



平成26年度補正予算「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)

スラリー安定化技術の選定要件整理および 適用性試験結果について

平成28年4月28日

技術研究組合 国際廃炉研究開発機構／株式会社アトックス

本資料には、平成26年度補正予算「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)」成果の一部が含まれている。

スラリー安定化の目的

水処理設備で油分、セシウム、ストロンチウムを低減した汚染水

多核種除去設備 (ALPS)

前処理設備

鉄共沈
処理設備

炭酸塩共沈
処理設備

吸着塔

62種類の放射性物質
を除去した処理済水
(タンク等へ貯蔵)

スラリー

現状

一時保管施設
へ移送・貯蔵

高性能容器 (HIC)

スラリーは含水率が高く液体状のため、漏えいするポテンシャルがある

長期安定保管のため、脱水して含水率を下げることにより固体状にする

スラリーの特徴

既設ALPS前処理スラリー分析結果の例
 (炭酸塩スラリー[サンプル名:AL-S2-1]の結果)

項目	特徴	
物性	含水率	86.3 %
	pH	11.2
	成分	CaCO ₃ とMg(OH) ₂ で、固形分の約9割を占める
粒度	平均径: 3.62μm	
放射能濃度 [Bq/cm ³]	⁹⁰ Sr: 1.3 × 10 ⁷ ¹³⁷ Cs: 2.7 × 10 ² ⁶⁰ Co: 1.4 × 10 ²	

平成28年1月28日「汚染水処理二次廃棄物の放射能評価のための多核種除去設備スラリー試料の分析」(IRID/JAEA)より抜粋



↑
 実機と同様の手順で作製した
 模擬スラリー(非放射性)

- 高含水率である
 (液体の割合が高い)
- アルカリ性である
- 粒径が小さい
- 粘性が高い
- ⁹⁰Srが支配的である

安定化技術選定の際に考慮すべき要件

スラリーの特徴を踏まえ、技術選定の際に考慮すべき要件を整理した。

項目	考慮すべき要件
処理能力	○HICスラリーの発生量(2基/日程度)を上回る処理能力を持つこと
処理実績	○一般産業界において脱水処理の実績を有すること
処理物性状	○高粘性流体を処理できること ○耐アルカリ性、耐腐食性を有する材質とすること
脱水性能	○小粒径(3 μ m程度)でも脱水処理が可能なこと ○脱水物は固体状とし、水の漏出がないこと ○脱水後の分離水中の懸濁物質量(SS濃度)を10mg/L未満にできること(分離水はALPSでの再処理を想定)
被ばく低減 飛散防止	○遠隔による自動、連続運転が可能なこと ○覆い等により飛散防止を図ることができること
二次廃棄物の発生	○二次廃棄物発生量を極力抑える構造、材質とすること

安定化技術選定

机上検討

分離技術の中から水分除去技術をピックアップし、「処理能力」及び「処理実績」に着目して机上検討実施

技術名※	検討結果	選定
乾燥 (蒸発)	大型処理装置の実績あり	○
蒸留	脱水としては実績が無い	×
ろ過 圧搾	大型処理装置の実績あり	○
沈降/浮上 分離	処理時間や広大なスペースが必要	×
遠心分離	遠心力に依存するため確認が必要	△
膜分離 (クロスフロー)	クロスフロー処理済スラリーの繰り返し処理は時間を要するため不適	×

※「化学工学便覧」(化学工学会)より抜粋

模擬スラリーによる適用性試験結果を踏まえた検討

選定工法	適用性検討結果
乾燥	脱水性能良好(含水率5%未満) 縦型/横型ドラム式では加熱面に脱水物が固着し自動排出が困難となったが、円盤加熱式では自動連続運転が可能
ろ過	脱水性能良好(含水率40~50%) 加圧圧搾ろ過式により含水率低減
遠心分離	脱水性能が不十分であり適用が困難

技術選定


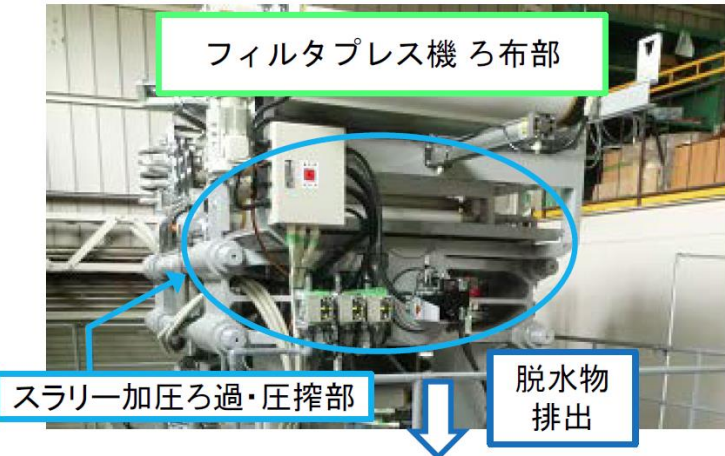


乾燥(円盤加熱式)



ろ過(加圧圧搾ろ過式)

選定要件に基づき選定した技術の原理・特徴

選定技術	処理装置例	原理・特徴
<p>円盤加熱式</p>	<p>「CDドライヤ」による処理</p> 	<p><原理></p> <ul style="list-style-type: none"> ○加熱した円盤面にスラリーを塗布し、円盤を回転させ、固定式スクレーパで円盤表面の脱水物を剥離し自動排出 ○分離水は蒸気として排出 <p><特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ・粒径に関係なく処理可能 ・塗布にあたって粘度調整が必要
<p>加圧圧搾ろ過式</p>	<p>「フィルタプレス」による処理</p> 	<p><原理></p> <ul style="list-style-type: none"> ○加圧しながらスラリーをろ過したのち、さらに圧搾を行う。脱水物は装置下部から自動排出 ○分離水はろ布洗浄水とともに回収 <p><特徴></p> <ul style="list-style-type: none"> ・汚泥処理において多数実績あり ・大量処理が可能

選定した技術により得られた脱水物

円盤加熱乾燥



鉄共沈



炭酸塩

含水率: 5%未満

- 粉末状
- 加熱条件の設定で含水率を調整可能(1%未満~20%程度)
- 含水率1%未満となると飛散しやすくなる
- スラリー中の塩分は乾燥過程で脱水物側に残存

加圧圧搾ろ過



フィルタプレス機残渣: 炭酸塩

鉄共沈



フィルタプレス機残渣: 鉄共沈

炭酸塩

含水率: 50%程度

- 固形(板)状
- 含水率50%程度であるが、液等の浸み出しは無い
- スラリー中の塩分は大部分が分離水側に排出



選定要件に基づいた技術の評価(1/2)

選定要件のうち、「処理実績」を除いた選定要件に対する評価を実施

項目	考慮すべき要件	評価結果	
		円盤加熱乾燥	加圧ろ過圧搾
処理能力	○HICスラリーの発生量(2基/日程度)を上回る処理能力を持つこと	○ディスク枚数を増やすことで対応可能	○装置台数を増やすことで対応可能
処理物性状	○高粘性流体を処理できること ○耐アルカリ性、耐腐食性を有する材質とすること	○スラリー粘度を500mPa・s未満に調整することで処理可能 ○模擬スラリーによる適用性試験結果より材質は問題なし	○粘度に関係なく処理可能 ○模擬スラリーによる適用性試験結果より、材質は問題なし
脱水性能	○小粒径(3μm程度)でも脱水処理が可能なこと ○脱水物は固体状とし水の漏出がないこと ○脱水後の分離水中の懸濁物質量(SS濃度)を10mg/L未満にできること (分離水はALPSでの再処理を想定)	○粒径に関係なく含水率5%未満まで脱水可能 ○脱水物からの水の漏出は無い ○分離水側SS濃度は10mg/L未満と低い	○含水率40~50%程度まで脱水可能 ○脱水物からの水の漏出は無い ○分離水SS濃度が高いが、循環処理によって低減可能

選定要件に基づいた技術の評価(2/2)

項目	考慮すべき要件	評価結果	
		円盤加熱乾燥	加圧圧搾ろ過
被ばく低減 飛散防止	<ul style="list-style-type: none"> ○遠隔による自動、連続運転が可能なこと ○覆い等により飛散防止を図ることができること 	<ul style="list-style-type: none"> ○遠隔による自動・連続運転が可能 ○蒸気側へ粉末状脱水物が移行するが、フィルタ等による飛散防止が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ○遠隔による自動・連続運転が可能 ○装置全体が開放系構造であるが、装置全体を囲いで覆うことで飛散防止が可能
二次廃棄物の発生	<ul style="list-style-type: none"> ○二次廃棄物(消耗品・分離水)発生量を極力抑える構造、材質とすること 	<ul style="list-style-type: none"> ○スクレーパ交換(1回/約2年)により使用済スクレーパが発生 ○蒸気となった分離水を復水し装置内部洗浄水としての再利用可能性を検討すること等により発生量低減を図る 	<ul style="list-style-type: none"> ○ろ布交換(1回/年)により使用済ろ布が発生 ○スラリーと同量程度のろ布洗浄水が発生するが、同じろ布洗浄水への再利用可能性を検討すること等により発生量低減を図る

まとめ及び今後の計画

<まとめ>

- 多核種除去設備から発生する液体状のスラリーを安定化する技術として「円盤加熱乾燥」および「加圧圧搾ろ過」を選定し、模擬スラリーを用いた試験により固体状の脱水物を得ることができた。

<今後の計画>

- 今回実施した安定化技術の評価結果を踏まえ、現場導入に向けた運用面等の検討を行う。
- 今回の試験で得られた脱水物について、長期保管を想定して脱水物の熱影響や吸湿による水溶液化の有無、脱水物の動きやすさ(流動性)等について評価を行い、保管容器の要件検討を行う。
- これらの結果に基づいて安定化処理装置を選定し、概念的な設計を実施する。

遠心分離(連続式 or バッチ式)

<選定基準>

- ①密閉性, ②自動排出,
- ③作業者被ばく低減

上記基準を満たす遠心分離工法として
連続式(デカンタ式)を選定

脱水・分離
(遠心加速度2,500G)


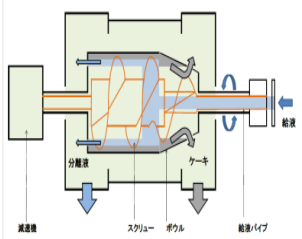


分離水

脱水物

スラリー混入

脱水が不十分
(上澄み水が残存)

表1 前年度における遠心分離工法検討結果

処理装置	処理試験結果
<p>密閉性及び処理物の自動排出が可能なデカンタ式遠心分離機を採用</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p>実規模試験装置 デカンタ式遠心分離機原理図</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・鉄共沈スラリー: 約70~75%  <ul style="list-style-type: none"> ・炭酸塩スラリー: 約60~85%  <ul style="list-style-type: none"> ・分離水の中にスラリーが混入

【今年度の検討事項】
処理時間及び遠心加速度増加による
固液分離性能の向上

模擬スラリーを用いた検討

<分離性能の向上>

単体量当りの処理時間増加

遠心加速度増加

装置構造上、処理時間に上限有り

実規模装置の上限は3,000G
3,000Gでの試験でも分離性能に
変化なし(表2)

実規模装置の適用は困難

実スラリーの粒径は模擬スラリーの1/10程度

処理時間又は遠心加速度が100倍必要だが、
対応可能な実規模装置がない

遠心分離工法による処理は困難と判断

表2 今年度遠心分離試験結果

試験結果	
長時間処理を行っても、 分離性能に顕著な改善は 確認できなかった。	遠心加速度の増加による 分離性能に変化は無し。
<p>3,000G 30分 3,000G 1分</p>	<p>2,500G 3,000G</p>