

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

17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-nickel and pure-aluminum in the RANH method. Pure-aluminum fiber was inserted into a narrow hole drilled in the nickel matrix. The assembly comprising the pure-aluminum fiber and the pure-nickel matrix was heated to a temperature greater than eutectic temperature of the nickel-aluminum binary alloy. The swaging was carried out under the elevated temperature.

研究目的

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溶解し、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。

ところで、細孔反応法による金属間化合物の生成は原子の拡散を伴って進行しているため、細孔反応中に材料へ与える加工は金属間化合物生成の進行を促進すると考えられる。また、細孔反応は繊維の直径が小さくなるにつれて反応しやすくなるため、加工による繊維直径の変化も影響を及ぼすであろう。もし、細孔反応中の加工が、金属間化合物生成の進行を促進するならば、金属間化合物繊維強化複合材料を製造する上でのコスト削減および省エネルギーにつながる。本研究では、Ni母相に純Al繊維が埋め込まれた棒状試料に対して細孔反応中にスエージング加工を施す。それによって、細孔反応中の加工がNi-Al系複合材料の組織形成に及ぼす影響について調べた。

一年間の研究内容と成果

本研究では、純度 99.9%の Ni を金属母材、純度 99.9%の Al を金属繊維として用いた。直径 18mm、高さ 30mm の棒状に切り出した純 Ni 母材に対し、ドリルにて直径 1 mm、深さ 20 mm の細孔をあけた。その後、直径 1mm、長さ 20mm の純 Al 繊維を Ni 母材の細孔に挿入した。作製した試料を 660 °C にて 30 分間保持した。その際、Al 繊維は溶解している。その後、熱処理に供した試料を電気炉から取り出し、3種類の条件にて熱間スエージング加工に供した。

Ni 母材の直径が 18mm から 13mm になるまで熱間スエージングを施した試料では Fig.1 に示すように Al と Ni の反応が進行していた。また、Al 繊維/Ni 母材境界面で溶解 Al→Ni 母材への拡散が生じ始めていることが分かる。境界面では、NiAl 相が繊維を囲むように形成されていた。一方、繊維中心部では、Ni-93at.%Al 相が部分的に残っているが、Ni₂Al₃ 相が多く形成されている。このように、繊維は芯/さや組織となっており、さやの部分が芯の部分に比べてニッケルリッチな金属間化合物で形成されていた。この組織は、今までの報告と一致している。

展望

スエージング加工によって、通常細孔反応法で用いられる温度よりも低い 660°C で反応が生じることが分かった。すなわち、細孔反応中のスエージング加工は細孔反応を促進するといえる。しかし、その効果を得られる理由は不明であるため、その解明が今後の課題である。

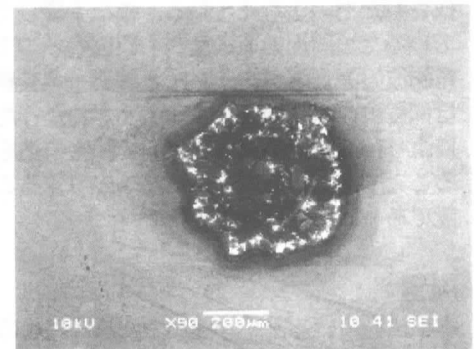


Fig. 1 An SEM micrograph showing microstructure.