

6.4 組織制御したアルミニウム基複合材料の超塑性特性

Superplasticity of Aluminum Matrix Composites Reinforced

by Two-Dimension Orientated SiC Whiskers

柴田 周治 増田 峰知 金森 陽一

Shuji Shibata Takanori Masuda Yoichi Kanamori

Abstract

7075 aluminum alloy reinforced with SiC whiskers had been developed by using high pressure casting. The superplastic properties of this composite have been investigated by compression test at the strain rates ranging from 1×10^{-2} to $3 \times 10^{-1} \text{ s}^{-1}$ at temperatures of 748, 773, and 798K. In log flow stress-log strain rate curves for this composite, strain rate sensitivity exponent, m value, was about 0.3 at high strain rate region ($3 \times 10^{-1} \text{ s}^{-1}$) at 798K.

Keywords: superplasticity, m value, FRM, SiC whisker, 7075 aluminum alloy, compression test

1. 緒言

著者らは、既に関発した組織制御成形法により作製したアルミ基複合材料の諸特性を検討している。前報⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾までに、機械部品として実用化する場合に重要である工業的性質(耐摩耗性、耐熱性、疲労特性など)を評価し、既存の材料と比較することで実用性を確認した。

本報では、高温定ひずみ速度圧縮試験により、アルミ基複合材料の超塑性発現性について検討した。

2. 実験方法

実験に供した複合材料は、プリフォーム段階で炭化けい素ウイスカを2次元に配向させ、高圧鋳造により作製した7075 Al合金基複合材料(体積

含有率 V_f : 24%) (24% SiCw / 7075 FRM) である。

供試体は、複合材料及び7075 Al母材から、 $\phi 12 \times 12 \text{ h}$ の試験片を切り出し作成した。超塑性変形特性は、ウイスカの配向面に対し、垂直の方向に負荷する高温圧縮試験により評価した。

試験は、Fig. 1に示す高温定ひずみ速度圧縮試験計測システムを構築し行った。圧縮試験装置には、油圧サーボ式疲労試験機(動的定格100 kN)を、試験片の加熱装置には赤外線イメージ炉を用いた。荷重検出はロードセル(定格20 kN)を用い、ひずみ量の計測はストローク変位計に依った。試験速度は、パーソナルコンピュータを用い、ひずみ速度を一定に保つように変位量制御できるプログラムをC言語で作成し、実時間で制御した。

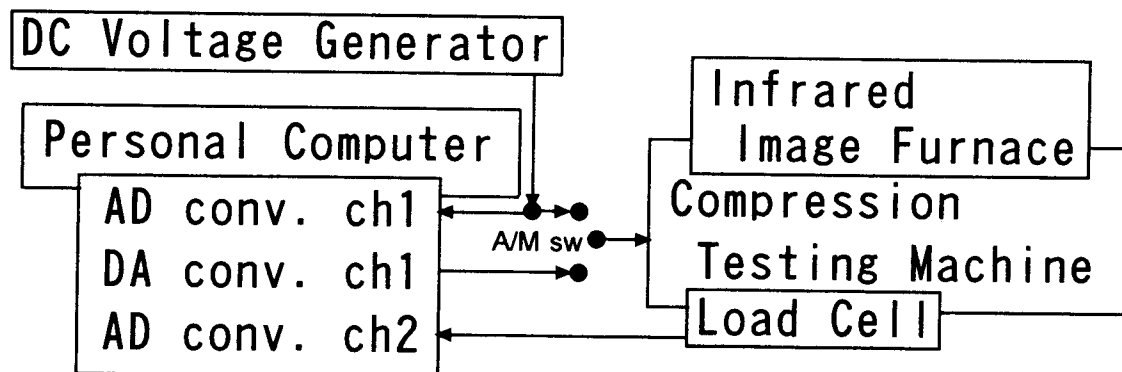


Fig.1 Measuring system

圧縮応力は、試験中常時荷重を取り込み真応力を計算しながら記録した。

圧縮試験温度は、748, 773, 798 K (475, 500, 525 °C) の3水準とした。定ひずみ速度は、 $1 \times 10^{-2} \sim 3 \times 10^{-1}$ (0.01 ~ 0.3) の範囲で変化させた。試験後、真ひずみ 0.1 の時の真応力を変形応力として、変形応力-ひずみ線図をプロットし、ひずみ速度感受性指数 m 値を求めた。Fig. 2 に真応力と測定時間の関係を示したサンプリング例を示す。

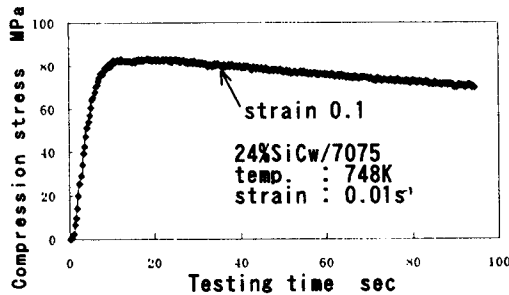


Fig. 2 Relationship between stress and testing time

3. 結果及び考察

Fig. 3 に圧縮試験後の供試材外観を示す。圧下率 67% でも外観上、割れなどの発生は認められなかった。

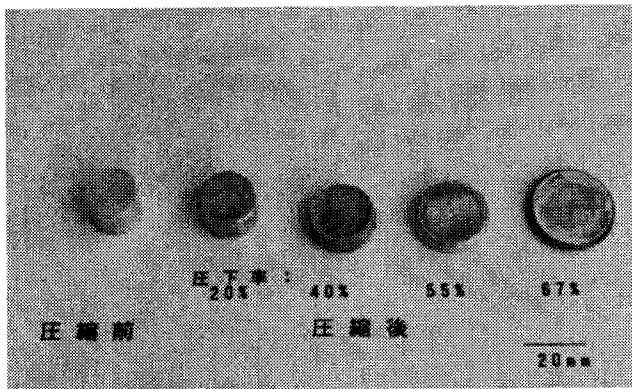


Fig. 3 The appearance of specimens after compression test

Fig. 4 に 773 K (500°C) における 24% SiCw / 7075 FRM 及び 7075 母材のひずみ速度と変形応力の関係を示す。24% SiCw / 7075 FRM は、ウイスカの存在により、7075 母材に比べて変形応力が高

く、いずれの場合もひずみ速度の増加に伴い、変形応力は増大した。ひずみ速度感受性指数 (m 値) はひずみ速度 3×10^{-1} 付近で、24% SiCw / 7075 FRM, 7075 母材とも約 0.2 であった。

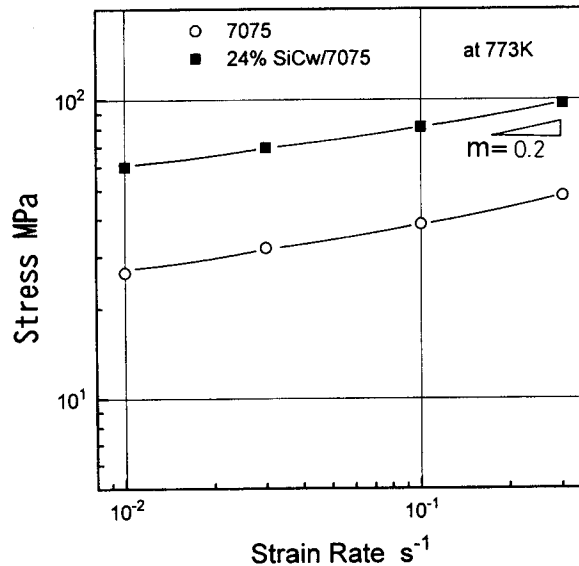
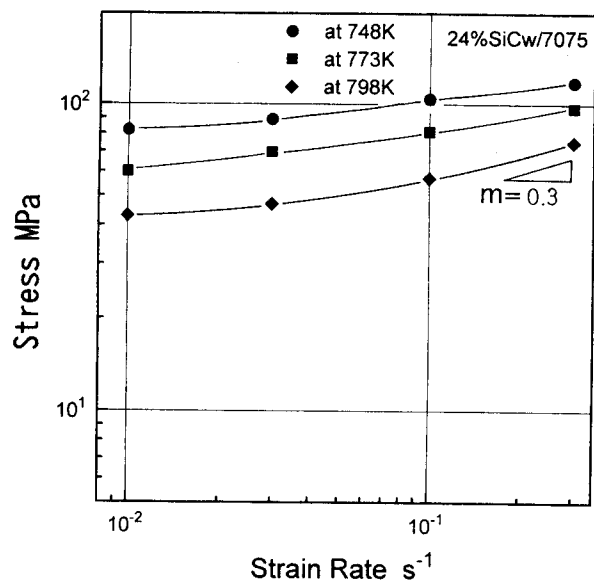


Fig. 4 The characteristic of plastic deformation at 773 K (24% SiCw / 7075 FRM, 7075 aluminum alloy)

Fig. 5 に 24% SiCw / 7075 FRM について、試験温度を 748, 773, 798 K (475, 500, 525 °C) と変化させたときのひずみ速度と変形応力の関係を示す。変形応力は試験温度が上がると低下した。試験温度が高くなるとともに、ひずみ速度が大きい領域で、 m 値が大きくなる傾向が見られた。また、試験温度が高いほど最大 m 値が大きくなり、798 K, ひずみ速度 3×10^{-1} (0.3) 近傍で、 m 値は 0.3 に達した。よって、良好な塑性変形特性を得るという目的からは、この条件が最適であるといえる。

ただし、この条件は、Al-Zn-Mg-Cu 4 元共晶温度 750 K 以上であるため、一部液相が生じる可能性もあり、塑性加工後の強度に及ぼす影響について、今後さらに検討が必要と考えられる。



3) 柴田他："組織制御したアルミニウム基複合材料の疲労特性", 平成7年度三重県金属試験場業務報告, pp 41-43, 1996

Fig. 5 The dependence of the characteristic of plastic deformation on temperature

4. 結論

炭化けい素ウイスカをプリフォーム段階で組織制御した7075 Al合金基複合材料の塑性変形特性を高温圧縮試験で評価した結果, 以下の結論を得た.

- (1) 変形応力は試験温度が上がると低下する.
- (2) 試験温度が高くなるとともに, ひずみ速度が大きい領域で, m値が高くなる傾向がある.
- (3) 超塑性発現の目安とされるm値0.3を得る条件は, 試験温度798 K, ひずみ速度 3×10^{-1} (0.3) 近傍である.

参考文献

- 1) 柴田他："高圧鋳造により作成した複合材料の機械的, 熱的特性に及ぼす組織制御の影響", 平成5年度三重県金属試験場業務報告, pp 25-31, 1994
- 2) 柴田他："組織制御したアルミニウム基複合材料の耐摩耗性及び高温特性", 平成6年度三重県金属試験場業務報告, pp 34-36, 1995