

改正 平成29年11月29日 原規技発第17112910号 原子力規制委員会決定

原子力発電所の火山影響評価ガイドの一部を次のように改正する。

平成29年11月29日

原子力規制委員会

原子力発電所の火山影響評価ガイドの一部改正について

原子力発電所の火山影響評価ガイドの一部を別添新旧対照表のように改正する。

附 則

この規程は、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の一部を改正する規則の施行の日（平成29年12月14日）から施行する。



改正後	改正前
<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・降雪などの自然現象は、火山灰等<u>の</u>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) (略)</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<u>降灰量</u>、堆積速度、堆積期間及び火山灰等の特性などの設定、並びに降雨等の同時期に想定される気象条件が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<u>附属設備</u>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、18）</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</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・降雪などの自然現象は、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) (略)</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<u>堆積物量</u>、堆積速度、堆積期間及び火山灰等の特性などの設定、並びに降雨等の同時期に想定される気象条件が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<u>付属設備</u>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、<u>17</u>、18）</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</p>

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。(解説-17)
- 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。

(b) (略)

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、次の方法により降灰量を設定する。

- ✓ 類似する火山の降下火砕物堆積物の情報を基に求める。
- ✓ 対象となる火山の総噴出量、噴煙柱高度、全粒径分布、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、及び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。

解説-17. 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「気中降下火砕物濃度の

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。

(b) (略)

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。

- ✓ 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。

解説-17. 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。

推定手法について」を参照して推定した気中降下火砕物濃度を用いる。堆積速度、堆積期間及び気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。

解説-18. (略)

添付 1

### 気中降下火砕物濃度の推定手法について

#### 1. はじめに

気中降下火砕物の濃度評価及び発電用原子炉施設の機器等への降下火砕物の影響評価に関する考え方や留意点を検討し、取りまとめることを目的とした、「降下火砕物の影響評価に関する検討チーム」が、平成29年2月15日の第61回原子力規制委員会において設置された。

本検討チームでは、原子力発電所における降下火砕物の濃度評価の考え方や機器への影響評価に関する検討が行われた。火山事象による降下火砕物の影響が発生した場合における原子炉施設の保全のための活動体制の整備、必要な措置を講じる際の降下火砕物濃度の推定について報告書を取りまとめ、平成29年7月19日の第25回原子力規制委員会において報告を行った。

報告の中で、降下火砕物濃度の推定に必要な実測値（観測値）や理論的モデルは大きな不確実さを含んでおり、基準地震動や基準津波のようにハザード・レベルを設定することは困難であることが示された。（注釈-1）

そこで、総合的判断に基づき気中降下火砕物濃度を推定する手法を本文に示す。本手法により推定された気中降下火砕物濃度は、設計及び運用等による安全施設の機能維持が可能かどうかを評価するための基準として用いる。

解説-18. (略)

(新設)

【注釈-1】ハザード・レベルとは、自然現象の影響を考慮する際に想定する水準である。設定に当たっては、既往最大の実測値（観測値）や検証された理論的モデル評価などを用いる。

## 2. 用語の定義

### (1) 気中降下火砕物濃度

運用期間中に想定される火山事象により原子力発電所敷地に降下する気中降下火砕物の単位体積当たりの質量で、粒径ごとの気中濃度の総和。

### (2) 総降灰量（堆積量）

運用期間中に想定される火山事象により原子力発電所敷地において降灰（堆積）する単位面積当たりの降下火砕物の総質量で、粒径ごとの降灰量の総和。本評価ガイドにおいては、礫、岩塊サイズのものを含めて降灰量と呼ぶこととする。

### (3) 粒径分布

運用期間中に想定される火山事象により原子力発電所敷地において降灰（堆積）する降下火砕物の粒径の度数分布。

### (4) 終端速度

降下時に重力によって加速度運動する火砕物が、空気抵抗など速度に依存する抗力を受けて最終的に一定となった速度。

### (5) 降灰継続時間

運用期間中に想定される火山事象により原子力発電所敷地において降灰が継続する時間。降下火砕物の堆積期間に相当する。

### (6) 堆積速度

原子力発電所敷地において降下火砕物が堆積（降灰）する速度。単位

面積、単位時間当たりの降灰量となる。

(7) 総噴出量

一回の噴火により噴出する火砕物の総質量。

(8) 噴煙柱高度

噴煙の頂点が到達する高度。

(9) 噴出率

一回の噴火において単位時間当たりに噴出する火砕物の質量。

(10) 全粒径分布

一回の噴火により噴出する全火砕物の粒径の度数分布。

3. 気中降下火砕物濃度の推定手法

原子力発電所において想定される気中降下火砕物濃度は、以下に記す 3.1 又は 3.2 の手法により推定する。

3.1 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

3.2 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

なお、3.1 の推定手法では、降下火砕物の粒径の大小に関わらず同時に降灰が起こると仮定していること、粒子の凝集を考慮しないこと等から、3.2 の推定手法では、原子力発電所への影響が大きい観測値に基づく気象条件を設定していること等から、いずれの推定値も実際の降灰現象と比較して保守的な値となっている。このため、3.1 又は 3.2 のいずれかの手法により気中降下火砕物濃度を推定する。

3.1 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

本手法においては、原子力発電所の敷地において運用期間中に想定される降下火砕物がある期間（降灰継続時間）に堆積したと仮定して、降下火砕物の粒径の割合から求まる粒径ごとの堆積速度と粒径ごとの終端速度から算出される粒径ごとの気中濃度の総和を、気中降下火砕物濃度として求める。（注釈-2, 3）

### <計算方法>

想定される降下火砕物の総降灰量 ( $W_T: g \cdot m^{-2}$ )と、堆積する降下火砕物のうち粒径 $i$ の割合 $p_i$ を用い、粒径 $i$ の降灰量 ( $W_i: g \cdot m^{-2}$ )は

$$W_i = p_i W_T$$

降灰継続時間( $t: s$ )を用い、粒径 $i$ の堆積速度 ( $v_i: g \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$ )は

$$v_i = \frac{W_i}{t}$$

粒径 $i$ の降下火砕物の終端速度( $r_i: m \cdot s^{-1}$ )を用い、粒径 $i$ の気中濃度 ( $C_i: g \cdot m^{-3}$ )は

$$C_i = \frac{v_i}{r_i}$$

気中降下火砕物濃度( $C_T: g \cdot m^{-3}$ )は

$$C_T = \sum_i C_i$$

なお、降下火砕物の終端速度は火砕物の粒径に依存し、その終端速度は実

験的に求められている値を参考とする。また、降灰継続時間については、同程度の噴火規模での噴火継続時間を参照して設定する。この際、評価対象火山から原子力発電所敷地に向かう一定風を仮定するケースでは、噴火継続時間 $\equiv$ 降灰継続時間（降灰量に支配的な主要な降灰）とみなすことが可能である。ただし、原子力発電所敷地での降灰継続時間を合理的に説明できない場合は、降灰継続時間を24時間とする。（注釈-4）

【注釈-2】 粒径分布は、実測値を用いることを基本とするが、実測値の使用が困難な場合は、類似火山噴火の降下火砕物のデータを参考に粒径分布を設定する。また、想定される降灰量を数値シミュレーションにより求めた場合は、降灰量と同時に算出される粒径分布を使用する。

【注釈-3】 粒径ごとの終端速度は既存の文献を参考とするが、最新の知見についても適宜参照する。

【注釈-4】 過去のプリニー式噴火における噴火パラメータを取りまとめた文献（Carey and Sigurdsson, 1989）を参考に、VEI 5～6の規模の噴火継続時間は約24時間とした。

### 3.2 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

本手法においては、3次元の大気拡散シミュレーションにより設定座標点で粒径ごとに気中濃度の時間変化を算出し、得られた最大濃度を気中降下火砕物濃度とする。

シミュレーションで使用するパラメータは、想定する火山噴火の観測値や実測値、類似火山の噴火パラメータ等に基づいて設定するとともに、その設定根拠を明らかにする。（注釈-5）

#### (a) 総噴出量

- (b) 噴煙柱高度
- (c) 噴出率
- (d) 噴火継続時間
- (e) 全粒径分布

気象データの設定は、高層気象観測を実施している評価対象火山又は原子力発電所敷地に近い観測地におけるデータを基に、1年で最も原子力発電所敷地に対して影響のある月を抽出し、一定風を設定する。

【注釈-5】上記(a)～(e)のパラメータを設定する際には、その不確かさを考慮して文献等に基づくデータを基にパラメータサーベイを行う。