

泊発電所 3号機  
降下火砕物（火山灰）による  
設備影響評価について  
補足説明資料

平成25年12月19日

北海道電力株式会社

# 泊発電所3号機 降下火砕物(火山灰)による設備影響評価について 補足説明資料

平成25年12月19日  
北海道電力株式会社

1. 評価対象設備の抽出
2. 降下火砕物の特徴と影響因子
3. 降下火砕物の影響評価
4. 泊発電所周辺の積雪について
5. 換気空調系の概略系統図
6. 降下火砕物に緊急対策所への影響について
7. 降下火砕物による平型フィルタの差圧計への影響について
8. 電気盤および計装盤について
9. 制御用空気圧縮機について
10. ディーゼル発電機吸気系統構造図について
11. 降下火砕物による非常用ディーゼル発電機吸気フィルタへの影響について
12. 粒径の大きな降下火砕物の原子炉補機冷却海水ポンプへの影響について
13. 降下火砕物による化学的影響(腐食)に対する塗装対策について
14. 非常用ディーゼル機関の影響評価補足(燃料の降下火砕物の進入)
15. 重大事故対処設備などの除灰について
16. 降下火砕物による開閉所の影響について
17. 降下火砕物によるその他設備への影響について

# 1. 評価対象設備の抽出(1/7)

## 1. はじめに

「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則」(以下、「設置許可基準」という。)の第六条においては、

- ①安全施設が、想定される自然現象においても安全機能を損なわないこと
- ②重要安全施設に、想定される自然現象により作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を考慮すること。
- ③安全施設が、安全性を損なわせる恐れのある人為事象においても安全機能を損なわないことを求めている。

ここでは、降下火砕物に対する防護対象を選定した。

## 2. 降下火砕物からの防護対象設備

安全施設は、設置許可基準第二条において「設計基準対象施設のうち、安全機能を有するもの」とされており、設計基準対象施設は、「発電用原子炉施設のうち、運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の発生を防止し、又はこれらの拡大を防止するために必要となるもの」とされている。

また、設置許可基準の解釈において「重要安全施設」は「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」(以下、「重要度分類指針」という。)の自然現象に対する設計上の考慮に示されるものとされている。同指針はこれをクラス1及びクラス2のうち、特に自然現象の影響を受けやすく、かつ、代替手段によってその機能の維持が困難であるか、又はその修復が著しく困難な構築物、系統及び機器としている。

また、重要度分類指針では重要度の分類を以下としている。

分類	定義
PS-1	その損傷又は故障により発生する事象によって、(a)炉心に著しい損傷、又は(b)燃料の大量の破損を引き起こすおそれのある構築物、系統及び機器
MS-1	1) 異常状態発生時に原子炉を緊急に停止し、残留熱を除去し、原子炉冷却材圧力バウンダリの加圧を防止し、敷地周辺公衆への過度の放射線の影響を防止する構築物、系統及び機器 2) 安全上必須なその他の構築物、系統及び機器
PS-2	1) その損傷又は故障により発生する事象によって、炉心の著しい損傷又は燃料の大量の破損を直ちに引き起こすおそれはないが、敷地外への過度の放射性物質の放出のおそれのある構築物、系統及び機器 2) 通常運転時及び運転時の異常な過渡変化時に作動を要求されるものであって、その故障により、炉心冷却が損なわれる可能性の高い構築物、系統及び機器
MS-2	1) PS-2の構築物、系統及び機器の損傷又は故障により敷地周辺公衆に与える放射線の影響を十分小さくするようにする構築物、系統及び機器 2) 異常状態への対応上特に重要な構築物、系統及び機器
PS-3	1) 異常状態の起因事象となるものであって、PS-1及びPS-2以外の構築物、系統及び機器 2) 原子炉冷却材中放射性物質濃度を通常運転時に支障のない程度に低く抑える構築物、系統及び機器
MS-3	1) 運転時の異常な過渡変化があっても、MS-1、MS-2とあわせて、事象を緩和する構築物、系統及び機器 2) 異常状態への対応上必要な構築物、系統及び機器

## 1. 評価対象設備の抽出(2/7)

定義より、安全施設はPS-1,2,3及びMS-1,2,3の設備となり、これらが降下火砕物に対する防護対象である。また重要安全施設は安全施設のうち一部である。以下では安全施設の具体的な機器を重要度分類の付表を基に泊3号機への展開を図った。

分類	機能	構築物、系統又は機器
PS-1	原子炉冷却材バウンダリ機能	原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器
	過剰反応度の印加防止機能	制御棒駆動装置圧力ハウジング
	炉心形状の維持機能	炉心支持構造物、燃料集合体
MS-1	原子炉の緊急停止機能	原子炉停止系の制御棒による系
	未臨界維持機能	原子炉停止系 制御棒、化学体積制御設備（ほう酸注入機能） 非常用炉心冷却設備（ほう酸注入機能）
	原子炉冷却材圧力バウンダリの過圧防止機能	加圧器安全弁（開機能）
	原子炉停止後の除熱機能	残留熱を除去する系統 余熱除去設備、補助給水設備、蒸気発生器 主蒸気設備（主蒸気隔離弁まで）、主蒸気安全弁 主蒸気逃し弁（手動逃がし機能） 主給水設備（主給水隔離弁から蒸気発生器まで）
	炉心冷却機能	非常用炉心冷却設備 低圧注入系、高圧注入系、蓄圧注入系
	放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮へい及び放出低減機能	原子炉格納容器、アニュラス、原子炉格納容器隔離弁原子炉格納容器バウンダリ配管系、外部遮へい、原子炉格納容器スプレイ設備、アニュラス空気浄化設備 排気筒
	工学的安全施設及び原子炉停止系への作動信号の発生機能	安全保護系
安全上特に重要な関連機能	非常用所内電源系、ディーゼル発電機、 中央制御室（遮へい、空調設備を含む） 原子炉補機冷却水設備、原子炉補機冷却海水水設備 直流電源設備、計測制御用電源設備、制御用圧縮空気設備	

# 1. 評価対象施設の抽出(3/7)

分類	機能	構築物、系統又は機器
PS-2	原子炉冷却材を内蔵する機能	化学体積制御設備の抽出ライン 化学体積制御設備の浄化ライン
	原子炉圧力バウンダリに直接接続されていないものであって、放射性物質を貯蔵する機能	気体廃棄物処理設備 使用済燃料ピット 新燃料貯蔵庫
	燃料を安全に取り扱う機能	燃料設備 燃料取替クレーン 燃料移送装置 使用済み燃料ピットクレーン
	安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能	加圧器安全弁（吹き止まり機能） 加圧器逃がし弁（吹き止まり機能）
MS-2	燃料プール水の補給機能	燃料取替用水ピットからの使用済燃料ピット水補給ライン
	放射性物質放出の防止機能	気体廃棄物処理設備の隔離弁
	事故時プラント設備の把握機能	原子炉計装の一部 プロセス計装の一部
	異常状態の緩和機能	加圧器逃がし弁（手動開閉機能） 加圧器後備ヒータ 加圧器逃がし弁本弁（閉機能）
	制御室外からの安全停止機能	中央制御室外原子炉停止装置
PS-3	原子炉冷却材保持機能（PS-1, PS-2以外のもの）	計装配管および弁 試料採取設備の配管および弁
	原子炉冷却材の循環機能	1次冷却材ポンプ 化学体積制御設備の封水注入ライン
	放射性物質の貯蔵機能	加圧器逃しタンク 液体廃棄物処理設備（貯蔵機能を有する範囲） 固体廃棄物処理設備（貯蔵機能を有する範囲） 新燃料貯蔵庫
	電源供給機能（非常用を除く。）	発電機および励磁機設備（発電機負荷開閉器を含む。） 蒸気タービン設備 主蒸気設備（主蒸気隔離弁以後） 給水設備（主給水隔離弁以前） 復水設備（復水器及び循環水ラインを含む。） 所内電源系統（MS-1以外） 送電設備

# 1. 評価対象施設の抽出(4/7)

分類	機能	構築物、系統又は機器
PS-3	プラント計測・制御機能（安全保護機能を除く）	原子炉制御系の一部 原子炉計装の一部 プロセス計装の一部
	プラント運転補助機能	補助蒸気設備 制御用圧縮機設備（MS-1以外） 原子炉補機冷却水設備（MS-1以外） 軸受冷却水設備 給水処理設備
	核分裂生成物の原子炉冷却材中への放散防止機能	燃料被覆管及び端栓
	原子炉冷却材の浄化機能	化学体積制御設備の浄化ライン（浄化機能）
MS-3	原子炉圧力の上昇の緩和機能	加圧器逃がし弁（自動操作）
	出力上昇の抑制機能	タービンランバックインターロック 制御棒引抜阻止インターロック
	原子炉冷却材の補給機能	化学体積制御設備の充てんライン及びほう酸補給ライン 給水処理設備の1次系補給水ライン
	タービントリップ機能	タービン保安装置 主蒸気止め弁（閉機能）
	緊急時対策上重要なもの及び以上状態の把握機能	原子力発電所緊急時対策所 蒸気発生器ブローダウンライン（サンプリング機能を有する範囲） 試料採取設備（事故時に必要な1次冷却材放射性物質濃度及び原子炉格納容器雰囲気放射性物質濃度のサンプリング分析機能を有する範囲） 通信連絡設備 放射線監視設備の一部 原子炉計装の一部 プロセス計装の一部 消火設備 安全避難通路 非常用照明

# 1. 評価対象施設の抽出(5/7)

## 3. 評価対象設備

構築物、系統及び機器については降下火砕物により機能を喪失しないよう対策を講じる。

上記の防護はすべての安全施設に対し実施するが、評価は運転時の異常な過渡変化又は設計基準事故の発生を防止し、又はこれらの拡大を防止するために必要な設備のうちPS-1,2およびMS-1,2の設備に対し実施する。

### [参考]

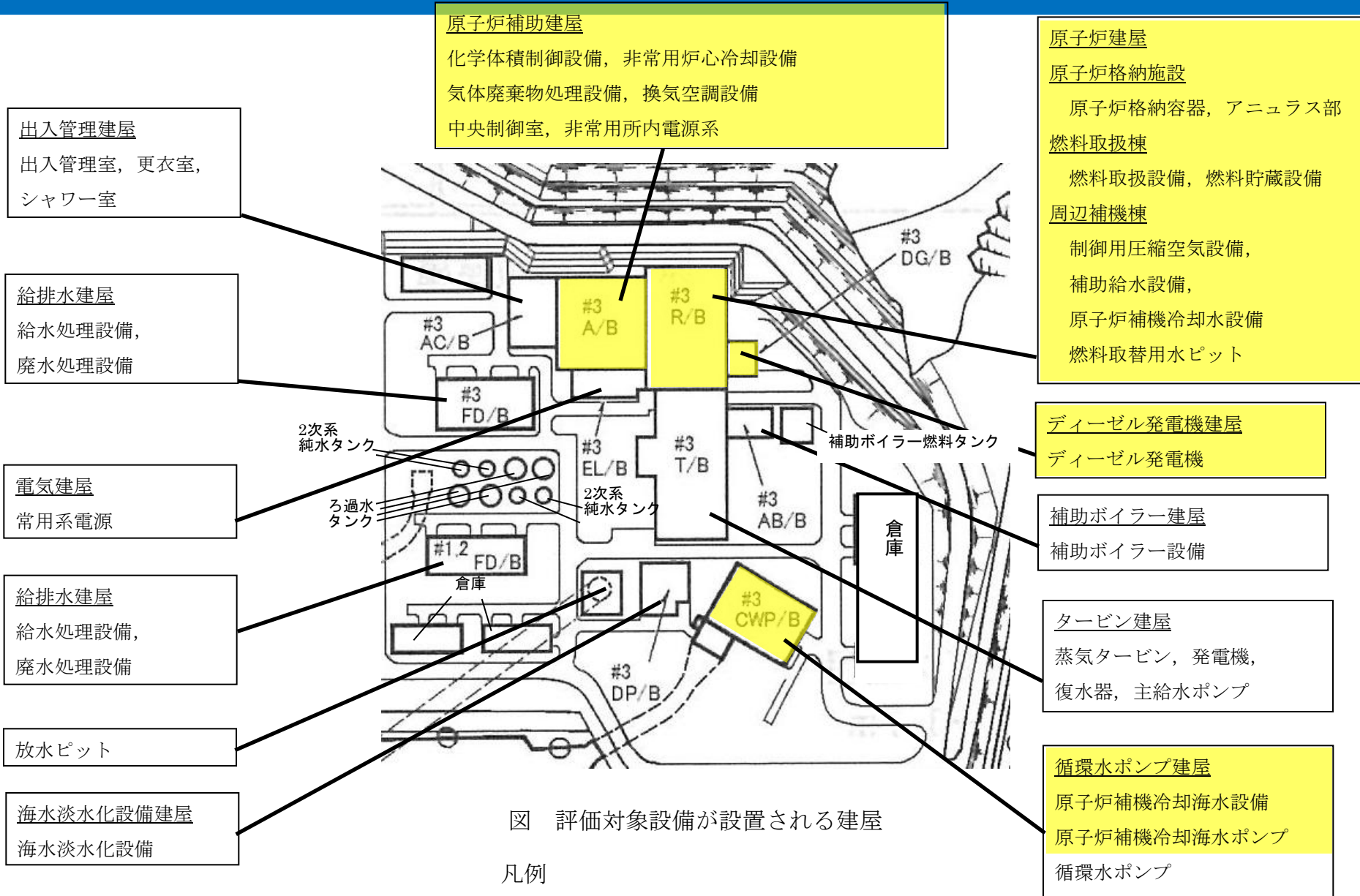
IAEA "External Events Excluding earthquakes in the Design of Nuclear Power Plants"ではEE-C1(中央制御室、原子炉格納容器、非常用電源等)、EE-C2(EE-C1に影響を与える設備)、EE-C3(燃料取扱棟等)にクラス分けし、それぞれのクラスに対し異なる対応を求めている。

## 4. 評価対象設備となる建屋、屋外設備

- 建屋
  - ・原子炉建屋
  - ・原子炉補助建屋
  - ・ディーゼル発電機建屋
  - ・循環水ポンプ建屋
  
- 屋外設備
  - ・排気筒



# 1. 評価対象施設の抽出(6/7)



**原子炉補助建屋**  
 化学体積制御設備, 非常用炉心冷却設備  
 気体廃棄物処理設備, 換気空調設備  
 中央制御室, 非常用所内電源系

**原子炉建屋**  
**原子炉格納施設**  
 原子炉格納容器, アニュラス部  
**燃料取扱棟**  
 燃料取扱設備, 燃料貯蔵設備  
**周辺補機棟**  
 制御用圧縮空気設備,  
 補助給水設備,  
 原子炉補機冷却水設備  
 燃料取替用水ピット

**ディーゼル発電機建屋**  
 ディーゼル発電機

**補助ボイラー建屋**  
 補助ボイラー設備

**タービン建屋**  
 蒸気タービン, 発電機,  
 復水器, 主給水ポンプ

**循環水ポンプ建屋**  
 原子炉補機冷却海水設備  
 原子炉補機冷却海水ポンプ  
 循環水ポンプ

**出入管理建屋**  
 出入管理室, 更衣室,  
 シャワー室

**給排水建屋**  
 給水処理設備,  
 廃水処理設備

**電気建屋**  
 常用系電源

**給排水建屋**  
 給水処理設備,  
 廃水処理設備

**放水ピット**

**海水淡水化設備建屋**  
 海水淡水化設備

図 評価対象設備が設置される建屋

凡例

■ : 評価対象設備および  
 ■ : 評価対象設備が設置される建屋

## 1. 評価対象施設の抽出(7/7)

### 5. 評価対象設備となる屋内設備

上記の構築物のほか、屋内設備であるが屋外に開口しているなどして、降下火砕物の影響を受ける設備であるため、以下に抽出した。

#### ① 換気空調設備およびこれにより給気されるエリアの設置機器

換気空調設備、非常用ディーゼル発電機、制御用空気圧縮機、電気盤、ポンプ、ファン、モータ等について、フィルタの目詰まり、開閉器の接点への降下火砕物の付着による接触不良、電子部品への降下火砕物の付着による影響について評価する。

また、中央制御室、緊急時対策所※については発電所周辺の大気汚染による運転員の居住性への影響を評価する。

#### ② 外気に直接接触れる機器

主蒸気逃し弁、安全弁、タービン動補助給水ポンプについて逃がしラインの閉塞、原子炉冷却海水ポンプモータについて冷却ラインの閉塞(機械的影響)を評価する。

#### ③ 海水を取り入れる機器

原子炉補機冷却海水ポンプ、取水設備、海水ポンプ出口ストレーナについて閉塞等について評価する。

※ 緊急時対策所についてはMS-3設備であるが、降灰時に使用することが考えられるため、居住性を評価する。

## 2. 降下火砕物の特徴と影響因子

降下火砕物の主な特徴と、それにより設備等に影響すると考えられる因子の検討結果を示す。

表2. 1 降下火砕物の性質

特徴※1	考えられる影響因子
マグマ噴出時に破碎、急冷したガラス片、鉱物結晶片から成る。※2	<ul style="list-style-type: none"> <li>・堆積による構造物への静的負荷</li> <li>・粒子の衝突</li> <li>・水循環系の閉塞</li> <li>・水循環系の内部における摩耗</li> <li>・換気系、電気系及び計測制御系に対する機械的影響</li> </ul>
亜硫酸ガス(SO <sub>2</sub> )、硫化水素(H <sub>2</sub> S)、フッ化水素(HF)等の火山ガス成分が付着している。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・構造物への化学的影響</li> <li>・水循環系の化学的影響</li> <li>・換気系、電気系及び計装制御系に対する化学的影響</li> <li>・発電所周辺の大気汚染</li> <li>・給水の汚染</li> </ul>
水に濡れると硫酸イオン等が溶出する。※3	
乾燥した火山灰粒子は絶縁体であるが、水に濡れると酸性を呈し、電導性を生じる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・変圧器。開閉所の絶縁影響</li> </ul>
溶出した硫酸イオンは火山灰に含まれるカルシウムイオンと反応し、硫酸カルシウム(石膏)となるため、湿った火山灰は乾燥して固結する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・固結※4</li> </ul>
火山灰粒子の融点は、一般的な砂と比べ約1,000℃と低い。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高温部における融解及び固着※5</li> </ul>

※1: (参考文献)内閣府「広域的な火山防災対策に係る検討会」(第3回)(資料2)

※2: 粘性を生じさせる粘土鉱物は含まれていない。

※3: [火山灰による金属腐食の研究報告例]

4種類の金属材料(Znメッキ、Al、SS41、Cu)に対して、桜島火山灰による金属腐食の程度は、実際の自然条件より厳しい条件(高濃度のSO<sub>2</sub>ガス雰囲気(150~200ppm)により、塗装のない試験片の腐食量を評価)、においても表面厚さにして十数μmのオーダの腐食。

<試験条件・・・温度、湿度、保持時間[①(40℃、95%、4h)~②(20℃、80%、2h)×18サイクル]>

([参考文献]出雲茂人、末吉秀一他、火山環境における金属材料の腐食、1990、防食技術Vol,39,pp,247-253)

⇒設計時の腐食代(数mmオーダ)を考慮すると、構造健全性に影響を与えることはないと考えられる。

なお、可溶成分を洗浄した火山灰により試験を行っていることからもと火山灰に存在していた腐食性物質の影響は受けず、上記のとおり保守的条件下で腐食量を求めている。したがって、泊発電所周辺での火山灰による腐食量も本試験での腐食量以下になると考えられる。

※4: 流水等により除去可能。

※5: ディーゼル発電機のシリンダ内の圧縮温度は約500℃~600℃であるため、降下火砕物が侵入したとしても熔融しない。

### 3. 降下火砕物の影響評価

#### ○許容堆積荷重の算定について

評価対象施設の屋根面に堆積可能な荷重の算定方法を、表3. 1に示す。

表3. 1 許容堆積荷重の算出方法

評価対象施設	許容堆積荷重	許容堆積荷重の算出方法※
原子炉建屋	10,800 (N/m <sup>2</sup> )	屋根面に使用している部材の設計時の荷重（自重＋積載荷重（積雪荷重含む））を用いて、長期及び短期の許容応力度の比1.5（短期/長期）から、屋根面に堆積可能な荷重を算定する。
原子炉補助建屋	12,300 (N/m <sup>2</sup> )	
ディーゼル発電機建屋	10,800 (N/m <sup>2</sup> )	
循環水ポンプ建屋	12,000 (N/m <sup>2</sup> )	屋根面に使用している部材の短期許容応力度設計時の最大積載荷重を算定する。

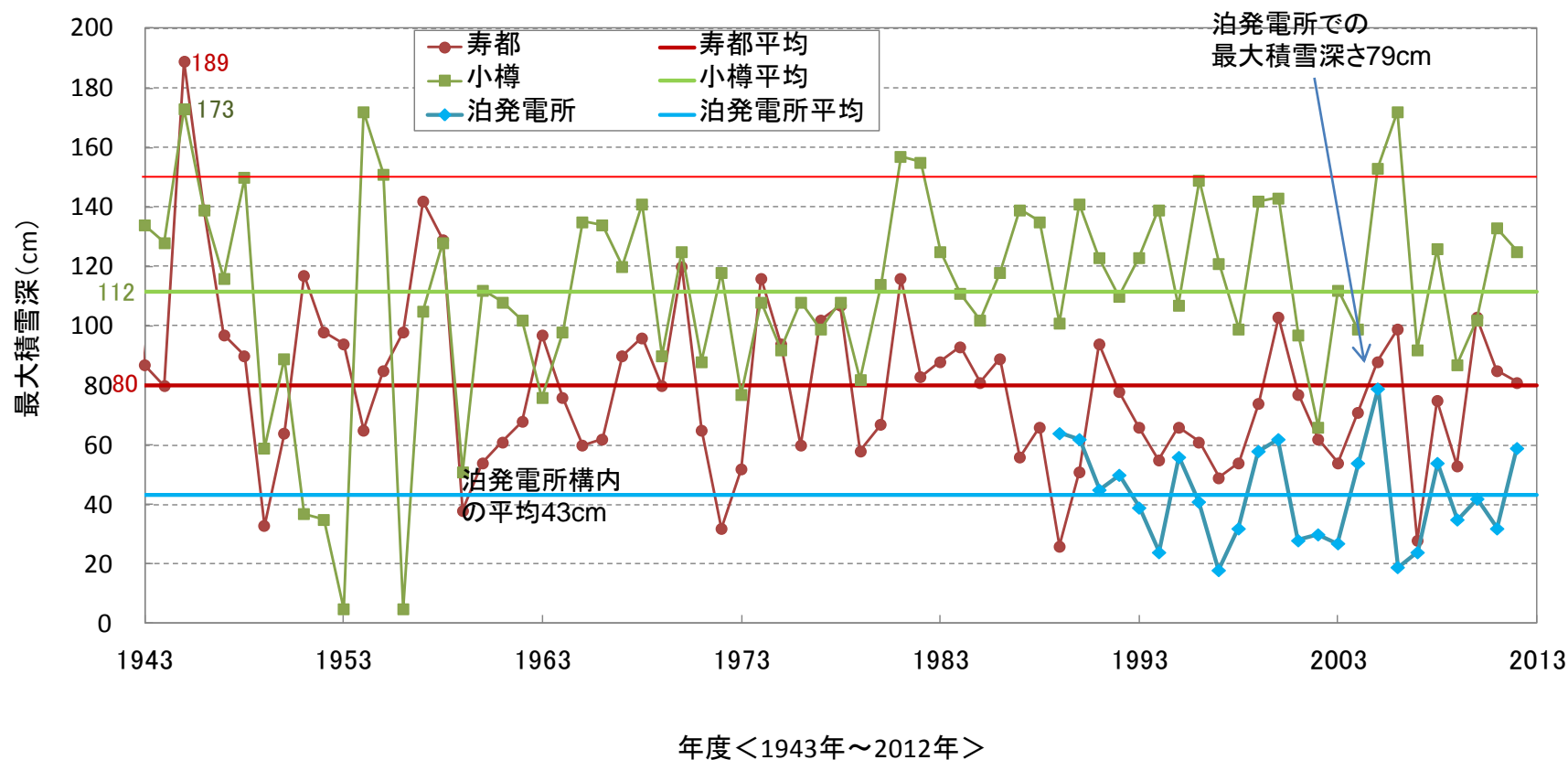
※許容堆積荷重を算出する際に短期許容応力度設計法の許容値を用いていることの妥当性

火山による事象は、建築基準法において短期荷重状態として考慮することになっている地震及び風と同じく短期事象のため、降下火砕物に対する評価は短期許容応力度設計法による許容値を用いる。

また、積雪荷重についても、垂直積雪量による荷重は建築基準法において短期荷重として考慮することから、上記の降下火砕物による短期事象との重畳を考慮する場合には、終局強度設計法にて評価できるものと考えられるが、本評価では短期許容応力度設計法による許容値を用いていることから妥当な評価と考える。

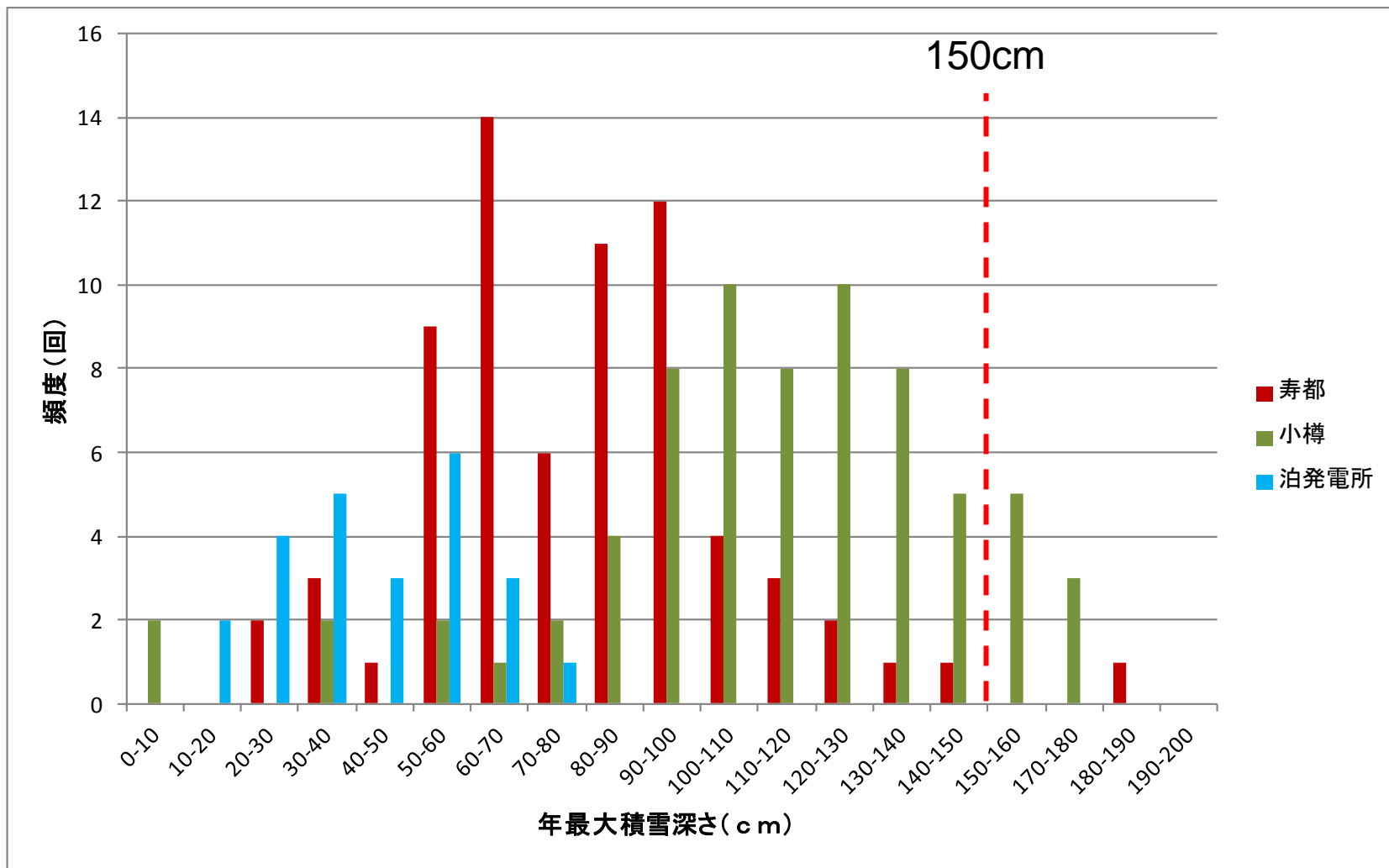
## 4. 泊発電所周辺の積雪について

今回の評価では積雪深さは泊村における建築基準法の垂直積雪量より150cmとした。  
なお、近隣の小樽、寿都でも150cm以上となることは少なく、泊発電所では150cmの積雪は観測されてい

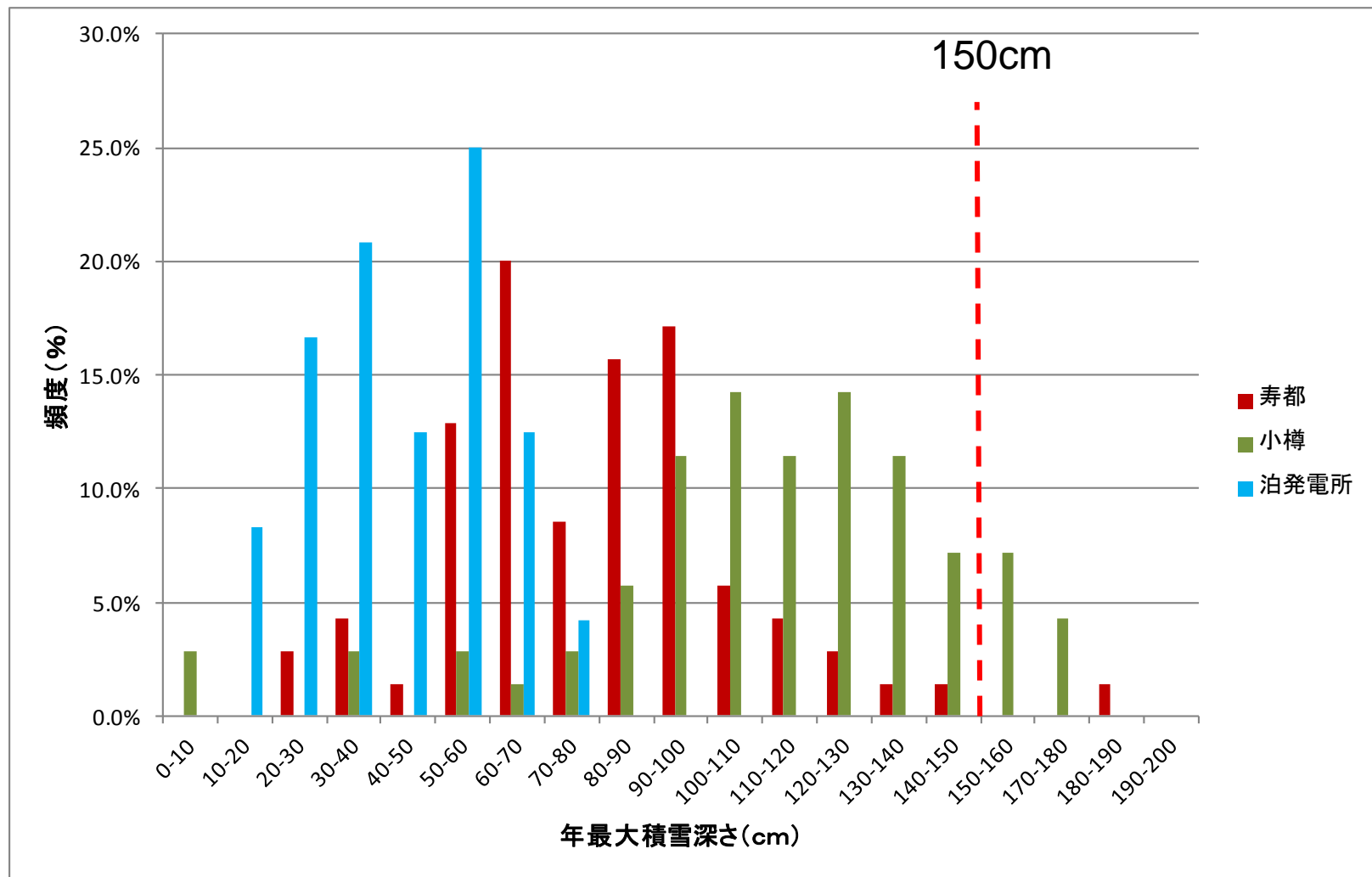


## 4. 泊発電所周辺の積雪について

泊発電所構内では150cmの降雪量は観測されていない。また、近隣の小樽、寿都でも少ない。



## 4. 泊発電所周辺の積雪について



# 5. 換気空調系の概略系統図

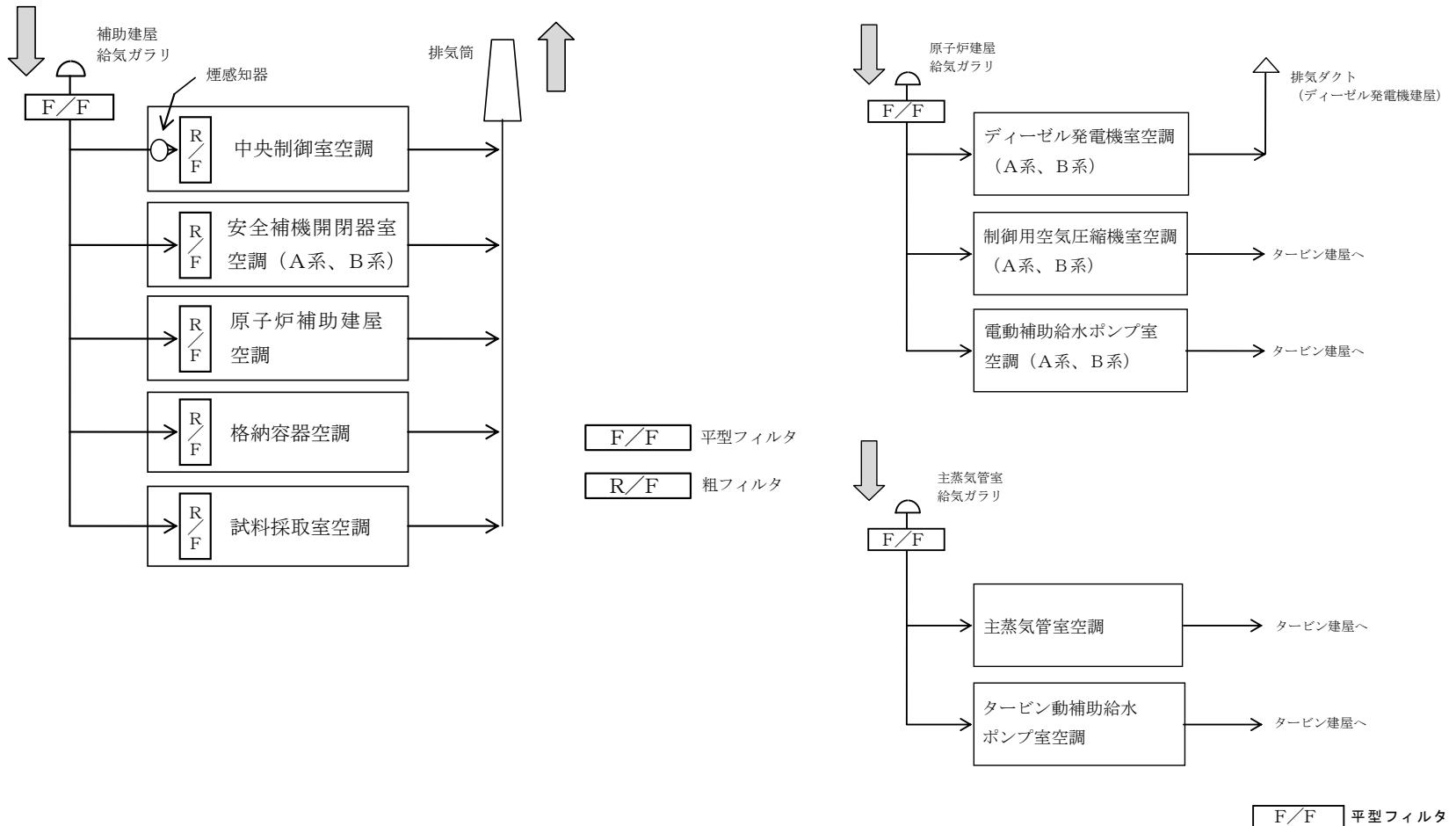


図4. 1 換気空調系概略系統図



## 6. 降下火砕物による緊急時対策所への影響について

### 評価対象設備：緊急時対策所

緊急時対策所は、泊発電所1, 2号機の原子炉補助建屋内に設置しているため、降下火砕物の堆積荷重により機能を喪失することはない。

降下火砕物による堆積荷重：10,500N/m<sup>2</sup> < 許容堆積荷重※：12,300N/m<sup>2</sup>  
(積雪での重畳を考慮)

※ 許容堆積荷重は、屋根面に使用している部材の設計時の荷重（自重＋積載荷重（積雪荷重含む））を用いて、長期及び短期の許容応力度の比1.5（短期/長期）から、屋根面に堆積可能な荷重を算定する。

また、1, 2号の中央制御室バウンダリと接続して設置しており、閉回路循環運転とすることができ、酸素濃度および炭酸ガス濃度について評価した結果、13時間外気取入をしゃ断したままでも、作業環境に影響を与えない。

## 7. 降下火砕物による平型フィルタの差圧計への影響について

対象：平型フィルタの差圧計

平型フィルタの差圧計は、ガラリへのアクセス通路に設置されており、パトロール時に指示値を確認し、必要に応じてフィルタの清掃・交換を行う。

検出管は、ガラリ内にある平型フィルタの前後(上流側、下流側)に接続されており、その差圧の計測を行っている。



フィルタ差圧計

図6.1 フィルタ差圧計

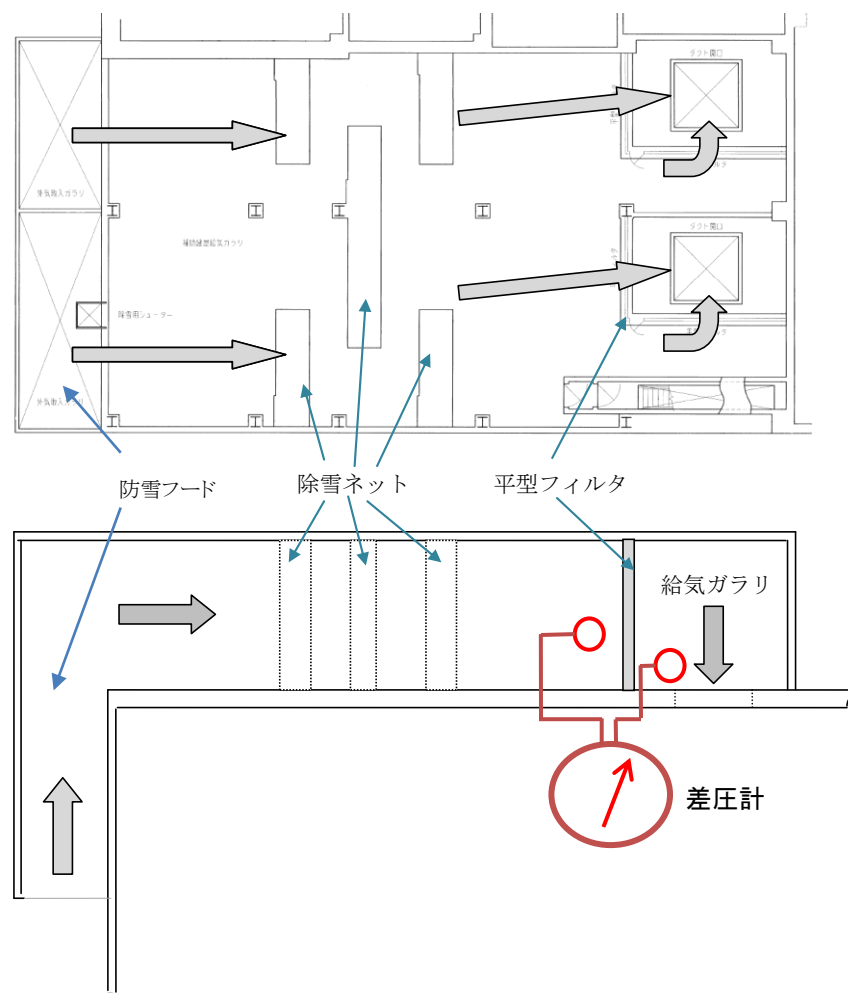


図6.2 原子炉補助建屋給気ガラリ

## 8. 電気盤および計装盤について

電気盤(非常用所内電源設備、直流電源設備、計測制御用電源設備)および計装盤(安全保護系設備)が設置されている部屋は、安全補機開閉器室空調系にて空調管理されており、本空調系の外気取入口には平型フィルタが設置されているが、これに加えて下流にさらに細かな粒子を捕集可能な粗フィルタが設置されているため、他の空調系に比べて降下火砕物に対して高い防護性能を有している。また、必要な場合は、外気取入ダンパを閉止し、閉回路循環運転を行うことにより降下火砕物の侵入を阻止可能である。

仮に通過するとしても粒径がほぼ $5\mu\text{m}$ 以下の細かな粒子であると推定され、安全保護系盤等において、数 $\mu\text{m}$ 程度の線間距離となるのは、集積回路(ICなど)の内部であり、これら部品はモールド(樹脂)で保護されているため、降下火砕物が侵入することはない。また、端子台等の充電部が露出している箇所は、端子間の距離は数mm程度あることから、降下火砕物が付着しても、直ちに短絡等を発生させることはない。

また、電源盤内などに設置している開閉器は、接点に微量の降下火砕物が付着しても、接触不良が生じることはないと考えられる。したがって、細かな粒子が盤内に侵入した場合にも、この付着等により短絡等を発生させる可能性は小さいと考えられる。

なお、粗フィルタについても取替部品を有していることから、降灰が開始するなど降下火砕物の侵入が想定される場合には、フィルタ差圧計監視強化を行い、指示値が上昇した場合、数時間程度で交換可能である。

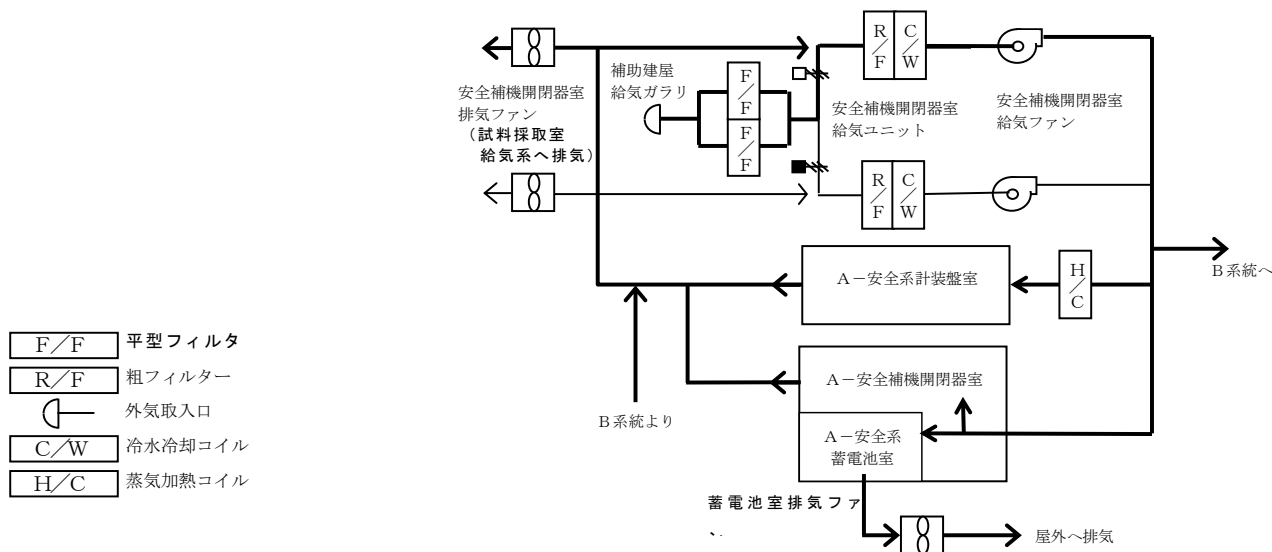


図7.1 安全補機開閉器室空調系統図

## 9. 制御用空気圧縮機について

制御用空気圧縮機が設置された部屋は、制御用空気圧縮機室空調系にて空調管理されており、本空調系の外気取入口には、平型フィルタが設置されているため、降下火砕物は除去される。また、制御用空気圧縮機室給気ファンの停止により、降下火砕物の侵入を阻止可能である。

なお、万が一、室内に降下火砕物が侵入した場合、制御用空気圧縮機には吸入フィルタ消音器が設置されているためここで除去される。

仮に通過するとしても制御用空気圧縮機内に侵入する粒子の粒径はほぼ $5\mu\text{m}$ 以下の細かな粒子であると推定される。

制御用空気圧縮機のシリンダライナ内面とピストンリングは直接、接触摺動している状態であり、機器内に吸入された降下火砕物が、シリンダライナ内面とピストンリングの間に入った場合には摩擦発生が懸念される。シリンダライナは内面を硬質クロムメッキ処理、ピストンリングは材質がカーボンであり、降下火砕物粒子はこれらより軟らかいと考えられることから、摩擦が発生し、機器内の損傷を発生させる可能性は小さい。

なお、降灰が開始するなど、降下火砕物の侵入が想定される場合、機器の運転状況の監視強化を行い、吸入フィルタ消音器のフィルタの清掃が必要になった場合、数時間程度で対応可能である。

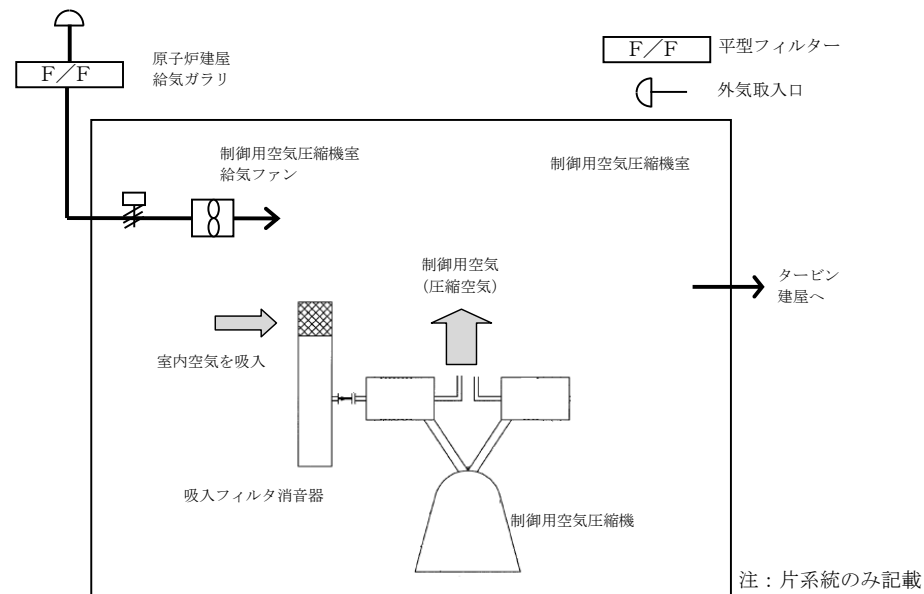


図8.1 制御用空気圧縮機室空調系統図

# 10. ディーゼル機関吸気系統構造図

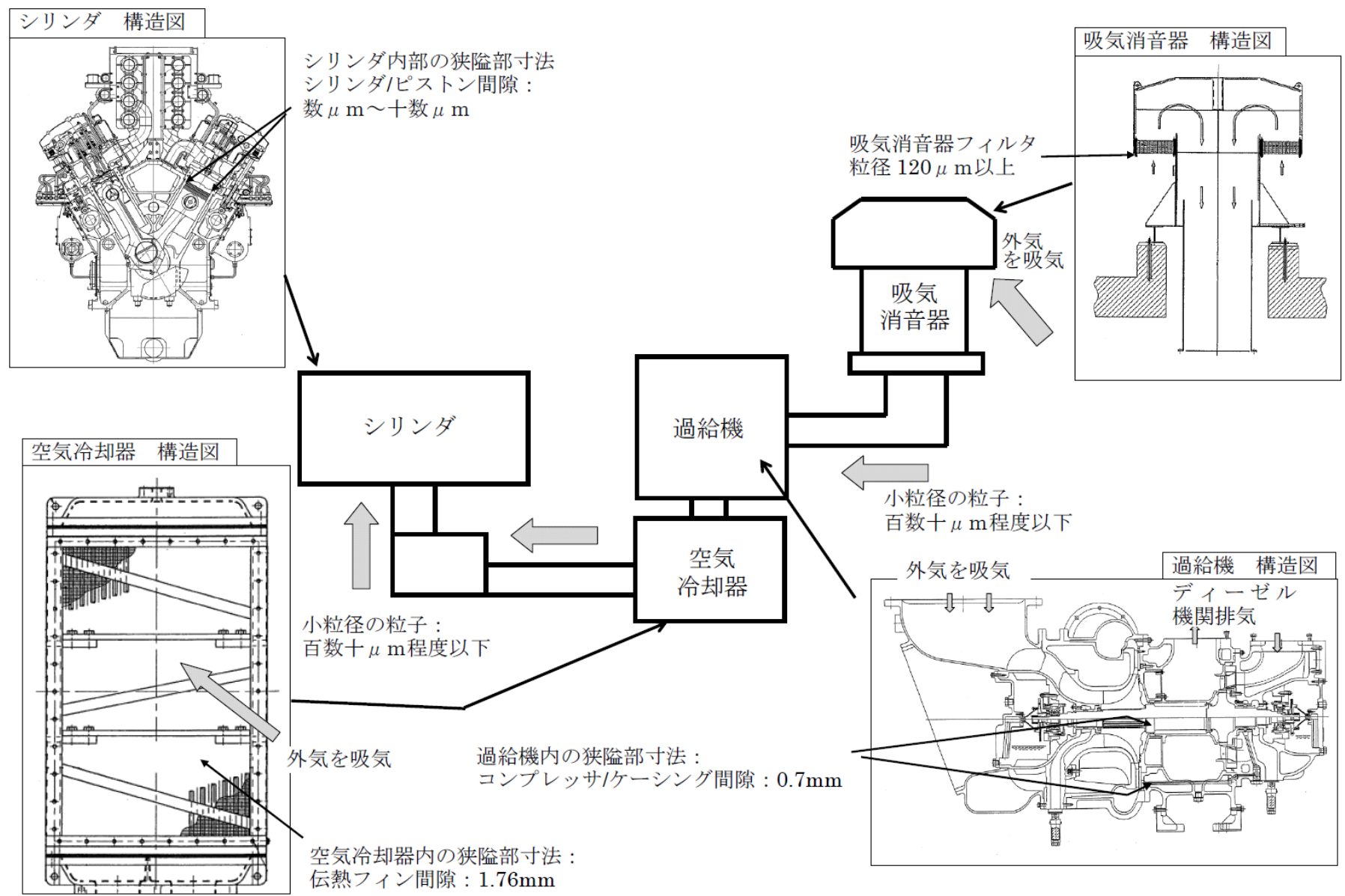


図9.1 ディーゼル機関吸気系統

## 11. 降下火砕物による非常用ディーゼル発電機の吸気フィルタへの影響について(1/2)

非常用ディーゼル発電機機関の吸入口には、右図のとおり下向きの防雪フードが降雪対策として設置されており、また吸気消音器から吸い上げる構造となっているため比較的粒径の大きな降下火砕物は侵入し難い構造である。

粒径の小さい浮遊性粒子については吸込む可能性があるが、その大気中の濃度は想定が困難である。なお、浮遊性粒子の吸込みを考慮した場合、粒径が小さいことで目詰まりし難いことから、フィルタは容易に閉塞しないと考えられる。

また、機関内に侵入しても降下火砕物は硬度が低く破碎しやすいことから、摩耗等による影響は小さいと考えられる。

非常用ディーゼル発電機は2系統設置されており、もしフィルタが詰まったときには、必要に応じて片方を隔離し、フィルタを取替えや清掃を行うことが可能である。

参考として、以下の想定時における非常用ディーゼル機関の吸気層状フィルタの閉塞までの時間を試算したところ、約18.7時間運転が可能である結果であった。

### 想定

- ◆降下火砕物の大気中濃度 : 3,241 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ※
- ◆DG発電機吸気層状フィルタ灰捕集容量 : 1,000 $\text{g}/\text{m}^2$
- ◆DG発電機吸気流量 : 38,000 $\text{m}^3/\text{h}$
- ◆層状フィルタ表面積 : 2.3 $\text{m}^2$
- ◆層状フィルタでのダスト捕集量 : 2,300 $\text{g}$

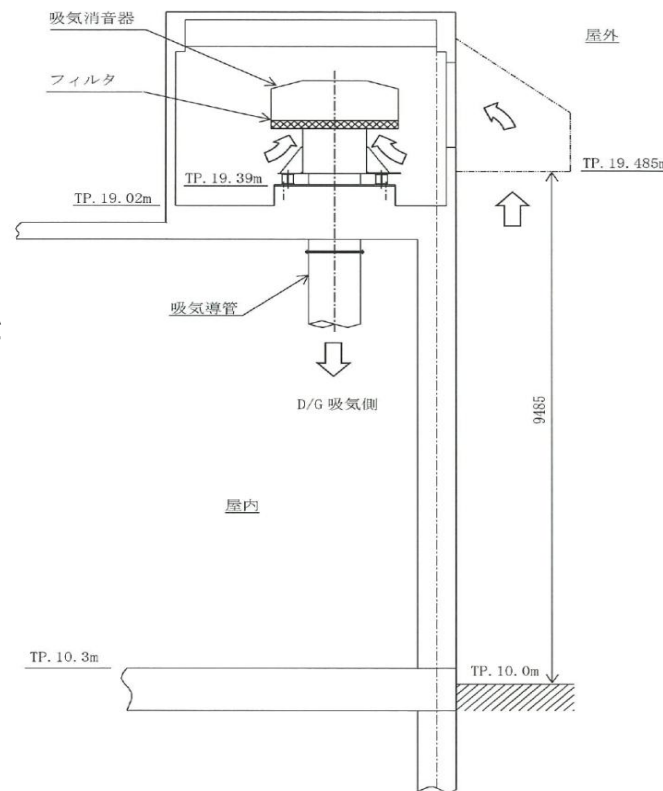


図10.1 ディーゼル発電機の吸入口

※ アイスランド南部エイヤヒャトラ氷河で発生(H22年4月)した火山噴火地点から約40km離れたヘイマランド地区における大気中の火山灰濃度値(24時間観測ピーク値)

# 11. 降下火砕物による非常用ディーゼル発電機の吸気フィルタへの影響について(2/2)

非常用ディーゼル発電機の吸気層状フィルタは、次の手順により行い、数時間で清掃することができる。  
必要な資機材を準備しておく。

## 手順

1. 層状フィルタの押さえ板の取り付けナットを緩めて、押さえ板を外す。
2. 層状フィルタを外す。
3. 層状フィルタ及び収納部を清掃する。
4. 組立前の内部確認をする。
6. 層状フィルタを取り付ける。
7. 押さえ板を取り付ける。

要 員 : 3人

所要時間 : 数時間

資機材 : 肩口スパナ、エアガン、保護メガネ他

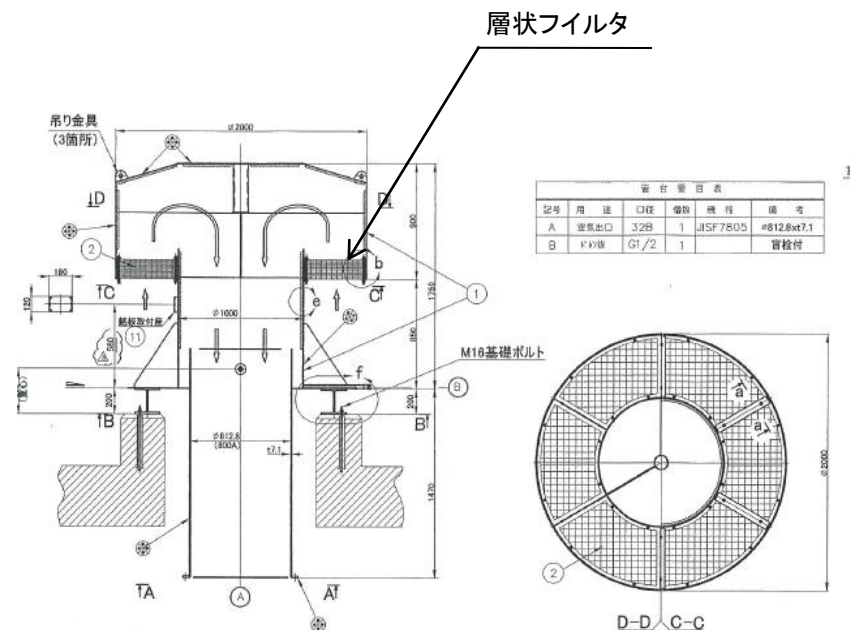
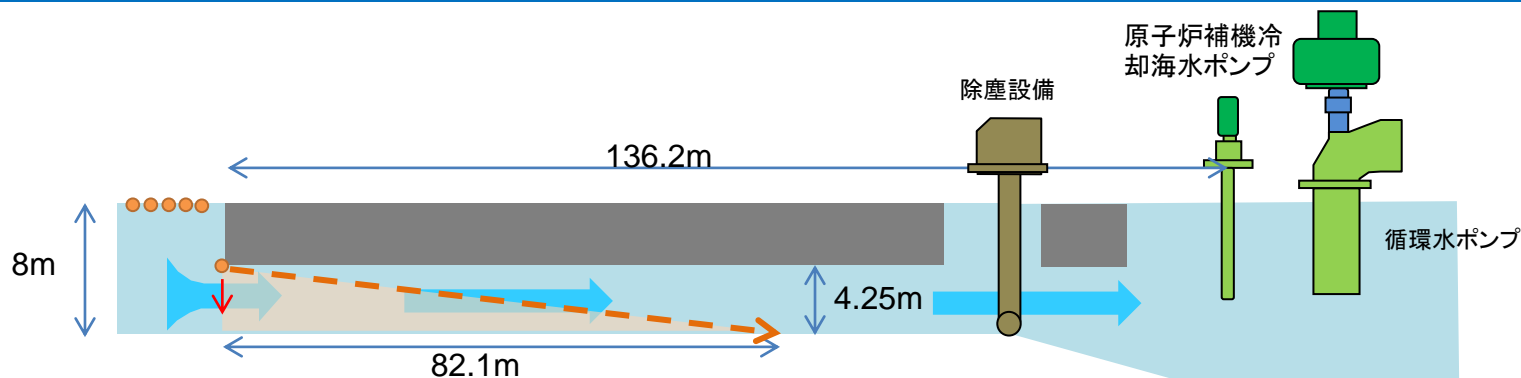


図10. 2 非常用ディーゼル発電機吸気層状フィルタ

## 12. 粒径の大きな降下火砕物の原子炉補機冷却海水ポンプへの影響について



海面に降下した粒径の大きな降下火砕物は、ある程度水分を含まなければ、水面に浮くため、取水路に侵入することはない。

ある程度水分を含み、海水密度よりも重くなれば沈降し、取水路に侵入するが、沈降速度と取水路内の流速より降下火砕物の到達距離を求めたところ、途中で落下し取水路内に沈殿する結果となった。

したがって、海水ポンプへ到達する火山灰は極めて少ないと考えられる。

異物逃し溝の幅以上の粒径の降下火砕物については、取水路内に沈殿するため、海水ポンプへの影響はない。仮に侵入する降下火砕物があっても、

- ①異物逃し溝寸法以上の粒子であれば、軸受部を通過せず、主流に沿って流れるため問題ない。
- ②異物逃し溝寸法と同程度の粒子が軸受部に流入した場合であっても、即座に機能喪失に至る事は考えがたく、運転状態(振動等)により兆候を把握する事が可能であり、ポンプの振動を監視し、必要に応じ循環水ポンプを停止して取水流量を大幅に低減することにより※1、確実に取水路内に沈殿させることができるので、海水ポンプを保護することが可能である。

※1 循環水ポンプ停止により取水路内の流速は1.8m/sから0.026m/sとなり、取水路入口付近でほとんどの降下火砕物が沈殿する

$$W_f = \sqrt{\frac{4}{3} \frac{g}{c_w} \frac{(\rho_k - \rho_l)}{\rho_l}} d_k$$

g: 重力加速度(9.81)

$c_w$ : 抵抗係数(0.44)

$\rho_k$ : 降下火砕物の密度(1.1)※2

$\rho_l$ : 海水の密度(1.03)

$d_k$ : 火災降下物の粒径(4.2mm)※3

以上より

$W_f$ : 沈降速度

=9.4cm/s ①

取水路内流速: 1.8m/s ②

①②より

到達距離=82.1m < 136.2m

※2 降下火砕物が海面付近で海水密度(1.03)となるまで海水を含み、取水路入口深さ(3.75m)まで沈降したときに、水圧により降下火砕物に海水が浸透する状況での密度

※3 異物逃し溝と同じ粒径



## 13. 降下火砕物による化学的影響(腐食)に対する塗装対策について

降下火砕物による「構造物への化学的影響(腐食を含む)」については、評価対象施設が塗装されていることで機能に影響を及ぼすことはないと評価している。その詳細について以下に示す。

泊発電所では、炭素鋼、低合金鋼及びステンレス鋼の機器、配管、制御盤及びダクト等の外表面に対する塗装基準を定めており、耐放射線性、耐水性、除染性、耐熱性等を考慮した塗料に係る基準が規定されている。

屋外設備については、海塩粒子等の腐食性有害物質が付着しやすく最も厳しい腐食環境にさらされるため、エポキシ系の塗料が複数層で塗布されている。エポキシ系の塗料は、耐薬品性が強く、酸性物質を帯びた降下火砕物が堆積したとしても、直ちに金属表面の腐食が進むことはない。

建物・構築物についても、外壁塗装として高弾性アクリルゴム化粧防水材が施されていることから、降下火砕物により、コンクリート及び金属の腐食が進むことはない。

また、海水ポンプ、海水管等の海水に直接接触する部分については、エポキシ系樹脂塗料等の耐食塗料(含むライニング)が施されており、降下火砕物が外表面に堆積及び混入した海水を取水したとしても、金属表面の腐食が進むことはない。

なお、定期的に外観の点検を行い、塗装の状態についても確認している。

表11.1 泊発電所3号機における塗装の例(海水ポンプ)

場所	目的・施工箇所	①下地処理	②下塗り	③中塗り	④上塗り
揚水管内面	(防食塗装) (工場施工)	ブラスト処理※	エポキシ樹脂塗料	高性能長期防食 エポキシ樹脂	変性ビニル樹脂防 食塗料
揚水管外面	(防食塗装) (工場施工)	ブラスト処理※	エポキシ樹脂塗料	高性能長期防食 エポキシ樹脂	変性ビニル樹脂防 食塗料
	(防汚塗装) (現地施工)	1. バインダーコート(ビニール樹脂バイオクリーン用バインダー) 2. 上塗一層目(無公害特殊合成樹脂防汚塗料) 3. 上塗二層目( 同 上 )			

※ ISO-Sa2 ½/SSPC SP10(黒皮、その他あらゆる付着物を約95%除去する)

## 14. 非常用ディーゼル機関の影響評価補足(燃料の降下火砕物の侵入)

非常用ディーゼル発電機燃料貯油槽のベント管は、下図に示すとおり開口部が下向きとなっており、降下火砕物が侵入し難い。

また、ディーゼル機関の油系統には燃料油こし器※があり、運転に影響がある大きさの異物は除去される。  
なお、油こし器は、エレメントが2台ずつ設置されており、切替が可能である。

※:油こし器の濾過精度は5 $\mu$ m(実効値)である。

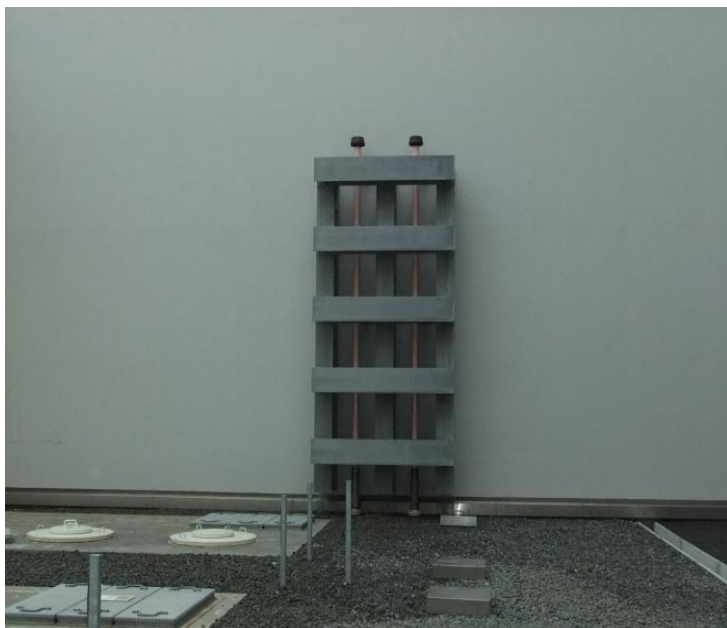


図13.1 非常用ディーゼル発電機燃料油貯油槽ベント管  
(既設貯油槽)



図13.2 非常用ディーゼル発電機燃料油貯油槽ベント管  
(新設貯油槽)

## 15. 重大事故対処設備などの除灰について

屋外に配置している重大事故対処設備については、降灰開始とともに除灰体制を構築し、除灰を行う。

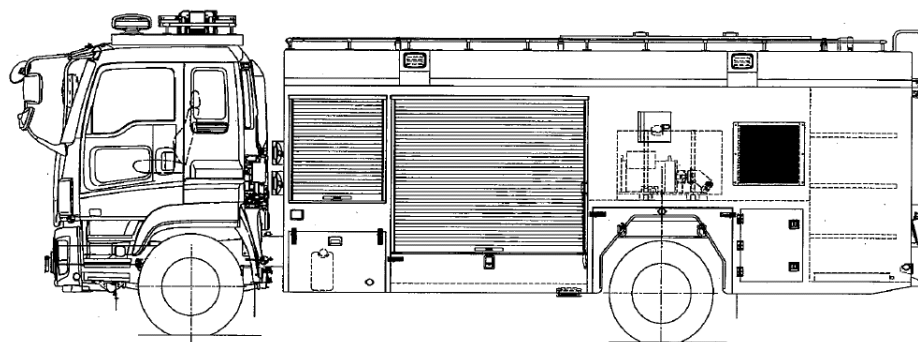
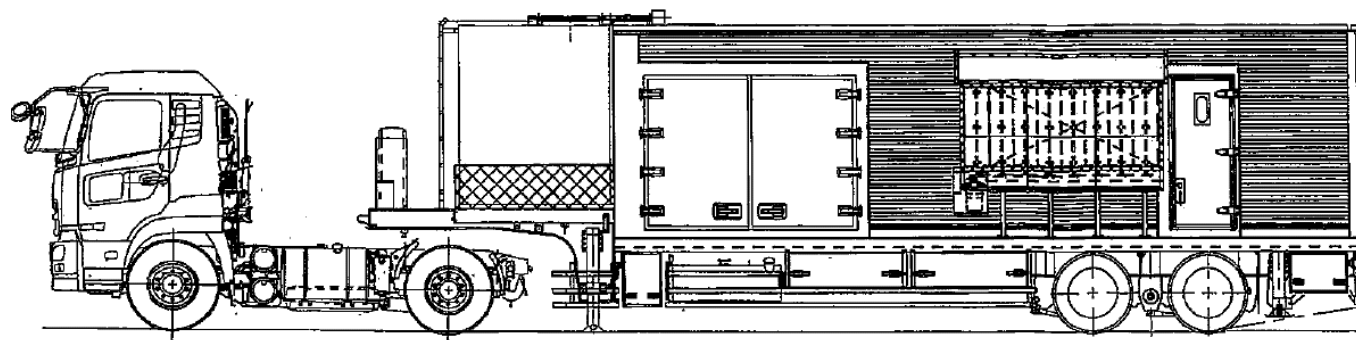


図13.1 重大事故対処設備

## 16. 降下火砕物による開閉所への影響について

泊発電所の開閉所においては、送電線との接続部は屋根付き構造の遮風建屋で覆われており、降下火砕物による影響は受けにくくなっている。

また、遮風建屋は屋上へのアクセスが可能であり、必要に応じて除灰が可能である



図14. 1 開閉所(遮風建屋)

## 17. 降下火砕物によるその他の設備への影響について(1/2)

評価対象: モニタリング設備

【評価結果】

⇒ 降下火砕物によりモニタリング設備の機能は失われることはない。

- ・ モニタリングポストは、上部が半球型の降下火砕物が堆積しにくい構造となっており、静的荷重の影響を受けにくく機能への影響を及ぼすことはない。
- ・ さらに、モニタリングカーによる測定も可能である。

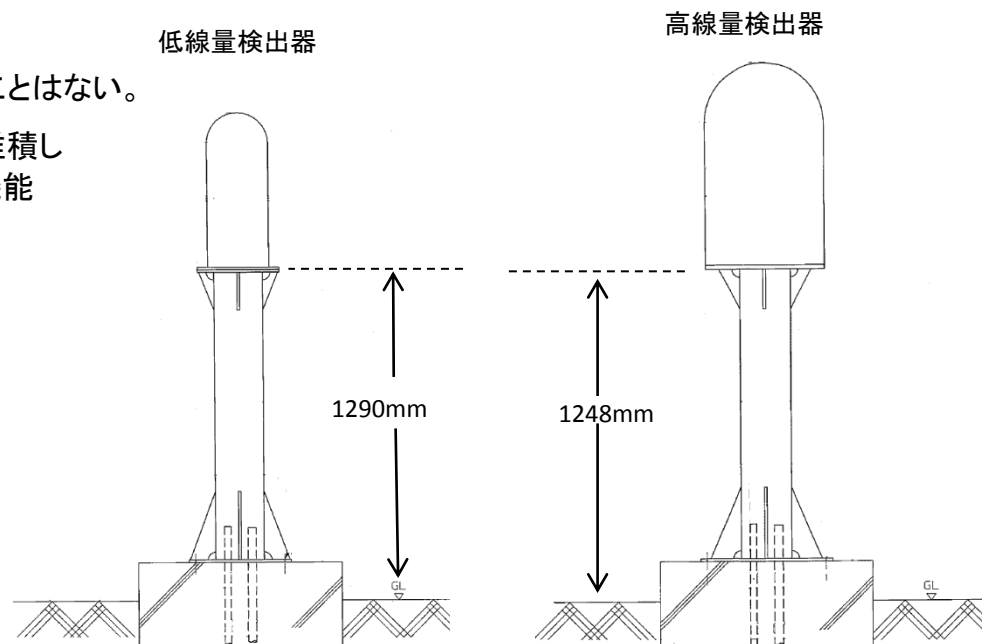


図15.1 モニタリングポスト外観

評価対象設備: 消火設備

【評価結果】

⇒ 降下火砕物による消火活動への影響はない。

- ・ 消火ポンプ(電動及びディーゼル)  
建屋内設備であり、給気設備もなく、降下火砕物の影響は受けない。
- ・ 消防車を用いた専属消防隊による消火が可能。

## 17. 降下火砕物によるその他の設備への影響について(2/2)

### 評価対象設備 : 通信設備

通信設備は、多様化を図っており、降下火砕物の影響により通信機能を喪失することは考えにくい。なお、衛星携帯電話については、天候(曇、霧、雨、雪、風、煙等)による影響をうけにくく、降灰時においても通信機能を維持することが可能である。

表15.1 連絡手段

発電所外との連絡手段	発電所内の連絡手段
<ul style="list-style-type: none"><li>・衛星携帯電話</li><li>・衛星固定電話</li><li>・内線電話</li><li>・災害時優先電話(一般)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>・伝令</li><li>・トランシーバ</li><li>・ページング</li><li>・携帯用有線通話装置</li></ul>