

東海再処理施設の安全対策に係る廃止措置計画認可変更申請対応について

令和2年7月9日
再処理廃止措置技術開発センター

○ 令和2年7月9日 面談の論点

- 資料1 TVF 受入槽等の液量管理について
- 資料2 外部事象発生時における可搬型の事故対処設備の防護方針について
- 資料3 外部事象の影響評価における各影響評価ガイドとの整合性について
- 資料4 近隣の産業施設の火災・爆発影響評価における燃料輸送車両及び船舶を火災源とした影響評価について
- 資料5 TVF 第二付属排気筒の耐震性について【表紙のみ】
- 資料6 再処理施設に関する設計及び工事の計画
(HAW の耐津波補強工事)【表紙のみ】
- 資料7 HAW の設計津波に対する影響評価に関する説明書【表紙のみ】
- 資料8 TVF の設計津波に対する影響評価に関する説明書【表紙のみ】
- 資料9 HAW 及び TVF における事故対処の方法、設備及びその有効性評価について
- 資料10 再処理施設の廃止措置を進めていく上での竜巻に対する影響評価及び防護方策について【表紙のみ】
- 資料11 内部火災対策の基本的考え方
- 資料12 溢水対策の基本的考え方
- 資料13 制御室の安全対策の基本的考え方
- 資料14 TVF の溶融炉の結合装置の製作及び交換について
- 資料15 TVF 浄水配管等の一部更新について

-----以上 7/16 監視チーム会合資料-----

- 資料16 津波警報発令時のバルブ操作の有効性について
- 資料17 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
- 資料18 屋外ダクト損傷時の周辺監視区域外の実効線量の概略評価
- 東海再処理施設の安全対策に係る7月までの面談スケジュール(案)について
- その他

以上

〈6/8 監視チームにおける議論のまとめ〉

1. 議題1について

- ① ガラス固化技術開発施設(TVF)の耐震性を確保すべき設備について
 - 貯液量制限等の検討

ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟

受入槽等の液量管理について

【概要】

- 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高放射性廃液貯蔵場(HAW)から高放射性廃液を受け入れる受入槽及び回収液槽については、それらを直接指示している据付ボルトの強度について、実機構造に基づく荷重試験を実施した。
 - ・ 設計地震動が作用した際の発生せん断力は荷重試験の結果から定めた許容荷重を下回り、必要な耐震性が確保できることを示した。
 - ・ しかしながら、機構としてリスクの大きい高放射性廃液を取り扱うという観点を重要視し、更なる耐震裕度を確保するために、貯槽の液量を制限して地震時に発生する荷重を低減する方法を検討した。
 - ・ ガラス固化技術開発施設の運転は、高放射性廃液貯蔵場(HAW)にある高放射性廃液を安定なガラス固化体へ処理し、再処理施設全体のリスク低減を行う重要な作業であることも考慮し、液量管理によってガラス固化処理工程に影響が及ばないよう、これまでの運転におけるタイムチャート等の詳細や運用条件に基づき検討を行った。
- 濃縮器の据付ボルト強度は材料規格に基づく保守的なもので評価し、地震時のせん断荷重が許容荷重を満足していることを確認している。ただし、余裕が少ないことを保守的に考慮し、実際の運転で扱う液量等に基づいて、液量管理による耐震性裕度確保について検討した。

令和2年7月9日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟 受入槽（G11V10）及び回収液槽（G11V20）の 据付ボルトのせん断強度と安全裕度の向上に関する検討について

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及び回収液槽の据付ボルトについて、廃止措置計画用設計地震動が作用した際のせん断荷重の評価結果（最大 50 kN/本（ボルト有効断面積に対するせん断応力は 205 MPa）、45℃条件）は、実機を模擬して実施した荷重試験の結果から算定された許容荷重（供用状態 D_s : 71 kN/本、45℃条件）を満足する結果が得られている（付表）。

しかしながら荷重試験に基づく許容荷重は実機の実力値に近くその裕度は大きくない。そこで、リスクの大きい高放射性廃液を取り扱うという観点からさらなる耐震裕度を確保する方策として、貯槽の液量を制限した場合に地震時に据付ボルトに作用する荷重がどの程度低減可能かについての評価を行った。受入槽の機器設計では工程後段にある濃縮器で濃縮した高放射性廃液（設計上想定する密度 1.6 g/cm^3 ）を貯槽の荷重条件としているが、高放射性廃液貯蔵場（HAW）から受け入れる高放射性廃液の密度は 1.28 g/cm^3 以下であることから、この 2 つの条件に基づき評価を実施した（付図）。

実際の運転（直近の 16-1、17-1、19-1 キャンペーン）における高放射性廃液の受入時濃度は最大で 1.23 g/cm^3 程度、濃縮器（G12E10）での濃縮処理後の高放射性廃液の密度は最大でも 1.315 g/cm^3 程度である。また、通常運転では濃縮後の高放射性廃液を受入槽・回収液槽で扱うことはない。濃縮後の高放射性廃液を受入槽・回収液槽で扱う場合というのは、機器故障等で固化処理運転を中断せざるを得なくなった際に、工程内に残留した濃縮後の高放射性廃液を高放射性廃液貯蔵場（HAW）へ返送するために一時的に受け入れるときである。

したがって、現実的には受入槽で通常運転時に扱う高放射性廃液の条件として密度 1.6 g/cm^3 の高放射性廃液を仮定する必然性はなく、高放射性廃液貯蔵場（HAW）から受け入れる高放射性廃液の設計上の密度である 1.28 g/cm^3 に基づいて耐震裕度確保の検討を行うことは十分妥当である。その上で管理する液量を設定するにおいて以下の特徴を考慮する。

- ・通常運転状態で受入槽の液量が最大となるのは、高放射性廃液貯蔵場（HAW）から高放射性廃液を受け入れた直後である（参考 1 参照）。
- ・受入後に分析の結果が出るまで、約 1 日程度は上記液量を保持する。その後に濃縮器に 1 バッチ／日当たり 0.46 m^3 を払い出す操作を開始するので、最大液量を保持する期間は約 1 日程度と短い。
- ・受入槽の最大容量は 11 m^3 で、高放射性廃液貯蔵場（HAW）の高放射性廃液貯槽（最大容量 120 m^3 ）と比べると $1/10$ であることから、高放射性廃液を保持することのリスクは相対的に小さい。
- ・ガラス処理運転の中断等の非通常時の運用においては濃縮後の高放射性廃液を高放射性廃液

貯蔵場（HAW）に返送する場合もあり，そのために一時的にこれらの密度の高い高放射性廃液を受入槽・回収液槽に受け入れる必要がある。ただし，返送する溶液すべてを一度に受け入れる必要はなく，複数回に分けて返送することができる。（参考3参照）

このようなガラス固化処理の運転状態及び運用の特徴に基づき，通常運転時（G12E10での濃縮済み高放射性廃液を受入槽では扱わない状態）においては，受入槽・回収液槽で扱う高放射性廃液の密度を 1.28 g/cm^3 以下で管理し，その条件において耐震裕度を確保するための液量管理を行う方針とする。

その際の高放射性廃液の受入時液量の目安としては，保守性の高い材料規格値に基づく許容荷重（付表及び付図）に基づき，オーステナイト系 SUS の材料特性に基づく許容荷重（38 kN/本）以下となるよう設定する（7 m³程度に設定）。なお，上述したように受入槽の液量は高放射性廃液貯蔵場（HAW）から受け入れた後はガラス固化処理の運転とともに継続的に低下していくので，最大液量となる期間は高放射性廃液受入れ後の一日間程度の短期間となる。

また，濃縮済み高放射性廃液（ 1.28 g/cm^3 を超える密度）を受入槽・回収液槽において受け入れる場合は，機器トラブル等によりガラス固化処理運転途中で工程を停止し，工程内の高放射性廃液を高放射性廃液貯蔵場（HAW）へ戻す場合である。このような事象は非定常で頻度も少なく，受入槽での液保持期間も一時的なものである。そのため，その際の液量目安としては，上述した通常運転時の考え方と合わせてオーステナイト系 SUS の材料特性に基づく許容荷重（38 kN/本）以下となるよう設定する（5 m³程度に設定）。ただし，より緊急性の高い状況（高放射性廃液の閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能の喪失やセルへの溶液の漏えい等が生じた場合）においては速やかに高放射性廃液を高放射性廃液貯蔵場（HAW）へ移送することを優先し，1週間程度の短期間の溶液貯留を条件として液量限度を設けないこととする。

以上をまとめると受入槽・回収液槽の運用条件は下表のようになる。

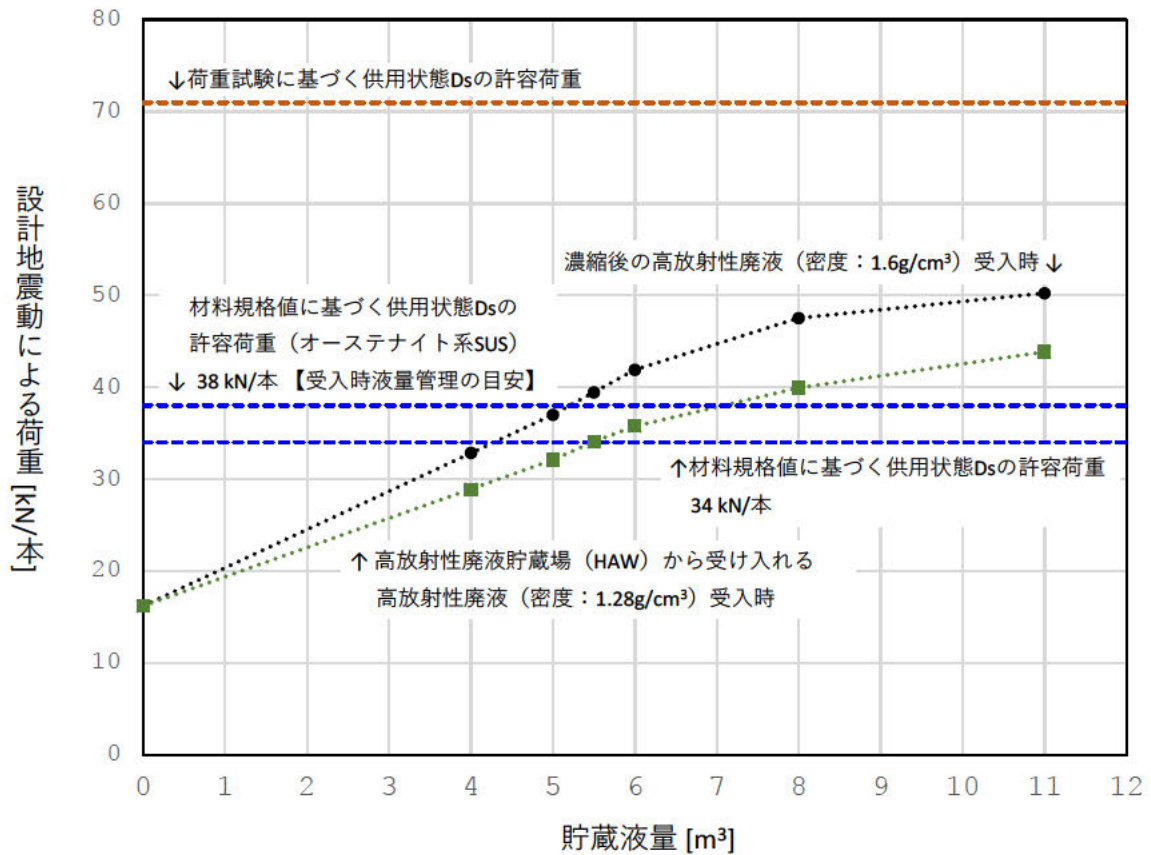
耐震裕度確保のための受入槽・回収液槽の運用条件

	通常運転時	非定常時	緊急時
液量管理の目安	7 m ³ 以下	5 m ³ 以下	無し

付表 廃止措置計画用設計地震動に対する受入槽・回収液槽据付ボルトの発生荷重と各許容荷重

高放射性廃液 密度	設計地震動において据付ボルトに加わる 最大せん断荷重		荷重試験に基づく 許容せん断荷重 (供用状態 Ds)	材料規格値に基づく 許容せん断荷重 (供用状態 Ds)
	液量 満水 (11 m ³) 時	液量 低減 (5.5 m ³) 時		
1.6 g/cm ³	50 kN/本	39 kN/本	71 kN/本	34 kN/本 ただし、オーステナイト系 SUS の材料特性を考慮すると 38 kN/本 ※
1.28 g/cm ³	44 kN/本	34 kN/本		

※ 材料規格において、ひずみ硬化の大きいオーステナイトステンレス鋼を 40℃超で用いる場合の許容せん断荷重から求まる値 (F 値=1.35Sy)。当該据付ボルトはオーステナイトステンレス鋼である SUS316 製であることから、この許容せん断荷重の方が本来の材料特性を反映した許容値と見なすことができる。



付図 受入槽・回収液槽の貯蔵液量と地震時の据付ボルトに発生するせん断応力の関係

(参考1) ガラス固化技術開発施設 (TVF) におけるガラス固化処理運転の基本フローと液量管理時の運転対応案

ガラス固化技術開発施設 (TVF) において、高放射性廃液を高放射性廃液貯蔵場 (HAW) から受け入れて、溶融炉へ供給するまでの設備構成を参考1-図1に示す。また、これまでの運転におけるタイムチャート (運転に伴う各貯槽・設備における液量の時間変動を示したものを参考1-図2に示す。(直近の運転に基づく液位を抑えたパターン)

高放射性廃液貯蔵場 (HAW) からの高放射性廃液の受入は、一定期間ごとにバッチ操作で受け入れる (通常時は 3.22 m^3 の高放射性廃液を7日に1回の頻度で受け入れる)。受入後には次の濃縮操作及びガラス固化処理のためにサンプリングと分析を行うとともに、IAEAによる査察 (ランダム査察) を受ける。その後、濃縮器による濃縮操作 (バッチ操作で1回あたり 0.46 m^3 を受け入れて約1.3倍程度に濃縮する) のために、1日に1回程度の供給 (受入槽→濃縮器) を行い、7日程度で受け入れた液量に相当する高放射性廃液の濃縮操作を終える。溶融炉への濃縮済み高放射性廃液の供給は常時連続して行う必要があり、そのために濃縮液槽には一定量以上の濃縮済み高放射性廃液が入っている必要がある。

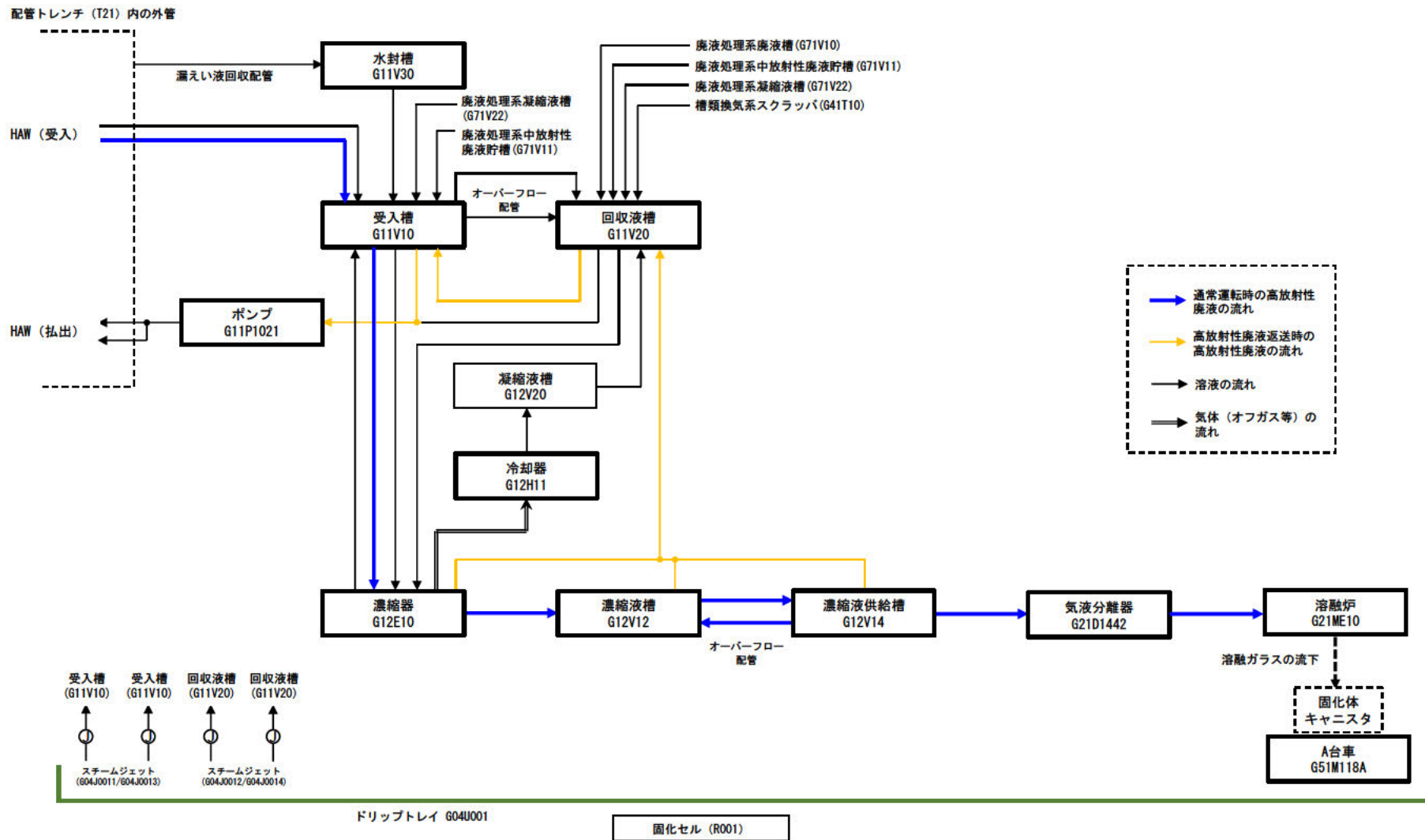
受入槽の運用上の条件として、液位と液量の関係を参考1-図3に示す。配管でつながっている高放射性廃液貯蔵場 (HAW) の中間貯槽との間の水封のために、負圧分を考慮して接続配管が液浸する液位 (液位計読み取り値で 700 mm 、液量にして約 2.7 m^3 分) を最低液位として確保している。水封は高放射性廃液貯蔵場 (HAW) の中間貯槽側でも行っているため、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) 側での水封を確実にすることで受入槽の最低液位を下げるのが可能であるが、パルセータ作動の最低条件である液位 (液位計読み取り値で 570 mm 、液量にして約 2.2 m^3 分) 以下にすることは運転管理の点から難しい。

耐震裕度確保のために、保持している溶液の重量を考慮した上で設計地震動作用時における据付ボルト発生せん断荷重を材料規格から求まる許容荷重以下に抑制する。オーステナイト系 SUS の材料特性を考慮しない最も保守的な許容荷重 (34 kN/本) で検討した場合の液量管理の目安は付図1より 5.5 m^3 となるが、上述した通常運転での受入槽の最大液量は 6.22 m^3 であるため、この場合は運転への影響が大きいことが分かった。そこで、材料規格の解説に基づき、ひずみ硬化の大きいオーステナイトステンレス鋼を 40°C 超で扱う場合の許容荷重 (38 kN/本) で検討すると付図1より液量管理の目安を約 7 m^3 程度となり、耐震性に対する適切な裕度を確保しつつも運転への影響を最小限とできる見通しが得られた。ただし、実際の運転における液量の変動 (送液精度や配管の戻り液量等) や貯槽の最低液位を考慮すると実際の受入可能量は上記の目安液量より少なくなってしまうことから、高放射性廃液の受入を液量管理の下で確実にを行うために、以下の合理化対策も併せて検討した (参考1-図2)。

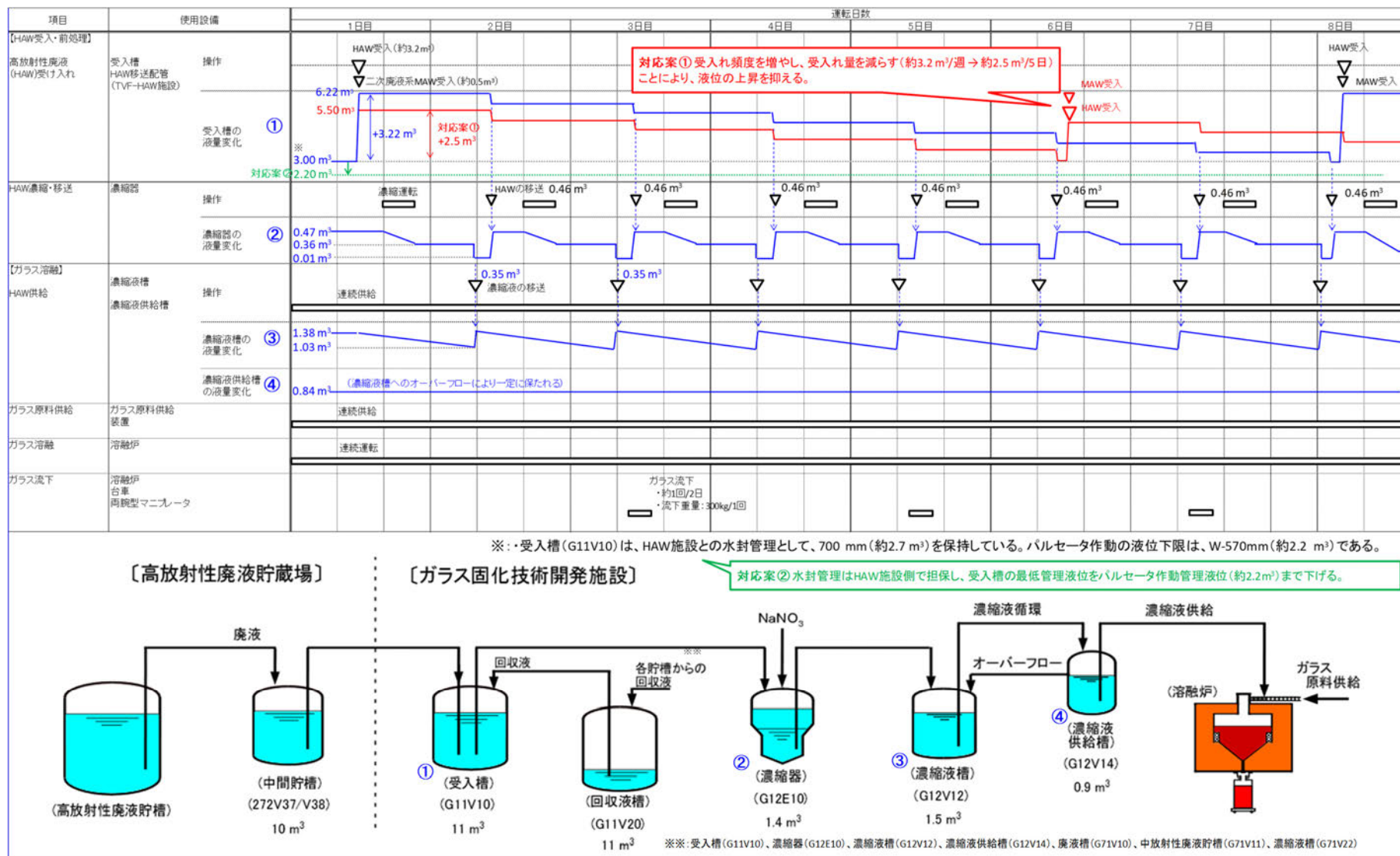
- ① 受入れ頻度を増やし、受入れ量を減らす (例えば、約 $3.2 \text{ m}^3/\text{週}$ → 約 $2.5 \text{ m}^3/5 \text{ 日}$) ことにより、受入槽の最大液位を抑える。
- ② 水封管理は高放射性廃液貯蔵場 (HAW) 側で担保し、受入槽の最低管理液位をパルセータ作動管理液位 (約 2.2 m^3) まで下げる。

このような対策を合わせることで液量管理下においても計画しているガラス固化処理運転

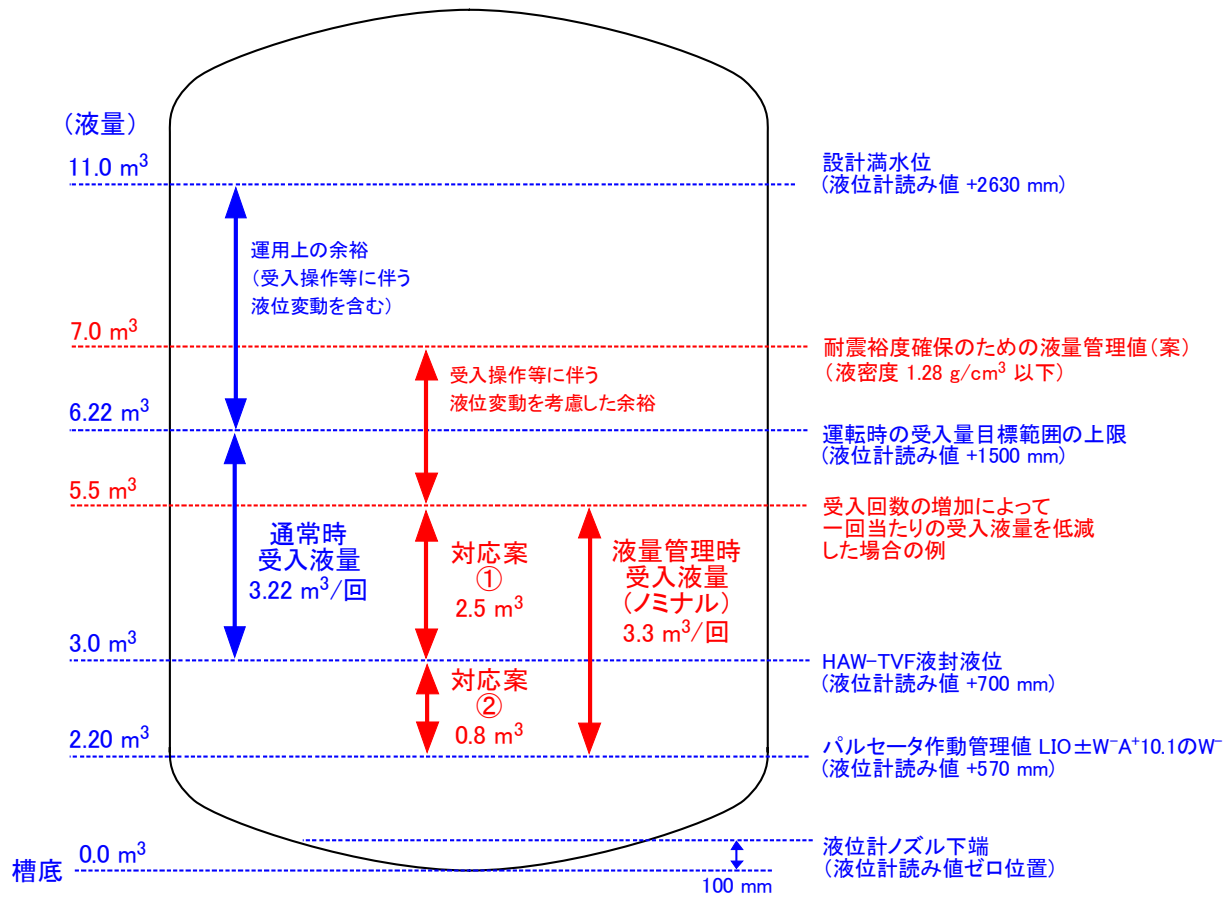
の成立性が見通せたことから、運転管理・運転操作上の観点についてさらに詳細に検討した上で、保安規定や運転要領書の変更を行う。



参考 1-図 1 ガラス固化処理における高放射性廃液の取り扱いフロー図



参考 1-図 2 ガラス固化処理運転の基本的なタイムチャート概要と受入槽液位制限に係る対応案 ①と②



参考 1-図 3 受入槽 液位 (液位計読み取り値) と液量の関係と
液量管理の例

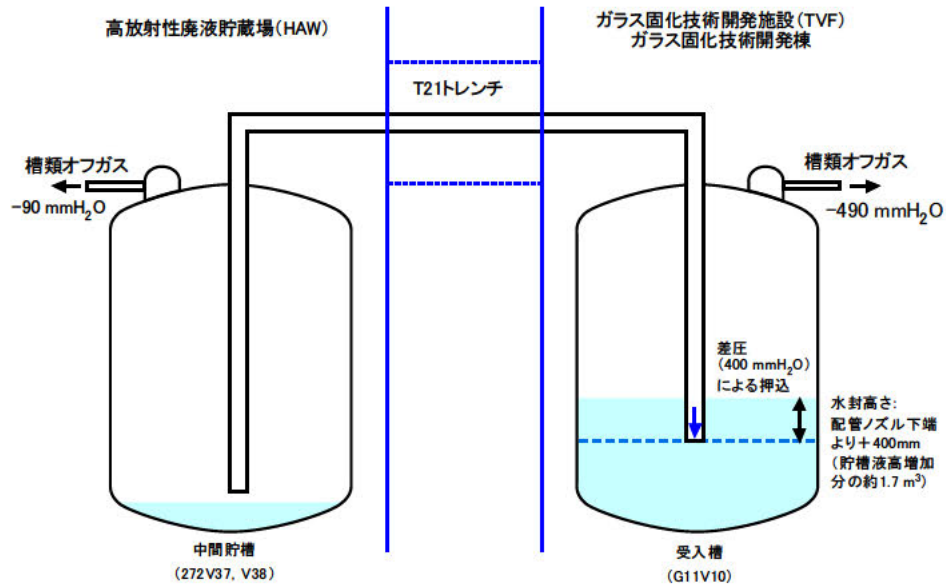
(参考 2) ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟 受入槽 (G11V10) と高放射性廃液貯蔵場 (HAW) 中間貯槽 (272V37, V38) の間の水封について

ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟 受入槽 (G11V10) と高放射性廃液貯蔵場 (HAW) 中間貯槽 (272V37, V38) は両建家間を結ぶ T21 トレンチを通じて配管により接続されている。それぞれの建家に設置されている貯槽類は、各々の槽類換気設備によって負圧に維持されているものの、その圧力 (負圧圧力) は異なっている。したがって、負圧圧力の異なる建家間の槽を配管で直接接続した場合、負圧圧力の低い側へ空気が流れることになる。このような状態となったとしても、流入した空気は適切な換気システムにより処理されることから安全上の問題は生じないが、個々の建家で独立している換気システムの運転において圧力や流量の変動の要因ともなり得ることから、建家間で換気システムの運転の独立性を確保するために、このような配管を通じた空気の流れが通常は生じないように負圧圧力の差に応じて配管を水封することとしている。

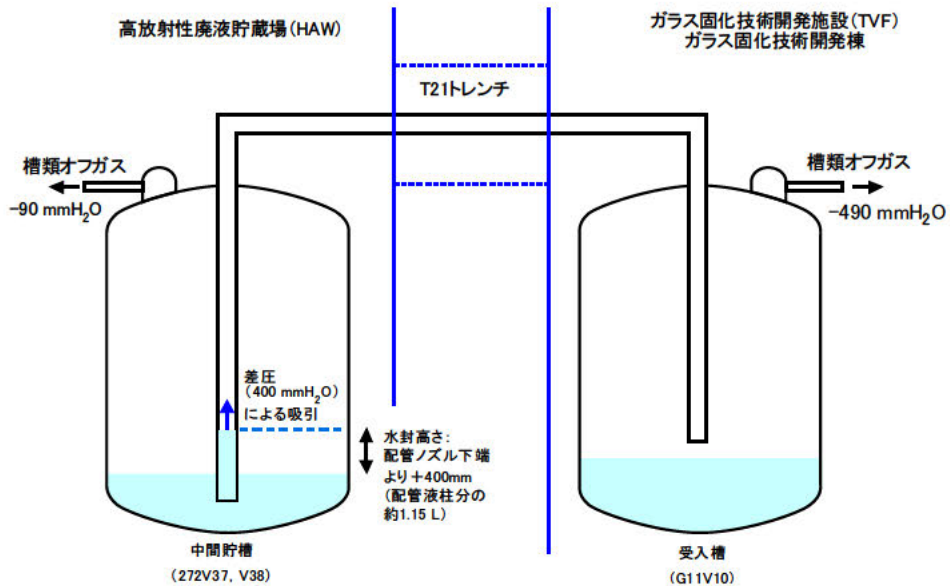
ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟の受入槽の負圧は $-490 \text{ mmH}_2\text{O}$ 、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) 中間貯槽の負圧は $-90 \text{ mmH}_2\text{O}$ であることから、水封に必要な液柱高さは $400 \text{ mmH}_2\text{O}$ となる。なお、水封が必要な配管は、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) からガラス固化技術開発棟へ高放射性廃液をスチームジェットにより送液するための配管で、ガラス固化技術開発棟から高放射性廃液貯蔵場 (HAW) へ高放射性廃液を返送するための配管は、ポンプ移送で閉止バルブがついていることから水封は不要である。

これまでの運転においては、参考 2-図 1 の上段に示す通り受入槽側で水封を確保するように各槽の最低液位を管理している (運転管理上の要求はないが、高放射性廃液貯蔵場 (HAW) 中間貯槽側でも水封液位を維持している)。参考 1 で示した対応案②では参考 2-図 1 の下段の状態となる。水封に必要な液量の観点からは、吸引される側である高放射性廃液貯蔵場 (HAW) 中間貯槽側で水封を行った方が少ない液量で水封可能である。なお、運転していない状態 (インターキャンペーン期間) においては、水封のために貯槽内に貯留している溶液は洗浄液 (硝酸水溶液) 等の低放射性的の溶液である。

【ガラス固化技術開発棟側で水封をとる場合（これまでの運用）】



【高放射性廃液貯蔵場側で水封をとる場合】



参考 2-図 1 高放射性廃液貯蔵場とガラス固化技術開発棟間における水封の概念図

(参考3) ガラス固化技術開発施設 (TVF) におけるガラス固化処理運転中断時の高放射性廃液の払い出しの基本手順について

1. 高放射性廃液の返送手順

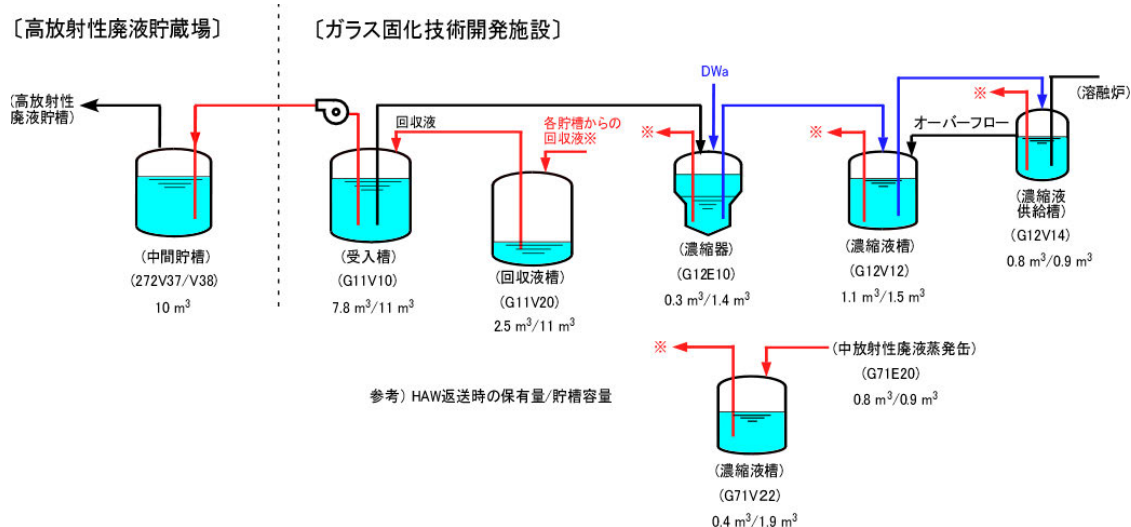
ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟のガラス固化処理運転において、機器故障等によって運転を中断する場合 (短期に復旧可能な軽微な停止を除く)、工程内に残留している高放射性廃液を高放射性廃液貯蔵場 (HAW) へ返送する。その際の基本的手順は以下の通りである。

- ① 受入槽 (G11V10) の残液を高放射性廃液貯蔵場 (HAW) へ返送し、受入槽の容量を空ける。
- ② 濃縮器 (G12E10)、濃縮液槽 (G12V12)、濃縮液供給槽 (G12V14) の残液と濃縮液槽 (G71V22) にある中放射性廃液の濃縮液 (高放射性廃液相当として扱う濃縮液) を回収液槽 (G11V20) へ送液する。中放射性廃液蒸発缶 (G71E20) の廃液は、直接回収液槽へ送液できないため、空にした濃縮液槽 (G71V22) に一度払い出してから、回収液槽へ送液する。
- ③ 回収液槽に受け入れた高放射性廃液を受入槽へ送液する。
- ④ 受入槽に回収した高放射性廃液を高放射性廃液貯蔵場 (HAW) へ返送する。
- ⑤ 空にした各槽の洗浄を行う。洗浄手順は、始めに濃縮器に純水を満たした後、その溶液を濃縮液槽、濃縮液供給槽、回収液槽の順に送液して、最後に受入槽を經由して高放射性廃液貯蔵場 (HAW) へ送液する。

直近において上記のような高放射性廃液の返送を行った実績 (令和2年2月) においては、受入槽から高放射性廃液貯蔵場 (HAW) への送液は4回に分けて以下のように実施した。

- ・1回目 (令和2年2月13日) : 送液量 7.4 m³ (上記①の操作)
- ・2回目 (令和2年2月18日) : 送液量 7.0 m³ (上記②～③の操作)
- ・3回目 (令和2年2月21日) : 送液量 2.4 m³ (上記⑤の操作の1バッチ目)
- ・4回目 (令和2年2月27日) : 送液量 2.2 m³ (上記⑤の操作の2バッチ目)

いずれの返送操作も一回当たり一週間以内に実施できている。



参考3-図1 令和2年2月の高放射性廃液の返送時の各槽の状態

2. 高放射性廃液の返送時の最大液量の試算

非定常状態において工程中に残留し返送が必要となる高放射性廃液の最大量は、回収液槽、濃縮器、濃縮液槽、濃縮液供給槽の液量及び中放射性廃液蒸発缶の濃縮液の合計として求められる。

運転管理上では、各槽の最大液量（液位計 L0+ 時の液量）の総計となり、その場合は以下の表の通り約 8.6 m³となる。回収液槽のみ、通常運転時は 2.5 m³の液量しか保持しないため、この液量で計算している。また、受入槽の残液は前述した返送手順①の通り、先に全量を高放射性廃液貯蔵場（HAW）へ返送するため加算していない。

ただし実際に返送できるのは各槽の最低液量を差し引いた量（A-B）となり、約 7.7 m³である。

この場合、受入槽の最低液量が 3 m³であることを考慮すると、一括して受入槽にまとめた時の液量（10.7 m³）は受入槽の最大液量を超えないため、一度で受け入れて返送することが可能である。

運転管理上の工程内最大液量（液位計のL0+の液位基準）						
濃縮器 G12E10	濃縮液槽 G12V12	濃縮液供給槽 G12V14	回収液槽 G11V20	濃縮液槽 G71V22	中放射性 廃液蒸発缶 G71E20	合計（A）
1.10 m ³	1.46 m ³	0.84 m ³	2.50 m ³	1.80 m ³	0.87 m ³	8.57 m ³

各貯槽の最低液量						
濃縮器 G12E10	濃縮液槽 G12V12	濃縮液供給槽 G12V14	回収液槽 G11V20	濃縮液槽 G71V22	中放射性 廃液蒸発缶 G71E20	合計（B）
0.02 m ³	0.02 m ³	0.02 m ³	0.30 m ³	0.47 m ³	0.02 m ³	0.85 m ³

一方、参考 1 に示した基本タイムチャートに基づけば、濃縮器以降の工程中の高放射性廃液が最大液量となるのは受入槽から濃縮器へ高放射性廃液の供給が終わった時点となり、約 7.9 m³となる。この場合も上記と同様に実際に返送できるのは各槽の最低液量を差し引いた量（A'-B）となり、約 7.1 m³である。

したがって、一括して受入槽にまとめても液量（10.1 m³）は受入槽の最大液量を超えないため、一度で受け入れて返送することが可能である。

基本タイムチャートに基づく工程内最大液量						
濃縮器 G12E10	濃縮液槽 G12V12	濃縮液供給槽 G12V14	回収液槽 G11V20	濃縮液槽 G71V22	中放射性 廃液蒸発缶 G71E20	合計（A'）
0.47 m ³	1.38 m ³	0.84 m ³	2.50 m ³	1.80 m ³	0.87 m ³	7.86 m ³

上記の工程中の残留液量を液量制限の目安（5 m³）の下で高放射性廃液貯蔵場（HAW）へ返送することを考慮すると、複数回に分割して返送する必要がある。

〈6/29 監視チームにおける議論のまとめ〉

3. 外部事象対策について

① 外部事象対策全般について

○ 外部事象に対する可搬型の事故対処設備の防護の考え方

外部事象(竜巻, 火山事象, 外部火災)発生時における

可搬型の事故対処設備の防護方針について

【概要】

- 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機能確保においては, 設計地震動・設計津波等によって外部電源やユーティリティの供給機能が喪失するおそれがあることから, 可搬型の事故対処設備を整備し代替することとしている。
- 地震・津波を除く外部事象(竜巻, 火山事象, 外部火災)は, 再処理施設全域にわたる広範囲な被害を瞬時に生じるものでなく, 局所的あるいは比較的緩慢な事象進展となることから, 待機している可搬型の事故対処設備を防護するため以下の対策を行うものとする。
 - ・ 局所的な被害をもたらす竜巻及び航空機墜落による火災については, 一度にすべての機材が損傷することのないように, 距離・方向を考慮して分散配置を行う。また, 竜巻において転倒や飛来物となる恐れのあるものについては固縛等を行う。
 - ・ 森林火災に対しては, 事故対処設備の設置場所周辺にも防火帯を設置する。
 - ・ 近隣の産業施設の火災・爆発に対しては, 適切な離隔距離が確保できる設置位置とする。
 - ・ 事象進展が比較的緩慢で予想可能な火山事象(火砕降下物)に対しては, 火砕降下物が直接堆積しないように屋内に設置する, カバーを設置する等の対策を講じるとともに, 火砕降下物が観測された場合は堆積物の除去等の処置を行う。
- 以上の方針については各事象の基本的考え方に明記する。

令和2年7月9日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

再処理施設の廃止措置を進めていく上での竜巻対策の基本的考え方

廃止措置段階にある核燃料サイクル工学研究所 再処理施設においては、リスクが特定の施設に集中しており、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、これに付随して廃止措置全体の長期間ではないものの分離精製工場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、その重要性を踏まえて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、廃止措置計画用設計竜巻（以下「設計竜巻」という。）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。

- ・ 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並びに各建家に設置されている安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）を担う施設^{※1}は、設計竜巻の影響から防護する。
- ・ 設計竜巻の影響として、飛来物による衝撃荷重、風圧による荷重、建家の内外に生じる気圧差による荷重を考慮する。
- ・ 飛来物に対しては、施設周辺の現地調査等により飛来物となるおそれのあるものを抽出した上で、形状、剛性及び飛散時の運動エネルギーを考慮して設計上考慮すべき飛来物（以下、「設計飛来物」という。）を設定する。
- ・ 安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）を担う施設のうち建家内に設置されている設備に対しては、建家外壁を竜巻防護の外殻として建家構造体で防護することとし、建家外壁の既設開口部（窓、扉）に対しては設計飛来物が貫通しないような対策（鋼製板による閉止等）を講ずる。
- ・ 安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）を担う施設のうち建家内に設置されているものの、屋外と繋がっている換気系統は、気圧差による荷重に対して構造健全性を維持する。また、気圧差により竜巻通過中に一時的な差圧の逆転を生じたとしても、竜巻通過後において動的な閉じ込め機能を維持する。
- ・ 安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）を担う施設のうち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建家の屋上（建家外）に設置されている既設設備（冷却塔、換気ダクト等）は設計竜巻の風圧及び飛来物に直接さらされることとなる。

風圧に対しては風速 100m/s 時においても機器が倒壊・転倒することがないことを確認で

きたものの、構造的に飛来物（135kgの鋼製材を想定）の衝突に耐えることは期待できない。そのため、先行施設等で採用されている竜巻防護ネットや鋼板による防護設備を設置することも考慮したものの、当該施設の屋上にはそのような規模の設備を新たに設置する空間的余裕はなく、採用は難しい。他の方策として地上への移設・新設も考えられたが、再処理施設は津波に対してウェットサイトとなることから、津波（波力及び浸水、水没）に対して防護する必要がある。さらに耐震上の要求も同時に満足させる必要がある。このような設備の早期実現に向けた技術的成立性を見通すことは容易でなく、また、工事を実施する場合においても、同エリアで進める津波・地震対策等の安全対策を優先することから、早期の工事完了は見込めず、令和20年頃までの維持期間を踏まえると対策の完了に時間を要することから合理的ではない。以上のことから、これらの屋上にある設備が設計竜巻によって損傷を受けた際には、代替策としての有効性を確認した上で事故対処設備^{※2}により閉じ込め及び崩壊熱除去に必要な安全機能が維持できるようにすることが、実現性の観点から妥当と考えた。

- ・ 竜巻による影響は地震・津波による影響とは異なり、敷地全体にわたる広範囲の被害をもたらすものでなく、局所的な被害をもたらすものであるという特徴に基づき、設計竜巻に対する安全機能の維持については、可搬型の事故対処設備の分散配置・多系統化や、仮設設備の設置・応急的な補修等による迅速な処置も考慮する。また、現地調査等を踏まえ、設計飛来物を超える影響を与えうるものについては、固縛・撤去・離隔等の対策を講じるとともに、車両等については竜巻の接近が予測された場合に退避等を行う。

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じることとする。

※1 設計竜巻に対して安全機能を維持すべき対象施設は、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および閉じ込め機能を担う設備とする。

※2 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」に示した事故対処設備。

再処理施設の廃止措置を進めていく上での火山事象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を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、廃止措置計画用火山事象に基づく降下火砕物による影響に対しても、設備と運用による対策を組み合わせ、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にする。

- ・ 閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能を担う設備^{※1}を降下火砕物から防護するために、それら設備を内包す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を降下火砕物の堆積荷重に耐えうるようにすることで安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）を損なわない設計とする。
- ・ 建家の防護設計では、想定する降下火砕物の荷重に加え、常時作用する荷重及び自然現象（積雪）の荷重を組み合わせる。
- ・ 気象庁の発表等による火山の噴火及び降灰予報情報に基づき、降下火砕物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影響が及ぶおそれがある場合には、屋上に堆積する降下火砕物の除去や換気系給気フィルタの交換等の必要な措置を行う。
- ・ 降下火砕物の影響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^{※2}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、降下火砕物が直接堆積しないように屋内に設置する、あるいは屋外に設置する場合はカバー等を設けるとともに降灰が観測された場合には堆積物の除去等の対策を行う。

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じることとする。

※1 廃止措置計画用火山事象に対して安全機能を維持すべき対象施設は、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および閉じ込め機能を担う設備とする。

※2 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」に示した事故対処設備。

再処理施設の廃止措置を進めていく上で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^{※1}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^{※2}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すべ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じることとする。

※1 外部火災に対して安全機能を維持すべき対象施設は、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および閉じ込め機能を担う設備とする。

※2 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」に示した事故対処設備。

〈6/29 監視チームにおける議論のまとめ〉
3. 外部事象対策について
① 外部事象対策全般について
○ 審査ガイドへの対応

外部事象(竜巻, 火山事象, 外部火災)の影響評価における

各影響評価ガイドとの整合性について

【概要】

- 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する外部事象影響評価の内容について, 第43回東海再処理施設安全監視チーム会合において説明した。その際に, 例として各影響評価ガイドに記載された以下の項目について記載が不足しているとの指摘があったので, それらの検討内容について示す。
 - ・ 竜巻対策における竜巻随件事象
 - ・ 火山対策における堆積荷重以外の影響
 - ・ 森林火災対策における防火帯の具体的な設定位置
- 外部事象に対する各影響評価ガイドへの対応状況については対比表としてまとめ, 7月中に提示する。

令和2年7月9日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

竜巻随件事象の影響について

竜巻随件事象として、過去の竜巻被害事例及び核燃料サイクル工学研究所再処理施設の配置から想定される以下の事象を抽出し、竜巻防護施設の安全機能を損なわないことを確認した。

(1) 火災

竜巻随件事象として、竜巻による飛来物が建家開口部付近の発火性又は引火性物質を内包する機器、屋外の危険物タンク等に飛来物が衝突する場合の火災が想定される。

建家内については、竜巻防護施設を設置している区画の開口部には鋼板設置等の竜巻防護対策を行うこと、設計飛来物が到達する開口部付近に、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機能を損なう可能性を有する発火性又は引火性物質を内包する機器が配置されてなく、建家内の竜巻防護施設の安全機能を損なうことはない。

建家外については、設計竜巻による核燃料サイクル工学研究所敷地内の危険物タンクの火災があり、外部火災評価における核燃料サイクル工学研究所敷地内の危険物タンクの火災影響評価と同様であり、竜巻防護施設の安全機能を損なわない。なお、建家外の火災については、竜巻通過後、速やかに消火活動を行う運用により対応する。

以上により、竜巻による火災により竜巻防護施設の安全機能を損なわない。

(2) 溢水

竜巻随件事象として、設計飛来物が建家開口部付近の溢水源に衝突する場合、建家屋上の二次冷却水系統に衝突した場合、屋外タンクに衝突する場合の溢水が想定される。

竜巻防護施設を内包する建家内については、竜巻防護施設を設置している区画の開口部には鋼板設置等の竜巻防護対策を行うことを考慮すると、設計飛来物が到達することはなく、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損なう可能性を有する溢水源が配置されていないことから、それら安全機能を損なうことはない。

建家屋上の二次冷却水系統については、設計飛来物の衝突により損傷し、溢水源となる可能性があるが、二次冷却水系統と同時に屋上スラブが損傷し、建家内に溢水したとしても、事故対処施設による代替により、閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能を損なわないよう対策を施す。

建家外については、溢水評価における屋外タンクの評価に包絡されるため、竜巻防護施設の安全機能を損なわないことを確認している。

以上により、竜巻による溢水により竜巻防護施設の安全機能を損なわない。

(3) 外部電源喪失

設計竜巻と同時に発生する雷等により外部電源が喪失し、設計飛来物により非常用発電機が機能喪失した場合においても、プルトニウム転換技術開発施設の駐車場に配備する移動式電源車等からの給電により、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の閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能は損なわない。仮に、外部電源、非常用発電機及びプルトニウム転換技術開発施設駐車場に配備した移動式電源車が同時に機能喪失したとしても、核燃料サイクル工学研究所の南東地区（高放射性廃液貯蔵場から 100 m 以上離隔）に分散配置している移動式発電機の予備機を運搬配備し、給電することにより、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の閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能は損なわない。さらに、移動式発電機の予備機が設計竜巻により同時に機能喪失したとしても、事故対処施設として配備するポンプ車、可搬式のエンジン付きポンプにより、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の崩壊熱除去機能を維持できる。

以上により、竜巻による外部電源喪失により、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の閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能を損なわない。

火山事象（降下火砕物）による堆積荷重以外の影響について

1. 降下火砕物の設計条件

令和2年2月10日に認可（原規規発第2002103号）を受けた「核燃料サイクル工学研究所再処理施設の廃止措置計画の変更認可」で設定した降下火砕物の条件に基づき、降下火砕物の設計条件を粒径8mm以下、湿潤密度1.5g/cm³、乾燥密度0.3g/cm³、層厚50cm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、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より、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⁾。

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2-1～2-4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、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、トランスミッター、主制御盤、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、一次系冷却水循環ポンプ、一次系冷却水予備循環ポンプ、ガンマポット、主制御盤、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，プロセス用分電盤のうち VFP1 及び VFP2，電磁弁分電盤，ガラス固化体取扱設備操作盤，重量計操作盤，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，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，プロセス用動力分電盤のうち VFP1 及び 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，計装設備分電盤

表 2-1 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
低圧受電盤	－	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 2-2 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
二次系冷却水循環ポンプ	レ	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	－	－	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 2-3 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
プロセス用動力分電盤 (VFP3)	—	レ	—	—	—	—	—	レ
純水貯槽	—	レ	—	—	—	—	レ	—
純水ポンプ	—	レ	—	—	—	—	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 2-4 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
プロセス用動力分電盤	－	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

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）の二次冷却水循環ポンプ、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、次章とおり屋根スラブは静的負荷に耐えうることを確認した。

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、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、次章とおり屋根スラブは静的負荷に耐えうることを確認した。

(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

令和2年2月10日に認可（原規規発第2002103号）を受けた「核燃料サイクル工学研究所再処理施設の廃止措置計画の変更認可」における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）、Matsonらに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8mm、密度1.5 g/cm³とし、「添付資料 6-1-4-1-4-4 「高放射性廃液貯蔵場（HAW）及び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

法にて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、それぞれ 2.4 mm 及び 10 μ m 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令時には、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するとともに、入気風量を低減した運転を行うことにより、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空気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 分間分にあたる圧縮空気（10.6 m^3 ）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替を行う。

第二付属排気筒は、排気ダクトの接続部が底面から約 24 m 上にあり、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、東海村の上水道から構内の上水受水槽（300 m^3 ）に貯留した浄水を、再処理施設の地下浄水貯槽（2400 $\text{m}^3 \times 2$ 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、散水ポンプ入口に降下火砕物が達さないように、排水口より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、ストレーナに降下火砕物が達さないように、ドレンより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）の制御室は運転員が常駐しない。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おこなっているものは、高放射性廃液貯蔵場（HAW）においては、高圧受電盤及び低圧受電盤、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、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。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令時に空気取り入れ口にフィルタを設置することで、降下火砕物が設備に与える影響を最小限に留める。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。

ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の純水ポンプについてもホワイト区域に設置しており、降下火砕物が設備に与える影響は小さい。

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、二次系冷却水循環ポンプ、冷却塔及び浄水ポンプ、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。

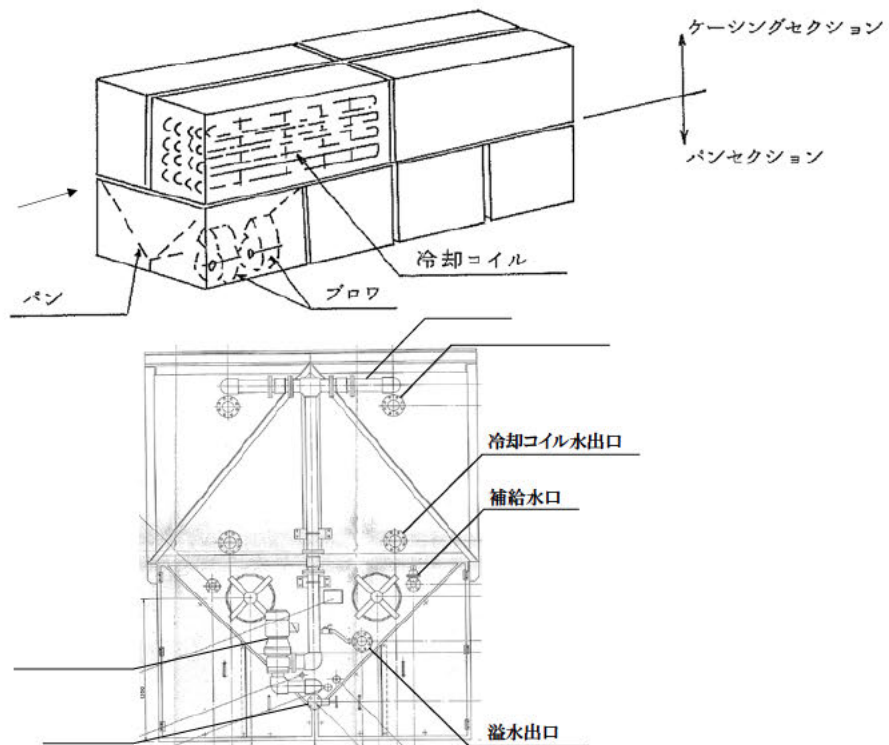


図 3-1 高放射性廃液貯蔵場 (HAW) 冷却塔概要図

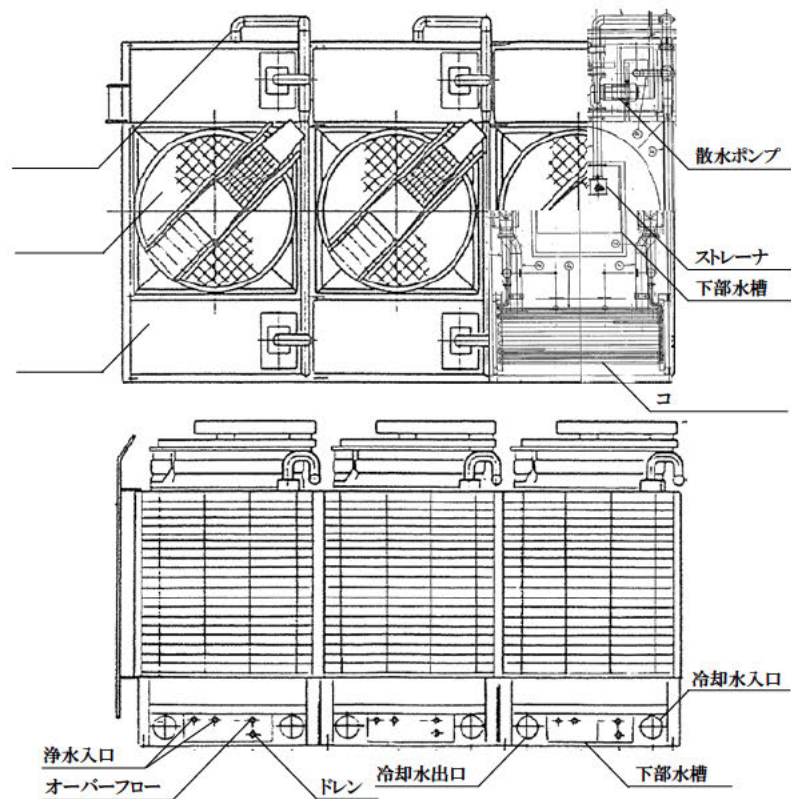


図 3-2 ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟 冷却塔概要図

4. 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令時には、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。

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）

森林火災対策における防火帯の具体的な設定位置

1. 防火帯幅の設定

ガイドに示す「Alexander and 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 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 6,085 kW/m であることから、Alexander and Fogarty の手法より、風上に樹木が無い場合の最小防火帯幅は 9 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。

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。

ガイドより算出した最小防火帯幅はガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟西側については風上に樹木が無い場合である 9 m を、それ以外の個所については風上に樹木がある場合である 21 m を確保するとともに、森林火災影響評価において設定した各対象施設の離隔距離を確保できるように防火帯を設定する。また、延焼防止の障壁となりうる鉄筋コンクリート造の既存建家、既設の舗装道路等を利用しつつ、最小防火帯幅より離隔距離が確保できるように検討した。

防火帯の計画案を図 1 に示す。

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を別紙に示す。

表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

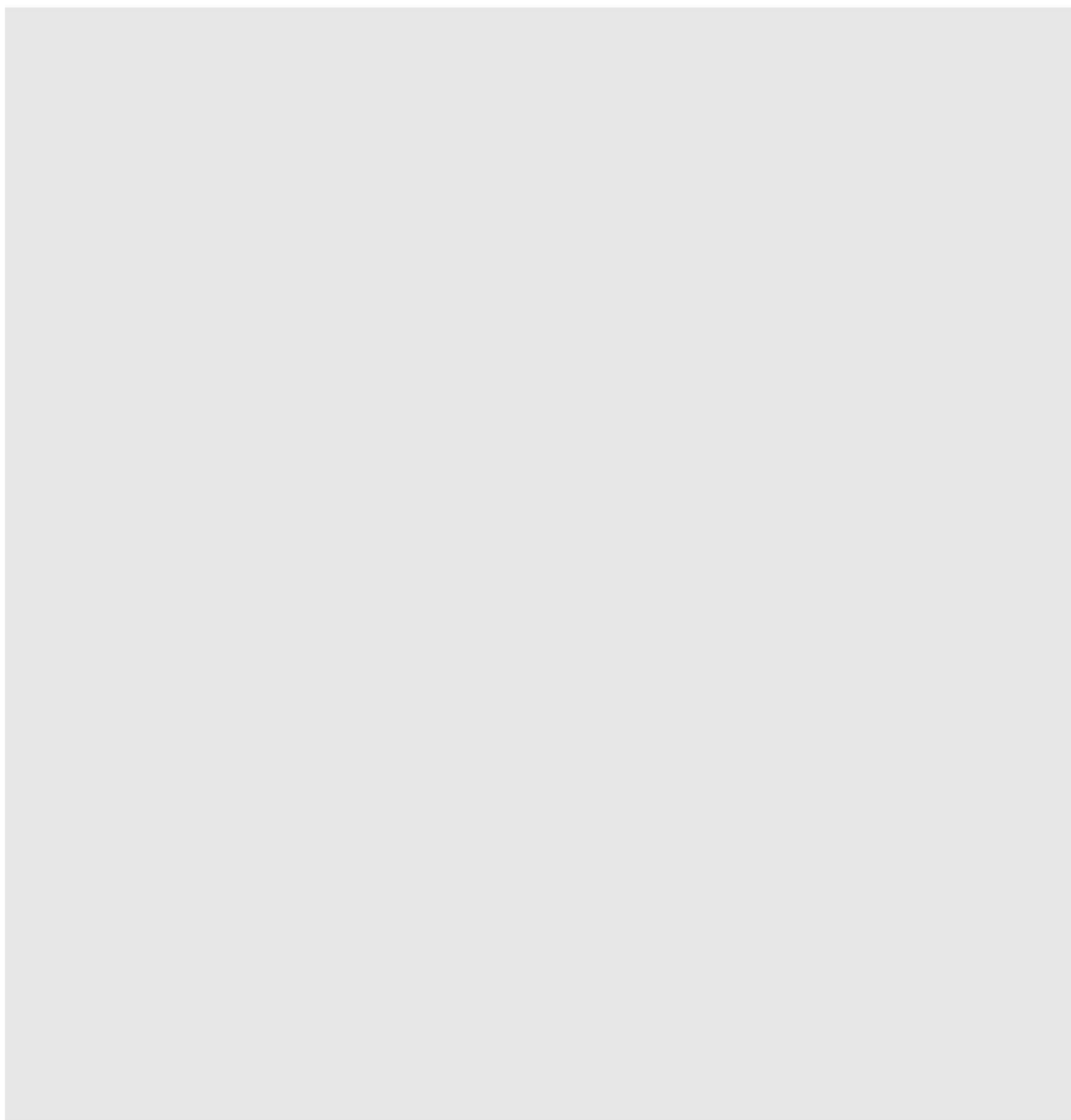


図1 防火帯の計画案

別紙 防火帯の管理方針について（影響評価書の別紙 6-1-4-2-3-6 を抜粋）

1. はじめに

森林火災評価結果に基づき、森林火災による施設への延焼防止対策として、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附属排気筒の周囲に防火帯を設定する。防火帯内に他の法令要求等による可燃物を含む機器等を設置する場合は必要最小限とし、防火帯の延焼防止効果を損なわない設計とする。防火帯の管理方法について以下に示す。

2. 防火帯の管理方針

防火帯の設定に当たっては、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、モルタル吹付け、砂利、防草シート等の処理を行う。

また、防火帯は表示板等で明確に区別するとともに、構内道路の一部を防火帯として使用している箇所については、駐車禁止の措置等により、原則的に可燃物がない状態を維持する。

防火帯には延焼防止効果に影響を与えるような可燃物を含む機器等は、原則的に設置しない方針であるが、防火帯の位置設定においては施設建家、構内道路等の条件を考慮して設定するため、他の法令要求等により標識等を設置する場合は、延焼防止効果への影響の有無を評価し、必要な対策を講じる設計とする。

表 1-1 に防火帯内に設置される機器等の例について示す。

表 1-1 防火帯内に設置される機器等の評価及び管理方針の例

分類		対象例	評価及び管理方針
不燃性の機器等		<ul style="list-style-type: none"> ・ コンクリート製建屋 ・ 排気筒 ・ 送電線 ・ ケーブル 	火災により燃焼しない。防火帯延焼防止効果に影響を与えないことから、当該対象に対して対策は不要である。
可燃性を含む機器等	局所的な設置機器	<ul style="list-style-type: none"> ・ 標識 ・ 構内監視カメラ 	局所的な火災に留まるため防火帯の機能に影響はない。防火帯延焼防止効果に影響を与えないことから、当該対象に対して対策は不要である。
	防火帯を横断して設定	<ul style="list-style-type: none"> ・ 道路 	道路上に設定される防火帯内は車両の駐車禁止、可燃物を配置しない管理を行うことで、延焼防止効果に影響を与えない。

〈6/29 監視チームにおける議論のまとめ〉

3. 外部事象対策について

② 外部火災対策について

- 付近を通行する燃料輸送車両や近隣海域を航行する船舶を火災源とした影響評価

近隣の産業施設の火災・爆発影響評価における

燃料輸送車両及び船舶を火災源とした影響評価について

【概要】

- 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への外部火災影響評価は「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド」に基づき実施しているが、近隣の産業施設の火災・爆発に含むとされている燃料輸送車両及び漂流船舶等を火災源とした影響評価については以下の通りである。
 - ・ 付近を通行する燃料輸送車両としては、再処理施設境界から最も近い国道(離隔距離 650 m)を走行する燃料輸送車を考慮した。
 - ・ 火災源としては公道を通行可能な上限量のガソリン(30 m³)が積載された燃料輸送車を想定したとしても、離隔距離は評価した近隣の産業施設で最も影響の大きい火力発電所内軽油貯蔵タンク(貯蔵量 約 7300 m³)の危険距離(195m)より遠く、かつその燃料積載量も少ないことから、同タンクの評価に内包される。
 - ・ 爆発源としては最大クラスの LNG/LPG(15.1 t)を積載した燃料輸送車を想定したとしても、離隔距離は評価した近隣の産業施設で最も影響の大きい LNG 基地及び LPG 基地(合計貯蔵量 22.6 万 t)の危険限界距離(407 m)よりも遠く、かつその可燃性ガス積載用も少ないことから、同 LNG 基地の評価に内包される。
 - ・ 漂流船舶の影響評価については、再処理施設境界から最も近い海岸線までの距離は 450m であり、付近を航行する可能性のある LNG 船(最大積載量 約 7 万 t)がその位置で爆発したとしても、上述した LNG 基地及び LPG 基地(合計貯蔵量 22.6 万 t)の危険限界距離(407 m)よりも遠く、かつその可燃性ガス積載用も少ないことから、同 LNG 基地の評価に内包される。

令和2年7月9日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

燃料輸送車両の火災・爆発について

1. 評価方法

核燃料サイクル工学研究所敷地外で発生する燃料輸送車両の火災やガス爆発により、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影響を及ぼさないことについて、「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド 附属書 B 石油コンビナート等火災・爆発の原子力発電所への影響評価について^[1]」に従い、評価を行った。

2. 評価対象

核燃料サイクル工学研究所敷地外の公道上での燃料輸送車両の火災・爆発を評価対象とした。火災・爆発の発生場所として、核燃料サイクル工学研究所敷地外の近隣の国道 245 号上の再処理施設境界に最も近い 650 m 離れた場所を想定した。再処理施設と国道 245 号の位置関係を図 2-1 に示す。

2.1 燃料輸送車両の火災影響評価

燃料輸送車両は、消防法令（危険物の規則に関する政令第 15 条第 1 項三号）において、移動タンク貯蔵所の上限量が定められており、公道を通行可能な上限量（=30 m³）のガソリンが積載された状況を想定した。

2.2 燃料輸送車両の爆発影響評価

燃料輸送車両は、最大クラスの燃料輸送車両（積載量：15.1 t）に液化天然ガス（LNG）及び液化石油ガス（LPG）が積載された状況を想定した。

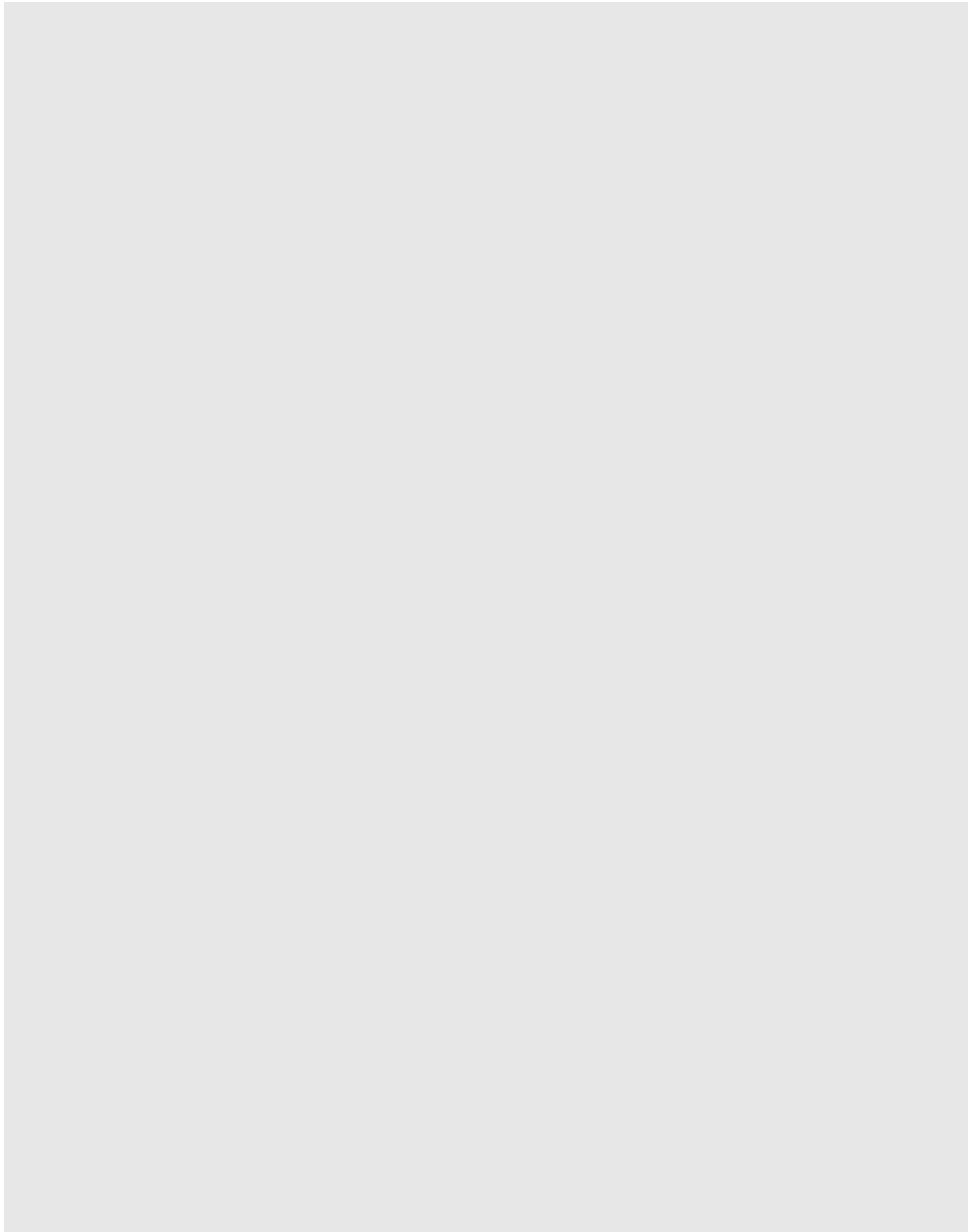


図 2-1 再処理施設と国道 245 号の位置関係

3. 評価結果

3.1 燃料輸送車両の火災影響評価

添付 6-1-4-3-3-1 及び添付 6-1-4-3-3-2 より、再処理施設に隣接し、7,322.6 m³の軽油を保有する株式会社 JERA 常陸那珂火力発電所内軽油貯蔵タンクの危険距離は、より距離のあるコンクリート外壁において 195 m である。

想定する燃料輸送車両の積載量は、株式会社 JERA 常陸那珂火力発電所内軽油貯蔵タンクに比べ十分少なく、危険距離である 195 m より離れているため、株式会社 JERA 常陸那珂火力発電所内軽油貯蔵タンクの評価に内包される。

3.2 燃料輸送車両の爆発影響評価

添付 6-1-4-3-3-4 より、19.5 万 t の LNG 及び 3.1 万 t の LPG を保有する東京ガス株式会社の日立 LNG 基地の危険限界距離は 407 m である。想定する燃料輸送

車両の積載量は、東京ガス株式会社の日立 LNG 基地に比べ十分少なく、危険限界距離である 407 m より離れているため、東京ガス株式会社の日立 LNG 基地の評価に内包される。

4. 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 附属書B 石油コンビナート等火災・爆発の原子力発電所への影響評価について，平成25年6月．

漂流船舶の爆発について

1. 評価方法

核燃料サイクル工学研究所敷地外で発生する漂流船舶のガス爆発により、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影響を及ぼさないことについて、「原子力発電所の外部火災影響評価ガイド 附属書 B 石油コンビナート等火災・爆発の原子力発電所への影響評価について^[1]」に従い、評価を行った。

2. 評価対象

再処理施設より約 4,000 m の位置にある東京ガス株式会社の日立 LNG 基地に入港する可能性のある LNG 船「エネルギーコンフィデンス」を対象とした。爆発の発生場所として、再処理施設に最も近い海岸線である 450 m 離れた場所を想定した。なお、LNG 船の満載喫水は 11.875 m であるため、実際には海岸線まで漂流することはない。再処理施設と海岸線の位置関係を図 2-1 に示す。

LNG 船は、最大積載量である 70,400 t が積載された状況を想定した^[2]。

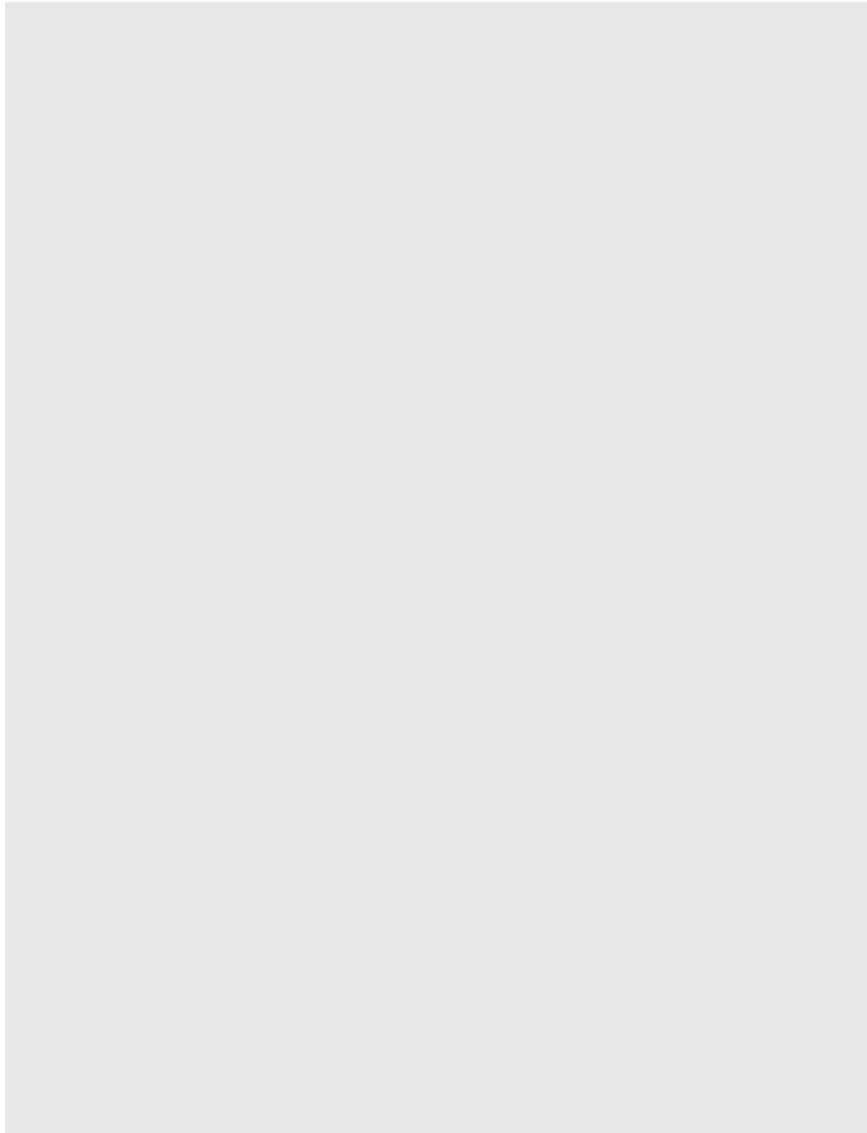


図 2-1 再処理施設と海岸線の位置関係

3. 評価結果

添付 6-1-4-3-3-4 より，19.5 万 t の LNG 及び 3.1 万 t の LPG を保有する東京ガス株式会社の日立 LNG 基地の危険限界距離は 407 m である。想定する LNG 船の積載量は，東京ガス株式会社の日立 LNG 基地に比べ十分少なく，危険限界距離である 407 m より離れているため，東京ガス株式会社の日立 LNG 基地の評価に内包される。

4. 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 附属書B 石油コンビナート等火災・爆発の原子力発電所への影響評価について，平成25年6月。
- [2] 東京ガス，"自社管理LNG船(7番船)の命名について"，プレスリリース（平成21年4月14日），<https://www.tokyo-gas.co.jp/Press/20090414-01.html>

ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟

第二付属排気筒の耐震性について

【概要】

- 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第二付属排気筒については、廃止措置計画用設計地震動に対する耐震性が不足することから、筒身下部への鉄筋コンクリート補強及び排気ダクト接続架構のブレース補強等を行うこととしている。
- 上記の耐震補強を行った状態において、廃止措置計画用設計地震動に対する地震応答解析を行い、耐震性が確保できることを確認したことから、地震応答解析の結果及び耐震補強の工事計画の概要について示す。

令和2年7月9日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

再処理施設に関する設計及び工事の計画

(高放射性廃液貯蔵場(HAW)の耐津波補強工事)

【概要】

○廃止措置計画用設計津波(以下、「設計津波」という。)に対する高放射性廃液貯蔵場(HAW)(以下、「HAW」という。)の外壁について、余震、建家設計用漂流物の衝突による荷重の組み合わせを考慮した津波荷重をもとに算出した建家外壁の評価結果について構造強度を超える部位の外壁打ち増工事計画を示す。また、この際、配管の移設が必要であることから、当該配管の移設に係る工事計画についても合わせて示す。

令和2年7月9日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

高放射性廃液貯蔵場(HAW)の廃止措置計画用設計津波
に対する津波影響評価に関する説明書

【概要】

○高放射性廃液貯蔵場(HAW)(以下、「HAW」という。)の浸水防止扉について、廃止措置計画用設計津波(以下、「設計津波」という。)に対し、余震、建家設計用漂流物の衝突による荷重の組み合わせを考慮した津波荷重に対し構造強度を維持していることを示す。

○HAW に接続するトレンチ(連絡管路、T15、T21)が浸水した場合においても建家内が浸水しないよう、トレンチ内壁とスラブの構造強度を維持していることを強度評価により示す。

令和2年7月9日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟の
廃止措置計画用設計津波に対する津波影響評価に関する説明書

【概要】

- ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟(以下、「TVF 開発棟」という。)について、廃止措置計画用設計津波(以下、「設計津波」という。)に対する建家外壁の強度評価について、波力及び余震との重畳を踏まえた津波荷重に対し構造強度を維持していることを示す。
- TVF 開発棟の浸水防止扉について、設計津波に対し、余震、建家設計用漂流物の衝突による荷重の組み合わせを考慮した津波荷重に対し構造強度を維持して建家内に浸水させないことを示す。
- TVF 開発棟における浸水の可能性のある経路について確認結果を示す。また、接続するトレンチ(T20、T21)が浸水した場合においても建家内が浸水しないよう、トレンチの内壁とスラブの構造強度を維持していることを強度評価により示す。

令和2年7月9日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

HAW 及び TVF における事故対処の方法、
設備及びその有効性評価について

【概要】

高放射性廃液貯蔵場(HAW)及びガラス固化技術開発施設(TVF)における事故対処の有効性評価として、事象進展に応じた防護策を検討し、津波襲来後の事故対処の実効性の観点から、津波漂流物の影響等を考慮した作業環境を想定して評価を行う計画であり、その方針について示す(令和2年7月変更申請予定)。

両施設における事故対処は、地震、津波等により電源、ユーティリティを供給する安全系関連施設の機能が喪失した場合に、恒設設備の代替として緊急安全対策を含む可搬型設備等により必要な冷却機能及び閉じ込め機能を回復させる対応を行うものであり、訓練を通じて具体的な操作手順に要する時間、体制、対策に要する資源(水源、燃料、電源)等を確認する。

また、今後、予定している安全対策(HAW 周辺の地盤改良、津波漂流物防護柵の設置、プルトニウム転換技術開発施設管理棟駐車場の地盤改良等)の実施状況に応じた有効性評価を行う。

令和2年7月9日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

HAW 及び TVF における事故対処の有効性評価の進め方について

事故対処の有効性評価においては、現状配備している緊急安全対策を含む可搬型設備等により、必要な冷却機能及び閉じ込め機能を回復させる対応を行うものであり、訓練を通じて具体的な操作手順に要する時間、体制、対策に要する資源(水源、燃料、電源)等を確認する。

特に、津波襲来後の事故対処の実効性の観点からは、津波漂流物の影響等を考慮した作業環境を想定して評価を行う方針である。

有効性評価の実施の流れ、主要な実施項目について、以下に示す。

1. 事故の抽出

- ・高放射性廃液に伴うリスクが集中する HAW と、これに付随して廃液処理を含めて一定期間使用する TVF について、冷却機能及び閉じ込め機能を維持するために必要な設備に対し、事故の発生を仮定する 設備を網羅的に特定 する。特定に当たっては、事故の 同時発生を考慮 する。

2. 事象進展

- ・想定する地震、津波等の事象において、機能維持可能な設備の特定及び 機能喪失する範囲を現状の設備状況をもとに明確にする。
- ・冷却機能喪失に伴い沸騰に至るまでの 時間余裕を評価 し事象進展を明らかにする。発生防止対策及び事故の拡大を防止する対策を行う時期を明確にする。
- ・事象進展の評価においては、高放射性廃液の核種組成及び崩壊熱密度等の 評価条件の不確かさによる影響を考慮 する。

3. 発生防止策、拡大防止策及び影響緩和策等の具体的対応フロー

- ・対策の実効性の観点から、津波漂流物の影響等を考慮した作業環境を想定した対応フローを明確にする。
- ・操作手順は事故の進展状況に応じて、対策の実施に必要な時間、組織体制(技術支援組織及び運営支援組織)、対応要員数、要員の招集方法、使用機材、対策に必要な資源(水源、燃料、電源)、アクセスルートの確保手段等 を明確にする。

4. 有効性評価

- ・事故の進展状況に応じて、対策の実施に必要な時間、組織体制(技術支援組織及び運営支援組織)、対応要員数、要員の招集方法、使用機材、対策に必要な資源(水源、燃料、電源)、アクセスルートの確保手段等の 有効性を訓練により確認する。訓練では、各操作に要する対処時間の積み上げ等を タイムチャートとして作成し確認する。

- ・事故対処設備の 保管場所は地震、津波の影響が受けにくい場所に位置的分散等を考慮して保管されていることを確認する。
- ・事故時において作業現場、現場指揮所及び緊急時対策所での 通信連絡に必要な設備が整備されていることを確認する。

5. その他の安全機能維持への対応

事故対処として実施する上記対応のほか、以下の項目に対し現状配備している緊急安全対策等の設備による安全機能維持を図る。

[津波に対する安全機能維持]

- ・TVF 建家外壁貫通配管損傷時のバルブ閉止操作を行うための手順等を整備し訓練により実効性を確認する。
- ・屋外監視カメラの監視機能維持のための構成部品の交換等の操作について、手順等を整備し訓練により実効性を確認する。

[漏えいに対する安全機能維持]

- ・漏えい液の回収等の操作を行うための手順等を整備し、操作の実効性を訓練により確認する。

[水素掃気に対する安全機能維持]

- ・水素掃気を行うための設備の回復操作においては、排風機を起動し換気機能の回復が可能であり、手順等を整備し、操作の実効性を訓練により確認する。

6. 今後の安全対策工事に伴う設備状況の反映

今後計画している主な安全対策工事を以下に示す。これらの対策工事を含め設備状況の変化を踏まえ、事故対処の操作手順、作業環境条件等へ反映する。特に、可搬型設備の保管場所として運用しているプルトニウム転換技術開発施設管理棟駐車場の地盤改良工事の完了後に、一連の安全対策工事の結果を踏まえタイムチャートを含めた最終的な有効性評価を実施する。

- ・高放射性廃液蒸発乾固に係る対策（施設内対策工事（HAW、TVF））
- ・TVF ガラス固化体保管ピットの強制換気のための対策工事
- ・津波漂流物防護柵の設置工事
- ・プルトニウム転換技術開発施設管理棟駐車場の地盤改良工事

7. 冷却機能の回復操作に失敗した場合の放出量

- ・冷却機能の回復操作に失敗し放射性物質が外部放出に至った場合の 放出量を評価する。
- ・放出される放射性物質の濃度及び放射線量を 監視、測定、記録するための必要な手順を整備する。

以上

高放射性廃液貯蔵場(HAW)における事故対処の 有効性評価について

1. HAWにおける事故対処の有効性評価

事故対処の有効性評価においては、現状配備している緊急安全対策を含む可搬型設備等により、必要な崩壊熱除去機能及び閉じ込め機能を回復させる対応を行うものであり、訓練を通じて具体的な操作手順に要する時間、体制、対策に要する資源(水源、燃料、電源)等を確認する。

特に、津波襲来後の事故対処の実効性の観点からは、津波漂流物の影響等を考慮した作業環境を想定して評価を行う。

ここでは、HAWにおける崩壊熱除去機能喪失時の事故対処の有効性について整理した。

1.1 事故の抽出

高放射性廃液貯蔵場(HAW)では、貯蔵している高放射性廃液の崩壊熱を除去するため、高放射性廃液貯槽内に設置されたコイルに冷却水を循環させる独立した2系統の一次系冷却水系統と最終ヒートシンクある二次系冷却水系統により高放射性廃液の沸騰を防止しており、機能維持のために再処理施設の浄水貯槽(資材庫地下)から二次系冷却水系統の冷却塔及び一次系冷却水系統へ補給水を供給している(図-1-1～1-3 参照)。また、崩壊熱除去機能維持のための電源は、第二中間開閉所から給電され、商用電力の供給が停止した場合には2台の非常用発電機から給電する(図-1-3 参照)。

第二中間開閉所及び浄水貯槽(資材庫地下)は、設計地震動及び設計津波に耐えることが困難であり、地震、津波襲来時には電源及び冷却水の供給ができなくなり、崩壊熱除去機能及び閉じ込め機能を喪失する。また、ガラス固化技術開発施設(TVF)のガラス固化技術管理棟の非常用発電機も同様に設計地震動、設計津波に耐えることが困難であることから、HAWの崩壊熱除去機能及び閉じ込め機能の喪失と同時に機能喪失するものとする(TVFの事故対処については別途評価する)。

一方、HAWの建家内にある崩壊熱除去機能及び閉じ込め機能を担う既設の設備及び系統は設計地震動、設計津波に対し、耐震性及び耐津波性を確保するものとして恒設の事故対処設備として利用することが可能である。

図 1-1 高放射性廃液貯蔵場 (HAW) 高放射性廃液の崩壊熱除去機能を担う設備の概略系統図 (一次系冷却水系統)

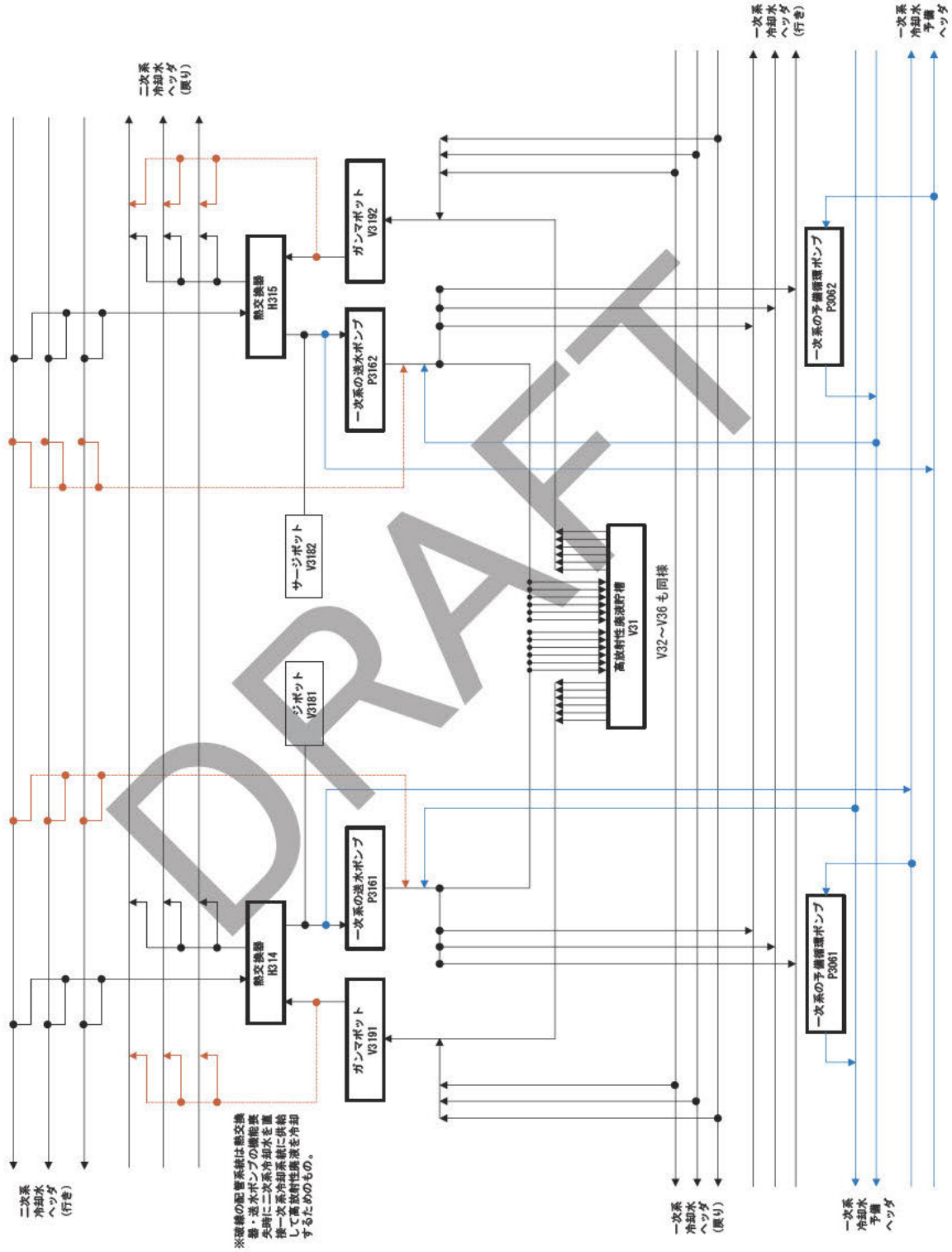
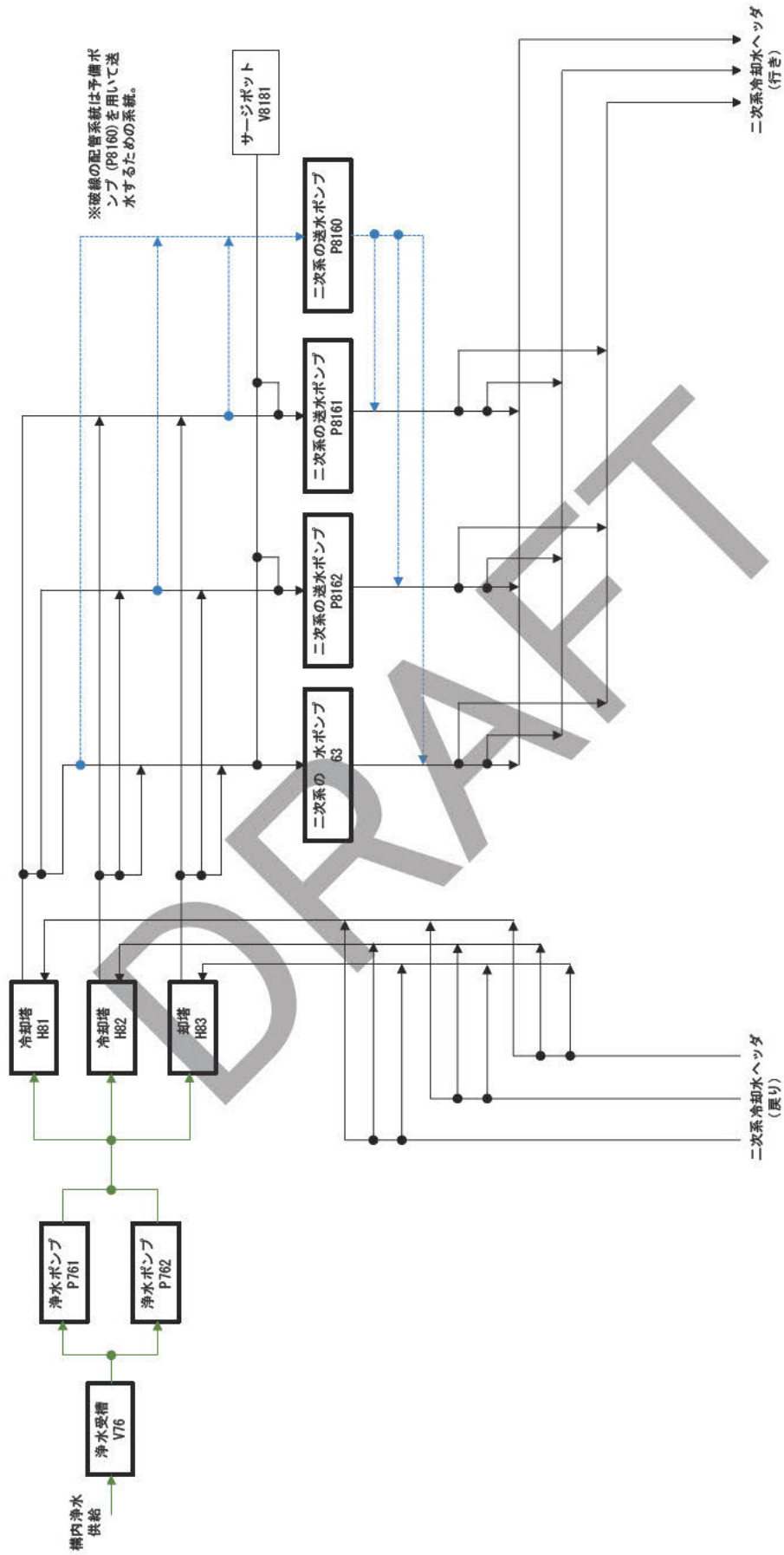


図 1-2 高放射性廃液貯蔵場 (HAW) 高放射性廃液の崩壊熱除去機能を担う設備の概略系統図 (二次系冷却水系統)



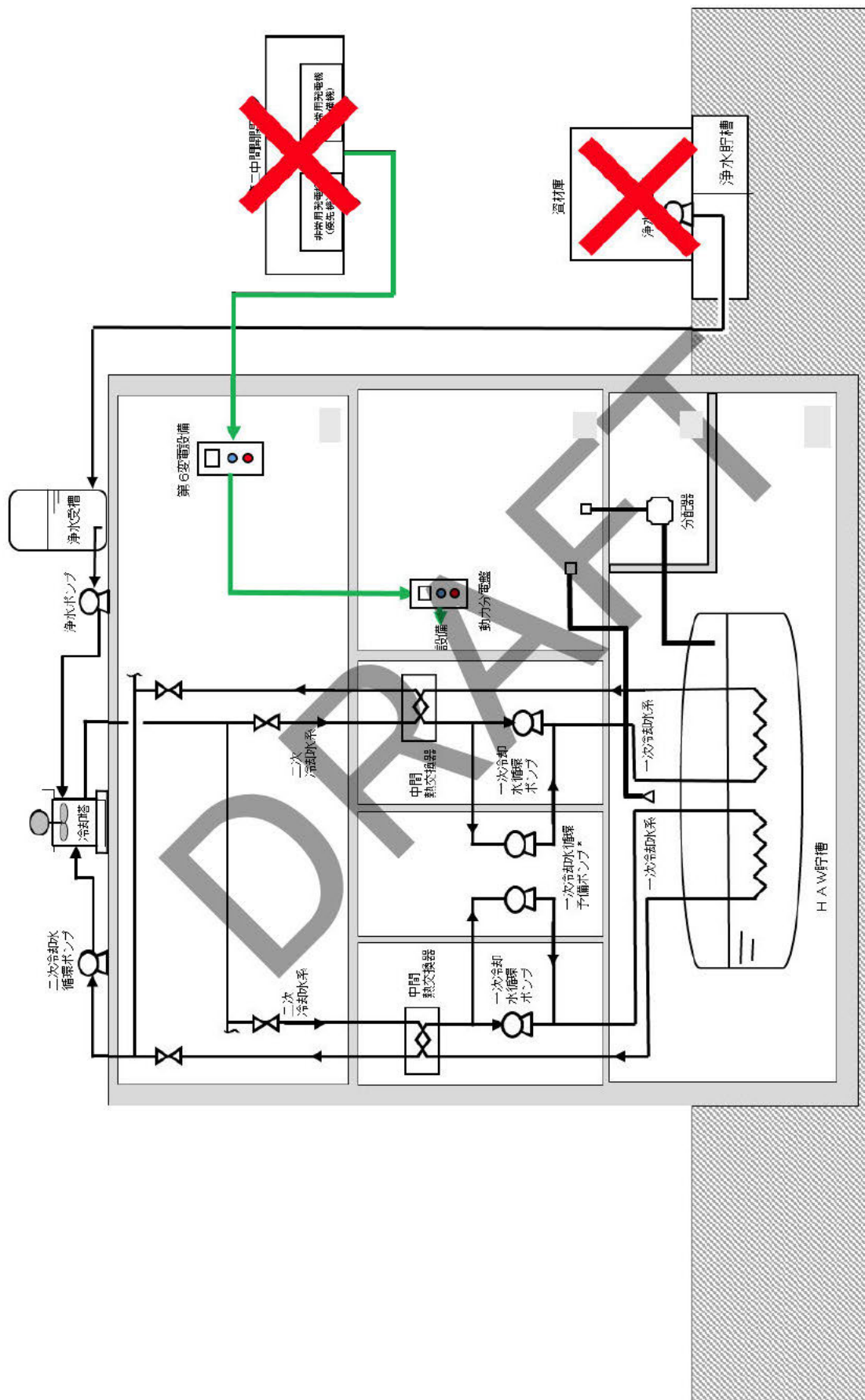


図-1-3 高放射性廃液貯蔵場の浄水配管概略図

2. 事象進展

崩壊熱除去機能喪失後の事象進展は、起因事象によらず崩壊熱除去機能の停止から沸騰までの時間は同じである。そのため、時間余裕の観点からは、講じなければならない安全対策の数が多いほど厳しいものとなり、地震発生からの津波を起因とした HAW の沸騰では、内的事象を原因とする起因事象よりも損傷範囲や事故原因等の同定が困難となることが想定される。また、作業環境の観点からも、ユーティリティ設備の同時損傷が考えられ、内的事象を原因とする起因事象よりも作業環境が悪化することが想定される。

以上のことから、高放射性廃液貯蔵場(HAW)の崩壊熱除去機能の喪失については、地震発生からの津波による全交流動力電源の喪失を起因とした事象進展とする。事象進展フローを図-2-1 に示す。

(1) 事象進展における時間余裕評価

崩壊熱除去機能の喪失による高放射性廃液の沸騰の発生が仮定される高放射性廃液貯蔵場(HAW)の高放射性廃液貯槽及び中間貯槽は、崩壊熱を有するため、通常時には、高放射性廃液貯蔵場(HAW)の冷却水システムにより冷却を行い、高放射性廃液の沸騰を防止している

冷却水システムは、高放射性廃液貯槽及び中間貯槽に内包する高放射性廃液の崩壊熱を除去する一次系冷却システム及び二次系冷却システムによって除かれた熱を二次系冷却システムに伝える熱交換器、二次系冷却システムに移行した熱を最終ヒートシンクである大気中へ逃がす冷却塔で構成される。

崩壊熱除去機能の喪失が継続した場合、沸騰に伴い気相中に移行する放射性物質が増加することになり、最終的に大気中に放出される放射性物質が増加する。このため、事象進展における時間余裕については、沸騰に至るまでの時間を評価対象とする。評価では、事象進展における保守性を高めるため、崩壊熱が全て高放射性廃液の温度上昇に寄与し、貯槽内の温度上昇は完全断熱モデルとして評価する。この結果、沸騰に至るまでの最短の時間は最も発熱密度が大きい 272V35 の約 60 時間であり、それまでに発生防止対策及び拡大防止対策を行う必要がある(添付 1 参照)。

(2) 評価の前提条件

高放射性廃液の発熱量、熱密度等の評価条件を添付 1 表 1 に、核種組成を添付 1 表 2 に示す。廃止措置段階に入り新たな使用済み燃料の再処理を行わないことから高放射性廃液の組成は、現状の廃液の発熱密度が最大となるため、これまで廃液の受入れ、貯蔵時のインベントリに基づくオリゲン計算結果により廃液中の核種組成を評価する。なお、今後、分離精製工場(MP)から、放

射能レベル低い高放射性廃液を受け入れる予定であり、その後は廃液の発熱密度は低くなる。

DRAFT

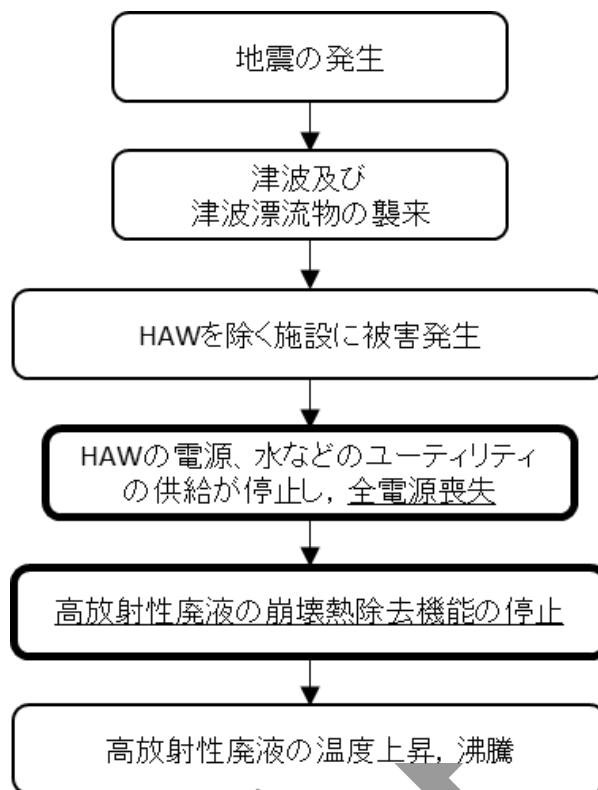


図-2-1 事象の進展フロー

3. 発生防止策及び拡大防止策の具体的対応

(1) 崩壊熱除去機能の喪失による高放射性廃液の沸騰への対処の基本方針

事象進展から、高放射性廃液貯蔵場(HAW)の崩壊熱除去機能喪失事故は、地震発生からの津波による全交流動力電源の喪失を起因事象としている。そのため、核燃料サイクル工学研究所内の施設は、地震、津波の影響を受けることとなるが、緊急安全対策時と同様に、移動式発電機からの給電による崩壊熱除去機能の対処を基本方針とする。ただし、移動式発電機が使用できない場合であっても、対策が確実に実施できるように、地震、津波及び津波漂流物の影響を考慮した作業環境を想定する。

(2) 崩壊熱除去機能喪失による高放射性廃液の沸騰への対処

東海再処理施設の事故(高放射性廃液の沸騰)に対する対策としては、現有する移動式発電機や可搬型事故対処設備を用いて、高放射性廃液の崩壊熱除去機能を確保する措置をとるものであり、HAW 貯槽の冷却コイルへの給水措置(発生防止策)、HAW 貯槽等への直接注水措置(拡大防止策)からなる(図-3-1 参照)。使用する可搬型事故対処設備については、これまでに緊急安全対策、ストレステスト等で配備した設備から構成する。

① HAW 沸騰の発生防止対策(図-3-1、図-3-3、図-3-4 参照)

移動式発電機が健全であることを確認した上で、手順書に従い、移動式発電機から一次冷却水予備循環ポンプに給電し、貯槽の冷却を開始する。次に、二次冷却水ポンプ及び冷却塔に給電を行い、一次冷却水ループの冷却を開始する。

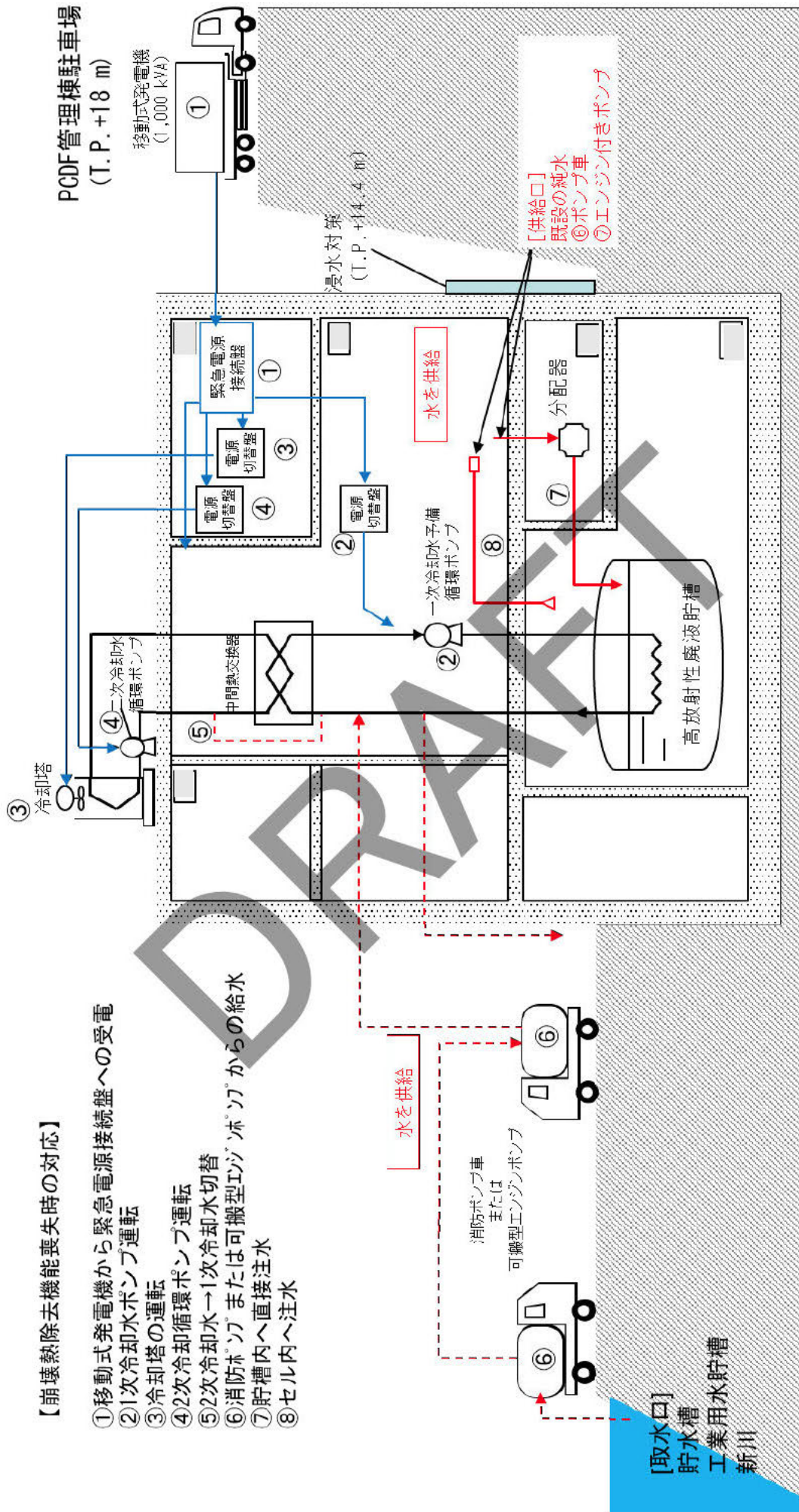
移動式発電機からの給電ができない場合や一次冷却水系、二次冷却水系のポンプが停止した場合には、手順書に従い、消防ポンプ車又はエンジンポンプを使用し、一次冷却水系配管への給水へ移行する。

HAW 沸騰の発生防止対策に係る具体的操作内容、要員数及び時間を表 3-1 に示す。

② HAW 沸騰の拡大防止対策(図-3-5 参照)

移動式発電機からの給電が断たれ、HAW 貯槽への冷却水供給が不能になった場合、消防ポンプ車又はエンジンポンプを使用し、分配器の洗浄ラインより HAW 貯槽へ直接給水し冷却する。分配器の洗浄ラインが使用できない場合には、HAW 貯槽の除染ラインからセル内へ直接注水し冷却する。

HAW 沸騰の拡大防止対策に係る具体的操作内容、要員数及び時間を表 3-2 に示す。



【崩壊熱除去機能喪失時の対応】

- ① 移動式発電機から緊急電源接続盤への受電
- ② 1次冷却水ポンプ運転
- ③ 冷却塔の運転
- ④ 2次冷却循環ポンプ運転
- ⑤ 2次冷却水→1次冷却水切替
- ⑥ 消防ポンプまたは可搬型エンジンポンプからの給水
- ⑦ 貯槽内へ直接注水
- ⑧ セル内へ注水

図 3-1 高放射性廃液貯蔵場における高放射性廃液貯槽の崩壊熱除去機能喪失時の対応(発生防止策及び拡大防止策)

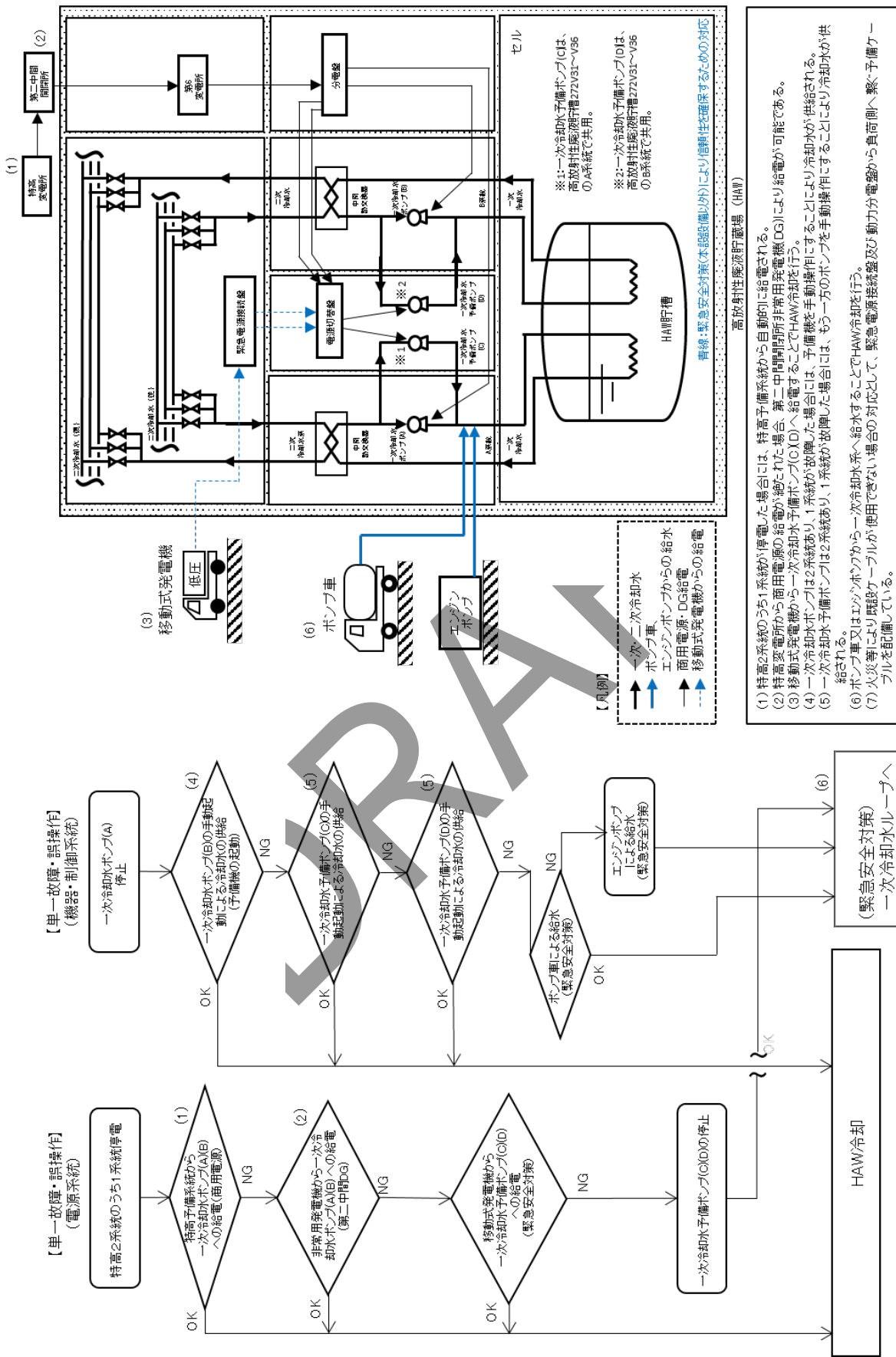
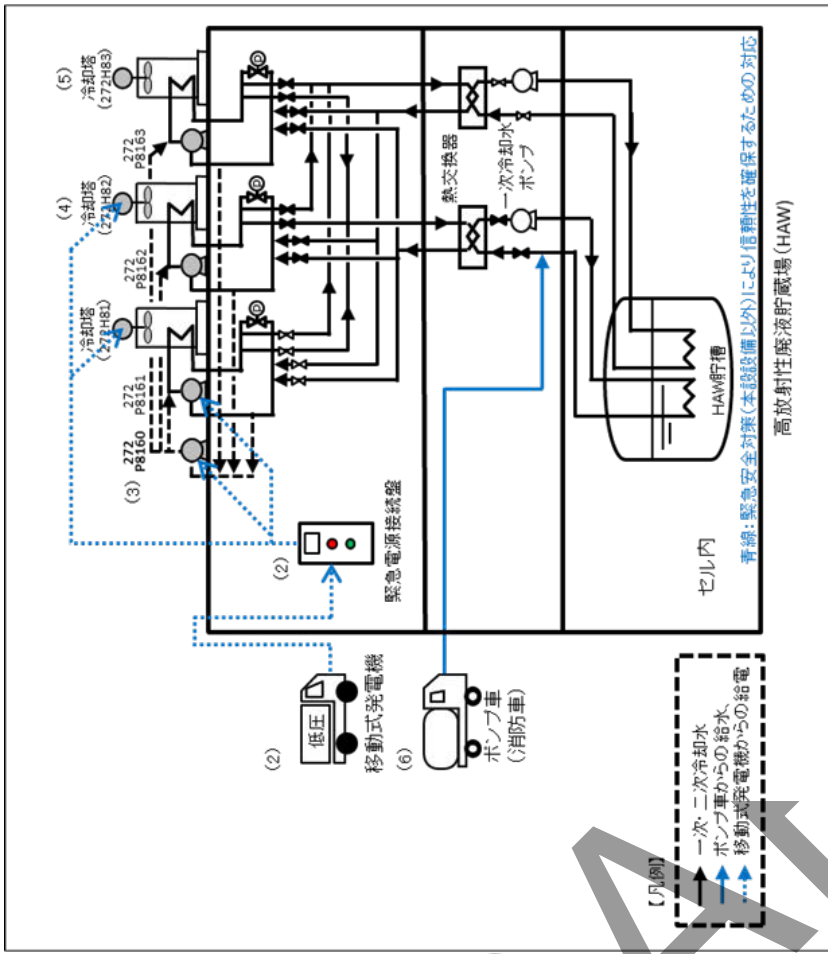


図-3-2 一次冷却水ループの復旧対応フロー図及び概略図



- (1) 特高2系統のうち1系統が停電した場合、特高予備系統から自動的に給電される。また、非常用発電機による給電は多重化されており、第二中間開閉所DGIによる給電が可能である。
- (2) 移動式発電機から二次冷却水ポンプへ給電することでHAW冷却を行う(緊急安全対策)。
- (3) 常用1系統が運転しており、運転中の2次冷却水ポンプが故障した場合、予備ポンプに切り替えて冷却水を供給する。
- (4) 予備ポンプが故障した場合は、予備の冷却塔系統に切替え冷却水を供給する。
- (5) 予備の冷却塔が故障した場合は、さらに予備の冷却塔系統に切替え冷却水を行う。
- (6) ポンプ車から一次冷却水ループへ給水することでHAW冷却を行う。
- (7) 火災等により既設ケーブルが使用できない場合の対応として、緊急電源接続盤及び動力分電盤から負荷側へ緊急予備ケーブルを配備している。

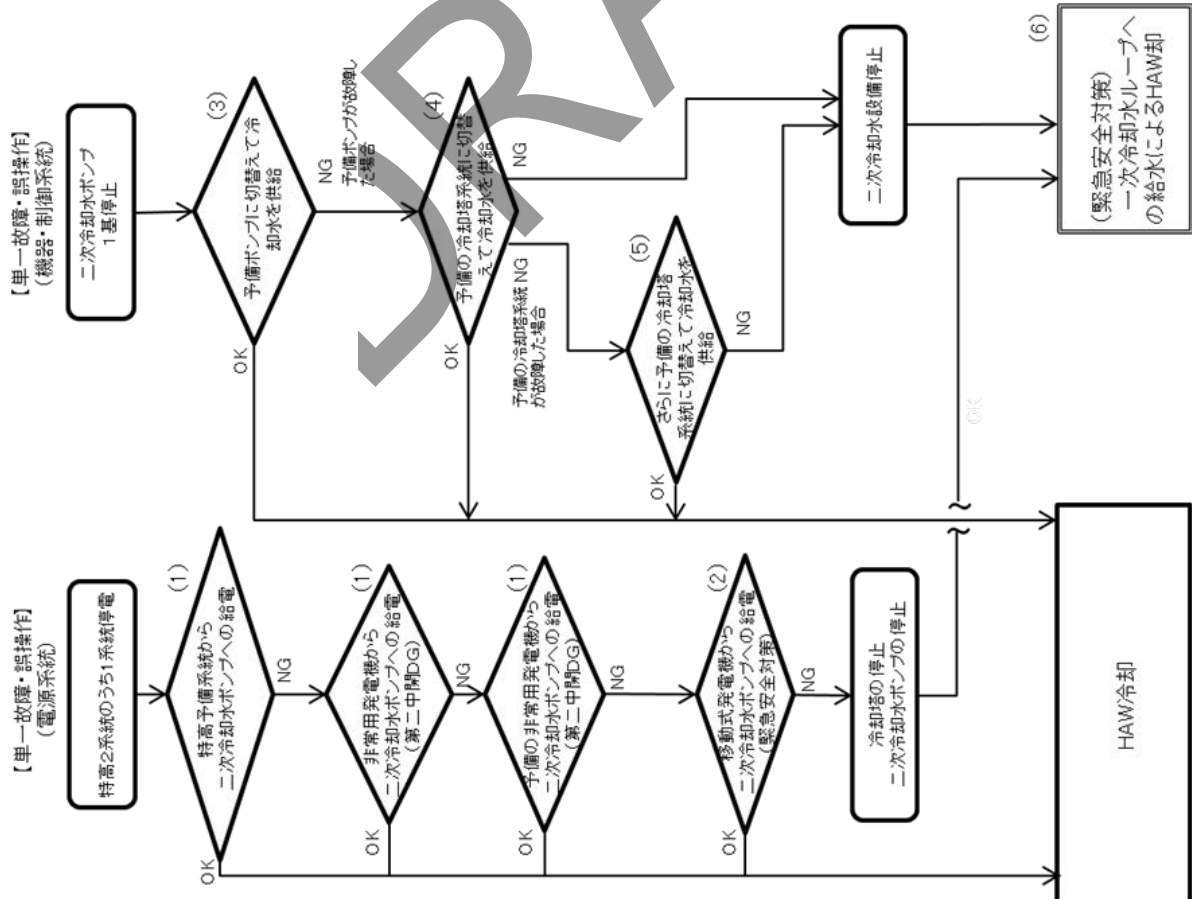
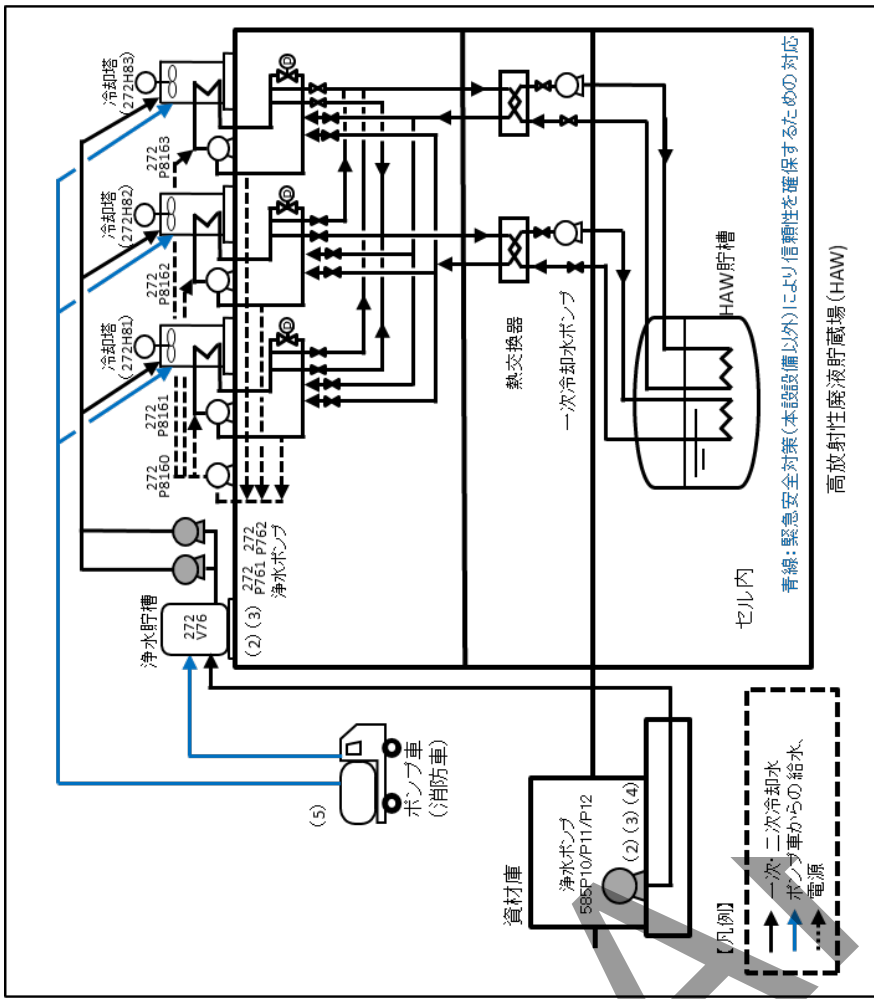


図-3-3 二次冷却水ループの復旧対応フロー図及び概略図



- (1) 特高2系統のうち1系統が停電した場合には、特高予備系統から自動的に給電される。また、非常用発電機による給電が可能である。(HAW: 第二中間系、資材庫; 中間系)
- (2) 機器が多重化されており、浄水ポンプは資材庫が3基、HAWが2基設置されている。資材庫の浄水ポンプは常用2基のうち1基が停止した場合、予備機が自動起動し、HAWの浄水ポンプは常用1基が停止した場合、予備機が自動起動する。
- (3) 予備機が自動起動しない場合には、現場操作盤で手動起動する。
- (4) 予備機が手動起動しない場合には、現場操作盤で手動起動する。
- (5) ポンプ車による浄水貯槽又は冷却塔へ給水を行う。
- (6) 火災等により既設ケーブルが使用できない場合の対応として、緊急電源接続盤及び動力分電盤から負荷側へ繋ぐ予備ケーブルを配備している。

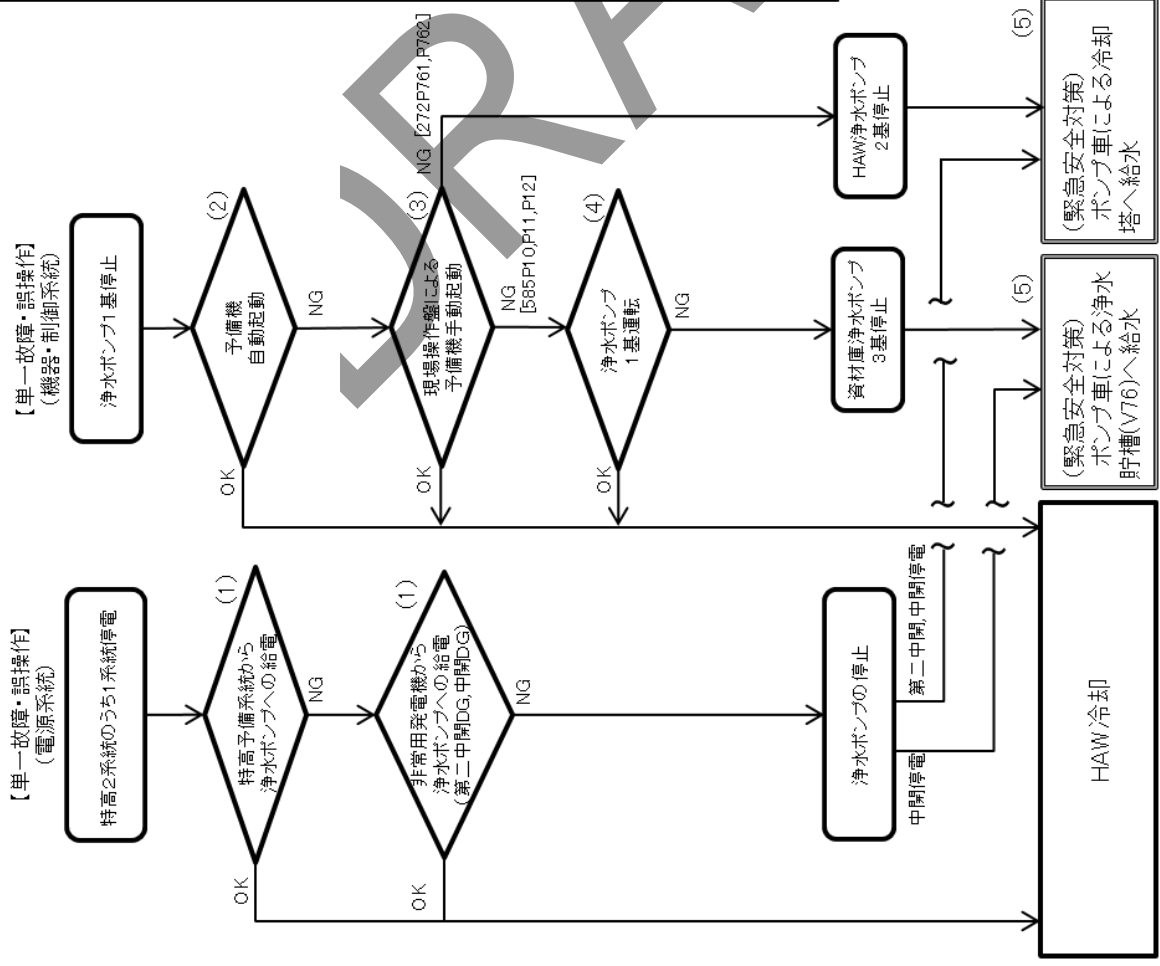


図-3-4 浄水貯槽水ループの復旧対応フロー図及び概略図

表-3-1 高放射性廃液の沸騰の発生防止策に要する具体的操作内容と要員数及び時間

対策の方針	対策の具体的内容	作業内容		要員	所要時間
【移動式発電機からの電源供給により機能維持できた場合】					
移動式発電機からの給電	移動式発電機(PCDF管理棟駐車場)からの給電	準備	① 作業場所への移動	5	約 60 分
		対策	① 移動式発電機の起動及び給電開始		
崩壊熱除去機能の維持	1次冷却水ポンプ電源系統切替	対策	① 外部電源切替盤の給電系統切替	5	約 90 分
			② 1次冷却水ポンプの運転開始		
	冷却塔の電源系統切替	対策	① 外部電源切替盤の給電系統切替		
			② 冷却塔の運転開始		
	2次冷却水循環ポンプの電源系統切替	対策	① 外部電源切替盤の給電系統切替		
			② 2次冷却水循環ポンプの運転開始		
計装設備の機能維持	計装盤の電源系統を商用系から外部系へ切替	対策	① 外部電源切替盤の給電系統切替	5	約 30 分
			② 電源 O		
【移動式発電機からの電源供給ができなかった場合】					
1次冷却水ポンプが停止したが、2次冷却水系が機能維持している場合	2次冷却系統から1次冷却系統へ水を供給	対策	① 冷却系統切替	5	約 30 分
2次冷却水系が機能維持できていない場合	消防ポンプ車を用いて1次冷却水系へ水を供給	準備	① 資機材準備・運搬 (消防ポンプ車要請)	3	約 20 分
		対策	① 分岐管及びホース敷設及び接続	3	約 30 分
② 消防ポンプ車からの給水					
上の対策で、消防ポンプ車が出動できない場合	エンジンポンプを用いて1次冷却水系へ水を供給	準備	① 資機材準備・運搬 (必要に応じアクセスルート確保)	7	約 150 分
		対策	① 分岐管及びホース敷設及び接続	7	約 255 分
			② 貯水槽からの給水	7	約 45 分

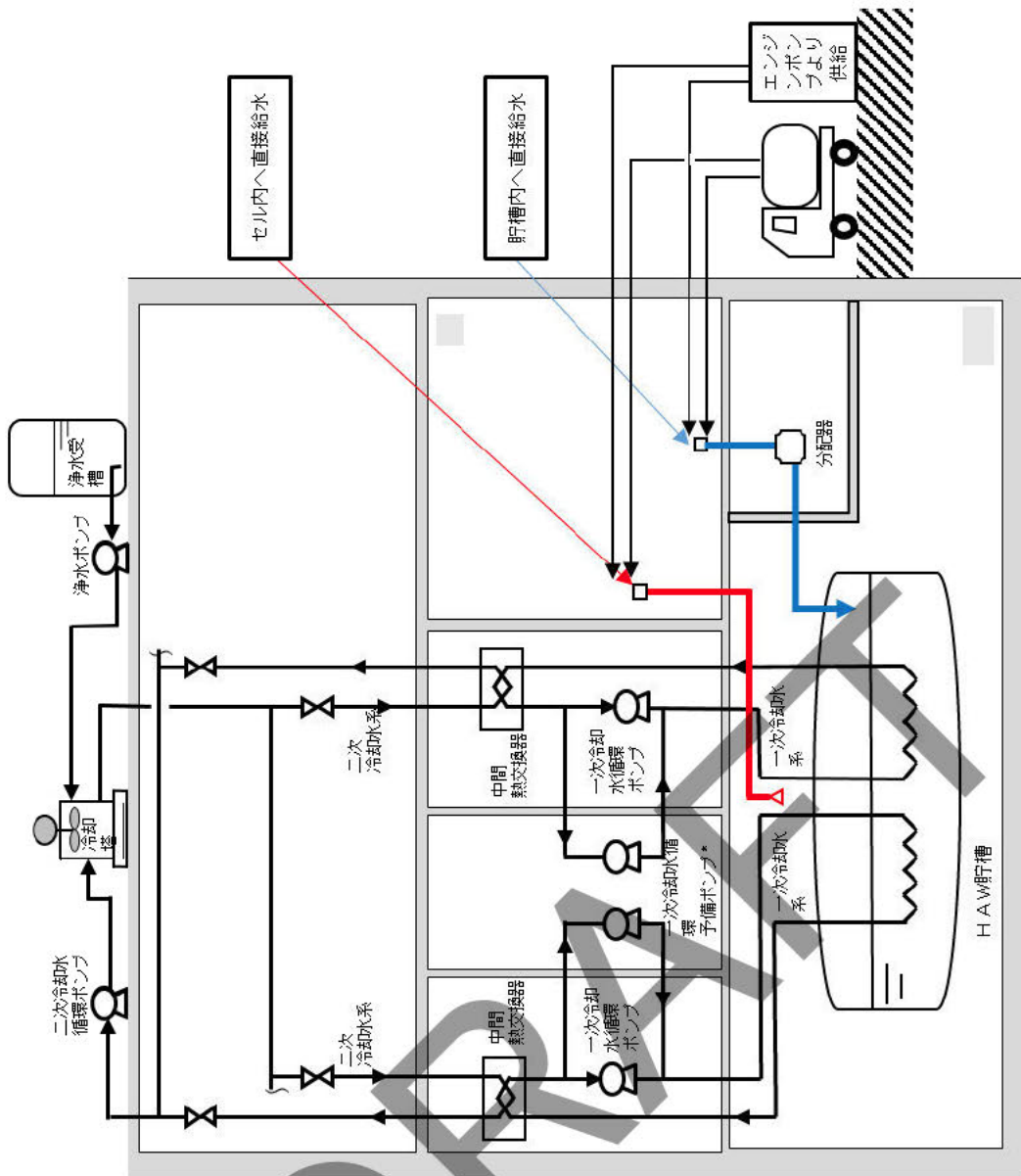


図-3-5 拡大防止策の対応フロー図及び概略図

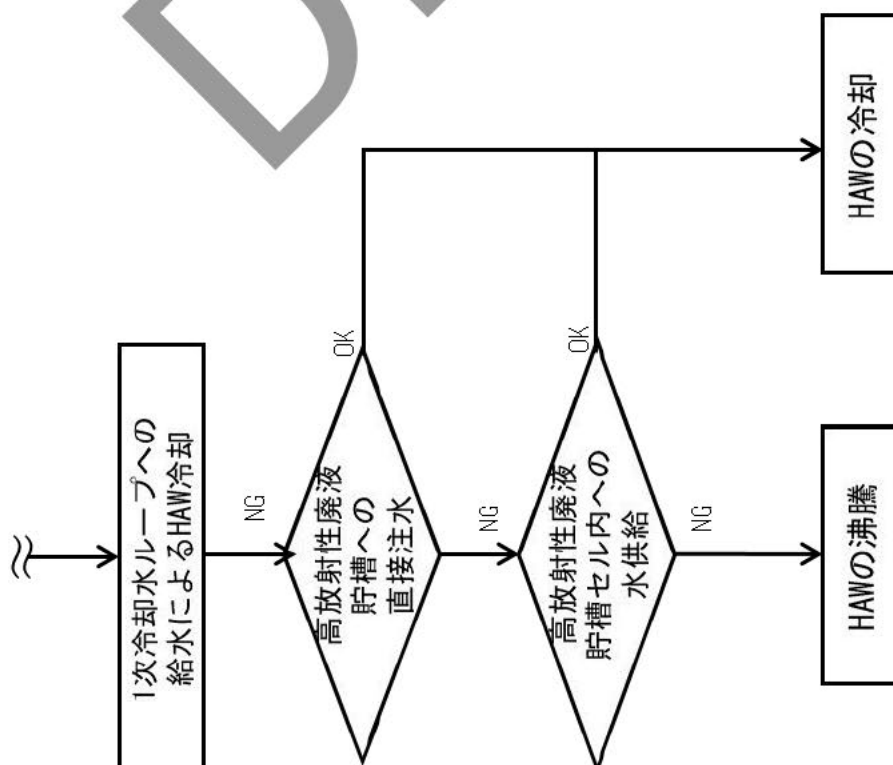


表 3-2 高放射性廃液の沸騰の拡大防止策に要する具体的操作内容と要員数及び時間

対策の方針	対策の具体的内容	作業内容		要員	所要時間
		準備	①		
貯槽内へ直接 給水	消防ポンプ車又は可搬型エンジンポンプにより水を直接、貯槽内へ注水	準備	① 資機材準備・運搬 (消防ポンプ車要請)	3	約 20 分
		対策	① 配管・ホース敷設及び接続	3	約 30 分
			③ 消防ポンプ車又は可搬型エンジンポンプからの給水	3	
セル内へ直接 注水	消防ポンプ車又は可搬型エンジンポンプにより水を直接、セル内へ注水	準備	① 資機材準備・運搬	3	約 20 分
		対策	① 配管・ホース敷設及び接続	3	約 30 分
			③ 消防ポンプ車又は可搬型エンジンポンプからの給水	3	

DRAFT

(3)組織体制

東海再処理施設では、事故発生時の対応について「事故対策手順」に各種事故時の共通の対応組織（現場対応班）を定めている。現場対応班長はセンター長とし、現場の状況把握、事故処置等の業務を行う。現場対応班が事故対応を的確に実施させるため、総務・情報グループ、現場復旧グループ、工務グループ及び放管グループを設け、作業グループごとに実施責任者であるグループ長を置くことが定められている（図 3-6）。

高放射性廃液貯蔵場（HAW）の崩壊熱除去機能喪失に伴う事故対応では、移動式発電機を使った電源復旧では電気チームが対応し、冷却水の供給については換気・ユーティリティチーム及び現場復旧チームが対応する。

DRAFT

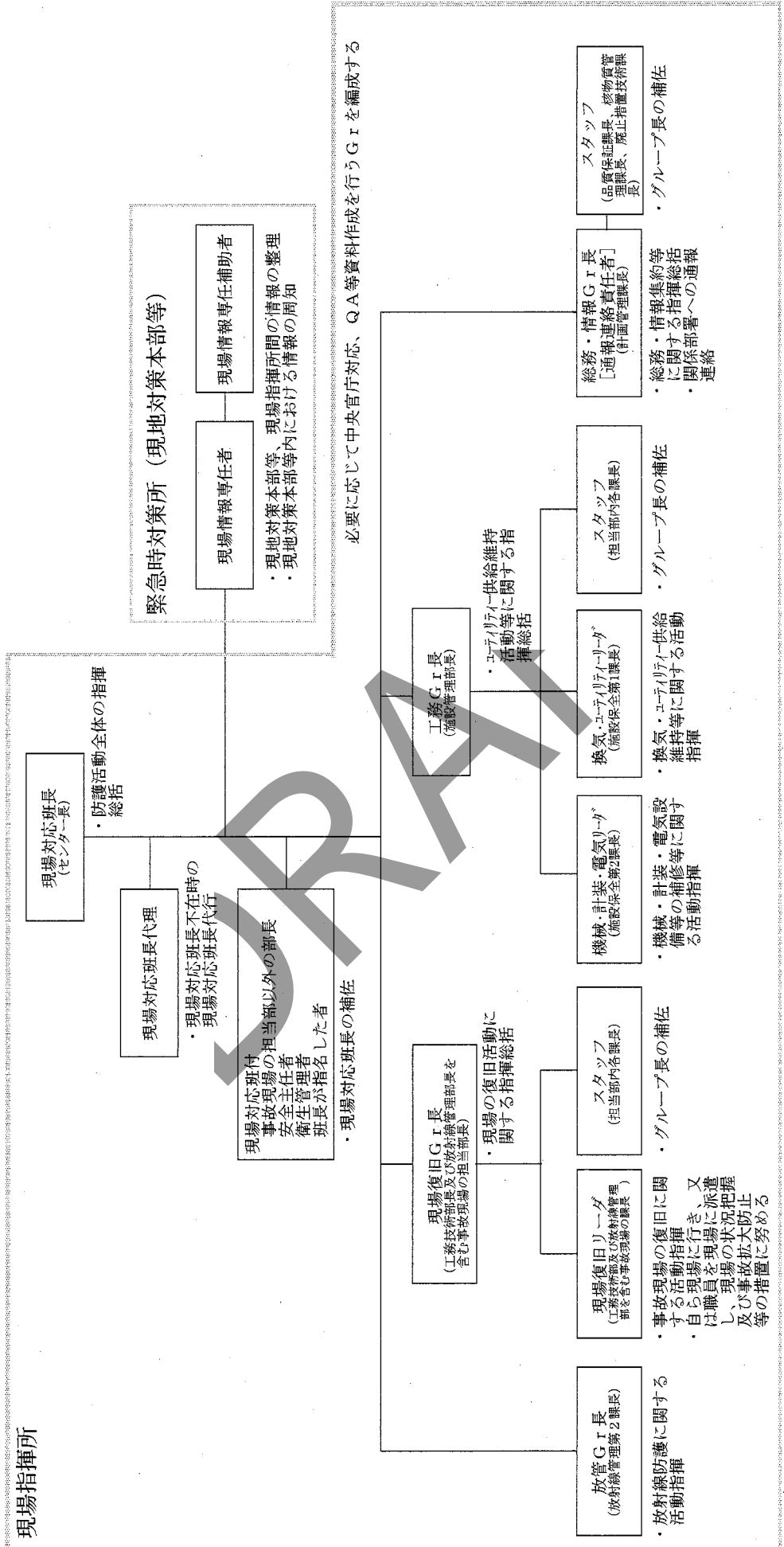


図 3-6 事故対応組織図

(4) 事故対処設備

高放射性廃液貯蔵場(HAW)の高放射性廃液の沸騰対策として、発生防止策及び拡大防止策を行う。可搬型の事故対処設備に係る主な資機材を表 3-3, 3-4 に示す。事故対処設備については、竜巻対策として分散配置を行い、HAW 建家内に保管するか、屋外に保管するものは固縛等の対策を行う。

DRAFT

表 3-3 主な可搬型事故対処設備の保管場所

対策内容	設備・資機材	設置・保管場所	保管場所の考え方
<p>(高放射性廃液沸騰の発生防止策)</p> <p>ポンプ車または可搬型エンジンポンプから冷却水系へ給水することによりHAWを冷却することが可能である。</p>	<p>給水用ホース等</p>	<p>HAW 施設内 (G356)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・HAW 施設内及び屋外で使用するホースは、施設内に保管している。 ・共通要因での機能喪失を防止する観点から、本設設備とは異なる区画に火災等に対する防護として、シート(不燃)で養生する等を実施した上で保管している。
<p>HAW 冷却</p>	<p>ポンプ車 可搬型エンジンポンプ</p>	<p>消防車庫 HAW 施設内 (G449)</p>	<p>ポンプ車</p> <ul style="list-style-type: none"> ・屋外で使用することから、研究所内の車庫(2箇所)に各々2台(合計4台)を配備している。 可搬型エンジンポンプ ・屋外で使用することから、エンジンポンプ2台を配備している。
<p>(高放射性廃液沸騰の拡大防止策)</p> <p>上記対策が実施できない場合、拡大防止策として、貯槽もしくはセル内へ直接注水する。</p>	<p>給水用ホース等</p> <p>ポンプ車 可搬型エンジンポンプ</p>	<p>HAW 施設内 (G 56)</p> <p>消防車庫 HAW 施設内 (G449)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・HAW 施設内及び屋外で使用するホースは、施設内に保管している。 共通要因での機能喪失を防止する観点から、本設設備とは異なる区画に火災等に対する防護として、シート(不燃)で養生する等を実施した上で保管して いる。 ・上記のポンプ車/可搬型エンジンポンプと同様。

表 3-4 事故対処(発生防止策)に必要な主な注水設備・機器の数量

対処設備・機器	必要数量		所有数
	外回り(共通)	HAW	
消火ホース(65A)	真砂橋付近 20 m×33 本 (新川橋付近 20 m×75 本)	20 m×36 本	140 本
消防ポンプ車	2 台	1 台	4 台
(可搬型エンジン ポンプ) 消防ポンプ車が使用で きない場合	(2 台)	(1 台)	6 台
組立水槽	2 槽 容量(10m ³)	排水受用 1 槽	3 槽
分岐管	—	2 個(又)	2 個
接続バルブ (65A—フランジ)	—	12 個	12 個

(5) 資源

① 水源

事故時の取水は浄水貯槽及び研究所内の工業用水貯槽からの取水を基本とするが、地震、津波及びその重畳により損傷し使用できない場合を想定し、真砂橋付近の新川から取水するルートについても想定する。新川からの取水については、津波漂流物及び津波襲来後の取水場所の状態が大きく変化することを想定し、複数箇所設ける。

崩壊熱除去機能の喪失による高放射性廃液の沸騰への発生防止策及び拡大防止策の対処を7日間行った場合に必要となる水量は、高放射性廃液貯蔵場(HAW)で約2,100 m³である。これに対し、再処理貯水槽(2,400 m³)を2基設けていることから、敷地内水源である浄水貯槽が健全な場合は、浄水貯槽の水を使用する。浄水貯槽の使用が不可能な状態の場合には、核燃料サイクル工学研究所内には工業用水受水槽(5,000 m³)からの取水により給水を行う。これらの貯槽が使用不可能な状態の場合には、新川等の自然水利を活用する。図-3-7に浄水貯槽からの取水経路、図-3-8に核燃料サイクル工学研究所内には工業用水受水槽からの取水経路、図-3-9に新川等の自然水利からの取水経路をそれぞれ示す。

② 燃料

移動式発電機及び可搬型ポンプは、研究所内の燃料を使用する。屋外軽油タンク貯蔵所には95 kL/基の燃料タンクを2基保有している。移動式発電機(1台)及び可搬型ポンプ(3台)の7日分の消費量(約30kL)に対し、十分な燃料を保有しており約90日間運転可能である(図-3-10参照)。

③ 電源

移動式発電機は、自然現象等による影響を考慮し、離隔距離を確保し、複数の場所に保管することで位置的分散を図る設計とする。

位置的分散としてプルトニウム転換技術開発施設(PCDF)駐車場、南東地区にそれぞれ分散し配置する設計とする。また、プルトニウム転換技術開発施設(PCDF)駐車場の移動式発電機が使用できない場合は、南東地区に配備している移動式発電機を高放射性廃液貯蔵場(HAW)建家近傍に移動し給電できる設計とする。

事故対処に使用する移動式発電機の仕様は、1000KVAの容量を有する。ま

た、負荷する設備の電気容量は 1000KVA を十分下回ることから当該移動式発電機からの給電が可能である。移動式発電機の負荷設備(機器)一覧を表-3-5に示す。

DRAFT

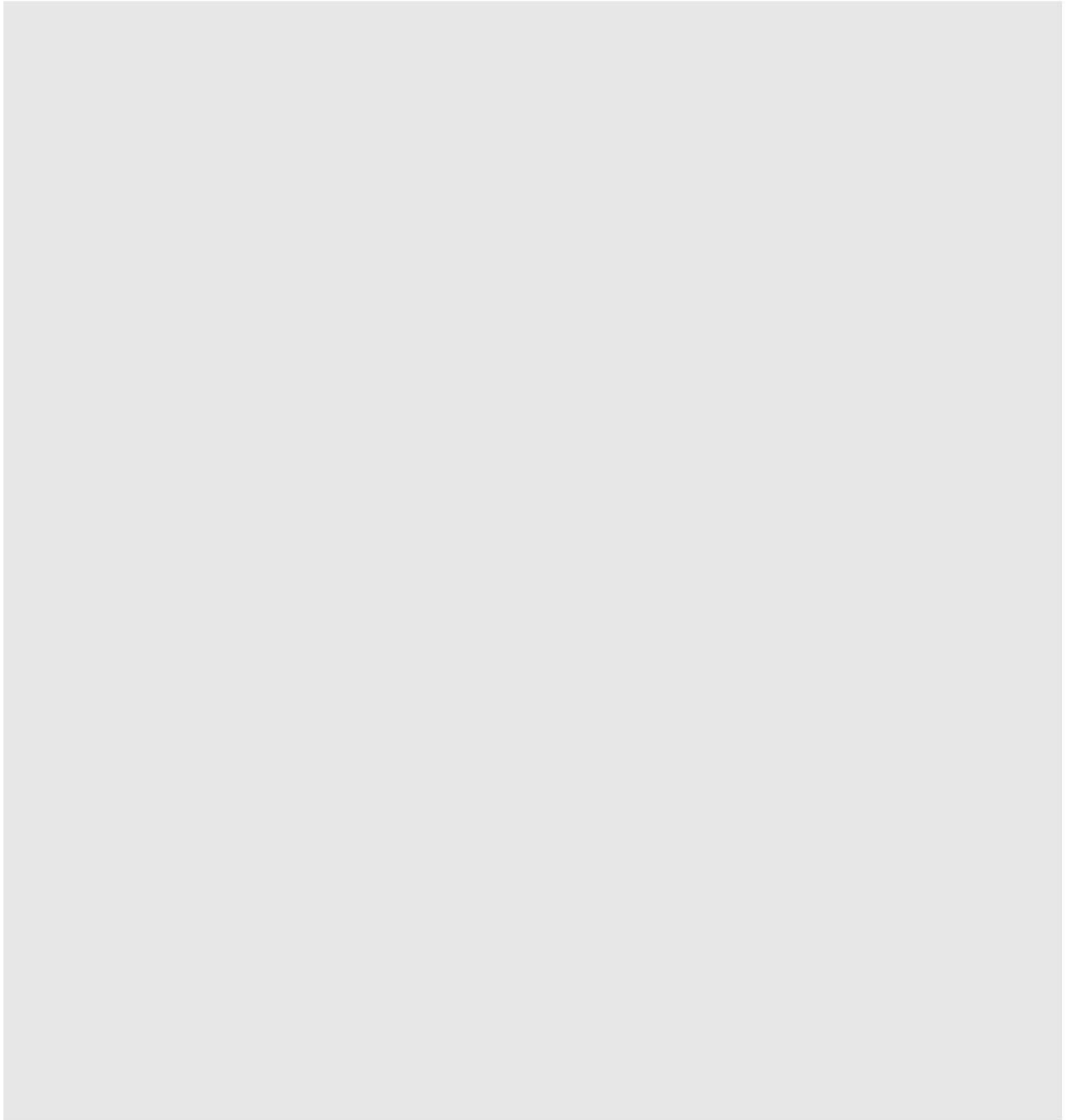


図-3-7 浄水貯槽への消防ホース敷設ルート

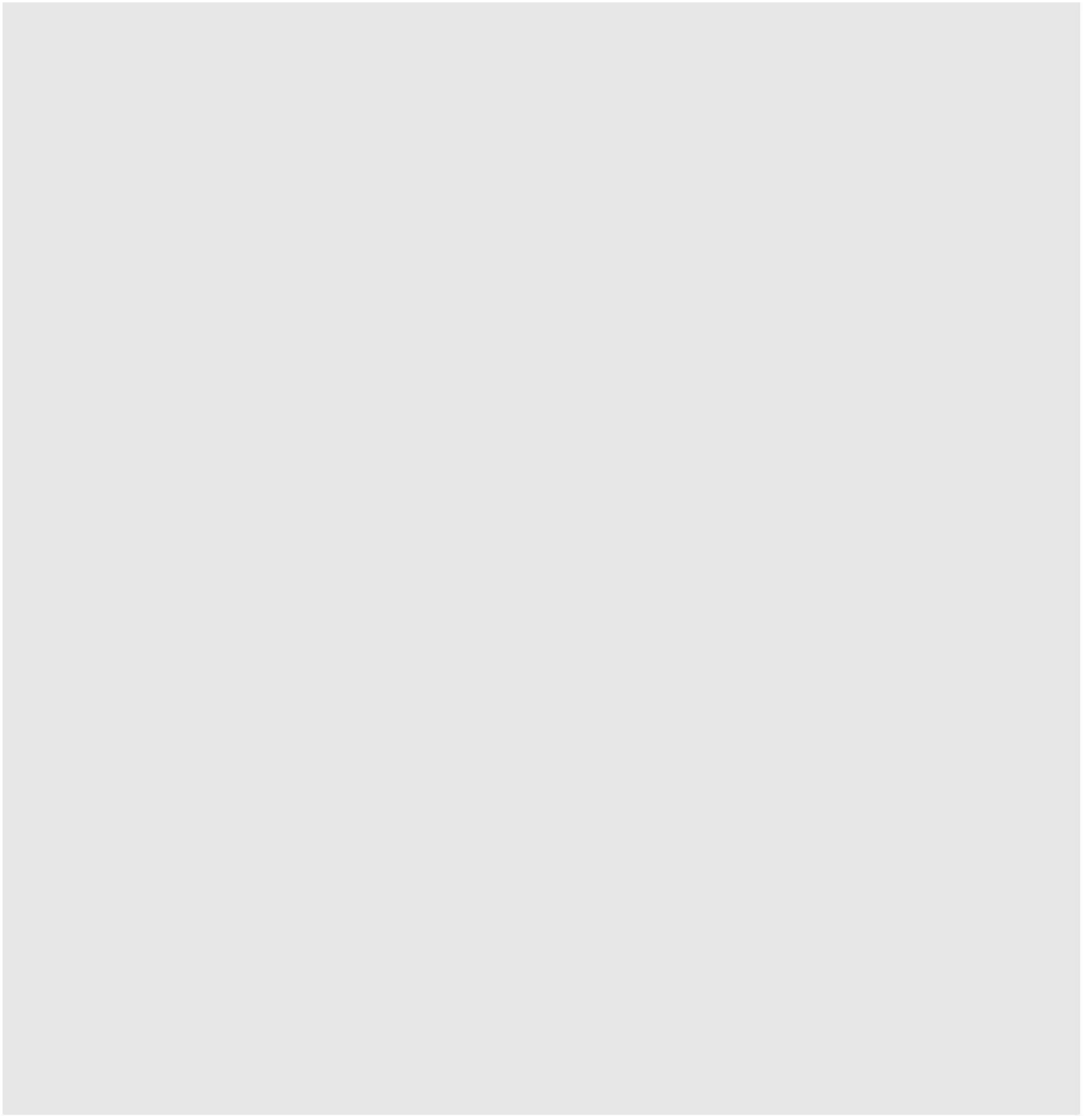


図-3-8 工業用水貯槽への消防ホース敷設ルート

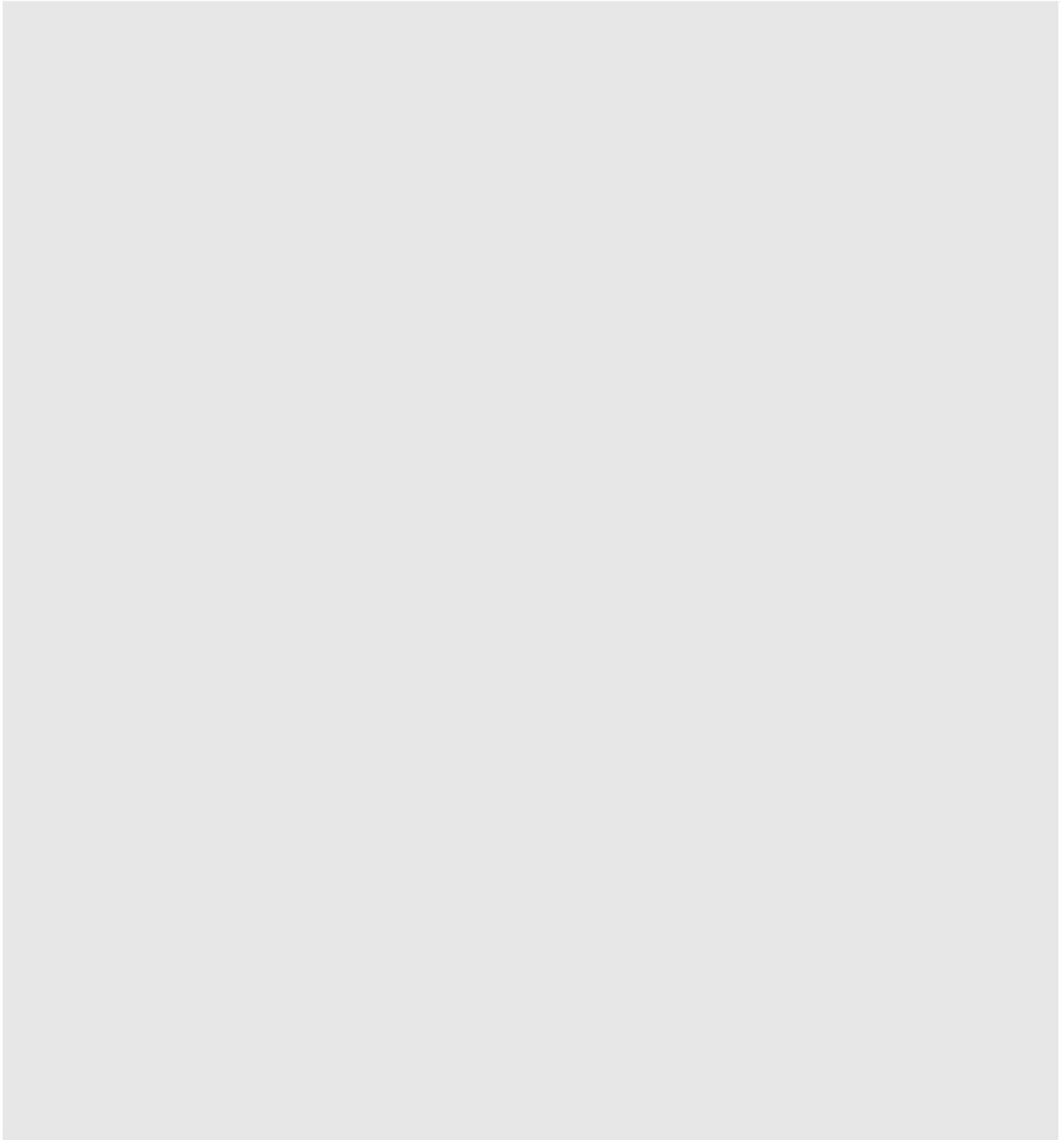
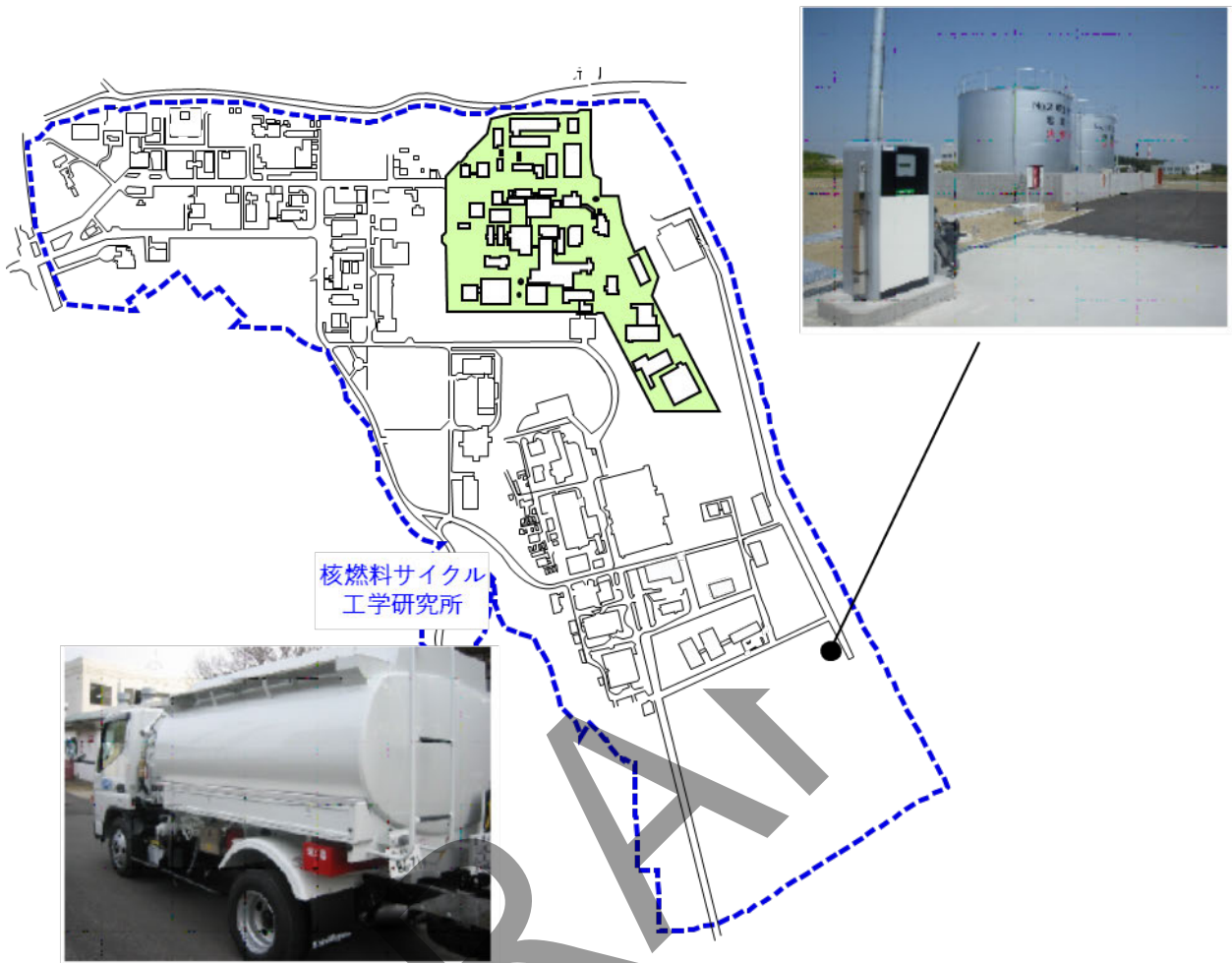


図-3-9 自然水利(新川)への消防ホース敷設ルート



燃料タンク(2基)	$195\text{KL} \times 2\text{基} = 380\text{KL}$
移動式発電機(1000KVA)	80%負荷 = 170L/h
可搬型エンジンポンプ	$1.5\text{L/h} \times 3\text{基} = 4.5\text{L/h}$
約90日分	

図-3-10 屋外軽油タンク貯蔵所等の仕様

表-3-5 事故対処に必要な電源容量と移動式発電機の発電容量

施設	ガラス固化 技術開発施設 (TVF)	高放射性廃液 貯蔵場 (HAW)	分離精製工場 (MP)	プルトニウム転換 技術開発施設 (PCDF)
主な用途	<ul style="list-style-type: none"> ・HAW 貯槽の冷却 ・HAW 貯槽の水素掃気 ・制御室の換気 	<ul style="list-style-type: none"> ・HAW 貯槽の1次冷却 ・HAW 貯槽の2次冷却 ・HAW 貯槽の閉じ込め ・計装盤 	<ul style="list-style-type: none"> ・使用済燃料プールの循環 ・建家換気 ・制御室の換気 	<ul style="list-style-type: none"> ・GBの換気
必要電力量	261kVA	207kVA	197kVA	47kVA
	合計:712kVA			
移動式発電機の 容量	1000kVA			
移動式発電機の 台数	1000kVA × 2基(うち1基は 備)			

DRAFT

(6) アクセスルート

①施設内アクセスルート(図-3-11, 図-3-12 参照)

地震, 津波によって想定される事故(冷却機能の停止)が発生した場合, 屋内の事故対処設備を操作場所に移動するためのアクセスルートの状況確認を行うとともに, 屋内のその他設備の被害状況の把握を行う。

施設内のアクセスルートは, 建家の浸水防止扉によって防護されることから, 津波の影響はないが, 地震, 溢水及び火災による影響, 自然現象及び人為事象による影響を想定し, 適切な装備を確保する。また, 溢水, 化学物質の漏えい, 火災を考慮しても運搬, 移動に影響のないように, 迂回ルートも含め可能な限り複数のアクセスルートを確保する。

②施設外アクセスルート

地震, 津波によって想定される事故(冷却機能の停止)が発生した場合, 屋外の事故対処設備を保管場所から設置場所まで運搬するため, アクセスルートや事故対処設備の設置ルートの状況確認を行い, 屋外にある設備の被害状況の確認を行う。

施設外のアクセスルートについては, 地震等による液状化, 不同沈下等の影響により車両の通行に支障が出る場合を想定し, 複数ルートを設け, その中から早期に復旧可能なルートを使用する。ルート上に障害物等がある場合には, ホイルローダ等の重機を使用する。

また, 東海再処理施設は津波の影響を大きく受けることから, 津波が作業場所に遡上することの
とを十分に確認した上で, 復旧作業や事故対処設備の運搬, 敷設を実施する。なお, 今後の安全対策の実施内容等に基づき, 必要に応じ事故対処設備の構成, 仕様等を見直し評価するものとする。

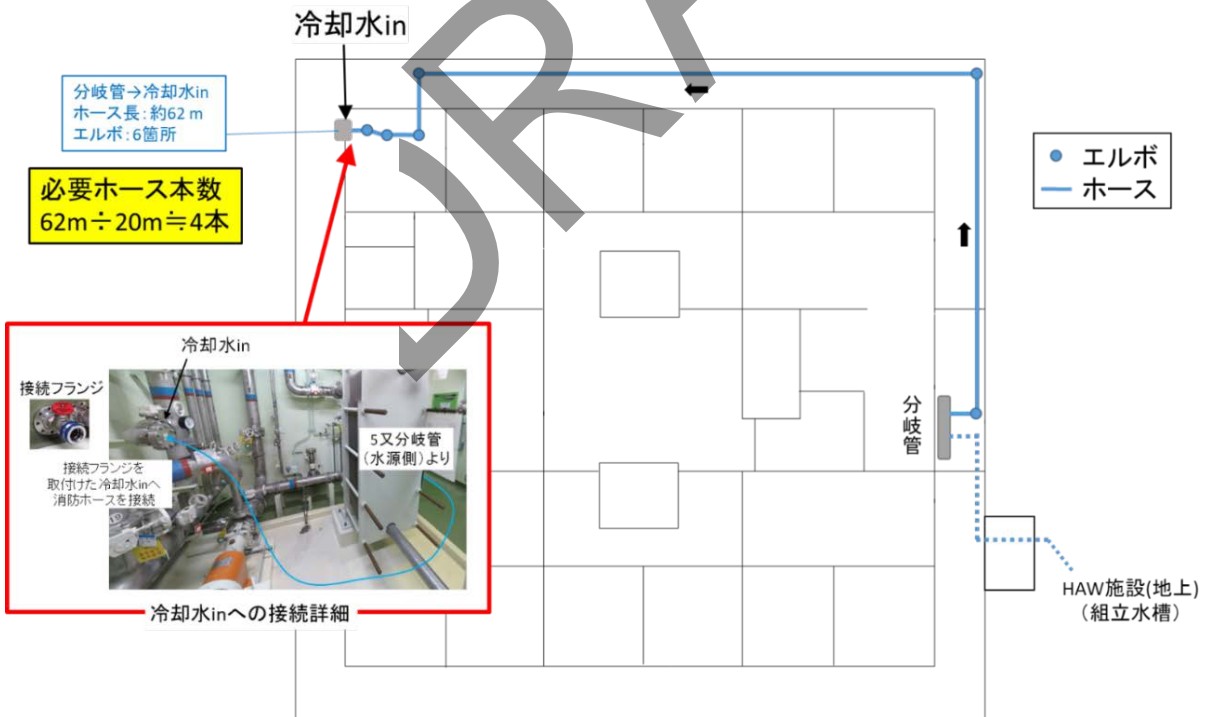
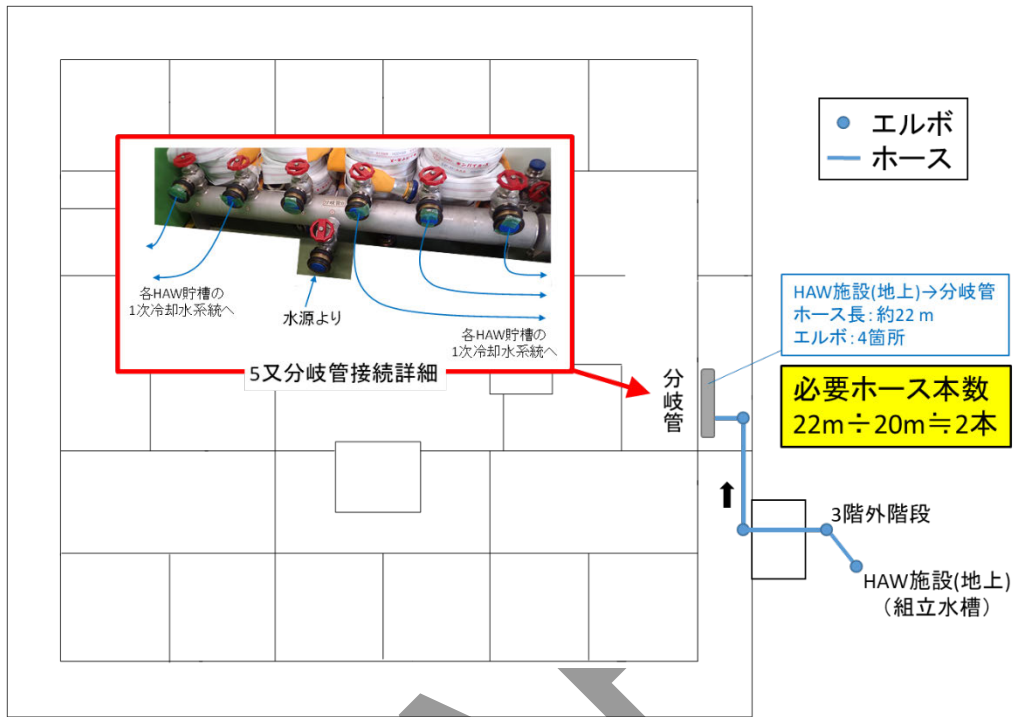


図 3-11 発生防止策に係る消防ホース敷設ルート(例:272V31)

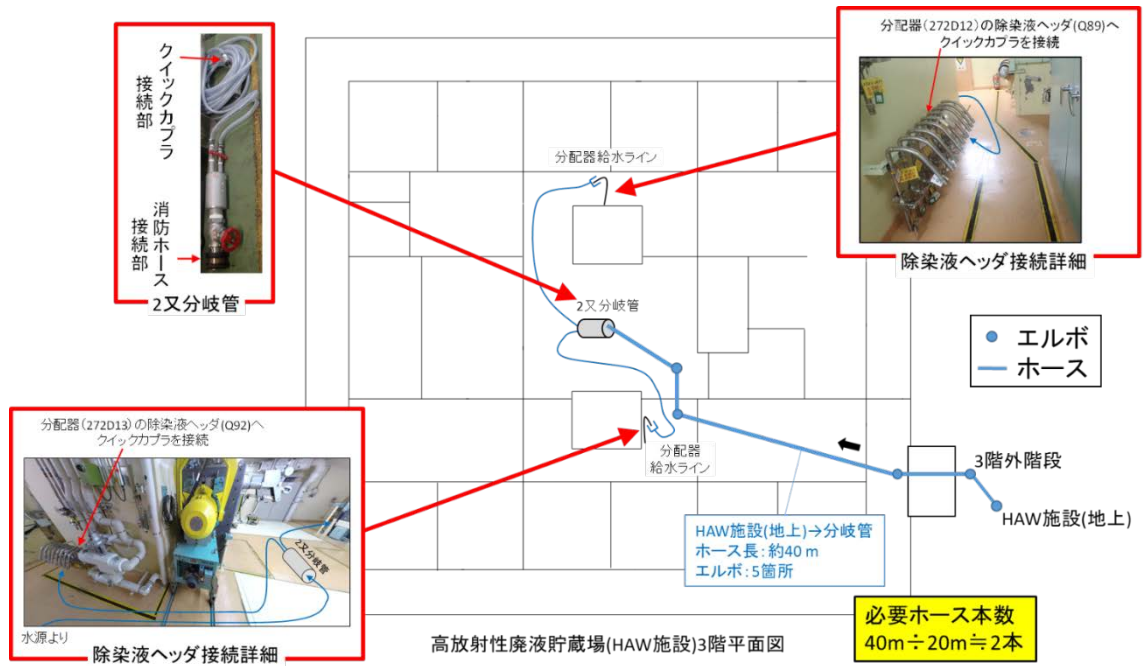


図 3-12 拡大防止策に係る消防ホース敷設ルート

DRAFT

4. 有効性評価

(1) 評価方法

① 収束シナリオの特定

地震、津波及びその重畳を起因事象とし、評価対象ごとの収束シナリオを特定する。

② 対策時間の確認結果

収束シナリオに沿った対策の実行時間を訓練によって確認する。

③ 評価結果のまとめ

訓練によって確認した対策の実行時間から、収束シナリオの有効性評価を行う。

(2) 高放射性廃液貯蔵場における高放射性廃液貯槽の崩壊熱除去機能の喪失

① 収束シナリオの特定

地震、津波及びその重畳によって、外部電源喪失後、非常用発電機が起動し、非常用電源からの給電により 2 次冷却水系及び 1 次冷却水系の回転機器等の運転が継続される。状態では、安定、継続的に崩壊熱を除去し、高放射性廃液の沸騰を防止するための措置が行われており、高放射性廃液貯槽の崩壊熱除去機能 維持される。

外部電源喪失後、非常用発電機が起動しなかった場合、2 次冷却水系及び 1 次冷却水系の回転機器等 運転が継続できなくなるが、PCDF 駐車場もしくは建家近傍に配備する移動式発電機からの給電によって 2 次冷却水系及び 1 次冷却水系の回転機器の起動を行い、崩壊熱除去機能を維持する。

また、移動式発電機からの給電ができなかった場合の対策として、消防ポンプ車またはエンジンポンプにより冷却コイル等に冷却水を供給する対策を行い、崩壊熱除去機能を維持する。仮に、高放射性廃液貯槽の 1 次冷却系への冷却水供給が不能になった場合、消防ポンプ車またはエンジンポンプにより分配器の洗浄ラインより HAW 貯槽へ直接注水し冷却する。また、分配器の洗浄ラインが使用できない場合には、HAW 貯槽の除染ラインからセル内へ直接給水し冷却することで、崩壊熱除去機能を維持する。

② 崩壊熱除去機能喪失に係る対策時間の確認結果

HAW における一次冷却ループへの給水に必要な作業、要員及びそれに係る経過時間を図-4-1、図-4-2 に示す。訓練等による各作業における対応時間は移動式発電機を利用した場合 約 11 時間、移動式発電機が使用できず

に可搬型エンジンポンプを使用した場合約 11 時間と想定した。

③ 評価結果のまとめ

崩壊熱除去機能の喪失後、高放射性廃液貯槽の高放射性廃液の崩壊熱が全て液温の上昇に寄与する条件において沸騰に至るまでの時間(約 60 時間)に対し、事故対処は 15 時間以内 で講じることができる。津波遡上解析の結果から津波襲来後再処理敷地より津波が引く 約 2 時間 経過後には、事故対処作業が可能となることから、高放射性廃液が沸騰に至る時間前に十分な時間余裕をもって崩壊熱除去機能の回復が行える。また、安全対策による機能維持が可能な時間は、可搬型エンジンポンプの他に移動式発電機を動かしたとしても、約 90 日間動力源となる燃料の供 可能である。

本評価において、安全対策が有効に機能し、高放射性廃液が沸騰に至ることを防止するための防護措置がとられていることを確認した

今後、移動式発電機を使った事故対処について操作手順書、訓練等の整備により、崩壊熱除去機能の信頼性を向上させるとともに閉じ込め機能の回復について有効性を確認する

以上

【必要な操作時間及び要員数】

○PCDF駐車場の移動式発電機からの給電で対応する場合は、13名(化施設5名・保全1課3名・保全2課5名) 必要である。また、冷却水(補給水)供給時の必要人数は7名である。

必要人数		経過時間(時間)											
操作項目		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
初期対応者(現場)													
5人(施設2課) 5人(化施設)	移動式発電機(IEPCDF駐車場)からの給電・給電確認			60分(訓練実績)									
5人(化施設) 3人(施設1課)	1次冷却水ポンプの電源システムを商用系から外部系へ切替・運転			0分(通常の保守時間より想定)									
5人(化施設) 3人(施設1課)	冷却塔の電源システムを商用系から外部系へ切替・運転			30分(通常の保守時間より想定)									
5人(化施設) 3人(施設1課)	2次冷却水循環ポンプの電源システムを商用系から外部系へ切替・運転			30分(通常の保守時間より想定)									
5人(化施設)	槽類換気系排風機の電源システムを商用系から外部系へ切替・運転			60分(通常の保守時間より想定)									
5人(化施設)	水素掃気用ブロワの電源システムを商用系から外部系へ切替・運転			30分(通常の保守時間より想定)									
5人(化施設)	計装盤の電源システムを商用系から外部系へ切替			30分(想定)									
7人(化施設)	エンジン付きポンプ等資機材運搬								150分(HAW施設から新川まで通常移動時間の5倍と想定)				
7人(化施設)	ホース敷設・組立式水槽設置・エンジン付きポンプ設置									150分(訓練の3倍と想定)			
7人(化施設)	補給水供給											45分(訓練実績)	

図4-1 崩壊熱除去機能喪失時の対策時間(タイムチャート)

【必要な操作時間及び要員数】

- 移動式発電機からの給電ができず、エンジン付きポンプで一次冷却水系へ供給する場合、7名必要である。
- 一次冷却水系系統が使用できず、貯槽又はセル内へ直接給水する場合、7名必要である。

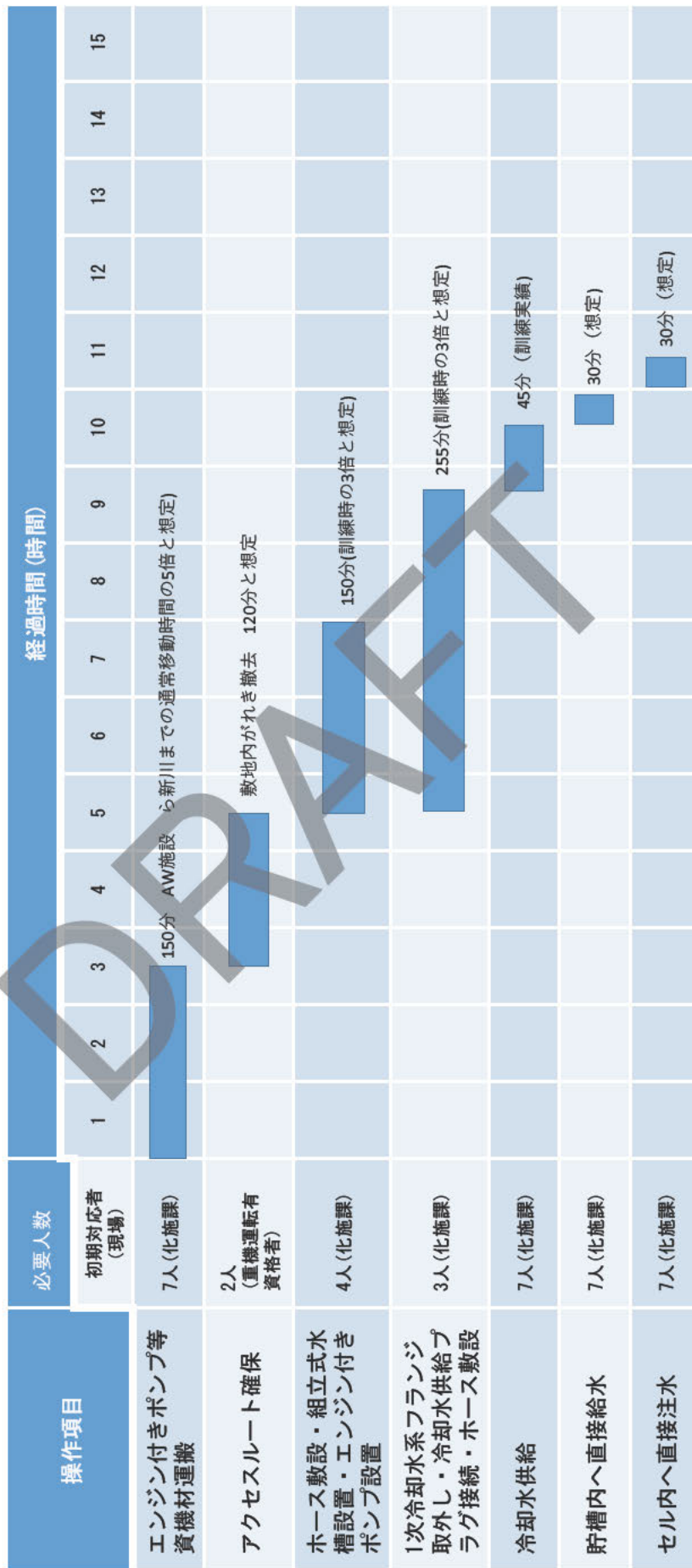


図4-2 崩壊熱除去機能喪失時の対策時間 (タイムチャート)

1. 高放射性廃液の沸騰到達時間の算出

1.1 評価条件

高放射性廃液（HAW）貯蔵場の各高放射性廃液貯槽（HAW 貯槽）が内包する溶液の液量、発熱量、密度を表-1 に示す。

表-1 各 HAW 貯槽の液量、発熱量、密度 (R2. 6. 30 時点)

HAW 貯槽	液量 m ³	発熱量		密度 kg/m ³
		kW	(kcal/hr)	
272V31	55.4	38.4	(33100)	1200
272V32	66.0	53.7	(46200)	1209
272V33	69.6	40.6	(35000)	1248
272V34	75.6	61.4	(52800)	1227
272V35	72.2	67.7	(58200)	1242

1.2. 評価方法

各 HAW 貯槽における沸騰到達時間は、断熱条件（AW の崩壊熱が全て液の温度上昇に寄与）により、沸点に達するのに必要とする熱量を時間当たりの発熱量で除して求めた。沸騰到達時間の算出式を以下に示す。

$$t = \rho V C (T_a - T_o) / Q$$

t[h] : 沸騰到達時間
 ρ [kg/m³] : 溶液の密度
V [m³] : 貯蔵量
C [kcal/kg/°C] : 比熱
T_a [°C] : 溶液の沸点
T_o [°C] : 溶液の初期温度
Q [kcal/h] : 溶液の発熱量

① 比熱の設定

HAW の比熱は以下の式を用いて算出し、0.7 kcal/kg/°C とした。

$$C = 0.998 - 9.630 \times 10^{-4} \times C_U - 4.850 \times 10^{-2} \times C_N$$

C [kcal/kg/°C] : 比熱
C_U [g/L] : ウラン濃度
C_N [mol/L] : 硝酸濃度

上式のウラン濃度を核分裂生成物（FP）濃度で置き換えて算出した。FP 濃度は、HAW 中の酸化物量の定量分析結果の過去最大値（128 g/L）を用いた。また、硝酸濃度は保守的に管理値（1~3 mol/L）の最大値である 3 mol/L を設定した。

② 沸点の設定

HAW 沸点の設定には以下の式²⁾を用いた。HAW の通常酸濃度 (2 mol/L) の沸点上昇を考慮し、102°Cとした。

$$\Delta \theta_b = K_b \frac{n}{m} \doteq 2^\circ\text{C}$$

$\Delta \theta_b$: 沸点上昇程度

K_b : モル沸点上昇

$m[\text{kg}]$: 溶媒の質量

$n[\text{mol}]$: 溶質の物質質量

③ 溶液の初期温度の設定

HAW を貯蔵管理する上で液温度の管理目標値 (5~45°C*) を定めており、この最大値 (45°C) を設定した。 * : 通常 30°C前後

④ 溶液の発熱量の設定

【溶液の放射エネルギーの算出】

再処理した使用済み燃料 1 体ごとの FP 及び イナーアクチノイド (MA) の放射エネルギーを ORIGIN 計算 (Ver. 79) により、任意の日にちまで各核種の減衰計算を実施した。このとき、使用済み核燃料中の FP 及び MA の評価対象核種の放射エネルギーは HAW 側へ全量移行するものとして、HAW に含まれるものとした。FP 及び M の評価対象核種の放射エネルギーを表-2 に示す。

表-2 FP 及び MA の評価対象核種の放射能量(R2. 6. 30 時点) (単位 : Bq)

核種	V31	V32	V33	V34	V35	合計
Sr-89	1.58E-21	3.53E-21	6.70E-22	1.72E-21	1.11E-21	9.18E-21
Sr-90	9.66E+16	1.28E+17	1.02E+17	1.51E+17	1.66E+17	6.55E+17
Y-90	9.66E+16	1.28E+17	1.02E+17	1.51E+17	1.66E+17	6.55E+17
Zr-95	5.70E+11	2.20E-13	4.18E-14	1.07E-13	6.92E-14	5.70E+11
Nb-95	1.05E+12	4.77E-13	9.07E-14	2.33E-13	1.50E-13	1.05E+12
Rh-103m	9.84E-33	2.20E-32	4.18E-33	1.07E-32	6.92E-33	5.74E-32
Ru-103	9.84E-33	2.20E-32	4.18E-33	1.07E-32	6.92E-33	5.74E-32
Ru-106	6.81E+10	1.24E+11	2.93E+10	5.88E+10	3.60E+10	3.33E+11
Rh-106	6.81E+10	1.24E+11	2.93E+10	5.88E+10	3.60E+10	3.33E+11
Te-125m	3.65E+12	4.85E+12	1.95E+12	3.96E+12	4.51E+12	1.95E+13
Sb-125	1.59E+13	2.11E+13	8.47E+12	1.72E+13	9.5E+13	8.47E+13
Cs-134	5.51E+13	6.11E+13	2.60E+13	4.66E+13	4.8E+13	2.38E+14
Ba-137m	1.26E+17	1.82E+17	1.38E+17	2.08E+17	2.29E+17	8.95E+17
Cs-137	1.33E+17	1.92E+17	1.46E+17	2.19E+17	2.42E+17	9.47E+17
Ce-141	3.96E-43	8.88E-43	1.69E-43	3.3E-43	2.80E-43	2.32E-42
Ce-144	3.17E+09	6.29E+09	1.35E+09	2.9E+09	1.79E+09	1.65E+10
Pr-144	3.17E+09	6.29E+09	1.5E+9	2.96E+9	1.79E+09	1.65E+10
Pm-147	1.67E+14	2.31E+14	8.8E+13	1.8E+14	1.97E+14	8.88E+14
Sm-151	2.53E+15	3.60E+15	3.37E+15	4.29E+15	4.48E+15	1.85E+16
Eu-154	1.94E+15	2.61E+15	1.47E+15	2.96E+15	3.64E+15	1.28E+16
Eu-155	1.02E+14	9.07E+13	4.70E+13	9.29E+13	1.15E+14	4.55E+14
Np-237	6.92E+11	9.84E+11	8.40E+11	1.20E+12	1.29E+12	5.07E+12
Am-241	2.2E+15	2.9E+15	2.45E+15	4.14E+15	4.40E+15	1.85E+16
Cm-242	4.4E+03	7.3E+03	2.45E+02	2.84E+03	6.29E+02	1.32E+04
Cm-244	1.0E+15	1.7E+15	8.84E+14	1.67E+15	1.90E+15	7.07E+15

【発熱量の算出】

算出した放射エネルギーに崩壊時に発生する各核種のエネルギー（ORIGEN 核データ）を乗じて核種の崩壊を考慮した発熱量を算出し、各核種の発熱量を合計することで、HAW 貯槽毎に溶液の発熱量を確定した。ORIGEN 核データを表-3 に示す。

表-3 ORIGEN 核データ (R2. 6. 30 時点)

核種	1 Bq 当たりの発熱量 kcal/hr/Bq	核種	1 Bq 当たりの発熱量 kcal/hr/Bq
Sr-89	8.03E-14	Cs-137	2.40E-14
Sr-90	2.73E-14	Ce-141	3.19E-14
Y-90	1.28E-13	Ce-144	1.54E-14
Zr-95	1.17E-13	Pr-144	1.78E-13
Nb-95	1.11E-13	Pm-147	8.68E-15
Rh-103m	5.51E-14	Sm-151	2.76E-15
Ru-103	7.68E-14	Eu-154	06E-13
Ru-106	1.38E-15	Eu-155	1.9 E-14
Rh-106	2.26E-13	Np 237	6.84E-13
Te-125m	1.98E-14	Am 41	7.76E-13
Sb-125	7.43E-14	Cm-242	8.57E-13
Cs-134	2.40E-13	Cm-244	8.14E-13
Ba-137m	9.11E-14		

1.3. 評価結果

上記により、崩壊熱除去機能が失った状態が継続した場合の HAW が沸騰に至るまでの時間を求めた。その結果を表 に示す

表-4 各 HA 貯槽の沸騰到達時間 (R2. 6. 30 時点)

貯槽	沸騰到達時間 hr
272V31	80
272V32	68
272V33	99
272V34	70
272V35	61

出典

- 1) JAERI-Tech 2003-045 熱流動解析コード PHOENICS を組み込んだ燃料溶液体系の動特性解析コードの開発及び TRACY の自然冷却特性実験の解析, 日本原子力研究所
- 2) JAEA-Review 2008-037 再処理プロセス・化学ハンドブック 第2版, 日本原子力研究開発機構

以上

①エンジンポンプの性能

(ア)事故対処(発生防止策及び拡大防止策)に必要な条件

- ・ 高放射性廃液貯槽が沸騰しないために必要な流量と冷却水配管までの揚程を対処条件とし、事故対処設備の性能がその必要流量を上回ること。

(イ)エンジンポンプの性能に係る評価

表 1 から、事故対処(発生防止策及び拡大防止策)に必要な対処条件と設備の性能を比較した。

表 1 事故対処(発生防止策及び拡大防止策)に必要な供給水量

項目		冷却水供給水量
対処条件	発生防止策 (沸騰に至らないための条件)	12 m ³ /h (Fフロアレベルからの揚程:約 13 m)
	拡大防止策 (蒸発乾固に至らないための条件)	0.5 m ³ /h (1Fフロアレベルからの揚程:約 13 m)
対処設備	エンジンポンプ	揚水量:12 m ³ /h (圧力損失:0.255 MPa 時) (全揚程:約 26 m)

(ウ)評価結果

最 必要流量の大きい HAW の冷却コイルへの給水経路において、事故対処設備であるエンジンポンプがその必要流量(12 m³/h)で供給した場合、全揚程は約 6 m となる。エンジンポンプは、HAW1 階のフロアレベルから HAW3 階にある既設の冷却水配管接続まで送水することを想定しており、その高さは約 13 m である。そのため、エンジンポンプの性能(全揚程)はそれを大きく上回ることから、給水は可能と判断した。

1. 高放射性廃液貯槽（HAW 貯槽）の高放射性廃液(HAW)の除熱量の評価

1.1 評価対象

設計基準において、崩壊熱により溶液が沸騰するおそれがあるとして、冷却水系により冷却しており、現在、HAW が貯蔵されている HAW 貯槽、並びに中間貯槽において沸騰の発生を想定する。対象について、表 1-1 に示す。

表 1-1 沸騰の発生を想定する貯槽について

貯槽名	貯槽記号	全容量 m ³	現在の貯留量 m ³
HAW 貯槽	V31	120	55.4
	V32		66.0
	V33		69.6
	V34		5.6
	V35		72.2
	V36		(予備貯槽)
中間貯槽	V37	10	通常時 0
	V38		通常時 0

なお、現在、評価対象となる貯槽のうち、V36 は予備貯槽として使用されておらず、中間貯槽の V37、V38 は移送時に使用するだけであり、通常時、廃液は存在していない。また、発熱が問題となる HAW は、今後、増加する事は無いことから、HAW は V31～V35 からの移送以外では V36、並びに V37、V38 には存在しない。このことから、高放射性廃液貯蔵場（HAW 施設）での HAW のインベントリーは変化しない事から、以降の除熱量、冷却水量の計算は V31～V35 の 5 つの貯槽を対象として実施する。

1.2 評価基準

蒸発乾固の発生を想定する HAW 貯槽の崩壊熱の除去に関する評価の実施にあたり、前提となる評価基準を以下に示す。

- 冷却水出口温度 t_2 [°C] : 55°C 以下
- 内包液温度 T [°C] : 60°C 以下

冷却水出口温度 t_2 [°C] は、消防ホースの使用条件 60°C に対して余裕を見込んで、55°C 以下となるようにする。また、内包液温度 T [°C] は、沸点を十分に下回る温度として、60°C 以下となるようにする。

1.3 評価方法

本評価では、「1.2 評価基準」で示した冷却水出口温度 t_2 [°C] 及び内包液温度 T [°C] を満足するとともに、必要伝熱面積 A [m²] と実際の伝熱面積 A_r [m²] が等しくなる、定常状態での冷却水流量 W [m³/h] を算出するために、次頁以降で示す対数平均温度差 Δt_L [K] 及び総括伝熱係数 U [W/m²K] の評価式を用いる。

冷却水流量 W [m³/h] の算出の流れの一例を、図 1-1 に示す。

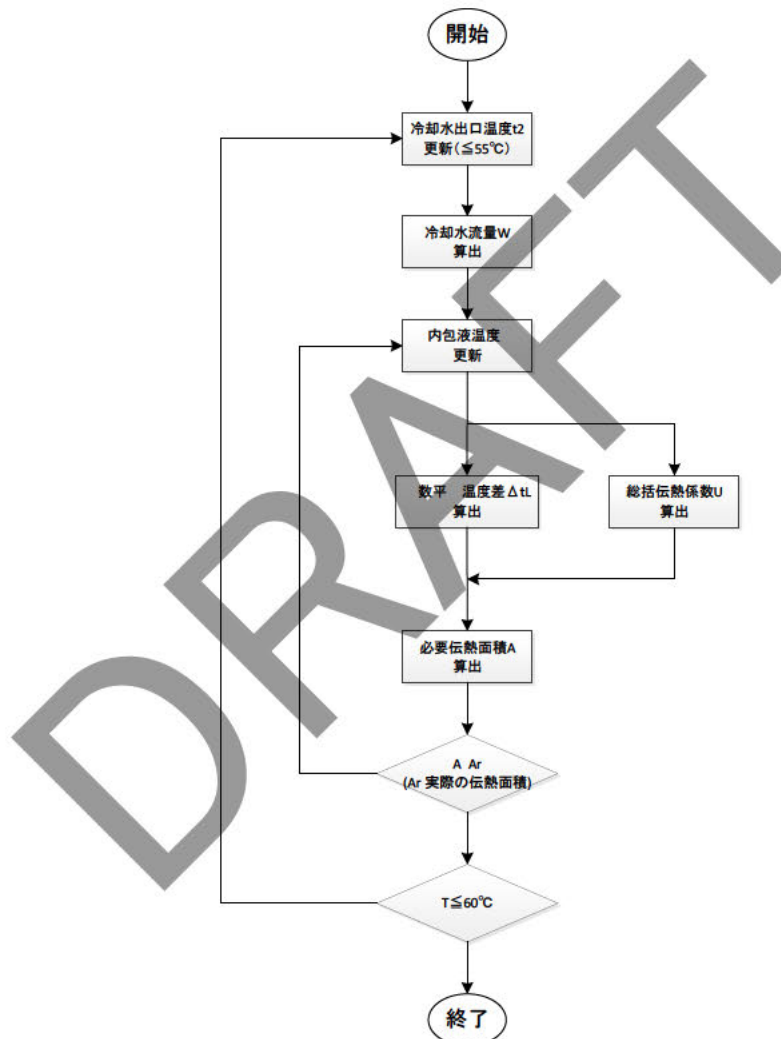


図 1-1 冷却水流量の評価フローの一例

1.4 対数平均温度差の算出

対数平均温度差 Δt_L [°C] は以下のとおり求める。

$$\Delta t_L = \frac{(T - t_1) - (T - t_2)}{\ln \frac{(T - t_1)}{(T - t_2)}}$$

表 1-2 対数平均温度差の算出に用いる各種パラメータ

Q	[kcal/h]	崩壊熱量
T	[°C]	内包液温度
t ₁	[°C]	冷却水入口温度
t ₂	[°C]	冷却水出口温度 (= t ₁ + Q / (C _i × ρ _i × W))
W	[m ³ /h]	冷却水流量
C _i	[J/kgK]	冷却水の比熱
ρ _i	[kg/m ³]	冷却水の密度

1.5 冷却コイルの場合の総括伝熱係数の算出

冷却コイルの場合の総括伝熱係数 U [W/m²K] は以下のとおり求める。

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_o} + \frac{1}{h_{so}} + \frac{L \times d}{\lambda \times (d + d')} + \frac{d'}{d \times h_{si}} + \frac{d'}{d \times h_i}$$

表 1-3 冷却コイルの場合の総括伝熱係数の算出に用いる各種パラメータ

h _o	[W/m ² K]	冷却コイル外面 (内包液側) の熱伝達率
h _i	[W/m ² K]	冷却コイル内面 (冷却水側) の熱伝達率
L	[m]	冷却コイル厚さ
λ	[W/mK]	冷却コイルの熱伝導率
h _{so}	[W/m ² K]	冷却コイル外面 (内包液側) の汚れ係数
h _{si}	[W/m ² K]	冷却コイル内面 (冷却水側) の汚れ係数
d'	[m]	冷却コイル外径
d	[m]	冷却コイル内径

ここで、冷却コイル外面 (内包液側) の熱伝達率 h_o [W/m²K] は下式であらわされる。

$$h_o = \frac{\lambda_o \times Nu_o}{d'}$$

冷却コイル外面（内包液側）のヌセルト数 Nu_o は以下のとおり⁽¹⁾ 求める。

($Gr_o \times Pr_o = 10^4 \sim 10^9$ の場合)

$$Nu_o = 0.53 \times (Gr_o \times Pr_o)^{\frac{1}{4}}$$

($Gr_o \times Pr_o > 10^9$ の場合)

$$Nu_o = 0.13 \times (Gr_o \times Pr_o)^{1/3}$$

表 1-4 内包液側のヌセルト数の算出に用いる各種パラメータ

Pr_o	—	内包液のプラントル数 ($= C_o \times \mu_o \times 3600 / \lambda_o$)
Gr_o	—	内包液のグラハフ数 ($= g \times d'^3 \times \rho_o \times \beta \times (T - T_w) / \mu_o^2$)
g	[m/s ²]	重力加速度 (=9.8)
β	[K ⁻¹]	内包液の体膨張係数
T_w	[°C]	内包液のコイル壁面温度
μ_o	[kg/s]	内包液の粘度
λ_o	[W/mK]	内包液の熱伝導率
ρ_o	[kg/m ³]	内包液の密度
C_o	[J/kgK]	内包液の比熱

また、冷却コイル内面（冷却水側）の熱伝達率 h_i [W/m²K] は下式であらわされる。

$$h_i = \frac{\lambda_i \times Nu_i}{d}$$

冷却コイル内面（冷却水側）のヌセルト数 Nu_i は以下のとおり求める。

($Re_i = 10^4 \sim 1.2 \times 10^5$ の場合)

$$Nu_i = 0.023 \times Re_i^{0.8} \times Pr_i^{0.4} \quad (2)$$

($Re_i = 2320 \sim 10^4$ の場合)

$$Nu_i = 0.116 \times (Re_i^{\frac{2}{3}} - 125) \times Pr_i^{\frac{1}{3}} \times \left[1 + \left(\frac{d}{L_c} \right)^{\frac{2}{3}} \right] \times \left(\frac{\mu_i}{\mu_{wi}} \right)^{0.14} \quad (1)$$

表 1-5 冷却水側のヌセルト数の算出に用いる各種パラメータ

L_c	[m]	コイル長さ
Re_i	—	冷却水のレイノルズ数 ($=d \times u \times \rho_i / \mu_i$)
Pr_i	—	冷却水のプラントル数 (平均温度における値) ($=C_i \times \mu_i \times 3600 / \lambda_i$)
u	[m/s]	冷却水の流速
μ_i	[kg/ms]	冷却水の粘度 (平均温度における値)
μ_{wi}	[kg/ms]	冷却水の粘度 壁面温度における値)
λ_i	[W/mK]	冷却水の熱伝導率 (平均温度における値)
C_i	[J/kgK]	冷却水の比熱

冷却コイルの場合の冷却水流量 W [m^3/h] の算出の流れの一例を、図 1-2 に示す。

また、各 HAW 貯槽における対数平均温度差 Δt_L [$^{\circ}C$] 及び総括伝熱係数 U [W/m^2K] の計算 使う物性等を、2.2 項に示す。

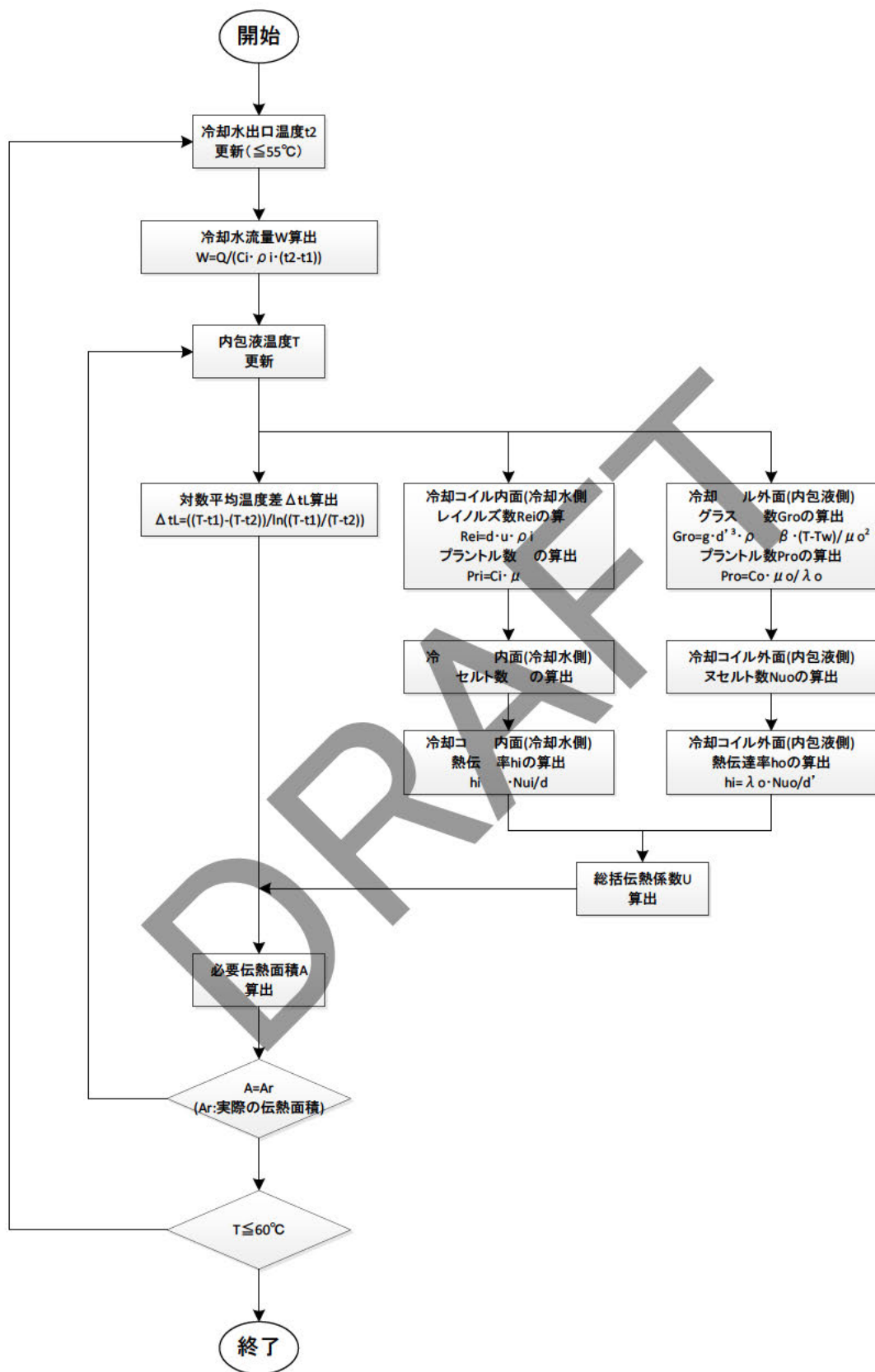


図 1-2 冷却コイルの場合の冷却水流量 W の評価フローの一例

2. 評価条件

2.1 HAW の発熱量

各 HAW 貯槽が内包する溶液の発熱量を表 1-9 に示す。なお、発熱量は崩壊熱量が減少することから、徐々に低下している。

表 1-9 HAW 貯槽の発熱量

貯槽記号	貯蔵量 m ³	崩壊熱密度 W/m ³	崩壊熱量 kW
V31	55.4	694	38.4
V32	66.0	813	53.7
V33	69.6	584	40.6
V34	75.6	812	61.4
V35	72.2	937	67.7

2.2 物性値

各 HAW 貯槽における対数平均温度差及び総括伝熱係数の計算に用いる物性等を、表 2-1 に示す。

また、冷却水の比熱、冷却水密度、冷却水の熱伝導率及び冷却水の粘度は、冷却水の平均温度(=冷却水入口温度 t_1 +冷却水出口温度 t_2)/2) または冷却水の壁面温度における表 2-2 に示す値の線形近似値とする。

表 2-1 対数平均温度差及び総括伝熱係数の計算に用いる物性等

No.	パラメータ	記号	単位	V31	V32	V33	V34	V35
1	崩壊熱密度	P	W/m ³	694	813	584	812	937
2	内包液量	V	m ³	55.4	66.0	69.6	75.6	72.2
3	冷却水入口温度	t ₁	°C	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
4	内包液の比熱	C _o	kgK	2930	2930	2930	2930	2930
5	内包液の密度	ρ _o	kg/m ³	100	1209	1248	1227	1242
6	内包液の粘度	μ _o	k/ms	8.8E-04	8.80E-04	8.80E-04	8.80E-04	8.80E-04
7	内包液の体膨張係数	β	K ⁻¹	3.95E-04	3.95E-04	3.95E-04	3.95E-04	3.95E-04
8	冷却コイル厚さ	L	m	5.20E-03	5.20E-03	5.20E-03	5.20E-03	5.20E-03
9	冷却コイルの熱伝導率	d	W/mK	16.	16.3	16.3	16.3	16.3
10	冷却コイル外径	d'	m	7.63E-0	7.3E-02	7.63E-02	7.63E-02	7.63E-02
11	冷却コイル内径	d	m	6.59E-2	6.59E-02	6.59E-02	6.59E-02	6.59E-02
12	冷却コイル外面(内包液側)の汚れ係数	h _{so}	W/m ² K	1860	180	1860	1860	1860
13	冷却コイル内面(冷却水側)の汚れ係数	h _{si}	W/m ² K	3488	3488	3488	3488	3488

表 2-2 冷却水の比熱，冷却水の密度，冷却水の熱伝導率及び冷却水の粘度

No.	冷却水の温度 [°C]	伝熱工学資料 改訂第 5 版 ⁽³⁾			
		比熱 C_i [kcal/k °C]	密度 ρ_i [kg/m ³]	熱伝導率 λ_i [kcal/mh °C]	粘度 μ_i [Pa·s]
1	20	0.996	998.2	0.5155	1.002E-03
2	25	0.9990	996.9	0.5221	8.997E-04
3	30	0.984	95.6	0.5288	7.974E-04
4	35	0.9983	993.9	0.5347	7.252E-04
5	40	0.9981	99.2	0.5405	6.530E-04
6	45	0.9983	990.1	0.5456	5.999E-04
7	50	0.9984	988.0	0.5507	5.468E-04
8	55	0.9987	985.	0.5552	5.066E-04
9	60	0.9991	983.2	0.5596	4.664E-04
10	65	0.9997	980.5	0.5634	4.352E-04
11	70	1.0003	977.7	0.56 2	4.039E-04
12	75	1.0012	974.8	0.57	3.791E-04
13	80	1.0022	971.8	0.5735	3.543E-04
14	85	1.0033	968.6	0.5761	3.344E-04
15	90	1.0043	965.3	0.5787	3.144E-04
16	95	1.0058	961.9	0.5807	2.981E-04
17	100	1.0072	958.4	0.5828	2.817E-04

3. 冷却水の通水による発熱除去について

蒸発乾固の発生を想定する HAW 貯槽の冷却水の通水による発熱の除去に関する評価結果を表 3-1 に示す。

DRAFT

表 3-1 冷却水の通水による発熱の除去に関する評価結果

No.	パラメータ	記号	単位	V31	V32	V33	V34	V35
1	崩壊熱量	Q	W	38400	53700	40600	61400	67700
2	内包液温度	T	°C	57.0	56.5	56.1	56.2	56.5
3	冷却水出口温度	t	°C	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0
4	対数平均温度差	Δt_L	°C	8.27	7.49	6.80	7.02	7.53
5	冷却水流量		m/h	1.7	2.3	1.8	2.7	2.9
6	総括伝熱係数	U	W/m ² K	7	101	80	107	115
7	内包液のコイル壁面温度	T _w	°C	55.5	55.2	55.2	55.1	55.1
8	内包液のプラントル数	Pr _o	-	4.82	4.82	4.82	4.82	4.82
9	内包液のグラスホフ数	Gr _o	-	4.63E+7	4.34E+06	3.26E+06	3.87E+06	4.86E+06
10	プラントル数とグラスホフ数の積	Gr _o ×Pr _o	-	2.23E+7	2.09E+07	1.57E+07	1.87E+07	2.34E+07
11	冷却コイル外面(内包液側)のヌセルト数	Nu _o	-	36.4	58	33.4	34.8	36.9
12	冷却コイル外面(内包液側)の熱伝達率	h _o	W/m ² K	255	251	24	244	258
13	冷却水のレイノルズ数	Re _i	-	2.96E+03	4.14E+03	3.13E+03	4.73E+03	5.21E+03

4. 参考文献

- (1)尾花 英明,「熱交換器設計ハンドブック」, 工学図書, 1974
- (2)化学工学協会 「化学工学便覧 改訂7版」, 丸善出版, 2011
- (3)伝熱工学資料 改訂第5版, 日本機械学会, 1980

DRAFT

再処理施設の廃止措置を進めていく上での
竜巻に対する影響評価及び防護方策について

【概要】

- 高放射性廃液貯蔵場(HAW)と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、廃止措置計画用設計竜巻に対して重要な安全機能(閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能)が損なわれないようするため、「再処理施設の廃止措置を進めていく上での竜巻対策の基本的考え方」を示した。
- 施設周辺のウォークダウン等に基づき竜巻防護の設計に必要な「設計飛来物」の選定を行い、その結果を第43回東海再処理安全監視チーム会合にて提示した。
- 廃止措置計画用設計竜巻の条件(最大風速 100m/s)及び上記で選定した設計飛来物に対する施設の影響評価、防護方策について示す。

令和2年7月9日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

TRP の廃止措置を進めていく上での火災に対する防護について

【概要】

- 高放射性廃液貯蔵場(HAW)と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、火災に対して、重要な安全機能(閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能)が損なわれないように講ずる「安全対策の基本的考え方」を示す。
- 上記の考え方により防護対象とする設備を整理したうえで、重要な安全機能に影響を及ぼす可能性のある火災源を調査し影響評価する。その評価結果を踏まえて必要な火災防護対策を提示する。
- 以上の内容を取りまとめた上で、令和2年7月に廃止措置計画の変更申請を予定。また、対策工事に係る変更申請を令和3年4月に予定している。

令和2年7月9日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

再処理施設の廃止措置を進めていく上での火災防護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おり、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、これに付随して廃止措置全体の長期間ではないものの分離精製工場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、その重要性を踏まえて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、施設内での火災（以下「内部火災」という。）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じる。

- ① 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各建家に設置されている安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）を担う施設^{※1}は、内部火災の影響から防護する。
- ② 火災の発生防止に係る設計として、重要な安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）に係る設備は可能な限り不燃性又は難燃性の材料及び難燃ケーブルを使用している。
- ③ 火災の感知及び消火に係る設計として、施設内には、消防法に基づき消火設備及び警報設備を設置している。消火設備及び警報設備は、消防法に基づき定期的に点検を実施し、適切に運用していくとともに、火災につながる施設内の異常を早期に発見できるように、日常の巡視点検及び監視を行う。
- ④ 火災の影響軽減に係る設計として、内部火災影響評価ガイド等を参考に、重要な安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）に影響を及ぼす可能性のある火災源を現場調査で抽出した上で、その影響を評価し、必要な火災防護対策として漏えい受皿の設置等の対策を実施する。
- ⑤ 火災防護上の要求に対して安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）が損なわれることを防止するため、以下の対策を講じる。なお、対策工事が困難な場合や代替策で対応することが合理的な場合^{※2}においては、代替策としての有効性を確認した上で事故対処設備^{※3}等により閉じ込め及び崩壊熱除去に必要な安全機能が維持できるようにする。

○重要系の機器，電気盤等は火災影響で同時に機能喪失することがないこと

○火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルは，火災防護上，以下のいずれかの方法にて系統分離を行うこと

- ・ 系統分離されている各系列の間が 3 時間以上の耐火能力を有するバリア等で分離されていること。
- ・ 系統分離されている各系列（火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブル）の間の水平距離が 6m 以上あり，かつ，火災感知設備及び自動消火設備が当該火災区画に設置されていること。
- ・ 系統分離されている各系列の間が 1 時間の耐火能力を有するバリア等で分離されており，かつ，火災感知設備及び自動消火設備が当該火災区画に設置されていること。

⑥ 事故対処設備については，安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）を担う施設と同時に火災影響により機能喪失に至るおそれがないよう位置的分散を考慮した位置に配置するよう対策を行う。

上記を踏まえ，高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）の火災防護対策に係る廃止措置変更認可申請を令和 3 年 4 月に行う。

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じることとする。

※ 1 火災に対して安全機能を維持すべき対象設備は，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とする。なお，安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）を担う施設のうち，火災の影響を受けない不燃材料で構成され，火災の影響が無い設備（配管，塔槽類，ダクト，フィルタ等）は火災影響評価対象から除外する。また，非常用発電機については，内部火災の影響により使用できない場合には，事故対処設備（緊急電源接続盤）で代替する。

※ 2 高放射性廃液貯蔵場（HAW）の系統分離対策については，HAW のケーブルは 1 号系及び 2 号系が同一のケーブルラックに混在した状況であり，系統分離することが困難

な状況であり、施設の受電設備から安全系負荷に至るまでの大部分の設備系統を対象に大規模な系統分離工事を要する。また、仮に対策工事を行うとした場合においても狭隘な環境で仮設盤を設置するなど電源系統の冗長性を確保しつつの作業となり、施設設備への影響を十分に考慮し、必要な保安を確保して慎重に工事を行う必要があることから、工事完了には時間を要する。このため、代替策として温度監視可能な監視カメラの追加設置等による火災の早期検知対策を行うとともに、損傷を受けた際の対応として予備ケーブルを配置することによる対応を行うことが合理的と考える。




































※3 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」に示した事故対処設備。

火災防護審査基準				HAW			TVF				
				現状	追加の実施内容	代替策	現状	追加の実施内容	代替策		
火災発生防止	火災防護対策	原子炉施設は火災の発生を防止するために以下の各号に掲げる火災防護対策を講じた設計であること。	発火性又は引火性物質対策	① 漏えいの防止、拡大防止	発火性物質又は引火性物質の漏えいの防止対策、拡大防止対策を講ずること。	・潤滑油及び燃料油を内包する機器(油内包設備)については、溶接構造の採用等により漏えい防止対策を講ずる設計としている。	・火災影響評価により、油内包設備が防護対象に及ぼす影響について評価した結果、影響はない。	・潤滑油及び燃料油を内包する機器(油内包設備)については、溶接構造の採用等により漏えい防止対策を講ずる設計としている。	・火災影響評価により、油内包設備が防護対象に及ぼす影響について評価した結果、影響はない。	・火災影響評価により、油内包設備が防護対象に及ぼす影響について評価した結果を踏まえ、排風機等の設備に漏えい受皿等を設置し、漏えいした潤滑油が拡大することを防止する。 (槽類換気系排風機、冷凍機)	
				② 配置上の考慮	発火性物質又は引火性物質の火災によって、原子炉施設の安全機能を損なうことがないように配置すること。	・油内包設備と防護対象設備が同一区画にある。	・油内包設備と防護対象設備が同一区画にある。	・油内包設備と防護対象設備が同一区画にある。	・油内包設備と防護対象設備が同一区画にある。	・火災影響評価により、油内包設備が防護対象に及ぼす影響について評価した結果を踏まえ、排風機等の設備に漏えい受皿等を設置し、漏えいした潤滑油が拡大することを防止する。 (槽類換気系排風機、冷凍機)	
				③ 換気	換気ができる設計であること。	・油内包設備が設置されている区域は、換気ができる設計としている。	・油内包設備が設置されている区域は、換気ができる設計としている。	・油内包設備が設置されている区域は、換気ができる設計としている。	・油内包設備が設置されている区域は、換気ができる設計としている。		
	不燃性材料又は難燃性材料の使用	安全機能を有する構築物、系統及び機器は、以下の各号に掲げるとおり、不燃性材料又は難燃性材料を使用した設計であること。ただし、当該構築物、系統及び機器の材料が、不燃性材料又は難燃性材料と同等以上の性能を有するもの(以下「代替材料」という。)である場合、もしくは、当該構築物、系統及び機器の機能を確保するために必要な代替材料の使用が技術上困難な場合であって、当	機器、配管、ダクト、トレイ、電線管、盤の筐体、及びこれらの支持構造物のうち、主要な構造物は不燃性材料を使用する	過電流による過熱防止	電気系統は、地絡、短絡等起因する過電流による過熱防止のため、保護継電器と遮断器の組合せ等により故障回路の早期遮断を行い、過熱、焼損の防止する設計であること。	・安全機能に係る設備は、可能な限り不燃性材料又は難燃性材料を使用している。	・安全機能に係る設備は、可能な限り不燃性材料又は難燃性材料を使用している。	・安全機能に係る設備は、可能な限り不燃性材料又は難燃性材料を使用している。	・安全機能に係る設備は、可能な限り不燃性材料又は難燃性材料を使用している。	・安全機能に係る設備は、可能な限り不燃性材料又は難燃性材料を使用している。	・安全機能に係る設備は、可能な限り不燃性材料又は難燃性材料を使用している。
				建屋内の変圧器及び遮断器	建屋内の変圧器及び遮断器は、絶縁油等の可燃性物質を内包していないものを使用すること。	・建屋内に設置する変圧器及び遮断器は絶縁油を内包しない乾式を使用する設計としている。	・建屋内に設置する変圧器及び遮断器は絶縁油を内包しない乾式を使用する設計としている。	・建屋内に設置する変圧器及び遮断器は絶縁油を内包しない乾式を使用する設計としている。	・建屋内に設置する変圧器及び遮断器は絶縁油を内包しない乾式を使用する設計としている。	・建屋内に設置する変圧器及び遮断器は絶縁油を内包しない乾式を使用する設計としている。	
				ケーブル	ケーブルは難燃ケーブルを使用すること。	・ケーブルは難燃ケーブルを使用している。	・ケーブルは難燃ケーブルを使用している。	・ケーブルは難燃ケーブルを使用している。			
				換気設備のフィルタ	換気設備のフィルタは、不燃性材料又は難燃性材料を使用すること。ただし、チャコールフィルタについては、この限りでない。	・換気設備のフィルタは、難燃性材料又は不燃性材料を使用する設計としている。	・換気設備のフィルタは、難燃性材料又は不燃性材料を使用する設計としている。	・換気設備のフィルタは、難燃性材料又は不燃性材料を使用する設計としている。	・換気設備のフィルタは、難燃性材料又は不燃性材料を使用する設計としている。		
				保温材	保温材は金属、ロックウール又はグラスウール等、不燃性のものを使用すること。	・保温材は、ロックウール、グラスウール、金属等の不燃性材料を使用する設計としている。	・保温材は、ロックウール、グラスウール、金属等の不燃性材料を使用する設計としている。	・保温材は、ロックウール、グラスウール、金属等の不燃性材料を使用する設計としている。	・保温材は、ロックウール、グラスウール、金属等の不燃性材料を使用する設計としている。		
				建屋内建材への不燃材	建屋内装材は、不燃性材料を使用すること。	・建物内装材は、建築基準法に基づく不燃性材料等を使用する設計としている。	・建物内装材は、建築基準法に基づく不燃性材料等を使用する設計としている。	・建物内装材は、建築基準法に基づく不燃性材料等を使用する設計としている。	・建物内装材は、建築基準法に基づく不燃性材料等を使用する設計としている。		
				落雷、地震等の自然現象	落雷(避雷針の設置)	(1) 落雷による火災の発生防止対策として、建屋等に避雷設備を設置すること。	・避雷針を設置している。	・避雷針を設置している。	・避雷針を設置している。	・避雷針を設置している。	・避雷針を設置している。
地震(地盤、倒壊防止)	(2) 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、十分な支持性能をもつ地盤に設置するとともに、自らが破壊又は倒壊することによる火災の発生を防止すること。	・安全機能を有する構築物、系統及び機器は、耐震重要度(S、B及びC)に応じた地震力が作用した場合においても支持することができる地盤に設置し、自らの破壊又は倒壊による火災及び爆発の発生を防止する設計としている。	・安全機能を有する構築物、系統及び機器は、耐震重要度(S、B及びC)に応じた地震力が作用した場合においても支持することができる地盤に設置し、自らの破壊又は倒壊による火災及び爆発の発生を防止する設計としている。	・安全機能を有する構築物、系統及び機器は、耐震重要度(S、B及びC)に応じた地震力が作用した場合においても支持することができる地盤に設置し、自らの破壊又は倒壊による火災及び爆発の発生を防止する設計としている。	・安全機能を有する構築物、系統及び機器は、耐震重要度(S、B及びC)に応じた地震力が作用した場合においても支持することができる地盤に設置し、自らの破壊又は倒壊による火災及び爆発の発生を防止する設計としている。						
火災の感知・消火	火災感知設備及び消火設備	火災感知設備及び消火設備は、以下の各号に掲げられるように、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する火災の影響を限定し、早期の火災感知及び消火を行える設計であること。	早期感知の方策	早期に火災を感知し、かつ、誤作動(火災でないにもかかわらず火災信号を発すること)を防止するための方策がとられていること。なお、感知の対象となる火災は、火災を形成できない状態で燃焼が進行する無炎火災を含む。 (早期に火災を感知するための方策) ・固有の信号を発する異なる感知方式の感知器等をそれぞれ設置することは、例えば、熱感知器と煙感知器のような感知方式が異なる感知器の組合せや熱感知器と同等の機能を有する赤外線カメラと煙感知器のような組合せとなっていること。 ・感知器の設置場所を1つずつ特定することにより火災の発生場所を特定することができる受信機が用いられていること。	・消防法に基づき、火災感知器を設置している。(煙感知器)	・東海再処理施設は、廃止措置段階にある施設であり、新たな再処理運転は行わない。また、既に施設内に煙感知器を設置しており、巡視点検を実施している。このような施設の状況を踏まえ、防護対象の設置された区画に新たな検知器を追加設置することは合理的ではないことから、既設の火災感知器を適切に運用していくとともに、火災につながる施設内の異常を早期に検知できるよう監視カメラの配備等の対策について検討するとともに、日常巡視点検の頻度を増加する等の対応を行う。	・消防法に基づき、火災感知器を設置している。(煙感知器)	・東海再処理施設は、廃止措置段階にある施設であり、新たな再処理運転は行わない。また、既に施設内に煙感知器を設置しており、巡視点検を実施している。このような施設の状況を踏まえ、防護対象の設置された区画に新たな検知器を追加設置することは合理的ではないことから、既設の火災感知器を適切に運用していくとともに、火災につながる施設内の異常を早期に検知できるよう監視カメラの配備等の対策について検討するとともに、日常巡視点検の頻度を増加する等の対応を行う。			
			配置	c. 消火栓は、全ての火災区域の消火活動に対処できるように配置すること。	・消火栓は、消防法に準拠し配置している。	・消火栓は、消防法に準拠し配置している。	・消火栓は、消防法に準拠し配置している。				
			移動式消火設備	d. 移動式消火設備を配備すること。 移動式消火設備については、実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則(昭和53年通商産業省令第77号)第83条第5号を踏まえて設置されていること。	・火災時の消火活動のため、移動式消火設備として、消防ポンプ付水槽車及び化学消防自動車を配備している。	・火災時の消火活動のため、移動式消火設備として、消防ポンプ付水槽車及び化学消防自動車を配備している。	・火災時の消火活動のため、移動式消火設備として、消防ポンプ付水槽車及び化学消防自動車を配備している。				
			系統分離	(2) 原子炉の高温停止及び低温停止に係る安全機能を有する構築物、系統及び機器は、その相互の系統分離及びこれらに関連する非安全系のケーブルとの系統分離を行うために、火災区画内又は隣接火災区画間の延焼を防止する設計であること。具体的には、火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルが次に掲げるいずれかの要件を満たしていること。 a. 互いに相連する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて、互いの系列間が3時間以上の耐火能力を有する隔壁等で分離されていること。 b. 互いに相連する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて、互いの系列間の水平距離が6m以上あり、かつ、火災感知設備及び自動消火設備が当該火災区画に設置されていること。この場合、水平距離間には仮置きするものを含め可燃性物質が存在しないこと。 c. 互いに相連する系列の火災防護対象機器及び火災防護対象ケーブルについて、互いの系列間が1時間の耐火能力を有する隔壁等で分離されており、かつ、火災感知設備及び自動消火設備が当該火災区画に設置されていること。 ※隔壁等の設計の妥当性が、火災耐久試験によって確認されていること。 ※系統分離をb.(6m 離隔+火災感知・自動消火)又はc.(1時間の耐火能力を有する隔壁等+火災感知・自動消火)に示す方法により行う場合には、各々の方法により得られる火災防護上の効果が、a.(3時間以上の耐火能力を有する隔壁等)に示す方法によって得られる効果と同等であることが示されていること。この場合において、中央制御室においては、自動消火に代えて、中央制御室の運転員による手動消火としても差し支えない。	・要求に示されている系統分離対策がなされていない箇所がある。 a. 3時間以上の耐火能力を有する隔壁等による分離 b. 水平距離6m以上の離隔距離の確保、火災感知設備及び自動消火設備の設置による分離 c. 1時間耐火隔壁による分離、火災感知設備及び自動消火設備の設置による分離	・高放射性廃液貯蔵場(HAW)の系統分離対策については、HAWのケーブルは1号系及び2号系が同一のケーブルラックに混在した状況であり、系統分離することが困難な状況であり、施設の受電設備から安全系負荷に至るまでの大部分の設備系統を対象に大規模な系統分離工事を要する。また、仮に対策工事を行うとした場合においても狭い環境で仮設盤を設置するなど電源系統の冗長性を確保しつつの作業となり、施設設備への影響を十分に考慮し、必要な保安を確保して慎重に工事を行う必要があることから、工事完了には時間を要する。このため、代替策として温度監視可能な監視カメラの追加設置等による火災の早期検知対策を行うとともに、損傷を受けた際の対応として予備ケーブルを配置することによる対応を行うことが合理的と考える。	・要求に示されている系統分離対策がなされていない箇所がある。 a. 3時間以上の耐火能力を有する隔壁等による分離 b. 水平距離6m以上の離隔距離の確保、火災感知設備及び自動消火設備の設置による分離 c. 1時間耐火隔壁による分離、火災感知設備及び自動消火設備の設置による分離	・ケーブルの系統分離対策として2系統間に間仕切りを設置し延焼防止を行う。 (動力ケーブル、制御室床下) ・油内包設備である槽類換気系排風機、冷凍機については、漏えい受皿を設置する。			
火災の影響軽減	隣接区域/区画における火災への対応	安全機能を有する構築物、系統及び機器の重要度に応じ、それらを設置する火災区域又は火災区画内の火災及び隣接する火災区域又は火災区画における火災による影響に対し、以下の各号に掲げる火災の影響軽減のための対策を講じた設計であること。	系統分離	a. 3時間以上の耐火能力を有する隔壁等による分離 b. 水平距離6m以上の離隔距離の確保、火災感知設備及び自動消火設備の設置による分離 c. 1時間耐火隔壁による分離、火災感知設備及び自動消火設備の設置による分離	・要求に示されている系統分離対策がなされていない箇所がある。 a. 3時間以上の耐火能力を有する隔壁等による分離 b. 水平距離6m以上の離隔距離の確保、火災感知設備及び自動消火設備の設置による分離 c. 1時間耐火隔壁による分離、火災感知設備及び自動消火設備の設置による分離	・高放射性廃液貯蔵場(HAW)の系統分離対策については、HAWのケーブルは1号系及び2号系が同一のケーブルラックに混在した状況であり、系統分離することが困難な状況であり、施設の受電設備から安全系負荷に至るまでの大部分の設備系統を対象に大規模な系統分離工事を要する。また、仮に対策工事を行うとした場合においても狭い環境で仮設盤を設置するなど電源系統の冗長性を確保しつつの作業となり、施設設備への影響を十分に考慮し、必要な保安を確保して慎重に工事を行う必要があることから、工事完了には時間を要する。このため、代替策として温度監視可能な監視カメラの追加設置等による火災の早期検知対策を行うとともに、損傷を受けた際の対応として予備ケーブルを配置することによる対応を行うことが合理的と考える。	・要求に示されている系統分離対策がなされていない箇所がある。 a. 3時間以上の耐火能力を有する隔壁等による分離 b. 水平距離6m以上の離隔距離の確保、火災感知設備及び自動消火設備の設置による分離 c. 1時間耐火隔壁による分離、火災感知設備及び自動消火設備の設置による分離	・ケーブルの系統分離対策として2系統間に間仕切りを設置し延焼防止を行う。 (動力ケーブル、制御室床下) ・油内包設備である槽類換気系排風機、冷凍機については、漏えい受皿を設置する。			
									火災影響評価	原子炉施設内のいかなる火災によっても、安全保護系及び原子炉停止系の作動が要求される場合には、火災による影響を考慮しても、多重化されたそれぞれの系統が同時に機能を失うことなく、原子炉を高温停止及び低温停止できる設計であること。 また、原子炉の高温停止及び低温停止が達成できることを、火災影響評価により確認すること。 (火災影響評価の具体的な手法は「原子炉発電所の内部火災影響評価ガイド」による。) ※(参考) 「高温停止及び低温停止できる」とは、想定される火災の原子炉への影響を考慮して、高温停止状態及び低温停止状態の達成、維持に必要な系統及び機器がその機能を果たすことができることという。	・内部火災影響評価ガイドに基づき、安全機能に影響を及ぼす可能性のある火災源を現場調査で抽出し、その影響を評価している。 火災影響がある設備は以下の通り。 ・ケーブル ・盤(動力分電盤、高圧受電盤、低圧配電盤、冷却制御盤)





























ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術課開発棟建屋

火災を想定する区画		現場調査結果											
番号	名称	潤滑油		電動機	電気盤		ケーブル		有機溶媒		その他		
A311	排気機械室												
		排風機K50	排風機K51			VFK15	VFV2	緊急安全対策用機材 (予備ケーブル)	緊急安全対策用機材 (予備ケーブル)		仮置資機材(ワイヤー)	緊急安全対策資機材	
													
		排風機K52	排風機K54			VFV1	エアスニファブロウ制御盤					緊急安全対策資機材	緊急安全対策資機材
													
		排風機K55	排風機K56/57			LP03.2	移動式電源車用切替盤 (CS-13)					緊急安全対策資機材	資機材棚
													
		排風機K58	排風機K59									資機材棚	
													
エアスニファブロウKSn1/2	K93/94												
-	屋上												
		G07AC0304用パッケージ空調機室外機	G07AC05/06/07/08/09用パッケージ空調機室外機	ケーブル接続盤①	移動式電源車用切替盤 (CS-11)	ケーブル	緊急安全対策資機材(ケーブル)						
													
		G83P52/53ポンプ	G83P12/22ポンプ	移動式電源車用切替盤 (CS-12)	ヒータ凍結防止制御盤								
													
				LP83.1/83.3/83.5									



























ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術課開発棟建屋

火災を想定する区画		現場調査結果															
番号	名称	潤滑油	電動機	電気盤	ケーブル	有機溶媒	その他	潤滑油	電動機	電気盤	ケーブル	有機溶媒	その他				
A018																	
				低圧気中遮断機試験室	MP51.207	VFP1重要系動力分電盤	LP51.118/22.8						窒素ポンペ	液化酸素	仮置資機材	仮置資機材(溶接機備品)	
																	
				マニプレータ(G51M130/131)	G71P018ポンプ	LP22.3	LP22.3-1									仮置資機材(ハル缶)	仮置資機材(固化体容器)、廃棄物
																	
				コンプレッサG76M508	レーザ発信器	LP22.7	溶接電源(G22M3093)									仮置資機材(残留ガラス除去機材)	仮置資機材(廃棄物)
																	
						LP21.3(流下ノズル加熱装置電源盤)/21.4(流下ノズル加熱装置整合盤)	LP51.402									資機材棚(防火布等)	仮置資機材(ヨウ素吸着剤エレメント)
																	
						VFK2	VFL1-2									資機材棚(排風機予備品)	資機材棚(槽類換気系保持機材)
																	
						CTP81-02	工専用電源盤									資機材棚	
																	
						LP51.162-1	LP51.403/404										
																	
						LP76.1	移動式電源車用切替盤(GS-3)										
																	
				LP51.120-9													








ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術課開発棟建屋

火災を想定する区画		現場調査結果												
番号	名称	潤滑油		電動機		電気盤		ケーブル		有機溶媒		その他		
A012														
				G43K35	G43K36	移動式電源車用切替盤 (CS-1)	VFK4							
														
				加熱器 (G41H84)	加熱器 (G41H85)									
														
				加熱器 (G41H81)	加熱器 (G41H80)									
A011														
		排風機G41K91/92	排風機G41K90			移動式電源車用切替盤 (CS-2)	移動式電源車用切替盤 (CS-4/5)							
														
		排風機G41K60/61	排風機G41K50											
														
排風機G41K51														
A022														
				G83P62ポンプ	G83P63ポンプ	LP83.4	LP84.3					G83H60冷却器	ラック	
														
				G84P32/P42ポンプ	G83P32/P42ポンプ	移動式電源車用切替盤 (CS-6)	LP83.2						G83H30/H40冷却器	G84H30/H40冷却器
														
						VFK5								

ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術課開発棟建屋

火災を想定する区画		現場調査結果												
番号	名称	潤滑油		電動機		電気盤		ケーブル		有機溶媒		その他		
A211														
						VFK4		緊急安全対策資機材(予備ケーブル)					仮置資機材(フィルタ、備品)	仮置資機材(フィルタ、備品)
														
													仮置資機材(フィルタ、備品)	仮置資機材(フィルタ、備品)
														
													仮置資機材(フィルタ、備品)	
A221														
						動力分電盤	移動式電源車用切替盤(CS-7/CS-15)	ケーブル					仮置資機材	仮置資機材
														
						電動式解操作盤LP51.768-1	動力分電盤						緊急安全対策資機材	資機材棚(クレーン資機材)
														
													資機材棚(搬送セル特作資材)	資機材棚(搬送セル特作資材)
														
						No.2直流電源装置KR3	再処理電源集中管理システム 取合い中継端子箱1	ケーブル					資機材棚	
														
						三相1250kVA変圧器/コンデンサ盤	照明主分電盤VFL1							
														
						2号系低圧動力配電盤	2号系高圧動力受電盤							

ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術課開発棟建屋

火災を想定する区画		現場調査結果											
番号	名称	潤滑油		電動機		電気盤		ケーブル		有機溶媒		その他	
W260													
						負荷制限盤	RS-1						
													
						1号系低圧動力配電盤	1号系高圧動力受電盤						
													
						三相1250kVA変圧器盤/コンデンサ盤	No.1直流電源装置KR2						
													
						入出力装置盤-15							

TRP の廃止措置を進めていく上での溢水に対する防護について

【概要】

- 高放射性廃液貯蔵場(HAW)と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、溢水に対して、重要な安全機能(閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能)が損なわれないように講ずる「安全対策の基本的考え方」を示す。
- 上記の考え方により防護対象とする設備を整理したうえで、溢水に対して重要な安全機能が損なわれることのないよう被水影響、没水影響、蒸気影響に係る評価を実施する。その評価結果を踏まえて必要な溢水防護対策を提示する。
- 以上の内容を取りまとめた上で、令和2年7月に廃止措置計画の変更申請を予定。また、対策工事に係る変更申請を令和3年4月に予定している。

令和2年7月9日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

再処理施設の廃止措置を進めていく上での溢水防護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おり、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、これに付随して廃止措置全体の長期間ではないものの分離精製工場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、その重要性を踏まえて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、施設内での溢水（以下「内部溢水」という。）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。

- ① 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各建家に設置されている安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）を担う施設^{※1}は、内部溢水の影響から防護する。
- ② 内部溢水の影響として、配管等の想定破損、地震による破損に伴う被水影響、没水影響、蒸気影響及び消火活動に伴う溢水影響を考慮する。
- ③ 溢水源については、現場調査による配管ルート等の確認、開口部貫通部等の確認及び配管等の応力評価により溢水源となるおそれのあるものを抽出し、設計上考慮すべき溢水量を設定する。
- ④ 安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）が損なわれることを防止するため、該当する配管の耐震補強により発生応力を低減し溢水源から除外する対策のほか、以下の対策を講じる。
 - ・被水影響により機能喪失に至るおそれのあるものは、被水防止板、被水防止シートの設置、もしくは耐候仕様とする等の対策を行う。また、電気盤等の電気設備の消火には水を用いない手段で消火活動を行う。
 - ・没水影響により機能喪失に至るおそれのあるものは、堰を設置する等の対策を実施する。
 - ・蒸気影響等、建家外からの供給が継続することでの溢水影響により機能喪失に至るおそれがあるものは、供給停止操作を行うよう対策する。また、必要に応じて供給停止操作に必要な手動弁、遮断弁を設置する。

- ⑤ 一方、安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）を担う施設のうち、溢水影響に耐えるように対策することが困難又は合理的でない場合においては、代替策としての有効性を確認した上で事故対処設備^{※2}等により閉じ込め及び崩壊熱除去に必要な安全機能が維持できるようにする。
- ⑥ 事故対処設備については、安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）を担う施設と同時に溢水影響により機能喪失に至るおそれがないよう位置的分散を図るとともに、没水等の影響に対して溢水水位を考慮した位置に配置するよう対策を行う。

上記を踏まえ、高放射性廃液貯蔵場（HAW）及びガラス固化技術開発施設（TVF）の溢水防護対策に係る廃止措置変更認可申請を令和3年4月に行う。

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じることとする。

※1 内部溢水に対して安全機能を維持すべき対象設備は、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および閉じ込め機能を担う設備とする。

なお、安全機能（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能）を担う施設のうち、溢水影響により安全機能が損なわれない設備（容器、熱交換器、配管、ダクト、フィルタ等）は溢水影響評価対象から除外する。また、屋上に設置する屋外設備は対候性を有することから溢水影響評価対象から除外する。なお、非常用発電機については、建家の耐震性が担保できないことに伴う機器及び配管の様々な破損が想定され、基準の要求を合理的に満足することが困難であることから評価対象から除外する。

※2 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」に示した事故対処設備。

HAW施設に係る溢水対策の整理表


























溢水影響評価に係る要求事項	溢水影響に対する施設の現状	溢水による施設への影響	基本的考え方における対策の内容					
			没水影響		被水影響		蒸気影響	
			溢水源に対する対策	防護対象機器に係る対策	溢水源に対する対策	防護対象機器に係る対策	溢水源に対する対策	防護対象機器に係る対策
<p>想定破損による溢水 (没水) ・没水高さが機能喪失高さを上回らないこと。 ・多重性を有する設備が同時に機能喪失しないこと。</p> <p>(被水) ・防滴機能を有すること ・多重性を有する設備が同時に機能喪失しないこと。</p> <p>(蒸気) ・耐蒸気性を有する仕様であること。 ・多重性を有する設備が同時に機能喪失しないこと。</p>	<p>【没水】 ・一次冷却水ポンプは、同時に機能喪失しない。</p>	<p>【没水】 ・一次系予備送水ポンプ及び電気盤等は、想定破損による没水により機能喪失のおそれがある。</p>	<p>(配管破損) ・破損を想定する配管について、応力評価を実施する。 その結果より必要に応じ、補強工事等の実施により発生応力を低減し、溢水源から除外することにより溢水量を低減する。 ・建家外からの供給に対しては、供給停止操作を行う。</p>	<p>必要に応じて、電気盤等への堰の設置について検討する。</p>	-	<p>(ポンプ、電動機については防滴仕様であることから、被水影響なし。)</p>	<p>(電動機) ・破損を想定する配管について、応力評価を実施する。 その結果より必要に応じ、補強工事等の実施により発生応力を低減し、溢水源から除外することにより蒸気影響が発生しない設計とする。 (緊急電源接続盤) ・当該配管(空調、温水の用途)の必要性について整理し、溢水源から除外する。 ・建家外からの供給に対しては、供給停止操作を行う。</p>	
	<p>【被水】 ・一次冷却水ポンプは、各々が別区画に設置されている。 ・一次冷却水ポンプ及び排風機の電動機は防滴仕様である。 ・電気盤がある電気室には被水影響を及ぼす溢水源はない。 ・緊急電源接続盤には、被水防止板を設置している。</p>	<p>【被水】 なし</p>						
	<p>【蒸気】 ・一次冷却水ポンプの設置区域には蒸気源なし。 ・電気盤がある電気室には被水影響を及ぼす溢水源はない。</p>	<p>【蒸気】 ・槽類換気系排風機およびセル換気系排風機の電動機は、蒸気配管の破損を想定した場合に機能喪失のおそれがある。 【蒸気】 緊急電源接続盤は、蒸気配管の破損を想定した場合に機能喪失のおそれがある。</p>						
<p>地震起因による溢水 (没水) ・没水高さが機能喪失高さを上回らないこと。 ・多重性を有する設備が同時に機能喪失しないこと。</p> <p>(被水) ・防滴機能を有すること ・多重性を有する設備が同時に機能喪失しないこと。</p> <p>(蒸気) ・耐蒸気性を有する仕様であること。 ・多重性を有する設備が同時に機能喪失しないこと。</p>	<p>【没水】 ・一次冷却水ポンプは、同時に機能喪失しない。</p>	<p>【没水】 隣接区域からの溢水により、電気盤等の機能喪失のおそれがある。</p>	<p>・BCクラス配管であることから破損を想定している配管について、応力評価を実施する。 その結果より必要に応じ、補強工事等の実施により耐震性を有する設計とし、溢水源から除外する。</p>	<p>必要に応じて、電気盤等への堰の設置について検討する。</p>	-	<p>(ポンプ、電動機については防滴仕様であることから、被水影響なし。)</p>	<p>(電動機) ・BCクラス配管であることから破損を想定している蒸気配管について、応力評価を実施する。 その結果より必要に応じ、補強工事等の実施により耐震性を有する設計とし、溢水源から除外する。 (緊急電源接続盤) ・当該配管(空調、温水の用途)の必要性について整理し、溢水源から除外する。 ・建家外からの供給に対しては、供給停止操作を行う。</p>	
	<p>【被水】 ・一次冷却水ポンプは、各々が別区画に設置されている。 ・ポンプおよび排風機の電動機は防滴仕様である。 ・電気盤がある電気室には被水影響を及ぼす溢水源はない。 ・緊急電源接続盤には、被水防止板を設置している。</p>	<p>【被水】 なし</p>						
	<p>【蒸気】 ・一次冷却水ポンプの設置区域には蒸気源なし。 ・電気盤がある電気室には被水影響を及ぼす溢水源はない。</p>	<p>【蒸気】 ・槽類換気系排風機およびセル換気系排風機の電動機は、地震による蒸気配管の損傷を想定した場合に機能喪失のおそれがある。 ・緊急電源接続盤は、地震による蒸気配管の損傷を想定した場合に機能喪失のおそれがある。</p>						
<p>消火水等の放水による溢水 (没水) ・没水高さが機能喪失高さを上回らないこと。 ・多重性を有する設備が同時に機能喪失しないこと。</p> <p>(被水) ・防滴機能を有すること ・多重性を有する設備が同時に機能喪失しないこと。</p>	<p>【没水】 ・一次冷却水ポンプは、同時に機能喪失しない。</p>	<p>【没水】 ・一次系予備送水ポンプ及び電気盤等は、消火活動による没水により機能喪失のおそれがある。</p>	<p>・電気盤等の電気設備の消火には水を用いない手段で消火活動を行う。 ・消火活動時には、不要な放水を行わず、扉開放により隣接区域に消火水が極力滞留しないよう、対策する。</p>	-	-	-	-	
	<p>【被水】 ・一次冷却水ポンプは、各々が別区画に設置されている。 ・ポンプおよび排風機の電動機は防滴仕様である。 ・電気盤がある電気室には被水影響を及ぼす溢水源はない。 ・緊急電源接続盤には、被水防止板を設置している。</p>	<p>【被水】 なし</p>						

TVFIに係る溢水対策の整理表

溢水影響評価に係る要求事項	溢水影響に対する施設の現状	溢水による施設への影響	基本的考え方における対策の内容											
			没水影響		被水影響		蒸気影響							
			溢水源に対する対策	防護対象機器に係る対策	溢水源に対する対策	防護対象機器に係る対策	溢水源に対する対策	防護対象機器に係る対策						
<p>想定破損による溢水 (没水) ・没水高さが機能喪失高さを上回らないこと。 ・多重性を有する設備が同時に機能喪失しないこと。</p> <p>(被水) ・防滴機能を有すること ・多重性を有する設備が同時に機能喪失しないこと。</p> <p>(蒸気) ・耐蒸気性を有する仕様であること。 ・多重性を有する設備が同時に機能喪失しないこと。</p>	<p>【没水】 ・一次冷却水ポンプは、機能喪失しない。 ・閉じ込めに係る排風機は、機能喪失しない。</p> <p>【被水】 ・一次冷却水ポンプ及び排風機の電動機は防滴仕様である。 ・電気盤がある電気室には被水影響を及ぼす溢水源はない。</p> <p>【蒸気】 ・槽類換気系及び建家換気系排風機の設置区域には蒸気源なし。 ・電気盤がある電気室には蒸気影響を及ぼす蒸気源なし。</p>	<p>【没水】 電気盤、監視盤は、想定破損による没水により機能喪失のおそれがある。</p> <p>【被水】 ・動力分電盤は、消火水配管の想定破損による被水により機能喪失のおそれがある。</p> <p>【蒸気】 ・一次冷却水ポンプ、圧力放出系排風機、プロセス系動力分電盤は、蒸気配管の破損を想定した場合に機能喪失のおそれがある。</p> <p>【蒸気】 制御室は、隣接区域での蒸気配管の破損を想定した場合に、蒸気流入のおそれがある。</p>	<p>(配管破損) ・破損を想定する配管について、応力評価を実施する。 その結果より必要に応じ、補強工事等の実施により発生応力を低減し、溢水源から除外することにより溢水量を低減する。</p> <p>・建家外からの供給に対しては、供給停止操作を行う。</p>		<p>必要に応じて、電気盤等への堰の設置について検討する。</p>		<p>・破損を想定する配管について、応力評価を実施する。 その結果より必要に応じ、補強工事等の実施により発生応力を低減し、溢水源から除外する。</p>		<p>必要に応じて、被水防止板の設置について検討する。</p>		<p>・破損を想定する配管について、応力評価を実施する。 その結果より必要に応じ、補強工事等の実施により発生応力を低減し、溢水源から除外することにより蒸気影響が発生しない設計とする。</p> <p>・建家外からの供給に対しては、供給停止操作を行う。</p>		-	
<p>地震起因による溢水 (没水) ・没水高さが機能喪失高さを上回らないこと。 ・多重性を有する設備が同時に機能喪失しないこと。</p> <p>(被水) ・防滴機能を有すること ・多重性を有する設備が同時に機能喪失しないこと。</p> <p>(蒸気) ・耐蒸気性を有する仕様であること。 ・多重性を有する設備が同時に機能喪失しないこと。</p>	<p>【没水】 ・一次冷却水ポンプは、機能喪失しない。 ・閉じ込めに係る排風機は、機能喪失しない。</p> <p>【被水】 ・ポンプおよび排風機の電動機は防滴仕様である。 ・電気盤がある電気室には被水影響を及ぼす溢水源はない。</p> <p>【蒸気】 ・槽類換気系及び建家換気系排風機の設置区域には蒸気源なし。 ・電気盤がある電気室には蒸気影響を及ぼす蒸気源なし。</p>	<p>【没水】 隣接区域からの溢水により、電気盤等の機能喪失のおそれがある。</p> <p>【被水】 ・プロセス系動力分電盤は、消火水配管の地震起因の破損による被水により機能喪失のおそれがある。</p> <p>【蒸気】 ・一次冷却水ポンプ、圧力放出系排風機、プロセス系動力分電盤は、蒸気配管の地震による破損を想定した場合に機能喪失のおそれがある。</p>	<p>・BCクラス配管であることから破損を想定している配管について、応力評価を実施する。 その結果より必要に応じ、補強工事等の実施により耐震性を有する設計とし、溢水源から除外する。</p>		<p>必要に応じて、電気盤等への堰の設置について検討する。</p>		<p>・破損を想定する配管について、応力評価を実施する。 その結果より必要に応じ、補強工事等の実施により発生応力を低減し、溢水源から除外する。</p>		<p>必要に応じて、被水防止板の設置について検討する。</p>		<p>・BCクラス配管であることから破損を想定している蒸気配管について、応力評価を実施する。 その結果より必要に応じ、補強工事等の実施により耐震性を有する設計とし、溢水源から除外する。</p> <p>・建家外からの供給に対しては、供給停止操作を行う。</p>		-	
<p>消火水等の放水による溢水 (没水) ・没水高さが機能喪失高さを上回らないこと。 ・多重性を有する設備が同時に機能喪失しないこと。</p> <p>(被水) ・防滴機能を有すること ・多重性を有する設備が同時に機能喪失しないこと。</p>	<p>【没水】 ・一次冷却水ポンプは、同時に機能喪失しない。 ・閉じ込めに係る排風機は、機能喪失しない。 ・電気盤、動力分電盤は、機能喪失しない。</p> <p>【被水】 ・ポンプおよび排風機の電動機は防滴仕様である。 ・電気盤がある電気室には被水影響を及ぼす溢水源はない。 ・電気盤は、各系統が別区画に設置されている。</p>	<p>【没水】 なし</p> <p>【被水】 ・緊急電源接続盤は、当該エリアでの消火活動に伴う被水により、機能喪失のおそれがある。</p>	-		-		<p>・電気盤等の電気設備の消火には水を用いない手段で消火活動を行う。</p>		<p>・緊急電源接続盤は、被水防護シートで養生する。</p>					















HAW施設の溢水影響評価に係る溢水源の整理表

別添-1

安全機能	系統	溢水防護対象機器	設置場所	配管			容器、機器	その他
崩壊熱除去	冷却水系	1次冷却水ポンプ (272P3161) 	G341					
				一次冷却水 (Cwa)	二次冷却水 (Cwa)	純水 (Dwa)	サージポット	熱交換器
		1次冷却水ポンプ (272P3162) 	G342					
				一次冷却水 (Cwa)	二次冷却水 (Cwa)	純水 (Dwa)	サージポット	熱交換器
		1次冷却水ポンプ (272P3261) 	G343					
				一次冷却水 (Cwa)	二次冷却水 (Cwa)	純水 (Dwa)	サージポット	熱交換器
		1次冷却水ポンプ (272P3262) 	G344					
				一次冷却水 (Cwa)	二次冷却水 (Cwa)	純水 (Dwa)	サージポット	熱交換器
		1次冷却水ポンプ (272P3361) 	G345					
				一次冷却水 (Cwa)	二次冷却水 (Cwa)	純水 (Dwa)	サージポット	熱交換器
								
			凝縮水 (空調)					

崩壊熱除去 冷却水系	1次冷却水ポンプ (272P3362)	G346					
			一次冷却水 (Cwa)	二次冷却水 (Cwa)	純水 (Dwa)	サージポット	熱交換器
	1次冷却水ポンプ (272P3461)	G347					
			一次冷却水 (Cwa)	二次冷却水 (Cwa)	純水 (Dwa)	サージポット	熱交換器
	1次冷却水ポンプ (272P3462)	G348					
			一次冷却水 (Cwa)	二次冷却水 (Cwa)	純水 (Dwa)	サージポット	熱交換器
	1次冷却水ポンプ (272P3561)	G349					
			一次冷却水 (Cwa)	二次冷却水 (Cwa)	純水 (Dwa)	サージポット	熱交換器
1次冷却水ポンプ (272P3562)	G350						
		一次冷却水 (Cwa)	二次冷却水 (Cwa)	純水 (Dwa)	サージポット	熱交換器	
1次冷却水ポンプ (272P3661)	G351						
		一次冷却水 (Cwa)	二次冷却水 (Cwa)	純水 (Dwa)	サージポット	熱交換器	
1次冷却水ポンプ (272P3662)	G352						
		一次冷却水 (Cwa)	二次冷却水 (Cwa)	純水 (Dwa)	サージポット	熱交換器	

崩壊熱除去	冷却水系	1次冷却水予備ポンプ (272P3061) 	G353					
		1次冷却水予備ポンプ (272P3062) 	G353					
閉じ込め	槽類換気系	槽類換気系排風機 (272K463) 	A421					
				冷水(空調)	冷水(ユーティリティ)	蒸気(S)		
								
	純水(Dwa)	試薬(HNO3, NaOH)						
	槽類換気系排風機 (272K464) 	A421	同上					
セル換気系	セル換気系	セル換気系排風機 (272K103) 	A422					
		セル換気系排風機 (272K104) 	A422	同上				

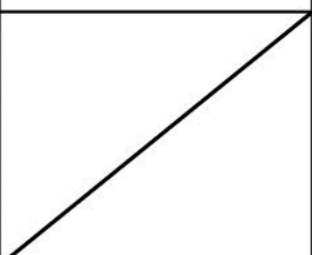
電気設備	電源系	高圧受電盤 (第6変電所) 	W461	なし				
		低圧配電盤 (第6変電所) 	W461	なし				
		動力 分電盤 	G355	なし				
	電気・計装	主制御盤 	G441	なし				
事故対処設備	電源系	緊急電源接続盤 	G449					/
				二次冷却水 (Cwa)	蒸気 (S)	飲料水	消火栓	
								
				消火水	凝縮水	冷水 (空調)		
								
				純水 (Dwa)	試薬 (HNO ₃ , NaOH)			

TVFの溢水影響評価に係る溢水源の整理表



別添-2

安全機能	系統	溢水防護対象機器	設置場所	配管			容器、機器	その他
崩壊熱除去	冷却水系	1次冷却水ポンプ (G83P32、P42)  G83P32 G83P42	A022	 冷却水 (Cwa)	 蒸気 (S)	 冷水	 熱交換器	 消火栓
				 純水 (Dwa)				
閉じ込め	槽類換気系	槽類換気系排風機 (溶融炉換気系) (G41K50) 	A011	 冷却水 (Cwa)	 純水 (Dwa)			
		槽類換気系排風機 (溶融炉換気系) (G41K51) 	A011	 冷却水 (Cwa)	 純水 (Dwa)			
		槽類換気系排風機 (貯槽換気系) (G41K60) 	A011	 冷却水 (Cwa)	 純水 (Dwa)			
		槽類換気系排風機 (貯槽換気系) (G41K61) 	A011	 冷却水 (Cwa)	 純水 (Dwa)			

閉じ込め	槽類換気系	槽類換気系排風機 (工程換気系) (G41K90)	A011					
		槽類換気系排風機 (工程換気系) (G41K91)	A011					
		槽類換気系排風機 (工程換気系) (G41K92)	A011					
	圧力放出系	圧力放出系排風機 (G43K35、K36)	G43K35	A012				
			G43K36					
	セル換気系	セル換気系排風機 (保管セル系)	G07K50	A311				
			G07K51	A311				

閉じ込め	セル換気系	セル換気系排風機 (保管セル系) (G07K52)		A311					
					純水(Dwa)	消火水		消火栓	
		セル換気系排風機 (直接セル系) (G07K54)		A311					
					純水(Dwa)	消火水		消火栓	
		セル換気系排風機 (直接セル系) (G07K55)		A311					
					純水(Dwa)	消火水		消火栓	
		セル換気系排風機 (分析セルGB系) (G07K56)		A311					
					純水(Dwa)	消火水		消火栓	
		セル換気系排風機 (分析セルGB系) (G07K57)		A311					
					純水(Dwa)	消火水		消火栓	
		セル換気系排風機 (フード系) (G07K58)		A311					
					純水(Dwa)	消火水		消火栓	
		セル換気系排風機 (フード系) (G07K59)		A311					
					純水(Dwa)	消火水		消火栓	

電気設備	電源系	1号系高圧受電盤 (第11変電所)		W260	なし				
		1号系低圧配電盤 (第11変電所)		W260	なし				
		2号系高圧受電盤 (第11変電所)		W261	なし				
		2号系低圧配電盤 (第11変電所)		W261	なし				
		動力分電盤 (建家換気系)		A311					
		動力分電盤 (プロセス系)		A018					

電気設備	電気・計装	工程監視盤 	G240	なし
事故対処設備	電源系	緊急電源接続盤 	A221	なし

TRP の廃止措置を進めていく上での制御室の安全対策について

【概要】

- 高放射性廃液貯蔵場(HAW)と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、事故時に運転員がとどまることができるように講ずる「制御室の基本的考え方」を示す。
- 上記の考え方により、事故等が発生した場合において事故対応が確実に行えるよう必要な対策を提示する。
- 以上の内容を取りまとめた上で、令和2年7月に廃止措置計画の変更申請を予定。また、対策工事に係る変更申請を令和2年10月に予定している。

令和2年7月9日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

再処理施設の廃止措置を進めていく上での制御室の安全対策に係る基本的考え方

廃止措置段階にある核燃料サイクル工学研究所 再処理施設においては、リスクが特定の施設に集中しており、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、これに付随して廃止措置全体の長期間ではないものの分離精製工場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、その重要性を踏まえて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、制御室について想定される事象を踏まえて必要な安全機能を整理し、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方針で対策を講じる（別紙1）。

- ① TVF については、TVF 制御室に運転員が常駐して運転状況の監視を行っている。HAW については、廃液の貯蔵を行っている施設であり運転員が常駐せずに巡視して監視を行っており、通常時は、MP 制御室にて常駐する運転員が HAW の警報等の監視を行っている。なお、MP 制御室が、竜巻等の自然災害の影響により使用できない場合を想定し、TVF 制御室において HAW のパラメータ等を監視できるように対策を検討する。また、HAW の事故対応時においては、MP 又は外部から事故対応要員が駆けつけることから、事故対応要員が施設内にアクセスできるように防護具を配備する。
- ② 制御室には設備の運転状態を表示する装置、工程の異常を表示する警報装置等の設置が要求されている。これに対して、TVF の制御室には工程監視盤等が設置されており、設備の運転状態を監視できる。HAW の制御室には、主制御盤が設置されている。
- ③ 制御室において安全機能のパラメータを監視することが要求されている。これに対して、TVF の制御室にはパラメータを監視するための工程監視盤等が設置されている。HAW は、廃液の貯蔵を行っている施設であり運転員が常駐せずに、適宜、巡視して監視を行っている。
- ④ 制御室には、運転員が外部の状況を把握するための設備を設置することが要求されている。これに対して、TVF では、外部の情報を把握するための監視カメラ、電話、パソコン等を配備する。HAW については、巡視して監視を行う運転員が滞在する他施設に外部の情報を把握するための監視カメラ、電話、パソコン等を配備する。
- ⑤ 制御室は、遮蔽のための設備、気体状の放射性物質及び制御室外の火災又は爆発により

発生する有毒ガスに対し換気設備を隔離するための設備その他の従事者を適切に防護するための設備が要求されている。これに対して、TVFは、外気と連絡口を遮断することで運転員を有毒ガスから防護するための設備を設ける（別紙2）。HAWは、事象発生後に有毒ガスの影響がある中で運転員が現場にアクセスできるよう、呼吸用ボンベ付き防護マスク等の防護具を配備する。

- ⑥ 重大事故等が発生した場合において、制御室に運転員がとどまることが要求されている。これに対して、TVFは、事故時の制御室の環境（酸素、二酸化炭素）について評価を行った上で、制御室の居住性を確保するための設備として可搬型の換気設備、可搬型酸素濃度計、可搬型二酸化炭素濃度計等を配備する。

HAWは運転員が常駐しておらず、事故時には外部から事故対応要員が駆けつけることから、事故対応要員が施設内にアクセスできるように呼吸用ボンベ付き防護マスク等の防護具を施設外に配備する。

- ⑦ 重大事故等が発生した場合において、施設内外と通信連絡を行うための設備の設置が要求されている。HAW及びTVFでは、運転員が施設内外と連絡をとるための可搬型の通信連絡設備（衛星電話、簡易無線機、トランシーバ）を配備する。

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じることとする。

項目	HAW	TVF
①制御室	—	・HAWのパラメータをTVF制御室で監視できるように、工程制御盤及び伝送系の改造を行う。
②監視設備の設置	・主制御盤を設置している。	・工程監視盤等を設置している。
③パラメータ監視	・通常時はMP制御室に常駐する運転員が巡視して行う。 ・竜巻等の自然災害の影響により、MP制御室が使用できない場合を想定し、TVF制御室でパラメータを監視できるようにする。	・TVF制御室の運転員が行う。
④外部の状況把握	・巡視する運転員が滞在する他施設に監視カメラ、電話等を配備する。	・監視カメラ、電話、パソコン等を配備する。
⑤居住性	・運転員が常駐していないことから、換気設備は設けないが、MP又は外部から運転員が現場にアクセスできるよう、呼吸用ボンベ付き防護マスク等を配備する。	・外気を遮断し制御室を隔離する。
⑥事故対応	・事故発生時に、事故対応要員が現場に駆け付けるように呼吸用ボンベ付き防護マスク等を配備する。	・事故時に制御室にとどまるための可搬型の換気設備(可搬型ブロワ、HEPAフィルタ、チャコールフィルタ)、可搬型酸素濃度計、可搬型二酸化炭素濃度計を配備する。
⑦通信連絡設備	・可搬型の通信連絡設備(衛星電話、簡易無線機、トランシーバ)を配備する。	・可搬型の通信連絡設備(衛星電話、簡易無線機、トランシーバ)を配備する。

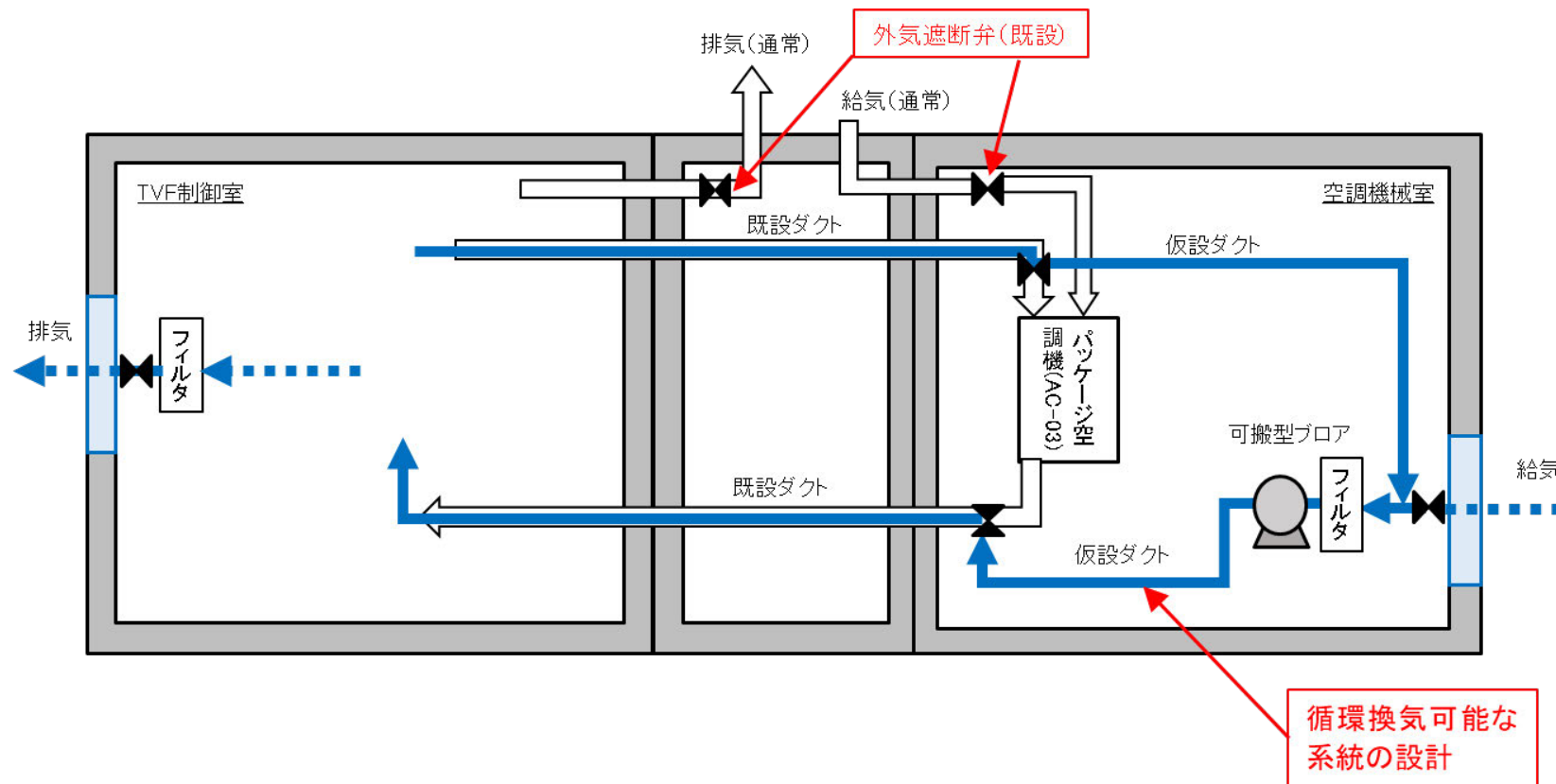


図 TVF 制御室の居住性に係る対策のイメージ

制御室に対するHAW/TVF実施対策と規則の比較

		再処理施設の性能に係る技術基準に関する規則		TVFの対策		HAWの対策		MPの対策	
				現状	実施対策 (朱書きはHAW監視のための対策)	現状	実施対策	現状	実施対策
1	制御室の設置	第二十四条	再処理施設には、制御室が設けられていなければならない。	TVFには制御室が設置され、運転員による運転操作、運転状況の監視が行われている。	—	HAWには制御室が設置され、運転員による運転操作、運転状況の監視が行われている。	—	・MPIには制御室が設置され、運転員による運転操作、運転状況の監視が行われている。 ・壁厚が薄く、制御室が広いいため防護対象範囲が大きい ため、竜巻防護対策がとりがたい。	—
2	監視設備の設置		2 制御室は、当該制御室において制御する工程の設備の運転状態を表示する装置、当該工程の安全性を確保するための設備を操作する装置、当該工程の異常を表示する警報装置その他の当該工程の安全性を確保するための主要な装置を集中し、かつ、誤操作することなく適切に運転操作することができるように設置されていなければならない。	TVFの制御室には工程監視盤等が設置され、運転員が運転状況を把握しながら運転操作を行っている。	—	HAWの制御室には主制御盤等が設置され、運転員が運転状況を把握しながら運転操作を行っている。	—	MPの制御室には主制御盤等が設置され、運転員が運転状況を把握しながら運転操作を行っている。	—
3	外部状況の把握		3 制御室には、再処理施設の外部の状況を把握するための装置が設けられていなければならない。	・外部の状況を把握するため、監視カメラを設置している。 ・電話、パソコン、ラジオ等により公的機関から気象情報を入力する設備を配備している。	—	・MP制御室にて外部の状況を把握するための監視カメラを設置している。 ・MP制御室にて電話、パソコン、ラジオ等により公的機関から気象情報を入力する設備を使用している。 (MP制御室が竜巻等の自然現象で使用できない場合は、外部の状況を把握できない)	MP制御室が竜巻等の自然現象で使用できない場合は、TVF制御室に配備した外部状況把握のための設備を使用する。	・外部の状況を把握するための監視カメラを設置している。 ・電話、パソコン、ラジオ等により公的機関から気象情報を入力する設備を使用している。 (竜巻等の自然現象で使用できない場合は、外部の状況を把握できない)	竜巻等の自然現象で使用できない場合は、TVF制御室に配備した外部状況を把握するための設備を使用する。
4	パラメータの監視		4 分離施設、精製施設その他必要な施設には、再処理施設の健全性を確保するために必要な温度、圧力、流量その他の再処理施設の状態を示す事項(以下「パラメータ」という。)を監視するための設備及び再処理施設の安全性を確保するために必要な操作を手動により行うことができる設備が設けられていなければならない。	TVF運転員により、運転パラメータを常時監視し、手動操作可能な設備により安全性確保のための操作が行えるようになっている。	・HAWのパラメータを監視できるよう、TVFの工程制御装置を改造する。 ・上記改造により、TVF運転員がHAW施設のパラメータも常時監視する。	・他施設運転員が定期的にHAW制御室を巡視し、主制御盤にて確認している。 (MP制御室が竜巻等の自然現象で使用できない場合は、監視ができない)	MP制御室が竜巻等の自然現象で使用できない場合は、TVF制御室でパラメータを監視できるようにする。	MP運転員により、運転パラメータを常時監視し、手動操作可能な設備により安全性確保のための操作が行えるようになっている。 (竜巻等の自然現象で使用できない場合は、監視ができない)	竜巻等の自然現象で使用できない場合は、TVF制御室でパラメータを監視できるようにする。
5	居住性		5 設計基準事故が発生した場合に再処理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よう、次の各号に掲げる場所の区分に応じ、当該各号に定める設備が設けられていなければならない。 一 制御室及びその近傍並びに有毒ガスの発生源の近傍工場等内における有毒ガスの発生を検出するための装置及び当該装置が有毒ガスの発生を検出した場合に制御室において自動的に警報するための装置 制御室及びこれに連絡する通路並びに運転員その他の従事者が制御室に出入りするための区域 二 遮蔽壁その他の適切に放射線から防護するための設備、気体状の放射性物質及び制御室外の火災又は爆発により発生する有毒ガスに対し換気設備を隔離するための設備その他の従事者を適切に防護するための設備	・制御室を隔離するための設備(ダンパ)を設置している。 ・移動式電源車からの給電で循環換気設備を稼働させ、必要に応じて可搬型の換気設備(可搬型ブロワ、フィルタ(HEPA、チャコール))にて外気を取り込みできるようにしている(SA対策にて実施済)。	・移動式電源車からの給電が不可の場合、制御室の居住性を確保するための設備として、可搬型の換気設備(可搬型ブロワ、フィルタ(HEPA、チャコール))、可搬型酸素濃度計、可搬型二酸化炭素濃度計等を配備する。	・気体状の放射性物質及び制御室外の火災又は爆発により発生する有毒ガスに対し、外気を遮断して運転員を有毒ガスから防護することができない。	・有毒ガス防護のためのフィルタの設置は、スペースの制約から、設置することができない。 ・有毒ガスの影響があるので、運転員が施設内にアクセスのための呼吸用ボンベ付き防護マスク等の防護具を配備する。	・外気をフィルターを通して外気を給気でき、緊急時においても空気を浄化、循環させることができる。 ・出入口扉の気密性を向上させ、出入口を限定し、エアロックを設け、汚染を持ち込まない措置を講じている。	—
6	重大事故対応	第四十七条	第二十四条第一項の規定により設置される制御室には、重大事故が発生した場合においても運転員がとどまるために必要な設備が設けられていなければならない。	—	・移動式電源車からの給電が不可の場合、制御室の居住性を確保するための設備として、可搬型の換気設備(可搬型ブロワ、フィルタ(HEPA、チャコール))、可搬型酸素濃度計、可搬型二酸化炭素濃度計等を配備する。	・気体状の放射性物質及び制御室外の火災又は爆発により発生する有毒ガスに対し、外気を遮断して運転員を有毒ガスから防護することができない。	・MPまたは外部から事故対応要員がアクセスするための呼吸用ボンベ付き防護マスク等の防護具を配備する。	・気体状の放射性物質及び制御室外の火災又は爆発により発生する有毒ガスに対し、外気を遮断して運転員を有毒ガスから防護することができない。	—

TVF の溶融炉の結合装置の製作及び交換について

【概要】

本件は、溶融炉(G21ME10)の流下ノズルに傾きが生じ、流下ノズルが加熱コイルに接触して流下操作の自動停止が生じたことから、流下ノズルと加熱コイルのクリアランスを確保した結合装置(G21M11)を製作し、交換するものであり、7月末申請を予定している廃止措置計画の変更において、本件に係る設計及び工事の計画を合わせて申請する予定である。

結合装置(G21M11)の製作及び交換にあたっては、材料検査、寸法検査、重量検査、外観検査、作動試験により、設計を満足していることを確認する。

令和2年7月9日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

1. 目的

溶融炉(G21ME10)の運転に伴う加熱及び冷却により流下ノズルに傾きが生じ、流下ノズルが加熱コイルに接触して漏電リレーが作動したことにより、流下操作が自動停止したことから、流下ノズルの傾き方向に加熱コイルの取付位置を調整するとともに加熱コイル径を拡大することで、流下ノズルと加熱コイルのクリアランスを確保した結合装置(G21M11)を製作し、交換するものである。

2. 設備概要

結合装置(G21M11)は、溶融炉(G21ME10)内の溶融ガラスをガラス固化体容器に流下するための装置であり、溶融炉(G21ME10)への着脱を行う結合クランプ、ガイド管の上げ下げを行うベローズ駆動部、流下ノズルの加熱を行う加熱コイル、給電フィーダ、ガイド管、のぞき窓、流下ノズル冷却用の冷却空気配管、ベローズ駆動用の操作空気配管等から構成されている。

結合装置(G21M11)の構造概要を図-1に示す。

3. 設計条件

遠隔操作により装置一体での交換が可能な設計としており、今回製作する結合装置(G21M11)においても、これらの設計内容に変更はない。

今回製作する結合装置(G21M11)は、溶融炉(G21ME10)の流下操作の自動停止事象に係る対策として、流下ノズルの加熱を行う加熱コイルの取付位置を流下ノズルの傾き方向に調整するとともに加熱コイル内径を拡大し、流下ノズルと加熱コイルのクリアランスを確保する。

流下ノズルと加熱コイルのクリアランスの確保方法を図-2に示す。

4. 工事の方法

結合装置(G21M11)の交換作業は、遠隔操作にて結合装置(G21M11)に付帯するジャンパ管の取り外し後、遠隔交換装置等により既設結合装置を取り外す。また、新規結合装置を固化セル(R001)へ搬入し、遠隔交換装置等により取り付ける。その後、遠隔操作にて結合装置(G21M11)に付帯するジャンパ管を取り付ける。

本工事において、材料確認検査、寸法検査、重量検査、外観検査(1)(工場)、外観検査(2)(取り付け後)、作動試験(1)(インターロック試験)、作動試験(2)(流下操作)を実施する。このうち、流下操作の自動停止事象の対策を踏まえ、寸法検査及び外観検査(2)により流下ノズルと加熱コイルのクリアランスが確保されていることを確認する。また、作動試験(2)により加熱コイル径を拡大しても流下ノズルの加熱ができ、正常に流下できることを確認する。

5. 安全機能への影響

結合装置(G21M11)に係る安全機能は、台車と結合装置のインターロックによる誤流下防止であり、結合装置(G21M11)の加熱コイルの取付位置を調整するとともに加熱コイル径を拡大しても、台車と結合装置のインターロックの機能に変更は生じないため、影響はない。

6. 工事の工程

本申請に係る工事の工程を表-1に示す。

表-1 結合装置(G21M11)の製作及び交換に係る工事工程表

	令和2年度			令和3年度			備考
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	
結合装置(G21M11) の製作・交換		工 事					

※2月より結合装置(G21M11)に付帯するジャンパ管の取り外しを開始し、4月に新規結合装置を取り付け、その後、外観検査(2)、作動試験(1)、作動試験(2)を実施する計画である。

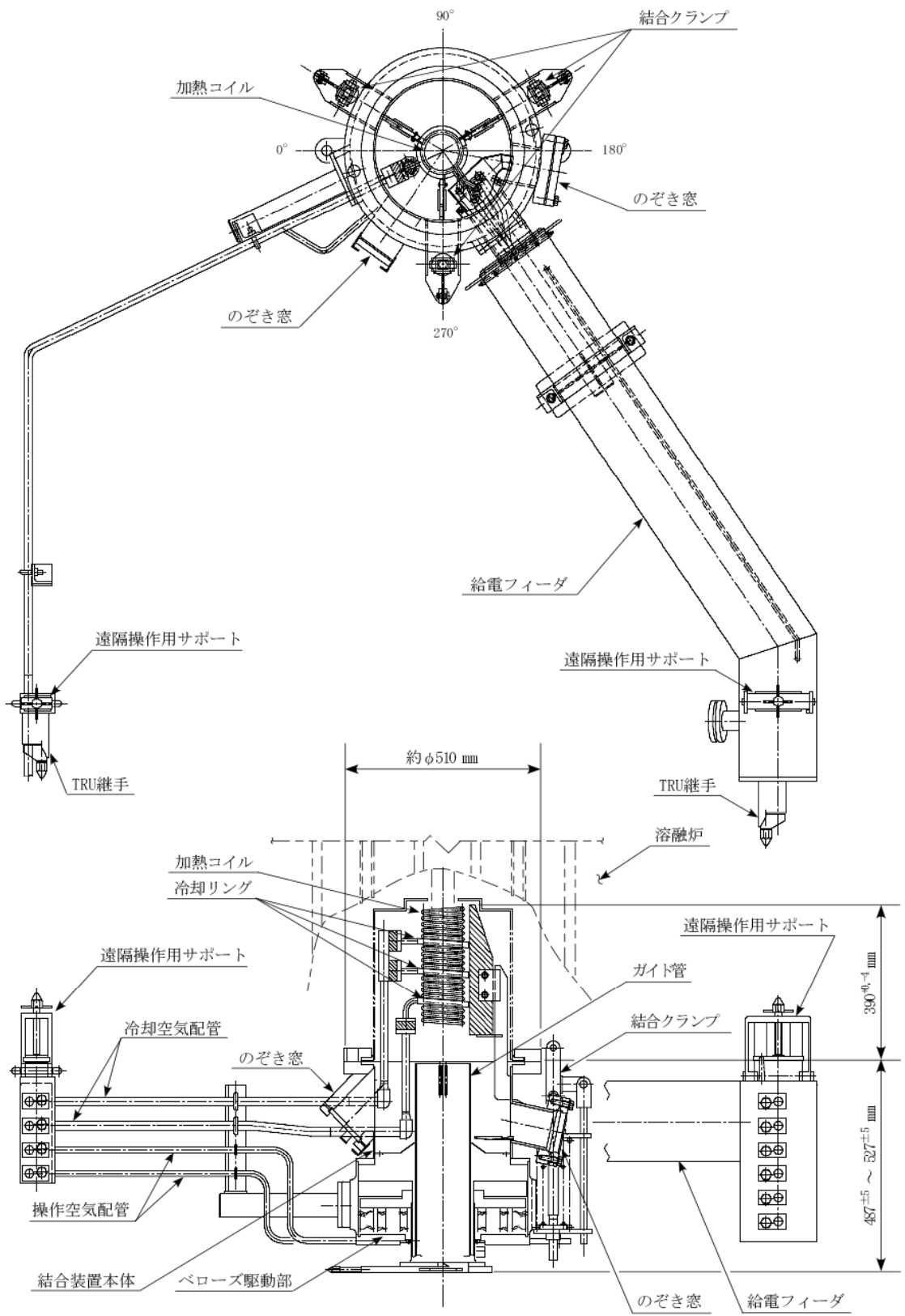


図-1 結合装置(G21M11)の構造概要

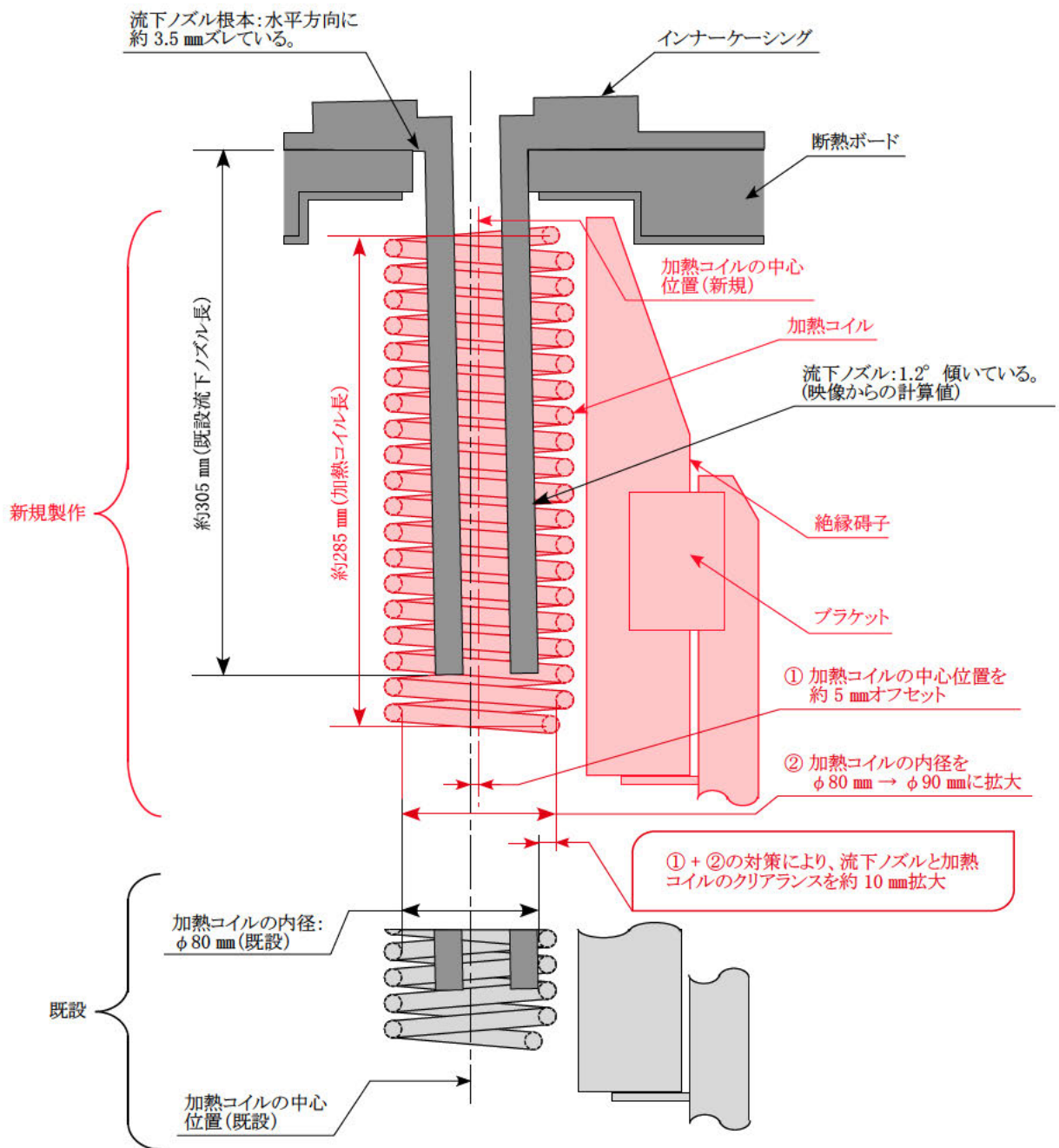


図-2 流下ノズルと加熱コイルのクリアランスの確保方法

TVF の浄水配管の一部更新について

【概要】

本件は、ガラス固化技術開発施設(TVF)に受け入れた浄水を純水設備(純水供給先:槽類換気系の吸収塔や洗浄塔、ユーティリティ系の冷水や冷却水の補給水、ガラス固化体除染水等)、非常用発電機の冷却水槽に供給する浄水配管の一部について、高経年化対策として更新するものであり、7月末申請を予定している廃止措置計画の変更において、本件に係る設計及び工事の計画を合わせて申請する予定である。

本更新においては、既設の炭素鋼製配管から耐食性に優れたステンレス鋼製配管に材質を変更する。また、本更新に合わせ、配管ルートの一部を変更する。

更新にあたっては、材料検査、耐圧・漏えい検査、据付・外観検査等により、設計を満足していることを確認する。

令和2年7月9日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

1. 目的

浄水を配管トレンチ(T20)からガラス固化技術管理棟に受け入れ、純水設備及び非常用発電機の冷却水槽に供給する浄水配管の一部について、高経年化対策として更新するものである。

本更新においては、既設の炭素鋼製配管から耐食性に優れたステンレス鋼製配管に材質を変更する。

更新範囲は、非管理区域の配管トレンチ(T20)からガラス固化技術管理棟1階ユーティリティ室とする。また、本更新に合わせ、配管ルートの一部を変更する。

2. 設備概要

浄水は、純水設備(G85M11、G85M12)及び非常用発電機の冷却水槽に供給する。

純水設備(G85M11、G85M12)では、定期的(ガラス固化処理中は約1日/回、運転停止中でHAWを保有していない場合は約3~4週間/回)に純水を製造し、ガラス固化技術開発棟3階非管理区域の純水貯槽(G85V20)に供給する。純水は、槽類換気系の吸収塔や洗浄等の洗浄液、ユーティリティ系の冷水(固化セル内インセルクーラ等)や冷却水(受入槽等)の補給水として使用している。

3. 設計条件

本更新においては、既設の炭素鋼製配管から耐食性に優れたステンレス鋼製配管に更新する。既設と新規配管(ステンレス鋼製)の取り合いのうち、配管トレンチ(T20)内の既設の配管及びフランジが炭素鋼製であるため、電気的な絶縁処置を施すことにより、異種金属接触腐食を抑制する。

浄水配管の耐震分類は、既認可においてCクラスであり、安全機能に影響しないことから、更新においてもCクラスで設計する。

4. 工事の方法

本工事を行うにあたっては、更新範囲を弁操作により隔離した後、系統の最下部から配管内の水抜きを行う。

本工事中は、純水設備等への浄水の供給が停止するため、仮設により浄水の供給経路を確保する。

これらの隔離等の措置を行った後、更新範囲の配管類を切断、撤去する。

なお、浄水配管の既設本管との切離し及びつなぎ込みの際、純水設備への浄水供給が一時停止するが、ガラス固化処理を行わない期間に実施することから工程への影響はない。また、非常用発電機の冷却水槽への浄水供給が一時停止するが、非常用発電機の運転に必要な冷却水量を予め確保したうえで実施する。

本工事において、材料検査(配管、フランジ等)、耐圧・漏えい検査(配管類)、据付・外観検査(配管、弁、サポート等)、通水試験(仮設経路)を実施する。

5. 安全機能への影響

配管の敷設ルートは非管理区域であるガラス固化技術管理棟1階であり、ガラス固化技術開発棟(管理区域)に対する溢水の影響はない。

浄水の供給が停止した場合、非常用発電機の冷却水槽は飲料水からの供給が可能であり、純水貯槽についても別系統の浄水等から直接給水することで、槽類換気系やユーティリティ系への供給は継続可能であり、崩壊熱除去や閉じ込めに関する安全機能に影響はない。

6. 工事の工程

本申請に係る工事の工程を表-1に示す。

表-1 浄水配管等の一部更新に係る工事工程表

	令和2年度										備考	
	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		
浄水配管等 の一部更新												
							工 事					

設計地震動に対して耐震性を確保する設備

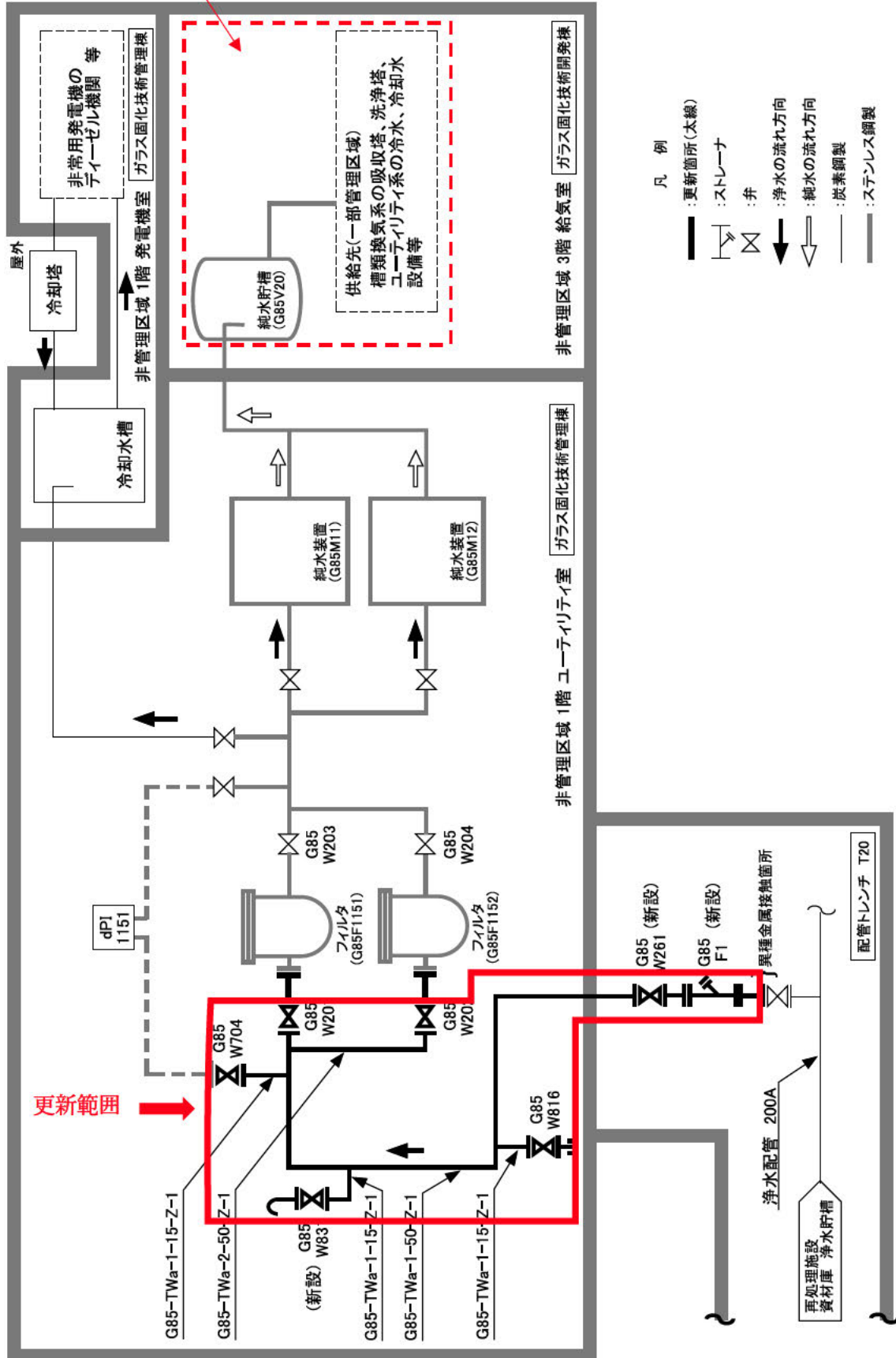


図-1 浄水配管等の一部更新に係る概要図

- 〈6/8 監視チームにおける議論のまとめ〉
1. 議題 1 について
 - ② TVF 建屋貫通部からの浸水の可能性について
 - 津波警報発令時のバルブ閉操作の有効性確認

津波警報発令時のバルブ操作の有効性について

【概要】

- ガラス固化技術開発施設(TVF)ガラス固化技術開発棟(以下「TVF 開発棟」という)では、T20 トレンチ内に敷設されている配管からの津波の流入を防止するため、対策として津波警報発令時に建家内の当該バルブを閉め、浸水を防ぐことを検討している。

6 月 8 日の公開会合における「津波警報発令時にバルブを閉める等の記載があるが、運用面の対応に期待する場合は、その有効性も説明すること」とのコメントを踏まえ、TVF 開発棟で実施したバルブ操作の有効性確認について報告する。

令和2年7月9日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

津波警報発令時におけるバルブ操作の有効性評価について
(ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟)

ガラス固化技術開発施設 (TVF) ガラス固化技術開発棟 (以下、「TVF 開発棟」という) では、津波による損傷防止として TVF 開発棟建家貫通部からの津波による浸水の可能性について調査を実施した。その中で、津波等により T20 トレンチが浸水し、内部に敷設された配管が損傷した場合、配管内部に水が流入する可能性が考えられたことから、当該配管についてバルブ等の設置状況を調査した。その結果、図 1 に示す T20 トレンチ内に敷設されている飲料水配管の元バルブは常時開であることから、対策として津波警報発令時に建家内の当該バルブを閉め、浸水を防ぐことを検討している。

本対策について、事故対処に係る単体確認試験という位置づけで、制御室に常駐している人員が最も少ない状態 (TVF 運転停止中の夜間) において、照明が失われた状態 (電源喪失時) で、1 人の作業員のみで照明器具の確保及びバルブの閉操作を実施するとの想定で、当該バルブの閉操作に関する有効性評価 (作業時間の測定) を実施した (図 2 及び図 3 参照)。

なお、津波警報発令時には TVF 開発棟 3 階以上のフロアへ避難することが定められており、本対策が避難に影響を与えない時間として、バルブの閉操作の目標時間を 5 分に設定した。

有効性評価の結果、図 4 に示すとおり当該バルブの閉操作は目標の 5 分以内で実施でき、本対策は津波警報発令時の浸水防止対策の一環として有効であることを確認した。なお、TVF 開発棟における事故対処の際は、災害時の実際の現場の状況等や対策の優先順位を考慮すると、本対策に必要な装備や手順が変動する可能性がある。

そのため、今後実施する TVF 開発棟における事故対処に係る全体の有効性評価において、本対策の有効性について再確認していく。

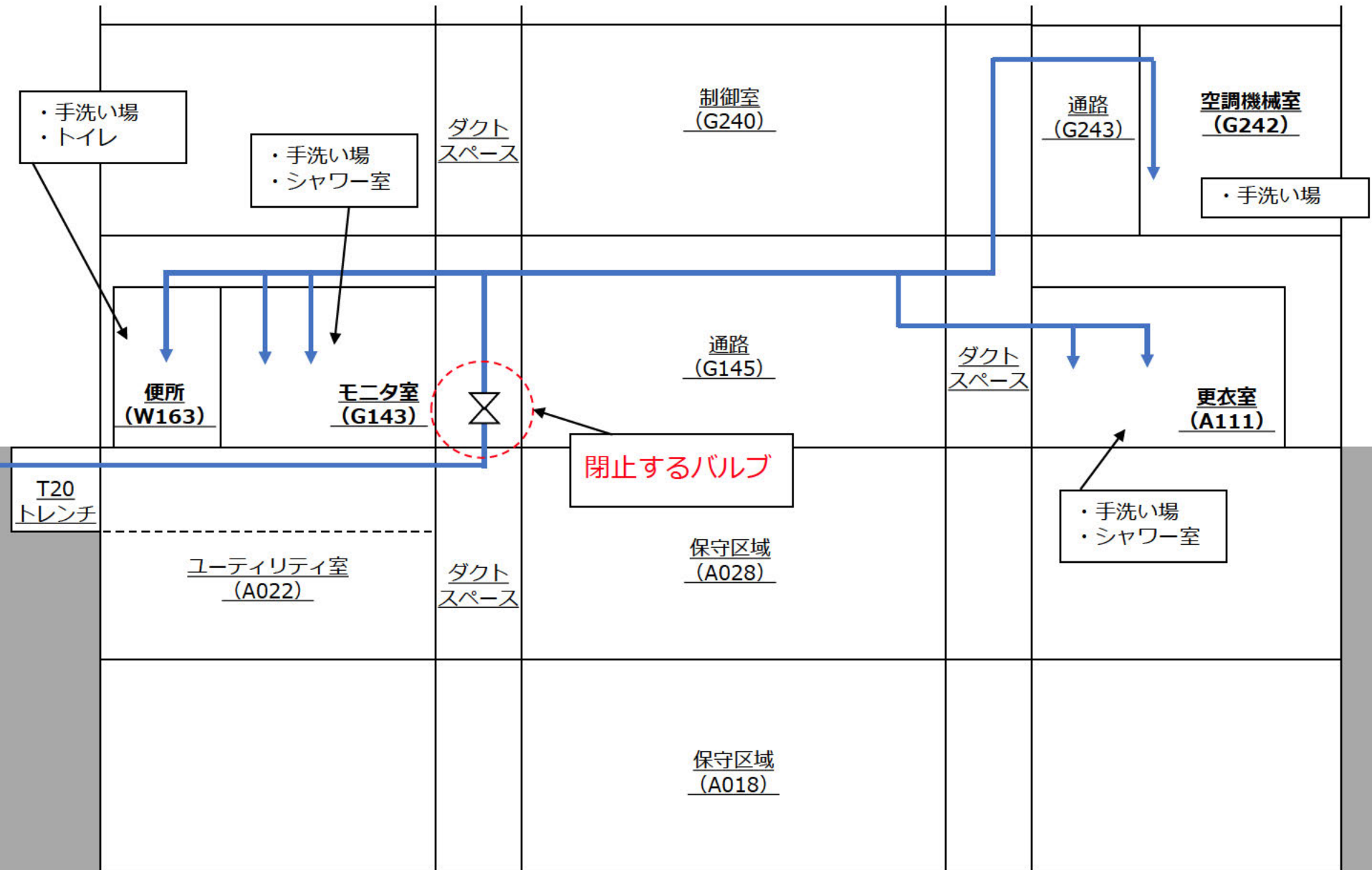


図1 TVF開発棟 飲料水配管系統図 (概略)

●バルブ操作の有効性評価

項目	内容	備考
実施期間	令和2年6月15日(月)～6月19日(金)	
実施場所	制御室(G240)、通路(G243)、ダクトスペース(G145)	
対象者	当直要員：8名、代直要員：8名（1名ずつ実施）	当直要員は各班から班員(2名/班×4班)を選出
評価項目	津波警報発令から5分以内でバルブ閉操作を終了すること	
想定状況	制御室に常駐している人員が最も少ない状態（TVF運転停止中の夜間）において、照明が失われた状態（電源喪失時）を想定し、1人の作業員のみで照明器具の確保及びバルブの閉操作を実施する	

●バルブ閉操作手順

以下の手順でバルブ閉操作を実施し、制御室（G240）からダクトスペース（G145）までの移動時間及び、ダクトスペース内でのバルブ操作時間をそれぞれ測定した。

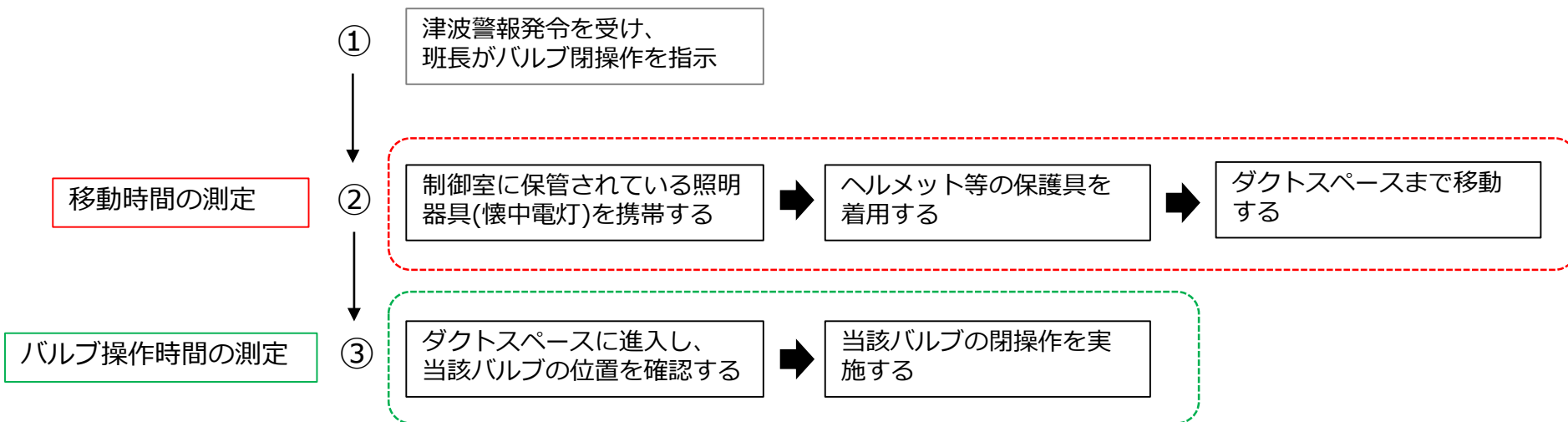


図2 バルブ操作の有効性評価概要

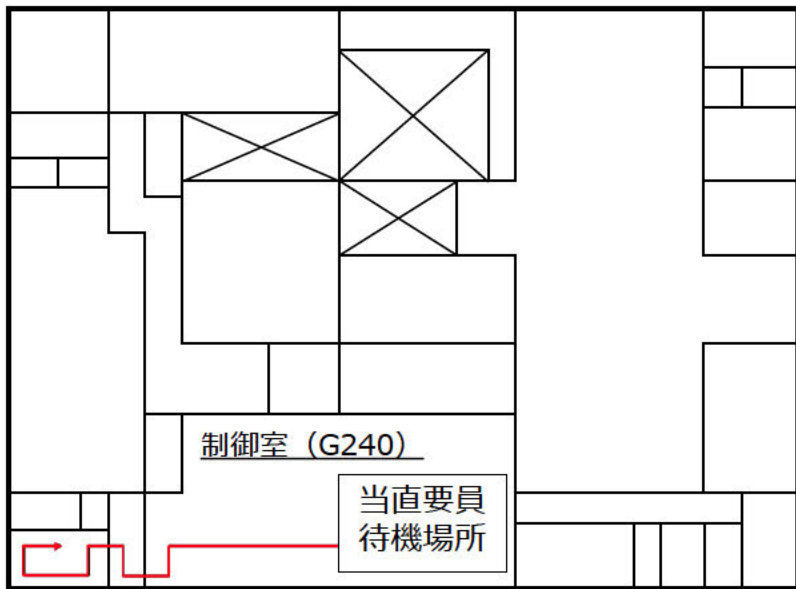


図 TVF開発棟 2階平面図



図 ダクトスペース外観

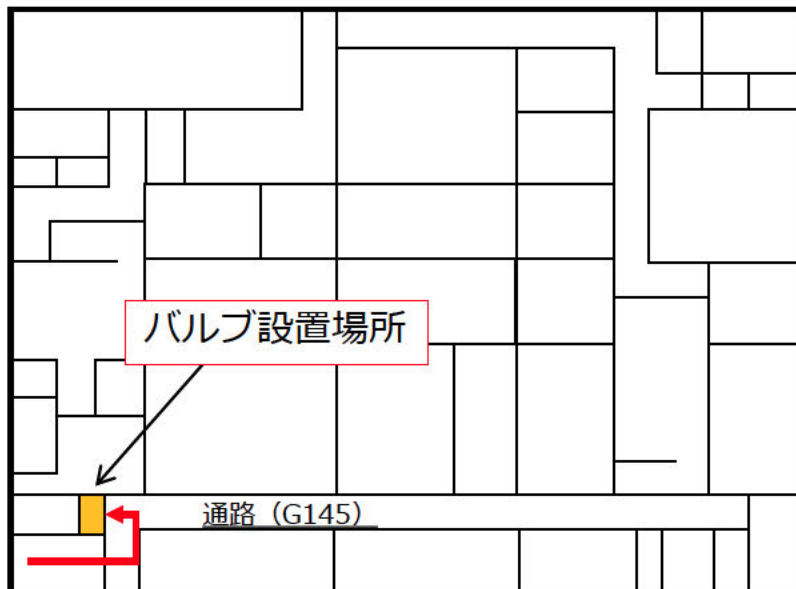


図 TVF開発棟 1階平面図



図 バルブ外観

図3 バルブ設置場所への移動ルート及びバルブ外観

●有効性評価結果

No.	作業単位	手 順	目標時間（合計）
1	移動	制御室で照明器具（懐中電灯等）を準備し、保護具を着用した後、1階ダクトスペースへ移動する。	5分※
2	バルブ操作	ダクトスペース内のバルブを操作し、開から閉に切り替える。	

※：本対策が津波からの避難に影響を与えない時間として設定。

No.	区 分	作業時間（分）		合 計 （分）	No.	区 分	作業時間（分）		合 計 （分）
		移動	バルブ操作				移動	バルブ操作	
1	当直要員	1:47	0:37	2:24	9	代直要員	1:44	0:34	2:18
2	当直要員	2:08	0:42	2:50	10	代直要員	1:37	0:37	2:14
3	当直要員	1:31	0:32	2:03	11	当直要員	1:45	0:33	2:18
4	当直要員	1:26	0:21	1:47	12	当直要員	1:39	0:34	2:13
5	代直要員	1:31	0:39	2:10	13	代直要員	1:43	0:42	2:26
6	代直要員	1:52	0:29	2:21	14	代直要員	1:47	0:35	2:22
7	当直要員	1:31	0:29	2:00	15	代直要員	1:41	1:02	2:43
8	当直要員	1:34	0:27	2:01	16	代直要員	1:38	0:33	2:11

➤ 16名の作業員を対象にバルブ操作の有効性評価を実施した結果、移動時間が最大約2分10秒、バルブ操作時間が最大約1分であった。

➤ 制御室からダクトスペースへ移動し、バルブを閉めるまでの一連の動作が、5分以内で実施でき、津波警報発令時のバルブ操作は有効であることを確認した。



図4 バルブ操作の有効性評価結果

〈6/29 監視チームにおける議論のまとめ〉
3. 外部事象対策について
② 外部火災対策について
○ 自衛消防隊の役割等について

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

1. 概要

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、森林火災の状況に応じて防火帯付近にて散水を行い、万が一の飛び火による延焼を防止する。

2. 森林火災発生所の対応

森林火災が発生、またはそのおそれがあると判断した場合には、所長は直ちに危機管理課長に対して自衛消防隊の招集を指示し、出動させる。

指示を受けた自衛消防隊は緊急自動車車庫前に参集し、消防タンク車又は消防化学車により出動し、再処理施設内又は再処理施設周辺に到着し、消防タンク車又は消防化学車による散水活動を行うことができる。また、常駐隊は正門警備所より消防タンク車により出動し、再処理施設内又は再処理施設周辺に到着し、消防タンク車による散水活動を行うことができる。図 2-1 に自衛消防隊のアクセスルートを図 2-2 に防火帯周辺の消火栓配置図を示す。



図 2-1 自衛消防隊のアクセスルート

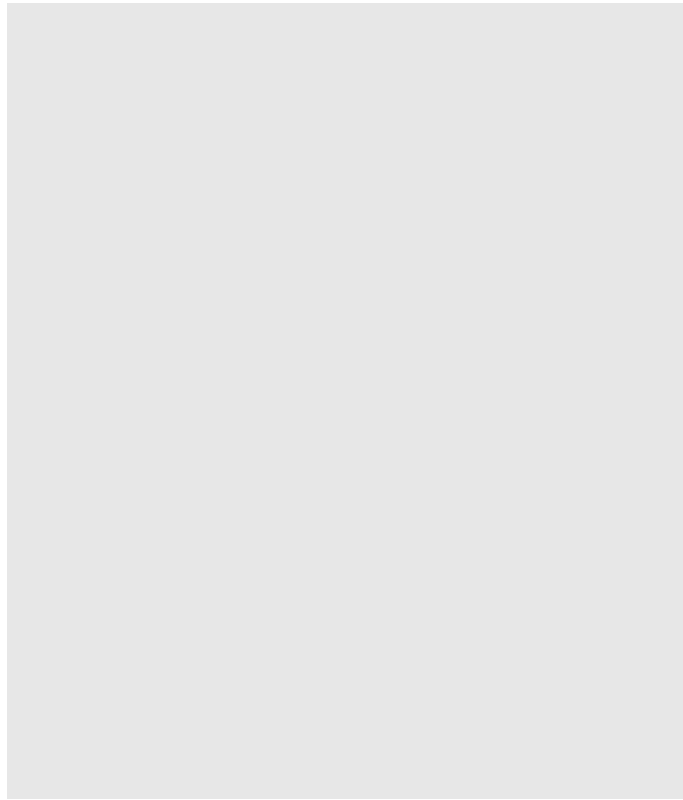


図 2-2 に防火帯周辺の消火栓配置図

屋外ダクト損傷時における周辺監視区域の外における実効線量の概略評価

1. 評価の概要

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屋上に設置している屋外ダクトについては、設計飛来物の衝突により損傷した場合には、安全上支障のない期間において予め準備しておく補修材等により応急措置を実施することとしている。

その場合、屋外ダクトの損傷により、本来、主排気筒または第二付属排気筒を通して高所から放散される放射性物質が低所から放散されることとなるため、そのような場合における周辺監視区域の外での実効線量を概算し、補修のための時間的裕度を評価した。

保守的に地上位置での放散を仮定した場合、周辺監視区域の外においては約 7.5×10^{-3} mSv/日の実効線量となった。これに基づき、目安として平常時の年間の線量限度 1 mSv に至るまでの期間を求めると、約 133 日程度の時間裕度があることから、補修による応急措置を行うのに十分な期間が確保できる。

2. 評価方法

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 再処理事業指定申請書では、周辺監視区域の外における実効線量（約 2.2×10^{-2} mSv/年）を算定している。実効線量の内訳は、気体廃棄物に起因する線量（約 1.3×10^{-2} mSv/年）、液体廃棄物に起因する線量（約 5.4×10^{-3} mSv/年）及び放射性廃棄物の保管廃棄施設等に起因する線量（約 3.5×10^{-3} mSv/年）となっている。

気体廃棄物に起因する線量は、使用済燃料の再処理運転を考慮したものであり、主排気筒、第一付属排気筒及び第二付属排気筒を通じて高所から放出した場合における線量であり、主排気筒を通じて放出した気体廃棄物によるものが支配的である。

再処理事業指定申請書に記載している主排気筒または第二付属排気筒からの放散時における相対濃度 χ/Q^* と高放射性廃液貯蔵場（HAW）またはガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の地上から放散した場合における相対濃度 χ/Q の比を求め、気体廃棄物に起因する線量に乗じて、気体廃棄物が全て高放射性廃液貯蔵場（HAW）またはガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟の地上から放散したものとして、屋外ダクトの損傷時の気体廃棄物に起因する線量を評価する。

*1 付表 6-1「運転時の異常な過渡変化を超える事象」の線量当量計算に用いる χ/Q 及び D/Q

3. 評価結果

主排気筒または第二付属排気筒からの放散時における相対濃度 χ/Q 、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地上からの放散における相対濃度 χ/Q の比を表 2-1 に、主排気筒または第二付属排気筒からの放散時と地上からの放散時における周辺監視区域の外における実効線量の比較を表 2-2 に示す。

当該評価の結果，屋外ダクトの損傷により，気体廃棄物が地上から放散したとしても，周辺監視区域の外における実効線量は約 7.5×10^{-3} mSv/日であり，平常時の年間の線量限度 1 mSv に至るまで約 133 日程度ある。予めダクト補修用の資材を準備することにより，安全上支障のない期間において十分補修が可能であると考ええる。

現状，再処理施設は廃止措置段階に入っており，新たな使用済燃料の再処理を行わないこと，設計飛来物により屋外ダクトが損傷した場合には，ガラス固化技術開発施設（TVF）ガラス固化技術開発棟のガラス固化運転を停止することから，更に時間裕度は確保できる。

表 2-1 相対濃度の比較

	主排気筒または第二付属排気筒からの放散	地上（0 m）からの放散 ^{*2}	
		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
相対濃度 χ/Q (h/m ³)	1.3×10^{-9}	2.67×10^{-7}	1.99×10^{-7}
	比：	約 205 倍	約 153 倍

*2 「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」に従い，2005 年から 2015 年における核燃料サイクル工学研究所で観測した気象統計データのうち，異常年でない 2013 年の 1 年間における気象観測結果から求めた値。放出継続時間を 1 時間とし，建家の風向き方向の投影面積を考慮している。

表 2-2 周辺監視区域の外における実効線量の比較評価

	再処理事業指定申請書	当該評価における結果
相対濃度 χ/Q (h/m ³)	1.3×10^{-9}	2.67×10^{-7} (高放射性廃液貯蔵場 (HAW))
気体廃棄物に起因する線量 (日換算)	3.6×10^{-5} mSv/日	7.4×10^{-3} mSv/日
液体廃棄物に起因する線量 (日換算)	1.5×10^{-5} mSv/日	同左
放射性廃棄物の保管廃棄施設等に 起因する線量 (日換算)	9.6×10^{-6} mSv/日	同左
周辺監視区域の外における実効線量 (日換算)	6.1×10^{-5} mSv/日	7.5×10^{-3} mSv/日

東海再処理施設の安全対策に係る7月までの面談スケジュール(案)

令和2年7月9日

再処理廃止措置技術開発センター

面談項目 (○7月変更申請)		令和2年									
		6月					7月				
		1~5	~12	~19	~26	29~3	~10	~17	~24	~31	
監視チームコメント 対応	・TVF 機器系統図等用いた耐震計算説明		▼11			◆29					
	・廃液貯槽許容応力評価(貯液量制限等)			▼18		◆29					
	・津波警報時、T20バルブ閉対応の有効性						▽9				
	・TVF 受入槽等の液量管理について						▽9	◇16			
	・耐震計算書の根拠(肉厚等)について						▼7				
	・外部事象の事故対処設備防護の考え方						▽9	◇16			
	・外部事象のガイドとの適合性						▽9	◇16			
	・外部火災の自衛消防隊の役割等						▽9			▽30	
	・燃料輸送車両、船舶の火災源としての評価						▽9	◇16			
全体概要		▼2 ▼4	◆8▼9								
安全対策										◇27	
地震による 損傷の防 止	○TVF の耐震性を確保すべき設備の整理	▼2 ▼4	◆8								
	○TVF 建家耐震評価		▼11			◆29					
	○TVF 設備耐震評価										
	-設備の耐震計算書			▼18		◆29					
	-受入槽の据付ボルトのせん断強度と安全裕度の向上に関する検討			▼18 ▼23		◆29					
津波による 損傷の防 止	○第2 付属排気筒耐震工事										
	-耐震計算書					▼30		◇16			
	-設計及び工事の計画					▼30		◇16			
	○TVF 建家健全性評価(波力、余震重畳)					▽30▼2		◇16			
	○HAW 一部外壁補強					▼30		◇16			
津波による 損傷の防 止	-開口部浸水防止扉の健全性評価					▼30		◇16			
	○HAW・TVF 建家貫通部浸水可能性評価										
	-TVF の建家貫通部からの浸水の可能性確認	▼2 ▼4	◆8								
	-トレンチと接する建家内壁等の健全性評価結果					▼25 ▼30	▼7	◇16			
	-浸水防止扉止水処理の耐圧試験結果					▼25 ▼30		◇16			
・引き波の影響評価			12▼▼15			◆29					

▽面談、◇監視チーム会合

面談項目 (○7月変更申請)		令和2年								
		6月				7月				
		1~5	~12	~19	~26	29~3	~10	~17	~24	~31
事故対処	○HAW・TVF 事故対処の方法、設備及びその有効性評価(緊急安全対策を含む) -基本的考え方 -有効性評価(代表例)の提示 -事象進展及び対策手順(HAW) <冷却、閉じ込め機能維持> 系統設備構成、機能喪失の範囲 対策手順及び実施の判断 -対策の有効性評価(HAW) <冷却、閉じ込め機能維持> 対策時間、事故対処設備能力、必要な資源、要員、アクセスルート、保守性の考え方 -事象進展及び対策手順(TVF) 同上 -対策の有効性評価(TVF)				▼23	◆29				
					▼18		▽9	◇16		
					▼18					
外部からの衝撃による損傷の防止	竜巻 ○竜巻対策の基本的考え方 ○HAW・TVF 建家健全性評価 -代表飛来物調査・選定 -飛来物に対する防護の評価 -新たな飛来物防護対策		▼11			◆29				
				▼18		◆29			◇16	
	火山 ○火山対策の基本的考え方 ○HAW・TVF 建家健全性評価 -降下火砕物の評価		▼11		▼18	◆29				
外部火災	○外部火災対策の基本的考え方 ○HAW・TVF 建家健全性評価 -森林火災に対する防護の評価 -近隣工場の火災爆発に対する防護の評価 -航空機墜落に対する防護の評価		▼11			◆29				
				▼18	▼23	◆29	◆29			
内部火災	○内部火災対策の基本的考え方 ○HAW・TVF の防護対象設備の整理と重要な安全機能への影響評価・対策					▼2		◇16		
						▼2		◇16		
溢水	○溢水対策の基本的考え方 ○HAW・TVF の防護対象設備の整理と重要な安全機能への影響評価・対策					▼2		◇16		
						▼2		◇16		
制御室	○制御室の安全対策の基本的考え方 ○重大事故等発生した場合でも対応可能な対策					▼2		◇16		
						▼2		◇16		
その他施設の安全対策	・設計津波に対して発生する可能性のある事象検討 ・想定される事象発生時の環境影響評価・対策								▽21	
										▽30

▽面談、◇監視チーム会合

面談項目 (〇7月変更申請)		令和2年									
		6月				7月					
		1~5	~12	~19	~26	29~3	~10	~17	~24	~31	
その他											
TVF 保管能力 増強	〇平成30年11月変更申請の補正				▼23						◇27
TVF 溶 融炉の 結合装 置	〇結合装置の製作及び交換に係る工事 (設計及び工事の計画)				▼23		▼7	◇16			
TVF 浄 水配管	〇浄水配管等の一部更新に係る工事 (設計及び工事の計画)						▼7	◇16			