

第6章 最近の脱水・乾燥技術の動向

6.1 調査目的

めっき排水の処理過程で発生したスラッジには 70～80%の水分を含んでいる。めっき工場
で用いられている排水の固液分離装置は、小型・安価な加圧脱水式のフィルタープレスが多
用されているが、スラッジ含水率 70～80%はフィルタープレス脱水能力の限度であるといわれ
ている。九州めっき工業組合の調査結果においても、加盟各社から提供された 18 種のめっき
スラッジの平均含水率は 74.1%であった。

めっきスラッジの運搬費用、処理費用などは、水分を含む重量によって料金設定がなされて
いることから、含水率低減は排出側であるめっき工場の資源循環コストの軽減に直接かわる
課題となっている。

6.2 調査方法

脱水・乾燥技術の調査は、環境関係展示会、産学技術交流セミナー等によって行い、新技
術については訪問ヒアリングを実施した。

6.3 調査結果

表 6.3-1 脱水・乾燥技術調査の概要

	商品名	概要
1	エコエバポ (ヤマシン技研(株))	蒸気で加熱させたドラム表面で乾燥させる。 メッキ廃液は含水率を 30%程度まで低減できる。 価格は約 1,000 万円(ボイラーなし)、ドラム部分は 400 万円
2	サイクロンドライヤー (株)オカドラ	羽根の回転により、汚泥が掻き上げられ、同時に加熱面である壁面に 薄膜状に押しやられ乾燥される。 含水率 95%から 40%へ乾燥
3	スクリープレス (富国工業(株))	入口部より出口部にかけてのスクリー容積の減少と加温により脱水 する。 入口含水率 98%から 70%(～50%) 価格 300 万円～350 万円
4	マイクロ波減圧乾燥 (九工大)	減圧状態でマイクロ波をパルス状に照射し水分だけを蒸発させる。15 gのスラッジを 2 分間で 5gまで乾燥。
5	造粒化技術 (九工大文献)	PH コントロールによって粒子の造粒化を行う。 造粒化によって脱水性を著しく向上させることができる。

6.4 まとめ及び今後の課題

脱水・乾燥設備の現状は、脱水・乾燥の能力を向上させるため新たな熱源を必要とする装置であり、めっき工場の操業には蒸気等の熱源を必要としないことから、スラッジの乾燥のためにこれらの装置を個々のめっき工場に設置することは、コスト的に大きな負担となり、現実的ではなく、めっきスラッジへの適用に当たっては集中処理が可能な状況において採用を検討することになる。

めっきスラッジの資源循環の山元は非鉄金属の精錬所である。ここには大きな熱源があり、この廃熱を利用して受入れ後の乾燥は容易と思われる。

めっき工場に有効でただちに適用できる脱水・乾燥技術は見当たらないが、十分に期待でき実験・実証すべき技術として、次の２つが上げられる。

マイクロ波減圧乾燥は、市販の電子レンジを本体とする実験段階のものであり、周辺機器を含めた設備費や運転経費も未知数であるが、簡単な構造・蒸気等を必要とせず・簡便な操作などめっきスラッジの乾燥技術とし検討すべきテーマと考える。

造粒化による脱水能力の向上は、排水の組成によって適用が制限されと考えられるが、安価な可能性があり検討を継続すべき技術テーマと考える。

6.5 脱水・乾燥技術情報
6.5.1 エコエバポ

脱水機名称:エコエバポ
ヤマシン技研(株) 岡山県笠岡市 11 番町 11-36 TEL0865-62-5391 ホームページ: <http://www.kcv.ne.jp/~yamashin>

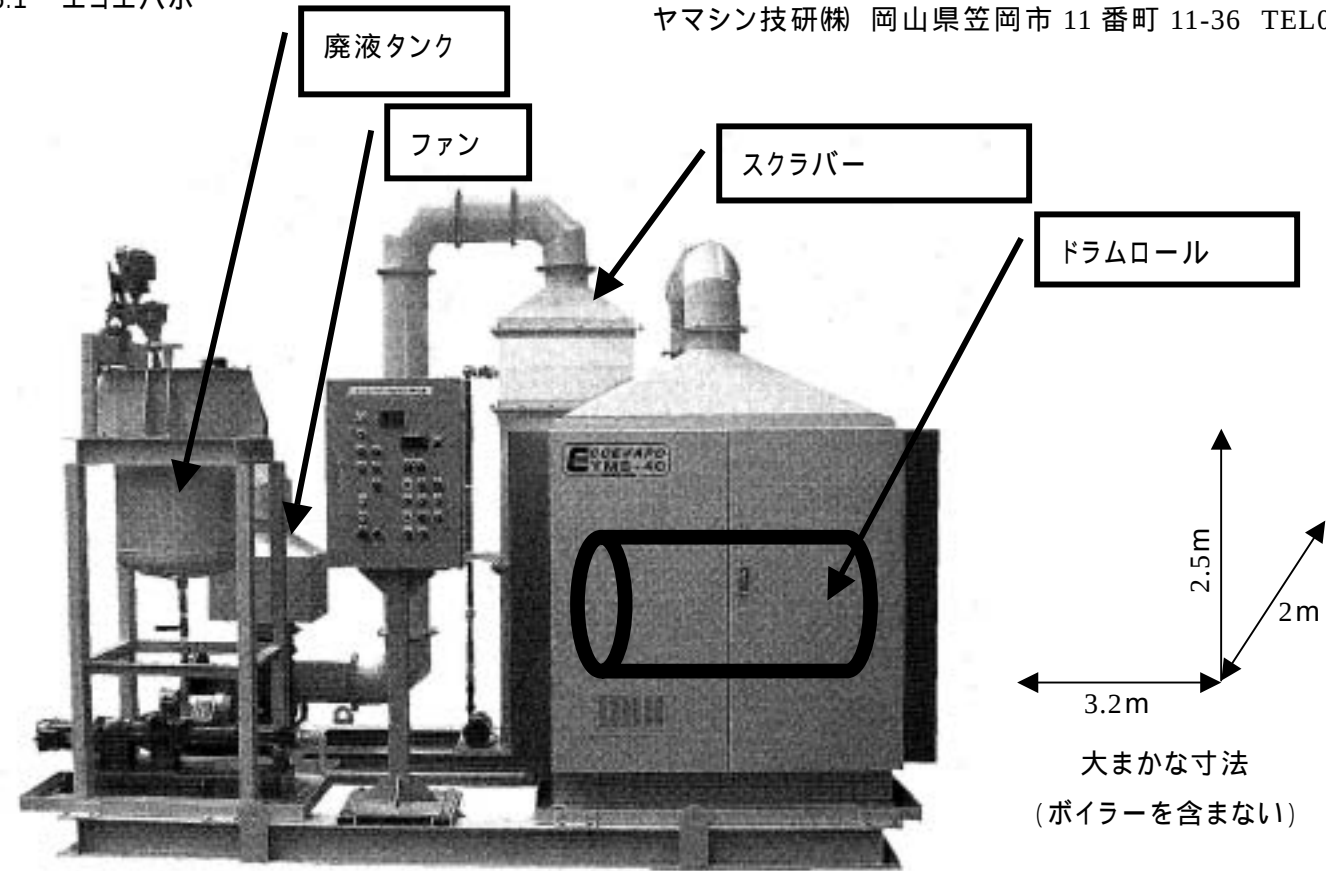


図 6.5-1 外観

構造説明

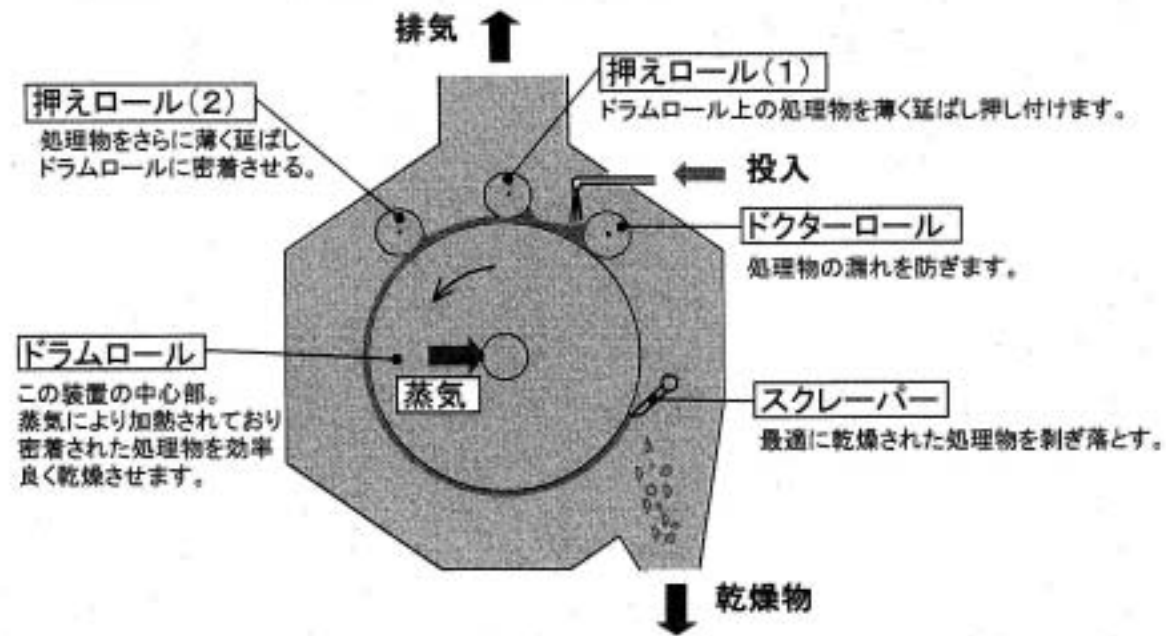


図 6.5-2 構造説明

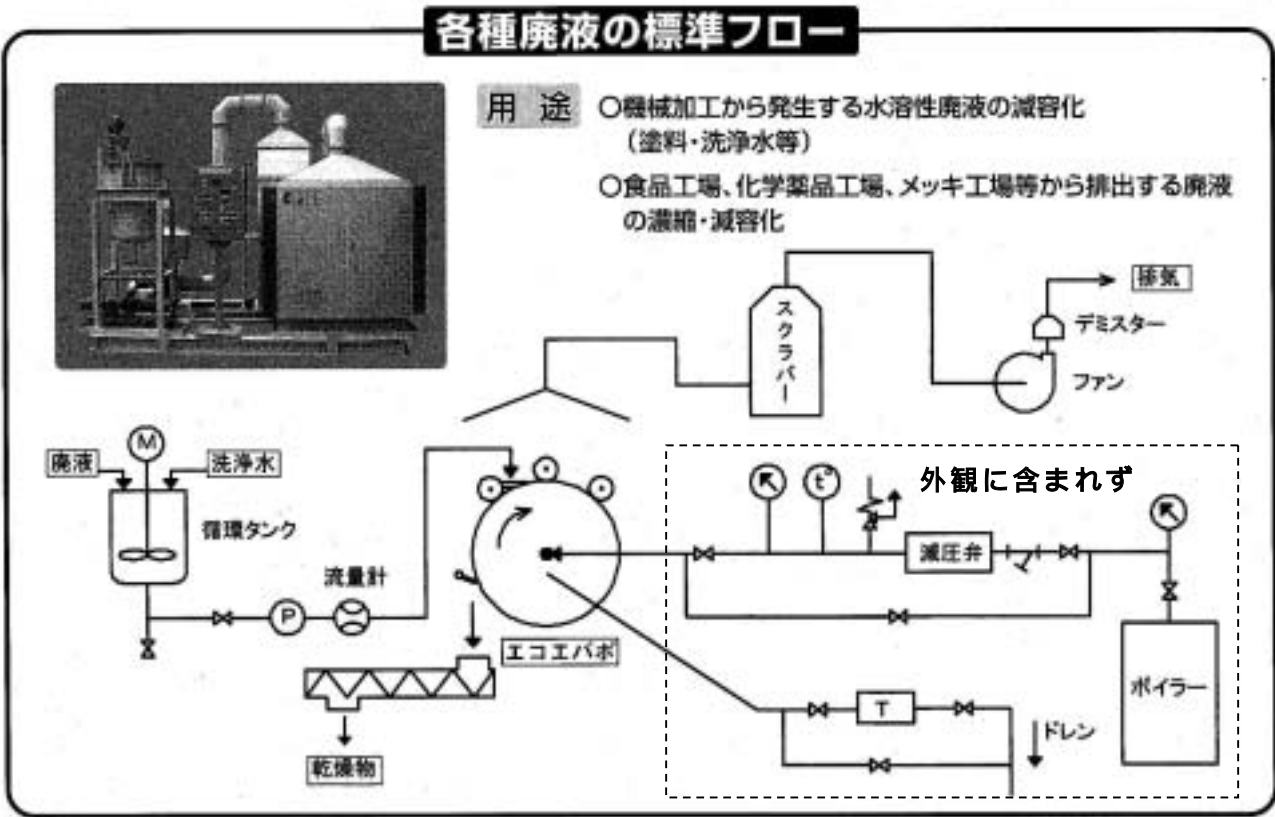
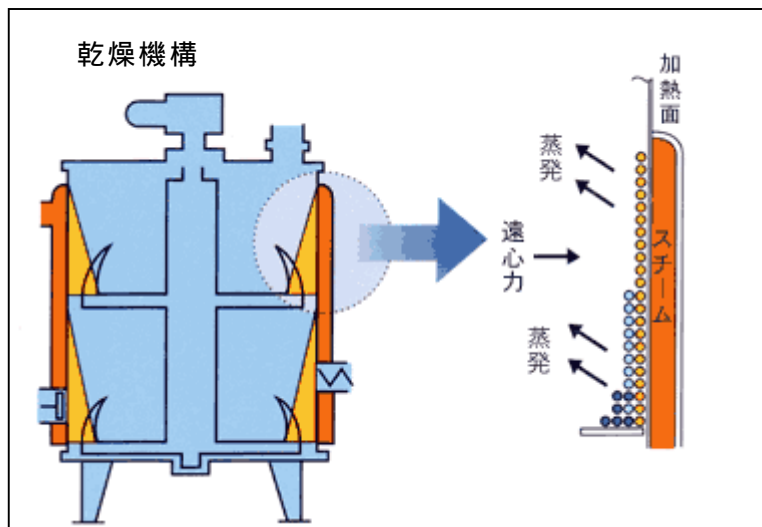


図 6.5-3 廃液の標準フロー

ヒアリング内容

- 1) 蒸気で加熱させたドラム表面で乾燥させるので、蒸気圧力の管理だけで済み、稼動するまでの時間は約 10 分間くらいである。ドラムは普通鋼にクロームの硬質めっきを施している。
 - 2) メッキ廃液の展示では 60% → 30% のものがあった。塗料では 3% 程度まで乾燥したものを展示。
 - 3) 主な仕様
- | 型式 | 伝熱面積 (m ²) | ドラム寸法 φ × L (mm) | ドラム駆動 (kw) | ドラム回転数 (rpm) | 処理量 (kg/h) | 蒸気消費量 (kg/h) |
|-------|------------------------|------------------|------------|--------------|------------|----------------|
| YMS40 | 1.5 | 600 × 950 | 1.5 | 1.2 ~ 1.5 | 35 ~ 80 | 処理量の 1 ~ 1.4 倍 |
- 4) 外観部分 (ボイラーなし) の価格は約 1,000 万円、ドラム部分は 400 万円
 - 5) フィルタープレス後のスラッジは、スクレーパーなどでドラムに送り込めば、押えロールでスラッジを薄く伸ばすので乾燥できる。
 - 6) 余剰の蒸気がある工場だとメリットは大きい。ボイラーは 50 万円程度と思う。
 - 7) 小さくするには直径か長さかのどちらかであるが、長さを小さくする方が良いと思う。
 - 8) 注文生産のようなもので、対象物に合わせて全体を構成する。
 - 9) 蒸気を使用して乾燥させるタイプは、円盤状のものなどで他社にもいろいろある。
 - 10) 特許はドラムの中の構造で持っている。

6.5.2 サイクロンドライヤー



株式会社オカドラ

所在地: 横浜市磯子区杉田 4-4-2

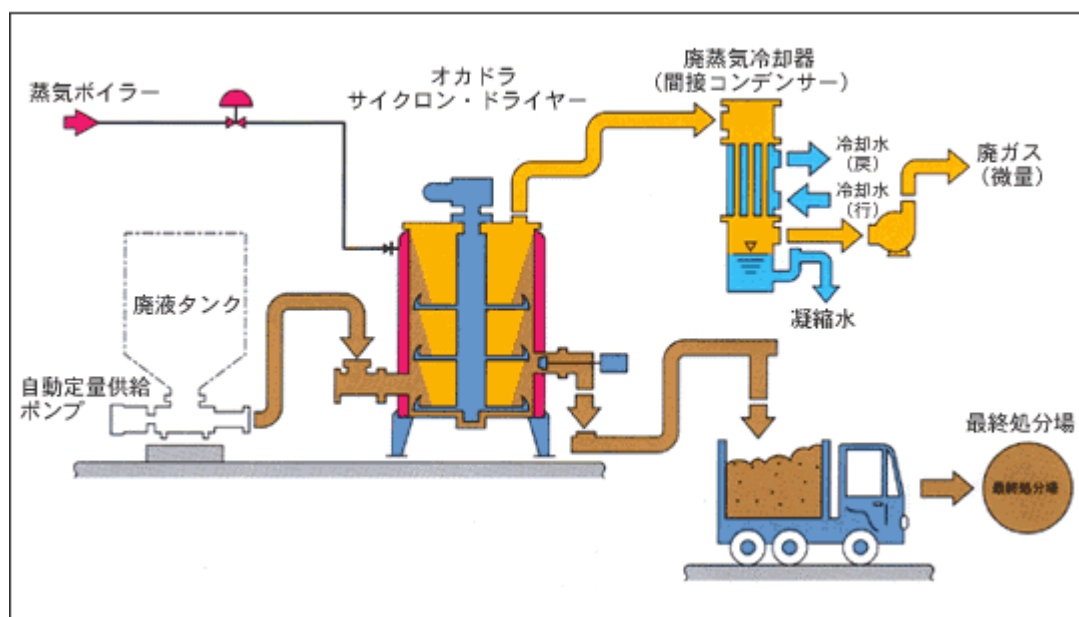
TEL: 045-774-0055

FAX: 045-774-0048

URL: <http://www.okadora.co.jp>

本体中央の下部に取り付けられた羽根(サイクロンフィン)が回転することにより、被乾燥物は垂直加熱面上に掻き上げられると同時に加熱面である壁面に薄膜状に押しやられる。

その際、遠心力の働きによってより重いもの(含水率の高いもの)が優先的に加熱面に押しやられる。そして加熱されて含水率の低くなった被乾燥物は蒸発面に移動し、水分の蒸発を推進する。これが随時繰り返される。また被乾燥物が薄膜となって加熱面に接触することで熱効率が従来機の4～6倍となっている。サイクロンフィンはスラリーなどの流動物でも掻き上げ、加熱面に薄膜状に接触させることが出来



実施例



ランニングコスト

	1日の処理量 (20時間)	乾燥品量/日
SD-800T ₂	2トン	0.17トン
SD-950T ₂	3.2トン	0.27トン
SD-1200T ₂	4.8トン	0.4トン
SD-1500T ₂	6.4トン	0.53トン

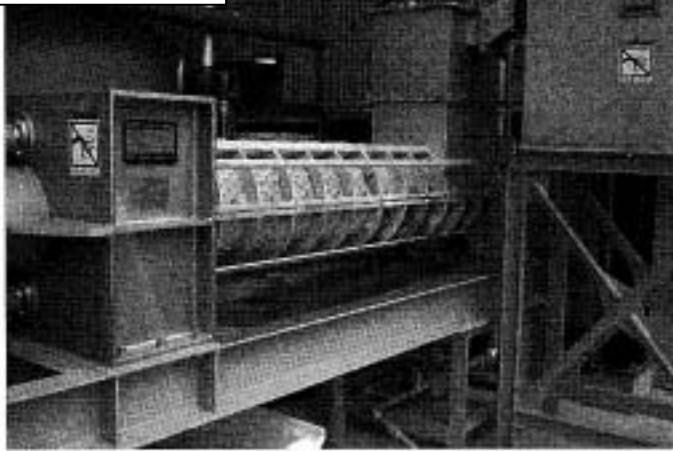
(含水率95%→40%)

ランニングコスト(電気・燃料)

3,700～4,000円/トン

6.5.3 スクリュープレス

外観図



富国工業(株)

本社:東京都足立区綾瀬 3-21-13

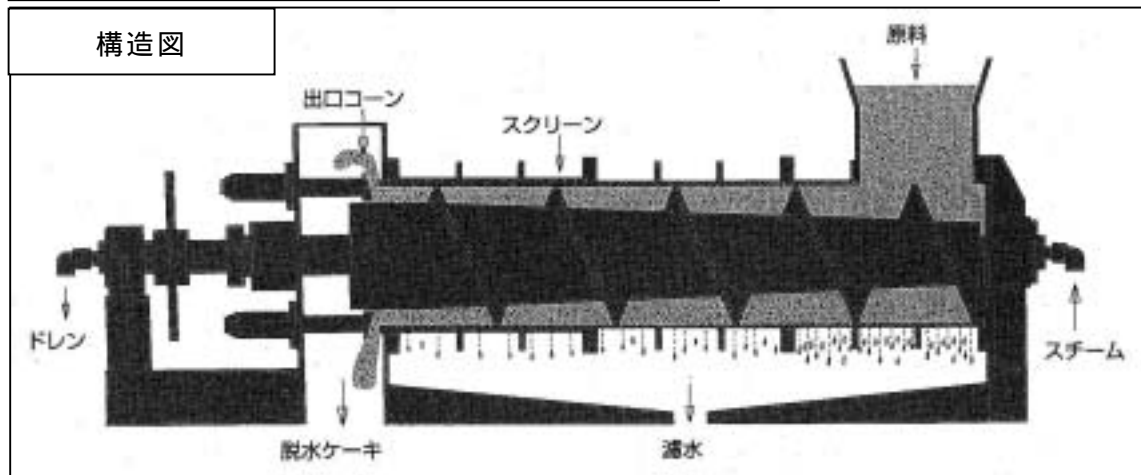
TEL:03-5613-1761

FAX:03-5613-1814

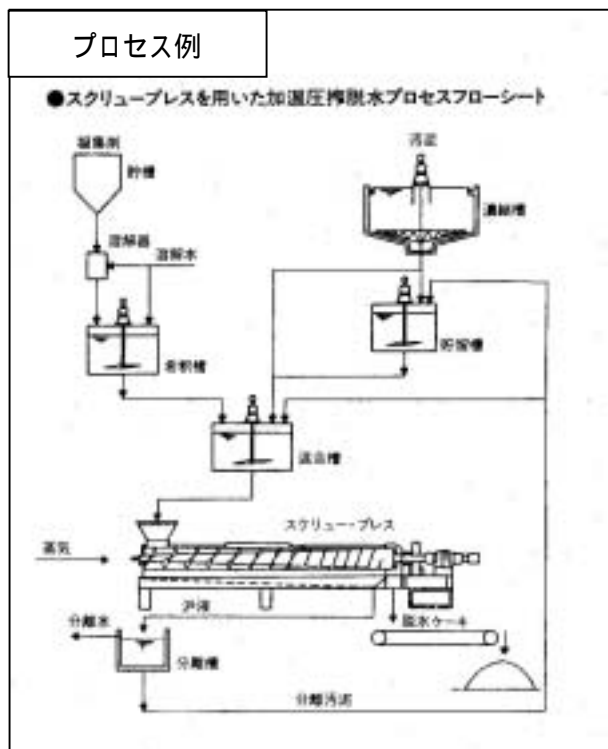
URL: <http://www.fkc-net.co.jp>

入口部より出口部にかけてのスクリー容積の減少と加温により脱水する。

構造図



プロセス例



スクリープレスは、フィルタープレスに比較して

メンテナンスが容易

加温が出来る

効率排水

長寿命

であるが、

回収率が悪い

(濾水からリークがある)

メッキ排水

入口含水率 98% → 70% (~ 50%)

スクリー径 200φで

300万円 ~ 350万円

出口処理量 4 ~ 6kg/h

6.5.4 マイクロ波減圧乾燥

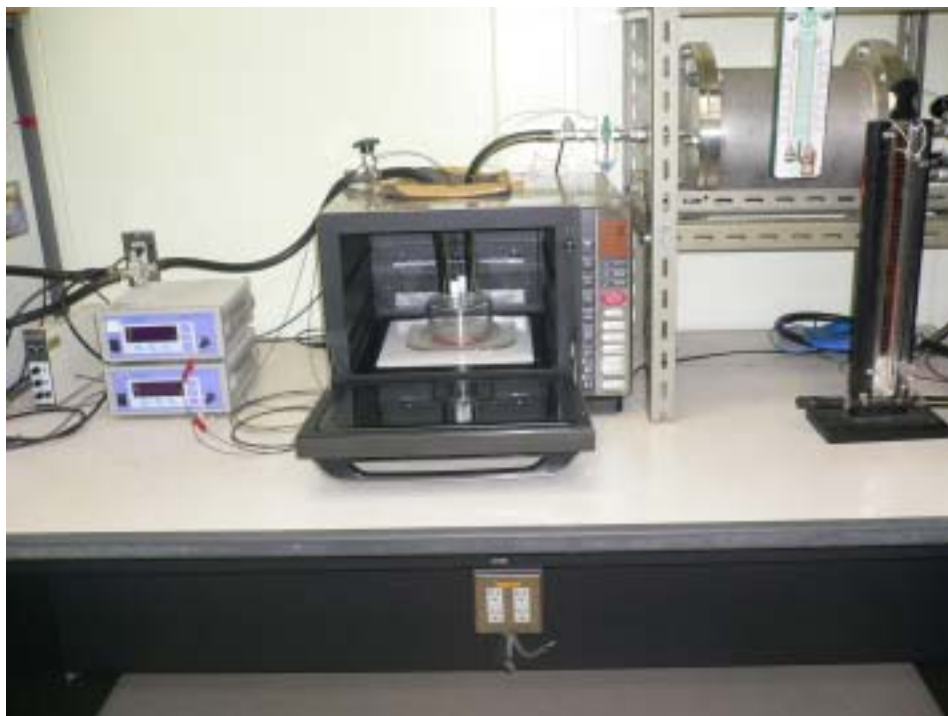
(1) 研究者:九州工業大学 工学部 機械知能工学科 鶴田教授



(2) メカニズム、特徴等

- 乾燥のメカニズム(未検証なので「想像です」との事)
対象物中の水分が、パルス状のマイクロ波によりマイクロ沸騰が起こり、マイクロバブルが水分を表面に押し出す。この状況がパルスによって繰返し起こり乾燥する。
- 実験装置
電子レンジでパルス状のマイクロ波を発生させ、蒸発した水分は、真空ポンプで系外へ排出する。
- 対象物
表面や内部の特徴を変化させると商品価値が低下する食品(ホタテ貝, いちご)などに対して実施している。
- 特徴
熱による従来の乾燥と異なる点は、従来法が内部までの乾燥に時間がかかるのに対し、新法は内部も表面も同じように乾燥が進み短時間で終了する。

(3) 実験装置



(4) 試験結果

マイクロ波減圧乾燥の実験設備を用いて、スラッジ(柿本先生提供)の乾燥を試して頂いた。

		状況	
試料重量		15g	-
乾燥	1 分間の乾燥減量 (6.7kPa)	15g → 約 9g	異常放電が生じた。異臭が発生した。
	その後 1 分間の常圧 乾燥	9g → 約 5g	異臭が発生した。
・2 分間で 1/3 の重量となり、乾燥しやすいと感じられる。 ・放電の生じない減圧レベルと異臭(有害ガス?)対策が必要			

スラッジは鉄粉を含有

6.5.5 めっきスラッジの造粒化による脱水性能の向上

報文名

結晶成長とケーキ濾過方式を用いた Fe^{3+} イオン含有排水の排水処理^{注-1)}

1.背景

鉄鋼製造における酸洗とメッキ工程から排出される酸排水は、中和処理されスラリーを脱水している。脱水ケーキ中の水分は約 60～80%程度であり、埋立処分されているが、最終処分場の逼迫等もあり、スラッジに含まれる鉄、クロム、ニッケル、亜鉛などの資源循環が求められており、このためにも汚泥中の水分の乾燥コストを低下させる必要がある。

2.関係部分の要約

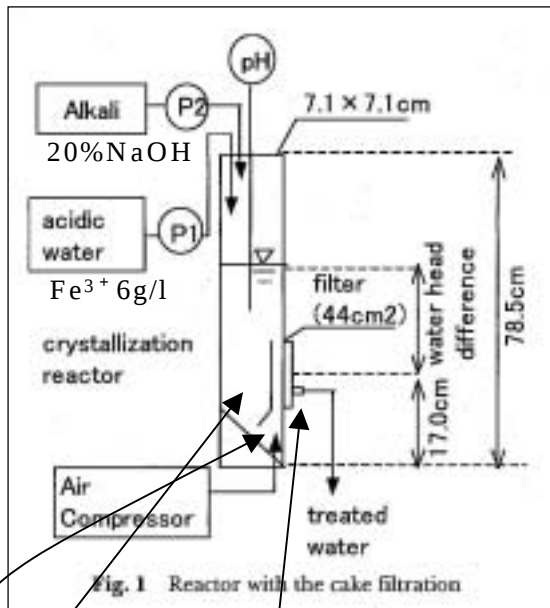
ケーキ濾過型中和反応槽を用いて、 Fe^{3+} を含む模擬酸排水を、pHを3.0、3.5、4.0、7.8、12.0で中和処理し、平均粒子径とpHの関係について実験を行い、得られたスラリーの脱水性を評価している。

なお、高分子凝集剤は使用していない。

pHが低くなるにつれて、平均粒子径は大きくなる。pH3.5での平均粒子径は8.42 μm であった。

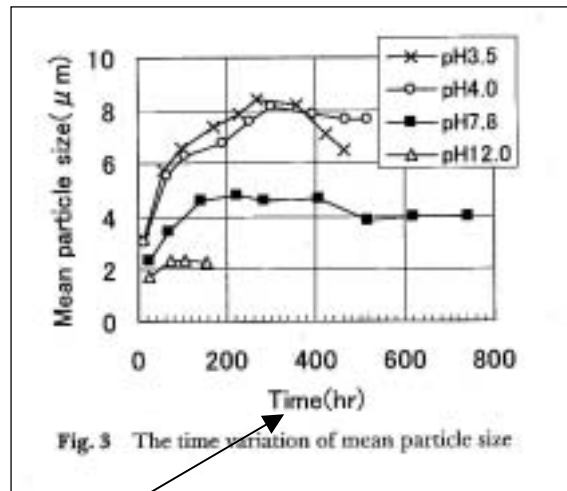
粒子の造粒化は脱水性を著しく改善でき、pH4.0ではケーキの水分は25～27%であった。

1) 実験装置



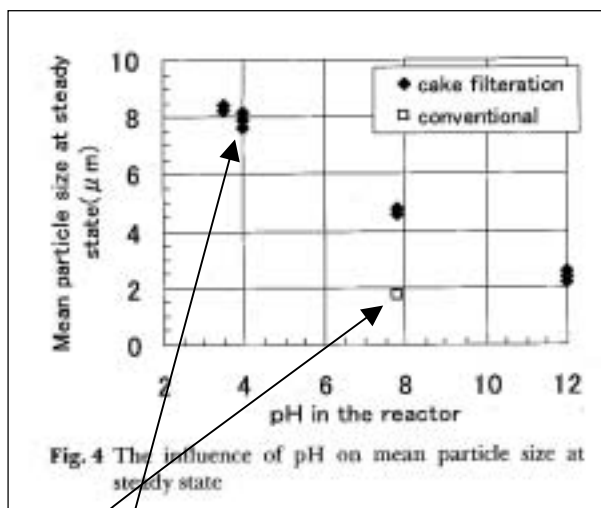
反応槽
エアレーション
排水

2) 平均粒子径の経時変化



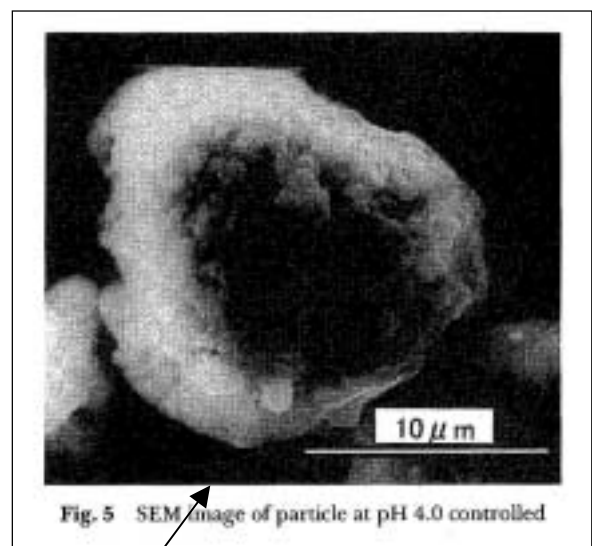
汚泥滞留時間 (SRT)
(水理学的滞留時間は数 10 分程度)

3) 平均粒子径と反応槽内の pH



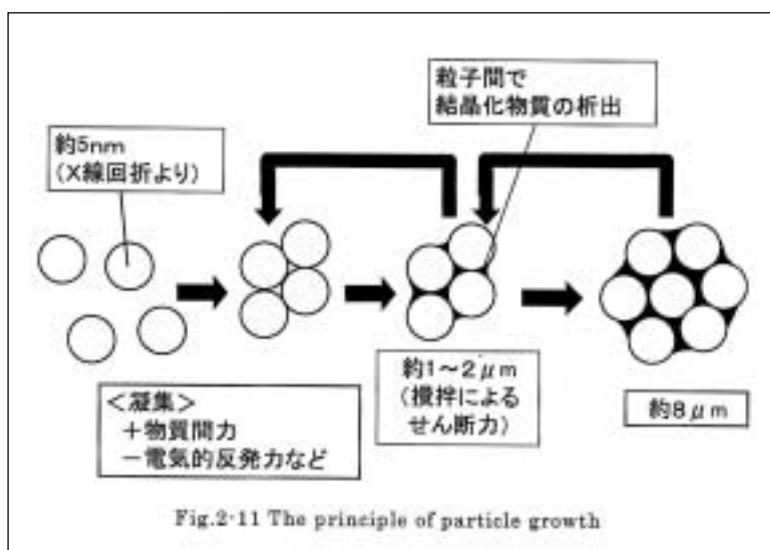
pH が低いほうが平均粒子径が大きくなる。pH4.0 で 8 μm 程度
汎用の中和処理方式だと pH7.8 で粒子径は 1.75 μm

4) pH4.0 で造粒化した粒子の SEM 像



pH4.0 で造粒化した粒子は約 1 μm の微細粒子が凝集し、約 13 μm 程度に造粒化している。

5) 凝集晶析のモデル

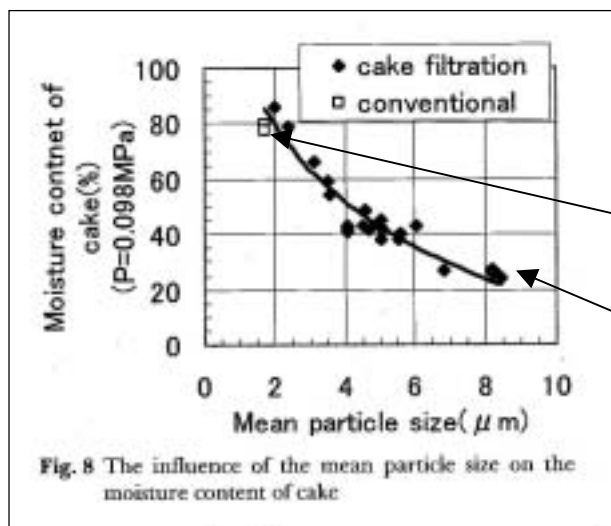


凝集晶析の提案モデル(坂本氏)

第一段階: 複数の結晶が物理的な要因によりゆるく凝集する物理凝集段階

第二段階: ゆるく凝集した粒子が再び離れる前に、ゆるく凝集した結合点から結晶化物質の析出が起こり、これが接着剤の役目となり、固い凝集晶が形成される析出反応凝集段階

6) 脱水ケーキの水分に対する平均粒子径の影響



通常の中和処理方式では脱水後の水分 77 ~ 80 %

pH4.0 (8 μm) で制御したものは 25 ~ 27 %

注-1) 小野信行, 藤崎一裕: 資源処理技術, Vol.50, No.1, p.10 - 15 (2003)