The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	非鉄金属製錬技術を利用した廃棄物の資源循環高温プロセスの開発に関する研究
Author(s)	宮林, 良次
Citation	大阪大学, 2009, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/831
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

【55】

氏　　名	宮（みや）　林（ばやし）　良（よし）　次（つぐ）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　２２９４６　号
学位授与年月日	平成21年３月24日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当 工学研究科マテリアル生産科学専攻
学　位　論　文　名	**非鉄金属製錬技術を利用した廃棄物の資源循環高温プロセスの開発に関する研究**
論文審査委員	（主査） 教　授　田中　敏宏 （副査） 教　授　碓井　建夫　　教　授　松尾　伸也　　准教授　中里　英樹

論文内容の要旨

本研究では，非鉄製錬所において長年培ってきた非鉄金属製錬技術を利用し，廃棄物を無害化するとともに，これらの廃棄物に含まれるCu等の有価金属を資源循環する観点から非鉄金属製錬技術を利用した廃棄物の資源循環高温プロセスの開発に関する研究を行なった。本研究の概要は以下に記すとおりである。

第１章では，序論として本研究の背景を述べた。本研究では"廃棄物に含まれているCdを亜鉛乾式製錬設備で資源として循環する技術開発"，"シュレッダーダスト中のCu等の金属を資源として循環するための産業廃棄物焼却施設の操業技術開発"，"産業廃棄物溶融炉において種々の廃棄物を適切に溶融処理するための操業指針としてスラグの流動性を評価・予測する技術開発"，ならびに"溶融スラグのオンサイトでの粘度測定技術開発"を主たる目的とした。

第２章では，乾式亜鉛製錬プロセスにおいて，CdがZnとともに揮発し，凝縮させた溶融亜鉛中にCdが混入することを抑制するために，焼結工程で効率的にCdを揮発・分離させる技術として，CaOを添加して焼結鉱の塩基度を高めることによって焼結工程でのCd揮発率を向上できることを明らかにした。さらに揮発したCdを効率よく回収するフィルター技術も新たに開発した。これらの成果を利用することによって，亜鉛製錬プロセスの焼結工程におけるCd分離技術を改善でき，Cd回収量を従来に比べて約1.4倍に増加させることができた。

第３章では，シュレッダーダストに含まれる可燃物を焼却または熱分解するために，流動床式ガス化溶融炉ならびにストーカ式焼却炉を用いて，‘シュレッダーダストを焼却または熱分解し，発生した焼却灰および焼却飛灰からCu等の金属を効率的に回収する技術開発’と‘シュレッダーダストを焼却または熱分解する技術開発’について検討し，流動床式ガス化溶融炉で処理する際の流動砂の固着、ガラス成分の溶融、Al成分の溶融付着などの種々の問題点を明らかにするとともに，その対策技術の開発を行なった。得られた成果を流動床式ガス化溶融炉の操業に適用させ，連続運転1300時間を達成し，年間12000ｔのシュレッダーダストの再資源化を可能とした。

第４章では，非鉄製錬技術を利用する廃棄物処理プロセスにおいて石綿含有物などの廃棄物を再資源化する溶融処理技術について，スラグの流動性が代表的な操業指針のひとつであることに注目し，溶融炉スラグについて，流動性測定と熱力学データを利用した相平衡解析を行ない，溶融炉の操業に及ぼす高温酸化物の液相領域の酸素分圧および温度依存性とその流動性について解析を行なった。溶融炉スラグに関して熱力学データを用いた相平衡解析を行うことにより，石綿含有廃棄物のような溶融実験が困難な廃棄物に対しても流動性試験と同等な流動性の評価が可能であることを明らかにし，安定な操業を行うために良好な溶融スラグを得るための有効な指針を見出した。この指針を適用し年間2700ｔの石綿含有廃棄物を溶融・再資源化することが可能となった。

第５章では，廃棄物溶融炉における溶融スラグの流動性に対する評価方法として，アルカリ酸化物を含む溶融アルミノシリケートスラグの粘度推算モデルを提案した。特にアルミノシリケート融体中の酸素の結合状態を熱力学的な情報を用いずに，スラグ成分から計算する手法を導入した粘度推算モデルを導出し，得られた粘度推算モデルが溶融アルミノシリケート多成分系に適用できることを明らかにした。

第６章では，溶融スラグの粘度管理を適正に行なうために、オンサイトの粘度測定方法として落球法に着目し，高温用粘度計の開発のための指針を得ることを目的に基礎試験を行なった。ホウ酸ソーダ融体を用いて高温粘度測定を実施し、落球法による粘度測定法が高温の融体にも適用できることを明らかにした。

第７章では、以上の総括を行ない，今後の課題について述べた。

論文審査の結果の要旨

国内外における産業廃棄物の発生量は年々増加するとともに、廃棄物管理場の確保が困難さを極めており、廃棄物の無害化ならびに有価資源の回収・リサイクルは緊急に対応すべき課題の一つとなっている。本研究では、Cd 含有汚泥、シュレッダーダストならびに石綿含有廃棄物を無害化するとともに、これらの廃棄物に含まれる有価成分を回収することを目的として、非鉄金属製錬技術を活用した資源循環高温プロセスの開発ならびにその高温プロセス管理に不可欠な溶融スラグの基礎物性の評価に関する検討を行なっている。本論文はこれらの成果をまとめたもので、得られた結果は以下のとおりである。

１．乾式亜鉛製錬プロセスにおいて Cd ならびに Zn を含有する廃棄物を処理する場合、原料中の Cd が Zn とともに揮発し、凝縮させた溶融亜鉛中に Cd が混入する。この Cd の混入を抑制するために、焼結工程において Cd を揮発・分離させる技術について検討している。その結果、焼結鉱に CaO を添加し、SiO_2 の安定な化合物を生成させることによって焼結工程における Cd の揮発率を増加できることを明らかにするとともに、揮発した Cd を効率よく回収するフィルター技術を開発している。これらの成果を利用することによって、亜鉛製錬プロセスの焼結工程において Cd を効率よく分離し、Cd 回収量を増加させることに成功している。

２．ストーカ式焼却炉ならびに流動床式ガス化溶融炉を用いて、シュレッダーダストを処理した際に発生する焼却灰および焼却飛灰から有価金属を回収する技術開発について検討している。その結果、ストーカ式焼却炉を用いて Cu,Zn,Pb を効率よく回収できる操業条件を明らかにしている。さらに、流動床式ガス化溶融炉で処理する際の流動砂の固着、ガラス成分の溶融、Al 成分の溶融付着など、操業上の問題の原因を明らかにするとともに、安定な処理プロセスを維持するための適切な操業条件を見出している。得られた成果を流動床式ガス化溶融炉の操業に適用した結果、長時間の連続運転が達成でき、シュレッダーダストの再資源化プロセスを同溶融炉を用いて工業化している。

３．石綿含有廃棄物を再資源化する溶融処理プロセスにおいて、スラグの流動性が代表的な操業指針のひとつであることに着目し、溶融スラグの流動性測定と熱力学データを利用した相平衡解析を行ない、高温酸化物の液相領域の酸素分圧および温度依存性と溶融スラグの流動性の関係について検討している。その結果、石綿含有廃棄物に対して良好な流動性を有する液相が得られる温度ならびに酸素分圧を明らかにし、相平衡解析結果を利用して溶融スラグの良好な流動性が得られる操業条件を見出している。得られた知見に基づき、石綿含有廃棄物の溶融再資源化プロセスの工業化に成功している。

４．廃棄物溶融炉における溶融スラグの流動性を評価するために、アルカリ酸化物を含む溶融アルミノシリケートスラグの粘度推算手法を提案している。特に、熱力学的データを用いた計算を利用することなく、シリケート融体中の酸素の結合状態を、アルミノシリケート融体の構成成分の濃度と電荷の釣合いから評価するモデルを導入した新規性の高い粘度推算手法を考案している。同手法を利用することによって廃棄物処理プロセスで生成する多成分系溶融スラグの粘度を良好に推算・評価できることを明らかにしている。

５．溶融処理炉に併設して利用できる高温用粘度計の開発のために、溶融スラグの粘度測定方法として落球法に着目し、容器内の上下に配置した電極間を球が通過する時間を電気抵抗の変化によって検出する測定方法の検討を行なっている。同手法によって融液の粘度を測定できることを明らかにするとともに、ホウ酸ソーダ融体を用いて高温粘度測定を実施し、同方法が高温の融体にも適用できることを見出している。

以上のように、本論文は非鉄金属製錬技術を利用して各種産業廃棄物を無害化するとともに、これらの廃棄物に含まれる有価資源を回収するための高温プロセス技術の開発について新たな知見を多数含んでおり、材料工学の発展に

寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。