

平成30年度 独創的研究助成費 実績報告書

平成31年3月26日

報告者	学科名	情報システム工学科	職名	准教授	氏名	福田 忠生
研究課題	炭素およびシリコン粉末を予混合射出成形したマグネシウム合金の特性評価					
研究組織	氏名	所属・職		専門分野	役割分担	
	代表	福田 忠生	情報システム工・准教授	材料加工・材料力学	研究全般・総括	
	分担者	木口 圭祐	システム工学専攻・博士前期課程 2年次	材料力学	実験・組織観察	
		柴田 雄平	システム工学専攻・博士前期課程 2年次	材料力学	実験・組織観察	
		山添 照之	システム工学専攻・博士前期課程 1年次	材料力学	実験・組織観察	
研究実績の概要	<p>マグネシウム合金の強度向上には結晶粒微細化が有効である。鋳造マグネシウム合金の微細化処理として、従来、溶湯中に改質源を添加する方法や、過熱処理による微細化方法が一般的に行われている。これらの手法は活性であるマグネシウム合金溶湯時での処理であることや、後工程における処理であることなどが問題となっている。報告者らは新たな改質源の添加方法として、射出成形のプロセスにおいて、マグネシウム合金固体原料に粉末改質源を付着させ成形する新たな手法を提案・開発している。本研究では、複数の粉末改質源の添加量を制御し、さらなるマグネシウム合金の強度向上を目指した。具体的にはチップ状のAZ91D合金を成形材料とするマグネシウム射出成形法にて、先行研究において実績のあるCbおよびSiを粉末改質源として用い、これらを同時添加したAZ91D射出成形品を作製し機械的特性をおよび微細組織を調査した。</p>					

※ 次ページに続く

研究実績
の概要

供試材として射出成形用にチップングされた AZ91D 合金チップ (0.5×1×4 mm, STU 製) を用いた. 添加材として炭素主体の微粒子であるカーボンブラック (三菱化学製) およびシリコン粉末 (新興製作所製) を用いた. 以下本文では, 得られた射出成形品を AZ91D (Si 無添加), Si19, Si49, Si69 (Si のみ添加), Cb23 (C のみ添加) および Cb23+Si19, Cb23+Si49 (C と Si を添加) と呼称する. 実験方法等は紙面の都合上割愛する.

図 1 に射出成形品の表面からの深さと硬さの関係を示す. 図に示すように表面近傍は比較的高い硬さの層であり, 内部は低い層となっていた. そこで, 高硬さの層を表面部, 低硬さの層を中央部と定義し, 結晶粒測定を行った. 図 2 に画像解析ツールを用いて結晶粒界構造像から算出した平均結晶粒径と Si 添加量との関係を示す. 図中の折線は平均値を結んだものである. 結晶粒径の算出にあたっては, 結晶方位解析の分解能から, 0.3 μm 以下の粒は正しく粒径を計測することが不可能であったため除外した. 同じく結晶粒径の算出時に, 結晶粒界構造像にて観察されていた固溶体 (直径 16 μm 以上) も除外した. 平均結晶粒径は成形品の表面部および中央部どちらも Si 添加量の増加に伴って微細化し, Cb23+Si49 にて最小値を示した. いずれの条件においても, 中央部の粒径に対して表面部の粒径が細かくなったのは, 金型と接する表面部が中央部と比較して相対的に冷却速度が高く, 結晶核が多数発生したためである. 一般的に金属材料の結晶粒微細化による強化機構は, 結晶粒界領域の総量を増加させ転位の運動を妨げることであり, 金属多結晶体の降伏応力 σ_y と結晶粒径 d との間には Hall-Petch の関係が知られている. 図 3 に降伏応力と Si 添加量との関係をそれぞれ示す. 図中の折線は平均値を結んだものである. 降伏応力は Si 添加量の増加に伴い増加したが, Si 添加量が 0.69mass% の条件にて低下した.

これらの結果より, C および Si の同時添加によって, 結晶粒径が微細となったことが成形品の降伏強度向上に寄与したと考えられる.

<p>Fig. 1 Relation between distance from front side molding and HV(0.05).</p>	<p>Fig. 2 Relation between average grain size of structure and mass content of Si.</p>	<p>Fig. 3 Relation between yield stress and mass content of Si.</p>