

配位化合物含有めっき排水へのマイクロバブル浮選法の応用（Ⅲ）

中西 貞博*¹
中村 知彦*²
日下 英史*³

【要 旨】

亜鉛の排水規制強化¹⁾に対応するため、配位化合物を含む亜鉛めっき排水の処理に、マイクロバブル浮選法を応用することを検討している。

今回は、前報²⁾の模擬排水の連続処理実験の結果を基に、実排水の連続処理を行った。めっき事業所にミニプラントを設置し、反応塔と分離塔にアルミニウム網（以下、AL 網と称す。）を挿入して、既存処理の沈降槽から上澄みを引き込みマイクロバブル浮選を行ったところ、亜鉛濃度の新基準値 2mg/L 以下の安定した連続処理ができた。

1 はじめに

めっき排水の処理において配位化合物の影響は大きな問題³⁾であり、亜鉛めっき排水でも、これが原因で亜鉛濃度の新基準値 2mg/L 以下を満たすことができない。このため、新しい処理法として、マイクロバブル浮選法を検討している。

マイクロバブル浮選法は、排水中の微粒子の除去に有効である⁴⁾が、配位化合物はイオンであるため、そのままでは効果がない。前報²⁾では、模擬排水の前処理に AL 網を使用し、生成される水酸化アルミニウムゲルに亜鉛の配位化合物を捕捉させ、マイクロバブルで浮選させると、新基準値の 1/2 以下の濃度とする連続処理が可能であることを確認した²⁾。

今回は、この方法を実排水処理に応用するため、ミニプラントを事業所に設置し、マイクロバブル浮選による連続処理を行った結果について報告する。

2 調査方法

2. 1 ミニプラントの準備

平成 24 年に試作したミニプラント⁵⁾を今回の連続処理用に改良した。(図 1)

ミニプラントは、試薬と試料の反応で粒子化させる反応塔とマイクロバブルで粒子が浮上分離する分離塔の 2 塔構造で、各塔は内径 30cm、容量 140L である。

今回は、この両塔に AL 網を挿入した。反応塔では、AL ゲルによる亜鉛配位化合物の捕捉を想定し、更に分離塔では、AL のアルカリ反応で発生する水素によるマイクロバブルの補助を想定している。

分離塔は 2 重構造で、内径 10cm の内塔があり、そこから試料とマイクロバブルの混合水が出てくる。AL 網はこの内塔の周りに挿入する。

これまで、マイクロバブルの発生に市販の循環式発生器を使用して、処理水を循環させて運転していたが、この方式では、ラインが頻繁に閉塞する⁵⁾ため、今回は、分離塔内塔にフィルターを設置し

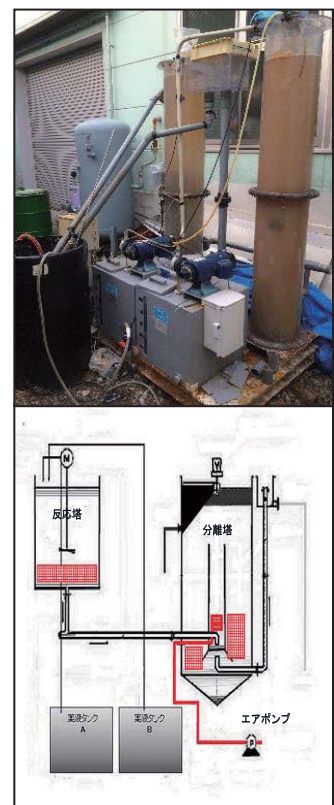


図 1 ミニプラント

* 1 応用技術課 主任研究員
(現流域下水道事務所)

* 2 応用技術課 主任研究員

* 3 京都大学大学院エネルギー科学
研究科 助教

て、発生方式をフィルターによる空気吹き込み方式に変更した。試料中の粒子は、内塔内でマイクロバブルと混合し、安定した上昇流になった時点で外塔部に合流して上昇する。この時、浮上分離した汚泥は分離塔界面に濃縮し、掻取り機で系外に取り除かれる。処理液は外塔部を降下し、下部からレベル管を通して再度分離塔界面高さまで持ち上げられ排出される。

2. 2 排水分析

分析は JIS K 0102 に準拠し、残留亜鉛濃度を測定した。採取試料 10ml に硝酸 2.5ml を加え、更に、内部標準液（イットリウム：1000ppm）を 0.5ml 加え、50ml にメスアップし、分析に供した。分析は誘導結合プラズマ発光分光分析装置（SPS 3100HVUV：エスアイアイ・ナノテクノロジー（株）製）を使用し、内部標準法で行った。

2. 3 予備実験

既存処理の沈降槽上澄みを 400ml をビーカーに取り、AL 網を挿入し、30%水酸化ナトリウム溶液で pH10.75 に調整後、ドデシルアミン塩酸塩（以下、DAH と称す。）の 0.3mmol とエタノール 0.5ml を加え、30 分静置した。その分離水 5ml を採取し、残留亜鉛濃度の分析用試料とした。

2. 4 連続処理

ミニプラントを事業所に設置し、排水処理施設から一定量の排水をプラントに引き込み、連続処理を行った。活性剤とアルカリ剤を各々 100L タンクに調整し、その一定量を反応塔へ送り連続的に排水と反応させた。反応後の水は塔下部から分離塔内塔に移り、そこでマイクロバブルと接触して分離塔上部に上昇する。この時汚泥が上

部界面に濃縮され、分離水が下部から排出される。滞留時間は、30 分で行った。一般的な浮上分離が 30 分から 1 時間である⁶⁾ことから、これらの値を参考にした。



図2 沈降槽上澄みの処理

更に、分離塔下部からレベル管を通して排出される処理水を一定時間毎に採水し、分析に供した。

3 結果と考察

3. 1 予備実験

事業所排水処理施設の沈降槽上澄みを採水し、AL 網を挿入して pH10.75 に調整後、DAH とエタノールを加えて緩やかに攪拌を続けた²⁾結果を図2に示す。沈殿物が浮上分離し、液は無色透明近くになり、残留亜鉛濃度は、0.6mg/L であった。

3. 2 連続処理

図3に示すとおり事業所排水処理工程の中からミニプラントの設置場所を選定した。事業所排水は、クロム系、亜鉛ニッケル合金系、亜鉛系の3種類が主で、この中のクロム系（3価クロム）と亜鉛ニッ

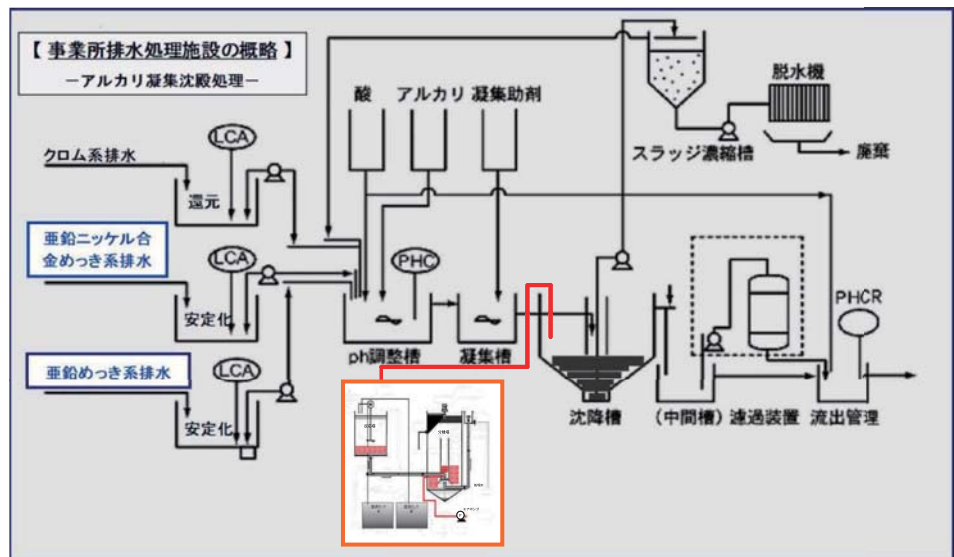


図3 事業所排水処理施設概略

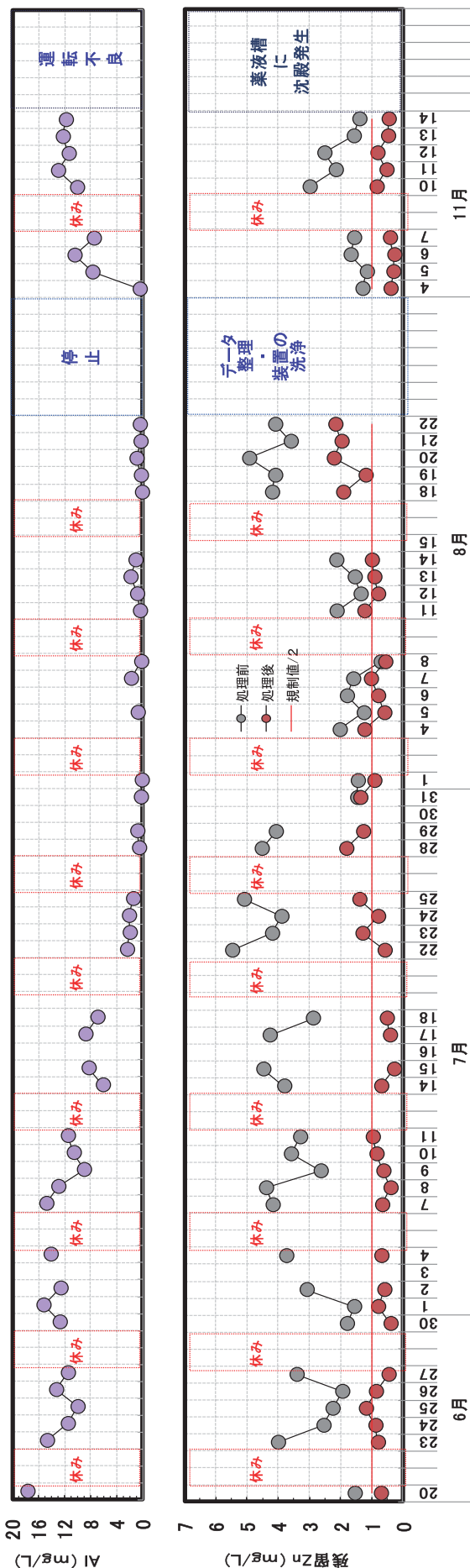


図4 連続処理

ケル合金系の排水に配位化合物が多く含まれる。

既存処理は、凝集沈殿法で処理されているため、沈降分離で汚泥を分ける。この段階で、沈降槽上澄みに亜鉛の配位化合物及び微粒子が多量に残っていると、最終放流で規制値を超える。このため、今回はこの沈降槽上澄みを対象として、図3に示すラインで排水をミニプラントに引き込み、送液量4L/min、滞留時間 30 分で連続処理を行った結果を図4に示す。沈降槽上澄みの残留亜鉛濃度の範囲は 0.5～6mg/L で、1 週間の間に濃度変動があるのは、土日に施設が停止することが変動の一因にもなっている。また、濃度が急激に低下している時期があるが、これはpH調整槽での処理条件の変更によるものであり、時間が経つと前とほぼ同様の変動状態に戻っている。

この沈降槽上澄みをミニプラントで処理を行うと、残留亜鉛濃度 1mg/L 前後となり、上澄みの濃度変動に関係なく安定した処理ができた。しかし、アルミニウム濃度が低下すると、徐々に残留亜鉛濃度が上昇する。これはアルミニウムが存在すると、その水酸化物ゲルが亜鉛の配位化合物を捕捉し、亜鉛濃度を低下させていると推察しているが、その捕捉状態については、まだ分かっていない。

約 3 ヶ月間継続した後、処理を終了し、2 ヶ月後に確認試験のため処理を再開した結果は、前と同様の状態が再現できたので、その時点で処理を終了した。

マイクロバブル導入方式を水循環式からフィルター吹込み式に改良することでラインの閉塞が解消され、残留亜鉛濃度から見ると、処理は良好にできた。しかし、アルミニウム網を挿入したことで、浮上物の量が増え、更に粘着性を帯び、掻き取りが難しくなった。これは、今後、装置を大型化する際に解決すべき課題になってくる。

4 まとめ

前報で効果を確認した前処理にAL網を用いる方法を実排水の処理に応用するため、ミニプラントを事業所に設置し、一定期間、マイクロバブル浮選法による連続処理を行った。

既存処理の沈降槽上澄みをミニプラントに引き込み処理を行うと、上澄みの濃度変動に関係なく、残留亜鉛濃度 1mg/L 前後の安定した連続処理ができた。

(謝辞)

当研究を遂行するにあたり、多大なご協力をいただいた、(株)キョークロ 寺田理氏、嵯峨登氏、熊崎純一氏、坂本正敏氏及び坂本敦氏に深く感謝いたします。

(参考文献)

- 1) 官報：2006、11、10 (号外)
- 2) 中西貞博, 中村知彦ほか：京都府中小企業技術センター技報, No. 42, p. 34 (2014)
- 3) 全国鍍金工業組合連合会：次世代めっき廃水処理, p. 20 (2007)
- 4) 中西貞博, 中村知彦ほか：京都府中小企業技術センター技報, No. 39, p. 22 (2011)
- 5) 中西貞博, 中村知彦ほか：京都府中小企業技術センター技報, No. 40, p. 38 (2012)
- 6) 公害防止の技術と法規編集委員会：新・公害防止の技術と法規 2008 (水質編), II-37 (2008)