

# 女川原子力発電所 2 号炉

## 保安規定審査資料

2022年12月

東北電力株式会社

女川原子力発電所保安規定審査資料	
資料番号	TS-78 (改4)
提出年月日	2022年12月13日

## 女川原子力発電所2号炉

### 高濃度火山灰対応について

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。

2022年12月

東北電力株式会社

## 目 次

- 資料 1 女川原子力発電所 2 号炉 実用炉規則第八十三条に係る対応の概要
- 資料 2 火山影響等発生時における発電用原子炉施設の保全のための活動を行う体制の整備について
- 資料 3 非常用ディーゼル発電機 A 系及び B 系への火山灰フィルタ設置及び電源車（緊急時対策所用）へのフィルタコンテナ設置について
- 資料 4 降下火砕物に対して評価すべき施設の抽出

資料 1 女川原子力発電所 2 号炉 実用炉規則第八十三条に係る対応の概要



## 1. 概要（全体方針）

女川原子力発電所2号炉の実用炉規則第八十三条に係る対応について概要を表1にて説明する。

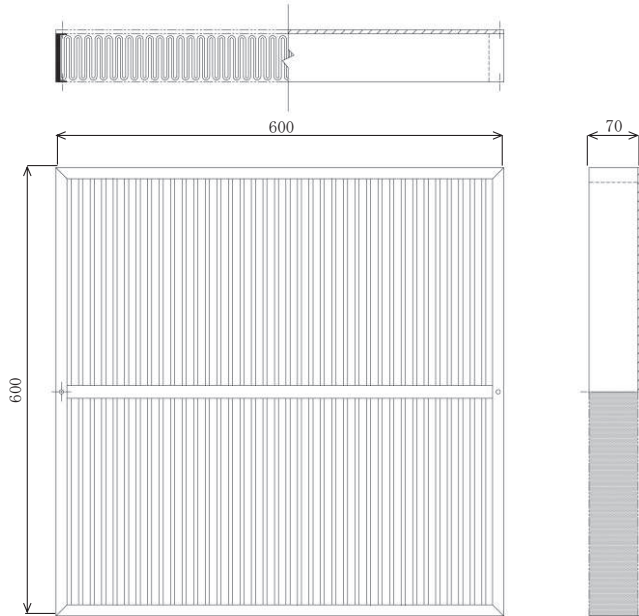
表1 実用炉規則第八十三条 一号ロ（1）、（2）、（3）及び四号の対応について

	要求事項	対応方針
一号ロ（1）	火山影響等発生時における非常用交流動力電源設備の機能を維持するための対策に関すること。	非常用ディーゼル発電機のA系及びB系の吸気ラインに <u>火山灰フィルタ</u> を取付け、2台運転を行う。
一号ロ（2）	ロ（1）に掲げるもののほか、火山影響等発生時における代替電源設備その他の炉心を冷却するために必要な設備の機能を維持するための対策に関すること。	<u>高圧代替注水系</u> を使用し、 <u>原子炉压力容器内へ注水</u> することにより炉心の冷却を行う。
一号ロ（3）	ロ（2）に掲げるもののほか、火山影響等発生時に交流動力電源が喪失した場合における炉心の著しい損傷を防止するための対策に関すること。	<u>原子炉隔離時冷却系</u> を使用し、 <u>原子炉压力容器内へ注水</u> することにより炉心の冷却を行う。
四号	前三号に掲げるもののほか、設計想定事象、重大事故等又は大規模損壊の発生時における発電用原子炉施設の必要な機能を維持するための活動を行うために必要な体制を整備すること。	緊急時対策所の居住性確保、通信連絡設備の機能確保のための手順を整備する。

2. 一号ロ（1）の対応方針について

火山灰によるバグフィルタの閉塞を防止するため、降灰開始前までに非常用ディーゼル発電機A系及びB系の吸気ラインに火山灰フィルタを設置する。

フィルタ設置から24時間は、降灰によって閉塞しないことを性能確認試験によって確認済み。



フィルタ 1 枚当たりの重量：約 7 kg

枚数：48 枚 × 2 系列

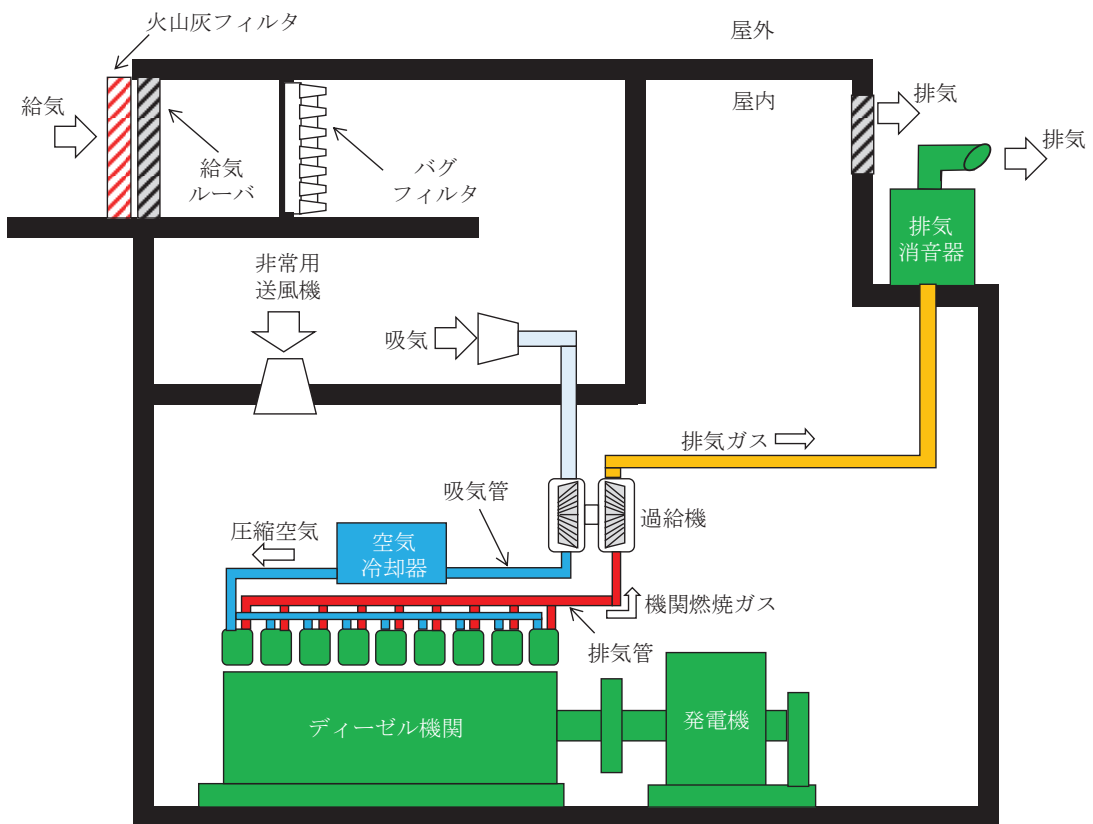


図1 フィルタ外形図及び非常用ディーゼル発電機A系及びB系の吸気ライン概略図

### 3. 一号ロ（2）の対応方針について

全交流動力電源喪失かつ原子炉隔離時冷却系喪失となった場合は、高圧代替注水系（タービン駆動の常設施設）により炉心冷却を実施する。

上記施設は降灰に対して強度を有する建屋内に設置された常設施設であり、中央制御室内の操作により容易な起動が可能である。当該の対応は、有効性評価（全交流動力電源喪失（TBU））において炉心冷却を24時間継続できることを確認している。また、必要注水量は復水貯蔵タンクの貯水量によって確保されている。

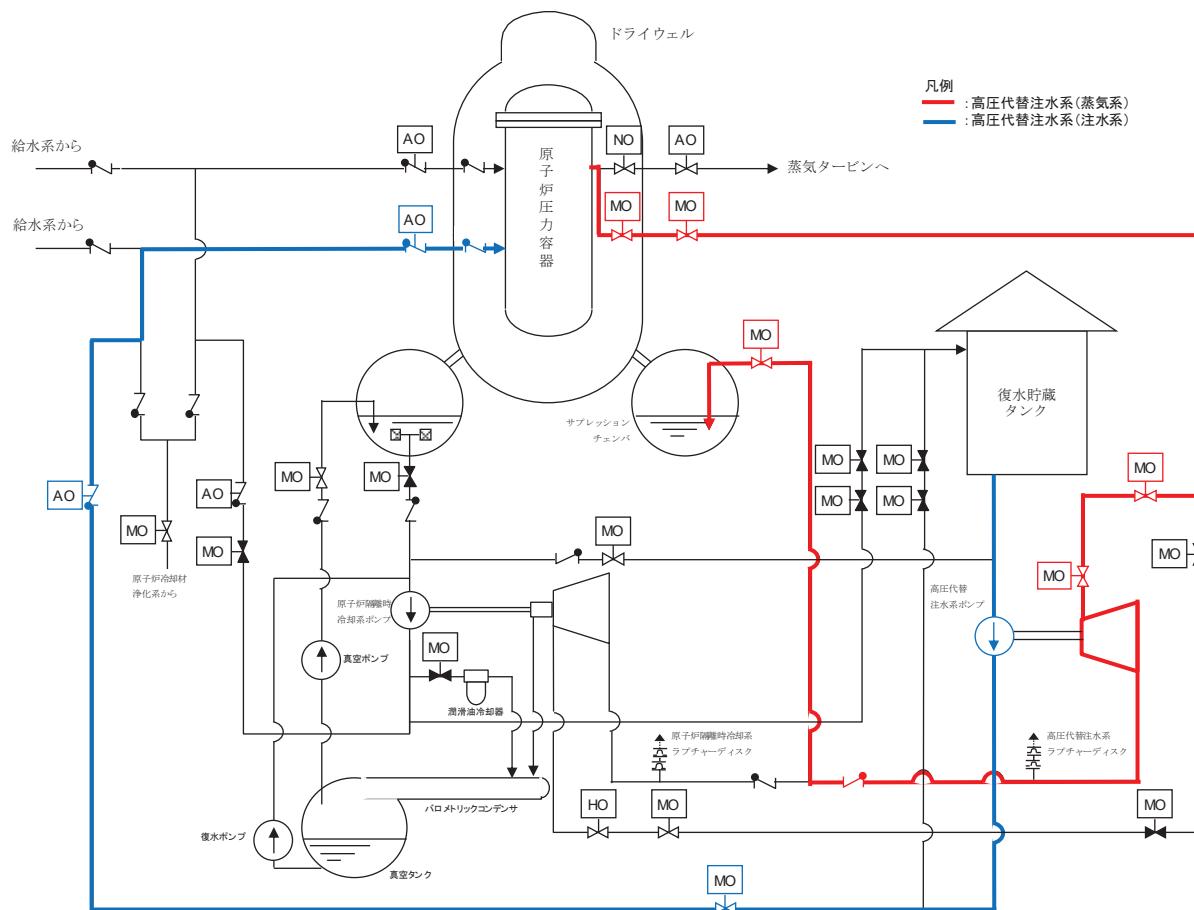


図2 高圧代替注水系使用時の系統図

#### 4. 一号口（3）の対応方針について

全交流動力電源喪失となった場合は、原子炉隔離時冷却系（タービン駆動の常設施設）により炉心冷却を実施する。

上記施設は降灰に対して強度を有する建屋内に設置された常設施設であり、自動起動により容易に注水が可能である。当該の対応は、有効性評価（全交流動力電源喪失（長期TB））において炉心冷却を24時間継続できることを確認している。また、必要注水量は復水貯蔵タンクの貯水量によって確保されている。

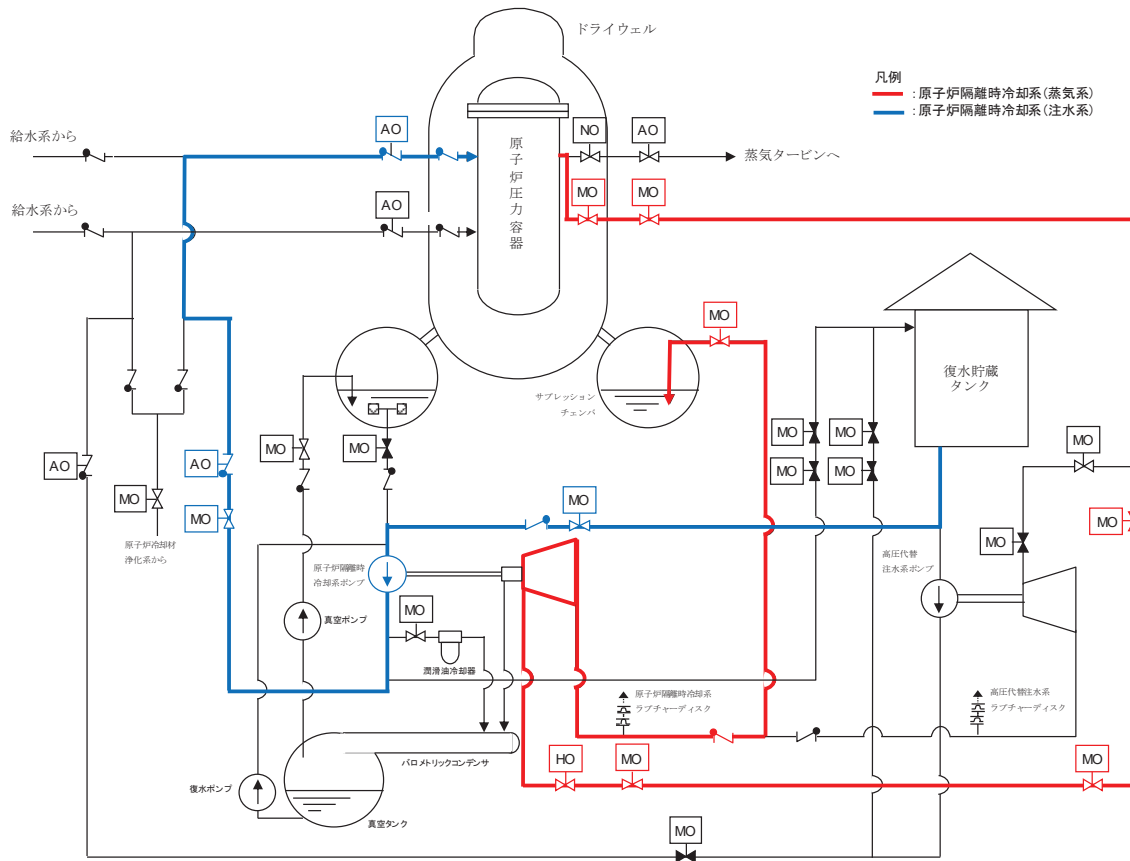


図3 原子炉隔離時冷却系使用時の系統図

## 5. 四号の対応方針について

通信連絡設備について、全交流動力電源喪失時においても機能維持が可能な様に、電源車（緊急時対策所用）による給電又は乾電池により使用する。

火山影響発生時において電源車（緊急時対策所用）吸気フィルタの閉塞を防止するため、フィルタの取替え・清掃が容易なフィルタコンテナを吸気フィルタへ接続し給電を行う。なお、24時間の給電に必要な燃料は、緊急時対策所軽油タンクから補給できる設計としている。

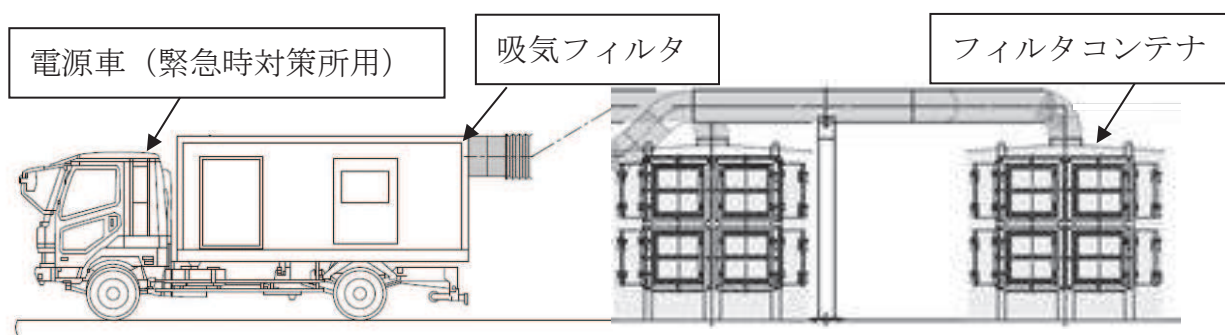
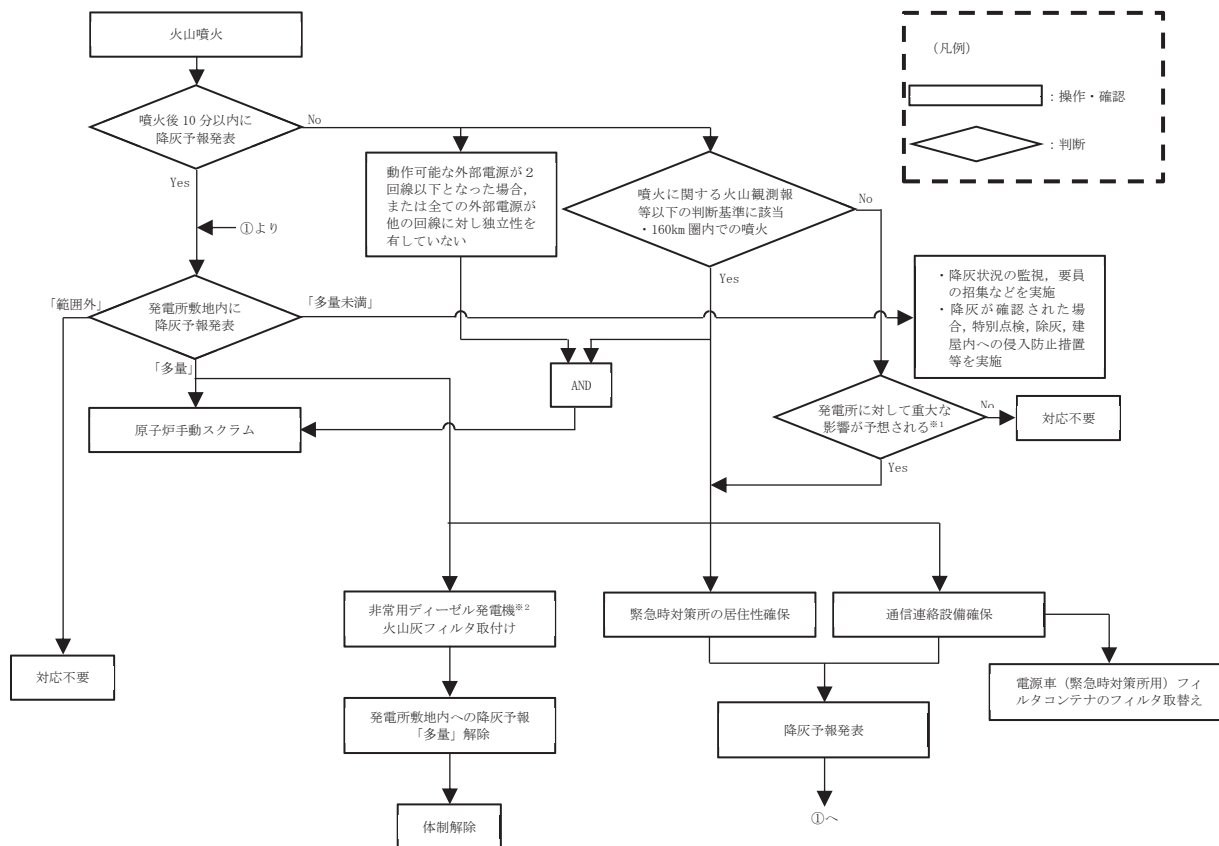


図4 電源車（緊急時対策所用）及びフィルタコンテナ接続イメージ図

## 6. 原子炉の停止基準及び火山灰対応の着手基準について

降灰による全交流動力電源喪失のリスクに対して、早期に崩壊熱の除去を開始することでリスクの低減を図る目的で停止基準を設定している。また、降灰による事象の進展に備え、必要な対応を早期に着手するための着手基準を設定している。



※1 報道（TV、ラジオ、インターネット等）、気象情報（風向、風速等）周辺地域の降灰状況等により、総合的に判断する。

※2 非常用ディーゼル発電機A系及びB系をいう。

図5 原子炉の停止基準及び火山灰対応の着手基準判断フロー図



## 8. 先行との比較

### (1) 一号ロ(1)の対応について

女川原子力発電所2号炉における対策について、先行電力（東京電力HD 柏崎刈羽原子力発電所7号炉を例示）との比較を示す。

ロ(1)の対応方針は、柏崎刈羽原子力発電所7号炉と同様に火山灰フィルタ設置による非常用ディーゼル発電機A系及びB系の機能維持を実施する。なお、性能確認試験によって火山灰フィルタ及びバグフィルタを交換・清掃しなくても、24時間以上閉塞せず、非常用ディーゼル発電機A系及びB系を継続運転できることを確認している。

表2 実用炉規則第八十三条 一号ロ(1)の対応についての比較

	柏崎刈羽原子炉力発電所 7号炉	女川原子力発電所 2号炉
対応方針	非常用ディーゼル発電機の吸気ラインに改良型フィルタを取付け、2台運転を行う。	非常用ディーゼル発電機A系及びB系の吸気ラインに火山灰フィルタを取付け、2台運転を行う。
火山灰フィルタ閉塞時間の推定手法	試験によって系統の許容差圧への到達時間を測定	試験によって系統の許容差圧への到達時間を測定
火山灰フィルタ閉塞時間	24時間以上 (24時間時点で許容差圧未満)	24時間以上 (24時間時点で許容差圧未満)
保安規定上での運用	交換・清掃を必要としない	交換・清掃を必要としない



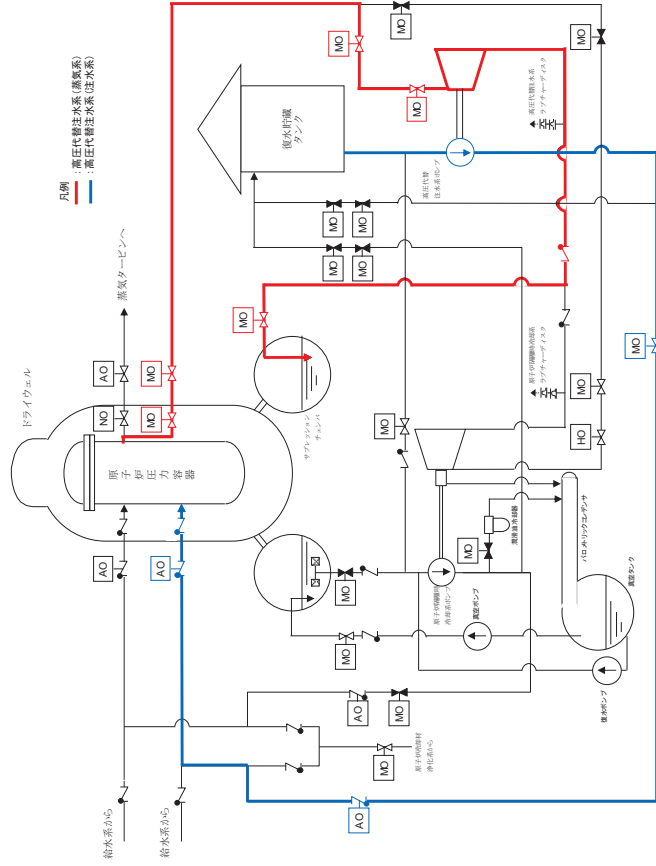
(2) 一号ロ (2) の対応について

ロ (2) の対応方針は、柏崎刈羽原子力発電所7号炉と同様に、タービン駆動の常設設備による炉心冷却としている。ただし、格納容器設計の違いにより、格納容器ベントを実施する必要がない。

柏崎刈羽原子力発電所 7号炉



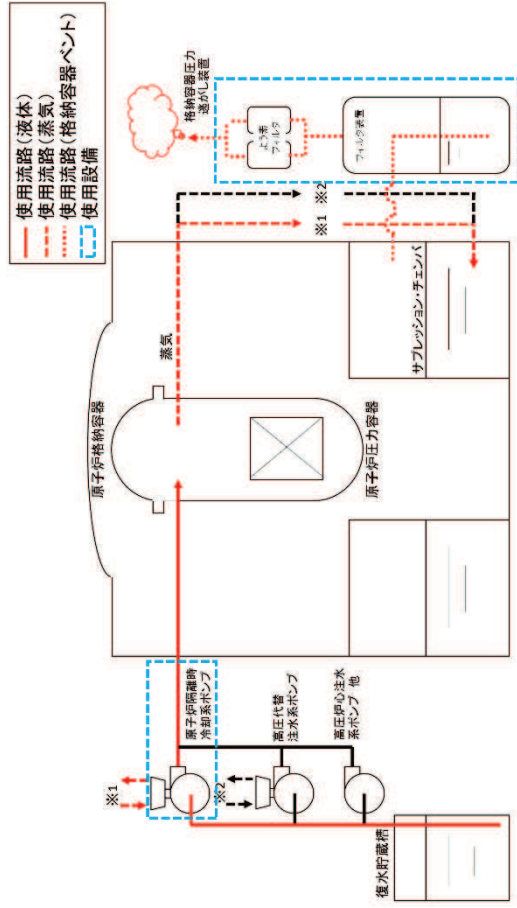
女川原子力発電所 2号炉



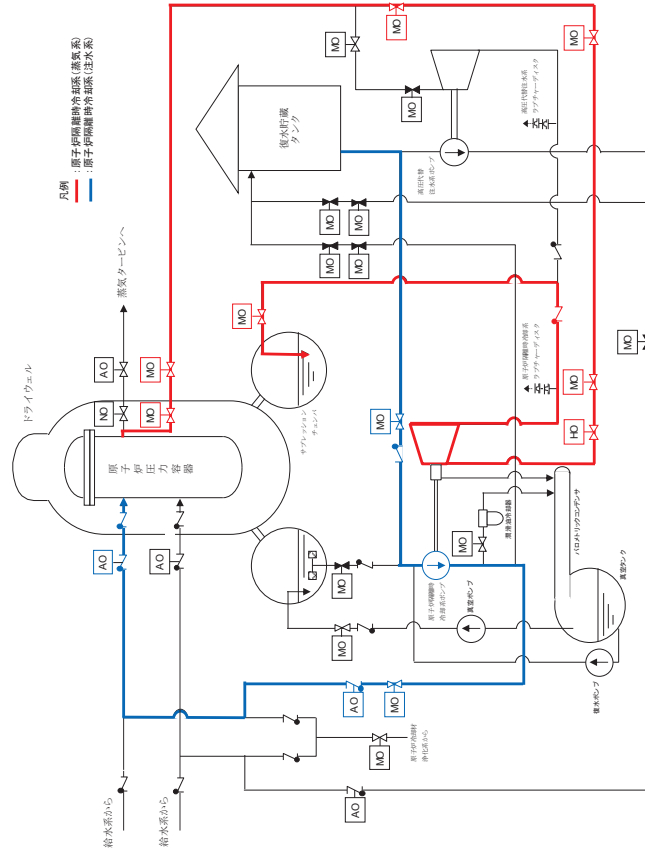
(3) 一号ロ (3) の対応について

ロ (3) の対応方針は、柏崎刈羽原子力発電所7号炉と同様に、タービン駆動の常設設備による炉心冷却としている。ただし、格納容器設計の違いにより、格納容器ベントを実施する必要がない。

柏崎刈羽原子力発電所 7号炉



女川原子力発電所 2号炉



#### (4) 通信連絡設備に対する対策について

通信連絡設備に対する対策として、非常用ディーゼル発電機B系の機能が喪失した場合、女川原子力発電所2号炉では、フィルタコンテナを接続した電源車（緊急時対策所用）からの給電又は乾電池により通信連絡設備を使用する。その場合、最低限必要となる発電所内の通信連絡機能を確保するため、乾電池で使用可能な携行型通話装置を使用し、また、計測等を行った特に重要なパラメータを発電所外の必要な場所で共有する場合については、電力保安通信用電話設備、社内テレビ会議システム、専用電話設備及び統合原子力防災ネットワークを用いた通信連絡設備を使用する。なお、安全パラメータ表示システム（SPDS）及びデータ伝送設備によるデータ伝送については、無停電電源装置（充電器等含む。）が給電できる間は連続して使用可能である。

柏崎刈羽原子力発電所 7号炉	女川原子力発電所 2号炉
○火山影響等発生時における通信連絡について、降下火砕物の影響を受けない有線系の設備を複数手段確保することにより機能を確保する。非常用ディーゼル発電機の機能が喪失した場合には、7号炉タービン建屋内に配置した5号炉原子炉建屋内緊急時対策所用可搬型電源設備から5号炉原子炉建屋内緊急時対策所内の通信連絡設備へ給電する。	○火山影響等発生時における通信連絡について、降下火砕物の影響を受けない有線系の設備を複数手段確保することにより機能を確保する。非常用ディーゼル発電機B系の機能が喪失した場合には、電源車（緊急時対策所用）から緊急時対策所内の通信連絡設備へ給電する。火山影響等発生時にはフィルタの取替え・清掃が容易なフィルタコンテナを接続する。

(5) 火山灰対応の着手基準について

火山灰対応の着手基準は、柏崎刈羽原子力発電所7号炉と同様に、噴火後10分以内に降灰予報が発表されない場合の噴煙の高さの着手条件を無くし、噴煙高さが不明な場合でも着手を行うこととする。

柏崎刈羽原子力発電所 7号炉	女川原子力発電所 2号炉
○気象庁が発表する降灰予報（「速報」又は「詳細」）により柏崎刈羽原子力発電所を含む地域（柏崎市、刈羽村）への「多量」の降灰が予想された場合、気象庁が発表する噴火に関する火山観測報において、地理的領域（発電所敷地から半径160km）内の火山に噴火が確認されたが、噴火後10分以内に降灰予報が発表されない場合又は降下火砕物による発電所への重大な影響が予想された場合	○気象庁が発表する降灰予報（「速報」又は「詳細」）により女川原子力発電所を含む地域（女川町、石巻市）への「多量」の降灰が予想された場合、気象庁が発表する噴火に関する火山観測報において、地理的領域（発電所敷地から半径160km）内の火山に噴火が確認されたが、噴火後10分以内に降灰予報が発表されない場合又は降下火砕物による発電所への重大な影響が予想された場合

(6) 原子炉の停止基準について

原子炉の停止基準については、柏崎刈羽原子力発電所7号炉と同様に、噴火後、降灰予報が発表されない場合において、噴火した火山との距離を踏まえ外部電源の劣化に応じて停止判断を行う。

柏崎刈羽原子力発電所 7号炉	女川原子力発電所 2号炉
<p>○火山影響等発生時において、発電所を含む地域（柏崎市，刈羽村）に降灰予報「多量」が発表された場合</p> <p>○発電所より半径 160km 以内の火山が噴火したが、降灰予報が発表されない場合において、保安規定第58条の3に定める外部電源5回線のうち、3回線以上が動作不能となり、動作可能な外部電源が2回線以下となった場合（送電線の点検時を含む。）又は全ての外部電源が他の回線に対し独立性を有していない場合</p>	<p>○火山影響等発生時において、発電所を含む地域（女川町，石巻市）に降灰予報「多量」が発表された場合</p> <p>○発電所より半径 160km 以内の火山が噴火したが降灰予報が発表されない場合において、第58条に定める外部電源5回線のうち、3回線以上が動作不能となり、動作可能な外部電源が2回線以下となった場合（送電線の点検時を含む。）又は全ての外部電源が他の回線に対し独立性を有していない場合</p>

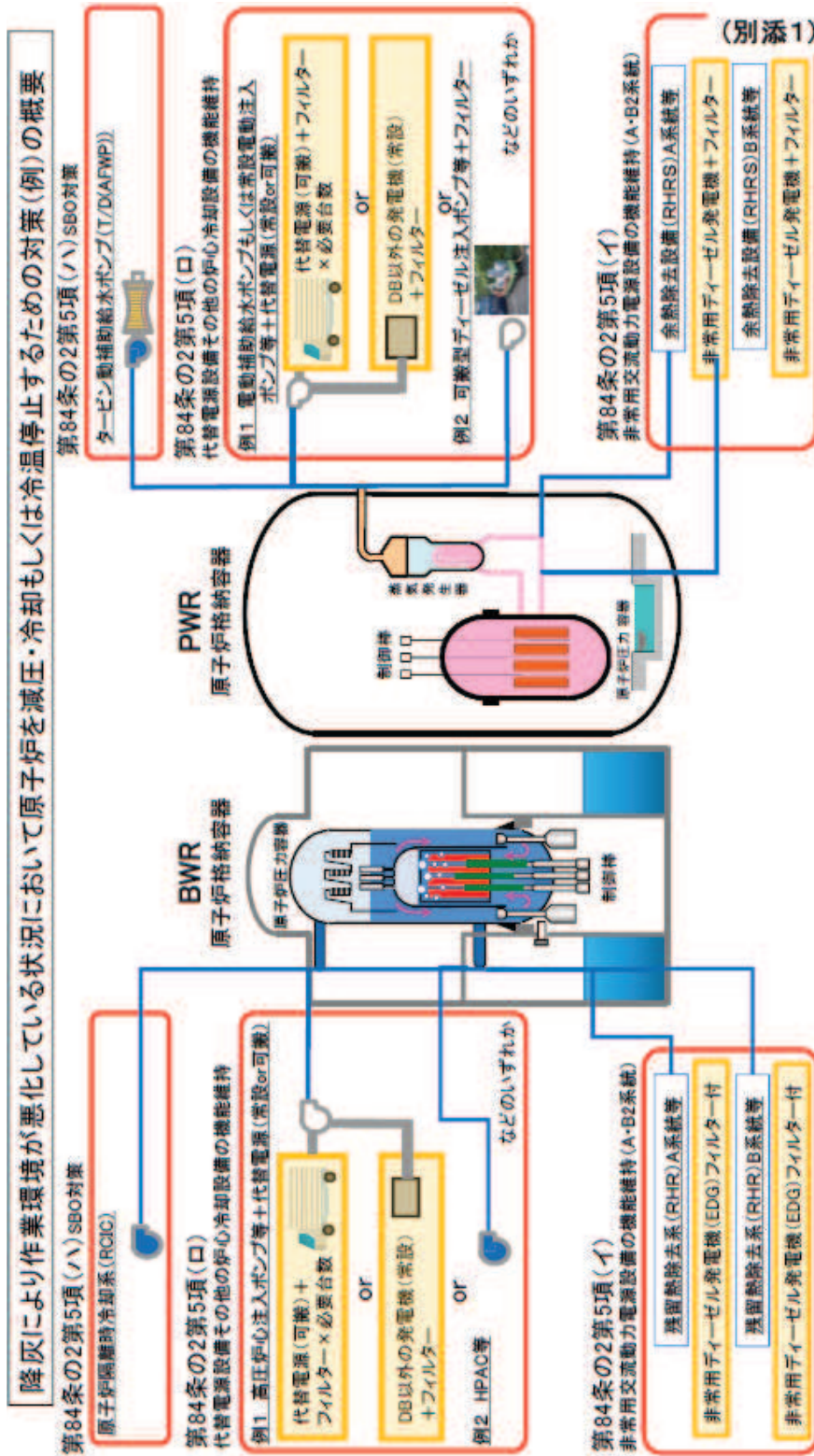
(7) 気中火山灰濃度の推定方法について

気中火山灰濃度の算出方法については、柏崎刈羽原子力発電所7号炉と同様に、原子力発電所の火山影響評価ガイドにおける、「降灰継続時間を仮定して、降灰量から気中降下火砕物濃度を推定する手法」を用いている。

	柏崎刈羽原子力発電所 7号炉	女川原子力発電所 2号炉
推定手法	原子力発電所における火山影響評価ガイド記載の「降灰継続時間を仮定して降灰量から気中降下火砕物濃度を推定する手法」	原子力発電所の火山影響評価ガイド記載の「降灰継続時間を仮定して、降灰量から気中降下火砕物濃度を推定する手法」
堆積量	35cm	15cm
粒径分布	Tephra2 による算出結果	Tephra2 による算出結果
気中火山灰濃度	3.3g/m <sup>3</sup>	2.7g/m <sup>3</sup>

9. 参考資料 PWRとBWRにおける対策例

以下の図は、「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則等の一部改正及びそれらの意見募集等について（案）—火山影響等発生時の体制整備等に係る措置—」（平成29年9月20日：原子力規制庁）より抜粋しているため、当時の炉規則番号となっている。





資料2 女川原子力発電所  
火山影響等発生時における発電用原子炉施設  
の保全のための  
活動を行う体制の整備について



## 目 次

1. 概要
  - (1) 要求事項及び当社の対応
  - (2) 火山影響等発生時の想定
2. 要員の配置
  - (1) 要員の非常招集
  - (2) 火山影響等発生時の体制
    - a. 非常用ディーゼル発電機A系及びB系の機能維持
    - b. 高圧代替注水系を用いた炉心冷却
    - c. 原子炉隔離時冷却系を用いた炉心冷却
    - d. 緊急時対策所の居住性確保
    - e. 通信連絡設備の確保
3. 教育訓練の実施
  - (1) 非常用ディーゼル発電機A系及びB系の機能維持
  - (2) 高圧代替注水系を用いた炉心冷却
  - (3) 原子炉隔離時冷却系を用いた炉心冷却
  - (4) 緊急時対策所の居住性確保
  - (5) 通信連絡設備の確保
4. 資機材の整備
  - (1) 非常用ディーゼル発電機A系及びB系の機能維持
  - (2) その他
5. 体制及び手順書の整備
  - (1) 火山影響等発生時における炉心冷却のための対応手段と設備の選定
    - a. 対応手段の選定について
    - b. 各対応手段に対する必要設備について
      - (a) 非常用ディーゼル発電機A系及びB系の機能維持
      - (b) 原子炉隔離時冷却系を用いた炉心冷却
      - (c) 高圧代替注水系を用いた炉心冷却
  - (2) 非常用ディーゼル発電機A系及びB系の機能維持のための手順等
    - a. 非常用ディーゼル発電機A系及びB系への火山灰フィルタ取付け
      - (a) 手順着手の判断基準
      - (b) 作業手順
      - (c) 作業の成立性
    - b. 非常用ディーゼル発電機A系及びB系による給電
      - (a) 手順着手の判断基準
      - (b) 作業手順
    - c. 原子炉隔離時冷却系等を用いた炉心冷却

- (a) 手順着手の判断基準
  - (b) 作業手順
  - (c) 炉心冷却の成立性
- (3) 原子炉隔離時冷却系を用いた炉心冷却のための手順等
- (a) 手順着手の判断基準
  - (b) 作業手順
  - (c) 炉心冷却の成立性
- (4) 高压代替注水系を用いた炉心冷却のための手順等
- (a) 手順着手の判断基準
  - (b) 作業手順
  - (c) 炉心冷却の成立性
- (5) 必要な資源について
- a. 非常用ディーゼル発電機A系及びB系の機能維持
    - (a) 水源
    - (b) 電源
    - (c) 燃料
  - b. 原子炉隔離時冷却系を用いた炉心冷却
    - (a) 水源
    - (b) 電源
  - c. 高压代替注水系を用いた炉心冷却
    - (a) 水源
    - (b) 電源
- (6) 火山影響等発生時における原子炉停止措置
- (7) その他体制の整備に係る手順等
- a. 緊急時対策所の居住性確保に関する手順等
    - (a) 手順着手の判断基準
    - (b) 作業手順
    - (c) 作業の成立性
  - b. 通信連絡設備に関する手順等
    - (a) 対応手段と設備の選定の考え方
    - (b) 対応手段と設備の選定の結果
    - (c) 手順着手の判断基準
    - (d) 作業手順
    - (e) 作業の成立性
    - (f) 必要な資源について
6. 定期的な評価

(図一覧)

- 第1図 火山影響等発生時の体制の概略 (防災組織図)
- 第2図 火山影響等発生時の体制の概略  
(保安規定第12条(運転員等の確保)に定める要員)
- 第3図 火山影響等発生時の体制の概略(要員の対応内容)
- 第4図 火山影響等発生時における対応のタイムチャート
- 第5図 火山影響等発生時における炉心冷却のためのロ(1),(2),(3)の各対応の全体フロー
- 第6図 対策の概略系統図(非常用ディーゼル発電機A系及びB系の機能維持(ロ(1)の対応))
- 第7図 非常用ディーゼル発電機A系及びB系の機能維持のための対応手順の概要(ロ(1)の対応)
- 第8図 非常用ディーゼル発電機A系及びB系への火山灰フィルタ取付け 概略図(ロ(1)の対応)
- 第9図 非常用ディーゼル発電機A系及びB系への火山灰フィルタ取付け タイムチャート(ロ(1)の対応)
- 第10図 対策の概略系統図(原子炉隔離時冷却系を用いた炉心冷却(ロ(3)の対応))
- 第11図 原子炉隔離時冷却系を用いた炉心冷却のための対応手順の概要(ロ(3)の対応)
- 第12図 対策の概略系統図(高圧代替注水系を用いた炉心冷却(ロ(2)の対応))
- 第13図 高圧代替注水系を用いた炉心冷却のための対応手順の概要(ロ(2)の対応)
- 第14図 緊急時対策建屋内の扉の配置
- 第15図 携行型通話装置による発電所内の通信連絡の概要
- 第16図 火山影響等発生時に使用する通信連絡設備の概要
- 第17図 通信連絡設備の電源系統の概要
- 第18図 電源車(緊急時対策所用)による給電の概要
- 第19図 電源車(緊急時対策所用)による給電準備及び給電開始並びに電源車(緊急時対策所用)フィルタコンテナのフィルタ取替えタイムチャート
- 第20図 電源車(緊急時対策所用)フィルタコンテナのフィルタ取替え 概略図

(別紙一覧)

- 別紙1 降灰環境下における作業時の対応について
- 別紙2 火山影響等発生時の炉心冷却に有効な手段の選定について
- 別紙3 降灰予報等を用いた対応着手の判断について
- 別紙4 作業の成立性について
- 別紙5 電源車(緊急時対策所用)の容量について

## 1. 概要

本章では、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の改正（平成 29 年 12 月 14 日原子力規制委員会規則第十六号）にて、第八十四条の二（現第八十三条）に「火山影響等発生時における発電用原子炉施設の保全のための活動」が追加されたことから、これに対する当社の対応の概要を以下に示す。

### （1）要求事項及び当社の対応

実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の第八十三条一号 ロ（1），（2），（3）において、火山現象による影響が発生するおそれがある場合又は発生した場合（以下「火山影響等発生時」という。）における発電用原子炉施設の保全のための活動は以下のとおり定められており、それに対する当社の対策を示す。また、第八十三条四号に前三号に掲げるもののほか、設計想定事象、重大事故等又は大規模損壊の発生時における発電用原子炉施設の必要な機能を維持するための活動を行うために、緊急時対策所の居住性の確保及び通信連絡設備の確保を行う。

第八十三条		当社の対応	
一 号 ロ	(1)	火山影響等発生時における非常用交流動力電源設備の機能を維持するための対策に関すること。	非常用ディーゼル発電機のA系及びB系の吸気ラインに火山灰フィルタを取付け、2台運転を行う。
	(2)	ロ（1）に掲げるもののほか、火山影響等発生時における代替電源設備その他の炉心を冷却するために必要な設備の機能を維持するための対策に関すること。	高圧代替注水系を使用し、原子炉压力容器内へ注水することにより炉心の冷却を行う。
	(3)	ロ（2）に掲げるもののほか、火山影響等発生時に交流動力電源が喪失した場合における炉心の著しい損傷を防止するための対策に関すること。	原子炉隔離時冷却系により原子炉压力容器内へ注水することにより炉心の冷却を行う。
四号	前三号に掲げるもののほか、設計想定事象、重大事故等又は大規模損壊の発生時における発電用原子炉施設の必要な機能を維持するための活動を行うために必要な体制を整備すること。	緊急時対策所の居住性確保、通信連絡設備の機能確保のための手順を整備する。	

また、これらに対して要員の配置、教育訓練の実施、資機材の整備を含む計画の策定、体制及び手順書の整備並びに定期的な評価を行う。

### （2）火山影響等発生時の想定

第八十三条一号 ロ（1）においては、火山影響等発生時の想定として、「原子

力発電所の火山影響評価ガイド」に示す手法に従い、当該発電所の降灰量(15cm)が 24 時間継続すると仮定することにより気中降下火砕物濃度を推定し、その環境下での対策を検討した。

第八十三条一号 ロ (2), (3) 及び第八十三条四号においては、気中降下火砕物濃度によらず、その動作に期待できる対策を検討した。

## 2. 要員の配置

火山影響等発生時に備え、必要な要員を配置する。また、夜間及び休日（平日の勤務時間帯以外）に発生した場合に備え、保安規定第 12 条（運転員等の確保）に定める必要な要員を配置する。

第 1 図、第 2 図及び第 3 図に火山影響等発生時の体制の概略を示す。

### (1) 要員の非常招集

所長は、降灰予報等により女川原子力発電所を含む地域（女川町、石巻市）への多量の降灰が予想される場合、品質マネジメント文書に定める組織の要員を参集して活動する。

なお、夜間及び休日（平日の勤務時間帯以外）においては、品質マネジメント文書に定める組織が構築されるまでの間、保安規定第 12 条に定める重大事故等対応を行う要員を活用する。

### (2) 火山影響等発生時の体制

火山影響等発生時における対応は、以下の体制にて実施する。

第 4 図に火山影響等発生時における対応のタイムチャートを示す。

#### a. 非常用ディーゼル発電機 A 系及び B 系の機能維持

非常用ディーゼル発電機 A 系及び B 系の機能を維持するための対策については、重大事故等対応要員 4 名（非常用ディーゼル発電機 A 系及び B 系に対して 2 名 1 班）にて準備する。

なお、夜間及び休日（平日の勤務時間帯以外）についても同様に実施する。

#### b. 高圧代替注水系を用いた炉心冷却

高圧代替注水系を用いた炉心冷却については、運転員（中央制御室）1 名にて実施する。

なお、夜間及び休日（平日の勤務時間帯以外）についても同様に実施する。

#### c. 原子炉隔離時冷却系を用いた炉心冷却

原子炉隔離時冷却系を用いた炉心冷却については、運転員（中央制御室）1 名にて実施する。

なお、夜間及び休日（平日の勤務時間帯以外）についても同様に実施する。

#### d. 緊急時対策所の居住性確保

緊急時対策所の居住性を確保するための対策については、発電所対策本部要員 1 名にて実施する。

なお、夜間及び休日（平日の勤務時間帯以外）についても同様に実施する。

e. 通信連絡設備の確保

統合原子力防災ネットワークを用いた通信連絡設備（テレビ会議システム、IP-電話及び IP-FAX）等の通信連絡を行うために必要な設備（以下、「通信連絡設備」という。）を確保するための対策については、重大事故等対応要員 3 名にて実施する。

なお、夜間及び休日（平日の勤務時間帯以外）についても同様に実施する。

3. 教育訓練の実施

第 2 項の要員に対して、火山影響等発生時の非常用ディーゼル発電機 A 系及び B 系の機能を維持するための対策及び炉心の著しい損傷を防止するための対策等に関する教育訓練を定期的実施する。

(1) 非常用ディーゼル発電機 A 系及び B 系の機能維持

重大事故等対応要員に対して、非常用ディーゼル発電機 A 系及び B 系の機能を維持するための対策（火山灰フィルタの設置等）に係る教育訓練を 1 年に 1 回以上実施する。

(2) 高圧代替注水系を用いた炉心冷却

運転員に対する高圧代替注水系を用いた炉心冷却に係る教育訓練については、1 年に 1 回以上実施する。

(3) 原子炉隔離時冷却系を用いた炉心冷却

運転員に対する原子炉隔離時冷却系を用いた炉心冷却に係る教育訓練については、1 年に 1 回以上実施する。

(4) 緊急時対策所の居住性確保

発電所対策本部要員に対して、緊急時対策所の居住性確保に係る教育訓練を 1 年に 1 回以上実施する。

(5) 通信連絡設備の確保

重大事故等対応要員に対して、通信連絡設備の確保に係る教育訓練を 1 年に 1 回以上実施する。

4. 資機材の整備

火山影響等発生時の対応に必要な以下の資機材を配備するとともに、必要時に使用可能なよう適切に管理する。

また、必要な防護具については別紙 1 に示す。

(1) 非常用ディーゼル発電機 A 系及び B 系の機能維持

非常用ディーゼル発電機 A 系及び B 系の機能維持に必要な火山灰フィルタを必要数配備する。

火山灰フィルタ	1 台× 2 系列
フィルタ数	48 枚（1 系列あたり）



## (2) その他

緊急時対策所の居住性確保及び通信連絡設備の確保に必要な資機材を配備する。  
また、電源車（緊急時対策所用）の機能維持に必要なフィルタコンテナを必要数配備する。

フィルタコンテナ	2台
フィルタ数	31枚（交換用31枚）

## 5. 体制及び手順書の整備

### (1) 火山影響等発生時における炉心冷却のための対応手段と設備の選定

#### a. 対応手段の選定について

火山影響等発生時における炉心冷却のための対応フローを第5図に示す。また、火山影響等発生時の炉心冷却に有効な手段の選定を別紙2に示す。

火山影響等発生時において、原子炉停止後、外部電源喪失が発生した場合は、炉心崩壊熱の除去を維持継続する必要があるため、非常用ディーゼル発電機A系及びB系からの給電により原子炉圧力容器への注水による炉心冷却を行う。なお、最終ヒートシンクへの熱輸送については残留熱除去系及び原子炉補機冷却水系（原子炉補機冷却海水系を含む。）を用いたサプレッションプール水冷却モード及び原子炉停止時冷却モードにより実施する。この場合、継続して非常用ディーゼル発電機A系及びB系の機能を維持する必要がある。

（実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則 第八十三条一号 ロ（1））

また、上記の状態において、全ての非常用ディーゼル発電機A系及びB系の機能が喪失した場合は全交流動力電源喪失となるが、降下火砕物の影響により常設代替交流電源設備からの代替受電が不可能なため、原子炉隔離時冷却系を用いた原子炉圧力容器への注水による炉心冷却を行う。

（実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則 第八十三条一号 ロ（3））

さらに、原子炉隔離時冷却系による炉心冷却ができない場合は、高圧代替注水系を用いた原子炉圧力容器への注水による炉心冷却を行う。

（実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則 第八十三条一号 ロ（2））

なお、ロ（1）の対応に用いる非常用ディーゼル発電機について、BWRの炉心の冷却はA系、B系及び高圧炉心スプレイ系の各系統で対応が可能であるが、一方、格納容器の除熱に用いる残留熱除去系及びほう酸水注入系、可燃性ガス濃度系、非常用ガス処理系、燃料プール冷却浄化系等はA系及びB系の負荷であることから、ロ（1）の対応としては非常用ディーゼル発電機のA系及びB系を用いることとした。

また、非常用ディーゼル発電機A系及びB系が維持されている際の注水手段として、原子炉隔離時冷却系、高圧代替注水系、残留熱除去系、低圧代替注水系（常設）等が使用可能であるため、上記注水手段の中から適切な注水手段を選択、使用する方針とする。

なお、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の第八十三条一号 ロ（２）、（３）の対応において、全ての非常用ディーゼル発電機Ａ系及びＢ系の機能が喪失した場合、高圧注水系である原子炉隔離時冷却系及び高圧代替注水系にて炉心冷却を行うこととしている。ロ（１）においても高圧注水系にて注水することで非常用ディーゼル発電機Ａ系及びＢ系が機能喪失した際にも継続して炉心冷却が可能となる。よって、原子炉隔離時冷却系での炉心冷却の成立性を示すこととする。

b. 各対応手段に対する必要設備について

(a) 非常用ディーゼル発電機Ａ系及びＢ系の機能維持

非常用ディーゼル発電機Ａ系及びＢ系の機能維持に必要な設備は、設置許可基準規則の適合性審査において下記のとおりとしている。

- ・ 非常用ディーゼル発電機Ａ系及びＢ系
- ・ 原子炉補機冷却水ポンプ
- ・ 原子炉補機冷却海水ポンプ
- ・ 原子炉補機冷却水系熱交換器
- ・ 軽油タンク
- ・ 非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ
- ・ 非常用ディーゼル発電設備燃料デイタンク

また、原子炉隔離時冷却系の機能維持に必要な設備は下記のとおりである。

- ・ 原子炉隔離時冷却系ポンプ
- ・ 復水貯蔵タンク

非常用ディーゼル発電機Ａ系及びＢ系については、外気取入れ箇所に設置された給気フィルタが降下火砕物によって閉塞することが想定されるため、対策として火山影響等発生時には閉塞を防止するための火山灰フィルタを取付けることによって機能維持が可能である。具体的な対策手順等は「５（２）非常用ディーゼル発電機Ａ系及びＢ系の機能維持のための手順等」に示す。

原子炉補機冷却海水ポンプ及び復水貯蔵タンクにおいては、降下火砕物堆積荷重に対して構造健全性を有してしており、降下火砕物の影響により安全機能を損なうことはない。

原子炉補機冷却水ポンプ、原子炉補機冷却水系熱交換器、軽油タンク、非常用ディーゼル発電設備燃料移送ポンプ、非常用ディーゼル発電設備燃料デイタンク及び原子炉隔離時冷却系ポンプについては、いずれも降下火砕物堆積荷重に対して構造健全性を有する建屋内及び軽油タンク室に設置されており、降下火砕物の影響を受けることはない。



(b) 原子炉隔離時冷却系を用いた炉心冷却

原子炉隔離時冷却系を用いた炉心冷却機能維持に必要な設備は、設置許可基準規則の適合性審査において下記のとおりとしている。

- ・原子炉隔離時冷却系ポンプ
- ・復水貯蔵タンク
- ・所内常設蓄電式直流電源設備

また、上記のほか、緊急時対策所における通信連絡設備への電源として、下記設備が必要となる。

- ・電源車（緊急時対策所用）

復水貯蔵タンクにおいては、降下火砕物堆積荷重に対して構造健全性を有してしており、降下火砕物の影響により安全機能を損なうことはない。

原子炉隔離時冷却系ポンプ及び所内常設蓄電式直流電源設備については、降下火砕物堆積荷重に対して構造健全性を有する建屋内に設置されており、降下火砕物の影響を受けることはない。

電源車（緊急時対策所用）は、降下火砕物堆積荷重に対して適宜除灰を行うことから降下火砕物の影響を受けることはない。

所内常設蓄電式直流電源設備については、全交流動力電源喪失事象より 24 時間以内はこれら機器の機能維持に関わらず原子炉隔離時冷却系を用いた炉心冷却機能の維持が可能である。

具体的な対策手順等は「5（3）原子炉隔離時冷却系を用いた炉心冷却のための手順等」に示す。

(c) 高圧代替注水系を用いた炉心冷却

高圧代替注水系を用いた炉心冷却機能維持に必要な設備は、設置許可基準規則の適合性審査において下記のとおりとしている。

- ・高圧代替注水系ポンプ
- ・復水貯蔵タンク
- ・所内常設蓄電式直流電源設備

また、上記のほか、緊急時対策所における通信連絡設備への電源として、下記設備が必要となる。

- ・電源車（緊急時対策所用）

復水貯蔵タンクにおいては、降下火砕物堆積荷重に対して構造健全性を有してしており、降下火砕物の影響により安全機能を損なうことはない。

高圧代替注水系ポンプ、所内常設蓄電式直流電源設備は、降下火砕物堆積荷重に対して構造健全性を有する建屋内に設置されており、降下火砕物の影響を受けることはない。

電源車（緊急時対策所用）は、降下火砕物堆積荷重に対して適宜除灰を行う

ことから降下火砕物の影響を受けることはない。

所内常設蓄電式直流電源設備については、全交流動力電源喪失事象より 24 時間以内はこれら機器の機能維持に関わらず高圧代替注水系を用いた炉心冷却機能の維持が可能である。

具体的な対策手順等は「5（4）高圧代替注水系ポンプを用いた炉心冷却のための手順等」に示す。

## （2）非常用ディーゼル発電機A系及びB系の機能維持のための手順等

「（1）b. 各対応手段に対する必要設備について」を踏まえた対策の概略系統図を第6図に、対応手順の概要を第7図に示すとともに、対策手順等を以下に示す。

### a. 非常用ディーゼル発電機A系及びB系への火山灰フィルタ取付け

火山影響等発生時において非常用ディーゼル発電機A系及びB系の機能を維持するための対策として、非常用ディーゼル発電機A系及びB系に対して火山灰フィルタを取り付けるための手順を整備する。

#### （a）手順着手の判断基準

気象庁が発表する降灰予報（「速報」又は「詳細」）により女川原子力発電所を含む地域（女川町、石巻市）への「多量」の降灰が予想された場合、気象庁が発表する噴火に関する火山観測報において、地理的領域（発電所敷地から半径 160km）内の火山に噴火が確認されたが、噴火後 10 分以内に降灰予報が発表されない場合又は降下火砕物による発電所への重大な影響が予想された場合。

なお、その後降灰予報が発表され、発電所への降灰が「多量」未満若しくは範囲外となった場合は、体制を解除する。

降灰予報等を用いた対応着手の判断については別紙 3 に示す。

#### （b）作業手順

非常用ディーゼル発電機A系及びB系への火山灰フィルタ取付けの概略手順は以下のとおり。第8図に概略図、第9図にタイムチャートを示す。

- ① 発電所対策本部長は、重大事故等対応要員に対して非常用ディーゼル発電機A系及びB系への火山灰フィルタ取付けを指示する。
- ② 重大事故等対応要員は、火山灰フィルタ取付けエリアまで移動する。
- ③ 重大事故等対応要員は、火山灰フィルタ取付けエリア付近に収納している作業に必要な資機材を準備する。
- ④ 重大事故等対応要員は、火山灰フィルタ取付けエリアにて火山灰フィルタを取り付ける。

(c) 作業の成立性

作業の成立性について、確認結果を別紙4に示す。

降下火砕物が発電所敷地に到達する前に実施するため、降灰による影響はない。

b. 非常用ディーゼル発電機A系及びB系による給電

火山影響等発生時において、原子炉停止後、外部電源喪失が発生した場合は、炉心崩壊熱の除去を維持継続する必要があるため、非常用ディーゼル発電機A系及びB系からの給電により原子炉隔離時冷却系等による炉心冷却を行う。

(a) 手順着手の判断基準

火山影響等発生時において外部電源喪失が発生した場合。

(b) 作業手順

非常用ディーゼル発電機A系及びB系は、外部電源喪失により自動起動し非常用交流高圧母線に給電する。非常用ディーゼル発電機A系及びB系が自動起動しない場合は、通常の運転操作により手動起動し所内非常用電源に給電する。

c. 原子炉隔離時冷却系等を用いた炉心冷却

火山影響等発生時において、原子炉停止後、外部電源喪失が発生した場合は、炉心崩壊熱の除去を維持継続する必要があるため、非常用ディーゼル発電機A系及びB系からの給電により原子炉隔離時冷却系等による炉心冷却を行う。

なお、以下の作業手順及び炉心冷却の成立性では、代表例として原子炉隔離時冷却系を用いた炉心冷却について説明する。

(a) 手順着手の判断基準

火山影響等発生時において外部電源喪失が発生し、非常用ディーゼル発電機A系及びB系による給電を開始した場合。

(b) 作業手順

原子炉隔離時冷却系を用いた炉心冷却に係る作業手順は、通常の運転操作による。なお、水源は復水貯蔵タンク又はサプレッションチェンバを使用する。

(c) 炉心冷却の成立性

原子炉隔離時冷却系による炉心冷却は、通常の運転操作と同様に非常用ディーゼル発電機A系及びB系からの給電を行うため、本シナリオにおいても

炉心冷却に必要な流量を確保できる。

### (3) 原子炉隔離時冷却系を用いた炉心冷却のための手順等

「(1) b. 各対応手段に対する必要設備について」を踏まえた対策の概略系統図を第 10 図に、対応手順の概要を第 11 図に示すとともに、対策手順等を以下に示す。

火山影響等発生時において外部電源喪失及び非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）が機能喪失した場合は、炉心損傷を防止するため原子炉隔離時冷却系を使用し炉心の冷却を行う。

#### (a) 手順着手の判断基準

火山影響等発生時において外部電源喪失が発生し、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）3台がともに機能喪失した場合。

#### (b) 作業手順

原子炉隔離時冷却系を用いた炉心冷却に係る作業手順は、設置（変更）許可添付書類十追補による。

なお、原子炉隔離時冷却系の水源は復水貯蔵タンクを使用する。

#### (c) 炉心冷却の成立性

全交流動力電源喪失シナリオにおいては、原子炉水位低（レベル 2）となった場合、原子炉隔離時冷却系が自動起動し、原子炉圧力容器への注水を開始することで、炉心の著しい損傷を防止できることを確認している。（添付－1）

### (4) 高圧代替注水系を用いた炉心冷却のための手順等

「(1) b. 各対応手段に対する必要設備について」を踏まえた対策の概略系統図を第 12 図に、対応手順の概要を第 13 図に示すとともに、対策手順等を以下に示す。

火山影響等発生時において外部電源喪失及び非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）が機能喪失し、かつ原子炉隔離時冷却系が機能喪失した場合は、炉心損傷を防止するため高圧代替注水系を使用し炉心の冷却を行う。

#### (a) 手順着手の判断基準

火山影響等発生時において外部電源喪失が発生し、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）3台がともに機能喪失し、かつ原子炉隔離時冷却系が機能喪失した場合。

(b) 作業手順

高压代替注水系を用いた炉心冷却に係る作業手順は、設置（変更）許可添付書類十追補による。

なお、高压代替注水系の水源は復水貯蔵タンクを使用する。

(c) 炉心冷却の成立性

全交流動力電源喪失シナリオにおいて、事象発生から 15 分後に高压代替注水系を用いた原子炉压力容器への注水を開始することで、炉心の著しい損傷を防止できることを確認している。（添付－2）

(5) 必要な資源について

a. 非常用ディーゼル発電機A系及びB系の機能維持

(a) 水源

復水貯蔵タンクの有効水量は約 1,192m<sup>3</sup> であり、原子炉隔離時冷却系等を用いた原子炉压力容器への注水は 24 時間継続可能である。

(b) 電源

必要な負荷は非常用ディーゼル発電機A系及びB系(6,100kW)により給電が可能である。

(c) 燃料

軽油タンクの容量は約 1,055kL であり、非常用ディーゼル発電機A系及びB系が全出力で運転した場合でも 168 時間の給電継続が可能である。

b. 原子炉隔離時冷却系を用いた炉心冷却

(a) 水源

復水貯蔵タンクの有効水量は約 1,192m<sup>3</sup> であり、原子炉隔離時冷却系を用いた原子炉压力容器への注水は 24 時間継続可能である。

(b) 電源

原子炉隔離時冷却系の起動及び運転員等による監視計器（原子炉圧力・水位等）への給電に必要な蓄電池は所内常設蓄電式直流電源設備（125V 蓄電池）の枯渇を防止するため、全交流動力電源喪失から 1 時間経過するまでに、中央制御室にて 125V 直流負荷の切離しを実施する。また、事象発生から 8 時間後に制御建屋内にて 125V 直流負荷の切離しを実施することにより、24 時間にわたって電力を供給できる容量を有する設計としている。



c. 高圧代替注水系を用いた炉心冷却

(a) 水源

復水貯蔵タンクの有効水量は約 1,192m<sup>3</sup>であり、高圧代替注水系を用いた原子炉圧力容器への注水は 24 時間継続可能である。

(b) 電源

高圧代替注水系の起動及び運転員等による監視計器（原子炉圧力・水位等）への給電に必要な蓄電池は、全交流動力電源喪失から所内常設蓄電式直流電源設備による給電により 24 時間にわたって電力を供給できる容量を有する設計としている。

(6) 火山影響等発生時における原子炉停止措置

火山影響等発生時において、発電所を含む地域（女川町，石巻市）に降灰予報「多量」が発表された場合、原子炉停止措置を講じる。具体的な原子炉停止の判断基準を以下に示す。

以下 2 項目のうち、いずれかに該当した場合は原子炉停止措置を講じる。

○女川原子力発電所を含む地域（女川町，石巻市）に降灰予報「多量」が発表された場合。

○発電所より半径 160km 以内の火山が噴火したが降灰予報が発表されない場合において、保安規定第 58 条に定める外部電源 5 回線のうち、3 回線以上が動作不能となり、動作可能な外部電源が 2 回線以下となった場合（送電線の点検時を含む。）または全ての外部電源が他の回線に対し独立性を有していない場合

(7) その他体制の整備に係る手順等

a. 緊急時対策所の居住性確保に関する手順等

火山影響等発生時において、必要な数の要員を収容する等の発電所対策本部としての機能を維持するため、緊急時対策所の居住性を確保する。

緊急時対策所は緊急時対策所非常用送風機及び緊急時対策所非常用フィルタ装置が設置されているが、降灰時においてはフィルタの閉塞が懸念されるため、緊急時対策建屋内の扉を開放することにより居住性を確保する。概要を第 14 図に示す。

(a) 手順着手の判断基準

気象庁が発表する降灰予報（「速報」又は「詳細」）により女川原子力発電所を含む地域（女川町，石巻市）への「多量」の降灰が予想された場合、気象庁が発表する噴火に関する火山観測報において、地理的領域（発電所敷地から

半径 160km) 内の火山に噴火が確認されたが噴火後 10 分以内に降灰予報が発表されない場合又は降下火砕物による発電所への重大な影響が予想された場合。

なお、その後降灰予報が発表され、発電所への降灰が「多量」未満若しくは範囲外となった場合は、体制を解除する。

(b) 作業手順

緊急時対策所の居住性確保のための概略手順は以下のとおり。

- ① 発電所対策本部長は、発電所対策本部要員へ緊急時対策建屋内の扉の開放を指示する。
- ② 発電所対策本部要員は、緊急時対策建屋内の扉を開放する。

(c) 作業の成立性

(b) 項の対応は、重大事故等対応要員 1 名により降灰開始前に実施することが可能である。

重大事故等対応要員は、緊急時対策所に設置されている酸素濃度計及び二酸化炭素濃度計を監視し、酸素濃度 18%以上及び二酸化炭素濃度 1.0%以下を維持できていることを確認する。

いずれも屋内作業であるため降灰による影響はない。

b. 通信連絡設備に関する手順等

(a) 対応手段と設備の選定の考え方

火山影響等発生時における通信連絡については、新規制基準対応として整備した設計基準対象施設（重大事故等対処設備との兼用を含む。）及び重大事故等対処設備の通信連絡設備のうち、降下火砕物の影響を受けない有線系の設備を複数手段確保することにより機能を確保する。なお、発電所外への通信連絡設備については、輻輳等による制限を受けない専用通信回線に接続している。

火山影響等発生時に使用する通信連絡設備は、外部電源が期待できない場合でも非常用ディーゼル発電機 B 系又は無停電電源装置（充電器等を含む。）からの給電により電力保安通信用電話設備、携行型通話装置、社内テレビ会議システム、専用電話設備、統合原子力防災ネットワークを用いた通信連絡設備（テレビ会議システム、IP 電話及び IP-FAX）、安全パラメータ表示システム（SPDS）及びデータ伝送設備が使用可能である。

また、非常用ディーゼル発電機 B 系の機能が喪失した場合においても、電源車（緊急時対策所用）からの給電又は乾電池により社内テレビ会議システム、専用電話設備及び統合原子力防災ネットワークを用いた通信連絡設備（テレビ会議システム、IP 電話及び IP-FAX）、携行型通話装置が使用可能である。

電源車（緊急時対策所用）については、火山灰影響等発生時にはフィルタの取替え・清掃が容易なフィルタコンテナを接続する。なお、計測等を行った特に重要なパラメータを発電所外（社内外）の必要な場所で共有する場合については、専用電話設備及び統合原子力防災ネットワークを用いた通信連絡設備（テレビ会議システム、IP 電話及び IP-FAX）を使用することで可能である。

さらに、電源車（緊急時対策所用）の機能が喪失した場合には、火山影響等発生時の手順において最低限必要となる発電所内の通信連絡機能を確保するため、乾電池で使用可能な携行型通話装置を使用する。なお、携行型通話装置については、使用場所（中央制御室及び屋内の作業場所）に専用通信線及び専用接続箱が常設されているため、携行型通話装置を専用接続箱に接続することにより容易に使用することが可能である。また、使用場所（中央制御室及び緊急時対策所）に電力保安通信用電話設備の通信線が常設されているため、携行型通話装置を通信線に接続することにより容易に使用することが可能である。

携行型通話装置による発電所内の通信連絡の概要を第 15 図に示す。

#### (b) 対応手段と設備の選定の結果

火山影響等発生時に使用する通信連絡設備は以下のとおり。発電所内外の通信連絡設備の概要を第 16 図に示す。

- ・電力保安通信用電話設備
- ・携行型通話装置
- ・安全パラメータ表示システム（SPDS）
- ・社内テレビ会議システム
- ・専用電話設備
- ・統合原子力防災ネットワークを用いた通信連絡設備（テレビ会議システム、IP 電話及び IP-FAX）
- ・データ伝送設備

なお、送受話器（ページング）（警報装置を含む。）については、無停電源装置（充電器等を含む。）が給電できる間は連続して使用可能である。

これらの設備については、降下火砕物堆積荷重に対して構造健全性を有する建屋内に設置されており、また有線系の通信回線を有することから降下火砕物の影響を受けることはない。

外部電源が期待できない場合は非常用ディーゼル発電機 B 系、乾電池又は電源車（緊急時対策所用）からの給電により、携行型通話装置、専用電話設備及び統合原子力防災ネットワークを用いた通信連絡設備（テレビ会議システム、IP 電話及び IP-FAX）を使用するが、これらの設備及び電源は、建屋内の設置及び操作となることから降下火砕物の影響を受けることはない。



計測等を行った特に重要なパラメータを発電所外（社内外）の必要な場所で共有する場合については、専用電話設備及び統合原子力防災ネットワークを用いた通信連絡設備（テレビ会議システム、IP 電話及び IP-FAX）を使用することで可能である。なお、安全パラメータ表示システム（SPDS）及びデータ伝送設備によるデータ伝送については、無停電源装置（充電器等を含む。）が給電できる間は連続して使用可能である。

また、全ての電源が期待できない場合は、乾電池を用いた携行型通話装置を使用するが、建屋内の設置、操作となることから降下火砕物の影響を受けることはない。

火山影響等発生時において、通信連絡設備の機能を確保するための電源系統の概要を第 17 図に、電源車（緊急時対策所用）による給電の概要を第 18 図に示すとともに、対策手順等を以下に示す。

#### (c) 手順着手の判断基準

##### i. 電源車（緊急時対策所用）による給電準備

気象庁が発表する降灰予報（「速報」又は「詳細」）により女川原子力発電所を含む地域（女川町、石巻市）への「多量」の降灰が予想された場合、気象庁が発表する噴火に関する火山観測報において、地理的領域（発電所敷地から半径 160km）内の火山に噴火が確認されたが噴火後 10 分以内に降灰予報が発表されない場合又は降下火砕物による発電所への重大な影響が予想される場合、電源車（緊急時対策所用）の機能を維持するため、電源車（緊急時対策所用）へのフィルタコンテナの取り付けを実施する。

なお、その後降灰予報が発表され、発電所への降灰が「多量」未満若しくは範囲外となった場合は、体制を解除する。

##### ii. 電源車（緊急時対策所用）による給電開始

火山影響等発生時において外部電源喪失が発生し、非常用ディーゼル発電機 B 系からの受電が不能となった場合、電源車（緊急時対策所用）による給電を開始する。

##### iii. 電源車（緊急時対策所用）フィルタコンテナのフィルタ取替え

火山影響等発生時において電源車（緊急時対策所用）起動から 11 時間を超えた場合、フィルタ取り替えを実施する。。

#### (d) 作業手順

通信連絡設備への給電準備、給電開始及びフィルタコンテナのフィルタ取替えの概略手順は以下のとおり。

第 19 図に給電準備、給電開始及びフィルタコンテナのフィルタ取替えのタ

イムチャートを示す。

i. 電源車（緊急時対策所用）による給電準備

- ① 発電所対策本部長は、重大事故等対応要員へ電源車（緊急時対策所用）へのフィルタコンテナ接続準備を指示する。
- ② 重大事故等対応要員は、電源車（緊急時対策所用）の保管場所へ移動する。
- ③ 重大事故等対応要員は、現場にてフィルタコンテナと電源車（緊急時対策所用）に取り付けられたアタッチメントの間をフレキシブルダクトにて接続する。

ii. 電源車（緊急時対策所用）による給電開始

- ① 発電所対策本部長は、重大事故等対応要員に電源車（緊急時対策所用）による緊急時対策所へ受電を指示する。
- ② 重大事故等対応要員は、電源車（緊急時対策所用）を起動する。
- ③ 重大事故等対応要員は、電源車（緊急時対策所用）の出力電圧及び周波数を確認し、電源車遮断器を「入」とする。
- ④ 重大事故等対応要員は、6.9kV メタクラ J 系にて電源車（緊急時対策所用）から 6.9kV メタクラ J 系を受電するための遮断器を「入」とする。
- ⑤ 重大事故等対応要員は、6.9kV メタクラ J 系の受電状態に異常が無いことを確認後、保修班長へ報告する。

iii. 電源車（緊急時対策所用）フィルタコンテナのフィルタ取替え

- ① 発電所対策本部長は、重大事故等対応要員に電源車（緊急時対策所用）フィルタコンテナのフィルタ取替えを指示する。
- ② 重大事故等対応要員は、交換用フィルタをフィルタコンテナ前に運びフィルタ交換を実施する。

(e) 作業の成立性

i. 電源車（緊急時対策所用）による給電準備

作業の成立性について、確認結果を別紙 4 に示す。

降灰時における屋外の作業については、防護具（マスク、ゴーグル等）を着用して実施する。

ii. 電源車（緊急時対策所用）による給電開始

作業の成立性について、確認結果を別紙 4 に示す。

降灰時における屋外の作業については、防護具（マスク、ゴーグル等）を着用して実施する。

- iii. 電源車（緊急時対策所用）フィルタコンテナのフィルタ取替え作業の成立性について、確認結果を別紙4に示す。  
降灰時における屋外の作業については、防護具（マスク、ゴーグル等）を着用して実施する。

(f) 必要な資源について

i. 電源

通信連絡設備の負荷は、緊急時対策所で約96kVAであり、電源車（緊急時対策所用）（400kVA<sup>※1</sup>）により給電が可能である（別紙5）。

携帯型通話装置については、電源である乾電池を交換することで24時間にわたって使用することができる。

携帯型通話装置による発電所内の通信連絡の概要を第15図に示す。

※1：換気空調設備、照明設備（コンセント負荷含む。）及びその他の負荷約253kWを考慮しても合計約349kWであり、給電可能である。

ii. 燃料

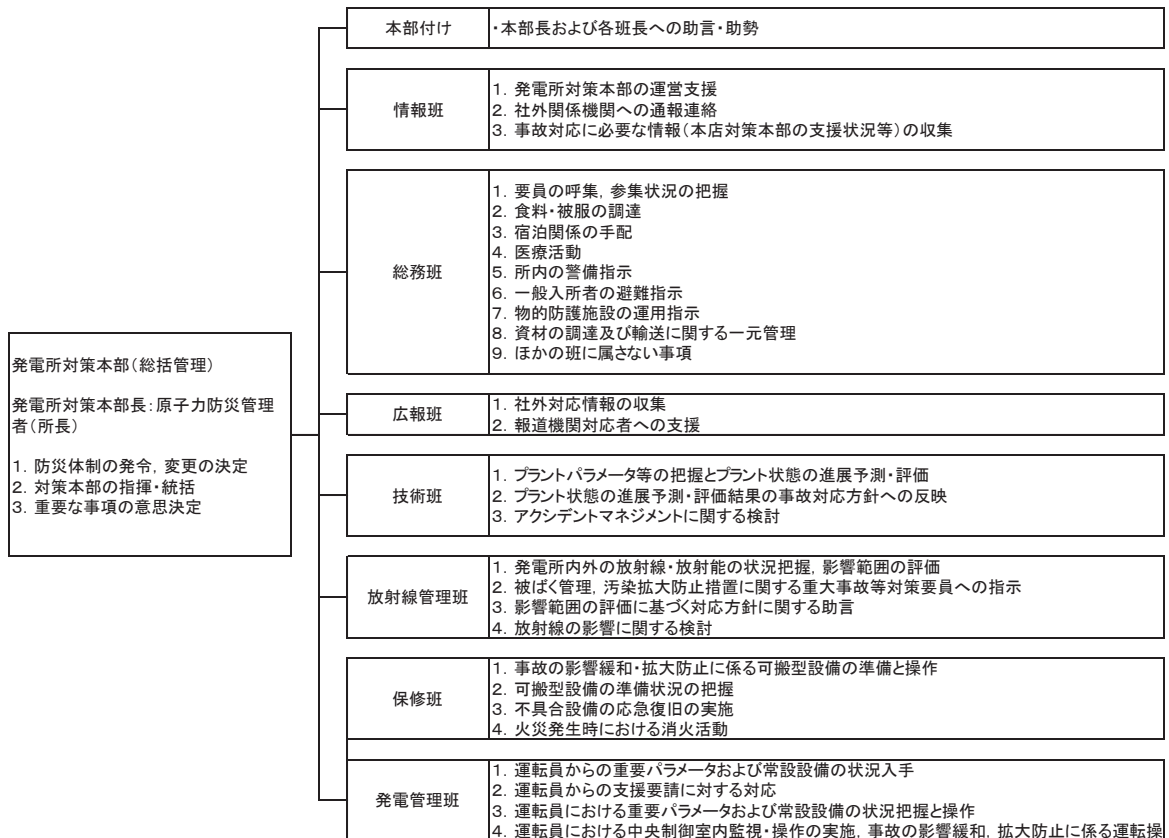
電源車（緊急時対策所用）が降灰継続の24時間にわたって連続運転するために必要な燃料は約2.4kLであるが、電源車（緊急時対策所用）へ燃料を補給する緊急時対策所軽油タンクの容量は20kLであり、降灰継続の間、連続で通信連絡設備に給電することが可能である。

6. 定期的な評価

第2項から第5項の活動の実施結果について、定期的に評価を行うとともに、評価の結果に基づき必要な措置を講じる。

(1) 各課長は、第2項から第5項の活動の実施結果について、1年に1回以上定期的に評価を行うとともに、評価結果に基づき、より適切な活動となるように必要に応じて、計画の見直しを行い、防災課長に報告する。

(2) 防災課長は、各課長からの報告を受け、必要に応じて計画の見直しを行う。



第1図 火山影響等発生時の体制の概略  
(防災組織図)

(運転員等の確保)

第12条

発電管理課長は、原子炉の運転に必要な知識を有する者を確保する<sup>※1</sup>。なお、原子炉の運転に必要な知識を有する者とは、原子炉の運転に関する実務の研修を受けた者をいう。

2. 発電管理課長は、原子炉の運転にあたって第1項で定める者の中から、1班あたり表12-1に定める人数の者をそろえ、5班以上編成した上で3交替勤務を行わせる。なお、特別な事情がある場合を除き、運転員は連続して24時間を超える勤務を行ってはならない。また、表12-1に定める人数のうち、1名は発電課長とし、運転責任者として原子力規制委員会が定める基準に適合した者の中から選任された者とする。

<中略>

4. 各課長は、重大事故等の対応のための力量を有する者を確保する<sup>※1</sup>。また、防災課長は、2号炉の重大事故等対応を行う要員として、表12-3に定める人数を常時確保する。

<以下、省略>

表12-1

中央制御室名	2号炉	3号炉 <sup>※3</sup>
原子炉の状態		
運転、起動、高温停止の場合	7名以上	—
冷温停止、燃料交換の場合	5名以上	4名以上

表12-3

	重大事故等対策要員（運転員を除く。）	初期消火要員（消防車隊）
常駐	23名以上 <sup>※4</sup>	6名以上
参集	54名以上	—

※1：重大事故等対処施設等の使用を開始するにあたっては、あらかじめ力量の付与のための教育訓練を実施する。

※3：3号炉については、原子炉への燃料装荷を行わない。

※4：23名以上のうち6名以上を発電所対策本部要員、17名以上を重大事故等対応要員とする。

出典：女川原子力発電所原子炉施設保安規定第12条（運転員等の確保）  
表12-1、表12-3

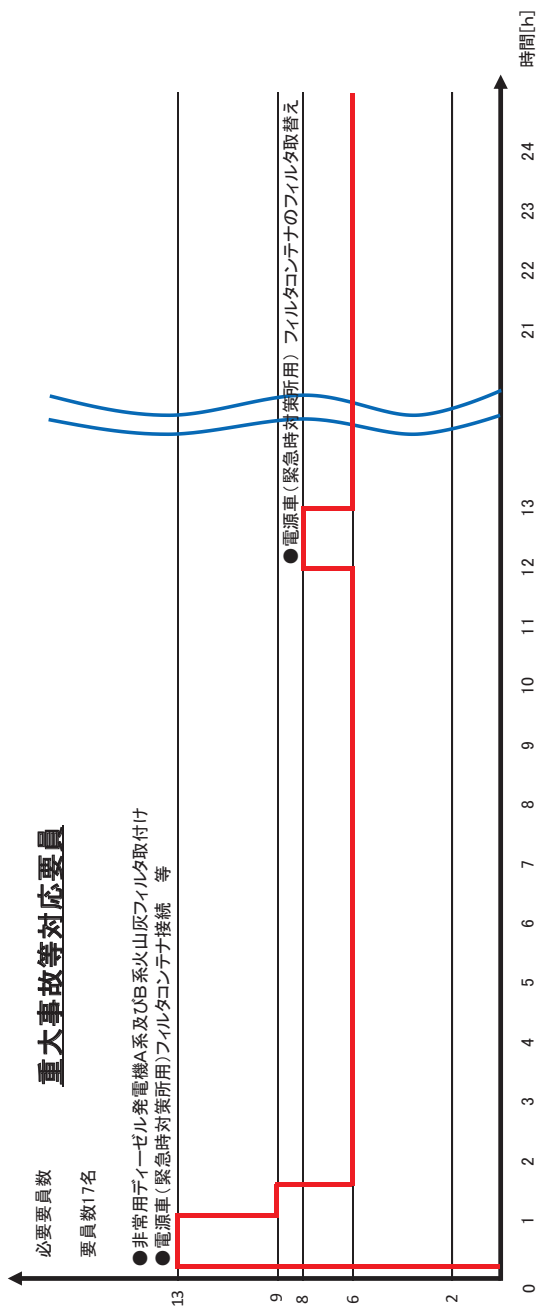
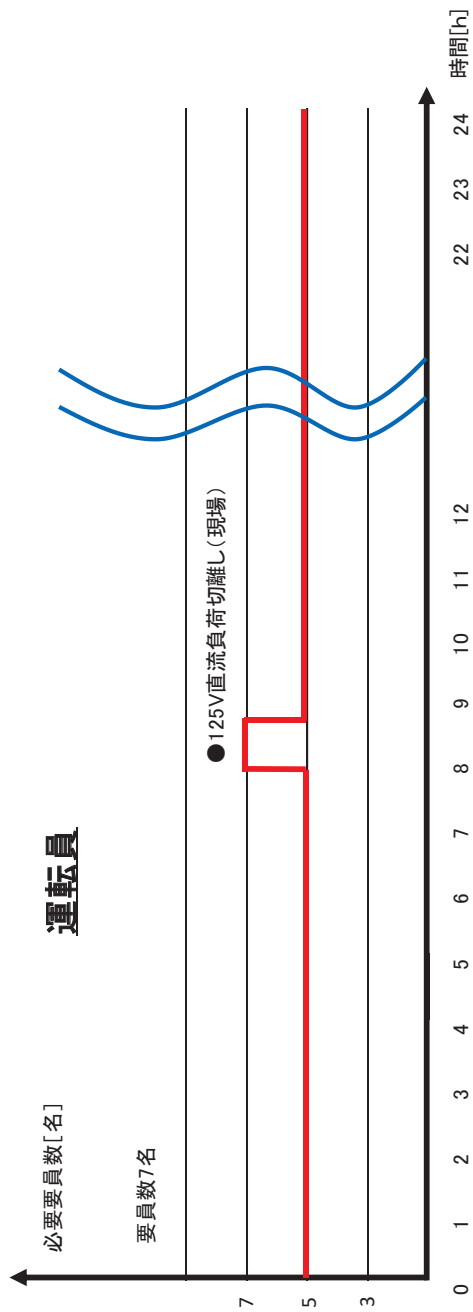
第2図 火山影響等発生時の体制の概略  
(保安規定第12条（運転員等の確保）に定める要員)

保安規定第12条に定める要員		火山影響等発生時の対応要員		対応内容
運転員	2号炉7名	運転員	2号炉7名	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プラント全体監視他（発電課長）</li> <li>・発電課長補佐（発電副長）</li> <li>・原子炉停止</li> <li>・プラント状態監視他</li> <li>・非常用ディーゼル発電機A系及びB系運転確認</li> <li>・高圧代替注水系起動操作</li> <li>・原子炉隔離時冷却系、高圧代替注水系運転確認</li> <li>・125V直流負荷切離し</li> </ul>
重大事故等対策要員 (運転員を除く。)	2号炉 常駐23名 参集54名	発電所対策本部要員	2号炉 常駐6名 (参集32名)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・降灰予報に伴う原子炉停止判断（発電所対策本部長）</li> <li>・方針決定、外部との連絡、統括管理及び全体指揮</li> <li>・通報連絡</li> <li>・緊急時対策所の居住性確保</li> </ul>
		重大事故等対応要員	2号炉 常駐17名 (参集22名)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・火山灰フィルタ取付け</li> <li>・電源車（緊急時対策所用）へのフィルタコネクテナ接続</li> <li>・電源車（緊急時対策所用）起動、運転確認、給電操作、受電確認（通信連絡設備の確保）</li> <li>・フィルタ取替え（電源車（緊急時対策所用））</li> </ul>

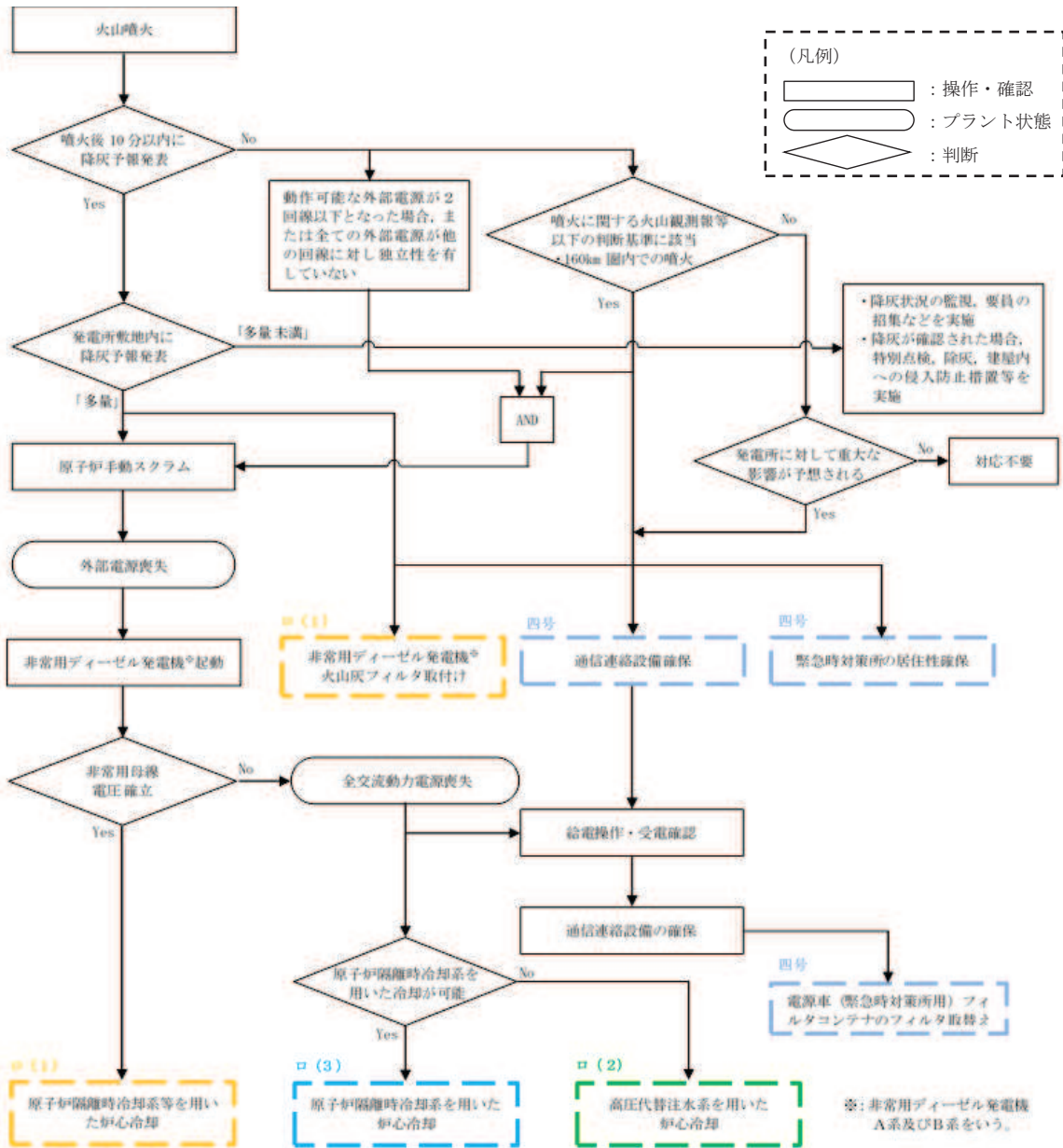
第3図 火山影響等発生時の体制の概略（要員の対応内容）



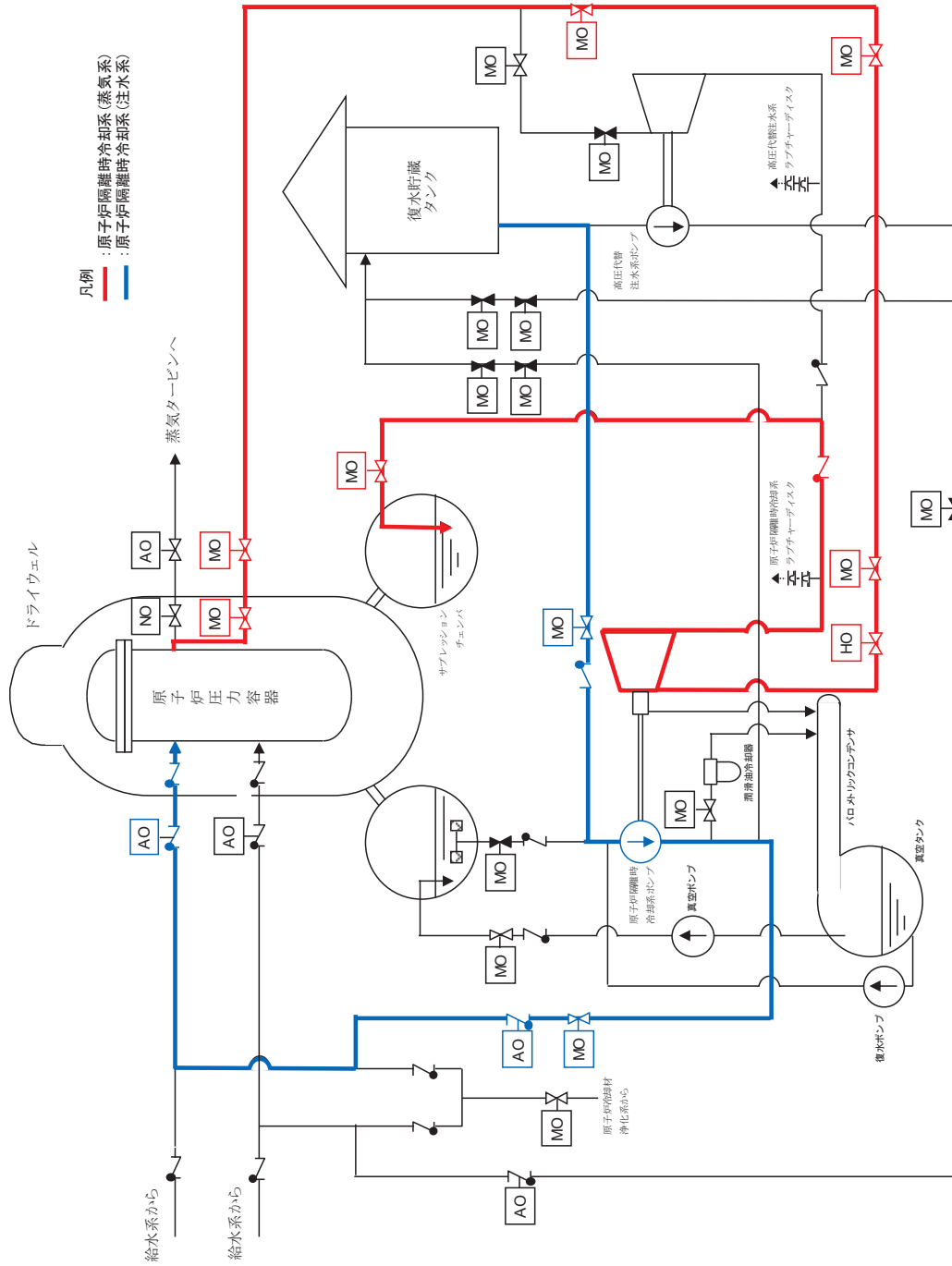




第4図 火山影響等発生時における対応のタイムチャート (2/2)  
(対応必要人数の時間経過)

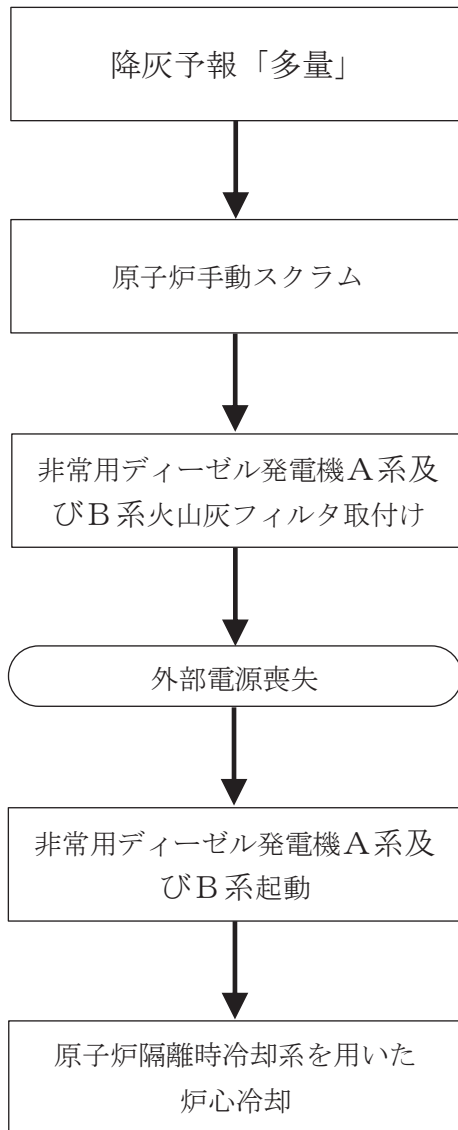
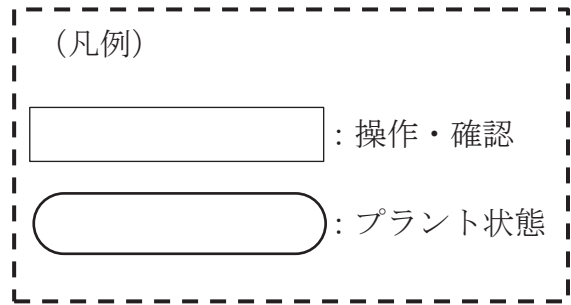


第 5 図 火山影響等発生時における炉心冷却のためのロ (1), (2), (3) の各対応の全体フロー

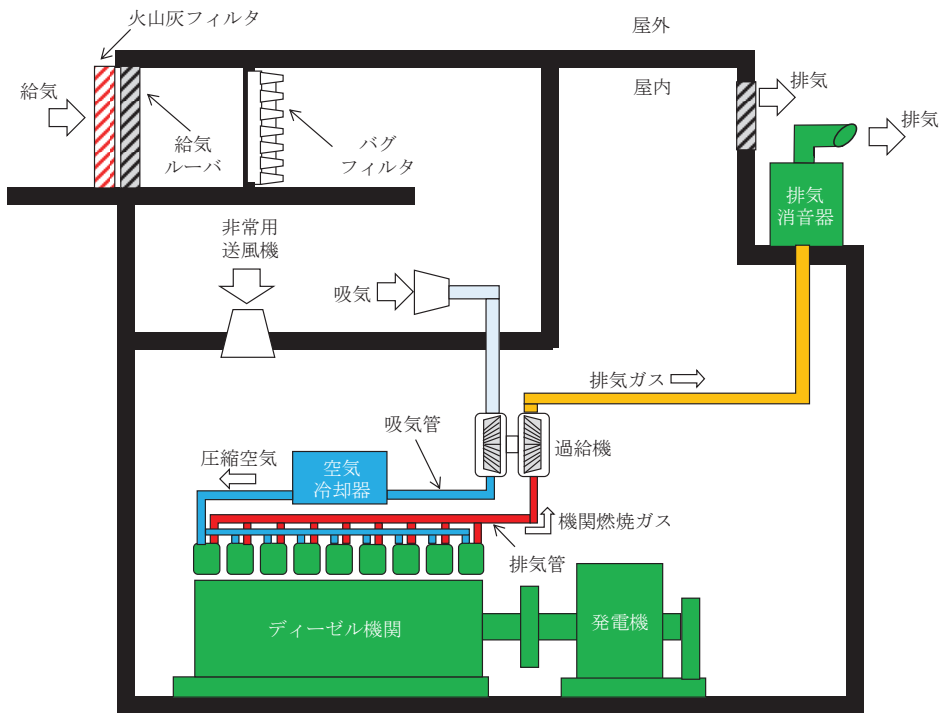


第6-1図 対策の概略系統図 (系統図)  
 (非常用ディーゼル発電機A系及びB系の機能維持 (ロ (1) の対応))





第7図 非常用ディーゼル発電機A系及びB系の機能維持のための対応手順の概要  
(ロ(1)の対応)



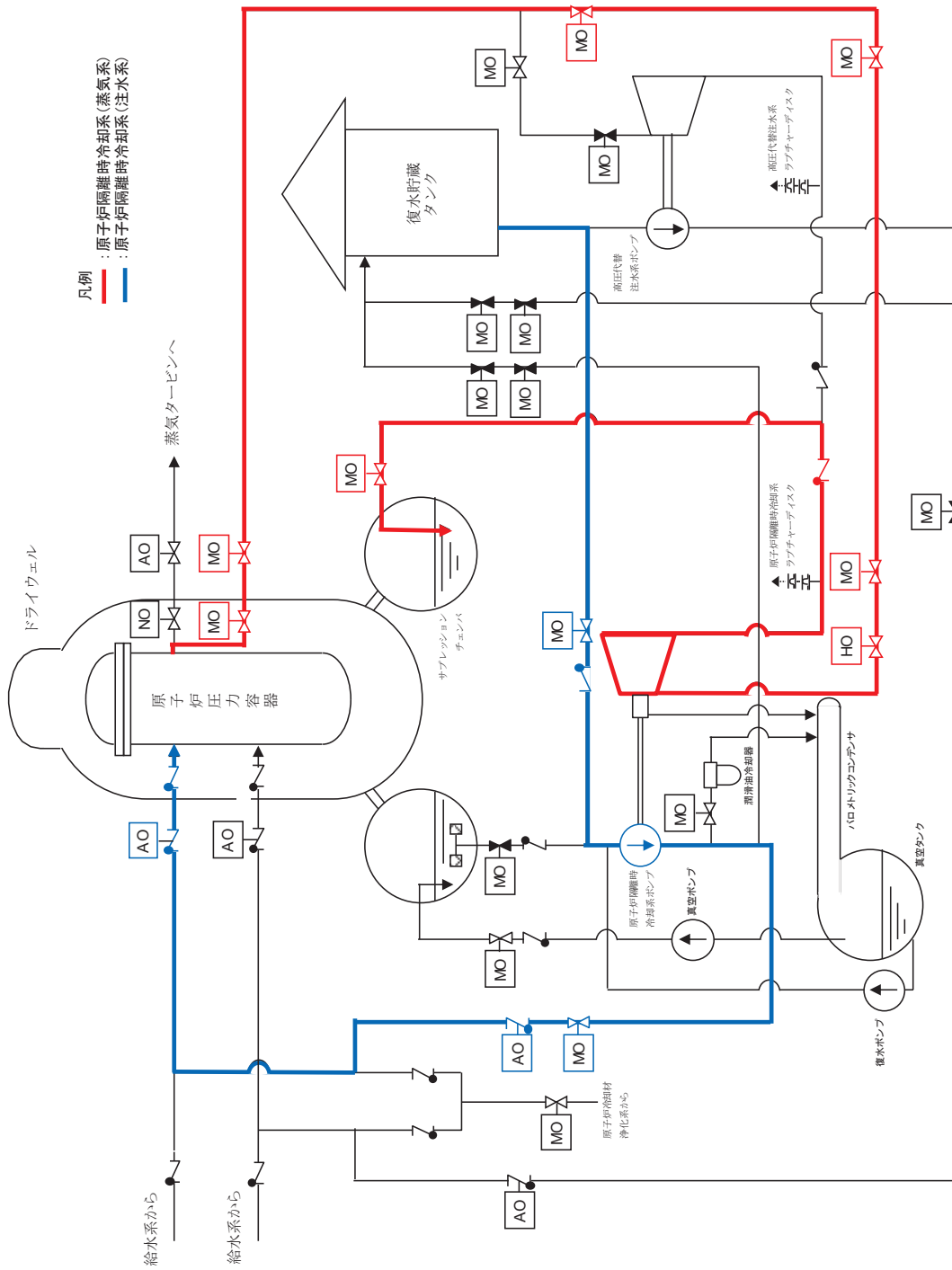
第8図 非常用ディーゼル発電機A系及びB系への火山灰フィルタ取付け概略図  
(口(1)の対応)

枠囲みの内容は、商業機密の観点から公開できません。

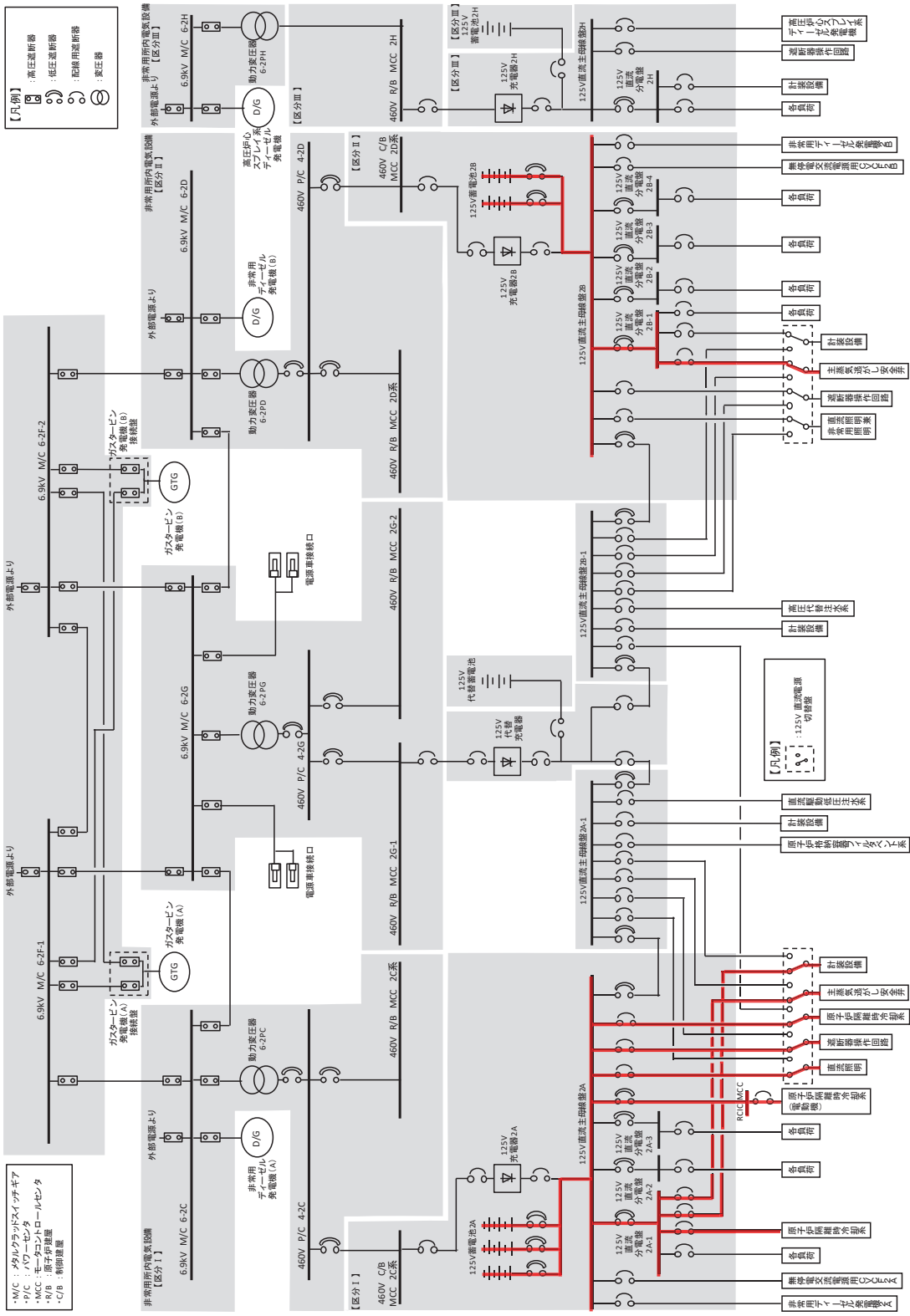
			経過時間 (分)									
手順の項目	要員	要員数 (名)	0	10	20	30	40	50	60	70		
非常用ディーゼル 発電機 (A系) 火山灰フィルタ 取付け	重大事故等対応要員	2	0分 噴火発生	約10分 降灰予想発表・対応着手						約70分(最短) 降灰開始		
					移動							
								非常用ディーゼル発電機 (A系) 火山灰フィルタ取付け				
非常用ディーゼル 発電機 (B系) 火山灰フィルタ 取付け	重大事故等対応要員	2			移動							
								非常用ディーゼル発電機 (B系) 火山灰フィルタ取付け				

第9図 非常用ディーゼル発電機A系及びB系への火山灰フィルタ取付け タイムチャート  
(ロ(1)の対応)

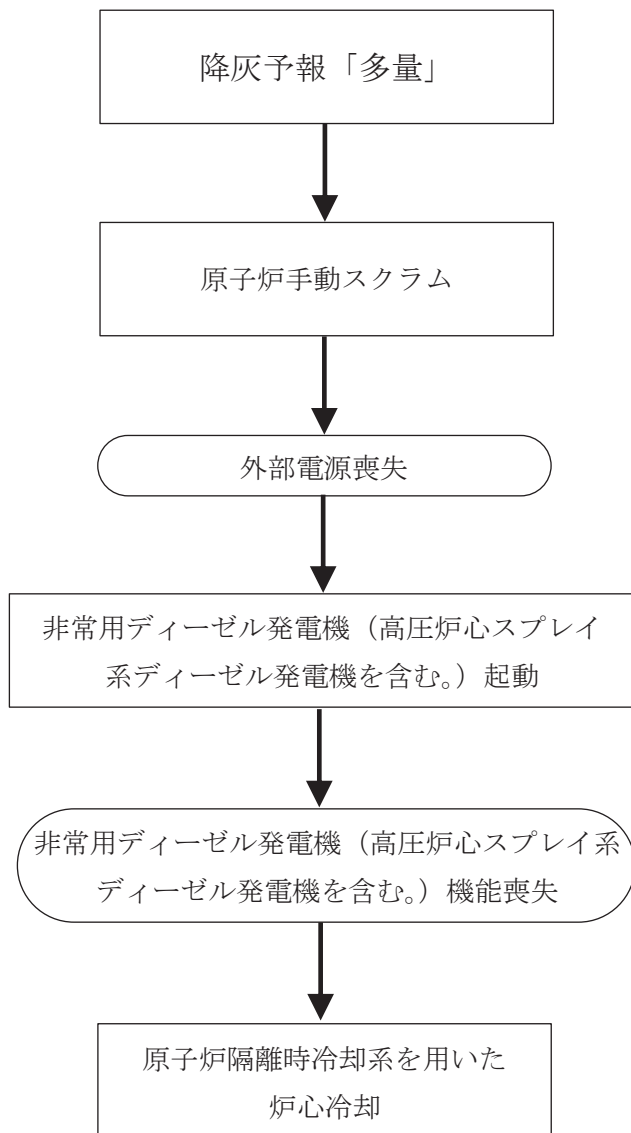
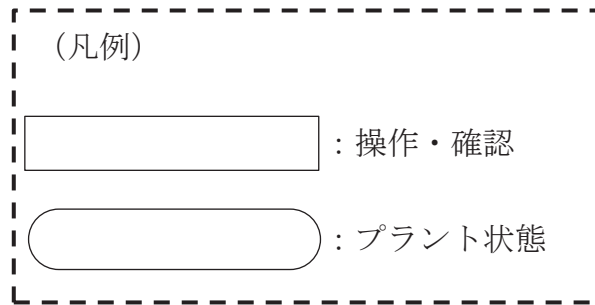




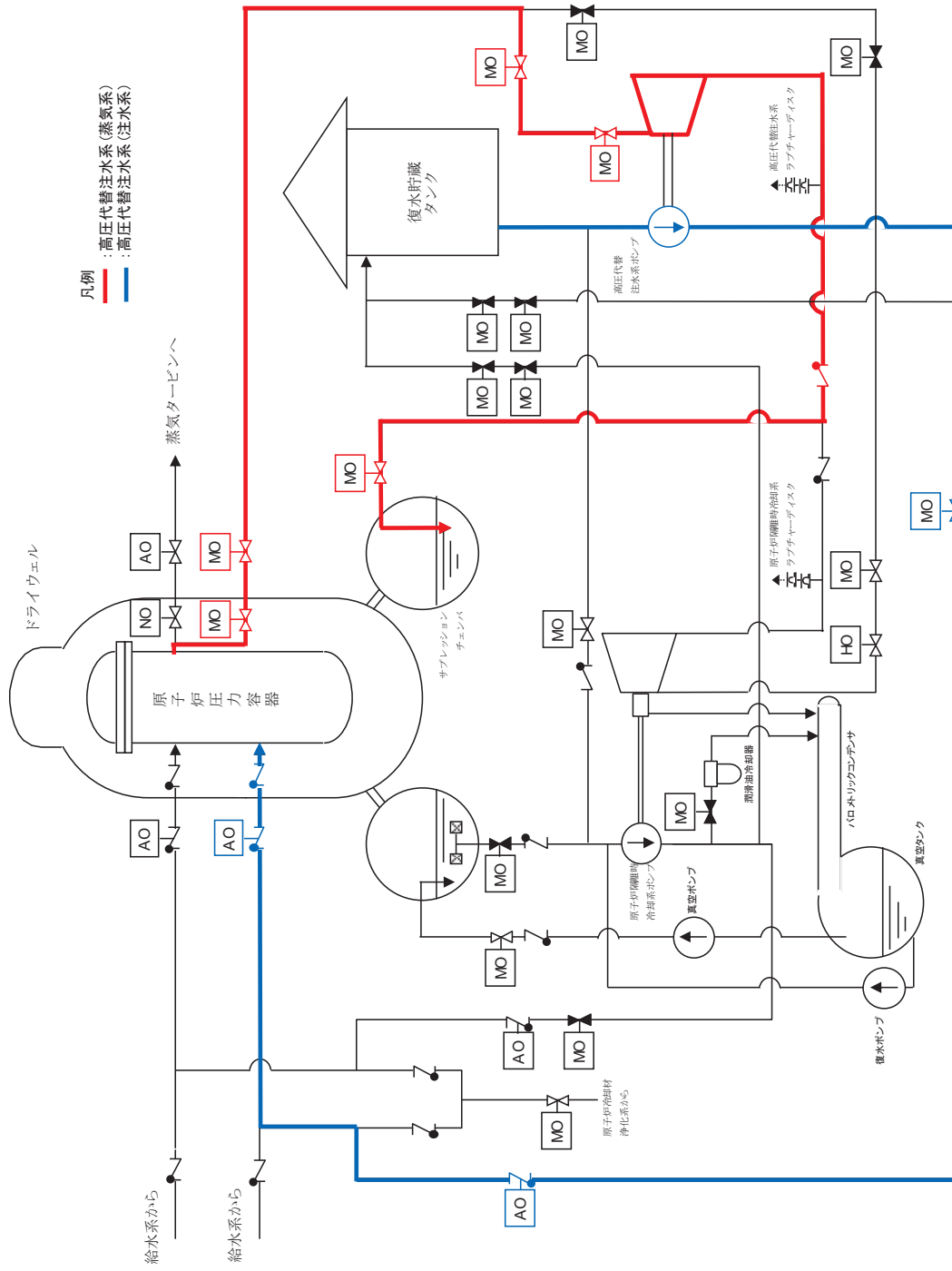
第 10-1 図 対策の概略系統図 (系統図)  
 (原子炉隔離時冷却系を用いた炉心冷却 (ロ (3) の対応))



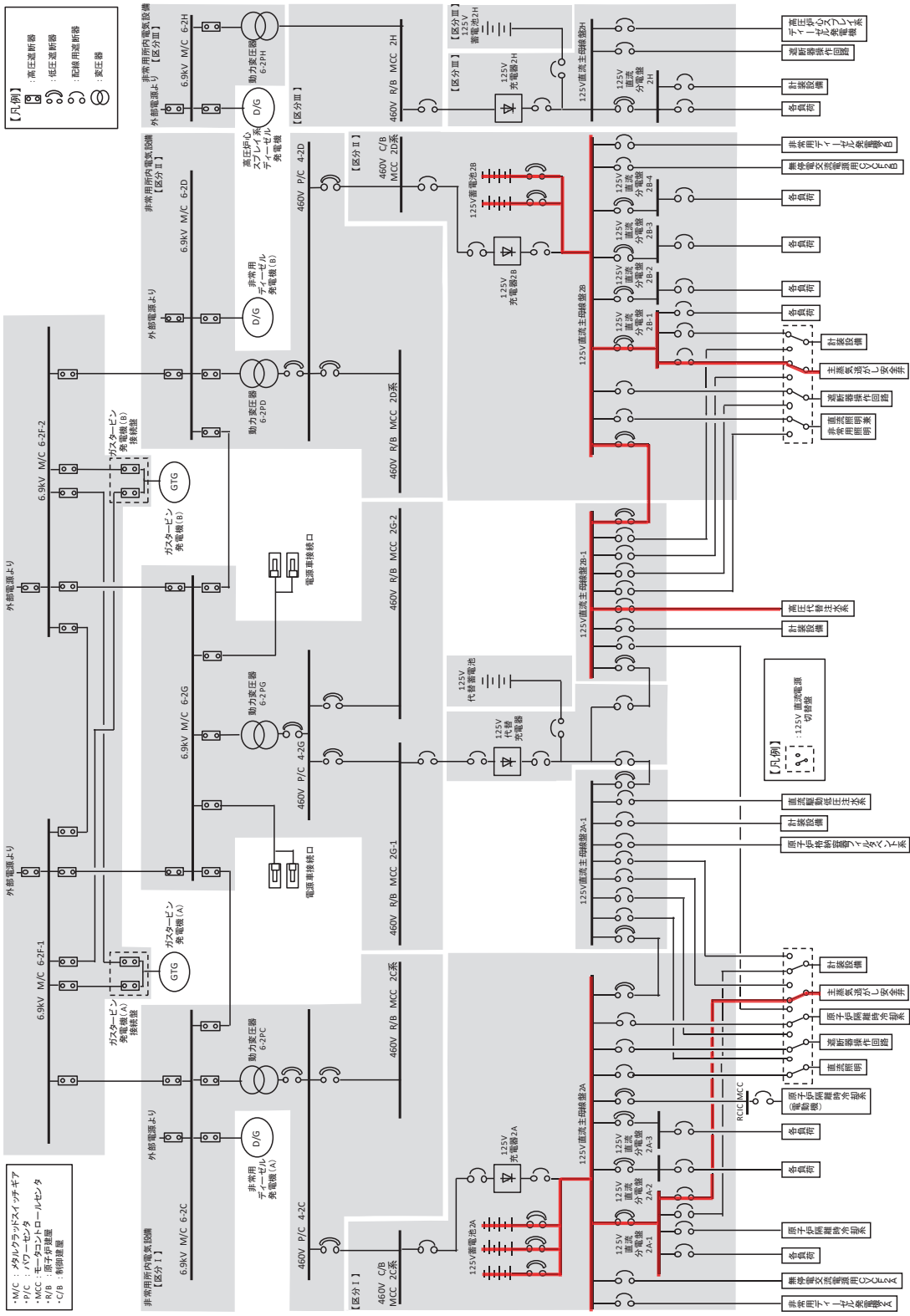
第 10-2 図 対策の概略系統図 (給電系統図)  
 (原子炉隔離時冷却系を用いた炉心冷却 (ロ (3) の対応))



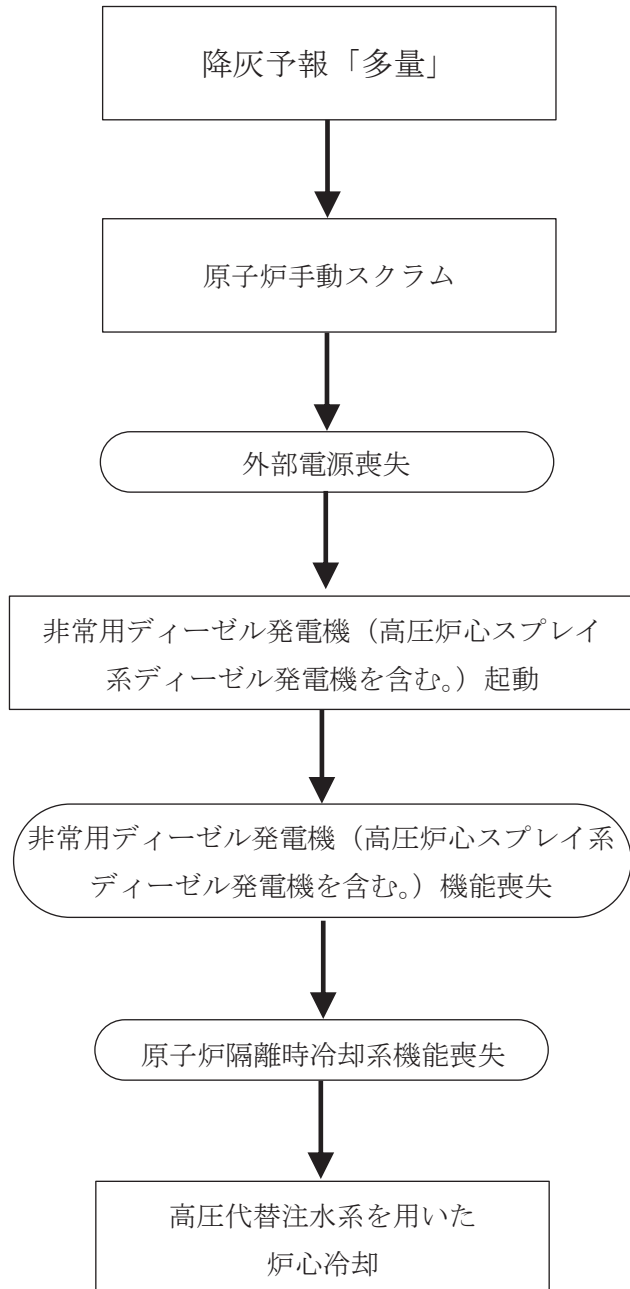
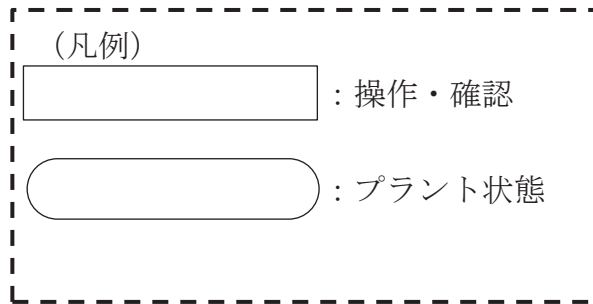
第 11 図 原子炉隔離時冷却系を用いた炉心冷却のための対応手順の概要  
(ロ (3) の対応)



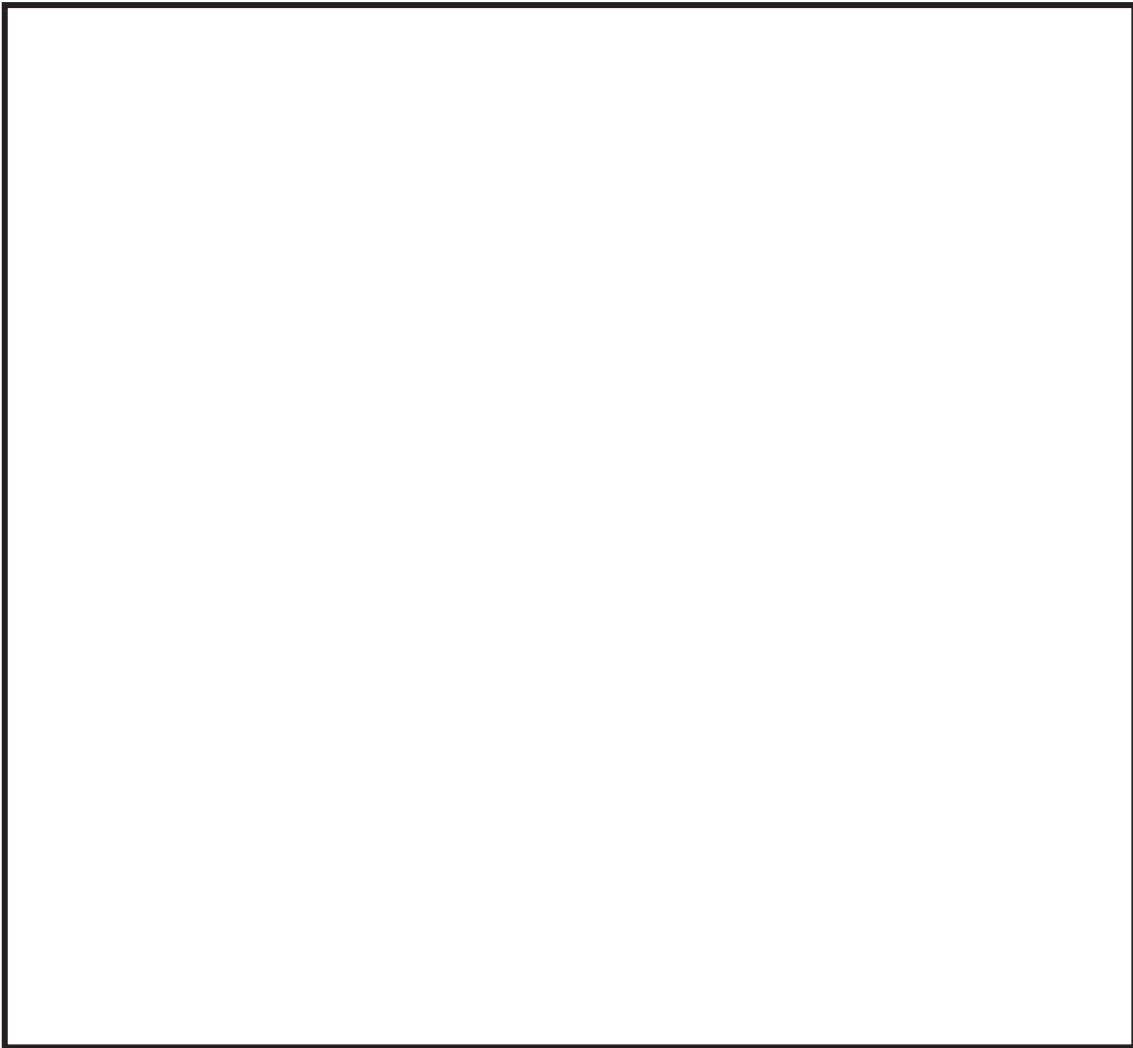
第 12-1 図 対策の概略系統図 (系統図)  
 (高圧代替注水系を用いた炉心冷却 (ロ (2) の対応))



第 12-2 図 対策の概略系統図 (給電系統図)  
 (高圧代替注水系を用いた炉心冷却 (ロ (2) の対応))



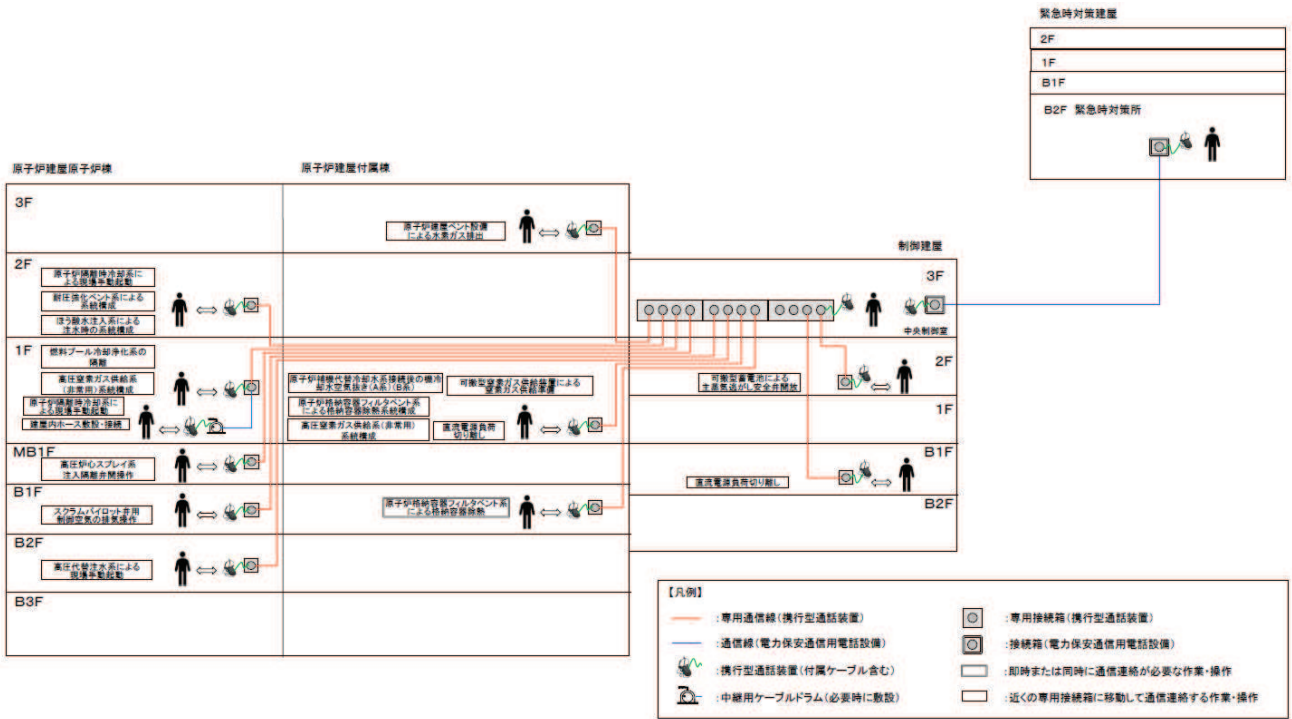
第 13 図 高圧代替注水系を用いた炉心冷却のための対応手順の概要  
(ロ (2) の対応)



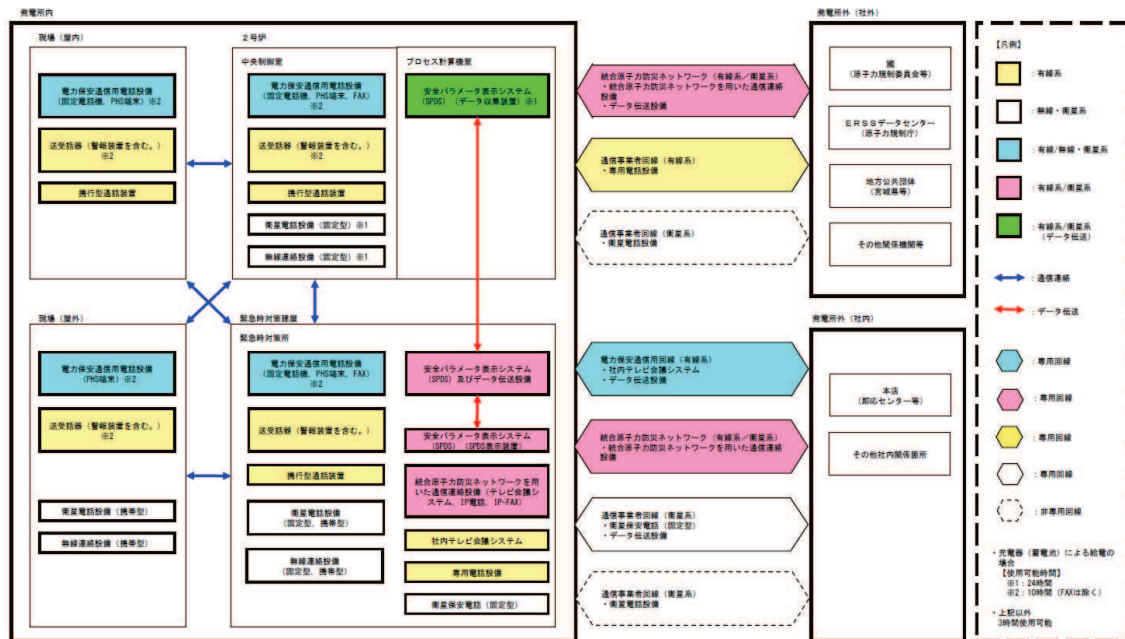
第 14 図 緊急時対策建屋内の扉の配置

枠囲みの内容は、商業機密の観点から公開できません。

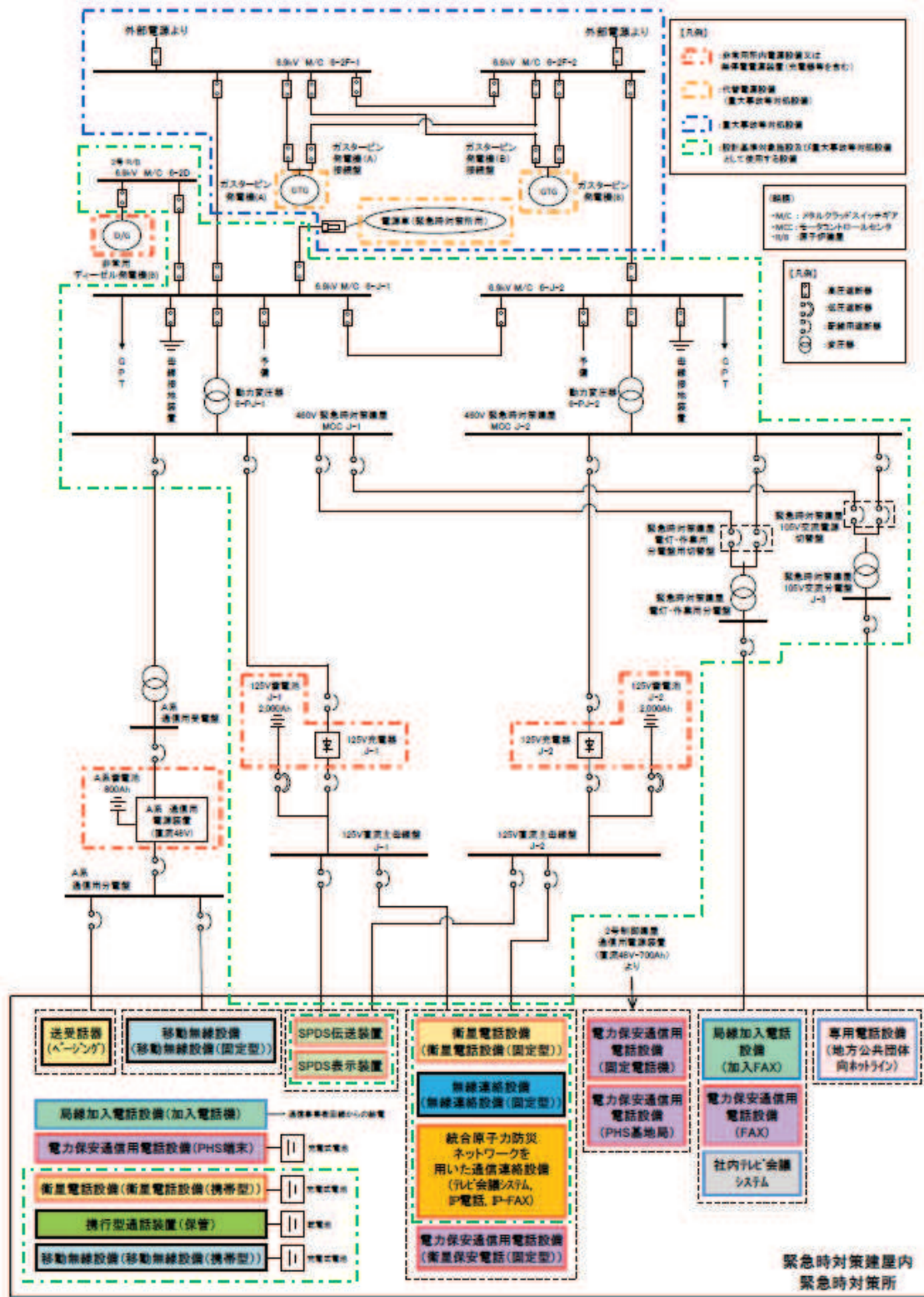




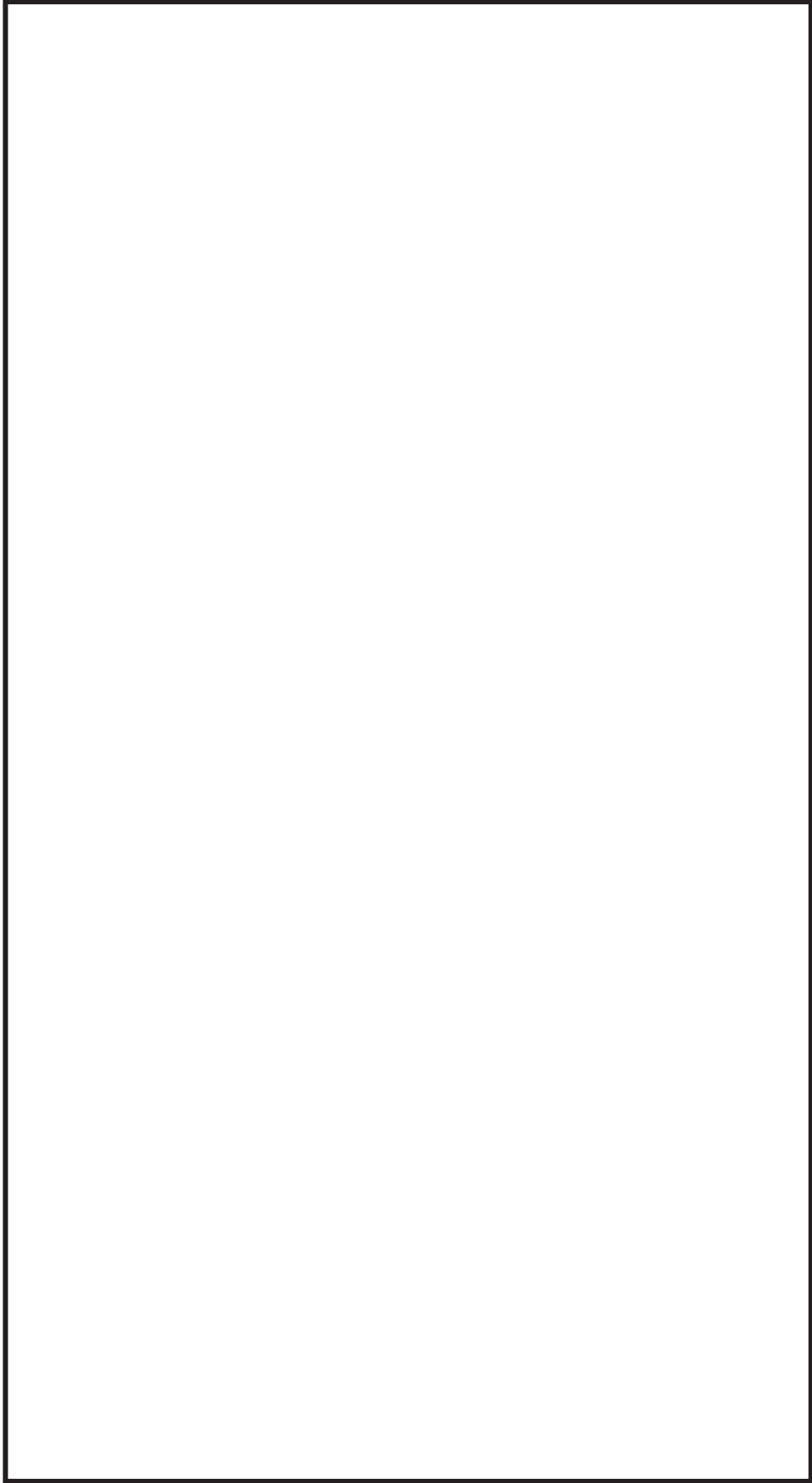
第 15 図 携行型通話装置による発電所内の通信連絡の概要



第 16 図 火山影響等発生時に使用する通信連絡設備の概要



第 17 図 通信連絡設備の電源系統の概要



第18図 電源車（緊急時対策所用）による給電の概要

枠囲みの内容は、商業機密の観点から公開できません。

		経過時間 (分)										備考
		10	20	30	40	50	60	70	80			
手順の項目	要員 (数)	噴火発生 ▼ 約10分 降灰予測発表・対応着手 ▼ 70分(最短) 降灰開始・外部電源喪失										
電源車 (緊急時対策所用) へのフィルタコンテナ接続	重大事故等対応要員 3	移動 フィルタコンテナ接続										

第 19-1-1 図 電源車 (緊急時対策所用) による給電準備タイムチャート

		経過時間 (分)										備考
		10	20	30	40	50	60	70	80			
手順の項目	要員 (数)	電源車 (緊急時対策所用) 給電 電源車 (緊急時対策所用) によるM/C J系受電 25分 ▼ 30分 ▼										
電源車 (緊急時対策所用) によるM/C J系受電の場合	重大事故等対応要員 1	M/C J系受電前準備操作※1 M/C J系受電操作, 受電確認※1										
	重大事故等対応要員 2	電源車 (緊急時対策所用) 起動※2 電源車 (緊急時対策所用) 給電※3										

※ 1 機器の操作時間に見込んだ時間

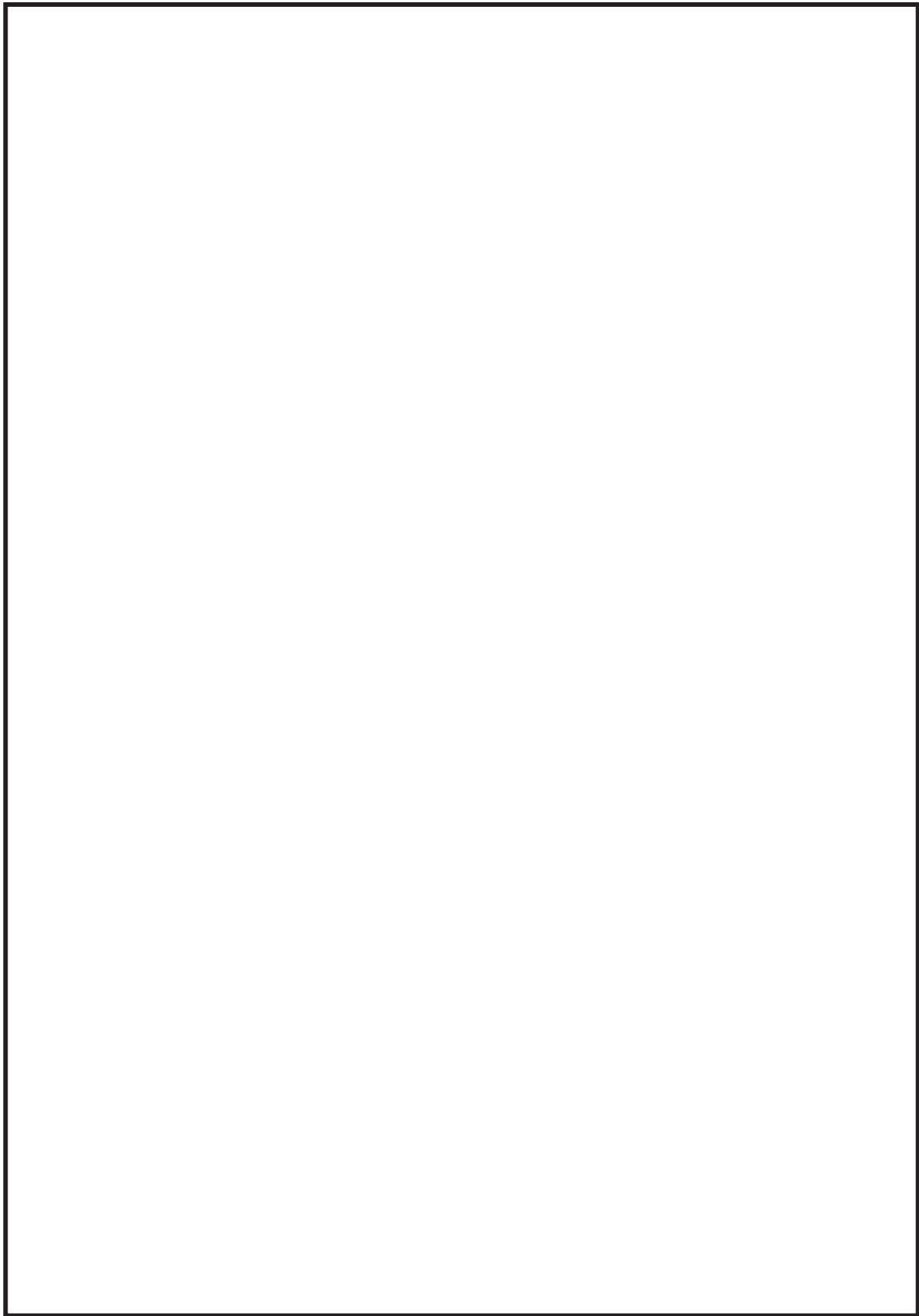
※ 2 電源車の起動の実績を考慮した作業時間に見込んだ時間

※ 3 電源車の給電の実績を考慮した作業時間に見込んだ時間

第 19-2-2 図 電源車 (緊急時対策所用) による給電開始タイムチャート

手順の項目	要員 (数)	経過時間 (分)										備考
		10	20	30	40	50	60	70	80			
電源車 (緊急時対策所用) フィルタコンテナのフィル タ取替え	重大事故等対応要員 2	▼ 10分 フィルタ取替え着手 ▼ 50分 フィルタ全枚数 (31枚) 取替え完了 移動 フィルタ取替え										

第 19-3 図 電源車 (緊急時対策所用) フィルタコンテナのフィルタ取替えタイムチャート



第 20 図 電源車（緊急時対策所用）フィルタコンテナのフィルタ取替え 概略図

枠囲みの内容は、商業機密の観点から公開できません。



設置変更許可添付書類十「7.1.3.1 全交流動力電源喪失  
(長期TB)」より抜粋

本重要事故シーケンスにおける原子炉圧力、原子炉水位 (シュラウド

10-7-1-105

内及びシュラウド内外)<sup>※1</sup>、注水流量、逃がし安全弁からの蒸気流量及び原子炉圧力容器内保有水量の推移を第7.1.3.1-6図から第7.1.3.1-11図に、燃料被覆管温度、高出力燃料集合体のボイド率及び炉心下部プレナム部のボイド率の推移を第7.1.3.1-12図から第7.1.3.1-14図に、格納容器圧力、格納容器温度、サブプレッションプール水位及びサブプレッションプール水温の推移を第7.1.3.1-15図から第7.1.3.1-18図に示す。

※1 シュラウド内は、炉心部から発生するボイドを含んだ二相水位を示しているため、シュラウド外の水位より、見かけ上高めの水位となる。一方、ECCSの起動信号となる原子炉水位計（広帯域）の水位及び運転員が炉心冠水状態において主に確認する原子炉水位計（広帯域・狭帯域）の水位は、シュラウド外の水位であることから、シュラウド内外の水位を併せて示す。なお、水位が有効燃料棒頂部付近となった場合には、原子炉水位計（燃料域）にて監視する。原子炉水位計（燃料域）は、シュラウド内を計測している。

#### a. 事象進展

外部電源喪失に伴い、主蒸気止め弁閉信号が発生して原子炉がスクラムし、また、原子炉水位低（レベル2）で原子炉隔離時冷却系が自動起動して原子炉水位は維持される。外部電源喪失により自動起動する非常用ディーゼル発電機等が起動しないことにより、全交流動力電源喪失に至る。併せて、原子炉補機冷却水系（原子炉補機冷却海水系を含む。）が機能喪失することにより、除熱機能喪失が発生する。

再循環ポンプについては、外部電源喪失により、事象発生とともに2台全てがトリップする。

所内常設蓄電式直流電源設備は、中央制御室において簡易な操作で負荷の切離しを行うことで8時間、その後、必要な負荷以外を切り離して残り16時間の合計24時間にわたり、重大事故等の対応に必要な設備に電源を供給する。

この間、原子炉隔離時冷却系が原子炉水位低（レベル2）での自動起動及び原子炉水位高（レベル8）でのトリップを繰り返すことにより、原子炉水位は適切に維持される。

事象発生から24時間経過した時点で、常設代替交流電源設備による交流電源の供給を開始し、その後、中央制御室からの遠隔操作により逃がし安全弁（自動減圧機能）2個を手動開することで、原子炉の急速減圧を実施し、原子炉減圧後に低圧代替注水系（常設）（復水移送ポンプ）による原子炉注水を開始する。

原子炉の急速減圧を開始すると、原子炉冷却材の流出により原子炉水位は低下するが、低圧代替注水系（常設）（復水移送ポンプ）による原子炉注水が開始すると回復する。

崩壊熱除去機能が喪失しているため、原子炉圧力容器内で崩壊熱により発生する蒸気が格納容器内に流入することで、格納容器圧力及び温度は徐々に上昇する。そのため、原子炉補機代替冷却水系を用いた残留熱除去系による格納容器除熱を行う。格納容器除熱は、事象発生から25時間経過した時点で実施する。

なお、蒸気の流入によってサブプレッションプール水温が上昇することを考慮し、その確実な運転継続を確保する観点から、原子炉隔離時冷却系の水源は復水貯蔵タンクとする。

#### b. 評価項目等

燃料被覆管の最高温度は、第7.1.3.1-12図に示すとおり、初期値



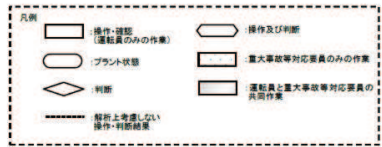
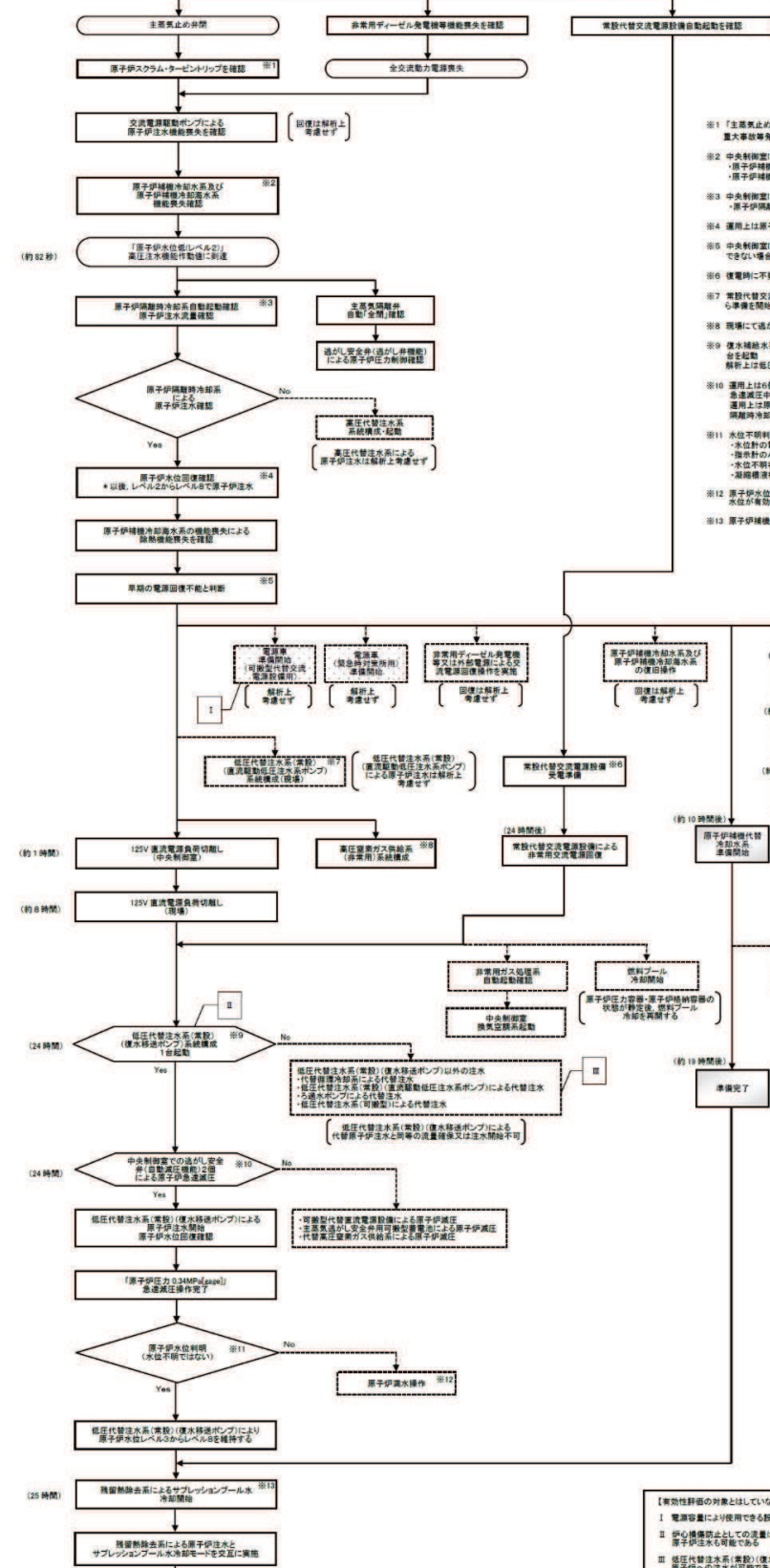
(約 309℃) を上回ることなく、1,200℃以下となる。また、燃料被覆管の酸化量は酸化反応が著しくなる前の燃料被覆管厚さの1%以下であり、15%以下となる。

原子炉圧力は、第 7.1.3.1-6 図に示すとおり、逃がし安全弁（逃がし弁機能）の作動により、約 7.47MPa[gage]以下に抑えられる。原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力は、原子炉圧力と原子炉圧力容器底部圧力との差（高々約 0.3MPa）を考慮しても、約 7.77MPa[gage]以下であり、最高使用圧力の 1.2 倍（10.34MPa[gage]）を十分下回る。

また、崩壊熱除去機能を喪失しているため、原子炉圧力容器内で崩壊熱により発生する蒸気が格納容器内に流入することによって、格納容器圧力及び温度は徐々に上昇するが、原子炉補機代替冷却水系を用いた残留熱除去系による格納容器除熱を行うことによって、原子炉格納容器バウンダリにかかる圧力及び温度の最大値は、約 0.366MPa[gage]及び約 153℃に抑えられ、格納容器の限界圧力及び限界温度を下回る。

第 7.1.3.1-7 図に示すとおり、低圧代替注水系（常設）（復水移送ポンプ）による注水継続により炉心がおおむね冠水し、炉心の冷却が維持される。その後は、25 時間後に原子炉補機代替冷却水系を用いた残留熱除去系による格納容器除熱を実施することで安定状態が確立し、また、安定状態を維持できる。

(解析上の時間)  
(0分)

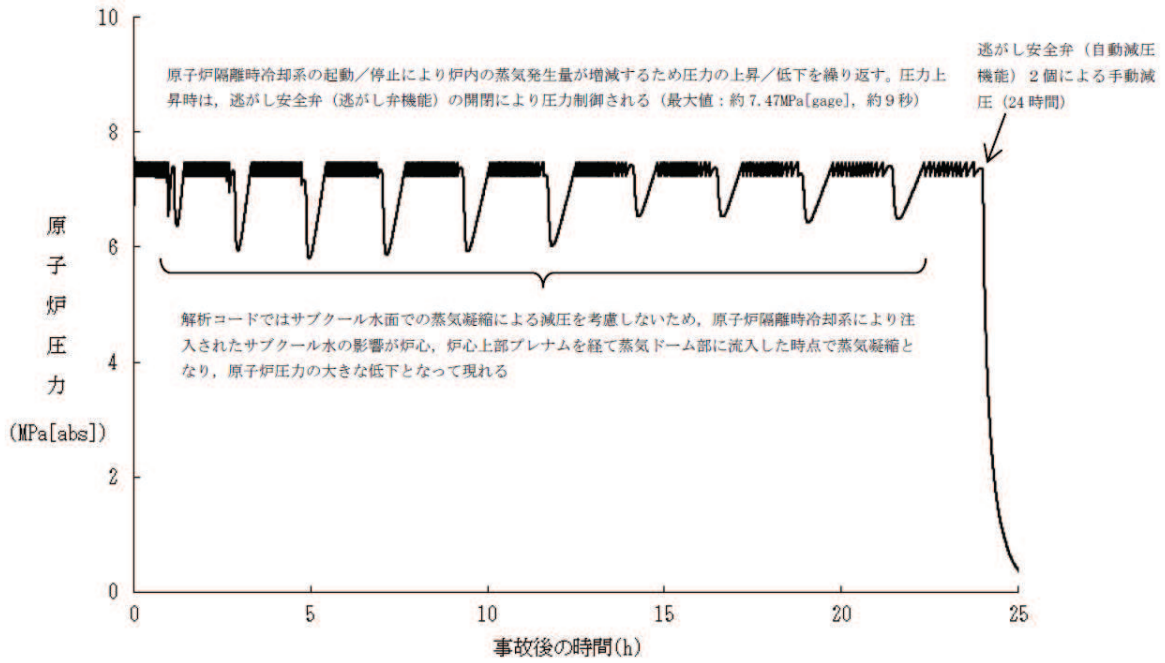


- ※1 「主要停止の非閉」等により原子炉がスクラム、平均出力領域モニタ指示降下等で確認する。重大事故等発生を迅速連絡設備により確認した現場作業員は迅速を実施する。
- ※2 中央制御室にて各種の機能喪失を以下により確認する。  
・原子炉補給冷却水系統 状態表示ランプ、警報、原子炉補給冷却水供給圧力等  
・原子炉補給冷却水系統 状態表示ランプ、警報、ポンプ出口圧力等
- ※3 中央制御室にて機器の自動起動を以下により確認する。  
・原子炉補給冷却水系統 状態表示ランプ、警報、ポンプ出口圧力、ポンプ出口流量等
- ※4 運用上は原子炉水位をレベル3からレベル8で制御。解析上はレベル2からレベル8で制御。
- ※5 中央制御室にて外部電源喪失及び非常用ディーゼル発電機等の起動が実施できず非常用電源母線(84KV)の電源回路ができない場合、早期の電源回復不可と判断する。  
・水位不明状態の維持の状況を確認
- ※6 復旧時に不要な負荷が起動するのを防止するための負荷切離しを怠る。
- ※7 常設代替交流電源設備による交流電源供給を確認できない場合、交流電源自動ポンプによる原子炉注水ができないことから準備を開始する。
- ※8 準備にて送りが安全弁(自動戻り機能)へ供給する高圧蒸気管を確認。
- ※9 低圧代替注水系統(低圧代替注水ポンプ)による注水を開始。運用上は低圧代替注水系統(低圧代替注水ポンプ)2台を起動。解析上は低圧代替注水系統(低圧代替注水ポンプ)1台を起動。
- ※10 運用上は6個より実施。解析上は2個より実施。  
急減圧中は「水位不明判断由縁」による原子炉圧力と格納容器温度から水位不明領域に入っていないことを確認する。  
運用上は原子炉補給冷却水の運転を継続。低圧代替注水系統(低圧代替注水ポンプ)へ移行するが、解析上は原子炉補給冷却水系統は停止している。
- ※11 水位不明判断は以下により確認する。  
・水位計の電源が喪失  
・指示計のバツキが大きい(±5%以上)と判断できない  
・水位不明判断領域の水位不明領域  
・漏れ検知器の検出と異常温度がほぼ一致し、異常な値が認められない
- ※12 原子炉水位不明の場合は、原子炉圧力管を遮断し、原子炉圧力と圧力閉塞圧力の差を確認することで、原子炉水位が有効燃料線部以上であることを確認する。
- ※13 原子炉補給冷却水系統の準備完了後、サブプレッションプール水冷却のため起動する。

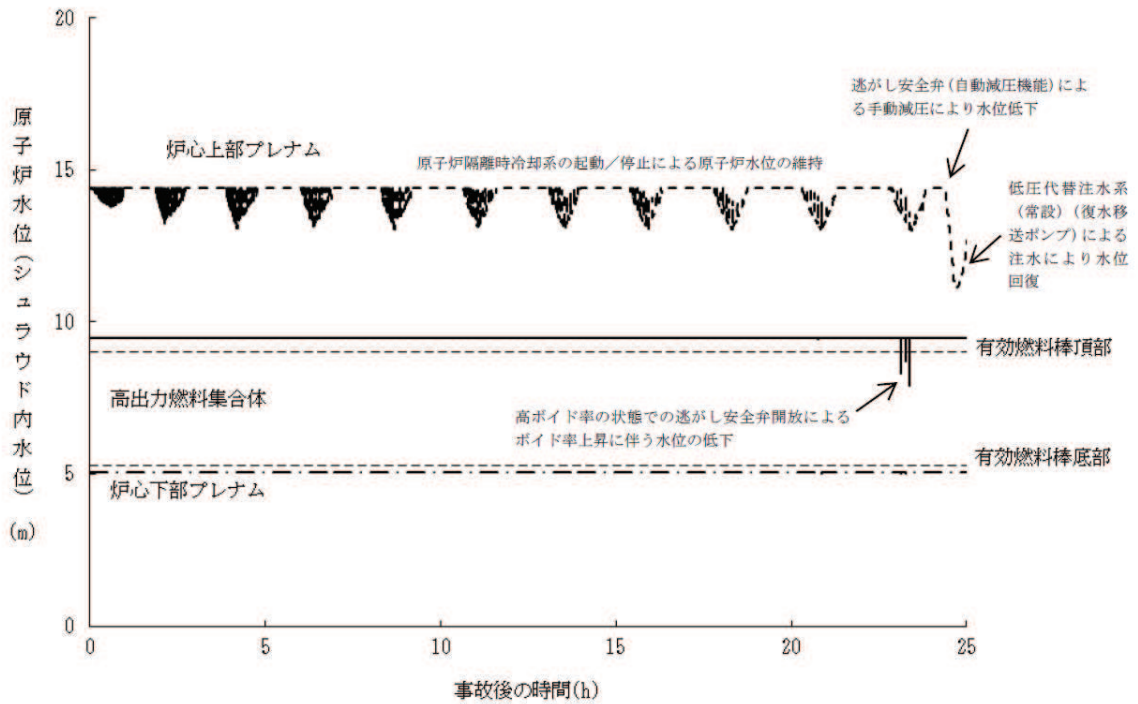
残留熱除去系(低圧注水モード)により原子炉注水を維持し、残留熱除去系(サブプレッションプール水冷却モード)による自然循環冷却を維持する。また、機能喪失している機器の復旧に努める。復旧後、原子炉圧力管は残留熱除去系(原子炉停止冷却モード)により注水停止状態とする。

- 【有効性詳細の対象とはしていないが、他に取られる手段】
- I 電源喪失により使用できる設備に限られるが、常設代替交流電源設備が使用できない場合は可搬型代替交流電源設備により発電する。
  - II 炉心構造物としての役割は確保できないが低圧代替注水系統(低圧代替注水ポンプ)を用いた残留熱除去系B高圧注入配管を使用した原子炉注水も可能である。
  - III 低圧代替注水系統(低圧代替注水ポンプ)と同等の量は確保できないが、代替冷却系による原子炉への注水又は高圧注水ポンプによる原子炉への注水も可能である。  
低圧代替注水系統(低圧代替注水ポンプ)による注水又は高圧注水ポンプによる注水又は低圧代替注水系統(可搬型)による原子炉への注水も実施可能である。
  - IV 原子炉補給冷却水系統熱交換器ユニットが機能喪失した場合は、大容量注水ポンプ(タイプ1)による補給冷却水確保を実施する。

第7.1.3.1-4図 「全交流動力電源喪失(長期TB)の対応手順の概要」

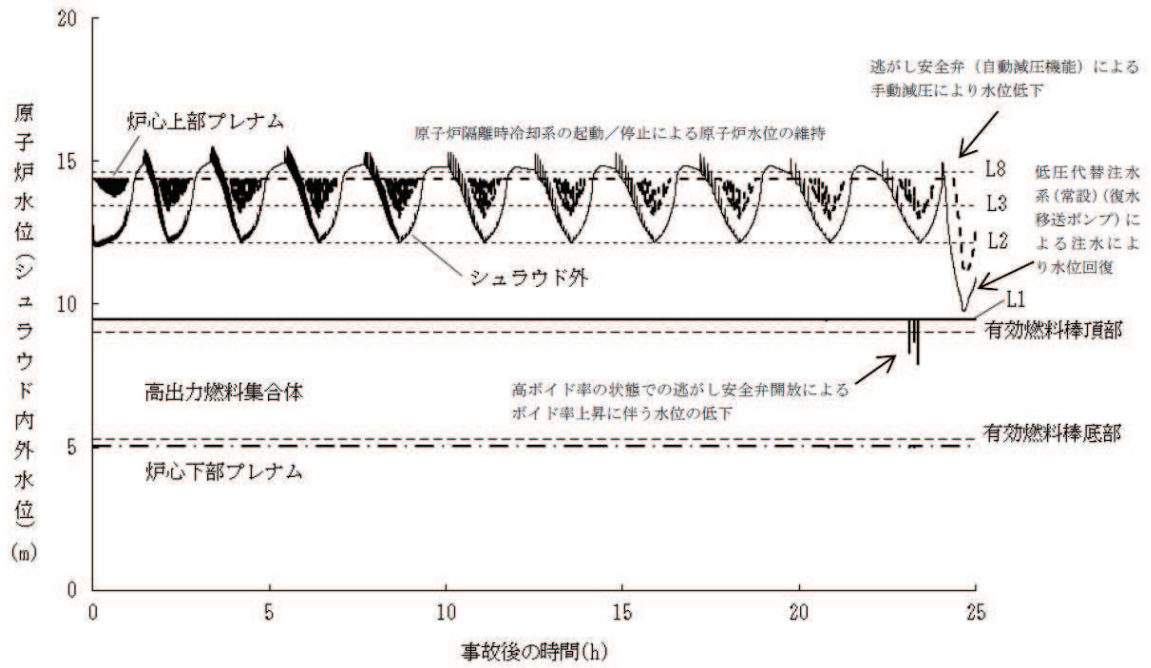


第 7. 1. 3. 1-6 図 原子炉圧力の推移

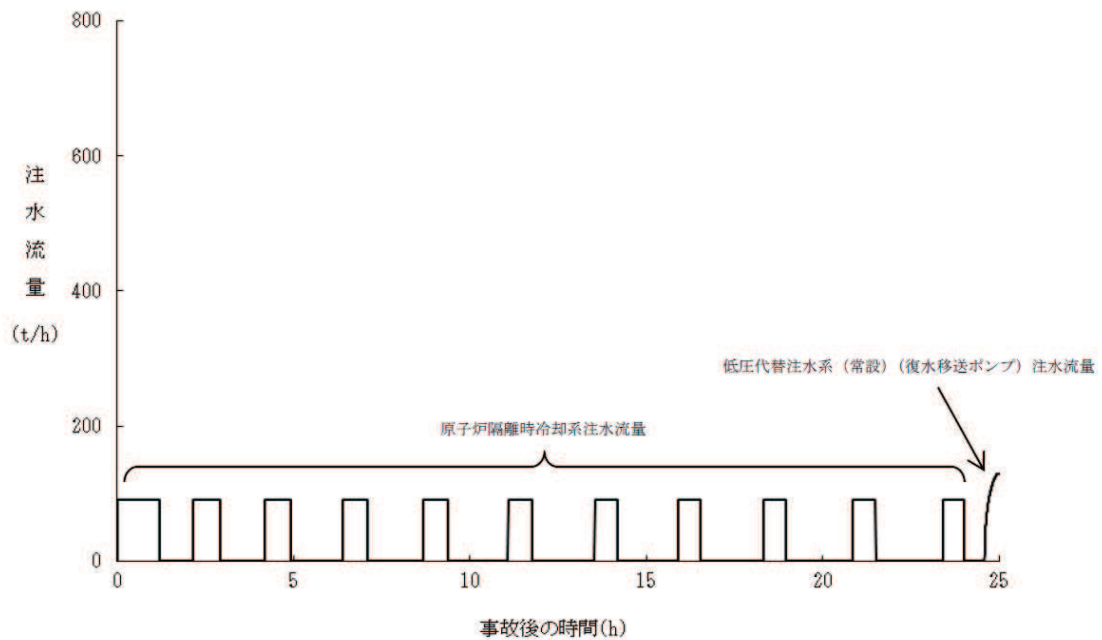


第 7. 1. 3. 1-7 図 原子炉水位（シュラウド内水位）の推移

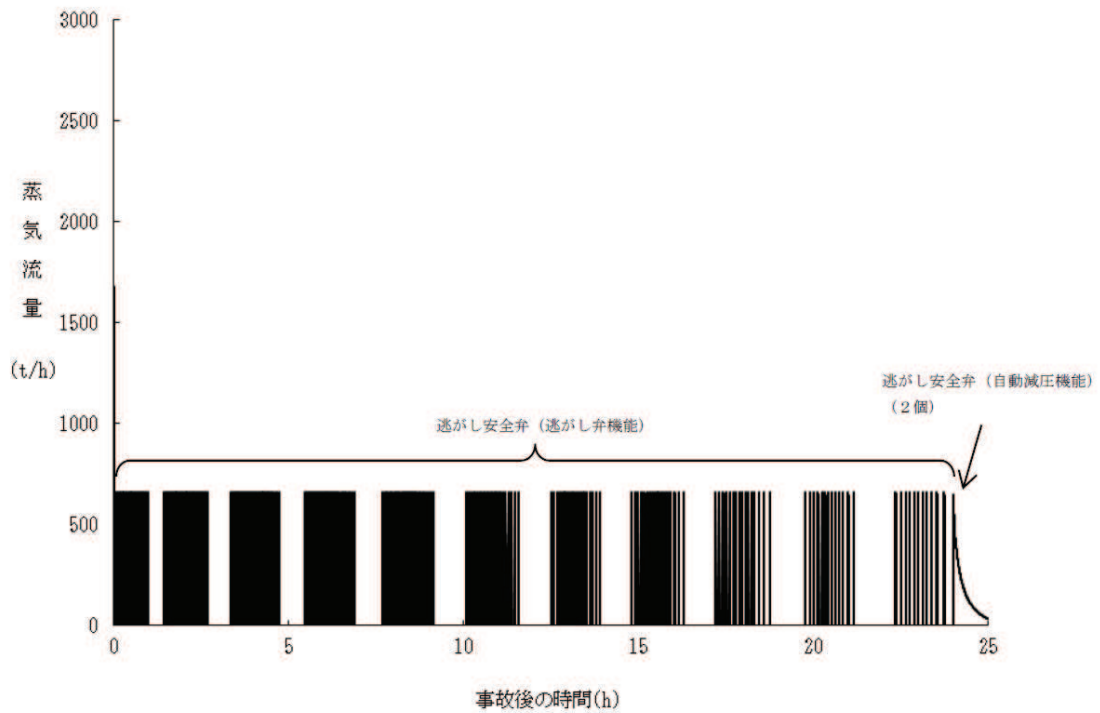




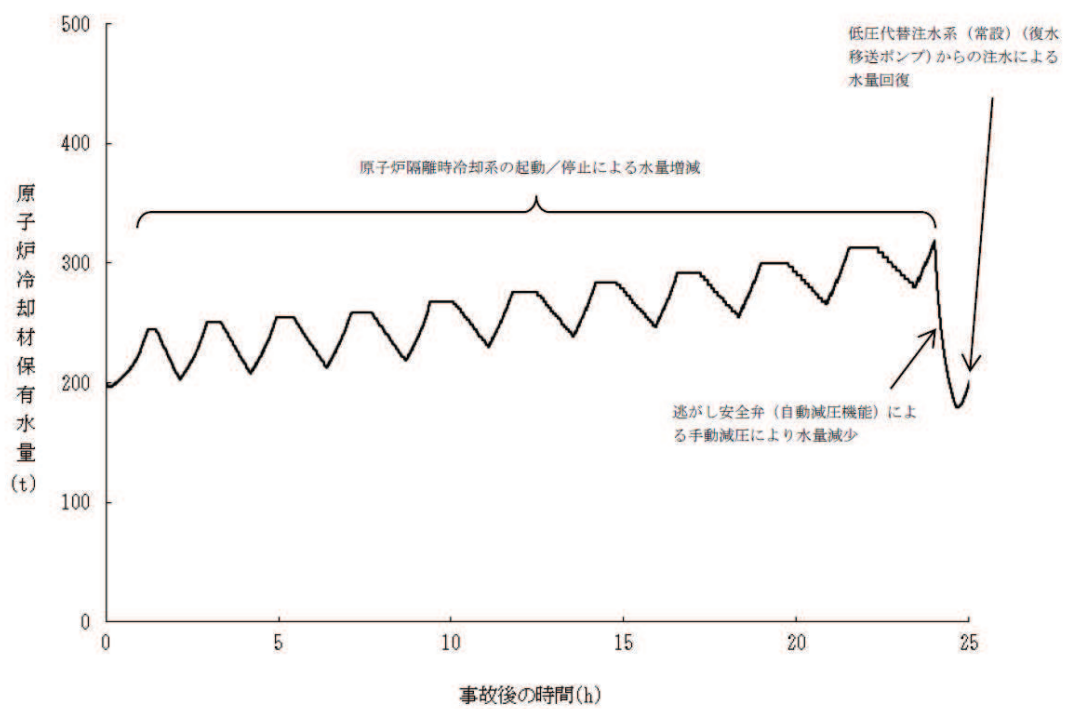
第 7.1.3.1-8 図 原子炉水位（シュラウド内外水位）の推移



第 7.1.3.1-9 図 注水流量の推移

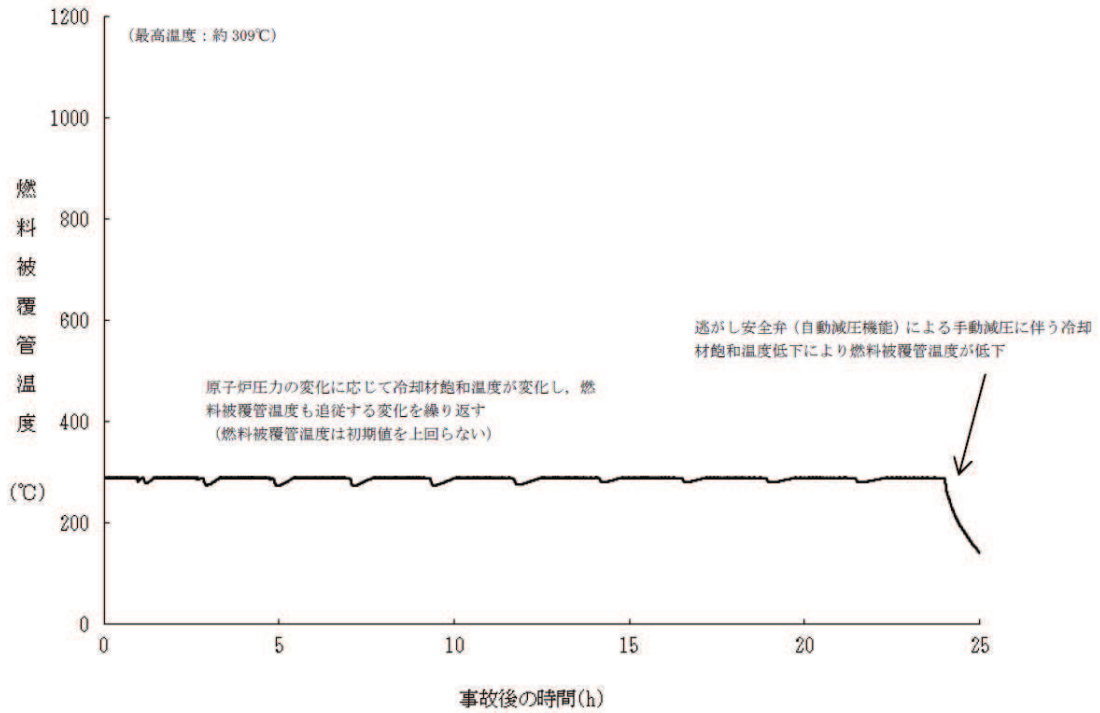


第 7. 1. 3. 1-10 図 逃がし安全弁からの蒸気流量の推移

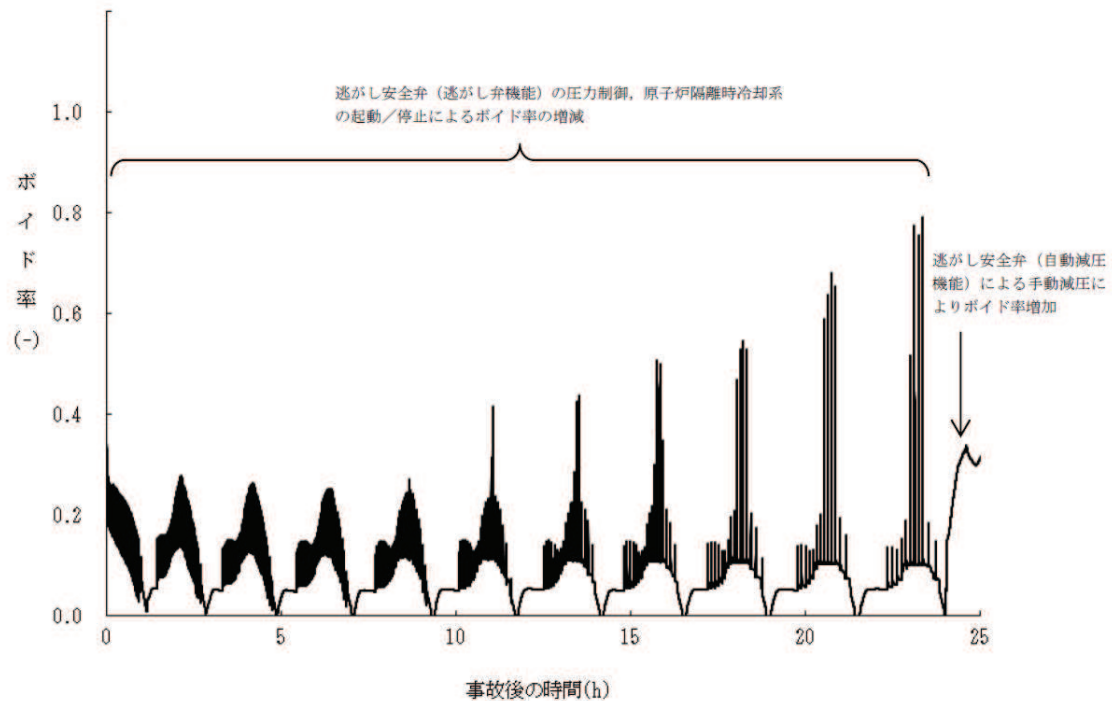


第 7. 1. 3. 1-11 図 原子炉压力容器内保有水量の推移

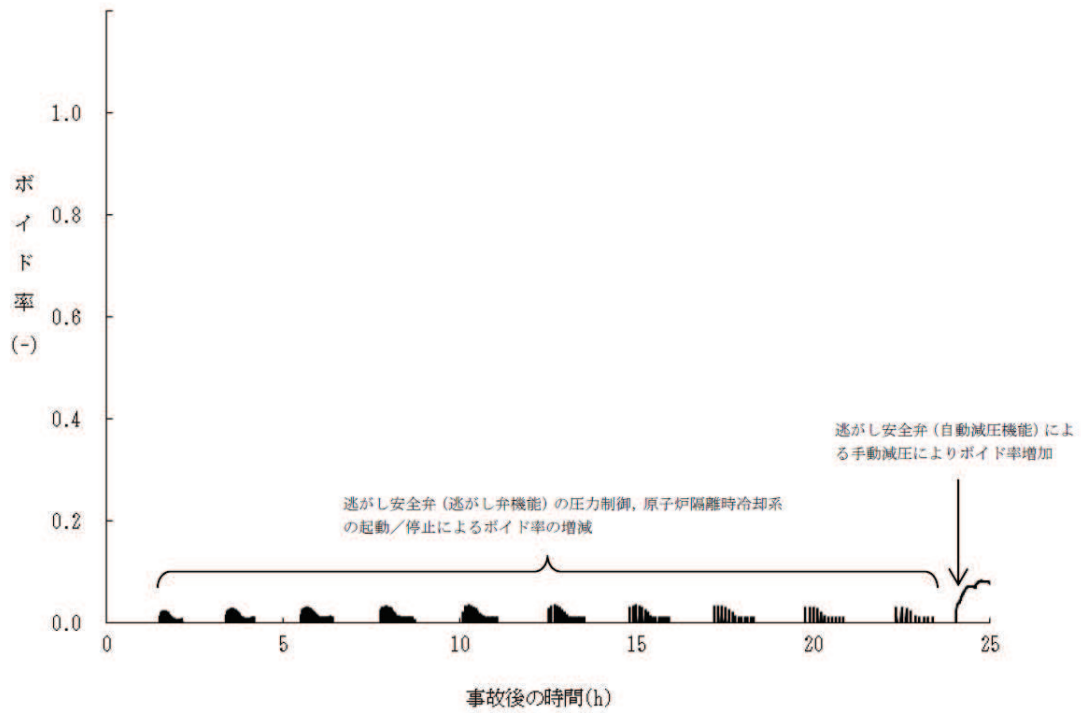




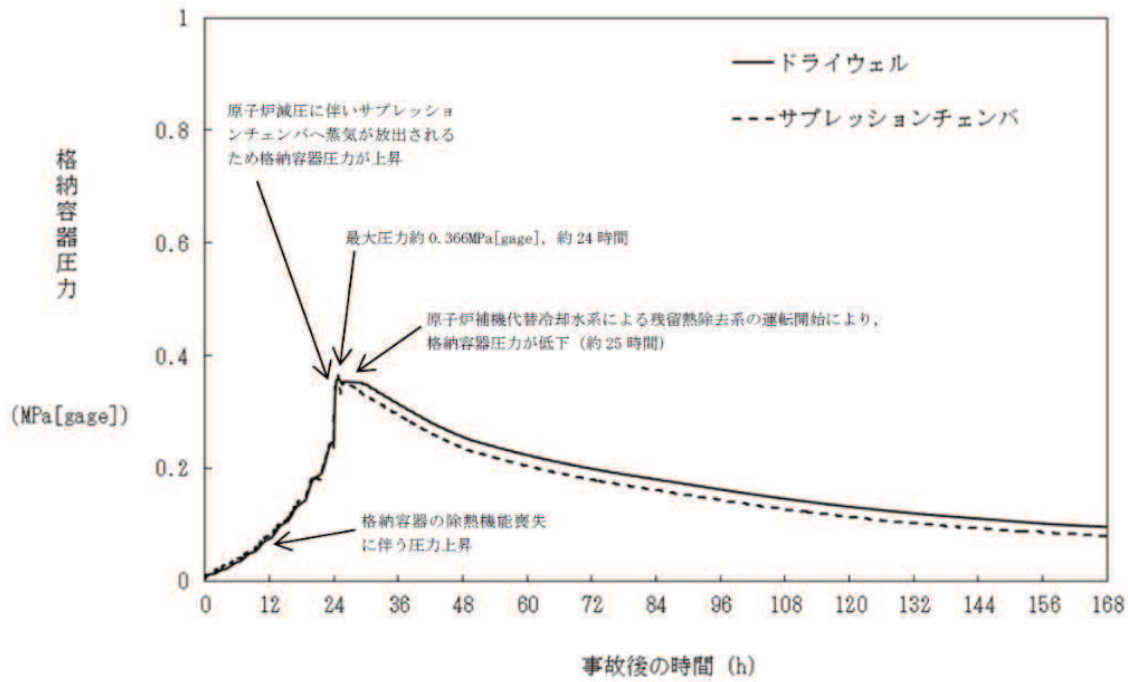
第 7. 1. 3. 1-12 図 燃料被覆管温度の推移



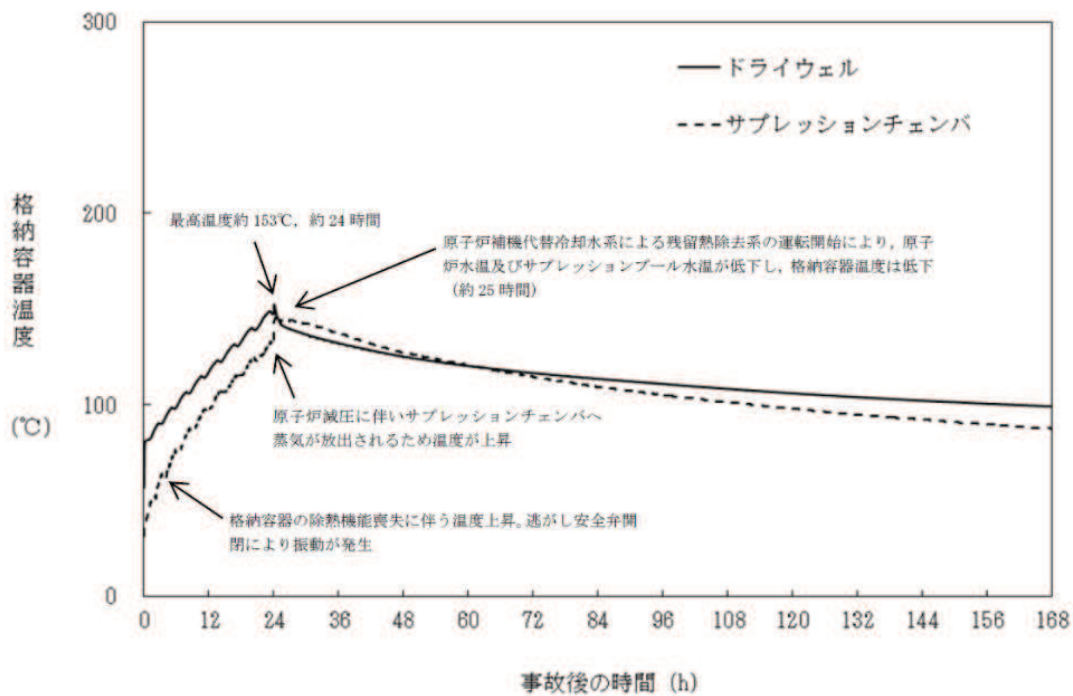
第 7. 1. 3. 1-13 図 高出力燃料集合体のボイド率の推移



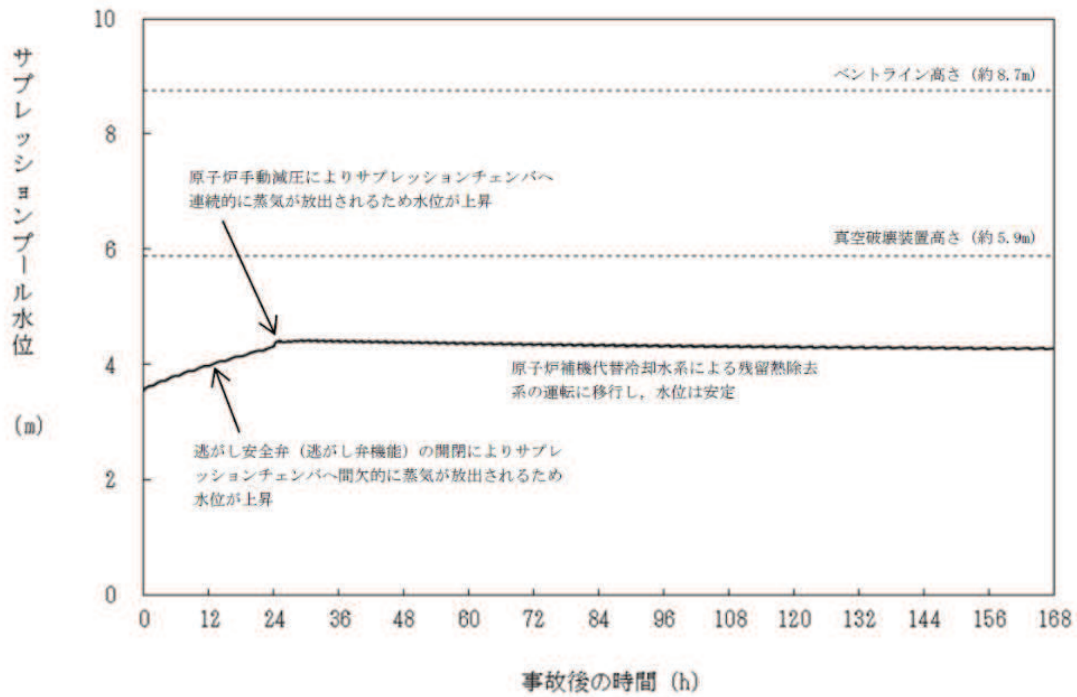
第 7. 1. 3. 1-14 図 炉心下部プレナム部のボイド率の推移



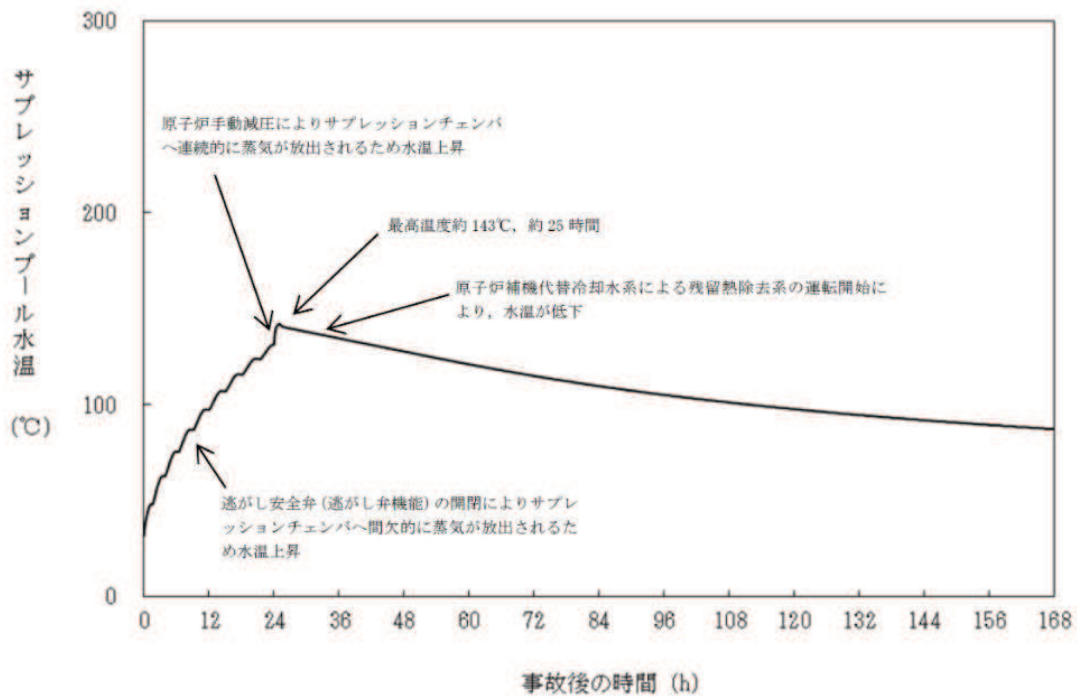
第 7.1.3.1-15 図 格納容器圧力の推移



第 7.1.3.1-16 図 格納容器温度の推移



第 7. 1. 3. 1-17 図 サプレッションプール水位の推移



第 7. 1. 3. 1-18 図 サプレッションプール水温の推移

設置変更許可添付書類十「7.1.3.2 全交流動力電源喪失 (TBU)」より抜粋

本重要事故シーケンスにおける原子炉圧力、原子炉水位（シュラウド内及びシュラウド内外）<sup>※1</sup>、注水流量、逃がし安全弁からの蒸気流量及び原子炉圧力容器内保有水量の推移を第 7.1.3.2-6 図から第 7.1.3.2-11 図に、燃料被覆管温度、高出力燃料集合体のボイド率及び炉心下部プレナム部のボイド率の推移を第 7.1.3.2-12 図から第 7.1.3.2-14 図に、格納容器圧力、格納容器温度、サプレッションプール水位及びサプレッションプール水温の推移を第 7.1.3.2-15 図から第 7.1.3.2-18 図に示す。

※1 シュラウド内は、炉心部から発生するボイドを含んだ二相水位を示しているため、シュラウド外の水位より、見かけ上高めの水位となる。一方、ECCSの起動信号となる原子炉水位計（広帯域）



の水位及び運転員が炉心冠水状態において主に確認する原子炉水位計（広帯域・狭帯域）の水位は、シュラウド外の水位であることから、シュラウド内外の水位を併せて示す。

なお、水位が有効燃料棒頂部付近となった場合には、原子炉水位計（燃料域）にて監視する。原子炉水位計（燃料域）は、シュラウド内を計測している。

#### a. 事象進展

外部電源喪失に伴い、主蒸気止め弁閉信号が発信して原子炉はスクラムし、また、原子炉水位低（レベル2）で原子炉隔離時冷却系の自動起動に失敗した後、高圧代替注水系を手動起動することにより原子炉水位は維持される。外部電源喪失により自動起動する非常用ディーゼル発電機等が起動しないことにより、全交流動力電源喪失に至る。併せて、原子炉補機冷却水系（原子炉補機冷却海水系を含む。）が機能喪失することにより、除熱機能喪失が発生する。

再循環ポンプについては、外部電源喪失により、事象発生とともに2台全てがトリップする。

事象発生から24時間経過した時点で、常設代替交流電源設備による交流電源の供給を開始し、その後、中央制御室からの遠隔操作により逃がし安全弁（自動減圧機能）2個を手動開することで、原子炉の急速減圧を実施し、原子炉減圧後に低圧代替注水系（常設）（復水移送ポンプ）による原子炉注水を開始する。

原子炉の急速減圧を開始すると、原子炉冷却材の流出により原子炉水位は低下するが、低圧代替注水系（常設）（復水移送ポンプ）による原子炉注水が開始され、原子炉水位が回復する。

崩壊熱除去機能が喪失しているため、原子炉圧力容器内で崩壊熱によ

り発生する蒸気が格納容器内に流入することで、格納容器圧力及び温度は徐々に上昇する。そのため、原子炉補機代替冷却水系を用いた残留熱除去系による格納容器除熱を行う。格納容器除熱は、事象発生から 25 時間経過した時点で実施する。

b. 評価項目等

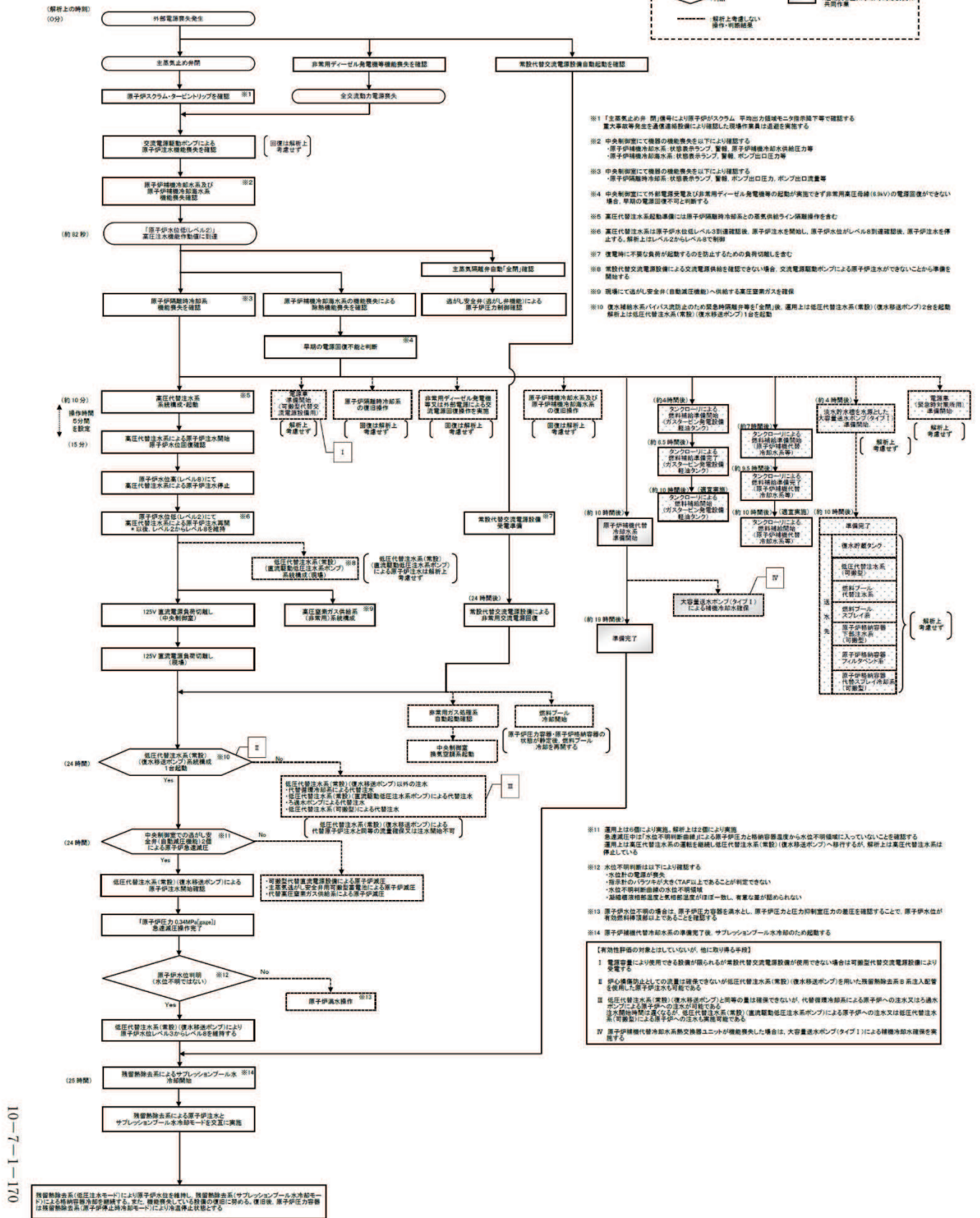
燃料被覆管の最高温度は、第 7.1.3.2-12 図に示すとおり、初期値（約 309℃）を上回ることなく、1,200℃以下となる。また、燃料被覆管の酸化量は酸化反応が著しくなる前の燃料被覆管厚さの 1%以下であり、15%以下となる。

原子炉圧力は、第 7.1.3.2-6 図に示すとおり、逃がし安全弁（逃がし弁機能）の作動により、約 7.47MPa[gage]以下に抑えられる。原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力は、原子炉圧力と原子炉圧力容器底部圧力との差（高々約 0.3MPa）を考慮しても、約 7.77MPa[gage]以下であり、最高使用圧力の 1.2 倍（10.34MPa[gage]）を十分下回る。

また、崩壊熱除去機能を喪失しているため、原子炉圧力容器内で崩壊熱により発生する蒸気が格納容器内に流入することによって、格納容器圧力及び温度は徐々に上昇するが、原子炉補機代替冷却水系を用いた残留熱除去系による格納容器除熱を行うことによって、原子炉格納容器バウンダリにかかる圧力及び温度の最大値は、約 0.376MPa[gage]及び約 155℃に抑えられ、格納容器の限界圧力及び限界温度を下回る。

第 7.1.3.2-7 図に示すとおり、低圧代替注水系（常設）（復水移送ポンプ）による注水継続により炉心がおおむね冠水し、炉心の冷却が維持される。その後は、25 時間後に原子炉補機代替冷却水系を用いた残留熱除去系による格納容器除熱を実施することで安定状態が確立し、また、安定状態を維持できる。

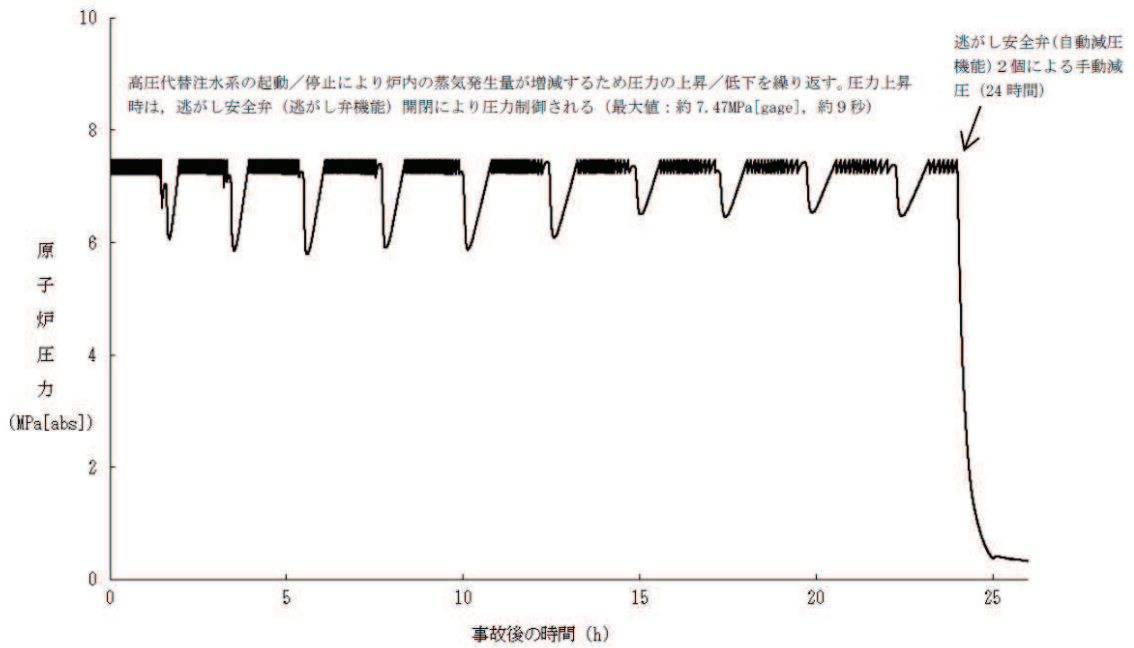




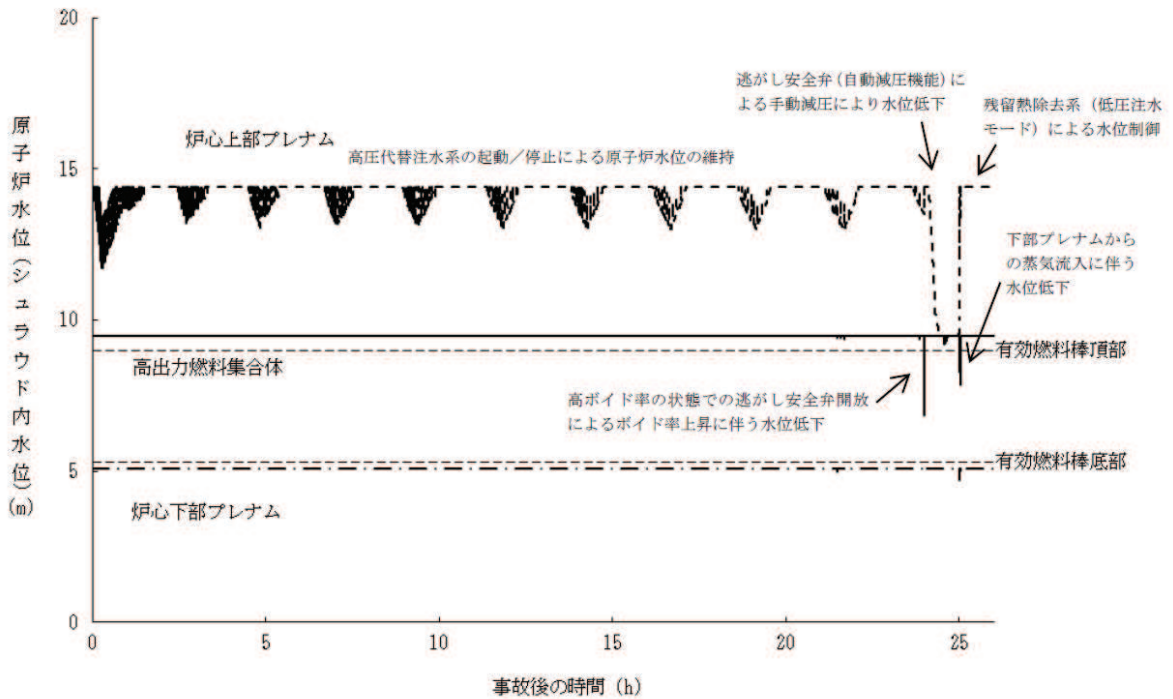
第 7.1.3.2-4 図 「全交流動力電源喪失 (TBU)」の対応手順の概要

10-7-1-170

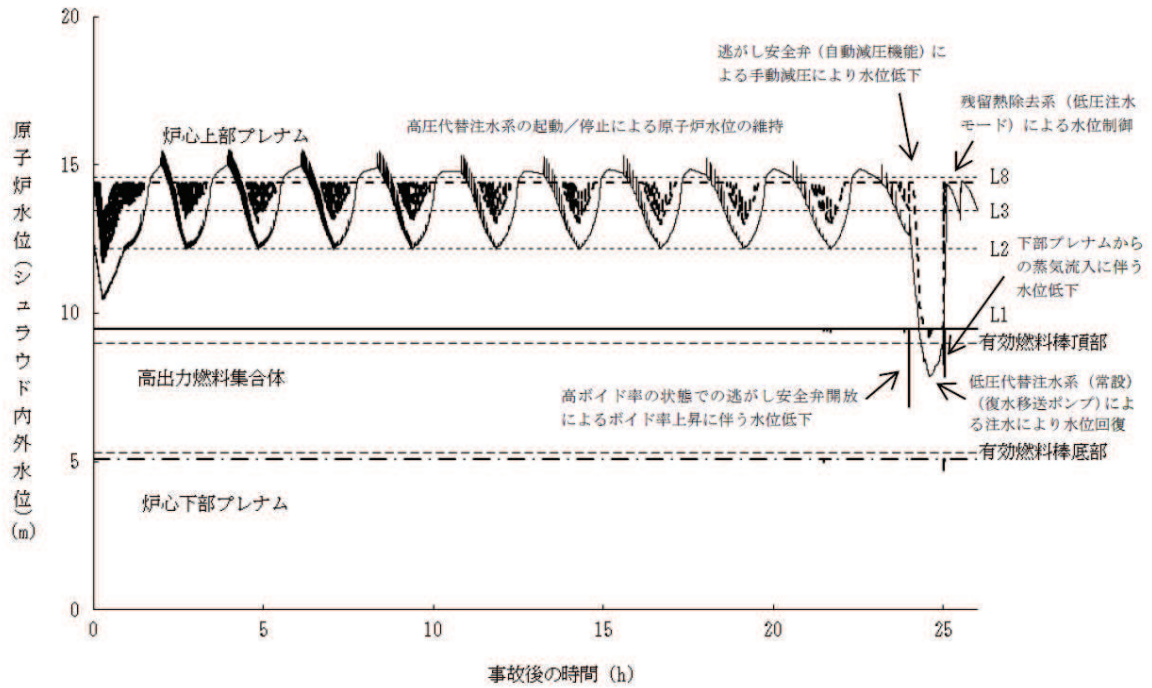




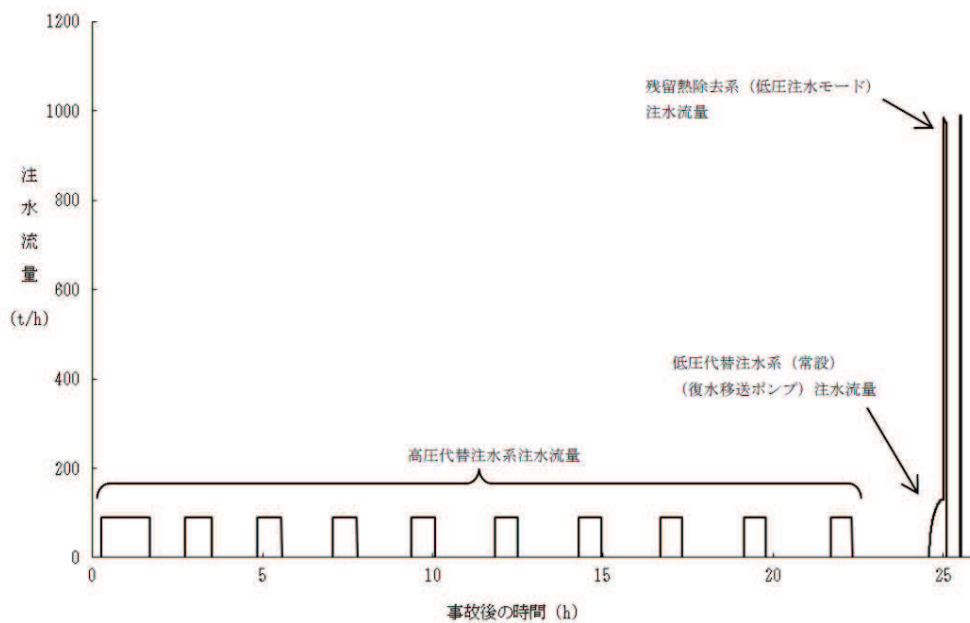
第 7.1.3.2-6 図 原子炉圧力の推移



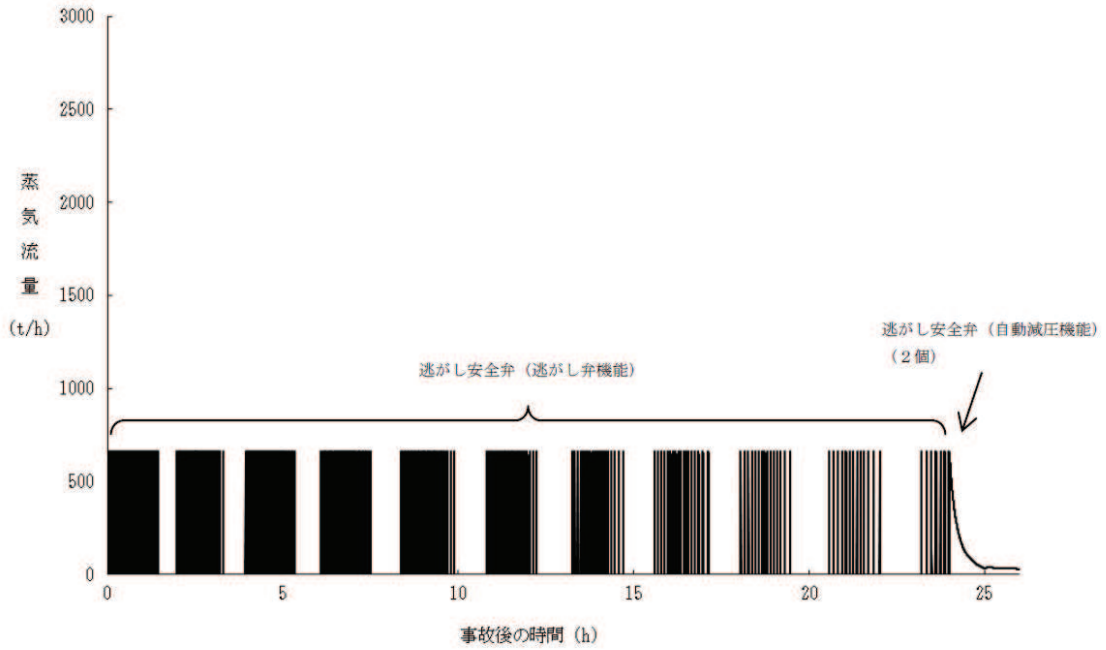
第 7.1.3.2-7 図 原子炉水位 (シュラウド内水位) の推移



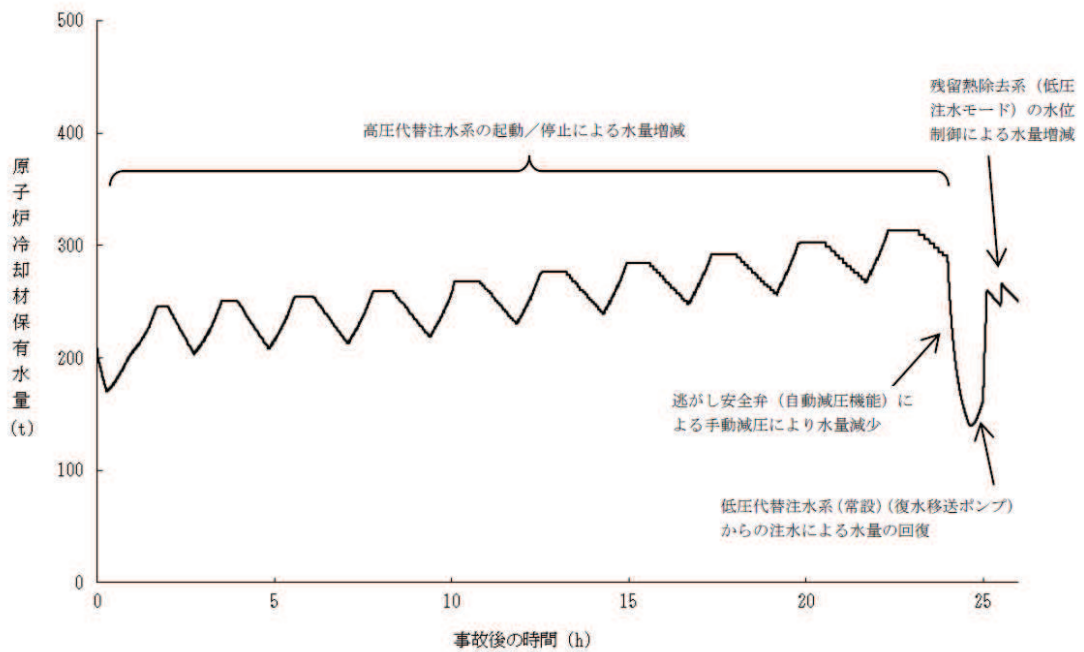
第 7. 1. 3. 2-8 図 原子炉水位 (シュラウド内外水位) の推移



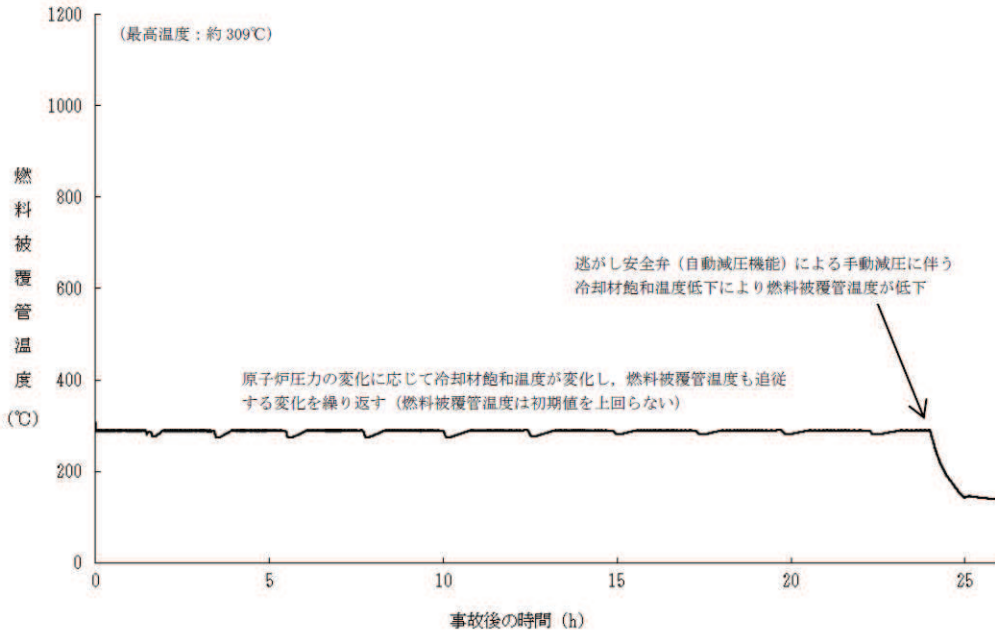
第 7. 1. 3. 2-9 図 注水流量の推移



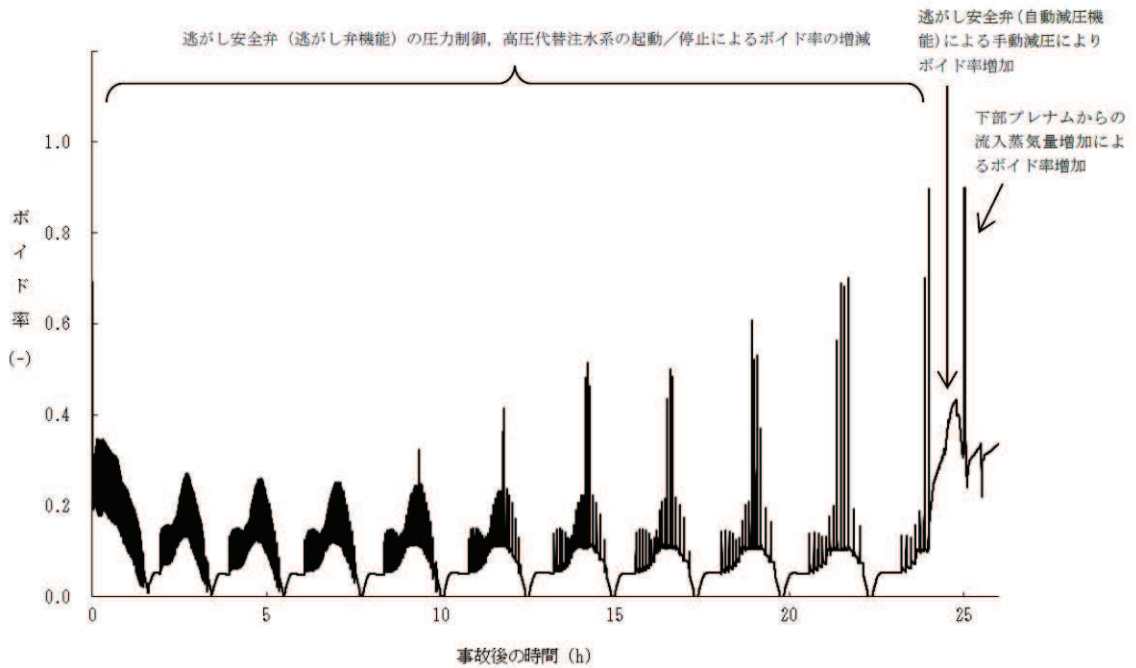
第 7. 1. 3. 2-10 図 逃がし安全弁からの蒸気流量の推移



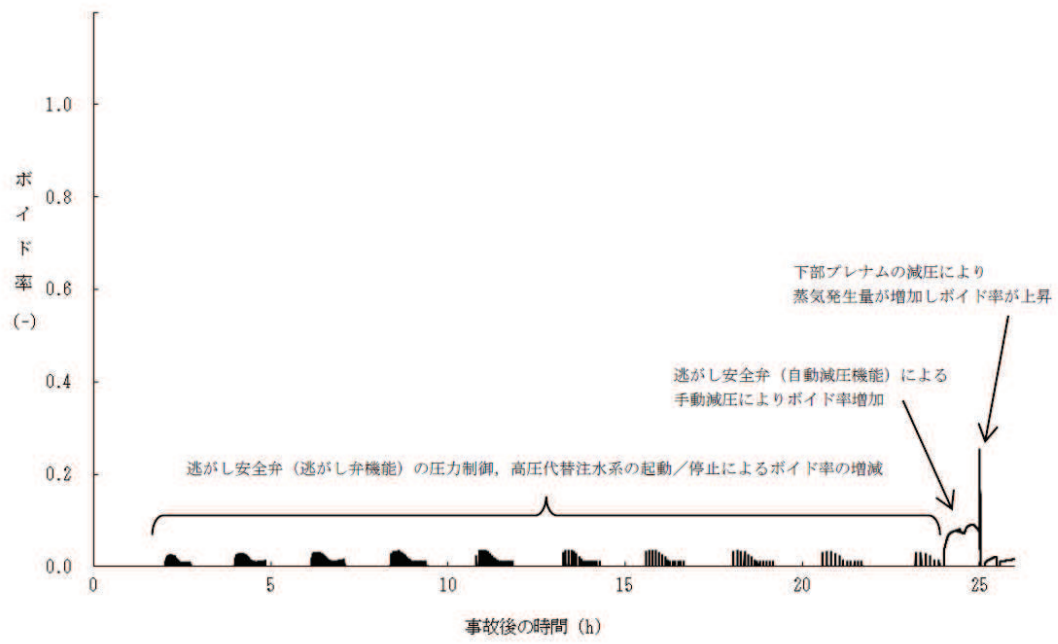
第 7. 1. 3. 2-11 図 原子炉圧力容器内保有水量の推移



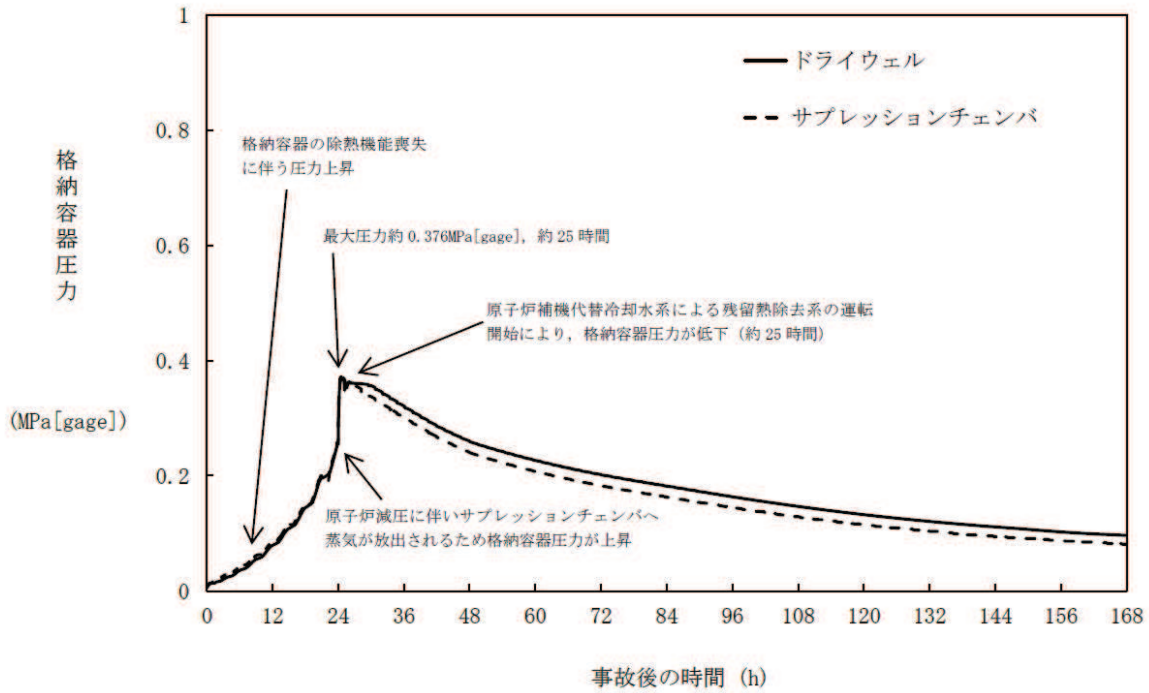
第 7. 1. 3. 2-12 図 燃料被覆管温度の推移



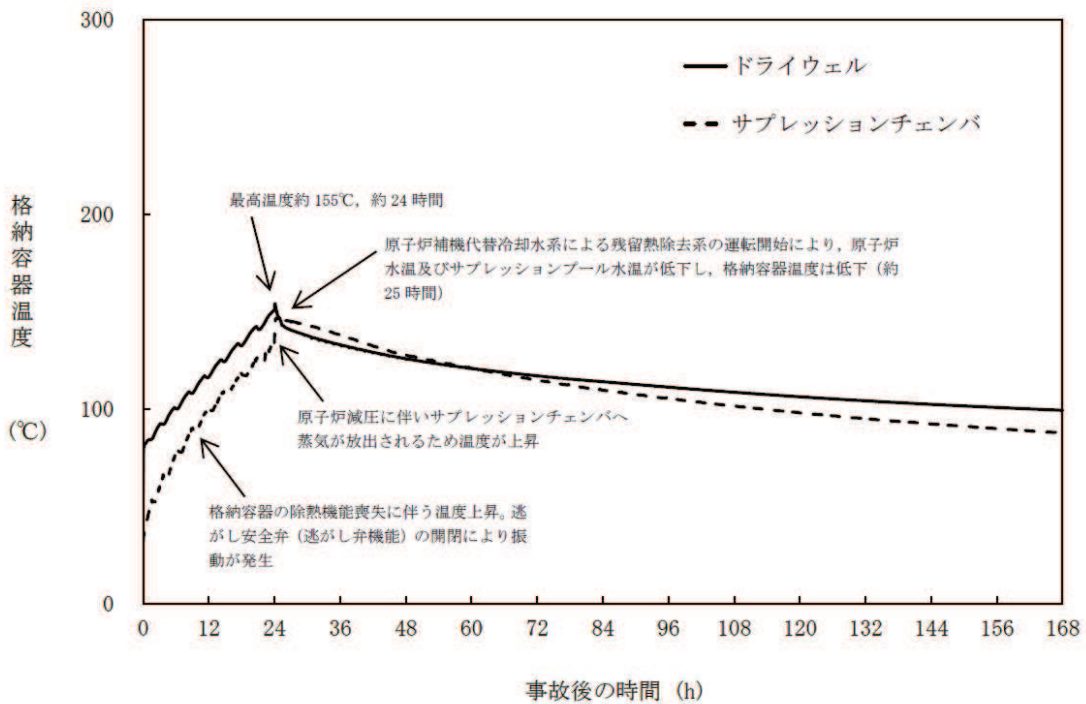
第 7. 1. 3. 2-13 図 高出力燃料集合体のボイド率の推移



第 7.1.3.2-14 図 炉心下部プレナム部のボイド率の推移

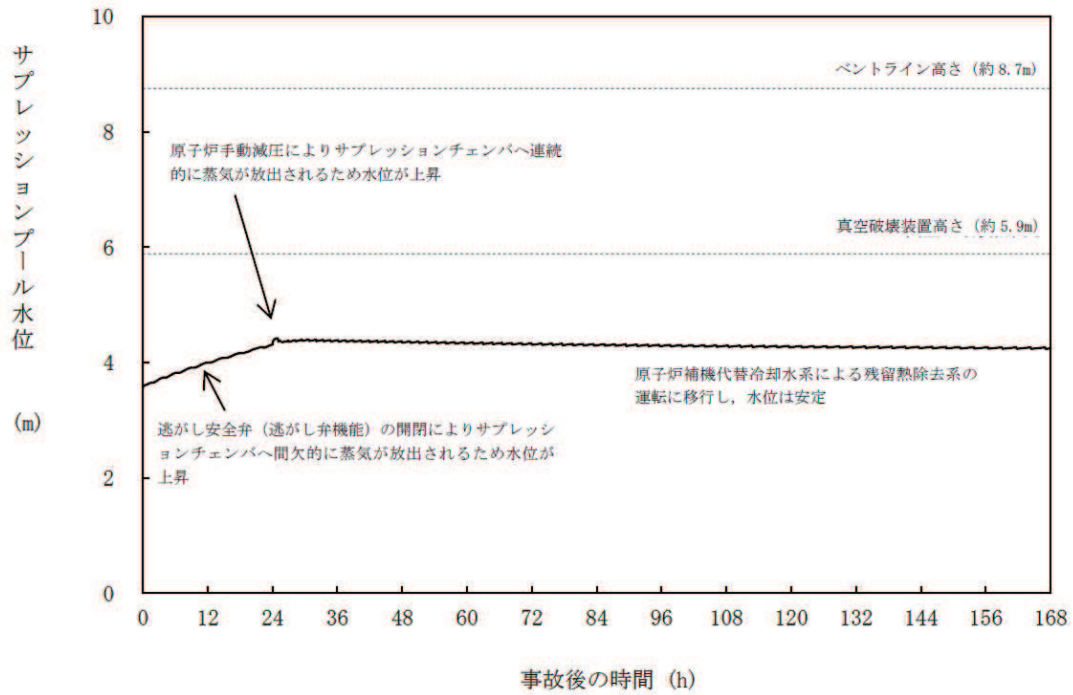


第 7. 1. 3. 2-15 図 格納容器圧力の推移

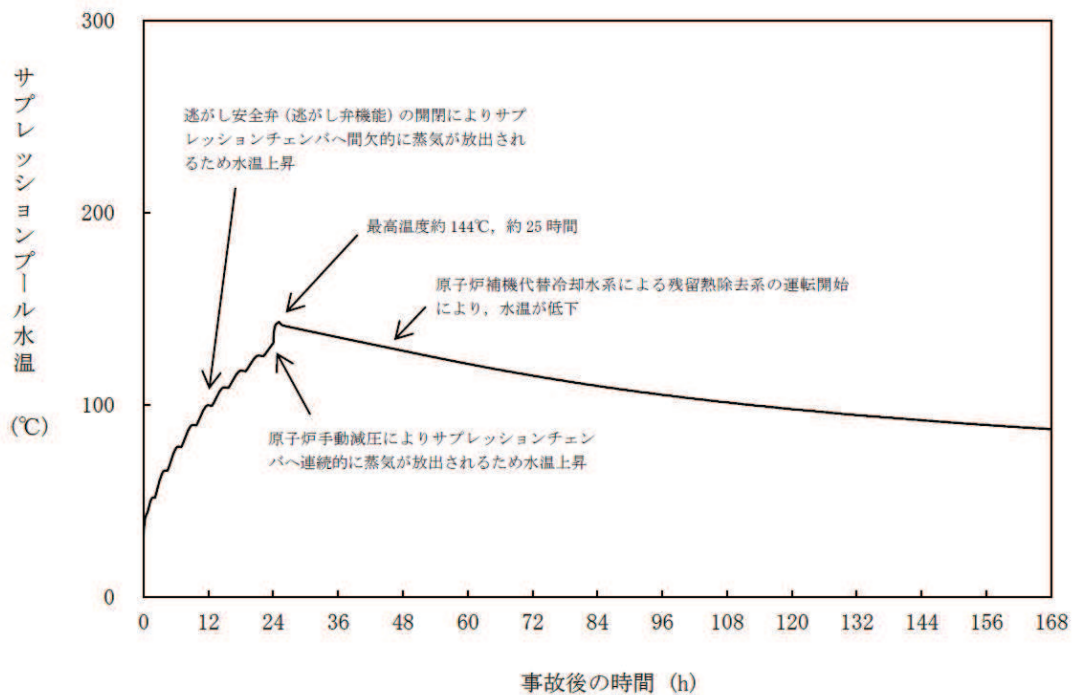


第 7. 1. 3. 2-16 図 格納容器温度の推移





第 7. 1. 3. 2-17 図 サプレッションプール水位の推移



第 7. 1. 3. 2-18 図 サプレッションプール水温の推移

## 長期的な炉心冷却等の対応について

## 1. 非常用ディーゼル発電機A系又はB系が機能維持している場合【項目ロ（1）の対応時】

## (1) 炉心冷却

長期的な観点においても、本文「5（2）c. 原子炉隔離時冷却系等を用いた炉心冷却」に示すとおり、非常用ディーゼル発電機A系又はB系からの給電を行い、原子炉隔離時冷却系等を用いた炉心冷却を行う。なお、外部電源が復旧した際には、以降外部電源からの給電により炉心冷却を実施する。

最終ヒートシンクへの熱輸送については残留熱除去系及び原子炉補機冷却水系（原子炉補機冷却海水系を含む。）を用いたサプレッションプール水冷却モード及び原子炉停止時冷却モードにより実施する。

## (2) 使用済燃料プールの冷却

非常用ディーゼル発電機A系又はB系からの給電を行い、燃料プール冷却浄化系による使用済燃料の冷却を行う。なお、外部電源が復旧した際には、以降外部電源からの給電により使用済燃料の冷却を実施する。

## 2. 非常用ディーゼル発電機A及びB系の機能が喪失している場合【項目ロ（2）、ロ（3）の対応時】

## (1) 炉心冷却

24時間降灰終了後において、非常用ディーゼル発電機A系及びB系の復旧ができない場合は、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機による非常用交流動力電源の確保を行い、高圧炉心スプレイ系等にて注水を継続させる。なお、外部電源が復旧した際には、以降外部電源からの給電により炉心冷却を実施する。

最終ヒートシンクへの熱輸送については残留熱除去系及び原子炉補機冷却水系（原子炉補機冷却海水系を含む。）を用いたサプレッションプール水冷却モード及び原子炉停止時冷却モードにより実施する。

## (2) 使用済燃料プールへの補給及び冷却

使用済燃料プール冷却浄化系は、非常用ディーゼル発電機A系及びB系の負荷であるため、非常用ディーゼル発電機A系及びB系、外部電源のいずれかが復旧した際に冷却を再開する。電源復旧までの間に使用済燃料プールの水温が使用済燃料プール冷却浄化系の最高使用温度を超えた場合は、大容量送水ポンプ（タイプI）により使用済燃料プールへの注水を実施する。



### 3. 高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の火山灰対応について

降下火砕物の影響により外部電源喪失事象が起きたことを想定した場合、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機は非常用高圧母線電圧低信号により自動起動することとなり、高濃度の降下火砕物環境下で長期間の運転継続をすると、バグフィルタ閉塞の可能性が生じる。

したがって、火山影響等発生時においては高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を速やかに停止及び自動起動阻止(引ロック)することで閉塞を防止し、前述の(2)で示した24時間以降の対応に温存させておく運用とする。具体的な対応手順については図1に示す。

なお、稀なケースと考えられるが、噴火は把握できているが原子炉スクラムの基準に達しないケース(降灰予報の発表が無く、外部電源が喪失していない場合等)において、高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の温存を目的に高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の引ロックを行うという選択肢が考えられる。しかし、火山灰のリスクが顕著になっていない状況において高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機をむやみに引ロックすることは、本来運転中に維持すべき非常用交流動力電源の多重性を低下させる行為であり、また、当該状態の継続時間は予測が困難であることから、好ましい行為と言いきれない。したがって、火山影響等発生時に高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機の引ロックが必要と考える場合は原子炉をスクラムした後に行う運用として品質マネジメント文書に注記する。



## 降灰環境下における作業時の対応について

## 1. 概要

火山影響等発生時に屋外にて行う作業は高濃度の降下火砕物環境下で実施する。作業時に装着する防護具，視認性向上のための対応について取りまとめる。

## 2. 火山影響等発生時に屋外において実施する作業項目

火山影響等発生時に屋外にて行う主な作業は下記のとおりであるがいずれの作業も複雑な手順を要求されない作業であるため，広範囲の視界が必要となるものではない。

- ・電源車（緊急時対策所用）による給電作業\*
- ・フィルタ取替え場所へのフィルタ（フィルタコンテナ用）の運搬

※ 電源車（緊急時対策所用）による給電準備については，資料 2 第 19 図に示すとおり，降下火砕物が発電所敷地に到達する前までに完了することから，高濃度の降下火砕物環境下での作業とはならない。

## 3. 降灰環境下での作業時に着用する防護具

高濃度の降下火砕物環境下での作業時は，作業着を着用の上，ヘルメット，ゴーグル，マスク，手袋を着用する。また，作業性向上の観点で，昼夜を問わずヘッドライトを着用する。図 1 に降灰環境下での作業時に着用する防護具の状況を示す。

## 4. 降灰環境下での視認性向上のための対応

降灰環境下においては視界が悪くなることが予想されることから，資機材等の運搬，人の移動時の衝突等を避けるため以下の対応を行う。

- ・屋外で作業を行う者の視認性向上を図るため，ヘッドライト及び反射材付きのベストを着用する。

## 5. まとめ

火山影響等発生時に屋外において実施する作業にあたっては，作業員防護の観点からヘルメット，ゴーグル，マスク，手袋等の防護具を適切に着用するとともに，視界が悪くなることを考慮して，ヘッドライト及び反射材付きのベストを着用する。



図1 降灰環境下における作業時の防護具着用状況

## 降灰状況における視界について

## 1. 概要

高濃度の降下火砕物環境下では、視界が悪化し各種の作業に影響が生じる可能性があるため、参考としてどの程度の視界となるか確認を行った。

## 2. 確認方法

降下火砕物による視認性への影響を確認するため、図1に示す装置を用いて、カメラの前に火山灰付着シートを挿入し目標物の撮影を行う。

火山灰付着シートは火山灰を粘着シートにふるいで一様に分散させて作成する。

火山灰付着シートへの火山灰付着量 ( $\text{g}/\text{m}^2$ ) は、想定する気中降下火砕物濃度 ( $2.7\text{g}/\text{m}^3$ ) を包絡する濃度 ( $4.0\text{g}/\text{m}^3$ ) と視認距離 (m) の積により決定し、火山灰付着量を変化させて写真を撮影する。なお、降下火砕物環境下では照度も低下するため、ヘッドライトを照らしながら実施する。

## 3. 確認結果

確認結果を図2に示す。

今回実施した確認においては、少なくとも視認距離6m程度までは目標物の輪郭が明確に視認できる結果となった。また、視認距離10mでも目標物自体の視認性に問題はなく、想定する気中降下火砕物濃度を超える濃度であったとしても、屋外作業が必要な範囲で目標物の視認が可能である。

## 4. 火山灰付着シートの設置位置及び枚数による影響について

今回の確認においては、視点と目標物の間の空間に存在する降下火砕物を平面上に落とし込んで火山灰付着量を決定しているため、「3.」で目標物の輪郭が視認できるとなった視認距離6mに相当する火山灰付着量  $24\text{g}/\text{m}^2$  を用いて、火山灰付着シートの設置位置及び枚数を変化させ影響確認を行った。確認結果を図3に示す。見え方に差異はあるものの、いずれも目標物の視認は可能である。

## 5. 結論

降下火砕物環境下では、視認距離は6m程度確保でき、目標物も視認できることから、降下火砕物環境下においてヘッドライトを着用することで作業が可能である。

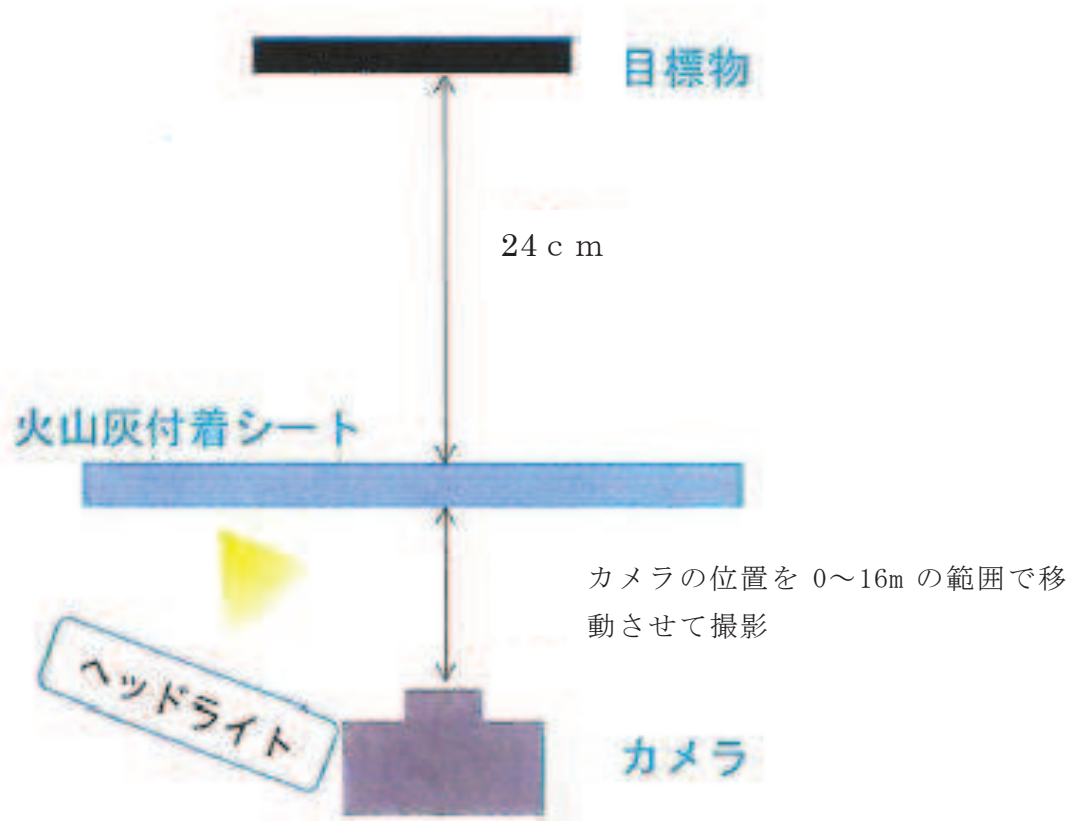


図1 装置概要










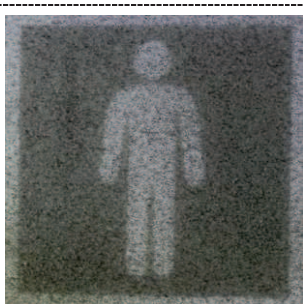
視認距離 (m)	0	1
火山灰付着量 (g/m <sup>2</sup> )	0	4.0
写真		
視認距離 (m)	2	4
火山灰付着量 (g/m <sup>2</sup> )	8.0	16.0
写真		
視認距離 (m)	6	10
火山灰付着量 (g/m <sup>2</sup> )	24.0	40.0
写真		
視認距離 (m)	14	16
火山灰付着量 (g/m <sup>2</sup> )	56.0	64.0
写真		

図2 確認結果

		基本ケース	位置変更①	位置変更②	枚数分割①	枚数分割③
視認確認		6m(24g/m <sup>2</sup> )				
シート①	火山灰付着量	24g/m <sup>2</sup>	24g/m <sup>2</sup>	24g/m <sup>2</sup>	12g/m <sup>2</sup>	6g/m <sup>2</sup>
	設置位置※	40cm	20cm	100cm	40cm	24cm
シート②	火山灰付着量				12g/m <sup>2</sup>	6g/m <sup>2</sup>
	設置位置※				80cm	48cm
シート③	火山灰付着量	-	-	-	-	6g/m <sup>2</sup>
	設置位置※					72cm
シート④	火山灰付着量					6g/m <sup>2</sup>
	設置位置※					96cm
写真						
試験状況						

※：目標物からの距離

図3 火山灰付着シートの設置位置及び枚数による影響確認結果



## 火山影響等発生時の炉心冷却に有効な手段の選定について

### 【手段を選定する上での前提条件】

- ・ロ（１），（２），（３）における対応手段の選定は，既に整備されている手順への降下火砕物による影響を加味し，その対策も含め検討する。  
ただし，実際の火山影響発生時において，選定外とした手段が使用可能な場合は適宜使用するものとする。
- ・降下火砕物の影響により，外部電源が喪失した状態を想定し，原子炉圧力容器への注水による炉心冷却を行う。
- ・降灰は24時間継続するものとする。
- ・ロ（１），（２），（３）の各対応手段に必要な関連機器についても，機能維持可能であることを確認している（資料4参照）。

表1 火山影響等発生時の炉心冷却に有効な手段の選定 (1 / 2)

分類	降下火砕物による影響及び対策後の評価			選定結果
	対応手段	影響有無 <sup>※1</sup>	影響及び対策	
電源	非常用ディーゼル発電機A系及びB系	×	バグフィルタの閉塞が想定されるが、対策として火山灰フィルタを設置することで、閉塞の防止及び機能維持が可能である。よって、ロ(1)の対応として用いることとした。	ロ(1)
	高圧炉心スプレイスタージェン発電機	×	バグフィルタの閉塞が想定されることから、対応手段として選定しないこととした。	—
	常設代替交流電源設備	×	屋外に設置しているため吸気用フィルタの閉塞が想定される。また、ガスタービンエンジンは吸気量が大きく対策も困難であることから、対応手段として選定しないこととした。	—
	可搬型代替交流電源設備	×	屋外に設置しているため吸気用フィルタの閉塞が想定される。また、電源車は発電容量が小さく駆動できるポンプに限られるため、炉心冷却用の電源としては対応手段に選定しないこととした。	—
	原子炉隔離時冷却系	○	交流電源が不要、かつ、建屋内に設置されているため降下火砕物の影響がない。よって、ロ(1)、(3)の対応に用いることとした。	ロ(1), (3)
	高圧炉心スプレイスタージェン	△	建屋内に設置されているため直接降灰の影響を受けることはないが、動作には高圧炉心スプレイスタージェン発電機による給電が必要となるため、注水手段としては対応手段に選定しないこととした。	—
	高圧代替注水系	○	交流電源が不要、かつ、建屋内に設置されているため降下火砕物の影響がない。よって、ロ(1)、(2)の対応に用いることとした。	ロ(1), (2)
	残留熱除去系	△	建屋内に設置されているため直接降灰の影響を受けることはないが、動作には交流電源が必要である。よって、交流電源が維持されているロ(1)での対応に使用することとした。	ロ(1)
	低圧代替注水系(常設)(復水移送ポンプ)	△	建屋内に設置されているため直接降灰の影響を受けることはないが、動作には交流電源が必要である。よって、交流電源が維持されているロ(1)での対応に使用することとした。	ロ(1)
	低圧代替注水系(常設)(直流駆動低圧注水ポンプ)	△	交流電源が不要、かつ、建屋内に設置されているため降下火砕物の影響がない。よって、ロ(1)の対応に用いることとした。	ロ(1)
低圧代替注水系(可搬型)	×	屋外に設置しているため吸気用フィルタの閉塞が想定される。また、大容量送水ポンプ(タイプI)は送水用のホース敷設や燃料補給の必要があるため、注水手段としては対応手段に選定しないこととした。	—	

※1: × 直接影響あり, △ 間接的に影響あり, ○ 影響なし

表1 火山影響等発生時の炉心冷却に有効な手段の選定 (2 / 2)

分類	降下火砕物による影響及び対策後の評価			
	対応手段	影響有無 <sup>※1</sup>	影響及び対策	選定結果
除熱	代替循環冷却系	△	建屋内に設置されているため直接降灰の影響を受けることはないが、動作には交流電源が必要である。よって、交流電源が維持されているロ (1) の対応に使用することとした。 なお、降灰終了後常設代替交流電源設備からの給電により交流電源が維持されることから、ロ (2), (3) の対応時の長期的な除熱に使用することが可能である	ロ (1)
	残留熱除去系	△	建屋内に設置されているため直接降灰の影響を受けることはないが、動作には交流電源が必要である。よって、交流電源が維持されているロ (1) の対応に使用することとした。 なお、降灰終了後常設代替交流電源設備からの給電により交流電源が維持されることから、ロ (2), (3) の対応時の長期的な除熱に使用することが可能である。	ロ (1)
	原子炉格納容器フィルタベント系	○	交流電源が不要、かつ、建屋内に設置されているため降下火砕物の影響がない。よって、ロ (1), (2), (3) の対応に用いることとした。	ロ (1), (2), (3)
	耐圧強化ベント系	○	交流電源が不要、かつ、建屋内に設置されているため降下火砕物の影響がない。よって、ロ (1), (2), (3) の対応に用いることとした。	ロ (1), (2), (3)
	原子炉補機冷却水系	△	建屋内に設置されているため直接降灰の影響を受けることはないが、動作には交流電源が必要である。よって、交流電源が維持されているロ (1) の対応に使用することとした。 なお、降灰終了後常設代替交流電源設備からの給電により交流電源が維持されることから、ロ (2), (3) の対応時の長期的な除熱に使用することが可能である。	ロ (1)
	原子炉補機冷却海水系	△	原子炉補機冷却海水ポンプの電動機は、電動機を冷却する空気冷却用冷却管の内径を降下火砕物の粒径より大きくすることで閉塞には至らないため直接降灰の影響を受けることはないが、動作には交流電源が必要である。よって、交流電源が維持されているロ (1) の対応に使用することとした。 なお、降灰終了後常設代替交流電源設備からの給電により交流電源が維持されることから、ロ (2), (3) の対応時の長期的な除熱に使用することが可能である。	ロ (1)
	原子炉補機代替冷却水系	×	屋外に設置しているため吸気用のフィルタの閉塞が想定される。また、原子炉補機代替冷却水系は送水用のホース敷設や燃料補給の必要があるため、除熱手段としては対応手段に選定しないこととした。	—

※1: × 直接影響あり, △ 間接的に影響あり, ○ 影響なし

## 降灰予報等を用いた対応着手の判断について

## 1. 概要

噴火発生時において、気象庁が発表する降灰予報（「速報」又は「詳細」）により発電所を含む地域（女川町、石巻市）への「多量」の降灰が予想された場合、気象庁が発表する噴火に関する火山観測報において地理的領域（発電所敷地から半径 160km）内の火山に噴火が確認されたが、噴火後 10 分以内に降灰予報が発表されない場合又は降下火砕物による発電所への重大な影響が予想された場合、対応に着手する。

本資料では、火山影響等発生時の判断基準となる降灰予報とその情報伝達手段及び降灰予報が遅延した場合の対応について説明する。

## 2. 降灰予報について

降灰予報の概要を第 1 図に示す。

噴火後速やか（5～10 分程度）に気象庁より降灰予報（速報）が発表され、噴火後 1 時間以内に予想される降灰量分布と噴石の落下範囲が提供される。

その後（噴火後 20～30 分程度）、降灰予報（詳細）が発表され、噴火発生から 6 時間先まで（1 時間ごと）に予想される降灰量分布や降灰開始時刻が提供される。

降灰予報は第 2 図に示すとおり「少量」、「やや多量」、「多量」の 3 階級に区分されており、火山影響等発生時において、発電所に降灰厚さが 1mm 以上となる「多量」の降灰が予想された場合、対応に着手する。

## 3. 降灰予報発表時の情報伝達

気象庁の噴火情報等により、発電所より半径 160km 圏内の火山の噴火等が発信された場合は、システムにより所員に自動配信される。噴火情報を受けた所員は、気象庁のホームページにて降灰予報「多量」を確認した場合、所長（原子力防災管理者）へ連絡する。連絡を受けた所長（原子力防災管理者）は原子炉の手動停止操作に着手するよう発電課長及び重大事故等対応要員に指示する。指示を受けた発電課長は原子炉の手動停止操作に着手するよう運転員に指示する。また、重大事故等対応要員はこの指示を受け、各手順着手の判断基準に従い火山対応に着手する。

また、所長（原子力防災管理者）は自らを本部長とする発電所対策本部を立ち上げる。所長が不在の場合又は欠けた場合は、副原子力防災管理者が発電所対策本部を立ち上げ、重大事故等対応要員に対応を指示する。

以降は、重大事故等対策に係る指揮命令系統に則り行う。運転員操作は発電課

長が指揮し、重大事故等対応要員操作は発電所対策本部が指揮する。

#### 4. 降灰予報の発表が遅れた場合の対応

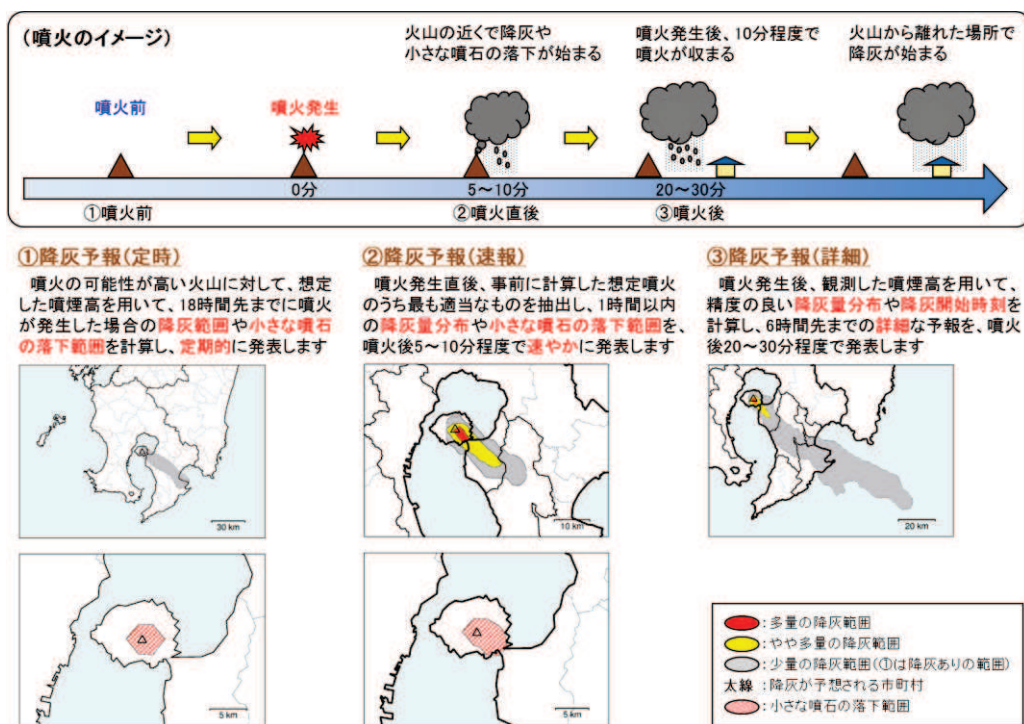
上記のとおり、降灰予報発表後は速やかに対応を取ることが可能であるが、降灰予報の発表が遅れた場合を想定し、10分を超えて降灰予報が発表されない場合は、噴火に関する火山観測報（第3図）により対応要否を判断する。

噴火に関する火山観測報による対応要否の判断について、発電所に近い位置にある火山が噴火した場合には、短時間で火山灰が到達する可能性があり、噴火に対するリスクが高い。よって、地理的領域（発電所敷地から半径160km）内の活火山の噴火が観測された場合は対応に着手する。

その他、気象庁からの情報以外に、発電所への重大な影響が予想される（報道（TV、ラジオ、インターネット等）、気象情報（風向、風速等）、周辺地域の降灰状況により総合的に判断）場合は対応を開始する。




なお、その後降灰予報が発表され、発電所への降灰が「多量」未満もしくは範囲外となった場合は、体制を解除する。

上記を踏まえた対応着手の判断フローを第4図に示す。



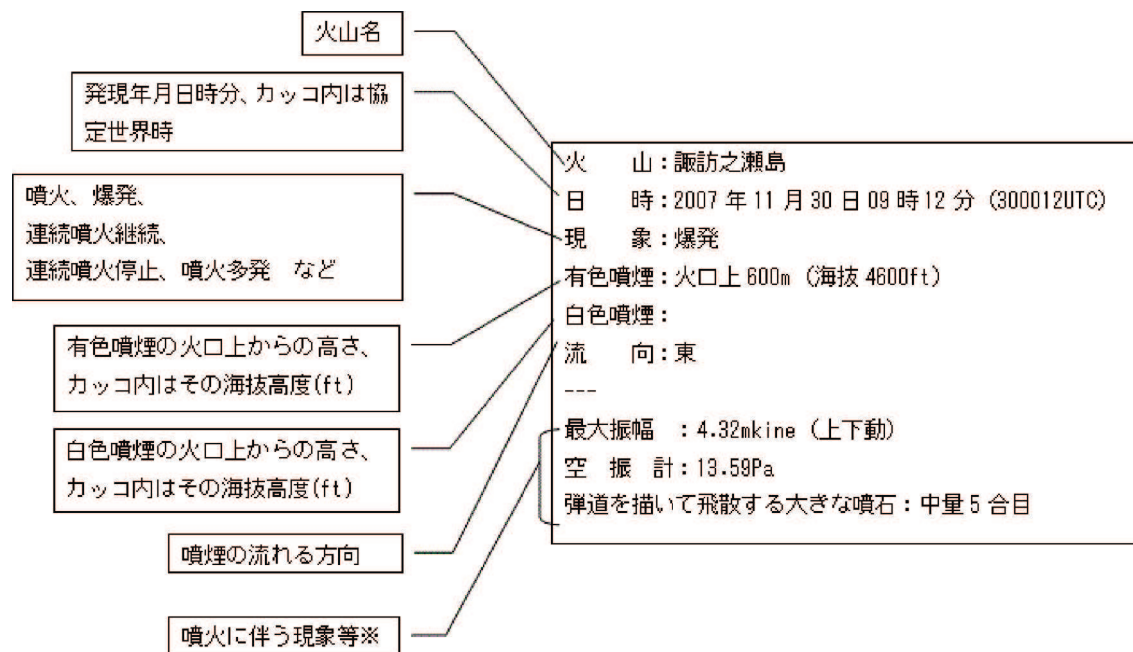
第1図 降灰予報の概要（気象庁HPより）



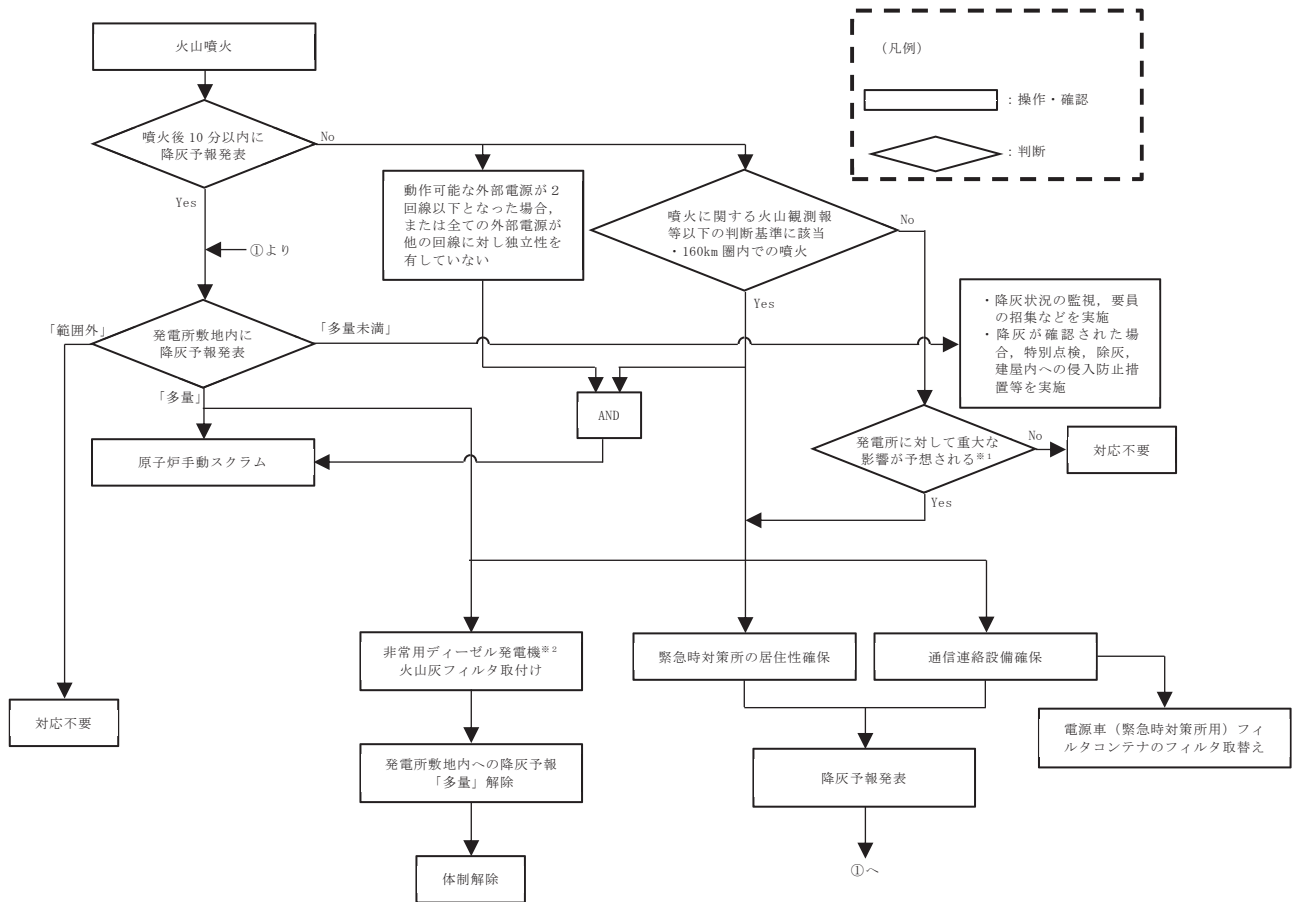
名称	表現例			影響ととるべき行動		その他の影響
	厚さ キーワード	イメージ※1		人	道路	
		路面	視界			
多量	1mm 以上 【外出を控える】	完全に覆われる 	視界不良となる 	<b>外出を控える</b> 慢性的喘息や慢性閉塞性肺疾患(肺気腫など)が悪化し健康な人でも目・鼻・のど・呼吸器などの異常を訴える人が出始める	<b>運転を控える</b> 降ってくる火山灰や積もった火山灰をまきあげて視界不良となり、通行規制や速度制限等の影響が生じる	がいしへの火山灰付着による停電発生や上水道の水質低下及び給水停止のおそれがある
やや多量	0.1mm ≤ 厚さ < 1mm 【注意】	白線が見えにくい 	明らかに降っている 	<b>マスク等で防護</b> 喘息患者や呼吸器疾患を持つ人は症状悪化のおそれがある	<b>徐行運転する</b> 短時間で強く降る場合は視界不良の恐れがある 道路の白線が見えなくなるおそれがある(およそ0.1~0.2mmで鹿児島市は除灰作業を開始)	稲などの農作物が収穫できなくなったり※2、鉄道のポイント故障等により運転見合わせのおそれがある
少量	0.1mm 未満	うっすら積もる 	降っているのがようやくわかる	<b>窓を閉める</b> 火山灰が衣服や身体に付着する 目に入ったときは痛みを伴う	<b>フロントガラスの除灰</b> 火山灰がフロントガラスなどに付着し、視界不良の原因となるおそれがある	航空機の運航不可※2

※1 掲載写真は気象庁、鹿児島市、(株)南日本新聞社による  
 ※2 富士山ハザードマップ検討委員会(2004)による想定

第2図 降灰量階級表 (気象庁HPより)



第3図 噴火に関する火山観測報 (気象庁HPより)



- ※1 報道（TV，ラジオ，インターネット等），気象情報（風向，風速等）周辺地域の降灰状況等により，総合的に判断する。  
 ※2 非常用ディーゼル発電機A系及びB系をいう。

第4図 対応着手の判断フロー



## 作業の成立性について

### 【非常用ディーゼル発電機A系及びB系への火山灰フィルタ取付け】

#### 1. 作業概要

火山影響等発生時において非常用ディーゼル発電機A系及びB系の機能を維持するための対策として、非常用ディーゼル発電機A系及びB系に対して火山灰フィルタを取り付ける。

#### 2. 必要要員数及び作業時間

必要要員数：重大事故等対応要員 4名

非常用ディーゼル発電機A系及びB系に対して2名1班で火山灰フィルタを取り付ける。

作業時間（想定）：60分（移動20分，作業40分）

#### 3. 作業の成立性

アクセス性：作業員はヘッドライトを携行しており，かつ火山灰フィルタの設置エリアは原子炉建屋屋上であることからアクセス可能である。

作業環境：火山灰フィルタの設置エリア周辺には，作業を行う上で支障となる設備はなく，作業は実施可能である。

作業性：要員は火山灰フィルタを設置エリアの架台へ取り付ける。火山灰フィルタは人力で取り扱える重量・寸法であり作業は可能である。

連絡手段：火山影響等発生時においても，携行型通話装置等にて通話可能である。

## 【電源車（緊急時対策所用）による給電準備】

### 1. 作業概要

火山影響等発生時において、発電所内外の通信連絡をする必要のある場所と通信連絡をするために必要な設備の電源対策として、電源車（緊急時対策所用）にフィルタの取替え・清掃が容易なフィルタコンテナの接続及び系統構成を実施する。

### 2. 必要要員数及び作業時間

必要要員数：重大事故等対応要員 3 名

作業時間（想定）：60 分（移動 20 分，作業 40 分）

フィルタコンテナの接続については、重大事故等対応要員 3 名が作業時間 50 分以内で行う。

### 3. 作業の成立性

アクセス性：ヘッドライトを携行していることから、アクセス可能である。

作業環境：電源車（緊急時対策所用）の保管場所周辺及びフィルタコンテナの設置場所周辺には、作業を行う上で支障となる設備はなく、また、作業員はヘッドライトを携行していることから、作業は実施可能である。

作業性：電源車（緊急時対策所用）へのフィルタコンテナ接続は容易に実施可能である。

連絡手段：火山影響等発生時においても、携行型通話装置等にて通話可能である。

## 【電源車（緊急時対策所用）による給電開始】

### 1. 作業概要

火山影響等発生時において、発電所の内外の通信連絡をする必要のある場所と通信連絡をするために必要な設備の電源対策として、電源車（緊急時対策所用）により給電を行う。

### 2. 必要要員数及び作業時間

必要要員数：重大事故等対応要員 3 名

作業時間（想定）：30 分

### 3. 作業の成立性

アクセス性：ヘッドライトを携行していることから、アクセス可能である。

作業環境：電源車（緊急時対策所用）の保管場所周辺、6.9kV メタクラ J 系の設置場所周辺及びフィルタコンテナの設置場所周辺には、作業を行う上で支障となる設備はなく、また、作業員はヘッドライトを携行していることから、作業は実施可能である。

作業性：電源車（緊急時対策所用）の起動及び遮断器操作は容易に実施可能である。

連絡手段：火山影響等発生時においても、携行型通話装置等にて通話可能である。

## 【電源車（緊急時対策所用）フィルタコンテナのフィルタ取替え】

### 1. 作業概要

火山影響等発生時において、発電所の内外の通信連絡をする必要のある場所と通信連絡をするために必要な設備の電源対策として、電源車（緊急時対策所用）の吸気フィルタの閉塞を防止するため、フィルタの取替えを行う。

### 2. 必要要員数及び作業時間

必要要員数：重大事故等対応要員 2 名

作業時間（想定）：50 分（移動 10 分，作業 40 分）

### 3. 作業の成立性

アクセス性：ヘッドライトを携行していることから、アクセス可能である。

作業環境：フィルタの取替えを行う電源車（緊急時対策所用）フィルタコンテナの設置場所周辺には、作業を行う上で支障となる設備はなく、また、作業員はヘッドライトを携行していることから、作業は実施可能である。

作業性：フィルタの取替えは工具が不要であり、容易に実施可能である。

連絡手段：火山影響等発生時においても、携行型通話装置等にて通話可能である。

## 電源車（緊急時対策所用）の容量について

火山影響等発生時において電源車（緊急時対策所用）の最大所要負荷については表 1 に示すとおり約 349kVA である。電源車（緊急時対策所用）の容量については最大所要負荷に対し十分な余裕を有する 400kVA とする。

表 1 電源車（緊急時対策所用）の最大所要負荷

最大所要負荷			電源車（緊急時対策所用）の容量
設備	負 荷	合 計	
<b>【通信連絡設備】</b> ・統合原子力防災ネットワークを用いた通信連絡設備（テレビ会議システム, IP 電話及び IP-FAX） ・社内テレビ会議システム 他	5.9kVA	349.3kVA	400kVA
<b>【蓄電池充電器（安全パラメータ表示システム（SPDS）, 通信連絡設備含む。）】</b>	90.6kVA		
<b>【換気空調設備】</b>	193.3kVA		
<b>【照明設備（コンセント負荷含む。）】</b>	47.2kVA		
<b>【その他の負荷】</b>	12.3kVA		

資料3 非常用ディーゼル発電機A系及びB系への火山灰フィルタ設置及び電源車（緊急時対策所用）へのフィルタコンテナ設置について

## 目 次

### 1. 非常用ディーゼル発電機A系及びB系への火山灰フィルタ設置

- (1) 対策の概要及び火山灰フィルタの仕様
- (2) 火山灰フィルタの取り付け時間について
- (3) 火山灰フィルタの性能確認に用いる気中降下火砕物濃度

### 2. 電源車（緊急時対策所用）へのフィルタコンテナ設置

- (1) 対策の概要及びフィルタコンテナの仕様
- (2) 電源車（緊急時対策所用）による給電準備時間について
- (3) フィルタ（フィルタコンテナ用）の性能確認に用いる気中降下火砕物濃度

(別紙)

別紙1 火山灰フィルタの性能試験について

別紙2 フィルタ（フィルタコンテナ用）の性能試験について

別紙3 降灰到達時間について

別紙4 気中降下火砕物濃度の算出手法及び算出結果

別紙5 非常用ディーゼル発電機A系及びB系機関出力と吸気流量の関係について



非常用ディーゼル発電機A系及びB系は外気を取り入れており、降下火砕物によりバグフィルタの閉塞が想定される。したがって、高濃度の降下火砕物濃度に対して非常用ディーゼル発電機A系及びB系の機能を維持できるように、火山灰フィルタを配備する。また、電源車（緊急時対策所用）は外気を取り入れており、降下火砕物により給気フィルタの閉塞が想定される。したがって、高濃度の降下火砕物濃度に対して電源車（緊急時対策所用）の機能を維持できるように、フィルタコンテナを配備する。

本資料では、火山灰フィルタ及びフィルタコンテナの仕様・性能・運用成立性について説明する。

## 1. 非常用ディーゼル発電機A系及びB系への火山灰フィルタ設置

### (1) 対策の概要及び火山灰フィルタの仕様

火山影響等発生時、非常用ディーゼル発電機A系及びB系の吸气流路に着脱可能な火山灰フィルタを取り付ける。

火山灰フィルタは降灰が継続すると想定する 24 時間の間、閉塞することなく非常用ディーゼル発電機A系及びB系の運転を継続させることが可能である。なお、火山灰フィルタは 150 メッシュの金属フィルタをプリーツ状にすることで面積を増加させたフィルタを使用する。

火山灰フィルタの主な仕様を表 1 に示す。また、火山灰フィルタの外形図を図 1 に、フィルタの性能試験の概要及び結果を別紙 1 に示す。

表 1 火山灰フィルタの主な仕様

フィルタ個数 <sup>※1</sup>	48 個
フィルタ外形寸法 <sup>※2</sup>	高さ:600 mm 幅 :600 mm 奥行: 70 mm

※1 非常用ディーゼル発電機 1 機あたり

※2 フィルタ 1 個あたり

### (2) 火山灰フィルタの取り付け時間について

#### a. 降灰到達時間

気象条件等を考慮し、噴火から降下火砕物が発電所敷地に到達するまでの時間を 70 分とする。降灰到達時間の考え方について別紙 3 に示す。

#### b. 火山灰フィルタの取り付け時間

火山灰フィルタ取付けに要する時間は、資料 2 の「別紙 4 作業の成立性について」に示すとおり 70 分である。

したがって、火山灰フィルタの取り付けは降下火砕物が発電所敷地に到達する前に実施可能である。

### (3) 火山灰フィルタの性能確認に用いる気中降下火砕物濃度

火山灰フィルタの性能確認に用いる気中降下火砕物濃度は、「原子力発電所の火山影響評価ガイド（令和元年12月18日）」（以下「ガイド」とする）の添付1「気中降下火砕物濃度の推定手法について」に定められた手法により推定した気中降下火砕物濃度とする。気中降下火砕物濃度の算出方法及び算出結果を別紙4に示す。

別紙4の結果より、女川原子力発電所における気中降下火砕物濃度を  $2.7\text{g}/\text{m}^3$  とする。なお、実機においては外気を取り入れる建屋開口に雨滴の侵入を防ぐ目的で給気ルーバが設置されており、これにより降下火砕物の流入も妨げられると考えられる。しかしながら、火山灰フィルタの性能確認においては保守的に給気ルーバによる影響は考慮せず、気中の降下火砕物の全量が流入する想定とした。

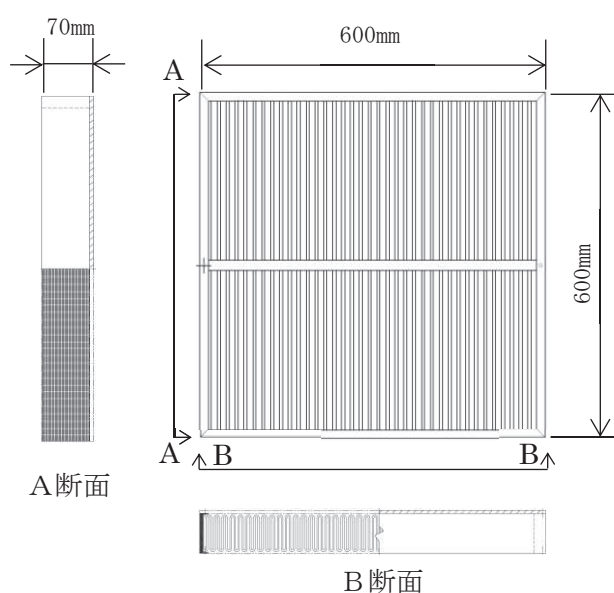


図1 火山灰フィルタ 外形図

## 2. 電源車（緊急時対策所用）へのフィルタコンテナ設置

### (1) 対策の概要及びフィルタコンテナの仕様

火山影響等発生時、電源車（緊急時対策所用）の吸気流路に着脱可能なフィルタコンテナを取付ける。

フィルタコンテナは降灰が継続すると想定する 24 時間、電源車（緊急時対策所用）の運転を継続させることが可能である。なお、フィルタ（フィルタコンテナ用）は 300 メッシュの金属フィルタをプリーツ状にすることで面積を増加させたフィルタを使用する。

フィルタコンテナの主な仕様を表 1 に示す。また、フィルタ（フィルタコンテナ用）の外形図を図 1 に、フィルタ（フィルタコンテナ用）の性能試験の概要及び結果を別紙 2 に示す。

表 1 フィルタコンテナの主な仕様

フィルタコンテナ台数（台）※ <sup>1</sup>	2
フィルタ枚数（枚）※ <sup>2</sup>	31
フィルタ外形寸法※ <sup>3</sup>	高さ：610mm 幅：610mm 奥行：150mm

※<sup>1</sup> 電源車（緊急時対策所用）1 台当たり

※<sup>2</sup> フィルタコンテナ 2 台の総枚数

※<sup>3</sup> フィルタ 1 枚当たり

### (2) 電源車（緊急時対策所用）による給電準備時間について

#### a. 降灰到達時間

気象条件等を考慮し、噴火から降下火砕物が発電所敷地に到達するまでの時間を 70 分とする。降灰到達時間の考え方について別紙 3 に示す。

#### b. 電源車（緊急時対策所用）による給電準備時間

フィルタコンテナの接続及び系統構成に要する時間は、資料 2 の「別紙 4 作業の成立性について」に示すとおり 70 分である。

したがって、電源車（緊急時対策所用）による給電準備は降下火砕物が発電所敷地に到達する前に実施可能である。

(3) フィルタ（フィルタコンテナ用）の性能確認に用いる気中降下火砕物濃度

フィルタコンテナに取付けるフィルタの性能確認に用いる気中降下火砕物濃度は、「原子力発電所の火山影響評価ガイド（令和元年12月18日）」（以下「ガイド」とする）の添付1「気中降下火砕物濃度の推定手法について」に定められた手法により推定した気中降下火砕物濃度に保守性を考慮した濃度とする。気中降下火砕物濃度の算出方法及び算出結果を別紙4に示す。

別紙4の結果より，女川原子力発電所における気中降下火砕物濃度  $2.7\text{g}/\text{m}^3$  に2倍の裕度を考慮した  $5.4\text{g}/\text{m}^3$  とする。

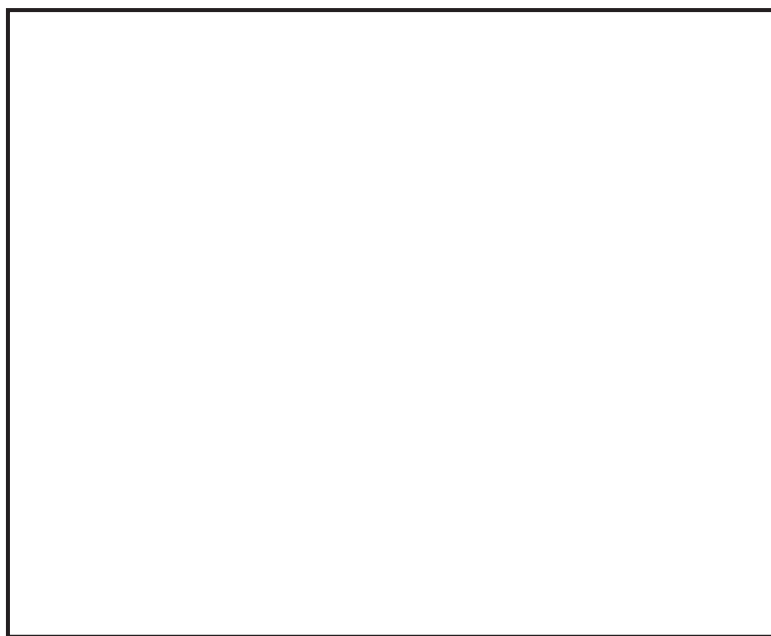


図1 フィルタ（フィルタコンテナ用） 外形図

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## 火山灰フィルタの性能試験について

## 1. 試験の概要

非常用ディーゼル発電機A系及びB系に設置する火山灰フィルタは、150 メッシュの金属フィルタをプリーツ状にすることで面積を増加させたフィルタを使用する。

本試験では、火山灰フィルタの性能を確認するため、非常用ディーゼル発電機A系及びB系の流路を模擬した試験装置に火山灰フィルタを設置し、フィルタ前後の差圧を測定し、許容差圧に達するまでの時間を確認する。

## 2. 試験方法

## (1) 試験装置

図1に示す試験装置に火山灰フィルタを設置し、火山灰フィルタ通過風速が非常用ディーゼル発電機A系及びB系の定格出力運転時と同じになるよう流量調整した後、上流より模擬火山灰を供給する。試験状況について図2に示す。

また、火山灰フィルタの手前に灰受けを設置し、火山灰フィルタにより叩き落とされた灰が流路を妨げることなく連続的に模擬火山灰が火山灰フィルタに供給される構成とした。図3に示すとおり、実機において火山灰フィルタは取付け枠に取り付けるため、火山灰フィルタにより捕集された火山灰は試験装置と同様に手前に落下する挙動となる。

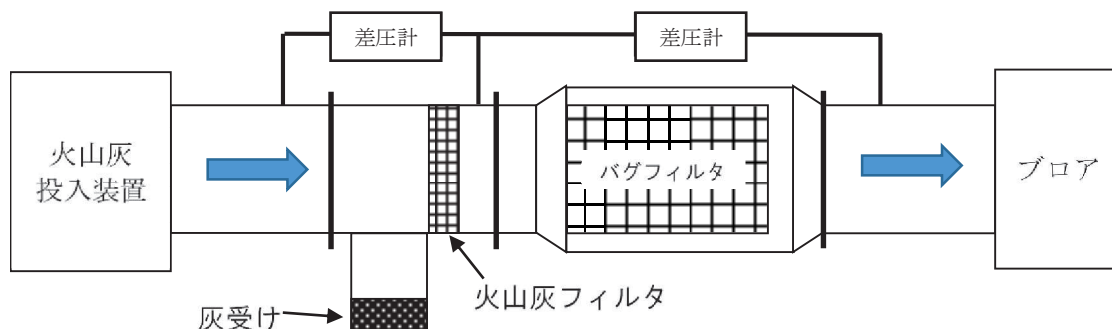


図1 試験装置概要



図2 試験状況

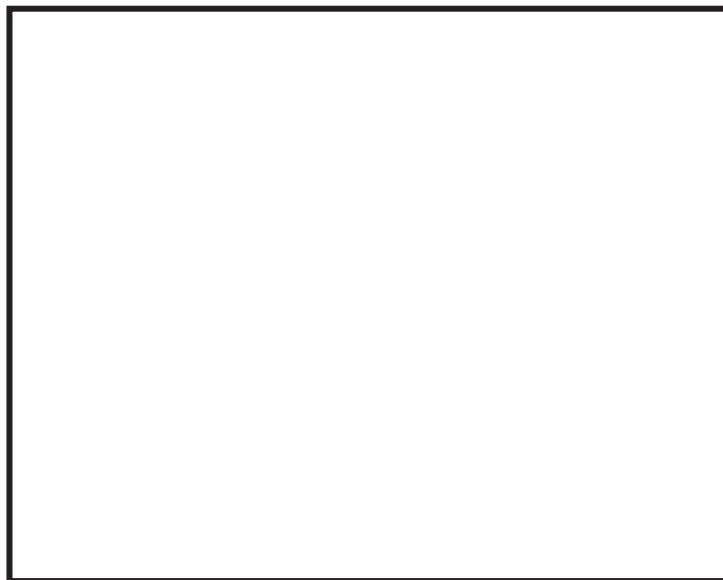


図3 火山灰フィルタ設置概略図

## (2) 試験条件

試験風量は非常用ディーゼル発電機A系及びB系の定格出力運転時におけるバグフィルタ1枚当たりの定格風量  $4250\text{m}^3/\text{h}$  とした。

許容差圧については、機器が所定の性能を達成するために吸気流路に追加で許容される圧力損失を評価し、非常用ディーゼル発電機A系及びB系機関の約  Pa と、非常用ディーゼル発電機A系及びB系を設置した部屋を冷却する送風機の  Pa を比較した上で、裕度の小さい送風機の許容差圧を試験のクライテリアとして設定した。試験条件を表1に示す。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

表1 試験条件

試験フィルタ	150 メッシュプリーツ型金属フィルタ
フィルタ外形寸法	高さ:600mm 幅:600mm 奥行:70mm
試験風量	4250m <sup>3</sup> /h
使用火山灰	桜島火山灰 (Tephra2 シミュレーション結果をもとに粒径調整)
火山灰濃度	2.7g/m <sup>3</sup>
許容差圧 (火山灰フィルタ及びバグフィルタの合計値)	□ Pa

### 3. 試験結果

試験結果を表2に、火山灰フィルタ及びバグフィルタの性能確認試験結果を図4にそれぞれ示す。

試験の結果、想定する降灰継続時間である24時間が経過した時点において火山灰フィルタ及びバグフィルタ前後の差圧の合計値が許容差圧に到達しないことを確認した。

なお、火山灰を含む空気を通気しているときの火山灰フィルタの差圧並びにその上昇速度には、フィルタ通過時の風速の影響を大きく受ける傾向が認められた。一般的に圧力損失は風速の2乗に比例することに加え、風速が大きくなると、それだけ火山灰フィルタ1枚当たりに取り込まれる火山灰の量が増えてしまうことや、火山灰フィルタにて取り除かれた火山灰のうち、自重で落下せずにフィルタに付着してしまう量が、フィルタを通過する気流の影響により増加してしまうことが要因として考えられる。

そのため、設置する火山灰フィルタの個数を可能な限り多くし、フィルタ有効面積を増加させることで、火山灰フィルタ通過時風速を低減した。

また、24時間経過後に火山灰フィルタの取り外し作業を想定した場合、非常用ディーゼル発電機A系及びB系運転時は、火山灰フィルタにより捕集した火山灰の大半はフィルタ手前に落下する。一部気流の影響により火山灰フィルタ表面に付着するが、降灰終了後に非常用ディーゼル発電機A系及びB系の運転停止後は付着した火山灰は自重により大半が落下することから、降灰前後において、火山灰フィルタの重量増加は少なく、火山灰フィルタの取外し作業に与える影響は小さいと考えられる。



表2 試験結果

許容差圧到達時間	24h 以上
24 時間経過時の火山灰フィルタの圧力損失	<input type="text"/> Pa
24 時間経過時のバグフィルタの圧力損失	<input type="text"/> Pa
24 時間経過時の火山灰フィルタ及びバグフィルタの圧力損失の合計値	<input type="text"/> Pa



図4 火山灰フィルタ及びバグフィルタの性能確認試験結果

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## フィルタ（フィルタコンテナ用）の性能試験について

## 1. 試験の概要

電源車（緊急時対策所用）に設置するフィルタコンテナのフィルタには、300 メッシュの金属フィルタをプリーツ状にすることで面積を増加させたフィルタを使用する。

本試験では、フィルタの性能を確認するため、電源車（緊急時対策所用）フィルタコンテナの吸気口を模擬した試験装置によりフィルタの許容差圧到達時間を確認する。

## 2. 試験方法

## (1) 試験装置

図 1 に示す試験装置にフィルタを設置し、フィルタ通過風速が電源車（緊急時対策所用）運転時と同じになるよう流量調整した後、上流より模擬火山灰を供給する。

試験は流量を一定に保ってフィルタの圧力損失を連続的に測定し、許容差圧に到達した時点で装置を停止する。

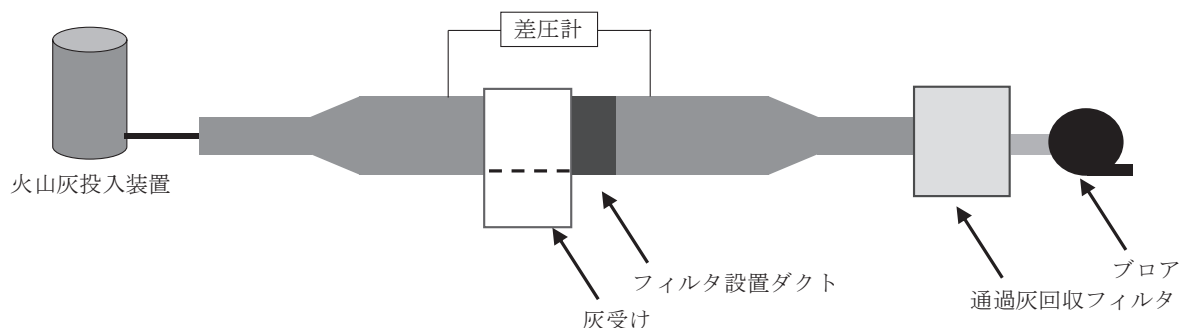


図 1 試験装置概要

(2) 試験条件

試験条件を表 1 に示す。

表 1 試験条件

試験フィルタ	300 メッシュプリーツ型金属フィルタ
フィルタ寸法	高さ:290mm 幅:180mm
試験風速	0.75m/s (試験風速は電源車(緊急時対策所用)の定格出力運転時におけるフィルタ1枚当たりの通過風速とした。)
使用火山灰	桜島火山灰(Tephra2 シミュレーション結果をもとに粒径調整)
火山灰濃度	5.4g/m <sup>3</sup>
許容差圧	<input type="text"/> mmAq

3. 試験結果

試験結果を表 2 に示す。

試験の結果, フィルタ閉塞の許容差圧到達時間は保守的に 12 時間以内とする。

表 2 試験結果

許容差圧到達時間	735min
フィルタの圧力損失	<input type="text"/> mmAq

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません。

## 降灰到達時間について

噴火後に降下火砕物が発電所敷地に到達するまでの時間（以下「降灰到達時間」という。）について考え方を以下に示す。

降灰到達時間の算出には、Tephra2 による発電所敷地に対する降下火砕物の層厚が最も厳しい結果となる解析ケースにおける最大風速と女川原子力発電所と鳴子カルデラの距離を用いる。

具体的な算出方法としては、鳴子カルデラが噴火し降下火砕物が発電所方向に一直線に向かうと仮定し、離隔距離（約 76km）と風速 17.5m/s(標高別の風向・風速観測データから算出)の関係から算出した結果、降灰到達時間は約 72 分となった。

よって、女川原子力発電所において、降灰が開始する最短時間を 70 分とする。

女川原子力発電所から鳴子カルデラまでの距離を図 1 に示す。



図 1 女川原子力発電所と鳴子カルデラの離隔距離（地理院地図を加工して作成）

## 気中降下火砕物濃度の算出手法及び算出結果

原子力発電所の火山影響評価ガイド(平成 29 年 11 月 29 日改正) (以下「ガイド」という。) において、設計及び運用等による安全施設の機能維持が可能かどうかを評価するための基準として気中降下火砕物濃度を推定する手法が示された。

女川原子力発電所について、ガイドに基づき気中降下火砕物濃度の算出を行った。

## 1. 気中降下火砕物濃度の推定手法

ガイドにおいては、以下の 2 つの手法のうちいずれかにより気中降下火砕物を推定することが求められている。

- a. 降灰継続時間を仮定して降灰量から気中降下火砕物濃度を推定する手法
- b. 数値シミュレーションにより気中降下火砕物濃度を推定する手法

これらの手法のうち、設置許可段階での降灰量(層厚)の数値シミュレーション(Tephra2)との連続性の観点から、「a. 降灰継続時間を仮定して降灰量から気中降下火砕物濃度を推定する手法」により気中降下火砕物濃度を推定する。

「a. 降灰継続時間を仮定して降灰量から気中降下火砕物濃度を推定する手法」については、粒径の大小に関わらず同時に降灰が発生すると仮定していること、粒子の凝集を考慮しないことから、保守的な手法となっている。また、気中降下火砕物濃度の算出に用いている降下火砕物の層厚 15cm は、敷地における文献調査及び地質調査では 10cm 以下であるが、降下火砕物シミュレーション(Tephra2)の計算結果が最大で 12.5cm であることを踏まえて保守的に評価した値であり、これを前提として算出する「a. 降灰継続時間を仮定して降灰量から気中降下火砕物濃度を推定する手法」による気中降下火砕物濃度は保守的である。

なお、「b. 数値シミュレーションにより気中降下火砕物濃度を推定する手法」については、数値シミュレーション(3次元の大気拡散シミュレーション)で使用する噴煙高さの設定や噴出率の時間変化等に課題を残しているため、必要なパラメータを設定及び結果の妥当性を評価することは困難である。

## 2. 気中降下火砕物濃度の算出方法

ガイドに基づく気中降下火砕物濃度の算出方法を以下に示す。

①粒径*i*の降灰量 $W_i$                        $W_i = p_i W_T$       ( $p_i$  : 粒径*i*の割合    $W_T$  : 総降灰量)

②粒径*i*の堆積速度 $v_i$                        $v_i = \frac{W_i}{t}$       ( $t$  : 降灰継続時間)

③粒径*i*の気中濃度 $C_i$                        $C_i = \frac{v_i}{r_i}$       ( $r_i$  : 粒径*i*の降下火砕物の終端速度)

④気中降下火砕物濃度 $C_T$                        $C_T = \sum_i C_i$

## 3. 入力条件及び計算結果

入力条件及び計算結果を表 1 に示す。

表 1 の計算結果より，女川原子力発電所における気中降下火砕物濃度を  $2.7\text{g/m}^3$  とする。

表 1 入力条件及び計算結果

入力条件		備考
設計層厚	15cm	設置(変更)許可を得た層厚(図1)
総降灰量 $W_T$	$1.5 \times 10^5 \text{g/m}^2$	設計層厚 $\times$ 降下火砕物密度 $1.0 \text{g/cm}^3$
降灰継続時間 $t$	24h	原子力発電所の火山影響評価ガイド参考
粒径 $i$ の割合 $p_i$	別表 1 参照	Tephra2 による粒径分布の計算値
粒径 $i$ の降灰量 $W_i$		式①
粒径 $i$ の堆積速度 $v_i$		式②
粒径 $i$ の終端速度 $r_i$		Suzuki (1983) 参考(図2)
粒径 $i$ の気中濃度 $C_i$		式③
気中火山灰濃度 $C_T$	$2.7 \text{g/m}^3$	式④

別表 1 粒径ごとの入力条件及び計算結果

	1~0	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	合計
粒径 $i$ ( $\phi$ )	-1~0	0~1	1~2	2~3	3~4	4~5	5~6	6~7	/
粒径 $i$ ( $\mu\text{m}$ )	1,414	707	354	177	88	44	22	11	
割合 $p_i$ (wt%)	$2.9 \times 10^{-5}$	14.0	59.0	17.0	7.9	2.2	0.26	0.032	100
降灰量 $W_i$ ( $\text{g/m}^2$ )	0.044	21,000	88,500	25,500	11,850	3,300	390	48	$W_T = 1.5 \times 10^5$
堆積速度 $v_i$ ( $\text{g/s}\cdot\text{m}^2$ )	$5.1 \times 10^{-7}$	0.24	1.0	0.30	0.14	$3.8 \times 10^{-2}$	$4.5 \times 10^{-3}$	$5.6 \times 10^{-4}$	/
終端速度 $r_i$ (m/s)	2.7	1.8	1.0	0.5	0.35	0.1	0.03	0.01	
気中濃度 $C_i$ ( $\text{g/m}^3$ )	$2.0 \times 10^{-7}$	0.14	1.0	0.59	0.39	0.38	0.15	$5.6 \times 10^{-2}$	$C_T = 2.7$



**【原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出】**

- 敷地を中心とする半径160kmの範囲には、31の第四紀火山がある。
- 敷地を中心とする半径160kmの範囲の第四紀火山(31火山)について、完新世の活動の有無、将来の活動可能性の検討を行い、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として、焼石岳、鳥海山、栗駒山、鳴子カルデラ、肘折カルデラ、月山、蔵王山、笹森山、吾妻山、安達太良山及び磐梯山の11火山を抽出した。

**【抽出された火山の火山活動に関する個別評価】**

- 敷地との距離、地形的条件、11火山の個別評価等の結果から、設計対応不可能な火山事象(火砕物密度流、溶岩流、岩屑なだれ他、新しい火口の開口及び地殻変動)が発電所に影響を及ぼす可能性はない。
- 既往最大の噴火を考慮しても発電所に影響を及ぼさないと判断されることから、モニタリングの必要性はない。

**【原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象の抽出】**

- 敷地における降下火砕物の層厚は、文献調査結果、地質調査結果及びシミュレーションの結果に対して、さらに保守的な評価となるよう15cmとした。
  - 降下火砕物の密度については、文献調査の結果、乾燥密度を0.7g/cm<sup>3</sup>、湿潤密度を1.5g/cm<sup>3</sup>とした。
  - 火山性土石流、飛来物(噴石)、火山性ガス及びその他の火山事象のうち影響を評価すべき事象はない。
- [参考]降下火砕物の粒径は、顕微鏡観察の結果からおおよそ0.25mm以下。



女川原子力発電所において考慮すべき火山事象は、降下火砕物のみである。  
また、影響評価に用いる降下火砕物の層厚は15cm、密度(湿潤密度)は1.5g/cm<sup>3</sup>とする。

図1 敷地における降下火砕物の層厚評価

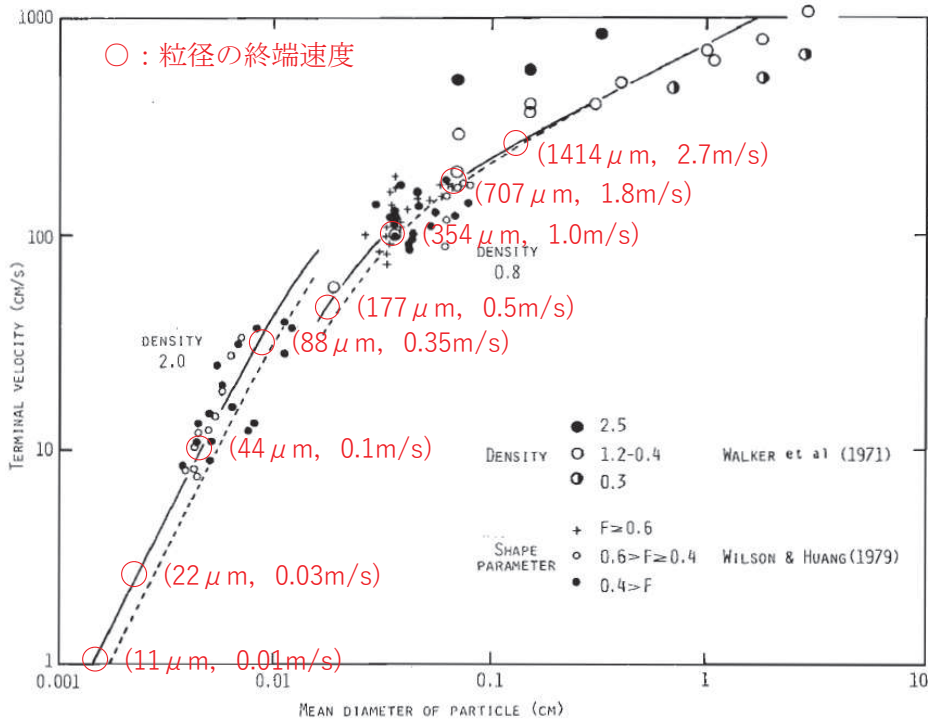


図2 Suzuki (1983)\*における降下火砕物の粒径と終端速度との関係図

\*: Suzuki, T. (1983) A theoretical model for dispersion of tephra, Arc Volcanism: Physics and Tectonics: 95-116, Terra Scientific Publishing.

## 非常用ディーゼル発電機A系及びB系機関出力と吸気流量の関係について

## 1. 非常用ディーゼル発電機A系及びB系機関の空気の流れについて

図1に非常用ディーゼル発電機A系及びB系室の全体概略を示す。非常用ディーゼル発電機A系及びB系機関は、吸入空気を外気から取り入れ、過給機により吸入空気を圧縮し、吸気管を通して各シリンダに供給する。各シリンダに供給された吸入空気はピストンで圧縮され、高温高圧となった雰囲気燃料を高圧で噴射し、その自己着火により燃焼する。燃焼後、高温の排ガスとなって過給機に供給され、過給機はそのタービンを駆動し、吸入空気を更に取り込む。過給機のタービンの後に排出された排気ガスは排気消音器を通して屋外に排出される。

## 2. 非常用ディーゼル発電機A系及びB系機関出力と吸気流量の関係について

非常用ディーゼル発電機A系及びB系機関は発電機の特性より無負荷から定格負荷まで回転数は一定であるが、発電機出力(負荷)に応じて機関の出力(負荷)は変化する。

機関は出力に応じた燃料が供給されるので、機関出力が低下すると燃料噴射弁からの燃料投入量は減少する。シリンダ内で燃料が燃焼した後、高温の燃焼ガスが排ガスとなり過給機の排ガス流路形成部よりタービンノズルを介し、タービン翼を回転させる。排ガス量が減少するとタービン翼での仕事が小さくなるため、回転軸を回す力が小さくなり、過給機の回転は低下する。

過給機のタービン翼同軸上の反対側に取り付けられた圧縮機インペラは、燃焼用空気流路形成部を介し、吸入空気を圧縮し、機関に吸入空気を供給するが、過給機の回転が小さいと圧縮機インペラの仕事は減少し、吸気流量は減少する。つまり、非常用ディーゼル発電機A系及びB系の機関出力に応じて吸気流量は変化するが、定格出力時に吸気流量は最大となる。

図2に出力と吸気流量の変化をフローとして示す。

## 3. まとめ

非常用ディーゼル発電機A系及びB系の吸気流量が機関の出力に応じて変動するかどうかについては、上記2.に記載したとおり、非常用ディーゼル発電機A系及びB系の吸気流量は、機関出力に応じて定格出力時の定格流量よりも減少する。

吸気流量が減少すると吸い込む火山灰量も減少するため、差圧の上昇は最大出力時よりも緩やかになる。

なお、フィルタへの火山灰の付着状態が同じでも流速が減少するとフィルタ差圧についても減少するため、フィルタの差圧は定格出力時が最も厳しい条件となる。(一般に圧力損失は流速の2乗に比例する。)

今回のフィルタ閉塞時間の評価は、ディーゼル機関の最大吸気流量である定格出力時で評価したものであるが、実際には、電気負荷に応じた出力となり、吸気流量は低くなることから、フィルタの差圧上昇はさらにゆるやかになると考える。

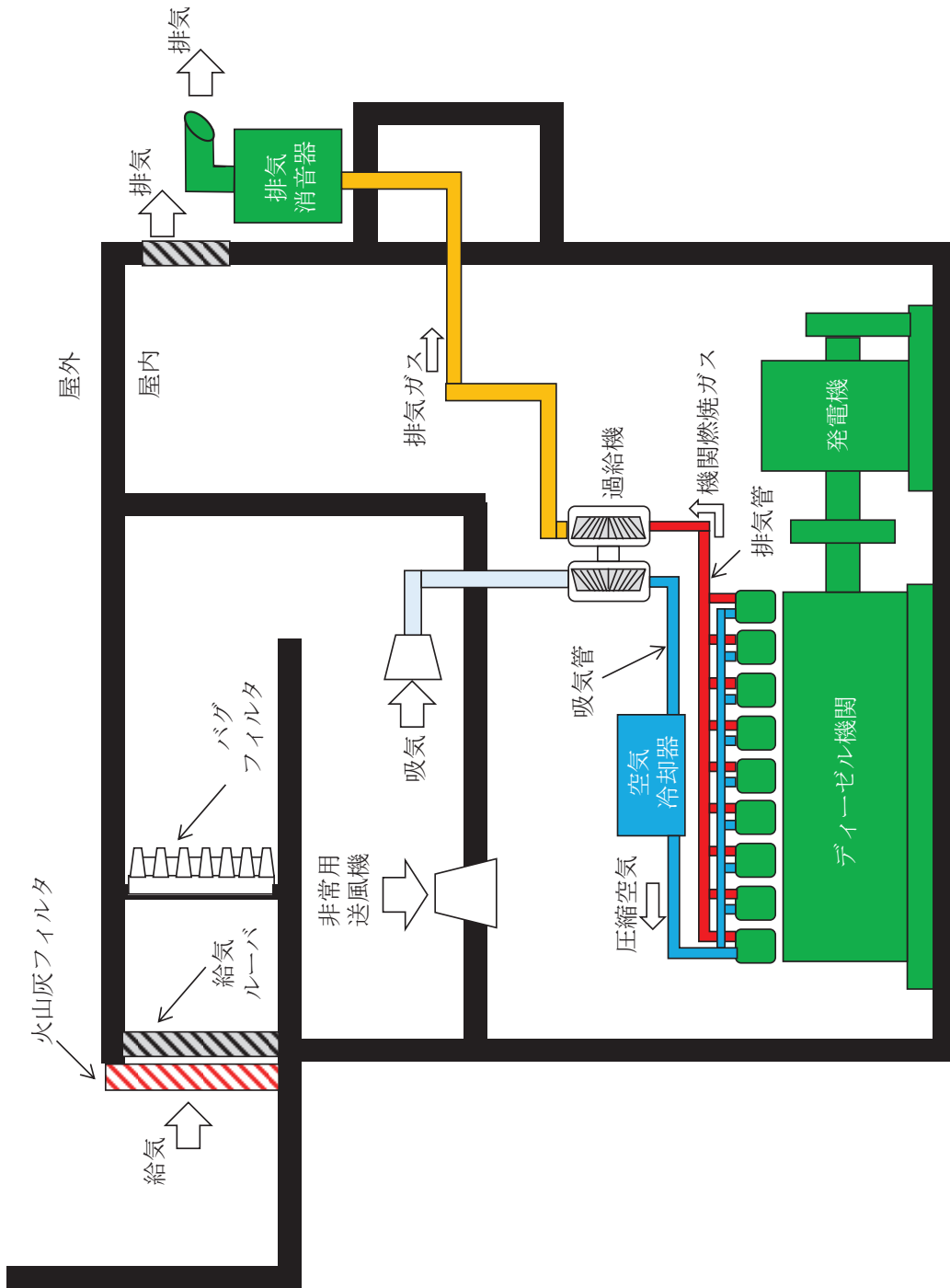


図1 非常用ディーゼル発電機A系及びB系概要図

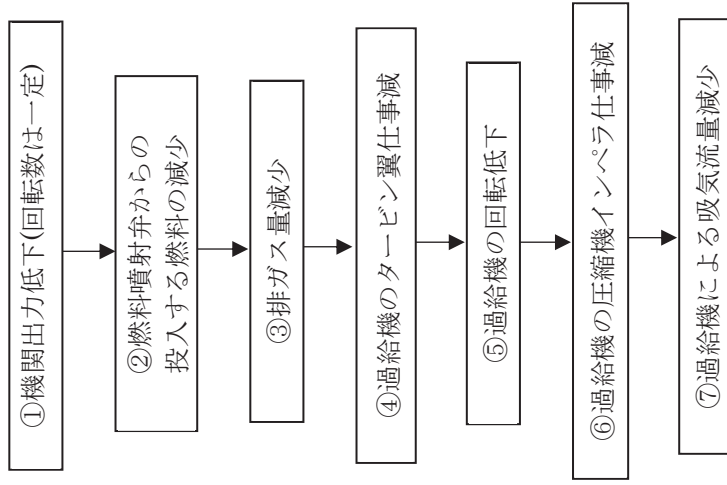


図2 出力-吸気量変化のフロー

## 資料 4 降下火砕物に対して評価すべき 施設の抽出

## 目 次

1. 概要
2. 設置許可基準規則適合性審査での評価対象施設のうち評価すべき施設の抽出
3. その他火山影響等発生時における発電用原子炉施設の保全のための活動を行うために必要な施設の抽出
4. 既許認可との整合性
5. まとめ

### (別紙)

- 別紙1 原子炉補機冷却海水ポンプ及び原子炉補機冷却海水系ストレーナに係る影響評価
- 別紙2 火山影響等発生時に使用する火山灰フィルタの扱いについて
- 別紙3 電源車（緊急時対策所用）のフィルタコンテナに係る影響評価

## 1. 概要

火山影響等発生時における発電用原子炉施設の保全のための活動を行うため、降下火砕物に対して評価すべき施設の抽出について、以下の観点から施設を抽出する。

- ・設置許可基準規則適合性審査での評価対象施設のうち評価すべき施設の抽出
- ・その他火山影響等発生時における発電用原子炉施設の保全のための活動を行うために必要な施設のうち、評価すべき施設の抽出

## 2. 設置許可基準規則適合性審査での評価対象施設のうち評価すべき施設の抽出

設計基準対象施設のうち、気中降下火砕物濃度に対する評価対象施設を原子力発電所の火山影響評価ガイドを参照し抽出する。抽出の方法は以下のとおり。

(1) 火山事象に対する評価対象施設及び影響因子の抽出

(2) 気中降下火砕物濃度に対して評価が必要な影響因子

(3) 気中降下火砕物濃度に対する評価対象施設の抽出

### (1) 火山事象に対する評価対象施設及び影響因子の抽出

評価対象施設は、建屋等、屋外に設置されている施設、降下火砕物を含む海水の流路となる施設、降下火砕物を含む空気の流路となる施設、外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する施設及び外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設に分類し、抽出する。

また、降下火砕物の特徴からその影響因子となり得る荷重、閉塞、摩耗、腐食、大気汚染及び絶縁低下を抽出し、評価対象施設の構造や設置場所等を考慮して、各設備に対する影響因子を抽出する。

抽出結果を表1に示す。



表1 降下火砕物による各施設への影響因子の抽出結果

	施設区分	評価対象施設	影響因子
外部事象防護対象施設等	建屋等	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉建屋</li> <li>・タービン建屋</li> <li>・制御建屋</li> <li>・軽油タンク室</li> <li>・軽油タンク室 (H)</li> </ul>	荷重, 腐食
	屋外に設置されている施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・海水ポンプ (原子炉補機冷却海水ポンプ, 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ)</li> </ul>	荷重, 閉塞, 摩耗, 腐食
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・海水ストレーナ (高圧炉心スプレイ補機冷却海水系ストレーナ)</li> <li>・復水貯蔵タンク</li> </ul>	荷重, 腐食
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・非常用ガス処理系 (屋外配管)</li> <li>・排気筒</li> </ul>	腐食
	降下火砕物を含む海水の流路となる施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・海水ポンプ (原子炉補機冷却海水ポンプ, 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ)</li> <li>・海水ストレーナ (原子炉補機冷却海水系ストレーナ, 高圧炉心スプレイ補機冷却海水系ストレーナ) 及び下流設備</li> </ul>	閉塞, 摩耗, 腐食
	降下火砕物を含む空気の流路となる施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)</li> </ul>	閉塞, 摩耗, 腐食
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・非常用ガス処理系 (屋外配管)</li> <li>・排気筒</li> </ul>	閉塞, 腐食
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・非常用換気空調系 (外気取入口) [中央制御室換気空調系, 原子炉補機室換気空調系, 計測制御電源室換気空調系]</li> </ul>	閉塞, 摩耗, 腐食, 大気汚染
	外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計測制御用電源設備 (無停電電源装置)</li> <li>・非常用所内電気設備 (所内低圧系統)</li> </ul>	腐食, 絶縁低下
	外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・非常用ディーゼル発電設備 (高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備を含む。) 排気消音器及び排気管</li> </ul>	荷重, 腐食
<ul style="list-style-type: none"> <li>・海水取水設備 (除塵装置)</li> </ul>		閉塞, 摩耗, 腐食	


(2) 気中降下火砕物濃度に対して評価が必要な影響因子の整理

降下火砕物濃度による評価への影響を考慮し、気中降下火砕物濃度に対して評価が必要となる影響因子は閉塞である。

影響因子の整理結果を表2に示す。

表2 気中降下火砕物濃度に対して評価が必要な影響因子の整理結果

影響因子	降下火砕物濃度による評価への影響	評価の要否
荷重	想定する降下火砕物の層厚は変わらないことから、荷重評価への影響はない。	不要
閉塞	気中降下火砕物濃度が増加することにより影響を受ける可能性のあるもの（給気フィルタ）については、評価が必要。	一部要
腐食	評価対象施設は、外装の塗装や耐腐食材料の使用等を行っていることから、短期での腐食への影響はない。	不要
摩耗	降下火砕物は、砂より硬度が低くもろいことから、短期での摩耗への影響はない。	不要
大気汚染	中央制御室の換気空調系の再循環運転を行うこととしており、大気汚染への影響はない。	不要
絶縁低下	絶縁低下を考慮する施設は空調管理された区域に設置されていることから、絶縁低下への影響はない。	不要

 : 気中降下火砕物濃度に対して評価が必要となる影響因子

(3) 気中降下火砕物濃度に対する評価対象施設の抽出

評価対象施設の閉塞に対する評価内容の検討の結果、気中降下火砕物濃度に対する評価が必要な再評価対象施設は非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）である。

非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）以外の施設については、降下火砕物濃度の増加を考慮しても降下火砕物の粒径や侵入量が変わらないこと等により、気中降下火砕物濃度に対する影響はない。

気中降下火砕物濃度に対する再評価対象施設の抽出結果を表3に示す。

表3 気中降下火砕物濃度に対する評価対象施設の抽出結果(1/3)

施設区分	評価対象施設	影響因子	評価内容及び降下火砕物濃度による影響
建屋等	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 原子炉建屋</li> <li>• タービン建屋</li> <li>• 制御建屋</li> <li>• 軽油タンク室</li> <li>• 軽油タンク室 (H)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 荷重</li> <li>• 腐食</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 影響因子として閉塞がないため評価不要</li> </ul>
屋外に設置される施設	<p>海水ポンプ (原子炉補機冷却海水ポンプ, 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ)</p> <p>海水ストレーナ (高圧炉心スプレイ補機冷却海水系ストレーナ)</p> <p>復水貯蔵タンク</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 非常用ガス処理系 (屋外配管)</li> <li>• 排気筒</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 荷重</li> <li>• 腐食</li> <li>• 閉塞</li> <li>• 摩耗</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 原子炉補機冷却海水ポンプの電動機は, 電動機を冷却する空気冷却用冷却管の内径を降下火砕物の粒径より大きくすること並びに高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの電動機は, 電動機を冷却する冷却流路を降下火砕物の粒径より大きくすることで閉塞には至らない。 ⇒降下火砕物の粒径は変わらないことから影響なし (別紙1参照)</li> <li>• 影響因子として閉塞がないため評価不要</li> <li>• 影響因子として閉塞がないため評価不要</li> <li>• 影響因子として閉塞がないため評価不要</li> </ul>

表3 気中降下火砕物濃度に対する評価対象施設の抽出結果(2/3)

施設区分	評価対象施設	影響因子	評価内容及び降下火砕物濃度による影響
降下火砕物を含む海水の流路となる施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>海水ポンプ (原子炉補機冷却海水ポンプ, 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ)</li> <li>海水ストレーナ (原子炉補機冷却海水系ストレーナ, 高圧炉心スプレイ補機冷却海水系ストレーナ) 及び下流設備</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>閉塞</li> <li>摩耗</li> <li>腐食</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>海水ポンプ流水部の狭隘部は降下火砕物の粒径より大きいこと、及び軸受部は異物逃がし溝を設けているため、降下火砕物による閉塞には至らない。</li> <li>降下火砕物の粒径は、海水ストレーナのフィルタの穴径及び下流設備である熱交換器の伝熱管内径に対して十分小さいこと、また海水ストレーナは差圧管理により切り替え・洗浄が可能であることから、閉塞には至らないことから影響なし ⇒降下火砕物の粒径は変わらないことから影響なし (別紙1参照)</li> </ul>
降下火砕物を含む空気の流路となる施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。)</li> <li>非常用ガス処理系 (屋外配管)</li> <li>排気筒</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>閉塞</li> <li>摩耗</li> <li>腐食</li> <li>摩耗</li> <li>腐食</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>降下火砕物濃度の増加に伴い、バグフィルタの閉塞時間が短くなるため評価が必要 (詳細は別紙2を参照)</li> <li>影響因子として閉塞がないため評価不要</li> </ul>
降下火砕物を含む空気の流路となる施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>非常用換気空調系 (外気取入口)</li> <li>[中央制御室換気空調系, 原子炉補機室換気空調系, 計測制御電源室換気空調系]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>閉塞</li> <li>摩耗</li> <li>腐食</li> <li>大気汚染</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>非常用換気空調系については、外気取入ダンパの閉止、換気空調系の停止又は事故時運転モードで運転することにより、閉塞には至らない。</li> <li>⇒事故時運転モードでの運転及びダンパの閉止によりフィルタ閉塞の影響なし</li> </ul>

：気中降下火砕物濃度に対する評価が必要な施設

表3 気中降下火砕物濃度に対する評価対象施設の抽出結果(3/3)

施設区分	評価対象施設	影響因子	評価内容及び降下火砕物濃度による影響
外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計測制御用電源設備（無停電電源装置）</li> <li>・非常用所内電気設備（所内低圧系統）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・腐食</li> <li>・絶縁低下</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・影響因子として閉塞がないため評価不要</li> </ul>
外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・非常用ディーゼル発電設備（高圧炉心スプレイス系ディーゼル発電設備を含む。）排気消音器及び排気管</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・荷重</li> <li>・腐食</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・影響因子として閉塞がないため評価不要</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・海水取水設備（除塵装置）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・閉塞</li> <li>・摩耗</li> <li>・腐食</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・降下火砕物の粒径は取水設備に設置されているメッシュスクリーン幅に対して十分小さく、閉塞には至らない ⇒降下火砕物の粒径は変わらないことから影響なし</li> </ul>

3. その他火山影響等発生時における発電用原子炉施設の保全のための活動を行うために必要な施設の抽出

火山影響等発生時において外部電源喪失が発生し、非常用ディーゼル発電機（高压炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）の機能が喪失した場合は、原子炉隔離時冷却系又は高压代替注水系を用いた原子炉圧力容器への注水による炉心冷却を行う。また、その際に必要となる施設を抽出し、影響因子を考慮して評価を行う。

その他の火山影響等発生時における発電用原子炉施設の保全のための活動を行うために必要な施設の抽出結果を表4に示す。

表4 その他火山影響等発生時における発電用原子炉施設の保全のための活動を行うために必要な施設のうち、評価すべき施設の抽出

必要な機能	必要な施設	影響因子	評価結果
原子炉圧力容器への注水による炉心冷却	原子炉隔離時冷却系ポンプ	—	降下火砕物に対し構造健全性を有する建屋内に設置されているため影響なし。
	高压代替注水系ポンプ	—	
	所内常設蓄電式直流電源設備	—	
	復水貯蔵タンク	荷重 腐食	設計基準対象施設として評価を実施済
居住性	緊急時対策所	—	居住性を確実に確保するための手順を整備する。
通信連絡	通信連絡設備	—	所内外の通信連絡機能を確実に確保するための手順を整備する。
	電源車（緊急時対策所用）	閉塞	吸気対策として、外気取入口にフィルタコンテナを接続するための手順を整備する。

#### 4. 既許認可との整合性

気中降下火砕物濃度に対する対応が設置変更許可申請書及び工事計画認可申請書に抵触しないことを確認している。詳細を別表に示す。

#### 5. まとめ

火山影響等発生時における発電用原子炉施設の保全のための活動を行うため、降下火砕物に対して評価すべき施設の抽出を行った。

結果は以下のとおりである。

- 設置許可基準規則適合性審査での評価対象施設については、非常用ディーゼル発電機A系及びB系（バグフィルタ）が抽出されたことから、外気の入力箇所に火山灰フィルタを設置する手順を整備する。
- その他火山影響等発生時における発電用原子炉施設の保全のための活動を行うために必要な施設については、緊急時対策所及び通信連絡設備が抽出されたことから、電源車（緊急時対策所用）の吸気対策として、外気取入口にフィルタコンテナを接続するための手順、緊急時対策所の居住性を確保するための手順及び所内外の通信連絡機能を確実に確保するための手順を整備する。

以上



## 海水ポンプに係る影響評価

降下火砕物による原子炉補機冷却海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ（以下「海水ポンプ」という。）に係る影響評価について以下のとおり評価した。

## 1. 評価項目

## (1) 構造物への静的負荷

降下火砕物の堆積荷重により原子炉補機冷却海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの機能に影響がないことを評価する。なお、堆積荷重は、積雪及び風（台風）の荷重を考慮し、適切に組み合わせる。

## a. 原子炉補機冷却海水ポンプ

評価部位は、モータの外扇カバーに降下火砕物が堆積した場合に直接荷重の影響を受ける外扇カバー及び機器の自重及び運転時荷重（ポンプスラスト荷重）を考慮した場合、最も荷重負荷が大きいモータフレームとする。外扇カバー及びモータフレームに生じる応力は、保守的に電動機上面の投影面積の最も大きい外扇カバー全面に均等に降下火砕物が堆積した場合を想定し、その上でモータフレームについては、モータ自重＋運転時荷重（ポンプスラスト荷重）が加わる状態で荷重評価を行う。図1に原子炉補機冷却海水ポンプモータの概要及び降下火砕物の堆積範囲を示す。

## b. 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ

評価部位は、雨よけカバーに降下火砕物が堆積した場合に直接荷重の影響を受ける雨よけカバー及び機器の自重及び運転時荷重（ポンプスラスト荷重）を考慮した場合、最も荷重負荷が大きいモータフレームとする。雨よけカバー及びモータフレームに生じる応力は、保守的に電動機上面の投影面積の最も大きい雨よけカバー全面に均等に降下火砕物が堆積した場合を想定し、その上でモータフレームについては、モータ自重＋運転時荷重（ポンプスラスト荷重）が加わる状態で荷重評価を行う。図2に高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプモータの概要及び降下火砕物の堆積範囲を示す。

## (2) 構造物への化学的影響（腐食）

降下火砕物のポンプ及びモータへの付着や堆積による化学的影響（腐食）により、機器の機能に影響がないことを評価する。

## (3) 水循環系の閉塞・摩耗

降下火砕物が混入した海水を海水ポンプにより取水した場合でも、流水部、軸受部等が閉塞し、又は、内部構造物との摩耗により機器の機能に影響がないことを評価する。

## (4) 水循環系の化学的影響（腐食）

降下火砕物が混入した海水を海水ポンプにより取水した場合に、内部構造物に対する化学的影響（腐食）により機器の機能に影響がないことを評価する。

## (5) 換気系、電気系及び計測制御系に対する機械的影響（閉塞・摩耗）

降下火砕物の海水ポンプモータ冷却空気への侵入による地絡・短絡、モータ軸受部の摩耗及び空空気冷却器冷却管への侵入による閉塞によって、機器の機能に影響がないことを評価する。

- (6) 換気系、電気系及び計測制御系に対する化学的影響（腐食）  
 降下火砕物の海水ポンプモータ冷却空気への侵入による内部の腐食及び外装への接触による腐食によって、機器の機能に影響がないことを評価する。

## 2. 評価条件

### (1) 降下火砕物条件

- ・粒径：2mm 以下
- ・堆積量：15cm
- ・密度：1.5g/cm<sup>3</sup>（湿潤密度）

### (2) 積雪条件

- ・積雪量：17cm（石巻地域における年最大積雪深さの平均値）
- ・単位荷重：積雪量 1cm 当たり 20N/m<sup>2</sup>（建築基準法施行令に基づく積雪の単位荷重）

### (3) 堆積荷重

湿潤状態の降下火砕物の荷重（2,207 N/m<sup>2</sup>）  
 + 降下火砕物と組み合わせる積雪荷重（340 N/m<sup>2</sup>）= 2,547 N/m<sup>2</sup>

## 3. 評価結果

### (1) 構造物への静的負荷

表 1 に評価結果を示す。荷重が直接加わる原子炉補機冷却海水ポンプの外扇カバーや高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの雨よけカバーが損傷した場合には、モータの冷却器に外気を送り込む機能に影響を及ぼす可能性があるが、評価結果のとおり、原子炉補機冷却海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプに発生する応力は許容値に対して十分な裕度を有しており、機器の機能に影響を及ぼすことはない。

表 1 海水ポンプモータに対する降下火砕物の堆積荷重による発生応力の評価

評価部位		応力	計算値 [MPa]	許容値* [MPa]	結果
原子炉補機冷却海水ポンプ	モータフレーム	曲げ応力	6	282	○
		圧縮応力	4	244	○
	外扇カバー	曲げ応力	147	282	○
高圧炉心スプレイ補機冷却 海水ポンプ	モータフレーム	曲げ応力	3	130	○
		圧縮応力	2	130	○
	雨よけカバー (取付溶接部)	せん断応力	14	141	○

※：各部位の許容応力は、JEAG4601-1987の「その他の支持構造物」における許容応力状態Ⅲsに基づく。



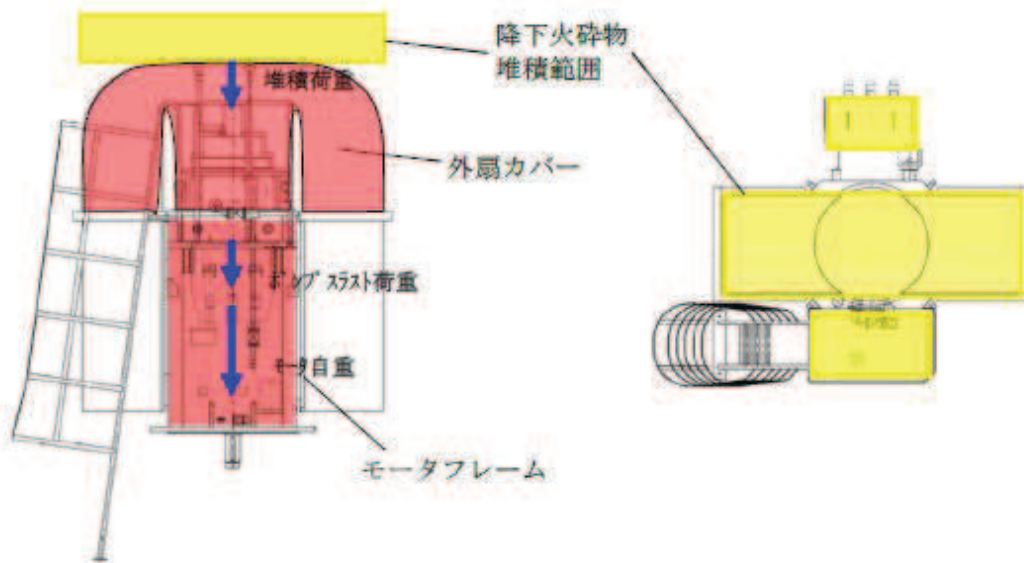


図1 原子炉補機冷却海水ポンプモータ

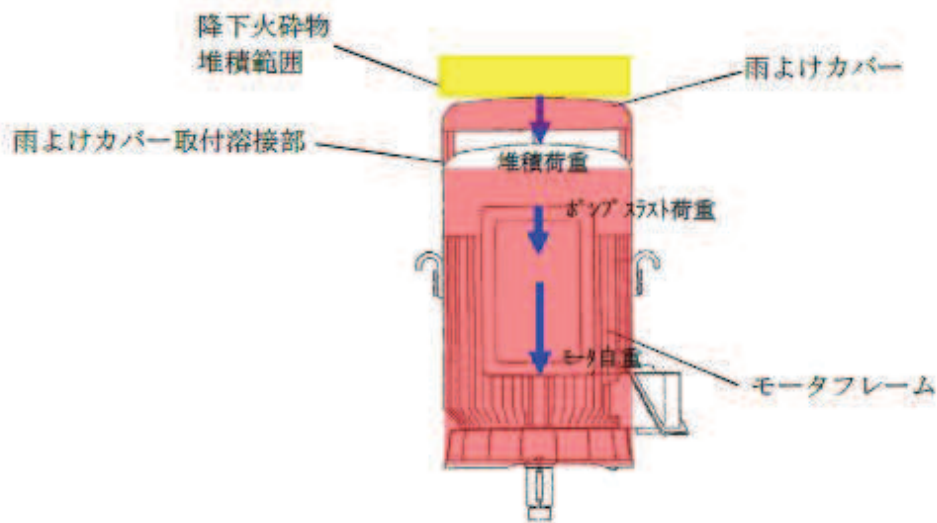


図2 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプモータ

(2) 構造物への化学的影響（腐食）

海水ポンプ及びモータは外面塗装が施されており、降下火砕物による短期での腐食により、機器の機能に影響を及ぼすことはない。

なお、降灰後の長期的な腐食の影響については、日常の保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。

（補足資料－4）

(3) 水循環系の閉塞・摩耗

a. 流水部の閉塞

海水ポンプ流水部の狭隘部の寸法は、図3、4に示すように原子炉補機冷却海水ポンプが約55mmであり、高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプが約29mmである。想定する降下火砕物の粒径は約2mm以下であり、閉塞には至らない。

b. 軸受部の閉塞

原子炉補機冷却海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプの軸受の隙間はそれぞれ、1.2mm、0.7mmの許容値以下で管理されている。想定する粒径は約2mm以下であり、一部の降下火砕物は軸受の隙間より、軸受け内部に入り込む可能性があるが、図3,4に示すように軸受溝部間隙(2.5mm~5.5mm)を設けているため、軸受部の閉塞に至らない。

c. 水循環系の摩耗

降下火砕物は破碎しやすく、砂と同等又は砂より硬度が低くもろいことから、降下火砕物による摩耗が、海水ポンプに与える影響は小さい。

(補足資料-3, 19)

評価の結果より、降下火砕物による海水ポンプの閉塞・摩耗により機器の機能に影響を及ぼすことはない。

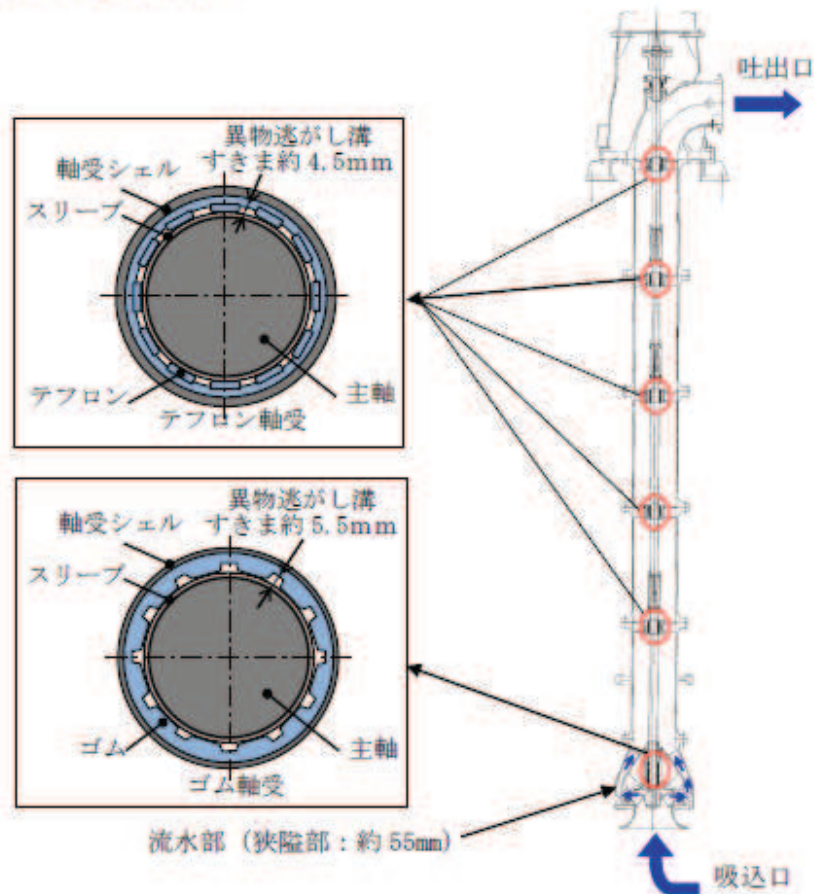


図3 原子炉補機冷却海水ポンプ構造



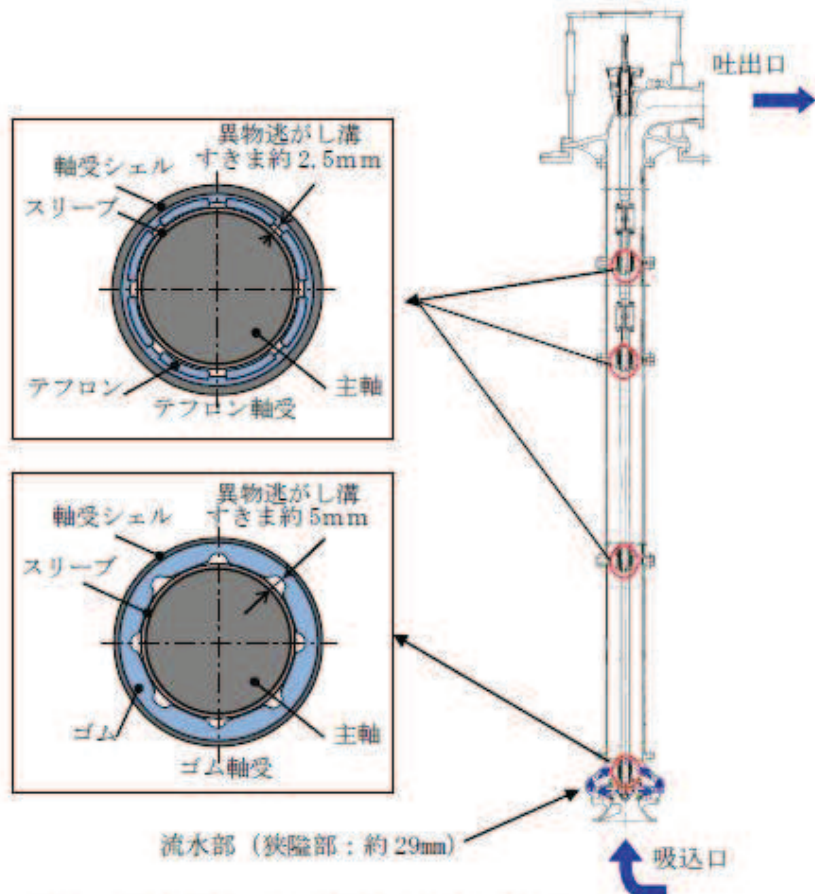


図4 高圧炉心スプレィ補機冷却海水ポンプ構造

(4) 水循環系の化学的影響（腐食）

海水ポンプの主要部は、内面ゴムライニングや塗装等の対応を実施していることから、降下火砕物による短期での腐食により機器の機能に影響を及ぼすことはない。

（補足資料－4）

(5) 換気系、電気系及び計測制御系に対する機械的影響（閉塞・摩耗）

海水ポンプモータは、図5、6に示すように外気を直接モータ内部に取り込まない冷却方式であり、モータ内部に降下火砕物の侵入はない。したがって、地絡、短絡及びモータ軸受部への影響はない。

また、原子炉補機冷却海水ポンプモータについては空冷式空気冷却器の冷却管があり、降下火砕物に空気中の水分が混ざり、凝集することによる影響が考えられる。

外気の取入口は下向きに設置され外気を取込む構造であり、吸込部には金網が設置されているため、降下火砕物が侵入し難い構造であること、また水分を含み重くなった降下火砕物はより侵入し難いこと、仮に侵入しても冷却管の内径（約29mm）に対して降下火砕物の粒径が十分小さく、運転中はファンからの通風（管内風速：約15m/s）により外部に排出されると考えられる。したがって、空気冷却器冷却管への降下火砕物の侵入による閉塞の可能性は小さく、機器へ影響を及ぼ

すことはない。

(6) 換気系、電気系及び計測制御系に対する化学的影響（腐食）

海水ポンプモータは外気を直接モータ内部に取り込まない冷却方式であり、モータ内部に降下火砕物の侵入がない。また、モータが冷却流に接する部分には金属材料を用いているが、防錆塗装が施されていることから、降下火砕物による短期での腐食により機器の機能に影響を及ぼすことはない。

なお、降灰後の長期的な腐食の影響については、日常の保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。

（補足資料－４）

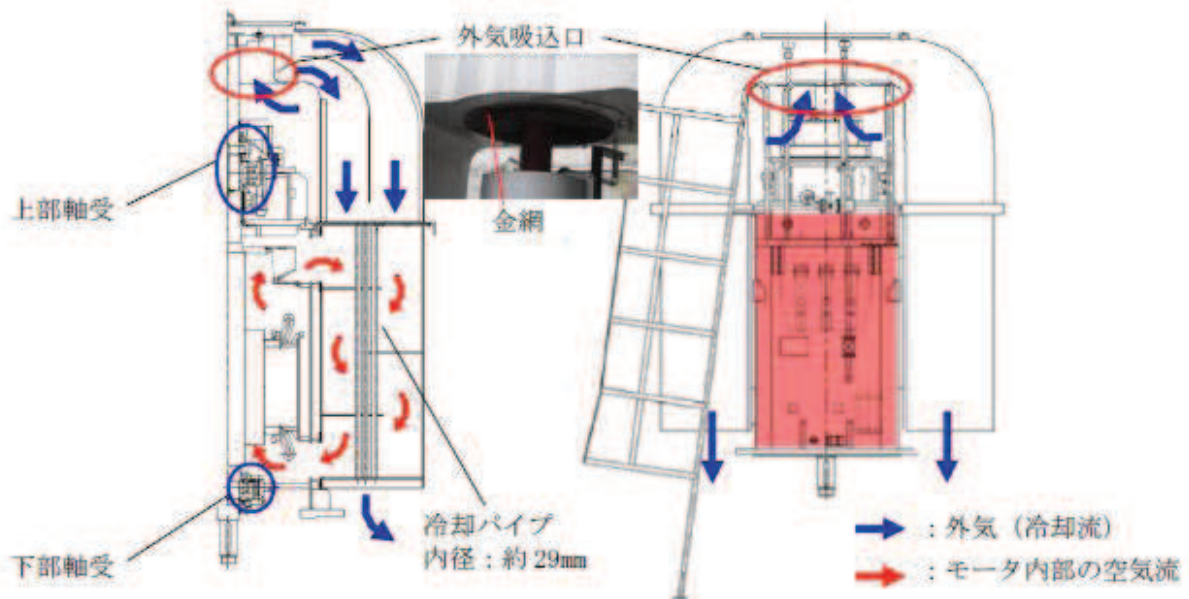


図5 原子炉補機冷却海水ポンプモータの冷却方式

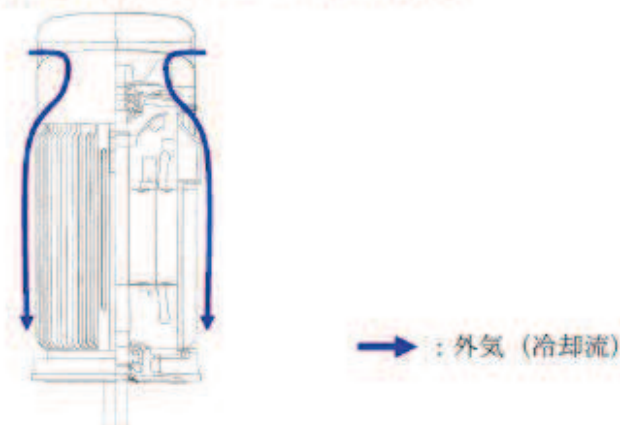


図6 高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプモータの冷却方式

以上



## 海水ストレーナに係る影響評価

降下火砕物による原子炉補機冷却海水系ストレーナ及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水系ストレーナ（以下「海水ストレーナ」という。）に係る影響評価について以下のとおり評価した。

## 1. 評価項目

## (1) 構造物への静的負荷

降下火砕物の堆積荷重により屋外に設置している高圧炉心スプレイ補機冷却海水系ストレーナの機能に影響がないことを評価する。

## (2) 水循環系の閉塞

降下火砕物による海水ストレーナの閉塞により、機器の機能に影響がないことを評価する。

## (3) 水循環系の摩耗

降下火砕物による海水ストレーナの摩耗により、機器の機能に影響がないことを評価する。

## (4) 水循環系の化学的影響（腐食）

降下火砕物による海水ストレーナの内部構造物の化学的影響（腐食）により、機器の機能に影響がないことを評価する。また、海水を供給している下流の設備への影響についても同様に評価する。

## (5) 構造物への化学的影響（腐食）

降下火砕物の高圧炉心スプレイ補機冷却海水系ストレーナへの付着や堆積による化学的影響（腐食）により、機器の機能に影響がないことを評価する。

## 2. 評価条件

## (1) 降下火砕物条件

粒 径：2mm 以下

## 3. 評価結果

## (1) 構造物への静的負荷

高圧炉心スプレイ補機冷却海水系ストレーナは降下火砕物が堆積しにくい形状をしているため、荷重の影響を受けることはない。

## (2) 水循環系の閉塞

想定する降下火砕物の粒径は 2mm 以下であり、海水ストレーナのフィルタ穴径は 8mm であることから、フィルタ穴径に対して十分小さい。また、降下火砕物には粘性を生じさせる粘土鉱物等は含まれていないことから、海水ストレーナが閉塞することはない。なお、原子炉補機冷却海水系ストレーナはフィルタが閉塞することがないように差圧管理されており、一定の差圧(15.2kPa)で自動洗浄される。高圧炉心スプレイ補機冷却海水系ストレーナはフィルタが閉塞することがないように、ストレーナ差圧が上昇した場合には切替・洗浄が可能である。

また、海水ストレーナのフィルタを通過した降下火砕物の粒子は、表 1 に示す下流設備である原子炉補機冷却水系熱交換器及び高圧炉心スプレイ補機冷却水系熱交換器（以下「熱交換器」という。）の伝熱管内径に対して、降下火砕物の粒径



が十分小さく、伝熱管等の閉塞により、下流設備に影響を及ぼすことはない。よって、降下火砕物による閉塞により、機器の機能に影響を及ぼすことはない。

表 1 海水ストレーナ下流設備の熱交換器

機器名	伝熱管内径	材質
原子炉補機冷却水系熱交換器	23mm	アルミニウム黄銅管
高圧炉心スプレイ補機冷却水系熱交換器	23mm	アルミニウム黄銅管

(3) 水循環系の摩耗

降下火砕物は破碎し易く、砂と同等又は砂より硬度が低くもろいことから降下火砕物による摩耗が設備に与える影響は小さく、機器の機能に影響を及ぼすことはない。

(補足資料－3, 19)

(4) 水循環系の化学的影響（腐食）

海水ストレーナの内面は、ライニングが施工されていることから、短期での腐食により海水ストレーナの機能に影響を及ぼすことはない。

また、海水ストレーナの下流設備の熱交換器（伝熱管）には、耐食性の高い材料（アルミニウム黄銅管）を使用していること、さらに鉄イオン注入による管内内面の保護被膜により腐食対策を実施していることから短期での腐食により下流設備の機能に影響を及ぼすことはない。

(補足資料－4)

(5) 構造物への化学的影響（腐食）

高圧炉心スプレイ補機冷却海水系ストレーナは外装塗装が施されており、降下火砕物による短期での腐食により、機器の機能に影響を及ぼすことはない。

なお、降灰後の長期的な腐食の影響については、日常の保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。

(補足資料－4)

以上

## 火山影響等発生時に使用する火山灰フィルタ等の扱いについて

## 1. 火山灰フィルタ等の概要（配備目的及び運用方法）

非常用ディーゼル発電機A系及びB系にはバグフィルタを設置しているが、算出した気中降下火砕物濃度を考慮して、火山影響等発生時に火山灰フィルタを取り付け、非常用ディーゼル発電機A系及びB系の継続的な運転を行えるよう手順の整備（運用による対応）を図るものである。

また、通信連絡設備を確保するため使用する電源車（緊急時対策所用）についても、火山影響等発生時において一時的にフィルタコンテナを資機材として設置し、より確実な運用でフィルタ取替えを行い、電源車（緊急時対策所用）の継続的な運転を行えるよう手順の整備（運用による対応）を図るものである。

## 2. 設置許可との関連

設置許可本文において、降下火砕物による影響因子である荷重、閉塞、腐食、摩耗、大気汚染、絶縁低下に対する設計方針を記載している。

気中降下火砕物濃度が増加することによる影響を受ける可能性がある影響因子として閉塞が抽出されるが、設計基準対象施設については設置許可本文に「換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的影響（閉塞）に対して降下火砕物が侵入しにくい設計とすること」と記載している。また、重大事故等対処設備については「想定される重大事故等が発生した場合における温度、放射線、荷重及びその他の使用条件において、その機能が有効に発揮できるよう、その設置場所（使用場所）又は保管場所に応じた耐環境性を有する設計とするとともに、操作が可能な設計とする。」と記載しており、火山影響等発生時における非常用ディーゼル発電機A系及びB系への火山灰フィルタの取付けは現行記載の範囲内である。

また、火山影響等発生時における電源車（緊急時対策所用）へのフィルタコンテナの取付けは、屋外の降灰状況を考慮し降下火砕物を容易に侵入させないために設置するものであることから、現行記載の範囲内である。

次に、手順については、「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」に基づき、既に設置許可の本文には、前兆事象を確認した時点で事前の対応ができる体制及び手順を整備する方針であることを記載している。

今回の対策は、この設置許可の基本方針に基づき、保安規定にて個別に手順を定めるものである。

以上により、火山影響等発生時に火山灰フィルタを取り付けること及びフィルタコンテナを資機材として設置することは、設置許可に記載する基本方針の

変更を必要とするものではない。

### 3. 保安規定第107条（施設管理計画）における取扱い

保安規定第107条では、原子力発電施設の中から各号炉ごと保全を行うべき対象範囲を以下のとおり定めている。

- ・重要度分類指針において、一般の産業施設よりも更に高度な信頼性の確保および維持が要求される機能を有する設備
- ・重要度分類指針において、一般の産業施設と同等以上の信頼性の確保および維持が要求される機能を有する設備
- ・原子炉設置（変更）許可申請書ならびに設計および工事計画（変更）認可申請書で保管または設置要求があり、許可または認可を得た設備
- ・自主対策設備<sup>※1</sup>（2号炉）
- ・炉心損傷または格納容器機能喪失を防止するために必要な機能を有する設備
- ・その他自ら定める設備

※1：自主対策設備とは、「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則」の全ての要求事項を満たすことや全てのプラント状況において使用することは困難であるが、プラント状況によっては、事故対応に有効な設備をいう。

火山影響等発生時の対応に必要な資機材を表1に示す。これらの資機材のうち、火山灰フィルタ、フィルタコンテナ、フィルタ（フィルタコンテナ用）、フレキシブルダクト及びアタッチメントについては、火山影響等発生時における原子炉施設の保全のための活動のうち、設備の機能維持に直接必要な資機材であることを踏まえ、その他自ら定める設備として保全対象範囲として選定する。

表1 火山影響等発生時の対応に必要な資機材

使用目的	資機材
非常用ディーゼル発電機A系及びB系の機能維持 <sup>※</sup>	火山灰フィルタ
電源車（緊急時対策所用）の機能維持 <sup>※</sup>	フィルタコンテナ、フィルタ（フィルタコンテナ用）、フレキシブルダクト、アタッチメント
フィルタ運搬、取替	閉止板、視認性向上資機材、台車
電源	乾電池（携行型通話装置）
緊急時対策所の居住性確保	酸素濃度計、二酸化炭素濃度計
除灰作業	スコップ
防護具	ゴーグル、防護マスク、手袋

※ 設備の機能維持に直接必要な資機材であることを踏まえ、その他自ら定める設備として保全対象範囲として選定する。

#### 4. 火山灰フィルタ等配備に伴う周辺機器への影響

火山灰フィルタについては、通常時から非常用ディーゼル発電機A系及びB系の火山灰フィルタ取付けエリア近傍の屋内に配備することとしている。

また、フィルタコンテナ及びフィルタ（フィルタコンテナ用）については、火山影響等発生時において一時的にフレキシブルダクトにより接続する運用としており、通常時からフィルタコンテナは電源車（緊急時対策所用）のフィルタコンテナ取付けエリア近傍の屋外に配備することとしている。（フィルタ（フィルタコンテナ用）は緊急時対策建屋内に保管）

通常時から火山灰フィルタを非常用ディーゼル発電機A系及びB系の火山灰フィルタ取付けエリア近傍に配備することについて、品質マネジメント文書に基づき、持込可燃物の管理、竜巻対策上の管理、地震による周辺機器への影響の防止及び安全上重要な設備へのアクセスルート等の管理について確認を行った上で保管場所を決定している。

また、通常時からフィルタコンテナを電源車（緊急時対策所用）のフィルタコンテナ取付けエリア近傍に配備することについて、品質マネジメント文書に基づき、持込可燃物の管理、竜巻対策上の管理、地震による周辺機器への影響の防止及び安全上重要な設備へのアクセスルート等の管理について確認を行ったうえで保管場所を決定している。

非常用ディーゼル発電機A系及びB系の火山灰フィルタ配備に伴う周辺機器への影響の確認結果を表2に、電源車（緊急時対策所用）のフィルタコンテナ配備に伴う周辺機器への影響の確認結果を表3に示す。

表2 非常用ディーゼル発電機A系及びB系の火山灰フィルタ配備に伴う周辺機器への影響の確認結果

確認項目	確認結果
① 安全上重要な機器、配管、計器等精密機器からは十分離れているか。また、固縛・滑り止め・ボルト固定等の処置が適切に実施できるか。	離隔を確保した上で固定できるよう保管するため、安全上重要な機器に影響しない。
② 接触、干渉等により発電設備に影響はないか。	他設備への接触、干渉等はない。
③ 運転員、作業員の通行性（アクセスルート含む。）及び弁、操作盤等への操作性が確保できるか。	配備場所はアクセスルートとの干渉はない。
④ 避難通路、防火シャッター（防火扉）の作動範囲は確保されているか。	近傍に非難通路、防火シャッターはないため、作動範囲を妨げない。
⑤ 恒設の消火器、消火栓、救急搬送用具（担架等）の使用に影響しないか。また、火災検知器の機能に影響しないか。	火山灰フィルタは消火器や検知器と干渉せず、機能に影響しない場所に配備する。



⑥ 火災発生源になる資機材（油脂・木材・ポンベ・ビニール・ダンボール・ウエス等の可燃物（難燃性を含む。））はないか。	フィルタの主材料は金属であり、可燃性ではない。また、品質マネジメント文書に基づき管理する。
⑦ 屋外に配備する場合、竜巻による飛来対策区域外であること。 *飛来物対策区域内の場合、飛散防止対策を実施すること。	屋内に配備する。
⑧ 屋外に配備する場合、津波対策区域外であること。 *津波対策区域内の場合、影響評価を実施すること。	津波対策区域外である。

表3 電源車（緊急時対策所用）のフィルタコンテナ配備に伴う周辺機器への影響の確認結果

確認項目	確認結果
① 安全上重要な機器、配管、計器等精密機器からは十分離れているか。また、固縛・滑り止め・ボルト固定等の処置が適切に実施できるか。	フィルタコンテナの設置場所及びフィルタ（フィルタコンテナ用）の保管場所は安全上重要な機器から十分離れていることから影響を与えない。
② 接触、干渉等により発電設備に影響はないか。	他設備への接触、干渉等はない。
③ 運転員、作業員の通行性（アクセスルート含む。）及び弁、操作盤等への操作性が確保できる。	フィルタコンテナの設置場所及びフィルタ（フィルタコンテナ用）の保管場所は狭隘部でないことから、運転員、作業員の通行性、操作性は妨げない。
④ 避難通路、防火シャッター（防火扉）の作動範囲は確保されているか。	消火器等から十分離れていることから影響を与えない。
⑤ 恒設の消火器、消火栓、救急搬送用具（担架等）の使用に影響しないか。 また、火災検知器の機能に影響しないか。	消火器等から十分離れていることから影響を与えない。
⑥ 火災発生源になる資機材（油脂・木材・ポンベ・ビニール・ダンボール・ウエス等の可燃物（難燃性を含む。））はないか。	フィルタコンテナ、フィルタ及びフレキシブルダクトの主材料は金属であり、可燃性ではない。また、品質マネジメント文書に基づき管理する。
⑦ 屋外に配備する場合、竜巻による飛来対策区域外であること。 *飛来物対策区域内の場合、飛散防止対策を実施すること。	フィルタコンテナは基礎ボルトで固定し、フィルタ（フィルタコンテナ用）は建屋内に保管しており飛来物とならない。

<p>⑧ 屋外に配備する場合，津波対策区域外であること。 * 津波対策区域内の場合，影響評価を実施すること。</p>	<p>フィルタコンテナの設置場所及びフィルタ（フィルタコンテナ用）の保管場所は溢水評価エリアに該当しない。</p>
--	---

## 5. まとめ

火山影響等発生時において一時的に火山灰フィルタ及びフィルタコンテナを資機材として配備する手順は，現行の設置許可に記載している内容のままで運用可能である。

以上



## 電源車（緊急時対策所用）のフィルタコンテナに係る影響評価

降下火砕物による電源車（緊急時対策所用）のフィルタコンテナへの影響について以下のとおり評価した。

## 1. 評価項目及び内容

## (1) 構造物への静的負荷

降下火砕物の堆積荷重によりフィルタコンテナの健全性に影響がないことを評価する。なお、堆積荷重は積雪との重畳を考慮する。

## (2) 構造物への化学的影響（腐食）

降下火砕物の構造物への付着や堆積による化学的影響（腐食）により構造物の機能に影響がないことを評価する。

## 2. 評価条件

## (1) 降下火砕物条件

- ・堆積量：15[cm]
- ・密度：1.5[g/cm<sup>3</sup>]（湿潤密度）

## (2) 積雪条件

- ・積雪量：17[cm]（石巻地域における年最大積雪深さの平均値）
- ・単位荷重：積雪量 1[cm]当たり 20[N/m<sup>2</sup>]（建築基準法施行令に基づく積雪の単位荷重）

## 3. 評価結果

## (1) 構造物への静的負荷

## a. 堆積荷重

湿潤状態の降下火砕物の荷重（2,207[N/m<sup>2</sup>]  
+降下火砕物と組み合わせる積雪荷重（340[N/m<sup>2</sup>]）=2,547[N/m<sup>2</sup>]

フィルタコンテナの降下火砕物及び積雪に対する静的負荷については、フィルタコンテナの重量を考慮した許容耐荷重を [ ] [N/m<sup>2</sup>] と評価しており、降下火砕物及び積雪荷重 2,547[N/m<sup>2</sup>] を上回っていることから、降下火砕物及び積雪の堆積によりフィルタコンテナの健全性に影響を及ぼすことはない。

## (2) 構造物への化学的影響（腐食）

フィルタコンテナは外面塗装が施されており、降下火砕物による短期での腐食によりフィルタコンテナの機能に影響を及ぼすことはない。

なお、降灰後の長期的な腐食の影響については、日常の保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。

以上

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付書類八	備考
<p>b. 火山</p> <p>外部事象防護対象施設は、発電所の運用期間中において発電所の安全性に影響を及ぼし得る火山事象として①設置(変更)許可を受けた降下火砕物の特性を設定し、その降下火砕物が発生した場合においても、外部事象防護対象施設が安全機能を損なうおそれがない設計とする。</p> <p>重大事故等対処設備は、建屋内への設置又は設計基準事故対処設備等及び同じ機能を有する他の重大事故等対処設備と位置的分散を図り設置することにより、設計基準事故対処設備等の安全機能と同時にその機能を損なわない設計とする。</p> <p>なお、定期的に新知見の確認を行い、新知見が得られた場合に評価することを保安規定に定めて管理する。</p> <p>(a) 防護設計における降下火砕物の特性の設定                  ①設計に用いる降下火砕物は、設置(変更)許可を受けた、層厚15cm、粒径2mm以下、密度0.7g/cm<sup>3</sup>(乾燥状態)～1.5g/cm<sup>3</sup>(湿潤状態)と設定する。</p> <p>(b) 降下火砕物に対する防護対策                  降下火砕物の影響を考慮する施設は、降下火砕物による「直接的影響」及び「間接的影響」に対し</p>	<p>(a-7) 火山の影響</p> <p>安全施設は、発電所の運用期間中において発電所の安全機能に影響を及ぼし得る火山事象として①設定した層厚15cm、粒径2mm以下、密度0.7g/cm<sup>3</sup>(乾燥状態)～1.5g/cm<sup>3</sup>(湿潤状態)の降下火砕物に対し、以下のような設計とすることにより降下火砕物による直接的影響に対して機能維持すること若しくは降下火砕物による損傷を考慮して、代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での修復等の対応又はそれらを適切に組み合わせること、その安全機能を損なわない設計とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 構造物への静的負荷に対して安全裕度を有する設計とすること</li> <li>・ 水循環系の閉塞に対して狭隘部等が閉塞しない設計とすること</li> <li>・ ②換気系、電気系及び計測制御系に対する機械的影響(閉塞)に対して降下火砕物が侵入しにくい設計とすること</li> <li>・ 水循環系の内部における摩擦並びに③換気系、電気系及び計測制御系に対する機械的影響(摩擦)に対して摩擦しにくい設計とすること</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 構造物の化学的影響(腐食)、水循環系の化学</li> </ul>	<p>1.8.7 火山防護に関する基本方針</p> <p>1.8.7.1 設計方針</p> <p>(1) 火山事象に対する設計の基本方針</p> <p>安全施設は、火山事象に対して、発電用原子炉施設の安全性を確保するために必要な機能を損なわない設計とする。このため、「添付書類六 7.1 火山」で評価し抽出された発電所に影響を及ぼし得る火山事象である降下火砕物に対して、対策を行い、建屋による防護、構造成全性の維持、代替設備の確保等によって、安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>降下火砕物によってその安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設を、安全重要度分類のクラス1、クラス2及びクラス3に属する構造物、系統及び機器とする。</p> <p>降下火砕物によってその安全機能が損なわれないことを確認する必要がある施設のうち、外部事象防護対象施設は、建屋又は防護又は構造成全性の維持等により安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>(2) 降下火砕物の設計条件</p> <p>a. 設計条件の検討・設定</p> <p>発電所の敷地において考慮する火山事象は、「添付書類六 7.1 火山」に示すとおり降下火砕物のみである。</p> <p>降下火砕物の層厚は、降下火砕物の分布状況、シ</p>	<p>① 今回の保安規定申請は、工認及び設置許可の左記記載事項に影響するものではないため、変更不要</p> <p>② 今回の保安規定変更申請により、非常用ディーゼル発電機機関に降下火砕物が容易に侵入しにくい設計は変えないため、変更不要</p> <p>③ 今回の保安規定申請により、非常用ディーゼル発電機機関が摩擦しにくい設計を變えるものではないため、変更不要</p>

黄色：設計条件に関する記載 緑色：非常用ディーゼル発電機に関する記載 水色：運用に関する記載

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付書類八	備考
<p>て、以下の適切な防護措置を講じることで安全機能を損なうおそれがない設計とする。</p> <p>イ. 直接的影響に対する設計方針</p> <p>(イ) 構造物への荷重</p> <p>外部事象防護対象施設等及び外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設のうち、屋外に設置している施設及び外部事象防護対象施設を内包する施設について、降下火砕物が堆積しやうい構造を有する場合には荷重による影響を考慮する。</p> <p>これらの施設については、降下火砕物を除去することにより、降下火砕物による荷重並びに火山と組み合わせる積雪及び風(台風)の荷重を短期的な荷重として考慮し、機能を損なうおそれがないよう構造健全性を維持する設計とする。</p> <p>②なお、降下火砕物が長期的に堆積しないよう当該施設に堆積する降下火砕物を適宜除去することを保安規定に定めて管理する。</p> <p>屋内の重大事象等対処設備については、降下火砕物による短期的な荷重により機能を損なわれないように、降下火砕物による組合せを考慮した荷重に対し安全裕度を有する建屋内に設置する設計とする。</p>	<p>的影響(腐食)並びに①換気系、電気系及び計測制御系に対する化学的影響(腐食)に対して短期での腐食が発生しない設計とすること</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・発電所周辺の大気汚染に対して中央制御室換気空調系は降下火砕物が侵入しにくく、さらに外気を遮断できる設計とすること</li> <li>・電気系及び計測制御系の盤の絶縁低下に対して空気を取り込む機構を有する計測制御用電源設備(無停電電源装置)及び非常用所内電気設備(所内低圧系統)の設置場所の非常用換気空調系は降下火砕物が侵入しにくい設計とすること</li> <li>・降下火砕物による静的負荷や腐食等の影響に対して、降下火砕物の除去や非常用換気空調系外気取入口のバグフィルタの取替え若しくは清掃又は換気空調系の停止若しくは外気との連絡口を遮断し、中央制御室再循環フィルタ装置を通る事故時運転モードへの切替えの実施により安全機能を損なわない設計とすること</li> </ul> <p>さらに、降下火砕物による間接的影響である7日間の外部電源喪失及び発電所外での交通の途絶によるアクセス制限事象に対し、発電所の安全性を維持するために必要となる電</p>	<p>ミュレーション及び分布事例による検討結果から総合的に判断し、保守的に15cmと設定する。</p> <p>なお、鉛直荷重については、湿潤状態の降下火砕物に、「建築基準法」等の関連する規格・基準類の考え方に基づいた石巻地域における平均的な積雪量を踏まえて設定する。</p> <p>粒径及び密度については、文献調査、地質調査及び降下火砕物シミュレーションの結果を踏まえ、粒径2mm以下、密度0.7g/cm<sup>3</sup>(乾燥状態)～1.5g/cm<sup>3</sup>(湿潤状態)と設定する。</p> <p>(3) 評価対象施設等の抽出</p> <p>外部事象防護対象施設等のうち、屋内設備は外殻となる建屋により防護する設計とし、評価対象施設を、建屋、屋外に設置されている施設、降下火砕物を含む海水の流路となる施設、降下火砕物を含む空気の流路となる施設、外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する施設に分類し抽出する。また、評価対象施設及び外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設を評価対象施設等という。</p> <p>上記に含まれない構築物、系統及び機器は、降下火砕物により損傷した場合であっても、代替手段があること等により安全機能は損なわれない。</p>	<p>① 非常用ディーゼル発電機に対して短期での腐食が発生しない設計は変わらないうえ、変更不要</p> <p>② 今回の保安規定申請により、静的負荷に対する運用は変わらない。また、腐食等に対する運用については、左記の運用を包絡する対応を実施するため、変更不要</p>

黄色：設計条件に関する記載 緑色：非常用ディーゼル発電機に関する記載 水色：運用に関する記載

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付書類八	備考
<p>屋外の重大事故等対処設備については、降下火砕物による荷重により機能を損なわないように、降下火砕物を適宜除去することにより、設計基準事故対処設備等の安全機能と同時に重大事故等対処設備の重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがない設計とする。</p> <p>なお、<b>①降下火砕物により必要な機能を損なうおそれがないよう、屋外の重大事故等対処設備に堆積する降下火砕物を適宜除去することを保安規定に定めて管理する。</b></p> <p>(ロ) 閉塞</p> <p>i. 水循環系の閉塞</p> <p>外部事象防護対象施設等及び外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設のうち、降下火砕物を含む海水の流路となる施設については、降下火砕物に対し、機能を損なうおそれがないよう、降下火砕物の粒径に対し十分な流路幅を設けることにより、水循環系の狭隘部が閉塞しない設計とする。</p> <p>ii. 換気系、電気系及び計測制御系に対する機械的影響（閉塞）</p> <p>外部事象防護対象施設等及び外部事象防護対象</p>	<p>源の供給が継続できることにより安全機能を損なわない設計とする。</p>	<p>a. 建屋</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・原子炉建屋</li> <li>・タービン建屋</li> <li>・制御建屋</li> </ul> <p>b. 屋外に設置されている施設</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・海水ポンプ（原子炉補機冷却海水ポンプ、高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ）</li> <li>・海水ストレーナ（高圧炉心スプレイ補機冷却海水系ストレーナ）</li> <li>・排気筒</li> <li>・非常用ガス処理系（屋外配管）</li> <li>・復水貯蔵タンク</li> <li>・軽油タンク室</li> <li>・軽油タンク室（H）</li> </ul> <p>c. 降下火砕物を含む海水の流路となる施設</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・海水ポンプ（原子炉補機冷却海水ポンプ、高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ）</li> <li>・海水ストレーナ（原子炉補機冷却海水系ストレーナ、高圧炉心スプレイ補機冷却海水系ストレーナ）及び下流設備</li> </ul> <p>d. 降下火砕物を含む空気の流路となる施設</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）</li> <li>・非常用換気空調系（外気取入口）のうち中央制</li> </ul>	<p>① 今回の保安規定申請により、左記運用は変わらないため、変更不要</p>

黄色：設計条件に関する記載 緑色：非常用ディーゼル発電機に関する記載 水色：運用に関する記載

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付書類八	備考
<p>施設等に波及的影響を及ぼし得る施設のうち、①非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイスディーゼル発電機を含む。）は、吸気口上流側の外気取入口にルーバを設置し、下側から吸い込む構造とすることにより、降下火砕物が流路に侵入しにくい設計とする。排気筒及び非常用ガス処理系（屋外配管）は、排気筒の排気により降下火砕物を侵入し難くすることで排気流路が閉塞しない設計とする。</p> <p>また、外気を取り入れる非常用換気空調系（外気取入口）及び非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイスディーゼル発電機を含む。）の①空気の流れにそれぞれバグフィルタを設置することにより、フィルタメッシュより大きな降下火砕物が内部に侵入しにくい設計とし、更に降下火砕物がバグフィルタに付着した場合でも取替え又は清掃が可能な構造とすることで、降下火砕物により閉塞しない設計とする。</p> <p>非常用ディーゼル機関及び高圧炉心スプレイスディーゼル機関は、フィルタを通過した小さな粒径の降下火砕物が侵入した場合でも、降下火砕物により閉塞しない設計とする。</p> <p>非常用換気空調系（外気取入口）以外の降下火砕物を含む空気の流路となる換気系、電気系及び計</p>	<p>設置許可本文</p>	<p>設置許可添付書類八</p> <p>御室換気空調系</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>非常用換気空調系（外気取入口）のうち計測制御電源室換気空調系</li> <li>非常用換気空調系（外気取入口）のうち原子炉補機室換気空調系</li> <li>排気筒</li> <li>非常用ガス処理系（屋外配管）</li> </ul> <p>e. 外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する施設</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>計測制御用電源設備（無停電源装置）</li> <li>非常用所内電気設備（所内低圧系統）</li> </ul> <p>f. 降下火砕物の影響を受ける施設であって、その停止等により、外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>非常用ディーゼル発電設備排気消音器及び排気管、高圧炉心スプレイスディーゼル発電設備排気消音器及び排気管（以下「非常用ディーゼル発電設備（高圧炉心スプレイスディーゼル発電設備を含む。）排気消音器及び排気管」という。）</li> <li>海水取水設備（除塵装置）</li> </ul> <p>上記により抽出した評価対象施設等を第 1.8.7-1 表に示す。</p> <p>(4) 降下火砕物による影響の選定</p>	<p>備考</p> <p>① 今回の保安規定申請により、非常用ディーゼル発電機関に降下火砕物が容易に侵入しにくい設計は変わらないため、変更不要</p>

黄色：設計条件に関する記載 緑色：非常用ディーゼル発電機に関する記載 水色：運用に関する記載



基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付書類八	備考
<p>測制御系の施設についても、降下火砕物に対し、機能損傷なうおそれがないよう、降下火砕物が侵入しにくい構造、又は降下火砕物が侵入した場合でも、降下火砕物により流路が閉塞しない設計とする。</p> <p>なお、①降下火砕物により閉塞しないよう外気取入ダンパの閉止、換気空調系の停止又は事故時運転モードへ切替えることを保安規定に定めて管理する。</p> <p>(ハ) 摩擦</p> <p>i. 水循環系の内部における摩擦 外部事象防護対象施設等及び外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設のうち、降下火砕物を含む海水の流路となる施設の内部における摩擦については、主要な降下火砕物は砂と同等又は砂より硬度が低くもろいことから、摩擦による影響は小さい。また当該施設については、定期的な内部点検及び日常保守管理により、状況に応じて補修が可能であり、摩擦により外部事象防護対象施設の安全機能を損なわれない設計とする。</p> <p>ii. 換気系、電気系及び計測制御系に対する機械的影響（摩擦）</p>	<p>設置許可本文</p>	<p>降下火砕物の特徴及び評価対象施設等の構造や設置状況等を考慮して、降下火砕物が直接及ぼす影響（以下「直接的影響」という。）とそれ以外の影響（以下「間接的影響」という。）を選定する。</p> <p>a. 降下火砕物の特徴</p> <p>各種文献の調査結果より、降下火砕物は以下の特徴を有する。</p> <p>(a) 火山ガラス片、鉱物結晶片から成る<sup>(1)</sup>。ただし、火山ガラス片は砂よりもろく硬度は低く<sup>(2)</sup>、主要な鉱物結晶片の硬度は砂同等又はそれ以下である<sup>(3)</sup><sup>(4)</sup>。</p> <p>(b) 硫酸等を含む腐食性のガス（以下「腐食性ガス」という。）が付着している<sup>(1)</sup>。ただし、金属腐食研究の結果より、直ちに金属腐食を生じさせることはない<sup>(5)</sup>。</p> <p>(c) 水に濡れると導電性を生じる<sup>(1)</sup>。</p> <p>(d) 湿った降下火砕物は乾燥すると固結する<sup>(1)</sup>。</p> <p>(e) 降下火砕物粒子の融点は約1,000℃であり、一般的な砂に比べ低い<sup>(1)</sup>。</p> <p>b. 直接的影響</p> <p>降下火砕物の特徴から直接的影響の要因となる荷重、閉塞、摩擦、腐食、大気汚染、水質汚染及び絶縁低下を抽出し、評価対象施設等の構造や設置状況等を考慮して直接的な影響因子を以下のとおり選定</p>	<p>備考</p> <p>① 今回の保安規定申請により、左記運用は変更を要しないため、変更不要</p>

黄色：設計条件に関する記載 緑色：非常用ディーゼル発電機に関する記載

水色：運用に関する記載



基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付書類八	備考
<p>外部事象防護対象施設等及び外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設のうち、降下火砕物を含む空気を取り込みかつ摺動部を有する換気系、電気系及び計測制御系の施設については、降下火砕物に対し、機能を損なうおそれがないよう、降下火砕物が侵入しにくい構造とすること又は摩耗しにくい材料を使用することにより、摩耗しにくい設計とする。</p> <p>なお、①摩耗が進まないようバグフィルタの取替え又は清掃すること等を保安規定に定めて管理する。</p> <p>(二) 腐食</p> <p>i. 構造物の化学的影響（腐食）</p> <p>外部事象防護対象施設等及び外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設のうち、屋外に設置している施設及び外部事象防護対象施設を内包する施設については、降下火砕物に対し、機能を損なうおそれがないよう、耐食性のある材料の使用又は塗装を実施することにより、降下火砕物による短期的な腐食が発生しない設計とする。</p> <p>なお、長期的な腐食の影響については、日常保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。</p>	<p>設置許可本文</p>	<p>設置許可添付書類八</p> <p>する。</p> <p>(a) 荷重</p> <p>「荷重」について考慮すべき影響因子は、建屋及び屋外施設の上に堆積し静的な負荷を与える「構造物への静的負荷」及び建屋及び屋外施設に対し降灰時に衝撃を与える「粒子の衝突」である。</p> <p>評価に当たっては以下の荷重の組合せを考慮する。</p> <p>① 今回の保安規定申請により、左記運用は変更されないため、変更不要</p> <p>(i) 評価対象施設等に常時作用する荷重、運転時荷重</p> <p>評価対象施設等に作用する荷重として、自重等の常時作用する荷重、内圧等の運転時荷重を適切に組み合わせる。</p> <p>(ii) 設計基準事故時荷重</p> <p>外部事象防護対象施設は、当該外部事象防護対象施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該外部事象防護対象施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を、それぞれの因果関係及び時間的变化を考慮して、適切に組み合わせる設計する。</p> <p>(iii) その他の自然現象の影響を考慮した荷重の組合せ</p> <p>降下火砕物と組合せを考慮すべき火山以外の自然現象は、荷重の影響において風（台風）及び積雪であり、降下火砕物の荷重と適切に組み合わせる。</p>	<p>備考</p>

黄色：設計条件に関する記載

緑色：非常用ディーゼル発電機に関する記載

水色：運用に関する記載

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付書類八	備考
<p>屋内の重大事故等対処設備については、降下火砕物による短期的な腐食により機能を損なわないように、耐食性のある塗装を実施した建屋内に設置する設計とする。</p> <p>屋外の重大事故等対処設備については、降下火砕物を適宜除去することにより、降下火砕物による腐食に対して、設計基準事故対処設備等の安全機能と同時に重大事故等対処設備の重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがない設計とする。</p> <p>なお、①降下火砕物により腐食の影響が生じないよう、屋外の重大事故等対処設備に堆積する降下火砕物を適宜除去することを保安規定に定めて管理する。</p> <p>ii. 水循環系の化学的影響（腐食）</p> <p>外部事象防護対象施設等及び外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設のうち、降下火砕物を含む海水の流路となる施設については、降下火砕物に対し、機能を損なうおそれがないよう、耐食性のある材料の使用又は塗装等を実施することにより、降下火砕物による短期的な腐食が発生しない設計とする。</p> <p>なお、長期的な腐食の影響については、日常保守</p>	<p>設置許可本文</p>	<p>(b) 閉塞</p> <p>「閉塞」について考慮すべき影響因子は、降下火砕物を含む海水が流路の狭隘部等を閉塞させる「水循環系の閉塞」及び降下火砕物を含む空気が機器の狭隘部や換気系の流路を閉塞させる「換気系、電気系及び計測制御系の機械的影響（閉塞）」である。</p> <p>(c) 摩耗</p> <p>「摩耗」について考慮すべき影響因子は、降下火砕物を含む海水が流路に接触することにより配管等を摩耗させる「水循環系の内部における摩耗」及び降下火砕物を含む空気が動的機器の摺動部に侵入し摩耗させる「換気系、電気系及び計測制御系の機械的影響（摩耗）」である。</p> <p>(d) 腐食</p> <p>「腐食」について考慮すべき影響因子は、降下火砕物に付着した腐食性ガスにより建屋及び屋外施設の外表面を腐食させる「構造物への化学的影響（腐食）」、換気系、電気系及び計測制御系において降下火砕物を含む空気の流路を腐食させる「換気系、電気系及び計測制御系に対する化学的影響（腐食）」及び海水に溶出した腐食性成分により海水管等を腐食させる「水循環系の化学的影響（腐食）」である。</p> <p>(e) 大気汚染</p> <p>「大気汚染」について考慮すべき影響因子は、降</p>	<p>備考</p> <p>①今回の保安規定申請により、左記運用は変わらないため、変更不要</p>

黄色：設計条件に関する記載 緑色：非常用ディーゼル発電機に関する記載 水色：運用に関する記載

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付書類八	備考
<p>管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。</p> <p>iii. 換気系、電気系及び計測制御系に対する化学的影響（腐食）</p> <p>外部事象防護対象施設等及び外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設のうち、降下火砕物を含む空気の流れとなる換気系、電気系及び計測制御系の施設については、降下火砕物に対し、機能を損なうおそれがないよう、耐食性のある材料の使用又は塗装を実施することにより、降下火砕物による短期的な腐食が発生しない設計とする。</p> <p>なお、長期的な腐食の影響については、日常保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。</p> <p>(ホ) 発電所周辺の大気汚染</p> <p>外部事象防護対象施設等及び外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設のうち、中央制御室換気空調系については、降下火砕物に対し、機能を損なうおそれがないよう、バグフィルタを設置することにより、降下火砕物が中央制御室に侵入しにくい設計とする。</p>	<p>設置許可本文</p>	<p>設置許可添付書類八</p> <p>下火砕物により汚染された発電所周辺の大気が運転員の常駐する中央制御室内に侵入することによる居住性の劣化及び降下火砕物の除去、屋外施設の点検等、屋外における作業環境を劣化させる「発電所周辺の大気汚染」である。</p> <p>(f) 水質汚染</p> <p>「水質汚染」については、給水源である河川水に降下火砕物が混入することによる汚染が考えられるが、発電所では給水処理設備により水処理した給水を使用しており、降下火砕物の影響を受けた河川水を直接給水として使用しないこと、また水質管理を行っていることから、安全施設の安全機能には影響しない。</p> <p>(g) 絶縁低下</p> <p>「絶縁低下」について考慮すべき影響因子は、湿った降下火砕物が、電気系及び計測制御系絶縁部に導電性を生じさせることによる「盤の絶縁低下」である。</p> <p>c. 間接的影響</p> <p>(a) 外部電源喪失及びアクセス制限</p> <p>降下火砕物によって発電所に間接的な影響を及ぼす因子は、湿った降下火砕物が送電線の碍子、開閉所の充電露出部等に付着し絶縁低下を生じさせることによる広範囲にわたる送電網の損傷に伴う「外部</p>	<p>備考</p>

黄色：設計条件に関する記載 緑色：非常用ディーゼル発電機に関する記載 水色：運用に関する記載

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付書類八	備考
<p>また、中央制御室換気空調系については、外気取入ダンプの閉止及び事故時運転モードとすることにより、中央制御室内への降下火砕物の侵入を防止する。さらに外気取入遮断時において、酸素濃度及び二酸化炭素濃度の影響評価を実施し、室内の居住性を確保する設計とする。</p> <p>なお、<b>①降下火砕物による中央制御室の大気汚染を防止するよう事故時運転モードへの切替え等を保安規定に定めて管理する。</b></p> <p>(へ) 絶縁低下</p> <p>外部事象防護対象施設等及び外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設のうち、空気を取り込む機構を有する電気系及び計測制御系の盤については、降下火砕物に対し、機能を損なうおそれがないよう、計測制御用電源設備（無停電電源装置）及び非常用所内電気設備（所内低圧系統）の設置場所の非常用換気空調系にバグフィルタを設置することにより、降下火砕物が侵入しにくい設計とする。</p> <p>なお、<b>①降下火砕物による電気系及び計測制御系の盤の絶縁低下を防止するようバグフィルタの取替え又は清掃することを保安規定に定めて管理する。</b></p>	<p>設置許可本文</p>	<p>電源喪失」及び降下火砕物が道路に堆積することによる交通の途絶に伴う「アクセス制限」である。</p> <p>(5) 降下火砕物の直接的影響に対する設計</p> <p>直接的影響については、評価対象施設等の構造や設置状況等（形状、機能、外気吸入や海水通水の有無）を考慮し、想定される各影響因子に対して、影響を受ける各評価対象施設等が安全機能を損なわない以下の設計とする。</p> <p>a. 降下火砕物による荷重に対する設計</p> <p>(a) 構造物への静的負荷</p> <p>評価対象施設等のうち、構造物への静的負荷を考慮すべき施設は、降下火砕物が堆積する以下の施設である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・建屋 <ul style="list-style-type: none"> <li>原子炉建屋、タービン建屋、制御建屋</li> </ul> </li> <li>・屋外に設置されている施設 <ul style="list-style-type: none"> <li>海水ポンプ（原子炉補機冷却海水ポンプ、高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ）、海水ストレーナ（高圧炉心スプレイ補機冷却海水系ストレーナ）、復水貯蔵タンク、軽油タンク室、軽油タンク室（H）</li> </ul> </li> </ul> <p>・降下火砕物の影響を受ける施設であって、その停止等により、外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設</p>	<p>備考</p> <p>① 今回の保安規定申請により、左記運用は変わらないため、変更不要</p> <p>① 今回の保安規定申請により、左記運用は変わらないため、変更不要</p>

黄色：設計条件に関する記載

緑色：非常用ディーゼル発電機に関する記載

水色：運用に関する記載

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付書類八	備考
<p>ロ. 間接的影響に対する設計方針</p> <p>降下火砕物による間接的影響である長期（7日間の外部電源喪失及び発電所外での交通の途絶）によるアクセス制限事象に対し、原子炉及び使用済燃料プールの安全性を損なわないようにするため、7日間の電源供給が継続できるよう、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）の燃料を貯蔵するための軽油タンク及び燃料を移送するための燃料移送ポンプ等を降下火砕物の影響を受けないよう設置する設計とする。</p>	<p>設置許可本文</p>	<p>設置許可添付書類八</p> <p>非常用ディーゼル発電設備（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電設備を含む。）排気消音器及び排気管</p> <p>当該施設の許容荷重が、降下火砕物による荷重に対して安全裕度を有することにより、構造健全性を失わず安全機能を損なわない設計とする。若しくは、降下火砕物が堆積しにくい又は直接堆積しない構造とすることで、外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>評価対象施設等の建屋においては、「建築基準法」における一般地域の積雪の荷重の考え方に準拠し、降下火砕物の除去を適切に行うことから、降下火砕物による荷重を短期に生じる荷重として扱う。また、降下火砕物による荷重と他の荷重を組み合わせた状態に対する許容限界は次のとおりとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>原子炉建屋，タービン建屋，制御建屋</li> <li>原子炉建屋，タービン建屋および制御建屋</li> </ul> <p>は、各建屋の屋根スラブにおける「建築基準法」の短期許容応力度を許容限界とする。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>建屋を除く評価対象施設等</li> </ul> <p>許容応力を「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987（日本電気協会）」等に準拠する。</p>	<p>備考</p>

黄色：設計条件に関する記載

緑色：非常用ディーゼル発電機に関する記載

水色：運用に関する記載

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付書類八	備考
		<p>(b) 粒子の衝突</p> <p>評価対象施設等のうち、建屋及び屋外施設は、「粒子の衝突」に対して、「1.8.2 竜巻防護に関する基本方針」に基づく設計によって、外部事象防護対象施設等の安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>b. 降下火砕物による荷重以外に対する設計</p> <p>降下火砕物による荷重以外の影響は、構造物への化学的影響（腐食）、水循環系の閉塞、内部における摩耗及び化学的影響（腐食）、電気系及び計測制御系に対する機械的影響（閉塞）及び化学的影響（腐食）等により安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>外気取入口からの降下火砕物の侵入に対する設計については、「c. 外気取入口からの降下火砕物の侵入に対する設計」に示す。</p> <p>(a) 構造物への化学的影響（腐食）</p> <p>評価対象施設等のうち、構造物への化学的影響（腐食）を考慮すべき施設は、降下火砕物の直接的な付着による影響が考えられる以下の施設である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 建屋</li> <li>原子炉建屋，タービン建屋，制御建屋</li> <li>・ 屋外に設置されている施設</li> <li>海水ポンプ（原子炉補機冷却海水ポンプ，高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ），海水ストレーナ（高圧炉心スプレイ補機冷却海水系ストレーナ）</li> </ul>	

黄色：設計条件に関する記載 緑色：非常用ディーゼル発電機に関する記載

水色：運用に関する記載



基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付書類八	備考
		<p>一ナ)、非常用ガス処理系(屋外配管)、排気筒、復水貯蔵タンク、軽油タンク室、軽油タンク室(H)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・降下火砕物の影響を受ける施設であって、その停止等により、外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設</li> <li>・非常用ディーゼル発電設備(高压炉心スプレイ系ディーゼル発電設備を含む。)排気消音器及び排気管</li> </ul> <p>金属腐食研究の結果より、降下火砕物に含まれる腐食性ガスによって直ちに金属腐食を生じないが、外装の塗装等によって短期での腐食により、外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>なお、降灰後の長期的な腐食の影響については、日常保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。</p> <p>(b) 水循環系の閉塞、内部における摩耗及び化学的影響(腐食)</p> <p>評価対象施設等のうち、水循環系の閉塞、内部における摩耗及び化学的影響(腐食)を考慮すべき施設は、以下の施設である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・降下火砕物を含む海水の流路となる施設</li> <li>海水ポンプ(原子炉補機冷却海水ポンプ、高</li> </ul>	

黄色：設計条件に関する記載

緑色：非常用ディーゼル発電機に関する記載

水色：運用に関する記載

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付書類八	備考
		<p>圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ), 海水ストレーナ (原子炉補機冷却海水系ストレーナ, 高圧炉心スプレイ補機冷却海水系ストレーナ) 及び下流設備</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・降下火砕物の影響を受ける施設であって, その停止等により, 外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設</li> </ul> <p>海水取水設備 (除塵装置)</p> <p>降下火砕物は粘土質ではないことから水中で固まり閉塞することはないが, 当該施設については, 降下火砕物の粒径に対し十分な流路幅を設けることにより, 海水の流路となる施設が閉塞しない設計とする。</p> <p>内部における摩耗については, 主要な降下火砕物は砂と同等又は砂より硬度が低くもろいことから, 摩耗による影響は小さい。また当該施設については, 定期的な内部点検及び日常保守管理により, 状況に応じて補修が可能であり, 摩耗により外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>化学的影響 (腐食) については, 金属腐食研究の結果より, 降下火砕物によって直ちに金属腐食を生じないが, 耐食性のある材料の使用や塗装の実施等によって, 腐食により外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。</p>	

黄色：設計条件に関する記載

緑色：非常用ディーゼル発電機に関する記載

水色：運用に関する記載

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付書類八	備考
		<p>なお、長期的な腐食の影響については、日常保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。</p> <p>(c) 電気系及び計測制御系に対する機械的影響（閉塞）及び化学的影響（腐食）</p> <p>評価対象施設等のうち、電気系及び計測制御系に対する機械的影響（閉塞）及び化学的影響（腐食）を考慮すべき施設は、以下の施設である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・屋外に設置されている施設 <ul style="list-style-type: none"> <li>海水ポンプ（原子炉補機冷却海水ポンプ、高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ）</li> <li>圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ（機械的影響（閉塞）については、海水ポンプ（原子炉補機冷却海水ポンプ、高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ）の電動機本体は外気と遮断された全閉構造、原子炉補機冷却海水ポンプ電動機の空気冷却器の冷却管内径及び高圧炉心スプレイ補機冷却海水ポンプ電動機の冷却流路は降下火砕物粒径以上の幅を設ける構造とすることにより、機械的影響（閉塞）により外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。</li> <li>化学的影響（腐食）については、金属腐食研究の結果より、降下火砕物によって直ちに金属腐食を生じないが、耐食性のある材料の使用や塗装の実施等によって、腐食により外部事象防護対象施設の安全</li> </ul> </li> </ul>	

黄色：設計条件に関する記載 緑色：非常用ディーゼル発電機に関する記載

水色：運用に関する記載

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付書類八	備考
		<p>機能を損なうことのない設計とする。なお、長期的な腐食の影響については、日常保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。</p> <p>(d) 絶縁低下及び化学的影響（腐食）</p> <p>評価対象施設のうち、絶縁低下及び化学的影響（腐食）を考慮すべき施設は、以下の施設である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・外気から取り入れた屋内の空気を機器内に取り込む機構を有する施設</li> </ul> <p>計測制御用電源設備（無停電電源装置）、非常用所内電気設備（所内低圧系統）</p> <p>当該施設の設置場所は原子炉補機室換気空調系及び計測制御用電源室換気空調系にて空調管理されており、本換気空調系の外気取入口にはバグフィルタを設置していることから、仮に室内に侵入した場合でも降下火砕物は微量であり、粒径は極めて細かな粒子である。</p> <p>①バグフィルタの設置により降下火砕物の侵入に対する高い防護性能を有することにより、降下火砕物の付着に伴う絶縁低下及び化学的影響（腐食）による影響を防止し、計測制御用電源設備（無停電電源装置）、非常用所内電気設備（所内低圧系統）の安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>c. 外気取入口からの降下火砕物の侵入に対する設計</p> <p>外気取入口からの降下火砕物の侵入に対して、以</p>	<p>① 今回の保安規定申請により、左記設計は変わらないため、変更不要</p>

黄色：設計条件に関する記載

緑色：非常用ディーゼル発電機に関する記載

水色：運用に関する記載

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付書類八	備考
		<p>下のおり安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>(a) 機械的影響（閉塞）</p> <p>評価対象施設等のうち、外気取入口からの降下火砕物の侵入による機械的影響（閉塞）を考慮すべき施設は、降下火砕物を含む空気の流路となる以下の施設である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>降下火砕物を含む空気の流路となる施設 <ul style="list-style-type: none"> <li>非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイスディーゼル発電機を含む。）、非常用換気空調系（外気取入口）、排気筒、非常用ガス処理系（屋外配管）</li> </ul> </li> <li>各施設の構造上の対応として、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイスディーゼル発電機を含む。）は、吸気口上流側の外気取入口にルーバが取り付けられており、下方から吸い込む構造とすることにより、降下火砕物が流路に侵入しにくい設計とする。</li> <li>排気筒及び非常用ガス処理系（屋外配管）は、降下火砕物が侵入した場合でも、排気筒及び非常用ガス処理系（屋外配管）の構造から排気流路が閉塞しない設計とすることにより、降下火砕物の影響に対して機能を損なわない設計とする。</li> </ul> <p>また、①外気を取り入れる非常用換気空調系（外気取入口）及び非常用ディーゼル発電機（高圧炉心</p>	<p>① 今回の保安規定申請により、左記設計は変更されないため、変更不要</p>

黄色：設計条件に関する記載

緑色：非常用ディーゼル発電機に関する記載

水色：運用に関する記載

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付書類八	備考
		<p>スプレー系ディーゼル発電機を含む。)の空気の流          路にそれぞれバグフィルタを設置することにより、          フィルタメッシュより大きな降下火砕物が内部に侵          入しにくい設計とし、さらに降下火砕物がフィルタ          に付着した場合でも取替又は清掃が可能な構造とす          ることで、降下火砕物により閉塞しない設計とする。          非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関は、フ          イルタを通過した小さな粒径の降下火砕物が侵入し          た場合でも、降下火砕物により閉塞しない設計とす          る。</p> <p>(b) 機械的影響 (摩耗)</p> <p>評価対象施設等のうち、外気取入口からの降下火          砕物の侵入による機械的影響 (摩耗) を考慮すべき施          設は、以下の施設である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>降下火砕物を含む空気の流路となる施設のうち              摺動部を有する施設             <ul style="list-style-type: none"> <li>非常用ディーゼル発電機 (高圧炉心スプレー                  系ディーゼル発電機を含む。)</li> </ul> </li> </ul> <p>主要な降下火砕物は砂と同等又は砂より硬度が低          くもろいことから、摩耗の影響は小さい。</p> <p>構造上の対応として、非常用ディーゼル発電機 (高          圧炉心スプレー系ディーゼル発電機を含む。) は、          吸気口上流側の外気取入口にルーバが取り付けられ          ており、下方から吸い込む構造とすることにより非</p>	

黄色：設計条件に関する記載 緑色：非常用ディーゼル発電機に関する記載

水色：運用に関する記載



基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付書類八	備考
		<p>常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関に降下火砕物が侵入しにくい設計とする。</p> <p>また、仮に非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関の内部に降下火砕物が侵入した場合でも耐摩耗性のある材料を使用することで、摩耗により非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイスディーゼル発電機を含む。）の安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>外気を取り入れる非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイスディーゼル発電機を含む。）の空気流路にバグフィルタを設置することにより、フィルタメッシュより大きな降下火砕物が内部に侵入しにくい設計とし、摩耗により非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイスディーゼル発電機を含む。）の安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>(c)化学的影響（腐食）</p> <p>評価対象施設等のうち、外気取入口からの降下火砕物の侵入による化学的影響（腐食）を考慮すべき施設は、以下の施設である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・降下火砕物を含む空気の流路となる施設 <ul style="list-style-type: none"> <li>非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイスディーゼル発電機を含む。）、非常用換気空調系（外気取入口）、排気筒、非常用ガス処理系（屋外配管）</li> </ul> </li> </ul>	

黄色：設計条件に関する記載

緑色：非常用ディーゼル発電機に関する記載

水色：運用に関する記載

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付書類八	備考
		<p>金属腐食研究の結果より、降下火砕物によって直ちに金属腐食を生じないが、塗装の実施等によって、腐食により外部事象防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>なお、降灰後の長期的な腐食の影響については、日常保守管理等により、状況に応じて補修が可能な設計とする。</p> <p>(d) 大気汚染（発電所周辺の大気汚染）</p> <p>大気汚染を考慮すべき中央制御室は、降下火砕物により汚染された発電所周辺の大気が、①中央制御室換気空調系の外気取入口を通じて中央制御室に侵入しないようバグフィルタを設置することにより、降下火砕物が外気取入口に到達した場合であってもフィルタメッシュより大きな降下火砕物が内部に侵入しにくい設計とする。</p> <p>また、中央制御室換気空調系については、外気取入ダンパの閉止及び事故時運転モードとすることにより、中央制御室内への降下火砕物の侵入を防止する。さらに外気取入遮断時において、酸素濃度及び二酸化炭素濃度の影響評価を実施し、室内の居住性を確保する設計とする。</p> <p>(6) 降下火砕物の間接的影響に対する設計方針</p> <p>降下火砕物による間接的影響として考慮する、広範囲にわたる送電網の損傷による7日間の外部電源喪</p>	<p>① 今回の保安規定申請により、左記設計は変更されないため、変更不要</p> <p>① 今回の保安規定申請により、左記設計は変更されないため、変更不要</p>

黄色：設計条件に関する記載 緑色：非常用ディーゼル発電機に関する記載 水色：運用に関する記載

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付書類八	備考
		<p>失及び発電所外での交通の途絶によるアクセス制限事象が生じた場合については、降下火砕物に対して非常用ディーゼル発電機（高圧炉心ブレイ系ディーゼル発電機を含む。）の安全機能を維持することで、発電用原子炉の停止及び停止後の発電用原子炉の冷却並びに使用済燃料プールの冷却に係る機能を担うために①必要となる電源の供給が非常用ディーゼル発電機（高圧炉心ブレイ系ディーゼル発電機を含む。）により継続できる設計とすることにより、安全機能を損なわれない設計とする。電源の供給に関する設計方針は、「10.1 非常用電源設備」に記載する。</p> <p>1.8.7.2 手順等</p> <p>降下火砕物の降灰時における手順については、降下火砕物の除去（資機材含む。）等の対応を適切に実施するため、以下について手順を定める。</p> <p>(1) ①降灰が確認された場合には、建屋や屋外の設備に長期間降下火砕物による荷重を掛け続けないこと、また降下火砕物の付着による腐食等が生じる状況を緩和するために、評価対象施設等に堆積した降下火砕物の除去を適切に実施する手順を定める。</p> <p>(2) ①降灰が確認された場合には、状況に応じて外気取入ダンパの閉止、換気空調系の停止又は事故時運転モードへの切替えにより、建屋内への降下火砕物の侵入を防止する手順を定める。</p>	<p>① 今回の保安規定申請により、左記運用は変わらないため、変更不要</p>

黄色：設計条件に関する記載

緑色：非常用ディーゼル発電機に関する記載

水色：運用に関する記載

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付書類八	備考
		<p>(3) ①降灰が確認された場合には、非常用換気空調系の外気取入口のバグフィルタについて、バグフィルタの差圧を確認するとともに、状況に応じて取替え又は清掃を実施する手順を定める。</p> <p>1.8.7.3 参考文献</p> <p>(1) 広域的な火山防災対策に係る検討会（第3回）資料2，内閣府</p> <p>(2) 「シラスコンクリートの特徴とその実用化の現状」武若耕司，コンクリート工学，Vol.42，2004</p> <p>(3) 「新編火山灰アトラス [日本列島とその周辺]．第2刷」町田洋ほか，東京大学出版会，2011</p> <p>(4) 「理科年表（2017）」国立天文台編</p> <p>(5) 「火山環境における金属材料の腐食」出雲茂人，末吉秀一ほか，防食技術 Vol.39，1990</p>	

黄色：設計条件に関する記載

緑色：非常用ディーゼル発電機に関する記載

水色：運用に関する記載