

第7章 総括と今後の取り組み

7.1 総括

九州めっき工業組合は昨今の循環型社会に向けた環境情勢及び将来動向を勘案しつつ、いち早くリサイクル委員会を設置し、業界の主たる廃棄物であるめっきスラッジの減量化の検討を行ってきた。さらに、今年度は九州経済産業局の委託調査事業としてより具体的な減量化方策の方向性を検討してきたところである。

今年度調査で明らかにしたポイントは以下の通りである。

- ・九州めっき工業組合におけるめっきスラッジ発生及び処分等の実態
- ・山元還元のための非鉄精錬事業者へのめっきスラッジ受入れ条件等の現状
- ・排水の総合処理から単独分別処理のための処理方法
- ・めっきスラッジの建材・土木資材への利活用の可能性
- ・最近の乾燥・脱水技術の動向及び商品

7.1.1 九州めっき工業組合における処理等の実態

平成15年度に全国鍍金工業組合連合会が経済産業省の委託を受けて実施した「めっきスラッジのリサイクルに関する実態調査」のアンケート内容を九州めっき工業組合として整理を行った。

九州めっき工業組合は全国と較べて年間生産額、従業員、敷地、排水量等の規模が大きく、めっきの主要資材の使用量もニッケル、クロム、亜鉛、スズは全国の30～40%を占めており、経営面のみならずリサイクル動向が注目される所以である。

めっき排水処理は総合処理が多く、委託されているスラッジ量は約2,500トン/年と推計され、その委託単価は概略3万円/トン程度である。

7.1.2 非鉄精錬事業者におけるめっきスラッジ受入れ条件等の現状

主要な非鉄精錬事業者として4社を、また、産業廃棄物処理事業所2社について訪問調査した。

非鉄精錬事業者では、市場価格の高い貴金属とニッケル、銅は含有量の下限を超えていれば有価取引が行われるが、それ以外の金属は相当の含有量がなければ処理委託となる。また、4社のうち2社は産業廃棄物処理をしないが、他方の2社は基本的には産廃処理である。

今年度、ターゲットにした亜鉛、ニッケルについて、産廃処理の2社のうち1社では亜鉛含有量50%以上であれば、もう1社もニッケル20%以上であれば買取り受入れの可能性があったことがわかった。

7.1.3 めっき排水処理実験

めっき排水は九州めっき工業組合事業所の殆どが総合処理を行っており、そのために発生するスラッジには各種重金属を含有していることから山元還元の道が閉ざされている状況である。これまでもスラッジからの重金属類の回収の研究が数多くなされているが、コスト等のハードルが高く、その方向性としては単独分別処理が提唱されている。今年度は山元還元を目指すことを念頭に分別処理の可能性が高いと思われる亜鉛、ニッケルについて実験を実施した。

亜鉛分離処理については、現状処理方法(中和沈殿凝集法)に鉄イオンを添加して亜鉛を共沈反応させることで、亜鉛の回収率がほぼ 100%に近いことがわかった。また、pH を 8.5 近辺で調整することが中和剤の過剰を防止し、スラッジ中の亜鉛濃度を高める。なお、鉄イオン源としては塩化鉄が有効であることも確認されている。しかしながら、最適な pH、鉄イオン添加量については今後の課題である。

ニッケルの分離処理については錫(Sn)-ニッケル(Ni)系の排水を対象としており、スラッジ中のニッケル利活用ではスズが禁忌物として上げられていることから、当該排水中のスズの分離除去を行うべく実験を行った。実験ではスズの分離沈殿に効果的と考えられる金属粉(鉄、マグネシウム)、キレート剤を使用した処理を行ったが十分な成果が得られなかった。一方、実排水を用いたパイロット実験では対象とするスズは除去されており、鉄イオンが十分に存在する系においては良い結果が得られたことから塩化鉄溶液の使用が効果的である。スラッジ中のスズ含有率は 6~8%となっており、将来スズの山元還元の可能性につながることも考えられる。今回の検討においても鉄含有量が 50%を越えていることから、適正な鉄イオン濃度について今後課題を残した。

スズが除去された排水は既存の処理系に返して処理されることから、既存処理でのニッケル含有量はスズ除去分の濃度の向上が期待される。

7.1.4 めっきスラッジの建材・土木資材への利活用の可能性

過去、めっきスラッジを主原料とするレンガ等の建材に使用する検討が行われているが、製造コスト面の採算に乗らない、溶出問題をクリアーできない等から商業化されていない状況である。今回は比較的市場性にマッチする色合いを活かす漆喰タイルの原料として、また、委託処理の範疇であるがセメントレンガ(インターロッキング)に少量でも使用することで資源循環と委託処理費の削減を狙った試作を行った。

漆喰タイルはほどよい色合いが保てる製品となることがわかったが、鉛の溶出が見られたことが課題である。

インターロッキングは生スラッジをダイレクトに混入することには成型上から配合が抑制されることが判明し、予備処理が必要である。また、物理強度をクリアーするためにスラッジの成分によってセメントの配合を調整する必要がある。

市場性については、建築設計士等の専門家や建材販売者の意見等の聴取を始めとして、

廃棄物原料製品に関する一般市場の調査も必要と考えられる。

7.1.5 最近の脱水・乾燥技術の動向

現状、殆どの事業所では小型フィルタープレスを使用しており、排出されるスラッジ含水率は70～80%と高い状況で、委託処理費の負担が大きくなっている。脱水率の向上がスラッジ減量の最も早道であるが、安くて効果的な技術がまだ確立されていない。

今回調査においても商品としてめっき工業組合において適用できそうな商品は見つけることができなかったが、乾燥の要素技術としてマイクロ波減圧乾燥及び澱物の造粒化による脱水性の向上が着目すべき技術である。

マイクロ波乾燥は家庭用レンジの応用であり、別用途で開発されているものもあるが、実験用マイクロ波減圧乾燥設備でめっきスラッジを極少量(15g)であるが実験したところ、2分程度の短時間で5gに減量でき、今後の開発に期待している。

澱物の造粒化については、実際のめっき排水を使用した実験論文が報告されており、従来法の澱物粒径約2 μ mで含水率約80%のものを汚泥循環造粒で8 μ mにすることにより含水率約25%が得られている。全てのめっき排水に適用できるかどうか不明であるが、実験装置イメージから本法は比較的設備が簡単であり、是非、実証してみたい技術である。

7.2 今後の取り組み

鉄、アルミニウム、銅、鉛等の金属のリサイクル率は比較的高く、金属はリサイクルの優等生と言われているが、地球上の採掘可能な金属資源は有限であり枯渇の危機を迎えつつあると考え、循環型社会に向けて真剣な検討を推進する必要がある。一旦、使用された金属は消滅するわけではなく、一部リサイクルされる物の外は様々な形で広い範囲に消費蓄積されているか、めっきスラッジやスラグ等に含有されて埋立されている。めっきスラッジ中の含有金属は、枯渇の可能性が高いものであり、山元還元を優先したリサイクルを行うべく、より上流側で分別回収することが望ましいと考えている。

7.2.1 モデル循環システムの提案

これまでの調査検討から得られた知見をもとに図 7.2-1 に示したモデル循環システムを提案する。

(1) 当該システムのコンセプト

既存プロセスの中に組み込み可能な分別処理方式
汚泥循環による脱水性の向上と沈殿速度の向上
分離回収したスラッジのリサイクルポテンシャルの向上
いずれの既存プロセスにも適用可能

(2) 当該システムのメリット

排水処理設備のコンパクト化(投資を抑制)
脱水率の向上による委託処理コストの削減スラッジの減量化
分離回収スラッジのリサイクル(資源リサイクル)
スラッジの減量化(埋立量の減少)

(3) 具体的なフロー説明

今回検討した亜鉛めっき事業所の排水処理の亜鉛系について、シアン処理後の滞留槽を中和・結晶化槽、凝集槽、沈殿槽に改造し、沈殿槽から中和・結晶化槽へ循環し造粒を行いながら造粒化されたスラッジは適宜脱水機に送られる。

(4) 設備及び工事

攪拌機、循環・脱水機送りの水中ポンプ、pHメータであり、槽の仕切りと配管工事、pHの自動制御機器工事と簡単である。

将来的にはクロム系にも応用すればさらに効果的である。

既存の排水処理システムを活用したモデル循環システム

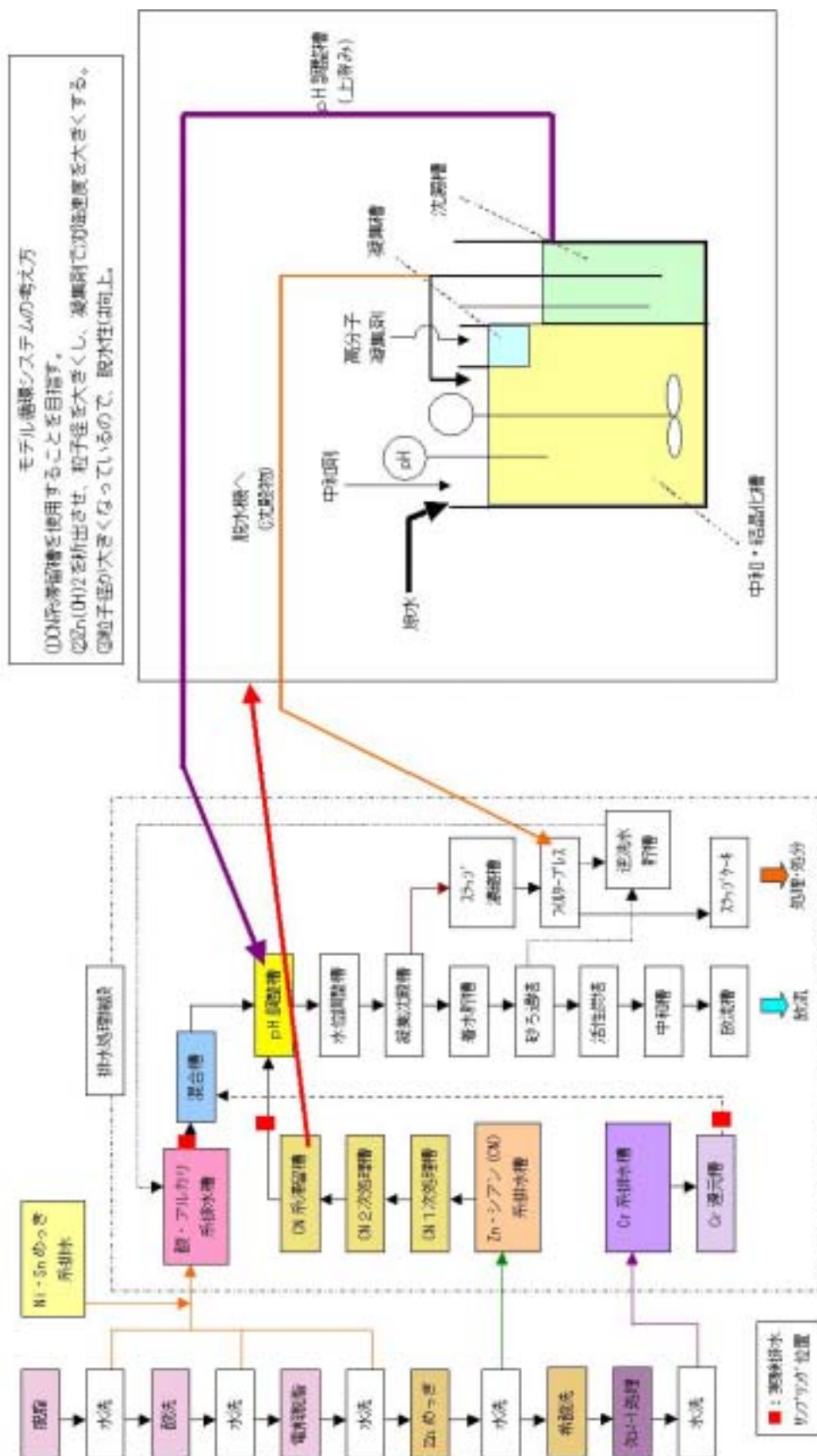


図 7.2-1 モデル循環システム

7.2.2 金属直接回収技術の研究開発の推進

7.2.1 で既設の排水処理フローの中に組み込み、亜鉛の分別処理を簡易に行うモデルを提案したが、スラッジに単一金属含有量が向上するものの他の不純物も多く含まれるため、山元等の金属精錬で不純物との分離が必要である。本来、排水中の狙った金属イオンのみをイオン交換法等で直接回収する方式が望まれているが、中小企業レベルでは設備投資面から導入が困難な現状である。

金属資源の回収リサイクルについて、既存の要素技術をより高度化する方向で積極的な研究開発を進めることにより、多少は現状より排水処理コストが上がっても、スラッジのリサイクルレベルの向上による社会貢献を果たすことも重要な考え方である。イオン交換樹脂や限外ろ過等の高度処理がこうした方向性に沿うのではないかと思われ、めっき工業組合の現場実態を十分踏まえた安価装置の開発の促進を図る必要がある。

7.2.3 めっきスラッジの循環ネットワークの形成

九州めっき工業組合の加盟企業は、各種めっきを行っており、現状の総合廃水処理から排出するめっきスラッジのリサイクルは困難な状況であるが、7.2.1 で提案したモデル循環システム等を導入することにより容易に分別処理ができる可能性が高まる。そこでより効率的な収集運搬システムやスラッジの集積・加工のベースシステムが必要であり、今回調査に関係した広範な連携と支援体制を構築することが重要である。

スラッジの排出者側であるめっき事業者は既に組合があり、リサイクル活動を展開しているが、今後は効率的な収集運搬システムとして収集運搬・中間処理事業者とより緊密な連携を図り、分別スラッジの分別収集やスラッジの共同収集、拠点化収集等の検討による効率的仕組みとすることが望まれる。また、集積・加工のベースシステムとしては中間処理業者の有する既存処理技術をより高度に活用した大量かつ集中的な処理方式を検討することが肝要である。

一方、重金属等の枯渇化問題を踏まえている我が国としては、あらゆる資源の循環有効利用の促進が重要な課題であり、めっきスラッジは国内の蓄積資源として逸散させないようにすることが重要な視点である。そのためには金属類は山元還元を徹底させる施策も必要であるが、精錬事業者もグレードの追及ばかりでなく低級は低級なりに受入れ基準の緩和に努める必要がある。いずれめっきスラッジの利用を考えることが求められるようになると思われる。また、金属以外のものについても建材等の分野で製品化することも重要であり、スラッジ混入物を自治体等で積極的に使用するような働きかけと、環境 JIS 化も合わせて検討しなければならない。さらにはこれらの商品が流通するようにするために販売・流通業界の支援が無くてはならない。

図 7.2-2 にめっきスラッジネットワークの「サポーターボード」形成イメージを示したが、めっきスラッジの埋立ゼロに向けた支援を考慮すると極めて広範にわたる関係者が存在しており、この支援ネットワークを一步一步創造していくことが、重要な今後の取り組みであると考えられる。

めっきスラッジリサイクル支援ネットワーク 「サポーターボード」形成イメージ

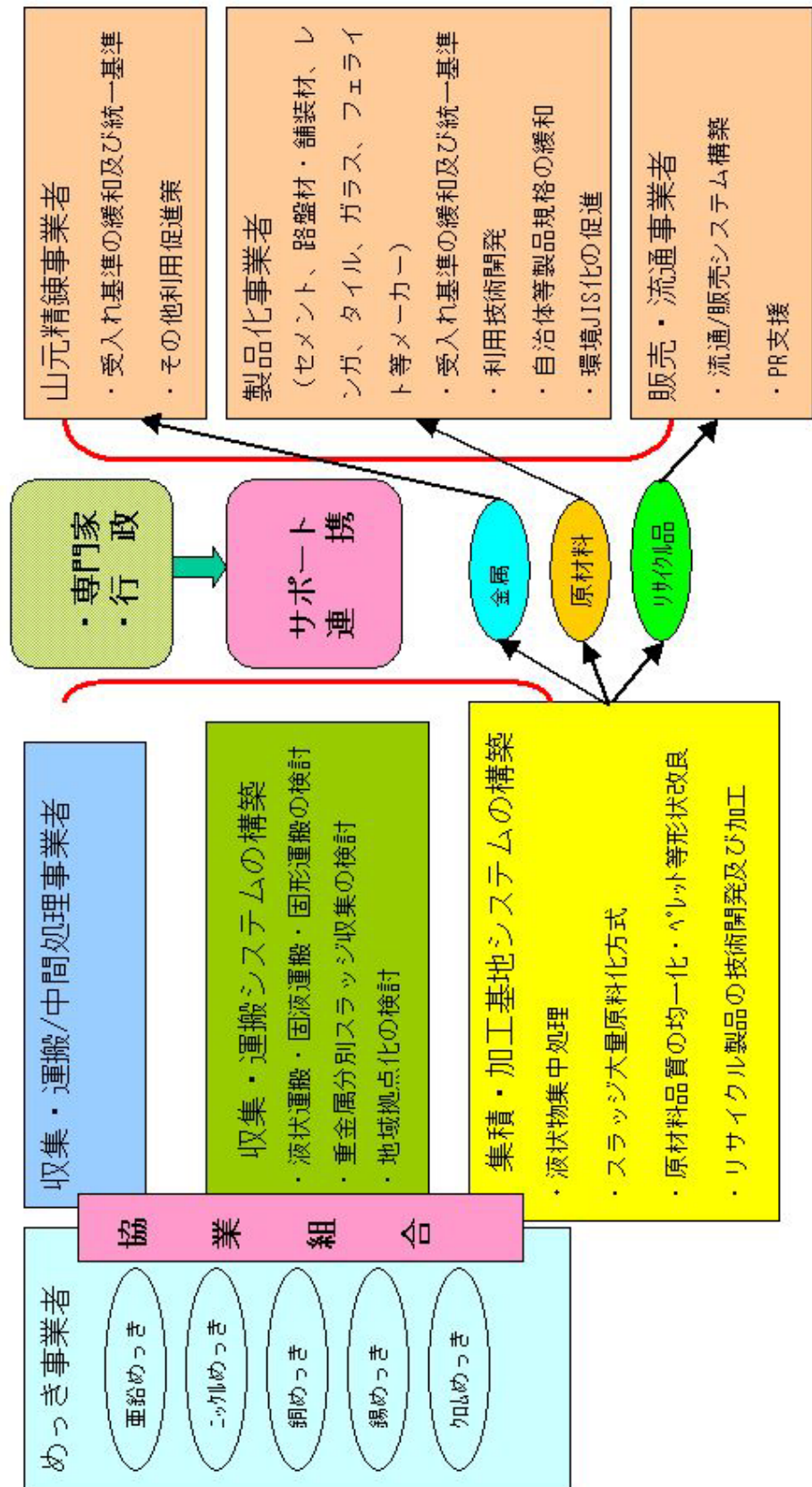


図 7.2-2 めっきスラッジネットワーク「サポーターボード」形成イメージ