

## 気中降下火砕物対策に係る検討について

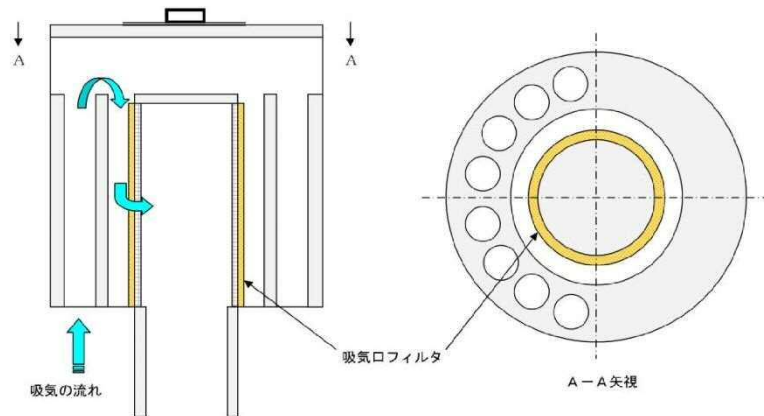
火山影響等発生時の体制整備等に係る措置に関する実用発電用原子炉の設置，運転等に関する規則（以下「実用炉規則」という。）の一部改正（平成29年12月14日）については，火山影響評価ガイドに記載の手法に基づき設定した気中降下火砕物濃度に対しては，設備対策に加え運用も加味した対応が合理的と判断していることから，保安規定認可までに対応を図る。現在の対応状況を第1表に示す。

第1表 実用炉規則の一部改正に関する対応状況

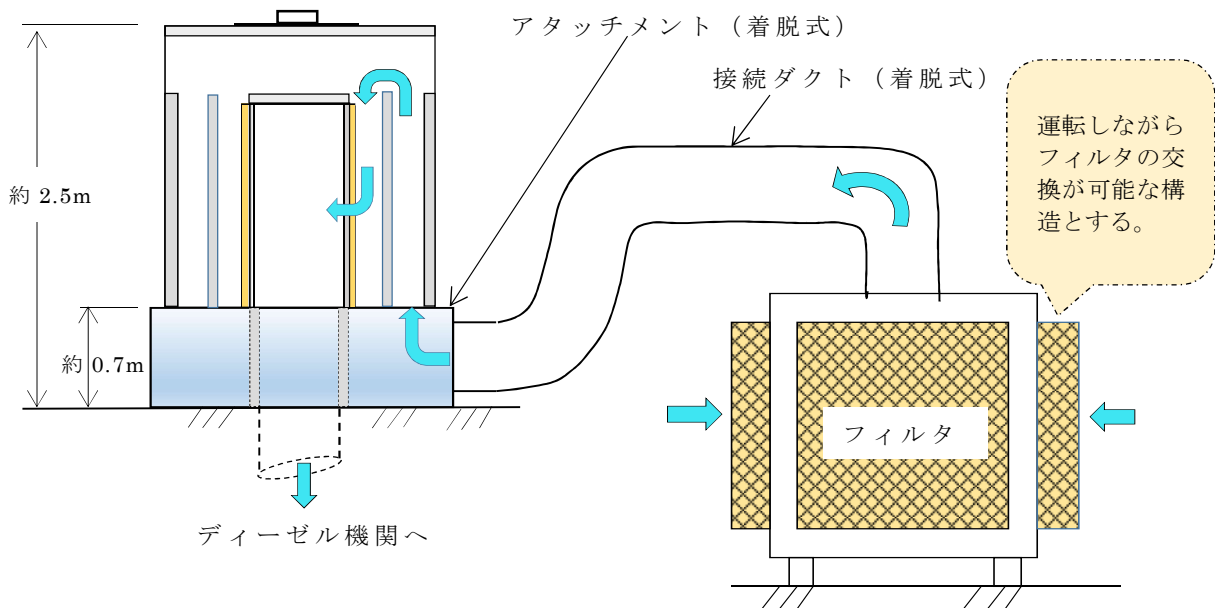
条項	規則	対応状況	
第84条の2 第5項	－	火山影響等発生時における発電用原子炉施設の保全のための活動を行うために必要な次に掲げる事項を定め，これを要員に守らせること	－
	イ	火山影響等発生時における非常用交流動力電源設備の機能を維持するための対策に関すること	設定した気中降下火砕物濃度の環境下において，非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）が機能維持できるように，各ディーゼル発電機の吸気フィルタに運転継続しながら取替可能となる着脱式のフィルタを設置する方針。
	ロ	イに掲げるもののほか，火山影響等発生時における代替電源設備その他の炉心を冷却するために必要な設備の機能を維持するための対策に関すること	除灰等の運用によって，必要な代替電源設備の機能維持を図る方針。
	ハ	ロに掲げるもののほか，火山影響等発生時に交流動力電源が喪失した場合における炉心の著しい損傷を防止するための対策に関すること	交流電源を必要としない原子炉隔離時冷却系ポンプ等を用いて，炉心冷却手段を確保する方針。

「実用炉規則第 84 条の 2 第 5 項イ」の対応としての着脱式フィルタについては、気中降下火砕物濃度を  $3.5(g/m^3)$  と定めた上で、第 1 図のような構造のフィルタの検討を進めている。

今後、上述の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（高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。）の機能を維持するために最適な構造を検討し、保安規定認可までに対応を図る。



非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。）吸気フィルタ（既設）



非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレィ系ディーゼル発電機を含む。）吸気フィルタ（既設）へ着脱式フィルタを取付け

第 1 図 着脱式改良型フィルタ案

## 気中降下火砕物濃度の算定について

## 1. 気中降下火砕物濃度の推定手法

ガイドにおいては、以下の2つの手法のうちいずれかにより気中降下火砕物濃度を推定することが求められている。

- a. 降灰継続時間を仮定して降灰量から気中降下火砕物濃度を推定する手法
- b. 数値シミュレーションにより気中降下火砕物濃度を推定する手法

これらの手法のうち、設置許可段階での降灰量（層厚）の数値シミュレーション（Tephra2）との連続性の観点から、「a. 降灰継続時間を仮定して降灰量から気中降下火砕物濃度を推定する手法」により気中降下火砕物濃度を推定する。

「a. 降灰継続時間を仮定して降灰量から気中降下火砕物濃度を推定する手法」については、粒形の大小に関わらず同時に降灰が発生すると仮定していること、粒子の凝集を考慮しないことから、保守的な手法となっている。また、気中降下火砕物濃度の算出に用いている降下火砕物（赤城鹿沼テフラ）の層厚 50 cm は、文献調査及び地質調査の結果では敷地付近において 20 cm 程度であるものの、敷地周辺に 40 cm 程度の降灰が認められること、補助的に実施したシミュレーション（Tephra2）の計算結果が 49 cm であること等を踏まえて保守的に評価した値であり、これを前提として算出する「a. 降灰継続時間を仮定して降灰量から気中降下火砕物濃度を推定する手法」による気中降下火砕物濃度は保守的である。

なお、「b. 数値シミュレーションにより気中降下火砕物濃度を推定

する手法」については、数値シミュレーション（3次元の大気拡散シミュレーション）で使用するパラメータ設定に必要な、想定する火山噴火（約4.4万年前に発生した赤城鹿沼テフラ噴火）における観測値に係る情報がないため、パラメータを設定することは困難であり、算出結果の科学的合理性を評価することが困難である。

## 2. 気中降下火砕物濃度の算出方法

ガイドに基づく気中降下火砕物濃度の算出方法を以下に示す。

① 粒径  $i$  の降灰量  $W_i = p_i W_T$

（ $p_i$ ：粒径  $i$  の割合・ $W_T$ ：総降灰量）

② 粒径  $i$  の堆積速度  $v_i = W_i / t = p_i W_T / t$

（ $t$ ：降灰継続時間）

③ 粒径  $i$  の気中濃度  $C_i = v_i / r_i = p_i W_T / (r_i t)$

（ $r_i$ ：粒径  $i$  の降下火砕物の終端速度）

④ 気中降下火砕物濃度  $C_T = \sum_i C_i = \sum_i (p_i W_T / r_i t)$

## 3. 入力条件及び計算結果

気中降下火砕物濃度の算出条件を表1に、結果を表2に示す。

表2の計算結果より、東海第二発電所における気中降下火砕物濃度を  $3.5\text{g}/\text{m}^3$  とする。

表1 濃度算出条件

入力条件／計算結果	値	備考
設計層厚	50cm	
総降灰量 $W_T$	$4.0 \times 10^5 \text{ g/m}^2$	設計層厚×降下火砕物密度 ( $0.8 \text{ g/cm}^3$ )
降灰継続時間 $t$	24h	Carey and Sigurdsson(1989)参考
粒径 $i$ の割合 $p_i$	表2参照	Tephra2による粒径分布の計算値
粒径 $i$ の降灰量 $W_i$		前ページの式①
粒径 $i$ の堆積速度 $v_i$		前ページの式②
粒径 $i$ の終端速度 $r_i$		Suzuki(1983)参考
粒径 $i$ の気中濃度 $C_i$		前ページの式③

表2 濃度算出結果

気中降下火砕物濃度  $C_T$  は、下表のとおり  $3.5 \text{ g/m}^3$  となる。

粒径 $\phi$ ( $\mu\text{m}$ )	~-1	-1~0 (1414)	0~1 (707)	1~2 (354)	2~3 (177)	3~4 (88)	4~	合計
割合 $p_i$ (wt%)	(≒0)	1.9	69	22	6.2	0.43	(≒0)	100※
降灰量 $W_i$ ( $\text{g/m}^2$ )	—	$7.60 \times 10^3$	$2.76 \times 10^5$	$8.80 \times 10^4$	$2.48 \times 10^4$	$1.72 \times 10^3$	—	$4.0 \times 10^5$ ※ (= $W_T$ )
堆積速度 $v_i$ ( $\text{g/s} \cdot \text{m}^2$ )	—	0.088	3.2	1.02	0.29	0.020	—	—
終端速度 $r_i$ ( $\text{m/s}$ )	—	2.5	1.8	1.0	0.5	0.35	—	—
気中濃度 $C_i$ ( $\text{g/m}^3$ )	—	0.04	1.78	1.02	0.58	0.06	—	<b>3.5 (= <math>C_T</math>)</b>

※：端数処理の都合上、左欄の合計と一致しないことがある。

## 実用炉規則第 84 条の 2 第 5 項に関する対応スケジュール

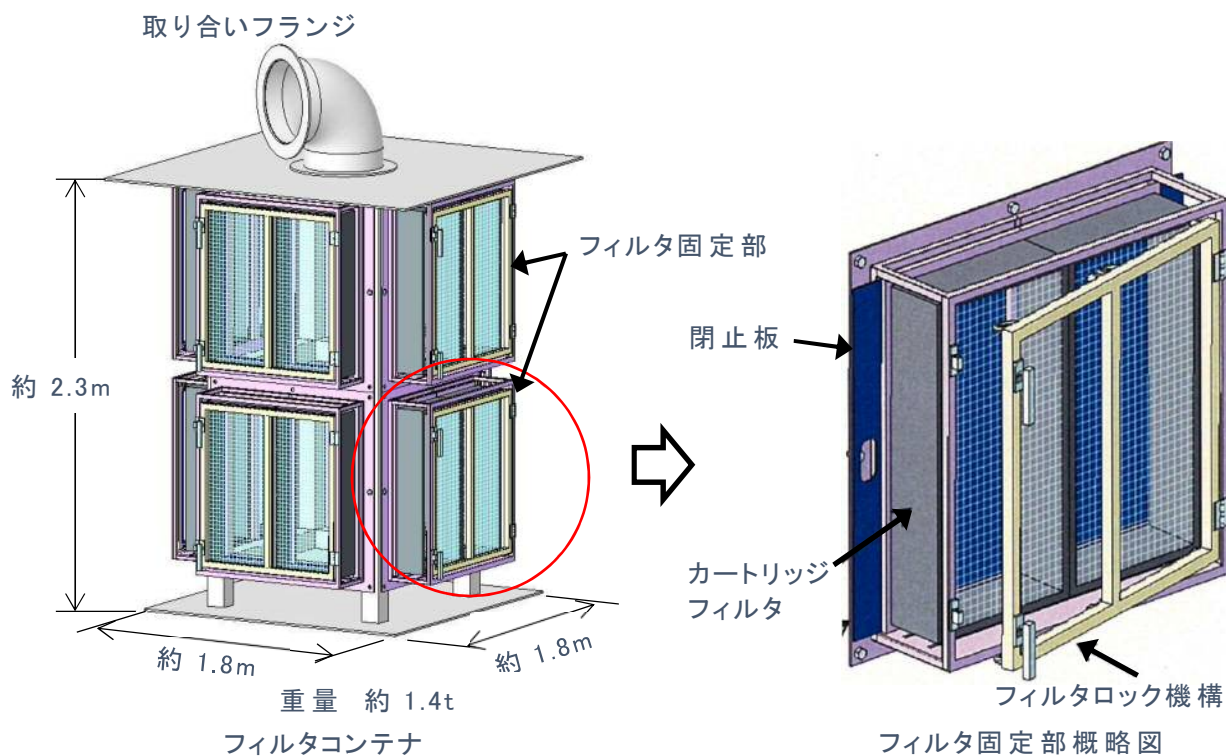
### 第 84 条の 2 第 5 項

火山影響等発生時における発電用原子炉施設の保全のための活動を行うために必要な次に掲げる事項を定め、これを要員に守らせること。

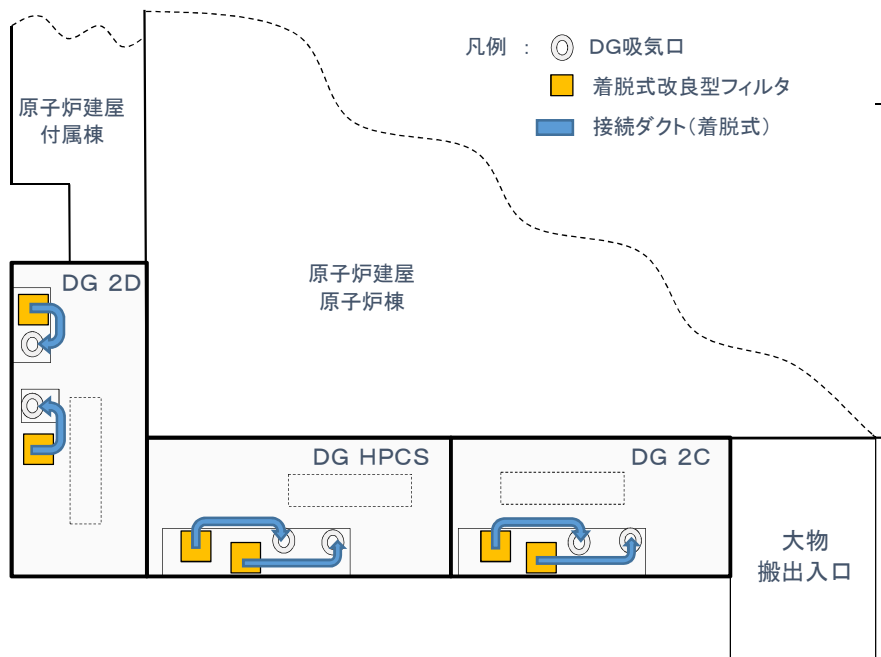
	規則	対応状況	スケジュール
イ	火山影響等発生時における非常用交流動力電源設備の機能を維持するための対策に関すること	気中降下火砕物濃度の環境下において、非常用ディーゼル発電機（高圧炉心スプレイ系ディーゼル発電機を含む。）が機能維持できるように、各ディーゼル発電機の吸気フィルタに運転継続しながら取替可能となる着脱式のフィルタを設置する方針。	～H30.6 着脱式フィルタの配置，仕様
ロ	イに掲げるもののほか，火山影響等発生時における代替電源設備その他の炉心を冷却するために必要な設備の機能を維持するための対策に関すること	除灰等の運用によって，必要な代替電源設備の機能維持を図る方針。	～H30.10 ・イ項及びハ項の手段以外の，火山事象中の S B O 対応手段※に対する，運用性確認及び追加対策  ※：ディーゼル駆動消火ポンプ若しくは常設高圧代替注水系ポンプを想定
ハ	ロに掲げるもののほか，火山影響等発生時に交流動力電源が喪失した場合における炉心の著しい損傷を防止するための対策に関すること	交流電源を必要としない原子炉隔離時冷却系ポンプ等を用いて，炉心冷却手段を確保する方針。	～H30.10 原子炉隔離時冷却系ポンプを用いた現有の S B O 対応シナリオに対する，降灰時特有の追加考慮事項の抽出と対応策

## 着脱式改良型フィルタの概要

### 1. 着脱式改良型フィルタ概略構造図



### 2. 現場配置図



### 3. フィルタ取替手順

操作手順 No.	作業内容	フィルタ固定部 概略図	
		上面図	鳥瞰図
①	カートリッジフィルタをフィルタコンテナへ挿入 (降下火砕物降下前の待機状態)		
降下火砕物降下開始 → フィルタ圧損上昇			
②	閉止板を挿入し、カートリッジフィルタを交換する箇所から降下火砕物が侵入しないように開口を隔離		
③	フィルタロック機構を開放して、カートリッジフィルタを取り外し		

操作手順 No.	作業内容	フィルタ固定部 概略図	
		上面図	鳥瞰図
④	清掃後のカートリッジフィルタを挿入		
⑤	フィルタ固定機構を操作し、カートリッジフィルタを固定		
⑥	閉止板を取外して、フィルタを有効にする		
フィルター圧損上昇 → 手順No.1に戻る			

### 4. 仕様 (非常用ディーゼル発電機 1 台当り)

- ・ フィルタコンテナ台数：2 台
- ・ カートリッジフィルタ個数：16 個 (フィルタコンテナ 1 台当たり)
- ・ カートリッジフィルタ外形寸法：800mm×400mm×150mm (有効面積：0.27m<sup>2</sup>以上)
- ・ 降下火砕物捕集容量：40,000g/m<sup>2</sup>

なお、フィルタ面積には、上記閉止板 1 枚分の余裕を考慮し、運転中の取替においても、給気流量の不足が生じない設計とする。