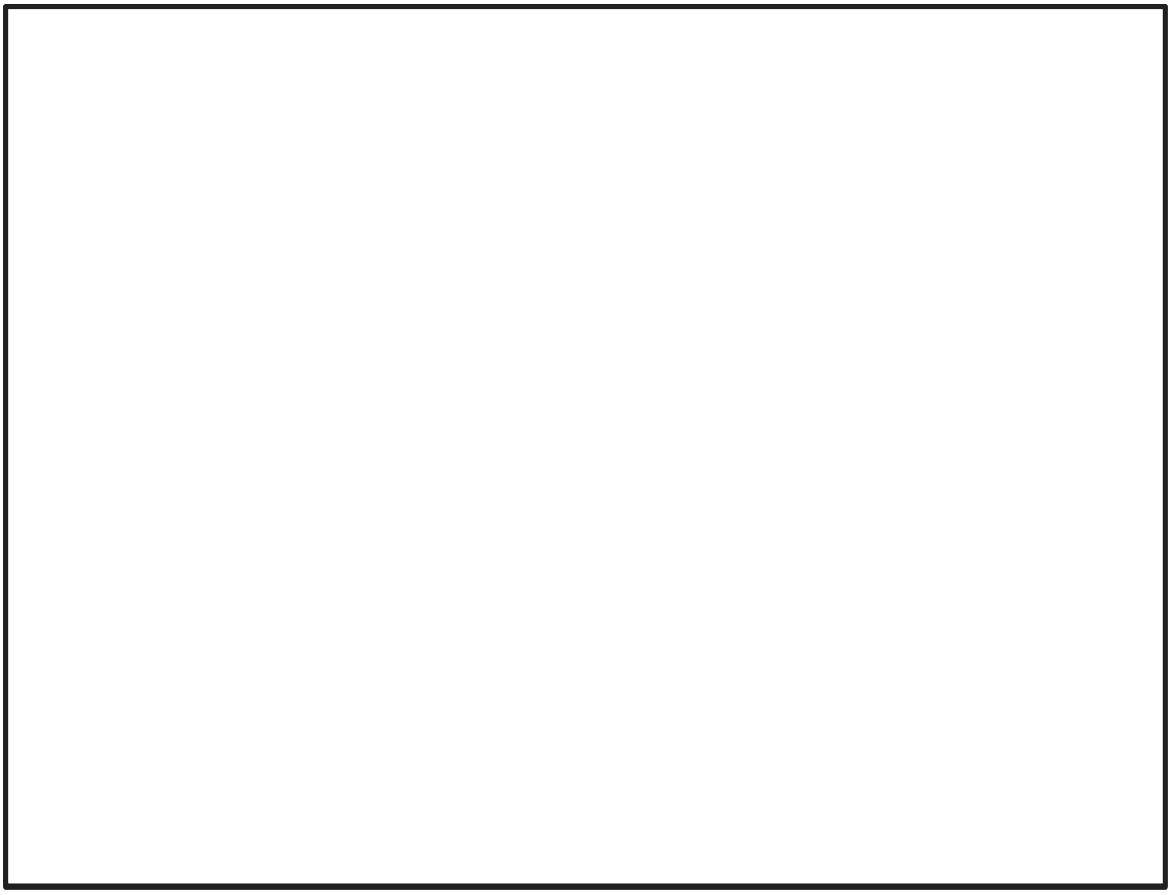
可搬型設備の移動及びホース敷設ルートについて

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。



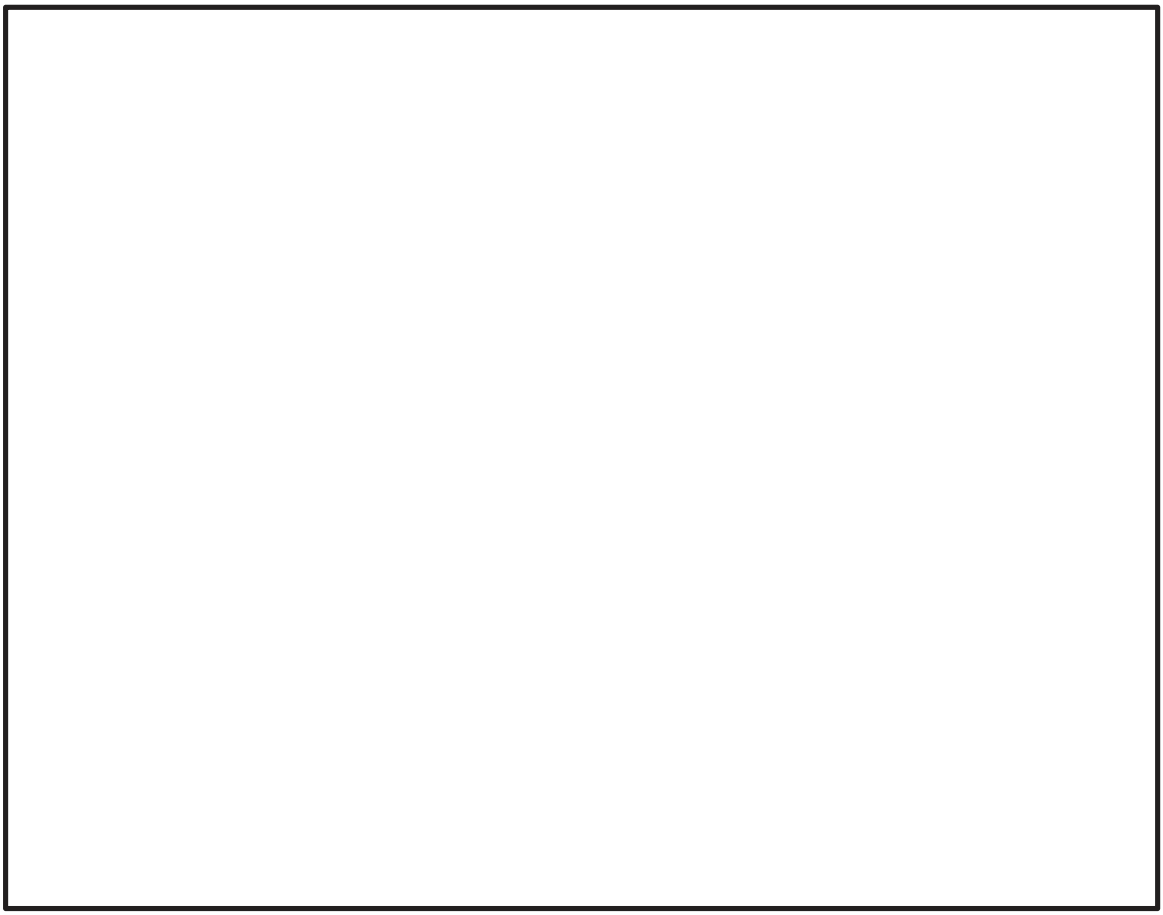
第 1 図　可搬型設備移動及びホース敷設ルート（全体）

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



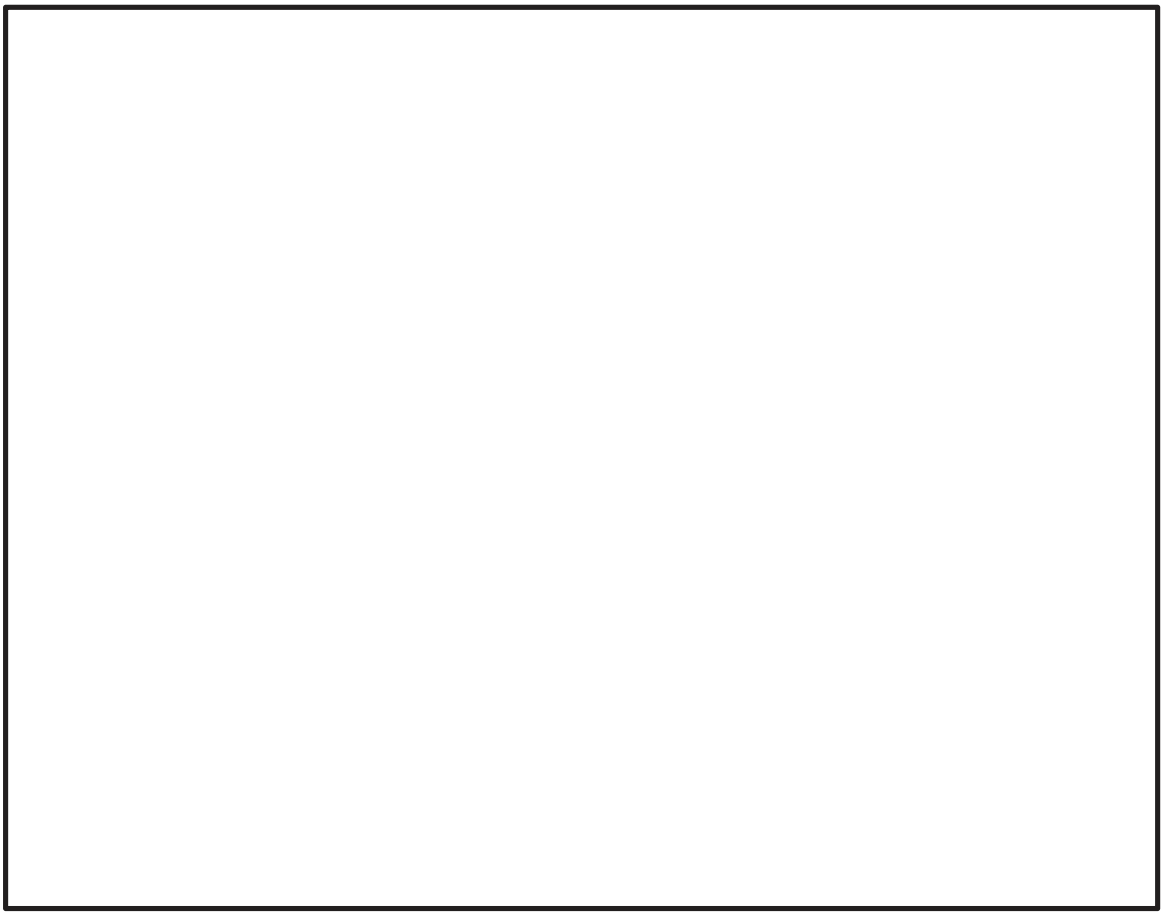
第 2 図　地震時における可搬型設備移動及びホース敷設ルート（全体）

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



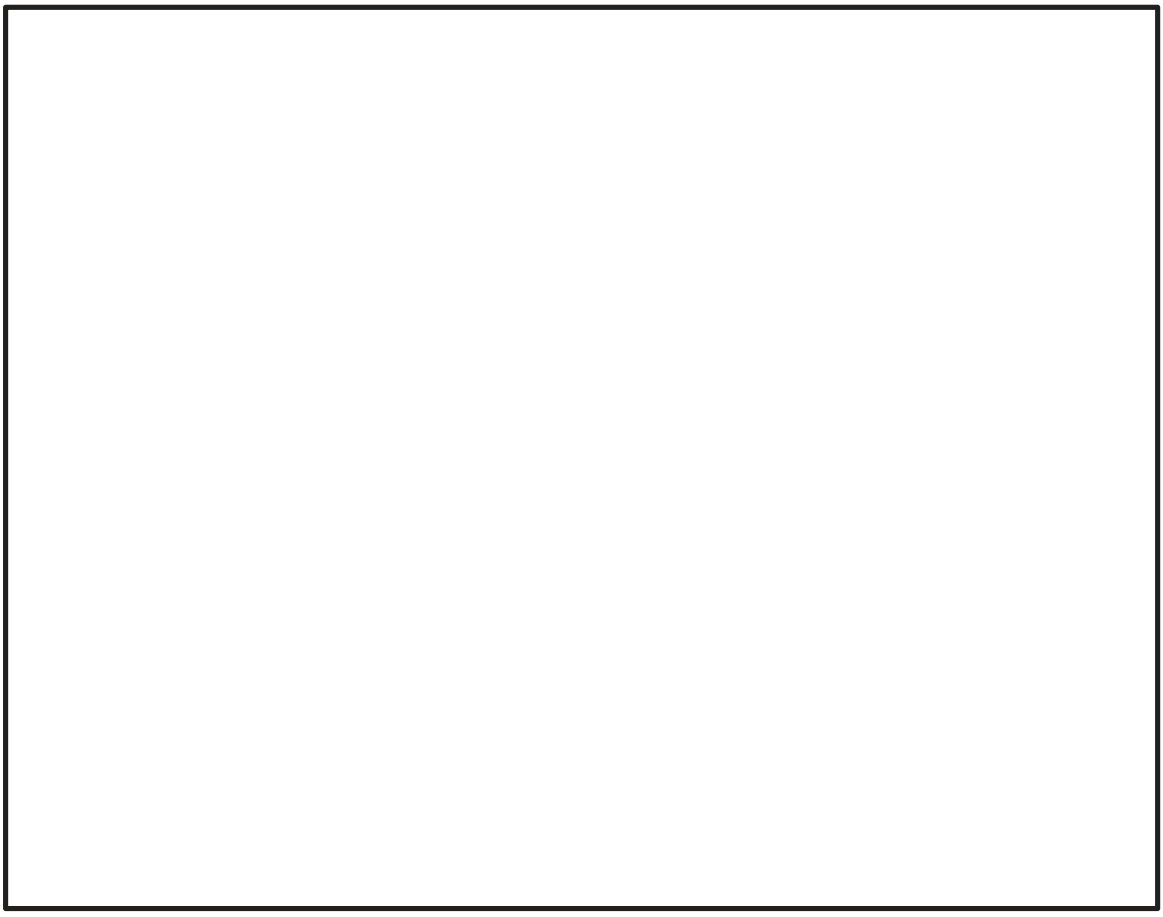
第 3 図　津波時における可搬型設備移動及びホース敷設ルート（全体）

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



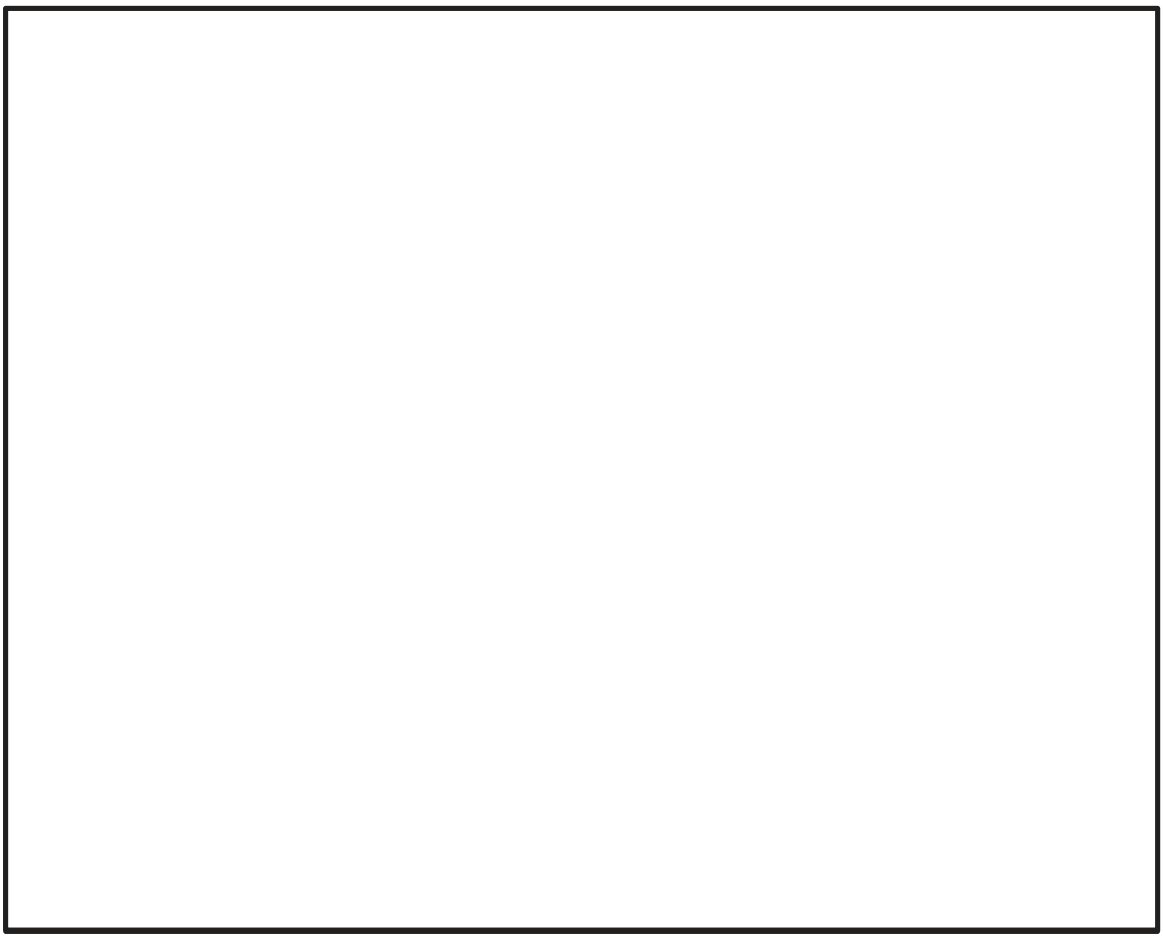
第 4 図　火災時における可搬型設備移動及びホース敷設ルート（全体）

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



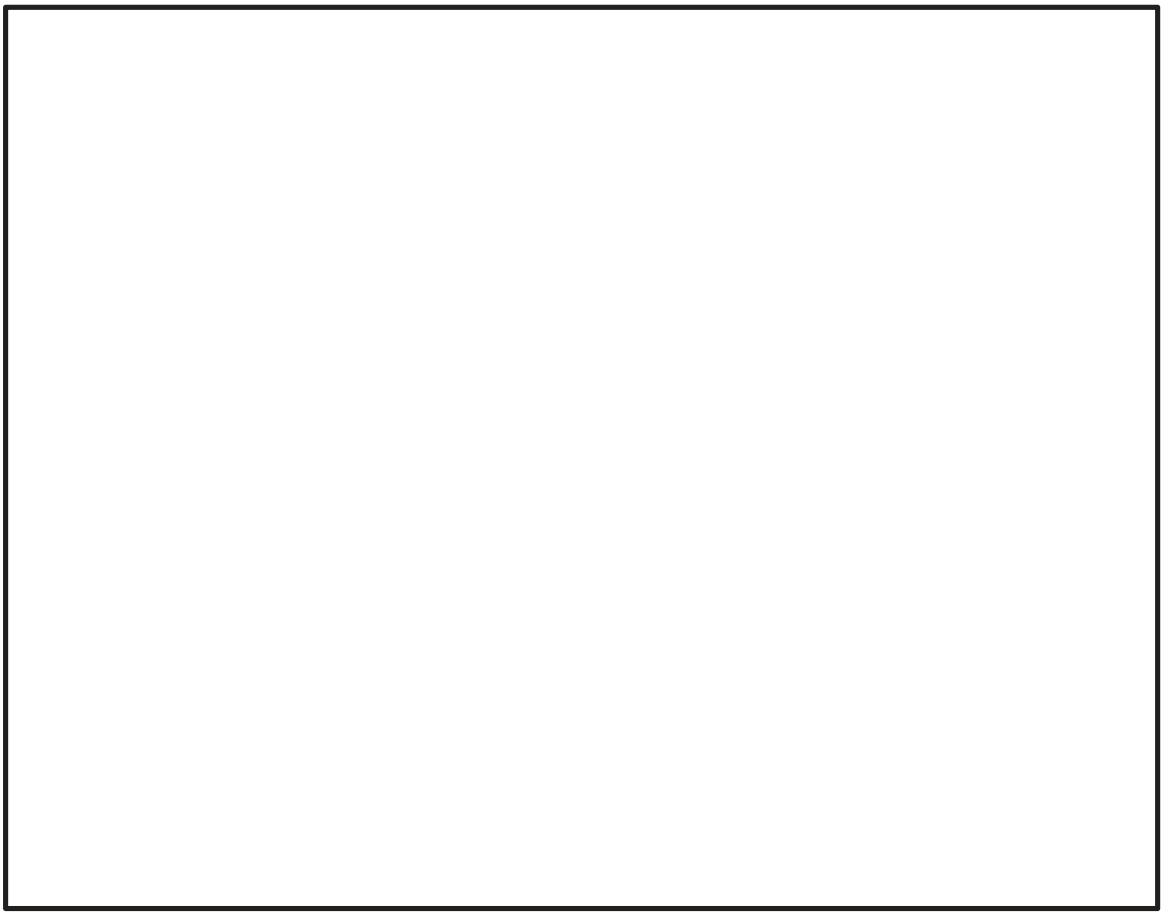
第５図　大容量送水ポンプ（タイプⅠ）による送水
（淡水貯水槽から原子炉建屋及び復水貯蔵タンクへ）

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



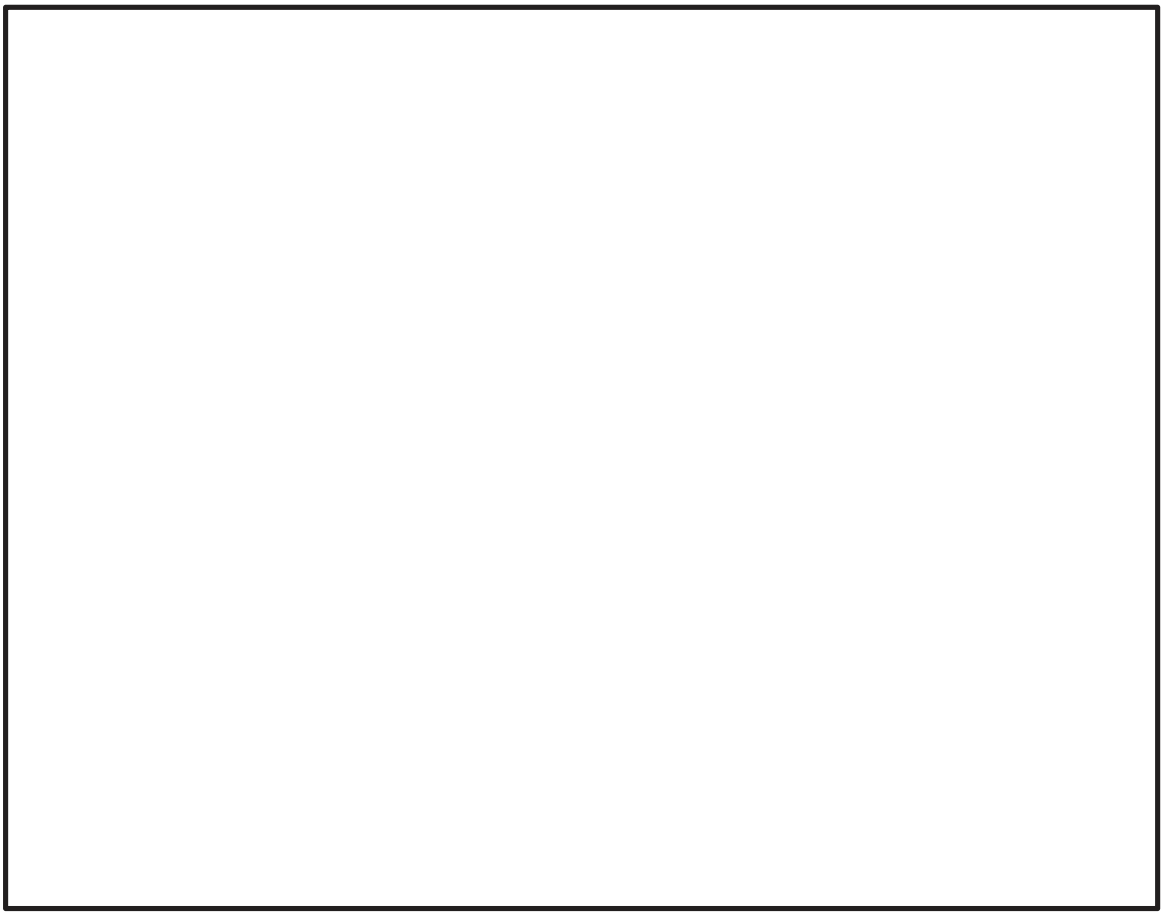
第 6 図　熱交換器ユニット及び大容量送水ポンプ（タイプⅠ）による除熱

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



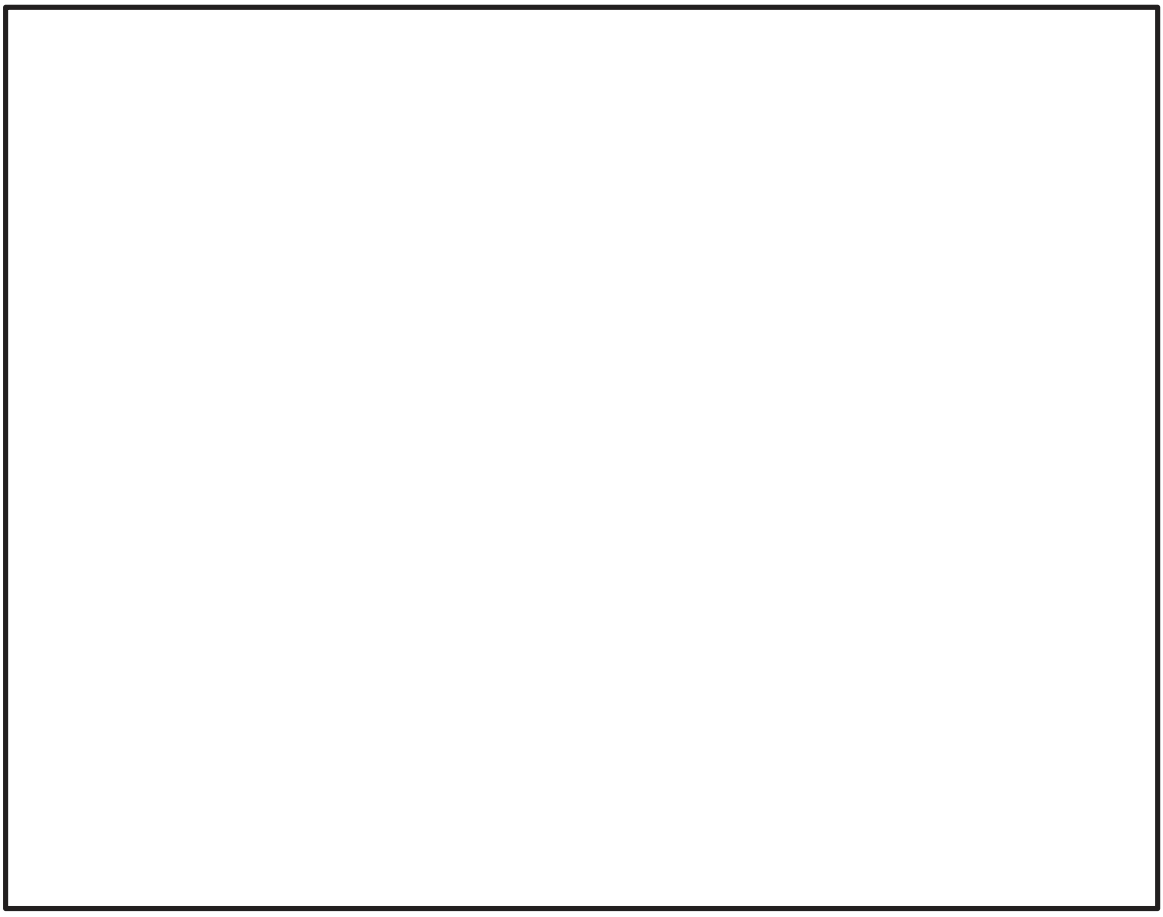
第 7 図　可搬型窒素ガス供給装置による窒素供給

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



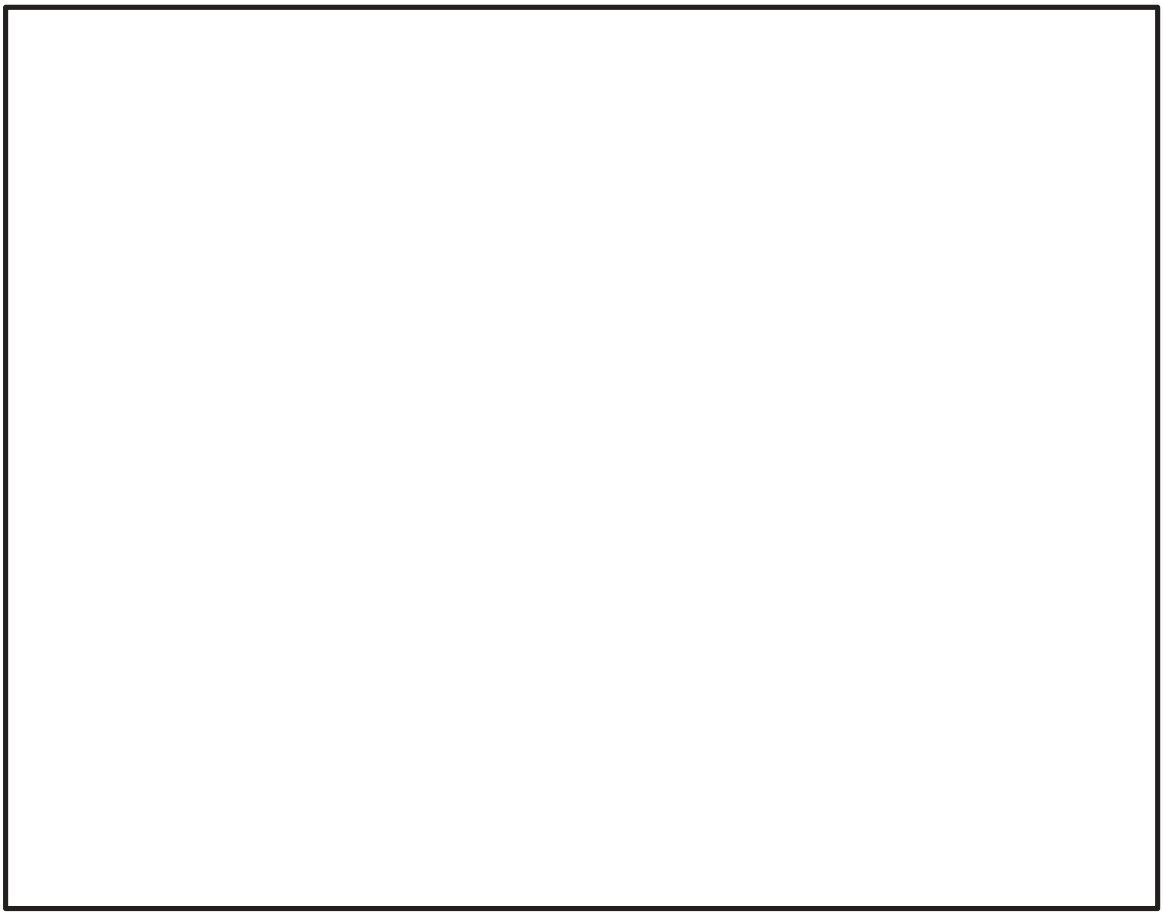
第８図　大容量送水ポンプ（タイプⅡ）による放射性物質拡散抑制

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



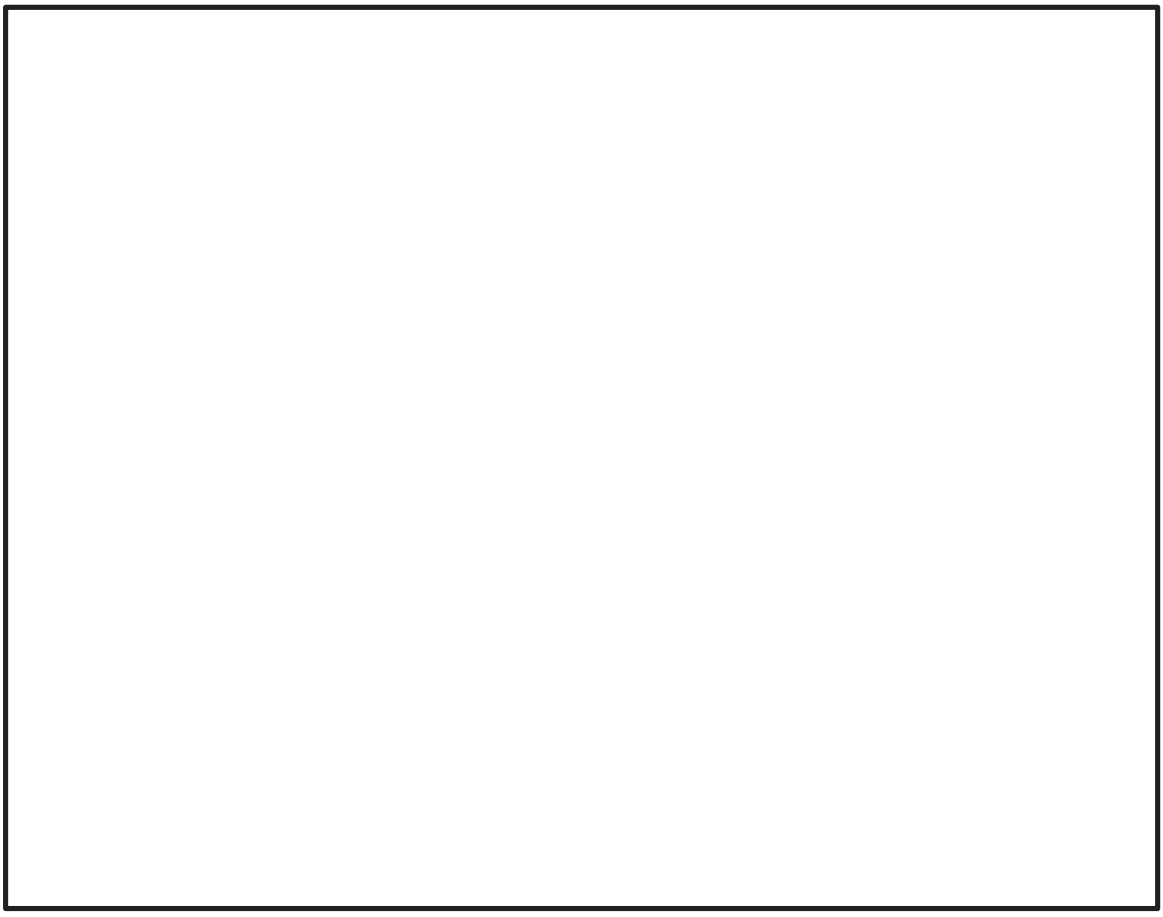
第９図　シルトフェンスによる放射性物質拡散抑制

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



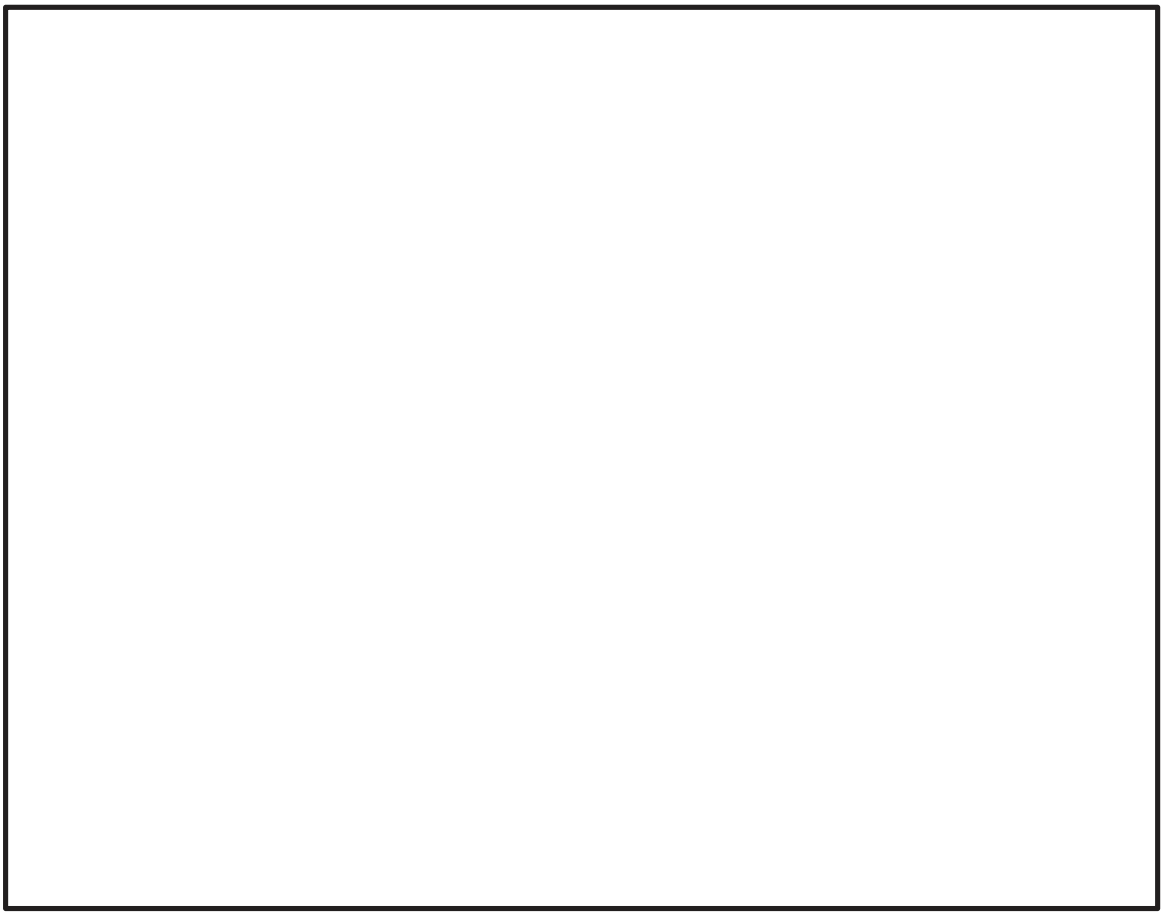
第 10　大容量送水ポンプ（タイプⅠ）による海水直接注水

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



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

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。



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

枠囲みの内容は防護上の観点から公開できません。