

渡辺義見

目的別テーマ：ハイパフォーマンス/ハイブリッド繊維複合体の開発

16年度研究テーマ

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. Magnesium based functionally graded material (FGM) was fabricated by a centrifugal method from ZK60A (Mg-5.5mass%Zn-0.6mass%Zr) alloy. It was found that concentration of Zr in the fabricated FGM specimens increases toward the centrifugal force direction, while a small composition gradient or no gradient of Zn was observed. The position dependence on the hardness along the centrifugal force direction was found. These graded structures should be caused by the difference in the manner of the formation of graded microstructure between the Zr and Zn in molten metal.

研究目的

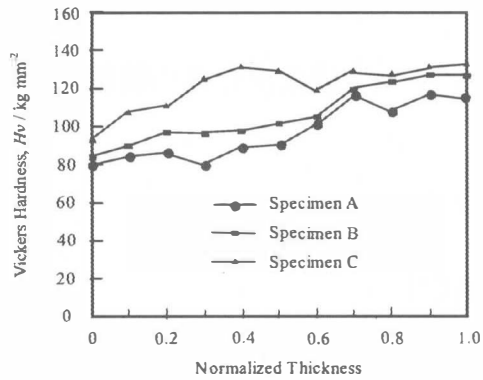
遠心力法を用いて繊維強化型傾斜機能材料の製造を行い、従来から開発を行ってきた球状粒子強化型傾斜機能材料および板状粒子強化型傾斜機能材料との比較を行い、これら材料の工業的応用の展開を試みる。今まで、遠心力法に供する母材としてアルミニウム合金を用いていたが、アルミニウム合金中の初晶の多くは粒状あるいは板形状を有していた。そこで、母材をマグネシウムに代えることにより、新たな繊維強化型傾斜機能材料の開発を目指す。

一年間の研究内容と成果

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。

得られたマグネシウム基傾斜機能材料の組織写真を下図に示す。写真左、中央および右はそれぞれ試料上部（遠心力方向）、中央部および底部の組織である。写真から分かるように、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。





左に作製した試料のビッカース硬さ分布を示す。このグラフよりどの試料においても内側から外側にかけて硬さが傾斜的に増加しているのが確認できる。EPMAにおける線分析の結果より、試料外側において Zr が多く分布しているのが確認できた。一般に、Zr も溶解するような高い温度に加熱した場合、冷却時に晶出する微細な Zr が Mg の結晶粒微細化に効くと言われている。しかしながら、今回の実験では Zr が固相として存在する比較的低い温度にて遠心力を印加した。このため、シリンダ外側に存在する Zr は比較的大きな粒子径を有し、かつ粒界に存在している。このため、この Zr 粒子は複合材料の第二相粒子と同等な寄与をしていると考えられる。

ここには示さないが、マグネシウムにチタン粒子を分散させた傾斜機能材料の製造にも成功している。また、マグネシウムシリサイド分散型傾斜機能材料の開発にも取り組んでいる。

展望

上記のように、マグネシウム合金を母材にしても傾斜機能材料の製造が可能であることを見いだした。マグネシウム系金属間化合物の中には繊維形状を有するものもあるため、この系を母材として用いて繊維強化傾斜機能材料の開発を行う。また、人為的に繊維をマグネシウム合金に混入させ、その複合材料を母材として傾斜機能材料の製造も行う。