

平成 21 年度次世代循環型社会形成推進技術基盤整備事業補助金  
技術開発報告書 (概要版)

事業名 : マグネシウムスクラップからのアップグレード型素形材の直接再生技術の  
実用化開発 (J 2 1 0 4)

分野名 : 廃棄物リサイクル技術

事業者名 : 株式会社栗本鐵工所

補助金交付額 : 20,179,000円

## 1. 技術開発者名

### 1-1 代表技術開発者 (照会先)

- ・住所 大阪市住之江区柴谷 2-8-45
- ・所属名・職名 株式会社栗本鐵工所 住吉工場 機械事業部  
マグネシウム合金プロジェクト プロジェクトマネージャー
- ・氏名 金子貫太郎
- ・電話番号 06-6686-3227
- ・E-mail k\_kaneko@kurimoto.co.jp

### 1-2 共同技術開発者

- ・住所 大阪府茨木市美穂ヶ丘 11 番 1 号
- ・所属名・職名 大阪大学 接合科学研究所 複合化機構学分野 教授
- ・氏名 近藤勝義
- ・電話番号 06-6879-4369
- ・E-mail kondoh@jwri.osaka-u.ac.jp

## 2. 技術開発の目的と開発内容

### 2-1 目的

マグネシウム合金 (以後, Mg 合金とする) は実用金属において最軽量・優れた比強度等の利点が評価されて, 自動車部品, 携帯電話・ノート PC 等の電子・家電製品筐体などに使用されるが, 素材歩留りが低く, 大量のスクラップが発生する. その多くは溶解工程を経て原料として再利用されるが, エネルギーの大量消費・温暖化ガスの排出等の問題があり, Mg 合金素材の価格上昇を招き, スクラップを用いた再生素材での商品開発の阻害要因となる. 本研究では, これらの課題に対して, 当社と大阪大学が共同開発した Mg 合金高強度化・高耐衝撃化技術と粉体ビレット製造技術を基に, 本事業で開発するスクラップからの異物除去技術と, 中型粉体ビレット金型により, 屋内保管された付着異物の少ない押出端材等の工場内スクラップを新塊材以上の品質に再生するとともに, 市場が求める高耐衝撃化・高強度化の Mg 合金押出材を創製するアップグレード型固相再生プロセスに関する実用化技術を確立する.

## 2-2 開発内容

### 2-2-1 異物除去技術の開発

既設 RCP 設備に本研究で設計した乾式磁力選別装置と既設集塵機を利用した風力選別装置を組み込んで、スクラップの処理中に混入する異物を除去する技術を確立した。

### 2-2-2 中型粉体ビレット用金型の設計開発

粉体ビレットの長ささと直径の比(L/D)が1.5以上で実用サイズに近い直径7インチの中型粉体ビレット金型を設計・開発して、中型粉体ビレットの作製技術を確立した。

### 2-2-3 アップグレード型固相再生プロセスの構築

スクラップから、新塊押出材より耐衝撃性が高い Mg 合金または引張強度が向上した Mg 合金の再生押出材を作製するアップグレード型固相再生プロセス(図-1)を構築した。

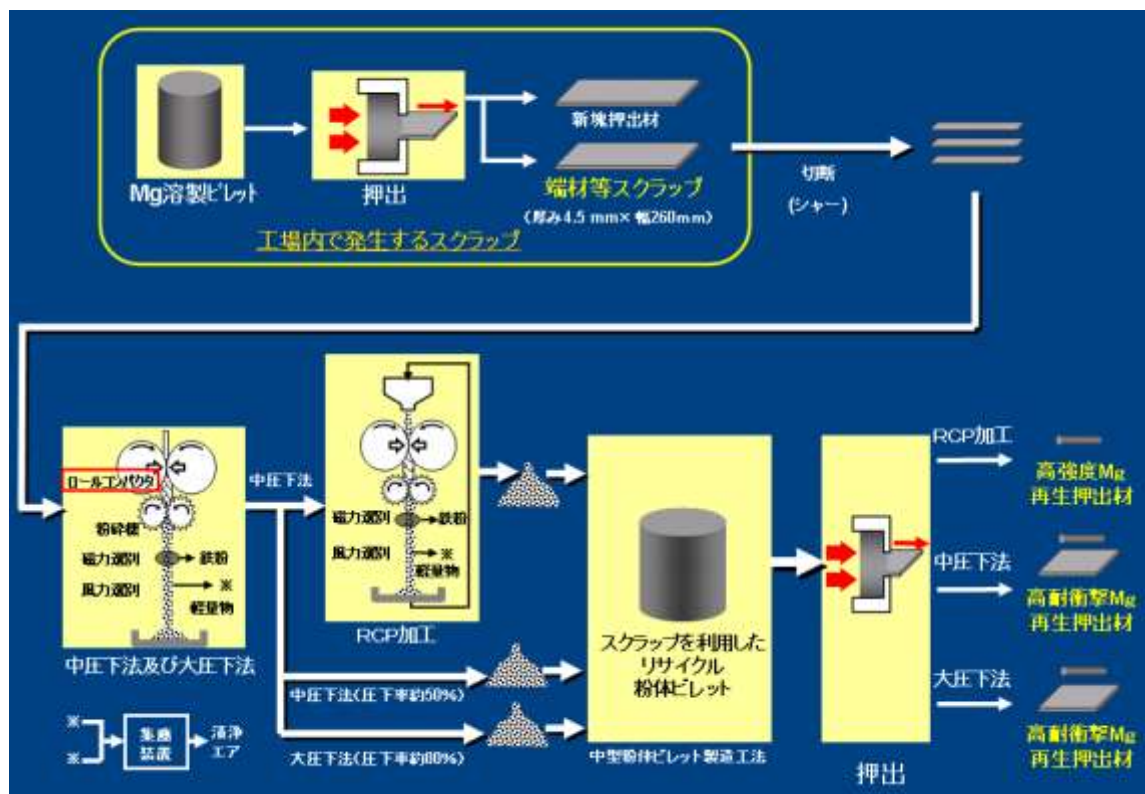


図-1 アップグレード型固相再生プロセス

### 2-2-4 本固相再生プロセスの有効性・実用性の評価

Mg合金(AZ31)押出材の端材等のスクラップ(寸法:厚み4.5mm×巾255mm×長さ約1m,数量:約400枚)を評価用スクラップとして、開発した固相再生プロセスの有効性・実用性を評価した。その際、長期保管されたスクラップの表面酸化状況を模擬するために、スクラップの表面に水を吹き掛けた後に、屋内で7日間保管したものを使用した。

上述のスクラップ原料に本開発の固相再生プロセスを1~3回適用し、再生押出材を作製し、再生押出材の化学組成分析(目的:異物除去技術の有効性確認)、酸素含有量分析(目的:表面酸化程度の確認)、マイクロ組織観察(目的:品質等の確認)、引張試験とシャルピー衝撃試験(目的:機械的特性の確認)、圧延および深絞り試験(目的:PC管体製作可能性の確認)などの諸試験を行った。また、本技術の環境負荷低減効果についても試算した。これらの試験結果を基に、最適再生プロセスおよび品質管理項目・留意事項を提案した。

### 3. 技術開発の成果

Mg 合金原料スクラップに固相再生プロセスを適用した再生押出材の化学成分は表-1 に示す。同表から、開発した異物除去技術は期初目標を満足する性能が示された。

新塊押出材と再生押出材の酸素含有量測定結果を表-2 に示す。中圧下法および大圧下法はリサイクル回数の増加とともに酸素量が増えた。中圧下および RCP (50 回) の再生押出材は、中圧下法後 RCP 加工 (40 回) の結果より酸素含有量はさらに増加する。

中圧下材と大圧下材 (1 回リサイクル) は図-2 に示すとおり、引張強度と耐力は新塊押出材とほぼ同じであったが、シャルピー吸収エネルギーは 100% 向上し、目標である新塊押出材の吸収エネルギーの 2 倍を達成した。また、中圧下法と RCP 工法 (50 回) で加工した 1 回リサイクルの再生押出丸棒の引張強度は図-3 に示すとおりに、新塊押出材より 24%、0.2% 耐力は 43% 向上した。特に、0.2% 耐力は目標である新塊押出材の 1.3 倍以上を達成することができた。

表-1 磁力選別装置で除去した Mg 合金再生粉末の押出材の化学成分分析結果

	Al	Zn	Mn	Fe	Si	Cu	Ni	Ca
新塊押出材	3.00	1.17	0.41	0.003	0.01	0.01	0.002	0.01
中1材	3.11	1.10	0.35	0.001	0.01	0.01	0.002	0.01
大1材	3.14	1.15	0.36	0.001	0.01	0.01	0.002	0.01
中2材	3.17	1.13	0.35	0.001	0.01	0.01	0.002	0.01
大2材	3.15	1.12	0.36	0.001	0.01	0.01	0.002	0.01
中3材	3.04	1.13	0.35	0.001	0.01	0.01	0.002	0.01
大3材	3.14	1.12	0.36	0.001	0.01	0.01	0.002	0.01
(中圧下+RCP40パス)	3.10	1.01	0.36	0.001	0.01	0.01	0.001	0.01
JIS H 4204 2005 MS1B (AZ31B) 規格値	2.4 ~ 3.6	0.50 ~ 1.5	0.15 ~ 1.0	0.005 以下	0.10 以下	0.05 以下	0.005 以下	0.04 以下

表-2 再生押出材の酸素含有量測定結果 (ppm)

	新塊 押出材	中1材	大1材	中2材	大2材	中3材	大3材	(中圧下+ RCP40パス)
O <sub>2</sub>	35	250	200	330	390	500	550	3000

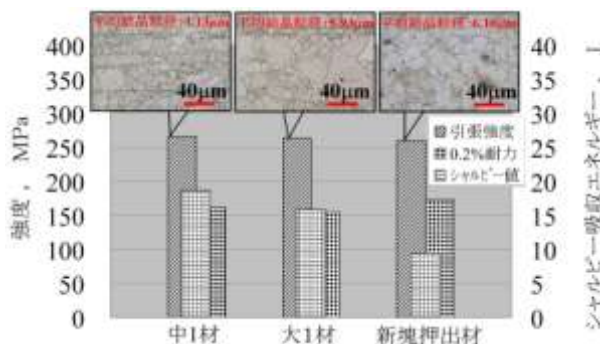


図-2 高耐衝撃性再生押出材の機械的特性

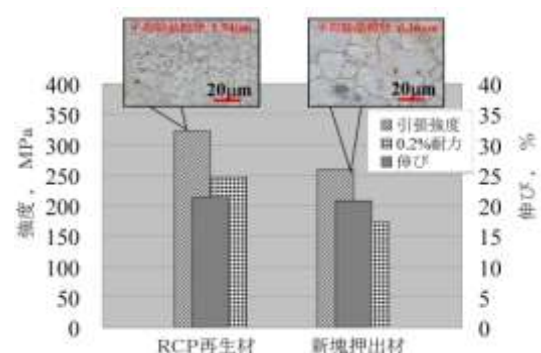


図-3 高強度再生押出材の機械的特性

試験機により圧延・深絞り加工できたのは、写真-1 のとおり 1 回リサイクルの中圧板材 (以後「中 1 板材」) であった。新塊押出材用の条件を適用した実機では、圧延・深絞り時に亀裂が生じた。

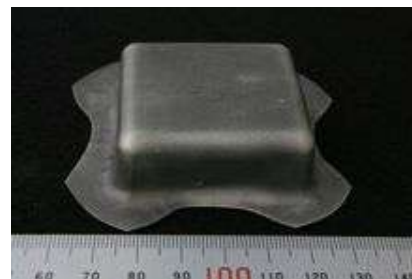


写真-1 実験機による再生材の圧延・深絞り

## 4. まとめ

### 4-1 目標値との比較

	目的・目標	成 果	評価
1)	中型粉体ビレット作製技術の開発と大型化への展開	中型ビレット作製技術を確立し、大型ビレット作製にも対応可能である。	○
2)	異物除去技術の開発	鉄分などの異物の除去技術を確立した。	○
3)	高耐衝撃性：新塊押出材の2倍以上	中圧下法で1リサイクルの丸棒押出材の衝撃吸収エネルギーが新塊押出材の2倍となった。	○
4)	高強度化：新塊押出材より30%以上増加	中圧下法とRCP工法(50回)による再生押出材の0.2%耐力が新塊押出材より43%上昇した。	○
5)	深絞り特性	実験機レベルでは筐体作製の可能性が見えたが、酸化の為、深絞り加工が難しくなる傾向があり、実機における最適条件の確認が今後の課題である。	△
6)	温暖化ガスを使用しないプロセスの確立	本開発プロセスではSF <sub>6</sub> などの温暖化ガスは使用しない。	○
7)	粉体ビレット再生時の消費エネルギー：再溶解工程の50%	粉体ビレット作製時の熱エネルギーが予想以上に高くなったため中圧下工法では再溶解工程の99%となった。	△
8)	最適リサイクルプロセスの提案と品質管理	① 最適リサイクルプロセスを確立。再生押出材の深絞り特性を改善する余地がある。 ② 品質管理・方法：スクラップの屋内保管と異物付着防止、プロセス全体の熱履歴リアルタイム管理、硬度測定による再生押出材特性の準リアルタイム管理	△

### 4-2 今後の課題

本研究においてつぎの課題がある。

- 1) 押出端材等のスクラップの屋内保管日数と表面酸化程度の相関性確認
- 2) 再生時のスクラップと新塊材との最適混合比率の確認
- 3) 再生押出材と新塊押出材の耐食性比較調査
- 4) プロセス全体に関わる省エネとコストダウン
- 5) 統計学を用いた品質管理手法の構築

### 4-3 本開発技術の有効性

本研究で開発した技術は次の成果によりその有効性が確認されており、今後、実用化への展開を図って行く。

- (1) 新塊押出材より高耐衝撃性・高強度化した再生押出材を作製することができる。
- (2) Mg合金種類を問わず各種のMg合金のスクラップに本プロセスが適用でき、広範囲の製造分野で発生するMg合金廃材の再生が可能。
- (3) 実機に対応した押出用粉体ビレットの製造技術を構築できた。

英語概要 下記内容を含めて英語での概要を記入すること。

Project: Development for practical use of direct renewal technology to change magnesium alloys scraps into upgrade materials

Contact:

Name Kantaro Kaneko

Title Project Manager

Affiliation Mg Project, Machinery System Consolidated Division, Kurimoto, Ltd

Address 8-45,Shibatani 2-Chome Suminoe-ku,Osaka,559-0021 Japan

Phone +81-6-6686-3227

E-mail k\_kaneko@kurimoto.co.jp

Co-researcher :

Name Katsuyoshi Kondoh

Title Professor

Affiliation Joining and Welding Research Institute, Osaka University

Address 11-1, Mihogaoka, Ibaraki, Osaka, 567-0047, Japan

Phone +81-6-6879-4369

E-mail kondoh@jwri.osaka-u.ac.jp

Summary :

Mg alloys have been applied to the parts of automobiles, the case of note-type PC and so on, because of their advantages of light weight and superior specific strength. However, they also have following problems during the manufacturing of products, such as low yield rate of materials, large amount of scrap and emission of greenhouse gas in recycle by re-melting. In the present research, an upgrade solid type renewal processes has been developed, and the technology for its practical use has been established, by which the above problems can be resolved and the scrap can be changed to Mg alloys with high impact toughness or high tensile strength.

- Key Word: magnesium alloy, recycle, high strength, high impact toughness