

令和6年11月1日

報道機関 各位

## 低コスト溶剤を用いたマグネシウム合金製廃ハンドルの水平リサイクル化技術の開発

### ■ ポイント

・自動車のハンドルはマグネシウム合金の芯金とウレタンで構成されているが、リサイクルする場合にはこれらを低エネルギーで除去する必要がある。今回、安価な溶剤を用いることにより、容易に剥離できることが確認された。これにより、従来は産業廃棄物としてスクラップ処理されていたハンドルの水平リサイクル<sup>※1</sup>化の可能性が見えてきた。

### ■ 概要

富山大学学術研究部都市デザイン学系の附田之欣 講師は、埼玉県産業技術総合センター (SAITEC) の栗原英紀主任研究員と共同で、これまでリサイクルが困難であったマグネシウム合金製廃ハンドルに関して、低コスト溶剤を用いた水平リサイクル化の可能性を見出しました。実施に当たっては、日本マテリアル株式会社と株式会社日本製鋼所の協力を得て行われました。

本研究成果は、「金属と樹脂組成物との複合材からの金属の回収方法」と題して 2024 年 10 月 1 日（火）（日本時間）に富山大学と SAITEC により共同特許出願されました。

### ■ 研究の背景

現在、軽量化による操作性の改善と衝撃吸収によるドライバーの安全性確保のために、ハンドルの芯金は鉄製のセンターボスをインサートにした高延性マグネシウム合金である AM 系合金 (AM50A、あるいは AM60B) <sup>※2</sup> を高圧鋳造法により成形します。最終的には、このマグネシウム合金製芯金をインサートしてポリウレタンを成形、皮革を縫製することでハンドル完成品となります (図 1)。

SDGs の観点から工程内不具合品や廃車のリサイクルを考慮するとウレタン剥離が必須となりますが、ウレタンは耐酸性・耐アルカリ性・自己接着性という特性を有し、さらに図 2 に示される凹形状によりマグネシウム合金リサイクル溶解前ウレタン除去の障害となっています。また、燃焼により有害ガス (シアンガス・塩化水素ガス・一酸化炭素・二酸化炭素) を発生することが知られており、リサイクルをより困難としています。さらに、残留ウレタンは溶湯中での炭化によりマグネシウム合金に対する強力な腐食源として作用するため、耐食性も重要視するハンドルへの水平リサイクルが行われていません。

### ■ 研究の内容・成果

出発材料は、ダイカストで製造された AM 系合金製の最終工程で検査不適合となったハンドル芯金であり、部品メーカーよりリサイクルメーカーに送られ、以下の処理を行いました。

まず、型プレスにより鉄製センターボスを抜き、中央部付近に埋め込まれている銅端子を除去し、縫製された皮革が付いたまま二軸破碎機により機械的に破碎して皮革を除去しました。次に、ウレタンが付着した状態のまま新規に開発した剥離剤とともにポリバケツに入れ、ドラフトチャンバー<sup>※3</sup>内で3日間放置しました。その後、膨潤したウレタンを剥離し（図3）、溶剤を十分に乾燥させました。ウレタン剥離素材をSUS430 坩堝で溶解し、切削用インゴットを作製してチッピングを行いました。その後、磁力選鉱により鉄系不純物の除去と発生した微粉を分級して除去しました。

水平リサイクル性に関しては、高圧鋳造法であるチクソモールドイング(THIXOMOLDING<sup>®</sup>)<sup>※4</sup>により成形した平板の機械的性質と耐食性から評価しました。また、比較のために、バージンのAM系合金チップを用いて同様の条件で平板を成形しました（図4）。機械的性質は、室温における引張試験の0.2%耐力、引張り強さ、破断伸びで評価しました。耐食性は、24h塩水噴霧後のレイティングナンバー<sup>※5</sup>と、腐食生成物を洗浄除去した後の重量減を露出表面積と試験時間で除することで算出した腐食速度からそれぞれ評価しました。その結果、リサイクルされた材料はバージン材と同等の特性を示すことが判明し、リサイクルの可能性が示唆されました。



図1 ハンドル外観



図2 Mg製ハンドル断面模式図



図3 ウレタン剥離後の溶解前素材



図4 溶解後原料を用いて成形した試験片

## ■今後の展開

低コストのハンドル粗粉碎方法の考案、各種振動手法の併用による剥離時間短縮、溶剤の繰り返し使用可能回数の把握、剥離ウレタンの有効活用、コスト試算などを計画しています。

なお、本成果の一部は、11月10日に群馬大学で開催される軽金属学会 第147回秋期大会で「有機溶媒によりウレタン剥離したAM系マグネシウム合金製ステアリングホイール芯金のチクソモールディング（THIXOMOLDING®）による水平リサイクル検討」と題して報告します。

### 【用語解説】

#### ※1) 水平リサイクル

使用済みの製品を原料として、同じ製品を新たに製造するリサイクル方法です。リサイクル前後で用途を変えないため、リサイクルした製品の品質を維持しながら、新たな資源の消費やCO<sub>2</sub>排出量を抑えることができます。

#### ※2) AM系合金（AM50A、あるいはAM60B）

MgにAlとMnを添加した合金で、靱性が高く自動車部品の中でもエネルギー吸収が必要な部位に使用されます（AM50A:Mg-5%Al-0.2%Mn、AM60B:Mg-6%Al-0.2%Mn）。

#### ※3) ドラフトチャンバー

化学実験などで有害な気体が発生するときや、揮発性の有害物質を取り扱うとき、もしくは有害微生物を扱うときに安全のために用いる局所排気装置の1種です。

#### ※4) チクソモールディング（THIXOMOLDING®）

半熔融状態（チクソトロピー）のマグネシウム合金を射出成形できるというプロセスです。ペレット状にしたマグネシウム合金チップをシリンダー内で加熱し、大気に触れることなくそのまま金型内に射出成形するものです。THIXOMOLDING®は株式会社日本製鋼所の商標です。

#### ※5) レイティングナンバー

腐食面積と有効面積との割合によって腐食の程度を示す評点で、10（腐食なし）～0（全面腐食）に区分されています。

#### 【本発表資料のお問い合わせ先】

富山大学学術研究部都市デザイン学系 講師 附田之欣

TEL : 076-445-6804 Email : [tsukeda@sus.u-toyama.ac.jp](mailto:tsukeda@sus.u-toyama.ac.jp)

富山大学学術研究部都市デザイン学系 教授 会田哲夫

TEL : 076-445-6793 Email : [aida@sus.u-toyama.ac.jp](mailto:aida@sus.u-toyama.ac.jp)