

氏 名	ファン 黄	イン 瑛
学位の種類	博 士 (工 学)	
学位記番号	工 博 第 2315 号	
学位授与の日付	平成 15 年 9 月 24 日	
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当	
研究科・専攻	工 学 研 究 科 環 境 工 学 専 攻	
学位論文題目	Removal of Organohalogen Compounds from Municipal Solid Waste Incineration Fly Ash by Column Flotation (カラム浮選による都市ごみ焼却飛灰中有機ハロゲン化合物の分離除去に関する研究)	
論文調査委員	(主 査) 教 授 武 田 信 生 教 授 高 月 紘 教 授 津 野 洋	

論 文 内 容 の 要 旨

都市ごみ焼却飛灰には、低沸点重金属類や有機ハロゲン化合物であるダイオキシン類、PCBsなどの有害物質が濃縮されており、その最終処分における環境への悪影響が危惧されている。

本論文は、エネルギー消費量が少なく低コスト化が期待できるカラム浮選技術を飛灰処理に適用し、都市ごみ焼却飛灰中の有機ハロゲン化合物を分離除去する技術を確認したものである。すなわち、有機ハロゲン化合物と未燃炭素の浮選除去過程における物理化学的影響要因を実験的に検討し、そのメカニズムを解明することにより有機ハロゲン化合物と未燃炭素の最適な浮選除去条件を明らかにした。本論文は6章から構成される。

第1章は序論である。日本では都市ごみ焼却によって、年間120万トンという膨大な焼却飛灰が発生している。従来、この飛灰について熱的分解処理や化学的・熱的安定化処理が行われているが、エネルギー消費量が大きいことや、長期安定性に難点がある。本章では、これらの背景を述べるとともに、カラム浮選技術を適用する意義とその概要、本研究の目的および本論文の構成について記述した。

第2章では、都市ごみ焼却飛灰からの有機ハロゲン化合物の浮選分離除去に関する基礎的知見を得るため、飛灰の特性を検討した。浮選特性は粒子径に大きく依存するため、飛灰を分画し、粒径別重量分布ならびに未燃炭素および有機ハロゲン化合物の粒径別分布を調査した。また、飛灰粒子、特に未燃炭素粒子の表面特性が重要であるため、飛灰表面特性を走査型電子顕微鏡—エネルギー分散型X線元素分析 (SEM-EDX) により観察した。

第3章では、未燃炭素と有機ハロゲン化合物の浮選除去過程における基本的な物理化学的影響要因を検討した。実験室ベースでの浮選装置を作成し、浮選時間、スラリー濃度などの基本浮選条件を決定した。ガス流量、異なる飛灰粒径、pH、浮選捕集剤濃度が未燃炭素と有機ハロゲン化合物の除去に及ぼす影響を調べ、浮選の物理化学理論との整合性について検証した。また、浮選捕集剤、pH調製剤が未燃炭素の界面化学的性質を変え、未燃炭素と有機ハロゲン化合物の除去率へ影響を及ぼすことを示した。新鮮な飛灰に対して最適な浮選条件下での飛灰中のCBzs、PCBsの除去特性を明らかにした。

第4章では、捕集補助剤 (界面活性剤) を使用した浮選による焼却飛灰中の有機ハロゲン化合物除去に関する研究を行った。新鮮な焼却飛灰の場合、未燃炭素は高率で浮選除去できるが、保存時間が長くなると、未燃炭素の除去率が下がることを明らかにした。これは飛灰の保存時間が長くなるにつれ、飛灰中の未燃炭素の表面に酸化基が増加したことによる。未燃炭素および有機ハロゲン化合物の除去率を向上させるため、捕集補助剤 (界面活性剤) を添加した実験により捕集補助剤の親水親油バランス (HLB値)、捕集剤中の濃度およびスラリー中の濃度が未燃炭素と有機ハロゲン化合物除去に及ぼす影響を検討した。そして、その影響原理を界面化学メカニズムにより明らかにした。

第5章では、カラム浮選における気泡発生部を変化させて実験を行い、浮選モデルを修正し、異なる多孔板による浮選のガスホールドアップについて簡単なシミュレーションを行った。これはまた、浮選装置のスケールアップに有用である。さらに、浮選過程の頻度 (多段階浮選) が未燃炭素除去に及ぼす影響を検討した。最後に、最適な浮選条件におけるダイオキ

シン類、PCBsの除去、および重金属の移行特性を明らかにした。

第6章は結論であり、本論文で得られた成果について要約し、今後の展望を述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、エネルギー消費量が少なく低コスト化が期待できるカラム浮選技術を都市ごみ焼却飛灰の処理に適用し、焼却飛灰中の有機ハロゲン化合物を分離除去することを検討したものであって、得られた主な成果は以下のとおりである。

1. 重金属などの無機元素、未燃炭素および有機塩素化合物の濃度、粒径別分布、ならびに飛灰表面特性を分析調査し、都市ごみ焼却飛灰から有機塩素化合物を浮選分離除去するための基礎的知見を得た。
2. 浮選実験装置を作成し、未燃炭素と有機塩素化合物の浮選除去過程における基本的な物理化学的影響要因を検討し、浮選の物理化学理論と整合性について検証した。次に、捕集補助剤を使用した実験により、捕集補助剤の親水親油バランス（HLB値）、捕集剤中濃度およびスラリー中濃度が未燃炭素と有機塩素化合物除去に及ぼす影響を検討し、その原理を界面化学メカニズムにより明らかにした。
3. 浮選装置の気泡発生部（多孔板）を変化させて実験を行い、多孔板散布表面積が気泡粒径および未燃炭素除去に与える影響を検討した。さらに、従来からの浮選モデルを改良修正した。
4. 得られた最適な浮選条件におけるダイオキシン類（PCDDs, PCDFs, Co-PCBs）、PCBsの除去および重金属の移動特性を明らかにした。

以上要するに、本論文は、都市ごみ焼却飛灰中の有機ハロゲン化合物の浮選による除去過程を明らかにし、省エネルギー・低コストの飛灰浮選処理技術を開発したものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は、博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成15年7月30日、論文内容とそれに関連した試問を行った結果、合格と認めた。