

ALPSスラリーの安定化処理に向けた検討状況

2019年7月22日



東京電力ホールディングス株式会社

- ALPS（多核種除去設備）の前処理工程で発生するスラリーは高性能容器（HIC）に収納し使用済みセシウム吸着塔一時保管施設に保管している。
- 保管中に上澄み水の溢水を経験しており，またスラリー内での水素蓄積も推定されており，リスク低減のため，安定化(脱水)処理を行い固形化する方針。
- 実規模試験により脱水処理の成立性を確認した「加圧圧搾ろ過処理」（フィルタプレス）にてスラリーを安定化(脱水)処理を行うための設備を設置する。
- 現在，フィルタプレス機以外の周辺プロセスを含めた基本設計を実施中。

『液体状』を『固体』に安定化

炭酸塩スラリー



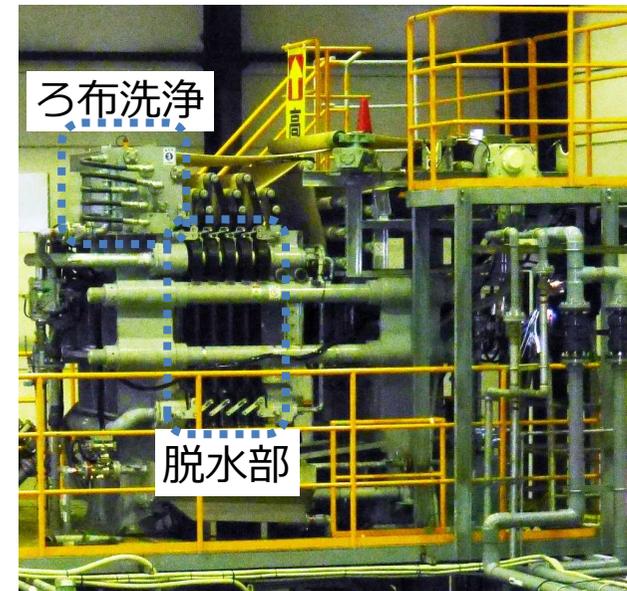
脱水



鉄共沈スラリー



脱水



安定化(脱水)処理装置
(フィルタプレス機)

- 適用可能な技術選定のため、模擬スラリーを用いた試験を実施。

基礎試験(2013~2014)

操作	脱水性能
薄膜乾燥	○
加圧圧搾ろ過	○
遠心分離	×

- 小型装置でスラリーがリスク低減に十分なレベルまで脱水可能か確認
⇒薄膜乾燥，加圧圧搾ろ過の成立性を確認。
遠心分離では十分な分離性能が得られず。



実規模試験(2015~2016)

- 高線量の放射性物質を取り扱う現場適用性を考慮して、実規模スケールの試験を実施

試験装置	適用性	評価
薄膜乾燥 (縦型薄膜蒸発)	乾燥物付着により自動排出困難なため不適	×
薄膜乾燥 (円盤加熱乾燥)	処理能力・自動排出に問題なく，適用可能	○
加圧圧搾ろ過	処理能力・自動排出に問題なく，適用可能	○

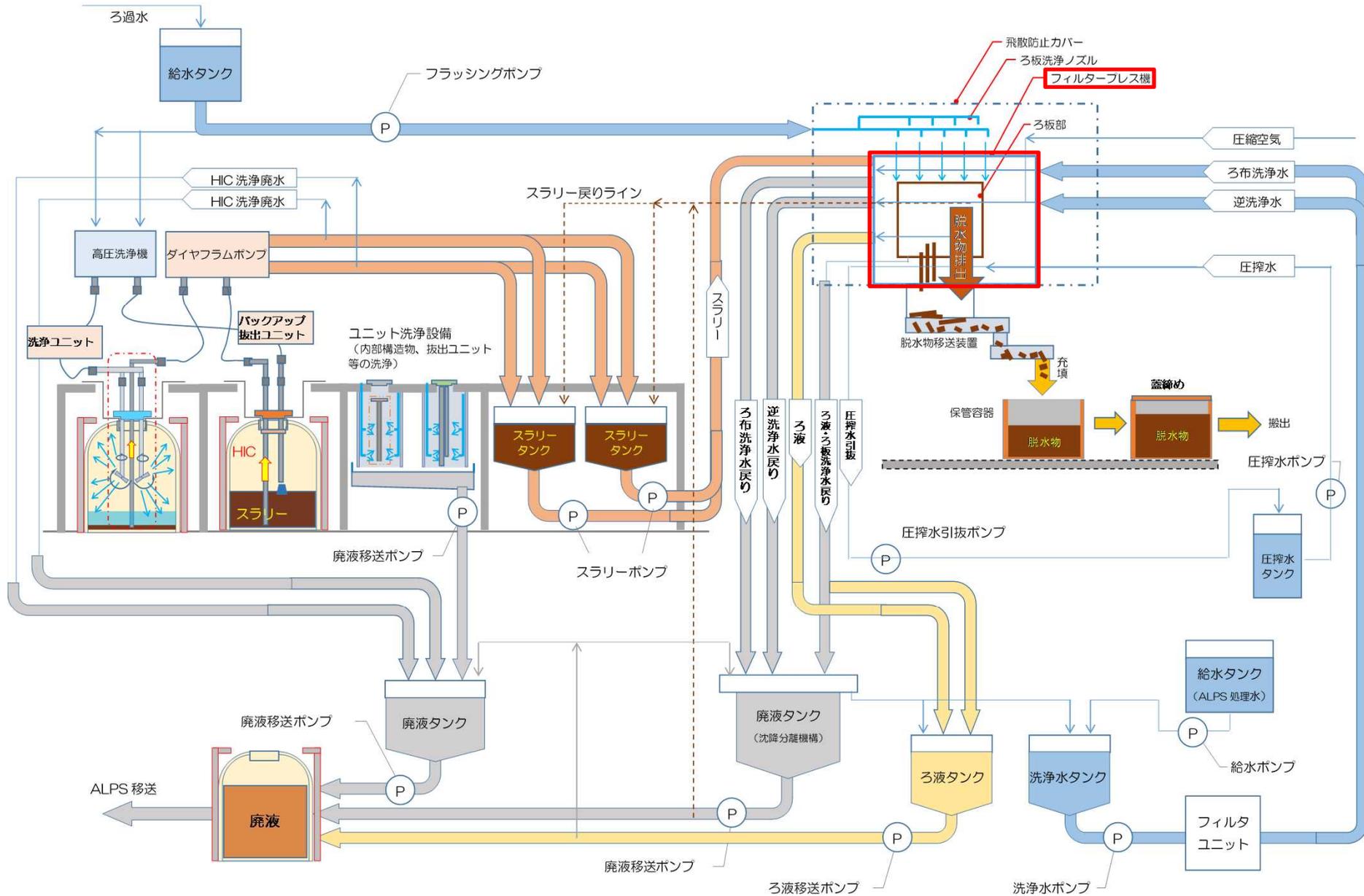
周辺要素技術試験(2017)

- HICからのスラリー拔出・移送試験，空HICの洗浄性試験を終了

- 実規模試験で性能を確認した2つの方式から**加圧圧搾ろ過を採用**
- 周辺要素技術試験結果を織り込んだ概念設計を実施(2017)

概念設計段階での系統概要案

特定原子力施設
放射性廃棄物規制検討会
第7回 資料2(抜粋)



具体化を見据え、安定な稼働を期して以下の設計・検討中

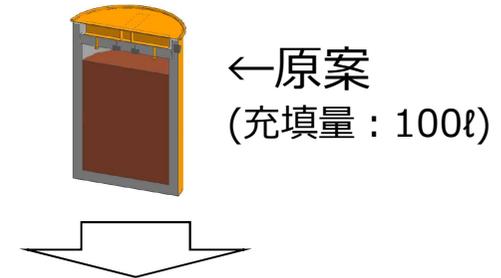
- 安定化処理物（脱水物）の保管に向けた容器の検討
- 容器充填に必要な解砕，搬送方法の確認
- 漏えい，ダスト飛散，汚染拡大を防止できるバウンダリ構成
- 設備から発生する要処理二次廃棄物(汚染水)の合理化

本
日
ご
説
明

従来の発電所では経験のないスラリー状で，かつβ核種の放射能濃度の高い廃棄物を，大量に処理する設備であり，今後の設計進捗に伴って発生する課題にも適切な解決策を探索し，慎重に設計を進めてゆく

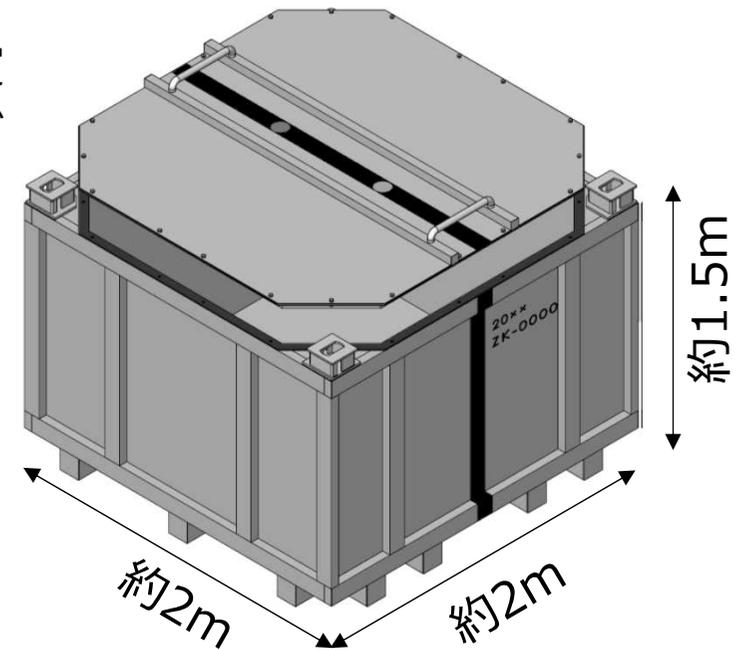
課題

- 概念検討段階では遮へい付きドラム缶への収納を計画
 - 200ℓドラム缶(内面遮へいコン張り, 正味充填量100ℓ)では一日約20基が発生し, 高頻度の交換が必要
 - 脱水物(□1.1mの板状)より口径が小さく, 充填し辛い



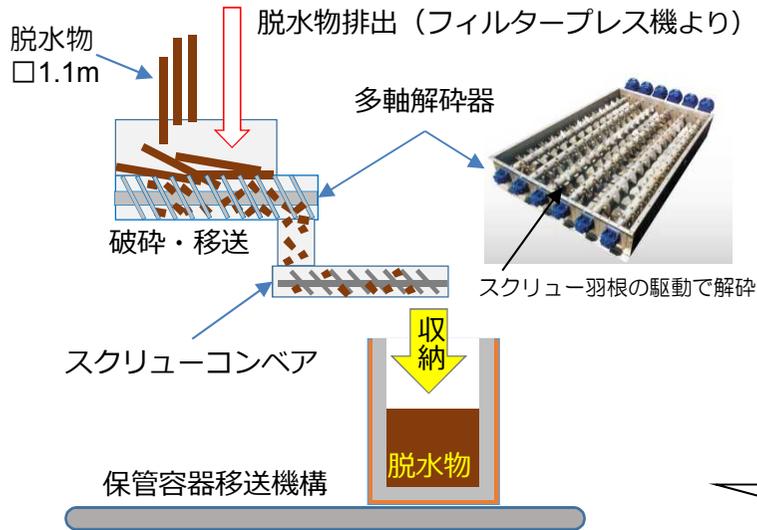
- 保管容器を角型容器に変更
 - 大型化し, 交換頻度を2日に1回に低減
 - 将来の取出し性にも配慮し, 開口を大きく設定
 - 鋼製容器。耐食性の観点で, 内面をライニング
 - 蓋はシートパッキン付きボルト締め
 - 蓋には水素ベントフィルタを設置
 - リモコン型フォークで取扱い

- 蓋締め装置, 設備内での搬送系の設計中
 - フィルターベント機直下への搬出入機構
 - 充填完了後の遠隔ボルト締め装置



保管容器案
(内容積: 約5m³)

■ 当初，脱水物は多軸解砕器で破砕しスクリーンコンベアで移送する計画



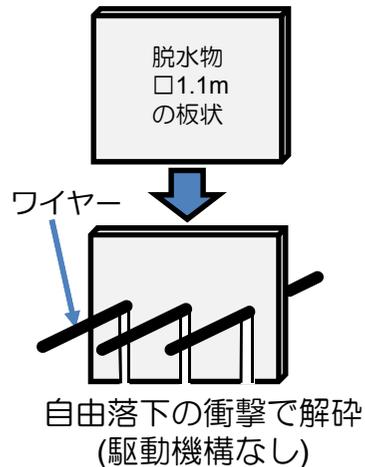
➤ 課題

- 脱水物の落下衝撃による軸歪み等の故障リスク
- 駆動部を有し，メンテナンス／故障対応が必要
- 詰まり，閉塞発生の可能性

➤ 上記の課題発生時には高線量作業となることから，代替案を検討

■ メンテナンスの必要性が少なく，閉塞リスクの少ないワイヤー解砕に変更

➤ 脱水物をワイヤー上に自由落下させ，落下衝撃で解砕(食品産業等で実績あり)

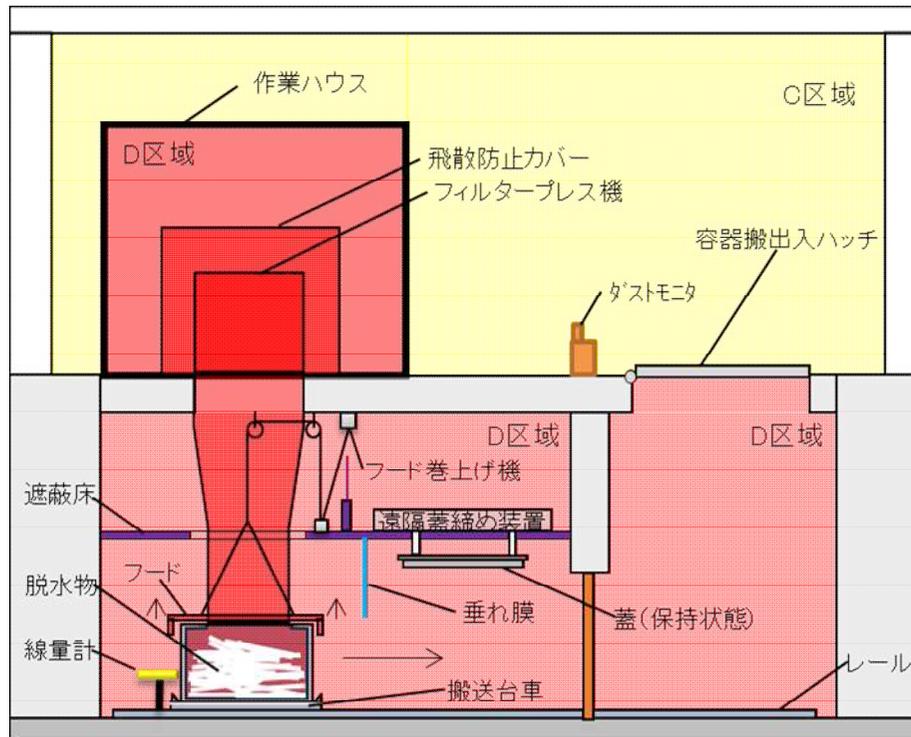


➤ 効果の確認

- 試験に供する大型板状脱水物を作り，それを落下させる実規模試験を実施。(装置設定等の試験準備に約6ヶ月，試験に4ヶ月)
- 模擬容器内に解砕物が適切に分散・充填できることを確認
- 直接容器充填とすることで，解砕物の搬送系を不要とできた

エリア構成

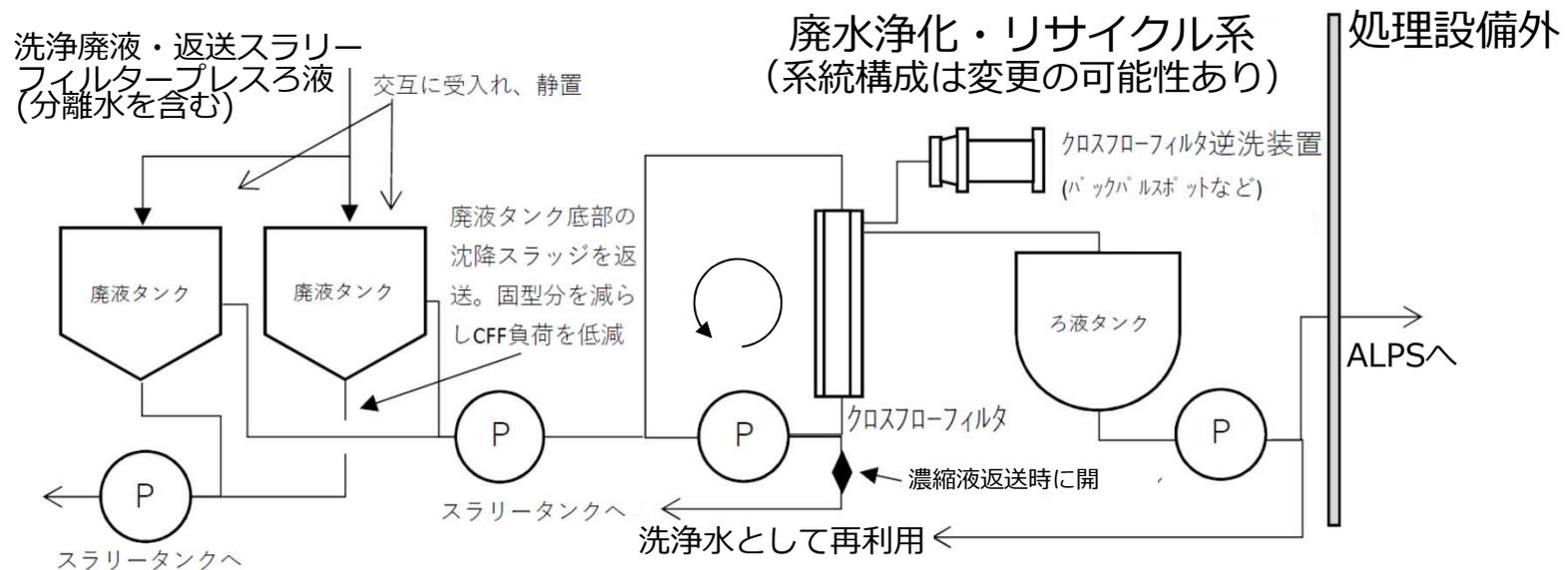
- 脱水物を乾燥粉体としないフィルタープレス(FP)を採用し，ダスト発生を軽減
- 他方FPはろ布などが開放型となるため，ダストの発生はあり得るものとし，その拡散を抑制する飛散防止カバー，作業ハウスを設置
- 運用時の想定汚染レベルの高低でエリア分け。高汚染想定エリアの空気を吸込んでHEPAで循環浄化する。エリア境界では，汚染された空気の逆流を防止できる方向に気流ができるよう計画する
- 保管容器は養生して搬入。充填・蓋締め後に養生を外すことで汚染持出しを防止
- 換気系容量は設計中。必要機器は配置設計に織り込み済み



左図：フィルタープレス機周りの想定汚染レベル
(脱水物容器充填の終了時イメージ)

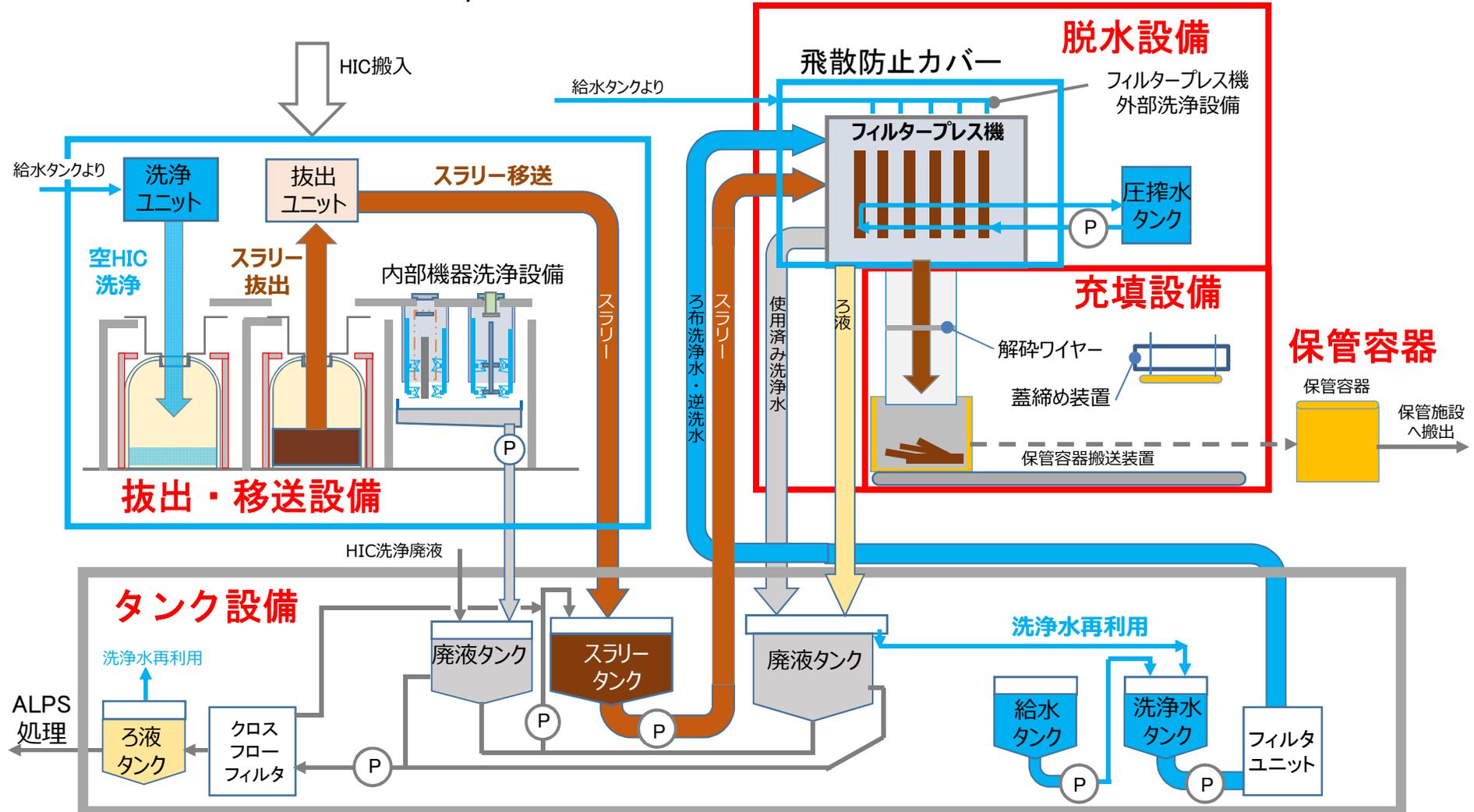
- ・ 概念図であり，寸法関係は正確ではない
- ・ HICからのスラリー拔出・移送設備エリアも対象

- スラリーからの分離水に加え，運用には洗浄水が必要で，廃液となる
 - ろ布の目詰まり逆洗，停止時の配管閉塞防止，空HIC処分に向けた内部洗浄 等
 - 洗浄廃液にはスラリー成分が含まれる
 - 分離水及び洗浄廃液はALPSでの処理が必要
- HIC3000基処理を仮定すると，運用中に24,656m³の要処理廃水が発生
 - 汚染部の洗浄にはALPS処理済水を活用（16,037m³）し、構内保有水の純増を抑制
 - スラリー込みのままのALPS返送防止，建屋内リサイクル推進のため，ALPSで実績のあるクロスフローフィルター浄化を導入予定
 - リサイクル推進により上述で提示した水の量の大幅削減を目指す
- 系統構成・機器点数決定に3カ月を要し，配置設計着手に影響



基本設計の進んだ安定化処理設備の概略系統構成

- スラリーをHICから抜き出して移送する設備，脱水設備本体，脱水物を容器に充填する充填設備，スラリー・廃液・洗浄水を受けリサイクルを図るタンク設備およびユーティリティ・換気系，制御・操作等の付帯設備ならびに建屋から構成。



スケジュール概要



- 今後、配置設計、建屋設計を進め、敷地境界線量への影響を見極めてゆく。
- 現在2021年度を運用開始目標としている。

工程表																		
分類	内容	2018年度		2019年度									2020年度				備考	
		10月～3月		4月	5月	6月	7月 現時点	8月	9月	10月	11月	12月	4Q	1Q	2Q	3Q		4Q
設計・検討	フィルタープレス設計検討 運用設計	[Blue bar]																
	機械設備設計 電気計装設備設計			[Yellow bar]														機械設備設計・電気計装設備設計と、配置設計・建屋設計を並行して進め、相互で調整しながら詳細設計を詰めていくため、工程を見直し。
	配置設計 建屋設計																	
許認可	実施計画																[Blue bar]	
製作・現場作業	建屋設置																[Blue arrow]	
	安定化処理設備（フィルタープレス設備他）製作																[Blue arrow]	
	安定化処理設備（フィルタープレス設備他）設置																[Blue arrow]	
運用	スラリー処理																2021年度に運用開始予定	

赤字は前回からの追加・変更箇所を示す。
青点線の工程は見直し前、黄色線の工程は見直し後の工程を示す。

以下，参考資料

【参考】 設計検討事項とその対処状況（1 / 2）

- フィルタープレス機本体の基本設計における主な検討事項及びその対処状況を以下に示す。

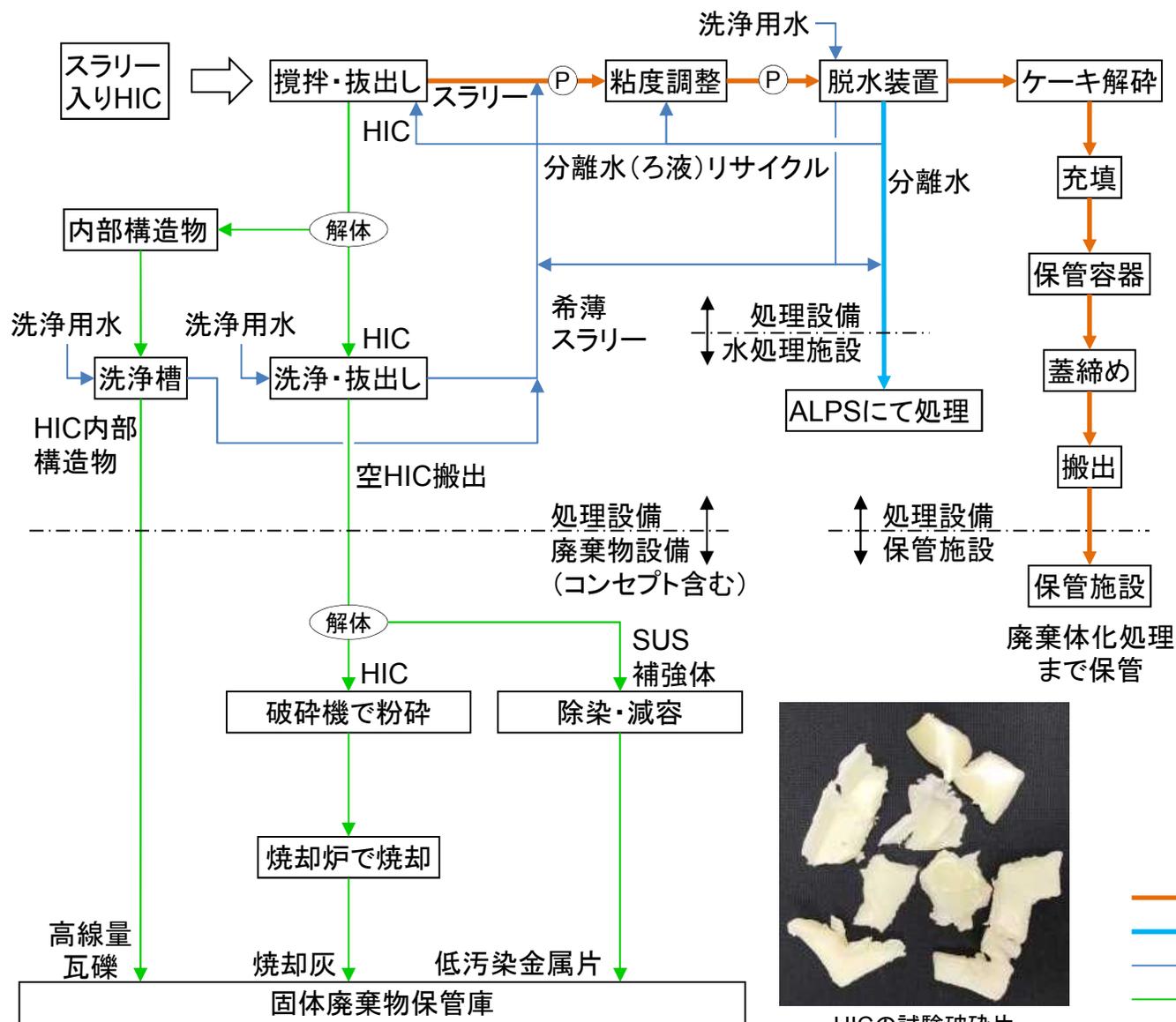
設計検討事項	影響	対処状況
炭酸塩スラリーの脱水ケーキは大型板状であり、容器充填のためには解砕して搬送する必要があるが、解砕・搬送時に詰まる可能性がある	脱水した固形物が詰まった場合、その解消が高線量作業となる	脱水物をワイヤー上に落下させて解砕することとし、動的機器や要メンテ機器の無い構成とする
保管容器に解砕した脱水物を落下させる方式を採用した。落下口より保管容器の方が大きいため、保管容器に均一に充填されない可能性がある	脱水物が保管容器中心部に山状に堆積し、充填率が上がらなくなる	解砕・充填状況を実験で確認した。堆積状況を監視するカメラを追加し、必要に応じて山を崩す作業ができる計画とする
フィルタープレス機へのスラリー固着防止のために散水洗浄することとしているが、洗浄水が保管容器内に流れ落ちる可能性がある	脱水物の脱水率の低下につながる	可能な限り洗浄水が流れ落ちないように、集水・排水系を工夫する
飛散防止カバーをフィルタープレス機に近接させると、装置のメンテナンス性が阻害される可能性がある	メンテナンス作業の作業性が悪くなり、稼働率が低下	要メンテ部を小割り分解型にする等、詳細設計段階でメンテナンス性を考慮する

【参考】設計検討事項とその対処状況（2 / 2）

- 周辺プロセスの基本設計における主な検討事項及びその対処状況を以下に示す。

設計検討事項	影響	対処状況
フィルタープレス機のろ布逆洗などに洗浄水を使用するが、使用量が多いため、汚染水が増加する	汚染水貯蔵量の増加	汚染水貯蔵量を増加させないため、ALPS処理済水を活用する。また設備内でのリサイクルを図る
スラリーからの分離水、洗浄廃液をALPSに送るのにHICを用いると、輸送が高頻度となる	車両輸送頻度の増加	配管により返送する
ALPSに送る水にスラリー成分等が混合することにより、移送システムにスラリーが蓄積する可能性がある	移送ラインの線量が上がる	廃液等を移送する前にクロスフローフィルターを介し、移送システムへの影響を抑制する
建屋内の汚染管理の考え方を定め、汚染拡大防止、換気の考え方を定める必要がある	換気設備容量が定まらない。設備の配置設計が滞る	スラリーの拔出・移送設備エリア、フィルタープレス機回りの、脱水設備・充填設備エリアを高汚染エリアとして、換気設計に反映
建屋設計を進め、その遮へい効果を考慮して敷地境界線量への影響を見極める必要がある	敷地境界線量への影響	建屋内の機器配置を決定し、線量評価を進める

【参考】ALPSスラリー及びHICの処理フロー



炭酸塩スラリー脱水ケーキ



鉄共沈スラリー脱水ケーキ



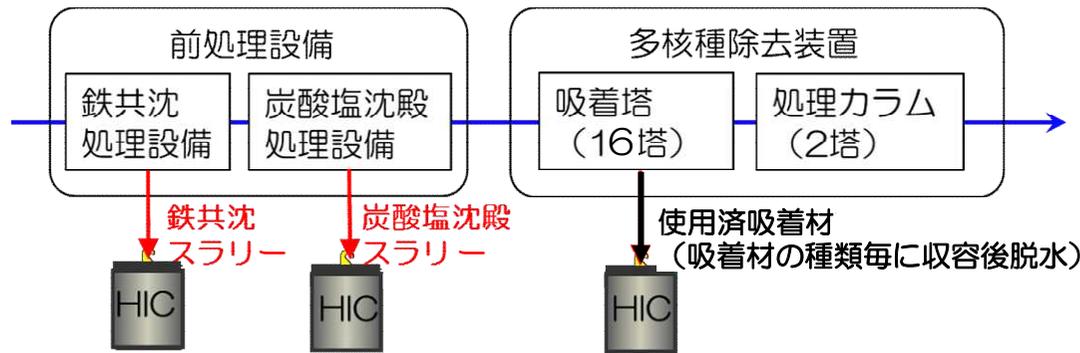
HICの試験破砕片

- : スラリー・固形分の流れ
- : 分離水の流れ(リサイクル分を除く)
- : 洗浄廃液リサイクル等の流れ
- : 二次廃棄物の流れ

【参考】多核種除去設備(ALPS)の概要

- 前処理設備, 多核種除去装置の順に汚染水を処理し, 62種類の放射性物質(トリチウムを除く)を除去
 - 前処理設備での沈殿処理により, スラリーが発生
 - スラリーは高性能容器(HIC※)へ排出
 - HICは使用済吸着塔一時保管施設にて保管

(既設)多核種除去設備系統図



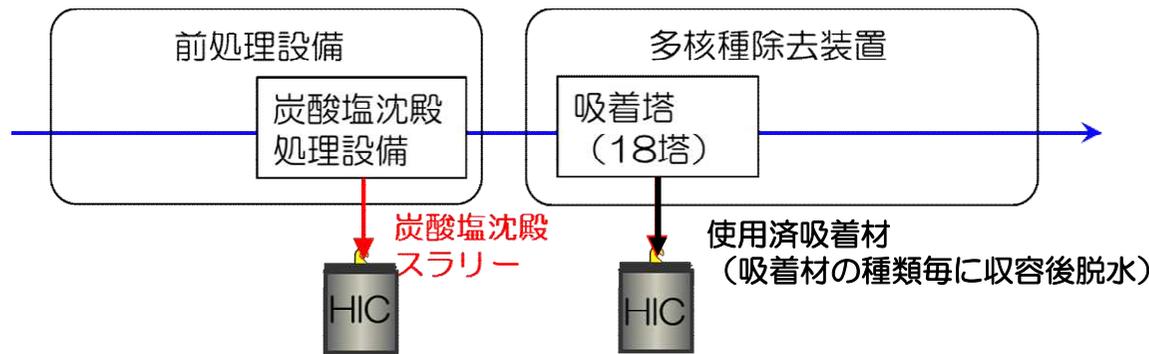
鉄共沈スラリー



炭酸塩沈殿スラリー

※ HIC : High Integrity Container(高性能容器)
トレンチ処分用として米国で認可されたポリエチレン製容器に, ALPSでの使用向けにステンレス製補強体を付加した容器

増設多核種除去設備系統図



HIC
(ポリエチレン部)

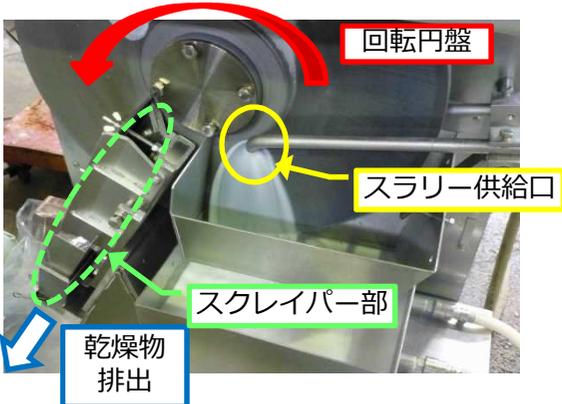
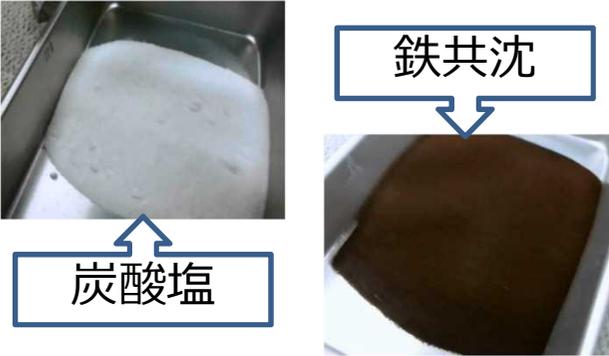
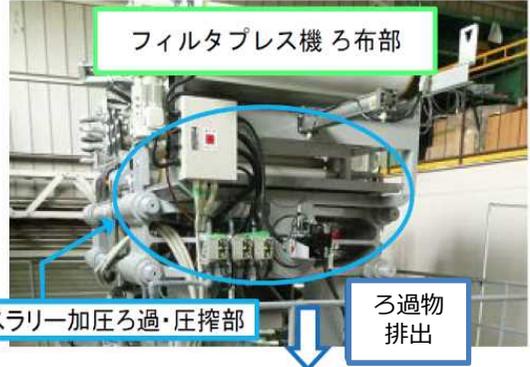


HIC
(補強体付加後)

高性能多核種除去設備からはスラリー, スラッジは発生しない

【参考】 研究開発成果の概要

- 一般産業界で実績のある「円盤加熱乾燥」(CDドライヤ)と「加圧圧搾ろ過」(フィルタプレス)の実規模装置で成立性を確認

処理技術	用いた処理装置	得られた脱水物
<p>円盤加熱乾燥</p>	<p>「CDドライヤ」による処理</p> 	 <p>鉄共沈</p> <p>炭酸塩</p> <p>粉末状, 含水率: 5%未満</p>
<p>加圧圧搾ろ過</p>	<p>「フィルタプレス」による処理</p> 	 <p>鉄共沈</p> <p>炭酸塩</p> <p>ケーキ状, 含水率: 50%未満</p>

本資料は、国際廃炉研究開発機構(IRID)が補助事業者として実施している平成26年度「廃炉・汚染水対策事業費補助金(固体廃棄物の処理・処分に関する研究開発)」の成果の一部を含む。

採用する脱水方式・装置について

脱水方式を加圧圧搾ろ過方式（フィルタープレス）とし，実規模試験での評価に供した「無端ろ布走行式フィルタープレス」を採用する。

脱水方式 の選定

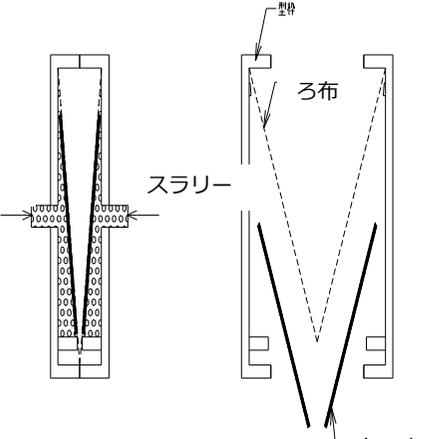
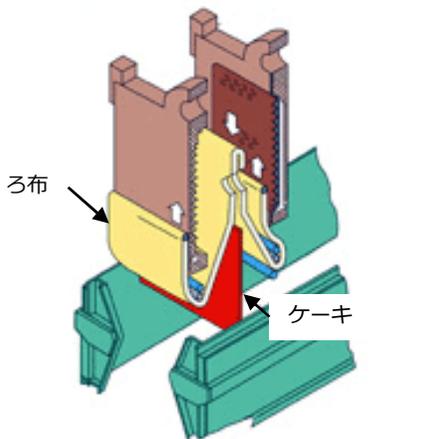
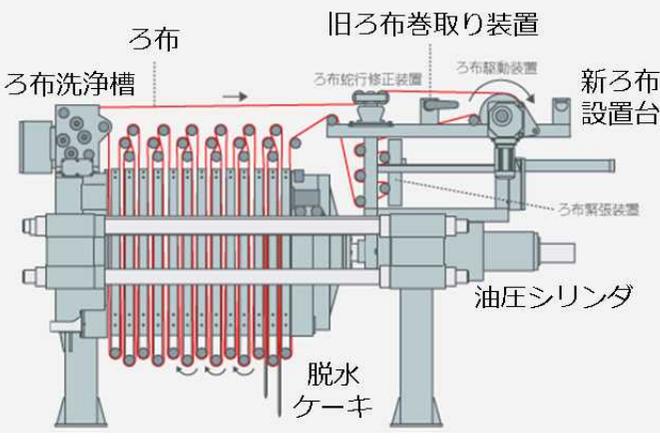
- 加圧圧搾ろ過方式と円盤加熱乾燥方式を比較した結果，主に以下の理由から加圧圧搾ろ過方式を選定した。
- 漏えい，水素に関するリスク低減はどちらでも達成可
- 加圧圧搾ろ過方式の方が
 - ✓ 処理速度が大きい
 - ✓ 脱水物の飛散リスクが小さい
 - ✓ 脱水物に塩分残留量が少なく，処分適合性が良い
 - ✓ 熱源や大電力が不要で，必要付帯設備が少ない
- 円盤加熱乾燥方式は非凝縮性ガスの放出管理が必要

装置の 選定

(次ページ参照)

- 実規模試験では，フィルタープレスのうち，ろ布交換時の被ばく低減を考慮して，短時間で交換可能な「無端ろ布走行式」のものを選定している。
- フィルタープレスで懸念されるろ布の目詰まり・剥離不良時，容易に自動洗浄により解消可能である等，放射性物質取扱い時においても運転性に優れており，ALPSスラリーの処理に適する。

【参考】フィルタープレス装置の方式比較

種類	ろ布固定式装置	各室ろ布走行式装置	無端ろ布走行式装置
概要	 <p>ろ板にろ布が固定されている</p>	 <p>ろ室単位でろ布を引出す走行機構が設けられている</p>	 <p>一続きのろ布を、複数のローラー間で走行させる</p>
長所	構造が単純 ろ布の選択肢が多い	ケーキの排出性が良い	ろ過部に接近することなくろ布交換ができる ケーキの排出性が良い ろ布の洗浄時の飛散がない
短所	ろ布交換を自動化できず被ばくが大きい ケーキ排出が困難になる恐れがある	液漏れが多い ろ布交換を自動化できず被ばくが大きい	小型の装置がない
評価	△	×	○

⇒高線量物を扱うため、被ばく低減を重視し、**無端ろ布走行式**の装置を選定