

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年6月18日現在

機関番号：53203

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22560743

研究課題名（和文） マグネシウム合金廃棄物の気相リサイクルプロセスの研究

研究課題名（英文） Gas Recycling Process of Magnesium Alloy Scrap

研究代表者

井上 誠（INOUE MAKOTO）

富山高等専門学校・機械システム工学科・教授

研究者番号：30232557

研究成果の概要（和文）：真空蒸留法によるマグネシウム合金の気相リサイクルは、原料温度 600℃、回収温度 310～350℃、保持時間 2～5h で検討し、今回の回収温度範囲では明確な差はなかった。真空蒸留法で得られた気相リサイクル材のまま、押出加工の押出温度 350～400℃、押出比 R8～16 の製造条件の検討を行い、押出温度が低いほど、あるいは押出比が大きいほど押出荷重は大きくなった。マグネシウム気相リサイクル押出材の硬さ、強度は、原料 Mg-Al-Zn 合金の方が、原料 Mg-Al-Mn 合金に比べ、硬く、強度も大きくなり、耐食性は良好で、押出温度の影響は明確な差はなかった。

研究成果の概要（英文）：

Gas recycling of the magnesium alloy by the vacuum distillation examined in distillation time 2-5h for raw materials temperature 600℃, condense temperature 310-350℃, and there was not the clear difference in this condense temperature range. The extrusion load grew big so that I examined the production condition of extrusion temperature 350-400℃ of the extrusion, extrusion ratio R8-16 as gas recycling materials provided in vacuum distillation, and extrusion temperature was low or so that the extrusion ratio was big. Raw materials Mg-Al-Zn alloy was harder than raw materials Mg-Al-Mn alloy, and the hardness of magnesium gas recycling extrusions, the strength came to have a big strength. The corrosion resistance was good, and the influence of the extrusion temperature did not have the clear difference.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	3,400,000	1,020,000	4,420,000
2011年度	100,000	30,000	130,000
2012年度	200,000	60,000	260,000
年度			
年度			
総計	3,700,000	1,110,000	4,810,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：材料工学・金属生産工学

キーワード：リサイクル、マグネシウム、真空蒸留法、押出加工

1. 研究開始当初の背景

(1) マグネシウム合金廃棄物のリサイクルの近年の報告例は、固相リサイクルとも呼ばれる押出加工等の塑性加工による方法が多いが、気相法の真空蒸留法を組み合わせた報告例は、本研究室以外はない。

(2) マグネシウム廃棄物のリサイクルは、延性が高く、耐食性に優れたリサイクル材を回収することが重要で、不純物量の少ない高純度マグネシウムとして回収することが必要である。

(3) 国内外において、本研究室以外に、マグネシウム廃棄物から高純度マグネシウムへのリサイクルの系統的な検討は行われていないのが現状である。

(4) Mg-Al-Zn 系合金では、高純度 Mg-Zn 合金に回収でき、実用上、Zn が含まれることにより、Mg のみより機械的特性が大幅に向上する。

2. 研究の目的

(1) 真空蒸留法による気相法のマグネシウム合金のリサイクル条件を明らかにする。また、得られた気相リサイクル材のまま塑性加工を行う製造条件も明らかにする。

(2) マグネシウム気相リサイクル材の特性を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 原料は主として市販の Mg-Al-Mn 合金および Mg-Al-Zn 合金の地金を用いた。

(2) 真空蒸留法によるマグネシウム合金の気相リサイクルは、試作した真空蒸留装置を用い、油回転真空ポンプで真空排気後、原料温度 600℃、回収温度および保持時間を変え検討した。

(3) 気相リサイクルによる回収部は押出ビレットとして回収するため、直径 50mm となるように回収部を作製した。

(4) 気相リサイクルで得られた高純度マグネシウムおよび Mg-Zn 合金を溶解せずに、本校が所有する横型押出機を用い、蒸留したままの直径 50mm の凝縮物を押出ビレットとし、押出温度、押出比（加工度）を変え、熱間で押出加工を行い、押出材の適切な押出条件を検討した。

(5) 得られたマグネシウム気相リサイクル材の機械的特性は、マイクロ組織、硬さ、引張特性で評価した。また、引張試験後の破断面をデジタルマイクロスコップ、走査型電子顕微鏡で観察した。

(6) 得られたマグネシウム気相リサイクル材の耐食性は、NaCl 水溶液を用い、浸せき試験で検討した。

4. 研究成果

(1) 真空蒸留法によるマグネシウム合金の気相リサイクル

① 真空蒸留装置を用い、原料温度 600℃、回収温度 310～350℃、保持時間 2～5h で検討し、得られた気相リサイクル材の化学組成は、今回の回収温度範囲では明確な差はなかったが、Mg-Al-Mn 合金であれば、純度 99.999%弱の高純度マグネシウムが得られ、Mg-Al-Zn 合金であれば、高純度 Mg-Zn 合金が得られる。

② 真空蒸留法で得られた気相リサイクル材のまま、押出加工の押出温度 350～400℃、押出比 R8～16 の製造条件の検討を行い、押出温度が低いほど、あるいは押出比が大きいくほど押出荷重は大きくなった。

③ 得られた押出比の異なる気相リサイクル押出材の外観を表面粗さで検討し、押出比

が大きい方が表面粗さは小さくなる傾向があった。

(2) マグネシウム気相リサイクル材の特性

① マグネシウム気相リサイクル押出材のミクロ組織について、押出温度および押出比において、明確な差はなかった。

② マグネシウム気相リサイクル押出材の硬さは、原料 Mg-Al-Zn 合金の方が、原料 Mg-Al-Mn 合金に比べ、硬くなった。図 1 に気相リサイクル押出材の硬さを示す。Zn が 0.3% 含有することにより、10HV 程度大きくなった。

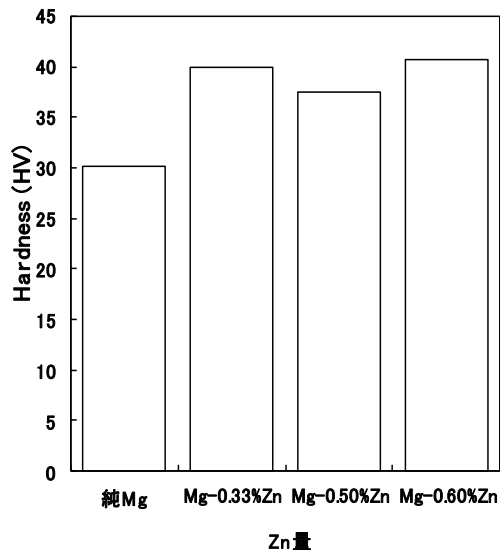


図 1 気相リサイクル押出材の硬さ

③ マグネシウム気相リサイクル押出材の耐食性は良好で、押出温度の影響は明確な差はなかった。

(3) 研究成果の位置づけとインパクト

① 市販のマグネシウム合金を原料に、マグネシウム合金の気相リサイクルの検討を行い、分別があまりされていないマグネシウム廃棄物でも高純度なマグネシウムとして回収することが可能で、高耐食性なマグネシウムとして使用できることが確認できた。

② マグネシウム合金の気相リサイクルは、高純度なマグネシウムとして回収できることから、延性が高く、溶解鑄造しなくても、加工度の高い塑性加工を行うことにより、板材や棒材へ加工することが可能であることが確認できた。

(4) 今後の展望

① 今回、板幅 30mm のそれほど広くない押出材で特性を評価したが、マグネシウムの機械的特性には異方性があるので、圧延等により板幅 70mm 以上の広幅な板材の作製の検討が必要である。

② マグネシウムは、実用上、もっとも軽量な金属材料で、輸送用材料として使用するだけで、燃費の向上につながり、CO₂の抑制にも効果的な材料であるが、新地金の作製に比較的大量の CO₂が排出されている。リサイクル材を使用することにより、新地金の約 4%に減らすことができ、さらにマグネシウムの特性を活用することが期待される。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

① 井上 誠、マグネシウム合金リサイクル技術、機械の研究、63 巻、2011、pp. 181-186

[学会発表] (計 5 件)

① 井上 誠、Mg-Al-Zn 合金の気相リサイクル材の特性、資源・素材学会、2012 年 9 月 12 日、秋田大学手形キャンパス

② 井上 誠、High-Purity Gas Recycling of Mg-Al-Mn Alloy、International Union of Material Research Societies - International Conference in Asia 2012、2012 年 8 月 26-31 日、釜山展示・コンベンションセンター(韓国)

③ 井上 誠、Mg-Al-Zn 合金の気相リサイクル、資源・素材学会、2011 年 9 月 29 日、大阪府立大学中百舌鳥キャンパス

④ 井上 誠、Mg-Al-Ca 合金の気相リサイクル、軽金属学会、2010 年 11 月 14 日、長

- 岡技術科学大学
- ⑤ 井上 誠、マグネシウム合金のリサイクル、資源・素材学会、2010年9月15日、九州大学伊都キャンパス

6. 研究組織

(1) 研究代表者

井上 誠 (INOUE MAKOTO)

富山高等専門学校・機械システム工学科・教授

研究者番号：30232557