

特定原子力施設監視・評価検討会
汚染水対策検討
ワーキンググループ
(第12回)
資料1

H6エリアタンク天板部からの漏えい に対する原因と対策について

平成26年3月5日
東京電力株式会社



東京電力

1. 概要 (1 / 5)

【H6エリアタンク上部天板部からの漏えい（漏えい状況）】

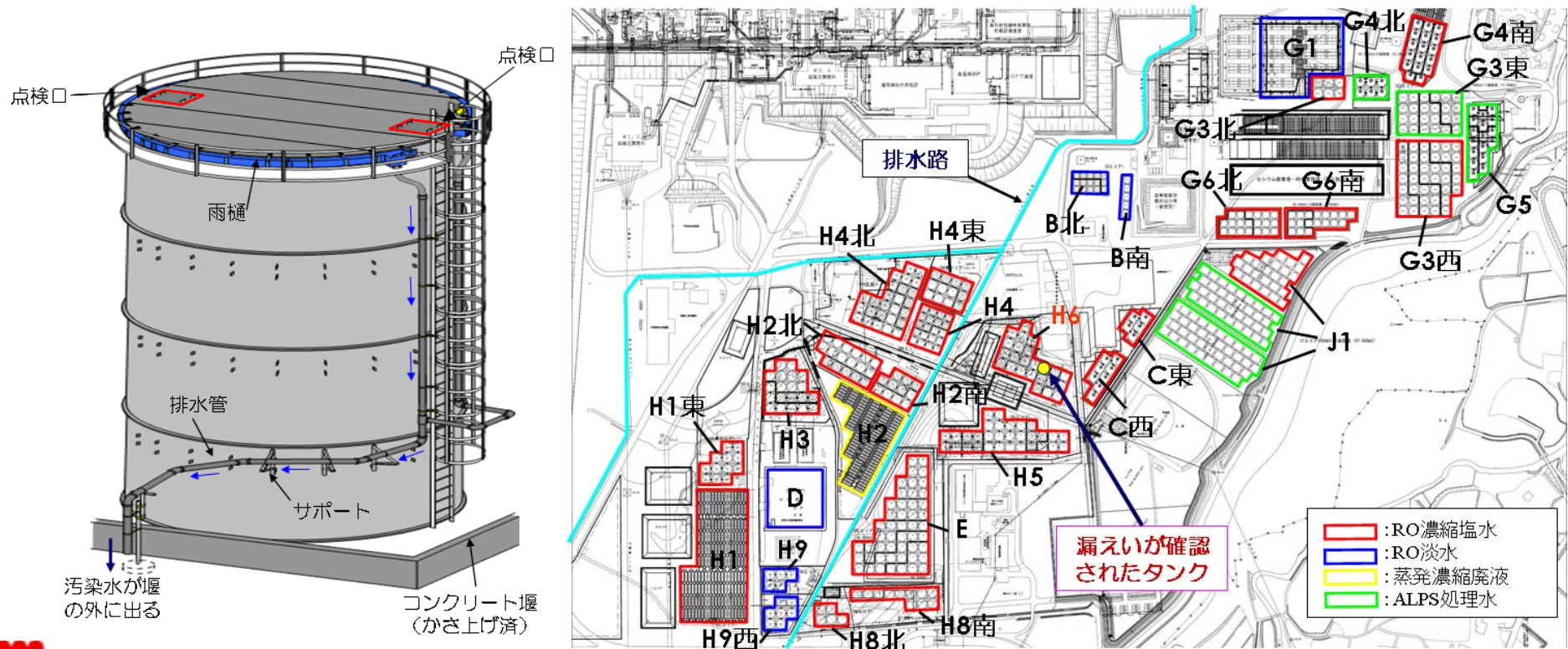
◆2/19 23:25頃、タンクエリアパトロール中の協力会社作業員が漏えいを発見。

①タンク上部天板部から、雨樋を伝って堰外に漏えい。

推定漏えい量は約100m³。

②漏えい水の放射能濃度は、全β最大2.4億Bq/L（堰外漏えい部）。近くに排水路がなく、また漏えい拡大防止済であり、海への流出は無いものと推定。

③地表等に残存した漏えい水42m³を回収済。周辺土壌は約130m³を回収済。

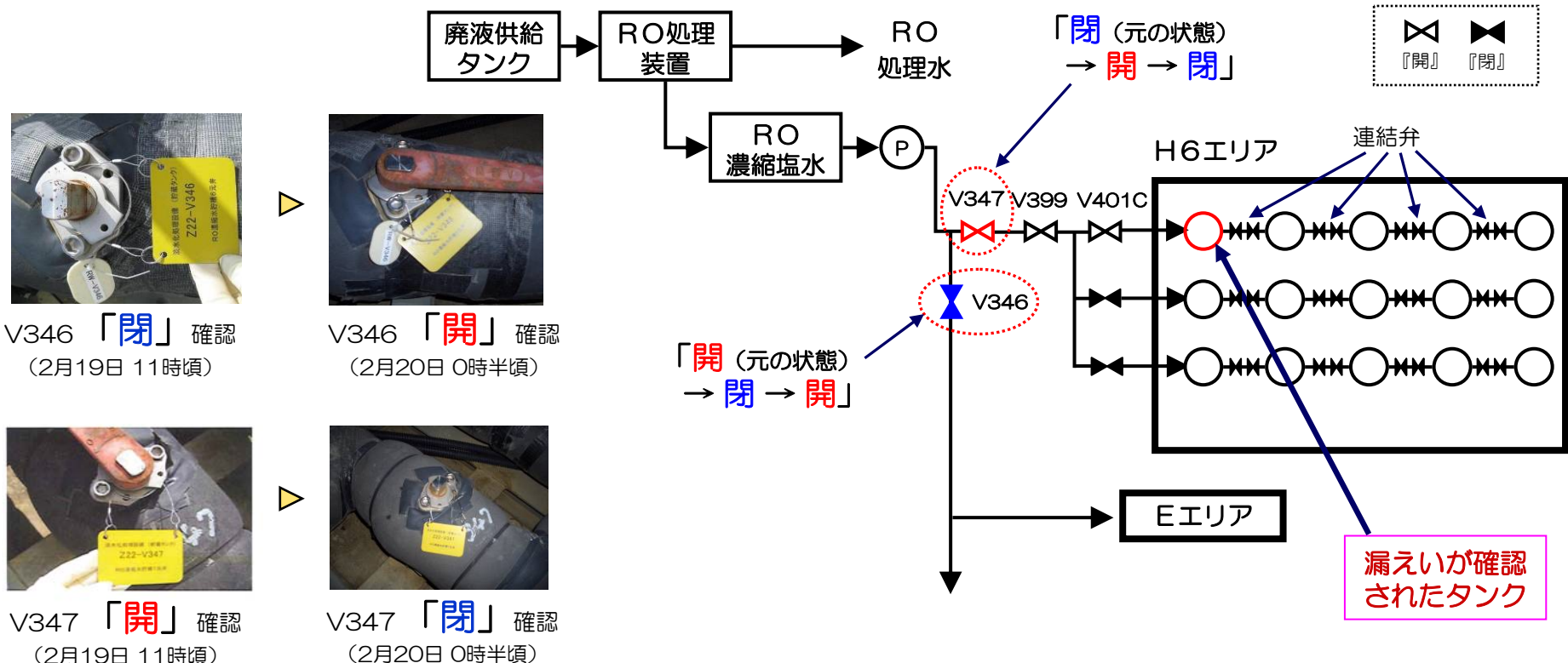


1. 概要 (2/5)

【H6エリアタンク上部天板部からの漏えい（原因）】

◆汚染水はEエリアのタンクに送られることとなっていたが、漏えい発生時、Eエリアではなく、H6エリアの受払タンク（当該漏えいタンク）へ汚染水が移送される系統構成となっていた。すなわち、Eエリアへの弁（V346）は「閉」、H6エリアへの分岐上の弁（V347）は「開」となっていた。

なお、漏えいの発生が確認された時点では、汚染水がEエリアに送られる元の系統構成に戻っていた。



1. 概要（参考）

弁の開閉状態について

◆H26.2.24の汚染水対策検討WGの時点では、V399,V401Cについて、再受入の可能性のあることからH25.4.17に「開」とするよう当社指示があったものと認識していたが、その後の調査（当社の運転引継日誌、協力企業の引継メモの確認）により以下のことが分かった。

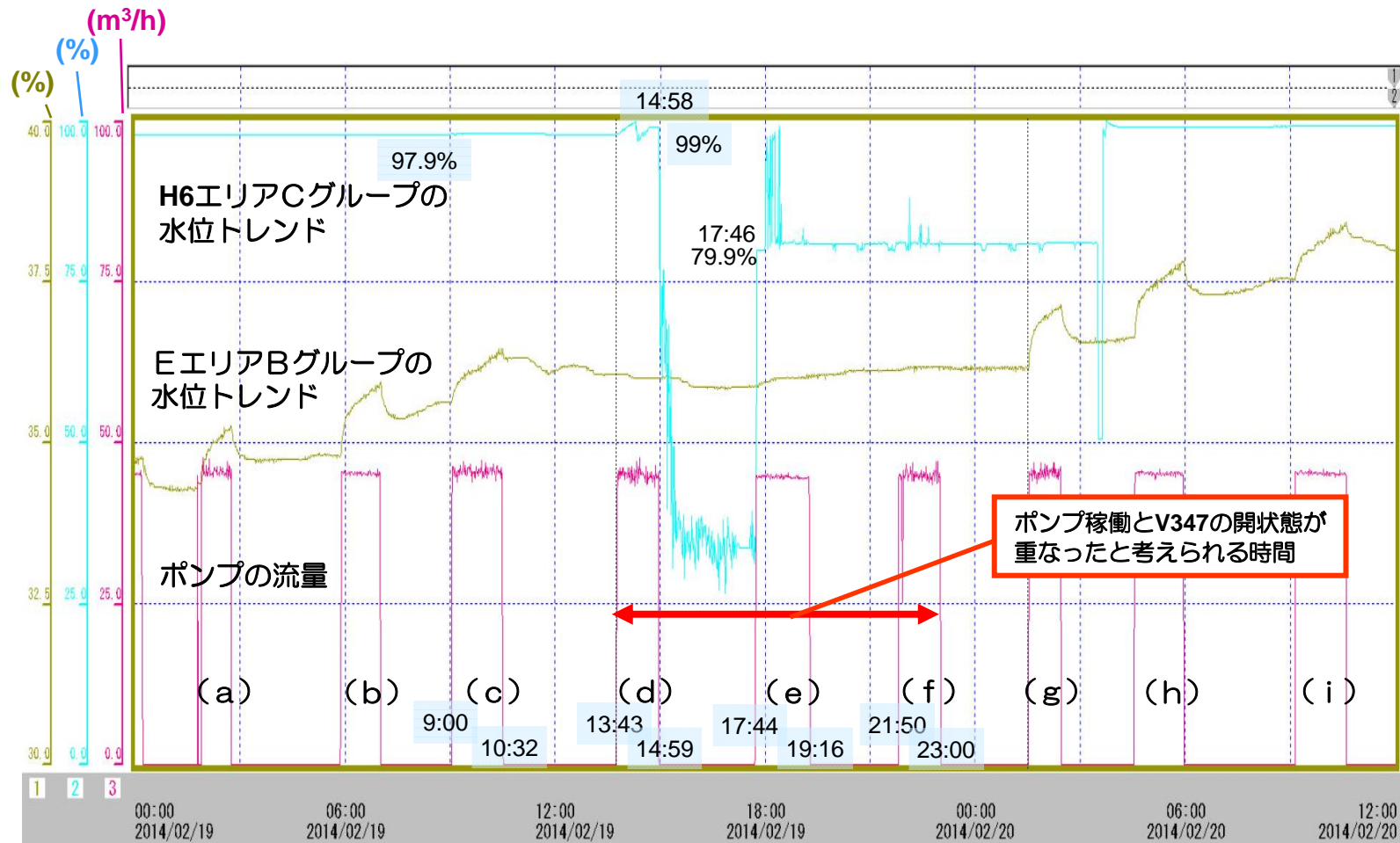
- 「開」としたのは、H6エリアの（C）タンク群のタンク間連結弁（※）であったこと。
- （C）タンク群への汚染水の追加受入れ準備としてH25.4.16に当社が連結弁を「開」としたこと。（運転引継日誌）
- H25.4.17に（C）タンク群への汚染水の追加受入れ後、協力企業に連結弁を「開」状態のまま維持することについて情報共有したこと。（協力企業の引継メモ）
- H25.4.22に当社が連結弁を「閉」としていること。（運転引継日誌）
- H26.2.19のH6エリアタンク天板からの漏えい発生後、H26.2.20に水位低下の目的で連結弁「開」としたこと。（運転引継日誌）
- H26.2.20に連結弁を「開」として水位を低下させたが、「液位高高」警報がクリアされる水位までは低下していなかったため、H26.2.28にROへの移送（再循環運転）を行い、水位を低下させた後、同日、連結弁を「閉」とし、現時点（H26.3.5）も「閉」状態にあること。（運転引継日誌）

（※）H6エリア（C）タンク群は5個のタンクで構成されており、連結弁数は8個

1. 概要（参考）

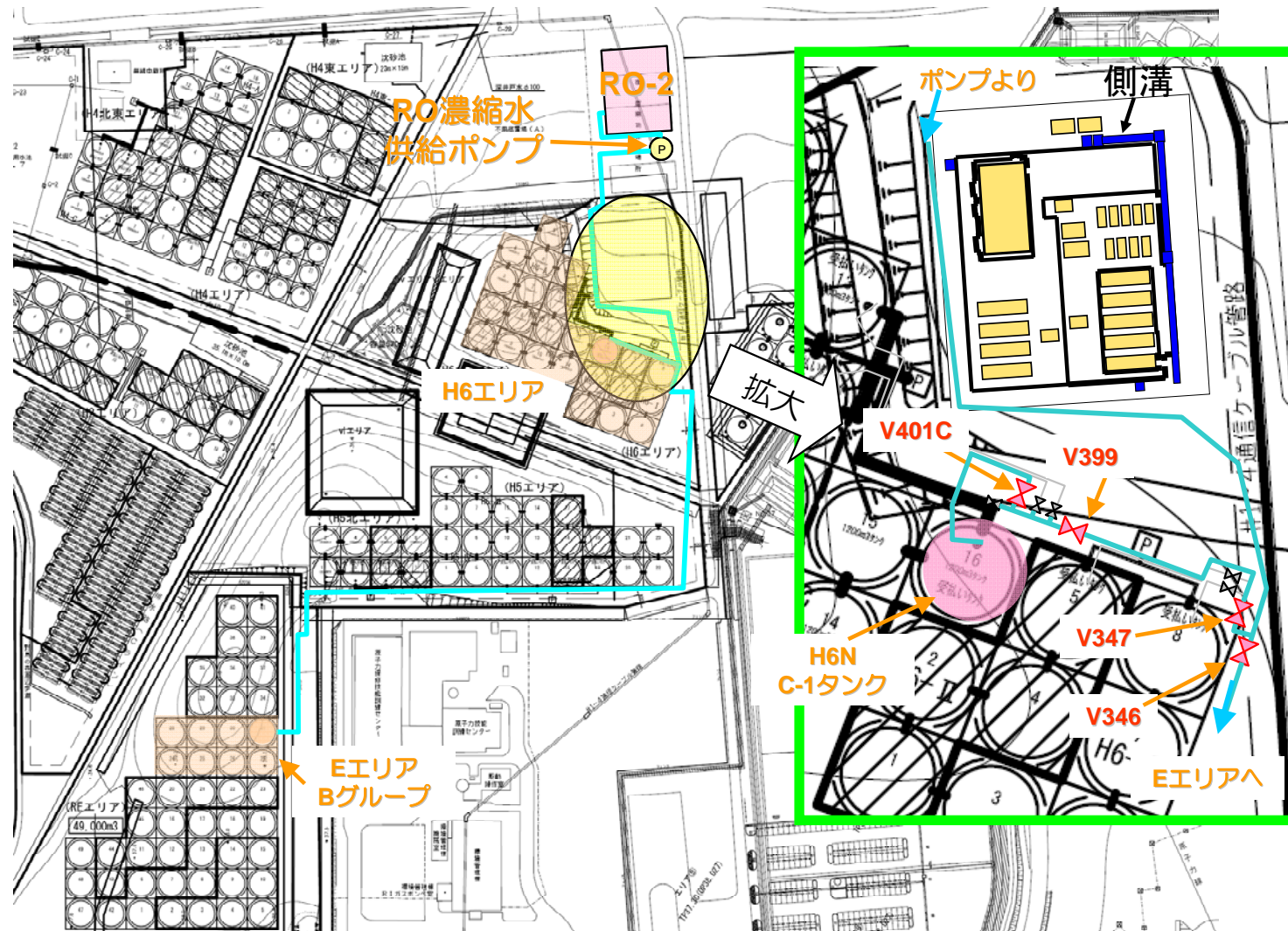
- H25.4.16 運転引継日誌
『濃縮水貯槽3C,10C,12B,C,D,E連結弁を「開」実施しています。』との記載あり
 - H25.4.17 協力企業の引継メモ
『3C,10Cの連結弁は「閉」にしないでこのままにしておきます。もしかしたら、まだ、受け入れるかも』との記載あり
 - H25.4.22 運転引継日誌
『10C連結弁を「閉」実施しています。』との記載あり
 - H26.2.20 運転引継日誌
『・・・RO濃縮水貯槽10Cの連結弁（8個）を「全開」にしてレベル低下操作を実施し・・・』との記載あり
 - H26.2.28 運転引継日誌
『操作弁 全開→全閉：RO濃縮水貯槽10C連結弁（8個）』との記載あり
- ◆ H26.2.24のWGの時点では、上記引継メモ等の内容から、連結弁を「開」とすることに上流側の隔離弁であるV399, V401Cの「開」も含まれると解釈していた。
- ◆ その後、引継メモ等には、連結弁の記載しかないこと、水処理関係者（当社及び協力企業）の認識としては、通常、V399及びV401Cは連結弁に含まれないとのことであったため、H25.4.17にV399及びV401Cを「開」としておいたとの解釈は誤解であった。

1. 概要 (3/5)



Eエリア、H6エリアタンク水位とRO濃縮水供給ポンプの起動状況

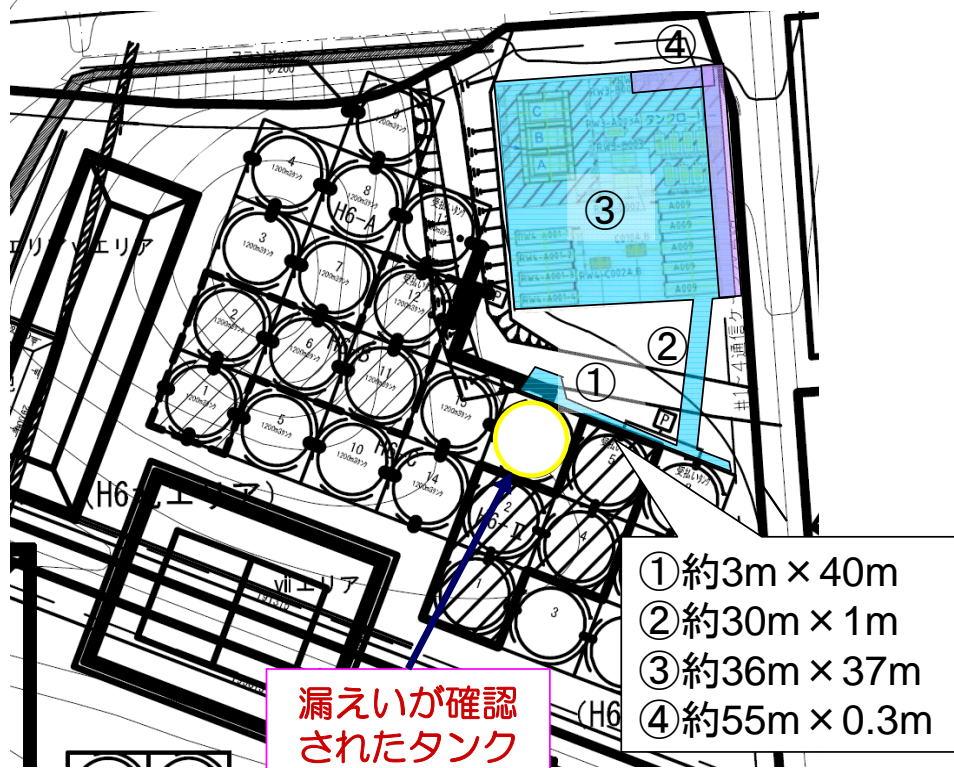
1. 概要 (4/5)



配管ルート図 (RO濃縮水供給ポンプ~H6エリアタンク)

1. 概要 (5/5)

- 堰の外へ流れた漏えい水 (約100m³)
 - ① H6タンクエリア堰近傍 (※)
 - ② 電気ケーブルが収納されているU字溝
 - ③ 淡水化装置 (蒸発濃縮) の装置エリア (※)
 - ④ 側溝 (排水路には接続なし)



(※) ③は①より1.5m程度低い

汚染水の漏えい範囲



漏えいの状況 (①エリア)



漏えいの状況 (③エリア)

2. 汚染水漏えい拡大防止状況

漏えい水による汚染拡大を防止するため、下記の汚染源の除去・監視対策を実施

①残水回収

- 2月21日までに、タンク堰外へ漏えいした汚染水約100 m³に対して、約42 m³を回収済
- 今後は、周辺土壌からの染出し等により、漏えいエリア付近の側溝内に汚染水起因の溜まり水が発生する可能性があるため、定期的を確認し、必要に応じて回収を実施する。

②土壌回収

- 現在130m³程度の汚染土壌回収が完了
- 重機による更なる汚染土壌回収を継続中
- 配管等の干渉物により重機による作業が困難な箇所については、干渉物撤去後に回収作業を進めることとし、現在配管移動・撤去を実施中。
- 別途、汚染状況を踏まえた回収範囲について検討中。

③観測孔・ウェルポイント設置

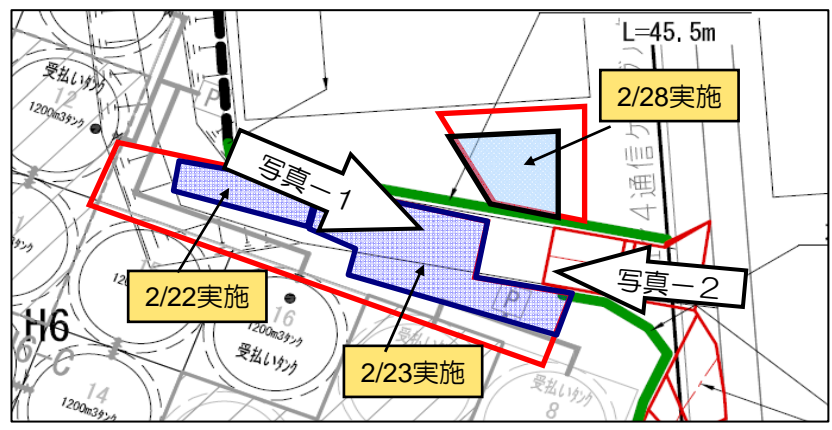
・地下水観測孔の設置

- 地下水の汚染状況を観測するための地下水観測孔の設置作業を開始しており、3月下旬までには設置・観測開始予定。
- 観測孔は、汚染水が漏えいした範囲並びに地下水の下流域に設置予定（計3箇所）

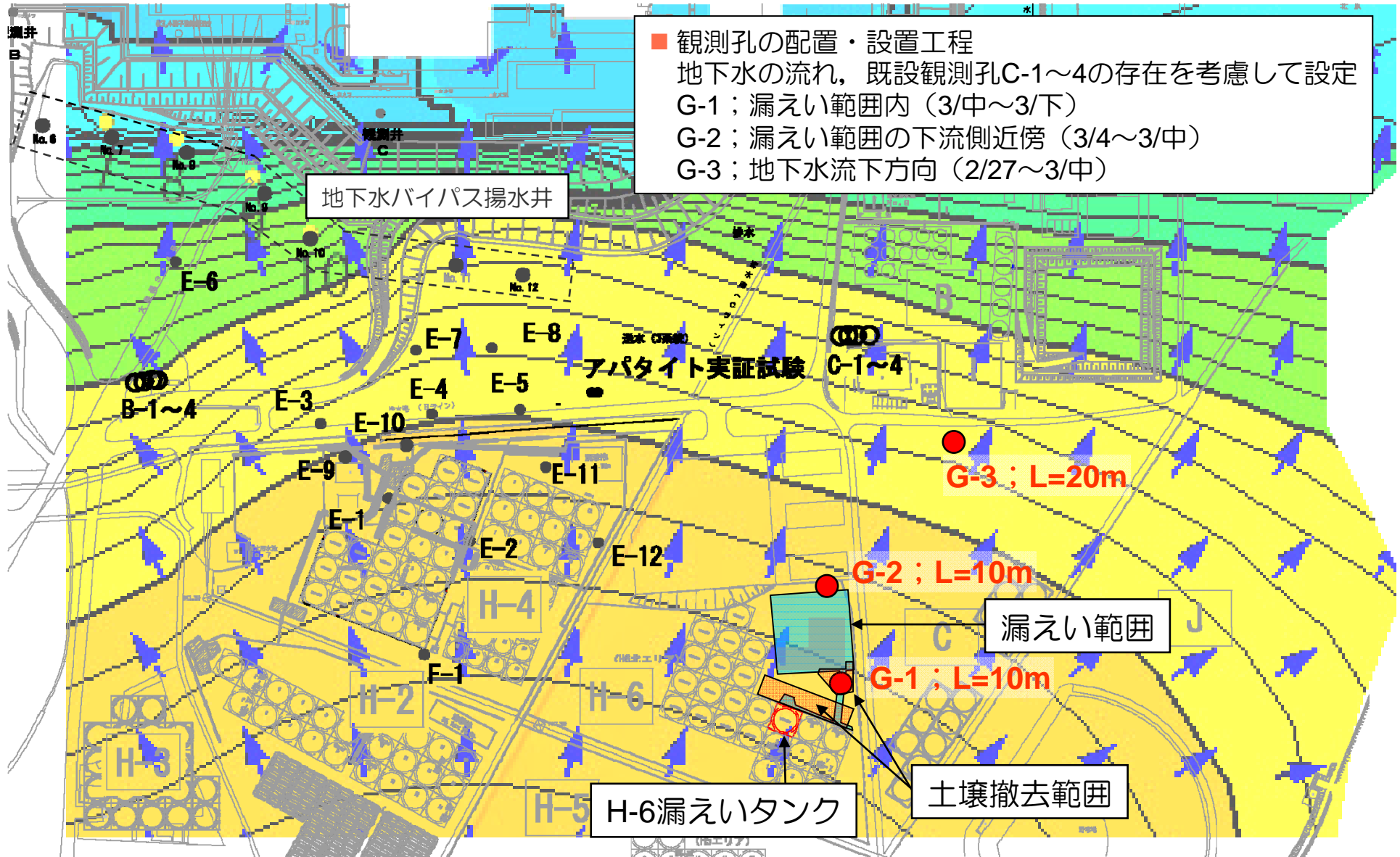
・ウェルポイントの設置

- 地下水の汚染が確認された場合に備えて、予めウェルポイントを設置することを計画中
- 資機材は手配済みで、土壌回収、観測孔設置作業の進捗状況に応じて設置（3月下旬設置完了予定、汲み上げ時期は観測孔サンプリングの結果に応じて決定）

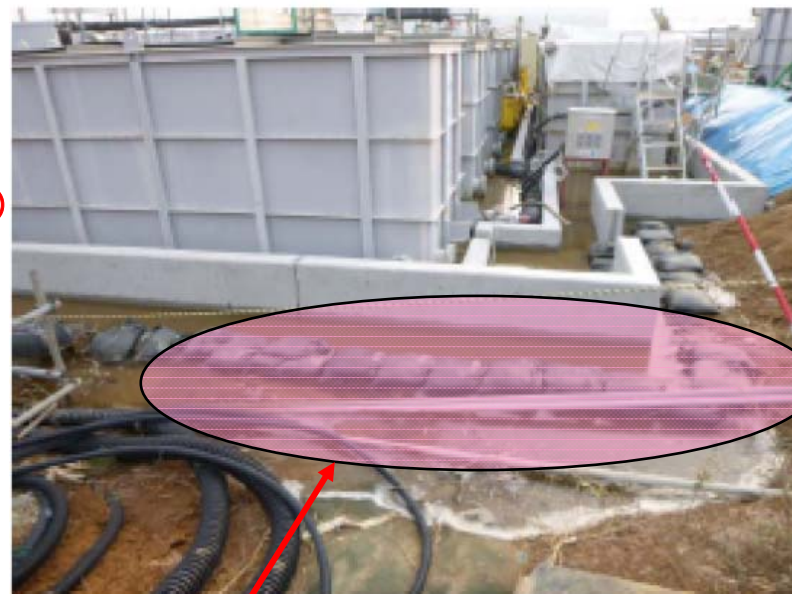
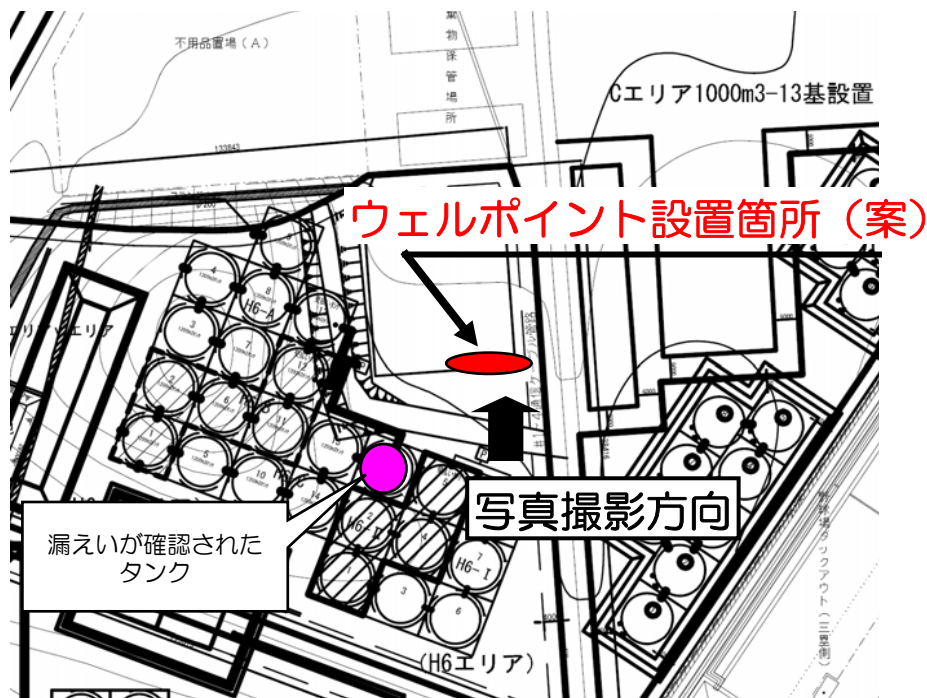
【参考】汚染土除去の状況（作業中の状況）



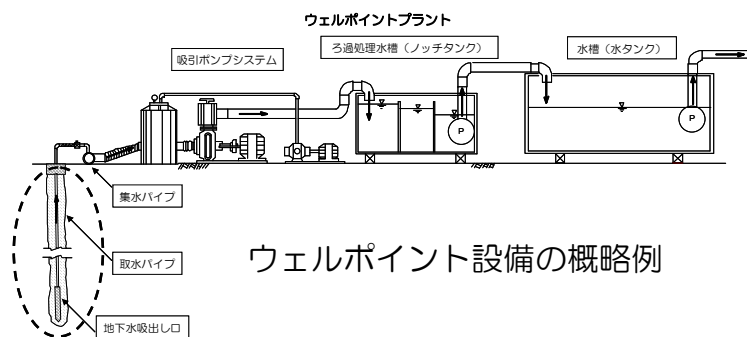
【参考】H-6エリア追加観測孔について



【参考】ウェルポイントの設置について



ウェルポイント設置箇所 (案)



設置予定箇所には、電源ケーブル、移送配管等既存設備が多数存在することから、設備の設置に当たっては、障害になる既存設備を撤去・移動した後に着手する予定。

3. 原因と対策

今回の漏えいの直接的な原因は以下の通り。

- 設備の異常を示す以下の2つの兆候をいずれも見逃してしまい、適切に対応しなかった結果、汚染水の漏えいを防ぐことが出来なかったこと。
 - 汚染水をEエリアタンクに送水しているにも関わらず、当該タンクの水位が上昇していなかったこと。
 - H6エリアタンク「液位高高」の警報が発生したにも関わらず、確認が不十分であったこと。
- 弁の開閉管理が出来ていなかったこと。
 - 弁が容易に開閉操作可能な環境であったこと。
 - 弁の開閉操作の指示、および開閉管理が不十分であったこと。

今後このような汚染水漏えいを再発させないため、以下の対策を実施する。

- 異常な兆候への対応
- 弁開閉操作に関する対策

なお、今回の漏えいを真摯に受け止め、上記の対策実施に留まることなく、汚染水の漏えい防止に向けた網羅的な対策として、ALPS等の他の水処理設備への水平展開を継続して検討、実施していく。

4.1 異常な兆候に対する対応の不備（1 / 2）

今回の汚染水漏えいにおいては、設備の状況について異常を示す二つの兆候が現れたが、そのいずれも見逃してしまい、結果として汚染水の漏えいを防ぐことが出来なかった。

- 汚染水をEエリアタンクへ送水しているにも関わらず、当該タンクの水位が上昇していなかったこと
 - 当社は、協力企業に対して水処理中央操作室（以下、CCRという）での毎時のデータ採取・監視方法を明確には指示していなかった。
 - 協力企業はデータ採取・監視にあたって、自主的に毎時のデータ(デジタル値)採取はしていたが、具体的な監視方法（トレンドのレンジ設定等）を明確にはしていなかったことで、監視方法に個人差が生じていた。（※1）
 - 協力企業はポンプを起動した際に、受入側の水位が上昇することは通常確認しており、2月17日のライン切替後のEエリアタンク水位の上昇は確認していたが、その後はラインが構成された状態でポンプは自動起動/停止するため、ポンプの起動の都度、意識して確認することはしていなかった。
また、トレンド画面ではポンプ流量と受入タンクを同時に表示していたものの、タンク水位レンジが適切でなかった（※2）ことから、ポンプ起動/停止時の水位変動状況を認識しにくい状況であった。
 - 従って、Eエリアタンクの異常兆候を早期に認識することができず、漏えい発生前に当社へ連絡する等の対応をすることができなかった。（※1）

4.1 異常な兆候に対する対応の不備（2 / 2）

以上、問題点としては、以下の通り。

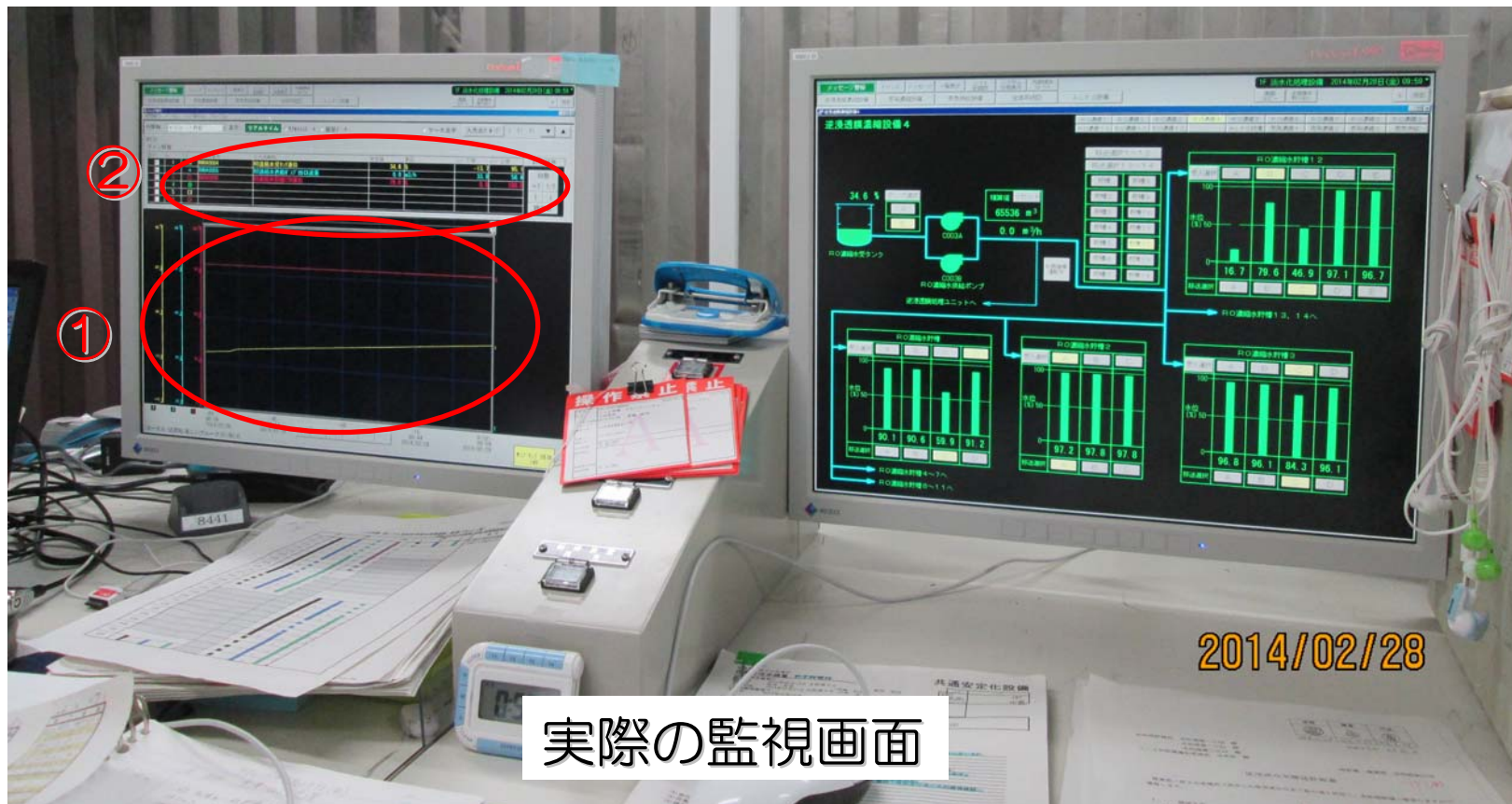
- 当社は、協力企業に対し、監視方法を明確に指示していなかったこと。
- 協力企業は、当社からの明確な指示がなかったこともあり、社内にて適切な監視方法を標準化しておらず、監視方法に個人差が生じていたこと。

(※1) 協力企業の監視体制は、3人/班で2直体制となっており、2月19日の2直（CCRでの勤務時間：20時頃～翌9時30分頃）は、水を受け入れているEエリアタンク水位のデータに変化がないこと、更に水位トレンドを確認し、異常があるとの疑義を感じていたところ、漏えい発生連絡を受けた。なお、1直（CCRでの勤務時間：8時頃～20時30分頃）は、データ採取はしていたが、異常があるとの認識には至らなかった。

(※2) 通常タンク水位0%～100%の表示を行っている。

【参考】トレンド監視イメージ

- 0-100%レンジのトレンドグラフ【①】を常時表示して状態を確認
- 加えて1時間に1度、タンク水位等の各状態値【②】について確認し記録
- 2直の操作員は、1直から引き継いだ上記記録の数字が変化していないことに気づき、異常を疑う



4.2 異常な兆候に対する対応の不備

- H6エリアタンク「液位高高」の警報が発生したにも関わらず、確認が不十分であったこと
 - 協力企業は、「液位高高」警報発生時、当社社員に連絡を行った。
 - 当社および協力企業は、「液位高高」時にポンプを停止し天板から実水位の確認をする等の適切な対応手順を定めていなかった。連絡を受けた当社担当者は『「液位高高」の警報が発生した後、水位計指示がハンチング・低下等の挙動を示したこと』および『当該タンク廻りを現場にて確認しても漏えい等の異常がなかったこと』の状況より、水位の低下を示しているにも関わらず漏えいが発生していないことから水位計の故障と判断し、その旨を当社管理職に報告した。
 - 報告を受けた当社管理職も、同様に水位の低下を示しているにも関わらず漏えいが発生していないことから水位計の故障と考え、当社設備保守管理箇所に修理を依頼するよう当社担当者に指示した。

以上、問題点としては、

- 当社は、「液位高高」警報発生時の適切な対応を定めた手順がなかったため、十分調査を行わず、水位計の故障と推定し、供給ポンプ停止・天板からの実水位の確認をしなかった。

このような事態を踏まえ、今後二度と汚染水の漏えいを発生させないため、異常な兆候に対して確実に適切な対応ができるよう、次の対策を実施する。

5.1 異常な兆候に対する対応の改善（感度向上）

・監視強化

- ◆ 汚染水の供給ポンプの起動状態と移送先のタンク水位が連動していることを定期的（1時間毎）に適切なレンジのトレンドで監視。異常の兆候があれば所管箇所に連絡。
- ◆ 連動に明らかな異常がある場合には、供給ポンプを停止し、現場にて系統構成（弁開閉状態・移送ラインの構成）を確認。
- ◆ タンクの「液位高高」警報が発生した場合、供給ポンプを停止し、現場にて系統構成（弁開閉状態・移送ラインの構成）、天板からのタンク水位を確認。

※上記3点は2月24日にマニュアル改訂済、同日運用開始。

さらに移送先と分岐エリアの水位同時監視が視覚的に容易となるよう監視画面の改造を図っていく。（5月日途に実施予定）

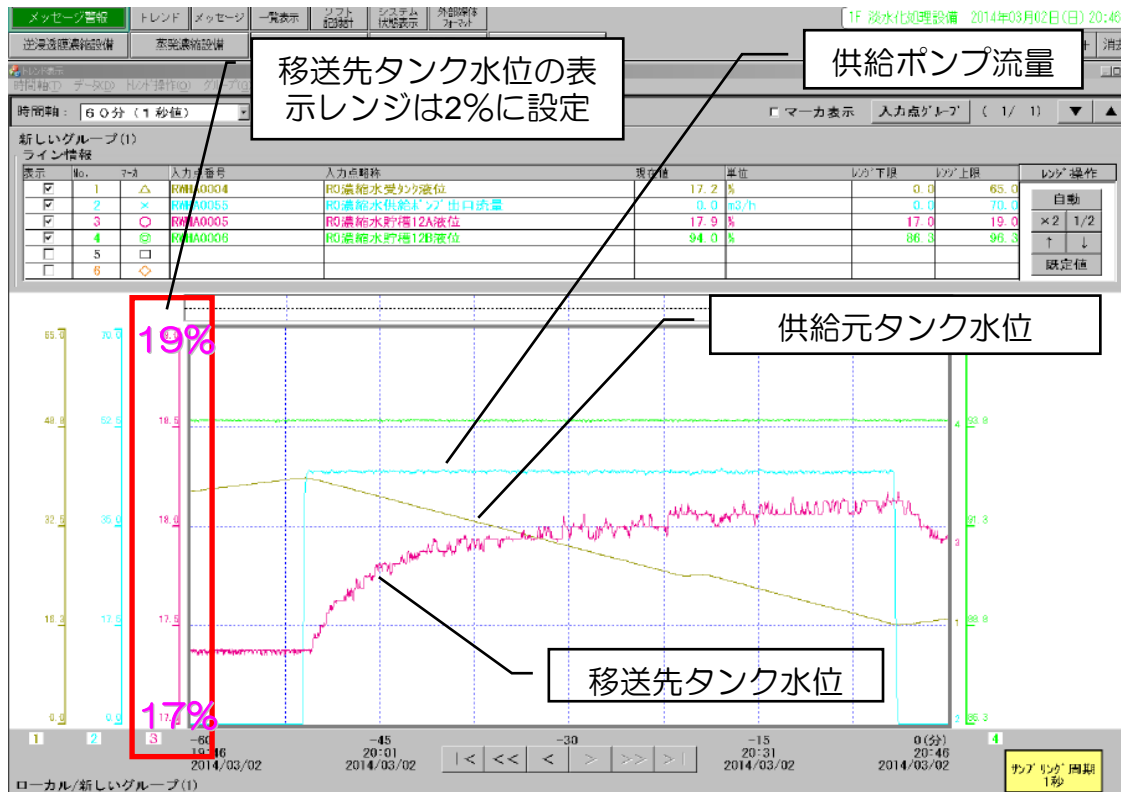
- ◆ 水処理設備部所管の水処理制御室当直（協力企業社員）以外に、免震重要棟の当直（当社運転員）でもタンク水位監視を行い、ダブルチェック機能を働かせる。

・教育（3月上旬に開始）

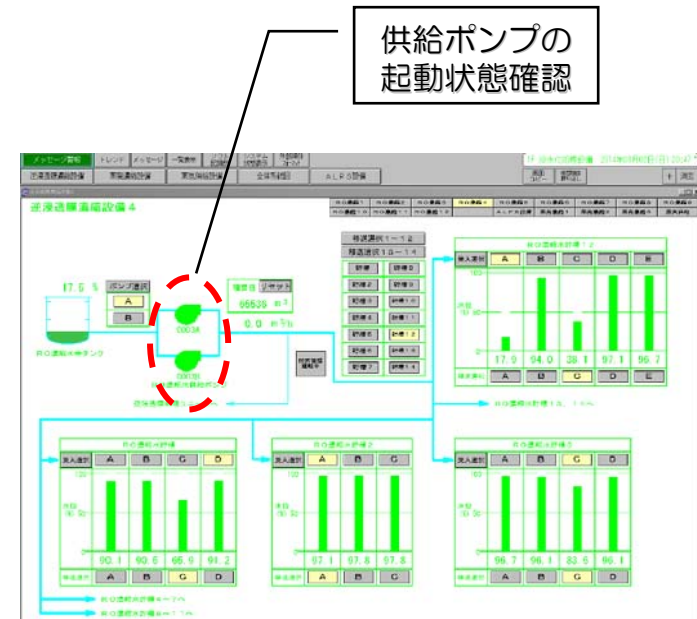
- ◆ 安全の観点から汚染水移送が極めて重要であることについて、汚染水漏えいのトラブル事例に基づき、本業務に携わる当社・協力企業社員を継続的に再教育する。
- ◆ 上記意識付けの上で、操作手順をミス無く確実に行えるよう、手順書の読合せを繰返し行う。

【参考】トレンド監視改善のイメージ

汚染水の供給ポンプの起動状態と移送先のタンク水位が連動していることを定期的（1時間毎）に適切なレンジ（2%程度）のトレンドで監視することをルール化

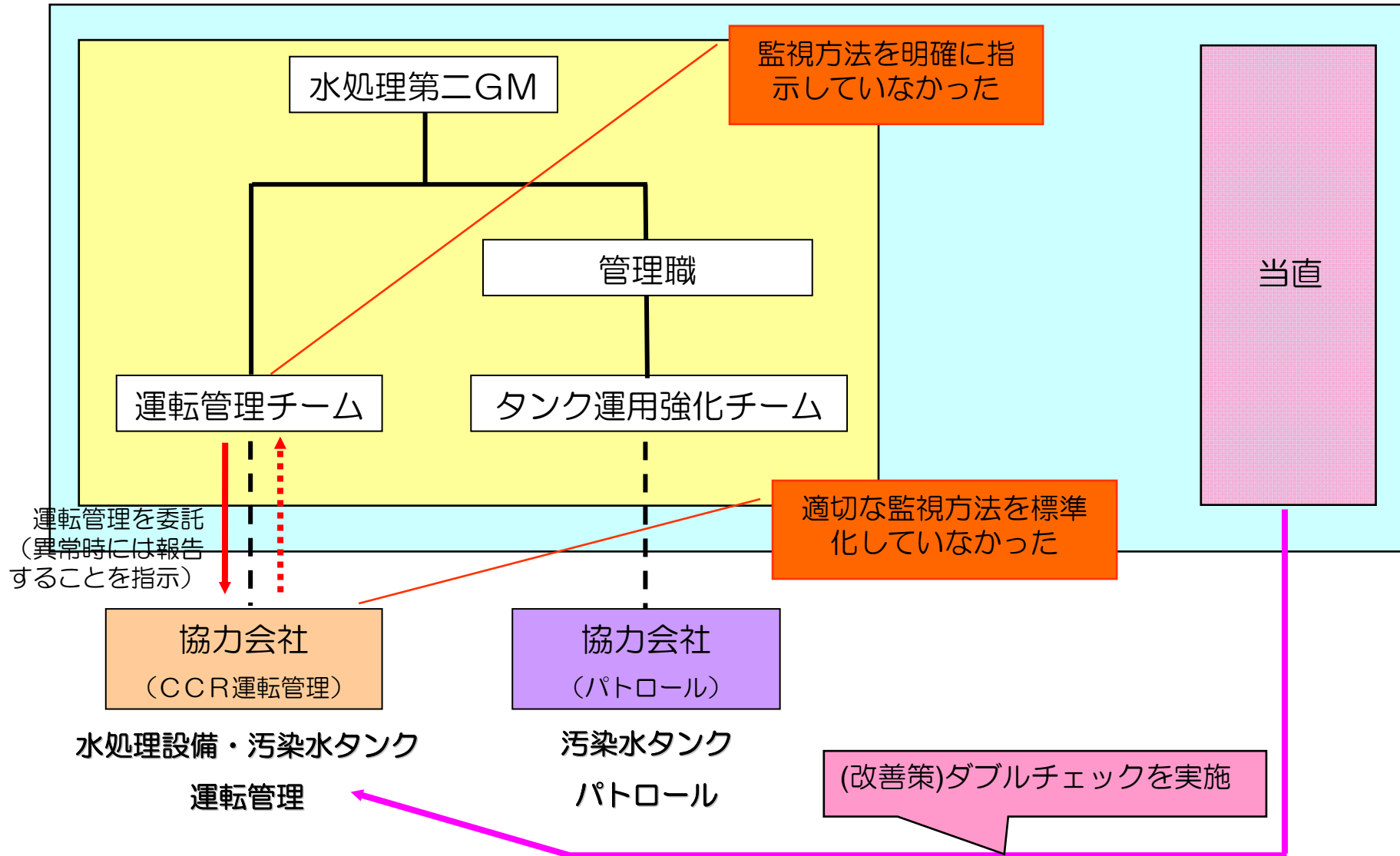


移送先タンク水位の連動確認画面



供給ポンプの起動状態確認画面

【参考】体制表（水位上昇しなかった時）



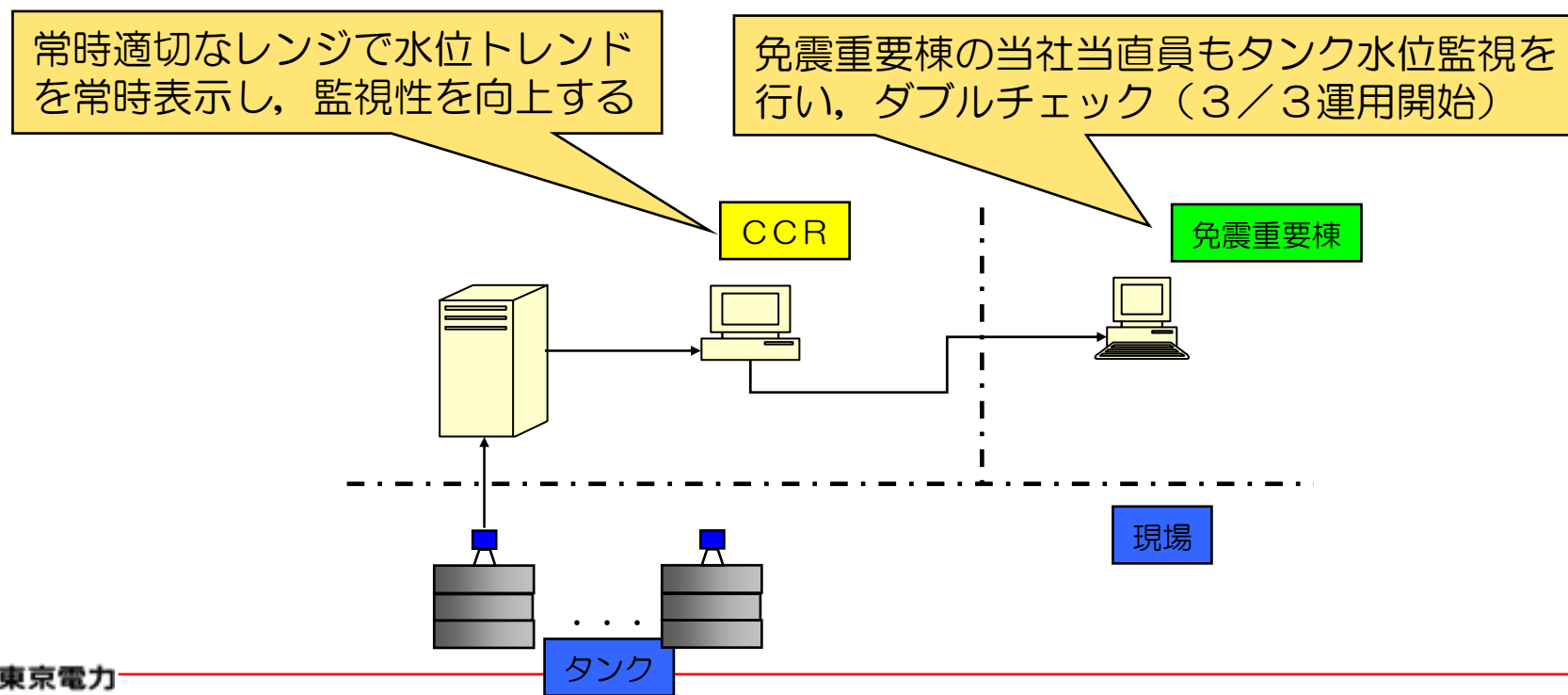
【参考】水位監視改善のイメージ（ダブルチェック）

汚染水移送の際の移送先や分岐エリアの水位の監視強化について

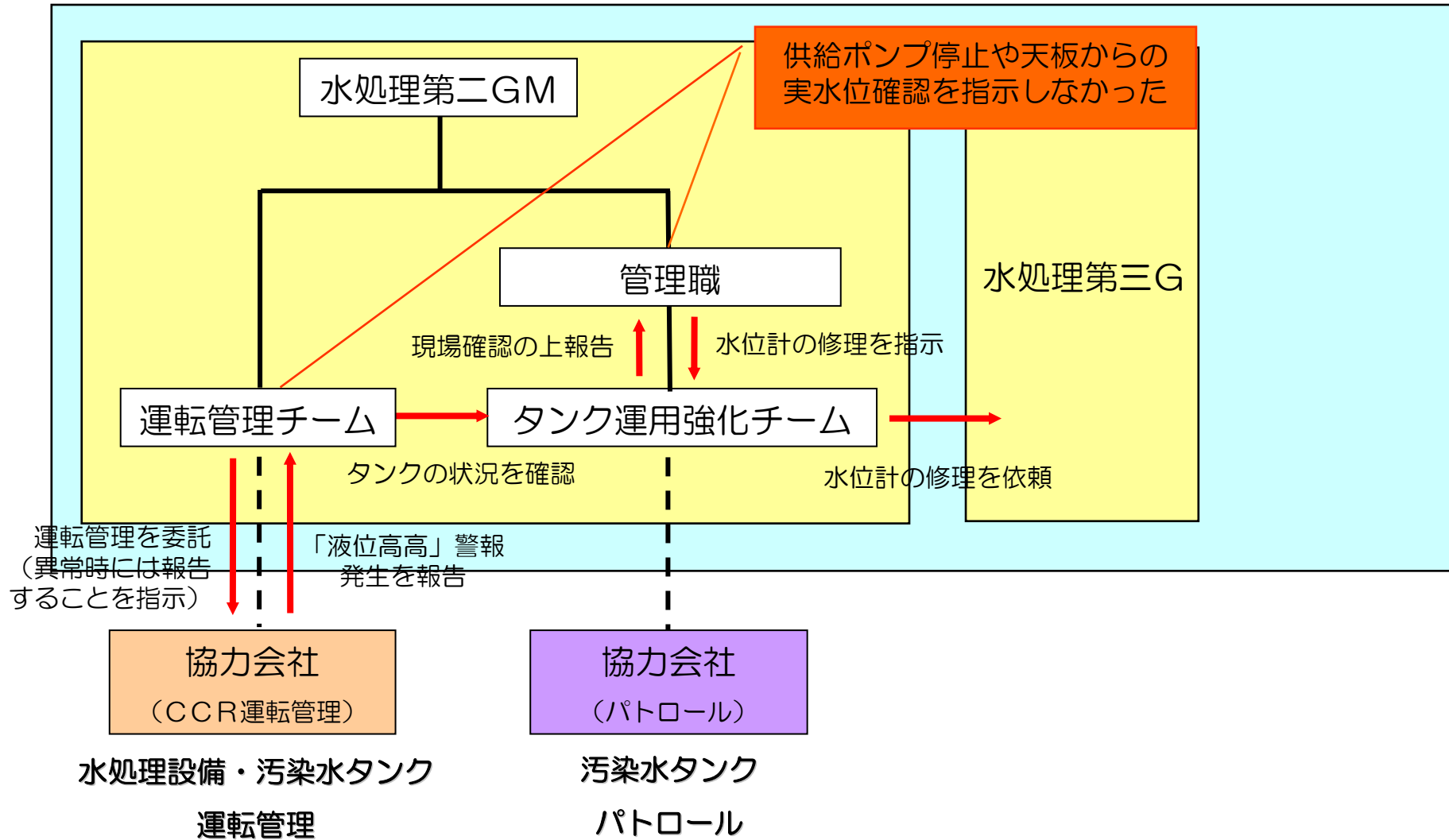
【検討状況】

現状の監視装置は水処理制御室（CCR）および免震重要棟で系統図・水位トレンド等を監視可能な構成になっている。

これまで、CCRに駐在する協力企業作業員が水位トレンド等を監視していたが、免震重要棟に駐在する当社当直員もタンク水位をダブルチェックし、監視強化を図る。



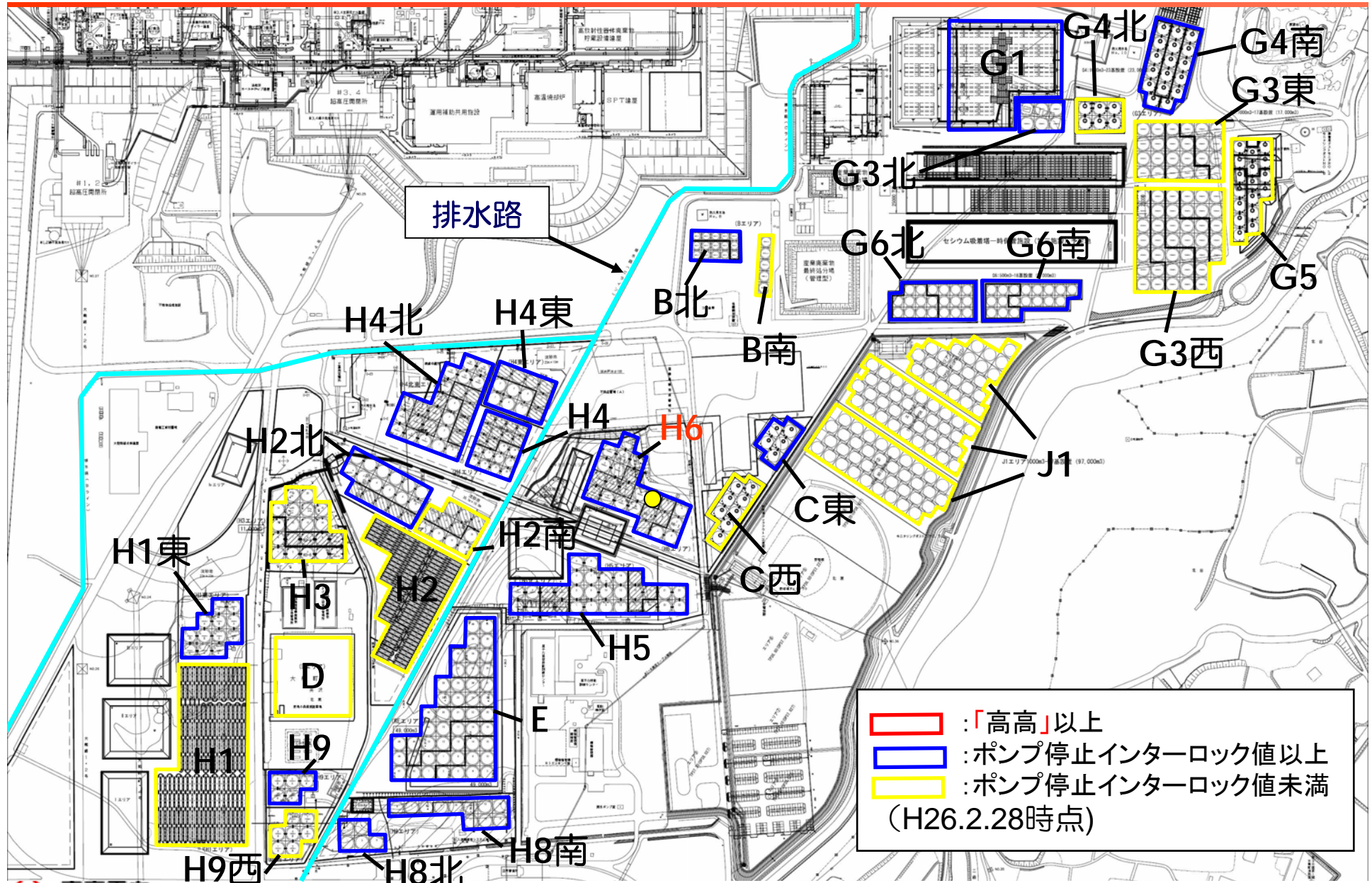
【参考】体制表（液位高高警報発生時）



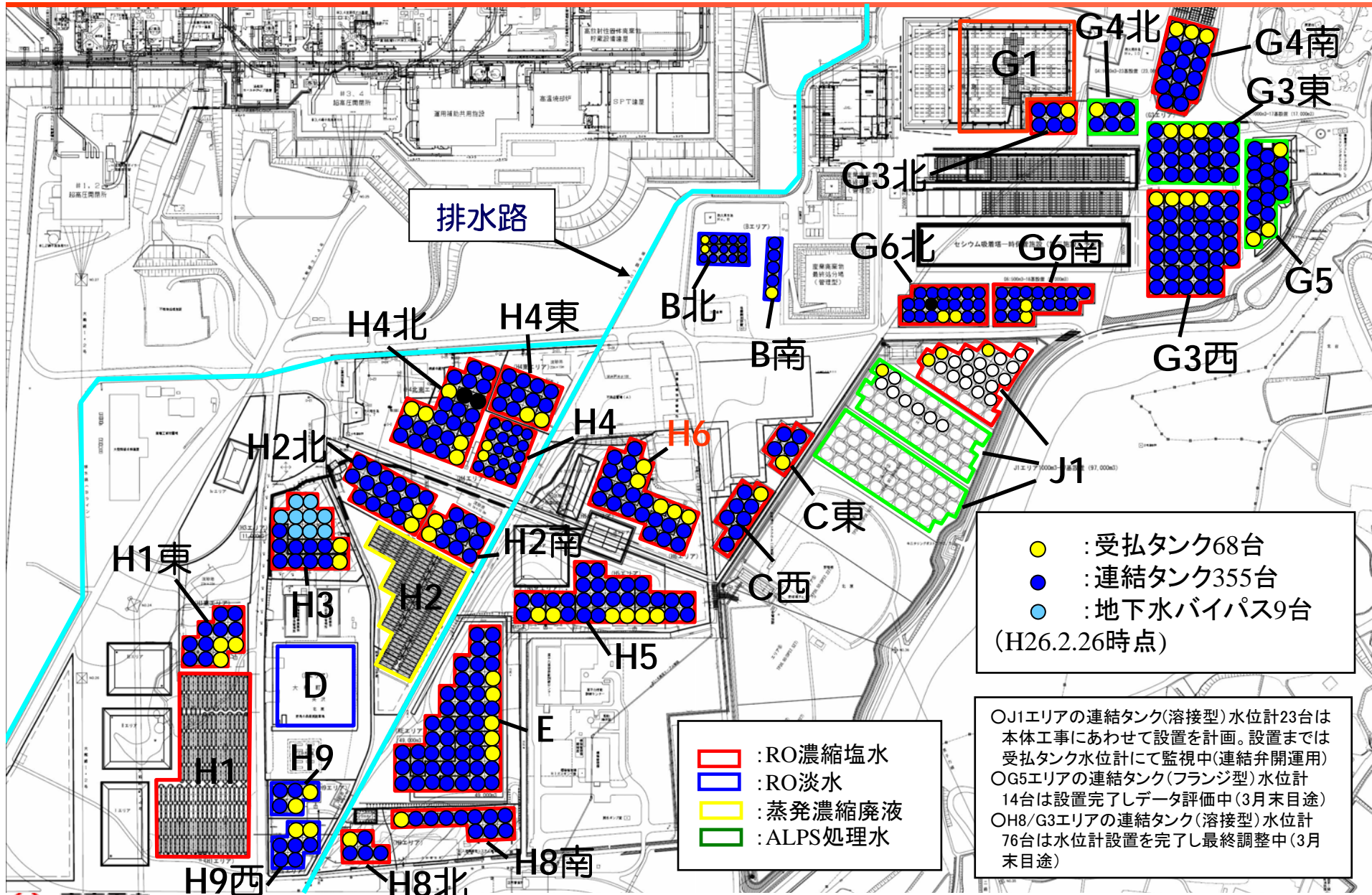
5.2 異常な兆候に対する対応の改善（制御系改善）

- 全ての水位計に対する漏えい警報発報の制御系改善
 - ◆ 現状、受払タンク以外のタンクは、漏えい検知の観点から水位低下率による警報を出す設計。一方、受払タンクは溢水防止の観点から高水位に対する警報を出す設計。
 - ◆ 改善として、全タンクに溢水防止・漏えい検知の双方の観点から水位高高および水位低下率について警報を出すように改造する（3月中旬目処）
- 汚染水をタンクから溢水させないための制御系改善
 - ◆ 現行の供給ポンプ停止インターロックは、送水先となっているタンクグループの受払いタンク水位の高信号のみ。
 - ◆ 上記に追加して、送水先となっていないグループを含め全ての受払いタンクで高高警報が発生したら、供給ポンプを強制停止するインターロックを追加（※）する（3月下旬目処）
 - （※）送水ポンプからタンク群には必ず受払いタンクを経由して送水されるため、受払いタンクの水位と連動した送水ポンプ停止インターロックを設けるとともに、受払いタンク以降の連結タンクに水位高高警報が発生した場合には、天板からの実水位の確認を確実に行うことで安全性を確保する。

【参考】タンク水位について



【参考】水位計設置箇所



● : 受払タンク68台
 ● : 連結タンク355台
 ● : 地下水バイパス9台
 (H26.2.26時点)

■ : RO濃縮塩水
 ■ : RO淡水
 ■ : 蒸発濃縮廃液
 ■ : ALPS処理水

○J1エリアの連結タンク(溶接型)水位計23台は
 本体工事にあわせて設置を計画。設置までは
 受払タンク水位計にて監視中(連結弁開運用)
 ○G5エリアの連結タンク(フランジ型)水位計
 14台は設置完了しデータ評価中(3月末目途)
 ○H8/G3エリアの連結タンク(溶接型)水位計
 76台は水位計設置を完了し最終調整中(3月
 末目途)

5.3 弁開閉操作に関する対策（1 / 3）

今回の事態を招いた要因として、以下が挙げられる。

- 弁が容易に開閉操作可能な環境であったこと。
- 弁の開閉操作の指示、および開閉管理が不十分であったこと。

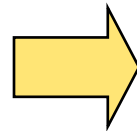
今後このような汚染水漏えいを再発させないため、以下の対策を実施する。

① 容易に操作できないようにする対策

- ・ 弁の施錠管理を実施（3月上旬目途）
 - ◆ 容易に開操作ができないよう弁に施錠
 - ◆ 施錠した弁の鍵の扱いは操作に関わる者に限定し管理



施錠前



施錠後

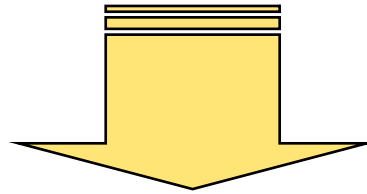
5.3 弁開閉操作に関する対策（2／3）

②弁開閉操作の記録管理について

<従来>

- ・操作が必要な弁を配管計装線図（P&ID）上で確認し、現場にて照合を行った上で操作を実施しており、移送先の切替はデータシートに操作ログとして記録しているが、弁の操作実績は記録していない状態。

（記載例）RO濃縮水移送先 貯槽A→貯槽Bに切替



<改善後>

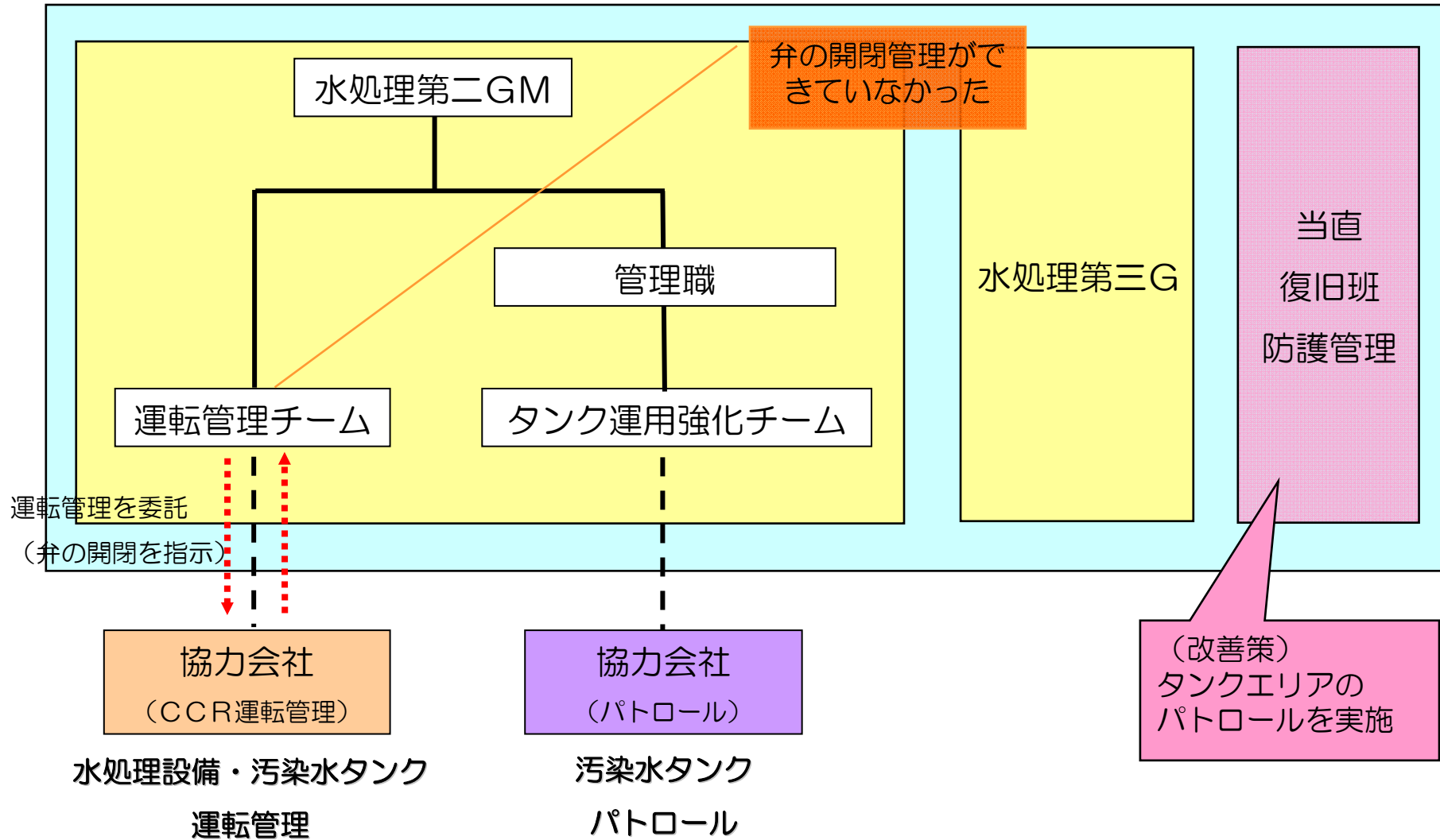
- ・マニュアル（手順書）の改訂を実施し、運用を開始。
 - ・手順書には、移送先の切り替えにあたって、操作・確認が必要な弁を個別の移送先毎に明記。
 - ・3月2日に本手順を用いた移送先の切替操作を実施済みであり、操作実績として記録しており、今後の切替操作にあたっても、手順書に基づき作業を実施し、操作実績を記録する。
 - ・なお、現状の弁開閉状態に関する情報を適切に管理するしくみを構築するまでの当面の間、弁操作記録を保管する。

5.3 弁開閉操作に関する対策（3／3）

③ 監視強化

- ・タンクエリア全域に対し、通常のタンクパトロールに加え、以下の現場パトロールを強化（2月21日より開始、当面継続）
 - ◆当直（当社社員）によるパトロール（頻度：2回/日）
 - ◆復旧班（当社社員）によるパトロール（頻度：2回/日）
 - ◆防護管理（当社社員・委託員）パトロール（巡回頻度を増加）
- ・水処理設備廻り監視カメラへの録画機能追加
 - ◆現行タンクエリアに設置されている監視カメラに録画機能追加（2月26日に完了）
 - ◆新規に設置予定の監視カメラは当初より録画機能付加（新規エリア運用開始毎）
 - ◆タンクエリアへの更なる監視カメラ追加（5月完了目途）
 - ◆夜間の監視における照明の増強を検討中
- ・隔離弁の全閉管理
 - ◆移送が終了したエリア（タンク群）の隔離弁について全閉管理（2月26日にマニュアル改訂済、現場確認済）
 - ◆隔離弁の「開」「閉」状態について、当社社員（水処理第二G 運転管理チーム）が弁チェックリスト等を用いて、毎日パトロールで確認

【参考】体制表（弁の開閉操作時）



【参考】弁銘板取付作業との関連性調査

【調査内容及び調査結果】

- ・ 弁銘板取付作業は、運転管理の改善の一環として協力企業の委託作業として実施している。
- ・ 本作業は、設備の運転中に実施することが必要な場合が多いことから、協力企業の「工事施工要領書（委託作業計画書）」において、取付作業時に弁の操作を禁じている。
- ・ これまでの調査において、弁銘板取付は協力企業の3名／班×2班で作業しており、弁銘板取付を行った作業員からは弁を操作せずに銘板を取り付けたことを確認している。
- ・ また、当社立会のもと、現場にて、銘板取付作業を実施（モックアップ）したところ、弁の操作を要せず、簡単（約30秒/個）に取付が実施できることを確認している。（2月21日実施）

弁銘板取付作業（現場でのモックアップ）状況

<作業手順（ハンドルあり）>

①銘板取付ワイヤー通し



②銘板取付ワイヤー巻き



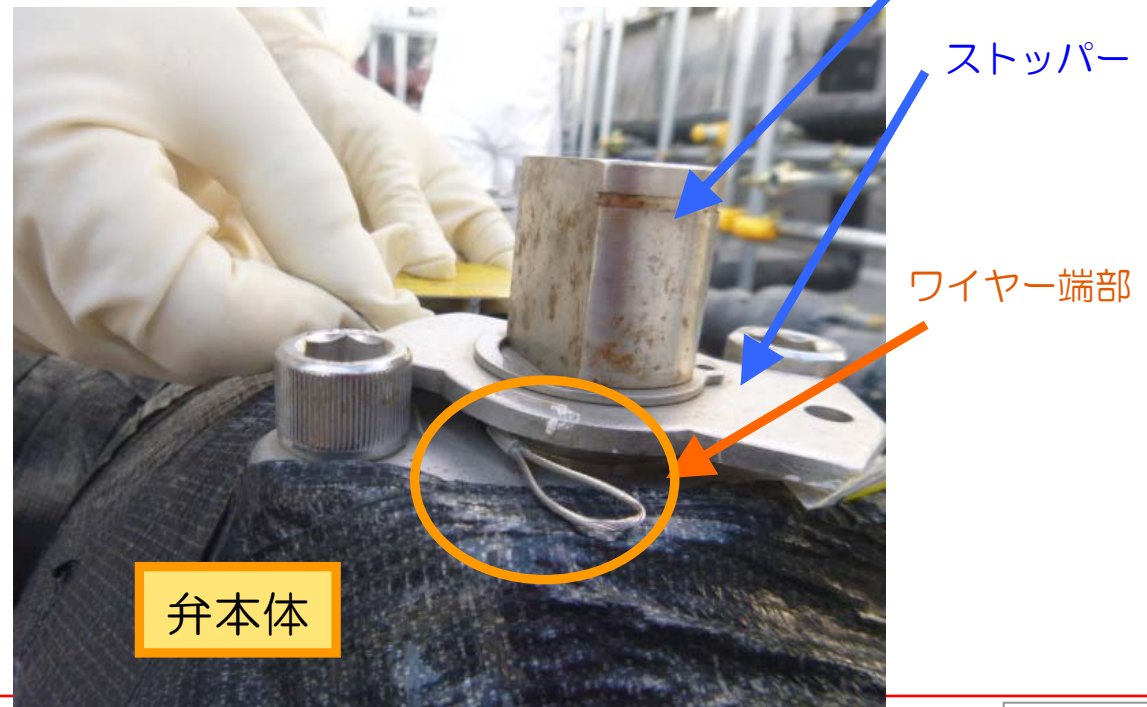
③取付完了 （ワイヤー端部を銘板のリングに取付）



<モックアップ状況の概要>

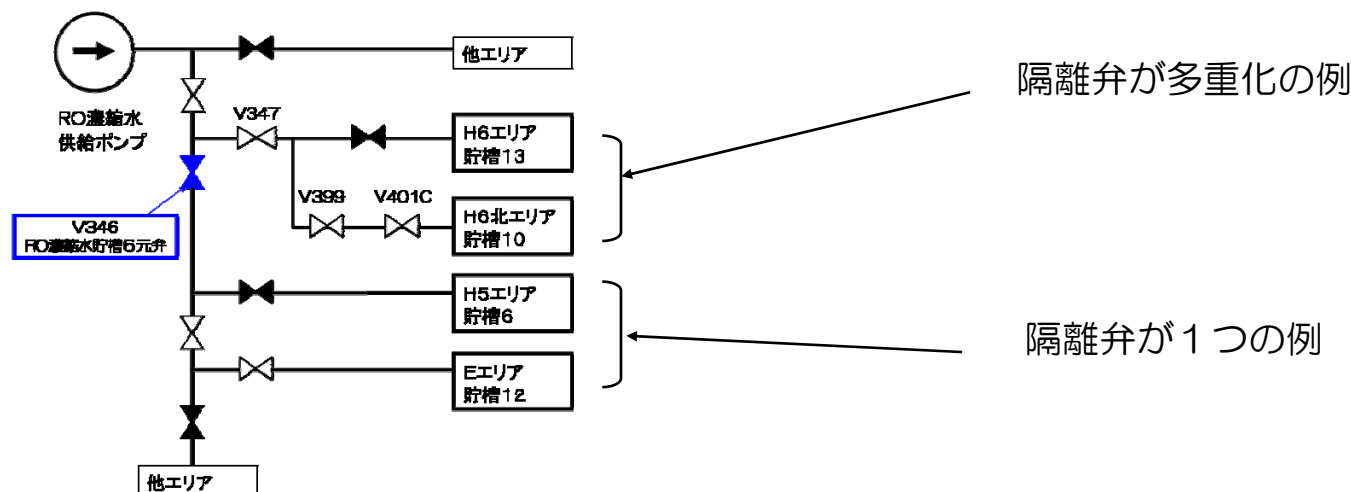
- ・実施日（場所） H26.2.21 15時頃（1F構内タンクエリア）
- ・実施対象弁：ボール弁2個（ハンドル付、ハンドルなし）
- ・作業手順
 - ①銘板の二重リングの1箇所にワイヤーを取付た状態で、銘板のワイヤーをストッパーと弁本体の隙間に通す（※）
 - （※）ワイヤー径：約1mm、隙間：数mm
 - ②弁棒にワイヤーを巻き付ける（2重）
 - ③ワイヤー端部を銘板の割リングに取付
- ・作業時間（開始（①）～完了（③））：各弁とも30秒程度

<ワイヤー通し状況（ハンドルなし）>



【参考】 隔離弁の多重化の状況

- ◆汚染水が移送される母管から各タンクエリアへの隔離弁は、1 2エリアが多重化されており、7エリアが隔離弁が1つの状況である。既に隔離弁が多重化されているエリアに対しては多重的に隔離して管理する。
- ◆本来は、弁の設置としては多重化されているのが望ましいものの、隔離弁が1つのタンクは、隔離弁追設に際し大量の水移送（一時受け）が必要となること、一時受けするためのタンクが逼迫している現状や、隔離弁追設作業（配管取外・取付作業等）に伴う漏えいリスクが上昇すること、さらには作業員の被ばく量の増加等を勘案すると、現時点では実施困難であると考える。



以上から、隔離弁を多重化できないエリアについては、以下の設備対策、管理の徹底により安全確保を行う。

- ・弁の誤操作防止対策として、施錠管理、パトロールの強化。
- ・タンクへの意図しない流入対策として、万一の誤操作を早期発見できるよう監視強化、当直によるダブルチェック、「液位高高」でのポンプ停止、タンク天板からの液位確認のルール化。

なお、弁の操作は平成25年12月までは当社社員が実施していたが、平成26年1月からは委託員が実施しているため、委託員に対して上記運用の周知徹底を実施している。

【参考】弁の識別管理（名称）についての考え方

【検討状況】

弁の識別管理（名称）についての考え方は以下の通り。

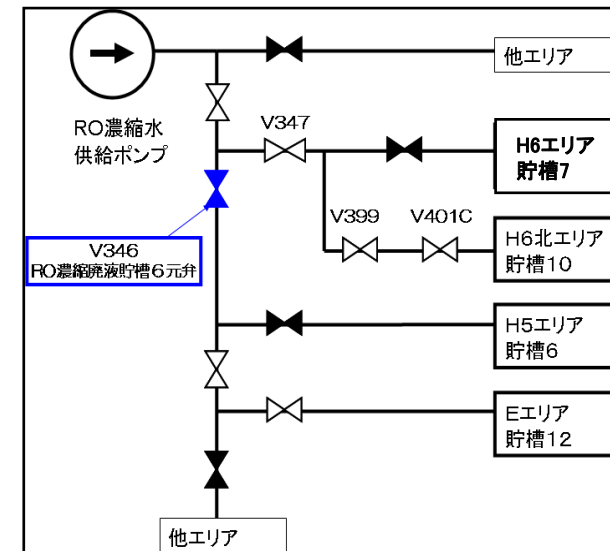
- ・ 弁の識別管理は、原則として、弁番号（P&ID）によって行っており、弁名称に基づいた管理は行っていない。
- ・ 現在の弁リストには、弁番号、弁名称が記載されており、弁名称としては、タンク（貯槽）名称に起因する名称（エリア名称と別）を記載。
- ・ 弁の名称は、設置以来、使用してきた名称であり、変更した場合は混乱を招く可能性がある。
- ・ 今後は、エリア名称との対応表を作成する等、明確化を進めることで、ヒューマンエラー防止に万全を期する予定。

<参考：現在の弁名称の考え方>

（例）弁番号：V346,

弁名称：RO濃縮水貯槽6元弁

- ・ V346は、H5エリアのタンク（貯槽6）の元弁であるとともに、Eエリアのタンク（貯槽12）の元弁でもあるが、H5エリアのタンクが先に設置されているため、弁名称は、「貯槽6元弁」となっている。



【参考】タンク水位監視等への当直部門の対応

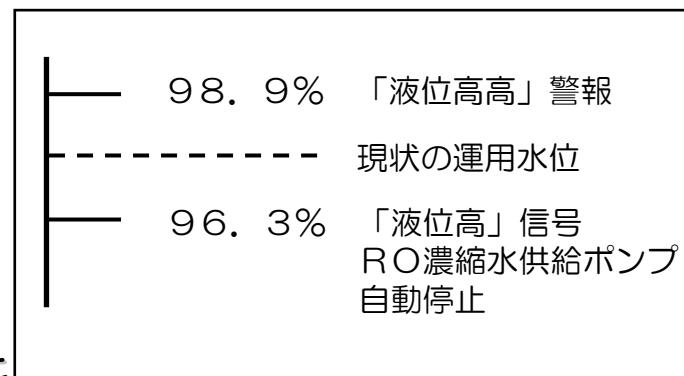
【検討状況】

- ・ 従来、タンク水位監視等の運転管理業務は、水処理装置の保守管理業務も担当している水処理第二グループが担当している。
- ・ 3月3日以降、水処理第二グループに加え、免震重要棟にて当直においてもタンク水位監視を行うことでダブルチェック機能を働かせている。
- ・ また、水処理設備の運転管理業務について、当直部門への移管等、更なる運転監視機能の強化を図ることを検討中。

【参考】タンク水位の管理方法について

【検討状況】

- 現在のタンク運用状況
本来のタンク運用では、RO濃縮水供給ポンプが自動停止する水位以下となる。しかし、現状は汚染水量に対してタンク容量が不足しているため、短期的には、ポンプ自動停止以上の水位で運用せざるを得ない状況となっていた。

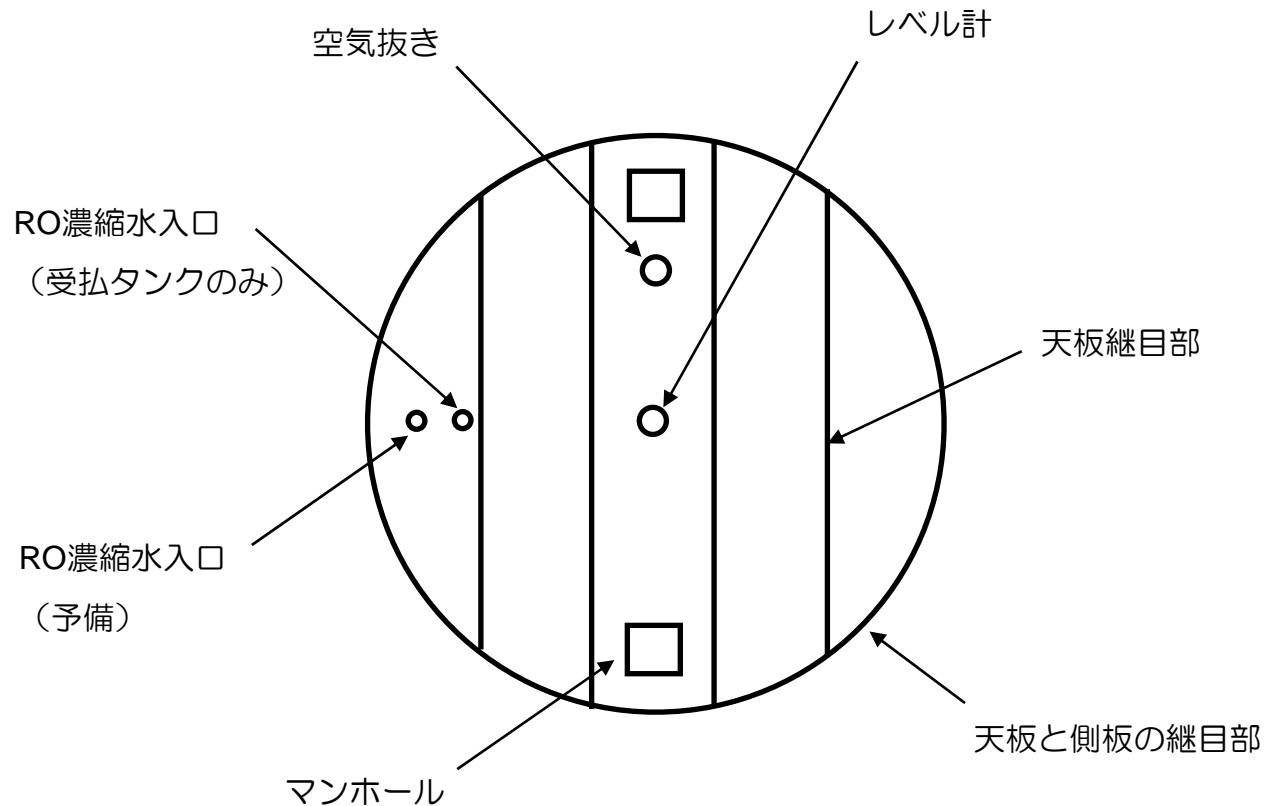


タンクの運用水位（例）

- 今後のタンク運用
汚染水全体の水バランス管理のなかで、H26年12月末までにタンク水位を下げることを検討中。

【参考】フランジ型タンク上部の構造について

■フランジ型タンクの上部の構造



フランジ型タンク天板部の構造（例）

H6エリアタンク上部天板部からの漏えいについて

平成26年2月24日
東京電力株式会社

1. 概要

- 2月19日午後11時25分頃、タンクエリアパトロールにおいて、RO濃縮塩水を保有するH6エリアタンクの上部より水が漏えいしていることを協力企業作業員が発見。漏えいした水は、タンク上部天板部のフランジ部から雨樋を伝わり堰外へ流出していることを確認。その後当該タンク水位を下げたことで、2月20日午前5時40分頃までに漏えいが停止（滴下水のないこと）していたことを確認。
- 2月20日午前0時10分頃、淡水化装置（RO）処理後の配管に接続されている3つの弁のうち2つは開いていたが残りの1つが外観上閉まっていたことを確認していた。しかし、その後の調査において「閉まっていた」弁については、特定の時間で「開状態」であった可能性が高いことが判明した。当該弁が「閉状態」であったものが、ある時点で「開状態」になっていたこと、その後「閉状態」になっていたことの原因は現時点で不明であり、今後も調査を継続する。
- 2月17日以降RO濃縮塩水をEエリアへ移送しておりHエリアへは移送していなかったが、Hエリアの当該タンクで水位計の警報が発生したことや、ポンプの起動状態とEエリアの受け入れタンクの水位傾向の監視についての反省点を踏まえ、これらの対応を見直すとともに、パトロールなどの監視強化を実施しているところ。また、雨樋から漏えい水が堰外へ流出したことから、雨樋の設計改善なども検討する。
- 2月21日までに、タンク堰外に漏えいした汚染水約100m³に対して、約42m³を回収済。また、周辺の土壌約100m³を回収済。引き続き漏えい水および土壌の回収に努める。また、近くに排水路がないこと、漏えい拡大防止策を実施していることから、海への流出はないものと考えている。

2. 1 時系列

- 平成26年2月17日
 - 11:27～ EエリアへのRO濃縮塩水の移送を開始
- 平成26年2月19日
 - 10:00頃～11時頃
協力企業Aが当該貯槽タンク（H6N-C1タンク）移送ライン等の弁（V346, V347他）への銘板取付作業（取付状態の写真撮影（※1）含む）を実施。
 - 14:01 当該貯槽タンク（H6N-C1タンク） 液位高高警報発生（※2）。
 - 14:05 協力企業B（運転員）より、当社運転管理担当者に連絡。
担当者は、タンクパトロール担当者に確認し、関連作業（※3）がないことを確認。
 - 15:00頃 当社タンクパトロール担当者が、当該タンク廻りを点検し、漏えい等の異常は確認されず。
 - 15:30頃 タンクパトロール担当者は、当該タンクの水位トレンド（※4）、関連作業がないこと、タンク廻りに漏えい等の異常がないことについて、当社特別管理職に報告。
管理職は、計装系のトラブルと推定し、計装系の点検を指示。
 - 16:00頃 協力企業C（パトロール員）による夕方のタンクパトロールを実施し、当該タンクに漏えい等の異常は確認されず。
 - 23:25頃 タンクエリアパトロールにおいて、H6タンクエリア当該タンク上部より水が垂れていることを協力企業C（パトロール員）が発見。

（※1）2月20日午後に協力企業から当社に報告された写真撮影時刻は、
V401C：10:44, V399：10:45, V346：10:55, V347：10:57
また、写真では、V401C「開」、V399「開」、V346「閉」、V347「開」となっている
（p. 12参照）

（※2）液位高高：98.9%（警報設定値）

（※3）移送・点検等の実施や計器関連の作業

（※4）当該タンクの水位トレンドは、「液位高高」となった後、ハンチング、低下等の挙動を示している

2. 2 時系列

■平成26年2月20日

0:00頃 当社社員は、現場に到着。当該タンク（天板部）からの漏えいを確認し、ラインアップ調査を開始。

0:10頃 当社社員は、V401C「開」、V399「開」、V347「閉」、V346「開」を確認（※）。

0:30頃 当社社員は、V347のシートパスを疑い、V401C及びV399の「閉」操作を実施。

その後、当社社員は、タンク上部から内水面を確認したところ、天板まで水位があることを確認。また、当該タンク天板部より水がでており、天板部から漏れた水は、雨樋を伝って堰外へ流出していることを確認。

雨樋先端にビニール養生実施。また、堰外流出箇所へ土嚢設置の準備を開始。

0:43 福島第一規則第18条第12号「発電用原子炉施設の故障その他の不測の事態が生じたことにより、核燃料物質等（気体状のものを除く）が管理区域内で漏えいしたとき。」に該当すると判断。

1:40頃 雨樋の先端のビニール養生において、漏えい量が減少しつつあることを確認。

2:10頃 堰外の漏えい範囲が約3m×30mであることを確認。
引き続き漏えい範囲の特定調査を実施。

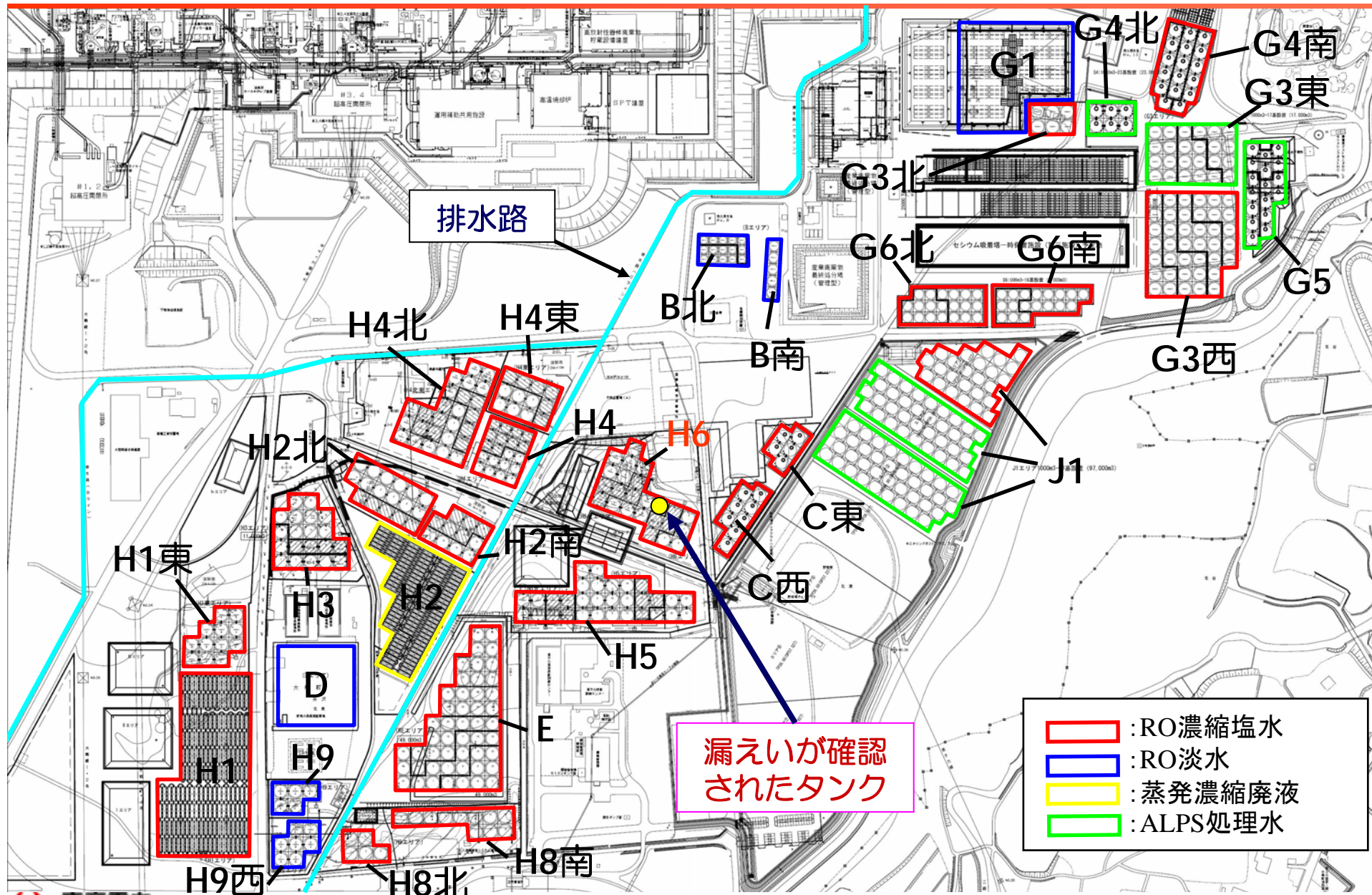
3:30頃 H6エリアC群タンク間の連絡弁を開にし、漏えいタンクの水位を下げる操作を実施。

5:40頃 現場の再確認を実施し、滴下等の漏えいが停止していたこと、及びC1タンク水位が上部天板部より47cmの位置まで低下したことを確認。

（※）写真撮影時刻は以下の通り。（p. 13参照）

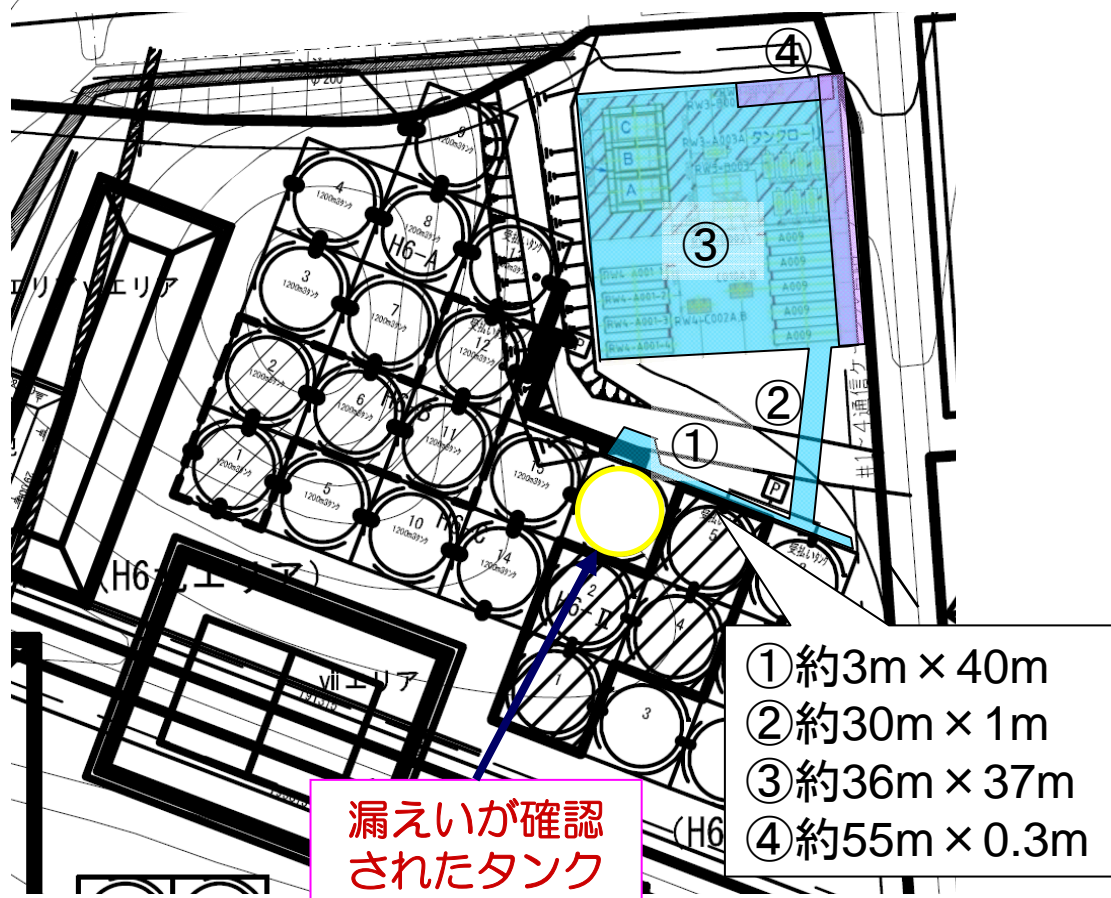
V401C「開」0:26、V399「開」0:27、V347「閉」0:29、V346「開」0:30

3. 漏えい発生場所



4. 漏えい範囲

- 堰の外へ流れた漏えい水（約100m³）
 - ① H6タンクエリア堰近傍
 - ② 電気ケーブルが収納されているU字溝
 - ③ 淡水化装置（蒸発濃縮）の装置エリア
 - ④ 側溝（排水路には接続なし）



漏えいの状況（①エリア）



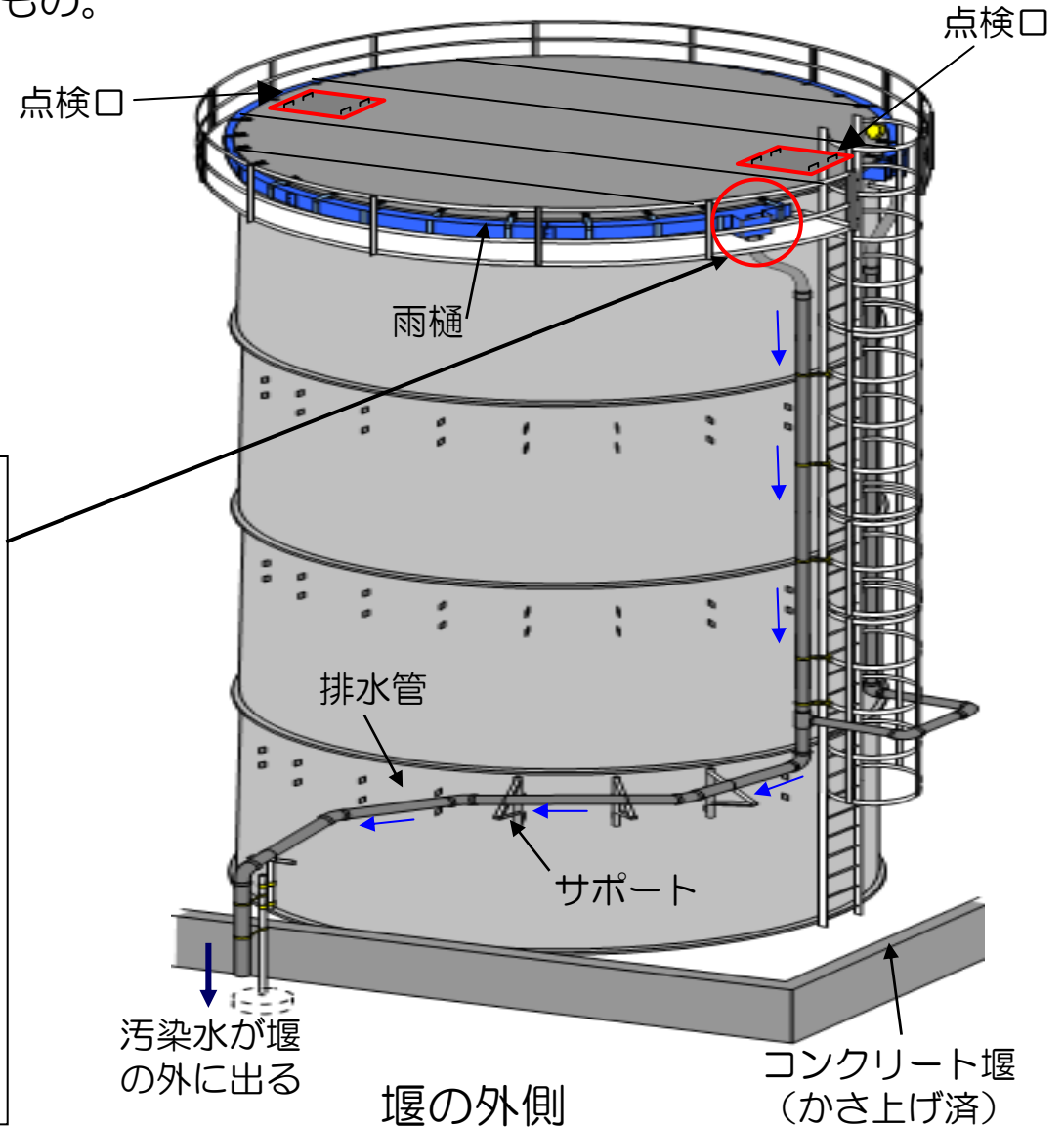
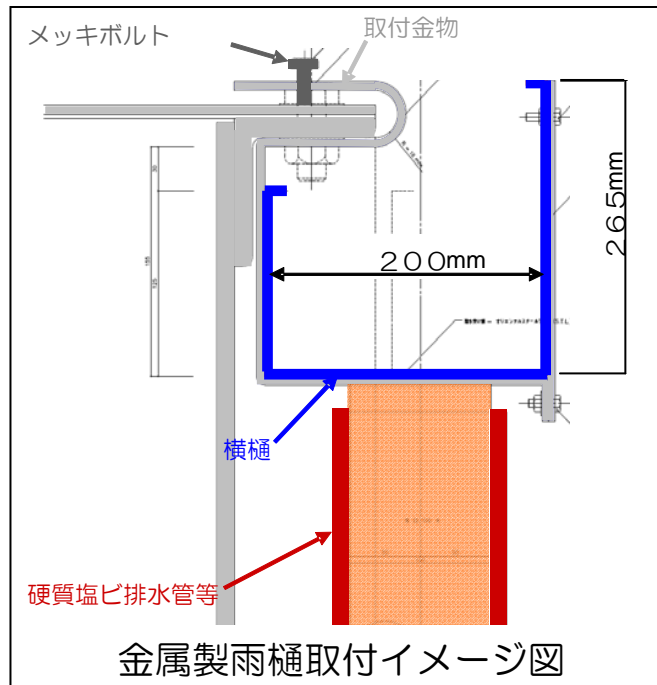
漏えいの状況（③エリア）

6. 漏えい水の流出経路

- 天板部から漏えいした汚染水が雨樋を伝わり堰外へ流出。雨樋は堰内の雨水抑制対策として雨水を堰外に排出する目的で設置したもの。



金属製雨樋設置イメージ

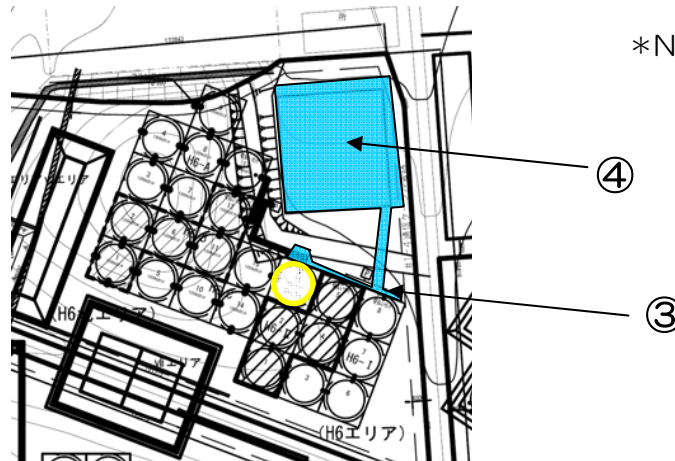
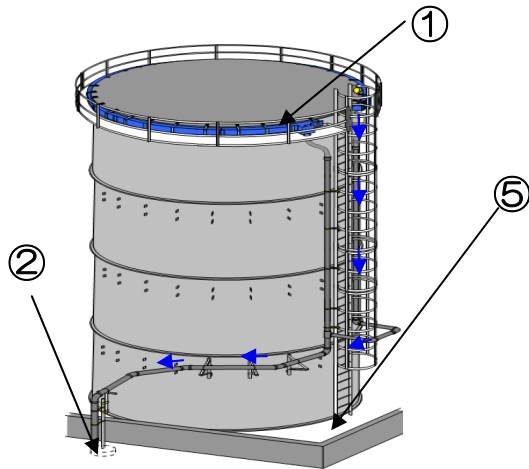


7. サンプルング結果

単位：Bq/L

サンプリング場所	H6エリア 漏えいタンク 雨どい水	H6エリア 堰外漏えい水 (直近部)	H6エリア 堰外漏えい水 (中間部)	H6エリア東側 (蒸発濃縮装置 設置エリア)	H6エリア 堰内水	【参考1】 RO濃縮水 (最新)	【参考2】 RO濃縮水 (H6N-C群受入開 始時点) (注)
	①	②	③	④	⑤	—	—
サンプリング 日時	H26.2.20 0:30	H26.2.20 6:00	H26.2.20 6:03	H26.2.20 10:50	H26.2.20 0:31	H26.1.14 11:20	H24.5.22 6:40
セシウム134	3.8E+03	4.2E+03	ND (※2)	ND (※4)	4.2E+01	ND (※6)	4.8E+03
セシウム137	9.3E+03	7.3E+03	3.2E+03	1.2E+03	1.3E+02	2.6E+03	5.0E+03
コバルト60	1.8E+03	2.9E+03	1.5E+03	7.0E+02	3.5E+01	3.4E+03	1.6E+03
マンガン54	1.3E+03	ND (※1)	ND (※3)	ND (※5)	2.2E+01	ND (※7)	1.1E+04
アンチモン 125	4.1E+04	4.1E+04	3.4E+04	2.2E+04	6.2E+02	1.8E+04	7.0E+04
全ベータ	2.3E+08	2.4E+08	1.4E+08	6.5E+07	3.0E+06	5.5E+07	1.9E+08

(注) H6N-C群受入期間：H24.5.3～H24.5.11(95.3%)
H25.4.17(97.1%)



*NDは検出限界値未満を表す (ND値は以下)
 (※1) 1.4E+03 (※2) 1.7E+03
 (※3) 9.0E+02 (※4) 1.1E+03
 (※5) 5.4E+02 (※6) 7.3E+02
 (※7) 5.4E+02

【漏えい発見時の水の放射能等】
 70μm線量当量率 (ベータ線)
 : 50mSv/h
 1cm線量当量率 (ガンマ線)
 : 0.15mSv/h
 放射能濃度
 : 2.4×10⁸Bq/L (全ベータ)

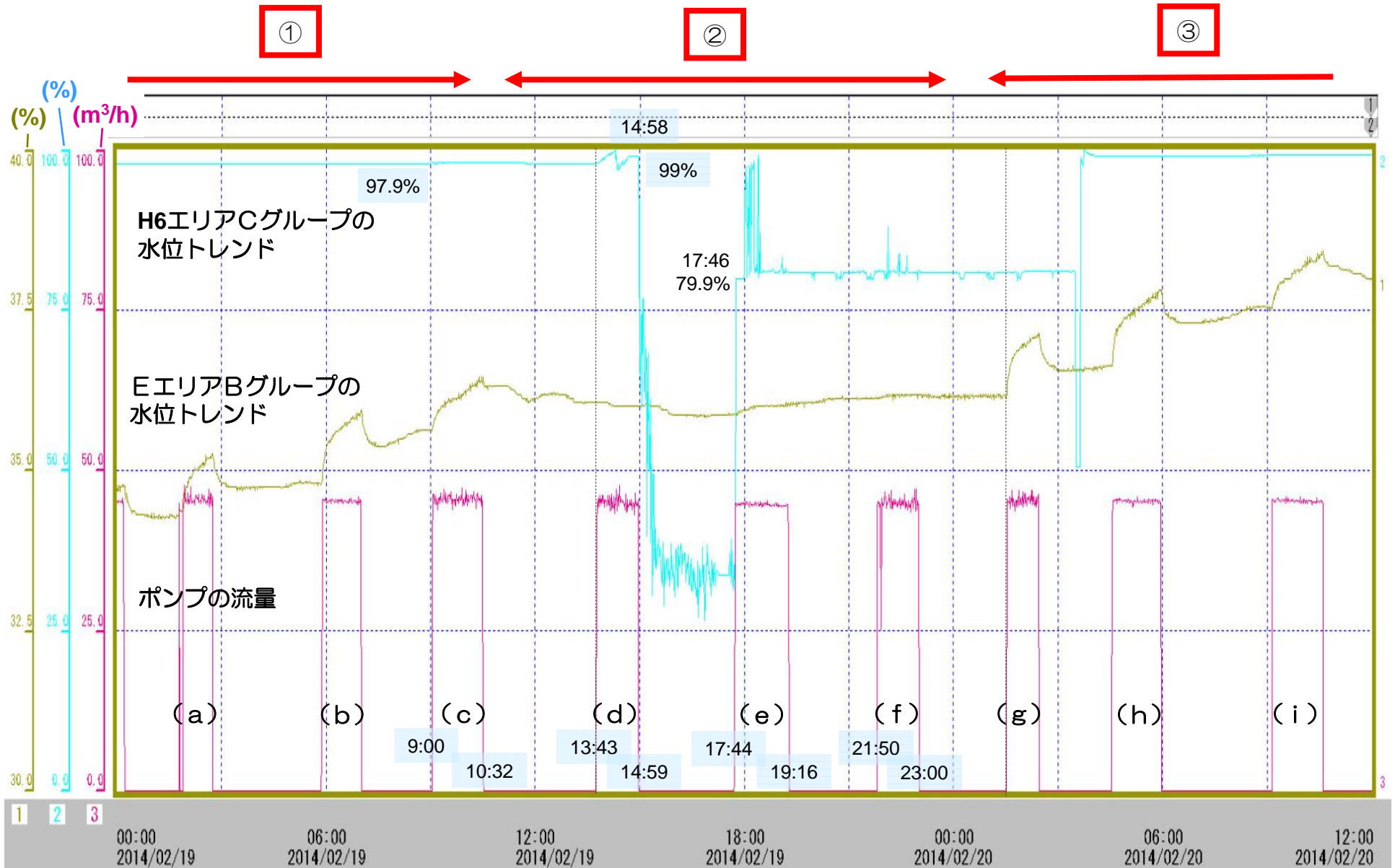
8. 弁開閉状態の調査（2月19日9:00～翌20日0:10）

- V347（H6エリアへの第一隔離弁）
 - ① 9:00～10:32 弁閉
（ポンプ運転中にH6エリアCグループ（以下、H6という）水位計上昇なし）
 - ② 10:32～10:57 弁「閉」→「開」（推定）
 - ③ 10:57 弁開（協力企業が当該弁の写真撮影した時刻）
 - ④ 10:57～23:00 弁開（ポンプ運転中にH6水位計変動あり）
 - ⑤ 23:00～翌0:10頃 弁「開」→「閉」（推定）
 - ⑥ 翌0:10頃 弁閉（当社社員確認）
 - ⑦ 翌0:10頃～ 弁閉（ポンプ運転中にH6水位変動なし）

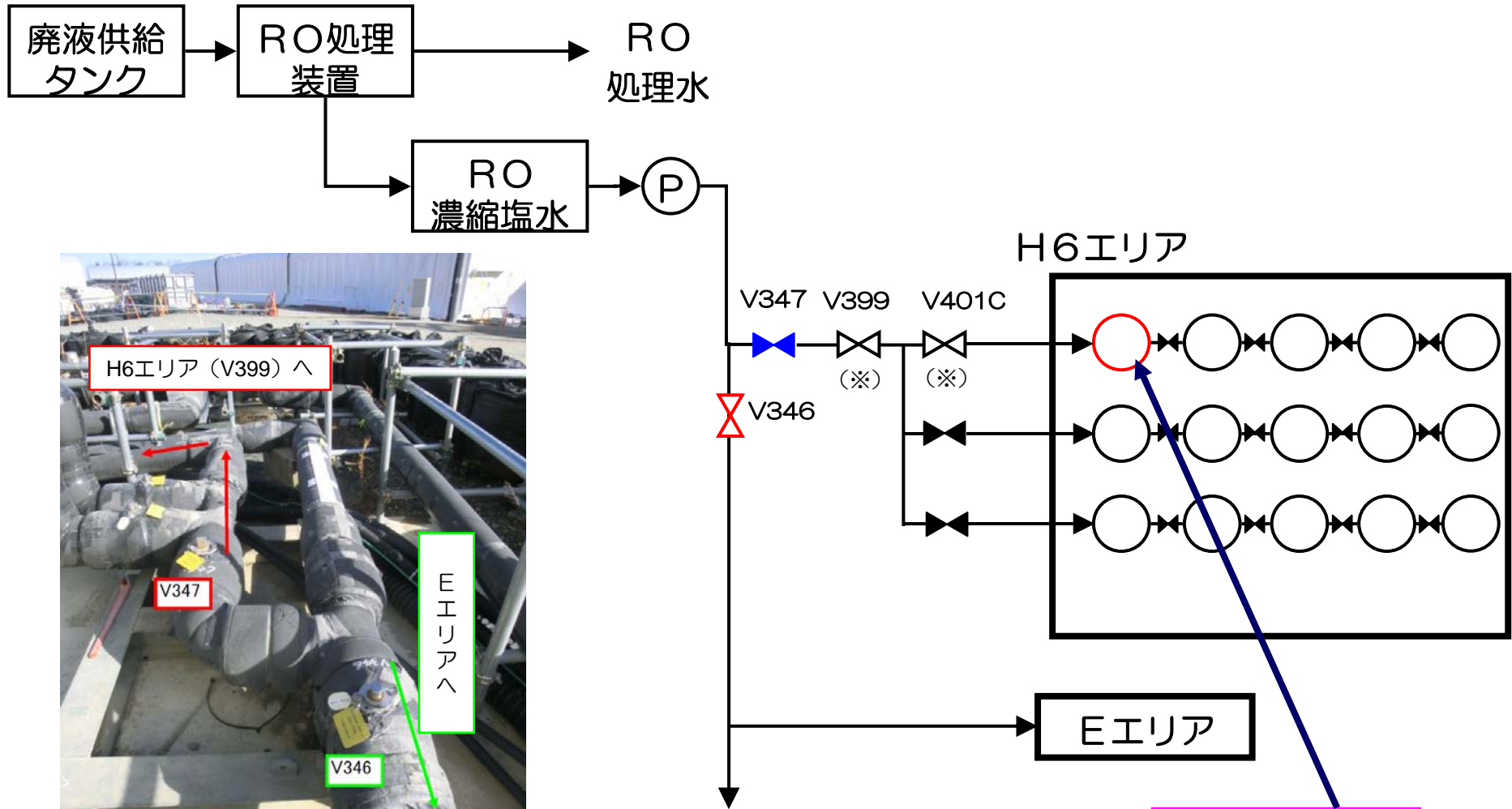
 - V346（Eエリアへの第一隔離弁）
 - ① 9:00～10:32 弁開
（ポンプ運転中にEエリアBグループ（以下、Eという）水位計上昇）
 - ② 10:32～10:55 弁「開」→「閉」（推定）
 - ③ 10:55 弁閉（協力企業が当該弁の写真撮影した時刻）
 - ④ 10:55～23:00 弁閉（ポンプ運転中にE水位計変動なし）
 - ⑤ 23:00～翌0:10頃 弁「閉」→「開」（推定）
 - ⑥ 翌0:10頃 弁開（当社社員確認）
 - ⑦ 翌0:10頃～ 弁開（ポンプ運転中にE水位変動あり）

 - V347及び、V346の弁開閉が生じたと推定される時間帯は、以下の通り。
 - ・ 2月19日 10:32～10:55（10:57（※））
 - ・ 2月19日 23:00～ 翌2月20日 0:10
- （※）V347及びV346は近接して設置されている。銘板を設置した協力企業は連続して作業を実施した。

9. タンクの水位トレンドとポンプの起動状況

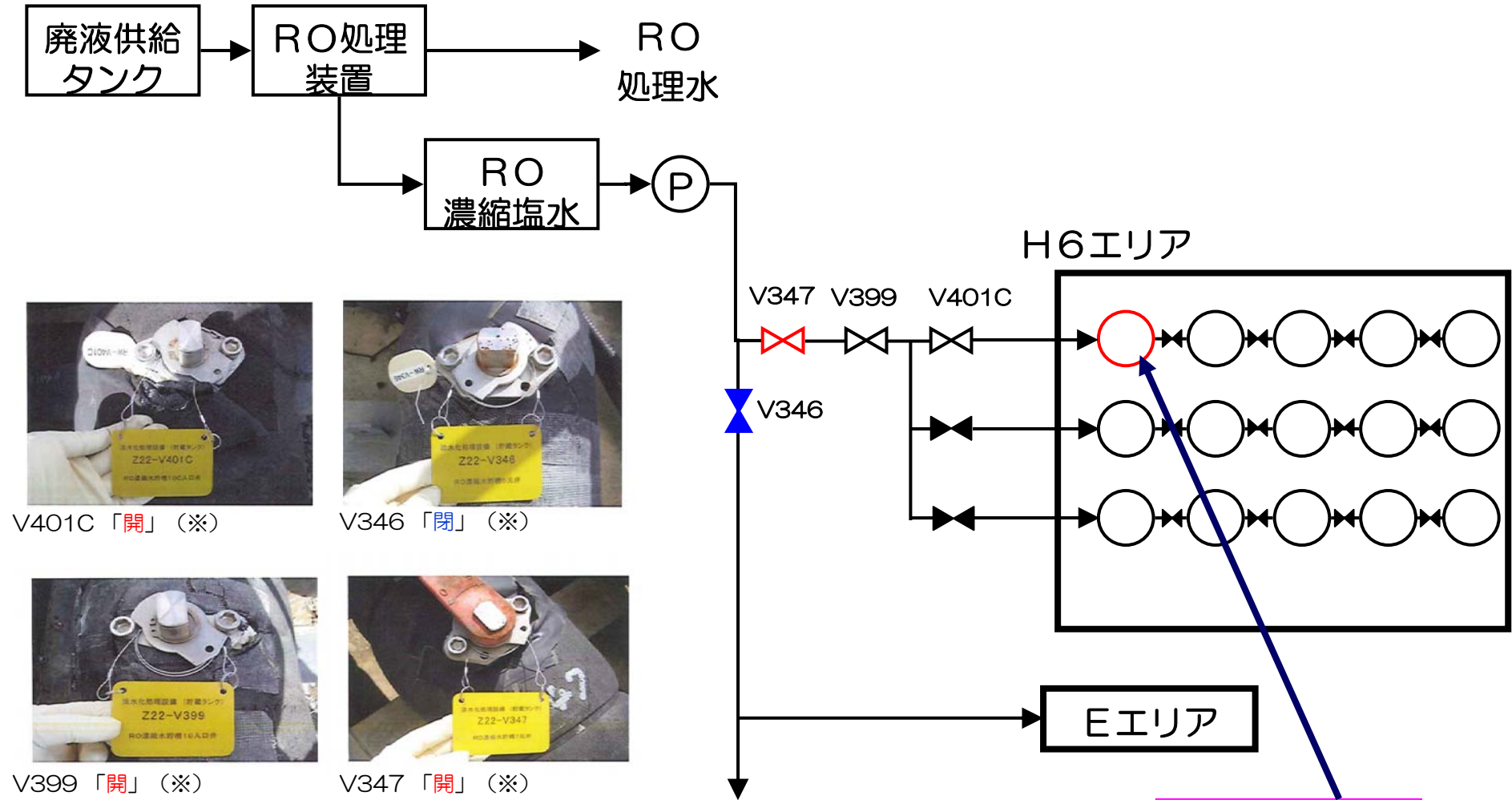


9. 1 RO濃縮塩水移送配管概略 (2月19日 状態①)



(※) V399, V401Cは、当該タンク群への再受入の可能性もあることから、作業効率の観点で、「開」とするよう当社指示。(H25.4.17)

9. 2 RO濃縮塩水移送配管概略 (2月19日 状態②)



V401C 「開」 (※)



V346 「閉」 (※)



V399 「開」 (※)

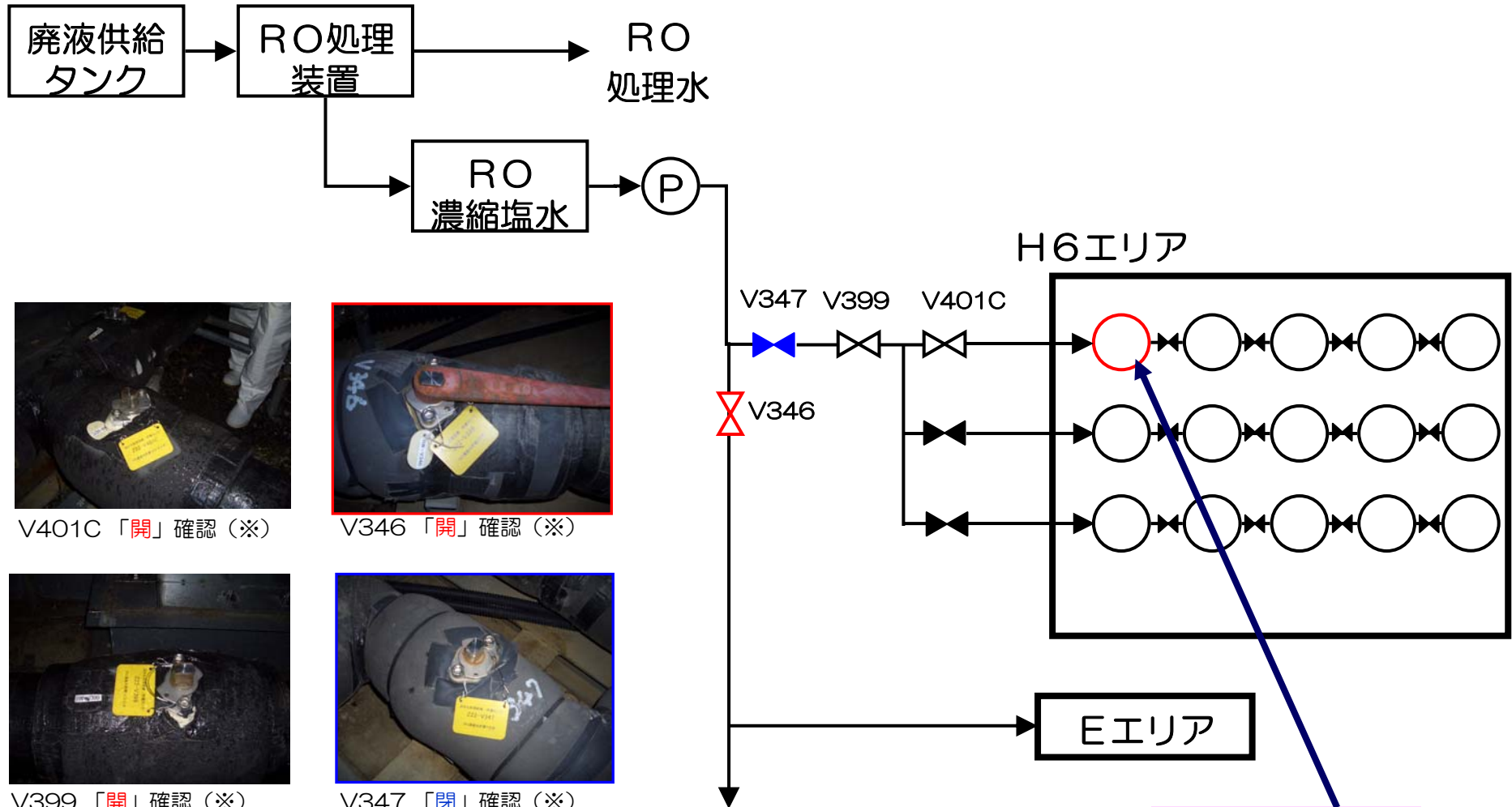


V347 「開」 (※)

(※) 協力企業が各弁に銘板の取付を行った後、撮影したもの (2月19日)

撮影時刻は、V401C : 10:44, V399 : 10:45, V346 : 10:55, V347 : 10:57

9. 3 RO濃縮塩水移送配管概略 (2月20日 状態③)



V401C 「開」確認 (※)



V346 「開」確認 (※)



V399 「開」確認 (※)



V347 「閉」確認 (※)

(※) 弁開閉確認は、2月20日0:10頃

写真撮影時刻は、V401C : 0:26, V399 : 0:27, V347 : 0:29, V346 : 0:30

漏えいが確認されたタンク

<参考1> 漏えい量評価

- 2/19 13:40~23:00の間、RO濃縮水供給ポンプが起動中（間欠運転）にもかかわらず、当初受入中のRO濃縮水貯槽12B（Eエリア）の水位に変動がなかった。これに対して、RO濃縮水貯槽10C（H6エリア）の水位が上昇していたことから、何らかの原因で弁が操作され、この間にRO濃縮水貯槽10CへRO濃縮水が流入したと考えられる。
- RO濃縮水貯槽10Cへの移送量：RO濃縮水供給ポンプの流量と起動時間から、176m³
 - ①ポンプ起動時間（13:43~14:59）→1:16（約56m³移送）（※1）
 - ②ポンプ起動時間（17:44~19:16）→1:32（約68m³移送）
 - ③ポンプ起動時間（21:50~23:00）→1:10（約52m³移送）（合計起動時間）=3:58（約4時間）
→（タンクへの供給量）=44m³/h（ポンプ流量）×4h（ポンプ起動時間）=176m³
- RO濃縮水貯槽10Cは連結弁を閉にしていたため、H6N-C1のみ受け入れ可能な状態であった。
- 当時のH6N-C1タンクの天板までの容量：65m³（※1）
タンク水位（97.9%）：天板までの距離=約573mm（※2）
タンクの直径（約12m）より 約65m³
- H6N-C1タンク天板からの溢水量：176-65=111m³
- 堰内への流入量：雨樋水と堰内水の放射能濃度より算出し、9m³
当該堰内水位は29cmであり、保有水量は約577m³
【計算例】（全βの例） $577 \times 3.0E+06 / 2.3E+08 = 7.53$ 注：漏えい前の堰内の放射エネルギーは無視
上記を各核種について計算し、平均すると約9m³
- 堰外へ流出したと推定される水量：102m³

※1 13:43~14:59の移送の前には、天板まで65m³分のスペースがあり、この移送の際には漏えいが発生していなかったと考えられる。

※2 当該タンクは100%水位を天板から370mmと設定している。

特定原子力施設監視・評価検討会
汚染水対策検討
ワーキンググループ
(第12回)
資料2

タンクエリア堰からの雨水移送等について

平成26年3月5日
東京電力株式会社



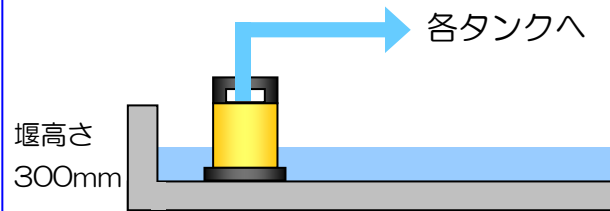
東京電力

タンクエリア堰からの移送設備について

- 堰内雨水移送設備設置当初（H25.9頃）は、 $12\text{m}^3/\text{h}$ 程度の容量の移送ポンプを用いて移送を実施していたため、移送能力不足により豪雨時に堰からの溢水等が発生。
- H25.10頃に比較的放射能濃度が高い雨水を保有する堰を中心に、大容量のポンプを設置して移送能力を向上。（1エリア $60\text{m}^3/\text{h}\times 2$ ）
- そのほか溢水防止対策として堰の嵩上げ（ $30\text{cm}\rightarrow 60\text{cm}$ ）を実施。（H25.12完了）
- 現在は、降雨発生後2日で堰内からの移送を完了させることを目的に、下記について取り組み中。
 - 堰内のドライアップ実現のために、 $60\text{m}^3/\text{h}$ の大容量ポンプと低水位まで吸込み可能なポンプとを組み合わせた移送設備を全エリアに展開。（3月完了目処）
 - 降雨後の移送先として、 500m^3 /基程度のフランジタンクを10基設置予定。（現在までに5基設置済、4月完了目処）
またG4南エリアにある未使用の本設の 1000m^3 のタンク1基を移送先として流用中。
- 上記が完了した後も、タンクエリアに溜まり水回収用のピットを設置して排水性の向上を図る等、設備の改善に努めていく予定である。

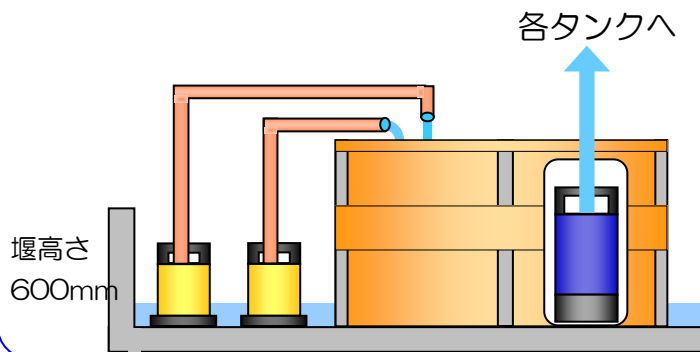
雨水移送設備について

■ 昨年（2013年10月）



移送能力：7～12m³/h
受入能力：4000m³ノッチタンク

■ 現在（2014年3月）

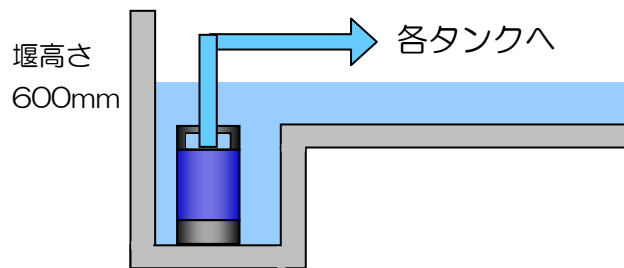


移送能力：35～70m³/h
受入能力：4000m³ノッチタンク
500m³タンク 5基
(4月に5基追設予定)
1000m³タンク 1基

日降水量100mmを想定し、2日でドライアップ可能。

比較的放射能濃度が高い雨水については、4000m³ノッチタンクに移送。

■ 最終形（2014年随時）

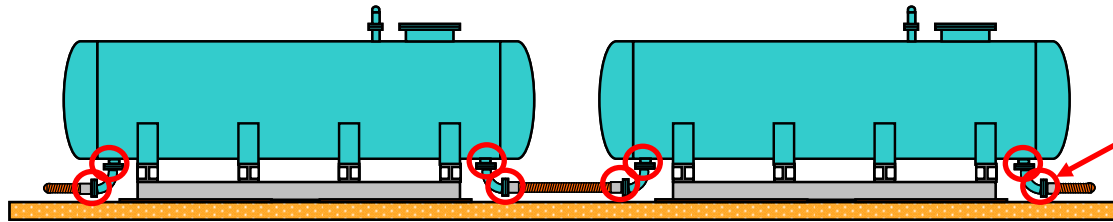


移送能力：35～70m³/h
受入能力：4000m³ノッチタンク
500m³タンク 10基
1000m³タンク 1基

堰内雨水流入量低減対策により300mm降雨においても2日でドライアップを目指す。

(参考) 横置きタンク対策について

■横置きタンク（H1、H2エリア）の早期漏えい検知対策の状況



吸水ポリマー施工状況

- ・ 現在、パトロールは2回/日実施中。
- ・ 下部にフランジ部の漏えい検知対策で取り付けた吸水ポリマーは、雨水浸入等により破損が出たため、平成25年10～12月で全数交換済（フランジ部の増し締め、ボルトナット交換も実施済み）。
- ・ タンク間の連結配管については、3月から肉厚測定を実施。

■横置きタンクのリプレース計画

- ・ 下部にフランジ構造を持つ横置きタンクは、設置面積に対する貯水量が少ないため、タンク容量を早期に確保する観点から、優先的にリプレースし、溶接タンクに切り替えていく予定。

横置きタンク	水抜き完了予定	再設置予定
H1エリア	H26/8	H26/12～
H2エリア	H26/10	H27/2～