

【公開版】

提出年月日	令和元年 12 月 13 日	R1
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 本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. 降下火砕物防護施設の選定

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. 降下火砕物防護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. 降下火砕物防護施設の設計

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

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	12/13	0	
補足説明資料5-1	降下火砕物防護対象設備及び降下火砕物防護施設の選定について	12/13	0	
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	12/13	0	
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	12/13	0	
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7-2	加工施設の特徴を考慮した措置について	12/13	0	
補足説明資料8-1	降下火砕物防護施設の設計方針(構造物への静的負荷)	12/13	0	
参考資料8-1-1	建屋に係る影響評価について	12/13	0	
補足説明資料8-2	降下火砕物防護施設の設計方針(粒子の衝突)	12/13	0	
補足説明資料10-1	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)			
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	12/13	0	
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	12/13	0	

令和元年 12 月 13 日 R0

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、敷地周辺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、最近では使用済燃料中間貯蔵施設の安全審査において評価実績があり、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 Hazardsin 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ており、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、新規制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>火山の影響により本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、本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. 原子力発電所に影響を及ぼす火山影響評価の流れ</p> <p>火山影響評価は、図 1 に従い、立地評価と影響評価の 2 段階で行う。</p> <p>立地評価では、まず原子力発電所に影響を及ぼし得る火山の抽出を行い、影響を及ぼし得る火山が抽出された場合には、抽出された火山の火山活動に関する個別評価を行う。即ち、設計対応不可能な火山事象が原子力発電所の運用期間中に影響を及ぼす可能性の評価を行う。(解説-1)</p> <p>影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価された場合は、火山活動のモニタリングと火山活動の兆候把握時の対応を適切に行うことを条件として、個々の火山事象に対する影響評価を行う。一方、設計対応不可能な火山事象が原子力発電所運用期間中に影響を及ぼす可能性が十分小さいと評価されない場合は、原子力発電所の立地は不適と考えられる。</p> <p>影響評価では、個々の火山事象への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>解説-1. IAEA SSG-21 では、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>2. 本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

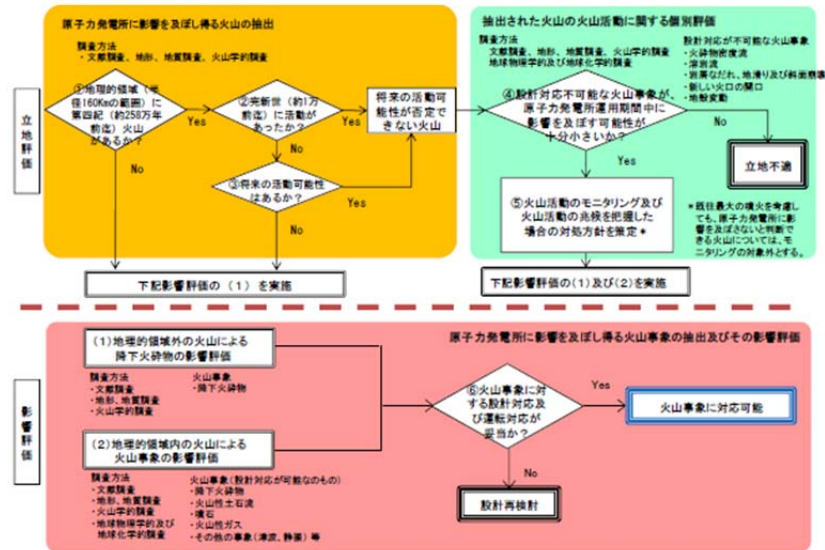


図1 原子力発電所に影響を及ぼす火山影響評価の基本フロー

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>5. 火山活動のモニタリング</p> <p>5. 1 監視対象火山</p> <p>5. 2 監視項目</p> <p>5. 3 定期的評価</p> <p>5. 4 火山活動の兆候を把握した場合の対処</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、降下火砕物のみが本施設に、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> <p>5. 火山モニタリング</p> <p>5. 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、本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本施設が保有する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>6. 原子力発電所への火山事象の影響評価</p> <p>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、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、その影響評価を行う。</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あ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で、噴出源が同定でき、その噴出源が将来噴火する可能性が否定できる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低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-14)</p> <p>抽出された火山事象に対して、4章及び5章の調査結果等を踏まえて、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-15)</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-14. 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-15. 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してその位置を想定する。</p>	<p>【影響評価】</p> <p>6. 本施設への火山事象の影響評価</p> <p>本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>6. 1 降下火砕物</p> <p>(1) 降下火砕物の影響</p> <p>(a) 直接的影響</p> <p>降下火砕物は、最も広範囲に及ぶ火山事象で、ごくわずかな火山灰の堆積でも、原子力発電所の通常運転を妨げる可能性がある。降下火砕物により、原子力発電所の構造物への静的負荷、粒子の衝突、水循環系の閉塞及びその内部における磨耗、換気系、電気系及び計装制御系に対する機械的及び化学的影響、並びに原子力発電所周辺の大気汚染等の影響が挙げられる。</p> <p>降雨・降雪などの自然現象は、火山灰等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>ガイドへの適合性の確認結果</p> <p>6. 1 降下火砕物</p> <p>(1) 降下火砕物の影響</p> <p>(a) 直接的影響</p> <p>降下火砕物は、最も広範囲に及ぶ火山事象で、ごくわずかな火山灰の堆積でも、本施設の通常運転を妨げる可能性がある。本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本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>(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特性などの設定、並びに降雨等の同時期に想定される気象条件が火山灰等特性に及ぼす影響を考慮し、それらの原子炉施設又はその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-16、18)</p>	<p>(2) 降下火砕物による本施設への影響評価</p> <p>降下火砕物の影響評価を考慮すべき施設（降下火砕物防護施設）としては、安全上重要な施設を降下火砕物防護対象設備とし、降下火砕物防護対象設備は、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め、防護対象設備を収納する建屋である燃料加工建屋を降下火砕物防護施設とし、評価を行った。</p> <p>降下火砕物防護施設について影響を評価し、本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>(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・17)</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設備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、本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、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、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>③本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、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、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。本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>本施設外での影響(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、本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</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-16. 原子力発電所内及びその周辺敷地において降下火砕物の堆積が観測されない場合は、次の方法により降灰量を設定する。</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-17. 堆積速度、堆積期間については、類似火山の事象やシミュレーション等に基づいて評価する。また、外気取入口から侵入する火山灰の想定に当たっては、添付 1 の「気中降下火砕物濃度の推定方法について」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-18. 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>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>【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> <ul style="list-style-type: none"> 6. 2 火砕物密度流 6. 3 溶岩流 6. 4 岩屑なだれ、地滑り及び斜面崩壊 6. 5 火山性土石流、火山泥流及び洪水 6. 6 火山から発生する飛来物（噴石） 6. 7 火山ガス 6. 8 新しい火口の開口 6. 9 津波及び静振 6. 10 大気現象 6. 11 地殻変動 6. 12 火山性地震とこれに関連する事象 6. 13 熱水系及び地下水の異常 <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>【立地評価の結果を考慮し評価する項目】</p> <p>本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、本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 style="text-align: right;">以上</p>

令和元年 12 月 13 日 R0

補足説明資料 5 - 1

降下火砕物防護対象設備及び

降下火砕物防護施設の選定について

安全機能を有する施設のうち、その重要度に応じてその機能を確保することが要求されていること、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設はその機能の喪失により公衆及び従事者に過度の放射線被ばくを及ぼすおそれがあることを踏まえ、安全機能を有する施設のうち安全上重要な施設を降下火砕物防護対象設備とする。

降下火砕物防護対象設備は、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、本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設備を収納する建屋を降下火砕物防護施設とする。

降下火砕物防護対象設備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設備の設計項目

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

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

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)	×	-	-	-	-	-	-	-	-	
		排ガス処理装置グローブボックス(下部)	×	-	-	-	-	-	-	-	-	
		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。)	×	-	-	-	-	-	-	-	-			

○：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

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	焼結ボ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

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

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
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)	建屋排気設備	建屋排気フィルタユニットから建屋排風機後の手動ダンパまでの範囲	×	-	-	-	-	-	-
		建屋排気フィルタユニット	×	-	-	-	-	-	-	-
		建屋排風機(排気機能の維持に必要な回路を含む。)	×	-	-	-	-	-	-	-
	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。)	×	-	-	-	-	-	-	-

○：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

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

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

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	×	-	-	-	-	-	-	-	-
			自動火災報知設備（二酸化炭素消火装置及び安全上重要な施設の窒素消火装置への火災信号移報回路（火災感知器を含む。））	×	-	-	-	-	-	-	-	-
			グローブボックス局所消火装置	×	-	-	-	-	-	-	-	-
			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）	×	-	-	-	-	-	-	-	-
			窒素消火装置（火災区域に設定する室の消火に関する範囲）	×	-	-	-	-	-	-	-	-
			二酸化炭素消火装置	×	-	-	-	-	-	-	-	-
			延焼防止ダンパ（ダンパ作動回路を含む。）	×	-	-	-	-	-	-	-	-
			防火シャッター（シャッター作動回路を含む。）	×	-	-	-	-	-	-	-	-
			防火扉（火災区域境界に設置するもの。）	×	-	-	-	-	-	-	-	-
			避圧エリア形成用自動閉止ダンパ（ダンパ作動回路を含む。）	×	-	-	-	-	-	-	-	-

○：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

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	溢水防護設備	緊急遮断弁（加速度大による緊急遮断弁作動回路を含む。）	×	-	-	-	-	-	-	-	-
			堰	×	-	-	-	-	-	-	-	-
		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）	×	-	-	-	-	-	-	-	-
		燃料加工建屋	燃料加工建屋	○	-	-	-	-	-	-	-	
		工程室	工程室	×	-	-	-	-	-	-	-	

○：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

令和元年 12 月 13 日 R0

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

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、本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）

令和元年 12 月 13 日 R0

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

「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表に示す通りであり、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，構築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（青森県建築基準法施行細則（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 $30\text{N}/\text{m}^2$ (青森県建築基準法施行
細則より)

令和元年 12 月 13 日 R0

補足説明資料 6 - 2

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	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	構造物への荷重
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°C と低い	閉塞

※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， p p. 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、敷地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アクセス制限を想定する。

令和元年 12 月 13 日 R0

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降下火砕物防護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、本施設は全工程停止、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、降下火砕物防護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、降下火砕物防護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。

令和元年 12 月 13 日 R0

補足説明資料 7-2

加工施設の特徴を考慮した措置について

1. はじめに

本施設は、核燃料物質の漏えいにより、公衆に対して著しい放射線被ばくのリスクを与えないよう、本施設の特徴を考慮し、事故に起因して環境に放出される放射性物質の量を低減させる措置を講ずる。本施設の特徴および特徴を考慮した措置については、「MOX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4条：閉じ込めの機能」の補足説明資料1-3に示している。

本補足説明資料では、本施設の特徴を踏まえた火山発生時の主な措置について説明する。

2. 本施設の特徴を考慮した措置

本施設に降下火砕物が到達すると、本施設は降下火砕物による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の影響を受けることが想定される。また、間接的影響として長期間の外部電源喪失及び敷地内外でのアクセス制限が発生することが想定される。

本施設では、大規模な噴火が発生し、本施設に降下火砕物が到達する際は、運転停止等の措置を講ずることにより、施設を安定な状態に移行し、内的事象を起因とする異常事象の発生を防止する。加工運転停止等の対処の例を示す。

- ① 核燃料物質の搬送、粉末混合等の加工運転を停止する。

- ② 焼結炉のヒーター電源を停止，焼結炉内をアルゴンガスで掃気する。
- ③ 建屋内にMOXを閉じ込めるため，送排風機の運転を停止し，ダンパを閉止する。
- ④ 加工運転を停止するとともに，換気設備を停止し，必要最低限の運転員による監視を行う。
- ⑤ 復旧操作等の停止後の措置を考慮すると，核燃料物質は安定的に貯蔵することを目的としている貯蔵設備に貯蔵することが望ましいが，貯蔵操作には時間を要することから，異常事象の影響を受けるまでに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。

上記の措置を講ずることにより，本施設は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状態に移行できる。

令和元年 12 月 13 日 R0

補足説明資料 8 - 1

降下火砕物防護施設の設計方針

(構造物への静的負荷)

降下火砕物防護対象設備を収納する建屋は、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設備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

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

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

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

※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。

令和元年 12 月 13 日 R0

参考資料 8 - 1 - 1

建屋に係る影響評価について

1. 概要

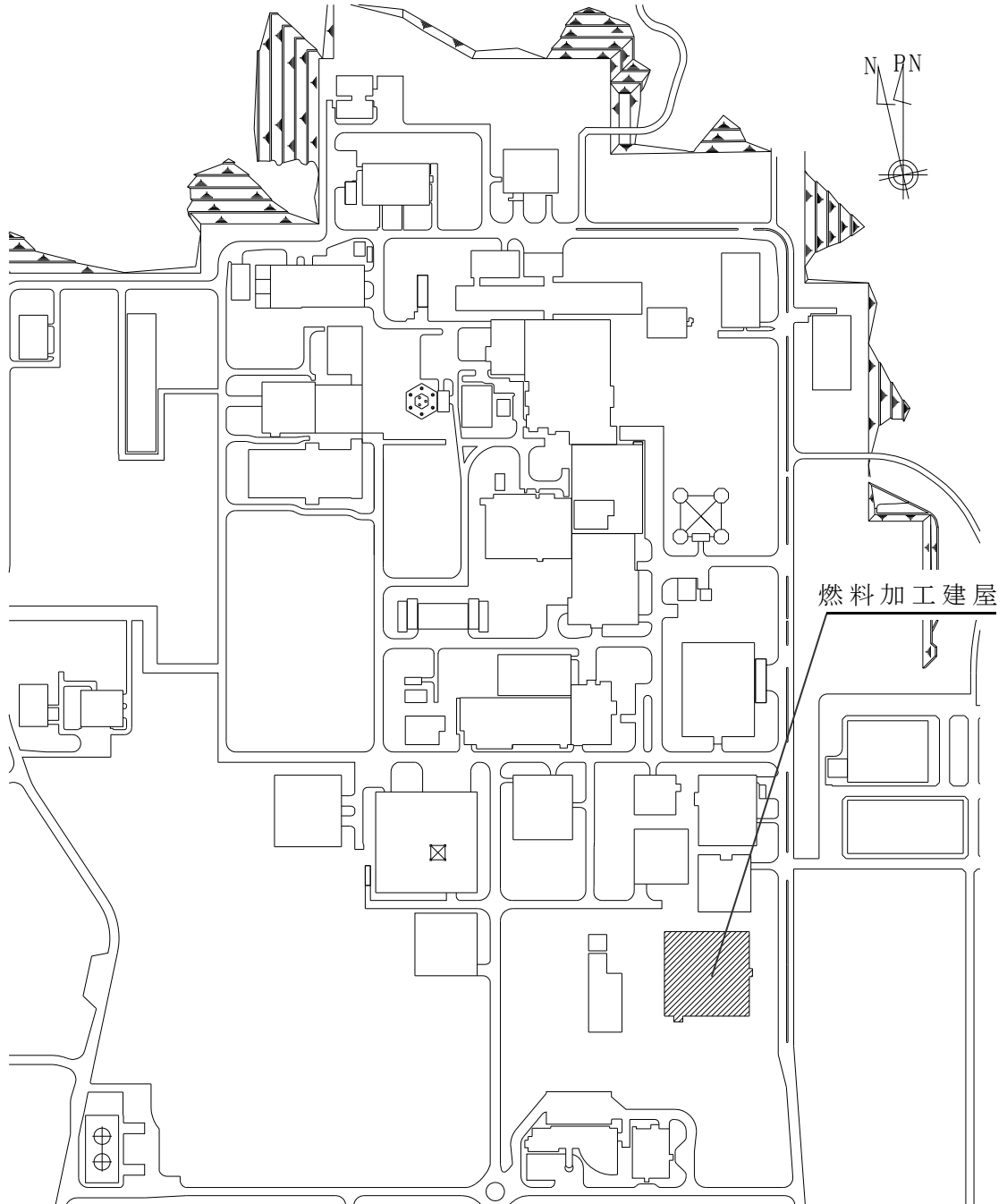
本資料は、降下火砕物等堆積時における、降下火砕物防護対象設備を収納する燃料加工建屋の構造健全性の評価方針及び概算結果を示すものである。

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。

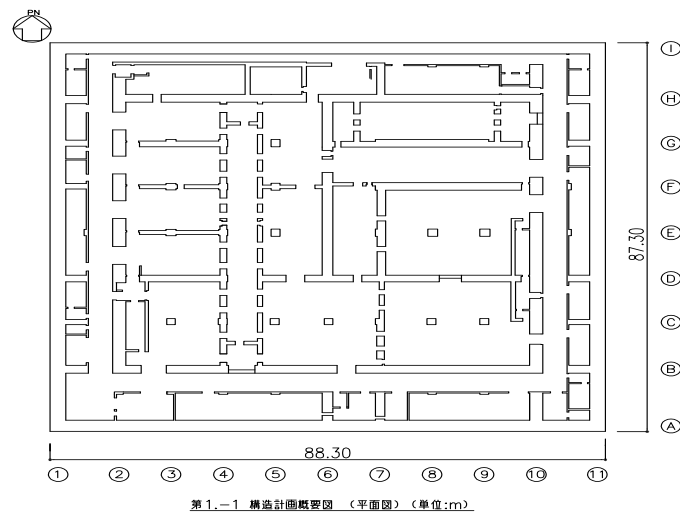


第 2.1-1 図 配置図

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。

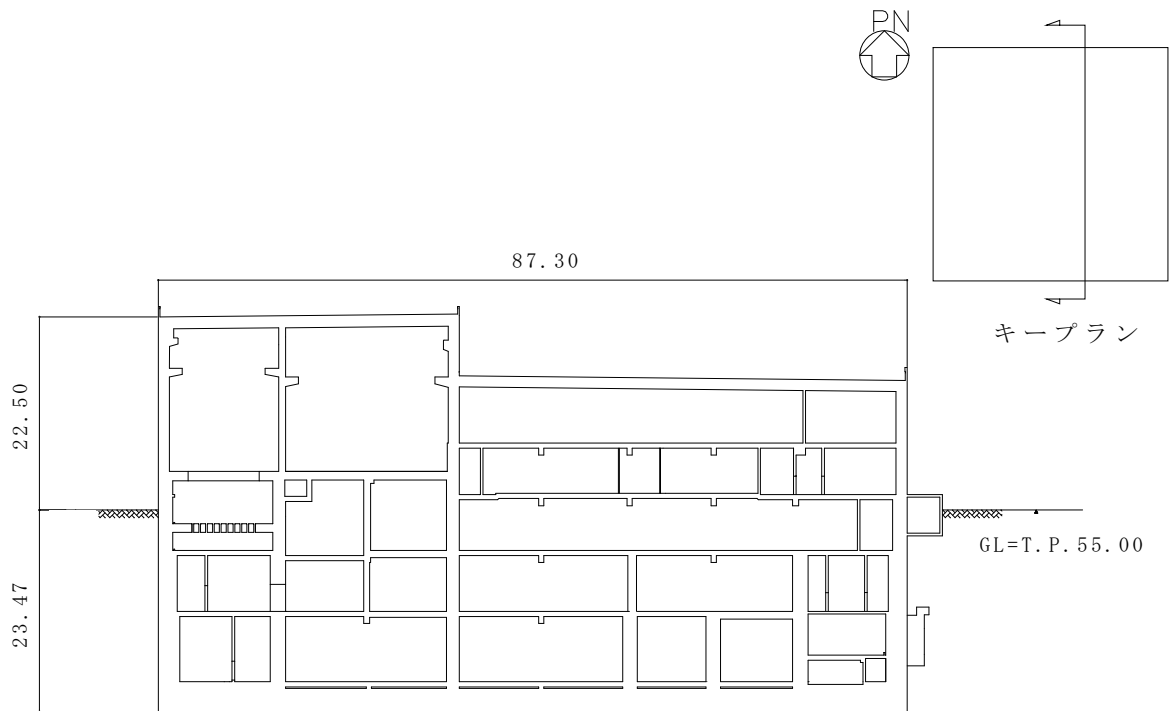


(1) 平面図 (T.P. 35.0)

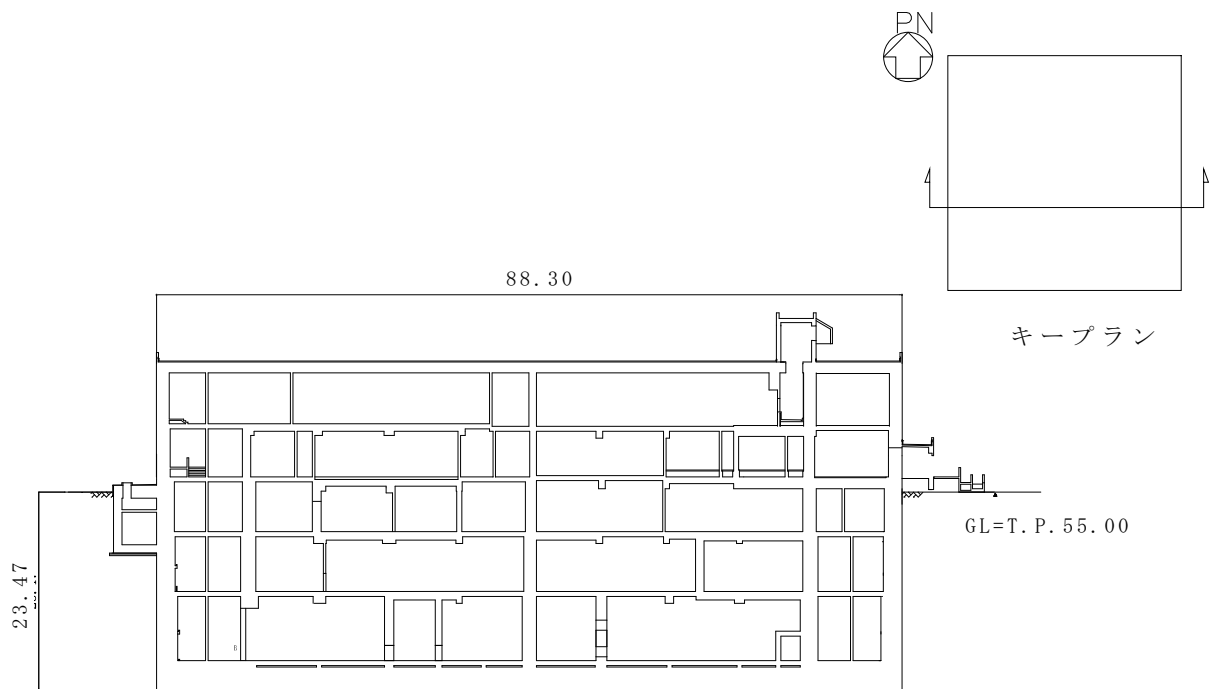
注記：建屋寸法は、壁外面押えとする。

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)

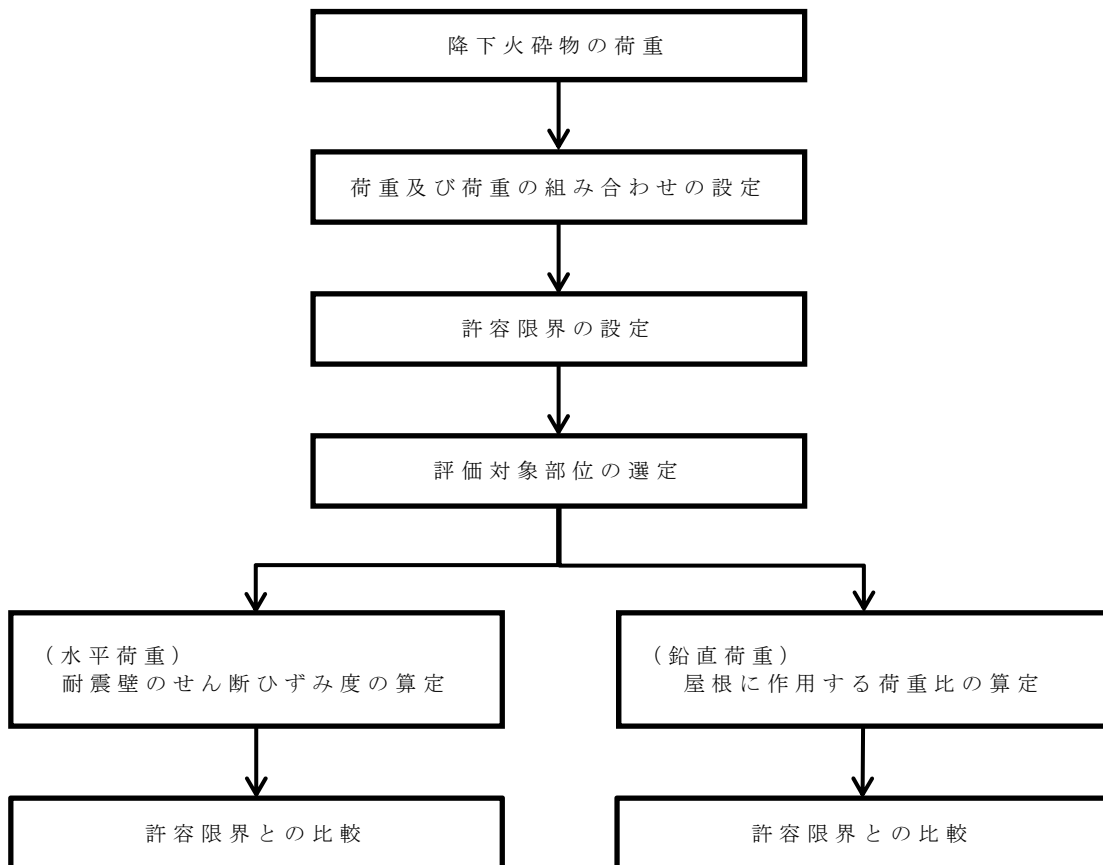
(2 / 2)

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	降下火砕物等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等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

降下火砕物等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、風荷重等の水平荷重は、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、降下火砕物等堆積による鉛直荷重については屋根部を、風荷重等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. 降下火砕物等堆積による鉛直荷重 (F_v)

降下火砕物等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。

降下火砕物等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，屋根部の許容限界は，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等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等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等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

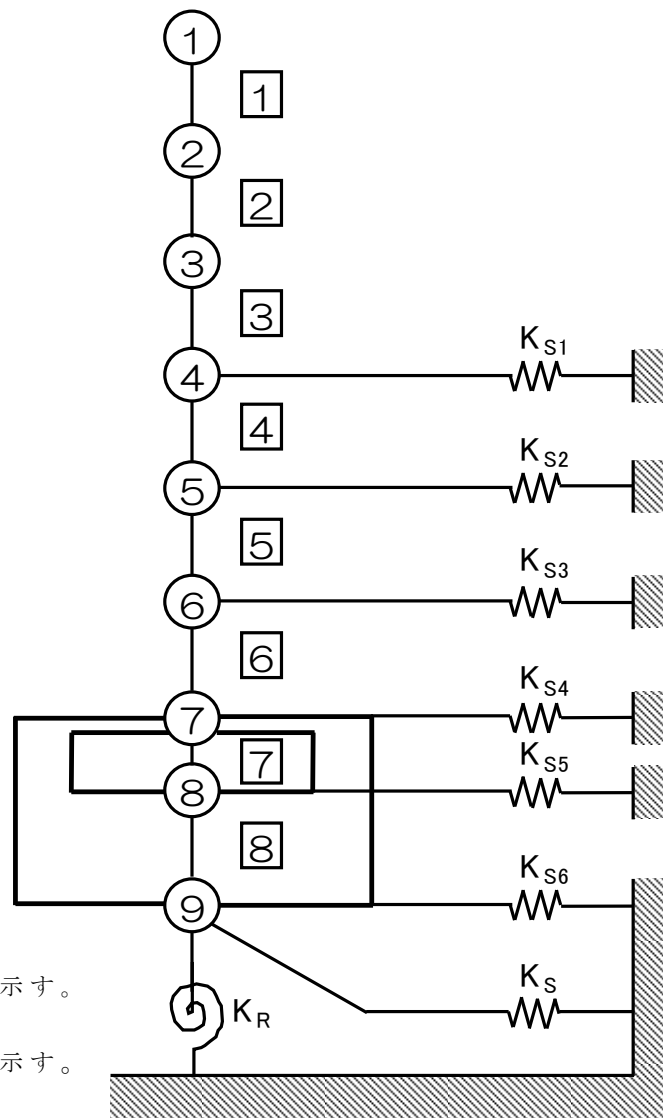
T.P. 35.00

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等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等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等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

令和元年 12 月 13 日 R0

補足説明資料 8 - 2

降下火砕物防護施設の設計方針

(粒子の衝突)

降下火砕物防護対象設備を収納する建屋は、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設備を収納する建屋は、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設備を収納する建屋は、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。

令和元年 12 月 13 日 R0

参考資料 10-1-1

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 160km の範囲内の火山の場合は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「少量」以上の降灰が予想された場合は、予め定められた手順に基づき、本施設の全工程停止等の措置を講ずる。

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

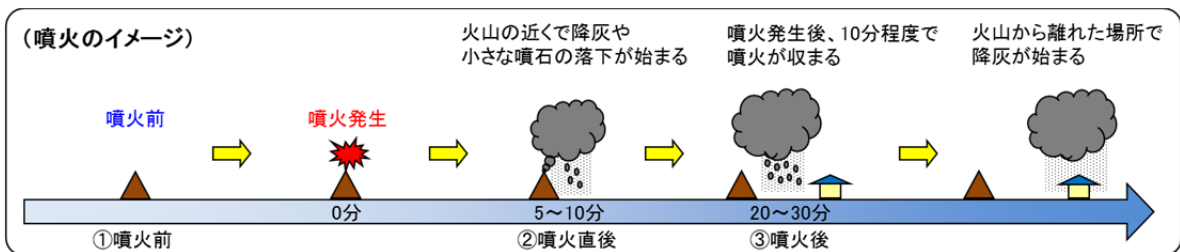
第1図 噴火速報の情報の例

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。



①降灰予報(定時)

噴火の可能性が高い火山に対して、想定した噴煙高を用いて、18時間先までの噴火が発生した場合の降灰範囲や小さな噴石の落下範囲を計算し、定期的に発表します



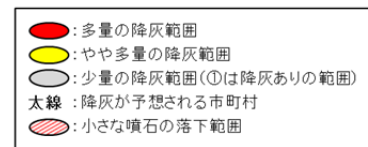
②降灰予報(速報)

噴火発生直後、事前に計算した想定噴火のうち最も適当なものを抽出し、1時間以内の降灰量分布や小さな噴石の落下範囲を、噴火後5～10分程度で速やかに発表します



③降灰予報(詳細)

噴火発生後、観測した噴煙高を用いて、精度の良い降灰量分布や降灰開始時刻を計算し、6時間先までの詳細な予報を、噴火後20～30分程度で発表します



※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 	外出を控える 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	運転を控える 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 	マスク等で防護 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	徐行運転する 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	窓を閉める 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	フロントガラスの除灰 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 12 月 13 日 R0

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. 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 8000
②堆積厚さ (m)		0.55
③堆積量=①×② (m^3)		約 4400
④ 1 m^3 当たりの作業人工※		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。

$$0.39 \text{ 人日} / \text{m}^3 \times 4400 \text{ m}^3 = \text{約 } 1700 \text{ 人日}$$

以上の結果から，降下火砕物の除去に人員を約 60 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安全上重要な施設に想定外の荷重が負荷されないよう、また、重大事故等対応時に必要なアクセスルートの通行に影響を及ぼすことがないよう、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、一時的に本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、また、重大事故等対応時に必要なアクセスルートの通行に影響を及ぼさない離隔距離を確保する運用とする。

令和元年 12 月 13 日 R0

参考資料 10－2－1

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 980 N/m^2 を包絡するよう、除灰時人員荷重として 1000 N/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、 1 m^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	980	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。

令和元年 12 月 13 日 R0

補足説明資料 10-3

降灰時の施設の監視について

降灰時は運転停止及び全送排風機の停止を行うことで、施設を安定な状態に移行する。これらの措置により、施設は給電を必要としない状態に移行することとなるが、仮に電源が喪失した際の施設の状態監視に係る手順を以下に示す。

1. 電源喪失直後

エリアモニタ、グローブボックス温度監視装置及び過加熱防止回路等については、蓄電池から給電されることから、これらの盤を監視することによって、施設が安定な状態を維持していることを確認する。また、以降の監視継続のため体制構築及び装備の準備を行う。

2. 電源喪失から約1時間以降

放射線サーベイ機器によって、グローブボックスからの核燃料物質の漏えいを監視する。

巡視により核燃料物質及び焼結炉等の設備の状態並びに火災が発生していないことを監視する。

3. 巡視に関する装備

放射線防護具類（防護マスク等）を着用し、可搬型照明、放射線サーベイ機器等の巡視に必要な装備を携行する。

4. 屋外の状況の監視及び状況に応じた措置

六ヶ所対応会議等の会議体の中で巡視による報告を基に施設が安定な状態を維持していることを確認する。

また、目視等による屋外の状況及び気象庁等の公的機関からの情報を踏まえ、平常状態への移行（換気設備の運転再開等）を判断する。

5. 異常が発見された際の措置

本施設では全工程停止時において設備・機器の誤動作による機械的破損を起因とする閉じ込め機能の不全は起こりえない。また、核燃料物質からの崩壊熱による影響は小さいことから、巡視により閉じ込め機能の不全の要因となる異常事象に至る兆候を早い段階で検知し対処可能である。また、全工程停止時には巡視以外の作業は行わないため、運転員の誤操作による閉じ込め機能の不全は想定されない。火災については、設備を停止することで発生リスクを下げる事が可能である。

上記の状況において、異常事象が発生することは想定しがたいが、万一、核燃料物質の工程室への漏えいが確認された際は、放射線サーベイ機器等による漏えい箇所を特定を行い、目張り等の処置により拡大を防止する。