

# 福島第一原子力発電所の緊急安全対策

1

- 原子力規制委員会からの指摘事項等も踏まえつつ、福島第一原子力発電所での廃炉作業や汚染水・タンク問題対策の加速化・信頼性向上のために、東京電力として自ら緊急に取り組むべき安全対策を取りまとめ。
- ハード面・ソフト面および現場のモチベーション向上に関する総合的な対策を優先順位をつけて迅速に実施。

## 1. 現場作業の加速化・信頼性向上に向けた労働環境の抜本改善

- 作業環境・厚生施設等の改善、これらを通じたヒューマンエラーの防止

種別	項目	内容	実施時期
作業安全	サイト内除染 (全面マスク省略エリアの拡大) <参考1-1>	免震重要棟、多核種除去設備(ALPS)、入退域管理施設等を含む敷地中央エリア	(実施済)
		ガレキ保管エリアを含む敷地北側エリア(敷地の2/3以上に拡大)	11/11～
		タンク群を含む敷地南側エリア	H26～27年度
	海側のガレキ撤去<参考1-2>	タービン建屋東側の廃自動車等の撤去開始	(着手済)
	構内照明設備の増強 <参考1-3>	フランジ型タンク群	今年内
		南側タンク群	今年度内
通信環境の改善	敷地内の屋外における通話環境の改善	(実施済)	
	建物内等の通話環境が良くない箇所への対策	(着手済・継続)	
事務棟 休憩所	福島第一新事務棟の設置 <参考1-4>	暫定事務棟(社員約1,000名を収容)	(着手済)～H26.6
		本設事務棟(社員+協力会社を収容)	H27年度末完成
	構内休憩所の追加設置	大型バスを改造した移動式休憩所・コンクリートプレハブ式休憩所	12月～
		大型休憩所(地上8階建、約1,200名を収容)<参考1-5>	(詳細設計中)H26.12～
食生活の改善・充実	福島第一近傍に給食センターを設置し、3,000食規模で食事を供給<参考1-6>	H26年度末完成	
救急医療関係	救急医療用機器等の充実	超音波検査装置・自動心臓マッサージ器、救急車の追加配備	今年度内
作業員の労働 環境	敷地内車両の整備場の設置	構内のみで使用される車両整備場の設置	(着手済)～H26.3
	通勤バスの増便	通勤バスを増便し、通勤時間帯のバス待ち者の滞留を解消	(実施済・継続)
	設計上の労務費割増分の増額	敷地内作業に適用する設計上の労務費割増分の増額(1万円/日 2万円/日)	12月発注分以降
	請負工事発注方式の見直し	労働環境整備に関する施設工事の早期完成および中長期の作業員確保等に配慮した随意契約の適用	11月～
社員の労働環 境	免震重要棟内の整備	仮眠用アイテム整備	11月～
		仮泊者用シャワーの追加設置	今年度内
	新広野单身寮の整備	全居住棟へのトイレ・シャワー室等の設置	(実施済)
		食堂メニューの充実など	11月～
社員の処遇見直し	諸手当の増額など	今年度内開始	

## 2. 安全・品質確保のためのマネジメント・体制強化

- 現場作業に応じた作業手順書の策定、危険予知(KY)活動の徹底、協力企業とのコミュニケーション強化など安全・品質に関するマネジメントの改善
- 協力企業との関係を含め、現場での指揮命令系統における責任所在の明確化
- 安全・品質管理部門等の組織・要員強化
  - 原子力・立地本部長のもと、本店および発電所の安全・品質管理部門を統括する「安全品質担当」を設置
  - 発電所においては、安全・品質管理部門の要員も強化
  - 労働環境改善に特化した専門スタッフを設置
- 社員の人事ローテーション強化・人材の適正配置

内容	実施時期
原子力部門・事業所ごとに交流目標を設定し、定期異動を中心に実施	来年度
汚染水・タンク問題対策関係組織の整理・強化と管理職の増強	11月～

- 社内外総動員体制による汚染水・タンク対策関係要員の強化(220名増)  
(人数は四捨五入)

項目	内容	人数
原子力部門内の再配置	福島第一内の再配置、福島第二・柏崎刈羽等からの配置	70名
オール東電グループからの配置	火力・工務・土木・配電部門等、グループ会社からの配置	110名
社外からの受入	他電力等 なお、本店に社外プロジェクトマネージャー(プラントメーカーの専門家)を招へい	20名
安全・品質管理部門の組織・要員強化 他	(調整中)	20名

福島第一:20名 福島第二:20名 柏崎刈羽:20名

11/1現在の配置済み要員(200名)の内訳<参考2>

タンク新設・リプレース等:100名      タンクパトロール:60名  
安全・品質管理:20名                      放射線・環境分析評価:20名

## 3. 設備の恒久化

- 長期的な廃炉作業を着実に進めるための設備の恒久化

内容		予定時期
新中央監視室の設置(集中管理能力の向上)		H26～H28年度
開閉所・電源盤のリプレース	北側(5/6号機側):電源供給基地新設工事	H27年度開始
	南側(1～4号機側):設備増強	(順次増強中)
構内インフラ整備	道路補修	(順次実施中)
	免震重要棟給水配管更新・浄化槽増設	今年度
	免震重要棟非常用発電機更新	H26年度
	C排水路付け替え	今年度
	旧事務本館片付け・除染後、一部再使用	H26.3開始
廃棄物処理・保管設備	地元と調整しつつ、廃棄物処理・保管設備を設置	(順次実施)
火災報知器、消火設備等の火災対策	可燃物・危険物の取り扱いルールの見直し、保管場所確保	今年内
	屋外、建屋内等の火災検知器・消火設備増強	今年内計画策定
電線管・配管の信頼性向上		(順次実施)

## 4. 雨水対策

- 堰からの溢水防止、堰内への流入抑制等の対策を行い、堰内溜まり水を適切に管理(汚れた雨水は溢水させない)

対策			実施時期
溢水防止 <参考4-1>	鋼製板による堰の嵩上げ	H4北エリア(高汚染)	(実施済)
		その他全てのエリア	(着手済)～今年内
雨水流入抑制 <参考4-2>	コンクリート等による堰の更なる嵩上げ(信頼性向上)		(詳細設計中)～順次実施
	高線量汚染箇所のタンク上部へ雨樋設置	その他全てのタンクへ雨樋設置	12月～今年内 今年度内
地中浸透防止	タンク周辺地表面のフェーシング<参考4-3>		今年度内
排水路流入防止	B排水路の暗渠化<参考4-4>		11月～今年内
堰内溜まり水の一時受けタンクの増容量<参考4-5>			(着手済)～今年内

## 5. タンク貯留水漏えいの原因と対策

- 300トン漏れの原因を踏まえ、同型タンクへの対策を優先的に実施

原因 <参考5-1>	<ul style="list-style-type: none"> <li>直接的な漏えいの原因は、底板フランジパッキンの経時的なずれ</li> <li>汚染水対策の初期段階では、緊急にタンク設置が必要な状況下での設置プロセスとしては妥当であった(発注から金額決定までのプロセスは問題なく、部品手入れ、水張り試験等の健全性確認を実施)が、運用(経時的に増加するリスクの評価と対策実行)は十分ではなかった</li> </ul>
---------------	---

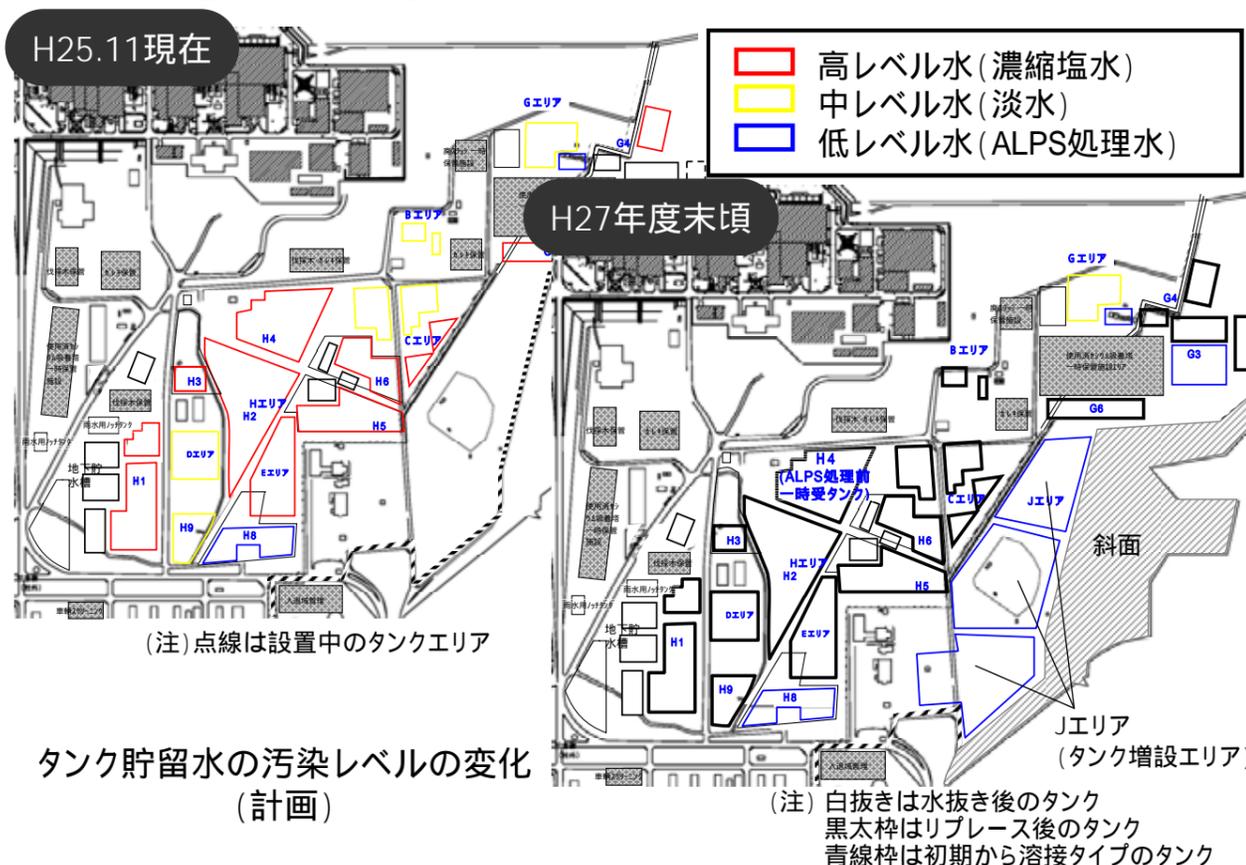
対策	実施時期
[暫定対策] 同型タンクの止水対策 <参考5-2>	タンク底部のコーキング等による止水 (着手済) 底板下部へのシーリング材の充填等 (実証試験を踏まえ展開) 底板部(内部)へのシーリング材の充填 (実証試験を踏まえ展開)
[運用面の対策] <参考5-3>	パトロール強化(4回/日、延べ120人/日) (実施中) フランジ型タンク全数への水位計設置 (着手済)~11月末
溶接型タンクへのリプレイス	(順次実施)
第2・3多核種除去設備の稼働による汚染水全量処理	~来年度末

## 6. 汚染水を適切に管理するための貯蔵計画・対策

- タンク貯留状況および増設計画**
  - 現状の濃縮塩水等の貯留量合計は約37万トン、貯蔵容量は約41万トン
  - Jエリアのタンク設置を加速・大型化し、貯蔵容量を約80万トンまでH27年度末を目標に確保
- タンクのリプレイス**
  - H27年度中を目標にフランジ型タンクや横置きタンクは信頼性の高い溶接型タンクにリプレイス
  - タンクは設計・建設を含めて品質管理を徹底
- 地下水流入量対策**
  - 地下水バイパス、サブドレンの汲み上げおよび陸側遮水壁による地下水流入量低減を実施

- 多核種除去設備(ALPS)の増強と信頼性向上 <参考6>

- ALPSを増強、来年度中頃以降運転し、来年度中にタンク貯留の汚染水を浄化
- 耐食性向上などの不具合対策により確実に是正処置を行い、運転信頼性を向上



## 7. 4号機使用済燃料プールからの燃料取り出し

- 信頼性の高い燃料取り出し関連設備の設置** <参考7-1>
  - 健全なプラントと同等な多重性を有する設計
- 十分な事前準備** <参考7-2>
  - 取り出し手順(緊急時を含む)の詳細検討と徹底した安全事前評価
  - 国際エキスパートグループなど第三者による作業安全性レビュー
  - 十分な体制の整備(6班×3セット、1班は4名+監理員+放射線管理員)
  - 入念な事前訓練(モックアップ施設および現地)の実施
- 通報連絡体制の整備** <参考7-3>
  - 現場監理員の常時配置と通報連絡手順の徹底周知

**福島第一原子力発電所の緊急安全対策**

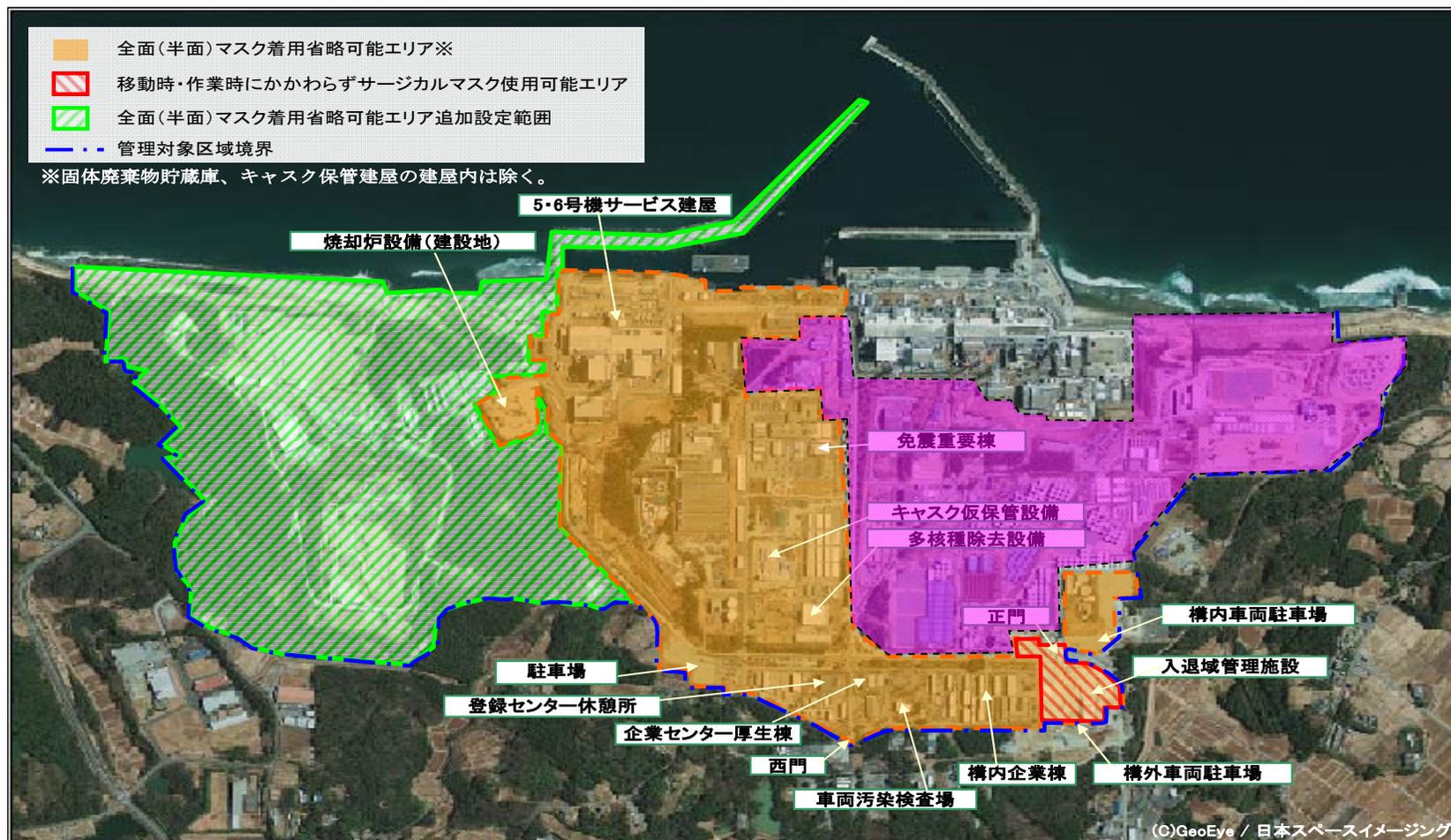
# **参考資料**

**平成25年11月8日  
東京電力株式会社**

# 1. 現場作業の加速化・信頼性向上に向けた労働環境の抜本改善

# 参考1-1: 全面マスク着用省略可能エリアの拡大

- 空気中や土壌中の放射性物質濃度を確認の上、全面マスク着用省略可能エリアを順次設定。  
(下図: オレンジ色部)
- 11/11からガレキ保管エリアが新たに省略可能エリアとして設定。結果、敷地の2/3以上が省略可能となった。  
(下図: 緑色部)
- タンク周辺地表面のフェーシング対策等の実施により、省略可能エリアを更に拡大予定。(下図: ピンク色部)

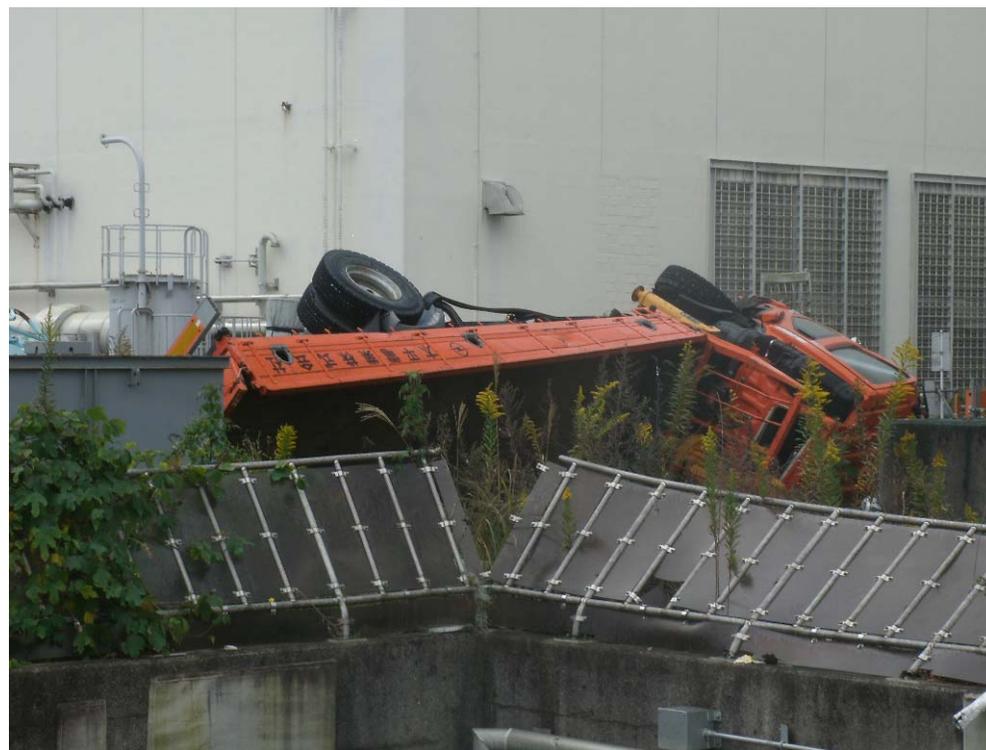


全面マスク着用省略可能エリア

- 11月より車両の撤去を開始。



(撮影日 : 2013年11月 7日)

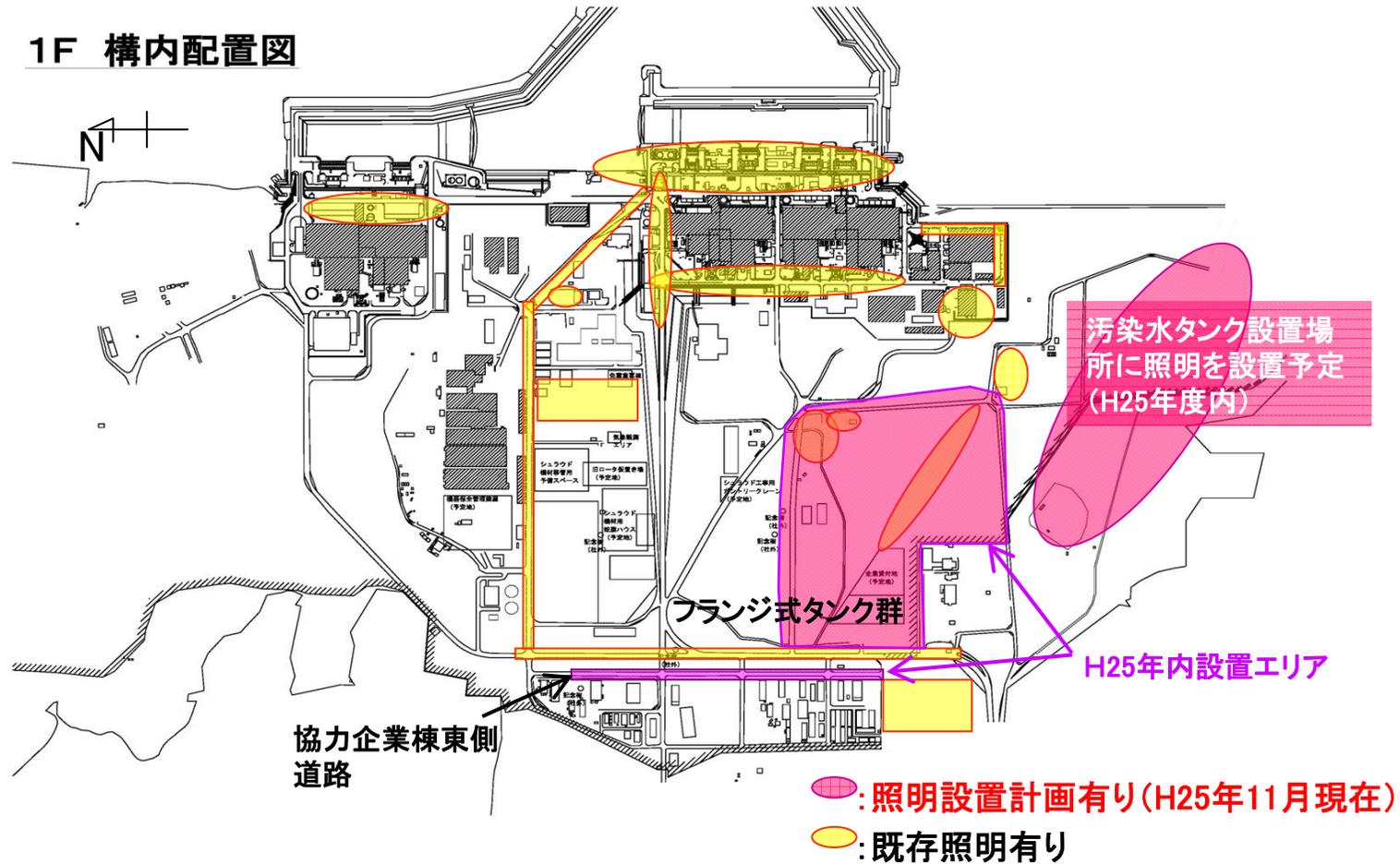


(撮影日 : 2013年11月 7日)

# 参考1-3: 構内照明設備の増強

- 現場のニーズに応じて照明の復旧、設置を実施(実施済みエリア:黄色部)
- 汚染水タンクエリアについて、パトロール強化等のために平成25年10月より順次拡大予定。(下図:ピンク色部)

1F 構内配置図



照明復旧・設置計画



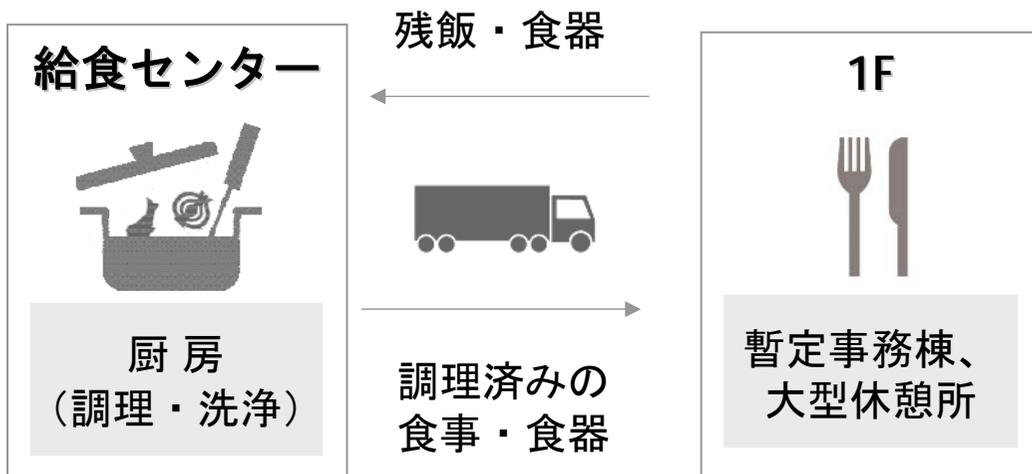
概略工程

建物内イメージ

※暫定事務棟、本設事務棟ともに入退域管理施設近傍を設置候補地として検討中

建物名	H25	H26		H27
	下期	上期	下期	
暫定事務棟	I 期工事		II 期工事	
本設事務棟				





イメージ写真 (調理室)

## 給食センター方式のイメージ

### 概略工程

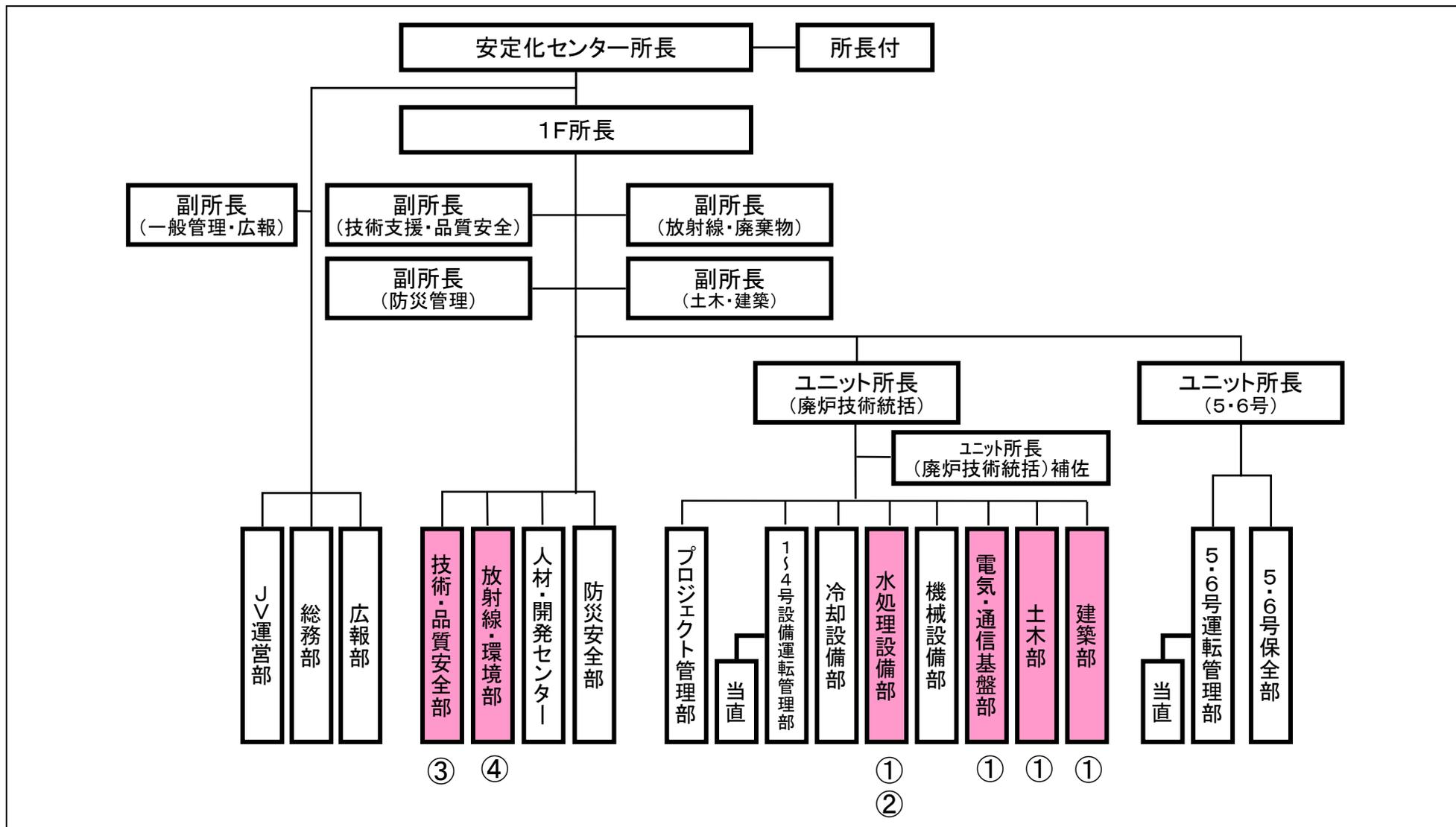
工程	H25	H26	
	下期	上期	下期
計画	敷地選定、基本計画		
設計・工事	設計・工事		



イメージ写真 (ドックシェルター)

## 2. 安全・品質確保のためのマネジメント・体制強化

# 参考2:汚染水・タンク対策関係要員の強化



(注)  …要員強化対象部門

①…タンク新設・リプレース等    ②…タンクパトロール    ③…安全・品質管理    ④…放射線・環境分析評価

---

## 4. 雨水対策

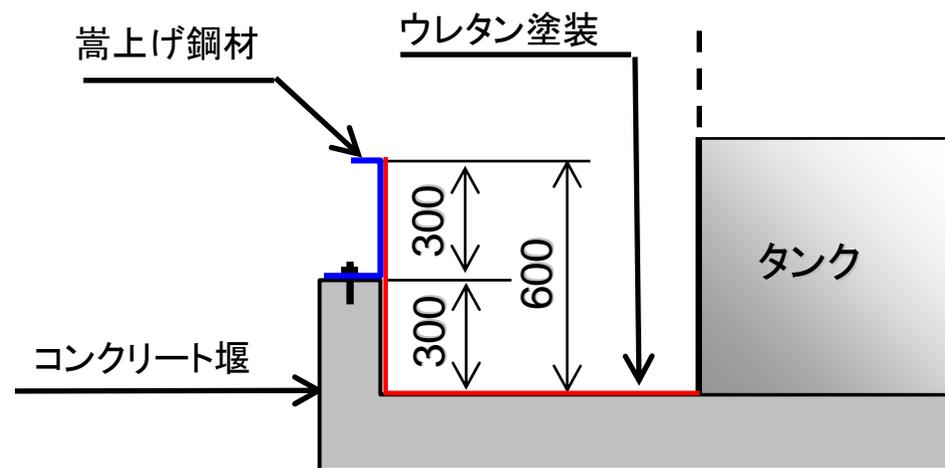
## 参考4-1: 溢水防止（堰の嵩上げ）

- 鋼製板による堰の嵩上げ(応急堰)
  - 汚染レベルの最も高いH4北エリア、基礎に傾斜のあるBエリア及びH1東エリアの堰天端レベルが低い箇所の嵩上げを実施済(高汚染)
  - その他すべてのエリアについても年内に全て完了予定(約30cm嵩上げ計画)
- コンクリート等による堰の更なる嵩上げ(信頼性向上)
  - 現在、詳細設計中。



鋼製板による堰の設置状況(H4北エリア)

鋼製板による嵩上げ状況図



### ●雨樋設置により約60%の雨水流入を抑制

- 高線量汚染箇所 (H4北・東の一部) に仮設雨樋設置 (H25.10.24)
- 高線量汚染 (H4北・東,H3,H2南,B南) エリア (~H25.12末日途)
- その他エリアは順次実施予定 (~H25年度末日途)

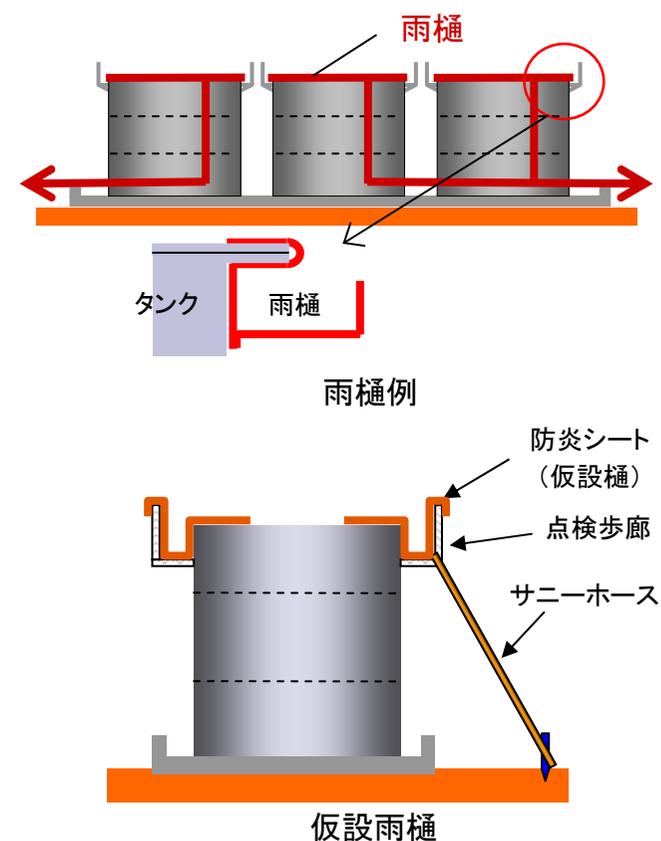


タンク歩廊部



タンク全景

H4エリアタンク仮設雨樋設置状況

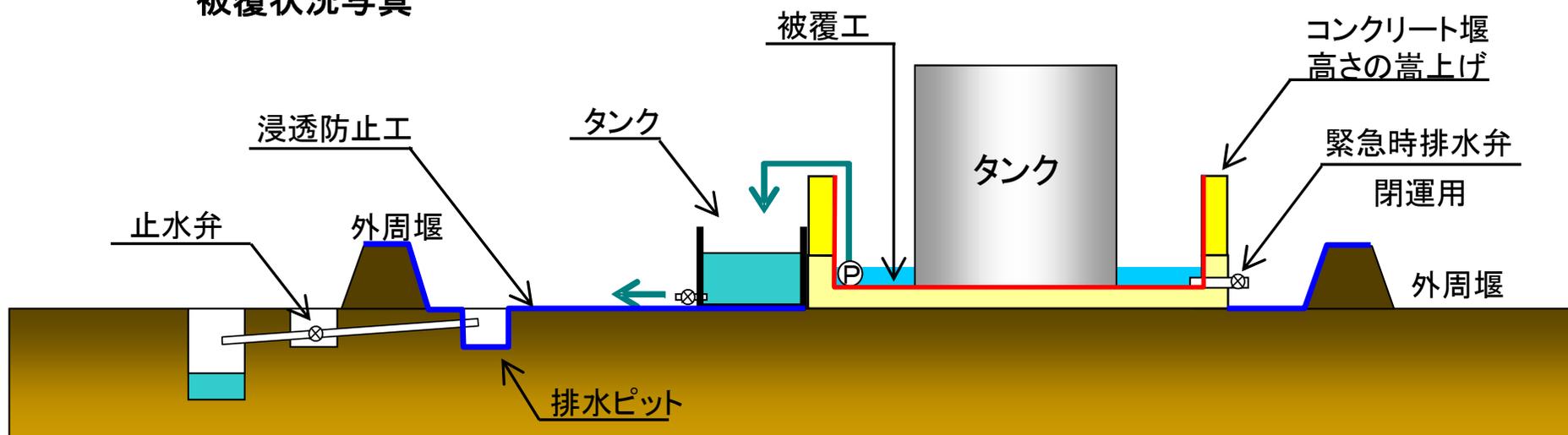


## ●堰内コンクリート面の被覆、土堰堤内地表面のフェーシング (今年度末目途)



被覆状況写真

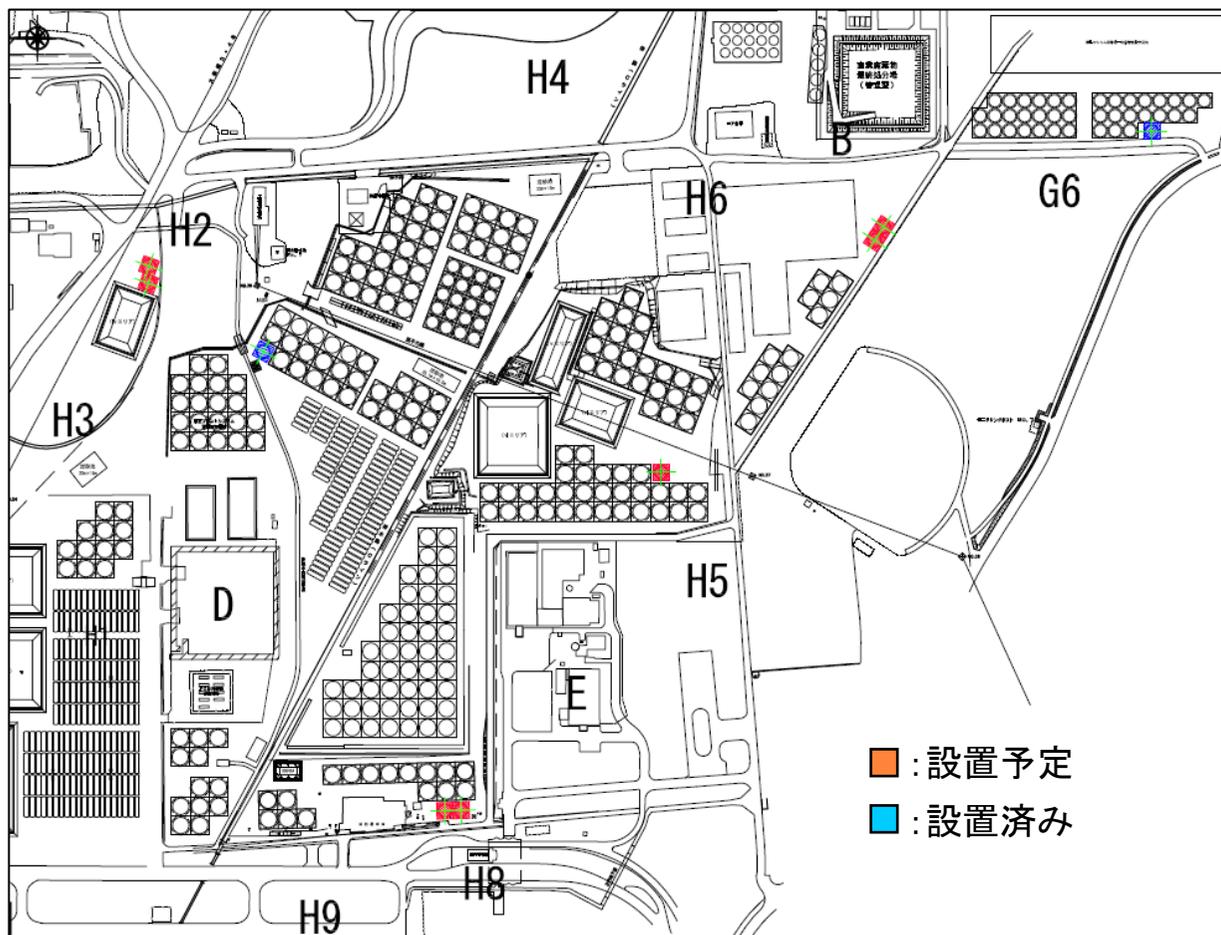
- ・堰内のコンクリート面を被覆し、防水性を向上
- ・土堰堤～コンクリート堰間は雨水の地中浸透防止のためコンクリート等によりフェーシング施工  
(現在、工程を検討中)





## ● 堰内溜まり水の排水を適切に運用するために、雨水の一時受けタンクの増容量を実施

- 雨水受けタンクの設置
  - ✓ H2エリア、G6エリア近傍に雨水受けタンクを設置 (500m<sup>3</sup>級×2基)
  - ✓ さらに、4000m<sup>3</sup>ノッチタンク群エリア、Cエリア、H5エリア、H8エリア近傍に雨水受けタンクを設置予定 (500m<sup>3</sup>級×7基)【年内】
  - ✓ 上記雨水受けタンクの増容量にあわせて、排水設備(ポンプ、ホース)の更なる増強【年内】



雨水受けタンク設置場所(予定)

## 5. タンク貯留水漏えいの原因と対策

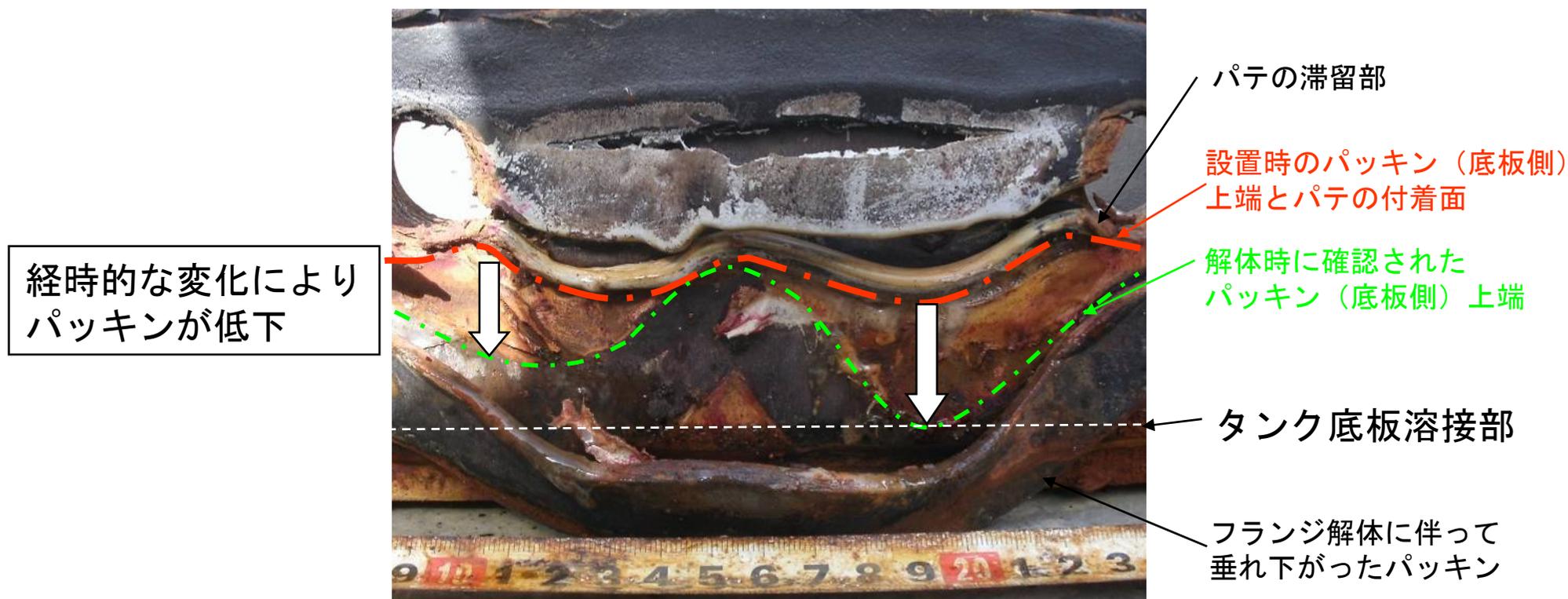
## 参考5-1①:タンクからの漏えいに関する原因調査

- パッキンが、フランジの熱膨張、収縮やタンク水圧等の影響で徐々に落下し、フランジ底部に抜けたことで、ボルト等の間隙を通じて漏えいに至ったと想定。
- その他の原因は、漏えいが確認された部位のみに確認された事象ではなく、直接的な原因ではないものの、パッキンのずれを助長する要因となりうるものとする。
- 関係者へのヒアリングの結果、タンクの設置プロセスは問題なく、原因となりうる事項は確認されなかった。

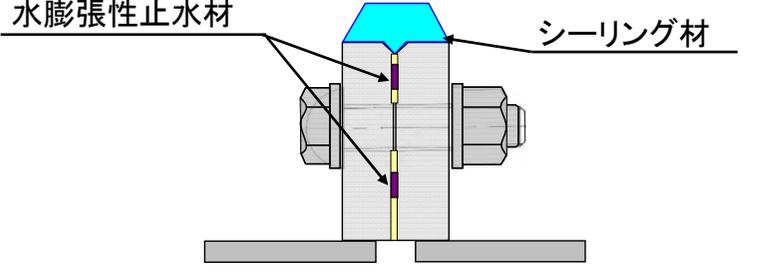
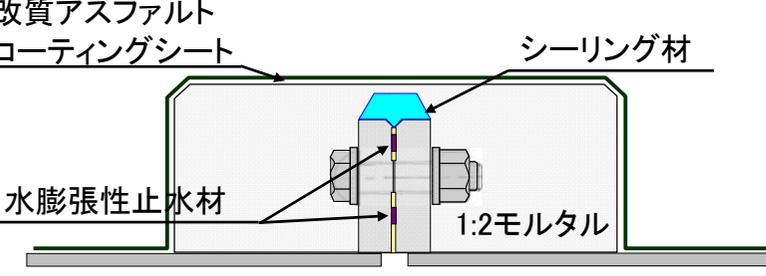
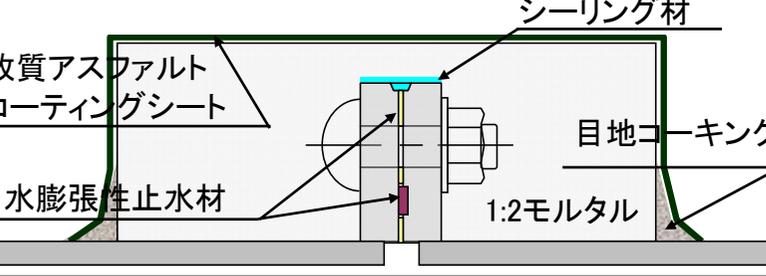
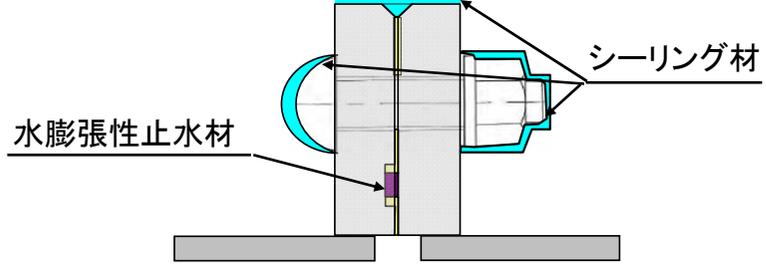
想定される原因		確認内容	確認結果	判定
材料	フランジの歪みにより、フランジ下端側が開いていたことによる漏洩	・フランジの開きの測定 ・パッキン厚さの測定	漏洩箇所等において、フランジ下端側への開きが確認されたものの、軽微な状況。	△
施工	パッキンがフランジ底部に抜けて施工されていたことによる漏洩	・フランジの接合面の目視	パテの状態から、ボルト締付時にパッキン(底部側)に軽微なうねりが生じた可能性はあるが、概ね水平に設置していたと推定。	△
	ボルトの締め付けが弱く、水圧によってパッキンが押し出されたことによる漏洩	・施工手順	インパクトレンチで950N・mでボルトを締結。底板、側板(4段)組み立て毎に再度手締めで確認している。	×
	コンクリート基礎の高低差に伴ってフランジ下端側が開いたことによる漏洩	・コンクリート基礎の高低差	1~3cm程度の高低差はあるものの漏えい箇所は周囲と比較して顕著に高低差がある状況ではない。	×
運用	ボルトの締結力低下に伴い、パッキンが押し出されたことによる漏洩	・ボルトトルクの確認	トルクは全体的に低下しているが、漏洩部のボルトトルクのみが顕著に低下している状況ではない。	△
	フランジの熱膨張・収縮に加え、タンク水圧に伴い、パッキンが押し出されたことによる漏えい	・フランジの接合面の目視	フランジ接合面のパッキン痕から、パッキンがフランジ底部に抜けていることを確認。	○
	パッキンの塑性化に伴い、フランジ面の圧力低下が生じたことによる漏洩	・パッキンの厚さ ・パッキンの弾力性の確認	現地のパッキンを用いて、パッキンの塑性状態を確認し、解析も含め実施中。	—

○:直接の原因となりうる △:間接的な原因となりうる ×:原因ではない

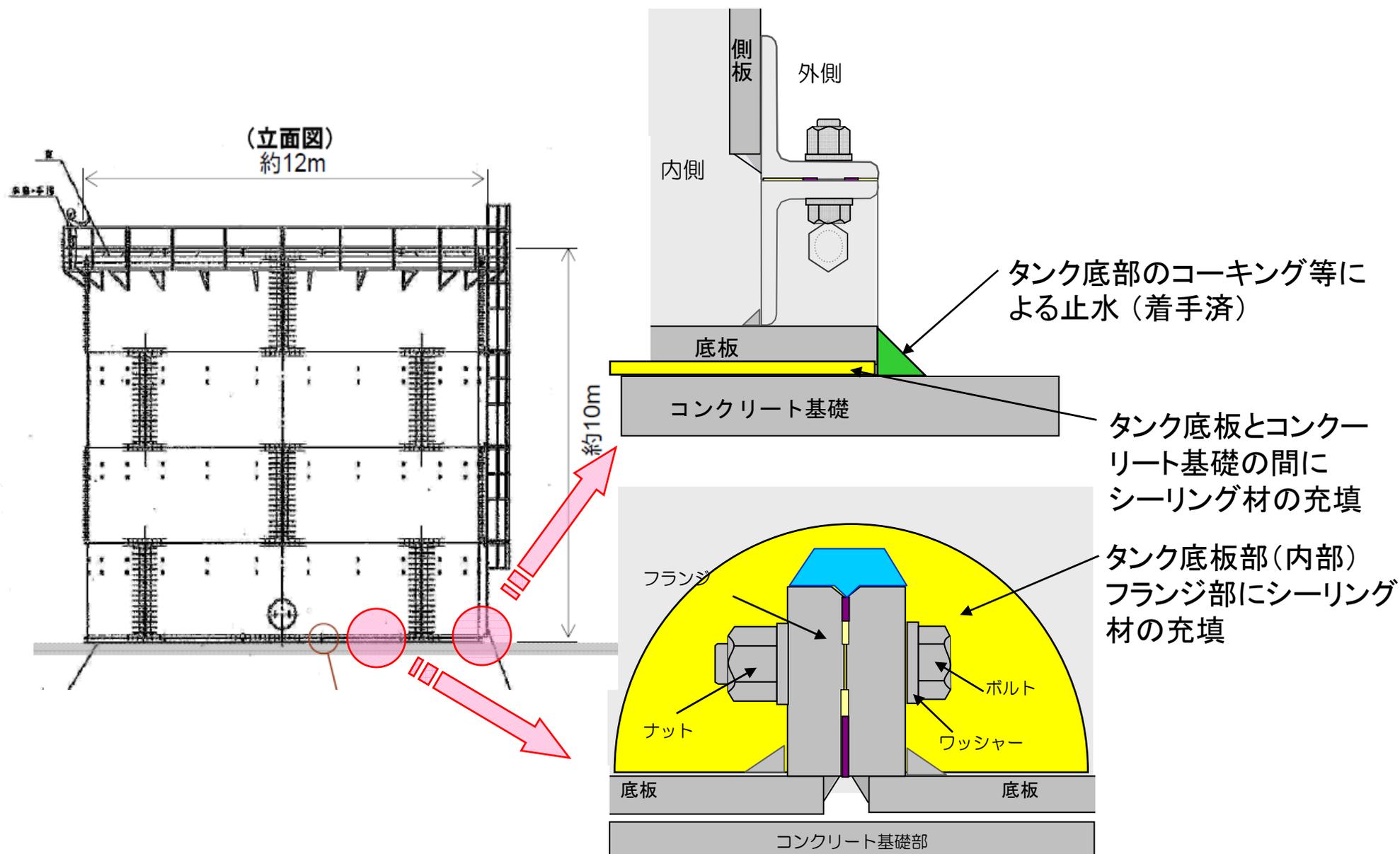
- 漏えい部のフランジ接合面におけるパテの残存状況から、概ね水平に設置されていたと推定
- 最終的なパッキン（底板側）上端の痕から、ボルト締め付け時以降、フランジの熱膨張、収縮とタンク水圧等により徐々に落下し、最終的に底部に抜けて開口に至ったものと推定



# 参考5-1③:フランジ型タンクの底板継手部構造(タイプ別)

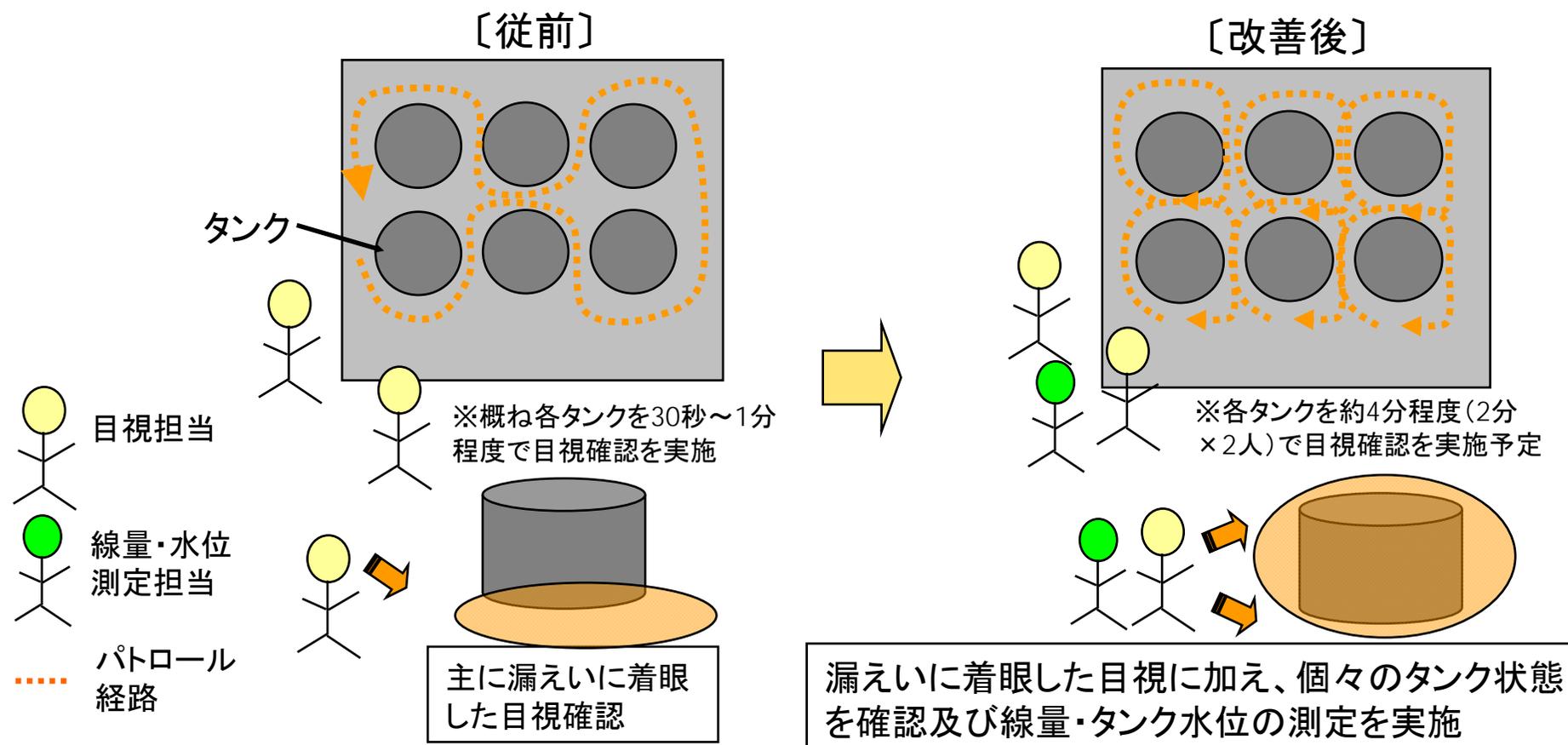
タイプ	底板止水構造断面図	施工例	基数
TYPE-1 ※			120
TYPE-1'			20
TYPE-2			37
TYPE-3 TYPE-4			59
TYPE-5			69

※ 漏えい確認されたタンク



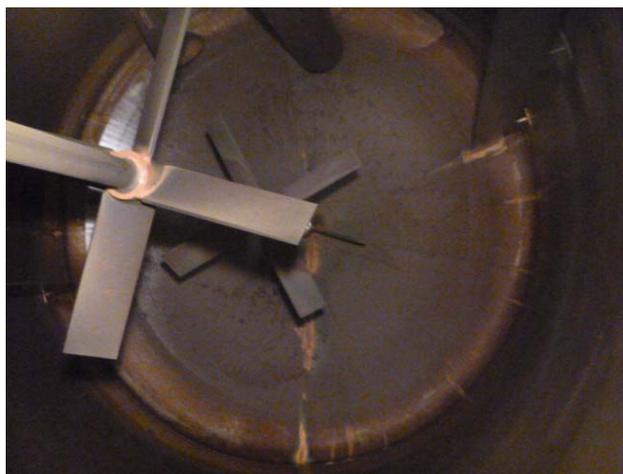
## 参考5-3: [運用面の対策]パトロール強化

- パトロール体制と方法の改善により、漏えいの早期発見と拡大防止を一層強化
  - ・パトロール要員及び頻度の増加(4回/日、延べ120人/日)
  - ・パトロール項目の明確化(目視確認、線量測定及び水位測定)
  - ・各タンクの状態確認を十分に実施できる時間を確保
  - ・パトロール時の記録方法を見直すことにより、判断に資する知見の蓄積



## 6. 汚染水を適切に管理するための 貯蔵計画・対策

- バッチ処理タンクの腐食対策
  - ✓ 内面にゴムライニングを施工
  - ✓ すきま腐食発生の可能性があるフランジに対し、ガスケット型犠牲陽極等を施工
- バッチ処理タンクのゴムライニング置き忘れ事象対策
  - ✓ 異物混入防止管理の強化（異物混入防止チェックシートの活用）
  - ✓ 最終内部確認の強化（当社社員、メーカーの工事担当者／品質管理員でのチェック）
- 着実に汚染水処理を進める必要から、以下の取組みを新たに実施
  - ✓ 制御ロジックの再確認の実施
  - ✓ 設計段階で作成した要因分析（故障モード影響解析）について、運転起動及び最近の不適合事例の観点から、総点検・再確認を実施



バッチ処理タンク2Aの点検状況



バッチ処理タンク1C  
（ゴムライニング施工後）

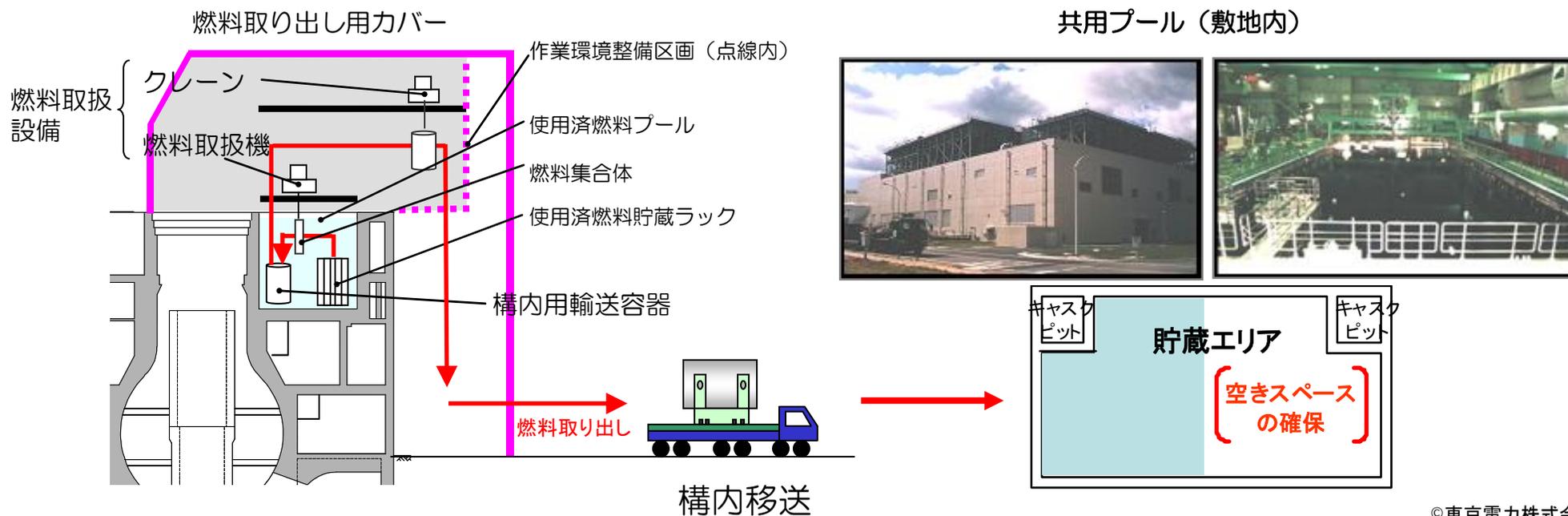


ガスケット型犠牲陽極

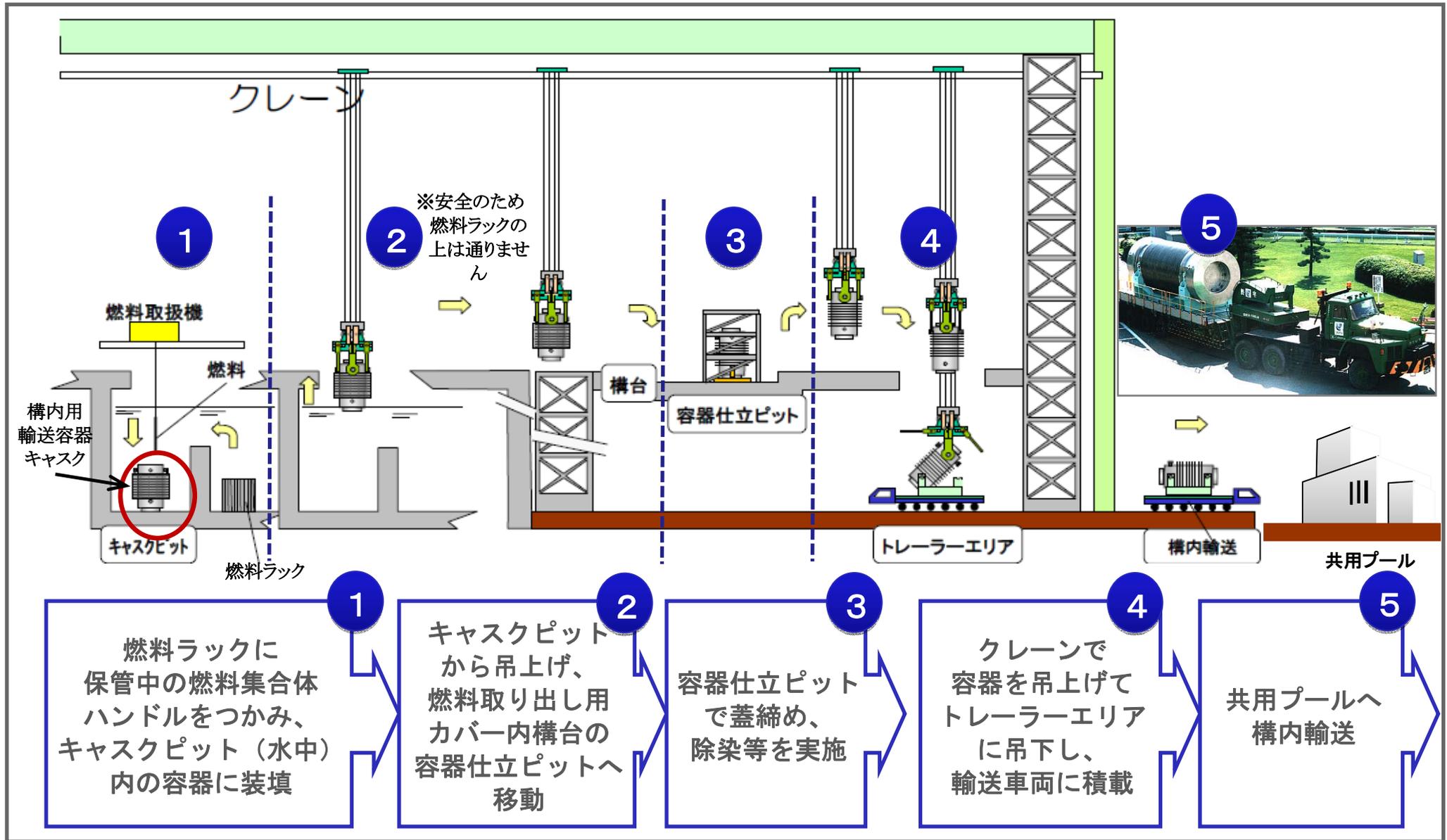
## 7. 4号機使用済燃料プールからの燃料取り出し

# 参考7 ①: 使用済燃料プールからの燃料取り出しの概要

- 4号機使用済燃料プールの燃料(1533体※)を敷地内の共用プールへ移送。
  - 本年11月に燃料取り出しを開始し、2014年末頃の完了を目指す。
- ①使用済燃料プール内の燃料ラックに保管されている燃料を、燃料取扱機を用いて、水中で1体ずつ構内用輸送容器(キャスク)へ移動。
  - ②キャスクを、クレーンを用いて、使用済燃料プールから吊り上げる。
  - ③オペレーティングフロア高さにある床上にて、キャスクの蓋締め、除染等を行う。
  - ④キャスクを、クレーンを用いて、地上まで吊り降ろし、トレーラーに載せる。
  - ⑤キャスクを、トレーラーを用いて、共用プールまで運搬する。
- ※ 使用済燃料1331体、未照射燃料(新燃料)202体



# 参考7 ②:使用済燃料プールからの燃料取り出し工程



## ● 設置工事の様子

### ①燃料取扱機全体

(オペレーティングフロア北側より撮影)



(撮影日：2013年9月19日)

### ②燃料取扱機・クレーン設置状況

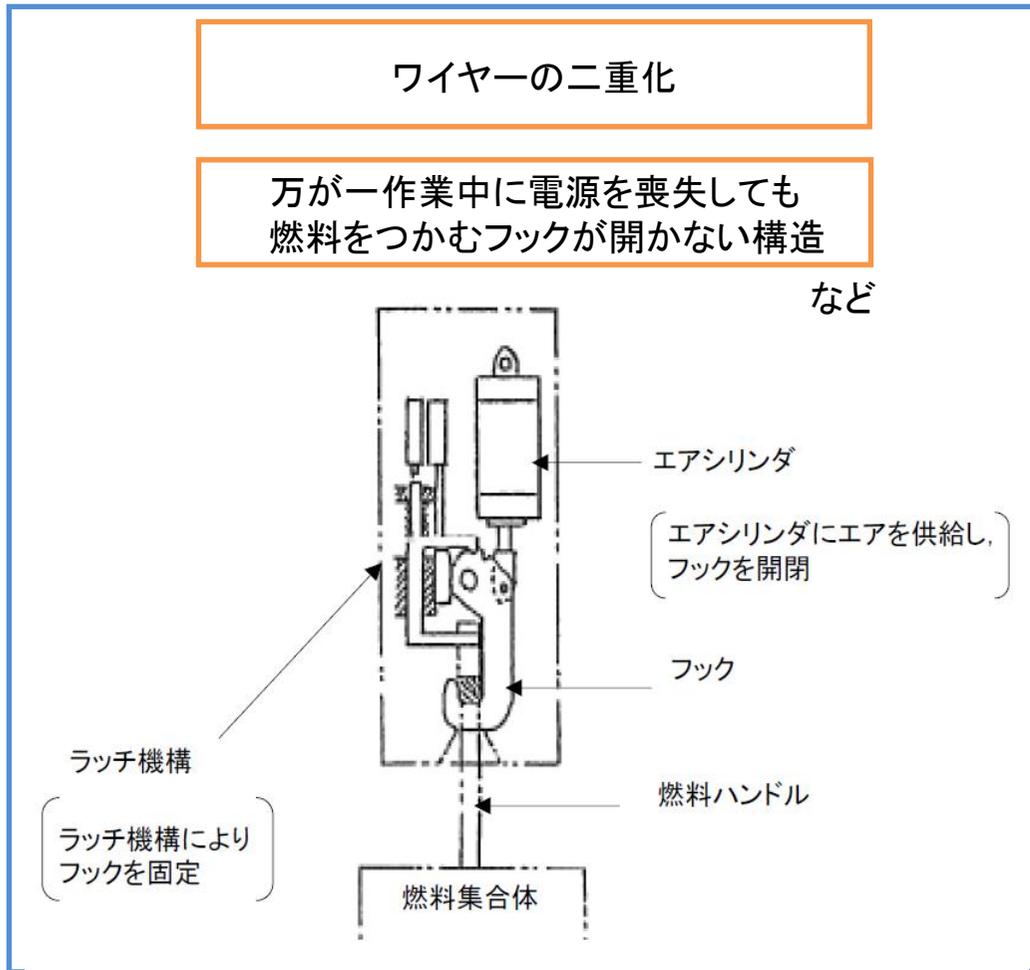
(オペレーティングフロア北側より撮影)



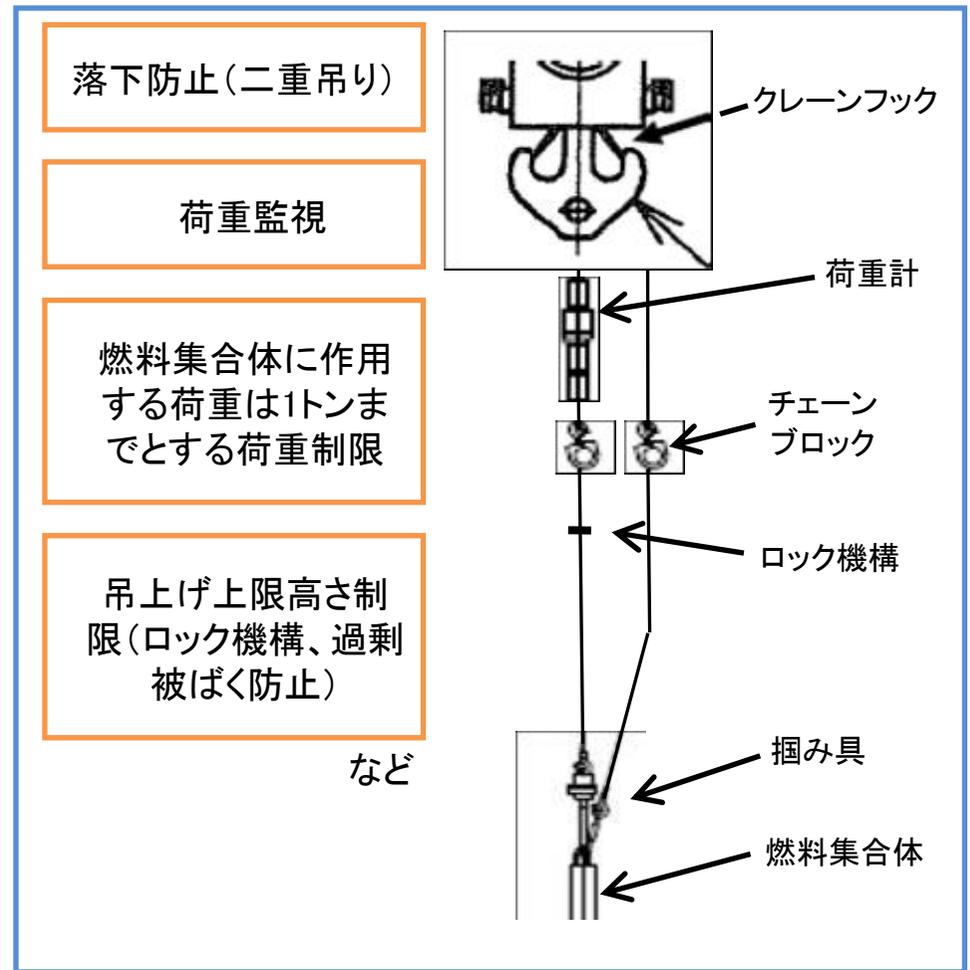
(撮影日：2013年9月19日)

● 多重性を有する設計・安全対策

①燃料取扱機の安全対策



②クレーンを用いた場合の安全対策



- 落下がれき撤去後のプール内の状況



(撮影日：2013年11月5日)

### ● 事前訓練の概要1

#### ・燃料取扱機(FHM)を用いた燃料取扱いの教育・訓練

##### ①FHMを用いた燃料取扱に求める技量

従来のFHMによる燃料取扱にあたっては、必要な技量を教育・訓練する「燃料交換機委託運転員」認定制度を設けているが、今回の燃料取扱にあたっては「燃料交換機委託運転員」認定に加えて、以下の内容の理解が必要となる

- I. 従来のFHMとの構造、作業環境の違い
- II. 引き上げ中の引っかけり(かじり)発生時の対応手順
- III. その他考慮すべき作業上のリスクと安全対策
- IV. 異常発生時(地震など)の対応手順

##### ②教育・訓練計画

上記の燃料取扱に求める技量を作業員に習得させるため、以下の教育・訓練を実施する

- **教育**: 上記 I ~ IV について手順書等を用いた座学教育の実施
- **訓練**: 設置されているFHM実機を使用した操作訓練の実施
- **避難訓練**: 避難経路(2ルート確保)の確認、避難経路を通過の避難訓練の実施

##### ③実施体制

上記の教育・訓練を受けた作業員が燃料取扱を実施する

実績(11月4日時点) **48名修了**

## 参考7-2 ③: 国際エキスパートグループによる作業安全性レビュー状況 31

### 【背景】

11月中旬からの福島第一原子力発電所4号機使用済燃料プールからの燃料取り出しに先立ち、がれきの影響、作業環境の違い等、使用済燃料プール燃料取り出しにおける潜在リスクに対する当社準備状況などについて第三者である技術研究組合 国際廃炉研究開発機構の国際エキスパートグループにレビューを実施して頂き、より安全・確実な使用済燃料プール燃料取り出しに取り組んでいるところ。

### 【実績】

平成25年9月25日	概要説明
10月22日～	関連資料送付(当社資料に基づくレビュー開始)
10月30日	テレビ会議実施
11月5日	コメント受領

○レビューメンバー:【国際エキスパートグループ】UK、France、Russia、Ukraine、US

### 【主なコメント】

- ・作業安全に関し一定の理解を得ているところ。
- ・がれきによるチャンネルボックス固着時の対応など、モックアップやトレーニングによる作業習熟を図るべき
- ・燃料の取り出しは新燃料を優先的に取り出し作業習熟を図るべき
- ・全面マスクの着用は作業上の安全性を考慮し見直しを図るべき

### 【対応状況】

- ・頂いたコメントに対し、現在、確認を行っているところ。

### 【今後の予定】

福島第一原子力発電所サイト来所:平成25年11月14日～15日

- 事前訓練の概要 2

- ・ 模擬設備を用いた燃料の引っかかり（かじり）対応訓練

訓練状況



全面マスクおよびゴム手袋を用いて現場状況を模擬

模擬燃料（かじりを模擬）、模擬ラック

