

# 発電用原子炉施設故障等報告書

平成 27 年 1 月 23 日

東京電力株式会社

件名	福島第一原子力発電所 汚染水貯留設備 RO濃縮水貯槽（H6エリアC1タンク）からの漏えいについて
事象発生の日時	平成 26 年 2 月 20 日 0 時 43 分 （福島第一規則第 18 条第 12 号に該当すると判断した日時）
事象発生の場所	福島第一原子力発電所
事象発生の発電用原子炉施設名	汚染水処理設備等 貯留設備（タンク等） 中低濃度タンク RO濃縮水貯槽
事象の状況	<p>1. 事象発生時の状況</p> <p>平成 26 年 2 月 19 日 23 時 25 分頃、タンクエリアパトロール中の協力企業の作業員が、H6 タンクエリアに設置されている淡水化装置の逆浸透膜装置（以下、「RO 装置」という。）の廃水（以下、「RO 濃縮水」という。）を貯留するタンクのうち、C1 タンクの上部より水が垂れていることを確認し、直ちに当社社員に連絡した。</p> <p>このため、2 月 20 日 0 時 00 分頃、連絡を受けた水処理設備の運転管理を担当する当社社員（以下、「運転管理担当者」という。）は、C1 タンク付近下部からタンク上部を見上げて状況を確認したところ、C1 タンク天板部から水が漏えいしていることを確認した。</p> <p>また、同日 0 時 10 分頃、C1 タンクに接続された RO 濃縮水貯槽の隔離弁の開閉状態を確認したところ、直列に並んでいる隔離弁 3 つのうち、第一隔離弁 V-347（以下、「V-347」という。）は「閉」状態、その下流にある第二、及び第三隔離弁の 2 つについては「開」状態となっていることを確認した。</p> <p>漏えい発見当時、RO 濃縮水を E エリアタンクへ移送していたが、運転管理担当者は、C1 タンクの V-347 の不具合により、C1 タンクへ RO 濃縮水が流入している疑いがあると考え、同日 0 時 30 分頃、「開」状態の 2 つの隔離弁（第二、及び第三隔離弁）の閉操作を実施した。また、C1 タンクの天板部に昇り、タンク点検口を開けてタンク内の水面を確認したところ、水位がタンクの天板部まで達していること、C1 タンクから漏えいした水は、H6 タンクエリア堰内に落ちる雨水を堰外に排出する目的で設置した雨樋を伝って、堰外にも漏えい（鉛筆 1 本程度の量）していることを確認した。その後、雨樋の先端をビニール袋で養生したことにより、堰外への漏えいは停止した。</p> <p>漏えいした水の表面線量測定を行った結果、70<math>\mu</math>m 線量当量率（ベータ線）が 50mSv/h、1cm 線量当量率（ガンマ線）が 0.15mSv/h であった。</p> <p>本事象については、C1 タンクに貯留された RO 濃縮水が H6 タンクエリアの堰外へ漏えいした事象であったことから、同日 0 時 43 分に福島第一規則第 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。」に該当すると判断した。</p> <p>その後、同日 1 時 40 分頃、雨樋の先端のビニール養生を確認したところ、漏えい量が減少しつつあることを確認した。</p> <p>C1 タンクについては、同日 3 時 30 分頃、C1 タンクの連結弁を開けて、C1 タンクと連結する他のタンクに水を移送し、C1 タンクの水位を低下させた。同日 5 時 40 分頃に現場を確認したところ、C1 タンク天板部からの漏えい、及び雨樋のビニール養生への流入が停止していることを確認した。また、C1 タンクの水位が天板部から 47cm の位置まで低下したことを確認した。</p> <p>C1 タンクから漏えいした水の量は、RO 濃縮水供給ポンプの移送量、及び C1 タンクの空容量から約 110m<sup>3</sup> と評価した。そのうち、H6 タンクエリアの堰内への漏えい量は、堰内水の放射能濃度を分析した結果から約 10m<sup>3</sup>、H6 タンクエリアの堰外への漏えい量は、約 100m<sup>3</sup> と評価した。</p> <p>堰外へ漏えいした範囲は、H6 タンクエリア堰近傍（C1 タンク南方向沿い）に約 3m × 40m、電気ケーブルが収納されている U 字溝（近傍道路を跨いだ U 字溝）に約 30m × 1m、淡水化装置（ボイラ設備）エリアに約 36m × 37m、淡水化装置（ボイラ設備）エリアの東側の一部及び南側にある側溝（排水路には接続なし）に約 55m × 0.3m であることを確認した。また、H6 タンクエリアの堰近傍には排水路がないことを確認した。</p> <p>C1 タンクの雨樋から堰外へ漏えいした水の放射能濃度を分析した結果、Cs-134 が 4.2 × 10<sup>3</sup>Bq/L、Cs-137 が 7.3 × 10<sup>3</sup>Bq/L、Co-60 が 2.9 × 10<sup>3</sup>Bq/L、Sb-125 が 4.1 × 10<sup>4</sup>Bq/L、</p>

事象の状況

- 全ベータが  $2.4 \times 10^8 \text{Bq/L}$  であった。なお、1月14日に採取したRO濃縮水の H-3 は  $4.1 \times 10^5 \text{Bq/L}$  であった。
2. C1タンクからの漏えい拡大防止策（応急対策）
- (1) 漏えいした水の回収  
漏えいした水を出来る限り回収するとともに漏えい拡大を防止するため、吸引車により、堰外については2月20日に6回（1回約  $6\text{m}^3$ ）の回収作業を行い約  $36\text{m}^3$ 、2月21日に1回の回収作業を行い約  $6\text{m}^3$ 、合計で約  $42\text{m}^3$  を回収した。また、堰内については堰内雨水と合わせて、2月21日～3月5日にかけて約  $10\text{m}^3$  を全量回収した。
- (2) H6タンクエリアの区画  
2月21日に、H6タンクエリアの漏えいした範囲の地表面について、放射線測定を行った結果、地表面から約  $3\text{cm}$  の位置で、 $70 \mu\text{m}$ 線量当量率（ベータ線）が約  $900\text{mSv/h}$ （H6タンクエリアの  $1\text{cm}$ 線量当量率（ガンマ線）は  $0.1\text{mSv/h}$ ）の場所を確認したことから、注意喚起のためロープによる区画を行った。
- (3) 漏えいした範囲の線量低減対策  
漏えいした水の影響で汚染されたエリア（淡水化装置（ボイラ設備）エリア）の線量を低減するため、2月21日～2月24日にかけて、ベータ線の遮へいを目的として線量低減シート（ゴムマット）を敷設するとともに、3月10日～3月19日にかけて、汚染拡散防止を目的に、線量低減シートの上から塗装によるフェーシングを実施した。
- (4) 漏えいした範囲の汚染された土壌の掘削・回収  
a. 漏えいにより汚染された土壌を出来る限り回収するため、重機により、2月22日～2月23日にかけて合計約  $100\text{m}^3$ 、その後、7月までに累計で  $767\text{m}^3$  を掘削・回収した。  
また、2月23日までに回収した土壌については、H5南側近傍のエリアにブルーシートを敷いて仮置きし、土壌表面についてもブルーシートで養生した。  
その後、7月までに回収した全土壌については、土嚢袋に入れて、廃スラッジ一次保管施設東側及びH1東タンクエリア東側付近に設置したノッチタンク（鋼製）内に収納し保管している。
- b. 土壌回収後の掘削範囲については、底面の土壌をエリア毎に数カ所採取し、低線量エリアにて測定を行い、 $0.01\text{mSv/h}$ （ $70 \mu\text{m}$ 線量当量率（ベータ線））を下回ることを確認した。
- c. 土壌回収後の空間線量率（地上  $1\text{m}$ ）は、配管等機器の表面に残った汚染等の影響により、ベータ線が測定されている箇所もあったが、空間線量率を低減するため、汚染箇所の洗浄を実施するとともに、洗浄で線量率が下がらない箇所についてはフェーシングを行った。
- (5) ウェルポイントの設置及び状況について  
C1タンクからの漏えい発生に伴い、地下水への汚染状況を観測するため、地下水観測孔を設置している。また、観測孔の H-3 濃度・全ベータ放射能濃度が高濃度であった場合に、周辺地下水への影響を抑制するため、C1タンクに近い G-1 観測孔の周囲に地下水汲み上げ用のウェルポイントを設置した（3月31日に1箇所設置）。  
しかしながら、実際に採取した G-1 観測孔の H-3 濃度・全ベータ放射能濃度にはほとんど上昇は見られなかったことから、ウェルポイントからの汲み上げは行っていない。  
なお、G-2・G-3 観測孔では、H-3 濃度を中心に若干の濃度上昇が見られたが、H-3 濃度で数千  $\text{Bq/L}$ 、全ベータ放射能濃度で  $100\text{Bq/L}$  前後にとどまっていることから、ウェルポイントは設置していない。
- (6) H6タンクエリアの堰内水を移送する排水ポンプの使用禁止  
H6タンクエリアの堰内は、C1タンクからの漏えいにより汚染しているため、堰内に溜まった雨水による汚染拡大防止の観点から、H6タンクエリアの堰内の除染が完了するまで、安全処置として堰内水の排水ポンプの操作スイッチにポンプ操作禁止札を取り付けるとともに、電源供給を停止した。
3. 状況調査結果  
C1タンクからの漏えい状況、漏えい発生時におけるRO濃縮水の移送の状況、及びタンク隔離弁の状態について調査を実施した。
- (1) C1タンクからの漏えいに関する状況調査  
a. C1タンク上部から水が垂れていることを発見した後の2月20日0時30分頃、運

事象の状況

転管理担当者はC1タンク天板部の点検口を開けてタンク内の水面を確認したところ、水位はタンク天板部まで達していた。

なお、点検口はタンク内の水位が確認できるように容易に開閉できる（密閉状態にない）状態であった。

- b. タンク天板部と側板とのフランジ部（全周）は、平成25年10月2日に発生したB南エリアタンクの天板部からの漏えい事象の対策として、シール性向上のため、タンク天板部と側板とのフランジ部（全周）及びボルト締め箇所にてコーキング処理を行っており隙間がない状態であった。

- c. C1タンクの天板部には、堰内に溜まる雨水を抑制するため、天板部の周囲に雨樋が設置されていた。このため、天板部に降った雨水は雨樋から排水管を通して、堰外に排出されるようになっていた。

- d. 以上の通り、タンク天板部からの漏えいについては、天板部に昇って直接漏えい箇所を確認していないものの、タンク天板部の点検口は密閉状態にないこと、またタンク天板部と側板とのフランジ部はコーキング処理がされていた状況から、タンク天板部の点検口から漏えいしたものと推定した。

なお、点検口から漏えいした水は、以下の経路でH6タンクエリア及びC1タンク周辺に広がったと推定した。

点検口から漏えいした水の大部分は、天板部の周囲に取り付けられた雨樋に流れ込み、雨樋を通じて、排水管からH6タンクエリアの堰外に漏えいした。

点検口から漏えいした水の一部は、タンク側板の壁面を伝って、H6タンクエリアの堰内に漏えいした。

(2) 漏えい発生時におけるRO濃縮水移送に関する状況調査

- a. RO濃縮水の移送及び監視状況について

C1タンク天板部からの漏えい発生前の2月17日11時27分より、EエリアタンクへのRO濃縮水の移送が開始された（移送開始時水位25.5%）。

RO濃縮水の移送は、RO装置のRO濃縮水受タンクの水位を検知し、RO濃縮水供給ポンプ（以下、「供給ポンプ」という。）の自動による間欠運転（起動・停止を繰り返す）で行われていた。

移送開始後、水処理設備の監視業務を委託されている協力企業（以下、「A社」という。）の水処理設備運転員（以下「委託運転員」<sup>1</sup>という。）は、水処理設備制御室（以下、「CCR」という。）の水位監視画面にてEエリアタンクの水位上昇を確認した。その後は、Eエリアタンクへの移送ラインが構成された状態で供給ポンプは起動・停止を繰り返していたが、供給ポンプの起動の都度、意識して水位の上昇を確認はしていなかった。

当社の水処理設備の運転管理部門はA社に対して、CCRでの毎時のデータ採取・監視方法を明確にしていなかった。このため、A社においては、毎時のタンク水位等のデータ採取を自主的に行っていた。

A社の委託運転員による監視は、水位監視画面に供給ポンプ流量とEエリアタンク水位を同時に表示して毎時のデータ採取を行っていた。なお、Eエリアタンクの水位レンジ設定は、0% - 100%となっていた。

RO濃縮水の移送は、2月19日の日中の時間帯においても継続して行われていた。同日1直帯<sup>1</sup>の委託運転員は、毎時のデータ採取にてタンク水位の監視を行っていたが、タンク水位の状況に異常があるとの認識には至らなかった。また、2直帯<sup>1</sup>の委託運転員は、1直からの引継ぎを受けた後、日中時間帯のタンク水位の状況を確認し、移送先であるEエリアタンクの水位に変化がないこと、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、C1タンクからの漏えい発生時の連絡を受けた。

<sup>1</sup> 委託運転員の監視体制は、CCRにおいて、3名1班で構成し、2月19日及び20日においては、1直帯（CCR勤務時間：2月19日8時00分頃～22時00分頃）、及び2直帯（CCR勤務時間：2月19日19時30分頃～2月20日9時30分頃）の2交替制となっていた。

- b. C1タンクにおける「液位高高」警報発生及びその対応について

EエリアタンクへのRO濃縮水の移送を行っていた2月19日の日中の時間帯において、C1タンクの水位が高いことを示す「液位高高」警報が発生していたことから、漏えいとの関係について調査した。

委託運転員は、2月19日14時01分、CCRにてC1タンクの「液位高高（警報設定値：98.9%）」の警報が発生したことを確認した。その後、同日14時05分、

事象の状況

C1タンクの「液位高高」の警報が発生したことを免震重要棟にいた運転管理担当者に連絡した。

運転管理担当者は、免震重要棟にいたタンクパトロールを担当する当社社員（以下、「タンクパトロール担当者」という。）Aに連絡し、C1タンクの関連作業（移送、点検等の実施や計器関連の作業）の有無について確認を依頼した。連絡を受けたタンクパトロール担当者Aは、C1タンクについて関連作業が行われていないことを確認し、運転管理担当者に連絡した。その後、免震重要棟にいたタンクパトロール担当者Bが、C1タンク周りの点検を行うため現場に向かった。

15時00分頃、CCRの委託運転員は、警報発生後のC1タンクの水位トレンドが、約98%前後から約50%弱まで低下したことを確認したため、再度、運転管理担当者に連絡した。運転管理担当者は、タンクパトロール担当者Aと共に、1F免震棟内の遠隔監視室にてC1タンクの水位トレンドが変動していることを確認した。

同日15時00分頃、タンクパトロール担当者Bは、C1タンク周りの点検を行い、漏えい等の異常がないことを確認した後、タンクパトロール担当者Aに連絡した。

同日15時30分頃、タンクパトロール担当者Aは、C1タンクの関連作業が行われていないこと、また、警報発生後、C1タンクの水位トレンドが変動・低下等の挙動を示していること、及びC1タンク周りに漏えい等の異常がないことを、タンクパトロール管理担当部門の特別管理職に報告した。

タンクパトロール管理担当部門の特別管理職は、警報発生後、C1タンクの水位が変動・低下等の挙動を示したことから、その挙動に着目した。

C1タンクの水位は、約98%前後から約50%弱まで低下したことから、水位計指示が正常であれば、何らかの不具合によりC1タンクから漏えい等が発生したことが疑われる挙動であった。

しかし、タンクパトロール担当者からの報告では、C1タンク周りを点検し漏えい等の異常がないことから、警報発生以降の一連の状況を包括的に勘案し、C1タンクの水位計指示の挙動は、実水位の変動ではなく水位計の故障と判断した。このことから「液位高高」の警報は、水位計の故障による誤発報と判断し、計器を所管する部門に点検を指示した。

タンクパトロール担当者Bは、C1タンク周りを点検した際、C1タンク天板部からタンクの実水位を確認することは行わなかった。なお、移送先ではないタンクにおける「液位高高」警報発生時の対応手順（供給ポンプ停止、実水位の確認など）は定められていなかった。

c. C1タンク水位計の状況について

水位計については、漏えい発生後に点検を実施したが、故障等の異常は確認されなかった。C1タンクの水位が変動・低下等の挙動を示した原因は、C1タンクの水位が上昇したことにより、水位検出器が水没したため、正しい値を示さなくなったものと判断した。

d. Eエリアタンクへの移送中におけるタンク水位の状況について

EエリアタンクとC1タンクの水位、及び供給ポンプ流量のトレンドデータから、水位変化の状況について調査を行った。

2月17日にEエリアタンクへ移送開始以降、2月19日の9時00分～10時32分の供給ポンプ運転中は、Eエリアタンク水位は上昇しており、C1タンク水位の変動は認められなかった。

同日13時43分～14時59分、同日17時44分～19時16分、及び同日21時50分～23時00分においては、供給ポンプが運転しているものの、Eエリアタンク水位の上昇は認められず、C1タンク水位に変動が認められた。

以上の調査結果から、2月19日のRO濃縮水移送において、13時43分～23時00分の時間帯では、Eエリアタンクの水位に上昇は認められず、C1タンクの水位に変動が認められたことから、同時時間帯の移送中は、RO濃縮水がC1タンクに流入していたと推定した。

(3) RO濃縮水貯槽の隔離弁に関する状況調査

これまでの状況調査結果で、漏えい発生当時は、EエリアタンクへRO濃縮水を移送していたにもかかわらず、移送先ではないC1タンクの水位トレンドに変動が見られるとともに、「液位高高」の警報が発生したことから、Eエリアタンク及びC1タンクの隔離弁の開閉状態について調査した。

a. Eエリアタンク及びC1タンク隔離弁の開閉状態について

事象の状況

RO濃縮水をタンクへ移送する配管は、供給ポンプ出口からEエリアタンクへ移送する配管とH6タンクエリア（C1タンク含む）へ移送する配管、及びその他のタンクへ移送する配管に分岐する構成となっている。また、それぞれの移送配管にはRO濃縮水の隔離弁が設置されており、Eエリアタンクには隔離弁V-346（以下、「V-346」という。）、H6タンクエリアにはV-347が設置されている。なお、隔離弁の開閉操作は、運転管理担当者により行われていた。

RO濃縮水をC1タンクに移送する際は、V-346及びその他のタンクの隔離弁を「閉」状態、V-347及びその下流側にある第二隔離弁V-399（以下、「V-399」という。）、及び第三隔離弁V-401C（以下、「V-401C」という。）を「開」状態にして移送を行う。

C1タンクは平成24年5月3日～同年5月11日の期間で95.3%、また、平成25年4月17日に97.1%までRO濃縮水を受け入れており、その後、V-347を「閉」操作した。

RO濃縮水を受け入れた平成25年4月17日以降、C1タンクにおいてRO濃縮水の受け入れは行われておらず、V-347は「閉」状態にあった。

平成26年2月17日11時27分、EエリアタンクへRO濃縮水を移送するため、V-347が「閉」状態にあることを確認後、V-346を「開」操作した。

2月19日の10時00分頃～11時00分頃にかけて、水処理設備の運転管理の改善の一環として、協力企業（以下、「B社」という。）によりタンク移送ライン等の隔離弁（V-346、V-347、V-399、V-401C他）に対して弁銘板取付作業が行われた。その作業の際に施工記録としてB社が撮影した写真を確認したところ、弁の開閉状態は、C1タンクに移送するライン構成となっていた。

弁の開閉状態

弁名称	弁の用途	開閉状態	撮影時刻
V-346	Eエリア移送元弁	「閉」	10時55分
V-347	H6・H6北エリア移送元弁	「開」	10時57分
V-399	H6北エリア移送元弁	「開」	10時45分
V-401C	H6北エリアCグループ元弁	「開」	10時44分

また、C1タンクからの漏えい発生を確認（2月20日0時00分頃）後の0時10分頃に運転管理担当者が隔離弁の状態を確認したところ、弁の開閉状態は、Eエリアタンクに移送するライン構成となっていた。その際、現場の弁を確認した記録として、弁の開閉状態の写真を撮影している。

弁の開閉状態

弁名称	弁の用途	開閉状態	撮影時刻
V-346	Eエリア移送元弁	「開」	0時30分
V-347	H6・H6北エリア移送元弁	「閉」	0時29分
V-399	H6北エリア移送元弁	「開」	0時27分
V-401C	H6北エリアCグループ元弁	「開」	0時26分

弁銘板取付作業は、汚染水処理設備の運転中に実施することが多いため、B社の「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。弁銘板取付作業時の状況を調査した結果、取付作業は3名/班×2班で実施しており、作業員からは弁を操作せずに銘板を取り付けたという証言を得ている。また、弁銘板取付作業を含め、その他の現場作業においても隔離弁を操作した事実は確認できなかった。

b. V-399及びV-401Cの開閉状態について

C1タンクにおいて、最後にRO濃縮水を受け入れた平成25年4月17日に、V-347を「閉」状態にしていることから、同年4月17日におけるA社の引継日誌を確認した。連結弁（V-399・V-401C）については、「開」状態を継続している旨の記載があったことから、平成25年4月17日以降漏えいが発生した平成26年2月20日まで「開」状態であったと推定した。

c. Eエリアタンク及びC1タンク隔離弁の開閉状態まとめ

これまでに調査したEエリアタンクの水位状況、及び隔離弁の状況を踏まえて、RO濃縮水の移送中における隔離弁の開閉状態の推移について、以下の通り整理した。

2月19日9時00分～10時32分の供給ポンプの運転時は、Eエリアタンク水位

<p>事象の状況</p>	<p>が上昇し、C1タンク水位に変動はなかったことから、10時32分まではV-346は「開」、V-347は「閉」の状態であった。</p> <p>B社による写真撮影時刻である、同日10時55分及び10時57分頃～23時00分にかけての供給ポンプの運転時は、Eエリアタンク水位に上昇はなく、C1タンク水位が変動していたことから、V-346は「閉」、V-347は「開」の状態であった。また、2月20日0時10分頃、運転管理担当者がC1タンク周りの弁開閉状態を確認したところ、V-346は「開」、V-347は「閉」の状態であった。</p> <p>a.及びb.の状況から、2月19日10時32分～10時57分の間に、V-346は「開」から「閉」、V-347は「閉」から「開」状態、また、同日23時00分～2月20日0時10分頃間に、V-346は「閉」から「開」、V-347は「開」から「閉」状態に切り替わったと推定した。</p> <p>なお、漏えい発見当時、V-347は「閉」の状態であったため、弁の不具合（シートパス等）が疑われたが、その後V-347の分解点検を実施し異常は確認されなかった。このことから、C1タンクからの漏えいは、弁の不具合が原因ではないことが分かった。</p> <p>(4) 隔離弁開閉に関する聞き取り調査</p> <p>隔離弁V-346及びV-347の開閉状態が切り替わったことを踏まえ、弁開閉操作の事実関係を明らかにすることを目的に、2月21日～3月14日にかけて関係者に対し聞き取り調査を行うとともに、漏えいに関する情報を収集するため相談窓口を開設したが、弁操作との関わりを示す証言は得られていない。</p>
<p>事象の原因</p>	<p>本事象における問題点（原因分析結果）</p> <p>「事象の原因」3.の状況調査結果から、本事象における問題点を抽出し、それに対する原因を調査した。</p> <p>1. RO濃縮水移送時の監視に関する問題点</p> <p>(1) 問題点</p> <p>1直帯の委託運転員は、EエリアタンクへRO濃縮水を移送しているにもかかわらず、Eエリアタンクの水位に異常があるとの認識に至らなかった。</p> <p>(2) 背後要因</p> <p>当社の水処理設備の運転管理部門は、A社に対してCCRでの具体的な毎時のデータ採取・監視方法を明確にしていなかったため、委託運転員による監視方法に個人差が生じるような状況となっていた。</p> <p>このため、水位監視に必要な供給ポンプの間欠運転によりタンク水位が連動（上昇）することの確認、タンク水位の上昇に応じた適切なレンジ設定<sup>2</sup>が行われなかった結果となり、Eエリアタンク水位の異常な兆候を認識しにくい状況となっていた。</p> <p>2：水位トレンドのレンジ設定は0-100%であり、水位の上昇を明確に認識できる小さいレンジ設定ではなかった。供給ポンプの間欠運転1回分のタンク水位上昇は約1%弱程度。</p> <p>2. 「液位高高」警報発生時の対応に関する問題点</p> <p>(1) 問題点</p> <p>タンクパトロール管理担当部門の特別管理職は、C1タンクの「液位高高」警報が発生したにもかかわらず、実水位の変動ではなく、水位計の故障と判断し、供給ポンプの停止を指示しなかった。</p> <p>(2) 背後要因</p> <p>a. 当社は、移送先ではない受払タンクにおける「液位高高」警報発生時の対応手順（供給ポンプの停止・実水位の確認等）を定めていなかった。</p> <p>b. 移送先となっていないタンク群の受払タンクで「液位高高」警報が発生した場合に、供給ポンプを停止するインターロックがなかった。</p> <p>3. 弁開閉管理に関する問題点</p> <p>(1) 問題点</p> <p>隔離弁V-346及びV-347が特定の時間において、弁の開閉状態が切り替わっていた。</p> <p>(2) 背後要因</p> <p>a. 弁が容易に開閉操作可能な環境であった。</p> <p>弁が容易に開閉操作ができないよう施錠等は行っていなかった。</p> <p>タンクエリアは誰でも容易に立入可能な環境であった。</p>

	<p>b. RO濃縮水の移送ラインの隔離弁は、Eエリアタンクへの移送開始時にライン構成のため弁操作を実施後、移送中の開閉状態について確認は行っていなかった。また、隔離弁の現在の開閉状態について適切な把握・管理がされていなかった。</p>
保護装置の種類及び動作状況	なし
放射能の影響	<p>環境への影響調査結果</p> <p>本事象において、C1タンクから漏えいしたRO濃縮水約110m<sup>3</sup>のうち、約100m<sup>3</sup>がH6タンクエリアの堰外に漏えいしたことから、RO濃縮水による地下水、排水路、海洋への影響について調査した結果を以下に示す。</p> <p>1. 地下水への影響調査結果</p> <p>地下水の汚染状況を観測するため、3月17日～3月28日にかけて地下水観測孔を3箇所設置（G-1, 2, 3）し、地下水の採取・分析を開始した。</p> <p>（1）G-1観測孔は、C1タンクに近い位置にあるが、H6タンクエリア周辺の汚染土壌回収が早かったことから、H-3濃度・全ベータ放射能濃度が共に約100～200Bq/Lであり低濃度で推移した。また、6月18日に480Bq/Lと一時的に上昇が見られたが、その後すぐに約200Bq/L前後まで低下し、その後も特に上昇は見られていない。</p> <p>（2）G-2観測孔では、観測開始当初はH-3濃度が数千Bq/Lと高めであり、全ベータ放射能濃度も100Bq/L前後で検出されていた。その後、全ベータ放射能濃度は数十Bq/Lに低下し、H-3濃度も変動しながら、現在は数百Bq/Lで検出されている。</p> <p>（3）G-3観測孔では、H-3濃度が5月頃に2000Bq/Lを超えるまで上昇したが、その後は低下し、数百Bq/Lで推移している。全ベータ放射能濃度は、当初より低濃度で推移している。</p> <p>上記の通り、本事象による影響を調査するために設置した地下水観測孔においては、H4北エリアタンクからの漏えい事象の調査のため設置した、地下水観測孔におけるH-3濃度や全ベータ放射能濃度と比較すると、低濃度である。</p> <p>これらの観測結果から、漏えいした水の一部が地中に染み込み、地下水まで到達したものと考えられるが、漏えい水・漏えい水により汚染された土壌の回収によりその量はわずかにとどまっております。地下水への影響は非常に小さいものと考えられる。ただし、現在も特にG-2・G-3ではH-3濃度が数百Bq/L程度の濃度で検出されていることから、引き続き地下水の汚染状況の観測を継続する。</p> <p>2. 排水路・海洋への影響調査結果</p> <p>H6タンクエリアの堰外近傍には排水路がないこと、また、淡水化装置（ボイラ設備）エリアの東側の一部及び南側にある側溝に、漏えいした水が溜まっていることを確認したが、側溝の近くに排水路はなく、その他の側溝や排水路に接続されていないことから、排水路・海洋への流出はないものと判断した。</p>
被害者	なし
他に及ぼした障害	なし
復旧の日時	平成26年7月18日（汚染土壌を回収完了した日）
再発防止対策	<p>本事象における問題点を踏まえて、以下の再発防止対策を実施する。</p> <p>1. RO濃縮水移送時の監視に関する対策</p> <p>（1）CCRの委託運転員による監視において、RO濃縮水移送時は、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し、異常の兆候があれば所管箇所に連絡する。また水位トレンド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、水漏れの有無の確認を実施する。（2月24日より開始<sup>3</sup>）</p> <p>（2）CCRの委託運転員以外に、免震重要棟の当直（当社運転員）がタンク水位監視を行い、ダブルチェック機能を働かせる。（2月21日より開始）</p> <p>（3）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、CCR及び免震重要棟の双方で、移送先と分岐エリアの2つの水位監視画面を隣接させる改造を実施する。（6月2日完了）</p>

再発防止対策

2. 「液位高高」警報発生時の対応に関する対策

- (1) 受け入れ中のタンクだけではなく、受け入れ中ではないタンクにおいて水位高高（旧名称は液位高高）警報や水位中間高警報が発生した場合でも、速やかに供給ポンプを停止し、現場にて漏えいの有無、弁の開閉状態、およびタンクの実水位について確認を実施する。（2月24日より開始<sup>3)</sup>）
- (2) 従来は、受払タンクに水位高高警報しかなかったが、さらに溢水に対する監視機能を強化するため、水位高警報、水位中間高警報を機能として追加した。また従来は溢水に対する監視機能のなかった連結タンクに対しても、水位高高警報の機能を追加した。（3月27日完了<sup>4)</sup>）
- (3) 従来は、受け入れ中の受払タンクにおいて水位高警報が発生した場合のみ供給ポンプをインターロックにより自動停止することにしていたが、受け入れ中ではない受払タンクにおいて水位高高警報が発生した場合でも、供給ポンプを自動停止とするインターロック機能を追加した。（3月27日完了<sup>4)</sup>）

3. 弁開閉管理に関する対策

- (1) 弁開閉管理の強化
  - a. 容易に開操作ができないよう弁に施錠すると共に、施錠した弁の鍵の扱いは操作に関わる者（当社水処理設備部門の運転管理部門及び委託運転員）に限定し管理する。（7月完了<sup>4)</sup>）
  - b. RO濃縮水をタンクへ移送しているラインの隔離弁の開閉状態について、毎日パトロールで確認を実施する。（3月2日より開始）
  - c. RO濃縮水移送操作等により隔離弁の開閉状態に変更があった場合は、その都度弁開閉状態を記録し、弁状態管理リストを最新の状態にして管理する。（6月1日より開始）
- (2) パトロールの強化
  - a. 当直（当社運転員）による夜間のパトロールを1回/日から2回/日にした。（2月21日より開始<sup>5)</sup>）
  - b. 復旧班（免震棟に駐在する保守管理部門）によるパトロールを、2回/日追加実施する。（2月21日より開始<sup>5)</sup>）
  - c. 警備誘導班によるパトロールを強化して実施している。
- (3) 水処理設備廻りの監視カメラの強化
  - a. 監視カメラが設置されていないタンクエリアについては、監視カメラを追加で設置する。（タンク増設に合わせて順次設置工事を実施中）
  - b. タンクエリアに設置されている監視カメラに録画機能を追加する。（2月26日完了）
  - c. タンクエリアの夜間の監視における照明の増強を実施する。（タンク増設に合わせて順次増強工事を実施中）

3：汚染水漏えい防止の観点から汚染水の移送が極めて重要であることについて、本業務に携わる当社・協力企業社員に対して、3月4日から3月20日にかけて、教育並びに手順書の読み合わせを実施。

4：建設中のタンクエリアについては順次実施中

5：弁の施錠管理が完了したことから、(2) a. については8月11日、(2) b. については8月5日に終了。

福島第一原子力発電所  
汚染水貯留設備  
RO濃縮水貯槽（H6エリアC1タンク）からの  
漏えいについて

平成27年 1月

東京電力株式会社

## 目 次

1. 件 名	1
2. 事象発生の日時	1
3. 事象発生 of 発電用原子炉施設	1
4. 事象発生時の状況	1
5. C1タンクからの漏えい拡大防止策（応急対策）	2
6. 状況調査結果	3
7. 本事象における問題点（原因分析結果）	10
8. 対策	11
9. 添付資料	13
【補足】品質・安全監査部による隔離弁開閉に関する聞き取り調査	14

## 1. 件名

福島第一原子力発電所

汚染水貯留設備RO濃縮水貯槽（H6エリアC1タンク）からの漏えいについて

## 2. 事象発生の日時

平成26年 2月20日 0時43分

（福島第一規則第18条第12号に該当すると判断した日時）

## 3. 事象発生の発電用原子炉施設

汚染水処理設備等 貯留設備（タンク等） 中低濃度タンク RO濃縮水貯槽

## 4. 事象発生時の状況

平成26年2月19日23時25分頃、タンクエリアパトロール中の協力企業の作業員が、H6タンクエリアに設置されている淡水化装置の逆浸透膜装置（以下、「RO装置」という。）の廃水（以下、「RO濃縮水」という。）を貯留するタンクのうち、C1タンクの上部より水が垂れていることを確認し、直ちに当社社員に連絡した。

このため、2月20日0時00分頃、連絡を受けた水処理設備の運転管理を担当する当社社員（以下、「運転管理担当者」という。）は、C1タンク付近下部からタンク上部を見上げて状況を確認したところ、C1タンク天板部から水が漏えいしていることを確認した。

また、同日0時10分頃、C1タンクに接続されたRO濃縮水貯槽の隔離弁の開閉状態を確認したところ、直列に並んでいる隔離弁3つのうち、第一隔離弁V-347（以下、「V-347」という。）は「閉」状態、その下流にある第二、及び第三隔離弁の2つについては「開」状態となっていることを確認した。

漏えい発見当時、RO濃縮水をEエリアタンクへ移送していたが、運転管理担当者は、C1タンクのV-347の不具合により、C1タンクへRO濃縮水が流入している疑いがあると考え、同日0時30分頃、「開」状態の2つの隔離弁（第二、及び第三隔離弁）の閉操作を実施した。また、C1タンクの天板部に昇り、タンク点検口を開けてタンク内の水面を確認したところ、水位がタンクの天板部まで達していること、C1タンクから漏えいした水は、H6タンクエリア堰内に落ちる雨水を堰外に排出する目的で設置した雨樋を伝って、堰外にも漏えい（鉛筆1本程度の量）していることを確認した。その後、雨樋の先端をビニール袋で養生したことにより、堰外への漏えいは停止した。

漏えいした水の表面線量測定を行った結果、70 $\mu$ m 線量当量率（ベータ線）が50mSv/h、1cm 線量当量率（ガンマ線）が0.15mSv/hであった。

本事象については、C1タンクに貯留されたRO濃縮水がH6タンクエリアの堰外へ漏えいした事象であったことから、同日0時43分に福島第一規則第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。」に該当すると判断した。

その後、同日1時40分頃、雨樋の先端のビニール養生を確認したところ、漏えい量が減少しつつあることを確認した。

C1タンクについては、同日3時30分頃、C1タンクの連結弁を開けて、C1タンクと連結する他のタンクに水を移送し、C1タンクの水位を低下させた。同日5時40分頃に現場を確認したところ、C1タンク天板部からの漏えい、及び雨樋のビニール養生への流入が停止していることを確認した。また、C1タンクの水位が天板部から47cmの位置まで低

下したことを確認した。

C1タンクから漏えいした水の量は、RO濃縮水供給ポンプの移送量、及びC1タンクの空容量から約110m<sup>3</sup>と評価した。そのうち、H6タンクエリアの堰内への漏えい量は、堰内水の放射能濃度を分析した結果から約10m<sup>3</sup>、H6タンクエリアの堰外への漏えい量は、約100m<sup>3</sup>と評価した。

堰外へ漏えいした範囲は、H6タンクエリア堰近傍（C1タンク南方向沿い）に約3m×40m、電気ケーブルが収納されているU字溝（近傍道路を跨いだU字溝）に約30m×1m、淡水化装置（ボイラ設備）エリアに約36m×37m、淡水化装置（ボイラ設備）エリアの東側の一部及び南側にある側溝（排水路には接続なし）に約55m×0.3mであることを確認した。また、H6タンクエリアの堰近傍には排水路がないことを確認した。

C1タンクの雨樋から堰外へ漏えいした水の放射能濃度を分析した結果、Cs-134が4.2×10<sup>3</sup>Bq/L、Cs-137が7.3×10<sup>3</sup>Bq/L、Co-60が2.9×10<sup>3</sup>Bq/L、Sb-125が4.1×10<sup>4</sup>Bq/L、全ベータが2.4×10<sup>8</sup>Bq/Lであった。なお、1月14日に採取したRO濃縮水のH-3は4.1×10<sup>5</sup>Bq/Lであった。

（添付資料-1、2、3、4、11、12）

## 5. C1タンクからの漏えい拡大防止策（応急対策）

### （1）漏えいした水の回収

漏えいした水を出来る限り回収するとともに漏えい拡大を防止するため、吸引車により、堰外については2月20日に6回（1回約6m<sup>3</sup>）の回収作業を行い約36m<sup>3</sup>、2月21日に1回の回収作業を行い約6m<sup>3</sup>、合計で約42m<sup>3</sup>を回収した。また、堰内については堰内雨水と合わせて、2月21日～3月5日にかけて約10m<sup>3</sup>を全量回収した。

### （2）H6タンクエリアの区画

2月21日に、H6タンクエリアの漏えいした範囲の地表面について、放射線測定を行った結果、地表面から約3cmの位置で、70μm線量当量率（ベータ線）が約900mSv/h（H6タンクエリアの1cm線量当量率（ガンマ線）は0.1mSv/h）の場所を確認したことから、注意喚起のためロープによる区画を行った。

（添付資料-5）

### （3）漏えいした範囲の線量低減対策

漏えいした水の影響で汚染されたエリア（淡水化装置（ボイラ設備）エリア）の線量を低減するため、2月21日～2月24日にかけて、ベータ線の遮へいを目的として線量低減シート（ゴムマット）を敷設するとともに、3月10日～3月19日にかけて、汚染拡散防止を目的に、線量低減シートの上から塗装によるフェーシングを実施した。

（添付資料-6）

### （4）漏えいした範囲の汚染された土壌の掘削・回収

- a. 漏えいにより汚染された土壌を出来る限り回収するため、重機により、2月22日～2月23日にかけて合計約100m<sup>3</sup>、その後、7月までに累計で767m<sup>3</sup>を掘削・回収した。

また、2月23日までに回収した土壌については、H5南側近傍のエリアにブルーシー

トを敷いて仮置きし、土壌表面についてもブルーシートで養生した。  
その後、7月までに回収した全土壌については、土嚢袋に入れて、廃スラッジ一次保管施設東側及びH1 東タンクエリア東側付近に設置したノッチタンク（鋼製）内に収納し保管している。

（添付資料－7）

- b. 土壌回収後の掘削範囲については、底面の土壌をエリア毎に数カ所採取し、低線量エリアにて測定を行い、0.01mSv/h（70 $\mu$ m 線量当量率（ベータ線））を下回ることを確認した。

（添付資料－8）

- c. 土壌回収後の空間線量率（地上 1m）は、配管等機器の表面に残った汚染等の影響により、ベータ線が測定されている箇所もあったが、空間線量率を低減するため、汚染箇所の洗浄を実施するとともに、洗浄で線量率が下がらない箇所についてはフェーシングを行った。

（添付資料－9）

#### （5）ウェルポイントの設置及び状況について

C1タンクからの漏えい発生に伴い、地下水への汚染状況を観測するため、地下水観測孔を設置している。また、観測孔の H-3 濃度・全ベータ放射能濃度が高濃度であった場合に、周辺地下水への影響を抑制するため、C1タンクに近い G-1 観測孔の周囲に地下水汲み上げ用のウェルポイントを設置した（3月31日に1箇所設置）。

しかしながら、実際に採取した G-1 観測孔の H-3 濃度・全ベータ放射能濃度にはほとんど上昇は見られなかったことから、ウェルポイントからの汲み上げは行っていない。なお、G-2・G-3 観測孔では、H-3 濃度を中心に若干の濃度上昇が見られたが、H-3 濃度で数千 Bq/L、全ベータ放射能濃度で 100Bq/L 前後にとどまっていることから、ウェルポイントは設置していない。

（添付資料－10、13）

#### （6）H6タンクエリアの堰内水を移送する排水ポンプの使用禁止

H6タンクエリアの堰内は、C1タンクからの漏えいにより汚染しているため、堰内に溜まった雨水による汚染拡大防止の観点から、H6タンクエリアの堰内の除染が完了するまで、安全処置として堰内水の排水ポンプの操作スイッチにポンプ操作禁止札を取り付けるとともに、電源供給を停止した。

### 6. 状況調査結果

C1タンクからの漏えい状況、漏えい発生時におけるRO濃縮水の移送の状況、及びタンク隔離弁の状態について調査を実施した。

#### （1）C1タンクからの漏えいに関する状況調査

- a. C1タンク上部から水が垂れていることを発見した後の2月20日0時30分頃、運転管理担当者はC1タンク天板部の点検口を開けてタンク内の水面を確認したところ、水位はタンク天板部まで達していた。

なお、点検口はタンク内の水位が確認できるように容易に開閉できる（密閉状態にない）状態であった。

- b. タンク天板部と側板とのフランジ部（全周）は、平成25年10月2日に発生したB南エリアタンクの天板部からの漏えい事象の対策として、シール性向上のため、タンク天板部と側板とのフランジ部（全周）及びボルト締め箇所にコーキング処理を行っており隙間がない状態であった。
- c. C1タンクの天板部には、堰内に溜まる雨水を抑制するため、天板部の周囲に雨樋が設置されていた。このため、天板部に降った雨水は雨樋から排水管を通して、堰外に排出されるようになっていた。
- d. 以上の通り、タンク天板部からの漏えいについては、天板部に昇って直接漏えい箇所は確認していないものの、タンク天板部の点検口は密閉状態にないこと、またタンク天板部と側板とのフランジ部はコーキング処理がされていた状況から、タンク天板部の点検口から漏えいしたものと推定した。  
なお、点検口から漏えいした水は、以下の経路でH6タンクエリア及びC1タンク周辺に広がったと推定した。

- ①点検口から漏えいした水の大部分は、天板部の周囲に取り付けられた雨樋に流れ込み、雨樋を通じて、排水管からH6タンクエリアの堰外に漏えいした。
- ②点検口から漏えいした水の一部は、タンク側板の壁面を伝って、H6タンクエリアの堰内に漏えいした。

（添付資料ー11）

## （2）漏えい発生時におけるRO濃縮水移送に関する状況調査

- a. RO濃縮水の移送及び監視状況について
  - ①C1タンク天板部からの漏えい発生前の2月17日11時27分より、EエリアタンクへのRO濃縮水の移送が開始された（移送開始時水位25.5%）。  
RO濃縮水の移送は、RO装置のRO濃縮水受タンクの水位を検知し、RO濃縮水供給ポンプ（以下、「供給ポンプ」という。）の自動による間欠運転（起動・停止を繰り返す）で行われていた。
  - ②移送開始後、水処理設備の監視業務を委託されている協力企業（以下、「A社」という。）の水処理設備運転員（以下「委託運転員」<sup>\*1</sup>という。）は、水処理設備制御室（以下、「CCR」という。）の水位監視画面にてEエリアタンクの水位上昇を確認した。その後は、Eエリアタンクへの移送ラインが構成された状態で供給ポンプは起動・停止を繰り返していたが、供給ポンプの起動の都度、意識して水位の上昇を確認はしていなかった。
  - ③当社の水処理設備の運転管理部門はA社に対して、CCRでの毎時のデータ採取・監視方法を明確にしていなかった。このため、A社においては、毎時のタンク水位等のデー

夕採取を自主的に行っていた。

④A社の委託運転員による監視は、水位監視画面に供給ポンプ流量とEエリアタンク水位を同時に表示して毎時のデータ採取を行っていた。なお、Eエリアタンクの水位レンジ設定は、0%–100%となっていた。

⑤RO濃縮水の移送は、2月19日の日中の時間帯においても継続して行われていた。同日1直帯<sup>※1</sup>の委託運転員は、毎時のデータ採取にてタンク水位の監視を行っていたが、タンク水位の状況に異常があるとの認識には至らなかった。また、2直帯<sup>※1</sup>の委託運転員は、1直からの引継ぎを受けた後、日中時間帯のタンク水位の状況を確認し、移送先であるEエリアタンクの水位に変化がないこと、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、C1タンクからの漏えい発生の連絡を受けた。

※1：委託運転員の監視体制は、CCRにおいて、3名1班で構成し、2月19日及び20日においては、1直帯（CCR勤務時間：2月19日8時00分頃～22時00分頃）、及び2直帯（CCR勤務時間：2月19日19時30分頃～2月20日9時30分頃）の2交替制となっていた。

b. C1タンクにおける「液位高高」警報発生及びその対応について

EエリアタンクへのRO濃縮水の移送を行っていた2月19日の日中の時間帯において、C1タンクの水位が高いことを示す「液位高高」警報が発生していたことから、漏えいとの関係について調査した。

①委託運転員は、2月19日14時01分、CCRにてC1タンクの「液位高高（警報設定値：98.9%）」の警報が発生したことを確認した。その後、同日14時05分、C1タンクの「液位高高」の警報が発生したことを免震重要棟にいた運転管理担当者に連絡した。

②運転管理担当者は、免震重要棟にいたタンクパトロールを担当する当社社員（以下、「タンクパトロール担当者」という。）Aに連絡し、C1タンクの関連作業（移送、点検等の実施や計器関連の作業）の有無について確認を依頼した。連絡を受けたタンクパトロール担当者Aは、C1タンクについて関連作業が行われていないことを確認し、運転管理担当者に連絡した。その後、免震重要棟にいたタンクパトロール担当者Bが、C1タンク周りの点検を行うため現場に向かった。

③15時00分頃、CCRの委託運転員は、警報発生後のC1タンクの水位トレンドが、約98%前後から約50%弱まで低下したことを確認したため、再度、運転管理担当者に連絡した。運転管理担当者は、タンクパトロール担当者Aと共に、1F免震棟内の遠隔監視室にてC1タンクの水位トレンドが変動していることを確認した。

④同日15時00分頃、タンクパトロール担当者Bは、C1タンク周りの点検を行い、漏えい等の異常がないことを確認した後、タンクパトロール担当者Aに連絡した。

⑤同日15時30分頃、タンクパトロール担当者Aは、C1タンクの関連作業が行われ

ていないこと、また、警報発生後、C1タンクの水位トレンドが変動・低下等の挙動を示していること、及びC1タンク周りに漏えい等の異常がないことを、タンクパトロール管理担当部門の特別管理職に報告した。

⑥タンクパトロール管理担当部門の特別管理職は、警報発生後、C1タンクの水位が変動・低下等の挙動を示したことから、その挙動に着目した。  
C1タンクの水位は、約98%前後から約50%弱まで低下したことから、水位計指示が正常であれば、何らかの不具合によりC1タンクから漏えい等が発生したことが疑われる挙動であった。

⑦しかし、タンクパトロール担当者からの報告では、C1タンク周りを点検し漏えい等の異常がないことから、警報発生以降の一連の状況を包括的に勘案し、C1タンクの水位計指示の挙動は、実水位の変動ではなく水位計の故障と判断した。このことから「液位高高」の警報は、水位計の故障による誤発報と判断し、計器を所管する部門に点検を指示した。

⑧タンクパトロール担当者Bは、C1タンク周りを点検した際、C1タンク天板部からタンクの実水位を確認することは行わなかった。なお、移送先ではないタンクにおける「液位高高」警報発生時の対応手順（供給ポンプ停止、実水位の確認など）は定められていなかった。

c. C1タンク水位計の状況について

水位計については、漏えい発生後に点検を実施したが、故障等の異常は確認されなかった。C1タンクの水位が変動・低下等の挙動を示した原因は、C1タンクの水位が上昇したことにより、水位検出器が水没したため、正しい値を示さなくなったものと判断した。

d. Eエリアタンクへの移送中におけるタンク水位の状況について

EエリアタンクとC1タンクの水位、及び供給ポンプ流量のトレンドデータから、水位変化の状況について調査を行った。

①2月17日にEエリアタンクへ移送開始以降、2月19日の9時00分～10時32分の供給ポンプ運転中は、Eエリアタンク水位は上昇しており、C1タンク水位の変動は認められなかった。

②同日13時43分～14時59分、同日17時44分～19時16分、及び同日21時50分～23時00分においては、供給ポンプが運転しているものの、Eエリアタンク水位の上昇は認められず、C1タンク水位に変動が認められた。

以上の調査結果から、2月19日のRO濃縮水移送において、13時43分～23時00分の時間帯では、Eエリアタンクの水位に上昇は認められず、C1タンクの水位に変動が認められたことから、同時時間帯の移送中は、RO濃縮水がC1タンクに流入していたと推定した。

## (3) RO濃縮水貯槽の隔離弁に関する状況調査

これまでの状況調査結果で、漏えい発生当時は、EエリアタンクへRO濃縮水を移送していたにもかかわらず、移送先ではないC1タンクの水位トレンドに変動が見られるとともに、「液位高高」の警報が発生したことから、Eエリアタンク及びC1タンクの隔離弁の開閉状態について調査した。

## a. Eエリアタンク及びC1タンク隔離弁の開閉状態について

①RO濃縮水をタンクへ移送する配管は、供給ポンプ出口からEエリアタンクへ移送する配管とH6タンクエリア（C1タンク含む）へ移送する配管、及びその他のタンクへ移送する配管に分岐する構成となっている。また、それぞれの移送配管にはRO濃縮水の隔離弁が設置されており、Eエリアタンクには隔離弁V-346（以下、「V-346」という。）、H6タンクエリアにはV-347が設置されている。なお、隔離弁の開閉操作は、運転管理担当者により行われていた。

②RO濃縮水をC1タンクに移送する際は、V-346及びその他のタンクの隔離弁を「閉」状態、V-347及びその下流側にある第二隔離弁V-399（以下、「V-399」という。）、第三隔離弁V-401C（以下、「V-401C」という。）を「開」状態にして移送を行う。

③C1タンクは平成24年5月3日～同年5月11日の期間で95.3%、また、平成25年4月17日に97.1%までRO濃縮水を受け入れており、その後、V-347を「閉」操作した。

RO濃縮水を受け入れた平成25年4月17日以降、C1タンクにおいてRO濃縮水の受け入れは行われておらず、V-347は「閉」状態にあった。

④平成26年2月17日11時27分、EエリアタンクへRO濃縮水を移送するため、V-347が「閉」状態にあることを確認後、V-346を「開」操作した。

⑤2月19日の10時00分頃～11時00分頃にかけて、水処理設備の運転管理の改善の一環として、協力企業（以下、「B社」という。）によりタンク移送ライン等の隔離弁（V-346、V-347、V-399、V-401C他）に対して弁銘板取付作業が行われた。その作業の際に施工記録としてB社が撮影した写真を確認したところ、弁の開閉状態は、C1タンクに移送するライン構成となっていた。

弁の開閉状態

弁名称	弁の用途	開閉状態	撮影時刻
V-346	Eエリア移送元弁	「閉」	10時55分
V-347	H6・H6北エリア移送元弁	「開」	10時57分
V-399	H6北エリア移送元弁	「開」	10時45分
V-401C	H6北エリアCグループ元弁	「開」	10時44分

- ⑥また、C1タンクからの漏えい発生を確認（2月20日0時00分頃）後の0時10分頃に運転管理担当者が隔離弁の状態を確認したところ、弁の開閉状態は、Eエリアタンクに移送するライン構成となっていた。その際、現場の弁を確認した記録として、弁の開閉状態の写真を撮影している。

弁の開閉状態

弁名称	弁の用途	開閉状態	撮影時刻
V-346	Eエリア移送元弁	「開」	0時30分
V-347	H6・H6北エリア移送元弁	「閉」	0時29分
V-399	H6北エリア移送元弁	「開」	0時27分
V-401C	H6北エリアCグループ元弁	「開」	0時26分

- ⑦弁銘板取付作業は、汚染水処理設備の運転中に実施することが多いため、B社の「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。弁銘板取付作業時の状況を調査した結果、取付作業は3名/班×2班で実施しており、作業員からは弁を操作せずに銘板を取り付けたという証言を得ている。  
また、弁銘板取付作業を含め、その他の現場作業においても隔離弁を操作した事実は確認できなかった。

（添付資料－12）

- b. V-399及びV-401Cの開閉状態について  
C1タンクにおいて、最後にRO濃縮水を受け入れた平成25年4月17日に、V-347を「閉」状態にしていることから、同年4月17日におけるA社の引継日誌を確認した。連結弁（V-399・V-401C）については、「開」状態を継続している旨の記載があったことから、平成25年4月17日以降漏えいが発生した平成26年2月20日まで「開」状態であったと推定した。
- c. Eエリアタンク及びC1タンク隔離弁の開閉状態まとめ  
これまでに調査したEエリアタンクの水位状況、及び隔離弁の状況を踏まえて、RO濃縮水の移送中における隔離弁の開閉状態の推移について、以下の通り整理した。
- ①2月19日9時00分～10時32分の供給ポンプの運転時は、Eエリアタンク水位が上昇し、C1タンク水位に変動はなかったことから、10時32分まではV-346は「開」、V-347は「閉」の状態であった。
- ②B社による写真撮影時刻である、同日10時55分及び10時57分頃～23時00分にかけての供給ポンプの運転時は、Eエリアタンク水位に上昇はなく、C1タンク水位が変動していたことから、V-346は「閉」、V-347は「開」の状態であった。また、2月20日0時10分頃、運転管理担当者がC1タンク周りの弁開閉状態を確認したところ、V-346は「開」、V-347は「閉」の状態であった。
- ③a. 及びb. の状況から、2月19日10時32分～10時57分の間に、V-346は「開」から「閉」、V-347は「閉」から「開」状態、また、同日23時00分

～2月20日0時10分頃の間に、V-346は「閉」から「開」、V-347は「開」から「閉」状態に切り替わったと推定した。

なお、漏えい発見当時、V-347は「閉」の状態であったため、弁の不具合（シートパス等）が疑われたが、その後V-347の分解点検を実施し異常は確認されなかった。このことから、C1タンクからの漏えいは、弁の不具合が原因ではないことが分かった。（添付資料-12）

#### （4）隔離弁開閉に関する聞き取り調査

隔離弁V-346及びV-347の開閉状態が切り替わったことを踏まえ、弁開閉操作の事実関係を明らかにすることを目的に、2月21日～3月14日にかけて関係者に対し聞き取り調査を行うとともに、漏えいに関する情報を収集するため相談窓口を開設したが、弁操作との関わりを示す証言は得られていない。

（【補足】）

#### （5）環境への影響調査結果

本事象において、C1タンクから漏えいしたRO濃縮水約110m<sup>3</sup>のうち、約100m<sup>3</sup>がH6タンクエリアの堰外に漏えいしたことから、RO濃縮水による地下水、排水路、海洋への影響について調査した結果を以下に示す。

##### a. 地下水への影響調査結果

地下水の汚染状況を観測するため、3月17日～3月28日にかけて地下水観測孔を3箇所設置（G-1, 2, 3）し、地下水の採取・分析を開始した。

- ①G-1観測孔は、C1タンクに近い位置にあるが、H6タンクエリア周辺の汚染土壌回収が早かったことから、H-3濃度・全ベータ放射能濃度が共に約100～200Bq/Lであり低濃度で推移した。また、6月18日に480Bq/Lと一時的に上昇が見られたが、その後すぐに約200Bq/L前後まで低下し、その後も特に上昇は見られていない。
- ②G-2観測孔では、観測開始当初はH-3濃度が数千Bq/Lと高めであり、全ベータ放射能濃度も100Bq/L前後で検出されていた。その後、全ベータ放射能濃度は数十Bq/Lに低下し、H-3濃度も変動しながら、現在は数百Bq/Lで検出されている。
- ③G-3観測孔では、H-3濃度が5月頃に2000Bq/Lを超えるまで上昇したが、その後は低下し、数百Bq/Lで推移している。全ベータ放射能濃度は、当初より低濃度で推移している。

（添付資料-13）

上記の通り、本事象による影響を調査するために設置した地下水観測孔においては、H4北エリアタンクからの漏えい事象の調査のため設置した、地下水観測孔におけるH-3濃度や全ベータ放射能濃度と比較すると、低濃度である。

これらの観測結果から、漏えいした水の一部が地中に染み込み、地下水まで到達したものと考えられるが、漏えい水・漏えい水により汚染された土壌の回収によりその量はわずかにとどまっており、地下水への影響は非常に小さいものと考えられる。ただし、現在も

特に G-2・G-3 では H-3 濃度が数百 Bq/L 程度の濃度で検出されていることから、引き続き地下水の汚染状況の観測を継続する。

b. 排水路・海洋への影響調査結果

H6タンクエリアの堰外近傍には排水路がないこと、また、淡水化装置（ボイラ設備）エリアの東側の一部及び南側にある側溝に、漏えいした水が溜まっていることを確認したが、側溝の近くに排水路はなく、その他の側溝や排水路に接続されていないことから、排水路・海洋への流出はないものと判断した。

（添付資料－2）

7. 本事象における問題点（原因分析結果）

6. の状況調査結果から、本事象における問題点を抽出し、それに対する原因を調査した。

（1）RO濃縮水移送時の監視に関する問題点

a. 問題点

1直帯の委託運転員は、EエリアタンクへRO濃縮水を移送しているにもかかわらず、Eエリアタンクの水位に異常があるとの認識に至らなかった。

b. 背後要因

当社の水処理設備の運転管理部門は、A社に対してCCRでの具体的な毎時のデータ採取・監視方法を明確にしていなかったため、委託運転員による監視方法に個人差が生じるような状況となっていた。

このため、水位監視に必要な供給ポンプの間欠運転によりタンク水位が連動（上昇）することの確認、タンク水位の上昇に応じた適切なレンジ設定<sup>※2</sup>が行われなかった結果となり、Eエリアタンク水位の異常な兆候を認識しにくい状況となっていた。

※2：水位トレンドのレンジ設定は0～100%であり、水位の上昇を明確に認識できる小さいレンジ設定ではなかった。供給ポンプの間欠運転1回分のタンク水位上昇は約1%弱程度。

（2）「液位高高」警報発生時の対応に関する問題点

a. 問題点

タンクパトロール管理担当部門の特別管理職は、C1タンクの「液位高高」警報が発生したにもかかわらず、実水位の変動ではなく、水位計の故障と判断し、供給ポンプの停止を指示しなかった。

b. 背後要因

①当社は、移送先ではない受払タンクにおける「液位高高」警報発生時の対応手順（供給ポンプの停止・実水位の確認等）を定めていなかった。

②移送先となっていないタンク群の受払タンクで「液位高高」警報が発生した場合に、供給ポンプを停止するインターロックがなかった。

### (3) 弁開閉管理に関する問題点

#### a. 問題点

隔離弁V-346及びV-347が特定の時間において、弁の開閉状態が切り替わっていた。

#### b. 背後要因

①弁が容易に開閉操作可能な環境であった。

- ・弁が容易に開閉操作ができないよう施錠等は行っていなかった。
- ・タンクエリアは誰でも容易に立入可能な環境であった。

②RO濃縮水の移送ラインの隔離弁は、Eエリアタンクへの移送開始時にライン構成のため弁操作を実施後、移送中の開閉状態について確認は行っていなかった。また、隔離弁の現在の開閉状態について適切な把握・管理がされていなかった。

## 8. 対策

本事象における問題点を踏まえて、以下の再発防止対策を実施する。

### (1) RO濃縮水移送時の監視に関する対策

- CCRの委託運転員による監視において、RO濃縮水移送時は、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し、異常の兆候があれば所管箇所に連絡する。また水位トレンド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、水漏れの有無の確認を実施する。（2月24日より開始<sup>※3</sup>）
- CCRの委託運転員以外に、免震重要棟の当直（当社運転員）がタンク水位監視を行い、ダブルチェック機能を働かせる。（2月21日より開始）
- 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、CCR及び免震重要棟の双方で、移送先と分岐エリアの2つの水位監視画面を隣接させる改造を実施する。（6月2日完了）

（添付資料-14）

### (2) 「液位高高」警報発生時の対応に関する対策

- 受け入れ中のタンクだけではなく、受け入れ中ではないタンクにおいて水位高高（旧名称は液位高高）警報や水位中間高警報が発生した場合でも、速やかに供給ポンプを停止し、現場にて漏えいの有無、弁の開閉状態、およびタンクの実水位について確認を実施する。（2月24日より開始<sup>※3</sup>）
- 従来は、受払タンクに水位高高警報しかなかったが、さらに溢水に対する監視機能を強化するため、水位高警報、水位中間高警報を機能として追加した。また従来は溢水に対する監視機能のなかった連結タンクに対しても、水位高高警報の機能を追加した。（3月27日完了<sup>※4</sup>）
- 従来は、受け入れ中の受払タンクにおいて水位高警報が発生した場合のみ供給ポンプをインターロックにより自動停止することにしていたが、受け入れ中ではない受払タンクにおいて水位高高警報が発生した場合でも、供給ポンプを自動停止とするインターロック機能を追加した。（3月27日完了<sup>※4</sup>）

(3) 弁開閉管理に関する対策

a. 弁開閉管理の強化

- ①容易に開操作ができないよう弁に施錠すると共に、施錠した弁の鍵の扱いは操作に関わる者（当社水処理設備部門の運転管理部門及び委託運転員）に限定し管理する。（7月完了<sup>※4</sup>）
- ②RO濃縮水をタンクへ移送しているラインの隔離弁の開閉状態について、毎日パトロールで確認を実施する。（3月2日より開始）
- ③RO濃縮水移送操作等により隔離弁の開閉状態に変更があった場合は、その都度弁開閉状態を記録し、弁状態管理リストを最新の状態にして管理する。（6月1日より開始）

b. パトロールの強化

- ①当直（当社運転員）による夜間のパトロールを1回/日から2回/日にした。（2月21日より開始<sup>※5</sup>）
- ②復旧班（免震棟に駐在する保守管理部門）によるパトロールを、2回/日追加実施する。（2月21日より開始<sup>※5</sup>）
- ③警備誘導班によるパトロールを強化して実施している。

c. 水処理設備廻りの監視カメラの強化

- ①監視カメラが設置されていないタンクエリアについては、監視カメラを追加で設置する。（タンク増設に合わせて順次設置工事を実施中）
- ②タンクエリアに設置されている監視カメラに録画機能を追加する。（2月26日完了）
- ③タンクエリアの夜間の監視における照明の増強を実施する。（タンク増設に合わせて順次増強工事を実施中）

※3： 汚染水漏えい防止の観点から汚染水の移送が極めて重要であることについて、本業務に携わる当社・協力企業社員に対して、3月4日から3月20日にかけて、教育並びに手順書の読み合わせを実施。

※4： 建設中のタンクエリアについては順次実施中

※5： 弁の施錠管理が完了したことから、(3) b. ①については8月11日、(3) b. ②については8月5日に終了。

## 9. 添付資料

- 添付資料－1 時系列
- 添付資料－2 漏えい発生場所
- 添付資料－3 漏えい量評価
- 添付資料－4 漏えい水の放射能分析結果
- 添付資料－5 H6タンクエリアの区画状況
- 添付資料－6 淡水化装置（ボイラ設備）エリア放射線測定結果
- 添付資料－7 汚染土壌回収状況
- 添付資料－8 土壌掘削範囲における底面土壌の放射線測定結果
- 添付資料－9 汚染土壌回収前後の周辺の放射線測定結果
- 添付資料－10 ウェルポイント設置図
- 添付資料－11 漏えい水の流出経路
- 添付資料－12 タンク水位・弁開閉状態に関する状況調査結果
- 添付資料－13 C1タンクからの漏えいに伴う観測孔追加設置（3箇所）及び観測結果
- 添付資料－14 対策

## 【補足】

### 品質・安全監査部による隔離弁開閉に関する聞き取り調査

C1タンクのV-347については、意図せずに特定の時間「開」状態となっていたことを踏まえ、弁開閉操作の事実関係を明らかにすることを目的に、関係者に対して聞き取り調査を行った。

#### (1) 調査体制

当社業務品質管理を担う品質・安全監査部が責任箇所となり、責任者を原子力品質・安全監査担当とする調査体制を敷き、調査を、実施した。

- a. 一次調査は、発電所技術・品質安全部員6名、本店品質・安全監査部員7名の13名体制で実施。
- b. 追加調査についても同様に、発電所技術・品質安全部員2名、本店品質・安全監査部員8名の10名体制で実施するとともに、専門家にも相談した。

#### (2) 調査内容

##### a. 一次調査

###### ①聞き取り調査対象

事象発生当日の警報付電子式線量計（APD）入力データに基づき、当該弁が操作された時間帯（午前中及び夜間）に入域し、タンクに関連した可能性のある作業に従事した者を選定した。

###### ②主な聞き取り調査内容

作業時間帯、担当エリア、班メンバー、通常と異なる指示の有無、作業時にいた他の作業員の有無、当日の行動（現場作業以外を含む）等の聞き取り調査を実施した。

##### b. 追加調査

###### ①聞き取り調査対象

一次調査の結果から、より詳細な聞き取りを行う必要があると判断した者、関連確認として追加的な情報入手が必要と判断した者を選定した。

###### ②主な聞き取り調査内容

弁操作時間帯の詳しい行動・移動ルート、弁操作時間帯の同行者との位置関係や会話内容等の聞き取り調査を実施した。

#### (3) 調査方法・調査時期

##### a. 調査方法

###### ①関係者への聞き取り調査

一次調査については、関係者への聞き取りを対面（面談形式）あるいは電話にて実施した。なお、追加調査が必要な場合には、対面（面談形式）で聞き取りを実施した。

###### ②監視カメラの映像確認

H6タンクエリア付近を撮影した映像は残っていないものの、発電所構内の他の場所に設置している録画機能を有している監視カメラについて、弁操作が行われた時間帯の映

像を確認した。

(4) 調査結果

2月21日～3月14日にかけて、124名（社員：16名、協力会社：108名）を対象に、延べ169回、約72時間の聞き取り調査を実施した。

2月19日の午前中及び夜間における弁操作時間帯に、弁操作との関わりを示す証言は得られておらず、また、監視カメラの映像からも、原因究明に資する情報は得られていない。

(5) 相談窓口の開設

平成26年4月1日、C1タンクからの汚染水漏えいに関して広く情報を収集するため、当社の品質・安全監査部により「相談窓口」を開設した。

開設した情報については、福島第一イントラネットの「福島第一所内・企業共通掲示板」に掲示するとともに、入退域管理棟に相談窓口を設置した旨のポスター紙を掲示した。

（4月1日に実施）。また、福島第一イントラネット内の「fuku1 企業ネット」に相談窓口開設の情報を掲示（5月19日に実施）したが、相談窓口開設以降、漏えいに関する情報は得られていない。

以上

時系列

【平成26年2月17日】

- 11:27～ EエリアへのRO濃縮水の移送を開始  
 移送ライン構成：V-346「開」、V-347「閉」、V-399「開」、V-401C「開」

【平成26年2月19日】

- 10:00頃～11:00頃  
 B社がC1タンク移送ライン等の弁（V-346、V-347、V-399、V-401C他）へ弁銘板取付作業を実施。  
 B社の施工記録（写真撮影による弁開閉状態の確認）  
V-346「閉」、V-347「開」、V-399「開」、V-401C「開」
- 14:01 C1タンク「液位高高」警報発生（設定値：98.9%）。  
 14:05 A社委託運転員が運転管理担当者に、「液位高高」警報発生を連絡。運転管理担当者は、タンクパトロール担当者Aに確認し、C1タンクの関連作業がないことを確認。タンクパトロール担当者Bは、C1タンク周りの点検を行うため現場に向かう。
- 15:00頃 CCRの委託運転員が、C1タンクの水位が約98%前後から約50%前後まで低下し変動していることを確認。再度、運転管理担当者に連絡。運転管理担当者はタンクパトロール担当者Aと共に、免震重要棟内の遠隔監視室にてC1タンクの水位トレンドが変動していることを確認。
- 15:00頃 タンクパトロール担当者Bが、C1タンク廻りを点検し、漏えい等の異常がないことを確認。
- 15:30頃 タンクパトロール担当者Aは、C1タンクの水位トレンド、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、当社タンクパトロール管理担当部門の特別管理職に報告。特別管理職は、水位計の故障と判断し、計器を所管する部門に点検を指示。
- 16:00頃 協力企業作業員によるタンクパトロールを実施し、C1タンクに漏えい等の異常がないことを確認。
- 23:25頃 協力企業作業員によるタンクエリアパトロールにおいて、C1タンク天板部より水が垂れていることを発見。

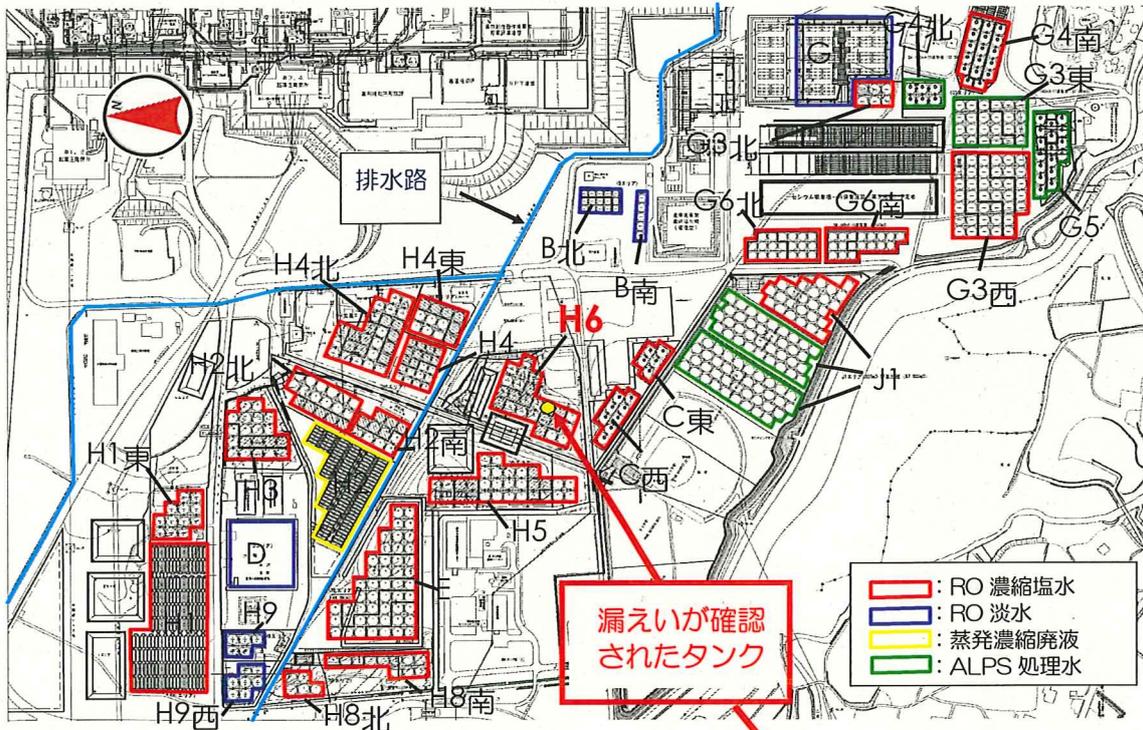
【平成26年2月20日】

- 0:00頃 運転管理担当者が現場に到着。C1タンク天板部からの漏えいを確認し、移送ライン構成の調査を開始。
- 0:10頃 運転管理担当者は、V-346「開」、V-347「閉」、V-399「開」、V-401C「開」を確認。

- 0:30頃 運転管理担当者は、V-347の不具合を疑い、V401C及びV399の「閉」操作を実施。その後、運転管理担当者は、タンク天板部に昇りタンク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、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（漏えい発見時の確認結果）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。

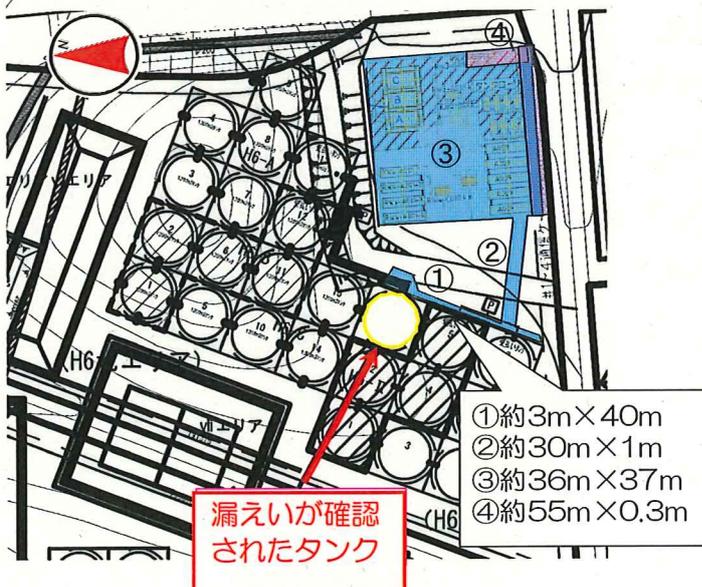
漏えい発生場所

【タンクエリア配置図（平成26年2月20日漏えい発生時）】



【H6 タンクエリア周辺の漏えい状況】

- 堰の外へ流れた漏えい水 (100m<sup>3</sup>)
- 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（ボイラ設備）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)

## 漏えい量評価

2月19日はEエリアタンクへRO濃縮水を移送していたにもかかわらず、同日13時43分～23時00分の間、Eエリアタンクの水位に上昇はなかった。これに対して、移送先ではないC1タンクの水位に変動が認められたことから、何らかの原因で弁の開閉状態が切り替わり、RO濃縮水がC1タンクに流入したと考えられる。

よって、C1タンクへの流入量・RO濃縮水供給ポンプの流量と運転時間から、以下のように評価した。

## (1) H6タンクエリアC1タンク群への移送量

RO濃縮水供給ポンプの流量と運転時間から、 $176\text{m}^3$

①ポンプ運転時間(13:43～14:59)→1:16(約 $56\text{m}^3$ 移送) ※1

②ポンプ運転時間(17:44～19:16)→1:32(約 $68\text{m}^3$ 移送)

③ポンプ運転時間(21:50～23:00)→1:10(約 $52\text{m}^3$ 移送)

(合計運転時間) = 3:58 (約4時間)

→ (C1タンクへの供給量) =  $44\text{m}^3/\text{h}$  (ポンプ流量) × 4h (ポンプ運転時間)  
=  $176\text{m}^3$

(2) H6タンクエリアC1タンク群は連結弁を閉にしていたため、C1タンクのみ受け入れ可能な状態であった。

(3) 当時のC1タンクの天板までの容量： $65\text{m}^3$  ※1

タンク水位(97.9%)：天板までの距離＝約 $573\text{mm}$  ※2

タンクの直径(約 $12\text{m}$ )より約 $65\text{m}^3$

(4) C1タンク天板からの溢水量： $176-65=111\text{m}^3$

(5) 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、 $9\text{m}^3$

当該堰内水位は $29\text{cm}$ であり、保有水量は約 $577\text{m}^3$

【計算例】(全βの例)  $577 \times 3.0\text{E}+06 / 2.3\text{E}+08 = 7.53$

注：漏えい前の堰内の放射エネルギーは無視

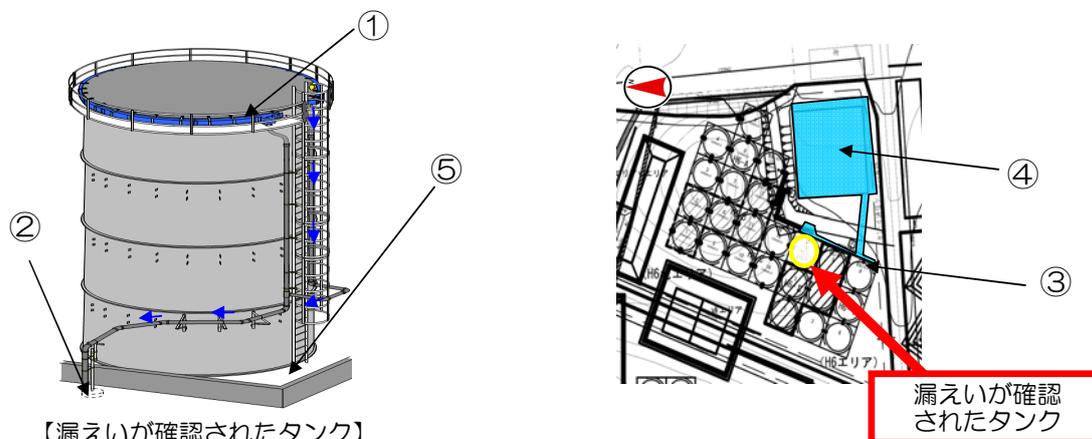
上記を各核種について計算し、平均すると約 $9\text{m}^3$

(6) 堰外へ流出したと推定される水量： $102\text{m}^3$

※1 13:43～14:59の移送の前には、天板まで $65\text{m}^3$ 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 $370\text{mm}$ と設定している。

### 漏えい水の放射能分析結果



【漏えいが確認されたタンク】

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 淡水化装置 (ボイラ設備) エリア	H6エリア 堰内水	【参考1】 RO濃縮水	【参考2】 RO濃縮水 (C1タンク群受入 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) C1 タンク群受入期間：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

【H6エリア堰外漏えい水(直近部)の表面線量】

70μm線量当量率 (ベータ線)

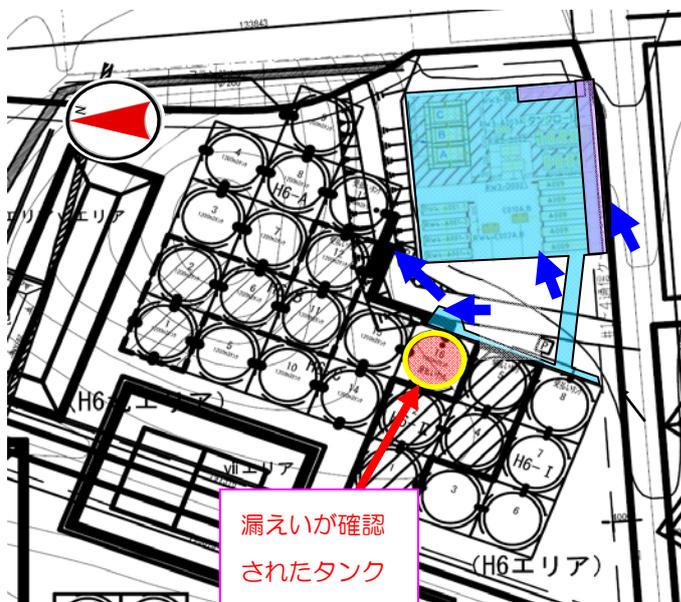
: 50mSv/h

1cm線量当量率 (ガンマ線)

: 0.15mSv/h

## H6タンクエリアの区画状況

H6エリアのRO濃縮水漏えいした範囲の地表面にて高さ約3cmの位置で、70  $\mu$ m線量当量率（ベータ線）が約900mSv/h（H6タンクエリアの1cm線量当量率（ガンマ線）は0.1mSv/h）の場所を確認したことから、注意喚起のためロープによる区画を行った。



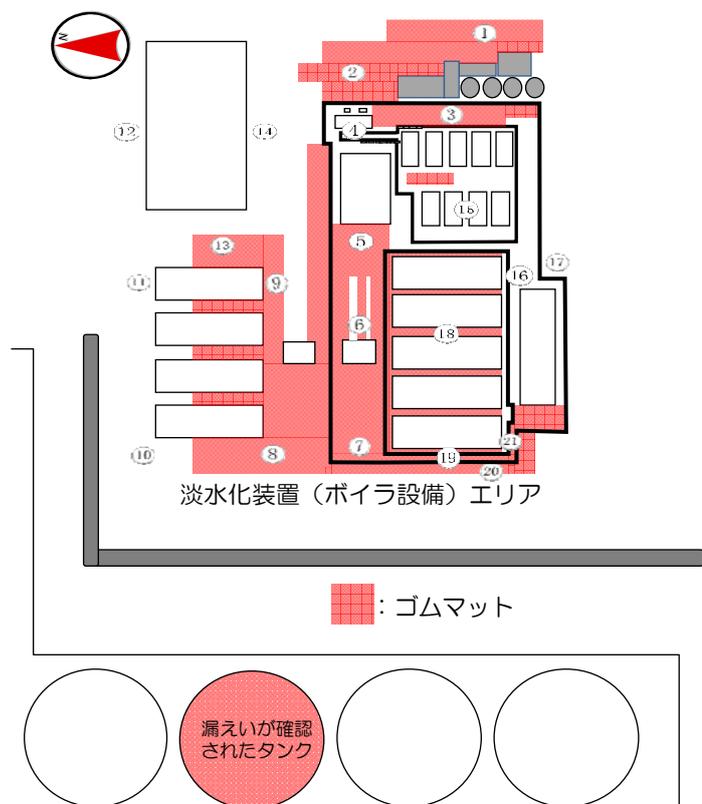
漏えいが確認  
されたタンク

：ロープによる区画

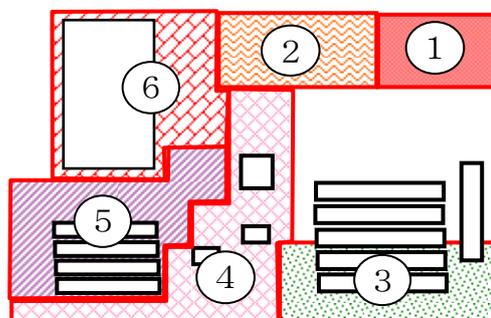
←：撮影方向



## 淡水化装置（ボイラ設備）エリア放射線測定結果



淡水化装置（ボイラ設備）エリア内  
フェーシング処理実績



日付	塗布面積 m <sup>2</sup>
①② 3月10～11日	200 m <sup>2</sup>
3月12日	補修塗布
③ 3月15日	120 m <sup>2</sup>
④ 3月17日	230 m <sup>2</sup>
⑤ 3月18日	208 m <sup>2</sup>
⑥ 3月19日	108 m <sup>2</sup>
計	861 m <sup>2</sup>

測定日時:H26. 2. 23 10:30				
ゴムマット布設前				
線種	空間線量当量率		表面線量当量率	
	$\gamma$	$\beta$	$\gamma$	$\beta$
ポイント	(mSv/h)	(mSv/h)	(mSv/h)	(mSv/h)
1	0.30	14.70	3.0	107
2	0.25	12.75	2.0	78
3	0.20	7.80	2.5	77.5
4	0.15	8.85	2.5	107.5
5	0.25	9.75	2.5	97.5
6	0.25	10.75	3.0	97
7	0.30	11.70	4.0	116
8	0.30	14.70	3.5	156.5
9	0.080	2.920	0.40	13.60
10	0.020	<1.0	0.024	<1.0
11	0.018	<1.0	0.018	<1.0
12	0.024	<1.0	0.050	<1.0
13	0.10	4.90	1.5	53.5
14	0.10	3.90	1.4	58.6
15	0.25	2.75	1.3	48.7
16	0.15	4.85	2.8	92.2
17	0.25	9.75	4.0	166
18	0.25	2.75	2.5	52.5
19	0.25	5.75	4.0	146
20	0.25	9.75	0.70	49.30
21	0.25	7.75	2.0	83

測定日時:H26. 2. 24 12:00				
ゴムマット布設後				
線種	空間線量当量率		表面線量当量率	
	$\gamma$	$\beta$	$\gamma$	$\beta$
ポイント	(mSv/h)	(mSv/h)	(mSv/h)	(mSv/h)
1	0.030	<1.0	0.040	2.960
2	0.020	<1.0	0.045	2.955
3	0.030	1.970	0.040	<1.0
4	0.15	8.85	2.5	107.5
5	0.080	0.920	0.090	2.910
6	0.012	2.988	0.012	2.988
7	0.025	<1.0	0.035	2.965
8	0.030	<1.0	0.070	2.930
9	0.020	<1.0	0.015	
10	—	—	—	—
11	—	—	—	—
12	—	—	—	—
13	0.045	1.955	0.055	1.945
14	0.10	3.90	1.4	58.6
15	0.25	2.75	1.3	48.7
16	0.15	4.85	2.8	92.2
17	0.25	9.75	4.0	166
18	0.20	<1.0	0.70	1.30
19	0.15	2.85	0.15	2.85
20	0.15	4.85	0.25	3.75
21	0.10	0.90	0.13	2.87

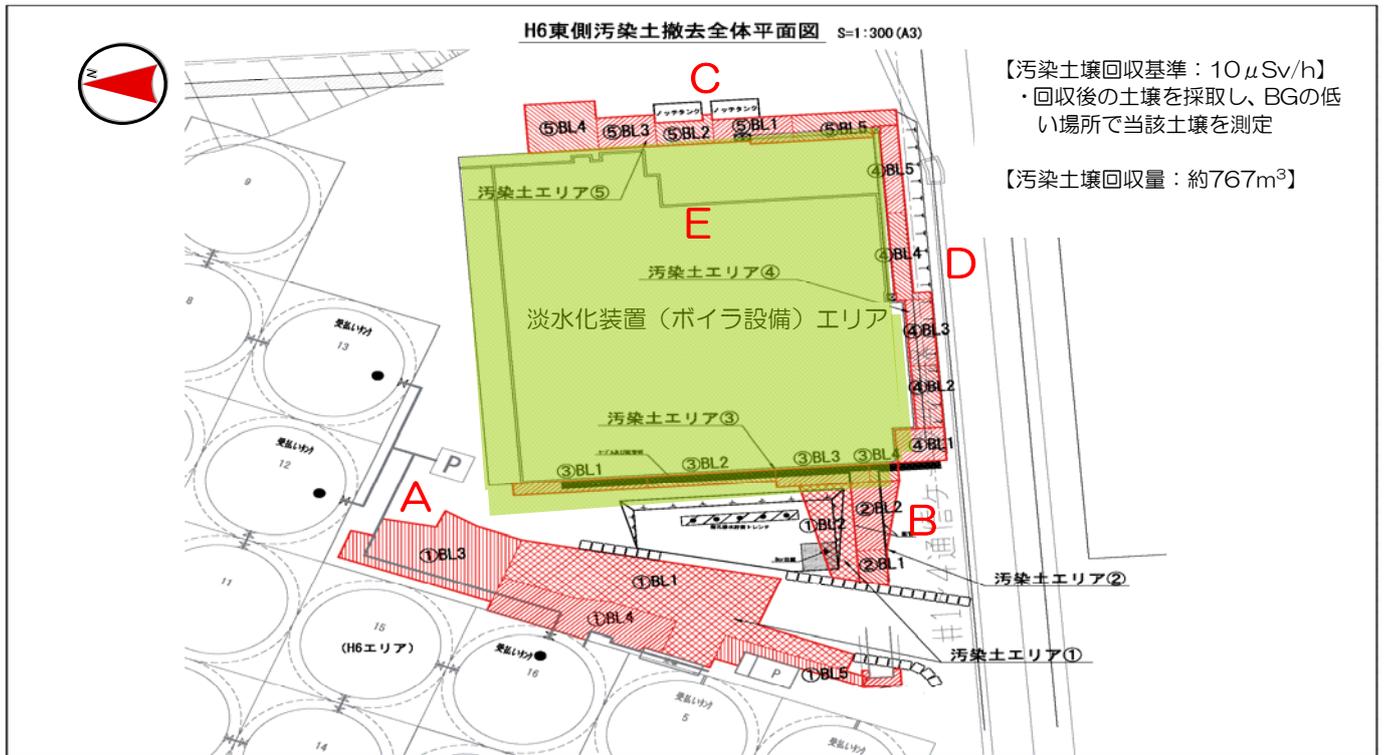
測定日時:H26. 4. 9 10:00				
フェーシング処理後				
線種	空間線量当量率		表面線量当量率	
	$\gamma$	$\beta$	$\gamma$	$\beta$
ポイント	(mSv/h)	(mSv/h)	(mSv/h)	(mSv/h)
1	0.030	<1.0	0.035	<1.0
2	0.020	<1.0	0.035	<1.0
3	0.020	<1.0	0.030	<1.0
4	0.01	<1.0	0.040	<1.0
5	0.070	<1.0	0.080	<1.0
6	0.065	<1.0	0.050	<1.0
7	0.025	<1.0	0.035	<1.0
8	0.020	<1.0	0.040	<1.0
9	0.020	<1.0	0.010	<1.0
10	—	—	—	—
11	—	—	—	—
12	—	—	—	—
13	0.020	<1.0	0.025	<1.0
14	0.015	<1.0	0.030	1.970
15	0.15	1.85	0.70	2.30
16	0.090	<1.0	0.15	9.85
17	0.050	1.950	0.080	<1.0
18	0.17	<1.0	0.60	<1.0
19	0.040	<1.0	0.70	5.30
20	0.15	<1.0	0.20	1.80
21	0.080	<1.0	0.10	1.90

※塗装無

※空間線量当量率は地上約1mの高さで測定

※線種は、 $\beta$ 線による70 $\mu$ m線量当量率、 $\gamma$ 線による1cm線量当量率

汚染土壌回収状況



 : 【土壌回収範囲】  
 ①～②H6外脇  
 ③～⑤コンクリート基礎外周

 : 【コンクリート基礎フェーシング範囲】



A : 掘削後状況



B : 掘削後状況



C : 埋め戻し等工事中の状況



A : 埋め戻し完了後

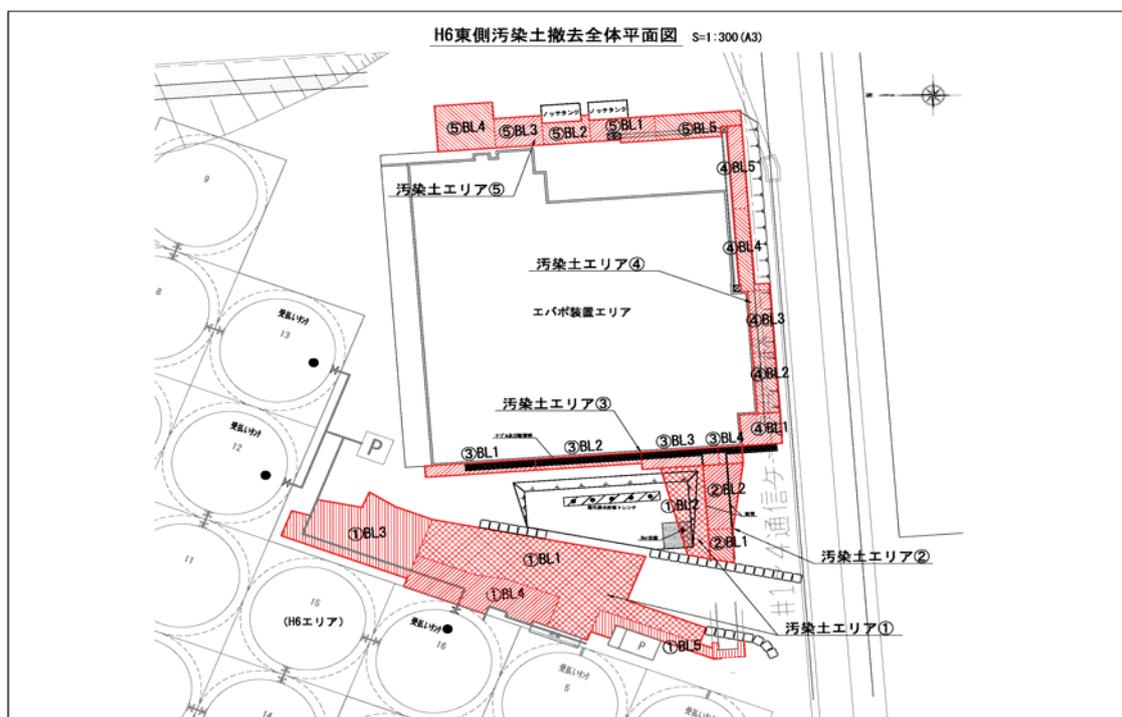


D : 埋め戻し完了後



E : 淡水化装置(ボイラ設備)エリア  
コンクリート基礎フェーシング範囲

### 土壌掘削範囲における底面土壌の放射線測定結果



エリア	ブロック	線量(mSv/h)			
		測定日	$\beta$ ※1	$\gamma$ ※1	$\gamma + \beta$
汚染土エリア①	BL1	2/25	— ※2	— ※2	0.005～0.009
	BL2	3/1	— ※2	— ※2	0.003～0.0095
	BL3	4/16	0.000	0.004	0.004
	BL4	3/17,4/11	— ※2	— ※2	0.002～0.004
	BL5	4/17	0.000	0.004	0.004
汚染土エリア②	BL1	4/26	0.000	0.004	0.004
	BL2	5/12	0.000～0.003	0.004	0.004～0.007
汚染土エリア③	BL1	5/27	0.000	0.004～0.005	0.004～0.005
	BL2	5/30	0.000	0.004	0.004
	BL3	5/30	0.000	0.004	0.004
	BL4	5/30	0.001	0.003	0.004
汚染土エリア④	BL1	7/2	0.001～0.006	0.002	0.003～0.008
	BL2	7/2,7/18	0.000～0.001	0.002～0.005	0.002～0.005
	BL3	7/18	0.000	0.005～0.006	0.005～0.006
	BL4	6/26	0.000	0.004	0.004
	BL5	6/26	0.000	0.004	0.004
汚染土エリア⑤	BL1	7/18	0.000～0.001	0.005～0.007	0.005～0.007
	BL2	7/2,7/18	0.000～0.003	0.003～0.006	0.004～0.006
	BL3	6/19,7/2	0.000～0.002	0.003	0.003～0.005
	BL4	6/19	0.000	0.003	0.003
	BL5	7/18	0.000	0.006～0.007	0.006～0.007

※1:  $\beta$ 線による70 $\mu$ m線量当量率、 $\gamma$ 線による1cm線量当量率

※2:  $\gamma + \beta$ のみ計測

汚染土壌回収前後の周辺の放射線測定結果



表 H6エリア土壌回収前後の雰囲気線量率

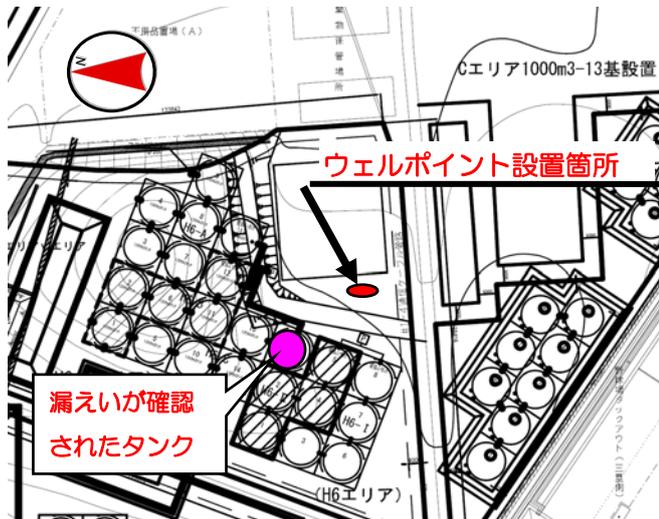
(単位: mSv/h)

測定点	土壌回収前の線量率測定結果				土壌回収後の線量率測定結果				測定地点状況 (影響箇所)
	測定日	天候	雰囲気線量率(at 120cm)		測定日	天候	雰囲気線量率(at 100cm)		
			β線 <sup>注1</sup>	γ線 <sup>注1</sup>			β線 <sup>注1</sup>	γ線 <sup>注1</sup>	
	-	-	-	-	8/4	晴れ	0.004	0.012	
注2	4/1	晴れ	0.007	0.011	8/22	晴れ	0.000	0.040	
	-	-	-	-	8/22	晴れ	0.002	0.008	
	-	-	-	-	8/22	晴れ	0.009	0.009	
注2	4/1	晴れ	0.003	0.003	8/22	晴れ	0.000	0.050	
	-	-	-	-	8/4	晴れ	0.011	0.007	
	-	-	-	-	8/4	晴れ	0.021	0.004	
	4/1	晴れ	0.002	0.002	8/4	晴れ	0.090	0.010	フェーシング
	-	-	-	-	8/4	晴れ	0.143	0.007	フェーシング
	4/1	晴れ	0.001	0.002	8/4	晴れ	0.023	0.004	
	-	-	-	-	8/4	晴れ	0.020	0.005	
	-	-	-	-	8/4	晴れ	0.062	0.006	バルブ
	-	-	-	-	8/4	晴れ	0.116	0.004	堰
	-	-	-	-	8/4	晴れ	0.148	0.022	堰
	2/20	晴れ	0.035	0.010	8/4	晴れ	0.048	0.009	RO配管
	2/20	晴れ	4.960	0.040	8/4	晴れ	0.033	0.012	RO配管
	-	-	-	-	8/4	晴れ	0.060	0.020	RO配管
	-	-	-	-	8/4	晴れ	0.098	0.022	RO配管
	-	-	-	-	8/4	晴れ	0.013	0.014	
	2/20	晴れ	0.070	0.030	8/4	晴れ	0.000	0.019	
	-	-	-	-	8/4	晴れ	0.000	0.018	
	-	-	-	-	8/4	晴れ	0.003	0.013	
(21)	2/20	晴れ	9.970	0.030	8/4	晴れ	0.002	0.015	
(22)	2/20	晴れ	5.935	0.065	8/4	晴れ	0.000	0.017	
(23)	-	-	-	-	8/4	晴れ	0.000	0.025	
(24)	-	-	-	-	8/4	晴れ	0.000	0.018	
(25)	2/20	晴れ	9.950	0.050	8/4	晴れ	0.000	0.017	
(26)	2/20	晴れ	119.940	0.060	8/4	晴れ	0.008	0.014	

注1: β線による70μm線量当量率, γ線による1cm線量当量率

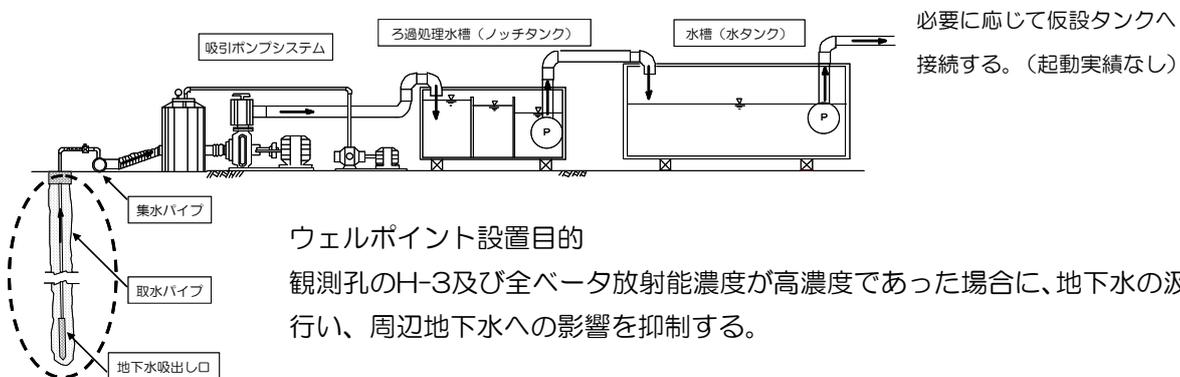
注2: 土壌汚染の無いエリアの確認サーベイによるもの(参考データ)

## ウェルポイント設置図



ウェルポイント設置箇所

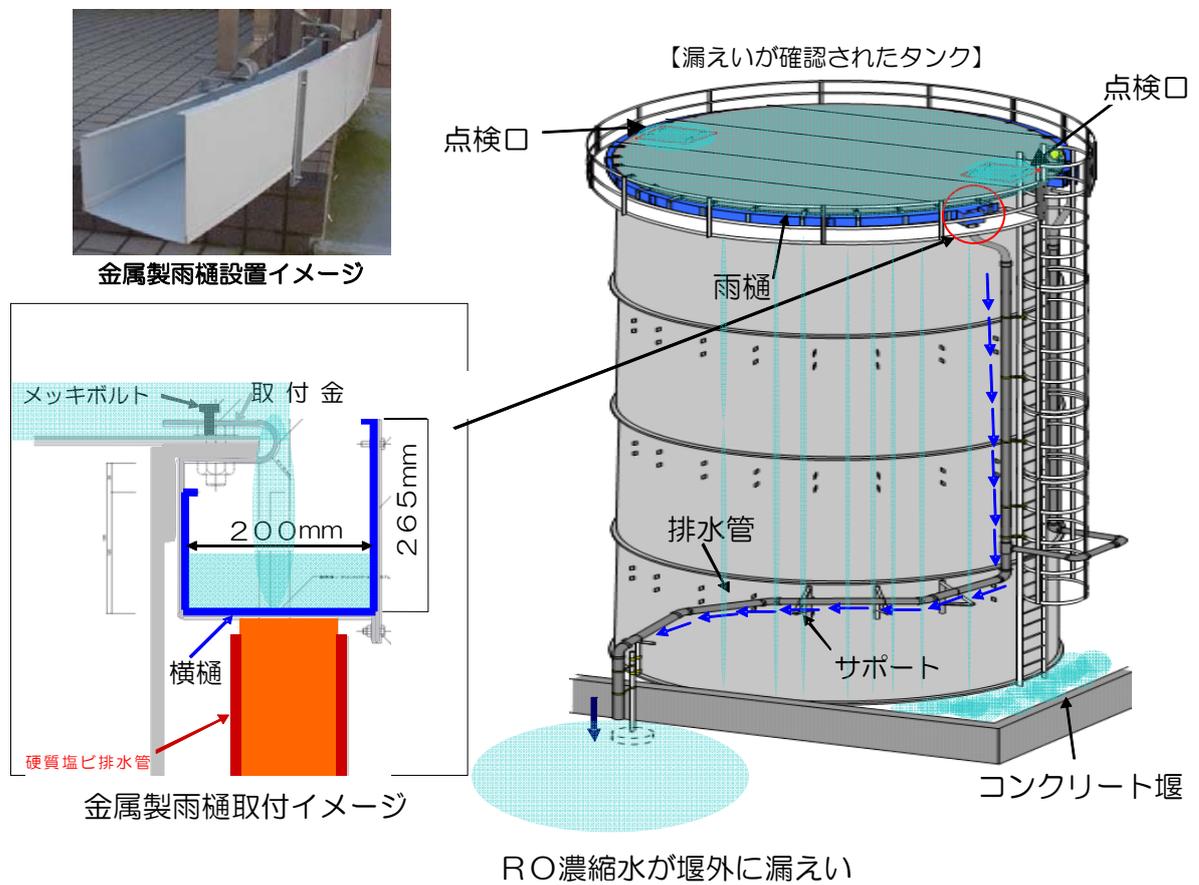
ウェルポイントの概略例



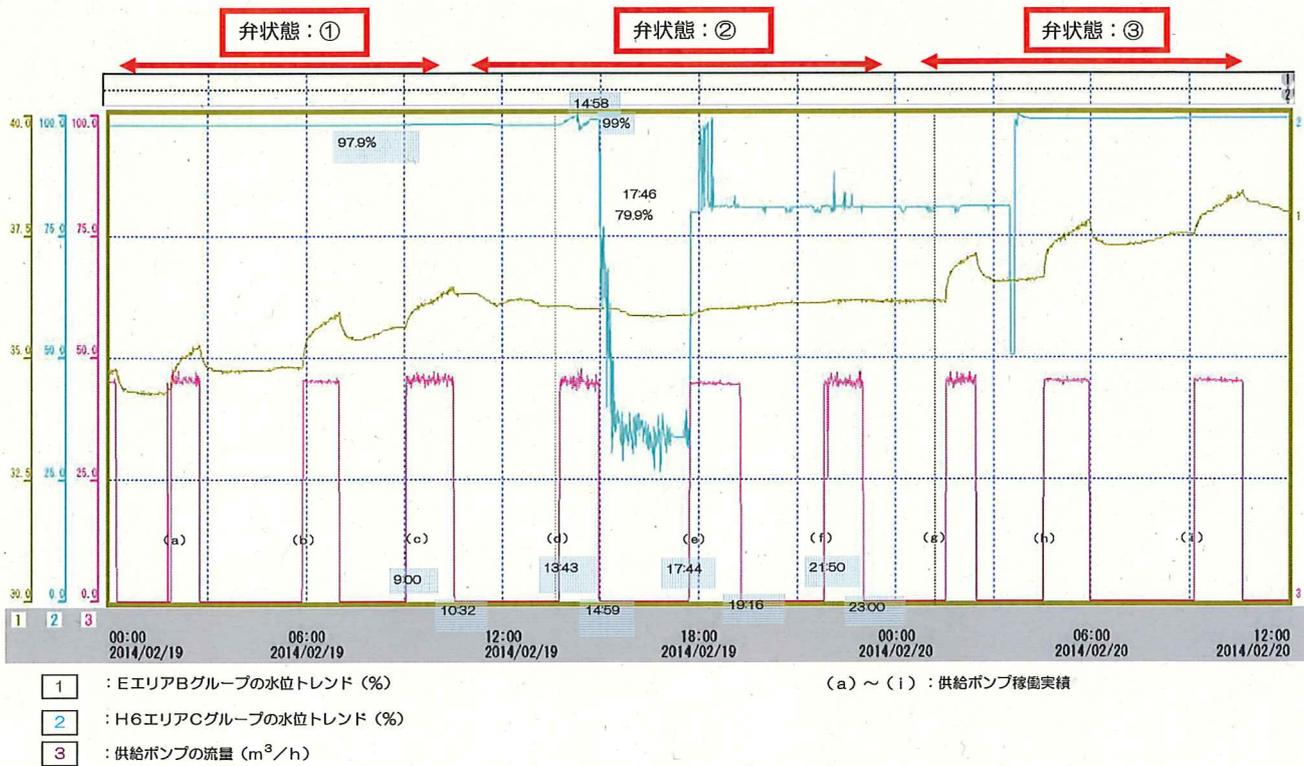
集水パイプに5本の取水パイプを設置

## 漏えい水の流出経路

- 天板部から漏えいしたRO濃縮水が雨樋を伝って堰外へ漏えい
- 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

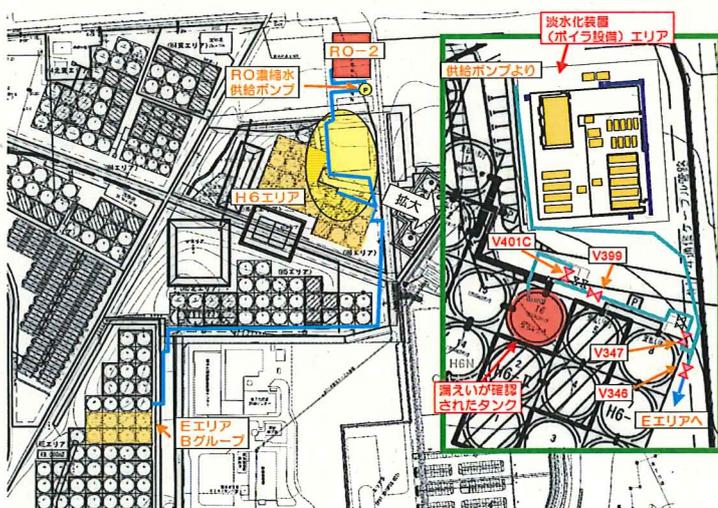


タンク水位・弁開閉状態に関する状況調査結果

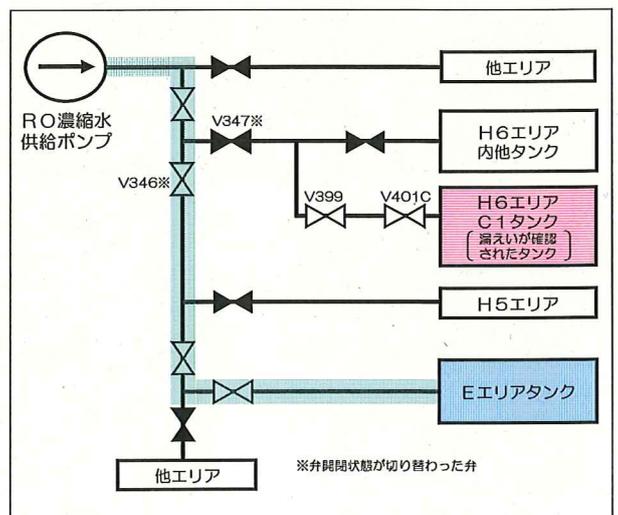


供給ポンプ運転状況およびタンク水位のトレンド

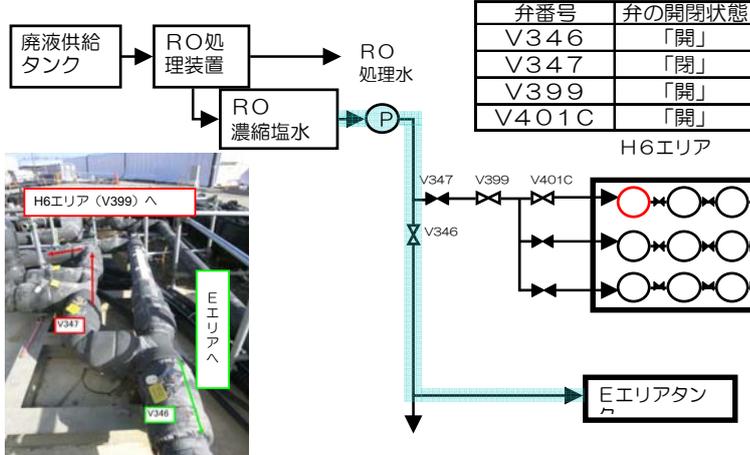
移送ライン周辺における機器配置図



系統概略図 (2月17日移送開始時の状態)



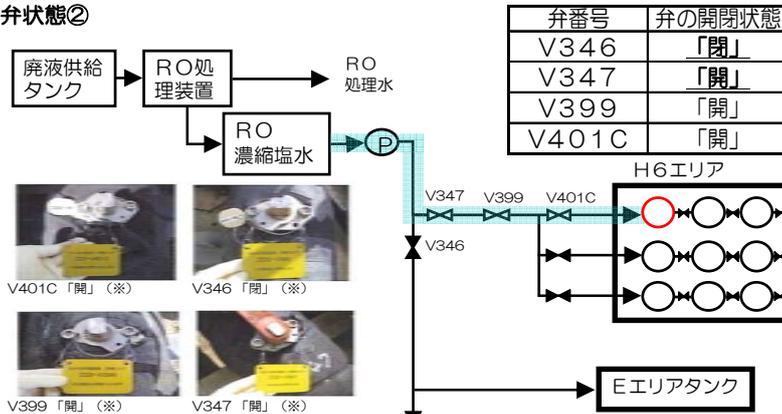
弁状態①



凡例

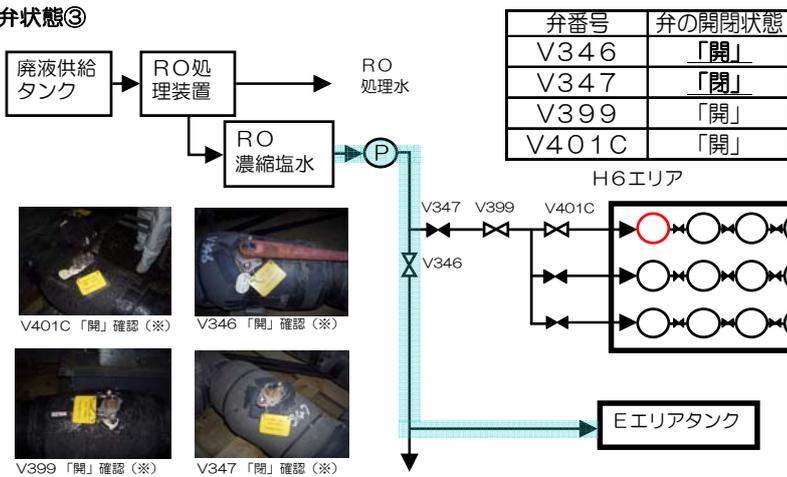
- (Red): 漏えいが確認されたタンク
- ⊙ (P): ボンプ
- ◀▶ (Closed): 弁閉状態
- ◀▶ (Open): 弁開状態
- ▬ (Blue): RO濃縮塩水移送経路

弁状態②



(※) B社が各弁に銘板の取付を行った後、撮影したもの(2月19日)  
 写真撮影時刻は、V401C: 10:44、V399: 10:45、V346: 10:55、V347: 10:57

弁状態③

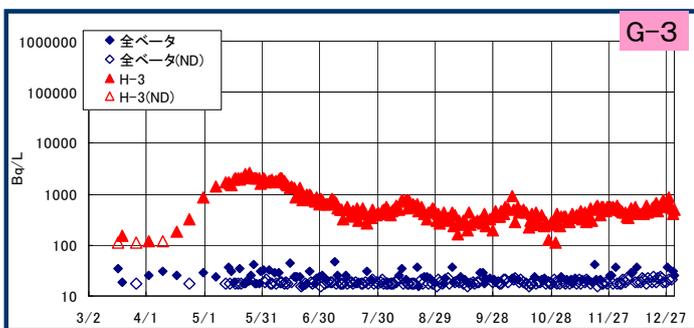
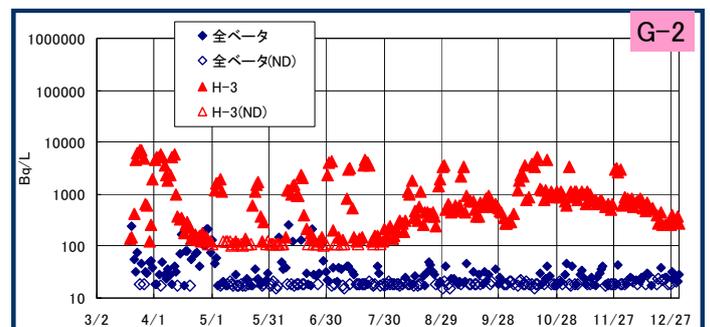
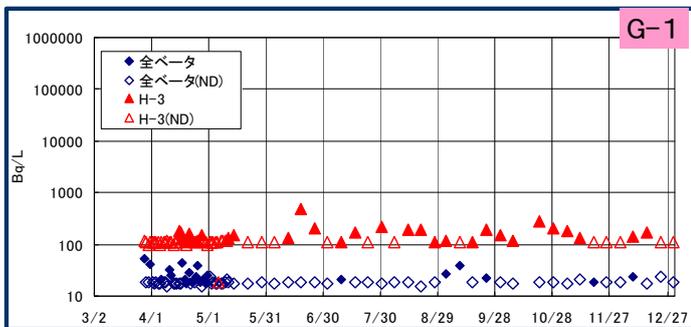


(※) 運転管理担当者が、弁開閉状態を確認した際に撮影したもの(2月20日)  
 写真撮影時刻は、V401C: 0:26、V399: 0:27、V347: 0:29、V346: 0:30

C1タンクからの漏えいに伴う観測孔追加設置（3箇所）及び観測結果



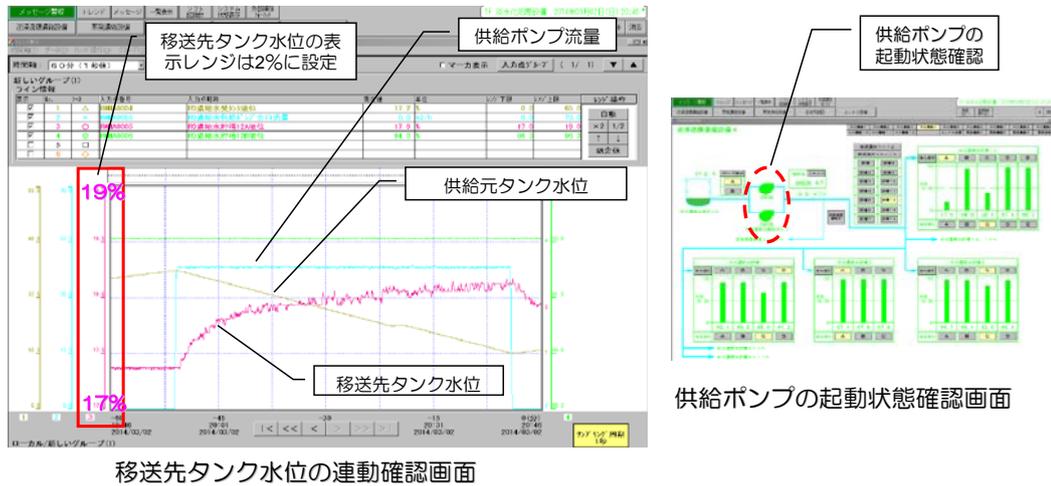
観測孔設置図



G-1～3観測孔分析結果（平成26年12月31日現在）

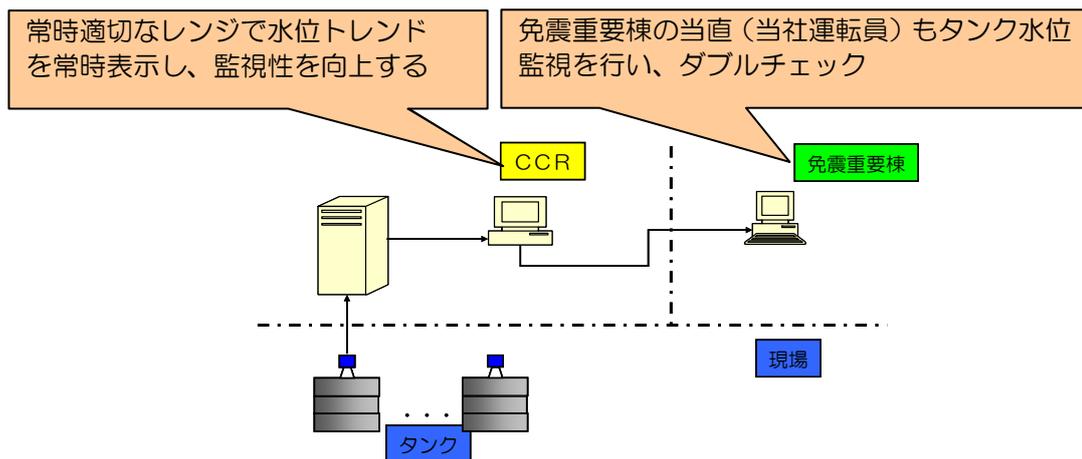
## 対策

### 〈トレンド監視改善のイメージ〉



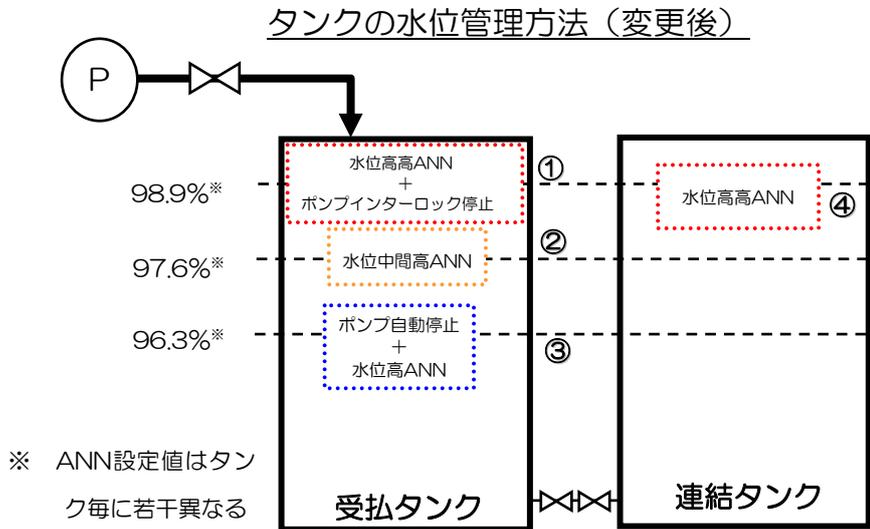
供給ポンプの起動状態と移送先のタンク水位が連動していることを定期的（1時間毎）に適切なレンジ（2%程度）のトレンドで監視することをルール化

### 〈水位監視改善のイメージ〉

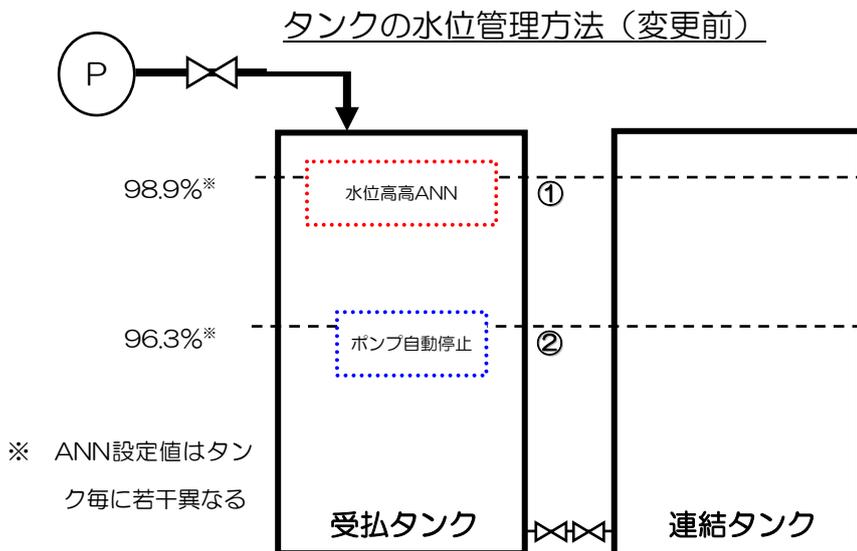


CCRの委託運転員以外に、免震重要棟の当直（当社運転員）でもタンク水位監視を行い、ダブルチェック機能を働かせる。

〈受払タンクの水位高高警報／ポンプインターロック追加〉



- ① 水位高高ANNに加え、ポンプのインターロック停止機能を追加（受入中タンクでない場合でもポンプを強制停止）
- ② 水位高高ANNの前段階として、水位中間高ANNを設定
- ③ 受入中タンクとなっている場合のポンプ自動停止機能に加え、水位高ANNを設定
- ④ 連結タンクに対しても水位高高ANNを設定



- ① 受払タンクに対して水位高高ANNを設定
- ② 移送先となっている受払タンクの水位高でポンプ自動停止

〈タンクエリア内側照明設置状況〉  
タンクエリアの夜間の監視における照明の増強



〈弁施錠状態〉



弁操作部を施錠

