

東海再処理施設の安全対策に係る廃止措置計画認可変更申請対応について

令和2年9月17日
再処理廃止措置技術開発センター

○ 令和2年9月17日 面談の論点

- 資料1 再処理施設における代表漂流物の妥当性の検証について
- 資料2 津波防護柵の設計へ反映する漂流物について
- 資料3 HAWの竜巻防護対策(開口部の閉止措置)の設計及び工事の計画に関する基本方針について
- 資料4 廃止措置計画変更認可申請書(LWTF)の一部補正について
- 東海再処理施設の安全対策に係る面談スケジュール(案)について
- その他

以上

再処理施設における代表漂流物の妥当性の検証について

【概要】

- 津波防護柵への設計に反映するため、再処理施設において選定した代表漂流物（小型船舶、水素タンク、中型バス、防砂林）について、浸水後の引き波の影響を含めた設計津波の流況解析及び漂流物の軌跡解析を行い、その結果から再処理施設（HAW 及び TVF）への到達の有無を明らかにし、その妥当性を検証した。
- 引き波の影響も考慮し、核燃料サイクル工学研究所西側と原子力科学研究所については、追加のウォークダウンを実施し漂流物を判定した。なお、日本原子力発電株式会社東海第二発電所及びその北側については、日本原子力発電株式会社東海第二発電所の調査結果、軌跡解析の結果を参考にした。
- 設計津波の浸水域における設計津波の流況解析及び漂流物の軌跡解析の結果から以下のことを確認し、再処理施設において選定した代表漂流物は妥当であることを確認した。
 - 選定した代表漂流物の重量を超える漂流物は、再処理施設（HAW 及び TVF）に到達しない。
 - 選定した代表漂流物のうち、水素タンクと防砂林は再処理施設（HAW 及び TVF）に到達する。
 - 選定した代表漂流物のうち、小型船舶と中型バスは再処理施設（HAW 及び TVF）に到達しない。

令和2年9月17日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

再処理施設における代表漂流物の妥当性の検証について

1. はじめに

令和2年7月10日に認可された再処理施設の廃止措置計画において、漂流物調査で選定した代表漂流物については、津波の流況及び漂流物の軌跡解析の結果を踏まえて、津波防護柵への設計に反映するため、再処理施設（以下、「HAW 及び TVF」という。）への到達の有無を明らかにし、令和2年10月末までにその妥当性を検証することとしている。また、第10回原子力規制委員会（令和2年6月17日）では、引き波による影響も検討するようにとの指摘を受けた。

そこで、引き波の影響を含めて津波の流況及び漂流物の軌跡解析を行い、代表漂流物の妥当性を検証した。以下に、その結果を示す。

2. 代表漂流物の妥当性の検証方法

①漂流物の追加調査

前回の漂流物調査（令和2年2～3月に実施）では、図1に示す調査範囲のうち、押し波による影響を踏まえ、核燃料サイクル工学研究所（以下、「核サ研」という。）、及び核サ研東側（常陸那珂火力発電所、茨城港常陸那珂港区）の現場調査（ウォークダウン）を行った。代表漂流物の検証にあたっては、引き波の影響も考慮し、核サ研西側と原子力科学研究所（以下、「原科研」という。）について、追加のウォークダウンを実施して漂流物を判定する。なお、日本原子力発電株式会社東海第二原子力発電所（以下、「TK2」という。）とその北側については、TK2の調査結果、軌跡解析結果を参考にする。

②津波の流況解析及び漂流物の軌跡解析

核サ研周辺の津波の流況を解析するとともに、代表漂流物等の漂流物の中から選定した評価点の軌跡解析を実施する。得られた解析結果及び漂流物の位置、地形を踏まえ、漂流物がHAW 及び TVF へ到達するか確認する。

③代表漂流物の妥当性の検証

代表漂流物の重量を超える漂流物がHAW 及び TVF に到達するか確認し、選定した代表漂流物が妥当であることを検証する。なお、代表漂流物の重量を超える漂流物がHAW 及び TVF に到達する場合は、代表漂流物を変更し、津波防護柵の設計へ反映する。

3. 検証結果

3.1 漂流物の追加調査結果

3.1.1 核サ研西側、原科研の漂流物（添付1参照）

核サ研西側と原科研について、前回の漂流物調査と同様の方法で、ウォークダウン及びスクリーニングを実施して漂流物を判定した。

その結果、漂流物には簡易建物（倉庫）、木造建物（がれき）、プラスチック・樹脂製品（パレット）、自動販売機、タンク・槽、コンテナ、ボンベ類、植生、大型車両、普通車両があった。各分類の中で代表漂流物の重量（水素タンク：約30 t、防砂林：約0.55 t、小型船舶：約57 t、中型バス：約9.7 t）を超えるものは、下記に示す核サ

研西側の植生と LNG タンクローリであった。

【流木】植生：約 7.8 t

【車両】LNG タンクローリ：約 15.1 t

3.1.2 TK2 及び TK2 北側の漂流物について

TK2 の調査結果より、TK2 及び TK2 北側の漂流物は標識ブイ、防砂林、普通自動車（パトロール車）、小型船舶、倉庫、木造建物、漁船であり、代表漂流物は船舶：約 15 t、流木：約 0.08 t、車両（パトロール車）：約 0.69 t であった。

TK2 が実施した軌跡解析は、評価点と防波堤の有無の違いにより添付 2 に示す 4 種類が報告されており、この軌跡解析結果から、TK2 周辺及び TK2 北側の漂流物は HAW 及び TVF には到達しないことを確認した。

3.2 津波の流況解析及び漂流物の軌跡解析

3.2.1 津波の流況の解析結果

HAW 及び TVF 周辺に建物はないと仮定し、地震発生時刻から 240 分間の津波の流況を解析した。

(1) 核サ研東側、原科研(図 2 参照)

津波は、地震発生から約 35 分後に核サ研東側に到達し、約 37 分後には原科研に到達する。その後、地震発生から約 39 分後には引き波が始まり、核サ研東側と原科研から海域に向かう津波が見られ、地震発生から約 50 分後まで継続する。

(2) 核サ研(図 3 参照)

地震発生から約 37 分後に北東方向及び南東方向から津波が核サ研に浸入し、地震発生から約 38.5 分後には、北東方向からの津波が HAW 及び TVF に到達する。その後、南東方向からの津波が合流し、核サ研の西方向に向かって津波は遡上する。図 4(1)～(3)に示すように、核サ研の標高は核サ研東側よりも約 2 m 高く、原科研 J-PARC 施設周辺の標高は新川よりも約 10 m 高い。また、新川から HAW 及び TVF まではほぼ平坦な地形である。このため、北東方向からの津波は勢いを保ったまま遡上し、南東方向からの津波よりも先に HAW 及び TVF に到達したと考えられた。なお、押し波時における HAW 及び TVF 付近の津波の流速は、最大約 6 m/s である。

地震発生から約 42 分後には核サ研で引き波が始まり、引き波は HAW 及び TVF の東側では新川河口及び核サ研東側に向かい、HAW 及び TVF の西側では新川へ向かう。引き波が新川へ向かうのは、図 4(4)に示すように HAW 及び TVF の西側の地形が、新川に向けて緩やかな下り勾配のためと考えられた。また、HAW 及び TVF 付近の引き波時の流速は最大約 2 m/s である。地震発生から約 50 分以降は HAW 及び TVF 付近の浸水深、流速分布に大きな変動はない。

(3) 核サ研西側(図 5 参照)

核サ研西側では新川を遡上した津波が、地震発生から約 40 分後に水田地帯へ浸入

する。その後、地震発生から約 40～150 分にかけて津波は水田全域に広がる。

核サ研西側では東方向に向かう引き波はほとんど見られず、水田地帯には遡上した津波により海水が溜る。核サ研西側では、図 4(5)に示すように水田地帯を含む標高が核サ研よりも約 10 m 低いため、津波が引かないものと考えられた。地震発生から約 150 分以降は、水田地帯への津波の広がりが止まり、穏やかな流況となる。

3.2.2 漂流物の軌跡解析結果

(1) 軌跡解析の評価点 (図 6 参照)

漂流物の中から以下の①～③に示す評価点を選定し、軌跡解析を実施した。軌跡解析は港湾あり・なしのモデルで行い、評価時間は地震発生から 240 分間とした。

軌跡解析は水粒子のシミュレーションであり、漂流物の挙動と水粒子の軌跡は完全に一致するものではないが、水粒子の軌跡は漂流物の挙動と比較して敏感であり、漂流物の HAW 及び TVF への影響を評価する上で重要な流向について、把握することができる。

①代表漂流物の軌跡

代表漂流物が、HAW 及び TVF に到達するか確認するため、以下の漂流物の位置を軌跡解析の評価点に選定した。

✓ 前回の漂流物調査で選定した代表漂流物

⇒ 「水素タンク」※1、「防砂林」、「小型船舶」※2、「中型バス」

※1 水素タンクは現在撤去中であり、次に重い窒素タンクは水素タンクの設置位置と近接しており、本評価点では窒素タンクも包含して評価

※2 ウォークダウンで確認した係留中の小型船舶の位置を評価点に選定

✓ 代表漂流物である小型船舶が海域を航行することを想定した評価点

⇒ 「海域(1)～(8)」

②押し波の影響確認

押し波により、漂流物が HAW 及び TVF に到達するか、及び設計予定である HAW 及び TVF の津波防護ラインの背後に回り込む漂流物があるか確認するため、以下の漂流物の位置を軌跡解析の評価点に選定した。

✓ 核サ研東側と原科研で重量が大きい又は数量が多く、HAW 及び TVF 到達時に影響を及ぼす可能性がある漂流物

⇒ 「タンク (LNG)」、「乗用車」、「コンテナ」

⇒ 「ヘリウムガスタンク」、「乗用車 (J-PARC)」

✓ 押し波で HAW 及び TVF に到達する可能性がある再処理施設周辺の漂流物

⇒ 「ドラム缶・コンテナ」

✓ 津波防護ライン背後へ回り込む可能性がある新川河口、新川沿い、津波防護ライン背後の漂流物

⇒ 「浮標 (新川河口)」、「資機材類」、「硝酸タンク」※3、「タンク (RETF)」

※3 再処理施設車庫内のトラックは漂流物に判定されなかったものの、浮力と重量の差が小さいことから、念のため、近接する硝酸タンクの軌跡から滑動の影響を評価

③引き波の影響確認

引き波により、漂流物が HAW 及び TVF に到達するか確認するため、以下の漂流物の位置を軌跡解析の評価点に選定した。

- ✓ 核サ研（再処理施設外）の敷地内でほぼ均等に配置されている駐車場の乗用車
⇒ 「乗用車（再処理）」、「乗用車（工学試験棟）」^{※4}、「乗用車（P WTF）」、「乗用車（松林）」、「乗用車（食堂）」、「乗用車（工務技術管理棟）」
※4 核サ研のタンクローリは漂流物に判定されなかったものの、浮力と重量の差が小さいことから、念のため、近接する乗用車（工学試験棟）の軌跡から滑動の影響を評価
- ✓ 核サ研西側で重量が大きい又は数量が多く、HAW 及び TVF 到達時に影響を及ぼす可能性がある漂流物
⇒ 「植生」、「LNG タンクローリ」^{※5}、「木造建物（がれき）」
※5 LNG タンクローリは、国道 245 号又は村道を走行するため、流況解析の結果から、核サ研西側の津波の遡上エリアの中で最も勢いのある津波が到達すると想定された新川付近の国道 245 号を評価点に選定

(2) 軌跡解析の結果（図 7 参照）

①代表漂流物（水素タンク、防砂林、小型船舶、中型バス）

- ✓ 「水素タンク」は、津波により HAW 及び TVF に向かって流される。
- ✓ 「防砂林」は、HAW 及び TVF に向かって流され、港湾ありモデルでは新川に向かい、港湾なしモデルでは HAW 及び TVF に到達したのち海域へ流される。
- ✓ 係留中の「小型船舶」は、海域へ流されるため HAW 及び TVF には向かわない。海域を航行する小型船舶は、「海域(1)～(8)」の軌跡から、沖合の海域へ流されるため、HAW 及び TVF には向かわない。
- ✓ 「中型バス」は、核サ研の西方向に流されたのち新川に向かうため、HAW 及び TVF には向かわない。

②押し波の影響

- ✓ 核サ研東側の「タンク（LNG）」は海域に向かって流され、「乗用車」、「コンテナ」は HAW 及び TVF に向かって流されたのち、途中で向きを変えて海域に向かう。なお、これら漂流物について、津波防護ラインへの回り込みは確認されなかった。
- ✓ 原科研 J-PARC 施設周辺の「ヘリウムガスタンク」、「乗用車」は、新川に向かったのち海域及び西方向へ流され、新川を超えることはなかった。また、これら漂流物について、津波防護ラインへの回り込みは確認されなかった。
- ✓ 再処理施設周辺の「ドラム缶・コンテナ」は、津波により南方向へ流され、HAW 及び TVF から離れる軌跡を示した。新川河口、新川沿いの「浮標（新川河口）」、「資機材類」、「硝酸タンク」は、HAW 及び TVF に向かって流されるものの、途中で向きを変えて、海域又は新川に向かう。「タンク（RETF）」は、核サ研の西方向へ流され、HAW 及び TVF から離れたのち新川に向かう。また、これら漂流物について、津波防護ラインへの回り込みは確認されなかった。

③引き波の影響

- ✓ 核サ研（再処理施設外）の各駐車場の乗用車は、ほとんど流されずにその場に留

まる、又は核サ研の西方向へ流されたのち新川に向かう。

- ✓ 核サ研西側の「植生」、「LNG タンクローリ」、「木造建物（がれき）」は、水田地帯のある西方向に流され、その場に留まる。なお、LNG タンクローリは、最も勢いのある津波の遡上が予想される新川付近の国道 245 号を評価点としたものの、HAW 及び TVF には向かわなかった。

3.2.3 漂流物の HAW 及び TVF への到達可能性（表 1 参照）

(1) 代表漂流物の到達の可能性

軌跡解析の結果から、HAW 及び TVF に到達する代表漂流物は、水素タンク、防砂林であった。小型船舶は、流況解析の結果から勢いのある津波が遡上する核サ研東側に係留されているものの、軌跡解析では係留中及び海域を航行中であっても海域を漂流するため、HAW 及び TVF には到達しない。中型バスの駐車場所周辺では、押し波は西方向、引き波は新川に向かう流況であり、中型バスの軌跡も新川に向かうため、HAW 及び TVF には到達しない。

(2) 押し波により到達する可能性のある漂流物

核サ研東側、原科研、核サ研（再処理施設周辺）において、軌跡解析を実施した漂流物は HAW 及び TVF には向かわず、津波防護ライン背後への回り込みも確認されなかった。一方、核サ研東側の乗用車は道路を走行し、コンテナは船への積載・荷降ろし時に設置場所を移動する可能性があり、軌跡解析では HAW 及び TVF には到達していないものの、一時的に HAW 及び TVF に近づく軌跡を示しているため、核サ研東側の乗用車、コンテナは HAW 及び TVF に到達する可能性が考えられる。核サ研東側のタンク（LNG）、原科研のヘリウムガスタンク、乗用車（J-PARC）の軌跡は、HAW 及び TVF には向かっておらず、到達しない。

核サ研の再処理施設周辺のドラム缶・コンテナ、新川河口・新川沿いの浮標（新川河口）、資機材類、硝酸タンク、津波防護ライン背後のタンク（RETF）は、設置場所から移動することはなく、軌跡解析でも HAW 及び TVF の南方向、又は新川に流される。このため、これらは HAW 及び TVF には到達しない。一方、HAW 及び TVF の周辺には、施設敷地内を走行する乗用車、自動販売機、植生、津波の遡上で発生が予想されるがれきが漂流物として近接している。HAW 及び TVF 近傍にあるこれらの漂流物は、新川河口・新川沿いの北東方向からの押し波で、HAW 及び TVF に到達し、津波防護ラインの背後へ回り込む可能性が考えられる。

なお、押し波で HAW 及び TVF に到達する可能性が考えられる核サ研東側の乗用車、コンテナ、HAW 及び TVF 近傍の乗用車、自動販売機、植生、がれきについては、代表漂流物の重量で包含されている。

(3) 引き波により到達する可能性のある漂流物

HAW 及び TVF の西側にある核サ研（再処理施設外）では、軌跡解析を行った各駐車場の乗用車は HAW 及び TVF には到達しない。一方、前項（3.2.3 (2)）でも述べたように、HAW 及び TVF 周辺には乗用車、自動販売機、植生、がれきがあり、これらは引き波で到達する可能性が考えられる。

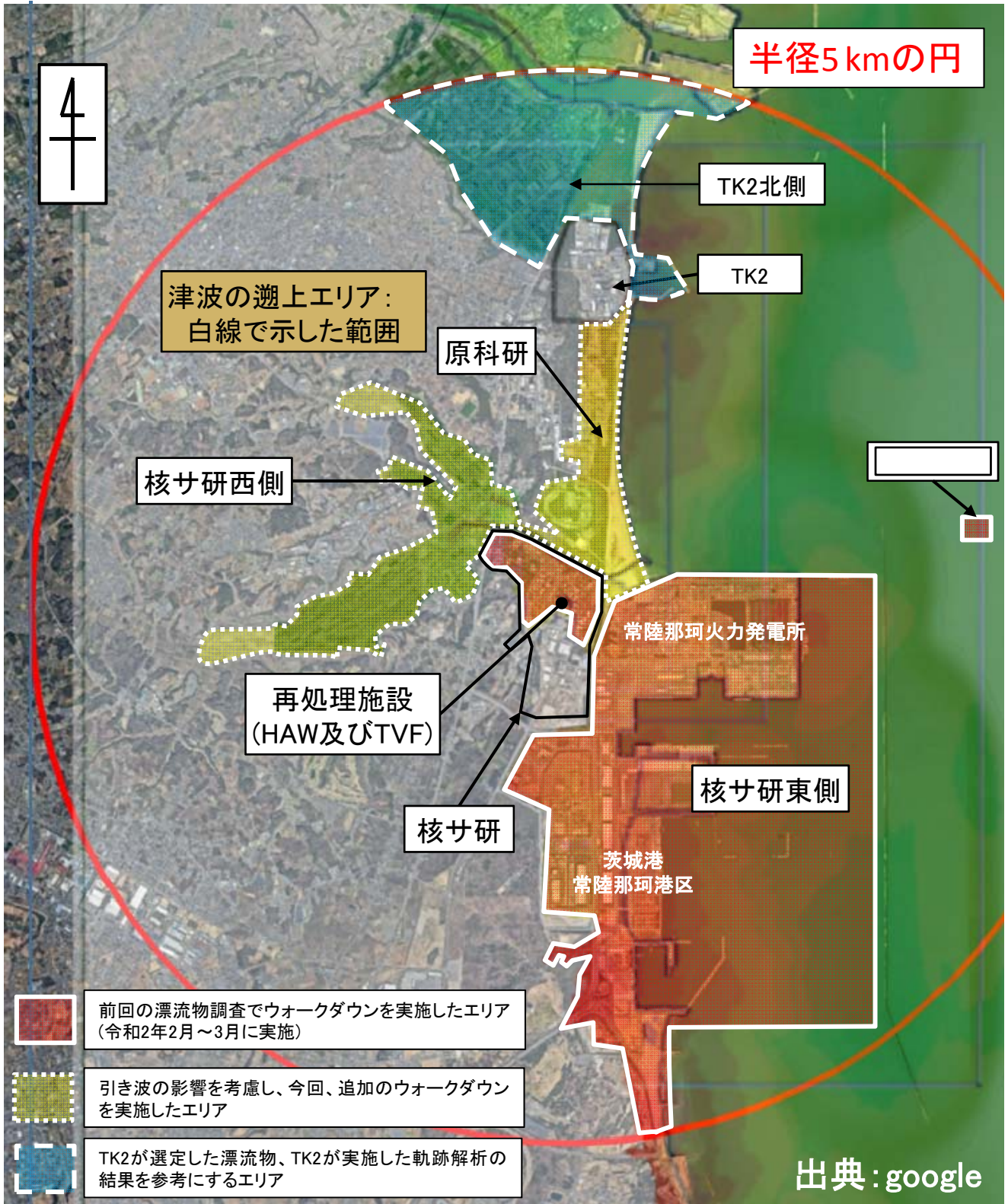
核サ研西側では図 8 に示すように、新川以外に引き波の流況は見られず、代表漂流物の重量を超える植生、LNG タンクローリ、及び木造建物（がれき）の軌跡は水田地帯へ流されるだけであり、HAW 及び TVF に向かうことはなかった。また、核サ研の標高は核サ研西側よりも高く、核サ研西側からの漂流物が、引き波で核サ研に浸入する可能性は極めて低く、津波の流況から核サ研西側の漂流物は新川に沿って海域に向かうものと考えられた。このため、核サ研西側の漂流物は、HAW 及び TVF には到達しない。

これらの結果より、代表漂流物の重量を超える核サ研西側の植生、LNG タンクローリは HAW 及び TVF には到達しない。引き波で到達する可能性が考えられる HAW 及び TVF 近傍の乗用車、自動販売機、植生、がれきについては、代表漂流物の重量で包含されている。

4. まとめ

津波の流況及び漂流物の軌跡解析の結果より、代表漂流物の重量を超える漂流物が HAW 及び TVF に到達することはなく、前回の調査で選定した代表漂流物は妥当である。代表漂流物の中で HAW 及び TVF に到達するものは水素タンクと防砂林であり、小型船舶（航行する海域も含む）及び中型バスは、HAW 及び TVF には到達しない。今後、水素タンク、防砂林に加えて HAW 及び TVF に到達する可能性のある漂流物を踏まえ、津波防護柵の設計へ反映する。

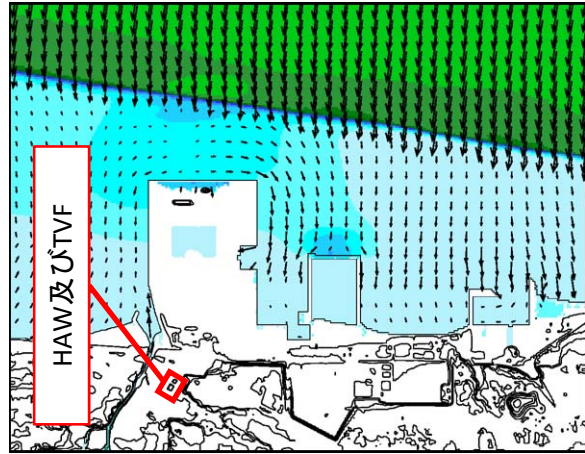
以 上



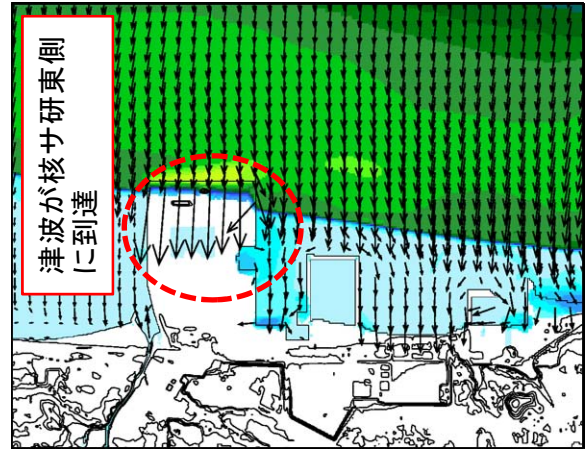
漂流物の調査範囲
 再処理施設(HAW及びTVF)から半径5 km^{※1}以内で、津波が遡上するエリア

※1 立地が近いTK2が、漂流物の最大移動量3.6 kmに保守性をもって設定した値を踏まえ、同じ調査範囲(半径5 km)とした。

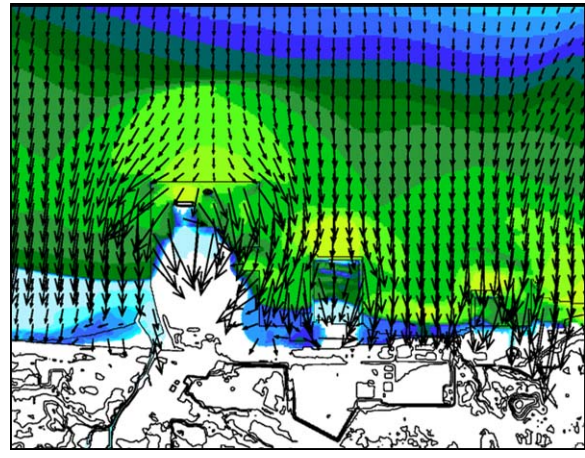
図1 漂流物の調査範囲



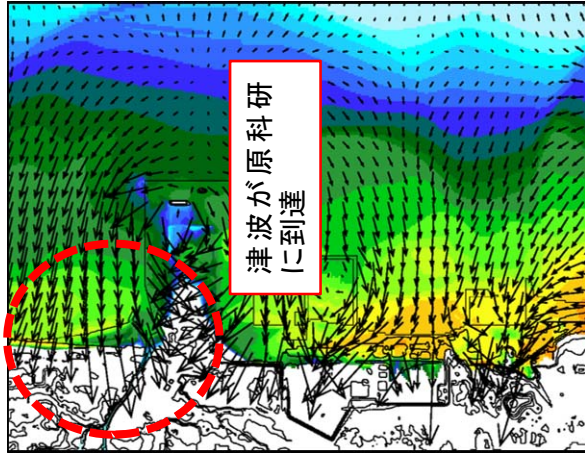
34分後



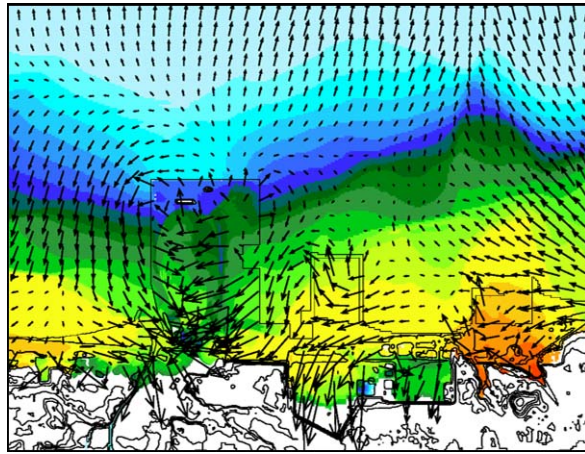
35分後



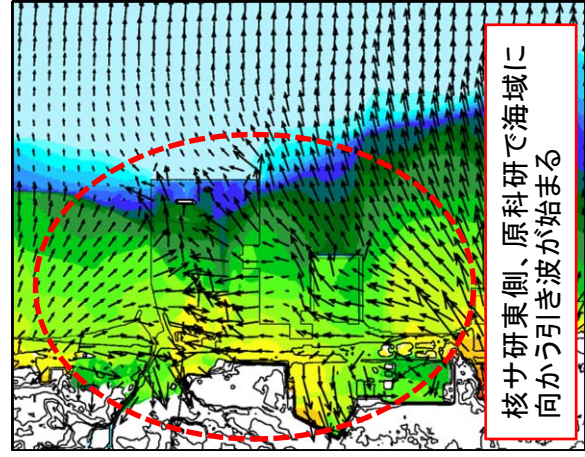
36分後



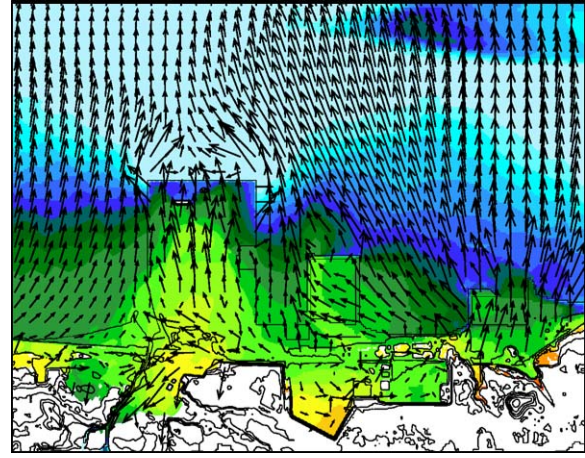
37分後



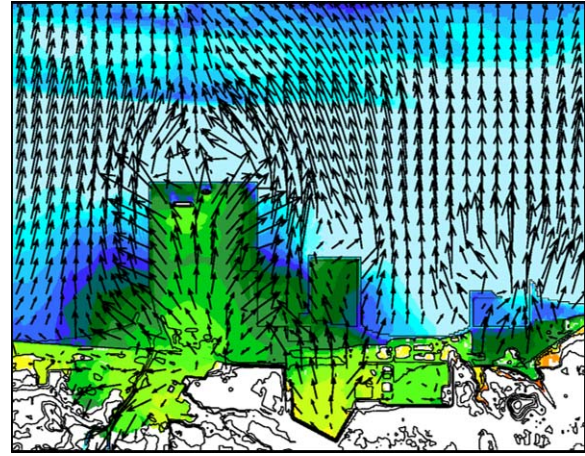
38分後



39分後



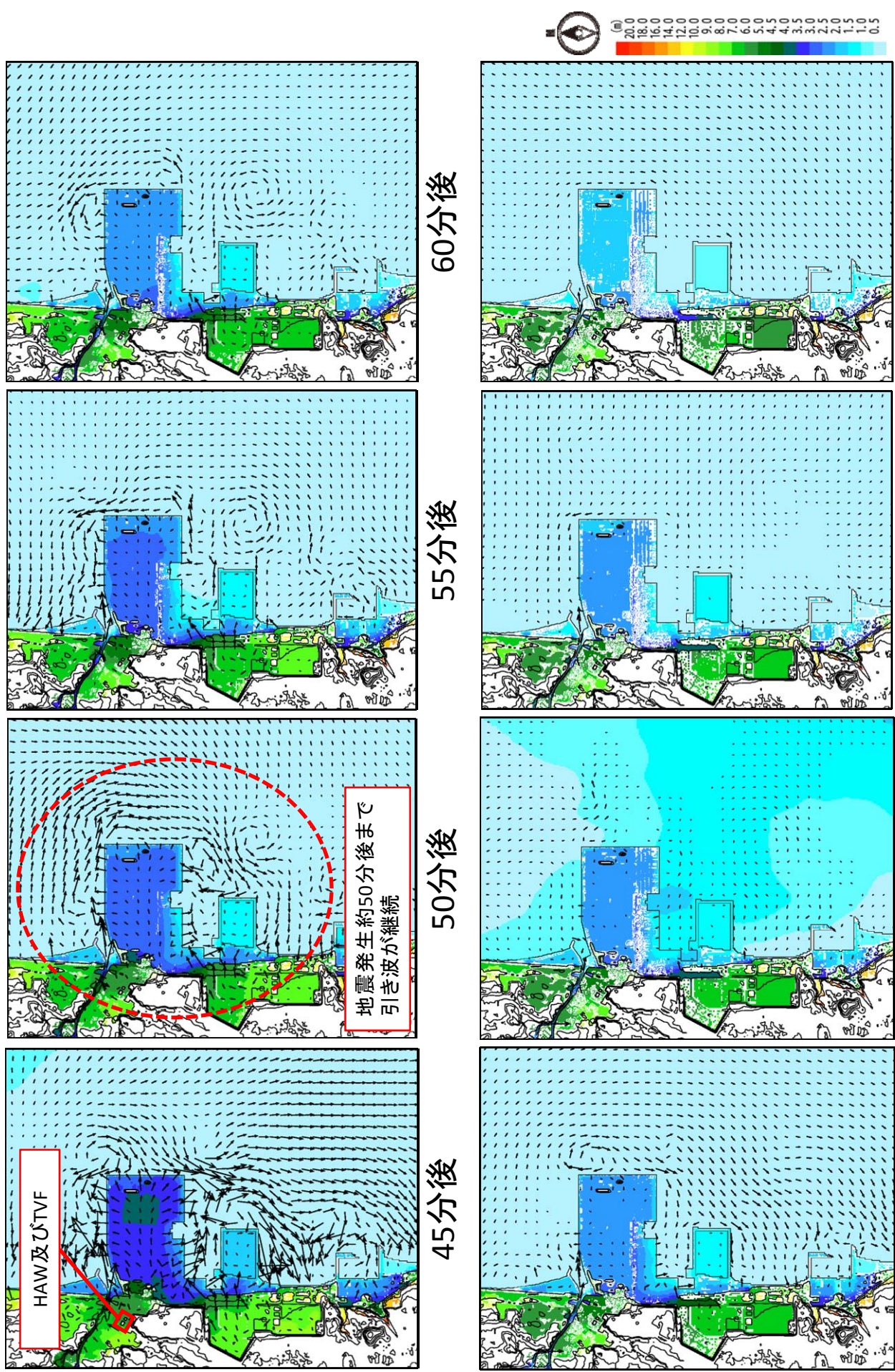
41分後



42分後

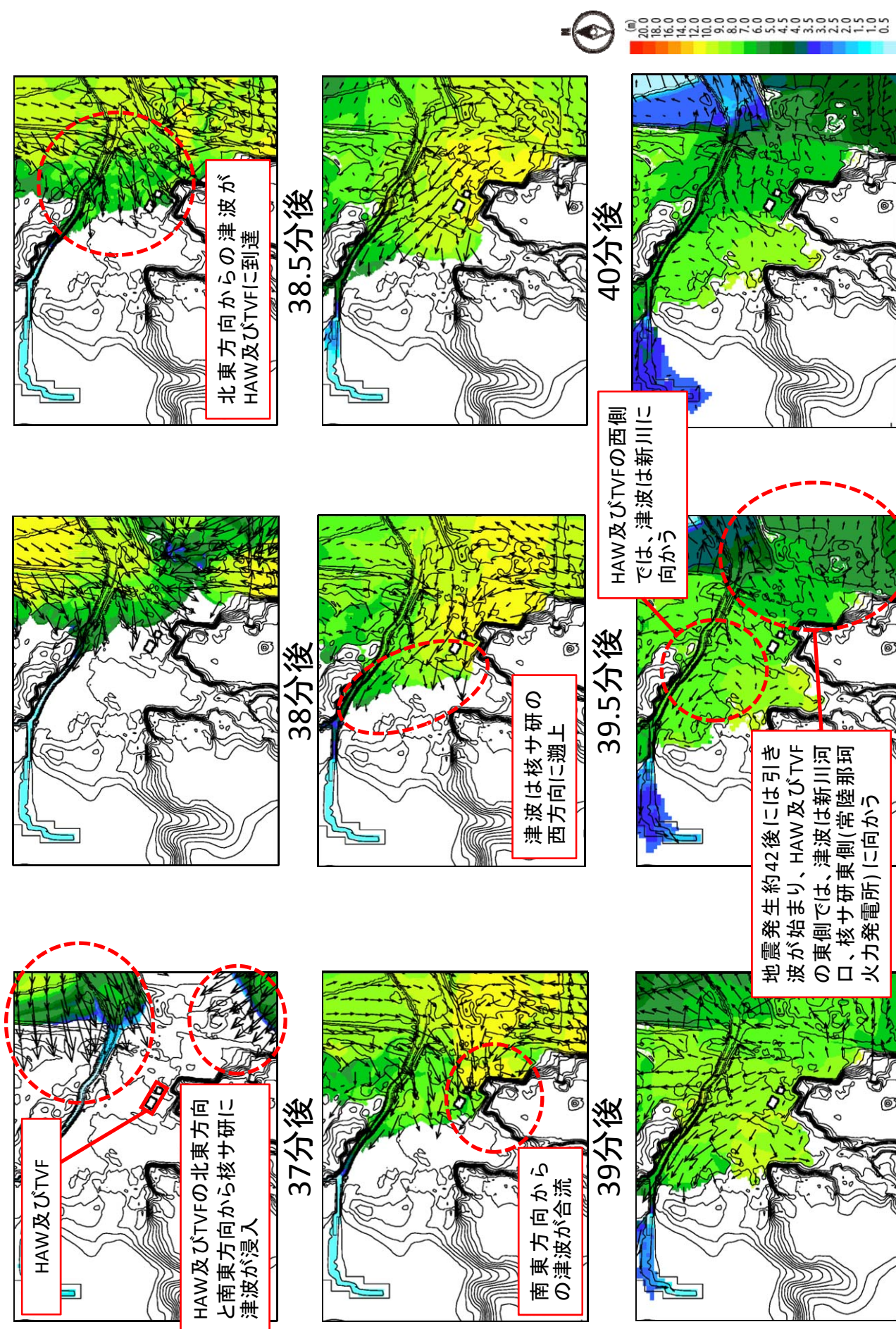
図中の時間は、地震発生時刻からの経過時間を示す

図2 核サ研東側・原科研における津波の流況解析の結果(1/2)



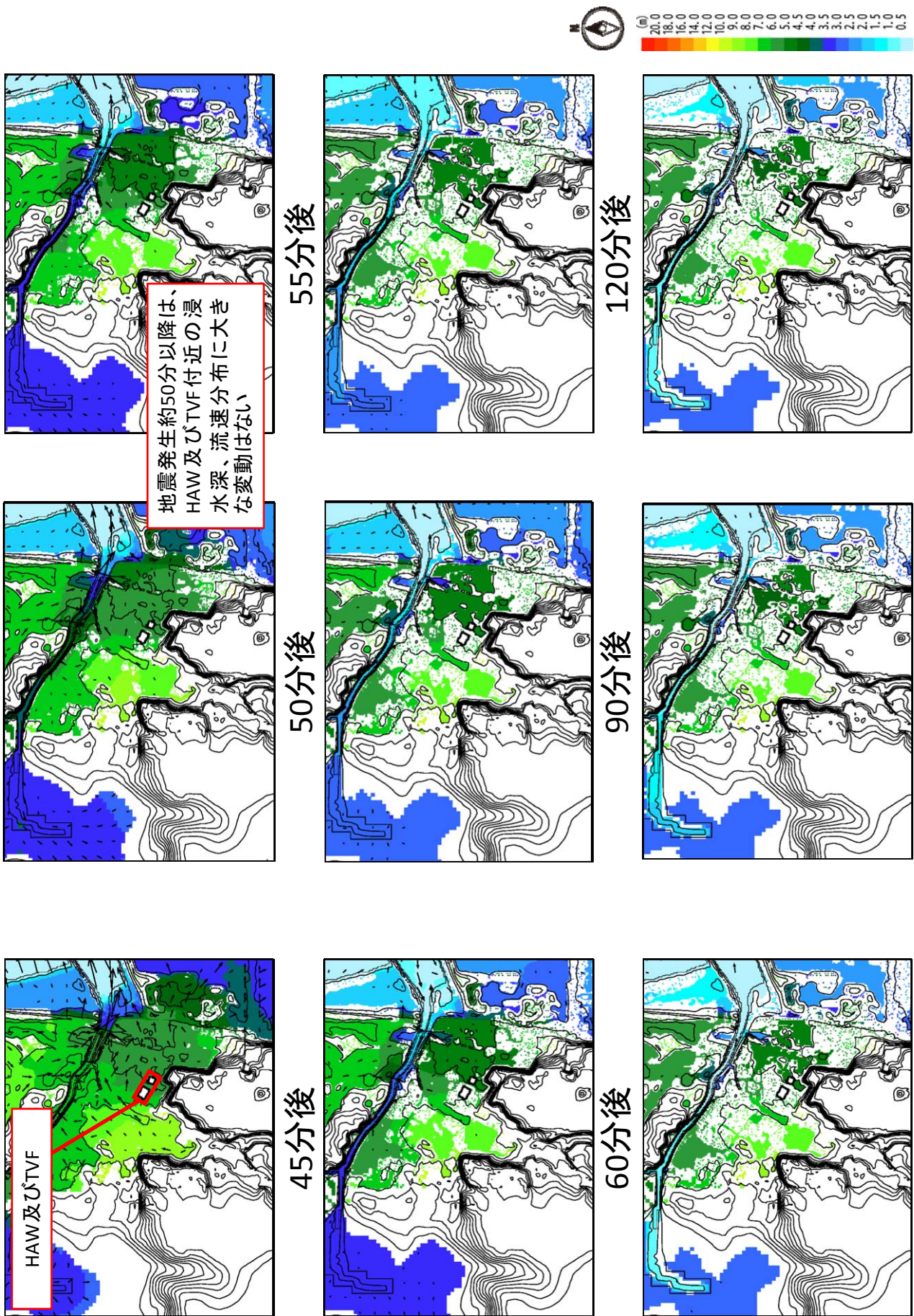
図中の時間は、地震発生時刻からの経過時間を示す

図2 核サ研東側・原科研における津波の流況解析の結果(2/2)

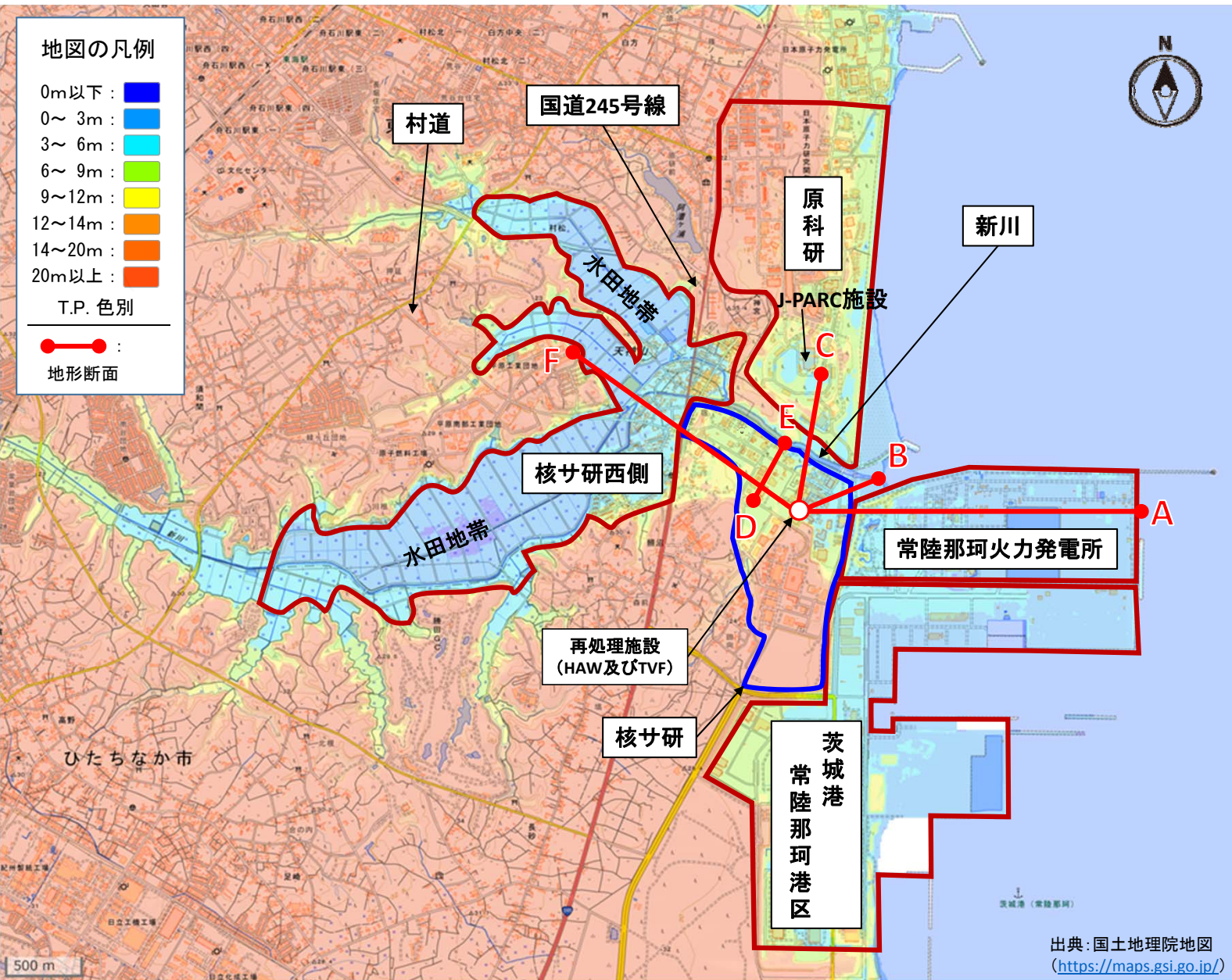


図中の時間は、地震発生時刻からの経過時間を示す

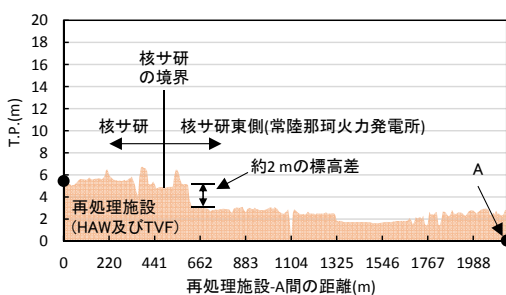
図3 核サ研における津波の流況解析の結果(1/2)



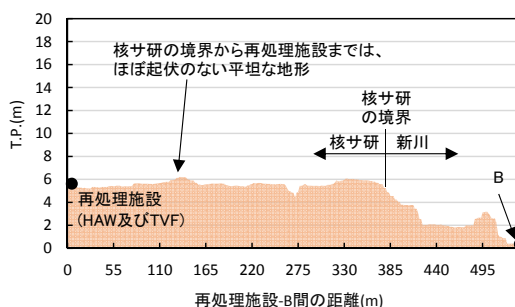
図中の時間は、地震発生時刻からの経過時間を示す
図3 核サ研における津波の流況解析の結果(2/2)



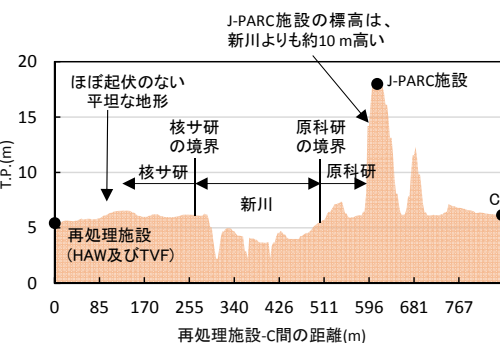
核サ研及び核サ研周辺図



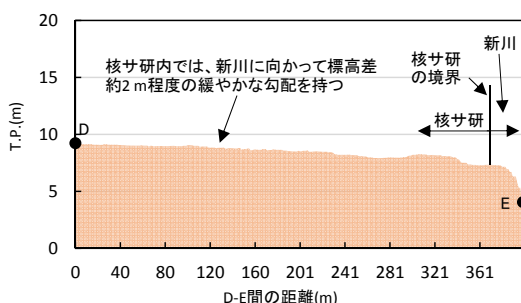
(1) 再処理施設-A間の地形断面図



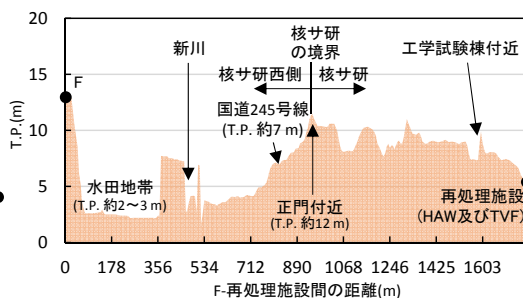
(2) 再処理施設-B間の地形断面図



(3) 再処理施設-C間の地形断面図

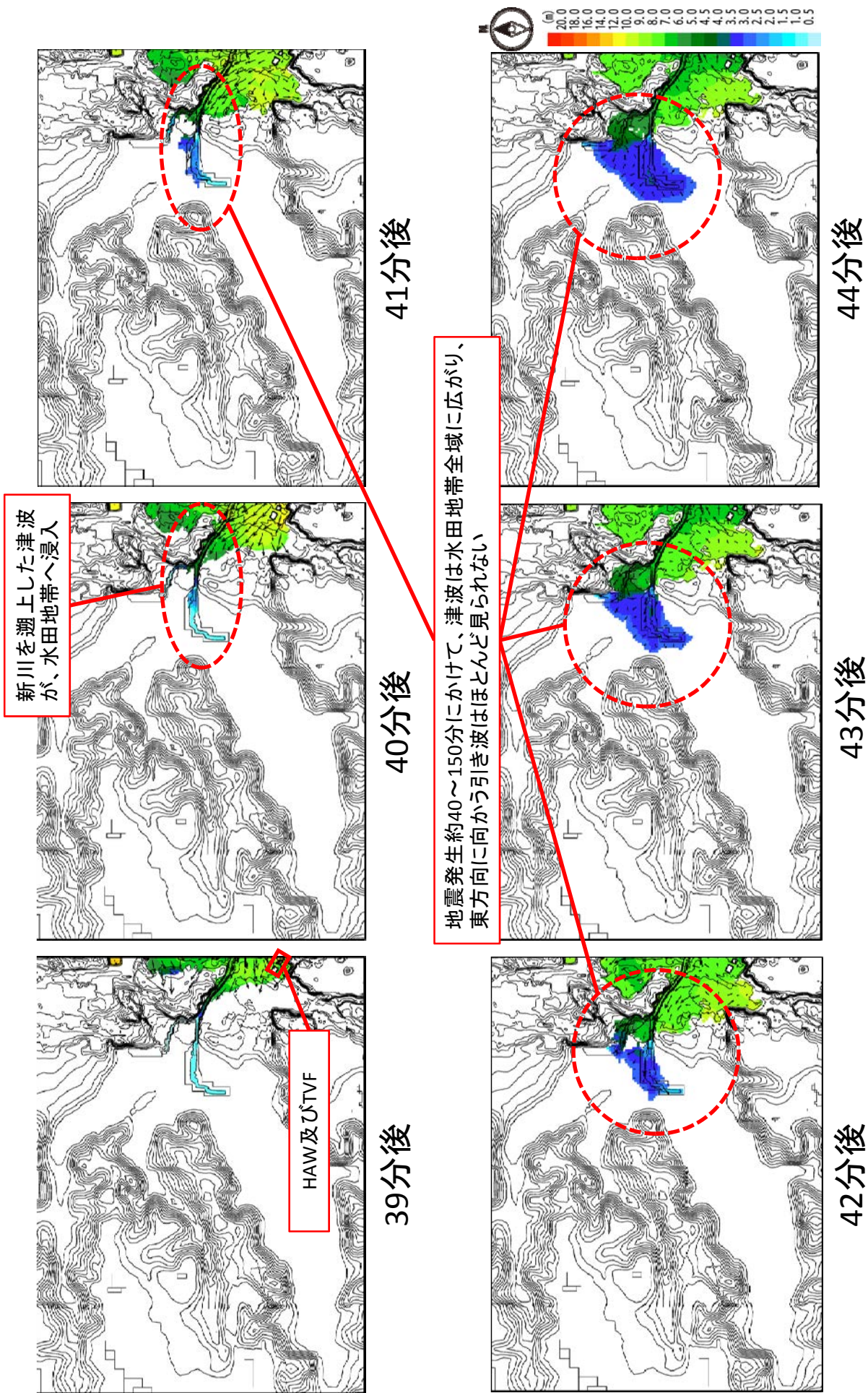


(4) D-E間の地形断面図



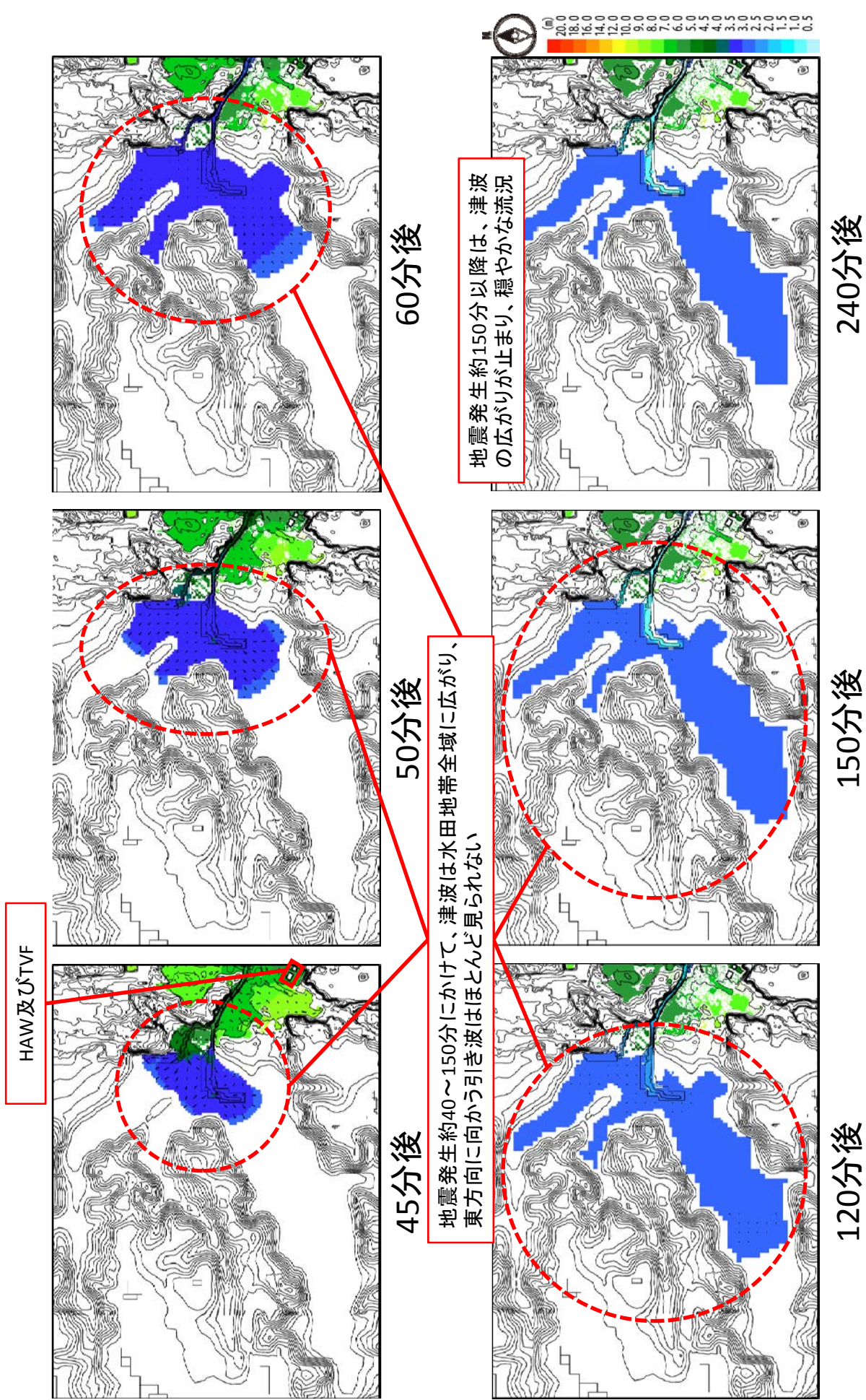
(5) F - 再処理施設間の地形断面図

図4 核サ研及び核サ研周辺の地形状況



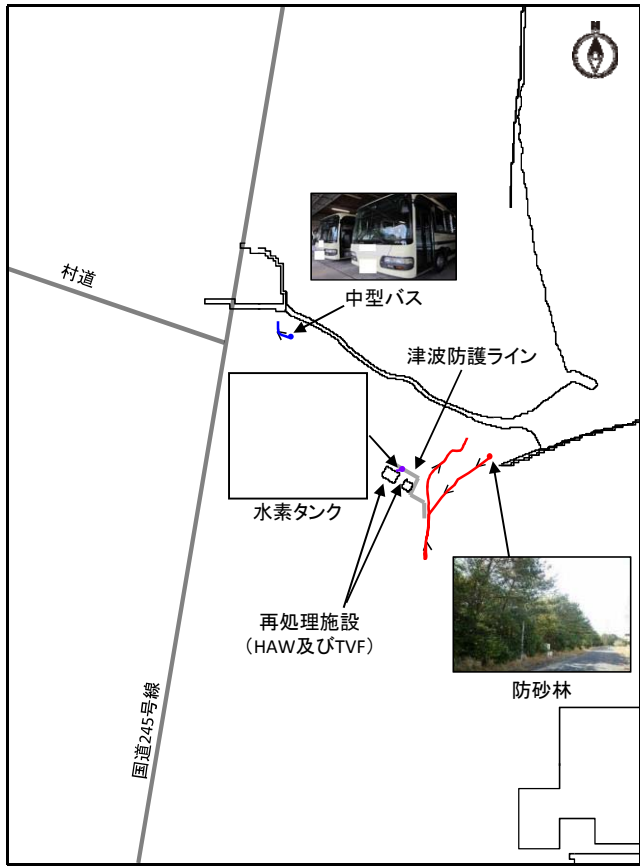
図中の時間は、地震発生時刻からの経過時間を示す

図5 核サ研西側における津波の流況解析の結果(1/2)

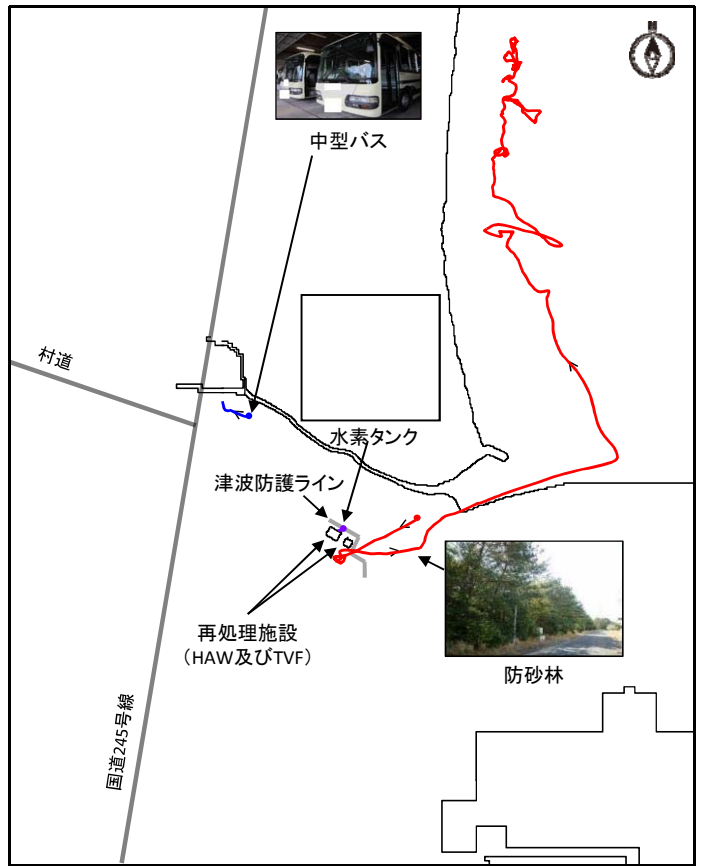


図中の時間は、地震発生時刻からの経過時間を示す

図5 核サ研西側における津波の流況解析の結果(2/2)

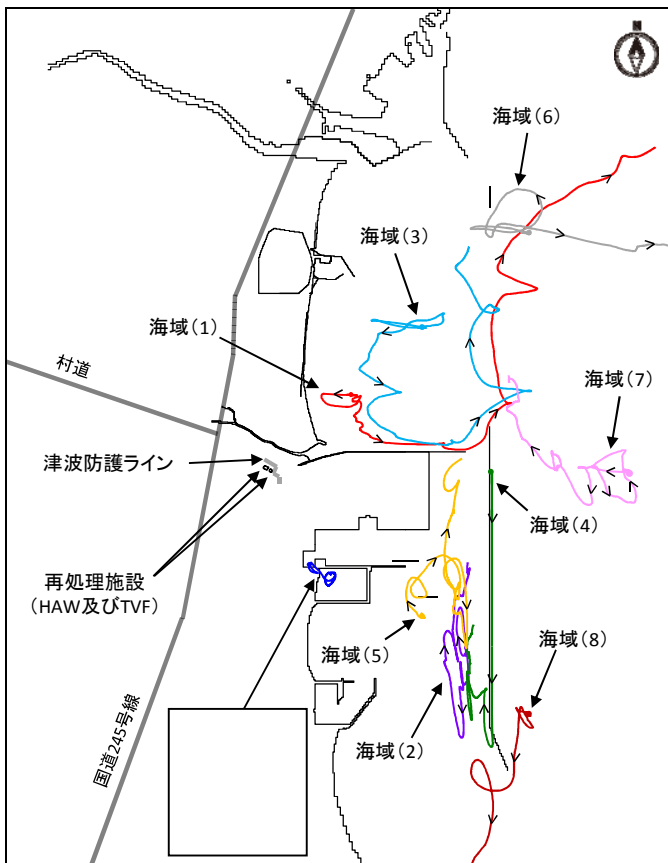


港湾ありモデルの場合

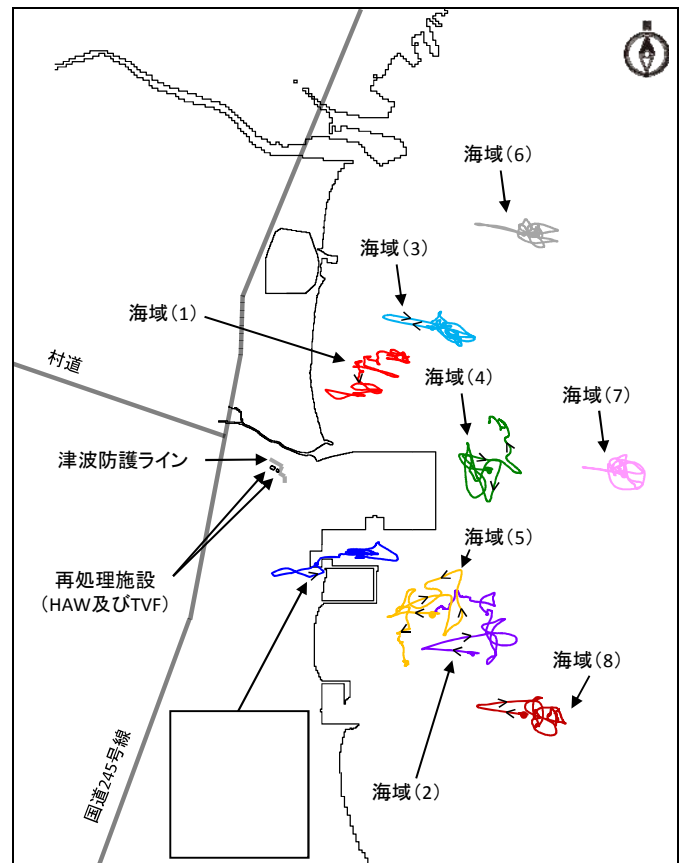


港湾なしモデルの場合

代表漂流物(水素タンク、防砂林、中型バス)の軌跡



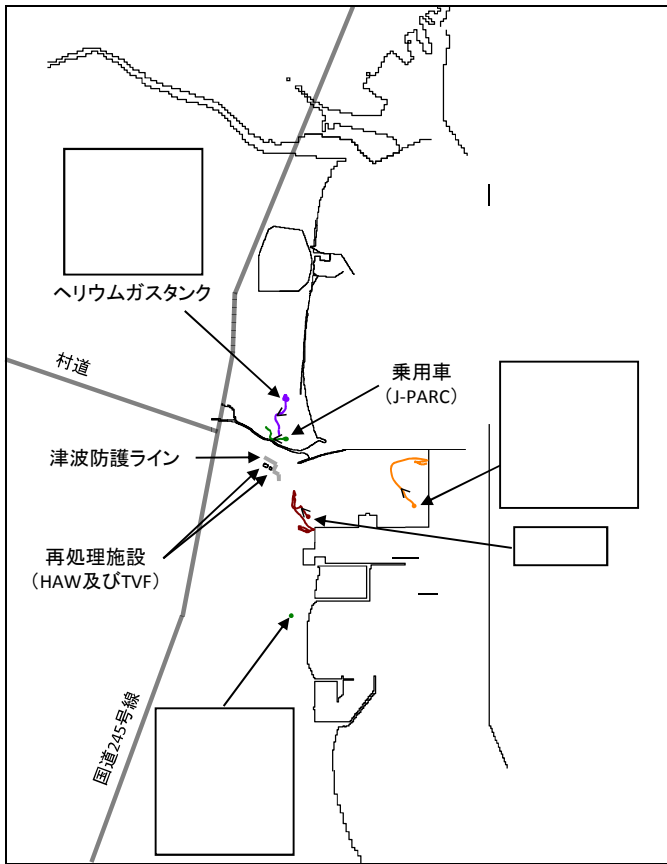
港湾ありモデルの場合



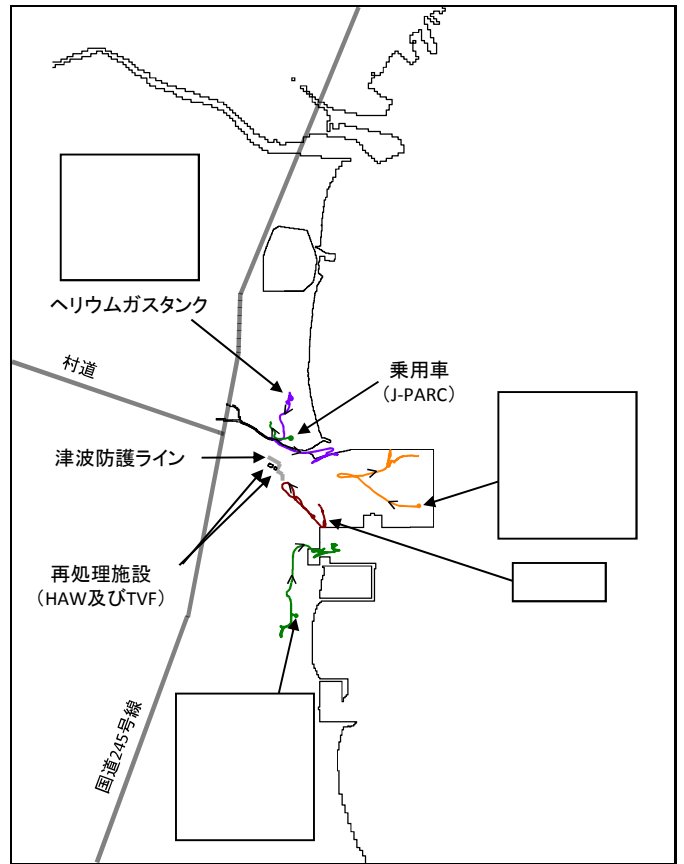
港湾なしモデルの場合

代表漂流物(小型船舶と海域(1)~(8))の軌跡

図7 漂流物の軌跡解析結果(1/3)

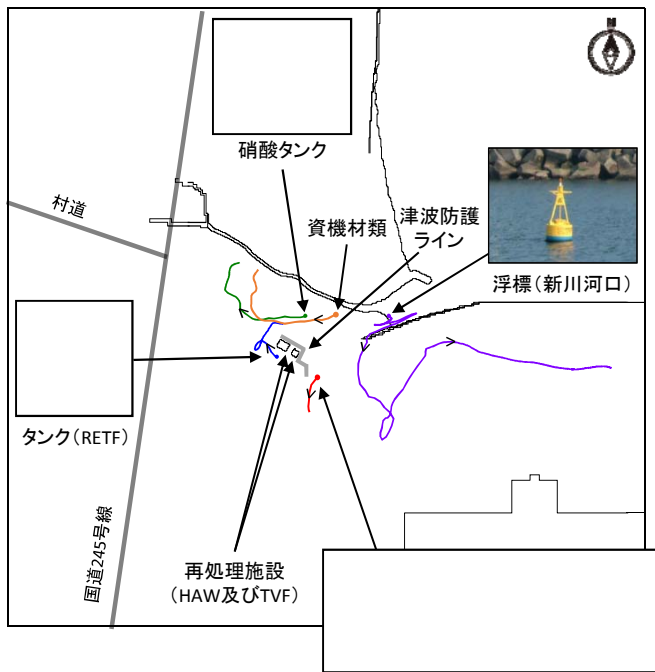


港湾ありモデルの場合



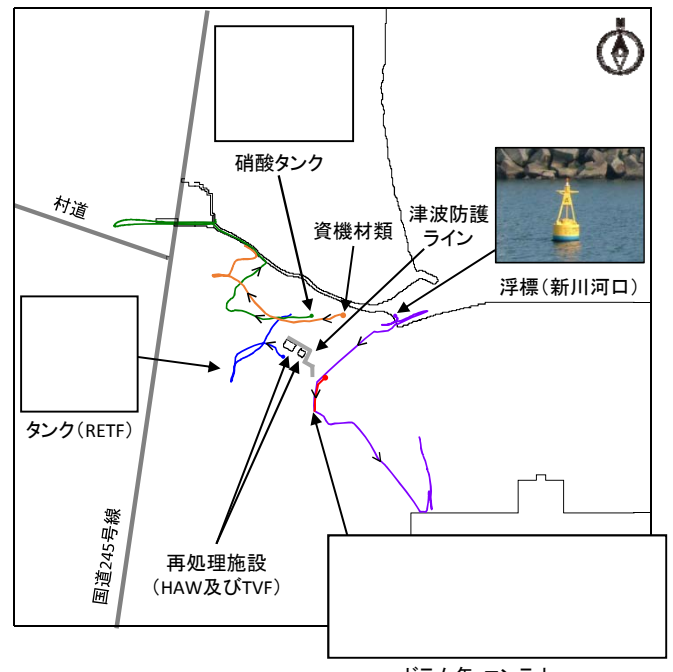
港湾なしモデルの場合

核サ研東側、原科研の漂流物の軌跡



ドラム缶・コンテナ

港湾ありモデルの場合

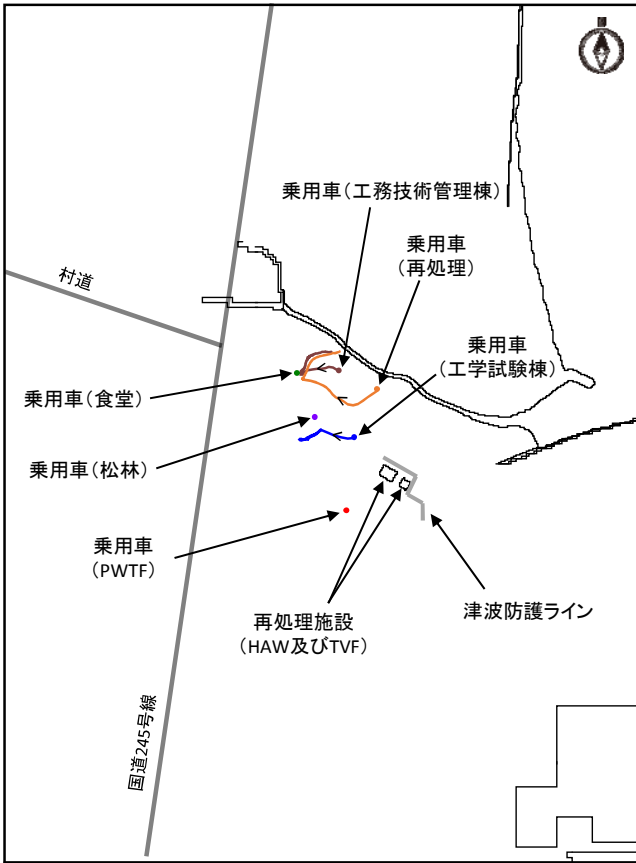


ドラム缶・コンテナ

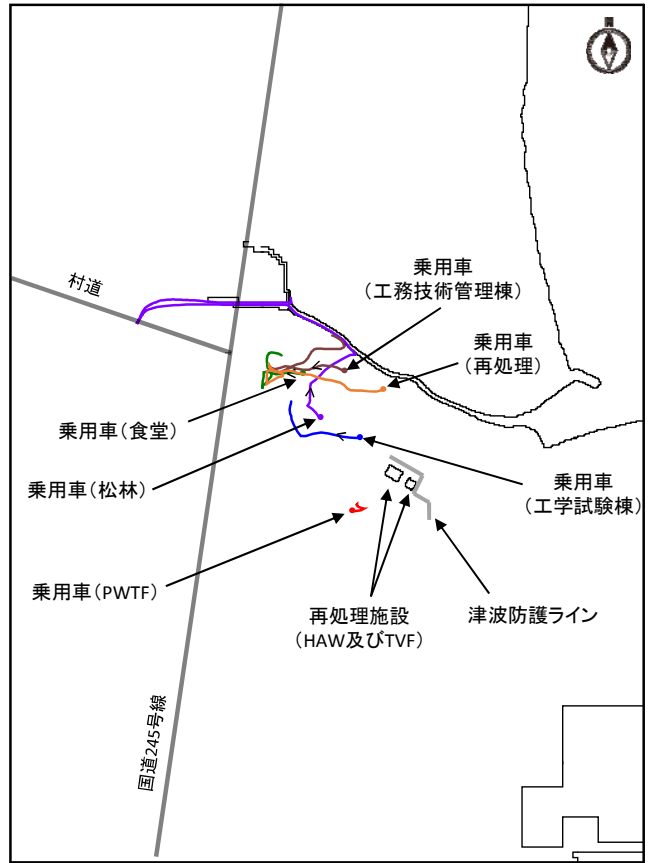
港湾なしモデルの場合

核サ研(再処理施設周辺)の漂流物の軌跡

図7 漂流物の軌跡解析結果(2/3)

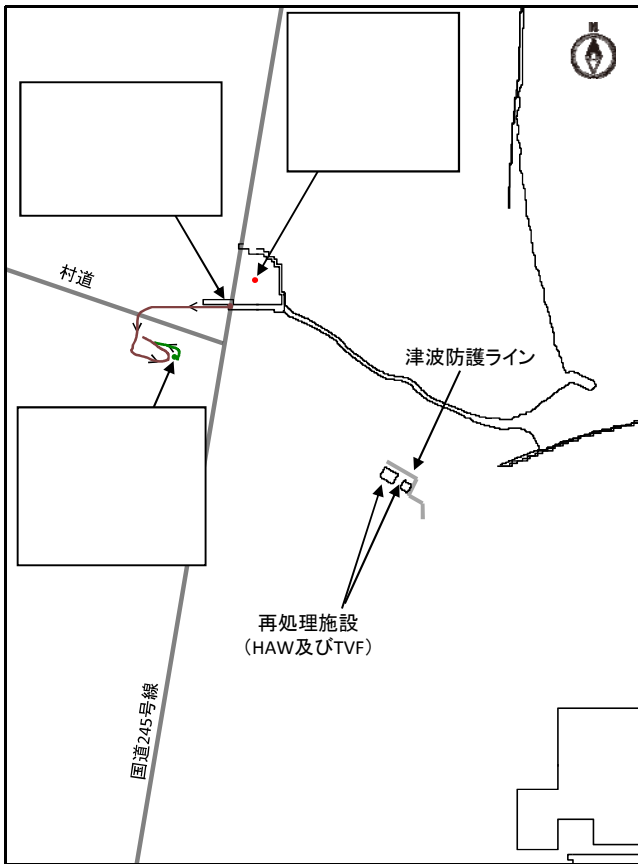


港湾ありモデルの場合

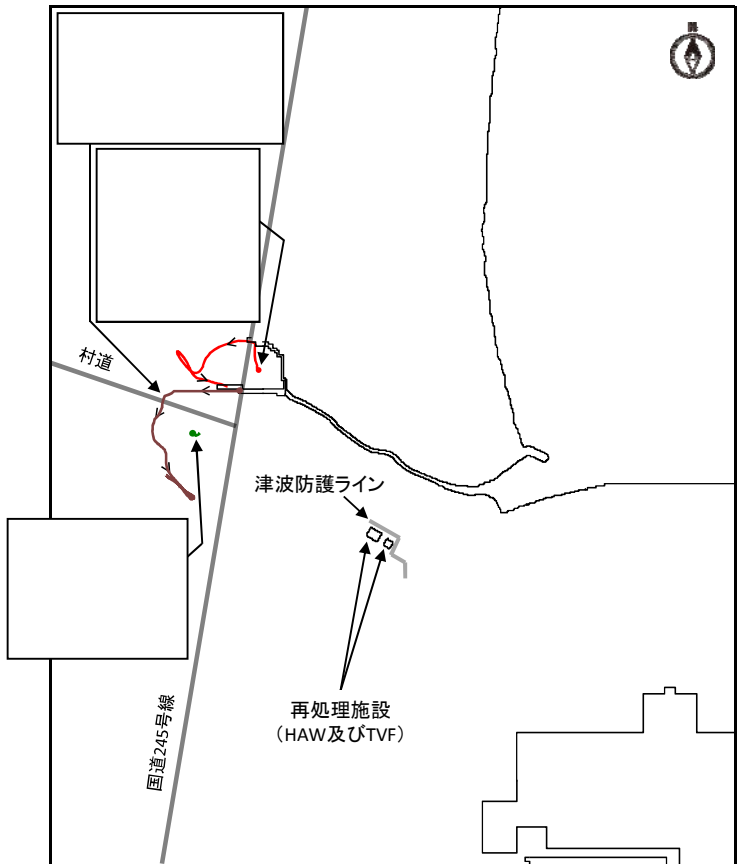


港湾なしモデルの場合

核サ研(再処理施設外)の漂流物の軌跡



港湾ありモデルの場合



港湾なしモデルの場合

核サ研西側の漂流物の軌跡

図7 漂流物の軌跡解析結果(3/3)

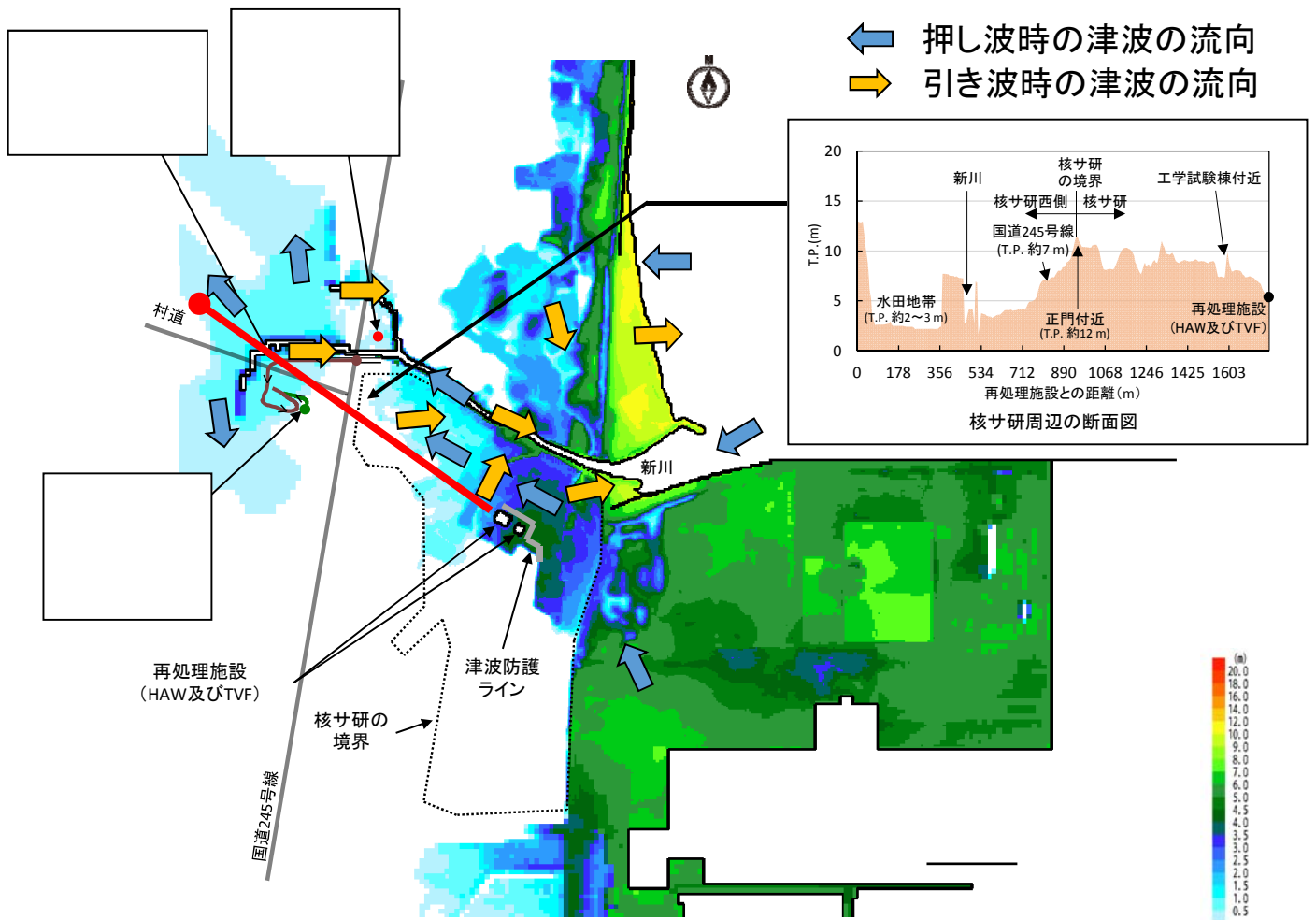
表1 軌跡解析を実施した各漂流物のHAW及びTVFへの到達可能性

漂流物		流況及び軌跡解析の結果を踏まえたHAW及びTVFへの到達の可能性※1	
代表漂流物	水素タンク	○	✓ 「水素タンク」、「防砂林」はHAW及びTVFに到達する。 ✓ 「小型船舶」は、軌跡解析の結果から、係留中及び海域を航行中であってもHAW及びTVFには到達しない。 ✓ 「中型バス」の軌跡解析の結果から、HAW及びTVFには到達しない。
	防砂林	○	
	小型船舶	×	
	中型バス	×	
核サ研東側	タンク (LNG)	×	✓ 核サ研東側には勢いのある押し波が遡上するとともに、数量が多い「乗用車」、「コンテナ」は移動することから、HAW及びTVFに到達する可能性が考えられる。 ✓ 核サ研東側の「タンク (LNG)」、「原科研の「ヘリウムガスタンク」、「乗用車 (J-PARC)」は軌跡解析の結果から、HAW及びTVFには到達しない。 ✓ 核サ研の「浮標 (新川河口)」、「資機材類」、「硝酸タンク」、「タンク (RETF)」は設置位置が固定されており、軌跡解析でも新川に流されるため、HAW及びTVFには到達しない。
	乗用車	△	
	コンテナ	△	
原科研	ヘリウムガスタンク	×	
	乗用車 (J-PARC)	×	
核サ研 (再処理施設内)	ドラム缶・コンテナ	×	
	浮標 (新川河口)	×	
	資機材類	×	
	硝酸タンク	×	
	タンク (RETF)	×	
核サ研 (再処理施設外)	乗用車 (再処理)	×	✓ 核サ研 (再処理施設外) の各駐車場の乗用車の軌跡解析の結果は、新川に向かう軌跡を示しており、HAW及びTVFには到達しない。
	乗用車 (工学試験棟)	×	
	乗用車 (PWTF)	×	
	乗用車 (松林)	×	
	乗用車 (食堂)	×	
	乗用車 (工務技術管理棟)	×	
核サ研西側	植生	×	✓ 核サ研西側で引き波の流況は見られず、漂流物の軌跡は西方向に流され、核サ研の方が標高も高い。このため、核サ研西側の漂流物は、HAW及びTVFには到達しない。
	LNGタンクローリ	×	
	木造建物 (がれき)	×	

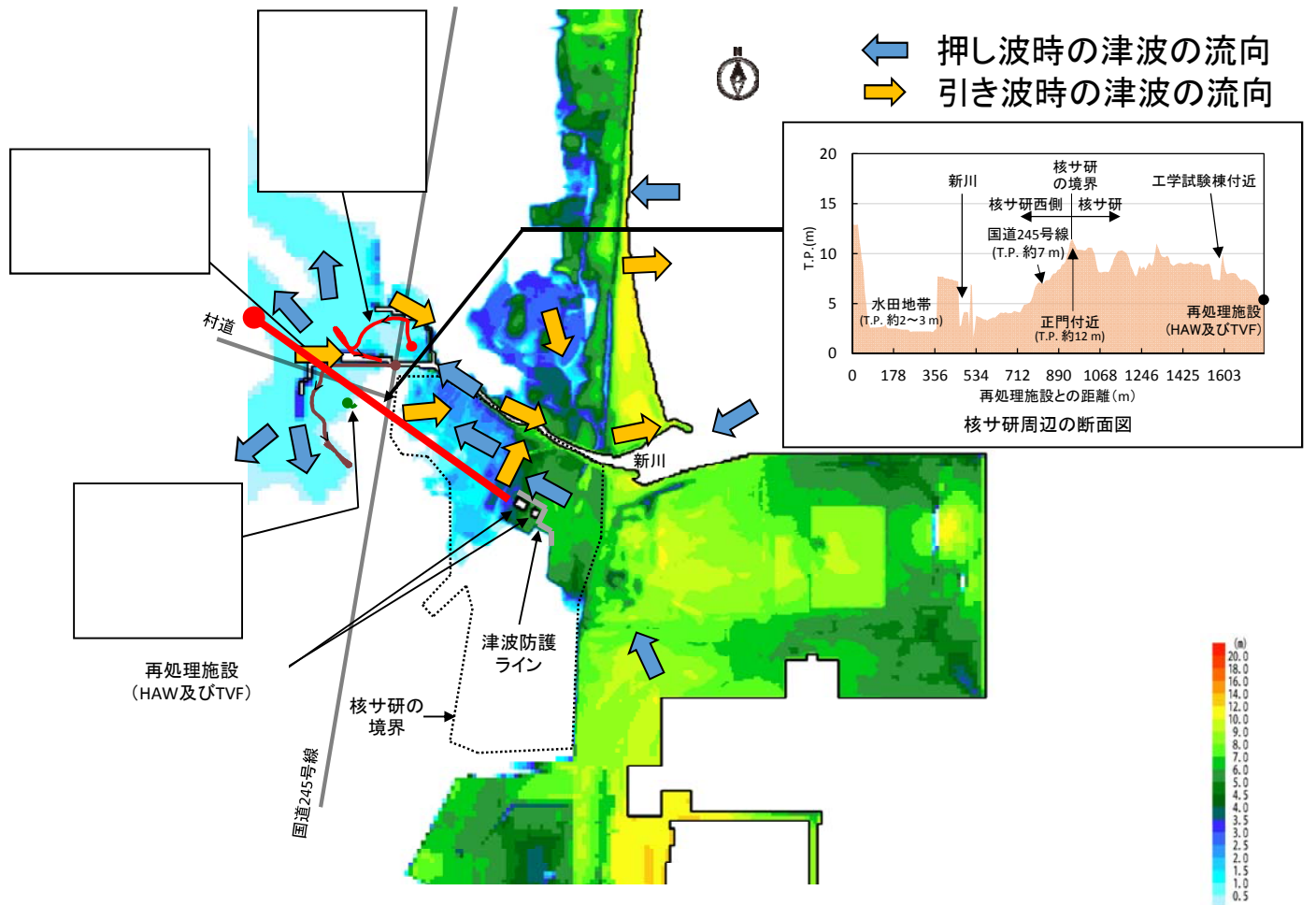
※1 ○ : HAW 及び TVF に到達する

△ : HAW 及び TVF に到達する可能性が考えられる

× : HAW 及び TVF には到達しない



港湾ありモデル (津波の流向は港湾なしの際のものを示す)



港湾なしモデル

図8 核サ研周辺の最大浸水深、津波の流向、核サ研西側の漂流物の軌跡

核サ研西側、原科研における漂流物調査について

1. はじめに

前回の漂流物調査（令和2年2月～3月に実施）でウォークダウンを実施していない核サ研西側、原科研について、あらためて追加のウォークダウンを実施して漂流物を判定したため、その結果を以下に示す。

2. 調査方法

核サ研西側及び原科研における漂流物調査は、前回の漂流物調査と同様に、ウォークダウンにて対象物を洗い出したのち、添付図 1-1 に示す判定フローと判定基準及び考え方に従ってスクリーニングを実施して漂流物となるか判定した。スクリーニングで判定した漂流物については、各分類（建物・設備、流木、船舶、車両）において代表漂流物の重量を超えるものがないか確認した。

3. 調査結果

(1) 核サ研西側

前回の漂流物調査と同様に、核サ研西側のウォークダウンで洗い出した対象物は、その代表例を建物・設備、流木、船舶、車両に分類して取りまとめ、概算重量の重い順に整理した。調査結果を添付表 1-1 に示す。また、添付表 1-1 に整理した対象物のスクリーニングの判定結果と写真を添付図 1-2 に、それらの配置を添付図 1-3 に示す。

漂流物として判定したものは、簡易建物、木造建物、自動販売機、タンク・槽、コンテナ、植生、大型車両、普通車両があった。各分類（建物・設備、流木、船舶、車両）の中で、最も重いものは、建物・設備ではコンテナ：約 3.8 t、流木では植生：約 7.8 t（直径約 30～80 cm、高さ約 10～20 m の最大値から算出）、車両では LNG タンクローリ：約 15.1 t であった。なお、陸域である核サ研西側において、船舶は確認されなかった。

(2) 原科研

原科研で洗い出した対象物を各分類に取りまとめ、概算重量の重い順に整理した結果を添付表 1-2、添付表 1-2 に整理した対象物のスクリーニングの判定結果と写真を添付図 1-4、それらの配置を添付図 1-5 に示す。

漂流物として判定したものは、簡易建物、タンク・槽、自動販売機、ボンベ類、植生、普通車両があった。各分類（建物・設備、流木、船舶、車両）の中で、最も重いものは、建物・設備ではヘリウムガスタンク：約 29.8 t、流木では植生：約 0.11 t（直径約 10～15 cm、高さ約 7～8 m の最大値から算出）、車両では乗用車：約 1.8 t であった。なお、核サ研西側と同様に船舶は確認されなかった。

上記(1)、(2)のスクリーニングにおいて、気密性を有する設備等の浮遊の判定の評価結果は添付表 1-3 に示す。

4. 代表漂流物の重量を超える漂流物

前回の漂流物調査で選定した各分類（建物・設備、流木、船舶、車両）の代表漂流物は、建物・設備では水素タンク：約 30 t、流木では防砂林：約 0.55 t、船舶では小型船舶：約 57.0 t、車両では中型バス：約 9.7 t であった。核サ研西側及び原科研で判定された漂流物のうち、代表漂流物の重量を超えるものは核サ研の西側で確認した以下の漂流物であった。

【流木】 植生：約 7.8 t

【車両】 LNG タンクローリ：約 15.1 t

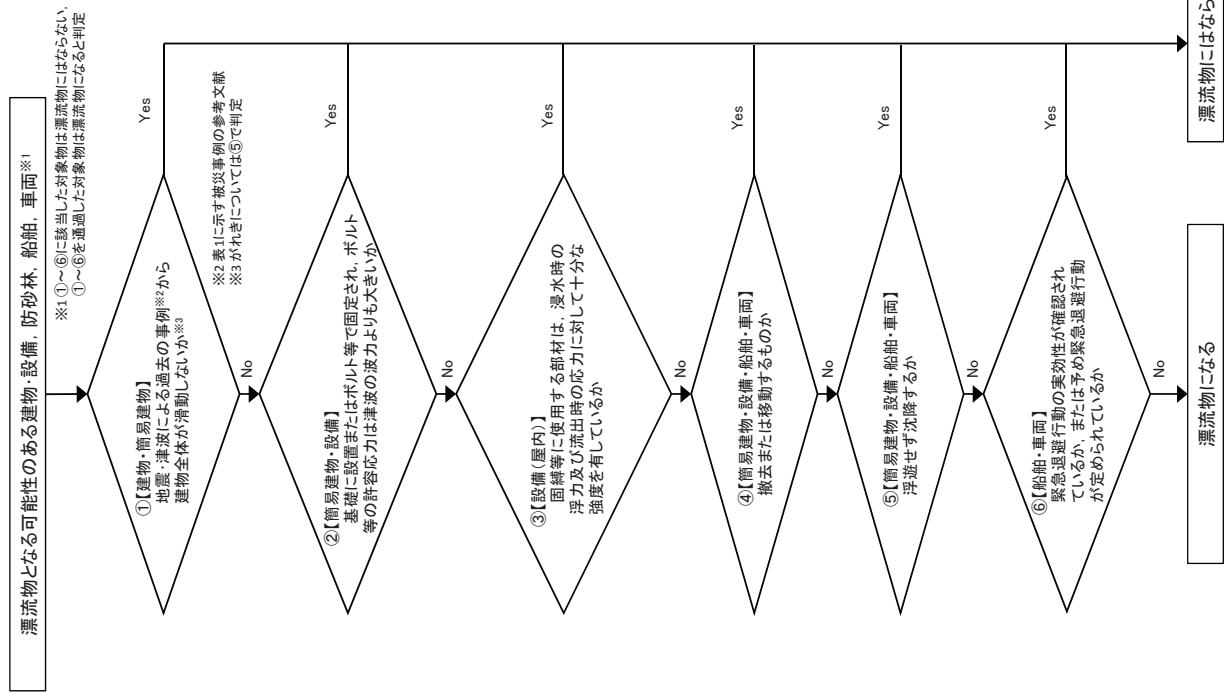
なお、前回の漂流物調査では、核サ研西側の漂流物は TK2 の調査結果を参考としたものの、TK2 の調査結果は核サ研西側と茨城港常陸那珂港区でまとめられており、核サ研西側だけの漂流物を特定することは出来なかった。また、TK2 の調査結果は約 3 年前のものであり、現在では漂流物が変更している可能性もある。そこで、核サ研西側と原科研については、今回の漂流物調査の結果を使用して代表漂流物の検証を行うこととした。

以上

スクリーニングの判定基準と考え方

判定番号	スクリーニング項目	判定基準と考え方
①	【建物・簡易建物】 地震・津波による過去の事例から建物全体が滑動しないか	東日本震災においては、鉄筋コンクリート造、鉄骨造の建物は、地震、津波により壁面や窓等の損傷が確認されているもの、本来の形状を維持したまま滑動し漂流を続けたまま漂流物にはならない(添付9参照)。地震、津波による建物の損傷で発生したコンクリート、鉄骨等の構成部材はがれきりとなる。がれきの判定は、判定番号⑤のスクリーニングに従い、漂流物になるか判定する。
②	【簡易建物・設備】 基礎に設置またはボルト等で固定され、ボルト等の許容応力は津波の波力よりも大きいのか	津波波力(高放射線廃液貯蔵場(HAW)における津波高さ T.P.12.1mを想定した波力)により、設備等の固定ボルト等が発生する応力を求め、固定ボルト等の許容応力と比較する。固定ボルトの許容応力が津波波力に よる応力よりも大きい場合には、固定ボルト等が損傷しないことから、固定ボルト等に錆の発生等がなく健全であることを確認した上で、漂流物にはならないものと判定する(添付7参照)。
③	【設備(屋内)】 固縛等に使用する部材は、浸水時の浮力及び流出時の応力に対して十分な強度を有しているか	固縛部材の強度を求め、浸水時の浮力及び津波の流出時の応力と比較する。固縛部材の強度が、浸水時の浮力及び津波の流出時の応力に対して大きい場合は屋外へ流出しないことから、漂流物にはならないものと判定する。
④	【簡易建物・設備・船舶・車両】 撤去または移動するものか	津波の遡上エリアから撤去または移動する場合は、漂流物にはならないものと判定する。
⑤	【簡易建物・設備・船舶・車両】 浮遊せず沈降するか	・気密性を有しているもの(気密性を有しているか疑わしいものは保守的に気密性を有しているものとする)は、算出した浮力を重量と比較する。重量が浮力より大きい場合は、沈降することから漂流物にはならないものと判定する(添付8,9参照)。 ・気密性がないもの(空気が溜まりがないもの、開口部等があるもの)は、材質の比重と海水の比重を比較する。材質の比重が海水の比重より大きい場合は、沈降することから漂流物にはならないものと判定する。
⑥	【船舶・車両】 緊急退避行動の実効性が確認されているか、または予め緊急退避行動が定められているか	船舶等で津波警報発令時に緊急退避または係留避泊が定められている等、津波の影響を受けない場合は、漂流物にはならないものと判定する(添付9参照)。

【図2に記載した鉄筋コンクリート造建物、鉄骨造建物の被災事例に関する参考文献(添付9参照)】
 ・国土交通省 国土技術政策総合研究所 “2011年東日本大震災に対する国土技術政策総合研究所の取り組み—緊急対応及び復旧・復興への技術支援に関する活動記録—”, ISSN1346-7301 国総研報告第52号, 平成25年1月。
 ・田村修次: “東日本大震災の津波による建物の被害”, 京都大学防災研究所年報, Vol.55, 181 (2012)。
 ・浜口耕平, 原野崇, 二階堂竜司, 中国大介, 原宏, 諏訪義雄: “東日本大震災における津波漂流物の範囲と量の推定”, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), No.1, 72, 1-193 (2016)。
 ・加藤博人: “鉄筋コンクリート造建築物の津波被害と津波避難ビルに係る検討”, コンクリート工学, Vol.50, 82 (2012)。



スクリーニングの方法(判定フロー)

添付表1-1 対象物(代表例)の調査結果(核サ研西側) (1/2)

分類	名称	総数	代表例	設置 状況※1	主要構造 /材質	形状	概算寸法※2 (m)	概算重量 (最大値)※3 (t)	スクリーニングの結果※4		備考
									スクリーニング の判定番号	漂流物に 成り得るか	

※1 固定あり：土地に定着した基礎を有する施設・設備(例：常設の基礎上に設置したプラント設備等)、固定なし：簡易に固定又は置いてあるだけのもの(例：地面や基礎に置いてあるだけの仮置き物品等)

※2 概算寸法は目視及び衛星写真にて確認したものを記載

※3 概算重量はカタログ、又は核サ研内にある類似設備との寸法比から算出した

※4 スクリーニングの判定番号は添付図1-2の番号と対応、○は漂流物になる、×は漂流物にならない

※5 東海村ホームページに記載された対象地区の世帯数を記載

添付表1-1 対象物(代表例)の調査結果(核サ研西側) (2/2)

分類	名称	総数	代表例	設置状況※1	主要構造/材質	形状	概算寸法※2 (m)	概算重量 (最大値)※3 (t)	スクリーニングの結果※4		備考※5
									スクリーニングの判定番号	漂流物に成り得るか	

※1 固定あり:土地に定着した基礎を有する施設・設備(例:常設の基礎上に設置したプラント設備等)、固定なし:簡易に固定又は置いてあるだけのもの(例:地面や基礎に置いてあるだけの仮置き物品等)

※2 概算寸法は目視及び衛星写真にて確認したものを記載

※3 概算重量はカタログ、又は核サ研内にある類似設備との寸法比から算出した

※4 スクリーニングの判定番号は添付図1-2の番号と対応、○は漂流物になる、×は漂流物にならない

※5 平成27年度国土交通省調査における国道245号線の1日当たりの交通量

※6 TK2と同様に建築空間の緑化手法を参考に重量を算出した

添付図 1-2 スクリーニングの判定結果 (核サ研西側) (1/4)

名称 (代表例)	設置 状況	スクリーニングの判定結果*						判定結果	代表例の状況
		①	②	③	④	⑤	⑥		

※：表中の①～⑥は添付表 1-1 のスクリーニング項目の番号に対応
判定結果中の○は漂流物に成り得る，×は漂流物に成り得ない

添付図 1-2 スクリーニングの判定結果 (核サ研西側) (2/4)

名称 (代表例)	設置 状況	スクリーニングの判定結果*						判定結果	代表例の状況
		①	②	③	④	⑤	⑥		

※：表中の①～⑥は添付表 1-1 のスクリーニング項目の番号に対応
判定結果中の○は漂流物に成り得る，×は漂流物に成り得ない

添付図 1-2 スクリーニングの判定結果 (核サ研西側) (3/4)

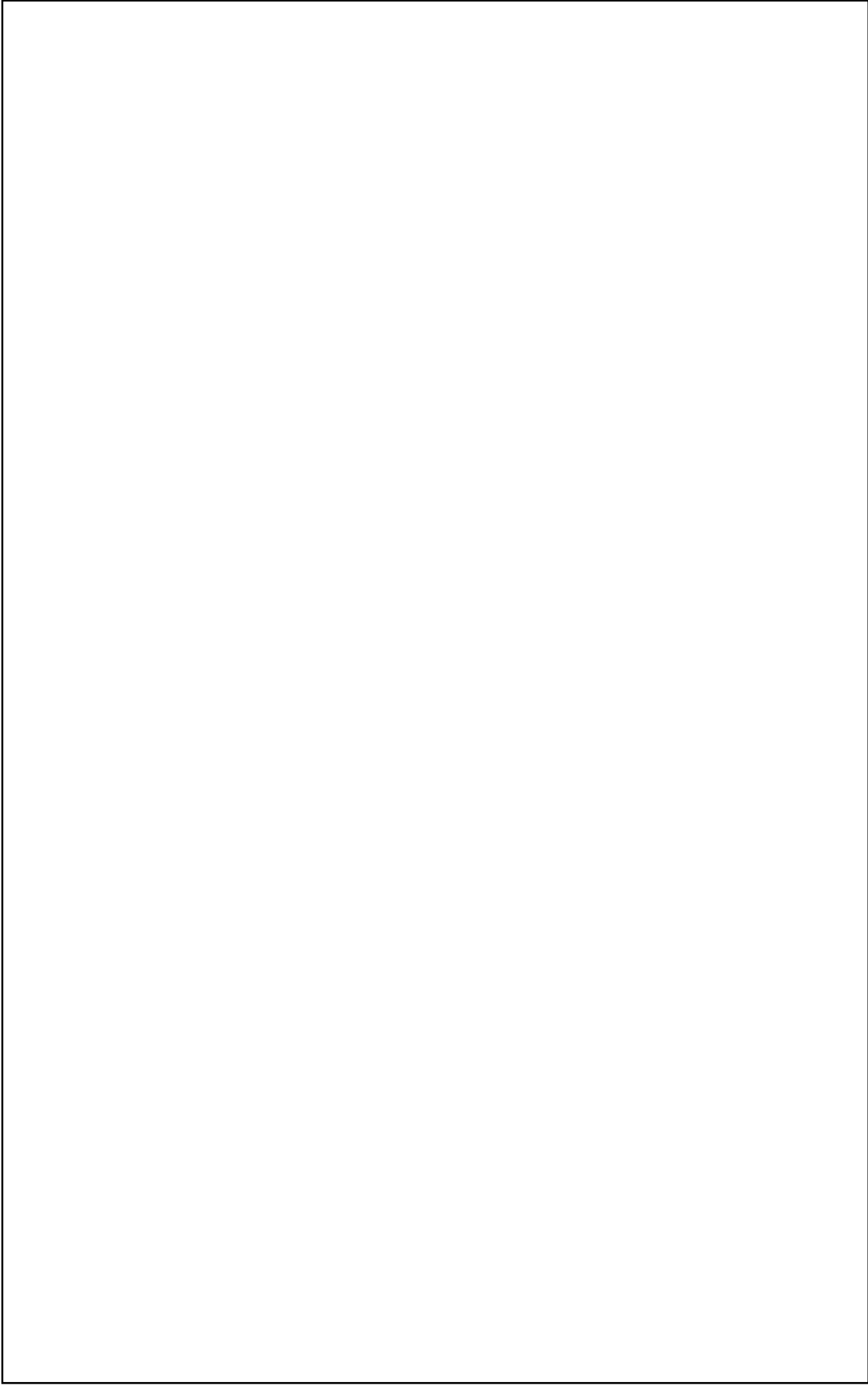
名称 (代表例)	設置 状況	スクリーニングの判定結果※						判定結果	代表例の状況
		①	②	③	④	⑤	⑥		

※：表中の①～⑥は添付表 1-1 のスクリーニング項目の番号に対応
判定結果中の○は漂流物に成り得る，×は漂流物に成り得ない

添付図 1-2 スクリーニングの判定結果（核サ研西側）（4/4）

名称 (代表例)	設置 状況	スクリーニングの判定結果*						判定結果	代表例の状況
		①	②	③	④	⑤	⑥		

※：表中の①～⑥は添付表 1-1 のスクリーニング項目の番号に対応
判定結果中の○は漂流物に成り得る，×は漂流物に成り得ない



核サ研正門 再処理施設(HAW及びTVF)



調査範囲

※図中の番号は添付表1-1-1の核サ研西側の代表例の番号と対応

添付図1-3 対象物(代表例)の配置(核サ研西側)

添付表1-2 対象物(代表例)の調査結果(原科研) (1/2)

分類	名称	総数	代表例	設置状況※1	主要構造/材質	形状	概算寸法※2 (m)	概算重量 (概大値)※3 (t)	スクリーニングの結果※4		備考
									スクリーニングの判定番号	漂流物に成り得るか	
建物	鉄筋コンクリート造建物	60	1. 建物	固定あり					①, ⑤	×	地震又は津波により部分的に損壊するおそれがあるが、建物の形状を維持したまま漂流することはないと考えられる
			2. 建物	固定あり					①, ⑤	×	地震又は津波による建物の部分的な損壊で発生したコンクリート片等がれきとなるが、気密性はなく、比重が大きく沈降することから漂流物にはならない
	鉄骨造建物	9	3. 建物	固定あり					①, ⑤	×	地震又は津波により部分的に損壊するおそれがあるが、建物の形状を維持したまま漂流することはないと考えられる
			4. 建物	固定あり					①, ⑤	×	地震又は津波による建物の部分的な損壊で発生した鉄骨片等がれきとなるが、気密性はなく、比重が大きく沈降することから漂流物にはならない
			5. 機器保管テナント倉庫	固定あり					⑤	×	津波によりテナントが流され鉄骨片等がれきとなるが、気密性はなく、比重が大きく沈降することから漂流物にはならない
設備	簡易建物	39	プレハブ	固定なし					①, ⑤	×	地震又は津波により部分的に損壊するおそれがあるが、建物の形状を維持したまま漂流することはないと考えられる
									①, ⑤	×	地震又は津波による建物の部分的な損壊で発生した鉄骨片等がれきとなるが、気密性はなく、比重が大きく沈降することから漂流物にはならない
	コンクリート類	1式			固定なし				①, ②, ④, ⑤	○	対象物は気密性を有しており、浮遊することから漂流物とする
									⑤	×	対象物は気密性がなく、比重が大きく沈降することから漂流物にはならない
	鉄製品・鋼材類	35			固定なし				⑤	×	対象物は気密性がなく、比重が大きく沈降することから漂流物にはならない
									②, ④, ⑤	○	対象物は比重が小さく浮遊することから漂流物とする
	プラスチック・樹脂製品	30		パレット	固定なし				⑤	×	対象物は気密性がなく、比重が大きく沈降することから漂流物にはならない
									②, ④, ⑤	○	対象物は気密性を有しており、浮遊することから漂流物とする
	ポンプ・配管類	3		配管	固定あり				⑤	×	対象物は気密性がなく、比重が大きく沈降することから漂流物にはならない
									②, ④, ⑤	○	対象物は気密性を有しており、浮遊することから漂流物とする
	タンク・槽	自動販売機	8		固定なし				②, ④, ⑤	○	対象物は気密性を有しており、浮遊することから漂流物とする
									②, ④, ⑤	○	対象物は気密性を有しており、浮遊することから漂流物とする
タンク・槽		48		ヘリウムガスタンク	固定あり				②, ④, ⑤	○	対象物は気密性を有しており、浮遊することから漂流物とする
									⑤	×	対象物は気密性がなく、比重が大きく沈降することから漂流物にはならない
									②, ④, ⑤	○	対象物は気密性を有しており、浮遊することから漂流物とする
ポンベ類		171		ポンベ	固定なし				②, ④, ⑤	○	対象物は気密性を有しており、浮遊することから漂流物とする
									⑤	×	対象物は気密性がなく、比重が大きく沈降することから漂流物にはならない
コンテナ	3		荷台	固定なし				⑤	×	津波により固定ポルトは損傷するが、対象物は気密性がなく、比重が大きく沈降することから漂流物にはならない	
								⑤	×	津波により固定ポルトは損傷するが、対象物は気密性がなく、比重が大きく沈降することから漂流物にはならない	
電気盤	87		50GeV変電所 変電設備	固定あり				⑤	×	津波により固定ポルトは損傷するが、対象物は気密性がなく、比重が大きく沈降することから漂流物にはならない	

※1 固定あり：土地に定着した基礎を有する施設・設備(例：常設の基礎上に設置したプラント設備等)、固定なし：簡易に固定又は置いてあるだけの仮置き物品等)

※2 概算寸法は目視及び衛星写真にて確認したものを記載

※3 概算重量はカタログ、又は後サ研内にある類似設備との寸法比から算出した

※4 スクリーニングの判定番号は添付図1-4の番号と対応、○は漂流物になる、×は漂流物にならない

添付表1-2 対象物(代表例)の調査結果(原科研) (2/2)

分類	名称	総数	代表例	設置状況※1	主要構造/材質	形状	概算寸法※2 (m)	概算重量(最大値)※3 (t)	スクリーニングの結果※4		備考
									スクリーニングの判定番号	漂流物に成り得るか	
設備	機器	98	18. クレーン	固定なし					⑤	×	対象物は気密性がなく、比重が大きく沈降することから漂流物にはならない
			19. 冷却塔	固定あり					⑤	×	津波により固定ボルトは損傷するが、対象物は気密性がなく、比重が大きく沈降することから漂流物にはならない
			20. 室外機	固定なし					⑤	×	対象物は気密性がなく、比重が大きく沈降することから漂流物にはならない
流木	植生	1式	21. 植生	---				---	○	対象物は比重が小さく浮遊することから漂流物とする	
船舶											
車両	二輪車	6	22. 重機	固定なし					⑤	×	対象物は気密性を有しているが、重量が浮力よりも大きく沈降することから漂流物にはならない
									約770	○	対象物は気密性を有しており、浮遊することから漂流物とする
									46	×	対象物は気密性がなく、比重が大きく沈降することから漂流物にはならない

※1 固定あり：土地に定着した基礎を有する施設・設備(例：常設の基礎上に設置したプラント設備等)、固定なし：簡易に固定又は置いてあるだけのもの(例：地面や基礎に置いてあるだけの仮置き物品等)

※2 概算寸法は目視及び衛星写真にて確認したものを記載

※3 概算重量はカタログ、又は核サ研内にある類似設備との寸法比から算出した

※4 スクリーニングの判定番号は添付図1-40の番号と対応、○は漂流物になる、×は漂流物にならない

※5 TK2と同様に建築空間の緑化手法を参考に重量を算出した

添付図 1-4 スクリーニングの判定結果 (原科研) (1/4)

名称 (代表例)	設置 状況	スクリーニングの判定結果*						判定結果	代表例の状況
		①	②	③	④	⑤	⑥		
鉄筋コンクリート造建物 (1. 建物) (構造：鉄筋コンクリート造)	固定あり	× 地震又は津波により部分的に損壊するおそれがあるが、建物の形状を維持したまま漂流することはない	該当しない	該当しない	該当しない	× 部分的に損壊したコンクリート片等のがれきは、比重(2.3 t/m ³)が海水の比重(1.03 t/m ³)より大きく沈降することから漂流しない	該当しない	× 漂流物にはならない	
鉄筋コンクリート造建物 (2. 建物) (構造：鉄筋コンクリート造)	固定あり	× 地震又は津波により部分的に損壊するおそれがあるが、建物の形状を維持したまま漂流することはない	該当しない	該当しない	該当しない	× 部分的に損壊したコンクリート片等のがれきは、比重(2.3 t/m ³)が海水の比重(1.03 t/m ³)より大きく沈降することから漂流しない	該当しない	× 漂流物にはならない	
鉄骨造建物 (3. 建物) (構造：鉄骨造建物)	固定あり	× 地震又は津波により部分的に損壊するおそれがあるが、建物の形状を維持したまま漂流することはない	該当しない	該当しない	該当しない	× 部分的に損壊した鉄骨片等のがれきは、比重(7.8 t/m ³)が海水の比重(1.03 t/m ³)より大きく沈降することから漂流しない	該当しない	× 漂流物にはならない	
鉄骨造建物 (4. 建物) (構造：鉄骨造建物)	固定あり	× 地震又は津波により部分的に損壊するおそれがあるが、建物の形状を維持したまま漂流することはない	該当しない	該当しない	該当しない	× 部分的に損壊した鉄骨片等のがれきは、比重(7.8 t/m ³)が海水の比重(1.03 t/m ³)より大きく沈降することから漂流しない	該当しない	× 漂流物にはならない	
簡易建物 (5. 機器保管テナント倉庫) (構造：鉄骨造)	固定あり	○ 建物全体又は一部が滑動し漂流すると想定する。また、地震又は津波により部分的に損壊し、鉄骨片等のがれきが生じると想定する	○	○	○	○ 撤去又は移動する予定は不明なため撤去又は移動されないことと想定する	○	× 漂流物にはならない	
簡易建物 (6. プレハブ) (構造：鉄骨造)	固定なし	× 地震又は津波により部分的に損壊するおそれがあるが、建物の形状を維持したまま漂流することはない	○	○	○	○ 撤去又は移動する予定は不明なため撤去又は移動されないことと想定する	○	× 漂流物にはならない	

※：表中の①～⑥は添付表 1-2 のスクリーニング項目の番号に対応
判定結果中の○は漂流物に成り得る、×は漂流物に成り得ない

添付図 1-4 スクリーニングの判定結果 (原科研) (3/4)

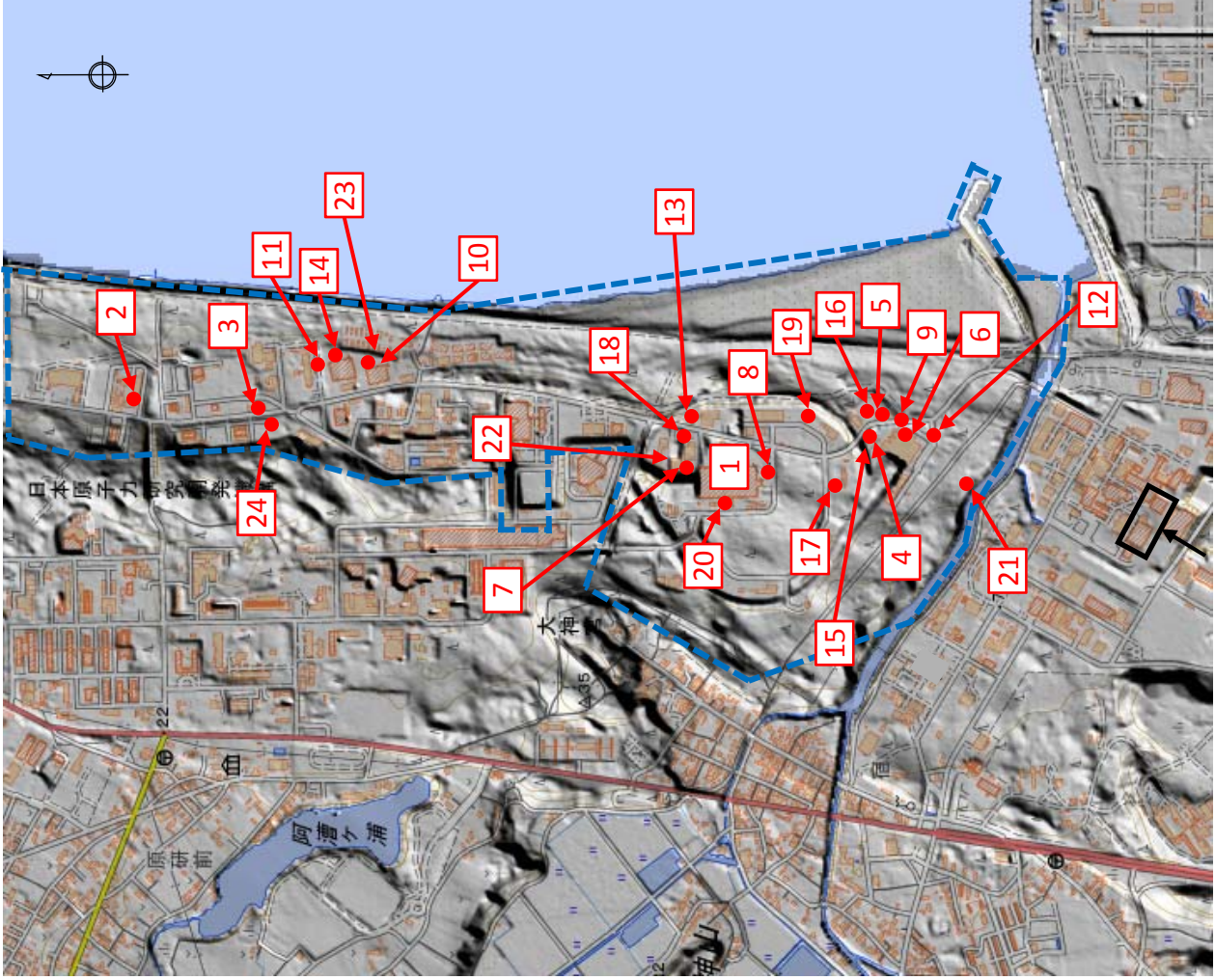
名称 (代表例)	設置 状況	スクリーニングの判定結果*						判定結果	代表例の状況
		①	②	③	④	⑤	⑥		
タンク・槽 (13. ヘルウムガスタンク) (材質：銅製)	固定あり	該当しない	○ 固定状況の詳細が不明のためボルト等が損傷すると想定する	該当しない	○ 撤去又は移動する予定は不明なため撤去又は移動されないことと想定する	○ 対象物は気密性があり、浮力()は重量()より大きいことから、浮遊し漂流する	該当しない	○ 漂流物とする	
タンク・槽 (14. 貯水槽) (材質：樹脂製 (FRP))	固定あり	該当しない	○ 固定状況の詳細が不明のためボルト等が損傷すると想定する	該当しない	○ 撤去又は移動する予定は不明なため撤去又は移動されないことと想定する	× 対象物は気密性がなく、比重(1.5 t/m ³)が海水の比重(1.03 t/m ³)より大きく沈降することから漂流しない	該当しない	× 漂流物にはならない	
ボンベ類 (15. ボンベ) (材質：銅製)	固定なし	該当しない	○ 固定されていないことから、漂流する	該当しない	○ 撤去又は移動する予定は不明なため撤去又は移動されないことと想定する	○ 対象物は気密性があり、浮力()は重量()より大きいことから、浮遊し漂流する	該当しない	○ 漂流物とする	
コンテナ (16. 荷台) (材質：銅製)	固定なし	該当しない	○ 固定されていないことから、漂流する	該当しない	○ 撤去又は移動する予定は不明なため撤去又は移動されないことと想定する	× 対象物は気密性がなく、比重(7.8 t/m ³)が海水の比重(1.03 t/m ³)より大きく沈降することから漂流しない	該当しない	× 漂流物にはならない	
電気盤 (17. 500eV 変電所変電設備) (材質：銅製)	固定あり	該当しない	○ 固定状況の詳細が不明のためボルト等が損傷すると想定する	該当しない	○ 撤去又は移動する予定は不明なため撤去又は移動されないことと想定する	× 対象物は気密性がなく、比重(7.8 t/m ³)が海水の比重(1.03 t/m ³)より大きく沈降することから漂流しない	該当しない	× 漂流物にはならない	
機器 (18. クレーン) (材質：銅製)	固定なし	該当しない	○ 固定されていないことから、漂流する	該当しない	○ 撤去又は移動する予定は不明なため撤去又は移動されないことと想定する	× 対象物は気密性がなく、比重(7.8 t/m ³)が海水の比重(1.03 t/m ³)より大きく沈降することから漂流しない	該当しない	× 漂流物にはならない	

※：表中の①～⑥は添付表 1-2 のスクリーニング項目の番号に対応
判定結果中の○は漂流物に成り得る、×は漂流物に成り得ない

添付図 1-4 スクリーニングの判定結果 (原科研) (4/4)

名称 (代表例)	設置 状況	スクリーニングの判定結果*						判定結果	代表例の状況	
		①	②	③	④	⑤	⑥			
機器 (19. 冷却塔) (材質：銅製)	固定あり	該当しない	○	該当しない	○	×	該当しない	×	漂流物には ならない	
機器 (20. 室外機) (材質：銅製)	固定なし	該当しない	○	該当しない	○	×	該当しない	×	漂流物には ならない	
植生 (21. 植生) (材質：木)	—	対象物は比重(0.8 t/m ³)が海水の比重(1.03 t/m ³)より小さく浮遊することから漂流する						○	漂流物 とする	
特殊 (22. 重機) (材質：銅製)	固定なし	該当しない	該当しない	該当しない	○	×	該当しない	×	漂流物には ならない	
普通 (23. 乗用車) (材質：銅製)	固定なし	該当しない	該当しない	該当しない	○	○	○	○	○	漂流物 とする
二輪車 (24. 自転車) (材質：銅製)	固定なし	該当しない	該当しない	該当しない	○	×	該当しない	×	漂流物には ならない	

※：表中の①～⑥は添付表 1-2 のスクリーニング項目の番号に対応
判定結果中の○は漂流物に成り得る，×は漂流物に成り得ない



再処理施設(HAW及びTVF)

出典：国土地理院地図
[\(https://maps.gsi.go.jp/\)](https://maps.gsi.go.jp/)



調査範囲

※図中の番号は添付表1-2の原科研の代表例の番号と対応

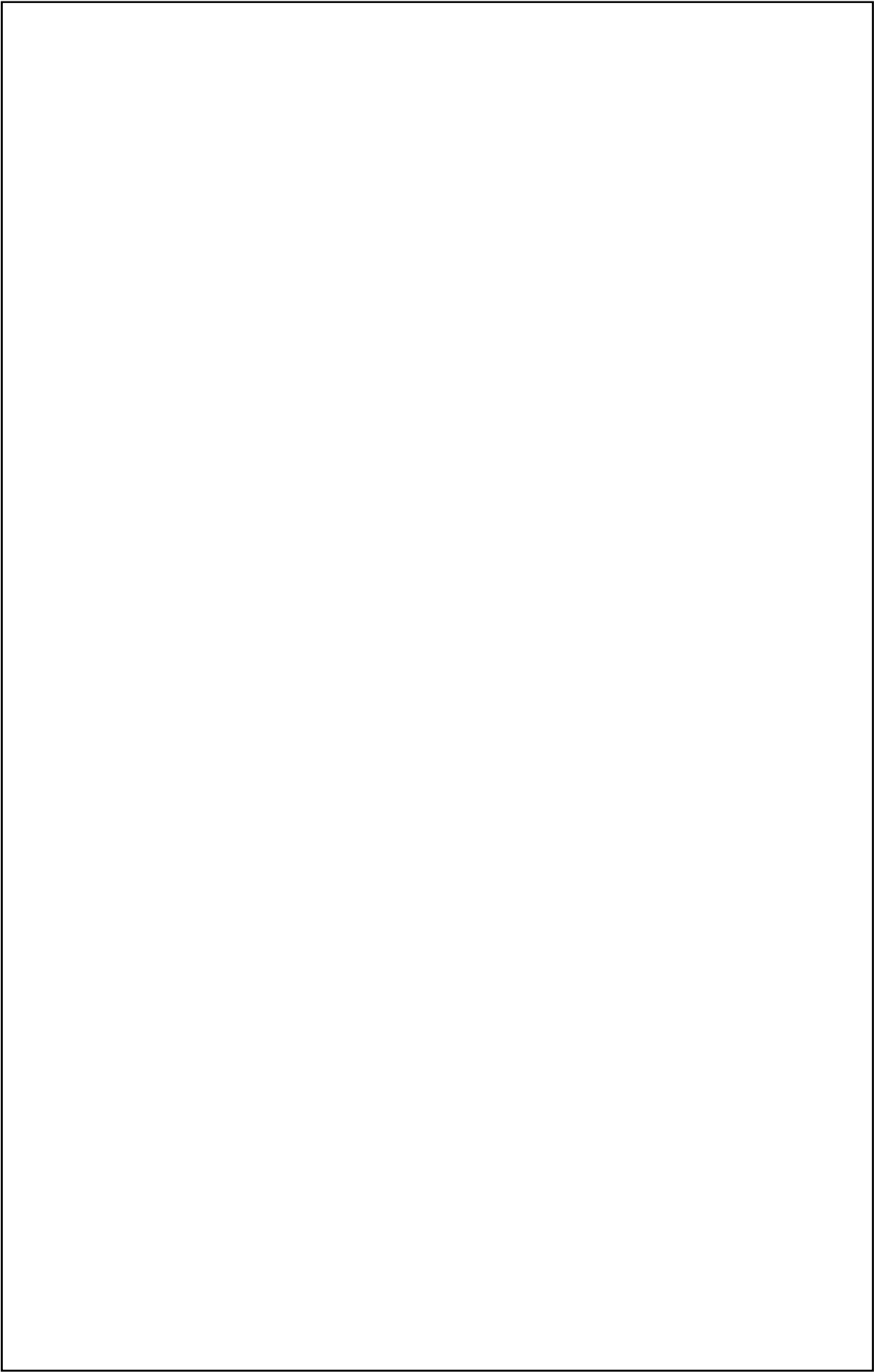
添付図1-5 対象物(代表例)の配置(原科研)

添付表1-3 核サ研西側と原科研における対象物の浮遊性の評価結果

代表例 ※1	材質	形状	寸法			質量(t) ※2	評価			備考	
			直径(m)	幅(m)	奥行(m)		高さ(m)	浮力(kN)	重量(kN)		浮遊性
6. 倉庫	鋼製	直方体								浮遊する	
11. 自動販売機	鋼製	直方体								浮遊する	
13. LPガスタンク	鋼製	円筒								浮遊する	
14. コンテナ	鋼製	直方体								浮遊する	
17. 重機	鋼製	直方体								浮遊しない	体積は運転席等の空間の寸法から算出(外寸は2.5 m × 7.4 m × 2.8 m)
18. LNGタンクローリ(運転席等)	鋼製	直方体								浮遊する	体積は運転席等の空間の寸法から算出(外寸は2.5 m × 17 m × 3.4 m)
LNGタンクローリ(タンク部)		円筒								浮遊する	体積は運転席等の空間の寸法から算出(外寸は2 m × 5 m × 2 m)
19. タンクローリ(運転席等)	鋼製	直方体								浮遊しない	体積は運転席等の空間の寸法から算出(外寸は1.7 m × 4.7 m × 2 m)
タンクローリ(タンク部)		円筒								浮遊する	体積は運転席等の空間の寸法から算出(外寸は2 m × 4.5 m × 2 m)
20. トラック	鋼製	直方体								浮遊する	
21. 乗用車	鋼製	直方体								浮遊する	
7. 倉庫	鋼製	直方体								浮遊する	
12. 自動販売機	鋼製	直方体								浮遊する	
13. ヘリウムガスタンク	鋼製	円筒								浮遊する	
15. ボンベ	鋼製	円筒								浮遊する	
22. 重機	鋼製	直方体								浮遊しない	体積は運転席等の空間の寸法から算出(外寸は5.6 m × 2 m × 2.6 m)
23. 乗用車	鋼製	直方体								浮遊する	体積は運転席等の空間の寸法から算出(外寸は2 m × 4.5 m × 2 m)

※1 代表例の番号は添付表1-1、1-2の代表例の番号と対応

※2 質量には添付表1-1、1-2の代表例の重量を記載



添付2

津波防護柵の設計へ反映する漂流物について

【概要】

- 代表漂流物の妥当性を検証するため、代表漂流物の軌跡解析を行った結果、HAW 及び TVF に到達する代表漂流物は水素タンクと防砂林であり、小型船舶と中型バスは到達しないことが、新たな知見として得られた。
- 水素タンクと防砂林は津波防護柵の設計へ反映するものの、小型船舶と中型バスは軌跡解析の結果より HAW 及び TVF に到達しないことから、到達する可能性のある漂流物を検討した上で津波防護柵の設計へ反映することが現実的かつ合理的な対応として望ましいと考えている。
- 津波防護柵の設計に反映する漂流物は、軌跡解析等の結果を踏まえ、下記の考え方を保守的に加え整理した上で、津波防護柵の設計に反映することとしたい。
 - 公用車、構内バス等のように、再処理施設内に移動することで HAW 及び TVF に近づく可能性がある漂流物は、HAW 及び TVF に到達するものとする。
 - HAW 及び TVF に向かう軌跡を示す場所に移動する可能性がある核サ研東側の乗用車、コンテナ等の漂流物は、HAW 及び TVF に到達するものとする。

令和2年9月17日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

津波防護柵の設計へ反映する漂流物について

1. はじめに

令和2年7月10日に認可された再処理施設の廃止措置計画における漂流物調査では、津波の流況、漂流物の軌跡解析、及び再処理施設周辺の障害物等によらず、判定した漂流物は保守的にHAW及びTVFに到達するものとして代表漂流物を選定した。

選定した代表漂流物の妥当性を検証するため、代表漂流物の軌跡解析を行った結果、HAW及びTVFに到達する代表漂流物は水素タンクと防砂林であり、小型船舶と中型バスは到達しないことが、新たな知見として得られた。

このため、水素タンクと防砂林は津波防護柵の設計へ反映するものの、小型船舶と中型バスは、軌跡解析ではHAW及びTVFに到達しないことから、到達する可能性のある漂流物を検討した上で津波防護柵の設計へ反映することが現実的かつ合理的な対応として望ましいと考えている。そこで、漂流物調査で判定した漂流物について、軌跡解析等の結果からHAW及びTVFへの到達の可能性を検討した上で、津波防護柵の設計に反映することとしたい。

2. 津波防護柵の設計へ反映する漂流物の考え方

軌跡解析の評価点は、漂流物調査で判定した漂流物中から選定しているものの、全ての漂流物を網羅しているわけではなく、数量の多い漂流物や移動する漂流物については主な設置場所を評価点に選定している。このため、津波防護柵の設計に反映する漂流物は、軌跡解析等の結果を踏まえ、以下の考え方を保守的に加えた上で整理する

- 公用車、構内バス等のように、再処理施設内に移動することでHAW及びTVFに近づく可能性がある漂流物は、HAW及びTVFに到達するものとする。
- HAW及びTVFに向かう軌跡を示す場所に移動する可能性がある核サ研東側の乗用車、コンテナ等の漂流物は、HAW及びTVFに到達するものとする。

なお、現在整理中ではあるものの、HAW及びTVFへ到達する可能性がある各分類の代表漂流物と重量の大きい漂流物を表1に示す。

3. 今後の予定

今後、漂流物の軌跡解析等の結果を踏まえ、上記の考え方にに基づき、HAW及びTVFに到達する可能性がある漂流物を整理し、到達する可能性がある漂流物の中から津波防護柵の設計に反映する。

以上

表 1 各分類の代表漂流物、重量の大きい漂流物と HAW 及び TVF への到達可能性（現在、整理中）

分類	場所	漂流物※1	重量 (t)	HAW 及び TVF への到達の可能性※2
建物、設備	核サ研	水素タンク	約 30	○
	核サ研	窒素タンク	約 28	○
	核サ研	硝酸タンク	約 22	×
流木	核サ研西側	植生	約 7.8	×
	核サ研	防砂林	約 0.55	○
	核サ研東側 (常陸那珂火力発電所)	防砂林	約 0.55	×
	核サ研東側 (茨城港常陸那珂港区)	防砂林	約 0.1	×
	核サ研東側 (茨城港常陸那珂港区)	小型船舶	約 57	×
船舶	TK2	船舶	約 15	×
	TK2 北側	漁船	約 5	×
	核サ研西側	LNG タンクローリ	約 15.1	×
車両	核サ研	中型バス (構内バス)	約 9.7	△
	核サ研東側 (茨城港常陸那珂港区)	トラック	約 5	△
	核サ研	乗用車 (公用車)	約 3	△

※1 代表漂流物は下線で示す

※2 ○：HAW 及び TVF に到達する

△：HAW 及び TVF に到達する可能性があると考えられる

×：HAW 及び TVF には到達しない

高放射性廃液貯蔵場（HAW）の竜巻防護対策（開口部の閉止措置）の 設計及び工事の計画に関する基本方針について

令和2年9月16日
再処理廃止措置技術開発センター

1. 概要

高放射性廃液貯蔵場（HAW）の建家内の閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能を担う施設のうち、一部の施設は窓等の開口部に近接しており、設計飛来物の衝突等による機能喪失を防止するため、再処理施設 廃止措置計画（令和2年8月7日申請）の添付資料 6-1-4-4-5 において開口部の閉止措置を実施することとした。以下において、当該閉止措置に係る設計及び工事の計画の基本方針を示す。

なお、高放射性廃液貯蔵場（HAW）開口部の閉止措置に係る廃止措置計画変更申請（設工認レベル）は令和2年10月、工事開始は、施設外壁付近に設置する必要があり工사용足場・作業場所（クレーン等工事車両の寄り付き含む）が干渉することから、高放射性廃液貯蔵場（HAW）周辺地盤改良工事後（令和4年2月終了予定）を予定している。

2. 設計方針

高放射性廃液貯蔵場（HAW）の開口部（窓、扉及びガラリ）に対し、防護板、防護扉及び防護フード（以下「防護板等」という。）を設置する。防護板等は、耐食性のあるステンレス鋼板等で構成し、設計飛来物の衝突時においても貫通せず、防護板等の変形に対しても開口部への干渉が生じないようにする。

なお、竜巻事象が廃止措置計画用設計地震動と重畳して生じる可能性は発生頻度の観点から無視できること、地震によって防護板等が落下や転倒等を生じたとしても、それに伴う波及的影響よって重要な安全機能あるいは事故対処に必要な機能に影響を与えることはないことから、防護板等は耐震Cクラス相当として設計する。

① 防護板（図-1）及び防護フード（図-2）

9 mm以上の厚さ（BRL式に基づく設計飛来物の貫通限界厚さ以上）のステンレス鋼板で構成し、建家外壁（閉じ込め境界となる既設窓の外側）にアンカーボルトで固定する。

② 防護扉（図-3）

表面扉板を防護板と同様に9 mm以上の厚さのステンレス鋼板で構成し、表面と裏面の扉板の間を溝形鋼で補強した構造とし、左右扉板の両開きとする。扉は、建家外壁にアンカーボルトで固定した扉枠に設置するヒンジで支持する構造とする

(既設扉を交換)。また、左右扉の合わせ部には H 鋼を設置し、設計竜巻による衝突荷重を支える構造とする。

3. 評価項目

① 設計飛来物衝突時の貫通評価

BRL 式を用いて、廃止措置計画用設計竜巻によって衝突する設計飛来物が防護板等を貫通しないことを確認する。

② 設計飛来物衝突時の変形量評価

3 次元 FEM 解析（鋼製材で製作する防護設備の竜巻飛来物衝突解析で許認可実績のある LS-DYNA を使用）により、設計飛来物の衝突時の防護板等の変形量を評価し、変形したとしても防護板は窓ガラスに、防護扉及び防護フードは、開口部近傍の防護対象施設（閉じ込め機能及び崩壊熱除去機能を担う施設）に接触しないことを確認する。

以上

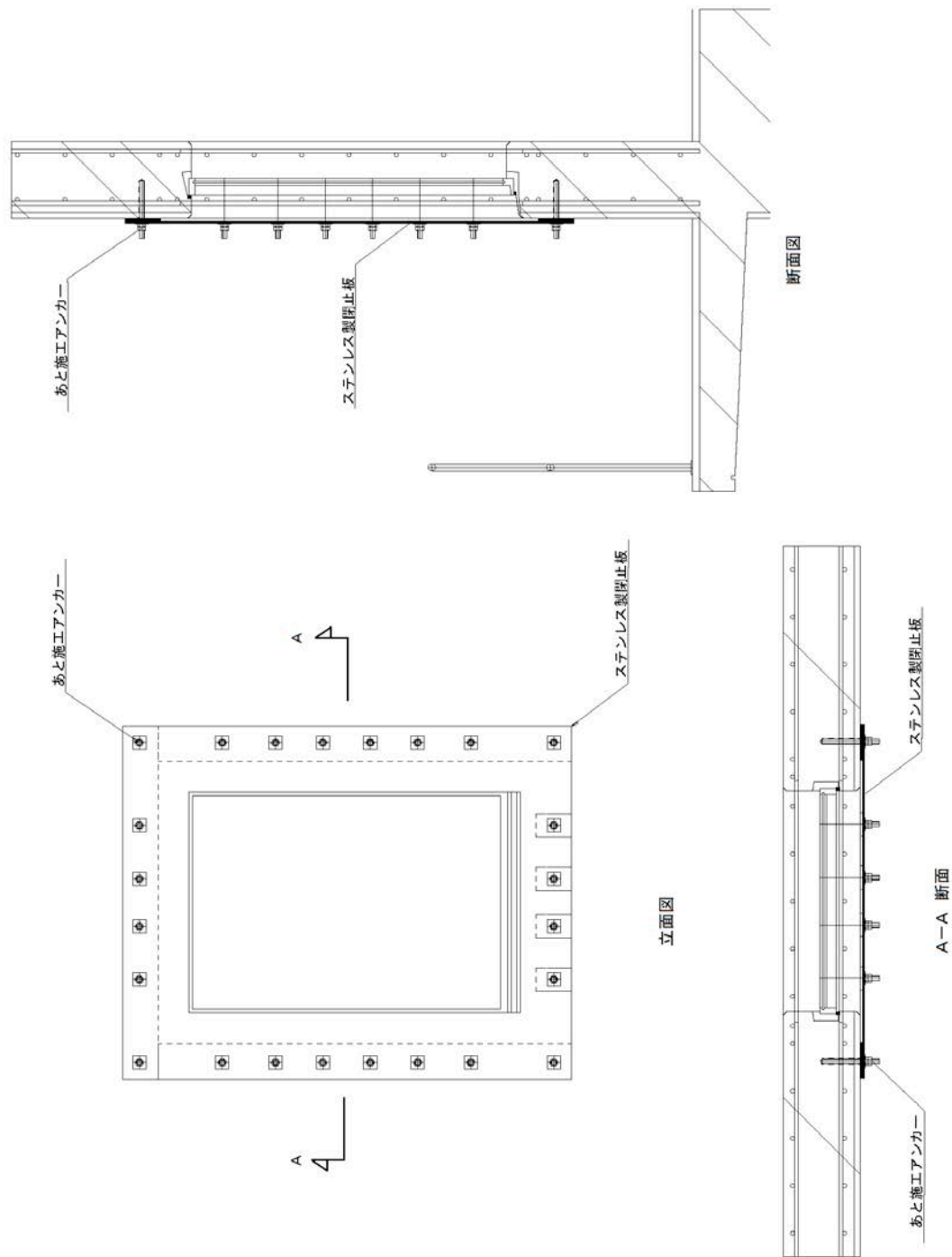


図-1 窓に設ける防護板の概要図（詳細検討中）

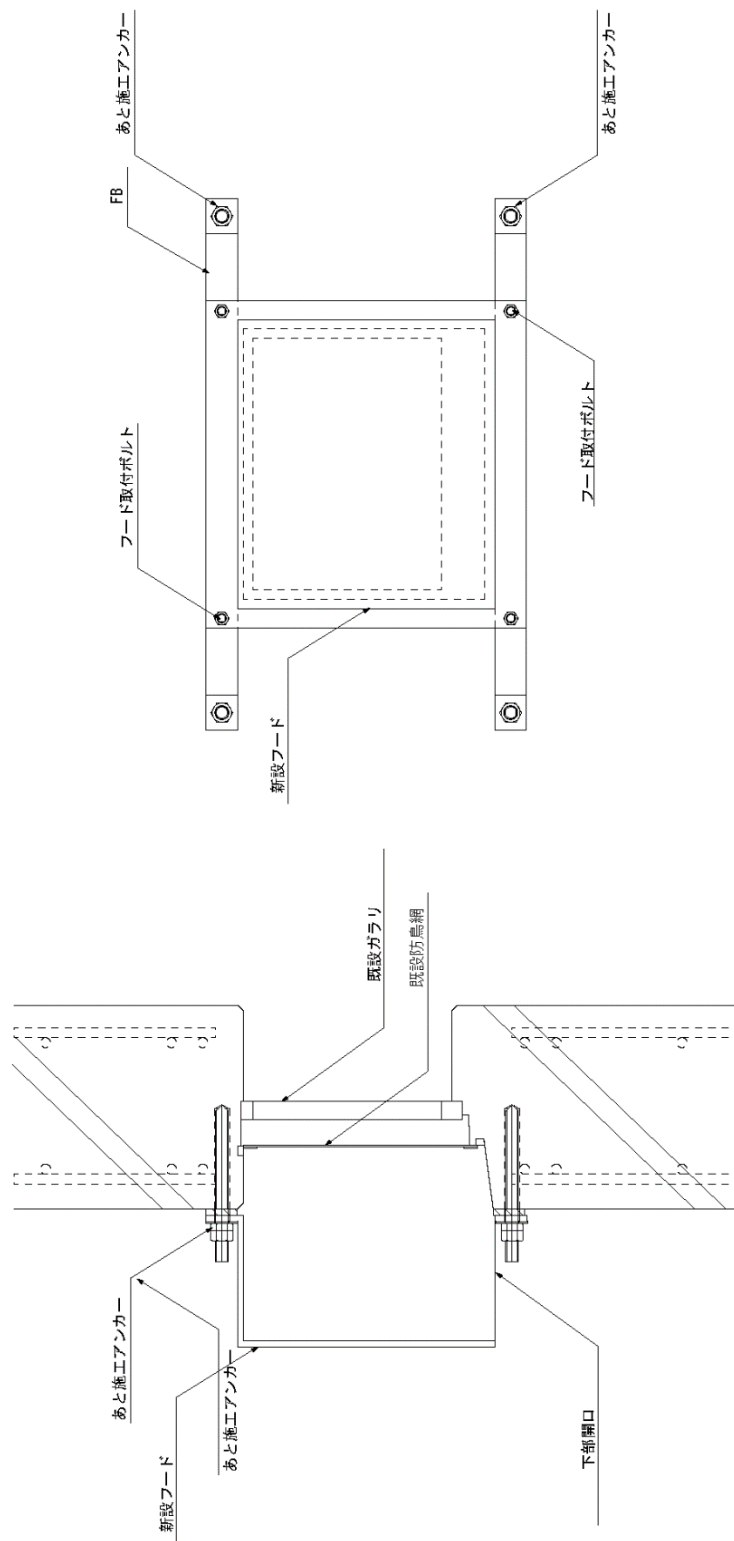


図-2 ガラリ（給排気口）に設ける防護フードの概要図（詳細検討中）

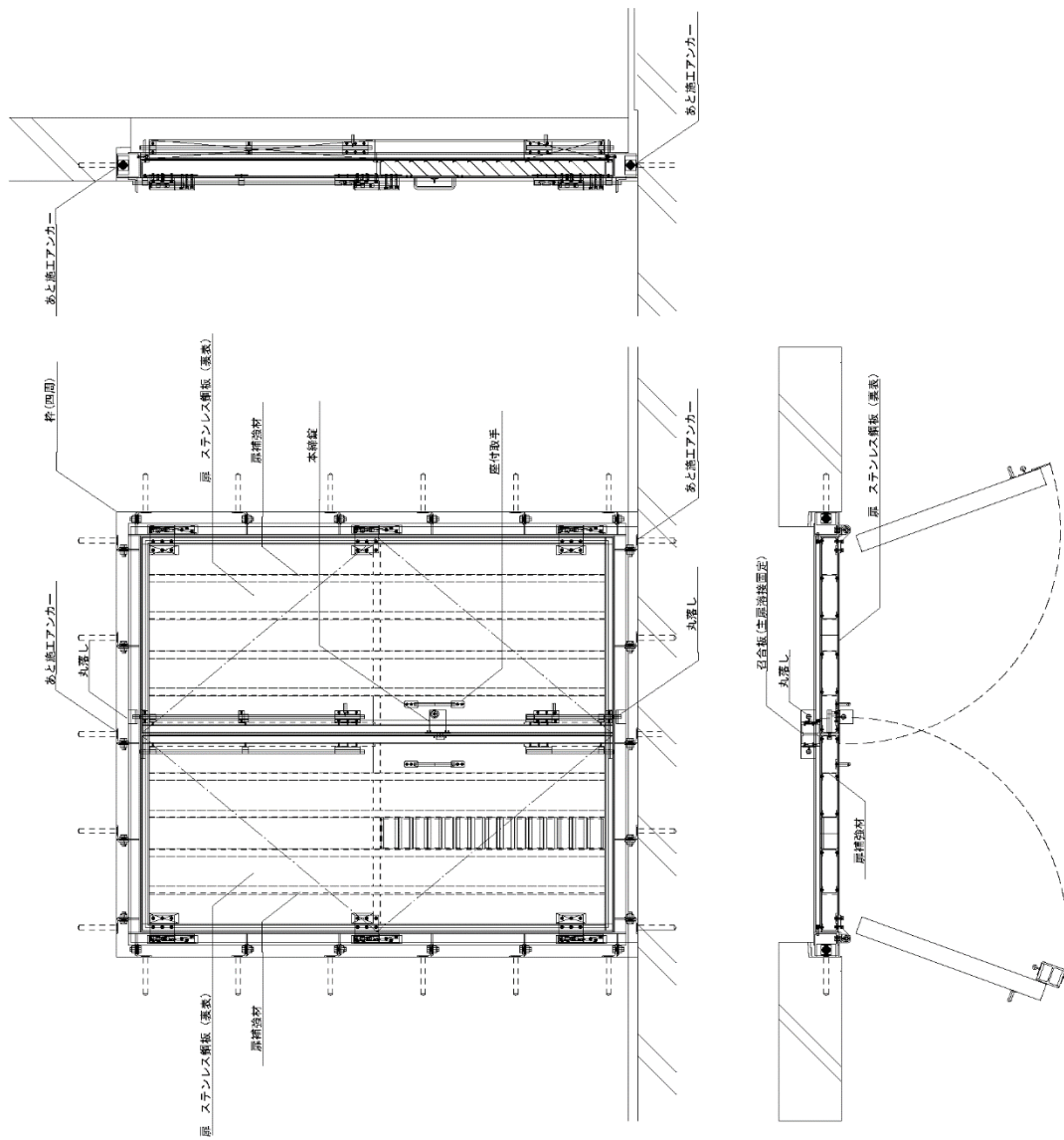


図-3 防護扉の概要図 (詳細検討中)

廃止措置計画変更認可申請書(LWTF)の一部補正について

低放射性廃棄物処理技術開発施設(LWTF)へのセメント固化設備及び硝酸根分解設備の設置については、平成31年3月20日に廃止措置計画の変更認可申請(事業指定レベル)を行った。その後、規制庁との面談(令和元年12月18日)及び監視チーム会合(令和元年12月25日)において、変更認可申請書に対する質問事項及び変更認可申請書へ記載を求めるコメント(別紙-1参照)を受けており、これらに対する回答内容について説明させて頂く。なお、これを踏まえた補正については10月末を予定している。

当該の変更申請は、低放射性濃縮廃液及びリン酸廃液の処理方法が、蒸発固化法からセメント固化法に変更となるものであり、“核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律”の“再処理施設の位置、構造及び設備並びに再処理の方法の変更”に該当するプロセス変更であることから、設工認レベルの申請に先立ち、事業変更に係る事項の範囲について、審査願いたい。

なお、令和3年度から製作に向けた設計を開始する計画であるため、設計の手戻りがないよう審査の中では、下記に重点を置いて説明させて頂く。

- ✓ プロセス変更の妥当性
セメント固化設備及び硝酸根分解設備に係るこれまでの試験結果等
- ✓ 耐震重要度分類の妥当性
既存設備を含め、耐震重要度分類の位置づけ

なお、上記の回答には含まれていない設計津波等への対応については、LWTFと同程度のリスクを有したHAW・TVF以外のMP等の施設について、現在、対策の内容を検討中であり、LWTFについても、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て、対策を図ることとする。

このため、補正に際しては、廃止措置計画変更認可申請書に、設計方針として「有意に放射性物質の流出をさせない」ことを示す。その後、HAW・TVF以外のMP等の施設と平仄をあわせた詳細なリスク評価を基に、有意に放射性物質の流出させない対策を示していく。

その詳細な評価の説明で、万一、申請書に反映すべきコメント等があれば、補正または変更申請で対応させて頂きたい。

以上

1. 件名：東海再処理施設安全監視チーム会合への対応に係る面談
2. 日時：令和元年12月18日(金)10時30分～12時40分
3. 場所：原子力規制庁9階会議室
4. 出席者

原子力規制庁

原子力規制部 審査グループ 研究炉等審査部門

細野企画調査官、田中安全審査官、有吉主任技術研究調査官、小舞管理官補佐、
堀内安全審査官、内海研開炉係長、佐々木技術参与
技術基盤グループ 核燃料廃棄物研究部門

野島技術参与

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 副センター長 他4名

5. 要旨

○原子力機構から、次回の東海再処理施設安全監視チーム会合の資料案に基づき説明があった。

○原子力規制庁より、以下の内容を伝えた。

(資料1)

- ・ 前回会合の指摘を踏まえて、原子力機構に対し、原子力機構としてどのように受け止めたのか。また、何を考えて早期のリスク低減のための取り組みを行うこととしたのか、本日提示された資料では理解が難しい。
- ・ 3号溶融炉の製作工程については、前回会合からの進展が見られない。
- ・ T V F再開に係る原子力機構の対応の方向性については概ね理解するものの、早期に再開できる余地があると考える。
- ・ なお、会合に向けては、資料の体裁を良くすることよりも、ガラス固化工程短縮に向けて注力すること。

(資料2)

- ・ 監視チーム会合の指摘を踏まえて、原子力機構として廃止措置計画の工程管理や廃止措置計画変更手続きについて、改善すべき点に取り組みられていることは理解するものの、具体性がないことから形骸化していくおそれがある。

○原子力機構から、平成31年3月20日付けで申請のあった低放射性廃棄物処理技術開発施設(LWTF)の改造に係る廃止措置計画の変更認可申請書を確認した結果を踏まえ、以下の事項について事実確認し、説明するよう求めた。

(1) 硝酸根分解設備の設置について

- ・ 硝酸根分解設備を設置する理由。技術的成立性。
- ・ 硝酸根分解設備の設置は他の一般化学産業の方法も検討した上でのものか。
- ・ 廃止措置上のメリット・デメリット(蒸発固化方式からセメント固化方式に変更

する理由。)

(2) セメント固化設備の設置について

- ・インドラムミキシング形式を採用するとあるが、過去のトラブル事例を踏まえた上での設計となっているのか。
- ・水とセメントの反応において、水が少ないと混練できず、水は多めに入れる必要があるが、この場合余った水がドラム缶内で浮いてきてしまう事象があるが、問題なく固化体の製作ができるのか。

(3) 安全設計方針について

・硝酸根分解設備

- ①圧縮空気の供給、炭酸ガスの吹き込みとあるが、実現可能なものか。
(ビーカー規模なら問題ないが、反応槽が大きくなると均一化に時間を要する。)
- ②火災等による損傷の防止について、ヒドラジンの過剰供給防止のためのインターロック設置については申請書への記載がないため、記載すること。
- ③水素が発生した場合でも滞留しないようにとあるが、水素濃度管理の基準は何か説明すること。
- ④排風機の位置付けについて説明すること。(安全機能を有する施設と思われる。)
排風機停止時の影響について説明すること。また、何故2系統設けているのか説明すること。
- ⑤性能維持施設としてのLWTFの位置付けを明確にすること。
(設備名称、検査内容、要求される機能、維持すべき期間)
LWTFについては、今後性能維持施設としての詳細を定めるとしているが、現時点でも維持すべき性能や維持すべき期間は明確にしておく必要があると考え
ため、性能維持施設としての記載を求める。
- ⑥材料及び構造について、「安全性を確保する上で重要なもの」とは何か、申請書にも記載がないため明確にすること。
- ⑦LWTFの耐震分類上の位置付けについて説明すること。(どのような設備がB、Cクラスなのかとその理由)(セメント固化設備と共通)
- ⑧アンモニア分解設備を設置することの必要性について説明すること。
- ⑨アンモニア分解槽では、副生成物のアンモニアが出るとあるが、PNCレポートでは硝酸アンモニウム生成についての記載がある。今回は積極的に硝酸アンモニウムを生成してしまうことになるのではないか。
また、本日の説明では試験規模から実規模への適用が可能であるとの説明であったが、試験規模から実規模への適用が可能であることを示す技術的資料を用いて、説明すること。
- ⑩ろ過時の吸着剤に何を使っているのか説明すること。有機系のPAN(ポリアクリルニトリル)だとすると、これ自体の廃棄に問題があると思われるため。(アクリルは焼却するとシアンが発生するため。) また、吸着剤が廃棄物となった際

の扱いについて説明すること。

・セメント固化設備

- ①セメントは反応時に発熱を伴うと思われるが、発熱の影響について説明すること。
- ②放射性濃度低と高で設備に相違はあるのか。(硝酸根分解設備と共通)
- ③既存のセルの閉じ込め機能に影響を与えない設計とあるが、影響を与える設計としないのは何故か説明すること。
- ④混練フードをアンバー区域に設ける理由について説明すること。

・廃止措置計画との整合性

- ①現在の廃液量と今後発生する廃液量を踏まえた上で、廃止措置計画とも整合の取れた設計となっているか説明すること。
- ②LWTFからAS2(第二アスファルト固化体貯蔵施設)への運搬方法について、申請書に記載がないため説明すること。また、AS2施設での貯蔵方法について説明すること。

○また、これらの内容については整理した上で、監視チーム会合において説明すること。

○原子力機構より、承知した旨返答があった。

6. 配付資料

資料1：ガラス固化技術開発施設(TVF)における固化処理状況について
－漏れ電流発生の今後の対応－

資料2：廃止措置の進捗状況

廃止措置計画の変更認可申請（低放射性廃棄物処理技術開発施設（LWTF）の改造）
における規制庁コメントに対する回答

1. セメント固化設備の設置目的

低放射性廃棄物処理技術開発施設（LWTF）においては、東海再処理施設で発生する低放射性濃縮廃液の安定化を行うことを目的とし、従前のアスファルト固化に替わる技術として、無機物の固型化材料を用いる固化技術を採用することにした。無機物を用いる固化技術としては、日本原燃株式会社で実績のある「薄膜蒸発処理＋ペレット化」及びドイツの原子力発電所で実績のある「蒸発固化法」について検討を進めていたが、蒸発固化法は、機器点数が少なく保守が容易であること、設備の設置スペースがコンパクトであること、更に、製作した固化体は容易に溶解でき将来施設での再加工が可能であることから、蒸発固化法¹⁻¹⁾（固化助剤：ホウ酸ナトリウム）を採用した。

その後、硝酸塩を直接固化できるセメント材の開発が進み、廃棄体技術として適用可能であるとの見通しが得られた。また、処分コストの観点からも優位であることから、固化方法を蒸発固化法からセメント固化法に変更することとし、セメント固化設備を設置する。

1-1) ホウ酸ナトリウムを固化助剤として使い、塩の析出を利用して固型化するプロセス。固化体は、加熱等により溶解が可能な特徴を有しており、廃棄体化の際、再加工が容易なことから、中間固化体を製作するためのプロセスとして当初の設計で採用。

2. 硝酸根分解設備の設置目的

LWTF へのセメント固化の導入にあたり、処分に向けての成立性の検討・調査の過程において、LWTF で製作するセメント固化体のうち、浅地中処分対象のものは、化学物質による環境汚染に配慮した対応が必要となる可能性²⁻¹⁾が明らかになった。

このため、固化処理前に廃液中の硝酸根（硝酸イオンと亜硝酸イオンの総称）を分解する設備（硝酸根分解設備）を導入し、廃棄体に含まれる硝酸性窒素²⁻²⁾の低減を図ることとした。

2-1) 「第二種廃棄物埋設の事業に関する安全審査の基本的考え方(平成 22 年 8 月 9 日付け原子力安全委員会決定)」では、「非放射性の有害物質そのものの環境影響については、本基本的考え方で評価を要求するものではないが、必要に応じ国あるいはその他関連する機関が定める規定に準じて別途考慮されなければならない。」とされており、研究施設等廃棄物の処分に当たっても化学物質による環境汚染に配慮した対応が求められることを考慮。

2-2) 硝酸性窒素が環境規制物質に該当(水質汚濁に係る環境基準について(環境庁告示 59 号))。

3. 硝酸根分解設備について

3.1 設備の構成（別図－1、別図－2 参照）

(1) 硝酸根分解設備の構成

硝酸根分解設備は、主に受入槽、分解槽、アンモニア分離槽、転換槽により構成される。受入槽、アンモニア分離槽、転換槽は転換処理室（アンバー区域）に、分解槽は分解処理室（アンバー区域）に設置する。これらの設置場所の区域区分については、硝酸根分解設備設置後における設置場所の線量率が、設置前の区域区分レベルの範囲内に収まることから区域区分に変更はない（別表－1 参照）。

ろ過・吸着設備（沈澱・ろ過、イオン交換）にて分離した比較的放射能濃度の低い硝酸塩廃液（ろ液）を受入槽に受け入れる。その後、硝酸塩廃液を分解槽に送り、触媒（Pd-Cu 活性炭担持触媒）と還元剤（ヒドラジン）を用いて廃液中の硝酸ナトリウムを主に水酸化ナトリウム及び窒素に分解する。この分解反応においては、触媒の劣化に伴い副生成物としてアンモニアが生成される。分解済みの廃液は、分解槽から分解液槽を経由してアンモニア分離槽へ送り、圧縮空気を吹き込んで気相中へアンモニアを追い出す。その後、廃液を転換槽へ送り、炭酸ガスを吹き込み、水酸化ナトリウムを炭酸ナトリウム（炭酸塩廃液）に転換する。炭酸塩廃液は、転換槽から既設の処理済液蒸発濃縮設備の蒸発缶へ送液する。

(2) 硝酸根分解用槽類換気設備の構成

硝酸根分解設備の設置に伴い、既存の槽類換気設備では排気能力が不足することから、新たに硝酸根分解設備用として槽類換気設備を増設する。

硝酸根分解用槽類換気設備は、アンモニア分解装置、HEPA・よう素フィルタ、排風機により構成される。アンモニア分解装置は、オフガス中に硝酸根分解設備から副生成物として発生するアンモニアを「悪臭防止法」に定められている規制値以下まで低減するために設置している。アンモニア分解装置、HEPA・よう素フィルタ、排風機はオフガス処理室（アンバー区域）に設置する。この設置場所の区域区分については、硝酸根分解用槽類換気設備設置後における設置場所の線量率が、設置前の区域区分レベルの範囲内に収まることから区域区分（アンバー区域）に変更はない。

硝酸根分解設備の各貯槽から発生する廃気は、オフガス加熱器で 300 °C まで加熱した後、アンモニア分解装置に送り、廃気中のアンモニアを白金触媒により窒素及び水に分解する。

アンモニア分解装置からの廃気はオフガス冷却器で 150 °C まで冷却した後、HEPA・よう素フィルタに送り、既設の槽類換気設備と同様に廃気中に含まれる放射性物質を除去した後、第一付属排気筒から放出する。

排風機は、常時系統の負圧を維持するために予備機を設け、故障時には予備機に自動切換えを行う。また、外部電源機能喪失時には、発電機からの給電により運転が継続できる設計とする。万一、硝酸根分解設備の運転中に排風機が停止し、かつ予備機への自動切換えができなかった場合には、硝酸根分解設備の運転を停止し、既設の槽類換気設備により負圧を維持する。

3.2 硝酸根分解設備における実機への適用性について

硝酸根分解設備の処理プロセスは、3.1 (1) に示すとおり、下記のプロセスで構成される。

- ・ 触媒/還元剤法により、廃液中の硝酸ナトリウムを水酸化ナトリウム及び窒素に分解（分解槽）
- ・ 圧縮空気の吹き込みにより、廃液中からアンモニアの押し出し（アンモニア分離槽）
- ・ 炭酸ガスの吹き込みにより、廃液中の水酸化ナトリウムを炭酸ナトリウムへ転換（転換槽）

以下にこれらの処理プロセスの実機への適用性を示す。

3.2.1 触媒/還元剤法の実機への適用性について

(1) 触媒/還元剤法の採用について

硝酸根分解設備の導入に当たっては、既存の LWTF 施設内に設置可能であり、技術的信頼性があることを条件に、一般産業界における硝酸根の分解処理方法について調査し、大型の装置が不要であること、既設の LWTF へ比較的容易に設備が追加可能であること、汚泥（二次廃棄物）が生じないため追加の処理設備が不要であることから、触媒/還元剤法を採用している（別表－2）。

また、硝酸根分解に用いる触媒についても、一般産業界で用いられる触媒について調査した上で、触媒の寿命の観点から活性炭担持金属コロイド触媒を選定している（別表－3）。

(2) 触媒/還元剤法の実機への適用に係る試験について（別紙－1 参照）

触媒/還元剤法について、下記のコールド試験（ビーカースケール試験及び工学規模試験）を実施し、実機へ適用可能であることを確認している。

	試験装置 (試験規模)	試験目的	試験内容	試験結果
ビーカースケール試験	ビーカー試験装置 (処理液量 0.2 ℓ)	実機の硝酸塩廃液に含まれる硝酸根が水酸化ナトリウムへ分解できることを確認する。	硝酸塩廃液を模擬した 4.7 mol/ℓ 硝酸ナトリウム溶液に対して、還元剤、触媒を用いて分解処理を行い、溶液中の化学種濃度の経時変化から、硝酸根（硝酸イオン）の分解率が実機の目標値である 90%以上であることを確認する。	硝酸根（硝酸イオン）の分解率は 96%
工学規模試験	ビーカースケール試験から 100 倍にスケールアップした工学規模の試験装置 (処理液量 20 ℓ)			硝酸根（硝酸イオン）の分解率は 100%

ビーカースケール試験及び工学規模試験の試験結果から、スケールアップした影響はなく、模擬廃液と還元剤・触媒の攪拌が十分になされており、硝酸根の分解率が実機での目標値である 90%以上となることを確認した。これにより、実機へスケールアップしても問題なく処理できると判断している。

3.2.2 アンモニア押し出し技術の実機への適用性について

アンモニア分離槽において、水酸化ナトリウム廃液 (pH14) を 80°C に加温した条件下で、圧空を供給し廃液中のアンモニアを気相中に追い出す。

アンモニアは、強アルカリ (pH14) 領域ではイオンではなく分子 (ガス) として存在することから、アンモニア分離槽より上流に位置する分解槽における硝酸根分解処理の過程 (強アルカリ) で気相中へ移行するが、アンモニア分離槽において圧空供給 (バブリング) することで廃液を攪拌し、更に除去効率を高めた追い出し操作を行う。

バブリングを用いて液中のアンモニアを気相中へ追い出す方法については、ビーカースケール試験 (模擬廃液 : 3.6M NaOH 溶液 0.2 L、NH₄⁺ : 4000ppm 以上、圧空供給 : 0.1 L/min) を実施し、十分な追い出し効果が得られることを確認している。

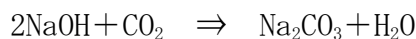
実機 (廃液 : 3.6M NaOH 溶液 1.3 m³、NH₄⁺ : 4000ppm、圧空供給 : 2 m³/h、処理量 : 約百ℓ/h) への適用については、一般産業界においてバブリングによる押し出し技術の使用実績 (処理量 : 数十 m³/h) があることから³⁻¹⁾、スケールアップの問題はない。

3-1) 神鋼エアテック株式会社, デオキシ N (ストリップング: 窒素ガスによる脱酸素装置),

3.2.3 炭酸ナトリウムへの転換技術の実機への適用性について

転換槽においては、炭酸ガスを吹込み、下記の中和反応により水酸化ナトリウム廃液を炭酸ナトリウム廃液 (炭酸塩廃液) に転換する。

[転換に係る反応式]



炭酸ガスを吹込み、水酸化ナトリウム廃液を炭酸ナトリウム廃液へ転換する方法については、ビーカースケール試験 (模擬廃液 : 3.6M NaOH 溶液 0.5 L、炭酸ガス供給 : 0.1~1.0 L/min) を実施し、十分な転換効果が得られることを確認している。

実機 (廃液 : 3.6M NaOH 溶液 1.35 m³、炭酸ガス供給 : 4 m³/h、処理量 : 約百ℓ/h) への適用については、一般産業界において液中に炭酸ガスを吹込み中和する技術の使用実績 (処理量 : 数十 m³/h) があることから³⁻²⁾、スケールアップの問題はない。

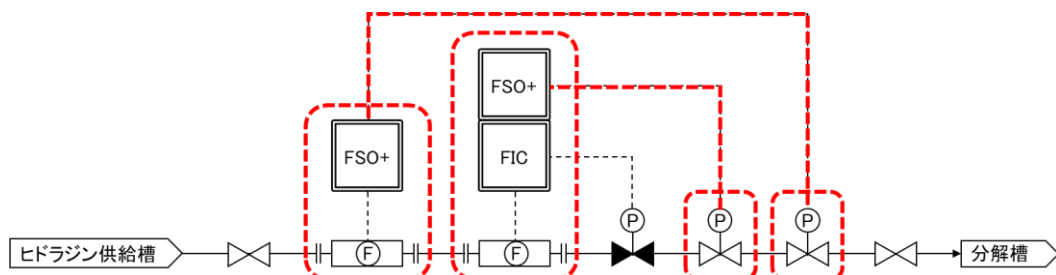
3-2) 昭和電工ガスプロダクツ株式会社, PH-SEVEN アルカリ排水中和処理装置 A 型:
ワンスルータイプ

3.3 その他

(1) 水素発生に対する安全設計について

硝酸根分解設備の分解槽において、万一、硝酸根分解後に未反応のヒドラジンが溶液中に残存すると、触媒との共存下においてヒドラジンが自己分解して水素ガスが発生する。このため、ヒドラジンの過剰供給を防止するため、計器（積算流量計）やバルブを冗長化（二重化）し、ヒドラジン供給量制御系の単一故障による過剰投入を防止する。

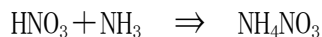
なお、供給先の分解槽については、硝酸根分解用槽類換気設備に接続され、常時換気していることから、万一、水素ガスが発生した場合でも滞留することはない。



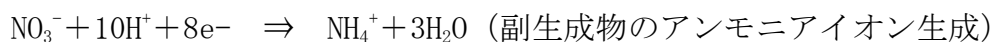
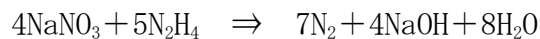
(2) 硝酸アンモニウムの生成の可能性について

硝酸アンモニウムは、硝酸とアンモニアによる中和反応により生成する。硝酸根分解設備に受け入れる廃液は中和された硝酸ナトリウム溶液（約 pH7）であり、硝酸根分解設備プロセスにおける廃液は中性～強アルカリ（pH14）であることから、硝酸分子は存在せず、硝酸とアンモニアによる中和反応が生じることはない。従って、硝酸アンモニウムが生成する可能性はない。

〔硝酸アンモニウム生成に係る反応式〕



〔硝酸根分解に係る反応式〕



4. セメント固化設備について

4.1 設備の構成（別図－1、別図－3参照）

セメント固化設備は、セメント材の供給機（セメントホッパ）、添加剤の供給機（硬化剤、消泡剤及び分散剤）及び混練機で構成される。

放射能濃度の比較的高いスラリ廃液及びリン酸廃液を扱うセメント固化設備においては、混練機は蒸発固化セル（レッド区域）に、セメント材の供給機（セメントホッパ）は保守室（アンバー区域）に、添加剤の供給機（硬化剤、消泡剤及び分散剤）は試薬供給室（グリーン区域）、廊下（アンバー区域）及び積載室（グリーン区域）に設置する。

放射能濃度の比較的低い炭酸塩廃液（硝酸根分解後の処理済液）を扱うセメント固化設備においては、混練機は蒸発固化室（アンバー区域）に、セメント材の供給機（セメントホッパ）は洗浄廃液処理室（アンバー区域）に設置する。

これらの設置場所の区域区分については、セメント固化設備設置後における設置場所の線量率が、設置前の区域区分レベルの範囲内に収まることから区域区分に変更はない（別表－4参照）。

炭酸塩廃液のセメント固化に当たっては、セメント混練時にアンバー区域で密封されていない低放射性廃液を取り扱うことから、処理運転時における汚染の拡大を防止し、放射線業務従事者の内部被ばくの防護を図るため、混練機を含むセメント固化設備を混練フードで囲う設計としている。

セメント固化処理においては、処理済液蒸発濃縮設備、スラリ蒸発濃縮設備の蒸発缶において蒸発濃縮された廃液（炭酸塩廃液、スラリ廃液）、供給槽から送液されたリン酸廃液をドラム缶に受け入れる。その後、ドラム缶を混練機に設置し、供給機により添加剤（硬化剤、消泡剤、分散剤）、セメント材を供給し、混練機により混練することでセメント固化体を製作する。

製作したセメント固化体は、第二アスファルト固化体貯蔵施設（AS2）にて貯蔵する。

4.2 セメント固化設備における実機への適用性について

(1) セメント固化技術の実機への適用に係る試験について（別紙－2参照）

固化対象廃液であるスラリ廃液、リン酸廃液及び炭酸塩廃液のセメント固化技術について、下記のコールド試験（ビーカースケール試験及び実規模試験）を実施し、実機へ適用可能であることを確認している。

	試験装置 (試験規模)	試験目的	試験内容	試験結果
ビーカースケール試験	ビーカー試験装置 (実機の 1/300～ 1/150 スケール)	実機で固化対象廃液のスラリ廃液、リン酸廃液及び炭酸塩廃液に対して、それぞれ適用するセメント材を用いてセメント固化が可能となる固化条件（塩充填率、水セメント比）を把握する。	スラリ廃液、リン酸廃液及び炭酸塩廃液を模擬した溶液に対して、それぞれ適用するセメント材を用いて、固化試験を行い、浮き水が発生せず、十分な一軸圧縮強度（8 MPa 以上）が発現することを確認し、その固化条件（塩充填率、水セメント比）を把握する。	浮き水は発生せず、一軸圧縮強度は 8 MPa 以上
実規模試験	実規模試験装置 (200ℓ ドラム缶 サイズ)			浮き水は発生せず、一軸圧縮強度は 8 MPa 以上

試験の結果、セメント硬化時に浮き水が発生せず、また、日本原燃株式会社濃縮・埋設事業所廃棄物埋設施設に対する廃棄物確認に関する運用要領⁴⁻¹⁾に定められている一軸圧縮強度（1.47 MPa）に対して、十分な裕度をもった強度（8 MPa 以上）が発現する固化条件（塩充填率、水セメント比）を確認している。

試験の結果を踏まえ、固化対象廃液であるスラリ廃液、リン酸廃液及び炭酸塩廃液に対して、実機で用いる最適なセメント材を選定している。

4-1) 廃棄物確認に関する運用要領，原子力規制庁，平成 26 年 3 月（2014）。

固化対象廃液	セメント材
スラリ廃液 リン酸廃液	高炉スラグ微粉末とシリカヒュームを混合したもの
炭酸塩廃液	高炉セメント C 種 又は高炉セメント C 種に高炉スラグ微粉末を 添加したもの

(2) インドラムミキシングの過去のトラブル事例を踏まえた対策について

原子力施設情報公開ライブラリー（ニューシア）で確認できる国内の原子力発電所におけるインドラムミキシング方式のセメント固化に係るトラブル事象及び LWTF セメント固化設備における対策について別表－5 に示す。トラブル事象から LWTF で発生する可能性のある事象として以下が考えられる。

- ①セメント供給配管に残留するセメントが、混練前の廃液に落下・混入することで練り混ぜ性が確保できない。
- ②廃液中に含まれる硫酸ナトリウムの影響で固化体がふくらむ。

①については、セメント供給配管にエアノッカー（圧空により振動を与える装置）を設置することにより供給配管内のセメント残留を防止するとし、②については、実機で想定される同量の硫酸ナトリウムを混入させた固化試験を行い、固化体がふくらまないこと確認している。

また、同様にアウトドラムミキシング方式によるセメント固化で生じたトラブル事象についても、LWTF で発生する可能性のある事象を踏まえた設計を実施している（別表－6 参照）。

4.3 その他

(1) 既存のセルの閉じ込め機能に影響を与えない設計について

スラリーセメント固化設備を設置する蒸発固化セルの閉じ込め機能は、セル換気系での負圧維持で気体状の放射性物質の拡大防止を図ることで担保している。

既存のセル内へのセメント固化設備の設置に当たり、以下の設計とすることで既存のセルの閉じ込め機能に影響を与えない設計としている。

セメント混練時は、混練機、セメント供給配管、オフガス配管を備えた混練機蓋をドラム缶の上に設置する。オフガス配管は、ガス系に移行したセメントダストの捕集用フィルタを経由し、槽類換気設備に繋がっている。ドラム缶に供給されるセメント材（粉体）は、オフガス配管上のフィルタに捕集されるため、既設のセル換気系に大量に移行することでセル換気系の HEPA フィルタに目詰まりを生じさせることがない設計としている。

(2) 貯蔵施設への運搬と貯蔵方法について（別図－4 参照）

LWTF から第二アスファルト固化体貯蔵施設（AS2）へのセメント固化体の運搬については、「使用済燃料の再処理の事業に関する規則」の第十四条（工場又は事業所内の運搬）の規定に基づいて行う。

① 処理済液のセメント固化体の搬出・運搬・貯蔵

処理済液のセメント固化体は、混練フード内から取り出して搬出室へ運び、トラックエアロックにて、運搬車輛に載せたフレーム内に収納し（最大4本）、運搬車輛で AS2 へ送る。

AS2 に受け入れたセメント固化体は、クレーンホールでカスクに一旦収納した後、積換セルにおいて貯蔵用のパレットに積み替え、貯蔵セル内に最大3段積みで貯蔵する。

② スラリー廃液及びリン酸廃液のセメント固化体の搬出・運搬・貯蔵

スラリー廃液及びリン酸廃液のセメント固化体は、搬送セルへ運び、クレーンホールでカスクに収納し（最大4本）、運搬車輛で AS2 へ送る。

AS2 に受け入れたセメント固化体は、カスクを用いて積換セルに搬入し、貯蔵用のパレットに積み替え、貯蔵セル内に最大3段積みで貯蔵する。

5. その他の安全設計

(1) 材料及び構造について

平成 31 年 3 月 20 日付け 30 原機（再）087 にて申請した再処理施設に係る廃止措置計画変更認可申請書の「別冊 1-1 低放射性廃棄物処理技術開発施設 (LWTF) の改造 一事業の変更の許可を得ている事項からの変更事項及び設計方針等」の「2.3 改造に係る設計方針等」のうち、「(3) 第 12 条 (材料及び構造)」において、「① 硝酸根分解設備及びセメント固化設備の容器及び配管並びにこれらを支持する構造物のうち、閉じ込め機能等の安全性を確保する上で重要なものの材料及び構造は、設計上要求される強度及び耐食性を確保するように設計する。」としている。

ここで、安全性を確保する上で重要なものとして考えているものは、「再処理施設の技術基準に関する規則」に規定する「容器等の主要な溶接部」に該当する容器及び管であり、主に硝酸根分解設備の受入槽、分解槽、転換槽及びこれらに接続する配管等が該当する。

(2) 性能維持施設について

○対象設備

性能維持施設については、事業の指定、設計及び工事の方法の認可等既往の許認可に基づく施設うち、廃止措置計画認可申請書 「2 性能維持施設の設備、その性能、その性能を維持すべき期間」の「主な設備・機器等の維持管理の基本的な考え方」に該当し、安全確保上必要な設備を性能維持施設と定める。

対象は以下のとおり。

- ・ 建家及びセル換気系
- ・ 建家・構築物
- ・ 放射線管理施設
- ・ セル等（漏洩検知装置）
- ・ 温度指示上限操作装置、温度計

対象機器：焼却炉、二次燃焼器、燃焼ガスフィルタ及び灰充填装置

- ・ 流量積算上限操作装置、流量計

対象機器：分解槽

○維持すべき期間

放射性物質を内包する系統及び機器については、管理区域設定後から系統除染が完了するまでの期間、閉じ込めの機能を維持管理する。

その他については、管理区域設定後から管理区域解除までの期間、各々の設備に要求される機能を維持管理する。

上記のうち、今後実施する施工設計で明確にしていく基数、性能を除き、LWTF の性能維持施設としての設備名称等、要求される機能及び維持すべき期間を整理したものを別表－7 に示す。

廃止措置計画申請書本文への LWTF の性能維持施設の反映は、維持すべき期間

となる管理区域設定までに行う。

(3) 耐震重要度分類について

LWTF は、事業指定基準規則の耐震重要度分類に従い、Bクラス又はCクラスに分類し、耐震重要度分類に応じた耐震設計を行う。改造により設置する主要な機器の耐震重要度分類を以下に示す。

なお、LWTF は、地震による安全機能の喪失を想定しても公衆への放射線影響が5mSv を超えるおそれがない施設であり、耐震重要施設を有しない（別紙－3参照）。

○Bクラスに分類するもの

硝酸根分解設備のうち、放射性物質を含む廃液を受ける容器及びその容器の廃気処理する槽類換気設備は、放射性物質を内蔵する設備であることから、Bクラスとする。

硝酸根分解設備

- ・受入槽
- ・分解槽
- ・転換槽

硝酸根分解用槽類換気設備

- ・H E P A ・ヨウ素フィルタ
- ・排風機

○Cクラスに分類するもの

セメント混練機は、放射性物質を内蔵しないためCクラスとする。

処理済液セメント固化設備

- ・セメント混練機

スラリーセメント固化設備

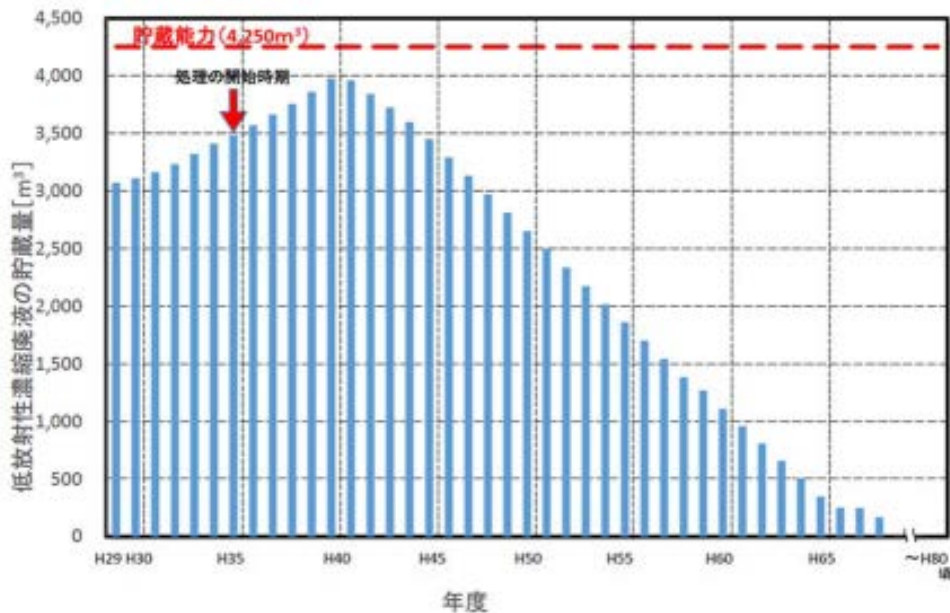
- ・セメント混練機

6. 改造に係る廃止措置計画との整合

再処理施設に係る廃止措置計画認可申請書「十三. 特定廃液の固型化その他の処理を行う方法及び時期」のうち、「図 13-1 低放射性濃縮廃液の推移」は、現在の貯蔵量と今後発生が予測される廃液量に対して、LWTF における年間当たりの処理量(リン酸廃液：約 15 m³/年、低放射性濃縮廃液：約 200 m³/年とする計画)を考慮し算定しているものである。

設備改造に当たっては、廃止措置計画書に示している低放射性濃縮廃液の推移を担保できるように、本推移で考慮した処理量に対して、それを上回る処理能力(リン酸廃液：約 15 m³/年以上、低放射性濃縮廃液：約 200 m³/年以上)を持つように設計している。

【廃止措置計画変更認可申請書の「十三. 特定廃液の固型化その他の処理を行う方法及び時期」の「図 13-1 低放射性濃縮廃液の推移」より】



※1 リン酸廃液を優先して処理し、リン酸廃液の処理終了後から本格的に低放射性濃縮廃液を処理する。

※2 低放射性濃縮廃液の貯蔵量は、発生量、処理量の影響により変動する。

図 13-1 低放射性濃縮廃液の推移

以上

別表－1 硝酸根分解設備の設置場所における区域区分と割当線量率

設置場所 (設置する主な機器)	区域区分	設置前の割当線量率 (遮蔽計算上の設計値)	設置後の割当線量率 (遮蔽計算上の設計値)
転換処理室 (受入槽、アンモニア分離槽、 転換槽)	アンバー区域 ($\leq 500 \mu\text{Sv/h}^{1)}$)	$100 \mu\text{Sv/h}^{2)}$	$100 \mu\text{Sv/h}$
分解処理室 (分解槽)		$6.25 \mu\text{Sv/h}^{2)}$	$100 \mu\text{Sv/h}^{3)}$

- 1) 作業頻度の比較的多い箇所では $25 \mu\text{Sv/h}$ 以下に、一方立ち入る可能性の極めて少ない箇所に対しては $500 \mu\text{Sv/h}$ 以下に抑える。
- 2) 平成 14 年 3 月 20 日付け平成 14・03・12 原第 14 号にて認可を受けた建物（その 29 の 1）低放射性廃棄物処理技術開発施設の設計及び工事の方法の認可申請書の添付書類の「2. 放射線による被ばくの防止」の「表-2.2.3-1 各室の割当線量率」に示す値。なお、転換処理室の値は旧部屋名称の資材保管室（A046）の値を読み、分解処理室の値は旧部屋名称の資材保管室（A037）の値を読む。
- 3) 分解処理室(旧資材保管室(A037))においては、LWTF での技術開発を進めるための試験装置を用いて作業員が常時滞在して試験を実施することを考慮していたことから、設計上の線量率を $6.25 \mu\text{Sv/h}$ としていたが、硝酸根分解設備の設置により室内の線量率が上昇し、制御室からの遠隔操作により運転を行うよう設計することから、設計上の線量率を $100 \mu\text{Sv/h}$ としている。

別表－２ 硝酸根の分解処理方法の選定

名称	概要	利点	欠点	これまでの実績	LWTF 導入に当たっての評価
触媒／還元剤法 ^{1), 2)}	貴金属あるいは合金系触媒と還元剤を用いて硝酸イオンを窒素ガスまで還元する。	・高濃度の硝酸ナトリウム溶液を効率よく分解した基礎データが取得されている。	・硝酸イオン濃度が高い場合、触媒の寿命が短い。 ・副生成物として、アンモニア(NH ₃)が発生する。	・核燃料サイクル施設で発生した廃液の処理方法として、報告有り。	採用 (理由) ・LWTF で想定される高濃度の硝酸ナトリウムを処理した報告有り ¹⁾ 。
生物学的方法 ³⁾	排水中の硝酸根を微生物で分解する。	・特殊な装置や試薬を用いる必要がなく、安全性に優れる。	・高濃度の硝酸溶液への適用例がない。 ・反応速度が遅く装置が大型化する。 ・処理に伴い二次廃棄物(汚泥)が生じる。	・再処理施設で発生した廃液の処理方法として、報告有り。 ・但し、低濃度の硝酸溶液が対象。	不採用 (理由) ・大型の設備の導入が必要。 ・二次廃棄物(汚泥)の処理設備の追加が必要。
高温高圧法 ⁴⁾	超臨界あるいは亜臨界状態の硝酸溶液中において、ギ酸等を還元剤として硝酸イオンを還元分解する。	・効率よく硝酸イオンを分解できる。	・高圧処理のため、負圧による放射性物質の閉じ込めができない。 ・副生成物として、亜酸化窒素(N ₂ O)が発生する。	・研究開発段階	不採用 (理由) ・一般産業における実績無し。 ・放射性物質の閉じ込めが困難。
次亜塩素酸法 ⁵⁾	硝酸溶液へ塩素イオンを添加し、電解反応と化学反応を組み合わせることで硝酸イオンを窒素ガスとする。	・還元剤や触媒が不要である。 ・高濃度の硝酸イオンを分解できる。	・塩素イオンが共存するため、腐食の観点でステンレス鋼を用いることができない。 ・副生成物として水素ガス、酸素ガスが発生する。	・研究開発段階	不採用 (理由) ・一般産業における実績無し。 ・装置材料にステンレス鋼を使用できず、高価な耐食性の高い材料が必要。 ・水素ガスによる爆発を防ぐ安全対策が必要。
活性水素生成法 ⁶⁾	硝酸溶液に対して、膜で隔てた状態で電解溶液を設置する。電解溶液中の水素イオンを水素吸蔵合金の陰極を用いて電解して水素ラジカルとし、これが膜を通り抜けて硝酸溶液側へ移動した後に反応することで、硝酸イオンを還元分解する。	・還元剤や触媒が不要である。	・電解溶液の電解処理時に副生成物として水素ガス、酸素ガスが発生する。 ・電極(水素吸蔵合金)の寿命に課題がある。	・研究開発段階	不採用 (理由) ・一般産業における実績無し。 ・水素ガスによる爆発を防ぐ安全対策が必要。

(参考文献)

- 1) 日本原子力研究開発機構, 平成 21 年度 地層処分技術調査等委託費 TRU 廃棄物処分技術 硝酸塩処理・処分技術高度化開発 報告書 (2010).
- 2) Jean-Charles Broudic, et al., "METHOD FOR REDUCING NITRATE AND/OR NITRIC ACID CONCENTRATION IN AN AQUEOUS SOLUTION", United States Patent, US 6,383,400 B1 (2002).
- 3) 高橋邦明, 他, "硝酸塩廃液生物処理システム試験", JAEA-Technology 2008-084 (2008).
- 4) 高奥芳伸, 他, "将来再処理プロセスでの窒素酸化物クロードシステム開発".
- 5) 広直樹, 他, "電解法による水溶液中の硝酸性窒素の高速除去", Electrochemistry, Vol. 70, No. 2 (2002).
- 6) 島宗孝之, 他, "水素化方法及び電解槽", 特開 1998-195686. 1998-7-28.

別表－3 硝酸根分解で用いる触媒の選定

触媒	概要	利点	欠点	これまでの実績	LWTF 導入に当たっての評価
活性炭担持金属コロイド触媒 ¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> •Pd 及び Cu イオンを活性炭に吸着させた後、これを金属に還元し、活性炭表面に担持させたもの。 •還元剤と用いることで、硝酸イオンを窒素ガスに分解することができる。 	<ul style="list-style-type: none"> •高濃度の硝酸ナトリウム溶液が処理可能¹⁾。 •ゼオライト担持触媒に比べて、触媒の持つ比表面積が大きく、反応速度が速い⁵⁾。 •金属コロイド触媒に比べて、触媒の寿命が長い¹⁾。 	<ul style="list-style-type: none"> •副生成物として、アンモニア(NH₃)が発生する¹⁾。 	<ul style="list-style-type: none"> •活性炭を担体に用いた触媒としては、ニトリル酸の水素化、エチレンの塩素化等が工業的に利用されている⁶⁾。 	<p>採用</p> <p>(理由)</p> <ul style="list-style-type: none"> •候補とした触媒の中で、最も寿命が長い。
金属コロイド触媒 ¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> •Pd 及び Cu イオンを含む溶液を還元し、金属原子とした後、その凝集を制御してコロイドとしたもの。 •硝酸イオンを窒素ガスに分解する反応は、活性炭担持金属コロイド触媒と同様。 	<ul style="list-style-type: none"> •高濃度の硝酸ナトリウム溶液が処理可能¹⁾。 	<ul style="list-style-type: none"> •副生成物として、アンモニア(NH₃)が発生する¹⁾。 •形状(粒径)のばらつきが大きく、沈降、ろ過等の操作に不向き¹⁾。 	<ul style="list-style-type: none"> •活性が大きく、過去にはよく使用されたが、製法が複雑、触媒と生成物との分離の操作に不向きとの理由で、現在ではあまり使用されない⁷⁾。 	<p>不採用</p> <p>(理由)</p> <ul style="list-style-type: none"> •寿命が短い。 •沈降、ろ過等の操作に不向き
ゼオライト担持触媒 ¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> •Pd 及び Cu イオンをゼオライトに吸着させた後、これを金属に還元し、ゼオライト表面へ担持させたもの。 •硝酸イオンを窒素ガスに分解する反応は、活性炭担持金属コロイド触媒と同様。 	<ul style="list-style-type: none"> •高濃度の硝酸ナトリウム溶液が処理可能¹⁾。 	<ul style="list-style-type: none"> •副生成物として、アンモニア(NH₃)が発生する¹⁾。 	<ul style="list-style-type: none"> •類似の触媒として、Pt、Pd 及び Rh をアルミナ表面へ担持させたものが、自動車の排ガス処理用として利用されている⁶⁾。 	<p>不採用</p> <p>(理由)</p> <ul style="list-style-type: none"> •酸化還元反応が遅い。

(参考文献)

- 1) 日本原燃株式会社, 平成 18 年度 文部科学省 原子力システム研究開発事業 将来再処理プロセスでの窒素酸化物クローズドシステム開発 成果報告書 (2007).
- 2) 高野雅人, 他, “東海再処理施設における低放射性廃液の処理技術開発(2)硝酸根分解技術の適用検討”, 日本原子力学会「2007 年秋の大会」予稿集, N37 (2007).
- 3) 高野雅人, 他, “東海再処理施設における低放射性廃液の処理技術開発(5)硝酸根分解技術の適用検討”, 日本原子力学会「2008 年秋の大会」予稿集, O25 (2008).
- 4) 高野雅人, 他, “東海再処理施設における低放射性廃液の処理技術開発(8)硝酸根分解用触媒の実用化に向けた検討”, 日本原子力学会「2009 年秋の大会」予稿集, L11 (2009).
- 5) 北川進, “多孔性材料の挑戦”, 文部科学省補助事業 地域イノベーション戦略支援プログラム.
- 6) 化学工学便覧(改訂 5 版), 化学工学会編, 丸善株式会社 (1988).
- 7) 西村重夫, 他, “総説 貴金属触媒による水素化”, 有機合成化学, Vol. 22, No. 12 (1964).

別表－４ セメント固化設備の設置場所における区域区分と割当線量率

設置場所 (設置する主な機器)	区域区分	設置前の割当線量率 (遮蔽計算上の設計値)	設置後の割当線量率 (遮蔽計算上の設計値)
蒸発固化室 (セメント混練機、混練フード)	アンバー区域 ($\leq 500 \mu\text{Sv/h}^{1)}$)	$25 \mu\text{Sv/h}^{2)}$	$25 \mu\text{Sv/h}$
蒸発固化セル (セメント混練機)	レッド区域 ($> 500 \mu\text{Sv/h}$)	/	

- 1) 作業頻度の比較的多い箇所では $25 \mu\text{Sv/h}$ 以下に、一方立ち入る可能性の極めて少ない箇所に対しては $500 \mu\text{Sv/h}$ 以下に抑える。
- 2) 平成 14 年 3 月 20 日付け平成 14・03・12 原第 14 号にて認可を受けた建物（その 29 の 1）低放射性廃棄物処理技術開発施設の設計及び工事の方法の認可申請書の添付書類の「2. 放射線による被ばくの防止」の「表-2.2.3-1 各室の割当線量率」に示す値。

別表－５ インドラムミキシング方式のセメント固化に係るトラブル事象及び LWTF セメント固化設備における対策

インドラムミキシング方式のセメント固化に係るトラブル事象 ¹⁾				トラブル事象を踏まえた LWTF で発生する可能性のある事象	LWTF のセメント固化設備における対策
トラブル名	発生日	事象概要	事象原因		
固体廃棄物貯蔵庫内における不良ドラム缶の発生について(福島第一)	1997年 09月05日	パレットに積んであった濃縮廃液固化体ドラム缶をクランプリフトで持ち上げたところ、ドラム缶の底が抜け、内容物の一部が床にこぼれた。	底が抜けたドラム缶は、固化作業を開始する前に、既にドラム缶の底部に濃縮廃液と少量のセメントによる層が形成され固化が進行した。更にこの層の上に通常の固化処理がされたが底部とは練り混ぜられず、底部の層に余分な水分が存在した状態で長期間保管された。このため構造的に水の滞留しやすい底板中央部及び底板周囲の接合部の腐食が進行し、今回の選別作業に伴う移動によって底部破損に至ったものである。	セメント供給配管に残留していたセメントが落下し、過剰にセメントが添加されることで、練り混ぜ性が確保できないことにより、不良固化体の発生が考えられる。	セメント供給配管にはエアノッカー(圧空により振動を与える装置)を設置することで、供給配管内にセメントが残留しないようにし、混練前に配管に残留していたセメントが過剰に添加されることを防ぐ。また、固化体の練り混ぜ性を確保可能な条件で、混練を行えるように実規模大で試験を行い、運転条件を決定する。
搬出前のセメント固化体ドラム缶底部のふくらみについて(浜岡)	2014年 08月21日	固体廃棄物貯蔵庫にてセメント固化体のドラム缶の健全性確認を実施していたところ、一部のドラム缶の底部にふくらみがあることを確認した。	廃液に含まれる硫酸ナトリウムが原因と推定される。充填する乾燥粉体の量を調整することで、膨張の防止を図る ²⁾ 。	LWTF で処理を行う廃液についても廃液内の硫酸ナトリウムが含まれるのでその影響が考えられる。	多量に硫酸ナトリウムが含まれる場合、セメント成分と反応することでセメント固化体を膨張させる可能性がある。LWTF で処理を行う廃液には、硫酸ナトリウムが含まれているが、その量を含む固化体を製作したところ、固化体が膨らむ事象は確認されていない。このため、硫酸ナトリウムは固化体へ影響を与えるほど廃液には存在しておらず、膨張の可能性はない ³⁾ 。

(参考文献)

- 1) 原子力安全推進協会: ニューシア 原子力施設情報公開ライブラリー
- 2) 原子力規制庁: 中部電力株式会社浜岡原子力発電所 平成28年度(第3回)保安検査報告書(2017),pp10-11
- 3) 松島,他: 東海再処理施設における低放射性廃棄物の処理技術開発 (23)廃液内に存在する夾雑物の影響の検討,原子力学会(2019秋の大会),3103

別表-6 アウトドラムミキシング方式のセメント固化に係るトラブル事象及びLWTFセメント固化設備における対策(1/2)

アウトドラムミキシング方式のセメント固化に係るトラブル事象 ¹⁾				トラブル事象を踏まえたLWTFで発生する可能性のある事象	LWTFのセメント固化設備における対策
トラブル名	発生日	事象概要	事象原因		
廃棄物処理系セメント固化装置洗浄ラインからの漏洩について(敦賀)	1982年 01月26日	セメント固化装置の洗浄用ウォッシュアウトポンプ分解点検終了後、同ポンプの試運転を実施したところ、当該ポンプ出口配管の一部に使用されている耐圧ホースが外れ、水が漏洩した。	ウォッシュアウトポンプ出口配管の一部に取り付けられていた耐圧ホースと配管の止め金具がゆるんでおり、ポンプ運転圧力により、耐圧ホースが徐々にぬけ、外れたものである。	同様に耐圧ホースを使用した箇所があった場合、漏洩が考えられる。	LWTFのセメント固化設備において、放射性物質を内蔵する配管については鋼管を使用し、溶接あるいはフランジにより接続を行う。
セメント固化装置の不具合について(伊方)	2005年 08月26日	放射性廃液を処理するセメント固化装置の異常を示す信号が発信し、同装置の脱水機が自動停止した。	脱水機運転後の機内に残留する固形物が、運転後の機内洗浄で十分除去できず、機内に堆積する固形物量が徐々に増加し、脱水機が過負荷による自動停止に至ったものと推定される。	固形物が機器や配管に付着することが考えられる。	セメント投入時にセメントが飛散し、さらに結露水により固形物となり機器に付着することを防ぐため、セメント投入時の排気については適切に行う。また、配管についても固形物の付着が懸念されるため、結露を防止するヒーターを設置する。
セメント固化装置廃棄物処理室チラーユニットの不具合について(伊方)	2009年 12月09日	セメント固化装置廃棄物処理室チラーユニット3号が停止し、警報が発信した。	当該チラーユニット(No.1)の凝縮器に通水している冷却水(原子炉補機冷却水)の流量が低下していることが判明した。冷却水出入口弁の分解点検、凝縮器内部の洗浄を行い、冷却水を適正な流量に調整できたことから、冷却水出入口弁のつまりと考えられる。	セメントの移送用配管のつまりが起きることが考えられる。	セメントの移送用配管を清掃可能なように分解ができるように考慮する。
セメント固化装置の不具合について(伊方)	2012年 03月21日	点検後の確認運転中にセメント固化装置の異常を示す信号が発信し、同装置の脱水機が自動停止した。	脱水機の減速機内の潤滑油が少量しかなく、内部機構の一部が固着したことによると考えられる。	混練装置などの装置の潤滑油の枯渇が考えられる。	混練機やポンプの潤滑油について、定期的に補充するように運転条件を決定する。

(参考文献)

1) 原子力安全推進協会: ニューシア 原子力施設情報公開ライブラリー

別表－6 アウトドラムミキシング方式のセメント固化に係るトラブル事象及びLWTFセメント固化設備における対策（2/2）

アウトドラムミキシング方式のセメント固化に係るトラブル事象 ¹⁾				トラブル事象を踏まえたLWTFで発生する可能性のある事象	LWTFのセメント固化設備における対策
トラブル名	発生日	事象概要	事象原因		
低レベル放射性廃棄物のドラム缶底部の塗装の剥がれおよび水滴の付着 (浜岡)	2018年 04月23日	埋設に向けた検査の準備が行われたところ、準備中のドラム缶1本の底部に塗装の剥がれおよび水滴の付着がある旨の連絡を受けた。	固化体のすき間内部にモルタルが固化する際に発生した浮き水が残留し、ドラム缶底部内面にできた傷から溶融亜鉛メッキ層が溶解し、母材が腐食する環境あるいは母材が直接腐食する環境が形成。また、浮き水に含まれる塩化物イオンとすき間内部等の酸素によって腐食が発生したと推定される。	インドラムミキシング形式についても固化条件により浮き水が発生することが考えられる。また、インドラムミキシング形式についてもドラム缶に傷が発生し、腐食することが考えられる。	均質・均一固化体についても、浮き水が発生した場合、ドラム缶の腐食が懸念されるため、24時間後、表面に浮き水がない条件を設定する。また、溶融亜鉛メッキをしたドラム缶では、傷ができた場合、腐食が進行しやすくなるため、ドラム缶の材質はステンレス鋼を用いる。
廃棄物処理建屋における煙の確認 (玄海)	2018年 09月27日	廃棄物処理建屋内の火災報知器(煙感知器)が発信した。	調査の結果、混練機の主軸がセメントにより固着し、回転しなかったため、モータと混練機をつなぐゴム製のVベルトが、モータ側のプーリ上をすべり、摩擦熱により煙が発生したものと推定される。	固形物の付着により機器への影響が考えられる。	セメント投入時にセメントが飛散し、さらに結露水により固形物となり機器に付着することを防ぐため、セメント投入時の排気については適切に行う。また、機器については使用前に点検を行い、健全性を確認してから運転する。
廃棄物処理室(セメント固化装置)排気ファンの停止について (伊方)	2019年 10月22日	セメント固化装置において、廃棄物処理室排気ファンが2台運転のところ、排気ファンが停止し、1台運転になっていることを確認した。	点検の結果、電源装置内の基板の不具合により電源装置から定格電圧が出力されていないことを確認したため、これにより廃棄物処理室排気ファンの停止に至ったものと推定される。	電源システムの異常は考えられる。	排風機は予備機を有し、独立した電源系統で給電する設計とする。

(参考文献)

1) 原子力安全推進協会: ニューシア 原子力施設情報公開ライブラリー

別表－ 7 LWTF の性能維持施設 (1/3)

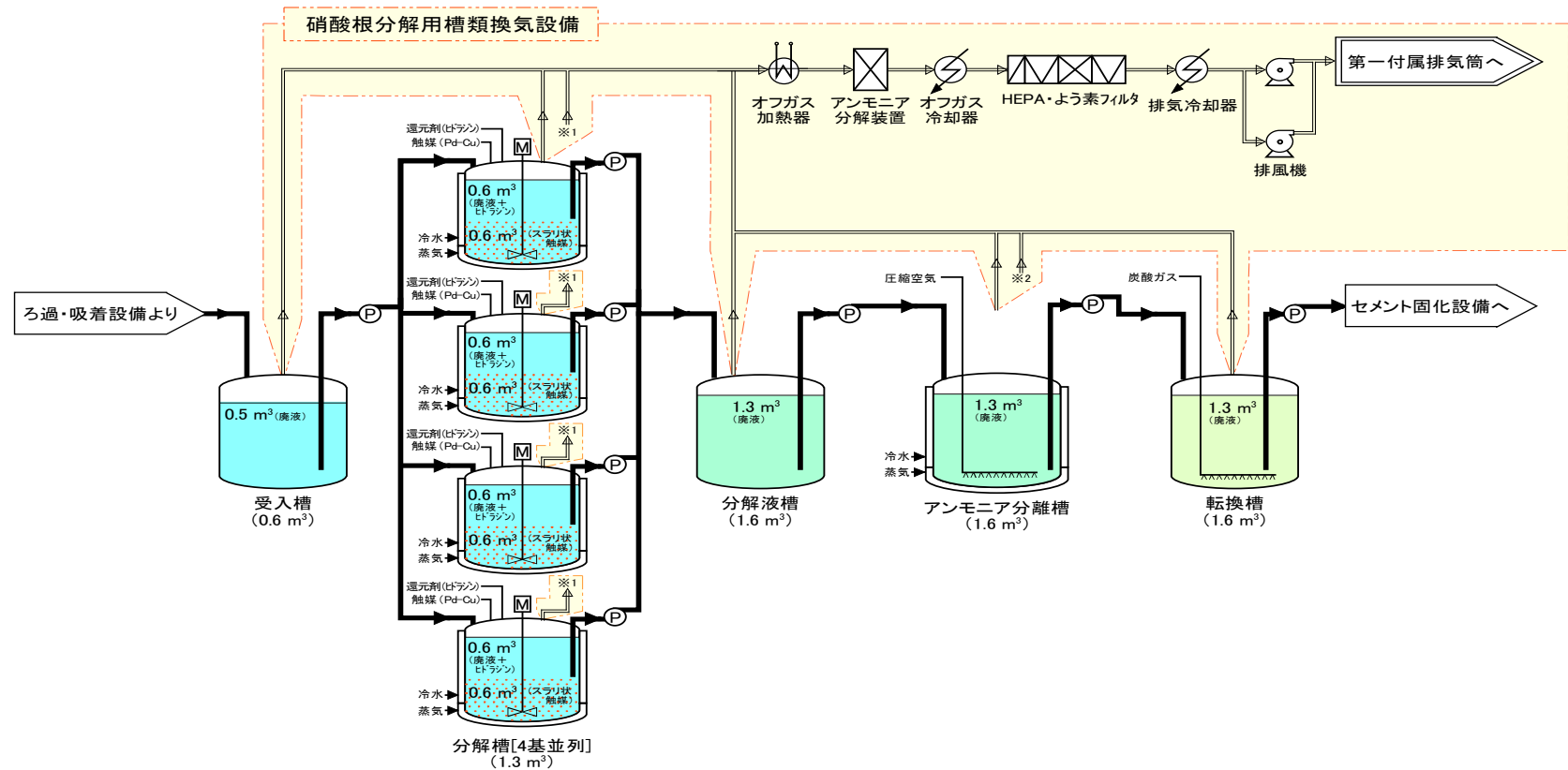
設備名称等		要求される機能	維持すべき期間	
低放射性廃棄物処理技術開発施設 (LWTF)	建家・構築物	<ul style="list-style-type: none"> ・地震による損傷の防止 ・閉じ込めの機能 ・遮蔽 	低放射性廃棄物処理技術開発施設の管理区域設定後から管理区域解除まで	
	建家及びセル換気系	送・排風機のインターロック		<ul style="list-style-type: none"> ・閉じ込めの機能 ・換気
	ガンマ線エリアモニタ			・放射線管理施設
	ベータ線ダストモニタ			・放射線管理施設
	プルトニウムダストモニタ			・放射線管理施設
	排気モニタ	局所排気		・放射線管理施設

別表－ 7 LWTF の性能維持施設 (2/3)

設備名称等		要求される機能	維持すべき期間
低放射性廃棄物処理技術開発施設 (LWTF)	建家及びセル換気系	負圧警報装置 ・閉じ込めの機能	低放射性廃棄物処理技術開発施設の管理区域設定後から管理区域解除まで
	セル等	温度警報装置 ・火災等による損傷の防止	
		漏洩検知装置 ・閉じ込めの機能	
	焼却炉	温度指示上限操作装置 ・火災等による損傷の防止	低放射性廃棄物処理技術開発施設の管理区域設定後から系統除染が完了するまで
	二次燃焼器	温度指示上限操作装置 ・火災等による損傷の防止	
	燃焼ガスフィルタ	温度指示上限操作装置 ・火災等による損傷の防止	
	灰充填装置	温度指示上限操作装置 ・火災等による損傷の防止	
	分解槽	流量積算上限操作装置 ・火災等による損傷の防止	

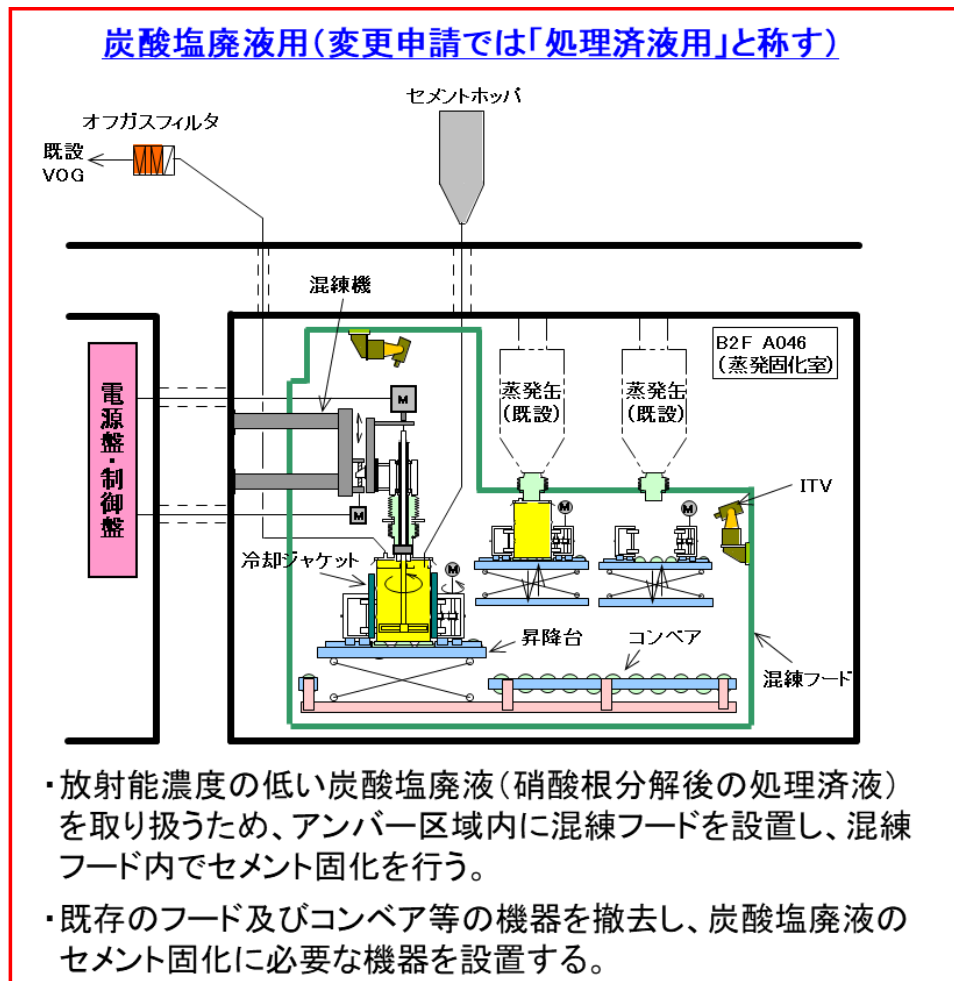
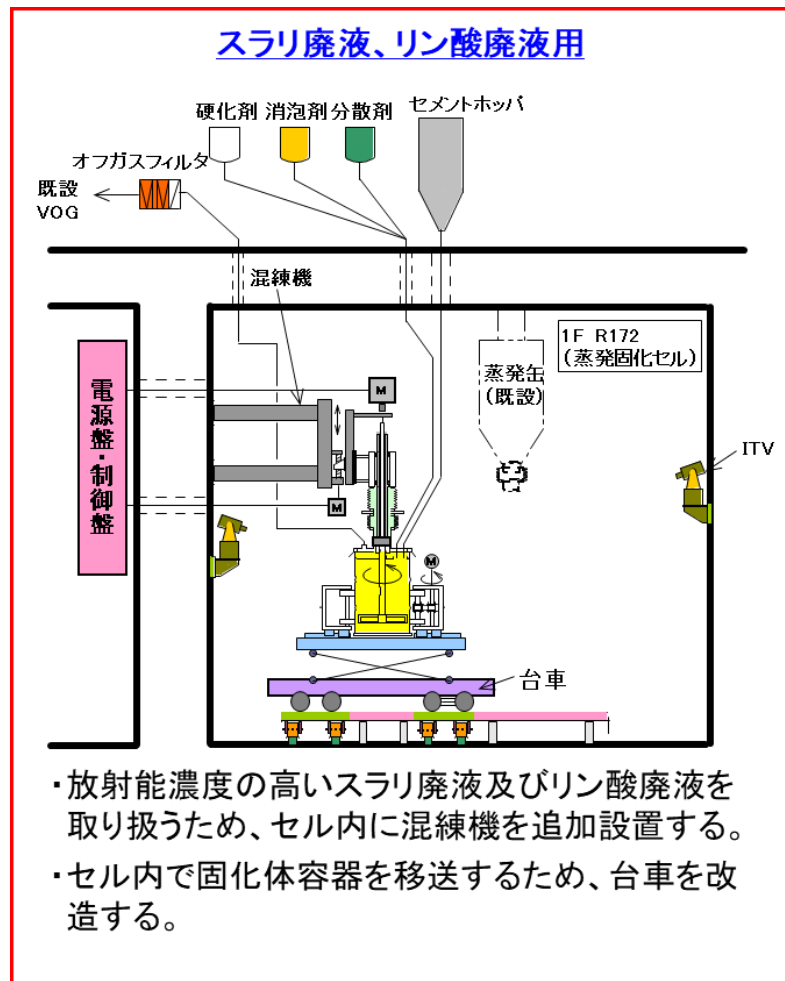
別表－ 7 LWTF の性能維持施設 (3/3)

設備名称等		要求される機能	維持すべき期間
低放射性廃棄物処理技術開発施設 (LWTF)	建家及びセル換気系	圧力計	・計測制御系統施設
	焼却炉	温度計	・計測制御系統施設
	二次燃焼器	温度計	・計測制御系統施設
	燃焼ガスフィルター	温度計	・計測制御系統施設
	灰充填装置	温度計	・計測制御系統施設
	分解槽	流量計	・計測制御系統施設
			低放射性廃棄物処理技術開発施設の管理区域設定後から管理区域解除まで
			低放射性廃棄物処理技術開発施設の管理区域設定後から系統除染が完了するまで



貯槽名	受入槽	分解槽	分解液槽	アンモニア分離槽	転換槽
廃液主成分	硝酸ナトリウム	硝酸ナトリウム	水酸化ナトリウム	水酸化ナトリウム	炭酸ナトリウム
ユーティリティ・試薬等	—	ヒドラジン(還元剤) Pd-Cu触媒 冷水(冷却用) 蒸気(加熱用)	—	圧縮空気(分離用) 冷水(冷却用) 蒸気(加熱用)	炭酸ガス(転換用)
使用温度	常温	80°C	常温	80°C	常温

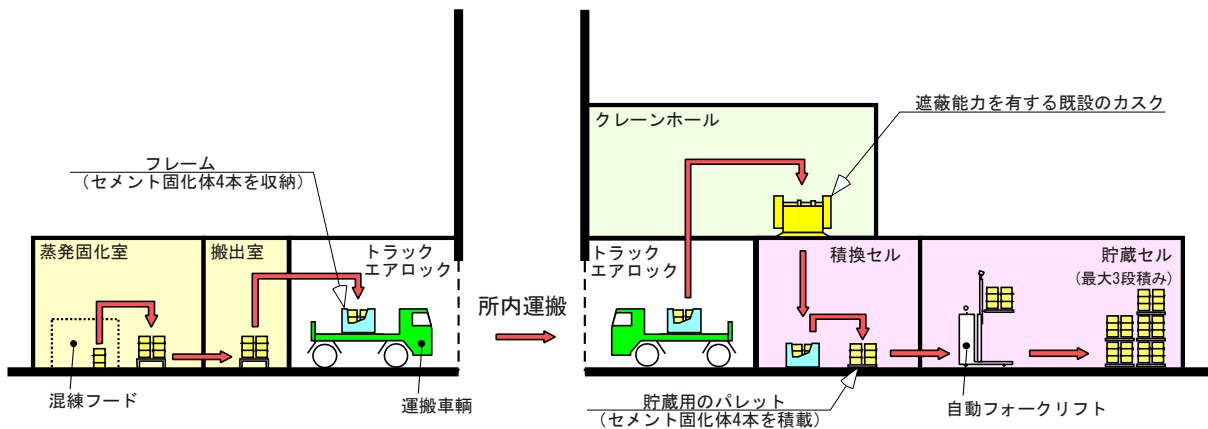
別図-2 硝酸根分解設備の系統



【共通事項】

- 放射能濃度の高低により、設備を設置する区域に違いはあるが、設備を構成する機器、容器及び配管等に構造的な違いはない。
- セメント混練機にはバグフィルタを介して既設の槽類換気設備に接続する機構を設ける。

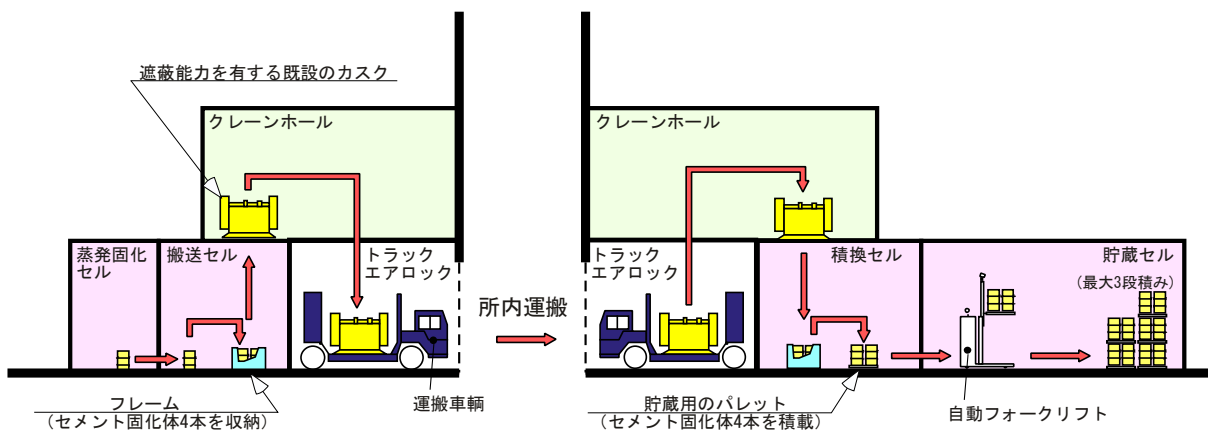
別図-3 セメント固化設備の設置



LWTFからの搬出

AS2への貯蔵

処理済液のセメント固化体の搬出・運搬・貯蔵



LWTFからの搬出

AS2への貯蔵

スラリー廃液及びリン酸廃液のセメント固化体の搬出・運搬・貯蔵

別図－4 LWTF で製作するセメント固化体の AS2 への運搬と貯蔵方法の概要

触媒/還元剤法の実機への適用に係るコールド試験について

1. 概要

LWTF において硝酸塩廃液中の硝酸根 (NO_3^- 、 NO_2^-) を分解する処理方法として採用する触媒/還元剤法について、実機への適用性を確認するため、下記のコールド試験（ビーカースケール試験及び工学規模試験）を実施した。

- ・ビーカースケール試験 : 小規模なスケール（処理対象溶液 0.2 ℓ）で、LWTF で想定している硝酸塩廃液が処理できることを確認
- ・工学規模試験 : ビーカースケール試験から 100 倍にスケールアップした工学規模の試験装置（処理対象溶液 20 ℓ）で、規模の拡大が処理に及ぼす影響を確認

コールド試験の結果、処理対象溶液の硝酸根分解率が、実機での目標値である 90% 以上となることを確認した。

攪拌により処理対象溶液と触媒を混合して溶液の均一性を確保することで、実機へスケールアップ（工学規模試験から約 25 倍のスケールアップ）しても問題なく処理できると判断している。

これを踏まえ、実機の分解槽については、基本的な運転方法を設定し、設備の基本設計を行っている。

2. コールド試験の試験内容と試験結果

2.1 試験条件の設定

(1) 模擬廃液の設定

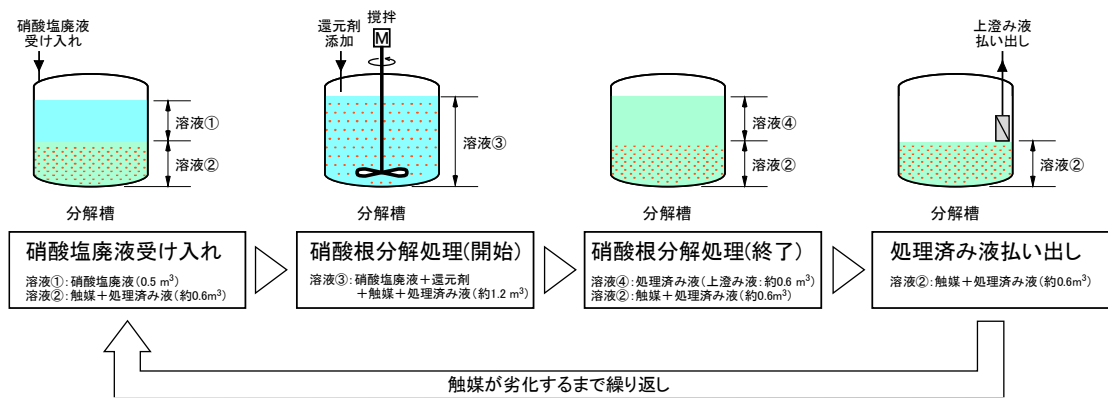
硝酸根分解設備で処理する硝酸塩廃液は、LWTF に受け入れた低放射性濃縮廃液をろ過・吸着設備で処理した後に発生するものである。

LWTF で処理する低放射性濃縮廃液のうち、酸性廃液をろ過・吸着設備で処理した後に発生する硝酸塩廃液中の硝酸ナトリウムの濃度（約 4.7 mol/ℓ）が最も高くなるため、試験では、これを模擬した硝酸ナトリウム水溶液（4.7 mol/ℓ）を用いた。

(2) 試験処理方法の設定

実機においては、バッチ方式で触媒を繰り返し使用して処理を行うものであり、分解処理後、沈降した触媒を繰り返し使用するために、分解処理後の約半分の上澄み液を送り出し、残りの沈降した触媒を含む廃液はそのまま次バッチの硝酸塩廃液と混合して処理を行う（下図参照）。

ビーカースケール試験及び工学規模試験においては、触媒を繰り返し使用することを考慮し、試験開始時の廃液量のうち半分を処理対象溶液（硝酸ナトリウム水溶液）とし、残り半分は触媒を含む分解処理済みの溶液（水酸化ナトリウム溶液）とした。



触媒を繰り返し使用する実機硝酸根分解処理の概要

2.2 ビーカースケール試験

(1) 試験目的

LWTF で処理する硝酸塩廃液に含まれる硝酸根が、所定の条件で水酸化ナトリウムへ分解されることを小規模なスケールで確認する。

(2) 試験装置及び試験条件

試験装置を別図－1に、試験条件を以下に示す。

- ・ 処理対象溶液 : 4.7 mol/l 硝酸ナトリウム溶液
- ・ 処理液量 : 0.4 l
(処理対象溶液 0.2 l、触媒を含む処理済み溶液 0.2 l)
- ・ 触媒 : 活性炭担持金属コロイド触媒
- ・ 触媒添加量 : 0.1 kg (5 g-metal/l- NaNO_3)
- ・ 還元剤 : 水加ヒドラジン 60%
- ・ 還元剤添加量 : 約 38 g- N_2H_4 ($\text{N}_2\text{H}_4/\text{NaNO}_3 = 1.25 \text{ mol/mol}$)
(硝酸イオンが窒素に還元分解する反応の当量相当)
- ・ 還元剤供給速度 : 約 6.4 g- $\text{N}_2\text{H}_4/\text{h}$ (0.2 mol/h·g-metal²⁻¹⁾
この供給速度による1バッチの処理時間は以下のとおり。
$$\frac{4.7 \text{ mol/l} \times 0.2 \text{ l} \times (1.25 \text{ mol/mol})}{0.2 \text{ mol/h} \cdot \text{g-metal} \times (5 \text{ g-metal/l} \times 0.2 \text{ l})} \cong 5.9 \text{ hr}$$
- ・ 処理温度 : 80 °C²⁻²⁾

2-1) 硝酸根分解反応による発熱が触媒に影響を与えないために、予備的に実施した確認試験から、還元剤供給速度を 0.2 mol/h·g-metal 以下とすることで設計を進めている。その上限値を試験における還元剤供給速度として設定した。

2-2) 予備的に実施した確認試験で、分解反応が速やかに進行する温度として 80 °C と定めた。

(3) 試験方法

- ① 反応槽とするセパラブルフラスコに触媒 0.1 kg を含む処理済み溶液 0.2 l 及び処理対象溶液 0.2 l を供給し、ホットスターラーを用いて溶液を加熱・攪拌し、処理温度の 80 °C まで昇温した。
- ② 反応槽内の液温が 80 °C に到達した後、定量ポンプを用いて還元剤の供給を開始する。還元剤の供給開始後、反応熱により溶液の温度上昇が起こるため、空冷機とホットスターラーを用いて温度を 80 °C に調節した。
- ③ 1 時間毎に溶液を採取し、化学分析により溶液中化学種濃度を確認した。

(4) 試験結果

ビーカースケール試験における溶液中化学種濃度の経時変化を別図－2に示す。

還元剤の供給終了時(約 5.9 時間を超えたとき)において、硝酸イオンの分解率は 96% となり、目標とする処理対象溶液中の硝酸根分解率 90% 以上であることを確認した。

2.3 工学規模試験

(1) 試験目的

ビーカースケール試験から処理対象溶液量を 100 倍にスケールアップした工学規模の試験装置を用いて、ビーカースケールと共通の条件で硝酸塩廃液に含まれる硝酸根が分解できることを確認する。

(2) 試験装置及び試験条件

試験装置を別図－3に、試験条件を以下に示す。

なお、スケールアップした試験条件を下線で示す。

- ・ 処理対象溶液 : 4.7 mol/l 硝酸ナトリウム溶液
- ・ 処理液量 : 40 l
(処理対象溶液 20 l、触媒を含む処理済み溶液 20 l)
- ・ 触媒 : 活性炭担持金属コロイド触媒
- ・ 触媒添加量 : 10 kg (5 g-metal/l-NaNO₃)
- ・ 還元剤 : 水加ヒドラジン 60%
- ・ 還元剤添加量 : 約 3.8 kg-N₂H₄ (N₂H₄/NaNO₃ = 1.25 mol/mol)
(硝酸イオンが窒素に還元分解する反応の当量相当)
- ・ 還元剤供給速度 : 約 640 g-N₂H₄/h (0.2 mol/h·g-metal)
この供給速度による1バッチの処理時間は以下のとおり。
$$\frac{4.7 \text{ mol/l} \times 20 \text{ l} \times (1.25 \text{ mol/mol})}{0.2 \text{ mol/h} \cdot \text{g-metal} \times (5 \text{ g-metal/l} \times 20 \text{ l})} \doteq 5.9 \text{ hr}$$
- ・ 処理温度 : 80 °C

(3) 試験方法

- ① 反応槽に触媒 10 kgを含む処理済み溶液 20 l及び処理対象溶液 20 lを供給し、反応槽の温度調整ユニットを用いて溶液を加熱し、反応槽攪拌機で攪拌しながら処理温度の 80 °Cまで昇温した。
- ② 反応槽内の液温が 80 °Cに到達した後、定量ポンプを用いて還元剤の供給を開始する。還元剤の供給開始後、反応熱により溶液の温度上昇が起こるため、温度調整ユニットを用いて温度を 80 °Cに調節した。
- ③ 1時間毎に溶液を採取し、化学分析により溶液中化学種濃度を確認した。

(4) 試験結果

工学規模試験における溶液中化学種濃度の経時変化を別図－4に示す。

還元剤の供給終了時(約 5.9 時間を超えたとき)において、硝酸イオンの分解率は 100%となり、目標とする処理対象溶液中の硝酸根分解率 90%以上であることを確認し、攪拌による溶液の均一性を確保することで、処理の規模を 100 倍にスケールアップしても、硝酸根の分解処理に影響がないことを確認した。

3. 実機の分解槽での処理方法

ビーカースケール試験及び工学規模試験において、処理対象溶液の硝酸根の分解率が、実機での目標値である90%以上となることを確認しており、攪拌により溶液の均一性を確保することで、実機へスケールアップ（工学規模試験から約25倍のスケールアップ）しても問題なく処理できると判断している。

実機の分解槽での硝酸根分解処理の概要を別図－5に示す。

実機の分解槽（容量：約1.3 m³）での硝酸根分解処理はバッチ式で行う。実機の分解槽では、最初に純水（約0.5 m³）、触媒（活性炭担持金属コロイド触媒：約250 kg）を装荷した後、処理対象廃液である硝酸塩廃液（約0.5 m³）を受け入れ、攪拌しながら80℃に昇温し、硝酸塩廃液の濃度に応じた還元剤（水加ヒドラジン60%）を最適な速度で供給³⁻¹⁾して分解処理を行う。分解処理後（攪拌停止後）の廃液は、約半分の上澄み液（約0.6 m³）を分解液槽へ送り出し、残りの沈降した触媒を含む廃液（約0.6 m³）はそのまま次バッチの硝酸塩廃液（0.5 m³）と混合し、硝酸塩廃液の濃度に応じた還元剤を供給して処理する。

ビーカースケール試験、工学規模試験、実機にスケールアップした際の処理条件の比較を別表－1に示す。

3-1) 還元剤供給速度は、ビーカースケール試験及び工学規模試験での還元剤供給速度0.2 mol/h・g-metal以下で最適化することとして設計を進めている。

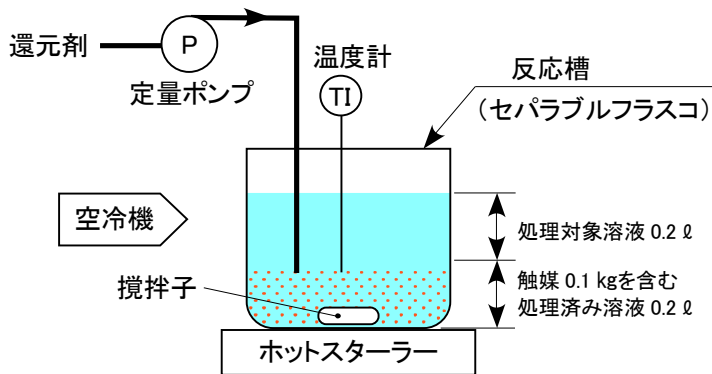
以上

別表－1 ビーカースケール試験、工学規模試験、実機における硝酸根分解処理条件の比較

	ビーカースケール試験	工学規模試験	実機
処理対象溶液	4.7 mol/l 硝酸ナトリウム溶液	4.7 mol/l 硝酸ナトリウム溶液	LWTF に受け入れた濃縮廃液をろ過・吸着設備で処理した後に発生する硝酸塩廃液で、濃縮廃液の種類により硝酸ナトリウム濃度が異なる。 <ul style="list-style-type: none"> ・酸性廃液由来 : 約 4.7 mol/l ・AAF のアルカリ廃液由来 : 約 3.6 mol/l ・Z 施設のアルカリ廃液由来 : 約 2.9 mol/l
処理対象溶液量	0.2 l	20 l (ビーカースケール試験の 100 倍)	0.5 m ³ (工学規模試験の 25 倍)
触媒添加量	0.1 kg (5 g-metal/l-NaNO ₃)	10 kg (5 g-metal/l-NaNO ₃)	250 kg (5 g-metal/l-NaNO ₃)
還元剤添加量	約 38 g-N ₂ H ₄ (N ₂ H ₄ /NaNO ₃ = 1.25 mol/mol)	約 3.8 kg-N ₂ H ₄ (N ₂ H ₄ /NaNO ₃ = 1.25 mol/mol)	約 95 kg-N ₂ H ₄ ¹⁾ (N ₂ H ₄ /NaNO ₃ = 1.25 mol/mol)

(注記)

1) 酸性廃液由来の硝酸ナトリウム濃度約 4.7 mol/l の硝酸塩廃液を処理する倍の還元剤添加量を示す(硝酸ナトリウム濃度の応じて還元剤添加量は変化する)。

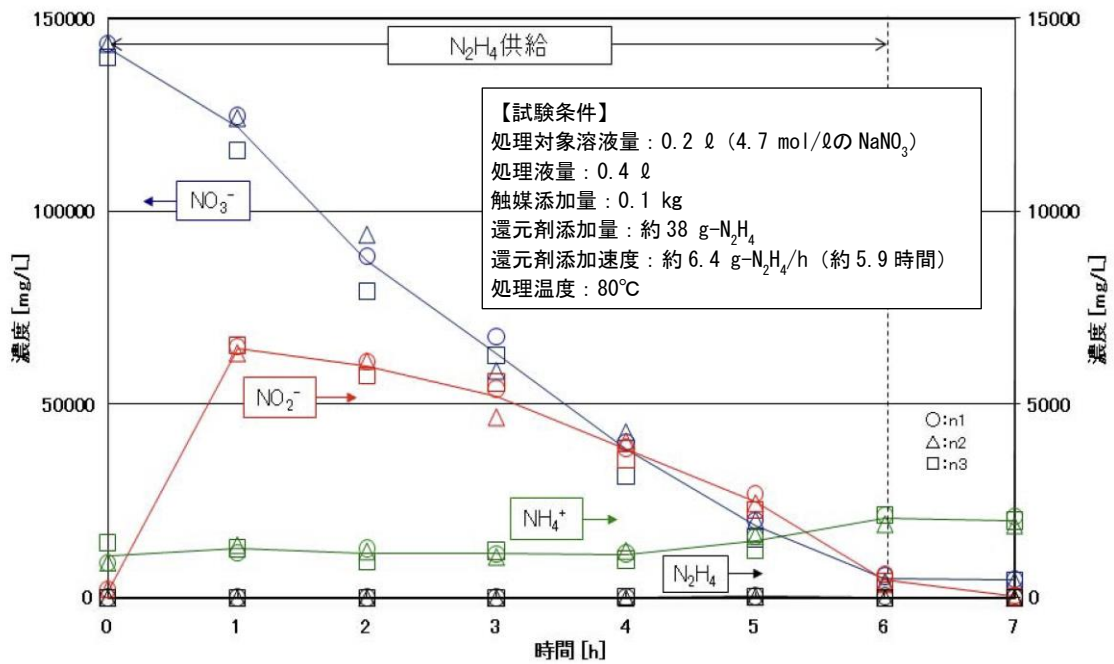


装置の概略構成

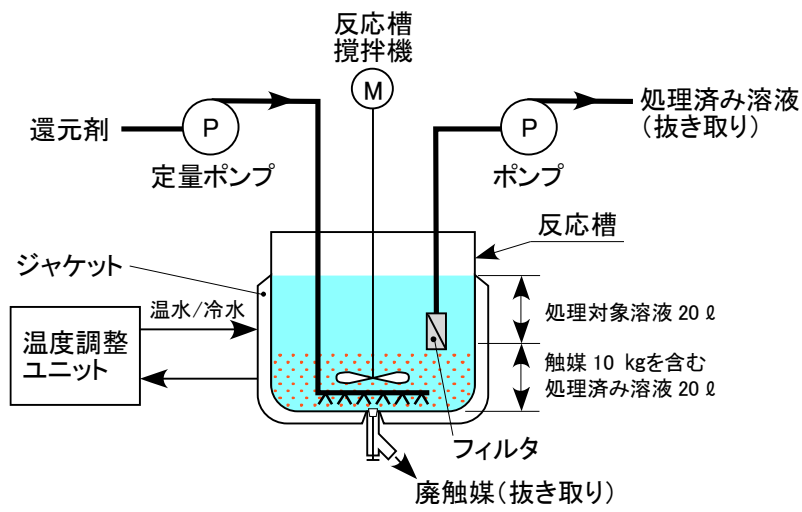


装置の外観写真

別図－1 ビーカースケール試験の試験装置



別図－2 ビーカースケール試験における溶液中化学種濃度の経時変化
(繰り返し使用 10 回目の触媒)

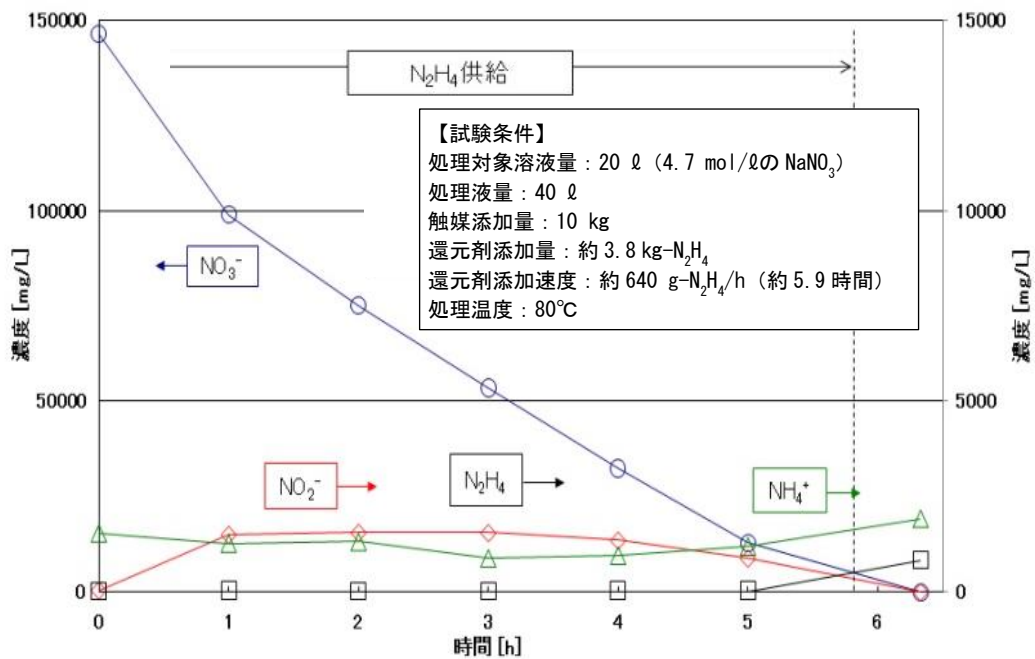


装置の概略構成

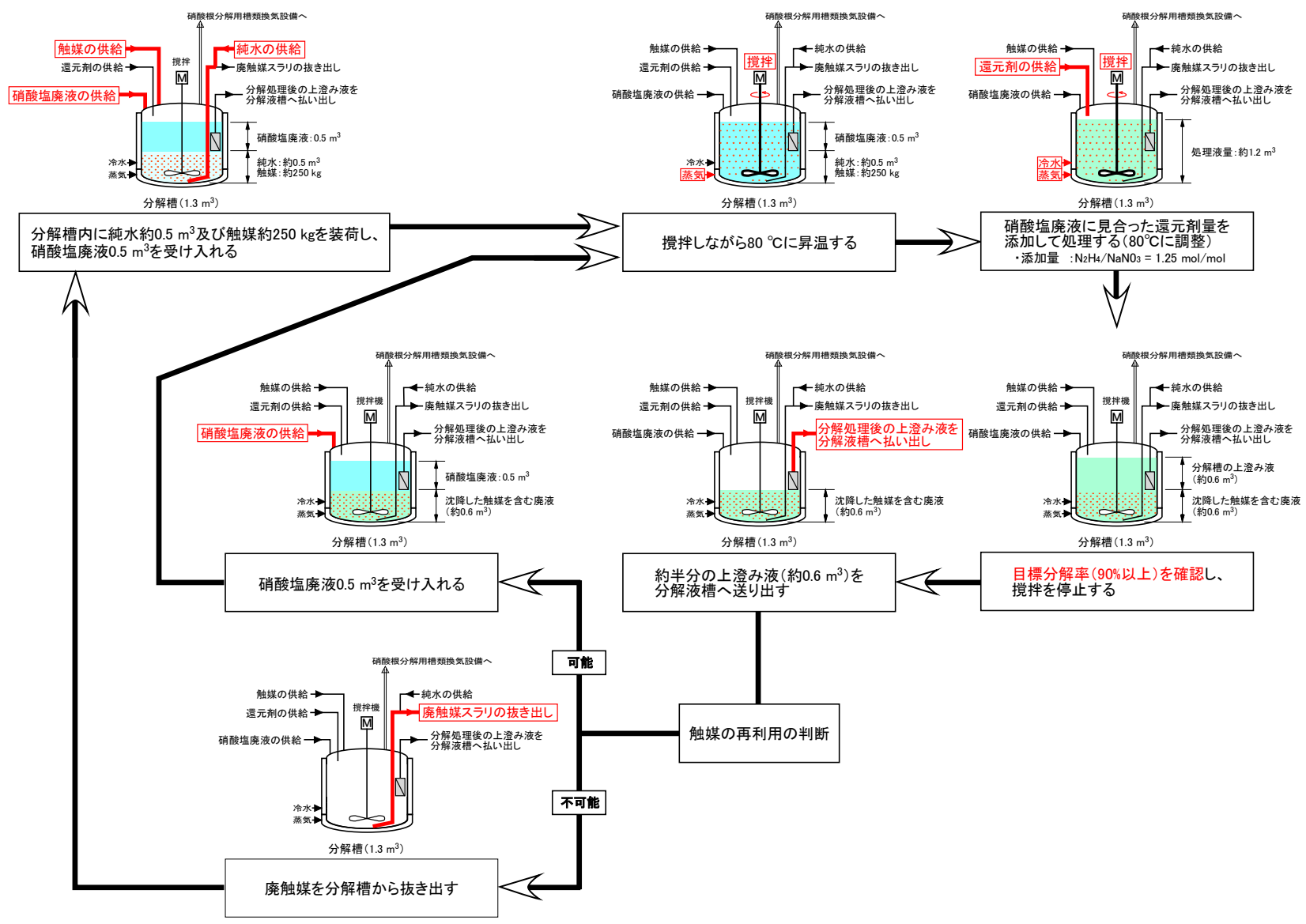


装置の外観写真

別図－3 工学規模試験の試験装置



別図－4 工学規模試験における溶液中化学種濃度の経時変化 (繰り返し使用 3 回目触媒)



別図-5 実機の分解槽での硝酸根分解処理（バッチ方式）の概要

セメント固化技術の実機への適用に係るコールド試験について

1. 概要

LWTF のセメント固化設備において、スラリ廃液、リン酸廃液及び炭酸塩廃液のセメント固化技術の実機への適用性を確認するため、下記のコールド試験（ビーカースケール試験及び実規模試験）を実施した。

- ・ビーカースケール試験： 実規模の 1/200 程度のスケールで、LWTF で処理する各廃液が固化できることを確認
- ・実規模試験： LWTF へ導入する実機を想定して、実規模試験装置を用いて LWTF で処理する各廃液が固化できることを確認

試験の結果、セメント硬化時に浮き水が発生せず、また、日本原燃株式会社濃縮・埋設事業所廃棄物埋設施設に対する廃棄物確認に関する運用要領¹⁻¹⁾に定められている一軸圧縮強度（1.47 MPa）に対して十分な強度（8 MPa）が発現する固化条件（塩充填率、水セメント比）を確認している。

1-1) 廃棄物確認に関する運用要領，原子力規制庁，平成 26 年 3 月（2014）。

2. スラリ廃液の試験

2.1 試験目的

硝酸塩を直接固化できるセメント材（高炉スラグ微粉末とシリカヒュームを混合）を、硝酸ナトリウムを主成分とするスラリ廃液へ適用することを目的に、ビーカースケール試験及び実規模試験を実施し、固化条件について検討した。

2.2 試験方法（別表－ 1 参照）

(1) ビーカースケール試験

ビーカースケール試験の概要を別図－ 1 に、試験条件及び試験方法を以下に示す。

〔試験条件〕

- ・処理対象溶液：硝酸ナトリウム溶液、実際のスラリ廃液を模擬した溶液
- ・溶液温度：50 °C
- ・溶液中の塩成分の固化体中への添加率（以下、「塩充填率」という。）
：40～55 wt%[※]
- ・セメント材：高炉スラグ微粉末とシリカヒュームを混合したセメント材
- ・溶液中の水に対して投入するセメント材の重量比（以下、「水セメント比（g-水/g-セメント）」もしくは「W/C」という。）
：0.43～1.22[※]
- ・固化体重量：約 2 kg（溶液＋セメント材）
- ・混練時間：20 分

※実運転で想定される変動幅として設定

[試験方法]

- ① 処理対象溶液を、ホットスターラーを用いて所定の温度まで加温
- ② 所定のセメント材とともにミキサーへ投入
- ③ ミキサーにて、所定の時間混練
- ④ その後、混練物を型枠へ充填
- ⑤ 室温で1日養生後、浮き水の有無を確認
- ⑥ さらに室温で養生し、混練から28日経過後、型枠より分離した上で、試料の一軸圧縮強度を測定

(2) 実規模試験

実規模試験の概要を別図－2に、試験条件及び試験方法を以下に示す。

[試験条件]

- ・ 処理対象溶液：実際のスラリ廃液を模擬した溶液
- ・ 溶液温度：50℃
- ・ 塩充填率：55 wt%
- ・ セメント材：ビーカースケール試験と同様
- ・ 水セメント比：0.56 (g-水/g-セメント)
- ・ 固化体重量：約300 kg-(溶液+セメント材)
- ・ 混練時間：20分

[試験方法]

- ① 処理対象溶液をドラム缶へ供給後、ヒーターを用いて所定の温度まで加温
- ② ドラム缶を実規模試験装置に設置後、所定のセメント材を投入し、所定の時間混練
- ③ その後、ドラム缶を室温で養生
- ④ 1日養生後、浮き水の有無を確認
- ⑤ さらに室温で養生し、混練から28日経過後、コアボーリングにより一部を採取した上で、試料の一軸圧縮強度を測定

2.3 試験結果 (別表－1 参照)

ビーカースケール試験のうち、硝酸ナトリウム溶液を用いた試験では、塩充填率：40～55 wt%、W/C：0.43～1.22の範囲で試験を行い、全ての条件で、固化体に浮き水は発生せず、塩充填率：55 wt%、W/C：1.22を除く条件で、一軸圧縮強度が8MPa以上となることが分かった(別図－3参照)。また、実際のスラリ廃液を模擬した溶液を用いた試験では、塩充填率：55wt%、W/C：0.87の条件で、浮き水は発生せず、一軸圧縮強度が8 MPa以上となることが分かった。

実施した実規模試験では、ビーカースケール試験を踏まえて設定した塩充填率：55 wt%、W/C：0.56の条件において、浮き水が発生せず、一軸圧縮強度が8 MPa以上となる固化体を得られた。

3. リン酸廃液の試験

3.1 試験目的

セメント材（高炉スラグ微粉末とシリカヒュームを混合）を、水酸化カルシウムを添加して予めリンを不溶化したリン酸廃液へ適用することを目的に、ビーカースケール試験及び実規模試験を実施し、固化条件について検討した。

3.2 試験方法（別表－1 参照）

(1) ビーカースケール試験

試験条件及び試験方法を以下に示す。

〔試験条件〕

- ・処理対象溶液：リン酸廃液の主成分となるリン酸二水素ナトリウムを純水へ溶解し、ここへ水酸化カルシウムを添加してリンをリン酸カルシウムとした溶液
- ・溶液温度：常温
- ・塩充填率：8～14 wt%*
- ・セメント材：高炉スラグ微粉末とシリカヒュームを混合したセメント材
- ・水セメント比：1.01～1.89 (g-水/g-セメント)*
- ・固化体重量：約 1.5 kg (溶液+セメント材)
- ・混練時間：20 分

*実運転で想定される変動幅として設定

〔試験方法〕

- ① リン酸二水素ナトリウムを純水へ溶解した後、水酸化カルシウムを添加して、予め溶液中のリン酸を不溶化
(リン 1 mol あたりのカルシウム添加量は、予め試験を行い 1.67 mol-Ca/mol-P と設定)
- ② その後の手順については、「2. スラリ廃液」の「(1) ビーカースケール試験」の試験方法と同様とした。

(2) 実規模試験

試験条件及び試験方法を以下に示す。

〔試験条件〕

- ・処理対象溶液：ビーカースケール試験と同様
- ・溶液温度：常温
- ・塩充填率：14 wt%
- ・セメント材：ビーカースケール試験と同様
- ・水セメント材：1.37 (g-水/g-セメント)
- ・固化体重量：約 300 kg (溶液+セメント材)
- ・混練時間：17 分

〔試験方法〕

- ① ビーカースケール試験と同様、予め溶液中のリン酸を不溶化
(リン 1 mol あたりのカルシウム添加量は、ビーカースケール試験結果
を踏まえ、2.4 mol-Ca/mol-P と設定)
- ② その後の手順については、「2. スラリ廃液」の「(2) 実規模試験」の試験
方法と同様とした。

3.3 試験結果 (別表-1 参照)

ビーカースケール試験では、リン酸に対して水酸化カルシウムを 1.67 mol-Ca/mol-P 添加することでリンを不溶化した後、塩充填率：8～14 wt%、W/C：1.01～1.89 の範囲で試験を行い、別図-4 に示す条件において、得られた試料に浮き水は発生せず、一軸圧縮強度が 8 MPa 以上となる範囲を確認した。

以上を踏まえて実施した実規模試験では、リンに対して水酸化カルシウムを 2.4 mol-Ca/mol-P 添加することでリンを不溶化した後、塩充填率：14 wt%、W/C：1.37 の条件で試験を行い、浮き水が発生せず、一軸圧縮強度が 8 MPa 以上となる固化体が得られた。

4. 炭酸塩廃液の試験

4.1 試験目的

一般産業界にて用いられるセメント材（高炉セメントC種）を、炭酸塩廃液へ適用することを目的に、ビーカースケール試験及び実規模試験を実施し、固化条件について検討した。

4.2 試験方法（別表－1 参照）

(1) ビーカースケール試験

試験条件及び試験方法を以下に示す。

〔試験条件〕

- ・ 処理対象溶液：炭酸塩廃液の主成分となる塩〔塩組成：炭酸ナトリウム：硝酸ナトリウム＝4.5：1(mol比)〕を溶解した溶液
- ・ 溶液温度：50℃
- ・ 塩充填率：15～23 wt%*
- ・ セメント材：高炉セメントC種〔高炉スラグ微粉末：普通セメント＝7：3(重量比)〕
- ・ 水セメント比：0.65～0.85 (g-水/g-セメント)*
- ・ 固化体重量：約1 kg (溶液＋セメント材)
- ・ 混練時間：4分

※実運転で想定される変動幅として設定

〔試験方法〕

試験方法は、「2. スラリ廃液」の「(1) ビーカースケール試験」の試験方法と同様とした。

(2) 実規模試験

試験条件及び試験方法を以下に示す。

〔試験条件〕

- ・ 処理対象溶液：ビーカースケール試験と同様
- ・ 溶液温度：50℃
- ・ 塩充填率：15～23 wt%*
- ・ セメント材：ビーカースケール試験と同様
- ・ 水セメント比：0.65～0.85 (g-水/g-セメント)*
- ・ 固化体重量：約300 kg (溶液＋セメント材)
- ・ 混練時間：20分

※実運転で想定される変動幅として設定

〔試験方法〕

試験方法は、「2. スラリ廃液」の「(2) 実規模試験」の試験方法と同様とした。

4.3 試験結果（別表－1 参照）

ビーカースケール試験では、塩充填率：15～23 wt%、W/C：0.65～0.85 の範囲で試験を行い、別図－5 に示す条件で、固化体に浮き水は発生せず、一軸圧縮強度が 8 MPa 以上となることが分かった。

以上を踏まえて実施した実規模試験では、塩充填率：15～23 wt%、W/C：0.65～0.85 の範囲で試験を行い、別図－6 に示す条件において、得られた試料に浮き水は発生せず、一軸圧縮強度が 8 MPa 以上となる範囲を確認した。

5. まとめ

上記のとおり、スラリ廃液、リン酸廃液、炭酸塩廃液のいずれについても、模擬廃液を用いた実規模試験を行い、浮き水が発生せず、8 MPa 以上の一軸圧縮強度を持つセメント固化体を製作できる条件について見通しを得ている。

なお、一般的にセメントは硬化する際、水和熱が発生してセメント固化体の内部温度が上昇し、一軸圧縮強度が低下する。このため、一軸圧縮強度については、実規模大（2000ドラム缶サイズ）の試験で確認しており、十分な強度を確認している。

以上

別表-1 ビーカースケール及び実規模のセメント固化試験まとめ

対象	試験条件						試験結果		
	規模	模擬廃液		セメント材		混練時間 [分]	1日養生後	28日養生後	
		処理対象溶液	溶液 温度 [°C]	溶液中の塩成分の 固化体中への添加率 (塩充填率) [wt%]	種類		溶液中の水に対して投入 するセメント材の重量比 (水セメント比 W/C) [g-水/g-セメント]	浮き水の有無	試料の一軸圧縮強度 [MPa]
スラリ廃液	ビーカースケール (実規模の1/150)	硝酸ナトリウム溶液	50	40~55	高炉スラグ微粉末と シリカヒュームを 混合したセメント材	0.43~1.22	20	無し	別図-3参照
		実際のスラリ廃液を模擬した溶液		55		0.87		無し	18.9
	実規模※ (300 kg規模)	実際のスラリ廃液を模擬した溶液		55		0.56		20	無し
リン酸廃液	ビーカースケール (実規模の1/200)	リン酸廃液の主成分となるリン酸二水素ナトリウムを純水へ溶解し、ここへ水酸化カルシウムを添加してリンをリン酸カルシウムとした溶液 (リン酸の不溶化のために添加した水酸化カルシウム量: 1.67 mol-Ca/mol-P)	常温	8~14	高炉スラグ微粉末と シリカヒュームを 混合したセメント材	1.01~1.89	20	無し	別図-4参照
	実規模※ (300 kg規模)	リン酸廃液の主成分となるリン酸二水素ナトリウムを純水へ溶解し、ここへ水酸化カルシウムを添加してリンをリン酸カルシウムとした溶液 (リン酸の不溶化のために添加した水酸化カルシウム量: 2.4 mol-Ca/mol-P)		14		1.37		17	無し
炭酸塩廃液	ビーカースケール (実規模の1/300)	炭酸塩廃液の主成分となる塩[塩組成: 炭酸ナトリウム/硝酸ナトリウム=4.5/1 (mol比)]を溶解した溶液	50	15~23	高炉セメントC種 [高炉スラグ微粉末/ 普通セメント =7/3(重量比)]	0.65~0.85	4	無し	別図-5参照
	実規模※ (300 kg規模)	炭酸塩廃液の主成分となる塩[塩組成: 炭酸ナトリウム/硝酸ナトリウム=4.5/1 (mol比)]を溶解した溶液		15~23		0.65~0.85		20	無し

※実規模試験では、混練28日後に試料をコアボーリングにより一部を採取した上で一軸圧縮強度を測定



ホットスターラー
処理対象溶液の調整
(室温 or 50°C)



ミキサーによる混練
(セメント材の投入)



ミキサーによる混練
(4~20分)



型枠への充填



室温で養生



浮き水の有無の確認
(1日養生後)

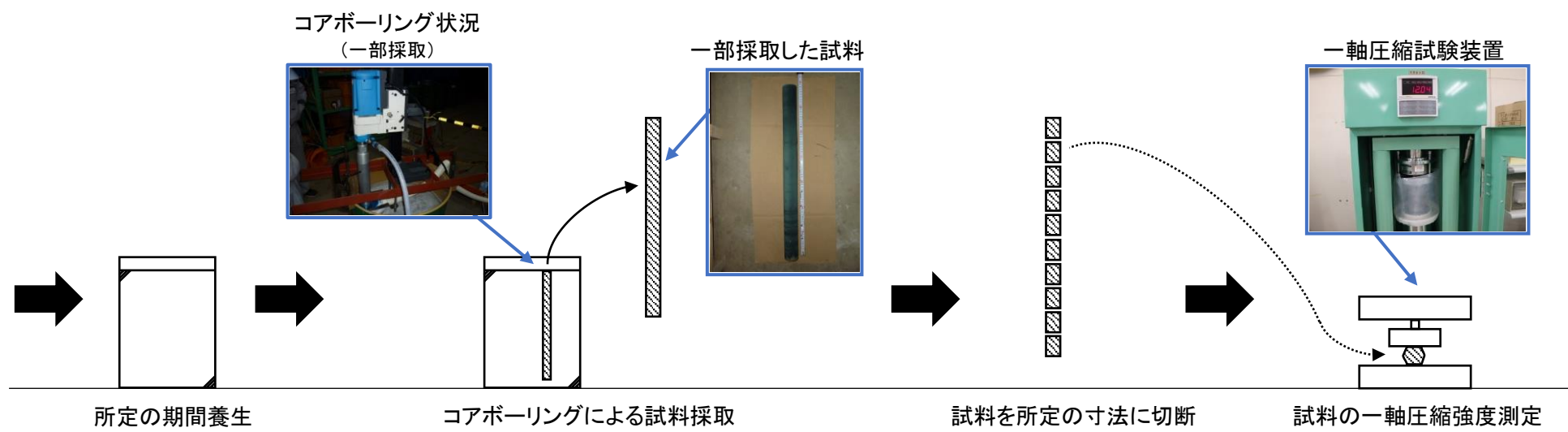
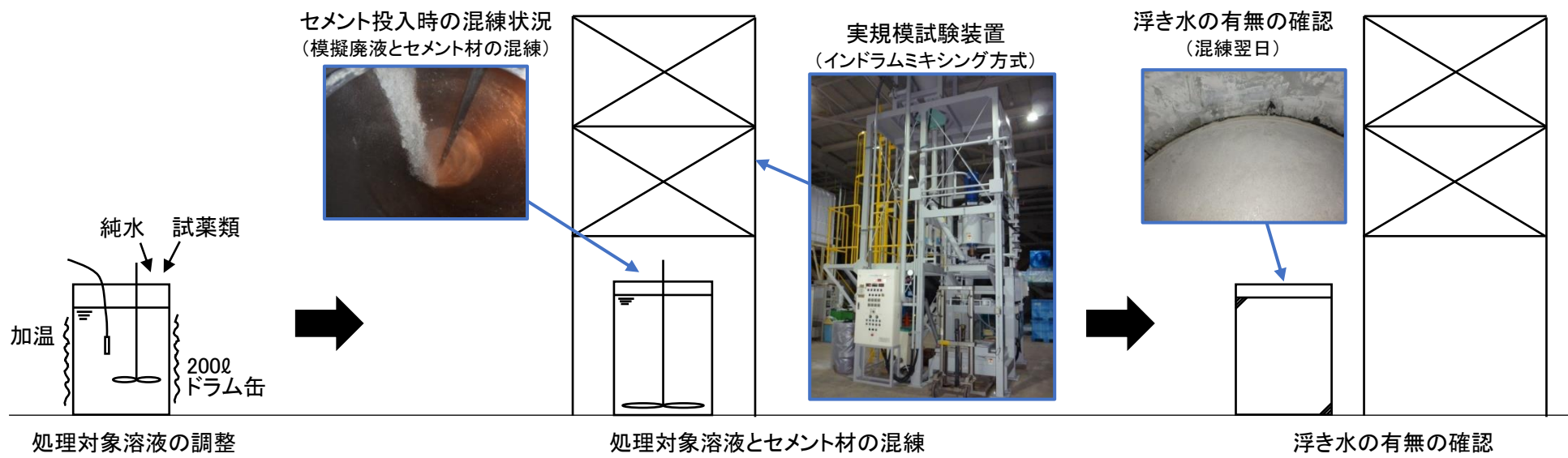


室温で養生

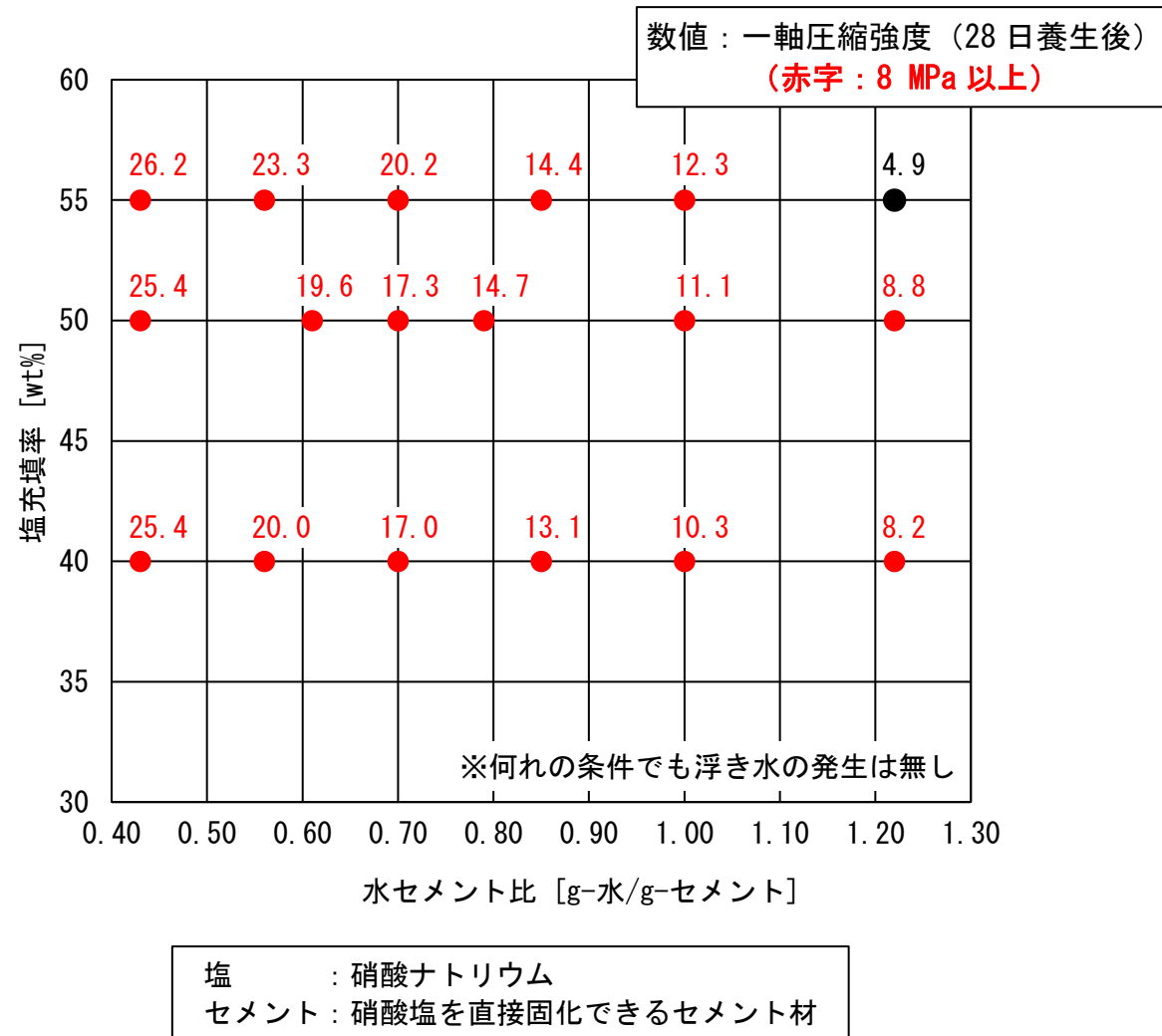


一軸圧縮試験装置
圧縮強度測定
(28日養生後)

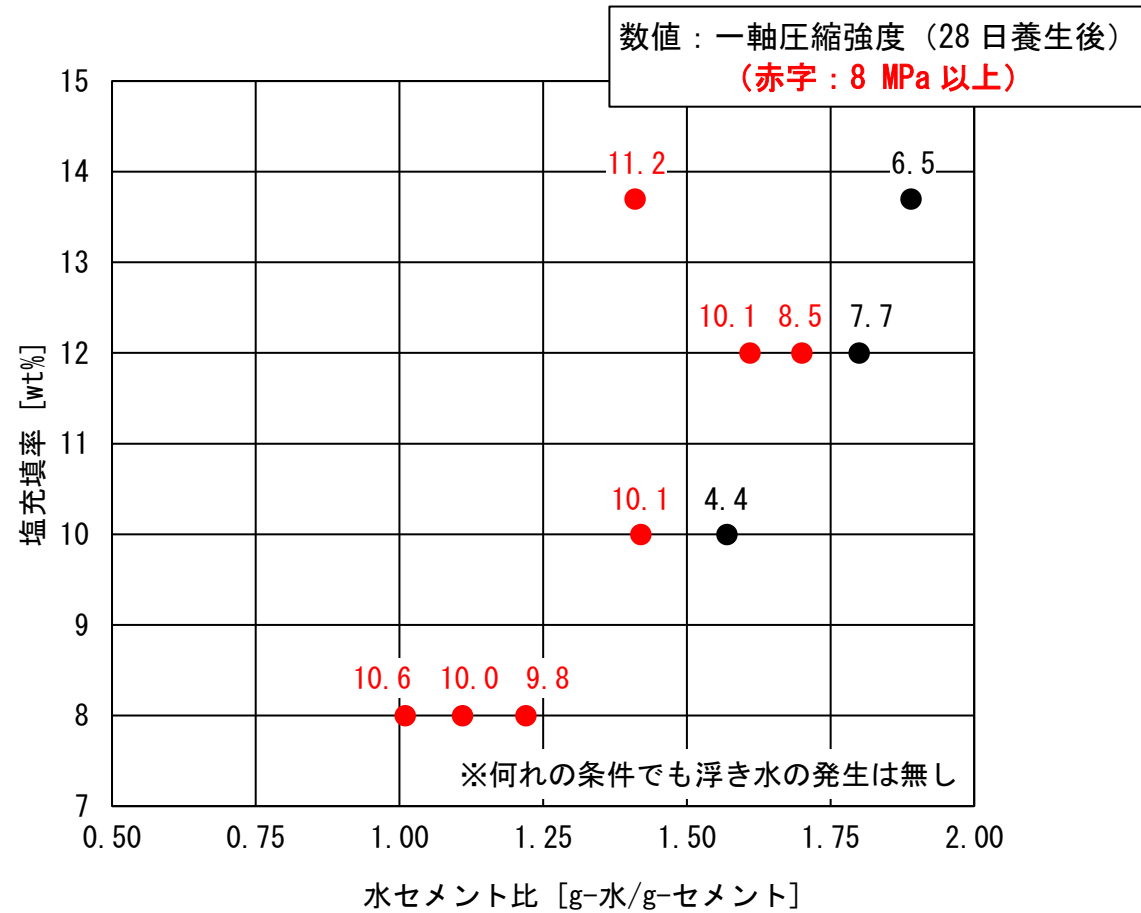
別図-1 ビーカースケール試験の概要



別図－2 実規模試験の概要

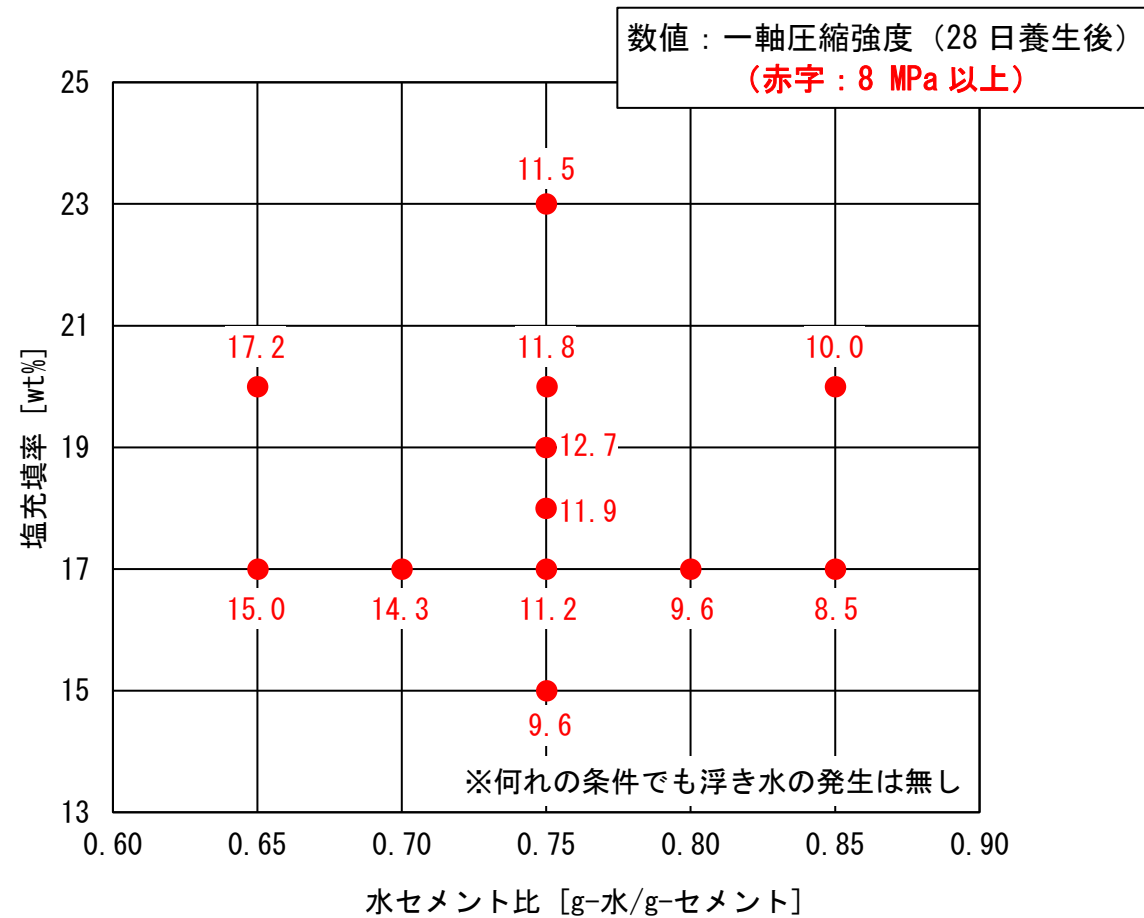


別図－3 スラリ廃液のセメント固化試験結果（ビーカースケール試験）



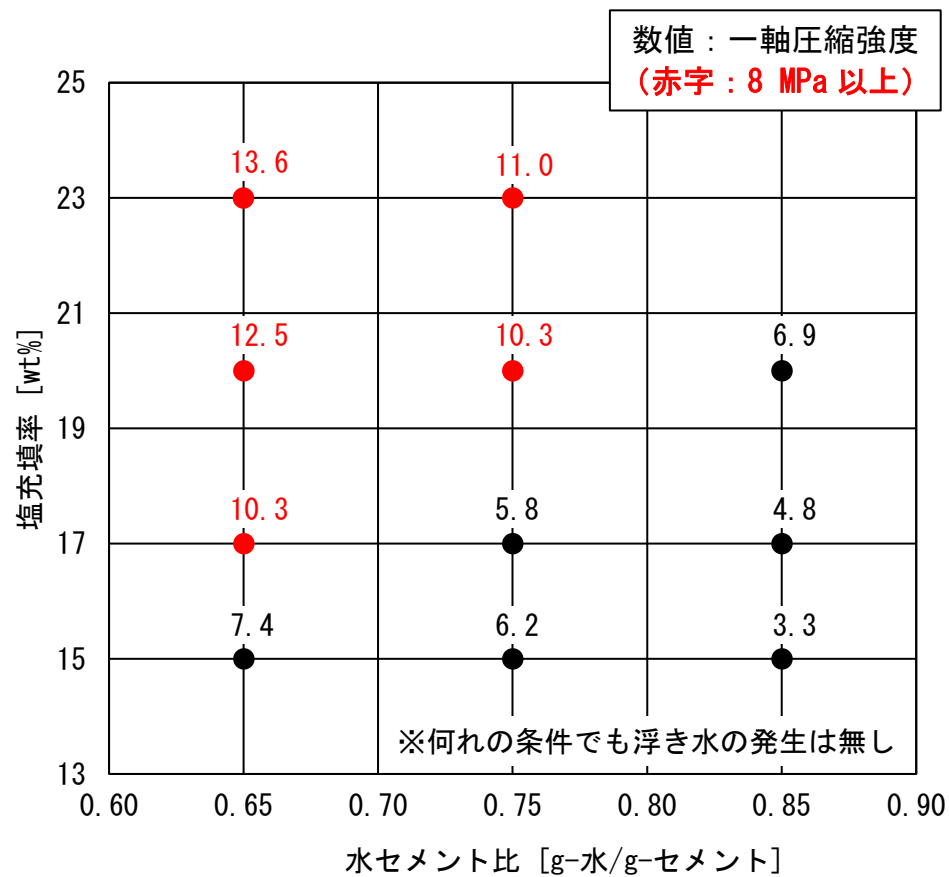
塩：リン酸二水素ナトリウム [水酸化カルシウム (1.67 mol-Ca/mol-P) を添加してリン酸を不溶化]
セメント：硝酸塩を直接固化できるセメント材

別図-4 リン酸廃液のセメント固化試験結果（ビーカースケール試験）

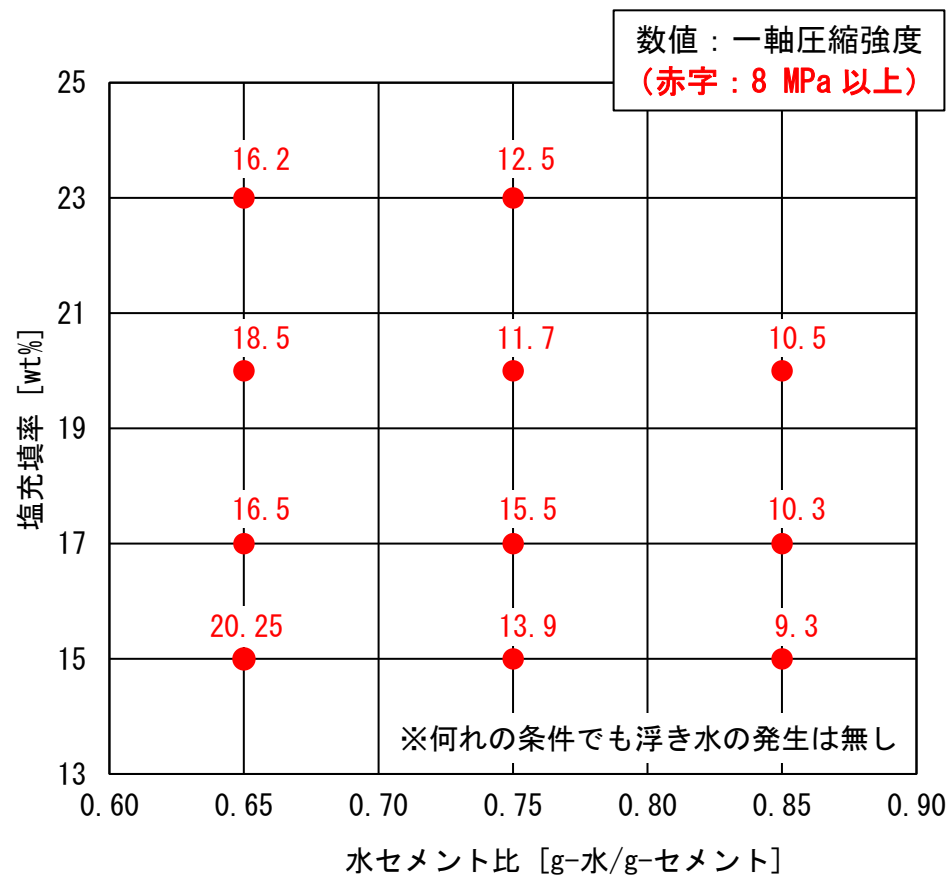


塩：炭酸ナトリウムと硝酸ナトリウムの混合物 [炭酸ナトリウム：硝酸ナトリウム=4.5：1(mol比)]
セメント：高炉セメントC種 [高炉スラグ微粉末：普通セメント=7：3(重量比)]

別図－5 炭酸塩廃液のセメント固化試験結果（ビーカースケール試験）



【28日養生後】



【364日養生後】

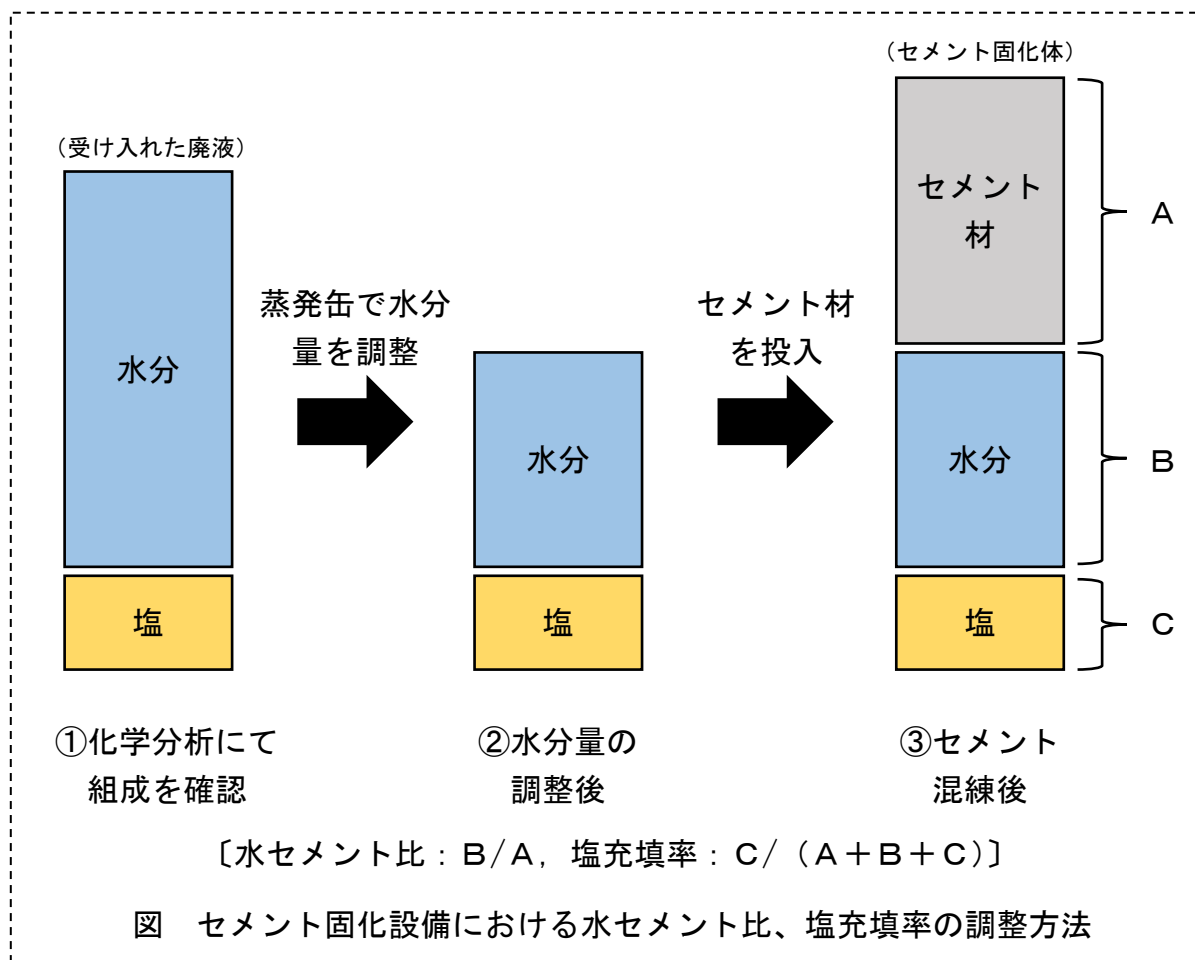
塩：炭酸ナトリウムと硝酸ナトリウムの混合物 [炭酸ナトリウム：硝酸ナトリウム=4.5：1(mol比)]
セメント：高炉セメントC種 [高炉スラグ微粉末：普通セメント=7：3(重量比)]

別図-6 炭酸塩廃液のセメント固化試験結果 (実規模試験)

(参考) セメント固化設備における水セメント比、塩充填率の調整方法について

「2. 試験内容と試験結果」に示したとおり、スラリー廃液、リン酸廃液、炭酸塩廃液の各廃液をセメント固化するためには、廃液中の塩成分の固化体中への添加率（塩充填率）と、廃液中の水に対して添加するセメント材の重量比（水セメント比）を、浮き水が発生せず、固化体が8 MPa以上の一軸圧縮強度を持つ条件に調整することが必要である。

各廃液の処理にあたっては、セメント固化設備の上流にある蒸発濃縮設備にて、受け入れた廃液に含まれる塩の量を化学分析にて確認するとともに、蒸発缶にて廃液中の水分量を調整した上で、セメント固化設備にて廃液中の水分量に応じたセメント材を投入することで、水セメント比及び塩充填率を調整する。



以上

地震により安全機能（閉じ込め）を喪失した場合の影響

施設内の機器の損傷に伴い、内蔵する低放射性液体廃棄物、使用済吸着剤が施設内に漏洩し、これらに含まれる放射性物質が室内雰囲気に移行し、建家外へ放出されることを想定。

対象物	全放射能 (Bq)	根拠（廃棄物の漏えい量の設定）
低放射性液体廃棄物 使用済吸着剤	約 3.5×10^{14}	LWSFで貯蔵している低放射性濃縮廃液の分析結果を基に施設内の全放射能が高くなるよう保守的に設定。 ✓ 低放射性液体廃棄物：セル内の各貯槽にろ過・吸着設備で濃縮されたもの（低放射性濃縮廃液：約 300m^3 相当）が滞留。 ✓ 使用済吸着剤：廃吸着剤貯槽に平衡吸着量に達した使用済吸着剤が全量（約 87 m^3 ）保管。

低放射性固体廃棄物の放射エネルギーは小さく、万一施設内に漏洩した場合でも一般公衆の被ばく評価に影響を与えない。

- ✓ 建家内への漏えい率：1
- ✓ 気相への移行率： 2×10^{-5} （低放射性液体廃棄物）
 1×10^{-5} （使用済吸着剤）
- ✓ 建家のDF：1
- ✓ 相対濃度： $4.42 \times 10^{-7}\text{ h/m}^3$
- ✓ 地上放散

➤ 一般公衆の被ばく評価：約 $8.9 \times 10^{-2}\text{ mSv}$

なお、追加する硝酸根分解設備及びセメント固化設備の機器は、取り扱う放射エネルギーが小さく、上記の被ばく評価に寄与しない。

ろ過時の吸着剤に何を使っているのか説明すること。有機系の PAN（ポリアクリロニトリル）だとすると、これ自体の廃棄に問題があると思われるため。（アクリルは焼却するとシアンが発生するため。）また、吸着剤が廃棄物となった際の扱いについて説明すること。

LWTF のろ過・吸着設備で Cs/Sr の吸着処理に使用する予定であった吸着剤は、有機物（PAN：ポリアクリロニトリル）を用いたものであるが、この吸着剤は、約 0.3 MGy 程度の吸収線量によりひび割れ等を生じ、吸着性能が低下すること、及び放射線分解によりシアンイオン（CN⁻）を生じること等が分かってきた。このため、現在は無機系の吸着剤を使用することとしており、コメントに示されるような問題が生じないように配慮している。

なお、現在選定している吸着剤は、東京電力福島第一原子力発電所の事故に伴い、化学メーカーが開発した無機系の吸着剤（Cs/Sr の吸着性能に優れているとされている）であり、当初使用予定のものよりも吸着性能が高いことが期待できるため、現在、LWTF で処理する廃液を模擬した試験用廃液で、当該吸着剤の性能及び寿命を確認中である。いずれにしても有機系の吸着剤を採用することはない。

なお、吸着できなくなった廃吸着剤は、LWTF1 階の廃吸着剤貯槽（ライニング型：容量 78 m³）内に貯留し、満杯になる前に処理方法を決定することとしている。

廃止措置計画の変更認可申請（LWTF の改造）における規制庁コメントに対する説明資料

規制庁コメント（確認ポイント）12/18 規制庁面談議事録より引用	コメント番号	説明資料 目次（コメント回答箇所）
<p>1. 硝酸根分解設備の設置について</p> <p>1) 硝酸根分解設備を設置する理由。技術的成立性。</p> <p>2) 硝酸根分解設備の設置は他の一般化学産業の方法も検討した上でのものか。</p> <p>3) 廃止措置上のメリット・デメリット（蒸発固化方式からセメント固化方式に変更する理由。）</p> <p>2. セメント固化設備の設置について</p> <p>1) インドラムミキシング形式を採用するとあるが、過去のトラブル事例を踏まえた上での設計となっているのか。</p> <p>2) 水とセメントの反応において、水が少ないと混練できず、水は多めに入れる必要があるが、この場合余った水がドラム缶内で浮いてきてしまう事象があるが、問題なく固化体の製作ができるのか。</p> <p>3. 安全設計方針について</p> <p>1) 硝酸根分解設備</p> <p>①圧縮空気の供給、炭酸ガスの吹き込みとあるが、実現可能なものか。（ピーカー規模なら問題ないが、反応槽が大きくなると均一化に時間を要する。）</p> <p>②火災等による損傷の防止について、ヒドラジンの過剰供給防止のためのインターロック設置については申請書への記載がないため、記載すること。</p> <p>③水素が発生した場合でも滞留しないようにとあるが、水素濃度管理の基準は何か説明すること。</p> <p>④排風機の位置付けについて説明すること。（安全機能を有する施設と思われる。）排風機停止時の影響について説明すること。また、何故2系統設けているのか説明すること。</p> <p>⑤性能維持施設としてのLWTFの位置付けを明確にすること。 （設備名称、検査内容、要求される機能、維持すべき期間） LWTFについては、今後性能維持施設としての詳細を定めるとしているが、現時点でも維持すべき性能や維持すべき期間は明確にしておく必要があると考えるため、性能維持施設としての記載を求める。</p> <p>⑥材料及び構造について、「安全性を確保する上で重要なもの」とは何か、申請書にも記載がないため明確にすること。</p> <p>⑦LWTFの耐震分類上の位置付けについて説明すること。（どのような設備がB、Cクラスなのかとその理由）（セメント固化設備と共通）</p> <p>⑧アンモニア分解設備を設置することの必要性について説明すること。</p> <p>⑨アンモニア分解槽では、副生成物のアンモニアが出るとあるが、PNCレポートでは硝酸アンモニウム生成についての記載がある。今回は積極的に硝酸アンモニウムを生成してしまうことにならないか。 また、本日の説明では試験規模から実規模への適用が可能であるとの説明であったが、試験規模から実規模への適用が可能であることを示す技術的資料を用いて、説明すること。</p> <p>⑩ろ過時の吸着剤に何を使っているのか説明すること。有機系のPAN（ポリアクリルニトリル）だとすると、これ自体の廃棄に問題があると思われるため。（アクリルは焼却するとシアンが発生するため。）また、吸着剤が廃棄物となった際の扱いについて説明すること。</p> <p>2) セメント固化設備</p> <p>①セメントは反応時に発熱を伴うと思われるが、発熱の影響について説明すること。</p> <p>②放射性濃度低と高で設備に相違はあるのか。（硝酸根分解設備と共通）</p> <p>③既存のセルの閉じ込め機能に影響を与えない設計とあるが、影響を与える設計としないのは何故か説明すること。</p> <p>④混練フードをアンバー区域に設ける理由について説明すること。</p> <p>3) 廃止措置計画との整合性</p> <p>①現在の廃液量と今後発生する廃液量を踏まえた上で、廃止措置計画とも整合の取れた設計となっているか説明すること。</p> <p>②LWTFからAS2（第二アスファルト固化体貯蔵施設）への運搬方法について、申請書に記載がないため説明すること。また、AS2施設での貯蔵方法について説明すること。</p>	<p>①</p> <p>②</p> <p>③</p> <p>④</p> <p>⑤</p> <p>⑥</p> <p>⑦</p> <p>⑧</p> <p>⑨</p> <p>⑩</p> <p>⑪</p> <p>⑫</p> <p>⑬</p> <p>⑭</p> <p>⑭'</p> <p>⑮</p> <p>⑯</p> <p>⑰</p> <p>⑱</p> <p>⑲</p> <p>⑳</p> <p>㉑</p>	<p>廃止措置計画の変更認可申請（低放射性廃棄物処理技術開発施設（LWTF）の改造）における規制庁コメントに対する回答</p> <p>1. セメント固化設備の設置目的：⑬</p> <p>2. 硝酸根分解設備の設置目的：⑰</p> <p>3. 硝酸根分解設備について</p> <p>3.1 設備の構成</p> <p>(1) 硝酸根分解設備の構成：⑬、⑰</p> <p>(2) 硝酸根分解用槽類換気設備の構成：⑲、⑬、⑰</p> <p>3.2 硝酸根分解設備における実機への適用性について</p> <p>3.2.1 触媒/還元剤法の実機への適用性について</p> <p>(1) 触媒/還元剤法の採用について：⑰、⑱</p> <p>(2) 触媒/還元剤法の実機への適用に係る試験について：⑭'</p> <p>3.2.2 アンモニア押し出し技術の実機への適用性について：⑲</p> <p>3.2.3 炭酸ナトリウムへの転換技術の実機への適用性について：⑲</p> <p>3.3 その他</p> <p>(1) 水素発生に対する安全設計について：⑰、⑳</p> <p>(2) 硝酸アンモニウムの生成の可能性について：⑭</p> <p>4. セメント固化設備について</p> <p>4.1 設備の構成：⑰、⑲</p> <p>4.2 セメント固化設備における実機への適用性について</p> <p>(1) セメント固化技術の実機への適用に係る試験について：⑮、⑭'、⑰</p> <p>(2) インドラムミキシングの過去のトラブル事例を踏まえた対策について：⑳</p> <p>4.3 その他</p> <p>(1) 既存のセルの閉じ込め機能に影響を与えない設計について：⑳</p> <p>(2) 貯蔵施設への運搬と貯蔵方法について：㉑</p> <p>5. その他の安全設計</p> <p>(1) 材料及び構造について：⑰</p> <p>(2) 性能維持施設について：⑰</p> <p>(3) 耐震重要度分類について：⑱</p> <p>6. 改造に係る廃止措置計画との整合：㉑</p> <p>別表－1 硝酸根分解設備の設置場所における区域区分と割当線量率：⑰</p> <p>別表－2 硝酸根の分解処理方法の選定：⑱</p> <p>別表－3 硝酸根分解で用いる触媒の選定：⑰</p> <p>別表－4 セメント固化設備の設置場所における区域区分と割当線量率：⑰</p> <p>別表－5 インドラムミキシング方式のセメント固化に係るトラブル事象及びLWTFセメント固化設備における対策：㉑</p> <p>別表－6 アウトドラムミキシング方式のセメント固化に係るトラブル事象及びLWTFセメント固化設備における対策：㉑</p> <p>別表－7 LWTFの性能維持施設：⑰</p> <p>別図－1 改造後の液体廃棄物処理系統のプロセス（LWTF）：⑰</p> <p>別図－2 硝酸根分解設備の系統</p> <p>別図－3 セメント固化設備の設置：⑰</p> <p>別図－4 LWTFで製作するセメント固化体のAS2への運搬と貯蔵方法の概要：㉑</p> <p>別紙－1 触媒/還元剤法の実機への適用に係るコールド試験について：⑭'</p> <p>別紙－2 セメント固化技術の実機への適用に係るコールド試験について：⑮、⑭'、⑰</p> <p>別紙－3 地震により安全機能（閉じ込め）を喪失した場合の影響</p> <p>Q&A：⑳</p>

東海再処理施設の安全対策に係る面談スケジュール(案)

令和2年9月17日

再処理廃止措置技術開発センター

面談項目 (下線 : 10月変更申請 青字 : 監視チーム会合コメント)		令和2年									
		8月	9月				10月				
			31~4	~11	~18	~25	29~2	~9	~16	~23	~30
安全対策											
地震による損傷の防止	○主排気筒耐震工事 -設計及び工事の計画							▽1	◇ 10上		
津波による損傷の防止	○代表漂流物の妥当性評価 ○引き波の影響評価 ○津波警報発令時のTVFバルブ閉止処 置に係る他の初動対応を含めた有効性 評価				▽17			◇ 10上			
事故対 処	○前提条件の明確化	▽25		▽7▽10◆15							
	○シナリオ検討、ウェットサイトを想定した 訓練							▽1		◇ 10下	
	○有効性評価	▽25								◇ 10下	
	○HAW 事故に係る対策 -設計及び工事の計画	▽27								◇ 10下	
	○TVF 事故に係る対策 -設計及び工事の計画	▽27								◇ 10下	
外部 からの 衝撃 による 損傷 の防 止	○HAW 建家の竜巻対策工事 -設計及び工事の計画				▽17			◇ 10上			
	○竜巻;飛来物による破損のモード、補修 方法、補修に要する時間等の明確化 (事故対処の有効性評価と併せて提示)	▽27		(▽7)▽10◆15							
	○外部事象に係る可搬型の事故対処設備 について(分散配置の設置場所、各外 部事象に対する事故対処設備の対策の 具体的内容)(事故対処の有効性評価と 併せて提示)										
	火山										
外部 火災	○防火帯の設置計画について			(▽7)▽10◆15							
	○防火帯内側施設の防火体制			(▽7)▽10◆15							
	○8/7 変更申請書に関する質問回答		▽3	▽10							

▽面談、◇監視チーム会合

面談項目 (下線:10月変更申請)		令和2年										
		8月		9月					10月			
		3~7	31~4	~11	~18	~25	29~2	~9	~16	~23	~30	
内部火災	○防護条件設定の拡充 ○火災影響評価	▼6	▼27									
溢水	○防護対象除外理由の説明 ○溢水影響評価	▼6	▼27									
制御室	○制御室に求められる機能 ○TVF 制御室の換気対策工事 -設計及び工事の計画	▼6	▼27		▼10		▽24		◇ 10上			
その他施設の安全対策	○その他施設の津波防護 -津波流入経路、廃棄物等流出経路に係る各建家のウォークダウン -放射性物質の流出の恐れのある施設に関する詳細評価 -廃棄物等の建家外流出のおそれに対する対応方針 -対策の内容、対策の評価				▼10◆15		▽24	▽1				
		▼20 (MP)	▼3 (フロー)						(AAF,LWSF,OB等)(残りの施設)			
その他												
その他の設計及び工事の計画	○動力分電盤制御用電源回路の一部更新 (その2)			▼3					◇ 10上			
	○排水モニタリング設備の更新			▼3					◇ 10上			
廃止措置計画の既変更申請案件の補正	○TVF 保管能力増強 (事故対処の有効性評価と併せて提示) ○LWTF のセメント固化設備及び硝酸根分解設備の設置											▽17
保安規定変更申請	○HAW,TVF 貯槽液量制限								▽1			

▽面談、◇監視チーム会合