

美浜発電所原子炉施設保安規定変更認可申請書
審査資料（抜粋）

2019年12月12日

関西電力株式会社

補足説明資料

- － 1 : 美浜発電所 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
- － 2 : 美浜発電所 改良型フィルタのフィルタ取替の着手時間について
- － 3 : 美浜発電所 降下火砕物に対して評価すべき施設の抽出

美浜発電所

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

本資料のうち、枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

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) 要員の非常召集
- (2) 火山影響等発生時の体制

3 教育訓練の実施

- (1) ディーゼル発電機の機能の維持に係る教育訓練
- (2) タービン動補助給水ポンプを用いた蒸気発生器 2 次側による炉心冷却に係る教育訓練
- (3) 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）を用いた蒸気発生器 2 次側による炉心冷却及び同ポンプの機能の維持に係る教育訓練
- (4) 緊急時対策所の居住性確保に係る教育訓練
- (5) 通信連絡設備の確保に係る教育訓練

4 資機材の整備

- (1) ディーゼル発電機の機能の維持
- (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. 対応手段と設備の選定の考え方
 - b. 対応手段と設備の選定の結果
- (2) ディーゼル発電機の機能を用いた手順
 - a. ディーゼル発電機への改良型フィルタ取付
 - (a) 手順着手の判断基準
 - (b) 作業手順

- (c) 作業の成立性
 - b. ディーゼル発電機による給電
 - (a) 手順着手の判断基準
 - (b) 作業手順
 - c. 蒸気発生器2次側及び余熱除去系を用いた炉心冷却
 - (a) 手順着手の判断基準
 - (b) 作業手順
 - (c) 炉心冷却の成立性
 - d. ディーゼル発電機改良型フィルタのフィルタ取替・清掃
 - (a) 手順着手の判断基準
 - (b) 作業手順
 - (c) 作業の成立性
 - e. 海水ポンプモータの除塵フィルタ取外し
 - (a) 手順着手の判断基準
 - (b) 作業手順
 - (c) 作業の成立性
- (3) タービン動補助給水ポンプを用いた蒸気発生器2次側による炉心冷却のための手順等
- a. タービン動補助給水ポンプを用いた炉心冷却
 - (a) 手順着手の判断基準
 - (b) 作業手順
 - (c) 炉心冷却の成立性
- (4) 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）を用いた蒸気発生器2次側による炉心冷却及び同ポンプの機能を維持するための手順等
- a. 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）の準備作業
 - (a) 手順着手の判断基準
 - (b) 作業手順
 - (c) 作業の成立性
 - b. 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）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
- (5) 必要な資源について
- a. ディーゼル発電機の機能維持

- (a) 水源
- (b) 電源
- (c) 燃料
- b. タービン動補助給水ポンプを用いた蒸気発生器 2 次側による炉心冷却の機能の維持
 - (a) 水源
 - (b) 電源
 - (c) 燃料
- c. 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）を用いた蒸気発生器 2 次側による炉心冷却及び同ポンプの機能の維持
 - (a) 水源
 - (b) 電源
 - (c) 燃料
- (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
 - c. 電源車の燃料確保に関する手順等
 - (a) 燃料油貯蔵タンクからの燃料補給準備
 - (b) 燃料油貯蔵タンクからの燃料補給開始
 - (c) 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13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対応フロー
- 第6図 対策の概略系統図
- 第7図 対応手順の概要
- 第8図 ディーゼル発電機への改良型フィルタ取付 概略図
- 第9図 ディーゼル発電機への改良型フィルタ取付 タイムチャート
- 第10図 ディーゼル発電機への改良型フィルタ取替 概略図
- 第11図 ディーゼル発電機への改良型フィルタ取替・清掃 タイムチャート
- 第12図 海水ポンプモータの除塵フィルタ取外し 概略図
- 第13図 海水ポンプモータの除塵フィルタ取外し タイムチャート
- 第14図 対策の概略系統図
- 第15図 対応手順の概要
- 第16図 対策の概略系統図
- 第17図 電源車 (可搬式代替低圧注水ポンプ用) 及び電源車による給電の概要
- 第18図 対応手順の概要
- 第19-1図 電源車 (可搬式代替低圧注水ポンプ用) 及び電源車による給電準備
タイムチャート
- 第19-2図 電源車 (可搬式代替低圧注水ポンプ用) 及び電源車による給電開始
タイムチャート
- 第20図 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ (電動) を用いた炉心冷却準備
タイムチャート
- 第21-1図 緊急時対策所入口扉へのフィルタ取り付け位置
- 第21-2図 緊急時対策所の居住性確保のための仮設フィルタ設置
タイムチャート
- 第22図 火山影響等発生時に使用する通信連絡設備の概要
- 第23図 通信連絡設備の電源系統の概要
- 第24図 携行型通話装置による発電所内の通信連絡の概要
- 第25図 電源車への燃料確保 概略図
- 第26図 燃料油貯蔵タンクからの燃料補給準備 タイムチャート

第 27 図 燃料油貯蔵タンクからの燃料補給 タイムチャート

(別紙一覧)

- 別紙 1 高濃度の降下火砕物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（可搬式代替低圧注水ポンプ用）及び電源車の容量について
- 別紙 6 火山影響等発生時における燃料補給について

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。

以降、号機の指定がない場合、美浜3号機の内容であるものとする。

(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八十四条の二の五のイ、ロ、ハにおいて、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、第八十四条の二の六に前各号に掲げるもののほか、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、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。

第八十四条の二		当社の対応	
第五号	イ	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。	ディーゼル発電機の吸気ラインに改良型フィルタを取り付け、2台運転。電動補助給水ポンプにより炉心の冷却を行う。
	ロ	イ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。	タービン動補助給水ポンプを使用し、蒸気発生器2次側へ注水することにより炉心の冷却を行う。
	ハ	ロ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。	電源車を動力源とした蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）により蒸気発生器2次側へ注水することにより炉心の冷却を行う。
第六号	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に関すること。	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及び定期的な評価を行う。

(2) 火山影響等発生時の想定

第八十四条の二の五のイ及び第八十四条の二の六においては、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(10cm)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。

第八十四条の二の五のロにおいては、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。

第八十四条の二の五のハにおいては、推定した気中降下火砕物濃度の2倍の濃度を想定し、その環境下で、ディーゼル発電機は降灰到達後も一定期間機能を期待するものとして対策を検討した。

2 要員の配置

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。）に備え、必要な要員を配置する。また、休日、時間外（夜間）に発生した場合に備え、保安規定第13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) 要員の非常召集

所長は、降灰予報等により発電所（美浜町）への多量の降灰が予想される場合、社内標準に定める組織の要員を召集して活動する。

なお、休日、時間外（夜間）においては、社内標準に定める組織が構築されるまでの間、保安規定第13条に定める重大事故等の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. ディーゼル発電機の機能維持

ディーゼル発電機の機能を維持するための対策については、緊急安全対策要員8名にて準備し、取替・清掃を緊急安全対策要員5名にて実施する。

ディーゼル発電機の冷却に使用する海水ポンプの機能を維持するための対策については、緊急安全対策要員2名にて実施する。

なお、休日、時間外（夜間）についても同様に実施する。

- b. タービン動補助給水ポンプを用いた蒸気発生器 2 次側による炉心冷却
タービン動補助給水ポンプを用いた蒸気発生器 2 次側により炉心を冷却するための対策については、運転員等 3 名にて実施する。
なお、休日、時間外（夜間）についても同様に実施する。
- c. 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）を用いた蒸気発生器 2 次側による炉心冷却及び同ポンプの機能の維持
蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）を用いた蒸気発生器 2 次側による炉心冷却及び同ポンプの機能を維持するための対策（電源車等）として、蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）への給電準備については、緊急安全対策要員 8 名にて実施し、蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）を用いた炉心冷却については、緊急安全対策要員 8 名及び運転員等 1 名にて実施する。
なお、休日、時間外（夜間）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、緊急安全対策要員 2 名にて実施する。
なお、休日、時間外（夜間）についても同様に実施する。
- e. 通信連絡設備の確保
安全パラメータ表示システム（以下「SPDS」という。）等を含む通信連絡設備（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、緊急安全対策要員 9 名及び運転員等 2 名にて実施する。
なお、休日、時間外（夜間）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ディーゼル発電機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に実施する。

なお、既に整備されている手順の教育訓練については、従前のおりとする。

(1) ディーゼル発電機の機能の維持に係る教育訓練

緊急安全対策要員に対して、ディーゼル発電機の機能を維持するための対策（改良型フィルタの取付等）に係る教育訓練を1年に1回以上実施する。

(2) タービン動補助給水ポンプを用いた蒸気発生器2次側による炉心冷却に係る教育訓練

運転員等に対するタービン動補助給水ポンプを用いた蒸気発生器2次側による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) 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）を用いた蒸気発生器2次側による炉心冷却及び同ポンプの機能の維持に係る教育訓練

緊急安全対策要員に対して、蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）の機能を維持するための対策（電源車等）及び蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）を用いた蒸気発生器2次側による炉心冷却に係る教育訓練を1年に1回以上実施する。

(4) 緊急時対策所の居住性確保に係る教育訓練

緊急安全対策要員に対して、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に係る教育訓練

緊急安全対策要員及び運転員等に対して、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、資機材（スコップ、マスク、ヘッドライト及びゴーグル等）に加え、必要な道具を配備するとともに、作業性を確保するための防護具（マスク、ゴーグル）についても配備する。高濃度の降下火砕物環境下における防護具等の対応を別紙 1 に示す。

(1) ディーゼル発電機の機能の維持

ディーゼル発電機の機能維持に必要な改良型フィルタを必要数配備する。

改良型フィルタ 2 台

・フィルタ数 24 体（1 体あたり 9.5kg）

・交換用フィルタ数 24 体

(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。

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. 対応手段と設備の選定の考え方

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、ディーゼル発電機からの給電により蒸気発生器 2 次側及び余熱除去系による炉心冷却を行う。この場合、継続してディーゼル発電機の機能を維持する必要がある。

また、この状態において全てのディーゼル発電機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空冷式非常用発電装置からの代替受電が不可能なため、タービン動補助給水ポンプを用いた蒸気発生器 2 次側による炉心冷却を行う。

さらに、タービン動補助給水ポンプによる給水ができない場合は、蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）を用いた蒸気発生器 2 次側による炉心冷却を行う。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ける炉心冷却のための対応フローを第 5 図に示す。

なお、火山影響等発生後の長期間に亘っても、余熱除去系により炉心冷却が継続可能である。（添付-1）

また、火山影響等発生時のアクセスルートについて、降灰前に燃料取扱建屋内等に電源車等を配置するため、アクセスルート確保のための除灰作業は、降灰状況や体制等を考慮し、必要に応じ適宜実施する。

なお、この除灰作業については、保安規定「添付 3 重大事故等および大規模損壊対応に係る実施基準」において定める手順に基づき実施するものである。

b. 対応手段と設備の選定の結果

外部電源が喪失した場合、蒸気発生器2次側及び余熱除去系による炉心冷却機能を維持するために必要な設備は、以下のとおり。

- ・ディーゼル発電機
- ・電動補助給水ポンプ又はタービン動補助給水ポンプ
- ・復水タンク
- ・消火水タンク
- ・消火水ポンプ
- ・主蒸気逃がし弁
- ・原子炉補機冷却海水系（海水ポンプ）
- ・原子炉補機冷却水系
- ・余熱除去系

対策手順等を「5（2）ディーゼル発電機の機能を用いた手順」に示す。

これらの設備のうち、ディーゼル発電機は、屋外に設置している吸気消音器のフィルタの閉塞が想定されるため、対策として火山影響等発生時にはフィルタの取替・清掃が容易な改良型フィルタを取り付ける。

電動補助給水ポンプ又はタービン動補助給水ポンプは、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ない。

復水タンクは降下火砕物堆積荷重に対して構造健全性を有することから、機能に影響を及ぼすことはない。

消火水タンクは降下火砕物堆積荷重に対して構造健全性を有することから、機能に影響を及ぼすことはない。

消火水ポンプ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ない。

主蒸気逃がし弁は、屋外に大気開放部を有しているが、大気開放部に堆積する降下火砕物の荷重より主蒸気逃がし弁の噴出力が大きいことから、機能に影響を及ぼすことはない。

原子炉補機冷却海水系である海水ポンプは屋外に設置されており、海水ポンプモータの除塵フィルタ閉塞が想定されるため、対策として火山影響等発生時には除塵フィルタを取外す。

原子炉補機冷却水系及び余熱除去系は、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ない。

タービン動補助給水ポンプを用いた蒸気発生器 2 次側による炉心冷却機能を維持するために必要な設備は、以下のとおり。

- ・タービン動補助給水ポンプ
- ・復水タンク
- ・消火水タンク
- ・消火水ポンプ
- ・主蒸気逃がし弁
- ・蓄電池（安全防護系用）
- ・電源車

対策手順等を「5 (3) タービン動補助給水ポンプを用いた蒸気発生器 2 次側による炉心冷却のための手順等」に示す。

タービン動補助給水ポンプは、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。

復水タンクは降下火砕物堆積荷重に対して構造健全性を有することから、機能に影響を及ぼすことはない。

消火水タンクは降下火砕物堆積荷重に対して構造健全性を有することから、機能に影響を及ぼすことはない。

消火水ポンプ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。

主蒸気逃がし弁は、屋外に大気開放部を有しているが、大気開放部に堆積する降下火砕物の荷重より主蒸気逃がし弁の噴出力が大きいことから、機能に影響を及ぼすことはない。

蓄電池（安全防護系用）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降灰前に移動させることから、降下火砕物の影響を受けることはない。

外部電源が喪失し、ディーゼル発電機も機能喪失した場合、蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）を用いた蒸気発生器２次側による炉心冷却機能を維持するために必要な設備は、以下のとおり。

- ・ 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）
- ・ 復水タンク
- ・ 消火水タンク
- ・ 消火水ポンプ
- ・ 主蒸気逃がし弁
- ・ 蓄電池（安全防護系用）
- ・ 電源車
- ・ 電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）

対策手順等を「5（4）蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）を用いた蒸気発生器２次側による炉心冷却及び同ポンプの機能を維持するための手順等」に示す。

蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）は全閉外扇形であり、外気を内部に取り込まない構造であること、また、ポンプ及びモータの摺動部はケーシングで覆われており外気と接触しないことから、降下火砕物の影響を受けない。

復水タンクは降下火砕物堆積荷重に対して構造健全性を有することから、機能に影響を及ぼすことはない。

消火水タンクは降下火砕物堆積荷重に対して構造健全性を有することから、機能に影響を及ぼすことはない。

消火水ポンプ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。

主蒸気逃がし弁は、屋外に大気開放部を有しているが、大気開放部に堆積する降下火砕物の荷重より主蒸気逃がし弁の噴出力が大きいことから、機能に影響を及ぼすことはない。

蓄電池（安全防護系用）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。

電源車及び電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）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降灰前に移動させることから、降下火砕物の影響を受けることはない。

(2) ディーゼル発電機の機能を用いた手順

「(1)b. 対応手段と設備の選定の結果」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. ディーゼル発電機への改良型フィルタ取付

火山影響等発生時においてディーゼル発電機の機能を維持するための対策として、フィルタの取替・清掃が容易な改良型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」）により発電所への「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）内の活火山に20km以上の噴煙が観測されたが噴火後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」未満も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

ディーゼル発電機への改良型フィルタ取り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、緊急安全対策要員へディーゼル発電機への改良型フィルタ取付を指示する。
- ② 緊急安全対策要員は、ディーゼル発電機の吸気消音器前まで移動する。
- ③ 緊急安全対策要員は、吸気消音器付近に収納している作業に必要な資機材を準備する。
- ④ 緊急安全対策要員は、吸気消音器へ改良型フィルタを取り付ける。
- ⑤ 緊急安全対策要員は、吸気消音器内の既設フィルタを抜き取る。
- ⑥ 緊急安全対策要員は、火山灰除けのためのテントを設営する。

(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. ディーゼル発電機による給電

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、ディーゼル発電機からの給電により蒸気発生器 2 次側及び余熱除去系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

ディーゼル発電機は、外部電源喪失により自動起動し所内非常用電源に給電する。ディーゼル発電機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. 蒸気発生器 2 次側及び余熱除去系を用いた炉心冷却

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、ディーゼル発電機からの給電により蒸気発生器 2 次側及び余熱除去系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、ディーゼル発電機による給電を開始した場合。

(b) 作業手順

蒸気発生器 2 次側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、水源は降下火砕物に対する健全性を確認した復水タンク及び消火水タンクを使用する。

余熱除去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。

(c) 炉心冷却の成立性

蒸気発生器 2 次側及び余熱除去系による炉心冷却は、通常の運転操作と同様にディーゼル発電機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。

d. ディーゼル発電機改良型フィルタのフィルタ取替・清掃

火山影響等発生時において外部電源喪失が発生し、ディーゼル発電機が起動した場合において、改良型フィルタの閉塞を防止するため、フィルタの取替・清掃の手順を整備する。

(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、ディーゼル発電機が起動した場合。

(b) 作業手順

ディーゼル発電機改良型フィルタのフィルタ取替・清掃の概略手順は以下のとおり。フィルタ取替に着手するタイミングは「補足説明資料－2 改良型フィルタのフィルタ取替の着手時間について」に記載する。

第10図に取替手順の概略図、第11図にタイムチャートを示す。

- ① 発電所対策本部長は、緊急安全対策要員へディーゼル発電機改良型フィルタの時間監視、フィルタ取替・清掃を指示する。
- ② 緊急安全対策要員は、フィルタの取替・清掃を実施する。

(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。また、フィルタ清掃は火山灰除けのためのテント内で実施する。

e. 海水ポンプモータの除塵フィルタ取外し

火山影響等発生時において外部電源喪失が発生し、ディーゼル発電機が起動した場合において、ディーゼル発電機を冷却するための海水ポンプモータの除塵フィルタ閉塞を防止するため、除塵フィルタの取外しの手順を整備する。

(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」）により発電所への「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）内の活火山に20km以上の噴煙が観測されたが噴火後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」未満もしくは範

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

海水ポンプモータの除塵フィルタ取外しの概略手順は以下のとおり。

第12図に取外しの概略図、第13図にタイムチャートを示す。

- ① 発電所対策本部長は、緊急安全対策要員へ海水ポンプモータの除塵フィルタ取外しを指示する。
- ② 緊急安全対策要員は、除塵フィルタの取外しを実施する。

(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。

(3) タービン動補助給水ポンプを用いた蒸気発生器 2 次側による炉心冷却のための手順等

「(1)b. 対応手段と設備の選定の結果」を踏まえた対策の概略系統図を第 14 図に、対応手順の概要を第 15 図に示すとともに、対策手順等を以下に示す。

a. タービン動補助給水ポンプを用いた炉心冷却

火山影響等発生時において、原子炉停止後、外部電源が喪失しディーゼル発電機から給電中に全てのディーゼル発電機が機能喪失となっ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空冷式非常用発電装置からの代替受電ができない場合に、タービン動補助給水ポンプを用いた蒸気発生器 2 次側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、ディーゼル発電機 2 台がともに機能喪失した場合。

(b) 作業手順

ア. 電源車による給電開始

「(4) b. (b)イ. 電源車による給電開始」による。

イ. タービン動補助給水ポンプを用いた炉心冷却

作業手順は、設置（変更）許可添付書類十追補による。

(c) 炉心冷却の成立性

作業の成立性について、確認結果を別紙 4 に示す。

タービン動補助給水ポンプを用いた蒸気発生器 2 次側による炉心冷却は、全交流動力電源喪失時には継続されている。全交流動力電源喪失シナリオにおいては、事象発生から 40 分後にタービン動補助給水ポンプ及び主蒸気逃がし弁を用いた 2 次系強制冷却を開始し、1 次冷却材圧力を 1.7MPa[gage]（温度 208℃）で維持できることを確認しており、蒸気発生器 2 次側による炉心冷却に必要な給水流量を確保できる。なお、全交流動力電源喪失シナリオでは、約 10 時間で 1 次冷却材高温側温度が 208℃に到達し、約 26 時間後には 1 次冷却材高温側温度が約 170℃に到達する。このシナリオを包絡する温度、圧力条件での健全性を維持できる Oリングを実機に適用しているため、RCP シール L OCA は起き難いと考えられる。（添付ー 2、3）

(4) 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）を用いた蒸気発生器 2 次側による炉心冷却及び同ポンプの機能を維持するための手順等

「(1) b. 対応手段と設備の選定の結果」を踏まえた対策の概略系統図を第 16 図に、電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）及び電源車による給電の概要を第 17 図に、対応手順の概要を第 18 図に示すとともに、対策手順等を以下に示す。

a. 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）の準備作業

火山影響等発生時において蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）の機能を維持するための対策として、電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）の移動及び電源ケーブルの敷設・接続、電源車の移動及び電源ケーブルの敷設・接続、可搬式排気ファンの設置、仮設ダクトの敷設・接続ならびに可搬式ダストサンプラ等を設置す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」）により発電所への「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）内の活火山に 20km 以上の噴煙が観測されたが噴火後 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」未満も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

蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）の準備作業の概略手順は以下のとおり。第 19-1 図、第 20 図にタイムチャートを示す。

ア. 電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）による給電準備

- ① 発電所対策本部長は、緊急安全対策要員へ電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）による給電準備を指示する。
- ② 緊急安全対策要員は、燃料取扱建屋の扉およびシャッターを開放し、電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）を保管場所から燃料取扱建屋内へ移動する。
- ③ 緊急安全対策要員は、燃料取扱建屋の扉およびシャッターを一部開口部を残して閉止する。
- ④ 緊急安全対策要員は、電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）から蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）まで給電できるように電源ケーブル

ルを敷設・接続する。

- ⑤ 緊急安全対策要員は、シャッター開口部にシート養生による目張りを実施する。
- ⑥ 緊急安全対策要員は、燃料取扱建屋に可搬式排気ファン及び仮設ダクトならびに可搬式ダストサンプラ等を設置する。

イ. 電源車による給電準備

- ① 発電所対策本部長は、緊急安全対策要員へ電源車による給電準備を指示する。
- ② 緊急安全対策要員は、燃料取扱建屋の扉およびシャッターを開放し、電源車を保管場所から燃料取扱建屋内へ移動する。
- ③ 緊急安全対策要員は、燃料取扱建屋の扉およびシャッターを一部開口部を残して閉止する。
- ④ 緊急安全対策要員は、扉およびシャッターの開口を通して、電源車から非常用高圧母線に給電できるように可搬式代替電源用接続盤まで電源ケーブルを敷設・接続する。
- ⑤ 緊急安全対策要員は、シャッター開口部にシート養生による目張りを実施する。
- ⑥ 緊急安全対策要員は、燃料取扱建屋に可搬式排気ファン及び仮設ダクトならびに可搬式ダストサンプラ等を設置する。

ウ. 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）を用いた炉心冷却準備 作業手順は、設置（変更）許可添付書類十追補による。

(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。

電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）及び電源車による給電準備の内、屋外作業は降下火砕物が発電所敷地に到達する前に完了させるため、降灰による影響はない。また、蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）を用いた炉心冷却準備の内、屋外作業は火山灰除けのための資機材を用いて降下火砕物の影響を受けないよう実施する。

b. 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）を用いた炉心冷却

火山影響等発生時において、全交流動力電源喪失となりタービン動補助給水

ポンプを用いた蒸気発生器 2 次側による炉心冷却を行う際に、タービン動補助給水ポンプによる給水ができない場合は、電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）及び電源車を起動し、蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）を用いた蒸気発生器 2 次側による炉心冷却を行う。

第 1 6 図に概略系統図、第 1 9 - 2 図にタイムチャートを示す。

(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、ディーゼル発電機 2 台がともに機能喪失し、かつタービン動補助給水ポンプによる給水ができない場合。

(b) 作業手順

ア. 電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）による給電開始

- ① 発電所対策本部長は、緊急安全対策要員に電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）による給電開始を指示する。
- ② 緊急安全対策要員は、可搬式ダストサンプラ等を用いて、電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）周辺の空気中の放射性物質濃度に異常がないことを確認する。
- ③ 緊急安全対策要員は、電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）を起動し、運転状態を確認する。
- ④ 緊急安全対策要員は、可搬式排気ファンを起動する。

イ. 電源車による給電開始

- ① 発電所対策本部長は緊急安全対策要員に、当直課長は運転員等に電源車による給電開始を指示する。
- ② 運転員等は、不要負荷をしゃ断器開放操作にて切り離す。
- ③ 緊急安全対策要員は、可搬式ダストサンプラ等を用いて、電源車周辺の空気中の放射性物質濃度に異常がないことを確認する。
- ④ 緊急安全対策要員は、電源車を起動し、運転状態を確認する。
- ⑤ 緊急安全対策要員は、可搬式排気ファンを起動する。
- ⑥ 運転員等は、メタクラ・パワーセンタへの給電操作を行い、母線電圧にて受電確認を実施する。

ウ. 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）を用いた炉心冷却作業手順は、設置（変更）許可添付書類十追補による。

(c) 炉心冷却の成立性

作業の成立性について、確認結果を別紙4に示す。

蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）を用いた蒸気発生器2次側による炉心冷却について、第4図に示す作業時間を踏まえた解析を実施し、不確かさの影響を考慮しても、炉心が著しい損傷に至らないことを確認している。

（添付-4）

(5) 必要な資源について

a. ディーゼル発電機の機能維持

(a) 水源

復水タンクの有効水量は 680m^3 であり^{※1}、補助給水ポンプを用いた蒸気発生器への給水による2次冷却系の冷却は約15.2時間の給水継続が可能である。

また、消火水タンクの有効水量は 320m^3 であり、消火水タンクから復水タンクへ補給を行うことで約29.2時間の給水継続が可能である。

※1:運用管理値でありLCOの値ではないが、降灰到達までに2次系純水タンクからの補給が可能。

(b) 電源

必要な負荷はディーゼル発電機(3,900kW)により給電が可能である。

(c) 燃料

燃料油貯蔵タンクの容量は180kl/個であり、ディーゼル発電機が全出力で運転した場合でも184時間の給電継続が可能である。

b. タービン動補助給水ポンプを用いた蒸気発生器2次側による炉心冷却の機能の維持

(a) 水源

復水タンクの有効水量は 680m^3 であり^{※1}、タービン動補助給水ポンプを用いた蒸気発生器への給水による2次冷却系の冷却は約15.2時間の給水継続が可能である。

また、消火水タンクの有効水量は 320m^3 であり、消火水タンクから復水タンクへ補給を行うことで約29.2時間の給水継続が可能である。

※1:運用管理値でありLCOの値ではないが、降灰到達までに2次系純水タンクからの補給が可能。

(b) 電源

タービン動補助給水ポンプの起動及び運転員等による監視計器(原子炉圧力・水位, 蒸気発生器圧力・水位等)への給電に必要な蓄電池(安全防護系用)は、負荷切り離しを行わずに24時間(ただし、「負荷切り離しを行わずに」には、中央制御室において簡易な操作で負荷の切り離しを行う場合を含まない。)に亘って電力を供給できる容量を有する設計としている。

また、消火水ポンプの負荷は約 37kW、燃料油移送ポンプと燃料油移送ポンプ
充油電磁弁の負荷は約 2kW であり、電源車(488kW)^{※1}により給電が可能である。
(別紙 5)

※1：通信連絡設備他の負荷約 107kW を考慮しても合計約 146kW であり、給電可
能である。

(c) 燃料

電源車が降灰継続の 24 時間に亘って連続運転するために必要な燃料は
「(5)c. (c)燃料」に示す蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ(電動)を用いた炉心
冷却時に必要な量を下回るため、降灰継続の間、消火水ポンプに給電でき、給水
継続が可能である。(別紙 6)

c. 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ(電動)を用いた蒸気発生器 2 次側による炉
心冷却及び同ポンプの機能の維持

(a) 水源

復水タンクの有効水量は 680m³ であり^{※1}、補助給水ポンプ及び蒸気発生器補給
用仮設中圧ポンプ(電動)を用いた蒸気発生器への給水による 2 次冷却系の冷
却は約 15.2 時間の給水継続が可能である。

また、消火水タンクの有効水量は 320m³ であり、消火水タンクから復水タンク
へ補給を行うことで約 29.2 時間の給水継続が可能である。

※1:運用管理値であり LCO の値ではないが、降灰到達までに 2 次系純水タン
クからの補給が可能。

(b) 電源

運転員等による監視計器(原子炉圧力・水位、蒸気発生器圧力・水位等)への
給電に必要な蓄電池(安全防護系用)は、負荷切り離しを行わずに 24 時間(た
だし、「負荷切り離しを行わずに」には、中央制御室において簡易な操作で負荷の
切り離しを行う場合を含まない。)に亘って電力を供給できる容量を有する設計
としている。

蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ(電動)の負荷は約 90kW であり、電源車(可
搬式代替低圧注水ポンプ用)(443.2kW)^{※1}により給電が可能である。

また、消火水ポンプの負荷は約 37kW、燃料油移送ポンプと燃料油移送ポンプ
充油電磁弁の負荷は約 2kW であり、電源車(488kW)^{※2}により給電が可能である。
(別紙 5)

※1：可搬式排気ファンの負荷約 4kW を考慮しても合計約 94kW であり、給電可能である。

※2：通信連絡設備及び可搬式排気ファンの負荷約 107kW を考慮しても合計約 146kW であり、給電可能である。

(c) 燃料

電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）が降灰継続の 24 時間に亘って連続運転するために必要な燃料は、768.4ℓ である。電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）の燃料タンク及び補給用の燃料を合わせて約 180kℓ 確保しているため、降灰継続の間、蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）に給電でき、給水継続が可能である。

電源車が降灰継続の 24 時間に亘って連続運転するために必要な燃料は 1015.27ℓ である。電源車の燃料タンク及び補給用の燃料を合わせて約 180kℓ 確保しているため、降灰継続の間、消火水ポンプに給電でき、給水継続が可能である。（別紙 6）

(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（美浜町）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。

以下の場合においては原子炉停止措置を講じる。

- 火山影響等発生時において、発電所を含む地域（美浜町）に降灰予報「多量」が発表された場合。
- 降灰予報「多量」が発表されていない場合において、火山影響等発生時の対応に着手し、かつ、保安規定第 73 条に定める外部電源において、全 5 回線中、4 回線以上が動作不能になり、動作可能な外部電源が 1 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。

(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し、緊急時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。

緊急時対策所の居住性確保のために必要な設備として、

- ・緊急時対策所非常用空気浄化ファン
- ・緊急時対策所非常用空気浄化フィルタユニット

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、上記設備は使用せず、緊急時対策所入口扉を開放し、仮設フィルタを設置することにより対応する。仮設フィルタ設置の概要を第21-1図に示す。なお、仮設フィルタは緊急時対策所内に保管・設置することとしており、フィルタ閉塞時は適宜フィルタの交換を行うことから、降下火砕物の影響を受けることはない。

(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」）により発電所への「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）内の活火山に20km以上の噴煙が観測されたが噴火後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」未満も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。タイムチャートを第21-2図に示す。

- ① 発電所対策本部長は、仮設フィルタの取り付けを指示する。
- ② 緊急安全対策要員は、緊急時対策所扉を開放する。
- ③ 緊急安全対策要員は、緊急時対策所扉（2箇所）に仮設フィルタを取り付ける。

(c) 作業の成立性

(b) 項の対応は、緊急安全対策要員2名により降灰開始前に実施することが可能である。仮設フィルタ設置後に緊急安全対策要員は、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19%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。

酸素濃度の低下又は二酸化炭素濃度の上昇傾向が見られた場合は、上記濃度を維持するため、適宜仮設フィルタの交換を行う。

いずれも緊急時対策所内での作業であるため、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事故対処設備（重大事故等対処設備との兼用を含む。）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、災害時優先契約回線に加えて輻輳等による制限を受けない専用通信回線にも接続している。

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ディーゼル発電機又は無停電電源装置からの給電により統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備（TV会議システム、IP電話、IP-FAX）、安全パラメータ表示システム（SPDS）、SPDS表示装置及び安全パラメータ伝送システムが使用可能である。また、ディーゼル発電機の機能が喪失した場合においても、蓄電池（安全防護系用）、燃料取扱建屋内に移動した電源車からの給電により連続して使用可能である。

さらに、電源車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、現場、緊急時対策所）に専用通信線及び端子箱が常設されているため、通話装置を端子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。

(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22図に示す。

- ・ 運転指令設備（事故一斉放送装置）
- ・ 保安電話
- ・ 加入電話、加入ファクシミリ
- ・ 統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備
（TV会議システム、IP電話、IP-FAX）
- ・ 安全パラメータ表示システム（SPDS）、SPDS表示装置及び安全パラメータ伝送システム
- ・ 携行型通話装置

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ディーゼル発電機、無停電電源装置、又は蓄電池（安全防護系用）、燃料取扱建屋内に移動した電源車からの給電により、統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備（TV会議システム、IP電話、IP-FAX）、安全パラメータ表示システム（SPDS）、SPDS表示装置及び安全パラメータ伝送システムを使用するが、これらの設備、電源は建屋内の設置、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。

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、電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）及び電源車による給電の概要を第17図に、通信連絡設備の機能を確保するための電源システムの概要を第23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

ア. 電源車による給電準備

気象庁が発表する降灰予報（「速報」又は「詳細」）により発電所への「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）内の活火山に20km以上の噴煙が観測されたが噴火後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」未満もしくは範囲外となった場合は、体制を解除する。

イ. 電源車による給電開始

火山影響等発生時において外部電源喪失が発生し、3号炉のディーゼル発電機全台が機能喪失した場合、電源車による給電を開始する。

(d) 作業手順

通信連絡設備への給電準備及び給電開始の概略手順は以下のとおり。

第19-1図に給電準備のタイムチャートを示す。

第19-2図に給電開始のタイムチャートを示す。

ア. 電源車による給電準備

「(4) a. (b)イ. 電源車による給電準備」による。

イ. 電源車による給電開始

「(4) b. (b)イ. 電源車による給電開始」による。

(e) 作業の成立性

ア. 電源車による給電準備

作業の成立性について、確認結果を別紙 4 に示す。

電源車の給電準備の内、屋外作業は降灰前に完了させるため、降灰による影響はない。

イ. 電源車による給電開始

作業は全て屋内で行われるため降灰による影響はない。

(f) 必要な資源について

ア. 電源

通信連絡設備の負荷は、蓄電池（安全防護系用）から給電される約 7kW を除き、約 80kW、緊急時対策所で約 23kW の合計約 103kW であり、電源車(488kW)
※¹により給電が可能である。（別紙 5）

携行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 時間に亘って使用することができる。携行型通話装置による発電所内の通信連絡の概要を第 2 4 図に示す。

※¹：消火水ポンプ、燃料油移送ポンプ、燃料油移送ポンプ充油電磁弁及び可搬式排気ファンの負荷約 43kW を考慮しても合計約 146kW であり、給電可能である。

イ. 燃料

電源車が降灰継続の 24 時間に亘って連続運転するために必要な燃料は 1015.27ℓ である。電源車の燃料タンク及び補給用燃料を合わせて約 180k ℓ 確保しているため、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。（別紙 6）

c. 電源車の燃料確保に関する手順等

火山影響等発生時における電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）及び電源車

の燃料確保については、燃料油貯蔵タンク（180kl/個）を燃料源として使用し、新規制基準対応として整備した燃料油貯蔵タンクに接続されている屋外燃料油取出口から燃料を抜き取り給油することで、燃料を補給する。

電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）及び電源車の燃料確保の概略図を第25図に示す。

電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）及び電源車の燃料を確保するために必要となる燃料油貯蔵タンクによる燃料補給の手順等を以下のとおり整備する。

(a) 燃料油貯蔵タンクからの燃料補給準備

ア. 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」）により発電所への「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）内の活火山に 20km 以上の噴煙が観測されたが噴火後 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」未満もしくは範囲外となった場合は、体制を解除する。

イ. 作業手順

燃料油貯蔵タンクからの燃料補給準備の概略手順は以下のとおり。

第26図にタイムチャートを示す。

- ① 発電所対策本部長は、緊急安全対策要員へ、燃料油貯蔵タンクから電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）、電源車への燃料補給準備を指示する。
- ② 緊急安全対策要員は、燃料油取出口の蓋を開放し、給油ホースを接続する。また、接続していない側の給油ホース先端を燃料取扱建屋内へ入れる。
- ③ 緊急安全対策要員は、燃料油移送ポンプ出口配管の分岐管に短管を接続し、E. L. +32m 燃料油取出口までの給油系統を構成する。
- ④ 緊急安全対策要員は、燃料油移送ポンプと燃料油サービスタンク間の弁を閉止する。

ウ. 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。

給油作業については、消防法に基づく手続きが必要であり、具体的には「震災時等における危険物の仮貯蔵・仮取扱い等の安全対策及び手続きに係るガイドライン」で規定されているとおり、消防署への事前計画の届出及び給油作業時の連絡等を実施する。

また原子炉等規制法に基づき、建屋内に入れる電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）及び電源車については、電源車を建屋内に入れた場合においても当該区画の火災荷重許容値以下であることを確認した。確認結果を以下に示す。

建屋	当該区画の火災荷重 ^{※1} (電源車の火災荷重 ^{※2}) [MJ/m ²]	火災荷重管理目標値 [MJ/m ²]
3号炉 燃料取扱建屋	193 (90)	454

※1. 電源車2台を含む当該区画の火災荷重を記載

※2. 電源車2台分の火災荷重を記載

(b) 燃料油貯蔵タンクからの燃料補給開始

火山影響等発生時において、電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）及び電源車の燃料を確保するための対策として燃料油貯蔵タンクからの燃料補給を行う手順を整備する。

ア. 手順着手の判断基準

電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）及び電源車の運転継続のために燃料補給が必要と判断した場合。

イ. 作業手順

燃料油貯蔵タンクからの燃料補給の概略手順は以下のとおり。

第27図にタイムチャートを示す。

- ① 発電所対策本部長は、緊急安全対策要員へ、燃料油貯蔵タンクから電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）、電源車への燃料補給開始を指示する。
- ② 緊急安全対策要員は、燃料取扱建屋内の電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）、電源車の給油口に、給油ホースを接続する。

- ③ 緊急安全対策要員は、建屋内の燃料油移送ポンプを起動し、電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）、電源車の油面計でタンクが満杯となれば停止する。

ウ．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。

(c) 必要な資源について

ア．燃料

燃料源である燃料油貯蔵タンクの保有燃料量は 180kℓ 以上であり、電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）の保有燃料 441ℓ 以上と合わせ、約 180kℓ を確保している。従って、電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）を降灰継続の間、機能維持するために必要な燃料 768.4ℓ を確保可能である。また、燃料源である燃料油貯蔵タンクの保有燃料量は 180kℓ 以上であり、電源車の保有燃料 441ℓ 以上と合わせ、約 180kℓ を確保している。従って、電源車を降灰継続の間、機能維持するために必要な燃料 1015.27ℓ を確保可能である。

（別紙 6）

6 定期的な評価

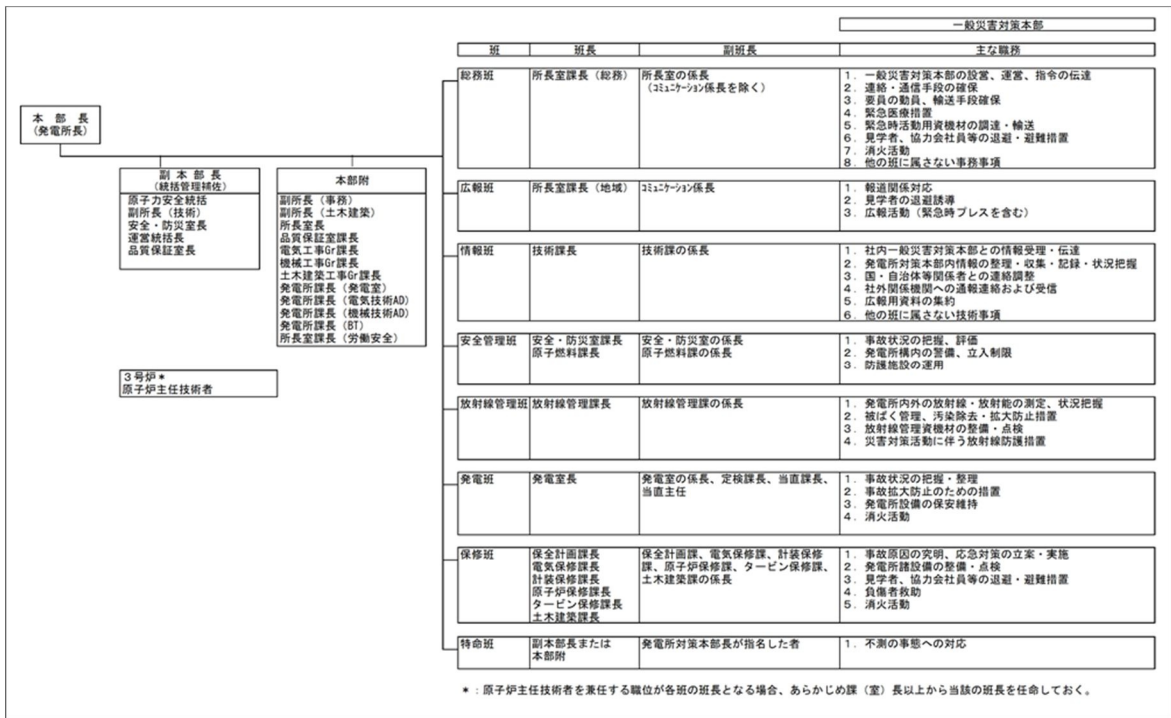
第1項から第4項の活動の実施結果について、定期的に評価を行うとともに、評価の結果に基づき必要な措置を講じる。

- (1) 各課（室）長は、第1項から第4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、技術課長に報告する。

実施結果の報告例

- ・教育訓練実施報告書
- ・資機材点検結果報告書 等

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



出典：美浜発電所 一般防災業務所達(案)

第1図 火山影響等発生時の体制の概略
(防災組織図)

第13条 (運転員等の確保)

発電室長は、原子炉の運転に必要な知識を有する者を確保する。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 発電室長は、原子炉の運転に当たって第1項で定める者の中から、1直あたり表13-1に定める人数の者をそろえ、中央制御室あたり5直以上を編成した上で3交代勤務を行わせる。特別な事情がある場合を除き、連続して24時間を超える勤務を行わせてはならない。また、表13-1に定める人数のうち、1名は当直課長とし、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(室)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。また、技術課長は、重大事故等の対応を行う要員として、表13-3に定める人数を常時確保する。

<以下、省略>

表13-1

中央制御室名	B中央制御室 (3号炉)
モード1、2、3、4、5および6の場合	8名以上 ^{※1}
使用済燃料ピットに燃料体を貯蔵している期間の場合 ^{※2}	6名以上 ^{※1}

※1：当直課長を含む。

※2：照射済燃料移動中も含む(以下、同じ)。

表13-3

	運転モード	緊急時対策 本部要員	緊急安全対策要員
常駐	モード1、2、3、4、 5および6の場合	4名以上	33名以上
	使用済燃料ピットに燃料 体を貯蔵している期間の 場合 ^{※2}		27名以上
召集	モード1、2、3、4、 5、6および使用済燃料 ピットに燃料体を貯蔵し ている期間の場合 ^{※2}	5名以上	—

出典：美浜発電所原子炉施設保安規定 第13条(運転員等の確保)
表13-1、表13-3

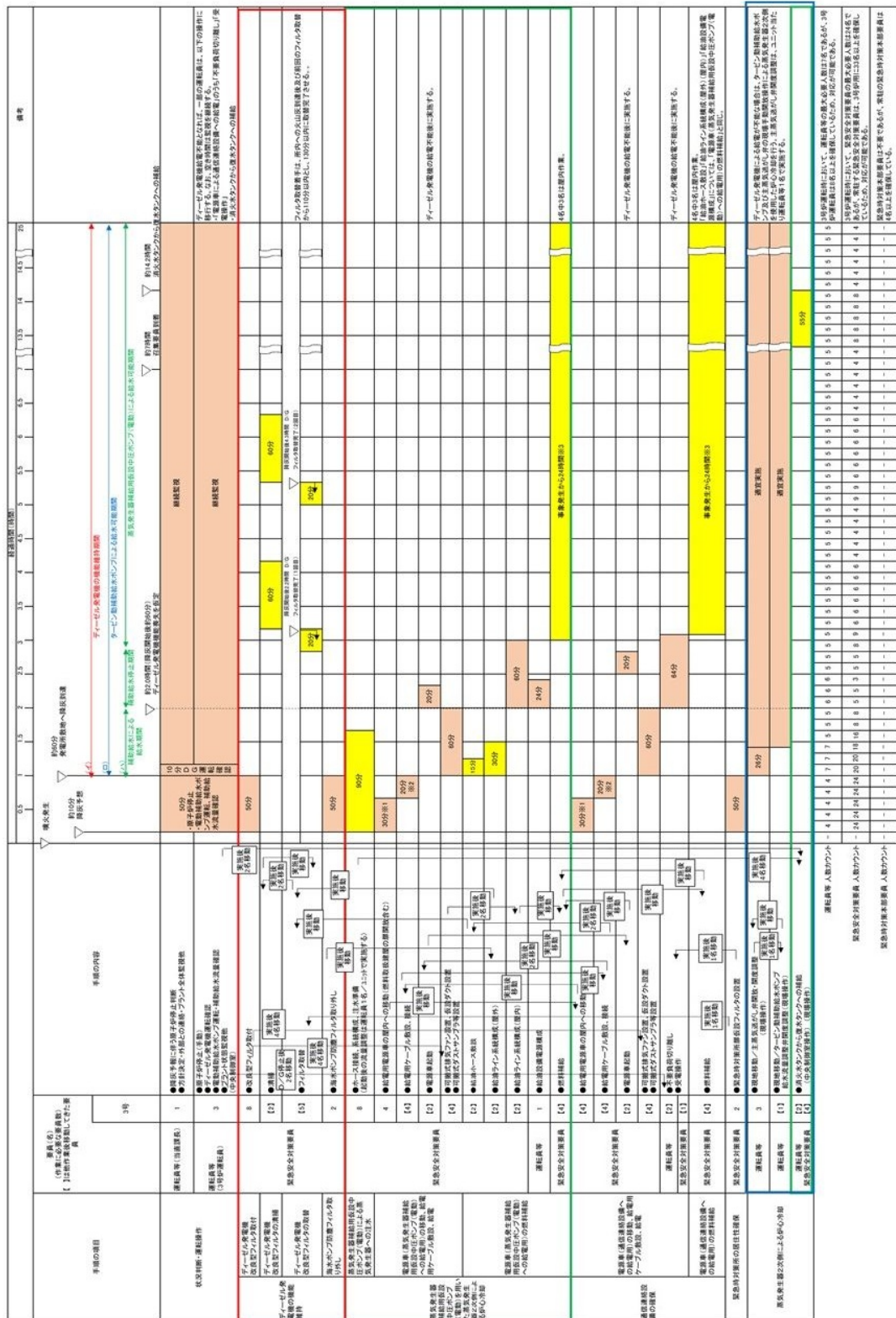
第2図 火山影響等発生時の体制の概略
(保安規定第13条(運転員等の確保)に定める要員)

保安規定第13条に定める要員		火山影響等発生時の対応要員		対応内容
緊急時対策本部要員	常駐4名 召集5名	緊急時対策本部要員	常駐4名 (召集5名)	<ul style="list-style-type: none"> 統括管理及び全体指揮 原子炉ごとの統括管理及び原子炉ごとの指揮 通報連絡
運転員等 ^{※1} 【当直課長含む】	3号炉8名 ^{※2}	運転員等 ^{※1} 【当直課長含む】	3号炉8名 ^{※2}	<ul style="list-style-type: none"> ディーゼル発電機による給電 タービン動補助給水ポンプを用いた炉心冷却（流量調整） 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）を用いた炉心冷却（流量調整） 通信連絡設備の確保
緊急安全対策要員	常駐33名 ^{※2}	緊急安全対策要員	常駐33名 ^{※2}	<ul style="list-style-type: none"> 改良型フィルタ取付 フィルタ取替、清掃（ディーゼル発電機） 除塵フィルタ取外し（海水ポンプモータ） 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）の準備作業 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）を用いた炉心冷却 緊急時対策所の居住性の確保 通信連絡設備の確保

※1：設置（変更）許可添付書類十追補での記載に基づき、当直課長の指示に従い運転対応を実施する要員を「運転員等」とする。

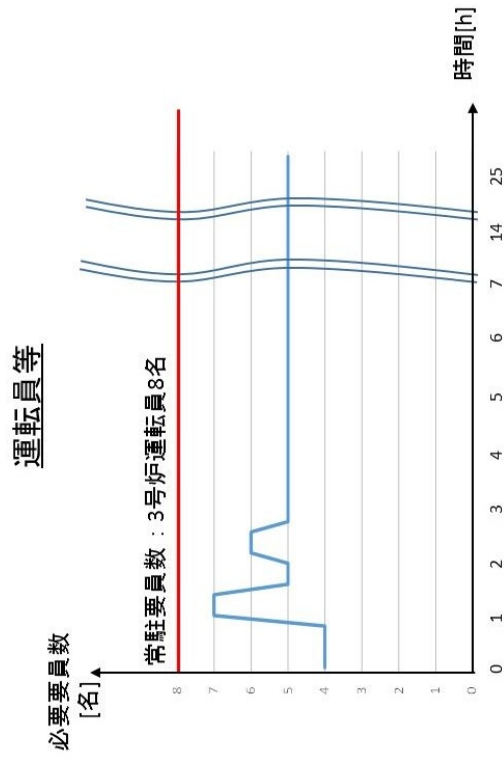
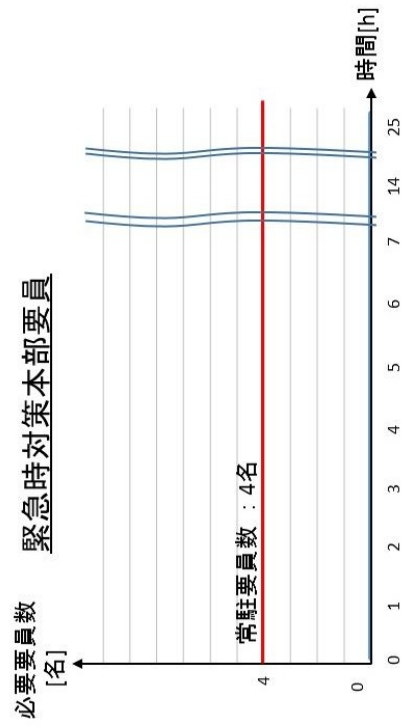
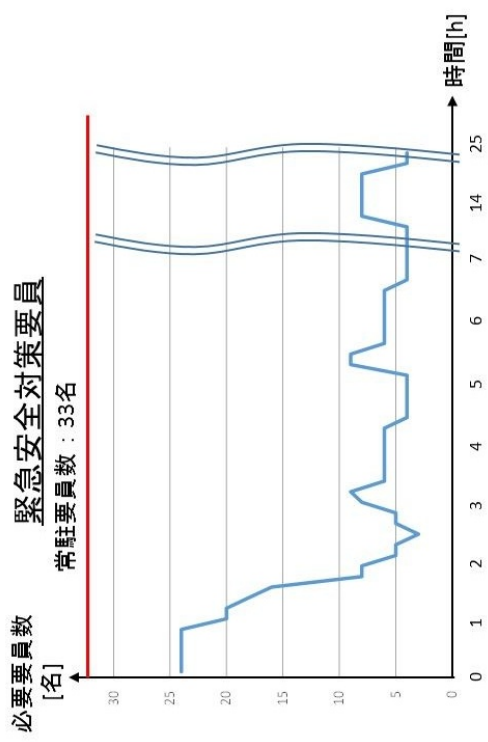
※2：モード1、2、3、4、5および6の場合の人数を示す。それ以外の場合の人数は、第2図による。

第3図 火山影響等発生時の体制の概略（要員の対応内容）

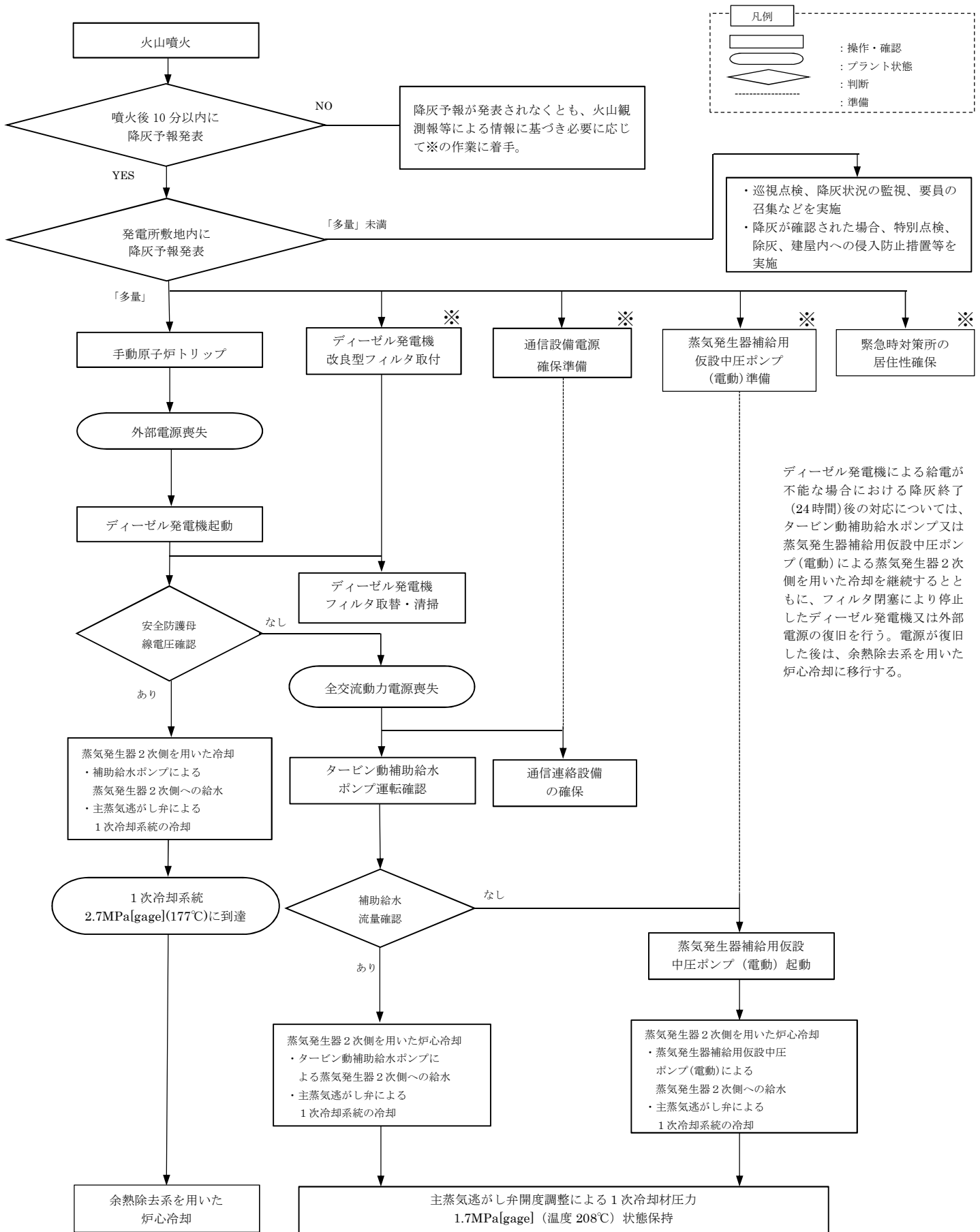


注1: 班長等(班長)は、必ずしも1名で対応するとは限らない。
 注2: 2名以上で対応する場合は、必ず2名以上で対応する。
 注3: 2名以上で対応する場合は、必ず2名以上で対応する。

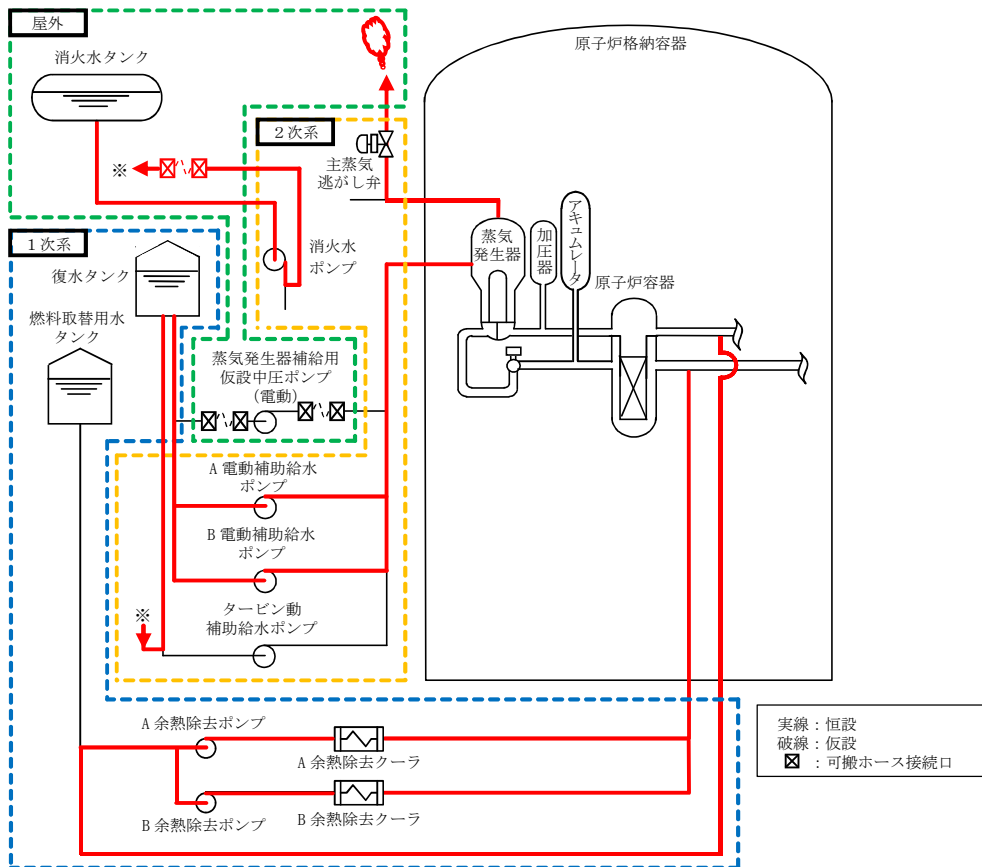
第4図 火山影響等発生時における対応のタイムチャート (1/2)



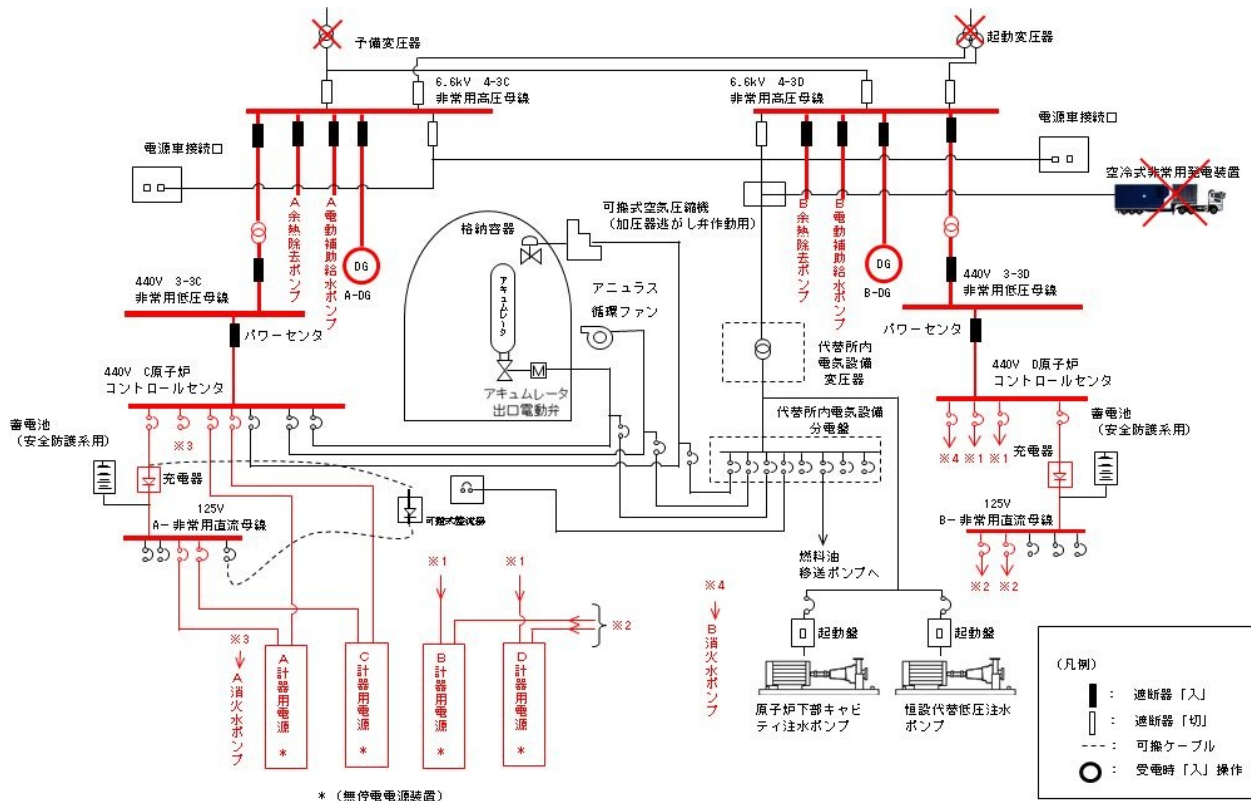
第4図 火山影響等発生時における対応のタイムチャート (2/2)
 (対応必要人数の時間経過)



第 5 図 火山影響等発生時における炉心冷却のための対応フロー

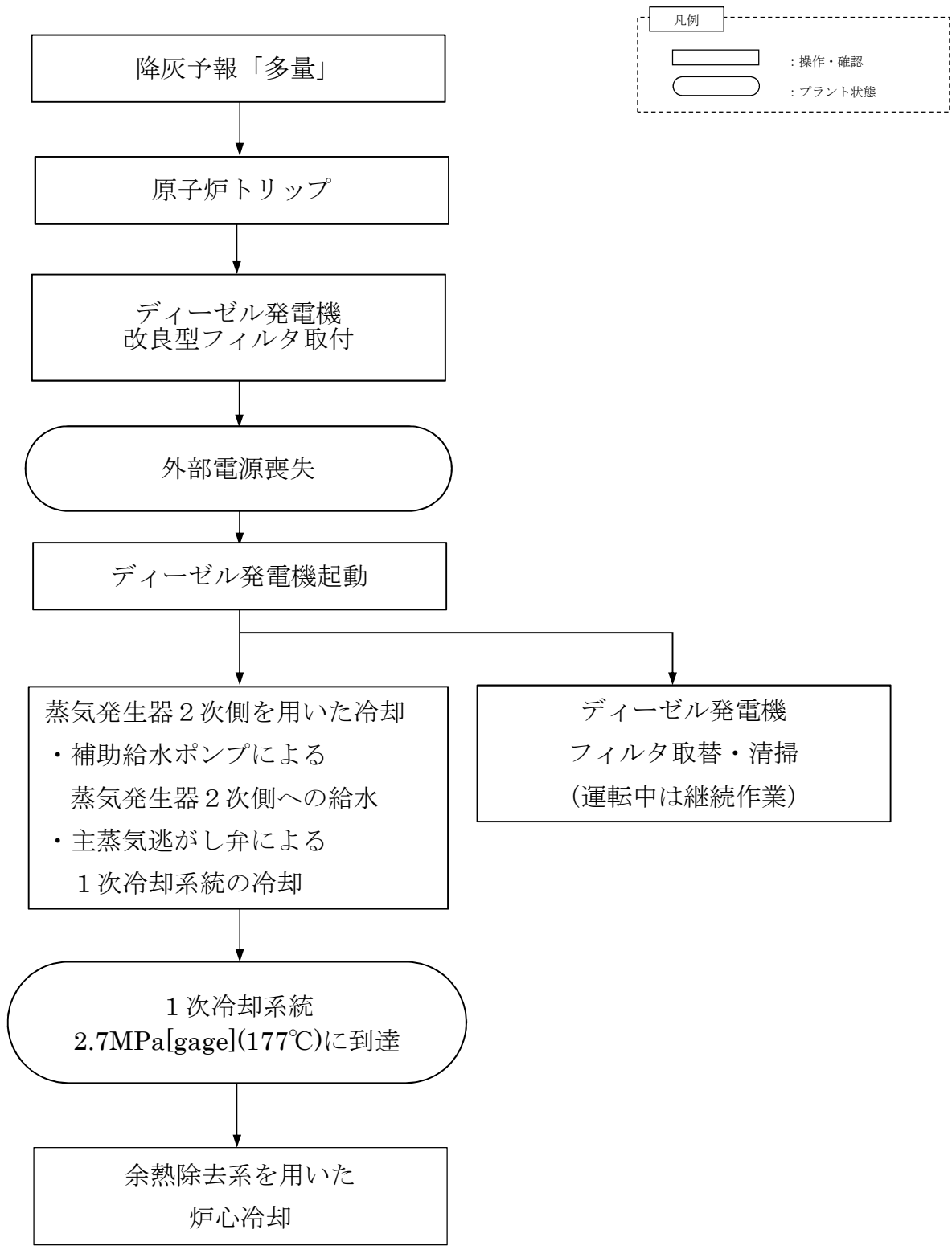


a. 系統図

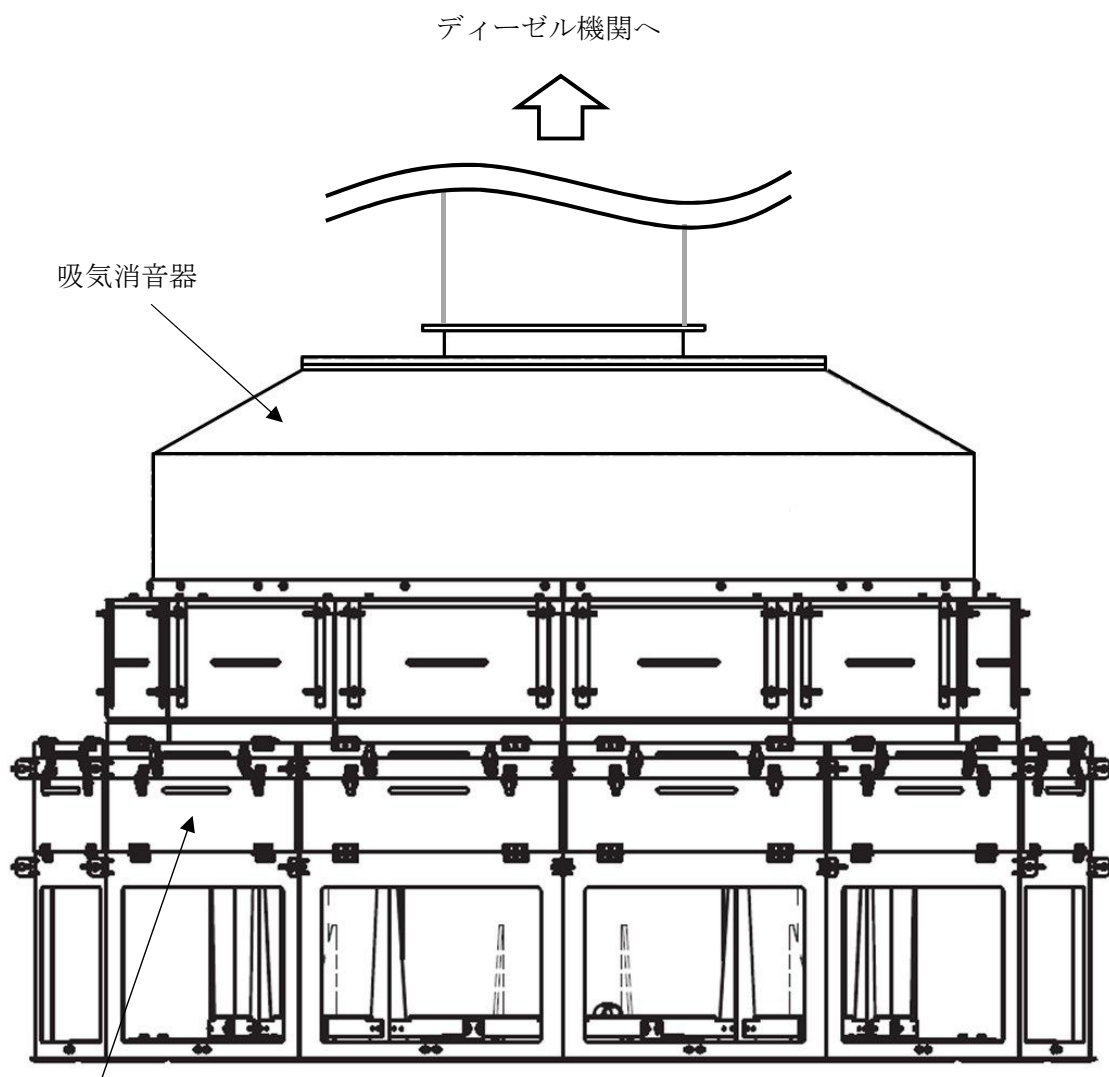


b. 給電系統図

第6図 対策の概略系統図



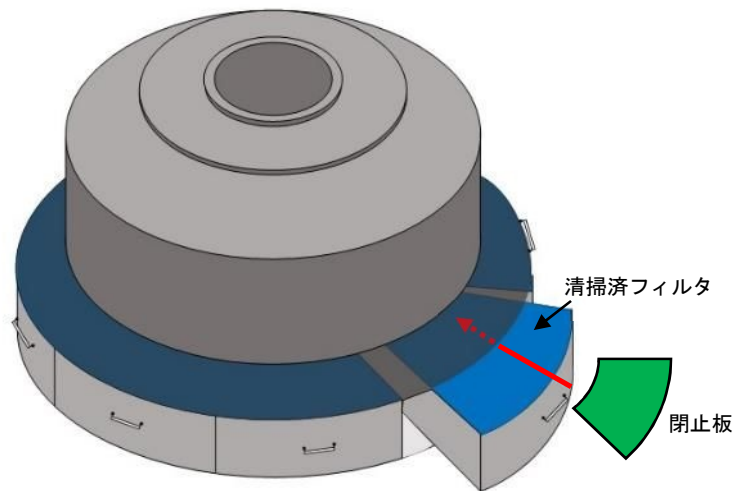
第7図 対応手順の概要



第8図 ディーゼル発電機への改良型フィルタ取付 概略図

手順の項目	要員(名) (作業に必要な要員数)	経過時間(分)										備考	
		0	10	20	30	40	50	60	70	80			
ディーゼル発電機への改良型フィルタ取付	緊急安全対策要員 8	▽換火発生 ▽換灰予報(多重)発生、発電所対策本部長による作業開始指示 ▽発電所敷地へ降灰到達											
			移動										
						改良型フィルタ取付 既設フィルタ取外							

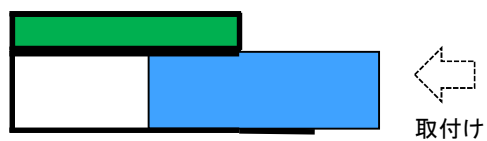
第9図 ディーゼル発電機への改良型フィルタ取付 タイムチャート



【手順①】
改良型フィルタに閉止板を取り付ける。



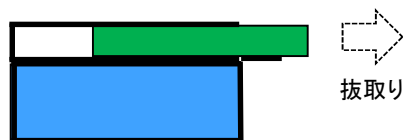
【手順③】
清掃済みフィルタを挿入する。



【手順②】
目詰まりフィルタを抜き取る



【手順④】
閉止板を抜き取る。



フィルタ表面の写真



フィルタ側面の写真

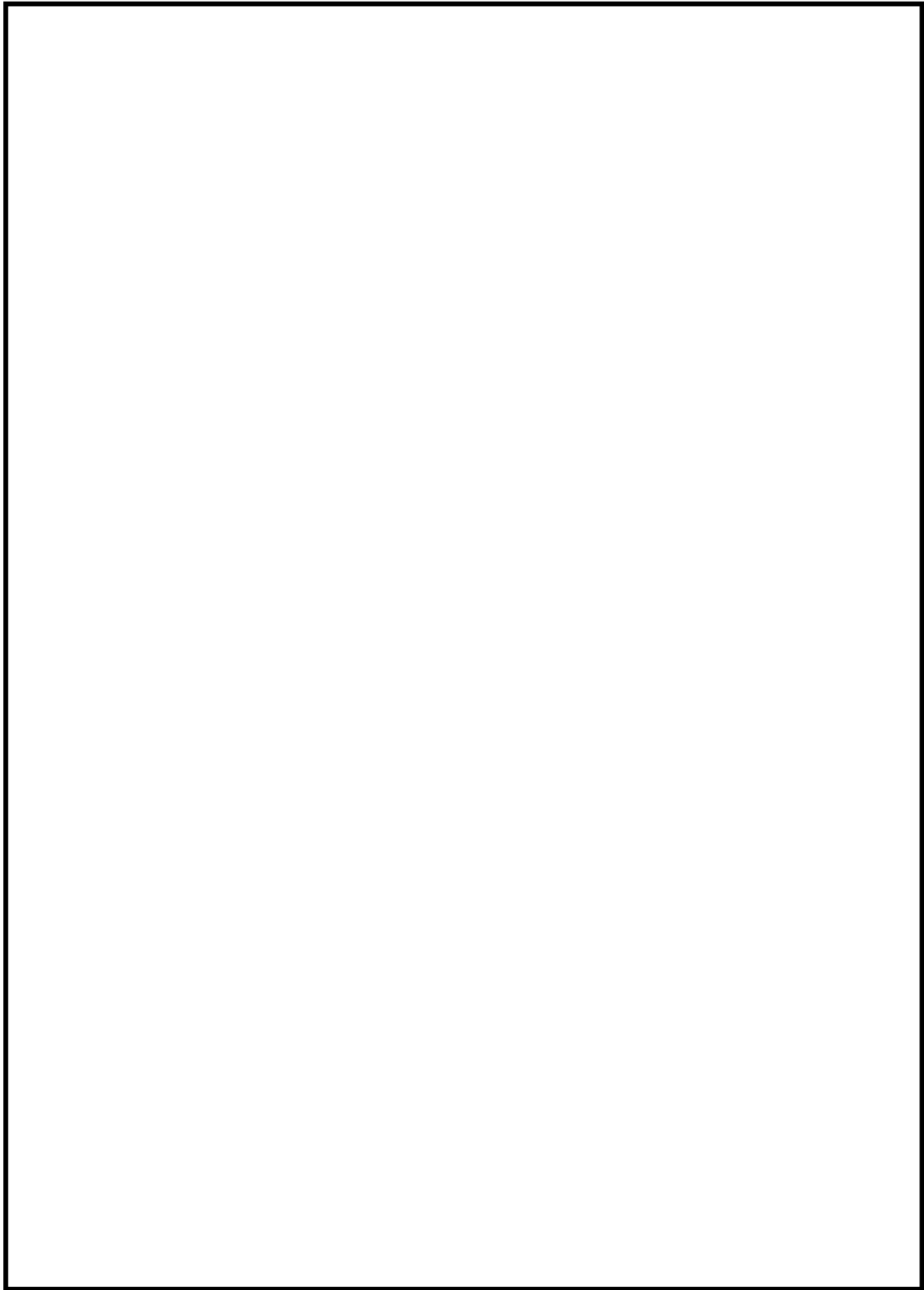


第10図 ディーゼル発電機への改良型フィルタ取替 概略図

手順の項目	要員(名) (作業に必要な要員数)	経過時間(時間)													備考	
		0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6		6.5
レーザー発電機 改良型フィルタの フィルタ取替・清掃 ^{※1}	緊急安全対策要員 5	▽噴火発生 ▽降電所敷地へ降電到達 ▽発電所敷地へ降電到達 ▽降電予報(多量)発生、発電所対策本部長による作業開始指示													※2フィルタ清掃は5人 中2人が次回取替えまで の間を実施する。	
								取替		清掃 ^{※2}			取替			清掃 ^{※2}

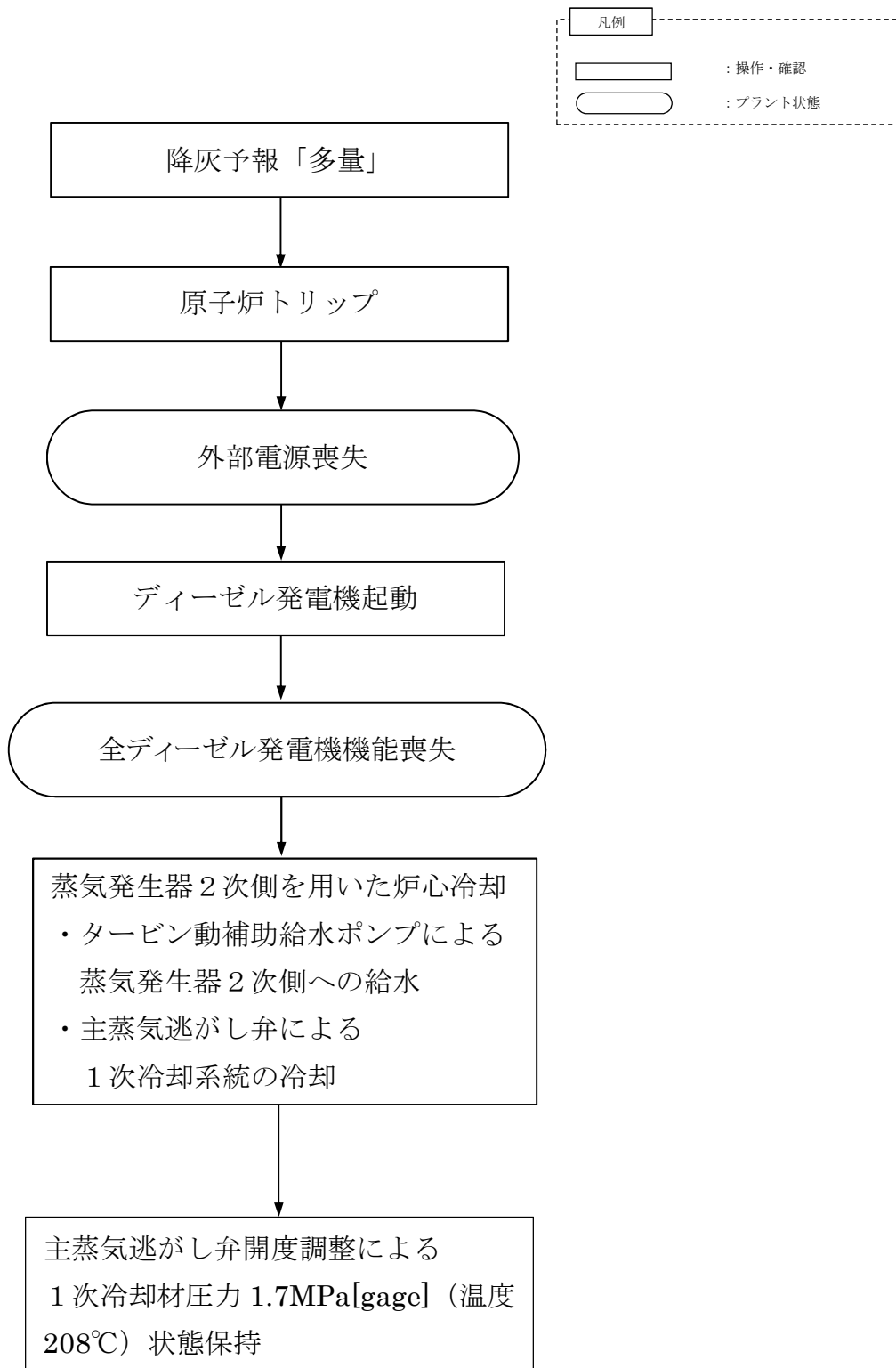
*1 20分以内に取替、その後60分以内に清掃を行う場合は取替5名で行い、清掃はそのうち2名で行う。
取替・清掃を合わせて20分以内を実施する場合は5名で行う。

第11図 レーザー発電機への改良型フィルタ取替・清掃 タイムチャート

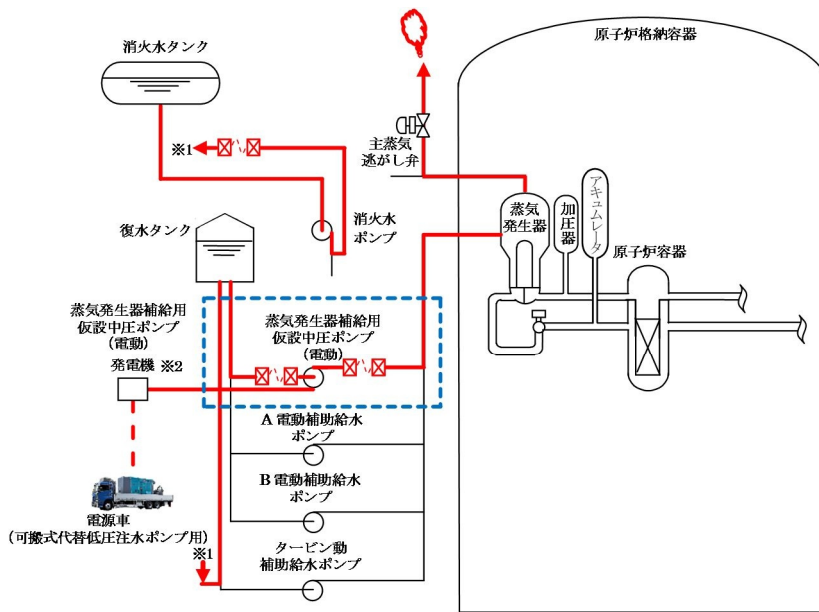


第12図 海水ポンプモータの除塵フィルタ取外し 概略図

本資料のうち、枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。



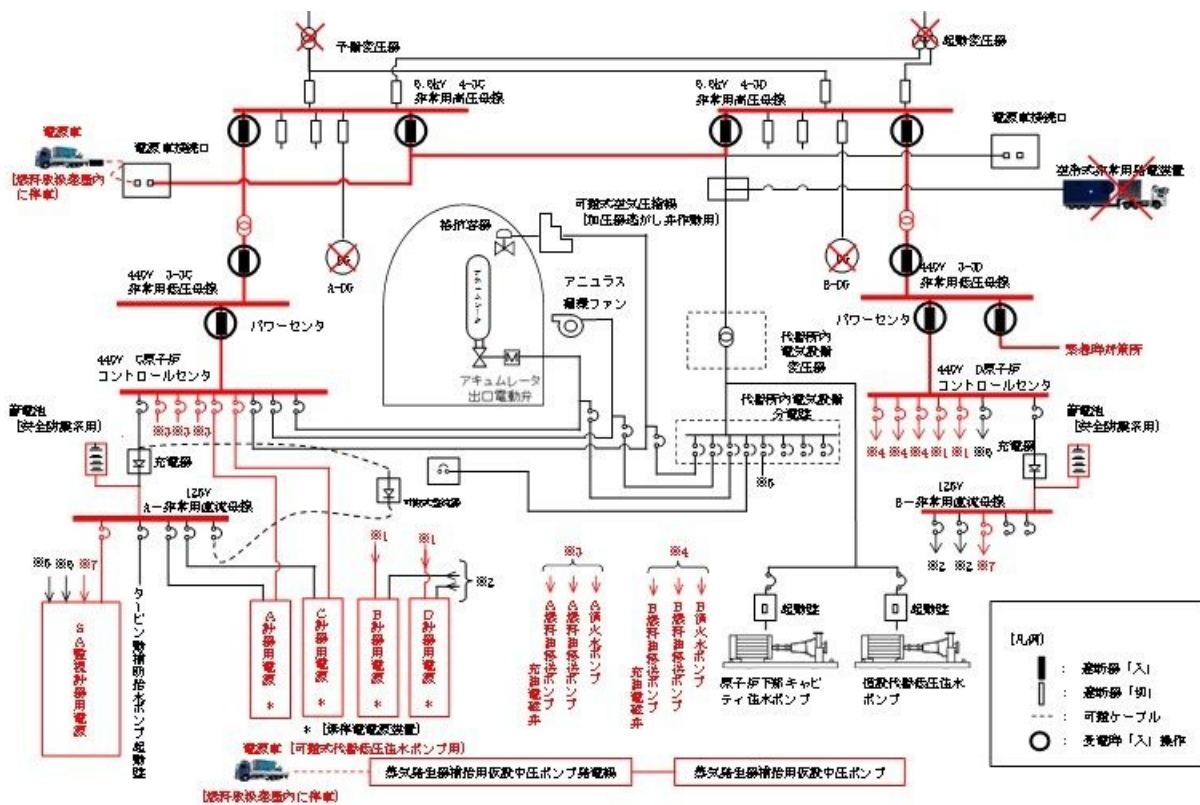
第15図 対応手順の概要



※2 蒸気発生器用仮設中圧ポンプ(電動)発電機は、
電路(端子台)として使用するものであり、給電を行
う発電機は、電源車である。

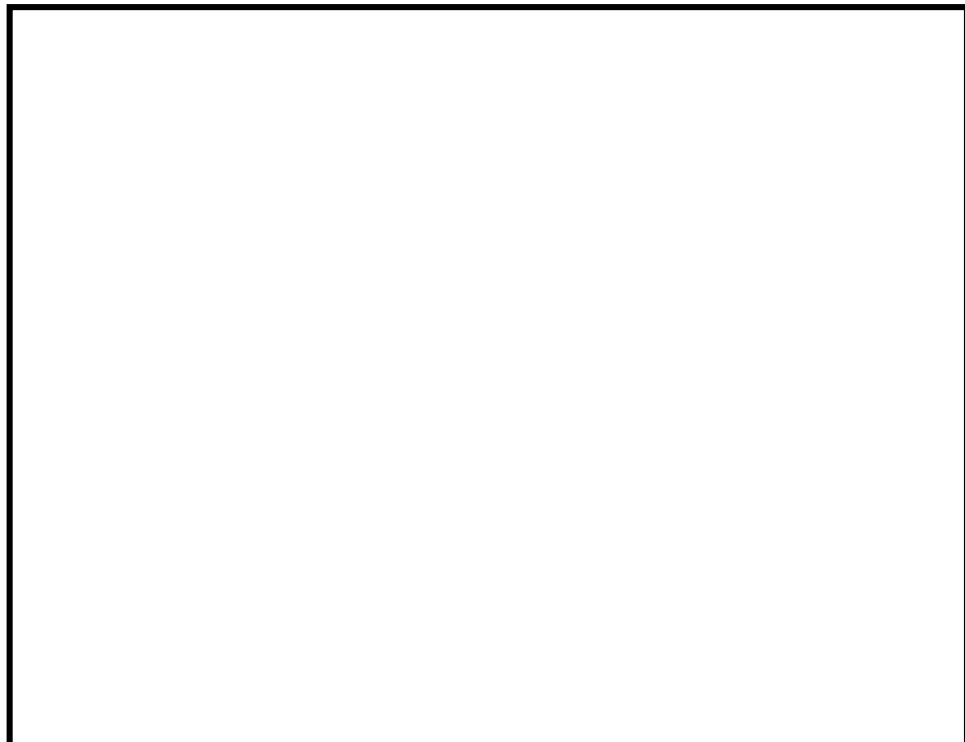
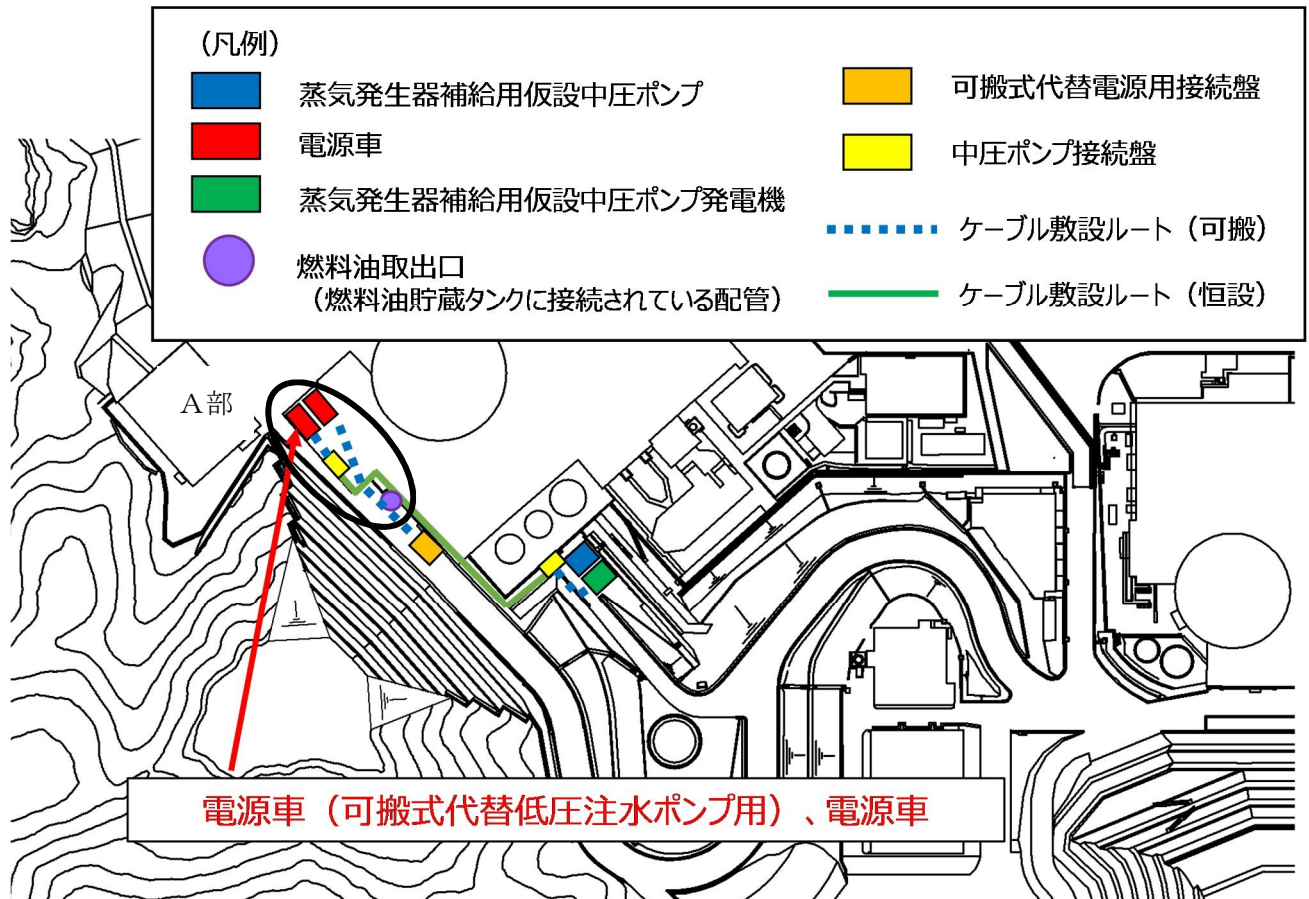
実線：恒設
破線：仮設
☒：可搬ホース接続口

a. 系統図



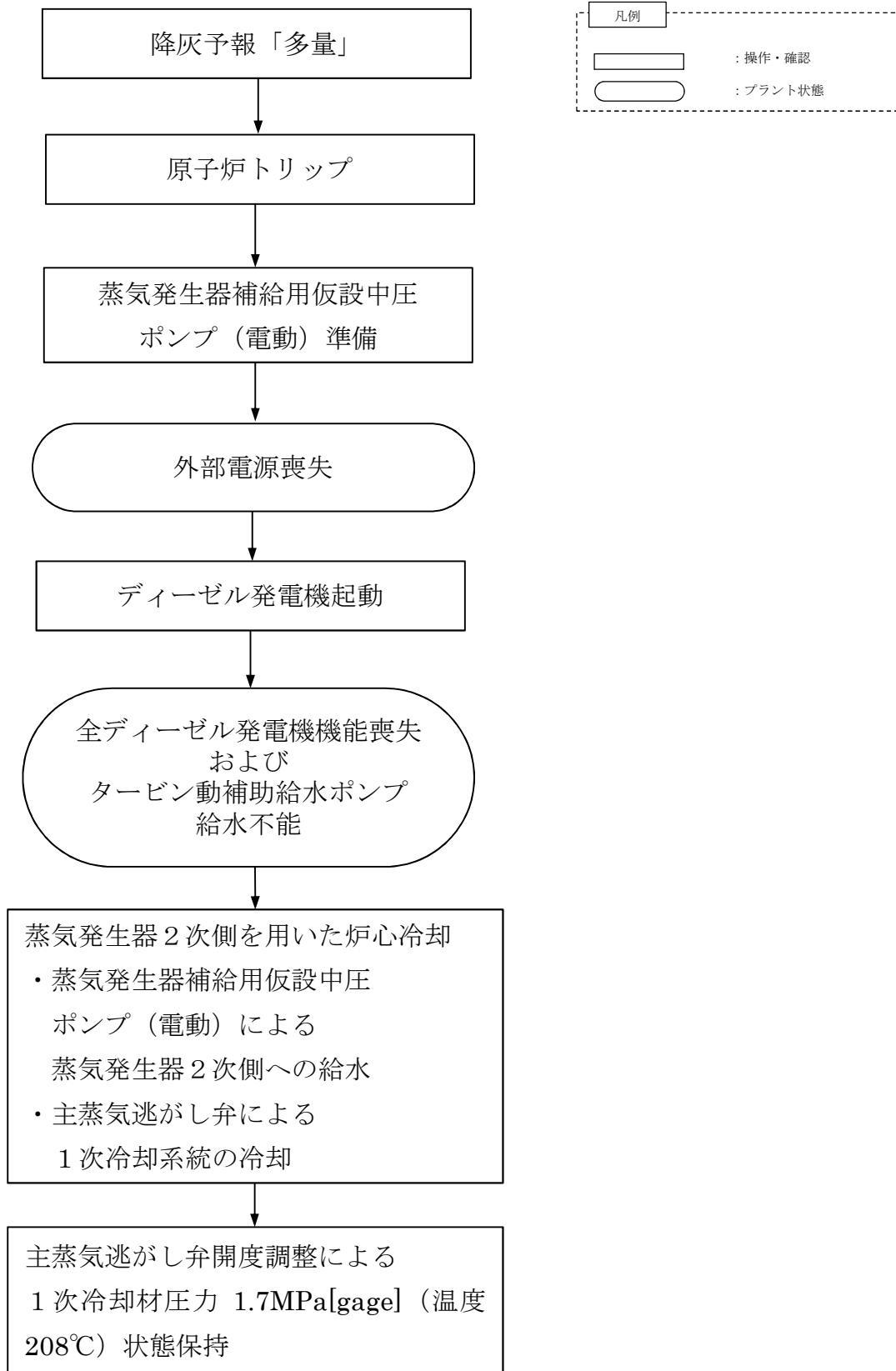
b. 給電系統図

第16図 対策の概略系統図



第17図 電源車 (可搬式代替低圧注水ポンプ用) 及び電源車による給電の概要

本資料のうち、枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。



第18図 対応手順の概要

電源車(可搬式代替低圧注水ポンプ用)及び電源車による給電準備	経過時間(分)										備考		
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90		100	
手順の項目	▽喫入発生 ▽燃料取扱室への移動 ▽燃料取扱室への移動 ▽電源車(可搬式代替低圧注水ポンプ用)及び電源車の移動【屋外】:各電源車に1名 電源ケーブルの敷設・接続【屋内】:2名 電源ケーブルの敷設・接続【屋外】:2名 (燃料取扱室の扉開放含む)											屋外作業は降圧到達まで完了させる。 可搬式非集積電源車及び低圧ポンプ等の設置作業は、電源車移動までに、緊急安全対策要員4名が60分以内に実施する。	
要員(名)(電源車1台あたり)(作業に必要な要員数)													
電源車(可搬式代替低圧注水ポンプ用)及び電源車の移動	4												
電源車(可搬式代替低圧注水ポンプ用)及び電源車電源ケーブルの敷設・接続	2												
電源車(可搬式代替低圧注水ポンプ用)及び電源車電源ケーブルの敷設・接続	2												

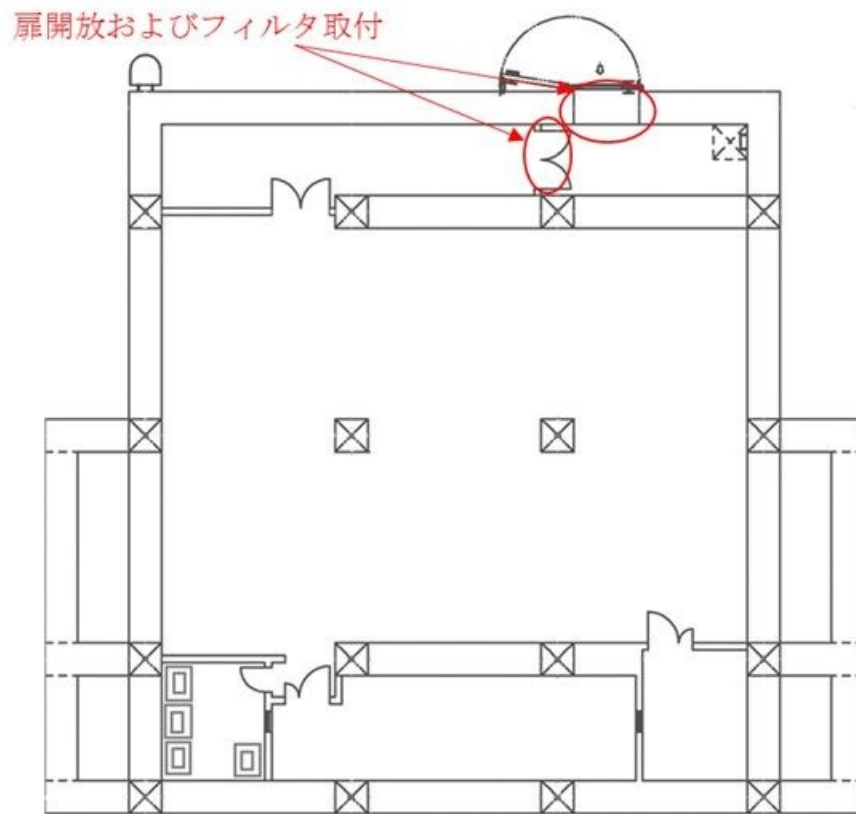
第19-1 図 電源車(可搬式代替低圧注水ポンプ用)及び電源車による給電準備タイムチャート

電源車(可搬式代替低圧注水ポンプ用)及び電源車による給電開始	経過時間(分)											備考
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
手順の項目	▽作業着手 ▽酸素発生器補給用仮設中圧ポンプ(電動)による酸素発生器への注水可能 ▽運信運搬設備への給電完了											
電源車(可搬式代替低圧注水ポンプ用)の給電開始	作業員(名)(電源車1台あたりの作業に必要な作業員数)											
電源車の給電開始	緊急安全対策作業員	電源車起動【屋内】										
	緊急安全対策作業員	電源車起動【屋内】										
	運転員等	不要点前可離れ、受電操作【屋内】										

第 1 9 - 2 図 電源車 (可搬式代替低圧注水ポンプ用) 及び電源車による給電開始 タイムチャート

手順の項目	要員(名) (作業に必要な要員数)	経過時間(分)										備考			
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90				
蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ(電動)による蒸気発生器への注水	5	移動													
		補助給水系への接続													
		注水準備													
	3	移動													
		系統構成													

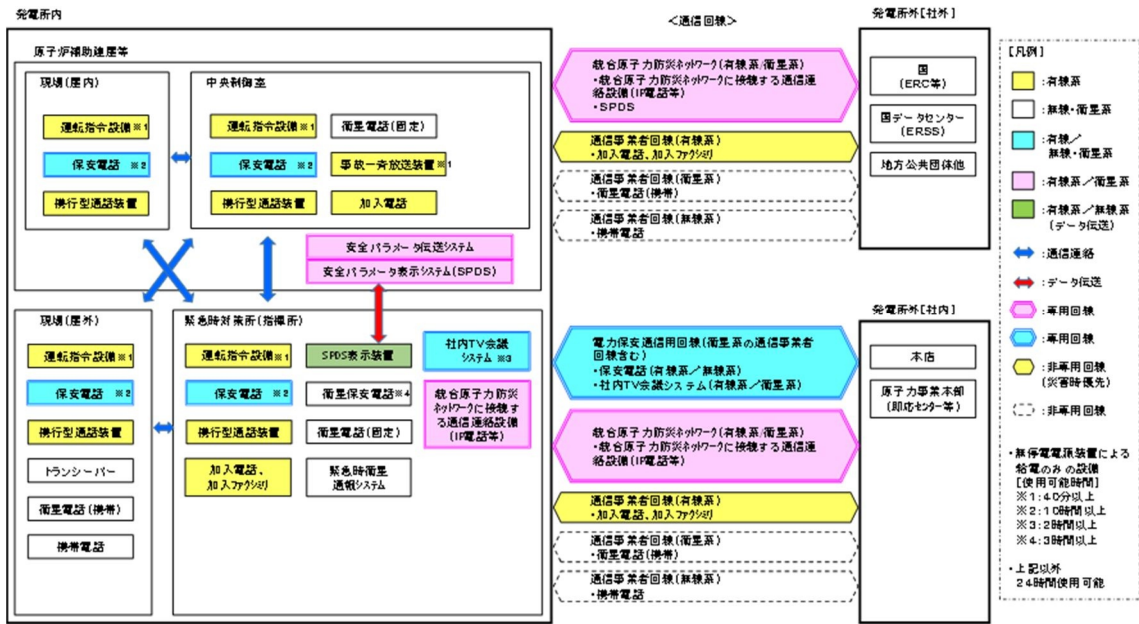
第20図 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ(電動)を用いた炉心冷却準備 タイムチャート



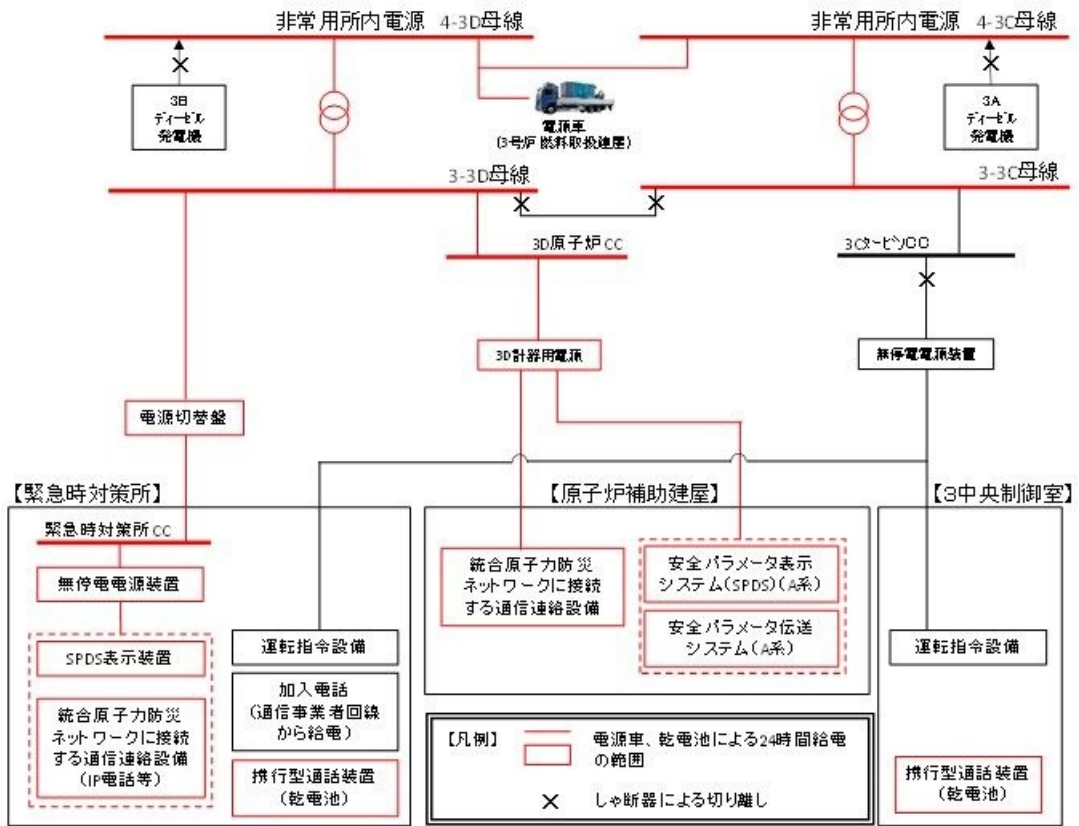
第 2 1 - 1 図 緊急時対策所入口扉へのフィルタ取り付け位置

手順の項目	要員(名)	経過時間(分)										備考		
		▽ 塵灰手帳		▽ 発電所敷地へ塵灰到達										
		10	20	30	40	50	60	70	80	90	100			
緊急時対策所の居住性確保に関する手順	緊急安全対策要員 2													
				検動・準備										
					緊急時対策所開放									
								仮設フィルタ取り付け						

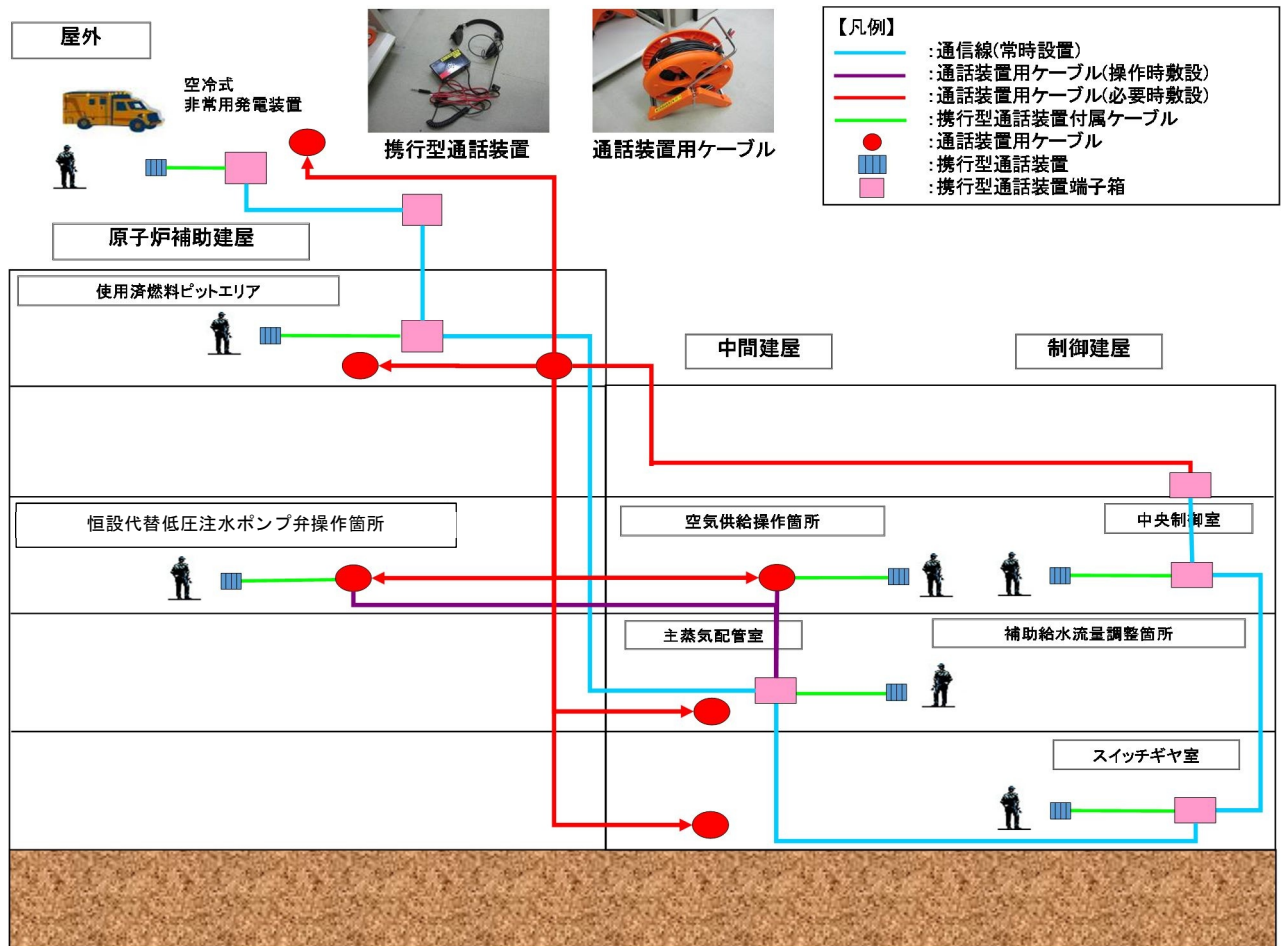
第2 1 - 2 図 緊急時対策所の居住性確保のための仮設フィルタ設置 タイムチャート



第 2 2 図 火山影響等発生時に使用する通信連絡設備の概要



第 2 3 図 通信連絡設備の電源系統の概要



第 2 4 図 携行型通話装置による発電所内の通信連絡の概要



第25図 電源車への燃料確保 概略図

		経過時間(時間)											備考					
		0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5						
手順の項目	要員(名) (作業に必要な要員数)	▽活動開始																
		▽準備完了																
電源車(可搬式代替低圧注水ポンプ用)、電源車への燃料補給準備	運転員等	1																
	緊急安全対策要員	2																
		2																
		2																

第26図 燃料油貯蔵タンクからの燃料補給準備タイムチャート

		経過時間(分)											備考					
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100						
手順の項目	要員(名) (作業に必要な要員数)	▽活動開始																
		▽給油完了																
電源車(可搬式代替低圧注水ポンプ用)、電源車への燃料補給	緊急安全対策要員	4																

第27図 燃料油貯蔵タンクからの燃料補給タイムチャート

本資料のうち、枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

高濃度の降下火砕物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が、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以下のとおりであるが、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。

① ディーゼル発電機の関連作業

- ・改良型フィルタのフィルタ取付^{※1}、取替、清掃^{※2}

※1 改良型フィルタ取付は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。

※2 フィルタ清掃は、火山灰除けのためのテント内で実施するため、高濃度の降下火砕物環境下での作業とならない。

- ・海水ポンプモータの除塵フィルタ取外し^{※3}

※3 除塵フィルタ取外しは、降下火砕物が発電所敷地に到達する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。

② 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）関連作業

- ・蒸気発生器 2 次側へ給水するための給電用の電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）の移動^{※4} 及び系統構成^{※5}

※4 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）に用いる電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）の移動は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。

※5 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）に係る屋外の系統構成は、火山灰除けのための資機材を用いて降下火砕物の影響を受けないよう実施する。

③ 通信連絡設備関連作業

- ・通信連絡設備への給電用の電源車の移動^{※6}

※6 通信連絡設備に用いる電源車の移動は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。

④ 燃料補給作業

- ・電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）及び電源車の燃料を確保するための対策として、燃料源として、燃料油貯蔵タンクから燃料を抜き取り給油する。

図1に高濃度の降下火砕物環境下における屋外作業場所を示す。

3 高濃度の降下火砕物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、手袋等を着用する。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。さらに、降灰の状況により必要に応じて雨合羽を着用する*。

図2に高濃度の降下火砕物環境下での作業時に着用する防護具の状況を示す。

- ※ 降下火砕物の終端速度は 2.8m/s (1.414mm) であり、一般的な雨 (2~10m/s) と同等である。

4 高濃度の降下火砕物環境下での視認性向上のための対応

高濃度の降下火砕物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、ヘッドライトを着用する。
- ・屋外作業エリアの明示を図るため、チューブライト及び可搬照明を配備する。

図3に高濃度の降下火砕物環境下における視認性向上のために使用する資機材の例を示す。

5 気中降下火砕物濃度を超える降下火砕物濃度環境下での対応

気中降下火砕物濃度を超える降下火砕物濃度環境下であったとしても、屋外にて行ういずれの作業も複雑な手順を要求されない作業であり、また、広範囲の視界が必要となるものではない。したがって、ヘッドライトの着用や屋外作業エリアの明示による対応で視認性に問題はない。マスクについては適宜交換することで十分対応可能である。

6 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、ヘッドライトを着用する。

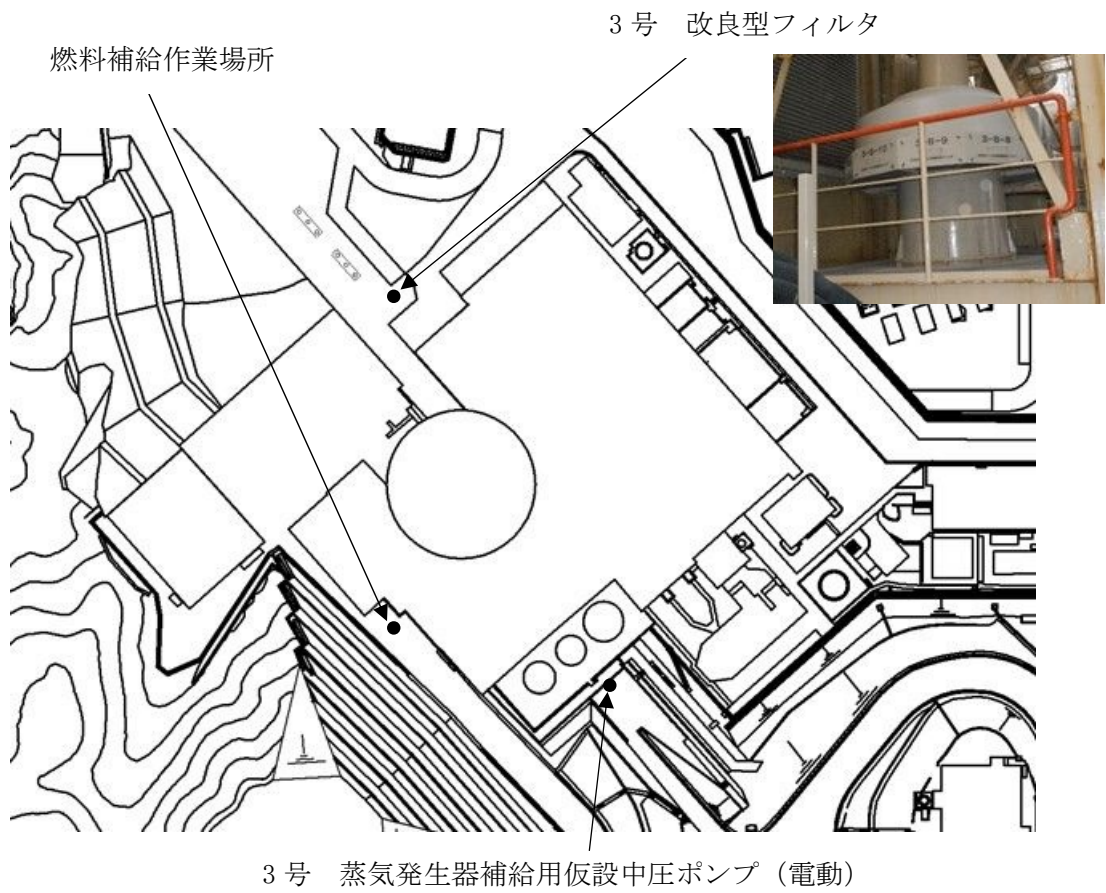


図1 高濃度の降下火砕物環境下での主な屋外作業場所



図2 高濃度の降下火砕物環境下における作業時の防護具着用状況



ヘッドライト



チューブライト



可搬照明

図3 高濃度の降下火砕物環境下における視認性向上のための資機材（例）

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 (g/m^2) は、気中降下火砕物濃度を包絡する濃度 $4(\text{g}/\text{m}^3)$ 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、気中降下火砕物濃度を超える気中降下火砕物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、視認距離 6m (火山灰付着量 $24\text{g}/\text{m}^2$) にお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。

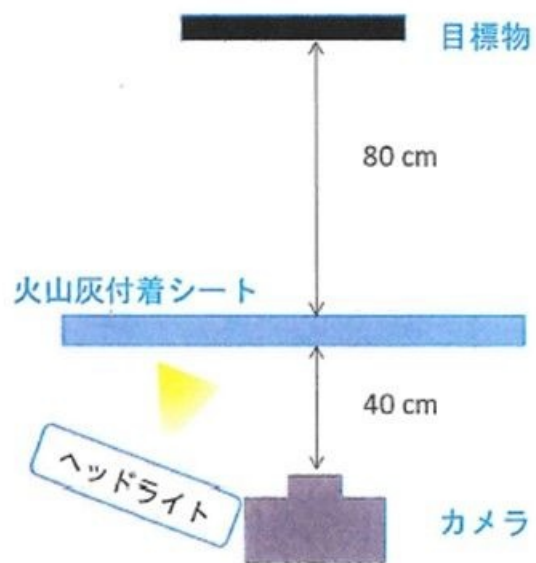


図1 装置概要














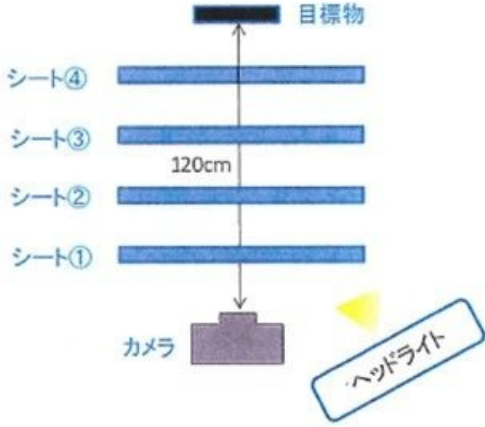
視認距離(m)	0	1
火山灰付着量(g/m ²)	0	4.0
写真		
視認距離(m)	2	4
火山灰付着量(g/m ²)	8.0	16.0
写真		
視認距離(m)	6	10
火山灰付着量(g/m ²)	24.0	40.0
写真		
視認距離(m)	14	16
火山灰付着量(g/m ²)	56.0	64.0
写真		

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②		
視認距離		6m(24g/m ²)						
シート①	火山灰付着量	24g/m ²	24g/m ²	24g/m ²	12g/m ²	6g/m ²		
	設置位置※	40cm	20cm	100cm	40cm	24cm		
シート②	火山灰付着量	-	-	-	12g/m ²	6g/m ²		
	設置位置※				80cm	48cm		
シート③	火山灰付着量				-	-	-	6g/m ²
	設置位置※				-	-	-	72cm
シート④	火山灰付着量	-	-	-	6g/m ²			
	設置位置※	-	-	-	96cm			
写真								
確認状況								

※ カメラからの距離

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】

- ・ 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。
- ・ 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、蒸気発生器 2 次側による炉心冷却を行う。
- ・ デイゼル発電機からの給電を基本とするが、デイゼル発電機が運転不能となった場合は全交流動力電源喪失(SBO)対応を行う。
- ・ 降灰は 24 時間継続するものとする。

分類	設計基準事象及び重大事故等発生時の運用		設備分類	影響の有無※1	降下火砕物による影響及び対策後の評価		選定結果
	優先順位	対応手段			影響及び対策	対策後評価	
電源	①	デイゼル発電機	DB	○	屋外に設置している吸気消音器フィルタの閉塞が想定されるため、着脱式の改良型フィルタを用いることで運転可能。	○	イ
	②	空冷式非常用発電装置	SA	○	屋外に設置しているため吸気フィルタの閉塞が想定されるが吸気流量が大きいことから対策が困難。	×	－
	③	予備変圧器 2 次側恒設ケーブルを使用した号機間融通	多様性	△	デイゼル発電機が運転不能となる可能性を考慮し、号機間電源融通には期待しない。	×	－
	④	号機間電力融通恒設ケーブルを使用した号機間融通(1,2号～3号)	多様性	△	デイゼル発電機が運転不能となる可能性を考慮し、号機間電源融通には期待しない。	×	－
	⑤	電源車	SA	○	(蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ(電動)の項目にて整理)		
蒸気発生器 2 次側による炉心冷却	①	電動補給水ポンプ	DB/SA	△	建屋内に設置されているため、デイゼル発電機からの給電が可能 な場合は使用可能。	○	イ
	②	タービン動補給水ポンプ	DB/SA	×	交流電源が不要であり、かつ、建屋内に設置されているため降下火砕物の影響なし。また、SBO時でも使用可能。	○	ロ
	③	主給水ポンプ	多様性	△	外部電源喪失により使用不可。	×	－
	④	蒸気発生器水張りポンプ	多様性	○	外部電源喪失により使用不可。	×	－
		蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ(電動)	多様性	○	駆動用の電源車を屋外で使用すると吸気フィルタの閉塞が想定されるため、燃料取扱建屋内に移動させて給電することで使用可能。	○	ハ

※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）内の活火山に 20km 以上の噴煙が観測されたが噴火後 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及び噴火に関する火山観測報について説明する。

2 降灰予報について

降灰予報の概要を第 1 図に示す。

火山噴火後、事前計算された降灰予報結果から適切なものを抽出することで、噴火発生から 1 時間以内に予想される、降灰量分布や小さな噴石の落下範囲が速やかに（5～10 分程度で）降灰予報（速報）として気象庁より発表される。

その後（噴火後 20～30 分程度で）、噴火の観測情報（噴火時刻、噴煙高など）を用いて、より精度の高い降灰予測計算を行い、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等が降灰予報（詳細）として気象庁より発表される。

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

気象庁の降灰予報により、発電所に「多量」の降灰が予想された場合は、システムにより中央制御室へ FAX が自動配信される。降灰予報「多量」を受信すれば、当直課長は原子炉の手動停止操作に着手する。それとともに、当直課長は速やかに技術課長（休日・夜間は現場調整当番）に連絡する。

この連絡により、所長が自らを本部長とする発電所対策本部を立ち上げ、緊急安全対策要員へ対応を指示する。休日・夜間においては、全体指揮者が発電所対策本部を立ち上げ、緊急安全対策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。運転員操作は当直課長

が指揮し、緊急安全対策要員操作は発電所対策本部が指揮する。中央制御室と発電所対策本部の間の情報共有は、緊急時対策本部要員のうちユニット指揮者を經由して行う。

4 降灰予報の発表が遅れた場合の対応

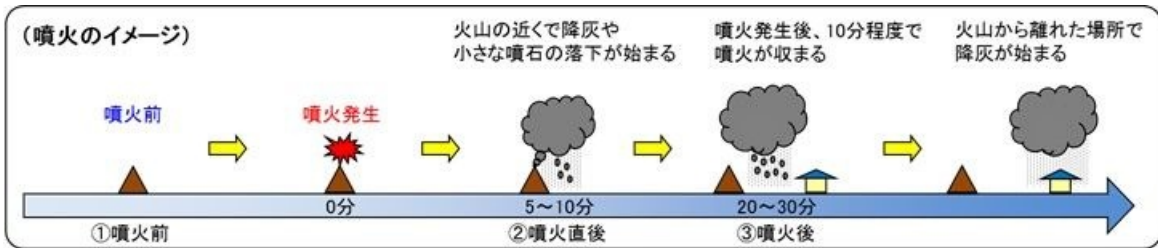
上記のとおり、降灰予報発表後は速やかに対応を取ることが可能であるが、気象条件等により降灰予報の発表が遅れた場合を想定し、降灰予報が発表されない場合は、気象庁が噴火の発生とともに、噴火日時、噴煙高さ等を通報する噴火に関する火山観測報（第3図）により噴火後10分以内に対応要否を判断する。

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は、設置変更許可で用いた降下火砕物シミュレーションを対象とした火山を対象とすることを基本とし、噴火リスクを踏まえ、地理的領域（発電所敷地から半径160km）内の活火山も対象とする。また、判断基準については、設置変更許可で用いた降下火砕物シミュレーションにおいて想定した噴煙高さ25kmを踏まえ、噴火に関する火山観測報において20km以上の噴煙が観測された場合は対応を開始する。

さらに、気象庁から入手可能な情報が限定的である場合を想定し、発電所への重大な影響が予想される（送配電線の被害状況、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。



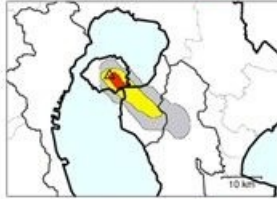
①降灰予報(定時)

噴火の可能性が高い火山に対して、想定した噴煙高を用いて、18時間先までに噴火が発生した場合の降灰範囲や小さな噴石の落下範囲を計算し、定期的に発表します



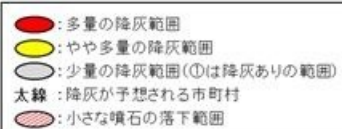
②降灰予報(速報)

噴火発生直後、事前に計算した想定噴火のうち最も適当なものを抽出し、1時間以内の降灰量分布や小さな噴石の落下範囲を、噴火後5~10分程度で速やかに発表します



③降灰予報(詳細)

噴火発生後、観測した噴煙高を用いて、精度の良い降灰量分布や降灰開始時刻を計算し、6時間先までの詳細な予報を、噴火後20~30分程度で発表します

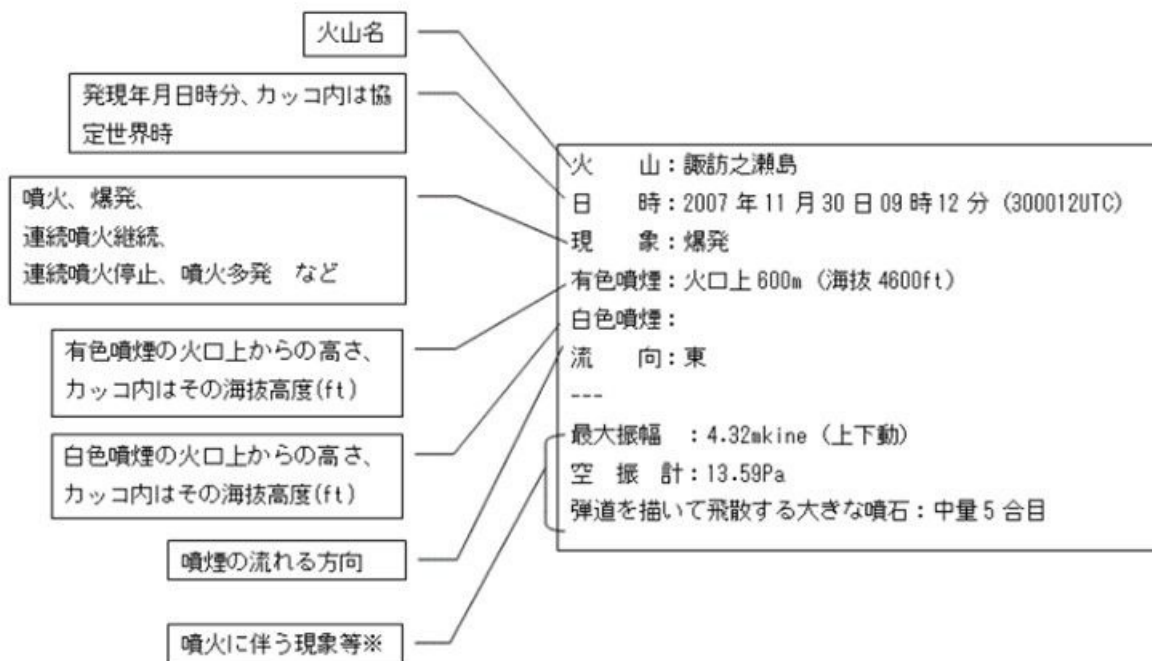


第1図 降灰予報の概要 (気象庁HPより)

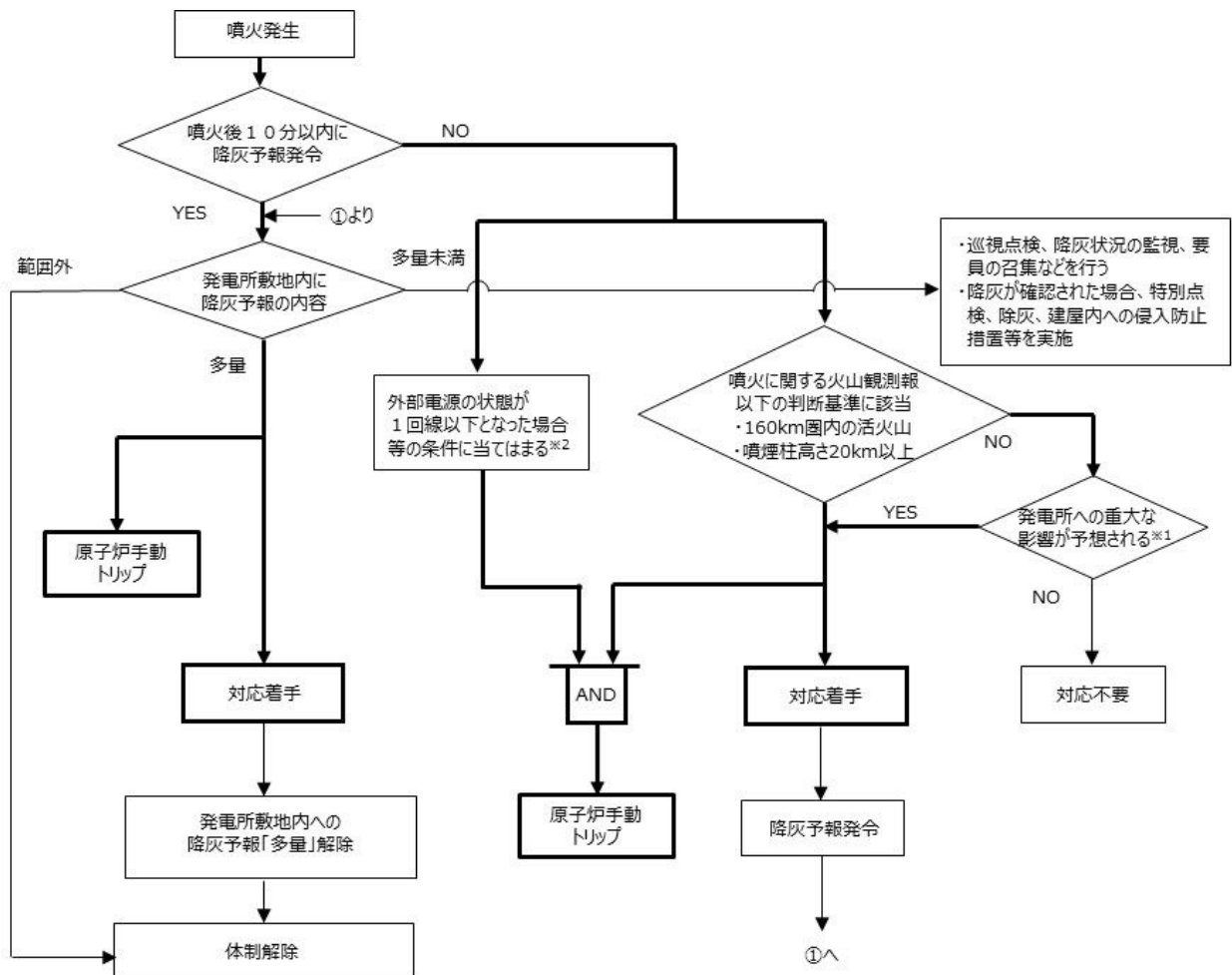
名称	表現例		影響ととるべき行動		その他の影響	
	厚さ キーワード	イメージ※1		人		道路
		路面	視界			
多量	1mm 以上 【外出を控える】	完全に覆われる 	視界不良となる 	外出を控える 慢性的喘息や慢性閉塞性肺疾患(肺気腫など)が悪化し健康な人でも目・鼻・のど・呼吸器などの異常を訴える人が出始める	運転を控える 降ってくる火山灰や積もった火山灰をまきあげて視界不良となり、通行規制や速度制限等の影響が生じる	がいしへの火山灰付着による停電発生や上水道の水質低下及び給水停止のおそれがある
やや多量	0.1mm≦厚さ<1mm 【注意】	白線が見えにくい 	明らかに降っている 	マスク等で防護 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	徐行運転する 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	うすすら積もる 	降っているのがようやくわかる	窓を閉める 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	フロントガラスの除灰 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 気象庁から入手可能な情報が限定的である場合を想定し、以下のような情報を収集して総合的に判断する。
 ・送配電線の被害状況
 ・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
 また、噴火後10分以降発電所敷地内に降灰予報「多量」が発令した場合についても対応に着手する。

※2 保安規定に定める外部電源5回線のうち、4回線以上が動作不能となり、動作可能な外部電源が1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。

【対応着手の内容】

- ・ディーゼル発電機への改良型フィルタ取付、取替、清掃
- ・蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）を用いた炉心冷却
- ・緊急時対策所の居住性確保
- ・通信連絡設備の確保



第4図 対応着手の判断フロー

本資料のうち、枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

作業の成立性について

【ディーゼル発電機への改良型フィルタ取付】

1. 作業概要

火山影響等発生時において、ディーゼル発電機の機能を維持するための対策として、フィルタの取替・清掃が容易な改良型フィルタを取付する。

2. 必要要員数及び作業時間

必要要員数 : 緊急安全対策要員 8 名 (現場)

作業時間 (想定) : 50 分 (移動 10 分、作業 40 分)

作業時間 (模擬) : 50 分以内 (移動 10 分以内、作業 40 分以内)

3. 作業の成立性

アクセス性 : ヘッドライト・懐中電灯等を携行していることから、アクセス可能である。

作業環境 : ディーゼル発電機改良型フィルタの取付エリア周辺には、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・懐中電灯等を携行していることから、作業は実施可能である。

作業性 : 既設のディーゼル発電機吸気消音器に改良型フィルタを取付する作業で、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、運転指令設備等にて通話可能である。



【ディーゼル発電機改良型フィルタの取替・清掃】

1. 作業概要

火山影響等発生時において、外部電源喪失が発生し、ディーゼル発電機が起動した場合において、吸気フィルタの閉塞を防止するため、フィルタの取替・清掃を行う。

2. 必要要員数及び作業時間（1 交換サイクル当たり）※

必要要員数：緊急安全対策要員 5 名（現場）

作業時間（想定）：20 分（取替），60 分（清掃）

作業時間（模擬）：20 分以内（取替），60 分以内（清掃）

※20 分以内に取り替、その後 60 分以内に清掃を行う場合は、取替は 5 名で行い、清掃はそのうちの 2 名で行う。取替・清掃を合わせて 20 分以内に実施する場合は 5 名で行う。

3. 作業の成立性

アクセス性：ヘッドライト・懐中電灯等を携行していることから、アクセス可能である。

作業環境：フィルタの取替を行うディーゼル発電機改良型フィルタの取付エリア周辺には、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・懐中電灯等を携行していることから、作業は実施可能である。

作業性：フィルタの取替は工具が不要であり、容易に実施可能である。また、フィルタの清掃は火山灰除けのためのテント内（次頁参照）で、振動を加え、付着している灰を落とす。

連絡手段：火山影響等発生時においても、運転指令設備等にて通話可能である。



火山灰除けテントについて

1. テント設営手順について

(1) テント運搬について

テント保管場所は図1に示すとおりフィルタ清掃エリア近傍であり、重量は約40kgで容易に運搬可能である。

(2) テント設営について

図2に示すとおり、組立てが容易な折畳み式であり、緊急安全対策要員4人が約5分以内に設営可能である。

なお、テント設営作業は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。

2. 火山灰荷重の考慮について

テント天井部に傾斜を設けて火山灰が堆積しにくい設計とする。

3. 風の考慮について

図2のとおり、ロープ及びフックによる固定を併用することにより、風の影響を受けにくい設計とする。

4. その他の考慮事項について

テントは耐火シートとする。また、出入口はファスナー式とし、降灰による影響を受けずに出入りが可能な設計とする。

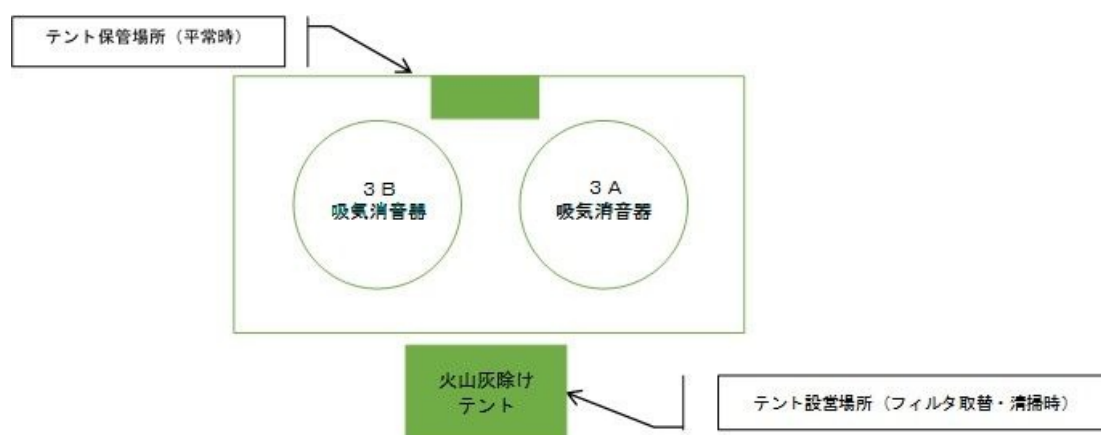


図1 火山灰除けテント設営位置図

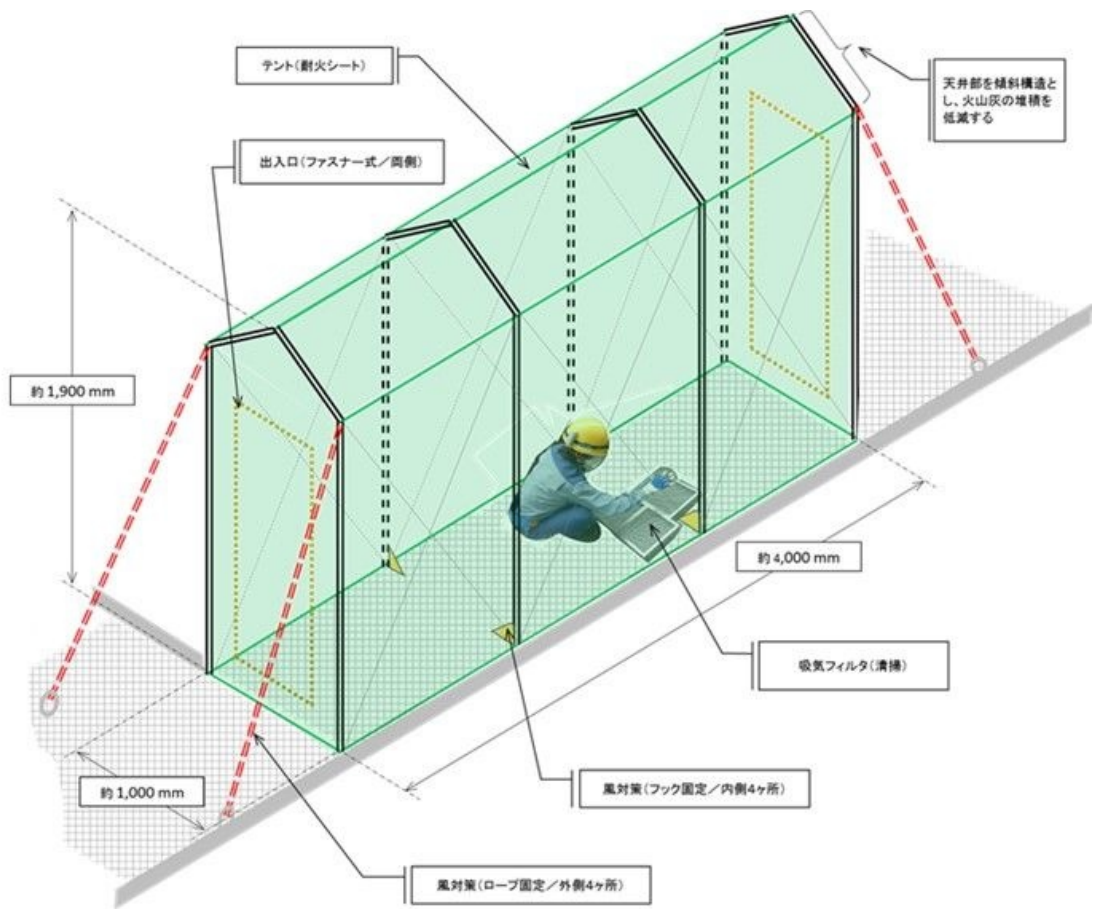


図2 火山灰除けテントイメージ図

【海水ポンプモータの除塵フィルタ取外し】

1. 作業概要

火山影響等発生時において、ディーゼル発電機を冷却するための海水ポンプモータの除塵フィルタ閉塞を防止するため、除塵フィルタの取外しを行う。

2. 必要要員数及び作業時間

必要要員数 : 緊急安全対策要員 2 名 (現場)

作業時間 (想定) : 50 分 (移動 10 分、作業 40 分)

作業時間 (実績) : 50 分以内 (移動 10 分以内、作業 40 分以内)

3. 作業の成立性

アクセス性 : ヘッドライト・懐中電灯等を携行していることから、アクセス可能である。

作業環境 : 海水ポンプモータ周辺は、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・懐中電灯等を携行していることから、作業は実施可能である。

作業性 : 除塵フィルタ取外しには、脚立のみが必要であるが、2名で実施することで容易に取外し可能である。

連絡手段 : 火山影響等発生時においても、運転指令設備等にて通話可能である。



【電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）による給電準備及び給電開始】

1. 作業概要

火山影響等発生時において、蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）に給電するために必要な設備の電源対策として、電源車の移動及び電源ケーブルの敷設・接続、可搬式排気ファンの設置及び仮設ダクトの敷設・接続ならびに可搬式ダストサンプラ等の設置を行う。

2. 必要要員数及び作業時間

必要要員数：緊急安全対策要員 4 名（現場）

作業時間（想定）：70 分

作業時間（模擬）：70 分以内

（可搬式排気ファンの設置、仮設ダクトの敷設・接続ならびに可搬式ダストサンプラ等の設置については、緊急安全対策要員 4 名（現場）が作業時間 60 分以内で行う。）

3. 作業の成立性

アクセス性：ヘッドライト・懐中電灯等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（可搬式代替低圧注水ポンプ用）の保管場所周辺及び燃料取扱建屋には、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・懐中電灯等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（可搬式代替低圧注水ポンプ用）の固縛解除、移動及び電源ケーブルの敷設・接続は容易に実施可能である。また、可搬式排気ファン、仮設ダクト及び可搬式ダストサンプラ等は可搬式であり、容易に移動・設置が可能である。

連絡手段：火山影響等発生時においても、運転指令設備等にて通話可能である。



写真はイメージ

【蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）による蒸気発生器への注水準備】

1. 作業概要

火山影響等発生時において、蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）から蒸気発生器への注水のための系統構成、注水準備を行う。

2. 必要要員数及び作業時間

必要要員数：緊急安全対策要員 8 名（現場）

作業時間（想定）：90 分

作業時間（実績）：89 分（現場移動時間含む）

3. 作業の成立性

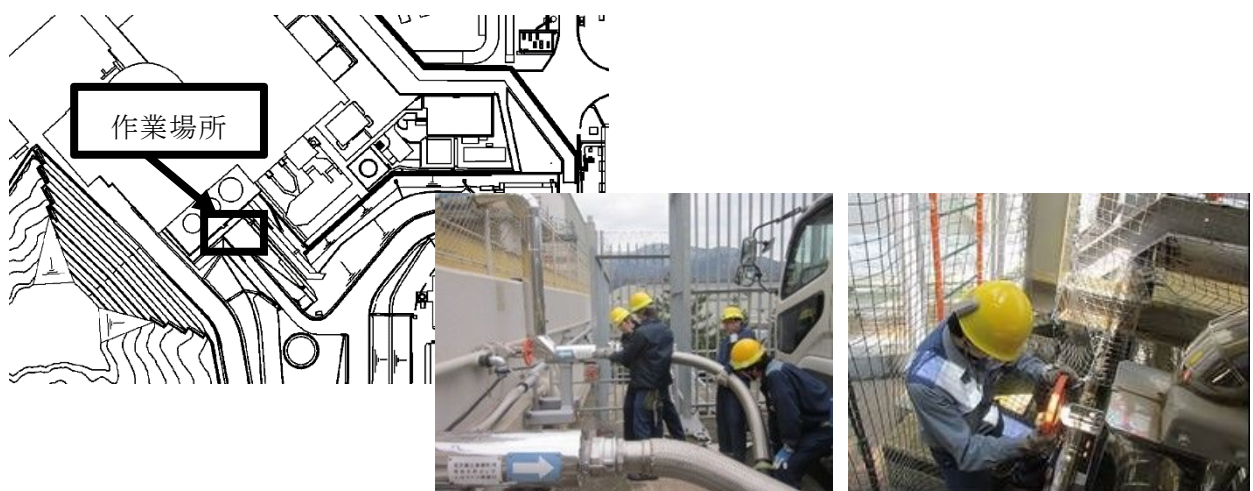
アクセス性：ヘッドライト・懐中電灯等を携行していることから、アクセス可能である。

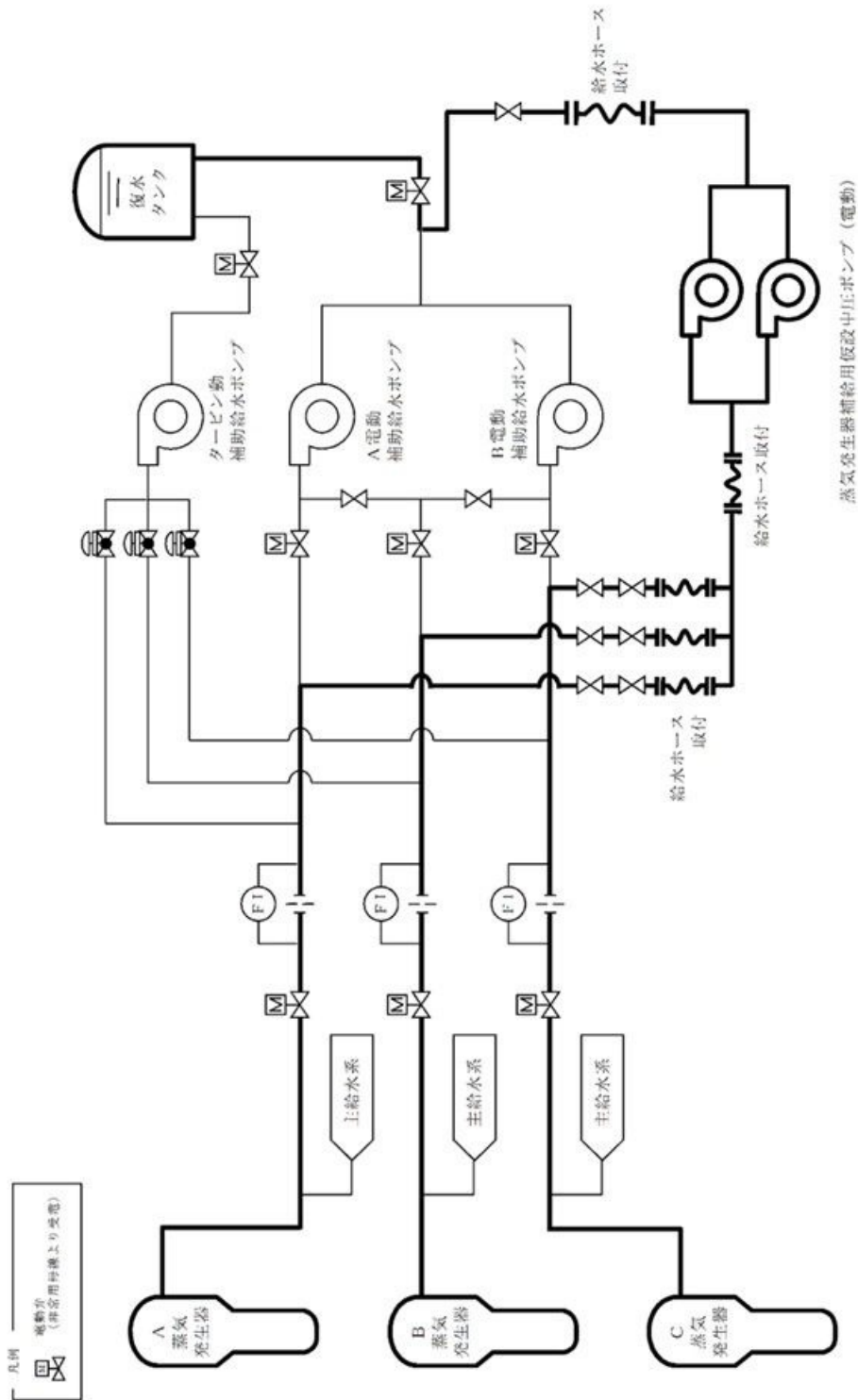
作業環境：蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）の設置場所周辺には、作業を行う上で支障となる設備はなく、また、作業員はヘッドライト・懐中電灯等を携行していることから、作業は実施可能である。

蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）が起動すれば、騒音が発生するため、常時耳栓を携行する。

作業性：蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）から蒸気発生器への注水のための系統構成は、弁操作やホース取付（フランジ接続又はクイックカップラ式）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、運転指令設備等にて通話可能である。





蒸気発生器補助給水用仮設中圧ポンプ (電動) による蒸気発生器への注水 概略系統図

【電源車による給電準備及び給電開始】

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行うために必要な設備の電源対策として、電源車の移動及び電源ケーブルの敷設・接続、可搬式排気ファンの設置及び仮設ダクトの敷設・接続ならびに可搬式ダストサンプラ等の設置を行う。

2. 必要要員数及び作業時間

必要要員数：緊急安全対策要員 5 名、運転員等 2 名(中央制御室、現場)

作業時間(想定)：114 分

作業時間(模擬)：114 分以内

(可搬式排気ファンの設置、仮設ダクトの敷設・接続ならびに可搬式ダストサンプラ等の設置については、緊急安全対策要員 4 名(現場)が作業時間 60 分以内で行う。)

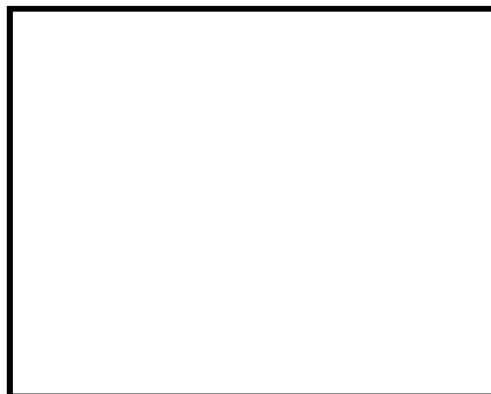
3. 作業の成立性

アクセス性：ヘッドライト・懐中電灯等を携行していることから、アクセス可能である。

作業環境：電源車の保管場所周辺及び燃料取扱建屋には、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・懐中電灯等を携行していることから、作業は実施可能である。

作業性：電源車の固縛解除、移動及び電源ケーブルの敷設・接続は容易に実施可能である。また、可搬式排気ファン、仮設ダクト及び可搬式ダストサンプラ等は可搬式であり、容易に移動・設置が可能である。

連絡手段：火山影響等発生時においても、運転指令設備等にて通話可能である。



写真はイメージ

本資料のうち、枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

【消火水タンクから復水タンクへの注水準備】

1. 作業概要

火山影響等発生時において、消火水タンクから復水タンクへの水源補給のための系統構成、ホース敷設を行う。

2. 必要要員数及び作業時間

必要要員数：緊急安全対策要員 4 名、運転員等 2 名（中央制御室、現場）

作業時間（想定）：55 分

作業時間（模擬）：55 分以内

3. 作業の成立性

アクセス性：ヘッドライト・懐中電灯等を携行していることから、アクセス可能である。

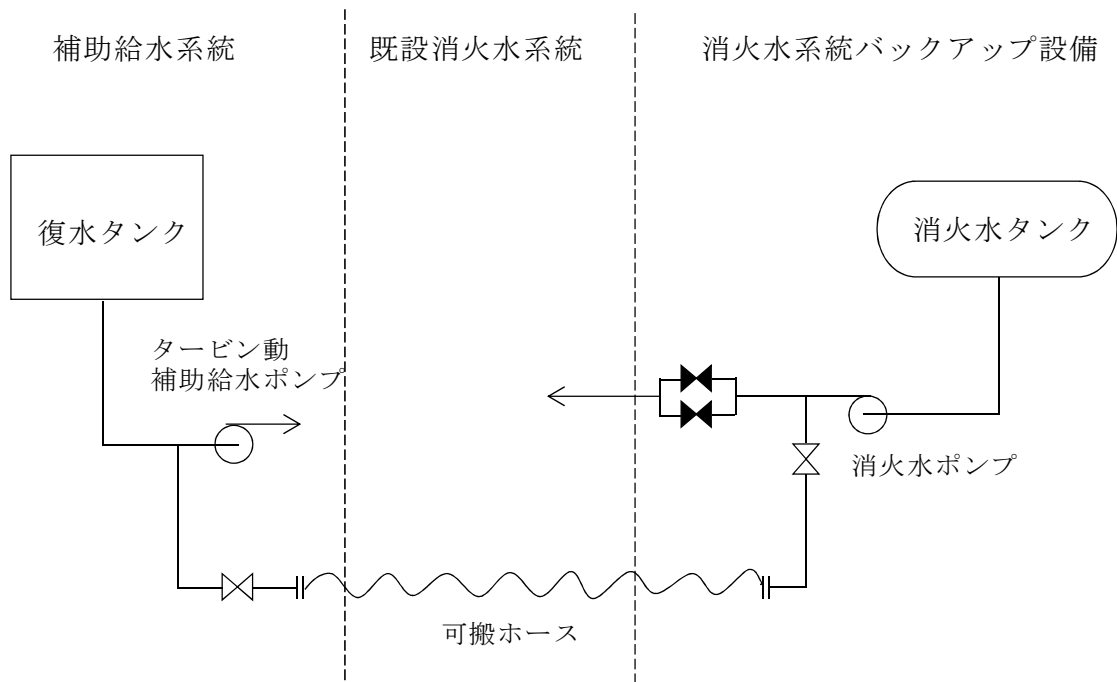
作業環境：消火水タンクから復水タンクへの水源補給のための系統構成、ホース敷設を行う場所周辺には、作業を行う上で支障となる設備はなく、また、作業員はヘッドライト・懐中電灯等を携行していることから、作業は実施可能である。

作業性：消火水タンクから復水タンクへの水源補給のための系統構成、ホース敷設はフランジ接続により、容易に実施可能である。なお、屋外作業は消火水タンク出口弁 1 弁の開操作と可搬ホースの接続であり、降灰環境下でも実施可能である。

連絡手段：火山影響等発生時においても、運転指令設備等にて通話可能である。



写真はイメージ



消火水タンクから復水タンクへの注水 概略系統図

【燃料油貯蔵タンクを用いた電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）及び電源車への燃料補給準備】

1. 作業概要

火山影響等発生時において、電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）及び電源車の運転継続のため、燃料油貯蔵タンクを用い電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）及び電源車への燃料補給準備を行う。

2. 必要要員数及び作業時間

必要要員数：緊急安全対策要員6名（現場）、運転員等1名
作業時間（想定）：90分

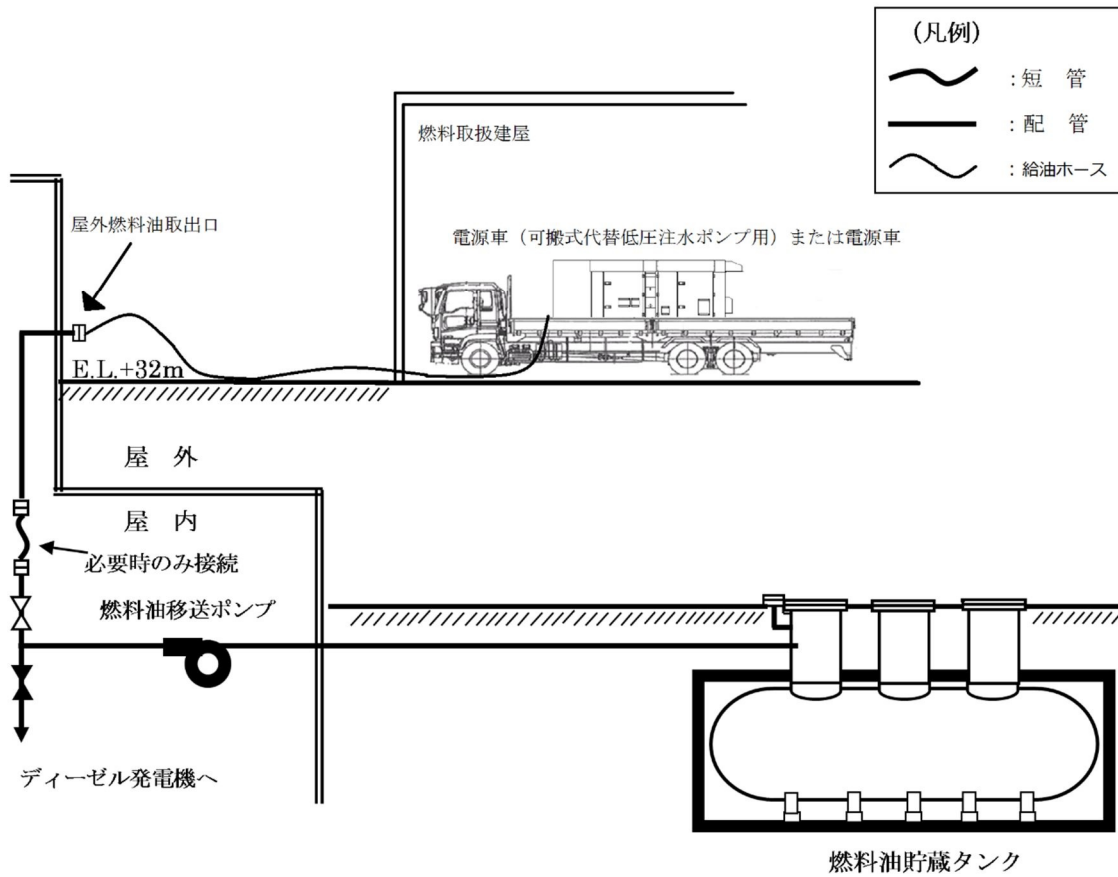
3. 作業の成立性

アクセス性：ヘッドライト・懐中電灯等を携行していることから、アクセス可能である。

作業環境：燃料油貯蔵タンクから屋外燃料油取出口までの系統構成は、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・懐中電灯等を携行していることから、作業は実施可能である。

作業性：屋内における弁操作や短管接続（フランジ接続又はカップラ式）は、容易に実施可能である。なお、燃料を抜き取る屋外燃料油取出口は建屋近傍に設置されており、火山灰混入防止対策を行うことで、降灰環境下でも作業可能である。

連絡手段：火山影響等発生時においても、運転指令設備等にて通話可能である。



燃料油貯蔵タンクから電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）及び電源車への給油概略系統図

【燃料油貯蔵タンクを用いた電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）及び電源車への燃料補給】

1. 作業概要

火山影響等発生時において、電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）及び電源車の燃料を確保するため、燃料源として既設非常用ディーゼル発電機燃料油移送ポンプラインから燃料を給油する。

2. 必要要員数及び作業時間

必要要員数：緊急安全対策要員 4 名

作業時間（想定）：30 分

作業時間（模擬）：30 分以内

3. 作業の成立性

アクセス性：ヘッドライト・懐中電灯等を携行していることから、アクセス可能である。

作業環境：燃料取扱建屋には、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・懐中電灯等を携行していることから、作業は実施可能である。

作業性：既設非常用ディーゼル発電機燃料油移送ポンプラインから燃料を抜き取り給油する作業に特殊な操作はないことから、容易に作業でき、屋外作業時には、ヘッドライト・懐中電灯等を携行し、作業性を確保する。また、燃料源とする既設非常用ディーゼル発電機燃料油移送ポンプラインから電源車給油口までの距離約 25m に対し、給油ホース長は約 30m であるため問題ない。なお、燃料源とする既設非常用ディーゼル発電機燃料油移送ポンプラインは建屋近傍へ配置してあり、火山灰混入防止対策を行うことで、降灰環境下でも作業可能である。

連絡手段：火山影響等発生時においても、運転指令設備等にて通話可能である。



電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）及び電源車の容量について

火山影響等発生時において電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）の最大所要負荷については表 1 に示すとおり約 94kW である。電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）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 443.2kW とする。

電源車の最大所要負荷については表 2 に示すとおり約 146kW である。電源車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 488kW とする。

表 1 電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）の最大所要負荷

最大所要負荷			電源車の容量
設備	負 荷	合 計	
【屋外】 ・ 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）	約 90kW	約 94kW	443.2kW
【屋内】 ・ 可搬式排気ファン	約 4kW		

表 2 電源車の最大所要負荷

最大所要負荷			電源車の容量
通信連絡設備	負 荷	合 計	
【制御建屋】 ・ 3号計器用電源 (統合原子力防災ネットワーク用通信機器、安全パラメータ表示システム (SPDS) A系、安全パラメータ伝送システムA系)	約 80kW	約 146kW	488kW
【中間建屋】 ・ 消火水ポンプ ・ 燃料油移送ポンプ ・ 燃料油移送ポンプ充油電磁弁	約 39kW		
【屋内】 ・ 可搬式排気ファン	約 4kW		
【緊急時対策所】 ・ SPDS 表示装置 ・ 統合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備 (TV会議システム、IP電話、IP-FAX) ・ 衛星電話 (固定) ・ 緊急時衛星通報システム ・ 加入ファクシミリ	約 23kW		

火山影響等発生時における燃料補給について

1. 概要

火山影響等発生時における対策手順等で必要となる燃料補給の要否等に係る整理を行う。

2. 燃料補給を考慮する必要がある設備等の抽出

(1) ディーゼル発電機

外部電源が喪失した場合自動起動するため、燃料補給を考慮する必要がある。

(2) 電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）

全交流動力電源が喪失した場合に、蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）により蒸気発生器2次側へ給水を行う際使用するため、燃料補給を考慮する必要がある。

(3) 電源車

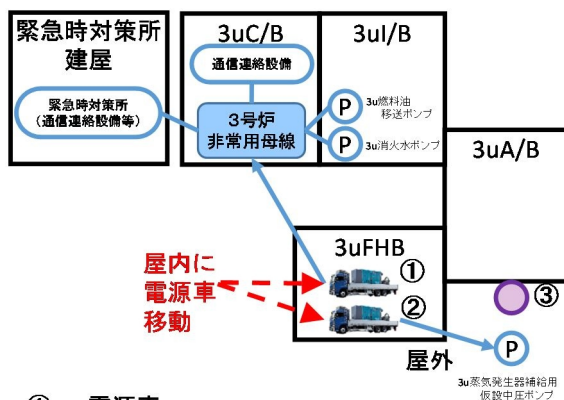
全交流動力電源が喪失した場合に、通信連絡設備への給電のために使用するため、燃料補給を考慮する必要がある。

3. 燃料補給の要否

「2. 燃料補給を考慮する必要がある設備等の抽出」で抽出したものに対し、燃料補給の要否を取りまとめる。なお、給電イメージは下図のとおり。

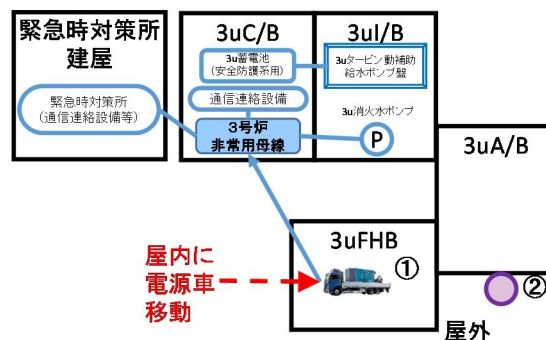
	初期状態からの 運転可能時間 (単位時間当たりの消費量)	燃料補給 の要否	燃料タンクの 容量	燃料補給方法
ディーゼル発電機	184.6 時間 (0.975m ³ /h)	不要	—	—
電源車 (可搬式代替低圧注水ポンプ用)	約 13.0 時間 (33.9 ℓ/h) (※1)	必要	441 ℓ/台	屋外燃料油取出口を使用※3
電源車	約 9.9 時間 (※2)	必要	441 ℓ/台	屋外燃料油取出口を使用※3

蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ
による冷却時の給電イメージ



- ①・・・電源車
- ②・・・電源車(可搬式代替低圧注水ポンプ用)
- ③・・・屋外燃料取出口※1
- ※1. ①②電源車の燃料源として使用
(燃料油貯蔵タンクに接続されている配管)

タービン動補助給水ポンプ
による冷却時の給電イメージ

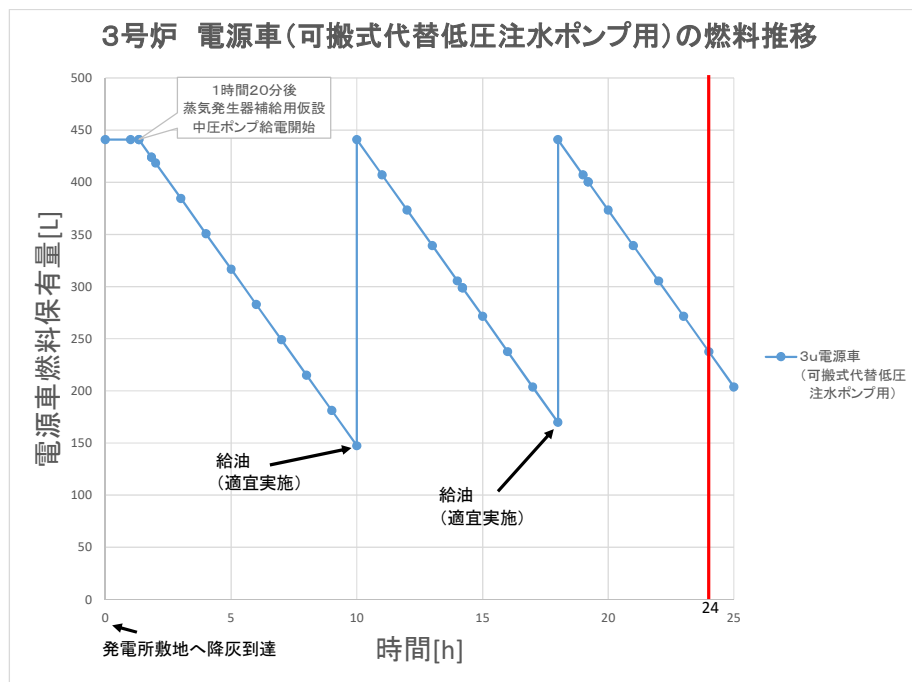


- ①・・・電源車
- ②・・・屋外燃料取出口※1
- ※1. ①電源車の燃料源として使用
(燃料油貯蔵タンクに接続されている配管)

※1：電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）の単位時間当たりの消費量は下表、下図のとおり。

【電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）】

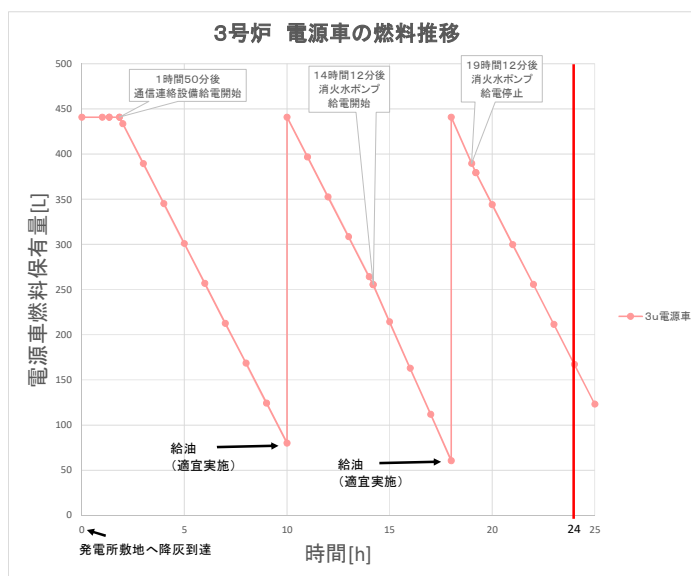
号炉	時間	単位時間当たりの消費量	燃料消費量	負荷
3号炉	降灰到着～1時間20分経過	0ℓ/h	0ℓ	
	1時間20分経過～24時間経過まで (適宜、燃料補給を実施)	33.9ℓ/h	768.4ℓ	蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ(電動) + 可搬式排気ファン
	合計		768.4ℓ	



※2：電源車の単位時間当たりの消費量は下表、下図のとおり。

【電源車】

号炉	時間	単位時間当たりの消費量	燃料消費量	負荷
3号炉	降灰到着～1時間50分経過	0ℓ /h	0ℓ	
	1時間50分経過（運転開始）～14時間12分経過まで（適宜、燃料補給を実施）	44.20 /h	546.61ℓ	通信連絡設備（緊急時対策所含む）+燃料油移送ポンプ（充油電磁弁含む）+可搬式排気ファン
	14時間12分経過～19時間12分経過まで（適宜、燃料補給を実施）	51.30 /h	256.50	通信連絡設備（緊急時対策所含む）+3u 消火水ポンプ（電動）+可搬式排気ファン
	19時間12分経過～24時間経過まで（適宜、燃料補給を実施）	44.20 /h	212.16ℓ	通信連絡設備（緊急時対策所含む）+燃料油移送ポンプ（充油電磁弁含む）+可搬式排気ファン
	合計		1015.27ℓ	



※3：燃料油貯蔵タンク（180kℓ /個）に接続されている屋外燃料油取出口より、燃料を抜き取り給油する。

4. まとめ

火山影響等発生時において電源車（可搬式代替低圧注水ポンプ用）及び電源車を運転する場合、適宜燃料補給を行い、機能を維持する。

長期的な炉心冷却等の対応について

(1) ディーゼル発電機の機能を維持

a. 炉心冷却

長期的な観点においても、本文「5(2)c. 蒸気発生器 2 次側及び余熱除去系を用いた炉心冷却」に示すとおり、ディーゼル発電機からの給電を行い、余熱除去系を用いた炉心冷却を行う。

b. ディーゼル発電機改良型フィルタのフィルタ取替・清掃

ディーゼル発電機運転中は、本文「5(2)d. ディーゼル発電機改良型フィルタのフィルタ取替・清掃」に示すとおり、ディーゼル発電機改良型フィルタのフィルタ取替・清掃を行う。

c. その他

(a) 使用済燃料ピットの冷却

ディーゼル発電機からの給電を行い、使用済燃料ピット冷却設備による使用済燃料の冷却を行う。

(2) タービン動補助給水ポンプを用いた蒸気発生器 2 次側による炉心冷却の機能の維持

a. 炉心冷却

(a) タービン動補助給水ポンプを用いた蒸気発生器 2 次側による炉心冷却

① アキュムレータ出口弁閉操作及び 2 次系強制冷却の実施

タービン動補助給水ポンプを用いた蒸気発生器 2 次側による炉心冷却を行い、1 次冷却材圧力が 1.7MPa [gage]、1 次冷却材高温側温度 208° C になった時点でアキュムレータ出口弁の閉操作を行う。

アキュムレータ出口弁の閉操作後、2 次系強制冷却を再開する。

②タービン動補助給水ポンプの駆動蒸気の確保

- ・タービン動補助給水ポンプ及び主蒸気逃がし弁を用いて蒸気発生器 2 次側冷却を継続し、1 次冷却材圧力を 0.7MPa [gage] に維持している状態において、タービン動補助給水ポンプを用いて蒸気発生器 2 次側に給水するための必要駆動蒸気圧力は約 0.3MPa [gage]、必要駆動蒸気量は約 3t/h である。1 次冷

却材圧力を 0.7MPa [gage] (蒸気発生器 2 次側圧力約 0.5MPa [gage])に維持している状態において、炉心崩壊熱を除去するための必要蒸気放出量は、サイクル末期に本事象の発生を想定すると事象発生 30 日後においても約 5.69t/h であるため、タービン動補助給水ポンプによる冷却継続は 30 日以上可能である。

- “炉心崩壊熱を除去するための必要蒸気放出量”が“タービン動補助給水ポンプの必要駆動蒸気量”を下回った状態でタービン動補助給水ポンプの運転(駆動用蒸気ラインからの蒸気放出)を継続した場合には、蒸気発生器 2 次側圧力及び温度が徐々に低下し、1 次冷却材圧力及び温度も徐々に低下する。蒸気発生器 2 次側圧力が約 0.3MPa [gage] まで低下した時点で、タービン動補助給水ポンプ駆動用蒸気ラインからの蒸気放出を停止し、蒸気発生器 2 次側への給水を停止することにより、炉心崩壊熱により 1 次冷却材圧力及び温度並びに蒸気発生器 2 次側圧力及び温度が再び上昇し、再度、タービン動補助給水ポンプを用いた給水が可能となる。このようにしてタービン動補助給水ポンプの間欠運転をすることにより、炉心崩壊熱の除去を継続することができる。
- 全交流動力電源が喪失してから 24 時間以降においては、直流電源が枯渇しているが、現場でタービン動補助給水ポンプ起動弁及びタービン動補助給水ポンプの蒸気加減弁を開操作し、タービン動補助給水ポンプを起動する手順が整備されており、この手順に従ってタービン動補助給水ポンプを起動することができる。

(b) 余熱除去系を用いた炉心冷却

交流電源が復旧し、余熱除去系による炉心冷却が可能となれば、余熱除去系による炉心冷却を行う。

b. その他

(a) 使用済燃料ピットへの補給及び冷却

使用済燃料ピットへの水の補給は、全交流動力電源が喪失し使用済燃料ピットの冷却が停止した後、使用済燃料ピット水が沸騰を開始し、使用済燃料ピット水面での線量率が遮へい設計基準 (0.15mSv/h) となる約 3.0m の水位低下となった時点 (約 2.1 日) で、保有水の蒸散を補うために必要な補給を開始する。

また、交流電源が復旧し、使用済燃料ピット冷却設備による使用済燃料の冷却が可能となれば、使用済燃料ピット冷却設備による使用済燃料の冷却を行う。

(3) 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）を用いた蒸気発生器 2 次側による炉心冷却及び同ポンプの機能を維持

a. 炉心冷却

(a) 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）を用いた蒸気発生器 2 次側による炉心冷却

① アキュムレータ出口弁閉操作及び 2 次系強制冷却の実施

蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）を用いた蒸気発生器 2 次側による炉心冷却を行い、1 次冷却材圧力が 1.7MPa [gage]、1 次冷却材高温側温度 208℃になった時点で温度及び圧力をキープし交流電源回復後、アキュムレータ出口弁の閉操作を行う。

アキュムレータ出口弁の閉操作後、2 次系強制冷却を再開する。

(b) 余熱除去系を用いた炉心冷却

交流電源が復旧し、余熱除去系による炉心冷却が可能となれば、余熱除去系による炉心冷却を行う。

b. その他

(a) 使用済燃料ピットへの補給及び冷却

使用済燃料ピットへの水の補給は、全交流動力電源が喪失し使用済燃料ピットの冷却が停止した後、使用済燃料ピット水が沸騰を開始し、使用済燃料ピット水面での線量率が遮へい設計基準 (0.15mSv/h) となる約 3.0m の水位低下となった時点 (約 2.1 日) で、保有水の蒸散を補うために必要な補給を開始する。

また、交流電源が復旧し、使用済燃料ピット冷却設備による使用済燃料の冷却が可能となれば、使用済燃料ピット冷却設備による使用済燃料の冷却を行う。

(4) 24 時間以降の電源の活用に関する対応について

火山影響等発生時において、降下火砕物到達後 24 時間以降は降下火砕物の濃度が低下することから、非常用ディーゼル発電機により電源を確保する。

直ちに非常用ディーゼル発電機を使用できない場合は、タービン動補助給水ポンプ又は蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）による蒸気発生器 2 次側からの除熱並びに、電源車による通信連絡設備等の電源確保を継続する。

また、アキュムレータ出口弁が閉止されていない場合、電源車からアキュムレータ出口弁へ給電を行い閉止する。

万が一、非常用ディーゼル発電機が使用できない場合は、空冷式非常用発電装置等による電源の確保を行う。第1図に24時間以降の電源確保及び炉心の冷却手段の例を示す。

○非常用ディーゼル発電機から24時間後に給電可能な場合

	24h	48h
電源	非常用ディーゼル発電機 電源車	非常用ディーゼル発電機
炉心の冷却	タービン動補給水ポンプ 電動補給水ポンプ 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ (電動)	タービン動補給水ポンプ 電動補給水ポンプ 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ (電動) ▽ アキユムレータ出口弁閉止 余熱除去系

○非常用ディーゼル発電機 (空冷式非常用発電装置含む) から24時間後に給電できない場合

	24h	48h
電源	非常用ディーゼル発電機 電源車	非常用ディーゼル発電機 空冷式非常用発電装置 電源車
炉心の冷却	タービン動補給水ポンプ 電動補給水ポンプ 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ (電動)	タービン動補給水ポンプ 電動補給水ポンプ 蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ (電動) ▽ アキユムレータ出口弁閉止 余熱除去系

第1図 24時間以降の電源確保及び炉心の冷却手段の例

設置（変更）許可添付書類十「7.1.2 全交流電源喪失」
（全交流動力電源喪失シナリオ）抜粋

b. RCPシールLOCAが発生しない場合

本重要事故シーケンスの事象進展を第7.1.2.4 図に、1次冷却材圧力、1次冷却材温度、1次冷却系保有水量、炉心水位、燃料被覆管温度等の1次冷却系パラメータの推移を第7.1.2.28 図から第7.1.2.36 図に、2次冷却系圧力、蒸気発生器水位等の2次冷却系パラメータの推移を第7.1.2.37 図から第7.1.2.42 図に示す。

(a) 事象進展

事象発生後、全交流動力電源喪失に伴い冷却材ポンプの母線電圧が低下することで、「1次冷却材ポンプ電源電圧低」信号のトリップ限界値に到達し、原子炉は自動停止する。また、全交流動力電源喪失と同時に原子炉補機冷却機能喪失を想定するが、RCPシールLOCAは発生しないことから1次冷却系は高圧で維持される。

事象発生後の1分後にタービン動補助給水ポンプが自動起動することで蒸気発生器の保有水量は回復し、事象発生後の40分後に主蒸気逃がし弁の開操作による2次冷却系強制冷却を開始し、1次冷却系を減温、減圧することで、事象発生後の約71分後に蓄圧注入系が作動する。事象発生後の約13時間後に1次冷却材圧力が約1.7MPa[gage]に到達した段階でその状態を維持する。代替交流電源確立の10分後にアキュムレータの出口弁を閉止した後、さらに10分後に2次冷却系強制冷却を再開する。事象発生後の約25時間後に、1次冷却材圧力が0.83MPa[gage]に到達した段階で、冷却材ポンプ封水戻りラインに設置されている逃がし弁が吹き止まることで、RCPシール部からの漏えいは停止し、事象発生後の約26時間後に1次冷却材圧力が約0.7MPa[gage]に到達する。

(b) 評価項目等

燃料被覆管温度は第7.1.2.36 図に示すとおり、炉心は冠水状態にあることから初期値（約390℃）以下にとどまり、1,200℃以下となる。当該温度条件では、燃料被覆管の酸化反応は著しくならない。

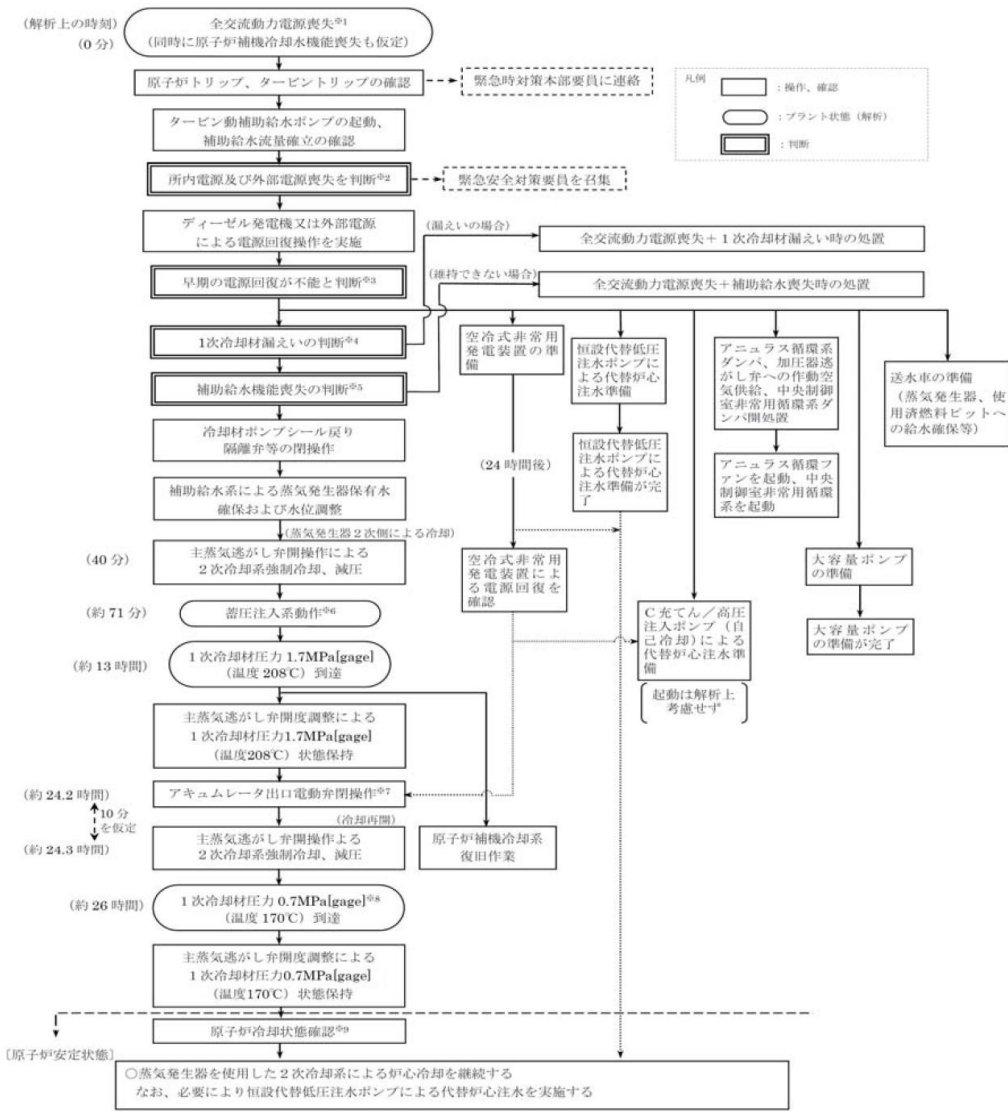
1次冷却材圧力は第7.1.2.28 図に示すとおり、初期値（約15.9MPa[gage]）以下となる。このため、原子炉冷却材圧力バウンダリにかかる圧力は約16.2MPa[gage]にとどまり、最高使用圧力の1.2倍（20.59MPa[gage]）を下回る。

また、RCPシール部からの漏えいが停止するまでに原子炉格納容器内に漏えいした1次冷却材による原子炉格納容器圧力及び温度の上昇はわずかであり、第7.1.2.26 図及び第7.1.2.27 図に示す「全交流動力電源喪失（RCPシールLOCAが発生する場合）」の原子炉格納容器圧力及び温度の最高値である約0.180MPa[gage]及び約110℃に比べて厳しくならない

ことから、原子炉格納容器最高使用圧力(0.261MPa[gage])及び最高使用温度(122℃)を下回る。

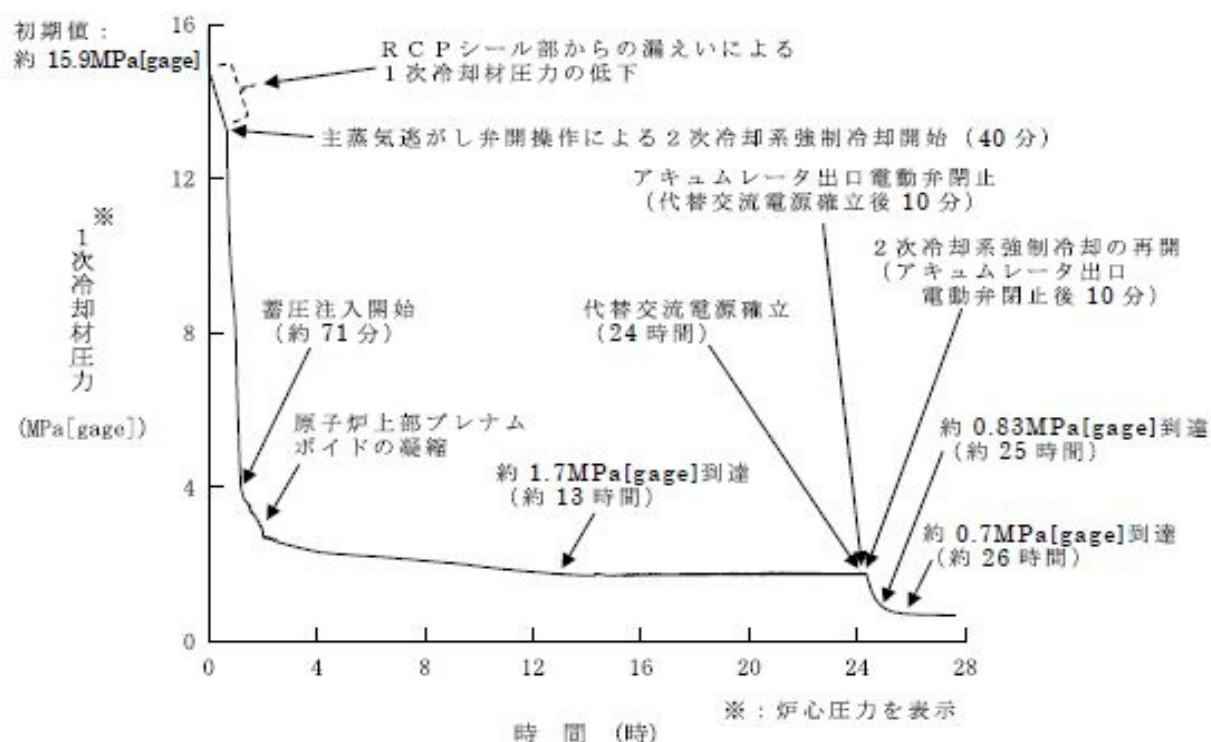
第7.1.2.28図及び第7.1.2.29図に示すとおり、事象発生約26時間後に高温の停止状態になり、安定停止状態に至る。その後も主蒸気逃がし弁を用いた蒸気発生器による炉心冷却を継続することで、安定停止状態を維持できる。

なお、海水システムの復旧により原子炉補機冷却機能の復旧に期待できる場合には、格納容器スプレイ系により格納容器スプレイ再循環運転を行うことでさらなる原子炉格納容器圧力及び温度の低下を促進させることが可能である。

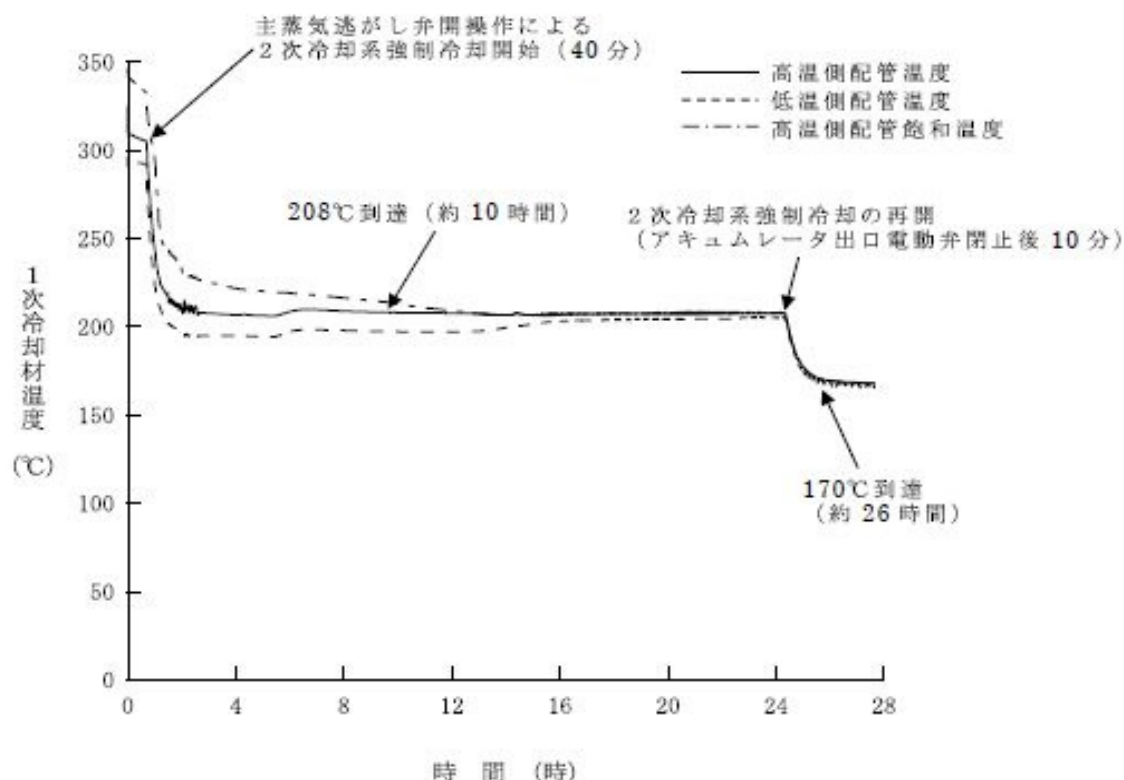


※1：非常用直流系統は使用可能。
 ※2：すべての非常用母線及び常用母線の電圧が「零」ボルトを示した場合。
 ※3：中央制御室における外部電源受電操作及びディーゼル発電機起動操作が実施できない場合。
 ※4：漏えいの確認は以下で確認。
 ・加圧器水位及び圧力、原子炉格納容器圧力及び温度、格納容器サンプ及び格納容器再循環サンプ水位、格納容器内エアモニタ
 ※5：すべての補助給水流量計指示の合計が75m³/h以上。
 ※6：2次冷却系強制冷却による1次冷却材圧力の減圧も加わり、蓄圧注入系からの注水が開始される。
 ※7：アキュムレータのN₂ガス放出圧力（1.2MPa[gage]）に裕度0.5MPa[gage]を加算した1.7MPa[gage]にてアキュムレータ出口電動弁を開操作する。
 開操作に10分を仮定。
 ※8：2次冷却系強制冷却、減圧中に1次冷却材圧力が冷却材ポンプ封水戻りライン安全弁吹き止まり圧力に到達した時点で吹き止まる。
 ※9：1次冷却材温度により冷却状態を確認する。

第 7.1.2.4 図 「全交流動力電源喪失」の対応手順の概要
 (「外部電源喪失+非常用所内交流電源喪失+原子炉補機冷却機能喪失」の事象進展)

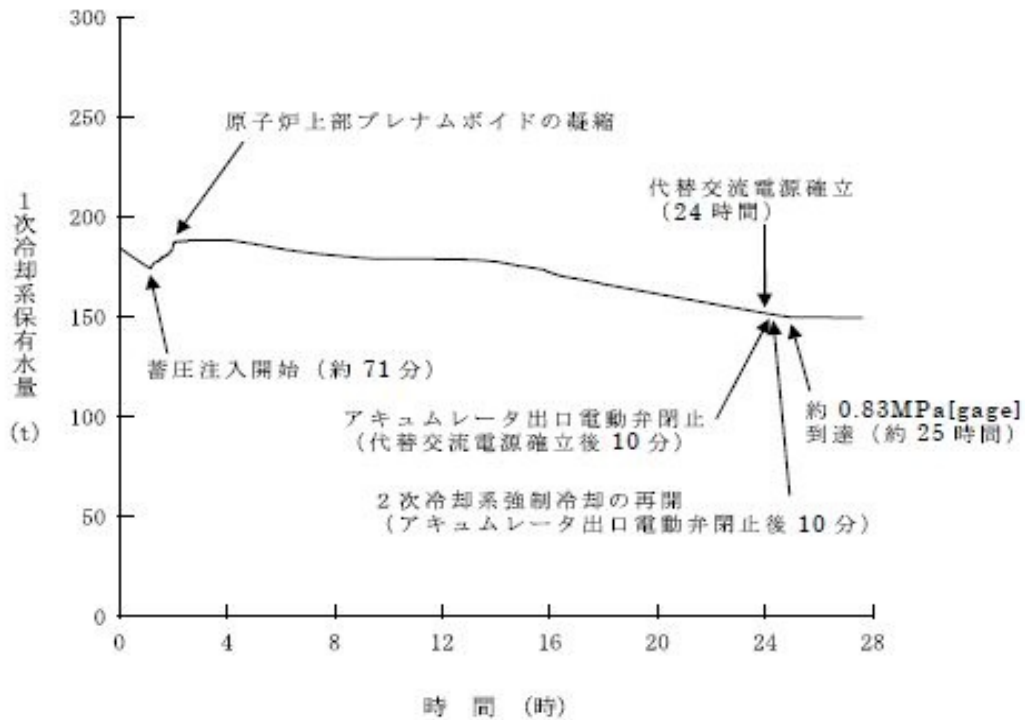


第 7.1.2.28 図 1次冷却材圧力の推移 (RCPシールLOCAが発生しない場合)

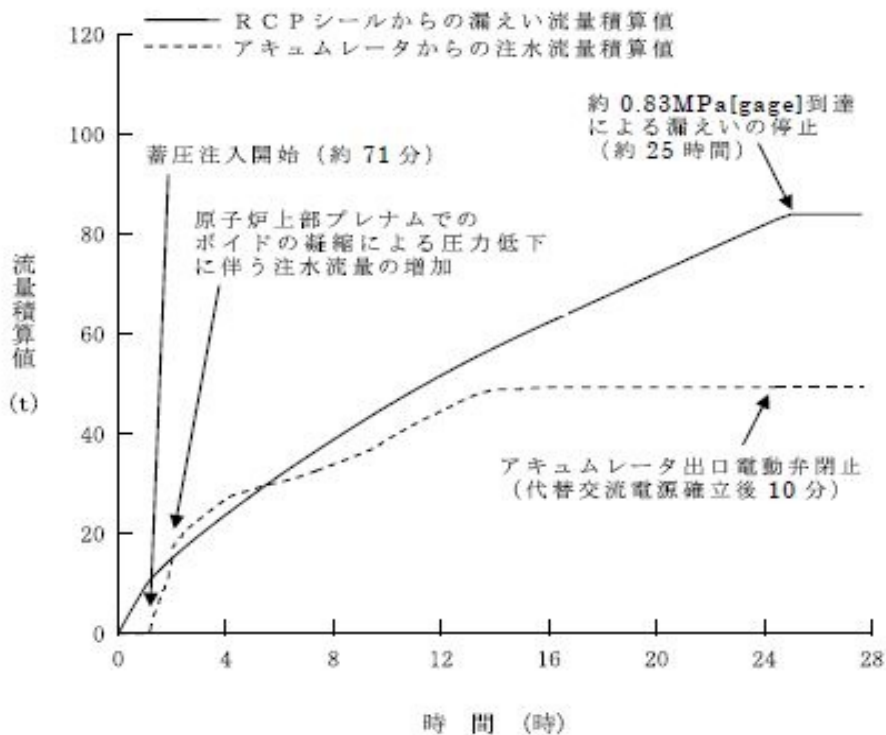


第 7.1.2.29 図 1次冷却材温度の推移 (RCPシールLOCAが発生しない場合)

10-7-101

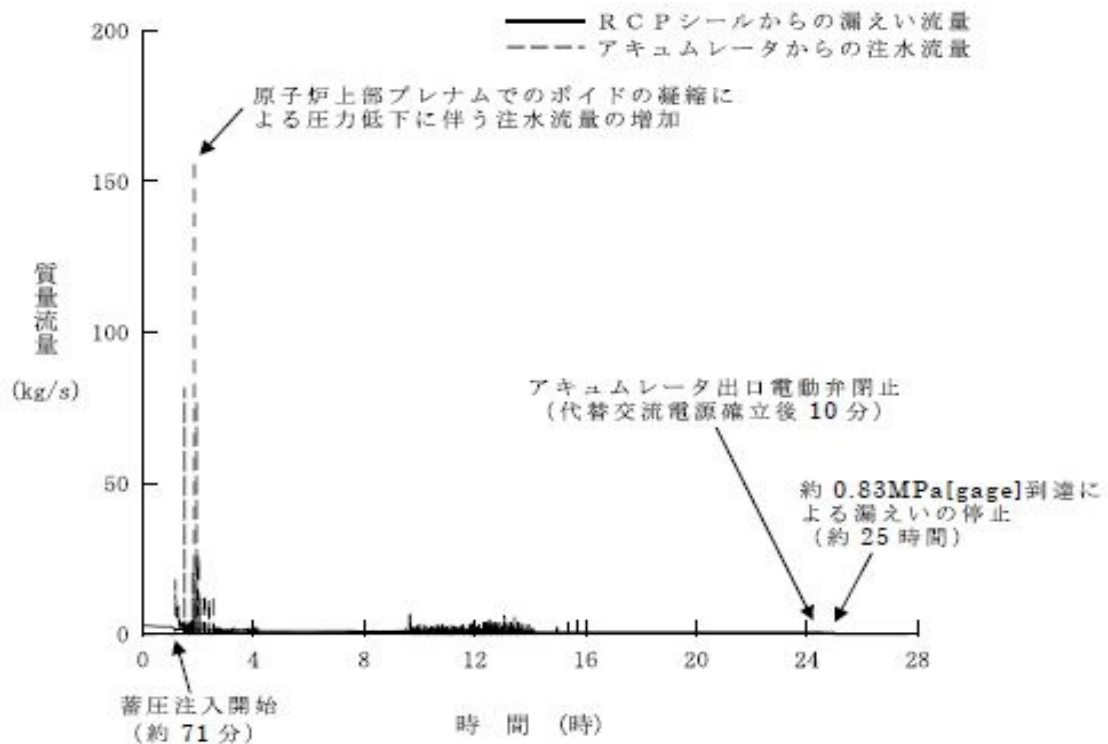


第 7.1.2.30 図 1 次冷却系保有水量の推移 (RCPシールLOCAが発生しない場合)

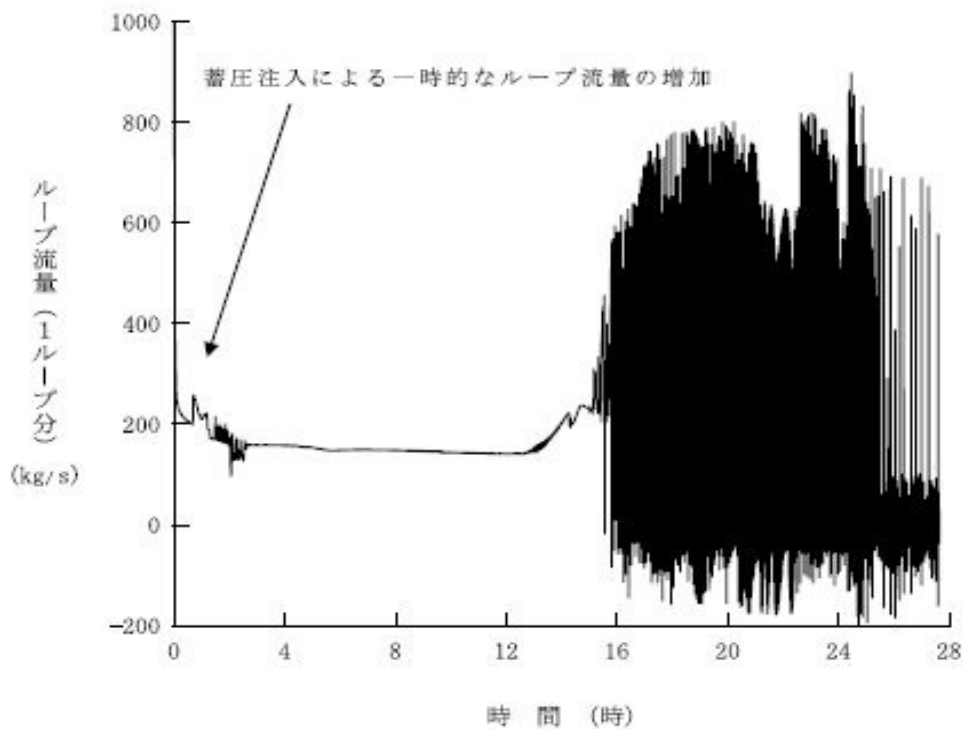


第 7.1.2.31 図 漏えい流量と注水流量の積算値の推移 (RCPシールLOCAが発生しない場合)

10-7-102

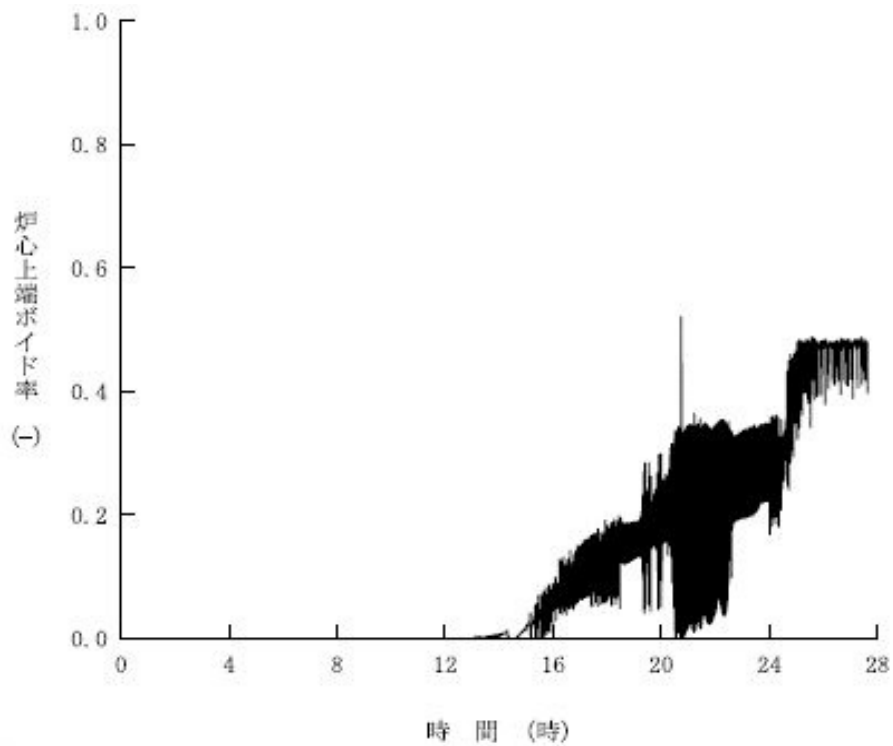


第 7.1.2.32 図 漏えい流量と注水流量の推移 (RCPシールLOCAが発生しない場合)

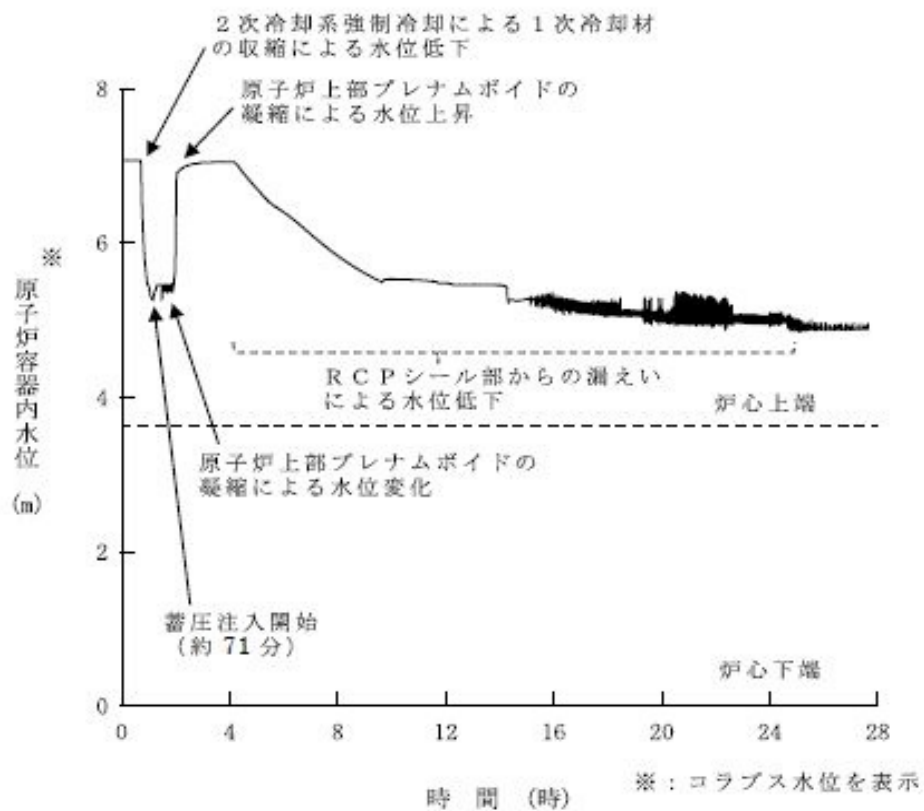


第 7.1.2.33 図 1次冷却材流量の推移 (RCPシールLOCAが発生しない場合)

10-7-103

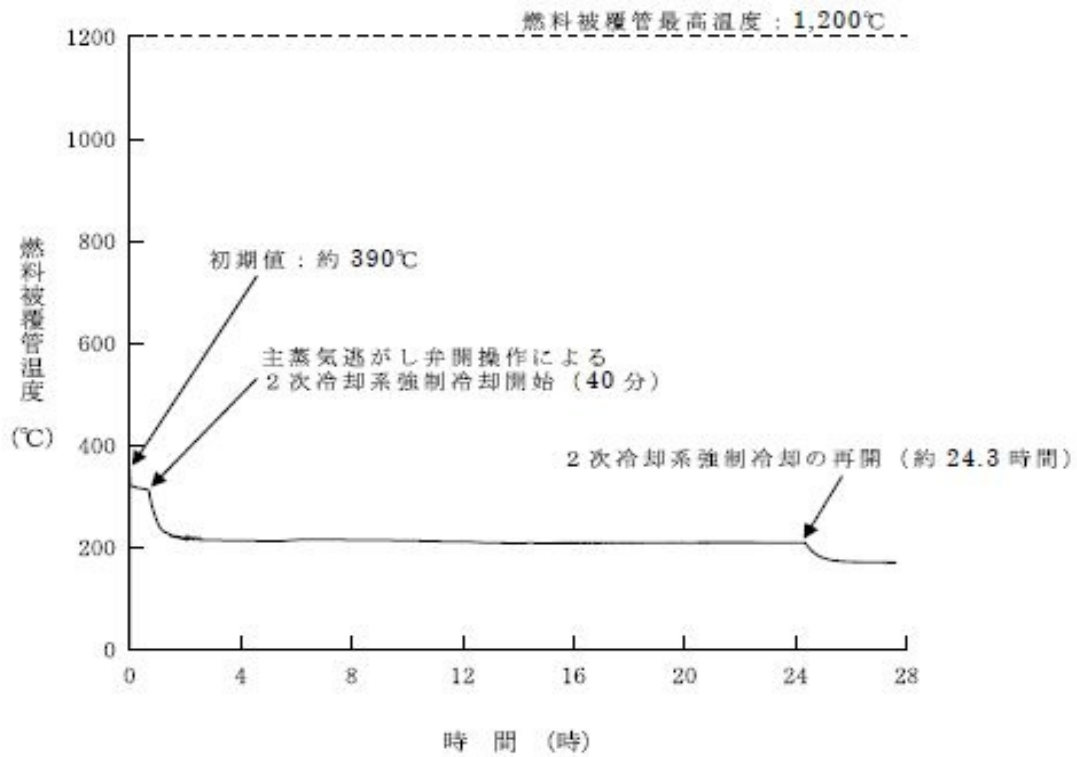


第 7.1.2.34 図 炉心上端ボイド率の推移 (RCPシールLOCAが発生しない場合)

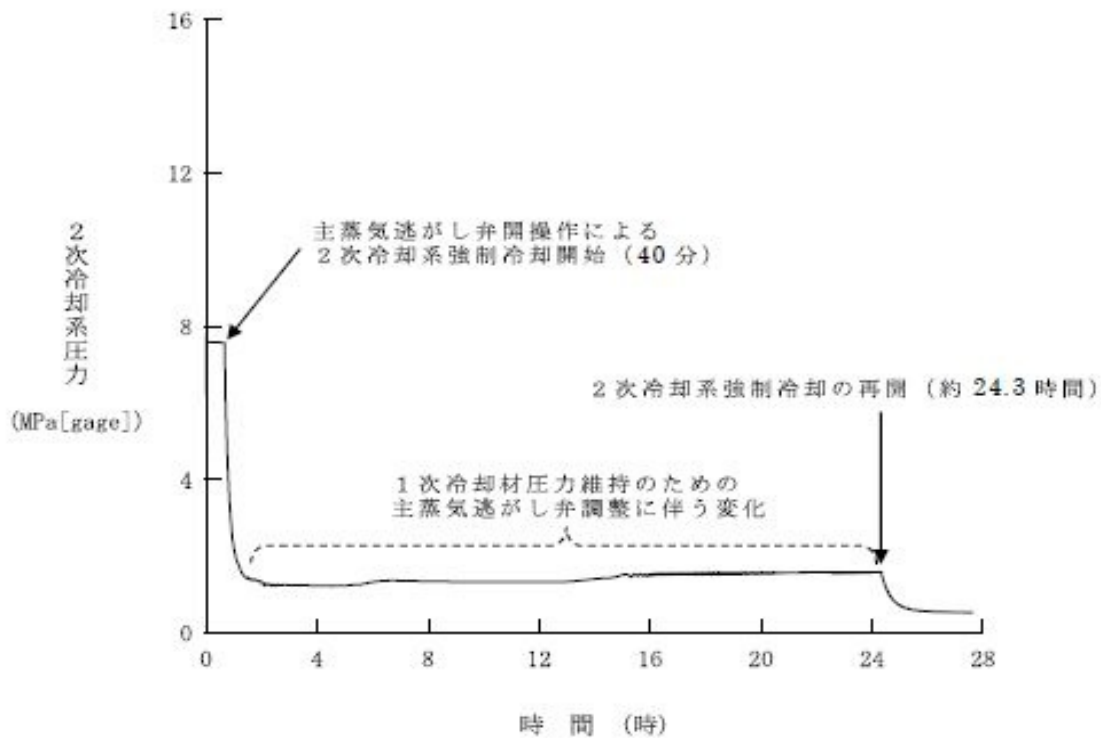


第 7.1.2.35 図 原子炉容器内水位の推移 (RCPシールLOCAが発生しない場合)

10-7-104

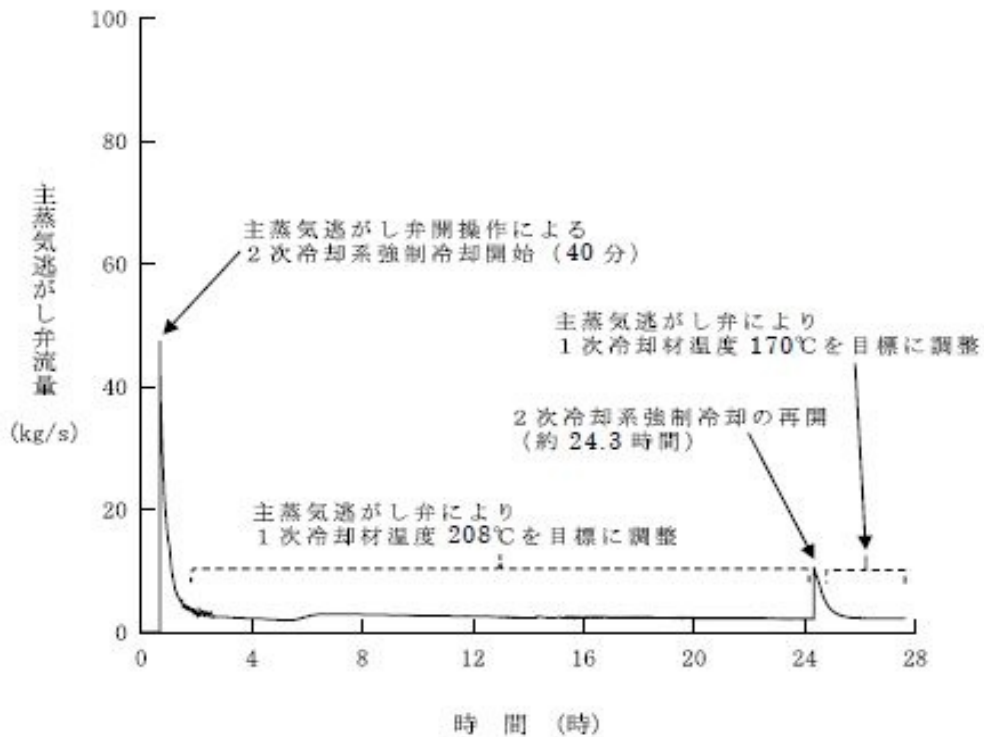


第 7.1.2.36 図 燃料被覆管温度の推移 (RCPシールLOCAが発生しない場合)

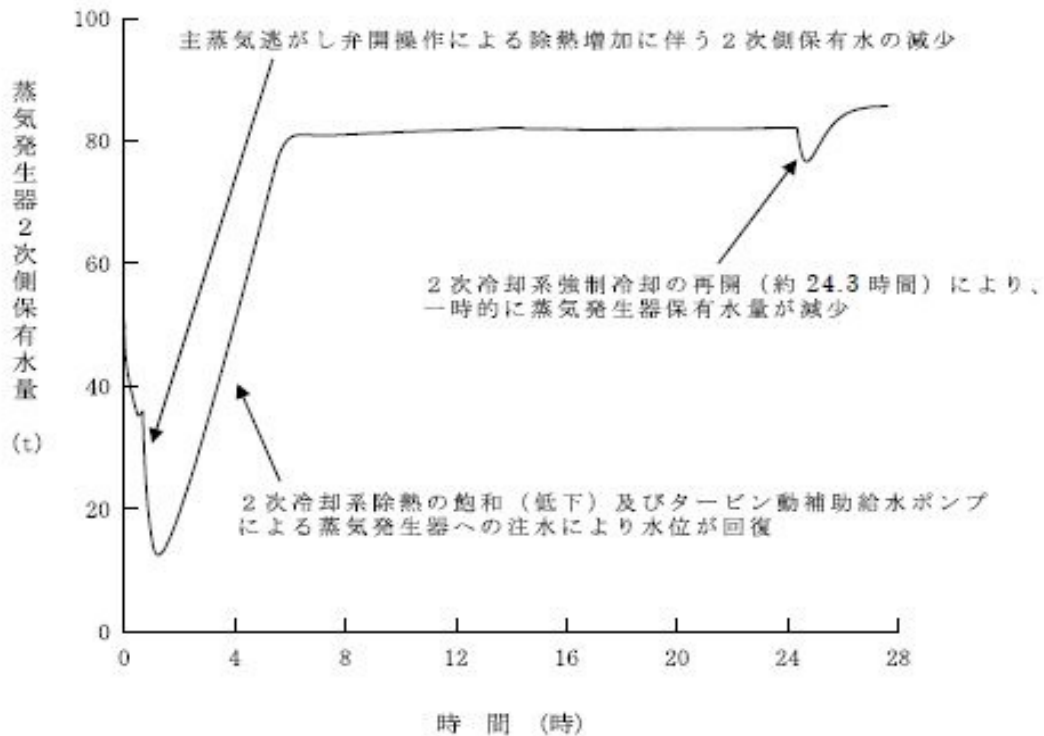


第 7.1.2.37 図 2次冷却系圧力の推移 (RCPシールLOCAが発生しない場合)

10-7-105

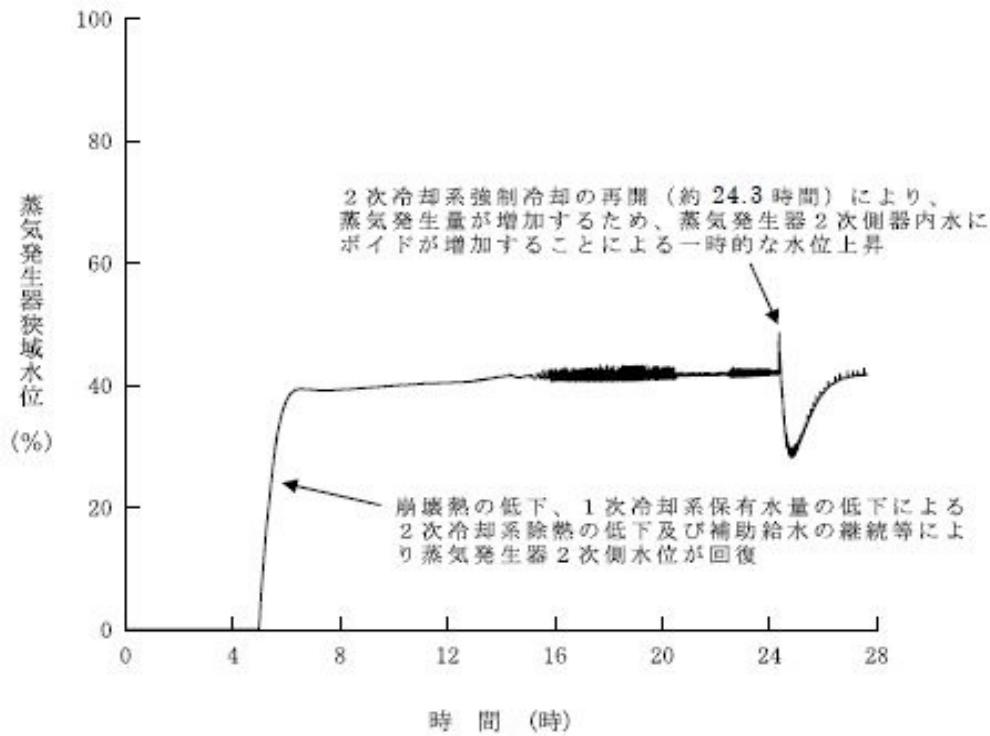


第 7.1.2.38 図 主蒸気逃がし弁流量の推移
(RCPシールLOCAが発生しない場合)

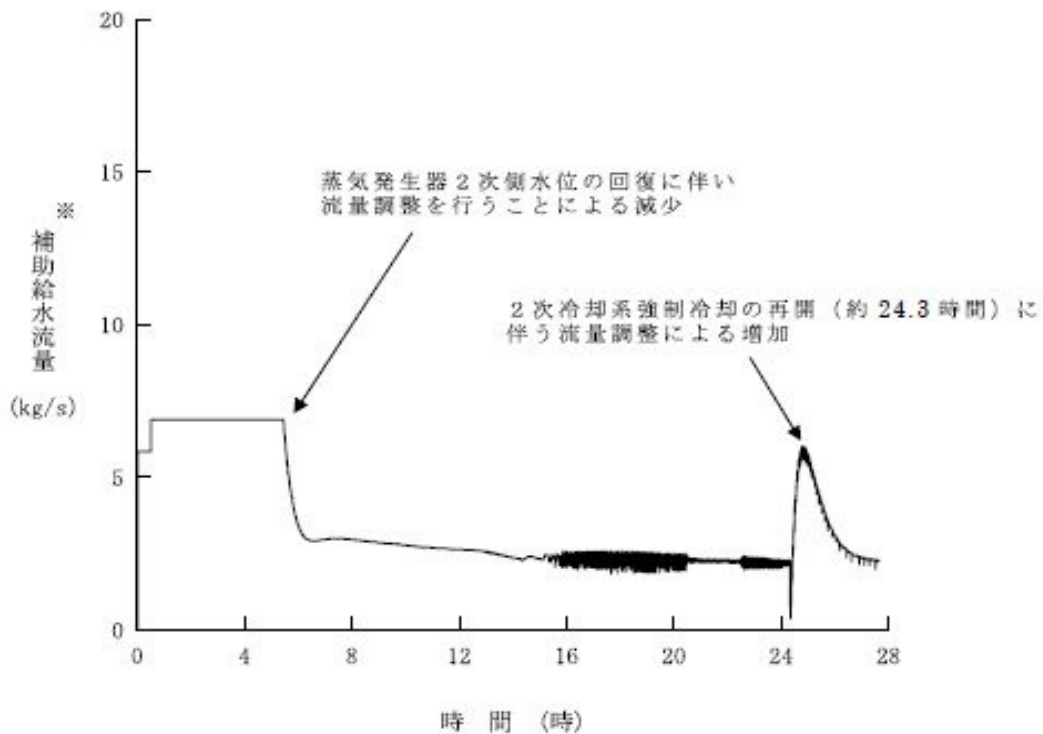


第 7.1.2.39 図 蒸気発生器 2次側保有水量の推移
(RCPシールLOCAが発生しない場合)

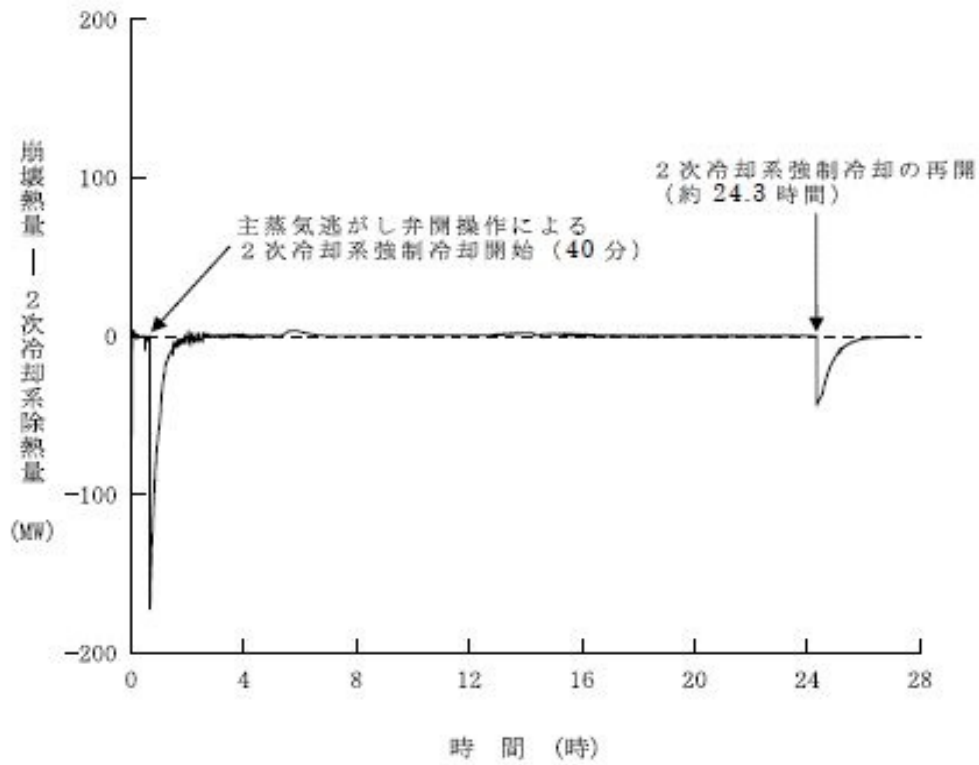
10-7-106



第 7.1.2.40 図 蒸気発生器水位の推移（RCPシールLOCAが発生しない場合）



第 7.1.2.41 図 補助給水流量の推移（RCPシールLOCAが発生しない場合）



第 7.1.2.42 図 崩壊熱量と 2 次冷却系除熱量の推移
(RCPシールLOCAが発生しない場合)

SBO時におけるRCPシールの健全性

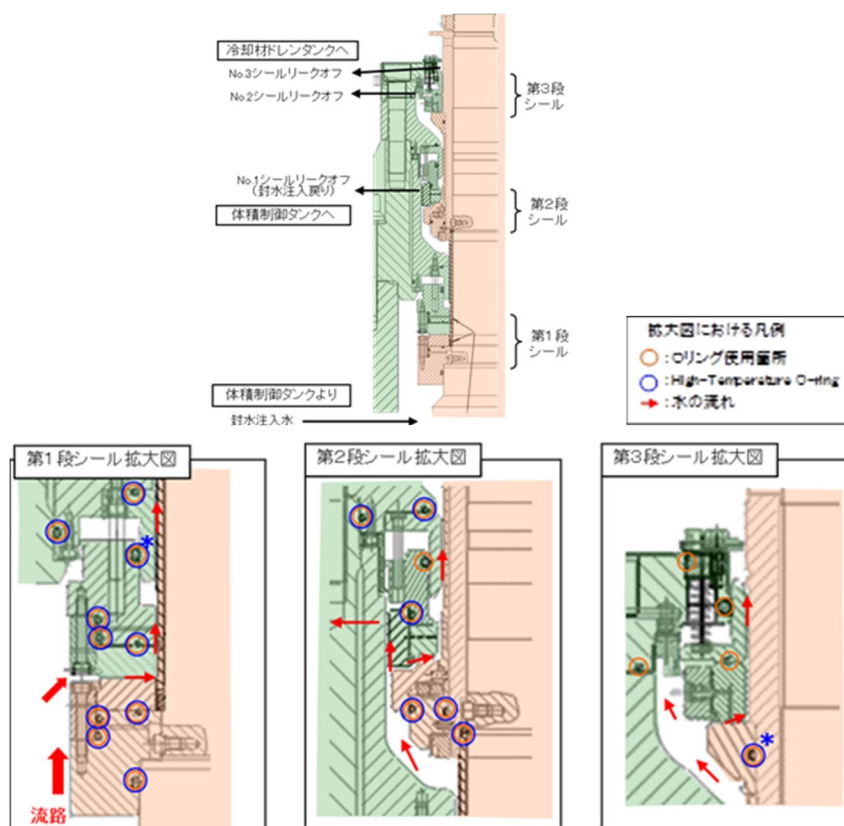
SBO時のRCPシールの健全性について、SBO時にRCPシールが晒される温度・圧力の観点から説明する。RCPシールについては、図1に示す様に金属部とOリング部により、シール機能を発揮するため、金属部とOリング部それぞれについて、健全性を示す。

1. RCPシール（金属部）について

SBO時の挙動において、RCPシールは一時的に通常運転時のRCS系統温度（約290℃）の水に晒されるが、シール部品として用いられている金属材料等は十分な耐熱性能を有しており、約290℃において問題を生じることではない。

2. RCPシール（Oリング部）について

シール部品間に用いているOリング（材質：EPDM）については、高温・高圧状態における健全性を確認しておく必要があり、特にSBO時に290℃のRCS系統水に接するOリングを対象として性能検証を実施している。次頁に性能検証試験の結果を示し、SBO時のOリングの健全性を示す。



* = High-Temperature O-ring が必要な箇所ではないが、同径の High-Temperature O-ring があり、誤取り付け防止のため High-Temperature O-ring を使用している箇所

図1 RCPシール構造図

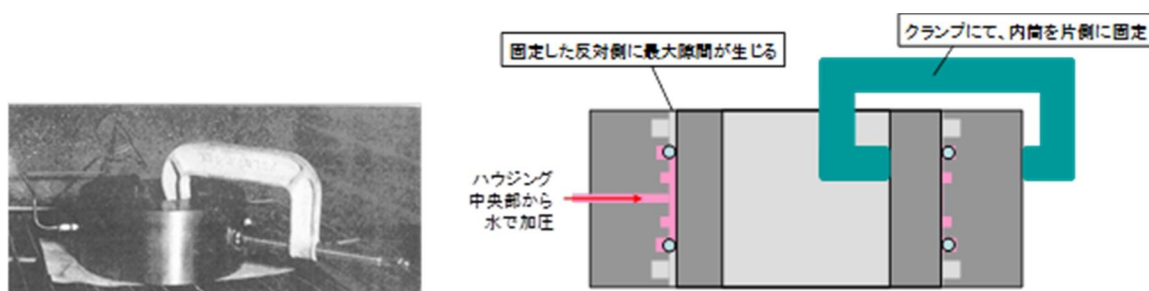
○リングの性能試験は、図2の通り、○リングを試験装置の溝に嵌めた状態で、高温高圧水を○リングに負荷することで実施した。

ここで、試験温度、圧力は、図2の試験条件に示す通り、RCPシール部からの漏えい量を考慮したプラント挙動解析結果の減温、減圧過程を包絡するように設定し、保持時間については、SBO発生後のプラント挙動として、主蒸気逃がし弁、タービン動補助給水ポンプを用いた減圧操作により、1日程度で安定な状態（1次冷却材温度：約170℃、圧力：約0.7MPa）まで移行するものの、十分に保守的な期間として7日間を設定した。

また、○リングの耐力に大きく影響を及ぼす”はみ出し隙間”については、実機で想定される隙間寸法を包絡する条件とした。

試験結果から、○リングの破損は1例も認められなかった。

また、上記試験中はSBO発生時点の高温高圧状態を維持しているが、実際にSBOが発生した場合には、前述のような1次冷却材の冷却・減圧操作により○リングに作用する温度・圧力条件がSBO発生時点から大きく緩和されることから、長期的な○リングの健全性についても問題とならない。



	試験条件	試験個数	試験結果	参考 SBO 時想定差圧
第1段シール 模擬試験	温度：550℞、圧力： 1800psi (約290℃、約12.4MPa)	合計20個 〔18時間試験：18個〕 〔7日間試験：2個〕	18時間及び7日間で 破損した○リングなし	約1400psi (約9.6MPa)
第2段シール 模擬試験	温度：550℞、圧力： 1200psi (約290℃、約8.3MPa)	合計100個 〔18時間試験：90個〕 〔7日間試験：10個〕	18時間及び7日間で 破損した○リングなし	約800psi (約5.5MPa)

図2 ○リング試験概要

蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）を用いた蒸気発生器への注水 による炉心冷却の成立性について

1. はじめに

火山影響等発生時において、気中降下火砕物濃度を超える降下火砕物濃度を想定した場合、美浜発電所保安規定審査資料「補足説明資料-2 改良型フィルタのフィルタ取替の着手時間について（美浜発電所）」の「6 ハの対応におけるディーゼル発電機の機能を期待する時間について」に示すとおり、非常用ディーゼル発電機が降灰到達から 60 分間機能維持するものと設定する。

上記設定を踏まえて、降灰と同時に外部電源喪失が発生し、自動起動した非常用ディーゼル発電機が 60 分間運転継続した後、非常用ディーゼル発電機が停止することにより全交流動力電源喪失が発生した場合でも、蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ（電動）（以下、「仮設中圧ポンプ」という。）により蒸気発生器へ注水することで、炉心の著しい損傷を防止できることについて確認した。

2. 主要解析条件等

第 1 表に主要な解析条件を示す。また、第 1 図に対応手順と事象進展を示す。なお、第 1 表以外の主要解析条件は、原子炉設置変更許可申請書 添付書類十のうち、事故シーケンスグループ「全交流動力電源喪失」における重要事故シーケンス「外部電源喪失+非常用所内交流電源喪失+原子炉補機冷却機能喪失」と同様であり、参考表 1 に示す。

第1表 主要解析条件

項目	主要解析条件	条件設定の考え方
解析コード	M-R E L A P 5	新規制基準適合性確認審査で実績のあるコードを使用。(主要条件のため記載)
炉心崩壊熱	FP: 日本原子力学会推奨値 アクチニド: ORIGEN2 (サイクル末期を仮定)	サイクル末期炉心の保守的な値を設定。燃焼度が高いと高次のアクチニドの蓄積が多くなるため長期冷却時の崩壊熱は大きくなる。このため、燃焼度が高くなるサイクル末期時点を対象に崩壊熱を設定。また炉心平均評価用崩壊熱を用いる。
起因事象	原子炉手動停止 (解析上の時刻 0 秒)	降灰予報「多量」から 5 分後(噴火から 15 分後)を設定。
原子炉手動停止後の対応	高温停止状態維持	原子炉手動停止後、1 次系濃縮完了までは高温停止状態を維持。
安全機能の喪失に対する仮定(1)	外部電源喪失 (原子炉手動停止から 45 分後)	発電所への降灰到達時(噴火から 60 分後)に外部電源が喪失することを仮定。
安全機能の喪失に対する仮定(2)	非常用所内交流動力電源喪失 (原子炉手動停止から 105 分後)	降灰到達から 60 分間の非常用ディーゼル発電機の機能維持を考慮。
補助給水機能の喪失に対する仮定	全交流動力電源喪失と同時に機能喪失	タービン動補助給水ポンプによる 2 次系からの除熱との独立性を考慮。
2 次系強制冷却開始(主蒸気逃がし弁開)	原子炉手動停止から 135 分後 (全交流電源喪失から 30 分後)	仮設中圧ポンプ準備完了時間に弁の操作時間 10 分を加えた時間を設定。(全交流電源喪失後に操作現場に移動したのち、仮設中圧ポンプ準備完了の連絡を現場で受けてからの手動操作を想定)
仮設中圧ポンプによる蒸気発生器への注水	蒸気発生器 2 次側圧力 2.5MPa[gage]にて注入開始	設備の仕様から設定

3. 解析結果

2 次系関係の主要な事象進展を第 2 図から第 5 図に、1 次系関係の主要な事象進展を第 6 図から第 8 図に示す。

原子炉の手動停止後、補助給水ポンプによる蒸気発生器への注水及び主蒸気逃がし弁による 1 次系温度の維持等により、高温停止状態を維持する。

原子炉の手動停止から 45 分後に発生する外部電源喪失以降も非常用ディーゼル発電機からの給電により高温停止状態を維持する。

原子炉の手動停止から 105 分後に、非常用ディーゼル発電機が機能喪失することにより全交流電源喪失および補助給水機能喪失が発生するが、原子炉の手動停止から 135 分後に主蒸気逃がし弁による 2 次系強制冷却を開始することで蒸気発生器の圧力が低下し、仮設中圧ポンプによる蒸気発生器への

注水は原子炉の手動停止から約 158 分後から開始される。それまでの約 53 分間は蒸気発生器への注水が停止するが、仮設中圧ポンプによる注水の効果により、蒸気発生器の水位は、事象進展中、約 23% 以上に保たれる。

仮設中圧ポンプによる蒸気発生器への注水により蒸気発生器 2 次側の保有水を確保できること、1 次系の保有水が十分確保されていること、主蒸気安全弁の作動及び主蒸気逃がし弁による 2 次系強制冷却により 1 次系の自然循環が維持されることから、継続的な炉心冷却が可能であり、炉心の著しい損傷を防止できる。

以降は、1 次系圧力 1.7MPa[gage]にて蓄圧タンク出口弁を閉止し、1 次系温度 170℃、1 次系圧力 0.7MPa[gage]の状態まで減温・減圧し、安定停止状態に移行する。これらの主要な事象進展と解析結果を第 2 表に示す。

第 2 表 主要な事象進展と解析結果

事象進展	解析上の経過時間 (分)	火山噴火からの想定時間 (分)
原子炉手動停止	0	15
外部電源喪失発生	45	60
全交流動力電源喪失発生 (補助給水機能喪失発生)	105	120
主蒸気逃がし弁 (現場) による 2 次系強制冷却開始	135	150
仮設中圧ポンプによる蒸気発生器への 注水開始	約 158	約 173
蒸気発生器水位 (広域) の 最低値 (約 23%) 到達	約 176	約 191

4. 不確かさの影響評価

3. で実施した解析結果に対して、原子炉設置変更許可申請書 添付書類十と同等の不確かさの影響評価を実施し、運転員等操作時間及び評価結果に与える影響を確認した。

不確かさの影響評価方法について、参考図 1 に示す。

不確かさの影響を確認する運転員等操作は、蒸気発生器の水位が回復に転じるまでに実施する操作を対象とする。具体的には、「外部電源喪失後の対応」、「2次系強制冷却開始」、「仮設中圧ポンプによる蒸気発生器への注水」を対象に影響を確認する。

(1) 解析コードにおける重要現象の不確かさの影響評価

本解析に対して不確かさの影響評価を行う重要現象は、「蒸気発生器 2 次側水位変化・ドライアウト」であり、当該重要現象に対する不確かさの影響評価は以下のとおりである。

a. 運転員等操作時間に与える影響

原子炉設置変更許可申請書 添付書類十 追補 2 III のうち、第 1 部 M-RELAP 5 コードにおいて、「蒸気発生器 2 次側水位変化・ドライアウト」は、LOFT L 9-3 試験の結果から、蒸気発生器水位の低下に伴う伝熱量の低下傾向を適切に模擬できており、不確かさは十分小さいと評価している。また、蒸気発生器水位を起点としている運転員等操作はないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。

b. 評価結果に与える影響

a. に記載しているとおり、「蒸気発生器 2 次側水位変化・ドライアウト」は、LOFT L 9-3 試験の結果から、蒸気発生器水位の低下に伴う伝熱量の低下傾向を適切に模擬できており、不確かさは十分小さいと評価している。このため、評価結果に与える影響は十分小さい。

(2) 解析条件の不確かさの影響評価

a. 初期条件、事故条件及び機器条件

初期条件、事故条件及び機器条件は第 1 表に示す条件のうち「原子炉手動停止後の対応」及び「2次系強制冷却開始」以外の条件であり、それらの条件設定を設計値等、最確条件とした場合の影響を評価する。

(a) 運転員等操作時間に与える影響

炉心崩壊熱の変動を考慮し、最確条件の崩壊熱を用いた場合、解析条件として設定している崩壊熱より小さくなるため、蒸気発生器水位は高めに推移する。しかしながら、蒸気発生器水位を起点としている運転員等操作はないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。

起因事象及び安全機能の喪失に対する仮定の変動を考慮し、最確条件の起因事象及び安全機能の喪失に対する仮定を用いた場合、解析条件として設定している起因事象発生タイミング及び全交流動力電源喪失発生タイミングよりも遅くなるため、崩壊熱の低下により蒸気発生器水位は高めに推移する。しかしながら、蒸気発生器水位を起点としている運転員等操作はないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。

補助給水機能の喪失に対する仮定の変動を考慮し、最確条件の補助給水機能の喪失に対する仮定を用いた場合、解析条件として設定している補助給水機能喪失のタイミングよりも遅くなるため、蒸気発生器水位は高めに推移する。しかしながら、蒸気発生器水位を起点としている運転員等操作はないことから、運転員等操作時間に与える影響はない。

仮設中圧ポンプによる蒸気発生器への注水については、設備仕様から設定していることから不確かさはない。このため、運転員等操作時間に与える影響はない。

(b) 評価結果に与える影響

炉心崩壊熱の変動を考慮し、最確条件の崩壊熱を用いた場合、解析条件として設定している崩壊熱より小さくなり、蒸気発生器水位は高めに推移するため、評価結果の余裕は大きくなる。

起因事象及び安全機能の喪失に対する仮定の変動を考慮し、最確条件の起因事象及び安全機能の喪失に対する仮定を用いた場合、解析条件として設定している起因事象発生タイミング及び全交流動力電源喪失発生タイミングよりも遅くなり、崩壊熱の低下により蒸気発生器水位は高めに推移するため、評価結果の余裕は大きくなる。

補助給水機能の喪失に対する仮定の変動を考慮し、最確条件の補助給水機能の喪失に対する仮定を用いた場合、解析条件として設定している補助給水機能喪失タイミングよりも遅くなり、蒸気発生器水位は高めに推移するため、評価結果の余裕は大きくなる。

仮設中圧ポンプによる蒸気発生器への注水については、設備仕様から設定していることから不確かさはない。このため、評価結果に与える影響はない。

b. 操作条件

操作条件の不確かさとして、解析コード及び解析条件の不確かさが運転員等操作時間に与える影響並びに解析上の操作開始時間と実際に見込まれる操作開始時間等の操作時間の変動を考慮して、要員の配置による他の操作に与える影響及び評価結果に与える影響を確認する。

(a) 要員の配置による他の操作に与える影響

「原子炉手動停止後の対応」及び「2次系強制冷却開始」は全交流動力電源喪失発生を起点に切り替わる操作であることから、要員の配置による他の操作に与える影響はない。また、「仮設中圧ポンプによる蒸気発生器への注水」は、「原子炉手動停止後の対応」及び「2次系強制冷却開始」とは異なる要員による操作であるため、要員の配置による他の操作に与える影響はない。

(b) 評価結果に与える影響

「原子炉手動停止後の対応」については、原子炉手動停止の発生を起点に行う操作であり、全交流動力電源喪失の発生までの間高温停止状態を維持する操作であることから、評価結果に与える影響はない。

「2次系強制冷却開始」については、解析上の操作開始時間に対して実際に見込まれる操作開始時間は早くなる。このように操作開始が早くなる場合には、2次系強制冷却に伴うSG2次側の減圧が早まることで、仮設中圧ポンプからの蒸気発生器への注水が早期に開始されるため、評価結果の余裕は大きくなる。

「仮設中圧ポンプによる蒸気発生器への注水」については、解析上の操作開始時間に対して実際に見込まれる操作開始時間は早くなる。しかしながら、蒸気発生器圧力の低下により注水流量を確保するため、操作開始が早くなる場合でも評価結果に与える影響はない。

(3) 操作時間余裕

不確かさの影響を確認する運転員等操作のうち「原子炉手動停止後の対応」については、原子炉手動停止を起点とし、全交流動力電源喪失の発生までの間、高温停止状態を維持する操作であることから、十分な操作時間余裕がある。

また、「2次系強制冷却開始」については、解析コード及び解析条件の不確かさによる操作開始時間への影響がないこと、解析上の操作開始時間として仮設中圧ポンプ準備完了時間に主蒸気逃がし弁開操作時間 10 分を設定しており、実際に見込まれる操作開始時間は早くなる^(注1)ことから、操作が遅れた場合の時間余裕を確認する必要はないが、どの程度の操作時間余裕があるかを把握する観点から、評価結果に対して、対策の有効性が確認できる範囲内の操作時間余裕を確認する。

(注1)：「電源車(蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ(電動)への給電用)による給電準備」作業の想定時間 70 分より短い時間で操作が完了できることを確認していること、および、弁の中間開度での蒸気放出に解析上期待していないことから、実際の操作開始は早まるとしている。

「2次系強制冷却開始」に対する操作時間余裕としては、当該操作が遅れることにより主蒸気安全弁からの蒸気放出が継続することを仮定し、解析上の蒸気発生器の最低水位である約 23%に相当する液相保有水である約 19ton が、主蒸気安全弁から放出される蒸気として全て消費される時間を算出して概算する。

第4図に示す蒸気発生器保有水量(液相)の時間変化より、主蒸気安全弁動作時のSG保有水量低下率は約 0.38ton/min であることから、余裕時間は以下の通りとなる。

【評価結果】

$$\text{約 } 19\text{ton} \div \text{約 } 0.38\text{ton/min} = \text{約 } 50\text{分}$$

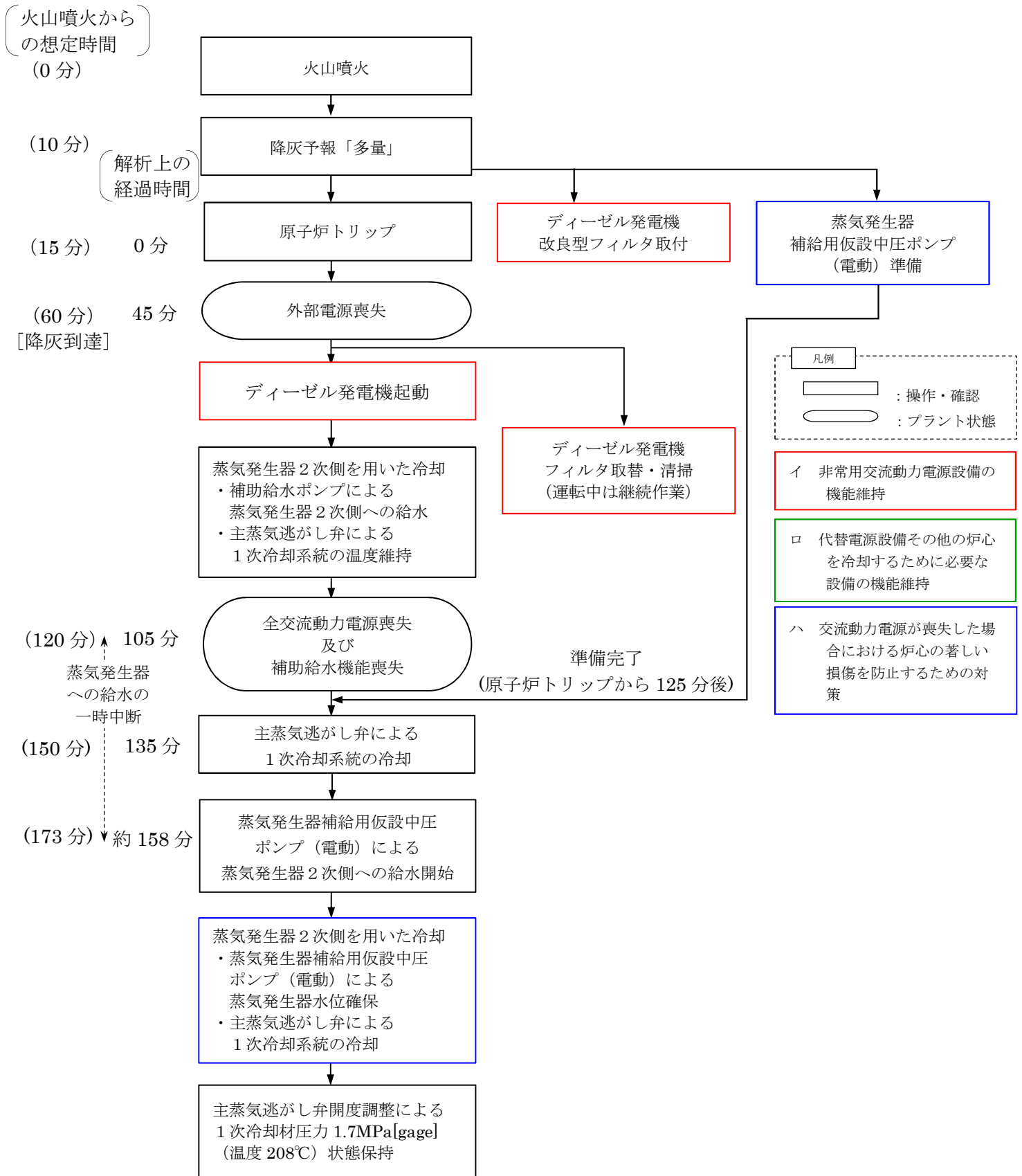
評価の結果、操作時間余裕として全交流電源喪失から 30 分後に実施する「2次系強制冷却の開始」に対して、約 50 分の時間余裕が確保できる。

また、「仮設中圧ポンプによる蒸気発生器への注水」に関しては、仮設中圧ポンプの準備完了後に「2次系強制冷却開始」を行うことから、前述の「2次系強制冷却開始」にかかる時間余裕約 50 分は仮設中圧ポンプの準備にかかる時間余裕としても扱うことができる。

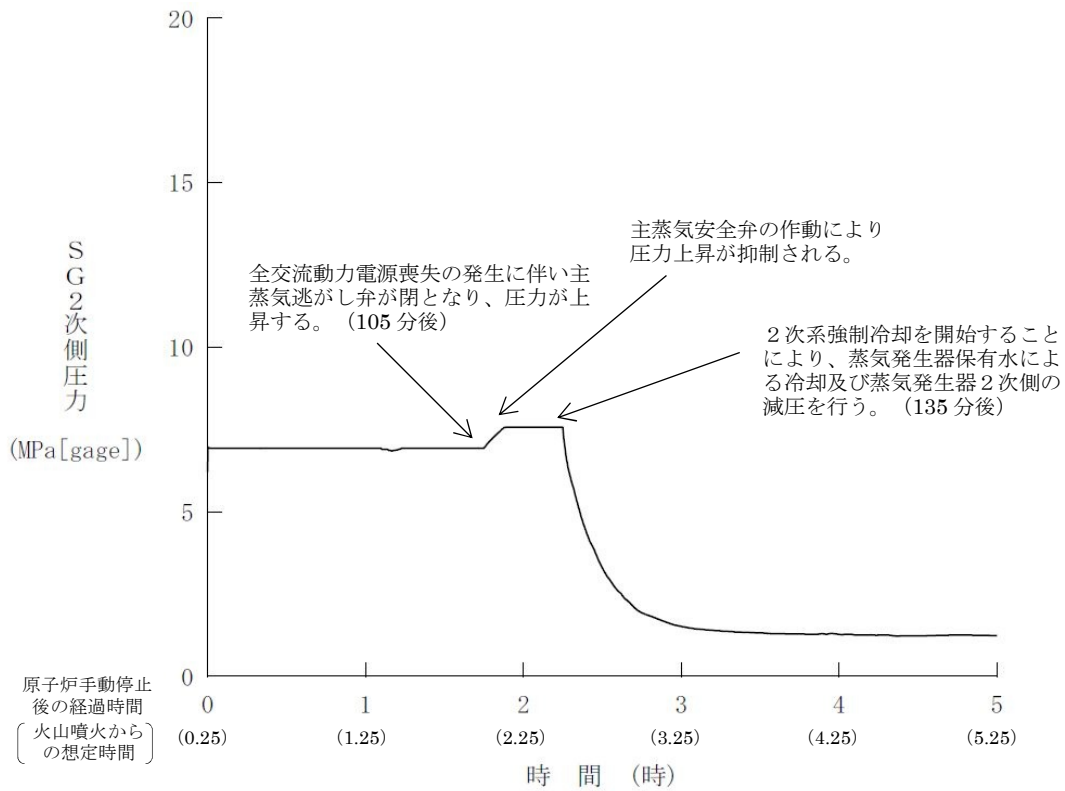
5. まとめ

降灰予報「多量」を受けて原子炉を手動停止させた後、降灰到達により外部電源喪失が発生し、その 60 分後に全交流動力電源喪失および補助給水機能喪失に至るものと想定した場合でも、仮設中圧ポンプによる蒸気発生器への注水により蒸気発生器2次側の保有水を確保できること、1次系の保有水が十分確保されていること、主蒸気安全弁の作動及び主蒸気逃がし弁による2次系強制冷却により1次系の自然循環が維持されることから、継続的な炉心冷却が可能であり、炉心の著しい損傷を防止できる。また、解析コード及び解析条件の不確かさを考慮した場合でも、蒸気発生器水位に対する余裕が大きくなる。

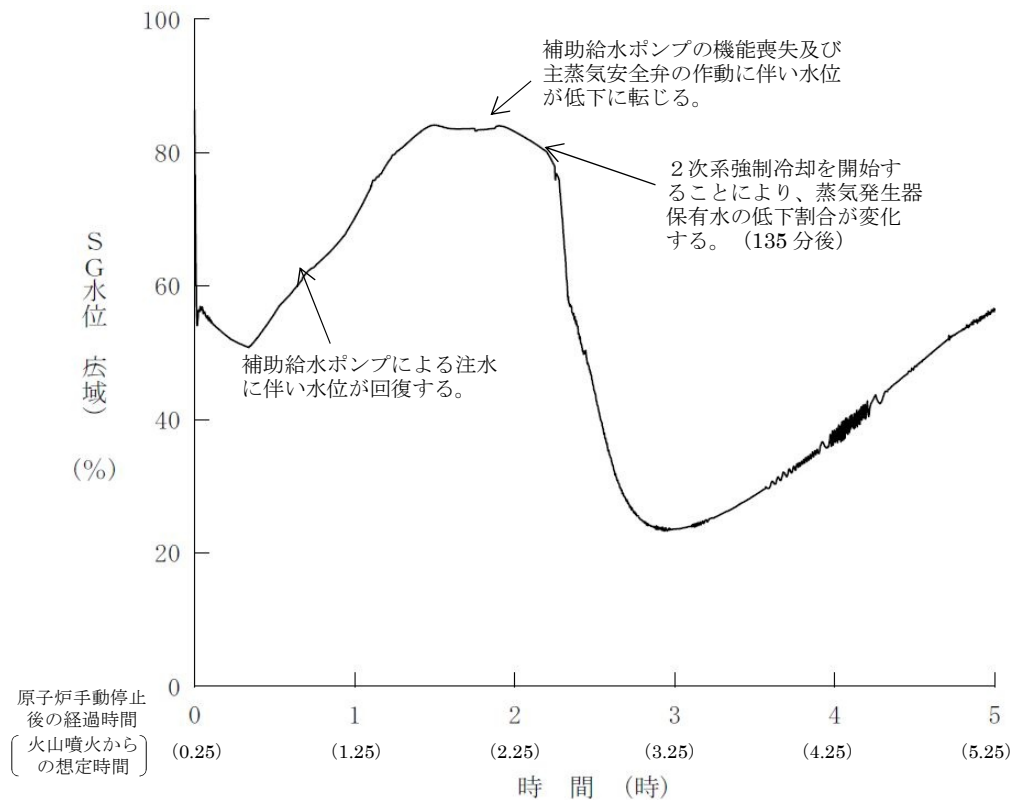
このため、仮設中圧ポンプを用いた蒸気発生器への注水により、炉心の著しい損傷を防止できることを確認した。



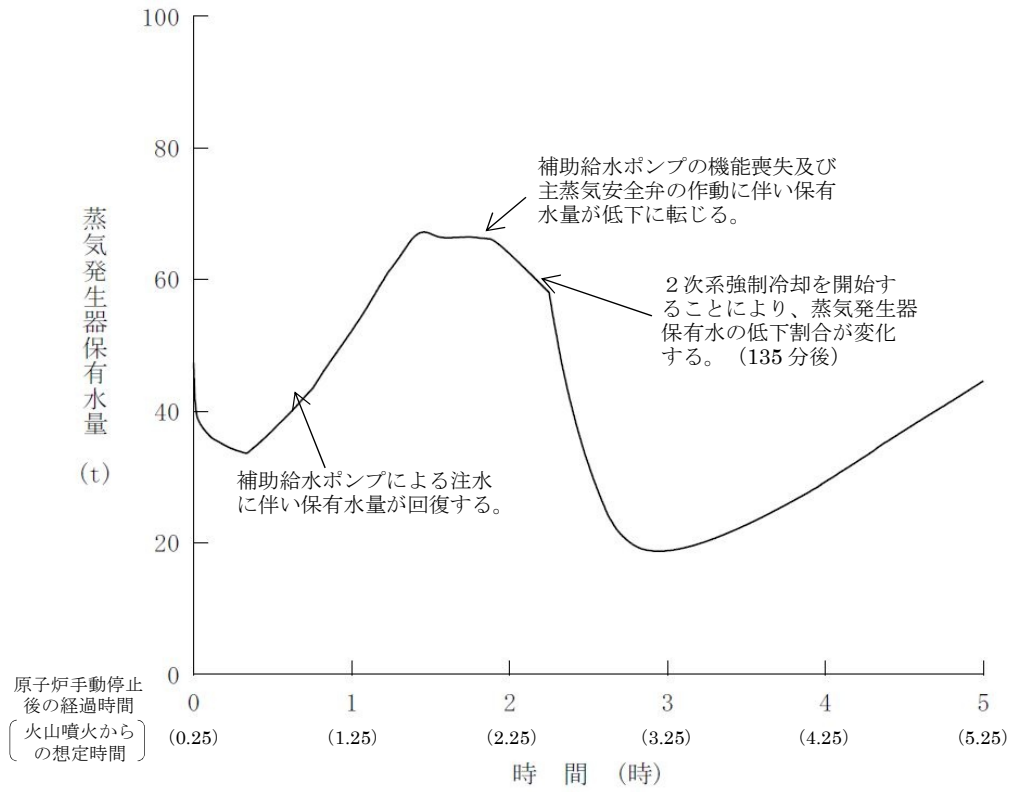
第1図 対応手順と事象進展



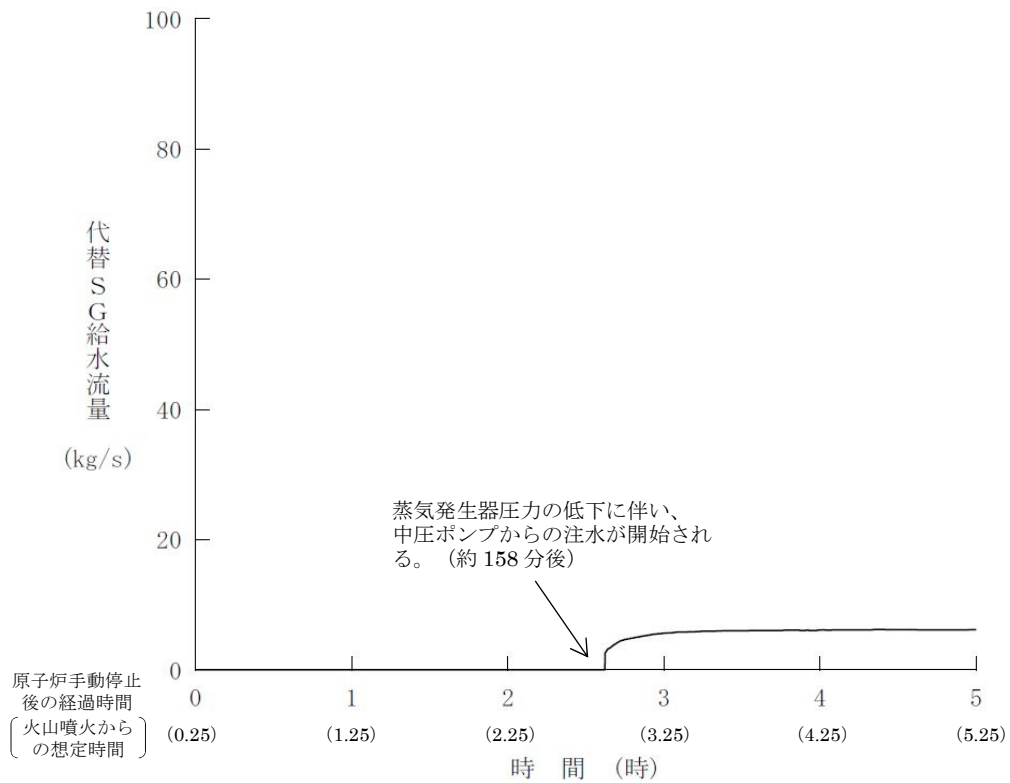
第2図 蒸気発生器2次側圧力



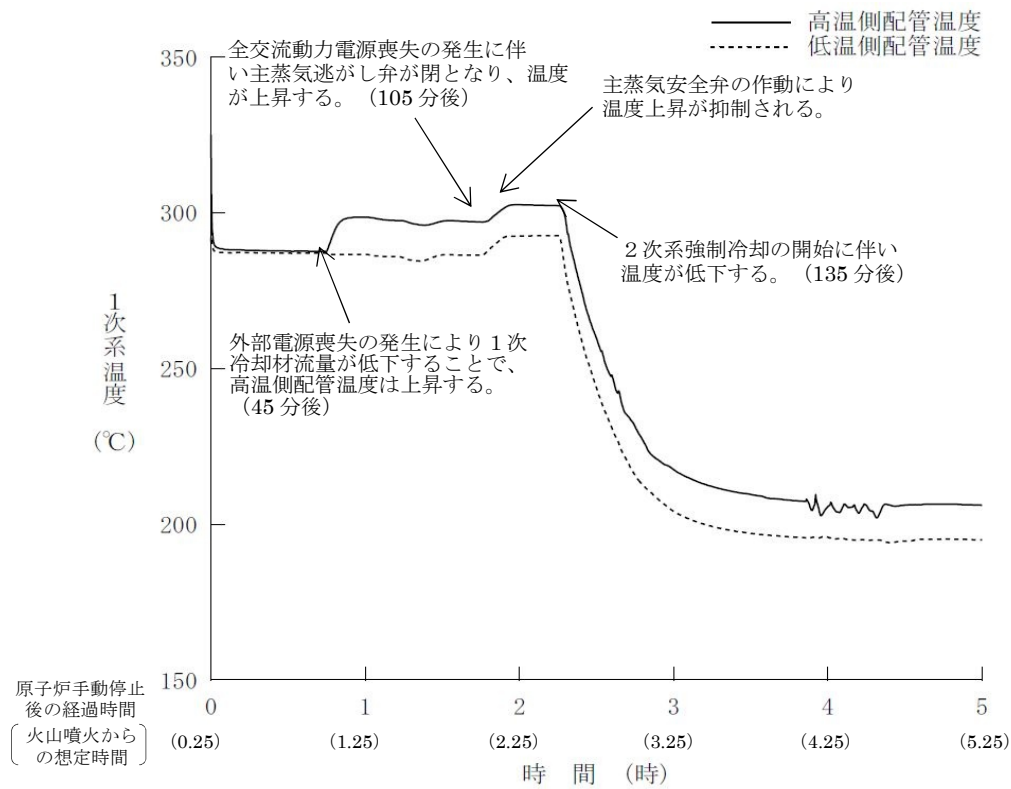
第3図 蒸気発生器水位 (広域)



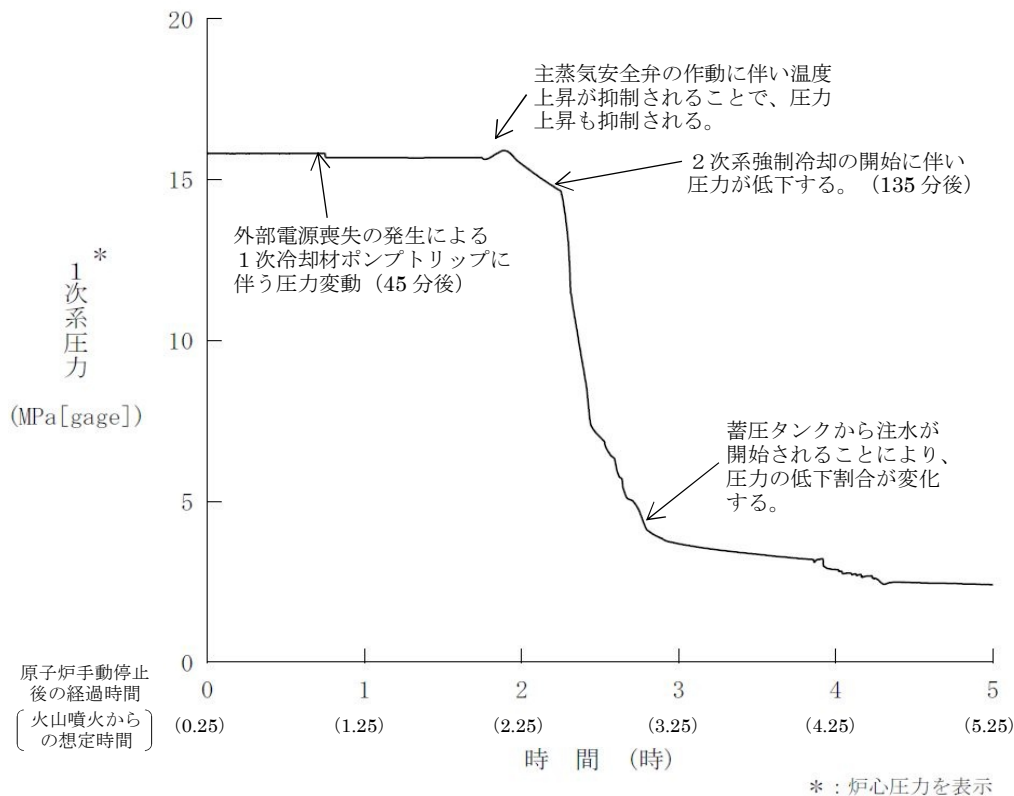
第4図 蒸気発生器保有水量 (液相)



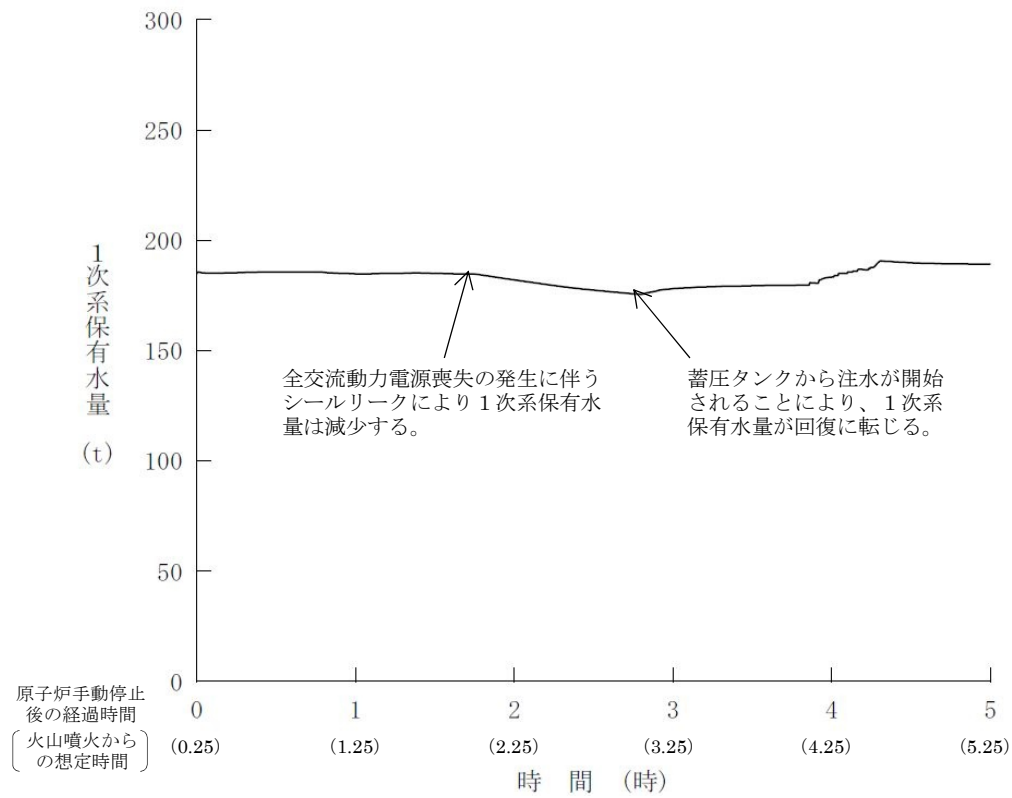
第5図 蒸気発生器2次側への注水流量



第6図 1次系温度 (高温側、低温側)



第7図 1次系圧力



第8図 1次系保有水量

参考表 1 外部電源喪失＋非常用所内交流電源喪失＋原子炉補機冷却機能喪失の解析条件（1／3）※

項目	主要解析条件	条件設定の考え方
解析コード	M－R E L A P 5	本重要事故シナリオの重要現象である炉心における沸騰・ボイド率変化、気液分離・対向流等を適切に評価することが可能であるコード。
炉心熱出力 (初期)	100%(2.432MWt)×1.02	評価結果を厳しくするようにより、定常誤差を考慮した上限値として設定。炉心熱出力が大きいと崩壊熱が大きくなり、1次冷却材の蒸散量及び燃料被覆管温度の評価の観点から厳しい設定。
1次冷却材圧力 (初期)	15.41+0.21MPa[gage]	評価結果を厳しくするようにより、定常誤差を考慮した上限値として設定。1次冷却材圧力が高くと2次冷却系強制冷却による減温、減圧が遅くなるとともに、蓄圧注入のタイミミングが遅くなり、比較的低温の1次冷却材が注水される。
1次冷却材平均温度 (初期)	305.7℃+2.2℃	評価結果を厳しくするようにより、定常誤差を考慮した上限値として設定。1次冷却材平均温度が高くと2次冷却系強制冷却による減温、減圧が遅くなるとともに、蓄圧注入のタイミミングが遅くなり、比較的低温の1次冷却材が注水される。
炉心崩壊熱	FP：日本原子力学会推奨値 アクチニド：ORIGEN2 (サイクル末期を仮定)	サイクル末期炉心の保守的な値を設定。燃焼度が高いと高次のアクチニドの蓄積が多くなるため、長期冷却時の崩壊熱は大きくなる。このため、燃焼度が高くなるサイクル末期時点を対象に崩壊熱を設定。
蒸気発生器 2次側保有水量 (初期)	51t (1基当たり)	設計値として設定。
初期条件		

※：原子炉設置変更許可申請書 添付書類十から抜粋した

参考表 1 外部電源喪失＋非常用所内交流電源喪失＋原子炉補機冷却機能喪失の解析条件（2／3）※

項目	主要解析条件	条件設定の考え方
事故条件	起因事象	外部電源喪失が発生するものとして設定。
	安全機能の喪失に対する仮定	非常用所内交流電源が喪失し、原子炉補機冷却機能喪失するものとして設定。
重大事故等対策に関連する機器条件	外部電源	起因事象として、外部電源が喪失するものとしている。
	RCPシール部からの漏えい率（初期）	定格圧力において 約 4.8m ³ /h (21gpm) (1 台当たり) 相当となる口径 約 0.3cm (約 0.13 インチ) (1 台当たり) (事象発生時からの漏えいを想定)
	原子炉トリップ信号	1 次冷却材ポンプ電源電圧低 (定格値の 65%、応答時間 1.2 秒)
	タービン動補給水ポンプ	事象発生時の 60 秒後に注水開始
		75m ³ /h (蒸気発生器 3 基合計)
	主蒸気逃がし弁容量	定格ループ流量 (ループ当たり) の 10% (1 個当たり)
	アキユムレータ保持圧力	4.04MPa [gage] (最低保持圧力)
	アキユムレータ保有水量	29.0m ³ (1 基当たり) (最低保有水量)
	漏えい停止圧力	0.83MPa [gage]

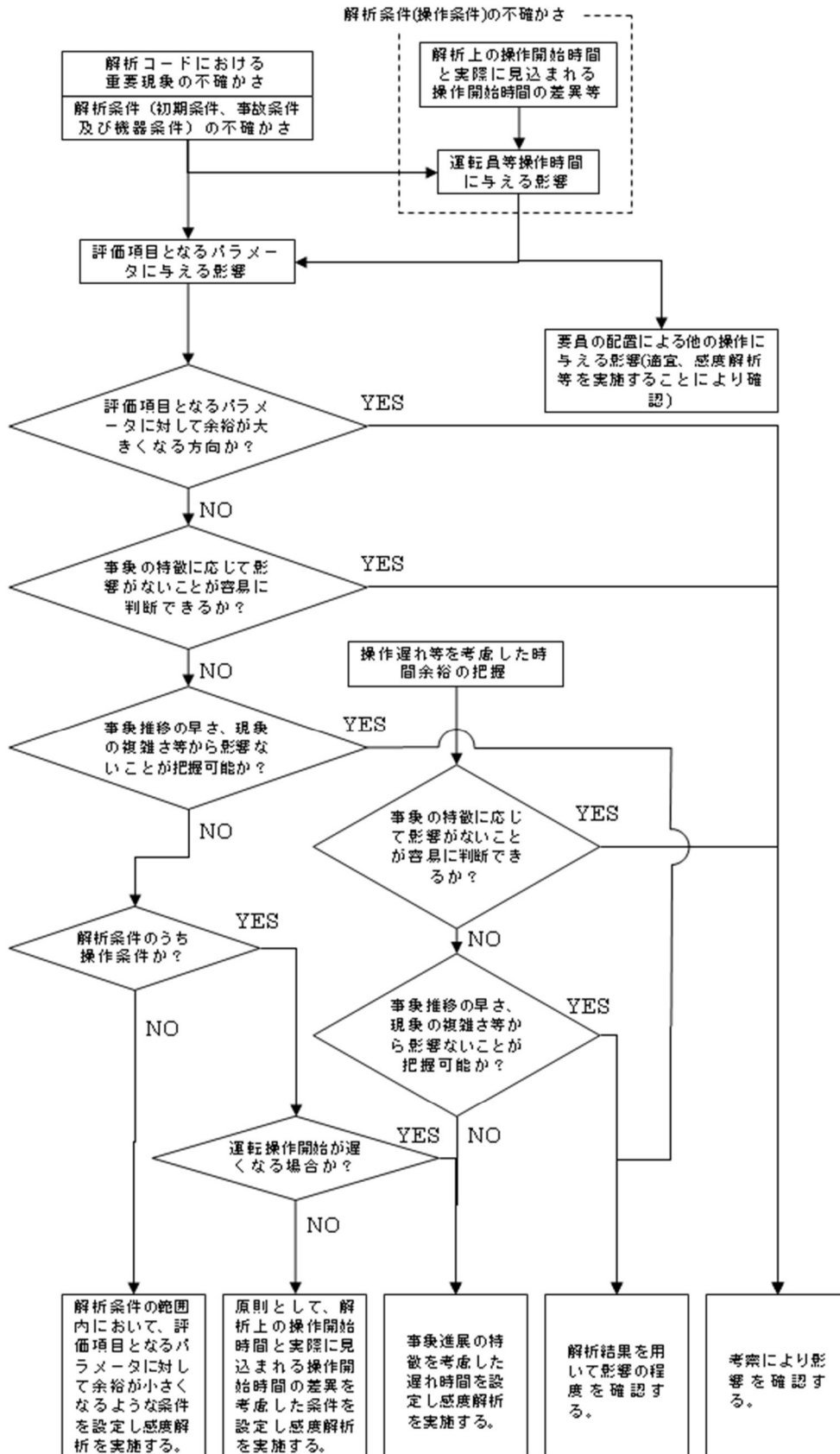
※：原子炉設置変更許可申請書 添付書類十から抜粋した

参考表 1 外部電源喪失＋非常用所内交流電源喪失＋原子炉補機冷却機能喪失の解析条件（3／3）※

項目	主要解析条件	条件設定の考え方
2次冷却系強制冷却開始 (主蒸気逃がし弁開)	事象発生から40分後	運転員等操作時間として、事象発生の検知及び判断に10分、主蒸気逃がし弁の現場開操作に30分を想定して設定。
交流電源確立	事象発生の24時間後	-
1次冷却材温度、圧力の保持	1次冷却材温度 208℃ (約 1.7MPa[gage]) 到達時 及び 1次冷却材温度 170℃ (約 0.7MPa[gage]) 到達時	208℃については、蒸気発生器2次側冷却による1次冷却系の自然循環を阻害するおそれがある窒素の混入を防止するたために、アキュムレータから1次冷却系に窒素が混入する圧力である約 1.2MPa[gage]に対して、0.5MPaの余裕を考慮して設定。また、170℃については、余熱除去系への切替え等を考慮して設定。
アキュムレータ出口電動弁閉止	1次冷却材圧力約 1.7MPa[gage]到達 及び代替交流電源確立(24時間) から10分後	運転員等操作時間として、アキュムレータ出口電動弁の駆動源である代替交流電源確立の検知及び判断に10分を想定し設定。
2次冷却系強制冷却再開 (主蒸気逃がし弁開)	アキュムレータ出口電動弁操作から 10分後	運転員等操作時間として、主蒸気逃がし弁の調整操作に10分を想定し設定。
補助水流量の調整	蒸気発生器狭域水位内	運転員操作として、蒸気発生器狭域水位内に維持するよう設定。

重大事故等対策に関連する操作条件

※：原子炉設置変更許可申請書 添付書類十から抜粋した



参考図1 解析コード及び解析条件の不確かさの影響評価フローについて※

※：新規制基準適合性確認審査 安全審査資料 「重大事故等対策の有効性評価」添付資料 1.7.1 から抜粋した

美浜発電所

改良型フィルタのフィルタ取替の着手時間について

本資料のうち、枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

改良型フィルタのフィルタ取替の着手時間について

< 目 次 >

- 1 対策の概要及び改良型フィルタの仕様
- 2 改良型フィルタの取付時間について
 - (1) 降灰到達時間
 - (2) 改良型フィルタの取付時間
- 3 フィルタ取替の着手時間の計算に用いる気中降下火砕物濃度
- 4 フィルタの基準捕集容量到達までの時間の計算について
- 5 フィルタ取替の着手時間の計算について
- 6 フィルタの取替・清掃回数について
- 7 ハの対応におけるディーゼル発電機の機能を期待する時間について

(図面)

- 図1 改良型フィルタ外形図

(別紙)

- 別紙1 フィルタの性能試験について
- 別紙2 降灰到達時間について
- 別紙3 気中降下火砕物濃度の算出手法及び算出結果
- 別紙4 改良型フィルタのフィルタ取替・清掃作業の検証
- 別紙5 ディーゼル発電機機関出力と吸気流量の関係について
- 別紙6 雨天時における改良型フィルタのフィルタ清掃について

改良型フィルタのフィルタ取替の着手時間について

ディーゼル発電機については、屋外に設置している吸気消音器の吸気フィルタの閉塞が想定されるため、高濃度の降下火砕物濃度に対して確実にディーゼル発電機の機能を維持できるよう、改良型フィルタを配備している。

本資料では、改良型フィルタのフィルタ取替の基準となる着手時間を計算する。

1 対策の概要及び改良型フィルタの仕様

火山現象による影響が発生し、又は発生するおそれがある場合、ディーゼル発電機の吸気消音器前に着脱可能な改良型フィルタを取付ける。

改良型フィルタはディーゼル発電機運転中においても容易にスライド式のフィルタを取替え・清掃することが可能である。また、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拡大させたフィルタを使用する。取替え・清掃時には、火山灰の侵入を防止するため、取替え・清掃するフィルタの流路を塞ぐ閉止板を装填する。

改良型フィルタ及びフィルタの主な仕様を以下に示す。また、改良型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。

改良型フィルタ台数 (台) ※1	1
フィルタ个数 (個) ※2	12
フィルタ外形寸法※3	上段 318、下段 483 高さ 668、幅 148
フィルタ有効面積(m ²) ※3	
フィルタの最大捕集容量 (g/m ²)	72,588

※1 ディーゼル発電機 1 台当たり

※2 改良型フィルタ 1 台当たり

※3 フィルタ 1 個当たり

2 改良型フィルタの取付時間について

(1) 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 60 分とする。降灰到達時間の考え方について別紙 2 に示す。

(2) 改良型フィルタの取付時間

改良型フィルタ取付けに要する時間は、補足説明資料－1 の「別紙 4 作業の成立性について」に示すとおり 50 分である。

したがって、改良型フィルタの取付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。

本資料のうち、枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

3 フィルタ取替の着手時間の計算に用いる気中降下火砕物濃度

計算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（平成29年11月29日改正）」（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3に示す。

別紙3の結果より、美浜発電所における気中降下火砕物濃度を 2.63g/m^3 とする。

4 フィルタの基準捕集容量到達までの時間の計算について

別紙1に示すフィルタ性能試験の結果では、フィルタの最大捕集容量が、 $72,588\text{g/m}^2$ となるが、フィルタ取替の目安として基準捕集容量を保守的に $50,000\text{g/m}^2$ とする。フィルタの基準捕集容量到達までの時間は、以下の条件に基づいて計算した結果、137分である。

①フィルタ取替の目安となる基準捕集容量 (g/m^2)	50,000
②ディーゼル発電機吸気流量 (m^3/h)	<input type="text"/>
③ディーゼル発電機 フィルタ表面積 (m^2) = 個数 × 有効面積 = 12(個) × <input type="text"/>	<input type="text"/>
④ディーゼル発電機 フィルタ部の流速 (m/s) = ② / ③ / 3,600	2.21 ≒ 2.3
⑤降下火砕物の大気中濃度 (g/m^3)	2.63
⑥フィルタの基準捕集容量到達までの時間 (min) = ① / ④ / ⑤ / 60	137

5 フィルタ取替の着手時間の計算について

フィルタ取替に要する時間は、補足説明資料-1の「別紙4 作業の成立性について」に示すとおり1ユニットあたり要員5名で20分程度を見込んでいる。したがって、フィルタの基準捕集容量到達までの時間は137分であったことから、フィルタ取替に要する時間（20分）を差し引くと、フィルタ取替の着手時間は117分となるが、保守的に110分でフィルタ取替を着手することとする。

6 フィルタの取替・清掃回数について

実機での作業時間は降灰継続時間である24時間（1,440分）を想定している。フィルタ取替に要する時間20分とフィルタ取替に着手する時間110分を踏まえると、フィルタ取替が完了する時間は130分である。フィルタは2セット（12枚/セット）配備していることを踏まえると、フィルタ1セット当たり火山灰を捕集する回数は6回（1,440分/130分/2セット）となり、フィルタの清掃回数は5回必要である。

本資料のうち、枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

フィルタは5回清掃して繰り返し使用することとなるが、繰り返しフィルタを使用したとしても、フィルタの性能は十分確保できていることを別紙4の検証試験にて確認している。

7 ハの対応におけるディーゼル発電機の機能を期待する時間について

ハの対応においては、気中降下火砕物濃度の2倍の濃度を想定し、ディーゼル発電機の機能を期待する時間を設定する。具体的には、フィルタの基準捕集容量到達までの時間（137分）を1/2にした60分とする。

以 上

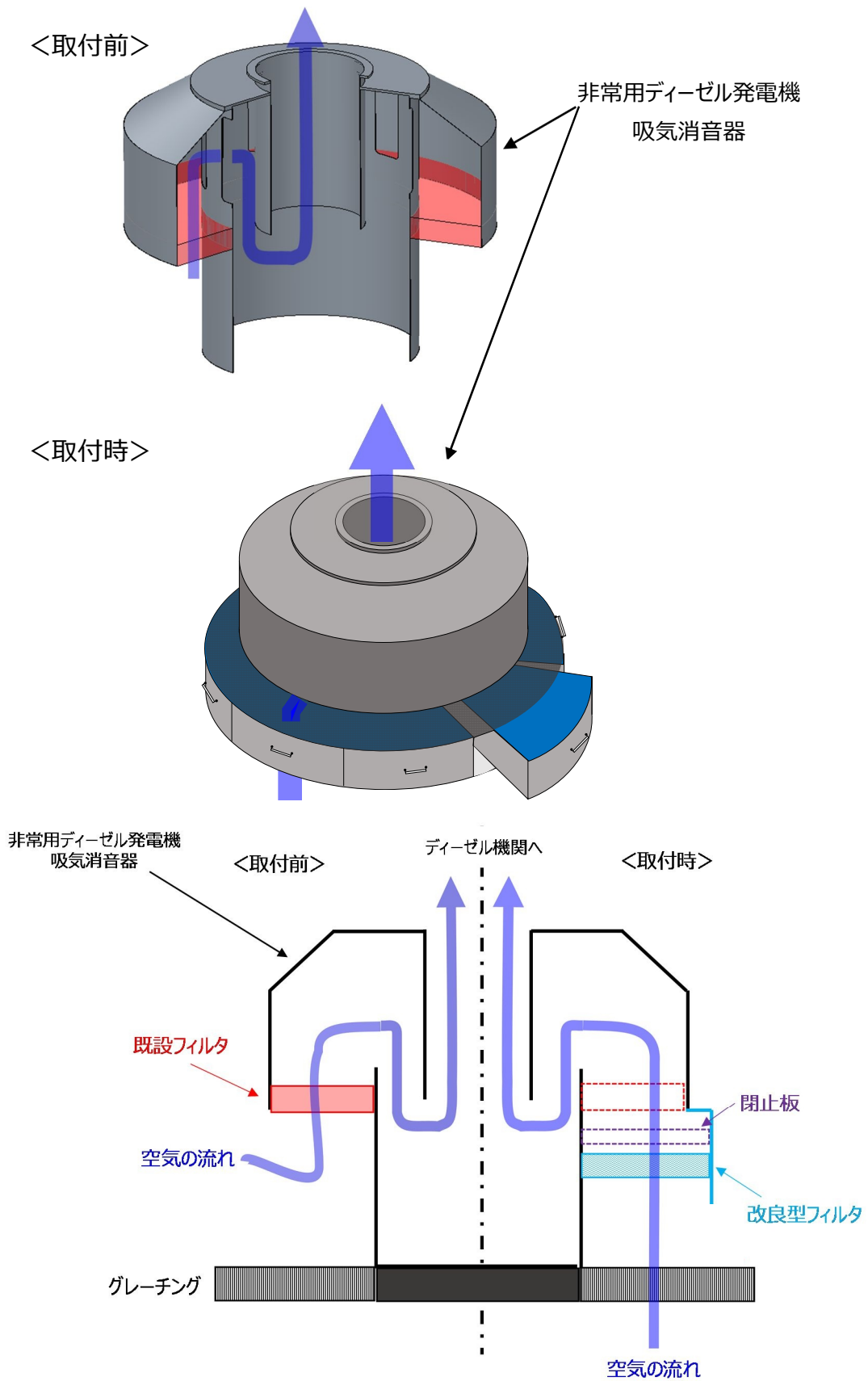


図1 改良型フィルタ外形図

フィルタの性能試験について

1 試験の概要

ディーゼル発電機改良型フィルタのフィルタには、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確保し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、ディーゼル発電機改良型フィルタの吸気口を模擬した試験装置によりフィルタの最大捕集容量を測定する。

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挿入し、フィルタ通過風速がディーゼル発電機運転時と同じになるよう流量調整した後、上流より火山灰を供給する。

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し、試験終了時の最大捕集容量を測定する。

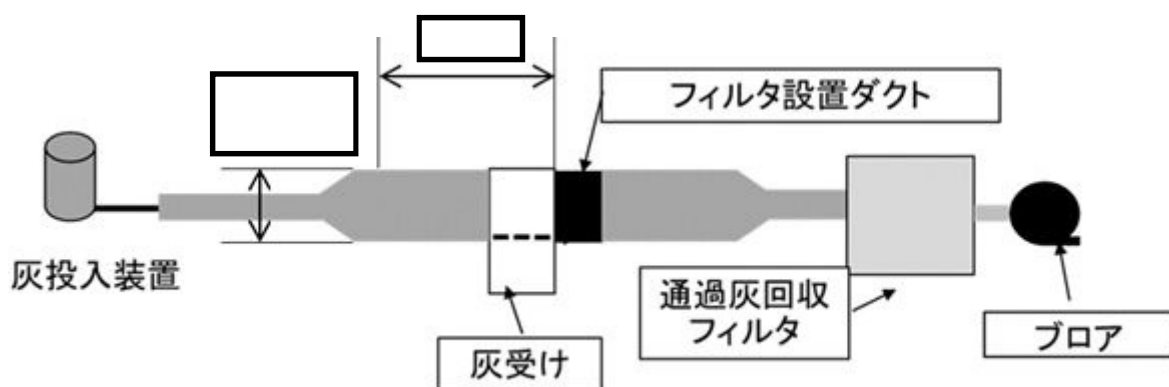


図 1 試験装置概要

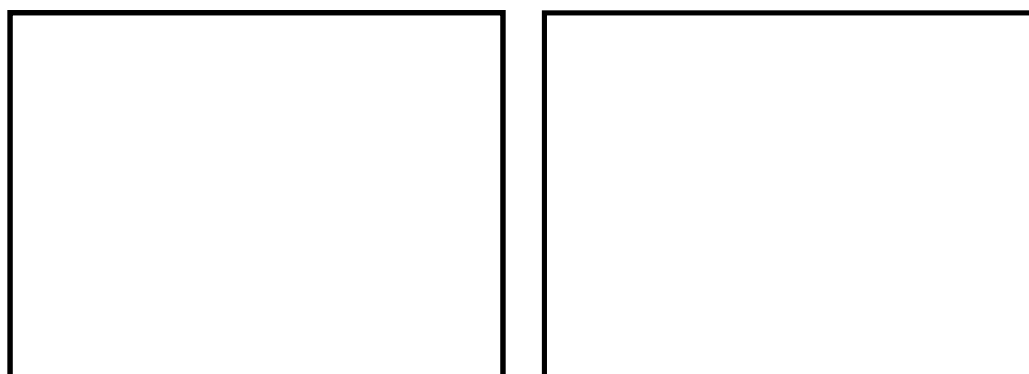


図 2 試験状況

本資料のうち、枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

(2) 試験条件

試験条件を表1に示す。

フィルタ性能試験では、実機で使用している300メッシュプリーツ型金属フィルタの試験体(W180mm×H290mm)を用いて行う。

試験風速は、ディーゼル発電機の吸気流量が最大となる定格出力時の吸気流量から2.3m/sと算出している。なお、ディーゼル発電機の吸気流量は、別紙5に示すとおり出力に応じて変化するものであり、通常時の出力は定格出力以下であることから、保守性を有している。

フィルタ許容差圧は、ディーゼル発電機が定格出力運転時において、最低限必要とする吸気流量に到達する際のフィルタ前後の差圧 と設定している。

使用する火山灰は、実際の火山灰を模擬するため、別紙3に示す数値シミュレーション(Tephra2)による粒径分布の計算結果となるように流径調整を行っている。

火山灰濃度は、別紙3に基づき2.63g/m³としている。

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	W180mm×H290mm
試験風速	2.3m/s
許容差圧	<input type="text"/>
使用火山灰	Tephra2シミュレーション結果をもとに粒径調整
火山灰濃度	2.63g/m ³

3 試験結果

試験結果を表2に示す。

試験結果に基づき、フィルタ取替の着手時間の計算に用いる基準捕集容量は保守的に50,000g/m²とする。

表2 試験結果

許容差圧到達時間	200min
最大捕集容量	72,588g/m ²

本資料のうち、枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

降灰到達時間について

美浜発電所において給源火山の対象としている大山火山（美浜発電所から約220km）が噴火した後、保守的に当該地域の最大風速約60m/sでそのまま火山灰が飛散すると仮定して計算した場合、約1時間程度で発電所に到達する可能性があることから、火山の噴火から美浜発電所で降灰が開始する最短時間を約1時間とする。美浜発電所から大山火山までの距離を図1に示す。



図1 美浜発電所から大山火山までの距離

以上

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（以下「ガイド」という。）が改正され、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である気中降下火砕物濃度を推定する手法が示された。

美浜発電所について、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 10cm は、文献調査及び地質調査では敷地付近で想定する火山噴火（大山）の降下火砕物は 10cm 程度と確認されているものの、その噴火履歴と地下構造の検討により発電運用期間に噴火の可能性は十分低いと評価されていること、噴出源が同定できない降下火砕物が 10cm 以下であること、補助的に実施した大山を対象とする数値シミュレーション（Tephra2）の計算結果が最大でも 10cm 程度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することが困難であり、その結果の妥当性を評価することが困難である。

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 $W_i = p_i W_T$ (p_i : 粒径*i*の割合 W_T : 総降灰量)
- ②粒径*i*の堆積速度 $v_i = \frac{W_i}{t}$ (t : 降灰継続時間)
- ③粒径*i*の気中濃度 $C_i = \frac{v_i}{r_i}$ (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 $C_T = \sum_i C_i$

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、美浜発電所における気中降下火砕物濃度を $1.75\text{g}/\text{m}^3$ とする。

なお、フィルタの性能試験の条件及びフィルタ取替の着手時間の計算に用いる気中降下火砕物濃度については、降下火砕物の層厚が増えることを考慮し、 $2.63\text{g}/\text{m}^3$ 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	10cm	設置 (変更) 許可を得た層厚 (図 1 参照)
総降灰量 W_T	124,000g/m ²	設計層厚×降下火砕物密度 1.24g/cm ³
降灰継続時間 t	24h	Carey and Sigurdsson (1989) 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 参照)
粒径 i の気中濃度 C_i		式③
気中降下火砕物濃度 C_T	1.75g/m ³	式④

別表 1 粒径ごとの入力条件及び計算結果

粒径 i (μ m)	0~1 (707)	1~2 (354)	2~3 (177)	3~4 (88)	4~5 (44)	5~6 (22)	6~7 (11)	合計
割合 p_i (wt%)	19.0	62.0	15.0	3.4	0.69	0.06	1.8×10 ⁻³	100
降灰量 W_i (g/m ²)	2.3×10 ⁴	7.7×10 ⁴	1.9×10 ⁴	4.2×10 ³	8.6×10 ²	8.2×10	2.2	$W_T=124,000$
堆積速度 v_i (g/s・m ²)	2.7×10 ⁻¹	8.9×10 ⁻¹	2.2×10 ⁻¹	4.9×10 ⁻²	1.0×10 ⁻²	9.5×10 ⁻⁴	2.6×10 ⁻⁵	—
終端速度 r_i (m/s)	1.8	1.0	0.5	0.35	0.1	2.6×10 ⁻²	1.0×10 ⁻²	—
気中濃度 C_i (g/m ³)	1.5×10 ⁻¹	8.9×10 ⁻¹	4.4×10 ⁻¹	1.4×10 ⁻¹	1.0×10 ⁻¹	3.2×10 ⁻²	2.6×10 ⁻³	$C_T=1.75$

降下火砕物の層厚に関するまとめ

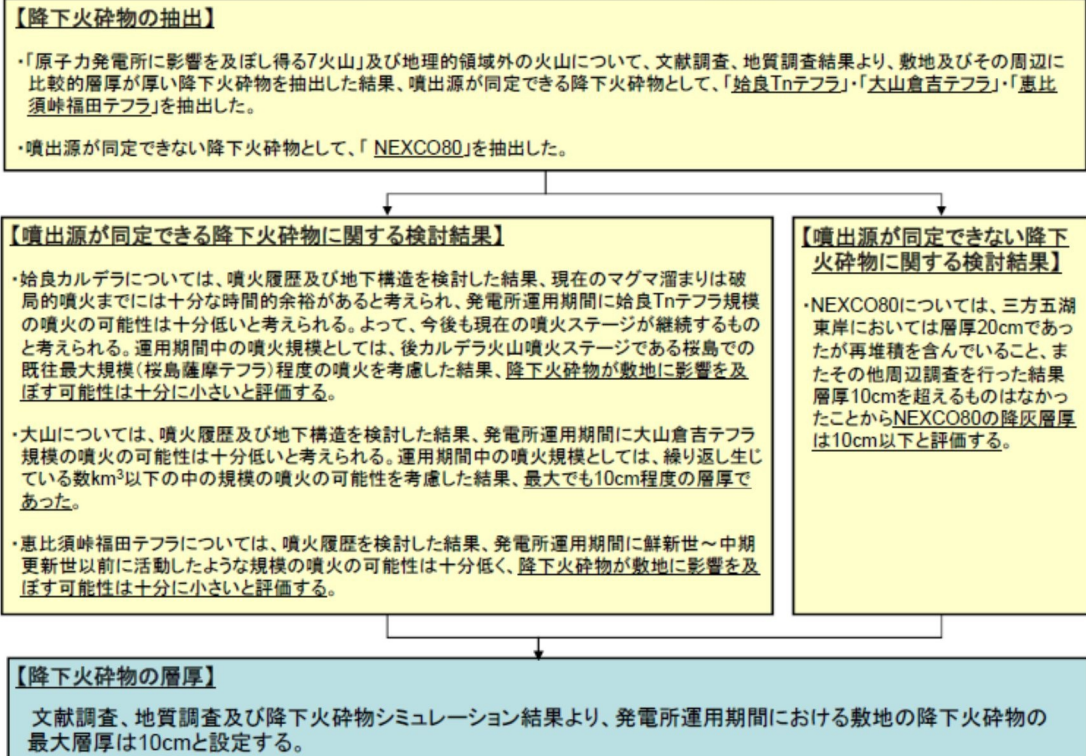


図1 敷地における降下火砕物の層厚評価

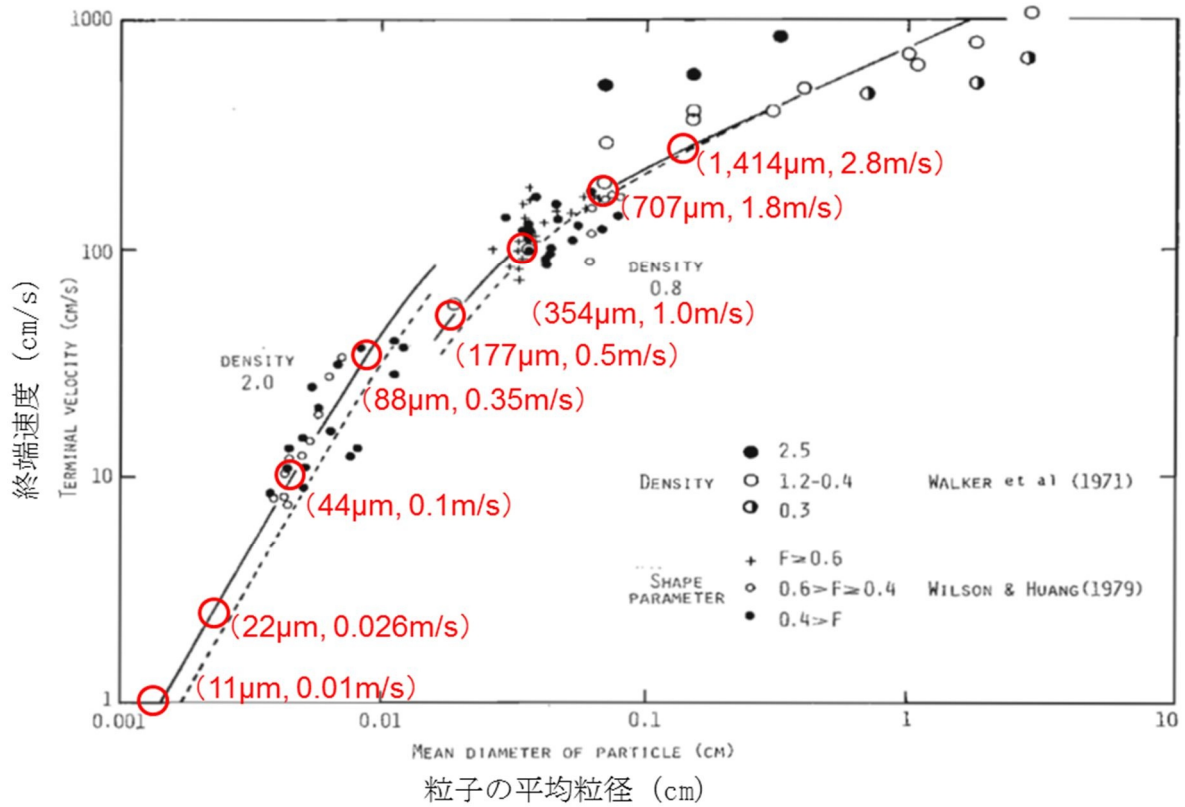


図2 Suzuki (1983) ※における降下火砕物の粒径と終端速度との関係図
(粒径*i*の終端速度を赤丸表示)

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

改良型フィルタのフィルタ取替・清掃作業の検証

1 目的

ディーゼル発電機の改良型フィルタのフィルタは、降灰時に取替・清掃を行い繰り返し使用することとしているが、フィルタを繰り返し使用したとしても、24時間の降灰継続に対して、十分な性能が確保されていることを確認する。

2 検証内容

検証試験の内容としては、別紙1の試験装置を用いてフィルタに137分間（フィルタの基準捕集容量到達までの時間）、火山灰を付着させ、フィルタ清掃を5回繰り返し行う。その後、137分間火山灰を付着させたとしても許容差圧に到達しないか確認する。

検証試験におけるフィルタの清掃回数は、実機での作業において、24時間に5回、取替・清掃を行う想定であることから、試験での清掃回数を5回とした。清掃方法は、火山灰が付着した面を下向きにして床に置き、フィルタの側面を手で叩き、フィルタに衝撃を加えることで火山灰を落とす。衝撃の印加は、1秒間に2回の頻度で手で叩き、30秒間続ける。

清掃作業の条件を表1に、衝撃を印加する面を図1に示す。

表1 清掃作業の条件

清掃回数	5回
清掃方法	火山灰が付着した面を下向きにして床に置き、フィルタの側面を手で叩き、フィルタに衝撃を加えることで火山灰を落とす。衝撃の印加は、1秒間に2回の頻度で手で叩き、30秒間続ける。

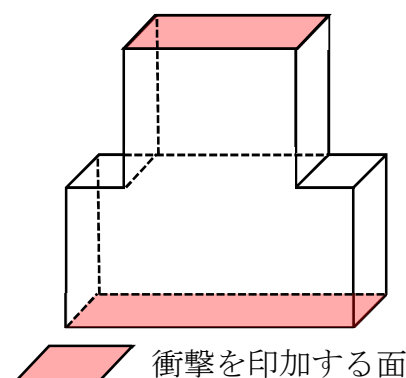
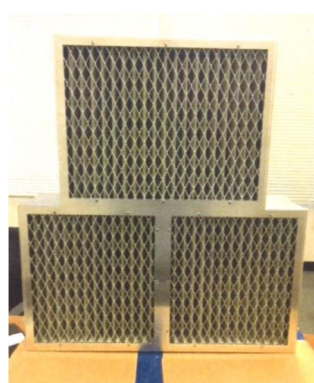


図1 衝撃を印加する面

3 検証結果

検証試験の結果、5回清掃したフィルタに対して、火山灰を137分間付着させたとしても許容差圧に到達することはなかった。

また、フィルタ清掃後の差圧を確認したところ、火山灰付着前の差圧付近まで回復していることから、本清掃方法における清掃効果は得られていることを確認した。検証結果を表2に示す。

以上のことを踏まえると、フィルタを繰り返し使用したとしても、24時間の降灰継続に対して、十分な性能が確保されていることを確認できた。

表2 美浜発電所で想定する粒径分布を用いた検証結果

清掃回数	差圧
0回目（初期）	2.78mmAq
1回目	2.93mmAq
2回目	2.96mmAq
3回目	3.06mmAq
4回目	3.03mmAq
5回目	3.06mmAq

4 湿潤状態の火山灰の清掃について

火山噴火が雨天時に発生した場合における、フィルタ清掃作業に与える影響について、別紙6に示す試験にて確認した。

雨天時には、火山灰は湿潤状態となり、ディーゼル発電機に取り込まれにくくなる。また、湿潤状態の火山灰が付着したフィルタを清掃した結果、十分な清掃効果は得られている。

以上のことを踏まえると、別紙1で行った乾燥状態の火山灰を用いたフィルタ性能試験は保守的な試験方法となっている。

5 その他（フィルタ清掃の作業品質について）

本清掃作業の条件は、清掃手順として言語化することで、実際の作業における品質を確保する。

ディーゼル発電機機関出力と吸気流量の関係について

1. ディーゼル発電機機関の空気の流れについて

図 1 にディーゼル発電機室の全体概略を示す。ディーゼル発電機機関は、吸入空気を吸気消音器から取り入れ、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. ディーゼル発電機機関出力と吸気流量の関係について

ディーゼル発電機機関は発電機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、ディーゼル発電機の機関出力に応じて吸気流量は変化し、

図 2 に出力と吸気流量の変化をフローとして示す。図 3 には、機関の出力と流量の関係を示す。

3. まとめ

ディーゼル発電機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、ディーゼル発電機の吸気流量は、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遅くなるとフィルタ差圧は低くなるため、フィルタの捕集容量は定格出力時の捕集容量よりも余裕があることになる。(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、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、フィルタ閉塞によりディーゼル発電機が機能喪失するまでの時間はさらに長くなると考える。

本資料のうち、枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

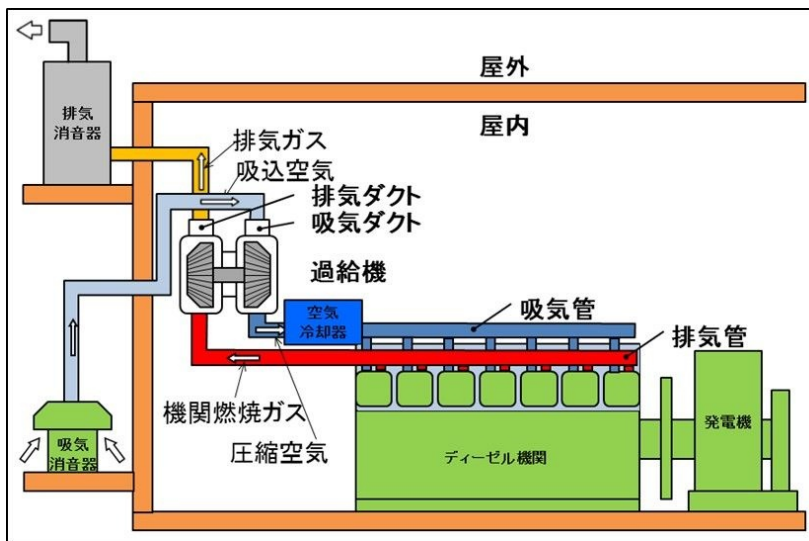


図1 ディーゼル発電機室全体概要

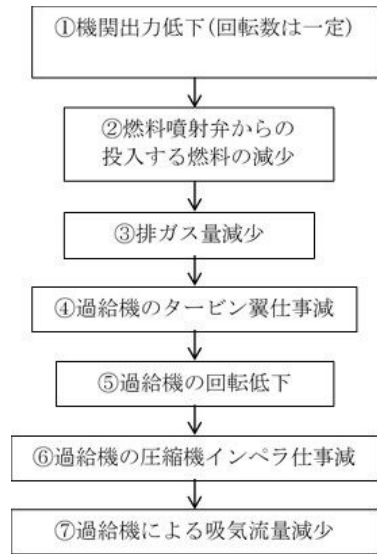


図2 出力-吸気量変化のフロー

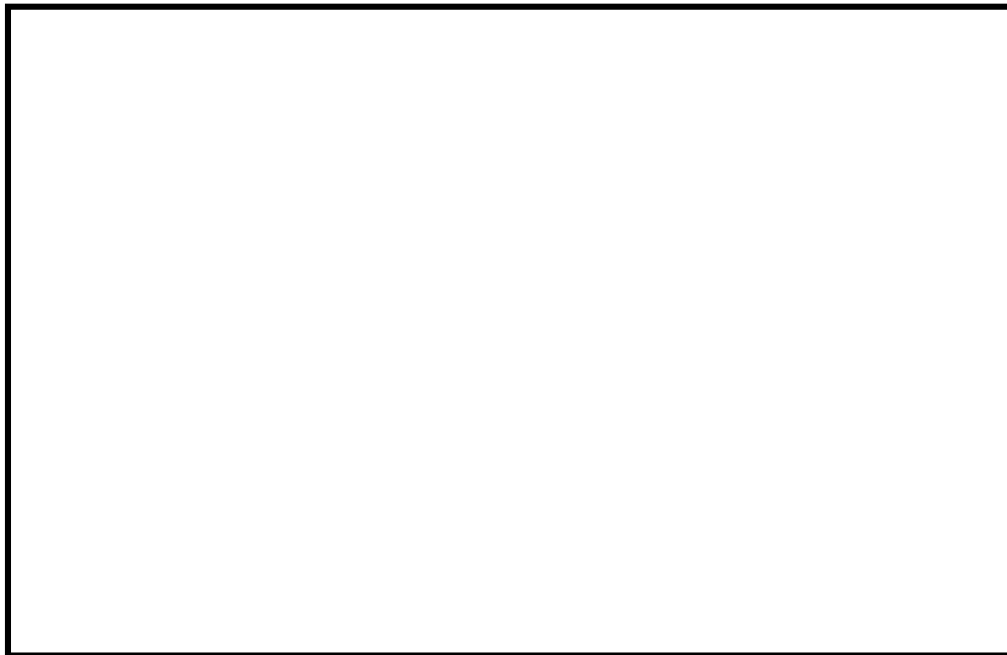


図3 機関の出力と流量の関係

本資料のうち、枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

雨天時における改良型フィルタのフィルタ清掃について

1 概要

ディーゼル発電機の改良型フィルタのフィルタは、降灰時に取替・清掃を行い繰り返し使用することとしているが、雨天時においてもフィルタに捕集された火山灰を適切に清掃することができるのか確認する必要があるため、試験を実施し、確認する。

2 試験内容

図1に示すとおり、試験装置では、火山灰と共に雨天を想定して水滴を噴霧させ、下流側へ供給する。更に下流側にはフィルタを設置し、吸気することで雨天時を模擬した火山灰を捕集する。測定する内容としては、フィルタ清掃前後でフィルタの圧力損失を測定し、比較することで十分な清掃ができていることを確認する。

試験条件を表1に示す。なお、試験条件は高浜3，4号機の条件にて行う。

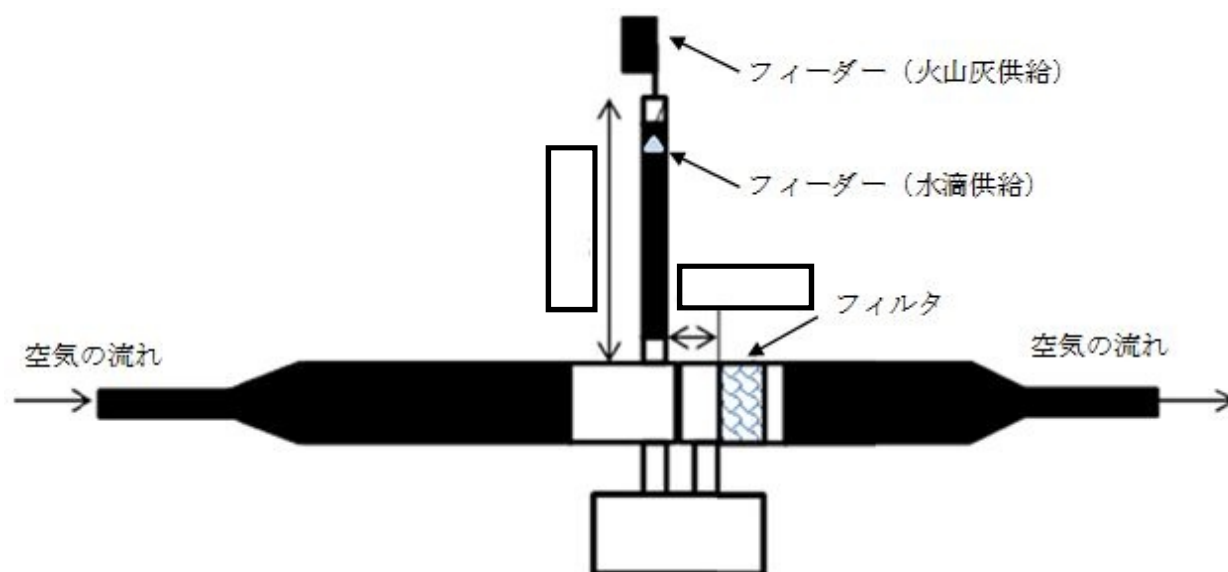


図1 試験装置 概略図

本資料のうち、枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

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	W180mm×H290mm
試験風速	3.3m/s
使用火山灰	Tephra2 シミュレーション結果をもとに 粒径調整
火山灰濃度	1.4g/m ³
許容差圧	
清掃方法	フィルタを手ではたき、灰を落とす。
捕集時間	6時間

3 試験結果

試験の結果、6時間火山灰を捕集したフィルタを清掃した結果、清掃後の圧損はほぼ初期圧損まで回復していることから、湿潤状態の火山灰であってもフィルタを手ではたき、灰を落とすことで十分な清掃効果は得られることが確認できた。

表1の条件で別紙1に示すフィルタ性能試験を乾燥状態の火山灰を用いて実施した結果、許容差圧到達時間は約210分であった。一方、本試験は6時間(360分)火山灰を捕集しているが、許容差圧には到達しなかったことから、雨天時には、火山灰が湿潤状態となりディーゼル発電機に取り込まれにくくなる。

表2 試験結果

初期圧損	試験中最大圧損	清掃後圧損
37.5mmAq	100.1mmAq	39.5mmAq

本資料のうち、枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

美浜発電所

降下火砕物に対して評価すべき施設の抽出

本資料のうち、枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

目 次

1. 設計基準対象施設のうち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
 - (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
 - (3) 気中降下火砕物濃度に対する評価対象施設の抽出
2. 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
3. 既許認可との整合性
4. まとめ

別紙 1 海水ポンプ及び海水ストレーナに対する気中降下火砕物濃度の影響について

別紙 2 消火水タンクの降下火砕物荷重の影響評価について

別紙 3 建物・構築物の降下火砕物荷重の影響評価について

別紙 4 火山影響等発生時に使用する改良型フィルタの扱いについて

別紙 5 電源車の燃料取扱建屋内における降下火砕物影響について

別表 美浜発電所 3 号炉 設置許可及び工事認可における記載の整理

降下火砕物に対して評価すべき施設の抽出

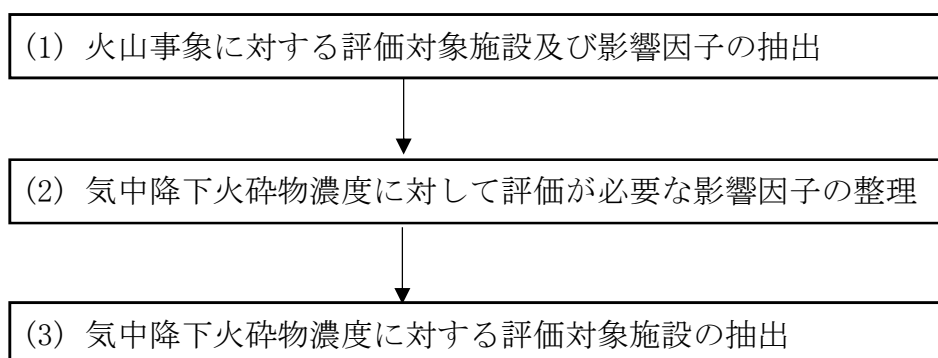
火山影響等発生時における発電用原子炉施設の保全のための活動を行うため、降下火砕物に対して評価すべき施設の抽出を行う。

抽出にあたっては、以下の観点から施設を抽出する。

- 1 設計基準対象施設のうち評価対象施設の抽出
- 2 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。

1. 設計基準対象施設のうち評価対象施設の抽出

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

評価対象施設は、屋内設備は当該設備を内包する建物・構築物により防護する設計とすることで、屋外設備、建物・構築物及び屋外との接続がある設備（屋外に開口している設備又は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設備）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、磨耗、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設備への影響因子の抽出結果

分類	評価対象施設	影響因子
屋外設備	・燃料取替用水タンク	荷重、腐食
	・復水タンク	荷重、腐食
	・海水ポンプ	荷重、腐食、 閉塞、磨耗
	・海水ストレーナ	腐食、閉塞
建物・構築物	<ul style="list-style-type: none"> ・外部しゃへい建屋 ・補助建屋 ・燃料取扱建屋 ・中間建屋 ・ディーゼル建屋 ・制御建屋 	荷重、腐食
屋外との 接続が ある設備	<ul style="list-style-type: none"> ・主蒸気逃がし弁（消音器） ・主蒸気安全弁（排気管） ・タービン動補助給水ポンプ （蒸気大気放出管） ・ディーゼル発電機 （機関、消音器） 	閉塞
	・換気空調設備 （給気系外気取入口）	閉塞、大気汚染
	<ul style="list-style-type: none"> ・格納容器排気筒 ・補助建屋排気筒 ・取水設備 	腐食、閉塞
	・計器用空気圧縮機	磨耗
	・安全保護系計装盤	絶縁低下


(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一2に示す。

表一2 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	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（吸気フィルタ）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
磨耗	降下火砕物は、砂より硬度が低くもろいことから、短期での磨耗への影響はない。	不要
大気汚染	中央制御室の換気空調系の閉回路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評価対象施設はディーゼル発電機（吸気フィルタ）である。

ディーゼル発電機（吸気フィルタ）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評価対象施設の抽出結果を表一3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(1/2)

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
燃料取替用水タンク	荷重、腐食	影響因子に閉塞がないため評価不要。
復水タンク	荷重、腐食	影響因子に閉塞がないため評価不要。
海水ポンプ	荷重、閉塞、腐食、磨耗	海塩粒子等の影響を考慮してモータ内部や固定子は全て耐食性に優れた複数層の塗料や絶縁材で保護されており、短時間であれば降下火砕物による影響を受けることはない。除塵フィルタを取り外して運転することにより、より高濃度の降下火砕物への対応が可能である。 (詳細は別紙1を参照)
海水ストレーナ	閉塞、腐食	想定する降下火砕物の粒径は小さいことから、ストレーナが閉塞することはない。また、下流設備であるディーゼル機関の冷却器、チラーユニット、一次系冷却水クーラにおいても閉塞することはない。 ⇒降下火砕物の粒径は変わらないことから影響なし。 (詳細は別紙1を参照)
原子炉建屋 補助建屋 燃料取扱建屋 中間建屋 ディーゼル建屋 制御建屋	荷重、腐食	影響因子に閉塞がないため評価不要。
主蒸気逃がし弁 (消音器) 主蒸気安全弁 (排気管)	閉塞	降下火砕物が侵入し難い構造である。降下火砕物が侵入したとしても、吹出力が降下火砕物の重量よりも大きいので機器の機能に影響を及ぼすことはない。 ⇒降下火砕物の侵入量は変わらないことから影響なし。
タービン動補助給水ポンプ (蒸気大気放出管)	閉塞	開口部は降下火砕物が侵入し難い構造である。 ⇒降下火砕物の侵入量は変わらないことから影響なし。

: 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(2/2)

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
ディーゼル発電機 (機関、消音器)	閉塞	降下火砕物濃度の増加に伴い、吸気フィルタの閉塞時間が短くなるため、ディーゼル発電機の健全性を維持するための手順を整備する。
換気空調設備 (給気系外気取入口)	閉塞、 大気汚染	中央制御室空調系については、外気取入ダンパを閉止し、閉回路循環運転することにより、中央制御室の居住性が維持される。また、その他の換気空調設備については、ダンパ閉止による対応が可能である。 ⇒閉回路循環運転及びダンパ閉止によりフィルタ閉塞の影響なし。
格納容器排気筒 補助建屋排気筒	閉塞、腐食	吹出し速度は、降下火砕物の沈降速度より大きいいため、降下火砕物が侵入することはない。 ⇒降下火砕物の粒径に変更はなく、沈降速度は変わらないことから影響なし。
取水設備	閉塞、腐食	想定する降下火砕物の粒径は小さいことから、取水設備が閉塞することはない。 ⇒降下火砕物の粒径は変わらないことから影響なし。
計器用空気圧縮機	磨耗	影響因子に閉塞がないため評価不要
安全保護系計装盤	絶縁低下	影響因子に閉塞がないため評価不要

■: 気中降下火砕物濃度に対する評価が必要な施設

2. 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、ディーゼル発電機の機能が喪失した場合は蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ(電動)又はタービン動補助給水ポンプを用いた蒸気発生器2次側による炉心冷却を行う。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抽出結果

必要な機能	評価対象施設	影響因子	評価結果
蒸気発生器 2次側による 炉心冷却	復水タンク	荷重、腐食	設計基準対象施設として評価を実施済。
	消火水タンク (構台)	荷重、腐食	想定される降下火砕物に対して十分な強度を有している。(詳細は別紙2を参照) タンク外面は耐環境性塗装されているため、耐腐食性は十分である。 消火水タンク上部に設置されている構台は、想定される降下火砕物に対して十分な強度を有している。(詳細は別紙3を参照)
	消火水ポンプ	荷重、閉塞、腐食、磨耗	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。
	蒸気発生器補給用仮設中圧ポンプ(電動)	閉塞	ポンプは全閉外扇形であり、外気を内部に取り込まない方式である。
	タービン動補助給水ポンプ	荷重、閉塞、腐食、磨耗	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。
	主蒸気逃がし弁 (消音器) 主蒸気安全弁 (排気管)	閉塞	設計基準対象施設として評価を実施済。
	燃料取扱建屋	荷重、腐食	設計基準対象施設として評価を実施済。
緊急時 対策所	緊急時対策所建屋	荷重、腐食	外部塗装が施されていることから、火山灰による化学的腐食により直ちに機能に影響を及ぼすことはない。 荷重に対する影響確認を別紙3にて行う。 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	—	建屋内に配置するための手順を整備する。
	燃料取扱建屋	荷重、腐食	設計基準対象施設として評価を実施済。

: 評価結果や手順を補足説明資料に記載

3. 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。

詳細を別紙4及び別表に示す。

4. 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。

○影響因子に荷重もしくは閉塞が含まれる施設については、影響評価を行い、降灰中に機能が維持されることを確認した。なお、海水ポンプモータについては、除塵フィルタを取り外すこととするが、短期間であれば降下火砕物による影響を受けないことを確認した。ディーゼル発電機（機関、消音器）については、吸気フィルタが閉塞するまでの時間が短くなることから、ディーゼル発電機吸気消音器に改良型フィルタを接続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として、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

海水ポンプ及び海水ストレーナに対する気中降下火砕物濃度の影響について

1. 概 要

海水ポンプ及び海水ストレーナに対する降下火砕物の影響として、新規制基準適合性審査時において荷重、閉塞、腐食、磨耗による影響評価を実施しているが、実用炉規則の改正を踏まえ気中降下火砕物濃度を考慮した影響評価を実施する。

2. 気中降下火砕物濃度に対して評価が必要な影響因子

海水ポンプ及び海水ストレーナに対する降下火砕物による影響因子（荷重、閉塞、腐食、磨耗）について、新規制基準適合性審査時の評価結果を踏まえ、気中降下火砕物濃度を考慮した評価を行う。

(1) 海水ポンプ（海水ポンプモータに関する評価は（2）に記載）

① 荷重

【新規制基準適合性審査時における評価】

設置許可において設定した層厚「10cm」に積雪及び風を考慮して荷重評価を行い、問題ないことを評価している。

【気中降下火砕物濃度を考慮した評価】

想定する降下火砕物の層厚「10cm」は変わらないことから、荷重に対する評価に影響はない。

② 閉塞

【新規制基準適合性審査時における評価】

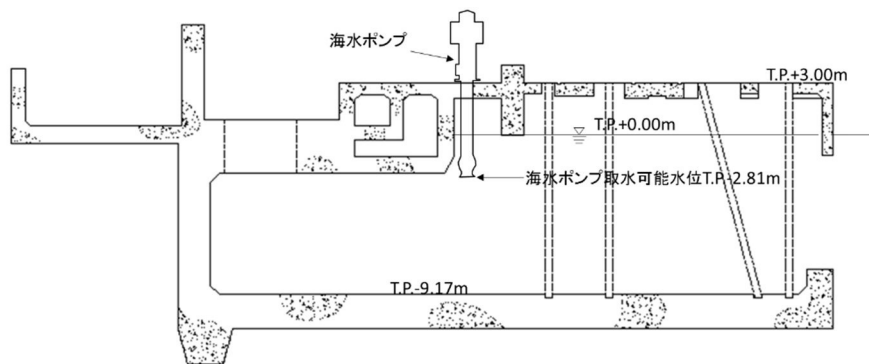
設置許可において設定した降下火砕物の粒径「1mm 以下」に対し、海水ポンプ軸受の間隙（異物逃がし溝）が降下火砕物の粒径より大きいことから閉塞するおそれはない。

【気中降下火砕物濃度を考慮した評価】

想定する降下火砕物の粒径「1mm 以下」は変わらないことから、閉塞に対する評価に影響はない。

なお、海水ポンプについては、気中降下火砕物濃度を考慮すると、短期間で降下火砕物が海面に降ることにより、海水中の降下火砕物濃度が上昇する可能性が懸念されるが、以下の理由により閉塞に対する評価に影響はない。

- ・ 降下火砕物は、粒径分布に関わらず、海水との密度差により海水面に浮くか又は短時間で海底に沈むため、海水中の降下火砕物濃度が極めて高くなることは考えにくい。
- ・ 海水中の降下火砕物の性質（沈むものの割合、沈降速度等）は粒径により変化するものと考えられるが、想定する層厚「10cm」に対して海水ポンプ室底面は十分な深さ（9.17m）があり、仮に降下火砕物が海水中に均一に分散したとしても、濃度は2wt%程度である。したがって、海水の粘性が著しく上昇し、海水ポンプの運転に影響を及ぼすことはない。
- ・ 海水ポンプ室へ入る降下火砕物は、取水口から海水取水トンネルを通過して海水ポンプ室へ流入するものが想定されるが、海水取水トンネルの形状により、海水ポンプ室外の海面へ降った降下火砕物が海水ポンプ室へ多量流入する可能性は低い。（海水ポンプ室及び海水取水トンネルの形状を図－1に示す。）
- ・ 海水ポンプ吸い込み口は海水ポンプ室底面より1m以上高いレベルにある。したがって、降下火砕物が海水ポンプ室底面に堆積しても海水ポンプの取水に影響を及ぼすことはない。



図－1 海水ポンプ室及び海水取水トンネルの形状

③ 腐食

【新規制基準適合性審査時における評価】

海水ポンプは防汚塗装を施しており、降下火砕物の付着による化学的影響（腐食）はない。

【気中降下火砕物濃度を考慮した評価】

気中降下火砕物濃度を考慮しても、腐食に対する評価に影響はない。

④ 磨耗

【新規制基準適合性審査時における評価】

設置許可において設定した降下火砕物の粒径「1mm 以下」に対し、海水ポンプ軸受には、異物逃がし溝を設けており、火山灰による軸固着等には至らない。

【気中降下火砕物濃度を考慮した評価】

降下火砕物は、砂より硬度が低くもろいことから、短期での磨耗への影響はない。

なお、海水ポンプについては、気中降下火砕物濃度を考慮すると、短期間で降下火砕物が海面に降ることにより、海水中の降下火砕物濃度が上昇する可能性が懸念されるが、以下の理由により磨耗に対する評価に影響はない。

- ・海水ポンプは通常運転時においても磨耗を引き起こす要因となりうる砂を含む海水を通水しながら運転しており、特に台風等の強風時は海底の砂を多量に含んだ海水を通水しているが、海水ポンプの磨耗によるトラブルは発生していない。
- ・降下火砕物は海水との密度差により海水面に浮くか又は短時間で海底に沈むため、海水中の降下火砕物濃度が極めて高くなることは考えにくい。したがって、短期（24 時間）でポンプの運転に支障をきたすような磨耗が発生することは考えにくい。

(2) 海水ポンプモータ

① 荷重

【新規制基準適合性審査時における評価】

設置許可において設定した層厚「10cm」に積雪及び風を考慮して荷重評価を行い、問題ないことを評価している。

【気中降下火砕物濃度を考慮した評価】

想定する降下火砕物の層厚「10cm」は変わらないことから、荷重に対する評価に影響はない。

② 閉塞

【新規制基準適合性審査時における評価】

設置許可において設定した降下火砕物の粒径「1mm 以下」に対し、電動機は外気を屋外カバー底面の吸気口より下から吸気するため火山灰が入りにくい構造であり、屋外カバー内部の通風路は粉塵、雨、雪等が内部に侵入しにくいように冷却風を曲折、急変させる内部構造としている。海水ポンプモータの構造を図-2に示す。火山灰の密度は比較的大きく、水分を含んだ火山灰はさらに密度が増すため、構造的にモータ内部まで侵入することは考えにくい。

また、海水ポンプモータ内部への異物の侵入を防止するため、屋外カバー内には除塵フィルタが設置されており、粒径が約 5 μ m より大きい粒子を捕集できる性能を有している。このため、ほとんどの火山灰については除塵フィルタにより侵入を阻止することが可能であり、除塵フィルタを通過した細かな粒径の火山灰が海水ポンプモータ内部へ侵入した場合でも、海水ポンプモータ内部の通風路(回定子コアと回転子コア間 1.6mm、コアダクト間 10mm)が閉塞することはない。海水ポンプモータの通風路を図-3に示す。

なお、海水ポンプモータ上下の軸貫通部についても、軸受油槽で密封されていることから軸貫通部からモータ内部に火山灰が侵入することはない。

【気中降下火砕物濃度を考慮した評価】

想定する降下火砕物の粒径「1mm 以下」は変わらないが、海水ポンプモータについては、除塵フィルタの目詰まりを考慮して除塵フィルタを取り外すこととする。除塵フィルタを取り外しても、短期間であれば降下火砕物による影響を受けることはない。詳細評価は表-1に記載する。

③ 腐食

【新規制基準適合性審査時における評価】

海水ポンプモータは防汚塗装を施しており、降下火砕物の付着による化学的影響(腐食)はない。

【気中降下火砕物濃度を考慮した評価】

気中降下火砕物濃度を考慮し、除塵フィルタを取り外しても、短期間であれば腐食に対する評価に影響はない。詳細評価は表-1に記載する。

④ 磨耗

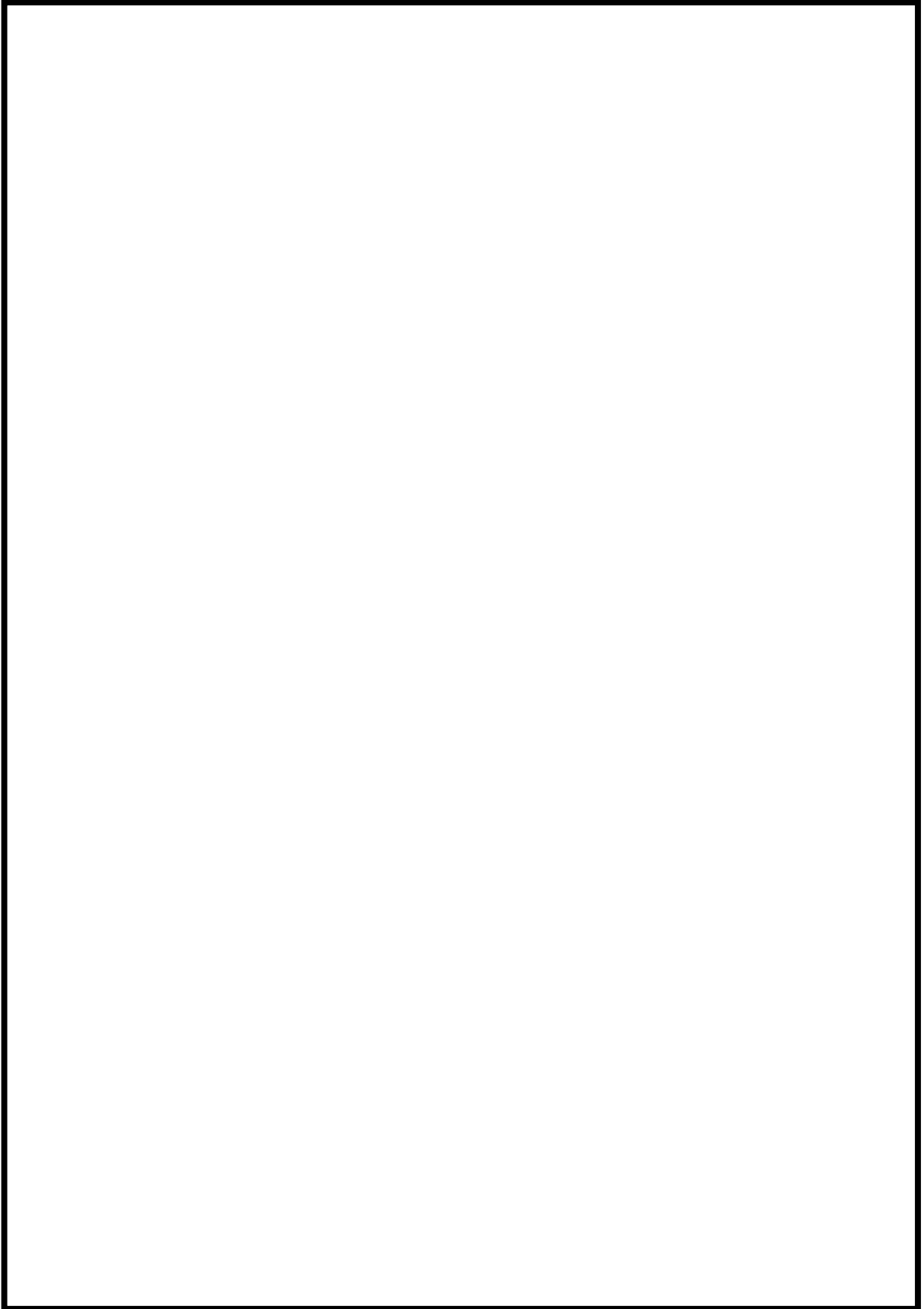
【新規制基準適合性審査時における評価】

設置許可において設定した降下火砕物の粒径「1mm 以下」に対し、海水ポンプモータは外気を屋外カバー底面の吸気口より下から吸気するため火山灰が入りにくい構造であり、屋外カバー内部の通風路は粉塵、雨、雪等が内部に侵入しにくいように冷却風を曲折、急変させる内部構造としている。海水ポンプモータの構造を図-2に示す。火山灰の密度は比較的大きく、水分を含んだ火山灰はさらに密度が増すため、構造的にモータ内部まで侵入することは考えにくい。

なお、海水ポンプモータ上下の軸貫通部についても、軸受油槽で密封されていることから軸貫通部からモータ内部に火山灰が侵入することはない。

【気中降下火砕物濃度を考慮した評価】

気中降下火砕物濃度を考慮し、除塵フィルタを取り外しても、降下火砕物は、砂より硬度が低くもろいことから、短期間であれば磨耗への影響はない。詳細評価は表-1に記載する。



図－２ 海水ポンプモータ構造図

本資料のうち、枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

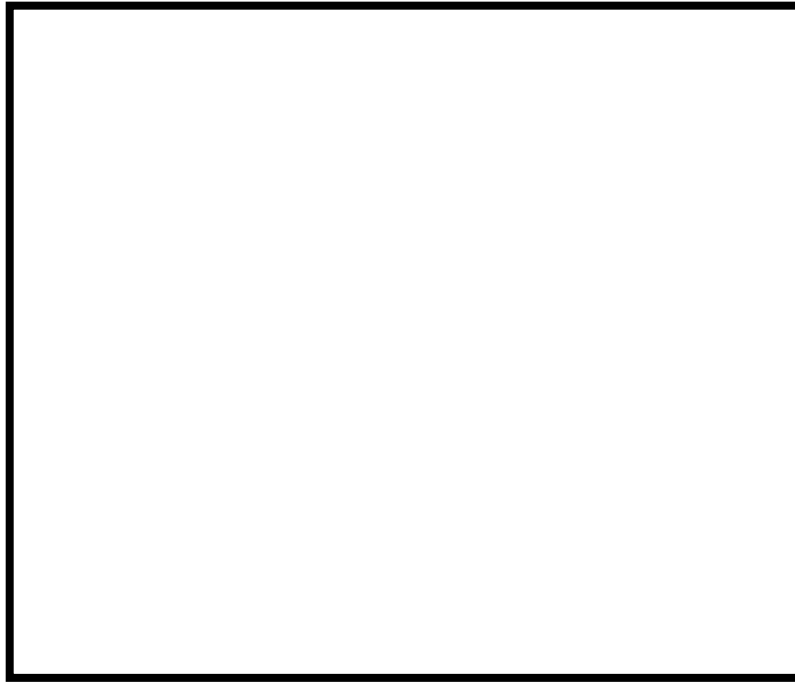


図-3 海水ポンプモータ通風路

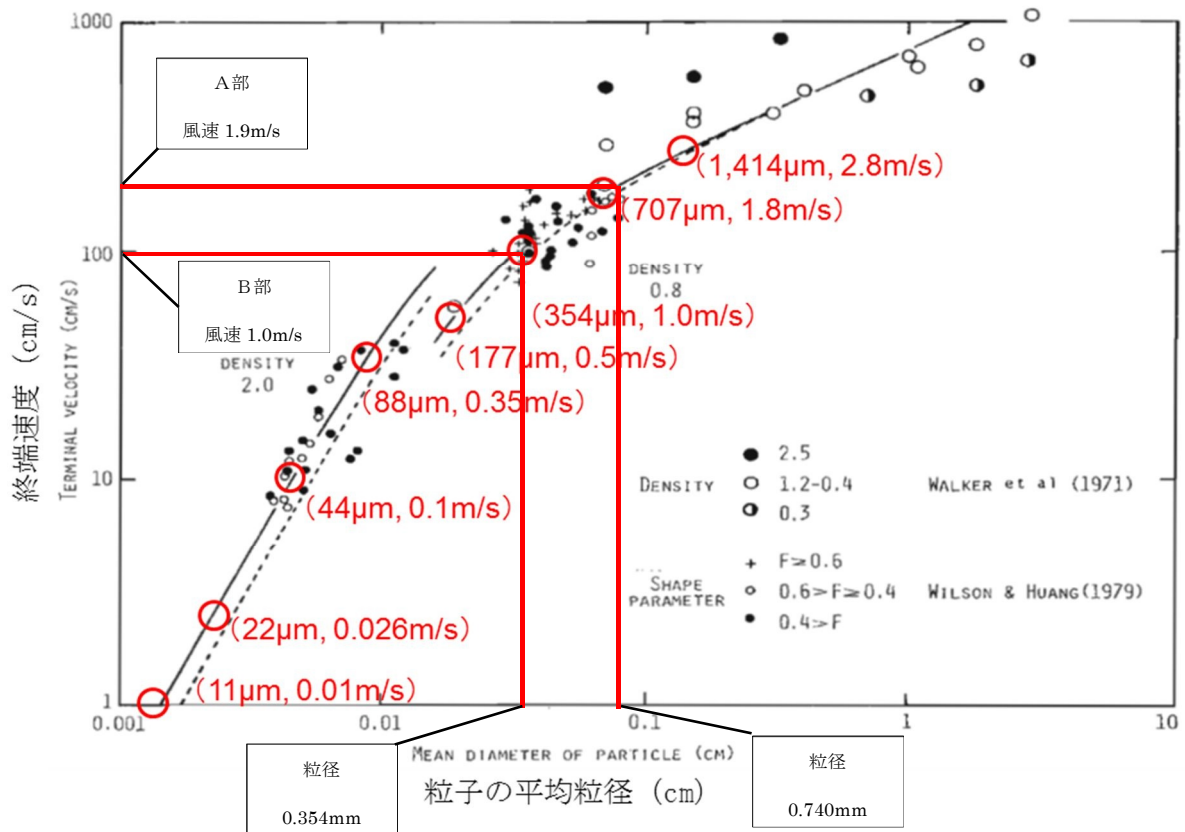


図-4 Suzuki (1983) ※における降下火砕物の粒径と終端速度との関係図
 ※Suzuki, T. (1983) A theoretical model for dispersion of tephra, Arc
 Volcanism : Physics and Tectonics : 95-116, Terra Scientific Publishing.

本資料のうち、枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

表－1 気中降下火砕物濃度を考慮した海水ポンプモータの詳細評価

影響因子	詳細評価
閉塞	<p>外気を取り入れる開放型の海水ポンプモータでは、吸気系の開口部から直接粉塵、雨、雪等がモータ内部まで侵入しないよう、規格に準拠した通風路の構造（冷却風を曲折、急変させる内部構造）となっている。海水ポンプモータの構造を図－2に示す。</p> <p>短期間であれば、気中降下火砕物濃度を考慮し、除塵フィルタを取り外した場合においても、回転子が回転していることに加え、固定子と回転子の隙間（1.6mm）及びコアダクト間（10mm）は降下火砕物の粒径（1mm以下）より大きいいため、通風路が閉塞することはない。また、通風路の構造（風が曲折、急変する構造）により、モータ内部まで侵入してくる火砕物は、降下火砕物の粒径1mm以下より、さらに小さいものとなると考えられる。海水ポンプモータの構造を図－2に、海水ポンプモータの通風路を図－3に示す。</p>
腐食	<p>海塩粒子等の影響を考慮して、モータの外表面と内部は全て耐食性に優れた複数層のエポキシ系及びウレタン系の塗料を塗布しており、降下火砕物が付着したとしても、直ちに腐食が進むことはない。また、モータの固定子巻線と固定子コアは耐薬品性に優れたダイアエポキシ絶縁（DF絶縁）で保護されており、モータや通風路（コアダクト）に降下火砕物が付着した場合を考慮しても、短期間であれば、モータが降下火砕物による化学的影響を受けることはない。</p>
磨耗	<p>降下火砕物の気中濃度の増加に伴い、除塵フィルタを取り外して運転することから、火山灰混合空気による磨耗の影響が考えられるが、降下火砕物は砂より硬度が低くもろいことから、短期間であれば、磨耗によるモータの機能への影響はない。</p>

なお、降下火砕物到達後24時間以降の海水ポンプの運転については、24時間経過以降に除塵フィルタを取り付けた後、屋外設備として状況確認及び除灰等を行うこととしている。

火山影響等発生時に除塵フィルタを取り外して運転したことによって、モータ内部に降下火砕物が付着していた場合においても、24時間経過以降に取り付けた除塵フィルタを通した清浄な冷却風によって、付着していた降下火砕物もモータ外部へ排出されていくため、運転継続は可能と考えている。

海水ポンプ運転中の健全性については、日常巡視点検にて外観点検、異音・異臭の有無及び現場温度計による排気温度、軸受温度の確認を行うことで、モータ内部の異常（閉塞、磨耗、腐食）を確認できる。

また、海水ポンプモータに異常が確認された場合には、待機中の海水ポンプに切替えることや海水ポンプモータを予備機と取り替えることができる。

以上のことから、24時間以降の海水ポンプの運転についても、問題ないことを確認した。

(3) 海水ストレーナ

① 閉塞

【新規制基準適合性審査時における評価】

設置許可において設定した降下火砕物の粒径「1mm 以下」に対し、海水ストレーナメッシュが大きいことから、閉塞するおそれはないと評価している。また、下流設備である非常用ディーゼル機関の冷却器、チラーユニット、一次系冷却水クーラにおいても閉塞することはないと評価している。

【気中降下火砕物濃度を考慮した評価】

想定する降下火砕物の粒径「1mm 以下」は変わらないことから、閉塞に対する評価に影響はない。

なお、気中降下火砕物濃度を考慮すると、短期間で降下火砕物が海面に降ることにより、海水中の降下火砕物濃度が上昇する可能性が懸念されるが、以下の理由により閉塞に対する評価に影響はない。

- ・降下火砕物は、粒径分布に関わらず、海水との密度差により海水面に浮くか又は短時間で海底に沈むため、海水中の降下火砕物濃度が極めて高くなることは考えにくい。
- ・海水中の降下火砕物の性質（沈むものの割合、沈降速度等）は粒径により変化するものと考えられるが、想定する層厚「10cm」に対して海水ポンプ室底面は十分な深さ（9.17m）があり、仮に降下火砕物が海水中に均一に分散したとしても、濃度は2wt%程度である。したがって、海水の粘性が著しく上昇し、海水ポンプの運転に影響を及ぼすことはない。
- ・海水ポンプ室へ入る降下火砕物は、取水口から海水取水トンネルを通過して海水ポンプ室へ流入するものが想定されるが、海水取水トンネルの形状により、海水ポンプ室外の海面へ降った降下火砕物が海水ポンプ室へ多量流入する可能性は低い。（海水ポンプ室及び海水取水トンネルの形状を図—1に示す。）

② 腐食

【新規制基準適合性審査時における評価】

海水ストレーナは外装塗装が施されていることから、直ちに腐食により機能を喪失することはない。

【気中降下火砕物濃度を考慮した評価】

気中降下火砕物濃度を考慮しても、腐食に対する評価に影響はない。

3. まとめ

海水ポンプ及び海水ストレーナに対する降下火砕物の影響は、荷重、閉塞、腐食、磨耗が想定されるが、各影響因子に対して気中降下火砕物濃度を考慮した影響評価を実施した結果、健全性に問題がないことを確認した。

以 上

消火水タンクの降下火砕物荷重の影響評価について

1. 概要

本資料は、消火水タンクが降下火砕物等堆積時においても、主要な構造部材が構造健全性を有することを確認する。

2. 構造概要

美浜 3 号機の消火水タンクはたて置円筒形タンクであり、上面が曲面となっていることから、タンク上面に降下火砕物が堆積しにくい構造であるため、影響は軽微と考えられる。

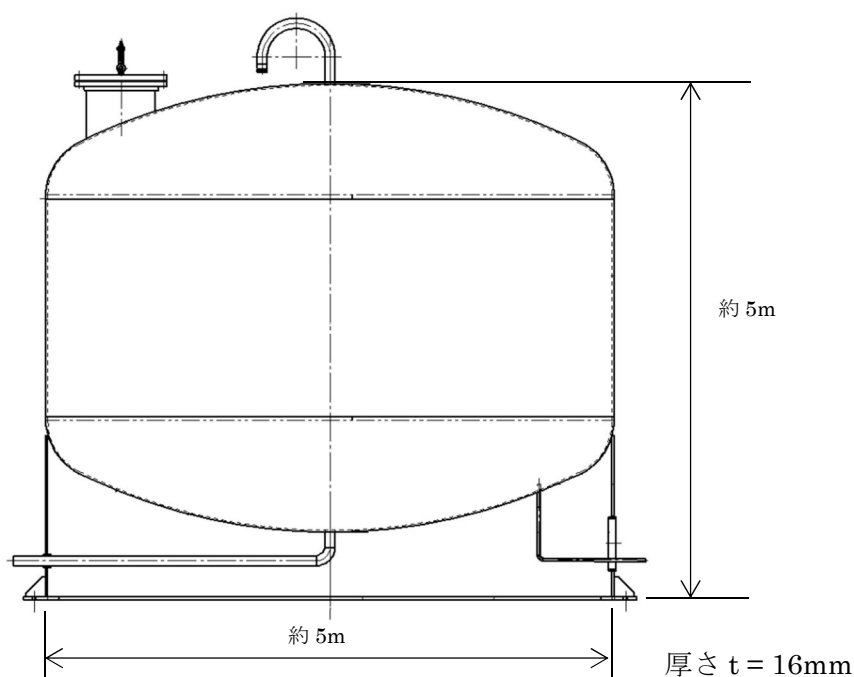


図 1 消火水タンクの構造

3. 強度評価

本資料では、保守的な想定としてタンク上面に、積雪 100cm、火山灰 10cm を堆積させた条件で、消火水タンクの胴板ならびに支持脚の評価を行う。

消火水タンクは、「工事計画認可申請書 資料 13 別添 1 火災防護設備の耐震性に関する説明書」にて耐震評価を実施している。具体的には、基準地震動 S_s 設計用加速度（水平 12.59m/s^2 (=約 1.29G)、鉛直 6.71m/s^2 (=約 0.69G)）に対して、胴板の裕度は 14.1 以上、支持脚の裕度は 12.5 以上であることを確認している。

タンク上面への堆積を想定した火山灰及び積雪の質量は 9,130kg であり、消火水タンクの質量 79,200kg の約 12%に相当する。

つまり、タンク上面に積雪および火山灰を堆積させた状態は、胴板および支持脚に対して、タンク単体の自重による荷重に鉛直加速度 0.12G を加えた状態と等価で

ある。

一方で、耐震評価では、タンク単体の自重に鉛直加速度 0.69G を加えた状態で応力評価を行っており、その結果、十分な裕度を有していることを確認している。

以上のことから、耐震評価は、火山灰及び積雪を堆積させた強度評価を包含しているものと考えられる。

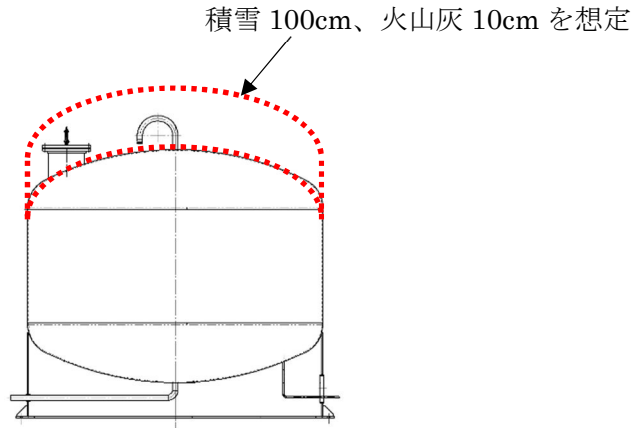


図2 強度評価における積雪・火山灰の想定

表1 消火水タンクの耐震評価結果

評価部位	材料	応力	基準地震動 S_g による応力		裕度
			評価応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	
胴板	SM400B	一次一般膜 (周方向)	11	240	21.81
		一次一般膜 (軸方向)	8	240	30.00
		組合せ一次	17	240	14.11
		座屈	0.03	1	33.33
支持脚	SM400B	組合せ	20	279	13.95
		座屈	0.08	1	12.50

建物・構築物の降下火砕物荷重の影響評価について

1. 概 要

本資料は、建物・構築物が降下火砕物等堆積時において、内包する設備に降下火砕物を堆積させない機能維持するために、主要な構造部材が構造健全性を有することを説明するものである。

2. 構造概要

緊急時対策所建屋は、1 層の主要床面を有する鉄筋コンクリート造壁式構造物であり、主として長期荷重を支持する目的から、鉄筋コンクリート造の柱を配置したラーメン架構としている。

構台は、最上層に主要な床面を有する 2 層の鉄骨造構造物である。

各建屋の設置位置、概略平図及び概略断面図を図-1～図-5 に示す。



図-1 各建屋の設置位置

本資料のうち、枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

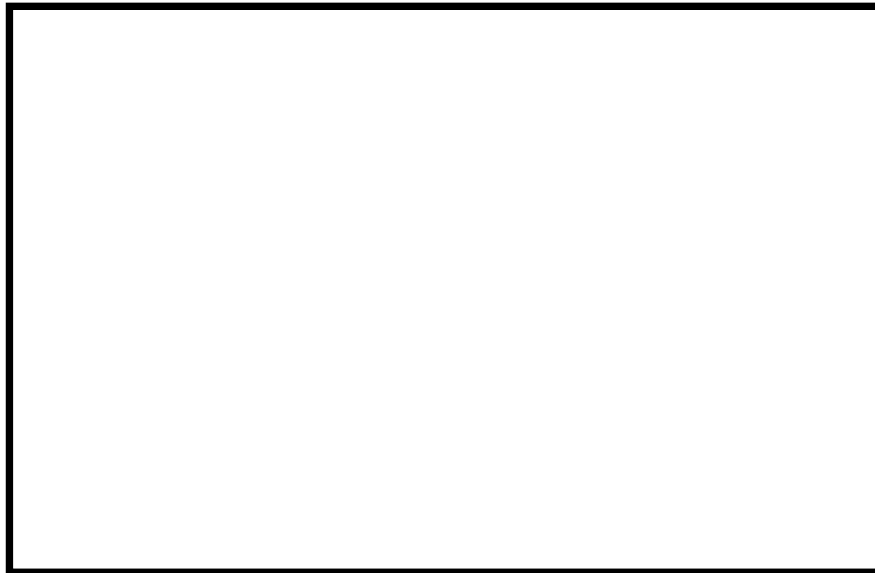


図-2 緊急時対策所建屋の概略平面図



(a) A-A 断面図



(b) B-B 断面図

図-3 緊急時対策所建屋の概略断面図

本資料のうち、枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

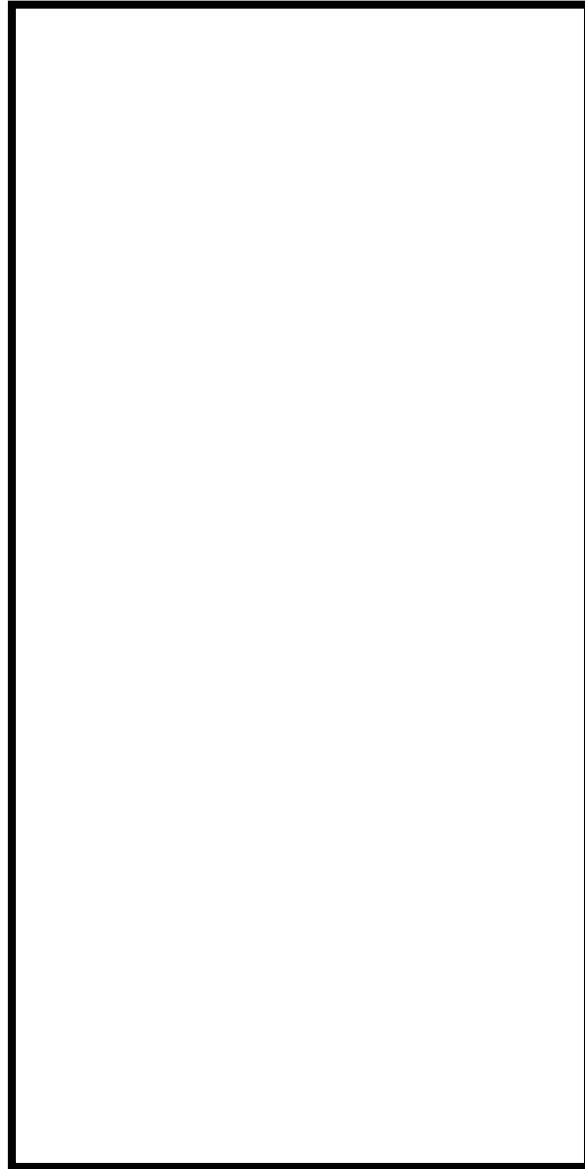


図-4 構台の概略平面図

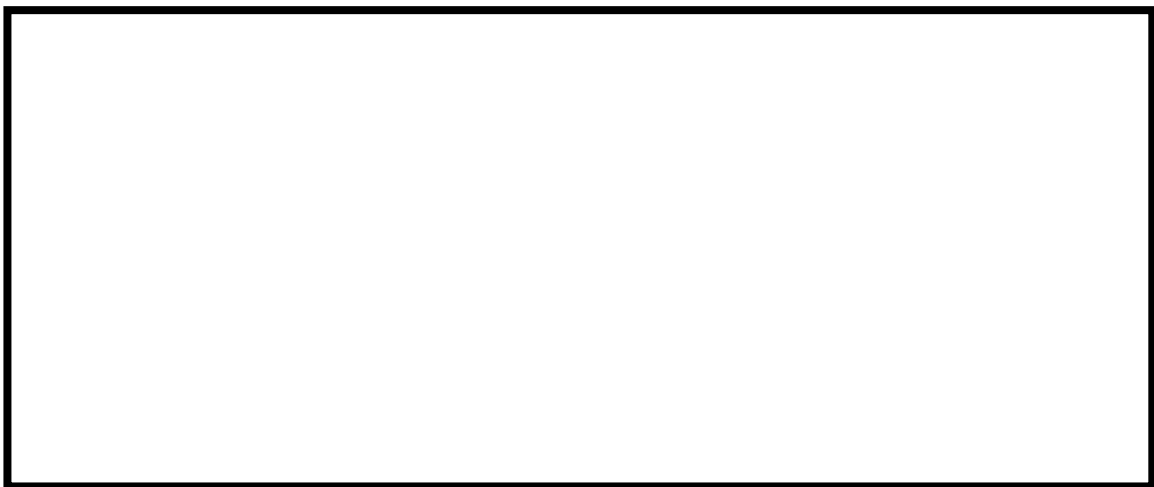


図-5 構台の概略断面図

本資料のうち、枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

3. 評価方針

建物・構築物に対する降下火砕物の影響評価においては、鉛直方向に作用する降下火砕物等の荷重及び水平方向に作用する風荷重に対して、質点系解析モデルにより、鉄筋コンクリート造の緊急時対策所建屋についてはせん断ひずみの算定を行い、鉄骨造の構台については層間変形角の算定を行い、それぞれ許容限界を超えないことを確認する。

また、鉛直方向に作用する降下火砕物等の荷重により発生する応力は、曲げモーメントが支配的となり、その曲げモーメントは主に鉄筋及び鉄骨で負担するため、緊急時対策所建屋の屋根と構台の床面について自重と積雪を考慮した常時作用する荷重 P_A に対する、常時作用する荷重及び降下火砕物堆積による鉛直荷重の和 P_B の比 P_C が許容限界を超えないことを確認する。

ここで、単位面積あたりの降下火砕物堆積による鉛直荷重は層厚 10cm の降下火砕物を考慮した $1,500\text{N/m}^2$ とし、表-1 に鉛直荷重の入力条件を示す。風荷重は、美浜発電所で設定されている基準風速 32m/s に基づき算定する。

鉄筋コンクリート造建屋のせん断ひずみの許容限界については、JEAG4601-1987に基づき算定した耐震壁のせん断応力度-せん断ひずみ関係のトリリニア型スケルトンカーブにおける第一折点のひずみとする。鉄骨造構台の層間変形角の許容限界については、建築基準法施行令第82条の2に基づき $1/200$ とする。 P_C の許容限界については、鋼材（鉄筋及び鉄骨）の長期応力度に対する短期応力度の比 1.5 とする。

表-1 鉛直荷重の入力条件

対象建屋名	常時作用する荷重 P_A (N/m^2)	常時作用する荷重及び降下火砕物堆積による鉛直荷重の和 P_B (N/m^2)
緊急時対策所建屋	28,130	29,630
構台	133,000	134,500

4. 評価結果

緊急時対策所建屋及び構台に対する降下火砕物の影響評価結果を表-2～表-4に示す。表-2～表-4より発生するせん断ひずみ、層間変形角及び P_C が許容限界を超えないことを確認した。

表-2 緊急時対策所建屋の評価結果（水平方向）

方位	せん断ひずみ (最大値)	許容限界	判定
NS	0.000671	0.176	可
EW	0.000206	0.176	可

表-3 構台の評価結果（水平方向）

方位	層間変形角 (最大値)	許容限界	判定
NS	1/15,500	1/200	可
EW	1/15,800	1/200	可

表-4 緊急時対策所建屋及び構台の評価結果（鉛直方向）

対象建屋	P_C (= P_B/P_A)	許容限界	判定
緊急時対策所建屋	1.06	1.5	可
構台	1.02	1.5	可

以 上

火山影響等発生時に使用する改良型フィルタの扱いについて

(1) 改良型フィルタの概要（配備目的及び運用方法）

従来からディーゼル発電機にはフィルタを配備しているが、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改良型フィルタを取り付け、ディーゼル発電機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、設置許可本文に、設計基準対象施設については「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」と、重大事故等対処設備については「屋外の重大事故等対処設備は、重大事故等時における屋外の環境条件を考慮した設計とする。」と記載しており、火山影響等発生時においてディーゼル発電機に改良型フィルタの取り付けは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改良型フィルタを取り付けることは、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) 工事計画との関連

設備の改造、修理等を行う場合の工事計画の手続き（認可又は届出）要否は、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の別表第一に規定されるものに該当するかで判断を行う。

ここで、別表第一の規定のうち各施設の「基本設計方針」を変更する場合は工事計画認可を要する。基本設計方針において、降下火砕物による影響因子である荷重、閉塞、摩耗、腐食、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、基本設計方針に、設計基準対象施設については「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」と、重大事故等対処施設については環境条件において「降下火砕物による荷重により機能を損なわないように、降下火砕物を除去する」と記載しており、火山影響等発生時においてディーゼル発電機に一時的に改良型フィルタを取り付けることは現行記載の範囲内である。

よって、各施設の基本設計方針の変更はないことから基本設計方針に係る工事計画の手続きは必要としない。

次に、火山影響等発生時において改良型フィルタを取り替える手順において、ディーゼル発電機に一時的にフィルタを配備する場合について整理すると、非常用電源設備の「吸気フィルタ」は実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の別表第二の記載すべき事項には該当せず、また主要寸法の変更も必要ないことから別表第一に規定される「8 その他発電用原子炉の附属施設 (1) 非常用電源設備」の中欄及び下欄に規定される工事に該当しないため工事計画の手続きは不要と整理できる。

以上より、火山影響等発生時において改良型フィルタを資機材として取り付ける手順は、工事計画の手続きを必要とするものではない。

(4) 改良型フィルタ配備に伴う周辺機器への影響

改良型フィルタについては、通常時からディーゼル発電機の吸気消音器近傍に配備することとしている。

通常時から改良型フィルタをディーゼル発電機の吸気消音器近傍に配備することについて、社内規定文書に基づき、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。ディーゼル発電機の改良型フィルタ配備に伴う周辺機器への影響の確認結果を表1に示す。

表1 ディーゼル発電機の改良型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、オーニング、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。	固縛しており、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。	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。	近傍に消火器等はない。
⑥ 火災発生源になる資機材（油脂・木材・ボンベ・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。	材料は金属であり、可燃物はない。
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。	資機材の飛来時の運動エネルギーを算出し、設計飛来物の運動エネルギーを超えないことから飛散防止対策が不要であることを確認している。
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。

(5) まとめ

火山影響等発生時において一時的に改良型フィルタを資機材として配備する手順は、現行の設置許可及び工事計画に記載している内容のままで運用可能である。

以上

電源車の燃料取扱建屋内における降下火砕物影響について

1. 概要

火山影響等発生時において、電源車については、降下火砕物の影響を避けるため、降灰が開始する前に燃料取扱建屋内に移動し、燃料取扱建屋内で使用する。

そこで、電源車を燃料取扱建屋内で使用する際の降下火砕物の影響について説明する。

2. 電源車の燃料取扱建屋内における降下火砕物影響

(1) 電源車の排気

a. 排気ガスの排出運用

電源車を燃料取扱建屋内で使用する際には、発電機からの排気ガスが建屋内に充満することを防止するため、可搬式排気ファンにて屋外に排出する。

排気ガスを屋外に排出する際には、美浜発電所 原子炉施設保安規定第 102 条「放射性気体廃棄物の管理」の第 4 項に基づき、必要な放射線管理を実施する。

具体的には、放射線管理課長は、美浜発電所 原子炉施設保安規定の表 102-3 に定める項目について、同表に定める頻度で測定し、法令に定める管理区域に係る値を超えていないことを確認する。

表 102-3

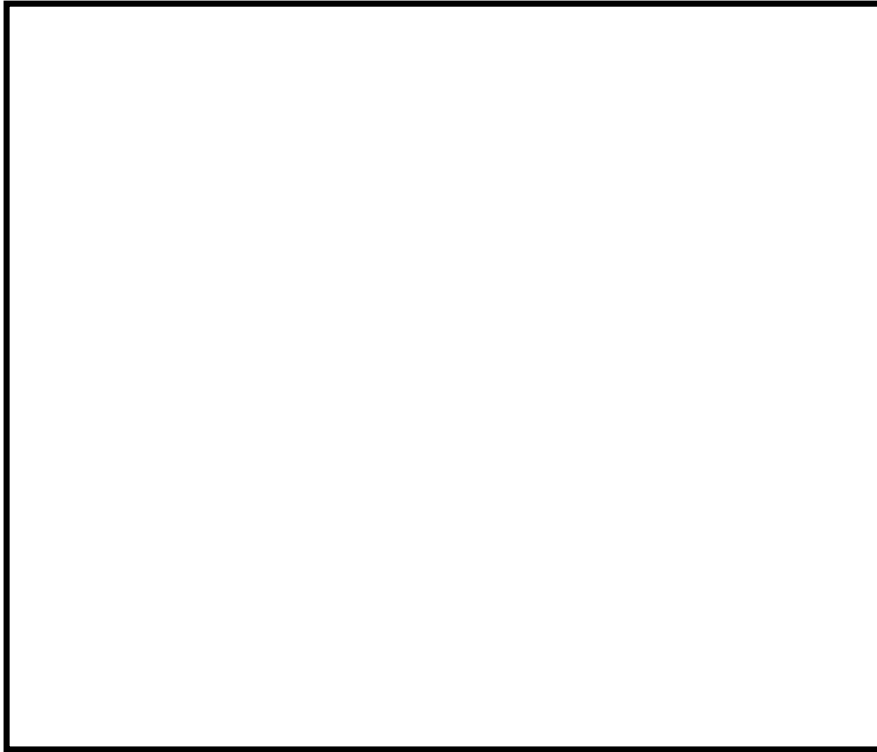
分類	測定項目	計測器種類	測定頻度	放出操作担当課(室)長
その他作業等に 伴う換気	粒子状物質濃度 (主要ガンマ線放 出核種)	試料放射能測 定装置	作業の都度 ^{※1}	作業の所管課 (室)長

※1：作業が1週間を超える場合は1週間に1回測定する。

b. 排気ガスの排出ライン

電源車の排気ガスは、燃料取扱建屋の機器搬出入用シャッター（美浜3号炉）から屋外に排出できるように仮設ダクトを設置する。

燃料取扱建屋から電源車の排気ガスを排出する概略図を第1図に示す。



電源車（美浜3号炉）

第1図 燃料取扱建屋から電源車の排気ガスを排出する概略図

本資料のうち、枠囲みの内容は、商業機密あるいは防護上の観点から公開できません。

c. 排出ラインにおける降下火砕物の影響

燃料取扱建屋で使用する電源車の排気ガスは、機器搬出入用シャッター（美浜3号炉）から仮設ダクトで排出することになっている。

仮設ダクトの設置による開口部については、降下火砕物の侵入を防止することを目的としたシート養生を実施することから、降下火砕物の影響はないものと考えられる。

(2) 電源車の吸気

a. 電源車を使用する際の吸気量

電源車及び可搬式排気ファンによる吸気量を第1表に示す。

ここで、電源車による吸気については、エンジンを通して排気ガスとなり、電源車の排気口に設置した仮設ダクトから周辺空気とともに可搬式排気ファンに吸気され屋外に排出されること、また、電源車による吸気量より可搬式排気ファンによる吸気量の方が多いため、電源車を使用する際の吸気量としては、可搬式排気ファンによる吸気量7,800m³/hを考慮する。

第1表 燃料取扱建屋内の電源車及び可搬式排気ファンの吸気量

名称	個数	吸気量
電源車	2台	6,336 m ³ /h
可搬式排気ファン	2台	7,800 m ³ /h

b. 吸気ラインにおける降下火砕物の影響

電源車を使用する際の吸気量としては、可搬式排気ファンによる吸気量7,800m³/hとなるが、表2に示す燃料取扱建屋の空間体積を考慮すると、十分な吸気量がある。

第2表 燃料取扱建屋の空間体積

建屋名	空間体積 ^{※2}
美浜3号炉 燃料取扱建屋	約12,000m ³

※2：空間体積については、建屋図面から算出した体積に対して、保守的に設備率を20%としている。

燃料取扱建屋に移動する電源車については、全交流動力電源喪失後に使用するため、建屋内に外気を取り入れる換気空調設備が停止しており、電源車の排気ガ

スを排出する可搬式排気ファンの吸気量 7,800m³/h に対して、燃料取扱建屋の空間体積が十分あることから、建屋内への降下火砕物の影響はないものと考えられる。

3. まとめ

電源車を燃料取扱建屋内で使用する際の降下火砕物の影響については、電源車の吸気量を十分確保できる燃料取扱建屋の空間体積があり、電源車の排気ガス排出ラインの開口部をシート養生することから、問題ないと考えられる。

以 上

美浜3号機 設置許可及び工事計画認可における記載の整理

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付資料八	備考
<p>b. 火山</p> <p>防護対象施設は、発電所の運用期間中において安 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、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。 重大事故等対処設備は、「5.1.5 環境条件等」 を考慮した設計とする。 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運用とする。</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 を受けた最大層厚 10cm、粒径 1mm 以下、密度 0.7g/cm³ (乾燥状態)～1.5g/cm³ (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 (イ) 構造物への荷重</p>	<p>(a-2) 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設定した最大層厚 10cm、粒径 1mm 以 下、密度 0.7g/cm³ (乾燥状態)～1.5g/cm³ (湿 潤状態)の降下火砕物に対し、その直接的影響で ある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、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、②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、水循環系の内部における磨耗及 び③換気系、電気系及び計装制御系に対する機 械的影響(磨耗)に対して磨耗しにくい設計とす ること、構造物の化学的影響(腐食)、水循環系 の化学的影響(腐食)及び④換気系、電気系及び 計装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、発 電所周辺の大気汚染に対して中央制御室の換気 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、絶縁低下に対 して空気を取り込む機構を有する計装盤の設置 場所の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に より、安全機能を損なうことのない設計とする。</p>	<p>1.8 火山防護に関する基本方針</p> <p>1.8.1 設計方針</p> <p>1.8.1.1 概要</p> <p>安全施設は、火山事象に対して、原子炉施設の 安全性を確保するために必要な機能(以下「安全 機能」という。)を損なうことのない設計とする。 このため、「添付書類六 7.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 降下火砕物による直接的影響及び間接的影響に ついて評価を行うとともに、降下火砕物により安 全施設が安全機能を損なうことのない設計とす る。</p> <p>1.8.1.2 火山事象に対する設計の基本方針</p> <p>将来の活動可能性が否定できない火山につい て、運用期間中の噴火規模を考慮し、発電所の安 全機能に影響を及ぼし得る火山事象を抽出した 結果、「添付書類六 7.火山」に示すとおり該当す る火山事象は降下火砕物のみであり、防護すべき 設計対象施設が降下火砕物により安全機能を損 なうことのない設計とする。以下に、火山事象に 対する防護設計の基本方針を示す。</p> <p>(1) 降下火砕物による直接的な影響(荷重、閉塞、 磨耗、腐食等)に対して、安全機能を損なうこと</p>	<p>① 設計条件に降下火砕物濃度はないため、変更 不要</p> <p>② デイジ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わらないため、変更不 要</p> <p>③ デイジーゼル発電機機関が磨耗しにくい設計 は変わらないため、変更不要</p> <p>④ デイジ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ため、変更不要</p>

美浜3号機 設置許可及び工事計画認可における記載の整理

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付資料八	備考
<p>防護対象施設及び防護対象施設に影響を及ぼす可能性のあるクラス3（発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類）に属する施設（以下「クラス3に属する施設」という。）のうち、屋外に設置している施設、並びに防護対象施設を内包し降下火砕物からその施設を防護する建屋で、降下火砕物が堆積しやすい屋根構造を有する施設については、降下火砕物を除去することにより、短期的な荷重に対して安全機能を損なうおそれがないよう許容荷重が降下火砕物、風（台風）及び積雪による組合せを考慮した荷重に対して安全裕度を有する設計とする。</p> <p>なお、①荷重により構造健全性を失わないよう、降灰時には当該施設に堆積する降下火砕物を除去することを保安規定に定める。</p> <p>屋内の重大事故等対処設備については、環境条件を考慮して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>屋外の重大事故等対処設備については、環境条件を考慮して降下火砕物による荷重により機能を損なわれないように、降下火砕物を除去することにより、重大事故等対処設備の重大事故等に対処するた</p>	<p>また、降下火砕物の間接的影響である7日間の外部電源喪失、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源の供給が継続でき、安全機能を損なうことのない設計とする。</p>	<p>のない設計とする。</p> <p>(2) ⑤発電所内の構築物、系統及び機器における降下火砕物の除去等の対応が可能な設計とする。</p> <p>(3) ⑥降下火砕物による発電所外での間接的な影響（7日間の外部電源の喪失、交通の途絶によるアクセス制限事象）を考慮し、ディーゼル発電機の燃料油の貯蔵設備等により、原子炉及び使用済燃料ピットの安全性を損なうことのない設計とする。</p> <p>1.8.1.3 設計条件の設定</p> <p>1.8.1.3.1 設計条件に用いる降下火砕物の設定</p> <p>(1) 降下火砕物の層厚、密度及び粒径の設定</p> <p>地質調査結果に文献調査結果も参考にして、美浜発電所の敷地において考慮する火山事象としては、「添付書類六 7.火山」に示すとおり、最大層厚 10cm、粒径 1mm 以下、密度 0.7g/cm³（乾燥状態）～1.5g/cm³（湿潤状態）の降下火砕物を設計条件として設定する。</p> <p>(2) 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⁽¹⁰⁾。た</p>	<p>⑤ 今回申請により運用内容は変わらないうたい変更不要</p> <p>⑥ 今回申請により運用内容は変わらないうたい変更不要</p> <p>① 今回申請により運用内容は変わらないうたい変更不要</p>

美浜3号機 設置許可及び工事計画認可における記載の整理

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付資料八	備考
<p>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、②必要な機能が損なわれるおそれがないよう、降灰時には屋外の重大事故等対処設備に堆積する降下火砕物を除去することを保安規定に定める。</p> <p>(ロ) 閉塞</p> <p>i. 水循環系の閉塞</p> <p>防護対象施設及び防護対象施設に影響を及ぼす可能性のあるクラス3に属する施設のうち、屋外に開口しており降下火砕物を含む海水の流路となる施設について、降下火砕物の粒径より大きな流水部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>なお、③降下火砕物により水循環系が閉塞しないよう、降灰時には点検を行い、状況に応じてストレーナを洗浄することを保安規定に定める。</p> <p>ii. 換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的影響 (閉塞)</p> <p>防護対象施設、防護対象施設に影響を及ぼす可能性のあるクラス3に属する施設及びその他の施設のうち、屋外に開口しており降下火砕物を含む空気の流路となる換気空調系(外気取入口)については、</p>	<p>設置許可本文</p>	<p>だし、砂よりもろく硬度は低い⁽¹⁰⁾。</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⁽¹⁰⁾。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⁽¹²⁾。</p> <p>c. 水に濡れると導電性を生じる⁽¹⁰⁾。</p> <p>d. 湿った降下火砕物は乾燥すると固結する⁽¹⁰⁾。</p> <p>e. 降下火砕物粒子の融点は、一般的な砂に比べ約1,000℃と低い⁽¹⁰⁾。</p> <p>1.8.1.4 降下火砕物の影響を設計に考慮すべき施設</p> <p>降下火砕物の影響から防護する施設は、原子炉施設の安全性を確保するため、「発電用軽水型原子炉施設の安全機能の重要度分類に関する審査指針」で規定されているクラス1、クラス2及びクラス3に該当する構造物、系統及び機器とする。</p> <p>さらに、当該施設が降下火砕物の影響により安全機能を損なうことのないよう、降下火砕物の影響から防護する施設(以下「防護対象施設」という。)として、各施設の構造や設置状況等を考慮して設計対象施設を以下のとおり抽出する。</p> <p>(1) クラス1及びクラス2に属する施設を内包</p>	<p>② 今回申請により運用内容は変わらないため変更不要</p> <p>③ 今回申請により運用内容は変わらないため変更不要</p>

美浜3号機 設置許可及び工事計画認可における記載の整理

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付資料A	備考
<p>① 開口部を下向き構造とすること、又は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構造とし、降下火砕物により閉塞しない設計とする。</p> <p>換気空調系以外の降下火砕物を含む空気の流路となる施設についても、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、②降下火砕物により閉塞しないよう、降灰時には点検を行い、状況に応じて換気空調系のフィルタの清掃や取替えの実施について保安規定に定める。</p> <p>(ハ) 磨耗</p> <p>i. 水循環系、換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的影響（磨耗）</p> <p>防護対象施設及び防護対象施設に影響を及ぼす可能性のあるクラス3に属する施設のうち、屋外に開口しており降下火砕物を含む海水の流路となる施設、並びに屋外に開口又は屋内の空気を機器内に取り込む機構を有し、かつ摺動部を有する換気系、電気系及び計装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、③降下火砕物が侵入しにくい構造とすること又は磨耗しにくい材料を使用することにより、磨耗しにくい設</p>		<p>設置許可添付資料A</p> <p>し、降下火砕物による影響から防護する建屋</p> <p>(2) クラス1及びクラス2に属する施設のうち、屋外に設置されている施設</p> <p>(3) クラス1及びクラス2に属する施設のうち、屋内にあっても屋外に開口し降下火砕物を含む海水及び空気の流路となる施設</p> <p>(4) クラス1及びクラス2に属する施設のうち、屋内の空気を機器内に取り込む機構を有しそれにより降下火砕物の影響を受ける可能性がある施設</p> <p>(5) クラス3に属する施設及びその他の施設のうち、屋外に開口し降下火砕物を含む海水及び空気の流路となつて、クラス1及びクラス2に属する施設の機能に影響を及ぼす可能性がある施設</p> <p>なお、その他のクラス3に属する施設については、降下火砕物による影響を受ける場合を考慮して、代替設備により必要な機能を確保すること、又は安全上支障が生じない期間に除灰あるいは修復等の対応が可能とすることにより、安全機能を損なうことのない設計とする。</p> <p>上記により抽出した設計対象施設を第 1.8.1 表に示す。</p>	<p>① デイ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わらないため、変更不要</p> <p>② 今回申請により運用内容は変わらないため変更不要</p> <p>③ 今回申請により磨耗しにくい設計は変わらないため変更不要</p>

美浜3号機 設置許可及び工事計画認可における記載の整理

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付資料八	備考
<p>計とする。</p> <p>なお、④磨耗が進まないよう、降灰時には水循環系、換気空調系のフィルタの点検を行ない、状況に応じて清掃、取替え、並びに閉回路循環運転等の実施について保安規定に定める。</p> <p>(二) 腐食</p> <p>i. 構造物の化学的影響（腐食）</p> <p>防護対象施設及び防護対象施設に影響を及ぼす可能性のあるクラス 3 に属する施設のうち、屋外に設置している施設並びに防護対象施設を内包して降下火砕物からその施設を防護する建屋については、①耐食性のある塗装を実施することにより、降下火砕物により短期的に腐食が発生しない設計とする。</p> <p>なお、②長期的な腐食の影響が生じないよう、降灰時には日常保守管理における点検並びに状況に応じた塗装の実施について保安規定に定める。</p> <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、降下火砕物を除去することにより、降下火砕物による腐食に</p>	<p>設置許可本文</p>	<p>1.8.1.5 降下火砕物の影響に対する設計対象施設の設計方針</p> <p>降下火砕物の特徴から、設計対象施設に対し直接的又は間接的に影響を及ぼす可能性のある降下火砕物の影響に対する設計対象施設の設計方針を以下に示す。</p> <p>1.8.1.5.1 直接的影響因子</p> <p>降下火砕物の特徴及び対象施設の構造や設置状況等を考慮し、有意な影響を及ぼす可能性が考えられる直接的な影響因子を以下のとおり選定する。</p> <p>(1) 荷重</p> <p>「荷重」について考慮すべき影響因子は、建屋又は屋外設備の上に堆積し静的な負荷を与える「構造物への静的負荷」、並びに建屋又は屋外設備に対し降灰時に衝撃を与える「粒子の衝突」である。</p> <p>なお、評価に当たっては以下の荷重の組合せ等を考慮する。</p> <p>a. 防護対象施設に常時作用する荷重、運転時荷重等</p> <p>防護対象施設に常時作用する荷重として、自重等の常時作用する荷重及び運転時の荷重</p>	<p>④ 今回申請により運用内容は変わらないため変更不要</p> <p>① ディーゼル発電機に耐食性のある材料を使用する設計は変わらないため、変更不要</p> <p>② 今回申請により運用内容は変わらないため変更不要</p>

美浜3号機 設置許可及び工事計画認可における記載の整理

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付資料八	備考
<p>対して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長期的な腐食の影響が生じないよう、降灰時には屋外の重大事故等対処設備に堆積する降下火砕物を除去することを保安規定に定める。</p> <p>ii. 水循環系の化学的影響（腐食）</p> <p>防護対象施設及び防護対象施設に影響を及ぼす可能性のあるクラス3に属する施設のうち、屋外に閉口しており降下火砕物を含む海水の流路となる施設については、②耐食性のある材料の使用や塗装を実施することにより、降下火砕物により短期的に腐食が発生しない設計とする。</p> <p>なお、③長期的な腐食の影響が生じないよう、降灰時には日常保守管理における点検並びに状況に応じた塗装の実施について保安規定に定める。</p> <p>iii. 換気系、電気系及び計装制御系に対する化学的影響（腐食）</p> <p>防護対象施設及び防護対象施設に影響を及ぼす可能性のあるクラス3に属する施設のうち、屋外に閉口しており降下火砕物を含む空気の流れとなる施設については、④耐食性のある塗装を実施するこ</p>	<p>設置許可本文</p>	<p>設置許可添付資料八</p> <p>を適切に組み合わせる。</p> <p>b. 設計基準事故時荷重</p> <p>防護対象施設は、降下火砕物によって設計基準事故の起因とはならない設計とするため、設計基準事故とは独立事象である。</p> <p>また、降下火砕物の降灰と設計基準事故が同時に発生する頻度はそれぞれ十分小さいことから、設計基準事故時荷重と降下火砕物による荷重との組合せは考慮しない。</p> <p>仮に、設計対象施設への影響が小さく発生頻度が高い少量の降下火砕物の降灰と設計基準事故が同時に発生する場合、防護対象施設のうち設計基準事故時荷重が生じる施設としては動的機器である海水ポンプが考えられるが、設計基準事故時においても海水ポンプの圧力、温度が変わらず、機械的荷重が変化することはないため、設計基準事故時に生じる荷重の組合せは考慮しない。</p> <p>e. その他の自然現象の影響を考慮した荷重の組合せ</p> <p>降下火砕物と火山以外の自然現象の組合せについては、荷重の影響において、降下火砕物、風（台風）及び積雪による組合せを考慮する。</p>	<p>備考</p> <p>① 今回申請により運用内容は変わらないため変更不要</p> <p>② 今回申請により耐食性のある設計は変わらないため、変更不要</p> <p>③ 今回申請により運用内容は変わらないため変更不要</p> <p>④ 今回申請により耐食性のある設計は変わらないため、変更不要</p>

美浜3号機 設置許可及び工事計画認可における記載の整理

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付資料八	備考
<p>とにより、降下火砕物により短期的に腐食が発生しない設計とする。</p> <p>なお、①長期的な腐食の影響が生じないよう、降灰時には日常保守管理における点検並びに状況に応じた塗装の実施について保安規定に定める。</p> <p>(ホ) 発電所周辺の大気汚染</p> <p>防護対象施設、防護対象施設に影響を及ぼす可能性のあるクラス3に属する施設及びその他の施設のうち、中央制御室換気空調系については、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>なお、②外気を遮断し降下火砕物の侵入による中央制御室の大気汚染を防止するため、降灰時には閉回路循環運転の実施について保安規定に定める。</p> <p>(ヘ) 絶縁低下</p> <p>防護対象施設、防護対象施設に影響を及ぼす可能性のあるクラス3に属する施設及びその他の施設のうち、空気を取り込む機構を有する計装盤については、設置場所の換気空調系に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、①外気を遮断し降下火砕物による計装盤の</p>		<p>(2) 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」、並びに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、電気系及び計装制御系の機械的影響（閉塞）」である。</p> <p>(3) 磨耗</p> <p>「磨耗」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磨耗させる「水循環系の内部における磨耗」、並びに降下火砕物を含む空気が動的機器の摺動部に侵入し磨耗させる「換気系、電気系及び計装制御系の機械的影響（磨耗）」である。</p> <p>(4) 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面を腐食させる「構造物の化学的影響（腐食）」、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）」、並びに換気系、電気系及び計装制御系において降下火砕物を含む空気の流路等を腐食させる「換気系、電気系及び計装制御系に対する化学的影響（腐食）」である。</p>	<p>① 今回申請により運用内容は変わらないため変更不要</p> <p>② 今回申請により運用内容は変わらないため変更不要</p>

美浜3号機 設置許可及び工事計画認可における記載の整理

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付資料八	備考
<p>絶縁低下を防止するため、降灰時には外気取入ダンプの閉止及び閉回路循環運転の実施について保安規定に定める。</p> <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7日間の外部電源喪失、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ピットの安全性を維持するために必要となる電源の供給が燃料油貯蔵タンクからの燃料供給により継続でき、非常用電源施設から受電できる設計とする。</p>		<p>(5) 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、並びに降下火砕物の除去、屋外設備の点検等、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>(6) 水質汚染</p> <p>「水質汚染」については、給水等に使用する発電所周辺の淡水等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、発電所では純水装置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淡水等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>(7) 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、電気系及び計装制御系に導電性を生じさせることによる「計装盤の絶縁低下」である。</p> <p>1.8.1.5.2 間接的影響因子</p> <p>(1) 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周辺にもたらされ</p>	<p>① 今回申請により運用内容は変わらないため変更不要</p>

美浜3号機 設置許可及び工事計画認可における記載の整理

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付資料人	備考
		<p>る影響により、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及び特高開閉所の充電露出部に付着し絶縁低下を生じさせることによる広範囲における「外部電源喪失」、並びに降下火砕物が道路に堆積し交通が途絶することによる「アクセス制限」である。</p> <p>1.8.1.6 設計対象施設的设计</p> <p>降下火砕物が発電所の構築物、系統及び機器に及ぼす影響は、前述したとおり、「直接的影響因子」と「間接的影響因子」があり、各々に応じて、各構築物、系統及び機器についてこれらを適切に考慮した設計とする。</p> <p>1.8.1.6.1 直接的影響に対する設計方針</p> <p>直接的影響については、設計対象施設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等）を考慮し、想定される各影響因子に対して、影響を受ける各設計対象施設が安全機能を損なうことのない設計とする。</p> <p>(1) 荷重</p> <p>a. 構築物への静的負荷</p> <p>設計対象施設のうち、構築物への静的負荷を考慮すべき施設は、以下に示すとおり、降下火砕物が堆積しやすいつい屋根構造を有する建</p>	

美浜3号機 設置許可及び工事計画認可における記載の整理

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付資料八	備考
		<p>屋及び屋外施設である。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・外部しゃへい建屋、補助建屋、燃料取扱建屋、中間建屋、ディーゼル建屋、制御建屋 ・復水タンク、燃料取替用水タンク、海水ポンプ <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うことのない設計とする。</p> <p>b. 粒子の衝突</p> <p>設計対象施設のうち屋外施設は、降下火砕物の衝突によって構造健全性が失われないことにより、安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>なお、粒子の衝突による影響については、「1.7 竜巻防護に関する基本方針」に包絡される。</p> <p>(2) 閉塞</p> <p>a. 水循環系の閉塞</p> <p>設計対象施設のうち、水循環系の閉塞を考慮すべき施設は、降下火砕物を含む海水の流路となる海水ポンプ、海水ストレーナ及び取水設備（これらの下流の設備を含む。）である。前述のとおり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</p>	

美浜3号機 設置許可及び工事計画認可における記載の整理

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付資料A	備考
		<p>が、当該施設は、降下火砕物の粒径（最大1mm）に対し十分大きな流水部を設けることにより、流路及びポンプ軸受部の狭隘部等が閉塞しない設計とする。</p> <p>b. 換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的影響（閉塞）</p> <p>防護対象施設のうち、降下火砕物による機械的影響（閉塞）を考慮すべき施設は、以下に示すとおり、降下火砕物を含む空気を取り入れる可能性がある施設である。</p> <ul style="list-style-type: none"> 海水ポンプ（海水ポンプモータ）、主蒸気逃がし弁消音器、主蒸気安全弁排気管、タービン動補給水ポンプ蒸気大気放出口、ディーゼル発電機機間、ディーゼル発電機消音器、換気空調設備、格納容器排気筒及び補助建屋排気筒 <p>なお、海水ポンプモータは「電気系及び計装制御系」に該当し、それ以外は「換気系」に該当する。</p> <p>各施設の構造上の対応として、海水ポンプ（海水ポンプモータ）、ディーゼル発電機機間、ディーゼル発電機消音器は開口部を下向きの構造とすること、また主蒸気逃がし弁消音器、主蒸気安全弁排気管等のその他の施設</p>	

美浜3号機 設置許可及び工事計画認可における記載の整理

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付資料八	備考
		<p>については開口部や配管の形状等により、降下火砕物が流路に侵入した場合でも閉塞しない設計とする。</p> <p>また、設備対応として、外気を取り入れる海水ポンプ（海水ポンプモータ）、換気空調設備及びディーゼル発電機消音器にそれぞれフィルタを設置することにより、フィルタ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え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>主蒸気大気放出弁又は主蒸気安全弁は、開口部に降下火砕物が侵入した場合でも消音器や配管の形状により閉塞しにくい設計とし、また仮に弁出口配管内に降下火砕物が侵入し堆積した場合でも、弁の吹き出しにより流路を確保し閉塞しない設計とする。</p> <p>ディーゼル発電機機関は、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>格納容器排気筒及び補助建屋排気筒は、降下火砕物が侵入した場合でも、排気筒の構造から排気流路が閉塞しない設計とする。また、</p>	

美浜3号機 設置許可及び工事計画認可における記載の整理

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付資料八	備考
		<p>また、降下火砕物が侵入した場合でも、排気筒内部の点検、並びに状況に応じて除去等の対応が可能な設計とする。</p> <p>(3) 磨耗</p> <p>a. 水循環系の内部における磨耗</p> <p>設計対象施設のうち、降下火砕物による水循環系の内部における磨耗を考慮すべき施設は、降下火砕物を含む海水を取り込む施設である海水ポンプ、海水ストレーナー及び取水設備（これらの下流の設備を含む。）である。降下火砕物は砂よりも硬度が低くもろいことから磨耗による影響は小さい。また当該施設については、降灰時の特別点検、その後の日常保守管理により、状況に応じて補修が可能であり、磨耗により安全機能を損なうことのない設計とする。</p> <p>b. 換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的影響（磨耗）</p> <p>防護対象施設のうち、降下火砕物による機械的影響（磨耗）を考慮すべき施設は、降下火砕物を含む空気を取り込む施設で摺動部を有するディーゼル発電機機関、並びに屋内の空気を取り込む機構を有する制御用空気圧縮機である。なお、いずれも「換気系」に該当</p>	

美浜3号機 設置許可及び工事計画認可における記載の整理

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付資料八	備考
		<p>する。</p> <p>降下火砕物は砂よりも硬度が低くもろいことから、磨耗の影響は小さい。</p> <p>構造上の対応として、開口部を南向きとすることにより侵入しにくい構造とし、仮に当該施設の内部に降下火砕物が侵入した場合でも耐磨耗性のある材料を使用することにより、磨耗により安全機能を損なうことのない設計とする。</p> <p>設備対応として、外気を取り入れる換気空調設備及びディーゼル発電機消音器にそれぞれフィルタを設置することにより、フィルタより大きな降下火砕物が内部に侵入しにくい設計とし、また換気空調設備においては、前述のフィルタの設置、さらに外気取入ダンパの閉止、換気空調設備の停止又は閉回路循環運転により、建屋内への降下火砕物の侵入を防止することが可能な設計とする。</p> <p>(4) 腐食</p> <p>a. 構造物の化学的影響（腐食）</p> <p>設計対象施設のうち、降下火砕物による構造物の化学的影響（腐食）を考慮すべき施設は、以下に示すとおり、直接的な付着による影響が考えられる施設である。</p>	

美浜3号機 設置許可及び工事計画認可における記載の整理

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付資料八	備考
		<p>・原子炉建屋、補助建屋、燃料取扱建屋、中間建屋、ディーゼル建屋、制御建屋</p> <p>・復水タンク、燃料取替用水タンク、海水ポンプ</p> <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、外装の塗装等によって短期での腐食により安全機能を損なうことのない設計とする。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. 水循環系の化学的影響（腐食）</p> <p>防護対象施設のうち、水循環系の化学的影響（腐食）を考慮すべき施設は、降下火砕物を含む海水を取り込む施設である海水ポンプ、海水ストレーナ及び取水設備（これらの下流の設備を含む。）である。</p> <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、耐食性のある材料の使用や塗装の実施等によって、腐食により安全機能を損なうことのない設計とする。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>	

美浜3号機 設置許可及び工事計画認可における記載の整理

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付資料八	備考
		<p>c. 換気系、電気系及び計装制御系に対する化学的影響（腐食）</p> <p>防護対象施設のうち、降下火砕物による化学的影響（腐食）を考慮すべき施設は、降下火砕物を含む空気を取り入れ、かつ腐食により安全機能に影響を及ぼす可能性が考えられる海水ポンプ（海水ポンプモータ（電気系及び計装制御系）、格納容器排気筒（換気系）及び補助建屋排気筒（換気系）である。</p> <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、腐食により安全機能を損なうことのない設計とする。また、海水ポンプモータはモータ内部の電気系を耐食性のある樹脂で保護することによって、腐食により安全機能を損なうことのない設計とする。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>(5) 大気汚染</p> <p>a. 発電所周辺の大気汚染</p> <p>降下火砕物により汚染された発電所周辺の大気が、中央制御室空調装置の外気取入口を通じて中央制御室に侵入しないよう、外気取</p>	

美浜3号機 設置許可及び工事計画認可における記載の整理

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付資料八	備考
		<p>入口に平型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>これに加えて下流側にさらに細かな粒子を捕集可能な粗フィルタを設置していることから、降下火砕物の侵入に対して他の換気空調設備に比べて高い防護性能を有しているが、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>また、中央制御室空調装置については、外気取入ダンプの閉止及び閉回路循環運転を可能とすることにより、中央制御室内への降下火砕物の侵入を防止すること、さらに外気取入遮断時において室内の居住性を確保するため、酸素濃度及び二酸化炭素濃度の影響評価を実施することにより、安全機能を損なうことのない設計とする。</p> <p>(6) 絶縁低下</p> <p>a. 計装盤の絶縁低下</p> <p>計装盤のうち、絶縁低下を考慮すべき防護対象施設は、空気を取り込み機構を有する安全保護系計装盤であり、屋内に侵入した降下火砕物を取り込むことによる影響を考慮す</p>	

美浜3号機 設置許可及び工事計画認可における記載の整理

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付資料八	備考
		<p>る。</p> <p>当該機器の設置場所は中央制御室空調装置にて空調管理されており、本換気空調設備の外気取入口には平型フィルタを設置し、これに加えて下流側にさらに細かな粒子を捕集可能な粗フィルタを設置していることから、降下火砕物の侵入に対して他の換気空調設備に比べて高い防護性能を有しているが、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>また、本換気空調設備については、外気取入ダンプの閉止及び閉回路循環運転を可能とすることにより、リレー室内への降下火砕物の侵入を防止することが可能である。</p> <p>これらフィルタの設置により侵入に対する高い防護性能を有すること、また外気取入ダンプの閉止及び閉回路循環運転による侵入防止が可能な設計とすることにより、降下火砕物の付着による絶縁低下による影響を防止し、安全保護系計装盤の安全機能を損なうことのない設計とする。</p> <p>1.8.1.6.2 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には、広範囲にわ</p>	

美浜3号機 設置許可及び工事計画認可における記載の整理

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付資料八	備考
		<p>たる送電網の損傷による7日間の外部電源喪失、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、原子炉の停止、並びに停止後の原子炉及び使用済燃料ピットの冷却に係る機能を担うために必要となる電源の供給が燃料油貯蔵油そう及びディーゼル発電機により継続でき、安全機能を損なうことのない設計とする。</p> <p>1.8.2 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、降灰時の特別点検、除灰（資機材を含む。）等の対応を適切に実施するため、以下について定める。</p> <p>(1) 降灰が確認された場合には、建屋や屋外の構造物等に長期間降下火砕物の荷重を掛け続けられないこと、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、設計対象施設等に堆積した降下火砕物の除灰を実施する。</p> <p>(2) 降灰が確認された場合には、設計対象施設に対する特別点検を行い、降下火砕物の降灰による影響が考えられる設備等があれば、状況に応じて補修等を行う。</p> <p>(3) 降灰が確認された場合には、外気取入口に設置している平型フィルタ、外気取入ダンプの閉止、換気空調設備の停止又は閉回路循環運転に</p>	

美浜3号機 設置許可及び工事計画認可における記載の整理

基本設計方針	設置許可本文	設置許可添付資料八	備考
		<p>より、建屋内への降下火砕物の侵入を防止する。</p> <p>(4) 降灰が確認された場合には、換気空調設備の外気取入口の平型フィルタについて、点検によりフィルタ差圧を確認するとともに、状況に応じて清掃や取替えを実施する。</p> <p>(5) 降灰が確認された場合には、水循環系のストレーナについて、差圧を確認するとともに、状況に応じて洗浄を行う。</p> <p>(6) 降灰が確認された場合には、開閉所設備の碍子洗浄を行う。</p> <p>(7) 降灰後の腐食等の中長期的な影響については、日常巡視点検や定期点検等により腐食等による異常がないか確認を行い、異常が確認された場合には、状況に応じて塗替塗装等の対応を行う。</p> <p>(8) 火山事象に対する運用管理に万全を期すため、必要な技術的能力を維持・向上させることを目的とし、降下火砕物による施設への影響を生じさせないための運用管理に関する教育を実施する。</p>	

許容される降下火砕物の層厚について

1. 概 要

影響因子に荷重が含まれている施設に対しては、許容される降下火砕物の層厚について確認を行う。

2. 確認方法

発電所に設置される各施設の許容応力と同等の応力が発生する場合の降下火砕物の層厚を算出する。なお、重畳させる荷重として、積雪 100cm を含めることとする。

3. 確認結果

各施設の許容層厚の確認結果を表 1 に示す。

表 1 各施設の許容層厚

機器名	許容層厚 (c m)
外部しゃへい建屋	100 以上
補助建屋	78
燃料取扱建屋	32
中間建屋	100 以上
ディーゼル建屋	100 以上
制御建屋	74
緊急時対策所建屋	100 以上
構台	100 以上
燃料取替用水タンク	22
復水タンク	29
海水ポンプ	100 以上
消火水タンク	100 以上