

福島第一原子力発電所の 汚染水の状況と対策について

平成26年12月2日

東京電力株式会社

1. 「汚染水対策」の3つの基本方針

■ 事故で溶けた燃料を冷やした水と地下水が混ざり、1日約400トン^(注1)の汚染水が発生しており、下記の3つの基本方針に基づき対策を進めています

(注1) 地下水バイパスや建屋止水工事などの対策により、減少傾向となっています。

方針1. 汚染源を取り除く

- ①多核種除去設備等による汚染水浄化
- ②トレンチ^(注2)内の汚染水除去

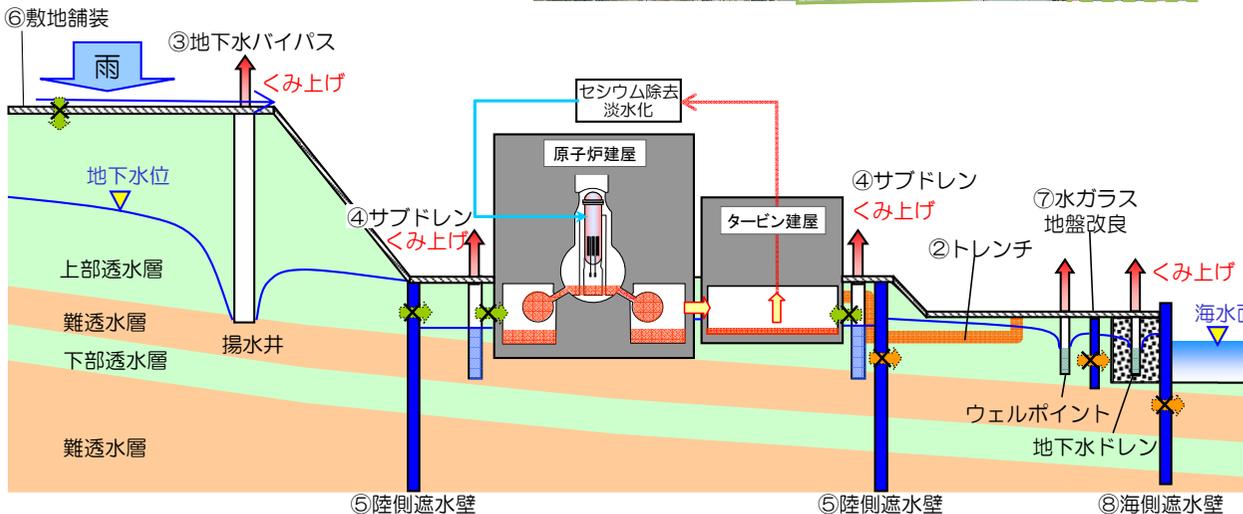
(注2) 配管などが入った地下トンネル。

方針2. 汚染源に水を近づけない

- ③地下水バイパスによる地下水くみ上げ
- ④建屋近傍の井戸での地下水くみ上げ
- ⑤凍土方式の陸側遮水壁の設置
- ⑥雨水の土壤浸透を抑える敷地舗装

方針3. 汚染水を漏らさない

- ⑦水ガラスによる地盤改良
- ⑧海側遮水壁の設置
- ⑨タンクの増設（溶接型へのリプレース等）



		平成25年度		平成26年度		平成27年度	
		上期	下期	上期	下期	上期	下期
方針1 取り除く	①多核種除去設備等による汚染水浄化	多核種除去設備等によるタンク内汚染水の浄化 高性能・増設多核種除去設備の設置					
	②トレンチ内の汚染水除去	浄化作業 凍結管設置・凍結止水・汚染水の除去					
方針2 近づけない	③地下水バイパスによる地下水くみ上げ	建屋山側で地下水をくみ上げ					
	④建屋近傍の井戸での地下水くみ上げ（サブドレン）	浄化設備設置 調査・復旧 建屋近傍の井戸で地下水をくみ上げ					
	⑤凍土方式の陸側遮水壁の設置	小規模凍結試験 設置工事 凍結 地下水流入抑制					
	⑥雨水の土壤浸透を抑える敷地舗装	アスファルト等による敷地舗装					
方針3 漏らさない	⑦水ガラスによる地盤改良	水ガラス等による地盤改良 汚染した地下水の海への流出抑制 汚染エリアからの汚染水のくみ上げ					
	⑧海側遮水壁の設置	設置工事 地下水の海への流出抑制					
	⑨タンクの増設（溶接型への交換等）	タンクの増設・貯留					

2. 「汚染水対策」の進捗状況

● 汚染水の浄化

- H26年度末を目途に汚染水（RO濃縮塩水*）の浄化を行う計画です。
- 増設多核種除去設備が、3系統の処理（試運転）を開始しました。
- 高性能多核種除去設備が、処理（試運転）を開始しました。
- モバイル型ストロンチウム除去装置が、1系統の処理を開始しました。
- 既設多核種除去設備、増設多核種除去設備、高性能多核種除去設備およびモバイル型ストロンチウム除去設備にて、汚染水の浄化を継続しています。
- 今後、セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置は実施計画認可後、準備が整い次第、RO濃縮水処理設備については設置後、準備が整い次第、処理を開始する計画です。

*RO濃縮塩水：処理装置等（セシウム吸着装置、第二セシウム吸着装置等）により主要核種のセシウムが除去された廃水のこと

工程と目的	平成25年度		平成26年度		平成27年度	
	上期	下期	上期	下期	上期	下期
①多核種除去設備による汚染水浄化（汚染源を取り除く）	多核種除去設備等による汚染水の浄化 高性能・増設多核種除去設備の設置				多核種除去設備による処理済水の浄化	
汚染水が漏えいした場合のリスクを低減させるため、原子炉建屋地下などに滞留している高濃度の汚染水（汚染源）の浄化を、多核種除去設備などの7つの設備により進めます。						

7つの設備	除去能力	状況	処理能力
(1) 多核種除去設備	62核種を告示濃度限度未満へ	全系統処理運転中（試運転）	250m ³ /日以上×3系列
(2) 増設多核種除去設備		10/9～全系統処理運転中（試運転）	250m ³ /日以上×3系列
(3) 高性能多核種除去設備		10/18～処理運転中（試運転）	500m ³ /日以上
(4) モバイル型ストロンチウム除去設備	ストロンチウムを 1/10～1/1000へ低減	A系：10/2～処理運転開始 B系：実施計画申請中（H27.1月中使用開始予定） 第二：実施計画申請予定（H27.1月下使用開始予定）	A系：300m ³ /日 B系：300m ³ /日 第二：480m ³ /日×4系統
(5) セシウム吸着装置でのストロンチウム除去	ストロンチウムを 1/100～1/1000へ低減	実施計画認可済 運転に向け準備中	600m ³ /日
(6) 第二セシウム吸着装置でのストロンチウム除去		実施計画変更手続中	1,200m ³ /日
(7) RO濃縮水処理設備		12月中使用開始予定	500～900m ³ /日

汚染水浄化設備の状況については後述

2. 「汚染水対策」の進捗状況

● 汚染水の除去（トレンチ内）

- 屋外海水配管トレンチ*1の建屋接続部は、凍結管による冷却、氷・ドライアイスの投入により、凍結止水壁が出来つつあるものの、一部凍結が弱い部分があるため、間詰め充填を実施しました。
- 間詰めによる止水効果の確認後、トレンチ内の水抜きを行うに当たっては、汚染水を漏えいさせないよう慎重に検討した上で、トレンチ内の水抜きおよび閉塞作業を順次開始しています。

*1トレンチ：配管などが入った地下トンネル

工程と目的	平成25年度		平成26年度		平成27年度	
	上期	下期	上期	下期	上期	下期
②トレンチ内の汚染水除去 (汚染源を取り除く)		浄化作業		凍結管設置	凍結止水・汚染水の除去	⑤凍土方式の陸側遮水壁の設置
			設置工事		凍結	地下水流入抑制

2, 3号機のタービン建屋海側にある海水配管トレンチには、事故直後の高濃度汚染水が滞留しています。
この高濃度汚染水が海洋に流出するリスクを未然に防止するため、建屋接続部の止水（汚染水の増加の防止）、滞留水の移送（汚染水の除去）、および海水配管トレンチ内の閉塞（海洋への汚染水の流出の防止）に取り組んでいます。

トレンチ内の水抜きおよび閉塞作業の状況については別資料にて説明

● 陸側遮水壁（凍土方式）

- 陸側の遮水壁は、凍結プラントで-30℃程度に冷却したブライン*1を、ブライン配管を通じて各凍結管に送り、周囲の土の温度を下げることで土を凍結させ、凍土の壁を作ります。
- これまでに小規模の試験を行い、温度や掘り返した状況から、凍土壁が作れることを確認しました。
- 今年度末の凍結開始を目指し、凍結管を設置する穴の堀削（削孔）工事を始め、11/25時点で834本の削孔が完了しました。また、凍結管の設置（建込）を開始しています。
- 削孔工事に当たっては、一部埋設物がありそれを貫通させる箇所については、慎重に調査した上で削孔を実施しています。

*1：冷媒のこと（塩化カルシウム水溶液）

工程と目的	平成25年度		平成26年度		平成27年度	
	上期	下期	上期	下期	上期	下期
⑤凍土方式の陸側遮水壁の設置 (汚染源に水を近づけない)			小規模凍結試験			
			設置工事		凍結	地下水流入抑制

汚染水を貯めている建屋の周りに凍土の遮水壁を設置することによって、建屋内への地下水流入による汚染水の増加を抑制する対策を実施しています。

陸側遮水壁作業の状況については別資料にて説明

2. 「汚染水対策」の進捗状況

● タンクの建設（溶接型へのリプレース等）

- タンクの増設計画について、溶接型タンク（溶接）の建設を順次実施しています。受入容量が不足しないよう、建設計画に余裕をもって進めています。
- タンクのリプレース（撤去および設置）計画について、フランジ型タンク（フランジ接合*）からの漏えいに伴い、信頼性向上のため、フランジ型タンクの撤去、溶接型タンクの設置を実施しています。
- 汚染水を保管しているタンクは、万が一の汚染水漏えいに備えて堰を整備しており、堰内に流入した雨水は、分析した上で排出します。
- 台風等の降雨量が多い場合、堰から雨水が溢水する可能性があるため、雨水抑制（雨樋、堰カバー）等の対策を行っています。

工程と目的	平成25年度		平成26年度		平成27年度	
	上期	下期	上期	下期	上期	下期
⑨タンクの増設 （溶接型への リプレース等） （汚染水を漏らさない）						
<p>福島第一原子力発電所1～4号機は、原子炉建屋内へ地下水が流入しています。建屋内には高濃度の汚染水が滞留しているため、建屋に流入してきた地下水は、汚染水となってしまいます。建屋外、敷地外への流出を防止し、浄化設備により浄化した上で安全に保管するため、敷地内にタンクを計画的に建設する必要があります。また、浄化した水を安定的に維持するため、タンクの信頼性の向上を図っています。フランジ型タンク（フランジ接合）等を撤去し、溶接型タンク（溶接）を順次設置する計画です。</p>						

タンクの建設状況については後述

多核種除去設備の運転状況



東京電力

1. ホット試験開始以降の運転実績

■ ホット試験開始日

A系統：H25.3.30　B系統：H25.6.13　C系統：H25.9.27

■ 設備稼働率（H26.1以降）　定格処理量：750m³/日

稼働率（％）		運転概況（主なもの）
H26年1月	42	クレーンインバータ故障、B系統腐食確認点検
H26年2月	60	B系統腐食確認点検、A系統ブースターポンプインバータ故障
H26年3月	46	B系統CFF交換、CFFリークによる全系統停止
H26年4月	35	A系統・B系統CFF交換
H26年5月	39	A系統・C系統CFF交換、C系統腐食確認点検
H26年6月	59	C系統CFF交換、C系統腐食確認点検
H26年7月	61	A系統腐食確認点検、B系統CFF交換
H26年8月	57	A系統・B系統CFF交換
H26年9月	59	C系統CFF交換
H26年10月	51	B系統CFFリーク原因調査・CFF交換
H26年11月	82	計画外停止なし

11/1～11/20

■ 処理実績（H26.11.18現在）

処理水貯槽貯蔵量　：約167,000m³

除去性能向上のための吸着塔増塔工事については、増設多核種除去設備・高性能多核種除去設備の運転状態を勘案し実施時期を再検討

増設多核種除去設備の運転状況



東京電力

1. ホット試験開始以降の運転実績

■ ホット試験開始日

A系統：H26.9.17 B系統：H26.9.27 C系統：H26.10.9

■ 設備稼働率（3系列運転H26.10.9以降） 定格処理量：750m³/日

稼働率（%）		運転概況（主なもの）
H26年10月	83	RO制御系改造等、計画外停止なし
H26年11月	81	CFF洗浄等、計画外停止なし

11/1～11/20

■ 処理実績（H26.11.18現在）

処理水貯槽貯蔵量 ：約31,000m³

■ サンプルタンク追加設置（2基 3基）後、12月目途に本格運転へ移行予定

既設多核種除去設備で発生した不具合反映状況

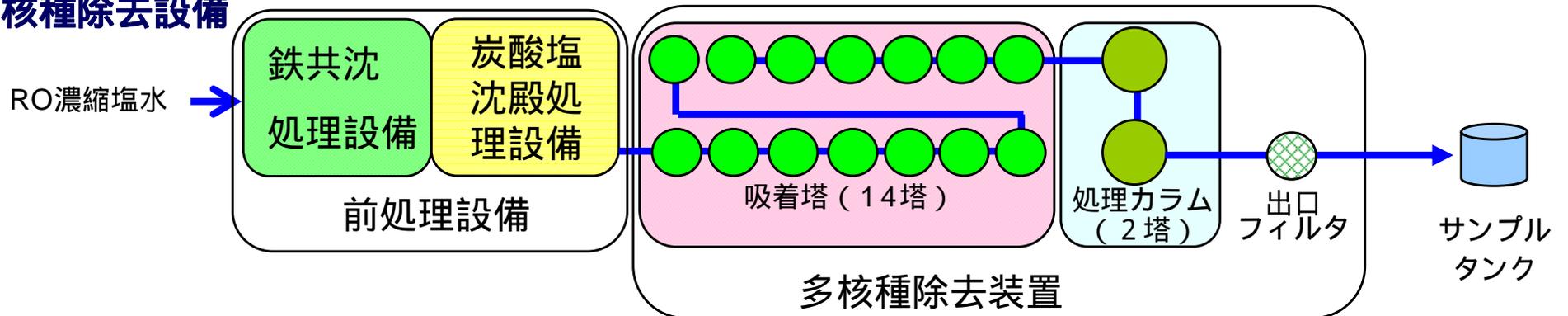
- 増設多核種除去設備は既設多核種除去設備で発生した**不具合の再発防止対策を実施**し、信頼性を向上
 - 改良型バックパルスポットの採用
 - 改良型クロスフローフィルタ（以下、C F F）の採用
 - 腐食の可能性のある範囲に対して**耐腐食性構造**（ゴムライニング施工）の採用 等
- 改良型C F Fの採用に加え、汚染水の拡大防止策として、サンプルタンク（処理済水一時貯留タンク）にて**処理済水の分析を実施した後、多核種処理済水タンクへ移送**する運用を実施

既設多核種除去設備からの変更点

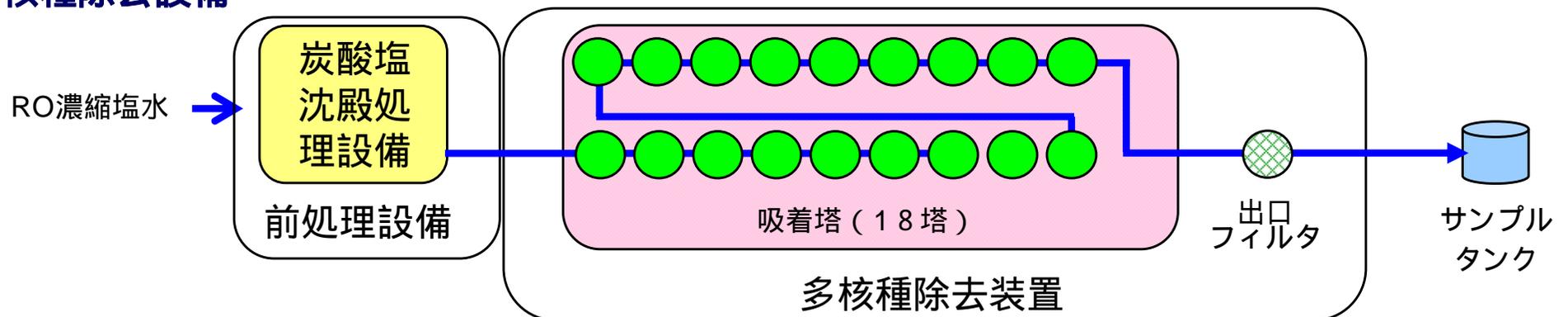
■ 既設多核種除去設備の知見およびラボ試験等の結果を反映し、既設多核種除去設備から主に下記2点について変更

- 前処理設備のうち鉄共沈処理を削除
 - 多核種除去装置の吸着塔の塔数を16塔（処理カラム2塔*含む）から18塔に増塔
- * 処理カラムは使用後、塔毎交換。吸着塔は吸着材のみ交換。

既設多核種除去設備



増設多核種除去設備



増設多核種除去設備 除去性能評価

■増設多核種除去設備 除去性能評価

増設多核種除去設備で汚染水（RO濃縮塩水）を用いた処理を開始（A系：9/17、B系：9/27、C系：10/9より開始）。

処理済水について、除去対象とする62核種のうち 核種、Sr、I、（A、B系は加えて 核種）を評価した結果、これまで以下の事項を確認。

- 主要な核種であるSr-90の放射能濃度は、1/1億程度にまで低減（既設の多核種除去設備と同程度）
- 既設の多核種除去設備で告示濃度限度と同程度もしくは高い濃度で検出されていたI-129については、インプラント通水試験の結果から選定したI吸着材を用いることにより告示の1/10程度にまで低減
- その他の分析を完了した核種についても、告示濃度限度を十分下回る濃度であることを確認

増設多核種除去設備 核種除去プロセス

■増設多核種除去設備 核種除去プロセス

増設多核種除去設備は、前処理（炭酸塩沈殿処理）と吸着材への通水により放射性物質の除去を行う。

- 前処理（炭酸塩沈殿処理）：吸着障害イオン（Mg、Ca等）の除去
- 吸着材：除去する放射性物質に応じた吸着材により、放射性物質を除去。

Co、Sb、I、Ruの除去性能向上のため、既設の多核種除去設備と比べ以下のとおり塔構成を変更している。

Co：主にコロイド状で存在していると想定されるため活性炭を増塔（2塔 4塔）

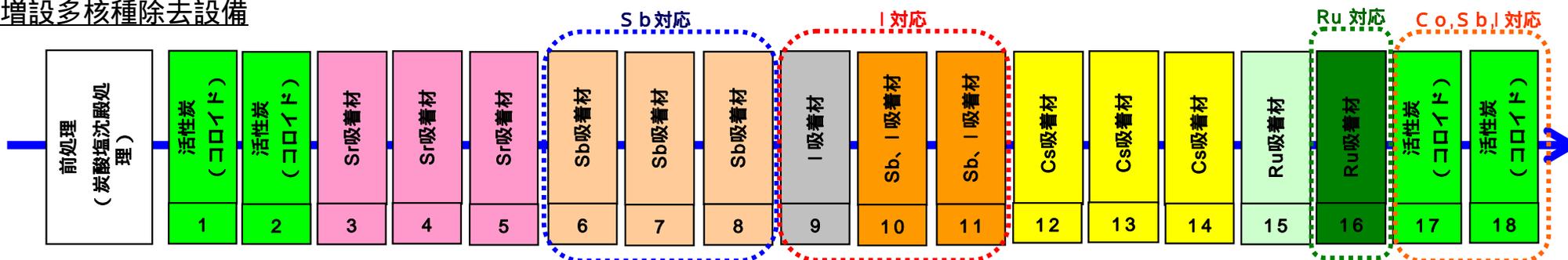
Sb：Sb吸着材を増塔（2塔 3塔）、また、コロイド状で存在するSb除去のため活性炭を増塔（2塔 4塔）

I：I吸着材を新たに採用（吸着塔9,10,11）、また、コロイド状で存在するI除去のため活性炭を増塔（2塔 4塔）

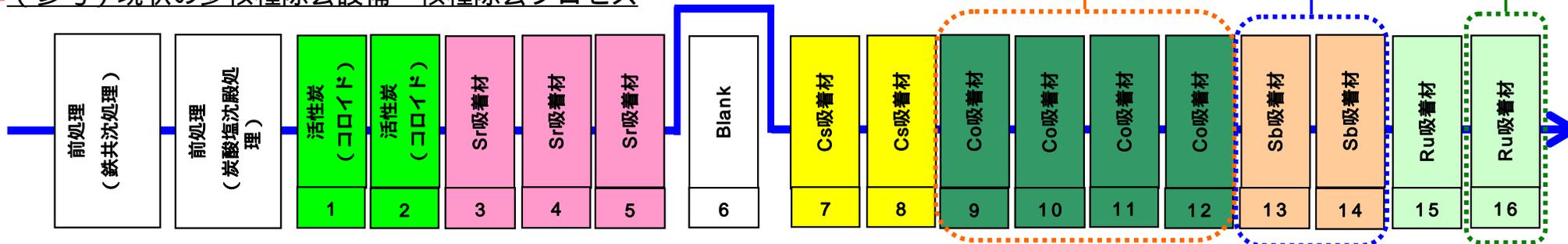
Ru：Ru吸着材を新たに採用（吸着塔16）

なお、吸着塔の構成は、処理対象水の水質などに応じて必要により変更する必要がある。

■増設多核種除去設備



■（参考）現状の多核種除去設備 核種除去プロセス



増設多核種除去設備 除去性能

■増設多核種除去設備 除去性能

単位：Bq/cm³

核種 【告示濃度限度】		Co-60 【2E-01】	Sr-90 【3E-02】	Ru-106 【1E-01】	Sb-125 【8E-01】	I-129 【9E-03】	Cs-137 【9E-02】
A系	処理対象水 放射能濃度	4.6E-01	3.0E+04	9.8E+00	1.1E+01	2.0E-02	2.6E+00
	処理済水 放射能濃度 【告示濃度限度比】	< 1.2E-04 【< 0.0006】	< 1.1E-04 【< 0.004】	1.6E-03 ¹ 【0.02】	< 4.8E-04 【< 0.0006】	< 8.9E-04 【< 0.1】	< 1.3E-04 【< 0.001】
B系	処理対象水 放射能濃度	4.6E-01	3.0E+04	9.8E+00	1.1E+01	2.0E-02	2.6E+00
	処理済水 放射能濃度 【告示濃度限度比】	< 1.5E-04 【< 0.0008】	< 1.1E-04 【< 0.004】	< 1.3E-03 【< 0.01】	< 4.5E-04 【< 0.0006】	< 8.9E-04 【< 0.1】	< 1.4E-04 【< 0.002】
C系	処理対象水 放射能濃度	2.6E-01	評価中	5.1E+00	9.7E+00	評価中	4.0E+00
	処理済水 放射能濃度 【告示濃度限度比】	< 1.5E-04 【< 0.0008】	< 1.1E-04 【< 0.004】	2.0E-03 ² 【0.02】	< 4.2E-04 【< 0.0005】	< 7.3E-04 【< 0.08】	< 1.3E-04 【< 0.001】

1 検出限界値：1.3E-03 Bq/cm³、 2 検出限界値：1.2E-03 Bq/cm³

■（参考）既設多核種除去設備 除去性能

単位：Bq/cm³

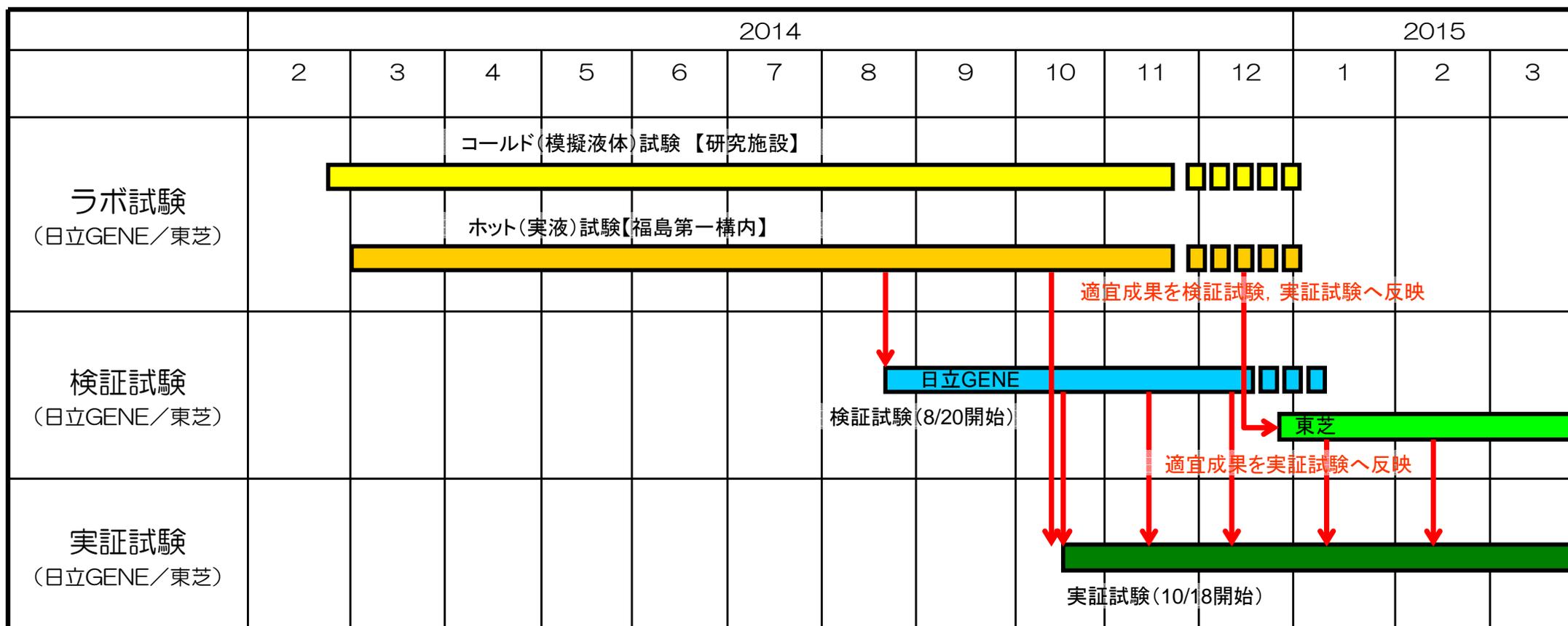
核種 【告示濃度限度】		Co-60 【2E-01】	Sr-90 【3E-02】	Ru-106 【1E-01】	Sb-125 【8E-01】	I-129 【9E-03】	Cs-137 【9E-02】
A系	処理済水 放射能濃度 【告示濃度限度比】	7.0E-04 ³ 【0.004】	< 1.5E-04 【< 0.005】	6.9E-03 ⁴ 【0.07】	9.8E-04 ⁵ 【0.001】	6.9E-03 ⁶ 【0.8】	< 2.8E-04 【< 0.003】

3 検出限界値：1.1E-04 Bq/cm³、 4 検出限界値：1.2E-03 Bq/cm³、 5 検出限界値：4.0E-04 Bq/cm³、 6 検出限界値：9.9E-04 Bq/cm³

高性能多核種除去設備の進捗状況について

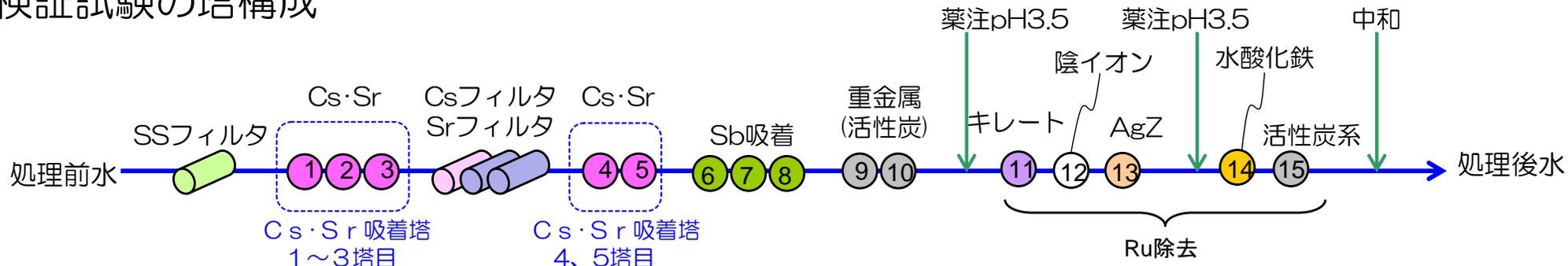
実証事業での実施内容

- ラボ試験：カラムにて模擬液体およびRO濃縮塩水を用いて吸着材の除去性能を評価。現在，日立GENE，東芝で適宜実施。
- 検証試験：実証試験装置の1/10スケールの試験装置を製作し，除去性能，性能持続期間，廃棄物の発生量を評価。現在，日立GENEが選定した吸着材を用いた試験を実施中。12月頃から東芝が選定した吸着材を用いた試験を計画。
- 実証試験：実機を製作し，総合性能を評価。現在，日立GENEが選定した吸着材を用いた試験を実施中。



検証試験の結果(1/2)

検証試験の塔構成



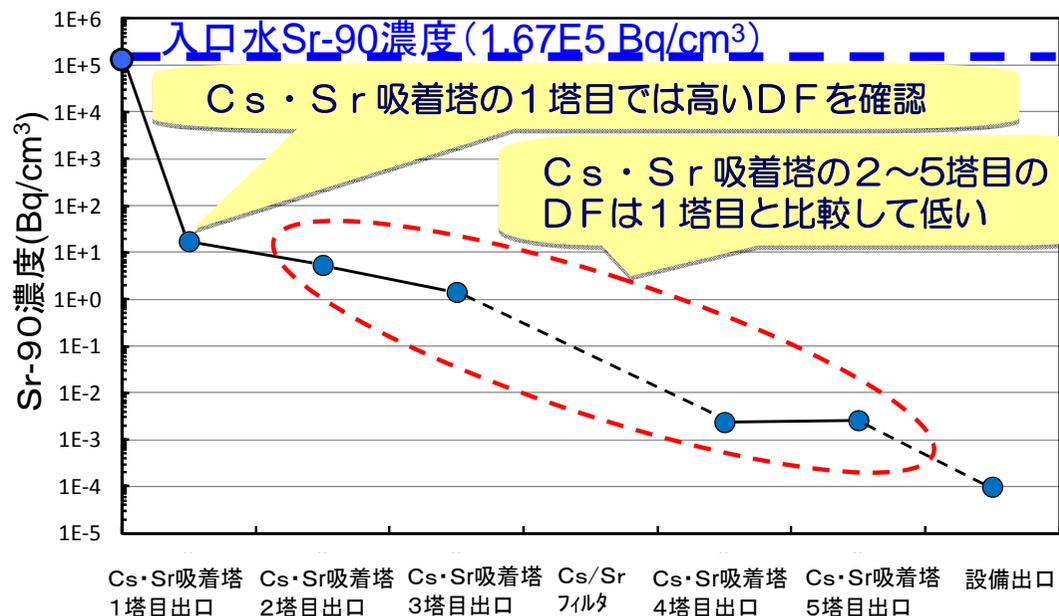
検証試験の結果(初期性能の確認)

	告示 濃度限度 (Bq/cm ³)	補助事業 目標値 (Bq/cm ³)	検証試験結果		
			処理前濃度 (Bq/cm ³)	処理後濃度 (Bq/cm ³)	処理後濃度と告示 濃度限度との比
Sr-90 (約29年)	3E-02	1.5E-04	1.67E+05	<9.93E-05	3.31E-03
Ru-106 (約370日)	1E-01	1.2E-03	<1.13E+01	1.59E-03	1.59E-02
Sb-125 (約3年)	8E-01	3.8E-04	5.34E+01	<2.60E-04	3.25E-04
I-129 (約1600万年)	9E-03	6.9E-04	分析中	<3.41E-04	3.79E-02
Cs-134 (約2年)	6E-02	2.8E-04	3.17E+00	<8.33E-05	1.39E-03
Cs-137 (約30年)	9E-02	2.8E-04	1.01E+01	<8.91E-05	9.90E-04
Mn-54 (約310日)	1E+00	1.1E-04	1.46E+00	<8.56E-05	8.56E-05
Co-60 (約5年)	2E-01	1.1E-04	2.35E+00	<1.01E-04	5.05E-04

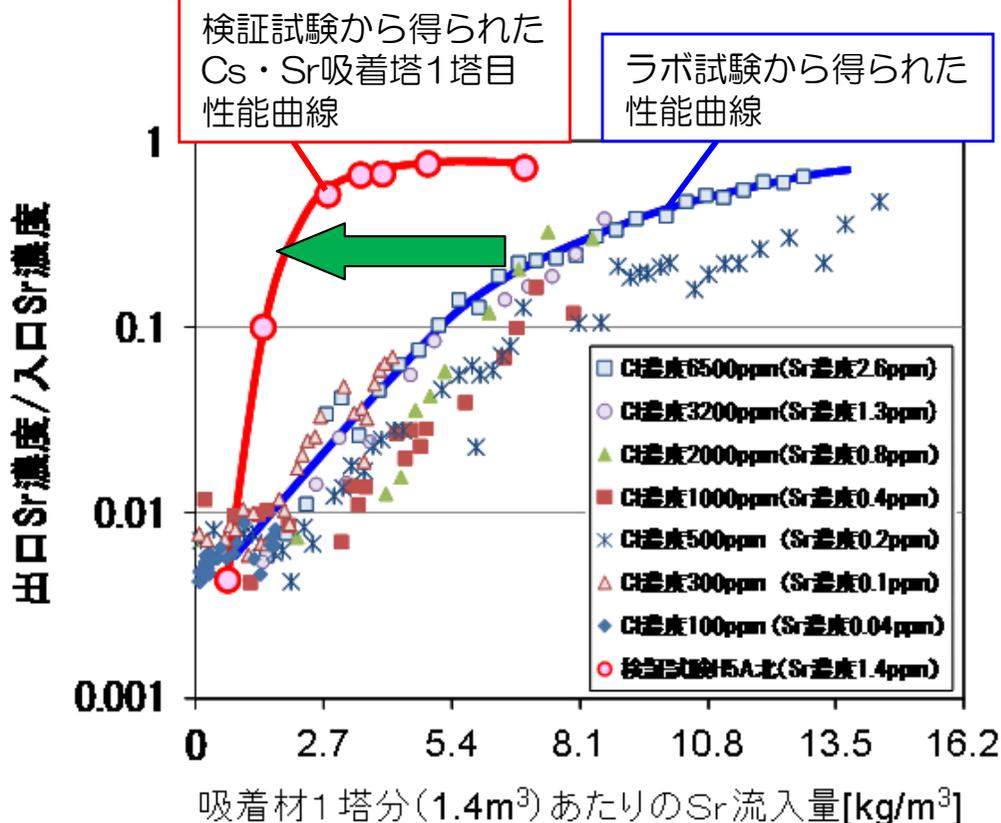
- Ru-106は、処理後の濃度が目標値を僅かに上回る値
- その他の核種は **目標値を満足する除去性能であることを確認**

検証試験の結果(2/2)

■ 各Cs・Sr吸着塔のSr90除去性能



(図1) 各Cs・Sr吸着塔のSr90除去性能(初期性能)



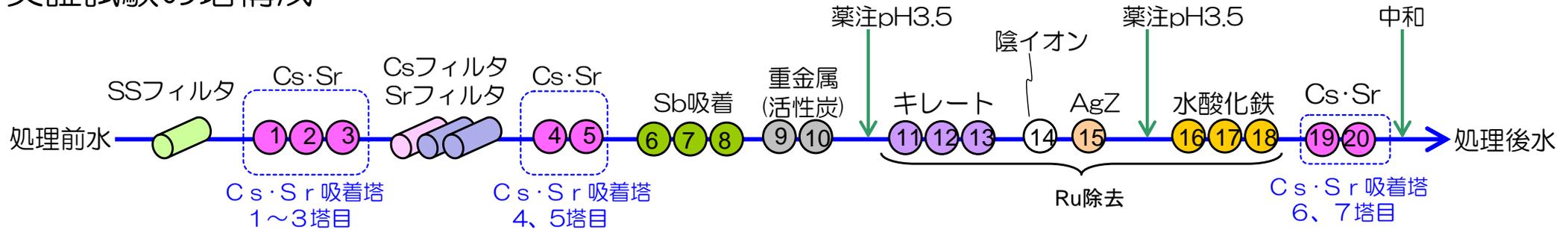
(図2) Cs・Sr吸着塔1塔目出口のSr90除去性能推移

検証試験の結果

- 各Cs・Sr吸着塔出口のSr-90濃度を分析した結果、1塔目は高いDFが得られているが、Cs・Sr吸着塔2塔目から5塔目は期待したDFが得られていないことを確認(図1)
- また、性能持続時間の確認の結果、Cs・Sr吸着塔**1塔目の性能持続時間が想定より短い**ことを確認(図2)

実証試験の結果(1/2)

■ 実証試験の塔構成



■ 実証試験の結果

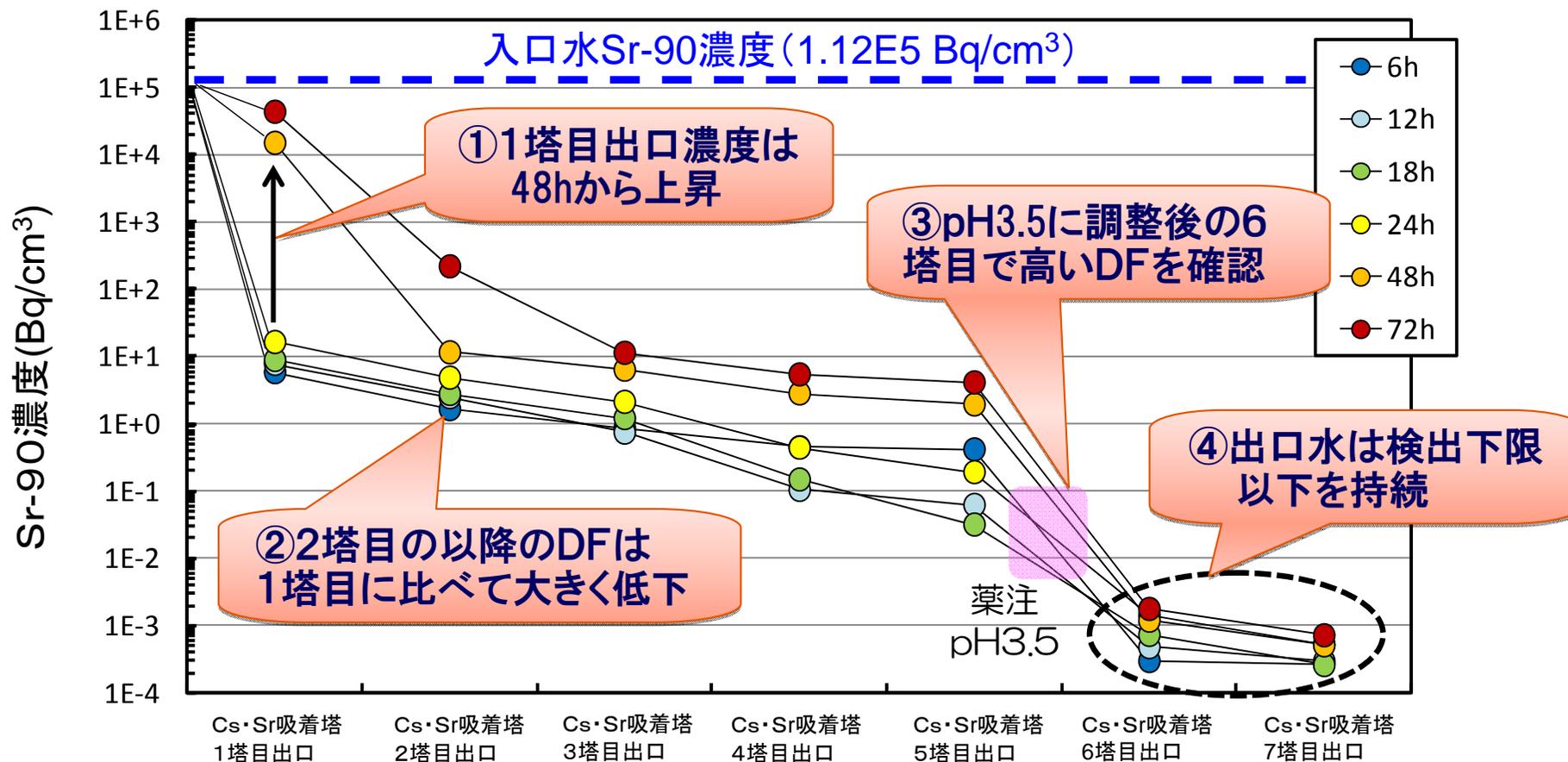
	告示 濃度限度 (Bq/cm ³)	補助事業 目標値 (Bq/cm ³)	間欠6h×3回後			間欠6h×4回+連続48h運転後		
			処理前濃度 (Bq/cm ³)	処理後濃度 (Bq/cm ³)	処理後濃度と 告示濃度限度 との比	処理前濃度 (Bq/cm ³)	処理後濃度 (Bq/cm ³)	処理後濃度と 告示濃度限度 との比
Sr-90 (約29年)	3E-02	1.5E-04	1.12E+05	<5.29E-04*	1.76E-02	1.12E+05	<7.22E-04*	2.41E-02
Ru-106 (約370日)	1E-01	1.2E-03	2.82E+01	<1.26E-03	1.26E-02	2.82E+01	9.93E-03	9.93E-02
Sb-125 (約3年)	8E-01	3.8E-04	2.92E+01	<4.86E-04	6.08E-04	2.92E+01	6.38E-04	7.98E-04
I-129 (約1600万年)	9E-03	6.9E-04	分析中	<1.32E-04	1.47E-02	分析中	分析中	-
Cs-134 (約2年)	6E-02	2.8E-04	<3.10E+00	<1.42E-04	2.37E-03	<3.10E+00	<1.78E-04	2.97E-03
Cs-137 (約30年)	9E-02	2.8E-04	6.69E+00	<1.23E-04	1.37E-03	6.69E+00	<1.21E-04	1.34E-03
Mn-54 (約310日)	1E+00	1.1E-04	<1.78E+00	<1.12E-04	1.12E-04	<1.78E+00	<1.14E-04	1.14E-04
Co-60 (約5年)	2E-01	1.1E-04	<1.06E+00	<1.58E-04	7.90E-04	<1.06E+00	<1.37E-04	6.85E-04

* 簡易分析法のため検出限界値が高い

■ 主要な核種については、概ね目標値を満足する性能であることを確認

実証試験の結果(2/2)

■ Cs・Sr吸着塔各出口のSr-90濃度推移(性能持続時間)



- 通水48h後にCs・Sr吸着材1塔目の除去性能が大きく低下。また、Cs・Sr吸着材2~5塔目のDFが1塔目に比べ低下することを確認。
- pH調整後のCs・Sr吸着材6塔目で高いDFを確認。
- 吸着塔6, 7塔目により、期待するDFを確保できることを確認。

実証試験のまとめ

- 実証試験では、72時間通水時点で、Cs・Sr吸着塔6塔目、7塔目により、システム全体のDFを確保できることを確認
 - pH調整箇所（pH3.5）後のCs・Sr吸着材6塔目で高いDFを確認
- 検証試験と同様に以下を確認
 - Cs・Sr吸着塔1塔目の性能持続時間が短いこと
 - Cs・Sr吸着塔2塔目以降のDFがCs・Sr吸着塔1塔目に比べて低いこと

これらの課題について、要因分析を実施（次頁）

課題に対する要因の絞込み

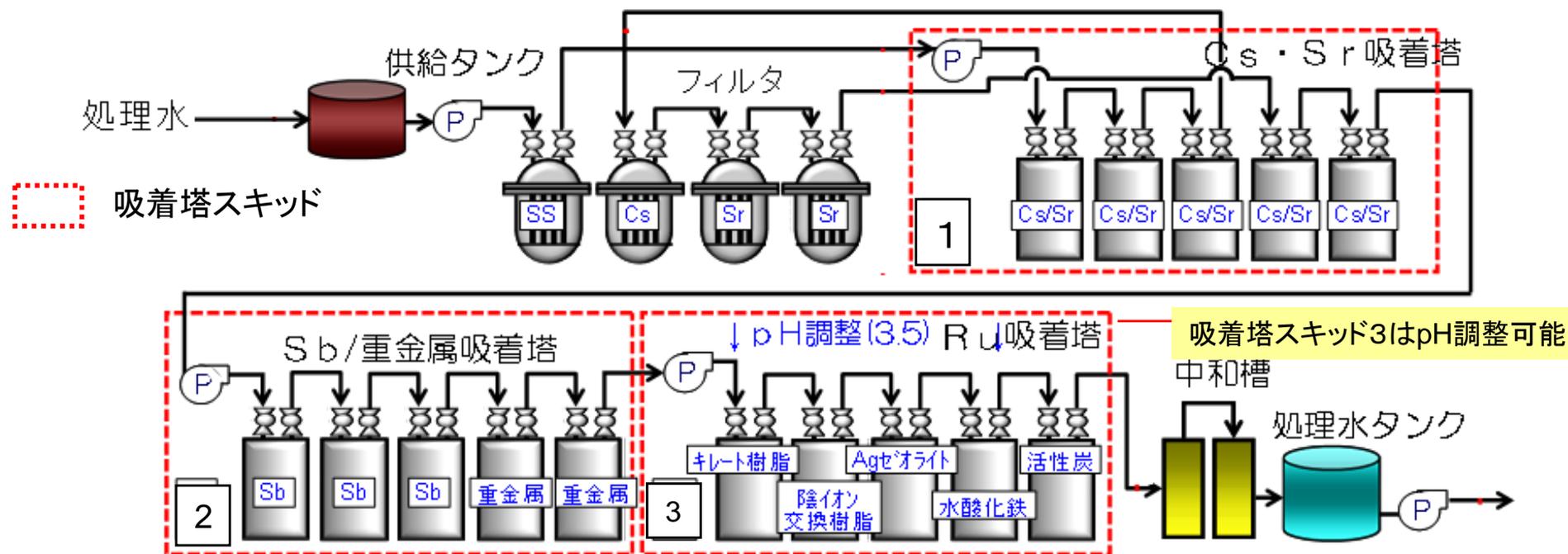
■ 課題に対する要因の絞込み

課題	検証試験・実証試験の結果から抽出した要因	概要
Cs・Sr 吸着塔1 塔目の性能持続時間が短い	吸着材からのアルカリ成分溶出	実証試験において、吸着材からのアルカリ成分溶出を確認。pHがアルカリに振れることにより、処理水中のCa成分などが沈殿を形成し、吸着材の表面が被覆されることで吸着材の吸着面積が低下する可能性あり。
	通水条件（偏流の影響）	吸着塔の中で流体の流れが偏り、吸着材の一部にのみ核種が吸着している可能性あり。
	妨害成分の存在	吸着妨害成分（SS（浮遊物質）、有機物、錯体）が吸着材に付着し、吸着面積が低下している可能性あり。
Cs・Sr 吸着塔 2塔目～5塔目の DFが小さい	吸着材からのアルカリ成分溶出	実証試験において、吸着材からのアルカリ成分溶出を確認。pHがアルカリに振れることにより、処理中のSrの一部がコロイドとなり、吸着材に吸着されずに透過している可能性あり。
	処理水に含まれる成分の影響	吸着妨害成分（SS（浮遊物質）、有機物、錯体）がSrと反応し吸着されにくい形態（錯体、コロイド）に変化し、吸着されずに透過している可能性あり。

■ 今後、上記の要因について追加の試験等を行い、対策を実施予定。

【参考1】検証試験装置の概要

- 検証試験装置は、フィルタ4塔+吸着塔15塔の塔構成



車両全景



前処理フィルタ

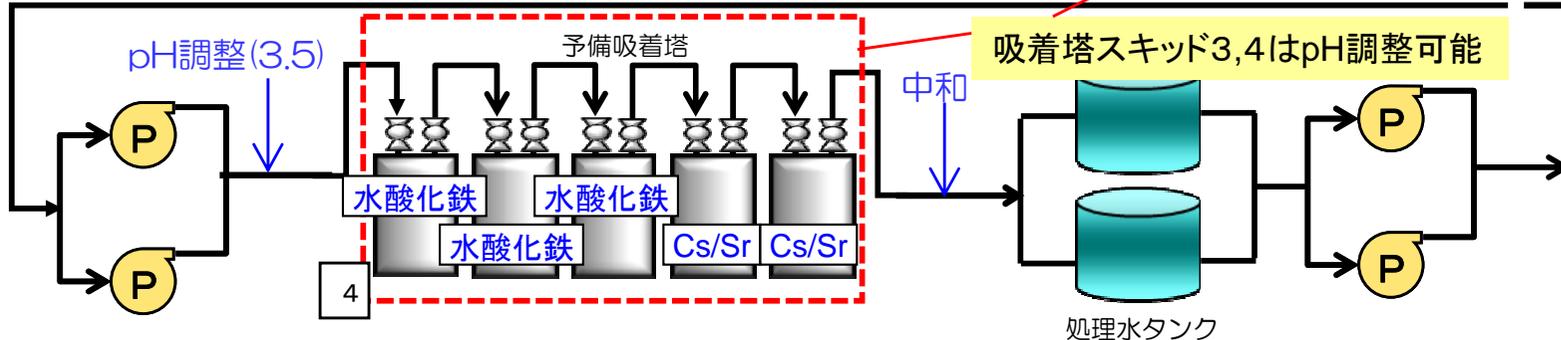
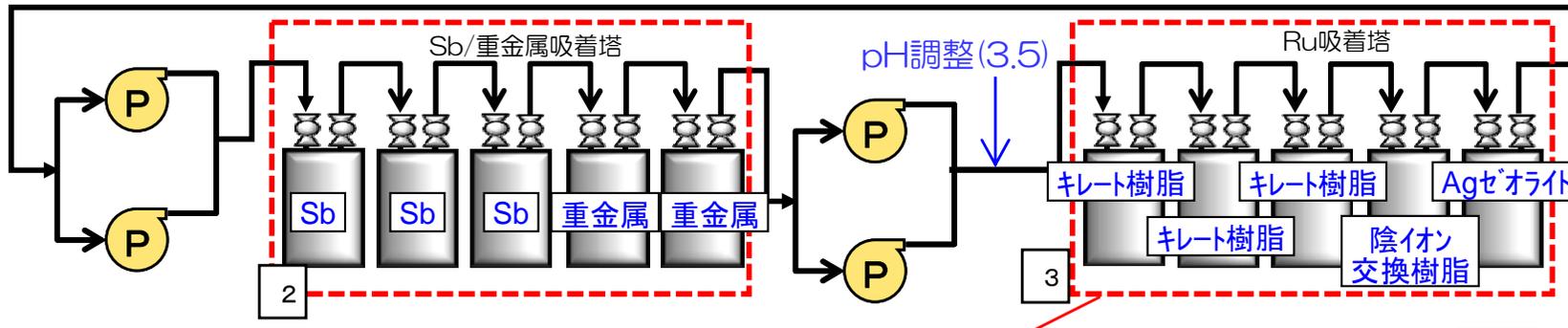
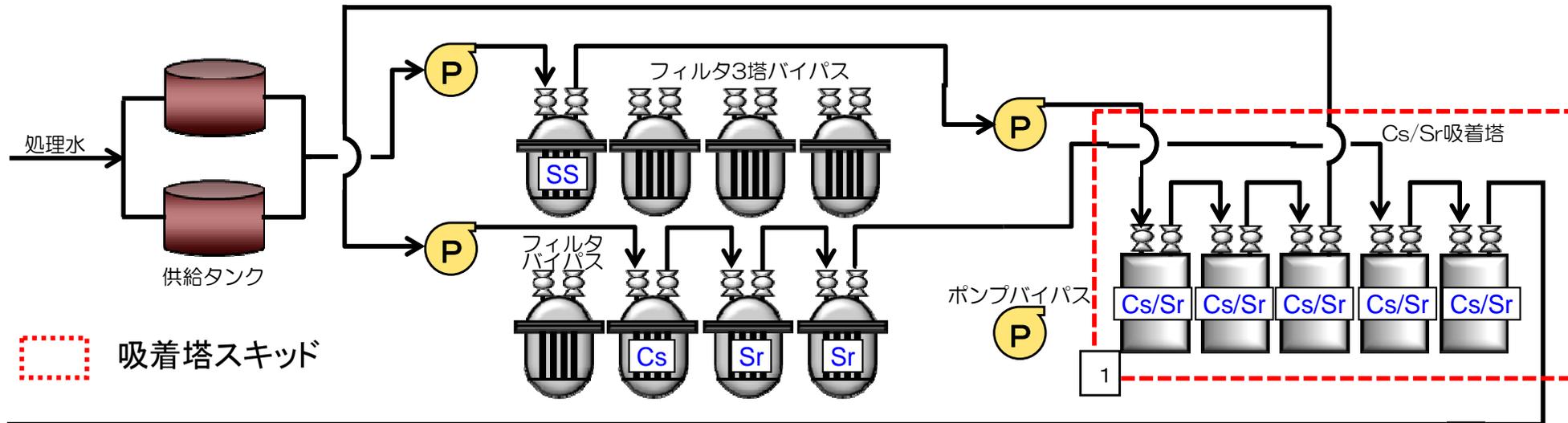


吸着塔

遮蔽体を外した状態

【参考2】実証試験装置の概要

■ 実証試験装置は、フィルタ4塔×2 + 吸着塔20塔の塔構成



高性能多核種除去設備吸着塔

【参考3】各試験で処理する水の性状

液性状	公募要領 記載値	実証試験 H8北Aグループ	検証試験 H5北Bグループ
Cl濃度 (ppm)	6000	1700	3530
Ca濃度	300	160	160
Mg濃度	400	160	204
pH	7.5	7.4	7.7
Cs-137 (Bq/cc)	1E+02	6.69E+00	1.01E+01
Sb-125 (Bq/cc)	5E+02	2.92E+01	5.34E+01
Ru-106 (Bq/cc)	2E+02	2.82E+01	<1.13E+01
Sr-90 (Bq/cc)	1E+06	1.12E+05	1.67E+05
非放射性Sr (ppm)	—	(0.7) *	1.4

*Cl濃度から海水希釈物として求めたSr濃度

汚染水浄化処理設備の進捗状況



東京電力

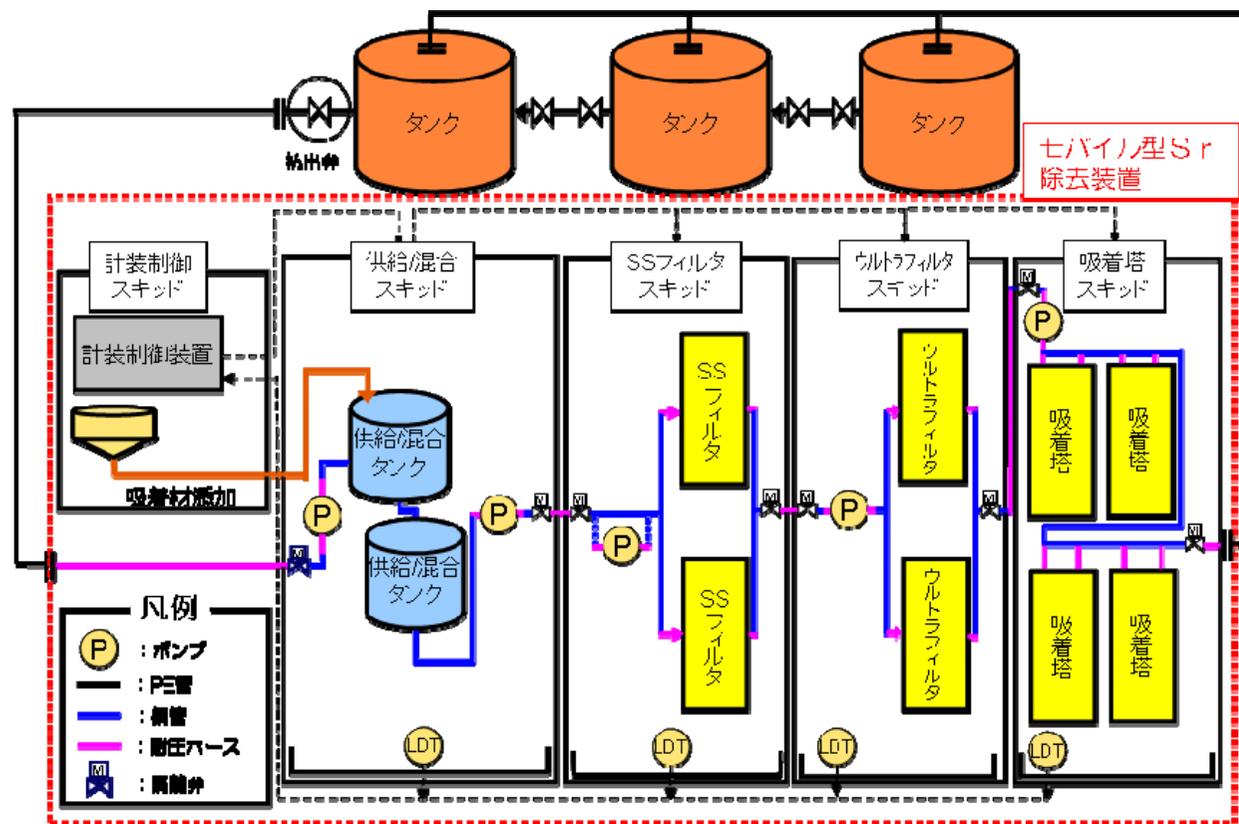
1. モバイル型ストロンチウム除去装置(A系統)

■ 設備概要

- 汚染水処理設備の処理済水を貯留する設備（タンク）のうち、逆浸透膜装置の廃液を貯留するRO濃縮水貯槽は、高濃度の放射性ストロンチウムを含むため、モバイル型ストロンチウム除去装置により放射性ストロンチウム濃度を低減する。
- G4南タンク，G6南タンクのRO濃縮水を処理する計画。
- 処理能力：300m³/日
- 除去能力：Srを10～1,000分の1へ低減（目標）

■ 運転状況

- 運転開始：10月2日
- G4南エリア処理実施中



装置概要図

2. モバイル型ストロンチウム除去装置（B系統）

■設備概要

- A系統と同様の装置構成により，RO濃縮水貯槽の放射性ストロンチウム濃度を低減する。
- H5北タンクのRO濃縮水进行处理する計画。
- 処理能力：300m³/日
- 除去能力：Srを10～1,000分の1へ低減（目標）

■工程

- 実施計画変更手続き中（ 1 ）
- 装置製作：9月～12月中旬
- 現地工事：11月中旬～H27年1月上旬
- 処理運転：H27年1月中旬～

（ 1 ）11月19日変更申請実施



装置設置エリア及び対象処理タンク

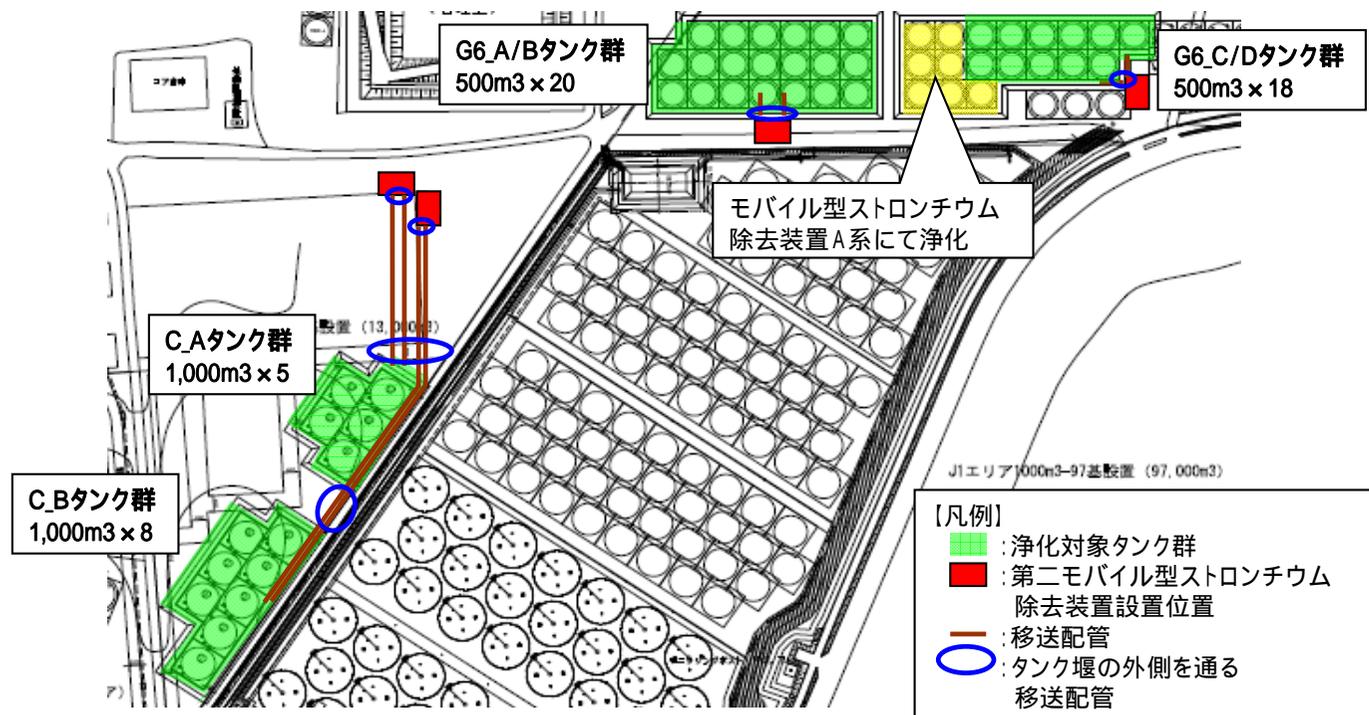
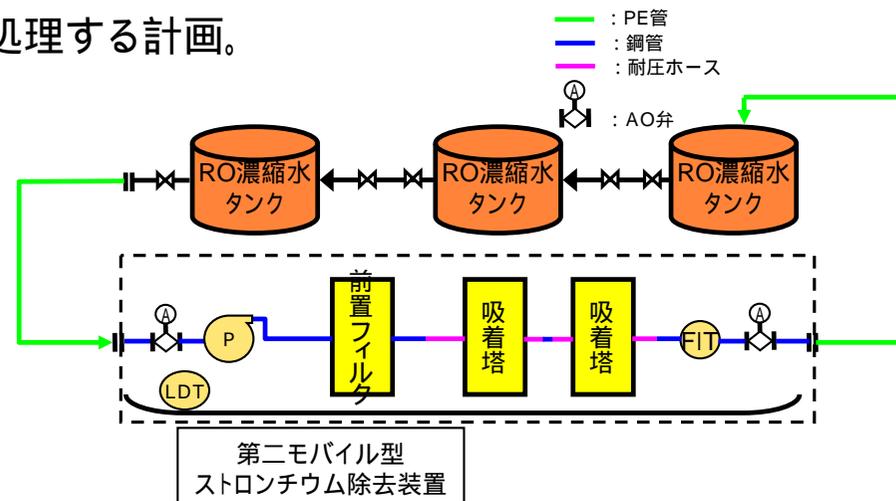
3. 第二モバイル型ストロンチウム除去装置

■ 設備概要

- モバイル型ストロンチウム除去装置A, B系統と同様, RO濃縮水貯槽の放射性ストロンチウム濃度を低減する。
- C_A、C_B、G6_A/B、G6_C/DタンクのRO濃縮水を処理する計画。
- 処理能力: 480m³/日/ユニット(4ユニット設置)
- 除去能力: Srを10~1000分の1へ低減(目標)

■ 工程

- 12月上旬実施計画変更申請予定
- 現地工事: 11月上旬~H27年1月下旬
- 処理運転: H27年1月下旬~



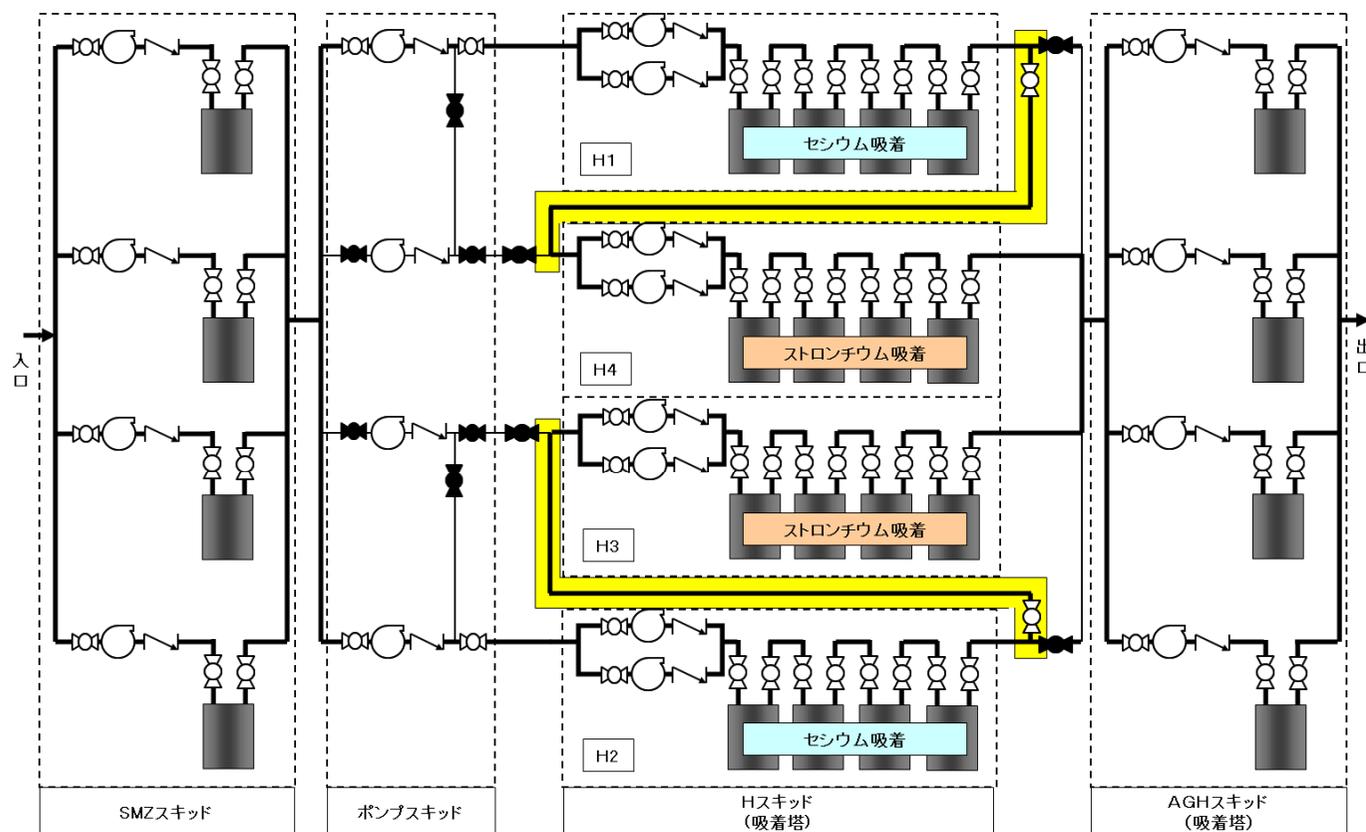
4. セシウム吸着装置でのストロンチウム除去

■設備概要

- セシウム吸着装置（KURION）において，新たにSr吸着塔を装荷し，CsとともにSrを除去する。
- Cs吸着塔とSr吸着塔の2段階で処理するため，連絡配管を設置する。
- 処理能力：600m³/日
- 除去能力：Srを100～1,000分の1へ低減（目標）

■工程

- 実施計画認可日：11月7日
- 配管使用前検査：11月11～12日
- 吸着塔溶接検査：12月上旬（予定）
- 吸着塔使用前検査：12月上旬（予定）



■：連絡配管

5. 第二セシウム吸着装置でのストロンチウム除去

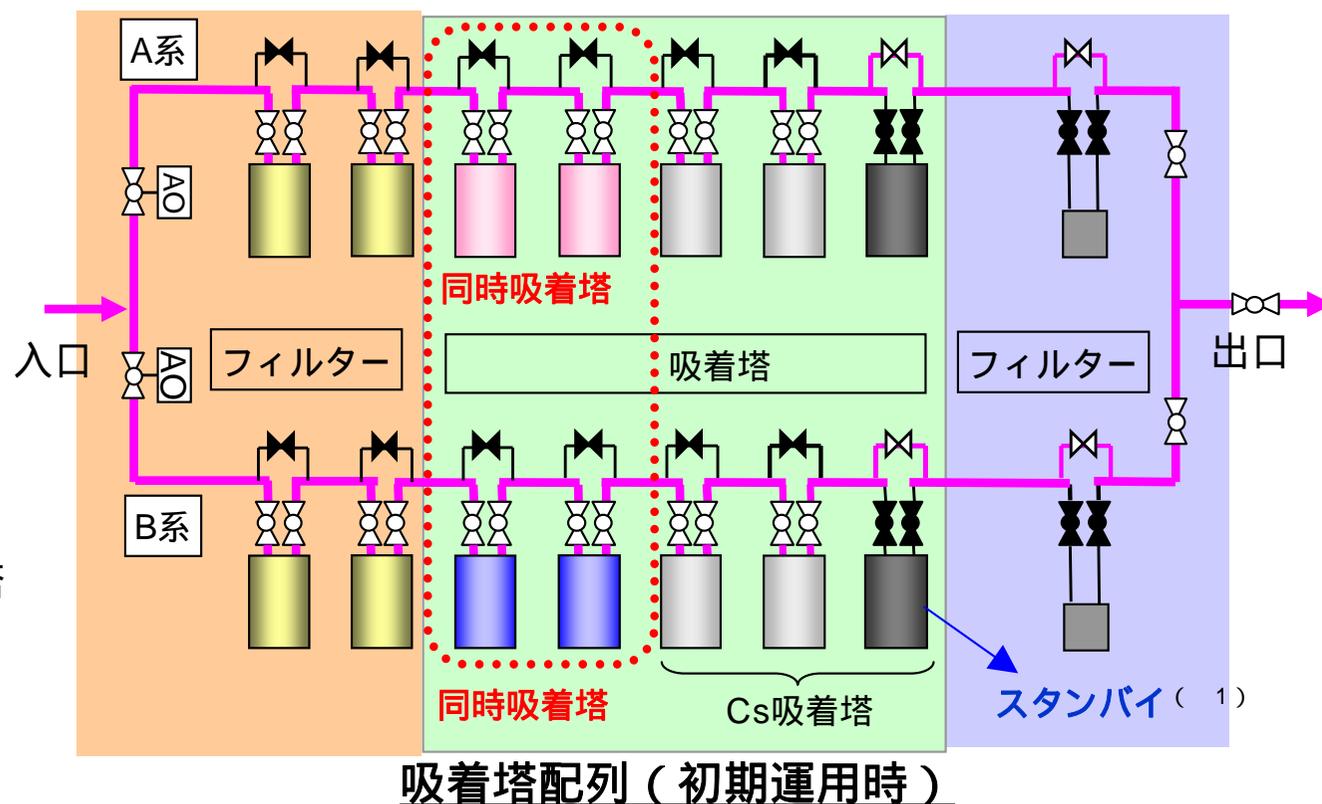
■設備概要

- 第二セシウム吸着装置（SARRY）のCs吸着塔に変えてCs/Sr同時吸着塔を装荷し、CsとともにSrを除去する。
- 初期運用時は、2種類の同時吸着塔をそれぞれA系・B系に2塔ずつ装荷するとともに同時吸着塔の後段にはCs吸着塔2塔を装荷して、Cs濃度を確実に低減する。
- なお、本格運用時は、A系・B系に同時吸着塔を3塔ずつ装荷する計画。
- 処理能力：1,200m³/日
- 除去能力：Srを100～1,000分の1へ低減（目標）

■工程

- 実施計画変更手続き中（2）
- 吸着塔使用前・溶接検査：12月上旬（予定）

- （1）水質の変動に備えてCs吸着塔1塔をスタンバイとする。
- （2）7月10日変更申請実施



6 . RO濃縮水処理設備

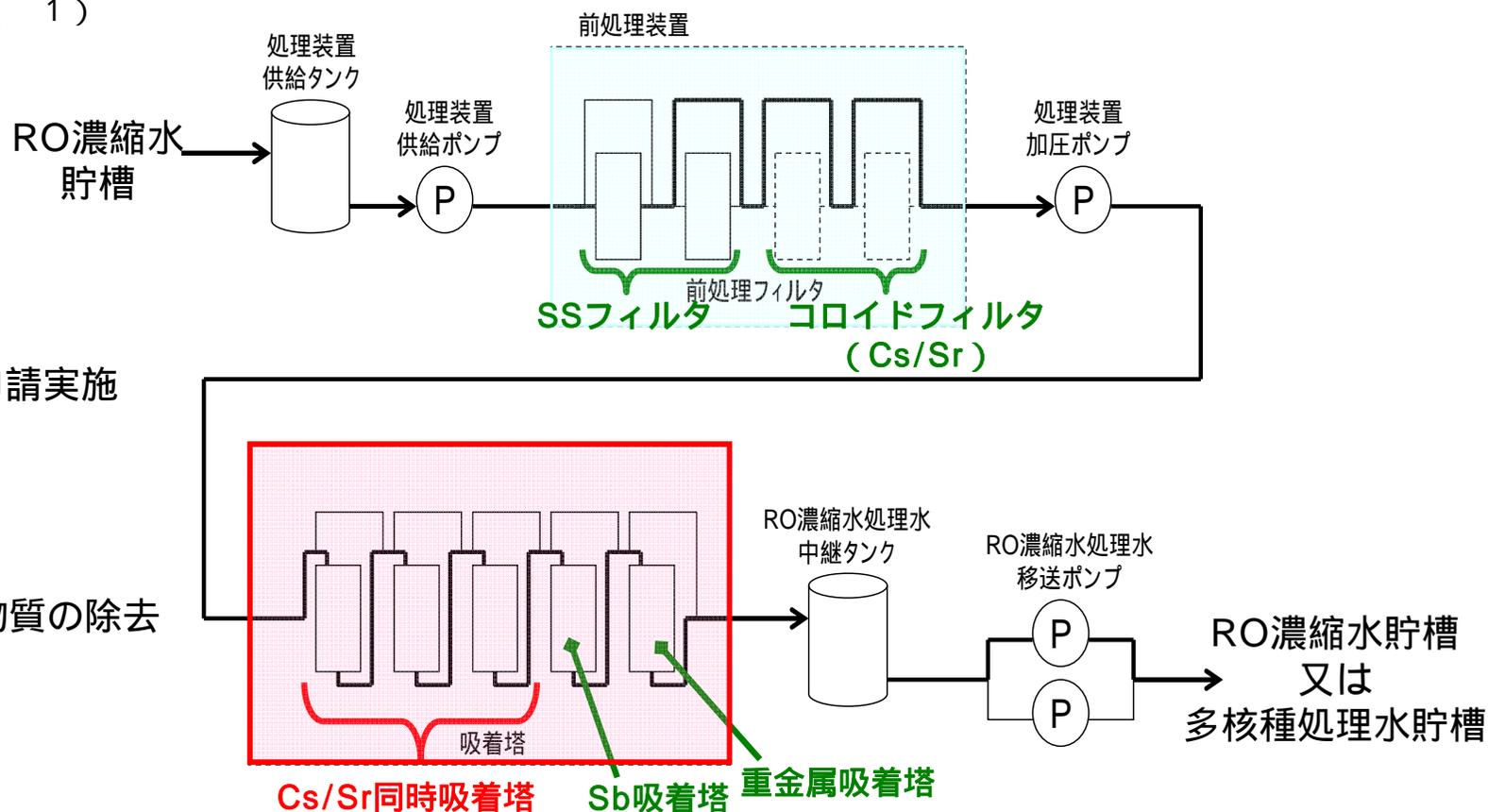
■ 設備概要

- RO濃縮塩水を前処理装置と核種除去装置にて処理後，再びタンクへと貯留する。
- 本設備で処理した水については，最終的に多核種除去設備等にて処理を行う。
- 処理能力：500m³/日（定格）
- 除去能力：Srを100～1,000分1へ低減（目標）

■ 工程

- 実施計画変更続き中（ 1 ）
- 使用前・溶接検査：12月中旬（予定）
- 処理運転：12月中旬～（予定）

（ 1 ）10月16日変更申請実施



前処理装置
：フィルタ処理による浮遊物質の除去

核種除去装置
：吸着材による核種の除去

【参考】汚染水のリスク低減策

モバイル型 ストロンチウム除去設備

【A系】処理運転中
【B系】実施計画を申請中(11/19)
【第二】実施計画を申請予定(12月上)
処理能力:300m³/日×2系(A,B系)、480m³/日×4系(第二)
除去能力:ストロンチウムを1/10~1/1,000へ低減

多核種除去設備

現在ホット試験中
処理能力:250m³/日×3系列
除去能力:62核種を告示濃度限度未満へ

増設 多核種除去設備

現在ホット試験中
処理能力:250m³/日以上×3系列
除去能力:62核種を告示濃度限度未満へ

セシウム吸着装置 (KURION) でのストロンチウム除去

実施計画認可(11/7)
処理能力:600m³/日
除去能力:ストロンチウムを1/100~1/1,000へ低減

多重的な リスク低減策

高性能 多核種除去設備

現在ホット試験中
処理能力:500m³/日以上
除去能力:62核種を告示濃度限度未満へ

第二セシウム吸着装置 (SARRY) でのストロンチウム除去

実施計画を申請中(7/10)
処理能力:1,200m³/日
除去能力:ストロンチウムを1/100~1/1,000へ低減

RO濃縮水 処理設備

実施計画を申請中(10/16)
処理能力:500~900m³/日
除去能力:ストロンチウムを1/100~1/1,000へ低減

多重的な対策により、汚染水のリスク低減を図る。

水処理設備二次廃棄物の保管状況

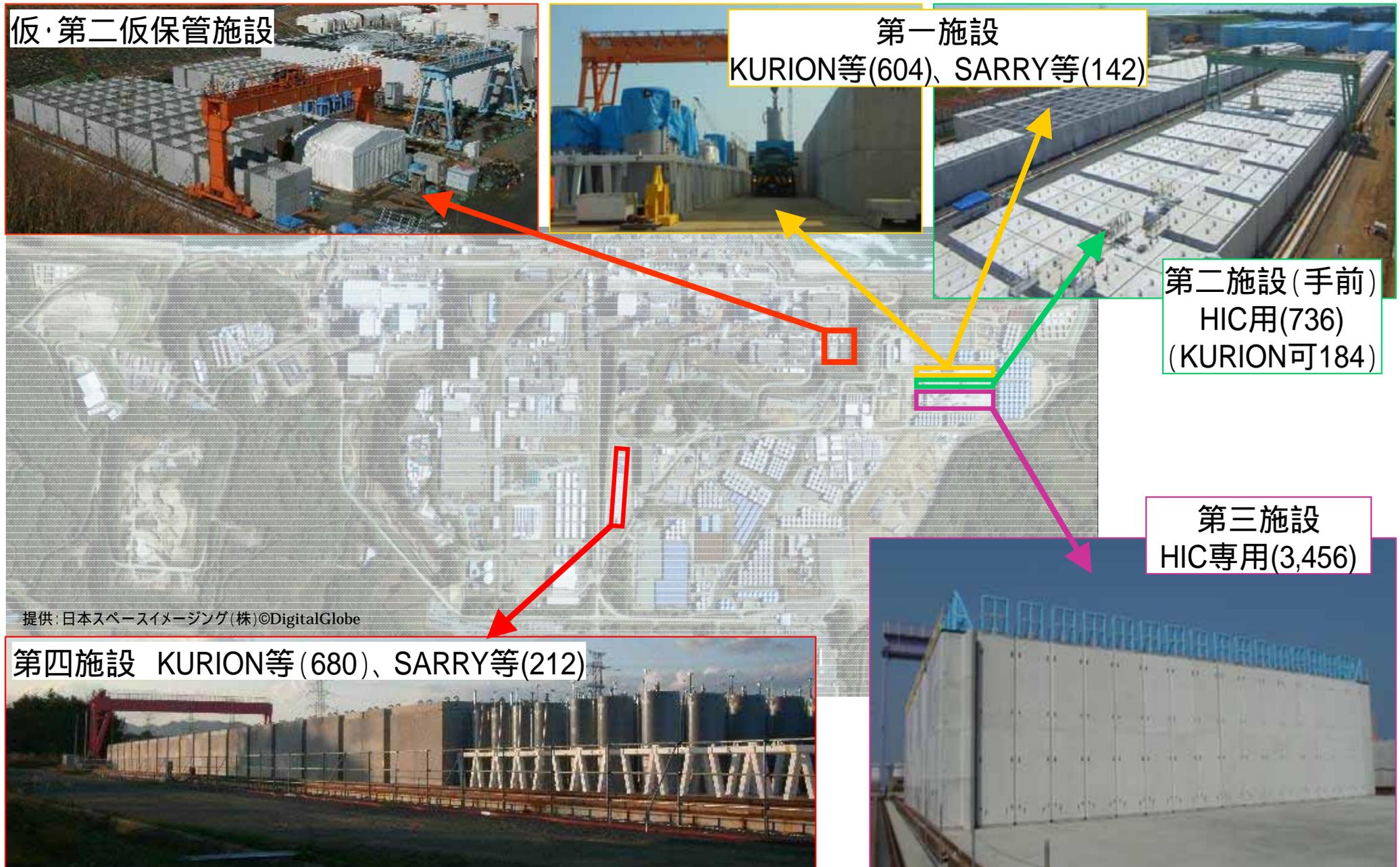


東京電力

1 . 水処理設備二次廃棄物の保管状況の概要

- 水処理設備二次廃棄物には，KURION，SARRY等の汚染水処理設備から発生した使用済吸着塔，多核種除去設備から発生した高性能容器（HIC）等がある。
- これらの水処理設備二次廃棄物については，セシウム吸着塔一時保管施設を設置・保管している。セシウム吸着塔一時保管施設には，第一～第四施設がある。
- 各施設には，水処理設備二次廃棄物を保管するための鉄筋コンクリート製遮へい（ボックスカルバート）あるいはラックを設置し，廃棄物の種類に応じて使い分けて保管を実施している。
 - ボックスカルバート 主に追加遮へいが必要なものの保管に使用
（KURION吸着塔，HIC，モバイル処理装置吸着塔，等）
 - ラック 主に追加遮へいが不要で保管中の支持が必要なものの保管に使用
（SARRY吸着塔，高性能ALPS吸着塔，等）
- 各施設から発生する水処理設備二次廃棄物の発生量に応じて，ボックスカルバートあるいはラックを順次増設しながら安全な保管に対応している。

2. 現有のセシウム吸着塔保管施設



3 . 各保管施設の運用状況

	概要	保管対象	保管数 / 容量 (1)	運用状況	備考
第一施設	ラック、カルバートを設置。 主にKURION , SARRYの使用済吸着塔を保管。	KURION	100 / 604	運用中	
		SARRY	0 / 142		
		他	20 / 2		
第二施設	カルバートを設置。 現状HIC保管のみに使用。	HIC	616 / 736	運用中（増設多核種除去装置の運転開始によりHICの発生数加速）	
		KURION	(0 / 184) 3		
第三施設	HIC保管専用のカルバートを設置。 カルバート内にHICを3段積みする構造。	HIC	0 / 3,456	H26年12月より運用開始。（768体分竣工済み。H26年度内の全竣工予定で増設中）	11月28日，768体分の使用前検査終了
第四施設	ラック、カルバートを設置。 主にKURION , SARRYの使用済吸着塔を保管	KURION	414 / 680	運用中	
		SARRY	116 / 212		
		他	14 / 2		
仮保管施設	KURION使用済吸着塔等の保管前の水抜き・乾燥施設。作業待ち，運搬待ちのための一時仮置き用にも使用	KURION	(3) 4	運用中	一時仮置きを目的としており，長期保管には使用していない
		その他	(0) 4		

1：容量は実施計画所載の保管容量，保管数はH26年11月25日現在。

2：その他，モバイル型処理装置の吸着塔が若干数保管されており，容量はKURION,SARRY吸着塔のものに含まれる。

3：第二施設の総保管数は736基であり，その内184塔がKURION吸着塔保管用として活用できる。

4：一時保管施設への運搬待ちの本数。

4 . 水処理二次廃棄物の増加への対応（保管容量確保）

■震災～平成26年8月

- セシウム吸着装置（KURION） 第二セシウム吸着装置（SARRY）
多核種除去設備（ALPS：既設） モバイル式処理設備

■平成26年9月以降

- 平成26年度中のタンク内汚染水処理を目指して順次運用開始
- 高性能多核種除去設備（高性能ALPS）
- 増設多核種除去設備（増設ALPS）
- モバイル型ストロンチウム除去装置（A、B、第二）
- サブドレン他浄化装置 RO濃縮水処理設備

使用済吸着塔等の発生が増加するため、保管容量拡大が必要



敷地境界線量影響評価が増とならぬよう計画

- 境界近くには高線量品を配置しない 吸着塔線量実績による見直し

5 . 吸着塔保管施設の保管容量変更計画

今後、実施計画変更認可を申請

■セシウム吸着塔一時保管施設（第一施設）

●保管容量：746 774（28増）

（内訳 KURION等：604 544、SARRY等：142 230）

■セシウム吸着塔一時保管施設（第二施設）：変更なし

■セシウム吸着塔一時保管施設（第三施設）

●保管容量：3456 3520（64増）

（内訳 高性能容器：3456（変更なし）、KURION等：0 64）

■セシウム吸着塔一時保管施設（第四施設）

●保管容量：892 1025（133増）

（内訳 KURION等：680（変更なし）、SARRY等：212 345）

吸着塔保管容量は増となるが、敷地境界近くへの高線量品保管を避ける、吸着塔線量を実績により見直す、ことにより

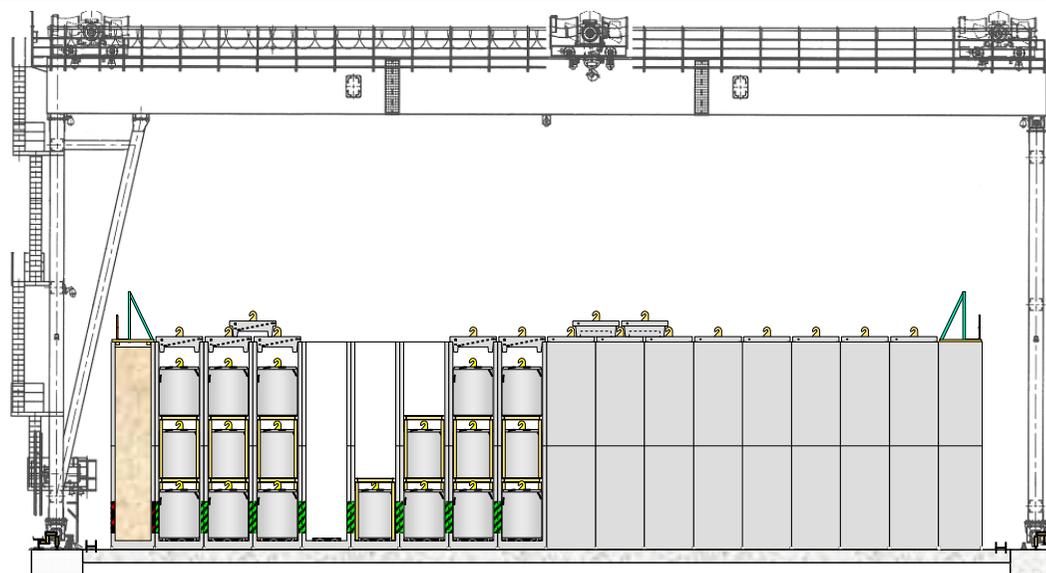
第一・第二・第三施設 南側評価点への影響：合計0.45 0.30mSv/年

第四施設 西側評価点への影響：0.050 0.038mSv/年 へ減少

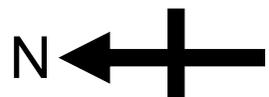
6 . HIC保管の状況について

- 多核種除去設備から発生するHICを保管可能な施設として運用中のものはこれまで第二施設のみ。HICは発生数が多く、増設多核種除去設備からの分も格納できるよう、第三施設を建設し、HICの安定保管を期している。
 - 第二施設と第三施設の並行運用により下記を実現。
 - ◆ 万一いずれかの施設で不具合が発生した際にも、他方の施設で受入れ継続可能。
 - ◆ HICの発生量が多い場合には両施設で並行して受入れ可能。
 - 第三施設の放射線遮へい能力は第二施設に比べて高く、敷地境界線量低減への貢献を期待。
- 第三施設は実施計画（3,456基分）が11/20に認可され、うち768基分に関する使用前検査が11/28に終了。
- 今後は第三施設をHIC保管の主力として運用してゆく。

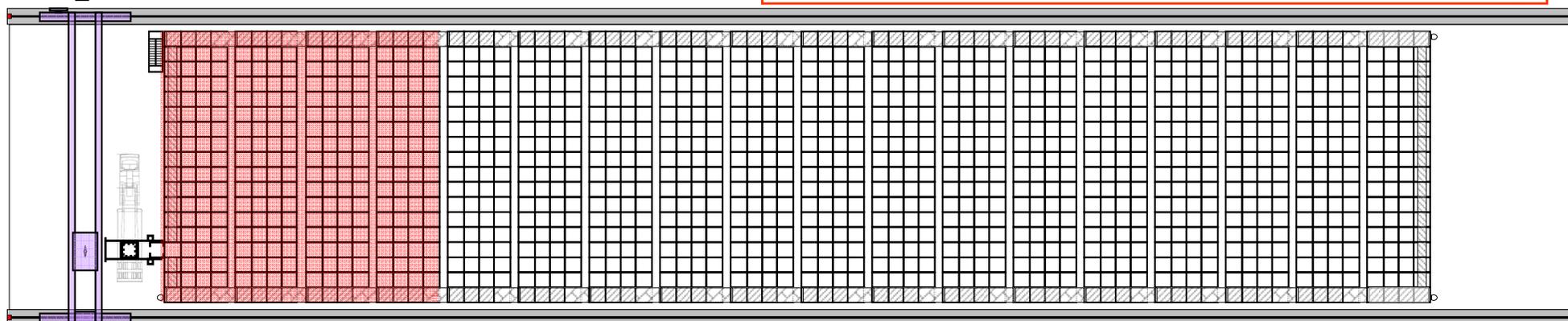
【参考】第三施設について



中段・上段のHICは積重ね用架台を介して配置してゆく。
重コンクリート製ふたの採用等により遮へいを強化している。



← 竣工済 | 増設中 →



H25.4 建設着手

H26.2 768基分完成（全3,456基まで増設中）

H26.4 実施計画変更申請

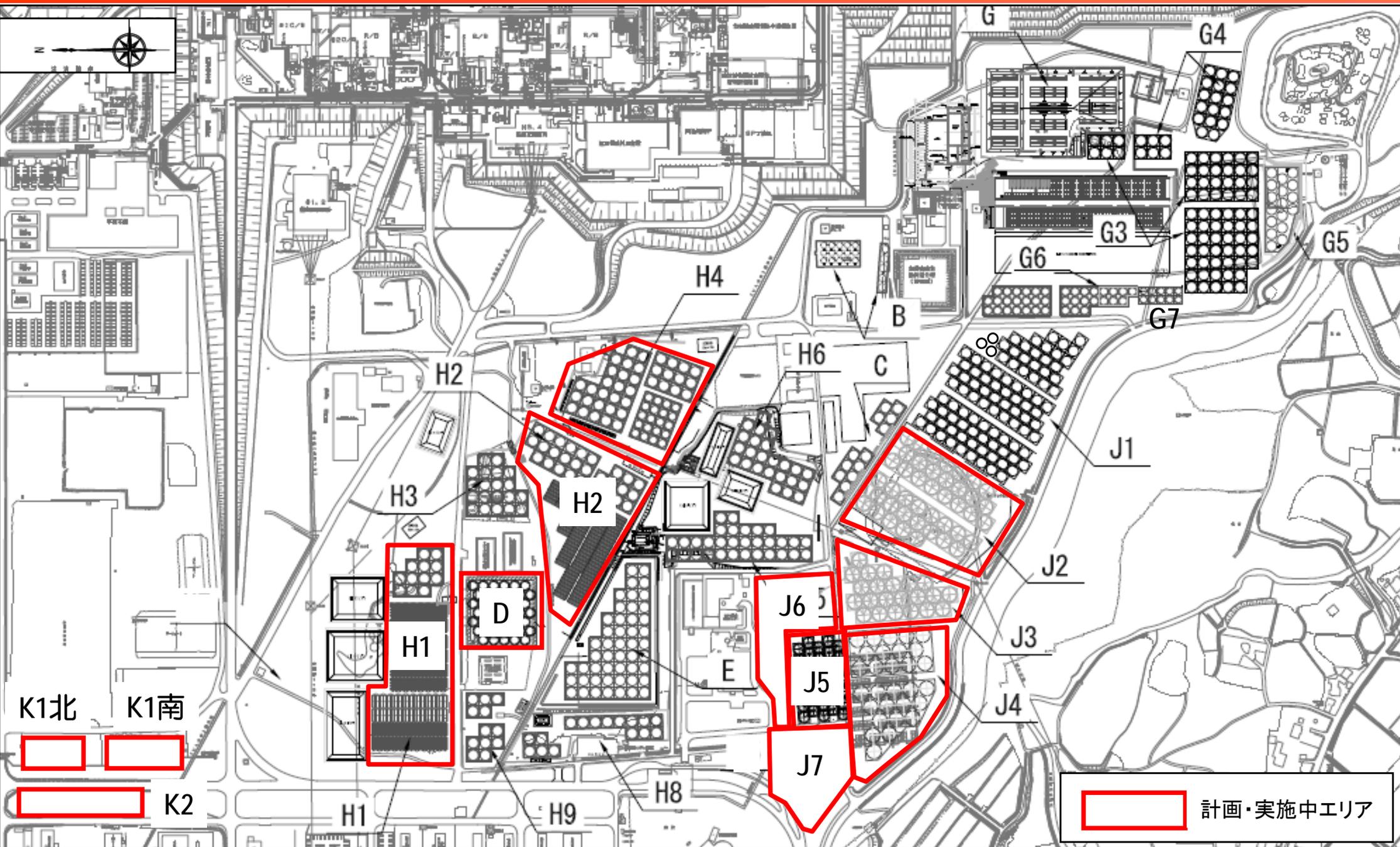
H26.11 実施計画認可，使用前検査（768基分）終了

タンク建設進捗状況



東京電力

1. タンクエリア図



2-1. タンク工程(新設分)

			平成26年度												11月の見込 ／計画基数		
			3月まで	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月		3月	
新設 タンク	Jエリア タンク建設	J1 現地溶接型	実績	53.0	18.0	15.0	7.0	4.0	3.0	太数字:タンク容量(単位:千m3)						100基／100基	
		J2/3 現地溶接型	10月27日見直								14.4	24.0	24.0	24.0	24.0	24.0	19.2
			基数								6	10	10	10	10	10	8
	J5 完成型	10月27日進捗・見込					9.9	3.7	0.0	8.6	9.9	11.1					
		基数					8	3	0	7	8	9					
	J4 現地溶接	10月27日進捗・見込									11.6	20.3	14.5	14.5	17.4	14.5	
		基数									4	7	5	5	6	5	
	G7エリア 完成型	実績				7.0											
		基数				10											
	J6エリア 現地溶接型	10月27日進捗・見込								地盤改良・基礎設置							
		基数									7.2	12.0	14.4	12.0			
		11月進捗見込									7.2	12.0	14.4	12.0			
	J7 現地溶接型	10月27日進捗・見込								伐採・地盤改良・基礎設置							
		基数										6	10	12	10		
		11月進捗見込											9.6	9.6	9.6		
K1北エリア 現地溶接型	10月27日進捗・見込										7.2	4.8	2.4				
	基数										6	4	2				
	11月進捗見込										7.2	4.8	2.4				
K1南エリア 完成型	10月27日進捗・見込										2.4	4.8	4.8				
	基数										2	4	4				
	11月進捗見込										2.4	4.8	4.8				
K2エリア 完成型	10月27日進捗・見込								地盤改良・基礎設置								
	基数								準備工		4.0	8.0	8.0	8.0			
	11月進捗見込										0.0	8.0	8.0	12.0			
										0	8	8	12		0基／28基		

2-2. タンク工程 (リプレース分)

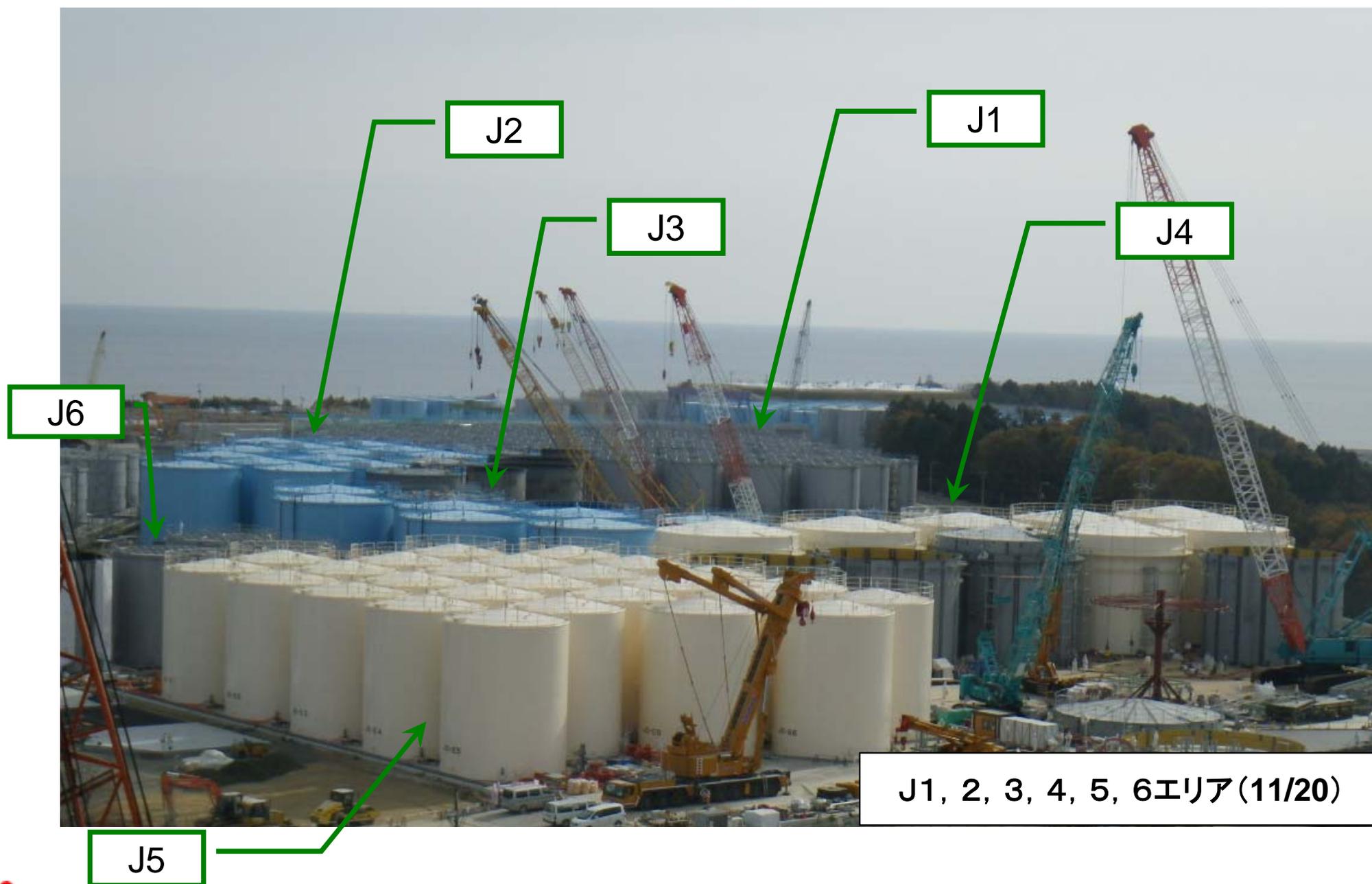
		平成26年度													11月の見込 ／計画基数	
		3月まで	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		
Dエリアノッチタンクリプレース完成型	10月27日進捗・見込		タンク						地盤改良・基礎設置							
	基数						16.0	4.0	17.0	4.0						
	11月進捗見込						16.0	4.0	12.0	9.0						
	基数						16	4	17	4					41基／41基	
H1エリア完成型	10月27日進捗・見込				残水・撤去				地盤改良・基礎設置		タンク					
	基数						▲ 20		▲ 12	12.5	16.3	12.5	18.8			
	11月進捗見込									12.5	16.3	12.5	18.8			
	基数						▲ 20		▲ 12	10	13	10	17	0基／63基		
H2ブルータンク現地溶接型	10月27日見直								地盤改良・基礎設置		タンク					
	撤去(千m3)	基数							▲ 10							
H2フランジタンク (type1;23基) 現地溶接型	10月27日見直								残水・撤去		地盤改良・基礎設置					
	撤去(千m3)									▲ 28						
H4フランジタンク (Type1;22基) 完成型	10月27日見直										残水・撤去					
	撤去(千m3)	基数										▲ 26	▲ 22			

2-3. タンク建設進捗状況

エリア	10月 進捗	11月※ 進捗	全体状況	対策
J2/3	10基	6基 (4減)	災害発生による工程遅延	災害再発防止対策を立案して、 安全対策立案・実施。今後、工 程回復に努める。
J4	4基	6基 (1減)	現場安全確認活動の展開による若干の工程遅延	
J5	7基	8基	9月1日に工場では2ライン化体制が整備され、工場製作・現地据付ともオン・スケジュール	
J6	—	6基	タンク設置中。計画工程どおり	
J7	—	—	地盤改良・フェンス移設工事ほかを実施中	
K1北	—	6基	タンク設置中	
K1南	—	—	基礎工事実施中	
K2	—	0基 (4減)	基礎工事ならびに仮設揚重機組立の数日の遅れによる工程遅延	年明けには工程回復の見込み
D	12基	9基	従前計画どおり。全41基タンク設置完了	
H1	—	—	基礎工事実施中	

※実施計画認可待ち含む

2-4. タンク建設状況 (Jエリア現況写真)



2-5. タンク建設状況 (Kエリア現況写真)

K1南

K1北



K1北, 南 (11/18)

K2エリア (11/18)

2-6. タンク建設状況 (H1エリア現況写真)



H1エリア西側(11/17)



H1エリア東側(11/17)

3-1. 水バランス検討条件

地下水他流入量（サブドレンの効果を考慮しない場合）

■ H26.10～：350 m³/日

● HTI建屋止水・地下水バイパス稼働考慮した地下水流入量：約300 m³/日

● 護岸エリアの地下水の建屋への移送量：約50 m³/日

■ H27.9～（陸側遮水壁効果発現）：約50 m³/日

● HTI建屋止水・地下水バイパス・陸側遮水壁を考慮した地下水流入量：約50 m³/日

処理設備稼働条件

■ ALPS+増設ALPS処理量+高性能ALPS：約1,260m³/日（～H26.11）

(*) 増設ALPS・高性能ALPSを段階的に稼働したと想定(稼働率は12月以降の半分)

■ ALPS+増設ALPS処理量+高性能ALPS：約1,960m³/日（H26.12～）

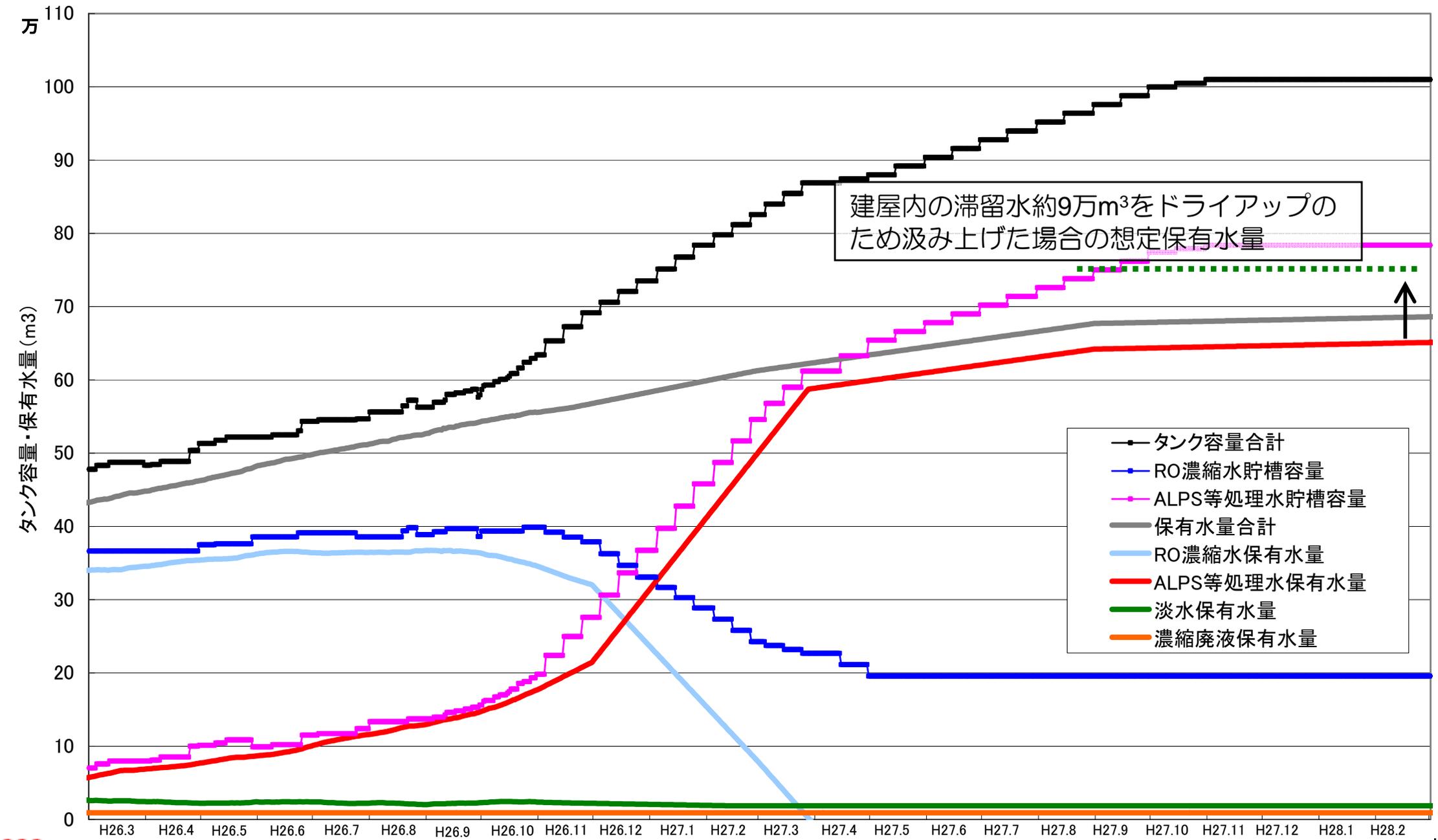
■ その他浄化処理設備：約1,200m³/日（H26.12～）

(*) 今後更なる追加を検討し、処理量の増加を図る。

その他

■ 2, 3, 4号機トレンチ汲み上げ量：約15,000m³

3-2. 水バランスシミュレーション



4-1. フランジ型タンクのリプレイス対象

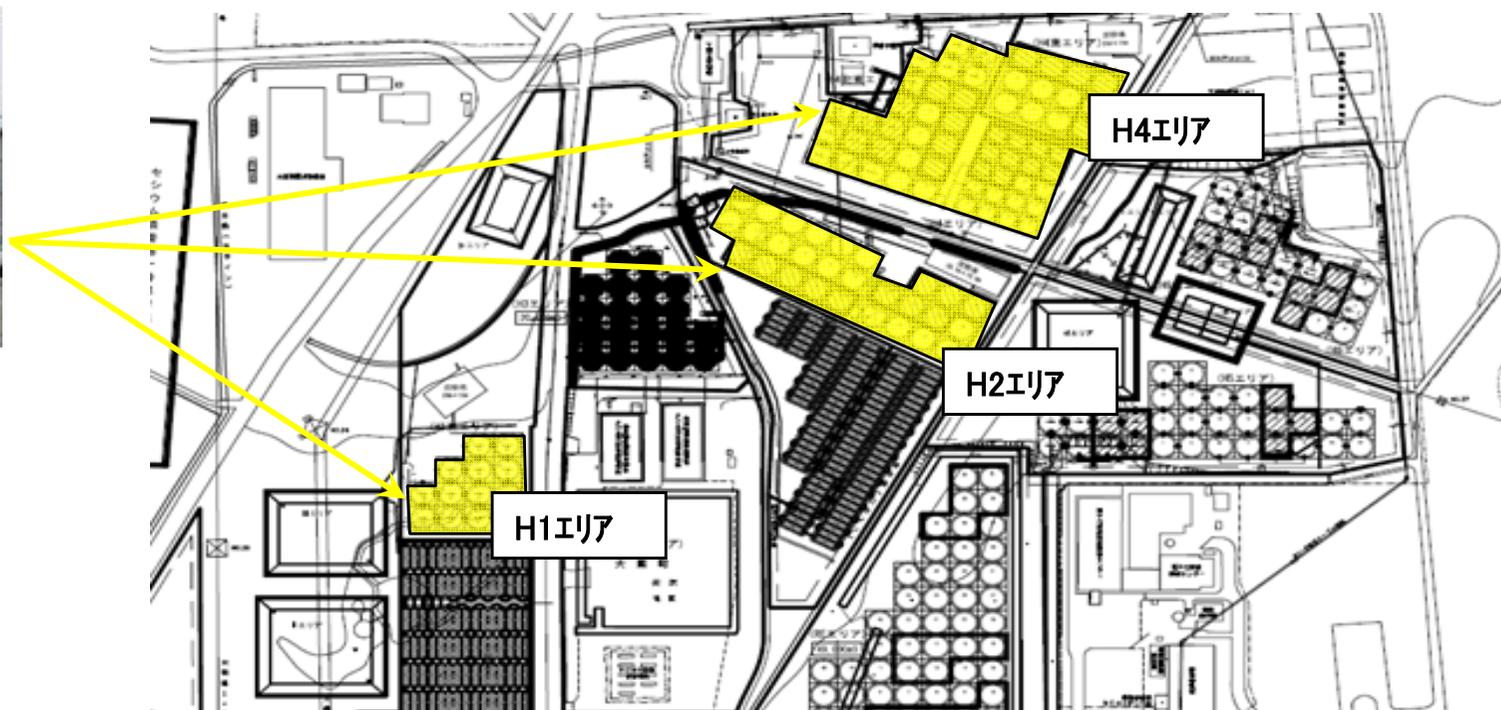
フランジ型タンクに貯蔵されたRO濃縮については現在、多核種除去設備等により順次水抜き浄化を行うことによりフランジ型タンクからの漏えいリスクを低減する計画。

今回、撤去を計画しているフランジタンクは、水抜き後、跡地に新たに溶接タンクの設置が必要となったH1・H2・H4エリアの96基。H26年12月より順次撤去を予定。

これ以外のフランジ型タンクは、新たな溶接タンクの設置等、跡地利用の必要性に応じて解体を実施する予定。



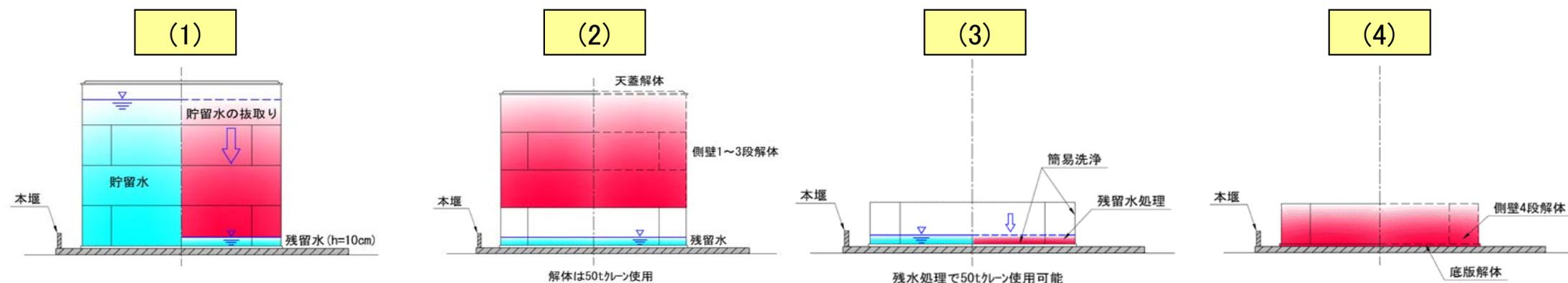
フランジ型タンク



4-2. 過去の解体実績

フランジ型タンクは、H4エリアにて漏洩調査のため2基を既に解体している実績あり(平成25年9月)。解体手順は以下の通り。

- (1)既設移送ポンプや仮設ポンプにて水抜き
- (2)タンク表面に散水。その後、天板・側板4段～2段目まで解体。
- (3)バキュームにて残水処理
- (4)側板1段目・底板を解体。

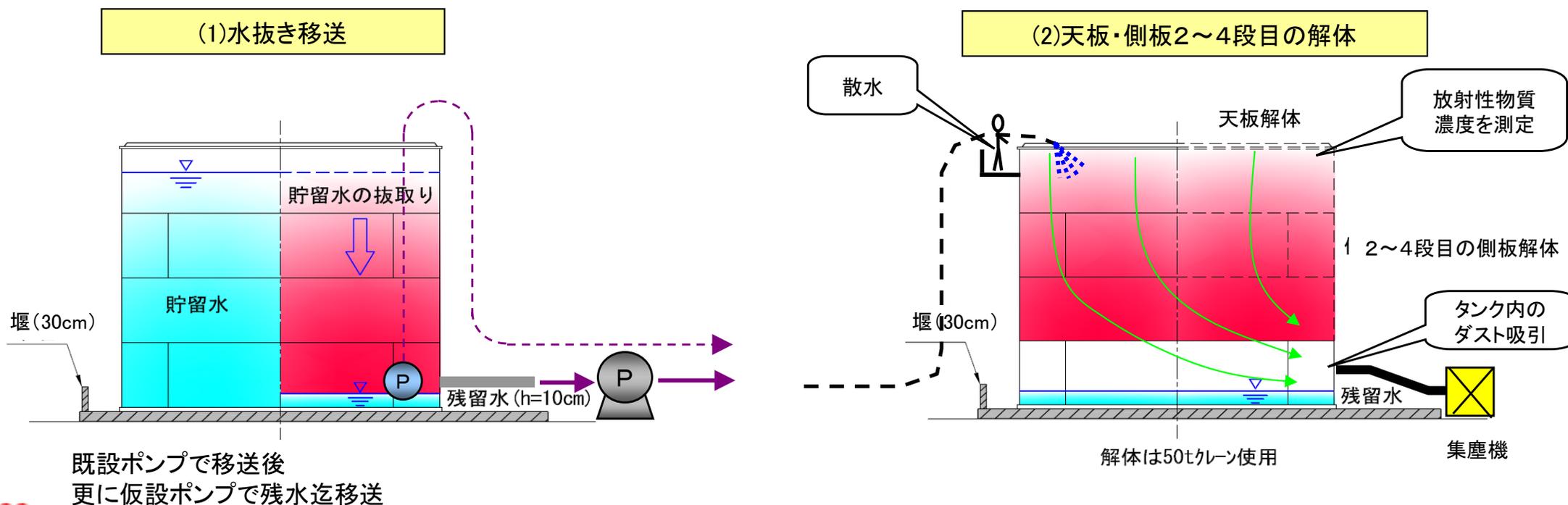


なお、タンク解体期間中には、構内の連続ダストモニタでは警報の発生履歴はなく、周辺環境に影響を与えず解体できている。

4-3. 解体・撤去作業計画①

H4タンクの解体実績参考に、以下の手順にて解体を実施。

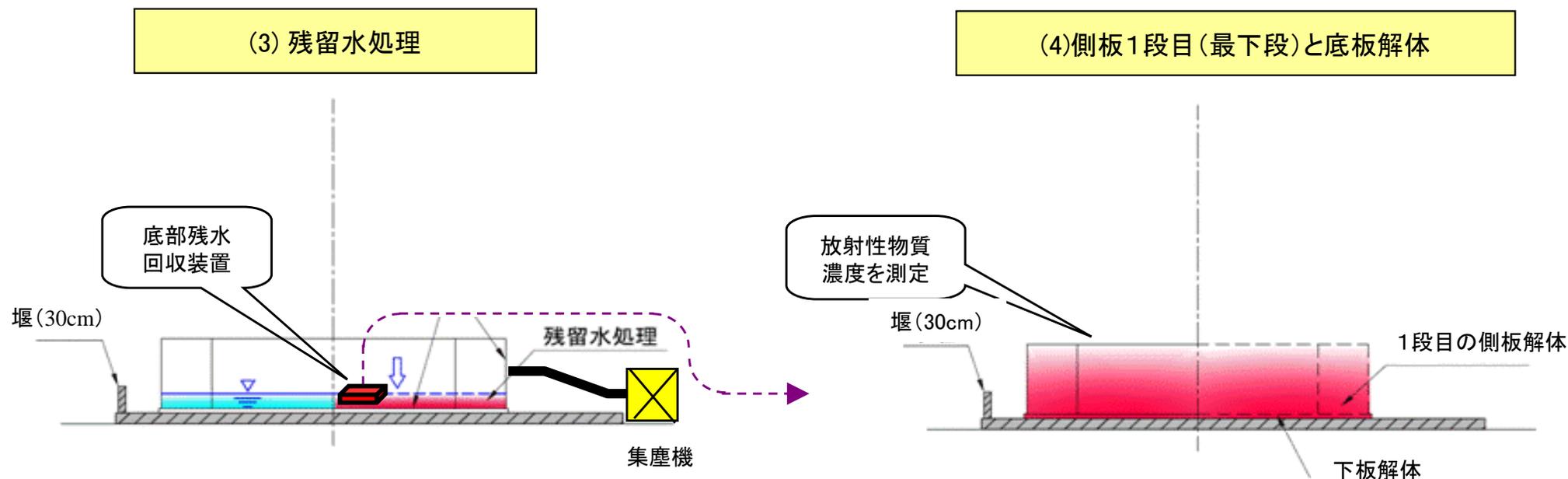
- (1)既設移送ポンプや仮設ポンプにて、周辺のタンクへ移送、若しくは多核種除去設備等にて処理することにより約10cmまで、水抜きを実施。
- (2)タンク内面に散水する。その後、集塵機でタンク下部からタンク内の空気を吸引しつつ、天板・側板2～4段目について接合部のボルトを外して解体を実施。解体部材の内面には放射性物質拡散防止のために塗装を施すこととしている。なお、天板開放前にはタンク上部の空気中の放射性物質の濃度(以下、ダスト)を測定し問題ないことを確認。また、日々作業終了時に仮設天板にてタンク上部を養生。



4-3. 解体・撤去作業計画②

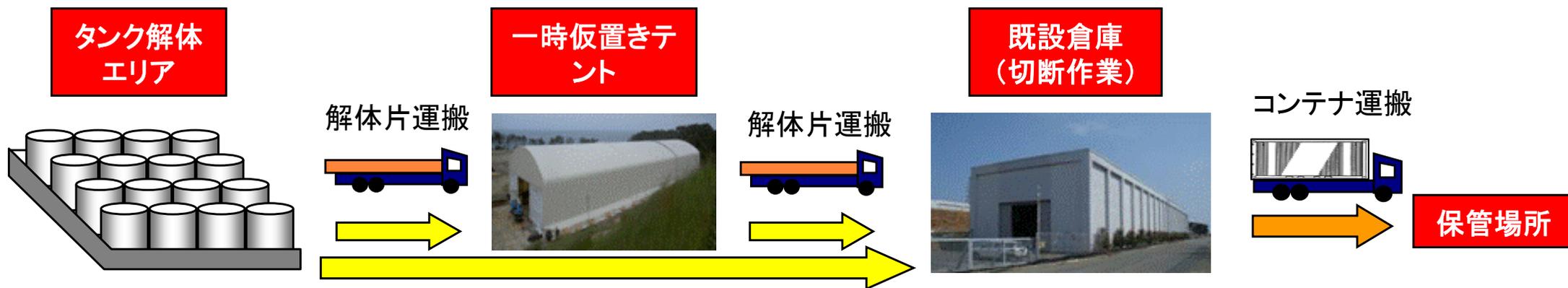
(3)底部に残った残水の約10cmを、底部残水回収装置・バキューム等を用い、完全に抜き取る。

(4)側板の1段目及び、底板の接合部のボルトを外して解体を実施。なお、(2)と同様に、解体前にはタンク上部のダストの濃度を測定し問題ないことを確認。



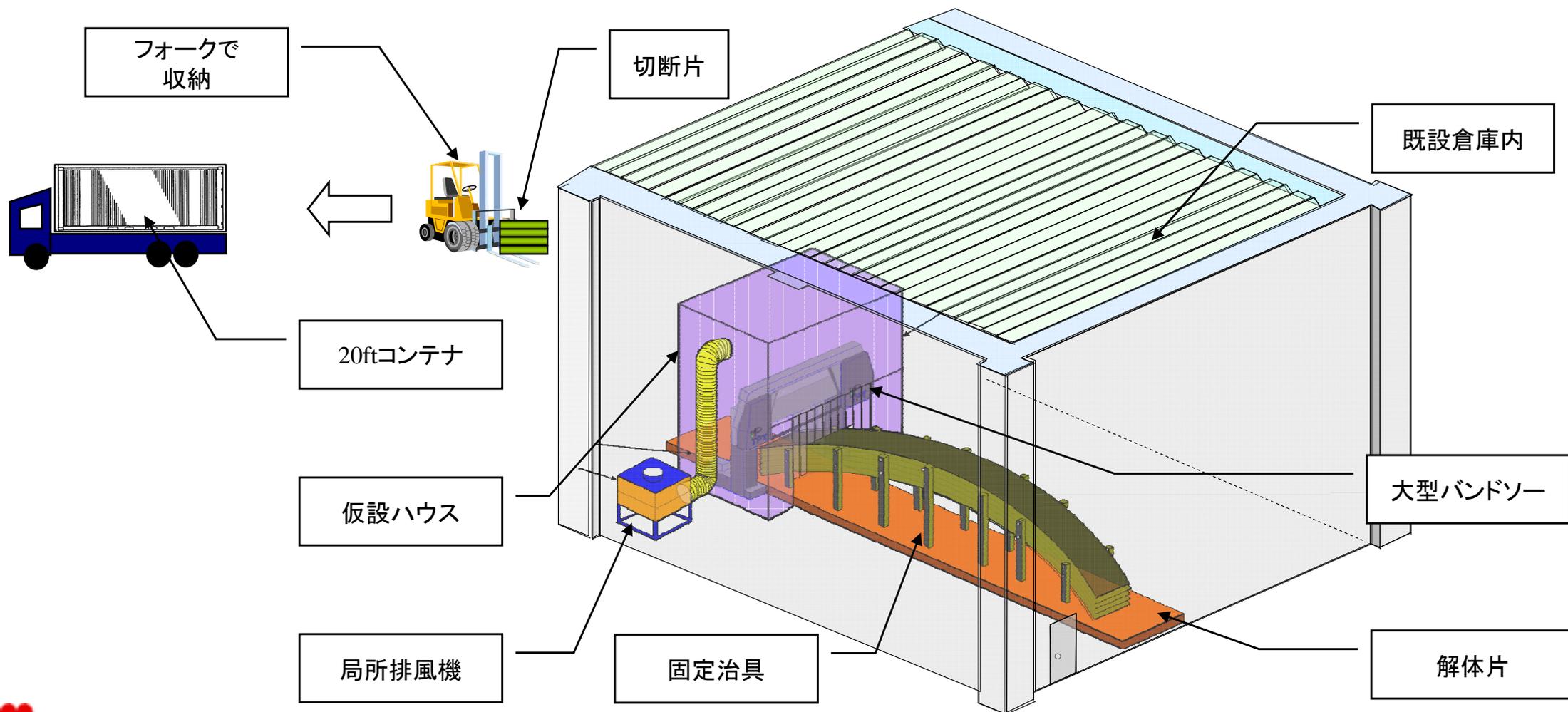
4-4. 解体から切断迄の流れ

解体した解体片は、減容エリア(既設倉庫)へ運搬し、切断減容を行い、コンテナに収納し、保管する。なお、解体と切断減容は処理スピードが異なるため、バッファーエリア(一時仮置きテント)を設置し、必要に応じて当該エリアを経由し、減容エリアへ運搬する。



4-5. 切断減容・コンテナ収納作業計画

切断減容は、解体片を専用の治具に固定し、大型バンドソー【参考1】で切断。切断後は、天井クレーン・フォークリフト等を用い、20ftコンテナに収納・保管。切断箇所にて発生する、ダストは、局所排風機で極力回収。なお、切断減容・収納作業は既設の倉庫内で実施し、倉庫には換気設備も配備。



4-6. タンク減容後の保管場所・方法

減容切断したタンク片は瓦礫類に区分される。

線量は比較的低い(表面線量数十 $\mu\text{Sv/h}$)ことから、既設の低線量瓦礫保管エリアP(100 $\mu\text{Sv/h}$ 以下の屋外集積の保管エリア)に容器(20ftコンテナ)に収納して保管。

なお、敷地を有効利用すべく、20ftコンテナは4段積みし保管。



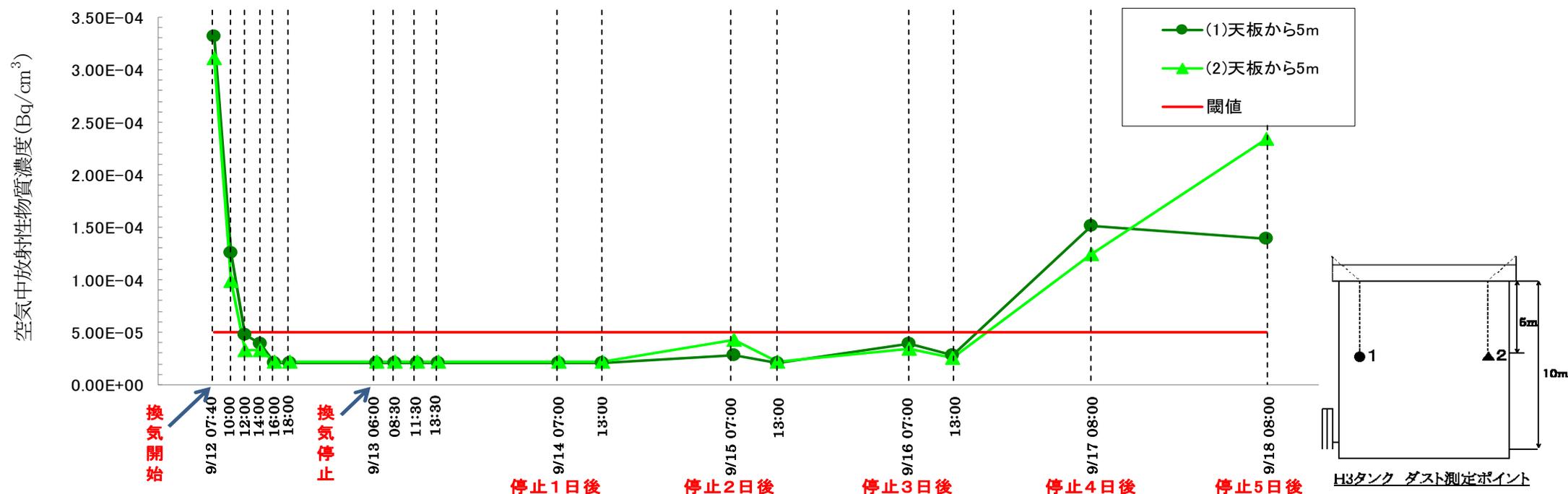
保管時のイメージ

4-7. ダストの飛散抑制対策

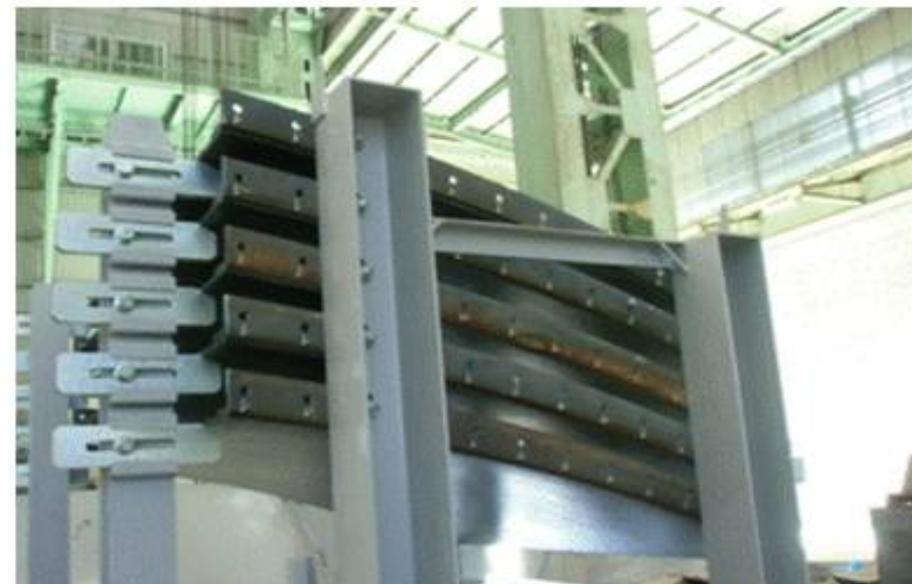
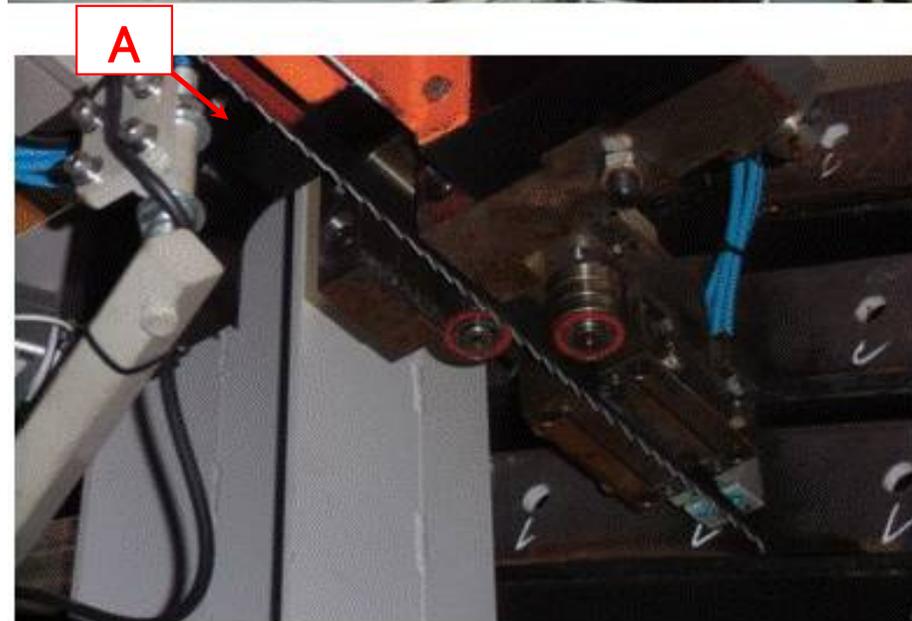
【汚染タンク内のダストの状況】

水抜き後の汚染タンク内のダストを調査した所、 $1.0E-03 \sim 1.0E-04 \text{ Bq/cm}^3$ で検出。
 しかし、集塵機でタンク下部よりタンク内を換気(ダストを吸引)した所、数時間で閾値 ($5.0E-05 \text{ Bq/cm}^3$ 以下)に達し、集塵機停止後も3日間は閾値※以下を維持。
 ※空气中放射性物質濃度のマスク着用基準の1/4の値

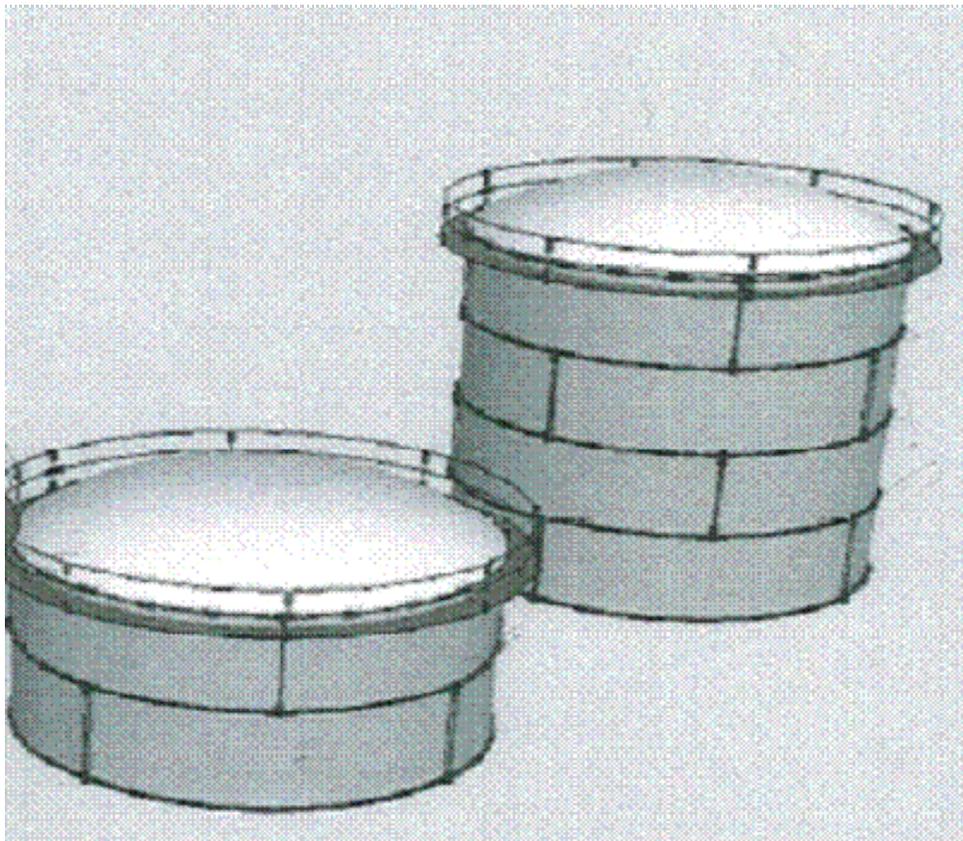
水抜きのみでの状態では解体時にダスト飛散のリスクがあるが、タンク内面への散水、集塵機の連続運転の対策により、タンク外へのダスト飛散のリスクは、大幅に低減される見込み。



【参考1】大型バンドソー



【参考2】仮設天板



【参考3】底部残水回収装置

