

課題名：【3RF-1901】使用済みワイヤーハーネスから高品位の銅および被覆樹脂を回収する高効率湿式ボールミル剥離法の開発

実施期間：2019～2021 年度

研究代表者：熊谷 将吾

所属：東北大学

重点課題 主：【重点課題 ⑨】 3R を推進する技術・社会システムの構築

副：【重点課題 ⑩】 廃棄物の適正処理と処理施設の長寿命化・機能化向上に資する研究・技術開発

本研究のキーワード：ワイヤーハーネス、リサイクル、塩化ビニル、銅線、湿式剥離法、プラスチック-金属剥離技術、溶媒膨潤

■研究の背景と目的

自動車や家電機器に使用されるワイヤーハーネス (WH) は、主に塩化ビニル樹脂 (塩ビ) により銅線が被覆された直径 1 mm 程度の細線で構成され、WH の国内廃棄量は銅換算で約 2.5 万トン/年となっています。既存の送電線用の剥線処理やナゲット処理技術は、細線に適合しない、または国内処理コストに見合ったリサイクルが難しく、塩ビ被覆材および銅線の双方をリサイクル可能な品位で回収するための、塩ビ被覆材および銅線の高度な剥離技術の開発が課題となっています。

■研究の内容

本研究開発では、有機溶媒による塩ビ被覆材の膨潤 (化学的アプローチ) およびボールまたはロッドミルによる被覆材剥離 (物理的アプローチ) を融合したハイブリッド手法「湿式剥離法」を開発し、使用済み WH 細線から高度に塩ビ被覆材および銅線を回収することに成功しました。更に、本手法をラボスケールからベンチスケールへとスケールアップすることにも成功しています。

■研究成果及び環境政策等への貢献

最長 150 cm の使用済み WH 細線に対して、ベンチスケールリアクターを用いて、塩ビ被覆材の剥離率および回収率 100%、伸銅相当品位の銅線回収率 100%、フタル酸エステル可塑剤の回収率 100%、を達成しました。一例として、20 cm の WH 細線を *n*-butyl acetate により膨潤させ、膨潤した細線をロッドミルにより剥離して得られた塩ビ被覆材および銅線の写真を図 1 に示します。塩ビ被覆材・銅線共にある程度の大きさを保ったまま剥離できしており、塩ビ被覆材と銅線の分離も容易です。本研究開発では、小型ミルからベンチスケールリアクターへスケールアップしたことで、WH 処理量を最大 20 倍まで増加することに成功しています。



図 1 剥離試験後の銅線
および塩ビ被覆材の写真

WH を構成する、銅、炭化水素、および塩素のほぼ全量が輸入資源であり、製品化までに要するエネルギー (銅精錬、ナフサ蒸留、塩水電気分解、塩ビ合成) は莫大です。しかし、使用済み WH の約 9 割は長期に渡り中国に輸出され、投資したエネルギーや資源は海外に流出していました。本開発手法は、銅線と被覆樹脂を細かく粉砕しないため選別も容易となり、銅線および塩ビ被覆材双方の材料価値を高められると期待しています。特に、これまで十分に有効利用されてこなかった被覆樹脂の材料価値が高まることで、被覆樹脂のリサイクルが実現することに期待しています。

本開発手法は、電線、非鉄金属、リサイクル、自動車産業等における新しい環境・資源戦略技術として WH 廃線リサイクルを可能とすることが期待され、SDGs 目標 9 及び 12 の達成にも貢献する技術と考えています。また、塩ビ被覆材のリサイクルが可能となれば、プラスチックリサイクルの促進にも貢献すると期待しています。