

1,000tノッチタンクから3号タービン建屋への 移送ホースからの漏えい事象について

2015年6月22日
東京電力株式会社



東京電力

1. 発生事象

■事象

5月29日、1,000tノッチタンクから3号タービン建屋へタンク内水を移送していたところ、10時08分、移送ホースから漏えいしていることを他工事の現場作業員が発見した。

漏えい水は排水側溝に入っており、排水側溝はK排水路に接続されていることから、K排水路の水分析を確認した結果、28日7時採取の水に放射能濃度の上昇が認められたことから、漏えい水は排水側溝を經由しK排水路に流入し港湾内に流入したと推定した。

■時系列

- | | | | |
|------|--------------|-----------------|-----------------------------|
| 5/27 | 9時00分～14時34分 | タービン建屋へ移送 | (移送量127m ³) |
| 5/28 | 9時39分～13時18分 | 〃 | (移送量86m ³) |
| 5/29 | 9時03分～ | タービン建屋へ移送開始 | |
| | 10時08分 | 他工事の現場作業員が漏えい発見 | |
| | 10時26分 | 移送停止 | (停止までの移送量23m ³) |

2. 発生場所

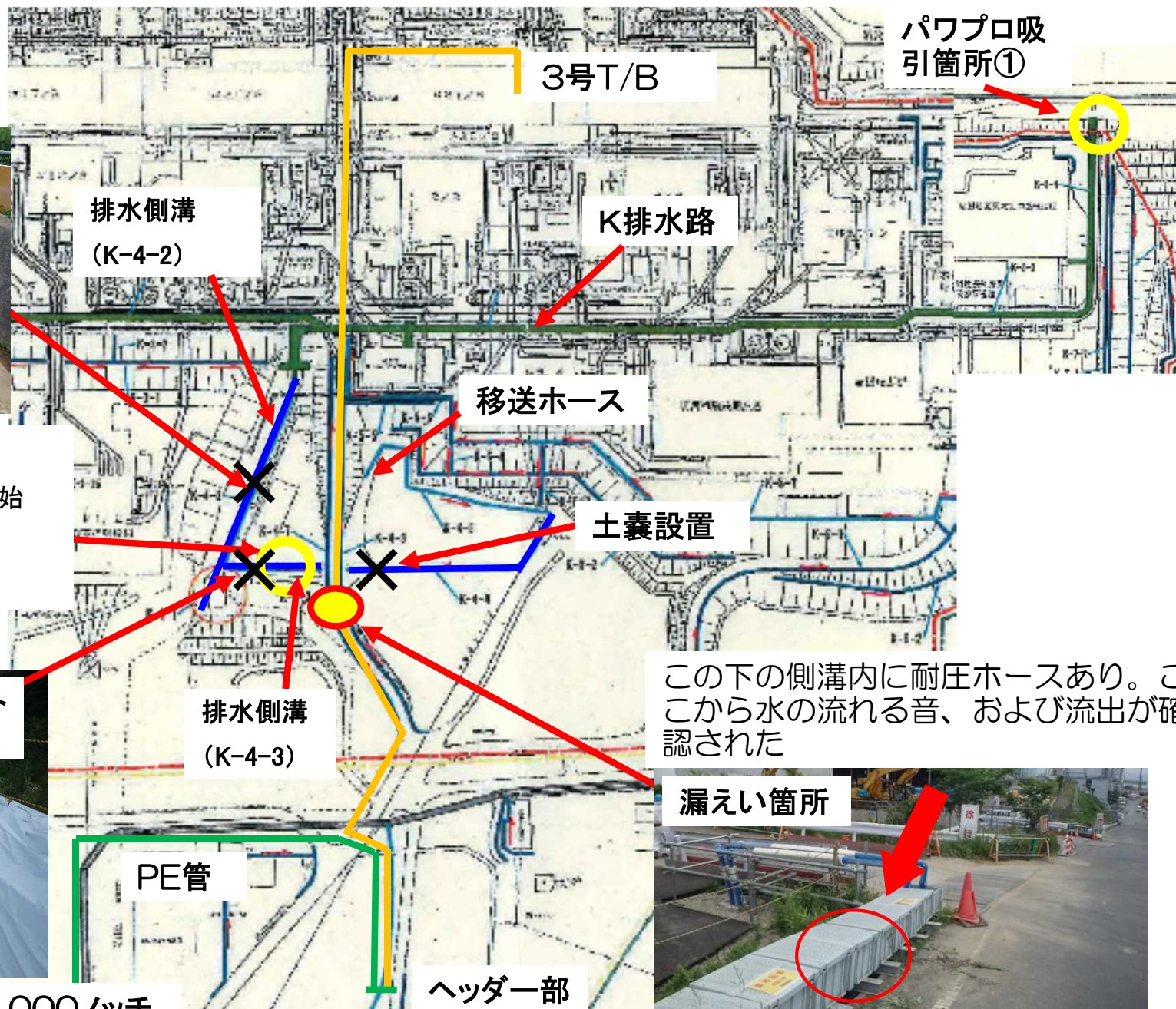
— PE管
— ホース



パワプロ吸引箇所②

※当該部より排水側溝回収開始

- ・K-4-3回収完了
- ・K-4-2回収完了



1,000ノッチ
タンクから

3. 漏えい状況および汚染の影響範囲（1 / 5）

- 推定漏えい量 : 約7~15m³
- 漏えい水 : 1,000 t ノッチタンク貯留水

※：貯留水の約2/3はNo1,2地下貯水槽内の貯留水、残りは雨水処理装置による濃縮水など

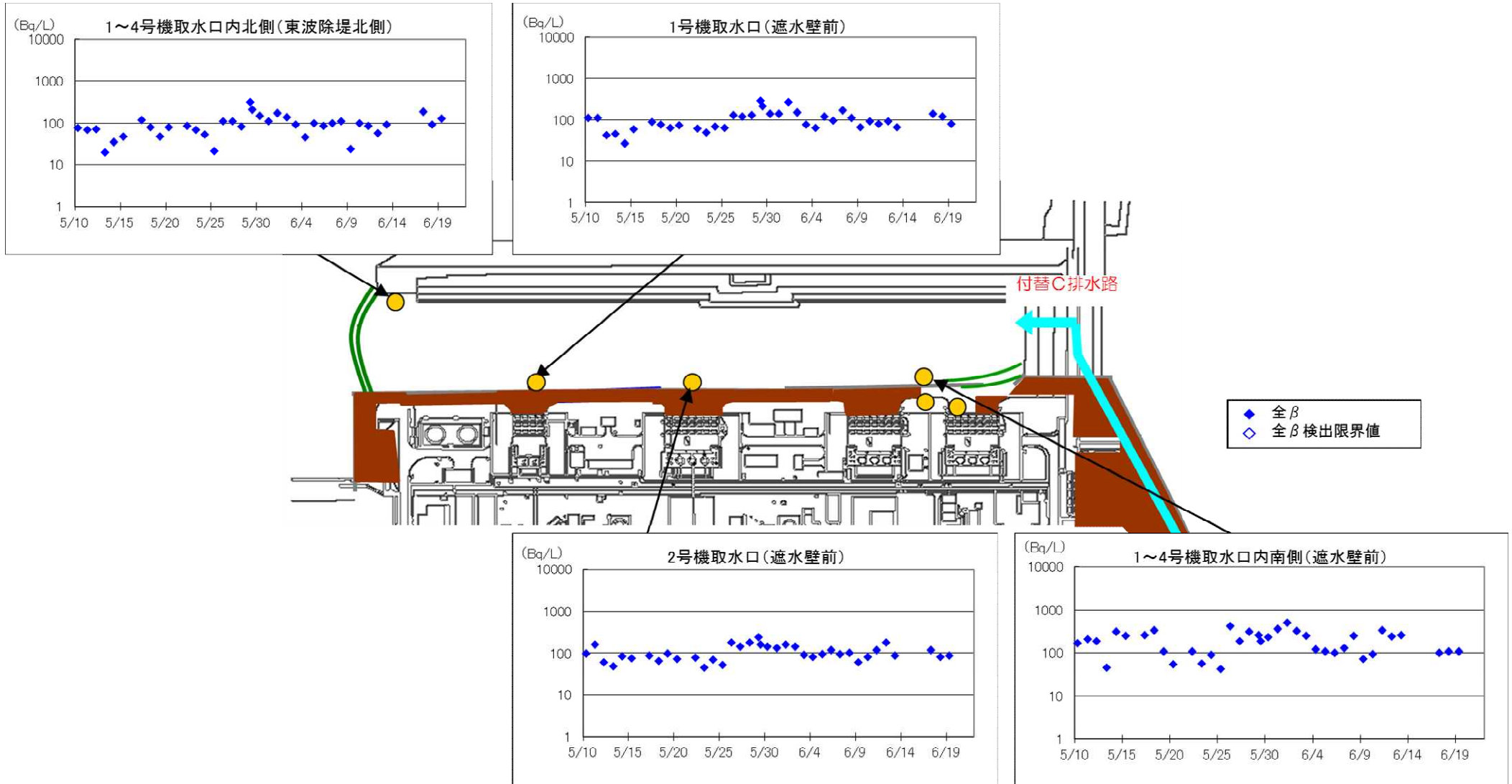
- 漏えい水の分析結果（2015年5月29日 採取・分析）

	Cs-134	Cs-137	全β
漏えい個所下流側溝内の水	$5.6 \times 10^0 \text{Bq/L}$	$3.0 \times 10^1 \text{Bq/L}$	$2.2 \times 10^4 \text{Bq/L}$
1000tノッチタンク貯留水	$4.4 \times 10^1 \text{Bq/L}$	$2.3 \times 10^2 \text{Bq/L}$	$1.1 \times 10^6 \text{Bq/L}$

- 漏えい水の拡散範囲：排水側溝、K排水路、C排水路、港湾内
ただし港湾口、および外洋での放射能濃度に有為な変動がないことから、影響は港湾内にとどまっていると考えられる。

3. 漏えい状況および汚染の影響範囲 (2/5)

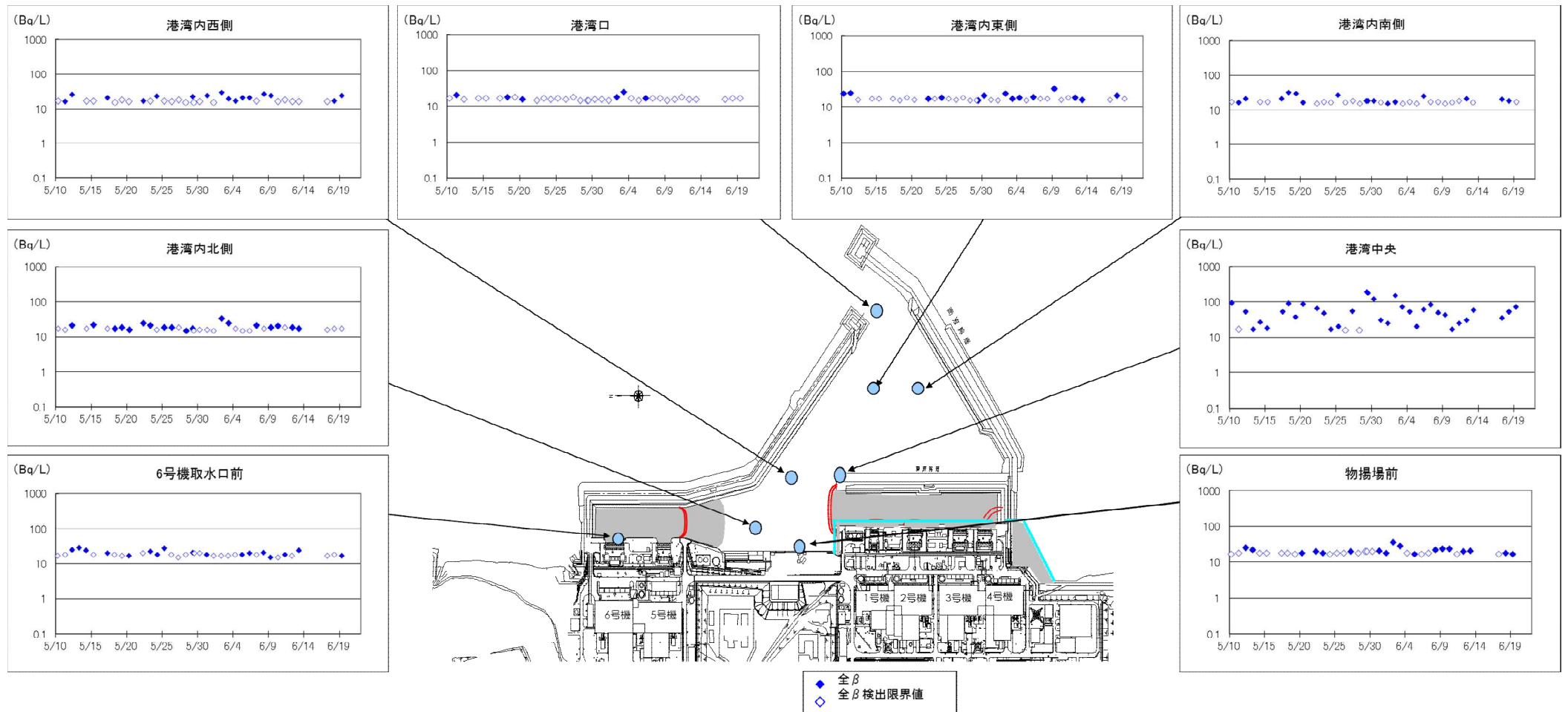
➤ モニタリング結果 (1~4号機取水口付近)



※ 海側遮水壁外側の調査点のみ記載

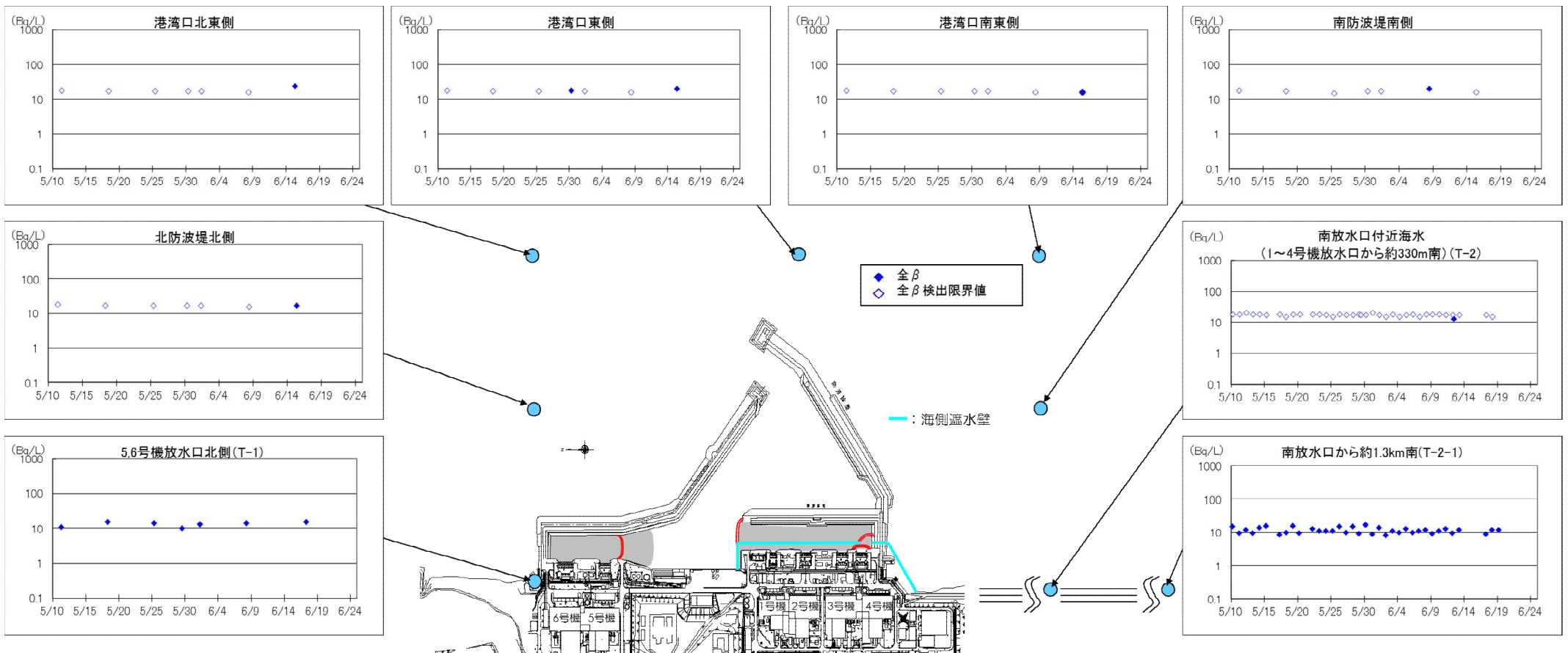
3. 漏えい状況および汚染の影響範囲 (3/5)

▶ モニタリング結果 (港湾内)



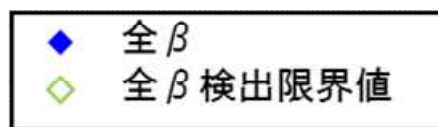
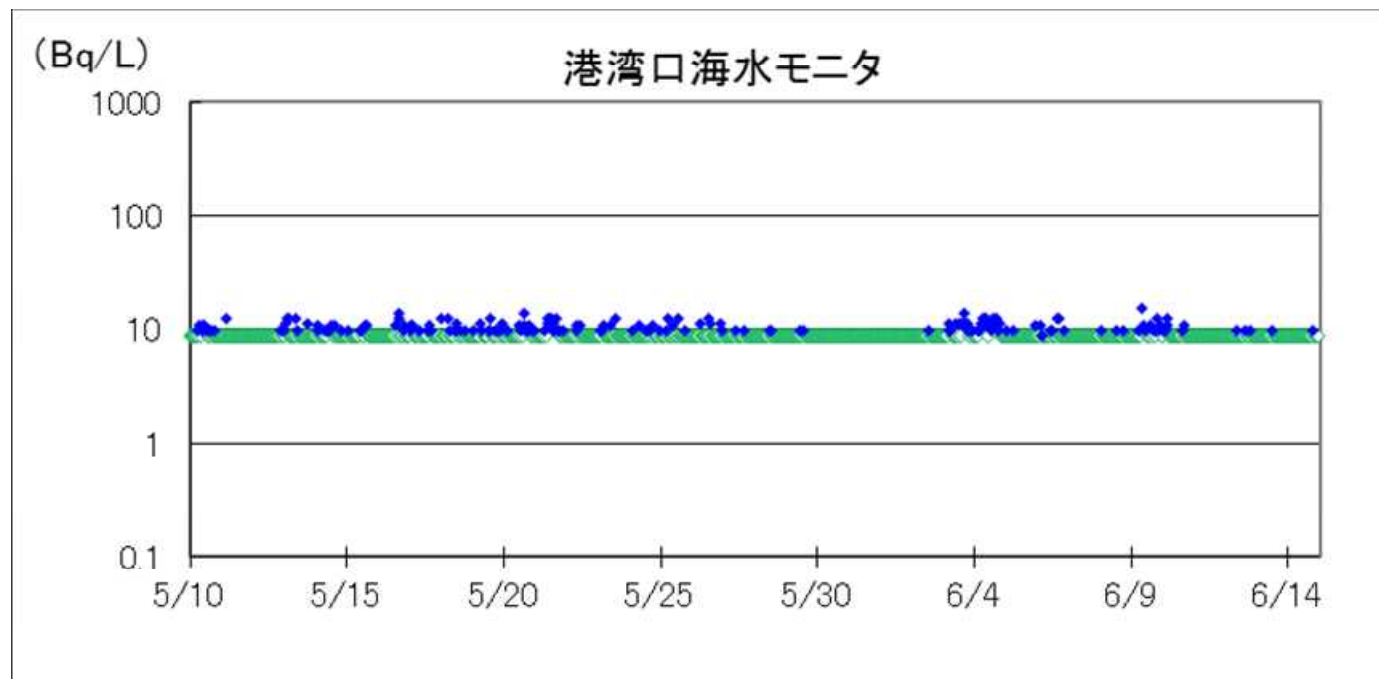
3. 漏えい状況および汚染の影響範囲 (4/5)

▶ モニタリング結果 (港湾外)

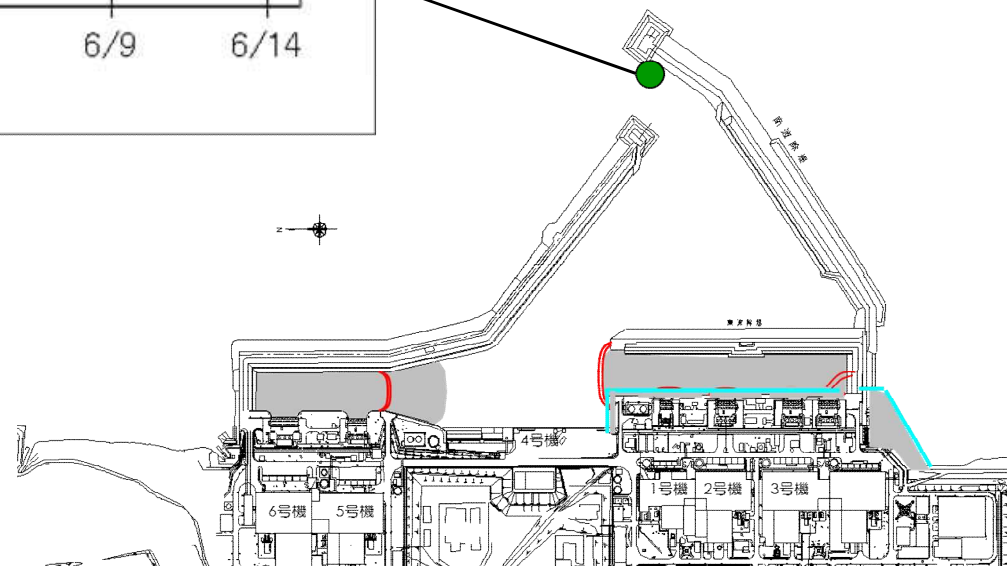


3. 漏えい状況および汚染の影響範囲 (5/5)

➤ モニタリング結果 (港湾口海水モニタ)



(注) 全β放射能の値は、海水中に含まれている天然核種であるカリウム40(十数Bq/L)の影響を受けております。



4. 漏えい対応状況（1 / 3）

5月29日11時03分 K排水路→C排水路への移送ポンプ停止
(11時27分再起動)

13時08分 パワプロでK排水路水の回収開始

13時50分 側溝（K-4-3）土砂回収完了及び、土嚢設置完了

16時20分 側溝（K-4-2）ヘゼオライト土嚢を設置完了

5月30日15時30分頃 漏えい箇所近傍の側溝（K-4-3）のたまり水回収完了

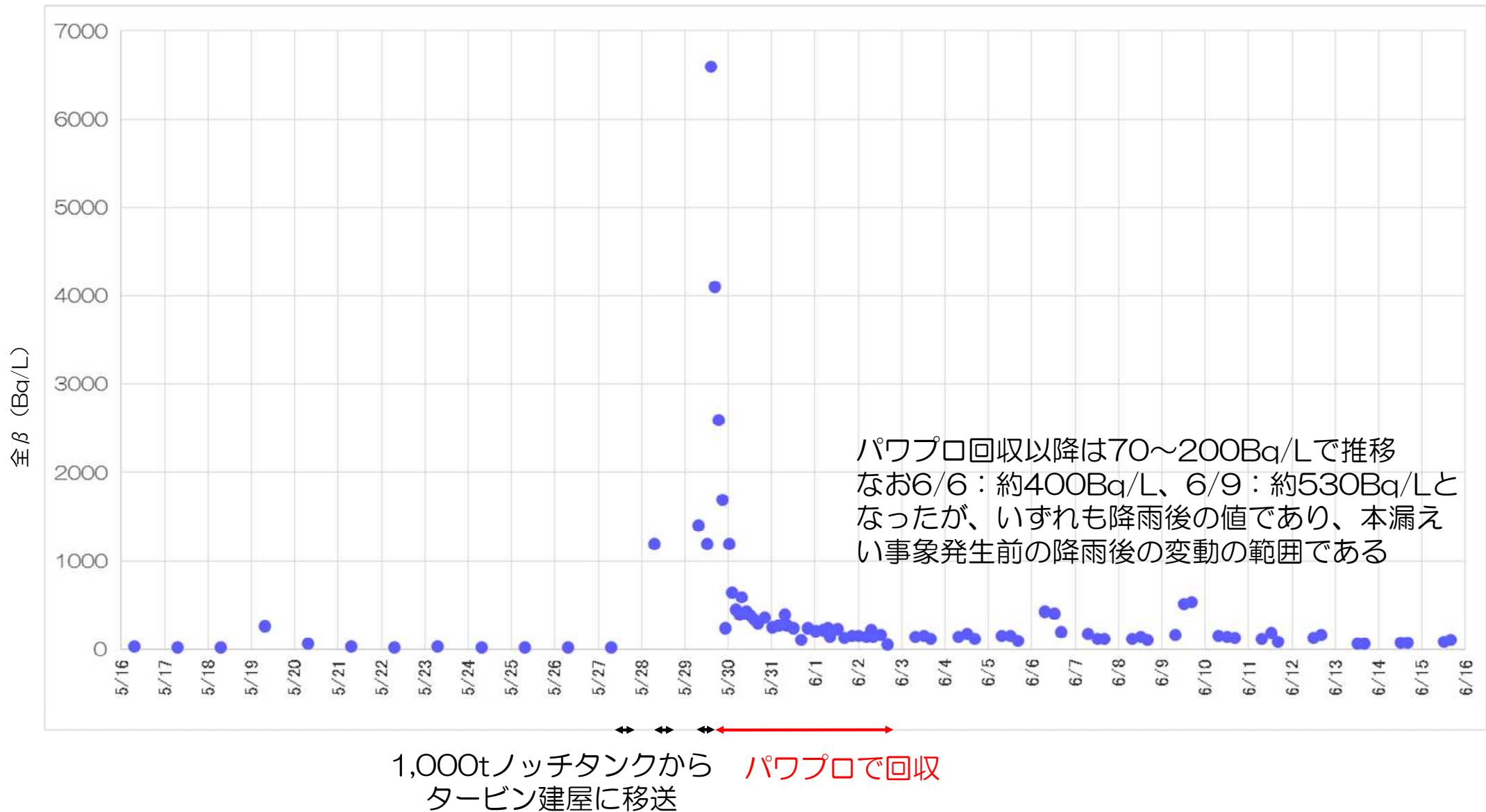
6月2日4時30分頃 K排水路出口でのたまり水回収完了

6月2日15時40分頃 漏えい箇所下流の側溝（K-4-2）のたまり水
($2.3 \times 10^3 \text{Bq/L}$) の回収完了

- K排水路出口の濃度が通常範囲である 200Bq/L 以下で安定していること、および発見された側溝（K-4-2およびK-4-3）汚染水の回収が完了したことから、回収作業を終了。土嚢についても6/3に撤去を実施。
- 回収した汚染水量は約 930m^3 、放射エネルギーは約 $1.7 \times 10^9 \text{Bq}$ 。

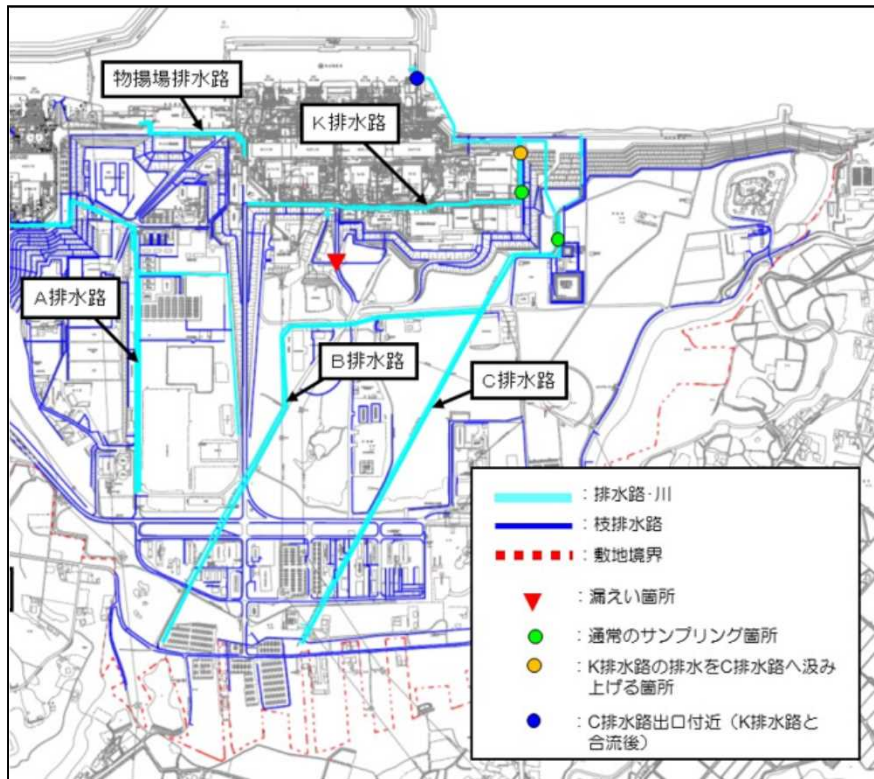
4. 漏えい対応状況（2/3）

➤ モニタリング結果（K排水路出口）

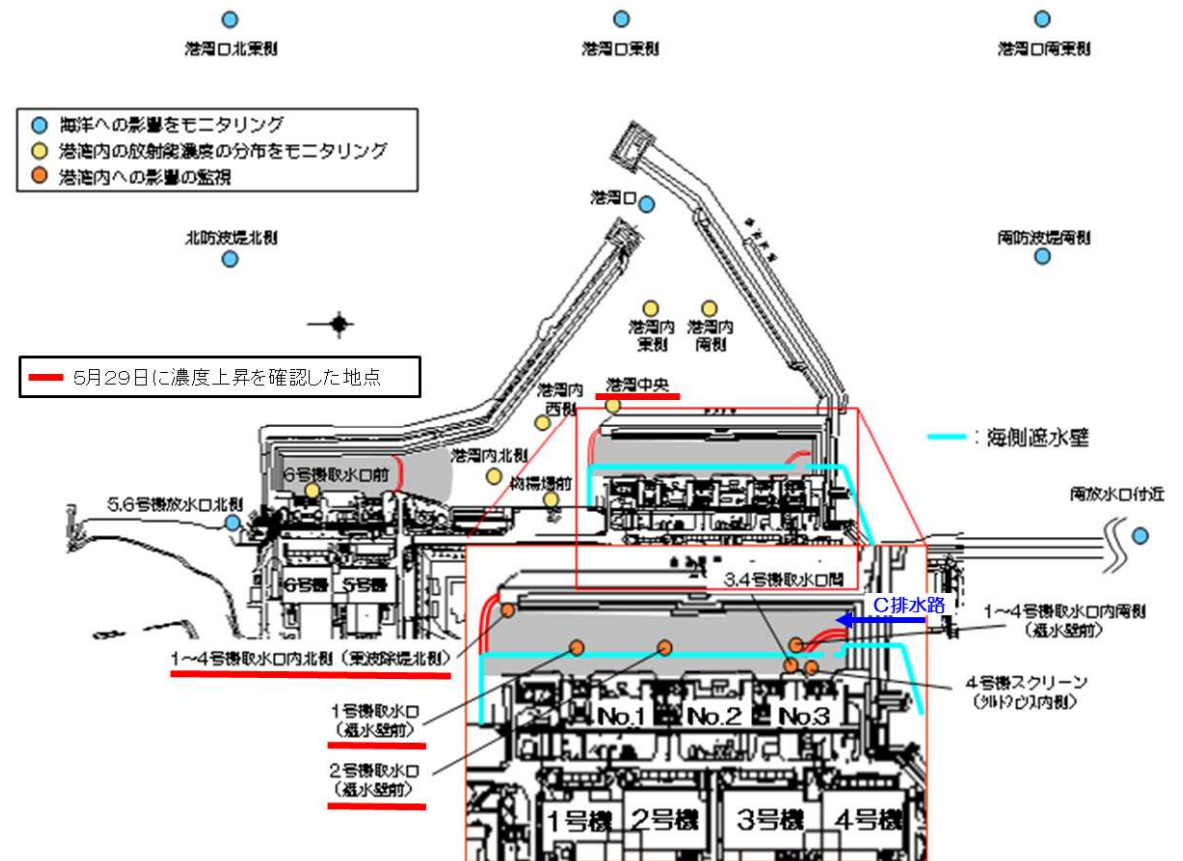


4. 漏えい対応状況 (3 / 3)

- K排水路 当面の間、毎朝のサンプリングに加えて、昼、夕の2回実施。
- 港湾内 現在実施中の毎日のサンプリングを継続実施。
- 港湾外 沖合については、週1回の頻度にて継続実施。



K排水路サンプリング位置図

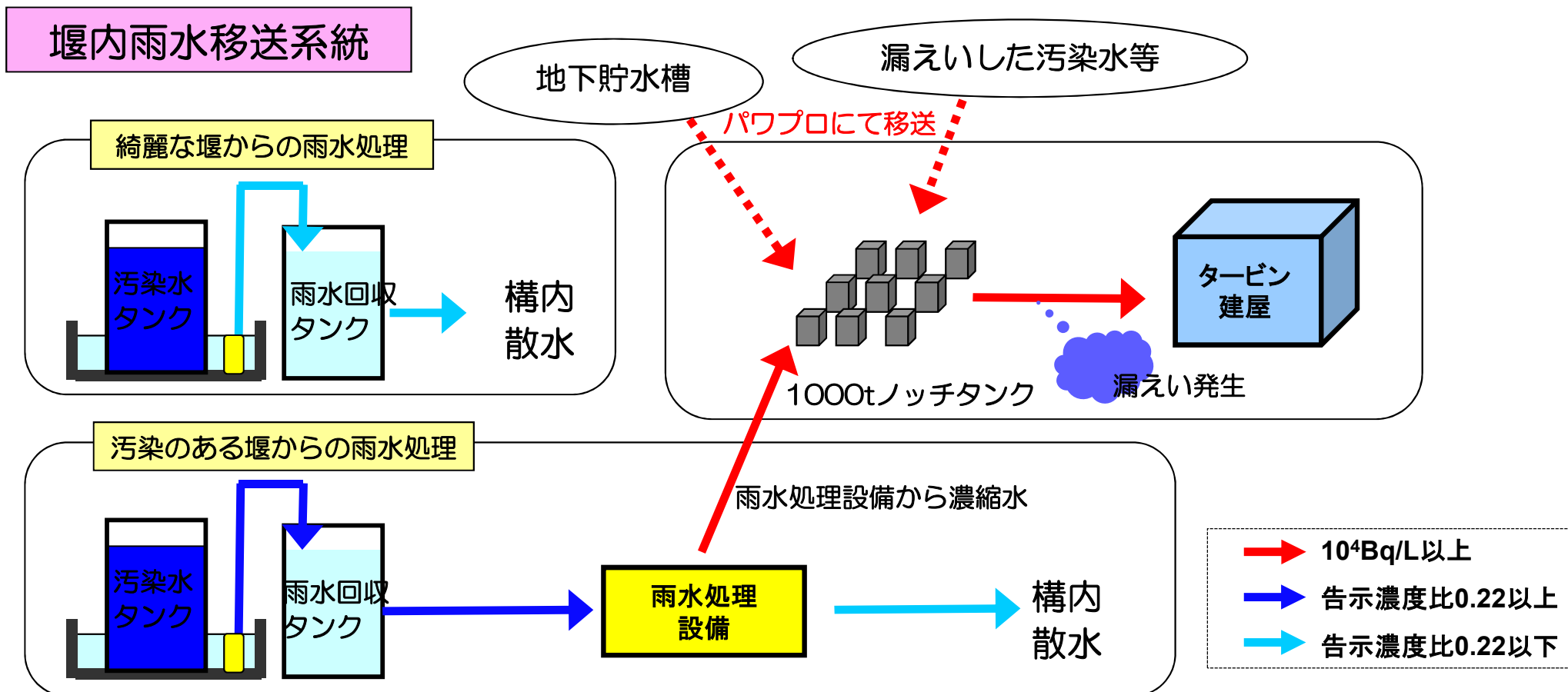


港湾内外のサンプリング位置図

5. 原因 (1 / 5)

(1) ホースを使用した移送に関する調査

- ▶ 当該ホースは、雨水処理設備で処理できない水を受け入れている1,000 t ノッチタンクの内包水を移送するためのもの。
- ▶ 移送当時1,000tノッチタンクの内包水は、5/15から受け入れを始めていた地下貯水槽No1、No2の水が約2/3を占める状態であった。地下貯水槽は、RO濃縮塩水の水抜き後、洗浄し水抜きをしていたが、ドレン孔等の汲み上げ水等が貯まっていた。



5. 原因（2／5）

（2）漏えいしたホースの使用履歴調査

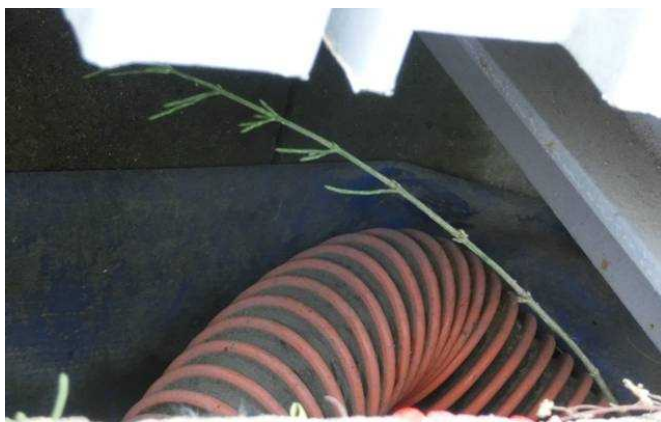
- H4北エリアの漏えい事象を受けて、そのまま排水できなくなった堰内雨水の移送先を確保する観点から、2013年秋の台風対策として、ノッチタンクからタービン建屋に移送するため、当該ホースを、他の工事との干渉が少なく、ホースが引きやすい側溝内に緊急で敷設した。
- その後、ノッチタンクには雨水処理設備で濃縮した雨水や排水路の水なども受け入れ、これらについても、当該ホースを利用して移送を行ってきた。
- ただし、当該ホースの漏えいリスクが高いことを認識しており、第一優先で2014.3からPE管に取り換える工事を実施していた。しかし、2号変圧器撤去工事や凍土壁設置工事との干渉により、一部の配管が施工できない状態となっていた。（PE管施工範囲全長：約800m、未施工範囲：約30m）
- 上記の状況により、一時的に使用するつもりだった当該ホースを長期間使用することになったが、2013.10の設置以降、点検を行っていなかった。
- 1,000 t ノッチタンクからタービン建屋への手順書はあったが、移送開始後に全ラインのチェックを行うなど、具体的なチェック事項の記載はなかった。
- 2015.3の雨水移送ラインのホース部からの漏えいを契機に、移送開始後全ラインのチェックを行う旨を記載した個別手順書を順次作成、運用しており、35m盤内の雨水移送ラインはチェックを行っていた。ただし、35m盤から10m盤に移送する唯一のホースである当該ホースのみ個別手順書が未完成であり、ラインチェックが行われていなかった。

5. 原因 (3/5)

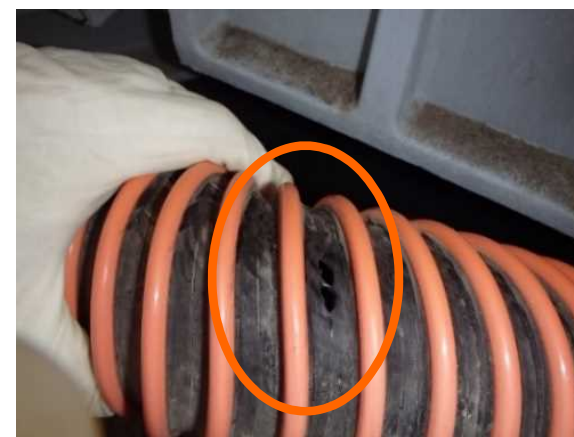
(3) 漏えいしたホースの漏えい部位調査

- 漏えいしたホース：ポリ塩化ビニル製耐圧ホース 口径75A
- 漏えい部の形状：長さ約1cm×幅約0.2cmの楕円状の孔（中間にわずかな繋がりあり）
- 使用状況：

望ましい使い方	実際の使用状況
許容曲げ半径（750mm）よりも大きい曲げ半径で使用	許容曲げ半径よりも小さな曲げ半径（200mm～300mm程度）で使用していた。
埋設して使用しないこと	当該箇所周辺で、ホース設置後に側溝内に土砂が堆積し、ホースが埋まっている箇所があった。



※漏えい発見時のホース状態（屈曲あり）



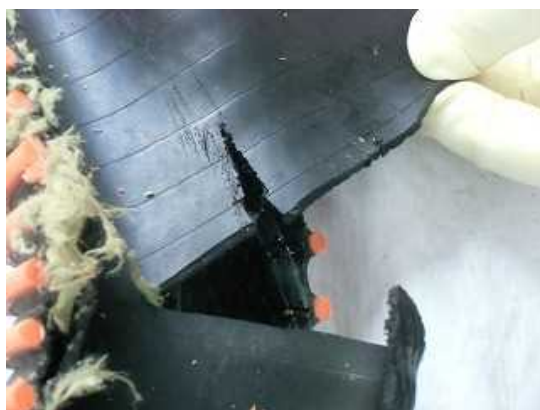
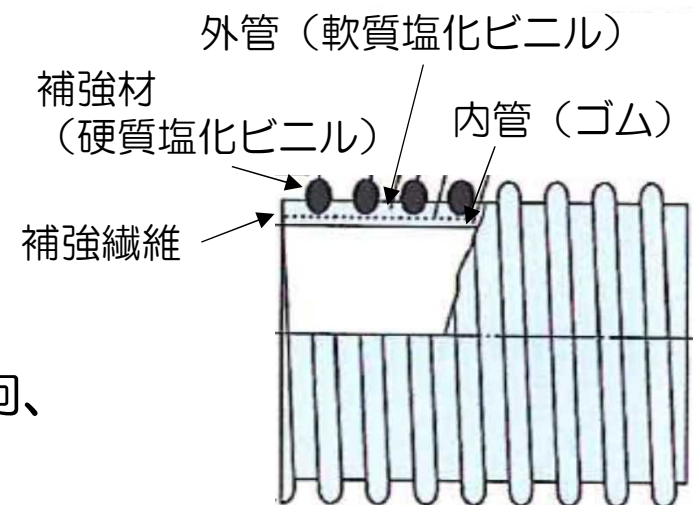
※確認のため、ホースを曲げて当該箇所を拡大させた状態

5. 原因 (4/5)

(3) 漏えいしたホースの漏えい部位調査 (続き)

➤ 詳細調査結果

- 当該ホースは、塩化ビニルの外管にゴムの内管を接着したもの。
- 漏えい時当該ホースは折れ曲がった状態で設置。
- ホース内部の確認の結果、ゴムの内管の長さ方向、周方向それぞれに亀裂有、内管と外管が剥離。
- 内管の内側には著しいゴムの硬化や摩耗は無し。



→ホース外側が強く曲げられたことで、内管と外管の接着強度が低下し剥離した。剥離した状態で使用を継続したことで、内管に亀裂が生じ、外管に直接水圧がかかるようになった。また移送の繰り返しにより剥離が拡大した。外管の曲げで伸ばされた部位に水圧が繰り返しかかることで、亀裂が入り孔に進展した。

5. 原因（5／5）

（4）原因のとりまとめ

後述するが、高濃度汚染水を扱う耐圧ホースについては、十分に管理された状況で使用してきた。

また、低濃度の雨水用の耐圧ホースについても、35m盤では使用前のラインチェックを行うなど改善してきていた。ただし、35m盤から10m盤へ移送する比較的濃度が高い水を扱う1,000tノッチタンク用の耐圧ホースについて以下の通り問題があった。

- ① 比較的高い放射性物質を含む水の移送に際して特段の配慮を行わなかったこと。
- ② ホースを点検せず、劣化に気づかず使用したこと。
- ③ ホースを側溝内に設置したまま使用を継続したこと。
- ④ ホースを使用した移送中の巡視を行わなかったため、発見が遅れたこと。

なお、仕事の進め方などの背後要因の分析についても現在実施中であり、得られた知見をマネジメントに反映していく。

6. 対策（堰内雨水移送系統）

【①の対策】

比較的高い放射性物質を含む水の堰内雨水移送（P.11赤色実線ライン）にはホースを使用しない。（1,000tノッチタンク→タービン建屋：6月20日PE管取替完了、雨水処理設備→1,000tノッチタンク：使用中止、移送の必要があればパワプロにて対応）

【②、③、④の対策】

上記以外の堰内雨水移送のホースについては以下の4点を実施する。

- 信頼性向上のため、PE管への取り替えを進める。（2015.1.30.実施計画変更申請済、P.11青色実線ラインは2015年度完成目途、その他のラインは2016年度完成目途）
- PE管に取り替えるまでの間※は、ホースについて予防的な保全として、専門家の意見を踏まえた定期点検を実施し、点検結果に基づき対策を実施する。
- 手順書を整備し、使用の都度、移送中にホース全線について巡視を実施する。また久しぶりに使用するホースについては使用前に状況確認も実施する。
- 排水路に直接流れ込む懸念があるホースについては、側溝からの移設、受けの設置などの対策を実施する。またやむを得ず対策が講じる前に使用する際には、当該箇所に監視人を配置した上で移送を開始する。

※：今後も仮堰エリアなどで新たに敷設されるホースについても、PE管化されるまでは上記対策を実施する。

加えて、しばらくの期間は1,000 t ノッチタンクを経由したタービン建屋への移送を継続するものの、今後35m盤上で処理することについて検討を行っていく。

7. 耐圧ホースの総点検

耐圧ホースはフレキシブルであるため、雨水移送以外にも、取扱場所が変化するタンク解体時の残水移送や、海水配管トレンチの水移送などにも一部で用いていることから、今回の漏えいを契機に、所内全体の耐圧ホースの使用状況を以下の通り点検し、必要な対策を実施することとした。

➤点検期間 2015.5.30～2015.6.10

➤点検対象 放射性物質を扱う耐圧ホース

区分Ⅰ：高濃度汚染水を扱う耐圧ホース

区分Ⅱ：高濃度汚染水以外を扱う耐圧ホース

（建屋外、堰外を対象）

➤点検の視点

◆漏えい防止の視点

- ホースの劣化状況、極端な曲り状況、茅の有無 など

◆影響緩和の視点

- 側溝内の敷設の有無、排水路横断部の状況、埋設の有無 など

8-1. 区分Ⅰ：高濃度汚染水を扱う耐圧ホースの点検結果

- 建屋内や堰内も含めて高濃度汚染水（ 10^6Bq/L オーダー以上）を扱う主な耐圧ホースは以下の通り、現状で十分管理し、使用していることを確認した。
- なお、使用可能なホースでも今後使用しないものは計画的に撤去していく。

ホース使用箇所	対策状況
海水配管トレンチ滞留水の移送	サニーホースによる二重管化 使用時はラインチェックを実施
タンク間の連結配管	堰内に配置、通常連結弁「閉」で運用 保温材施工済み（紫外線劣化がしにくい） 毎日巡視にて確認
地下貯水槽～一時受け用ノッチタンク移送	移送時には監理員を配置 移送時は受けパンを設置 茅対策が十分ではない箇所があったが、今後本ラインは使用しないため問題なし。
タンク内の残水を隣接するタンクに移送するライン	堰内に配置、移送時は受けパンを設置 移送時には監理員を配置 一部サニーホースによる二重管化
ROやALPSなどの設備接続用、およびドレン排水用ホース	建屋内・堰内に配置 毎日巡視にて確認
建屋などの滞留水を回収する水中ポンプとPE管等をつないでいるホース	建屋内に配置 仮に漏れた場合でも元に戻る
HICの水抜き作業	建屋内・堰内に配置 移送時は受けパンを設置

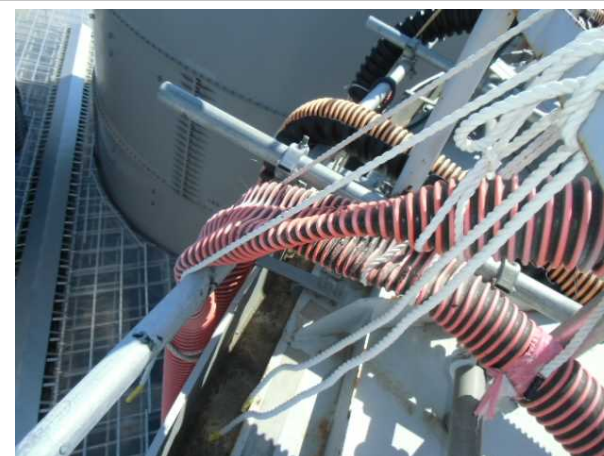
8-2. 区分Ⅱ：高濃度汚染水以外を扱う耐圧ホースの点検結果

- 建屋外、堰外で高濃度汚染水以外を扱うホースについて点検した結果、使用不可能なラインが2ラインあったが（いずれも堰内雨水を移送するライン）、いずれも今後使用予定がないため撤去する。
- それ以外については使用可能であるが、曲げ半径が小さいなどの改善点が139ラインで確認されたため、これらについては計画的に改善していく。
- なお、使用可能なホースでも今後使用しないものは計画的に撤去していく。

区分	ライン数	対応
使用不可能なライン※1	2	今後使用予定がないため撤去
使用可能だが改善点があったライン	139	改善を実施して使用※2
改善点がなかったライン	18	継続使用
計	159	

※1：タンク上部のホース屈曲部が重みで著しい変形を起こしている。

※2：ただし降雨時の堰からの越流防止のためなど、対処前に使用せざる得ない場合には、巡視強化を行った上で使用する。



8-2. 区分Ⅱ：点検結果写真（その1）

①排水路内



②側溝内



8-2. 区分Ⅱ：点検結果写真（その2）

③屈曲部



⑤茅対策無し



④継手形状（バンドタイプ）



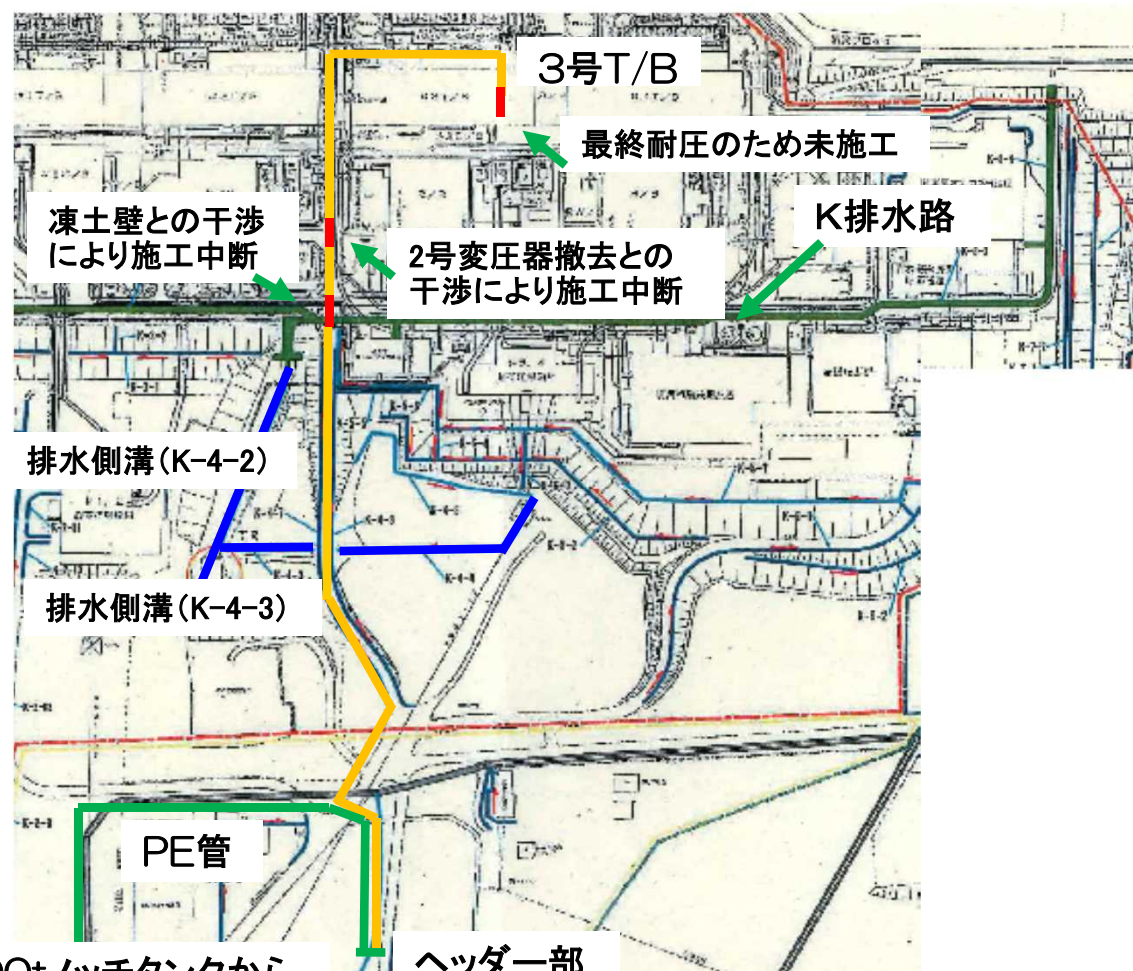
⑥暗渠部



【参考】タービン建屋へのPE管化工事

雨水移送ラインの信頼性向上を目的に、比較的汚染度合いの高いラインより優先的にPE管化を計画し、タービン建屋への移送ラインについて2014年3月に着手したが、工事干渉があり2014年10月頃より施工を中断していた。

- PE管施工済（約800m）
- PE管未施工（約30m）


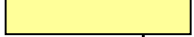
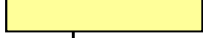

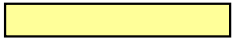
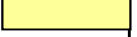






1,000tノッチタンクから
(インサービス済)

ヘッダー部

【参考】タービン建屋へのPE管化工事

干渉していた工事との調整を行い、6/20に当該ラインのPE管化工事を完了。
 今後、1,000tノッチタンクからタービン建屋への移送を再開予定。

	6/7-13	6/14-20	6/21-27
凍土壁との干渉箇所	6/11 架台設置  6/12 PE管付設 		
2号変圧器との干渉箇所	6/13 架台設置  6/14 PE管付設 		
耐圧、漏えい確認		6/16 水張り・耐圧  ライン復旧、 運転圧漏えい確認 6/19  6/20	
耐圧ホース、残水処理、撤去		6/19~    	

【参考】今後の設備変更計画

- ▶ 今後、雨水処理後の濃縮水やトラブル時に回収した汚染水などについて、1,000 t ノッチタンクやタービン建屋に移送することなく、35m盤上で処理を完結する設備について検討していく。
- ▶ 1,000tノッチタンクの貯留した内包水については、PE管完成後にタービン建屋への移送を再開する。これにより1,000tノッチタンクの貯留量を少なくすることができ、今後何らかのトラブルなどので汚染水回収が必要になった場合でも対応が可能となる。
(上記の将来設備完成までの暫定運用)
- ▶ 地下貯水槽の内包水 (No.2: 約900m³、全β 約2×10⁶Bq/L) については、将来設備完成後に移送を行うこととする。
- ▶ なお、今後発生する地下貯水槽のドレン孔・検知孔からの汲み上げ水 (約60m³/月、全β 10³~10⁴Bq/L) は、濃度が比較的高くないことから、1,000 t ノッチタンクに送り、タービン建屋に移送することとする。

