

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

平成25年12月19日
北海道電力株式会社

1. はじめに
2. 原子力発電所に影響を及ぼす火山影響評価の流れ
3. 立地評価及び降下火砕物の特性の設定
4. 影響評価(直接的影響)
5. 影響評価(間接的影響)
6. 影響評価(評価結果まとめ)
7. 新規制基準への適合状況

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5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ないものでなければならない」としており、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、火山の影響をあげている。

本資料では、火山の影響により原子炉施設の安全性が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、泊発電所3号機の火山影響評価を行い、火山の影響により、安全機能が損なわれないものであることを確認する。

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2. 1に従い、立地評価と影響評価の2段階で行う。

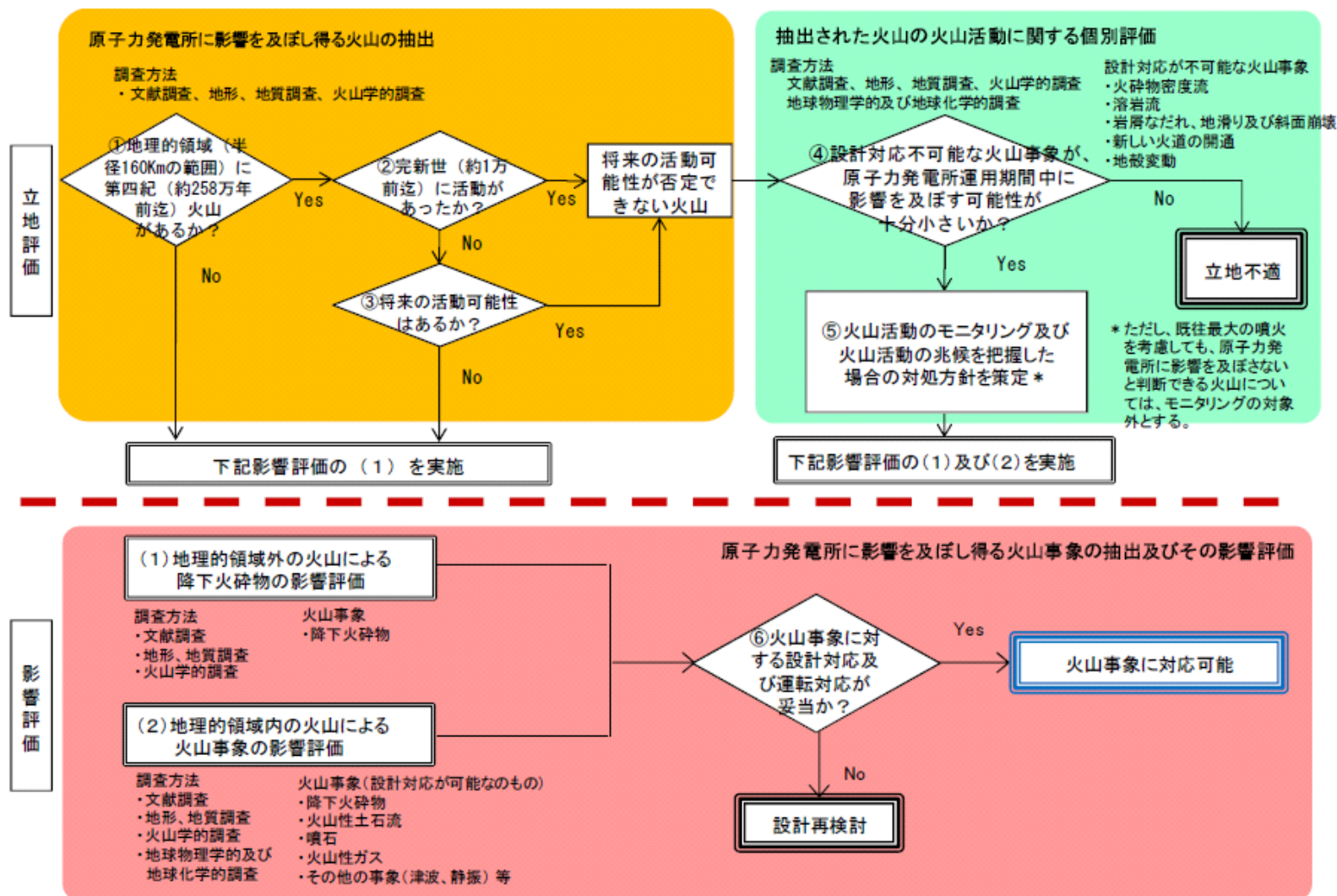


図2. 1 原子力発電所に影響を及ぼす火山影響評価の基本フロー

3. 立地評価及び降下火砕物の特性の設定

3.1 立地評価の状況

火山事象	検討結果・評価	備考
降下火砕物	○ 発電所に影響を与える可能性のある火山事象として評価する。	○ 文献調査結果、敷地内地質調査結果を踏まえて降下火砕物層厚を40cmと評価した。
火砕物密度流	○ 火砕流堆積物の分布状況、現在敷地周辺で想定される噴火規模、現在の地形状況等から影響はないと評価する。	
溶岩流	○ 敷地との距離、火山噴出物の分布状況、現在の地形状況、溶岩流シミュレーション結果等から影響はないと評価する。	
岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊	○ 敷地との距離、火山噴出物の分布状況、現在の地形状況等から影響はないと評価する。	
火山性土石流、火山泥流及び洪水	○ 敷地との距離、火山噴出物の分布状況、現在の地形状況等から影響はないと評価する。	
火山から発生する飛来物(噴石)	○ 敷地との距離を考慮し、影響はないと評価する。	
火山ガス	○ 火口及び火山噴出物の分布域が敷地から離れていること並びに敷地が海に面して開放された土地に立地していることから影響はないと評価する。	
新しい火口の開口	○ 敷地との距離等を考慮し、影響はないと評価する。	
津波及び静振	—	○ 別途、基準津波の検討で評価する。
その他の火山事象 (火山活動による大気現象、地殻変動、火山性地震とこれに関連する事象、熱水系及び地下水の異常)	○ 大気事象・地殻変動 現在敷地周辺で想定される噴火規模、近年の地殻変動量、敷地との距離を考慮し、影響はないと評価する。 ○ 火山性地震 敷地に影響を及ぼすような規模の地震は想定されないことから、影響はないと評価する。 ○ 熱水系及び地下水の異常 敷地には熱水による影響等は認められないことから、影響はないと評価する。	

3.2 降下火砕物の特性の設定

立地評価及び原子力発電所における影響を及ぼし得る火山事象の抽出結果、降下火砕物(層厚40cm)のみが泊発電所に影響を及ぼし得る火山事象であると評価している。

よって、以降の評価は降下火砕物による影響評価について記載する。

項目	設定	備考
層厚	40cm	鉛直荷重に対する健全性評価に使用 <以下の密度試験結果より設定> 乾燥密度: 約0.50~0.70g/cm ³ 湿潤密度: 約0.89~1.04g/cm ³ 飽和密度: 約1.30~1.42g/cm ³
密度	湿潤状態 1.5 g/cm ³ ※1 乾燥状態 0.7g/cm ³	
荷重	6,000N/m ²	
粒径	0.4mm~5mm (D ₁₀ ~D ₉₀)	水循環系の閉塞に対する評価に使用※2

※1 飽和状態(降下火砕物の空隙に水が満たされた状態、最大湿潤密度)を含む値として1.5とした

※2 降下火砕物は、火山ガラス、鉱物結晶片等で構成されており、粘性を生じさせる粘土鉱物(風化・変質によって生成される鉱物)はない。

4. 影響評価（直接的影響）：評価対象施設の抽出

降下火砕物は原子力発電所の通常運転を妨げる可能性がある。このため、その評価を行うため、まず、降下火砕物により影響を受ける可能性のある施設を抽出した。

・ 降下火砕物影響評価対象施設抽出の考え方

- ✓ 原子炉の安全性を確保するため、「発電用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、2、3機器を評価対象施設とする。
- ✓ 重大事故等対処設備は、降下火砕物により損傷を受けた場合、炉心損傷防止等の原子炉の安全性にかかる対策に大きな影響を与えるおそれがあることから、機能喪失しないよう除灰により対応する。

・ 各設備の防護の考え方

安全施設に係る降下火砕物に対する防護の考え方は以下の通りである。

防護対象	防護の考え方	今回の評価
クラス1、クラス2設備	原子炉の安全機能確保の観点から、高い信頼性を要求される設備であることから、除灰による防護を実施するが、除灰活動を考えなくても降下火砕物で機能を喪失しないよう、対策を講じる。	降下火砕物の除灰活動による防護を期待しない条件のもと、設備への静的荷重、化学的影響の評価等を実施し、機能・健全性が確保されていることを確認する。
クラス3設備	屋外機器・クラス3設備を内包する構築物については、必要に応じ除灰活動により防護する。	降下火砕物に対して、左記の考え方により防護していくため、個別設備の影響評価は行わない。

4. 影響評価（直接的影響）：評価対象施設の抽出

以上の考え方にに基づき、評価対象施設を抽出した

No	評価対象施設
1	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
2	排気筒
3	換気空調設備※
4	非常用ディーゼル発電機
5	原子炉補機冷却海水ポンプ
6	取水設備（除じん装置） 原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ
7	主蒸気逃がし弁
8	主蒸気安全弁
9	タービン動補助給水ポンプ

※ 給気を供給される設備（電気盤、計装盤、制御用空気圧縮設備、ポンプ、ファン、モータ、弁、計器）を含む
また、中央制御室、緊急時対策所の居住性についても評価対象とした

4. 影響評価 (直接的影響): 対象設備

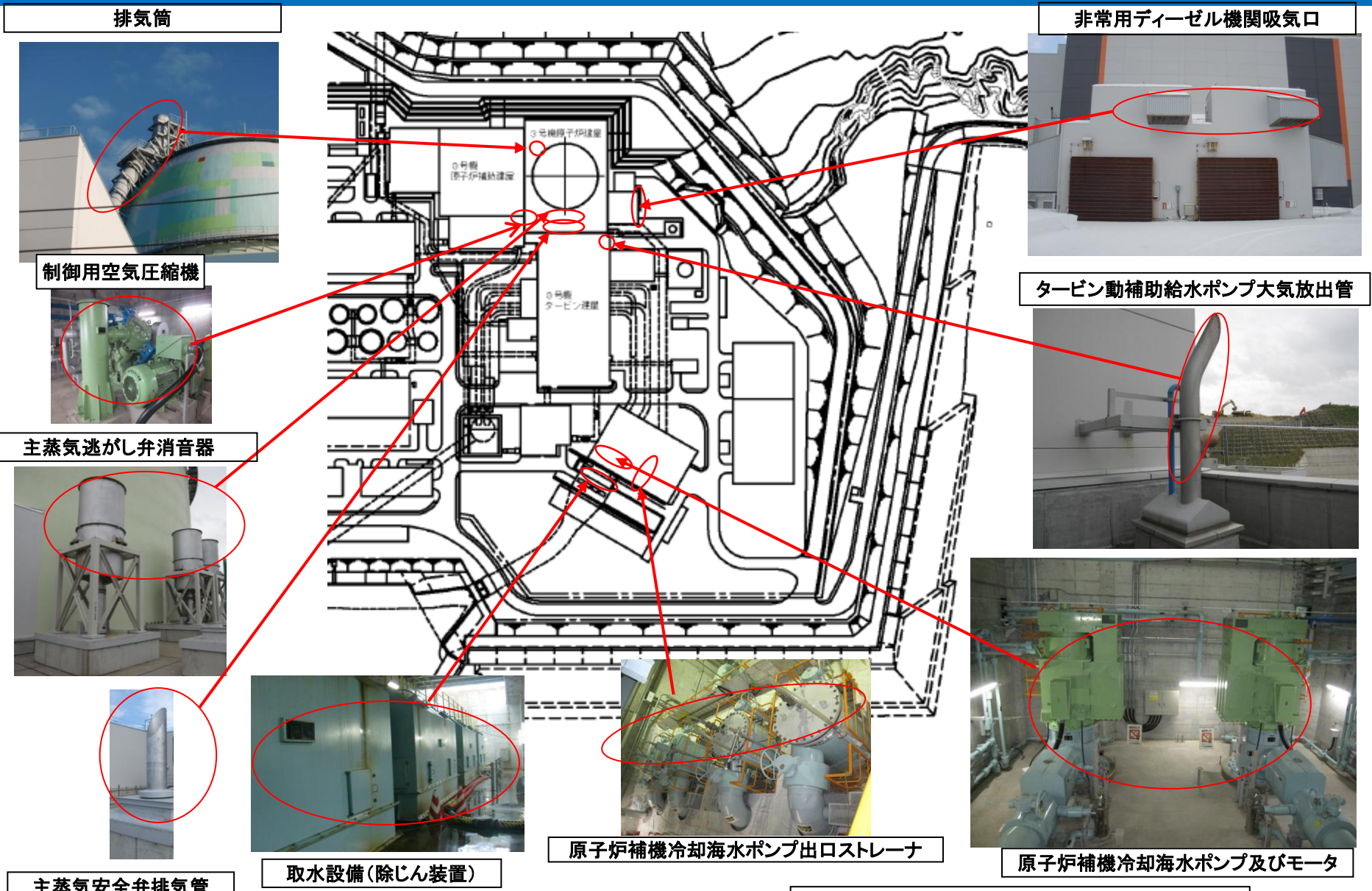


図4.3 評価対象施設(1/2)

換気空調設備供給先の電気盤、計装盤、ポンプ、ファン、モータ、弁、計器も評価対象とした

4. 影響評価(直接的影響): 対象設備

○補助建屋給気ガラリ

格納容器給気系、補助建屋給気系、試料採取室給気系、安全補機開閉器室給気系、中央制御室給気系



外気取入口



防雪ネット

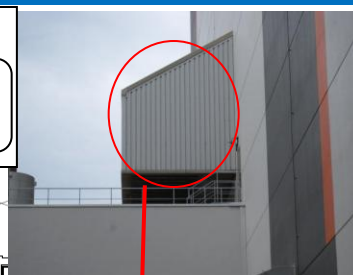


フィルタユニット

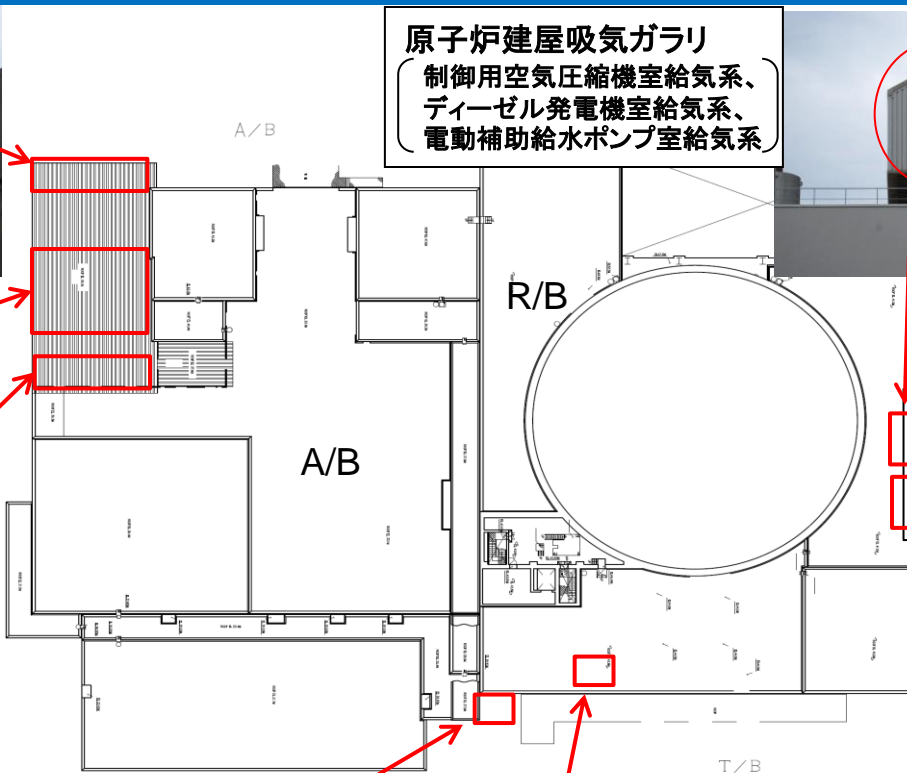
泊3号機の換気空調設備の外気取入口は、風雪対策により、降下火砕物が侵入し難い構造である。

原子炉建屋吸気ガラリ

制御用空気圧縮機室給気系、ディーゼル発電機室給気系、電動補助給水ポンプ室給気系



外気取入口及びフィルタユニット



外気取入口



フィルタユニット

○主蒸気管室給気ガラリ

主蒸気管室給気系、タービン動補助給水ポンプ室給気系

図4.3 評価対象施設(2/2)

4. 影響評価(直接的影響) : 影響因子の抽出(1/2)

降下火砕物が設備に影響を与える可能性のある因子をガイドに基づいて抽出し、評価し、詳細に検討すべき影響因子を選定した。

表4. 1(1/2) 降下火砕物が設備に影響を与える可能性のある因子

影響を与える可能性のある因子	因子から想定される具体的な影響	評価内容/結果	詳細検討
構造物への静的負荷 (降雨等の影響を含む)	構造物等、屋外構造物が静的荷重により倒壊する。 構造物の質量が大きくなり、積雪と重畳し建物が倒壊する	構造物等、屋外設備において降下火砕物の静的荷重の影響を確認する。 なお、降雨により水を含むことにより負荷が増大するため、湿潤状態における負荷を考慮する。積雪の影響も考慮する。	○
構造物への化学的影響 (腐食を含む)	構造物等、屋外構造物が降下火砕物に含まれるガスにより化学的に影響を与える。具体的にはコンクリートの変質、金属の腐食により、構造物の強度、機能が低下する。	構造物等、屋外設備において塗装などにより化学的影響がないことを確認する。	○
粒子の衝突	降下火砕物が構造物、機器に衝突し破損する。	降下火砕物は発電所に到達するものは5mm以下であり、衝突荷重により設備に影響を与える可能性は小さい。	—
水循環系の閉塞	降下火砕物が海水中に漂い、水循環系の狭隘部に閉塞する。 または、水循環系に堆積、粘性により固着し、閉塞する。	水中を漂う降下火砕物は取水により侵入する可能性があるため海水系において閉塞が生じないか確認する。 降下火砕物の粒径によって懸念される狭隘部等における閉塞の影響を考慮する。また、必要に応じて、海水を供給している下流の設備への影響についても考慮する。	○
水循環系の内部における磨耗	降下火砕物が海水と共に水循環系の機器に流入し、機器を磨耗させる	水循環系において最も磨耗の影響を受けやすい箇所は、ライニングが施されていない各冷却器の伝熱管等と考えられるが、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。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。	—

※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.

4. 影響評価(直接的影響): 影響因子の抽出(2/2)

表4. 1(2/2) 降下火砕物が設備に影響を与える可能性のある因子

影響を与える可能性のある因子	因子から想定される具体的な影響	評価内容/結果	詳細検討
水循環系の化学的影響 (腐食を含む)	降下火砕物に付着しているガスが海水中に溶解し、水循環系の機器に流入し腐食させる。	海水系において影響を考慮すべき要因であり、降下火砕物に付着しているガスが海水中に溶出した場合に懸念される腐食について影響がないことを確認する。また、必要に応じて、海水を供給している下流の設備への影響についても考慮する。	○
換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的影響 (降雨等の影響を含む)	換気空調設備のフィルタ等を閉塞させたり、給気を供給している設備の電気系、計装制御系へ付着することにより動作などを阻害する。	降下火砕物が直接接触する換気空調設備の閉塞などの影響を確認する。また、必要に応じて給気を供給している範囲への影響についても考慮する。	○
換気系、電気系及び計装制御系に対する化学的影響 (降雨等の影響による腐食を含む)	降下火砕物に含まれるガスにより腐食などの化学的影響を受ける。	降下火砕物が直接接触する換気空調設備等について、腐食などにより機能を失わないことを確認する。	○
発電所周辺の大気汚染	外気を取り入れている換気空調設備で有毒ガス等の大気汚染物質を取り入れ、中央制御室などの居住性が悪化する。	外気を取り入れている換気空調設備等により、中央制御室等、居住性が悪化しないことを確認する。	○
給水の汚染	原水(海水、河川水)が降下火砕物により汚染し、発電所の給水に混入し、冷却水が汚染し、機器の腐食、磨耗等が発生させる。	発電所では、火山灰の影響を受ける可能性のある海水及び淡水を給水として直接使用していないため、給水の汚染が設備に影響を与える可能性はない。	—
変圧器・開閉所の絶縁影響	降下火砕物が付着することにより、絶縁が低下し、外電からの受電が不能となる	主変圧器の主回路接続部は機器内部である。開閉所の引き込み碍子等は清掃することにより除灰可能であり、設備に影響を与える可能性は小さい。外部電源喪失時は非常用ディーゼル発電機により電源の供給が可能である。	—

4. 影響評価(直接的影響):各評価対象施設に対する影響因子の抽出(1/2)

抽出した各評価対象施設に対する影響因子を抽出した結果を表4. 2に示す。

表4. 2 降下火砕物が影響を与える評価対象設備と影響因子の組合せ(1/2)

評価対象設備 \ 影響因子	構造物への静的負荷 (降雨等の影響を含む)	構造物への化学的影響 (腐食を含む)	水循環系の閉塞	水循環系の化学的影響 (腐食を含む)	換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的影響 (降雨等の影響を含む)	換気系、電気系及び計装制御系に対する化学的影響 (降雨等の影響による腐食を含む)	発電所周辺の 大気汚染
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	○	○	— ⑤	— ⑤	— ⑥	— ⑥	— ⑧
排気筒	— ①	— ④	— ⑤	— ⑤	○	○	— ⑧
換気空調設備	— ②	— ④	— ⑤	— ⑤	○ (給気を供給される設備を含む※)	— ⑦	○ (中央制御室 緊急対策所)
非常用ディーゼル発電機	— ②	— ②	○ (水循環系[SWS]の機能を必要とする)	○ (水循環系[SWS]の機能を必要とする)	○	— ③	— ⑧
原子炉補助機冷却海水ポンプ	— ②	— ②	○ ポンプ	○ ポンプ	○ モータ	— ③	— ⑧

○:影響評価に対する個別評価を実施

- ①静的荷重の影響を受け難い構造
- ②屋内設備
- ③塗装、耐食材料により腐食が起り難い
- ④腐食があっても、機能に有意な影響を与えない

- ⑤水循環系の機能と直接関連がない
- ⑥換気系、電気系及び計装制御系と直接関連がない
- ⑦外気取入口の内外面に腐食があっても機能に影響をあたえにくい
- ⑧大気が汚染された場合でも設備の機能に影響を与えにくい

※ 電気盤、計装盤、制御用空気圧縮設備、ポンプ、ファン、モータ、弁、計器

4. 影響評価(直接的影響):各評価対象施設に対する影響因子の抽出(1/2)

表4.2 降下火砕物が影響を与える評価対象設備と影響因子の組合せ(2/2)

影響因子 評価対象設備	構造物への 静的負荷 (降雨等の影響を含む)	構造物への 化学的影響 (腐食を含む)	水循環系の閉塞	水循環系の 化学的影響 (腐食を含む)	換気系、電気系及 び計装制御系に対 する機械的影響 (降雨等の影響を含 む)	換気系、電気系及 び計装制御系に対 する化学的影響 (降雨等の影響によ る腐食を含む)	発電所周辺の 大気汚染
取水設備 (除じん装置)	— ②	— ③	○	○	— ⑥	— ⑥	— ⑧
原子炉補機冷却海水ポンプ出 口ストレーナ	— ②	— ③	○ (水循環系機能の 一部であり、下流 の設備を含む)	○ (水循環系機能の 一部であり、下流 の設備を含む)	— ⑥	— ⑥	— ⑧
主蒸気逃がし弁	— ②	— ②	— ⑤	— ⑤	○	— ④	— ⑧
主蒸気安全弁	— ②	— ②	— ⑤	— ⑤	○	— ④	— ⑧
タービン動補助給水ポンプ	— ②	— ②	— ⑤	— ⑤	○	— ④	— ⑧

○:影響評価に対する個別評価を実施

- ①静的荷重の影響を受け難い構造
- ②屋内設備
- ③塗装、耐食材料により腐食が起こり難い
- ④腐食があっても、機能に有意な影響を与えない

- ⑤水循環系の機能と直接関連がない
- ⑥換気系、電気系及び計装制御系と直接関連がない
- ⑦外気取入口の内外面に腐食があっても機能に影響をあたえにくい
- ⑧大気が汚染された場合でも設備の機能に影響を与えにくい

4. 影響評価(直接的影響):まとめ

確認結果:降下火砕物による個別設備への直接的影響はない。

表4.3 降下火砕物による直接的影響の評価結果

No	評価対象施設	確認結果
1	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	降下火砕物による堆積荷重(厚さ40cm、密度1.5)は、許容堆積荷重以下となっており、安全上影響はない。また、外壁塗装がなされていることから、降下火砕物による化学的腐食により機能に影響することはない。
2	排気筒	排気筒は降下火砕物により閉塞する構造でなく、排気筒の機能に影響を与えない。また、耐食性材料による対応を行っていることから、腐食により排気筒の機能に影響を及ぼすことはない。
3	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平型フィルタが設置されており、降下火砕物が外気取入口に侵入した場合であっても、平型フィルタの除去効率は85%以上(JIS Z8901「試験用粉体及び試験用粒子に規定された試験用粉体8種(中位径の範囲が6.6 μ m~8.6 μ m)に対する除塵効率)であり、粒径0.4mm~5mmの降下火砕物は大部分が除去されることから、給気を供給する設備に対して、降下火砕物が影響を与える影響は小さい。なお、中央制御室空調設備については、発電所周辺の大気汚染が発生した場合は、外気との連絡口を遮断し、閉回路循環運転とすることにより、中央制御室の居住性に影響を及ぼさない。(緊急時対策所も同様) また、給気系外気取入口は、各建屋内からのアクセス性がよく、必要に応じてフィルタの交換、ガラリ内の除灰ができる。 換気空調設備で給気を供給されるエリアの設置機器に対しては、エリアに応じてさらに細かなメッシュのフィルタを空調系に設置しており、降下火砕物の侵入を阻止することが可能であるため、影響を及ぼすことはない。
4	非常用ディーゼル発電機	機関の吸入空気の流れは、降下火砕物が侵入し難い構造であり、また、フィルタにより降下火砕物が捕集されること、及び侵入した場合でも降下火砕物の硬度が低く破碎しやすいことから、機能に影響を及ぼすことはない。 また、給油時などに降下火砕物が燃料系に侵入した場合でも、油こし器(実効5 μ m)によりろ過されるため、機関へ影響を及ぼすことはない。
5	原子炉補機冷却海水ポンプ	ポンプ接液部は防汚対策塗装等がなされていることから、降下火砕物による化学的腐食により機能に影響を及ぼすことはない。降下火砕物には粘性を生じさせる粘土鉱物などは含まれないため、粘性を上昇させることにより、ポンプ・配管内の圧損上昇など、ポンプの機能が低下することはない。ポンプ軸受には異物逃がし用の溝(以後、「異物逃し溝」)を設けているが、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、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。また、異物逃し溝よりも小さな粒径の降下火砕物では閉塞は生じない。海水ポンプモータは全閉外扇型の冷却方式であり降下火砕物の侵入はない。
6	取水設備(除じん装置)原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ	降下火砕物の粒径は小さく、除塵装置を閉塞させることはない。また、海水ポンプ出口ストレーナはうず巻式(自洗式)で海生生物を連続的に除去できるものであり、降下火砕物も同様に除去できることから閉塞することはない。 なお、下流の機器の狭隘部はストレーナのメッシュよりも大きいので、ストレーナのメッシュを通過した降下火砕物の粒子は、下流の機器(非常用ディーゼル発電機の冷却器、空調用冷凍機、原子炉補機冷却水冷却器)に対して閉塞等の影響を与えることはない。また、耐食性材料の使用や塗装により、腐食を原因として機能を喪失することはない。
7	主蒸気逃がし弁	直接配管内に侵入し配管を閉塞させた場合でも、降下火砕物の荷重より主蒸気逃がし弁の噴出力が十分大きいことから、機能に影響を及ぼすことはない。なお、大気開放部には消音器が設置され、配管形状及び消音器の構造から降下火砕物が直接配管内に侵入し難い構造である。
8	主蒸気安全弁	直接配管内に侵入した場合でも、降下火砕物の荷重により主蒸気安全弁の噴出力が十分大きいことから、機能に影響を及ぼすことはない。
9	タービン動補助給水ポンプ	タービン動補助給水ポンプの蒸気大気放出管は、端面は上を向いていないものの、より降下火砕物が侵入し難い構造に改造する。

詳細な評価結果を、次頁以降に示す。

4. 影響評価（直接的影響）

個別設備の影響評価1（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）

評価対象施設： 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（1／2：夏季）

○構造物への静的荷重

対象建屋について降下火砕物による堆積荷重に対する安全性評価を行った。評価にあたっては，許容堆積荷重と降下火砕物による堆積荷重を比較する。

なお，評価条件等は以下の通りであり，評価結果を表4. 4に示す。

- ・想定する降下火砕物は厚さ40cm、密度は降雨による水を含んだ状態を考慮し $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ とする。
⇒堆積荷重は $6,000\text{N}/\text{m}^2$ となる。
- ・各建屋について評価条件が厳しい部位を代表部位として，許容堆積荷重と降下火砕物による堆積荷重とを比較する。
⇒全ての建屋で，許容堆積荷重以下であることから，対象建屋の安全性への影響はない。

表4. 4 降下火砕物に対する建屋の評価結果

評価対象施設	許容堆積荷重※	降下火砕物による堆積荷重	評価結果
原子炉建屋	10,800 (N/m ²)	6,000 (N/m ²)	○
原子炉補助建屋	12,300 (N/m ²)		○
ディーゼル発電機建屋	10,800 (N/m ²)		○
循環水ポンプ建屋	12,000 (N/m ²)		○

※ 許容堆積荷重の算出方法については補足資料3参照

○構造物への化学的影響（腐食を含む）

外壁塗装がなされていることから，降下火砕物による化学的侵食により機能に影響を及ぼすことはない。

[関連補足資料:3]

4. 影響評価（直接的影響）

個別設備の影響評価1（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）

評価対象施設： 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（2/2：冬季）

○降下火砕物と積雪の重畳を考慮した検討

降下火砕物と積雪を重畳させた場合の影響についても同様に評価を行った。評価結果を表4. 5に示す。

なお、降下火砕物と積雪との重畳を考慮するにあたっての評価条件等は以下の通りである。

- ・ 想定する降下火砕物は厚さ40cm、密度は積雪及び降雨の水分を含んだ状態を考慮し $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ とする。
⇒堆積荷重は $6,000\text{N}/\text{m}^2$ となる。
- ・ 積雪深さは、建築基準法において定められている古宇郡泊村の垂直積雪量の150cmとする。
⇒積雪荷重は想定する積雪深さおよび単位荷重 $30\text{N}/\text{cm}/\text{m}^2$ ※から、建築基準法の短期許容応力度設計に用いる荷重が $4,500\text{N}/\text{m}^2$ となる。（※ 建築基準法の多雪地域に対して定められた単位荷重）
- ・ 上記を踏まえ、降下火砕物による堆積荷重と積雪荷重を合計した $10,500\text{N}/\text{m}^2$ と許容堆積荷重とを比較する。
⇒全ての建屋で、許容堆積荷重以下であることから、対象建屋の安全性への影響はない。

表4. 5 降下火砕物と積雪の重畳を考慮した建屋の評価結果

評価対象施設	許容堆積荷重	①降下火砕物による堆積荷重	②積雪荷重	①+②	評価結果
原子炉建屋	$10,800\text{ (N/m}^2)$	$6,000\text{ (N/m}^2)$	$4,500\text{ (N/m}^2)$	$10,500\text{ (N/m}^2)$	○
原子炉補助建屋	$12,300\text{ (N/m}^2)$				○
ディーゼル発電機建屋	$10,800\text{ (N/m}^2)$				○
循環水ポンプ建屋	$12,000\text{ (N/m}^2)$				○

[関連補足資料:4]

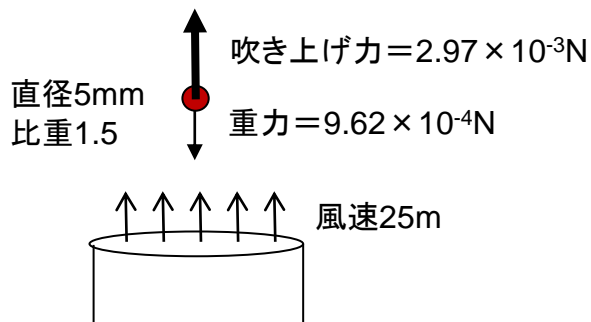
4. 影響評価（直接的影響）：個別設備の影響評価2（排気筒）

評価対象施設：排気筒

○ 換気系に対する機械的影響（降雨等の影響を含む）

仮に降下火砕物が直接排気筒内に侵入した場合でも、排気筒を閉塞する構造ではなく、排気筒の機能に影響を及ぼすことはない。（右図）

なお、直径5mm、湿潤密度の火砕降下物を想定した場合、排気筒吹き出し速度（約25m/s）に対する降下火砕物の吹き上げ力と重力のバランスは以下の通りとなり、降下火砕物が排気筒に侵入することはない。



○ 換気系に対する化学的影響（降雨等による腐食の影響を含む）

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耐食性材料を使用しており、腐食により排気筒の機能に影響を及ぼすことはない。

降下火砕物が確認された場合には、必要に応じて、点検等を行う。

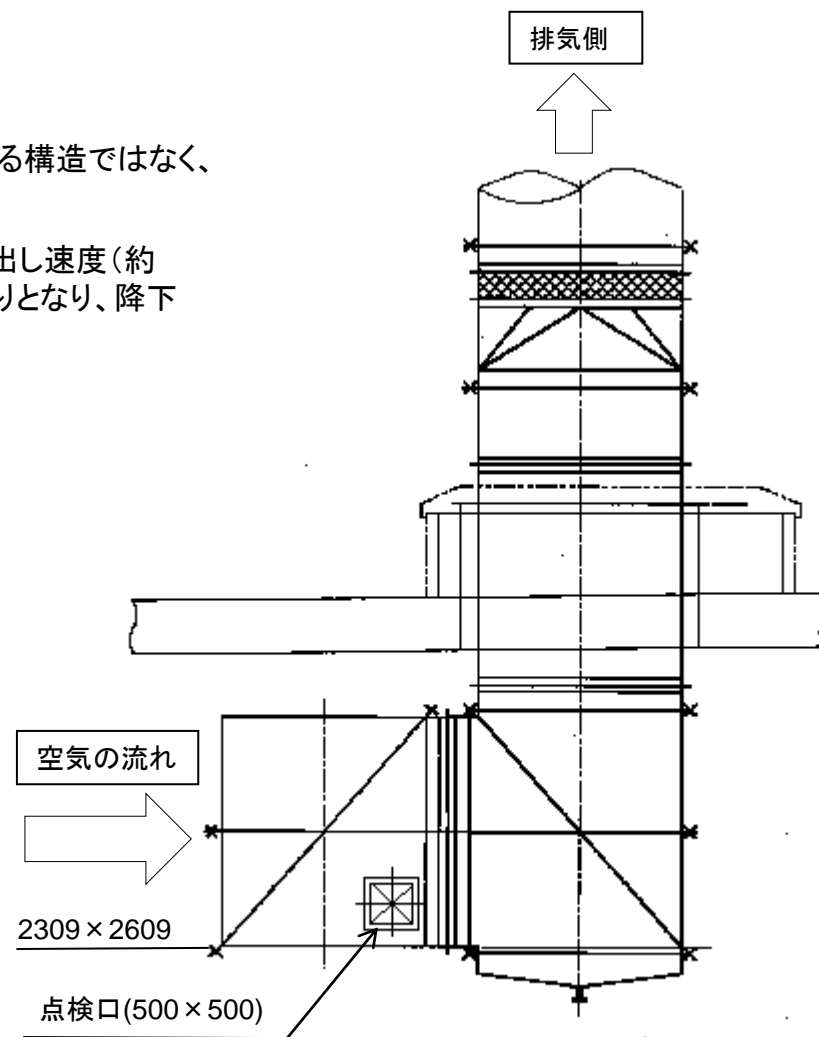


図4.4 排気筒曲がり部の構造

4. 影響評価（直接的影響）：個別設備の影響評価3-1（換気空調設備）（1/3）

評価対象施設：換気空調設備

- 換気系に対する機械的影響
（降雨等の影響を含む）

外気を取り入れている空調系統として、安全補機開閉器室（安全補機開閉器室、安全系計装盤室、安全系蓄電池室、制御棒駆動装置電源室他）、中央制御室、原子炉補助建屋、格納容器、試料採取室、制御用空気圧縮機室、ディーゼル発電機室、電動補助給水ポンプ室、タービン動補助給水ポンプ室、主蒸気配管室の空調系統がある。

これら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、降下火砕物が侵入し難い構造である。

また、平型フィルタ（JIS Z8901「試験用粉体及び試験用粒子に規定された試験用粉体8種（中位径の範囲が $6.6\mu\text{m}$ ～ $8.6\mu\text{m}$ ）に対する除塵効率85%）を設置しているため、降下火砕物が外気取入口に到達した場合であっても、一定以上の粒径の降下火砕物については、平型フィルタにより侵入を阻止可能である。

上記の系統のうち、外気取入用ダンパが設置されており閉循環運転が可能である中央制御室、安全補機開閉器室の空調系については降下火砕物の侵入が想定される場合には、外気取入ダンパを閉止し、閉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。

上記以外の外気隔離用ダンパが設置されていない空調系統については、空調ファンを停止することで、降下火砕物の侵入を阻止可能である。

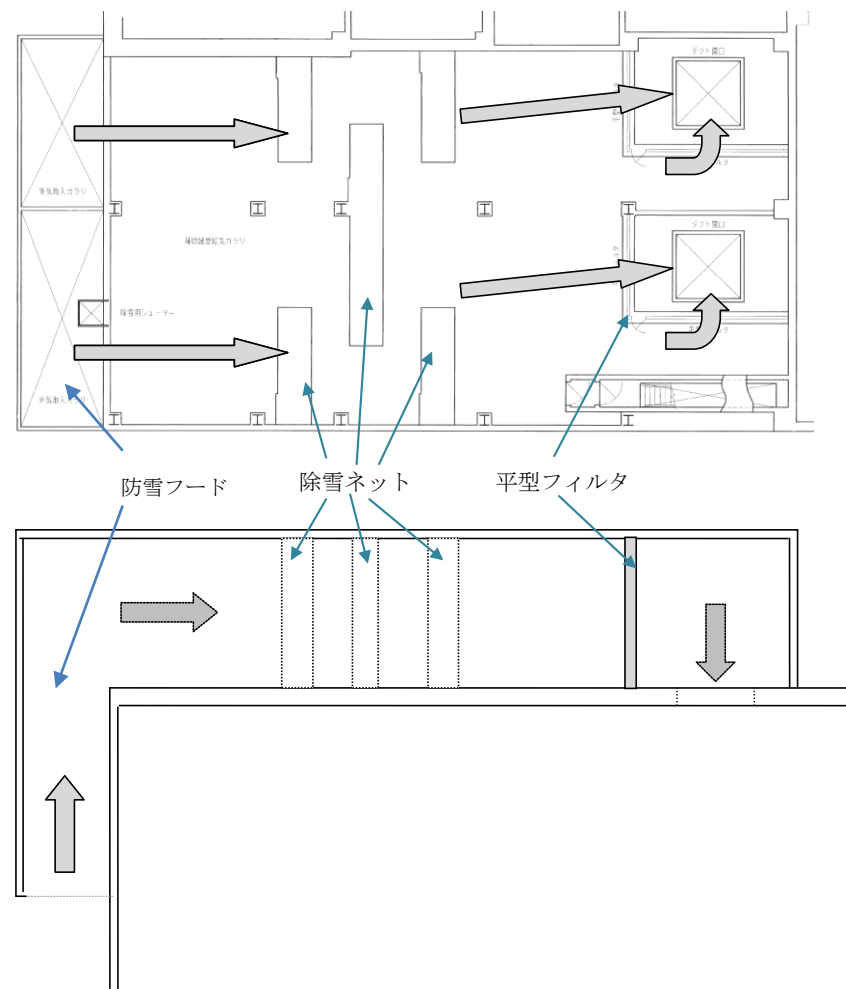


図4.5 外気取入口の空気の流れ（補助建屋給気ガラリ）

4. 影響評価（直接的影響）：個別設備の影響評価3-1（換気空調設備）（2/3）

評価対象施設：換気空調設備

○ 発電所周辺の大気汚染

中央制御室空調設備については、補助建屋給気ガラリーから外気取り入れを行っており、発電所周辺の大気汚染が発生した場合でもフィルタにより降下火砕物は除去される。フィルタ差圧が上昇した場合などは、外気の取入口を遮断し閉回路循環運転とすることにより、中央制御室の居住性に影響を及ぼさない。

なお、運転操作環境維持の観点から酸素濃度および炭酸ガス濃度について評価を実施した結果、36時間外気取入を遮断したままでも中央制御室内の運転員の作業環境に影響を与えない結果となったことから、この間にフィルタ交換が可能である。

緊急時対策所についても、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、安全補機室給気ガラリーから外気取入を行っていることから、同様に降下火砕物は除去される。また、フィルタ差圧が上昇した場合についても同様であり、13時間外気取入を遮断したままでも作業環境に影響を与えないことから、この間にフィルタ交換が可能である。

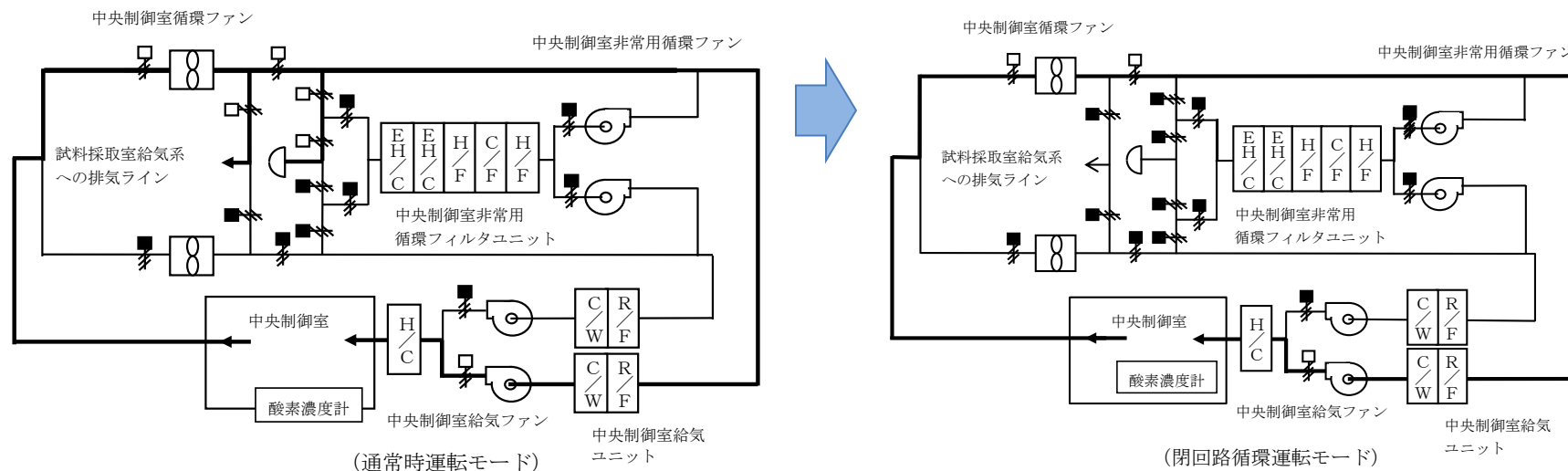
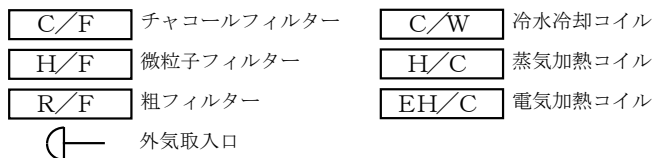


図4.6 中央制御室空調設備

4. 影響評価（直接的影響）：個別設備の影響評価3-1（換気空調設備）（3/3）

評価対象施設：換気空調設備

○ 換気空調系の点検

換気空調設備の給気系外気取入口は、原子炉建屋および原子炉補助建屋の壁面に設置された防雪フード構造でとなっており、各建屋内にアクセス通路が確保されているため、平型フィルタへのアクセスおよび点検が容易であり、降灰により、降下火砕物の侵入が想定される場合には、フィルタ差圧計の監視強化を行い、指示値が上昇した場合、平型フィルタは、取替部品を有していることから、数時間程度で交換可能である。また、必要に応じてガラリー内の降下火砕物を除去することも可能である。

降下火砕物が確認された場合は、必要に応じて、構築物、系統及び機器の点検を行う。

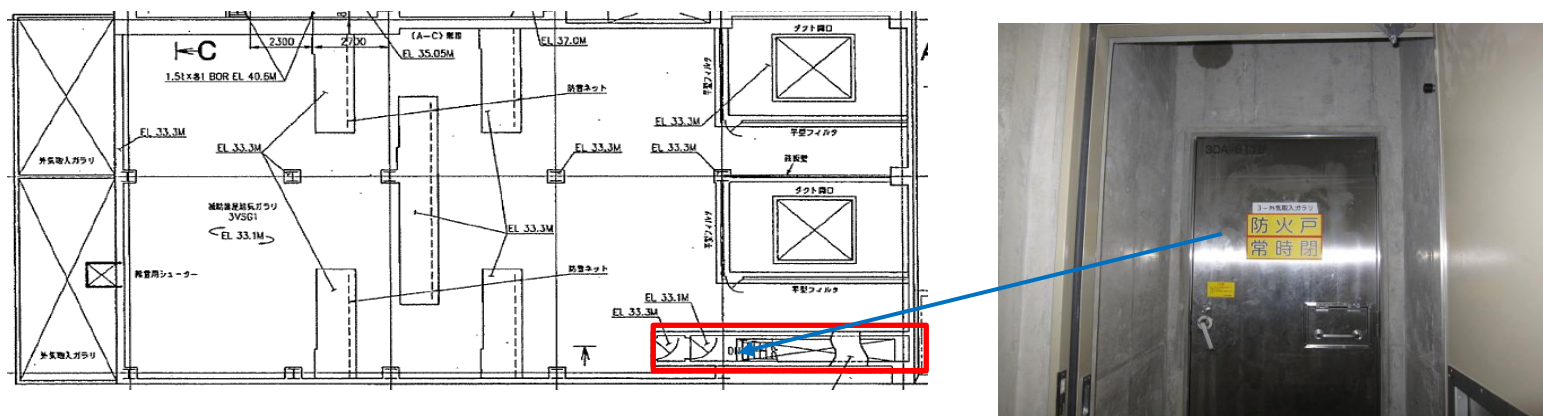


図4.7 補助建屋給気ガラリーへのアクセス通路

4. 影響評価（直接的影響）

：個別設備の影響評価3－2（換気空調設備で給気されるエリアの設置機器）

評価対象施設： その他の換気空調設備で給気されるエリアの設置機器

空調設備外気取入口には、平型フィルタを設置しているため、一定以上の粒径の降下火砕物については、侵入を阻止することが可能である。

このため、既存設備のフィルタにより一定の降下火砕物の侵入阻止が図られているが、外気取入ダンパを閉止、または空調ファンを停止して、建屋内への降下火砕物の侵入を阻止することが可能である

○ 電気盤、計装盤

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）が設置された部屋は、安全補機開閉器室空調系にて空調管理されており、外気取入口には平型フィルタおよび下流には粗フィルタが設置されていることから、他の空調系に比べて、降下火砕物に対してより高い防護性能を有している。

また、既存設備のフィルタにより一定の降下火砕物侵入阻止が図られているが、外気取入ダンパを閉止して、建屋内への降下火砕物の侵入を阻止することが可能である。

○ 制御用空気圧縮設備

制御用空気圧縮機は室内の空気を吸入して、圧縮空気を供給しているが、制御用空気圧縮機室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こと、および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おり、制御用空気圧縮機は、降下火砕物に対して必要な防護性能を有している。

○ ポンプ、ファン、モータ、弁、計器

評価対象設備のこれらの機器は、換気空調設備で給気されるエリアに設置されている。また、降下火砕物などが侵入しない構造となっており、機器の周辺に降下火砕物が侵入しても、影響は非常に小さいと考えられる。

4. 影響評価（直接的影響） 個別設備の影響評価4（非常用ディーゼル発電機機関）

評価対象施設：非常用ディーゼル発電機

○ 換気系に対する機械的影響（降雨等の影響を含む）

非常用ディーゼル発電機は吸気系統から外気を取り入れているが、この吸気系統には、吸気消音器が設置されており、吸気消音器に付属するフィルタ（粒径120 μm 以上において約90%捕獲）で降下火砕物は除去される。

仮に過給器、機関シリンダに侵入した場合でも降下火砕物の硬度はこれらの硬度より軟らかく、当該間隙内に侵入した降下火砕物により磨耗が発生することはないと判断される。

なお、降下火砕物が空気冷却器に侵入した場合、冷却器の間隙は降下火砕物に比べて十分大きいことから、これによる閉塞に至る可能性はない。

また、機関シリンダ内へ送気された場合でも、シリンダ／ピストン間隙（数 μm ～十数 μm ）は非常に狭いため、降下火砕物が侵入することはほとんどないと考えられる。

降下火砕物の降灰が観測された場合には、機器の運転状況の監視強化を行うこととする。吸気消音器に付属する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。

以上のことから、非常用ディーゼル発電機に降下火砕物が侵入した場合においても、適切な運転・保守管理により、機能に影響を及ぼすことは無い。

なお、給油時などに降下火砕物が燃料系に侵入した場合でも、油こし器（実効5 μm ）によりろ過されるため、機関へ影響を及ぼすことはない。

注)「水循環系の閉塞」及び「水循環系の化学的影響」については、影響評価9「海水ストレナ（下流設備を含む）」にて評価を行う。

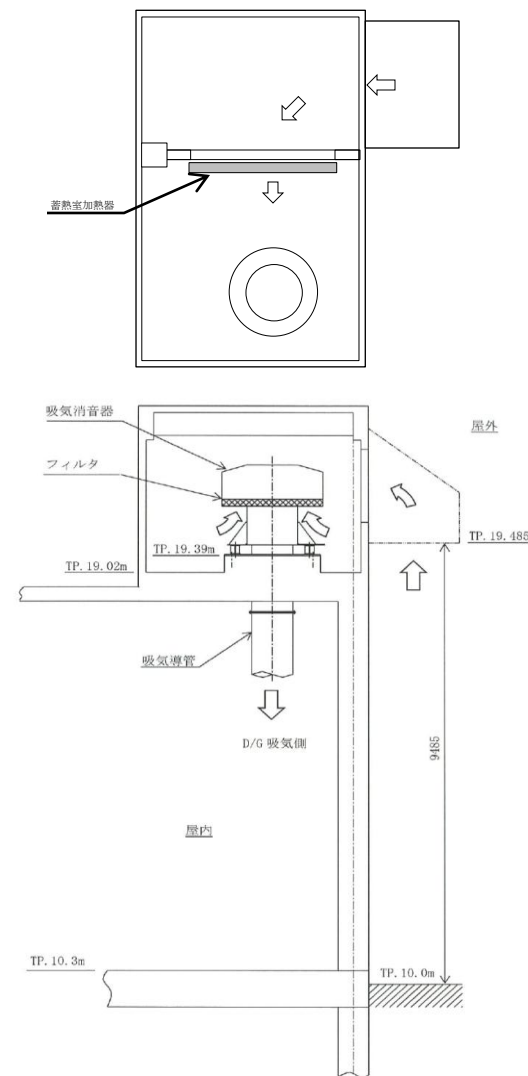


図4.8 非常用ディーゼル発電機の吸入口

4. 影響評価（直接的影響）： 個別設備の影響評価5(原子炉補機冷却海水ポンプ)

評価対象施設： 原子炉補機冷却海水ポンプ

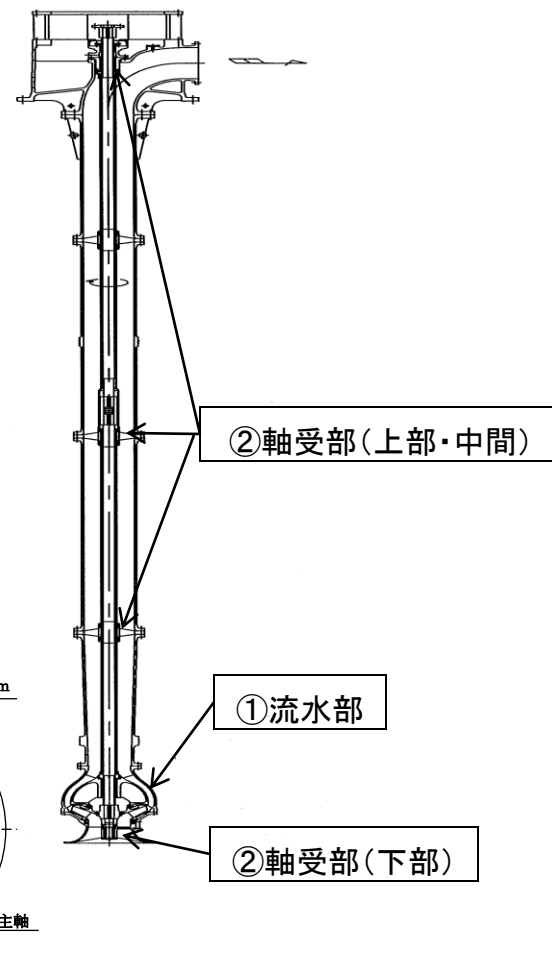
○ 水循環系の閉塞による影響

降下火砕物には粘性を生じさせる粘土鉱物などは含まれていないため、粒径の小さな降下火砕物の凝結や粘性の上昇は無く、ポンプ・配管内の圧損上昇により、ポンプの機能が低下することは無い。

原子炉補機冷却海水ポンプの軸受部には異物逃がし溝(約4.2mm以上)を設けているが、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、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、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。

また、異物逃し溝の幅よりも小さな粒径の降下火砕物では、侵入による閉塞は生じない。

- ①流水部 : 約 57mm
- ②軸受部 : 上部・中間部……約4.2mm以上(異物逃がし溝)
下部……約4.5mm以上(異物逃がし溝)



○ 水循環系の化学的影響(腐食を含む)

海水ポンプは防汚・防食塗装等の対応を実施しており、腐食により海水ポンプの機能に影響を及ぼすことない。

また、降下火砕物が確認された場合には、必要に応じて点検等を行う。

図4.9 原子炉補機冷却海水ポンプと軸受部詳細

4. 影響評価（直接的影響）： 個別設備の影響評価5(原子炉補機冷却海水ポンプ)

評価対象施設： 原子炉補機冷却海水ポンプ(モータ)

○ 電気系に対する機械的影響

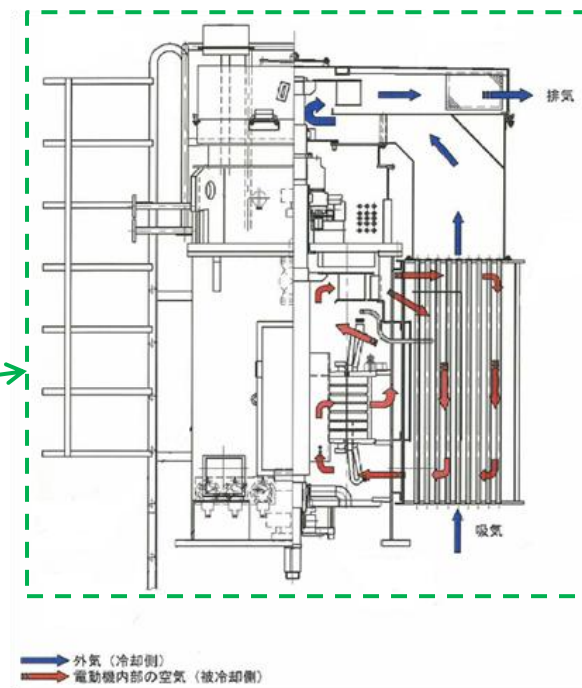
原子炉補機冷却海水ポンプモータは循環水ポンプ建屋に設置されており、自然換気による外気の流入があることから、微細な降下火砕物の影響を受けることが考えられるが、モータ本体を全閉構造とし、空気冷却器をモータの側面に設置して外気を直接モータ内部に取り込まない全閉外扇形の冷却方式であるため、降下火砕物がモータ内部に侵入することはない。

また、空気冷却器冷却管の内径は約24mmであるが、降下火砕物の粒径はこれに比べて十分に小さいことから、閉塞することはない。

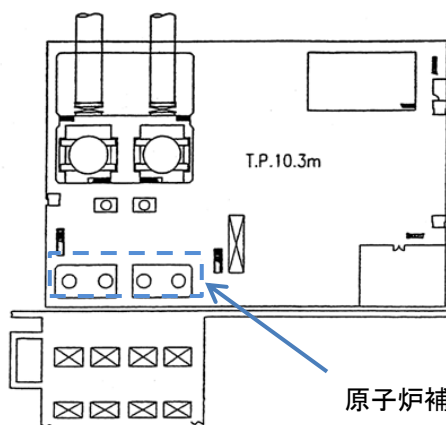
海水ポンプモータについては温度監視を行っており、異常があれば中央制御室でも警報で確認できるほか、現場においてもパトロールにて異常が無いことを確認する。

降下火砕物が大量に付着するような状況となれば点検清掃する。

以上のことから、降下火砕物が原子炉補機冷却海水ポンプモータの機能に影響を及ぼすことはない。

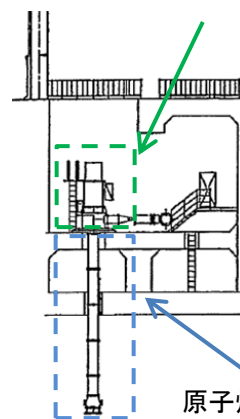


[モータ(断面図)]



[循環水ポンプ建屋(平面図)]

原子炉補機冷却海水ポンプモータ



[ポンプ(断面図)]

原子炉補機冷却
海水ポンプ本体

図4. 10 原子炉補機冷却海水ポンプモータ詳細

4. 影響評価（直接的影響）

個別設備の影響評価6（取水設備、原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ）

評価対象施設： 取水設備（除じん設備）

○ 水循環系の閉塞

取水設備への降下火砕物を想定しても、想定する降下火砕物の粒径は十分小さく、また、粘性を生じさせる粘土鉱物等は含まれていないことから、除じん装置が閉塞することはない。

○ 水循環系の化学的影響（腐食を含む）

海水系の化学的影響については、除じん装置は防汚塗装等の対応を実施しており、腐食により除じん装置の機能に影響を及ぼすことはない。

評価対象施設： 原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ（下流設備を含む）

○ 水循環系の閉塞

想定する降下火砕物の粒径は、海水ポンプ出口ストレーナのメッシュサイズ（直径3mm）よりも大きいものもあるが、海水ポンプ出口ストレーナはうず巻式（自洗式）であり、海生生物などを連続的に除去できるものであり、降下火砕物も同様に除去できる。

また、粘性を生じさせる粘土鉱物等は含まれていないことからストレーナが閉塞することはない。

海水ポンプ出口ストレーナのメッシュを通過した降下火砕物粒子は、下流の機器の伝熱管等の内径に対して十分小さく、伝熱管等の閉塞により、下流の機器に影響を及ぼすことはない。

また、各冷却器に通水される海水の流量は大きいことから、降下火砕物が伝熱管内で堆積し閉塞することは考えにくい。

○ 水循環系の化学的影響（腐食を含む）

海水ポンプ出口ストレーナの接液部はライニング施工、エレメントは耐食性材料使用する等の対応を実施しており、腐食によりストレーナの機能が影響を受けることは無い。

また、海水ストレーナ下流の機器の冷却器（伝熱管等）は耐食性のある材料を用いているため、これらの機器が腐食により影響を受けることはない。

表 4.7 1次系補機冷却海水システム機器仕様

海水システム機器	伝熱管穴内径(mm)	材質	設計流量(m ³ /h)
海水ポンプ出口ストレーナ	3(エレメント内径)	SUS316	2,700
原子炉補機冷却水冷却器	3. 25(プレート隙間)	チタン	1,050
空調用冷凍機	15. 78(凝縮器)	チタン	125(冬季モード31)
非常用DG潤滑油冷却器	15	チタン	50
非常用DG清水冷却器	15	チタン	50
非常用DG空気冷却器	10. 6	チタン	55~105

4. 影響評価（直接的影響）：個別設備の影響評価7（主蒸気逃がし弁）

評価対象施設：主蒸気逃がし弁

- 換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的影響（降雨等影響を含む）

主蒸気逃がし弁の大気開放部分には、消音器（サイレンサー）が設置されている（右図）。仮に降下火砕物が直接配管内に侵入し、配管を閉塞させた場合でも、降下火砕物の荷重（湿潤状態で約13kg）よりも主蒸気逃がし弁の噴出力（約15,300kg）が十分大きいことから、主蒸気逃がし弁の機能に影響を及ぼすことはない。

降下火砕物の荷重： $\pi \times (16.52 \div 2)^2 \times 40 \times 1.5 \div 1000 \div 1000 \approx 12861(\text{g}) \div 1000 \approx 13\text{kg}$
 堆積範囲： $\phi 16.52\text{cm}$ （保守的となるよう出口配管の外径を用いた。）
 単位重量： $1.5\text{g}/\text{cm}^3$
 堆積量： 40cm

主蒸気逃がし弁の噴出力： $8.5 \times 180 \div 1000 \approx 15,300(\text{kg})$
 1次側圧力： $8.5\text{kg}/\text{cm}^2$ （クールダウン末期の 177°C の飽和圧力）
 弁出口側の流体通過断面積：約 180cm^2

なお、消音器と配管の接続部はディフューザーがあり、降下火砕物が直接配管内に侵入し難い構造である。

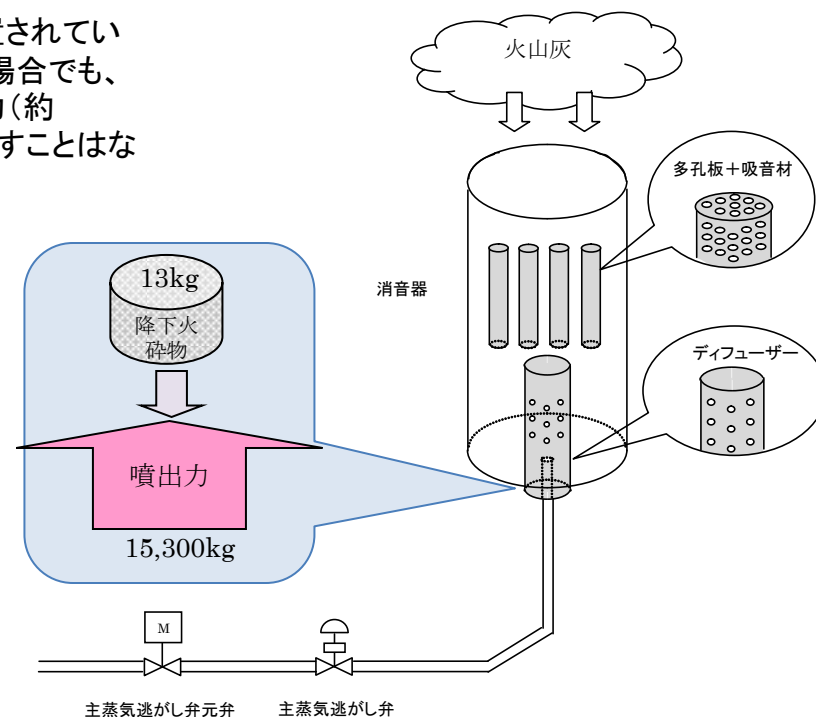


図4. 11 主蒸気逃がし弁出口配管形状及び消音器の構造

4. 影響評価（直接的影響）：個別設備の影響評価8（主蒸気安全弁）

評価対象施設：主蒸気安全弁

○ 換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的影響（降雨等影響を含む）

主蒸気安全弁の大気放出部分から降下火砕物が直接配管内に侵入し、配管を閉塞させた場合でも、降下火砕物の荷重（湿潤状態）よりも主蒸気安全弁の噴出力が十分大きいことから、主蒸気安全弁の機能に影響を及ぼすことはない。

降下火砕物の荷重： $\pi \times (31.85 \div 2)^2 \times 40 \times 1.5 \doteq 47803 \text{ (g)} \doteq 47.9 \text{ (kg)}$

堆積範囲： $\phi 31.85 \text{ cm}$ （保守的となるよう出口配管の外径を用いた。）

単位重量： 1.5 g/cm^3

堆積量： 40 cm

主蒸気安全弁の噴出力： $\pi \times (30 \div 2)^2 \times 76.3 \doteq 53,900 \text{ (kg)}$

1次側圧力： 76.3 kg/cm^2 （吹出圧力の低い安全弁を選定）

弁出口側の流体通過断面積：約 707 cm^2

火山灰が大量に排気管に侵入するような状況となれば点検清掃する。

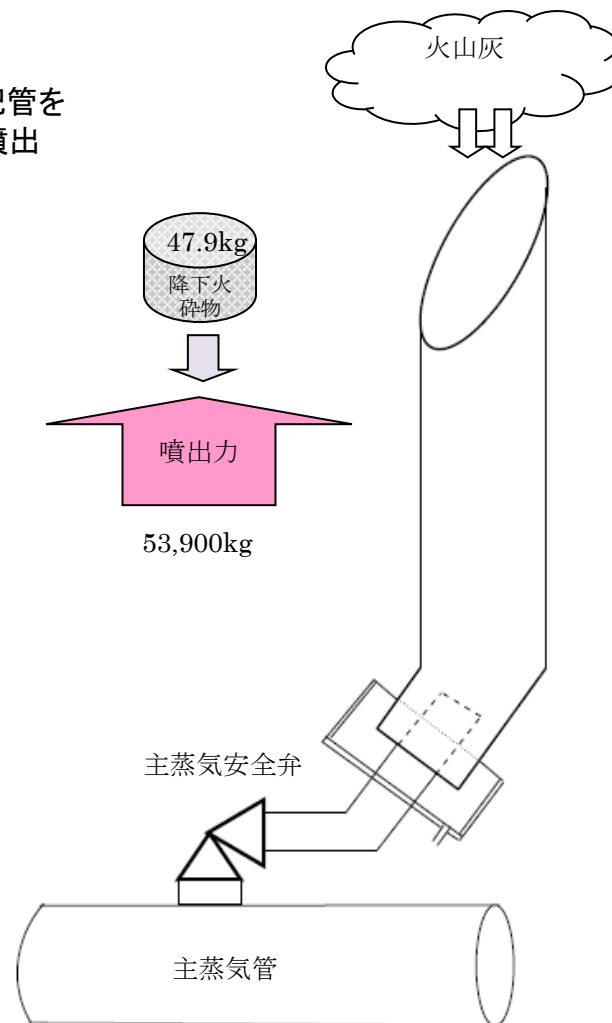


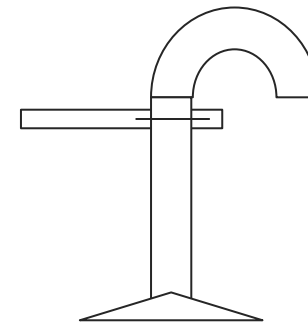
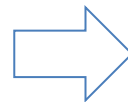
図4. 12 主蒸気安全弁出口配管写真と形状

4. 影響評価（直接的影響）：個別設備の影響評価9（タービン動補助給水ポンプ）

評価対象：タービン動補助給水ポンプ（蒸気大気放出管）

- 換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的影響（降雨等影響を含む）

タービン動補助給水ポンプは、原子炉の冷温停止に必要な設備であり、その蒸気大気放出管は屋外に開放しており、その構造は端面が上に向いていないものの、より降下火砕物が侵入し難い構造とするため、下向きに大気放出管を改造する。



[改造案]

図4. 13 タービン動補助給水ポンプの蒸気大気放出管

5. 影響評価(間接的影響)

火山現象の発電所外での影響が発電所に及ぼす間接的影響について評価した。

火山現象のうち降下火砕物については広範囲に及ぶことから、広範囲にわたる送電網の損傷による長期の外部電源喪失の可能性や原子力発電所のアクセス制限事象の可能性も考慮した。

具体的には、送電網の損傷による長期間の外部電源喪失の影響について評価を実施した。

泊発電所3号機の非常用所内交流電源設備は、非常用ディーゼル発電機を2台設置しており、約528KLの燃料油貯油槽(耐震Sクラス132KLを4基)有している。

外部電源喪失に対しては、非常用ディーゼル発電機を7日間の定格負荷で運転が可能であり、原子炉の停止、停止後の冷却、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される電力の供給が継続できる構成となっている。

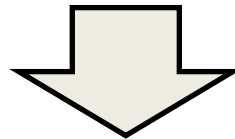
以上のことから、間接的影響がないことを確認した。

直接的影響の確認結果について

- ① 降下火砕物堆積荷重に対して、原子炉建屋、原子炉補助建屋、非常用ディーゼル発電機建屋、循環水ポンプ建屋の健全性が維持されることを確認した。
- ② 降下火砕物による化学的腐食に対して、原子炉建屋、原子炉補助建屋、原子炉補機冷却海水ポンプ等の健全性が維持されることを確認した。
- ③ 降下火砕物により、原子炉補機冷却海水ポンプおよび出口ストレナ、取水設備、原子炉補機冷却海水系統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を確認した。
- ④ 降下火砕物が外気取入口に侵入した場合でも、平型フィルタによって除去されることから、給気を供給する系統及び機器の喪失はなく、加えて、中央制御室空調設備等については、発電所周辺の大気汚染が発生した場合は、外気との取入れ口を遮断し、閉回路循環運転することにより、中央制御室の居住性に影響を及ぼさないことを確認した。
- ⑤ 必要に応じて、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行う。

間接的影響の確認結果について

- ① 火山現象の発電所外での影響(長時間の外部電源の喪失)が発電所に及ぼす影響を考慮した場合においても、非常用ディーゼル発電機を定格負荷で7日間運転することが可能であり、原子炉及び使用済燃料ピットの安全性を損なわないように対応できることを確認した。



降下火砕物による直接的及び間接的影響はなく、原子炉施設の安全性が損なわれることはない。

7. 新規制基準への適合状況(1/7)

原子力発電所の火山影響評価ガイド	降下火砕物（火山灰）に対する設備影響
<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ないものでなければならないとしており、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」（JEAG4625-2009）を制定し、2012年にIAEAがSafety Standards “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、新規制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> <p>(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）</p> <p>(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）</p> <p>(3) 日本電気協会 「原子力発電所火山影響評価技術指針」（JEAG4625-2009）</p> <p>(4) IAEA Safety Standards “Volcanic Hazards in Site Evaluation for Nuclear Installations”（No. SSG-21, 2012）</p>	<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ないものでなければならない」としており、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、泊発電所3号機の火山影響評価を行い、火山の影響により、安全機能が損なわれないものであることを確認する。</p>

7. 新規制基準への適合状況(2/7)

原子力発電所の火山影響評価ガイド	降下火砕物（火山灰）に対する設備影響
<p>2. 原子力発電所に影響を及ぼす火山影響評価の流れ</p> <p>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。</p> <p>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-1）</p> <p>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。</p> <p>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。</p> <p>解説-1. IAEA SSG-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、これを適用する。</p> <p>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</p>	<p>2. 原子力発電所に影響を及ぼす火山影響評価の流れ (ガイドどおり)</p>

7. 新規制基準への適合状況(3/7)

原子力発電所の火山影響評価ガイド	降下火砕物（火山灰）に対する設備影響
<p>【立地評価】（項目名のみ記載）</p> <p>3. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出</p> <p>3. 1 文献調査</p> <p>3. 2 地形・地質調査及び火山学的調査</p> <p>3. 3 将来の火山活動可能性</p> <p>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</p> <p>4. 1 設計対応不可能な火山事象を伴う火山活動の評価</p> <p>4. 2 地球物理学的及び地球化学的調査</p> <p>5. 火山活動のモニタリング</p> <p>5. 1 監視対象火山</p> <p>5. 2 監視項目</p> <p>5. 3 定期的評価</p> <p>5. 4 火山活動の兆候を把握した場合の対処</p>	<p>【立地評価】</p> <p>（第24回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合（平成25年9月25日）にてご説明）</p>

7. 新規制基準への適合状況(4/7)

原子力発電所の火山影響評価ガイド

降下火砕物（火山灰）に対する設備影響

【影響評価】

6. 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、それが噴火した場合、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に従い抽出し、その影響評価を行う。

ただし、降下火砕物に関しては、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る。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-1 4)

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-1 5)

以下に、各火山事象の影響評価の方法を示す。

表1 原子力発電所に影響を与える可能性のある火山事象及び位置関係①

火山事象	潜在的に影響を及ぼす特性	原子力発電所との位置関係
1. 降下火砕物	静的な物理的負荷、気中及び水中の研磨性及び腐食性粒子	注2
2. 火砕物密度流：火砕流、サージ及びプラスト	動的な物理的負荷、大気の過圧、飛来物の衝撃、300℃超の温度、研磨性粒子、毒性ガス	160km
3. 溶岩流	動的な物理的負荷、洪水及び水のせき止め、700℃超の温度	50km
4. 岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊	動的な物理的負荷、大気の過圧、飛来物の衝撃、水のせき止め及び洪水	50km
5. 火山性土石流、火山泥流及び洪水	動的な物理的負荷、水のせき止め及び洪水、水中の浮遊粒子	120km
6. 火山から発生する飛来物（噴石）	粒子の衝突、静的な物理的負荷、水中の研磨性粒子	10km
7. 火山ガス	毒性及び腐食性ガス、酸性雨、ガスの充満した湖、水の汚染	160km
8. 新しい火口の開口	動的な物理的負荷、地盤変動、火山性地震	注3
9. 津波及び餘振	水の氾濫	注4
10. 大気現象	動的過圧、落雷、ダウンバースト風	注4
11. 地殻変動	地盤変位、沈下又は隆起、傾斜、地滑り	注4
12. 火山性地震とこれに関連する事象	継続的微小、多重衝撃	注4
13. 熱水系及び地下水の異常	熱水、腐食性の水、水の汚染、氾濫又は湧昇、熱水変質、地滑り、カルスト及びサーモカルストの変異、水圧の急変	注4

(参考資料：IAEA SSG-21及びJEA4625)

注1：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ものとする。

注2：降下火砕物に関しては、原子力発電所の敷地及び敷地付近の調査から求められる単位面積あたりの質量と同等の火山灰等が降下するものとする。

注3：新火口の開口については、原子力発電所の運用期間中に、新火口の開口の可能性を検討する。

注4：火山活動によるこれらの事象は、原子力発電所との位置関係によらず、個々に検討を行う。

【影響評価】

6. 原子力発電所への火山事象の影響評価

将来の活動可能性がある火山について、運用期間中の噴火規模を考慮し、敷地において考慮する火山事象を評価した。

その結果、敷地において考慮する火山事象は、降下火砕物とし、敷地における層厚は40cm（文献・敷地内地球調査により）と評価した。

(第24回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合（平成25年9月25日）にてご説明)

7. 新規制基準への適合状況(5/7)

原子力発電所の火山影響評価ガイド	降下火砕物（火山灰）に対する設備影響
<p>解説-14. 文献等には日本第四紀学会の「日本第四紀地図」を含む。</p> <p>解説-15. 原子力発電所との位置関係について</p> <p>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（JEAG4625）から引用した。JEAG4625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。</p> <p>6. 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、それらの原子炉施設又はその附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-16、17、18）</p>	<p>6. 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に影響を与える可能性がある。降下火砕物が設備に影響を与える可能性のある因子については、原子力発電所の構造物への静的荷重（降雨等の影響を含む）、粒子の衝突等網羅的に抽出・評価し、その中から詳細に検討すべき影響因子を選定した。</p> <p>影響評価において必要となる降下火砕物の粒径及び密度については、文献調査及び地質調査の結果を基に設定した。なお、降下火砕物の密度については、降雨・積雪の影響を考慮した。</p> <p>(b) 間接的影響</p> <p>降下火砕物は広範囲に及ぶことから、広範囲にわたる送電網の損傷による長期の外部電源喪失の可能性や原子力発電所へのアクセス制限事象の可能性も考慮し、間接的影響を確認する。</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>降下火砕物の影響を考慮すべき設備としては、重要安全施設のうち、屋外の構築物、系統及び機器、又は、屋内設置であるが屋外に開口している設備を抽出し、評価対象施設としている。</p>

7. 新規制基準への適合状況(6/7)

原子力発電所の火山影響評価ガイド	降下火砕物（火山灰）に対する設備影響
<p>(3) 確認事項</p> <p>(a) 直接的影響の確認事項</p> <ol style="list-style-type: none"> 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。 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。 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。 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>(b) 間接的影響の確認事項</p> <p>原子力発電所外での影響（長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-16. 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。</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓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>(3) 降下火砕物の影響の確認結果</p> <p>(a) 直接的影響の確認結果</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 降下火砕物堆積荷重に対して、原子炉建屋及び原子炉補助建屋等の健全性が維持されることを確認した。 ② 降下火砕物による化学的腐食に対して、原子炉建屋、原子炉補機冷却海水ポンプ等の健全性が維持されることを確認した。 ③ 降下火砕物により、取水設備、原子炉補機冷却海水系統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を確認した。 ④ 降下火砕物が外気取入口に侵入した場合でも、給気を供給する系統及び機器の喪失はなく、加えて中央制御室における居住性に影響を及ぼさないことを確認した。 ⑤ 必要に応じて、発電所内の構築物、系統及び機器における火砕降下物の除去等の対応を行う。 <p>(b) 間接的影響の確認結果</p> <p>発電所外での影響（長時間の外部電源の喪失等）を考慮した場合においても、発電所内に貯蔵される燃料油等の備蓄により、原子炉及び使用済燃料ピットの安全性を損なわないように対応が取れることを確認した。</p>

7. 新規制基準への適合状況(7/7)

原子力発電所の火山影響評価ガイド	降下火砕物（火山灰）に対する設備影響
<p>解説-1 7. 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、原子力発電所への間接的な影響も含めて評価する。</p> <p>解説-1 8. 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>(6. 2～6. 1 3の項目については、項目名のみ記載)</p> <p>6. 2 火砕物密度流</p> <p>6. 3 溶岩流</p> <p>6. 4 岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊</p> <p>6. 5 火山性土石流、火山泥流及び洪水</p> <p>6. 6 火山から発生する飛来物（噴石）</p> <p>6. 7 火山ガス</p> <p>6. 8 新しい火口の開口</p> <p>6. 9 津波及び静振</p> <p>6. 1 0 大気現象</p> <p>6. 1 1 地殻変動</p> <p>6. 1 2 火山性地震とこれに関連する事象</p> <p>6. 1 3 熱水系及び地下水の異常</p>	<p>将来の活動可能性がある火山については、運用期間中の噴火規模を考慮し、敷地において考慮する火山事象を評価した結果、降下火砕物以外の火山事象については、原子力施設の安全性に影響を及ぼすことはないと評価した。</p> <p>(第24回原子力発電所の新規制基準適合性に係る審査会合（平成25年9月25日）にてご説明)</p> <p style="text-align: right;">以 上</p>