

多核種除去設備の状況について

平成26年4月24日
東京電力株式会社



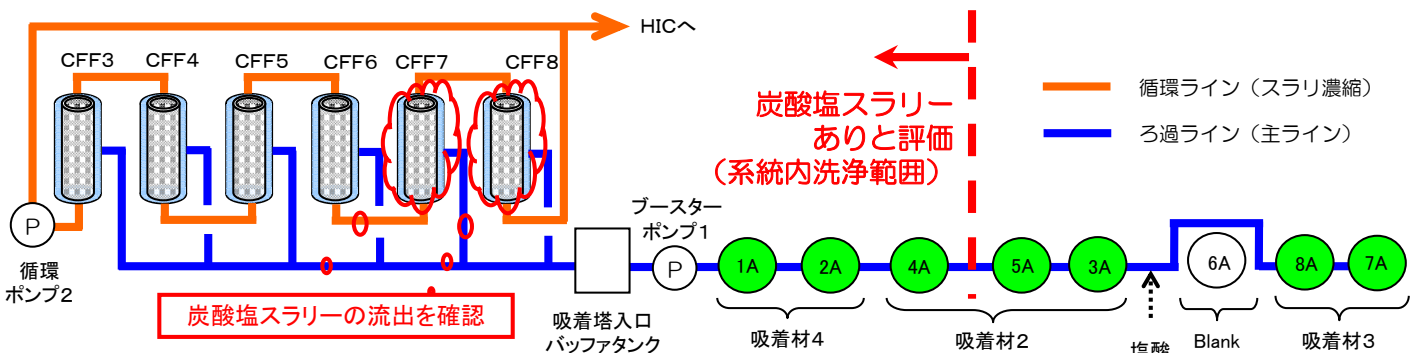
目次

- (1) A系統の処理再開と浄化運転の経過について
- (2) A系統の処理停止について
- (3) 吸着材移送作業における漏えい事象について

(1) A系統の処理再開と浄化運転の経過について

A系統の処理再開について

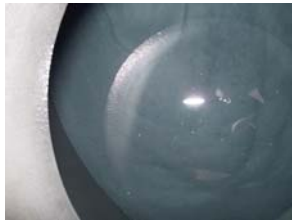
- 3/27に確認された炭酸塩沈殿処理出口（ブースターポンプ1出口）水の白濁およびCa濃度上昇の原因はクロスフローフィルタ（以下、CFF）7A、8Aからの炭酸塩スラリー流出と評価【既報】
➡ CFF7A、8Aについては、新規品との交換実施完了
（うち、1基はB系統のCFF3B取付（3/13）の新規品との交換）
- 炭酸塩スラリー流出範囲を調査した結果、炭酸塩スラリー流出範囲は吸着塔4A入口までと評価【次頁詳細】
➡ 炭酸塩スラリーの流出が確認された範囲については、吸着材の抜き出しを実施したうえで、系統内洗浄を実施



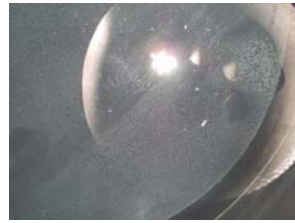
➡ 系統内洗浄が完了し次第、A系統の処理再開

A系統炭酸塩スラリー流出範囲

■ 吸着塔内部調査結果



吸着塔 1 A
吸着材 4 (黒色) の上に
白い堆積物を確認



吸着塔 2 A
吸着材 4 (黒色) の上に白
い堆積物を確認



吸着塔 4 A
吸着材 2 が白色であり、白
い堆積物の目視確認は困難



吸着塔 8 A
吸着材 3 (黒色) の上に若
干の白い堆積物を確認

■ 吸着材 Ca 測定結果

吸着塔	Ca 濃度*1
吸着塔 1 A	約 22ppm
吸着塔 2 A	約 98ppm
吸着塔 4 A	約 53ppm*2
吸着塔 5 A	約 5.6ppm*2
吸着塔 3 A	約 1ppm*2
吸着塔 8 A	約 0.5ppm

* 1 吸着材表面の一部 (10ml程度) をサンプル採取し、酸性薬液を加え、Ca 濃度を測定 (炭酸塩スラリーを溶解させるため)

* 2 吸着材 2 から Ca 溶出成分含む

* 3 アルカリ性を中和して測定

■ 吸着塔出口水 Ca 測定結果

吸着塔出口	Ca 濃度*3	全 β (Bq/cm ³)
吸着塔 4 A 出口	約 0.58ppm	1.8 × 10 ¹
吸着塔 5 A 出口	約 0.58ppm	9.2 × 10 ⁰
吸着塔 3 A 出口	約 0.67ppm	7.9 × 10 ⁰

吸着塔 4 A 以降の出口水の中和して Ca 濃度を測定し、全 β 濃度も測定した結果、通常の変動範囲内の値であり、有意な上昇等は確認されず。

➤ **吸着塔 1 A、2 A 内部には炭酸塩の存在を確認。**

➤ **吸着塔 4 A までは炭酸塩が到達したと評価し、吸着塔 5 A 以降には炭酸塩が到達していないと評価。**

(吸着塔 8 A に確認された若干の白い堆積物は、吸着材 Ca 濃度が約 0.5ppm と低いいため、吸着材 2 が下流に流出したものと推定)

A系統の系統内洗浄方針と目標値

■ CFF 出口から **吸着塔 4 A 入口まで、炭酸塩スラリーの除去を目的** に洗浄を実施。洗浄は大きく下記 2 箇所に分けて実施。

① CFF 出口～吸着塔入口バッファタンク

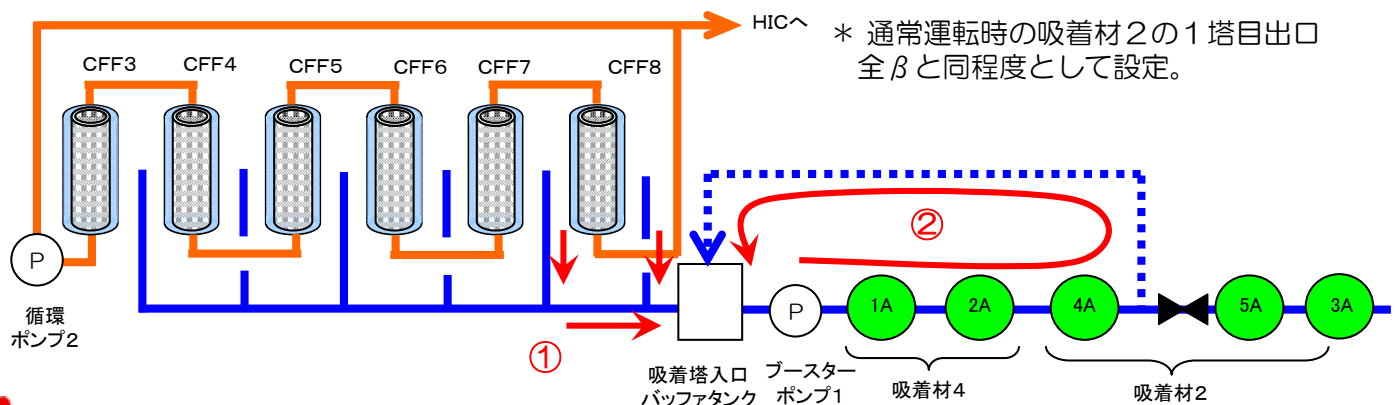
吸着塔入口バッファタンクへのブロー、酸性薬液の浸漬、ろ過水によるフラッシングを実施

目標値：ろ過水と同程度の Ca 濃度

② 吸着塔入口バッファタンク～吸着塔 4 A

系統保有水のブロー、酸性薬液の浸漬及び循環運転、ろ過水によるフラッシング

目標値：ろ過水と同程度の Ca 濃度かつ全 β 濃度 10²Bq/cm³* 程度



CF Fの調査状況について

- C F F 7 Aについては分解調査を実施したところ、Vシールに微小な傷を確認。また、Vシールに脆化傾向があることを確認。
 - C F F 8 Aについても同様の事象であることを確認。
- ※ B系統のC F F 3 BについてはVシールの一部に欠損が確認され、脆化傾向があることを確認

- C F FのVシール（テフロン製）に脆化傾向が確認された原因については、放射線劣化の可能性も含めて、現在検討中。
- 対策品への交換による信頼性向上についても合わせて検討中。
- 対策品への交換を実施するまでは、引き続き、炭酸塩沈殿処理出口（ブースターポンプ1出口）水の白濁およびCa濃度上昇有無の確認をしながら、処理を継続

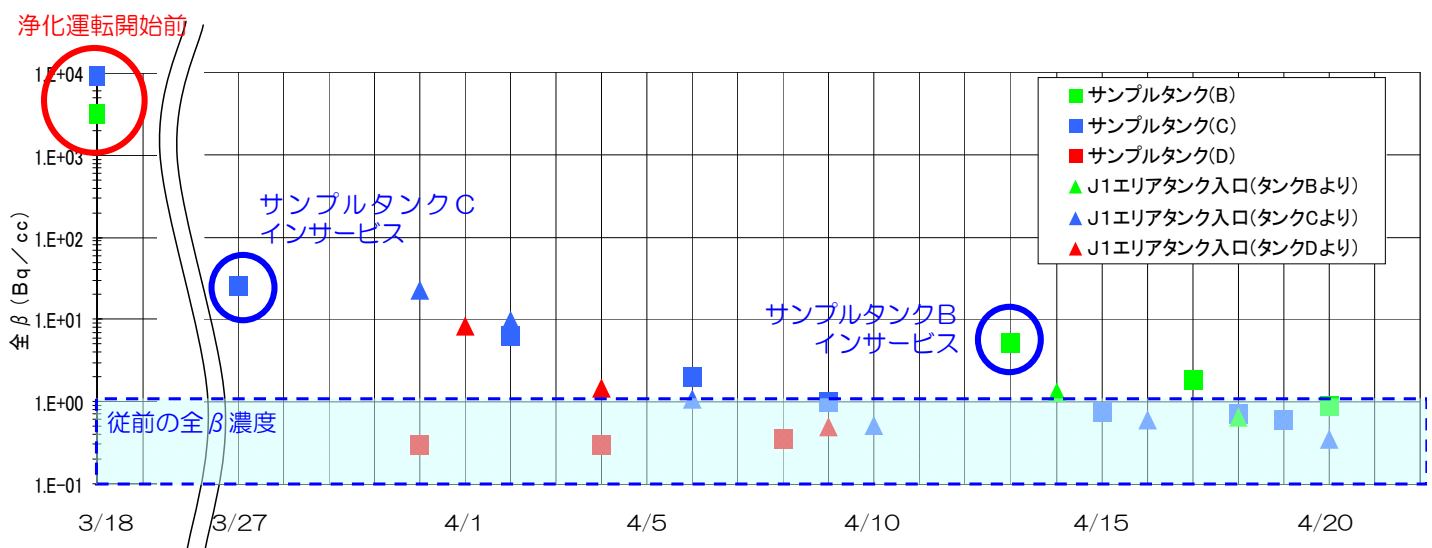


←C F F 7 A Vシール

VシールのVの字が開く方を下側とし、下側に引張応力がかかるようにたわませて撮影
微小な傷（割れ）が開いていることを確認。

浄化運転の経過について

- 3 / 1 8にB系統出口水に高い放射能濃度（全β）を確認。ALPS出口共通設備（サンプルタンクA～C、移送ポンプ、配管等）からも高い放射能濃度を確認
- 3 / 2 4よりALPS出口共通設備の浄化運転を開始
- 浄化運転によって、ALPS出口共通設備の放射能濃度の低下が確認され、従前と同程度（全βマイナス1乗（Bq/cm³）オーダー）に一部到達したことを確認



➤ 安定的に従前と同程度の放射能濃度（全βマイナス1乗（Bq/cm³）オーダー）を維持することの確認をもって、浄化を目的とした運転は終了とする

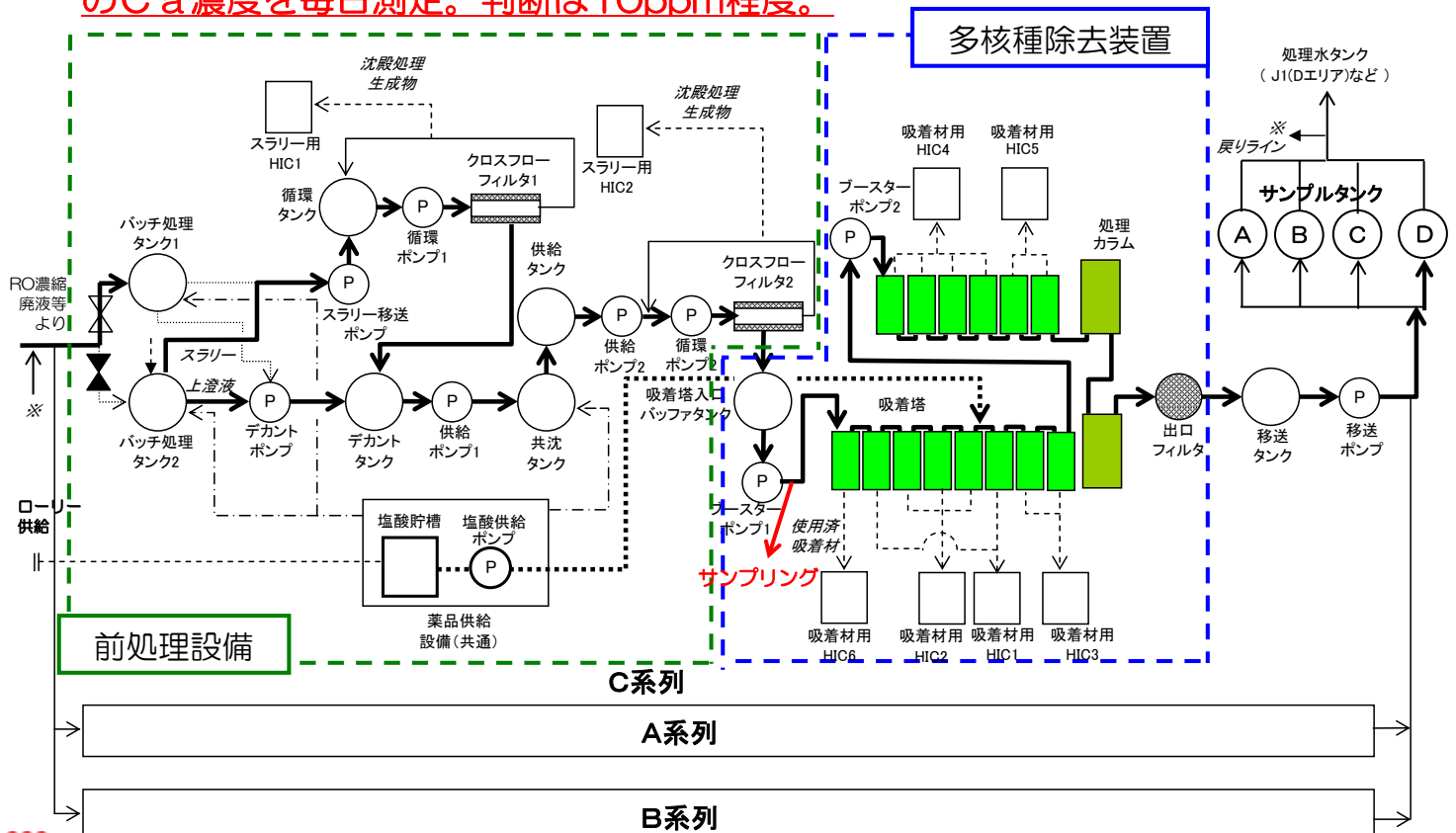
スケジュール

- Aシステムについては、準備（吸着材充填）を実施し、**4/22に処理再開**。
ブースターポンプ1 A出口に高いCa濃度が確認されたことから、**4/22に処理を停止**。原因を調査および不具合の除去を実施し、**4/23に処理再開**。
- Bシステムについては、系統内洗浄を継続実施中（5月中旬予定）
- CFFについては原因評価を実施し、必要に応じて、信頼性向上対策品への交換を計画

	4月		5月	
	21	28	上	中
AC系統 処理運転	A系統点検			
	A系統処理運転			
B系統 復旧	系統内部除染			
CFF 原因調査	原因評価・対策検討			

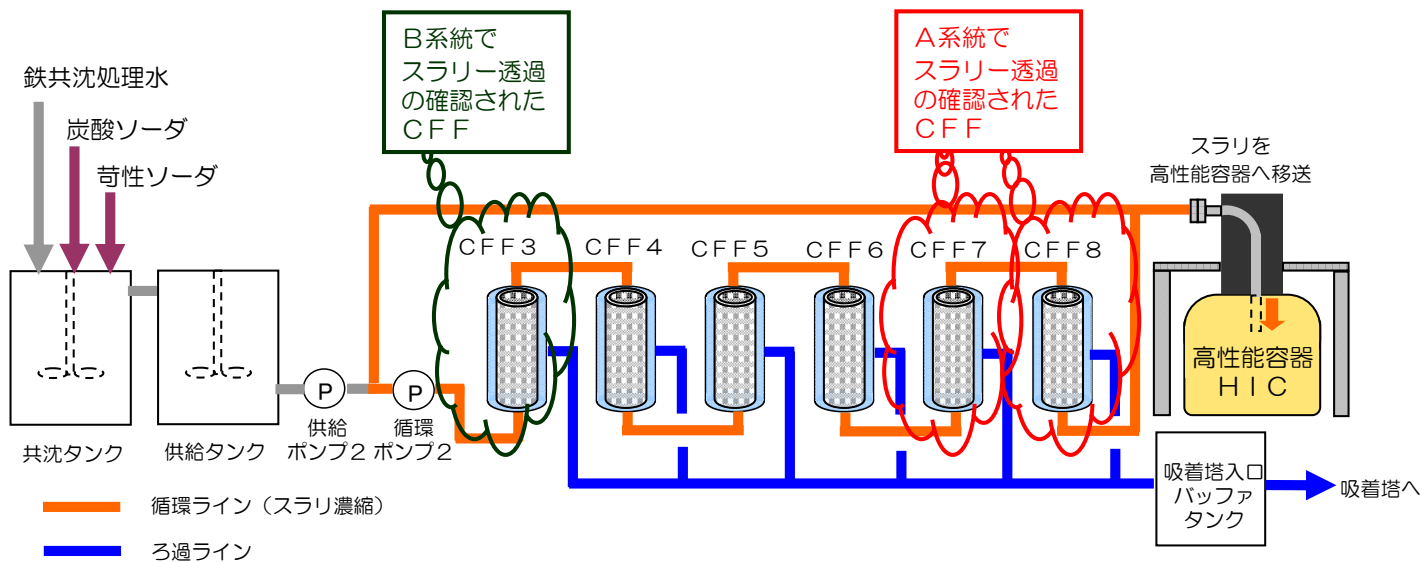
【参考】 系統概略図

- CFFを炭酸塩スラリー透過を事前に把握するために、ブースターポンプ1出口のCa濃度を毎日測定。判断は10ppm程度。



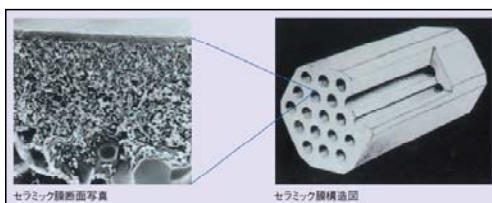
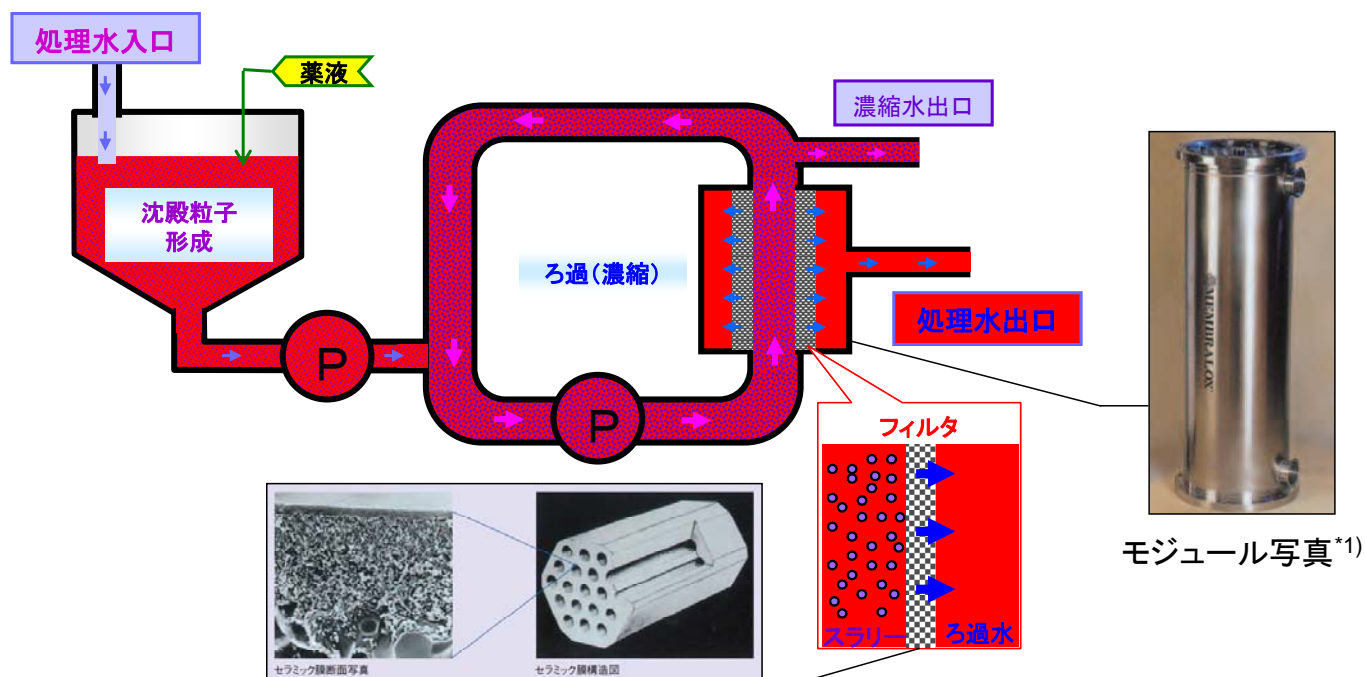
【参考】クロスフローフィルタ系統図

- 後段の吸着塔におけるSr吸着の阻害イオン（Mg, Ca等）の除去が主目的
- 共沈タンクに炭酸ソーダと苛性ソーダを添加し、2価のアルカリ土類金属（Mg, Ca等）の炭酸塩を生成させ、クロスフローフィルタ（以下、「CFF」）にてろ過する
- ろ過された水は後段の吸着塔入口バッファタンクへ移送され、濃縮された炭酸塩はスラリーとして、高性能容器（HIC）へ移送する



【参考】CFFの構造

- 薬液注入と適切な水質制御により沈降成分を形成し、フィルターによるろ過により固形分を除去

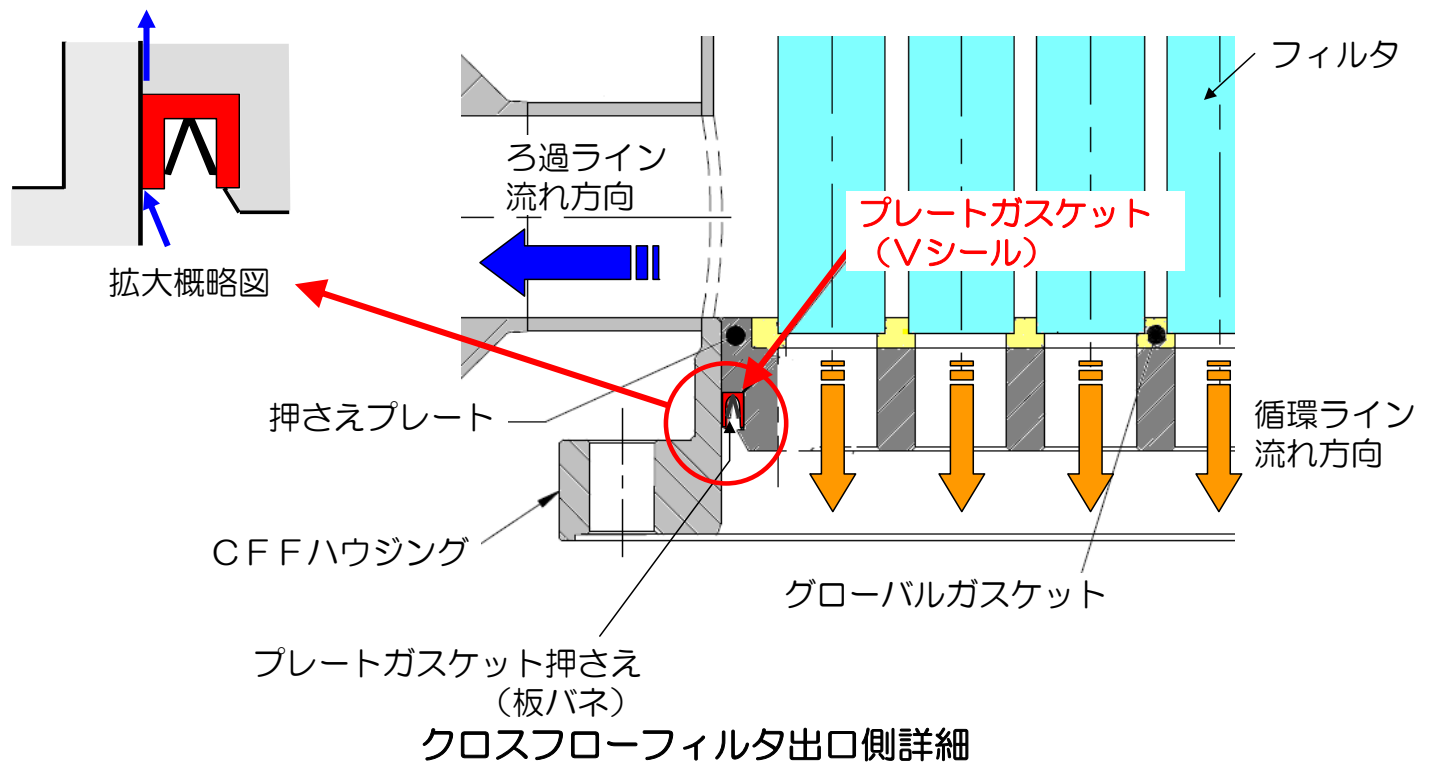


フィルタエレメント詳細*1)

*1) 日本ポール株式会社カタログより抜粋

【参考】クロスフローフィルタ3B分解点検状況

- 分解調査の結果、CFFハウジングと押さえプレートとの間のプレートガスケット（Vシール構造・テフロン製）に一部欠損があることを確認



【参考】クロスフローフィルタ3B分解点検状況

押しえプレート上面より撮影



プレートガスケット
欠損箇所



押しえプレート全体

欠損箇所：幅約6cm、深さ約3mm



押しえプレート側面より撮影

(2) A系統の処理停止について

A系統処理停止について

■ 状 況

- 多核種除去設備A系統の処理再開後、ブースターポンプ1出口（炭酸塩沈殿処理出口）のサンプリング測定を行ったところ、わずかな白濁及び通常変動の範囲（数ppm）より高いCa濃度（32ppm）を確認
- 原因調査のため、A系の処理運転を停止
- なお、C系については、ブースターポンプ1出口のCa濃度に問題ないことを確認しながら処理継続中
（4/23時点 1.4ppm 色：透明）

■ 時系列

<4月22日>

- | | |
|---------|----------------------------|
| 16時15分 | A系処理再開 |
| 18時00分頃 | ブースターポンプ1出口の白濁および高いCa濃度を確認 |
| 18時06分 | A系処理停止 |

A系統Ca濃度上昇に伴う調査

原因調査のため、A系統下記箇所のサンプリング・分析を実施

■ A系統CFFのCa濃度

CFF	前回停止時（3/27、28測定）		今回停止時（4/22測定）	
	Ca濃度（ppm）	水の色	Ca濃度（ppm）*	水の色
3A	2	透明	37（40）	透明
4A	2	透明	39（42）	透明
5A	2	透明	43（41）	透明
6A	2	透明	41（42）	透明
7A	22	白濁	42（43）	透明
8A	20	わずかな白濁	43（45）	透明

* 括弧内は中和前のアルカリ性（pH12程度）での測定値

■ A系統出口の全β核種濃度

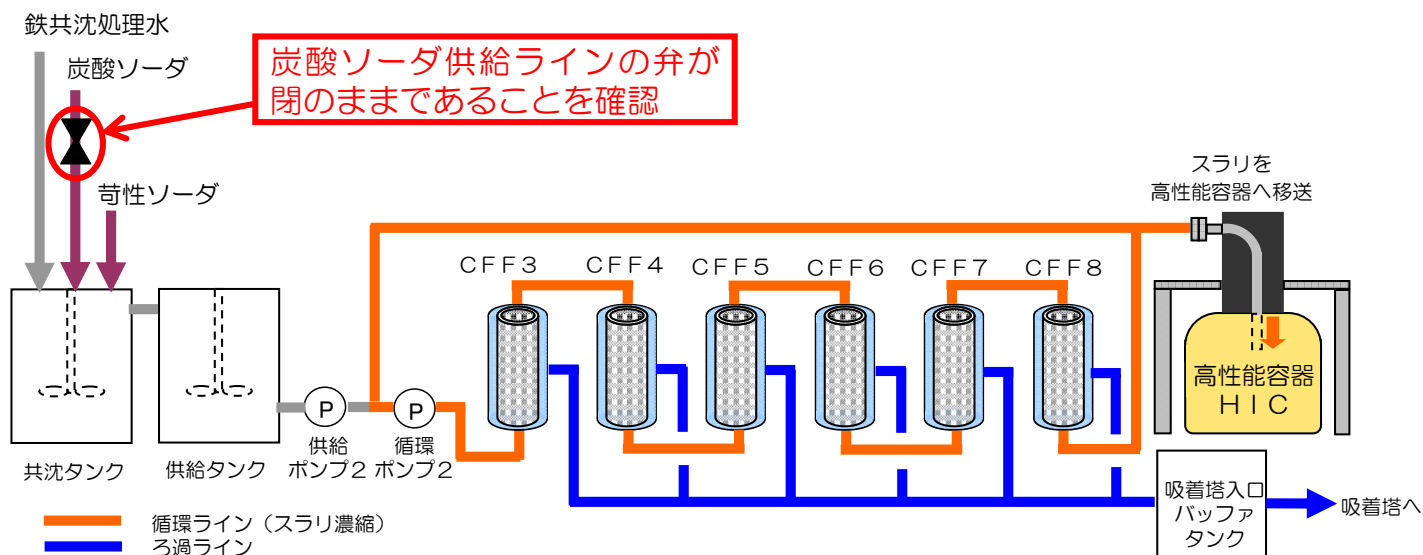
$7.8 \times 10^{-2} \text{ Bq/cm}^3$

- 各CFFから一様に高いCa濃度を確認したものの、中和の前後で測定値の変化がほとんどなく、白濁も確認されなかったことから、CFFからの炭酸塩スラリー流出ではなく、何らかの要因で炭酸塩処理が不十分であったことが原因と推定
- A系統の出口性能は問題がないことを確認

A系統Ca濃度上昇に伴う調査

- 炭酸塩沈殿処理が不十分である可能性があり、詳細に調査を実施。その結果、炭酸ソーダ供給ラインの手動弁が閉のままであることを確認
- 炭酸ソーダが供給されなかったため、炭酸塩沈殿が生成されず、イオン状のCa濃度が高いまま下流に流れたと推定

※ ALPS処理対象水（RO濃縮水）のCa濃度が120ppm程度であるものの、系統水張り時のろ過水による希釈および苛性ソーダ注入による水酸化物沈殿生成で、40ppm程度になったと推定



A系統Ca濃度上昇に伴う調査

- ブースターポンプ1 出口水にわずかな白濁が確認された原因は、**共沈タンク内に残存していた炭酸ソーダ**（通常、薬液がリッチになるように注入）が下流側へ流れ、吸着塔入口バッファタンク等の**水張りで使用したろ過水中に含まれる若干のCa等と反応**したものと推測
- 高い濃度のイオン形態のCaが後段設備を通水した影響は、下記が想定されるが、問題ないと評価
 - 炭酸塩沈殿処理はSr吸着の阻害イオン（Mg、Ca等）の除去が主目的。通常より10倍程度高い濃度のCa等が約2時間、Sr吸着塔（吸着材2）を通水するため、吸着材2の寿命が20時間程度縮まったと評価（吸着材2の寿命は数ヶ月程度で、**約1%分の寿命低下**に相当）。
- 一時的に締切運転となったA系統の炭酸ソーダ供給ラインについては、仕様（最高使用圧力）の範囲内であり、現場に漏えい等の異常もないことを確認

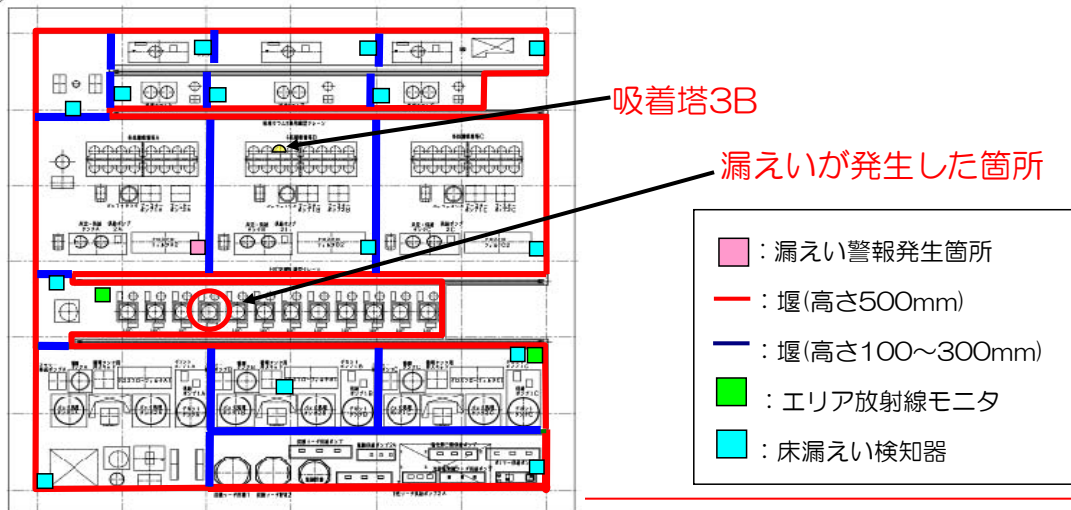
今後の予定

- 炭酸ソーダ供給ラインの手動弁を開とし、その他の弁等の復旧未実施がないことを確認したうえで、**A系統については4/23再起動実施**
- 炭酸ソーダ供給ラインの手動弁の復旧が未実施となっていた原因については**要因分析を行い、再発防止対策を計画**
- なお、A系統の処理を継続するにあたって、ブースターポンプ1 出口水のサンプリングを実施し、CFFの健全性を継続して確認する

(3) 吸着材移送作業における漏えい事象について

発生状況

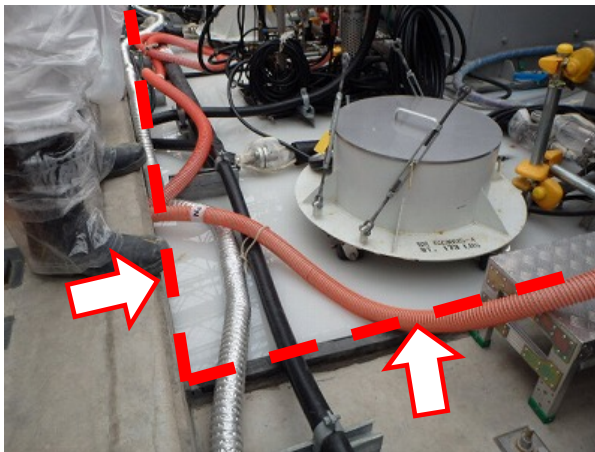
- 発生日時 H26.4.16 12時19分 漏えい発見
- 場所 多核種除去設備建屋内 HIC設置エリア
- 発見者 協力企業作業員
- 推定漏えい量 約1.1m³ (約6m×約6m×約3cm)
- 漏えい流体 わずかな吸着材を含むろ過水
- 漏えい水の放射能 全β : 3.8×10³Bq/cm³
Cs134 : 2.6Bq/cm³ Cs137 : 6.7Bq/cm³
- 線量測定結果 水表面at5cm 0.018mSv/h (1cm線量当量率 (γ線)
0.38mSv/h (70μm線量当量率 (β線))
雰囲気 0.02mSv/h (1cm線量当量率 (γ線))
0.045mSv/h (70μm線量当量率 (β線))



時系列

4月16日

- 9:00頃 吸着塔3Bから吸着材用HIC2へ残存吸着材を排出する作業開始
- 12:19 協力企業作業員が吸着材移送時に漏えいしていることを発見
- 12:20頃 残存吸着材移送用仮設ポンプ停止状態を確認
(作業終了に伴い、仮設ポンプは数分前に停止していた)
- 12:36 「クロスフィルタAキット`2近傍々々漏えい」警報発生
- 13:24 当該部より漏えいが停止したことを確認
- 16:55 漏えい水の回収開始(水中ポンプを用い排水タンクへ移送)
- 18:40 「クロスフィルタAキット`2近傍々々漏えい」警報クリア
- 19:30 漏えい水の回収作業終了



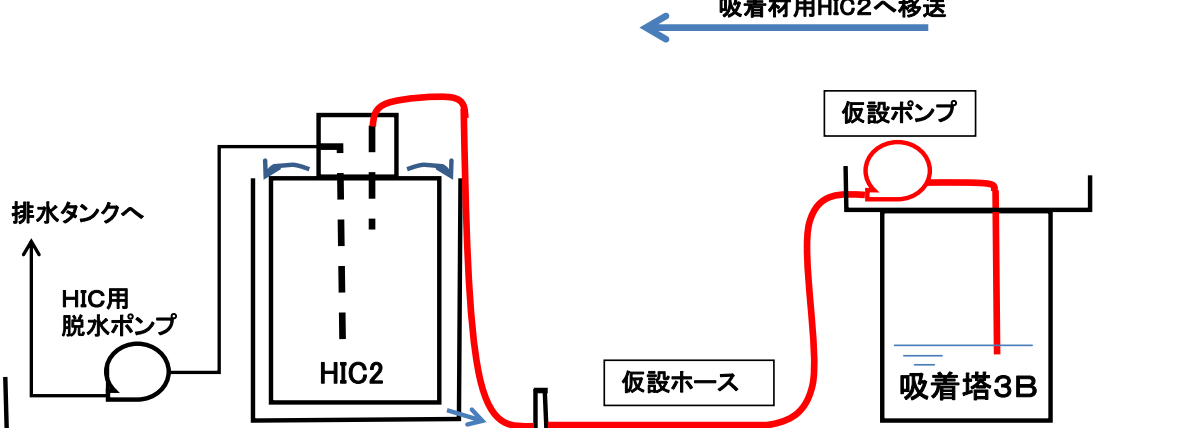
C系統については、処理
運転を継続中

漏えいの様子
(赤線の内側の白濁している範囲が漏えい水)

作業概要

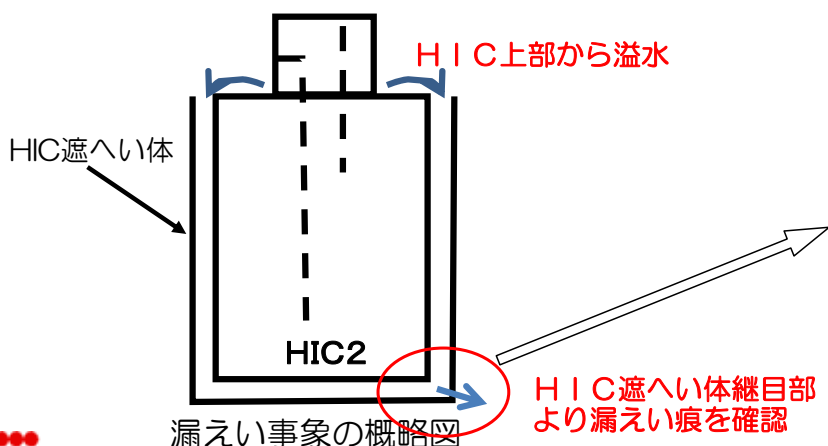
- B系統のクロスフローフィルタ(以下、CFF)3Bからの炭酸塩スラリー流出によって、出口水に高い放射能濃度が確認され、系統停止(3/18)
- B系統の系統内を洗浄するため、本設ラインを用いた吸着材の排出を行った(4/12)が吸着塔底部に僅かに残存した吸着材を除去するため仮設ポンプによる作業(4/16~)を行っていた
- 残存した吸着材の除去作業は以下を繰り返して実施
 - 吸着塔内の水張り(ろ過水を使用)
 - 攪拌、仮設ポンプにて吸引、HICへの移送
- HICには脱水ポンプ(本設)が設置されており、残存した吸着材の移送水(ろ過水)を適宜脱水

吸着塔3B残メディア及びろ過水を仮設ポンプにて
吸着材用HIC2へ移送



吸着材移送作業時に漏えいが発生した原因

- 事象発生後、当該作業に従事していた作業員より以下を聴取
 - 吸着塔3Bから吸着材を抜き出す作業員（作業員A）は、HICの水位監視及びHIC用脱水ポンプ操作を担当する作業員（作業員B）が配置されていると思い込んでおり、HICの液位が上昇した場合は作業員Bより連絡があると考えていた。
 - 別の作業に従事していた作業員Bは吸着塔3Bの抜き出し作業開始前に作業員Aより連絡があるものと考えていた。
 - 作業員Aは移送先のHICに排水を受け入れる十分な容量があると考えて作業していた（作業員Bからの連絡がないことに疑問を感じなかった）
- 本来、配置されるべきHICの水位監視を担当する作業員Bが配置されておらず、吸着塔3Bからの残存した吸着材および移送水が一方的に移送されていた。
- その結果、HIC上部から溢水し、HIC遮へい体の継目部から床面へ漏えいしたものと推定

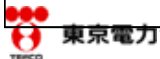


要因分析（1）

事象	要因1	要因2	要因3	対策
吸着材移送時に汚染水の漏えいが発生・拡大	HICの水位監視員（作業員B）が配置されていなかった。	吸着材抜き出し作業員（作業員A）は、これまで作業員Bが毎回配置されており、初めての作業でも無いため、今回も当然配置されると思い込んでいた。	作業員Aは、養生で覆われた重汚染エリアで作業をしており、作業員Bの存在を確認できず、また、簡単に通信機器等での交信もできなかった。	元請担当者は、作業員の人員配置が計画通りに実施されていることを記録用紙で確認する。
			作業員Aと作業員Bは、広い集会スペースを確保できず、同じ場所でのTBM-KYを実施しなかったため、HIC水位監視員の配置に関するコミュニケーションが図れなかった。	当社は、人員配置が記録用紙を用いて実施されていることを継続的に確認する。
		作業員Bは、これまで作業員Aから作業開始前に連絡を受けていたため、今回も開始前に連絡があったら配置されるものと思い込んでいた。	請負者は、新しい休憩所が完成し、広いスペースが確保できたことから、関連する作業員を集め、必ず全員でTBM-KYを実施し、コミュニケーションの強化を図る。	当社は、全員参加のTBM-KYが実施されていることを継続的に確認する。
		請負者は、責任者（LAST MAN）や事前連絡の可否等を担当者任せにしており、明確にルール化していなかった。	元請担当者は、作業員の人員配置が計画通りに実施されていることを記録用紙で確認する。	当社は、人員配置が記録用紙を用いて実施されていることを継続的に確認する。

要因分析（2）

事象	要因1	要因2	要因3	対策
吸着材移送時に汚染水の漏えいが発生・拡大	仮設ホースの接続先を、HIC液位高に達してもインターロックがはたらかないノズルに接続していた。	当社は、監視員が配置され、常時監視する計画であったため、インターロックの必要性を強く考えなかった。	当社は、作業安全の検討を多角的に実施しなかった。	当社は、作業開始前に関係者による安全事前評価を実施する。
		請負者は、ホース接続の作業性を考慮すると、HIC上面に位置するインターロック遮断弁の下流側が適当と判断した。	—	請負者は、仮設ホースの接続先を遮断弁上流側に接続する。
	堰（閉止されていたクレーン基礎貫通スリーブ）に仮設ホースを通していった	当社は、設備停止時の一時的な仮設運用であり、建屋最外周にも堰があるため、系外への漏出はないため、安全上大丈夫と考えた。	当社は、作業安全の検討を多角的に実施しなかった。	当社は、作業開始前に関係者による安全事前評価を実施する。
		請負者は、クレーンが稼働した場合にホースが邪魔になると考えた。	—	請負者は、貫通スリーブの止水処理を行う。
作業員Aは、HICに排水を受ける十分な容量がある（交換済）と考えていた。	作業員Aは、HIC交換は他社にて管理、実施しており、これまで同様にHICは空と思い込んだ。	請負者は、作業前の全員参加のTBM-KYを実施せず、情報共有ができなかった。	請負者は、新しい休憩所が完成し、広いスペースが確保できたことから、関連する作業員を集め、必ず全員でTBM-KYを実施し、コミュニケーションの強化を図る。	
	作業員Aは、作業員Bが配置されていなかったため、事前のHIC充填状態を知らなかった。			当社は、全員参加のTBM-KYが実施されていることを継続的に確認する。
HICから脱水されていなかった。	作業員Bは、本設のHIC脱水ポンプを起動しなかった。	作業員Bが配置されていなかった。	元請担当者は、作業員の人員配置が計画通りに実施されていることを記録用紙で確認する。	
				当社は、人員配置が記録用紙を用いて実施されていることを継続的に確認する。

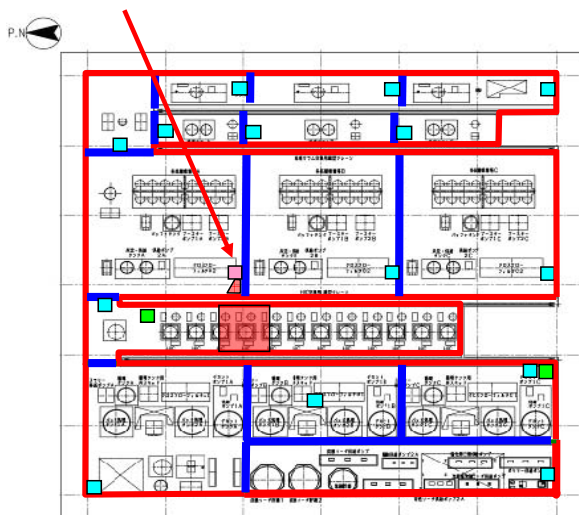


隣接エリアの床漏えい検知器作動について

- 今回の作業において、**仮設ホースを布設する際**、堰に設置されている**予備貫通スリーブを使用**したため、HICエリアで発生した漏えい水は、当該予備貫通スリーブを介して、**隣接するエリア（A系統炭酸塩CFEスキッド）へ流れ込み、床漏えい検知器の作動に至った。**

なお、予備貫通スリーブについては、通常時は止水板が設置されている。

発報した漏えい検知器



■ : 漏えいが確認された範囲

仮設ホース布設箇所
(予備貫通スリーブ)



止水板
(通常状態)



今後の対策

〈人的対策〉

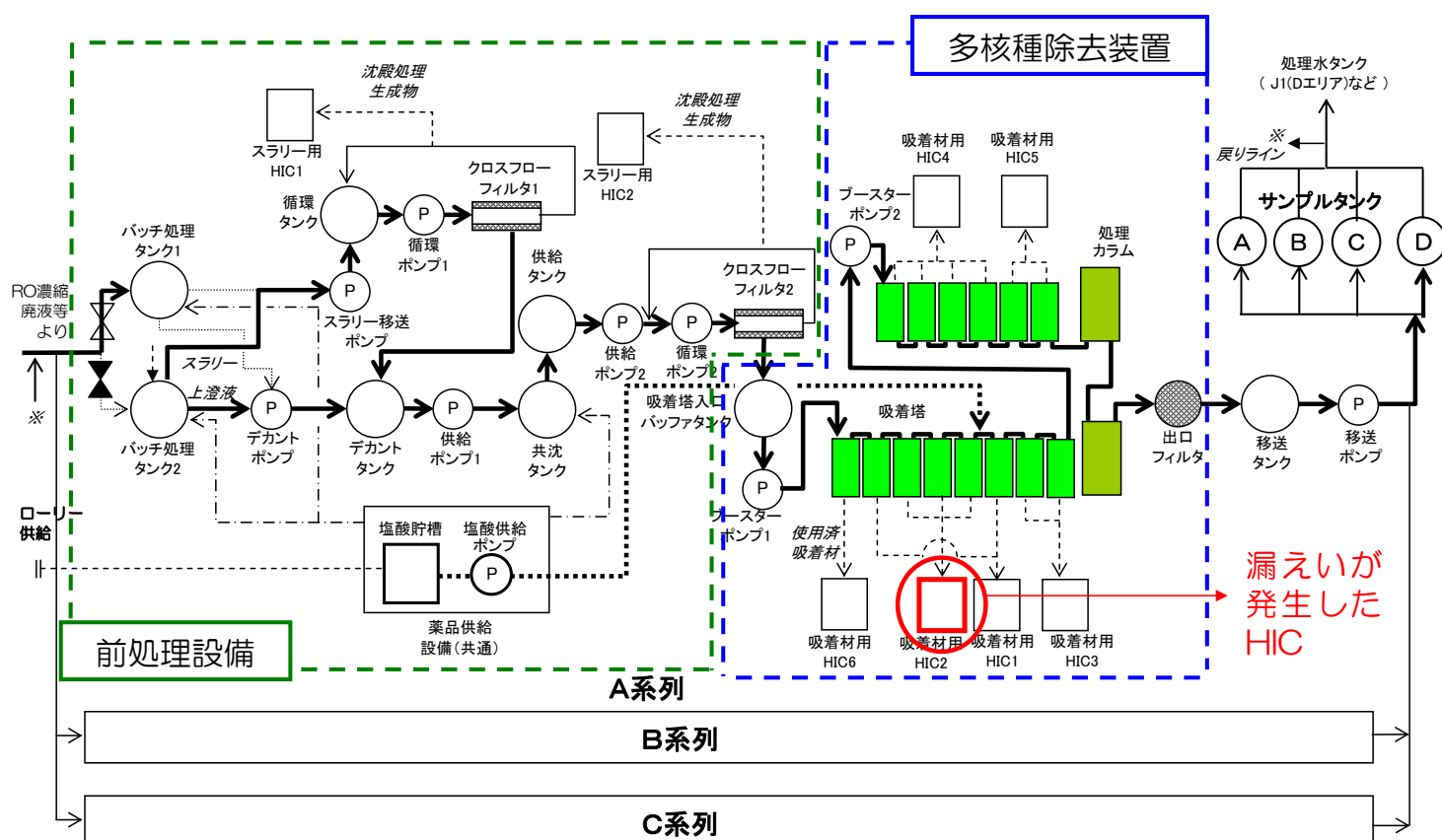
- 仮設設備を用いて放射性液体を扱う場合には、漏えい防止及び拡大を防ぐため、関係者による安全事前評価を実施する。
- 元請会社工事担当者は、TBM-KYにおいて、人員配置確認を行っていないことから、記録用紙を用いて確認を実施する。
- 当社監理員は、全員参加のTBM-KYや記録用紙を用いた人員配置確認が実施されていることを、TBM-KYへの参加やKYシートの受領等により、継続的に確認する。

〈設備対策〉

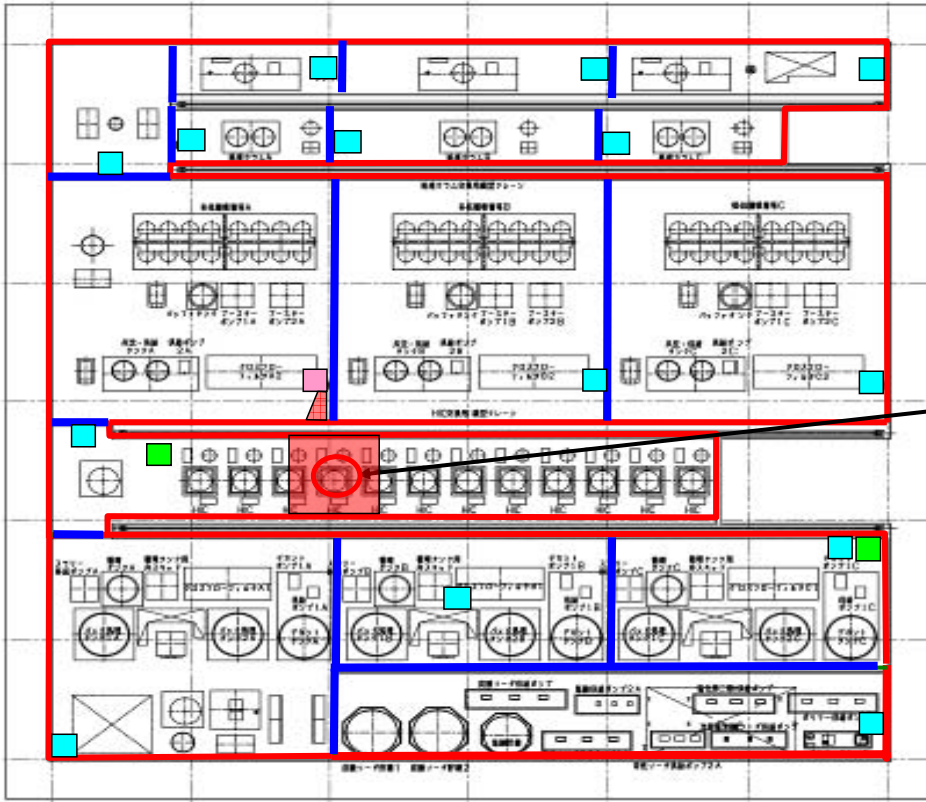
- 仮設ホースを通した堰の貫通スリーブについて、漏えい拡大防止の観点から止水処理を行う。
- 仮設ホースの接続先をインターロック遮断弁の上流側に設置する。

以上の対策が実施されたことを当社が確認した後、当該作業を再開する。

【参考】 系統概略図



【参考】漏えいが確認された範囲



- : 漏えい警報発生箇所
- : 堰(高さ500mm)
- : 堰(高さ100~300mm)
- : エリア放射線モニタ
- : 床漏えい検知器

漏えいが発生したHIC

: 漏えいが確認された範囲