

東海再処理施設の廃止措置計画

- 安全対策の検討に用いる地震動, 津波, 竜巻及び火山事象に係る変更 —
— 東海再処理施設(HAW・TVF)の安全対策に係る変更 —

令和2年7月22日
令和2年8月7日修正

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
核燃料サイクル工学研究所

目次

はじめに

1. 東海再処理施設の廃止措置計画の概要
 - 1.1 東海再処理施設の概要
 - 1.2 廃止措置における安全上の留意事項
 - 1.3 廃止措置の主な方針
 - 1.4 廃止措置の工程
 - 1.5 東海再処理施設の廃止措置計画
2. 安全対策の検討に用いる地震動, 津波, 竜巻及び火山事象
 - 2.1 廃止措置計画用設計地震動(設計地震動)
 - 2.2 廃止措置計画用設計津波(設計津波)
 - 2.3 廃止措置計画用設計竜巻(設計竜巻)
 - 2.4 廃止措置計画用火山事象
3. 東海再処理施設(HAW・TVF)の安全対策
 - 3.1 基本方針
 - 3.2 安全対策の進め方
 - 3.3 地震対策
 - 3.4 津波対策
4. 安全対策に係る今後の予定

おわりに

はじめに

- 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所再処理施設(以下「**東海再処理施設**」という。)は、機構改革(平成25年から平成26年まで)における事業の重点化・合理化に係る検討の結果、**施設の廃止を決定**した。
- その後、この方針に従い、原子力規制委員会に対して、平成29年6月30日に**東海再処理施設の廃止措置計画**の認可申請し、**平成30年6月13日に認可**を受けた。
- また、「**原子力施設周辺の安全確保及び環境保全に関する協定**」に基づく東海再処理施設の廃止措置計画書を提出し、茨城県原子力審議会(平成30年1月31日, 3月29日), 茨城県原子力安全対策委員会(8月22日)における審議を経て、**平成30年10月4日に廃止措置計画の同意**を受けた。
- 今回の茨城県原子力安全対策委員会では、その後に原子力規制委員会より**変更認可を受け詳細な工程や方法等が具体化した以下の廃止措置計画**について報告する。
 - (1) 安全対策の検討に用いる地震動, 津波, 竜巻及び火山事象
(令和2年2月10日認可)
 - (2) 東海再処理施設(HAW・TVF)の安全対策
(令和2年7月10日認可)

1. 東海再処理施設の廃止措置計画の概要

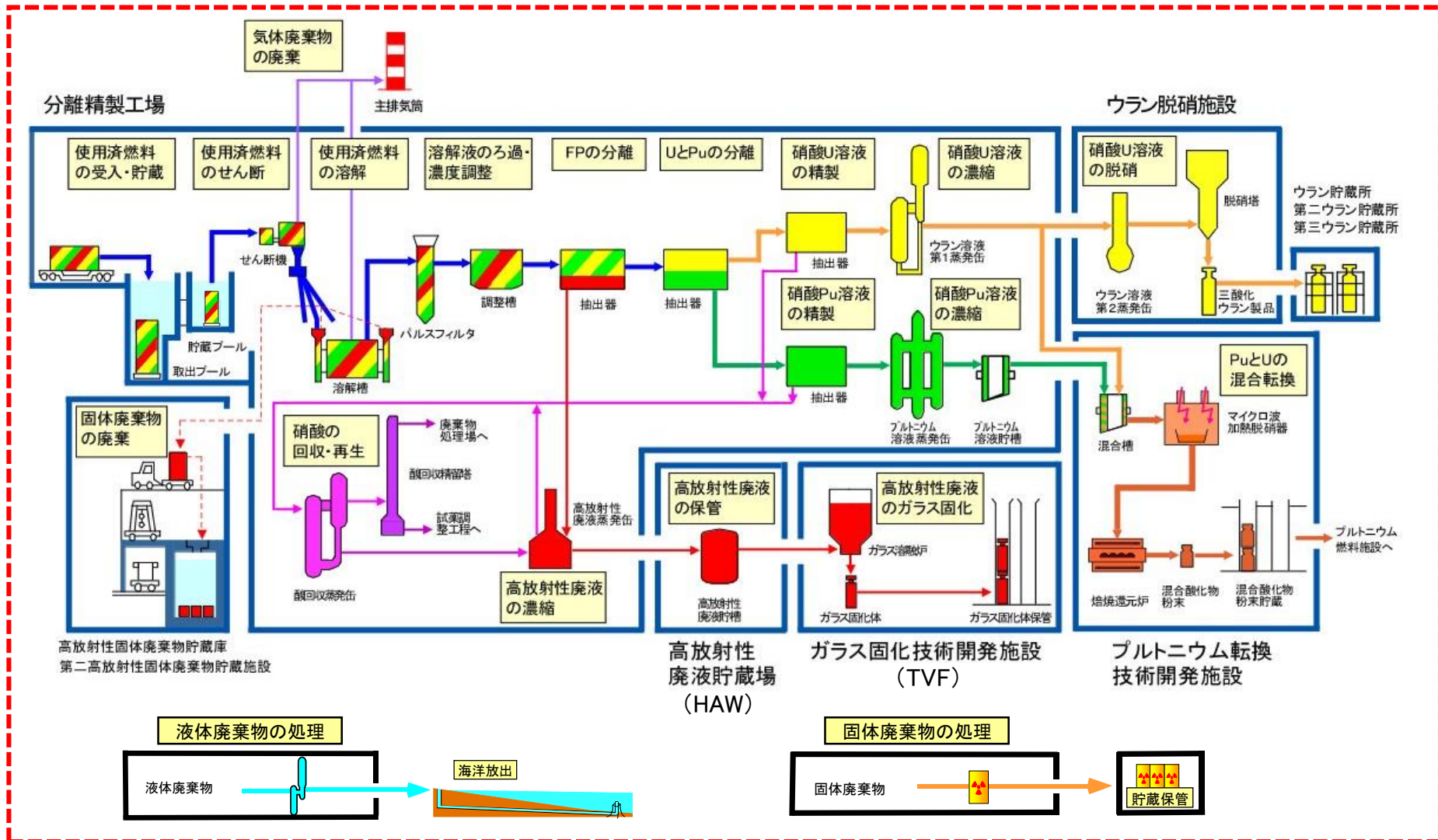
1.1 東海再処理施設の概要

— 施設の位置 —



— 工程概要 —

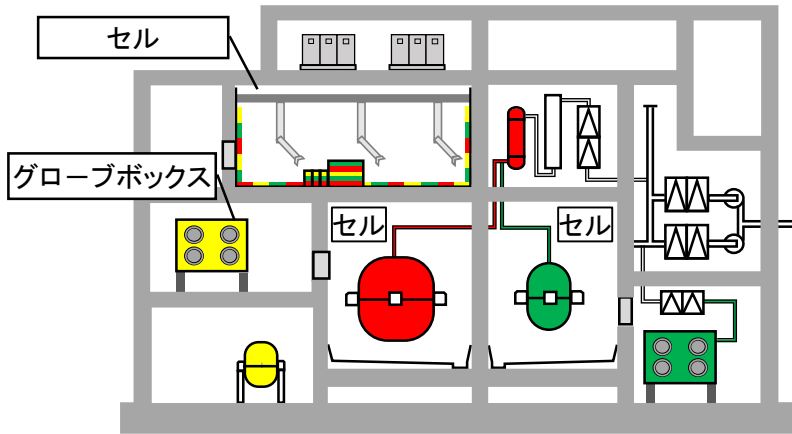
修正箇所(次ページ以降も同様)



※廃止措置段階であることから、新たな使用済燃料の持込/再処理は行わない。

再処理施設

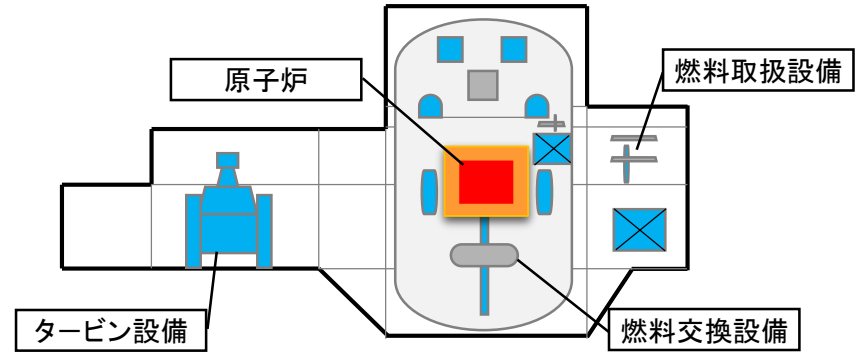
- : FP/TRU系 (放射線量が比較的高い)
- : Pu系 (放射線量が比較的低い)
- : U系 (放射線量が極めて低い)



- **放射性物質を扱う機器, 配管が広範囲に汚染** (放射性物質が付着)。
- セル内, グローブボックス内など広い面積が汚染。
- 核分裂生成物(FP), 長半減期のウラン(U)・プルトニウム(Pu)が混在または分離しており, 工程毎に組成が異なる。

原子力発電所

- : 放射線量が比較的高い (主に放射化)
- : 放射線量が比較的低い (主に放射化)
- : 放射線量が極めて低い



- **大部分の放射性物質は使用済燃料の中に密封** (燃料を取り出せば大幅に減少)。
- 炉心に放射化物が集中。
- 大型の機器や配管が多い。
- 短半減期の放射性核種も存在 (冷却期間を設ける)。

1.2 廃止措置における安全上の留意事項

— 東海再処理施設の廃止措置の特徴 —

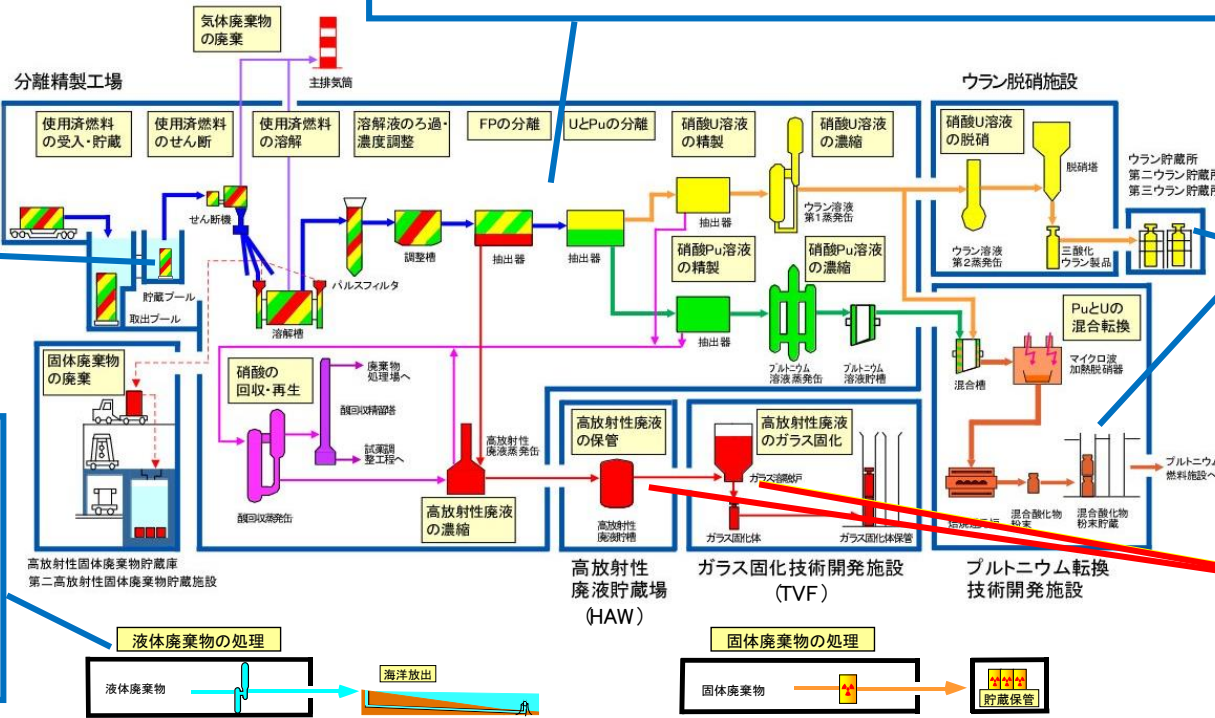
工程内に残留した核燃料物質等の回収, 系統除染が必要

使用済燃料の搬出が必要

廃止措置と並行し, 再処理に伴い発生した放射性廃棄物の処理が必要

核燃料物質の譲渡が必要

特にリスクの高い高放射性廃液の処理が必要



上記の他,

- ・約30の管理区域を有する施設に対して順次廃止措置を進めることが必要
- ・施設の高経年化対策が必要
- ・新規制基準を踏まえた安全性向上対策が必要
- ・機器解体後のスペースを活用し, 解体廃棄物の保管が必要

— 主な方針 —

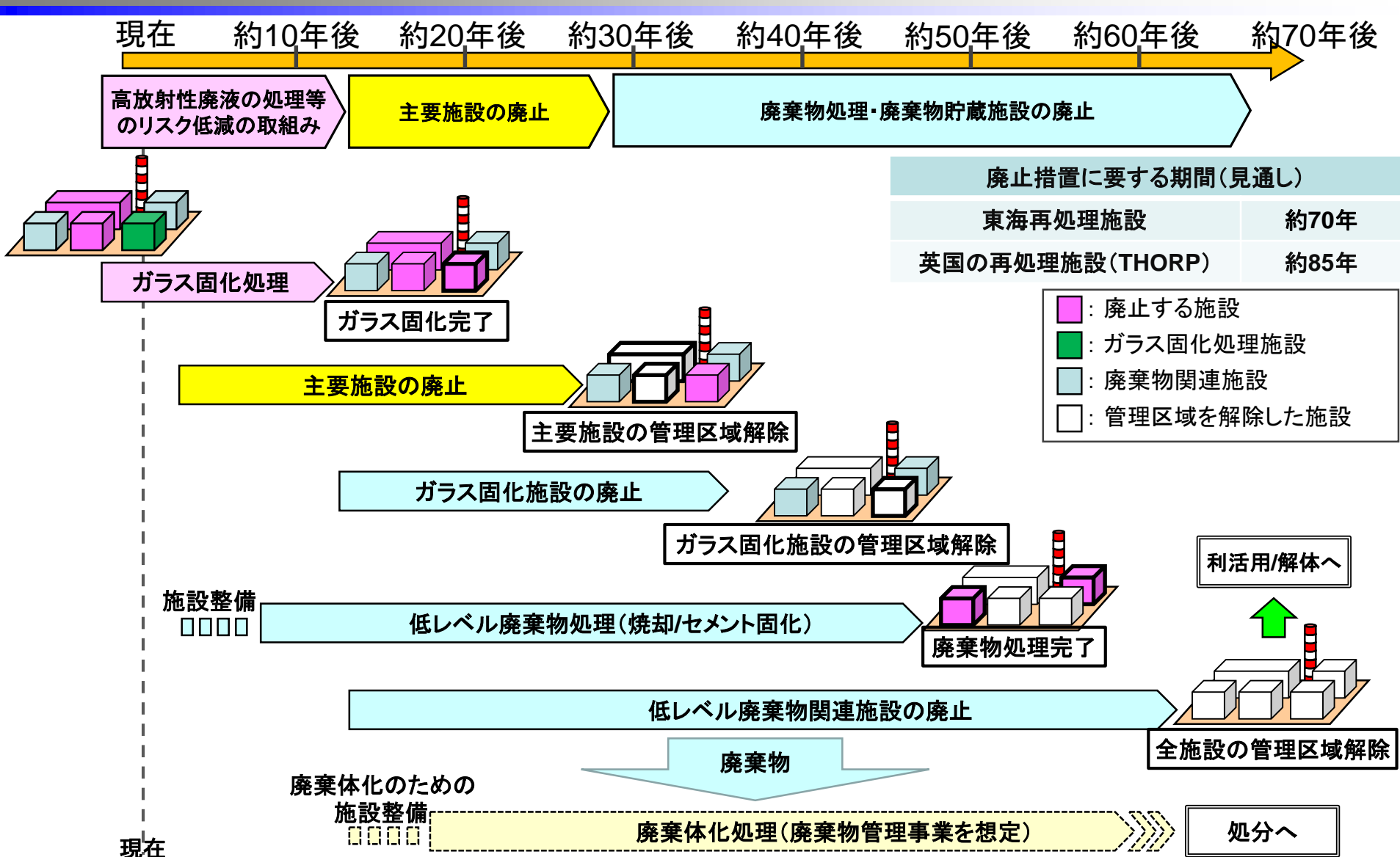
- 廃止措置においては、保有する放射性廃棄物に伴うリスクの早期低減を当面の最優先課題とし、これを安全・確実に進めるため、施設の高経年化対策と新規規制基準を踏まえた安全性向上対策を重要事項として実施する。
- 廃止措置期間中においても使用済燃料の貯蔵、放射性廃棄物の処理・貯蔵、核燃料物質の保管を継続して行う必要があることから、これらの施設及び緊急安全対策等として整備した設備については性能維持施設とし、再処理運転時と同様に性能を維持する。
- 機器の解体等の廃止措置における安全対策は、過去のトラブル等の経験を十分踏まえた上で、放射性物質の施設内外への漏えい防止及び拡散防止対策、被ばく低減対策並びに事故防止対策を講じる。
- 低レベル放射性廃棄物については、必要な処理を行い、貯蔵の安全を確保するとともに、廃棄体化施設を整備し廃棄体化を進め、処分施設の操業開始後随時搬出する。
- 再処理施設の廃止措置は、施設内に保有する廃棄物の処理を行いつつ所期の目的が終了した建家ごとに段階的に進める。
- 再処理施設の廃止措置は、全期間の全工程について詳細に定めることが困難であることから、今後詳細を定め、逐次廃止措置計画の変更申請を行う。

－ リスクの早期低減 －

- 東海再処理施設においては、今後リスクを大幅に増加させる活動である新たな使用済燃料のせん断、溶解等を行わず、廃止措置へ移行している。
- このことから、各施設の今後の使用計画を明確にした上で、施設が保有する放射性物質によるリスクに応じて安全上の重要度を見直すこととしている。
- 廃止措置においては、保有する放射性廃棄物に伴うリスクの早期低減を当面の最優先課題とし、これを安全・確実に進めるため、施設の高経年化対策と再処理施設の技術基準に関する規則(技術基準規則)を踏まえた安全性向上対策を重要事項として実施する。
- 具体的に、当面は、リスクを速やかに低減させるため、
 - ①高放射性廃液を貯蔵している高放射性廃液貯蔵場(以下「HAW」という。)の安全確保
 - ②高放射性廃液のガラス固化技術開発施設(以下「TVF」という。)におけるガラス固化
 - ③高放射性固体廃棄物貯蔵庫(HASWS)の貯蔵状態の改善
 - ④低放射性廃棄物処理技術開発施設(LWTF)における低放射性廃液のセメント固化を最優先で進めている。

- こうした中、令和元年7月に②TVFにおいて高放射性廃液のガラス固化処理が停止し、運転再開に向けた対応とともに、①高放射性廃液を貯蔵するHAWの安全確保が極めて重要となっている。
- TVFに関しては、令和3年5月の運転開始に向けて準備を進めている。

1.4 廃止措置の工程 — 進め方 —



➤ 廃止措置を進めると同時に、廃棄物の処分についても重要課題として取り組んでいく。

— 廃止措置計画の変更 —

| 年度 (H:平成, R:令和) | | | |
|--|-----|---|----|
| H29 | H30 | H31/R元 | R2 |
| <div style="border: 2px solid blue; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">廃止措置計画(原申請)</p> <p>▼申請: H29.6.30</p> <p style="margin-left: 100px;">▼補正: H30.2.28</p> <p style="margin-left: 150px;">▼補正: H30.6.5</p> <p style="margin-left: 100px;">▼認可: H30.6.13</p> <p style="margin-left: 150px;">▼同意: H30.10.4</p> </div> | | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; background-color: #ffffcc;"> <p>「原子力施設周辺の安全確保及び環境保全に関する協定」に基づく、廃止措置計画書又は変更は、東海再処理施設の廃止措置計画の申請又は補正と同日に提出している。</p> </div> | |
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>【審査中の廃止措置計画】</p> <ul style="list-style-type: none"> ○TVFのガラス固化体の保管能力増強 (変更申請: H30.11.9(新增設等計画書: H30.11.7)) ○低放射性廃棄物処理技術開発施設 (LWTF)における硝酸根分解設備・セメント固化設備の設置 (変更申請: H31.3.20) ○再処理事業規則の改正に伴う廃止措置に係る品質マネジメントシステムの追加 (変更申請R2.6.18) </div> | | <div style="border: 2px solid red; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; color: red;">今回の報告範囲</p> <div style="border: 1px solid black; background-color: #ffff00; padding: 5px; text-align: center;"> <p>安全対策の検討に用いる設計地震動, 設計津波, 竜巻及び火山事象</p> </div> <p>▼変更申請: H30.11.9</p> <p style="margin-left: 100px;">▼補正: R元.9.26</p> <p style="margin-left: 150px;">▼認可: R2.2.10</p> <div style="border: 1px solid black; background-color: #90ee90; padding: 5px; text-align: center; margin: 5px 0;"> <p>安全対策*</p> </div> <p>▼変更申請: R元.12.19</p> <p style="margin-left: 100px;">▼補正: R2.5.29</p> <p style="margin-left: 150px;">▼認可: R2.7.10</p> </div> | |

※性能維持施設や安全対策に係る変更申請(H31.3.20申請, R元.11.28補正)は、東海再処理施設安全監視チーム等における審査を踏まえ、R2.2.28に取り下げた。

2. 安全対策の検討に用いる地震動, 津波, 竜巻及び火山事象

2.1 廃止措置計画用設計地震動(設計地震動)

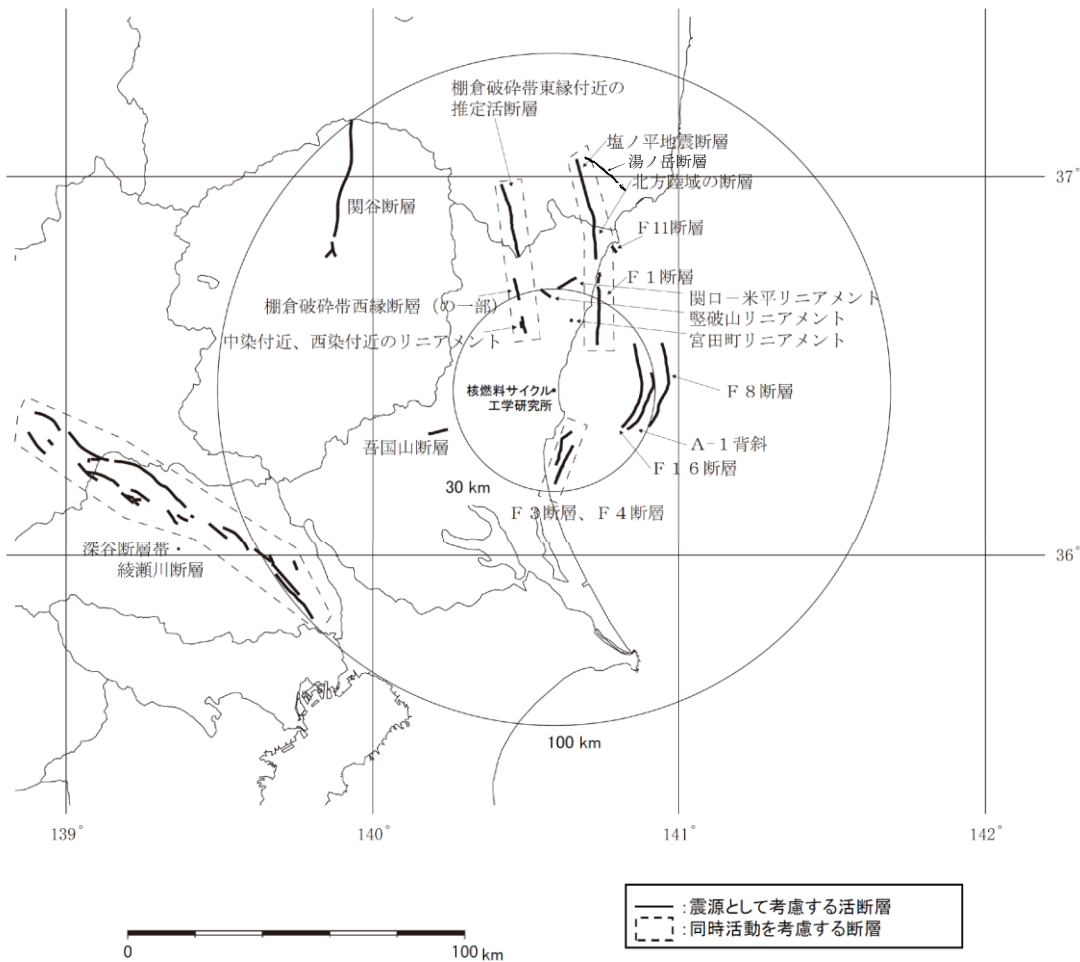
2.2 廃止措置計画用設計津波(設計津波)

2.3 廃止措置計画用設計竜巻(設計竜巻)

2.4 廃止措置計画用火山事象

— 検討概要 (1/4) —

・敷地周辺・敷地近傍の地質・地質構造に関する調査の結果、下記の断層を震源として考慮する活断層として評価する。



| No. | 断層名 | 評価長さ (km) |
|-----|---|-----------|
| 1 | 関谷断層 | 40 |
| 2 | 深谷断層帯・綾瀬川断層 | 103 |
| 3 | F3断層～F4断層の同時活動 | 16 |
| 4 | 関口-米平リニアメント | 6 |
| 5 | 豎破山リニアメント | 4 |
| 6 | 宮田町リニアメント | 1 |
| 7 | 吾国山断層 | 6 |
| 8 | F8断層 | 26 |
| 9 | F16断層 | 26 |
| 10 | A-1背斜 | 19 |
| 11 | 棚倉破砕帯西縁断層(の一部)～棚倉破砕帯東縁付近の推定活断層の同時活動 * 中染付近・西染付近のリニアメントを含む。 | 42 |
| 12 | F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層の同時活動 | 58 |
| 13 | F11断層 | 5 |

【注】 変動地形の可能性のある地形を「リニアメント」という。

— 検討概要(2/4) —

➤ **再処理施設の廃止措置計画用設計地震動**※(以下、「設計地震動」という。)の策定は、「基準地震動及び耐震設計方針に係る審査ガイド」に基づき実施した。

※「廃止措置計画用設計地震動」とは、日本原子力研究開発機構より「基準地震動」として申請したものについて、原子力規制委員会が令和2年2月10日の廃止措置計画変更認可時に「廃止措置計画における安全対策の検討に用いる地震動」として位置付けたもの。

■ **震源を特定して策定する地震動**
 選定する敷地に大きな影響を与えると予想される地震(以下「検討用地震」という。)については、以下の検討用地震について、不確かさを考慮した地震動評価を行った。

| 地震発生様式 | 検討用地震 |
|-----------|--------------------------------|
| 内陸地殻内地震 | F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層 (M7.8) |
| プレート間地震 | 2011年東北地方太平洋沖型地震 (Mw9.0) |
| 海洋プレート内地震 | 茨城県南部の地震 (M7.3) |

■ **震源を特定せず策定する地震動**
 震源を事前に特定できない地震に関する既往の知見である加藤ほか(2004)に基づき設定した応答スペクトル及び2004年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震動を設定した。
 なお、設定した応答スペクトルは、設計地震動S_s-Dに包絡される。

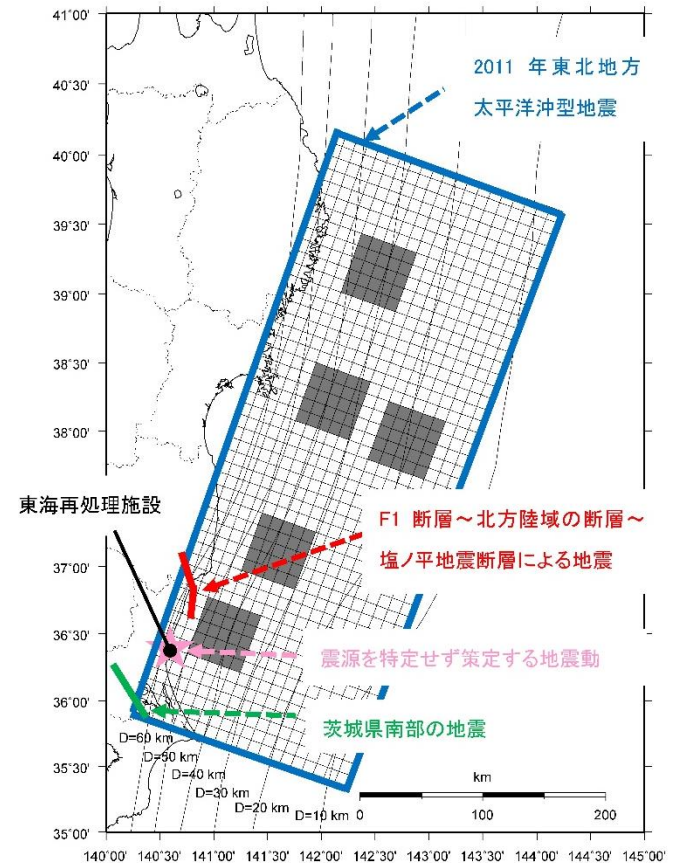


図 検討用地震の震源位置

— 検討概要(3/4) —

■敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

■震源を特定せず策定する地震動

プレート間地震

【検討用地震の選定】

2011年東北地方太平洋沖型地震(Mw9.0)

【基本震源モデルの設定】

強震動予測レシピに基づく震源モデル(Mw9.0)

主な特徴

- ・既往最大である2011年東北地方太平洋沖地震と同様のMw9.0を想定している。
- ・巨大プレート間地震に対して適用性を確認した強震動予測レシピに基づきパラメータを設定している。
- ・基本震源モデルによる評価結果は、東北地方太平洋沖地震における敷地観測記録と良く対応していることを確認している。

【不確かさの考慮】

- ・強震動生成域(以下「SMGA」という。)位置の不確かさ(過去に発生した地震の位置→敷地最短)
- ・短周期レベルの不確かさ(宮城県沖で発生する地震の短周期励起特性を概ねカバーするレベルとして基本震源モデルの1.5倍を考慮)
- ・SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳

海洋プレート内地震

【検討用地震の選定】

中央防災会議 茨城県南部の地震(Mw7.3)

【基本震源モデルの設定】

中央防災会議(2013)等の各種知見に基づく震源モデル(Mw7.3)

主な特徴

- ・想定になった中央防災会議(2013)は、フィリピン海プレートに関する最新知見を踏まえたものであり、1855年安政江戸地震の再現モデル(応力降下量52MPa)に2割程度保守性を考慮(応力降下量62MPa)している。
- ・フィリピン海プレートの厚さが20km以上となる領域のうち、敷地に近い位置に想定している。

【不確かさの考慮】

- ・断層傾斜角の不確かさ(90度→敷地に向く角度+すべりの方向)
- ・アスペリティ位置の不確かさ(海洋マントル上端→海洋地殻上端)
- ・応力降下量の不確かさ(62MPa→77MPa)
- ・地震規模の不確かさ(Mw7.3→Mw7.4)

内陸地殻内地震

【検討用地震の選定】

F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震(M7.8)

【基本震源モデルの設定】

地質調査結果や強震動予測レシピに基づく震源モデル(M7.8)

主な特徴

- ・2011年福島県浜通りの地震の知見から、地震発生層の上端深さを3kmと設定している。下端深さについては保守的に18kmとし、断層幅をより広く想定している。
- ・断層傾斜角については、F1断層における音波探査結果や2011年福島県浜通りの地震の震源インバージョンモデルでの傾斜角を参考に西傾斜60度としている。
- ・断層全長約58kmを南部と北部に区分する際、リニアメントが判読されない区間をF1断層側に含め、これらを合わせて一つの区間とすることで敷地に近い南部区間に配置するアスペリティの地震モーメントや短周期レベルを大きくし、安全側の設定としている。

【不確かさの考慮】

- ・短周期レベルの不確かさ(2007年新潟県中越沖地震の知見を踏まえ基本震源モデルの1.5倍を考慮)
- ・断層傾斜角の不確かさ(2011年福島県浜通りの地震の震源域での余震分布の形状を考慮し、傾斜角45度を考慮)
- ・アスペリティ位置の不確かさ(端部1マス離隔あり→端部1マス離隔なし)

既往の知見

震源を事前に特定できない地震に関する既往の知見である加藤ほか(2004)に基づき設定した応答スペクトル

審査ガイド例示16地震

信頼性のある基盤地震動の検討結果を踏まえ2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮

2004年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震動を設定

— 検討概要(4/4) —

■敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

■震源を特定せず策定する地震動

プレート間地震

【応答スペクトル手法】

敷地における2011年東北地方太平洋沖地震の解放基盤波を包絡し、断層モデル手法の評価結果を補完した応答スペクトルを設定

【断層モデル手法】

経験的グリーン関数法による評価

海洋プレート内地震

【応答スペクトル手法】

Noda *et al.*(2002)による手法に補正係数を考慮

【断層モデル手法】

統計的グリーン関数法による評価

内陸地殻内地震

【応答スペクトル手法】

Noda *et al.*(2002)による手法に補正係数を考慮

【断層モデル手法】

経験的グリーン関数法及び波数積分法のハイブリッド合成法による評価※

加藤ほか(2004)に基づき設定した応答スペクトル及び2004年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震動が、設計地震動 S_s-D に包絡されることを確認

応答スペクトル手法による設計地震動

- ・応答スペクトル手法によるプレート間地震、海洋プレート内地震、内陸地殻内地震の地震動評価結果をすべて包絡するよう S_s-D を策定
- ・模擬地震波の作成においてはプレート間地震である2011年東北地方太平洋沖型地震を考慮した振幅包絡線を作成し、継続時間をより長く設定

断層モデル手法による設計地震動

断層モデル手法によるプレート間地震、海洋プレート内地震、内陸地殻内地震の地震動評価結果のうち、一部周期帯で設計地震動 S_s-D を上回るケースを選定

■設計地震動 S_s の策定

S_s-D 応答スペクトル手法による設計地震動

S_s-1 F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震(M7.8)(短周期レベルの不確かさ、破壊開始点3)

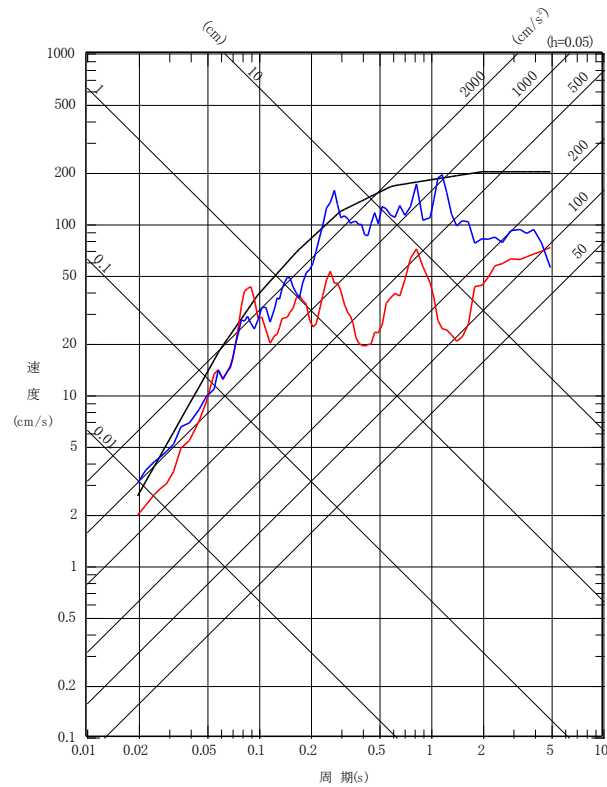
S_s-2 2011年東北地方太平洋沖型地震(Mw9.0)(SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳)

※経験的グリーン関数に用いる要素地震については、敷地周辺の地形的特徴から長周期の後続波が混在していると考えられることから、この後続波による地震動評価への影響を考慮し、長周期成分については波数積分法を採用

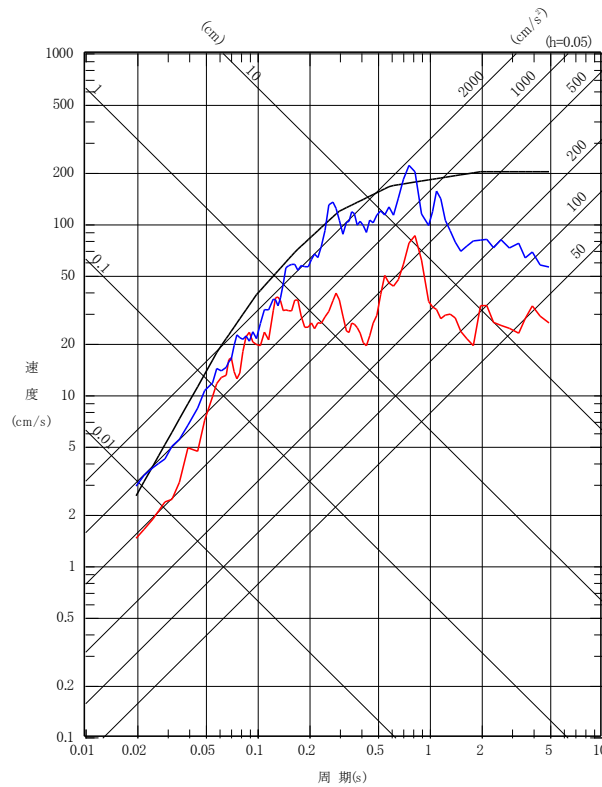
— 応答スペクトル —

■ 設計地震動S_sの応答スペクトル

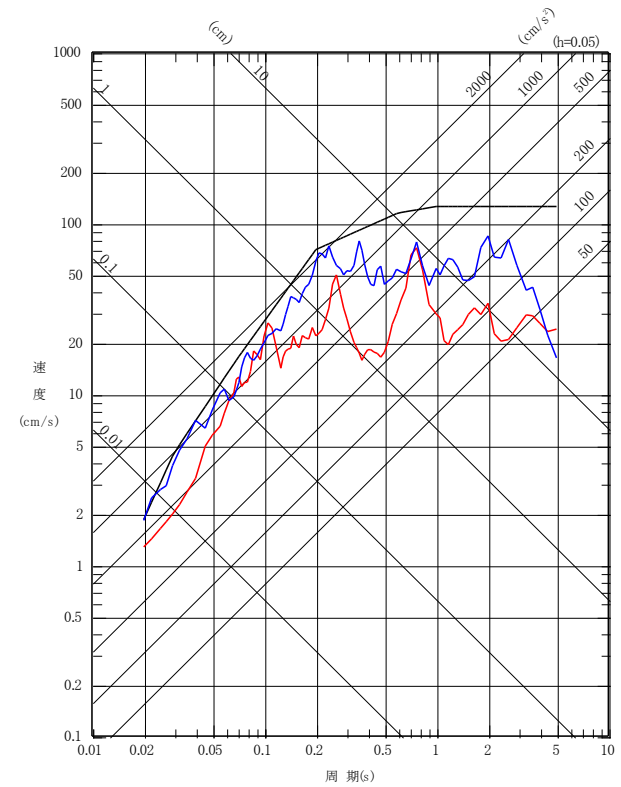
- S_s-D 応答スペクトル手法による設計地震動
- S_s-1 F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震(短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点3)
- S_s-2 2011年東北地方太平洋沖型地震(SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳)



南北成分



東西成分



上下成分

— 設計地震動の設定(最大加速度値) —

■ 設計地震動S_sの最大加速度の一覧を示す。

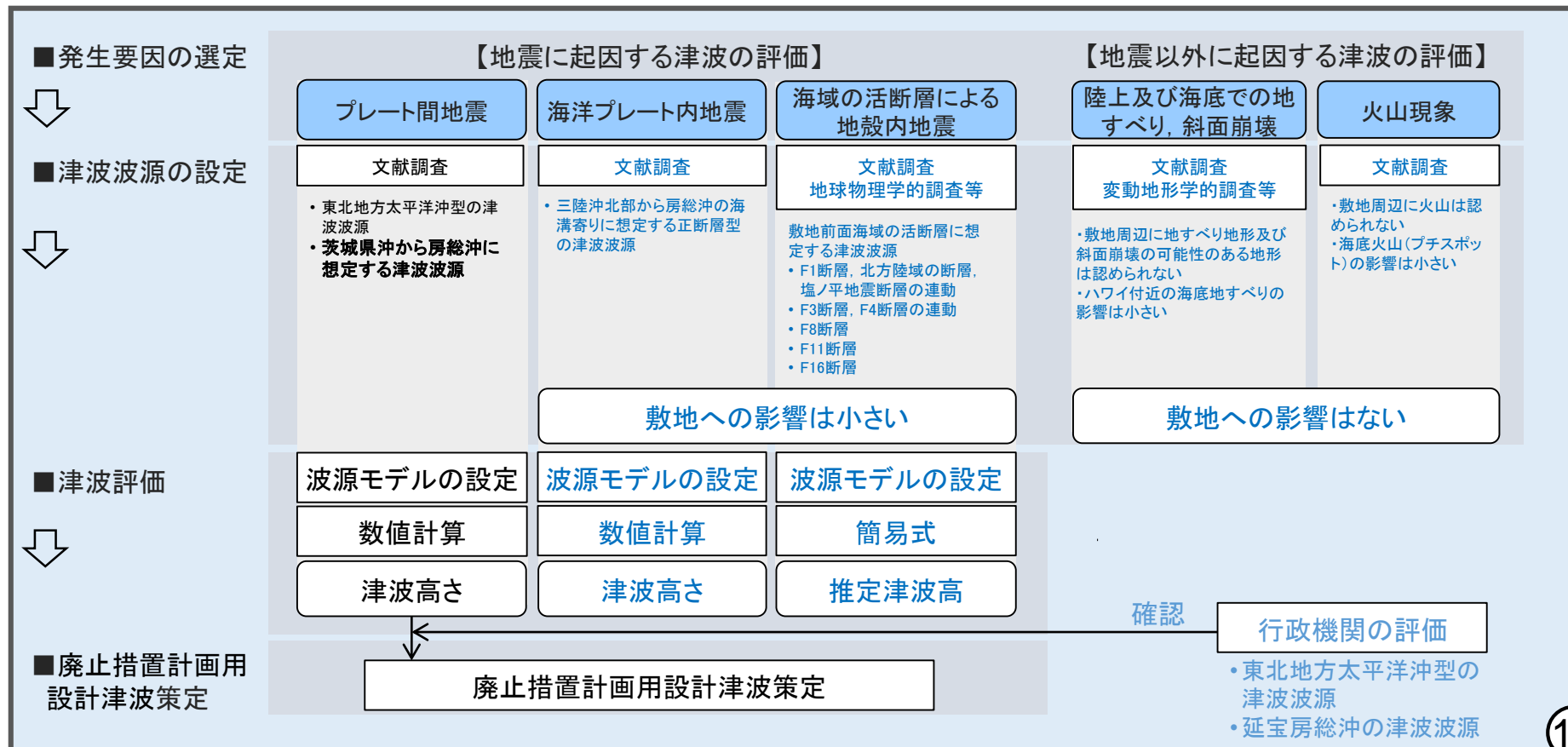
| 設計地震動 | | 最大加速度(cm/s ²) | | |
|-------------------|--|---------------------------|------------|------------|
| | | 南北成分 | 東西成分 | 上下成分 |
| S _s -D | 応答スペクトル手法による設計地震動 | <p>800</p> | | <p>580</p> |
| S _s -1 | F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震 (短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点3) | <p>617</p> | <p>451</p> | <p>401</p> |
| S _s -2 | 2011年東北地方太平洋沖型地震 (SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳) | <p>952</p> | <p>911</p> | <p>570</p> |

※表中のグラフは各設計地震動S_sの加速度時刻歴波形
(縦軸: 加速度[cm/s²], 横軸: 時間[s])

— 検討概要（1/3） —

- **再処理施設の廃止措置計画用設計津波**※（以下、「設計津波」という。）の策定は、「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」に基づき実施した。
- 波源の選定にあたっては、敷地に最も影響する波源としてプレート間地震の茨城県沖から房総沖に想定する津波波源（Mw8.7）を設定した。

※「廃止措置計画用設計津波」とは、日本原子力研究開発機構より「設計津波」として申請したものについて、原子力規制委員会が令和2年2月10日の廃止措置計画変更認可時に「廃止措置計画における安全対策の検討に用いる津波」として位置付けたもの。

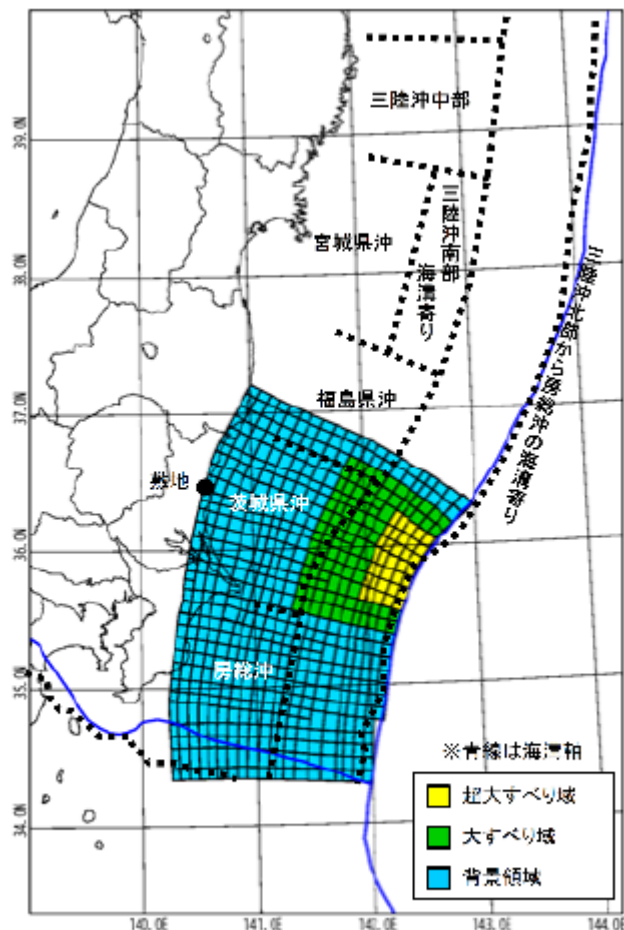


— 検討概要(2/3) —

| パラメータ | 設定値 |
|-------------------------|---------------------------------------|
| 断層面積: S | 53684 km ² |
| 平均応力降下量: $\Delta\sigma$ | 3.0 MPa |
| 剛性率: μ | 4.7×10^{10} N/m ² |
| モーメントマグニチュード: Mw | 8.7 |
| 平均すべり量: D | 6.1 m |
| 地震モーメント: M ₀ | 1.5×10^{22} N m |

| パラメータ | | 設定値 |
|--------|----------------|---------------------------------------|
| 超大すべり域 | すべり量 | 24.3 m |
| | 面積比率 (断層面積) | 全体面積の5% (2659 km ²)* |
| 大すべり域 | すべり量 | 12.1 m |
| | 面積比率 (断層面積) | 全体面積の15% (8231 km ²)* |
| 背景領域 | すべり量 | 3.8 m |
| | 面積比率 (断層面積) | 全体面積の80% (42794 km ²)* |

※ 断層面積は右図の特性化波源モデル値
ただし、超大すべり域、大すべり域の位置により若干変動する

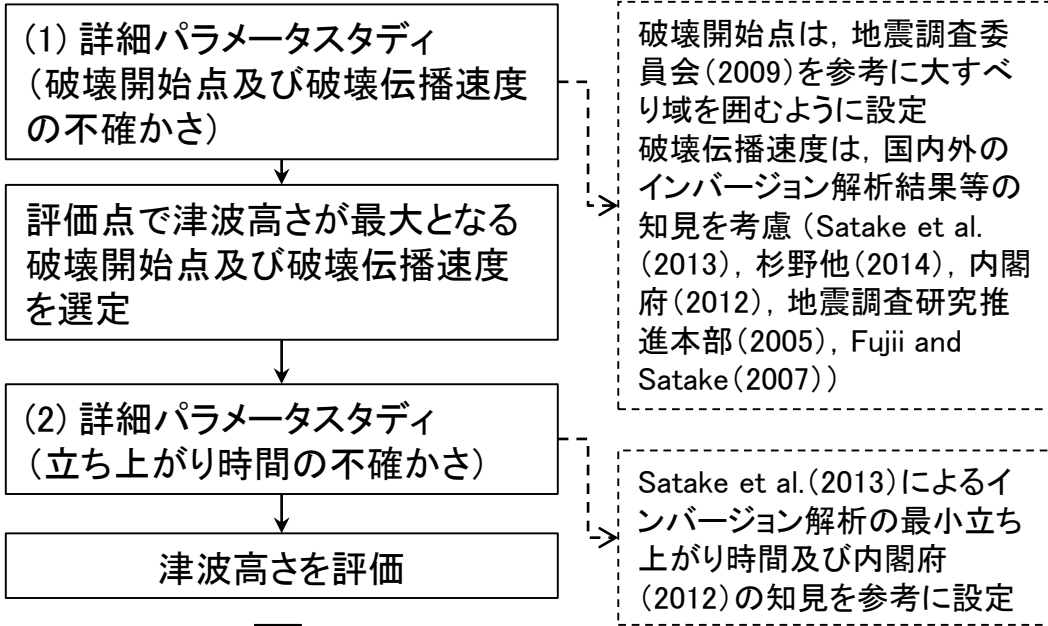


特性化波源モデル(一例)

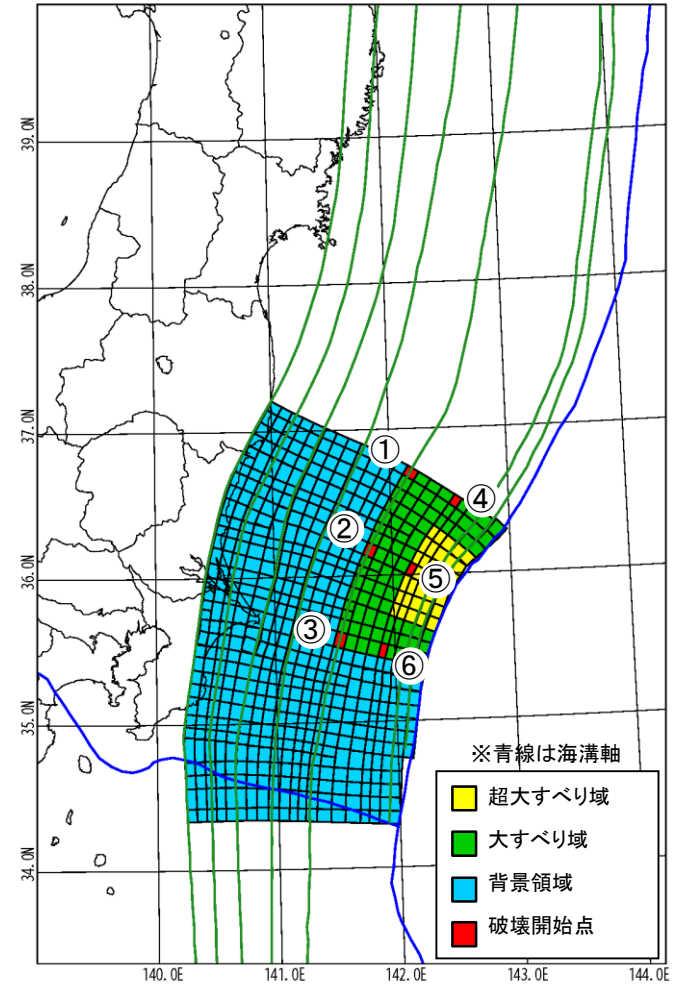
茨城県沖から房総沖に想定する津波波源

— 検討概要 (3/3) —

【設定フロー】



| 項目 | 設定値 |
|---------|---|
| 破壊開始点 | ①～⑥(右図参照) |
| 破壊伝播速度 | 1.0km/s, 1.5km/s, 2.0km/s, 2.5km/s, 3.0km/s |
| 立ち上がり時間 | 30秒, 60秒 |



破壊開始点位置図

茨城県沖から房総沖に想定する津波波源
(詳細パラメータスタディの設定)

— 設計津波の設定（時刻歴波形） —

- 設計津波は、時刻歴波形に対して施設からの反射波の影響が微小となるよう、敷地前面の沖合い約19km（水深100m地点）の位置で策定した（図1参照）。
- 設計津波策定位置における津波高さは、T.P.+7.9 mであった（図2参照）。
なお、再処理施設は海から取水しないため、水位上昇側の評価のみ実施している。

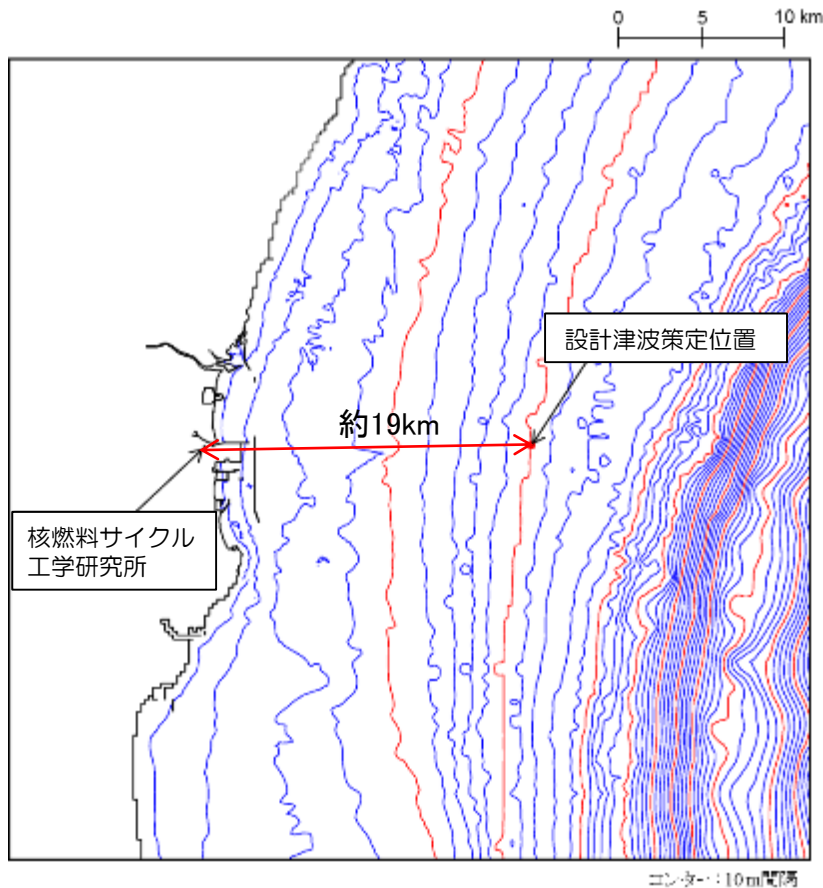


図1 設計津波策定位置

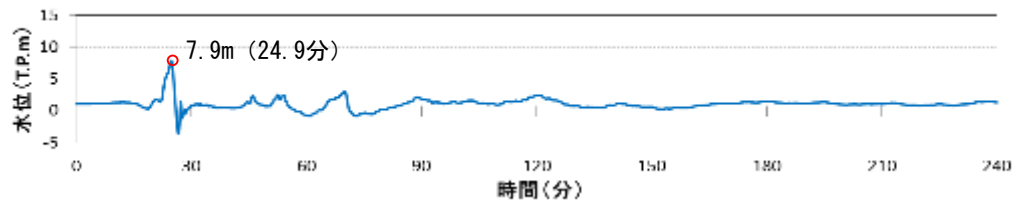


図2 設計津波策定位置における時刻歴波形

大すべりの位置：B-2, 破壊開始点⑥,
破壊伝播速度3.0km/s, 立ち上がり時間30秒

— 設計竜巻の設定 —

- 廃止措置計画用設計竜巻(以下「設計竜巻」という。)の設定は、「原子力発電所の竜巻影響評価ガイド」に従い、**設計竜巻を100m/sに設定した。**

竜巻検討地域の設定

- ・総観場の気象条件に竜巻検討地域を設定



基準竜巻の最大風速(V_B)設定

- ・過去最大竜巻による最大風速(V_{B1})及びハザード曲線による最大風速(V_{B2})を比較



設計竜巻の最大風速(V_D)設定

- ・サイト特性等を考慮して必要に応じて V_{B1} に割増等を行い、最大風速を設定



設計竜巻の特性値の設定

- ・竜巻影響評価ガイドの記載等に従い、気圧低下量等の特性値を設定

竜巻検討地域は竜巻の単位面積当たりの発生数が最も多い領域を設定し、**福島県～沖縄県の沿岸**を設定

| 竜巻検討地域 | 面積 (km ²) | 発生数※ | 単位面積当たりの発生数 (個/年/km ²) |
|---------|-----------------------|------|------------------------------------|
| 福島県～沖縄県 | 約57,700 | 361 | 1.13×10^{-4} |

※ 気象庁「竜巻等の突風データベース」から1961年1月～2016年3月の期間で集計

基準竜巻: 過去最大竜巻による最大風速 **92m/s**

| 過去最大竜巻による最大風速 V_{B1} (m/s) | ハザード曲線による最大風速 V_{B2} (m/s) |
|------------------------------|------------------------------|
| 92 | 76 |

- ・再処理施設は平坦な地形ため、地形効果の影響は考慮する必要なし
- ・竜巻に関するデータ数が少なく、不確実性があることを考慮

設計竜巻の最大風速は、基準竜巻の最大風速(92m/s)を安全側に切り上げ、**100m/s**とする

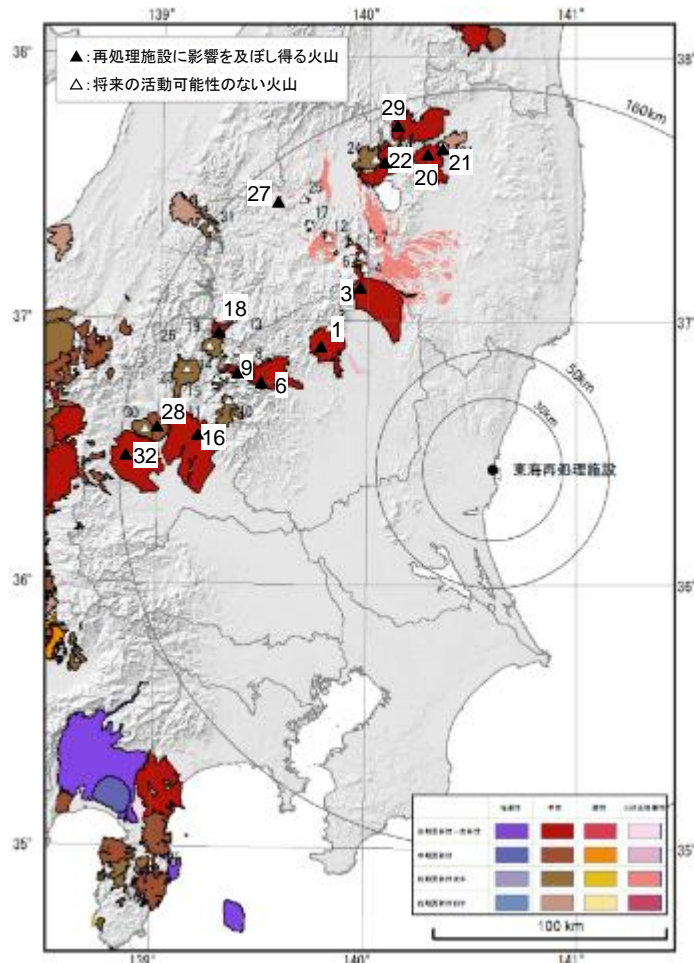
| 設計竜巻最大風速 (m/s) | 移動速度 (m/s) | 最大接線風速 (m/s) | 最大接線風速半径 (m) | 最大気圧低下量 (hPa) | 最大気圧低下率 (hPa/s) |
|----------------|------------|--------------|--------------|---------------|-----------------|
| 100 | 15 | 85 | 30 | 89 | 45 |

※具体的な対策については、HAW及びTVFの建家健全性評価結果を踏まえた上で、今後、廃止措置計画の変更申請を予定している。

【参考】東海第二発電所も上記と同じ値

— 火山影響評価(1/2) —

- 再処理施設の火山影響評価は「原子力発電所の火山影響評価ガイド」に基づき評価を実施した。
- 文献調査や降下火砕物シミュレーションを実施した結果、**再処理施設に影響を及ぼし得る事象として降下火砕物による影響が想定**され、影響評価に用いる条件を設定した。



＜再処理施設に影響を及ぼし得る火山の抽出＞

- ・ 敷地を中心とする半径160kmの範囲の第四紀*火山(32火山存在)について、火山の活動履歴、噴火規模及びその影響範囲、将来の活動可能性の検討を行い、**再処理施設に影響を及ぼし得る火山として、13火山を抽出した。**

*「第四紀」とは地質年代の1つで、258万年前から現在までの期間のことをいう。
(「原子力発電所の火山影響評価ガイド」より)

表 施設に影響を及ぼし得る火山の抽出結果

| No. | 第四紀火山 | 敷地からの距離(km) | No. | 第四紀火山 | 敷地からの距離(km) |
|-----|--------------------------|-------------|-----|----------------------|-------------|
| 1 | たか は ら や ま 高 原 山 | 90 | 21 | さ さ も り や ま 笹 森 山 | 136 |
| 3 | な す だ け 那 須 岳 | 95 | 22 | ば ん だ い さ ん 磐 梯 山 | 137 |
| 6 | なんたいによほう 男体・女峰火山群 | 106 | 27 | ぬ ま さ わ 沼 沢 | 145 |
| 9 | にっこうしらねやま 日光白根山 | 117 | 28 | こ も ち や ま 子 持 山 | 145 |
| 16 | あ か ぎ や ま 赤 城 山 | 127 | 29 | あ づ ま や ま 吾 妻 山 | 150 |
| 18 | ひ う ち が た け 燧 ケ 岳 | 131 | 32 | は る な さ ん 榛 名 山 | 157 |
| 20 | あ だ た ら や ま 安 達 太 良 山 | 135 | | | |

図 施設に影響を及ぼし得る火山

－ 火山影響評価(2/2) －

＜抽出された火山の火山活動に関する個別評価＞

- 抽出された火山の敷地からの離隔及び敷地周辺における火山活動の特徴の検討結果から、対応不可能な火山事象(火砕物密度流, 溶岩流, 岩屑なだれ他, 新しい火口の開口及び地殻変動)が再処理施設に影響を及ぼす可能性は十分に小さく, **モニタリングの対象となる火山はない。**

＜再処理施設に影響を及ぼし得る火山事象の抽出＞

- 再処理施設に影響を及ぼし得る**火山事象として, 降下火砕物による影響が想定**され, 影響評価に用いる条件を以下のとおり設定した。なお, 火山性土石流, 火山から発生する飛来物(噴石), 火山ガス及びその他の火山事象については, 再処理施設への影響を及ぼす事象はない。

表 再処理施設で想定される降下火砕物の影響の設定値

| 項目 | 設定値 |
|----|--|
| 層厚 | 50cm |
| 粒径 | 8mm以下 |
| 密度 | 乾燥状態 : 0.3g/cm^3 湿潤状態 : 1.5g/cm^3 |

【参考】東海第二発電所も上記と同じ値

※具体的な対策については, HAW及びTVFの建家健全性評価結果を踏まえた上で, 今後, 廃止措置計画の変更申請を予定している。

3. 東海再処理施設(HAW・TVF)の安全対策

3.1 基本方針

3.2 安全対策の進め方

3.3 地震対策

3.4 津波対策

3.1 基本方針

廃止措置段階にある東海再処理施設の安全対策の基本方針は、以下の通り。

- 廃止措置段階にある東海再処理施設においては、各施設の今後の使用計画を踏まえた上で、施設が保有する放射性物質によるリスクに応じて新規規制基準を踏まえた必要な安全対策を行う。
- 再処理施設においては、高放射性廃液に伴うリスクが集中するHAWとTVFについて最優先で安全対策を進める。
- 設計地震動及び設計津波に対して、両施設の健全性評価を実施するとともに必要な安全対策を実施する。
- 両施設に関連する施設として、両施設の重要な安全機能(閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能)を維持するために、事故対処設備(電源車、可搬ポンプ等)を用いて必要な電力やユーティリティ(冷却に使用する水や動力源として用いる蒸気)を確保することとし、それらの有効性の確保に必要な対策(保管場所及びアクセスルートの信頼性確保、人員の確保等)を実施する。
- 竜巻、火山などの外部事象に対しても両施設の重要な安全機能(閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能)を維持するために必要な対策を実施する。
- 上記以外の施設については、リスクに応じた安全対策の実施内容及び工程を定め、その後、必要な安全対策を実施する。

3.2 安全対策の進め方

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ことから、**高放射性廃液に係る放射エネルギーの9割以上(約 3×10^{18} Bq)を保有しているHAW**と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TVF**について、最優先で安全対策を進める(優先度Ⅰ～Ⅲ)。

その他の施設については、津波、地震、その他外部事象等に対してリスクに応じた安全対策を実施することとし、順次、対策を進める(優先度Ⅳ)。

| 施設・事象 | | 優先度 | 対応 |
|-----------------|-------|-----|---|
| HAW ・ TVF | 地震・津波 | Ⅰ | 設計地震動及び設計津波を想定し、両施設の健全性評価を速やかに実施するとともに重要な安全機能(閉じ込め機能, 崩壊熱除去機能)を維持するために必要な電力やユーティリティ喪失に備えて、必要な安全対策を実施する。 |
| | 事故対処 | Ⅱ | 事故対処設備により施設の重要な安全機能(閉じ込め機能, 崩壊熱除去機能)の維持を図ることとし、必要な対策を実施する。 |
| | その他事象 | Ⅲ | 竜巻、火山などの外部事象に対して、施設の重要な安全機能(閉じ込め機能, 崩壊熱除去機能)を守るために必要な対策を実施する。 |
| その他施設 | | Ⅳ | HAW・TVF以外の施設については、リスクに応じた安全対策の実施内容及び工程を定め、その後必要な安全対策を実施する。 |

— 基本的考え方 —

- 廃止措置段階にある東海再処理施設の地震に対する安全対策は、高放射性廃液に伴うリスクが集中するHAWと、これに付随して廃止措置全体の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TVFについて、最優先で取り組むことを基本方針とした。
- 地震に対しては、HAWとTVFの高放射性廃液を取り扱う上で重要な安全機能(閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能)を担う設備^{※1}について、設計地震動に対してそれらの機能が損なわれることのないように耐震性を確保する。
- HAW建家及び配管トレンチの耐震性向上を目的として、HAW周辺地盤の改良工事を行う。
- 地震時における耐震性向上のため、TVFからの廃気を排出する第二付属排気筒の耐震補強工事を行う。
- HAWとTVF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)は、設計地震動に耐えるようにすることが困難^{※2}であるが、安全機能喪失後の事故の事象進展が緩慢であることを踏まえ、事故対処可能な可搬型設備(電源車、可搬ポンプ)等を現状配備している。これらの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(電源車、可搬ポンプ)等が使用できるよう必要な対策を実施する。今後、廃止措置計画の変更申請を予定している。

※1 令和2年5月29日に行った廃止措置計画の補正における耐震評価及び対策の対象は、HAWの建家、閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能を担う設備及びHAWとTVFを結ぶ配管トレンチとした。

※2 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)は、一般施設として建設されたものや、建設当時の設計で耐震重要施設とはなっていない(既認可上でB類、C類)ことから、設計地震動や設計津波から守ることが困難である。当該設備の大規模改修や新規設置等の期間は数年にわたることが想定され、HAWやTVFの令和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、代替策で対応することが合理的であると考えている。

— HAW建家の地震応答解析 —

- **HAWの建家自体は、厚みのあるセル壁等が多く配置されており、平面レイアウトについても均整のとれた構造であるため、十分な耐震性を有している。**
- HAWの建家(鉄筋コンクリート構造)については、設計地震動が作用した際に接地率が不足するおそれがあるため、**地震時の建物の揺れ(ロッキング)を抑制するために建家周辺の地盤を改良する。**
- **周辺地盤改良の効果を反映した地震応答解析では、地盤と建物の相互作用を考慮できるSR(スウェイ・ロッキング)モデル(図1参照)による時刻歴解析を実施した。**
- 評価の結果、**建家各層のせん断ひずみが許容値を満足**することを確認した(図2参照)。また、接地率についてはSRモデルによる評価が適用可能な範囲に収まること、接地圧についても許容値である支持地盤の極限支持力度を満足することから、**周辺地盤改良工事による耐震性向上効果を確認した。**

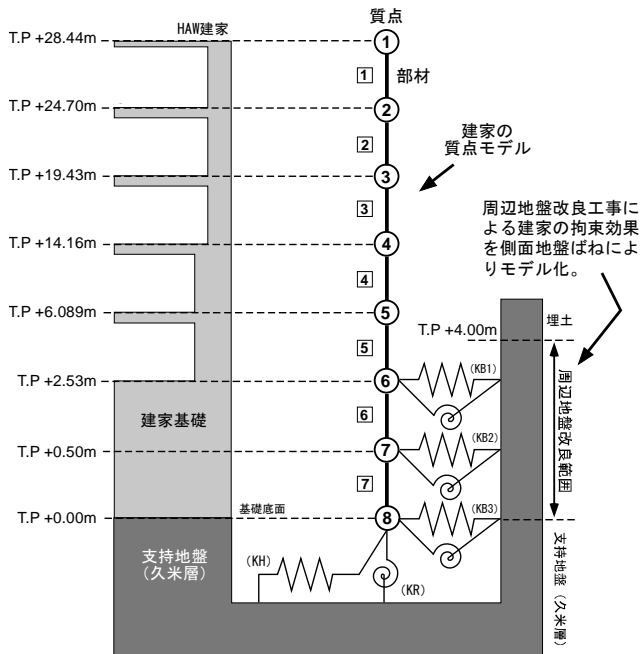
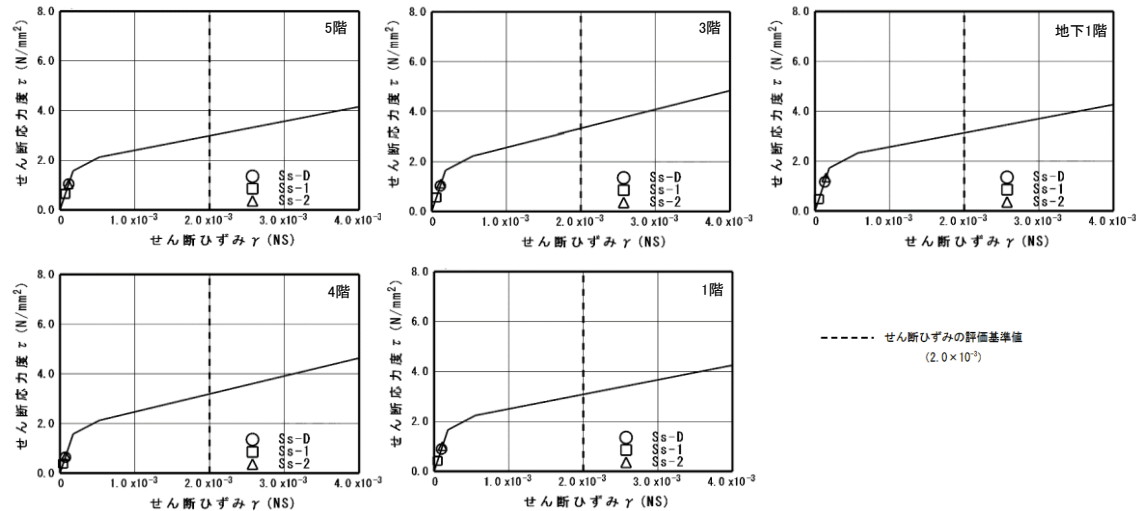


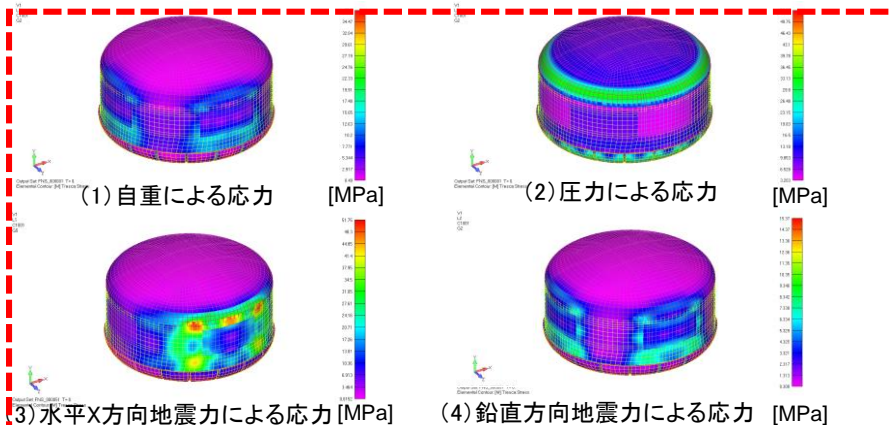
図1 HAW建家の地震応答解析モデル

図2 地震応答解析結果の一例(東西方向地震動による建家各層の最大せん断ひずみ)



— HAWの機器・配管系の耐震性評価 —

- HAWの高放射性廃液を取り扱う上で重要な安全機能(閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能)を担う設備について、設計地震動に対する建家応答解析結果から得られる床応答を用いた耐震性評価を実施した。なお、廃液貯槽等は、より保守的な評価となるように廃液のスロッシングの影響を考慮せずに評価した。
- 評価の結果、上記の設備は設計地震動に対して耐震性を持つことを確認した(図1参照)。上記設備については、想定される経年変化事象(腐食、中性子照射脆化等)に対する高経年化技術評価を実施しており、腐食による劣化等の問題のないことを確認している。なお、中性子照射脆化としては、HAW貯槽に60年貯蔵した際の中性子照射量は $10^{14}n/cm^2$ 程度であり、一般的に鉄鋼材料の脆化の影響が確認されている $10^{18}n/cm^2$ と比べて十分低いことを確認している。
- $120m^3$ の高放射性廃液を貯蔵できる高放射性廃液貯槽について、設計地震動が作用した際に貯槽を固定しているアンカーボルトに発生するせん断力は、アンカーボルトの実機を模擬した強度試験から得られた許容荷重未満であることを確認した(図2, 図3参照)。なお、当該貯槽については、高放射性廃液を扱うリスクの観点から、さらなる耐震裕度を確保することとし、そのために貯蔵する液量を $90m^3$ 程度まで抑制することで、貯槽の重量を少なくし、地震時に発生する荷重を低減する。



| 評価部位 | 応力分類 | 発生応力(MPa) | 許容応力(MPa) | 応力比※1 |
|----------------|-------|-----------|-----------|-------|
| 胴(冷却ジャケットを含む。) | 一次一般膜 | 144 | 269 | 0.54 |
| | 一次 | 268 | 404 | 0.67 |
| ラグ | 一次 | 127 | 205 | 0.62 |
| 据付ボルト | 引張 | 35 | 246 | 0.15 |
| | せん断 | 191 | 232※2 | 0.83 |

※1 応力比は、発生応力/許容応力を示す。

※2 JSME S NC1-2012 SSB-3200に基づき実施したせん断試験から得られた A_t をボルトの断面積で除して算出した許容応力(地震時にせん断荷重を受ける機器据付ボルトの耐震裕度に関する一考察 JAEA-Technology 2011-006)。

図1 三次元有限要素法による高放射性廃液貯槽の耐震評価例

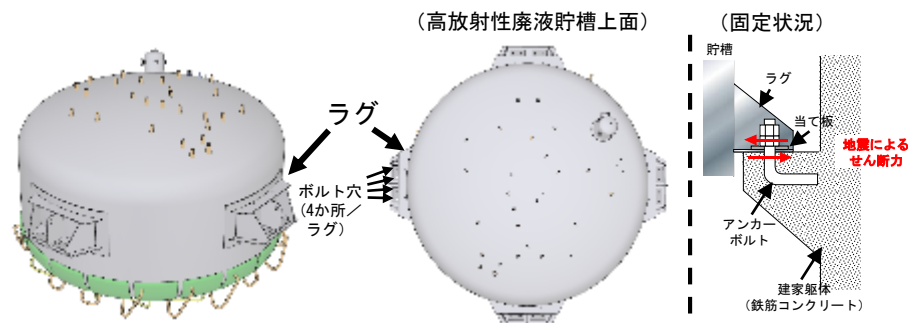


図2 高放射性廃液貯槽の外観とアンカーボルトによる固定状況

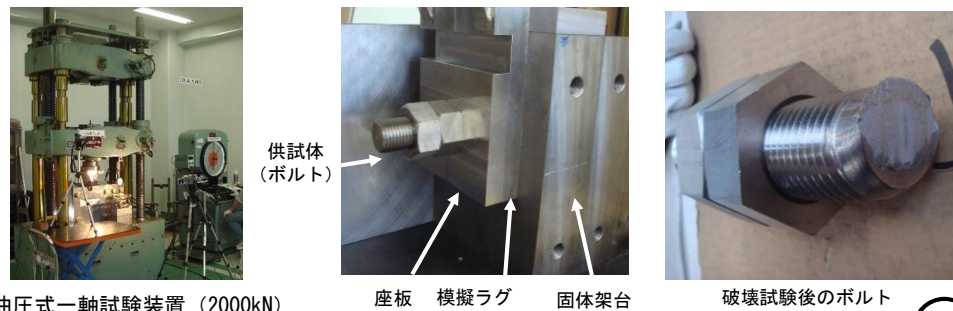
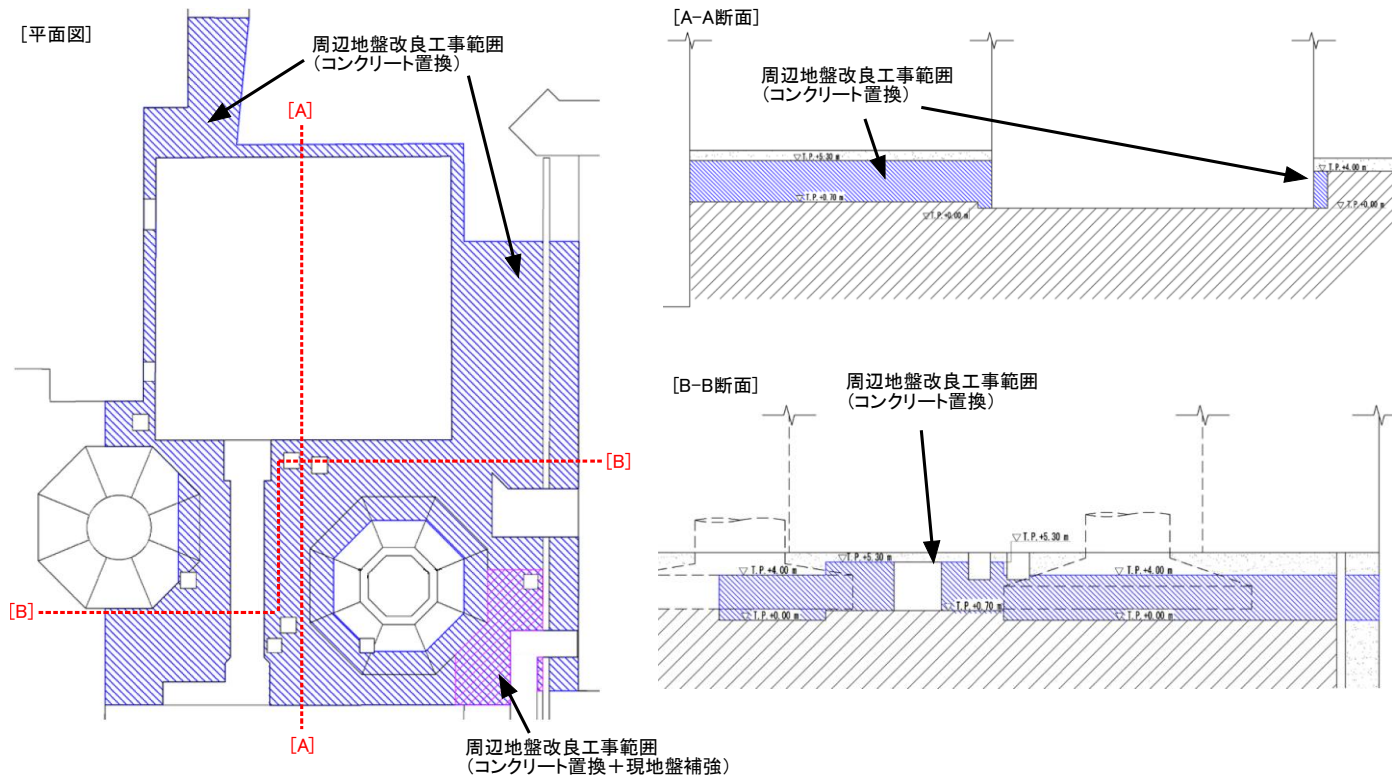


図3 高放射性廃液貯槽のアンカーボルトの強度試験

【参考】HAW周辺地盤改良工事

- HAW周辺地盤改良工事では、現在の埋土部分を約6m掘削し、**支持地盤の久米層(T.P.+0.0m)から高さT.P.+4.0mまで十分な強度を持つコンクリート(設計基準強度:18 N/mm²)を打設して置き換える。**
- 改良工事範囲は、HAW建家の周囲に加えて、HAWとTVFの間で高放射性廃液の移送を行うための配管を通して配管トレンチ(T21トレンチ)の周囲も含むようにすることで、T21トレンチの耐震性向上を併せて行う。
- 本工事は優先度 I のHAWの地震に対する安全対策の一環であり、令和3年度末までに完了する計画である。



【参考】第二付属排気筒耐震補強工事

- 第二付属排気筒【耐震重要度分類Sクラス】の耐震性向上のため、第二付属排気筒下部への鉄筋コンクリート補強を行う(図1参照)。
- 排気ダクト接続架台の耐震性向上のため、梁及びブレースの補強、ブレースの新設及び支承部の補強を行う(図2参照)。
- 第二付属排気筒は、TVFの排気筒であり、本工事は優先度 I のTVFの地震に対する安全対策の一環として、令和3年度5月末までに完了する計画である。
- なお、本件については、今後廃止措置計画の変更申請を予定している。

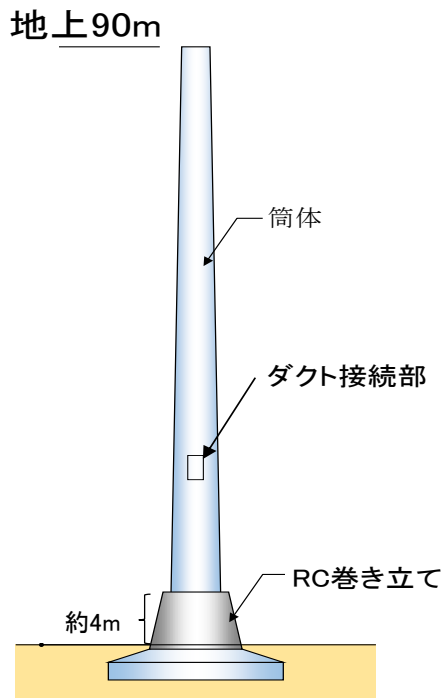


図1 第二付属排気筒の耐震補強イメージ

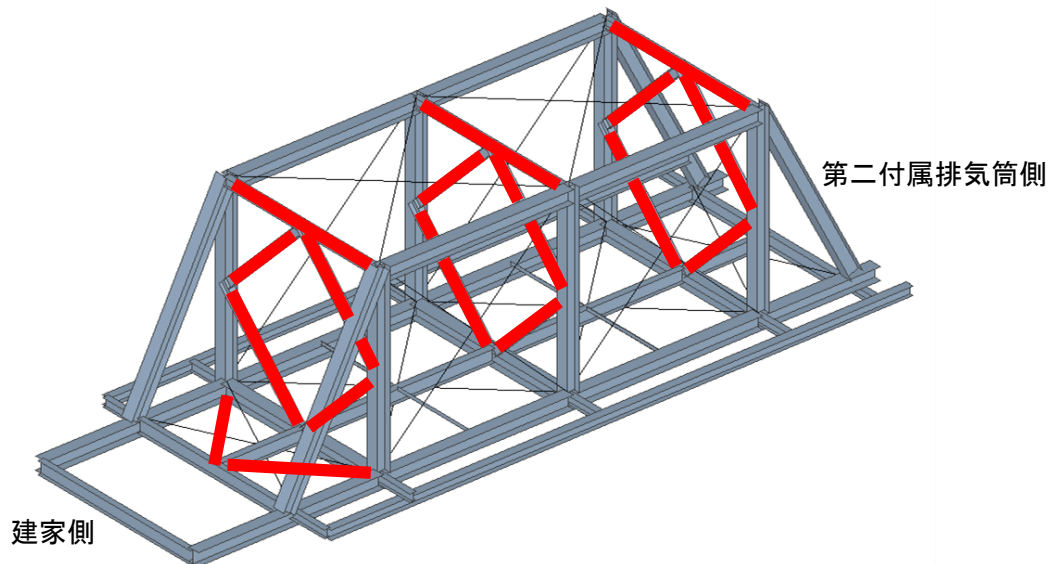


図2 排気ダクト接続架台の耐震補強イメージ(赤部分の部材を補強)

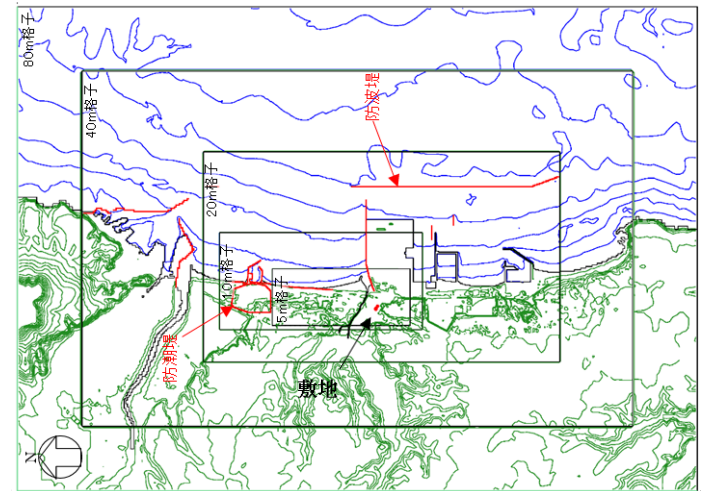
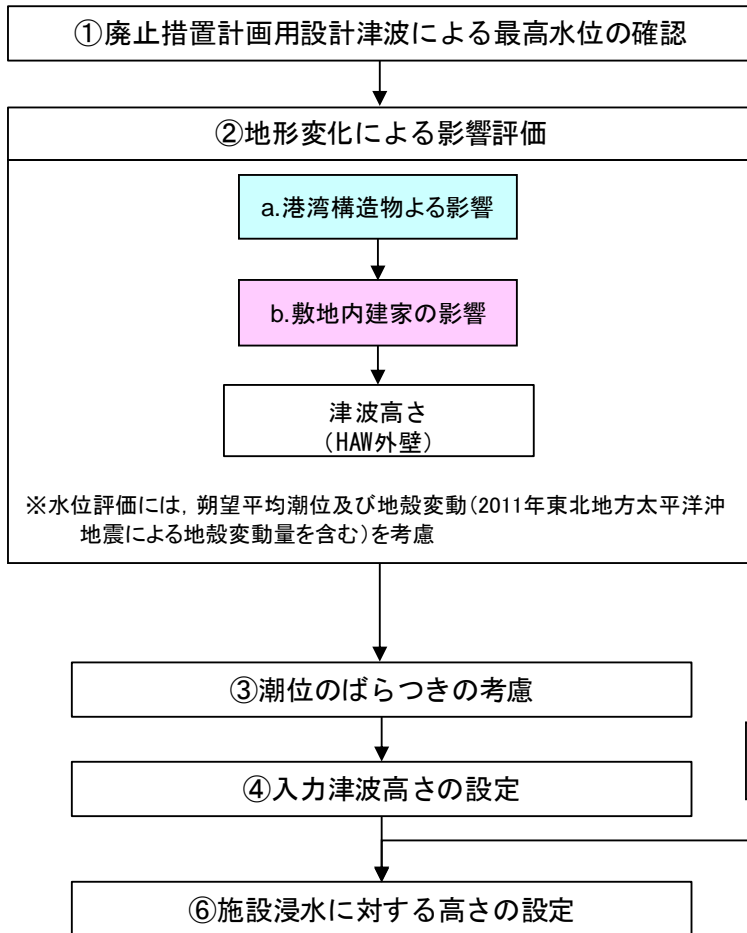
— 基本的考え方 —

- 廃止措置段階にある東海再処理施設の津波に対する安全対策は、高放射性廃液に伴うリスクが集中するHAW及び一定期間使用するTVFについて、最優先で取り組むことを基本方針とした。
- 津波に対しては、HAWとTVFの高放射性廃液を取り扱う上で重要な安全機能(閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能)を担う設備についてそれらの機能が損なわれることのないように、設計津波に対してHAW及びTVFの建家内を浸水させないよう対策を行う。
- 設計津波に対する建家等の強度評価に必要な条件として最大水位，進入角度，流速について遡上解析により算出する。
- プラントウォークダウン等により漂流物となりえるものを洗い出し，スクリーニングにより代表漂流物を選定する。
- 設計津波の波力に加え，津波漂流物防護柵をすり抜けて建家に衝突する代表漂流物に対して建家が損傷しないよう建家の耐力評価を行い，不足している部位に対して補強を行う。HAW建家の外壁強度の補強を目的として，HAW建家の開口部周辺の増打ちによる外壁補強工事を行う。
- 衝突エネルギーの大きい漂流物は，建家に到達する前に捕捉できるよう津波漂流物防護柵を建設する。
- HAW及びTVFの全交流電源喪失時※に備えて配備している緊急安全対策関連の設備(電源車，可搬ポンプ)等を事故対処設備として位置づけ，これらの有効性を確認した上で必要な安全機能の維持を図る。

※HAWとTVF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)は，設計地震動及び設計津波に耐えることが困難であることから，その機能を維持することができなくなった状態。

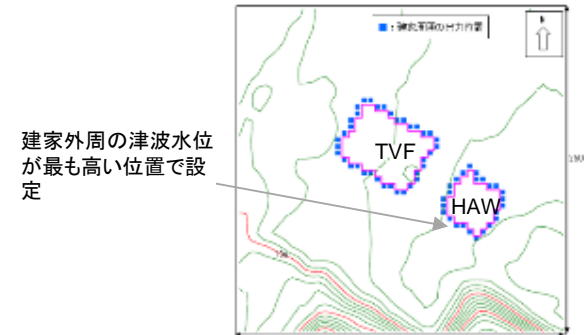
— 入力津波の検討(1/4) —

- 設計津波の遡上によるHAWへの影響評価に用いる入力津波の津波高さは、以下の不確かさ要因を考慮して評価した。
- このうち、「②地形変化による影響評価」については、敷地内に津波が遡上することを踏まえ、**遡上評価においては、敷地内の建家の有無を考慮し、保守側に設定した。**



【津波評価モデル(港湾構造物有り)】

港湾構造物



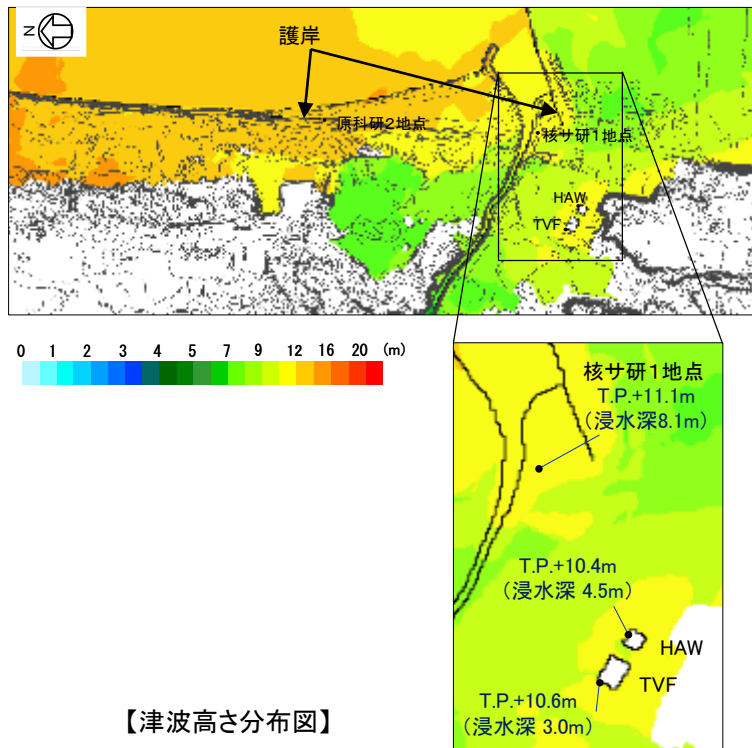
建家外周の津波水位が最も高い位置で設定

【建家の水位出力位置】

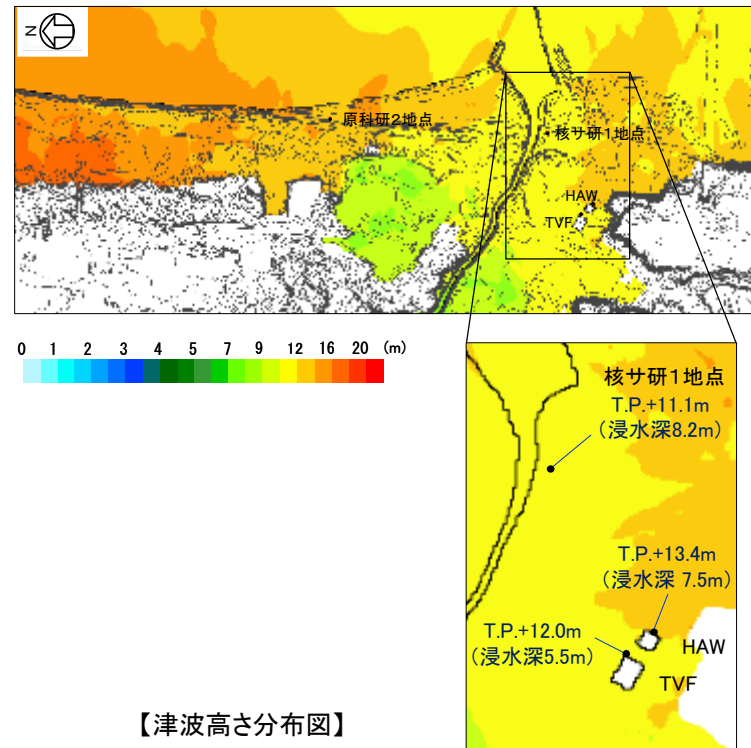
— 入力津波の検討(2/4) —

- ▶ 港湾構造物の有無により、敷地全体に水位変動が見られ、港湾構造物無しの場合に高放射性廃液貯蔵場(HAW)の最大水位は、3 m程度水位が上昇することを確認し、**保守的となるよう「港湾構造物無し」のモデルで評価した。**

港湾構造物有り



港湾構造物無し

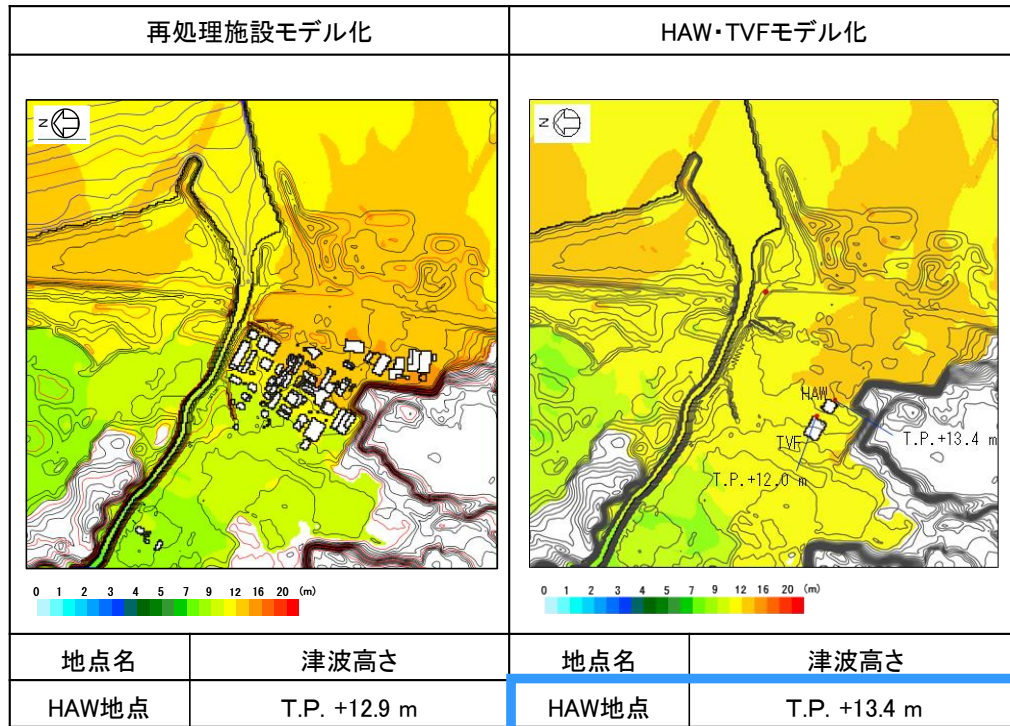


| 名称 | 港湾構造物有り | 港湾構造物無し |
|-------------|-------------|-------------|
| 津波高さ(HAW地点) | T.P.+10.4 m | T.P.+13.4 m |

※再処理施設敷地内の建家について、HAW及びTVFのみをモデル化した「HAW・TVFモデル化」での検討結果

— 入力津波の検討(3/4) —

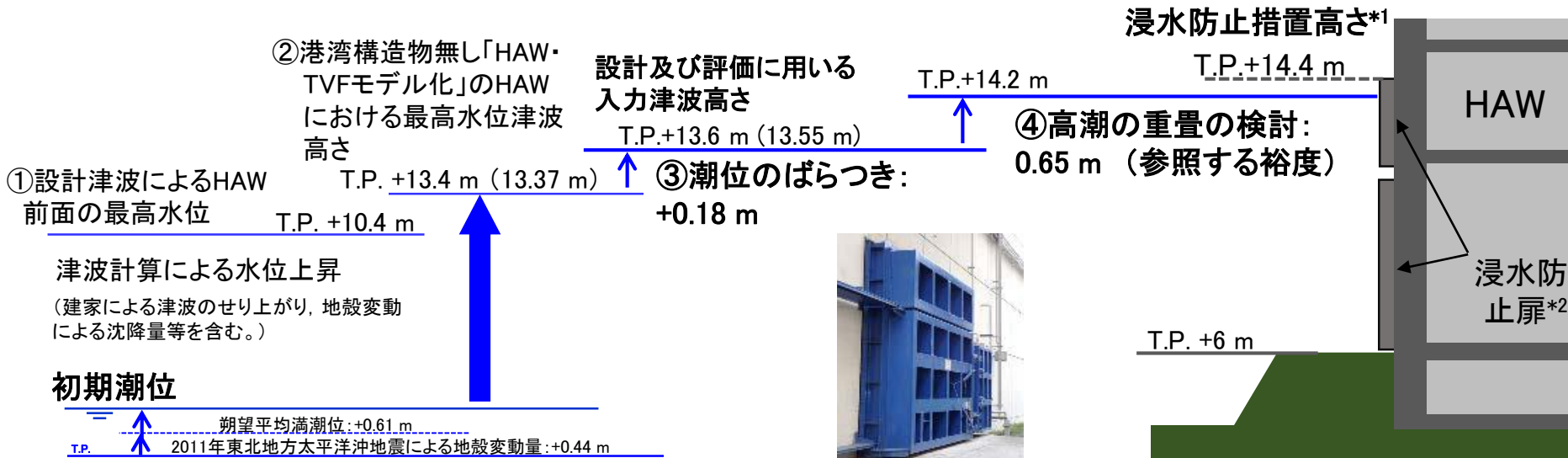
- 再処理施設内の主な建物(鉄筋コンクリート造(RC造)または鉄骨鉄筋コンクリート造(SRC造)、一部建家の屋根または上屋は鉄骨造(S造))については残存すると考えられるが、建家への影響を考え下記の評価を行い、津波高さが高くなるモデルを評価に用いた。
- 再処理敷地内建家について、HAW及びTVFのみモデル化した「HAW・TVFモデル化」と再処理施設内の建家をモデル化した「再処理施設モデル化」を比較し、建家の有無による津波高さへの影響確認を実施した。両者を比較した結果、「HAW・TVFモデル化」の方が、約0.5m浸水高さが高いことを確認し、**建物による津波の低減効果が見られる。**
- **入力津波の設定にあたっては、保守的となるよう「HAW・TVFモデル化」を選定した。**



※建家高さは地形高さ(固定値)として入力。港湾構造無しモデルでの検討結果。

— 入力津波の検討(4/4) —

➤ 入力津波の設定における影響要因を踏まえて、HAW建家の入力津波高さは以下のとおり。



HAW建家外側の浸水防止扉

*1 浸水防止措置高さT.P.+14.4m

・東北地方太平洋沖地震において、福島第一原子力発電所では、15mの津波が襲来。これは、土木学会の津波高さの評価値5.5m[※]を9.5m上回る値であった。これを踏まえ、緊急安全対策として東海再処理施設の主要な施設に浸水防止扉を設置することとし、その際、土木学会の津波高さ評価値4.9m[※]に9.5mを加えた津波高さ14.4mを浸水防止措置高さ[※]に設定した。

※原子力発電所の津波評価技術(土木学会原子力土木委員会津波評価部会:平成14年2月)に示された計算手法にて算出した評価値

・建家外壁開口部は設計津波の最大浸水深T.P.14.2mを上回るT.P.15mに設置されており、建家による津波のせり上がりに伴い浸水したとしても、影響は限定的であり、HAWの安全は確保できる。また、複数ある当該部位は、竜巻対策として閉止予定であり、安全対策の詳細については、今後、廃止措置計画の変更申請を予定している。

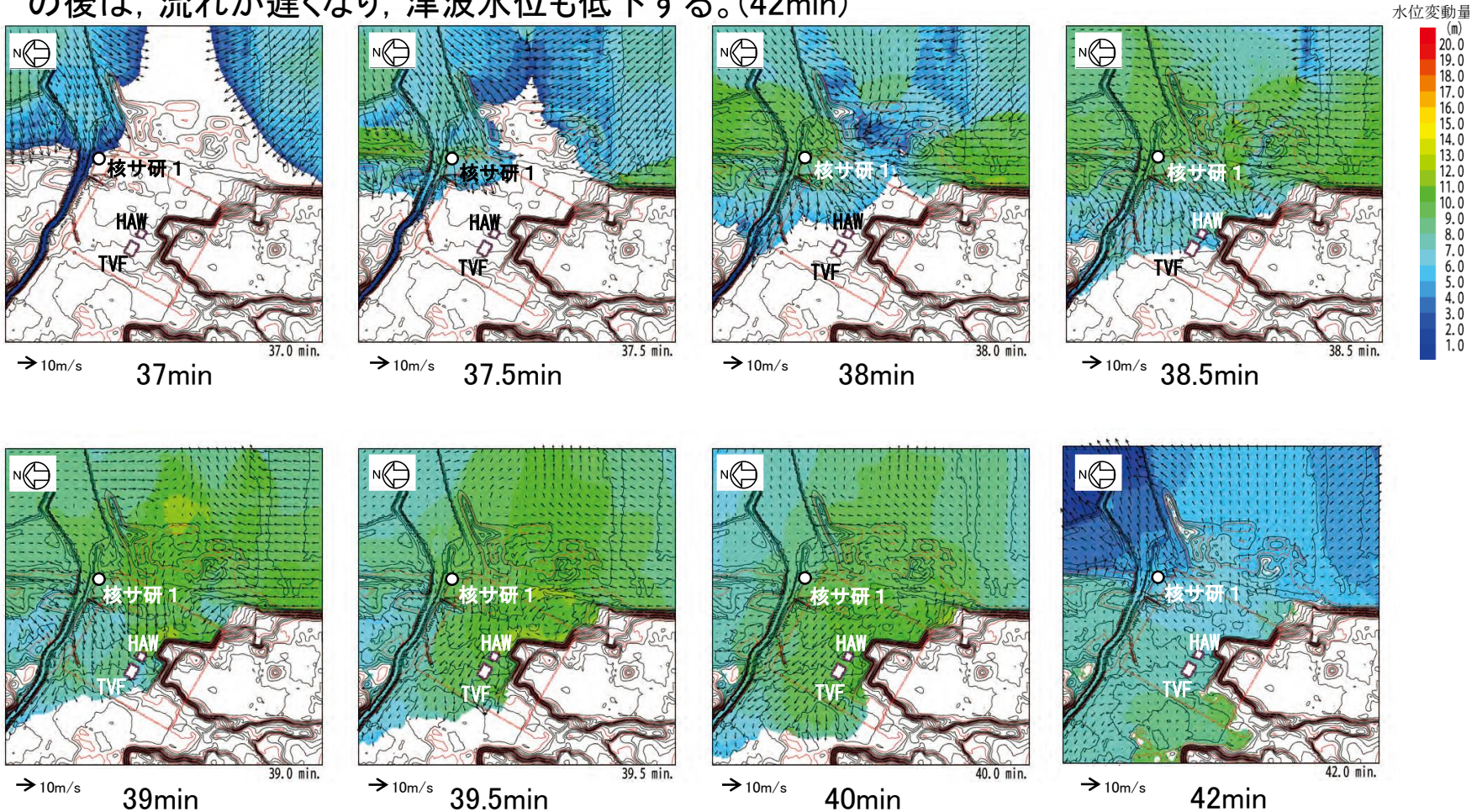
*2 浸水防止扉

・HAW及びTVFに設置している浸水防止扉は、TVF入口に設置している扉(休日夜間のみ閉止)を除き、通常扉を閉止している。物品の搬出入等のための浸水防止扉の開閉は、「浸水防止扉等の管理要領」に基づき行っている。

・今後、HAW及びTVFの浸水防止扉の強度評価を行い、地震発生後に扉が閉止でき、浸水防止機能を保持できることを確認する計画である。

— 津波遡上解析結果 —

- ▶ 津波遡上における流向・流速ベクトルの経時変化は、以下のとおり。
- ▶ 津波は、北東方向及び南東方向から遡上する(37~38min)。その後、2方向の津波が合流し、HAWに到達する(38.5min)。HAW到達後、流向は、ほぼ西方向になり最高津波高さとなる(39.5~40min)。その後は、流れが遅くなり、津波水位も低下する。(42min)



港湾構造物なし、再処理施設はモデル化していない【HAW,TVFモデル化】による解析結果

— 建家位置における水位・流速 —

- 建家によるせり上がりを除くため、建家がないもとして評価した進行波の浸水深さ及び流速（流速出力位置は建家中央位置）の時刻歴波形は、以下のとおり。
- HAW付近では、津波到達時の流速が最大5.2m/sであり、津波高さが最大時（11.9m）の流速は3.2m/sである。最大津波高さ確認後、緩やかに津波高さ及び流速ともに減衰している。

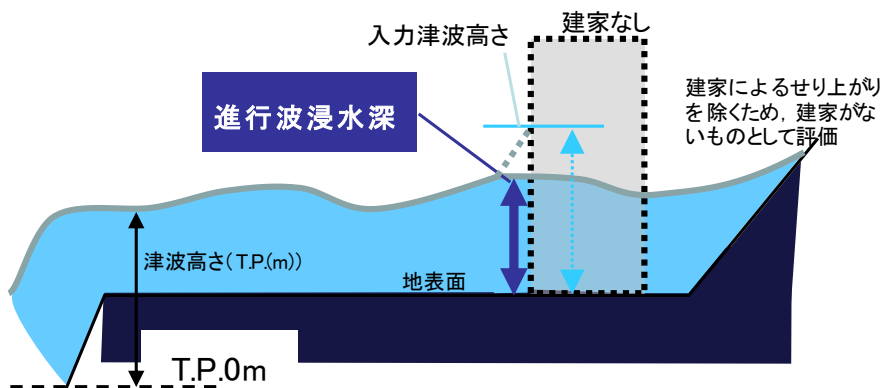


図1 進行波の概略

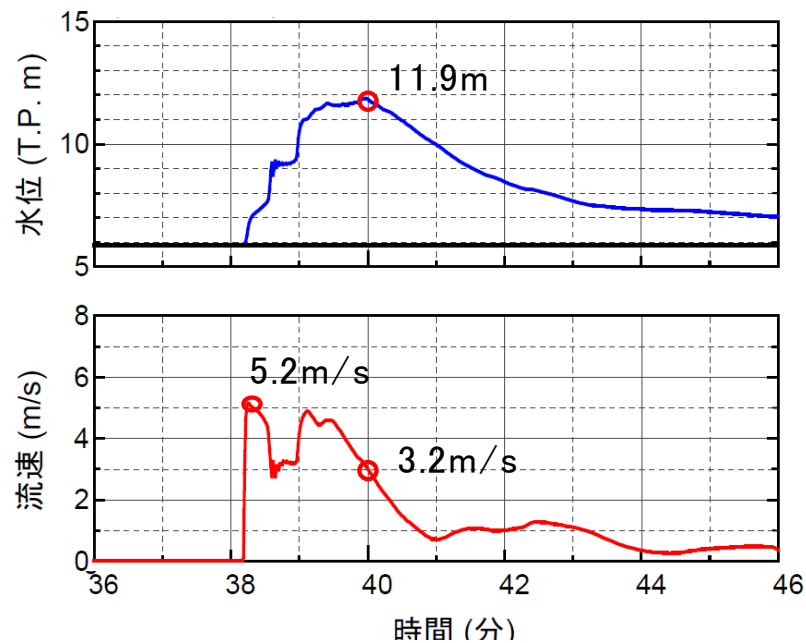


図2 HAWの進行波浸水深さ及び流速の時刻歴波形

— 代表漂流物の選定(1/2) —

- 津波防護対策の設計に用いる代表漂流物を選定するため、設計津波が襲来した際に、漂流物となり得る可能性のある建物・設備等について、以下の調査を行った。
- 東海第二発電所の津波漂流物調査方法を参考に、再処理施設周辺が設計津波により浸水することを考慮して、研究所内外の調査範囲に存在する建物・設備等の洗い出した。
- 洗い出しは、ウォークダウンや設計図書等により行った。
- 代表漂流物のスクリーニング判定では、各分類毎に最も重いものを選定し、保守的に、設計津波の流況、漂流物の軌跡解析及び周辺の障害物等によらず、判定した漂流物は再処理施設に到達するものとした。
- 調査範囲は、再処理施設から半径5 km以内で設計津波が遡上するエリア(右図参照)とした。

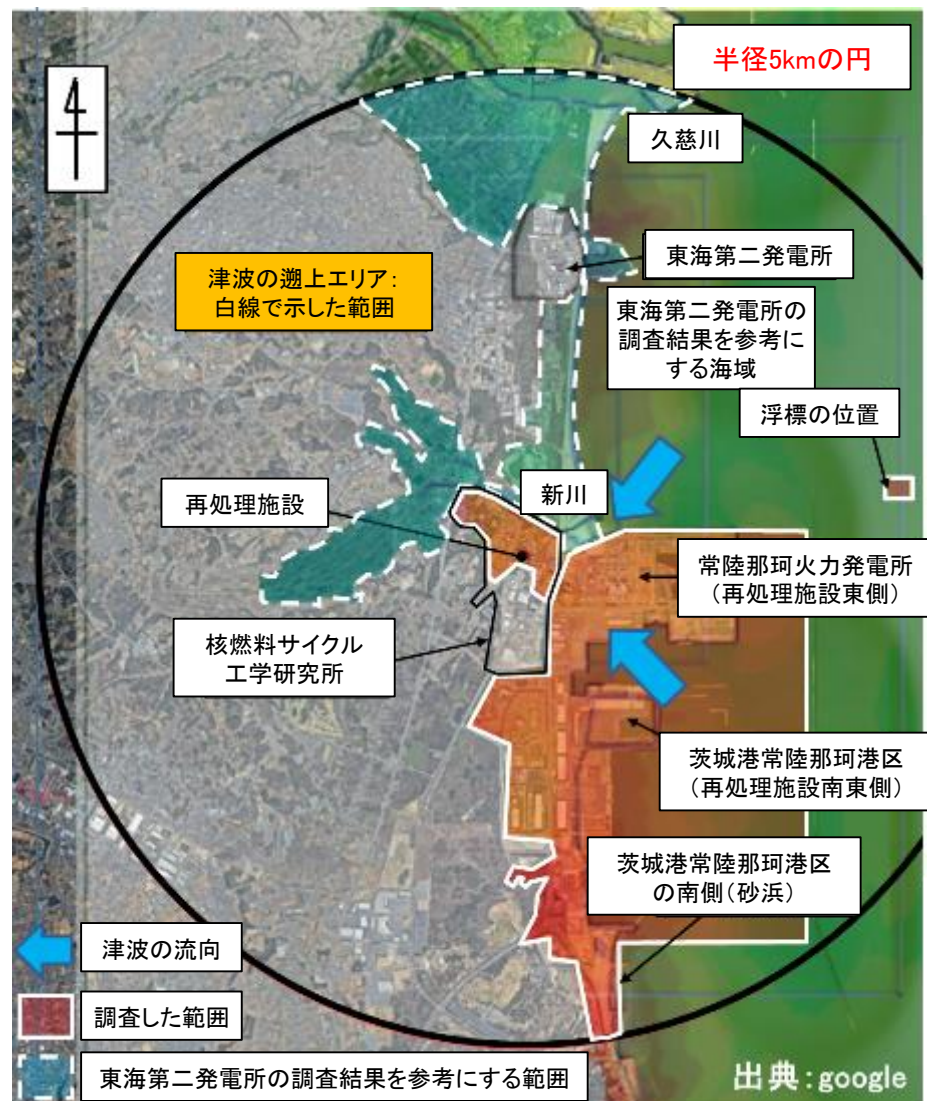


図 漂流物の調査範囲

— HAW建家の健全性評価(1/2) —

➤ **HAW建家の健全性評価に用いる荷重**を以下に示す。荷重の組合せは、検討項目を考慮して設定する。

浸水深

施設への水の流入を確実に防ぐため、算定した入力津波高さに参照する裕度(0.65 m)※を加えた浸水深さ(T.P.+14.2 m)に対して、浸水防止措置の確認を行う。

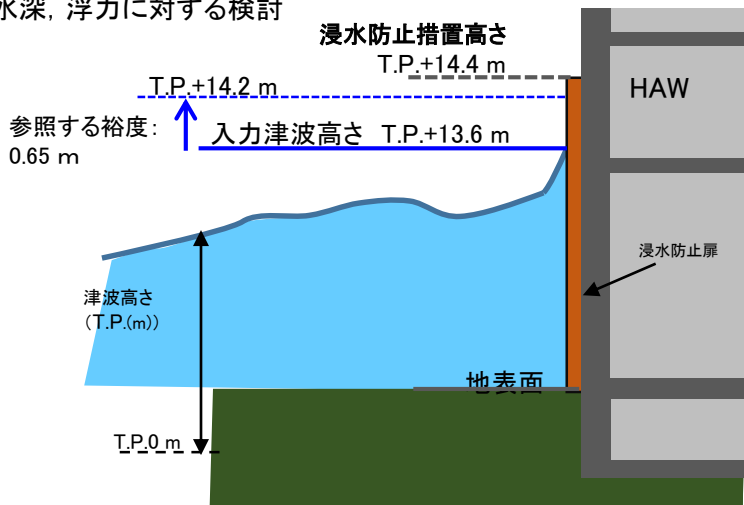
浮力

最大浸水深(潮位のばらつき0.18mを考慮した入力津波(T.P.+13.6 m))まで津波に浸かるとして、施設健全性の検討を行う。

波力(津波荷重)

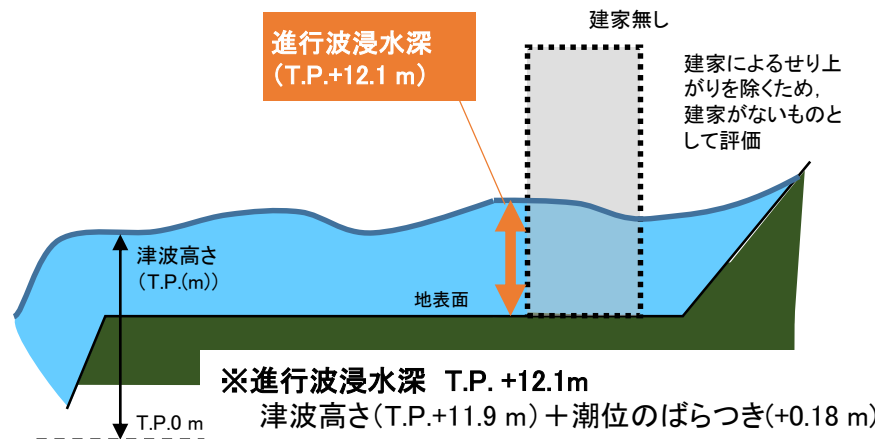
- ・波力(津波荷重)は、津波高さに水深係数 α 倍を考慮した津波荷重とする。
水深係数の設定にあたっては、 $\alpha=3$ を基本とする。ただし、津波の軽減が見込まれる場合には、それらを考慮して設定する。
- ・波力を算出する津波高さは、進行波(建家部分のせり上がりは除く)に潮位のばらつきを考慮した津波高さ(T.P.+12.1※ m)に対して、建家健全性の検討を行う。

・浸水深, 浮力に対する検討



※参照する裕度:高潮ハザードの再現期間100年の期待値より算出した裕度

・波力に対する検討



— HAW建家の健全性評価(2/2) —

| 検討項目 | 対象 | 評価項目 | 評価条件 | 対策 |
|---|-------|-------------------------------------|--------------------------------|---|
| 浸水深に対するHAW建家の健全性を確認する。 | 浸水防止扉 | ・設置位置 | ・浸水深 | 浸水防止措置を高さ(T.P.+14.4m)まで実施済みであり、 新たな対策は不要 (強度確認を実施)。 |
| 浸水時の津波非先端部の浮力に対する余震の重畳を考慮して、HAW建家の健全性を確認する。 | HAW建家 | ・保有水平耐力に対する検討 ・接地圧・接地率 ・部材の検討 | ・浮力 ・余震 ($S_d=1/2S_s$) | ・浮力と余震の重畳による評価において、接地率が低下する。 ・ 接地率を改善させるため、HAW周辺の地盤補強工事を実施する。 |
| 浸水時の津波先端部の波圧に対する余震の重畳を考慮して、HAW建家の健全性を確認する。 | HAW建家 | ・保有水平耐力に対する検討 ・接地圧・接地率 ・部材の検討 | ・波力 ・余震 ($S_d=1/2S_s$) | ・波力に外壁の評価において、開口部を有する一部の外壁の強度が不足する。 ・ 建家開口部周りの補強(壁の増打ち)を実施する。 |
| 津波漂流物に対する防護対策の健全性を確認する。 | HAW建家 | ・衝突に対する健全性 | ・漂流物衝突荷重 ・流速 | ・漂流物の衝突に対して、外壁の強度が不足する。 ・ 建家に漂流物が到達しないように建家周辺に防護柵を設置する。 |

【参考】開口部周辺外壁の増打ち補強工事

- 開口部周辺の外壁は、浸水防止扉が受ける波力を負担することから応力が大きくなり、部材耐力を超えるため、補強する必要がある。外壁外側はスライド式浸水防止扉と干渉するため、**内側にコンクリートの増打ち補強**を行う。

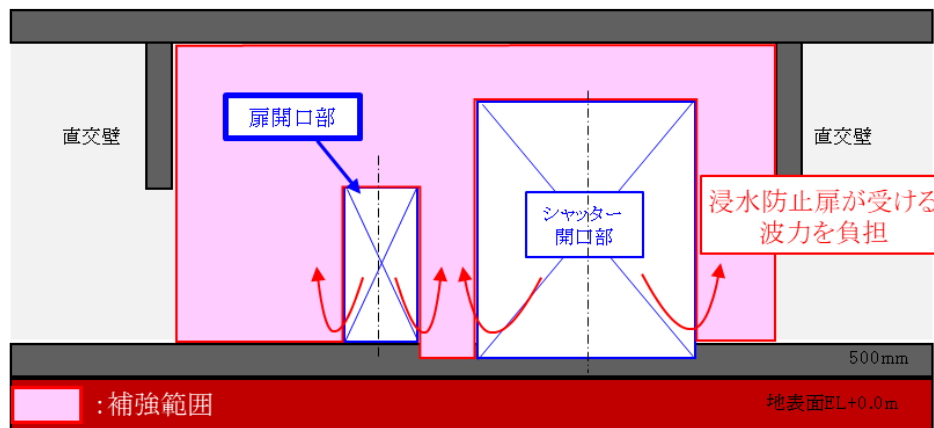
➤ **なお、本件については、今後廃止措置計画の変更申請を予定している。**



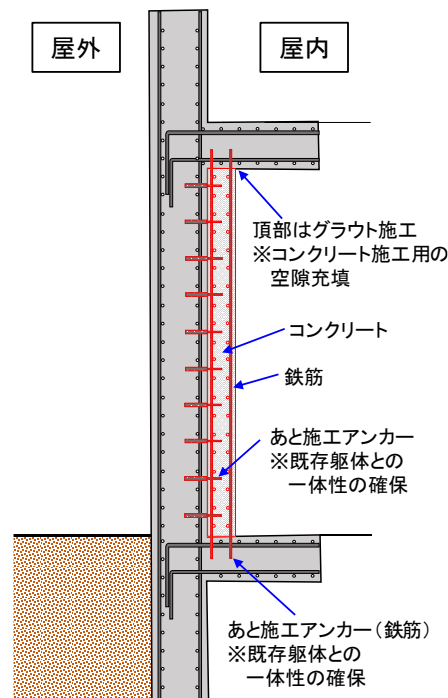
建家外側の状況(スライド式浸水防止扉)



建家内開口部周辺の増打ちのイメージ



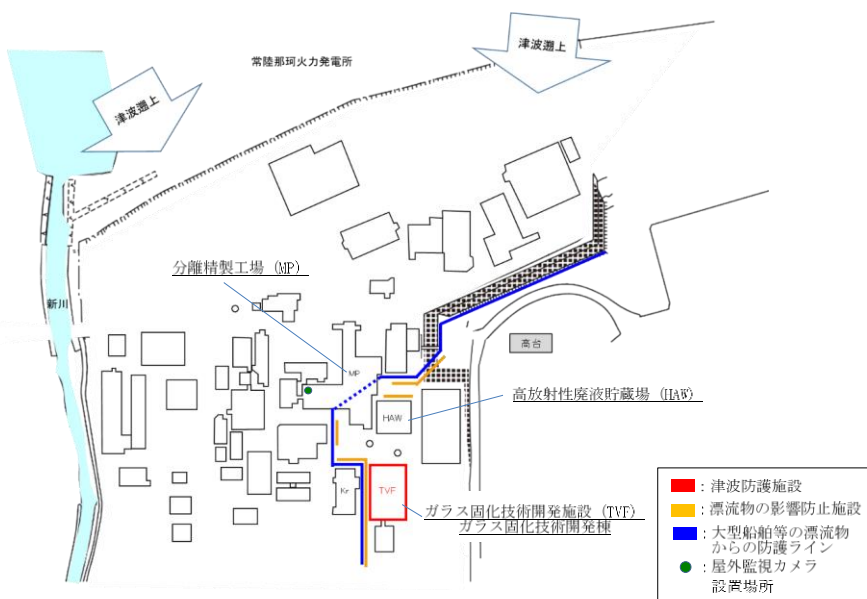
建家内開口部周辺の補強のイメージ(建家内断面)



施工イメージ

【参考】津波漂流物防護柵の設置検討

- 漂流物については、漂流物の種類や大きさによっては建家外壁だけで防護することは困難となるため、津波漂流物防護柵の設置等の対策により、建家外壁への漂流物の衝突を軽減又は防止する。
- 船舶や車両等の大型の漂流物に対しては、津波漂流物防護柵の設置等の対策により捕捉し、建家外壁への到達を防止し、津波漂流物防護柵をすり抜けて遡上する流木や瓦礫等の比較的小型の漂流物は、建家外壁に到達することを考慮した防護方針とし、津波漂流物防護柵と建家外壁により多重に防護する。
- なお、本件については、代表漂流物の妥当性の検証結果を踏まえた上で、今後、廃止措置計画の変更申請を予定している。



津波漂流物捕捉施設



津波漂流物の捕捉状況の例(えりも港)



津波漂流物の捕捉状況の例(十勝港)

一般港湾施設への適用事例

漂流物防護柵の設置実績では漁船(排水トン数;約60トン)を対象とした施工事例がある。

※敷地内の遡上津波の流況及び軌跡解析結果等を踏まえ津波漂流物防護柵の配置を検討する。

図 津波防護に関する施設の配置

4. 安全対策に係る今後の予定

- 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(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**TVF**については、その重要性を踏まえた安全対策を最優先で講じる。
- このため、HAW及びTVFについては、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、令和20年頃までの維持期間を想定し対策を講じる。
- 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、リスクに応じた対策を講じる。
- 事故対処については、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、燃料及び電源)等の有効性評価を行い、要領書等に定める。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。
- 基本方針・スケジュールに従い、**令和4年度までを目途に東海再処理施設の安全対策を行う**とともに、その後の廃止措置を着実に進めていく。

— 安全対策方針等のスケジュール —

| 優先度 | 施設・事象 | 令和元年度 | 令和2年度 | | | | 令和3年度 | 令和4年度 |
|-----|--------------------|-------|-----------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | | 第4四半期 | 第1四半期 | 第2四半期 | 第3四半期 | 第4四半期 | | |
| | 廃止措置計画変更申請 | | | 補正 | 変更申請 | | | |
| | 安全対策方針等 | | | | | | | |
| I | HAW・TVF | 地震 | HAW耐震評価(建家・設備) | | | | | |
| | | | | TVF耐震評価(建家・設備) | | | | |
| | | 津波 | 代表漂流物の選定 | 代表漂流物の妥当性評価 引き波の影響評価 | | | | |
| | | | HAW建家健全性評価(波力等) | TVF建家健全性評価(波力等) | | | | |
| II | 事故対処 | | HAW・TVF事故対処の方法, 有効性評価 | | | | | |
| III | その他事象(竜巻・火山・外部火災等) | | HAW・TVF建家健全性評価 | | | | | |
| IV | その他施設 | | | 建家評価・影響評価 | | | | |

— 安全対策設計・工事のスケジュール(1/2) —

| 優先度 | 施設・事象 | 令和元年度 | 令和2年度 | | | | 令和3年度 | 令和4年度 | |
|-----|------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| | | 第4四半期 | 第1四半期 | 第2四半期 | 第3四半期 | 第4四半期 | | | |
| | 廃止措置計画変更申請 | | ▼補正 | ▽変更申請 | | | | | |
| | 安全対策設計・工事 | | | | | | | | |
| I | 地震 | HAW周辺地盤改良工事 | | ▼補正 | 準備／工事 | | | | |
| | | 第二付属排気筒耐震補強工事 | 設計 | ▼補正 | ▽変更申請 | 準備／工事 | | | |
| | | 主排気筒耐震補強工事 | 設計 | | ▽変更申請 | 準備／工事 | | | |
| | | TVF設備耐震補強工事 | 設計 | | | ▽変更申請 | 準備／工事 | | |
| | | HAW一部外壁補強工事 | 設計 | | ▽変更申請 | 準備／工事 | | | |
| | 津波 | 津波漂流物防護柵設置工事 | 設計 | | | | ▽変更申請 | 準備／工事 | |
| | | TVF一部外壁補強工事 | 設計 | | | | ▽変更申請 | 準備／工事 | |

— 安全対策設計・工事のスケジュール(2/2) —

| 優先度 | 施設・事象 | 令和元年度 | 令和2年度 | | | | 令和3年度 | 令和4年度 |
|-----|--------------------|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 第4四半期 | 第1四半期 | 第2四半期 | 第3四半期 | 第4四半期 | | |
| | 廃止措置計画変更申請 | | ▼補正 | | ▽変更申請 | | | |
| | 安全対策設計・工事 | | | | | | | |
| II | 事故対処 HAW・TVF | HAW事故に係る対策 | 設計 | | | ▽変更申請 | 準備/工事 | |
| | | TVF事故に係る対策 | 設計 | | | ▽変更申請 | 準備/工事 | |
| | | TVF制御室の換気対策工事 | 設計 | | | ▽変更申請 | 準備/工事 | |
| | | 事故対処設備配備場所地盤補強工事 | | 設計 | | | ▽変更申請 | 準備/工事 |
| | | 保安林解除・PP設備対応 | | | 設計 | | | 準備/工事 |
| III | その他事象(竜巻・火山・外部火災等) | HAW竜巻対策工事 | 設計 | | | ▽変更申請 | 準備/工事 | |
| | | TVF竜巻対策工事 | | 設計 | | | ▽変更申請 | 準備/工事 |
| | | TVF内部火災対策工事 | | 設計 | | | ▽変更申請 | 準備/工事 |
| | | TVF溢水対策工事 | | 設計 | | | ▽変更申請 | 準備/工事 |

おわりに

東海再処理施設の廃止措置は、数世代に跨る長期の大型プロジェクトであり、国内外の英知を結集し、施設に保有する放射性廃棄物に伴うリスクの低減に向け、施設の高経年化や新規規制基準等を考慮した安全対策に取り組むとともに、適切な工程管理の下で施設の廃止を着実に進めていく。

廃止措置の実施にあたっては、地域社会との共生を図りながら、過去のトラブル等の経験を十分に踏まえた上で、安全確保を最優先に安全対策を進めるとともに、関係省庁とも調整し、廃止措置に必要な予算と人材を確保することで、着実に工程管理を行っていく。

補足説明資料

- 気体状の放射性物質に対して、既存の建家・構造物及び換気設備により施設外への漏えい及び拡散防止機能を維持するとともに、この機能が損なわれないように解体の工法及び手順を計画する。
- 汚染のある施設・設備を解体撤去する場合など、必要に応じて汚染拡大防止囲い、局所排気フィルタ及び局所排風機等の施設・設備外への拡散防止機能を持った装置を導入する。
- 液体状の放射性物質が発生する間は、漏えい防止機能を維持するとともに、この機能が損なわれないように解体の工法及び手順を計画する。
- なお、施設外への放射性物質の漏えい及び拡散防止対策に係る管理が適切に行われていることを確認するため、廃止措置時においても再処理施設からの放射性物質の放出管理に係る排気モニタリング、排水モニタリング及び周辺環境に対する放射線モニタリングを継続して実施する。

周辺公衆の被ばく低減対策

平成30年度第1回茨城県原子力
安全対策委員会(H30.8.22)の
資料を一部修正

- 廃止措置段階における放射性廃棄物の放出管理に当たっては、**放射性物質に起因する被ばく線量を低くするための措置を合理的に、かつ、可能な限り講ずる観点から**、廃止措置計画に放出の基準を定め、廃止措置の進捗に応じて、適宜、これを見直す。放出の基準は、まずは**工程洗浄が終了した段階に定め、廃止措置計画の変更**を行う。
- 一方、放出の基準を定める間の当面の放出管理として、クリプトン-85(⁸⁵Kr)、トリチウム(³H)については、**これまでの放出実績等から放出管理目標値を定め、これを保安規定にて管理**する。また、工程洗浄に係る廃止措置計画の変更時においても工程洗浄に伴う放出管理目標値を定め、これを保安規定にて管理する。
- 設定した放射性気体廃棄物及び放射性液体廃棄物の放出管理目標値は、**現行の保安規定に定める値の約1/50**である。

放射性気体廃棄物の放出の基準

(主排気筒、第一付属排気筒及び第二付属排気筒の合計)

| 核種 | 1年間の最大放出量 | 1年間の放出管理目標値 |
|------------------|-------------------------|-------------------------|
| ⁸⁵ Kr | 8.9×10^{16} Bq | 2.0×10^{15} Bq |
| ³ H | 5.6×10^{14} Bq | 1.0×10^{13} Bq |

約1/50

放射性液体廃棄物の放出の基準

(海洋に放出する処理済廃液)

| 核種 | 1年間の最大放出量 | 1年間の放出管理目標値 |
|----------------|-------------------------|-------------------------|
| ³ H | 1.9×10^{15} Bq | 4.0×10^{13} Bq |

約1/50

放射性廃棄物の取扱い(処理施設の新設等)

平成30年度第1回茨城県原子力安全対策委員会(H30.8.22)の資料を一部修正



- 過去の運転で発生した廃棄物 (約22,700トン)
 - 今後の廃止措置で発生する廃棄物 (約48,600トン)
- (合計 約71,000トン)



処理方法変更のため改造

施設の活用

廃止措置のために新設

廃棄物の処理

廃棄物の貯蔵

処分事業の進捗と平仄を合わせて進める



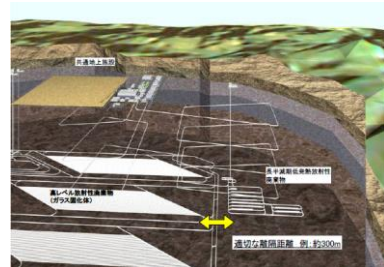
廃棄物処理施設 (LWTF)



廃棄体化処理施設 (HWTF-2, TWTF-1,2)



廃棄物の処分



地層処分施設



中深度処分施設



浅地中処分施設

放射性廃棄物の発生量を合理的に可能な限り低減するように努めるとともに、発生した放射性廃棄物を適切に処理する。

➤ 放射性気体廃棄物

放射性気体廃棄物は、洗浄塔、フィルタ等で洗浄、ろ過したのち、排気筒を通じて大気に放出する。放出に当たっては、排気筒において放射性物質濃度を常時測定監視し、保安規定の値を超えないように管理する。

➤ 放射性液体廃棄物

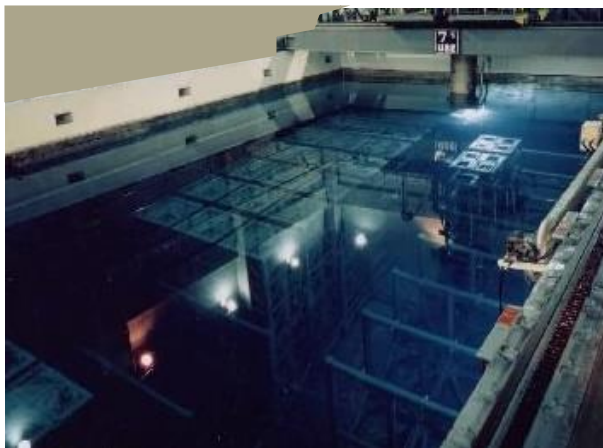
放射性液体廃棄物は、放射能レベルの区分や性状に応じて蒸発処理、中和処理及び油分除去を行い、海中放出設備の放出管を通じて海中に放出する。放出に当たっては、放射性液体廃棄物の放出量が保安規定の値を超えないように管理する。

➤ 放射性固体廃棄物

放射性固体廃棄物のうち可燃性廃棄物及び難燃性廃棄物は、焼却したのち放射性廃棄物の貯蔵施設に貯蔵する。不燃性廃棄物は、放射能レベルの区分や性状に応じて放射性廃棄物の貯蔵施設に貯蔵する。これらの廃棄物は、廃棄体化施設の整備が整い次第廃棄体化施設に搬出し、処分施設の要件に見合うよう廃棄体化処理する。ガラス固化体及び廃棄体は処分施設の操業開始後随時搬出する。

なお、最終処分は、バックエンド対策にとって必要不可欠であり、早期に処分が可能となるよう立地推進等の所要の取り組みを継続する所存である。最終処分の開始がやむを得ず遅れる場合は、各施設及び廃棄物の安全な管理が損なわれないよう廃止措置や廃棄物処理・保管の計画の調整により対応を図っていく。

- 新型転換炉原型炉「ふげん」の使用済燃料約41トン(分離精製工場の貯蔵プールに貯蔵中)は、専用の使用済燃料輸送容器に収納し、専用の輸送船により、令和8年度までに国内又は我が国と原子力の平和利用に関する協力のための協定を締結している国の再処理事業者の再処理施設へ全量を搬出する。
- ウラン製品(ウラン貯蔵所等に貯蔵中)は、施設の管理区域解除までに廃止対象施設外の施設に搬出する。
- ウラン・プルトニウム混合酸化物(MOX)粉末(プルトニウム転換技術開発施設に貯蔵中)は、施設の管理区域解除までに廃止対象施設外の施設に搬出する。
- 核燃料物質について引き続き取り扱うことから、核物質防護規定に基づく、核セキュリティ対策を適切に実施していく。



使用済燃料貯蔵プール



ウラン製品の容器



ウラン・プルトニウム混合酸化物(MOX)