

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検討状況について

平成29年5月25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。

スラリー安定化技術の開発目的

水処理設備で油分、セシウムを低減した汚染水

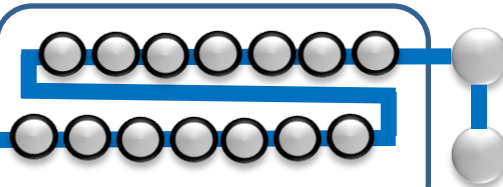
多核種除去設備 (ALPS)

前処理設備

鉄共沈
処理設備

炭酸塩沈殿
処理設備

多核種除去装置



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

高性能容器 (HIC)

現状

一時保管施設
へ移送・貯蔵

- ・ スラリーは含水率が高く、液体状態のため、保管中の漏えいに対するリスク管理が必要
- ・ 水分の多い内容物を含むHICが対象であることから、水密化により漏えい拡大防止を図ったコンクリート遮蔽内に保管

脱水して含水率を下げ、
漏えいリスクの小さい形
態へ処理 (安定化処理)
する方法を開発

スラリーの特徴

既設ALPS前処理スラリー分析結果の例

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: 3.62 μm	
粘度 (模擬スラリーの測定結果)	3.3Pa・s	
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	

・分析値は粘度を除き、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)

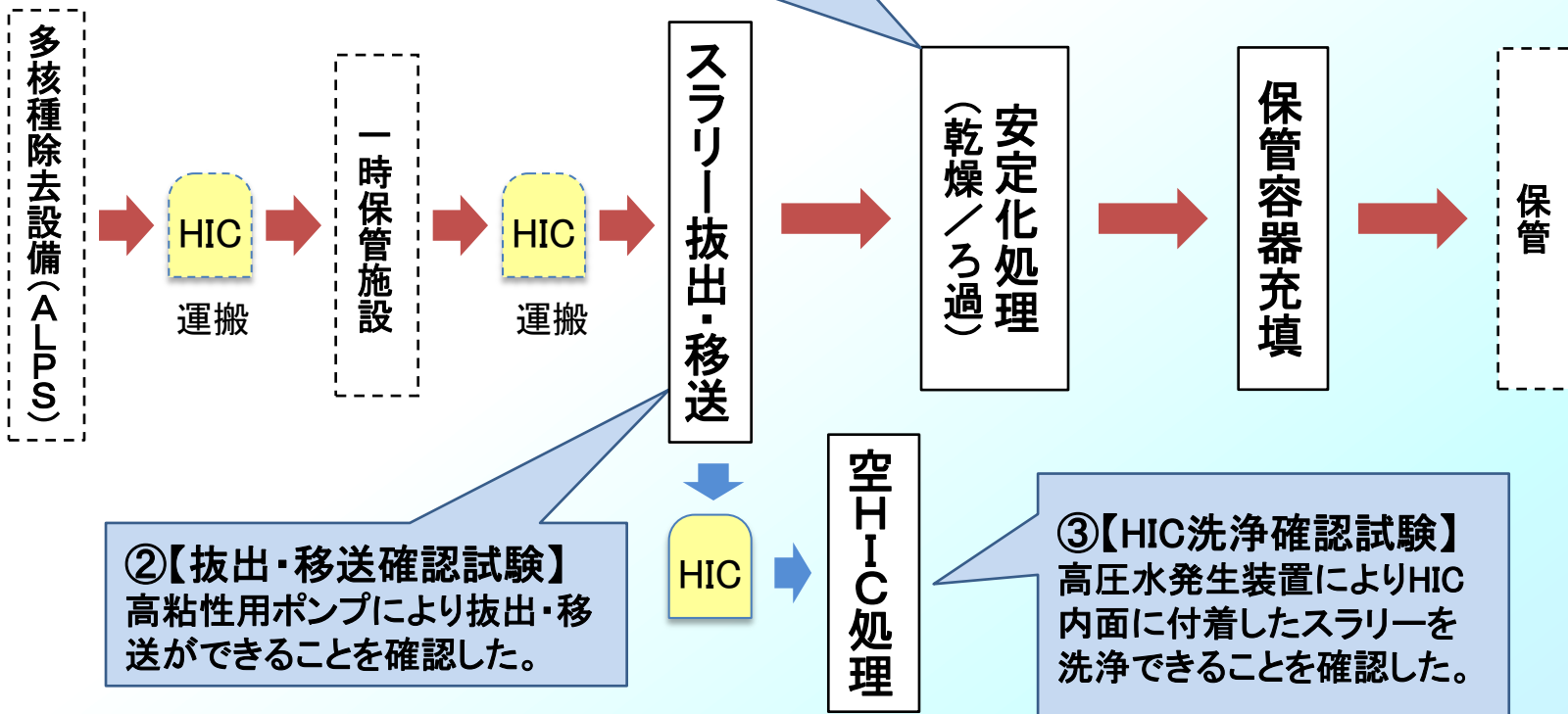
- 高含水率である
(液体の割合が高い)
- アルカリ性である
- 粒径が小さい
- 粘性が高い
- ⁹⁰Srが支配的である

スラリー安定化技術の検討状況(概要)

下記のプロセスフローを想定し、主要なプロセスについて模擬スラリーを用いて確認試験を実施した。

①【安定化処理確認試験】

円盤加熱乾燥 及び 加圧圧搾ろ過により、
固体状の安定化物が得られることを確認した。
(平成28年4月28日報告済み)

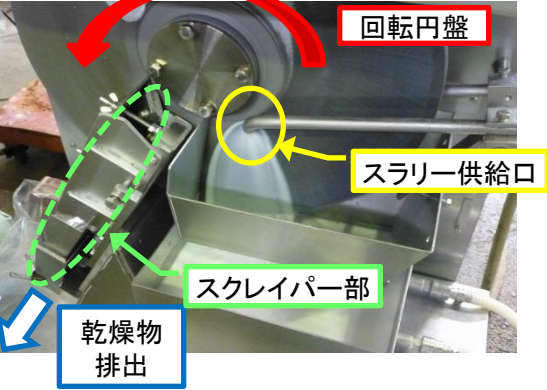
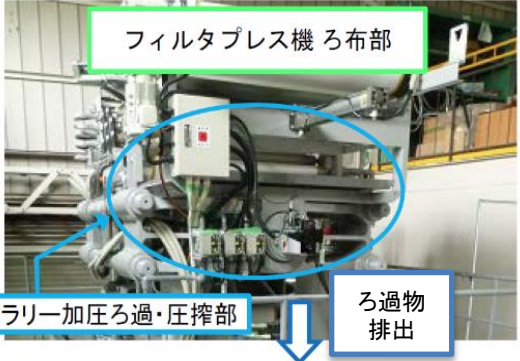


②【抽出・移送確認試験】
高粘性用ポンプにより抽出・移送ができることを確認した。

③【HIC洗浄確認試験】
高圧水発生装置によりHIC内面に付着したスラリーを洗浄できることを確認した。

①安定化処理確認試験(1)

一般産業界で実績のある「円盤加熱乾燥」と「加圧圧搾ろ過」の実規模装置を用いて安定化処理確認試験を実施した。(平成28年4月28日報告済み)

処理技術	用いた処理装置	原理・特徴
<p>円盤加熱乾燥</p>	<p>「CDドライヤ」による処理</p> 	<p>＜原理＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ゆっくり回転している加熱円盤の表面にスラリーを塗布し、一回転以内で乾燥させる。円盤表面の乾燥物をスクレイパーで剥離し粉末状で排出 ○分離水は蒸気として排出 <p>＜特徴＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・スラリーの粒径に関係なく処理が可能 ・スラリー供給時、粘度調整(希釈)が必要
<p>加圧圧搾ろ過</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"> ○ろ布によりスラリーをろ過し、さらに加圧してろ過物を搾る。ろ過物は装置下部から固形板状で排出 <p>＜特徴＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・処理速度が速い ・ろ布の洗浄が必要

①安定化処理確認試験(2)

模擬スラリーを用いた安定化処理確認試験により、固体状の脱水物(安定化物)が得られることを確認した。(平成28年4月28日報告済み)

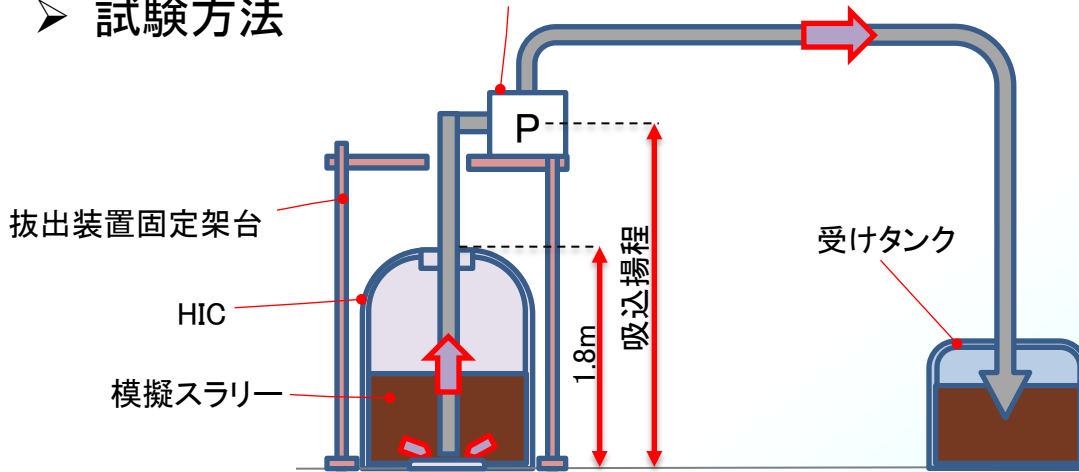
処理技術	得られた脱水物	脱水物性状
<p>円盤加熱乾燥</p>	<p>含水率: 5%未満</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○粉末状 ○加熱条件の設定で含水率を調整可能 (1%未満~20%程度) ○含水率1%未満となると飛散しやすくなる ○スラリー中の塩分は乾燥過程で脱水物内に残存
<p>加圧圧搾ろ過</p>	<p>含水率: 50%未満</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○固形(板)状 ○含水率50%程度であっても、液等の浸み出しは無い ○スラリー中の塩分は大部分がろ液側に排出

② 抽出・移送確認試験

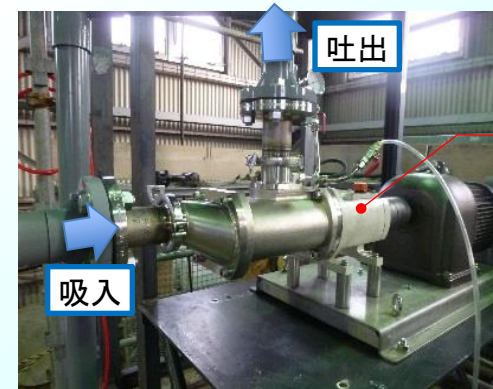
高粘性スラリーに適応できるポンプを用い、模擬スラリーを入れたHICからタンクへの抽出・移送確認試験を実施した。吸込揚程と移送能力の結果より、HICからスラリーを抽出・移送できることを確認した。(参考資料1)

➤ 試験方法

抽出装置(高粘性用ポンプ)
設置高さを変え、揚程を確認



HICからの抽出・移送確認試験



高粘性用ポンプ外観写真(例)

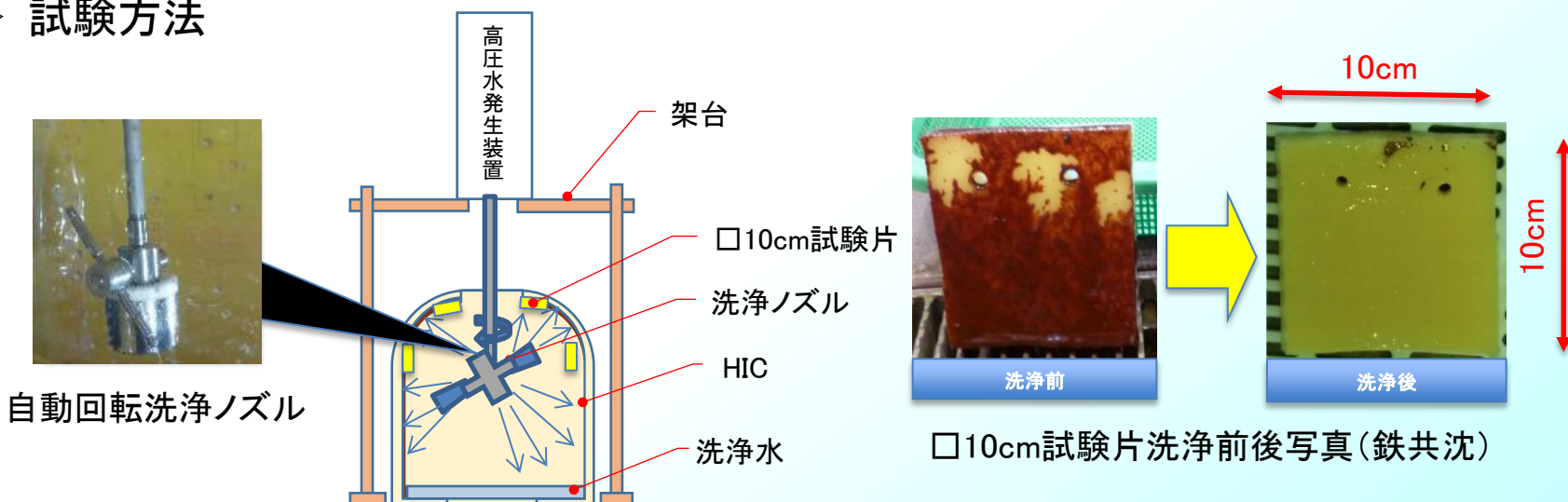
➤ 試験結果

- ・吸込揚程: 4.5m(最大)
- ・移送能力: 70L/min以上 (HIC1本のスラリーを約1hで抽出)

③HIC洗浄確認試験

HIC内面の各所に模擬スラリーを塗布した試験片を設置し、高圧水発生装置と自動回転洗浄ノズルを用いて洗浄試験を実施した。洗浄後のスラリーの残存状況から、スラリーを除去できることを確認した。(参考資料2)

➤ 試験方法

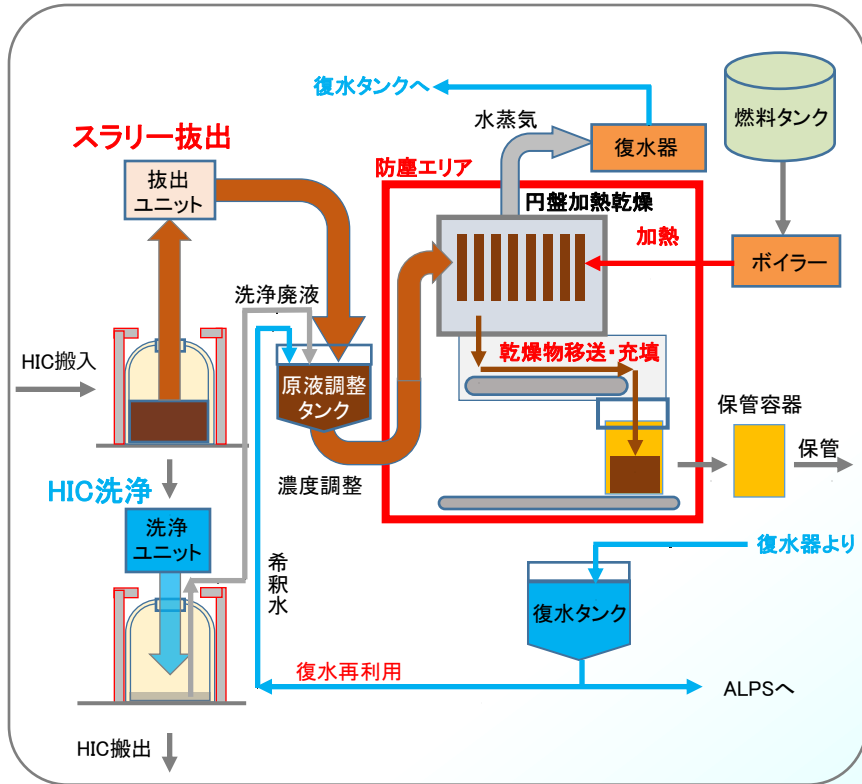


➤ 試験結果

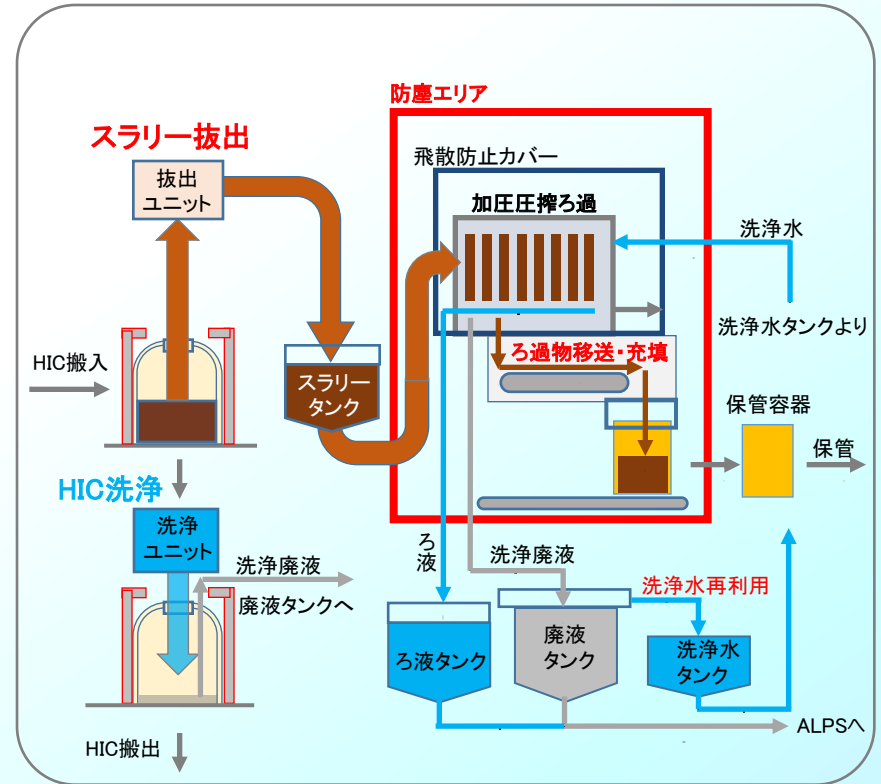
- ・主成分の除去率： 炭酸塩(カルシウム、マグネシウム) 約97%
- : 鉄共沈(鉄) 約99%

スラリー安定化処理設備のイメージ

①～③の試験結果をもとに、スラリー安定化処理設備の概念的な検討を行った。
各処理のイメージは下記の通り。(処理能力は参考資料3参照)



乾燥処理概要図



ろ過処理概要図

まとめ及び今後の課題

【まとめ】

スラリー安定化の処理プロセスを想定し、模擬スラリーを用いて安定化処理(乾燥・ろ過)、抽出・移送、HIC洗浄の確認試験を実施した。その結果、処理プロセスのうち、上記主要な3要素については成立する可能性があることが分かった。

【今後の課題】

スラリー脱水物の特徴(放射能濃度が高い、水分を完全に除去できない)を考慮し、保管を検討する上で、海外の知見も踏まえ水素発生の評価・容器のベント機能について検討する必要がある。

HICからの高粘性スラリーの抜出・移送については、装置規模を小さくできる上部からの吸出しによる方法で確認試験を実施し、成立性を確認することとした。ポンプは作業性・メンテナンス性等を考慮し、スラリー内に浸漬せず、HIC外に設置するものとした。

➤ 試験条件・内容

①選定ポンプ

一般ポンプの中から粘性物の移送性能、耐摩耗性、耐腐食性、メンテナンス性等より、高粘性物移送に適応できるポンプを選定した。(往復動式・ネジ式・偏心式の3機種を選定)

②使用模擬スラリー(高粘性)

福島第一多核種除去設備と同じクロスフローフィルタで作製した模擬スラリーは粘度 $3.3\text{Pa}\cdot\text{s}$ (炭酸塩)だったことから安全側の粘度 $4.0\text{Pa}\cdot\text{s}$ の模擬スラリーとした。

③確認内容

ポンプ吸込み揚程を $2.5\sim 7.5\text{m}$ (1m 毎)に変えて、下記のポンプ性能を確認した。

吸込揚程: 2.5m 以上(ポンプ設置可能位置【HIC高さ 1.8m +作業床までの距離 0.7m 】を想定)

移送能力: $70\text{L}/\text{min}$ 以上(HIC3000本 8400m^3 を2年間[$400\text{日}\times 5\text{h}/\text{日稼動}$]で抜出すとした場合の必要流量)

➤ 試験結果

試験項目	往復動式ポンプ	ネジ式ポンプ	偏心式ポンプ
吸込揚程(最大)	4.5m	4.5m	2.5m
移送能力(最大吸込揚程時)	73L/min	83L/min	236L/min

二次廃棄物となる空HICの線量低減を目的とした内部洗浄方法を検討し、洗浄効果の確認試験を実施した。

➤ 試験条件・内容

①試験片作製

高粘性スラリーを調製し、HIC容器の□10cm片に塗布し、垂直に立掛け一定時間経過後、自重により落ちたスラリーを除き試験片とした。

②洗浄試験

試験片をHIC容器の上部、側面等に設置し洗浄試験を実施した。

③試験片前処理

試験片表面の残留付着物を前処理(酸溶解)した。

④原子吸光分析

前処理した酸溶液を原子吸光分析し、洗浄後の残留成分を定量した。

➤ 試験結果

	スラリー付着量[ml/100cm ²]		スラリー 残存率※[%]	スラリー 除去率※[%]
	洗浄前	洗浄後		
炭酸塩スラリー	0.6137	0.0186	3.03	97.0
鉄共沈スラリー	2.109	0.0021	0.10	99.9

※＜残存率計算方法＞
洗浄後付着量/洗浄前付着量 × 100 (%)
＜除去率計算方法＞
1-残存率 (%)

➤ 洗浄確認試験での残存率より、HIC内部の床表面及び床から高さ1mの線量率を求めた。

HIC内評価点		洗浄前線量率 [mSv/h]	残存率 [%]	洗浄後線量率 [mSv/h]
炭酸塩スラリー	床表面	4.89	3.03	0.148
	床から高さ1m	1.94		0.0588
鉄共沈スラリー	床表面	1.23	0.10	1.23E-03
	床から高さ1m	0.528		5.28E-04

確認試験結果をもとにしたスラリー安定化処理設備の処理能力は以下のとおりである。

項目		乾燥処理	ろ過処理
主要機器		円盤加熱型乾燥機(伝熱面積32m ²) × 1台	加圧圧搾ろ過装置(ろ過面積60m ²) × 1台
目標含水率		5%以下	60%以下
処理能力	処理スラリー量※1	炭酸塩: 8.4m ³ /日 HIC 3本/日 鉄共沈: 8.4m ³ /日 HIC 3本/日	炭酸塩: 27.9m ³ /日 HIC 10本/日 鉄共沈: 20.1m ³ /日 HIC 7本/日
	保管容器発生量※2	炭酸塩: 18本/日 鉄共沈: 11本/日	炭酸塩: 62本/日 鉄共沈: 34本/日
	処理日数※3	1,000日/HIC3000本 (炭酸塩778日+ 鉄共沈222日、24h稼働)	327日/HIC3000本 (炭酸塩234日+ 鉄共沈93日、24h稼働)

※1 HIC 1本2.8m³として算出

※2 遮へい付き200Lドラム缶(容積125L)に80%充填と仮定し、脱水物の嵩密度より算出

※3 メンテナンス日数は含まず