

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：熱処理組織制御技術開発</p>
<p>サブテーマリーダー（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）、野田雅史（テクノ産業財団 雇用研究員 後 千葉工業大学 研究員）、北原弘基（熊本大学 助教）、板倉浩二・山田雄一（日産自動車㈱）、中田守（㈱神戸製鋼所）、杉谷洋（㈱アーレスティ熊本）</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と押出材に熱処理を行い、機械的特性を調査することで、熱処理組織制御技術開発の設計指針を確立する。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 熱処理によりLPSO相及びα-Mg相の組織制御を行い、高強度化と高延性化に及ぼすLPSO相の役割を明らかにしようとしている。LPSO型Mg合金そのものに新規性があり、強度・延性・組織を熱処理により組織制御し設計指針を確立することで、高強度大型化材料を開発すること自体に独自性を有している。熱処理組織制御指針を確立すると同時に、Mg合金の飛躍的な加工性向上を可能とする熱処理手法の確立を目指したこと自体に新規性を有する。</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】 タイプⅡ合金において、量産工程で安定した機械的特性を有する展伸材とダイカスト材を作製するため、温度-時間-遷移線図（<i>TTT</i>線図）を作成し、この<i>TTT</i>線図を基に熱処理組織制御された高強度Mg合金加工プロセスを確立する。 タイプⅠ合金では、熱処理後の強度と延性及び組織変化を調査し、強度維持できる試験温度と熱処理温度及び熱処理時間を明らかにする。</p> <p>【フェーズⅡ】 タイプⅠ合金において、高強度丸棒、板材及び圧延材を作製するため、温度-時間-遷移線図（<i>TTT</i>線図）を作成し、熱処理組織制御された高強度Mg合金熱処理プロセスを確立する。 強度と組織を調質することで、タイプⅠ合金及びタイプⅡ合金の熱的安定性を小型及び中型押出材で調査し、加工に資するために適した組織状態を明らかにする。 タイプⅠ合金では、熱処理によりα-Mg相中へLPSO相を微細分散させたときの機械的特性に及ぼす影響を調査する。</p>
<p>2. 研究の進め方及び進捗状況（目標と対比して）</p> <p>タイプⅠ合金及びタイプⅡ合金の<i>TTT</i>線図を作成することにより、熱処理によるLPSO相の析出条件と形状制御を明らかにした。LPSO相はα-Mg相の粒成長を抑止することが分かった。 タイプⅠ合金及び最終組成合金の小型・中型押出材は300℃で1000時間熱処理後も室温及び高温（250℃）で高強度を示し、組織変化がなく熱的安定性に優れていた（図1）。 タイプⅡ合金の<i>TTT</i>線図（図2）より、400℃以上ではLPSO相が析出することが分かり、析出するLPSO相の形態をブロックタイプ、プレートタイプ、積層欠陥タイプに分類した。押出加工前最も有効な合金組織はプレートタイプであることを明らかにできた。 タイプⅠの熱処理から求めた<i>TTT</i>線図より、LPSO相をプレート化することで、圧延加工による薄板材の作製ができ、タイプⅡ合金では高強度中型押出材の作製ができた。</p>

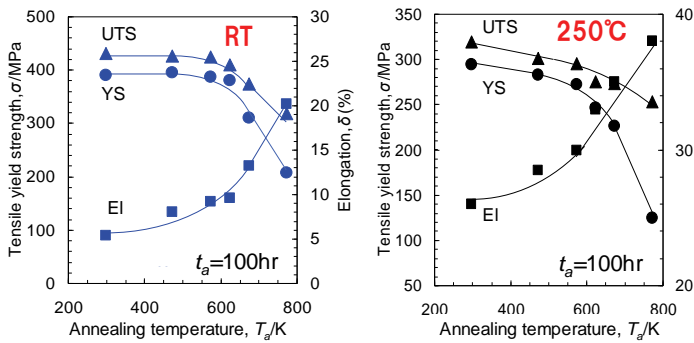


図1 タイプ I 合金熱処理材の室温及び高温引張試験結果

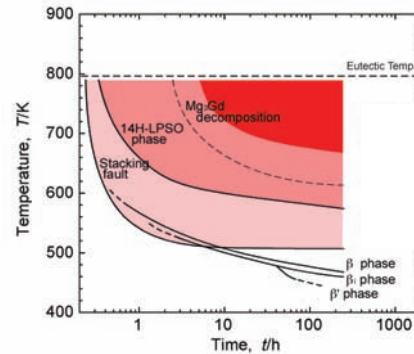


図2 タイプ II 合金の TTT 線図

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合金において、熱処理組織制御による高強度Mg合金及び高延性Mg合金を作製し、TTT線図を作成した。

タイプI合金及びタイプII合金のTTT線図を基に熱処理組織制御することで、薄板材の作製を可能にした。LPSO相とキンク帯は強化機構のみならず塑性加工能を有することを明らかにした。

通常Mg及びMg-RE合金の静的再結晶温度以上である300°Cで1000時間熱処理しても、室温及び高温での耐力はと顕著に低下せず優れた耐熱性を有することを明らかにした。

LPSO型Mg合金の α -Mg相とLPSO相の静的再結晶温度は100 Kの差があることを明らかにした。

特許件数：7件 論文数：11件 口頭発表件数：40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

LPSO型Mg合金の α -Mg相とLPSO相を熱処理組織制御することで、高強度・延性・耐熱性に優れた高強度耐熱性Mg合金を作製できた。

タイプI合金及びタイプII合金の温度-時間-遷移線図（TTT線図）を完成させ、熱処理組織制御指針を確立できた。各組織制御技術を連動させ科学的根拠に裏付けられた大型化・量産化に向けた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

熱処理の観点から高強度材料開発のための熱処理組織制御設計指針を確立した。製造技術開発を加速すると同時に、小型及び中型の鋳造材と押出材で取得した熱処理組織制御設計指針が高強度大型材料の作製に適用でき、科学的に裏付けられた指針を提供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

熱処理組織制御技術設計指針を確立したことで、高強度大型Mg合金を作製することができた。今後は高強度Mg合金の大型化・量産化への展開及び生産性向上のための熱処理組織制御技術を基に、フェーズIIIにおいて基礎技術と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	63	79	79	867	424	53	1,565	625	808	1,078	554	1,002	33	4,100	5,665
設備費	0	2,184	3,030	3,184	2,721	1,344	12,463	0	0	5,886	0	2,702	0	8,588	21,051
その他研究費 (消耗品費、 材料費等)	0	4,364	1,773	3,489	2,405	1,734	13,765	1,964	6,997	4,113	7,293	13,041	23,200	56,608	70,373
旅費	0	70	69	151	92	55	437	65	0	0	0	194	82	341	778
その他	207	10	237	253	236	274	1,217	0	0	0	671	684	454	1,809	3,026
小計	270	6,707	5,188	7,944	5,878	3,460	29,447	2,654	7,805	11,077	8,518	17,623	23,769	71,446	100,893

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、マッフル炉、電気炉

地域負担による設備：マイクロビッカース硬さ試験機等