

高放射性廃液貯蔵場(HAW)及び
ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の
火山事象対策に関する説明書

1. 概要

本資料は、「再処理施設の技術基準に関する規則」（以下「再処理技術基準規則」という。）の第8条第1項に基づき、別添 6-1-1-5「火山影響評価」に示す「廃止措置計画用火山事象」について、高放射性廃液貯蔵場(HAW)及びガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の火山事象（降下火砕物）対策を説明するものである。

2. 火山事象対策の基本的考え方

再処理施設の廃止措置計画において、高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の廃止措置計画用火山事象（以下「火山事象」という。）に対する安全対策の検討は、別添 6-1-4-5「再処理施設の火山事象対策の基本的考え方」に基づいて行う。また、影響評価については「原子力発電所の火山影響評価ガイド」（平成 25 年 6 月 19 日付け原規技発 13061910 号（最終改正 令和元年 12 月 18 日付け）、以下「ガイド」という。）を参考に実施する。

3. 降下火砕物による影響評価

3.1 降下火砕物の設計条件

別添 6-1-1-5「火山影響評価」に示すとおり、降下火砕物の設計条件を粒径 8 mm 以下、湿潤密度 1.5 g/cm³、乾燥密度 0.3 g/cm³及び層厚 50 cm とする。また、文献調査の結果から、降下火砕物は以下の特徴を有する。

- (1)火山ガラス片及び鉱物結晶片から成る⁽¹⁾。ただし、砂より破碎しやすく脆弱である⁽²⁾。
- (2)硫酸等を含む腐食性のガスが付着している⁽¹⁾。ただし、金属腐食研究の結果から、直ちに金属腐食を生じさせることはない⁽³⁾。
- (3)乾燥した火山灰粒子は絶縁体であるが、水に濡れると硫酸イオンにより導電性を生じる⁽¹⁾。
- (4)湿った降下火砕物は乾燥すると固結する⁽¹⁾。
- (5)降下火砕物粒子の融点は約 1000℃であり、一般的な砂に比べ低い⁽¹⁾。

3.2 降下火砕物影響の選定

高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の重要な安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）を担う設備について、降下火砕物による影響を表 3-1～3-4 のとおり整理した。なお、以下に示す設備については、高性能フィルタを介して給気する管理区域内に設置していることから、影響評価の対象から除外した。

- (1) 高放射性廃液貯蔵場 (HAW) の閉じ込め機能を担う設備のうち、管理区域内に設置しているもの

高放射性廃液貯蔵槽，中間貯蔵槽，分配器，水封槽，ドリフトレイ，高放射性廃液貯蔵セル，中間貯蔵セル，分配器セル，洗浄塔，除湿器，電気加熱器，フィルタ，よう素フィルタ，冷却器，槽類換気系排風機，セル換気系フィルタユニット，セル換気系排風機，入気ブロワ，空気圧縮機，スチームジェット，漏えい検知装置，トランスミッタラック，主制御盤及び動力分電盤

- (2) 高放射性廃液貯蔵場 (HAW) の崩壊熱除去機能を担う設備のうち、管理区域内に設置しているもの

熱交換器，一次系の送水ポンプ，一次系の予備循環ポンプ，ガンマポット，主制御盤及び動力分電盤

- (3) ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の閉じ込め機能を担う設備のうち、管理区域内に設置しているもの

受入槽，回収液槽，水封槽，濃縮器，濃縮液槽，濃縮液供給槽，気液分離器，溶融炉，ポンプ，ドリフトレイ，固化セル，A 台車，冷却器，凝縮器，デミスタ，スクラッパ，ベンチュリスクラッパ，吸収塔，洗浄塔，加熱器，ルテニウム吸着塔，よう素吸着塔，フィルタ，排風機，インセルクーラ，冷凍機，冷却器，ポンプ，膨張水槽，スチームジェット，セル内ドリフトレイ液面上限警報，トランスミッタラック，工程制御盤，工程監視盤，変換器盤，計装設備分電盤，分電盤のうち重要系 VFP1 及び一般系 VFP2，電磁弁分電盤，ガラス固化体取扱設備操作盤，重量計制御盤，流下ノズル加熱停止回路，A 台車の定位置操作装置，A 台車の重量上限操作装置及び換気用動力分電盤

- (4) ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の崩壊熱除去機能を担う設備のうち、管理区域内に設置しているもの

冷却器，ポンプのうち G83P32 及び G83P42，膨張水槽のうち G83V31 及び G83V41，分電盤のうち重要系 VFP1 及び一般系 VFP2，工程制御盤，操作盤，現場制御盤，電磁弁分電盤，工程監視盤及び計装設備分電盤

3.3 個別影響に対する評価

高放射性廃液貯蔵場 (HAW) 及びガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能を担う設備について、選定した降下火砕物による影響に対して個別評価を行った。以下に示すとおり、降下火砕物の除去等の対策を行うことに

より、閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能は維持される。

(1) 静的負荷

静的負荷の影響を受ける設備は、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の二次系の送水ポンプ、冷却塔、浄水受槽、浄水ポンプ、サージタンク及び建家である。これらのうち、建家を除いてはその形状から多量の降下火砕物の堆積は想定されず、降灰が確認された場合には除去作業を実施することから、静的負荷により閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能は喪失しない。建家については、次章のとおり屋根スラブは静的負荷に耐え得ることを確認した。

ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟のポンプ、冷却塔、膨張水槽及び第二付属排気筒についても、その形状から多量の降下火砕物の堆積は想定されず、ポンプ、冷却塔及び膨張水槽については、降灰が確認された場合には除去作業を実施することから、静的負荷により閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能は喪失しない。建家についても高放射性廃液貯蔵場（HAW）と同様に、次章のとおり屋根スラブは静的負荷に耐え得ることを確認した。

(2) 腐食

降下火砕物には硫酸等を含む腐食性のガスが付着していることから、設備への腐食が考えられるが、降灰後直ちに影響を及ぼすものではないことから、清掃又は洗浄により腐食成分を除去することが可能である。このため、閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能への影響はない。

(3) 粒子の衝突

別添 6-1-1-5「火山影響評価」に示す降下火砕物シミュレーション結果に基づき、降下火砕物粒子の落下時の風速を 8 m/s（水平方向）とし、Matson らによる雹に対する実験結果⁽⁴⁾を参考に、降下火砕物粒子の終端速度を 10 m/s（鉛直方向）として、降下火砕物粒子の衝突速度を 13 m/s に設定した。また、設定した降下火砕物の条件に基づき、衝突粒子の直径を 8 mm、密度 1.5 g/cm³とした。添付資料 6-1-4-4-4「高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の竜巻影響評価について」と同様の方法によるコンクリートの裏面剥離厚さ及び鋼板の貫通限界厚さを算定した結果は、それぞれ 2.4 mm 及び 10 μm であり、粒子の衝突による閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能への影響はない。

(4) 閉塞

入気フィルタは降下火砕物を含む空気によりフィルタ差圧が上昇することが想定される。フィルタ差圧は常時監視しており、フィルタ差圧が運転範囲の上限まで上昇した場合には、フィルタを交換することで通常の差圧状態に復旧できる。加えて、気象庁による降灰予報発表時には、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の空気取り入れ口にフィルタを設置し、降下火砕物が施設に与える影響を最小限に留める。

計装用圧縮空気を製造する圧縮機に降下火砕物が混入することにより、圧縮機が故障することが想定される。計装用圧縮空気を貯留する空気槽は、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟において使用する30分間分（10.6 m³）の圧縮空気を常時貯留しており、圧縮機が停止することにより直ちに閉じ込め機能を喪失することはない。圧縮機が故障により停止した場合には、30分以内に予備機への切り替えを行う。

第二付属排気筒は、常時約96000 m³/h以上の風量で排気しているとともに、排気ダクトの接続部の内径が約1800 mmの寸法であることから、降下火砕物の堆積（層厚50 cm）による閉塞は想定されない。

高放射性廃液貯蔵場（HAW）の冷却塔は、茨城県工業用水道の浄水を、核燃料サイクル工学研究所内の工業用水受水槽（5000 m³）及び再処理施設の地下浄水貯槽（2400 m³×2基）に貯留し、浄水貯槽及び浄水ポンプを介して蒸発冷却のため受け入れている。このため、浄水に降下火砕物が混入し、直ちに崩壊熱除去機能が喪失する可能性は小さい。冷却塔は、図3-1に示す構造となっており、散水ポンプにより下部のパンセクションに貯留した浄水を循環して散水することにより、冷却コイル中の二次冷却水を冷却している。このため、降下火砕物の降灰の確認時には、降下火砕物が散水ポンプ入口に達しないように、排水口からパンセクションの浄水を排水するとともに、浄水の供給を増やすことで、冷却塔の閉塞防止を図る。

ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の冷却塔も高放射性廃液貯蔵場（HAW）と同様に再処理施設の地下浄水貯槽から浄水を受け入れている。このため、浄水に降下火砕物が混入し、直ちに崩壊熱除去機能が喪失する可能性は小さい。冷却塔は、図3-2に示す構造となっており、散水ポンプにより下部水槽に貯留した浄水を循環して散水することにより、コイルユニット内の冷却水を冷却している。このため、降下火砕物の降灰の確認時には、降下火砕物がストレーナに達しないように、ドレンから浄水を排水するとともに、浄水の供給を増やすことで、冷却塔の閉塞防止を図る。

(5) 摩耗

降下火砕物を含む空気が屋外又はホワイト区域に設置したポンプ等のモータ部に侵入することで、設備の摩耗が考えられるが、降灰後直ちに影響を及ぼすものではないことから、清掃又は洗浄により降下火砕物を除去することが可能である。このため、閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能への影響はない。

(6) 大気汚染

高放射性廃液貯蔵場 (HAW) 及びガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の制御室は管理区域内に設置しており、降下火砕物は居住性に影響を与えない。

(7) 絶縁低下

降下火砕物は乾燥時には導電性を有しないが、室内の水分を吸湿した場合に降下火砕物に含まれる硫酸等のイオンにより導電性を生じ、制御盤等の絶縁低下を招くおそれがある。制御盤等のうち、ファンにより強制換気を行っているものは、ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の高圧受電盤、低圧動力配電盤及び無停電電源装置であり、いずれもホワイト区域に設置している。ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の制御盤等を設置しているホワイト区域は、通常時からプレフィルタを介した給気を行っており、降下火砕物が設備に与える影響は小さい。その他の抽出した制御盤等にはファンが設置されていないことから、有意量の降下火砕物を盤内に取り込む可能性は小さい。加えて、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) のホワイト区域については、気象庁による降灰予報発表時に換気を停止し、降下火砕物が設備に与える影響を最小限に留める。

屋外に設置している機器 (高放射性廃液貯蔵場 (HAW) においては冷却塔、ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟においては、ポンプ及び冷却塔) の制御盤には、ファンは設置されておらず、盤内に侵入する降下火砕物の量は限られるが、降下火砕物の降灰の確認時に定期的に点検・清掃を行うことにより、降下火砕物が設備に与える影響を最小限に留める。

3.4 間接的影響に対する評価

降下火砕物の影響により、広範囲にわたる送電網の損傷による7日間の外部電源喪失及び研究所外での交通途絶によるアクセス制限を想定し、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) 及びガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能を確保するため、気象庁による降灰予報発表時には、事故対処設備による対応及び降下火砕物への対応に係る要員を招集し、対応準備を行う。

表 3-1 高放射性廃液貯蔵場（HAW）の閉じ込め機能を担う設備

降下火砕物による影響	静的負荷	腐食	粒子の衝突	閉塞	摩耗	大気汚染	給水の汚染	絶縁低下
高圧受電盤	－	レ	－	－	－	－	－	レ
低圧配電盤	－	レ	－	－	－	－	－	レ
入気フィルタ	－	レ	レ	レ	－	－	－	－
制御室	－	－	－	－	－	レ	－	－
建家	レ	－	レ	－	－	－	－	－

－：影響を受けない
レ：影響評価し対策を行う

表 3-2 高放射性廃液貯蔵場（HAW）の崩壊熱除去機能を担う設備

降下火砕物による影響	静的負荷	腐食	粒子の衝突	閉塞	摩耗	大気汚染	給水の汚染	絶縁低下
二次系の送水ポンプ	レ	レ	レ	－	レ	－	－	－
冷却塔	レ	レ	レ	レ	レ	－	レ	レ
浄水受槽	レ	レ	レ	レ	－	－	レ	－
浄水ポンプ	レ	レ	レ	レ	レ	－	－	－
サージタンク	レ	レ	レ	－	－	－	－	－
制御室	－	－	－	－	－	レ	－	－
建家	レ	－	レ	－	－	－	－	－

－：影響を受けない
レ：影響評価し対策を行う

表 3-3 ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の
閉じ込め機能を担う設備

降下火砕物による影響	静的負荷	腐食	粒子の衝突	閉塞	摩耗	大気汚染	給水の汚染	絶縁低下
高圧受電盤	—	レ	—	—	—	—	—	レ
低圧動力配電盤	—	レ	—	—	—	—	—	レ
無停電電源装置	—	レ	—	—	—	—	—	レ
低圧照明配電盤	—	レ	—	—	—	—	—	レ
直流電源装置	—	レ	—	—	—	—	—	レ
一般系分電盤 (VFP3)	—	レ	—	—	—	—	—	レ
純水貯槽	—	レ	—	—	—	—	レ	—
純水ポンプ	—	レ	—	—	—	—	レ	—
空気圧縮機	—	レ	—	レ	レ	—	—	—
入気フィルタ	—	レ	レ	レ	—	—	—	—
制御室	—	—	—	—	—	レ	—	—
建家	レ	—	レ	—	—	—	—	—
第二付属排気筒	レ	レ	レ	レ	—	—	—	—

—：影響を受けない

レ：影響評価し対策を行う

表 3-4 ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の
崩壊熱除去機能を担う設備

降下火砕物による影響	静的負荷	腐食	粒子の衝突	閉塞	摩耗	大気汚染	給水の汚染	絶縁低下
ポンプ	レ	レ	レ	—	レ	—	レ	レ
冷却塔	レ	レ	レ	レ	レ	—	レ	レ
膨張水槽	レ	レ	レ	—	—	—	レ	—
高圧受電盤	—	レ	—	—	—	—	—	レ
低圧動力配電盤	—	レ	—	—	—	—	—	レ
無停電電源装置	—	レ	—	—	—	—	—	レ
低圧照明配電盤	—	レ	—	—	—	—	—	レ
直流電源装置	—	レ	—	—	—	—	—	レ
一般系分電盤 (VFP3)	—	レ	—	—	—	—	—	レ
制御室	—	—	—	—	—	レ	—	—
建家	レ	—	レ	—	—	—	—	—

—：影響を受けない

レ：影響評価し対策を行う



図 3-1 高放射性廃液貯蔵場（HAW）冷却塔概要図



図 3-2 ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟
冷却塔概要図

4. 建家への降下火砕物による積載荷重に対する健全性評価

4.1 降下火砕物による荷重の設定

別添 6-1-1-5 「火山影響評価」に示す湿潤密度 1.5 g/cm^3 ，層厚 50 cm の降下火砕物による堆積荷重として， 7350 N/m^2 を設定する。その他の荷重として，以下の従荷重及び除灰時の人員荷重を重畳させ，自重，積載荷重の他，建家鉛直方向に作用する荷重として合計 8540 N/m^2 を設定する。

(1) 降水

火山灰は一般に透水性が高く，降水が堰き止められて荷重が増加することは考えにくい，湿潤状態の火山灰の密度として 1.5 g/cm^3 を考慮することで，乾燥状態の密度 0.3 g/cm^3 よりも 1.2 g/cm^3 大きな密度を考慮していることから，降水に伴う従荷重は考慮済みである。

(2) 積雪

再処理施設のある茨城県那珂郡東海村は，建築基準法での多雪区域に当たらないが，多雪区域と同等の重ね合わせを考慮する。建築基準法では，多雪区域において暴風時及び地震時の荷重評価の際に積雪の重ね合わせを求めているが，その際従たる積雪荷重はまれ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。茨城県建築基準法施行細則による東海村の垂直積雪量は 30 cm であり，この 0.35 倍の 10.5 cm の積雪を考慮する。建築基準法での積雪の単位荷重は積雪量 1 cm 当たり 20 N/m^2 であり，重ねする積雪荷重として 210 N/m^2 を考慮する。

(3) 風

施設は陸屋根であり，降下火砕物による堆積荷重は鉛直方向に作用する。一方，風荷重は水平方向に作用することから，各々独立に評価できる。

(4) 地震活動

廃止措置計画用設計地震動の震源と火山とは十分な距離があることから，各々独立した事象として扱い，重畳は考慮しない。

火山性地震については，火山と敷地が 90 km 以上離れていることから，重畳は考慮しない。

(5) 津波

廃止措置計画用設計津波を発生させる地震の震源と火山とは十分な距離があ

ることから、各々独立した事象として扱い、重畳は考慮しない。

(6) 外部人為事象

火山事象と外部人為事象はそれぞれ独立した事象であり、外部人為事象による荷重は考慮しない。

(7) 設計基準事故時の荷重

平成 18 年 5 月 29 日に許可を受けた「再処理事業指定申請書」における設計基準事故は、クリプトン回収技術開発施設からのクリプトンを含むガスの大気中への放出、プルトニウム転換技術開発施設焙焼還元炉における水素爆発、ガラス固化技術開発施設における溶融ガラスの誤流下、ガラス固化技術開発施設における短時間の全動力電源の喪失並びにリサイクル機器試験施設における運転時の異常な過渡変化及び運転時の異常な過渡変化を超える事象であり、これらはいずれも降下火砕物による堆積荷重に重畳する負荷を与えない。

(8) 除灰時の人員荷重

降下火砕物を除灰する際の人員の荷重については、建家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/m²を考慮し、健全性確認を行う。

なお、建家屋上除灰時は、シャベル、箒、エアードスター、除灰ポリ袋、ゴーグル、防塵マスク等軽量の資材を使用し、重機等の大きな荷重を伴う資機材は使用せず、集積した降下火砕物は可能な限り均等に配置し、灰置場に運搬する。

4.2 評価方法

「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 2010（日本建築学会）⁽⁵⁾」（RC 規準）に記載された計算式に基づき屋根スラブに作用する曲げモーメント評価を実施する。

等分布荷重を受ける長方形スラブの曲げモーメントは次式で表される。

短辺 x 方向の曲げモーメント（単位幅につき）

両端最大負曲げモーメント

$$M_{x1} = -\frac{1}{12}w_x l_x^2 \quad \dots (1)$$

中央部最大正曲げモーメント

$$M_{x2} = \frac{1}{18}w_x l_x^2 \quad \dots (2)$$

長辺y方向の曲げモーメント（単位幅につき）

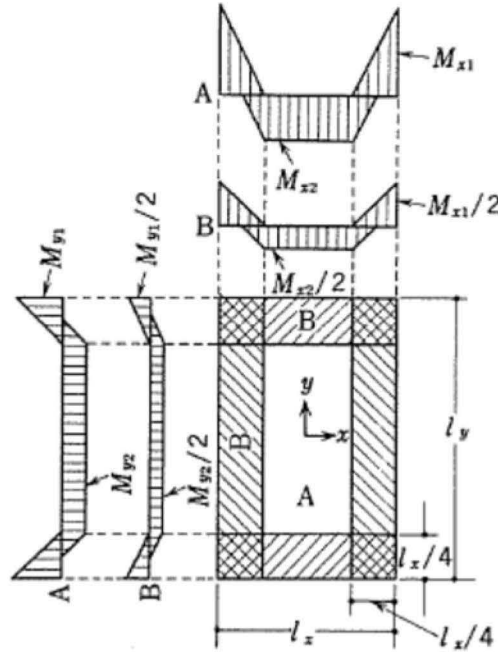
両端最大負曲げモーメント

$$M_{y1} = -\frac{1}{24}wl_x^2 \quad \dots (3)$$

中央部最大正曲げモーメント

$$M_{y2} = \frac{1}{36}wl_x^2 \quad \dots (4)$$

ここで、各曲げモーメントが作用する位置は長方形スラブに対して、



であり、

l_x : 短辺有効スパン

l_y : 長辺有効スパン

w : 単位面積についての全荷重

$$w_x = \frac{l_y^4}{l_x^4 + l_y^4} w \quad \dots (5)$$

である。ただし、有効スパンとは、支持部材間の内法寸法をいう。文献では、周辺より $l_x/4$ 幅の B 部分については、周辺に平行な方向の曲げモーメントを半減できるとしているが、ここではスラブに作用する最大曲げモーメントを考慮するので、A 部分について許容曲げモーメントと比較する。 w_x は長辺方向への荷重分担分を減じた荷重であり、 $l_x=l_y$ の場合に $w/2$ となり長辺方向の曲げモーメントと短辺方向の曲げモーメントは一致する。 $l_x/l_y < 1$ では、 $w_x/w > 1/2$ となり $M_{x1}/M_{y1} > 1$ となることから、本算定方式では A 部分に生じる短辺方向両端最大負曲げモーメントが絶対値として最大となる。

スラブの許容曲げモーメント M は、梁に対する算定式を用いることができ、引張鉄筋比が釣合鉄筋比以下のときは、次式で算出できる。

$$M = a_t f_t \frac{7}{8} d \quad \dots (6)$$

ここで、 a_t は引張鉄筋断面積（単位長当たりの上部鉄筋断面積）、 f_t は鉄筋の許容引張応力度、 d は有効せい（圧縮縁から引張鉄筋中心までの距離）である。引張鉄筋比 p_t 及び釣合鉄筋比 p_{tb} は次のとおり計算される。

$$p_t = \frac{a_t}{bd} \quad \dots (7)$$

$$p_{tb} = \frac{1}{2 \left(1 + \frac{f_t}{n f_c} \right) \left[\frac{f_t}{n f_c} \{ n + (n-1) \gamma d_{c1} \} - (n-1) \gamma (1 - d_{c1}) \right]} \quad \dots (8)$$

ここで、 b は梁幅でありスラブの場合は単位長となる。 f_c はコンクリートの許容圧縮応力度、 n はヤング係数比でコンクリートの設計基準強度に対して次のとおり与えられる。

コンクリートの設計基準強度 (N/mm ²)	ヤング係数比 : n
27以下	15
27を超え, 36以下	13
36を超え, 48以下	11
48を超え, 60以下	9

γ は複筋比 a_c/a_t であり、 a_c は圧縮鉄筋断面積で、上部配筋と下部配筋が同様であれば a_c と a_t は等しく、 γ は1となる。また、 d_{c1} は次式で定義され、

$$d_{c1} = \frac{d_c}{d} \quad \dots (9)$$

d_c は圧縮縁から圧縮鉄筋中心までの距離である。

建家のスラブの健全性は、スラブの許容曲げモーメント M が A 部分に生じる短辺方向両端最大負曲げモーメント M_{x1} の絶対値を上回ることによって評価する。

4.3 高放射性廃液貯蔵場 (HAW) の健全性評価

高放射性廃液貯蔵場 (HAW) の屋上スラブは図 4-1, 4-2 に示すとおり設計、施工されている。

コンクリートの設計基準強度は 210 kg/cm² (SI 単位では 20.6 N/mm²)、異形鉄筋の許容応力度は 3000 kg/cm² (SI 単位では 294 N/mm²) である。降下火砕物は適宜除去作業を実施することから、短期荷重に対するコンクリートの許容圧縮応力度及び鉄筋の許容引張応力度を用い、それぞれ 13.7 N/mm² 及び 294 N/mm² と

して釣合鉄筋比(p_{tb})を算出した場合、PR 階に対して [REDACTED]、5 階に対して [REDACTED] となる。スラブの形状から算出される引張鉄筋比(p_t)は PR 階スラブ及び5 階スラブいずれも [REDACTED] であり、釣合鉄筋比を下回っている。

PR 階スラブについては、積載荷重はいずれの位置でも 800 kg/m^2 (SI 単位では $7.84 \times 10^3 \text{ N/m}^2$) にて設計しており、5 階スラブについては、特殊荷重として図 4-3 に示す位置に対して 1300 kg/m^2 (SI 単位では $1.275 \times 10^4 \text{ N/m}^2$) にて設計していることから、PR 階スラブは短辺が最も長い図中 A の位置のスラブを、5 階スラブは短辺スラブが最も長いスラブのうち、特殊荷重にて設計している B の位置のスラブを評価対象とした。

建家鉛直方向に作用する負荷による曲げモーメントを、引張鉄筋の短期許容応力度より算出した許容曲げモーメントと比較した結果を表 4-1 に示す。これらから、PR 階及び5 階スラブは降下火砕物等による静的荷重に耐え得る。

4.4 ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の健全性評価

ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の屋上スラブは PR 階と R 階のスラブがあり、それぞれ複数種類がある (図 4-4)。

スラブの配置はスラブ伏図 (図 4-5) に示すとおりであり、一部には上部鉄筋の短辺方向に複数種類の異形鉄筋を交互に配筋している (図 4-6)。スラブ厚さ及び異形鉄筋の配筋状況は表 4-2 のとおりである。

コンクリートの設計基準強度は 225 kg/cm^2 (SI 単位では 22.1 N/mm^2)、異形鉄筋の許容応力度は 3000 kg/cm^2 (SI 単位では 294 N/mm^2) である。降下火砕物は適宜除去作業を実施することから、短期荷重に対するコンクリートの許容圧縮応力度及び鉄筋の許容引張応力度を用い、それぞれ 14.7 N/mm^2 及び 294 N/mm^2 とし、釣合鉄筋比 (p_{tb}) を算出し、スラブの形状から算出される引張鉄筋比 (p_t) と比較した結果を併せて表 4-2 に示した。いずれのスラブも引張鉄筋比は釣合鉄筋比を下回っている。

屋上スラブのうち、図 4-5 に示したスラブ伏図において破線で示した位置について特殊荷重を考慮している。また、スラブの種類も多様であることから、それぞれの種類について最も短辺が長いものを抽出し、図 4-5 中 A~F のスラブについて健全性評価を実施した。

建家鉛直方向に作用する負荷による曲げモーメントを、引張鉄筋の短期許容応力度より算出した許容曲げモーメントと比較した結果を表 4-3 に示す。これらから、PR 階及び R 階スラブは降下火砕物等による静的荷重に耐え得る。

表 4-1 高放射性廃液貯蔵場（HAW）屋上スラブの健全性評価結果

	PR 階スラブ	5 階スラブ
短辺有効スパン (m)	■	■
長辺有効スパン (m)	■	■
自重 (N/m ²)	■	■
積載荷重 (N/m ²)	■	■
降下火砕物等による荷重 (N/m ²)	■	■
W _x (N/m ²)	■	■
M _{x1} (N)	■	■
引張鉄筋断面積 (m ²)	■	■
有効せいゝ (m)	■	■
M (N)	■	■
M _{x1} /M	0.90	0.29

表 4-2 ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟 スラブ諸元

スラブ	厚さ (mm)	異形鉄筋 A (○印)	異形鉄筋 B (●印)	鈎合鉄筋比	引張鉄筋比
PRS1	■	D10	D10	■	■
PRS2	■	D10	D13	■	■
RS1	■	D10	D10	■	■
RS2	■	D10	D13	■	■
RS3	■	D13	D13	■	■
RS4	■	D13	D13	■	■

表 4-3 ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟 屋上スラブの健全性評価結果

	PR 階スラブ		R 階スラブ			
	A (PRS1)	B (PRS2)	C (RS1)	D (RS2)	E (RS3)	F (RS4)
短辺有効スパン (m)	■	■	■	■	■	■
長辺有効スパン (m)	■	■	■	■	■	■
自重 (N/m ²)	■	■	■	■	■	■
積載荷重 (N/m ²)	■	■	■	■	■	■
降下火砕物等による荷重 (N/m ²)	■	■	■	■	■	■
W _x (N/m ²)	■	■	■	■	■	■
M _{x1} (N)	■	■	■	■	■	■
引張鉄筋断面積 (m ²)	■	■	■	■	■	■
有効せい (m)	■	■	■	■	■	■
M (N)	■	■	■	■	■	■
M _{x1} /M	0.49	0.80	0.37	0.92	0.97	0.65



図 4-1 高放射性廃液貯蔵場（HLW）鳥瞰図



図 4-2 高放射性廃液貯蔵場（HLW）スラブ断面概念図



図 4-3 高放射性廃液貯蔵場（HLW）スラブ伏図

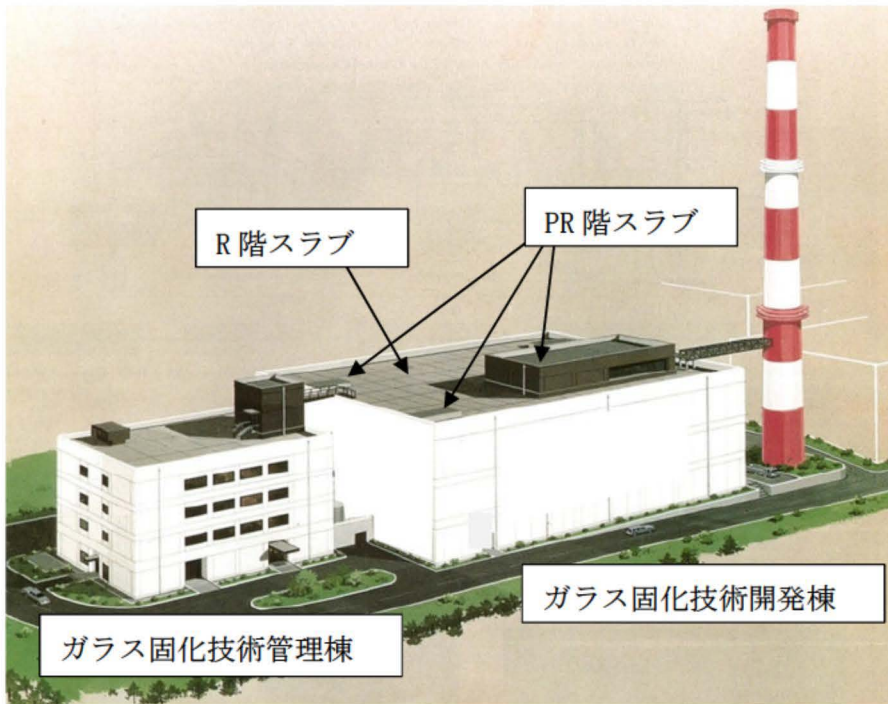


図 4-4 ガラス固化技術開発施設 (TVF) 鳥瞰図

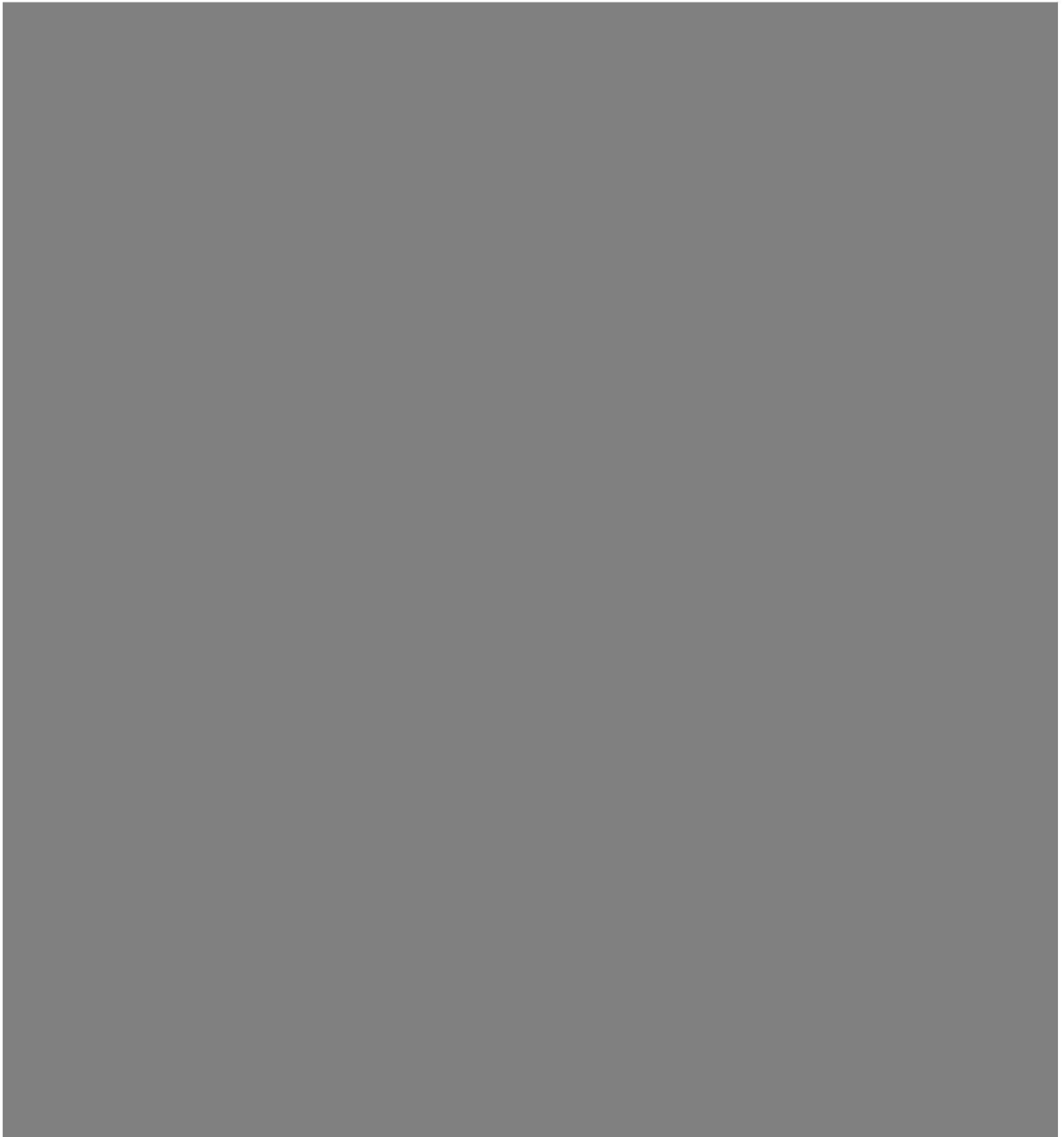


図 4-5 ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟 スラブ伏図



図 4-6 ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟
短辺方向スラブ断面概念図

5. 降下火砕物の除去等の対策

5.1 降下火砕物に対応するための運用管理

降下火砕物に備え、手順を整備し、図 5-1 のフローのとおり段階的に対応することとしている。その体制については保安規定に基づく保安体制として整備し、その中で体制の移行手順、活動内容についても明確にする。

(1) 通常時の対応

降下火砕物に備え、降下火砕物の除去に使用する資機材（シャベル、箒、エアダスター、除灰ポリ袋、ゴーグル、防塵マスク等）について配備し、定期的に点検する。

(2) 近隣火山に噴火の兆候がある場合

近隣火山で噴火警戒レベルが「レベル 4」（避難準備）又は「レベル 5」（避難）となる引き上げが発表された場合、保安規定に従って監視強化準備体制を発令し、火山情報等を把握するとともに、連絡体制を強化する。

(3) 気象庁により降灰予報が発表された場合

気象庁により再処理施設への「やや多量」又は「多量」の降灰予報が発表された場合、保安規定に従って監視強化体制を発令し、降下火砕物への対応、外部電源喪失及び交通の途絶を考慮した事故対処に必要な要員を招集する。

高放射性廃液貯蔵場（HAW）においては、高放射性廃液貯槽から移送中の高放射性廃液がある場合、ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の受入槽に送液を完了する、又は再び高放射性廃液貯槽に戻すことにより、リスクを高放射性廃液貯槽に集中する。ホワイト区域の換気を停止するとともに、入気ガラリへフィルタを設置する。降下火砕物の降灰に備えて、交換用入気フィルタを準備するとともに、降下火砕物の除去に使用する資機材を準備する。

ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟においては、ガラス固化工程を安全に停止するため、流下停止操作及び熔融炉停止に向けたガラス溶かし込み作業を行い、外部電源や純水の供給停止に備える。降下火砕物の降灰に備えて、交換用入気フィルタを準備するとともに、降下火砕物の除去に使用する資機材を準備する。

(4) 降下火砕物の降灰が確認された場合

降下火砕物の降灰が確認された場合、保安規定に従って火山非常体制を発令し、

建家入気フィルタ差圧の監視を強化する。フィルタ差圧が運転範囲の上限まで上昇した場合には、フィルタ交換により通常の差圧状態に復旧する。冷却塔への降下火砕物の堆積状況を定期的に確認し、排水口又はドレンの流量調整を行うことで降下火砕物の散水ポンプへの侵入を防止する。屋上及び屋外の監視を強化し、堆積状況に応じて屋外機器、建家及び建家周辺から降下火砕物を除去する。

降下火砕物により閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能を喪失するおそれがある場合、保安規定に従って非常時の組織により必要な処置を行う。

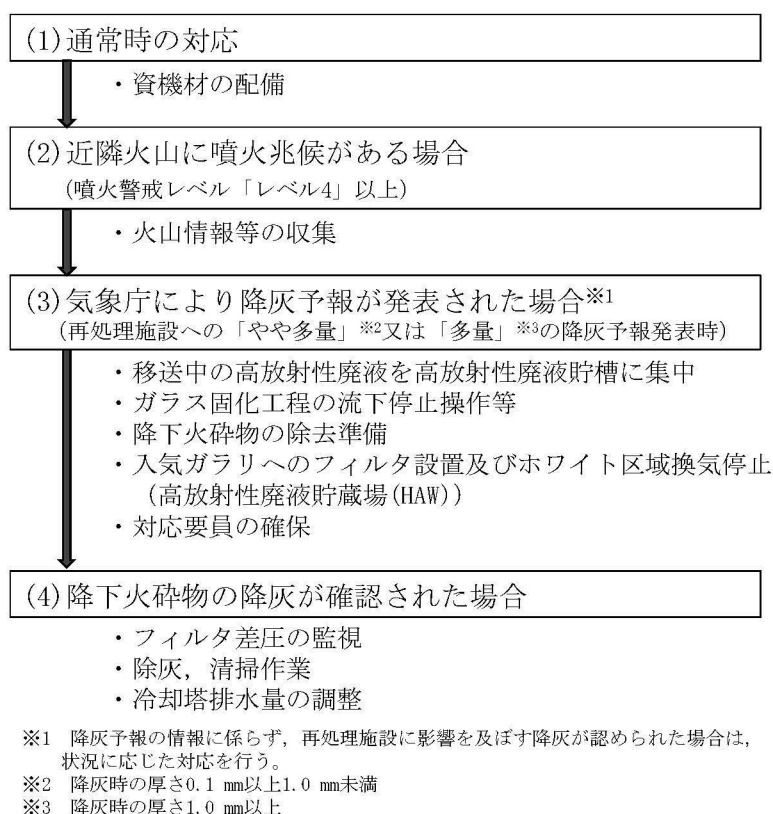


図 5-1 降下火砕物に対応するための運用管理フロー

6. まとめ

降下火砕物による高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の安全対策について評価した結果、降下火砕物による影響により閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能を損なうことはないことを確認した。

7. 参考文献

- (1) 内閣府, 広域的な火山防災対策に係る検討会 (第3回) 資料2 (2012)
- (2) 武若耕司, シラスコンクリートの特徴とその実用化の現状, コンクリート工学, vol. 42 No. 3, pp. 38-47 (2004)
- (3) 出雲茂人, 末吉秀一他, 火山環境における金属材料の腐食, 防食技術, vol. 39, pp. 247-253 (1990)
- (4) R. J. Matson, A. W. Huggins, The Direct Measurement of the Sizes, Shapes and Kinematics of Falling Hailstones, Journal of the Atmospheric Sciences, Vol. 37, pp. 1107-1125 (1980)
- (5) 社団法人 日本建築学会, 鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説 2010 改定, (2010)

再処理施設の外部火災対策の基本的考え方

廃止措置段階にある再処理施設においては、リスクが特定の施設に集中している。高放射性廃液に伴うリスクが集中する高放射性廃液貯蔵場（HAW）と、長期間ではないものの分離精製工場（MP）等の工程洗浄や系統除染に伴う廃液処理も含めて一定期間使用するガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟については、安全対策を最優先で講じる必要がある。

このため、高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟については、地震対策や津波対策と同様、想定される自然現象のうち外部火災に対しても、重要な安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）が損なわれることのないよう以下の対策を講ずる。

- ・ 安全対策の検討において想定する外部火災として、敷地外で発生する森林火災、近隣工場の火災爆発、敷地内への航空機落下を考慮する。
- ・ 閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能を担う設備^{*}は、それら設備を内包している高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の建家の外殻のコンクリートによって、外部火災の影響から防護する。
- ・ 外部火災における建家の外殻のコンクリート表面温度が許容温度以下となるよう、防火帯の設置等により適切な離隔距離を確保する。
- ・ 外部火災の二次的影響として、火災によって生じるばい煙、有毒ガス等の影響を考慮し、当該施設の換気空調系設備や施設内部で行う人的活動に影響を及ぼさないようにする。
- ・ 外部火災により高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟に電力やユーティリティを供給する既設の恒設設備（外部電源及び非常用発電機、蒸気及び工業用水の供給施設）の機能喪失を想定し、代替策としての有効性を確認した上で事故対処設備として配備する設備^{*}等が使用できるよう必要な対策を実施する。
- ・ 上記で使用する可搬型の事故対処設備については、以下の対応を行うことにより外部火災から防護する。
 - － 森林火災から防護するために、可搬型の事故対処設備の配備場所にも適切な防火帯を設ける。
 - － 近隣の産業施設の火災・爆発から防護するために、可搬型の事故対処設備の配

備場所は適切な離隔距離を確保する。

- 航空機落下による火災によって一度に全てが損傷しないように可搬型の事故対処設備は分散配置を行う。

上記以外の施設については、今後とも安全かつ継続して施設を運用し計画的に廃止措置を進めることができるよう、それぞれのリスクに応じた対策を講ずることとする。

※別添 6-1-2-1 「再処理施設の廃止措置を進めていく上での地震対策の基本的考え方」で示した崩壊熱除去機能及び閉じ込め機能を担う設備

高放射性廃液貯蔵場（HAW）及び
ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の
森林火災影響評価に関する説明書

1. 基本方針

再処理施設の廃止措置計画において、高放射性廃液貯蔵場(HAW)及びガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の外部火災(森林火災)に対する安全対策の検討は、別添6-1-4-7「再処理施設の外部火災対策の基本的考え方」に基づいて行う。また、影響評価については「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」(原子力規制委員会,平成25年6月19日)^[1](以下「ガイド」という。)を参考に実施する。

2. 評価条件

ガイドに従い、森林火災解析コード FARSITE を用いて以下の項目について解析・評価を行う。

- ①延焼速度, ②火線強度, ③火炎長, ④単位面積当たりの熱量, ⑤火炎輻射強度, ⑥火炎到達幅, ⑦発火点から対象施設までの延焼到達時間, ⑧火災時の建家壁面温度, ⑨危険距離

2.1 使用コード

森林火災評価で使用したコードを以下に示す。なお、FARSITE にて利用できるよう地理的な位置情報を扱う地理情報システム(GIS)に植生情報を入力してデータを作成した

森林火災コード FARSITE[※] 4.1.055

※ FARSITE は、世界で最も高性能かつ広く用いられている森林火災シミュレーションモデルの一つであり、米国農務省 USDA Forest Service で開発され、米国内の森林火災において実践的に利用されている。

2.2 入力データ作成

2.2.1 FARSITE 入力データ

FARSITE により、再処理施設の敷地外で発生する森林火災からの当該施設への影響評価の実施に際して、評価範囲を定めた上で、必要となる入力データを表 2.2.1-1 に示すとおり収集し整理した。なお、FARSITE の入力データの詳細は添付資料 6-1-4-8-1 「FARSITE 入力データ」に示す。

2.2.2 解析範囲

対象範囲について、ガイドに従い再処理施設から 10 km の間を発火源とし、当該施設を含む東西 12 km, 南北 12 km の範囲を評価対象とした。ただし、当該施設から東側 4 km 以降は一律非燃焼領域の海となることから、対象範囲から除外した。

2.2.3 発火点

ガイドに従い、人為的行為を想定し道路沿いを発火点とした。また、核燃料サイクル工学研究所の敷地外の 10 km 以内かつ敷地の風上に発火点を設定した。ただし、発火点と敷地の位置関係から風向きを卓越方向に設定することが困難な場合は、風向データ等から適切に設定する。発火点設定の位置判断には上空写真を用いる。図 2.2.3-1 に発火点位置を示す。なお、発火点の考え方の詳細は添付資料 6-1-4-8-2「発火点の考え方について」に示す。

各発火点は以下のシナリオにて設定した。

発火点 1: 最大風速記録時の風向である北北東において、海岸でのたばこの投げ捨てにより原子力科学研究所敷地内の森林に引火することを原因とし、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) 及びガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟から北北東の方角上に当たる点を発火点とした。

発火点 2: 卓越風向 (西北西) において、国道 245 号線からのたばこの投げ捨てにより、茨城東病院の森林に引火することを原因とし、周辺の植生も同程度の燃えやすさであることから、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) 及びガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟から西北西の方角上に当たる点を発火点とした。

発火点 3: 南西方面において、国道 245 号線、県道 62 号線 (たばこの投げ捨て)、如意輪寺霊園 (線香の残り火) からの発火を想定し、評価上、火線強度が保守的になると予想された如意輪寺霊園を発火点とした。

発火点 4: 南方面において、県道 62 号からのたばこの投げ捨てにより、核燃料サイクル工学研究所敷地の森林に引火することを原因とし、県道 62 号線沿線の植生のなかで比較的燃えやすい「Tall grass」のある交差点付近を発火点とした。

2.2.4 再処理敷地の境界設定

「再処理施設の敷地境界の範囲図」より、境界を設定した。図 2.2.4-1 に設定した境界を示す。表 2.2.4-1 に熱的影響評価対象施設の離隔距離 (各境界までの最短距離) を示す。

2.3 実施ケース

2.2 項で作成した入力データを用いて、4 か所の発火点位置の延焼を想定した森林火災シミュレーションを実施した。表 2.3-1 に実施ケースの一覧を示す。

表 2.2.1-1 森林火災評価のための入力データの一覧

データ種類	入手・整備要領
地形データ	<p>現地状況をできるだけ模擬するため、公開情報である国土地理院基盤地図情報の 10 m メッシュの標高データを使用した。ただし、震災による地盤沈下が確認されているため、標高データを補正^{*1}（基盤地図情報数値標高モデル、2009 年公開）した。</p> <p>傾斜度、傾斜方位については標高データから計算した。</p>
土地利用データ	<p>現地状況をできるだけ模擬するため、公開情報の中でも高い空間解像度である 100 m メッシュの土地利用データを使用した。</p> <p>（国土数値情報（国土交通省） 土地利用細分メッシュ、平成 21 年度）</p>
植生データ	<p>現地状況をできるだけ模擬するため、樹種や生育状況に関する情報を有する森林簿の空間データを使用した。森林簿の情報をを用いて、土地利用データにおける森林領域を樹種・林齢によりさらに細分化（森林簿、森林計画図及び緑地計画図）した。</p> <p>敷地内植生については現地調査結果より細分化した。</p>
気象データ	<p>現地にて起こりうる最悪の条件を検討するため、平成 28 年から過去 10 年間の最多風向、最大風速、最高気温、最小湿度の条件を採用した^{*2}。</p> <p>（気象データ：気象庁 HP）</p>

^{*1} 国土地理院公開ツール「地殻変動に伴う標高値補正を行う標高補正ソフトウェア PatchJGD(標高版)」を用いた。

^{*2} ガイドの記載内容に準ずると、森林火災の多い月のみを採用となるが、保守的に年間における最小湿度、最高気温及び最大風速を採用した。

表 2.2.4-1 熱的影響評価対象施設の離隔距離

施設名称	離隔距離(m)
HAW	37
TVF	21
第二付属排気筒	71

*離隔距離は保守性を考慮し、小数点第1位で切り下げ

表 2.3-1 実施ケース一覧

発火点名	風向：[deg]	解析範囲	林齢読替え
発火点 1	北北東：23 (最大風速時風向)	敷地より 12 km 範囲	林齢 20 年以上 について 10 年以上～20 年未満
発火点 2	西北西：293 (最多風向)		
発火点 3	南西：225		
発火点 4	南：180		



図 2.2.3-1 発火点位置



図 2.2.4-1 再処理施設敷地境界の設定（図中赤線に囲まれた部分）

3. 評価結果

3.1 森林火災の影響評価

設定した再処理施設境界において、各発火点での森林火災影響評価を FARSITE により実施した。評価結果を表 3.1-1 に示す。なお、FARSITE の解析結果の詳細は添付資料 6-1-4-8-3 「FARSITE の解析結果」に示す。

3.2 火災の到達時間評価

3.2.1 火災到達時間分布

各発火点から再処理敷地の境界に最も早く火災が到達する火災到達時間一覧を表 3.2.1-1 に示す。

発火点 4 の火災到達時間が 0.7 時間と最も短くなった。原因として、発火点から風下に位置する植生の影響が考えられる。図 3.2.1-1 に発火点 4 における火災到達時間分布及び植生分布を示す。

3.2.2 初期消火活動及び体制

高放射性廃液貯蔵場 (HAW)、ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟及び第二付属排気筒の周辺には防火帯を設定するため、森林火災がこれらの施設に影響を及ぼすことはないが、飛び火等による延焼には以下に示すように対応することが可能である。

- ・核燃料サイクル工学研究所には、自衛消防隊が組織されており、24 時間対応が可能である。詳細を添付資料 6-1-4-8-4 「核燃料サイクル工学研究所自衛消防隊について」に示す。
- ・核燃料サイクル工学研究所内で火災が発見された場合は、発見者は公設消防に直ちに通報するとともに、核燃料サイクル工学研究所内の緊急電話を用いて通報する。初期消火活動実施までの通報連絡体制を図 3.2.2-1 に示す。
- ・通報を受けると、自衛消防隊が召集され火災に対応する。詳細を別紙 6-1-4-8-4-1 「森林火災発生時の核燃料サイクル工学研究所自衛消防隊の対応について」に示す。また、休日・夜間においても、常駐者により編成される自衛消防隊である常駐隊が対応する体制となっている。

3.3 熱的影響評価

評価対象施設の熱的影響評価結果を表 3.3-1 及び表 3.3-2 に示す。評価方法及び評価に必要な入力データは、添付資料 6-1-4-8-5 「熱影響評価方法について」に示す。

森林火災による熱的影響については、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) 及びガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟に対して評価し許容温度 200℃^{*1} に対して壁面温度は最大で約 121℃となり、許容温度を下回ることを確認した。また、第二付属排気筒に

対して評価し許容温度 350℃^{※2} に対して壁面温度は最大で約 77℃となり、許容温度を下回ることを確認した。なお、コンクリート製である主排気筒については、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) 及びガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟に比べ離隔距離が長いこと、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) 及びガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の評価に包含される。

また、許容温度となる危険距離を算出し、離隔距離が確保されていることを確認した。

※1 「建築火災のメカニズムと火災安全設計 (財団法人 日本建築センター)」に基づき、コンクリートにおける常温時の強度が維持される保守的な温度である 200℃を許容温度とする。

※2 「発電用原子力設備規格 材料規格 (JSMR)」に基づき、鋼材における常温時の強度が維持される保守的な温度である 350℃を許容温度とする。

3.4 防火帯評価

3.4.1 防火帯幅の設定

ガイドに示す「Alexanderand Fogarty の手法」を用いて、防火帯幅 (火炎の防火帯突破確率 1%の値) を算出した。火線強度と防火帯幅の相関を表 3.4.1-1 に示す。

FARSITE 解析結果から算出された、最大火線強度は、発火点 4 の 6085 kW/m であることから、Alexanderand Fogarty の手法より、風上に樹木がない場合の最小防火帯幅は 8.5 m、風上に樹木がある場合の最小防火帯幅は 21 m と算出した。

3.4.2 防火帯の設定

重要な安全機能を有する高放射性廃液貯蔵場 (HAW)、ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟及び第二付属排気筒を囲むように設定する。防火帯には建家等を含めず、既にアスファルトで舗装されている構内舗装道路を防火帯として利用する。

ガイドより算出した最小防火帯幅は、南側は風上に樹木が有ることから防火帯幅を 21 m 確保することとし、それ以外の個所については風上に樹木がない場合である 9 m を確保する。防火帯の配置図を図 3.4.2-1 に示す。設定の考え方を別添資料 6-1-4-8-6 「防火帯の計画検討について」に示す。

なお南東側の一部は現在は樹木が自生しているが、この場所に事故対処設備を配備することから、地盤改良工事を行う計画であり、その際にこれらの樹木の伐採が行われる。

また、防火帯に囲まれる区域内には高放射性廃液貯蔵場 (HAW)、ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟及び第二付属排気筒以外の施設が存在することから、これらの施設において火災が発生したとしても、想定した森林火災の影響を超えるものとならないよう、可燃物管理や防火設備・体制が重要となるが、これらについては令和 2 年 10 月に予定している廃止措置計画の変更において明確に示すこととする。

3.4.3 防火帯の管理

防火帯の管理については火災防護計画に定め、樹木を伐採する等、可燃物を排除し、防火帯内に草木が生えないように処理を行う。また、不燃材で構築された施設建家内部を除き、駐車車両等の可燃物及び消火活動に支障となるものは原則として配置しない管理を行う。なお、防火帯の管理方針の詳細は別紙 6・1・4・8・6・1「防火帯の管理方針について」に示す。

3.5 有毒ガス影響評価

3.5.1 概要

森林火災による二次的影響の一つである有毒ガスの濃度評価をした。

本評価においては、火災による有毒ガス発生量、風速及び大気拡散度に基づき、原子力施設の安全審査で使用される有風時ブルーム式を用いて、評価対象となる再処理施設の有毒ガス濃度を求めた。

表 3.5.1-1 に「有毒ガス防護に係る影響評価ガイド^[2]」で判断基準とされている IDLH (Immediately Dangerous to Life and Health) の一覧を示す。IDLH 濃度は 30 分間の暴露限界濃度であり、NRC Regulatory Guide 1.78 Rev.1 において制御室の居住性の基準値として参照されていることから、本評価においては、算出された濃度を IDLH と比較し、これを下回ることを確認した。

有毒ガス影響評価は、再処理施設における以下の 2 施設の入気口位置における評価をした。

- ① 高放射性廃液貯蔵場 (HAW)
- ② ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟

詳細な評価方法は、添付資料 6・1・4・8・7「有毒ガス・ばい煙影響評価の方法」に示す。

3.5.2 評価結果

表 3.5.2-1 に、森林火災による有毒ガス濃度の最大値を示す。

評価においては、全ての評価対象において IDLH を下回ることを確認した。

3.6 ばい煙影響評価

3.6.1 概要

森林火災による二次的影響の一つであるばい煙の濃度評価をした。

本評価においては、火災によるばい煙発生量、風速及び大気拡散度に基づき、原子力施設の安全審査で使用される有風時ブルーム式を用いて、評価対象となる再処理施設のばい煙濃度を求めた。なお、ばい煙発生量は PM10 として算出し、カーボンブラックとし

て評価した。

表 3.6.1-1 に「有毒ガス防護に係る影響評価ガイド」で判断基準とされている IDLH の一覧を示す。なお、ばい煙はカーボンブラックとして評価した。IDLH 濃度は 30 分間の暴露限界濃度であり，NRC Regulatory Guide 1.78 Rev.1 において制御室の居住性の基準値として参照されていることから，本評価においては，算出された濃度を IDLH と比較し，これを下回ることを確認した。

ばい煙影響評価は，再処理施設における以下の 2 施設の入気口位置における評価をした。

- ① 高放射性廃液貯蔵場 (HAW)
- ② ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟

詳細な評価方法は，添付資料 6-1-4-8-7 「有毒ガス・ばい煙影響評価の方法」に示す。

3.6.2 評価結果

表 3.6.2-1 に，森林火災によるばい煙濃度の最大値を示す。

評価においては，全ての評価対象において IDLH を下回ることを確認した。

また，全ての評価対象においてばい煙の濃度が低く，また評価対象建家の入気口にはフィルタが設置されていることから，施設の健全性に影響はないことを確認した。HAW 換気系の系統概略図を図 3.6.2-1 に，TVF 換気系の系統概略図を図 3.6.2-2 に示す。

表 3.1-1 森林火災影響評価結果

項目	発火点 1	発火点 2	発火点 3	発火点 4
火線強度 [kW/m]	2215	6023	5748	6085
延焼速度 [m/s]	0.29	0.68	0.64	0.67
火炎の到着時間※ [hr]	12.9	2.1	1.8	0.7
火炎輻射強度 [kW/m ²]	438	435	440	439
火炎到達幅 [m]	780	1620	1620	1620
火炎継続時間 [hr]	0.06	0.12	0.05	0.13
火炎長 [m]	1.6	1.2	1.7	1.1
燃焼半径 [m]	0.6	0.4	0.6	0.4
円筒火炎モデル数	10	14	10	15
単位面積当たり熱量 [kJ/m ²]	7720	8957	9098	9083
評価期間 [hour]	17.9	24.7	26.1	16.8

※到達時間は保守的に切り下げ

表 3.2.1-1 火炎到達時間一覧

項目	発火点 1	発火点 2	発火点 3	発火点 4
火炎の到達時間 [hr]	12.9	2.1	1.8	0.7

表 3.3-1 熱的影響評価結果（コンクリート建家）

対象施設	項目	発火点 1	発火点 2	発火点 3	発火点 4
HAW	危険距離 [m]	14	13	13	13
	壁面温度 [°C]	79	78	78	77
	輻射強度 [W/m ²]	2912	2161	3153	1950
	火炎継続時間 [hr]	0.06	0.12	0.05	0.13
TVF	危険距離 [m]	13	13	13	13
	壁面温度 [°C]	121	121	118	117
	輻射強度 [W/m ²]	7946	5891	8606	5313
	火炎継続時間 [hr]	0.06	0.12	0.05	0.13

表 3.3-2 熱的影響評価結果（第二付属排気筒）

対象施設	項目	発火点 1	発火点 2	発火点 3	発火点 4
第二付属 排気筒	危険距離 [m]	19	15	19	14
	温度 [°C]	75	69	77	67
	輻射強度 [W/m ²]	829	616	897	558
	火炎継続時間 [hr]	0.06	0.12	0.05	0.13

表 3.4.1-1 火線強度と防火帯幅の相関

風上に樹木が無い場合の火線強度と最小防火帯幅の関係（火炎の防火帯突破確率 1%）

火線強度 (kW/m)	500	1000	2000	3000	4000	5000	10000	15000	20000	25000
防火帯幅 (m)	6.2	6.4	6.7	7.1	7.4	7.8	9.5	11.3	13.1	14.8

風上に樹木が有る場合の火線強度と最小防火帯幅の関係（火炎の防火帯突破確率 1%）

火線強度 (kW/m)	500	1000	2000	3000	4000	5000	10000	15000	20000	25000
防火帯幅 (m)	16	16.4	17.4	18.3	19.3	20.2	24.9	29.7	34.4	39.1

表 3.5.1-1 IDLH 一覧

化学種	IDLH 値
CO ₂	40000 [ppm]
CO	1200 [ppm]

表 3.5.2-1 有毒ガス (CO₂, CO) 濃度最大値

発火点	CO ₂ の最大濃度 [ppm]	
	HAW	TVF
発火点 1	206	238
発火点 2	74	68
発火点 3	20	23
発火点 4	4	14

IDLH	40000 [ppm]
------	-------------

発火点	CO の最大濃度 [ppm]	
	HAW	TVF
発火点 1	17.77	18.91
発火点 2	6.80	6.02
発火点 3	0.92	1.14
発火点 4	0.41	1.03

IDLH	1200 [ppm]
------	------------

表 3.6.1-1 IDLH 一覧

種類	IDLH 値
ばい煙 (カーボンブラック)	1750 [mg/m ³]

表 3.6.2-1 ばい煙濃度最大値

発火点	ばい煙 (PM10) 最大濃度[mg/m ³]	
	HAW	TVF
発火点 1	0.52	0.52
発火点 2	0.18	0.16
発火点 3	0.03	0.04
発火点 4	0.02	0.04

IDLH	1750[mg/m ³]
------	--------------------------

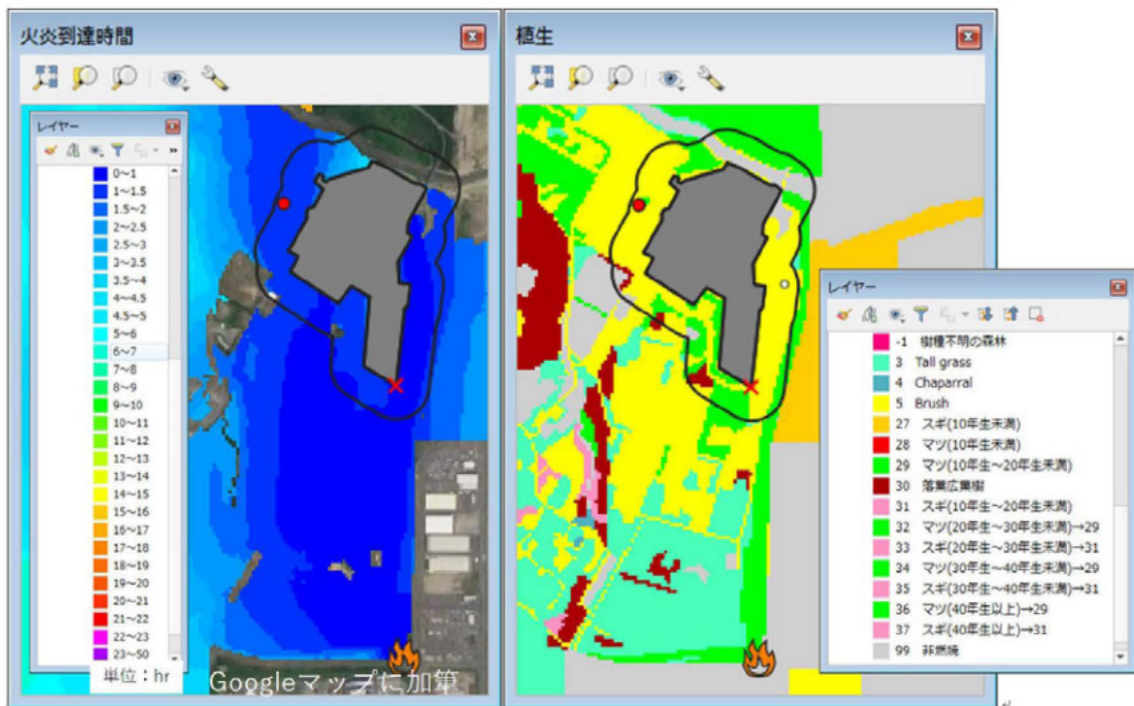


図 3.2.1-1 発火点 4 の火炎到達時刻に影響していると考えられる植生

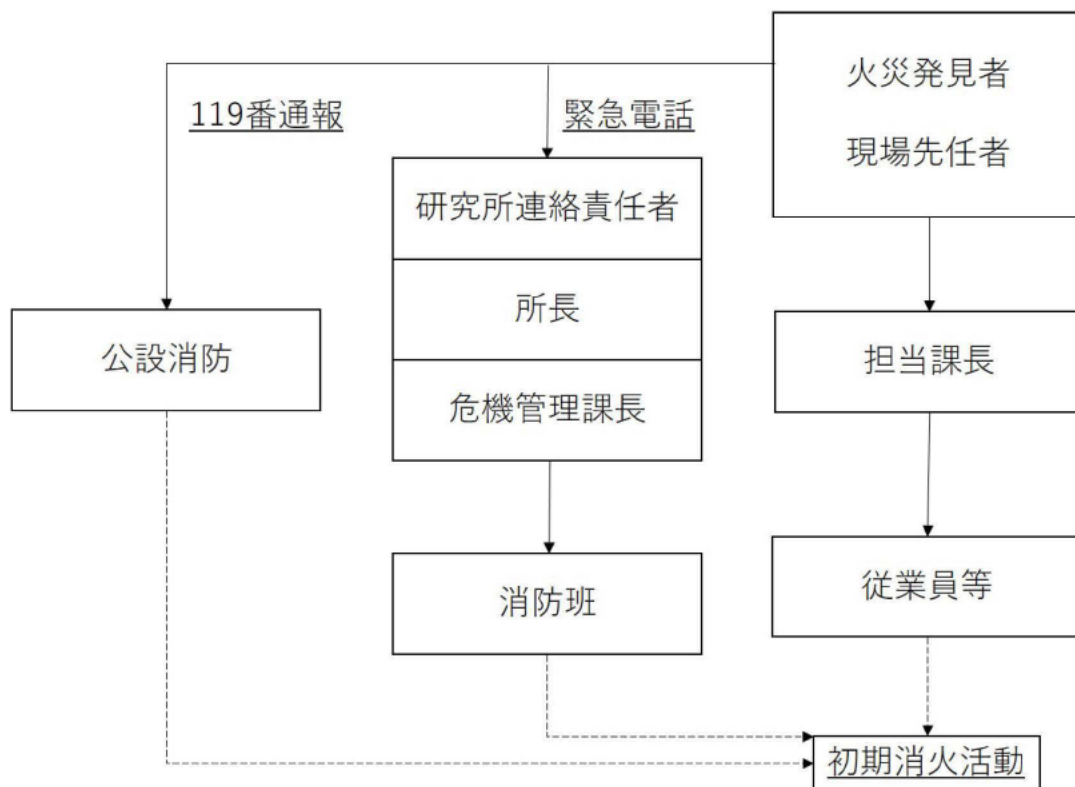


図 3.2.2-1 初期消火活動実施までの通報連絡体制



図 3.4.2-1 防火帯の配置図

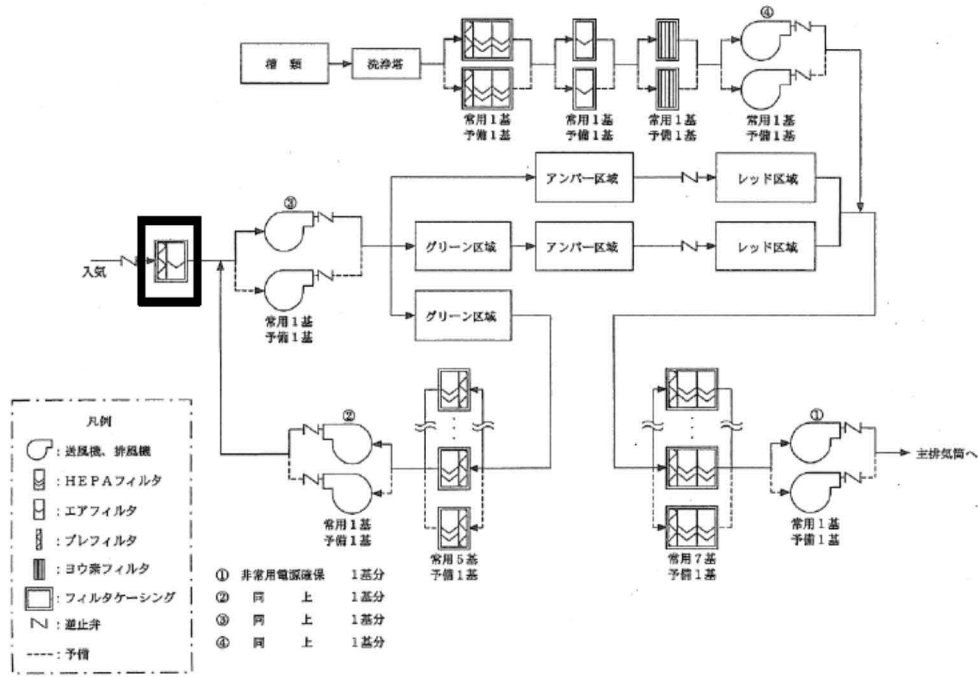


図 3.6.2-1 HAW 換気系の系統概略図

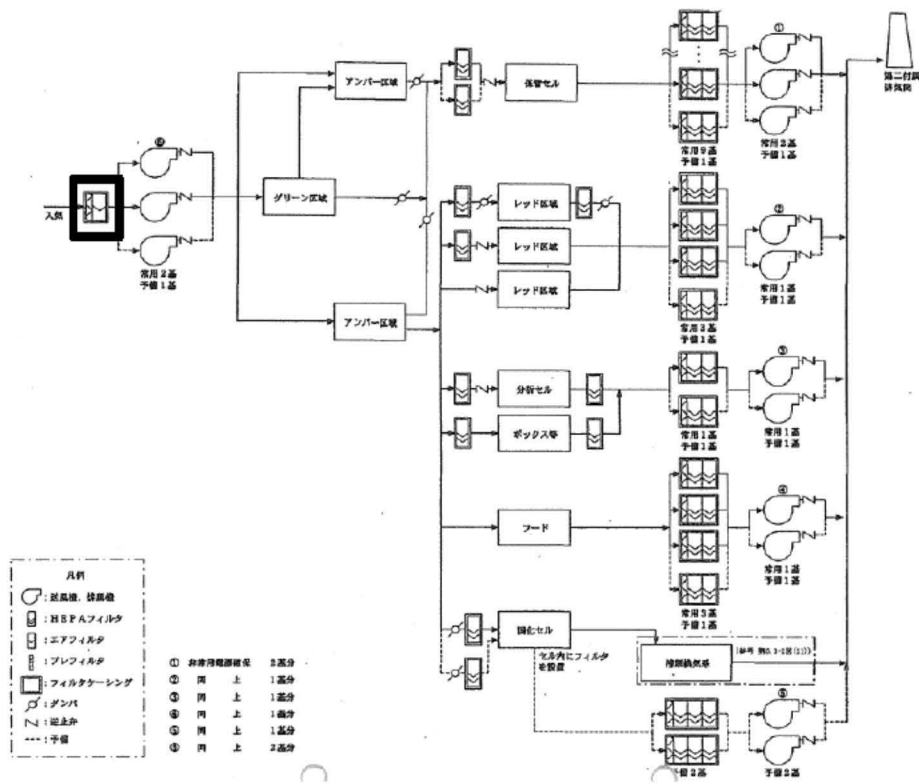


図 3.6.2-2 TVF 換気系の系統概略図

4. まとめ

以下のとおり，高放射性廃液貯蔵場（HAW），ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟及び第二付属排気筒は，森林火災に対し健全性を維持できることを確認した。

- 森林火災の到達前に，自衛消防隊による対応が可能であることを確認した。
- 森林火災による熱的影響については，高放射性廃液貯蔵場（HAW），ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟及び第二付属排気筒に対して許容温度を下回ることを確認した。
- 森林火災に対して必要な防火帯幅であることを確認した。また，離隔距離が危険距離以上であることを確認した。
- 森林火災に対する有毒ガス濃度の評価においては，全ての評価対象において基準濃度を下回ることを確認した。
- 森林火災に対するばい煙の評価においては，全ての評価対象においてばい煙の濃度が低く，また評価対象建家の入気口にはフィルタが設置されていることから，施設の健全性に影響はないことを確認した。

5. 参考文献

- [1] 原子力規制委員会，原子力発電所の外部火災影響評価ガイドの制定について，（平成 25 年 6 月）
- [2] 原子力規制委員会，有毒ガス防護に係る影響評価ガイド，（平成 29 年 4 月）