



## 降下火砕物の侵入による潤滑油への影響について

降下火砕物が、ディーゼル発電機吸気口上流に気中降下火砕物対策として設置する火山灰フィルタを通過し、燃焼用空気とともに機関内に取り込まれ、潤滑油へ混入する場合を想定し、潤滑油に降下火砕物を混入させた状態での潤滑油の成分分析を実施した結果を以下に示す。

### 1. 試験概要

ディーゼル発電機に使用しているものと同様の潤滑油（マリン T104）に降下火砕物を混入・攪拌させ、間接的影響で期待される運転期間である 7 日間保管した後、粘性等の成分分析を実施した。

### 2. 試験条件

#### (1) 潤滑油中の降下火砕物濃度

追而【地震津波側審査の反映】

(影響評価（層厚、密度及び粒径）に関する事項については、地震津波側審査結果を受けて反映のため)

## (2) 粒径

### 追而【地震津波側審査の反映】

(影響評価(層厚, 密度及び粒径)に関する事項については, 地震津波側審査結果を受けて反映のため)

## (3) 潤滑油温度

潤滑油の温度は, ディーゼル発電機の運転時における潤滑油の最高温度である  とする。

ディーゼル発電機の運転時における潤滑油の状況を考慮し, 降下火砕物を潤滑油に混入させた後の保管期間(7日間)中は, 潤滑油の温度を上記温度に保つとともに, 定期的に攪拌を実施した。

## 3. 試験項目及び判定基準等

降下火砕物が混入した際の潤滑油の粘性等への影響を確認する観点から, 表2の試験項目について分析を実施した。

補足資料-2より, 降下火砕物の影響としては, その粒子による機械的影響(閉塞等)や水に濡れると酸性を呈することによる化学的影響(腐食等)が想定される。そのため, 表2の試験項目は, 降下火砕物(酸性の可能性のある物質)が混入した場合における塩基価を確認することとした。

また, 表2の試験項目については, ディーゼル発電機の分解点検の際にも確認している項目であり, 判定基準については分解点検の基準と同様とした。なお, 各試験項目における分析方法については, JIS規格等に定まるそれぞれの方法にて実施した。

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません

追而【地震津波側審査の反映】

(影響評価(層厚, 密度及び粒径)に関する事項については, 地震津波側審査結果を受けて反映のため)



#### 4. 試験結果

追而【地震津波側審査の反映】  
(影響評価(層厚, 密度及び粒径)に関する事項については, 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】  
(影響評価(層厚, 密度及び粒径)に関する事項については, 地震津波側審査結果を受けて反映のため)

以上

枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません

## 降下火砕物の金属腐食研究について

火山灰を用いた火山ガス（SO<sub>2</sub>）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（火山灰）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（SO<sub>2</sub>）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、桜島の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（SO<sub>2</sub>）雰囲気を保った状態で金属腐食試験を行ったものである。

火山ガスの成分は亜硫酸ガス、硫化水素、フッ化水素等が挙げられ、成分構成は各火山、同一火山でも噴火ごとに異なるとされている<sup>\*1</sup>が、硫酸イオンが金属腐食の原因となることを踏まえた、降下火砕物の主要な腐食成分である亜硫酸ガスを高濃度で模擬した腐食試験結果であることから、特定の火山によらず、泊発電所で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，末吉秀一ほか），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（SS41, Cu, Al, Zn めっき鋼板）に堆積させ，高濃度の SO<sub>2</sub> 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 1 に例として SS41 の腐食による質量変化を示す。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。腐食量は表面厚さにして数十 μ m 程度との結果が得られた。

これは火山灰が金属表面に堆積していると結露しやすいこと，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ている。同様に，降下火砕物の堆積の影響は，Cu, Al, Zn めっき鋼板とも降下火砕物の堆積量が多い

場合のほうが、腐食が促進される傾向である。腐食量も表面厚さにして十数～数十 $\mu\text{m}$ 程度である。

### (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 $\text{SO}_2$ 雰囲気中で暴露し、腐食実験を行っているものである。

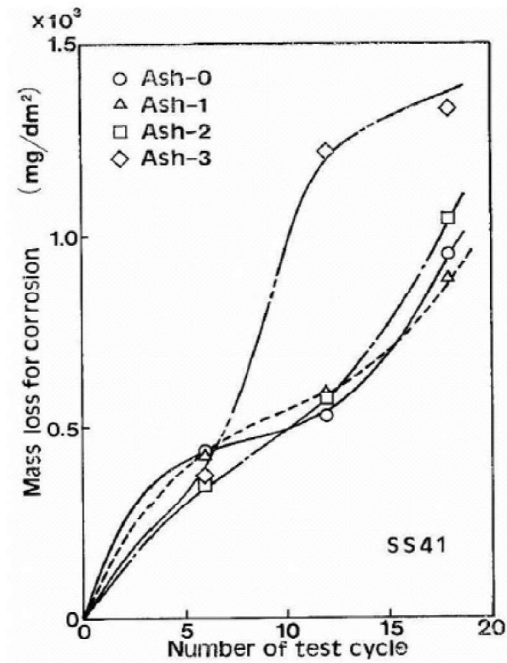
腐食の要因となる火山ガスを高濃度の雰囲気を常に保った状態で行っている試験であり、自然環境に存在する火山灰よりも高い腐食条件<sup>※2</sup>で金属腐食量を求めている。泊発電所の評価対象施設等のうち、A1, A2-燃料油貯油槽タンク室及びB1, B2-燃料油貯油槽タンク室の鋼製蓋（炭素鋼）については、降下火砕物に付着した火山性ガスが水に濡れたときに生ずる硫酸イオン等により腐食が発生する可能性がある。このため、鋼製蓋については、外装塗装<sup>※3</sup>を施すことによって、降下火砕物による短期での腐食により機能に影響を及ぼすことはない設計とする。

※ 1 : 「火山噴火等から電気設備を守るには（河内清高），電気設備学会誌 33 卷(2013)3号」

※2 :

- ・三宅島火山の噴火口付近の観測記録：20～30ppm  
（「三宅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）

※ 3 : 鋼製蓋（炭素鋼）部は酸，アルカリ等に水分の加わった強度腐食環境での塗装としてエポキシ樹脂系およびシリコン系の塗装を実施



- 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



安全保護系計装盤及び非常用の計装用インバータ（無停電電源装置）への降下火  
碎物の影響について

降下火碎物の建屋内侵入については、換気空調設備（外気取入口）からの侵入が考えられるが、平型フィルタは、粒径 $5\mu\text{m}$ 以上に対して85%以上を捕獲する性能を有していることから、系統内へ侵入する降下火碎物の影響は小さいと考えられるものの、ここでは降下火碎物の粒子が一部侵入した場合を想定し、その影響を確認する。

屋内の電気系及び計測制御系の盤の設置されるエリアは空調管理されており、外気取入口に平型フィルタが設置されており、降下火碎物の侵入を防止することができる。

しかしながら、屋内の電気系及び計測制御系の盤についてはその発生熱量に応じて盤内に換気ファンを設置している場合があり、強制的に盤内に室内空気を取り込むことから、仮に、降下火碎物が侵入することを考慮し、以下のとおり検討した。

## 1. 侵入する降下火碎物の粒径

外気を取り込む屋内の電気系及び計測制御系の盤の設置されるエリアの換気空調設備である、安全補機開閉器室空調装置及び原子炉補助建屋空調装置の外気取入口には平型フィルタ（粒径 $5\mu\text{m}$ 以上に対して85%以上を捕獲する性能）に加えて下流側にさらに細かな粒子を捕集可能な粗フィルタ（粒径約 $2\mu\text{m}$ に対して90%以上を捕捉する性能）が設置されている。

このため、仮に室内に侵入したとしても、降下火碎物の粒径は、 $5\mu\text{m}$ 以下の細かな粒子であると推定される。

## 2. 安全保護系計装盤及び非常用の計装用インバータ（無停電電源装置）に対する降下火碎物の影響

安全保護系計装盤及び非常用の計装用インバータ（無停電電源装置）において、数 $\mu\text{m}$ 程度の線間距離となるのは、集積回路（IC等）の内部であり、これら部品はモールド（樹脂）で保護されているため、降下火碎物が侵入することはない。また、端子台等の充電部が露出している箇所については、端子間の距離は数 $\text{mm}$ 程度あることから、降下火碎物が付着しても、短絡等を発生させることはない。したがって、万一、細かな粒子の降下火碎物が盤内に侵入した場合においても、降下火碎物の付着等により短絡等を発生させる可能性はない。

以 上

## 建屋等の降灰除去について

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<sup>\*</sup>を参考に試算した結果を表1に示す。

表1 除灰に要する概算時間

項目		評価諸元
①堆積面積 (m <sup>2</sup> )	原子炉建屋	約 4,600m <sup>2</sup>
	原子炉補助建屋	約 3,600m <sup>2</sup>
	ディーゼル発電機建屋	約 470m <sup>2</sup>
	循環水ポンプ建屋	約 2,800m <sup>2</sup>
	A1, A2-燃料油貯油槽タンク室	約 10m <sup>2</sup>
	B1, B2-燃料油貯油槽タンク室	約 10m <sup>2</sup>
	合計	約 11,504m <sup>2</sup>
②堆積厚さ (m)		●m
③堆積量=①×② (m <sup>3</sup> )		●m <sup>3</sup>
④1 m <sup>3</sup> あたりの作業量 <sup>*</sup> (人・日)		0.39 人・日

【上記●については、地震・津波側審査の火山影響評価結果を反映】

【1. 作業量については、地震・津波側審査の火山影響評価結果を反映】

以 上



降下火砕物降灰時の平型フィルタ取替手順について

換気空調設備の外気取入口のフィルタの取替作業を行う際は、以下の手順を実施することとしている。図1に平型フィルタの取替え・交換イメージを示す。

- ・フィルタの取替作業はガラリ内にて行うため、降灰の影響を受けにくいと考えられるが、保護具（防塵マスク、防塵ゴーグル）を装備する。
- ・グレーチング及び柵に対して養生を行う。
- ・設備影響を勘案し、必要に応じて対象となる系統の運転を停止し、系統を隔離してから取り替え作業を行う。
- ・取り替え作業前に、換気空調設備内への取り込み低減のため、周囲の降下火砕物を清掃する。
- ・交換後、フィルタ差圧にて差圧が低下することを確認する。
- ・作業終了後、降下火砕物の再浮遊の影響を低減させるため、作業エリアの降下火砕物は清掃する。

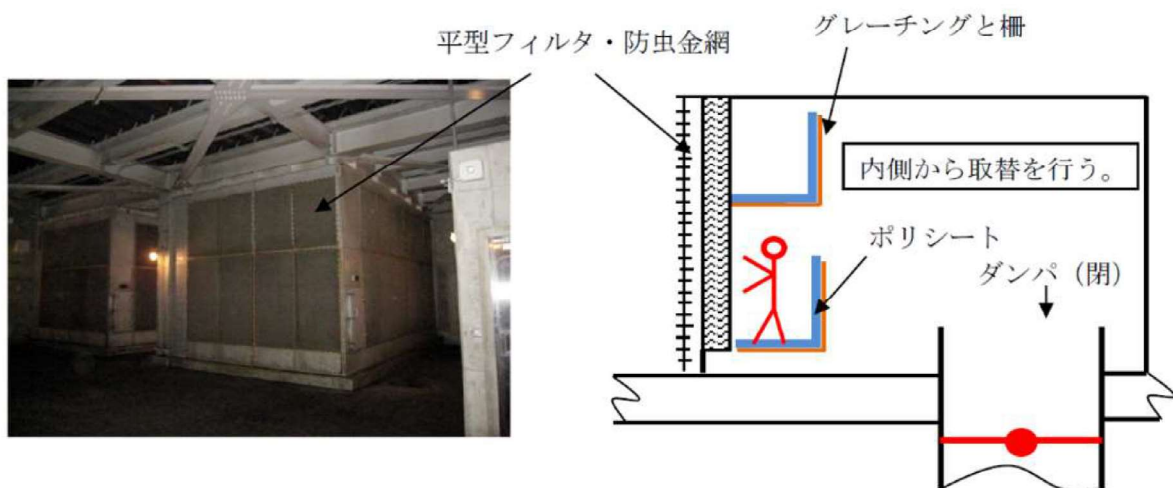


図1 平型フィルタの清掃・取替イメージ

以上

養生

観測された諸噴火の最盛期における噴出率と継続時間について

図1に示すとおり、富士山（宝永噴火1707年）の噴出継続時間は、断続的に約16日間継続している。

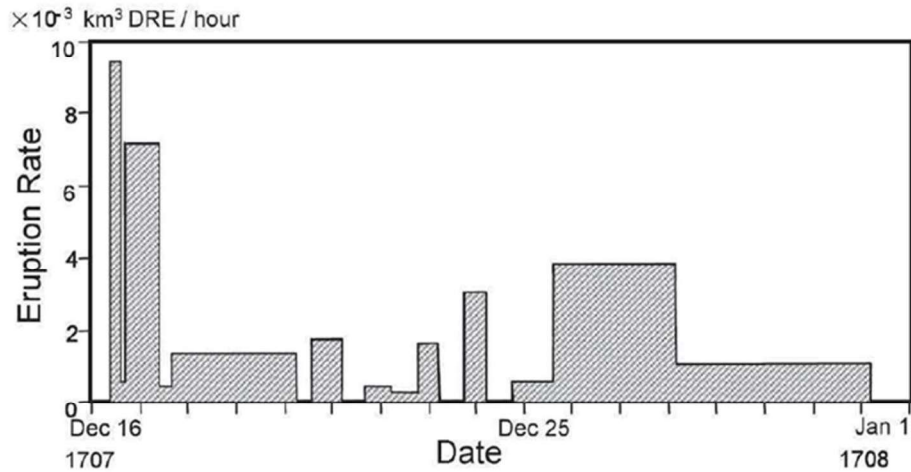


図1 富士山（宝永噴火1707年）の噴出率の推移（宮地・小山（2007））

表1に示すとおり、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1 観測された諸噴火最盛期における噴出率と継続時間

噴火年（地域名）	噴煙柱高度 (km)	噴出率 (m <sup>3</sup> /s)	継続時間 (h)
Pinatubo 1991（フィリピン）	35	250,000	9
Bezymianny 1956（カムチャッカ）	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（北海道）	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

[Wilson et al. (1978), Cas & Wright (1987), 遠藤ほか(1986), 早川(1991b), Pyle(2000)から編集]

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。

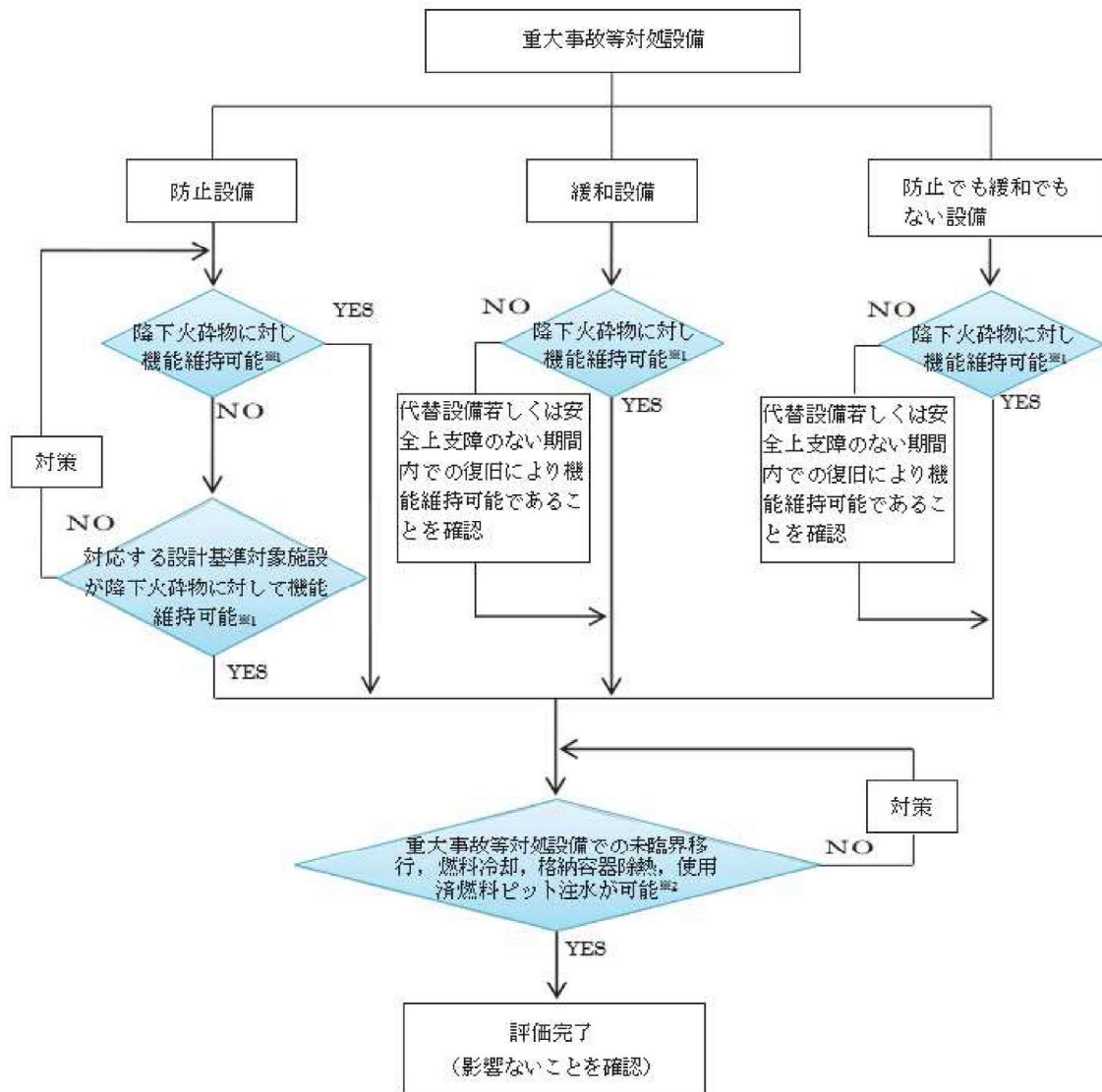
- (1) 重大事故防止設備は、降下火砕物によって設計基準事故対処設備の安全機能と同時にその機能が損なわれるおそれのないこと
- (2) 重大事故等対処設備であって、重大事故防止設備でない設備は、代替設備若しくは安全上支障のない期間内での復旧により機能維持可能であること
- (3) 降下火砕物が発生した場合においても、重大事故等対処設備によりプラント安全性に関する主要な機能（未臨界移行機能，燃料冷却機能，格納容器除熱機能，使用済燃料ピット注水機能）が維持できること（降下火砕物により重大事故等対処設備と設計基準事故対処設備の機能が同時に損なわれることはないが，安全上支障のない期間内での復旧により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

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（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→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→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→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（原子炉冷却材圧カ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系統の減圧	加圧器逃がし弁	緩和設備	R/B	○	建屋内
	一次冷却系統の減圧（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
余熱除去系統の隔離（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）
	再循環運転（SIP）（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）	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	
	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次冷却材喪失事故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	
	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
		燃料取替用水ビット等	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
		燃料取替用水ビット	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）（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）
	代替炉心注水（代替CSP）（代替電源）（1次冷却材喪失事象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）（1次冷却材喪失事象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次冷却材喪失事象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））（1次冷却材喪失事象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次冷却材喪失事象が発生している場合、溶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）（格納容器水張り）（1次冷却材喪失事象が発生している場合、溶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、燃料取替用水ビット等	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プ等	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プ等	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））（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、補助給水ピット等	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
		燃料取替用水ピット	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
		燃料取替用水ピット	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
		燃料取替用水ピット等	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
		燃料取替用水ピット	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、燃料取替用水ピット等	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	
	燃料取替用水ピット等	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、燃料取替用水ピット等	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 / 1 2）

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、補助給水ビット等	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、補助給水ビット等	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）（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
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））（代替電源）（サポート系機能喪失時）	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）	
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口ストレーナ	防止設備	CWP/B	○	建屋内
	代替格納容器スプレイ（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
	代替格納容器スプレイ（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イポンプ、燃料取替用水ビット等	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
		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）	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	CWP/B	○	建屋内
	代替格納容器スプレイ（代替CSP）（格納容器破損防止、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	緩和設備	R/B	○	建屋内
	代替格納容器スプレイ（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）（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
		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）
	格納容器スプレイ、格納容器スプレイ再循環	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、格納容器再循環サンブ等	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	CWP/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
	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	R/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（重大事故等の収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	屋外	○	影響なし (適切に除灰)	
			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プ等	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プ等	防止設備	R/B	○	建屋内	
	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)	
			緩和設備	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	可搬型人型送水ポンプ車、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油移送ポンプによる汲み上げ）	ディーゼル発電機燃料油移送ポンプ	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（原子炉压力容器内の温度）	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（原子炉压力容器内の圧力）	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（原子力压力容器内の水位）	加圧器水位等	防止設備	R/B	○	建屋内
	注水量計測（原子力压力容器への注水量）	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（原子力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	R/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・よう素サンプル等	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・よう素サンプル、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. 外部から供給される水源の概略系統及び供給先

純水を補給する設備には、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があるが、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、降下火砕物襲来時に補給が必要となるものではない。

しかし、降下火砕物が海水に混入することによる、水質汚染（補給水等の汚染）が考えられることから以下のとおり確認した。

泊発電所3号炉は海水を取水源としており、図1に示すとおり、海水はまず海水淡水化設備に受け入れられる。海水淡水化設備に受け入れられた海水は、海水淡水化設備のろ過器と逆浸透膜を経由してろ過水タンクへ移送されるが、この過程で降下火砕物粒子は除去される。プラント系統に補給されるろ過水は純水装置及び真空脱気装置を経由し2次系純水タンクに移送されるが、この過程で降下火砕物が水に濡れた場合に溶出すると考えられるイオン成分は脱塩処理される。

また、海水淡水化設備のろ過器が降下火砕物粒子によって差圧が上昇した場合には逆洗により再生が可能であり、また、純水装置の脱塩装置がイオン成分処理によってイオン交換能力が低下した場合には再生剤による再生が可能である。

さらに、ろ過水タンク及び2次系純水タンクにおいて水質管理も行っていることから、海水が適切に処理されていることを確認した上で使用することができる。

以上から、海水に降下火砕物が混入した場合にも、各負荷に補給される水の水質に影響を及ぼすことはない。

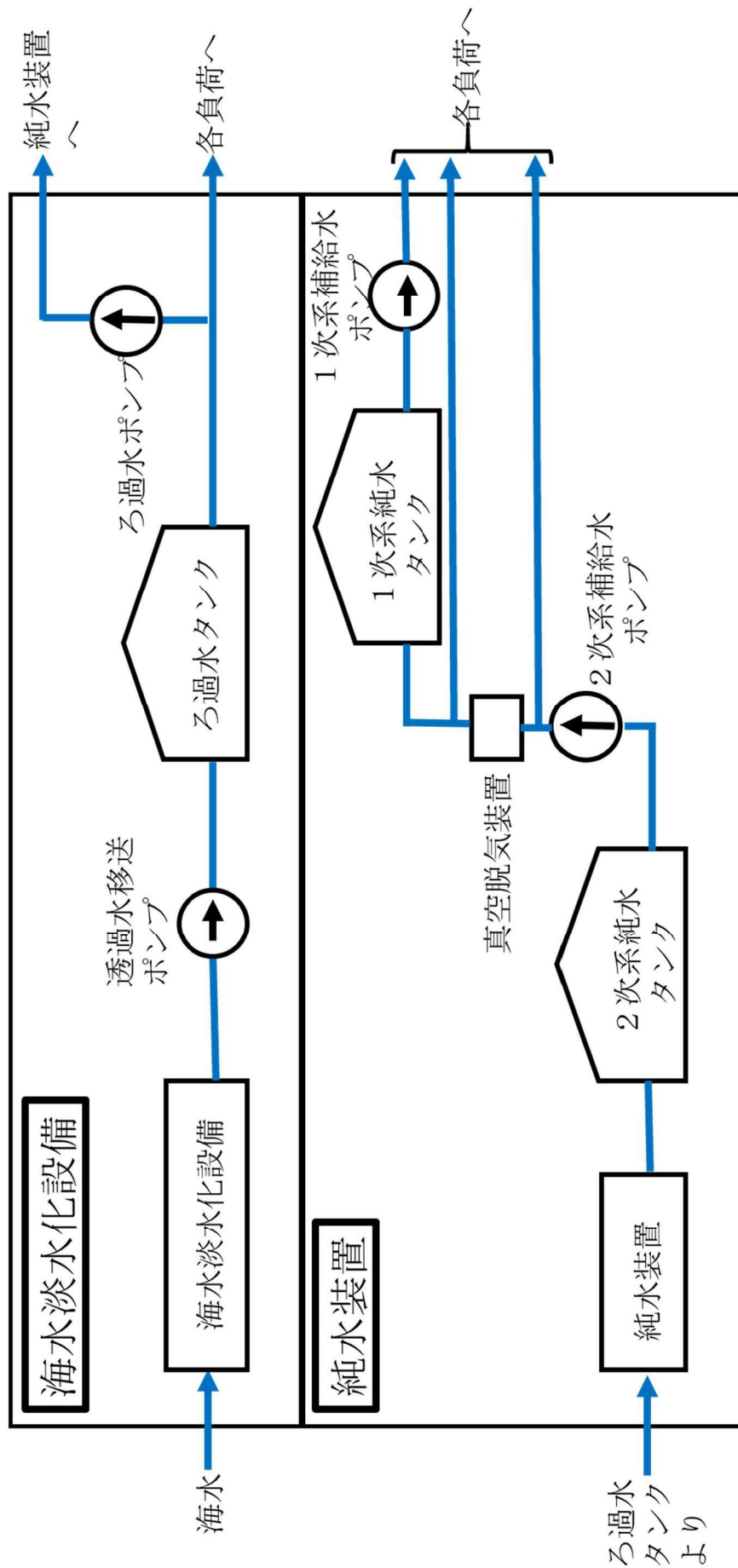


図1 外部から供給される水源の概略系統図（泊発電所3号炉）

以上

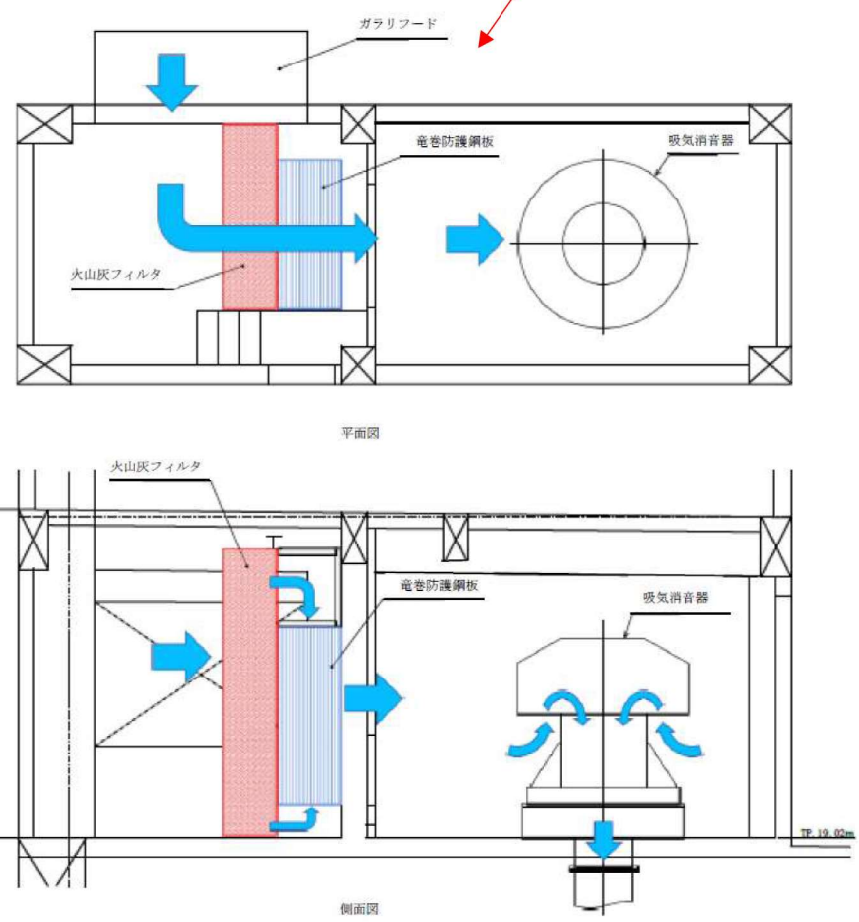
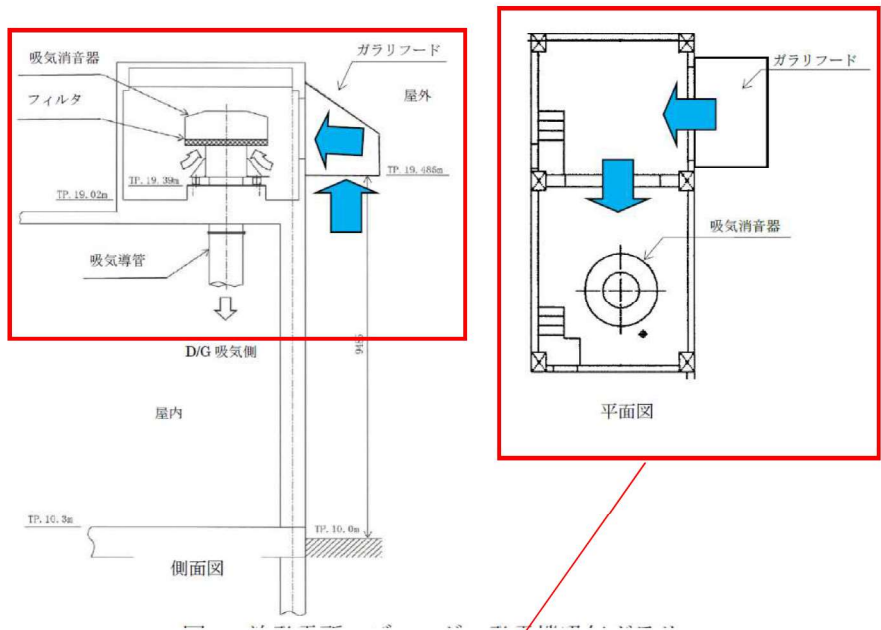
気中降下火砕物の対策に係る検討状況について

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，その後，令和 2 年 1 月 23 日に改正された，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」の対応としては，図 1 の手段が考えられる。今後，気中降下火砕物濃度の環境下において，ディーゼル発電機の機能を維持するため最適な対策を検討し，保安規定認可までに対応を行う。



以上



## 泊発電所における気中降下火砕物濃度の算出について

## 1. 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

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1, 2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1 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 <sup>3</sup> ]		
④	降下火砕物の総降灰量 W <sub>T</sub> [g/m <sup>2</sup> ]		
⑤	粒径ごとの降灰量W <sub>i</sub> [g/m <sup>2</sup> ]		
⑥	粒径ごとの堆積速度v <sub>i</sub> [g/s・m <sup>2</sup> ]		
⑦	粒径ごとの終端速度r <sub>i</sub> [m/s]		
⑧	粒径ごとの気中濃度C <sub>i</sub> [g/m <sup>3</sup> ]		
⑨	気中降下火砕物濃度C <sub>T</sub> [g/m <sup>3</sup> ]		

表2 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 <sub>i</sub> (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 <sub>i</sub> (g/m <sup>2</sup> )									
堆積速度 v <sub>i</sub> (g/(s・m <sup>2</sup> ))									
終端速度 r <sub>i</sub> (cm/s)									
気中濃度 C <sub>i</sub> (g/m <sup>3</sup> )									

## 降下火砕物と積雪荷重との組合せについて

火山（降下火砕物）と積雪は相関性が低い事象同士の組合せであるが、重畳した場合には堆積荷重が増加することになるため、組合せを考慮することとしている。以下に火山（降下火砕物）と組み合わせる際の積雪荷重の設定について整理する。

## 1. 関連する基準要求に対する適合確認

設置許可基準規則第6条（外部からの衝撃による損傷の防止）のうち「外部事象の考慮」において、火山の影響（降下火砕物）と積雪を安全施設に影響を及ぼすおそれがある自然現象として抽出しており、荷重の組合せの要否の検討を実施している。具体的な荷重の組合せの考え方は以下のとおり。

## (1) 荷重の組合せの考え方

【上記●については、地震・津波側審査の火山影響評価結果を反映】

【上記●については，地震・津波側審査の火山影響評価結果を反映】



【上記●については、地震・津波側審査の火山影響評価結果を反映】

【上記●については，地震・津波側審査の火山影響評価結果を反映】

## 降灰時の外部支援及び開閉所の除灰の成立性検討について

泊発電所3号炉における降灰時の間接的影響（長期間の外部電源喪失及び交通の途絶）に対して、外部からの支援については、技術的能力1.0支援に係わる事項において、事象発生後6日間までに発電所外からの支援受けられるよう支援計画を定め、体制を整備する。また、支援を受けるまでの7日間については、設置許可基準規則解釈第33条第7項の要求として7日間分の非常用交流電源設備の燃料を有しており、燃料油貯油槽への燃料補給なしで運転が継続できる。その後は外部からの燃料油貯油槽への燃料補給や開閉所の除灰を実施し、外部電源の受電を行うことで、継続して電源を確保することとしているが、外部からの支援を受け入れるために開閉所の除灰、及び所内の燃料補給ルート確保が必要であることから、これらの成立性について検討を行った。

## 1. 開閉所の降灰除去

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）

## 2. 燃料補給ルートの除灰

燃料補給ルートの確保については、敷地内に設計層厚である●cmの降下火砕物が堆積した場合において、タンクローリ等による燃料の陸送を想定し、茶津守衛所から燃料油貯油槽までの燃料補給ルートの除灰成立性検討を行った。

【上記●については、地震・津波側審査の火山影響評価結果を反映】

### (1) 除灰方法の概要

図2に示す茶津守衛所から燃料油貯油槽までの燃料補給ルートに降り積もった灰を当社所有のホイールローダで道路脇へ押土する。なお、茶津守衛所から燃料油貯油槽までの燃料補給ルートを含むアクセスルート（車両）全体で評価を行うこととする。

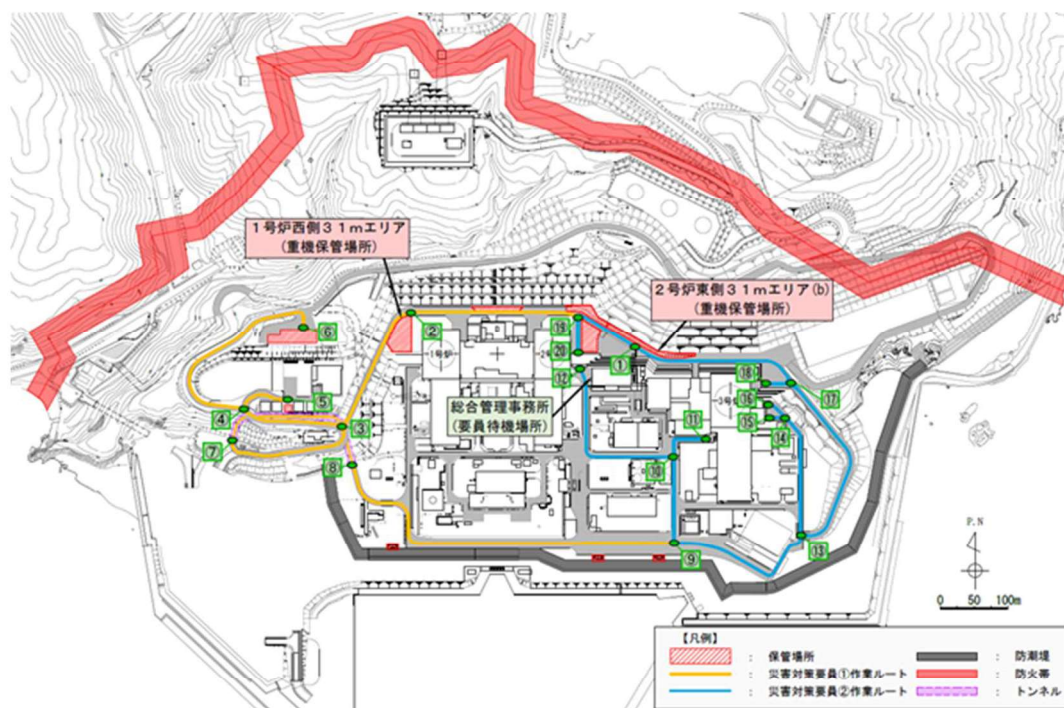


図2 燃料補給ルート



(2) 評価条件

a. 降下火砕物条件

- ・堆積量：●cm，密度：●g/cm<sup>3</sup>（湿潤密度）

b. ホイールローダの仕様

- ・最大押し出し可能重量：4.5 t  
（がれき撤去試験より 4.5t 押し出せることを確認済み）
- ・バケット全幅：337cm
- ・走行速度（1速）：前進 11.6km/h，後進 11.6km/h

c. 除灰距離

- ・災害対策要員①作業ルート：3.3km
- ・災害対策要員②作業ルート：2.3km

d. 除灰時間の算出方法

ホイールローダが降下火砕物を道路脇に押し出す作業を1サイクルとして、ホイールローダの除灰能力から、除灰速度を算出し、燃料補給ルートを含むアクセスルート（車両）全体の除灰時間を算出する。

なお、災害対策要員2名が別々のルートを並行して除灰する。

【左記●については、地震・津波側審査の火山影響評価結果を反映】

(3) 算出結果

注1：1サイクルの除灰時間の考え方

- ・1サイクル当りの作業時間は、作業速度（1速の走行速度である前進 11.6 km/h，後進 11.6km/h の平均 5.8km/h（前進），5.8km/h（後進））で作業すると仮定して

A：押し出し（①→②→③）： $(2m+5m) \div 5.8\text{km/h} = 4.3 \text{秒} \div 5 \text{秒}$

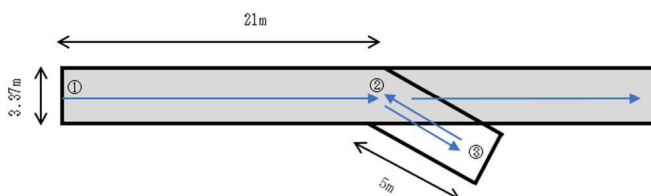
B：ギア切替え：3秒

C：後進（③→②）： $5m \div 5.8\text{km/h} = 3.1 \text{秒} \div 4 \text{秒}$

D：ギア切替え：3秒

1サイクル当りの作業時間（A+B+C+D）

=5秒+3秒+4秒+3秒=15秒



(4) アクセスルート（車両）全体の除灰成立性検討結果

除灰作業に関する作業の除灰時間を表1, 2に示す。記載のとおり約10時間で除灰が可能であることを確認した。

表1 災害対策要員①による除灰時間評価

区間	距離（約m）	時間評価項目	速度（km/h）	所要時間（分）	累積（分）
①→②	360	徒歩移動	4.0	6	6
②→⑩	260	降灰除去	0.4	44	50
⑩→②	260	重機移動	11.6	2	52
②→⑤	420	降灰除去	0.4	70	122
⑤→④	90	重機移動	11.6	1	123
④→⑥	340	降灰除去	0.4	57	180
⑥→③	490	重機移動	11.6	3	183
③→⑦	210	降灰除去	0.4	35	218
⑦→⑧	250	重機移動	11.6	2	220
⑧→⑨	560	降灰除去	0.4	94	314

表2 災害対策要員②による除灰時間評価

区間	距離（約m）	時間評価項目	速度（km/h）	所要時間（分）	累積（分）
①→⑫	160	降灰除去	0.4	27	27
⑫→①	160	重機移動	11.6	1	28
①→⑬	300	降灰除去	0.4	50	78
⑬→⑯	50	重機移動	11.6	1	79
⑯→⑭	510	降灰除去	0.4	85	164
⑭→⑮	40	重機移動	11.6	1	165
⑮→⑰	30	降灰除去	0.4	5	170
⑰→⑱	210	重機移動	11.6	2	172
⑱→⑩	440	降灰除去	0.4	74	246
⑩→⑩	80	重機移動	11.6	1	247
⑩→⑫	270	降灰除去	0.4	45	292

以上

降下火砕物による摩耗や融解の影響について

降下火砕物はマグマを起源とする火山ガラス，鉱物結晶片にて構成されるものであり，想定する火山により，主成分組成が異なることから，泊発電所3号炉で想定する火山の主成分組成を整理し，降下火砕物による摩耗や融解の影響について確認した。

追而【地震津波側審査の反映】

(地震津波側審査結果（立地評価）を受けて反映のため)

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，浸水防止設備及び津波監視設備（以下「津波防護施設等」という。）の外部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，泊発電所において設計上考慮すべき外部事象に対する津波防護施設等の機能維持のための対応の要否について整理した。

外部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，保守的にその影響を考慮する。
- (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施設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，基準津波の高さや防護範囲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。



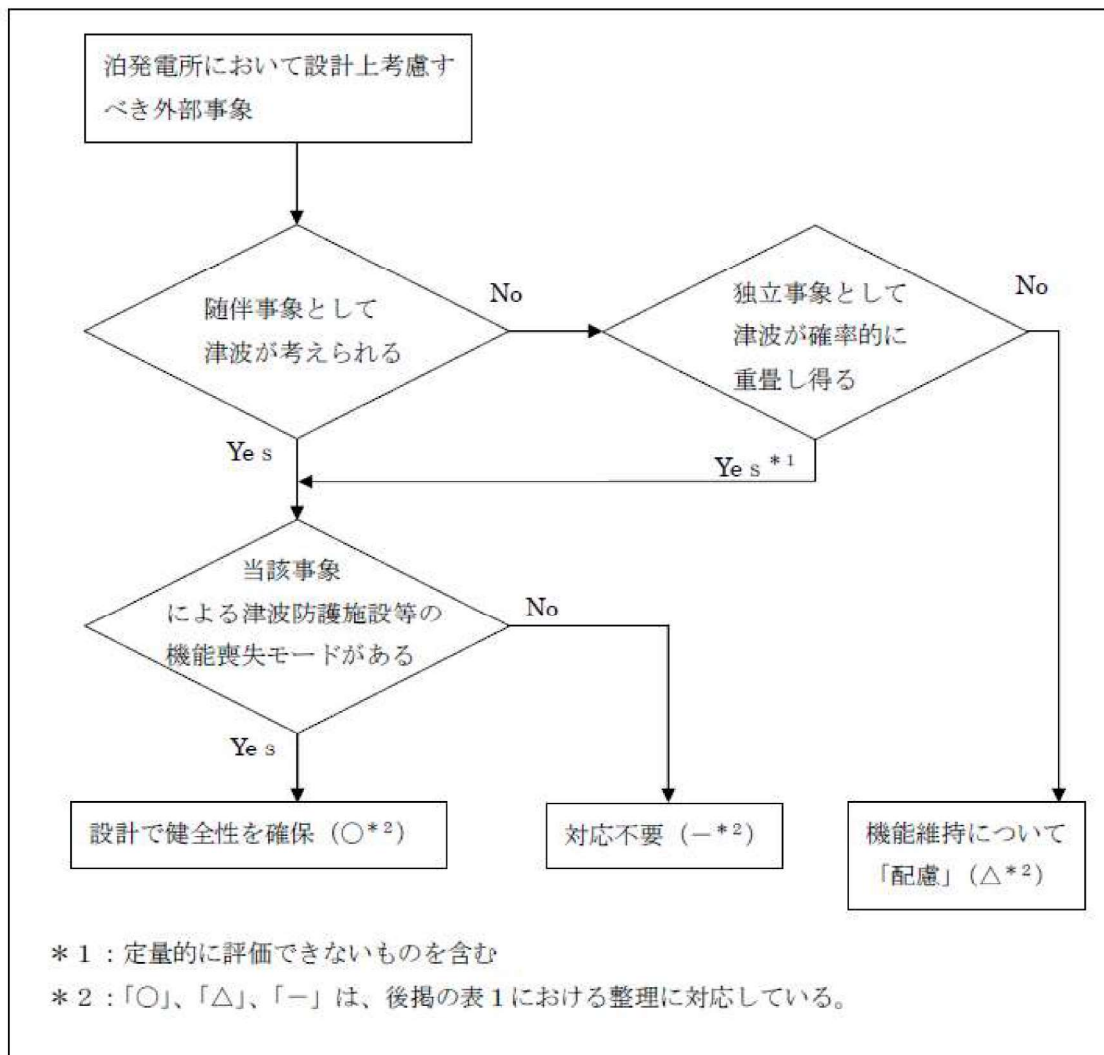


図1 外部事象に対する津波防護施設等の機能維持対応要否判断フロー

### 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のとおり)

#### (1) 津波の随伴、重畳が否定できない事象<sup>\*1</sup>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も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, 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つの外部事象に津波は随伴せず，また，基準津波との重畳の確率も有意ではないため，津波防護施設等を防護対象施設とはしないものの，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確率は約●（/年）であり，竜巻と津波の重畳は有意では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荷重に対しては，津波防護施設等の健全性を維持する設計とする。また，竜巻が襲来した場合でも，必ずしも津波防護施設に作用するとは限らない竜巻飛来物の衝撃荷重に対しては，大規模な損傷に至り難い構造とする。

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）<sup>※2</sup>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（－）

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

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	○	－	○	<u>あり</u> 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）	－	○	○	<u>あり</u> 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	－	－	－	なし 以下とおり，重量の頻度は無視し得る。 ・設計竜巻の確率：約 $2.5 \times 10^{-7}$ /年 ・基準津波の年超過率：約●●/年 <sup>※3</sup> ⇒重量確率：約●●/年 年超過率が $1 \times 10^{-7}$ /年未満であり，有意ではない。	△	防潮堤・3号伊取水ピットスクリーン室防水壁の設計においては，自主的に以下の配慮を行い，信頼性を高める。 ・風圧力に対しては，健全性を維持する設計とする。 ・飛来物については，大規模な損傷に至り難い構造とする。 ・津波監視カメラは，風荷重を考慮した設計とする。
凍結	－	○	○	<u>あり</u> 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	－	○	○	なし 降雨による海水面上昇は無視し得る。	－	－

※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【地震津波調査の反映】  
（上記●については，地震津波調査結果を受けて反映のため）

- : 津波の随伴、重畳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、重畳は有意ではないが、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 (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	津波との重畳を考慮する(①か②か○)	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
落雷	ー	○	○	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、既設避雷設備の速へい範囲内への設置を行う。
火山の影響	ー	ー	ー	なし 以下のとおり、重畳の頻度は無視し得る。 ・想定する火山の確率：●/年** ・基準津波の年超過率：●/年** ⇒重畳確率：●/年* 年超過率が1×10 <sup>-7</sup> /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	ー	○	○	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。	ー	ー
生物的事象	ー	○	○	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。	ー	ー
森林火災	ー	○	○	なし 防火帯により森林との隔離距離が確保されるため、熱影響を受けることはない。	ー	ー

\*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)



火山影響評価における監視カメラ及びモニタリングポストの扱い  
について

監視カメラは設置許可基準規則第 26 条（原子炉制御室），モニタリングポストは同規則第 31 条（監視設備）の要求を満足する必要があることから，本設備については，降下火砕物の影響に対して機能維持，又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，必要に応じてプラントを停止し，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で安全機能を損なわない設計としている。

なお，監視カメラ及びモニタリングポストは，外部事象防護対象施設ではないが，損傷した場合でも外部事象防護対象施設に対して波及的影響を及ぼすことはないことから，火山影響評価における評価対象施設等として抽出していない。

表 1 に監視カメラ及びモニタリングポストの概要を示す。

表1 監視カメラ及びモニタリングポストの概要

		監視カメラ	モニタリングポスト
イメージ			
数量		津波監視カメラ：計4台 構内監視カメラ：計5台	計7箇所
火山影響への考慮	構造物への静的負荷	<ul style="list-style-type: none"> <li>降下火砕物の影響を受けにくい設置場所の考慮</li> <li>降下火砕物が堆積しにくい形状</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>降下火砕物が堆積しにくい形状</li> </ul>
	構造物への化学的影響（腐食）	<ul style="list-style-type: none"> <li>外装は鋼製（塗装あり）であり、短期での腐食は生じない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>外装はアルミニウム合金（塗装あり）であり、短期での腐食は生じない。</li> </ul>
	絶縁低下	<ul style="list-style-type: none"> <li>外気を取込む機構がなく、防塵構造である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>外気を取込む機構がなく、防塵構造である。</li> </ul>
その他		<ul style="list-style-type: none"> <li>自然現象の検知は水位計，気象観測設備，目視確認で可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>可搬型モニタリングポスト及び放射能測定装置でも同様な測定が可能</li> <li>※重大事故等対処施設として配備</li> </ul>

以上

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，非常用所内電源設備，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、次頁以降の防護対象に含まれていることを確認した。

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	構築物、系統又は機器		
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の機能	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（制御棒クラスター、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 七流体種制御設備（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 外部遮へい 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		設備設置場所	高温停止及び低温停止に必要な機能			
		安全機能の重要度分類	機能					
MS-1	2)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	構築物、系統又は機器	安全保護系	○	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遮へい	○	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	放射線廃棄物処理施設 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)	放射線廃棄物処理施設	○	—			
			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)	○	—			
			MS-2	2)通常運転時及び運転時の異常な過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	燃料取扱設備からの使用済燃料ピット水補給ライン	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)	○	—
						燃料取扱設備からの使用済燃料ピット水補給ライン	○	—
MS-2	1)PS-2の構築物、系統及び機器の損傷又は故障により敷地周辺公衆に与える放射線の影響を十分小さくするようにする構築物、系統及び機器	放射線廃棄物処理設備の隔離弁	放射線廃棄物処理設備の隔離弁	○	—			
			原子炉計装の一部	○	—			
			ブローレス計装の一部	○	—			
			加圧器逃がし弁(手動開閉機能)	○	—			
			加圧器後備ヒータ	○	—			
			加圧器逃がし弁元弁(閉機能)	○	—			
			中央制御室外原子炉停止装置(安全停止に関連するもの)	○	—			
			MS-2	2)異常状態への対応上特に重要な構築物、系統及び機器	燃料取扱設備	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)	○	—
MS-2	2)異常状態への対応上特に重要な構築物、系統及び機器	燃料取扱設備	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)	○	—			

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	
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崩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過渡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) 原子炉冷却材を内蔵する機能(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。)	構築物、系統又は機器	○	-	閉塞系	
		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	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(境界を防止する機能)	○	-		
		3) 燃料を安全に取り扱う機能	燃料取扱設備	○	-		
MS-2	1) PS-2の構築物、系統及び機器の損傷又は故障により敷地周辺公衆に与える放射線の影響を十分小さくするようにする構築物、系統及び機器 2) 異常状態への対応上特に重要な構築物、系統及び機器	1) 安全弁及び逃げがし弁の吹き止まり機能	加圧器安全弁(吹き止まり機能) 加圧器逃げがし弁(吹き止まり機能)	○	-	-	
		1) 燃料プルーメータ水の補給機能	燃料取替用ホスピットからの使用済燃料ピット水補給ライン	○	-	-	
		2) 放射性物質放出の防止機能	気体廃棄物処理設備の隔離弁	○	-	-	
		1) 事故時のプラント状態の把握機能	原子炉計装の一部 プロセス装置の一部	○	-	-	
		2) 異常状態の検知機能	加圧器逃げがし弁(手動閉鎖機能) 加圧器後備ヒータ 加圧器逃げがし弁元弁(閉鎖機能)	○	-	-	
		3) 制御室外からの安全停止機能	中央制御室外原子炉停止装置 (安全停止に關連するもの)	○	-	-	

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

追而【地震津波側審査の反映】

(影響評価(層厚, 密度及び粒径)に関する事項については, 地震津波側審査結果を受けて反映のため)

## ディーゼル機関の故障要因について

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

材料が摩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「摩耗」「減肉」等があり，このうち「摩耗」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. 偶発的に発生する故障

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が「偶発故障」に該当する。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「摩耗」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



## 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、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、重大事故対処設備並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。

降下火砕物の降灰が想定される場合の対応について、上述した対応手順の基本的な流れを以下に示す。

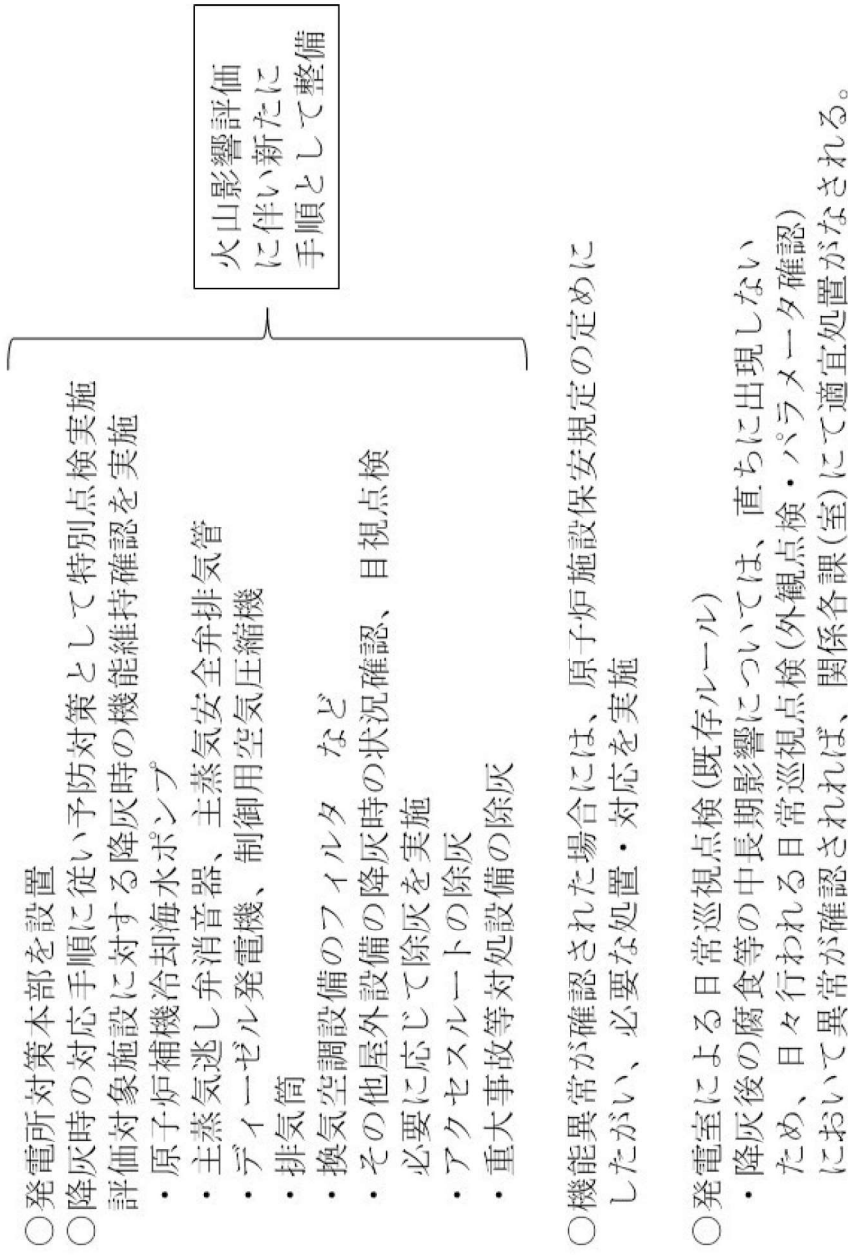


図 降下火砕物が降灰した際の基本的な手順の流れ

以上

負圧管理箇所への降下火砕物の侵入影響について

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放射線管理区域であり、放射線管理区域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、出入管理建屋から放射線管理区域内への入域には、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。



枠囲みの内容は商業機密の観点から公開できません

以上

## 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防護対象施設と影響因子の組合せ」において「腐食があっても、機能に有意な影響を受けにくい」とした設備については評価対象としていないが、その除外理由を以下に示す。

## 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には、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. 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、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は、開口部の近い位置に金網を設置しており、その背後に平型フィルタを配置している。外気取入口は火山灰が侵入しにくい構造であること、また火山灰による腐食の影響を受けたとしても金網部の構造物であり、その腐食により脱落が発生したとしても平型フィルタ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

## 腐食の長期的影響に対する保守管理について

屋外設備については、巡視点検による外観の点検を実施しており、腐食の長期的影響について適切に対応している。なお、以下に、巡視点検の周期を示す。

表 巡視点検

項目	実施内容	頻度
巡視点検	外観点検	1回/1日

降下火砕物による腐食が現れるまでの時間は、周囲の環境の影響等により一概には言えないが、「補足資料-8 降下火砕物の金属腐食研究について」に示すように、降下火砕物による腐食は自然環境に存在する降下火砕物よりも厳しい腐食条件においても表面厚さにして十数 $\mu\text{m}$ のオーダーの腐食であり、さらに実機においては塗装等により腐食を防止していることから、現状の巡視点検の頻度で発見し、必要に応じてタッチアップ等の対応が可能である。

以上

灰置場について

灰置場として、積み上げた降下火災物が崩れる等、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、除去した降下火災物が灰置場に現実的に集積可能かどうか概略試算を行った。

追而【地震津波側審査の反映】

(層厚、密度及び粒径)に関する事項については、地震津波側審査結果を受けて反映のため)

## アイスランド火山を用いる基本的考え方とセントヘレンズ火山による 影響評価について

泊3号機において、フィルタ閉塞の評価対象となる施設は、ディーゼル発電機吸気消音器のフィルタ、換気空調設備のフィルタ（外気取入口）が該当するが、ディーゼル発電機吸気消音器のフィルタについては、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、降下火砕物が内部に侵入しにくい構造となっている。また、換気空調設備については降灰が確認された場合には外気取入口のダンパを閉止する運用としており、フィルタへの降下火砕物の付着を抑制できる設計となっている。

この前提のもと、降下火砕物によるフィルタ閉塞に対する評価に当たっては、参考として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いて観測された大気中の降下火砕物濃度のピーク値、 $3,241 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を用いている。

これは、

- 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を確認したところ、上記のアイスランド南部のエイヤヒャトラ氷河で発生した大規模噴火における噴火口より約40km程度離れた地域での地表における大気中濃度を参照したものである。

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  $33,400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）について、当該濃度による影響評価を以下のとおり行った。各施設のフィルタが閉塞するまでの時間は、ディーゼル発電機吸気消音器のフィルタで約1.8時間、換気空調設備のフィルタで約3.4時間となる。フィルタ交換に要する時間については、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、要員3名で40分程度を見込んでいる。

なお、ディーゼル発電機吸気消音器は、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しているが、上記試算では、こうした点を考慮せず、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こと、さらに、換気空調設備のフィルタに関しては、フィルタを通過する降下火砕物は細かな微細粒子ではあるが、降下火砕物が建屋内へ侵入することを抑制するため、降灰が確認された時点で空調停止やダンパ閉止の運用により影響防止を図ることとしており、機能に影響を及ぼすことはないとする。

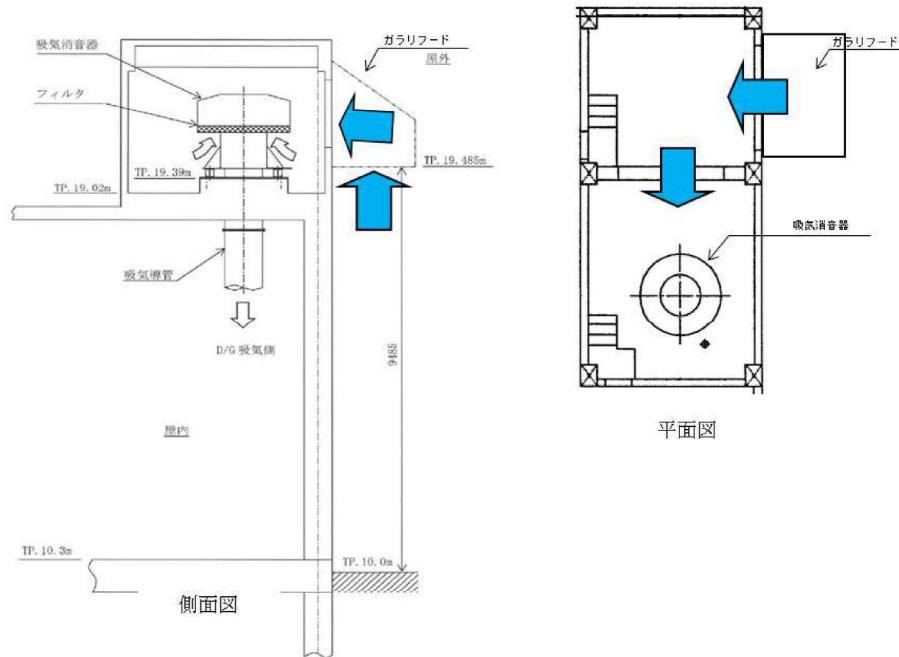


図1 泊発電所のディーゼル発電機吸気ガラリ

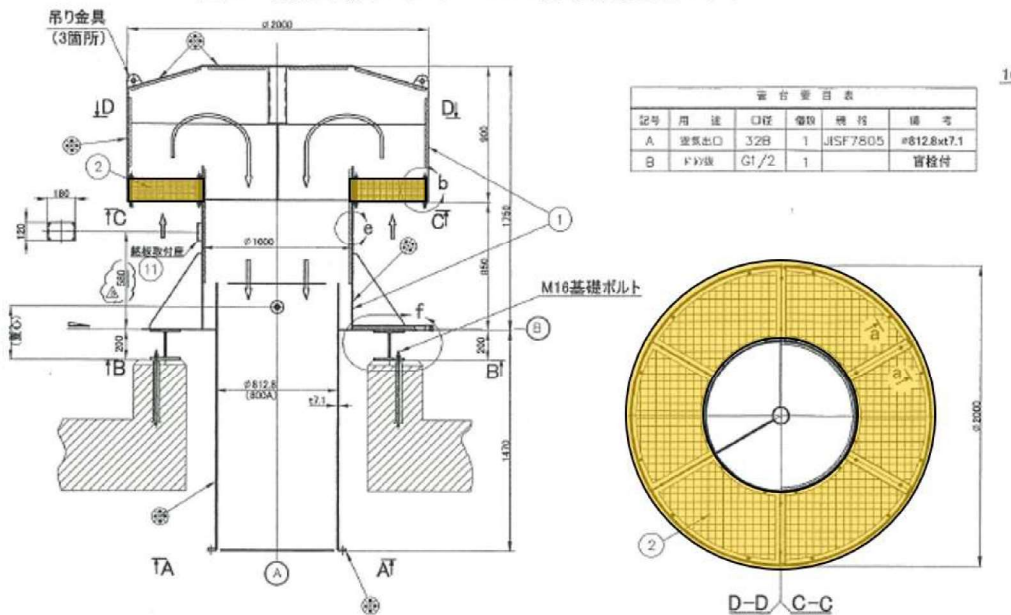


図2 泊発電所のディーゼル発電機の吸気消音器と吸気フィルタ

以上

## 泊発電所 3 号炉

運用，手順説明資料  
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。

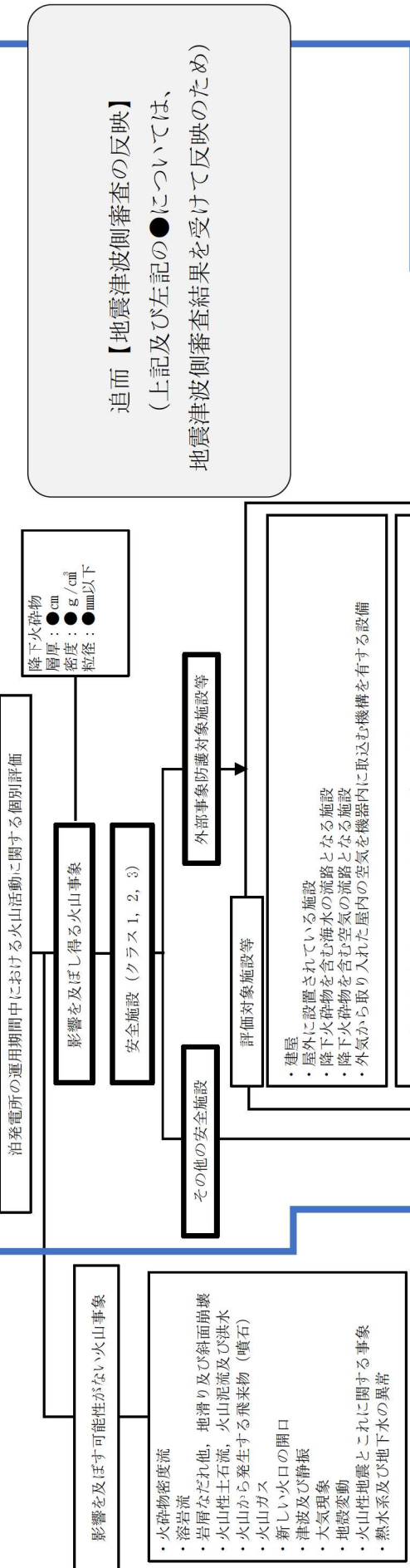
2 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがある想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならぬ。

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ぬ。

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なければならない。

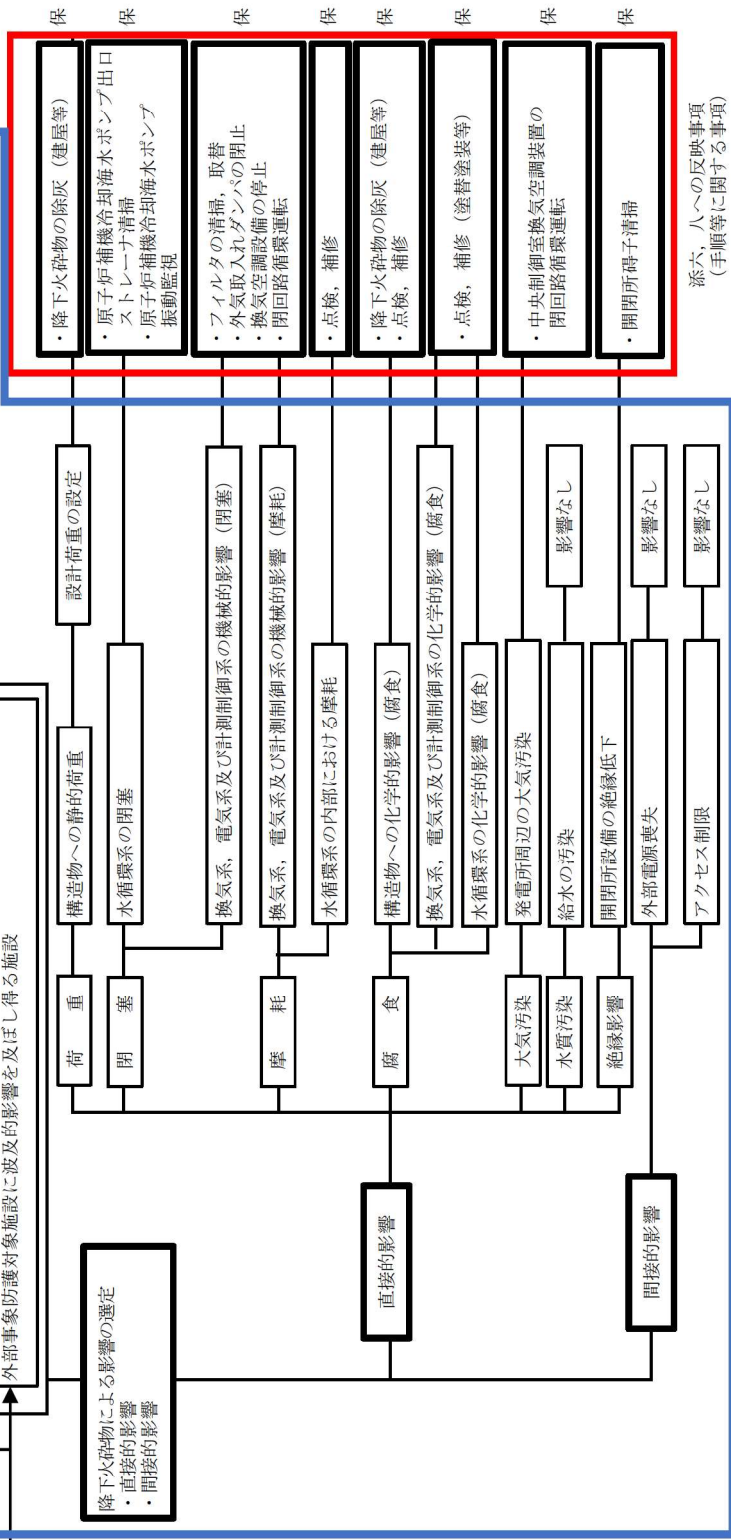
添六、八への反映事項  
（設計に関する事項）  
工・保



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、安全機能を損なわれない。

【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）  
【添付六、八への反映事項】  
■：添付六、八に反映  
□：該当条文中に該当しない  
（他条文中での反映事項）

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）



添六、八への反映事項  
（手順等に関する事項）





技術的能力に係る運用対策（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
<p>第6条 外部からの衝撃による損傷の防止</p>	<p>降下火砕物の除去作業及び除灰後における降下火砕物による静的荷重や腐食等の影響に対する保守管理</p>	<p>運用・手順  体制  保守・点検  教育・訓練</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>降灰が確認された場合には、建屋や屋外の設備等に長期間降下火砕物の荷重を掛け続けられないこと、また降下火砕物の付着による腐食等が生じる状況を緩和するため堆積した降下火砕物の除灰を実施する。</li> <li>降下火砕物による影響が見られた場合、必要に応じ補修を行う。</li> </ul> <p>(担当箇所による保守・点検の体制) (降灰時の体制)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>日常点検</li> <li>定期点検</li> <li>降灰時及び降灰後の巡視点検</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>運用・手順、保守・点検に関する教育</li> </ul>
	<p>外気取入ダンプの閉止，閉回路循環運転</p>	<p>運用・手順  体制  保守・点検  教育・訓練</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>降灰が確認された場合には、外気取入口に設置している平型フィルタ，状況に応じて外気取入ダンプの閉止，換気調系の停止又は閉回路循環運転を行い，建屋内への降下火砕物の侵入を防止する。</li> </ul> <p>(降灰時の体制)</p> <p>—</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>運用・手順に関する教育</li> </ul>

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	フィルタ取替・清掃作業 等	運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> <li>降灰が確認された場合には、換気空調設備の外気取入口のフィルタについて、フィルタ差圧を確認するとともに、状況に応じて清掃や取替を実施する。</li> <li>ディーゼル発電機運転時は、フィルタの巡視点検を行い、必要に応じて取替・清掃を行う。</li> </ul>
		体制	(降灰時の体制)
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>降灰時の巡視点検</li> </ul>
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> <li>運用・手順に関する教育</li> </ul>
	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"> <li>降灰時に、海水を通水する原子炉補機冷却海水ポンプ出口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。</li> </ul>
	体制	(降灰時の体制)	
	保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>ストレーナの日常点検</li> <li>降灰時の巡視点検</li> </ul>	
	教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> <li>運用・手順、保守・点検に関する教育</li> </ul>	
原子炉補機冷却海水ポンプ 振動計測	運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> <li>降灰時の原子炉補機冷却海水ポンプの振動を監視し、判定基準を目安に点検を行う。</li> </ul>	
	体制	(降灰時の体制)	
	保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>降灰時の原子炉補機冷却海水ポンプの振動監視</li> <li>振動監視装置の点検・校正</li> </ul>	
	教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> <li>運用・手順、保守・点検に関する教育</li> <li>状態監視技術に関する教育（資格）</li> </ul>	

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"> <li>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。</li> </ul>
		体制	(降灰時の体制)
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>日常保守点検</li> <li>定期点検</li> <li>降灰時の巡視点検</li> </ul>
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> <li>運用・手順、保守・点検に関する教育</li> </ul>
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"> <li>降灰が確認された場合に、設計基準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。</li> </ul>
		体制	(降灰時の体制)
		保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>降灰時の巡視点検、状況確認</li> </ul>
		教育・訓練	<ul style="list-style-type: none"> <li>運用・手順、保守・点検に関する教育</li> </ul>
		運用・手順	<ul style="list-style-type: none"> <li>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。</li> <li>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する。</li> </ul>
		体制	(降灰後の体制)
保守・点検	<ul style="list-style-type: none"> <li>巡視点検</li> <li>定期点検</li> </ul>		
教育・訓練		<ul style="list-style-type: none"> <li>運用・手順、保守・点検に関する教育</li> </ul>	