

渡辺義見・金翼水

目的別テーマ：ハイパフォーマンス/ハイブリッド繊維合体の開発

研究テーマ

15-5-9：繊維強化型傾斜機能材料の遠心力法による製造

ABSTRACT

Functionally graded material (FGM) belongs to a relatively new class of inhomogeneous composite materials, which consists of more than two different materials with gradient composition. The design of composition results in gradients of physical and chemical properties. Many processing methods have been used to fabricate FGMs, and one of the FGM fabrication methods is the centrifugal method. In this study, fiber dispersed functionally graded material (FGM) was fabricated by a centrifugal method from some alloys.

研究目的

遠心力法によって金属間化合物分散型傾斜機能材料(FGM)の開発を行っている。今まで、板状粒子分散型及び／又は粒状粒子分散型傾斜機能材料の創製に成功している。しかしながら、残念なことに入手可能かつ遠心力法が適用可能な合金中の初晶金属間化合物粒子の形状は板状あるいは粒状であり、繊維形状のものは見出されない。ところで、析出金属間化合物粒子のなかには針状の形状を有するものもあることが知られている。したがって、析出現象を利用すれば繊維形状の金属間化合物が傾斜的に存在する材料の製造が可能となるはずである。本研究では、析出可能なAlおよびMg合金を用いて遠心力法を適応し、繊維強化型傾斜機能材料の製造を行った。加えて、得られた傾斜機能材料の加工性を調査した。

5年間の研究内容と成果

【Al-Cu 希薄合金系】

本研究の目的は、複合材料において繊維形状粒子の体積分率が位置ごとに傾斜的に変化している今までに全く達成されていなかった傾斜機能材料を新しく提供することである。上記目的を達成するため、遠心力法と熱処理（溶体化処理と時効処理）とを適用した製造方法、即ち、遠心力法により濃度勾配を有する材料を製造し、これを直接急冷あるいは徐冷後の溶体化処理により濃度勾配を有する過飽和固溶体の製造を行い、その後の時効により繊維形状粒子の体積分率が位置ごとに傾斜的に変化しているという、これまでに全く得られなかった新しい傾斜機能材料が製造できることを見出した。得られた材料の硬さ分布および摩擦特性を評価したところ、リング内周部の耐摩擦性および硬さが増加しており、機械的性質の向上が見いだされた。本研究で提示された製造法を用いれば、リング内周部での機械的性質の向上も可能である。

【Mg 合金系】

ZK60A (Mg-5.5mass%Zn-0.6mass%Zr) 合金を母合金とし、マグネシウム基傾斜機能材料 (FGM) を遠心力法により作製した。印加した重力倍数（遠心力を重力で規格化したもの） G は 40, 80 および 120 である。試料は長さ 18mm の円柱形状である。試料の組織を走査型電子顕微鏡(SEM)にて観察した。試料中の組成傾斜を調査する目的でEDX分析を行った。試料中、ジルコニウムの組成傾斜は認められたものの、亜鉛の傾斜は認められなかった。また、硬さ傾斜も生じていた。実験結果を元に、傾斜機能材料における組成傾斜形成機構に関して議論を行った。組織は位置ごとに変化しており、マグネシウムを用いても傾斜機能材料の製造が可能であることが分かった。

【半熔融加工】

半熔融加工法を用いた Al-Al₃Ti 傾斜機能材料の押出し技術確立について調査した。過去の研究において、Al-Al₃Ti 傾斜機能材料は、材料内部に硬い Al₃Ti 粒子が分散しているため押出し加工が困難であ

った。しかし、押し出し加工は製品の製造技術として重要な手法である。そこで、本研究では、遠心铸造法によって製造した傾斜機能材料の半熔融加工を試みた。Al-Al₃Ti 傾斜機能材料をピレット状に切り出し、半熔融状態で押し出し加工に供した。その結果、Al₃Ti 粒子の傾斜分布を保ちつつ押し出し加工を供することに成功した。また、Fig.1 のように粒子の配向も認められた。また、繰り返し押し出し加工を行っても、粒子の判断は見られるが繊維状の組織が得られる事も見いだした。

【工業的応用への調査】

傾斜機能材料は、組成や組織が位置によって変化することによって、その機能が傾斜している材料である。元々、宇宙往還機の機体表面への適応が想定され、開発が進められてきたが、現在では、医療材料・電子材料・工具材料など、幅広い分野に適用されつつある。しかしながら、実用化されている製造方法は限られており、この材料のポテンシャルが十分に発揮されているとは言い難い。われわれは遠心铸造を応用した製造方法による傾斜機能材料の開発を進めてきており、高強度かつ軽量の傾斜機能材料を安価な装置で大量に製造できることを示してきている。最終年度、われわれのシーズとマッチングするニーズを有する企業を調査中である。そして、平成 19 年度には共同研究に関する詳細を検討し、平成 20 年度の地域新生コンソーシアム研究開発事業に提案することを予定している。