

審査の結果の要旨

氏名 伊藤 亮嗣

本論文は「焼却主灰リサイクルのための有害物除去および金属回収」と題し、埋立処分への負担が大きい焼却主灰を対象に、主灰中の有害物を除去する技術および主灰中の有価金属を回収する技術を提案し、主灰のリサイクルを可能とするに至った一連の研究開発をまとめたもので、6章からなる。

第1章「序論」では、研究の背景として一般廃棄物、産業廃棄物の処理状況および埋立処分場の現状をまとめ、焼却主灰のリサイクルの必要性を説明した後、現在行われている焼却灰リサイクルの長所・短所について述べている。一般廃棄物最終処分場の残余年数は全国平均で14.8年分(2005年)、産業廃棄物最終処分場の残余年数は6.1年分(2003年)と非常に逼迫した状況にあり、埋立処分量の低減は急務となっている。焼却主灰は、埋立処分への負担が非常に大きいため、現在、熔融スラグ化、エコセメント原料化などにより徐々にリサイクルが広まってきている。しかし、処理コストが高いことやリサイクル品の用途の少なさがネックとなり、あまり普及が進んでいないのが現状である。本研究では、この課題を解決するため、経済的な方法により塩素、クロム、チタン等の有害物を除去し、普通セメントの原料とすること、また、銅、亜鉛等の有価金属を回収し、製錬原料とすることを試みている。

第2章「洗浄による塩素除去」では、主灰を普通セメントの原料としてリサイクルする上で最も問題となる塩素を対象とし、洗浄により焼却主灰中の塩素濃度を0.1%以下まで低減する手法を提案する。代表的な難溶性塩化物であるフリーデル塩を分解するためには、炭酸ガスのバブリングによる洗浄が有効であるが、本研究ではマイクロバブルを吹込むことで、非常に短時間で塩素低減効果を発揮し、処理効率が向上することを示している。フリーデル塩以外の難溶性塩化物の分解に対しては、酸洗浄が最も有効であり、pHを3以下まで低下させて洗浄することで塩素濃度を0.1%以下に低減できることが明らかになった。酸洗浄においては、有害重金属が溶出するという問題があるため、酸洗浄後に中性域まで中和してから固液分離することにより、洗浄残渣中の塩素を0.1%以下まで低減し、なおかつ、ろ液中の重金属を排水基準以下にすることができ、実用化する上で非常に有効な処理法を示している。

第3章「浮遊選別による重金属（銅、亜鉛）の回収」では、焼却主灰を製錬原料としてリサイクルするために、自動車シュレッダーダストの焼却主灰中の銅、亜鉛を浮遊選別（浮選）により浮上産物に濃縮する手法を提案する。実験により、浮選の最適粒度、および硫化剤添加量、捕収剤添加量、pHに関する最適条件が示されており、その条件により、銅、亜鉛濃度は2～3倍に向上し、回収率としては40～50%となることが示された。

第4章「磁力選別によるチタン、クロム、鉄化合物の分離」では、主灰をセメント原料化する際に除去すべき成分であるクロムとチタンについて、除去および回収を試みている。ここでは、廃棄物の新しい分離方法として、湿式磁力選別における液体の磁化率を適切に調整することで、焼却主灰中のチタンおよびクロム化合物を非磁着物として回収するという手法を提案する。試薬を用いた基礎試験では、チタンと鉄の混合物およびクロムと鉄の混合物の分離において、それぞれチタン、クロム化合物の磁着率が極小となる条件を適用することで、チタンあるいはクロム化合物を非磁着物として効率的に回収することができることが明確になった。基礎試験で得られた条件を産業廃棄物焼却主灰に適用することで、磁力選別を行った結果、回収率約60%でチタン濃縮産物が得られたが、チタン濃縮効果は大きいとは言えず、実際の焼却主灰への適用については今後更なる検討が必要であることが示されている。

第5章「各種処理技術の評価」では、本研究の成果を実際の焼却主灰リサイクルに適用する際に、焼却主灰の性状に応じて、最適な処理方法を選択するためのフローチャートを提案している。このフローチャートを用いることで、実際に処理すべき焼却主灰に対して、適切な処理方法の組み合わせと処理後のリサイクル先が明確になった。さらに、各種処理方法のランニングコスト、スケールアップするための課題をまとめており、実用化する上での有用な情報を提供している。洗浄による塩素除去、浮選による重金属回収については経済的にも有効な手法であることが示された。

第6章は、本論文の結論である。

本研究の成果は、焼却主灰をリサイクルするために有害物除去および金属回収を考える上で、重要な指針を示すものであり、今後、リサイクルの必要性がますます高まる中で、本研究で取り扱った処理方法は、廃棄物リサイクル技術の発展に対し多大な貢献をしたと考えられる。

よって本論文は、博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。