

福島第一原子力発電所における淡水化装置濃縮水貯槽からの  
放射性物質を含む水の漏えいを踏まえた対応について（報告）

平成 24 年 4 月 5 日  
東京電力株式会社

本報告書は、「福島第一原子力発電所における淡水化装置濃縮水貯槽からの放射性物質を含む水の漏えいを踏まえた対応について（指示）」（平成 24・01・10 原院第 2 号 平成 24 年 1 月 10 日）<sup>\*1</sup>、及び「福島第一原子力発電所における淡水化装置濃縮水貯槽からの放射性物質を含む水の漏えいを踏まえた対応について（追加指示）」（平成 24・02・03 原院第 4 号 平成 24 年 2 月 3 日）<sup>\*2</sup>にて、指示があった内容について報告するものである。なお、\*2（追加指示）の 2. で指示のあった、放射性物質を含む水を保管している屋外の貯槽についての点検結果については、平成 24 年 2 月 8 日に報告済みである。

- \* 1 「福島第一原子力発電所における淡水化装置濃縮水貯槽からの放射性物質を含む水の漏えいを踏まえた対応について（指示）」（平成 24・01・10 原院第 2 号）
  1. 漏えいした放射性物質を含む水は、拭き取り等により回収を行うこと。また、漏えいした放射性物質を含む水による周辺環境への影響評価を実施すること。
  2. 淡水化装置濃縮水貯槽の巡視点検の強化及び監視カメラの設置等の監視強化を行うこと。
  3. 今回発生した淡水化装置濃縮水貯槽付け根のパッキン部からの漏えいについて、原因を究明し、再発防止対策を講ずること。また、中長期的な観点から設備の信頼性向上のための対策を講じること。
  4. 淡水化装置濃縮水貯槽に貯蔵する滞留水処理装置で処理を行った水に含まれる放射性物質の量を低減するため、多核種除去設備を前倒して設置する等の対応を検討すること。
  
- \* 2 「福島第一原子力発電所における淡水化装置濃縮水貯槽からの放射性物質を含む水の漏えいを踏まえた対応について（追加指示）」（平成 24・02・03 原院第 4 号）
  1. 本日発生した漏えいについて、原因を究明し、再発防止策を講じるとともに、平成 24 年 1 月 10 日に発生した漏えいとの関係性について整理し、当院に速やかに報告すること。
  2. 淡水化装置濃縮水貯槽、濃縮廃液貯槽等の放射性物質を含む水を保管している屋外の貯槽について、継ぎ目部を含め、被ばく管理に注意しつつ漏えいの有無を点検し、漏えい等が確認された場合は、直ちに漏えい防止対策を講じ、これらの結果について、平成 24 年 2 月 8 日までに当院に対し報告すること。

## 1. 事象の概要

### (1) 淡水化装置（逆浸透膜）濃縮水貯槽 3 B (No. 14) からの漏えい事象

平成 24 年 1 月 10 日、10 時 28 分頃、H 2 エリアに設置している、淡水化装置（逆浸透膜）濃縮水貯槽（以下、「RO 濃縮水貯槽」と記す）3 B (No. 14) の下部のフランジボルト接合部（底板と側板材 1 段目のボルト接合部）から、約 1 滴／1 秒の RO 濃縮水が漏れていることを当社社員がパトロールにおいて発見した。

当該の貯槽（以下、「貯槽」を「タンク」と記す）下部からの漏えい水は、タンクのコンクリート基礎部の上に、約 2 m×約 5 m×約 1 mm の範囲に広がり、水たまり状になっており、漏えい量は約 10 リットルであった。なお、側溝や排水路には流入していない。

このため、直ちに漏えい箇所の確認、線量測定、サンプリング及び止水処置等を実施した。

コンクリート基礎部にたまった漏えい水の表面線量測定結果は、 $\gamma$  線：2.5 mSv/h， $\beta$  線：90 mSv/h であった。

止水処置については、12 時頃よりタンクのフランジボルトの増し締めを行い、12 時 35 分頃に水の漏えいが停止したことを確認した。また、漏えい水の拡大防止処置として、土のうを設置し、13 時頃、土のう設置作業を完了した。

漏えい水の放射能濃度は、以下の通りであった。

I-131 : ND

Cs-134 :  $9.4 \times 10^1$  (Bq/cm<sup>3</sup>)

Cs-137 :  $1.1 \times 10^2$  (Bq/cm<sup>3</sup>)

全  $\beta$  :  $5.0 \times 10^5$  (Bq/cm<sup>3</sup>)

翌 1 月 11 日 13 時 30 分頃漏えい水を拭き取り、15 時頃、線量低減のためアクリル板による遮へいを実施した。

(添付資料－ 1 時系列)

(添付資料－ 2 タンク設置状況)

(添付資料－ 3 淡水化装置概略系統図)

(添付資料－ 4 漏えい・処置状況)

(添付資料－ 5 RO 濃縮水貯槽 3 B (No. 14)  
漏えい水サンプリング結果)

### (2) RO 濃縮水貯槽 5 A (No. 10) からののにじみ事象

平成 24 年 2 月 3 日、12 時 30 分頃、H 4 東エリアに設置している、RO 濃縮水貯槽 5 A (No. 10) の下部のフランジボルト接合部（側板材 1 段目縦のボルト接合部）から、水のにじみが発生していることを当社社員及び協力企業作業員が確認した。

当該タンク下部からののにじみ水は、タンクのコンクリート基礎部の上に、約

5m×約0.1mの範囲に広がっていたが、水たまり状になっておらず、漏えい量は少量であった。なお、側溝や排水路には流入していない。

このため、直ちに漏えい箇所の確認、線量測定及び止水処置等を実施した。

フランジボルト接合部のにじみ水の表面線量測定結果は、 $\gamma$ 線：0.9mSv/h、 $\beta$ 線：50mSv/hであった。また、にじみ箇所下部のタンクのコンクリート基礎部の表面線量測定結果は、 $\gamma$ 線：22mSv/h、 $\beta$ 線：2000mSv/hであった。

漏えいした水は、14時15分頃に、吸水材による除去を終了し、アクリル板と足場板による遮へいを実施した。

止水処置については、14時頃よりタンクのフランジボルトの増し締めを行い、14時44分頃に水のにじみが停止したことを確認した。また、にじみ水の拡大防止処置として、土のうを設置し、16時頃、土のう設置作業を完了した。

(添付資料－1 時系列)

(添付資料－4 漏えい・処置状況)

### (3) 一斉点検により確認されたにじみ事象等

平成24年2月3日のRO濃縮水貯槽5A (No. 10) からのにじみ事象を受けた追加指示に基づき、平成24年2月6日、11時36分から13時50分にかけて、点検対象のタンクについて点検を実施した。

その結果、12時28分頃、H4東エリアに設置している、RO濃縮水貯槽5A (No. 3) の下部のフランジボルト接合部（側板材1段目縦のボルト接合部）からにじみがあることを当社社員が発見した。

当該タンク下部からのにじみ水は、タンクのコンクリート基礎部の上に、約3m×約0.2mの範囲に広がっていたが、水たまり状になっておらず、漏えい量は少量であった。なお、側溝や排水路には流入していない。

このため、直ちに漏えい箇所の確認、線量測定及び止水処置等を実施した。

タンク接合部のにじみ水の表面線量測定結果は、 $\beta$ 線：60mSv/hであった。また、にじみ箇所下部のタンクのコンクリート基礎部の表面線量測定結果は、 $\gamma$ 線：20mSv/h、 $\beta$ 線：250mSv/hであった。

漏えいした水は、13時30分頃に、吸水材による除去を終了し、アクリル板と足場板による遮へいを実施した。

止水処置については、13時30分頃より、タンクのフランジボルトの増し締めを行い、14時3分頃に水のにじみが停止したことを確認した。また、にじみ水の拡大防止処置として、土のうを設置し、14時45分頃、土のう設置作業を完了した。

また、一斉点検の中で、下記のとおり、 $\beta$ 線表面線量1mSv/h以上の箇所が3箇所確認されたが、当該箇所付近での漏えいは確認されなかった。

- ・RO濃縮水貯槽5B (No. 2)：コンクリート基礎部 $\beta$ 線：150mSv/h
- ・RO濃縮水貯槽5B (No. 5)：コンクリート基礎部 $\beta$ 線：300mSv/h
- ・RO濃縮水貯槽6B (No. 22)：タンク本体のボルト接合部 $\beta$ 線：10mSv/h

なお、被ばく低減のため、RO濃縮水貯槽5B（No. 2、No. 5）のコンクリート基礎部に対しアクリル板と足場板による遮へい設置、及びRO濃縮水貯槽6B（No. 22）のボルト接合部に対し拭き取り作業を後日実施した。

（点検結果は、「福島第一原子力発電所における淡水化装置濃縮水貯槽からの放射性物質を含む水の漏えいを踏まえた対応について（追加指示）に係る点検結果報告」（原管発官23第621号 平成24年2月8日）にて報告済み）

（添付資料－1 時系列）

（添付資料－4 漏えい・処置状況）

（添付資料－6－1 タンク点検結果とりまとめ）

（添付資料－6－2 点検結果記録シート）

## 2. 平成24年1月10日に漏えいした水の拭き取り等による回収と周辺環境への影響評価

### (1) 回収作業内容

平成24年1月10日に確認したRO濃縮水貯槽3B（No. 14）から漏えいしたコンクリート基礎部の水たまりについて、翌11日に拭き取り等による回収処理を実施した。回収処理は以下のステップで実施した。

- a. 漏えいしたたまり水の大部分を吸水材により回収
- b. コンクリート上に薄く残った水を紙ウエスによる拭き取りにて回収
- c. 拭き取り後、β線の遮へいの為、アクリル板を設置

（添付資料－7 RO濃縮水貯槽3B（No. 14）漏えい水回収作業状況）

### (2) 周辺環境への影響評価

RO濃縮水貯槽3B（No. 14）から漏えいした放射性物質を含む水は、たまり水を発見した時点で、当該タンクのコンクリート基礎部上面にたまっており、側溝及び排水路への流入がないことを確認した。またタンク漏えい箇所フランジボルトの増し締めを行い、漏えいが停止したことを確認した。

さらに、漏えい水の全量回収、及び土のう設置による拡大防止を実施したことから、周辺海域等、周辺環境への影響はないと考えている。

## 3. タンクの監視強化の取り組み

### (1) 巡視点検の強化

これまで、運転管理員（当社社員）により1回/日の頻度で、タンクを含めた水処理設備の巡視点検を行い、わずかな漏えいについても早期発見に努めてきた。しかしながら、今般のRO濃縮水貯槽からの漏えい事象に鑑み、(2)に記す監視カメラの設置までの期間、RO濃縮水貯槽等の淡水化装置から発生する放射性物質を含む水を保管しているタンクについては2回/日に頻度を上げて巡視点検を行うこととし、平成24年1月13日より実施している。

## (2) 監視カメラの設置

監視性の向上及び運転管理員の被ばく低減の観点から、平成 24 年度上期を目途にタンク設置エリアに監視カメラの設置を行い、水処理制御室において常時監視可能な環境を構築する。

なお、監視カメラの設置後は、監視カメラによる監視を随時実施することが出来ることから、RO濃縮水貯槽等の淡水化装置から発生する放射性物質を含む水を保管しているタンクについての巡視点検頻度を 1 回/日の頻度とする。

## 4. 漏えいが発生した原因と再発防止対策

### (1) タンクの構造

漏えい又はにじみが確認された当該タンク（外径：約 12m、高さ：約 11m）は、側板、底板などのタンク構成部材をフランジボルトによる締め付けにより接合し、組み立てる構造となっている。フランジボルト接合部は、フランジ面に水膨張性止水材（帯状シール）を 2 列敷設し、主にこの水膨張性止水材（帯状シール）にて止水する構造となっている。

なお、内包水が放射能を有することから追加の止水処理として、フランジボルト接合部内面へのシリコン系のシーリング材の塗布、及び 2 列の帯状シールの間に帯状シールに沿って水膨張性止水材（コーキング状シール）を塗布している。止水処理の構造を添付資料－8 に示す。

（添付資料－8 RO濃縮水貯槽（鋼製円筒型）構造図）

### (2) 原因調査結果（RO濃縮水貯槽 3 B (No. 14), 5 A (No. 10), 5 A (No. 3)）

RO濃縮水貯槽からの漏えいの原因は、漏えい箇所がフランジボルト接合部であり、ボルトの再締め付けにより漏えいが停止したことから、接合部のボルトにゆるみが生じて漏えいが発生したものと推定した。そのため、フランジボルトのゆるみを発生させた要因分析を施工段階、供用段階に分けて行った。

#### a. 施工段階

当該タンクの施工は、組立手順書に則り、締め付トルクの確認、シール材の施工等を適切に行い、満水レベルでの水張り試験により、フランジボルト接合部からの漏えいが無いことを確認していることから、漏えいの原因がボルト締め付け不良やシール材施工不良等によるものではないと評価した。

#### b. 供用段階

一般に供用中のボルトのゆるみ要因は、「ボルトナットの初期ゆるみ」、「ボルトナットの塑性変形、腐食等によるゆるみ」、「熱的ゆるみ」、「止水材のへたり\*<sup>3</sup>」、「外力によるゆるみ」が挙げられる。

---

\*3 長期の荷重・変形下で一定時間後に応力緩和や変形の進展が起こる現象

これらの要因を分析した結果、「ボルトナットの初期ゆるみ」については、ボルト・ナットの表面粗さが馴染みにより平滑化することはいずれもあり得るが、その量が比較的小さいこと、「ボルトナットの塑性変形、腐食等によるゆるみ」については、使用状況などから発生が考えられないこと、「外力によるゆるみ」については、過大な外力がかかった形跡がないことから、いずれもゆるみの要因として影響が小さいものあるいは影響がないものと評価した。

一方、「熱的ゆるみ」「止水材のへたり」については、下記のとおり、使用環境やフランジボルト及び止水材の物理的特性などから、ゆるみの要因として影響が大きいものと評価した。

(a) 「熱的ゆるみ」

線膨張率がフランジ部、ボルト部の金属（約  $10 \times 10^{-6} [K^{-1}]$ ）より、水膨張性止水材（帯状シール）の発泡ゴム（約  $100 \times 10^{-6} [K^{-1}]$ ）の方が大きいこと、温度低下により止水材が金属部より大きく収縮し、フランジボルト接合部の面圧が低下する可能性がある。当該タンクは夏季・日中に組み立てたタンクであり、今冬の寒波により冬季・夜間の温度低下が著しかったことにより、止水材が比較的大きく収縮し面圧が低下したことによりゆるみが発生したと推定される。

(b) 「止水材のへたり」

当該タンクに使用している水膨張性止水材（帯状シール）は発泡ゴムであり、ボルト締め付けによる応力や、昼夜の温度変化に伴う止水材の膨張・収縮による繰り返し応力等により経時的にへたり、面圧が低下し、ゆるみが発生したと推定される。

以上から、漏えいの原因はタンク供用段階において、「熱的ゆるみ」と「止水材のへたり」の重畳によりゆるみが発生し、水頭圧が大きくなるタンク最下段で漏えいに至ったと推定した。

(添付資料－ 9 RO濃縮水貯槽のボルトゆるみ事象の要因分析表)

(添付資料－ 10 フランジボルトのゆるみ発生メカニズム)

(3) 確認された漏えい事象の関係性

漏えいが確認された3つのタンクの漏えい事象について、「タンク構造」、「漏えい箇所」、「タンク使用状況」、「タンク使用環境」の観点から、関係性を整理した結果、

(a) タンクの構造がフランジボルト接合部を有する鋼製円筒型タンク（公称容量  $1,100 m^3$ ）であり、構造・容量が同一であること

(b) 漏えい箇所が、RO濃縮水貯槽 3 B (No. 14) が底板と側板材 1 段目のボルト接合部、RO濃縮水貯槽 5 A (No. 3, No. 10) が側板材 1 段目縦の

ボルト接合部であり、大きな水圧が作用しているタンク最下段の側板フランジボルト接合部からの漏えいであること

- (c) タンク使用状況については、漏えいが確認された3つのタンクがいずれも満水状態であり、タンク最下段の側板のフランジボルト接合部に大きな水圧が作用していたこと
- (d) タンク使用環境については、設置エリアが同一若しくは隣接しており、設置時期がいずれも夏季であり、気候変動や昼夜の温度変化など、タンクの使用環境条件が同一であること

以上のことから、確認された一連の漏えい事象は同一事象と判断した。

#### (4) $\beta$ 線表面線量 1 mSv/h 以上の3箇所の考察

$\beta$ 線の表面線量が 1 mSv/h 以上であった3箇所のうち、コンクリート基礎部で $\beta$ 線表面線量が高かった2箇所（RO濃縮水貯槽5B（No. 2, No. 5））は、当該箇所付近のフランジボルト接合部からのにじみ、漏えい、及び漏えい痕が確認されていない。当該箇所付近からは、漏えいが確認された箇所と同様の原因で供用中に漏えいした可能性があると考えられるが、すでに漏えいが停止し、コンクリート基礎部でのにじみが確認されなかったことから、漏えい量が少量であった可能性が高く、漏えい箇所、漏えい原因を特定することはできなかった。

また、フランジボルト接合部で $\beta$ 線表面線量が高かったRO濃縮水貯槽6B（No. 22）は、漏えい又はにじみが確認されたタンクと同様の原因により、にじみが発生したものと想定されるが、にじみ水が少量であったため、コンクリート基礎部への滴下に至らず、フランジボルト接合部でそのまま乾燥したものと考えられる。

#### (5) 再発防止対策

今回の漏えい・にじみは、全てフランジボルト接合部を有する鋼製円筒型タンクの最下段（底板と側板材1段目のフランジボルト接合部及び側板材1段目縦のボルト接合部）の接合部で発生している実績があること、及び漏えい要因が「熱的ゆるみ」、「止水材のへたり」の重畳によるゆるみ発生箇所に大きな水頭圧がかかったことと推定していることから、漏えい実績及び漏えい要因を考慮し、以下の通り対策を実施する。

##### a. 対象範囲

RO濃縮水貯槽のうちフランジボルト接合部を有する鋼製円筒型タンクの最下段部（側板材1段目と底板及び側板材2段面目のフランジボルト接合部及び側板材1段目縦のフランジボルト接合部）

b. 対策

フランジボルト接合部に対してトルク確認及び必要に応じて増し締め（以下、「トルク確認等」と言う。）を実施する。

c. 実施時期

(a) 漏えい・にじみの水平展開としてトルク確認等を平成24年3月末までに、実施する。

(b) 経時的に進展することが予想される「止水材のへたり」と、冬季の気温低下による「熱的ゆるみ」に対しては、気温の下がる冬季の前に、毎年、トルク確認等を行うこととする。

また、長期的な止水材のへたり等の劣化に対しては、(6)の中長期的な設備信頼性向上対策のとおり、タンク補修方法等について検討していく。

d. 実施状況

108基のタンクに対するトルク確認等は平成24年2月9日より開始し、3月22日に終了している。

(6) 中長期的な観点からの設備信頼性向上対策

中長期的な設備の信頼性向上対策として、放射性物質を含む水を保管している屋外タンクからの漏えいが海洋への流出に直接繋がらないように、タンクコンクリート基礎部に鉄筋コンクリート堰を、タンク設置エリア外周部に土堰堤を設置することを平成24年6月末までを目途に実施する。

漏えい検知のための連続モニタリングの実現性については、今後、漏えい検知設備の検知技術及び評価方法を踏まえて検討していく。

また、フランジボルト接合部を有する鋼製円筒型タンクについては、長期的な使用に対する止水材の劣化を考慮し、寿命に至る前までに既設タンクの補修方法等について検討を行っていくこととする。

なお、タンク外面の腐食に対しては、状態に応じ適宜補修塗装等を行う。

(添付資料－11 タンク設置エリアへの堰の設置案)

5. 淡水化装置の水に含まれる放射性物質の低減対策検討

放射性物質をより一層低減し、セシウム以外の核種についても告示濃度限度以下まで除去するために多核種除去設備の設置を計画しており、基礎試験及び基本設計・詳細設計を実施している。

一連の淡水化装置からの漏えい事象に鑑みて、多核種除去設備については、平成24年度上期に導入することとしているが、より早期に稼働出来るよう鋭意検討・準備を進めていくこととする。

(添付資料－12 多核種除去設備設置工程案)

## 6. 添付資料

- 添付資料－1 時系列
- 添付資料－2 タンク設置状況
- 添付資料－3 淡水化装置概略系統図
- 添付資料－4 漏えい・処置状況
- 添付資料－5 RO濃縮水貯槽3B (No.14) 漏えい水サンプリング結果
- 添付資料－6－1 タンク点検結果とりまとめ
- 添付資料－6－2 点検結果記録シート
- 添付資料－7 RO濃縮水貯槽3B (No.14) 漏えい水回収作業状況
- 添付資料－8 RO濃縮水貯槽(鋼製円筒型)構造図
- 添付資料－9 RO濃縮水貯槽のボルトゆるみ事象の要因分析表
- 添付資料－10 フランジボルトのゆるみ発生メカニズム
- 添付資料－11 タンク設置エリアへの堰の設置案
- 添付資料－12 多核種除去設備設置工程案

以 上

## 時 系 列

## (1) H2エリア RO濃縮水貯槽3B (No.14) からの漏えい事象

## 【 1月 9日】

- ・ 11時 00分頃 当社社員がパトロールで、漏えい事象は発生していないことを確認

## 【 1月 10日】

- ・ 10時 28分頃 当社社員がパトロールで H2 エリア内のRO濃縮水貯槽3B (No.14) の貯槽下部 (底板と側壁材1段目のボルト接合部) から約1滴/1秒、濃縮水が漏れていることを発見  
漏えい水はタンクのコングリート基礎部の上に約2m×約5m×約1mm (約10リットル) の範囲で広がっていたことを確認  
側溝や排水路には流入していないことを確認
- ・ 11時 30分頃 漏えい水の試料を採取  
放射能濃度は、以下の通り  
I-131 : ND  
Cs-134 :  $9.4 \times 10^1$  (Bq/cm<sup>3</sup>)  
Cs-137 :  $1.1 \times 10^2$  (Bq/cm<sup>3</sup>)  
全β :  $5.0 \times 10^5$  (Bq/cm<sup>3</sup>)
- ・ 11時 58分頃 漏えい水の表面線量を測定  
γ線 : 2.5mSv/h, β線 : 90mSv/h
- ・ 12時 00分頃 土のう設置開始、ボルト増し締め開始
- ・ 12時 35分頃 フランジボルトの増し締めにより水の漏えい停止確認
- ・ 13時 00分頃 土のう設置完了

## 【 1月 11日】

- ・ 13時 30分頃 漏えい水の拭き取り作業準備開始
- ・ 14時 00分頃 吸水材設置
- ・ 14時 30分頃 紙ウエスにて拭き取り実施
- ・ 15時 00分頃 アクリル板 (厚み : 10mm) による遮へいを実施、β線量測定
- ・ 15時 30分頃 作業終了

## 【 1月 13日～】

- ・ タンクエリアのパトロールを1日2回実施 (監視カメラ設置まで)

## (2) H4東エリア RO濃縮水貯槽5A (No.10) からの漏えい事象

【2月3日】

- ・12時30分頃 H4東エリアにおいて、RO濃縮水貯槽5A (No.10) のフランジボルト接合部（下側側1段目縦のボルト接合部）から、水のにじみが発生していることを発見  
にじみ水は、タンクのコンクリート基礎部の上を約5m×約0.1mの範囲に広がっていたが、少量で水たまりとしての大きさを構成するほどのものではなかったことを確認  
側溝や排水路には流出が無いことを確認  
にじみ水の表面線量  $\gamma$ 線：0.9mSv/h、 $\beta$ 線：50mSv/h
- ・14時00分頃 ボルトの増し締めを開始
- ・14時15分頃 漏えい水の吸水材による除去を終了、アクリル板と足場板による遮へいを実施
- ・14時44分頃 水のにじみが停止したことを確認  
また、土のうを設置開始
- ・16時00分頃 土のう設置完了

## (3) 一斉点検により確認されたにじみ事象等

【2月6日】

- ・12時28分頃 H4東エリアのRO濃縮水貯槽5A (No.3) のボルト接合部（側板材1段目縦のボルト接合部）からにじみが発生していることを当社社員が確認  
にじみ水は、タンクのコンクリート基礎部の上を約3m×約0.2mの範囲に広がっていたが、少量で水たまりとしての大きさを構成するほどのものではなかったことを確認  
側溝や排水路には流出が無いことを確認  
にじみ水の表面線量  $\beta$ 線：60mSv/h
- ・12時55分頃 H4東エリアのRO濃縮水貯槽5B (No.2) のタンク下部コンクリート基礎部に線量が高い箇所を発見、タンクからの漏えいは確認されず
- ・13時13分頃 H4東エリアのRO濃縮水貯槽5B (No.5) のタンク下部コンクリート基礎部に線量が高い箇所を発見、タンクからの漏えいは確認されず

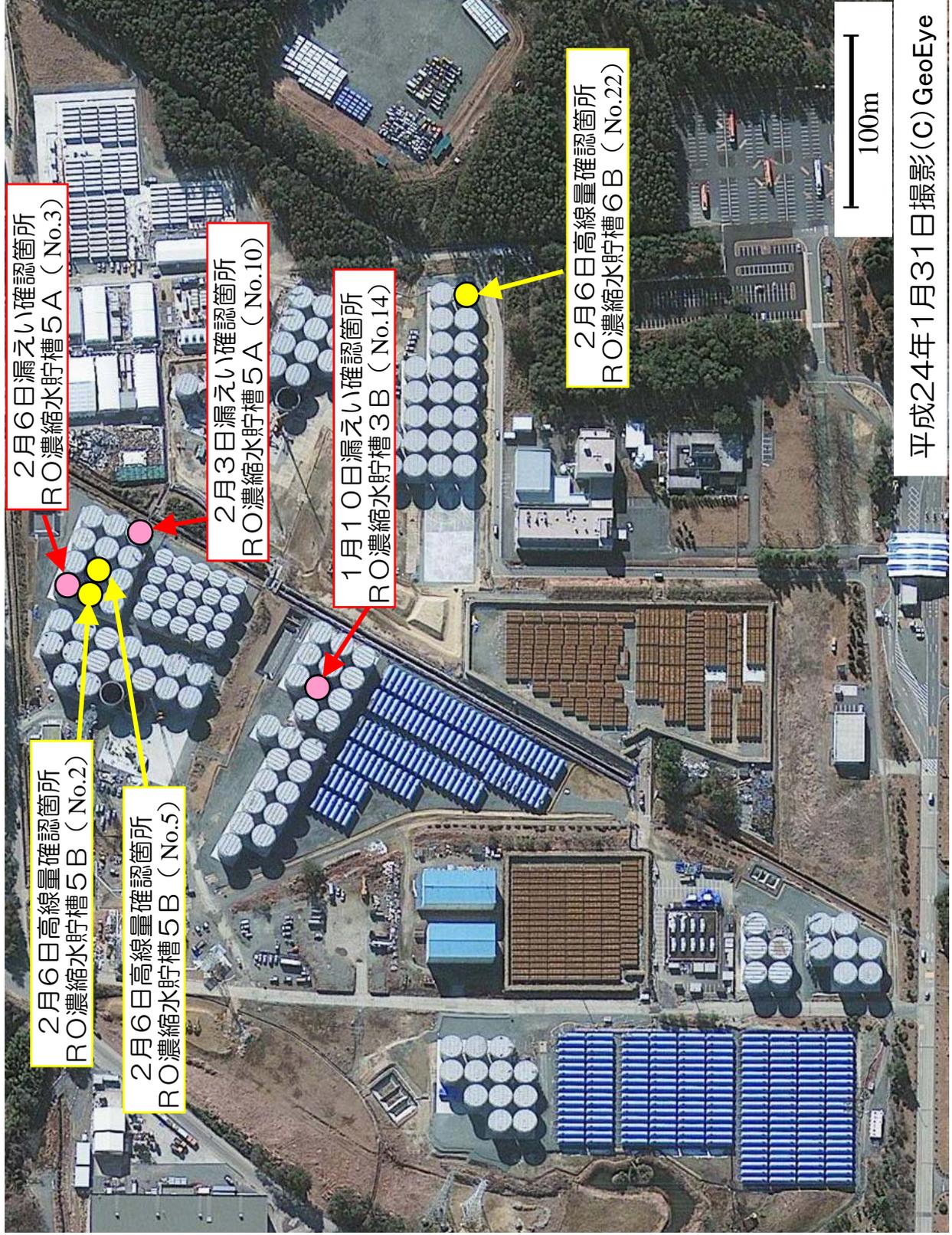
- ・ 13 時 30 分頃 H4 東エリアのRO濃縮水貯槽 5 A (No. 3) のアクリル板と足場板による遮へい設置を開始し、引き続きボルトの増し締めを開始
- ・ 13 時 40 分頃 H5 エリアのRO濃縮水貯槽 6 B (No. 22) のタンクのボルト接合部（最下部側板の縦継ぎ目）に線量が高い箇所を発見、タンクからの漏えいは確認されず
- ・ 14 時 03 分頃 H4 東エリアのRO濃縮水貯槽 5 A (No. 3) の水のにじみが停止したことを確認  
また、土のうを設置開始
- ・ 14 時 45 分頃 H4 東エリアのRO濃縮水貯槽 5 A (No. 3) の土のう設置作業を完了

以上

# タンク設置状況



# タンク設置状況



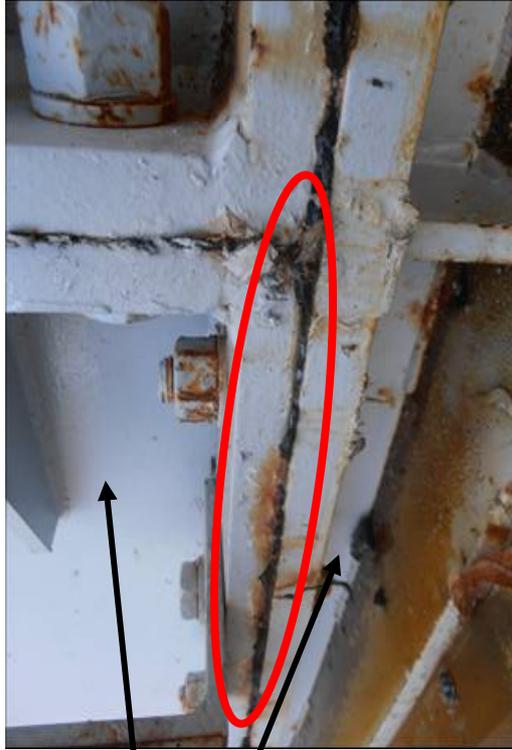


# 漏えい・処置状況 (H2エリア)

- RO濃縮水貯槽3B (No. 14)

側板材 1 段目

底板



漏えい箇所詳細



漏えい箇所



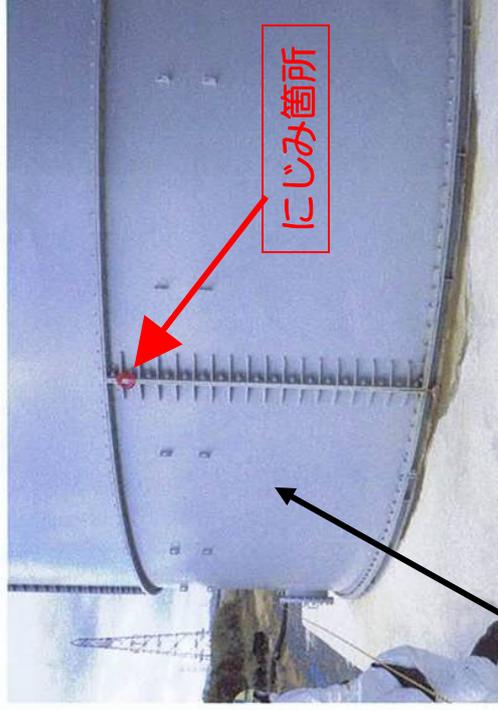
土のう設置状況

# 漏えい・処置状況（H4東エリア）

- RO濃縮水貯槽5A（No. 10）



コンクリート基礎部



にじみ状況

側板材1段目



土のう設置状況

# 漏えい・処置状況（H4東エリア）

- RO濃縮水貯槽5A（No. 3）



にじみ箇所

にじみ状況

側板材1段目



コンクリート基礎部



土のう設置状況

# RO濃縮水貯槽3B (No.14) 漏えい水サンプリング結果

【試料採取場所】 H2エリアRO濃縮水貯槽3B (No.14)

【試料採取日時】 平成24年1月10日 (火) 11:30

## 【測定結果】

核種	放射能濃度 (Bq/cm <sup>3</sup> )	検出限界値 (Bq/cm <sup>3</sup> )	半減期
I-131	検出限界未満	$8.5 \times 10^0$	約8日
Cs-134	$9.4 \times 10^1$	$1.1 \times 10^1$	約2年
Cs-137	$1.1 \times 10^2$	$8.5 \times 10^0$	約30年
全β	$5.0 \times 10^5$	$2.1 \times 10^3$	—

## タンク点検結果とりまとめ

エリア	名称	公称容量	内包水	タンク形状	単基容量	数量	点検結果 ※	備考
A	SPT受入タンク	85	滞留水のCs除去水	鋼製角型タンク	85	1	○	
B	RO処理水貯槽	6,750	RO処理水(淡水)	鋼製円筒型タンク	450	5	○	
C	廃液RO供給タンク	1,200	滞留水のCs除去水	鋼製角型タンク	110	4	○	
					40	1	○	
					42	14	○	
					35	15	○	
	RO濃縮水受タンク	85	RO濃縮水(塩水)	鋼製角型タンク	85	1	○	
	RO処理水受タンク	85	RO処理水(淡水)	鋼製角型タンク	85	1	○	
	濃縮水受タンク	800	RO濃縮水(塩水)	鋼製角型タンク	40	26	○	
	濃縮水タンク	150	蒸発濃縮装置濃縮水(塩水)	鋼製角型タンク	40	5	○	
蒸留水タンク	94	蒸発濃縮装置処理水(淡水)	鋼製角型タンク	40	3	○		
濃縮処理水タンク	1,600	蒸発濃縮装置処理水(淡水)	鋼製角型タンク	40	52	○		
D	RO処理水一時貯槽	5,000	RO処理水(淡水)	鋼製角型タンク	16	6	○	
					35	19	○	
					42	114	○	
E	RO濃縮水一時貯槽	8,000	RO濃縮水(塩水)	鋼製角型タンク	16	26	○	
					20	32	○	
					24	32	○	
					26	32	○	
					32	32	○	
					35	86	○	
					42	55	○	
F	低レベル用タンク	12,200	5,6号機滞留水(低レベル)	鋼製角型タンク	35	6	○	
					42	6	○	
					95	1	○	
					110	4	○	
				鋼製円筒型タンク	160	5	○	
					200	2	○	
					300	3	○	
					500	18	○	
H1	RO濃縮水貯槽	20,000	RO濃縮水(塩水)	地上防災タンク	120	170	○	
H1東	RO濃縮水貯槽2	12,000	RO濃縮水(塩水)	鋼製円筒型タンク	1100	12	○	
H2	濃縮廃液貯槽	10,000	蒸発濃縮装置濃縮水(塩水)	地上防災タンク	100	100	○	
	RO濃縮水貯槽3	23,000	RO濃縮水(塩水)	鋼製円筒型タンク	1100	23	○	
H4	RO濃縮水貯槽4	20,000	RO濃縮水(塩水)	鋼製円筒型タンク	1100	10	○	
				鋼製円筒型タンク	500	20	○	
H4東	RO濃縮水貯槽5	12,000	RO濃縮水(塩水)	鋼製円筒型タンク	1100	12	×	添付-6-2
H5	RO濃縮水貯槽6	23,000	RO濃縮水(塩水)	鋼製円筒型タンク	1100	23	○	添付-6-2
H9	蒸発濃縮処理水貯槽	5,000	蒸発濃縮装置処理水(淡水)	鋼製円筒型タンク	1100	5	○	
H9西	RO処理水貯槽2	7,000	RO処理水(淡水)	鋼製円筒型タンク	1100	7	○	
その他	バッファタンク	1,000	RO処理水(淡水)	鋼製円筒型タンク	1100	1	○	

※ ○:漏えい無、 ×:漏えい有

# 点検結果記録シート

エリア	タンク名称	発見日時	漏えい箇所・状況	漏えいの有無	漏えい範囲 (Om x Om)	線量 [mSv/h]			
						β線		γ線	
						表面	雰囲気	表面	雰囲気
H4東	RO濃縮水貯槽 5A(No.3)	2/6 12:28頃	タンクのフランジボルト接合部(側板材1段目縦のボルト接合部)からのにじみあり。タンク下部コンクリート基礎部にタンクに沿ったにじみあり。漏えい箇所は最下部側板の南東側にある継ぎ目で、一番上のボルト。	有	3m x 0.2m	コンクリート基礎部表面			
						250	10	20	0.16
						ボルト接合部のにじみ水表面			
						60	未測定	未測定	未測定
H4東	RO濃縮水貯槽 5B(No.2)	2/6 12:55頃	タンク下部コンクリート基礎部に線量が高い箇所があったが、その周辺及び上部のタンクのフランジボルト接合部からの漏えい、にじみ、漏えい痕は確認されなかった。	無	-	コンクリート基礎部表面			
						150	10	20	0.45
						コンクリート基礎部表面(遮へい後)			
						1以下	1	0.15	0.09
H4東	RO濃縮水貯槽 5B(No.5)	2/6 13:13頃	タンク下部コンクリート基礎部に線量が高い箇所があったが、その周辺及び上部のタンクのフランジボルト接合部からの漏えい、にじみ、漏えい痕は確認されなかった。	無	-	コンクリート基礎部表面			
						300	5	14	0.28
						コンクリート基礎部表面(遮へい後)			
						3	1以下	0.15	0.08
H5	RO濃縮水貯槽 6B(No.22)	2/6 13:40頃	タンクのボルト接合部(最下部側板の縦継ぎ目)に線量が高い漏えい痕(約2m)があったが、その周辺及び上部のタンクのフランジボルト接合部からの漏えい、にじみは確認されなかった。	無	-	ボルト接合部の漏えい痕表面			
						10	1以下	0.50	0.10
						ボルト接合部の漏えい痕表面(拭き取り後)			
						1以下	1以下	0.11	0.10

R O 濃縮水貯槽 3B (No. 14) 漏えい水回収作業状況

(1) 回収作業内容

社員 3 名にて、以下の作業ステップで実施

- a. 漏えいしたたまり水の大部分を吸水材により回収
- b. コンクリート上に薄く残った水を紙ウエスによる拭き取りにて回収
- c. 拭き取り後、β線の遮へいの為、アクリル板を設置

(2) 回収作業実績

a. 時系列・・・平成 24 年 1 月 11 日 (水)

- ・ 13 時 30 分頃 作業準備開始
- ・ 14 時 00 分頃 吸水材設置
- ・ 14 時 30 分頃 紙ウエスにて拭き取り
- ・ 15 時 00 分頃 アクリル板 (厚み: 10mm) 設置、β線量測定
- ・ 15 時 30 分頃 作業終了

b. 被ばく線量

(a) 計画被ばく線量  $\gamma$  線: 3 mSv、 $\beta$  線: 30mSv

APD 設定値  $\gamma$  線: 2 mSv、 $\beta$  線: 10mSv

(b) 実績被ばく線量 (最大)  $\gamma$  線: 0.09mSv (平均 0.08mSv)

$\beta$  線: 4.9mSv (平均 4.5mSv)

(3) 漏えい場所表面のβ線の線量変化

- ・ 漏えい水回収前 : 80 mSv/h
- ・ 漏えい水回収、遮へい設置後 : 1 mSv/h

※ 測定機器: 電離箱サーベイメータ (高線量用)

(4) 作業実施状況



吸着材設置

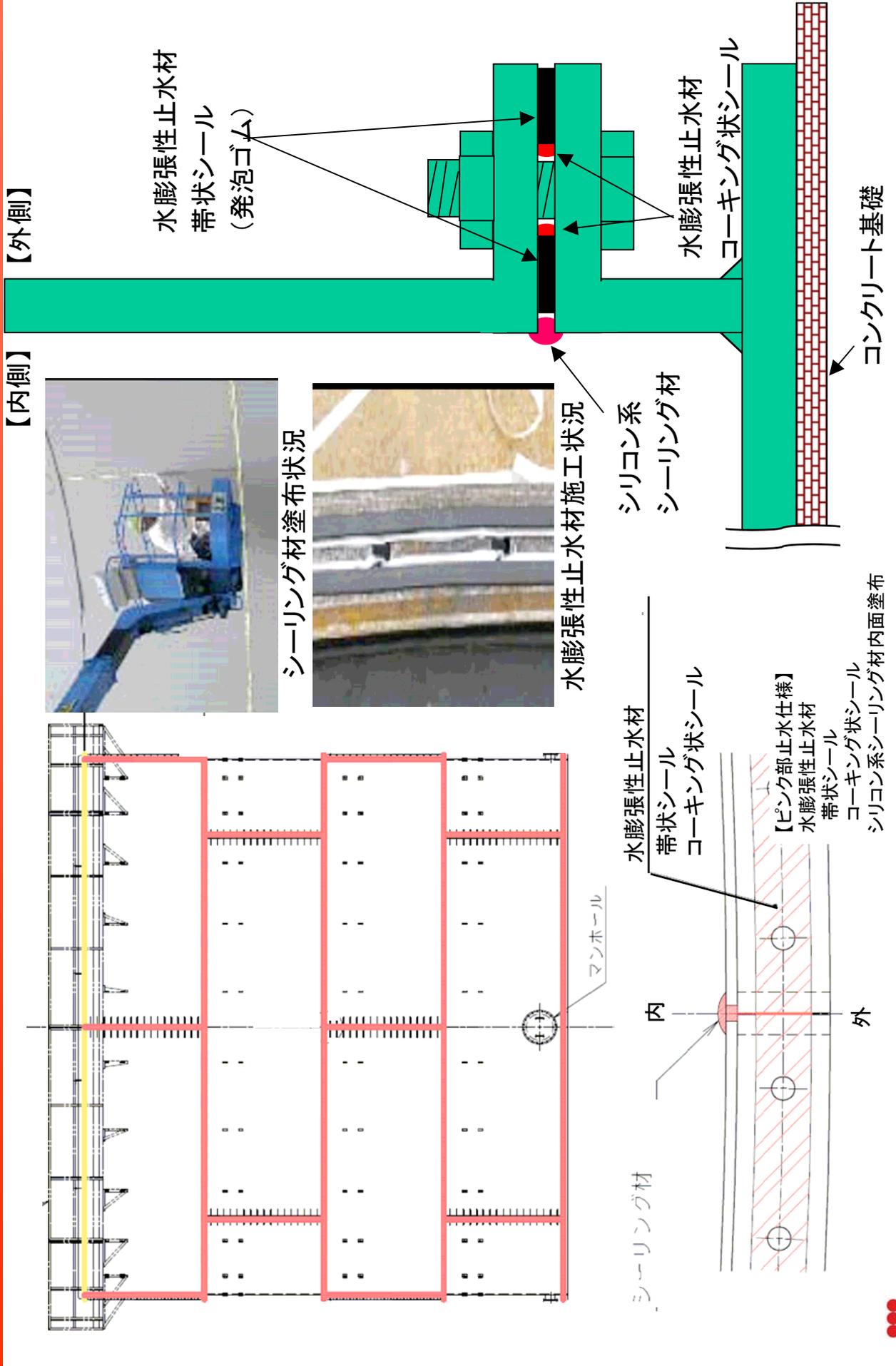


ウエスによる残水の拭き取り



β線遮へい用アクリル板設置

# RO濃縮水貯槽（鋼製円筒型）構造図



RO濃縮水貯槽ボルトゆるみ事象の要因分析表

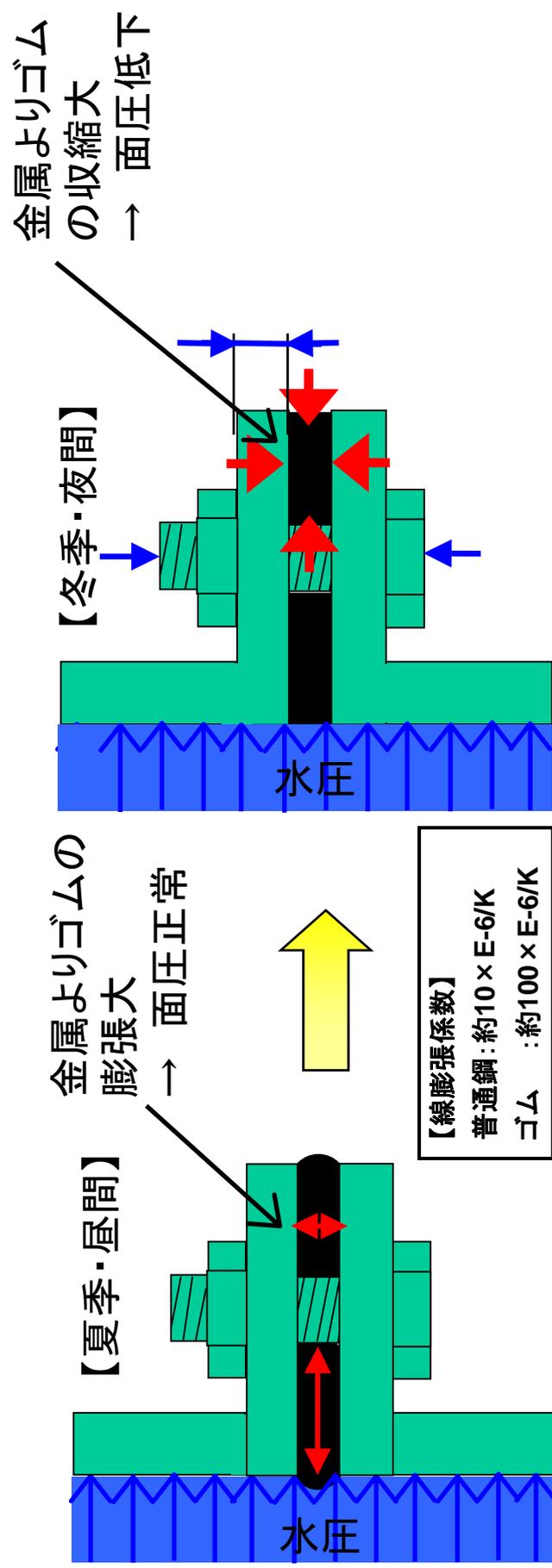
RO濃縮水貯槽ボルトゆるみ		施工段階		供用段階		評価	判定
評価事象	事象概要	評価	判定	評価	判定		
ボルト締付不足	締付トルク不足	組立手順書に則り、締付トルクを確認している。					×
施行不良	ガスケット・シール材の組み付け不良	組立手順書に則り、ガスケット・シール材の施行を実施している。また、満水レベルまでの水張り試験を実施し漏えいが無いことを確認している。					×
ボルトナットの初期ゆるみ	ボルトナットの表面粗さ等の微小な凹凸が締結後に時間経過や外力によりへたる場合のゆるみ	ボルト・ナットの表面粗さが馴染みにより平滑化することはあり得るが、その量は比較的小さい。					△
ボルトナットの塑性変形	接触部の面圧が高すぎ、接触部表面が塑性変形することによるゆるみ	ボルト締め付け時はトルク管理しており、設計上塑性変形はない。					×
ボルトナットの腐食による減肉によるゆるみ	ボルトナット、フランジ面等が腐食することによるゆるみ	ボルトナットやフランジ接触面についての直接観察は出来ないが、外表面の観察結果、減肉に至るような著しい腐食は認められなかった。					×
ボルトナットの微動磨耗によるゆるみ	接触部の内、特に被締付物の接合面が外力によってすべり、摩擦することによるゆるみ	タンクは静的機器であり回転機の様な振動はない。このため、微動磨耗の発生はない。					×
熱的ゆるみ	温度変化により、フランジ部、ボルト部、止水材などの線膨張率の違いにより応力緩和することによるゆるみ	線膨張率がフランジ部、ボルト部の金属(約 $10 \times 10^{-6} [K^{-1}]$ )より、水膨張性止水材(带状シール)の発泡ゴム(約 $100 \times 10^{-6} [K^{-1}]$ )の方が大きいため、温度低下により止水材が金属部より大きく収縮し、フランジボルト接合部の面圧が低下する可能性がある。当該タンクは夏季・日中に組み立てたタンクであり、今冬の寒波により冬季・夜間の温度低下が著しかったことにより、止水材が比較的に大きく収縮し面圧が低下したことによりゆるみが発生したと推定される。					○
止水材のへたり	止水材が応力によりへたることによるゆるみ	当該タンクに使用している水膨張性止水材(带状シール)は発泡ゴムであり、ボルト締め付けによる応力や、昼夜の温度変化に伴う止水材の膨張・収縮による繰り返し応力等により経時的にへたり、面圧が低下し、ゆるみが発生したと推定される。 (* 主たる止水材である水膨張性止水材(带状シール)について評価)					○
	止水材がタンク内容物(塩水)により劣化したことによるゆるみ	水膨張性止水材(带状シール)は発泡ゴムであり、ゴムは耐塩水性に優れていることから、海水系機器に一般的に使用されている。そのため、止水材はいままでの使用期間では劣化はないと推定される。					×
外力によるゆるみ	被締付物の面圧による陥没以外の過大な外力により、ボルト自体の塑性伸びが進行することによるゆるみ	過大な外力がかかった形跡はない。					×

○：影響大 △：影響小 ×：影響なし

# フランジボルトのゆるみ発生メカニズム

## ①【熱的ゆるみ】

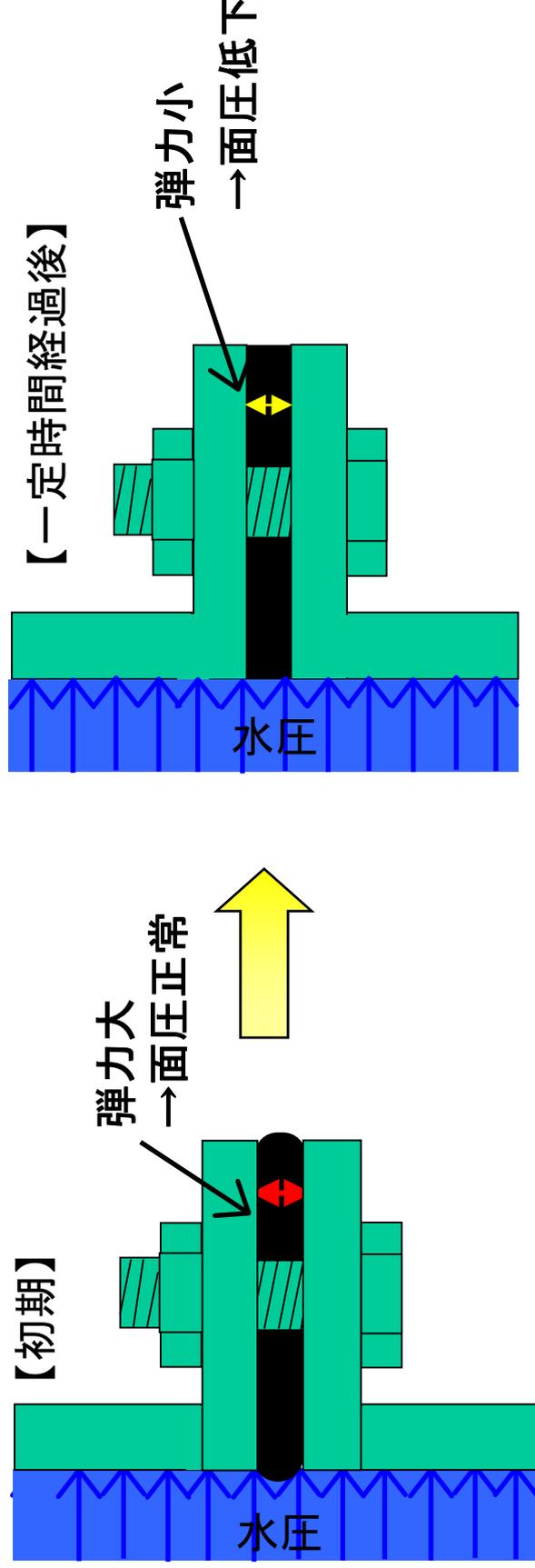
- ・フランジ部・ボルト部等の鋼材より止水材のゴムの方が温度に関する線膨張率が大きい
- ・当該タンクは夏季・昼間の気温の高い時期に組み立てを実施
- ・冬季・夜間の著しい気温低下により、フランジ部・ボルト部等よりも止水材の方が大きく収縮
- ・止水材の面圧が低下



# フランジボルトのゆるみ発生メカニズム

## ②【止水材のへたれ\*】

- ・ボルト締め付けによる応力により、経時的に止水材のへたれが発生
- ・昼夜の寒暖差による繰り返し応力によりへたれが発生
- ・止水材のへたれ→弾性低下→面圧低下



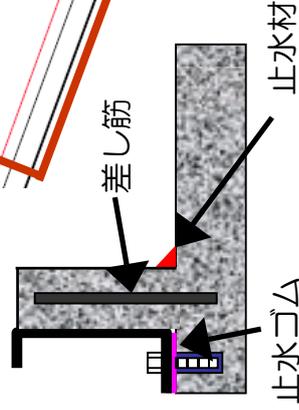
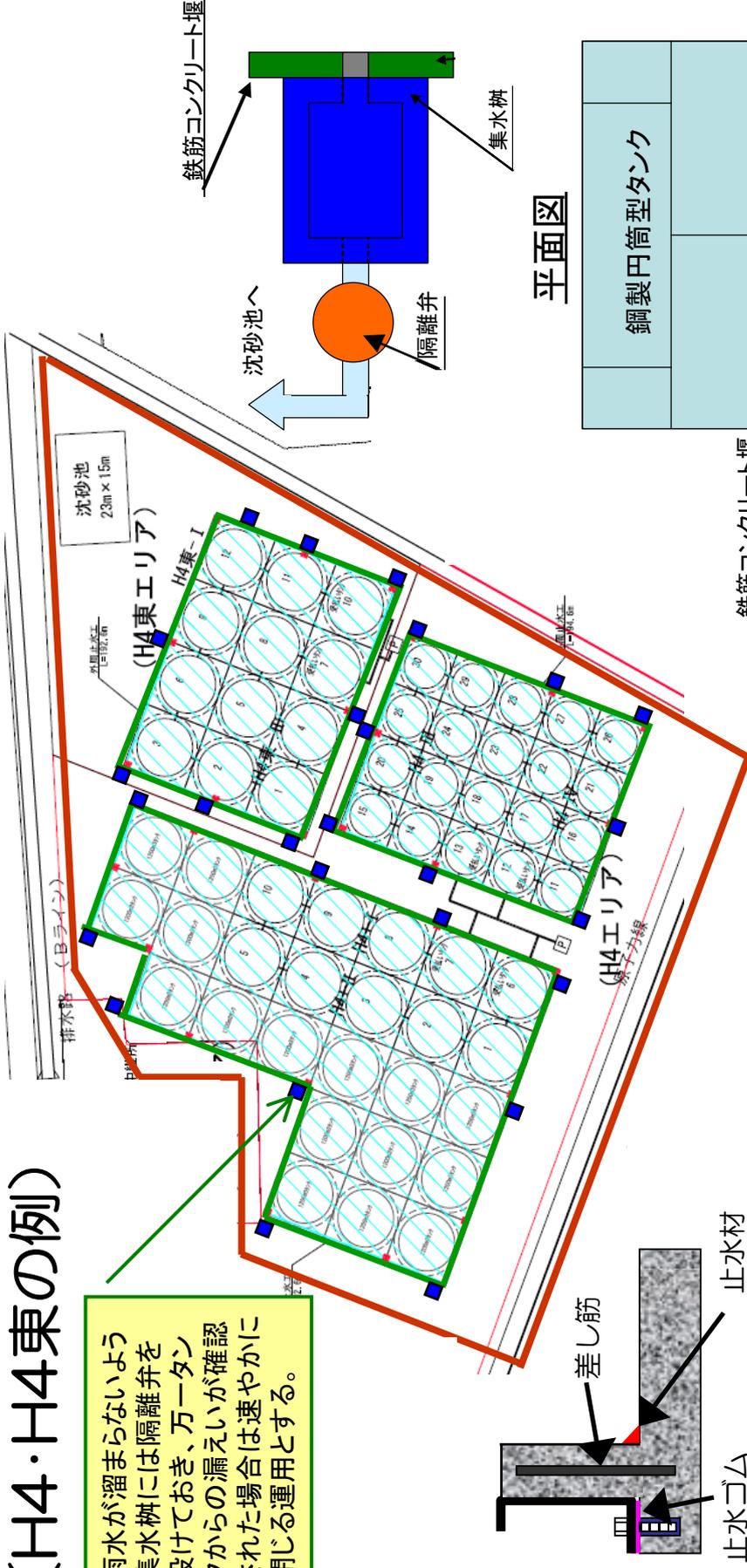
\*:長期の荷重・変形下で一定時間後に応力緩和や変形の進展が起こる現象。

①+②の作用により止水材の面圧が低下し、満水となっているタンクにおいて、水頭圧のより高いタンク最下段の接合部で漏えいが発生

# タンク設置エリアへの堰の設置案

## (H4・H4東の例)

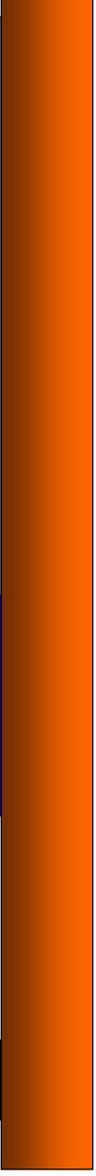
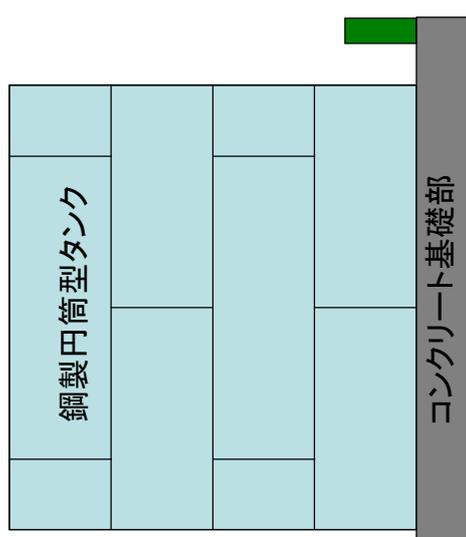
雨水が溜まらないよう集水柵には隔離弁を設けておき、万一タンクからの漏えいが確認された場合は速やかに閉じる運用とする。



鉄筋コンクリート堰  
設置イメージ



平面図



断面図

# 多核種除去設備導入スケジュール案

	H24 1月		2月	3月	H24年度 上期
	上旬	中旬			
検討・設計	基礎試験実施・試験結果評価		基本設計・詳細設計		
現場作業			森林伐採・敷地造成	基礎・サンプリングタンク・設備設置工事	

平成24年度上期に導入することとしているが、より早期に移働出来るよう鋭意検討・準備を進めていく