

氏名 大河内 均

### 主論文審査の要旨

本論文は、単ロール式液体急冷法を基礎とした工業的に安全な急速凝固(以下 RS と記す)マグネシウム合金材作製装置および製造プロセス技術、さらに押出固化成形技術の開発ならびに開発した装置において作製した RS 材および押出固化成形材の特性を明らかにした研究である。さらに  $Mg_{97}Zn_1Y_2$  合金を基礎とした強度と耐食性を併せ持つ新規高性能マグネシウム合金の開発を行い、確立した作製技術ならびに押出固化成形技術を適用し、さらにその材料特性をも明らかにした研究である。

本論文は次の 7 章から構成されている。

第 1 章では、マグネシウム合金への期待と金属材料として現在の使用状況および構造材料への実用化のために存在する問題点から本研究の背景を延べ、目的を記述している。

第 2 章では  $Mg_{97}Zn_1Y_2$  合金の高純度化溶解プロセスについて述べている。特に  $Mg_{97}Zn_1Y_2$  合金の耐食性に多大な影響を及ぼす Fe, Ni, Cu 不純物値をそれぞれ 50ppm 以下、20ppm 以下、300ppm 以下に抑制することを目標とした。高周波真空溶解炉、抵抗加熱炉で予備試験後、アルゴンガス雰囲気中でガス加熱炉を使用して 50kg から 100kg の工業的なスケールにおける溶解を実施し、その作製技術を確立している。

第 3 章では、開発した大型の急速凝固(以下 RS と記す)マグネシウム合金作製装置およびクロードプロセッシングシステムについて記述している。そしてその安全性やコスト評価、保管方法についても述べている。まず JIS Z 8818 : 2002 に基づいた爆発下限粉塵濃度測定によって、RS  $Mg_{97}Zn_1Y_2$  合金材が非常に取り扱いの安全性の高い材料であることを明らかにしている。さらに RS  $Mg_{97}Zn_1Y_2$  合金の表面腐食生成物層を AES および ESCA により観察し、それらが  $Mg(OH)_2$  の存在によるものであることを明らかにし、ドライエア処理が有効な保管方法であることを見出しいる。

第 4 章では、開発した大型 RS マグネシウム合金作製装置における RS  $Mg_{97}Zn_1Y_2$  合金材の作製技術開発について述べている。まず  $Mg_{97}Zn_1Y_2$  合金溶湯の粘度や濡れ性などの基本特性を調査し、液滴分裂のモデルが Weber の解析式に適用できることを明らかにしている。さらに RS  $Mg_{97}Zn_1Y_2$  合金材の作製に関わる溶湯流量やロールとノズルの距離やロール周速等の作製条件とアスペクト比やピッカース硬度、厚み等との相関を明らかにし、最適な製造条件を示している。また作製された RS  $Mg_{97}Zn_1Y_2$  合金材の厚みから、開発装置における冷却速度が  $1 \times 10^5 K/sec$  以上となり、高圧不活性ガスアトマイズより高い冷却速度を実現していることを明らかにしている。

第 5 章では、第 4 章で得られた RS  $Mg_{97}Zn_1Y_2$  合金薄片およびリボンを原料とした押出固化成形材の機械的強度特性の調査による最適な押出固化成形加工条件について述べている。工業的なスケールで作製した RS  $Mg_{97}Zn_1Y_2$  合金を、確立した押出温度、押出速度、押出比そしてダイス角度の条件で丸棒押出固化成形した RS P/M  $Mg_{97}Zn_1Y_2$  合金は、500MPa 以上の引張降伏強度、11%以上の伸びを示している。また 673K で 200ton ホットプレスしたビレットを平板押出固化成形した RS P/M  $Mg_{97}Zn_1Y_2$  合金は、異方性のない 500MPa 近い引張強度を示すことを確認している。

第6章では、 $Mg_{97}Zn_1Y_2$ 合金を基本組成に第四元素としてAlを添加した新規の耐食性と強度を併せ持つ  $Mg_{96.7}Zn_{0.85}Y_2Al_{0.45}$ 合金を開発し、第4章ならびに第5章で確立した技術を適用してRS  $Mg_{96.7}Zn_{0.85}Y_2Al_{0.45}$ 合金材ならびに押出固化成形材を作製し、その材料特性について述べている。第4章で得た作製条件でのRS  $Mg_{96.7}Zn_{0.85}Y_2Al_{0.45}$ 合金の特性調査において、平板押出固化成形したRS P/M  $Mg_{96.7}Zn_{0.85}Y_2Al_{0.45}$ 合金は、L方向およびT方向ともに500MPa以上の引張降伏強度と11%以上の伸びを示している。RS P/M  $Mg_{96.7}Zn_{0.85}Y_2Al_{0.45}$ 合金は、RS P/M  $Mg_{97}Zn_1Y_2$ 合金以上の高強度、高延性を示し、異方性もないことから実部品形状への異形押出加工の適性も認められている。96時間までの塩水噴霧試験の実施からRS P/M  $Mg_{96.7}Zn_{0.85}Y_2Al_{0.45}$ 合金の耐食性は、腐食速度で超々ジェラルミン7075-T73の2倍以上の高い耐食性を持つことを明らかにしている。

第7章では総括として、本研究をまとめて述べている。

上述のように、本論文は高強度・高延性なRS P/M  $Mg_{97}Zn_1Y_2$ 合金の実用化の目処を立てている。工業的なスケールでの高純度溶解プロセスならびにRS材作製装置とプロセスの開発、そしてそのRS材作製技術ならびに押出固化成形技術を確立している。またそれらの材料特性についても明らかにしている。さらに強度と耐食性を併せ持つ新規なマグネシウム合金にも技術を適用し、開発をなし得ている。

本論文の大意は、欧文学術論文誌に3報に公表済みであり、国内外の学会における発表も多数行っている。よって本審査委員会は本論文が博士(工学)の学位を授与すべき十分な内容を有するものと判断した。

審査委員	複合新領域科学専攻	衝撃エネルギー科学講座担当教授	氏名	河村	能人
審査委員	産業創造工学専攻	マテリアル工学講座担当教授	氏名	安藤	新二
審査委員	産業創造工学専攻	マテリアル工学講座担当教授	氏名	河原	正泰
審査委員	産業創造工学専攻	機械知能システム講座担当教授	氏名	里中	忍
審査委員	複合新領域科学専攻	衝撃エネルギー科学講座担当教授	氏名	真下	茂