

図2 換気空調設備の外気取入口（フィルタ）へのアクセス例

②発電所周辺の大気汚染

中央制御室空調装置については、外気取入ダンパを閉止し、閉回路循環運転することも可能であり、その場合でも中央制御室の居住性が維持されることを確認している。(図3参照)

a. 酸素濃度

「空気調和・衛生工学便覧 空調設備篇」に基づき、酸素濃度について評価した。

(a) 評価条件

- ・ 在室人数：10人
- ・ 中央制御室バウンダリ内体積：3,500m³

- 空気流入率：0.05 回/h^{*}（閉回路運転）
※空気流入率測定試験結果（約 0.12 回/h）を基に保守的に設定。
- 初期酸素濃度：20.95%
- 1 人当たりの呼吸量は、事故時の運転操作を想定し、歩行時の呼吸量を適用して 240/min とする。
- 1 人当たりの酸素消費量は、呼気の酸素濃度：16.40%として、65.520/h とする。
- 許容酸素濃度：19%以上（鉱山保安法施行規則から）

(b) 評価結果

上記評価条件から求めた酸素濃度は、以下のとおりであり、720 時間外気取入を遮断したままでも、中央制御室内に滞在する運転員の操作環境に影響を与えない。

時間	12 時間	24 時間	36 時間	96 時間	168 時間	720 時間
酸素濃度	20.78%	20.69%	20.64%	20.58%	20.58%	20.58%

注)「外気遮断時の中央制御室内の酸素及び二酸化炭素濃度の評価について」技術的能力 1.16 まとめ資料より引用

b. 二酸化炭素濃度

「空気調和・衛生工学便覧 空調設備篇」に基づき、二酸化炭素濃度について評価した。

(a) 評価条件

- 在室人数：10 人
- 中央制御室バウンダリ内体積：3,500m³
- 空気流入率：0.05 回/h^{*}（閉回路運転）
※空気流入率測定試験結果（約 0.12 回/h）を基に保守的に設定。
- 初期二酸化炭素濃度：0.03%
- 1 人当たりの二酸化炭素吐出量は、事故時の運転操作を想定し、中等作業時の吐出量を適用して 0.046 m³/h とする。
- 許容二酸化炭素濃度：1%以下（鉱山保安法施行規則から）

(b) 評価結果

上記評価条件から求めた二酸化炭素濃度は、以下のとおりであり、720 時間外気取入を遮断したままでも、中央制御室内に滞在する運転員の操作環境に影響を与えない。

時間	12 時間	24 時間	36 時間	96 時間	168 時間	720 時間
二酸化炭素濃度	0.149%	0.214%	0.249%	0.291%	0.293%	0.293%

注) 「外気遮断時の中央制御室内の酸素及び二酸化炭素濃度の評価について」 技術的能力 1.16 まとめ資料より引用

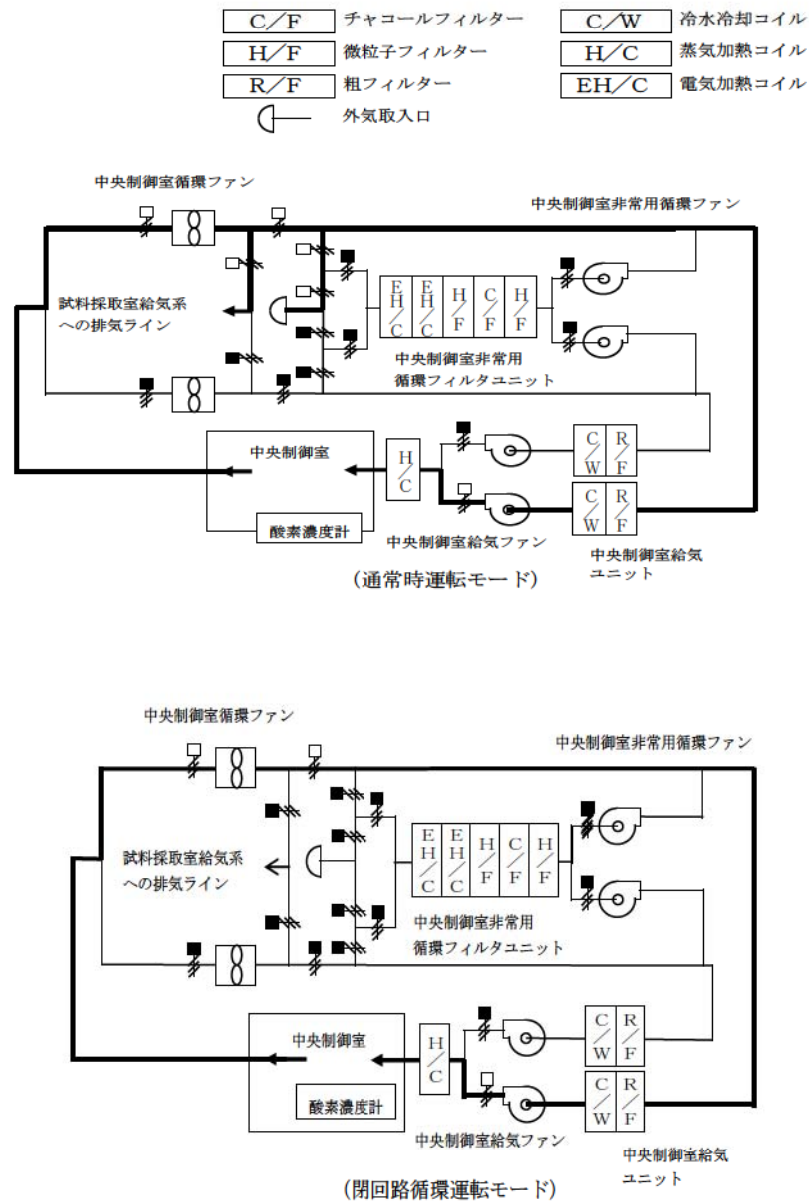


図 3 中央制御室空調装置 概略系統図

以上

排気筒に係る影響評価

降下火砕物の降灰による排気筒への影響について以下のとおり評価する。

(1) 評価項目及び内容

① 換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的影響（閉塞、磨耗）

降下火砕物の排気筒への侵入により、排気筒の機能に影響がないことを評価する。具体的には、排気筒の排気速度が降下火砕物の降下速度より大きく、降下火砕物が排気筒へ侵入しないことを確認する。また、降下火砕物が侵入したとしても流路が閉塞しないことを確認する。

② 換気系に対する化学的影響（腐食）

降下火砕物の付着に伴う構造物の腐食により、排気筒の機能に影響がないことを評価する。

(2) 評価条件

① 降下火砕物条件

- a. 密度：●g/cm³（湿潤状態）
- b. 堆積量：●cm
- c. 粒径：●mm 以下

(3) 評価結果

追而【地震津波側審査の反映】
（層厚、密度及び粒径について、
地震津波側審査結果を受けて反映のため）

追而【地震津波側審査の反映】
 (層厚、密度及び粒径について、
 地震津波側審査結果を受けて反映のため)

b. 排気筒の排気速度

泊発電所3号炉の排気筒は、常時排気があり、排気筒に接続されている排気量及び排気速度は表1のとおりである。

表1 泊発電所3号炉の排気筒に接続されている系統の排気量及び排気速度

	泊発電所3号炉排気筒	備考
格納容器排気系統	—	排気筒の排気量より、排気速度（吹き出し速度）は下式で求められる。 $V = \frac{Q}{A}$ 排気筒吹き出し速度 $V(\text{m/s})$ 合計排気量 $Q(\text{m}^3/\text{s})$ 排気筒断面積 $A(\text{m}^2)$
アニュラス空気浄化系統	—	
補助建屋排気系統	3,000m ³ /min×2台	
試料採取室排気系統	225m ³ /min×2台	
合計排気量	6,450m ³ /min	
排気筒サイズ	φ2,300	
排気筒排気速度	25.8m/s	

追而【地震津波側審査の反映】
 (層厚、密度及び粒径について、
 地震津波側審査結果を受けて反映のため)

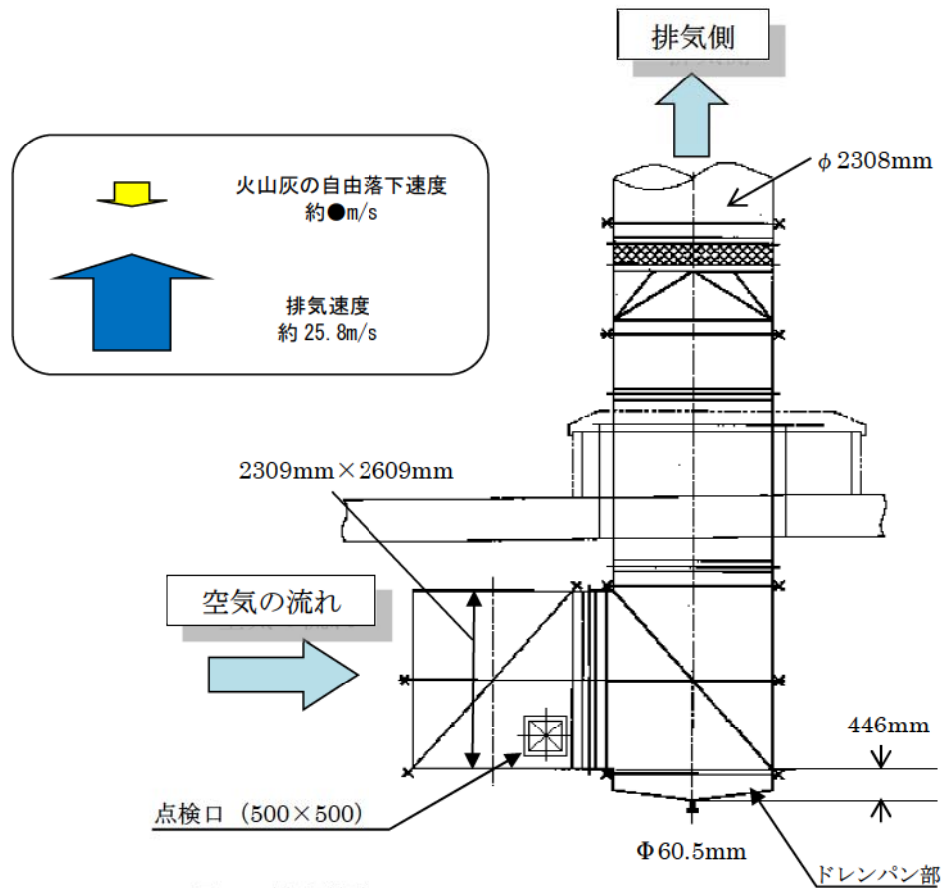


図1 排気筒曲がり部の構造

②換気系に対する化学的影響（腐食）

降下火砕物による化学的腐食を想定しても、屋外設備である排気筒は外面塗装等による対応を行っていることから、直ちに腐食により排気筒の機能に影響を及ぼすことはない。

なお、長期的な影響については、降下火砕物が排気筒に侵入した場合でも、内部点検や除去が可能であり、その状況に応じて補修作業を行う。

以上

取水設備に係る影響評価

粒径の大きな降下火砕物については、取水路内に沈降すると考えられるものの、仮にごく少量の降下火砕物が取水設備に達した場合の影響について以下のとおり評価する。

(1) 評価項目及び内容

① 水循環系の閉塞

降下火砕物が混入した海水を取水することにより、取水設備が閉塞しないことを評価する。

② 水循環系の化学的影響（腐食）

降下火砕物が混入した海水を取水することによる構造物内部の腐食により機器の機能に影響がないことを評価する。

(2) 評価条件

① 降下火砕物条件

a. 粒径：●mm 以下

(3) 評価結果

① 水循環系の閉塞

追而【地震津波側審査の反映】
(層厚、密度及び粒径について、
地震津波側審査結果を受けて反映のため)

追而【地震津波側審査の反映】
(層厚、密度及び粒径について、
地震津波側審査結果を受けて反映のため)

以 上

原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナに係る影響評価

降下火砕物による原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ（下流設備含む、以下「海水ポンプ出口ストレーナ」）への影響について以下のとおり評価する。

(1) 評価項目及び内容

① 水循環系の閉塞

降下火砕物が混入した海水を取水することにより、海水ポンプ出口ストレーナ（下流設備含む）が閉塞しないことを評価する

② 水循環系の化学的影響（腐食）

降下火砕物が混入した海水を取水することによる構造物内部の腐食により機器の機能に影響がないことを評価する。

(2) 評価条件

① 降下火砕物条件

a. 粒径：●mm 以下

(3) 評価結果

① 水循環系の閉塞

追而【地震津波側審査の反映】
（層厚、密度及び粒径について、
地震津波側審査結果を受けて反映のため）

機器名		伝熱管内径	海水流量
非常用ディーゼル 発電機	潤滑油冷却器	約 15mm	約 50m ³ /h
	清水冷却器	約 15mm	約 50m ³ /h
	空気冷却器	約 10.6mm	約 55～105m ³ /h
空調用冷凍機		約 15.78mm	約 125m ³ /h(夏季)
原子炉補機冷却水冷却器 (プレート型)		□ mm	約 1,050m ³ /h

②水循環系の化学的影響（腐食）

化学的影響については、海水ポンプ出口ストレナ下流の機器の冷却器（細管等）についても、耐食性のある材料を用いていること、並びに連続通水状態であり著しい腐食環境にならないことから、腐食により下流の機器に影響を及ぼすことはない。

以 上

制御用空気圧縮機に係る影響評価

降下火砕物による制御用空気圧縮機への影響について以下のとおり評価する。

(1) 評価項目及び内容

① 換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的影響（磨耗）

降下火砕物が制御用空気圧縮機の摺動部に侵入する可能性を考慮し、侵入した場合の影響について評価する。

(2) 評価条件

① 降下火砕物条件

a. 粒径：●mm 以下

(3) 評価結果

追而【地震津波側審査の反映】
（層厚、密度及び粒径について、
地震津波側審査結果を受けて反映のため）

以 上

安全系の計装盤等に係る影響評価

屋内に空気を取り込む機構を有する安全系計装盤・電気盤への降下火砕物の降灰の影響について以下のとおり評価する。

(1) 評価項目及び内容

① 絶縁低下

降下火砕物が盤内に侵入する可能性及び侵入した場合の影響について評価する。

(2) 評価条件

① 降下火砕物条件

a. 粒径：●mm 以下

(3) 評価結果

追而【地震津波側審査の反映】
(層厚、密度及び粒径について、
地震津波側審査結果を受けて反映のため)

追而【地震津波側審査の反映】
(層厚、密度及び粒径について、

以 上

泊発電所 3 号炉

火山影響評価 補足資料

目次

1. 原子力発電所の火山影響評価ガイドとの整合性について
2. 降下火砕物の特徴及び影響モードと、影響モードから選定された影響要因に対し影響を受ける評価対象施設等の組合せについて
3. 原子炉の高温停止及び低温停止に必要な設備に関する降下火砕物の降灰の影響評価について
4. 降下火砕物の化学的影響（腐食）について
5. 降下火砕物の金属腐食研究について
6. 降下火砕物による磨耗の影響（破碎しやすさ・硬度）について
7. 建屋に対する荷重評価の基本的な考え方について（後日提出）
8. 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
9. 非常用ディーゼル機関の故障要因について
10. 降下火砕物侵入による非常用ディーゼル機関空気冷却器への影響について
11. 非常用ディーゼル発電機吸気消音器の吸気フィルタへの影響について
12. 換気空調設備（給気系外気取入口（平型フィルタ））への影響について
13. 降下火砕物の降灰によるその他設備への影響について
14. 降下火砕物の降灰した際の対応手順について
15. 降下火砕物の除灰に要する時間について
16. 負圧管理箇所への降下火砕物の侵入影響について
17. 腐食による機能影響について
18. 灰置場の場所及び容量について
19. 降下火砕物降灰時の平型フィルタ取替の手順について
20. 観測された諸噴火の最盛期における噴煙柱の高度、噴出率と継続時間
21. 降下火砕物の粒度分布について（後日提出）
22. 降下火砕物による開閉所への影響について
23. 非常用ディーゼル発電機吸気フィルタの閉塞について
24. 降下火砕物の侵入による非常用ディーゼル発電機の潤滑油への影響について
25. 気中降下火砕物対策の検討について
26. 重大事故等対処設備に対する考慮について
27. 水質汚染に対する補給水等への影響について
28. 外部事象に対する津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備の防護方針について

1. 原子力発電所の火山影響評価ガイドとの整合性について

原子力発電所の火山影響評価ガイドと降下火砕物に対する設備影響の評価の整合性について、以下の表に示す。

泊発電所3号炉に対する火山事象の影響評価 (降下火砕物の影響評価)	原子力発電所の火山影響評価ガイド
<p>1. はじめに</p> <p>原子力規制委員会の定める「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（平成25年6月28日原子力規制委員会規則第五号）」第6条において、外部からの衝撃による損傷防止として、安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）が発生した場合においても安全機能を損なわれないものでなければならぬとされており、敷地周辺の自然環境を基に想定される自然現象の一つとして、火山の影響を挙げている。</p> <p>火山の影響により原子炉施設の安全性を損なわれることのない設計であることを評価するための「原子力発電所の火山影響評価ガイド」を参照し、以下のとおり火山影響評価を行い、安全機能が維持されることを確認した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 立地評価 ・ 影響評価 	<p>1. 総則</p> <p>本評価ガイドは、原子力発電所への火山影響を適切に評価するため、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出、抽出された火山の火山活動に関する個別評価、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山事象の抽出及びその影響評価のための方法と確認事項をとりまとめたものである。</p> <p>1. 1 一般</p> <p>原子力規制委員会の定める「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」第6条において、外部からの衝撃による損傷の防止として、安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）が発生した場合においても安全機能を損なわれないものでなければならぬとされており、敷地周辺の自然環境を基に想定される自然現象の一つとして、火山の影響を挙げている。</p> <p>火山の影響評価としては、最近では使用済燃料中間貯蔵施設の安全審査において評価実績があり、2009年に日本電気協会が「原子力発電所火山影響評価技術指針」（JEAC4625-2009）を制定し、2012年にIAEAがSafetyStandards “Volcanic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations” (No. SSG-21)を策定した。近年、火山学は基本的記述科学から、以前は不可能であった火山システムの観察と複雑な火山プロセスの数値モデルの使用に依存する定量的科学へと発展しており、これらの知見を基に、原子力発電所への火山影響を適切に評価する一例を示すため、本評価ガイドを作成した。</p> <p>本評価ガイドは、新規基準が求める火山の影響により原子炉施設の安全性を損なうことのない設計であることの評価方法の一例である。また、本評価ガイドは、火山影響評価の妥当性を審査官が判断する際に、参考とするものである。</p> <p>1. 2 適用範囲</p> <p>本評価ガイドは、実用発電用原子炉及びその附属施設に適用する。</p> <p>1. 3 関連法規等</p> <p>本評価ガイドは、以下を参考としている。</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 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（平成25年原子力規制委員会規則第5号） (2) 使用済燃料中間貯蔵施設の安全審査における「自然環境」の考え方について（平成20年10月27日原子力安全委員会了承） (3) 日本電気協会「原子力発電所火山影響評価技術指針」（JEAC4625-2009） (4) IAEA SafetyStandards “Volcanic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations” (No. SSG-21, 2012)

泊発電所3号炉に対する火山事象の影響評価 (降下火砕物の影響評価)

2. 原子力発電所に影響を及ぼす火山事象の影響評価の流れ
ガイドに従い評価

原子力発電所の火山影響評価ガイド

2. 原子力発電所に影響を及ぼす火山影響評価の流れ
火山影響評価は、図1に従い、立地評価と影響評価の2段階で行う。
立地評価では、まず原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出を行い、影響を及ぼし得る火山が抽出された場合には、抽出された火山の火山活動に関する個別評価を行う。即ち、設計対応不可能な火山事象が原子力発電所の運用期間中に影響を及ぼす可能性の評価を行う。(解説-2)
影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価された場合は、火山活動のモニタリングと火山活動の兆候把握時の対応を適切に行うことを条件として、個々の火山事象に対する影響評価を行う。一方、設計対応不可能な火山事象が原子力発電所運用期間中に影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価されない場合は、原子力発電所の立地は不適と考えられる。
影響評価では、個々の火山事象への設計対応及び運転対応の妥当性について評価を行う。
解説-2. IAEASSG-21では、火砕物密度流、溶岩流、岩屑なだれ・地滑り及び斜面崩壊、新しい火道の開通及び地殻変動を設計対応が不可能な火山事象としており、本評価ガイドでも、これを用いる。

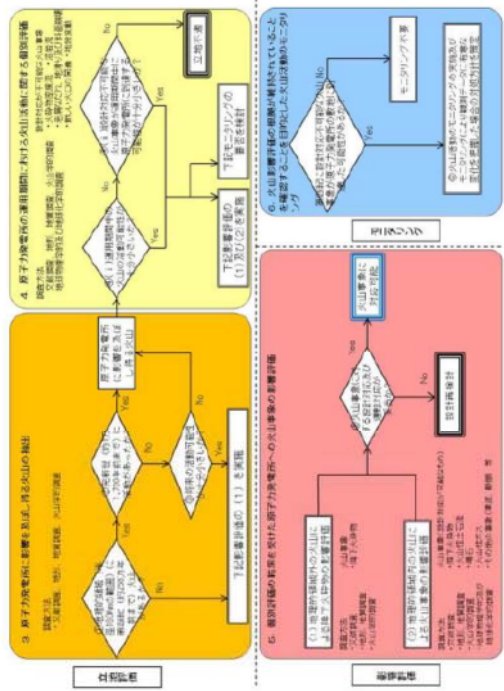


図1 原子力発電所に影響を及ぼす火山影響評価の基本フロー

原子力発電所の火山影響評価ガイド	泊発電所3号炉に対する火山事象の影響評価（降下火砕物の影響評価）
<p>【立地評価】（項目名のみ記載）</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 3. 1 文献調査 3. 2 地形・地質調査及び火山学的調査 3. 3 将来の火山活動可能性 4. 原子力発電所の運用期間における火山活動に関する個別評価 4. 1 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価 4. 2 地球物理学的及び地球化学的調査 6. 火山影響評価の根拠が維持されていることの確認を目的とした火山活動のモニタリング 6. 1 監視対象火山 6. 2 監視項目 6. 3 定期的評価 6. 4 観測データの有意な変化を把握した場合の対処 	<p>【立地評価】</p> <p style="text-align: center;">追而【地震津波側審査の反映】 （立地評価について、 地震津波側審査結果を受けて反映のため）</p>
3. 火山活動のモニタリング	<p>追而【地震津波側審査の反映】 （火山活動のモニタリングについて、 地震津波側審査結果を受けて反映のため）</p>

【影響評価】

5. 個別評価の結果を受けた原子力発電所への火山事象の影響評価

原子力発電所の運用期間中において設計対応不可能な火山事象によって原子力発電所の安全性に影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価された火山について、それが噴出した場合、原子力発電所の安全性に影響を与える可能性のある火山事象を表1に正しい抽出し、その影響評価を行う。

ただし、降下火砕物に関しましては、火山抽出の結果にかかわらず、原子力発電所の敷地及びその周辺調査から求められる単位面積あたりの質量と同等の火砕物が降下するものとす。なお、敷地及び敷地周辺で確認された降下火砕物で、噴出源が同定でき、その噴出源が将来噴火する可能性が否定できる場合は考慮対象から除外する。

また、降下火砕物は侵食等で厚さが低く見積もられるケースがあるので、文献等も参考にして、第四紀火山の噴火による降下火砕物の堆積量を評価すること。(解説-17)

抽出された火山事象に対して、4章及び5章の調査結果等を踏まえて、原子力発電所への影響評価を行うための、各事象の特性と規模を設定する。(解説-18)

以下に、各火山事象の影響評価の方法を示す。

解説-17. 文献等には日本第四紀学会の「日本第四紀地図」を含む。

解説-18. 原子力発電所との位置関係について

表1に記載の距離は、原子力発電所火山影響評価技術指針 (JEA4625) から引用した。JEA4625 では、調査対象火山事象と原子力発電所との距離は、わが国における第四紀火山の火山噴出物の既往最大到達距離を参考に設定している。また、噴出中心又は発生源の位置が不明な場合には、第四紀火山の火山噴出物等の既往最大到達距離と噴出物の分布を参考にその位置を想定する。

例えば、噴出中心と原子力発電所との距離が、表中の位置関係に記載の距離より短ければ、火山事象により原子力発電所が影響を受ける可能性があると考えられる。

追而【地震津波側審査の反映】
(火山活動のモニタリングについて、
地震津波側審査結果を受けて反映のため)

【影響評価】
4. 影響評価

追而【地震津波側審査の反映】
(影響評価について、
地震津波側審査結果を受けて反映のため)

調査対象火山	既往最大到達距離 (km)	噴出物の分布 (m)
1. 富士山	100	1000
2. 浅間山	100	1000
3. 霧ヶ峰	100	1000
4. 御嶽山	100	1000
5. 浅間山	100	1000
6. 霧ヶ峰	100	1000
7. 御嶽山	100	1000
8. 霧ヶ峰	100	1000
9. 御嶽山	100	1000
10. 霧ヶ峰	100	1000
11. 御嶽山	100	1000
12. 霧ヶ峰	100	1000
13. 御嶽山	100	1000
14. 霧ヶ峰	100	1000
15. 御嶽山	100	1000
16. 霧ヶ峰	100	1000
17. 御嶽山	100	1000
18. 霧ヶ峰	100	1000
19. 御嶽山	100	1000
20. 霧ヶ峰	100	1000
21. 御嶽山	100	1000
22. 霧ヶ峰	100	1000
23. 御嶽山	100	1000
24. 霧ヶ峰	100	1000
25. 御嶽山	100	1000
26. 霧ヶ峰	100	1000
27. 御嶽山	100	1000
28. 霧ヶ峰	100	1000
29. 御嶽山	100	1000
30. 霧ヶ峰	100	1000
31. 御嶽山	100	1000
32. 霧ヶ峰	100	1000
33. 御嶽山	100	1000
34. 霧ヶ峰	100	1000
35. 御嶽山	100	1000
36. 霧ヶ峰	100	1000
37. 御嶽山	100	1000
38. 霧ヶ峰	100	1000
39. 御嶽山	100	1000
40. 霧ヶ峰	100	1000
41. 御嶽山	100	1000
42. 霧ヶ峰	100	1000
43. 御嶽山	100	1000
44. 霧ヶ峰	100	1000
45. 御嶽山	100	1000
46. 霧ヶ峰	100	1000
47. 御嶽山	100	1000
48. 霧ヶ峰	100	1000
49. 御嶽山	100	1000
50. 霧ヶ峰	100	1000

注1 噴出中心と原子力発電所との距離は、調査対象火山の既往最大到達距離を参考に設定している。また、噴出中心又は発生源の位置が不明な場合には、第四紀火山の火山噴出物等の既往最大到達距離と噴出物の分布を参考にその位置を想定する。

注2 噴出物の分布は、噴出物の既往最大到達距離を参考に設定している。また、噴出中心又は発生源の位置が不明な場合には、第四紀火山の火山噴出物等の既往最大到達距離と噴出物の分布を参考にその位置を想定する。

注3 霧ヶ峰山は、噴出物の既往最大到達距離を参考に設定している。また、噴出中心又は発生源の位置が不明な場合には、第四紀火山の火山噴出物等の既往最大到達距離と噴出物の分布を参考にその位置を想定する。

原子力発電所の火山影響評価ガイド	泊発電所3号炉に対する火山事象の影響評価（降下火砕物の影響評価）
<p>5. 1 降下火砕物</p> <p>(1) 降下火砕物の影響</p> <p>(a) 直接的影響</p> <p>降下火砕物は、最も広範囲に及ぶ火山事象で、ごくわずかな火山灰の堆積でも、原子力発電所の通常運転を妨げる可能性がある。降下火砕物により、原子力発電所の構造物への静的負荷、粒子の衝突、水循環系の閉塞及びその内部における磨耗、換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的及び化学的影響、並びに原子力発電所周辺の大気汚染等の影響が挙げられる。</p> <p>降雨・降雪等の自然現象は、火山灰等堆積物の静的負荷を著しく増大させる可能性がある。火山灰粒子には、化学的腐食や給水の汚染を引き起こす成分（塩素イオン、フッ素イオン、硫化物イオン等）が含まれている。</p> <p>(b) 間接的影響</p> <p>前述のように、降下火砕物は広範囲に及ぶことから、原子力発電所周辺の社会インフラに影響を及ぼす。この中には、広範囲な送電網の損傷による長期の外部電源喪失や原子力発電所へのアクセス制限事象が発生しうることも考慮する必要がある。</p> <p>(2) 降下火砕物による原子力発電所への影響評価</p> <p>降下火砕物の影響評価では、降下火砕物の堆積物量、堆積速度、堆積期間及び火山灰等の特性等の設定、並びに降雨等の同時期に想定される気象条件及び火山灰等特性に及ぼす影響を考慮し、それらの原子力施設又はその付属設備への影響を評価し、必要な場合には対策がとられ、求められている安全機能が担保されることを評価する。(解説-19、21)</p> <p>(3) 確認事項</p> <p>(a) 直接的影響の確認事項</p> <p>①降下火砕物堆積荷重に対して、安全機能を有する構築物、系統及び機器の健全性が維持されること。</p> <p>②降下火砕物により、取水設備、原子炉補機冷却海水系統、格納容器ベント設備等の安全上重要な設備が閉塞等によりその機能を喪失しないこと。</p> <p>③外気取入口からの火山灰の侵入により、換気空調系統のフィルタの目詰まり、非常用ディーゼル発電機の損傷等による系統・機器の機能喪失がなく、加えて中央制御室における居住環境を維持すること。(解説-20)</p> <p>④必要に応じて、原子力発電所内の構築物、系統及び機器における降下火砕物の除去等の対応が取れること。</p>	<p>4. 4 降下火砕物による影響の選定</p> <p>4. 4. 2 直接的影響</p> <p>降下火砕物の特徴から直接的影響の要因となる荷重、閉塞、摩耗、腐食、大気汚染、水質汚染及び絶縁影響を抽出し、評価対象施設等の構造や設置状況を考慮して直接的な影響因子を以下のとおり選定する。なお、泊発電所3号炉で想定される降下火砕物の条件を考慮し、表4.4.2-1に示す項目について評価を実施する。</p> <p>4. 4. 3 間接的影響</p> <p>降下火砕物によって発電所に間接的な影響を及ぼす因子は、湿った降下火砕物が送電線の碍子、開閉所の充電露出部等に付着し絶縁低下を生じさせることによる広範囲にわたる送電網の損傷に伴う「外部電源喪失」、及び降下火砕物が道路に堆積することによる交通の途絶に伴う「アクセス制限」である。</p> <p>4. 3 火山事象（降下火砕物）から防護する施設</p> <p>「実用発電用原子炉及びその付属施設的位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成25年6月28日原子力規制委員会規則第五号）」第6条において、「安全施設（兼用キヤスクを除く）は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。」とされていることから、降下火砕物の影響から防護する施設は、発電用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」で規定されている安全重要度分類クラス1、クラス2及びクラス3に該当する構築物、系統及び機器とする。また、以下の点を踏まえ、外部事象防護対象施設は、発電用原子炉を停止するため又は停止状態にある場合は引き続きその状態を維持するために必要な異常の発生防止の機能又は異常の影響緩和の機能を有する構築物、系統及び機器、並びに使用済燃料プールの冷却機能及び給水機能を維持するために必要な異常の発生防止の機能又は異常の影響緩和の機能を有する構築物、系統及び機器とする。また、外部事象防護対象施設及び外部事象防護対象施設を内包する建屋を併せて外部事象防護対象施設等という。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・降下火砕物襲来時の状況を踏まえ、必要に応じてプラント停止の措置をとること ・プラント停止後は、その状態を維持することが重要であること <p>その上で、外部事象防護対象施設等のうち、屋内設備は内包する建屋により防護する設計とし、評価対象施設を、建屋、屋外に設置されている施設、降下火砕物を含む海水の流路となる施設、降下火砕物を含む空気の流路となる施設、外気から取り入れた屋内の空気を</p>

泊発電所3号炉に対する火山事象の影響評価（降下火砕物の影響評価）	原子力発電所の火山影響評価ガイド
<p>機器内に取り込む機構を有する施設に分類し抽出する。また、評価対象施設及び外部事象防護対象施設等に波及的影響を及ぼし得る施設を評価対象施設等という。</p> <p>上記以外の安全施設については、降下火砕物に対して機能を維持すること若しくは降下火砕物による損傷を考慮して、代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障のない期間での除灰、修復等の対応又はそれらを適切に組み合わせること、その安全機能を損なわない設計とする。</p> <p>以上を踏まえた抽出フローを図 4.3-1、図 4.3-2 に示す。抽出フローに基づき抽出した評価対象施設等を表 4.3-1、表 4.3-2 に示すとともに、評価対象施設等の設置場所を図 4.3-3 に示す。</p> <p>なお、津波防護施設は重要度分類指針におけるクラス1、クラス2及びクラス3に属する構築物、系統及び機器に該当しないが、基準津波の高さや防護範囲の広さ等の重要性を鑑み、自主的に機能維持のための配慮を行う。</p> <p>4.6 降下火砕物の直接的影響に対する設計方針 直接的影響については、評価対象施設等の構造や設置状況等（形状、機能、外気吸入や海水通水の有無等）を考慮し、想定される各影響因子に対して、影響を受ける各評価対象施設等が安全機能を損なわない以下の設計とする。</p> <p>4.7 降下火砕物の除去等の対策 4.7.1 降下火砕物に対応するための運用管理 降下火砕物に備え、手順を整備し、図 4.7.1-1 のフローのとおり段階的に対応することとしている。その体制については地震、津波、火山噴火等の自然災害に対し、保安規定に基づく保安管理体制として整備し、その中で体制の移行基準、活動内容についても明確にする。なお、多くの火山では、噴火前に、震源の浅い火山性地震の頻度が急増し、火山性微動の活動が始まるため、事前に対策準備が可能である。</p> <p>4.8 降下火砕物の間接的影響に対する設計方針 広範囲にわたる送電網の損傷による7日間の外部電源喪失及び発電所外での交通の途絶によるアクセス制限事象に対発電用原子炉の停止並びに停止後の発電用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非常用ディーゼル発電機及び耐震SクラスのA1、A2-発電機燃料油貯槽及びB1、B2-燃料油貯槽（132K0を4基）により継続できる設計とすることにより、安全機能を損なうことのない設計とする。</p> <p>以上</p>	<p>(b) 間接的影響の確認事項 原子力発電所外での影響（長期期間の外部電源の喪失及び交通の途絶）を考慮し、燃料油等の備蓄又は外部からの支援等により、原子炉及び使用済燃料プールの安全性を損なわないように対応が取れること。</p> <p>解説-19. 原子力発電所内及びその周辺敷地において降下火砕物の堆積が観測されない場合は、次の方法により堆積物量を設定する。 ✓類似する火山の降下火砕物堆積物の情報を基に求める。 ✓対象となる火山の噴火量、噴煙柱高、全体粒度分布、及びその領域における風速分布の変動を高度及び関連パラメータの関数として、原子力発電所における降下火砕物の数値シミュレーションを行うことより求める。数値シミュレーションに際しては、過去の噴火履歴等の関連パラメータ、並びに類似の火山降下火砕物堆積物等の情報を参考とすることができる。</p> <p>解説-20. 堆積速度、堆積期間については、類似火山の事象やシミュレーション等に基づいて評価する。また、外気取入口から侵入する火山灰の想定に当たっては、添付1の「空中降下火砕物濃度の推定手法について」を参照して推定した空中降下火砕物濃度を用いる。堆積速度、堆積期間及び空中降下火砕物濃度は、原子力発電所への間接的な影響の評価にも用いる。</p> <p>解説-21. 火山灰の特性としては粒度分布、化学的特性等がある。</p> <p>(「5. 2 火砕物密度流」以降省略)</p> <p>以上</p>

2. 降下火砕物の特徴及び影響モードと、影響モードから選定された影響要因に対し影響を受ける評価対象施設等の組合せについて

降下火砕物の特徴から抽出される影響モード、影響モードから選定される影響因子、影響因子から影響を受ける評価対象施設の組合せについて、本資料「表 4.4.4-1 降下火砕物が影響を与える評価対象施設等と影響因子の組合せ」にて、評価すべき組合せを検討した結果、図1に示す結果となった。なお、選定された影響因子は、「原子力発電所の火山影響評価ガイド」に示されたものと同じ項目となった。

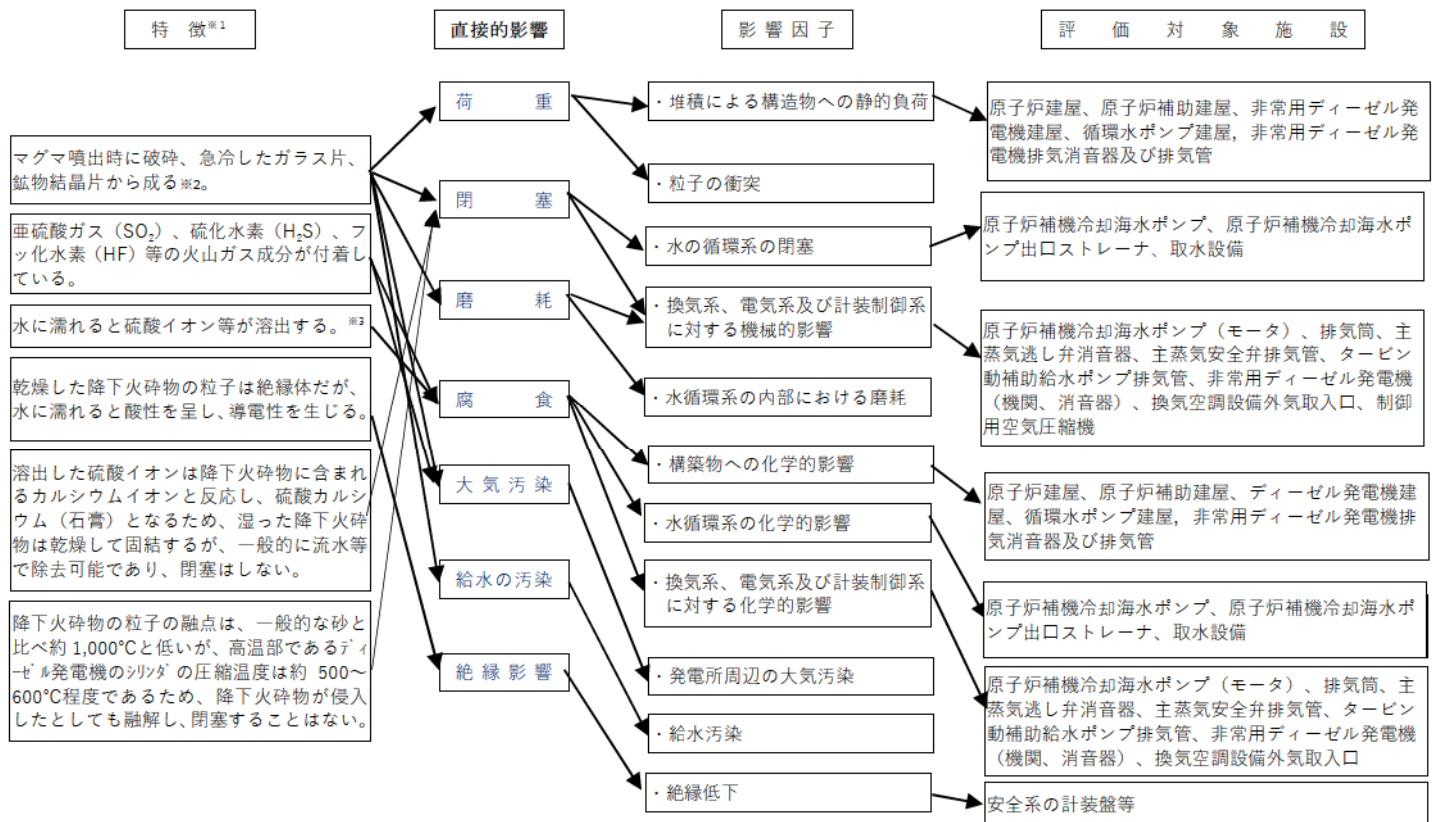


図1 降下火砕物の特徴と影響因子

※1: (参考文献) 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等は含まれていない。

※3: [降下火砕物による金属腐食の研究報告の例]

4種類の金属材料 (Znメッキ、Al、SS41、Cu) に対して、桜島降下火砕物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においても表面厚さに対して十数μmのオーダーの腐食。

(試験条件・・・温度、湿度、保持時間 [① (40°C, 95%, 4h) ~② (20°C, 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オーダー) 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。

3. 原子炉の高温停止及び低温停止に必要な設備に関する降下火砕物の影響評価について

降下火砕物に起因する外部電源喪失事象により、原子炉の停止が想定されることから、原子炉の高温停止及び低温停止に必要な機能を以下のとおり抽出した。

- (1) 原子炉停止：原子炉停止系
- (2) ほう酸添加：原子炉停止系（化学体積制御設備のほう酸注入機能）
- (3) 崩壊熱除去：補助給水系、主蒸気系、余熱除去系
- (4) 上記系統の関連系（安全保護系、中央制御室空調装置、制御用圧縮空気設備、非常用所内電源系、原子炉補機冷却水設備、直流電源設備、原子炉補機冷却海水設備 等）

以上の機能を達成するために必要な設備は、表1の防護対象に含まれていることから、降下火砕物に起因する外部電源喪失事象が発生しても、原子炉の高温停止及び低温停止が可能である。

表 1 原子炉の高温停止及び低温停止に必要な設備に関する防護対象(1/2)

分類	定義	安全機能の重要度分類		設備設置場所	高温停止及び低温停止に必要な機能
		機能	建物設備		
PS-1	その損傷又は故障により発生する事象によって、 (a)炉心の著しい損傷、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	1) 原子炉冷却材圧力バウダリ機能	原子炉冷却材圧力バウダリを構成する機器・配管（1次冷却材系）	○	—
		2) 過剰反応度の印加防止機能	制御棒駆動装置圧力バウダリ	○	—
		3) 炉心形状の維持機能	炉心支持構造物 燃料集合体	○	—
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ダリの過圧を防止し、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	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（制御棒クラスタ、制御棒駆動装置） （トリップ機能）	○	原子炉停止
		2) 未臨界維持機能	原子炉停止系 制御棒 化学体積制御設備（ほう酸水注入機能） 非常用炉心冷却設備（ほう酸水注入機能）	○	原子炉停止 ほう酸添加
		3) 原子炉冷却材圧力バウダリの過圧防止機能	加圧器安全弁（閉機能）	○	—
		4) 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 蒸気発生器から主蒸気逃し弁までの主蒸気設備 蒸気発生器から、主給水隔離弁までの給水設備 残留熱を除去する系統 主蒸気逃し弁（手動逃し機能） 主蒸気安全弁	○	崩壊熱除去
		5) 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	○	—
		6) 放射性物質の閉じ込め機能、放射線の遮蔽及び放出低減機能	原子炉格納容器 アニュラス 原子炉格納容器隔離弁（バウダリ配管） 原子炉格納容器スプレイ設備 アニュラス空気浄化設備 外部運へい 排気筒	○	○

表 1 原子炉の高温停止及び低温停止に必要な設備に関する防護対象(2/2)

分類	定義	安全機能の重要度分類		構築物、系統又は機器	設備設置場所		高温停止及び低温停止に必要な機能
		機能	機能		建屋設備	屋外設備	
MS-1	安全上必須なその他の構築物、系統及び機器	1) 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 2) 安全上特に重要な関連機能 (いずれも、MS-1 関連のもの)	安全防護系	○		関連系	
			非常用所内電源系	○		関連系	
			ディーゼル発電機	○		関連系	
			中央制御室及び中央制御室遊へい	○		関連系	
			中央制御室空調装置	○		関連系	
			原子炉補機冷却水設備	○		関連系	
			原子炉補機冷却海水設備	○		関連系	
			直流電源設備	○		関連系	
			計測制御用電源設備	○		関連系	
			制御用空気圧縮設備	○		関連系	
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壊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温度変化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 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	放射性廃棄物処理施設 使用済燃料ピット (使用済燃料ラックを含む。) 新燃料貯蔵庫 (臨界を防止する機能)	○		—		
		燃料取扱設備	○		—		
		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)	○		—		
		燃料取扱用水ピットからの使用済燃料ピット水補給ライン	○		—		
		気体廃棄物処理設備の隔離弁	○		—		
		原子炉計装の一部 プロセス計装の一部	○		—		
		加圧器逃がし弁 (手動閉鎖機能) 加圧器後備ヒータ 加圧器逃がし弁元弁 (閉鎖機能)	○		—		
		中央制御室外原子炉停止装置 (安全停止に関連するもの)	○		—		
		1) 原子炉冷却材を内蔵する機器 (ただし、原子炉冷却材圧力バウンダリから除外されている計装等の小口径のもの及びバウンダリに直接接続されているものは除く。) 2) 原子炉冷却材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 3) 燃料を安全に取り扱う機能					
		1) 安全弁及び逃がし弁の吹き止まり機能 2) 燃料プール水の補給機能 3) 放射性物質放出の防止機能					
1) 事故時のプラント状態の把握機能 2) 異常状態の緩和機能							
3) 制御室外からの安全停止機能							

4. 降下火砕物の化学的影響（腐食）について

1. 泊発電所における塗装

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は、耐水性、対熱性、耐油性等を考慮した塗料を使用している。（泊発電所における塗装の例を下表に示す）

2. 降下火砕物による腐食影響

(1) 屋外設備に対する腐食影響

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（排気管）、非常用ディーゼル発電機排気消音器及び排気管、換気空調設備（外気取入口）、排気筒の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、アクリルシリコン樹脂系やシリコン樹脂系の塗料が複数層で塗布されている。アクリルシリコン樹脂系塗料は重防食塗料として耐食性に優れている。また、シリコン樹脂系塗料は耐熱性に優れるため、屋外設備の高温部に用いられており、耐薬品性も強い。

いずれもこれら塗装により保護されているため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。

(2) 海水系機器に対する腐食影響

原子炉補機冷却海水ポンプ、海水管等の海水に直接触れる部分については、エポキシ系等の耐食性塗料（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ならびに混入した海水を取水したとしても、直ちに金属表面の腐食が進むことはない。

以上より、降下火砕物による「構築物への化学的影響（腐食）」について、評価対象施設が塗装されていることで直ちに機能に影響を及ぼすことはない。

表 泊発電所における塗装の例（3号炉原子炉補機冷却海水ポンプ）

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
海水ポンプ 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
海水ポンプ 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（ビニル樹脂パ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-Sa2½/SSPC SP10（黒皮、その他あらゆる付着物を約95%除去する）

以 上

5. 降下火砕物の金属腐食研究について

桜島降下火砕物による金属腐食研究結果を泊発電所における降下火砕物による金属腐食の影響評価に適用する考え方について以下に示す。

1. 適用の考え方

降下火砕物による金属腐食については、主として火山ガス（SO₂）が付着した降下火砕物の影響によるものである。

降下火砕物による腐食影響において引用した研究文献「火山環境における金属材料の腐食」では、実際の降下火砕物である桜島降下火砕物を用いて、実際の火山環境に近い状態を模擬するため、高濃度の亜硫酸ガス（SO₂）雰囲気を保った状態で金属腐食試験を行ったものであり、降下火砕物の腐食成分濃度を高濃度で模擬した腐食試験結果であることから、当社が考慮する火山についても本研究結果が十分適用可能である。

2. 研究文献「火山環境における金属材料の腐食」の概要

(1) 試験概要

「火山環境における金属材料の腐食（出雲茂人、末吉秀一他）、防食技術 Vol. 39, pp. 247-253, 1990」によると、降下火砕物を水で洗浄し、可溶性の成分を除去した後、金属試験片に堆積させ、高濃度の SO₂ ガス雰囲気（150～200ppm）で、加熱（温度 40℃、湿度 95%を4時間）、冷却（温度 20℃、湿度 80%を2時間）を最大 18 回繰り返すことにより、結露、蒸発を繰り返し金属試験片の腐食を観察している。

(2) 試験結果

図に示すとおり、降下火砕物の堆積量が多い場合は、降下火砕物の堆積なし又は堆積量が少ない場合と比較して、金属試験片の腐食が促進されるが、腐食量は表面厚さにして十数 μm 程度との結果が得られ、降下火砕物の層では結露しやすいこと、並びに保水効果が大きいことにより腐食が促進されると結論づけられる。

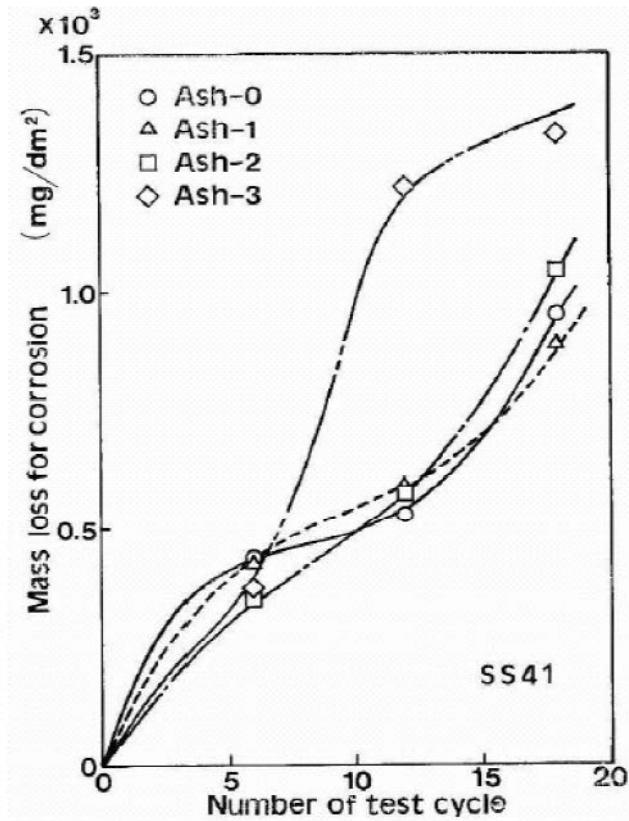
(3) 試験結果からの考察

降下火砕物による腐食については、主として火山ガスが付着した降下火砕物の影響によるものであり、本研究においては、金属試験片の表面に降下火砕物を置き、実際の火山環境を模擬して高濃度の SO₂ 雰囲気中で暴露し、腐食実験を行っているものである。

腐食の要因となる火山ガスを高濃度の雰囲気を常に保った状態で行っている

試験であり、自然環境に存在する降下火砕物よりも高い腐食条件*で金属腐食量を求めており、当社で考慮する降下火砕物についても十分適用可能である。

- 【※参考】
- ・三宅島火山の噴火口付近の観測記録：20～30ppm
(「三宅島火山ガスに関する検討会報告書」より)
 - ・桜島火山上空の噴煙中火山ガスの観測記録：17～68ppm
(「京大防災研究所年報」より)



- Ash-0 : 火山灰のない状態
- Ash-1 : 表面が見える程度に積もった状態
- Ash-2 : 表面が見えなくなる程度に積もった状態
- Ash-3 : 約 0.8mm の厚さに積もった状態

図 SS41 の腐食による重量変化

以上

6. 降下火砕物による磨耗の影響（破碎しやすさ・硬度）について

降下火砕物による水循環系、非常用ディーゼル発電機の機関内部における磨耗の影響について以下のとおり評価する。

1. 水循環系の内部の磨耗

降下火砕物による水循環系の内部における磨耗について、降下火砕物は砂等に比べて破碎し易く^{※1}、硬度が小さい^{※2}こと、またプラントの供用期間中において海水取水中に含まれる砂等の磨耗によるトラブルは発生していないことから、降下火砕物粒子による磨耗が設備に影響を与える可能性は小さい。

水循環系の内部には一定の水の流れがあり、冷却管等の内部に降下火砕物が長期に留まることは考えにくい。仮に降下火砕物粒子が内部に長期的に滞留したとしても、降下火砕物粒子の硬さは、モース硬度^{※3}で約5程度であり、砂のモース硬度の約7程度と比較して、砂よりも硬度の低い降下火砕物による水循環系の設備に対する長期的な影響も小さいと考えられる。

2. 非常用ディーゼル発電機の機関内部の磨耗

非常用ディーゼル発電機の機関内部における磨耗について、仮に機関吸気に降下火砕物等の固形物が混入した場合でも、シリンダライナー及びピストンリングは磨耗に強い鋳鉄（ブリネル硬さ^{※4}230程度（SUS180程度））であること、また前述のとおり、降下火砕物は砂と比較して破碎し易く硬度が低く、定期検査ごとに行うシリンダライナー及びピストンリングの点検においても砂等による有意な磨耗影響は確認されていない。

長期的な影響についても、シリンダライナー及びピストンの隙間内へ侵入した降下火砕物は、シリンダとピストン双方の摺動運動が繰り返されるごとに、更に細かな粒子に破碎され、破碎された粒子はシリンダライナー及びピストンリング隙間に付着している潤滑油により機関外へ除去されること、また降下火砕物が燃焼室内に一時的に滞留したとしても、排気ガスと共に大気へ放出されることから、降下火砕物粒子による長期的な影響も小さいと考えられる。

※1 武若耕司（2004）：シラスコンクリートの特徴とその実用化の現状、コンクリート工学、vol.42、No.3、pp.38-47

※2 恒松修二・井上耕三・松田応作（1976）：シラスを主原料とする結晶化ガラス、窯業協会誌84[6]、pp.32-40

※3 モース硬度とは、一般的に鉱物の硬度に用いられる硬さの単位

※4 ブリネル硬さとは、一般的に金属等の工業材料に用いられる硬さの単位

以上

8. 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する。この時の沈降速度は以下の式で与えられる。

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

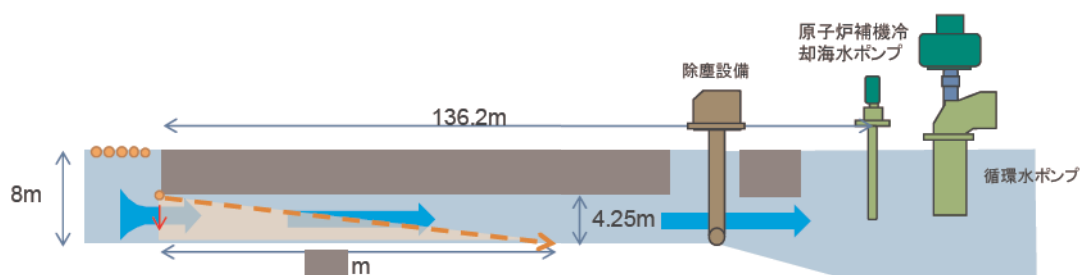
g : 重力加速度 (9.81)
 c_w : 抵抗係数 (0.44)
 ρ_k : 降下火砕物の密度 (1.10) ※1
 ρ_l : 海水の密度 (1.03)
 d_k : 降下火砕物の粒径 (●mm) ※2

※1 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

※2 異物逃し溝と同じ粒径

以上より沈降速度を計算すると、

追而【地震津波側審査の反映】
 (層厚、密度及び粒径について、
 地震津波側審査結果を受けて反映のため)



追而【地震津波側審査の反映】
(層厚、密度及び粒径について、
地震津波側審査結果を受けて反映のため)

以 上

9. 非常用ディーゼル機関の故障要因について

非常用ディーゼル機関の故障要因、降下火砕物の機関内への侵入による影響について以下に示す。

予防保全の観点から、ディーゼル機関に限らず機械全般において、故障・不具合の防止を目的として一般的に用いられる要因の考え方にに基づき、潜在的な故障・不具合要因としてメーカーが推奨しているディーゼル機関の故障要因は以下の3種類が該当するとされている。なお、設計に起因するもの、管理ミス等の要因によって発生するものは除いている。

以下の故障要因に対して、降下火砕物の機関内への侵入による影響の観点から検討した。

1. 機器の経年劣化によって発生する故障

使用頻度とは直接関係なく、その材質変化（化学変化等）によって生ずる「経年劣化」に該当する代表的な故障としては「腐食」「錆び」「材質の変化によるひび割れ」等が考えられるが、いずれも降下火砕物によって、ディーゼル機関に有意に発生する故障ではない。

2. 機器の疲労によって発生する故障

材料が磨耗等の変化を引き起す「機器疲労」に該当する代表的な故障としては「磨耗」「減肉」等があり、このうち「磨耗」については降下火砕物によってディーゼル機関に発生する故障要因に該当する。

3. 偶発的な発生する故障

万全な環境に置かれ、かつ使用頻度が制限されていても機器が個別に有する故障発生確率で発生する故障を「偶発故障」に該当する代表的な故障としては「ミクロ的に発生するクラック」等が考えられるが、降下火砕物によってディーゼル機関に有意に発生する故障ではない。

以上のことから、ディーゼル機関への降下火砕物の侵入により発生する故障要因として、機関内摺動面への降下火砕物の侵入による「磨耗」が考えられ、これ以外の故障要因は有意に発生しないと考えられる。

以 上

10. 降下火砕物の侵入による非常用ディーゼル機関空気冷却器への影響について

非常用ディーゼル機関空気冷却器への降下火砕物による冷却機能への影響について以下に示す。

非常用ディーゼル機関の吸気系統の構造は以下のようになっており、吸気消音器から給気された大気中の降下火砕物がフィルタや過給機を経て一部空気冷却器に侵入し、空気冷却器を通過する際に、仮に冷却器内が結露していた場合、伝熱管に降下火砕物が付着し冷却機能へ影響を及ぼす可能性があるが、空気冷却器出口温度は、吸入空気の温度（外気温度）より常に高い状態で運転されるため冷却器は結露することはなく、降下火砕物の付着による冷却機能への影響はない。

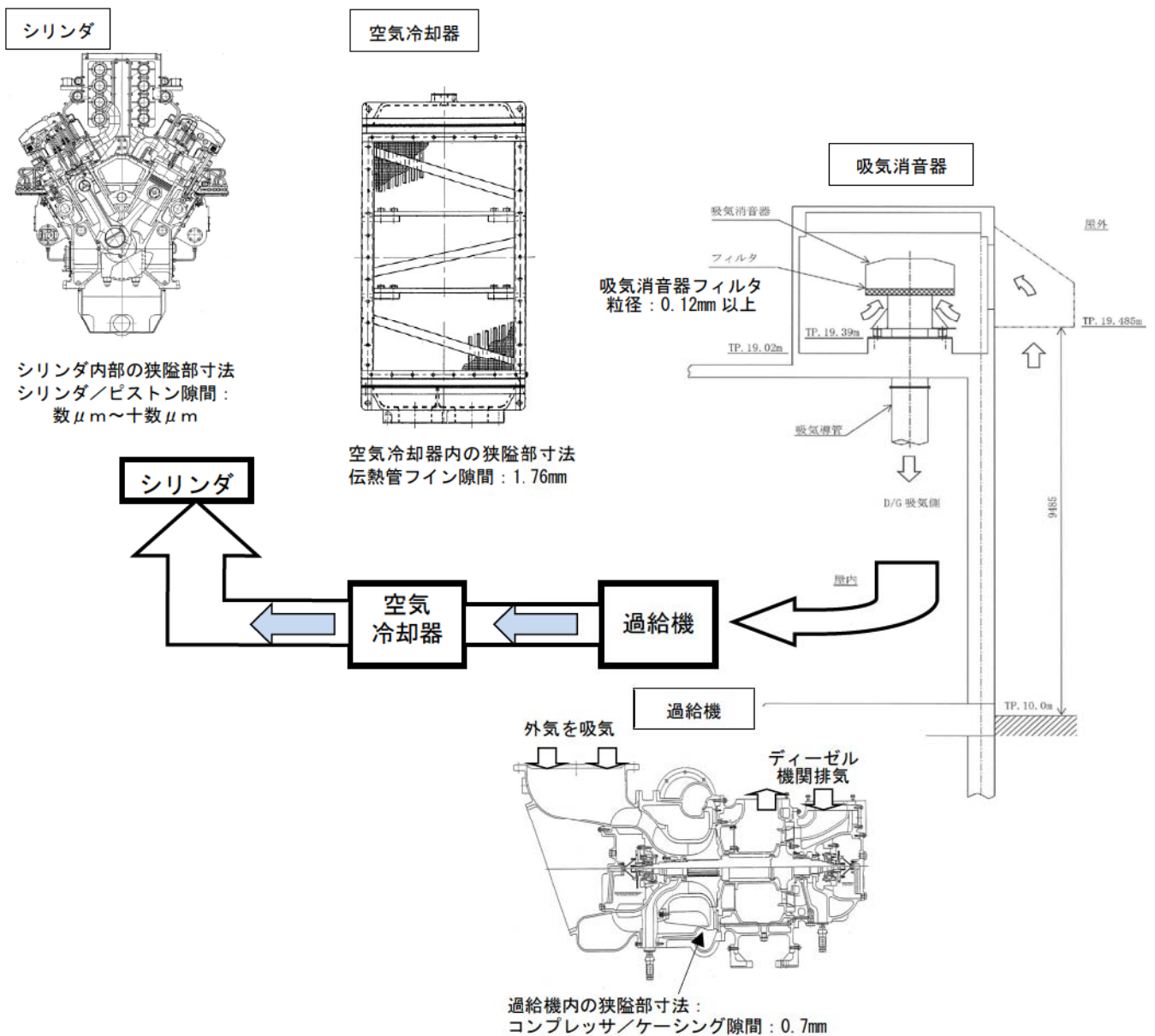


図 非常用ディーゼル機関吸気系統構造図

1 1. 非常用ディーゼル発電機吸気消音器の吸気フィルタへの影響について

大気中の降下火砕物を吸入することによる非常用ディーゼル発電機吸気消音器の吸気フィルタへの影響について以下に示す。

1. 非常用ディーゼル発電機の吸気消音器吸気フィルタの閉塞

下図のとおり、非常用ディーゼル発電機の吸気消音器は下向きの防雪フードを介して吸気するため、降下火砕物を吸い込みにくい構造である。

仮に浮遊性粒子の吸い込みを考慮しても、浮遊性粒子は粒径が小さいこと、降下速度が比較的遅いことから、フィルタは目詰まりしにくく、フィルタは容易に閉塞しない。仮にディーゼル機関内に侵入しても降下火砕物は硬度が小さく、破碎しやすいことから、ディーゼル機関内部の磨耗等による影響は小さい。また、非常用ディーゼル発電機は2台設置されており、万が一フィルタが詰まった場合には、必要に応じて片系を停止し、フィルタの取替や清掃を行うことも可能である。

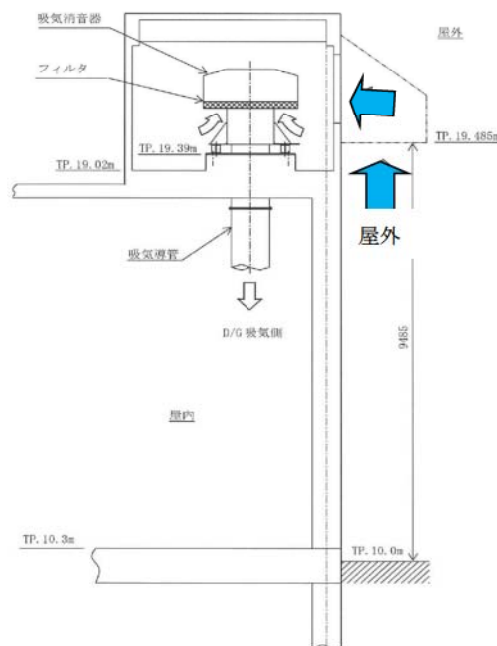


図 非常用ディーゼル発電機の吸気口

仮に大気中の降下火砕物がフィルタへ全て付着したと想定し、参考としてフィルタの閉塞に至る換算時間は以下のとおり試算した。

(参考) 非常用ディーゼル機関の吸気フィルタの閉塞時間の試算

以下の想定時における非常用ディーゼル機関の吸気フィルタの閉塞までの時間評価を行うと、約 18.7 時間運転が可能との結果となる。

[ダスト捕集/1 時間あたりの付着量=⑤÷ (①×②)]

【想定】

- ①降下火砕物の大気中濃度：3,241 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ *
- ②DG 発電機吸気流量：38,000 m^3/h
- ③DG 発電機吸気フィルタ灰捕集容量：1,000 g/m^2
- ④DG フィルタ表面積：2.3 m^2
- ⑤DG フィルタでのダスト捕集量：2,300 g

※ 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 離れたハイマランド地区における大気中の降下火砕物濃度値 (24 時間観測ピーク値)

また、参考として、非常用ディーゼル発電機の吸気フィルタは、次の手順により清掃や取替を行うことが可能である。

<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。
5. 層状フィルタを取り付ける。
6. 押さえ板を取り付ける。

要員：3 人

所要時間：40 分

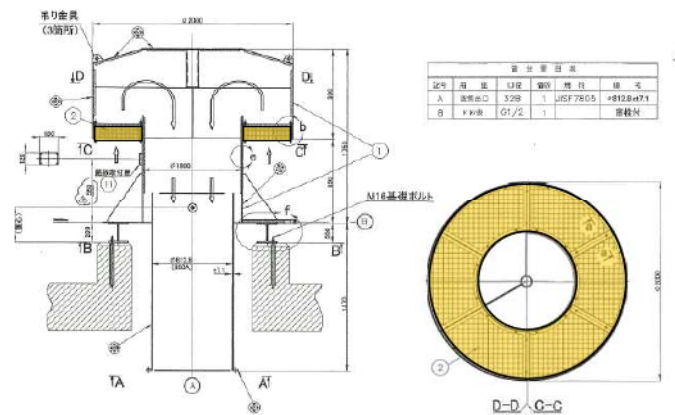


図 非常用ディーゼル発電機の吸気口

以上

12. 換気空調設備（給気系外気取入口（平型フィルタ））への影響について

降下火砕物による換気空調設備（給気系外気取入口（平型フィルタ））への影響について以下に示す。

1. 給気系外気取入口（平型フィルタ）の閉塞

下図のとおり、換気空調設備の給気系外気取入口（平型フィルタ）の空気の流れは、下に向いた防雪フードを介して外気を取り入れるため、降下火砕物が侵入しにくい構造となっている。

外気取入口に侵入した浮遊性の降下火砕物の粒子の吸い込みを考慮した場合でも、小さな粒子（数 μm オーダー）を除塵することができるため侵入による影響は小さい。

仮に降下火砕物の粒子が平型フィルタに付着して閉塞した場合でも、フィルタは取替作業ができるよう、必要に応じてシステムを切り替えることが可能な構成となっており、フィルタの清掃や取替えを行うことも可能であり、予備品も所有していることから、機能に影響を及ぼすことはない。

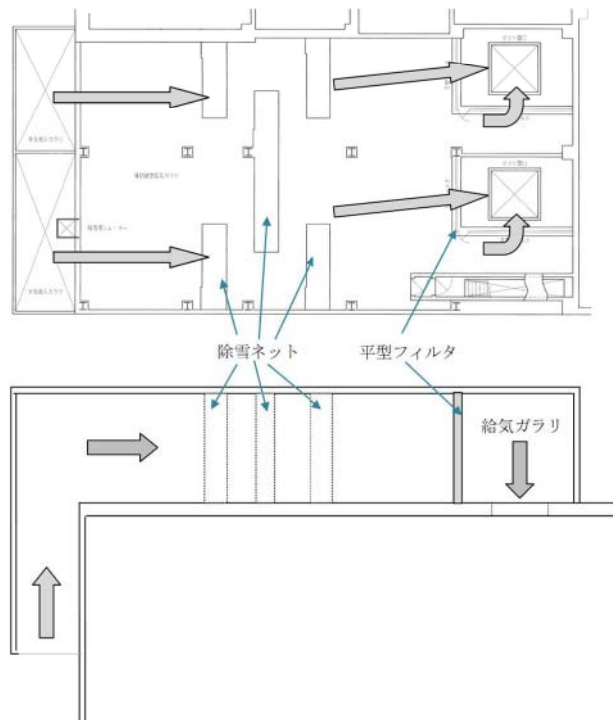


図 外気取入口の空気の流れ（補助建屋他外気取入口の例）

仮に大気中の降下火砕物がフィルタへ全て付着したと想定し、参考としてフィルタの閉塞の至る換算時間を次のとおり試算した。

<参考>給気系外気取入口（平型フィルタ）の閉塞時間の試算

以下の想定時における平型フィルタの閉塞までの時間評価を行うと 34 時間程度運転が可能との結果となる。

$$[\text{ダスト捕集}/1\text{時間あたりの付着量} = \text{⑤} \div (\text{①} \times \text{②})]$$

【想定】

①降下火砕物の大気中濃度：3,241 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ *

②平型フィルタ給気流量：3,396 m^3/h

③平型フィルタ灰捕集容量：1,050 g/m^2

④平型フィルタ表面積：0.36 m^2

⑤平型フィルタでのダスト捕集量：378 g

※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降下火砕物濃度値(24時間観測ピーク値)

2. 給気系外気取入口（平型フィルタ）差圧の確認方法

各給気系外気取入口（補助建屋給気ガラリ、原子炉建屋給気ガラリ、主蒸気管室給気ガラリ）の平型フィルタの差圧計は、全て建屋内に設置されており、巡視点検時に差圧を確認し、必要に応じて平型フィルタの清掃・取替を行うこととしている。

また、以下のとおり、差圧の検出管は、給気ガラリ内にある平型フィルタの前後に接続されており、それにより差圧の計測を行っている。

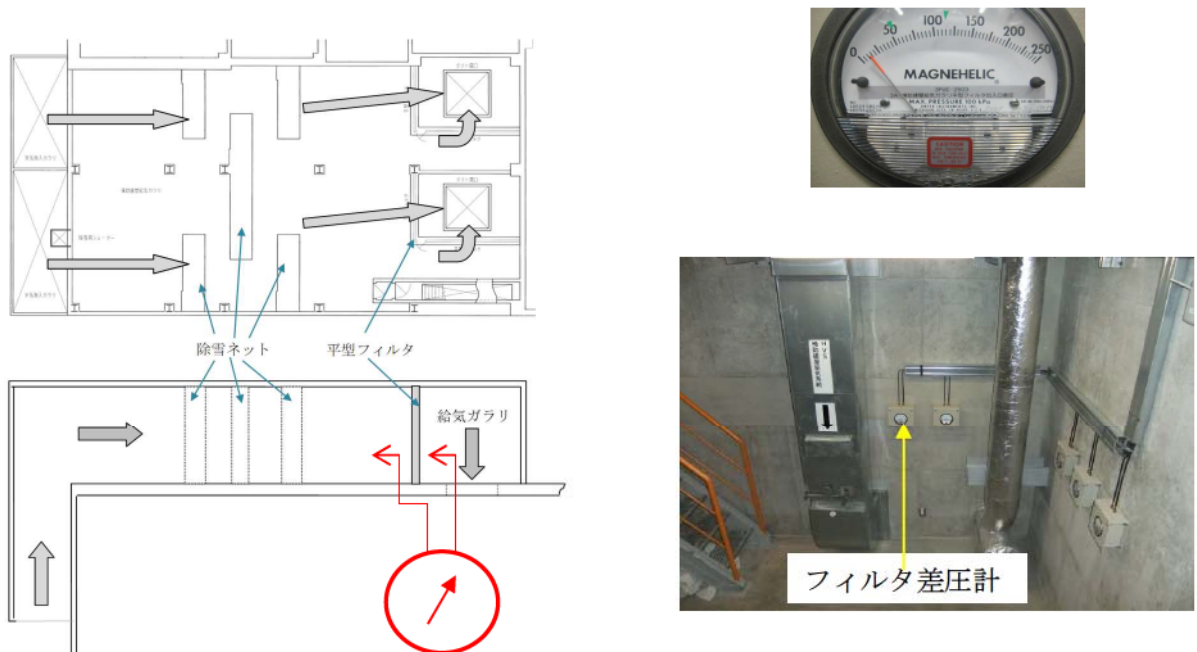


図 補助建屋給気取入口の平型フィルタ差圧計の外観

以上

13. 降下火砕物の降灰によるその他の設備への影響について

降下火砕物の降灰によるその他設備（監視カメラ及びモニタリング設備、消火設備、緊急時対策所、通信設備）に対する影響評価について以下に示す。

1. 監視カメラ及びモニタリング設備

監視カメラは、降下火砕物の影響を受けにくい場所に設置しており、降下火砕物が堆積しにくい構造である。また、モニタリングポストは、上部が半球型であり、降下火砕物が堆積しにくい構造となっていることから、降下火砕物の堆積荷重により機能に影響を及ぼすことはない。

監視カメラ及びモニタリングポストの外装は鋼製（塗装あり）であり、短期での腐食は生じない。また、外気を取込む機構がなく、防振構造であることから、絶縁低下により機能に影響を及ぼすことはない。

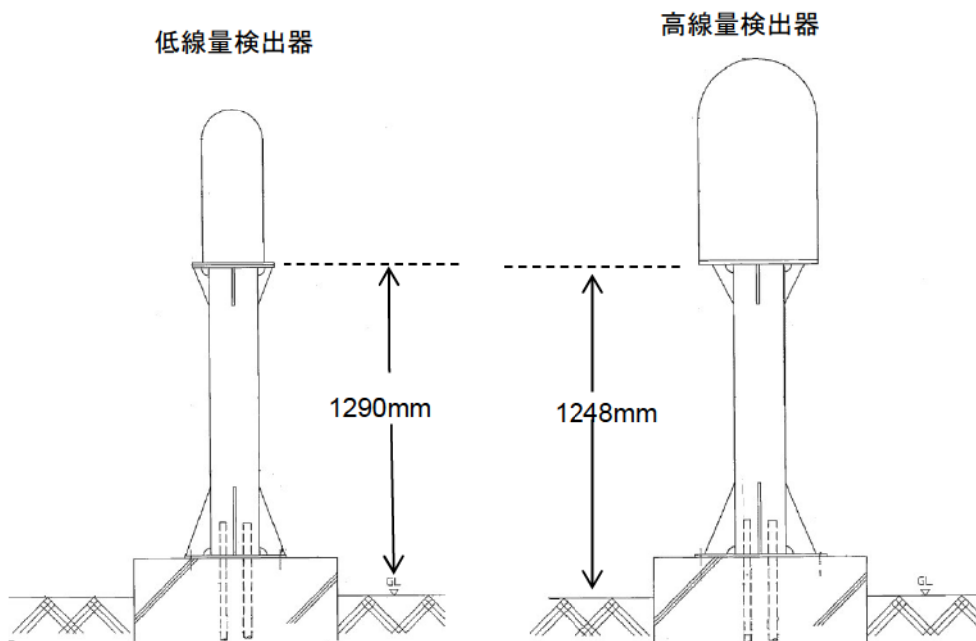


図 モニタリングポストの外観図

2. 消火設備

(1) ディーゼル消火ポンプ

建屋内設備であり、給気設備もなく、降下火砕物の降灰の影響を受けない。

(2) 電動消火ポンプ

建屋内設備であり、給気設備もなく、降下火砕物の降灰の影響を受けない。

仮に、上記消火設備に影響が生じた場合でも、消防自動車を用いた自衛消防隊による消火が可能。

3. 緊急時対策所

追而【地震津波側審査の反映】
(層厚、密度及び粒径について、
地震津波側審査結果を受けて反映のため)

4. 通信設備

通信設備は、発電所内・発電所外用として有線、無線の多種多様な連絡手段を有しており、降下火砕物の降灰の影響により、通信機能を喪失することは考えにくい。なお、衛星電話については、天候（曇、霧、雨、雪、風、煙など）による影響は受けにくい周波数帯を利用していることから、降灰時においても通信機能を維持することは可能と考えられる。

表 発電所内外の各種通信手段

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">・統合原子力防災ネットワーク設備・テレビ会議システム・電力保安通信用電話設備・衛星電話設備	<ul style="list-style-type: none">・伝令・トランシーバ・運転指令設備・携行型通話装置

以上

1 4. 降下火砕物が降灰した際の対応手順について

降下火砕物が降灰した際の対応については、「災害対策」「運転操作」等に係る社内ルールを見直し、発電所を降灰予想範囲に含む「降灰予報」が発令された場合に、「降灰対応体制」を発令し、予防対策として、原子炉補機冷却海水ポンプ、非常用ディーゼル発電機等の安全施設に対する特別点検の実施、その他屋外設備、重大事故対処設備ならびにアクセスルート等に対する状況確認、加えて中央制御室空調装置の閉回路循環運転等の対応を行い、必要に応じて除灰を実施することとしている。

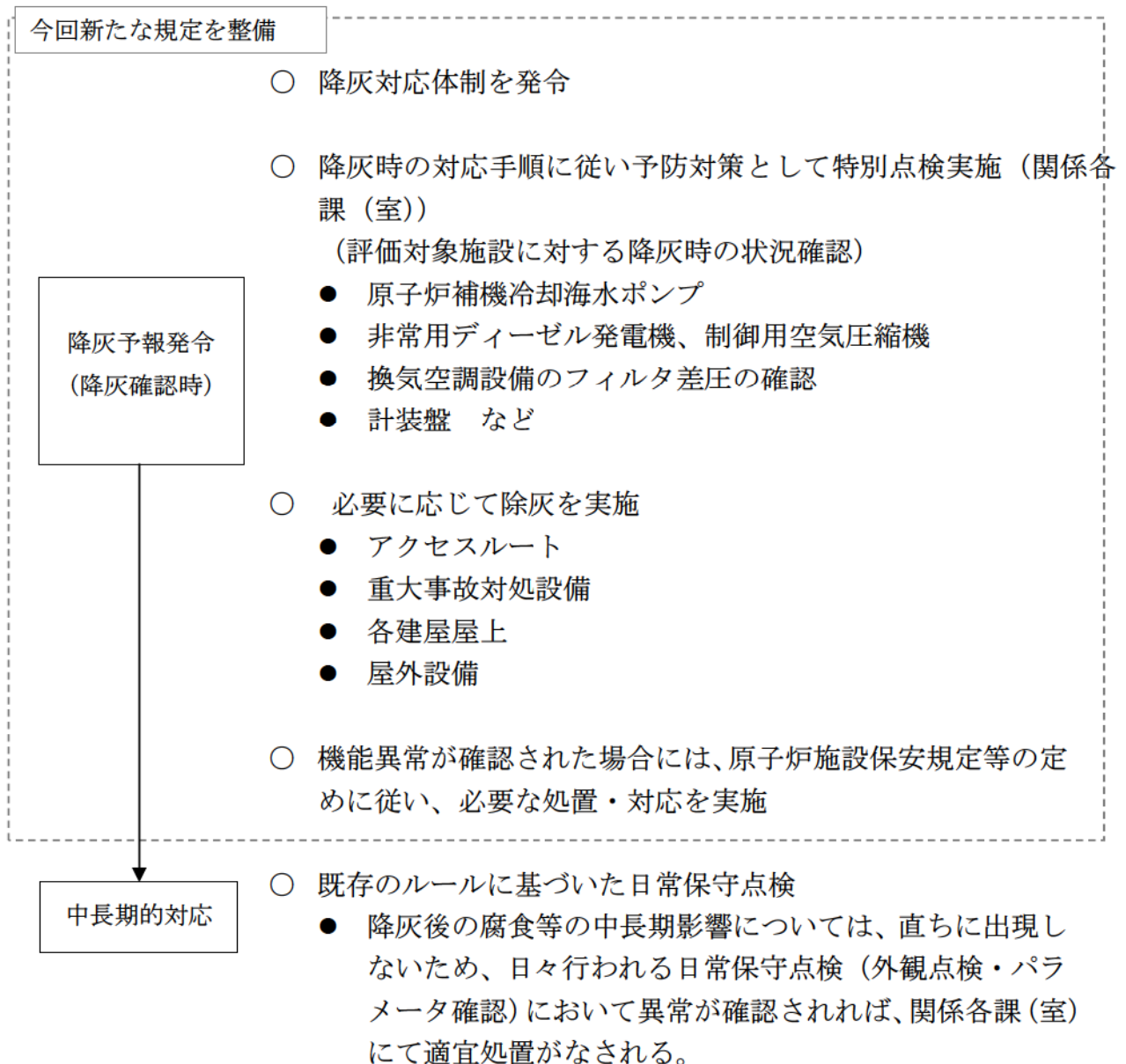


図 降下火砕物の降灰した際の基本的な手順の流れ

以上

15. 降下火砕物の除灰に要する時間について

降下火砕物の除灰に要する概算時間について、土木工事の人力作業^{*}を参考に試算した結果を以下に示す。

表 除灰に要する概算時間

項目		評価諸元
①堆積面積 (m ²)	原子炉建屋	追而【地震津波側審査の反映】 (層厚、密度及び粒径について、地震津波側審査結果を受けて反映のため)
	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	
	合計	
②堆積厚さ (m)		
③堆積量=①×② (m ³)		
④1 m ³ あたりの作業量 (人・日) [*]		

※「国土交通省土木工事積算基準 (H24)」における人力掘削での人工を保守的に採用

追而【地震津波側審査の反映】
 (層厚、密度及び粒径について、
 地震津波側審査結果を受けて反映のため)

以上

16. 負圧管理箇所への降下火砕物の侵入影響

発電所における負圧管理箇所への降下火砕物の侵入の可能性について、以下のとおり検討した。

負圧管理を行っている施設は1次系建屋であり、1次系建屋へは出入管理建屋を経由して入域することになる。

下図のとおり、出入管理建屋から1次系建屋内への入域には、多重の扉を経由する構成となっており、負圧の影響により、降下火砕物が外気から直接侵入するおそれはない。

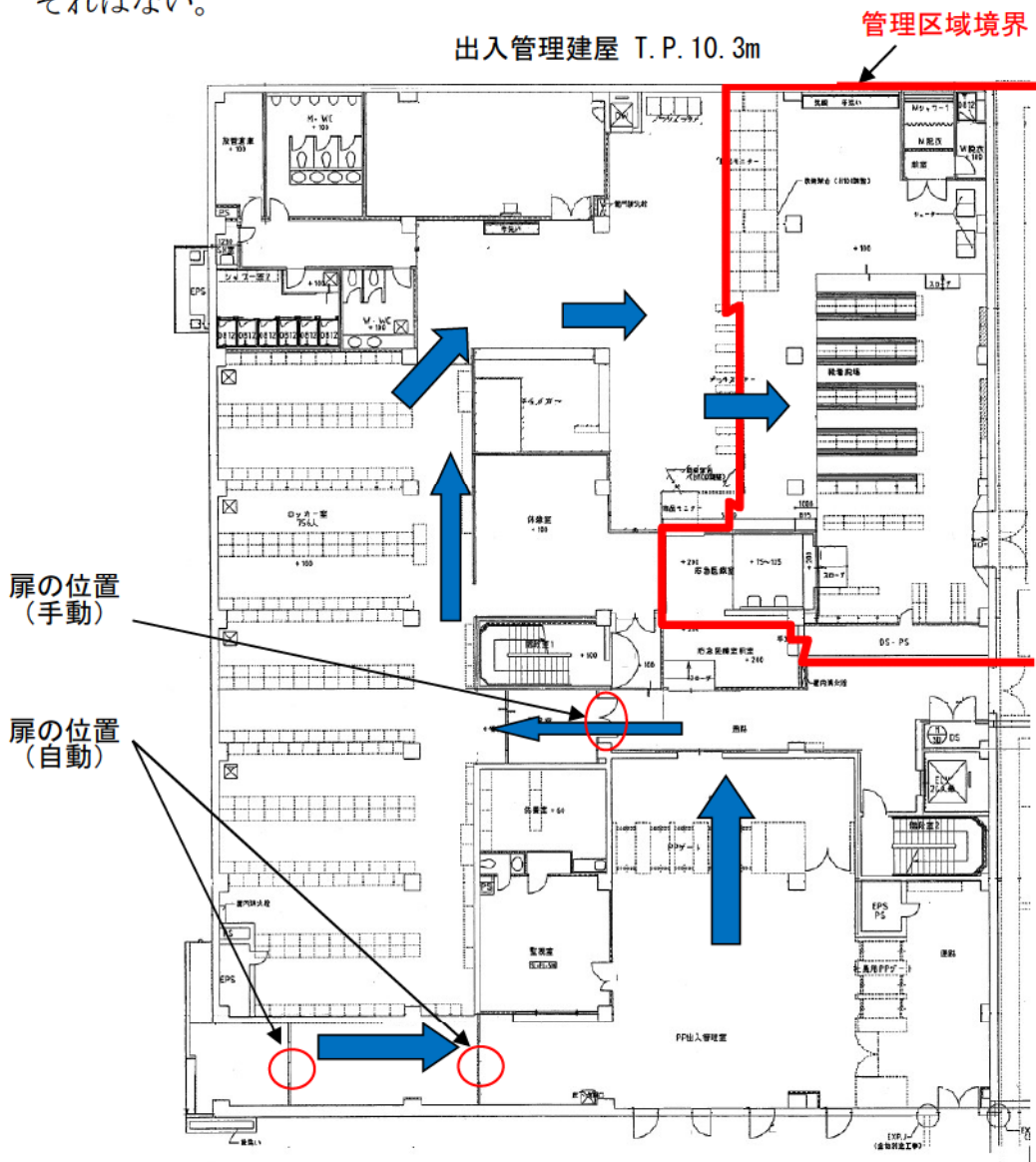


図 出入管理建屋平面図 (1階)

以上

17. 腐食による機能影響について

「降下火砕物が影響を与える評価対象施設と影響因子の組合せ」において、「降下火砕物による化学的影響（腐食）を考慮すべき施設であるが、塗装などにより影響を受けないように設計されており、仮に腐食があっても、直ちに機能に影響するほどの構造物、換気系への腐食は考えられない」として評価対象としていない設備について、その除外理由の詳細を以下に示す。

1. 主蒸気逃がし弁消音器

主蒸気逃がし弁消音器は主蒸気逃がし弁動作時の排出蒸気を建屋外に排出する際に消音するために設置されており、屋外に露出した外装板等に堆積した降下火砕物により腐食した場合でも、消音機能は低下するものの主蒸気逃がし弁の噴出し機能としては影響がないため、評価対象より除外した。

2. 主蒸気安全弁排気管

主蒸気安全弁排気管は主蒸気安全弁動作時の排出蒸気を建屋外に排出するための排気管であり、屋外に露出した部分が腐食した場合でも主蒸気安全弁の噴出し機能としては影響がないため、評価対象より除外した。

なお、排気管内に侵入した降下火砕物については排気管下部のドレン受け部での堆積が考えられるが、ドレン受け部は二重管構造となっており、排気管自体への影響は考えにくい。

3. タービン動補助給水ポンプ排気管

タービン動補助給水ポンプ排気管は、タービン動補助給水ポンプ起動時の排気蒸気を屋外に排出するための排気管であり、屋外に露出した部分が腐食した場合でもタービン動補助給水ポンプの運転状態には影響はないため、評価対象より除外した。

4. 非常用ディーゼル発電機の消音器

非常用ディーゼル発電機の排気消音器がディーゼル発電機建屋屋外に設置されており、ディーゼル機関起動時の排気音を消音しているが、屋外に露出した部分が腐食した場合でも、消音機能は低下するもののディーゼル機関自体の機能には影響がないため、評価対象より除外した。

また、非常用ディーゼル発電機の吸気消音器は屋内に設置されており、腐食によるディーゼル発電機の機能に影響を及ぼすことはない。

5. 換気空調設備外気取入口

換気空調設備の外気取入口には風雪対策として防雪フードなどが設置されており、内部には降下火砕物が侵入し難い構造となっており、防雪フードが腐食し、脱落が発生したとしても、下流側の換気空調設備の機能へ影響を与えるものではないことから、評価対象より除外した。

なお、平型フィルタのフレームや支持枠等の構造物は SUS 材等の耐食性のある材料を使用しており、腐食の影響を受けることは考えにくい。

以 上

1 8. 灰置場の場所及び容量について

灰置場として、積上げた降下火砕物が崩れるなど、発電所の重要安全施設や SA 時に必要となるアクセスルートに影響を及ぼすことがないように、それらから離れ、かつ、低い場所にある放水口近傍のエリアを選定しており、泊発電所 3 号炉の対象施設から除去した降下火砕物が灰置場に現実的に集積可能かどうか試算した。

追而【地震津波側審査の反映】
 (層厚、密度及び粒径について、
 地震津波側審査結果を受けて反映のため)

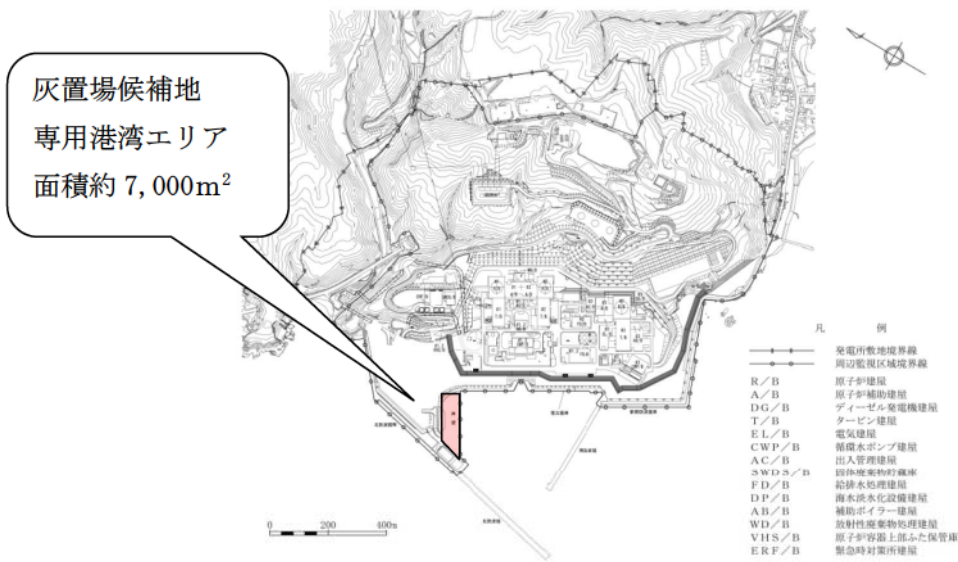


図 1 泊発電所の平面図

泊発電所 1～3号炉の灰置場の場所及び容量について

灰置場として、積上げた降下火砕物が崩れるなど、発電所の重要安全施設やSA時に必要となるアクセスルートに影響を及ぼすことがないように、それらから離れ、かつ、低い場所にある放水口近傍のエリアを選定しており、泊発電所1号炉～3号炉の対象施設から除去した降下火砕物が灰置場に現実的に集積可能かどうか試算した。

追而【地震津波側審査の反映】

(層厚、密度及び粒径について、
地震津波側審査結果を受けて反映のため)

灰置場候補地
専用港湾エリア
面積約 7,000m²



図 2 泊発電所の平面図

以上

1 9． 降下火砕物降灰時の平型フィルタ取替の手順について

換気空調系の外気取入口のフィルタの取替作業を行う際は、対象となる系統の運転を停止し、必要によりダンパを閉め、系統を隔離してから行う。また、フィルタの取替作業はガラリ内で行うため、降灰の影響を受けにくい。

フィルタ取替の手順書には、フィルタの取替前にガラリ内（床面）の養生を実施すること、及び取替後はガラリ内を清掃することが明記されている。

これらに加え、降灰時のフィルタ交換を行う場合には、以下の対応を行う。

- ・ 床面に降下火砕物の回収用のポリシートを設置する。
- ・ フィルタを取り外す際は降下火砕物の付着状況を確認し、降下火砕物が回収用のポリシートの外に広がらないように注意して作業を行う。
- ・ ポリシートで回収できなかった降下火砕物については、掃除機を用いて清掃する。

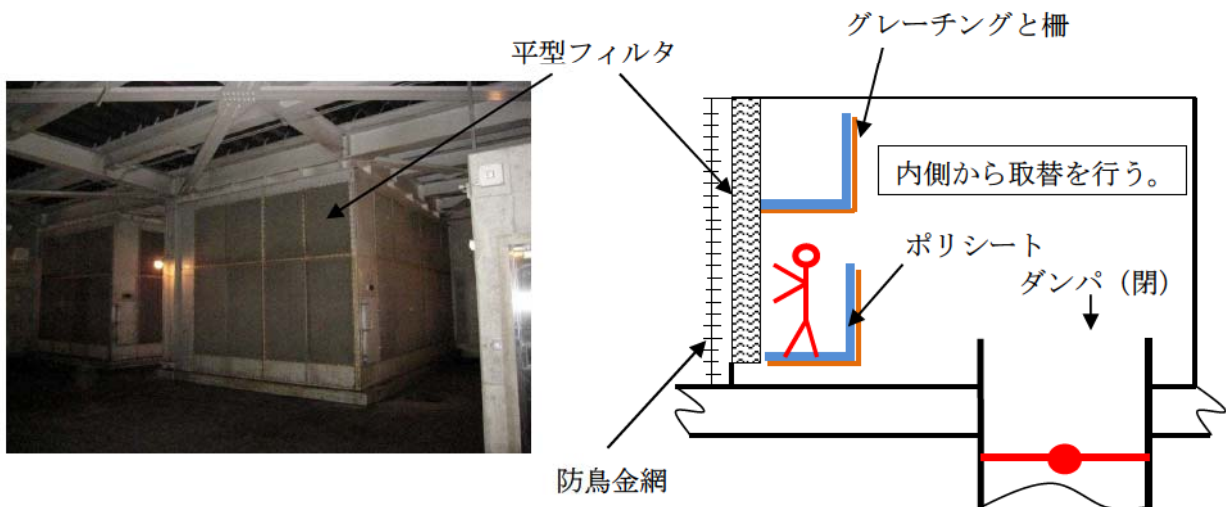


図 外気取入口のフィルタ取替作業のイメージ

以上

20. 観測された諸噴火の最盛期における噴煙柱の高度、噴出率と継続時間について

火山観測データが存在する最近の観測記録では、噴火の継続時間は殆どが数時間程度であり、長いものでも36時間程度である。

表 観測された諸噴火の最盛期における噴煙柱の高度、噴出率と継続時間
[Wilson et al. (1978). Cas&Wright (1986). 早川 (1991). bPyle (2000) から編集]

噴火年 (地域名)	噴煙柱高度 (km)	噴出率 (m ³ /s)	継続時間 (h)
Pinatubo 1991 (フィリピン)	35	250,000	9
Bezymianny 1956 (カムチャツカ)	36	230,000	0.5
Santa Maria 1902 (グアテマラ)	34	17,000-38,000	24-36
Hekla 1947 (アイスランド)	24	17,000	0.5
Soufriere 1979 (西インド諸島)	16	6,200	9
Mt. St. Helens 1980 (アメリカ合衆国)	18	12,600	0.23
伊豆大島 1986 (伊豆)	16	1,000	3
Soufriere 1902 (西インド諸島)	14.5-16	11,000-15,000	2.5-3.5
Hekla 1970 (アイスランド)	14	3,333	2
駒ヶ岳 1929 (北海道)	13.9	15,870	7
有珠山 1977-I (〃)	12	3,375	2
Fuego 1971 (グアテマラ)	10	640	10
桜島 1914 (九州)	7-8	4,012	36
三宅島 1983A-E (伊豆)	6	570	1.5
Heimaey 1973 (アイスランド)	2-3	50	8.45
Ngauruhoe 1974 (ニュージーランド)	1.5-3.7	10	14

以上

2 2. 降下火砕物による開閉所への影響について

泊発電所の開閉所は、高台に建設されており、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。

引込み線の碍子に降下火砕物が付着することが考えられるが、系統隔離の上、清掃することにより、影響を緩和できる。



図 1 開閉所（遮風建屋）

以上

2 3. 非常用ディーゼル発電機吸気フィルタの閉塞について

ディーゼル発電機の吸気消音器は、図1に示すとおり下からガラリ内に吸い上げ、さらにそのガラリ内に設置された吸入口から吸い込むため、降下火砕物を吸い込みにくい構造となっており、降下火砕物により容易に閉塞しないものであると考えられるが、念のため、閉塞までに要する時間及びフィルタ交換に必要な時間を試算し、閉塞した場合の影響について、以下のとおりまとめる。

試算にあたっては、ディーゼル発電機吸気消音器が下からガラリ内に吸い上げ、さらにそのガラリ内に設置された吸入口から吸い込むため、降下火砕物を吸い込みにくい構造となっている点を考慮せず、しかも大気中を降下・浮遊する火砕物の粒子が粒径にかかわらず、大気中濃度のまますべて吸い込まれてフィルタに捕集されることを前提とした計算を行う。

1. 試算に用いる大気中の降下火砕物濃度

降下火砕物による吸気フィルタの閉塞時間は、

- ① 比較的規模が大きい噴火であること (VEI4 以上)
- ② 原子力施設が設置されている地表レベルで観測された降下火砕物の大気中濃度がデータとして存在すること

という条件に照らして、学会誌等の関係図書に記載がある、アイスランド南部エイヤヒャトラ氷河で平成 22 年 4 月に発生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地表での大気中の降下火砕物濃度 (24 時間観測ピーク値) $3,241 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を用いて試算を行う。

2. 閉塞までに要する時間について

吸気フィルタの閉塞時間は以下の条件に基づいて試算した結果、約 18 時間である。

① ディーゼル発電機 吸気フィルタ火山灰捕集容量 (g/m^2) ※1	1,000
② ディーゼル発電機 吸気フィルタ表面積 (m^2)	2.3
③ ディーゼル発電機 吸気フィルタでのダスト (火山灰) 捕集量 (g) ※1 =①×②	2,300
④ 降下火砕物の大気中濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	3,241
⑤ ディーゼル発電機吸気流量 (m^3/h)	38,000
⑥ 閉塞までの時間 (h) =③/④/⑤× 10^6	18.67

※1 ディーゼル発電機吸気フィルタの「火山灰捕集容量」、「ダスト (火山灰) 捕集量」については、別紙「ディーゼル発電機吸気フィルタの火山灰捕集容量 (捕集量) の算定方法について」参照

3. フィルタ交換に必要な時間について

図1に示すとおりディーゼル発電機の吸気フィルタは6つに分割されており、フィルタ交換には複雑な作業が必要ないことから、フィルタ交換に要する時間は、補足に示すとおり、要員3名で40分程度を見込んでいる。

4. まとめ

ディーゼル発電機の吸気消音器は下からガラリ内に吸い上げさらにそのガラリ内に設置された吸入口から吸い込むため、降下火砕物を吸い込みにくい構造となっており、降下火砕物により容易に閉塞しないものであると考えられるが、念のため、閉塞までに要する時間及びフィルタ交換に必要な時間を試算した結果、万一フィルタが閉塞する恐れが生じてもフィルタを交換することが可能である。

なお、噴火口からの観測地点の距離が135kmであるセントヘレンズ火山噴火の観測データ（観測濃度 $33,400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 。測定高さレベルは不明。）を用いて試算した場合、「2. 閉塞までに要する時間について」に記載の表中④降下火砕物の大気中濃度（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）が「33,400」となり、ディーゼル発電機吸気消音器のフィルタで閉塞するまでに約1.8時間となるが、フィルタを交換することが可能である。

本資料における試算では、ディーゼル発電機吸気消音器が下からガラリ内に吸い上げさらにそのガラリ内に設置された吸入口から吸い込むため、降下火砕物を吸い込みにくい構造となっている点を考慮せず、しかも大気中を降下・浮遊する火砕物の粒子が粒径にかかわらず、大気中濃度のまますべて吸い込まれてフィルタに捕集されることを前提とした計算となっているため、実際には吸気フィルタが閉塞するまでの時間にはさらに余裕があると考えられる。

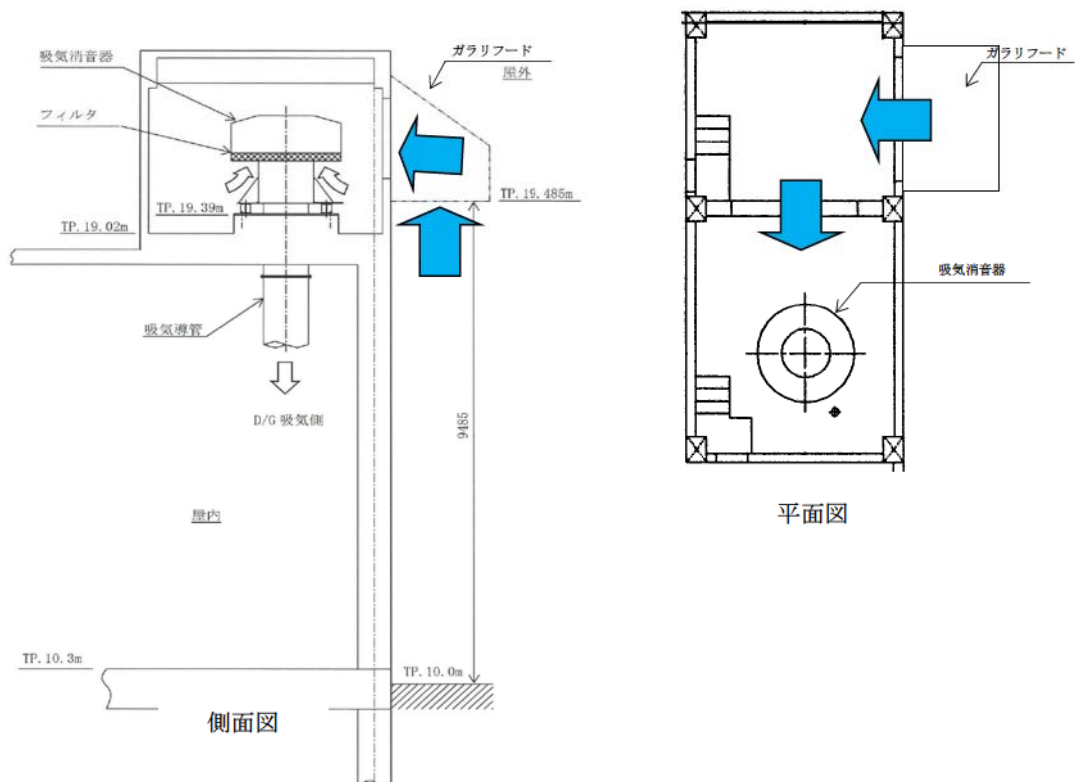


図1 泊発電所のディーゼル発電機吸気ガラリ

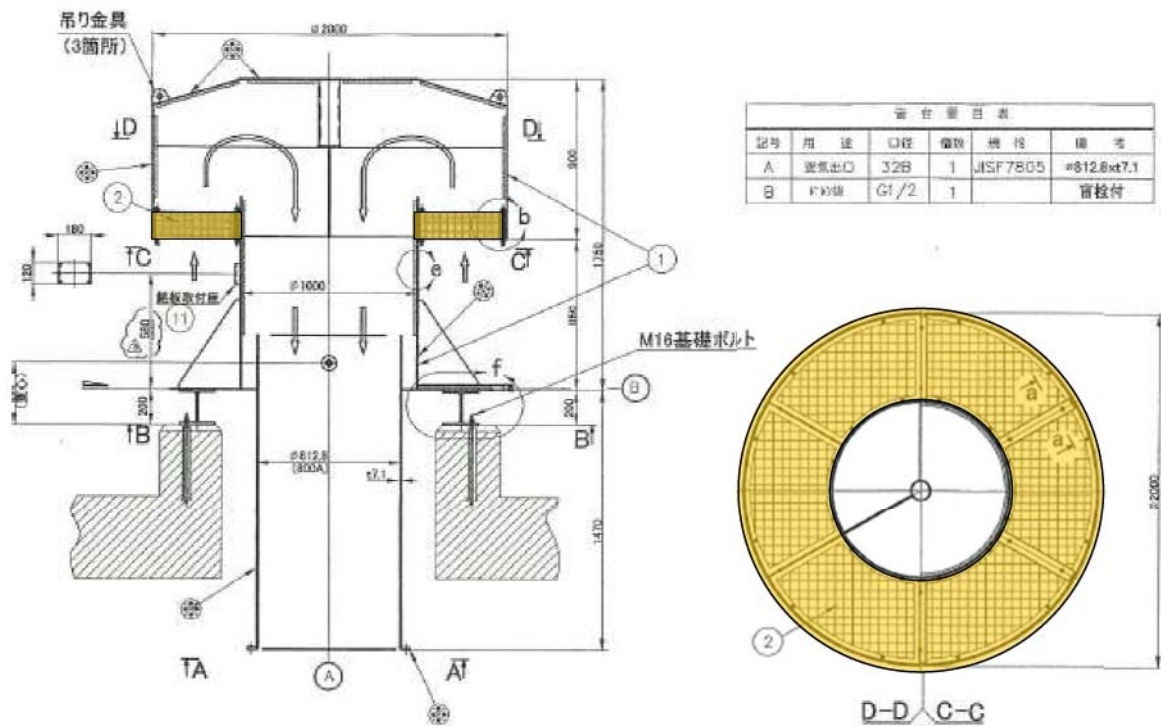


図2 泊発電所のディーゼル発電機の吸気消音器と吸気フィルタ

<補足>

○ フィルタの取替え手順

1. 吸気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。
(5分)
2. 吸気フィルタを外す。(10分)
3. 収納部を清掃する。(5分)
4. 組立前の内部確認をする。(5分)
5. 吸気フィルタを取り付ける。(10分)
6. 押さえ板を取り付ける。(5分)

要員：3人

所要時間：40分

- ・泊発電所では、ディーゼル発電機吸気フィルタは屋内に設置されているため、降灰による視界不良等の環境条件の悪化なく作業が可能である。
- ・発電所敷地周辺において、気象庁が発信する降灰予報により「多量」の降灰が予測された場合、フィルタ交換の準備（作業員の手配、踏み台・工具・防護具等の準備）に着手することから、降下火砕物の大気中濃度上昇までには十分な時間的余裕があるため、外部電源喪失によるディーゼル発電機運転時にはフィルタ交換の準備が完了している。

以上

ディーゼル発電機吸気フィルタの火山灰捕集容量（捕集量）の算定方法について

1. ディーゼル発電機吸気フィルタ火山灰捕集容量：1,000g/m² の算定方法

ディーゼル発電機吸気フィルタは鋼線を格子状に編み込んだフィルタが多層に積層された構造（図「ディーゼル発電機吸気フィルタの多層構造（概念図）」参照）をしており、本フィルタの仕様は以下の通りである。

- ・ディーゼル発電機吸気フィルタの空間率： 98.2%（フィルタメーカーのカタログ値）
- ・ディーゼル発電機吸気フィルタの表面積： 2.3m²
- ・ディーゼル発電機吸気フィルタの厚さ：
- ・ディーゼル発電機吸気フィルタの積層数：

※ 製品製作上の機微データのため公開不可

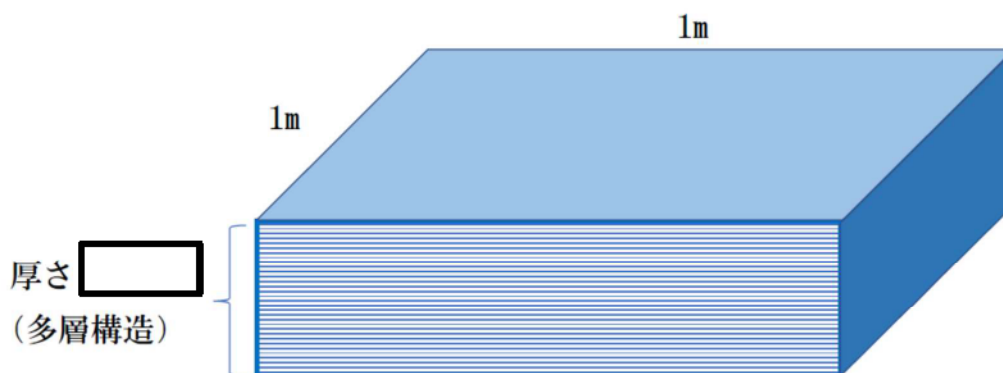


図3 ディーゼル発電機吸気フィルタの多層構造（概念図）

なお、本フィルタについて、火山灰の捕集容量に係る性能規定値等がないため、上記の仕様を用いて、以下の通り、単位面積当たりの火山灰捕集容量を試算し設定している。

- (1) 単位面積当たりのディーゼル吸気フィルタの空間量 (m³/m²)

- (2) 単位面積当たりのフィルタ灰捕集容量 (g/m²)

火山灰の捕集容量の想定に当たり、のフィルタの全ての空間に火山灰が取り込まれたと想定すると、添付六記載の火山灰の最低密度●g/cm³より、火山灰捕集容量は次の通りとなる。

枠囲みの範囲は機密に係る事項ですので公開することはできません

しかしながら、理想的に全ての空間に火山灰が捕集されるとは考えにくいことから、ここでは、保守的に、多層フィルタのうち、表層1層目だけに灰の捕集が期待されるものと想定し、以下の通りフィルタの灰捕集容量を試算し設定している。

①単位面積当たりの表層のフィルタ1層分の空間量 (m^3/m^2)

②単位面積当たりの表層のフィルタ1層分による灰捕集容量 (m^3/m^2)

火山灰の最低密度● g/cm^3 より、火山灰捕集容量は次の通りとなる。

この捕集容量を「ディーゼル発電機の吸気フィルタの閉塞時間の試算」に用いる火山灰の捕集容量として設定し、ディーゼル発電機吸気フィルタの閉塞時間の試算を行っている。

2. ディーゼル発電機吸気フィルタでのダスト捕集量：2,300g の算定方法

ディーゼル発電機吸気フィルタでのダスト捕集量は、前述の1. で設定した火山灰の捕集容量 $1,000\text{g}/\text{m}^2$ より、以下の通りディーゼル発電機吸気フィルタの表面積 2.3m^2 を乗じて算出している。

・ディーゼル発電機吸気フィルタでのダスト（火山灰）捕集量：

$$1,000\text{g}/\text{m}^2 \times 2.3\text{m}^2 = 2,300\text{g}$$

以上

２４．降下火砕物の侵入による非常用ディーゼル発電機の潤滑油への影響について

非常用ディーゼル発電機の吸気系に設置されている吸気消音器のフィルタ（粒径 0.12mm 以上の降下火砕物を 90%以上捕集する性能）により降下火砕物の侵入を防止している。

フィルタを通過した降下火砕物が潤滑油に混入した場合の対応について以下に示す。

近隣火山の大規模な噴火が発生した場合、または、発電所敷地内で降灰が確認された場合で、かつ、外部電源が喪失し、非常用ディーゼル発電機の運転が必要となった場合には、潤滑油のサンプリング強化を行い、潤滑油の劣化状況を確認する。

表 1 潤滑油分析項目

分析項目	理由
動粘度（40℃）	潤滑油の油膜厚さが適正に保持できるかを示す項目であるため選定した。動粘度が高いと油温度の異常な上昇，始動不良などの原因となり，動粘度が低すぎると油膜強度不足による異常摩耗が発生する。
塩基価（過塩素酸法）	塩基価は潤滑油中に混入する酸性物質を中和するために添加されている塩基成分の残存量を示す値であり，潤滑油の劣化状況を把握できることから選定した。
引火点 PM	本項目は潤滑油の粘性に直接影響する項目ではないが，石油製品全般の安全管理面で最も重視されている項目の一つであることから選定した。
ペンタン不溶分	潤滑油の不溶分が増加すると粘度の上昇，潤滑油システムの清浄性の悪化，フィルタ目詰まり等を起こすことから選定した。
水分（蒸留法）	水分は発錆の原因となるとともに，潤滑油の参加を促進させ，油膜切れによる潤滑不良を起こすことから選定した。

以上

2 5. 気中降下火砕物対策の検討について

平成 29 年 12 月 14 日に実用発電用原子炉の設置，運転等に関する規則（以下，「実用炉規則」という。）の一部改正で追加された。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は，保安規定認可までに対応を図る。

現在の対応状況を表 1 に示す。

表 1 実用炉規則の一部改正に関する対応状況

条項	規則	対応状況
第 83 条 第 1 号	次に掲げる事象の区分に応じてそれぞれ次に定める事項を含む発電用原子炉施設の必要な機能を維持するための活動に関する計画を定めるとともに，当該計画の実行に必要な要員を配置し，当該計画に従って必要な活動を行わせること。	—
ロ	火山現象による影響	
(1)	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（以下この号において「火山影響等発生」という。）における非常用交流動力電源設備の機能を維持するための対策に関すること。	非常用ディーゼル発電機の吸気ラインに火山灰フィルタの設置等の対策を行う。
(2)	(1)に掲げるもののほか，火山影響等発生時における代替電源設備その他の炉心を冷却するために必要な設備の機能を維持するための対策に関すること。	炉心を冷却するための設備として，タービン動補助給水ポンプにより対応する。
(3)	(2)に掲げるもののほか，火山影響等発生時に交流動力電源が喪失した場合における炉心の著しい損傷を防止するための対策に関すること。	代替電源設備の吸気ラインに火山灰対策を行う。

「実用炉規則第 83 条第 1 号ロ(1)」の対応としては、図 1 のような対策が考えられる。

今後、気中降下火砕物濃度の環境下において、非常用ディーゼル発電機の機能を維持するために最適な対策を検討し、保安規定認可までに対応を図る。

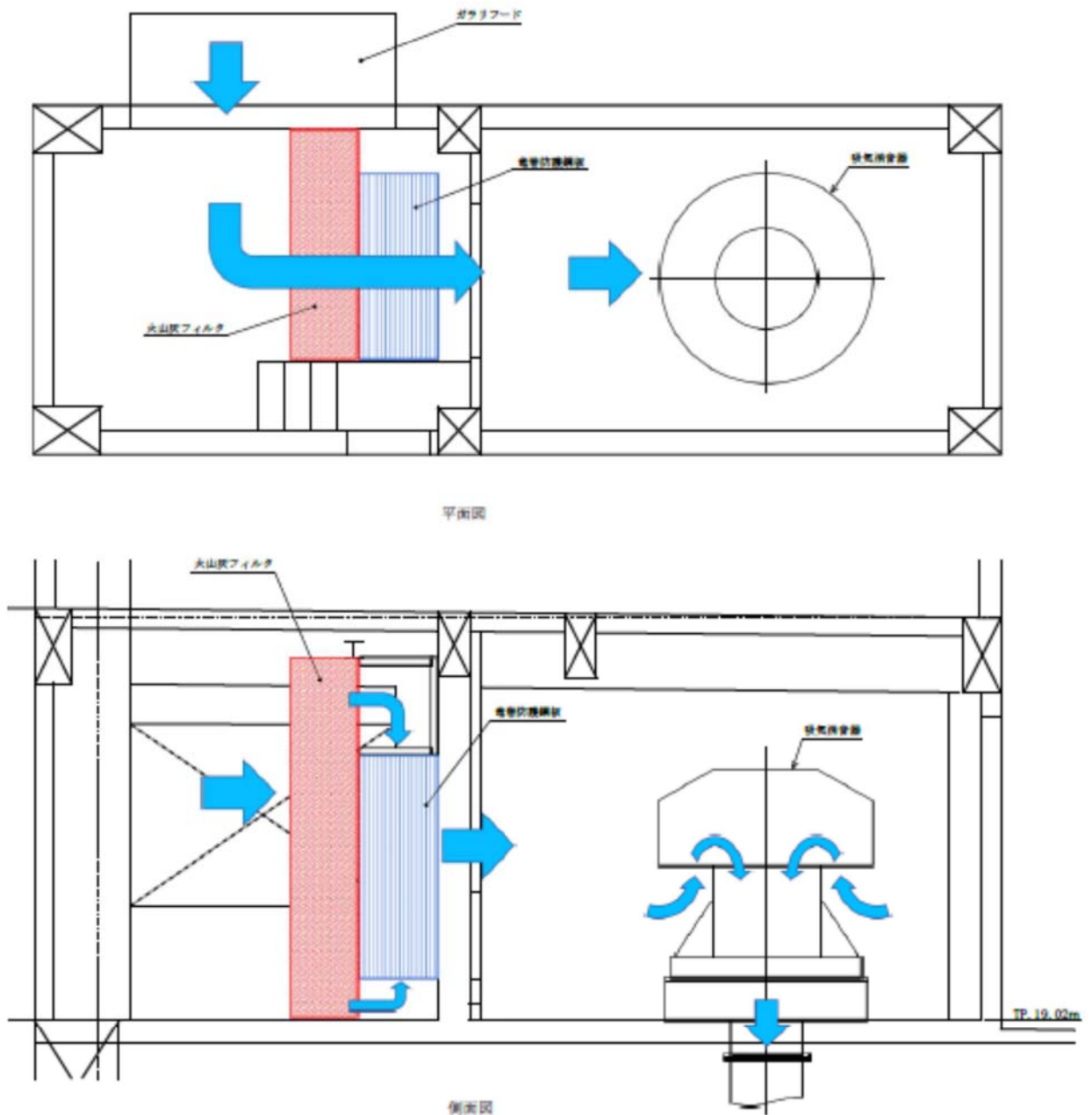


図 1 実用炉規則第 83 条第 1 号ロ(1)の対策案

気中降下火砕物濃度の算出について

1. 気中降下火砕物濃度の推定手法

試算に用いる大気中の降下火砕物濃度は、「原子力発電所の火山影響評価ガイド（令和元年12月18日改正）」（以下「ガイド」という。）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。ガイドに定められている手法は以下の2つである。

- 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

2. 気中降下火砕物濃度の算出方法

泊発電所では、上記手法のうち a. の手法により気中降下火砕物の濃度を推定した。本手法は、原子力発電所の敷地において発電所の運用期間中に想定される降下火砕物かが降灰継続時間（24時間）に堆積したと仮定し、降下火砕物の粒径の割合から求められる粒径毎の堆積速度と終端速度から算出される粒径毎の気中濃度の総和を気中降下火砕物濃度として求める。以下に計算方法を示す。

泊発電所における入力条件及び計算結果を表2, 3に示す。

粒径 i の降下火砕物の降灰量 W_i は

$$W_i = p_i W_T \quad (p_i : \text{粒径}i \text{の割合 } W_T : \text{総降灰量}) \cdots (A)$$

で表され、粒径 i の堆積速度 v_i は

$$v_i = \frac{W_i}{t} \quad (t : \text{降灰継続時間}) \cdots (B)$$

粒径 i の気中濃度 C_i は

$$C_i = \frac{v_i}{r_i} \quad (r_i : \text{粒径}i \text{の降下火砕物の終端速度}) \cdots (C)$$

で表され、気中降下火砕物濃度 C_T は

$$C_T = \sum_i C_i \cdots (D)$$

となる。

表2 気中降下火砕物濃度の入力条件及び計算結果

入力条件		数値	備考
①	降灰継続時間t [h]	追而【地震津波側審査の反映】 (層厚、密度及び粒径について、 地震津波側審査結果を受けて反映のため)	
②	堆積層厚 [cm]		
③	降下火砕物密度 [g/cm ³]		
④	降下火砕物の総降灰量 W _T [g/m ²]		
⑤	粒径ごとの降灰量W _i [g/m ²]		
⑥	粒径ごとの堆積速度v _i [g/s・m ²]		
⑦	粒径ごとの終端速度r _i [m/s]		
⑧	粒径ごとの気中濃度C _i [g/m ³]		
⑨	気中降下火砕物濃度C _T [g/m ³]		

表3 粒径ごとの入力条件及び計算結果

粒径iφ (μm)	-1~0 (1,414)	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%)	追而【地震津波側審査の反映】 (層厚、密度及び粒径について、 地震津波側審査結果を受けて反映のため)								
降灰量 W _i (g/m ²)									
堆積速度 v _i (g/(s・m ²))									
終端速度 r _i (cm/s)									
気中濃度 C _i (g/m ³)									

以上

重大事故等対処設備に対する考慮について

設置許可基準規則第 43 条（重大事故等対処設備）の要求を踏まえ、降下火砕物によって、設計基準事故対処設備の安全機能と重大事故等対処設備の機能が同時に損なわれることがないことを確認するとともに、重大事故等対処設備の機能が喪失した場合においても、外殻となる建屋による防護に期待できる代替手段等により必要な機能を維持できることを確認する。

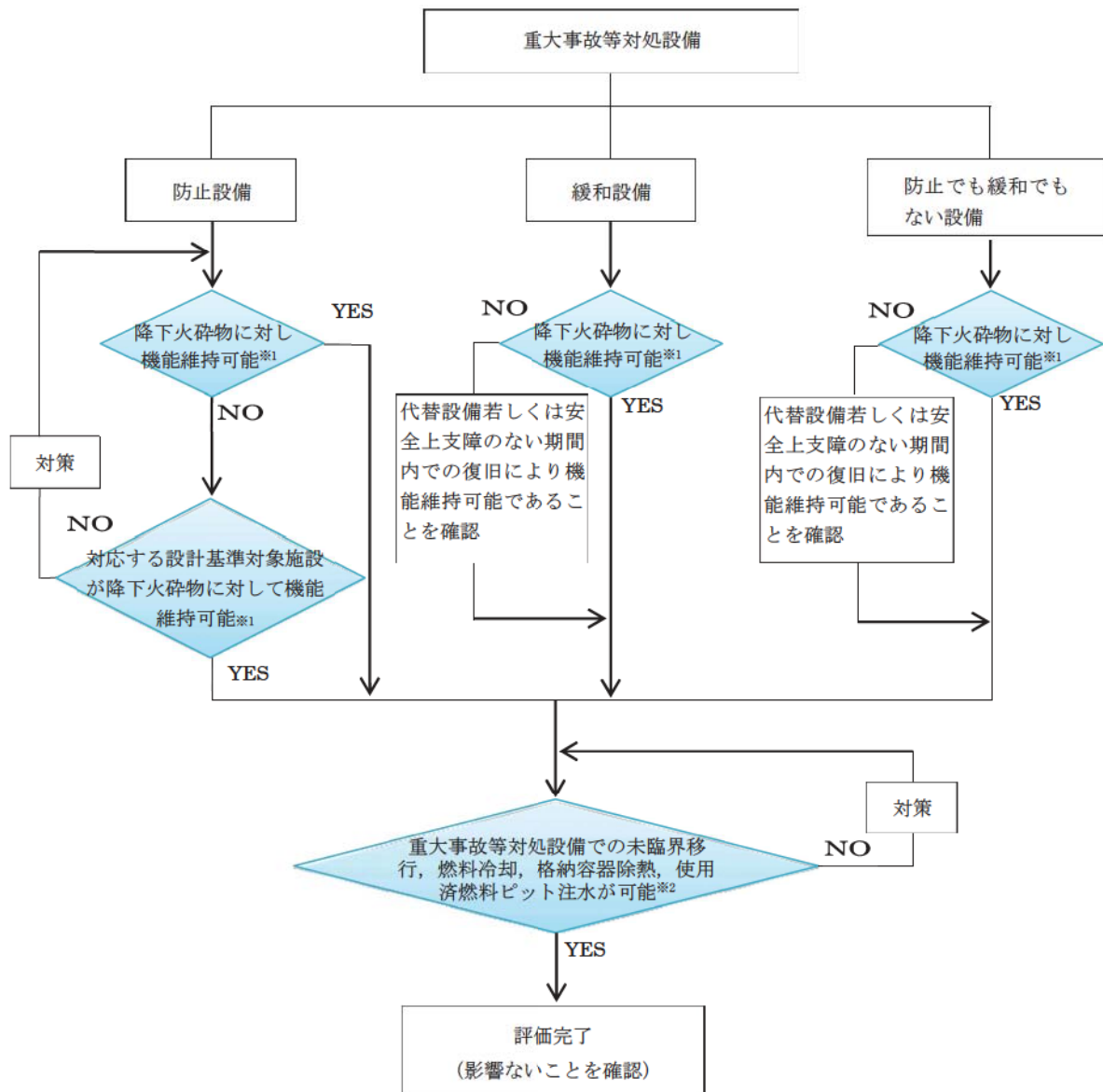
重大事故等対処設備の機能維持は、以下の方針に従い評価を実施する。

- (1) 重大事故防止設備は、降下火砕物によって設計基準事故対処設備の安全機能と同時にその機能が損なわれるおそれのないこと
- (2) 重大事故等対処設備であって、重大事故防止設備でない設備は、代替設備若しくは安全上支障のない期間内での復旧により機能維持可能であること
- (3) 降下火砕物が発生した場合においても、重大事故等対処設備によりプラント安全性に関する主要な機能（未臨界移行機能、燃料冷却機能、格納容器除熱機能、使用済燃料ピット注水機能）が維持できること（降下火砕物により重大事故等対処設備と設計基準事故対処設備の機能が同時に損なわれることはないが、安全上支障のない期間内での復旧により機能維持可能であることを確認する）

降下火砕物に対する重大事故等対処施設の影響評価フロー並びに方針（1）及び（2）に対する評価結果をそれぞれ図 1、表 1 に示す。また、方針（3）に示したプラント安全性に関する主要な機能は、以下に例示するとおり重大事故等対処設備により維持される。

- ・ 未臨界移行機能：手動による原子炉緊急停止，原子炉出力抑制（自動），原子炉出力抑制（手動），ほう酸水注入
- ・ 燃料冷却機能：代替炉心注水（代替格納容器スプレイポンプ）
- ・ 格納容器除熱機能：格納容器内自然対流冷却
- ・ 使用済燃料ピット注水機能：使用済燃料ピットへの注水（可搬型大型送水ポンプ車）

なお、重大事故等対処施設の設計方針は、設置許可基準規則第 43 条（重大事故等対処設備）にて考慮する。



- ※1：屋内設備については、当該設備を内包する建屋（原子炉建屋，原子炉補助建屋，ディーゼル発電機建屋及び循環水ポンプ建屋）の影響評価を実施し，安全機能が維持されることを確認
- ※2：降下火砕物により重大事故等対処設備と設計基準対象設備の機能が同時に損なわれることはないが，安全上支障のない期間内の復旧により機能維持可能であることを確認

図1 降下火砕物に対する重大事故等対処設備の評価フロー

表1 降下火砕物に対する重大事故等対処設備の影響評価(1/12)

設置許可基準	対応手段	重大事故等対処設備	分類	保管設置箇所(※1)	火山(※2)	
					評価	防護方法
第37条(重大事故等の拡大の防止等)	—	—	—	—	—	—
第38条(重大事故等対処施設の地盤)	—	—	—	—	—	—
第39条(地震による損傷の防止)	—	—	—	—	—	—
第40条(津波による損傷の防止)	—	—	—	—	—	—
第41条(火災による損傷の防止)	—	—	—	—	—	—
第42条(特定重大事故等対処施設)	—	特定重大事故等対処施設	申請範囲外		—	—
第43条(重大事故等対処設備)	—	ホイールローダ、バックホウ	防止でも緩和でもない設備	屋外	○	影響なし(適切に除灰)
第44条(緊急停止失敗時に発電用原子炉を未臨界にするための設備)	手動による原子炉緊急停止	制御棒クラスタ、原子炉トリップ遮断器	防止設備	R/B	○	建屋内
		原子炉トリップスイッチ	防止設備	A/B	○	建屋内
	原子炉出力制御(自動)	共通要因故障対策盤(自動制御盤)(ATWS緩和設備)	防止設備	A/B	○	建屋内
		電動補助給水ポンプ、蒸気発生器等	防止設備	R/B	○	建屋内
	原子炉出力制御(手動)	電動補助給水ポンプ、蒸気発生器等	防止設備	R/B	○	建屋内
	ほう酸水注入(ほう酸タンクへ充てんライン)	ほう酸ポンプ、ほう酸タンク等	防止設備	A/B	○	建屋内
		再生熱交換器	防止設備	R/B	○	建屋内
	ほう酸水注入(燃料取替用水ピットへ充てんライン)	充てんポンプ	防止設備	A/B	○	建屋内
燃料取替用水ピット等		防止設備	R/B	○	建屋内	
ほう酸水注入(燃料取替用水ピットへ安全注入ライン)	高圧注入ポンプ等	防止設備	A/B	○	建屋内	
	燃料取替用水ピット	防止設備	R/B	○	建屋内	
第45条(原子炉冷却材圧力バウンダリ高圧時に発電用原子炉を冷却するための設備)	1次系のフィードアンドブリード(高圧注入ポンプ)	高圧注入ポンプ等	防止設備	A/B	○	建屋内
		燃料取替用水ピット、格納容器再循環サンプ等	防止設備	R/B	○	建屋内
	蓄圧注入	蓄圧タンク、蓄圧タンク出口弁	防止設備	R/B	○	建屋内
	蒸気発生器二次側による炉心冷却(タービン動補助給水ポンプの機能回復)	タービン動補助給水ポンプ、補助給水ピット等	防止設備	R/B	○	建屋内
	蒸気発生器二次側による炉心冷却(電動補助給水ポンプの機能回復)	電動補助給水ポンプ、補助給水ピット等	防止設備	R/B	○	建屋内

※1 R/B=原子炉建屋(原子炉格納容器を含む)、A/B=原子炉補助建屋、DG/B=ディーゼル発電機建屋、CWP/B=循環水ポンプ建屋、TSC=緊急時対策所

※2 【評価】○:降下火砕物に対し安全機能を維持できる

又は降下火砕物による損傷を考慮した場合でも、対応する設計基準事故対処設備が降下火砕物に対し安全機能を維持できる(防止設備)

又は降下火砕物による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能

(緩和設備、防止でもない設備)

表1 降下火砕物に対する重大事故等対処設備の影響評価(2/12)

設置許可基準	対応手段	重大事故等対処設備	分類	保管設置箇所(※1)	火山(※2)	
					評価	防護方法
第46条(原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備)	1次系のフィードアンドブリード(高圧注入ポンプ)	高圧注入ポンプ等	防止設備	A/B	○	建屋内
		燃料取替用水ピット、格納容器再循環サンプ等	防止設備	R/B	○	建屋内
	蓄圧注入	蓄圧タンク、蓄圧タンク出口弁	防止設備	R/B	○	建屋内
	蒸気発生器二次側による炉心冷却	電動補助給水ポンプ、タービン動補助給水ポンプ、補助給水ピット等	防止設備	R/B	○	建屋内
	蒸気発生器二次側による炉心冷却(タービン動補助給水ポンプの機能回復)	タービン動補助給水ポンプ、補助給水ピット等	防止設備	R/B	○	建屋内
	蒸気発生器二次側による炉心冷却(電動補助給水ポンプの機能回復)	電動補助給水ポンプ、補助給水ピット等	防止設備	R/B	○	建屋内
	加圧器逃がし弁の機能回復	加圧器逃がし弁操作用バッテリー	防止設備	A/B	○	建屋内
		加圧器逃がし弁操作用可搬型窒素ポンプ等	防止設備	R/B	○	建屋内
	加圧器逃がし弁による一次冷却システムの減圧	加圧器逃がし弁	緩和設備	R/B	○	建屋内
一次冷却システムの減圧(SG伝熱管破損発生時、IS-LOCA発生時)	主蒸気逃がし弁、加圧器逃がし弁	防止設備	R/B	○	建屋内	
余熱除去システムの隔離(IS-LOCA発生時)	余熱除去ポンプ入口弁	防止設備	A/B	○	建屋内	
第47条(原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備)	炉心注水(CHP)(1次冷却材喪失事象が発生している場合、フロントライン系機能喪失時)	充てんポンプ	防止設備	A/B	○	建屋内
		燃料取替用水ピット等	防止設備	R/B	○	建屋内
	代替炉心注水(B-CSP)(1次冷却材喪失事象が発生している場合、フロントライン系機能喪失時)	B-格納容器スプレイポンプ等	防止設備	A/B	○	建屋内
		燃料取替用水ピット	防止設備	R/B	○	建屋内
	代替炉心注水(代替CSP)(1次冷却材喪失事象が発生している場合、フロントライン系機能喪失時)	代替格納容器スプレイポンプ、燃料取替用水ピット等	防止設備	R/B	○	建屋内
	代替炉心注水(可搬型ポンプ車)(1次冷却材喪失事象が発生している場合、フロントライン系機能喪失時)	可搬型大型送水ポンプ車	防止設備	屋外	○	影響なし(適切に除灰)
	再循環運転(SIP)(1次冷却材喪失事象が発生している場合、フロントライン系機能喪失時)	高圧注入ポンプ等	防止設備	A/B	○	建屋内
		格納容器再循環サンプ等	防止設備	R/B	○	建屋内
代替再循環運転(B-CSP)(1次冷却材喪失事象が発生している場合、フロントライン系機能喪失時)	B-格納容器スプレイポンプ等	防止設備	A/B	○	建屋内	
	B-格納容器再循環サンプ等	防止設備	R/B	○	建屋内	
炉心注水(SIP)(1次冷却材喪失事象が発生している場合、フロントライン系機能喪失時)	高圧注入ポンプ等	防止設備	A/D	○	建屋内	
	燃料取替用水ピット	防止設備	R/B	○	建屋内	

※1 R/B=原子炉建屋(原子炉格納容器を含む)、A/B=原子炉補助建屋、DG/B=ディーゼル発電機建屋、CWP/B=循環水ポンプ建屋、TSC=緊急時対策所

※2 【評価】○:降下火砕物に対し安全機能を維持できる

又は降下火砕物による損傷を考慮した場合でも、対応する設計基準事故対処設備が降下火砕物に対し安全機能を維持できる(防止設備)

又は降下火砕物による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能

(緩和設備、防止でもない設備)

表1 降下火砕物に対する重大事故等対処設備の影響評価(3/12)

設置許可基準	対応手段	重大事故等対処設備	分類	保管設置箇所(※1)	火山(※2)	
					評価	防護方法
第47条(原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備)	炉心注水(CHP)(1次冷却材喪失事故が発生している場合、フロントライン系機能喪失時)	充てんポンプ	防止設備	A/B	○	建屋内
		燃料取替用水ピット等	防止設備	R/B	○	建屋内
	代替炉心注水(B-CSP)(1次冷却材喪失事故が発生している場合、フロントライン系機能喪失時)	B-格納容器スプレイポンプ等	防止設備	A/B	○	建屋内
		燃料取替用水ピット	防止設備	R/B	○	建屋内
	代替炉心注水(代替CSP)(1次冷却材喪失事故が発生している場合、フロントライン系機能喪失時)	代替格納容器スプレイポンプ、燃料取替用水ピット等	防止設備	R/B	○	建屋内
	代替炉心注水(可搬型ポンプ車)(1次冷却材喪失事故が発生している場合、フロントライン系機能喪失時)	可搬型大型送水ポンプ車	防止設備	屋外	○	影響なし(適切に除灰)
	代替炉心注水(代替CSP)(代替電源)(1次冷却材喪失事故が発生している場合、サポート系機能喪失時)	代替格納容器スプレイポンプ、燃料取替用水ピット等	防止設備	R/B	○	建屋内
	代替炉心注水(可搬型ポンプ車)(1次冷却材喪失事故が発生している場合、サポート系機能喪失時)	可搬型大型送水ポンプ車	防止設備	屋外	○	影響なし(適切に除灰)
	代替炉心注水(CHP(自己冷却))(1次冷却材喪失事故が発生している場合、サポート系機能喪失時)	B-充てんポンプ	防止設備	A/B	○	建屋内
		燃料取替用水ピット等	防止設備	R/B	○	建屋内
	代替再循環運転(A-SIP(海水冷却))(1次冷却材喪失事故が発生している場合、サポート系機能喪失時)	A-高圧注入ポンプ等	防止設備	A/B	○	建屋内
		A-格納容器再循環サンプ等	防止設備	R/B	○	建屋内
		可搬型大型送水ポンプ車	防止設備	屋外	○	影響なし(適切に除灰)
	格納容器スプレイ(CSP)(格納容器水張り)(1次冷却材喪失事故が発生している場合、熔融デブリが原子炉容器に残存する場合)	格納容器スプレイポンプ等	緩和設備	A/B	○	建屋内
燃料取替用水ピット		緩和設備	R/B	○	建屋内	
代替格納容器スプレイ(代替CSP)(格納容器水張り)(1次冷却材喪失事故が発生している場合、熔融デブリが原子炉容器に残存する場合)	代替格納容器スプレイポンプ、燃料取替用水ピット等	緩和設備	R/B	○	建屋内	

※1 R/B=原子炉建屋(原子炉格納容器を含む)、A/B=原子炉補助建屋、DG/B=ディーゼル発電機建屋、CWP/B=循環水ポンプ建屋、TSC=緊急時対策所

※2 【評価】○:降下火砕物に対し安全機能を維持できる

又は降下火砕物による損傷を考慮した場合でも、対応する設計基準事故対処設備が降下火砕物に対し安全機能を維持できる(防止設備)

又は降下火砕物による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能

(緩和設備、防止でもない設備)

表1 降下火砕物に対する重大事故等対処設備の影響評価(4/12)

設置許可基準	対応手段	重大事故等対処設備	分類	保管設置箇所(※1)	火山(※2)	
					評価	防護方法
第47条(原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備)	蒸気発生器二次側による炉心冷却(補助給水ポンプ)(1次冷却材喪失事象が発生していない場合、フロントライン系機能喪失時)	電動補助給水ポンプ、補助給水ビット等	防止設備	R/B	○	建屋内
	蒸気発生器二次側による炉心冷却(補助給水ポンプ)(代替電源)(1次冷却材喪失事象が発生していない場合、サポート系機能喪失時)	電動補助給水ポンプ、補助給水ビット等	防止設備	R/B	○	建屋内
	炉心冷却(CHP)(運転停止中の場合、フロントライン系機能喪失時)	充てんポンプ	防止設備	A/B	○	建屋内
		燃料取替用水ビット等	防止設備	R/B	○	建屋内
	炉心冷却(SIP)(運転停止中の場合、フロントライン系機能喪失時)	高圧注入ポンプ等	防止設備	A/B	○	建屋内
		燃料取替用水ビット	防止設備	R/B	○	建屋内
	代替炉心注水(B-CSP)(運転停止中の場合、フロントライン系機能喪失時)	B-格納容器スプレイポンプ等	防止設備	A/B	○	建屋内
		燃料取替用水ビット	防止設備	R/B	○	建屋内
	代替炉心注水(代替CSP)(運転停止中の場合、フロントライン系機能喪失時)	代替格納容器スプレイポンプ、燃料取替用水ビット等	防止設備	R/B	○	建屋内
	代替炉心注水(可搬型ポンプ車)(運転停止中の場合、フロントライン系機能喪失時)	可搬型大型送水ポンプ車	防止設備	屋外	○	影響なし(適切に除灰)
	再循環運転(SIP)(運転停止中の場合、フロントライン系機能喪失時)	高圧注入ポンプ等	防止設備	A/B	○	建屋内
		格納容器再循環サンブ等	防止設備	R/B	○	建屋内
	代替再循環運転(B-CSP)(運転停止中の場合、フロントライン系機能喪失時)	B-格納容器スプレイポンプ等	防止設備	A/B	○	建屋内
		B-格納容器再循環サンブ等	防止設備	R/B	○	建屋内
蒸気発生器二次側による炉心冷却(補助給水ポンプ)(運転停止中の場合、フロントライン系機能喪失時)	電動補助給水ポンプ、補助給水ビット等	防止設備	R/B	○	建屋内	
代替炉心注水(代替CSP)(代替電源)(運転停止中の場合、サポート系機能喪失時)	代替格納容器スプレイポンプ、補助給水ビット等	防止設備	R/B	○	建屋内	
代替炉心注水(可搬型ポンプ車)(運転停止中の場合、サポート系機能喪失時)	可搬型大型送水ポンプ車	防止設備	屋外	○	影響なし(適切に除灰)	

※1 R/B=原子炉建屋(原子炉格納容器を含む)、A/B=原子炉補助建屋、DG/B=ディーゼル発電機建屋、CWP/B=循環水ポンプ建屋、TSC=緊急時対策所

※2 【評価】○:降下火砕物に対し安全機能を維持できる

又は降下火砕物による損傷を考慮した場合でも、対応する設計基準事故対処設備が降下火砕物に対し安全機能を維持できる(防止設備)

又は降下火砕物による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能

(緩和設備、防止でもない設備)

表1 降下火砕物に対する重大事故等対処設備の影響評価(5/12)

設置許可基準	対応手段	重大事故等対処設備	分類	保管設置箇所(※1)	火山(※2)	
					評価	防護方法
第47条(原子炉冷却材圧力バウンダリ低圧時に発電用原子炉を冷却するための設備)	代替炉心注水(CHP(自己冷却))(運転停止中の場合、サポート系機能喪失時)	B-充てんポンプ	防止設備	A/B	○	建屋内
		燃料取替用水ビット等	防止設備	R/B	○	建屋内
	代替再循環運転(A-SIP(海水冷却))(運転停止中の場合、サポート系機能喪失時)	A-高圧注入ポンプ等	防止設備	A/B	○	建屋内
		A-格納容器再循環サンプ等	防止設備	R/B	○	建屋内
		可搬型大型送水ポンプ車	防止設備	屋外	○	影響なし(適切に除灰)
	蒸気発生器二次側による炉心冷却(補助給水ポンプ)(代替電源)(運転停止中の場合、サポート系機能喪失時)	電動補助給水ポンプ、補助給水ビット等	防止設備	R/B	○	建屋内
	炉心注水(SIP)(溶融炉心の原子炉格納容器下部への落下遅延及び防止、交流動力電源及び原子炉補機冷却機能が健全である場合)	高圧注入ポンプ等	緩和設備	A/B	○	建屋内
		燃料取替用水ビット	緩和設備	R/B	○	建屋内
	炉心注水(RHRP)(溶融炉心の原子炉格納容器下部への落下遅延及び防止、交流動力電源及び原子炉補機冷却機能が健全である場合)	余熱除去ポンプ等	緩和設備	A/B	○	建屋内
		燃料取替用水ビット	緩和設備	R/B	○	建屋内
	炉心注水(CHP)(溶融炉心の原子炉格納容器下部への落下遅延及び防止、交流動力電源及び原子炉補機冷却機能が健全である場合)	充てんポンプ	緩和設備	A/B	○	建屋内
		燃料取替用水ビット等	緩和設備	R/B	○	建屋内
	代替炉心注水(B-CSP)(溶融炉心の原子炉格納容器下部への落下遅延及び防止、交流動力電源及び原子炉補機冷却機能が健全である場合)	B-格納容器スプレイポンプ等	緩和設備	A/B	○	建屋内
		燃料取替用水ビット	緩和設備	R/B	○	建屋内
代替炉心注水(代替CSP)(溶融炉心の原子炉格納容器下部への落下遅延及び防止、交流動力電源及び原子炉補機冷却機能が健全である場合)	代替格納容器スプレイポンプ、燃料取替用水ビット等	緩和設備	R/B	○	建屋内	
炉心注水(CHP(自己冷却))(溶融炉心の原子炉格納容器下部への落下遅延及び防止、全交流動力電源喪失又は原子炉補機冷却機能喪失時)	B-充てんポンプ	緩和設備	A/B	○	建屋内	
	燃料取替用水ビット等	緩和設備	R/B	○	建屋内	
代替炉心注水(代替CSP)(代替電源)(溶融炉心の原子炉格納容器下部への落下遅延及び防止、全交流動力電源喪失又は原子炉補機冷却機能喪失時)	代替格納容器ポンプ、燃料取替用水ビット等	緩和設備	R/B	○	建屋内	
低圧時再循環、余熱除去運転	余熱除去ポンプ等	防止設備	A/B	○	建屋内	
	格納容器再循環サンプ等	防止設備	R/B	○	建屋内	

※1 R/B=原子炉建屋(原子炉格納容器を含む)、A/B=原子炉補助建屋、DG/B=ディーゼル発電機建屋、CWP/B=循環水ポンプ建屋、TSC=緊急時対策所
 ※2 【評価】○:降下火砕物に対し安全機能を維持できる

又は降下火砕物による損傷を考慮した場合でも、対応する設計基準事故対処設備が降下火砕物に対し安全機能を維持できる(防止設備)
 又は降下火砕物による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能
 (緩和設備、防止でもない設備)

表1 降下火砕物に対する重大事故等対処設備の影響評価(6/12)

設置許可基準	対応手段	重大事故等対処設備	分類	保管設置箇所(※1)	火山(※2)	
					評価	防護方法
第48条(最終ヒートシンクへ熱を輸送するための設備)	蒸気発生器二次側による炉心冷却(補助給水ポンプ)(フロントライン系機能喪失時)	電動補助給水ポンプ、補助給水ピット等	防止設備	R/B	○	建屋内
	格納容器内自然対流冷却(C/V再循環ユニット:海水)(フロントライン系機能喪失時)	C、D-格納容器再循環ユニット	防止設備	R/B	○	建屋内
		可搬型大型送水ポンプ車	防止設備	屋外	○	影響なし(適切に除灰)
	代替補機冷却(SIP(海水冷却))(フロントライン系機能喪失時)	A-高圧注入ポンプ	防止設備	A/B	○	建屋内
		可搬型大型送水ポンプ車	防止設備	屋外	○	影響なし(適切に除灰)
	蒸気発生器二次側による炉心冷却(補助給水ポンプ)(代替電源)(サポート系機能喪失時)	電動補助給水ポンプ、補助給水ピット等	防止設備	R/B	○	建屋内
第49条(原子炉格納容器内の冷却等のための設備)	格納容器内自然対流冷却(C/V再循環ユニット:CCW)(炉心の著しい損傷防止、フロントライン系機能喪失時)	C、D-格納容器再循環ユニット、原子炉補機冷却水サージタンク加圧用可搬型窒素ガスポンプ等	防止設備	R/B	○	建屋内
		C、D-原子炉補機冷却海水ポンプ、C、D-原子炉補機冷却海水ポンプ出ロストレーナ	防止設備	OW/B	○	建屋内
	代替格納容器スプレー(代替CSP)(炉心の著しい損傷防止、フロントライン系機能喪失時)	代替格納容器スプレーポンプ、燃料取替用水ピット等	防止設備	R/B	○	建屋内
代替格納容器スプレー(代替CSP)(代替電源)(炉心の著しい損傷防止、サポート系機能喪失時)	代替格納容器スプレーポンプ、燃料取替用水ピット等	防止設備	R/B	○	建屋内	
	格納容器内自然対流冷却(C/V再循環ユニット:海水)(炉心の著しい損傷防止、サポート系機能喪失時)	C、D-格納容器再循環ユニット	防止設備	R/B	○	建屋内
格納容器内自然対流冷却(C/V再循環ユニット:CCW)(格納容器破損防止、フロントライン系機能喪失時)	可搬型大型送水ポンプ車	防止設備	屋外	○	影響なし(適切に除灰)	
	C、D-格納容器再循環ユニット、原子炉補機冷却水サージタンク加圧用可搬型窒素ガスポンプ等	緩和設備	R/B	○	建屋内	
代替格納容器スプレー(代替CSP)(格納容器破損防止、フロントライン系機能喪失時)	C、D-原子炉補機冷却海水ポンプ、C、D-原子炉補機冷却海水ポンプ出ロストレーナ	緩和設備	OW/B	○	建屋内	
	代替格納容器スプレーポンプ、燃料取替用水ピット等	緩和設備	R/B	○	建屋内	
代替格納容器スプレー(代替CSP)(代替電源)(格納容器破損防止、サポート系機能喪失時)	代替格納容器スプレーポンプ、燃料取替用水ピット等	緩和設備	R/B	○	建屋内	
	格納容器内自然対流冷却(C/V再循環ユニット:海水)(格納容器破損防止、サポート系機能喪失時)	C、D-格納容器再循環ユニット	緩和設備	R/B	○	建屋内
格納容器スプレー、格納容器スプレー再循環	可搬型大型送水ポンプ車	緩和設備	屋外	○	影響なし(適切に除灰)	
	格納容器スプレーポンプ等	防止設備	A/B	○	建屋内	
	燃料取替用水ピット、格納容器再循環サンプ等	防止設備	R/B	○	建屋内	

※1 R/B=原子炉建屋(原子炉格納容器を含む)、A/B=原子炉補助建屋、DG/B=ディーゼル発電機建屋、CWP/B=循環水ポンプ建屋、TSC=緊急時対策所

※2 【評価】○:降下火砕物に対し安全機能を維持できる

又は降下火砕物による損傷を考慮した場合でも、対応する設計基準事故対処設備が降下火砕物に対し安全機能を維持できる(防止設備)

又は降下火砕物による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能

(緩和設備、防止でもない設備)

表1 降下火砕物に対する重大事故等対処設備の影響評価（7/12）

設置許可基準	対応手段	重大事故等対処設備	分類	保管設置箇所(※1)	火山(※2)	
					評価	防護方法
第50条（原子炉格納容器の過圧破損を防止するための設備）	格納容器スプレイ（CSP）（交流動力電源及び原子炉補機冷却機能が健全である場合）	格納容器スプレイポンプ等	緩和設備	A/B	○	建屋内
		燃料取替用水ビット	緩和設備	R/B	○	建屋内
	格納容器内自然対流冷却（C/V再循環ユニット：CCW）（交流動力電源及び原子炉補機冷却機能が健全である場合）	C、D-格納容器再循環ユニット、原子炉補機冷却水サージタンク加圧用可搬型窒素ガスポンプ等	緩和設備	R/B	○	建屋内
		C、D-原子炉補機冷却海水ポンプ、C、D-原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ	緩和設備	OW/B	○	建屋内
	代替格納容器スプレイ（代替CSP）（交流動力電源及び原子炉補機冷却機能が健全である場合）	代替格納容器スプレイポンプ、燃料取替用水ビット等	緩和設備	R/B	○	建屋内
	格納容器内自然対流冷却（C/V再循環ユニット：海水）（全交流動力電源又は原子炉補機冷却機能喪失時）	C、D-格納容器再循環ユニット	緩和設備	R/B	○	建屋内
		可搬型大型送水ポンプ車	緩和設備	屋外	○	影響なし（適切に除灰）
代替格納容器スプレイ（代替CSP）（代替電源）（全交流動力電源又は原子炉補機冷却機能喪失時）	代替格納容器スプレイポンプ、燃料取替用水ビット等	緩和設備	R/B	○	建屋内	
第51条（原子炉格納容器下部の溶融炉心を冷却するための設備）	格納容器スプレイ（CSP）（交流動力電源及び原子炉補機冷却機能が健全である場合）	格納容器スプレイポンプ等	緩和設備	A/B	○	建屋内
		燃料取替用水ビット	緩和設備	R/B	○	建屋内
	代替格納容器スプレイ（代替CSP）（交流動力電源及び原子炉補機冷却機能が健全である場合）	代替格納容器スプレイポンプ、燃料取替用水ビット等	緩和設備	R/B	○	建屋内
第52条（水素爆発による原子炉格納容器の破損を防止するための設備）	水素濃度低減（原子炉格納容器内水素処理装置）	原子炉格納容器内水素処理装置、原子炉格納容器内水素処理装置温度	緩和設備	R/B	○	建屋内
	水素濃度低減（格納容器水素イグナイタ）	格納容器水素イグナイタ、格納容器水素イグナイタ温度計	緩和設備	R/B	○	建屋内
	水素濃度監視	可搬型格納容器内水素濃度計測ユニット、可搬型代替ガスサンプリング圧縮装置等	緩和設備	R/B	○	建屋内
可搬型大型送水ポンプ車		緩和設備	屋外	○	影響なし（適切に除灰）	
第53条（水素爆発による原子炉建屋等の損傷を防止するための設備）	アニュラス空気浄化設備による水素放出（交流動力電源及び直流電源が健全である場合）	アニュラス空気浄化ファン等	緩和設備	R/B	○	建屋内
		排気筒	緩和設備	屋外	○	影響なし
	アニュラス空気浄化設備による水素放出（全交流動力電源又は直流電源が喪失した場合）	B-アニュラス空気浄化ファン、アニュラス全量排気弁操作可搬型窒素ガスポンプ等	緩和設備	R/B	○	建屋内
		排気筒	緩和設備	屋外	○	影響なし
水素濃度監視	可搬型アニュラス水素濃度計測ユニット	緩和設備	R/B	○	建屋内	

※1 R/B=原子炉建屋（原子炉格納容器を含む）、A/B=原子炉補助建屋、DG/B=ディーゼル発電機建屋、CWP/B=循環水ポンプ建屋、TSC=緊急時対策所

※2 【評価】○：降下火砕物に対し安全機能を維持できる

又は降下火砕物による損傷を考慮した場合でも、対応する設計基準事故対処設備が降下火砕物に対し安全機能を維持できる（防止設備）

又は降下火砕物による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能

（緩和設備、防止でもない設備）

表1 降下火砕物に対する重大事故等対処設備の影響評価(8/12)

設置許可基準	対応手段	重大事故等対処設備	分類	保管設置箇所(※1)	火山(※2)		
					評価	防護方法	
第54条(使用済燃料貯蔵槽の冷却等のための設備)	使用済燃料ピットへの注水	可搬型大型送水ポンプ車	防止設備	屋外	○	影響なし(適切に除灰)	
	使用済燃料ピットへのスプレイ	可搬型大型送水ポンプ車、可搬型スプレイノズル	緩和設備	屋外	○	影響なし(適切に除灰)	
	燃料取扱棟(貯蔵槽内燃料等)への放水	可搬型大容量海水送水ポンプ車、放水砲	緩和設備	屋外	○	影響なし(適切に除灰)	
	使用済燃料ピットの監視	使用済燃料ピット水位(AM用)、使用済燃料ピット温度(AM用)等	使用済燃料ピット可搬型エリアモニタ	防止設備 緩和設備	R/B	○	建屋内
					R/B、A/B	○	建屋内
	使用済燃料ピット監視カメラ		緩和設備	R/B、A/B	○	建屋内	
第55条(工場等外への放射性物質の拡散を抑制するための設備)	大気への拡散抑制(炉心の著しい損傷時及び原子炉格納容器の破損時)	可搬型大容量海水送水ポンプ、放水砲	緩和設備	屋外	○	影響なし(適切に除灰)	
	海洋への拡散抑制(炉心の著しい損傷時及び原子炉格納容器の破損時)	放射性物質吸着剤	緩和設備	屋外(地下)	○	影響なし	
	大気への拡散抑制(使用済燃料ピット内燃料体等の著しい損傷時)	可搬型大型送水ポンプ車、可搬型スプレイノズル	緩和設備	屋外	○	影響なし(適切に除灰)	
	大気への拡散抑制(使用済燃料ピット内燃料体等の損傷時)	可搬型大容量海水送水ポンプ、放水砲	緩和設備	屋外	○	影響なし(適切に除灰)	
	海洋への拡散抑制(使用済燃料ピット内燃料体等の損傷時)	放射性物質吸着剤	緩和設備	屋外(地下)	○	影響なし	
	航空機燃料火災への泡消火	可搬型大容量海水送水ポンプ、放水砲、泡混合設備	緩和設備	屋外	○	影響なし(適切に除灰)	
第56条(重大事故等の取束に必要な水の供給設備)	1次系のフィードアンドブリード	高圧注入ポンプ等	防止設備	A/B	○	建屋内	
		燃料取替用水ピット等	防止設備	R/B	○	建屋内	
	海水を用いた補助給水ピットへの補給	可搬型大型送水ポンプ車	防止設備	屋外	○	影響なし(適切に除灰)	
	燃料取替用水ピットから補助給水ピットへの水源切替	補助給水ピット、代替格納容器スプレイポンプ	防止設備 緩和設備	R/B	○	建屋内	
	燃料取替用水ピットから海水への水源切替	可搬型大型送水ポンプ車	防止設備	屋外	○	影響なし(適切に除灰)	
	海水を用いた燃料取替用水ピットへの補給	可搬型大型送水ポンプ車		防止設備 緩和設備	屋外	○	影響なし(適切に除灰)
	代替再循環運転(B-CSP)	B-格納容器スプレイポンプ等	防止設備	A/B	○	建屋内	
		B-格納容器再循環サンブ等	防止設備	R/B	○	建屋内	
	代替再循環運転(A-SIP)	A-高圧注入ポンプ等	防止設備	A/B	○	建屋内	
		A-格納容器再循環サンブ等	防止設備	R/B	○	建屋内	
		可搬型大型送水ポンプ車	防止設備	屋外	○	影響なし(適切に除灰)	
	海水を用いた使用済燃料ピットへの注水	可搬型大型送水ポンプ車	防止設備	屋外	○	影響なし(適切に除灰)	
	使用済燃料ピットへのスプレイ	可搬型大型送水ポンプ車、可搬型スプレイノズル	緩和設備	屋外	○	影響なし(適切に除灰)	
	燃料取扱棟(貯蔵槽内燃料体等)への放水	可搬型大容量海水送水ポンプ車、放水砲	緩和設備	屋外	○	影響なし(適切に除灰)	
原子炉格納容器及びリアニューラス部への放水	可搬型大容量海水送水ポンプ車、放水砲	緩和設備	屋外	○	影響なし(適切に除灰)		

※1 R/B=原子炉建屋(原子炉格納容器を含む)、A/B=原子炉補助建屋、DG/B=ディーゼル発電機建屋、CWP/B=循環水ポンプ建屋、TSC=緊急時対策所

※2 【評価】○:降下火砕物に対し安全機能を維持できる

又は降下火砕物による損傷を考慮した場合でも、対応する設計基準事故対処設備が降下火砕物に対し安全機能を維持できる(防止設備)

又は降下火砕物による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能

(緩和設備、防止でもない設備)

表1 降下火砕物に対する重大事故等対処設備の影響評価(9/12)

設置許可基準	対応手段	重大事故等対処設備	分類	保管設置箇所(※1)	火山(※2)	
					評価	評価方法
第57条(電源設備)	代替非常用発電機による代替電源(交流)からの給電	ディーゼル発電機燃料貯油槽移送ポンプ	防止設備 緩和設備	DG/B	○	建屋内
		ディーゼル発電機燃料貯油槽	防止設備 緩和設備	屋外 (地下)	○	影響なし
		可搬型タンクローリー	防止設備 緩和設備	屋外	○	影響なし (適切に除灰)
		代替非常用発電機	防止設備 緩和設備	屋外	○	影響なし (適切に除灰)
	可搬型代替電源車による代替電源(交流)からの給電	ディーゼル発電機燃料貯油槽移送ポンプ	防止設備 緩和設備	DG/B	○	建屋内
		ディーゼル発電機燃料貯油槽	防止設備 緩和設備	屋外 (地下)	○	影響なし
		可搬型代替電源車、可搬型タンクローリー	防止設備 緩和設備	屋外	○	影響なし (適切に除灰)
	蓄電池(非常用)による直流電源からの給電	蓄電池(非常用)	防止設備 緩和設備	A/B	○	建屋内
	後備蓄電池による代替電源(直流)からの給電	後備蓄電池	防止設備 緩和設備	A/B	○	建屋内
	可搬型直流電源用発電機及び可搬型直流変換器による代替電源(直流)からの電源	可搬型直流変換器	防止設備 緩和設備	A/B	○	建屋内
		ディーゼル発電機燃料貯油槽	防止設備 緩和設備	屋外 (地下)	○	影響なし
		可搬型直流電源用発電機、可搬型タンクローリー	防止設備 緩和設備	屋外	○	影響なし (適切に除灰)
	代替所内電気設備による交流の給電	代替所内電気設備変圧器、代替所内電気設備分電盤等	防止設備 緩和設備	A/B	○	建屋内
		ディーゼル発電機燃料貯油槽	防止設備 緩和設備	屋外 (地下)	○	影響なし
		代替非常用発電機	防止設備 緩和設備	屋外	○	影響なし (適切に除灰)
		可搬型代替電源車等	防止設備 緩和設備	屋外	○	影響なし (適切に除灰)
燃料の補給に用いる設備(可搬型タンクローリーによる汲み上げ)	ディーゼル発電機燃料貯油槽	防止設備 緩和設備	屋外 (地下)	○	影響なし	
	可搬型タンクローリー	防止設備 緩和設備	屋外	○	影響なし (適切に除灰)	
燃料の補給に用いる設備(ディーゼル発電機燃料貯油移送ポンプによる汲み上げ)	ディーゼル発電機燃料貯油移送ポンプ	防止設備 緩和設備	DG/B	○	建屋内	
	ディーゼル発電機燃料貯油槽	防止設備 緩和設備	屋外 (地下)	○	影響なし	
	可搬型タンクローリー	防止設備 緩和設備	屋外	○	影響なし (適切に除灰)	
ディーゼル発電機による給電	ディーゼル発電機、ディーゼル発電機燃料貯油槽移送ポンプ	防止設備 緩和設備	DG/B	○	建屋内	
	ディーゼル発電機燃料貯油槽	防止設備 緩和設備	屋外 (地下)	○	影響なし	

※1 R/B=原子炉建屋(原子炉格納容器を含む)、A/B=原子炉補助建屋、DG/B=ディーゼル発電機建屋、CWP/B=循環水ポンプ建屋、TSC=緊急時対策所
 ※2 【評価】○:降下火砕物に対し安全機能を維持できる

又は降下火砕物による損傷を考慮した場合でも、対応する設計基準事故対処設備が降下火砕物に対し安全機能を維持できる(防止設備)
 又は降下火砕物による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能
 (緩和設備、防止でもない設備)

表1 降下火砕物に対する重大事故等対処設備の影響評価（10/12）

設置許可基準	対応手段	重大事故等対処設備	分類	保管設置箇所(※1)	火山(※2)	
					評価	評価方法
第58条 (計装設備)	温度計測（原子炉圧力容器内の温度）	1次冷却材温度（広域－高温側）等	防止設備 緩和設備	R/B	○	建屋内
	圧力計測（原子炉圧力容器内の圧力）	1次冷却材圧力（広域）	防止設備 緩和設備	R/B	○	建屋内
	水位計測（原子炉圧力容器内の水位）	加圧器水位等	防止設備	R/B	○	建屋内
	注水量計測（原子炉圧力容器への注水量）	高圧注入流量等	防止設備 緩和設備	A/B	○	建屋内
	注水量計測（原子炉格納容器への注水量）	高圧注入流量等	防止設備 緩和設備	A/B	○	建屋内
	温度計測（原子炉格納容器内の温度）	格納容器内温度	防止設備 緩和設備	R/B	○	建屋内
	圧力計測（原子炉格納容器内の圧力）	原子炉格納容器圧力等	防止設備 緩和設備	R/B	○	建屋内
	水位計測（原子炉格納容器内の水位）	格納容器再循環サンプル水位（広域）等	防止設備 緩和設備	R/B	○	建屋内
	水位計測（原子炉格納容器内の水位）	格納容器水位、原子炉下部水位キャビティ水位	緩和設備	R/B	○	建屋内
	水素濃度計測（原子炉格納容器内の水素濃度）	格納容器内水素濃度	緩和設備	R/B	○	建屋内
	水素濃度計測（アニュラス内の水素濃度）	アニュラス水素濃度	緩和設備	R/B	○	建屋内
	線量計測（原子炉格納容器内の放射線量率）	格納容器内高レンジエリアモニタ（低レンジ）等	防止設備 緩和設備	R/B	○	建屋内
	出力計測（未臨界の維持又は監視）	出力領域中性子束等	防止設備	R/B	○	建屋内
	温度計測（最終ヒートシンクの確保）	可搬型温度計測装置	防止設備 緩和設備	A/B、TSC	○	建屋内
	水位計測（最終ヒートシンクの確保）	蒸気発生器水位（狭域）等	防止設備	R/B	○	建屋内
		原子炉補機冷却水サージタンク水位	防止設備 緩和設備	R/B	○	建屋内
	注水量計測（最終ヒートシンクの確保）	補助給水流量	防止設備	K/B	○	建屋内
	圧力計測（最終ヒートシンクの確保）	主蒸気ライン圧力	防止設備	R/B	○	建屋内
		原子炉格納容器圧力	防止設備 緩和設備	R/B	○	建屋内
		原子炉補機冷却水サージタンク圧力（可搬型）	防止設備 緩和設備	R/B TSC	○	建屋内
	水位計測（格納容器バイパスの監視）	蒸気発生器水位（狭域）	防止設備	R/B	○	建屋内
	圧力計測（格納容器バイパスの監視）	主蒸気圧力	防止設備	R/B	○	建屋内
		1次冷却材圧力（広域）	防止設備 緩和設備	R/B	○	建屋内
	水位計測（水源の確保）	燃料取替用水ピット水位等	防止設備 緩和設備	R/B	○	建屋内
		ほう酸タンク水位	防止設備	A/B	○	建屋内
	水位計測（使用済燃料ピットの監視）	使用済燃料ピット水位（AM用）等	防止設備 緩和設備	R/B	○	建屋内
	温度計測（使用済燃料ピットの監視）	使用済燃料ピット温度（AM用）等	防止設備 緩和設備	R/B	○	建屋内
	線量計測（使用済燃料ピットの監視）	使用済燃料ピット可搬型エリアモニタ	防止設備 緩和設備	A/B、R/B	○	建屋内
	状態監視（使用済燃料ピットの監視）	使用済燃料ピット監視カメラ	緩和設備	A/B、R/B	○	建屋内
	温度、圧力、水位及び流量に係わるものの計測	可搬型計測器	防止設備 緩和設備	A/B、TSC	○	建屋内
パラメータ記録	可搬型温度計測装置	緩和設備	A/B、TSC	○	建屋内	
	データ収集計算機	緩和設備	A/B	○	建屋内	
	データ表示端末	緩和設備	TSC	○	建屋内	
その他 (重大事故等対処設備を活用する手順等の着手の判断基準として用いる補助的な監視パラメータ)	6-A、B母線電圧、A、B-直流コントロールセンタ母線電圧等	防止設備 緩和設備	A/B	○	建屋内	
	原子炉補機冷却水冷却器補機冷却海水流量（SA）、A、B-原子炉補機冷却水供給母管流量（SA）	防止設備 緩和設備	R/B	○	建屋内	

※1 R/B=原子炉建屋（原子炉格納容器を含む）、A/B=原子炉補助建屋、DG/B=ディーゼル発電機建屋、CWP/B=循環水ポンプ建屋、TSC=緊急時対策所

※2 【評価】○：降下火砕物に対し安全機能を維持できる

又は降下火砕物による損傷を考慮した場合でも、対応する設計基準事故対処設備が降下火砕物に対し安全機能を維持できる（防止設備）

又は降下火砕物による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能

（緩和設備、防止でもない設備）

表1 降下火砕物に対する重大事故等対処設備の影響評価(11/12)

設置許可基準	対応手段	重大事故等対処設備	分類	保管設置箇所(※1)	火山(※2)	
					評価	評価方法
第59条(原子炉制御室)	居住性の確保(中央制御室換気空調設備)	中央制御室遮へい、中央制御室非常用循環ファン等	防止設備 緩和設備	A/B	○	建屋内
	居住性の確保(中央制御室の照明の確保)	可搬型証明(SA)	防止でも緩和でもない設備	A/B	○	建屋内
	居住性の確保(中央制御室内の酸素及び二酸化炭素濃度の測定)	酸素濃度・二酸化炭素濃度計	防止でも緩和でもない設備	A/B	○	建屋内
	汚染の持ち込み防止	可搬型照明(SA)	防止でも緩和でもない設備	A/B	○	建屋内
	放射性物質の濃度低減(交流動力電源及び直流電源が健全である場合)	アニュラス空気浄化ファン等	緩和設備	R/B	○	建屋内
		排気筒	緩和設備	屋外	○	影響なし
	放射性物質の濃度低減(全交流動力電源又は直流電源が喪失した場合)	B-アニュラス空気浄化ファン等	緩和設備	R/B	○	建屋内
排気筒		緩和設備	屋外	○	影響なし	
第60条(監視測定設備)	放射線量の測定(可搬型モニタリングポストによる放射線量の代替測定)	可搬型モニタリングポスト	防止でも緩和でもない設備	TSC	○	建屋内
	放射線量の測定(可搬型モニタリングポストによる放射線量の測定)	可搬型モニタリングポスト	防止でも緩和でもない設備	TSC	○	建屋内
	放射性物質の濃度の測定	可搬型ダスト・よう素サンブラ等	防止でも緩和でもない設備	TSC	○	建屋内
	放射性物質の濃度及び放射線量の測定	可搬型ダスト・よう素サンブラ、β線サーベイメータ等	防止でも緩和でもない設備	TSC	○	建屋内
		小型船舶	防止でも緩和でもない設備	屋外	○	影響なし(適切に除灰)
	風向、風速その他の気象条件の測定(可搬型気象観測設備による気象観測項目の代替測定)	可搬型気象観測設備	防止でも緩和でもない設備	TSC	○	建屋内
	風向、風速その他の気象条件の測定(可搬型気象観測設備による緊急時対策所付近の気象観測項目の測定)	可搬型気象観測設備	防止でも緩和でもない設備	TSC	○	建屋内

※1 R/B=原子炉建屋(原子炉格納容器を含む)、A/B=原子炉補助建屋、DG/B=ディーゼル発電機建屋、CWP/B=循環水ポンプ建屋、TSC=緊急時対策所

※2 【評価】○:降下火砕物に対し安全機能を維持できる

又は降下火砕物による損傷を考慮した場合でも、対応する設計基準事故対処設備が降下火砕物に対し安全機能を維持できる(防止設備)

又は降下火砕物による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能

(緩和設備、防止でもない設備)

表1 降下火砕物に対する重大事故等対処設備の影響評価(12/12)

設置許可基準	対応手段	重大事故等対処設備	分類	保管設置箇所(※1)	火山(※2)		
					評価	防護方法	
第61条(緊急時対策所)	居住性の確保(緊急時対策所遮へい及び緊急時対策所換気設備)	緊急時対策所遮へい	緩和設備	屋外	○	影響なし(適切に除灰)	
		可搬型新設緊急時対策所空気浄化ファン等	緩和設備	TSC	○	建屋内	
		圧力計	防止でも緩和でもない設備	TSC	○	建屋内	
	居住性の確保(緊急時対策所内の酸素濃度及び二酸化炭素濃度の測定)	酸素濃度・二酸化炭素濃度計	防止でも緩和でもない設備	TSC	○	建屋内	
		居住性の確保(放射線量の測定及び気象観測)	緊急時対策所可搬型エリアモニタ	緩和設備	TSC	○	建屋内
	情報の把握	データ収集計算機、ERSS伝送サーバ	防止でも緩和でもない設備	A/B	○	建屋内	
		データ表示端末	緩和設備	TSC	○	建屋内	
	電源の確保	緊急時対策所用発電機	緩和設備	屋外	○	影響なし(適切に除灰)	
	第62条(通信連絡を行なうために必要な設備)	発電所内の通信連絡をする必要のある場所と通信連絡を行なうための設備	衛星電話設備、衛星携帯電話	防止設備 緩和設備	A/B、TSC	○	建屋内
			トランシーバ	防止設備 緩和設備	TSC、屋外	○	影響なし(建屋内、適切に除灰)
携行型通話装置			防止設備 緩和設備	A/B	○	建屋内	
インターフォン、テレビ会議システム(指揮所・待機所間)			防止設備 緩和設備	TSC	○	建屋内	
データ収集計算機			緩和設備	A/B	○	建屋内	
データ表示端末			緩和設備	TSC	○	建屋内	
発電所外(社内外)の通信連絡をする必要のある場合と通信連絡を行なうための設備		衛星電話設備、衛星携帯電話	緩和設備	A/B、TSC	○	建屋内	
		総合原子力防災ネットワークに接続する通信連絡設備	防止でも緩和でもない設備	A/B、TSC	○	建屋内	
		データ収集計算機、ERSS伝送サーバ	防止でも緩和でもない設備	A/B	○	建屋内	

※1 R/B=原子炉建屋(原子炉格納容器を含む)、A/B=原子炉補助建屋、DG/B=ディーゼル発電機建屋、CWP/B=循環水ポンプ建屋、TSC=緊急時対策所

※2 【評価】○:降下火砕物に対し安全機能を維持できる

又は降下火砕物による損傷を考慮した場合でも、対応する設計基準事故対処設備が降下火砕物に対し安全機能を維持できる(防止設備)

又は降下火砕物による損傷を考慮して、代替設備による機能維持や安全上支障のない期間での修復等の対応が可能

(緩和設備、防止でもない設備)

以上

水質汚染に対する補給水等への影響について

1. 泊発電所 3 号炉における水源の概略系統及び供給先

水質汚染については，降下火砕物が海水に混入することで，補給水等の汚染が考えられる。

図 1 に示すとおり，給水に使用する海水は海水淡水化装置，ろ過水タンク，純水装置及び真空脱気装置を経由し 1 次系純水タンクに供給される。ろ過水タンクに貯留された水は消火用水，飲料水及び所内用水として供給されるが，評価対象設備に含まれない。

一方，1 次系純水タンクに貯留された純水は，純水装置による水処理及び水質管理が行われた後，真空脱気装置による水処理及び水質管理が行われていること，また，供給する設備には，燃料取替用水ピット及び原子炉補機冷却水サージタンク等への補給等があるが，いずれも，点検時の水張りや系統内でリークが生じた際に補給等が必要になるもので，降下火砕物の降灰時に補給が必要となるものではなく，水質汚染はプラントの安全機能に影響を及ぼさない。

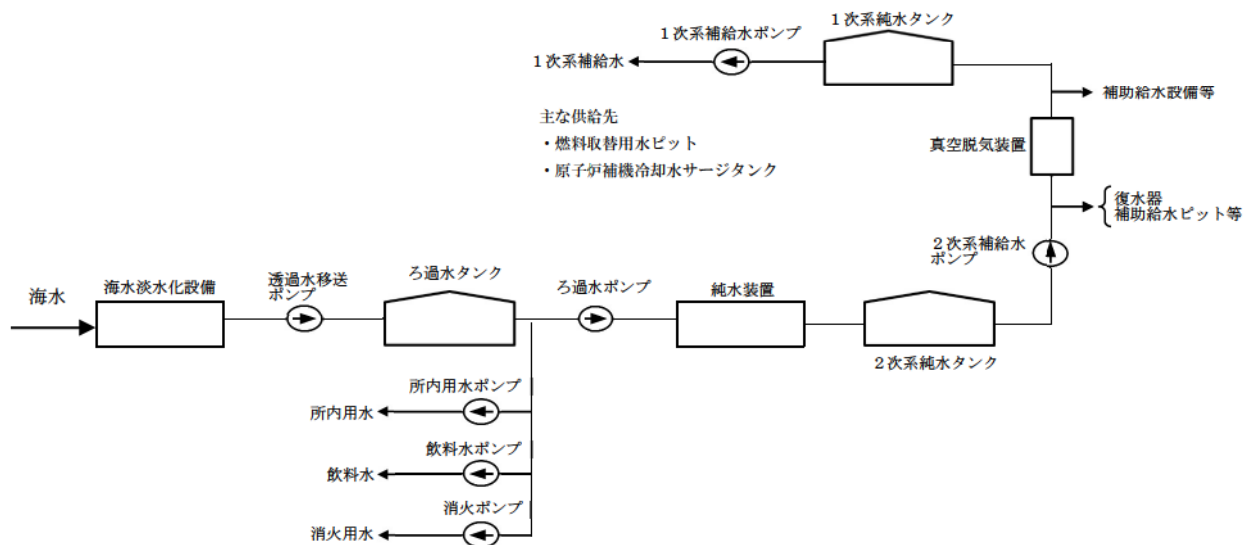


図 1 プラントへ供給される水源の概略系統図（泊発電所 3 号炉）

以 上

外部事象に対する津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備
の防護方針について

1. 概要

津波防護施設、津波防止設備及び津波監視設備（「以下「津波防護施設等」という。」）の自然事象に対する防護方針を以下に示す。

2. 防護に関する考え方

以下の考え方にに基づき、泊発電所において自然事象に対する津波防護施設等の機能維持のための対応要否について整理した。

自然事象に対する津波防護施設等の機能維持対応要否判断フローを図1に示す。

- (1) 設計上考慮すべき事象が、津波若しくは津波の随伴、重畳が否定できない事象に該当するかを確認する。定量的な重畳確率が求められない事象については、保守的に影響を考慮する。
- (2) 津波の随伴、重畳が否定できない場合は、当該事象による津波防護の機能喪失モードの有無を確認する。機能喪失モードが認められる場合は、設計により健全性を確保する。
- (3) 津波の随伴、重畳が有意でないと評価される事象についても、泊発電所の津波防護施設については、基準津波高さや防護対象の広さ等その重要性に鑑み、自主的に機能維持のための配慮を行う。

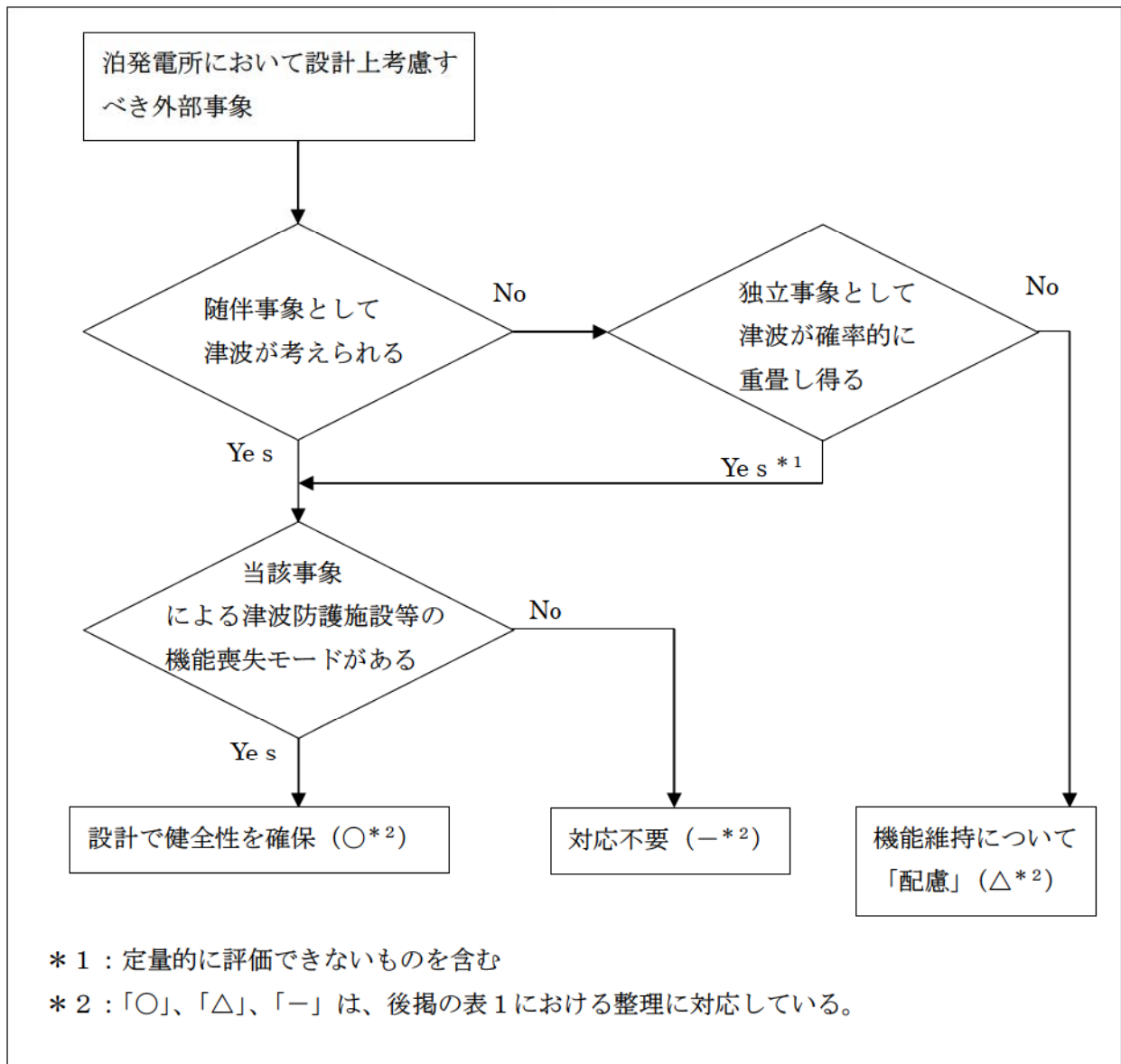


図 1 自然事象に対する津波防護施設等の機能維持対応要否判断フロー

3. 検討結果

上記フローに基づく各事象に対する防護方針の検討結果を以下に示す。

(詳細は表1にとおり)

(1) 津波の随伴、重畳が否定できない事象*¹に対する防護方針

これらの外部事象に対しては、津波との随伴若しくは重畳の可能性を否定できないため、荷重の重ね合わせのタイミングを考慮した上で設計への反映の要否を検討し、津波防護施設等への影響が考えられる事象に対しては、津波防護施設等の機能を維持する設計とする。

*1：地震、風（台風）、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、生物学的事象、森林火災

(2) 津波の随伴、重畳が有意ではない事象（竜巻、火山の影響）に対する防護方針「竜巻」、「火山の影響」の2つの外部事象で津波は随伴せず、また、基準津波との重畳の確率も有意ではないため、津波防護施設を防護対象とはしないものの、津波防護施設等の機能が要求される時にはその機能を期待できるように以下の対応を自主的に実施する。

a. 「竜巻」

設計竜巻と基準津波が重畳する年超過率は、約●/年であり、竜巻と津波の重畳は有意でないと評価されるが、竜巻が襲来した場合には必ず作用する風圧力に対しては、津波防護施設等の健全性を維持する設計とする。

b. 「火山の影響」

設計で想定する降下火砕物の噴火と基準津波が重畳する年超過確率は、約●/年*²であり、火山の影響と基準津波の重畳は有意ではないと評価されるが、降下火砕物の堆積荷重について長期荷重に対する構造健全性を確保するとともに、降灰後に適宜除去が可能な設計とする。

*2：敷地で確認された降下火砕物の層厚は●cmと評価しており、この降下火砕物噴出年代は約●万年前であることを考慮

追而【地震津波側審査の反映】
(上記●については、地震津波側審査結果を受けて反映のため)

- : 津波の随伴、重量が否定できないため、設計で健全性を確保する事象 (○)
- : 津波の随伴、重量は有意ではないが、機能維持については設計上配慮する事象 (△)
- : 対応が不要な事象 (ー)

表1 外部事象に対する津波防護施設等の対応方針整理表 (1/2)

設計上考慮すべき外部事象	① 随伴事象として津波を考慮要	② 独立事象として津波が重畳し得る	津波との重量を考慮要 (①か②が○)	津波防護施設の機能喪失による安全施設等の機能喪失の可能性	設計への反映の要否	機能維持のための対応方針
地震	○	ー	○	あり 地震荷重により損傷した場合、安全施設等への津波の到達、浸水による機能喪失が想定される。	○	耐震Sクラスとして基準地震動Ssに対し健全性を維持し、津波に対する防護機能を維持する。 また、津波と余震の組み合わせも考慮する。
風(台風)	ー	○	○	あり 風荷重により損傷した場合、安全施設等への津波の到達、浸水による機能喪失が想定される。	○	・風荷重、津波荷重を考慮した設計とする。 ・津波監視カメラは、風荷重を考慮した設計とする。
竜巻	ー	ー	ー	なし 以下のとおり、重量の頻度は無視し得る。 ・設計竜巻の確率：約 1.4×10^{-7} ・基準津波の年超過率：●/年*3 ⇒重量確率：●/年 年超過率が 1×10^{-7} /年未満であり、有意ではない。	△	・防潮堤の設計においては、自主的に風圧力に對しては、健全性を維持する設計とし、飛来物については、衝突荷重に對して、倒壊せず構造健全性を維持する設計とする。 ・溢水防止壁の設計においては、自主的に風圧力に對しては、健全性を維持する設計とする。 ・津波監視カメラは、竜巻の風荷重 (100m/s) による荷重を考慮した設計とする。
凍結	ー	○	○	あり 凍害により止水目地が損傷した場合、安全施設等への津波の到達、浸水による機能喪失が想定される。	○	止水目地は最低気温を考慮した設計とする。
降水	ー	○	○	なし 降雨による海水面上昇は無視し得る。	ー	ー
積雪	ー	○	○	あり 積雪荷重により損傷した場合、安全施設等への津波の到達、浸水による機能喪失が想定される。	○	積雪荷重と津波荷重を考慮した設計とする。

*3 : 設置変更許可申請書添付書類六「●・●超過確率の参照」を考慮

追而【地震津波側審査の反映】

(上記●については、地震津波側審査結果を受けて反映のため)

- : 津波の随伴、重量が否定できないため、設計で健全性を確保する事象 (○)
- : 津波の随伴、重量は有意ではないが、機能維持については設計上配慮する事象 (△)
- : 対応が不要な事象 (—)

表1 外部事象に対する津波防護施設等の対応方針整理表 (2/2)

設計上考慮すべき外部事象	① 随伴事象として津波を考慮する	② 独立事象として津波が重畳し得る	津波との重量を考慮要 (①か②が○)	津波防護施設等の機能喪失による安全施設等の機能喪失の可能性	設計への反映の要否	機能維持のための対応方針
落雷	—	○	○	あり 落雷による津波監視設備の機能喪失が想定される	○	津波監視設備については、既設避雷設備の遮へい範囲内への設置を行う。
火山の影響	—	—	—	なし 以下のおおりの頻度は無視し得る。 ・想定する火山の確率：●/年*2 ・基準津波の年超過率：●/年*3 ⇒重量確率：●/年*4 年超過率が 1×10^{-7} /年未満であり有意ではない。	△	設計にて長期荷重に対する構造健全性を確保するとともに、降灰後に降下火砕物を適時除去可能な設計とする。
地滑り	—	○	○	なし 地滑りにより津波防護施設が機能喪失に至ることはない。	—	—
生物的事象	—	○	○	なし 生物による影響 (閉塞、侵入) による機能喪失モードを有しない。	—	—
森林火災	—	○	○	なし 防火帯により森林との離隔距離が確保されるため、熱影響を受けることはない。	—	—

* 2 : 敷地で確認された降下火砕物の層厚は●cmと評価しており、この降下火砕物噴出年代は約●万年前であることを考慮

* 3 : 設置変更許可申請書添付書類六「●●● 超過確率の参照」を考慮

追而【地震津波側審査の反映】
(上記●については、地震津波側審査結果を受けて反映のため)

以上

泊発電所 3 号炉

技術的能力説明資料 外部からの衝撃による損傷の防止 (火山)

第6条 外部からの衝撃による損傷の防止（火山）

安全施設（兼用キャスクを除く。）は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。

2 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。

安全施設（兼用キャスクを除く。）は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。

重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。

・安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ）が発生した場合においても安全機能を損なわれないものでなければならぬ。

添六、八への反映事項
（設計に関する事項）
工・保

影響を及ぼす可能性のない火山事象

- ・火砕物密度流
- ・溶岩流
- ・岩屑なだれ他、地滑り及び斜面崩壊
- ・火山性土石流、火山泥流及び洪水
- ・火山から発生する飛来物（噴石）
- ・火山ガス
- ・新しい火口の開口
- ・津波及び静脈
- ・大気現象
- ・地震変動
- ・火山性地震とこれに関する事象
- ・熱水系及び地下水の異常

代替設備により必要な機能が確保されること、又は安全上支障がない期間に除灰あるいは修復等の対応を可能とし、安全機能を損なわない。

【後段規制との対応】
工：工認（基本設計方針、添付書類）
保：保安規定（運用手順に係る事項、添付書類含む）
【添付六、八への反映事項】
■：添付六、八に反映
□：該当条文に該当しない
（他条文での反映事項）

泊発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出

泊発電所の運用期間中における火山活動に関する個別評価

影響を及ぼし得る火山事象
安全施設（クラス1, 2, 3）

その他の安全施設
外部事象防護対象施設等

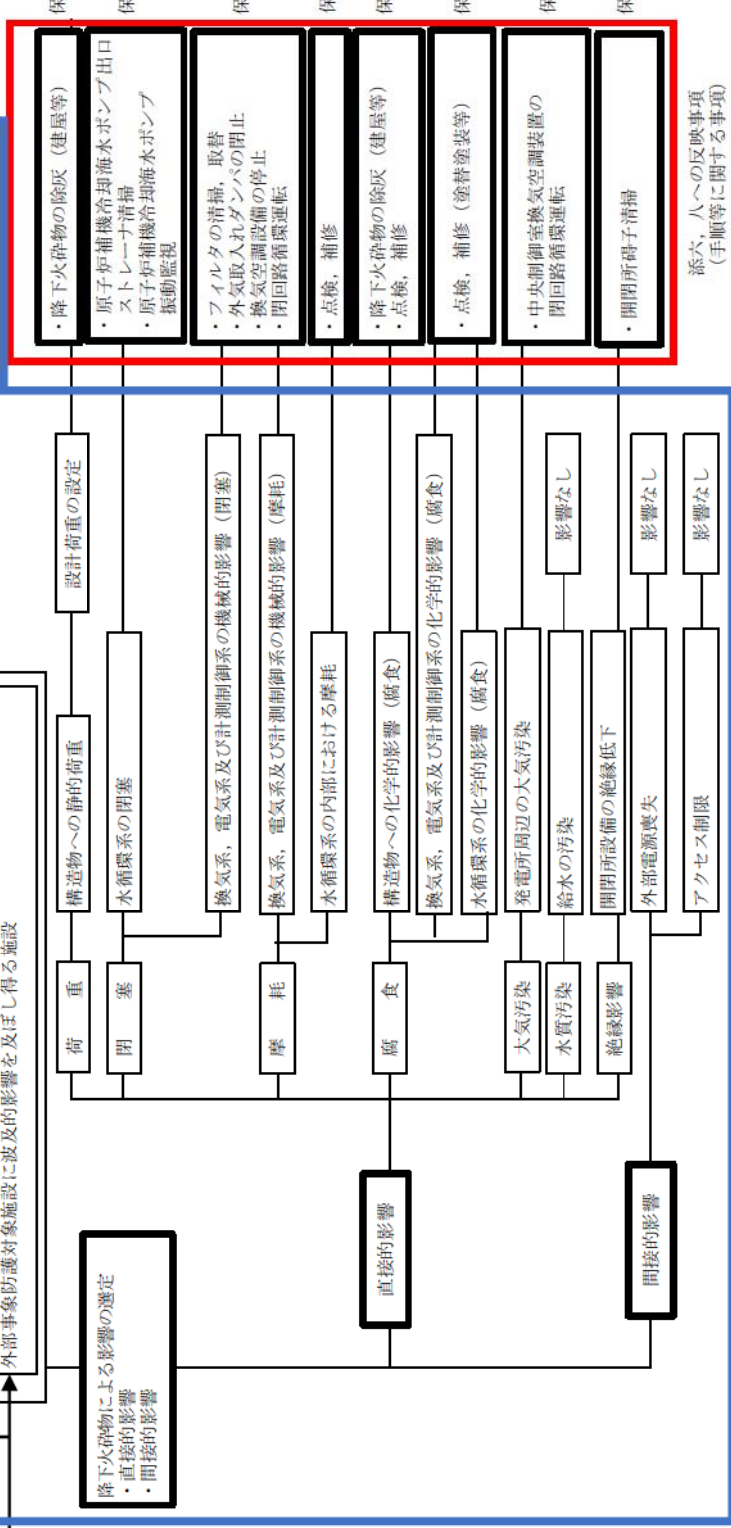
評価対象施設等
・建物
・屋外に設置されている施設
・屋外に設置されている施設
・降下火砕物を含む海水の流路となる施設
・降下火砕物を取り入れた屋内の空気を機器内に取込む機構を有する設備

外部事象防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設
降下火砕物による影響の選定
・直接的影響
・間接的影響

追而【地震津波側審査の反映】
（上記及び左記の●については、地震津波側審査結果を受けて反映のため）

完新世に活動を行った●火山
完新世に活動を行っていないが将来の活動の可能性が否定できない●火山

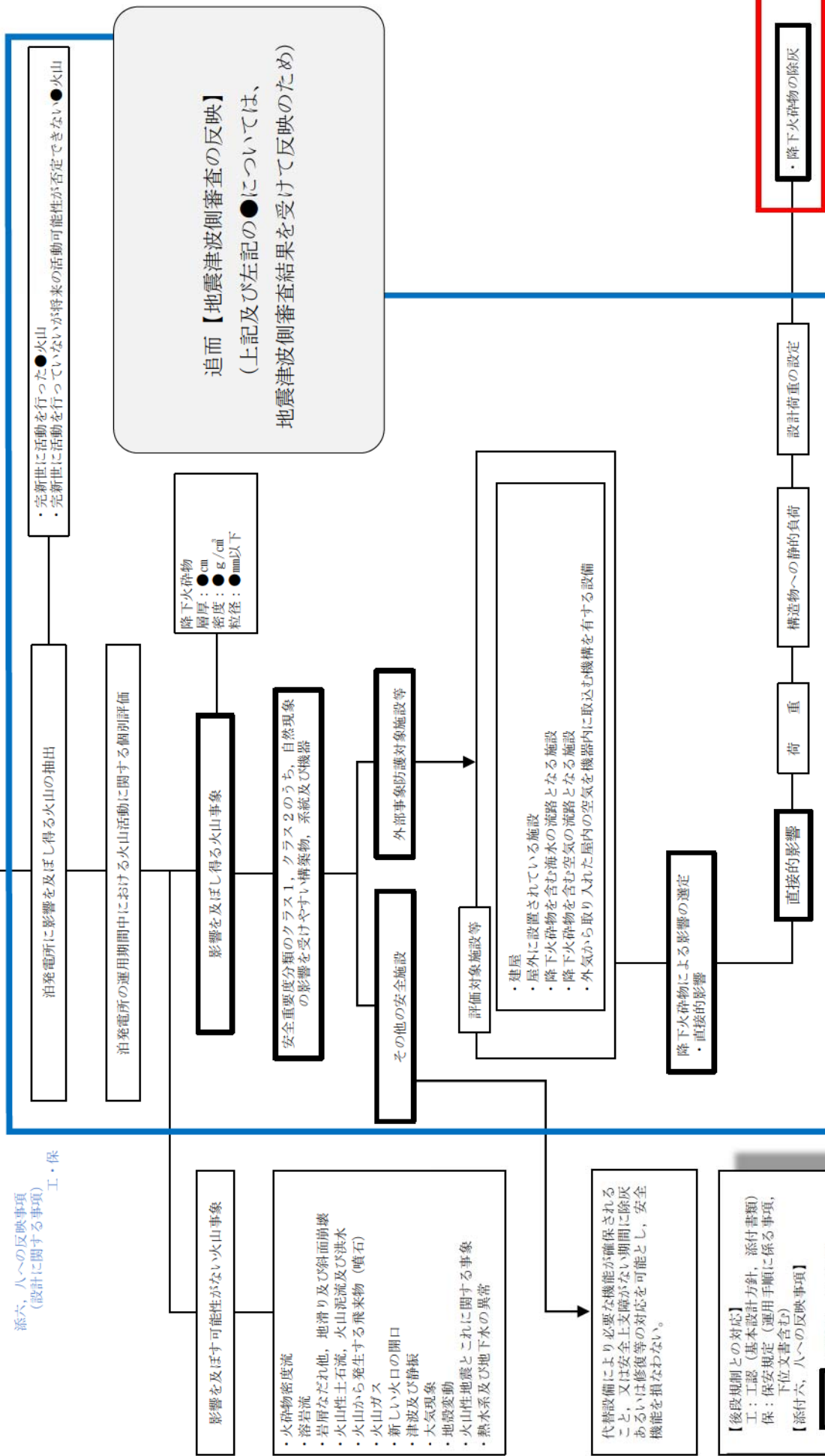
降下火砕物
層厚：● cm
密度：● g/cm³
粒径：● mm以下



添六、八への反映事項
（手順等に関する事項）

・重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼす恐れがあると想定されると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したもので無ければならない。

添六、八への反映事項
(設計に関する事項)
工・保



追而【地震津波側審査の反映】
(上記及び左記の●については、
地震津波側審査結果を受けて反映のため)

保
・落下火砕物の除灰

添六、八への反映事項
(設計に関する事項)

影響を及ぼす可能性がない火山事象

- ・火砕物密度流
- ・溶岩流
- ・岩屑なだれ他、地滑り及び斜面崩壊
- ・火山性土石流、火山泥流及び洪水
- ・火山から発生する飛来物(噴石)
- ・火山ガス
- ・新しい火口の開口
- ・津波及び静振
- ・大気現象
- ・地震変動
- ・火山性地震とこれに関する事象
- ・熱水系及び地下水の異常

代替設備により必要な機能が確保されること、又は安全上支障がない期間に除灰あるいは修復等の対応を可能とし、安全機能を損なわない。

【後段規制との対応】
工：工設(基本設計方針、添付書類)
保：保安規定(運用手順に係る事項、添付書類)
【添付六、八への反映事項】
●：添付六、八に反映
○：該当条文に該当しない
(他条文での反映事項)

技術的能力に係る運用対策等（設計基準）

設置許可基準規則 対象条文	対象項目	区分	運用対策等
	降下火砕物の除去 (建屋等)	運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> ・建屋、構築物等に堆積した降下火砕物の除去作業
		体制	<ul style="list-style-type: none"> ・保修課、土木建築課による保守・点検の体制 ・降灰対応体制
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> ・日常保守点検 ・降灰時の巡視点検
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・運用・手順、保守・点検に関する教育
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止	フィルタ取替・清掃	運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> ・降灰時に、換気空調設備外気取入口のフィルタ差圧の巡視点検を行い、状況に応じて取替・清掃を行う
		体制	<ul style="list-style-type: none"> ・運転員の当直体制 ・保修課による保守・点検の体制 ・降灰対応体制
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> ・日常保守点検 ・定期点検 ・降灰時の巡視点検
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> ・運用・手順、保守・点検に関する教育

設置許可基準規則 対象条文	対象項目	区分	運用対策等
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止	原子炉補機冷却海水 ポンプ出口ストレーナ 清掃	運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> 降灰時に、海水を通水する水循環系のストレーナ差圧の巡視点検の強化を行い、状況に応じて洗浄を行う。
		体制	<ul style="list-style-type: none"> 運転員の当直体制 降灰時の注意喚起体制、非常体制
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> ストレーナの日常点検 降灰時の巡視点検
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> 運用・手順、保守・点検に関する教育
		運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> 降灰時の原子炉補機冷却海水ポンプ振動の監視をし、判定基準を目安に点検を行う
		体制	<ul style="list-style-type: none"> 降灰対応体制
	原子炉補機冷却海水 ポンプ振動計測	保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> 降灰時の海水ポンプの振動監視 振動監視装置の点検・校正
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> 運用・手順、保守・点検に関する教育 状態監視技術に関する教育（資格）
	外気取入ダンパの閉 止、換気空調系の停 止、閉回路循環運 転	運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> 降灰時には、平型フィルタによる降下火砕物の侵入の防止に加え、必要に応じて、外気取入ダンパの閉止、換気空調系の停止、閉回路循環運転を実施する。
		体制	<ul style="list-style-type: none"> 降灰対応体制 (運転員の当直体制)
	保守・点検	-	
	教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> 運用・手順、保守・点検に関する教育 	

設置許可基準規則 対象条文	対象項目	区分	運用対策等
	碍子清掃	運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> 碍子表面に降下火砕物の付着が見られた場合、碍子の清掃を行う
		体制	<ul style="list-style-type: none"> 降灰対応体制 保修課による保守・点検の体制
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> 日常保守点検 定期点検 降灰時の巡視点検
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> 運用・手順、保守・点検に関する教育
第6条 外部からの衝撃による損傷の防止	降灰時の特別点検	運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> 降灰が確認された場合に、設計対象施設に対して降下火砕物の堆積や侵入等により影響を受けた可能性がある設備について、特別点検を実施する
		体制	<ul style="list-style-type: none"> 降灰対応体制 (運転員の当直体制) 保修課・土木建築課による保守・点検の体制
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> 降灰時の巡視点検、状況確認
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> 運用・手順、保守・点検に関する教育
	降灰後の点検	運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> 降灰後、降下火砕物の堆積や侵入等により影響を受けた可能性がある設備について巡視点検を実施し、降下火砕物による影響を確認した場合は、必要に応じて点検等を行う。 腐食等の中長期的な影響については、日常点検・定期点検により確認
		体制	<ul style="list-style-type: none"> 運転員の当直体制 保修課・土木建築課による保守・点検の体制
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> 巡視点検 定期点検
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> 運用・手順、保守・点検に関する教育