

【公開版】

| | | |
|----------|-----------|-----|
| 提出年月日 | 令和2年7月13日 | R10 |
| 日本原燃株式会社 | | |

六ヶ所廃棄物管理施設における
新規制基準に対する適合性

安全審査 整理資料

第8条 外部からの衝撃による損傷の防止（火山）

目 次

1 章 基準適合性

1. 基本方針

- 1.1 要求事項の整理
- 1.2 要求事項に対する適合性
- 1.3 規則への適合性

2. 火山影響評価の基本方針

- 2.1 概要
- 2.2 火山影響評価の流れ

3. 立地評価

- 3.1 廃棄物管理施設に影響を及ぼし得る火山の抽出
- 3.2 抽出された火山の火山活動に関する個別評価
- 3.3 影響を及ぼし得る火山事象

4. 火山事象に関する設計方針

5. 設計対処施設の選定

6. 設計条件

- 6.1 降下火砕物の設計条件及び特徴
- 6.2 降下火砕物で考慮する影響

7. 設計対処施設に影響を与える可能性のある影響因子

- 7.1 直接的影響因子
- 7.2 間接的影響因子

8. 設計対処施設の設計方針

- 8.1 直接的影響に対する設計方針

9. 火山影響等発生時における廃棄物管理施設の保全のための活動を行う体制の整備の方針

10. 実施する主な手順
11. 火山の状態に応じた対処方針

2章 補足説明資料

1章 基準適合性

1. 基本方針

1.1 要求事項の整理

外部からの衝撃による損傷の防止について、「廃棄物管理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成25年12月6日原子力規制委員会規則第三十一号）」（以下「事業許可基準規則」という。）第八条と再処理施設安全審査指針の比較並びに当該指針を踏まえたこれまでの許認可実績により、「事業許可基準規則」第八条において追加された要求事項を整理する。（第1-1表）

第1-1表 事業許可基準規則第八条と再処理施設安全審査指針 比較表 (1/3)

| 事業許可基準規則 第八条 (外部からの衝撃による損傷の防止) | 再処理施設安全審査指針 | 備考 |
|---|--|---------------|
| <p>1 廃棄物管理施設は、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性を損なわないものでなければならない。</p> <p>(解釈)</p> <p>1 第1項に規定する「想定される自然現象」とは、廃棄物管理施設の敷地及びその周辺の自然環境を基に、最新の科学的知見に基づき、洪水、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災等から適用されるものをいう。なお、必要のある場合には、異種の自然現象の重畳を考慮すること。</p> <p>2 第1項に規定する「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性を損なわないもの」とは、設計上の考慮を要する自然現象又はその組合せに遭遇した場合において、自然事象そのものがもたらす環境条件及びその結果として廃棄物管理施設で生じ得る環境条件において、その設備が有する安全機能が達成されることをいう。</p> | <p>指針1. 基本的立地条件 事故の誘因を排除し、災害の拡大を防止する観点から、再処理施設の立地地点及びその周辺における以下の事象を検討し、安全確保上支障がないことを確認すること。</p> <p>1. 自然環境 (1)地震、津波、地すべり、陥没、台風、高潮、洪水、異常寒波、豪雪等の自然現象 (2)地盤、地耐力、断層等の地質及び地形等 (3)風向、風速、降雨量等の気象 (4)河川、地下水等の水象及び水理</p> <p>(解説)</p> <p>1 自然環境及び社会環境について、申請者が行った文献調査及び現地調査の結果を、建物・構築物の配置を含む設計の妥当性の判断及び各種の評価に用いることが適切であることを確認するほか、必要に応じ現地調査等を行い、申請者の行った各種の調査結果の確認を行うものとする。</p> | <p>追加要求事項</p> |

第1-1表 事業許可基準規則第八条と再処理施設安全審査指針 比較表 (2/3)

| 事業許可基準規則 第八条 (外部からの衝撃による損傷の防止) | 再処理施設安全審査指針 | 備考 |
|-----------------------------------|---|---------------|
| | <p>指針14 地震以外の自然現象に対する考慮</p> <p>1 再処理施設における安全上重要な施設は、再処理施設の立地地点及びその周辺における自然環境をもとに津波、地すべり、陥没、台風、高潮、洪水、異常寒波、豪雪等のうち予想されるものを設計基礎とすること。</p> <p>2 これらの設計基礎となる事象は、過去の記録の信頼性を十分考慮のうえ、少なくともこれを下回らない苛酷なものであって、妥当とみなされるものを選定すること。</p> <p>3 過去の記録、現地調査の結果等を参考にして必要のある場合には、異種の自然現象を重畳して設計基礎とすること。</p> | <p>前記のとおり</p> |

第1-1表 事業許可基準規則第八条と再処理施設安全審査指針 比較表 (3/3)

| 事業許可基準規則 第八条 (外部からの衝撃による損傷の防止) | 再処理施設安全審査指針 | 備考 |
|--|---|---------------|
| <p>2 廃棄物管理施設は、事業所又はその周辺において想定される当該廃棄物管理施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全性を損なわないものでなければならない。</p> <p>(解釈)</p> <p>3 第2項に規定する「想定される当該廃棄物管理施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）」とは、敷地及び敷地周辺の状況を基に選択されるものであり、飛来物（航空機落下等）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突又は電磁的障害等をいう。なお、「航空機落下」については、「実用発電用原子炉施設への航空機落下確率の評価基準について」（平成14・07・29原院第4号（平成14年7月30日原子力安全・保安院制定））等を参考にし、防護設計の要否について確認すること。近隣工場における事故については、事故の種類と施設までの距離との関連においてその影響を評価した上で、必要な場合、廃棄物管理施設の安全性を確保する上で必要な施設が適切に保護されていることを確認すること。</p> | <p>指針1 基本的立地条件 事故の誘因を排除し、災害の拡大を防止する観点から、再処理施設の立地地点及びその周辺における以下の事象を検討し、安全確保上支障がないことを確認すること。</p> <p>2 社会環境 (1) 近接工場における火災、爆発等 (2) 航空機事故等による飛来物等 (3) 水の利用状況、飲食物の生産・流通状況、人口分布状況等</p> <p>(解説)</p> <p>2 社会環境に関する事象として注目すべき点は、近接工場における事故及び航空機に係る事故である。 近接工場における事故については、事故の種類と施設までの離隔距離との関連においてその影響を評価した上で、必要な場合、安全上重要な施設が適切に保護されていることを確認すること。 航空機に係る事故については、航空機に係る施設の事故防止対策として、航空機の施設上空の飛行制限等を勘案の上、その発生の可能性について評価した上で、必要な場合は、安全上重要な施設のうち特に重要と判断される施設が、適切に保護されていることを確認すること。</p> | <p>追加要求事項</p> |

1.2 要求事項に対する適合性

(1) 外部からの衝撃による損傷の防止

廃棄物管理施設は、敷地内又はその周辺の自然環境を基に想定される洪水、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、落雷、地滑り、火山の影響、生物学的事象、森林火災等の自然現象（地震及び津波を除く。）又は地震及び津波を含む組合せに遭遇した場合において、自然現象そのものをもたらす環境条件及びその結果として当該施設で生じ得る環境条件においても、安全性を損なわない設計とする。

なお、敷地内又はその周辺で想定される自然現象のうち、洪水及び地滑り並びに津波については、立地的要因により設計上考慮する必要はない。

また、廃棄物管理施設は、敷地内又はその周辺の状況を基に想定される飛来物（航空機落下等）、ダムの崩壊、爆発、近隣工場等の火災、有毒ガス、船舶の衝突、電磁的障害等のうち廃棄物管理施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）（以下「人為事象」という。）に対して安全性を損なわない設計とする。

なお、敷地内又はその周辺において想定される人為事象のうち、ダムの崩壊、船舶の衝突については、立地的要因により設計上考慮する必要はない。

自然現象及び人為事象の組合せについては、地震、風（台風）、竜巻、凍結、降水、積雪、火山の影響、生物学的事象、森林火災等を考慮する。これらの事象が単独で発生した場合の影響と比較して、複数の事象が重畳することで影響が増長される組合せを特定し、その組合せの影響に対しても安全性を損なわない設計とする。

(2) 火山の影響

安全機能を有する施設は、廃棄物管理施設の運用期間中において廃棄物管理施設の安全機能に影響を及ぼし得る火山事象として設定した層厚 55 cm, 密度 $1.3 \text{ g} / \text{cm}^3$ (湿潤状態) の降下火砕物に対し, 以下のような設計とすることにより降下火砕物による直接的影響に対して安全機能を損なわない設計とすること, 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修理を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより, その安全機能を損なわない設計とする。

- ・ 構造物への静的負荷に対して安全余裕を有する設計とすること
- ・ 構造物への粒子の衝突に対して影響を受けない設計とすること
- ・ 換気系に対する機械的影響 (閉塞) に対して降下火砕物が侵入し難い設計とすること
- ・ 構造物及び換気系に対する化学的影響 (腐食) に対して短期での腐食が発生しない設計とすること
- ・ 敷地周辺の大気汚染に対して施設の監視が適時実施できるように, 資材を確保し手順を整備すること
- ・ 降下火砕物による静的負荷や腐食等の影響に対して降下火砕物の除去の実施により安全機能を損なわない設計とすること

1.3 規則への適合性

(外部からの衝撃による損傷の防止)

第八条 廃棄物管理施設は、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性を損なわないものでなければならない。

2 廃棄物管理施設は、事業所又はその周辺において想定される当該廃棄物管理施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全性を損なわないものでなければならない。

<適合のための設計方針>

第1項について

廃棄物管理施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。）に対して廃棄物管理施設の安全性を損なわない設計とする。

(1) 火山の影響

安全機能を有する施設は、火山の影響が発生した場合において安全機能を損なわない設計とする。

安全上重要な施設は、廃棄物管理施設の運用期間中において廃棄物管理施設の安全機能に影響を及ぼし得る火山事象として設定した層厚 55 c m, 密度 $1.3 \text{ g} / \text{c m}^3$ (湿潤状態) の降下火砕物に対し、以下のような設計とすることにより安全機能を損なわない設計とする。

- ・ 構造物への静的負荷に対して安全余裕を有する設計とすること
- ・ 構造物への粒子の衝突に対して影響を受けない設計とすること
- ・ 換気系に対する機械的影響（閉塞）に対して降下火砕物が侵入し難い

設計とすること

- ・ 構造物及び換気系に対する化学的影響（腐食）に対して短期での腐食が発生しない設計とすること
- ・ 敷地周辺の大気汚染に対して施設の監視が適時実施できるように，資材を確保し手順を整備すること
- ・ 降下火砕物による静的負荷や腐食等の影響に対して降下火砕物の除去の実施により安全機能を損なわない設計とすること

その他の安全機能を有する施設については，降下火砕物に対して安全機能を損なわない設計と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修理を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより，安全機能を損なわない設計とする。

2. 火山影響評価の基本方針

2.1 概要

原子力規制委員会の定める「事業許可基準規則」第八条において、外部からの衝撃による損傷防止として、廃棄物管理施設は、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性を損なわないものでなければならないとしており、敷地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。

火山の影響により廃棄物管理施設の安全性を損なうことのない設計であることを評価するため、火山影響評価を行い、廃棄物管理施設の安全機能を損なわないことを評価する。

2.2 火山影響評価の流れ

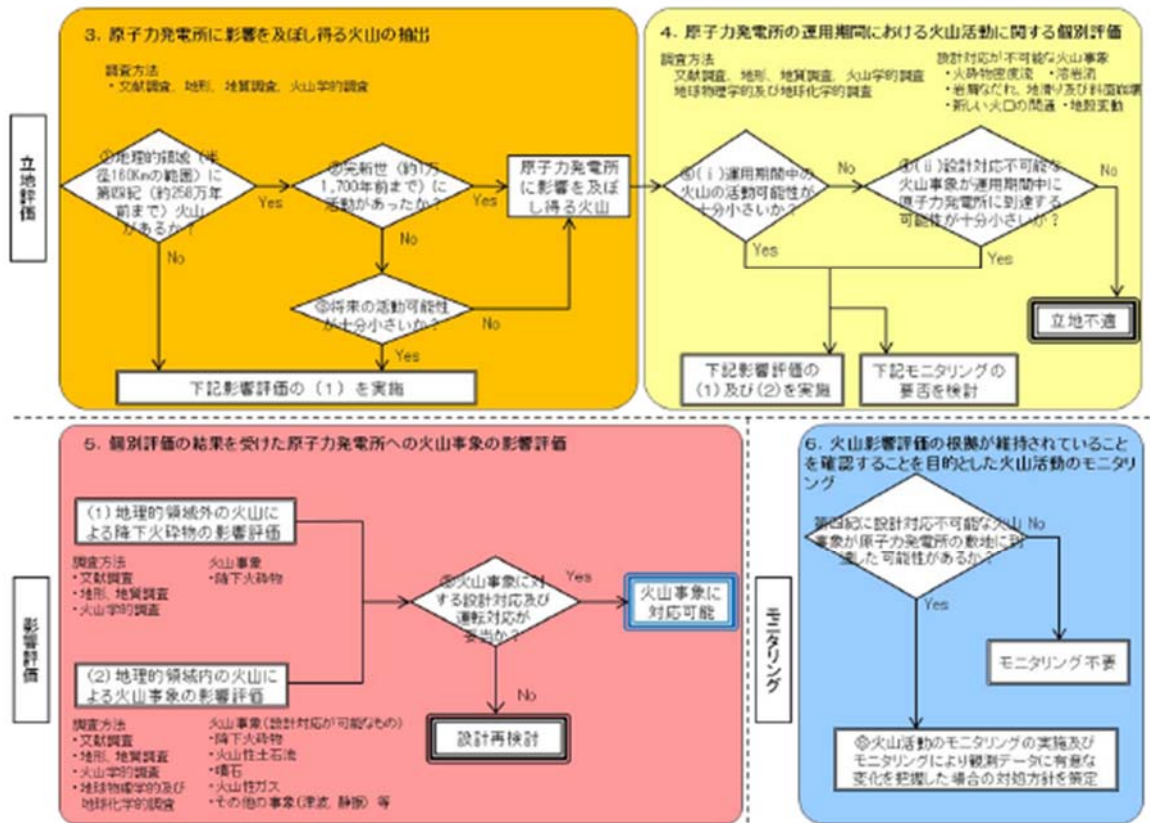
火山影響評価は、「原子力発電所の火山影響評価ガイド」（平成25年6月19日 原規技発第13061910号 原子力規制委員会決定）（以下「火山影響評価ガイド」という。）を参考に、第2-1図の火山影響評価の基本フローに従い立地評価と影響評価の2段階で行う。

立地評価では、廃棄物管理施設に影響を及ぼし得る火山の抽出を行い、その火山の火山活動に関する個別評価を行う。具体的には設計対応不可能な火山事象が廃棄物管理施設の運用期間中に影響を及ぼす可能性の評価を行う。

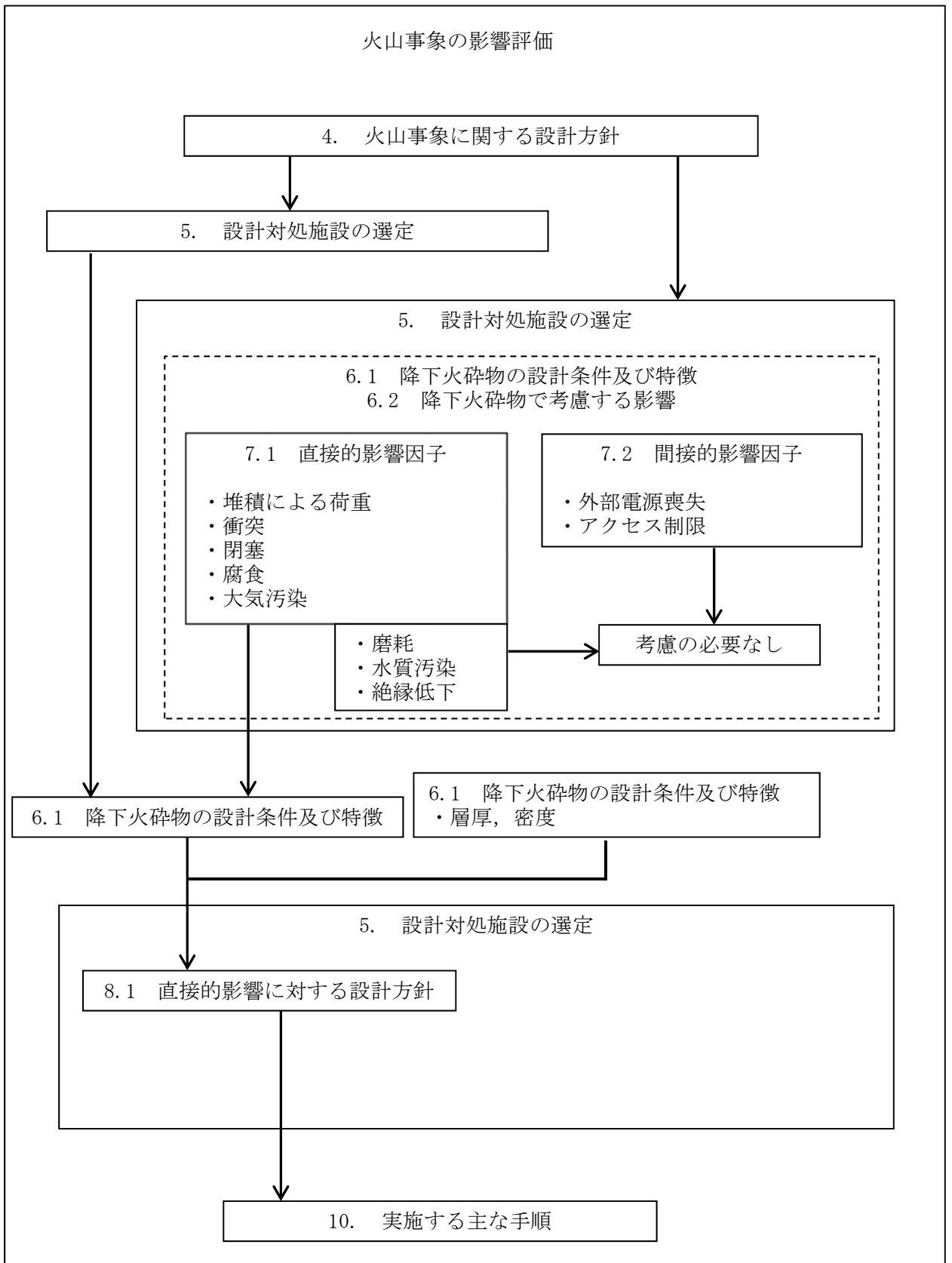
廃棄物管理施設に影響を及ぼし得る火山のうち、設計対応不可能な火山事象の到達可能性範囲に敷地若しくは敷地近傍が含まれ、過去に巨大噴火が発生した火山については、「巨大噴火の可能性評価」を行った上で、「最後の巨大噴火以降の火山活動の評価」を行う。巨大噴火の可能性が十分に小さいと評価した場合でも、火山活動のモニタリングを行い、評価時からの状態の変化の検知により評価の根拠が維持されていることを確認する。

影響評価では、廃棄物管理施設の安全性に影響を与える可能性のある火山事象について第2-2図の影響評価のフローに従い評価を行う。

【補足説明資料2-1】



第2-1図 火山影響評価の基本フロー



第 2 - 2 図 影響評価のフロー

3. 立地評価

3.1 廃棄物管理施設に影響を及ぼし得る火山の抽出

地理的領域（160 k m）に位置する第四紀火山（48火山）について、完新世の活動の有無，将来の活動性を検討した結果，廃棄物管理施設に影響を及ぼし得る火山として，北海道駒ヶ岳，恵山，恐山，岩木山，北八甲田火山群，十和田，秋田焼山，八幡平火山群，岩手山，秋田駒ヶ岳，横津岳，陸奥燧岳，田代岳，藤沢森，南八甲田火山群，八甲田カルデラ，先十和田，玉川カルデラ，網張火山群，乳頭・高倉及び荷葉岳の21火山を抽出した。

3.2 抽出された火山の火山活動に関する個別評価

廃棄物管理施設に影響を及ぼし得る火山として抽出した21火山について，設計対応不可能な火山事象（火砕物密度流，溶岩流，岩屑なだれ，地滑り及び斜面崩壊，新しい火口の開口，地殻変動）が影響を及ぼす可能性について個別評価を行った。

火砕物密度流については，十和田及び八甲田カルデラ以外の廃棄物管理施設に影響を及ぼし得る火山については，発生実績や敷地からの離隔等より，火砕物密度流が敷地に到達する可能性は十分に小さいと評価した。

溶岩流，岩屑なだれ，地滑り及び斜面崩壊については，敷地から50 k m以内に分布する恐山及び八甲田カルデラが評価対象火山となるが，恐山については，これらの堆積物は敷地周辺には分布しない。一方，八甲田カルデラについては，これらの発生実績が認められない。その他の19火山については，敷地から半径50 k m以内に分布しないことから，評価対象外である。したがって，これらの火山事象が敷地に到達する可能性は十分に小さいと評価した。

新しい火口の開口，地殻変動については，敷地が廃棄物管理施設に影響

を及ぼし得る火山の過去の火口及びその近傍に位置しないこと並びに火山フロントより前弧側（東方）に位置することから、これらの火山事象が敷地において発生する可能性は十分に小さいと評価した。

以上のことから、廃棄物管理施設に影響を及ぼし得る火山（21火山）の火砕物密度流以外の設計対応不可能な火山事象については、発生実績や敷地からの離隔等から、過去最大規模の噴火を想定しても、廃棄物管理施設に影響を及ぼす可能性は十分小さいと判断した。

火砕物密度流については、文献調査の結果、十和田及び八甲田カルデラの巨大噴火において、火砕流の到達可能性範囲に敷地若しくは敷地近傍が含まれるが、廃棄物管理施設の運用期間中は、巨大噴火の可能性は十分小さいと判断した。また、最後の巨大噴火以降の火山活動の評価の結果、活動履歴、地質調査及び火山学的調査から、施設に影響を及ぼす可能性は十分小さいと評価した。

ただし、十和田及び八甲田山を対象に、科学的知見を収集し、更なる安全性の向上に資するため、火山活動のモニタリングを行い、評価時からの状態の変化の検知により評価の根拠が維持されていることを確認する。

3.3 影響を及ぼし得る火山事象

将来の活動可能性のある火山若しくは将来の活動可能性を否定できない火山について、廃棄物管理施設の運用期間中の噴火規模を考慮し、廃棄物管理施設の安全性に影響を及ぼし得る火山事象を抽出した結果、降下火砕物のみが廃棄物管理施設に影響を及ぼし得る火山事象となった。よって、降下火砕物による廃棄物管理施設への影響評価を行う。

4. 火山事象に関する設計方針

安全機能を有する施設は、廃棄物管理施設の運用期間中に想定される火山事象である降下火砕物の影響を受ける場合においてもその安全機能を確保するために、降下火砕物に対して安全機能を損なわない設計とする。

その上で、降下火砕物によってその安全機能が損なわれないことを確認する施設を、廃棄物管理施設の全ての安全機能を有する構築物、系統及び機器とする。降下火砕物から防護する施設（以下「降下火砕物防護対象施設」という。）としては、冷却及び遮蔽の安全機能を確保する観点から、安全上重要な機能を有する構築物、系統及び機器を抽出し、降下火砕物により冷却及び遮蔽の安全機能を損なわないよう機械的強度を有すること等により、安全機能を損なわない設計とする。

上記に含まれない安全機能を有する施設については、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、安全上支障がない期間での修理を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより、その安全機能を損なわない設計とする。

なお、ガラス固化体輸送容器（以下「輸送容器」という。）にガラス固化体を収納した輸送容器は廃棄物管理施設内に一時的に保管されることを踏まえ、降下火砕物によりガラス固化体を収納した輸送容器に波及的破損を与えない設計とする。

火山事象の評価においては、火山影響評価ガイドを参考に実施する。

想定する火山事象としては、廃棄物管理施設に影響を及ぼし得る火山事象として抽出された降下火砕物を対象とし、降下火砕物の特性による直接的影響及び間接的影響を評価し、降下火砕物防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

また、十和田及び八甲田山は、廃棄物管理施設の運用期間中における巨大噴火の可能性が十分小さいと評価しているが、火山活動のモニタリングを行い、評価時からの状態の変化の検知により評価の根拠が維持されていることを確認する。火山活動のモニタリングの結果、火山の状態に応じた判断基準に基づき、観測データに有意な変化があったか判断し、火山専門家の助言を踏まえ、当社が総合判断を行い対処内容を決定する。対処に当たっては、その時点の最新の科学的知見に基づきガラス固化体の受入れの停止等の可能な限りの対処を行う方針とする。

5. 設計対処施設の選定

降下火砕物防護対象施設は、建屋内に収納され防護される設備及び降下火砕物を含む空気の流路となる設備に分類される。そのため、設計対処施設は降下火砕物防護対象施設を収納する建屋及び降下火砕物を含む空気の流路となる降下火砕物防護対象施設とする。

設計対処施設のうち、降下火砕物防護対象施設を収納する建屋として、以下の建屋を選定する。

- (1) ガラス固化体貯蔵建屋
- (2) ガラス固化体貯蔵建屋B棟

設計対処施設のうち、降下火砕物を含む空気の流路となる降下火砕物防護対象施設として、以下の設備を選定する。

- (1) ガラス固化体貯蔵設備のうち収納管及び通風管

なお、ガラス固化体を収納した輸送容器は、降下火砕物による波及的破損を防止する設計とする。

【補足説明資料5-1】

6. 設計条件

6.1 降下火砕物の設計条件及び特徴

(1) 降下火砕物の設計条件

廃棄物管理施設における降下火砕物の諸元については、給源を特定できる降下火砕物のうち、敷地に最も影響を与える甲地軽石の降下火砕物シミュレーション結果を踏まえ、敷地での層厚は55 cmとする。

また、甲地軽石を対象とした密度試験の結果を踏まえ、湿潤状態の密度を $1.3 \text{ g} / \text{cm}^3$ とする。

降下火砕物に対する防護設計を行うために、降下火砕物を湿潤状態とした場合における荷重、個々の設計対処施設に常時作用する荷重、運転時荷重及び火山と同時に発生し得る自然現象による荷重を組み合わせた荷重（以下「設計荷重（火山）」という。）を設定する。

また、火山と同時に発生し得る自然現象による荷重については、火山と同時に発生し得る自然現象が与える影響を踏まえた検討により、風（台風）及び積雪による荷重を考慮する。

【補足説明資料6-1～6-2】

(2) 降下火砕物の特徴

各種文献の調査結果により、一般的な降下火砕物の特徴は以下のとおりである。

- (i) 火山ガラス片及び鉱物結晶片から成る。ただし、砂よりもろく硬度は小さい。
- (ii) 亜硫酸ガス、硫化水素及びふっ化水素等の毒性及び腐食性のある火山ガス成分が付着している。ただし、直ちに金属腐食を生じさせることはない。
- (iii) 水に濡れると導電性を生じる。

- (iv) 湿った降下火砕物は、乾燥すると固結する。
- (v) 降下火砕物の粒子の融点は、一般的な砂と比べ約1,000℃と低い。

6.2 降下火砕物で考慮する影響

火山影響評価ガイドを参考に、降下火砕物の特性による影響は、直接的影響として降下火砕物の堆積による荷重、粒子の衝突、閉塞、磨耗、腐食、大気汚染、水質汚染及び絶縁低下並びに間接的影響として外部電源喪失及びアクセス制限を想定し、これらに対する影響評価を行う。

【補足説明資料6-3】

7. 設計対処施設に影響を与える可能性のある影響因子

7.1 直接的影響因子

(1) 降下火砕物の堆積による荷重

「降下火砕物の堆積による荷重」について考慮すべき影響因子は、設計対処施設のうち、降下火砕物防護対象施設を収納する建屋の上に堆積し静的な負荷を与える「構造物への静的負荷」である。

降下火砕物の荷重は、堆積厚さ55 c m，密度1.3 g / c m³（湿潤状態）に基づくとともに、火山以外の自然現象として積雪及び風（台風）による荷重との組合せを考慮する。

(2) 衝突

「衝突」について考慮すべき影響因子は、設計対処施設のうち、降下火砕物防護対象施設を収納する建屋に対して、降下火砕物の降灰時に衝撃荷重を与える「構造物への粒子の衝突」である。

(3) 閉塞

「閉塞」について考慮すべき影響因子は、設計対処施設に対して、機器の冷却空気の流路を閉塞させる「換気系に対する機械的影響（閉塞）」である。

(4) 磨耗

「磨耗」について考慮すべき影響因子は、設計対処施設に対して、大気に含まれる降下火砕物による動的機器の磨耗である。廃棄物管理施設には動的機器の降下火砕物防護対象施設がないため、「磨耗」の影響を考慮する必要がない。

(5) 腐食

「腐食」について考慮すべき影響因子は、設計対処施設のうち降下火砕物防護対象施設を収納する建屋に対して、腐食性のあるガスが付着

した降下火砕物に接することによる接触面の腐食並びに換気系において降下火砕物を含む空気の流路等を腐食させる「構造物及び換気系に対する化学的影響（腐食）」である。

(6) 大気汚染

「大気汚染」について考慮すべき影響因子は、制御室において、降下火砕物自体の侵入又はそれに付着した毒性のあるガスの侵入により居住性を劣化させる「制御室の大気汚染」である。

(7) 水質汚染

「水質汚染」について考慮すべき影響因子は、取水源への降下火砕物の混入による汚染である。廃棄物管理施設には取水が必要となる降下火砕物防護対象施設がないため、「水質汚染」の影響を考慮する必要はない。

(8) 絶縁低下

「絶縁低下」について考慮すべき影響因子は、湿った降下火砕物の絶縁部への付着による電気系及び計測制御系の絶縁低下である。廃棄物管理施設には電気系及び計測制御系の降下火砕物防護対象施設がないため、「絶縁低下」の影響を考慮する必要がない。

7.2 間接的影響因子

(1) 外部電源喪失

降下火砕物によって廃棄物管理施設に間接的な影響を及ぼす因子は、再処理事業所外で生じる送電網への降下火砕物の影響による外部電源喪失であるが、外部電源喪失が発生した場合においても、廃棄物管理施設には電源を必要とする降下火砕物防護対象施設がないため「外部電源喪失」の影響を考慮する必要がない。

(2) アクセス制限

降下火砕物によって廃棄物管理施設に間接的な影響を及ぼす因子は、敷地内外に降下火砕物が堆積し、交通の途絶が発生することによるアクセス制限であるが、アクセス制限が発生した場合においても、廃棄物管理施設には外部からの支援を必要とする降下火砕物防護対象施設がないため、「アクセス制限」の影響を考慮する必要がない。

【補足説明資料7-1～7-2】

8. 設計対処施設の設計方針

「7. 設計対処施設に影響を与える可能性のある影響因子」にて記載した因子に基づき、その影響を適切に考慮し、降下火砕物防護対象施設の安全機能を損なわない設計とする。

8.1 直接的影響に対する設計方針

(1) 構造物への静的負荷

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋は、設計荷重（火山）の影響により、安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋は、当該施設に要求される機能に応じて適切な許容荷重を設定し、設計荷重（火山）に対して安全余裕を有することにより、構造健全性を失わず、安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物の堆積荷重と組み合わせる自然現象として同時発生の可能性のある積雪及び風（台風）を考慮する。

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋においては、建築基準法における多雪区域の積雪の荷重の考え方に準拠し、降下火砕物の除去を適切に行うことから、降下火砕物による荷重を短期に生じる荷重として扱う。また、降下火砕物による荷重と他の荷重を組み合わせた状態に対する許容限界は次のとおりとする。

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋に要求されている気密性及び遮蔽性等を担保する屋根スラブは、建築基準法の短期許容応力度、耐震壁は、「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4601-1987（日本電気協会）」に基づき許容限界を設定する。

【補足説明資料8-1】

(2) 構造物への粒子の衝突

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋は、構造物への降下火砕物の粒子の衝突の影響により、安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋は、コンクリート又は鋼構造物であるため、微小な鉱物結晶であり、砂よりも硬度が低い特性を持つ降下火砕物の衝突による影響は小さい。そのため、降下火砕物防護対象施設を収納する建屋の構造健全性を損なうことはない。

なお、粒子の衝撃荷重による影響については、竜巻の設計飛来物の影響に包絡される。

【補足説明資料8-2】

(3) 換気系に対する機械的影響（閉塞）

降下火砕物を含む空気の流路となる降下火砕物防護対象施設は、降下火砕物を含む空気による流路の閉塞の影響により、安全機能を損なわない設計とする。

ガラス固化体貯蔵設備の収納管、通風管等で構成する貯蔵ピットの冷却空気流路については、冷却空気入口シャフトの外気取入口に防雪フードを設け降下火砕物が侵入し難い構造とする。降下火砕物が侵入した場合でも、貯蔵ピットの下部には空間があり、冷却空気流路が直ちに閉塞することはない。また、必要に応じ点検用の開口部より、吸引による除灰を行う。

【補足説明資料8-3】

(4) 構造物及び換気系に対する化学的影響（腐食）

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋、建屋に収納される降下火砕物防護対象施設及び降下火砕物を含む空気の流路となる降下火砕物防護対象施設は、降下火砕物に含まれる腐食性のあるガスによる化学的

影響（腐食）により，安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物の特性として，金属腐食研究の結果より，直ちに金属腐食を生じさせることはないが，降下火砕物を含む空気の流路となる降下火砕物防護対象施設は，塗装，腐食し難い金属の使用又は防食処理（アルミニウム溶射）を施した炭素鋼を用いることにより，安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋は，外気取入口に防雪フードを設け，降下火砕物が侵入し難い構造とする。降下火砕物を取り込まれたとしても，降下火砕物防護対象施設を収納する建屋の換気設備については，プレフィルタ及び粒子フィルタを設置し，建屋内部への降下火砕物の侵入を防止することにより，安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋は外壁塗装及び屋上防水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短期的に影響を及ぼすことはない。

また，降下火砕物堆積後の長期的な腐食の影響については，堆積した降下火砕物の除去後に点検し，必要に応じて修理を行うこと並びに日常的な保守及び修理を行うことにより，安全機能を損なわない設計とする。

【補足説明資料8-4】

(5) 制御室の大気汚染

敷地周辺の大気汚染に対しては，施設の監視が適時実施できるように，資機材を確保し手順を整備する。

【補足説明資料8-5】

9. 火山影響等発生時における廃棄物管理施設の保全のための活動を行う体制の整備の方針

火山事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「火山影響等発生時」という。）において、廃棄物管理施設の保全のための活動を行う体制の整備として、以下の措置を講ずる。

(1) 計画の策定

火山影響等発生時において廃棄物管理施設の保全のための活動を行うための計画を策定する。

(2) 要員の確保

火山影響等発生時において廃棄物管理施設の保全のための活動を実施するために必要な要員を確保する。

(3) 教育及び訓練

火山影響等発生時において廃棄物管理施設の保全のための活動を確実に実施するための教育及び訓練を年1回以上実施する。

(4) 資機材の配備

火山影響等発生時において廃棄物管理施設の保全のための活動に必要な資機材を配備する。

(5) 体制の整備

火山影響等発生時において廃棄物管理施設の保全のための活動に必要な体制を整備する。

(6) 定期的な評価

降下火砕物による火山影響評価に変更がないか定期的に確認し、変更が生じている場合は火山影響評価を行う。火山影響評価の結果、変更がある場合はそれぞれの措置の評価を行い、対策の見直しを実施する。

10. 実施する主な手順

火山に対する防護については、降下火砕物による影響評価を行い、設計対処施設に長期にわたり荷重がかかることや化学的影響（腐食）を発生させることを避け、安全機能を維持するための手順を定める。実施する主な手順を以下に示す。

- (1) 大規模な火山の噴火があり降灰予報が発表され、廃棄物管理施設の運転に影響を及ぼすと予見される場合には、ガラス固化体の受入れを停止する。
- (2) 降灰が確認された場合には、状況に応じて降下火砕物防護対象施設を収納する建屋の換気設備の風量を低減する措置を講ずる。降下火砕物の影響により建屋の換気設備の給気フィルタの差圧が交換差圧に達した場合は、状況に応じ外気の取り込みを停止する。
- (3) 降灰が確認され、制御室の居住性が損なわれるおそれがある場合には、現場の監視制御盤等により施設の監視を適時実施する。
- (4) 降灰後は設計対処施設への影響を確認するための点検を実施し、降下火砕物の堆積が確認された箇所については降下火砕物の除去を行い、長期にわたり積載荷重がかかること及び化学的影響（腐食）が発生することを防止する。

【補足説明資料10-1～10-2】

11. 火山の状態に応じた対処方針

十和田及び八甲田山は、廃棄物管理施設の運用期間中における巨大噴火の可能性が十分小さいと評価しているが、火山活動のモニタリングを行い、評価時からの状態の変化の検知により評価の根拠が維持されていることを確認する。火山活動のモニタリングの結果、火山の状態に応じた判断基準に基づき、観測データに有意な変化があった場合は、火山専門家の助言を踏まえ、当社が総合判断を行い対処内容を決定する。

対処に当たっては、火山事象による影響が発生し又は発生するおそれがある場合において、保全のための活動を行うため、必要な資機材の準備、体制の整備等を実施するとともに、その時点の最新の科学的知見に基づき可能な限りの対処を行う。

主な対処例を以下に示す。

- (1) 換気設備の風量の低減措置及び外気の取り込みの停止
- (2) 降下火砕物防護対象施設を収納する建屋に堆積した降下火砕物等の除去
- (3) ガラス固化体の受入れの停止

2 章 補足説明資料

第8条:外部からの衝撃による損傷の防止(火山)

| 廃棄物管理施設 安全審査 整理資料 補足説明資料 | | | | 備考 |
|--------------------------|--|-------|-----|----|
| 資料No. | 名称 | 提出日 | Rev | |
| 補足説明資料2-1 | 火山影響評価ガイドとの整合性について | 4/17 | 4 | |
| 補足説明資料5-1 | 降下火砕物防護対象施設及び設計対処施設の選定について | 6/19 | 6 | |
| 補足説明資料6-1 | 降下火砕物と積雪の重ね合わせの考え方について | 11/29 | 0 | |
| 参考資料6-1-1 | 建築基準法における自然現象の組合せによる荷重の考え方 | 6/19 | 1 | |
| 補足説明資料6-2 | 荷重の組合せ一覧表 | 4/17 | 1 | |
| 補足説明資料6-3 | 降下火砕物による影響モード | 4/17 | 3 | |
| 参考資料6-3-1 | 降水による降下火砕物の固結の影響について | 2/27 | 3 | |
| 補足説明資料7-1 | 影響モードによる廃棄物管理施設への影響因子 | 7/8 | 7 | |
| 補足説明資料7-2 | 外部電源喪失時における影響について | 7/13 | 1 | |
| 補足説明資料8-1 | 設計対処施設の設計方針(構造物への静的負荷) | 6/19 | 4 | |
| 参考資料8-1-1 | 建屋に係る影響評価について | 4/17 | 5 | |
| 補足説明資料8-2 | 設計対処施設の設計方針(構造物への粒子の衝突) | 4/17 | 3 | |
| 補足説明資料8-3 | 設計対処施設の設計方針(換気系に対する機械的影響(閉塞)) | 4/17 | 4 | |
| 補足説明資料8-4 | 設計対処施設の設計方針(構造物及び換気系に対する化学的影響(腐食)) | 4/17 | 4 | |
| 参考資料8-4-1 | 廃棄物管理施設で使用する塗料について | 11/29 | 0 | |
| 参考資料8-4-2 | 降下火砕物の金属腐食研究について | 11/29 | 0 | |
| 補足説明資料8-5 | 大気汚染への対処について | 7/13 | 3 | |
| 補足説明資料10-1 | 廃棄物管理施設 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) | 6/26 | 5 | |

第8条:外部からの衝撃による損傷の防止(火山)

| 廃棄物管理施設 安全審査 整理資料 補足説明資料 | | | | 備考 |
|--------------------------|-------------------------|-------|-----|----|
| 資料No. | 名称 | 提出日 | Rev | |
| 参考資料10-1-1 | 噴火速報及び降灰予報について | 11/29 | 0 | |
| 補足説明資料10-2 | 降下火砕物の除去に要する時間及び灰置場について | 11/29 | 0 | |
| 参考資料10-2-1 | 除灰時の人員荷重の考え方について | 11/29 | 0 | |

令和 2 年 4 月 17 日 R4

補足説明資料 2 - 1 (第 8 条 火山)

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 | ガイドへの適合性の確認結果 |
|---|--|
| <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、「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の解釈」第6条において、敷地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、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つつあり、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. はじめに</p> <p>原子力規制委員会の定める「廃棄物管理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（平成25年12月6日原子力規制委員会規則第三十一号）」第八条において、外部からの衝撃による損傷防止として、廃棄物管理施設は、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性を損なわないものでなければならないとしており、敷地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>火山の影響により廃棄物管理施設の安全性を損なうことのない設計であることを評価するため、火山影響評価を行い、<u>廃棄物管理施設の安全機能を損なわないことを確認した。</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・立地評価 ・影響評価 |

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 | ガイドへの適合性の確認結果 |
|--|---------------|
| <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> | |

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 | ガイドへの適合性の確認結果 |
|---|---|
| <p>2. 本評価ガイドの概要</p> <p>火山影響評価は、2. 1 に示す立地評価と影響評価の2段階で行う。</p> <p>また、火山影響評価のほか、評価時からの状態の変化の検知により評価の根拠が維持されていることを確認することを目的として、2. 2 のとおり、火山活動のモニタリングの実施方針及びモニタリングにより観測データの有意な変化を把握した場合の対処方針を策定することとする。</p> <p>本評価ガイドの基本フローを図1に示す。</p> <p>2. 1 原子力発電所に影響を及ぼす火山影響評価の流れ</p> <p>(1) 立地評価</p> <p>まず、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出を行う。すなわち、原子力発電所の地理的領域において第四紀に活動した火山（以下「第四紀火山」という。）を抽出し（図1①）、その中から、完新世に活動があった火山（図1②）及び完新世に活動を行っていないものの将来の活動可能性が否定できない火山（図1③）は、原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として4. の個別評価対象とする（解説-1）。具体的には、3. のとおりとする。</p> <p>次に、3. で原子力発電所に影響を及ぼし得る火山として抽出した火山について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を行う。すなわち、運用期間中の火山の活動可能性が十分小さいとは評価できず（図1④(i)）、かつ、設計対応不可能な火山事象が運用期間中に原子力発電所に到達する可能性が十分小さいとも評価できない場合（図1④(ii)）は、原子力発電所の運用期間中において設計対応が不可能な火山事象が原子力発電所に影響を及ぼす可能性が十分小さいとはいえ、原子力発電所の立地は不適となる（解説-2、3）。具体的には、4. のとおりとする。</p> | <p>2. 廃棄物管理施設に影響を及ぼす火山影響評価の流れ</p> <p>（ガイドどおり）</p> |

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 | ガイドへの適合性の確認結果 |
|---|---------------|
| <p>(2) 影響評価</p> <p>4. の個別評価において立地が不適とならない場合は、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抽出し、各火山事象に対する設計対応及び運転対応の妥当性について評価を行う（図1⑤）。</p> <p>ただし、火山事象のうち降下火砕物に関しては、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当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の噴出源である火山事象が同定でき、これと同様の火山事象が原子力発電所の運用期間中に発生する可能性が十分に小さい場合は考慮対象から除外する。</p> <p>具体的には、5. のとおりとする。</p> <p>解説-1. 本評価ガイドにおける「地理的領域」とは、火山影響評価が実施される原子力発電所周辺の領域をいい、原子力発電所から半径160kmの範囲の領域とする。</p> <p>解説-2. IAEA SSG-21において、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>解説-3. 「火山活動に関する個別評価」は、設計対応不可能な火山事象が発生する時期及びその規模を的確に予測できることを前提とするものではなく、現在の火山学の知見に照らして現在の火山の状態を評価するものである。</p> | |

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 | ガイドへの適合性の確認結果 |
|---|----------------------|
| <p>3. 原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出 調査方法: 文献調査、地形、地質調査、火山学的調査 ① 過去(約250万年前まで)に第四紀(約250万年前まで)火山活動があったか ② 将来の活動可能性が十分小さいか ③ 将来の活動可能性が十分小さいか</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 調査方法: 文献調査、地形、地質調査、火山学的調査、地質物探査的及び地球化学的調査 ④ 運用期間中の火山の活動可能性が十分小さいか ⑤ 設計対応不可能な火山事象が運用期間中に原子力発電所に到達する可能性が十分小さいか</p> <p>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 調査方法: 文献調査、地形、地質調査、火山学的調査 ⑥ 地理的領域外の火山による降下火砕物の影響評価 ⑦ 地理的領域内の火山による火山事象の影響評価 火山事象(設計対応可能なもの): 降下火砕物、火山性土石流、噴石、火山柱ガス、その他の事象(津波、熱風)等</p> <p>6. 火山影響評価の結果が維持されていることを確認することを目的とした火山活動のモニタリング 調査方法: 文献調査、地形、地質調査、火山学的調査 ⑧ 火山活動のモニタリングの実施及びモニタリングにより観測データに有意な変化を認めた場合の対応方針を策定</p> <p>立地評価 影響評価 モニタリング</p> <p>図1 本評価ガイドの基本フロー</p> | <p>ガイドへの適合性の確認結果</p> |

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 | ガイドへの適合性の確認結果 |
|---|---------------|
| <p>2. 2 火山活動のモニタリングの流れ</p> <p>4. の個別評価により原子力発電所の運用期間中において設計対応が不可能な火山事象が原子力発電所に影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価した火山であっても、この評価とは別に、第四紀に設計対応が不可能な火山事象が原子力発電所の敷地に到達した可能性が否定できない火山に対しては、評価時からの状態の変化の検知により評価の根拠が維持されていることを確認することを目的として、運用期間中のモニタリングの実施方針及びモニタリングにより観測データの有意な変化を把握した場合の対処方針を策定することとする（図1⑥）。具体的には、6. のとおりとする。</p> | |

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 | ガイドへの適合性の確認結果 |
|--|---|
| <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>【立地評価】</p> <p>立地評価及び原子力施設に影響を及ぼし得る火山の抽出の結果、降下火砕物のみが廃棄物管理施設に、影響を及ぼし得る火山事象であるという結果となった。</p> <p>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す。</p> |

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 | ガイドへの適合性の確認結果 |
|---|---|
| <p>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</p> <p>4. 1において原子力発電所の運用期間中に設計対応不可能な火山事象が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に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、各火山事象に対する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>ただし、降下火砕物に関しては、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当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の噴出源である火山事象が同定でき、これと同様の火山事象が原子力発電所の運用期間中に発生する可能性が十分に小さい場合は考慮対象から除外する。</p> <p>また、降下火砕物は浸食等で厚さが小さ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)</p> <p>抽出された火山事象に対して、4. の個別評価を踏まえて、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)</p> <p>以下に、各火山事象の影響評価の方法を示す。</p> <p>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。</p> <p>解説-18. 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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p> | <p>【影響評価】</p> <p>5. 廃棄物管理施設への火山事象の影響評価</p> <p>廃棄物管理施設に影響を及ぼし得る火山について、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として、降下火砕物の堆積量を評価した。</p> <p>考慮すべき降下火砕物の層厚は、地質調査、文献調査及び降下火砕物シミュレーション結果から総合的に判断し、55cmとした。</p> |

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 | ガイドへの適合性の確認結果 |
|---|--|
| <p>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>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・降雪などの自然現象は、火山灰等の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、降下火砕物の降灰量、堆積速度、堆積期間及び火山灰等の</p> | <p>ガイドへの適合性の確認結果</p> <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、廃棄物管理施設の通常運転を妨げる可能性がある。廃棄物管理施設の構造物への静的負荷（降雨等の影響も含む。）、粒子の衝突等、降下火砕物が設備に影響を与える可能性のある因子を網羅的に抽出・評価し、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密度については、地質調査及び文献調査を基に設定した。なお、降下火砕物の密度については降雨の影響を考慮した。</p> <p>(b) 間接的影響</p> <p>廃棄物管理施設には電源を必要とする安全上重要な施設がないため、影響を考慮する必要がない。</p> <p>(2) 降下火砕物による廃棄物管理施設への影響評価</p> <p>降下火砕物の影響評価を考慮すべき施設（設計対処施設等）としては、安全上</p> |

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 | ガイドへの適合性の確認結果 |
|---|---|
| <p>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、それらの発電用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-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>(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</p> | <p>重要な施設を降下火砕物防護対象施設とし、降下火砕物防護対象施設は、建屋内に収納され防護される設備及び降下火砕物を含む空気の流路となる設備に分類される。そのため、降下火砕物防護対象施設を収納する建屋及び降下火砕物を含む空気の流路となる降下火砕物防護対象施設を設計対処施設とし、評価を行った。</p> <p>設計対処施設について影響を評価し、廃棄物管理施設の安全機能を損なわないことを確認した。</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、降下火砕物防護対象施設を収納する建屋の健全性が維持されることを確認した。</p> <p>②降下火砕物により、ガラス固化体貯蔵設備の貯蔵ピットの安全上重要な施設の安全機能が閉塞等によりその機能を損なわないことを確認した。</p> <p>(b)間接的影響の確認事項</p> <p>(確認事項なし)</p> |

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 | ガイドへの適合性の確認結果 |
|--|---------------|
| <p>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、次の方法により降灰量を設定する。</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。 ✓ 対象となる火山の総噴出量、噴煙柱高度、全粒径度分布、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、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。 <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「気中降下火砕物濃度の推定方法について」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。</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> | |

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 | ガイドへの適合性の確認結果 |
|--|--|
| <p>【立地評価の結果を考慮し評価する項目】（項目名のみ記載）</p> <p>5. 2 火砕物密度流</p> <p>5. 3 溶岩流</p> <p>5. 4 岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊</p> <p>5. 5 土石流、火山泥流及び洪水</p> <p>5. 6 火山から発生する飛来物（噴石）</p> <p>5. 7 火山ガス</p> <p>5. 8 新しい火口の開口</p> <p>5. 9 津波及び静振</p> <p>5. 10 大気現象</p> <p>5. 11 地殻変動</p> <p>5. 12 火山性地震とこれに関連する事象</p> <p>5. 13 熱水系及び地下水の異常</p> <p>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</p> <p>6. 1 監視対象火山</p> <p>6. 2 監視項目</p> <p>6. 3 定期的評価</p> <p>6. 4 観測データの有意な変化を把握した場合の対処</p> | <p>【立地評価の結果を考慮し評価する項目】</p> <p>廃棄物管理施設に影響を及ぼし得る火山について、運用期間中の噴火規模考慮し、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、廃棄物管理施設に影響を及ぼす可能性は十分小さいと判断した。</p> <p>6. 火山モニタリング</p> <p>6. 4 火山の状態に応じた対処方針</p> <p>十和田及び八甲田山は、廃棄物管理施設の運用期間中における巨大噴火の可能性が十分小さいと評価しているが、火山活動のモニタリングの結果、火山の状態に応じ、ガラス固化体の受入れの停止等の可能な限りの対処を行う方針とした。</p> |

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 | ガイドへの適合性の確認結果 |
|--|---------------|
| <p>7. 附則</p> <p>この規定は、平成25年7月8日より施行する。</p> <p>評価方法は、本評価ガイドに掲げるもの以外であっても、その妥当性が適切に示された場合には、その方法を用いることを妨げない。</p> <p>また、本評価ガイドは、今後の新たな知見と経験の蓄積に応じて、それらを適切に反映するように見直して行くものとする。</p> | <p>以上</p> |

令和 2 年 6 月 19 日 R6

補足説明資料 5 - 1 (第 8 条 火山)

降下火砕物防護対象施設及び設計対処施設の選定について

安全機能を有する施設のうち、降下火砕物から防護する施設（以下「降下火砕物防護対象施設」という。）は、冷却及び遮蔽の安全機能を確保する観点から、安全上重要な機能を有する構築物、系統及び機器を抽出する。

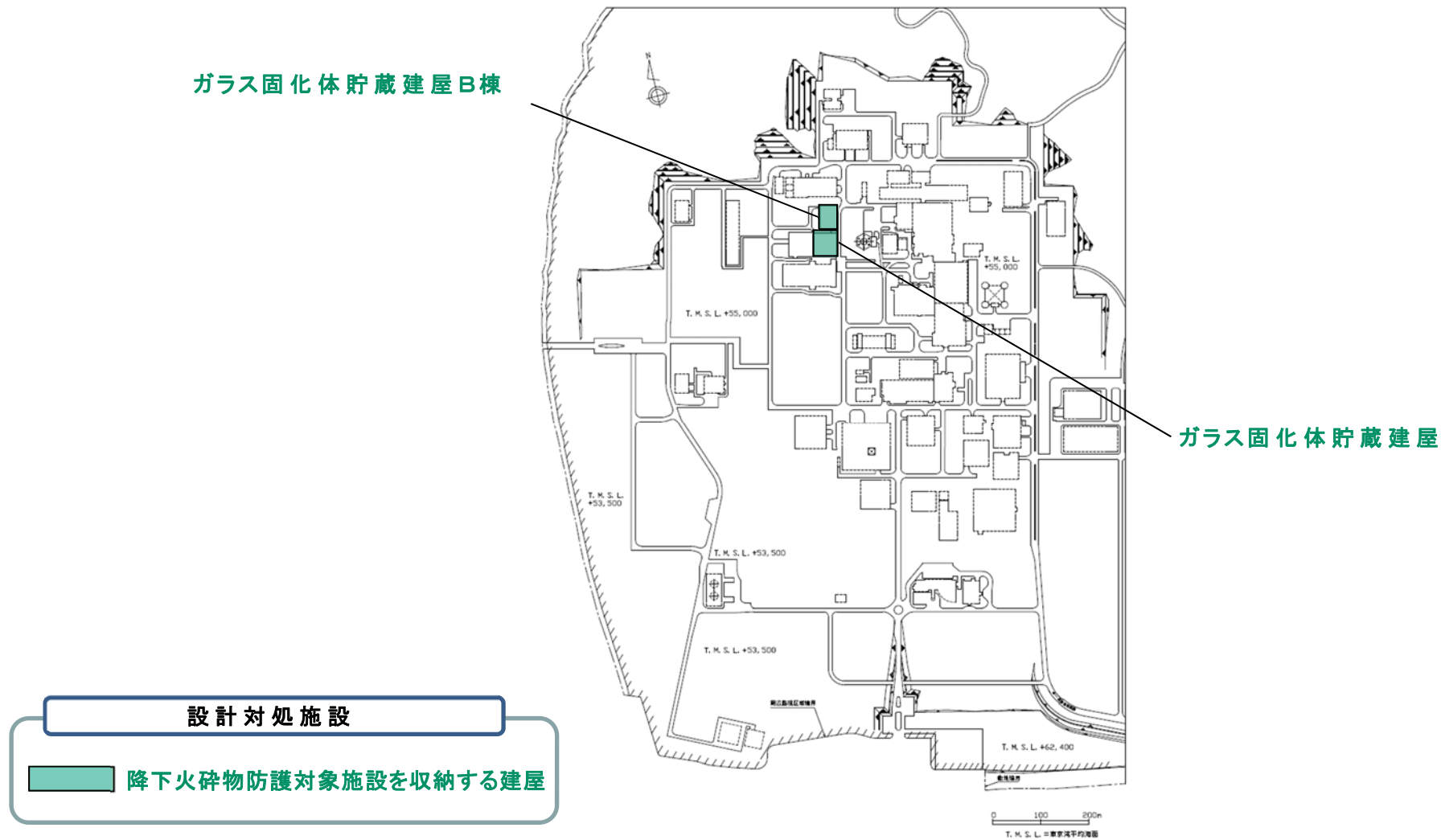
降下火砕物防護対象施設は、建屋内に収納され防護される設備及び降下火砕物を含む空気の流路となる設備に分類される。

そのため、設計対処施設は降下火砕物防護対象施設を収納する建屋及び降下火砕物を含む空気の流路となる降下火砕物防護対象施設とする。設計対処施設は第1表及び第1図のとおり。

降下火砕物防護対象施設に対する降下火砕物による直接的影響の影響モードである、荷重、衝突、閉塞、磨耗、腐食、大気汚染、水質汚染、絶縁低下への対応について、第2表にまとめた。

第 1 表 設計対処施設の選定結果

| 設計対処施設 | |
|---------------------------------------|------------------------------|
| ① 降下火砕物防護対象施設を 収納する建屋 | ガラス固化体貯蔵建屋 ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟 |
| ② 降下火砕物を含む空気の流 路となる降下火砕物防護対象 施設 | ガラス固化体貯蔵設備のうち収納管及び通風管 |



第 1 図 設計対処施設の配置図

第2表 降下火砕物防護対象施設の設計項目

| 建屋 | 安全上重要な施設 | (火山) 設計項目 | | | | | | | |
|--------------|---------------------|-----------|----|----|----|----|------|------|------|
| | | 荷重 | 衝突 | 閉塞 | 磨耗 | 腐食 | 大気汚染 | 水質汚染 | 絶縁低下 |
| ガラス固化体貯蔵建屋 | 収納管, 通風管 | × | × | ○ | - | ○ | - | - | - |
| | 貯蔵区域しゃへい | × | × | - | - | - | - | - | - |
| | ガラス固化体検査室しゃへい | × | × | - | - | - | - | - | - |
| | 貯蔵建屋床面走行クレーンのしゃへい容器 | × | × | - | - | - | - | - | - |
| ガラス固化体貯蔵建屋B棟 | 収納管, 通風管 | × | × | ○ | - | ○ | - | - | - |
| | 貯蔵区域しゃへい | × | × | - | - | - | - | - | - |

○：評価対象

×：評価対象外（ただし、当該建屋を設置する建屋が評価対象）

-：評価対象外

令和元年 11 月 29 日 R0

補足説明資料 6 - 1 (第 8 条 火山)

降下火砕物と積雪の重ね合わせの考え方について

建築基準法では参考資料 6-1-1 のとおり多雪区域^{※1}においては暴風時あるいは地震時の荷重評価を実施する際、積雪を重ね合わせた評価を求めており、「風」や「地震」を主荷重、重ね合わせる「積雪」を従荷重とし、従たる荷重は稀に起こる積雪荷重ではなく平均的な積雪荷重としており、平均的な積雪荷重は短期積雪荷重の 0.35 倍としている。

同法の主従の考え方を参考として、降下火砕物と積雪の重ね合わせにおいて、降下火砕物の荷重条件は積雪の荷重条件より厳しく、発生した際の荷重が比較的大きいことから、降下火砕物を主荷重、積雪を従荷重として評価を実施する。

なお、従荷重となる六ヶ所村における平均的な積雪量は、青森県建築基準法施行細則（昭和 36 年 2 月 9 日青森県規則第 29 号）による六ヶ所村の垂直積雪量 150cm に 0.35 を乗じることとも考えられるが、廃棄物管理施設が多雪区域にあることを踏まえ、降下火砕物と積雪の重ね合わせに用いる積雪条件においては、六ヶ所村の垂直積雪量 150cm をそのまま用いることとした。

※1 垂直積雪量が 1 m を超える場合又は 1 年ごとの積雪の継続期間が 30 日を超える場合で、管轄の特定行政庁が規則で指定した区域（建築基準法）

令和 2 年 6 月 19 日 R1

参考資料 6 - 1 - 1 (第 8 条 火山)

建築基準法における自然現象の組合せによる荷重の考え方

「建築物荷重指針・同解説(2015)」によると、建築基準法における組合せは、基本的にはタークストラの経験則^{※1}と同様の考え方であり、同経験則に従えば、考慮すべきは主荷重が最大を取る時点の荷重の組合せであり、従荷重の値としては、その確率過程的な意味での平均的な値を採用することができるとしている。

建築基準法施行令に示された荷重の組合せは、第1表に示すとおりであり、多雪区域における場合、固定荷重と積載荷重に組み合わせる自然現象による荷重は単独の「積雪」、「風」及び「地震」であり、「風」及び「地震」を主荷重とした場合、「積雪」を従荷重としている。

第1表 建築基準法施行令からの抜粋

| 力の種類 | 荷重及び外力について想定する状態 | 一般の場合 | 第86条第2項ただし書の規定により特定行政庁が指定する多雪区域における場合 |
|---------|------------------|-----------|---------------------------------------|
| 長期に生ずる力 | 常時 | G + P | G + P |
| | 積雪時 | | G + P + 0.7S |
| 短期に生ずる力 | 積雪時 | G + P + S | G + P + S |
| | 暴風時 | G + P + W | G + P + 0.35S + W |
| | 地震時 | G + P + K | G + P + 0.35S + K |

ここで、G：第84条に規定する固定荷重によって生ずる力
P：第85条に規定する積載荷重によって生ずる力
S：第86条に規定する積雪荷重によって生ずる力
W：第87条に規定する風圧力によって生ずる力
K：第88条に規定する地震力によって生ずる力

建築基準法では、その地方における垂直積雪量が1 mを超える場合又は1年ごとの積雪の継続時間が30日を超える場合は、管轄の特定行政庁が規定でその地方を多雪区域に指定するとともに、その地方における積雪荷重を規定している。

構築物の構造計算に当たって考慮すべき積雪荷重として、次の4つの状態が設定されている。^{※2}

①短期に発生する積雪状態

この状態に対する積雪荷重は、短期積雪荷重と呼ばれており、冬季の最大積雪としておおむね3日程度の継続期間を想定した50年再現期待値として設定される値である。

$$S = d \cdot \rho$$

ここで、

S：短期積雪荷重（N/m²）

d：垂直積雪量^{※3}（cm）

ρ：積雪の単位荷重^{※4}（N/cm/m²）

②長期に発生する積雪状態

この状態に対する積雪荷重は、長期積雪荷重と呼ばれ、おおむね3か月程度の継続期間を想定したものである。この荷重は多雪区域における建築物の構造計算を行うときにのみ用いられる荷重であり、その値は短期積雪荷重の0.7倍である。

③ 冬季の平均的な積雪状態

この状態は、多雪区域において積雪時に強い季節風等の暴風又は地震に襲われたときに想定するものである。この場合の荷重・外力を「主荷重」と「従荷重」に区分すると、風圧力又は地震力を「主荷重」、積雪荷重を「従荷重」とみなすことができる。「従荷重」として想定する積雪はその地方における冬季の平均的な積雪で、①項の短期積雪荷重の 0.35 倍である。

④ 極めて稀に発生する積雪状態

この状態に対する積雪荷重は、構造物が想定すべき最大級の荷重として、①項の短期積雪荷重の 1.4 倍である。

- ※ 1 基準期間中の最大値はある荷重（主荷重）の最大値とその他の荷重（従荷重）の任意時刻における値との和によって近似的に評価できるとするもの
- ※ 2 「2015 年版 建築物の構造関係技術基準解説書」
- ※ 3 六ヶ所村における垂直積雪量は 150cm(青森県築基準法施行細則（昭和 36 年 2 月 9 日青森県規則第 20 号）より)
- ※ 4 積雪量 1cm 当たり 30N/m^2 (青森県築基準法施行細則より)

令和 2 年 4 月 17 日 R1

補足説明資料 6 - 2 (第 8 条 火山)

荷重の組合せ一覧表（建物・構築物）

| 分類 | 荷重の種類 | 内容 | 長期荷重 | 短期荷重① | 短期荷重② | 短期荷重③ | 短期荷重④ | 短期荷重⑤ |
|------------------|-------------|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------|--------------|
| | | | | (地震) | (風) | (竜巻) | (火山) | (雪) |
| 常時作用 している荷重 | ・固定荷重 | 構築物自体の重さによる荷重 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | ・機器配管荷重 | 建物に設置される機器及び配管の荷重 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | ・積載荷重 | 家具、什器、人員荷重のほか、機器・配管荷重に含まれない小さな機器類の荷重 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | ・土圧荷重(静土圧) | 地下外壁に作用する土圧 | ○ | ○ (地震時土圧) | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 運転時の状態で施設に作用する荷重 | | 運転時の状態で貯蔵区域に作用している温度による荷重 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 個別荷重 | ・積雪荷重 | 積雪深さに応じて算定する荷重 | ○ (190cm×0.70) | ○ (190cm×0.35) | ○ (190cm×0.35) | ○ (190cm×0.35) | ○ (150cm) | ○ (190cm) |
| | ・地震荷重 | Ss,Sd,1/2Sd 及び静的地震力による荷重 地震時土圧、地震時水圧及び機器・配管系からの反力もこれに含まれる | — | ○ | — | — | — | — |
| | ・風荷重 | 基準風速 34m/s(瞬間風速 45.4m/s 相当)に応じて算定する荷重 | — | * 1 | ○ | — | ○ | — |
| | ・竜巻荷重 | 設計竜巻(100m/s)による風圧力、気圧差及び飛来物の衝撃荷重 | — | — | — | ○ | — | — |
| | ・降下火砕物による荷重 | 降下火砕物の堆積量(55cm)に応じて算定する荷重 | — | — | — | — | ○ | — |

* 1 風荷重の影響が地震荷重と比べて相対的に無視できないような構造、形状及び仕様の施設においては、組合せを考慮する。

また、風荷重の算定は、平均的な風荷重とするため、ガスト影響係数 $G_f=1$ とする。

注1 ある荷重の組合せ状態での評価が明らかに厳しいことが判明している場合には、その他の荷重の組合せ状態での評価は行わないことがある。

注2 屋外設備については、建物・構築物の荷重の組合せに準じることとする。

荷重の組合せ一覧表（機器・配管系）

| 分類 | 荷重の種類 | 内容 | 長期荷重 | 短期荷重① | 短期荷重② |
|----------------------|------------|---|------|-------|-------|
| | | | | (地震) | (竜巻) |
| 運転時の状態 で施設に作用する荷重 | ・死荷重(自重)*1 | 施設自体の重さによる荷重 | ○ | ○ | ○ |
| | ・圧力荷重 | 当該設備に設計上定められた最高使用圧力による荷重 | ○ | ○ | ○ |
| | ・機械荷重 | 当該設備に設計上定められた機械的荷重 (例:ポンプ振動、クレーン吊荷荷重等) | ○ | ○ | ○ |
| 個別荷重 | ・地震荷重 | Ss, Sd, 1/2Sd, 静的地震力による荷重 | — | ○ | — |
| | ・竜巻荷重 | 竜巻(気圧差) | — | — | ○ |

* 1 死荷重(自重)については、常時作用している荷重に分類されるが、規格上、運転時の状態で施設に作用する荷重の分類に属しているため本記載としている。

注1 ある荷重の組合せ状態での評価が明らかに厳しいことが判明している場合には、その他の荷重の組合せ状態での評価は行わないことがある。

注2 屋外施設については、建物・構築物の荷重の組合せに準じることとする。

令和 2 年 4 月 17 日 R3

補足説明資料 6 - 3 (第 8 条 火山)

降下火砕物による影響モード

降下火砕物による影響モードは、降下火砕物の特性による直接的影響と施設外部で発生する降下火砕物の影響を間接的に受ける間接的影響がある。

1. 直接的影響モード

降下火砕物の特性を踏まえ、想定される直接的影響モードを第1表にまとめる。

第1表 降下火砕物の特性から想定される直接的影響モード

| 降下火砕物の特性 | 影響モード |
|--|---------------------------------------|
| 火山ガラス片及び鉱物結晶片から成り、粒径2mm以下 | 粒子の衝突，閉塞，磨耗， 大気汚染，水質汚染 |
| 堆積厚さ55cm，密度（湿潤状態）1.3g/cm ³ | 堆積による荷重 |
| 腐食性ガスの付着による腐食 （金属腐食研究結果 ^{※1} より急激な腐食が生じることはない） | 腐食，大気汚染，水質汚染 |
| 水に濡れると電導性を生じる | 絶縁低下 |
| 湿った降下火砕物は，乾燥すると固結する | — （流水等で除去可能のため影響モードなし） |
| 降下火砕物粒子の融点は，一般的な砂に比べ約1000℃と低い | — （施設内において1000℃を超えるものはないため影響モードなし） |

※1：出雲茂人，末吉秀和他，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

2. 間接的影響モード

降下火砕物における間接的影響モードとしては、再処理事業所外で発生する送電網への影響を踏まえ、長期間（7日間）に亘る外部電源喪失及び敷地内外で発生する交通の途絶によるアクセス制限を想定する。

令和 2 年 2 月 27 日 R3

参考資料 6 - 3 - 1 (第 8 条 火山)

降水による降下火砕物の固結の影響について

降下火砕物は、湿ったのちに乾燥すると固結する特徴を持っており、影響モードとして閉塞が考えられるが、一般的に流水等で除去可能である。

降下火砕物が固結した場合の設計対処施設等に対する影響モードとしては、換気系に対する閉塞が考えられる。

換気系に対する閉塞としては、換気空調系のフィルタの閉塞が考えられるが、換気系の外気取入口は防雪フードが設置されており、外気を下方向から吸い込む構造となっていることから、平時に比べ降水の際は降下火砕物の侵入は減少すると考えられる。なお、侵入した降下火砕物は外気取入口のフィルタによって除去されるが、湿った降下火砕物がフィルタに付着し固結した場合においても、フィルタ部の取替が可能なことから、固結による影響はない。

一方、設計対処施設等に対して間接的な影響を与え得る事象としては、降下火砕物による排水路の閉塞時の降水事象が考えられるが、設計対処施設等に有意な影響を及ぼし得る大雨に対しては、雨水が排水路に流れ込むことで、降下火砕物は除去されるため影響はない。なお、少量の降水に対しては有意な影響を及ぼさないと考えられる。

令和 2 年 7 月 8 日 R7

補足説明資料 7 - 1 (第 8 条 火山)

影響モードによる廃棄物管理施設への影響因子

補足説明資料 6-3 で示す「降下火砕物による影響モード」によって発生する廃棄物管理施設への影響因子を第 1 表に示す。また、影響因子のうち直接的影響については、その影響の内容により全ての降下火砕物防護対象施設に対して評価する必要がない項目もあることから、降下火砕物防護対象施設と直接的影響因子について第 2 表のとおり整理し、必要な評価項目を選定した。

各影響モードにおける評価対象となる設計対処施設の選定フローを第 1-1 図～第 1-8 図に示す。

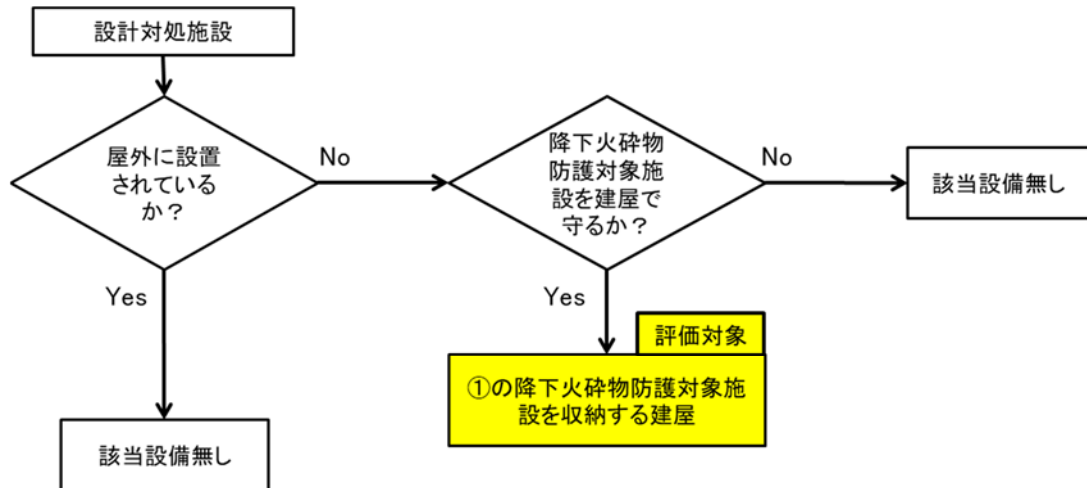
各設計対処施設に対する評価すべき影響モードについての整理表を第 3 表に示す。

第1表 廃棄物管理施設への影響因子

| 影響モード | 影響因子 |
|---------|---|
| 堆積による荷重 | <p>< 構造物への静的負荷 > 設計対処施設のうち、降下火砕物防護対象施設を収納する建屋に対して、降下火砕物が建屋の上に堆積し静的な荷重負荷を与えることを考慮する。降下火砕物の荷重は、堆積厚さ 55cm、密度 1.3g/cm³ (湿潤状態) に基づくとともに、火山以外の自然現象として積雪及び風 (台風) による荷重の組合せを考慮する。</p> |
| 粒子の衝突 | <p>< 構造物への粒子の衝突 > 設計対処施設のうち、降下火砕物防護対象施設を収納する建屋に対して、降下火砕物が降灰時に衝撃荷重を与えることを考慮する。</p> |
| 閉塞 | <p>< 換気系に対する機械的影響 (閉塞) > 設計対処施設に対して、降下火砕物を含む空気による機器の冷却空気の流路の閉塞を考慮する。</p> |
| 磨耗 | <p>廃棄物管理施設には動的機器の降下火砕物防護対象施設がないため、磨耗の影響は考慮する必要がない。</p> |
| 腐食 | <p>< 構造物及び換気系に対する化学的影響 (腐食) > 設計対処施設のうち降下火砕物防護対象施設を収納する建屋に対して、腐食性のあるガスが付着した降下火砕物に接することにより接触面を腐食させることを考慮する。換気系において降下火砕物を含む空気の流路等を腐食させることを考慮する。</p> |
| 大気汚染 | <p>< 制御室の大気汚染 > 廃棄物管理施設の制御室において、降下火砕物自体の侵入又はそれに付着した毒性のあるガスの侵入により居住性を劣化させることを考慮する。</p> |
| 水質汚染 | <p>廃棄物管理施設には取水が必要となる降下火砕物防護対象施設がないため、水質汚染の影響を考慮する必要はない。</p> |
| 絶縁低下 | <p>廃棄物管理施設には電気系及び計測制御系の降下火砕物防護対象施設がないため、絶縁低下の影響は考慮する必要がない。</p> |
| 外部電源喪失 | <p>再処理事業所外で生じる送電網への降下火砕物の影響により外部電源喪失が発生した場合においても、廃棄物管理施設には電源を必要とする降下火砕物防護対象施設がないため外部電源喪失の影響は考慮する必要がない。</p> |
| アクセス制限 | <p>アクセス制限が発生した場合においても、廃棄物管理施設には外部からの支援を必要とする降下火砕物防護対象施設がないため、アクセス制限の影響は考慮する必要がない。</p> |

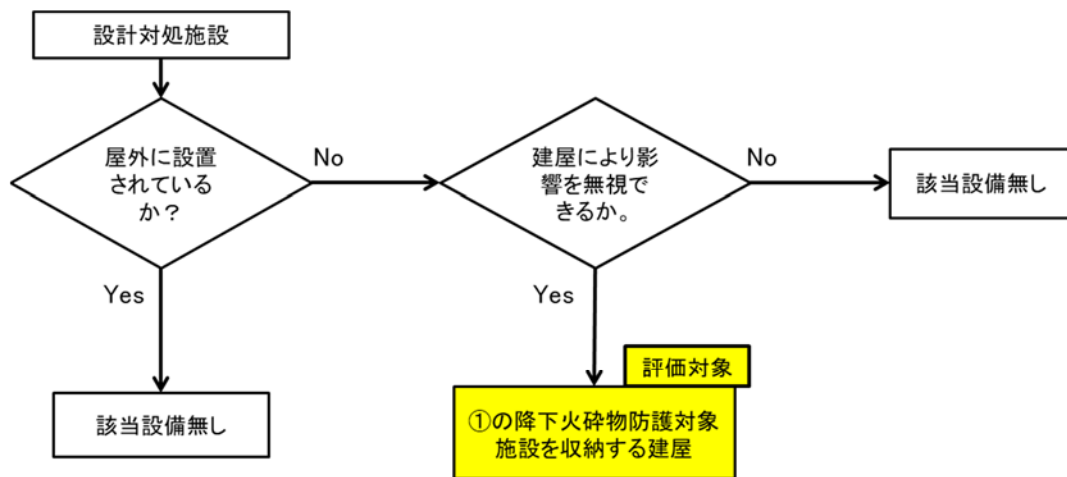
第2表 降下火砕物防護対象施設と降下火砕物による直接的影響の評価項目の整理表

| 影響評価項目 降下火砕物 防護対象設備 | | 構造物への 静的負荷 | 構造物への 粒子の衝突 | 機械的影響 (閉塞) | 機械的影響 (磨耗) | 化学的影響 (腐食) | 大気汚染 | 水質汚染 | 絶縁低下 |
|------------------------------|--------------------------------------|--|----------------|---------------|---------------|---------------|---------|---------|---------|
| 構造物 | 建屋 | ○ | ○ | — ※2 | — ※4 | ○ | — ※5 | — ※6 | — ※7 |
| 換気系 | 換気系 ・収納管、通風管等 で構成される冷却空 気流路 | — ※1 | — ※1 | ○ | — ※4 | ○ | — ※5 | — ※6 | — ※7 |
| 建屋に収納される降下火砕物防 護対象施設 | | — ※1 | — ※1 | — ※2 | — ※3 | — ※3 | — ※5 | — ※6 | — ※7 |
| ○：影響因子に対する個別評価を実施 —：評価対象外 | | 【除外理由】 ※1 屋内設備であり，荷重及び衝突の影響を受けない ※2 閉塞の影響を受ける換気系の機能と直接関連がない ※3 換気系での降下火砕物の除去により，当該影響因子の影響はない ※4 磨耗と直接関連がない ※5 大気汚染と直接関連がない ※6 水質汚染と直接関連がない ※7 絶縁低下と直接関連がない | | | | | | | |



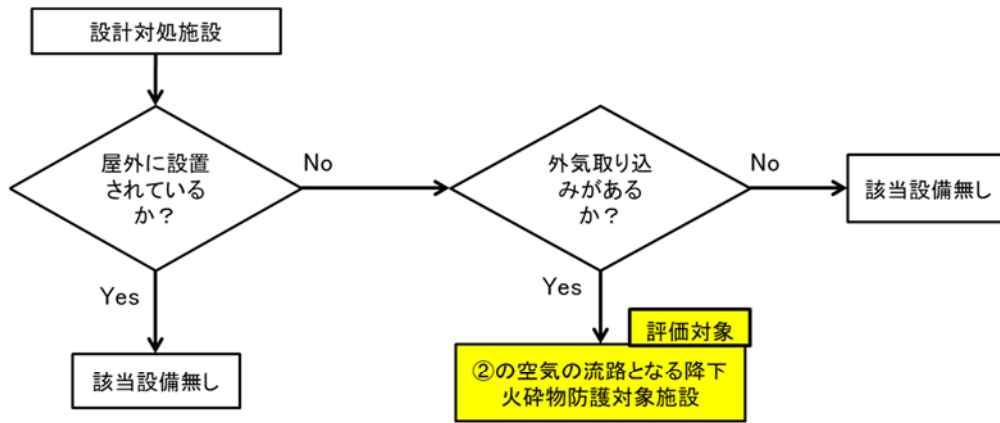
- ① 降下火砕物防護対象施設を収納する建屋
- ② 空気の流路となる降下火砕物防護対象施設

第 1 - 1 図 「構造物への静的負荷」に対し評価対象となる設計対処施設



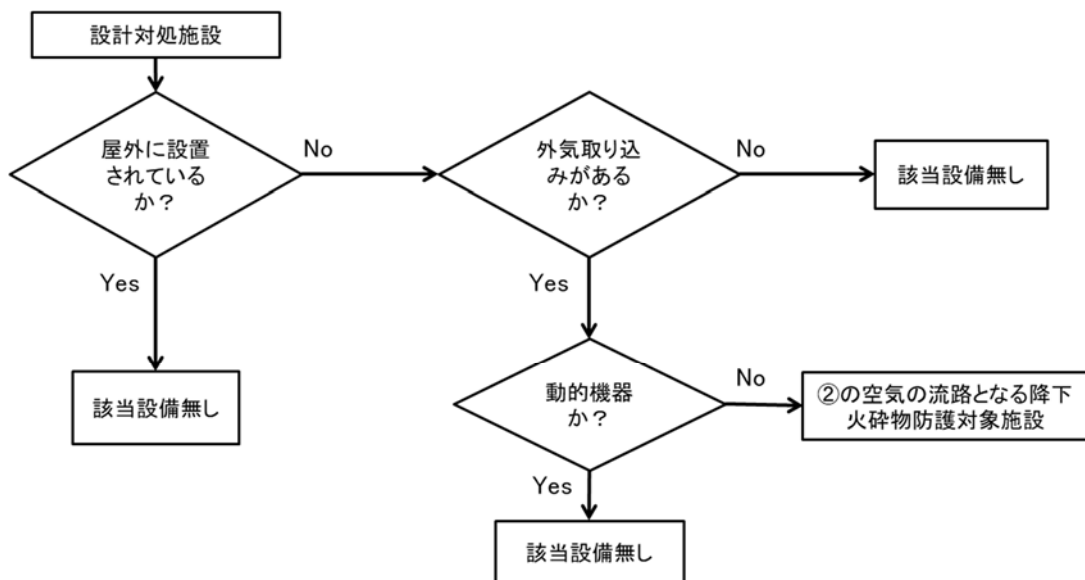
- ① 降下火砕物防護対象施設を収納する建屋
- ② 空気の流路となる降下火砕物防護対象施設

第 1 - 2 図 「構造物への粒子の衝突」に対し評価対象となる設計対処施設



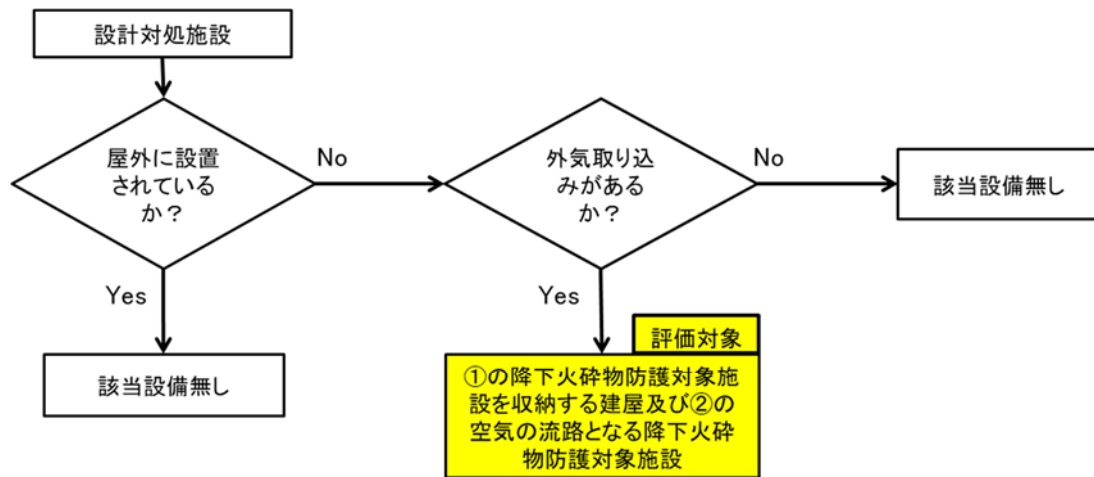
- ① 降下火砕物防護対象施設を収納する建屋
- ② 空気の流路となる降下火砕物防護対象施設

第 1 - 3 図 「換気系に対する機械的影響（閉塞）」に対し評価対象となる設計対処施設



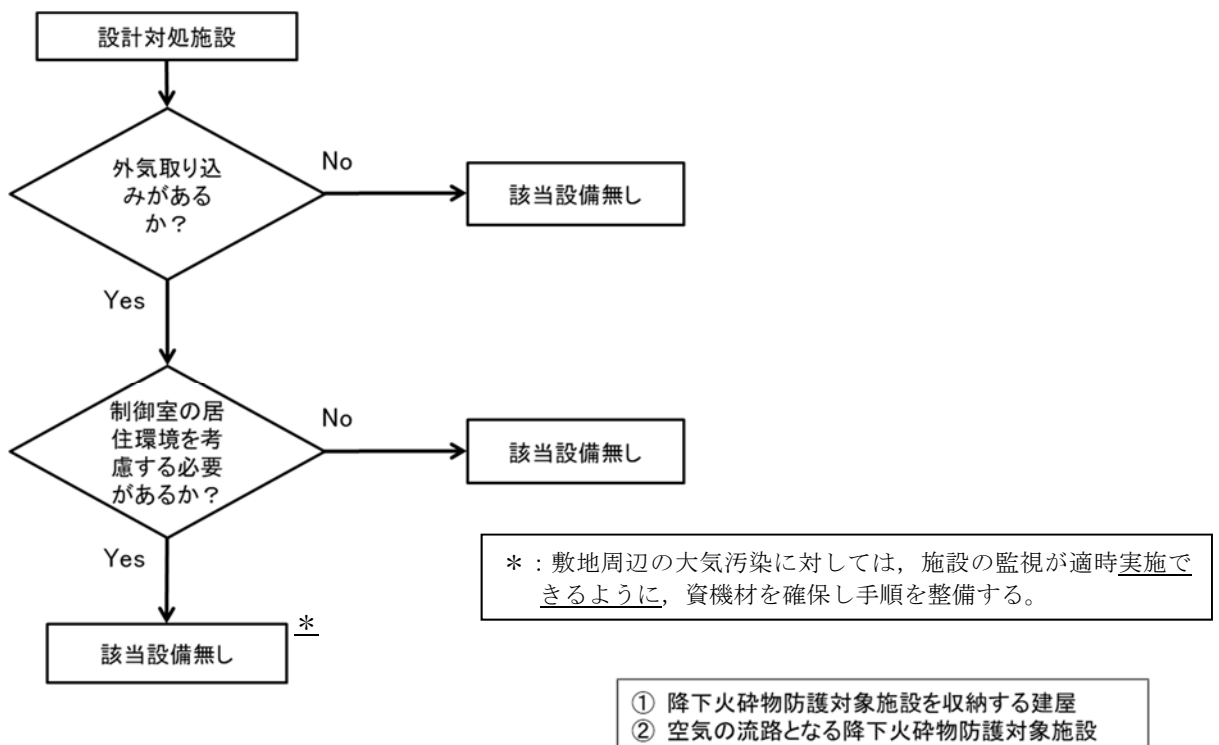
- ① 降下火砕物防護対象施設を収納する建屋
- ② 空気の流路となる降下火砕物防護対象施設

第 1 - 4 図 「磨耗」に対し評価対象となる設計対処施設

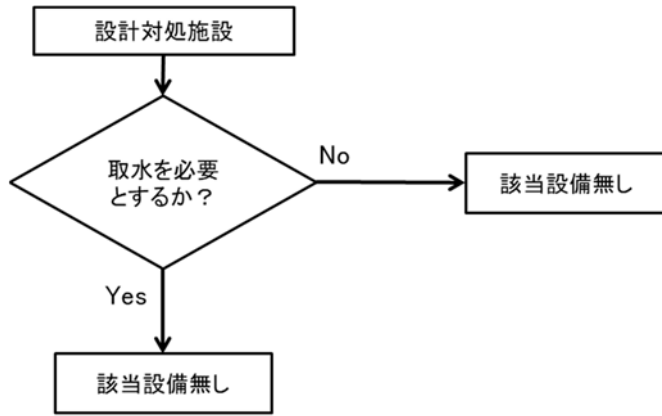


- ① 降下火砕物防護対象施設を収納する建屋
- ② 空気の流路となる降下火砕物防護対象施設

第 1 - 5 図 「構造物及び換気系に対する化学的影響（腐食）」に対し評価対象となる設計対処施設

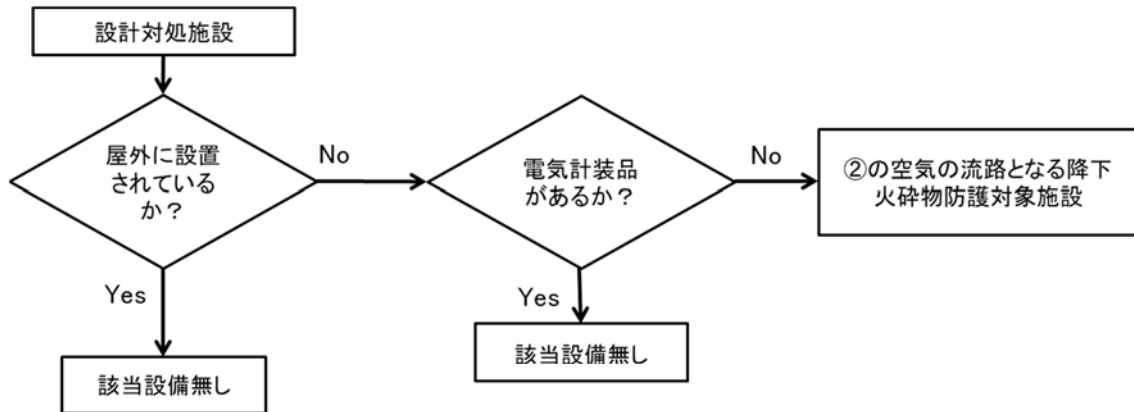


第 1 - 6 図 「大気汚染」に対し評価対象となる設計対処施設



- ① 降下火砕物防護対象施設を収納する建屋
- ② 空気の流路となる降下火砕物防護対象施設

第 1 - 7 図 「取水源の水質汚染」 に対し評価対象となる設計対処施設



- ① 降下火砕物防護対象施設を収納する建屋
- ② 空気の流路となる降下火砕物防護対象施設

第 1 - 8 図 「絶縁低下」 に対し評価対象となる設計対処施設

第3表 設計対処施設に対する評価すべき影響モード

| 設計対処施設の選定結果 | | 評価すべき影響モード | | | | | | | |
|--|-----------------------|------------|----|----|----|----|------|------|------|
| | | 荷重 | 衝突 | 閉塞 | 磨耗 | 腐食 | 大気汚染 | 水質汚染 | 絶縁低下 |
| ①降下火砕物 防護対象施設を 収納する建屋 | ガラス固化体貯蔵建屋 | ○ | ○ | *2 | *3 | ○ | *4 | *5 | *6 |
| | ガラス固化体貯蔵建屋B棟 | | | | | | | | |
| ②降下火砕物を 含む空気の流 路となる降下火 砕物防護対象 施設 | ガラス固化体貯蔵設備のうち収納管及び通風管 | *1 | *1 | ○ | *3 | ○ | *4 | *5 | *6 |

- *1：建屋内に設置されているため考慮不要
- *2：外気を使用する設備はないため考慮不要
- *3：動的機器ではないため考慮不要
- *4：居住環境を維持する必要がないため考慮不要
- *5：取水を必要としないため考慮不要
- *6：電気計装品がないため考慮不要

令和 2 年 7 月 13 日 R1

補足説明資料 7 - 2 (第 8 条 火山)

外部電源喪失時における影響について

1. はじめに

降下火砕物の影響因子の一つとして外部電源喪失があるが、廃棄物管理施設の降下火砕物防護対象施設である収納管，通風管及び遮蔽設備は電源の供給を必要としない静的機器であり，外部電源喪失の影響を受けることはない。したがって，外部電源喪失により降下火砕物防護対象施設の安全機能を損なうことはない。

一方，事業許可基準規則の第十八条には予備電源に係る事項があり，以下の設備・機器を作動するために十分な容量及び信頼性のある電源系を設けることが求められているため，予備電源用ディーゼル発電機，直流電源設備及び無停電電源装置（以下「予備電源」という）を設ける設計としている。

- ◆ 廃棄物管理施設の閉じ込めの機能及び冷却機能を監視する設備
- ◆ 放射線監視設備
- ◆ 火災等の警報設備，緊急通信・連絡設備，非常照明等の設備・機器

降下火砕物の影響によっては，外部電源喪失の発生とともに予備電源用ディーゼル発電機の吸気系に設けられたフィルタの閉塞による予備電源用ディーゼル発電機の機能喪失，外部電源喪失及び時間経過による予備電源の機能喪失も考えられるため，その影響について確認を行った。

2. 設計基本方針及び対処の方針

安全機能を有する施設は，降下火砕物による影響に対して下記のいずれかの対応又はそれらを適切に組合せた対応を取ることにより，その安全機能を損なわない設計とすることを基本方針としている。

- ◆ 機械的強度を有することにより安全機能を損なわない設計とすること
- ◆ 代替設備・手段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修理を行うこと

ここでは、事業許可基準規則十八条にて予備電源の設置を要求されている設備・機器について、外部電源及び予備電源を喪失した場合の対処及び安全性への影響を整理し、第1表にまとめた。

第1表 予備電源及び予備電源の供給を受ける設備・機器における

外部電源喪失及び予備電源喪失時の対応

| 予備電源及び予備電源の供給を受ける設備 | 外部電源及び予備電源喪失時の対応 | 安全性への影響 |
|------------------------------|---|--|
| 予備電源 | <ul style="list-style-type: none"> ◆ <u>外部電源が喪失した場合には、予備電源により下記設備へ給電がなされる。</u> ◆ <u>予備電源が喪失した場合は、予備電源用ディーゼル発電機の吸気系のフィルタの清掃、交換等により、予備電源用ディーゼル発電機を復旧する。</u> | <p>⇒ 所定の設備への給電が継続されるため、<u>安全性への影響はない。</u></p> <p>⇒ 安全上支障のない期間に予備電源用ディーゼル発電機を復旧するため、<u>安全性への影響はない。</u></p> |
| 廃棄物管理施設の閉じ込めの機能及び冷却機能を監視する設備 | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 外部電源が喪失し、予備電源が利用可能な間は、制御室又は現場制御盤等により監視を継続。 ◆ 予備電源が喪失すると監視は不可となるため、<u>可搬型測定器を用いた監視を適時行うとともに、外部電源又は予備電源を安全上支障のない期間に復旧する。</u> | <p>⇒ 所定の監視が継続できるため、<u>安全性への影響はない。</u></p> <p>⇒ 予備電源喪失時は、<u>ガラス固化体の移動等はできないこと、現場における汚染のおそれのある作業も中断することから、冷却及び閉じ込め機能への影響が生じることは考えられない。</u>よって、外部電源や予備電源の復旧を行うまでの間、<u>可搬型測定器による監視を適時行うことにより、安全性への影響はない。</u></p> |

第1表 予備電源及び予備電源の供給を受ける設備・機器における

外部電源喪失及び予備電源喪失時の対応（続き）

| 予備電源及び予備電源の供給を受ける設備 | 外部電源及び予備電源喪失時の対応 | 安全機能への影響 |
|---------------------|--|--|
| 放射線監視設備 | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 予備電源が利用可能な間は、制御室にて放射線監視設備（屋内・屋外モニタリング設備）の監視を継続。 ◆ 予備電源が喪失した後は、監視は不可となるため、代替手段（放射線サーベイ機器）により監視を行うとともに、外部電源又は予備電源を安全上支障のない期間に復旧する。 | <p>⇒ 所定の監視が継続できるため、安全性への影響はない。</p> <p>⇒ 屋内モニタリング設備の代替手段としては、放射線サーベイ機器を用いた放射線管理及び定期的なパトロールサーベイにより放射線環境の管理ができる。</p> <p>屋外モニタリング設備及び環境モニタリング設備のダストサンプラの代替手段としては、放射線サーベイ機器を用いて建屋周辺の放出状況の確認を行うことができる。また、環境モニタリング設備の積算線量計は、外部電源及び予備電源の供給は不要であること及び代替の積算線量計を確保できることから、機能を確保できる。</p> <p>以上より、安全性への影響はない。</p> |
| 火災等の警報設備 | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 予備電源が利用可能な間は、制御室にて監視を継続。 ◆ 予備電源が喪失した場合、自動火災報知設備の中継器及び受信機に内蔵された蓄電池により、火災感知器に約 60 分給電され、継続した監視が可能である間に、施設内において火災の発生のおそれのない状況であることを確認する。また、外部電源又は予備電源を復旧するまでの間、火災の発生のおそれがないことの確認を継続的に実施する。 | <p>⇒ 所定の監視が継続できるため、安全性への影響はない。</p> <p>⇒ 外部電源及び予備電源喪失時は、動的機器、電気盤等の設備は停止するため、火災の発生のおそれが少ないこと、その他の火災については、施設内の状況確認で発生のおそれがないことを確認できることから、左記の対応を取ることで安全性への影響はない。</p> |

第1表 予備電源及び予備電源の供給を受ける設備・機器における

外部電源喪失及び予備電源喪失時の対応（続き）

| 予備電源及び予備電源の供給を受ける設備 | 外部電源及び予備電源喪失時の対応 | 安全機能への影響 |
|-----------------------|---|--|
| 緊急通信・連絡設備 (通信連絡設備) | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 所内通信連絡設備については、予備電源が利用可能な間は、通常の通信連絡設備による連絡が可能。所外通信連絡設備については、外部電源及び予備電源の喪失時においても使用が可能。 ◆ 予備電源が喪失した場合、所内通信連絡設備は使用不可となるため、外部電源又は予備電源を安全上支障のない期間に復旧する。所外通信連絡設備については、外部電源及び予備電源の喪失時においても使用が可能。 | <p>⇒ 所定の通信連絡設備の使用が継続できるため、安全性への影響はない。</p> <p>⇒ 降灰が確認された場合には、吊り上げ中のガラス固化体を速やかに所定の場所に仮置きするなどの措置をとることにより、数 10 分程度で安定な状態とすることができる。その後、降下火砕物の影響による外部電源及び予備電源喪失が発生したとしても、安全上想定される事故（固化体の落下等）は起こりえないことから、所内通信連絡設備が使用不可となっても安全性への影響はない。所外通信連絡設備については、外部電源及び予備電源喪失時においても使用が可能であることから安全性への影響はない。</p> |
| 非常照明等の設備・機器 | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 予備電源が利用可能な間は、通常の非常照明等を利用して退避が可能。 ◆ 予備電源が喪失した場合、非常照明等の誘導灯及び非常灯に内蔵した蓄電池により、誘導灯については約 20 分、非常灯については約 30 分の点灯が可能であるため、その間に施設内の人員は退避を完了する。その後、外部電源又は予備電源を安全上支障のない期間に復旧する。 | <p>⇒ 所定の非常照明等の使用が継続できるため、安全性への影響はない。</p> <p>⇒ 非常照明の点灯可能時間の中に、施設内の人員の退避は十分可能であることから、安全性への影響はない。</p> |

3. まとめ

予備電源及び予備電源の供給を受ける設備・機器は、降下火砕物の影響により外部電源及び予備電源が喪失した場合においても、機械的強度を有することにより安全機能を損なわない設計とすること、代替設備・手段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修理を行うこと又はそれ

らを適切に組み合わせることにより、廃棄物管理施設の安全性に影響を及ぼさないことが確認できた。

以 上

補足説明資料 8 - 1 (第 8 条 火山)

設計対処施設の設計方針 (構造物への静的負荷)

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋は、設計荷重（火山）の影響により、安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋の許容荷重が、当該施設に要求される機能に応じて適切な許容荷重を設定し、設計荷重（火山）に対して安全余裕を有することにより、構造健全性を失わず、安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物の堆積荷重と組み合わせる自然現象として同時発生の可能性のある積雪及び風（台風）を考慮する。

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋においては、建築基準法における多雪区域の積雪の荷重の考え方に準拠し、降下火砕物の除去を適切に行うことから、降下火砕物による荷重を短期に生じる荷重として扱う。また、降下火砕物による荷重と他の荷重を組み合わせた状態に対する許容限界は次のとおりとする。

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋に要求されている気密性及び遮蔽性等を担保する屋根スラブは、建築基準法の短期許容応力度、耐震壁は、「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4601-1987（日本電気協会）」に基づき許容限界を設定する。

(1) 降下火砕物の堆積荷重

- ・密度（湿潤状態）：1.3g/cm³（降下火砕物の層厚 1cm 当たり 130N/m²）
- ・堆積厚さ：55cm

$$\text{降下火砕物荷重} = 130 \text{ (N/m}^2 \cdot \text{cm)} \times 55 \text{ (cm)} = 7,150 \text{ (N/m}^2\text{)}$$

(2) 降下火砕物と火山以外の自然現象を組み合わせる場合

① 降下火砕物

- ・密度（湿潤状態）：1.3g/cm³（降下火砕物の層厚 1cm 当たり 130N/m²）
- ・堆積厚さ：55cm

$$\text{降下火砕物荷重} = 130 \text{ (N/m}^2 \cdot \text{cm)} \times 55 \text{ (cm)} = 7,150 \text{ (N/m}^2\text{)}$$

② 積雪

- ・密度：0.3g/cm³（積雪の単位荷重は 1cm 当たり 30N/m²）※¹
- ・堆積量：150cm※²

$$\text{積雪荷重} = 30 \text{ (N/m}^2 \cdot \text{cm)} \times 150 \text{ (cm)} = 4,500 \text{ (N/m}^2\text{)}$$

※¹：青森県 建築基準法施行細則に基づく積雪の単位荷重を用いた。

※²：青森県 建築基準法施行細則に基づく六ヶ所地域の積雪深さを用いた。

③ 風

- ・基準風速：34m/s※³
- ・水平力として考慮

※³：平成 12 年 5 月 31 日建設省告示第 1454 号に示される青森県の基準風速を用いた。

令和 2 年 4 月 17 日 R5

参考資料 8 - 1 - 1 (第 8 条 火山)

建屋に係る影響評価について

1. 概要

本資料は、降下火砕物の堆積時における、降下火砕物防護対象施設を収納する建屋（以下「対象建屋」という。）の構造健全性の評価方針及び概算結果を示すものである。

1.1 対象建屋

廃棄物管理施設のうち、対象建屋は以下のとおりである。

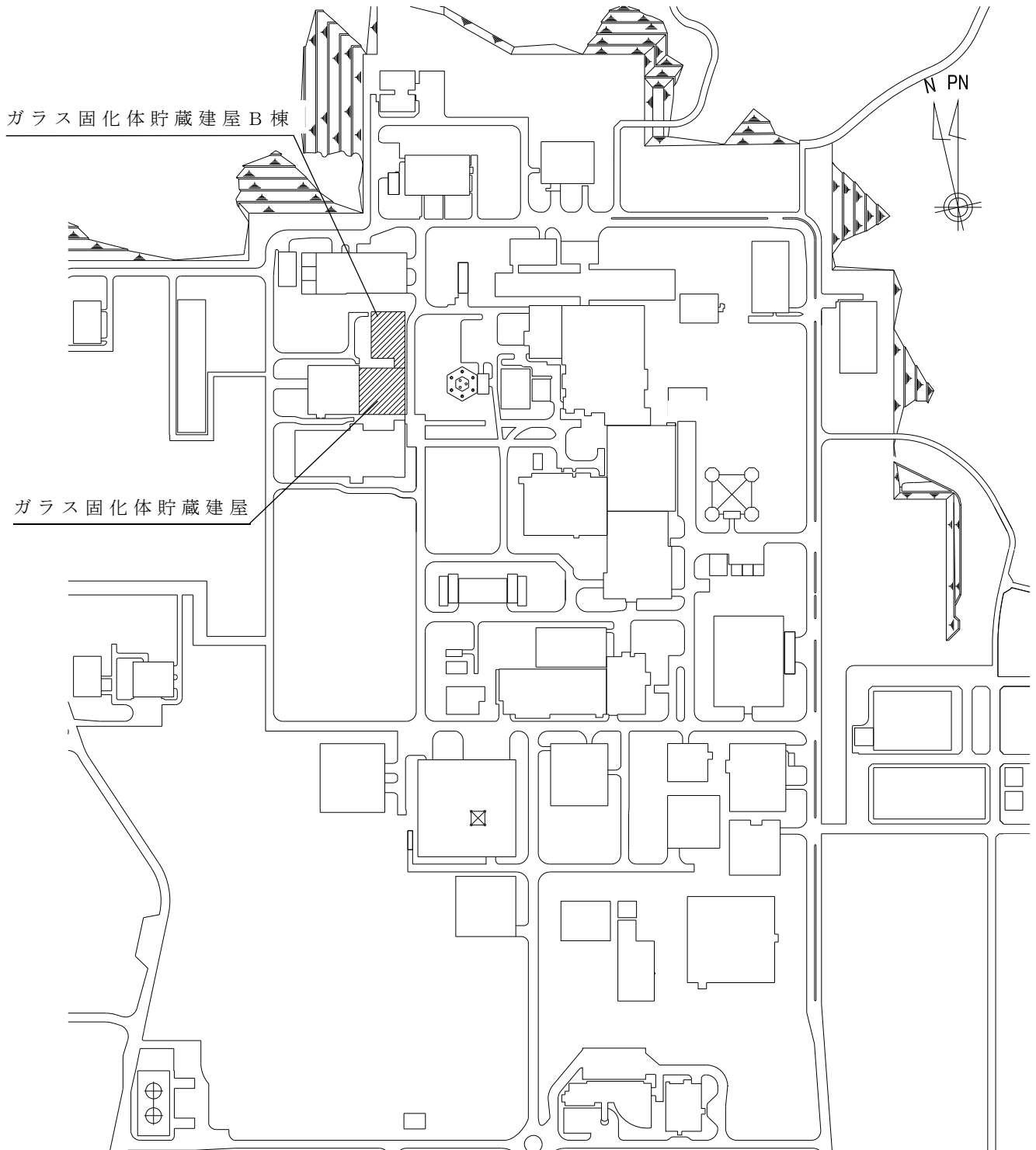
(1) ガラス固化体貯蔵建屋

(2) ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟

2. 基本方針

2.1 位置

対象建屋の配置を第2.1図に示す。

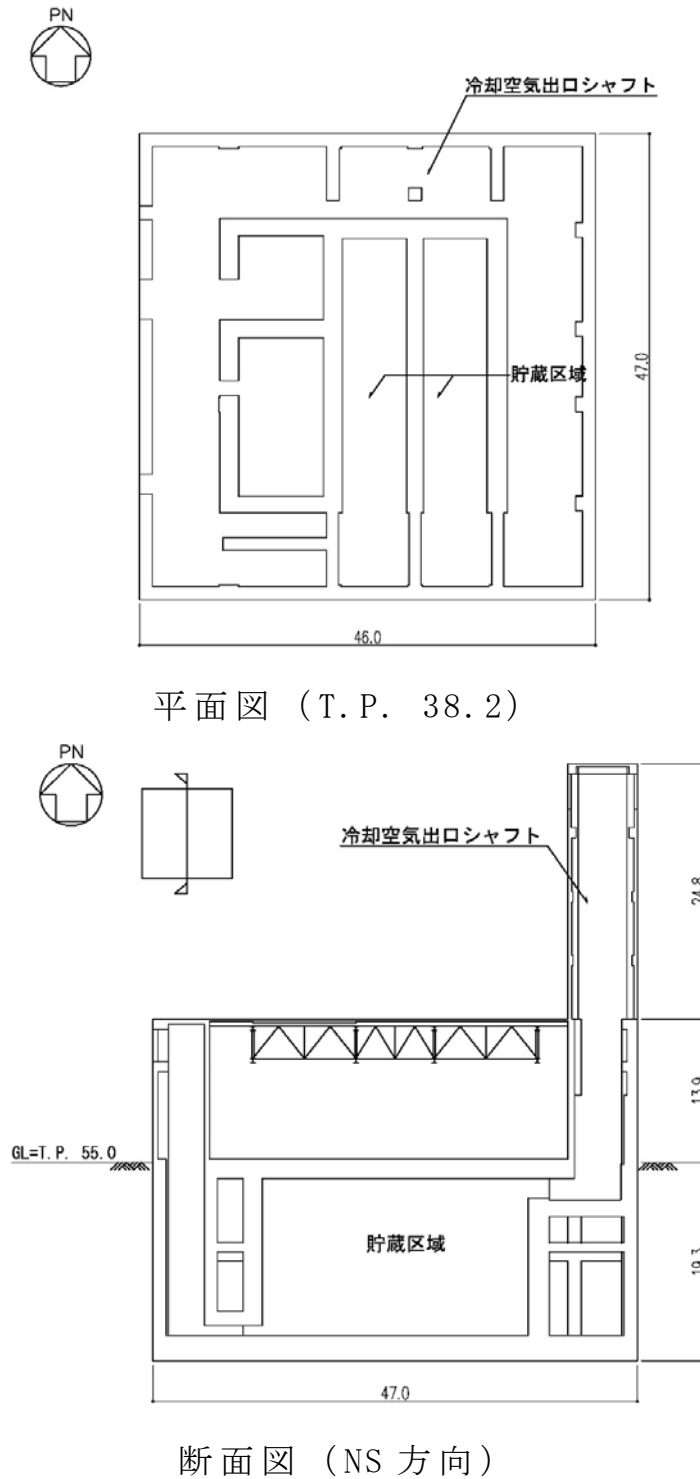


第 2.1 図 配置図

2.2 構造概要

対象建屋は鉄筋コンクリート造の耐震壁及び屋根で構築された施設であり、一部が鉄骨架構で構築された施設である。

対象建屋の平面図及び断面図の例を第2.2図に示す。

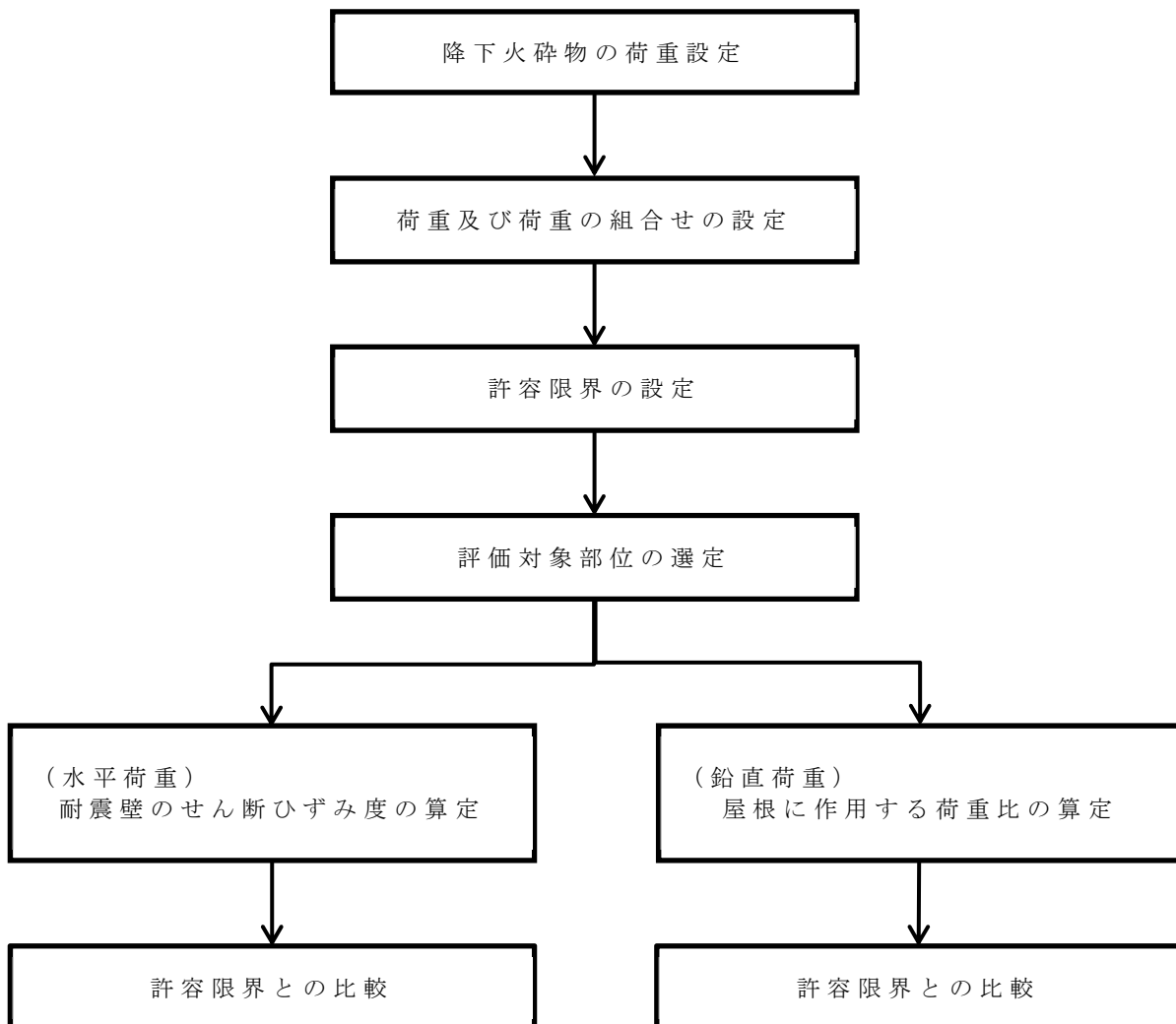


第 2.2 図 建屋の平面図及び断面図の例（単位：m）

2.3 強度評価方針

対象建屋の強度評価は、「3.3 荷重及び荷重の組合せ」に示す荷重及びその組合せに対し、建屋の評価対象部位ごとに設定した許容限界を満足することを確認する。対象建屋の設計荷重に対する強度評価のフローを第2.3図に示す。

対象建屋の強度評価対象部位及び許容限界は、考慮する荷重が作用する部位ごとに設定し、対象建屋の構造健全性を確認する。



第2.3図 建屋の設計荷重に対する強度評価のフロー図

2.4 準拠基準・規格等

準拠する規格・基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法及び同施行令
- ・ 青森県建築基準法施行細則
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編
JEAG4601-補 1984 ((社)日本電気協会)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987 ((社)日本電気協会)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1991 追補版 ((社)日本電気協会)
- ・ 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ((社)日本建築学会, 2018)
- ・ 鋼構造設計規準－許容応力度設計法－ ((社)日本建築学会, 2005)

3. 強度評価方法

3.1 記号の定義

対象建屋の強度評価に用いる記号を第3.1表に示す。

第3.1表 建屋の強度評価に用いる記号

| 記号 | 定義 |
|----------------|--|
| A | 風の受圧面積（風向に垂直な面に投影した面積） |
| C | 風力係数 |
| E' | 建築基準法施行令第87条第2項に規定する数値 |
| E _r | 建設省告示第1454号第2項の規定によって算出した平均風速の高さ方向の分布を表す係数 |
| F _d | 常時作用する荷重 （自重及び雪荷重※ ¹ を含む長期荷重） |
| F _v | 降下火砕物堆積による鉛直荷重 |
| G | ガスト影響係数 |
| H | 全高 |
| P _A | 設計時長期荷重 （自重及び雪荷重※ ² を含む長期荷重） |
| P _B | 常時作用する荷重及び降下火砕物堆積による鉛直荷重の和 $P_B = F_d + F_v$ |
| P _C | P _A に対するP _B の比 $P_C = P_B / P_A$ |
| q | 設計用速度圧 |
| V _D | 基準風速 |
| W | 風荷重 |
| Z _G | 地表面粗度区分に応じて建設省告示第1454号に掲げる数字 |
| Z _b | 地表面粗度区分に応じて建設省告示第1454号に掲げる数字 |
| α | 地表面粗度区分に応じて建設省告示第1454号に掲げる数字 |

※¹ 建築基準法上の積雪深による雪荷重

※² 六ヶ所村の最大積雪深による雪荷重

3.2 評価対象部位

降下火砕物の堆積による鉛直荷重は、降下火砕物が堆積する屋根に作用し、屋根部がこれを負担する。また、風荷重の水平荷重は、屋根及び外壁に作用し、耐震壁がこれを負担する。

このことから、降下火砕物の堆積による鉛直荷重については屋根部を、風荷重の水平荷重については耐震壁を評価対象部位とする。

3.3 荷重及び荷重の組合せ

強度評価に用いる荷重及び荷重の組合せを以下に示す。

3.3.1 荷重の設定

各荷重の設定の考え方は以下のとおりである。

a. 常時作用する荷重 (F_d)

常時作用する荷重は、自重、積載荷重及び建築基準法上の積雪深による雪荷重を考慮する。

b. 降下火砕物堆積による鉛直荷重 (F_v)

降下火砕物堆積による単位面積当たりの鉛直荷重は、設計層厚に密度を乗じて算定する。

c. 風荷重 (W)

風荷重は，建屋の形状を考慮して算出した風力係数及び受圧面積に基づき下式により算定する。

なお，風荷重の算定に用いる受圧面積算定において，隣接する建屋の遮断効果は考慮しない。

$$W = q \cdot C \cdot A$$

ここで，

$$q = 0.6 \cdot E' \cdot V_D^2$$

$$E' = E_r^{2.5} \cdot G$$

$$E_r = 1.7 \cdot (H/Z_G)^\alpha$$

$$V_D = 34\text{m/s}$$

3.3.2 荷重の組合せ

対象建屋の評価に用いる荷重の組合せを第3.3.2表に示す。

第3.3.2表 荷重の組合せ

| 荷重の種類 | 対象部位 | 荷重の組合せ |
|-------|------|-----------|
| 水平荷重 | 耐震壁 | $P_B + W$ |
| 鉛直荷重 | 屋根部 | P_B |

※鉛直上向きの風荷重は考慮しない。

3.4 許容限界

対象建屋の許容限界は，建屋の対象部ごとに第3.4表に示すように設定する。

耐震壁の許容限界は，日本電気協会 原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG-4601-1987）に基づき最大せん断ひずみ 2.0×10^{-3} を許容限界として設定する。

屋根部の許容限界は，降下火砕物堆積による鉛直荷重は一時的な荷重であり短期許容応力度を適用することを考慮して，設計時長期荷重に対する常時作用する荷重及び降下火砕物堆積による鉛直荷重の和の比が，鉄筋及び鉄骨の長期許容応力度と短期許容応力度の比（1.5）以下であることとする。

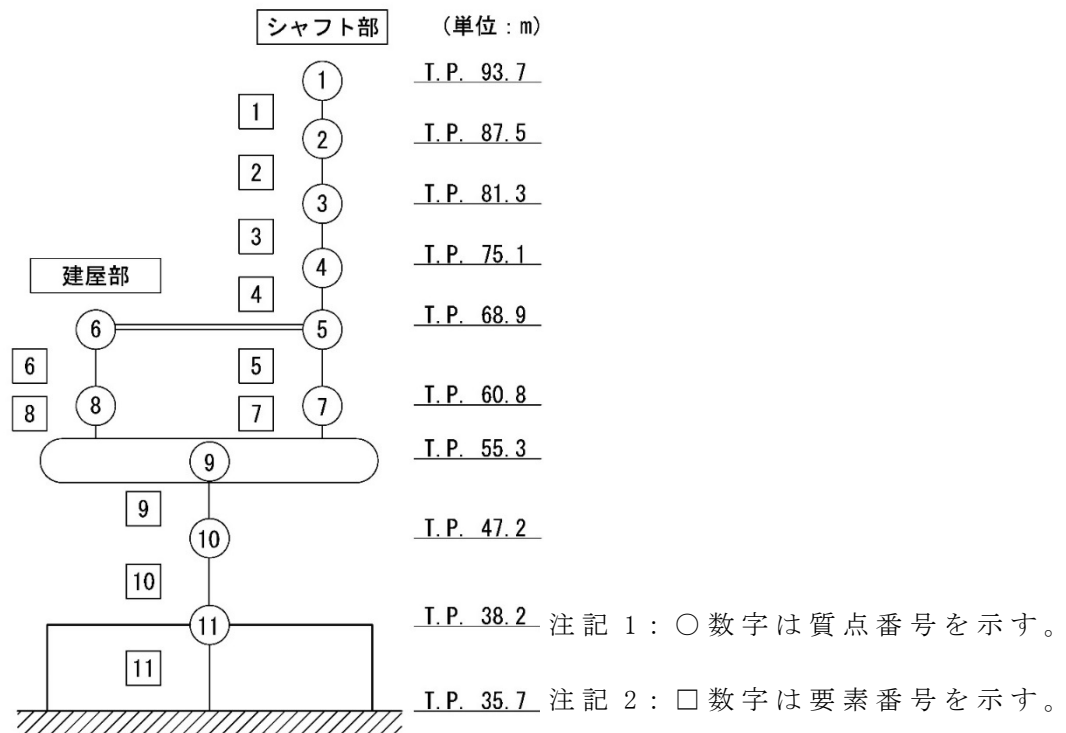
第3.4表 各評価対象部位の許容限界

| 評価対象部位 | 許容限界 |
|--------|--|
| 耐震壁 | 耐震壁の最大せん断ひずみ 2.0×10^{-3} |
| 屋根部 | 設計時長期荷重に対する常時作用する荷重及び降下火砕物堆積による鉛直荷重の和の比 1.5 |

3.5 評価方法

3.5.1 耐震壁に対する評価

対象建屋について、第3.5図に示す建屋の解析モデルを用いて、「3.3.2 荷重の組合せ」に示す荷重により耐震壁に発生するせん断ひずみ度が許容限界以下であることを確認する。



第3.5図 建屋の解析モデル図

※ 解析モデルにおける各質点の重量及び要素の剛性は、「建屋の地震応答計算書」に示す値に同じ。

3.5.2 屋根部に対する評価

屋根部の評価は、設計時長期荷重に対する常時作用する荷重及び降下火砕物堆積による鉛直荷重の和の比 P_c が、許容限界以下であることを確認する。

4. 強度評価結果

4.1 耐震壁に対する評価

鉄筋コンクリート造建屋の耐震壁に対する降下火砕物堆積時の強度評価結果（概算）を第4-1表に示す。

耐震壁に発生するせん断ひずみ度は、許容限界以下である。

第 4-1 表 耐震壁のせん断ひずみ度の評価結果（概算）

| 施設名称 | せん断 ひずみ度 ($\times 10^{-3}$) | 許容限界 ($\times 10^{-3}$) | 判定 |
|----------------|-------------------------------------|------------------------------|----|
| ガラス固化体貯蔵建屋 | 0.0052 | 2.0 | 可 |
| ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟 | 0.0077 | | 可 |

4.2 屋根に対する評価

屋根に対する降下火砕物堆積時の強度評価結果（概算）を第4-2表に示す。

設計時長期荷重に対する常時作用する荷重及び降下火砕物堆積による鉛直荷重の和の比 P_c は，許容限界以下である。

第4-2表 屋根に対する評価結果（概算）

| 施設名称 | P_C (P_B / P_A) | 許容 限界 | 判定 |
|----------------|------------------------|----------|----|
| ガラス固化体貯蔵建屋 | 1.45 | 1.5 | 可 |
| ガラス固化体貯蔵建屋 B 棟 | 1.45 | | 可 |

補足説明資料 8 - 2 (第 8 条 火山)

設計対処施設の設計方針
(構造物への粒子の衝突)

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋は、構造物への降下火砕物の粒子の衝突の影響により安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋は、コンクリート又は鋼構造物であるため、微小な鉱物結晶であり、砂よりも硬度が低い特性を持つ降下火砕物の衝突による影響は小さい。そのため、降下火砕物防護対象施設を収納する建屋は、建屋外壁厚さが 250mm以上のコンクリートであることから、粒子の衝突により構造健全性を損なうことはない。

なお、粒子の衝撃荷重による影響については、竜巻の設計飛来物の影響に包絡される。

令和 2 年 4 月 17 日 R4

補足説明資料 8 - 3 (第 8 条 火山)

設計対処施設の設計方針
(換気系に対する機械的影響 (閉塞))

1. 外気の取り込みによる閉塞

降下火砕物を含む空気の流路となる降下火砕物防護対象施設は、降下火砕物を含む空気による流路の閉塞の影響により、安全機能を損なわない設計とする。

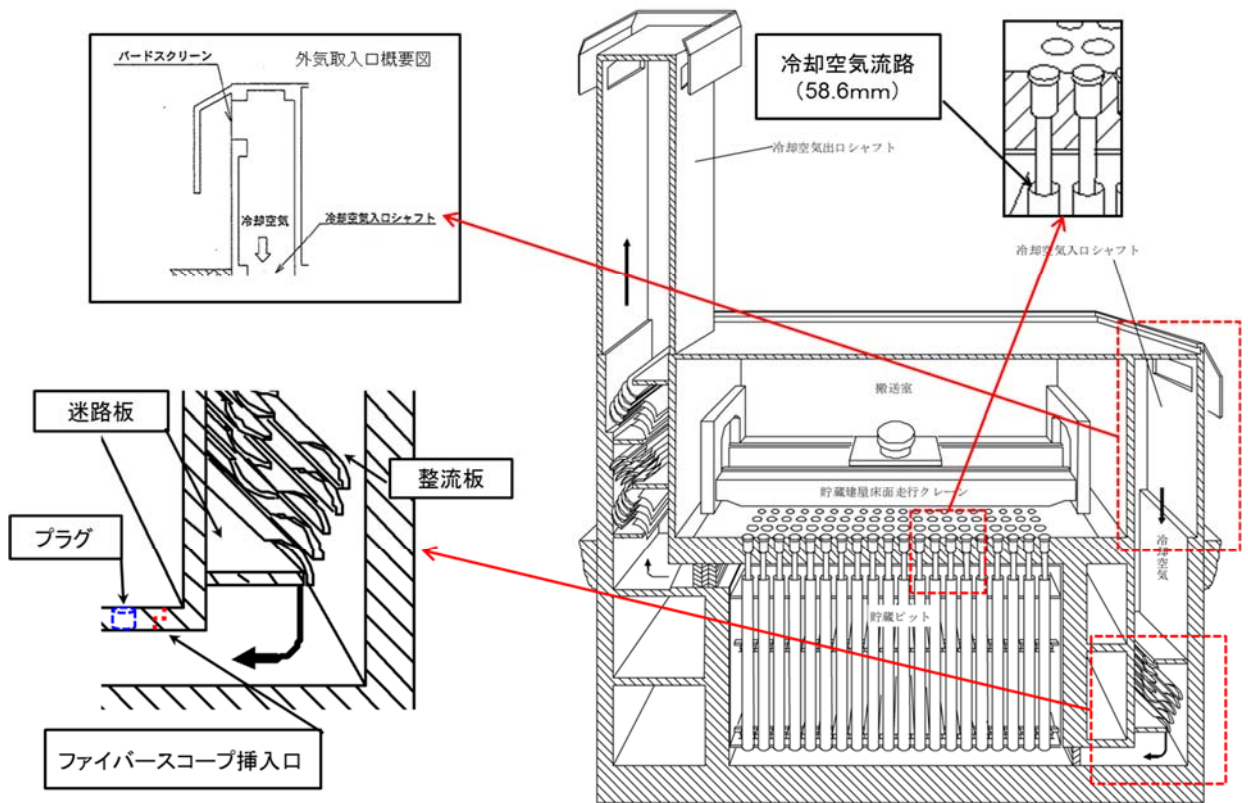
1.1 ガラス固化体貯蔵設備

ガラス固化体貯蔵設備の収納管、通風管等で構成する貯蔵ピットの冷却空気流路については、冷却空気入口シャフトの外気取入口に防雪フードを設け降下火砕物が侵入し難い構造とする。降下火砕物が侵入した場合でも、貯蔵ピットの下部には空間があり、冷却空気流路が直ちに閉塞することはない。

また、必要に応じ点検用の開口部より、吸引による除灰を行う。

なお、降下火砕物が侵入したとしても、冷却空気流路の円環流路部の間隙は 58.6mm 以上あり、降下火砕物の粒子により閉塞しない構造となっている。

ガラス固化体貯蔵設備の外気取入口にはバードスクリーン (網目 12mm) が設置されているが、フィルタ等は設置していないため、降下火砕物が防雪フードから取り込まれたとしても閉塞する系統構成ではなく、気中降下火砕物の影響を受けることはない。



第1図 ガラス固化体貯蔵設備の概要図

令和 2 年 4 月 17 日 R4

補足説明資料 8 - 4 (第 8 条 火山)

設計対処施設の設計方針

(構造物及び換気系に対する化学的影響（腐食）)

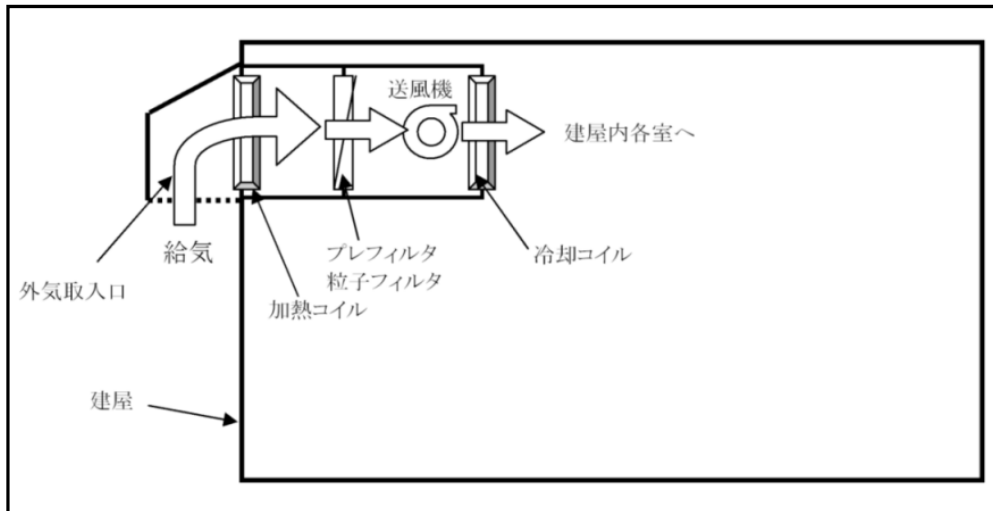
降下火砕物防護対象施設を収納する建屋，建屋に収納される降下火砕物防護対象施設及び降下火砕物を含む空気の流路となる降下火砕物防護対象施設は，降下火砕物に含まれる腐食性のあるガスによる化学的影響（腐食）により安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物の特性として，金属腐食研究の結果より，降下火砕物により直ちに金属腐食を生じさせることはないが，降下火砕物を含む空気の流路となる降下火砕物防護対象施設は，塗装，腐食し難い金属又は防食処理（アルミニウム溶射）を施した炭素鋼を用いることにより，安全機能を損なわない設計とする。

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋は，外気取入口に防雪フードを設け降下火砕物が侵入し難い構造とする。降下火砕物を取り込まれたとしても，降下火砕物防護対象施設を収納する建屋の換気設備については，プレフィルタ及び粒子フィルタを設置し，建屋内部への降下火砕物の侵入を防止する。

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋は外壁塗装及び屋上防水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短期的に影響を及ぼすことはない。

また，降下火砕物堆積後の長期的な腐食の影響については，堆積した降下火砕物の除去後に点検し，必要に応じて修理を行うこと並びに日常的な保守及び修理を行うことにより，安全機能を損なわない設計とする。



第1図 建屋換気設備外気取入口概要図

令和元年 11 月 29 日 R0

参考資料 8 - 4 - 1 (第 8 条 火山)

廃棄物管理施設で使用する塗料について

屋内外の機器・機械類、配管及びダクト（亜鉛めっき部を除く）、屋外に設置するステンレス鋼の機器・機械類及び配管のうち塩害による腐食のおそれがある範囲並びに排気筒等の屋外設備の外表面に対する塗装には、耐食性等を考慮した塗料を使用している。

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、厳しい腐食環境にさらされるため、エポキシ樹脂系等の塗料が複数層で塗布されている。エポキシ樹脂系は、耐薬品性*が強く、酸性物質を帯びた降下火砕物が付着、堆積したとしても、直ちに金属表面等の腐食が進むことはない。

また、ガラス固化体貯蔵建屋及びガラス固化体貯蔵建屋B棟の収納管及び通風管については、炭素鋼にアルミニウム溶射が施されている。

したがって、降下火砕物の付着や堆積により、直ちに金属表面の腐食が進むことはない。

なお、建屋外壁については、弾性アクリルゴム系吹付タイルを使用するとともに、屋根はアスファルト防水を施すことにより、直ちに腐食の影響を受けることはない。

※ 塗装ハンドブック（石塚末豊，中道敏彦 編集）によると、「酸，アルカリなどに水分の加わった強度腐食環境での塗装には，フェノール樹脂塗料，塩化ゴム系塗料，エポキシ樹脂塗料，タールエポキシ樹脂塗料，ウレタン樹脂塗料，シリコーンアルキド樹脂塗料，フッ素樹脂塗料などの耐薬品性のある塗料が使用される。」と記載あり。

令和元年 11 月 29 日 R0

参考資料 8 - 4 - 2 (第 8 条 火山)

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成果を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（ SO_2 ）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（ SO_2 ）雰囲気を保った状態で金属腐食試験を行なったものであり、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、廃棄物管理施設で考慮する火山についても本研究結果が十分適用可能と考える。

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 SO_2 ガス雰囲気（150ppm～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

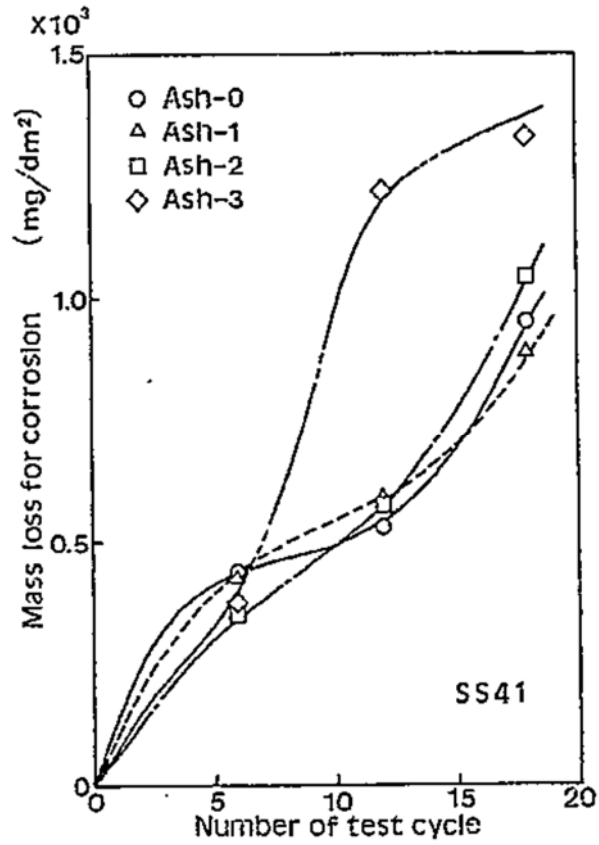
第1図に示すとおり，降下火砕物の堆積量が多い場合は，降下火砕物の堆積なし又は堆積量が少ない場合と比較して，金属試験片の腐食が促進されるが，腐食量は表面厚さにして十数 μm 程度との結果が得られ，降下火砕物層では結露しやすいこと並びに保水効果が大きいことにより腐食が促進されると結論づけられている。

(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堆積させ，実際の火山環境を模擬して高濃度の SO_2 雰囲気中で暴露し，腐食実験を行っている。

腐食の要因となる火山ガスを常に高濃度の雰囲気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，廃棄物管理施設で考慮する降下火砕物についても十分適用可能である。

※・三宅島火山の噴火口付近の観測記：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（「京大防災研究年報」より）



Ash-0 : 降下火砕物のない状態

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

第1図 SS41 の腐食による質量変化

補足説明資料 8 - 5 (第 8 条 火山)

大気汚染への対処について

廃棄物管理施設の安全上重要な施設の安全機能は、ガラス固化体から発生する熱量に応じて生じる通風力によって流れる空気による冷却と遮蔽のみである。これらの安全機能は降下火砕物による敷地周辺の大気汚染の影響によって損なわれることはなく、当該安全機能の維持のために動的機器や運転操作は必要ない。

一方、降下火砕物による敷地周辺の大気汚染の影響が制御室に及ぶおそれがある場合においても、施設の監視を実施できるよう資機材の確保、手順の整備を行う。

1. 必要な資機材

運転員が施設の監視を適時実施することができるように、以下の防護資機材を確保する。

- ・防塵めがね
- ・防塵マスク
- ・可搬型照明

2. 施設の監視のための手順及び資機材

降下火砕物による敷地周辺の大気汚染の影響が制御室に及ぶおそれがある場合において、施設の監視を適時実施するための手順及び資機材（監視手段）を以下のとおり定める。

(1) 監視項目

- ・ガラス固化体の冷却空気の入口温度
- ・ガラス固化体の冷却空気の出口温度

- ・収納管排気設備の入口圧力
- ・火災発生のおそれのないこと

(2) 監視頻度

- ・適時（1回／日 以上）

(3) 監視手段

- ・可搬型測定器，現場監視制御盤等（図－1 参照）

なお，外部電源が喪失していない場合は，事務室や再処理施設の中央制御室の監視ツール等を用いることも可能である。

- ・現場巡視

3. その他

降下火砕物による敷地周辺の大気汚染の影響が制御室に及ぶおそれがあると考えられる事態となった時点において，まさにガラス固化体の移動を伴う操作を行っているような場合は，その状態で運転操作を中断しても安全上の影響はないが，状況に応じて吊り上げ中のガラス固化体を所定の場所に仮置きする等の措置を取るものとする。なお，吊り上げ中のガラス固化体を所定の場所に仮置きする等に要する時間は，数十分程度である。

以 上



可搬型測定器（温度測定用）



現場監視制御盤（压力測定用） 可搬型測定器（压力測定用）

図一 1 可搬型測定器，現場監視制御盤

令和 2 年 6 月 26 日 R5

補足説明資料 1 0 - 1 (第 8 条 火山)

廃棄物管理施設

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)

(第八条 火山)

廃棄物管理施設は、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性を損なわないものでなければならない。

廃棄物管理施設は、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性を損なわないものでなければならない。

廃棄物管理施設に影響を及ぼし得る火山の抽出

廃棄物管理施設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

【降下火砕物】
層厚 : 55cm
密度 : 1.3g/cm³ (湿潤状態)

安全機能を有する施設

降下火砕物防護対象施設以外

降下火砕物防護対象施設等

設計対処施設

・降下火砕物防護対象施設を収納する建屋
・降下火砕物を含む空気の流路となる降下火砕物防護対象施設

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、地滑り及び斜面崩壊
- ・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
- ・津波及び静震
- ・大気現象
- ・地殻変動
- ・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

その他の安全機能を有する施設については、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、安全上支障がない期間での修理を行うこと又はそれらを適切に組み合わせることにより、その安全機能を損なわない設計とする。

除外

降下火砕物による影響の選定
・直接的影響
・間接的影響

直接的影響

間接的影響



| 廃棄物管理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則 | 対象項目 | 区分 | 運用対策等 |
|----------------------------|--|-------|---|
| 第八条 外部からの衝撃による損傷の防止 | 降下火砕物の除去作業及び除去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 | 運用・手順 | <ul style="list-style-type: none"> 降下火砕物が確認された場合には、建屋等に長期間降下火砕物の荷重を掛け続けないこと、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に、降下火砕物防護施設等に堆積した降下火砕物の除去を実施する。 降下火砕物による影響がみられた場合、必要に応じて保守及び修理を行う。 |
| | | 体制 | (担当課による保守・点検の体制) (降下火砕物確認時の体制) |
| | | 保守・点検 | <ul style="list-style-type: none"> 日常点検 定期点検 火山事象時及び火山事象後の巡視点検 |
| | | 教育・訓練 | ・運用・手順・保守・点検に関する教育 |
| | 換気設備の風量低減措置又は外気の取り込みの停止 <u>施設の監視の適時実施</u> | 運用・手順 | <ul style="list-style-type: none"> 降灰が確認された場合には、状況に応じて降下火砕物防護対象施設を収納する建屋の換気設備の風量を低減する措置を講ずる。建屋換気設備の給気フィルタの差圧が交換差圧に達した場合は、状況に応じ外気の取り込みを停止する。 <u>制御室の居住性が損なわれるおそれがある場合は、現場の監視制御盤等により施設の監視を適時実施する。</u> |
| | | 体制 | (運転員の当直体制) (降下火砕物確認時の体制) |
| | | 保守・点検 | — |
| | | 教育・訓練 | ・運用・手順・保守・点検に関する教育 |

令和元年 11 月 29 日 R0

参考資料 1 0 - 1 - 1 (第 8 条 火山)

噴火速報及び降灰予報について

火山の噴火が発生した場合には、気象庁が発表する噴火速報等を確認し、半径 160 k m の範囲内の火山の場合は異常・非常時対策要領に基づく六ヶ所対応会議を設置し、降灰に備える。

また、気象庁が発表する降灰予報で敷地内に「やや多量」または「多量」と予想された場合は非常時対策組織を設置し、本部長（事業部長）の判断のもと、降下火砕物対策を開始する。

1. 噴火予報とは

気象庁から発表される噴火速報は、登山者や周辺の住民に対して、噴火の発生を知らせる情報であり、火山が噴火したことを端的にいち早く伝え、身を守る行動を取るために発表されるものであるとしている。

噴火が発生した事実を速やかに知らせするため、火山名と噴火した時間のみの情報が発表されるとしている。

発表される情報の例は以下のとおり。

| |
|--|
| 火山名 ○○山 噴火速報 平成△△年△△月△△日△△時△△分 気象庁地震火山部発表 **（見出し）** <○○山で噴火が発生> **（本文）** ○○山で、平成△△年△△月△△日△△時△△分頃、噴火が発生しました。 |
|--|

気象庁HPより

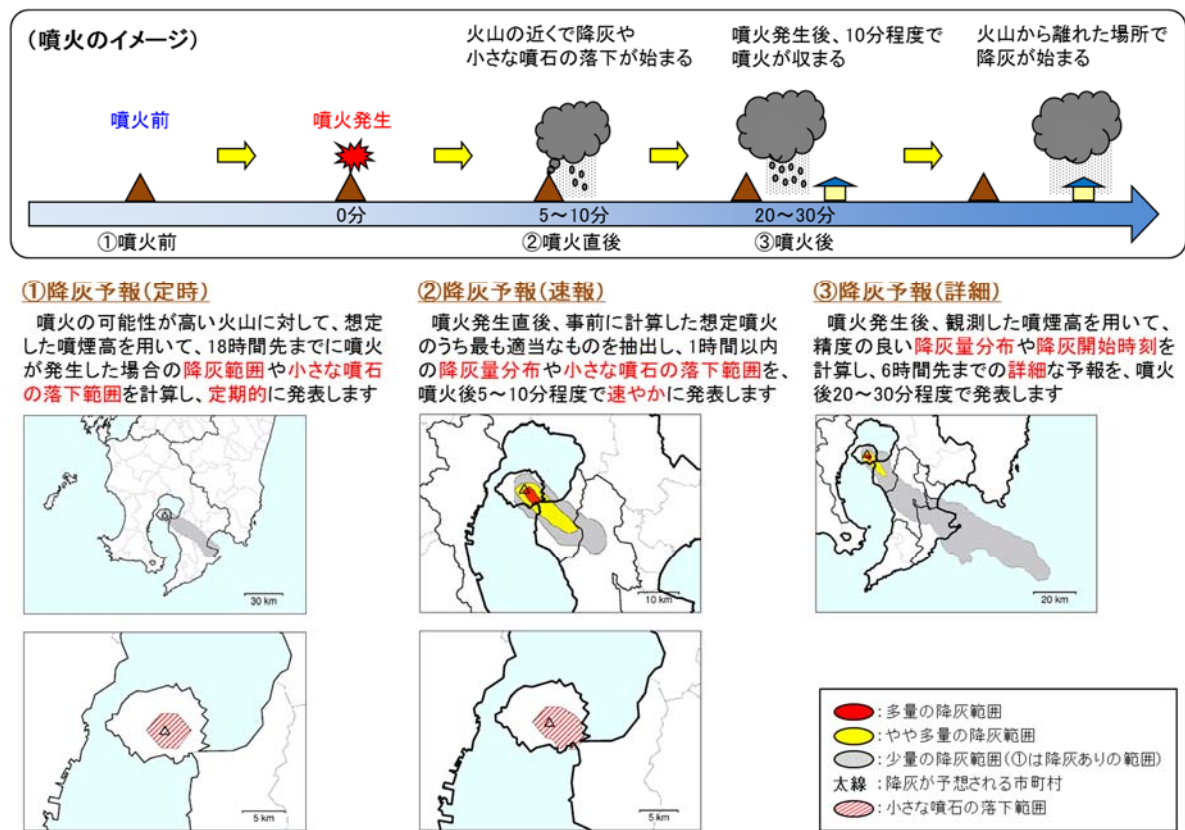
第1図 噴火速報の情報の例

2. 降灰予報とは

気象庁から発表される降灰予報には、「降灰予報（定時）」、「降灰予報（速報）」、「降灰予報（詳細）」がある。

ただし、「降灰予報（定時）」が発表されていない火山では、予測された降灰が「少量」のみであっても必要に応じて発表するとしている。

また、「速報」は事前計算された降灰予報結果から、噴火後速やかに（5～10分程度で）発表するとしている。



※上空の風が弱い場合、あるいは高度によって風向きが大きく変化している場合、降灰予報と実際の降灰範囲及び降灰量が異なることがあります。

気象庁HPより

第2図 降灰予報の発表の種類

降灰予報で使用する降灰量階級表

| 名称 | 表現例 | | | 影響ととるべき行動 | | その他の影響 |
|-------------|--------------------------|---|--|--|---|---|
| | 厚さ キーワード | イメージ※1 | | 人 | 道路 | |
| | | 路面 | 視界 | | | |
| 多量 | 1mm 以上 【外出を控える】 | 完全に覆われる  | 視界不良となる  | <u>外出を控える</u> 慢性の喘息や慢性閉塞性肺疾患（肺気腫など）が悪化し健康な人でも目・鼻・のど・呼吸器などの異常を訴える人が始まる | <u>運転を控える</u> 降ってくる火山灰や積もった火山灰をまきあげて視界不良となり、通行規制や速度制限等の影響が生じる | がいしへの火山灰付着による停電発生や上水道の水質低下及び給水停止のおそれがある |
| やや多量 | 0.1mm ≤ 厚さ < 1mm 【注意】 | 白線が見えにくい  | 明らかに降っている  | <u>マスク等で防護</u> 喘息患者や呼吸器疾患を持つ人は症状悪化のおそれがある | <u>徐行運転する</u> 短時間で強く降る場合は視界不良の恐れがある 道路の白線が見えなくなるおそれがある（およそ0.1～0.2mmで鹿児島市は除灰作業を開始） | 稲などの農作物が収穫できなくなったり※2、鉄道のポイント故障等により運転見合わせのおそれがある |
| 少量 | 0.1mm 未満 | うっすら積もる  | 降っているのが ようやくわかる | <u>窓を閉める</u> 火山灰が衣服や身体に付着する目に入ったときは痛みを伴う | <u>フロントガラスの除灰</u> 火山灰がフロントガラスなどに付着し、視界不良の原因となるおそれがある | 航空機の運航不可※2 |

※1 掲載写真は気象庁、鹿児島市、(株)南日本新聞社による
※2 富士山ハザードマップ検討委員会(2004)による想定

気象庁HPより

第3図 降灰予報で使用する降灰量階級表

令和元年 11 月 29 日 R0

補足説明資料 1 0 - 2 (第 8 条 火山)

降下火砕物の除去に要する時間及び灰置場について

1. 降下火砕物の除去に要する時間

降下火砕物の除去に要する時間について、土木工事の人力掘削作業を参考に評価した結果を以下に示す。

(1) 評価条件

堆積面積 1 m^2 あたりの作業人工等の評価条件を第1表に示す。

第1表 降下火砕物の除去に要する時間の評価条件

| 項目 | | 評価値 |
|-----------------------------|------|---------|
| ①堆積面積 (m^2) | 建屋 | 約 4,102 |
| | 屋外設備 | 0 |
| | 合計 | 約 4,102 |
| ②堆積厚さ (m) | | 0.55 |
| ③堆積量=①×② (m^3) | | 約 2,256 |
| ④ 1 m^3 あたりの作業人工* | | 0.39 |

※ 「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

(2) 評価結果

降下火砕物の除去に要する作業量は以下のとおり。

$$0.39 \text{ 人日} / \text{m}^3 \times 2,256 \text{ m}^3 = \text{約 } 880 \text{ 人日}$$

以上の結果から、降下火砕物の除去に人員を約 30 人動員した場合、30 日程度で降下火砕物を除去できる。また、人員を増やすことによりさらに期間の短縮が可能である。

2. 灰置場について

灰置場については、積んだ降下火砕物が崩れることにより廃棄物管理施設の安全上重要な施設に想定外の荷重が負荷されないよう、それらから十分に離れた場所に降下火砕物を集積する運用とする。

仮に、一時的に廃棄物管理施設の近傍に降下火砕物を積む場合は、降下火砕物が崩れることにより安全上重要な施設に想定外の荷重が負荷されないよう離隔距離を確保する運用とする。

令和元年 11 月 29 日 R0

参考資料 1 0 - 2 - 1 (第 8 条 火山)

除灰時の人員荷重の考え方について

降下火砕物を除灰する際の人員の荷重については、建屋健全性評価において「建築構造設計基準の資料」（国土交通省 平成 30 年版）に示される屋上の通常人が使用しない場合の床版計算用積載荷重 980N/m^2 を包絡するよう、除灰時人員荷重として 1000N/m^2 ※¹ を考慮し、健全性評価を行う。

なお、建屋屋上の除灰時はスコップ、土のう袋、集じんマスク、ゴーグル、ほうき等軽量の資機材を使用し、重機等の大きな荷重を伴う資機材は使用しない。

※¹ 約 100kg の人員が、 1m^2 毎に配置されているのと同様な荷重状態となる。

第 1 表 積載荷重※² （単位： N/m^2 ）

| 室名等 | | 床版又は小梁計算用 | 大梁、柱又は基礎計算用 | 地震力計算用 | 備考 |
|-----|-----------------------------|------------|-------------|--------|---------------------------------------|
| 屋上 | 常時人が使用する場合 （学校、百貨店の類を除く） | 1800 | 1300 | 600 | 「令」第 85 条の屋上広場を準用。 |
| | 〃 （学校、百貨店の類） | 2900 | 2400 | 1300 | |
| | 通常人が使用しない場合 | <u>980</u> | 600 | 400 | |
| | 鉄骨造体育館、武道場等 | 980 | 0 | 0 | 短期荷重とする（作業荷重を考慮）。積雪荷重及び風荷重との組合せは行わない。 |

※² 「建築構造設計基準の資料」（平成 30 年版） 平成 30 年 4 月 25 日国営整第 25 号 表 4.2 積載荷重より抜粋。