

東海再処理施設の廃止措置計画変更認可申請対応等について

令和 4 年 5 月 11 日
再処理廃止措置技術開発センター

○令和 4 年 5 月 11 日 面談の論点

- ガラス固化処理技術開発施設(TVF)における固化処理状況について
- 東海再処理施設における真空乾燥装置の許認可の扱いについて(資料 1)
- 低放射性廃棄物処理技術開発施設(LWTF)の津波対策に係る方針について(資料 2)
- その他

以上

東海再処理施設における真空乾燥装置の許認可の扱いについて

令和 4 年 5 月 11 日
再処理廃止措置技術開発センター

1. 真空乾燥装置の概要

真空乾燥装置は、乾式輸送容器内を減圧し、沸点を下げることで水分を蒸発させて除去する可搬型の装置である。東海再処理施設では、カスク除染室において、乾式輸送容器内部水の排水後に行う真空乾燥に使用する。真空乾燥作業では、輸送容器内を所定の真空度まで真空引きを行った後に一定時間保持し、真空度の変動がないことをもって輸送容器内部に水分が無いことを確認する。真空乾燥後は輸送容器内部にヘリウムガスを充填し、所定の圧力まで減圧する。真空乾燥装置の排気は、気液分離器及びフィルタを通してカスク除染室の既設の排気ダクトから排気し、廃水はカスク除染室の既設のドリップトレイから排水する（図1～図3参照）。

2. 真空乾燥装置の機能について

真空乾燥装置に要求される機能は、乾式輸送容器内部の真空度を確保する機能である。乾式輸送容器は、真空乾燥後の真空度測定により、輸送容器内部に残留水分がないことを確認し、ヘリウムガスの充填及び輸送容器内の減圧後に「核燃料物質等の工場又は事業所の外における運搬に関する規則」に基づき実施する発送前検査のうち、圧力測定検査のために真空度を確保する。真空乾燥作業の詳細な手順は、今後、輸送容器製造メーカーが定めることとなっているが、真空度を確保する能力としては圧力測定検査で確認できる（添付1参照）。

なお、真空度を確保する機能を喪失した場合には、圧力測定検査を満足できずに使用済燃料の搬出ができなくなるが安全性に影響はない。真空乾燥装置に不具合が発生した場合には乾式輸送容器を燃料取出しプールへ搬送する等により安全を確保する。

3. 既設設備への影響

真空乾燥装置の排気及び廃水は、管理区域であるカスク除染室の既設ダクトの入気口及びドリップトレイ付近に敷設して処理するため、既設設備の改造は必要ない。また、カスク除染室の既設ダクト及びドリップトレイは、受入れた湿式輸送容器の排気及び排水を行うための設備であり、乾式輸送容器の排気及び排水に用いることは許認可の範囲内である。また、真空乾燥装置からの排気量（10 m³/h 未満）及び排水量（数 L 程度）については、カスク除染室の既設ダクト換気量（入気量-排気量：約 400 m³/h）及びドリップトレイ容量（約 100 L）の内数であり設計の範囲内である。

以上のことから、真空乾燥装置による既設設備への影響はない。

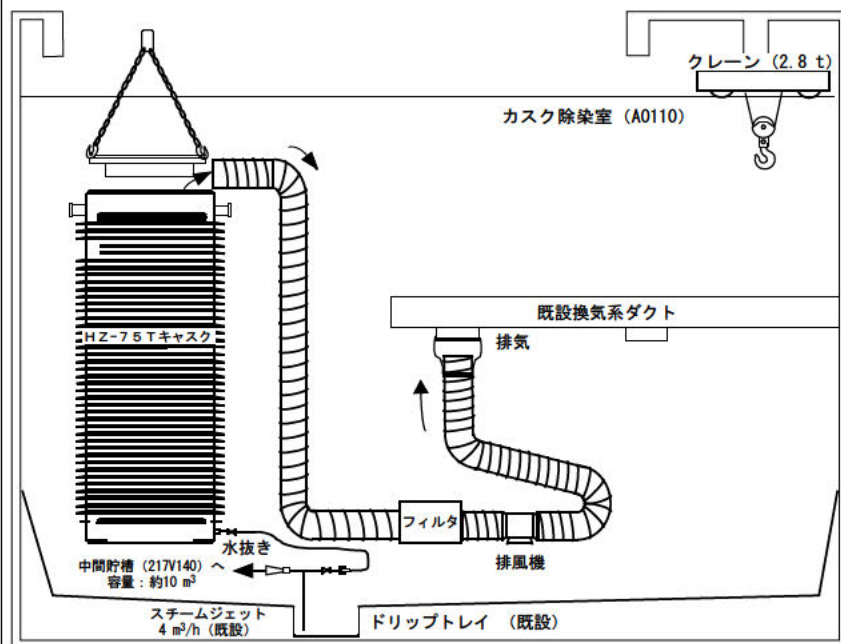
4. まとめ

真空乾燥装置は以下の理由から許認可は不要と考える。

- 真空乾燥装置は核燃料輸送物設計承認申請書により求められる設備であり、再処理規則で求められる設備ではない
- 真空乾燥装置の真空度が維持できない場合においても、使用済燃料及び施設への影響はない。
- 真空乾燥装置は可搬式で取外し可能な設備であり、既設設備の改造を伴わないものであること
- 真空乾燥装置の排水及び排気の経路は、湿式輸送容器の排水及び排気に用いる経路と同じであり、既設設備の設計の範囲内であること
- 仮に真空乾燥装置に不具合が生じ、排気がフィルタを介さずにカスク除染室に放出されたとしても、特殊放射線作業中の作業員（半面マスク着用）の実効線量は約 $7.0 \times 10^{-3} \mu\text{Sv}$ と少ないこと（別紙参照）

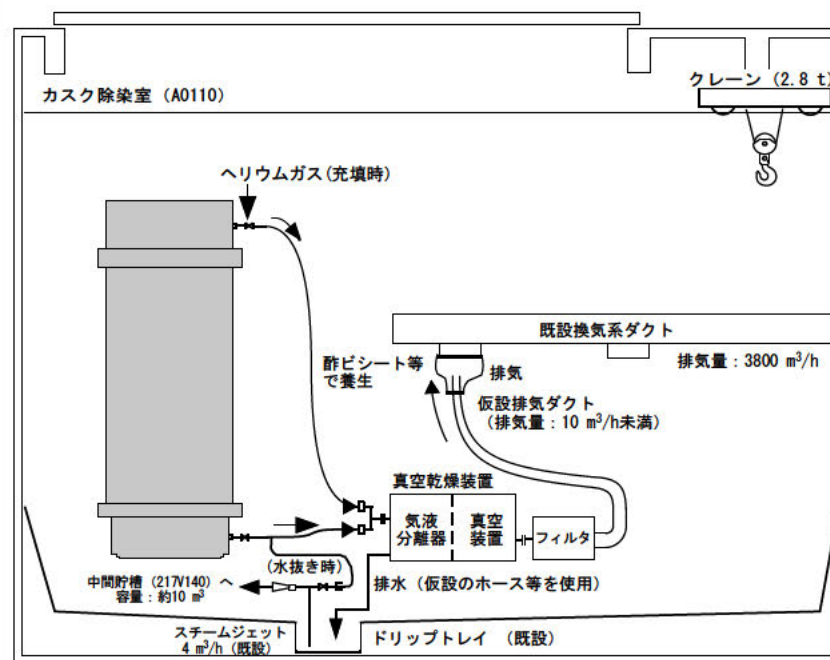
以 上

湿式輸送容器 (HZ-75Tキャスク) の蓋0リング交換作業時の排気
(汚染拡大防止)



プール内でHZ-75Tキャスクから使用済燃料を取出した後、プールから搬送したHZ-75Tキャスク内にプール水を保持した状態でキャスク蓋の0リングを交換する。その際、汚染拡大防止としてHZ-75Tキャスク開口部の排気を行う。その後、キャスク蓋を閉めてHZ-75Tキャスク内部のプール水の水抜きを実施する。

乾式輸送容器 (TN JAキャスク) 内の真空乾操作業時の排気



プール内でTN JAキャスク内へ使用済燃料を装荷した後、プールから搬送したTN JAキャスク内部のプール水の水抜きを行い、TN JAキャスク内部の真空乾燥をした後にヘリウムガスを充填する。

図1 湿式輸送容器の蓋0リング交換作業と乾式輸送容器の真空乾操作業の比較

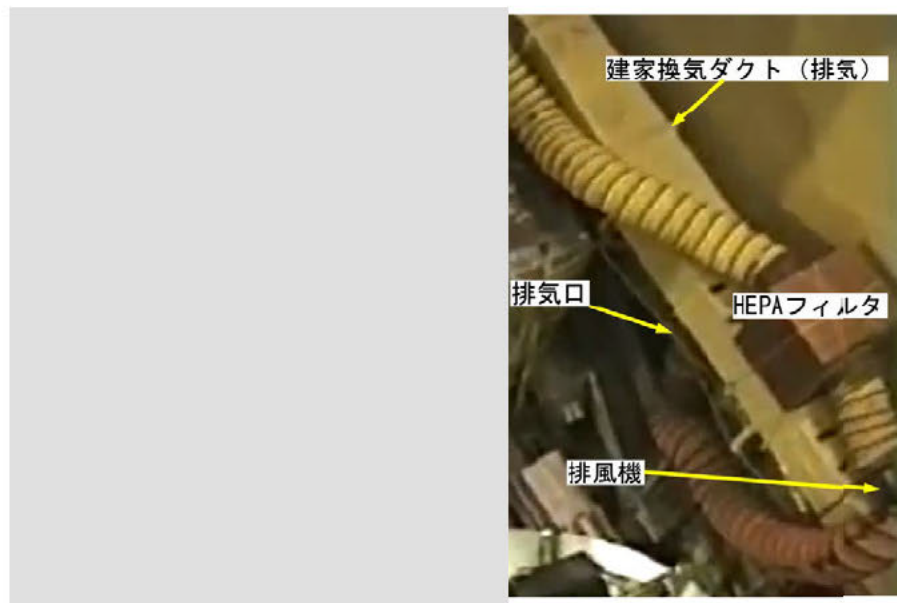


図2 湿式輸送容器（HZ-75T）蓋Oリング交換時の排気



図3 建家換気ダクトと仮設排気ダクトの接続状態

T N J A型

核燃料輸送物設計承認補正申請書

2021 年 4 月

国立研究開発法人
日本原子力研究開発機構

(二) 章 輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱い方法

(二) 章 輸送容器の保守及び核燃料輸送物の取扱い方法

A. 輸送物の取扱い方法

A. 1 装荷方法

輸送容器への燃料装荷に関する検査、試験及び特別な準備、機器について以下に示す。

- ・ 輸送容器の移動に使用する建屋天井クレーン及び燃料取扱い機器等は、事前に点検し、健全であることを確認する。
- ・ 輸送容器受入れ時に受入れ検査を実施する。
- ・ 輸送容器を燃料プールへ移動する前に、必要に応じて汚染を防止するためのスカート等を取付け、スカート内への注水等必要な処置を実施する。
- ・ 燃料の装荷にあたっては、燃料が定められたロジメントに配置されたことを確認する。
- ・ 燃料装荷後は、輸送容器に一次蓋を載せた後、燃料プールから除染場へ移動し、リングフランジを載せ、リングフランジ締付けボルトを規定のトルクで締付ける。
- ・ 輸送容器内部空間の排水と真空乾燥を実施した後、ヘリウムガスを低圧充填する。
- ・ 輸送容器外表面を必要に応じて除染するとともに蓋ガスケット部、オリフィスの気密漏えい検査を実施する。
- ・ 前部衝撃吸収カバー及びオリフィスカバーに封印を施す。
- ・ 遮蔽水、冷却材等の液体の充填については、輸送容器は乾式であるため該当しない。

A.2 輸送物の発送前検査

輸送物を発送する前に、(二)-第A.1表に示す発送前検査を実施し、輸送物の健全性を確認する。

A.3 取出し方法

燃料取出し方法及び安全上必要な措置等について以下に示す。

- ・ 輸送物の移動に使用するクレーン及び取扱い機器、燃料取出しに使用するクレーン及び燃料取扱い機器等は、事前に点検し、健全であることを確認する。
- ・ 輸送物受入れ時に、受入れ検査を実施する。
- ・ 燃料の取出しは1体ずつ実施する。

A.4 空容器の準備

燃料取出し後の輸送容器を次の輸送に使用する前に、以下の準備を実施する。

- ・ 燃料取出し後に、必要に応じて輸送容器の内部を洗浄し、輸送容器内の水は完全に排水する。
- ・ 排水後に、輸送容器内部を真空乾燥し、既定圧力に調整する。
- ・ 圧力調整後に、輸送容器の密封性能を確認し、外観検査及び表面密度検査を実施する。

(二)-第 A.1 表 発送前検査要領 (1/2)

検査項目	検査方法	合格基準
1. 外観検査	容器の外観を目視で検査する。	輸送物の形状、塗装等に異常な傷又は割れがないこと。
2. 気密漏えい検査	容器の密封境界及び水密境界を構成するガスケット部に対し、圧力上昇法により漏えい率を検査する。	密封境界及び水密境界のそれぞれの漏えい率が $1.5 \times 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 以下であること。
3. 圧力測定検査	容器内部に充填されるヘリウムの初期充填圧力を検査する。	初期充填圧力が 43kPa 絶対圧以下であること。
4. 線量当量率検査	輸送物の表面及び表面から 1m の距離におけるガンマ線量当量率及び中性子線量当量率をサーベイメータ等で測定する。	ガンマ線量当量率及び中性子線量当量率の合計が、 表面：2mSv/h 表面から 1m の距離：100 μ Sv/h をそれぞれ超えないこと。
5. 未臨界検査	バスケットの外観を目視で検査する。	バスケットに異常な変形又は破損がないこと。
6. 温度測定検査	温度計により輸送物の表面温度を測定し、周囲温度 38℃での値に補正する。	輸送中に人が容易に近づくことができる表面の温度が、日陰において 85℃を超えないこと（専用積載で運搬する）。
7. 吊上検査	輸送物を吊り上げた後の状態において、トラニオン部等の外観を目視で検査する。	トラニオン部等に異常な変形又は破損がないこと。
8. 重量検査	輸送容器及び燃料の合計重量を検査する。	申請書に記載された重量以下であること。

(二)-第 A. 1 表 発送前検査要領 (2/2)

検査項目	検査方法	合格基準
9. 収納物検査	燃料の仕様、数量、収納配置を検査する。 燃料に変形又は破損がないことを検査する。	燃料の仕様、数量、収納配置等が申請書に記載された条件どおりであること。 燃料に異常な変形又は破損がないこと。
10. 表面密度検査	スミヤ法により、輸送物の表面密度を測定する。	α 線を放出する放射性物質 : $0.4\text{Bq}/\text{cm}^2$ を超えないこと。 α 線を放出しない放射性物質 : $4.0\text{Bq}/\text{cm}^2$ を超えないこと。

真空乾燥装置の不具合発生時の作業員への被ばく影響

令和 4 年 5 月 11 日

再処理廃止措置技術開発センター

1. 概要

分離精製工場（MP）に貯蔵している使用済燃料の搬出作業においては、カスク除染室に乾式輸送容器内部の燃料取出しプールの水（以下「プール水」という。）を排水した後、可搬式の真空乾燥装置を用いて乾式輸送容器内部の真空乾燥作業を行う。当該作業において、真空乾燥装置の不具合により、カスク除染室内へ排気が拡散することを想定して作業員への被ばく影響を評価した。

その結果、総実効線量は約 7.0×10^{-6} mSv (7.0×10^{-3} μ Sv) であり、作業員への被ばく影響が少ないことを確認した。

2. 想定事象

真空乾燥作業は、真空乾燥装置を用いて乾式輸送容器内部を減圧し、沸点を下げることで乾式輸送容器内部に残留するプール水を常温で気化させて除去する目的で実施する。真空乾燥作業で発生する排気は気液分離器及びフィルタを通してカスク除染室の既設の排気ダクトから排気する（図-1）。

排気中には気化したプール水が含まれることから、本評価ではプール水中の放射性物質を含んだ排気が真空乾燥装置のフィルタを介さずにカスク除染室内に放出される事象を想定する。真空乾燥作業中は半面マスクを着用した作業員が真空乾燥装置の近傍に常時待機し、圧力計等の確認を行うことから、真空乾燥装置に異常が生じた場合、作業員により異音等を検知でき、速やかに真空乾燥装置を停止して真空乾燥作業を中断する。真空乾燥装置の異常の発生から真空乾燥装置の停止に要する時間を 10 分間とし、プール水中の放射性物質を含んだ排気を作業員が吸引摂取した場合の内部被ばくの影響を評価した。

なお、貯蔵している使用済燃料は発送側で健全であることを確認し、更に受入時にも外観上異常がないこと、また、使用済燃料の乾式輸送容器への装荷時には使用済燃料に外観上異常がないことを確認することから、被覆管の損傷は考慮しない。

3. 評価条件

(1) 放射能濃度

本評価においては直近（令和 4 年 2 月）のプール水の分析結果のうち、全 α 線放射能濃度及び全 β 線放射能濃度を用いた（表-1 参照）。

(2) 吸入摂取による実効線量係数

上述した放射能濃度は複数の核種の影響を合計した値であるため、実効線量係数は放射線の種類ごとに最も影響が大きい核種の値を用いた。

α 線放出核種については、プール水の核種ごとの放射能濃度が検出下限値 (3.7×10^{-2} Bq/mL) を下回ることから、使用済燃料に含まれる α 線放出核種のうち、実効線量係数が最も大きいプルトニウム-239 (Pu-239: 1.2×10^{-1} mSv/Bq) の値¹⁾を用いて評価した。また、 β 線放出核種については、 γ 線スペクトル分析により有意量のセシウム-137 (Cs-137: 3.9×10^{-5} mSv/Bq) 及びコバルト-60 (Co-60: 3.1×10^{-5} mSv/Bq) がプール水に含まれることを確認しているため、より実効線量係数が大きい Cs-137 の値¹⁾を用いた。

(3) 事象の進展

- ① 乾式輸送容器内の空気には飽和水蒸気量分 (室温 (30℃) と設定) のプール水が含まれる。
- ② 乾式輸送容器内の空気は真空乾燥装置のフィルタの入口部から漏えいし、カスク除染室へ放出される。
- ③ 作業員はカスク除染室の空気に移行したプール水中の放射性物質を吸入摂取する。
- ④ 作業員は作業中、半面マスクを着用しているため、半面マスクの防護係数を考慮する。

4. 評価方法

作業員の被ばく線量は、以下の評価式により算出した。

$$H = \sum (K_i Q_i)$$

ここで、

H : 吸入摂取による実効線量 (mSv)

K_i : 核種 i の吸入摂取による実効線量係数¹⁾ (mSv/Bq)

Q_i : 作業員が吸入接種する核種 i の放射エネルギー (Bq)

カスク除染室の空気中に放出するプール水量 E (mL) ×
プール水中の核種 i の放射能濃度 (Bq/mL) / カスク除染室
の空間容量 (約 905 m³) × 呼吸率³⁾ (1.2 m³/h) × t (h) / 半
面マスクの防護係数 DF

E : カスク除染室の空気中に放出するプール水の量 (mL)

真空乾燥装置の排気量^{※1} (10 m³/h) × t (h) × 飽和水蒸気
量^{※2} (30.4 mL/m³)

※1 現時点で想定される最大排風量

※2 JIS Z 8806²⁾ の 30℃における飽和水蒸気圧(42.47 hPa)を用い、水の密度を 1 g/ml として水蒸気の状態方程式から算出

t : プール水中の放射性物質を含むカスク除染室の空気を作業員が吸引する時間 (10/60 h)

DF : 半面マスクの防護係数 10^{-4} (一)

5. 評価結果

α 線 (Pu-239) に起因する実効線量は約 7.0×10^{-6} mSv, β 線 (Cs-137) に起因する実効線量は約 4.8×10^{-8} mSv となった。

これらの結果より、作業員の実効線量は約 7.0×10^{-6} mSv (7.0×10^{-3} μ Sv) となり被ばく影響は少ない。

以 上

参考文献

- 1) 「環境放射線モニタリング指針」, 平成 22 年 4 月一部改訂, 原子力安全委員会
- 2) JIS Z 8806:2001 湿度-測定方法
- 3) 「発電用軽水炉型原子炉施設の安全評価に関する審査指針」, 平成 13 年 3 月 29 日一部改訂, 原子力安全委員会
- 4) 「呼吸保護具性能評価法 (装置の構造と特性)」(岡部他 1983) PNC TN841-83-52

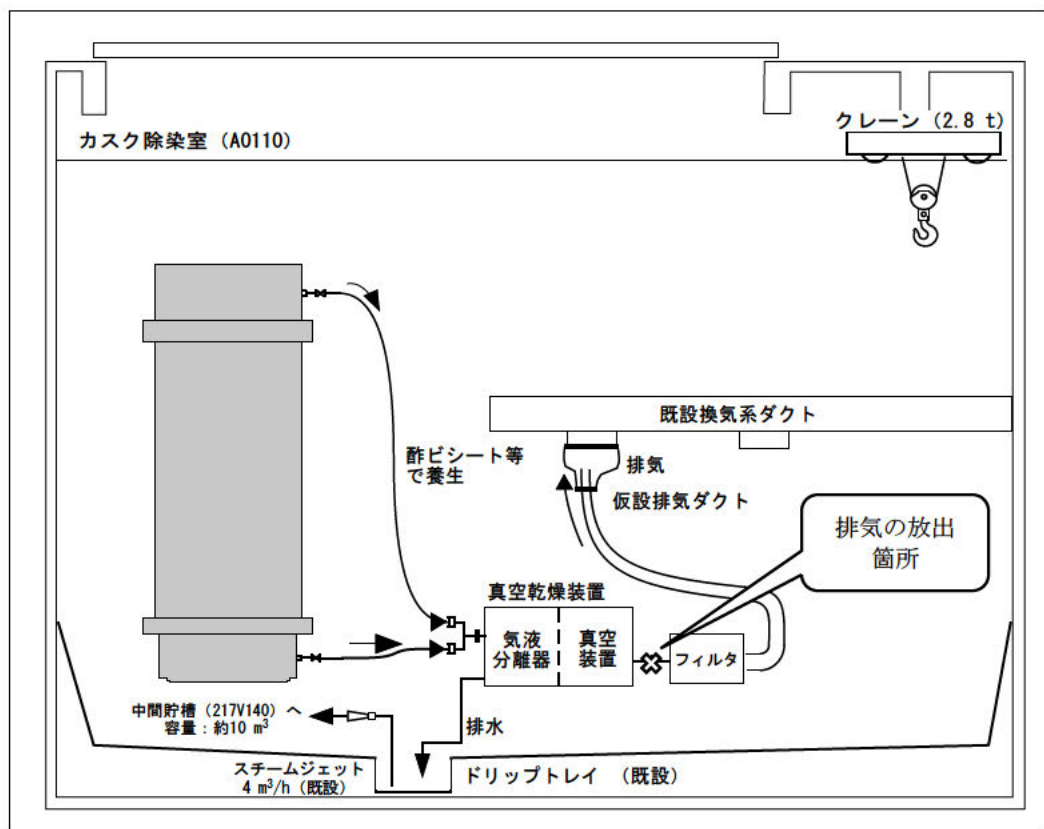


図-1 真空乾燥装置の概要及び排気の放出箇所

表-1 令和4年2月時点のプール水の放射能濃度及び吸入摂取による実効線量係数

対象	プール水の放射能濃度 [Bq/mL]	吸入摂取による 実効線量係数 [mSv/Bq]
α 線放出核種 (Pu-239 とみなす)	5.2×10^{-2}	1.2×10^{-1}
β 線放出核種 (Cs-137 とみなす)	1.1	3.9×10^{-5}

低放射性廃棄物処理技術開発施設(LWTF)の津波対策に係る方針について

令和4年5月11日

再処理廃止措置技術開発センター

1. LWTFの津波対策の基本的な考え方

廃止措置段階にある再処理施設における津波対策は、リスクに応じた安全対策を行うことを基本としている。LWTFは、その他の施設^{※1}と同様に、取扱う放射性物質の量はHAW及びTVFと比較し少量であり、高放射性廃液に係る重要な安全機能(閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能)に該当しないことから、一般公衆に対するリスクは、その他の施設と同等である。このため、リスクに応じた津波対策としては、その他の施設と同様に設計津波に対して、有意に放射性物質を建家外に流出させないことを基本とした津波対策を行う。

更に、LWTFは、約40年の長期にわたって安定的に運転継続する必要がある施設であること、唯一の低放射性濃縮廃液の廃棄体化施設であり東海再処理施設全体の廃止措置を進める上で重要な施設であること、また、ホットインしていない新規施設であり、内部の補強等は可能な段階にあることを踏まえ、運転期間中に起こりうる津波被災を想定した場合においても、早期に運転が再開できることを基本とし、ソフト対応を含めた津波対策を行う。

※1 HAW、TVF 及びそれらに関連する施設以外で放射性物質を貯蔵又は取り扱う MP 等の施設

2. リスクに応じた津波対策

- ✓ LWTFで取扱う放射性物質は、機器、セル・部屋及び建家の各々の段階での障壁により閉じ込めを行っている。設計津波襲来時においても、これらの全ての障壁が無くなることがなければ、放射性物質が海水とともに建家外に有意に流出することはない。

これらを踏まえ、現場調査や建家の耐震性・耐津波性、機器の耐震性・耐圧性に係る評価を行い、建家外への放射性物質の流出の可能性及び対策が必要な箇所の確認を行った。

- ✓ その結果、地下階の放射性物質は、機器内又は地下階のセル・部屋内で保持されるが、一方、地上1階に設置されている一部の機器については、設計津波に対して、障壁が維持できず、放射性物質が建家外に有意に流出する可能性が否定できないことが分かった(令和3 年4 月20 日 配布資料7-1参照)。このため、地上1階の該当機器が設置されている部屋に対して津波対策を行う。

- ✓ 具体的には、海水が極力流入しないよう、流入箇所として想定される換気空調用ダクト、扉、配管・ケーブル等の貫通部への対策を検討している（別添－１参照）。

3. 継続使用を考慮した津波対策

- ✓ リスクに応じた津波対策に加え、継続使用を考慮した津波対策を行うものとし、これについては、「設計津波」より規模は小さいが、施設の運転期間中において発生する可能性がより高い津波※²を想定し、被災したとしても早期に施設の運転を再開して継続運転が可能となるような対策を行うことで再処理施設の廃止措置計画が大きく遅延しないようにする。

※² 例えば、行政機関（茨城県）が定める、L1津波（発生頻度：数十年から百数十年）または、これより保守的なL2津波が考えられる。

- ✓ 想定する津波に対しては、建家内への海水流入は許容するものの津波の継続時間（浸水時間）を考慮し、現実的な建家内への海水流入量、流入経路の評価を行い、浸水する可能性のある機器を抽出する（別添－２参照）。抽出された機器については、津波襲来後も早期に運転が再開できるよう、交換要領の策定や防護措置を行う。

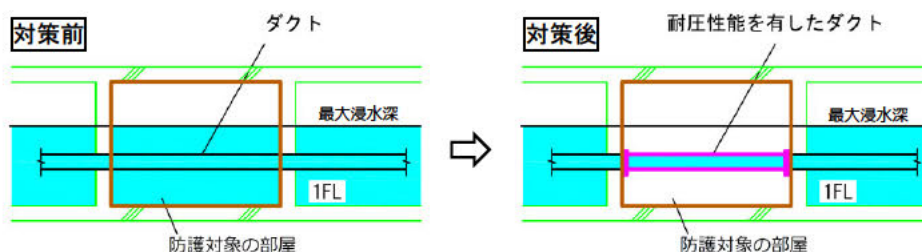
なお、LWTF建家外の焼却設備の灯油貯槽等の生産系設備については、管理区域外設置であり、比較的短期間で交換等の対応が可能と見込まれることから、事後保全の対応とする。

以 上

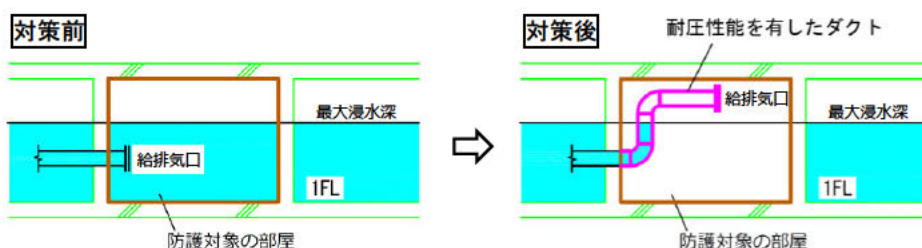
リスクに応じた津波対策の例

(1) 換気空調用ダクトへの対策例

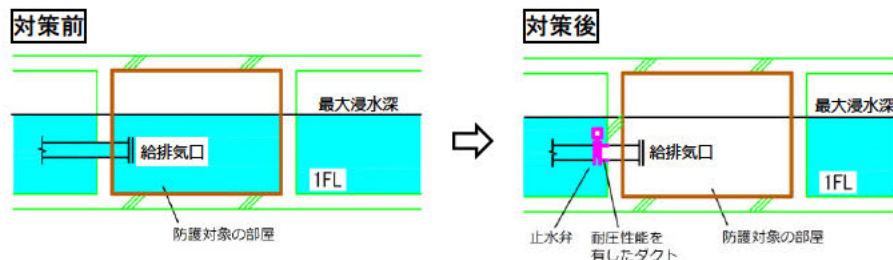
- ① 防護対象の部屋内のダクト補強（ダクト板厚変更、リブの追加、浸水圧に耐え得る円形ダクトへの改造）



- ② 防護対象の部屋内の給排気口又は防護対象の部屋へ至るダクトの一部を最大浸水深以上に移設

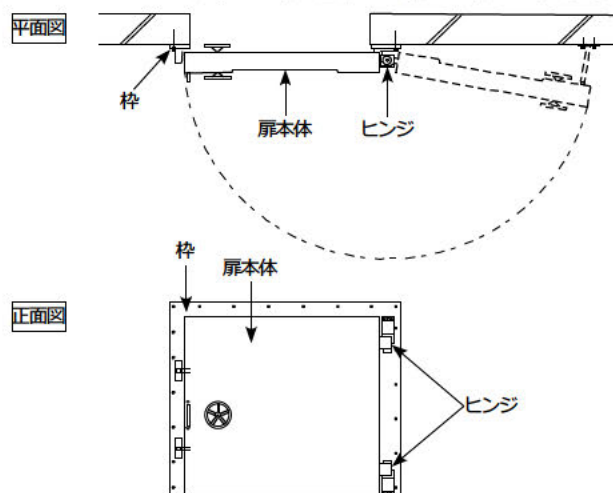


- ③ 防護対象の部屋へ至るダクトに止水弁の設置



(2) 扉への対策例

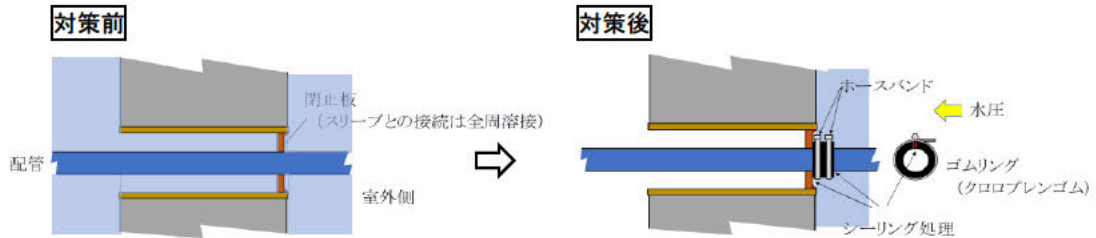
海水が極力流入しないよう普通扉を浸水防止扉に変更。



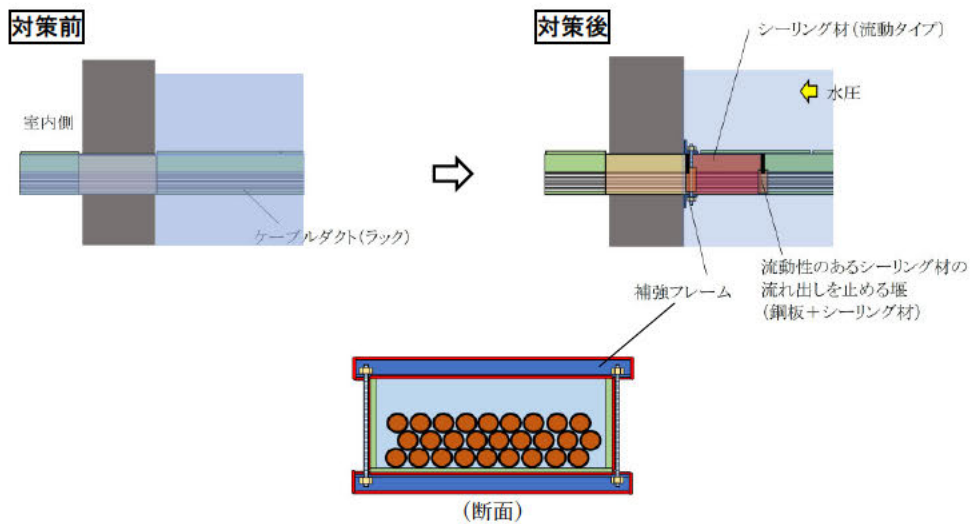
(3) 配管・ケーブル等の貫通部への対策例

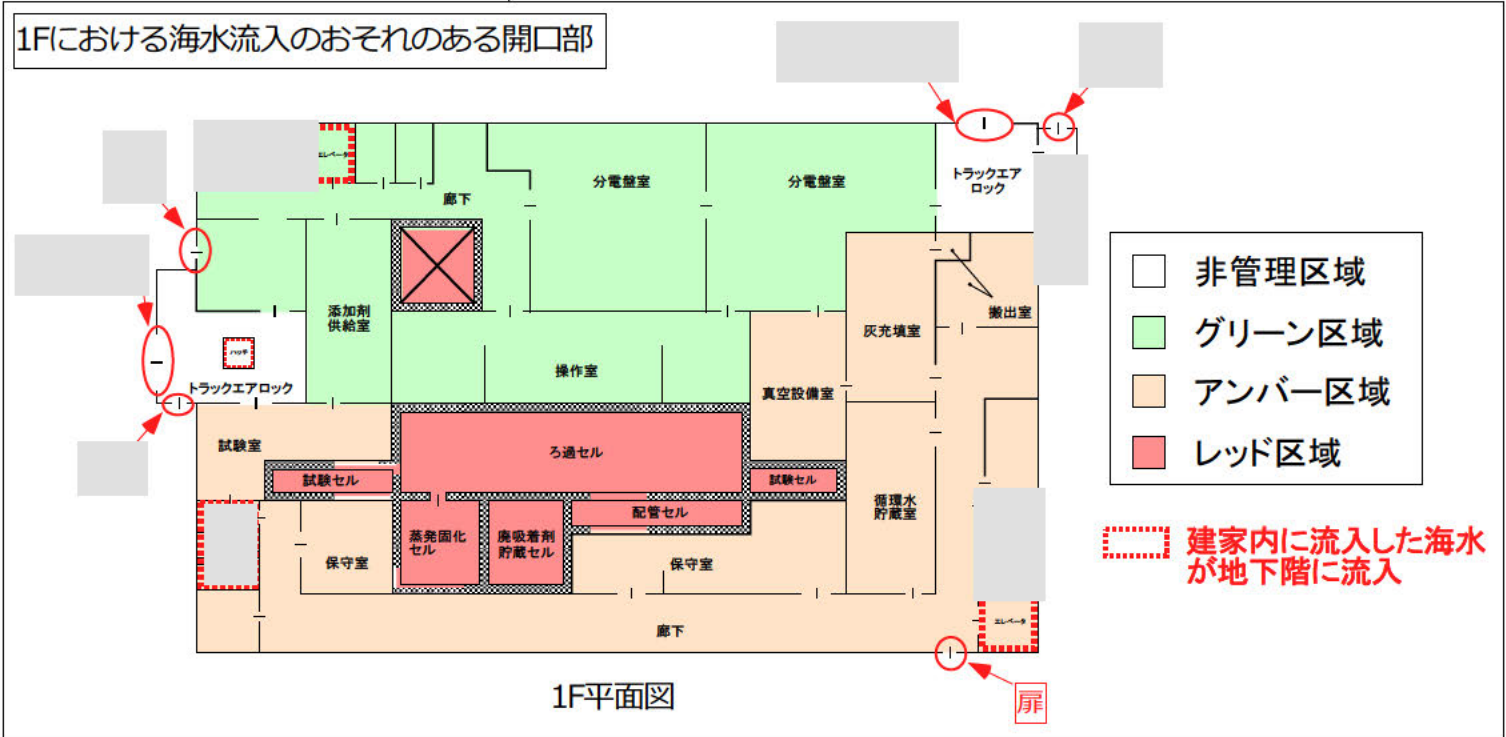
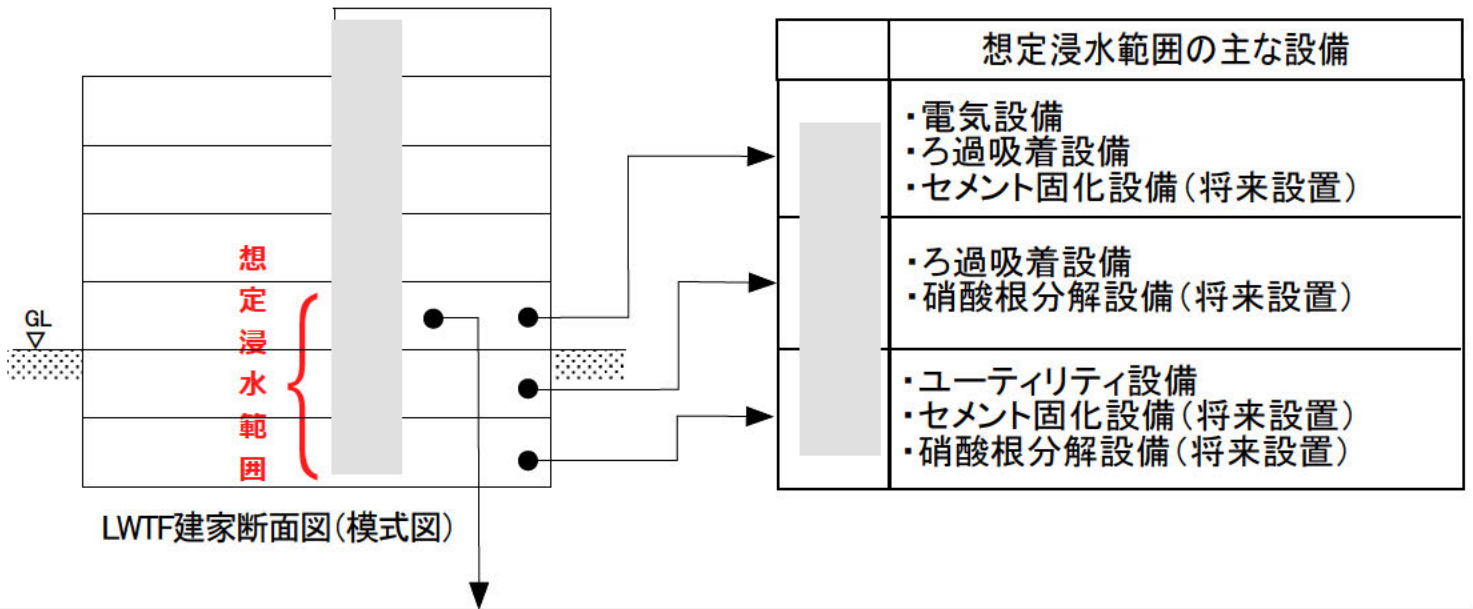
海水が極力流入しないよう配管・ケーブル等の貫通部に止水処置を施す。

① 配管スリーブにゴムリング取付けとシール材を充填



② ケーブルダクトに補強フレーム取付けとシール材を充填





《浸水する可能性がある機器の抽出方法》

- (1) 海水流入のおそれのある開口部を特定
- (2) 海水流入量は、想定 of 継続時間(浸水時間)を基に、現実的な値を算出
- (3) 流入経路を推定
- (4) (1)～(3)の結果を基に、浸水する可能性がある機器を抽出

東海再処理施設の廃止措置等に係る面談スケジュール(案)

令和4年5月11日
再処理廃止措置技術開発センター

面談項目																			
			3月			4月					5月				6月				7月
			～11日	～18日	～25日	～1日	～8日	～15日	～22日	～28日	～6日	～13日	～20日	～27日	～3日	～10日	～17日	～24日	～1日
廃止措置計画変更認可申請に係る事項																			
安全対策	津波による 損傷の防止	○TVF浸水防止扉の耐震補強												必要に応じて適宜説明					
	事故対処	○事故対処設備の保管場所 の整備 ○PCDF斜面補強																	
	内部火災	○代替措置の有効性 ○HAW及びTVF内部火災対策 工事																	
	溢水	○HAW及びTVF溢水対策工事																	
	その他 /工事進捗	○安全対策工事の進捗																	
	保安規定変更																		
当面の工程の見直しについて																			
LWTFの計画変更 セメント固化設備及び 硝酸根分解設備の設置 等		○実証規模プラント試験の 試験計画について ○安全対策の基本方針 について ○実証プラント規模試験 装置設計結果 ○津波対策方針	▼10				▼6					▽11							
工程洗浄													必要に応じて適宜説明						
SF搬出					▼24		▼6			▼27		▽11		▽25		▽8		▽22	
保全の方針		○高経年化技術評価 ○設備更新・補修等の考え方	▼10		▼24					▼27								▽22	
その他		○TVF保管能力増強に係る 一部補正 ○その他の設工認・報告事項等	▼10																
廃止措置の状況																			
ガラス固化処理の進捗状況等			▼10		▼24		▼6			▼27		▽11	進捗状況は適宜報告						

▽:面談 ◇:監視チーム会合