

廃自動車・廃家電のシュレッダーダストのリサイクル技術開発 (第2報)

平良秀春、宮城雄二、花城可英

廃自動車（使用済み自動車）及び廃家電のシュレッダーダストを固形燃料化して製鋼所において熱利用することを目的に、利用障害となる銅及び塩化ビニルの静電分離による除去を検討した。銅及び塩化ビニルの除去については印加電圧、ドラム回転数、粒径、デバイダー位置等の因子について検討を行い、銅及び塩化ビニルの分離装置それぞれの最適条件を確立した。また、シュレッダーダストを減容固化し固形燃料としたものを製鋼所の電炉において熱利用試験を行ったところ、温度上昇等の熱効率の向上が確認された。その際のエネルギー効果は約450kWh/チャージであった。

1 はじめに

2004年に施行される自動車リサイクル法に向け、使用済み自動車のリサイクル技術の開発が近年注目をあびている¹⁾。自動車リサイクル法が施行される背景として、使用済み自動車をシュレッダー処理する際に発生するシュレッダーダストの処分費が全国的に高騰してきたため、従来の社会システムでは適正な処理を行うことに支障をきたす可能性が出てきたことが一因であり、使用済み自動車のリサイクルにおいてシュレッダーダストのリサイクルによる減量化は急務である。一方、シュレッダーダストの減容固化技術に関する研究開発は沖縄県内において実際に取り組みが行われている。この減容固化したシュレッダーダストを製鋼用電気炉等の助燃剤として利用することができれば、既存インフラを利用したシュレッダーダストのリサイクルシステムを構築することができる。しかし、シュレッダーダスト中に含まれる銅は製鋼において品質低下の原因となるため、製鋼においては品質管理において厳しく管理されている。さらに塩化ビニルは環境面から取り除くことが好ましいとされている。これらの問題を解決するために昨年度から静電分離技術を用いた銅及び塩化ビニルの除去を行うパイロットプラントにより分離技術の開発を行っており、本年度は分離条件の詳細な検討を行った。また、減容固化したシュレッダーダストの固形燃料の利用についても検討を行った。

2 実験方法

2-1 銅静電分離装置

シュレッダーダスト中の銅の分離は（株）ゲーマグ製の銅静電分離装置（ZSS-25150CU）を用いた。その概要を図1に示す。また、銅の分離試験におけるデバイダー位置の条件を図2に示す。デバイダー位置は回転ドラムの負電極側の端から垂直におろした位置を基準とし、そ

こから25cm毎に正負方向に位置を設定した。

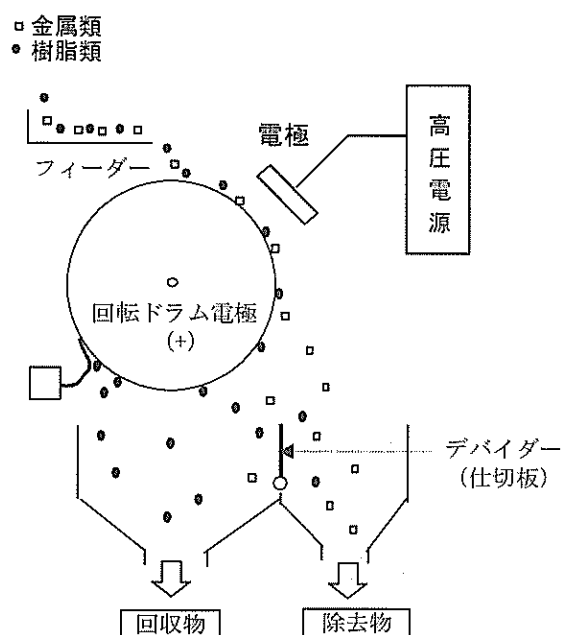


図1 銅静電分離装置の概要

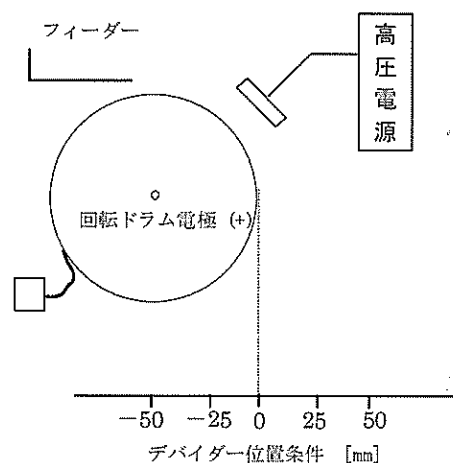


図2 銅分離試験におけるデバイダー位置

2-2 塩化ビニル静電分離装置

シュレッダーダスト中の塩化ビニルの分離は(株)デーマグ製の塩化ビニル静電分離装置(ZSS-25150PV)を用いた。その概要を図3に示す。また、分離試験におけるデバイダー位置の条件を図4に示す。

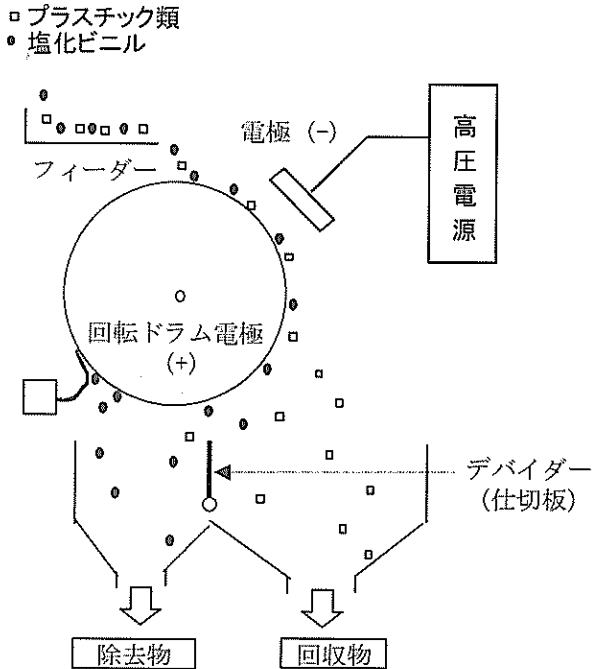


図3 塩化ビニル静電分離装置の概要

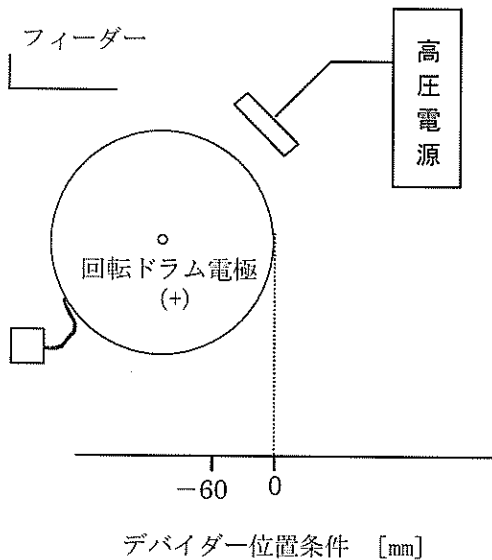


図4 塩化ビニル分離試験におけるデバイダー位置

2-3 使用試料

分離試験に使用した試料はシュレッダーダストを破碎・選別等の工程において処理を行うシステムにおける比重分離工程から得られる軽量分を用いた。図5にシュレ

ッターダストの破碎・選別工程の概略を示す。

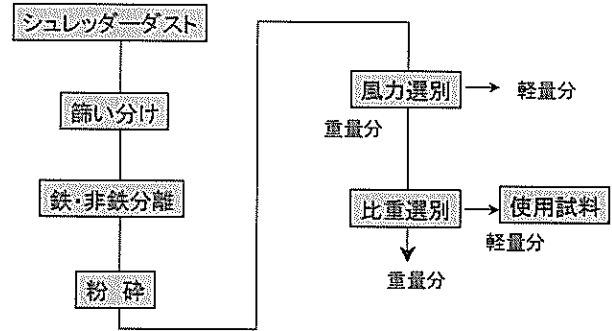


図5 破碎・選別工程の概略

2-4 固形燃料利用試験

シュレッダーダスト等を銅静電分離装置及び塩化ビニル静電分離装置により処理をし、減容固化した固化物について、製鋼所電炉における固形燃料としての利用の検討を行った。投入量は電炉投入鉄屑に対し約2%とした。電炉では約1,500℃以上まで電気等により加温し、鉄屑を熔解させる。その際の熱源としての検討を行った。

3 結果及び考察

3-1 銅分離試験

静電分離の分離に関する因子は比較的多いが、特に粒径、印加電圧及び回転ドラムの回転数が大きな影響を与えると考えられる。そこで、これらの因子について検討を行った。

3-1-1 スクリーン孔径と印加電圧の影響

粒径は使用試料を一軸粉碎機により破碎をする際、粉碎機出口のスクリーンの孔径(以後粉碎孔径と称す)を変えることで10mm、5mm及び3mmに調整した。印加電圧は30kV、33kV、36kV及び40kVと変化させて分離試験を行った。その結果を図6に示す。

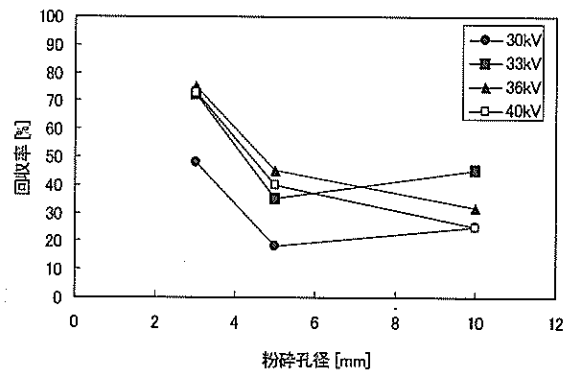


図6 印加電圧及び粉碎孔径と回収率の関係 (回収率 回収物の銅含有率1%以下)

ここで回収率は回収物の銅含有率が 1%以下になるデバイダー位置条件の回収物全体の回収率を指している(以下の全ての回収率に適応する)。図より、印加電圧が最も低い 30kV は他の条件と比較して低い値となっているが、33kV、36kV 及び 40kV においてはその回収率に大きな違いはみられなかった。一方、実験において印加電圧が高くなるに従い、回収物の総量は多くなっていた。従って、33kV から印加電圧を変化させても回収率が向上しない原因として、回収物に混入する銅の量が増加していることが考えられる。これらの結果より、印加電圧の最適条件は約 33kV であると考えられる。粒径の影響については粉碎孔径 10mm ~ 5mm の範囲において高印加電圧の条件により若干の回収率の向上が見られるが、基本的に大きな変化はなかった。しかし、粉碎孔径 3mm においては急激な回収率の向上が全ての印加電圧の条件において見られた。これにより、粉碎孔径は 3mm 程度が適しており、5mm 以上の粉碎孔径では分離能が低いことが解る。

3-1-2 回転数の影響

印加電圧を 36kV に固定し、10mm、5mm 及び 3mm の粉碎孔径で粉碎した試料について回転数を 5rpm、15rpm 及び 30rpm と変化させて分離試験を行った。その結果を図 7 に示す。

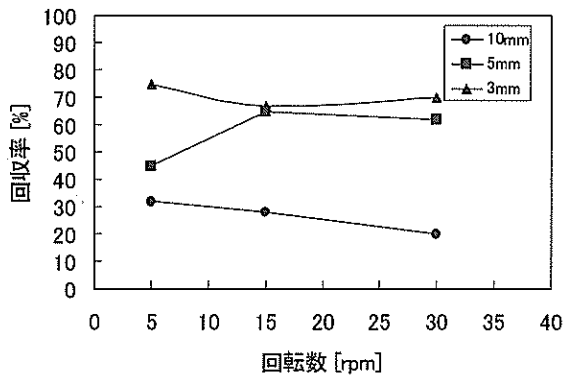


図 7 回転数及び粉碎孔径と回収率の関係

回転数を上昇させた際に粉碎孔径 10mm 及び 3mm においては若干の回収率の低下が見られたが、大きな変化はなかった。粉碎孔径 5mm においては回転数を 5rpm から 15rpm に上げる際に回収率が約 20%上昇した。

また、粉碎粒径については回転数 5rpm においては各孔径において差が見られ、粉碎孔径が小さくなるに従って、回収率が上昇している。しかし、15rpm 以上においては粉碎孔径 5mm と 3mm の回収率に差が無くなっている。使用試料の最大径は約 12mm であり、その試料を 5mm 又は 3mm 以下に粉碎する際のエネルギーは大

きく異なる。そのエネルギー差を Kick の式²⁾により推定すると、3mm の粉碎エネルギーは 5mm の粉碎エネルギーの約 1.5 倍であった。一般に廃棄物の選別システムにおいては粉碎におけるエネルギー消費が非常に大きいといわれているため、本研究においても粉碎エネルギーをより小さくする取り組みが必要である。従って、回転数は 15rpm、粉碎孔径は 5mm を最適条件とした。

3-1-3 分離物の粒度分布

次に銅分離試験における分離物の粒度分布について調べた。図 8 に粉碎孔径 5mm における銅分離試験の結果を示す。また、図 9 に粉碎孔径 5mm で粉碎を行った際の粒度分布を示す。

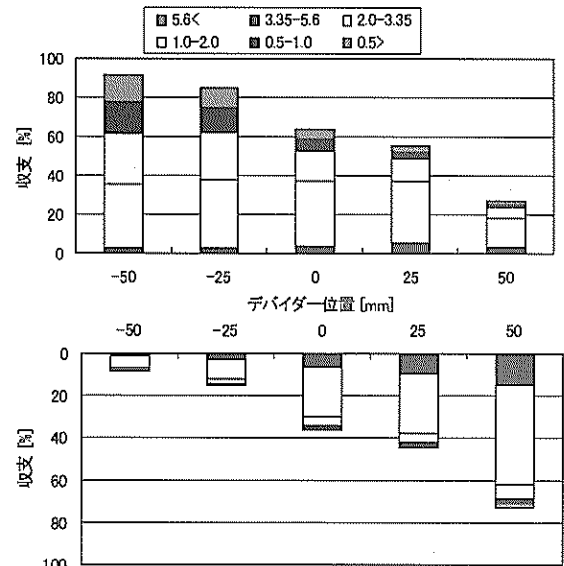


図 8 分離物の粒度分布変化 (5mm)

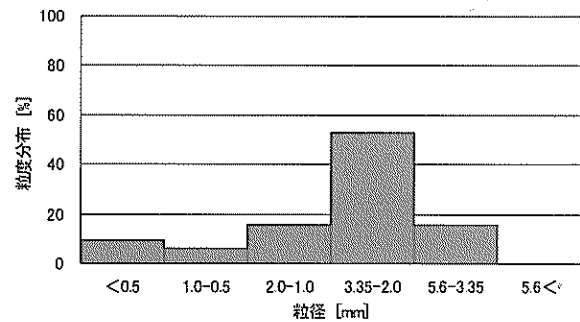


図 9 粉碎物の粒度分布 (5mm)

図によると 5mm の粉碎孔径により、粉碎を行った試料は 2.0 ~ 3.35mm の範囲に最も高い分布を示すものであった。この粉碎物を銅静電分離装置にかけると分布の内の 2.0 以下の微細なものは主に回収物側に移行し、3.35mm 以上の粒径は主に除去物側に移行した。これは回収物側が回転ドラムに付着した状態のものを回収する

ため、粒径の大きいものは付着できずに除去物側に移行したと考えられる。これは、粉碎孔径を小さくし、より小さい粒径にすることで分離能が向上する現象を支持している。

3-2 塩化ビニル分離試験

塩化ビニル分離試験はデバイダー位置を -60mm とし、最も塩化ビニルを除去するデバイダー条件に固定して試験を行った。試験は銅分離試験と同様に粉碎孔径 10mm、5mm 及び 3mm の試料を用い、印加電圧を 31kV、35kV 及び 39kV と変化させて検討を行った。図 10 にその結果を示す。

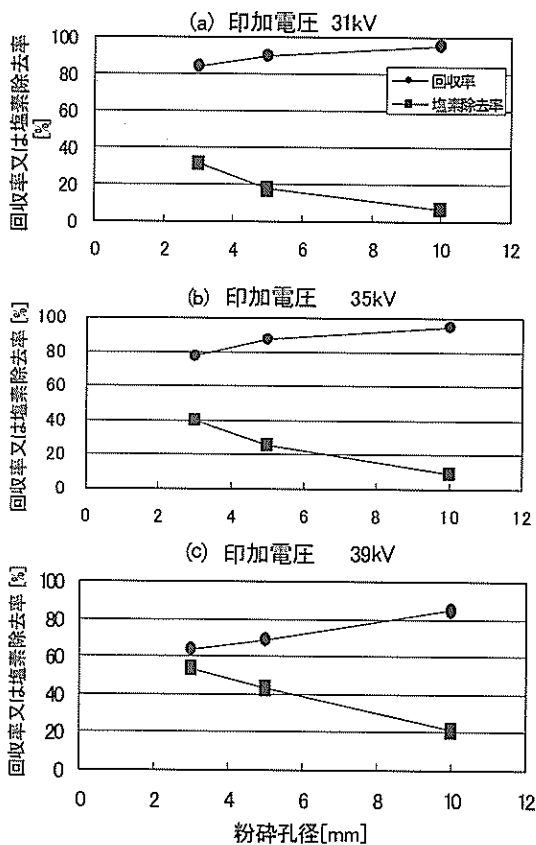


図 10 印加電圧と塩化ビニル分離能の関係

図によると印加電圧が大きくなるに従い、塩素除去率が向上している。一方、回収率は印加電圧 33kV 及び 35kV において大きな変化は見られないが、39kV では回収率の低下が見られる。また、39kV 以上の印加電圧ではさらに回収率の低下がおり、実用に耐えなかった。これは高い印加電圧をかけることにより、プラスチックの帯電特性により、正に帯電していた樹脂も部分的に負に帯電し、回転ドラムに付着する現象が起こっていると思われる。また、42kV においてはサンプリング方法との関係で数値には表れなかったが、放電が頻繁に起こっ

ているのが実験の際に音により確認された。放電の直後は瞬値として分離能が悪化していると思われる。また、放電は安全面でも問題があるため、42kV 程度の高印加電圧は避けるべきであり、印加電圧は実用が可能な 39kV が適していると考えられる。

3-3 固形燃料利用試験

試験は固形燃料を投入した系と投入しない系について熱効率としてどの程度寄与しているかを検討した。図 11 にその試験結果を示す。

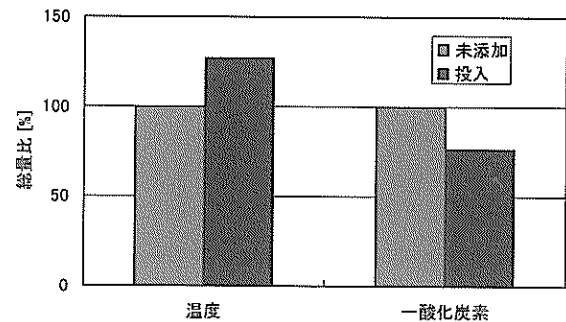


図 11 固形燃料利用試験の結果

図において総量比は各系において計測された数値の累積値を基に固形燃料未投入系を 100 とした際の投入系の値である。これによると、温度において約 25% の向上、一酸化炭素において約 25% の低減がみられ、固形燃料を投入することにより、熱効率が向上することが確認された。その効果をエネルギー効率として試算したところ約 450kWh / チャージの効果であった。

4 まとめ

銅及び塩化ビニルについて分離試験を行った。また、シュレッダーダストの固形燃料の利用試験を行った。その結果として下記のことが解った。

- (1) 銅静電分離において最適条件は印加電圧 33kV、回転数 15rpm、粉碎孔径 5mm 以下であった。
- (2) 塩化ビニル分離における最適条件は印加電圧が 39kV、粉碎粒径が 5mm 以下の条件であった。
- (3) 製鋼所電炉においてシュレッダーダスト固形燃料の利用は有効であった。そのエネルギー効果は 1 チャージ当たり 450kWh であった。

参考文献

- 1) シュレッダーダスト処理・リサイクルの技術開発動向 (株) エムティーエス (1997)
- 2) 改訂六版 化学工学便覧 化学工学会 (1999)

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターにご連絡ください。