

研究成果

テーマ：次世代耐熱Mg合金製造基盤技術開発
 サブテーマ：2-1 溶解・鋳造技術開発
 小テーマ：溶解技術開発

サブテーマリーダー（所属、役職、氏名）：河原正泰（熊本大学 教授）
 研究従事者（所属、役職、氏名）：伊藤茂・上田祐規（テクノ産業財団 雇用研究員）、島田安貴・森保広・木下信博（テクノ産業財団 研究補助員）、河原正泰（熊本大学 教授）、高須登実男（九州工業大学 准教授）、伊藤秀行（九州工業大学 助教）、井上正士・秋口英憲・池秀治・小園英・島崎英樹・安井健悟（不二ライトメタル株）、永脇道郎（九州三井アルミニウム工業株）、後藤修平・山本一好・渡邊祥彦・竹下好彦・大峯幸輝（株TOKAI）、中田守・武林慶樹・浅川亮史（株神戸製鋼所）、高橋孝誠・上村誠（熊本県産業技術センター）

1. 研究の概要、新規性及び目標

①研究の概要

近年、新たに開発されたKUMADAI Mg合金は従来のMg合金の常識を覆す優れた特性を持つことが知られている。そこで、その優れた特性を有するKUMADAI Mg合金の量産化を実現するべく大型鋳造ビレット(φ177)の製造技術を確認する。本テーマでは従来のMg合金溶解技術の既存概念に必ずしも拘らわれないことなく、品質の高い合金を溶解・精製するために求められる機能を有する大型装置を独自に設計・開発し、量産スケールでの溶解・精製技術を確認する。

②研究の独自性・新規性

極めて優れた特性を有するKUMADAI Mg合金を量産スケールで製造した事例はこれまでに無く、本研究の研究内容は絶対的な新規性及び優位性を持つ。また、本研究では、汎用設備の購入による技術開発ではなく製造設備自体を新規に設計・開発することにより、従来技術を越えた独自性を有する。

③研究の目標（フェーズ毎に数値目標等をあげ、具体的に）

【フェーズⅠ】

50kg簡易溶解装置を新規に設計・開発し、溶解・精製に関する要素技術開発を実施する。さらに、400kg 大型溶解・精製装置を新規に設計・開発し、量産スケールでの溶解・精製に関する要素技術開発を行える環境を整える。

【フェーズⅡ】

50kg簡易溶解装置を用いて溶解・精製に関する要素技術を確認する。開発の目標値として、合金における主要成分元素濃度のバラツキを目標値±5%以下、不純物濃度(Fe+Ni+Cu)を50ppm以下とする。また、それらを400kg 大型溶解・精製装置に反映することにより、量産スケールでの溶解・精製技術を確認する。

2. 研究の進め方及び進捗状況（目標と対比して）

50kg簡易溶解装置及び400kg 大型溶解・精製装置を新規に設計・開発し、コア研究室溶解・鋳造棟に設置した。50kg簡易溶解装置は大気開放型の一室式溶解炉とし、鋳造装置への注湯方式は傾動式とした。400kg大型溶解・精製装置は真空排気及びガス置換が可能な二室式溶解炉とし、溶解炉から保持炉への移湯方式は減圧方式とした。保持炉から鋳造装置への注湯方法はフロートによる押出方式及びメタルポンプ方式とした。さらに、固体発光分光分析装置を設置し、溶解時に迅速な溶湯成分分析を可能とすることで、量産スケールでの要素技術開発に必要な体制を整えた。これらの装置を使用して溶解・精製に関する要素技術開発を実施した。溶解工程における各種パラメータを最適化することにより、主要元素であるZn、REにおいて成分の目標値を満足する合金を安定して製造可能な技術を確認した(図1)。REは製造時にMg合金の耐食性低下の原因となるFeを多量に含むが、溶解・精製時に適切な脱Fe処理を実施することにより、不純物濃度を目標値以下に抑えた合金の作製を可能とした(図2)。

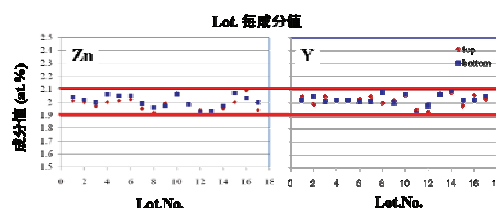


図1 ロット毎の成分値

Fe	Ni	Cu
< 10	< 10	< 30

図2 合金中の不純物濃度(ppm)

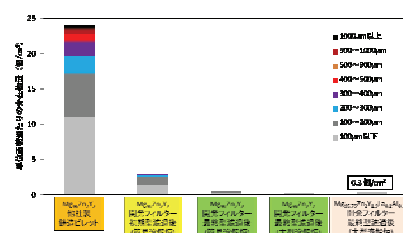


図3 合金中の介在物量

さらに、作製した合金溶湯を独自に開発したフィルターを用いて濾過することにより、機械特性に影響を及ぼすとされる300 μ m以上の介在物量をほぼゼロまで抑えることが可能となり、Al合金と同等の極めて清浄な合金を作製することが可能となった。

3. 主な成果

具体的な成果内容：

- (1)新しい設計の50kg簡易溶解装置及び400kg 大型溶解・精製装置を開発した。
- (2)安定してKUMADAI Mg合金の目標成分値を満足することが可能な溶解技術を確立した。
- (3)KUMADAI Mg合金においてREを含んでいるにも関わらず、安定して不純物濃度を抑えた合金を作製する技術を確立した。
- (4)新規に開発したフィルターを用いることにより、清浄なAl合金と同等に清浄なKUMADAI Mg合金を製造するフィルタリング技術を確立した（特許出願準備中）。
- (5)一つのインペラを用いて溶湯攪拌及びバブリングを実現可能な攪拌技術を確立した。
- (6)純REの直接溶解により製造コストを低減し、尚且つ目標品質を満足する溶解技術を確立した。

特許件数：3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

これまで国内外においてKUMADAI Mg合金を量産スケールで製造した実績は無く、絶対的な優位性を持つ。また、製造した合金の品質において国内有数のMg合金再生メーカーが作製した同一成分の中型鋳造ビレット(ϕ 69)と比較した結果、遥かに介在物が少なく、優れた清浄度となっている。さらに、その清浄度は介在物が発生しやすいMg合金であるにも関わらず、清浄なAl合金と比較しても同等と言える程である。

②実用化に向けた波及効果

400kg 大型溶解・精製装置を用いた量産スケールでの溶解技術を確立することができた。従って今後、製造メーカーによる実用化段階に入る際には、高品質の溶湯を製造するために必要なノウハウを提供することが可能となり、KUMADAI Mg合金の実用化に大きく貢献することが出来る。また、ユーザーが本合金の採用を判断するに当たり試作品の提供が必須となるが、今回開発した鋳造技術と組み合わせて製造した大型鋳造ビレット(ϕ 177)を試作品として試供することにより、本合金の実用化へと大きく前進することが可能となる。

5. 残された課題と対応方針について

本合金を実用化する際の最も大きな課題の一つが製品コストである。今後は実用化に向けて製造コストを削減するためにリサイクル技術の確立や、今回開発した要素技術の更なる高効率化が必要となる。

	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	1,071	1,195	2,822	3,112	3,165	2,826	14,191	3,756	1,391	2,291	6,071	5,287	50	18,846	33,037
設備費	23,682	98,222	6,518	13,228	12,476	12,843	166,969	0	0	8,828	0	4,184	0	13,012	179,981
その他研究費 (消耗品費、材料費等)	9,596	21,485	4,812	13,651	14,159	6,634	70,337	10,480	14,100	2,621	2,123	1,770	4,900	35,994	106,331
旅費	625	365	558	64	52	55	1,719	257	70	526	685	991	82	2,611	4,330
その他	67	49	342	244	333	440	1,475	0	10	0	1,363	1,028	721	3,122	4,597
小計	35,041	121,316	15,052	30,299	30,185	22,798	254,691	14,493	15,571	14,266	10,242	13,260	5,753	73,585	328,276

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：50kg簡易溶解装置、400kg 大型溶解・精製装置、簡易水冷鋳造装置、大型半連続鋳造装置、電磁攪拌装置、Mg供給ポンプ、母合金作製炉等
 地域負担による設備：1kg小型溶解鋳造装置等 ※参画企業既存所有装置。