

# 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について

2015年7月27日

東京電力株式会社



東京電力

---

# 目次

## 1. 概要

1-1 概要

1-2 発生場所

1-3 漏えい対応状況

## 2. 原因と対策

2-1 漏えい箇所調査結果

2-2 使用状況調査結果

2-3 直接的原因・対策

2-4 背後要因及び対策

2-5 今後の設備変更計画

2-6 類似箇所調査結果

2-7 類似箇所の是正状況

2-8 今後の予定

# 1. 概要

## 1-1 概要

### ■事象発生

5月29日、1000t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流入しており、排水側溝はK排水路に接続されていたため、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 <sup>3</sup> )     |
| 5/28 | 9時39分～13時18分 | 〃               | (移送量86m <sup>3</sup> )      |
| 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 <sup>3</sup> ) |

# 1-2発生場所

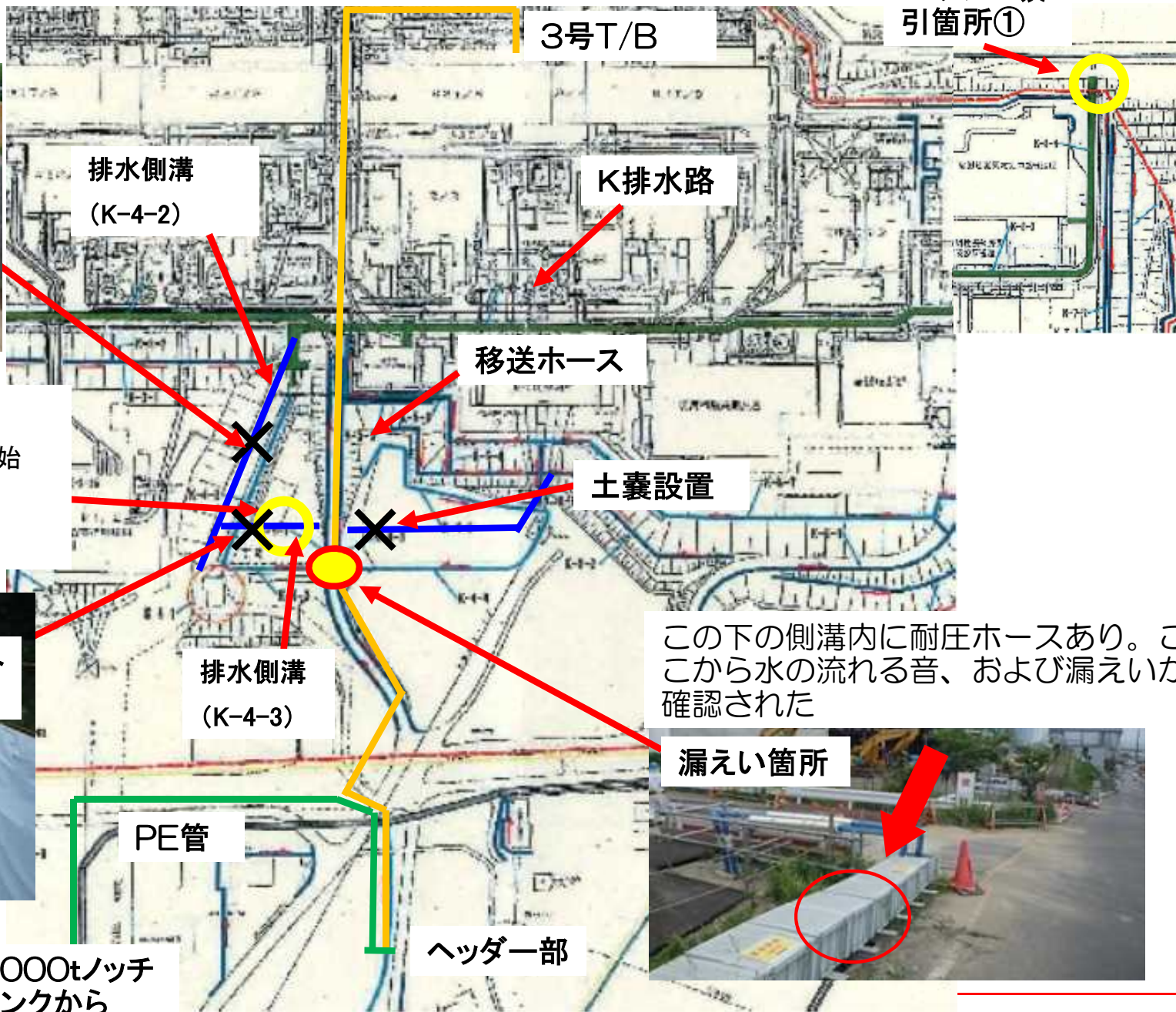
PE管  
ホース



## パンプロ吸引箇所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



# 1-3 漏えい対応状況(1/3)

➤ 推定漏えい量 : 約7~15m<sup>3</sup>

➤ 漏えい水 : 1000 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  
(全β: 約2×10<sup>6</sup>Bq/L)、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	5.6×10 <sup>0</sup> Bq/L	3.0×10 <sup>1</sup> Bq/L	2.2×10 <sup>4</sup> Bq/L
1000tノッチタンク 貯留水	4.4×10 <sup>1</sup> Bq/L	2.3×10 <sup>2</sup> Bq/L	1.1×10 <sup>6</sup> 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。



## 1-3漏えい対応状況(2/3)

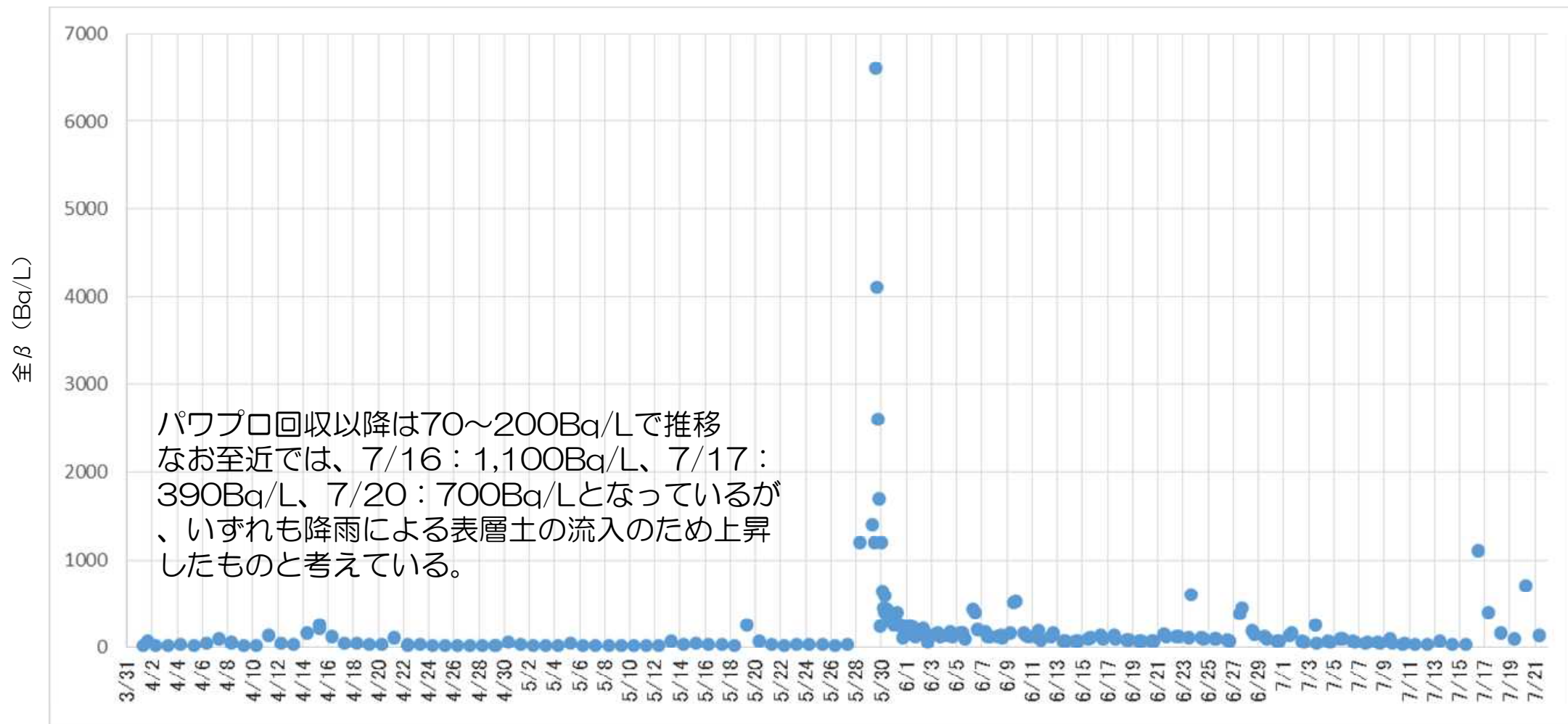
- 5月29日11時03分 K排水路→C排水路への移送ポンプ停止  
(11時27分再起動)
- 13時08分 パワプロ<sup>(\*)</sup>でK排水路水の回収開始
- 13時50分 側溝(K-4-3)土砂回収完了及び、土嚢設置完了
- 16時20分 側溝(K-4-2)へゼオライト土嚢を設置完了
- 5月30日15時30分頃 漏えい箇所近傍の側溝(K-4-3)のたまり水回収完了
- 6月2日4時30分頃 K排水路出口でのたまり水回収完了
- 6月2日15時40分頃 漏えい箇所下流の側溝(K-4-2)のたまり水  
( $2.3 \times 10^3 \text{Bq/L}$ )の回収完了

- K排水路出口の濃度が通常の範囲である $200 \text{Bq/L}$ 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 $930 \text{m}^3$ 、放射エネルギーは約 $1.7 \times 10^9 \text{Bq}$ 。

(\*)パワプロ…パワープロベスター

# 1-3漏えい対応状況 (3/3)

## K排水路出口モニタリング結果



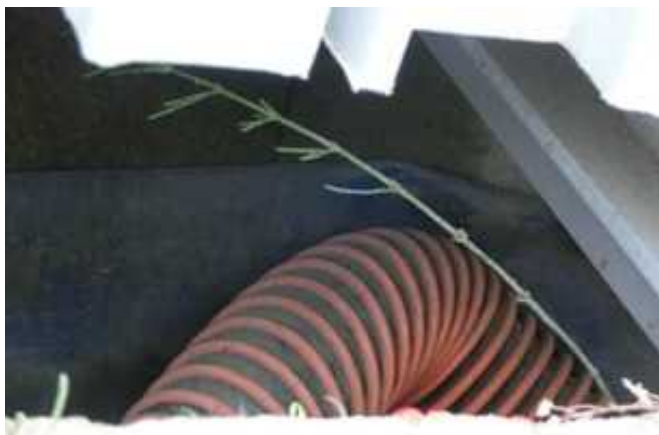
1000tノッチタンクからタービン建屋に移送      パワプロで回収

## 2. 原因と対策

### 2-1 漏えい箇所調査結果 (1 / 2)

- 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
- 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い曲げ半径(200mm~300mm程度)で使用していた。



※漏えい発見時のホース状態(屈曲あり)



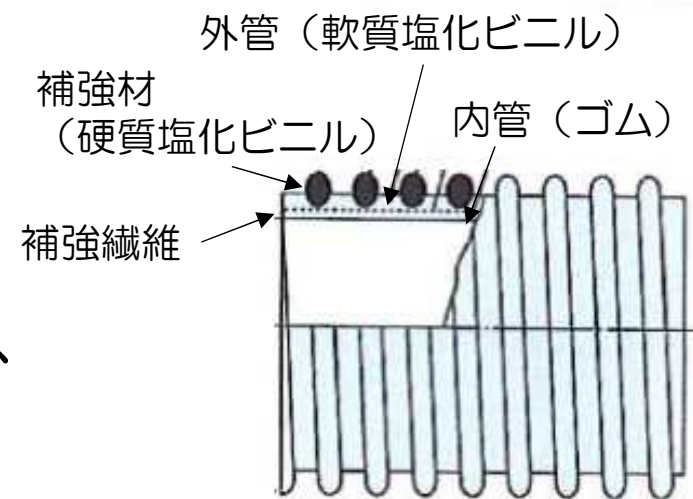
※確認のため、ホースを曲げて当該箇所を拡大させた状態



## 2-1 漏えい箇所調査結果(2/2)

### ▶ 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、ゴムの内管の長手方向、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。

## 2-2 使用状況調査結果(1/4)

### 【当該ホース設置までの流れ】

- H4北エリアの漏えい事象（2013年8月、タンク底板から約300m<sup>3</sup>の漏えい）を受け、タンク堰内に貯まった雨水（以下「堰内雨水」という）の貯蔵容量に余裕がなくなったことから、堰内雨水の受入先であった1000tノッチタンクからタービン建屋へ移送するラインを計画。
- その際、移送する水が堰内雨水でありRO濃縮塩水のような高濃度の汚染水でなかったこと、また緊急性が高かったことから、他の工事との干渉が少なく敷設し易い側溝内に、耐圧ホースを設置。また設置時は、特に拘束点は設けず、ある程度の余長を確保して、ほぼ直線状に側溝内に設置した。
- 今回漏えいが発生した場所は、直線状の長距離下り勾配の下流にあるため、長期的に使用したことに伴い、内部流体の自重により屈曲部が発生した可能性等が考えられる。

## 2-2 使用状況調査結果(2/4)

### 【耐圧ホース設置以降の管理状況】

- 当該ホースの漏えいリスクが高いことは認識しており、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陸側遮水壁設置工事との干渉により、一部の配管が施工できない時期があったことから、工事実施箇所は、陸側遮水壁設置工事完了後も、2号変圧器撤去工事に伴う工事干渉で、再切断・リルート等の対応が必要であると思い込み、未施工のまま中断していた。(PE管施工範囲全長：約800m、未施工範囲：約30m)
- 一時的に使用するつもりだったため、2013.10の設置以降点検が行われていなかったが、上記工事中断により結果として当該ホースを長期間使用することになった。

## 2-2 使用状況調査結果(3/4)

### 【地下貯水槽からノッチタンクへの移送】

- 今回水を抜き取った地下貯水槽No1、No2は、以前RO濃縮塩水を受け入れていたが、地下貯水槽からの漏えいが確認されたため、RO濃縮塩水を残水レベルまで抜き取った。
- 漏えい直後から実施していた検知孔・ドレン孔から汲み上げた水\*は地下貯水槽に回収した。
- ノッチタンクの受入容量が確保されたので、回収した地下貯水槽内の水をノッチタンクへ移送した。

\* 検知孔からの汲み上げ： 高密度ポリエチレンシート外側に漏洩した汚染水の拡散防止のために実施

\* ドレン孔からの汲み上げ： 地下貯水槽建設時は地下貯水槽の浮き上がり防止等のため適宜実施していたが、漏洩後は浮き上がり対策を別途実施の上、周辺地盤に漏洩した汚染水の拡散防止のために実施

## 2-2 使用状況調査結果(4/4)

### 【1000tノッチタンクからタービン建屋への移送時の対応】

- 1000t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が行われていなかった。
- 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。しかしながら、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個別手順書が未完成であり、チェック範囲が不明確であったことから、当該ホースのラインチェックは行われていなかった。



## 2-3 直接的原因・対策

漏えい箇所調査結果、使用状況調査結果を踏まえ、漏えいの発生防止、漏えいの拡大防止、漏えいの早期検知の観点における直接的原因及び対策を以下に示す。

- ① 漏えいの発生防止：仮設設備であることから点検計画もなく点検を実施していなかったこと、また当該ホースが未点検であったため長期使用の過程で漏えい箇所が許容曲げ半径より小さい曲げ半径の状態となっていたことにより、耐圧ホースに孔を発生させた。

### 【対策】

- 当該ラインについては、信頼性の高いPE管へ取り替える。
  - 当該ライン以外の耐圧ホースについて定期的に点検を行い、必要に応じて是正を行う。
  - 仮設設備についても点検計画へ反映し、その実施状況について確認していく。
- ② 漏えいの拡大防止：排水側溝に耐圧ホースを敷設したため、直接的に排水路に流入する構造となっていたこと。

### 【対策】

- 耐圧ホースの使用状況を調査し、排水路に直接流れ込む可能性があるラインについては、側溝から離隔あるいは受け等の対策を図る。（当該配管については、側溝付近に設置した部分はトラフ内に敷設。）
  - やむを得ず上記対策が図ることができないラインについては、移送の都度、漏えい検知のための監視員を配置する。
- ③ 漏えいの早期検知：個別手順書がなかったために、汚染水移送後に移送ラインの漏えい確認を実施しなかったこと。また排水路の濃度上昇を速やかに検知できなかったこと。

### 【対策】

- 移送開始後に移送ラインの漏えい確認を行う個別手順書を作成する。（個別手順書がないまま移送は実施しない。）
- K排水路に異常検知のための連続モニタリング設備を設置する。

## 2-4 背後要因及び対策(1/2)

- ① 当該ラインのPE管化工事について、陸側遮水壁設置工事との干渉により施工が行えなかった時期があったとともに、2号機建屋カバー設置準備工事との干渉で再切断ルート等の対応が必要と思い込み、未施工のまま中断していたこと。
- 工事中断を工事主管Gで判断しており、遅延・中断の情報が発電所内で共有できておらず、適切な工事の優先順位が付けられていなかった。

### 【対策】

- リスク総点検で抽出された対策工事、及び不適合管理においてリスク管理が必要と判断された対策・水平展開工事は、発電所内のリスク管理を行う会議体（主査：所長。以下「リスク管理会議」という）において工程を共有し進捗管理を行うとともに、工事が干渉する場合は工事の優先順位付けを行う。  
また、優先順位が後位となった工事についても、可能な限りリスクを下げる視点に立ち、出来る限り追加的対策を講じる。
- ② 通常より濃度の高い汚染水を移送するにもかかわらず、漏えい防止等に対して配慮が不足していたこと（当該ラインのPE管化において、施工済のラインを使用して少しでもリスクを下げていく等の配慮に至らなかった）。

### 【対策】

- 汚染水等の溜まり水の状況（濃度、量、場所）を整理し、処理の方法(使用配管、浄化設備等)、時期（工程）を策定する。（リスク総点検のフォローアップ）
- リスク管理会議において、工程進捗状況を把握していくことで、多面的な支援・助言を行う。

## 2-4 背後要因及び対策(2/2)

- ③ 2015.3に発生した雨水移送ホース部からの漏えい事象の水平展開として個別手順書において移送開始後の漏えい確認を記載する対策を取ることにしていたが、順次使用頻度の高い手順書から個別手順書を改訂していたため、(1000tノッチタンクからタービン建屋への手順書はあったものの)今回の移送ラインについては個別手順書がないまま移送を実施したこと。

### 【対策】

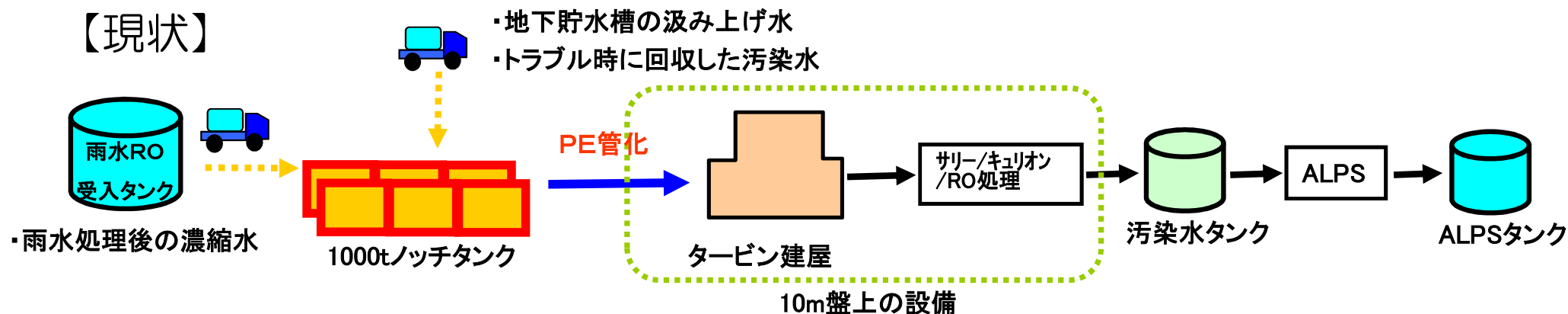
- 不適合管理において、水平展開・対策の期日を明確にする。
  - 緊急的に移送する必要がある場合は、予め決めた対応強化を実施するとともに、必要に応じてリスク管理会議において付議し、多面的な支援・助言を行う。
  - 使用頻度の低い設備等に対して、3H作業(はじめて・変化・久しぶり)であることを明確にし、漏えいに対する感度を高めた工事監理を行っていく。
- ④ 仮設で緊急に設置した移送ラインを継続して使用したため、当初想定した雨水以外に移送先のない汚染水についても当該ラインを使用してタービン建屋へ移送したこと。

### 【対策】

- タービン建屋へ移送することなく、35m盤上で処理可能な設備を構築する。

## 2-5 今後の設備変更計画(35m盤における浄化処理設備)

- 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、1000 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。
- 地下貯水槽の内包水は比較的濃度が高い (No.2: 約900m<sup>3</sup>、全β約2×10<sup>6</sup>Bq/L) ことから、上記設備完成後に移送を行うこととする。
- 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については、濃度が比較的高くないことから、上記設備が完成するまでの間は、1000 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。



## 2-5 今後の設備変更計画（PSFについて）

K排水路には、異常検知を目的としたモニタを設置する。設置にあたっては現場での施工性等を踏まえ、現在、JAEAとPSF（プラスチック・シンチレーション・ファイバー）の検証を行っているところである。なお、PSFには以下のような特徴がある。

- ・感 度 従前のモニタと同等の性能がある
- ・設 置 排水路の状況に応じて設置可能である
- ・信頼性 構造が単純である
- ・保守性 メンテナンス（清掃等）が比較的容易である

PSF：放射線入射によりでシンチレーション光を発するファイバの両端に光電子増倍管を接続し、入射した放射線の量を電気信号として取り出すモニタ。





## 2-6 類似箇所調査結果(1/3)

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

## 2-6 類似箇所調査結果(2/3)

### 【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（ $10^6\text{Bq/L}$ 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 ポンプ近傍のため仮に漏えいした場合も外部へ漏えいしない
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

## 2-6 類似箇所調査結果(3/3)

### 【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Ⅱ	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。



# 2-6 類似箇所調査結果(高濃度汚染水以外)

## ①排水路内



## ②側溝内





# 2-6 類似箇所調査結果(高濃度汚染水以外)

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

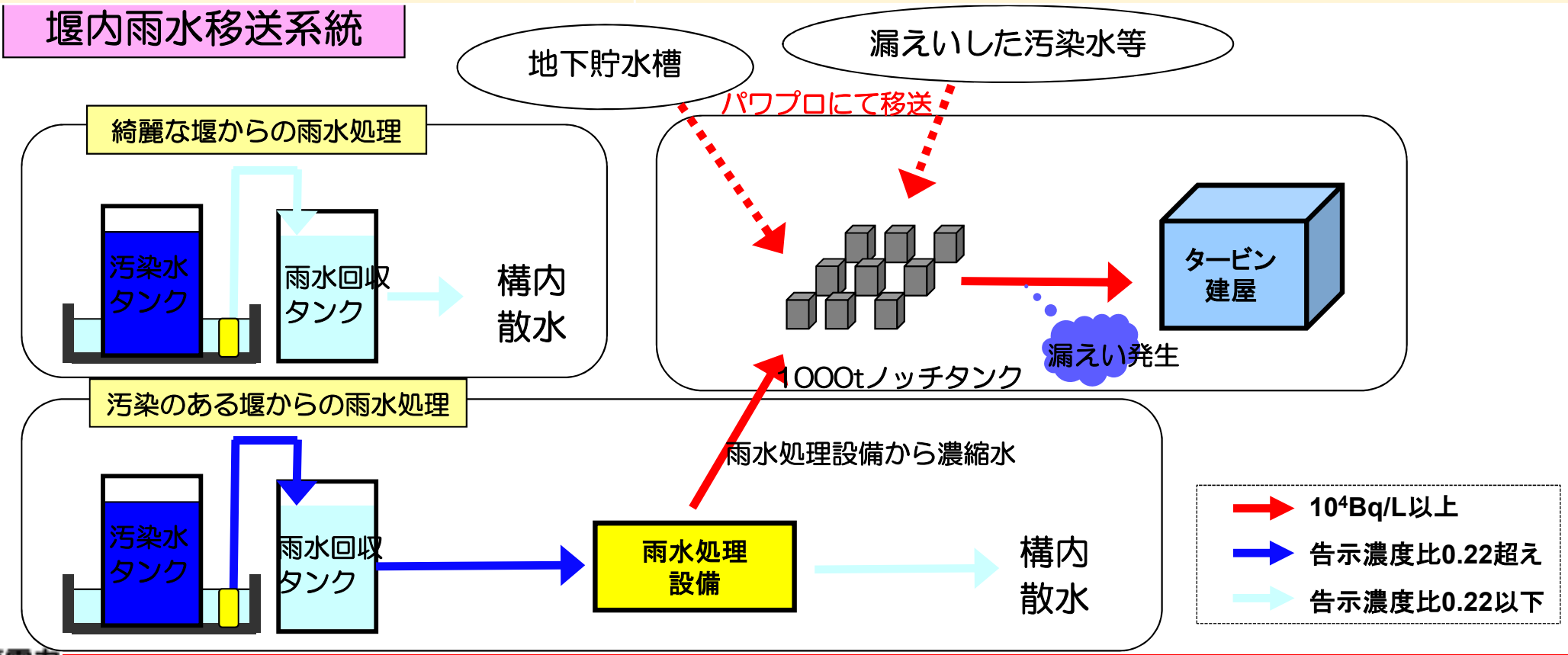




# 2-7 類似箇所のは正状況(設備面)

## 【堰内雨水移送ライン】

赤色実線ライン (10 <sup>4</sup> Bq/L以上)	耐圧ホースを使用しない(1000tノッチタンクからタービン建屋への移送ラインについてはPE管へ取替)
青色実線ライン (告示濃度比0.22超え)	H27年度完成目途でPE管へ取替
その他のライン (告示濃度比0.22以下)	H28年度完成目途でPE管へ取替
PE管に取り替えるまでの対応	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



## 2-7 類似箇所のは正状況(設備面)

【区分Ⅱ：高濃度汚染水以外を扱う耐圧ホース】

- PE管への切り替えを進めつつ、運用面での対応※と合わせてリストを作成し進捗を管理し、9月末を目途に対応
- 対象ラインを精査し、使用しないラインは使用できない措置を実施
- 排水路、側溝の横断部等、漏えいした場合の影響が大きい箇所から優先的に是正
- 並行して、屈曲部や茅対策、ホース保護のための養生の設置を実施

各耐圧ホースのラインのは正状況（7月24日現在）

区分Ⅱ		ライン数	是正完了した ライン数	進捗率 (%)
使用不可能なライン		2	2	100
使用可能だが改善 点があったライン	設備面での対応	82	45	55
	運用面の対応含む	57	1	2
改善点がなかったライン		18	—	—
計		159	—	—

※：タンク上部の屈曲部や暗渠部の設備面の対応として、PE管への切り替えを計画しているが、切り替えまでの間は日常点検で重点的に確認しながら運用を継続する。

# 2-7 類似箇所のは正状況(設備面)

(著しい変形があったホース)



是正前



是正後

(側溝 横断部)



是正前



是正後

## 2-7 類似箇所のは正状況(運用管理面)

福島第一発電所構内で放射性物質を含む液体を扱うホースの標準的な使用方法、保守管理方法についてガイドを作成する（現在、専門家ならびに所内コメント集約中）。

(ガイドの記載内容)

- 耐圧ホース使用上の条件（取り扱う水の濃度や使用状況を踏まえた条件等）
- ホース敷設上の注意事項をトラブル事例とともに明記  
例：海洋放出の防止策、茅による損傷防止策、許容曲げ半径の確保 等
- 耐圧ホース使用時の点検方法を明記
  - ・ 点検項目及び判断基準
  - ・ 点検頻度
  - ・ 不具合発見時の対応 等
- 定期点検管理表の作成、更新方法  
識別可能な名称、使用する液体の種類、濃度、使用箇所（屋内外）、敷設時期、点検時期等を記載した一覧表を作成し、ホースの追加、取替時及び年度毎に更新する旨を明記

# 2-8 今後の予定

項目	5月	6月	7月	8月	9月	10月	備考
<b>PE管設置</b>							
当該ライン		■					
雨水移送ライン (告示濃度比0.22超え)	■	■	■	■	■	■	H28年3月末完成予定
雨水移送ライン (告示濃度比0.22以下)	■	■	■	■	■	■	H29年3月末完成予定
<b>その他の対策</b>							
耐圧ホースの是正 (運用面での対応含む)		■	■	■	■		
耐圧ホースガイドの作成			■	■			
35m盤浄化設備の設置			計画・設計	■	■	■	H27下期以降計画・据付を行う
K排水路のモニタ設置			計画・設計	■	■	■	H27下期以降計画・据付を行う