

## 微細 SiC 粒子強化マグネシウム合金複合材料の超塑性特性

省エネルギー、CO<sub>2</sub>削減のために輸送機器等の軽量化は、必要不可欠な技術的課題です。その解決方法の一つとして、軽量・高比強度のマグネシウム(Mg)合金複合材料の工業製品への適用が期待されていますが、この材料の難加工性のため、その応用例が極めて少ないのが現状です。そこで、当研究所では、溶湯攪拌法を用いてAZ91D-Mg合金溶湯にSiC微細粒子(平均粒子径0.6、5.5、9.5 μm)を15vol%添加した複合材料を作製し、加工性を検討しました。

これらの複合材料は、引張強さ 431 ~ 485MPa と高強度アルミニウム合金並の強さが得られました。しかし、伸びが 1%と非常に小さく、室温での塑性加工は困難です。そこで、高温下での変形応力により大きな伸びが期待できる超塑性について検討しました。超塑性は、一般に材料の結晶粒の微細化によってその特性が向上します。そのため、ここでは、鋳造材を熱間押し加工後圧延加工をする加工熱処理による組織制御で、マトリックスの結晶粒の大きさを 10 μm 以下に調整しました。

図1は、高温変形試験(試験温度 648K)における各 SiC 粒子強化 AZ91D-Mg 合金複合材料および母材のひずみ速度と変形応力の関係を示します。複合材料は、いずれもひずみ速度の増加とともに変形応力が増大し、母材に比べ変形応力が明らかに低下し、SiC 粒子径が小さいほど変形応力が低くなる傾向を示しました。また、複合材料は、 $1.5 \times 10^{-1} \text{s}^{-1}$  以下のひずみ速度領域でしきい応力の存在が示唆され、それ以上では、いずれも高いひずみ速度依存性(ひずみ速度感受性指数[m値])を示しました。一方、母材は、本実験範囲内のひずみ速度では、しきい応力が見られず、m値はひずみ速度  $1.5 \times 10^{-1} \text{s}^{-1}$  以上で複合材料に比べて低いことが分かりました。

図2は、ひずみ速度と全伸びの関係を示します。最大伸びを示す最適ひずみ速度は、母材が  $1.3 \times 10^{-3} \text{s}^{-1}$  以下であるのに対し、0.6 μm材( $2.5 \times 10^{-1} \text{s}^{-1}$ )と 5.5 μm材( $5.0 \times 10^{-1} \text{s}^{-1}$ )では2桁以上高速化し、高速超塑性が発現しました。

なお、5.5 μm材については、試験温度 693K では、m値 0.37、全伸び 194%、最適ひずみ速

度  $4.9 \times 10^{-1} \text{s}^{-1}$  と、試験温度 648K の場合に比べより低い変形応力による高速超塑性を示しました。

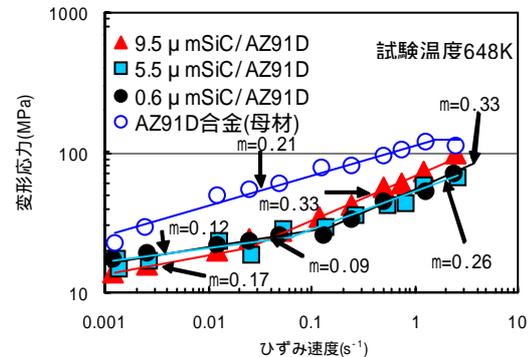


図1 各 SiC 粒子径とひずみ速度および変形応力との関係

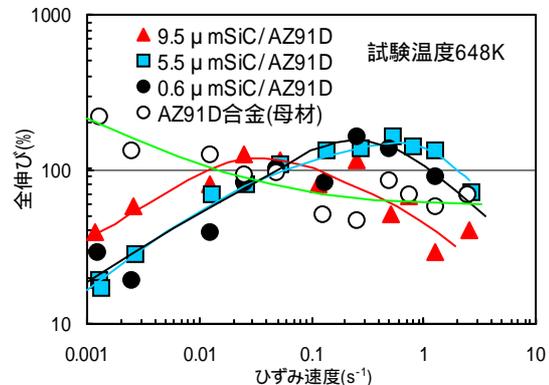


図2 各 SiC 粒子径とひずみ速度および全伸びとの関係

本実験結果は、これまで国内外で報告されている同一材料の超塑性特性に比べ1~2桁以上速い最適ひずみ速度が得られました<sup>1,2)</sup>。

このように SiC 粒子強化 AZ91D-Mg 合金複合材料は、高速超塑性が発現し、高温変形時には母材よりも小さな加工力でより高速な加工が可能で、効率的な塑性加工ができることが分かりました。

本複合法による複合材料の機能強化を図るには、強化粒子の均一分散化と微細粒子の適用が必要ですが、微細粒子では凝集により均一分散が難しいため、粒子の前処理や攪拌方法の検討が必要と考えています。

- 1) 日本マグネシウム協会編：マグネシウム技術便覧, P122
- 2) 長田、彦坂、木村、黒澤：愛知県産業技術研究所研究報告, 2, 34 (2003)



工業技術部 加工技術室 長田貢一 (kouichi\_osada@pref.aichi.lg.jp)

研究テーマ：多孔質アルミニウム合金の開発

指導分野：金属材料、金属基複合材料