

**【3RF-1701】塩ビ被覆銅線から銅および塩ビを高度に回収する新規塩ビ剥離技術の開発
(2017～2018 6,586 千円)**

研究代表者 熊谷 将吾 (東北大学)

1. 研究実施体制

(1) 塩ビ被覆銅線から銅および塩ビを高度に回収する新規塩ビ剥離技術の開発 (東北大学)

2. 研究開発目的

本研究は、細線からの高純度銅回収に加え、塩ビの材料価値向上と塩ビリサイクルの多様なニーズに応えるため二つの新しい剥離技術を開発し、その学理も明らかにする。一つ目は、塩ビから可塑剤を抽出することで塩ビ被覆を脆化させ、ボールミルにより物理衝撃を加え塩ビ被覆を剥離する手法である。本手法は、塩ビ、可塑剤、銅線をそれぞれ分離回収可能とする。二つ目は、水/疎水性混合溶媒により塩ビ被覆を膨潤させ、攪拌の遠心力により銅線と塩ビ被覆を剥離する手法である。可塑剤は塩ビに留めたまま剥離可能であるため、可塑剤を含む塩ビおよび銅線の分離回収を可能とする。両手法ともに、細線の前処理は数cmスケールへの粗裁断のみとし、銅回収率100%および伸銅品相当の銅純度を到達目標とする。さらに、塩ビ被覆材は、剥離率100%かつ銅線の混入が無い状態で回収し、再生塩ビ材料としての品質を確保することを目標とする。

3. 本研究により得られた主な成果

(1) 科学的意義

本研究は、基本的な手法である「抽出」と「膨潤」を、難処理性の細線リサイクルに初めて応用し、高品位の銅および塩ビ被覆材の同時回収を実現した。また、その成果を科学的 (学術的) 意義のあるものとするため、その学理を化学的な視点から追及した。

抽出は、高分子材料中の添加剤分析における基本的な手法である。本研究は、可塑剤を抽出することで塩ビが脆化する物性変化に着目した初の研究であった。可塑剤抽出挙動に及ぼす被覆樹脂、可塑剤、および抽出溶媒の関係を溶解度パラメーターと関連付けて評価し、さらに可塑剤抽出による被覆材のモルフォロジー・物性変化と被覆材の剥離挙動を関連付けて検討したことで、学術的重要性や新規性が認められた (Xu et al, RSC Advances, 8, 6893 (2018))。廃棄物処理・リサイクル技術としての新規性やインパクトも評価され、Waste Management 誌にも本成果が掲載された (Xu et al, Waste Management, 82, 220 (2019))。

膨潤も、ポリマーにおける一般的な現象である。しかし、膨潤を利用して塩ビ被覆と銅線の間に空隙を形成し遠心力で塩ビと銅を剥離する発想は、本研究の独創的な点であった。特に、水/疎水性混合溶媒により膨潤と可塑剤溶出をコントロールし、塩ビ中に

可塑剤を留めたまま膨潤・剥離を実現した点は、世界初の成果として高く評価された (Xu et al, Waste Management, 82, 220 (2019))。種々有機溶媒による被覆材の膨潤率をそれらの溶解度パラメーターと関連付けて検討し、被覆材の種々有機溶媒に対する膨潤や溶解挙動も明らかにしたことは、関連する学問・技術分野にとっても意義のある取り組みであった。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

<行政が活用することが見込まれる成果>

本研究は、処理困難な使用済み WH 由来の細線リサイクルが技術的に可能であることを実証した。本手法により、使用済み WH から伸銅相当品を直接回収し、塩ビ被覆材に材料価値を付与することができれば、行き場を失った国内滞留する使用済み WH の国内リサイクルを加速する。結果、国産資源確保および天然資源消費抑制に貢献する。事実、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）は莫大である。また、ナゲット屑由来の塩ビ被覆材には銅線が混入するため材料利用が難しかったが、本研究は塩ビ被覆材と銅線を高度に分離することを可能とし、塩ビ被覆材の材料リサイクルの可能性を見出した。これは、未有効利用プラスチックを最大限減らしてリサイクルを加速するプラスチック資源循環戦略の方針とも良く合致する。さらに、SDGs 目標「12 つくる責任つかう責任」、特にターゲット「12.5 2030 年までに、廃棄物の発生防止、削減、再生利用及び再利用により、廃棄物の発生を大幅に削減する」に貢献する。

また、本研究成果は、主に非鉄金属、金属・プラスチックリサイクル、自動車、および家電産業における環境・資源戦略技術として活用されることが期待される。また、本技術が確立すれば、動脈および静脈の両産業が参画した新しい資源循環が生まれ、環境産業が活発化することが予想される。これは、SDGs ターゲット「9.4 2030 年までに、資源利用効率の向上とクリーン技術及び環境に配慮した技術・産業プロセスの導入拡大を通じたインフラ改良や産業改善により、持続可能性を向上させる。全ての国々は各国の能力に応じた取組を行う」の推進に貢献する。

4. 委員の指摘及び提言概要

目的と方法が明快で、廃家電や廃自動車のワイヤーハーネス (WH) のリサイクルの課題と解決策を提示しており、期待以上の成果を挙げたと評価できる。また、単にハードの問題に止まらず、本技術が必要に至る背景をリサイクルや中国との関係、国内の労務費のレベルなど広い視点からとらえているところが良い。1センチの予備裁断はハード

ルが高いが、さらに改善して、企業とタイアップし、実用化を目指して欲しい。今後の環境政策に対する展開を期待している。

5. 評点

総合評点：A