

研究成果

<p>テーマ：次世代耐熱Mg合金材料設計開発 サブテーマ：1－2組織制御技術開発 小テーマ：凝固組織制御技術開発</p>
<p>サブテマリーダー（所属、役職、氏名）：河村能人（熊本大学 教授） 研究従事者（所属、役職、氏名）：河村能人（熊本大学 教授）、山崎倫昭（熊本大学 准教授 兼 テクノ産業財団 雇用研究員）、真鍋武志・永広美波（テクノ産業財団 雇用研究員）、中田守（㈱神戸製鋼所）、秋山秀治（ジヤトコ㈱）、井上正士・秋口英憲・池秀治・小園英・安井健悟（不二ライトメタル㈱）</p>
<p>1. 研究の概要、新規性及び目標</p> <p>①研究の概要 LPSO型Mg合金は、塑性加工によって飛躍的に強度が向上するが、更なる強度と延性向上の手段として凝固、熱処理、加工による組織制御が挙げられる。小型及び中型鋳造材を中心に冷却速度により組織制御した。凝固時の組織制御が機械的特性に及ぼす影響を調査することで、凝固組織制御技術開発の設計指針を確立する。微細化材であるZr金属の最適添加量を明らかにする。得られた設計指針は大型材作製のためのテーマ2「次世代耐熱Mg合金製造基盤技術開発」に資する。</p> <p>②研究の独自性・新規性 LPSO型Mg合金鋳造材の冷却速度が機械的特性に及ぼす影響を調査することで、凝固組織制御を実用範囲内で明らかにしようとしており、α-Mg相の微細化とLPSO相の高分散化の効果を調べることに新規性を有する。大型材作製にも適用可能な凝固組織制御技術開発の確立自体に新規性と独自性を有している。凝固組織制御指針を確立することにより、LPSO型Mg合金の組織制御を行うことに新規性を有する。</p> <p>③研究の目標（フェーズ毎に数値目標等をあげ、具体的に）</p> <p>【フェーズⅠ】 小型鋳造材を用いて冷却速度を変化させ、タイプⅠ合金及びタイプⅡ合金の凝固組織を制御することで、作製合金の品質を向上させ、鋳造材または展伸材の高強度化を目指す。</p> <p>【フェーズⅡ】 小型及び中型鋳造材の冷却速度（実用化範囲内）を変化させ、タイプⅠ合金及びタイプⅡ合金鋳造材または展伸材の高強度化を目指す。微細化剤として知られるZr金属添加の効果と添加量の最適化を調査し、最小添加量を明らかにする。 EMSを凝固時に用いることでα-Mg相の微細化とLPSO相の微細化を行うことで、鋳造材または展伸材の高強度化を目指す。</p>
<p>2. 研究の進め方及び進捗状況（目標と対比して）</p> <p>鋳造凝固時の冷却速度を変化させて作製した鋳造材に押出加工を施し、冷却速度が鋳造材及び押出加工材の機械的特性に及ぼす影響を、粒径、デンドライト二次アーム間隔、LPSO相の分散及び結晶方位といった組織因子の観点から調査した。</p> <p>冷却速度とデンドライト二次アーム間隔の関係式、$d_2 = 36.8R^{0.330}$を実験結果より得た。ここでd_2はデンドライト二次アーム間隔(μm)、Rは冷却速度(Ks^{-1})である。関係式を用いることで鋳造材ではあるが組織にばらつきが少ない品質が安定した素材作製が可能となった。</p> <p>鋳造材を押出加工に供すると、二次アーム間隔の減少は押出加工材組織においてLPSO相の高分散化と再結晶領域の増加を引き起こし、特に再結晶領域の拡大は押出材の延性向上に大きく寄与することがわかった（図1）。</p> <p>微細化剤であるZr金属の添加量を従来の1/10に抑止しても鋳造材及び展伸材の高強度化に十分な添加量であるが、同等の効果をEMSにより得ることができ、鋳造材の加工性が向上することがわかった（図2）。</p>

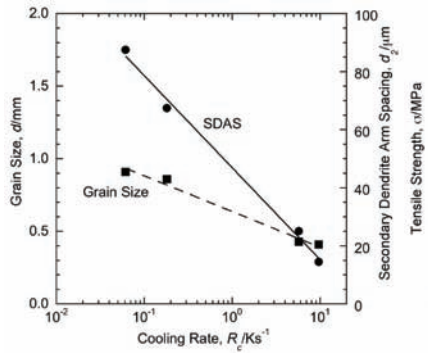


図1 冷却速度と機械的特性

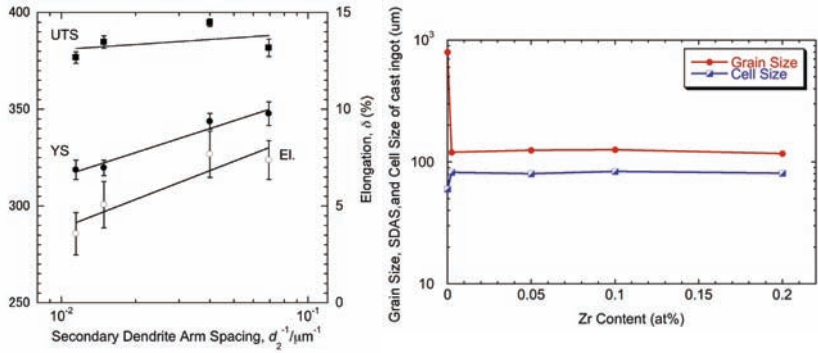


図2 Zr金属添加量と結晶組織の関係

3. 主な成果

具体的な成果内容：

○タイプI合金及びタイプII合金の冷却速度が組織と機械的特性に及ぼす影響を明らかにし、大型材に適用できることを明らかにした。

○微細化剤であるZr金属の添加量を従来の1/10に抑止しても casting材及び展伸材の高強度化に十分な添加量であることを明らかにした。

○タイプI合金において、Zr金属を添加せずともEMSによりα-Mg相を微細化することができ、LPSO相を微細分散することができ、 casting材の加工性を向上できた。

特許件数：0件 論文数：0件 口頭発表件数：0件

4. 研究成果に関する評価

①国内外における水準との対比

小型 casting材により得た冷却速度が機械的特性に及ぼす影響を調査し、デンドライト2次アーム間隔と結晶粒径が強度向上に及ぼす主要因であることを明らかにした。微細化剤であるZrの添加量を従来の1/10にまで低減できることを見出し、凝固組織制御設計指針を確立できた。凝固組織制御技術指針は大型化・量産化に適したものであり、取り組みは突出したものである。

②実用化に向けた波及効果

凝固の観点から高強度LPSO型Mg合金を開発するためにはα-Mg相の微細化、LPSO相の微細分散が重要である。溶湯の冷却速度とデンドライト2次アーム間隔がLPSO型Mg合金の高強度化に及ぼす影響を調査し、凝固組織制御技術設計指針を確立した。小型及び中型 casting材作製時に得た凝固組織制御技術を大型 casting材に適用できることが分かった。

5. 残された課題と対応方針について

凝固組織制御技術設計指針を確立したことで、結晶粒が微細で強度を有する大型 casting材を作製することができた。今後は高強度Mg合金の高品位化・量産の容易化への展開及び生産性向上のための凝固組織制御技術を基に、フェーズIIIでは要素技術開発として連携して行く。

	JST負担分(千円)							地域負担分(千円)							合計
	18年度	19年度	20年度	21年度	22年度	23年度	小計	18年度	19年度	20年度	21年度	22年度	23年度	小計	
人件費	0	3,297	5,404	2,735	2,736	3,671	17,843	0	771	1,020	554	1,002	2,557	5,904	23,747
設備費	0	3,184	600	3,184	2,721	1,344	11,033	0	0	5,885	0	2,702	0	8,587	19,620
その他研究費 (消耗品費、 材料費等)	0	1,362	4,215	3,489	5,505	3,833	18,404	0	7,497	2,997	7,293	12,785	25,804	56,376	74,780
旅費	0	210	118	90	56	55	529	0	92	0	0	0	82	174	703
その他	0	10	237	173	212	275	907	0	0	0	671	613	454	1,738	2,645
小計	0	8,063	10,574	9,671	11,230	9,178	48,716	0	8,360	9,902	8,518	17,102	28,897	72,779	121,495

代表的な設備名と仕様 [既存 (事業開始前) の設備含む]

JST負担による設備：クリープ試験機、断面試料イオン研磨機等、DEFORM、引張試験機、100t デジタル鍛造装置

地域負担による設備：マイクロビッカース硬さ試験機等