

【公開版】

| | | |
|----------|-----------|----|
| 提出年月日 | 令和2年3月17日 | R4 |
| 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、事業許可基準規則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</p> <p>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</p> <p>(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</p> <p>(2)地盤、地耐力、断層等の地質及び地形等</p> <p>(3)風向、風速、降雨量等の気象</p> <p>(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。</p> <p>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。</p> <p>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，自然現象そのものが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，廃棄物管理施設の敷地で想定される自然現象のうち，洪水，地滑り及び津波については，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，廃棄物管理施設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，廃棄物管理施設の敷地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（故意によるものを除く。）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。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

廃棄物管理施設は、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性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 g / c m³（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，安全性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
 - ・ 構造物への化学的影響（腐食）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
 - ・ 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性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

廃棄物管理施設は、火山の影響が発生した場合において安全性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性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 g / c m³（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、安全性を損な

わなない設計とする。

・ 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

・ 構造物への化学的影響（腐食）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

・ 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性を損なわない設計とすること

その他の廃棄物管理施設については，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，安全性を損なわない
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「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。

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性を損なわないことを評価する。

2.2 火山影響評価の流れ

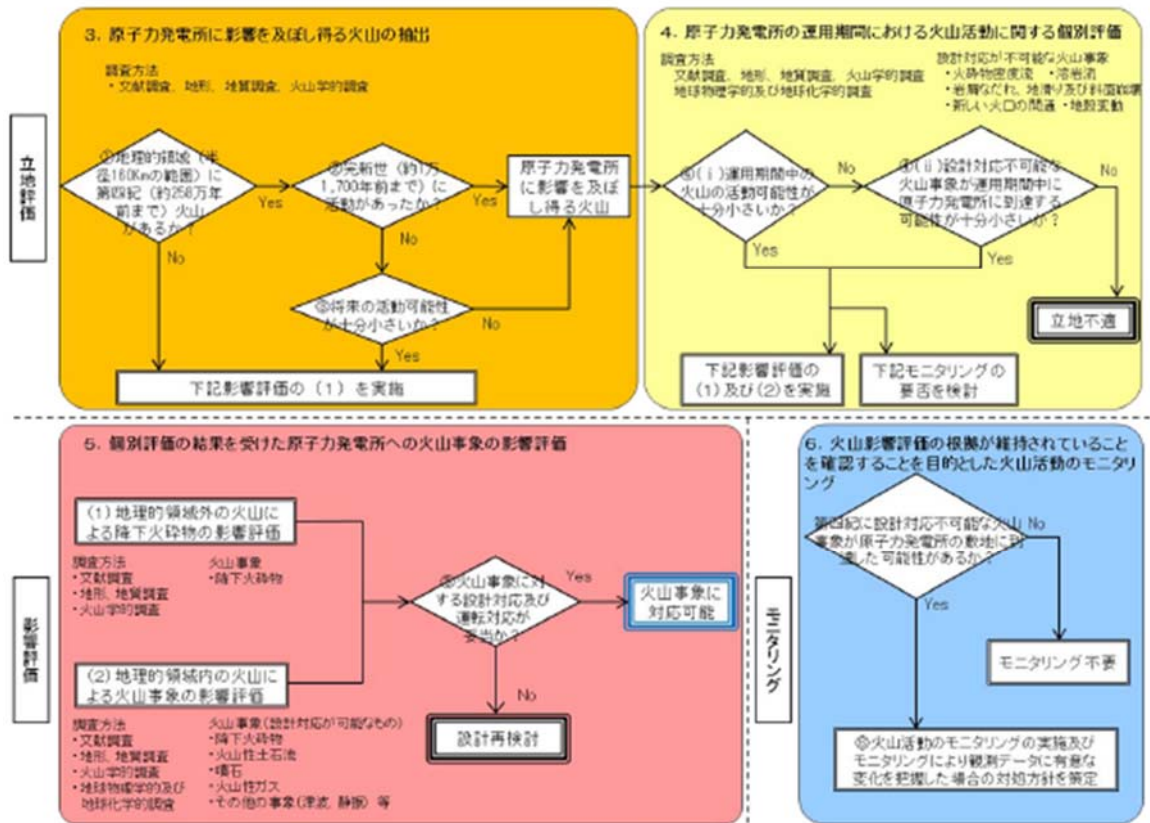
火山影響評価は、「原子力発電所の火山影響評価ガイド」（平成25年6月19日 原規技発第13061910号 原子力規制委員会決定）（以下「火山影響評価ガイド」という。）を参考に、第2-1図の火山影響評価の基本フローに従い立地評価と影響評価の2段階で行う。

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。

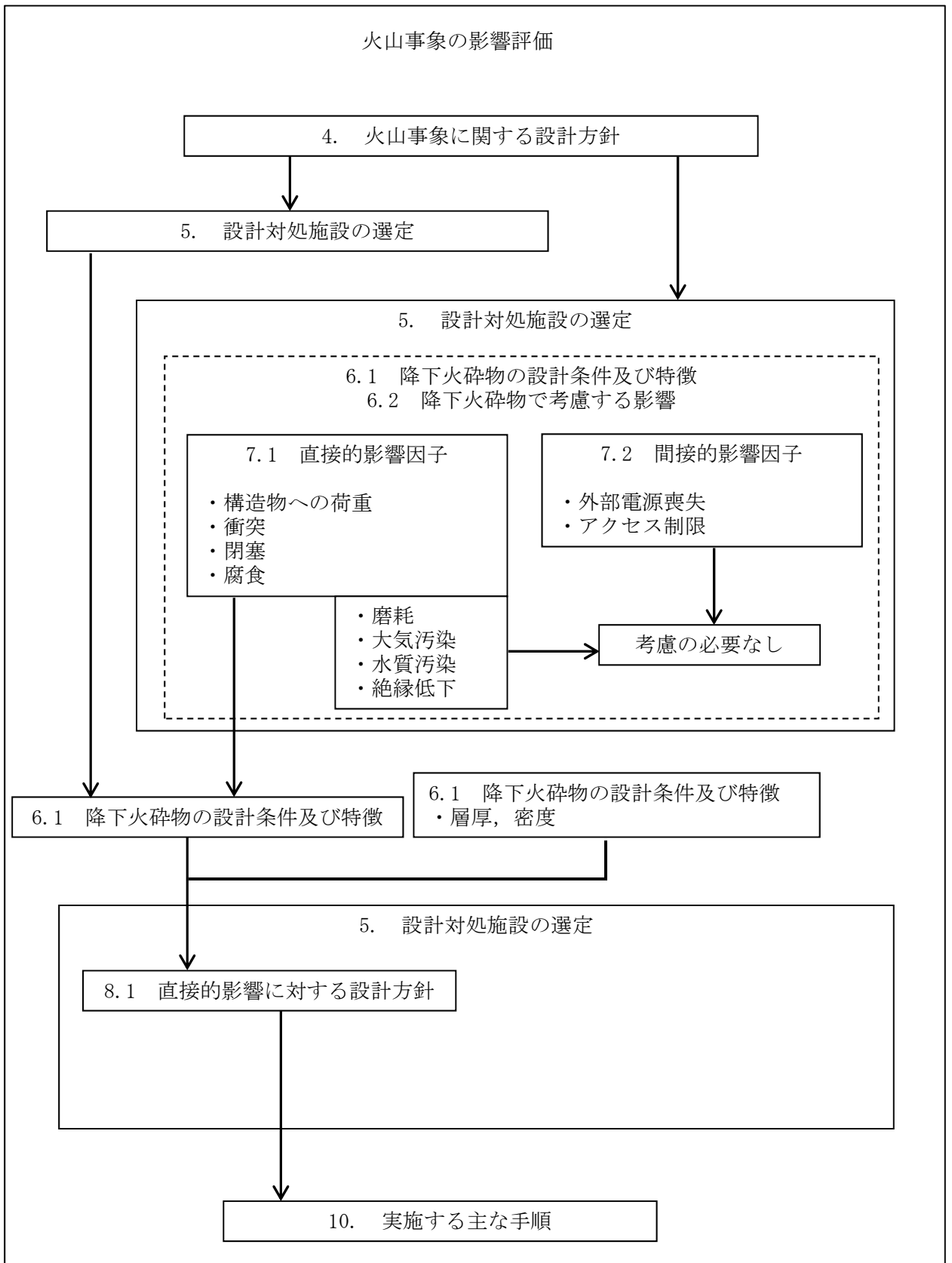
廃棄物管理施設に影響を及ぼし得る火山のうち、設計対応不可能な火山事象の到達可能性範囲に敷地若しくは敷地近傍が含まれ、過去に巨大噴火が発生した火山については、「巨大噴火の可能性評価」を行った上で、「最後の巨大噴火以降の火山活動の評価」を行う。巨大噴火の可能性が十分に小さいと評価した場合でも、火山活動のモニタリングを行い、評価時からの状態の変化の検知により評価の根拠が維持されていることを確認する。

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

廃棄物管理施設は、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性を確保するために、降下火砕物に対して安全性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性が損なわれないことを確認する施設を、全ての廃棄物管理施設の構築物、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、安全評価上その機能を期待する構築物、系統及び機器を漏れなく抽出する観点から、安全上重要な構築物、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、安全性を損なわない設計とする。

上記に含まれない廃棄物管理施設については、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、その安全性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、「キャスク」という。）にガラス固化体が収納されたガラス固化体収納キャスク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収納キャスク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性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。対処にあたっては、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建屋内に収容されるが外気を直接取り込む設備に分類される。そのため、降下火砕物防護対象施設を収納する建屋及び建屋内に収納されるが外気を直接取り込む降下火砕物防護対象施設を設計対処施設とする。

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、建屋内に収納されるが外気を直接取り込む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、ガラス固化体収納キャスクは、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の火山ガス成分（以下「腐食性ガス」という。）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°C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、直接的影響として構造物への荷重、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) 構造物への荷重

「構造物への荷重」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 $1.3 \text{ g} / \text{c m}^3$ （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

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。

(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「構造物への化学的影響（腐食）」、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「換気系に対する化学的影響（腐食）」である。

(6) 大気汚染

廃棄物管理施設は制御室において継続監視のために居住環境を維持する必要がないため、「大気汚染」の影響は考慮する必要がない。

(7) 水質汚染

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

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。

7.2 間接的影響因子

(1) 外部電源喪失

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。

(2) アクセス制限

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。

【補足説明資料7-1】

8. 設計対処施設的设计方針

「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、安全性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、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通りとする。

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、降下火砕物の粒子の衝突

の影響により，安全性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含される。

【補足説明資料8-2】

(3) 換気系に対する機械的影響（閉塞）

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) 構造物への化学的影響（腐食），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建屋内に収納されるが外気を直接取り込む降下火砕物防護対象施設は，降下火砕物による腐食の影響により，安全性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，建屋内に収納されるが外気を直接取り込む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、安全性を損なわない設計とする。

また、長期的な影響については、保守及び修理により安全性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、安全性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。

【補足説明資料8-4】

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、廃棄物管理施設が安全性を損なわないように手順を定める。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、上記の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。

対処にあたっては、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 | 2/27 | 3 | |
| 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 | 2/27 | 3 | |
| 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 | 11/29 | 0 | |
| 補足説明資料6-2 | 荷重の組合せ一覧表 | 1/24 | 0 | |
| 補足説明資料6-3 | 降下火砕物による影響モード | 1/24 | 2 | |
| 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 | 2/27 | 3 | |
| 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) | <u>3/17</u> | <u>2</u> | |
| 参考資料8-1-1 | 建屋に係る影響評価について | <u>3/17</u> | <u>3</u> | |
| 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) | 2/27 | 2 | |
| 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)) | 2/27 | 3 | |
| 参考資料8-3-1 | 気中降下火砕物対策に係る検討について | 11/29 | 0 | |
| 補足説明資料8-4 | 設計対処施設の設計方針(構造物への化学的影響(腐食)) (換気系に対する化学的影響(腐食)) | <u>3/17</u> | <u>2</u> | |
| 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) | 2/27 | 2 | |
| 参考資料10-1-1 | 噴火速報及び降灰予報について | 11/29 | 0 | |

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 3 月 17 日 R2

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、安全性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、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積雪及び風（台風）を考慮する。

設工認申請書において、降下火砕物の堆積荷重及び降下火砕物と火山以外の自然現象を組み合わせた堆積荷重に対して構造健全性が維持され安全性を損なわないことの評価結果を示す。

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通りとする。

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 3 月 17 日 R3

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。

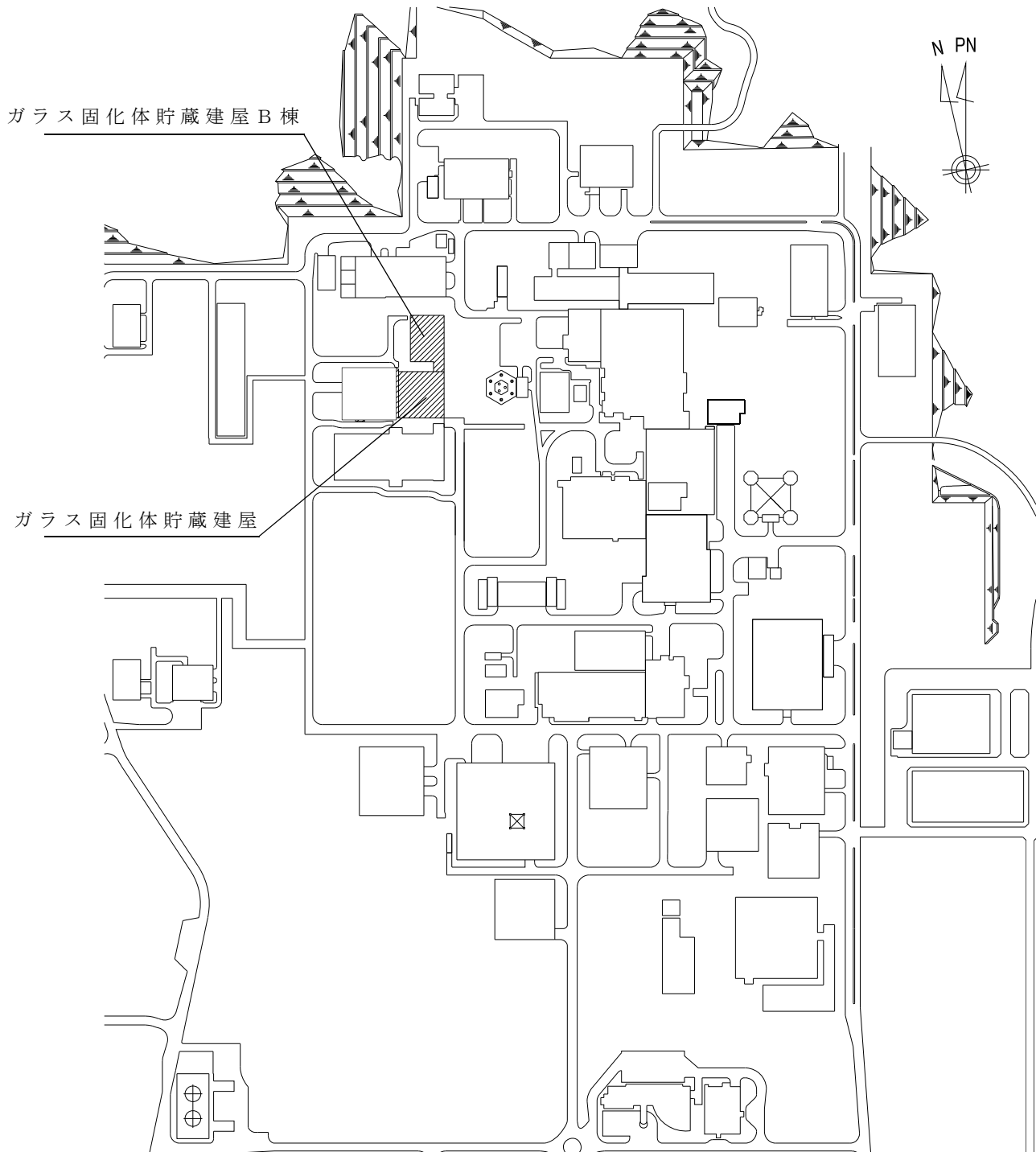
(1) ガラス固化体貯蔵建屋

(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。

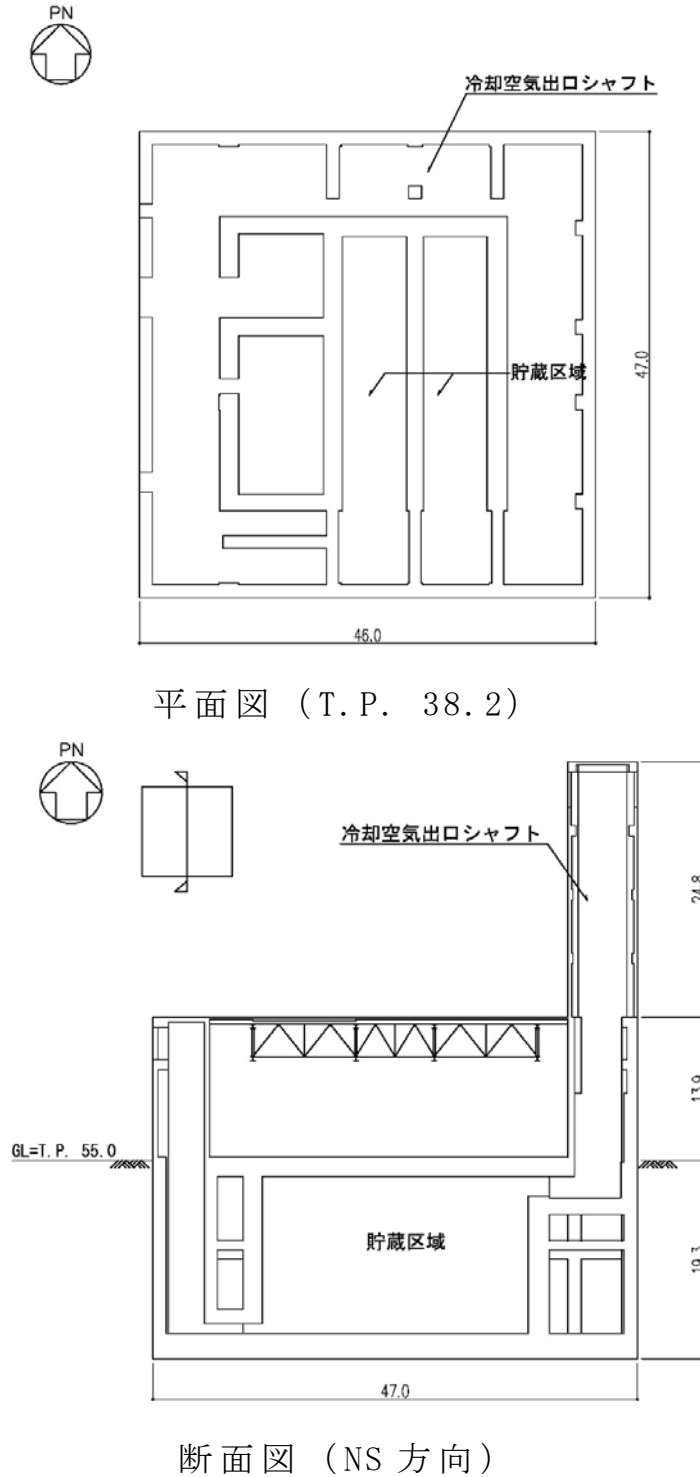


第 2.1 図 配置図

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。

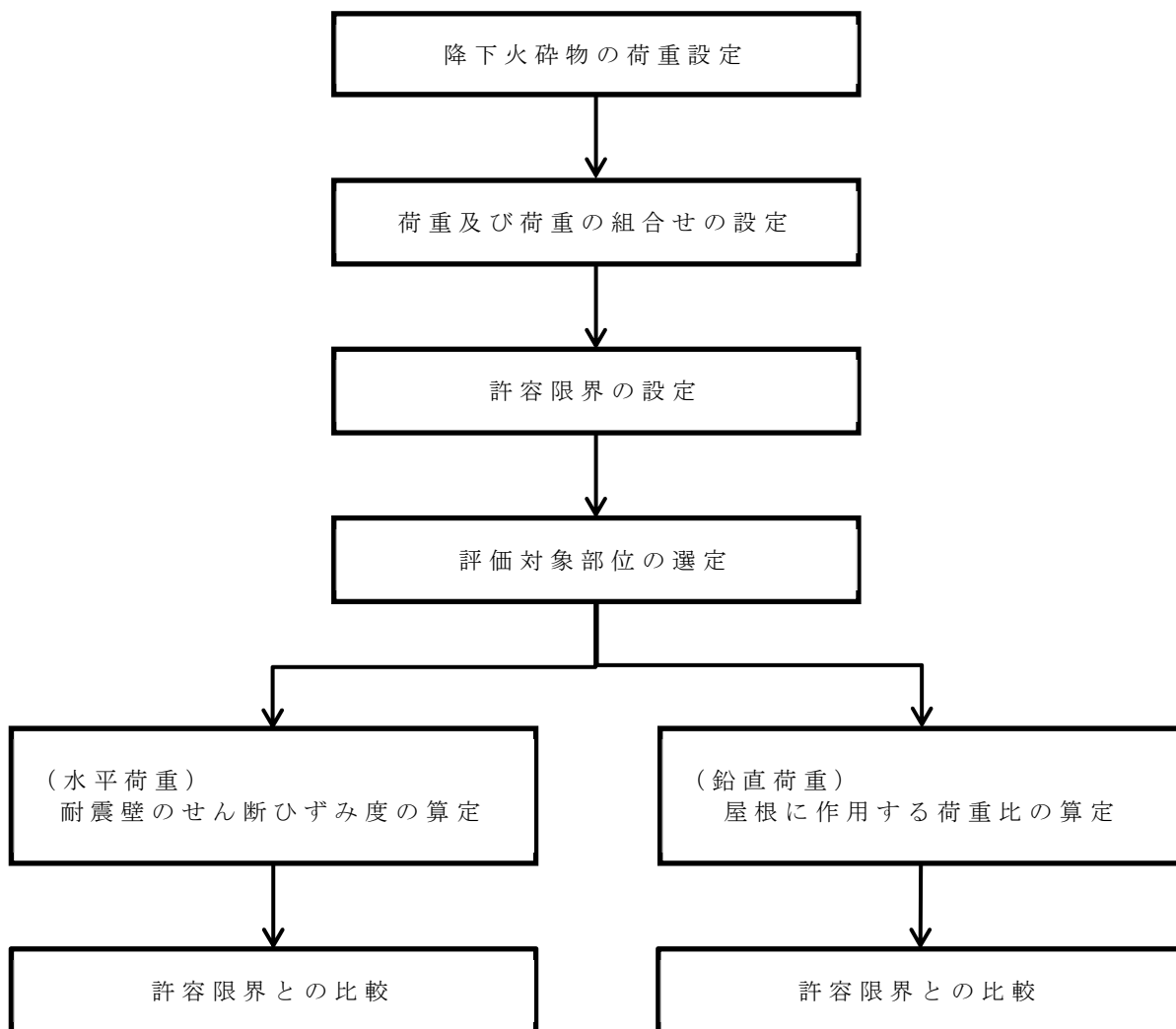


第 2.2 図 建屋の平面図及び断面図の例（単位：m）

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。

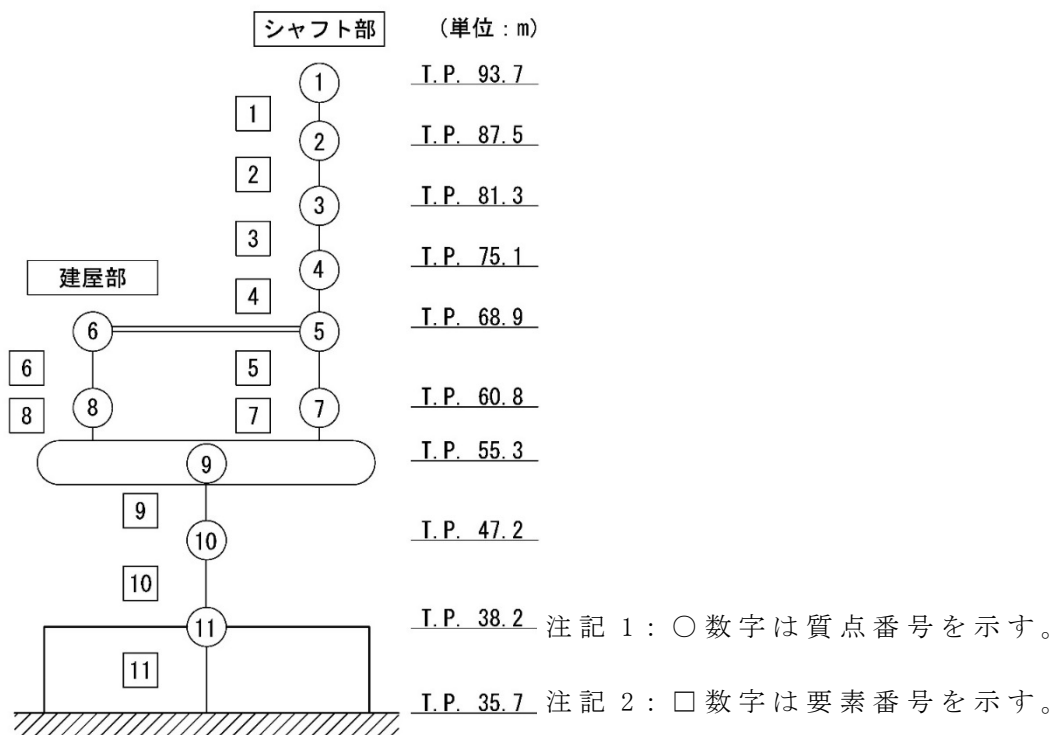
第3.4表 各評価対象部位の許容限界

| 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 |

令和 2 年 3 月 17 日 R2

補足説明資料 8 - 4 (第 8 条 火山)

設計対処施設の設計方針

(構造物への化学的影響 (腐食))

(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建屋内に収納されるが外気を直接取り込む降下火砕物防護対象施設は、降下火砕物の腐食の影響により安全性を損なわない設計とする。

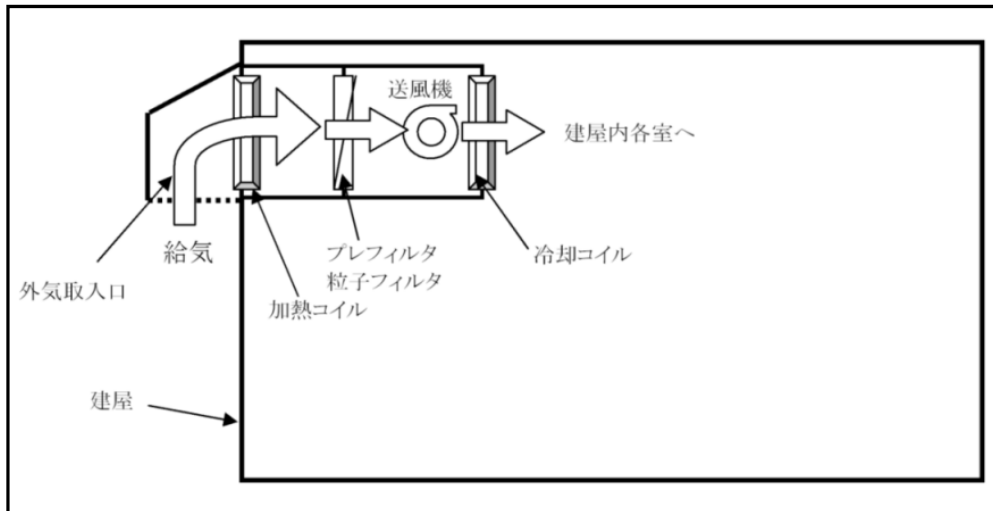
降下火砕物の特性として、金属腐食研究の結果より、降下火砕物により直ちに金属腐食を生じさせることはないが、建屋内に収納されるが外気を直接取り込む降下火砕物防護対象施設は、塗装、腐食し難い金属又は防食処理 (アルミニウム溶射) を施した炭素鋼を用いることにより、安全性を損なわない設計とする。

また、長期的な影響については、保守及び修理により安全性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又は中性能フィルタを設置し、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。



第1図 建屋換気設備外気取入口概要図