

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5年10月13日
再処理廃止措置技術開発センター

○令和5年10月13日 面談の論点

- 東海再処理施設の廃止措置の概要（資料1）
- 東海再処理施設における新規制基準を踏まえた安全性向上対策の概要（資料2）
- 東海再処理施設の施設概要（資料3）
- その他

以上

東海再処理施設の廃止措置の概要

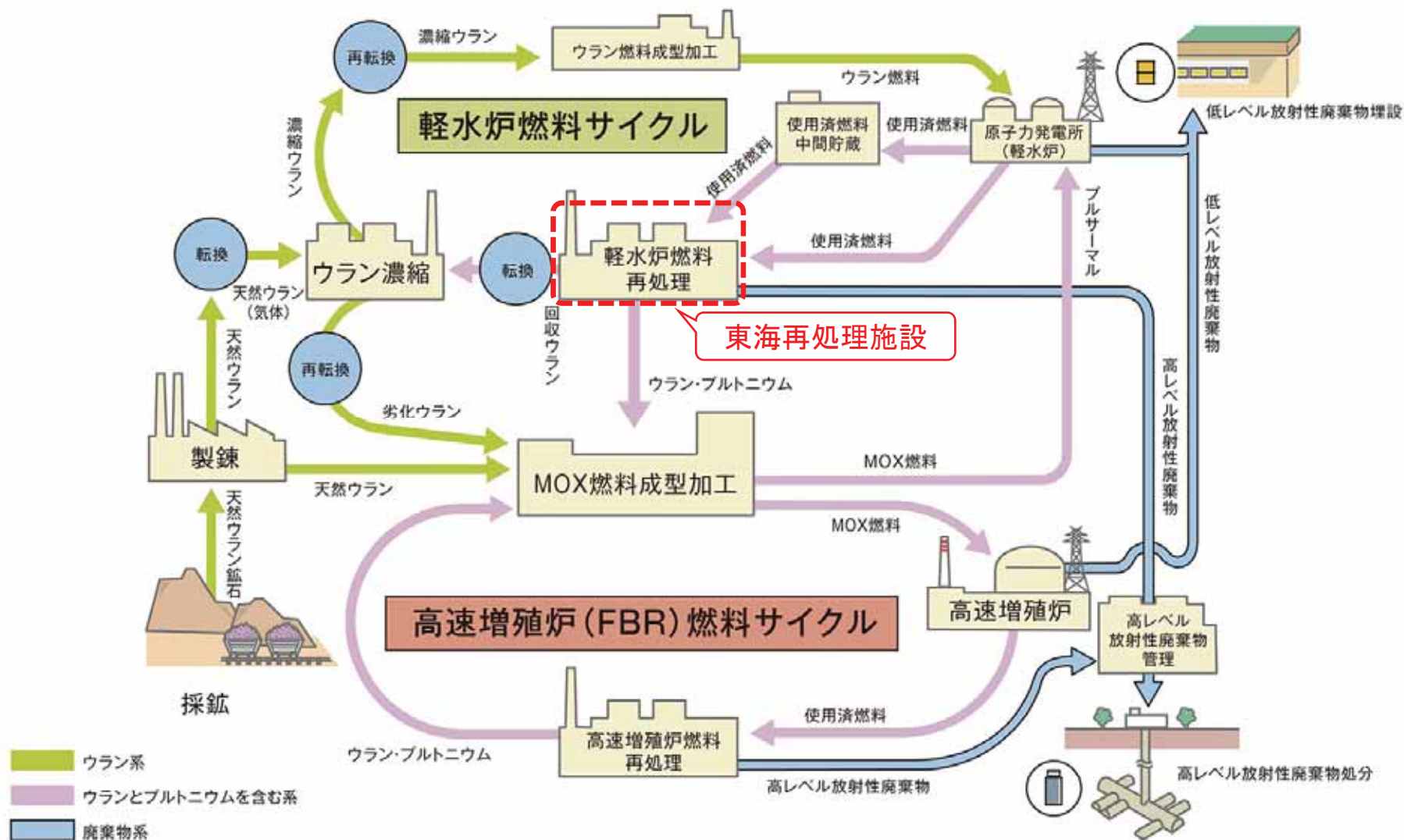
令和5年10月13日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
再処理廃止措置技術開発センター

1. 東海再処理施設の概要

1. 東海再処理施設の概要

— 核燃料サイクルについて —



1. 東海再処理施設の概要

－ 施設の位置 －



1. 東海再処理施設の概要

— 施設の歴史 —



昭和45年



昭和52年

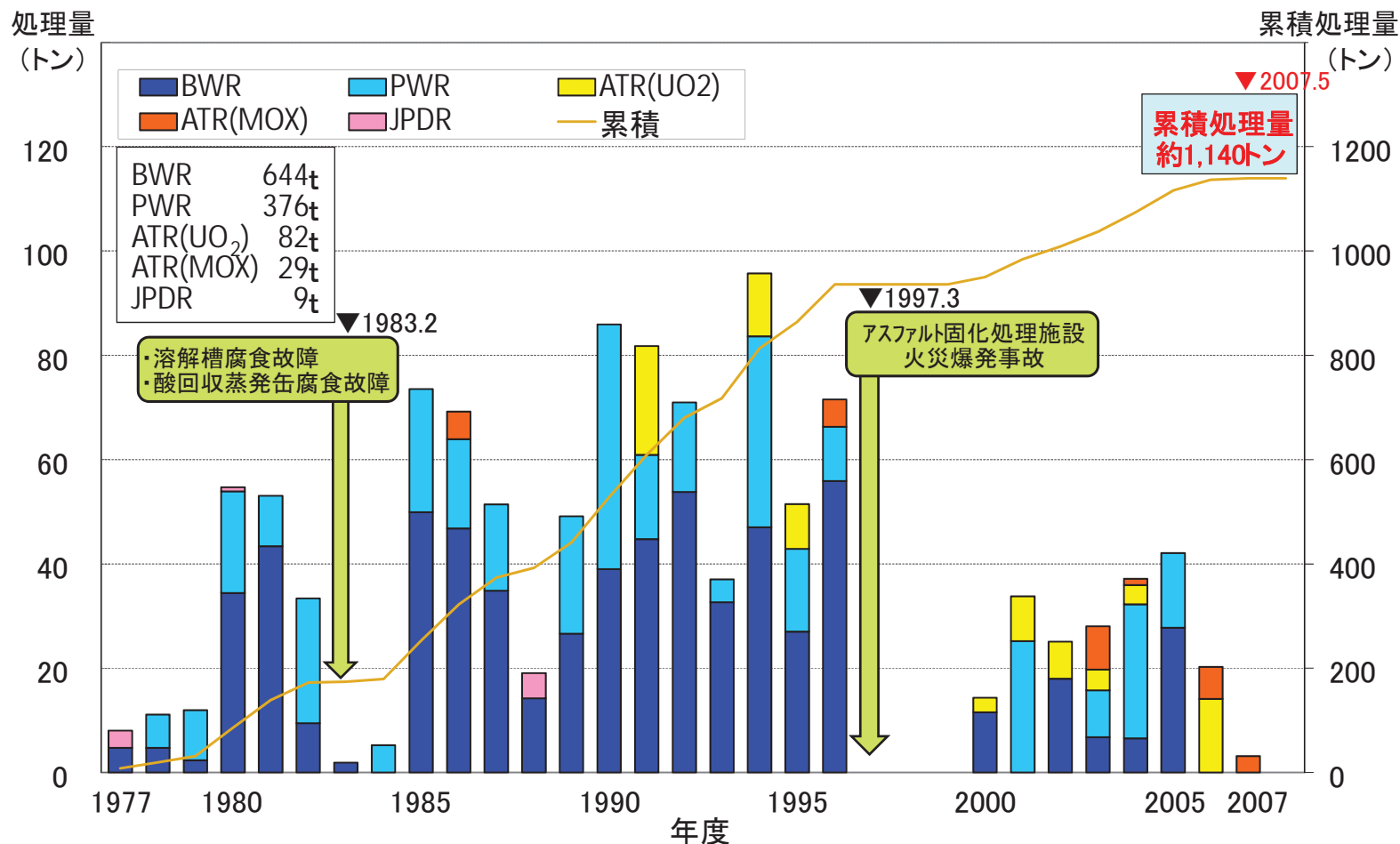
- 昭和45年12月 敷地造成
(松林 約15万 m²を伐採)
(海拔約6 mの高さに整地)
- 昭和46年 6月 建設に着工
- 昭和48年 6月 通水作動試験
- 昭和49年10月 分離精製工場等 竣工
- 昭和50年 9月 ウラン試験開始
- 昭和52年 9月 使用済燃料による試験開始
(ホット試験)



現在(管理区域を有する約30施設)

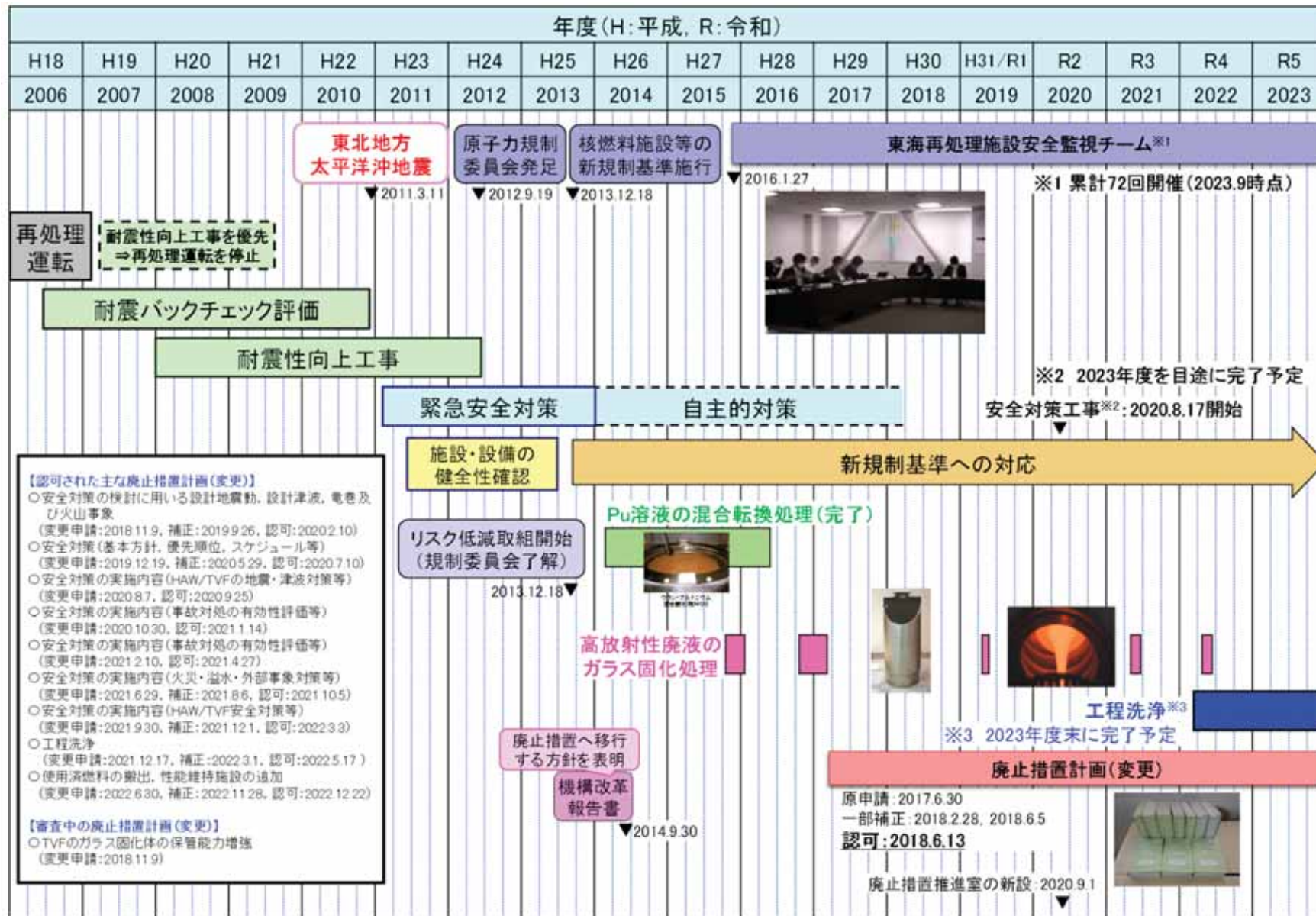
－ 再処理の実績 －

昭和52年(1977年)から平成19年(2007年)まで(約30年間)に、国内の動力試験炉(JPDR)、新型転換炉原型炉ふげん、商業用の原子力発電所(BWR, PWR)で発電に伴い発生した使用済燃料(約1140トン)を再処理し、燃料として再利用可能なプルトニウム、ウランを回収した。また、回収した一部の燃料は、再び発電に供され、核燃料サイクルの環の実証に貢献した。



2. 東海再処理施設の廃止措置計画の概要

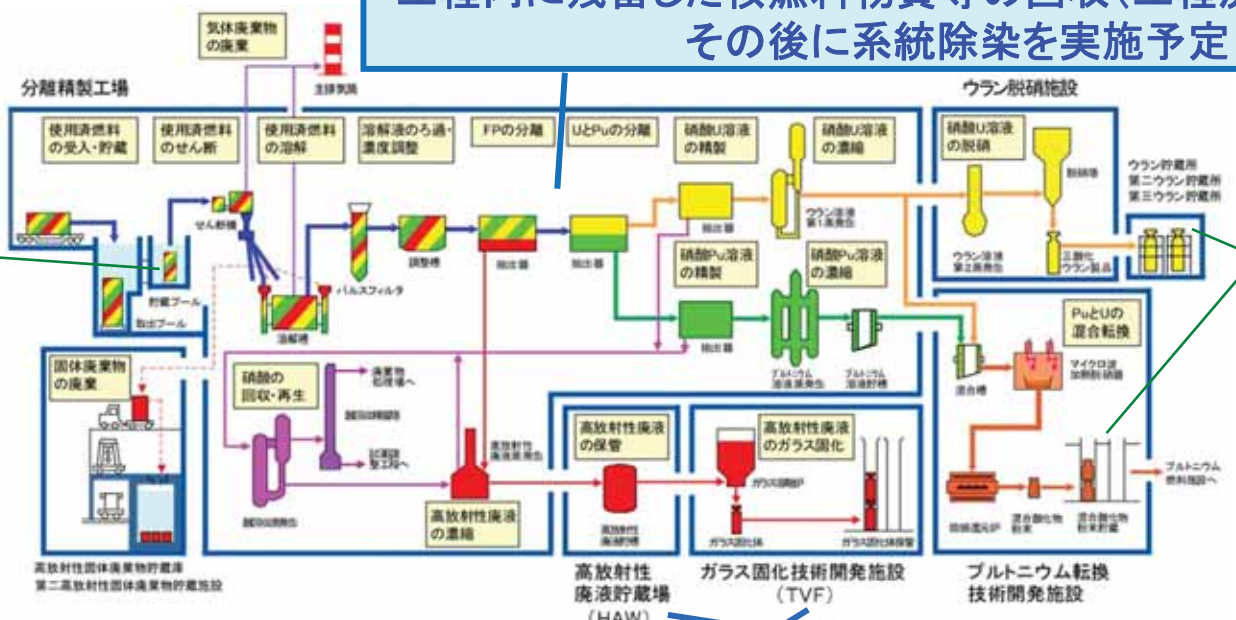
－ 近年の活動 －



2.2 東海再処理施設の廃止措置の概要 — 東海再処理施設の廃止措置の特徴 —

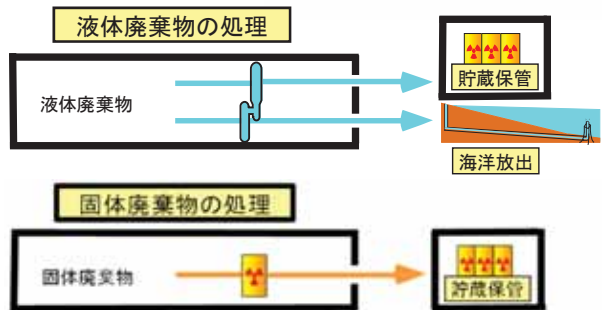
工程内に残留した核燃料物質等の回収(工程洗浄)を実施中,
その後に系統除染を実施予定

使用済燃料は再処理のために搬出予定



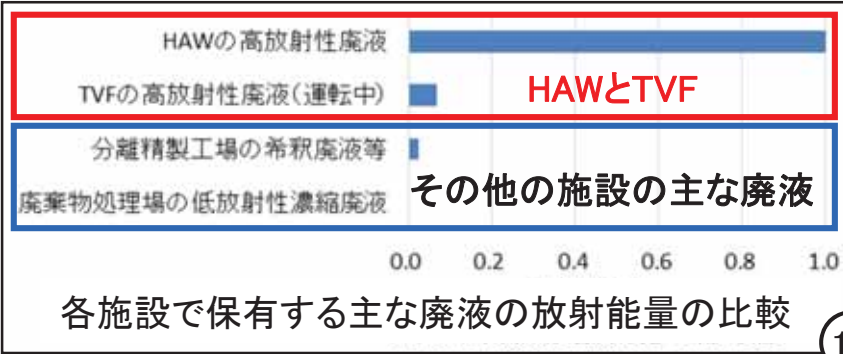
核燃料物質は
随時譲渡し

リスクの高い高放射性廃液はガラス固化処理
新規制基準を踏まえた安全性向上対策を実施



保管中の廃棄物に加え、今後発生する廃棄物を処理

ガラス固化体等は処分施設の操業開始後に随時搬出



2.3 東海再処理施設の廃止措置計画

－ 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。

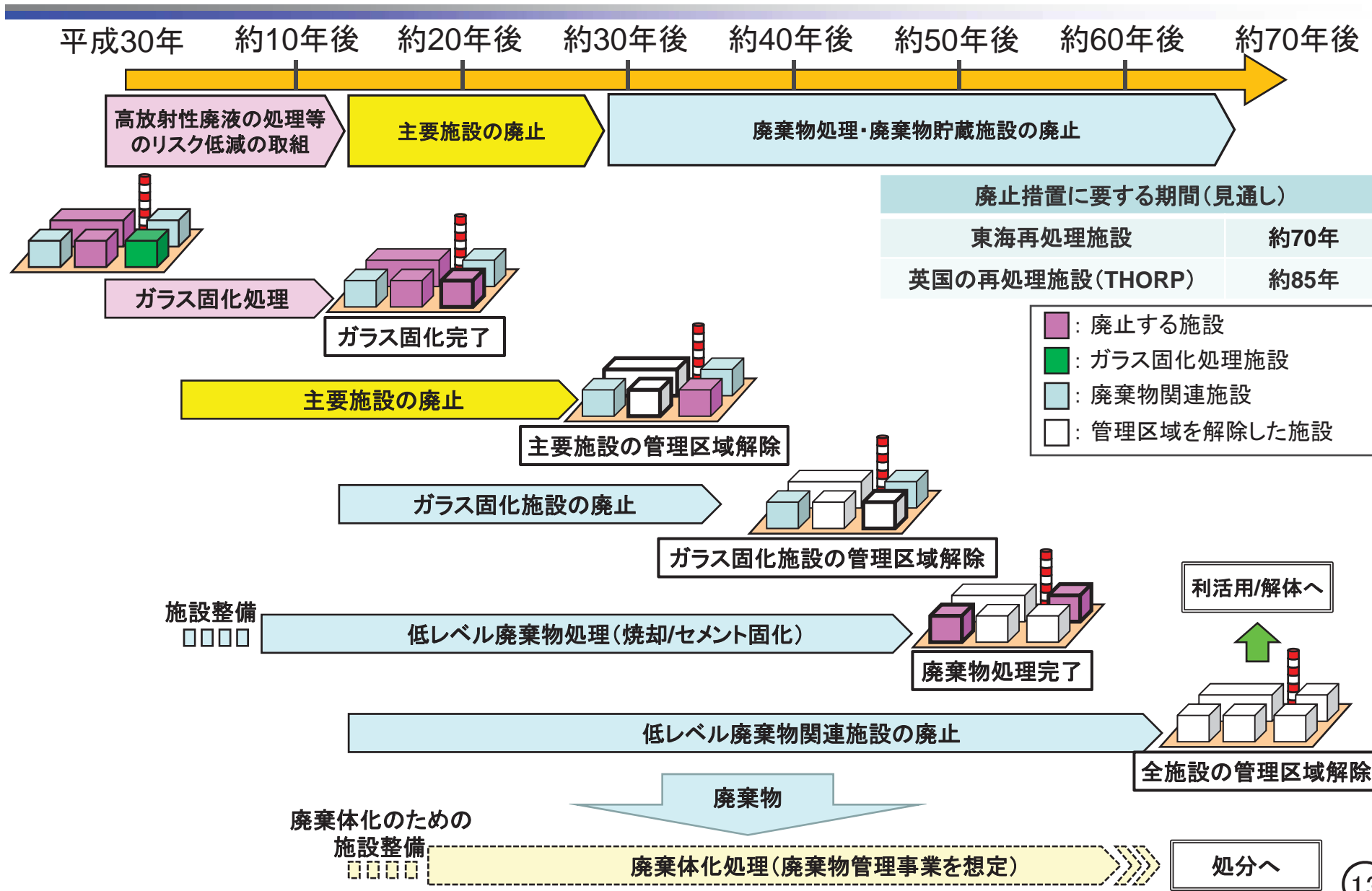
2.3 東海再処理施設の廃止措置計画

－ 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、以下の対策を進める。
 - ① 高放射性廃液を貯蔵している高放射性廃液貯蔵場(HAW)の安全確保
 - ② 高放射性廃液のガラス固化技術開発施設(TVF)におけるガラス固化
 - ③ 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
 - ④ 高放射性固体廃棄物貯蔵庫(HASWS)の貯蔵状態の改善

- ②TVFにおいては、令和4年9月に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、3号溶融炉への更新を前倒しし、令和6年度末の熱上げ開始に向け、運転再開準備を進めているが、機器の不具合等もあり、工程を精査している。令和5年12月頃に運転再開に向けた工程(見直し工程)を示す予定。

2.3 東海再処理施設の廃止措置計画 － 進め方 －



2.3 東海再処理施設の廃止措置計画

— 放射性廃棄物の取扱(処理施設の新設等) —



- 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

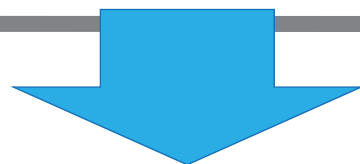
処分事業の進捗と平仄を合わせて進める



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

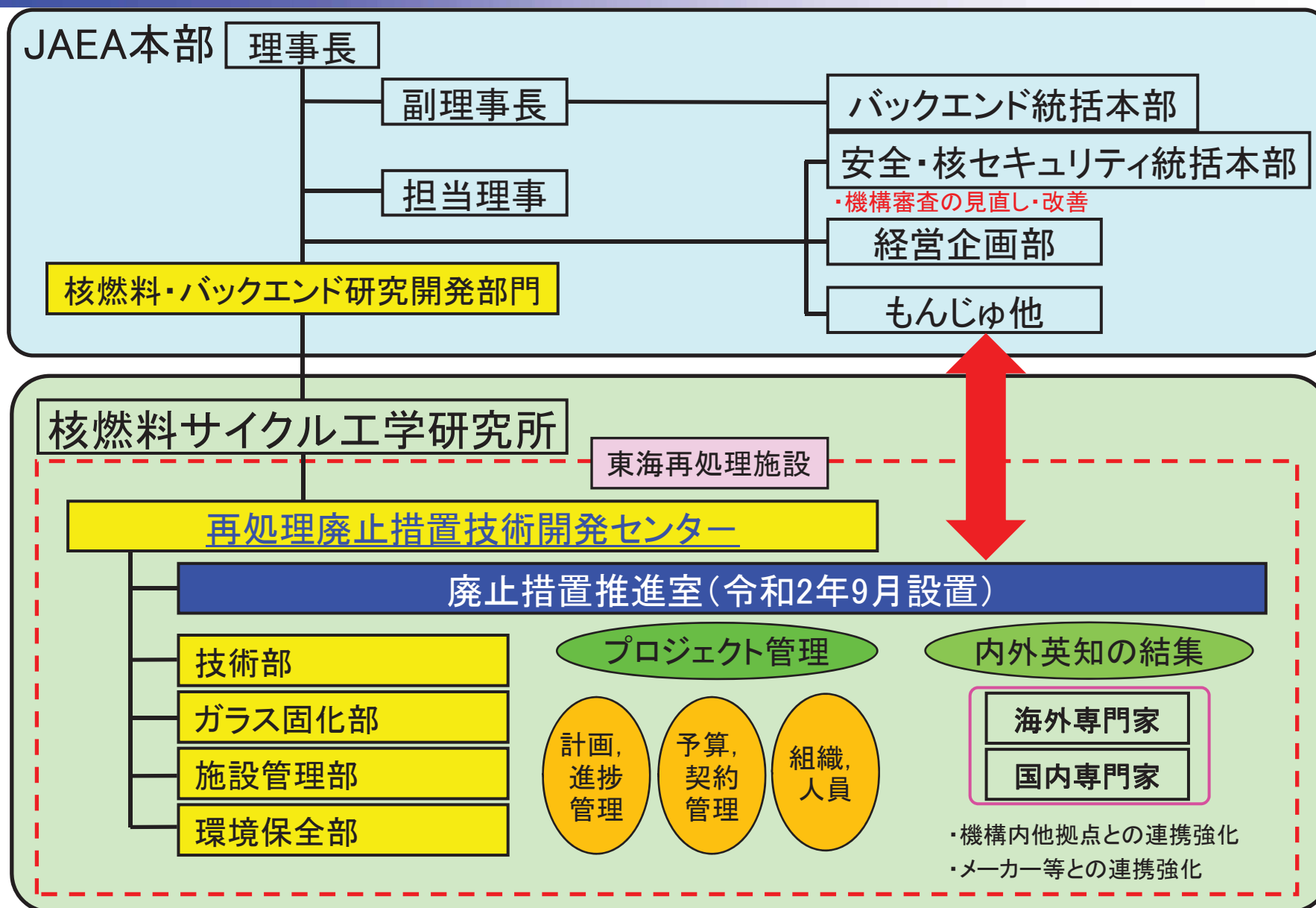


中深度処分施設



浅地中処分施設

2.4 廃止措置の実施体制



3. リスク低減の取組

- 3.1 新規制基準を踏まえた安全性向上対策
- 3.2 高放射性廃液のガラス固化
- 3.3 放射性廃棄物の処理・貯蔵に係る取組
(次の議題として報告)

3.1 新規制基準を踏まえた安全性向上対策

－ 安全対策の基本方針 －

高放射性廃液に伴うリスクが集中するHAWとTVFについて、設計地震動(最大952 Gal) , 設計津波(T.P.約+14 m) , 外部/内部事象に対して、必要な安全対策を最優先で実施する。

HAW・TVFの重要な安全機能(閉じ込め機能, 崩壊熱除去機能)の維持に必要な電力やユーティリティの喪失に備え、事故対処設備を整備し、その有効性を評価する。

その他施設については、リスクに応じた安全対策を実施する。

安全対策については、一部の工事※を除き、令和5年度末までに工事を完了する予定である。

(※ 竜巻、施設内部の火災や溢水対策については、工事間の作業エリアの干渉や資材の調達期間の長期化の影響により、工事が令和6年度にずれ込む見通し。)

| 施設・事象 | | 優先度 | 対応 |
|-----------------|-------|-----|--|
| HAW ・ TVF | 地震・津波 | I | 設計地震動・設計津波を想定し、HAW・TVF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 | 立地や周辺環境を踏まえた主な自然事象(竜巻, 森林火災, 火山)等の外部事象に対して、施設の重要な安全機能を守るために必要な対策を実施する。 内部火災, 溢水等の内部事象に対して、施設の重要な安全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。 |

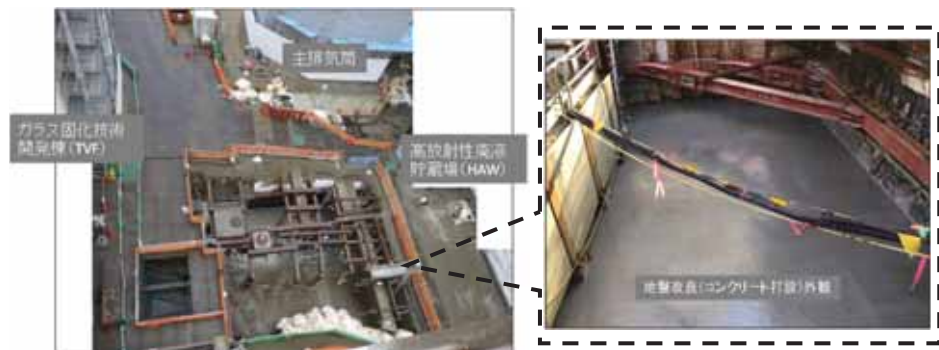
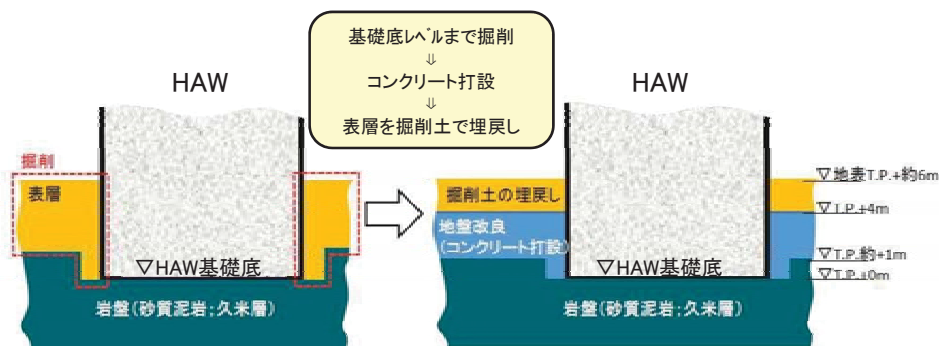
※ 平成23年の東北地方太平洋沖地震では、東海再処理施設において、地震動(最大496 gal) , 津波(T.P.約+5.2 m)を観測。

3.1 新規制基準を踏まえた安全性向上対策 — 地震対策 —

地震に対する安全対策では、高放射性廃液に伴うリスクが集中するHAWとTVFの重要な安全機能(閉じ込め機能, 崩壊熱除去機能)が損なわれることないように、設計地震動に対して耐震性を確保する。

HAW周辺の地盤改良工事

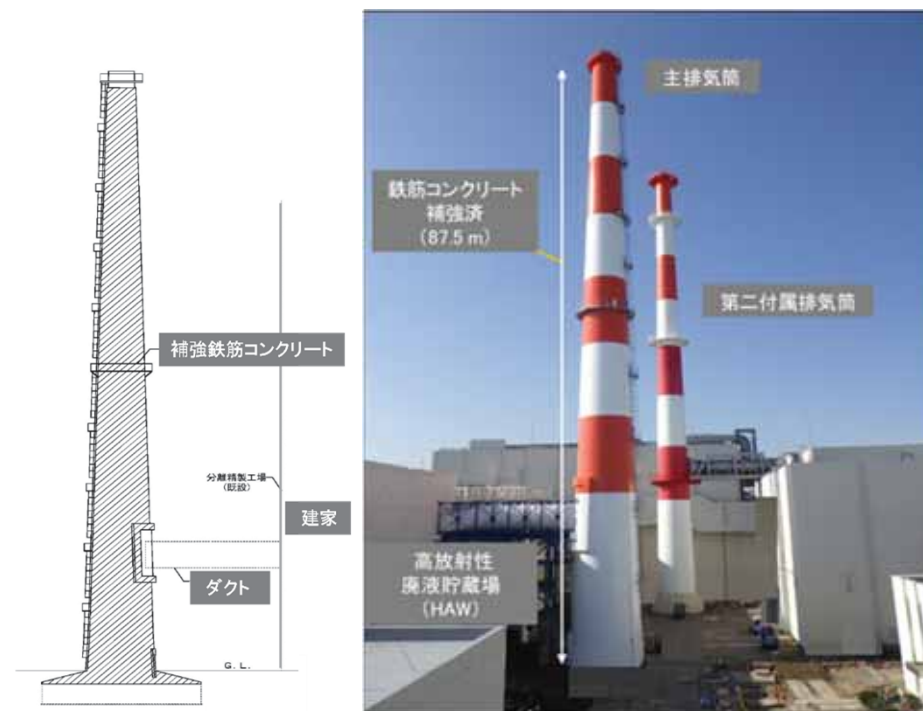
HAW周辺の埋戻土をコンクリート置換し、地盤を強固にすることで耐震性を向上させる。



地盤改良工事の状況(令和4年4月完了(南面除く))

主排気筒の耐震補強工事

主排気筒(地上高さ90 m)の基礎及び筒身への鉄筋コンクリート補強を行い、耐震性を確保する。



主排気筒の筒身補強工事の状況(令和5年3月完了)

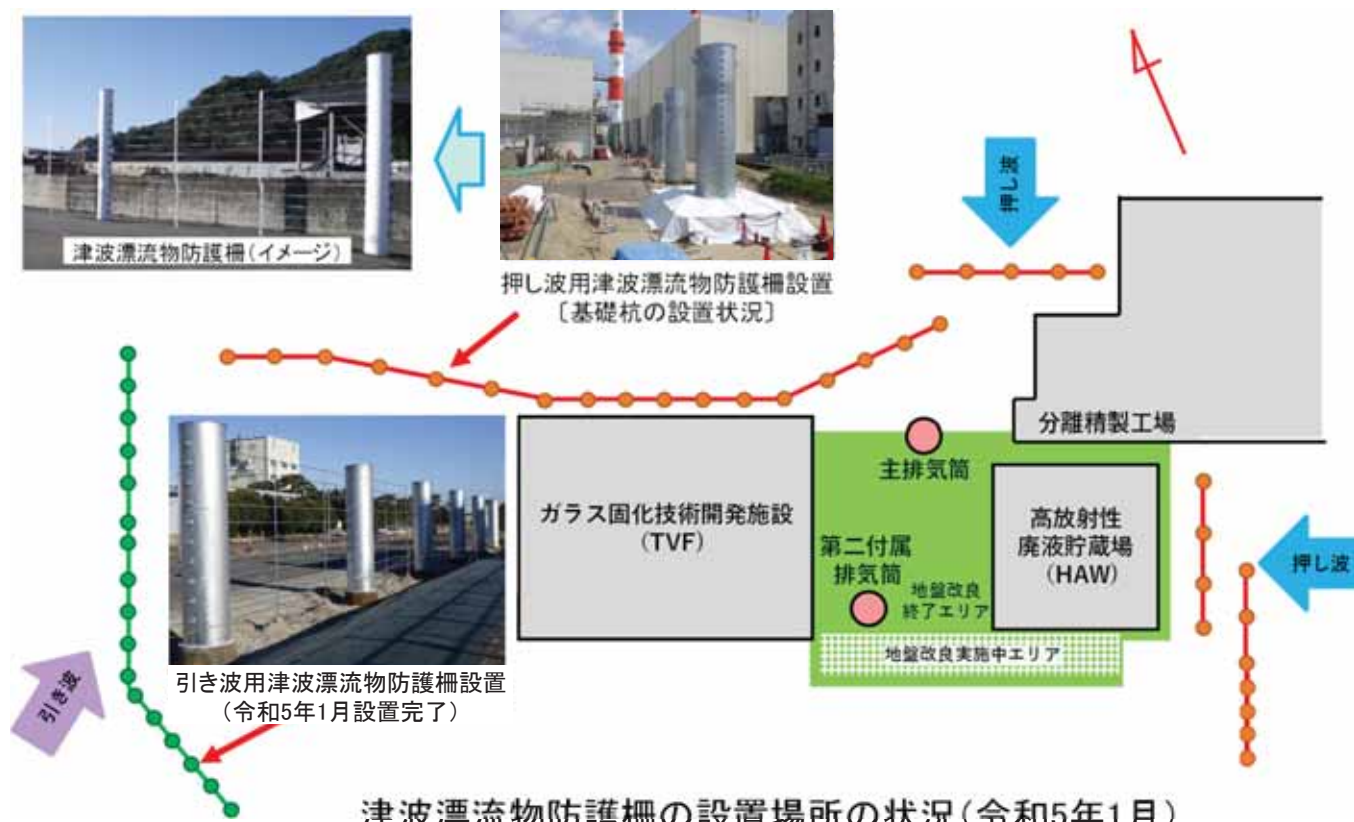
3.1 新規制基準を踏まえた安全性向上対策

－ 津波対策 －

津波に対する安全対策では、高放射性廃液に伴うリスクが集中するHAWとTVFの重要な安全機能(閉じ込め機能, 崩壊熱除去機能)が損なわれることないように、設計津波に対して耐津波性を確保する。

津波漂流物防護柵の設置工事

設計津波の遡上に伴う漂流物の衝突からHAW, TVF, 第二付属排気筒を防護するため、津波漂流物防護柵(押し波用, 引き波用)を設置する。



3.1 新規制基準を踏まえた安全性向上対策

— 事故対処設備の配備・訓練 —

設計地震動に伴う設計津波が襲来し、既存の給電設備や給水設備が使用不能となった場合でも、高放射性廃液の蒸発・乾固に伴う放射性物質の環境への放出を防止するため、HAW・TVFの事故対処設備を整備する。

訓練では、整備したマニュアル等に従い、夜間、悪天候、瓦礫等の厳しい環境条件を想定しつつ、訓練を繰り返し行うことで、事故対処の有効性を確認するとともに、作業員の事故対応の習熟を図る。



東側



西側

事故対処設備配備場所の地盤補強工事の状況（令和5年9月）



ケーブル敷設



移動式発電機起動操作



端子接続, 絶縁抵抗測定



エンジン付きポンプによる送水



エンジン付きポンプ運搬



エンジン付きポンプ運搬

移動式発電機からの給電操作

エンジン付きポンプを用いた外部からの給水操作



不整地運搬車による燃料運搬



がれき撤去(夜間)



自然水利からの取水

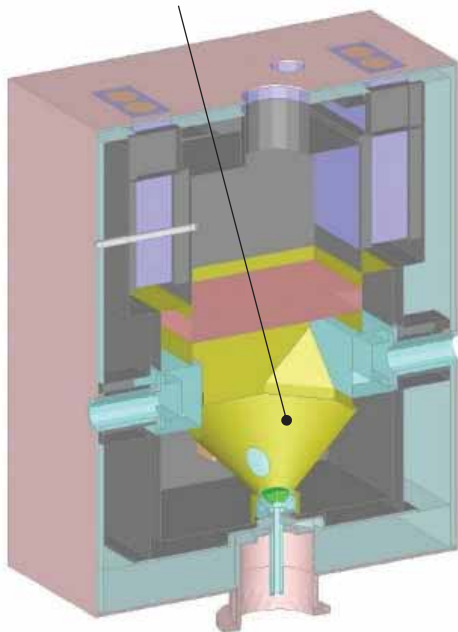
※ 高放射性廃液の蒸発・乾固(HAW:77時間, TVF:56時間)に対し、事故対処(HAW:最大27.5時間, TVF:最大25時間)が有効であることを実際の訓練等を行い確認済み。

3.2 高放射性廃液のガラス固化 — TVF3号溶融炉への更新 —

東海再処理施設における周辺公衆への影響が大きい事故は、『高放射性廃液の蒸発・乾固』に伴う放射性物質の環境への放出であり、高放射性廃液のガラス固化を進めることにより、早期にリスクを低減していく。

TVFでは、令和4年7月にガラス固化処理を再開し、ガラス固化体を25本製造(累計354本)したが、ガラス溶融炉内に残留ガラスを確認したため、10月に運転を終了した。ガラス固化を最短で進める観点から、3号溶融炉への更新を前倒しし、令和6年度末の熱上げ開始に向け、運転再開準備を進めているが、機器の不具合等もあり、工程を精査している。令和5年12月頃に運転再開に向けた工程(見直し工程)を示す予定。

炉底形状:円錐 45°



3号溶融炉(イメージ図)



写真: 2号溶融炉製作時(平成14~15年)

| | 2021年度 | 2022年度 | 2023年度 | 2024年度 |
|--|--------------|----------------------------------|--|--------------------------------------|
| (1) 許認可 (2021年6月29日申請, 2021年10月5日認可) | 申請 認可 ▼ ▼ | | | |
| (2) 3号溶融炉の製作/試験 | 各製品の材料手配, 加工 | 中間組立(メーカー工場)・ 最終組立(モックアップ試験棟) | 運転条件確認試験 | |
| 計画 | | | <input type="checkbox"/> | |
| 実績 | | | | |
| (3) 2号溶融炉の取外し | | | 2号溶融炉等の撤去 <input type="checkbox"/> | |
| (4) 3号溶融炉の据付け | | | 3号溶融炉等の据付け <input type="checkbox"/> | 3号溶融炉熱上げ <input type="checkbox"/> |
| | | | 工程を精査中 | |

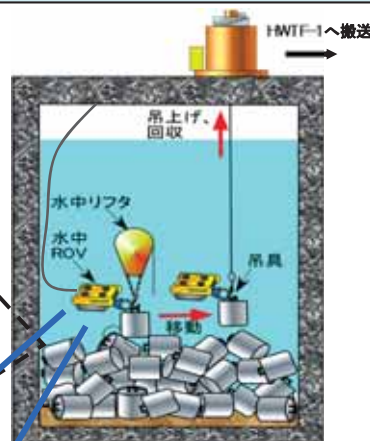
3.3 放射性廃棄物の処理・貯蔵に係る取組

高放射性固体廃棄物の取出し/再貯蔵

高放射性固体廃棄物貯蔵庫 (HASWS) の水中に無秩序に貯蔵されている状態を改善するため、水中ROV (作業用小型ロボット) 等による遠隔取出装置の適用性を確認する。



廃棄物 (ハル缶) の貯蔵状態



廃棄物取出し方法の例



ハル缶上昇試験状況



水中ROV (切断治具, 把持治具装備)

低放射性廃液のセメント固化

低放射性濃縮廃液等を処分可能なセメント固化体にするため、環境規制を踏まえた廃液中の硝酸根を分解するプロセスを実証し、安定運転の確実性を高める。



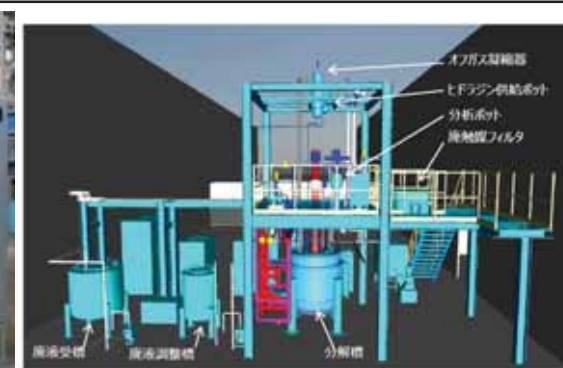
低放射性廃棄物処理技術開発施設 (LWTF)



セメント混練試験装置



硝酸根分解試験装置
(1/25スケール)



実証プラント規模試験装置のレイアウト

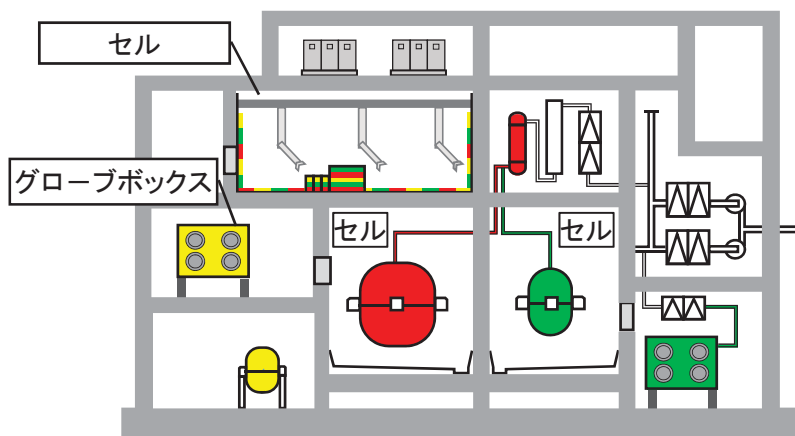
4. 施設の廃止に向けた取組

4. 施設の廃止に向けた取組

— 原子力発電所との比較 —

再処理施設

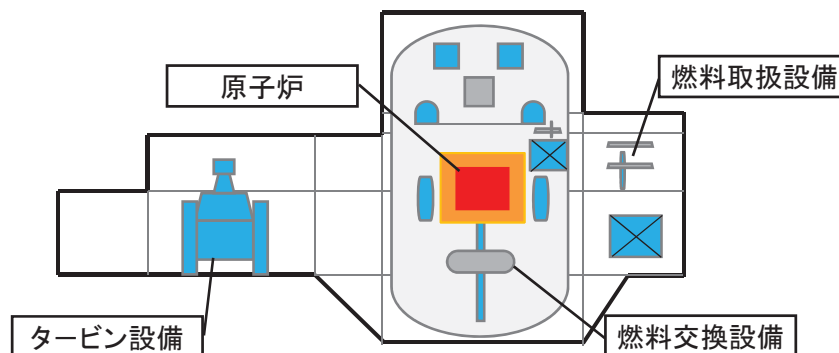
- : FP/TRU系 (放射線量が比較的高い)
- : Pu系 (放射線量が比較的低い)
- : U系 (放射線量が極めて低い)



- 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)。

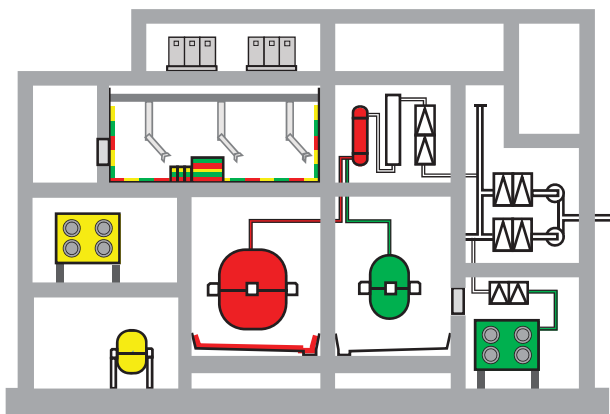
4. 施設の廃止に向けた取組

－ 廃止措置の進め方 －

第1段階 解体準備期間

- 工程洗浄
- 系統除染
- 汚染状況調査

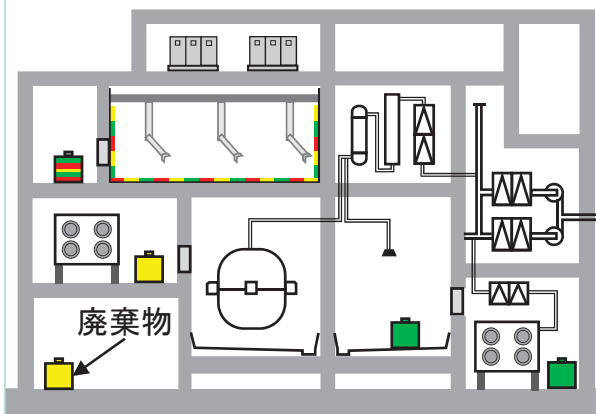
■ : FP/TRU系 ■ : Pu系 ■ : U系



着手前(イメージ)

第2段階 機器解体期間

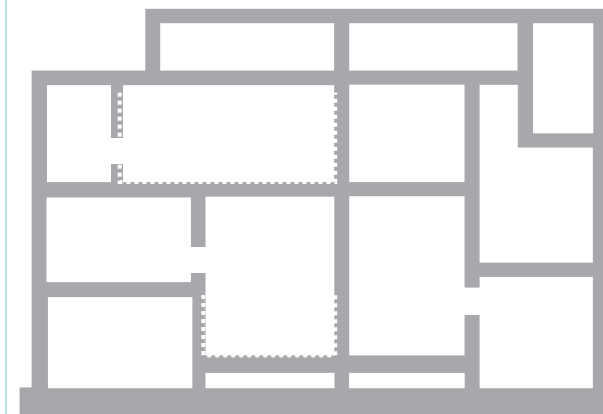
- 機器解体撤去
- 解体物保管
- 解体物搬出



作業中(イメージ)

第3段階 管理区域解除期間

- 建家汚染除去
- 汚染検査
- 換気設備等撤去
- 管理区域解除

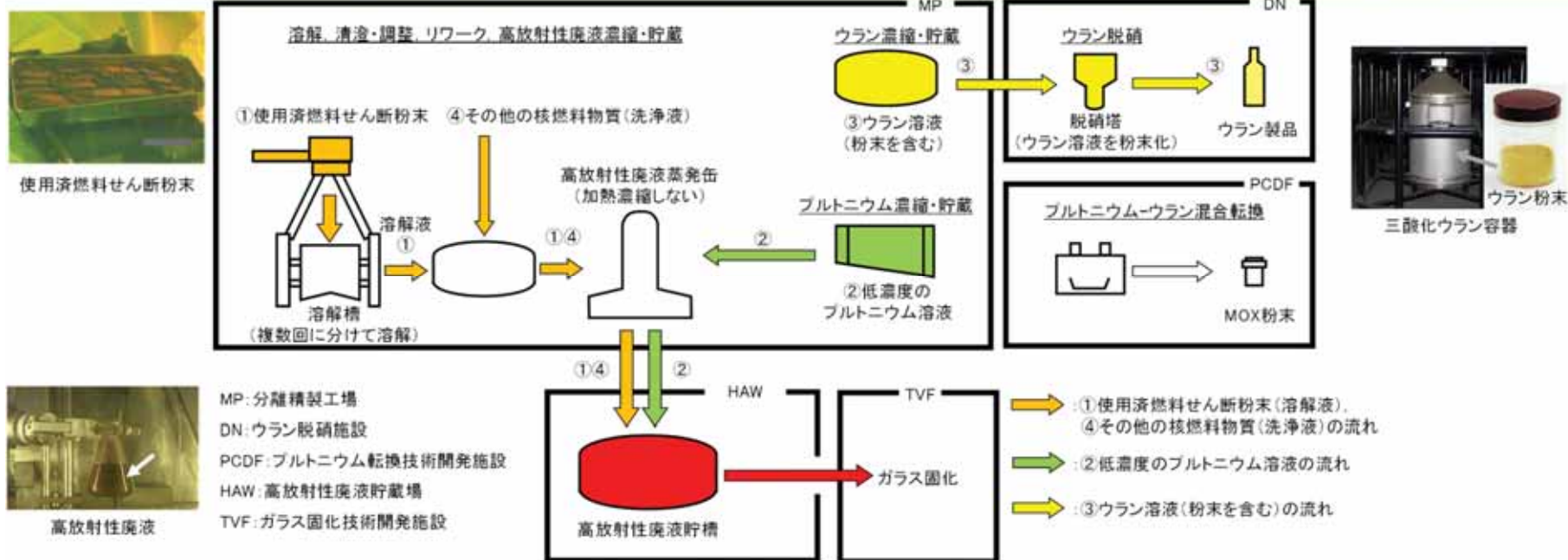


終了後(イメージ)

4. 施設の廃止に向けた取組 — 工程洗浄 —

廃止措置の第1段階として、再処理工程内の一部機器に残存する核燃料物質を取り出すため、「工程洗浄」を令和4年6月から令和5年度まで実施する予定。

工程洗浄では、残存する核燃料物質のうち、工程内に残存するウラン溶液は三酸化ウランに粉末化し、その他のものは現有する高放射性廃液に混ぜてガラス固化する。



| | 令和4年度 | | | | 令和5年度 | | | |
|-------------------------------------|-------|--|----|----|---|----|--------------|----|
| | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 | Q1 | Q2 | Q3 | Q4 |
| 使用済燃料せん断粉末等/ その他の核燃料物質(工程内の洗浄液等) | | 溶解/取出し/押し出し洗浄(計画) 溶解/取出し(6/8~8/5)/押し出し洗浄(~9/12) | | | | | | |
| 低濃度のプルトニウム溶液 | | | | | 取出し/洗浄(計画) 取出し/洗浄(3/22~9/29) | | | |
| ウラン溶液・ウラン粉末 | | | | | ウラン粉末ポット移替(計画) ウラン粉末ポット移替(8/29~9/26) | | ウラン溶液取出し(計画) | |

東海再処理施設における 新規制基準を踏まえた安全性向上対策 の概要

令和5年10月13日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
再処理廃止措置技術開発センター

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

1.1 廃止措置計画用設計地震動(設計地震動)

－ 検討概要(1/3) －

- 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。

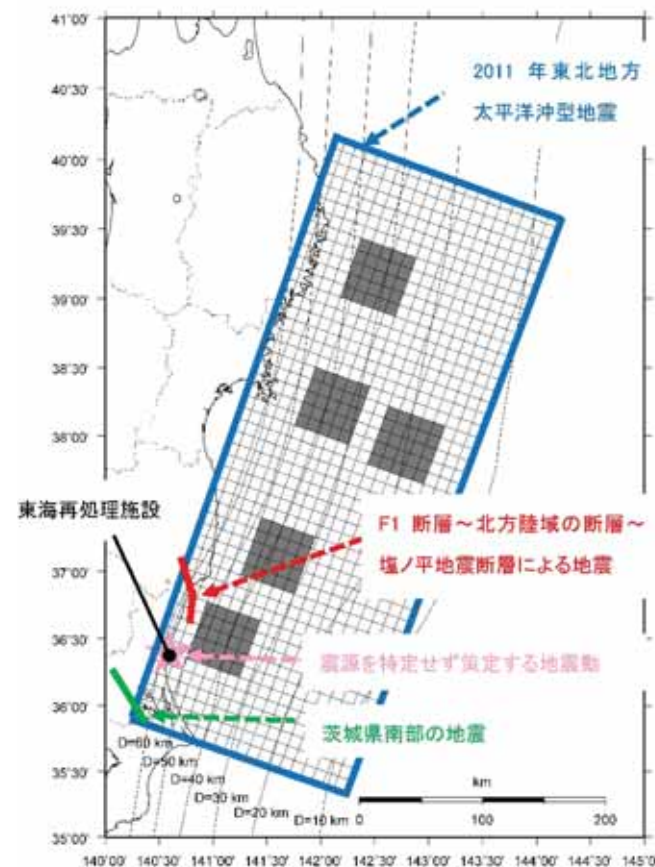


図 検討用地震の震源位置

1.1 廃止措置計画用設計地震動(設計地震動)

－ 検討概要(2/3) －

■敷地ごとに震源を特定して策定する地震動

| プレート間地震 | 海洋プレート内地震 | 内陸地殻内地震 |
|---|---|--|
| <p>【検討用地震の選定】</p> <p>2011年東北地方太平洋沖型地震 (Mw9.0)</p> | <p>【検討用地震の選定】</p> <p>中央防災会議 茨城県南部の地震 (Mw7.3)</p> | <p>【検討用地震の選定】</p> <p>F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震 (M7.8)</p> |
| <p>【基本震源モデルの設定】</p> <p>強震動予測レシピに基づく震源モデル (Mw9.0)</p> | <p>【基本震源モデルの設定】</p> <p>中央防災会議(2013)等の各種知見に基づく震源モデル (Mw7.3)</p> | <p>【基本震源モデルの設定】</p> <p>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)</p> |
| <p>主な特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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。 | <p>主な特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・想定した基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。 | <p>主な特徴</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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けする際、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。 |
| <p>【不確かさの考慮】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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 | <p>【不確かさの考慮】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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) | <p>【不確かさの考慮】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・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) |

■震源を特定せず策定する地震動

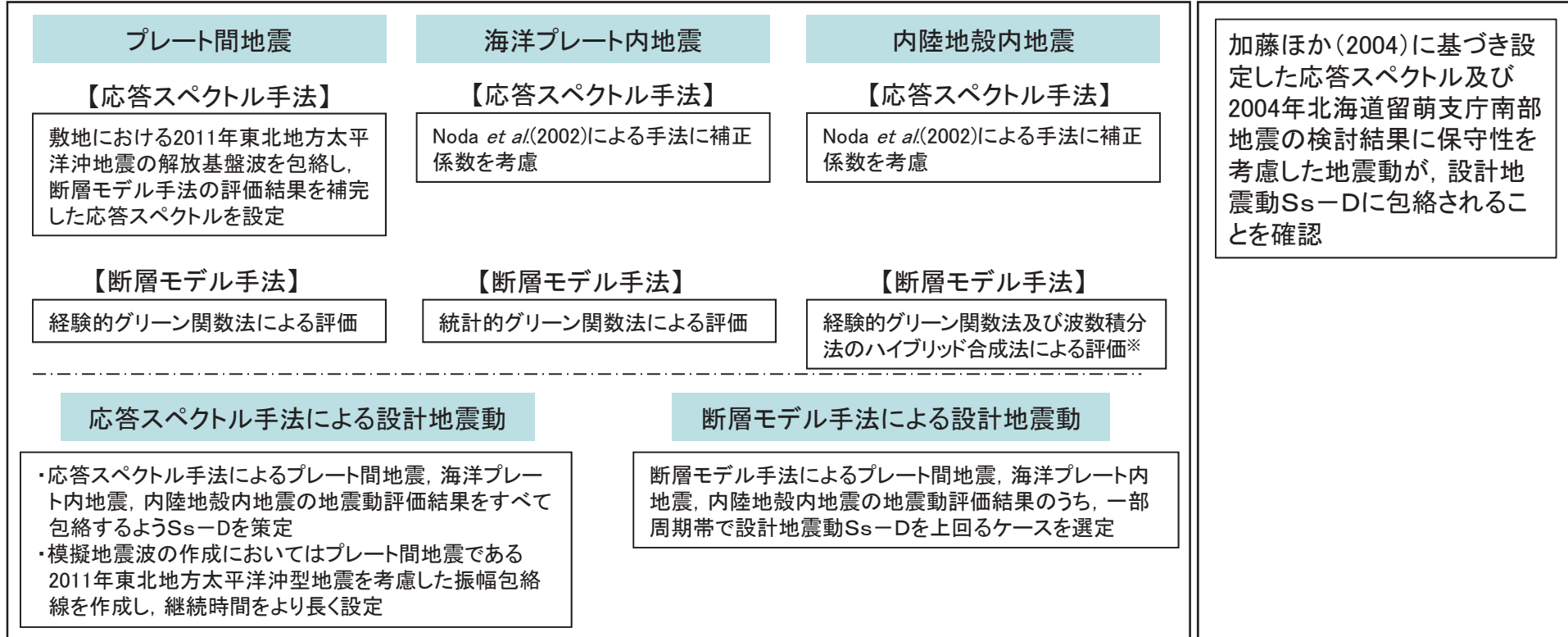
| 既往の知見 |
|--|
| <p>震源を事前に特定できない地震に関する既往の知見である加藤ほか(2004)に基づき設定した応答スペクトル</p> |
| <p>審査ガイド例示16地震</p> |
| <p>信頼性のある基盤地震動の検討結果を踏まえ2004年北海道留萌支庁南部地震を考慮</p> |
| <p>2004年北海道留萌支庁南部地震の検討結果に保守性を考慮した地震動を設定</p> |

1.1 廃止措置計画用設計地震動(設計地震動)

－ 検討概要(3/3) －

■ 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



■ 設計地震動 S_s の策定

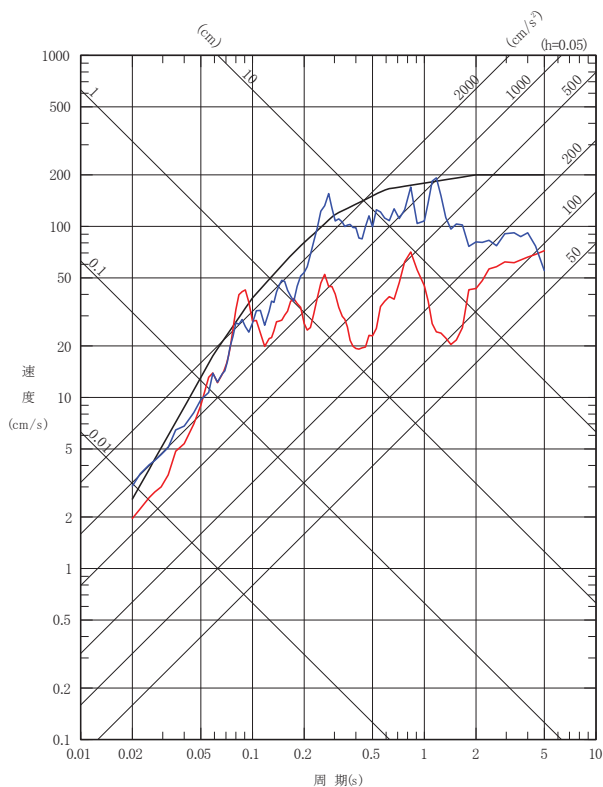
- S_s-D 応答スペクトル手法による設計地震動
- S_s-1 F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震(M7.8)(短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点3)
- S_s-2 2011年東北地方太平洋沖型地震(Mw9.0)(SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳)

※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

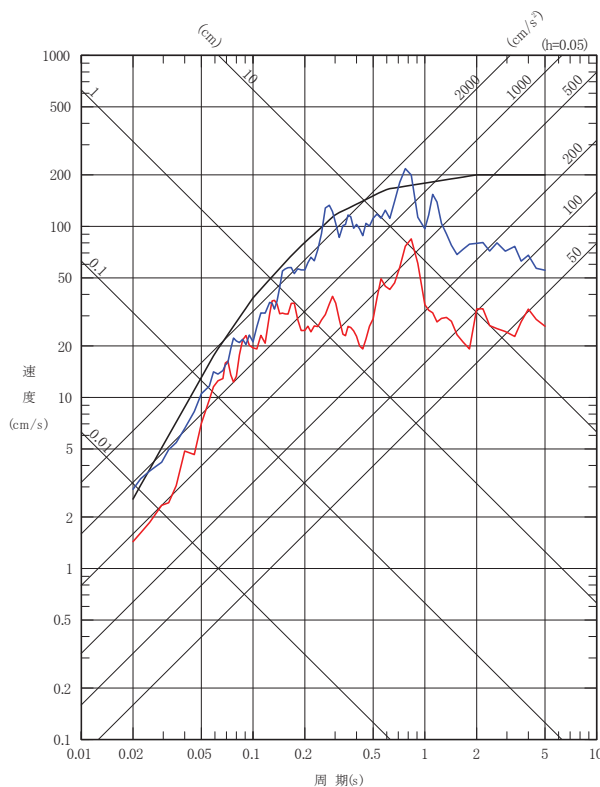
－ 応答スペクトル －

■ 設計地震動Ssの応答スペクトル

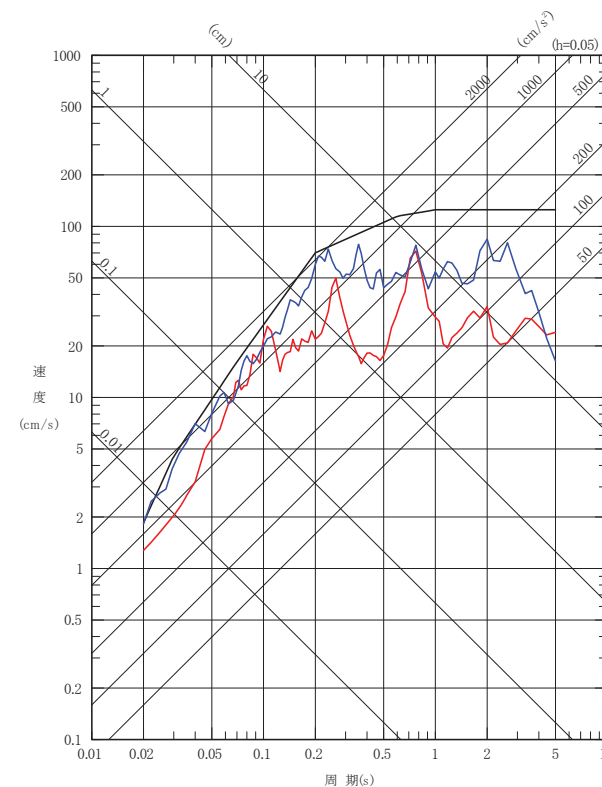
- Ss-D 応答スペクトル手法による設計地震動
- Ss-1 F1断層～北方陸域の断層～塩ノ平地震断層による地震(短周期レベルの不確かさ, 破壊開始点3)
- Ss-2 2011年東北地方太平洋沖型地震(SMGA位置と短周期レベルの不確かさの重畳)



南北成分



東西成分



上下成分

1.1 廃止措置計画用設計地震動(設計地震動)

－ 設計地震動の設定(最大加速度値) －

■ 設計地震動Ss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 |
| Ss-D | 応答スペクトル手法による設計地震動 | <p>800</p> | | <p>580</p> |
| Ss-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> |
| Ss-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Ssの加速度時刻歴波形
(縦軸: 加速度[cm/s²], 横軸: 時間[s])

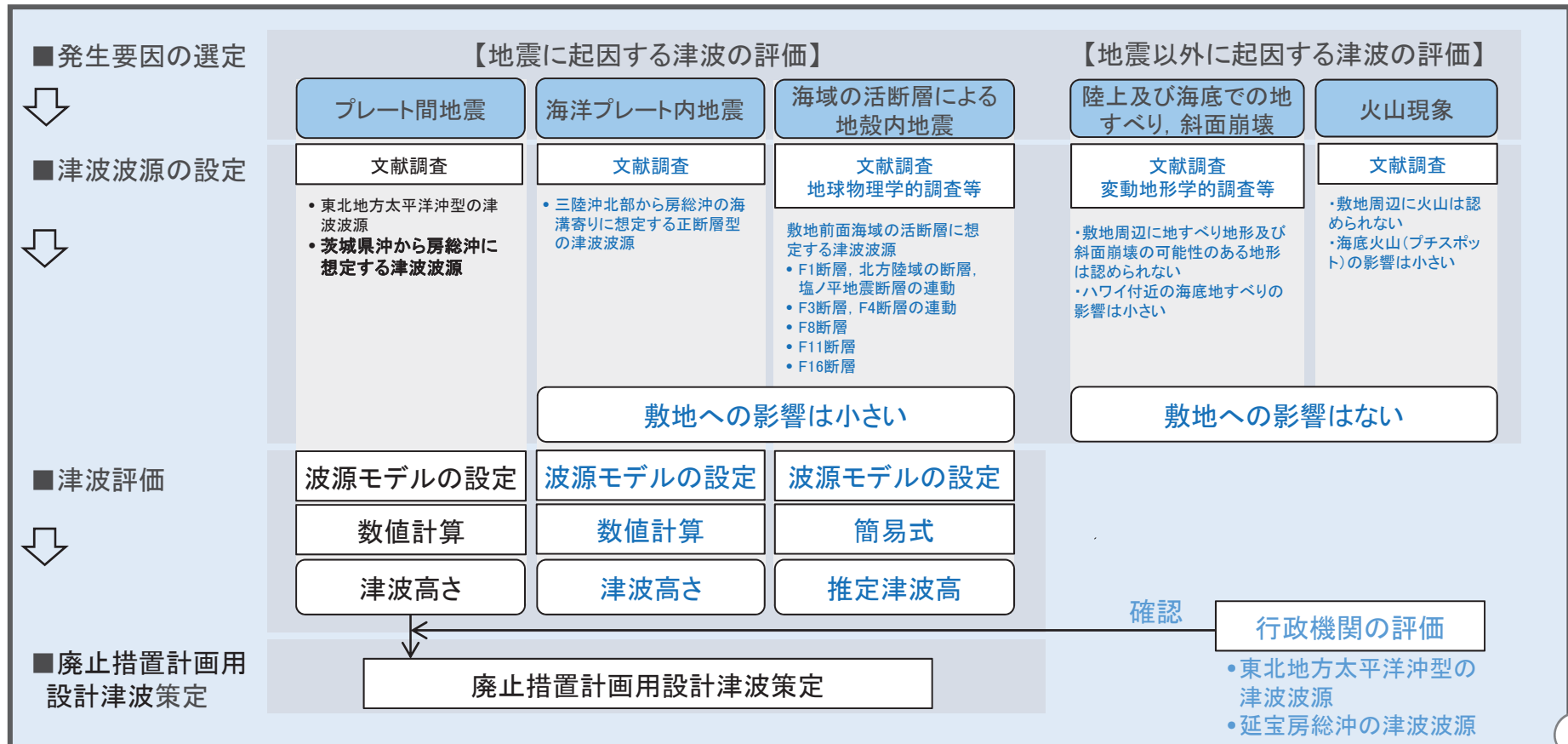
1.2 廃止措置計画用設計津波(設計津波)

1.2 廃止措置計画用設計津波(設計津波)

— 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。

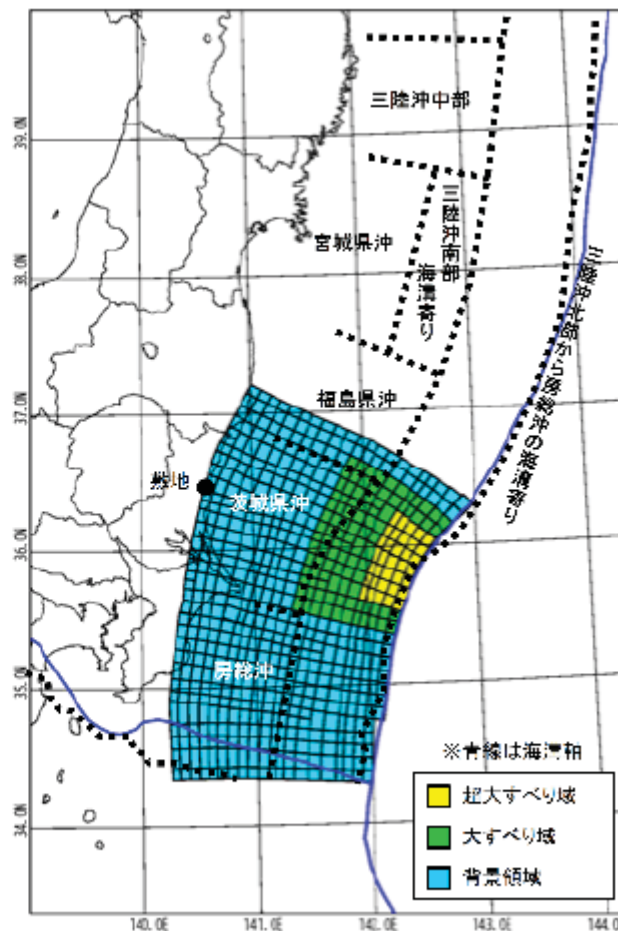


1.2 廃止措置計画用設計津波(設計津波) — 検討概要(2/3) —

| 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

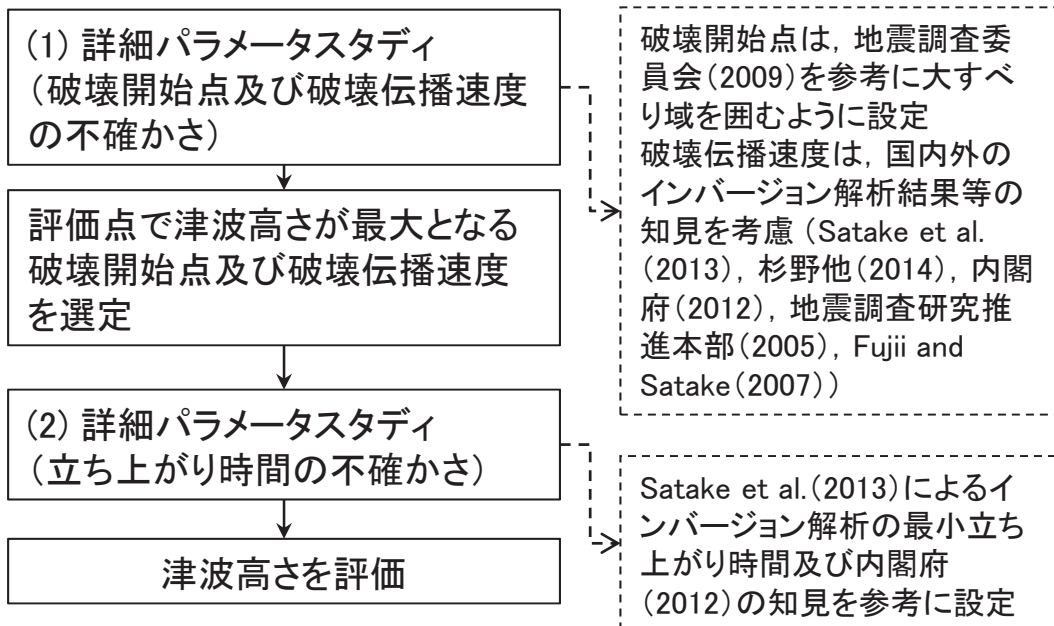


特性化波源モデル(一例)

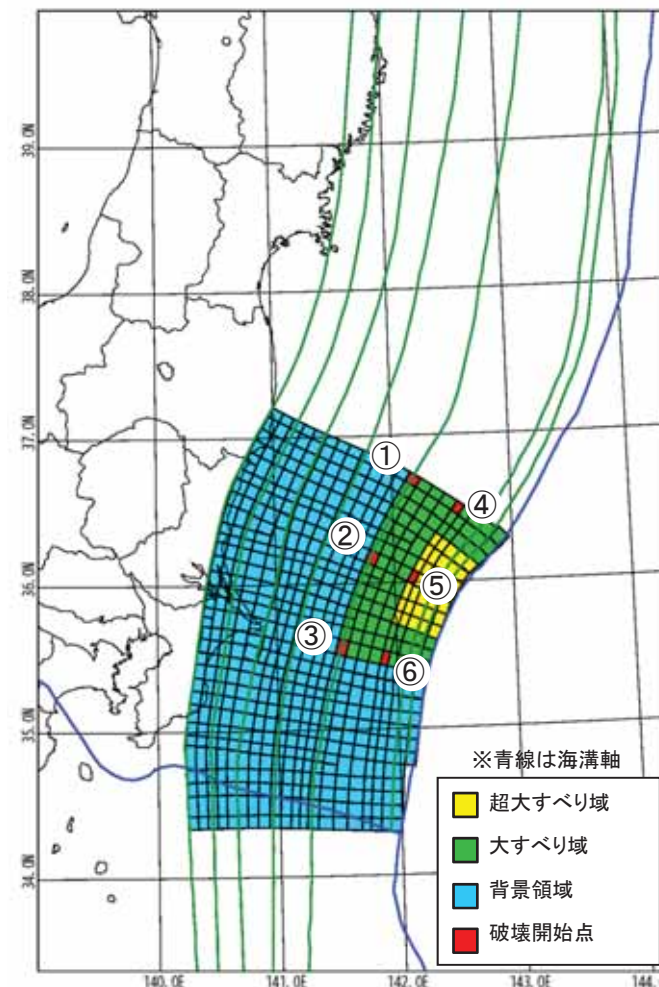
茨城県沖から房総沖に想定する津波波源

－ 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。

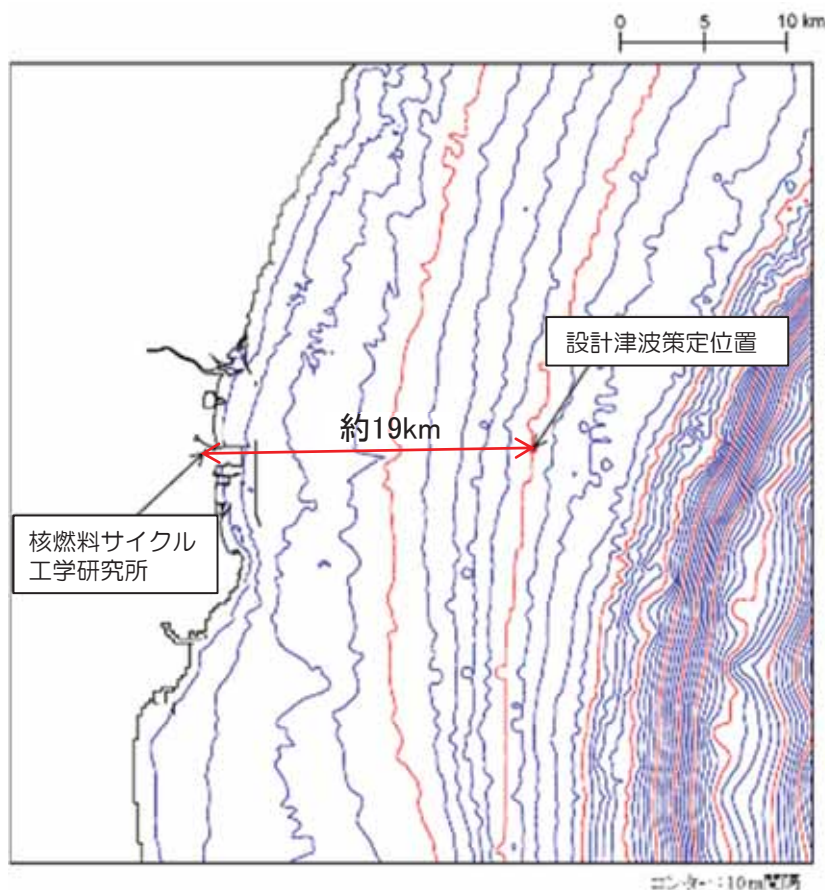


図1 設計津波策定位置

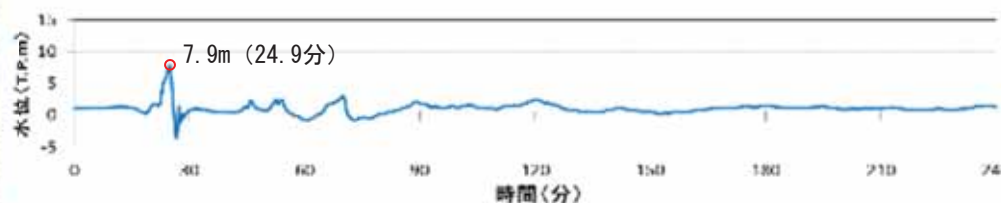


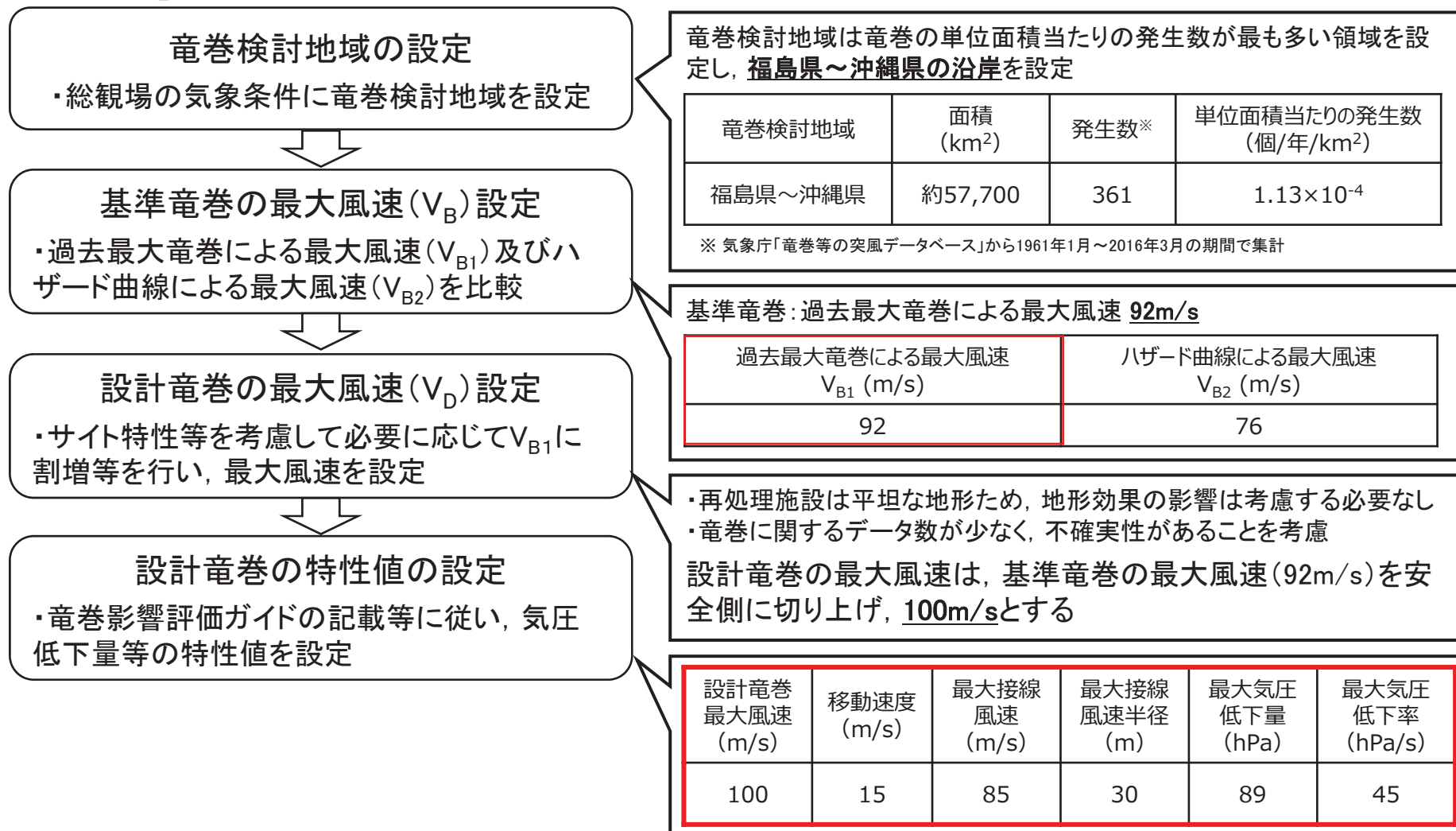
図2 設計津波策定位置における時刻歴波形

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

1.3 廃止措置計画用設計竜巻(設計竜巻)

－ 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。**



【参考】東海第二発電所も上記と同じ値

1.4 廃止措置計画用火山事象

1.4 廃止措置計画用火山事象 － 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。

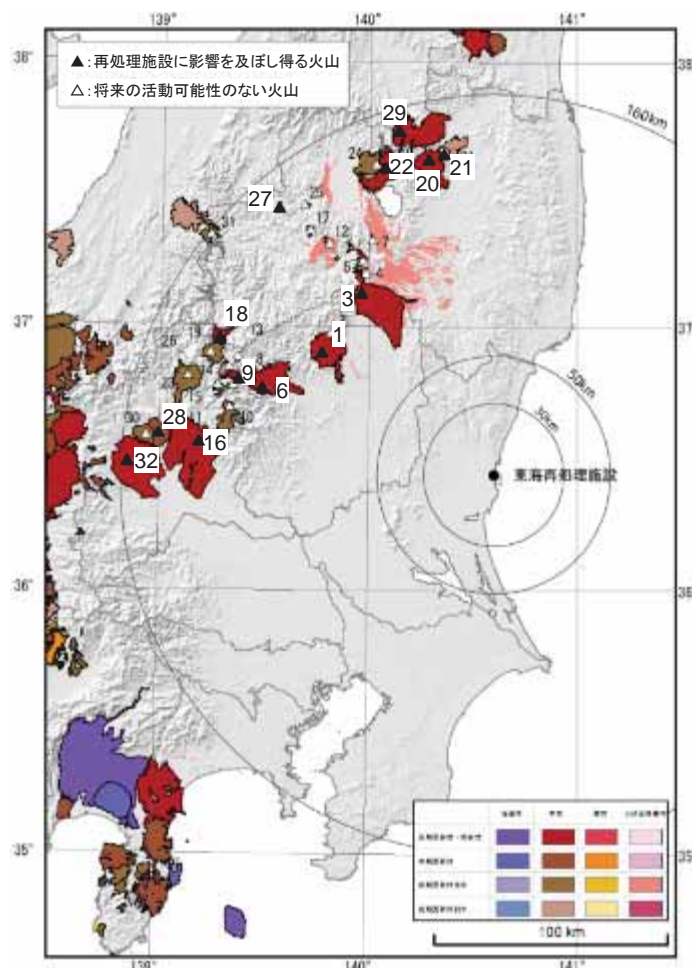


図 施設に影響を及ぼし得る火山

＜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 | たかほらやま 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 | なんたいにょほう 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 燧ヶ岳 | 131 | 32 | はるなさん 榛名山 | 157 |
| 20 | あだたらやま 安達太良山 | 135 | | | |

1.4 廃止措置計画用火山事象 － 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/cm³ |

【参考】東海第二発電所も上記と同じ値

2. 東海再処理施設の安全対策の概要

2.1 安全対策の概要

2.1 安全対策の概要

－ 安全対策の全体概要 －

- 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った。
- 安全対策については、一部の工事※を除き、令和5年度末までに工事を完了する予定。
(※ 竜巻、施設内部の火災や溢水対策については、工事間の作業エリアの干渉や資材の調達期間の長期化の影響により、工事が令和6年度にずれ込む見通し)

2.1 安全対策の概要

－ 廃止措置計画変更認可申請への取組 －

再処理施設の性能に係る技術基準に関する規則を踏まえた安全対策の実施内容に係る記載を追加するため、令和元年12月19日に再処理施設の廃止措置計画の変更認可申請を行った。

本申請書について東海再処理施設安全監視チーム会合や面談などの審査等を踏まえ、高放射性廃液貯蔵場(HAW)等の安全対策の技術的検討に係る記載などを追加し、令和3年9月末の申請をもってひとつおりの申請を完了した。

- ・令和2年5月29日：廃止措置計画認可申請書の一部補正(令和2年7月10日認可)
安全対策の基本方針，優先順位，スケジュール，HAWの地震，津波対策
- ・令和2年8月7日：廃止措置計画の変更認可申請(令和2年9月25日認可)
HAW及びTVFの安全対策(地震，津波，竜巻，火山，外部火災対策等)
- ・令和2年10月30日：廃止措置計画の変更認可申請(令和3年1月14日認可)
事故対処の有効性評価，再処理施設の制御室の安全対策等
- ・令和3年2月10日：廃止措置計画の変更認可申請(令和3年4月27日認可)
事故対処の有効性評価，津波代表漂流物妥当性評価(引き波含む)等
- ・令和3年6月29日：廃止措置計画の変更認可申請(令和3年10月5日認可)
HAW,TVFの安全対策(火災，溢水，外部事象対策)等
- ・令和3年9月30日：廃止措置計画の変更認可申請(令和4年3月3日認可)
TVFの安全対策(浸水防止扉の耐津波補強工事)等

2.1 安全対策の概要

－ 安全対策の基本方針 －

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。

- 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。
- 高放射性廃液に伴うリスクが集中するHAW・TVFの安全対策を最優先で進める。
- 設計地震動及び設計津波に対して、HAW・TVF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。
- HAW・TVFの重要な安全機能*1を維持するために、事故対処設備*2を用いて必要な電力やユーティリティ*3を確保する。それらの有効性の確保に必要な対策*4を実施する。
- 竜巻、火山等の外部事象に対してもHAW・TVFの重要な安全機能*1を維持するために必要な対策*4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。

*1:重要な安全機能(閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能)

*2:事故対処設備(電源車、可搬ポンプ等)

*3: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)

*4: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)

2.1 安全対策の概要

－ 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。 |

2.1 安全対策の概要

— 安全対策工事の状況(地震/津波) —

| | 工事名称 | R元 年度 | R2 年度 | R3 年度 | R4年度 | | | | R5年度 | | | | R6 年度 |
|----|---------------------------------|----------|----------|----------|-----------|----------|-----------|----|------|----|----|----|----------|
| | | | | | 1Q | 2Q | 3Q | 4Q | 1Q | 2Q | 3Q | 4Q | |
| 地震 | 高放射性廃液貯蔵場及び配管トレンチ(T21)周辺の地盤改良工事 | | | | 準備・工事(計画) | | | | | | | | |
| | | | | | 準備・工事(実績) | | | | | | | | |
| | 第二付属排気筒及び排気ダクト接続架台の耐震補強工事 | 設計 設計 | | | 準備・工事(計画) | | | | | | | | |
| | | | | | 準備・工事(実績) | | | | | | | | |
| | 主排気筒の耐震補強工事 | 設計 設計 | | | 準備・工事(計画) | | | | | | | | |
| | | | | | 準備・工事(実績) | | | | | | | | |
| 津波 | 高放射性廃液貯蔵場の耐津波補強工事 | 設計 設計 | | | 準備・工事(計画) | | | | | | | | |
| | | | | | 準備・工事(実績) | | | | | | | | |
| | 津波漂流物防護柵(押し波)の設置工事 | 設計 設計 | | | 準備・工事(計画) | | | | | | | | |
| | | | | | 準備・工事(実績) | | | | | | | | |
| | ガラス固化技術開発施設(TVF)の耐津波補強工事 | 設計 設計 | | | 準備・工事(計画) | | | | | | | | |
| | | | | | 準備・工事(実績) | | | | | | | | |
| | 津波漂流物防護柵(引き波)の設置工事 | 設計 設計 | | | 準備・工事(計画) | | | | | | | | |
| | | | | | 準備・工事(実績) | | | | | | | | |
| | その他施設(40施設)の対策検討(津波・地震・その他事象) | | | | 設計 設計 | 準備 準備 | 設計・工事(計画) | | | | | | |
| | | | | | | | 設計・工事(実績) | | | | | | |

現在

2.1 安全対策の概要

－ 安全対策工事の状況(竜巻/火災等/溢水/制御室) －

| | 工事名称 | R元年度 | R2年度 | R3年度 | R4年度 | | | | R5年度 | | | | R6年度 |
|------|--------------------------|-----------|----------------|------|------|----|-----------|----|------|----|----|----|------|
| | | | | | 1Q | 2Q | 3Q | 4Q | 1Q | 2Q | 3Q | 4Q | |
| 竜巻 | HAW竜巻防護対策工事 | 設計(計画) | 準備・工事(計画) | | | | | | | | | | |
| | | 設計(実績) | 準備・工事(実績) | | | | | | | | | | |
| | TVF竜巻防護対策工事 | 設計(計画) | 準備・工事(計画) | | | | | | | | | | |
| | | 設計(実績) | 準備・工事(実績) | | | | | | | | | | |
| 火災等 | 防火帯の設置工事 | 設計(計画) | 施工設計・準備・工事(計画) | | | | | | | | | | |
| | | 設計(実績) | 施工設計・準備・工事(実績) | | | | | | | | | | |
| | HAWの内部火災対策工事 | 設計・準備(計画) | 工事・配備(計画) | | | | | | | | | | |
| | | 設計・準備(実績) | 工事・配備(実績) | | | | | | | | | | |
| | TVFの内部火災対策工事 | 設計(計画) | 準備(計画) | | | | 工事(計画) | | | | | | |
| | | 設計(実績) | 準備(実績) | | | | 工事(実績) | | | | | | |
| 溢水等 | HAW溢水対策工事 | 設計(計画) | 準備(計画) | | | | 工事・配備(計画) | | | | | | |
| | | 設計(実績) | 準備(実績) | | | | 工事・配備(実績) | | | | | | |
| | TVF溢水対策工事 | 設計(計画) | 準備(計画) | | | | 工事(計画) | | | | | | |
| | | 設計(実績) | 準備(実績) | | | | 工事(実績) | | | | | | |
| 制御室等 | HAWパラメータ監視・屋外監視システムの設置工事 | 設計(計画) | 準備・工事(計画) | | | | 準備・工事(実績) | | | | | | |
| | | 設計(実績) | 準備・工事(実績) | | | | | | | | | | |

現在

2.1 安全対策の概要

－ 安全対策工事の状況(事故対応) －

| | 工事名称 | R元年度 | R2年度 | R3年度 | R4年度 | | | | R5年度 | | | | R6年度 |
|----------|------------------------------------|------------------|------------------------|------|------------------------|------------------------|----|----|------|----|----|----|------|
| | | | | | 1Q | 2Q | 3Q | 4Q | 1Q | 2Q | 3Q | 4Q | |
| 事故 対応 | 高放射性廃液貯蔵場(HAW)の事故対応に係る接続口設置工事 | 設計(計画) 設計(実績) | 準備・工事(計画) 準備・工事(実績) | | | | | | | | | | |
| | 事故対応設備配備場所地盤補強工事 【周辺斜面切土工事】 | | | | 準備・工事(計画) 準備・工事(実績) | | | | | | | | |
| | 【地盤改良工事】 | 設計(計画) 設計(実績) | 準備・工事(計画) 準備・工事(実績) | | | | | | | | | | |
| | 事故対応資機材保管場所整備 (南東地区駐車場, 分散配備場所) | | | | 設計(計画) 設計(実績) | 準備・工事(計画) 準備・工事(実績) | | | | | | | |

現在

2.2 地震対策

2.2 地震対策

- 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。
- 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い、令和4年2月末にHAW南側の地盤改良を除き終了した。残る南側の地盤改良についても、令和5年度内に工事を完了し、令和6年4月にコンクリート強度確認を行う見通し。
- 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い、令和3年4月末に終了した。
- 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、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。

※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。

2.2 地震対策

— 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。

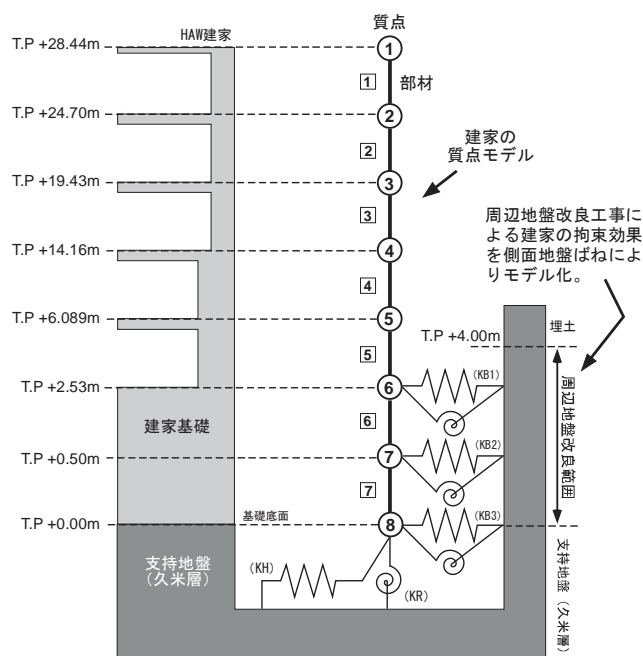
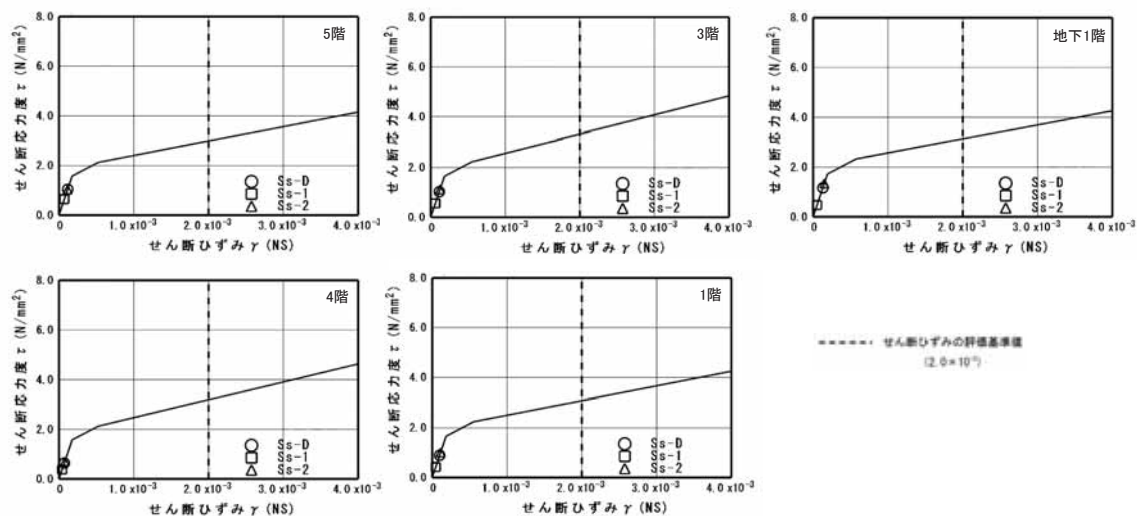


図2 地震応答解析結果の一例(東西方向地震動による建家各層の最大せん断ひずみ)



— 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。
- 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)。
- 120m³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90m³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。

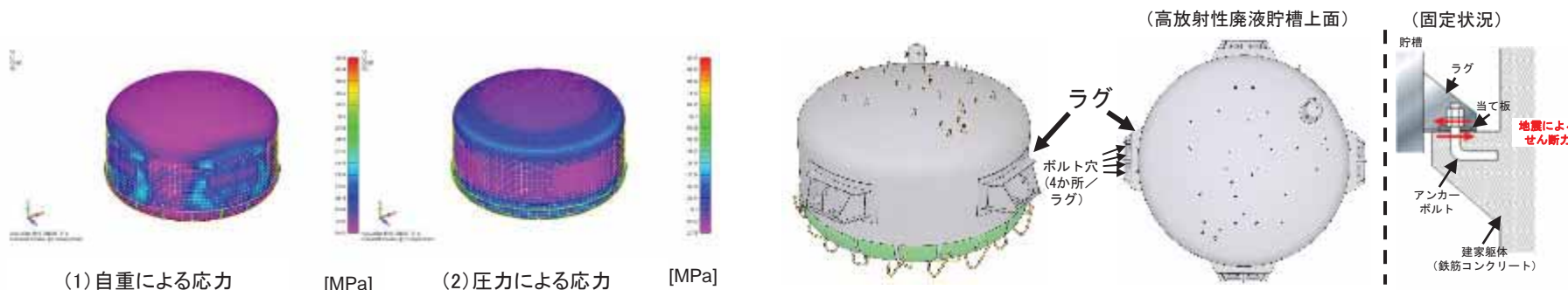


図2 高放射性廃液貯槽の外観とアンカーボルトによる固定状況

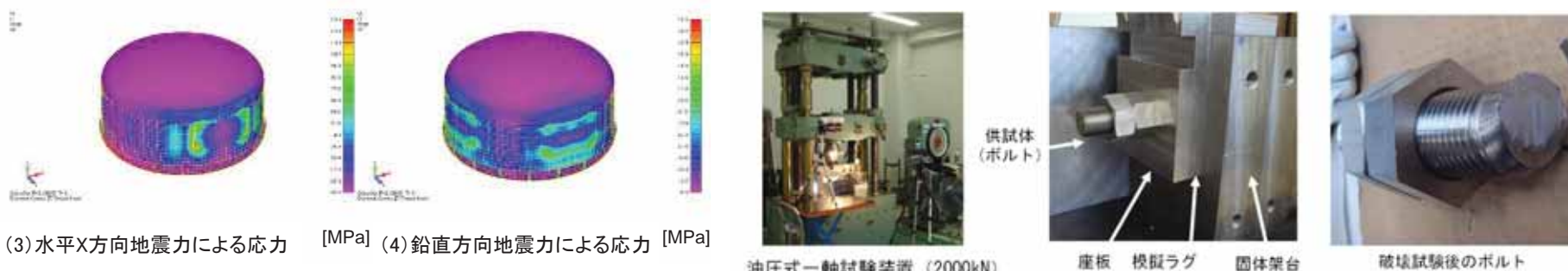


図3 高放射性廃液貯槽のアンカーボルトの強度試験

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

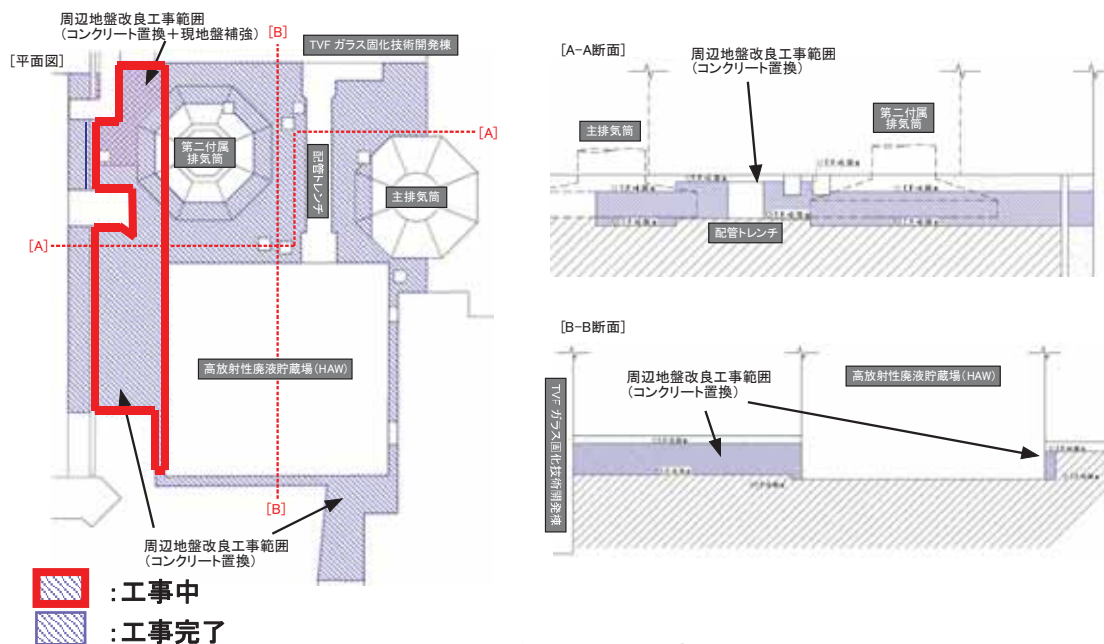
— 高放射性廃液貯蔵場(HAW)及び配管トレンチ(T21)周辺の地盤改良工事 —

【概要】 工事实施中

高放射性廃液貯蔵場(HAW)建家及び配管トレンチ(T21)の耐震性能向上のため、建家の地下部側面を押さえている周辺地盤を改良して建家の横揺れを低減させる対策工事を行う。

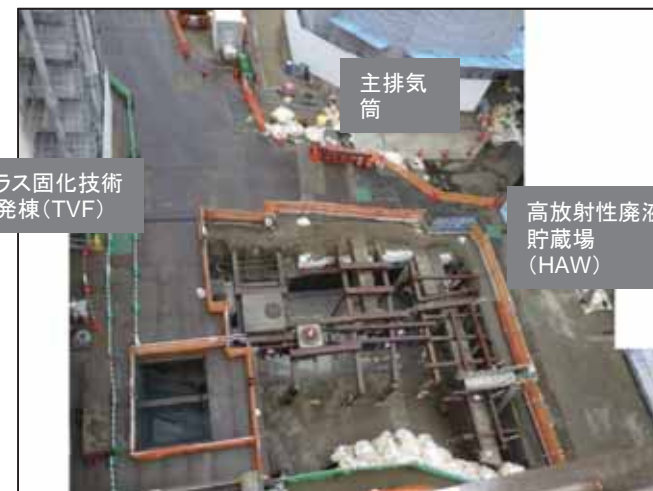
作業期間は、令和2年8月17日から令和5年度末までの予定である。

(南面を除く主な区画は令和3年度末までに終了。令和5年度末までに安全対策に係る工事を完了し、令和6年4月にコンクリート強度確認を行う予定)



HAW周辺地盤改良工事の概要

※埋土部分を約6 m(T.P.約0 m)まで掘削し、高さT.P.+4 mまでコンクリートに置換する。



地盤改良工事の状況(令和3年12月)

— 第二付属排気筒及び排気ダクト接続架台の耐震補強工事 —

【概要】 工事完了

ガラス固化技術開発施設からの廃気を排出する第二付属排気筒(同排気筒の排気ダクト接続架台を含む)について、廃止措置計画用設計地震動に対する耐震性を確保するため、第二付属排気筒下部への鉄筋コンクリート補強(図1参照)、排気ダクト接続架台への梁及びブレース補強(図2参照)を行った。

[作業期間: 令和2年12月24日～令和3年4月30日]

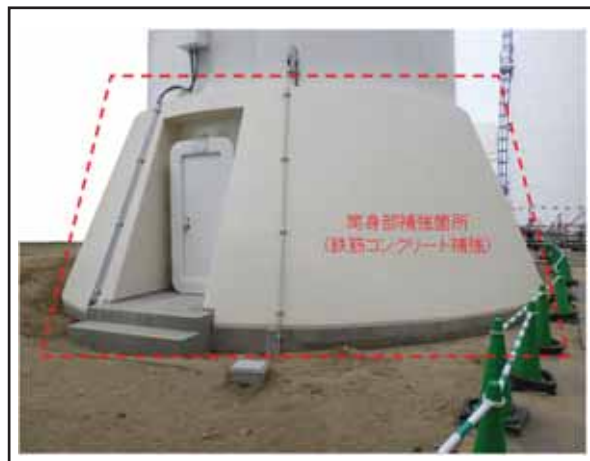


図1 第二付属排気筒の耐震補強

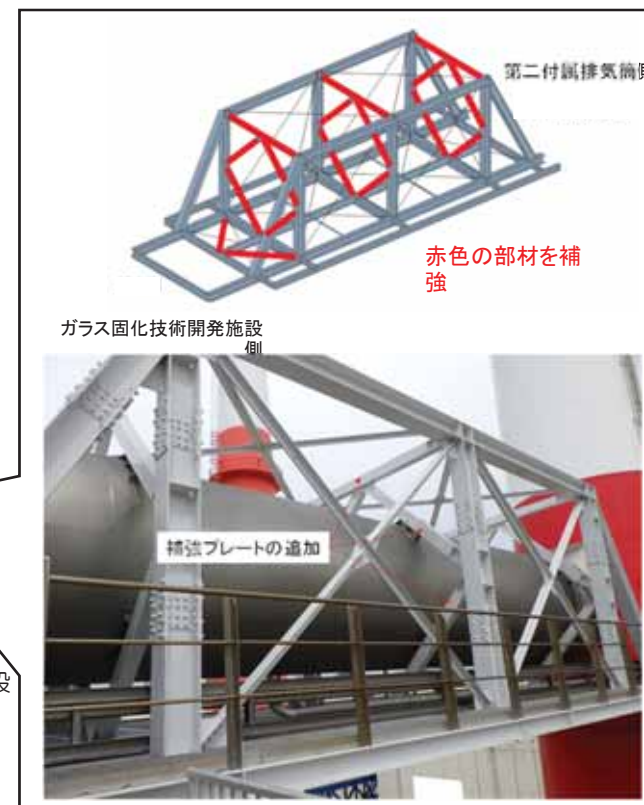
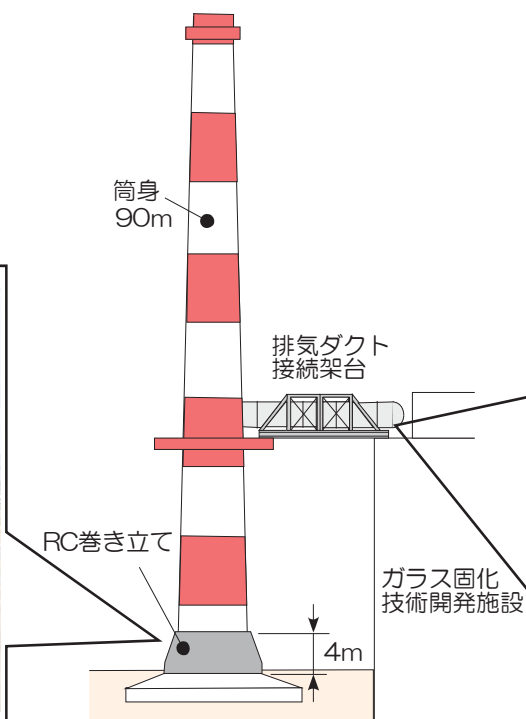


図2 排気ダクト接続架台の耐震補強

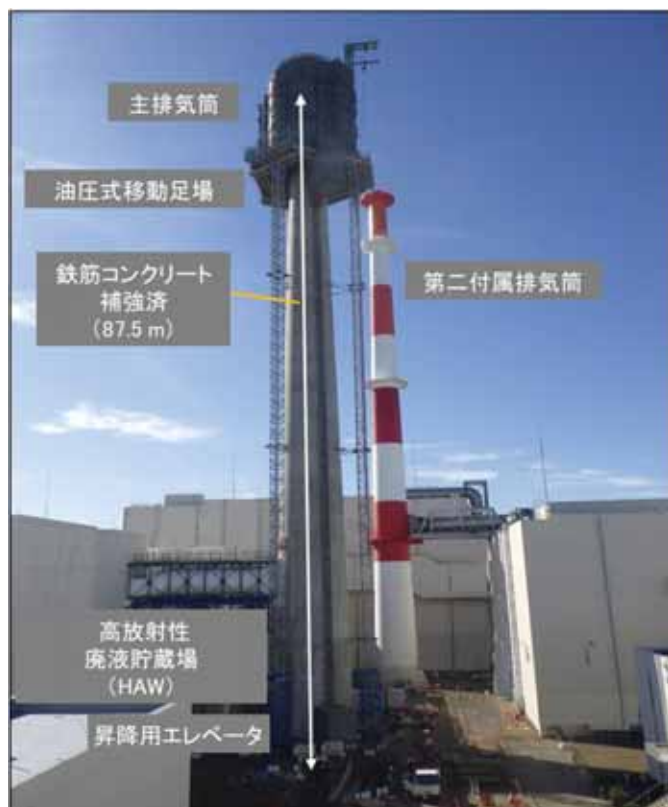
2.2 地震対策

－ 主排気筒の耐震補強工事 －

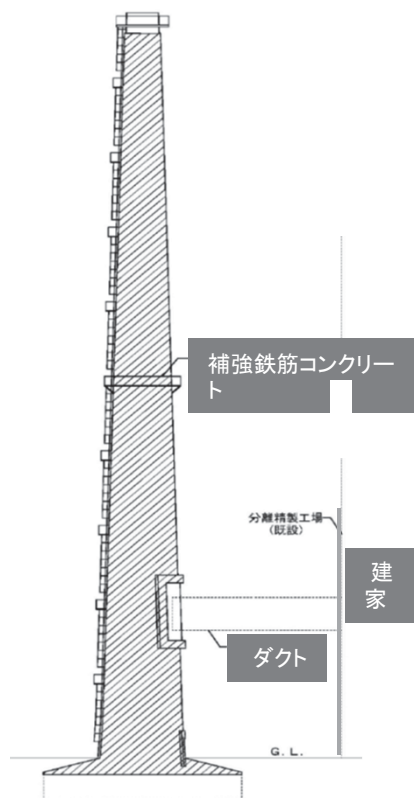
【概要】 工事完了

主排気筒(地上高さ90m)について、廃止措置計画用設計地震動に対する耐震性を確保するため、主排気筒基礎及び筒身への鉄筋コンクリート補強を行った。

作業期間は、令和3年7月1日から令和5年3月31日。



主排気筒の筒身補強工事の状況
(令和4年11月)



鉄筋コンクリートによる補強
(斜線部分)



主排気筒の筒身補強工事の状況
(令和5年3月)

2.3 津波対策

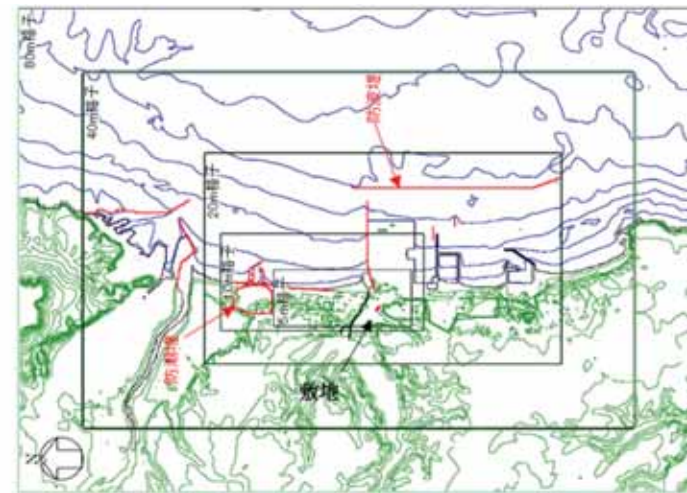
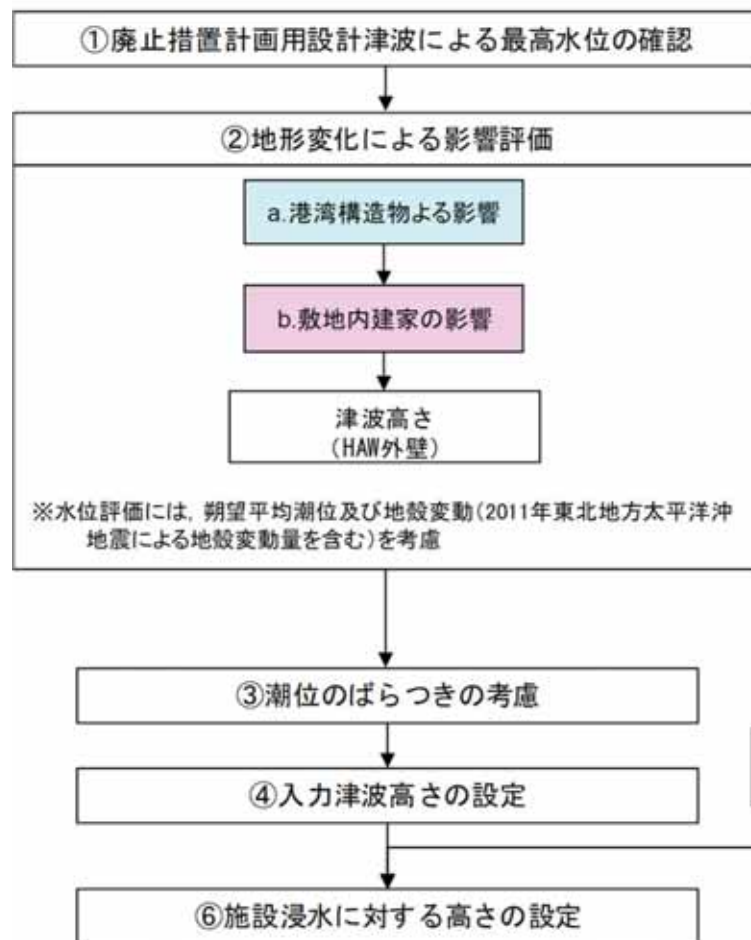
2.3 津波対策

- 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。
- 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した。
- プラントウォークダウン等により漂流物となり得るものを洗い出し、スクリーニングにより代表漂流物を選定した。さらに流況解析によりその妥当性を評価した。
- 設計津波の波力に対して強度が不足している部位への補強のため、HAW, TVFの建家の開口部周辺の外壁補強工事を行い、令和4年1月末までに終了した。
- 衝突エネルギーの大きい漂流物をHAW, TVF建家に到達する前に捕捉するため、津波漂流物防護柵を設置する工事に着手した。
- 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、必要な安全機能の維持を図るため、追加の事故対処資機材を配備する。

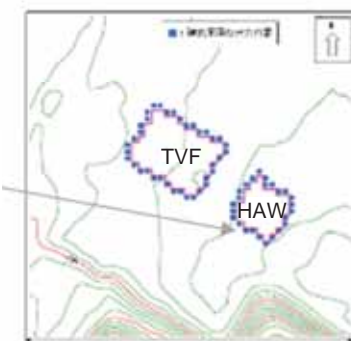
※ HAWとTVFに電力やユーティリティを供給する既設の恒設設備(外部電源及び非常用発電機, 蒸気及び工業用水の供給施設)は、設計地震動及び設計津波に耐えることが困難であることから、その機能を維持することができなくなった状態。

－ 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)】



建家外周の津波水位が最も高い位置で設定

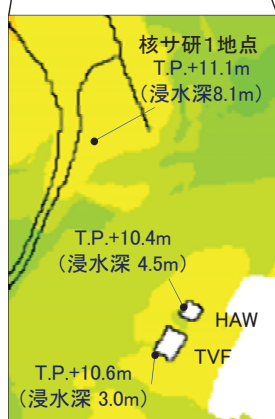
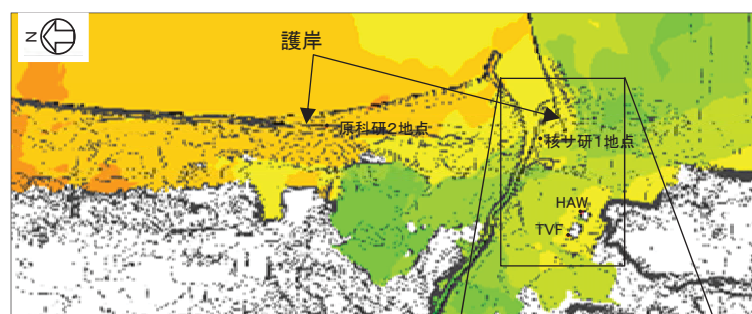
【建家の水位出力位置】

2.3 津波対策

— 入力津波の検討(2/4) —

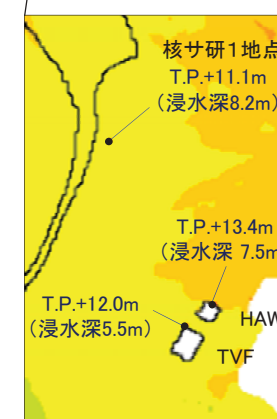
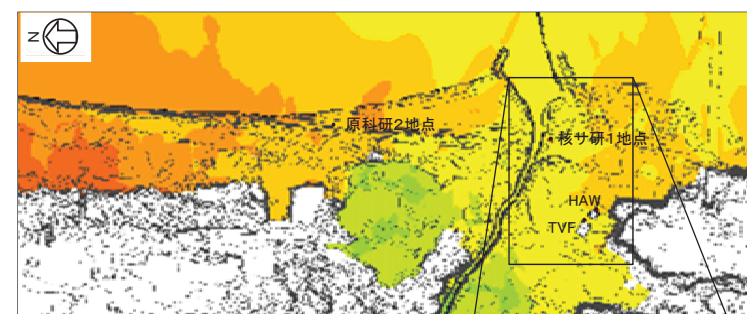
- 港湾構造物の有無により、敷地全体に水位変動が見られ、港湾構造物無しの場合に高放射性廃液貯蔵場(HAW)の最大水位は、3 m程度水位が上昇することを確認し、保守的となるよう「港湾構造物無し」のモデルで評価した。

港湾構造物有り



【津波高さ分布図】

港湾構造物無し



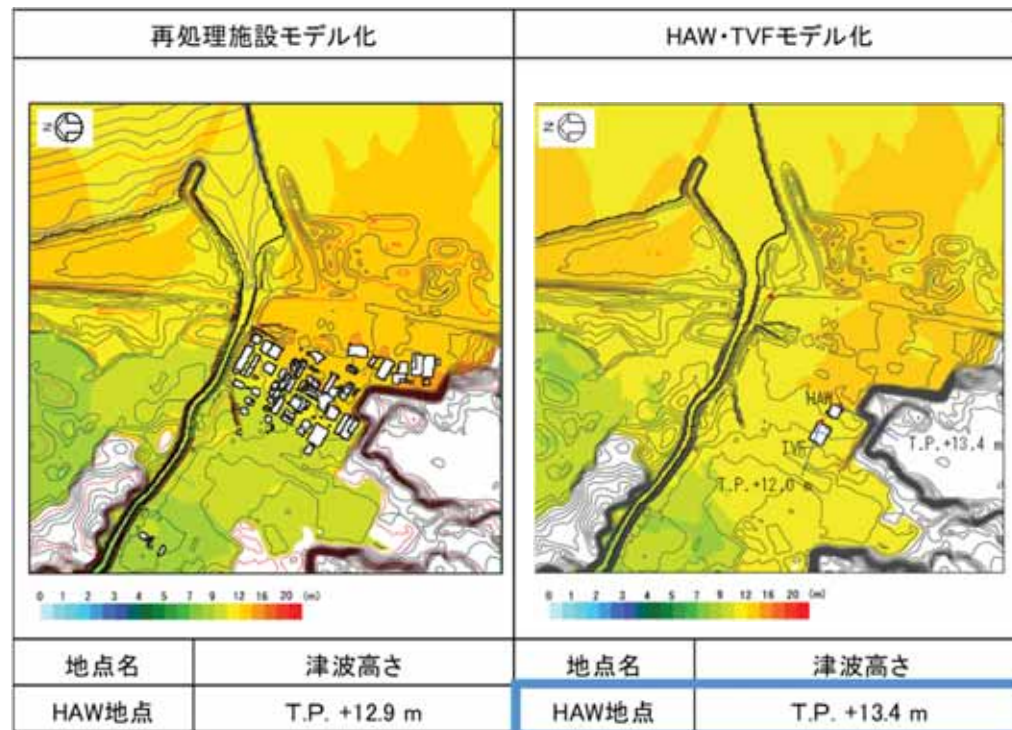
【津波高さ分布図】

| 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) －

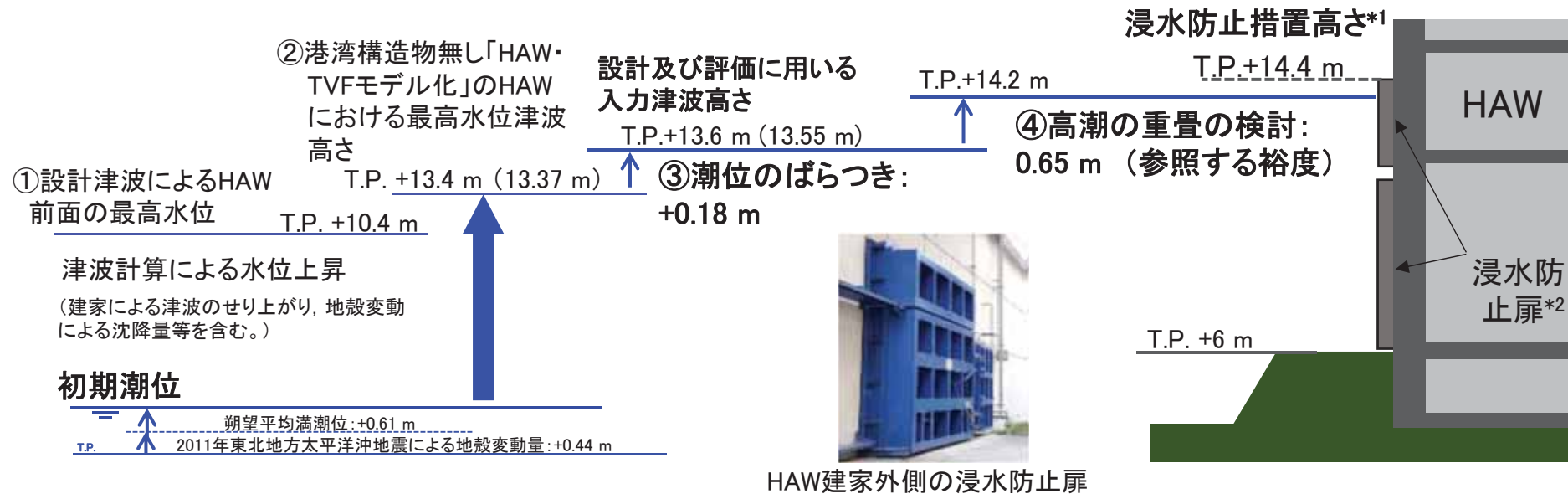
- 再処理施設内の主な建物(鉄筋コンクリート造(RC造)または鉄骨鉄筋コンクリート造(SRC造)、一部建家の屋根または上屋は鉄骨造(S造))については残存すると考えられるが、建家への影響を考え下記の評価を行い、津波高さが高くなるモデルを評価に用いた。
- 再処理敷地内建家について、HAW及びTVFのみモデル化した「HAW・TVFモデル化」と再処理施設内の建家をモデル化した「再処理施設モデル化」を比較し、建家の有無による津波高さへの影響確認を実施した。両者を比較した結果、「HAW・TVFモデル化」の方が、約0.5m浸水高さが高いことを確認し、建物による津波の低減効果が見られる。
- 入力津波の設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



*1 浸水防止措置高さT.P.+14.4m

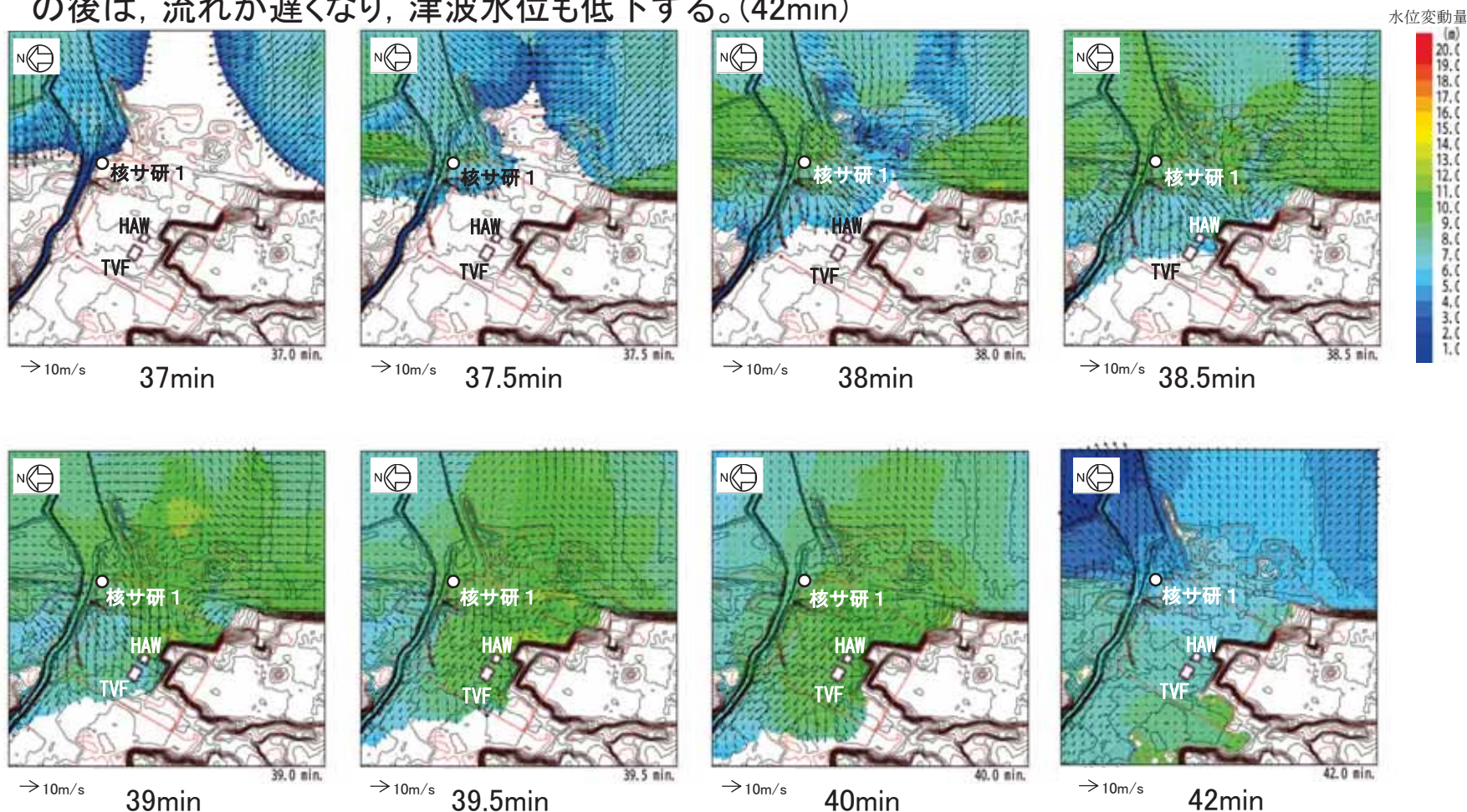
- ・東北地方太平洋沖地震において、福島第一原子力発電所では、15mの津波が襲来。これは、土木学会の津波高さの評価値5.5mを9.5m上回る値であった。これを踏まえ、緊急安全対策として東海再処理施設の主要な施設に浸水防止扉を設置することとし、その際、土木学会の津波高さ評価値4.9mに9.5mを加えた津波高さ14.4mを浸水防止措置高さに設定した。
- ・建家外壁開口部は設計津波の最大浸水深T.P.14.2mを上回るT.P.15mに設置されており、建家による津波のせり上がりに伴い浸水したとしても、影響は限定的であり、HAWの安全は確保できる。

*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を除き通常扉を閉じる運用としている。(TVF入口は、休日夜間のみ扉を閉じている。)
- ・HAW及びTVFの浸水防止扉の強度評価を行い、地震発生後に閉止できることを確認した。

— 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。

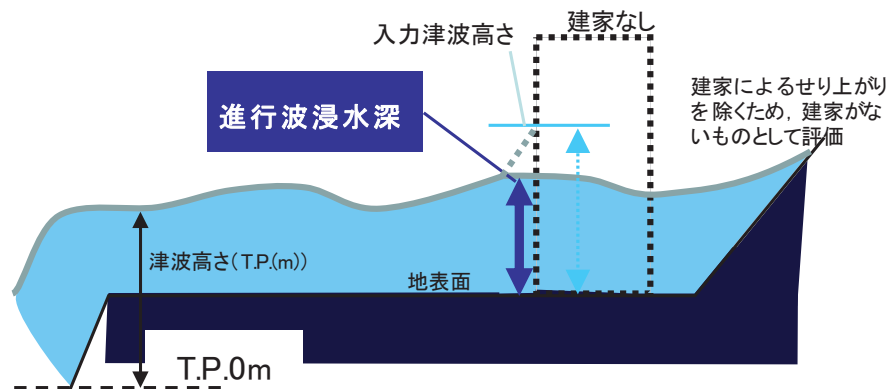


図1 進行波の概略

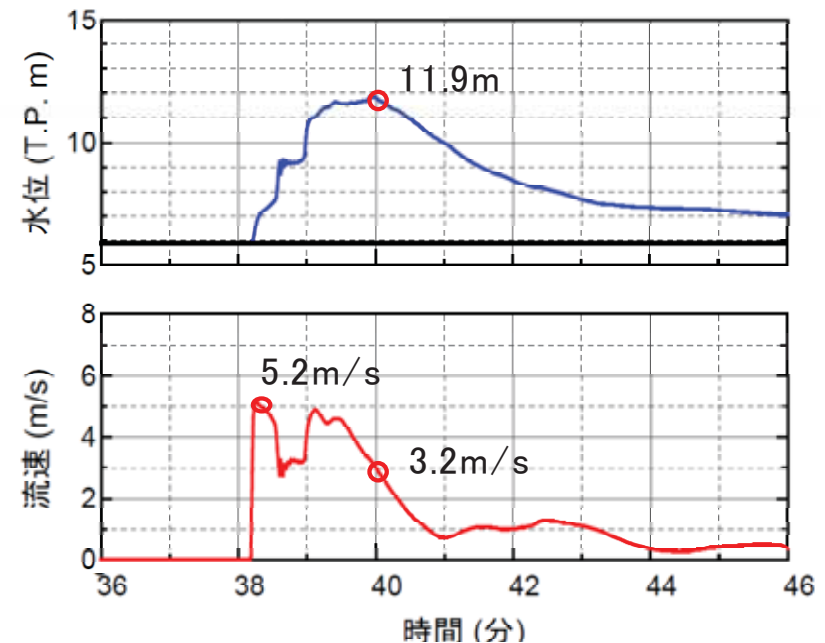


図2 HAWの進行波浸水深さ及び流速の時刻歴波形

— 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。

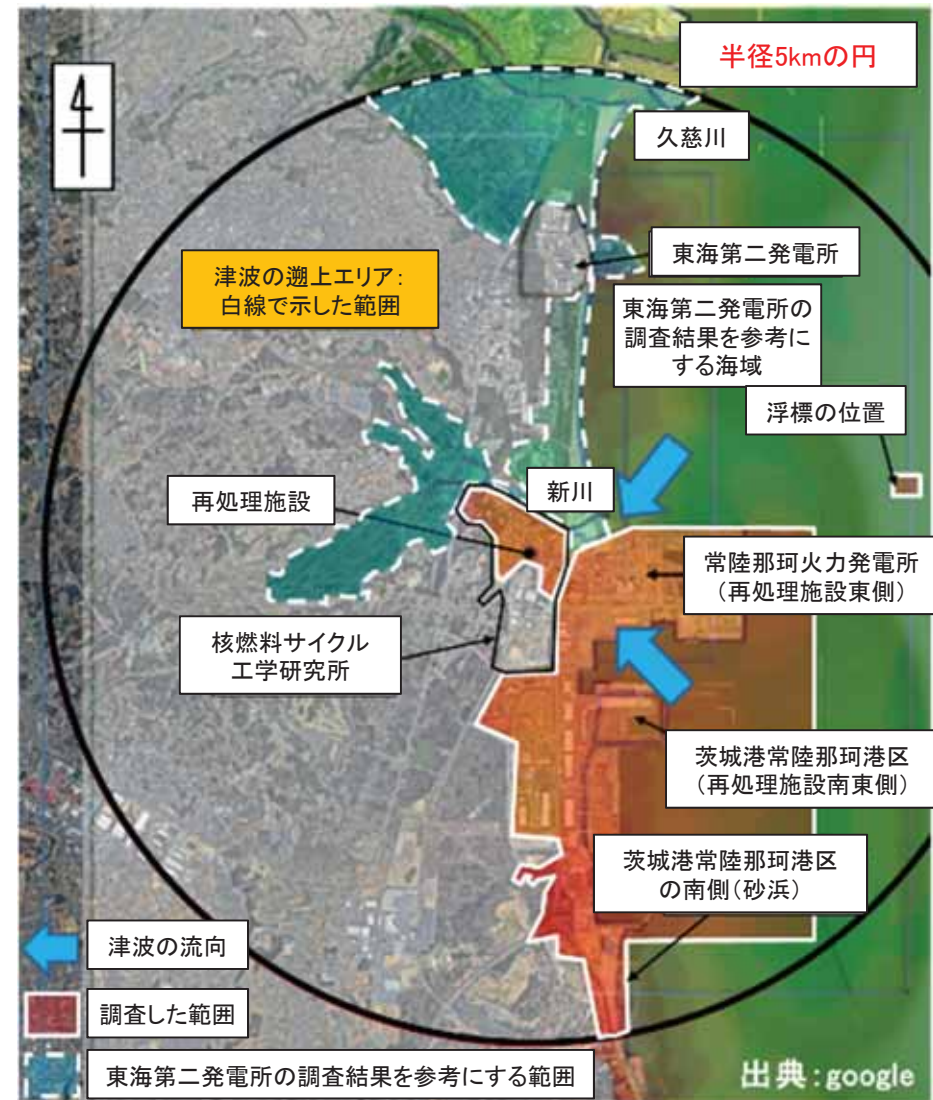


図 漂流物の調査範囲

— 代表漂流物の選定(2/2) —

- ウォークダウン等による洗い出し
- スクリーニングによる判定

表 代表漂流物の選定結果

| 種類 | 代表漂流物 | 重量(トン) |
|-------|-------|------------------|
| 建物・設備 | 水素タンク | 約30 |
| 流木 | 防砂林 | 約0.55 |
| 船舶 | 小型船舶 | 約57.0 (排水トン数) |
| 車両 | 中型バス | 約9.7 |



水素タンク

(R2年11月に撤去済み)



小型船舶



防砂林



中型バス

- 選定した代表漂流物の重量等から漂流物の衝突エネルギーを算出し、津波対策(津波漂流物防護柵)の設計に反映。
- 選定した代表漂流物については「軌跡解析及び遡上解析」により、その妥当性を検証した。

— 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。

浮力

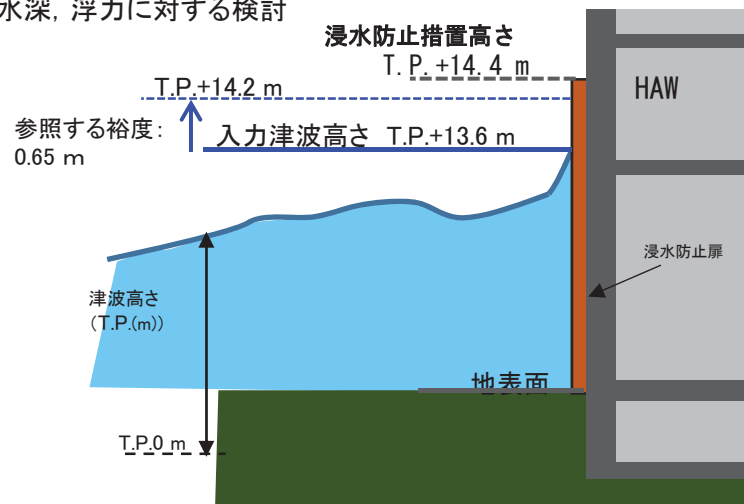
最大浸水深(潮位のばらつき0.18mを考慮した入力津波(T.P.+13.6 m))まで津波に浸かるとして、施設健全性の検討を。

波力(津波荷重)

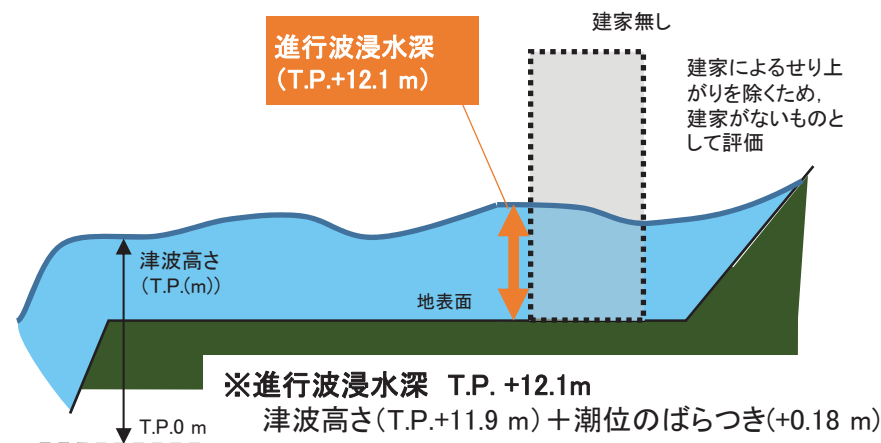
- ・波力(津波荷重)は、津波高さに水深係数 α 倍を考慮した津波荷重とする。
水深係数の設定にあたっては、 $\alpha=3$ を基本として設備設計を実施。
- ・波力を算出する津波高さは、進行波(建家部分のせり上がりは除く)に潮位のばらつきを考慮した津波高さ(T.P.+12.1* m)に対して、建家健全性の検討を行う。

*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

・浸水深, 浮力に対する検討



・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。 |
| 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。 |
| 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。 |

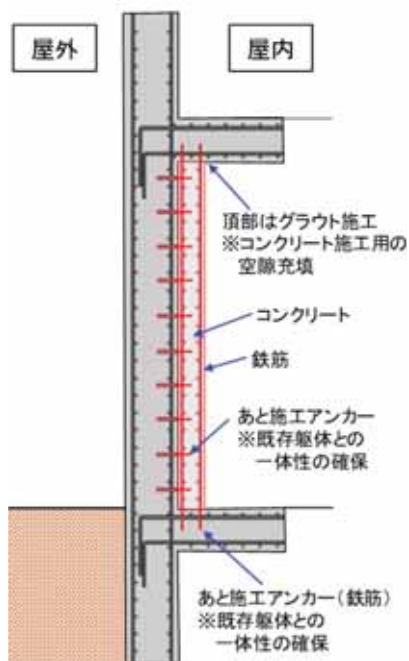
— 高放射性廃液貯蔵場 (HAW) の耐津波補強工事 —

【概要】 工事完了

高放射性廃液貯蔵場 (HAW) の開口部周辺の外壁は、浸水防止扉が受ける津波によ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った。

作業期間は、令和3年6月1日から令和4年1月31日。



建家内開口部周辺の増打ちのイメージ図



建家内開口部周辺の増打ち状況 (令和3年12月)



増打ち補強の状況



増打ち補強の状況

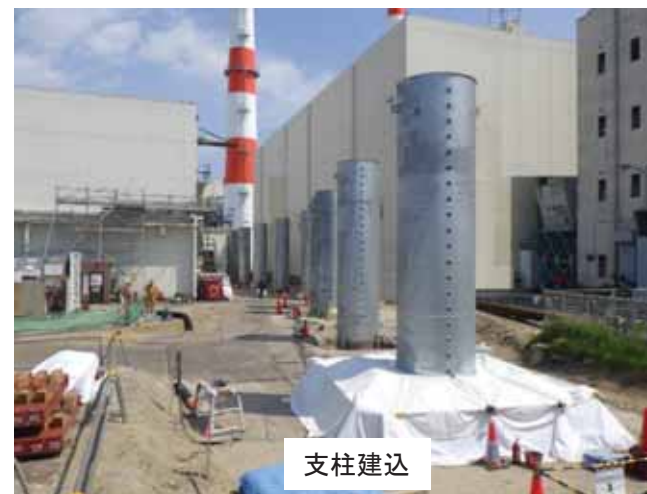
コンクリートの増打ち補強の工事状況 (令和3年12月)

－ 津波漂流物防護柵(押し波)の設置工事(その1) －

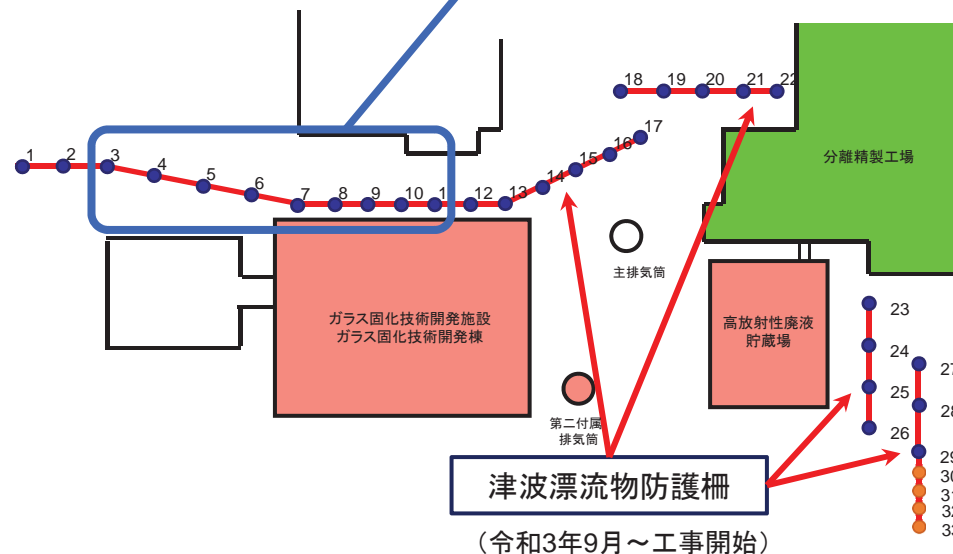
【概要】 工事実施中

廃止措置計画用設計津波の遡上による漂流物の衝突から防護対象施設(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)を防護するため、津波漂流物防護柵を設置する。

作業期間は、令和3年9月24日から令和5年12月末までの予定である。

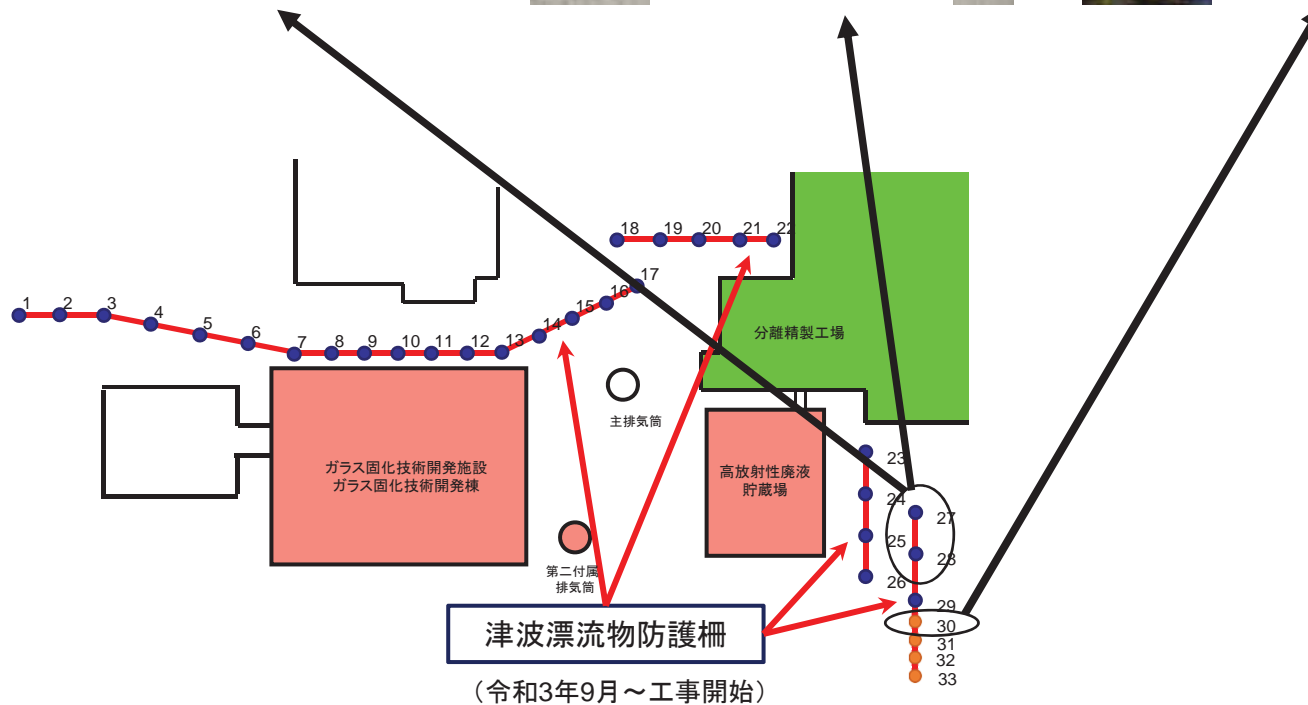
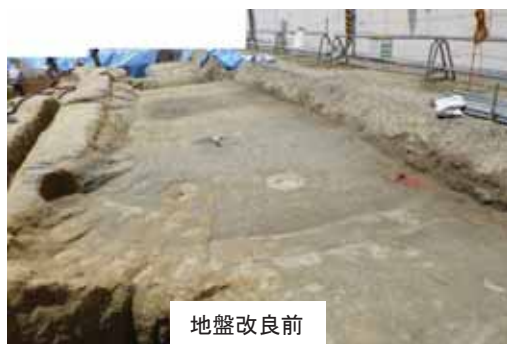


津波漂流物防護柵の設置イメージ



津波漂流物防護柵の設置予定場所の地盤改良の状況(令和5年5月)

— 津波漂流物防護柵(押し波)の設置工事(その2) —



津波漂流物防護柵の設置予定場所の工事の状況(令和5年8月)

－ ガラス固化技術開発施設(TVF)の耐津波補強工事 －

【概要】 工事完了

ガラス固化技術開発施設(TVF)の開口部周辺の外壁は、浸水防止扉が受ける津波による波力を負担することから応力が大きくなる。このため、外壁の内側において、部材耐力を超える部位(1箇所)は鉄骨梁補強、裕度を確保できない部位(1箇所)はコンクリートの増打ち補強を行った。

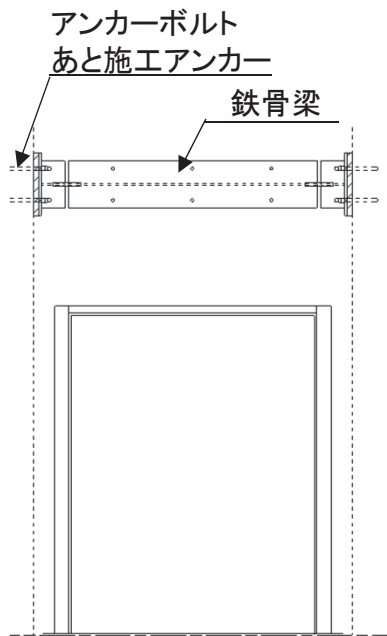
作業期間は、令和3年12月1日から令和4年3月30日。



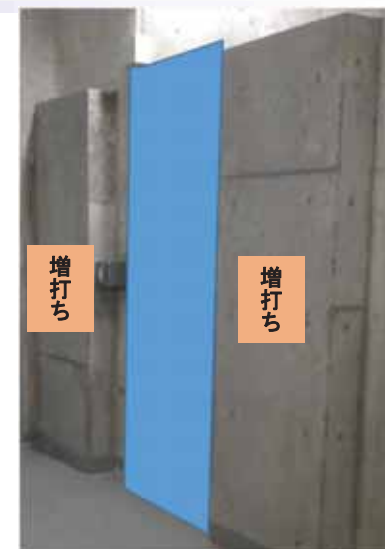
鉄骨梁補強箇所(天井パネル内)



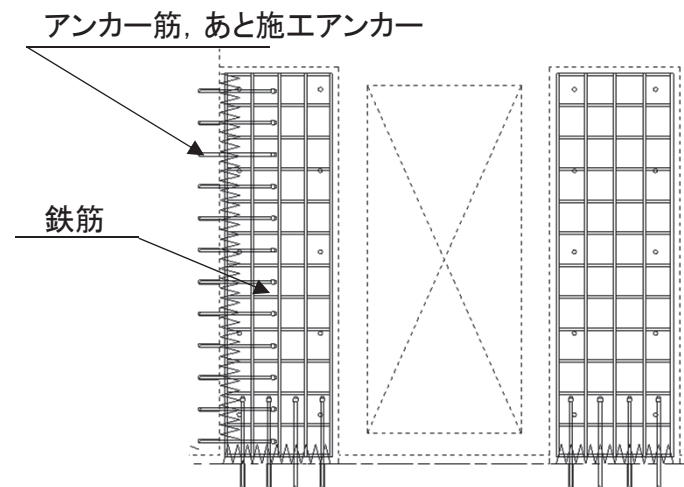
鉄骨梁補強箇所の状況
(浸水防止扉)



開口部上部を鉄骨梁
による補強イメージ図



コンクリート増打ち箇所の状況



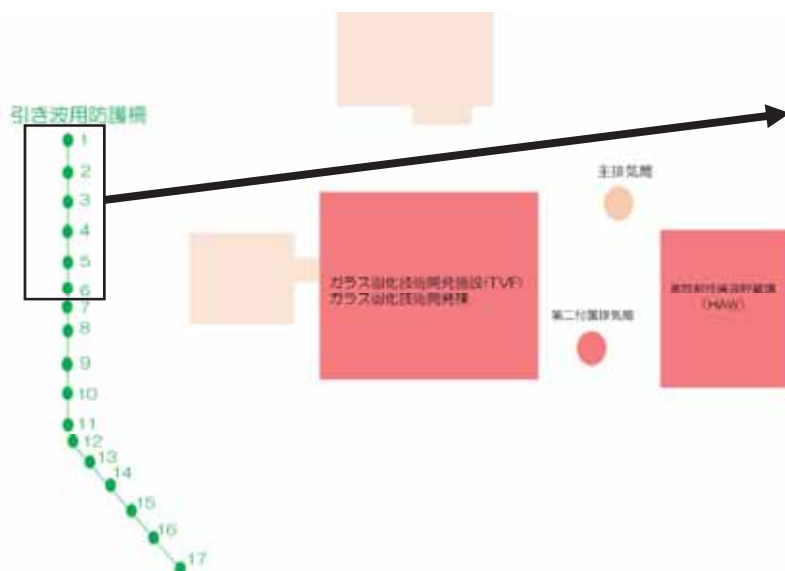
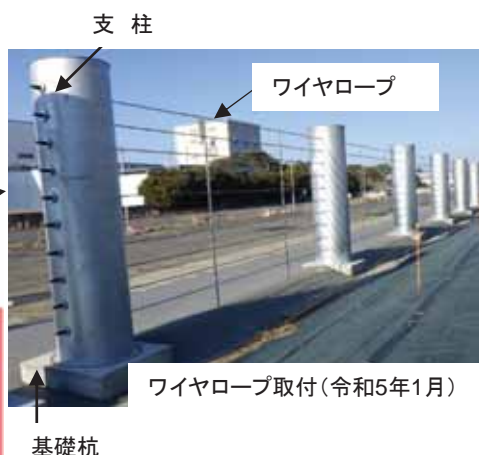
建家内側から開口部周辺を
コンクリートで増打ちイメージ図

－ 津波漂流物防護柵(引き波)の設置工事 －

【概要】 工事完了

廃止措置計画用設計津波の引き波による漂流物の衝突から防護対象施設(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)を防護するため、津波漂流物防護柵(引き波)の設置を行った。

作業期間は、令和4年5月25日から令和5年1月27日。



津波漂流物防護柵(引き波)の設置工事の進捗状況(令和5年1月)

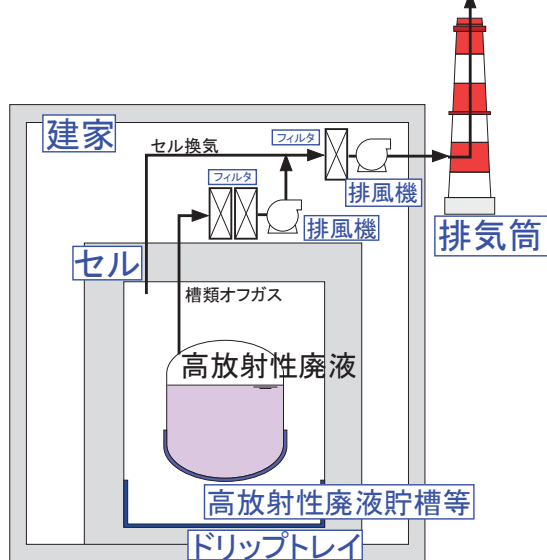
2.4 事故対処

2.4 事故対処 — 基本的考え方 —

- 事故対処では、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)を確保するため、現状配備している可搬型設備等により、HAW・TVFの重要な安全機能(閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能)を回復させる。
- 津波漂流物の影響等を考慮した作業環境を想定して、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)等を確認し、その有効性を評価。

閉じ込め機能

- ◆ 高放射性廃液が外部に漏えいしないように閉じ込める機能。
- ◆ 高放射性廃液と接触する気体(オフガス)については、適切な除染設備を通して定められた経路から放出する機能。

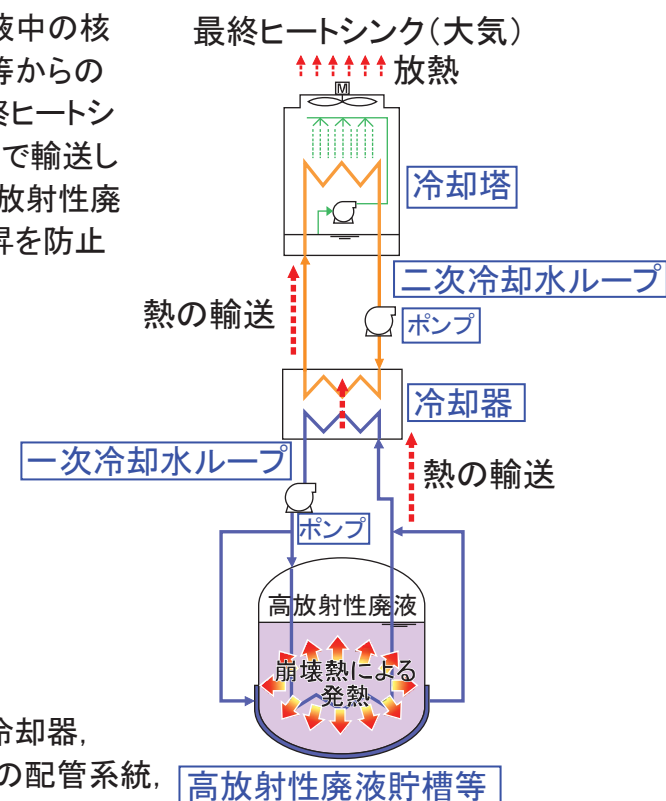


【代表的な設備】

貯槽、セル、ドリフトレイ、建家、排風機、フィルタ、排気筒、計測制御設備、電源系統

崩壊熱除去機能

- ◆ 高放射性廃液中の核分裂生成物等からの崩壊熱を最終ヒートシンク(大気)まで輸送して放熱し、高放射性廃液の温度上昇を防止する機能。



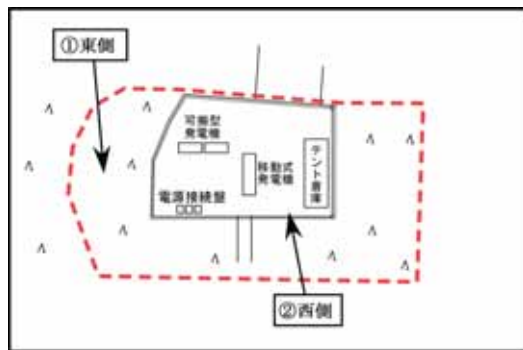
【代表的な設備】

冷却水ポンプ、冷却器、冷却塔、冷却水の配管系統、計測制御設備、電源系統

— 事故対処設備配備場所の地盤補強工事 —

【概要】 工事实施中

事故対処設備保管場所の崩落防止対策として、必要な耐震性を確保するため、地盤改良工事を行う。また、地盤改良範囲内に核物質防護フェンスの新設、事故対処設備保管場所より再処理施設への資機材搬入、電源供給及び人の移動を可能とするためのアクセスルート設置を併せて行う。作業期間は、令和4年3月10日から令和6年3月までの予定である。



工事前（現状）

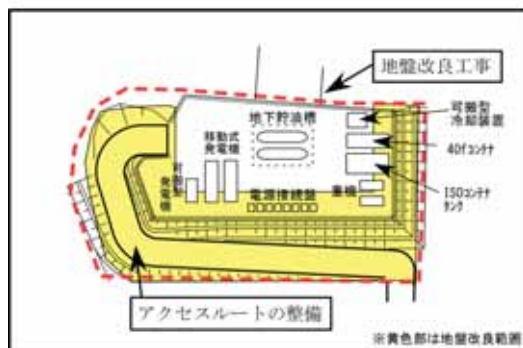


掘削前（令和4年6月）



改良土盛土中（令和5年9月）

地盤改良工事の状況（①東側）



工事後（イメージ）



掘削前（令和4年6月）



改良土盛土中（令和5年9月）

地盤改良工事の状況（②西側）

※埋土部分からT.P.+5.7 mまで掘削し、高さT.P.+18.5 mまで改良土を盛土する。

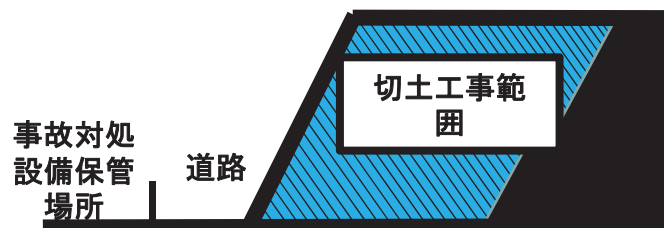
事故対処設備保管場所地盤改良工事の概要

— 事故対処設備配備場所の周辺斜面の切土工事 —

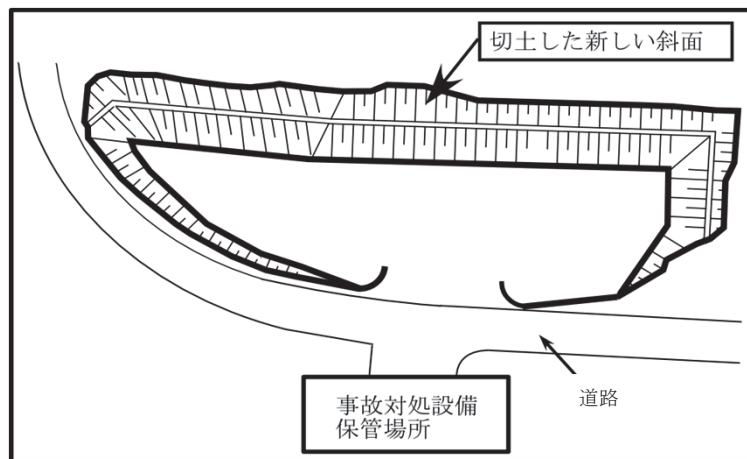
【概要】 工事完了

事故対処設備保管場所の南側にある斜面について、設計地震動により崩落する可能性があり、事故対処設備保管場所への土砂の流入防止対策として斜面の切土工事を実施した。

作業期間は令和4年2月2日から令和4年10月31日。



切土工事イメージ(側面図)



切土工事範囲(平面図)



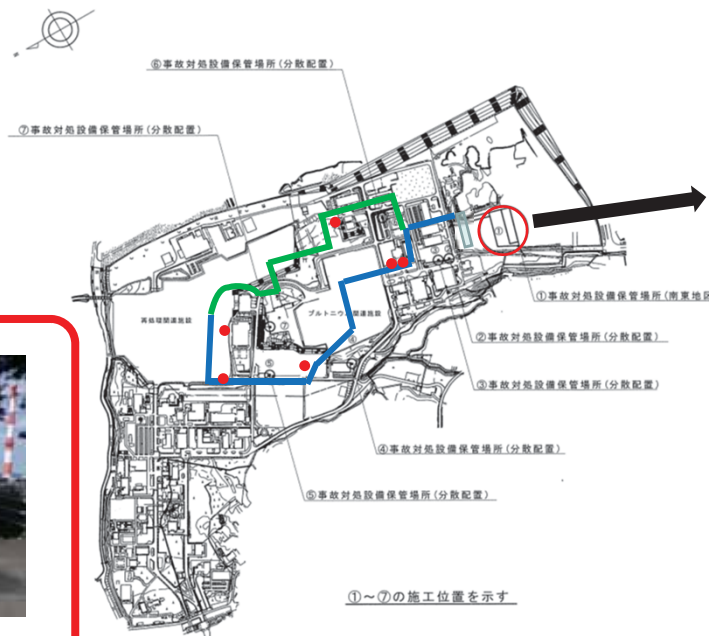
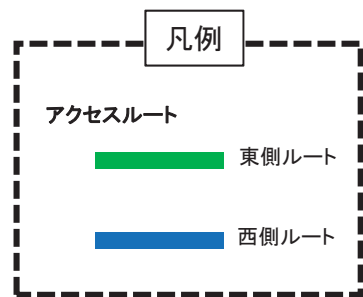
切土工事完成状況

－ 事故対応設備保管場所整備(南東地区駐車場、分散配備場所) －

【概要】 工事完了

事故対応設備の保管場所(南東地区他)に配備する可搬型事故対応設備は、地震等による転倒・散乱を防止するための固縛固定(アンカー固定)をすることから、事故対応設備の保管場所のコンクリート基礎工事を実施した。また、事故対応を行うための南東地区から転換駐車場までの東側及び西側のアクセスルート上に、6箇所の分散配置場所を設置し、南東地区と同様にコンテナを竜巻対策としてアンカー固定するためコンクリート基礎工事を実施した。

作業期間は、令和4年10月26日から令和5年3月3日。



－ 高放射性廃液貯蔵場(HAW)の事故対処に係る接続口の設置工事 －

【概要】 工事完了

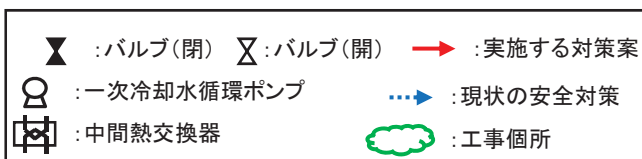
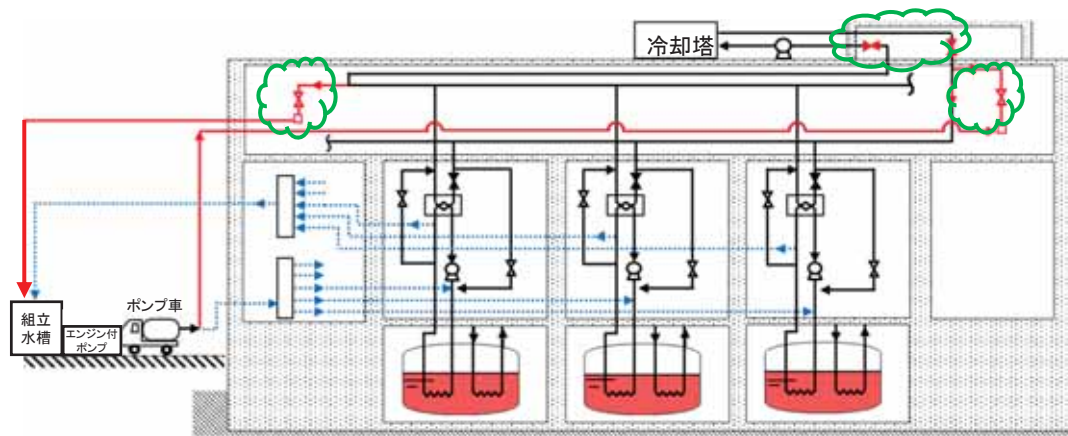
高放射性廃液貯蔵場(HAW)における事故対処のため、未然防止対策(外部から高放射性廃液貯槽へ冷却水を供給)に用いる冷却水配管への接続口、遅延対策(高放射性廃液貯槽へ直接注水)に用いる純水配管への接続口を新たに設置した。

また、事故時の既設の排気モニタの機能喪失に備え、監視機能を確保するための可搬型モニタリング設備を接続する接続口を設置した。

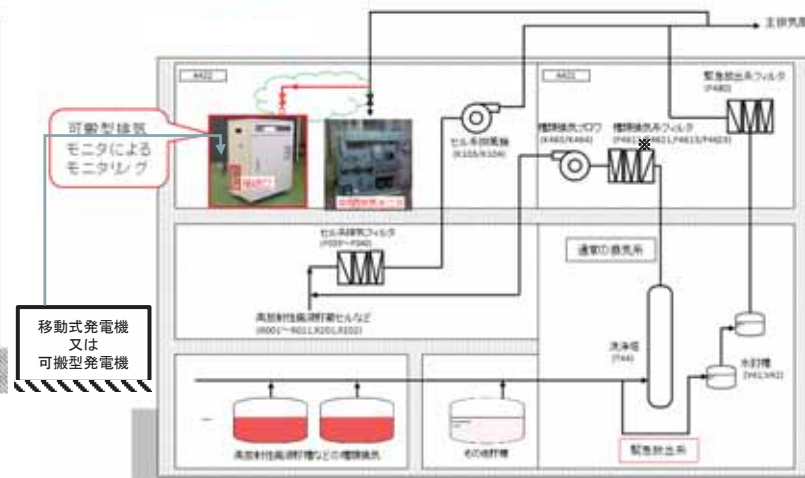
作業期間は、令和3年10月25日から令和4年3月31日。



設置前 設置後
冷却水配管への接続口の設置状況
(令和3年12月)



冷却水配管への接続口設置概要図



可搬型モニタリング設備への接続口設置概要図

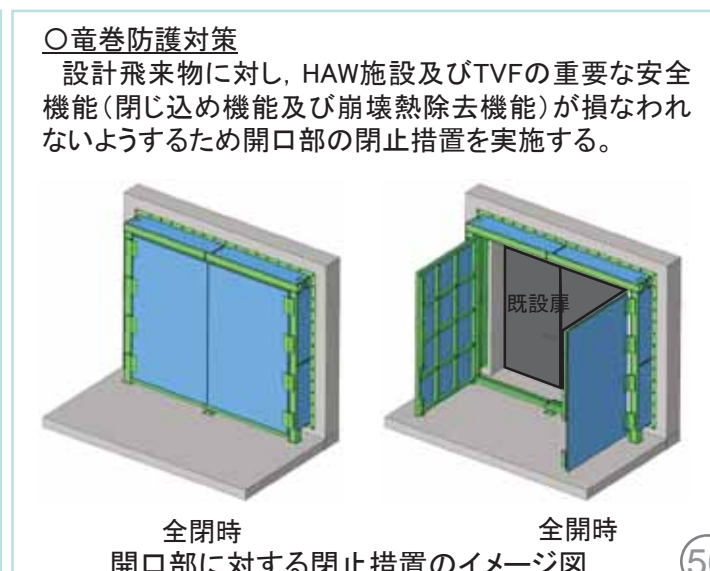
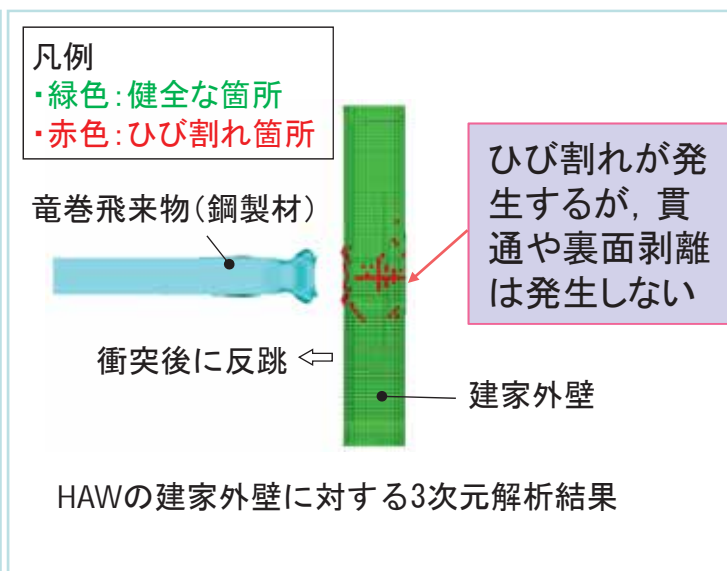
2.5 竜巻対策

2.5 竜巻対策

- 竜巻により想定する飛来物(設計飛来物)として、プラントウォークダウン等に基づき135 kgの鋼製材を選定した。設計竜巻からHAW及びTVFの重要な安全機能を担う設備を防護することとし、設計竜巻の風圧及び飛来物に対する影響を評価した。
- 建家内に配置されている設備及び第二付属排気筒は、外壁を防護の外殻として期待し、風圧及び設計飛来物に対して外壁の強度が確保できることから、健全性が維持できることを確認した。既存の窓・扉等の開口部に設計飛来物が侵入しないよう、防護扉等を設置する工事を進めている。
- 屋上に配置されている設備(二次冷却水系の冷却塔、換気ダクト等)については、設計竜巻の風圧には耐え得るものの、設計飛来物の衝突時には機能喪失するおそれがあること、屋上には設計飛来物から防護するための設備を新たに設置する場所がないこと、安全機能喪失後の事故の事象進展が緩慢であること等から、応急措置を行うとともに、これらの設備が設計竜巻によって機能喪失した場合には事故対処設備により機能を代替する。

竜巻条件
(竜巻影響評価ガイド記載値)

| | |
|--------------|-------------------------|
| 想定竜巻 | 100m/s |
| 想定する竜巻飛来物 | 鋼製材 |
| 飛来物速度 | 水平: 51m/s (時速約180km) |
| | 鉛直: 34m/s (時速約120km) |
| 鋼製材重量: 135kg | |



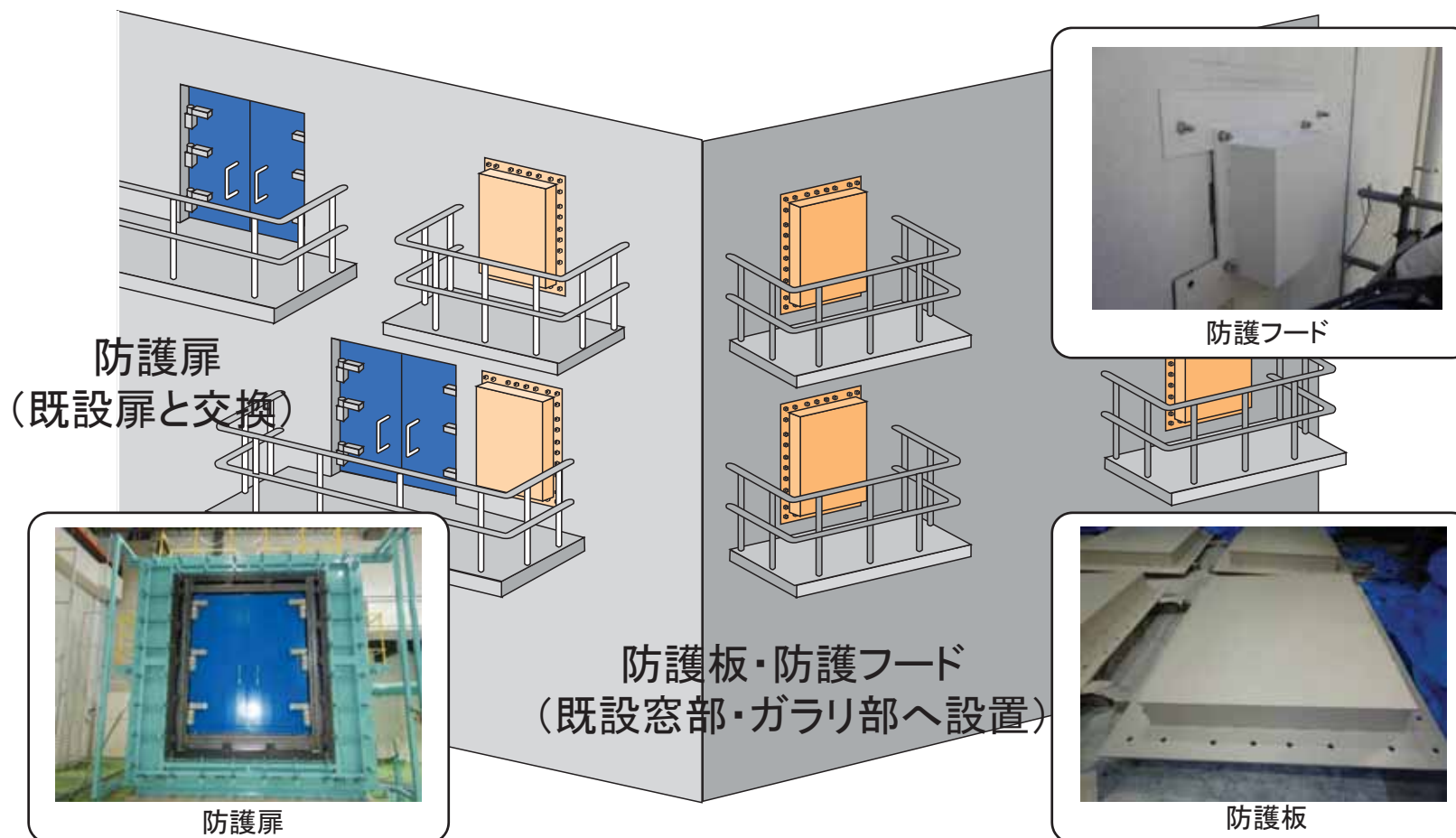
2.5 竜巻対策

— 高放射性廃液貯蔵場(HAW)の竜巻防護対策工事 —

【概要】 工事实施中

高放射性廃液貯蔵場(HAW)の竜巻防護対策として、当該建家の開口部に防護板、防護扉及び防護フードを設置し閉止する。

作業期間は、令和5年2月14日～令和6年10月までの予定である。



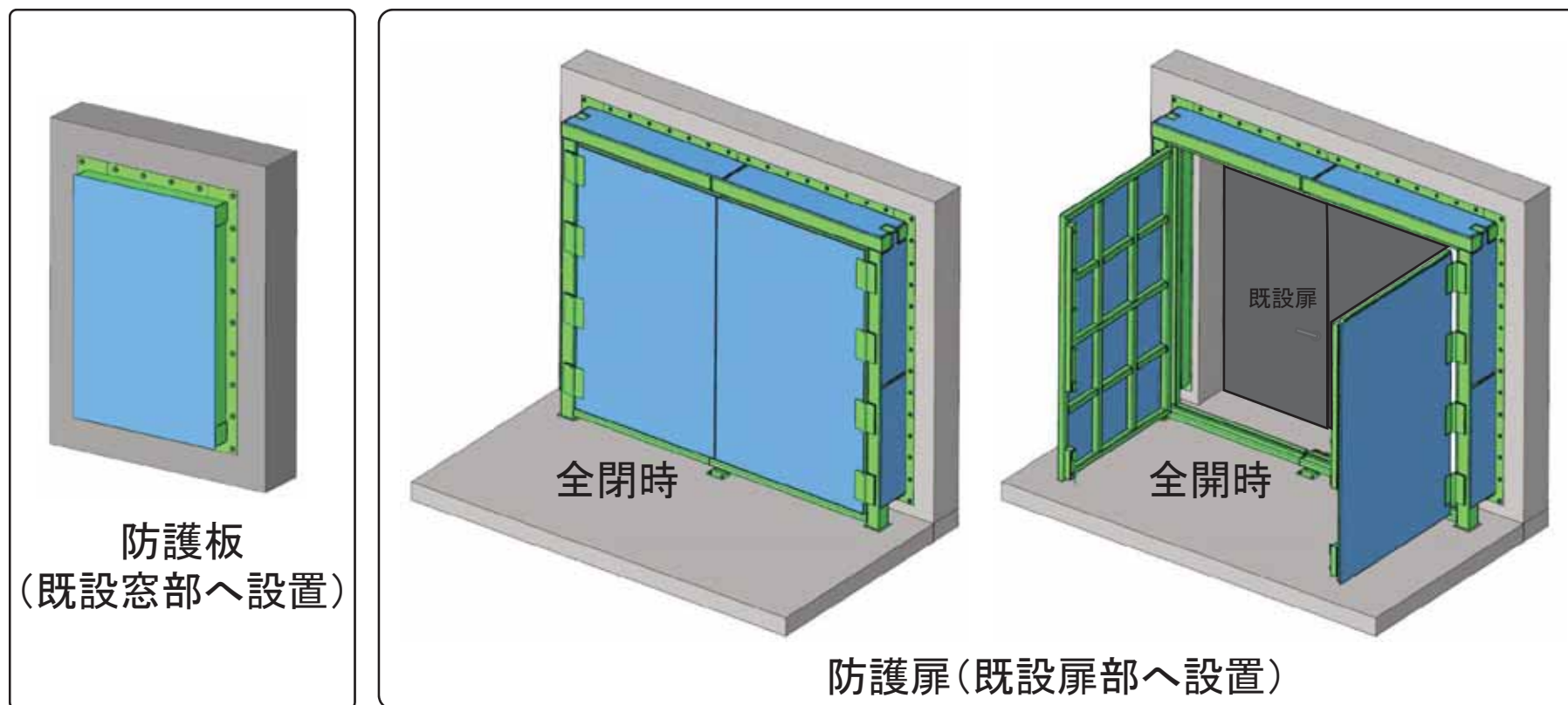
開口部に対する閉止措置の概要図

－ガラス固化技術開発施設(TVF)の竜巻防護対策工事－

【概要】 工事実施中

ガラス固化技術開発施設(TVF)の竜巻防護対策として、当該建家の開口部に防護板、防護扉及び防護フードを設置し閉止する。

作業期間は、令和4年10月3日～令和6年3月までの予定である。



開口部に対する閉止措置のイメージ

2.6 火山事象対策

2.6 火山事象対策 — 基本的考え方 —

火山事象対策の評価条件

- ◆ 「原子力発電所の火山影響評価ガイド」に従い、廃止措置計画用設計火山事象として考慮すべき条件は、**降下火砕物(火山灰)の影響**であり、**粒径8 mm以下、湿潤密度1.5 g/cm³の降下火砕物が50cmの厚さで堆積すると想定する。**
- ◆ **積雪との重畳**(建築基準法に基づく平均的な積雪量として10.5 cmの積雪)も考慮する。

影響評価結果

- ◆ 降下火砕物の堆積荷重(8540 N/m²)に積雪荷重(210 N/m²)を重畳した保守的な荷重に対して、**建家の屋根スラブは短期許容応力度(弾性設計)の範囲(最も厳しい位置の結果として、HAWの塔屋階屋根の2.82 × 10⁴ Nに対して2.55 × 10⁴ N、TVFの屋上階の1.84 × 10⁴ Nに対して1.80 × 10⁴ N)で耐えうることを確認した。**
- ◆ 屋上に設置されている設備(冷却塔、ポンプ、配管等)は形状的に多量の降下火砕物の堆積は生じない。

新たに講じる対策

- ◆ 堆積した降下火砕物を除去するための資機材(シャベル、箒、エアダスター、除灰ポリ袋、ゴーグル、防塵マスク等)を新たに配備する。
- ◆ 入気口のフィルタの閉塞に備え、火山事象対策のための**交換フィルタの予備を準備**する。
- ◆ 屋外に保管する事故対処設備は、降下火砕物の影響を受けないようカバー等を設ける。
- ◆ HAW・TVFに電力やユーティリティ(水、蒸気)を供給する施設が被害を受けた場合には、**事故対処設備によりその機能を維持**する。

降下火砕物に対応するための運用管理フロー

(1)通常時の対応

- ↓
・資機材の配備

(2)近隣火山に噴火兆候がある場合 (噴火警戒レベル「レベル4」以上)

- ↓
・火山情報等の収集

(3)気象庁により降灰予報が発表された場合※1 (再処理施設への「やや多量」※2又は「多量」※3の降灰予報発表時)

- ↓
- ・移送中の高放射性廃液を高放射性廃液貯槽に集中
- ・ガラス固化工程の流下停止操作等
- ・降下火砕物の除去準備
- ・入気口のフィルタの設置及びホワイト区域換気停止(高放射性廃液貯蔵場(HAW))
- ・対応要員の確保

(4)降下火砕物の降灰が確認された場合

- ・フィルタ差圧の監視
- ・除灰、清掃作業
- ・冷却塔排水量の調整
- ※1 降灰予報の情報に係らず、再処理施設に影響を及ぼす降灰が認められた場合は、状況に応じた対応を行う。
- ※2 降灰時の厚さ0.1 mm以上 1.0 mm未満
- ※3 降灰時の厚さ1.0 mm以上