

【公開版】

提出年月日	令和2年2月7日	R4
日本原燃株式会社		

M O X 燃 料 加 工 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9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 MOX燃料加工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

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本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、加工施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則（以下、「事業許可基準規則」という。）及びウラン・プルトニウム混合酸化物燃料加工施設安全審査指針（以下、「MOX指針」という。）の比較により、事業許可基準規則第九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九条とMOX指針 比較表 (1 / 5)

事業許可基準規則 第九条 (外部からの衝撃による損傷の防止)	MOX指針	備考
<p>1 安全機能を有する施設は、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いものでなければならない。 (解釈)</p> <p>1 第9条は、設計基準において想定される自然現象（地震及び津波を除く。）に対して、安全機能を有する施設が安全機能を損なわないために必要な措置を含む。</p> <p>2 第1項に規定する「想定される自然現象」とは、敷地の自然環境を基に、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。</p> <p>3 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機能を損なわないもの」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当該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、MOX燃料加工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>追加要求事項</p>

第1-1表 事業許可基準規則第九条とMOX指針 比較表 (2 / 5)

事業許可基準規則 第九条 (外部からの衝撃による損傷の防止)	MOX指針	備考
	<p>指針14. 地震以外の自然現象に対する考慮</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. MOX燃料加工施設における安全上重要な施設は、MOX燃料加工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。 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。 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>前記のとおり</p>

第1-1表 事業許可基準規則第九条とMOX指針 比較表 (3/5)

事業許可基準規則 第九条 (外部からの衝撃による損傷の防止)	MOX指針	備考
<p>2 安全上重要な施設は、当該安全上重要な施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該安全上重要な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ない。</p> <p>(解釈)</p> <p>4 第2項に規定する「大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象」とは、対象となる自然現象に対応して、最新の科学的技術的知見を踏まえて適切に予想されるものをいう。なお、過去の記録、現地調査の結果、最新知見等を参考にして、必要のある場合には、異種の自然現象を重畳させるものとする。</p> <p>5 第2項に規定する「適切に考慮したもの」とは、大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により安全上重要な施設に作用する衝撃及び設計基準事故が発生した場合に生じる応力を単純に加算することを必ずしも要求するものではなく、それぞれの因果関係及び時間的变化を考慮して適切に組み合わせる場合をいう。</p>	<p>指針14. 地震以外の自然現象に対する考慮</p> <p>1. MOX燃料加工施設における安全上重要な施設は、MOX燃料加工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>追加要求事項</p>

第1-1表 事業許可基準規則第九条とMOX指針 比較表 (4 / 5)

事業許可基準規則 第九条 (外部からの衝撃による損傷の防止)	MOX指針	備考
<p>3 安全機能を有する施設は、工場等内又はその周辺において想定される加工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。）に対して安全機能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9条は、設計基準において想定される自然現象（地震及び津波を除く。）に対して、安全機能を有する施設が安全機能を損なわないために必要な措置を含む。</p> <p>6 第3項は、設計基準において想定される加工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、安全機能を有する施設が安全機能を損なわないために必要な重大事故等対処設備への措置を含む。</p>	<p>指針1 基本的条件 事故の誘因を排除し、災害の拡大を防止する観点から、MOX燃料加工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) 農業、畜産業、漁業等食物に関する土地利用及び人口分布</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>

第1-1表 事業許可基準規則第九条とMOX指針 比較表 (5 / 5)

事業許可基準規則 第九条 (外部からの衝撃による損傷の防止)	MOX指針	備考
<p>7 第3項に規定する「加工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、電磁的障害等をいう。なお、上記の「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））等に基づき、防護設計の要否について確認する。</p>		<p>前記のとおり</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

安全機能を有する施設は、MOX燃料加工施設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MOX燃料加工施設で生じ得る環境条件においても安全機能を損なわない設計とする。なお，MOX燃料加工施設敷地で想定される自然現象のうち，洪水，地滑りについては，立地的要因により設計上考慮する必要はない。

上記に加え，安全上重要な施設は，最新の科学的技術的知見を踏まえ当該安全上重要な施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該安全上重要な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，それぞれの因果関係及び時間的变化を考慮して適切に組み合わせる。

また，安全機能を有する施設は，MOX燃料加工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MOX燃料加工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。）に対して安全機能を損なわない設計とする。

なお，MOX燃料加工施設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、津波、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機能を損なわない設計とする。

ここで、想定される自然現象及び人為事象（故意によるものを除く。）に対して、安全機能を有する施設が安全機能を損なわないために必要な安全機能を有する施設以外の施設又は設備等への措置を含める。

また、MOX燃料加工施設は、加工運転を停止することで施設として安定した状態となる特徴がある。そのため、自然現象及び人為事象（故意によるものを除く。）については、MOX燃料加工施設の特徴を踏まえた運用上の措置を考慮した設計とする。

【補足説明資料 1-2】

(2) 火山の影響

安全上重要な施設は、MOX燃料加工施設の運用期間中においてMOX燃料加工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 55cm、密度 1.3g/cm^3 （湿潤状態）の降下火砕物に対し、構造物への静的負荷に対して安全裕度を有する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。

また、降下火砕物の降灰時に、MOX燃料加工施設は、閉塞、磨耗、腐食、大気汚染及び絶縁低下並びに外部電源喪失及び敷地内外での交通の途絶によるアクセス制限事象の影響を受けるおそ

れがあることから、MOX燃料加工施設の特徴を考慮し、全工程停止、全送排風機の停止及び給排気系統上に設置する手動ダンパの閉止の措置を講ずる。上記の対応により、MOX燃料加工施設は、降下火砕物の影響を受けなくするとともに、外部電源が喪失し、非常用所内電源設備からの給電がないときであっても、臨界防止及び閉じ込め等の安全機能を損なわない設計とする。

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、安全上支障のない期間での補修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。

十和田及び八甲田山は、MOX燃料加工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。

1. 3 規則への適合性

(外部からの衝撃による損傷の防止)

第九条 安全機能を有する施設は、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いものでなければならない。

2 安全上重要な施設は、当該安全上重要な施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該安全上重要な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ない。

3 安全機能を有する施設は、工場等内又はその周辺において想定される加工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。）に対して安全機能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項及び第2項について

安全機能を有する施設は、設計基準において想定される自然現象（地震及び津波を除く。）に対してMOX燃料加工施設の安全性を損なわない設計とする。また、安全上重要な施設は、想定される自然現象により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も安全機能を損なわない設計とする。

安全上重要な施設は、当該安全上重要な施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される火山の影響により当該安全上重要な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設計とする。

【補足説明資料 1-1】

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「加工施設の位置、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十七号）」第九条において、外部からの衝撃による損傷防止として、安全機能を有する施設は、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ぬとしており、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MOX燃料加工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、MOX燃料加工施設の安全機能を損なわないことを評価する。

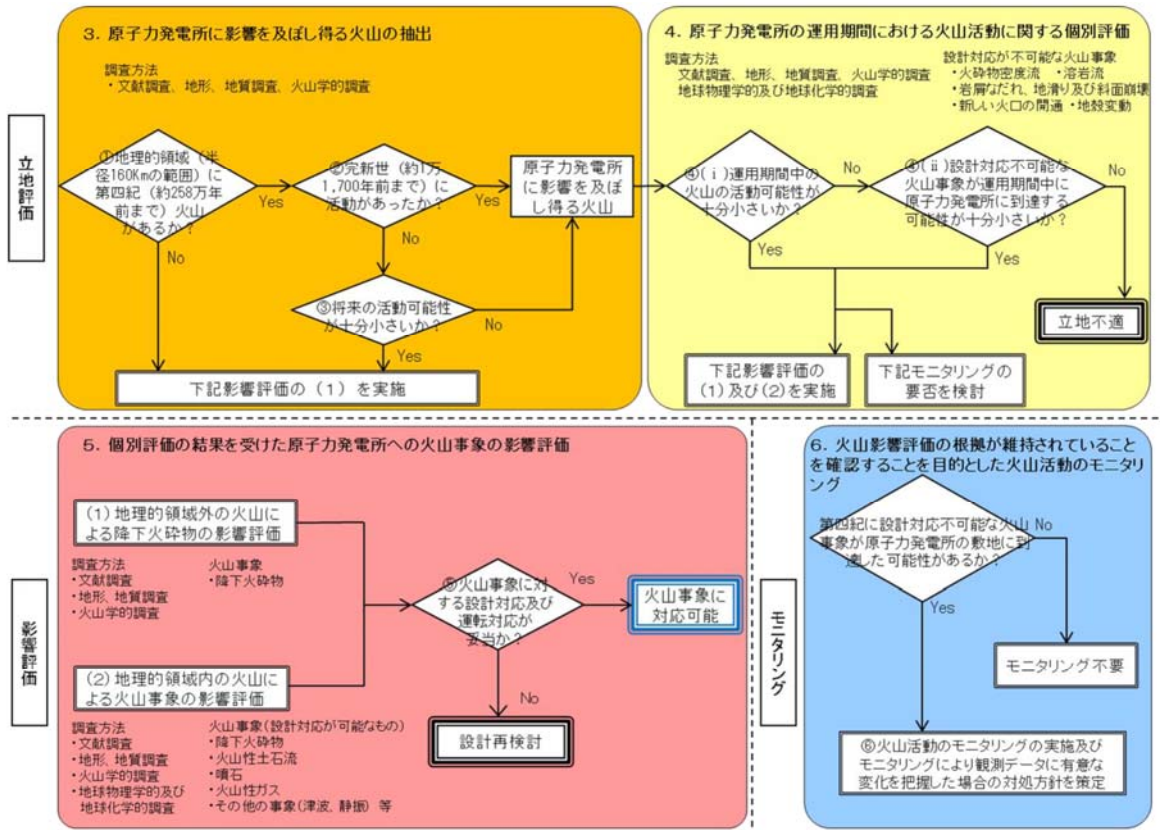
2. 2 火山影響評価の流れ

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。）を参照し、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。

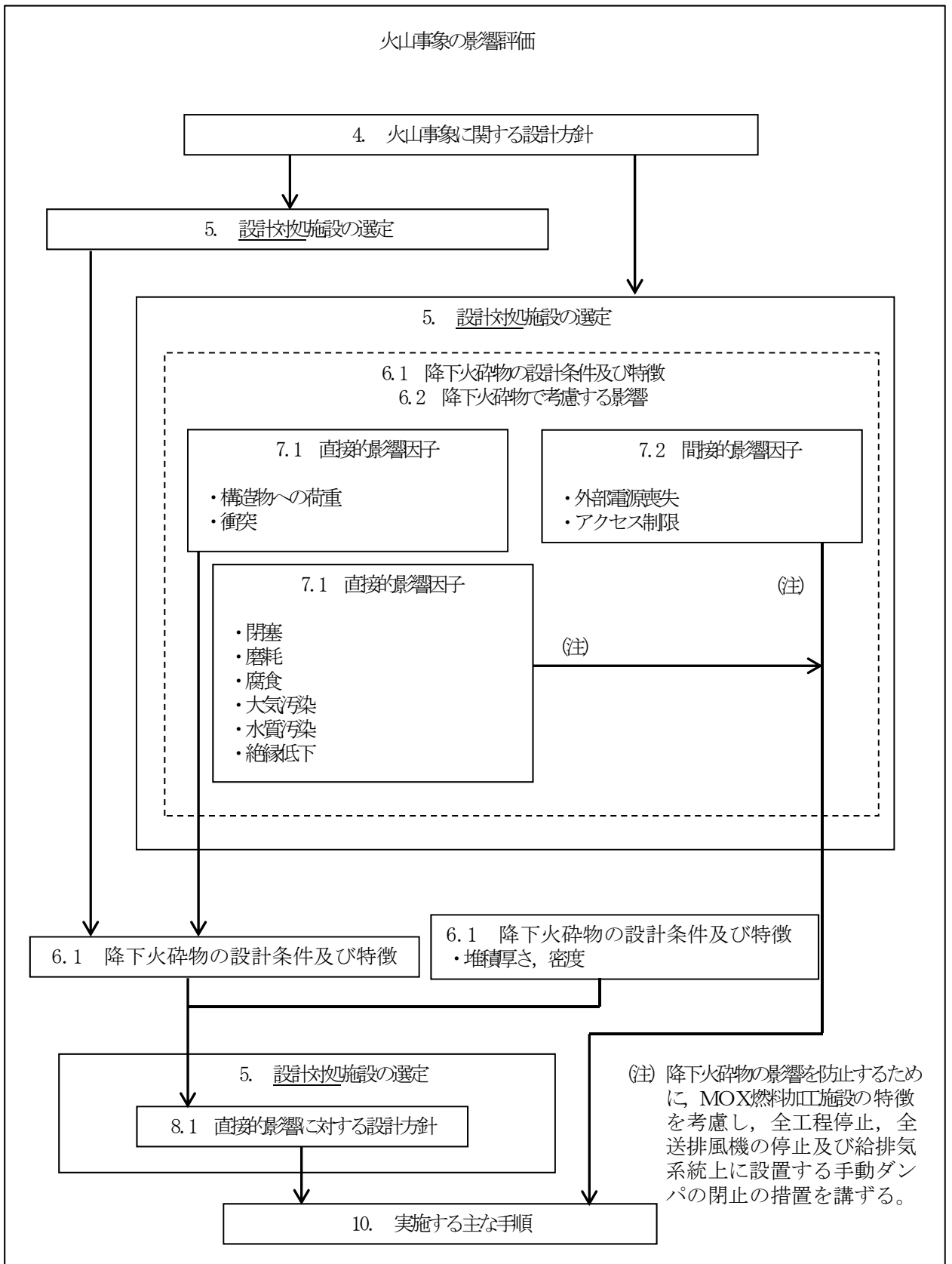
立地評価では、MOX燃料加工施設に影響を及ぼし得る火山の抽出を行い、その火山の火山活動に関する個別評価を行う。具体的には設計対応不可能な火山事象がMOX燃料加工施設の運用期間中に影響を及ぼす可能性の評価を行う。

MOX燃料加工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、MOX燃料加工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。



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 MOX燃料加工施設に影響を及ぼし得る火山の抽出

地理的領域（160km）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，MOX燃料加工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

MOX燃料加工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MOX燃料加工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50km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50km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MOX燃料加工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，MOX燃料加工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，MOX燃料加工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，MOX燃料加工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，MOX燃料加工施設の運用期間中の噴火規模

を考慮し，MOX燃料加工施設の安全機能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MOX燃料加工施設に影響を及ぼし得る火山事象となった。よって，降下火砕物による安全機能を有する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、MOX燃料加工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、全ての安全機能を有する構築物及び設備・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及び設備・機器を漏れなく抽出する観点から、安全上重要な構築物及び設備・機器を抽出し、降下火砕物により臨界防止及び閉じ込め等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。

安全上重要な構築物及び設備・機器以外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復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。

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、MOX燃料加工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、MOX燃料加工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MOX燃料加工施設を安定な状態へ移行（全工程停止、全送排風機の停止及びMOX燃料加工施設が保有するMOX粉末の燃料集合体への加工）及び燃料集合体の出荷による核燃料物質の搬出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、全て燃料加工建屋内に収納され、建屋内に収納され防護される設備、建屋内に収納されるが外気を直接取り込む設備に分類される。また、降下火砕物に対する防護設計にあたっては、MOX燃料加工施設の特徴を考慮し、全工程停止、全送排風機の停止及び給排気系統上に設置する手動ダンパの閉止の措置（以下、「降灰時の対応」という。）を講ずることを考慮する。

降下火砕物防護対象施設は、それらを収納する燃料加工建屋により、降下火砕物から防護することで、降下火砕物防護対象施設の安全機能が損なわれない設計とする。このため、燃料加工建屋は、降下火砕物に対する設計対処施設（以下、「設計対処施設」という。）に選定する。

なお、建屋内に収納されるが外気を直接取り込む設備は、非常用所内電源設備が該当する。ただし、降灰時の対応を行うことにより、MOX燃料加工施設は、外部電源が喪失し、非常用所内電源設備からの給電がないときであっても、臨界防止及び閉じ込め等の安全機能を損なわない設計とすることから、非常用所内電源設備は降下火砕物を取り込むことによる影響を受けることはない。

【補足説明資料5-1, 5-2】

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

MOX燃料加工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55cm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 1.3g/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、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。

設計対処施設に作用させる設計荷重（火山）には、設計基準事故時に生ずる応力の組み合わせを適切に考慮する設計とする。

設計基準事故は、設備・機器における内部事象を起因とするものであり、外部からの荷重である火山の影響との因果関係はない。また、火山の影響に対して安全上重要な施設の安全機能を損なわない設計とすることから、火山の影響及び時間的变化による設計基準事故への進展も考えられない。したがって、火山の影響と設計基準事故は独立事象となる。独立事象である火山の影響と設計基準事故が同時に発生する頻度は十分小さいと考えられる。以上

のことから、設計荷重（火山）と設計基準事故時荷重の組合せは考慮しない。

仮に、設計基準事故発生時に降下火砕物の影響が予見される場合には、降下火砕物の到達前に設計基準事故への対策及び降下火砕物防護対象施設の安全機能を損なわないよう、MOX燃料加工施設の特徴を踏まえて降灰時の対応を講じ、MOX燃料加工施設を安定な状態とすることから、設計基準事故発生時の火山の影響を考慮する必要はない。

【補足説明資料6-1，6-3】

（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。

- ① 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。
- ② 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。
- ③ 水に濡れると導電性を生じる。
- ④ 湿った降下火砕物は、乾燥すると固結する。
- ⑤ 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 6-2】

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、設計対処施設である燃料加工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55cm、密度 1.3g/cm^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、設計対処施設である燃料加工建屋に対して、降下火砕物の降灰時に衝撃荷重を与える「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、降下火砕物防護対象施設に対して、降下火砕物の侵入による換気系、機器の給気系及び冷却空気の流路を閉塞させる「換気系及び電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、降下火砕物防護対象施設に対して、大気に含まれる降下火砕物により、動的機器を磨耗させる「換気系、電気系に対する機械的影響（磨耗）」である。

(5) 腐食

「腐食」について考慮すべき影響因子は、降下火砕物防護対

象施設に対して、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，電気系及び計装制御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，電気系及び計装制御系に対する化学的影響（腐食）」である。

(6) 大気汚染

MOX燃料加工施設は中央監視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

MOX燃料加工施設には水を必要とす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，設計対処施設に対して，湿った降下火砕物が電気系及び計装制御系の絶縁部に導電性を生じさせることによる「電気系及び計装制御系の絶縁低下」である。

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MOX燃料加工施設に間接的な影響を及ぼす因子は，送電網への降下火砕物の影響により発生する長期間（7日間）の「外部電源喪失」である。

(2) アクセス制限

降下火砕物によってMOX燃料加工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。

【補足説明資料 7-1， 7-2】

8. 設計対処施設の設計

「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 影響因子に対する設計方針

(1) 構造物の静的負荷

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、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。

【補足説明資料 8-1】

(2) 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) 構造物への化学的影響（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な影響を受けることはない。

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を除去し，除去後の点検等において，必要に応じて補修作業を実施することにより，建屋は安全機能を損なうことはない。

【補足説明資料 8-3】

(4) 換気系，電気系及び計装制御系に対する閉塞，摩耗，化学的影響（腐食）及び絶縁低下並びに外部電源喪失，アクセス制限

降下火砕物の降灰時にその影響を受けないよう，MOX燃料加工施設の特徴を考慮し，全工程停止，全送排風機の停止及び給排気系統上に設置する手動ダンパの閉止の措置を講ずることにより，外部電源及び非常用所内電源設備からの給電がないときであっても，臨界防止及び閉じ込め等の安全機能を損なわない設計とすることから，降下火砕物は降下火砕物防護対象施設を収納する建屋に取り込まれることはないため，閉塞，摩耗，腐食，絶縁低下，外部電源喪失及びアクセス制限の影響を受けない。

9. 火山影響等発生時におけるMOX燃料加工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MOX燃料加工施設の保全のための活動を行う体制の整備に関し、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MOX燃料加工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MOX燃料加工施設の保全のための活動として実施する各種対応を行う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MOX燃料加工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MOX燃料加工施設の保全のための活動として実施するため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MOX燃料加工施設の保全のための活動を実施するため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ついて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、安全機能を有する施設が安全機能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、降下火砕物の影響が予見される場合には、全工程停止、全送排風機の停止及び給排気系統上に設置する手動ダンパの閉止により、施設が給電を要しない状態へ移行する措置を講ずる。ただし、屋外の降灰状況及び外部電源の復旧状況に応じて換気設備の運転を間欠的に再開する操作を実施する。
- (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、点検において降下火砕物の堆積が確認された箇所については、長期にわたり積載荷重がかかることを避け、安全機能を維持するために、降下火砕物の除去を実施する。
- (3) 全工程停止、全送排風機の停止及び給排気系統上に設置する手動ダンパの閉止を実施した際には、必要に応じて施設の巡視を実施する。

【補足説明資料10-1， 10-2， 10-3】

11. 火山の状態に応じた対処方針

十和田及び八甲田山の現在の活動状況は、巨大噴火の可能性が十分小さいと評価しているが、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) MOX燃料加工施設を安定な状態へ移行（全工程停止，全送排風機の停止及びMOX燃料加工施設が保有するMOX粉末の燃料集合体への加工）
- (2) 燃料集合体の出荷による核燃料物質の搬出

2 章 補足説明資料

第9条:外部からの衝撃による損傷の防止(火山)

MOX燃料加工施設 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1-1	火山影響評価ガイドとの整合性について	2/7	3	
補足説明資料1-2	外部事象に対する加工運転の停止について	2/7	0	新規作成
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	2/7	3	
補足説明資料5-2	外部事象における安全機能を有する施設の防護について	2/7	0	新規作成
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	1/23	1	
参考資料6-1-1	建築基準法における自然現象の組み合わせによる荷重の考え方	12/13	0	
補足説明資料6-2	降下火砕物による影響モード	12/13	0	
参考資料6-2-1	降水による降下火砕物の固結の影響について	2/7	2	
補足説明資料6-3	荷重の組合せ一覧表	2/7	1	
補足説明資料7-1	影響モードによる加工施設への影響因子	2/7	1	
補足説明資料7-2	MOX燃料加工施設の特徴を考慮した措置について	1/23	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)	2/7	1	
参考資料8-1-1	建屋に係る影響評価について	2/7	2	
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)	2/7	2	
補足説明資料8-3	設計対処施設の設計方針(構造物への化学的影響(腐食))	2/7	0	新規作成
補足説明資料10-1	MOX燃料加工施設 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)	2/7	2	
参考資料10-1-1	噴火速報及び降灰予報について	12/13	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	1/23	1	
参考資料10-2-1	除灰時の人員荷重の考え方について	12/13	0	
補足説明資料10-3	降灰時の施設の監視について	1/23	1	

令和2年2月7日 R3

補足説明資料 1 - 1

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「加工施設の位置、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十七号）」第九条において、外部からの衝撃による損傷防止として、安全機能を有する施設は、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、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MOX燃料加工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、MOX燃料加工施設の安全機能を損なわないことを確認した。</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. MOX燃料加工施設に影響を及ぼす火山影響評価の流れ (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

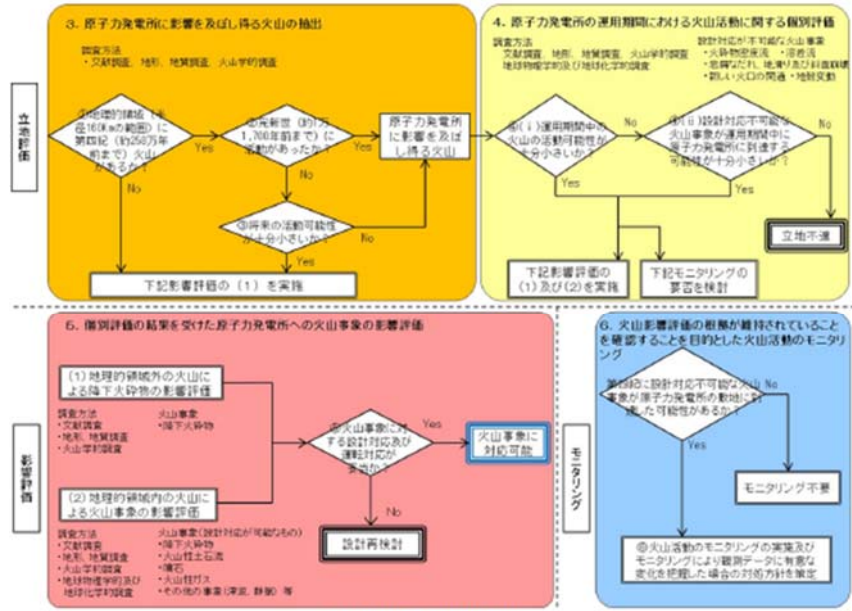


図1 本評価ガイドの基本フロー

補-1-1-5

2. 2 火山活動のモニタリングの流れ

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>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> <p>【立地評価】（項目名のみ記載）</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</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>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>【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MOX燃料加工施設に、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>4. 1において原子力発電所の運用期間中において設計対応不可能な火山事象によって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、それが噴火した場合に、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、火山抽出の結果にかかわらず、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固定でき、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。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。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</p>	<p>【影響評価】</p> <p>5. MOX燃料加工施設への火山事象の影響評価</p> <p>MOX燃料加工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>する。</p> <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>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、MOX燃料加工施設の通常運転を妨げる可能性がある。MOX燃料加工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>降下火砕物は広範囲に及ぶことから、広範囲にわたる送電網の損傷による長期の外部電源喪失の可能性やMOX燃料加工施設への交通の途絶の可能性も考慮し、間接的影響を確認した。</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>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>(2) 降下火砕物によるMOX燃料加工施設への影響評価</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)としては、安全上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、全て燃料加工建屋に収納され、建屋内に収納され防護される設備、建屋内に収納されるが外気を直接取り込む設備に分類される。また、降下火砕物に対する防護設計にあたっては、MOX燃料加工施設の特徴を考慮し、全工程停止、全排風機の停止及び吸排気系統上に設置する手動ダンパの閉止の措置を講ずることを考慮する。降下火砕物防護対象施設は、収納する建屋である燃料加工建屋により、降下火砕物から防護することで、降下火砕物防護対象施設の安全機能が損なわれない設計とする。このため、燃料加工建屋は、降下火砕物に対する設計対処施設(以下、「設計対処施設」という。)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、MOX燃料加工施設の安全機能を損なわないことを確認した。</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>(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ないように対応が取れること。</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降下火砕物による影響を受けないよう、MOX燃料加工施設の特徴を考慮し、全工程停止、全送排風機の停止及び給排気系統上に設置する手動ダンパの閉止の措置を講ずることにより、降下火砕物防護対象施設を収納する建屋に取り込まれることはないため、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>③MOX燃料加工施設の特徴を考慮し、全工程停止、全送排風機の停止及び給排気系統上に設置する手動ダンパの閉止の措置を講ずることにより、降下火砕物防護対象施設を収納する建屋に取り込まれることはないため、降下火砕物による影響を受ける設備・機器がないことを確認した。</p> <p>④必要に応じて、燃料加工建屋に対する降下火砕物の除去が可能であることを確認した。MOX燃料加工施設の特徴を考慮し、全工程停止、全送排風機の停止及び給排気系統上に設置する手動ダンパの閉止の措置を講ずることにより、設備・機器における降下火砕物の除去、建屋換気系のフィルタの清掃や交換が必要ではないことを確認した。</p> <p>(b)間接的影響の確認事項</p> <p>MOX燃料加工施設外での影響(長期間の外部電源の喪失及び交通の途絶)を考慮した場合においても、MOX燃料加工施設の特徴を考慮し、全工程停止、全送排風機の停止及び給排気系統上に設置する手動ダンパの閉止の措置を講ずる</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>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> <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>ことにより、外部電源及び非常用所内電源設備からの給電がないときであっても、臨界防止及び閉じ込め等の安全機能を損なわない設計とすることから、影響を受けないことを確認した。</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>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 火山性土石流、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>MOX燃料加工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、MOX燃料加工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、MOX燃料加工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、安定な状態へ移行（全工程停止、全送排風機の停止及びMOX燃料加工施設が保有するMOX粉末の燃料集合体への加工）及び燃料集合体の出荷による核燃料物質を搬出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いくものとする。</p>	<p>以上</p>

令和2年2月7日 R0

補足説明資料 1 - 2

外部事象に対する加工運転の停止について

1. MOX燃料加工施設の特徴を踏まえた異常時の措置

MOX燃料加工施設は、以下に示す特徴を有することから、加工運転を停止することで施設が安定な状態となる。

- (1) MOX燃料加工施設で取扱うMOXは化学的に安定な酸化物であり、焼結処理、焙焼処理及び一部の分析作業を除いて過渡的变化を伴う化学プロセスはない。
- (2) MOX燃料加工工程は、単位操作毎に処理（バッチ処理）するため、各処理は独立しており、異常が発生したとしても、事象の範囲は当該処理単位に限定される。
- (3) 非密封のMOXは、地下階に気密性の高いグローブボックス等に閉じ込めている。
- (4) 設計基準事故の選定事象である露出したMOX粉末を取り扱うグローブボックス内における火災及び焼結炉等の水素爆発は、加工運転を停止し、動力電源を遮断することにより、それぞれの発生原因であるケーブルの過電流による発火及び焼結炉の異常な温度上昇を防止することができる。

また、通常運転時における核燃料物質の閉じ込めについては、燃料加工建屋、工程室、グローブボックスの順に気圧を低くすることで、放射性物質の漏えいの拡大を防止する設計としているが、大きな事故に進展するおそれのある事象に対しては、送風機及び排風機を停止し、地下階において、気密性の高いグローブボックス等の中にMOX粉末を静置させることで、建屋外への放射性物質の放出のリスクを低減することができる。

また、事業許可基準規則において、加工施設は制御室等に対し、設計基

準事故が発生した場合にMOX燃料加工施設の安全性を確保するための措置をとるため、従事者が支障なく制御室に入り、又は一定期間とどまり、かつ、当該措置をとるための操作を行うことができるための防護措置は求められていない。

このため、大きな事故に進展するおそれのある外部事象及び居住性に影響を与える恐れのある外部事象が発生した際は、リスク低減の観点から上記の措置を講ずることで、制御室及び中央監視室においてMOX燃料加工施設の安全機能を維持するために常時監視・操作を必要としない安定な状態に移行し、運転員は退避することが可能となる。

本資料では、加工運転の停止措置及び施設に大きな影響を与える外部事象の特徴について以下のとおり整理した。

2. 加工運転の停止の種類について

加工運転の停止の種類については、通常操作による設備停止及び非常停止操作による設備停止がある。また、加工運転の停止の停止範囲として、各制御室における各設備又は各工程単位での停止と中央監視室において行うことができる全工程の一括停止がある。送風機及び排風機の停止については、管理区域の送排風機の停止と非管理区域も含めた送排風機の停止がある。第1表に工程停止及び送排風機の停止の用語の種類と停止範囲を示す。

第1表 工程停止及び送排風機の停止の用語の種類と停止範囲について

用語	停止範囲	通常停止 操作場所	非常停止 操作場所
工程停止	換気設備等のユーティリティの停止を含まない一部の加工工程の停止をいう。 なお、加工工程とは、加工の方法の概要に記載されている燃料製造、スクラップ処理、試験・分析、核燃料物質の貯蔵、その他作業(ただし、廃棄のうち、気体廃棄を除く)を示し、その工程に所属する設備全体を示す。	制御第1室 から 制御第6室	制御第1室 から 制御第6室
全工程停止	換気設備等のユーティリティの停止を含まない全ての加工工程の停止をいう。	制御第1室 から 制御第6室	中央監視 室
送排風機の 停止	気体廃棄物の廃棄設備の建屋排風機、工程室排風機、グローブボックス排風機、送風機及び窒素循環ファンの手動停止を指す。	中央監視 室	中央監視 室
全送排風機 の停止	気体廃棄物の廃棄設備の建屋排風機、工程室排風機、グローブボックス排風機、送風機及び窒素循環ファン並びに燃料加工建屋の非管理区域の換気・空調を行う設備の手動停止を指す。	中央監視 室	中央監視 室

3. 外部事象に対する加工運転の停止に係る基本的な考え方

(1) 加工運転の停止によるリスク低減措置

加工施設は、設備・機器に異常が発生した場合には、当該設備・機器及びその異常により影響を受けるおそれのある設備・機器を停止し、異常状態を解消するために必要な措置を講ずる。

外部事象に対して、MOX燃料加工施設の安全機能を損なわない設計としているが、事前に事象発生が予測可能な外部事象については、MOX燃料加工施設に重大な影響を及ぼすおそれがあると判断した場合、全工程停止等の措置を講ずる。また、換気運転を継続することで設備・機器への影響がある場合又は加工施設の外部で有毒ガスが発生した場合等、運転員に有害な影響を及ぼすおそれがある場合には、全送排風機停止等の措置を講ずる。

(2) 異常事象ごとの対処方針

(1)の考え方に基づいた、異常事象毎の対処方針を第2表に示す。なお、事象の進展の度合い等状況に応じて、それぞれに必要な措置を講ずるものとする。また、第1図に示す通常運転の停止操作と非常時の停止操作に要する時間の目安を踏まえ、時間猶予及び復旧作業時の運転員の安全性を考慮して運転停止の方法を適切に選択する。時間猶予がない場合は、設備停止したうえで事象が収束した後に、状況に応じて核燃料物質を貯蔵設備に貯蔵する等の必要な措置を講ずる。

第2表 異常事象毎の対処方針

異常事象		運転停止の判断（目安）	時間猶予	対処
予測可能	竜巻	車両の退避・固縛を実施する場合	10 数min	・竜巻の気圧差による施設への影響を限定するため、全工程停止、送排風機の停止、工程室排風機後の手動ダンパ及びグローブボックス排風機後の手動ダンパの閉止を行う。
	外部火災（森林火災）	施設に火炎が迫ってくる状態	数h	・森林火災で発生したばい煙・有毒ガスの建屋内への侵入による設備・機器への影響を防止するため全工程停止、全送排風機の停止及び系統上のダンパの閉止を実施する。
	火山（降灰）	降灰予報により敷地への多量の降灰が予測された場合	数 10min	・降下火砕物の建屋内への侵入による設備・機器への影響を防止するため、全工程停止、全送排風機の停止及び系統上のダンパの閉止を実施する。
予測不可能 (注1)	地震	中央監視室に表示される加速度計の指示値が、水素・アルゴン混合ガス及び水配管の遮断弁作動の設定加速度以上（耐震Cクラスの設備・機器に適用する静的震度（1.2Ci）程度）を確認した場合	—	・施設の安全性を確保するため、全工程停止を行う。
	外部火災（敷地内タンク火災）	敷地内の重油タンクが炎上している場合		・敷地内の重油タンクの火災で発生したばい煙・有毒ガスの建屋内への侵入による設備・機器への影響を低減するため全工程停止、全送排風機の停止及び系統上のダンパの閉止を実施する。
	外部火災（航空機墜落火災）	敷地内に航空機が墜落した場合		・敷地内の航空機墜落火災で発生したばい煙・有毒ガスの建屋内への侵入による設備・機器への影響を低減するため全工程停止、全送排風機の停止及び系統上のダンパの閉止を実施する。
	有毒ガス	有毒ガスの発生等運転員へ影響を及ぼす兆候が見られた場合		・有毒ガスの建屋内への侵入による運転員への影響を低減するため、全工程停止を行い、不要な運転員を退避させる。また、全送排風機停止及び手動ダンパの閉止を行う。

(注1) 異常事象の影響範囲を考慮して通常の設備停止と非常停止を選択する

	状態	安定度	完了までの時間(目安)
非常停止操作	操作直後の状態を維持。 (容器等昇降動作の途中で あっても途中の状態で強制停 止。)		数 sec~数 min
通常停止操作	操作後、搬送等一定の動作を 完了して停止。 (容器等昇降動作の途中であ れば昇降完了してから停止。)		10 数 min
各工程通常停止 操作後に貯蔵 (※)	貯蔵施設に安定した状態で貯 蔵している状態。		数 10min~10 数 h

※バッチ処理完了までの時間猶予がある場合は、処理完了後に停止する。なお、新たな加工運転は行わない。

第 1 図 非常停止操作と通常停止操作の完了までに要する時間について

令和 2 年 2 月 7 日 R 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

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、安全評価上その機能を期待する構築物及び設備・機器を漏れなく抽出する観点から、安全上重要な構築物及び設備・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、建屋内に収納されるが外気を直接取り込む設備に分類される。ただし、降下火砕物の降灰時にその影響を受けないよう、MOX燃料加工施設の特徴を考慮し、全工程停止、全送排風機の停止及び給排気系統上に設置する手動ダンパの閉止の措置を講ずることにより、外部電源及び非常用所内電源設備からの給電がないときであっても、臨界防止及び閉じ込め等の安全機能を損なわない設計とすることから、降下火砕物は防護対象設備を収納する建屋に取り込まれることはないため、閉塞、磨耗、腐食、大気汚染、絶縁低下並びに外部電源喪失及び敷地内外での交通の途絶によるアクセス制限事象の影響を受けない。そのため、降下火砕物防護対象施設を収納する建屋を設計対処施設とする。

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1表にまとめた。

第1表 降下火砕物防護対象施設の設計項目（1／10）

施設区分	設備区分	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			
成形施設	粉末調整工程	原料M O X粉末缶取出設備	原料M O X粉末缶取出装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-	-	
		一次混合設備	原料M O X粉末秤量・分取装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-
			ウラン粉末・回収粉末秤量・分取装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-
			予備混合装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-
			一次混合装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-
		二次混合設備	一次混合粉末秤量・分取装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-
			ウラン粉末秤量・分取装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-
			均一化混合装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-
			造粒装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-
			添加剤混合装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-
		分析試料採取設備	原料M O X分析試料採取装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-
			分析試料採取・詰替装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-	-	-

○：評価対象

×：評価対象外（ただし、当該設備を設置する建屋が評価対象）

-：評価対象外

第1表 降下火砕物防護対象施設の設計項目（2/10）

施設区分	設備区分	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	
成形施設	粉末調整工程	スクラップ処理設備	回収粉末処理・詰替装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-
			回収粉末微粉碎装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-
			回収粉末処理・混合装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-
			再生スクラップ焙焼処理装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-
			再生スクラップ受払装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-
			容器移送装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-
	粉末調整工程搬送設備	原料粉末搬送装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-	
		再生スクラップ搬送装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-	
		添加剤混合粉末搬送装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-	
		調整粉末搬送装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-	
	ペレット加工工程	圧縮成形設備	プレス装置（粉末取扱部）グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	
			プレス装置（プレス部）グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	

○：評価対象

×：評価対象外（ただし、当該設備を設置する建屋が評価対象）

-：評価対象外

第1表 降下火砕物防護対象施設の設計項目（3／10）

施設区分	設備区分	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	
成形施設	ペレット加工工程	圧縮成形設備	空焼結ボート取扱装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-
			グリーンペレット積込装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-
		焼結設備	焼結ボート供給装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-
			焼結炉	×	×	-	-	-	-	-	-
			焼結炉内部温度高による過加熱防止回路	×	×	-	-	-	-	-	-
			焼結炉内圧力異常検知による炉内圧力異常検知回路	×	×	-	-	-	-	-	-
			焼結ボート取出装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-
			排ガス処理装置グローブボックス(上部)	×	×	-	-	-	-	-	-
			排ガス処理装置	×	×	-	-	-	-	-	-
			排ガス処理装置の補助排風機(安全機能の維持に必要な回路を含む。)	×	×	-	-	-	-	-	-

補-5-1-4

- ：評価対象
 - ×
 -
- ×：評価対象外（ただし、当該設備を設置する建屋が評価対象）
 -：評価対象外

第1表 降下火砕物防護対象施設の設計項目（4／10）

施設区分	設備区分	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	
成形施設	ペレット加工工程	研削設備	焼結ペレット供給装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-
			研削装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-
			研削粉回収装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-
		ペレット検査設備	ペレット検査設備グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-
		ペレット加工工程搬送設備	焼結ポート搬送装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-
			ペレット保管容器搬送装置グローブボックス（一部を除く。）	×	×	-	-	-	-	-	-
			回収粉末容器搬送装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-
被覆施設	燃料棒加工工程	燃料棒検査設備	燃料棒移載装置 ゲート	×	×	-	-	-	-	-	
			燃料棒立会検査装置 ゲート	×	×	-	-	-	-	-	
		燃料棒収容設備	燃料棒供給装置 ゲート	×	×	-	-	-	-	-	
貯蔵施設	貯蔵容器一時保管設備	一時保管ピット	×	×	-	-	-	-	-		

○：評価対象

×：評価対象外（ただし、当該設備を設置する建屋が評価対象）

-：評価対象外

第1表 降下火砕物防護対象施設の設計項目（5 / 10）

施設区分	設備区分	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
貯蔵施設	貯蔵容器一時保管設備	混合酸化物貯蔵容器	×	×	-	-	-	-	-	-
	原料M O X粉末缶一時保管設備	原料M O X粉末缶一時保管装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-
		原料M O X粉末缶一時保管装置	×	×	-	-	-	-	-	-
	粉末一時保管設備	粉末一時保管装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-
		粉末一時保管装置	×	×	-	-	-	-	-	-
	ペレット一時保管設備	ペレット一時保管棚グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-
		ペレット一時保管棚	×	×	-	-	-	-	-	-
		焼結ボート受渡装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-
	スクラップ貯蔵設備	スクラップ貯蔵棚グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-
		スクラップ貯蔵棚	×	×	-	-	-	-	-	-
		スクラップ保管容器受渡装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-
	製品ペレット貯蔵設備	製品ペレット貯蔵棚グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-

○：評価対象

×：評価対象外（ただし、当該設備を設置する建屋が評価対象）

-：評価対象外

第1表 降下火砕物防護対象施設の設計項目（6 / 10）

施設区分	設備区分	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
貯蔵施設	製品ペレット貯蔵設備	製品ペレット貯蔵棚	×	×	—	—	—	—	—	—
		ペレット保管容器受渡装置グローブボックス	×	×	—	—	—	—	—	—
	燃料棒貯蔵設備	燃料棒貯蔵棚	×	×	—	—	—	—	—	—
	燃料集合体貯蔵設備	燃料集合体貯蔵チャンネル	×	×	—	—	—	—	—	—
放射性廃棄物の廃棄施設	気体廃棄物の廃棄設備（換気設備）	工程室排気設備	安全上重要な施設のグローブボックス等を設置する工程室から工程室排風機後の手動ダンパまでの範囲	×	×	—	—	—	—	—
		工程室排気フィルタユニット	×	×	—	—	—	—	—	—
		工程室排風機（排気機能の維持に必要な回路を含む。）	×	×	—	—	—	—	—	—

補-5-1-7

- ：評価対象
- ×：評価対象外（ただし、当該設備を設置する建屋が評価対象）
- ：評価対象外

第1表 降下火砕物防護対象施設の設計項目（7/10）

施設区分	設備区分	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	
放射性廃棄物の廃棄施設	気体廃棄物の廃棄設備（換気設備）	グローブボックス排気設備	安全上重要な施設のグローブボックスからグローブボックス排風機後の手動ダンパまでの範囲及び安全上重要な施設のグローブボックスの給気側のうち、グローブボックスの閉じ込め機能維持に必要な範囲	×	×	-	-	-	-	-	-
		グローブボックス排気フィルタ（安全上重要な施設のグローブボックスに付随するもの。）	×	×	-	-	-	-	-	-	
		グローブボックス排気フィルタユニット	×	×	-	-	-	-	-	-	
		グローブボックス排風機（排気機能の維持に必要な回路を含む。）	×	×	-	-	-	-	-	-	
	窒素循環設備	安全上重要な施設のグローブボックスに接続する窒素循環ダクト	×	×	-	-	-	-	-	-	
		窒素循環ファン	×	×	-	-	-	-	-	-	
		窒素循環冷却機	×	×	-	-	-	-	-	-	
その他加工設備の附属施設	非常用設備	非常用所内電源設備	非常用所内電源設備	×	×	-	-	-	-	-	-
主要な実験設備	小規模試験設備	小規模粉末混合装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-	

○：評価対象

×：評価対象外（ただし、当該設備を設置する建屋が評価対象）

-：評価対象外

第1表 降下火砕物防護対象施設の設計項目（8/10）

施設区分	設備区分	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	
その他 加工設備の 附属施設	主要な実験 設備	小規模試験設備	小規模プレス装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-
			小規模焼結処理装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-
			小規模焼結処理装置	×	×	-	-	-	-	-	-
			小規模焼結処理装置内部温度高による過加熱防止回路	×	×	-	-	-	-	-	-
			小規模焼結処理装置炉内圧力異常検知による炉内圧力異常検知回路	×	×	-	-	-	-	-	-
			小規模焼結処理装置への冷却水流量低による加熱停止回路	×	×	-	-	-	-	-	-
			小規模焼結炉排ガス処理装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-
			小規模焼結炉排ガス処理装置	×	×	-	-	-	-	-	-
			小規模焼結炉排ガス処理装置の補助排風機（安全機能の維持に必要な回路を含む。）	×	×	-	-	-	-	-	-
			小規模研削検査装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-
		資材保管装置グローブボックス	×	×	-	-	-	-	-	-	

○：評価対象

×：評価対象外（ただし、当該設備を設置する建屋が評価対象）

-：評価対象外

第1表 降下火砕物防護対象施設の設計項目（9 / 10）

施設区分		設備区分	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
その他加工設備の附属施設	その他の主要な事項	火災防護設備	グローブボックス温度監視装置	×	×	—	—	—	—	—	—
			グローブボックス消火装置（安全上重要な施設のグローブボックスの消火に関する範囲）	×	×	—	—	—	—	—	—
			延焼防止ダンパ（ダンパ作動回路を含む。）*	×	×	—	—	—	—	—	—
	水素・アルゴン混合ガス設備	混合ガス水素濃度高による混合ガス供給停止回路及び混合ガス濃度異常遮断弁（焼結炉系，小規模焼結処理系）	×	×	—	—	—	—	—	—	

○：評価対象
 ×：評価対象外（ただし，当該設備を設置する建屋が評価対象）
 —：評価対象外

第 1 表 降下火砕物防護対象施設の設計項目 (10/10)

施設区分		設備区分	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
その他加工設備の附属施設	その他の主要な事項	二	<p>・以下の部屋で構成する区域の境界の構築物</p> <p>原料受払室, 原料受払室前室, 粉末調整第 1 室, 粉末調整第 2 室, 粉末調整第 3 室, 粉末調整第 4 室, 粉末調整第 5 室, 粉末調整第 6 室, 粉末調整第 7 室, 粉末調整室前室, 粉末一時保管室, 点検第 1 室, 点検第 2 室</p> <p>ペレット加工第 1 室, ペレット加工第 2 室, ペレット加工第 3 室, ペレット加工第 4 室, ペレット加工室前室, ペレット一時保管室, ペレット・スクラップ貯蔵室, 点検第 3 室, 点検第 4 室</p> <p>現場監視第 1 室, 現場監視第 2 室, スクラップ処理室</p> <p>スクラップ処理室前室, 分析第 3 室</p>	×	×	-	-	-	-	-	-

※焼結炉を設置するペレット加工第 2 室及び小規模焼結炉を設置する分析第 3 室の火災区域を形成する範囲に限る。

○：評価対象

×：評価対象外 (ただし, 当該設備を設置する建屋が評価対象)

-：評価対象外

令和2年2月7日 R0

補足説明資料 5 - 2

外部事象における安全機能を有する施設の防護について

1. 外部事象に対する安全設計の基本方針

事業許可基準規則において、加工施設は、制御室等に対し、設計基準事故が発生した場合にMOX燃料加工施設の安全性を確保するための措置をとるため、従事者が支障なく制御室に入り、又は一定期間とどまり、かつ、当該措置をとるための操作を行うことができるための防護措置は求められていない。このため、大きな事故に進展するおそれのある外部事象及び居住性に影響を与えるおそれのある外部事象が発生した際は、加工運転停止等の措置を講ずることで、制御室及び中央監視室においてMOX燃料加工施設の安全機能を維持するために常時監視・操作を必要としない安定な状態とし、運転員が退避可能な状態に移行する。

【補足説明資料1-2】

更に、事業許可基準規則第九条の解釈では、設計基準において想定される自然現象（地震及び津波を除く。）に対して、安全機能を有する施設が安全機能を損なわないために必要な措置を含む、とされていることを受け、MOX燃料加工施設については、上記の措置を含めて施設の安全性を確保する方針とする。

加工運転停止等の措置を含めて施設の安全性を確保するための防護方針について以下の通り整理する。

2. 外部事象における防護方針

(1) 防護対象の選定

外部事象の防護対象としては、安全評価上その機能を期待する構築物及び設備・機器を漏れなく抽出する観点から、安全上重要な構築物及び

設備・機器を抽出し、外部事象により臨界防止及び閉じ込め等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。

安全上重要な構築物及び設備・機器以外の安全機能を有する施設については、外部事象に対して機能を維持すること若しくは外部事象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復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。

(2) 設計対処施設の選定

設計対処施設については、安全機能を有する施設のうち、防護対象として選定した安全上重要な施設を対象として、1. で示す施設に大きな影響を与える外部事象に対する措置を踏まえて防護対象施設が外部事象によって受ける設計荷重の影響を考慮し選定する。

各外部事象に対する防護対象施設と、設計対処施設を整理した結果を第1表に示す。設計荷重の設定及び設計対処施設の選定において、加工運転停止等の措置を考慮した事項について太字で示す。

第1表より、加工運転停止等の措置が設計荷重に影響を与える事象として、竜巻、外部火災、火山事象が該当する。更に、火山事象については、外気を直接取り込む防護対象施設が降下火砕物を含む外気を取り込むことで受ける影響の考慮が不要となることから、設計対処施設として選定が不要となる。

第1表 運用を考慮する外部事象と設計対象施設の選定（1／2）

外部事象	防護対象	防護対象の分類	想定する荷重 ^(註)	運用 ^(註)	設計対処施設の選定結果 ^(註)
竜巻	・安全上重要な施設 (= 竜巻防護対象施設, 外部火災防護対象施設, 降下火砕物防護対象施設等と定義)	・建屋に設置されるが防護が期待できない竜巻防護対象施設	飛来物荷重	—	・非常用所内電源設備の非常用発電機の給気系及び排気系
		・屋外の竜巻防護対象施設	風荷重, 飛来物荷重	—	・該当なし
		・建屋内の施設で外気と繋がっている竜巻防護対象施設	気圧差荷重	・全工程停止, 送排風機停止及び必要に応じて外気と繋がっている経路のダンパの閉止 ^{※1}	・工程室排気設備及びグローブボックス排気設備並びに非常用所内電源設備の非常用発電機の給気系及び排気系 ^{※1}
		・竜巻防護対象施設を設置する施設	風荷重, 飛来物荷重, 気圧差荷重	—	・燃料加工建屋
		・竜巻防護対象施設に波及的影響を及ぼし得る施設	風荷重, 飛来物荷重, 気圧差荷重	—	・該当なし
		外部火災	・安全上重要な施設を収納する建屋	熱影響, 爆風圧の影響	—
・屋外に設置する安全上重要な施設	熱影響, 爆風圧の影響		—	・該当なし	
・外気を取り込む安全機能を有する施設	二次的影響 (有毒ガス, ばい煙) ^{※2}		・ばい煙及び有毒ガスの発生時には, 必要に応じて全工程停止, 全送排風機の停止 ^{※2}	・換気設備の給気設備, 非常用所内電源設備の非常用発電機 ^{※2}	
火山	・安全上重要な施設を収納する建屋	構築物への荷重 ^{※5} , 粒子の衝突	—	・燃料加工建屋	
	・屋外に設置する安全上重要な施設	構築物への荷重 ^{※5} , 粒子の衝突	—	・該当なし	
	・外気を取り込む安全機能を有する施設	閉塞 ^{※3} , 磨耗 ^{※3} , 腐食 ^{※3} , 大気汚染 ^{※3} , 水質汚染 ^{※3} , 絶縁低下 ^{※3} , 間接的影響 (外部電源喪失及び交通の途絶) ^{※3}	・全工程停止, 全送排風機の停止及び給排気系統上に設置する手動ダンパの閉止 ^{※3}	・該当なし ^{※3}	
	・建屋内に収納されるが外気を直接取り込む安全上重要な施設			・該当なし ^{※3}	

第1表 運用を考慮する外部事象と設計対象施設の選定（2／2）

外部事象	防護対象	防護対象の分類	想定する荷重 ^(注)	運用 ^(注)	設計対処施設の選定結果 ^(注)
落雷	・安全上重要な施設 (= 竜巻防護対象施設, 外部火災防護対象施設, 降下火砕物防護対象施設等と定義)	・安全上重要な施設を収納する建屋及び建築基準法又は消防法の適用を受ける施設又は建屋	直撃雷	—	・燃料加工建屋 (安全上重要な施設以外の安全機能を有する施設として排気筒, 窒素ガス発生装置が該当)
			間接雷	—	・該当なし
その他(有毒ガス)	施設, 降下火砕物防護対象施設等と定義)	— (居住性への影響のみを考慮)	—	・有毒ガス発生時, 必要に応じて全送排風機の停止	— (居住性への影響のみを考慮)
航空機落下		・安全上重要な施設を収納する建屋 ・屋外に設置する安全上重要な施設	— (確率評価)	—	・燃料加工建屋 ・該当なし

(注) : 荷重の設定に運用を考慮している外部事象を太字で示す。

※1 工程室排気設備及びグローブボックス排気設備並びに非常用所内電源設備の非常用発電機の給気系及び排気系は気圧差荷重を受けることから設計対処施設として選定する。ただし、竜巻の発生が予見される場合、運用上の措置として全工程停止, 送排風機停止及び必要に応じて外気と繋がっている経路のダンパの閉止の措置を講じ、気圧差荷重を受ける範囲を軽減する。

※2 二次的影響によりMOX燃料加工施設の居住性に影響を及ぼす場合は、全工程停止, 全送排風機の停止の措置を講じ、最低限の運転員を残して監視を継続する。敷地の森林火災及び近隣工場等の火災は、MOX燃料加工施設への影響が事前に予測可能であることから、運用の措置を考慮すると換気設備の給気設備及び非常用所内電源設備の非常用発電機は、二次的影響に対して設計対処施設とはならない。しかし、敷地内の危険物タンク等の火災及び航空機墜落火災については事象発生が予測不可能であり、外気を取り込む可能性があることから、換気設備の給気設備及び非常用所内電源設備の非常用発電機は設計対処施設として選定する。

※3 降下火砕物の影響については、MOX燃料加工施設への影響が事象に予測可能であることから、全工程停止, 全送排風機の停止及び給排気系統上に設置する手動ダンパの閉止の運用上の措置を講じ、MOX燃料加工施設への影響を軽減する。運用を踏まえると、荷重(閉塞, 磨耗, 腐食, 絶縁低下及び間接的影響)の影響を受けないため、「外気を取り込む安全機能を有する施設」及び「建屋内に収納されるが外気を直接取り込む安全上重要な施設」に該当する換気設備の給気設備, 非常用所内電源設備の非常用発電機は設計対処施設に設定しない。また、水質汚染については取水を必要とする設備はないこと、大気汚染については継続監視のために居住環境を維持する必要がないため考慮不要となる。

令和2年2月7日 R2

参考資料 6-2-1

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、降下火砕物の降灰時には、MOX燃料加工施設は全工程停止、全送排風機の停止及び給排気系統上に設置する手動ダンパの閉止の措置を講ずることから、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2月7日 R1

補足説明資料 6-3

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)
通常時に作用している荷重	・固定荷重	構造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)	○	○	○	○
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 地震時土圧及び設備・機器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。

荷重の組合せ一覧表（設備・機器）

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)
通常時に作用している荷重	・死荷重(自重)	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	—	○	—
	・事故時荷重*1	設計基準事故時に生じる荷重	—	○	○
	・竜巻荷重	竜巻(気圧差)	—	—	○

* 1 MOX 燃料加工施設においては、設計基準事故時の状態で施設に作用する荷重は、長時間施設に作用するものがないため、地震荷重と組み合わせるものはない。

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拠することとする。

令和2年2月7日 R1

補足説明資料 7-1

影響モードによる加工施設への影響因子

補足説明資料 6 - 2 で示す「想定される影響モード」によって発生する M O X 燃料加工施設への影響因子 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 図及び第 1 - 2 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 MOX燃料加工施設への影響因子

影響モード	影響因子
構造物への荷重	<p><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に対して、降下火砕物が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>
衝突	<p><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><換気系及び電気系に対する機械的影響 (閉塞) > 設計対処施設に対して、降下火砕物の侵入による閉塞、降下火砕物を含む空気による換気系及び機器の吸気系の閉塞を考慮する。</p>
磨耗	<p><換気系、電気系に対する機械的影響 (磨耗) > 設計対処施設に対して、大気に含まれる降下火砕物により、動的機器を磨耗させることを考慮する。</p>
腐食	<p><構造物への化学的影響 (腐食) > <換気系、電気系及び計装制御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ことを考慮する。換気系、電気系及び計装制御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><中央監視室の大気汚染> MOX燃料加工施設は中央監視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。</p>
水質汚染	<p><取水源の水質汚染> 取水が必要となる降下火砕物防護対象施設がないため、水質汚染を考慮する必要はない。</p>
絶縁低下	<p><電気系及び計装制御系の絶縁低下> 設計対処施設に対して、湿った降下火砕物が電気系及び計装制御系の絶縁部に導電性を生じさせることによる絶縁低下の影響を考慮する。</p>
外部電源喪失	<p><外部電源喪失> 送電網への降下火砕物の影響により発生する長期間 (7日間) の外部電源喪失を考慮する。</p>
アクセス制限	<p><アクセス制限> 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考慮する。</p>

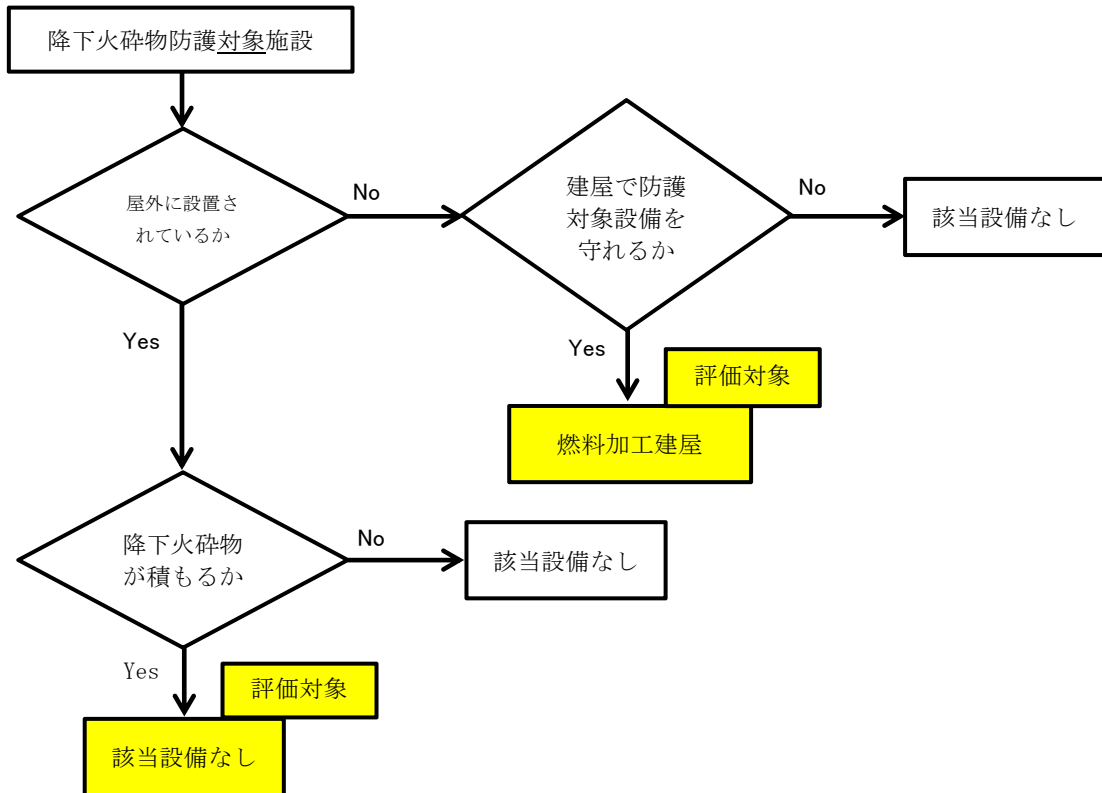
第2表 降下火砕物防護対象施設と降下火砕物による直接的影響の評価項目の整理表

影響評価項目 降下火砕物 防護対象施設		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	○ ※1	○ ※1	○ ※2	○ ※4	○ ※5	○ ※5	○ ※6	○ ※7
換気系、電気系、計装制御系	換気系 ・換気設備の排気系 (排風機を含む)	○ ※1	○ ※1	○ ※8	○ ※8	○ ※8	○ ※5	○ ※6	○ ※7, ※3
	・焼結設備等の補助 排風機	○ ※1	○ ※1	○ ※8	○ ※8	○ ※8	○ ※5	○ ※6	○ ※7, ※3
	電気系 ・非常用発電機	○ ※1	○ ※1	○ ※8	○ ※8	○ ※8	○ ※5	○ ※6	○ ※7
	・上記以外の非常用 所内電源設備	○ ※1	○ ※1	○ ※3	○ ※3	○ ※3	○ ※5	○ ※6	○ ※8
	計装制御系 ・安全上重要な施設 の安全機能を維持す るために必要な回路	○ ※1	○ ※1	○ ※8	○ ※8	○ ※8	○ ※5	○ ※6	○ ※8
	・グローブボックス 温度監視装置								
	・グローブボックス 消火装置 ・混合ガス濃度異常 遮断弁	○ ※1	○ ※1	○ ※8	○ ※8	○ ※8	○ ※5	○ ※6	○ ※8
建屋に収納されるその他の降下 火砕物防護対象施設 (グローブ ボックス, 貯蔵棚等)	○ ※1	○ ※1	○ ※2	○ ※3	○ ※3	○ ※5	○ ※6	○ ※7	

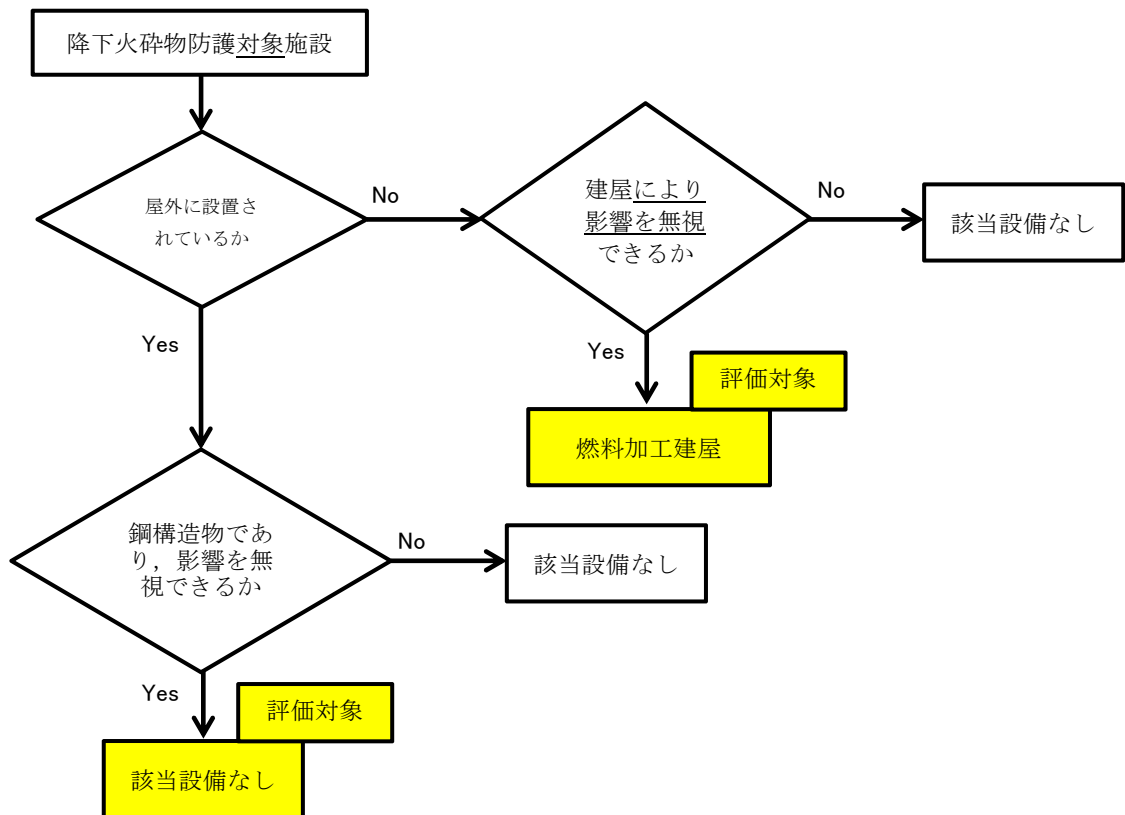
○：影響因子に対する個別評価を実施
－：評価対象外

【除外理由】

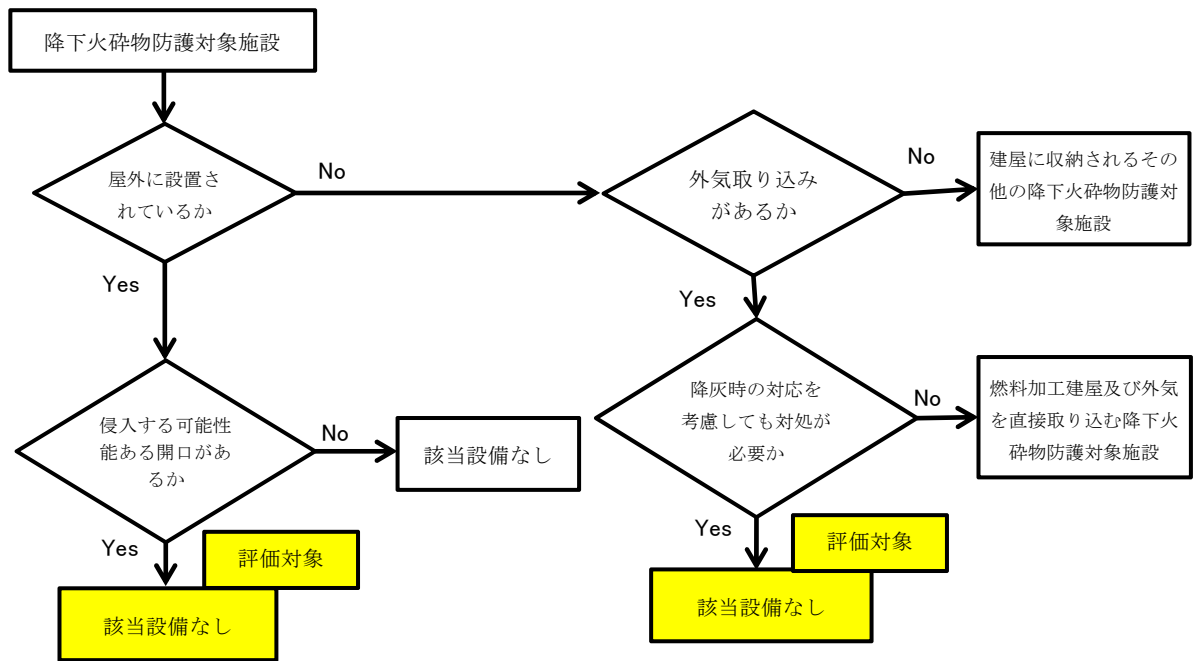
- ※1 屋内設備であり，荷重及び衝突の影響を受けない
- ※2 閉塞の影響を受ける換気系，電気系，計装系の機能と直接関連がない
- ※3 換気系での降下火砕物の除去により，当該影響因子の影響はない
- ※4 磨耗と直接関連がない
- ※5 大気汚染と直接関連がない
- ※6 水質汚染と直接関連がない
- ※7 絶縁低下と直接関連がない
- ※8 当該影響因子の影響を受けることが想定されるが，降灰時の措置を講ずることにより影響を受けることがなくなる



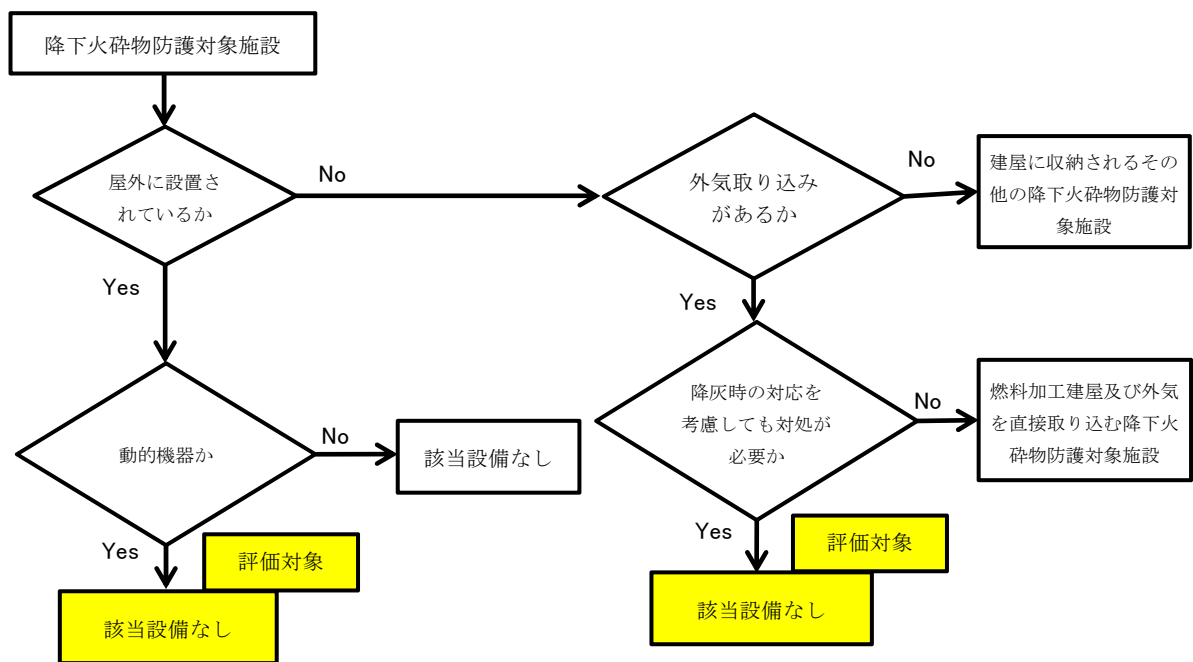
第 1 - 1 図 「構造物への静的負荷」に対し評価対象となる設計対処施設



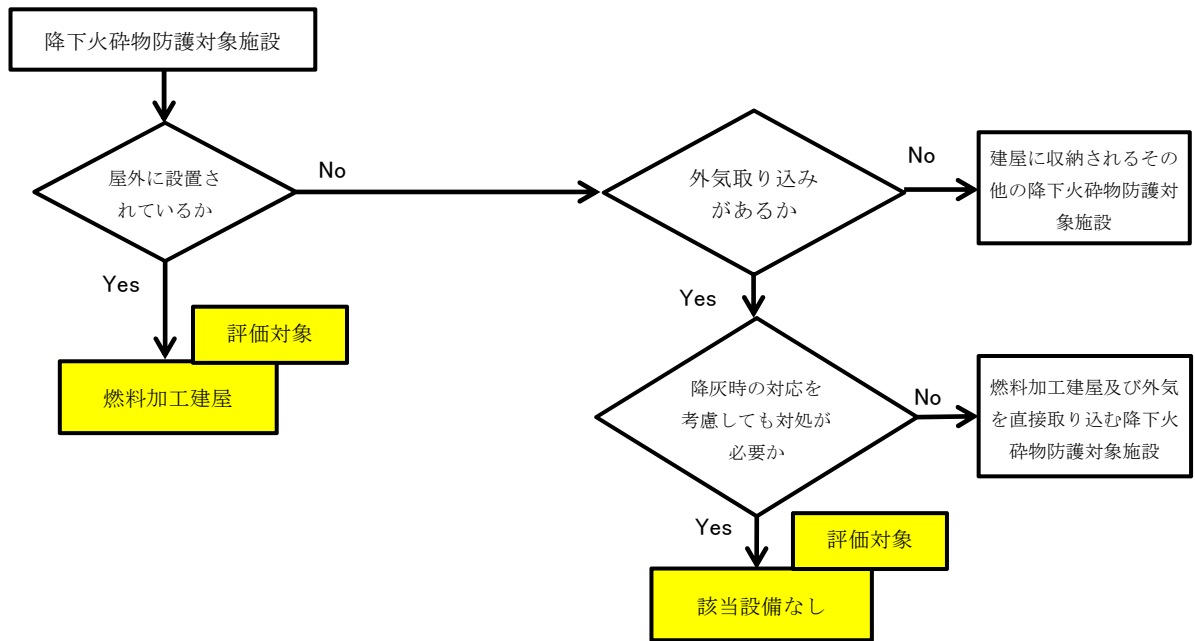
第 1 - 2 図 「構築物への粒子の衝突」に対し評価対象となる設計対処施設



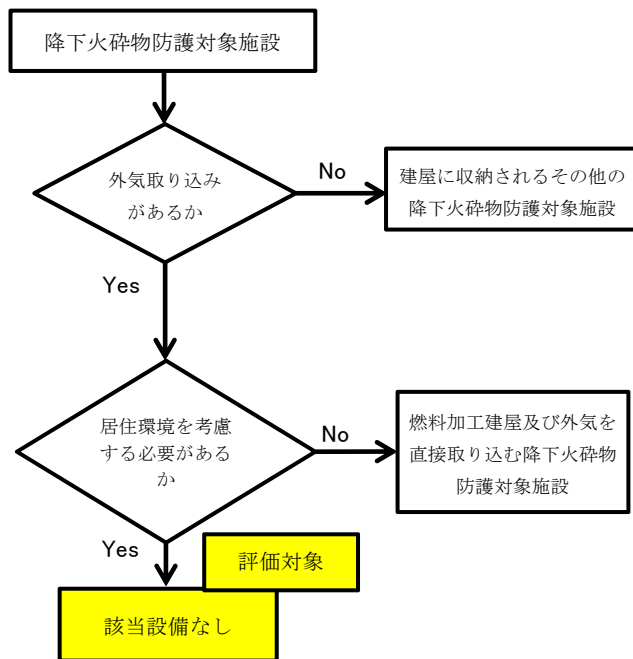
第 1 - 3 図 「換気系，電気系及び計装制御系に対する機械的影響（閉塞）」
 に対し評価対象となる設計対処施設



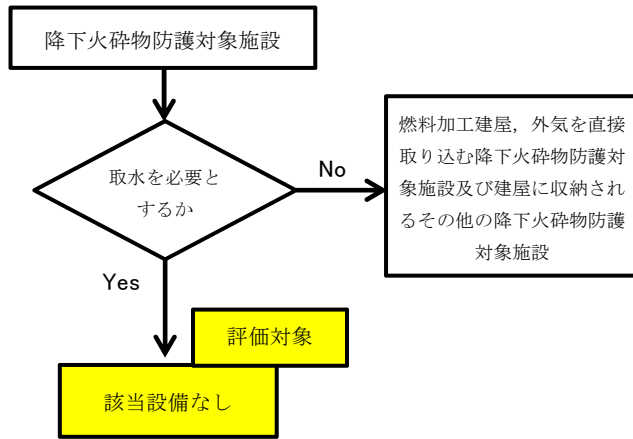
第 1 - 4 図 「換気系，電気系及び計測制御系に対する機械的影響（磨耗）」
 に対し評価対象となる設計対処施設



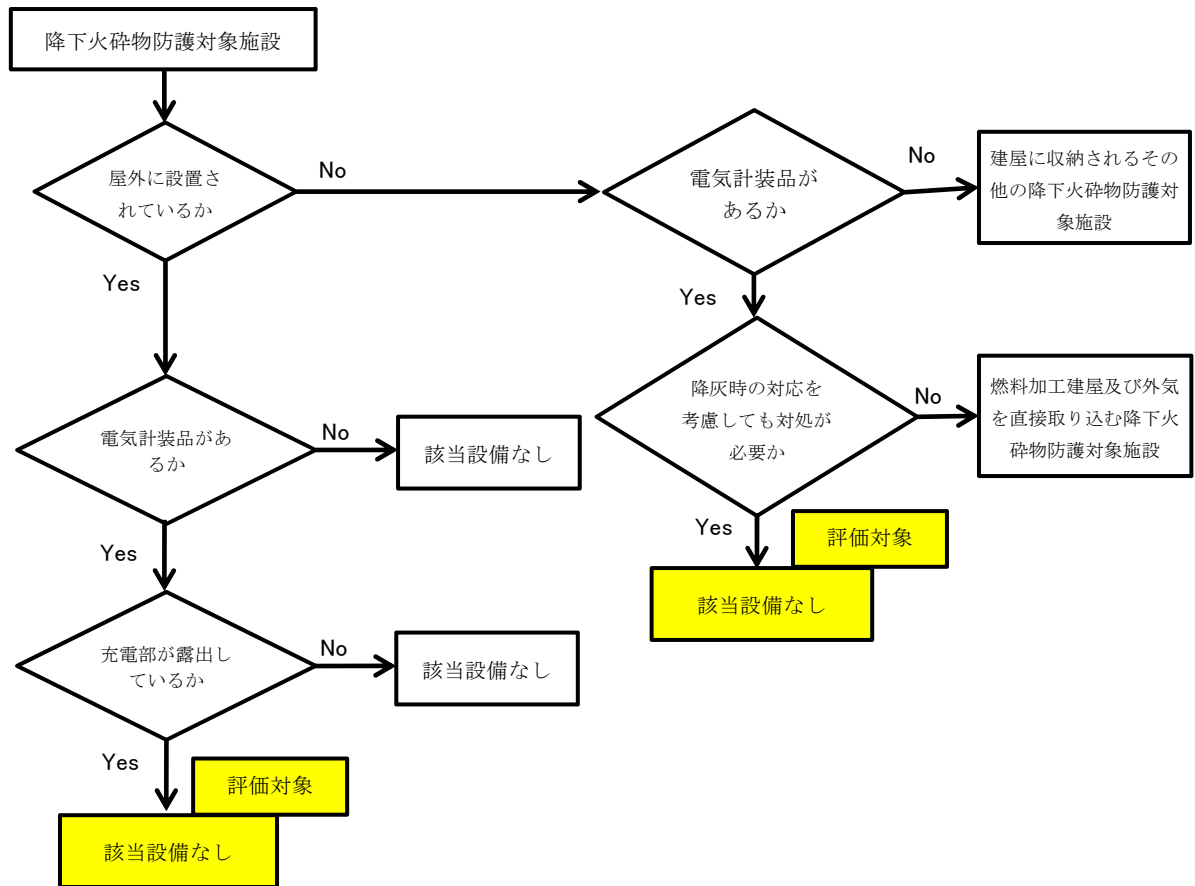
第 1 - 5 図 「構造物への化学的影響（腐食）」及び「換気系，電気系及び計装制御系に対する化学的影響（腐食）」に対し評価対象となる設計対処施設



第 1 - 6 図 「中央監視室への大気汚染」に対し評価対象となる設計対処施設



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



第 1 - 8 図 「電気系及び計装制御系の絶縁低下」 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
降下火碎物防護対象施設を収納する建屋	燃料加工建屋	○	○	*2	*2	○	*3	*4	*2

- *1：建屋により影響を無視できるため考慮不要
- *2：降灰時の対処により外気の取り入れがないため考慮不要
- *3：居住環境を維持する必要がないため考慮不要
- *4：水を使用する防護対象設備を有しないため考慮不要

令和2年2月7日 R1

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)

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、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機能を損なわないことの評価結果を示す。

(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

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

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

$$\text{積雪荷重} = 30 \text{ (N/m}^2 \cdot \text{cm)} \times 150 \text{ (cm)} = 4500 \text{ (N/m}^2)$$

※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2月7日 R2

参考資料 8-1-1 (9条 火山)

建屋に係る影響評価について

1. 概要

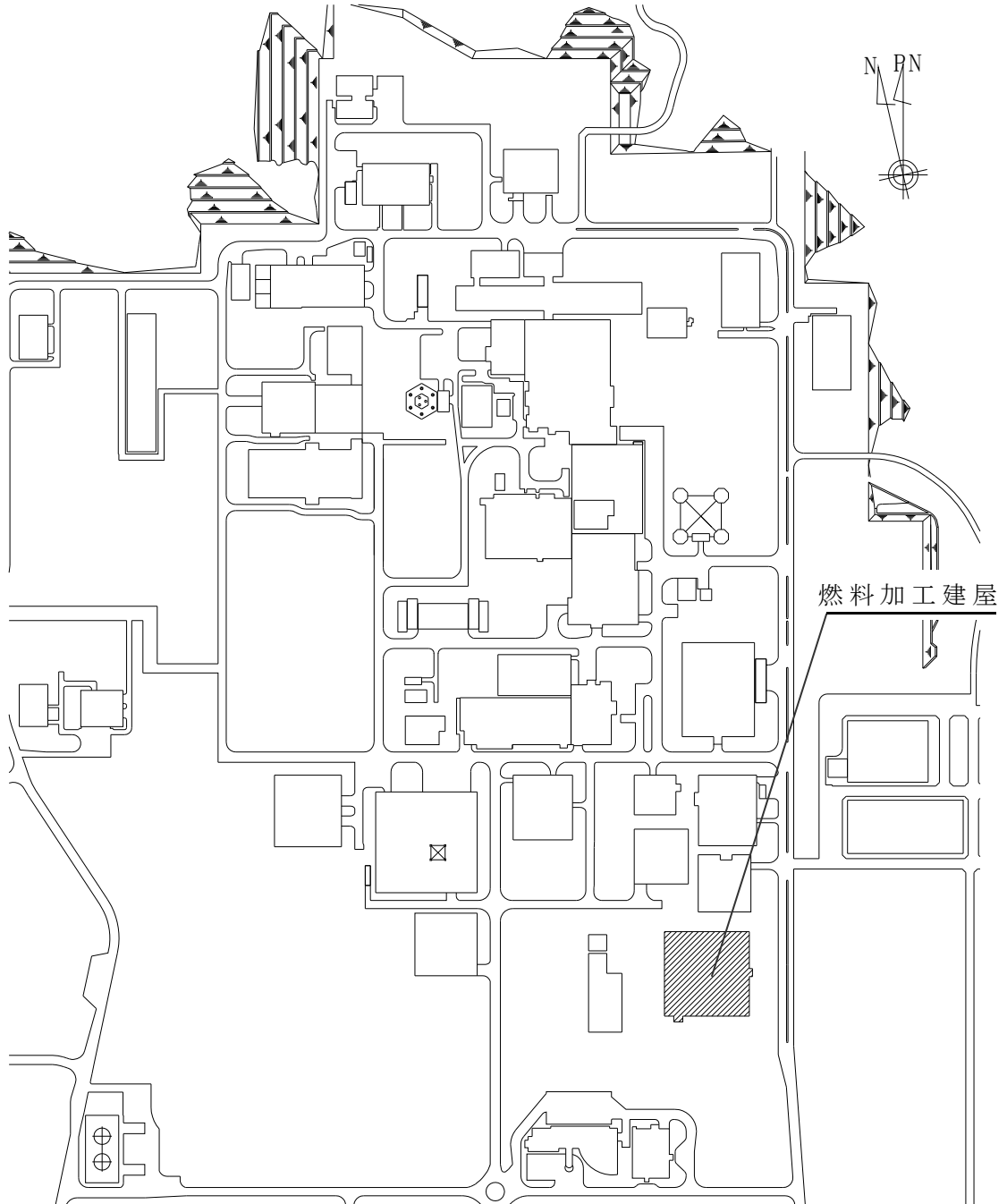
本資料は、降下火砕物の堆積時における、降下火砕物防護対象施設を収納する燃料加工建屋の構造健全性の評価方針及び概算結果を示すものである。

2. 基本方針

燃料加工建屋の位置及び構造を以下に示す。

2. 1 位置

燃料加工建屋の配置を第2.1-1図に示す。

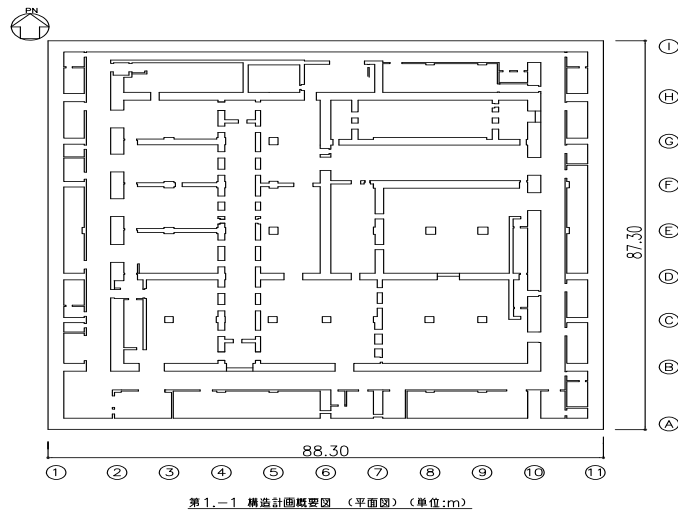


第 2.1-1 図 配置図

2. 2 構造概要

燃料加工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る。

燃料加工建屋の平面図及び断面図を第2.2-1図に示す。

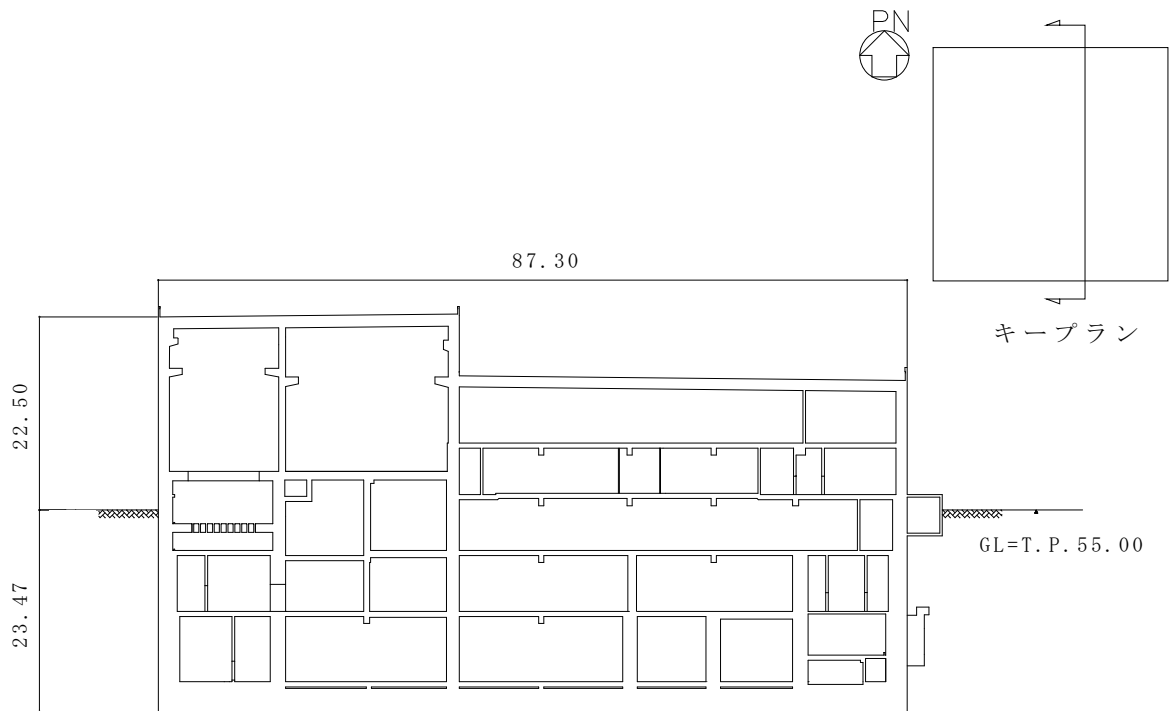


(1) 平面図 (T.P. 35.0)

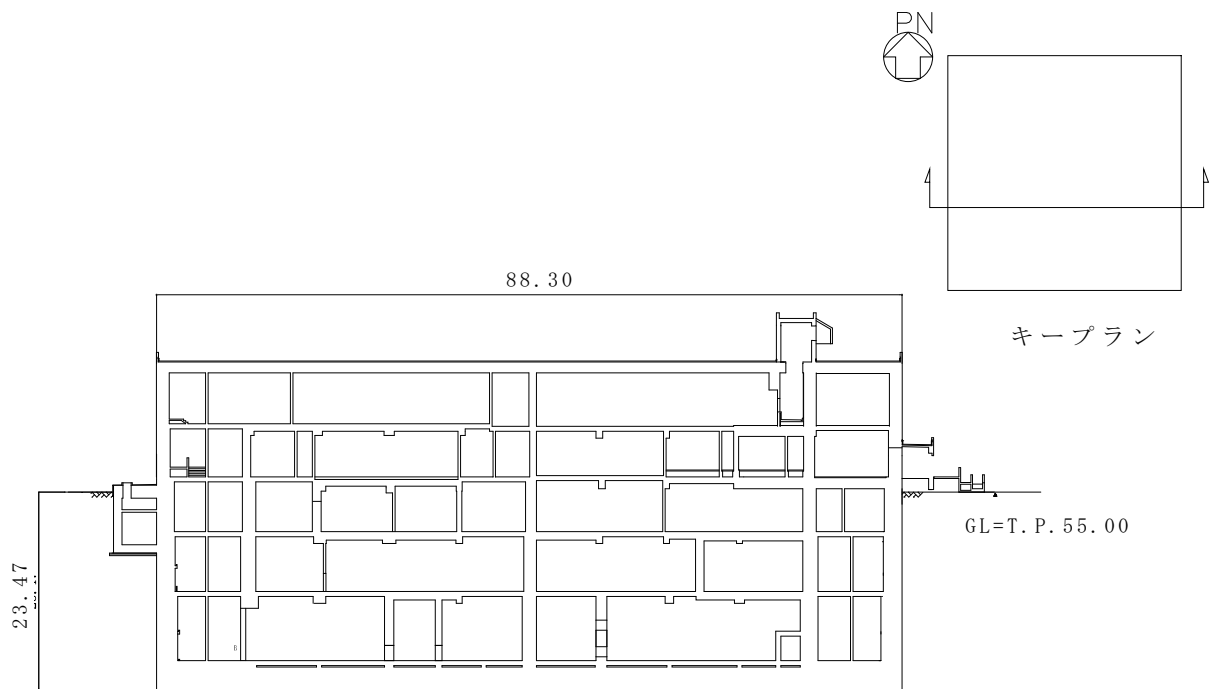
注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

第 2.2-1 図 燃料加工建屋の平面図及び断面図 (単位：m)

(1 / 2)



(2) 断面図 (NS 方向)



(3) 断面図 (EW 方向)

第 2.2-1 図 燃料加工建屋の平面図及び断面図 (単位 : m)

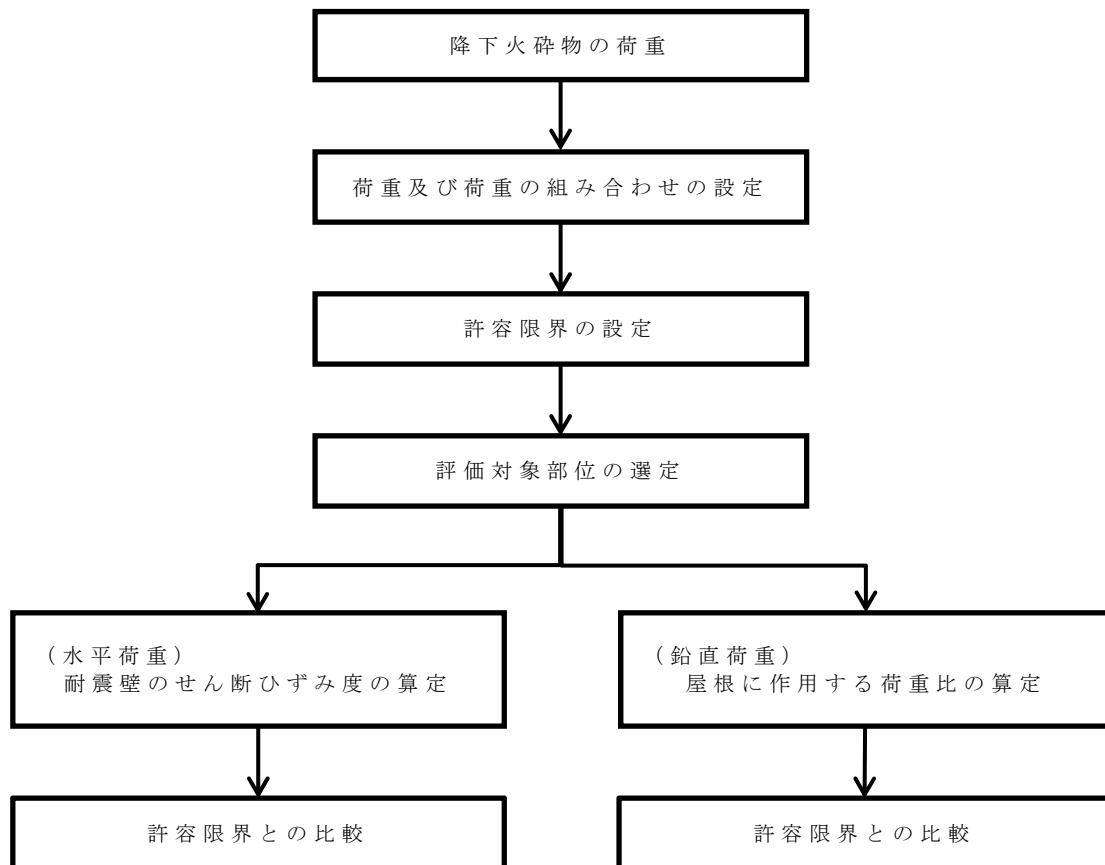
(2 / 2)

2. 3 強度評価方針

燃料加工建屋の強度評価は、「3. 3 荷重及び荷重の組み合わせ」に示す荷重及び荷重の組み合わせに対し、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により確認する。

燃料加工建屋の設計荷重に対する強度評価のフローを第2.3-1図に示す。

燃料加工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、燃料加工建屋の構造健全性を確認する。



第2.3-1図 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

燃料加工建屋の評価において、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

燃料加工建屋の強度評価に用いる記号を第3.1-1表に示す。

第3.1-1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 (55cm) に密度 ($130\text{N}/\text{m}^2 \cdot \text{cm}$) を乗じて $7150\text{N}/\text{m}^2$ とする。

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。風荷重算定に用いる諸元を第3.3.1-1表及び第3.3.1-2表に，屋根の降下火砕物等堆積による鉛直荷重を第3.3.1-3表に示す。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，

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

$$E' = E_r^2 \cdot G$$

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

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

第3.3.1-1表 設計風荷重の算出条件

基準風速 V_D (m/s)	全高 H (m)	Z_G (m)	α	ガスト影響係数 G	設計用速度圧 q (N/m ²)
34	23.1	350	0.15	2.12	1882

第3.3.1-2表 燃料加工建屋の風力係数及び受圧面積

(1) NS 方向

標高 T. P. (m)	風力係数C		受圧面積 (m ²)	
	風上	風下	風上	風下
78.70 ~ 70.20	0.794	0.400	760	760
70.20 ~ 62.80	0.706	0.400	660	660
62.80 ~ 55.00	0.578	0.400	750	750

(2) EW 方向

標高 T. P. (m)	風力係数C		受圧面積 (m ²)	
	風上	風下	風上	風下
78.70 ~ 70.20	0.794	0.400	570	570
70.20 ~ 62.80	0.706	0.400	660	660
62.80 ~ 55.00	0.578	0.400	740	740

第3.3.1-3表 屋根の降下火砕物等による鉛直荷重の入力条件

設計時長期荷重 P_A (N/m ²)	常時作用する荷重及び 降下火砕物等堆積による鉛直荷重の和 P_B (N/m ²)
40600	46600

3.3.2 荷重の組合せ

燃料加工建屋の評価に用いる荷重の組合せを第3.3.2-1表に示す。

第3.3.2-1表 荷重の組み合わせ

評価対象部位	荷重の組み合わせ
耐震壁	P_B+W
屋根	P_B

※鉛直上向きの風荷重は考慮しない。

3.4 許容限界

燃料加工建屋の許容限界は、建屋の対象部ごとに第3.4-1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 (JEAG4601-1987) 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，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3.4-1表 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	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

燃料加工建屋について，第3.5.1-1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。

3.5.2 屋根に対する評価

屋根の評価は，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。

(単位：m)

T.P. 77.50

T.P. 70.20

T.P. 62.80

T.P. 56.80

T.P. 50.30

T.P. 43.20

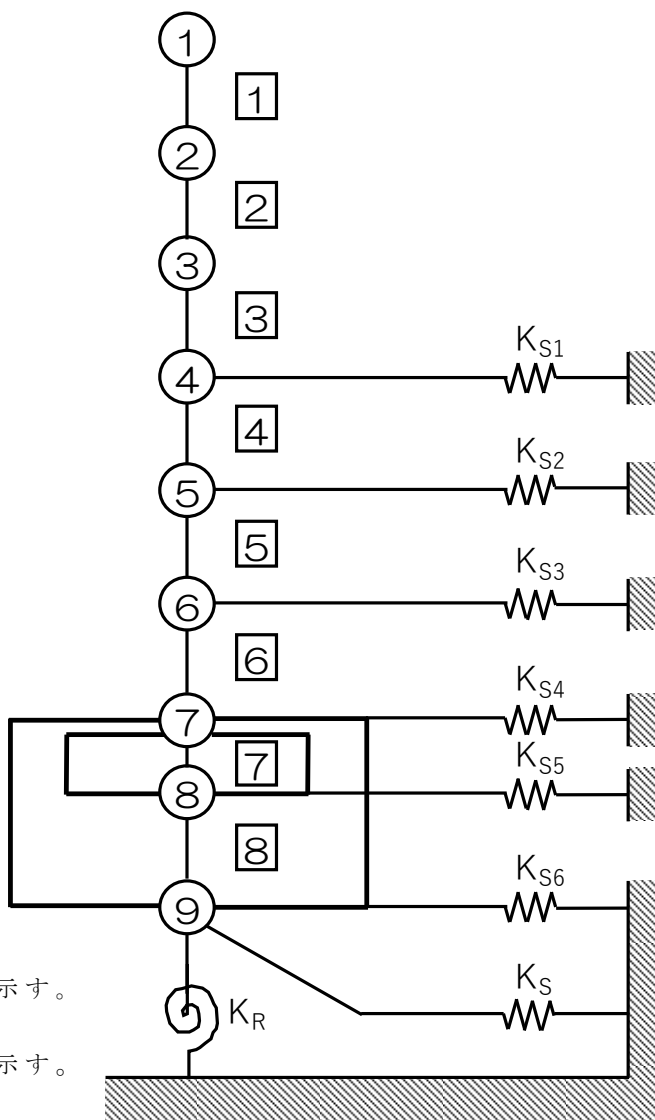
T.P. 35.00

T.P. 34.23

T.P. 31.53

注記 1：○数字は質点番号を示す。

注記 2：□数字は要素番号を示す。



第 3.5.1-1 図 燃料加工建屋の解析モデル図

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4.1-1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 4.1-1 表 耐震壁のせん断ひずみ度の評価結果（概算）

（ 1 ） NS方向

要素 番号	せん断ひずみ度 ($\times 10^{-3}$)	許容限界 ($\times 10^{-3}$)	判定
1	0.002	2.0	OK
2	0.001	2.0	OK
3	0.001	2.0	OK

（ 2 ） EW方向

要素 番号	せん断ひずみ度 ($\times 10^{-3}$)	許容限界 ($\times 10^{-3}$)	判定
1	0.001	2.0	OK
2	0.001	2.0	OK
3	0.001	2.0	OK

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4.2-1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4.2-1表 屋根に対する評価結果（概算）

P_c (P_B / P_A)	許容限界	判定
1.15	1.5	OK

令和2年2月7日 R2

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)

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1.3m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含される。

令和2年2月7日 RO

補足説明資料 8－3

設計対処施設の設計方針
(構造物への化学的影響 (腐食))

降下火砕物防護対象施設を収納する建屋は、降下火砕物の腐食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を除去し、除去後の点検等において、必要に応じて補修作業を実施する。

令和 2 年 2 月 7 日 R 2

補足説明資料 10－1

MOX燃料加工施設

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)

(第九条 火山)

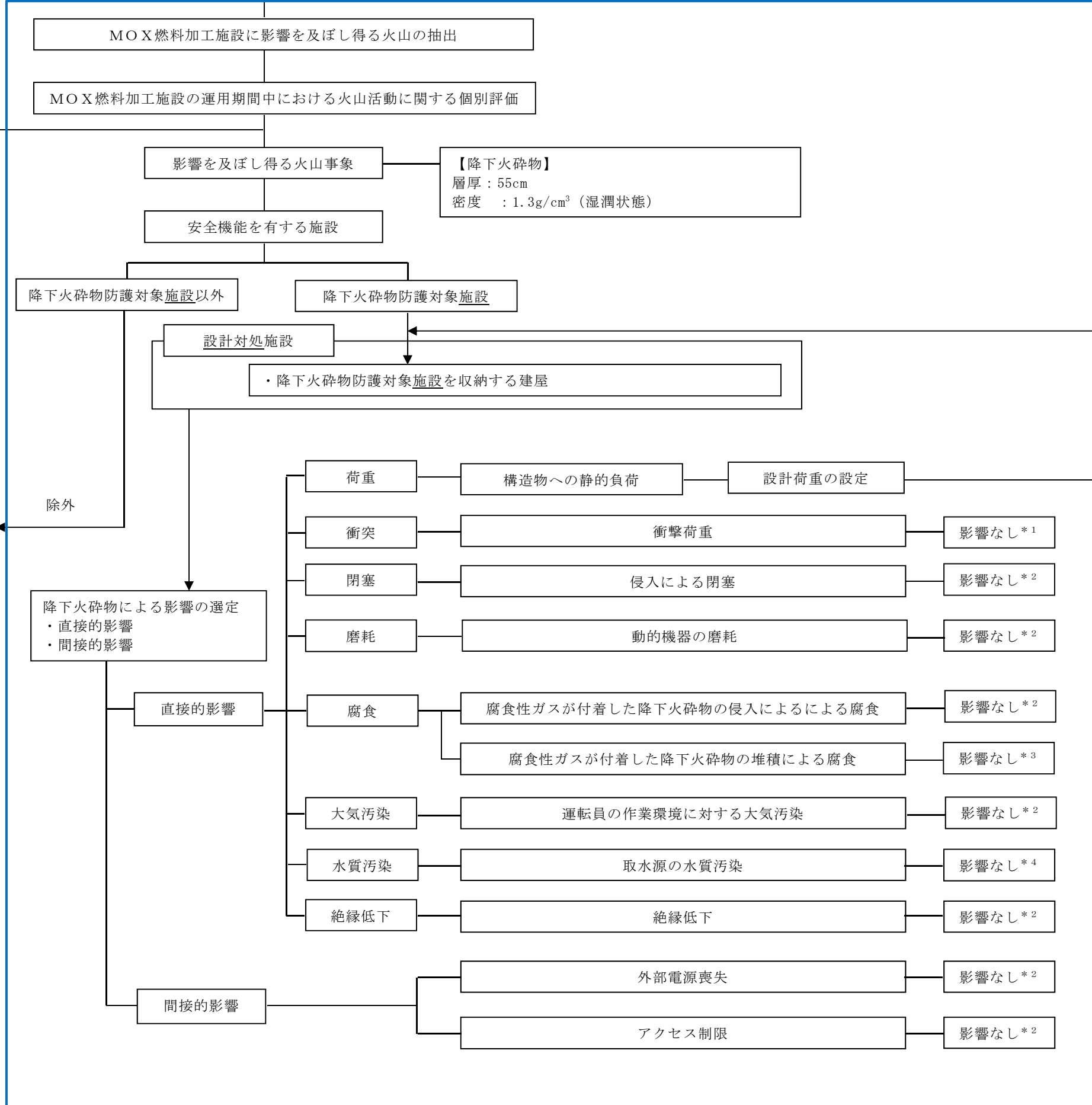
安全機能を有する施設は、想定される自然現象（地震、津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。

- 2 安全上重要な施設は、当該安全上重要な施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該安全上重要な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ない。

安全機能を有する施設は、想定される自然現象（地震、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いものでなければならない。

安全上重要な施設は、当該安全上重要な施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該安全上重要な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ない。

安全機能を有する施設は、想定される自然現象（地震、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いものでなければならない。



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
- ・火山土石流，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

安全上重要な構築物及び設備・機器以外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復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。

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

設計対処施設

・降下火砕物防護対象施設を収納する建屋

MOX燃料加工施設の特徴を考慮し、全工程停止，全送排風機の停止及び給排気系統上に設置する手動ダンパの閉止の措置を講ずる

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

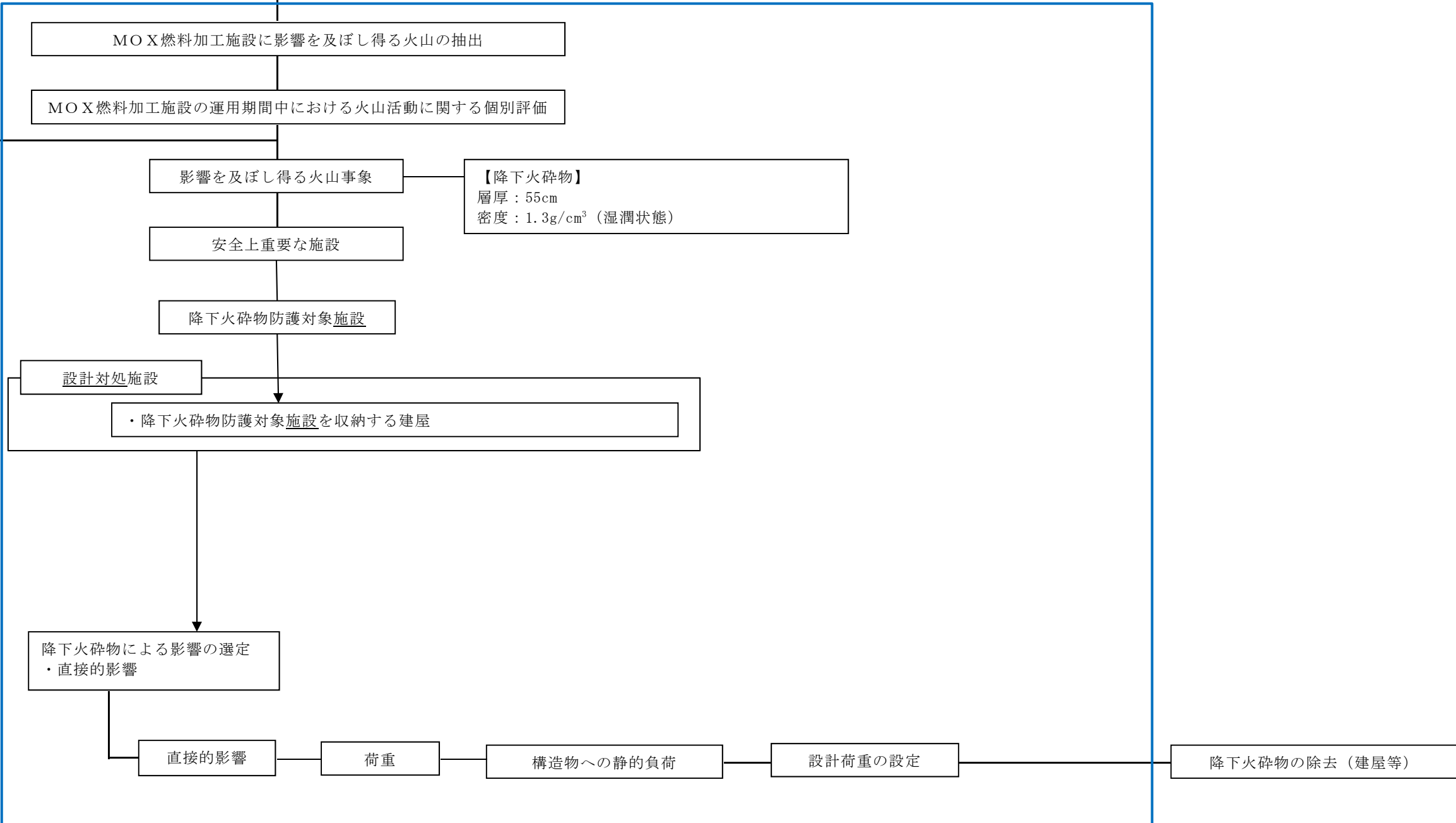
直接的影響

間接的影響

荷重	構造物への静的負荷	設計荷重の設定	降下火砕物の除去（建屋）
衝突	衝撃荷重		影響なし*1
閉塞	侵入による閉塞		影響なし*2
磨耗	動的機器の磨耗		影響なし*2
腐食	腐食性ガスが付着した降下火砕物の侵入による腐食		影響なし*2
	腐食性ガスが付着した降下火砕物の堆積による腐食		影響なし*3
大気汚染	運転員の作業環境に対する大気汚染		影響なし*2
水質汚染	取水源の水質汚染		影響なし*4
絶縁低下	絶縁低下		影響なし*2
間接的影響	外部電源喪失		影響なし*2
	アクセス制限		影響なし*2

*1：建屋により影響を無視できるため考慮不要
*2：降灰時の対処により外気の取り入れがないため考慮不要
*3：建屋は外壁塗装及び屋上防水がなされていることから、短期的に腐食の影響を受けないため考慮不要
*4：水を使用する防護対象設備を有しないため考慮不要

安全上重要な施設は、当該安全上重要な施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該安全上重要な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ない。



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
- ・火山土石流、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

補 10-1-4

加工施設の位置、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
<p>第九条 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</p>	<p>運用・手順</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・設計対処施設において降下火砕物の堆積が確認された箇所については、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、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。
		<p>体制</p>	<p>(保守・点検の体制) (降下火砕物確認時の体制)</p>
		<p>保守・点検</p>	<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
		<p>教育・訓練</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・運用・手順・保守・点検に関する教育
	<p>降灰予報が発表され、降下火砕物の影響が予見される場合の対処</p>	<p>運用・手順</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・大規模な火山の噴火があり降灰予報が発表され、降下火砕物の影響が予見される場合には、全工程停止、全送排風機の停止及び給排気系統上に設置する手動ダンパの閉止により、施設が給電を要しない状態へ移行する措置を講ずる。ただし、全送排風機の停止の状態にあつて、建屋内の作業環境が悪化した場合においては、屋外の降灰状況及び外部電源の復旧状況に応じて換気設備の運転を間欠的に再開する操作を実施する。 ・全工程停止、全送排風機の停止及び給排気系統上に設置する手動ダンパの閉止の措置を講ずる際は、放射線監視設備等による施設の監視及び巡視に係る手順を整備する。
		<p>体制</p>	<p>(運転員の当直体制) (降下火砕物確認時の体制)</p>
		<p>保守・点検</p>	<p>—</p>
		<p>教育・訓練</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・運用・手順・保守・点検に関する教育