

6.2 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

Wear Resistance and High Temperature Hardness of Aluminium Matrix Composites Reinforced by Two-Dimension Orientated SiC Whiskers

柴田周治 樋尾勝也 河合 真 藤川貴朗 増田峰知
Shuji Shibata Katsuya Hio Makoto Kawai Takao Fujikawa Takanori Masuda

Abstract

We evaluated wear resistance and high temperature hardness of aluminium matrix composites reinforced by SiC whiskers. The hardness of SiCw/7075 and SiCw/AC8A composites was remarkably reduced above the aging temperature. The wear resistance of 20%SiCw/7075 composites in oil bath was superior to the wear resistance of 7075 matrix in oil bath.

Keyword

wear resistance, high temperature hardness, high pressure casting, SiC whiskers.

1 緒言

セラミックス短繊維で強化したアルミニウム基複合材料は、軽くて強度があり、耐摩耗性および耐熱性に優れた材料として航空機用材料あるいは自動車部品用材料として注目され、盛んに研究開発されている。

当試験場では、通商産業省工業技術院の先端地域技術研究開発第1期—複合材料新成形技術の研究開発(平成3~5年度⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾)により複合材料の組織制御成形法を開発し、引張強さ842MPaと鑄造法ではこれまでにない高強度な複合材料の開発に成功した。さらに、同プロジェクト第2期として、開発した複合材料を、実際の機械部品として実用化を進めるための共同研究に取り組むことになった。本年度は、まず、開発した複合材料の工業的性質(高温特性、摩耗特性)を測定し、既存の材料と比較することで複合材料の実用性を検討した。

2 実験方法

複合材料用強化繊維は、強度特性の向上に効果のあった炭化けい素ウイスカ(SiCw)を使用し、2次元に繊維を配向させ、複合材料用プリフォームとした。マトリックスとなるアルミニウム合金は、耐熱性のあるAC8Aおよび高強度な7075(JIS)を用いた。複合化は、高圧鑄造法で行った。詳しい複合化条件は、前報⁽⁴⁾を参照されたい。表1に今回評価した材料(AC8A、20%SiCw/AC8A、7075、20%SiCw/7075)の引張強度特性を示す。

表1 Al合金および複合材料の強度特性
(熱処理 T6)

特性 材質	引張強さ MPa	伸び %
AC8A	300	0.8
20%SiCw/AC8A	430	0.5
7075	565	9.3
20%SiCw/7075	730	1.2

2.1 高温特性

高温特性の評価は、Al合金単独とSiCw強化Al合金複合材料を、高温硬さ試験により比較し、SiCwを複合化することによる効果を調べた。AC8Aおよび7075単体と、複合材料SiCw/AC8A、SiCw/7075について以下の条件でT6処理後、ピッカース硬さを測定した。なお、複合材料の硬さは、繊維の配向面を測定した。

T6処理

AC8A 793K×173ks保持後水冷 時効 443K×32.4ks

SiCw/AC8A " 時効 443K×25.4ks

7075、SiCw/7075

748K×173ks保持後水冷 時効 393K×86.4ks

高温硬さ試験

試験片形状 5×10×5mm

荷重 9.8N

荷重保持時間 15sec

試験温度 293K、373K、423K、473K、523K、
573K、623K

加熱雰囲気 真空中 3×10^{-3} Pa

2.2 摩耗特性

摩耗特性は、ピンディスク式（ピン：固定）によるすべり摩耗試験により評価した。ピンをT6処理した7075母材、20%SiCw/7075複合材料とし、回転円板との接触面を#1200の研磨紙で仕上げた。回転円板には、ニッケルクロムモリデン鋼（SNCM420）を焼き入れ、焼き戻した（硬さ：HRC30）ものを平面研削し使用した。なお、複合材料は、繊維の配向面に垂直な面を摩耗試験した。

摩耗試験条件

試験片形状	φ 5×20mm		
回転円板	φ 80× 5mm		
乾式	圧力 N/mm ²	速度 m/s	距離 m
	5	1	300
湿式	圧力 N/mm ²	速度 m/s	距離 m
	10	1	2,500
使用したオイル	SAE #30相当		

3 実験結果および考察

図1にAC8A、SiCw/AC8Aの高温硬さ測定の結果を示す。293KでのSiCw/AC8Aの硬さはV_f（体積含有率）の増加とともに上昇し（V_f33%でHV237）、それ以上の高温硬さも同様な傾向となった。523Kでの33%SiCw/AC8Aの硬さは、AC8A単独の293Kでの硬さにほぼ等しかった。しかし、高温における複合材料の硬さは、そのマトリックス金属の硬さの減少とともに減少し、AC8A単独の高温硬さ特性と同様の傾向を示し、特に473Kからの硬さの減少が著しかった。

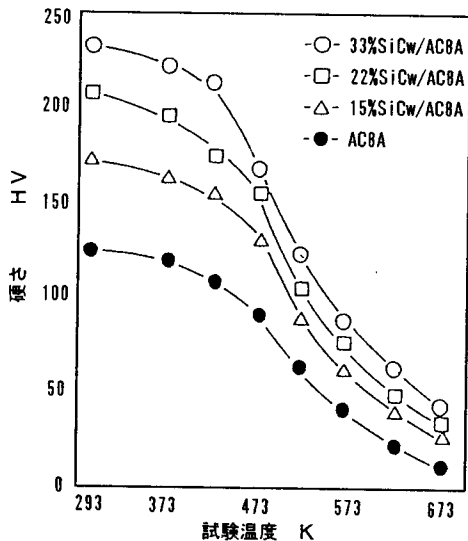


図1 AC8A、SiCw/AC8Aの高温硬さ特性

図2に7075、20%SiCw/7075の高温硬さ測定の結果を示す。複合材料は相対的に硬さが大きいですが、温度の上昇とともに7075と同様な傾向で減少し。硬さは、423Kから急激に減少した。

このようにいずれの材質も時効温度以上に加熱されると、複合材料の硬さは著しく低下した。

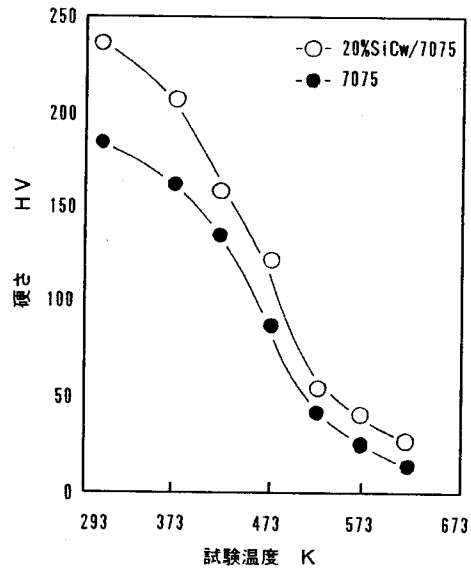


図2 7075、20%SiCw/7075の高温硬さ特性

図3は、湿式および乾式の摩耗試験結果を摩耗減量で表したものである。

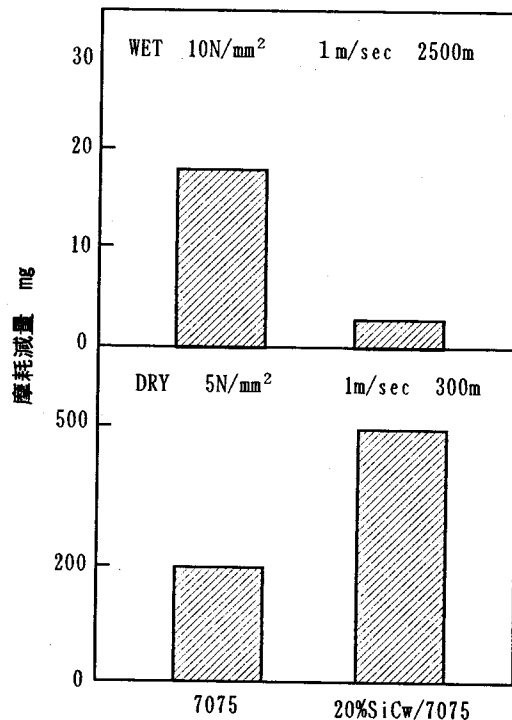


図3 7075、20%SiCw/7075の摩耗特性

オイル中での摩耗試験では、20%SiCw/7075複合材料は、7075母材より優れた摩耗特性を示し、SiCw強化の効果が現れた。

一方、乾式での摩耗特性は、上記の試験条件では、7075母材のほうが、20%SiCw/7075複合材料より良い結果となり、SiCwを複合化したことによる効果が現れなかった。これは、複合材料の摩耗において、マトリックスから遊離したSiCwが研磨剤の働きをして複合材料自身を摩耗させること、複合材料は、伸びが小さく、韌性がないこと、複合材料のほうが熱伝導率が低く、試験片の温度上昇が大きいことなどが原因と考えられる。

4 結 論

SiCw強化Al合金複合材料の高温硬さ、摩耗特性を検討した結果、以下の結論を得た。

- (1) 複合材料の高温硬さは、同じ温度で比較すると、SiCw強化Al合金複合材料のほうが、Al合金単独より大きい。
- (2) 時効温度以上に加熱されると、複合材料の硬さは著しく低下する。その傾向は、Al合金単独の硬さと同様である。
- (3) 20%SiCw/7075複合材料の摩耗特性を、ピンディスク式摩耗試験機により、7075母材と比較した結果、複合材料は、湿式での耐摩耗性に優れることが確認できた。

以上により、SiCw強化Al合金複合材料の高温特性および摩耗特性について、その傾向を把握することができた。今後は、SiCw強化Al合金複合材料の疲労特性などを評価することにより、実部材への適用の可能性を明らかにしていきたい。

参考文献

- (1) 新エネルギー・産業技術総合開発機構
平成3年度複合材料新成形技術の成果報告書
- (2) 新エネルギー・産業技術総合開発機構
平成4年度複合材料新成形技術の成果報告書
- (3) 新エネルギー・産業技術総合開発機構
平成5年度複合材料新成形技術の成果報告書
- (4) 柴田他：平成5年度三重県金属試験場業務報告