

TODAY

## 産業技術競争力に思う



株式会社神戸製鋼所  
取締役  
専務執行役員 佐藤 廣 士



サウジアラビア / アルジュベール 海水淡水化プラント

最近、個人的にうれしいニュースに出会った。20年ほど前に研究開発を担当した海水淡水化装置用のチタン管が、中近東において全く無事故で健全に保たれたという発表が当該国からなされたのである。当時はまだチタン管の実績が少なく、高温海水中での水素吸収による脆化や共用される銅合金の腐食が懸念されており、新しい防食法の研究開発が必要であった。本件は、運よく成功した研究例ではあるが、その研究開発の中身より、実績のない技術を研究所が事業部門の生産・販売部隊とうまく連携し、装置メーカーや最終顧客との議論で実用化に至った過程が印象に残る。

さて、産業技術が国家レベルで議論される昨今であるが、産業技術力とは、研究成果を市場に落とし込む力と定義したい。この際の技術の流れと役割は、自然科学を明らかにする大学や国立研究所等での基礎的な研究 工業製品としての新製品・新技術を担当する企業の研究開発 品質の安定した製品をつくる生産 そして販売、と大まかにまとめられる。

これを個々にみると、日本の大学は世界でも有数な成果をあげている機関であるといわれている。国立研究機関も同様とみてよい。企業の研究開発部隊や生産部隊、販売部隊も決して世界に引けをとるようなものではない、と信じている。

個々の素過程は強い競争力をもつのに、全体として強くないと判定されるのはなぜだろうか。どこかに律速段階があるからに違いない。

やはり研究と開発そして生産、販売等、個々の間の壁がもしれない。単一民族であり、勤勉な日本民族は同じ土俵に入れば強みをもつが、異なるミッションをもつ異分野には口を出さない、という不文律が昨今の情勢に合わなくなってきた、といえよう。

この問題意識のもとに、企業は研究開発の効率化策をとってきた。この数年間の主な施策は、工場への研究開発機能の移管、販売と生産を結ぶ技術サービス部隊の充実等であるが、これは、単に研究開発者の数・費用を削減したということではなく、研究開発と生産、生産と販売の間の壁を低くして実用化を促進することで競争力を増すという側面も強いのである。

この例にみるなら、国や大学と企業の間に入り、技術の流れを円滑にする機能の重要性は自明である。ここにJRCM等の役割があり、政府や大学との連携、戦略的な研究開発の実行といった施策が次々に打たれているのは時代になつたものといえるだろう。境界や粒界を強化するのは、本来、金属屋の得意なわざなのである。チタン管の朗報を聞きながら、産業技術について、全く独断的な解釈を試みてみた。

# 産業汚泥に含まれる有価金属資源化技術の開発(終了報告)

環境・プロセス研究部 宮沢憲一

## 1 はじめに

標記の研究開発(略称:スラッジ資源化プロジェクト)は、(財)地球環境産業技術研究機構(RITE)の地球環境保全関係産業技術開発促進事業の一環として、1997~2001年の5年間にわたり実施された。ゼロエミッションや資源循環型社会の構築を狙ったJRCM主催の金属系二次資源有効活用部会(1994~96年)の活動のなかで、金属産業におけるスラッジ資源化の状況や問題点が調査・討議された。この活動に基づき、技術開発テーマとして提案され、鉄鋼・非鉄金属の異種産業協力プロジェクトとして、JRCM、三井金属鉱業株、川崎製鉄株、日本鋼管株が参画し実行した。

## 2 研究開発の目的

上記の部会活動のなかで、金属製造業で副生するスラッジは年間80万t程度あり、亜鉛や鉄等の有価金属が含まれているため、金属回収の努力もされているが、回収に必要なエネルギーコストが高く、リサイクル率は約60%であり、40%(約30万t)の多量のスラッジが埋め立てに回っていることがわかった。

そこで、本開発では、資源有効利用、廃棄物低減・埋め立て回避、省エネルギーへの貢献を狙って、金属加工時に副生するスラッジから有価金属成分を回収するためのエネルギー効率のよい資源化技術を開発することを目的にした。

## 3 技術開発の内容と成果

本スラッジ資源化技術は事前処理と溶融処理から構成されるが、(1)酸洗

や表面処理工程等で副生したスラッジの事前処理に関し、Zn, Fe, Cr, Ni等の有価金属イオンと、F, Cl等の陰イオンの選択分離が可能なハイブリッド粗分離技術、(2)事前処理したスラッジを還元し金属資源を回収するプロセスとして、大量処理可能な大規模溶融還元技術及び、(3)コンパクトでオンサイト処理可能な小・中規模の溶融還元技術の開発を行った。

### 3.1 ハイブリッド粗分離技術

本技術については、フッ素含有のステンレス酸洗廃液の処理に関して、1m<sup>3</sup>/hの廃液処理規模のベンチスケール試験を行い、図-1に示すとおり、中和・水洗浄・CaF<sub>2</sub>固定からなる新処理プロセス(CaF<sub>2</sub>回収法)を開発し、スラッジ中のフッ素をF(Fe+Cr+Ni)×1%に低減可能であることを実証した。また、CaF<sub>2</sub>の再利用が困難な場合に対

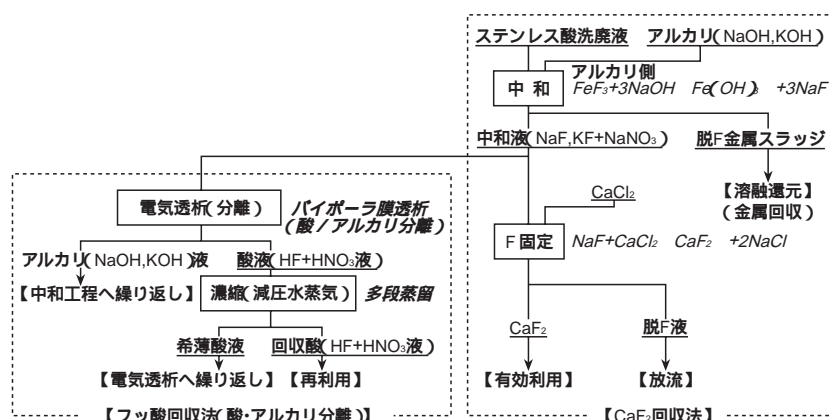


図-1 フッ素含有のステンレス酸洗廃液処理フロー

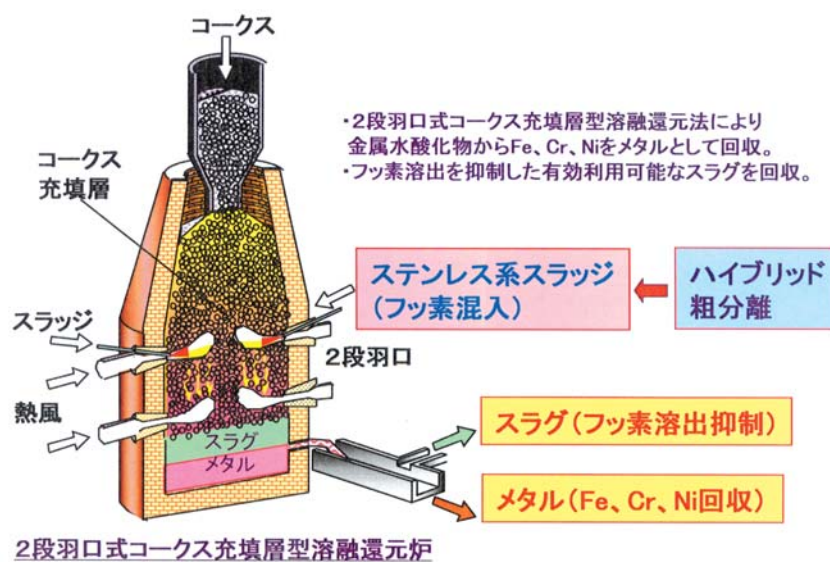


図-2 大規模溶融還元炉によるスラッジ資源化技術

して、電気透析と水減圧蒸気濃縮を組み合わせ、廃液中の有価物（金属分、酸分）と使用アルカリを高効率に資源化・再利用可能で低コストの改良プロセス（フッ酸回収法）を創案し要素技術を開発した。

電気メッキ廃液処理に関しては、サンセート錯体を利用してZnとNiを分離し、次工程の溶融還元処理でNi回収が可能であることを明らかにした。この廃液処理では、pH制御水酸化物沈殿法により亜鉛を既定値以下に分離・除去可能である。

### 3.2 大規模溶融還元炉によるスラッジ資源化技術

本技術では、図-2に示すとおり、コークス充填層型溶融還元炉において、側壁の2段羽口からスラッジを層内に

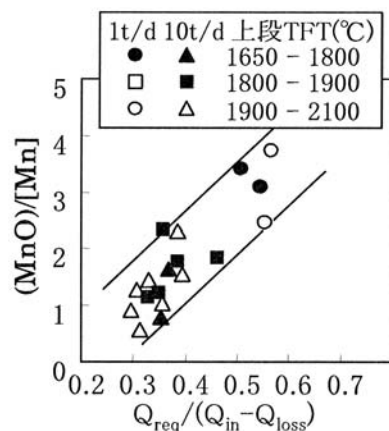


図-3 スラッジの還元挙動

吹き込み、溶融還元する。Fe, Cr, Ni等は層底に溜まり連続出銑され、溶融スラッグも連続出滓される。Zn等の高揮発性成分は還元揮発し、分離回収される。

本開発では、1t/日の実験室規模試験により、要素技術の開発と本技術による圧延スラッジ処理の原理の妥当性を実証し、スラッジ中の水酸化物の還元挙動の解明と制御方法、スラッジ中のフッ素の挙動解明等を行った。図-3に示すとおり、スラッジの還元は有効熱利用率 $Q_{req}/(Q_{in} - Q_{loss})$ に支配され、有効熱利用率が約0.4以上で良好に還元が進むことや操業の最適条件等が解明された。ただし、 $Q_{req}$ :還元必要熱、 $Q_{in}$ :入熱、 $Q_{loss}$ :炉体熱損失、TFT:上段羽口理論燃焼温度。

また、10t/日の溶融還元試験により、脱フッ素処理したスラッジやZn系スラッジ等を用いて、本技術によりFe, Cr等を還元して金属として回収し、Znを分離回収できることを実証し、有効熱利用率に基づく還元現象の制御、フッ素の挙動解明と制御、連続出銑・出滓の条件、プロセス安定化の最適条件等を解明し、実機操業設計技術を確立した。

ハイブリッド粗分離技術と大規模溶融還元技術を組み合わせた資源化技術に関し、経済性のFSを行った結果、

フッ素を $CaF_2$ として回収する場合、投資回収率が2.6年と推算され、経済的に十分成り立つ資源化技術であることがわかった。フッ素をフッ酸として回収する方法は、まだ要素技術開発の段階であるが、さらに経済性が向上する可能性がある。

### 3.3 小・中規模溶融還元技術

本技術では、図-4に示すとおり、電気炉内のスラッグを抵抗加熱し、ブリケット等に固形化したスラッジを炉内に投入し、スラッジ（酸化物）の溶融還元を行う。スラッジ中のZn等の高揮発性成分は還元気化され、キャリアガス $N_2$ とともに回収装置に導入され、金属亜鉛として分離回収される。スラッジ中の $SiO_2$ や $Al_2O_3$ は溶融スラッグとなり、酸化鉄分は還元されてメタルとして炉底に溜まる。

本開発では、ベンチスケール試験により、通常 $200kg/h$ (max $400kg/h$ )の連続操業の可能性を実証した。本プロセスにおける亜鉛の挙動も解明され、スラッグ中に残留する亜鉛は少なく、スラッジ中の酸化亜鉛は溶融還元炉内で90%以上還元揮発させることができ、金属冷却板式凝縮装置にて純度90%程度の金属亜鉛の回収ができた。

実験結果に基づくFSにおいて、8,000t/年規模の実機化では、スラッジの最終処分費に応じて設備投資回収が2年以内で可能となる場合もあり得ることが推算された。

## 4 今後の展開

本技術開発の成果として、新たな効率的スラッジ資源化技術の基盤技術が得られた。今後は、フッ素有効利用のための酸回収や酸洗剤リサイクル、スラッジ成分変動等、実用化に向けた課題の検討により、資源循環の実用技術を提供でき、スラッジ埋め立て回避、有価金属の回収、リサイクル費用低減等の効果が期待できる。

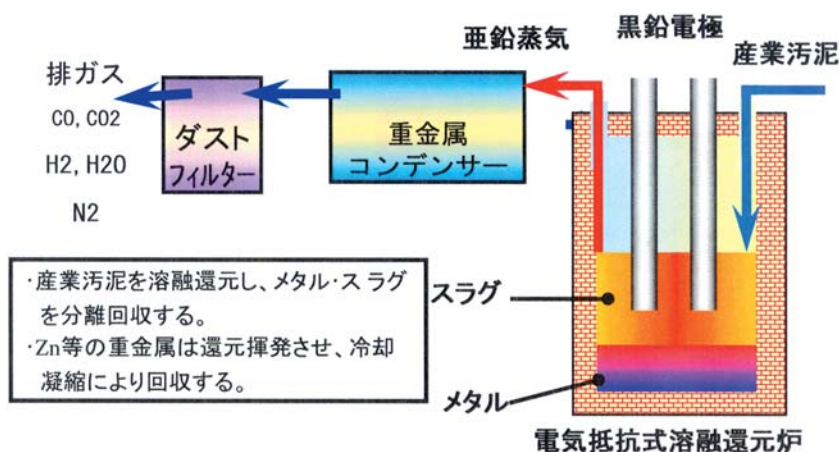


図-4 小中規模溶融還元炉によるスラッジ資源化技術

The Japan Research and Development Center for Metals  
JRCM NEWS / 第193号

内容に関するご意見、ご質問はJRCM 総務企画部までお寄せください。  
本誌は地球環境保全を考慮し再生紙を使用しています。  
本書の内容を無断で複写複製転載することを禁じます。

発行 2002年11月1日  
発行人 小島 彰  
発行所 財団法人 金属系材料研究開発センター  
〒105-0003 東京都港区西新橋一丁目5番11号 第11東洋海事ビル6階  
TEL (03)3592-1282(代)/FAX (03)3592-1285  
ホームページURL <http://www.jrcm.or.jp/>  
E-mail [jrcm@oak.ocn.ne.jp](mailto:jrcm@oak.ocn.ne.jp)