

渡辺義見, 金翼水

目的別テーマ：ハイパフォーマンス/ハイブリッド繊維複合体の開発

16年度研究テーマ

15-5-8：細孔反応法による金属間化合物長繊維強化型複合材料の開発

ABSTRACT

The reaction at narrow holes method (RANH method) has been proposed for fabricating fiber reinforced metal (FRM), such as an intermetallic compound fiber / metal matrix composite. This study clarifies a microstructure at a fiber / metal matrix interface of FRM fabricated by using a combination of pure-copper and pure-aluminum in the RANH method. Pure-aluminum fiber was inserted into a narrow hole drilled in the copper matrix. The assembly comprising the pure-aluminum fiber and the pure-copper matrix was heated to a temperature greater than eutectic temperature of the copper-aluminum binary alloy. A molten aluminum reacted with copper to form an annular reacted region consisting of γ_1 intermetallic compound in a single phase near the edge of the narrow hole. The γ_1 intermetallic compound has very high hardness on the order of 800-900 HV. The annular reacted region may have a high tensile strength and may work as a reinforcing metal fiber in FRM.

研究目的

研究代表が提案している細孔反応法により、金属間化合物長繊維強化型複合材料の開発を行う。具体的には、金属マトリックス中に細孔をあけ、マトリックスと比較して融点の低い金属繊維を細孔に挿入し、その材料の急速加熱により繊維形状金属を熔融し、マトリックス金属と反応を生じさせ、マトリックス金属中に金属間化合物繊維が分布した繊維強化複合材料を創製する。

一年間の研究内容と成果

Cu-Al系について、650°C3.0h保持で作製した試料では、繊維部分ではCu-70at.%Alができており、そこにデンドライト状にCu-55at.%Alが成長していた。しかしながら、ある一点を中心として、Cu母材部分にAlが拡散していた。母材へ拡散している部分に注目すると、ある一点を中心として外側に向けて、Cu-55at.%Al中に γ_1 が析出している相、それを取り囲むように均一な γ_1 相、そしてさらにそれを取り囲むようにCu-12at.%Alの相ができていたことがわかった。これより、650°CではAl繊維が完全な液相になれず、反応が上手くいかないと考えられる。

750°C2.0h保持で作製した試料では繊維形状をしっかりと保ったまま繊維中心部にはCu-55at.%Al中に γ_1 が析出している相、それを取り囲むように均一な γ_1 相、そしてさらにそれを取り囲むようにCu-12at.%Alの相ができていたことがわかった。また、Niの場合と同様にCu母材→熔融Alだけでなく、熔融Al→Cu母材の拡散も生じていると考えられる。このようにしてできた組織と、650°C3.0hで作製した試料での化合物相とではほぼ同じである。

750°C2.0h保持で作製した試料の硬さ試験結果を見ると、繊維中心部にあるAl55at.%Cu- γ_1 相では700Hv前後の値を示し、その相を取り囲むように現れた均一な γ_1 相では850Hvを超える硬さを示した。さらにその外側のAl-12at.%Cuでは硬さの値は下がっており、300Hv前後の値を示した。これより、大きく硬さが増加するには γ_1 相の析出が重要となってくると考えられる。この均一な γ_1 相を繊維中心部にまで成長させることができれば、非常に硬い金属間化合物繊維を得ることが可能である。

展望

この手法では、繊維分布を人為的に任意に決定できるという特徴を有する。複合材料中の繊維分布の傾斜化により、必要な部位に必要な量だけ必要な強さに強化することができる。これにより、省資源、材料の延命化が図られ、地球環境に配慮した繊維強化複合材料の創製が可能となる。また、マトリックスと繊維との組み合わせは自由に設定できるため、種々の機能の材料を創製できる可能性がある。