

6.3 組織制御したアルミニウム基複合材料の疲労特性

Fatigue Characteristics of Aluminium Matrix Composites Reinforced by Two-Dimension Orientated SiC Whiskers

樋尾勝也 柴田周治 金森陽一
Katsuya Hio Shuji Shibata Yoichi Kanamori

Abstract

In order to examine the application of aluminum matrix composites to machine parts, it was investigated that fatigue characteristics of aluminum matrix composites reinforced by SiC whiskers. Fatigue tests were carried out under tension-tension cyclic loading (stress ratio, $R=0.1$). As a result, the fatigue limit of composites obtained over double strength from that of matrix. Also, the fatigue strength ratio of matrix had a value of about 0.3, but that of composites had values of around 0.45.

Keyword

aluminum matrix composites, SiC whiskers, fatigue limit, fatigue strength ratio, high pressure casting

1 緒言

平成3年～5年度の研究¹⁾²⁾³⁾で、短繊維強化アルミニウム (Al) 合金の組織制御成形法を開発した。そして、強度特性などにおいて優れた性質を有することを確認した。そこで、前報⁴⁾では、開発した複合材料を、実際の機械部品として実用を進めるため必要となる高温特性及び摩耗特性について検討し、その傾向を把握することができた。

さらに、本研究は、Al合金複合材料の実部材として使用したとき、非常に重要な工業的性質である疲労特性について検討した。すなわち、Al合金単独とSiCw強化Al合金複合材料との疲労特性を、片振り（引張—引張）の疲労試験により比較し、SiCwを複合化することによる効果を調べた。

2 実験方法

強化繊維には、強度特性に効果のあった炭化けい素 whisker (SiCw) を使用した。この強化繊維を2次元に配向させ、複合材料用プリフォームとした。SiCwとAl合金との複合化は、高圧鋳造法により表1に示す条件で行った。Al合金は高強度である7075、また、SiCwプリフォームは、VI(強化繊維の体積含有率)が20%および30%の2種類を用いた。

次に、7075マトリックスおよびSiCw/7075の複合材料について、図1に示す疲労試験片を機械加工して作製した。その後、これらの疲労試験片をT6処理を行った。

表1 複合化条件

Al合金(7075)		
溶解量	kg	1.2
溶解温度	K	1123
注湯温度	K	1113
プリフォーム		
形状	mm	$\phi 80 \times 40h$
作製方法	吸引ろ過後プレス成形	
予熱温度	K	923
予熱時間	ks	3.6
金型		
キャビティ寸法	mm	$\phi 80 \times 120h$
予熱温度	K	553
条件		
加圧力	MPa	100
減圧	kPa	21.3
加圧時間	s	180

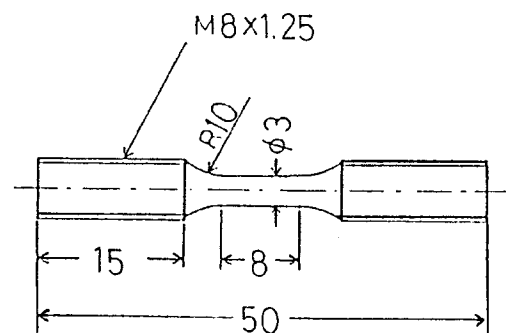


図1 疲労試験片の形状

疲労試験は、容量980kNの電気油圧式疲労試験機により行った。疲労試験により破壊した破面をSEM観察を行った。なお、SiCw/7075試験片は強化繊維の2次元配向に対して平行になるように採取した。また、T6処理と疲労試験条件は次のとおりである。

T6処理

7075、SiCw/7075

748Kx7, 2ks保持後水冷 時効 393Kx86.4ks

疲労試験条件

試験波形：正弦波

応力比（繰り返し最小応力／繰り返し最大応力）

：R=0.1

繰り返し速度：25Hz

3 実験結果及び考察

表2に7075、20%SiCw/7075および30%SiCw/7075の強度特性を示す。7075マトリックスに対して20%SiCw/7075では1.5倍、30%SiCw/7075では1.55倍引張強さが上昇した。

表2 Al合金及び複合材料の強度特性

材質	特性	引張強さ MPa	伸び %
7075		540	9.3
20%SiCw/7075		810	1.2
30%SiCw/7075		840	1.0

図2に7075、20%SiCw/7075および30%SiCw/7075のS-N曲線を示す。20%SiCw/7075および30%SiCw/7075の 10^7 回疲労強度（疲労限度とみなす）はそれぞれ約350MPa、390MPaとなった。

SiCw強化複合材料に対して7075マトリックスの疲労限度は約170MPaであった。したがって、20%SiCw/7075では約2倍、30%SiCw/7075では約2.3倍疲労限度が向上した。

また、静的強度に対する疲労限度の比（疲労強度

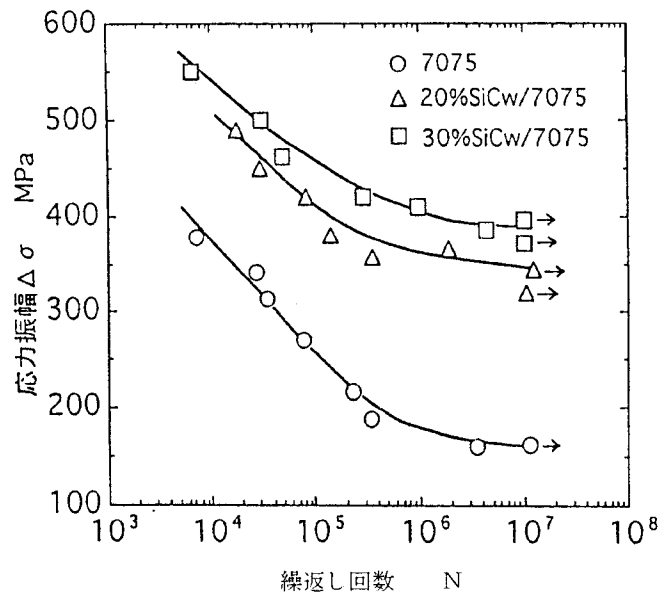


図2 7075及びSiCw/7075複合材料のS-N曲線

比)は7075マトリックスでは約0.3であった。これに対して、複合材料の疲労強度比は20%SiCw/7075で0.43、30%SiCw/7075で0.46となり、良好な結果が得られた。以上のことより、複合材料では、強化繊維が疲労の進展するのを妨げることによって、疲労強度が上昇したものと考えられる。

図3及び図4にSEMによる観察結果を示す。マトリックスは凹凸した延性的な破面が観察された。しかし、複合材料では強化繊維が存在しているため複雑な破面となっている。これは亀裂が多数の強化繊維の界面を縫うように進展し、いくつかの亀裂同士が絡み合ったためと考えられる。

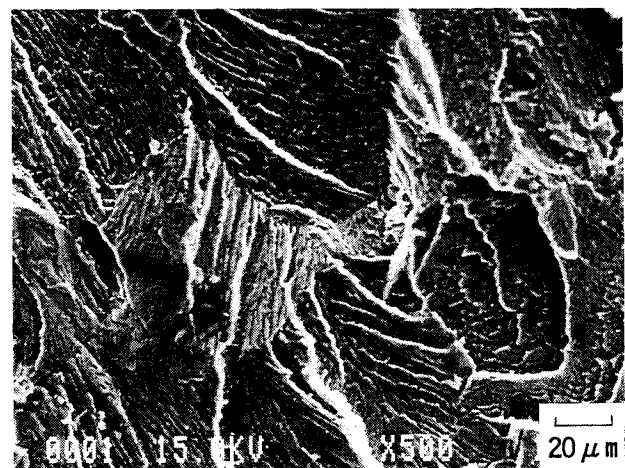


図3 マトリックスの疲労破面

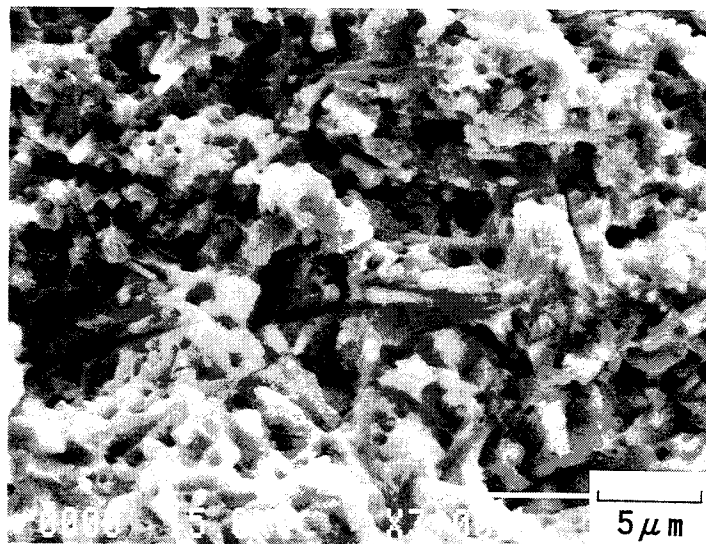
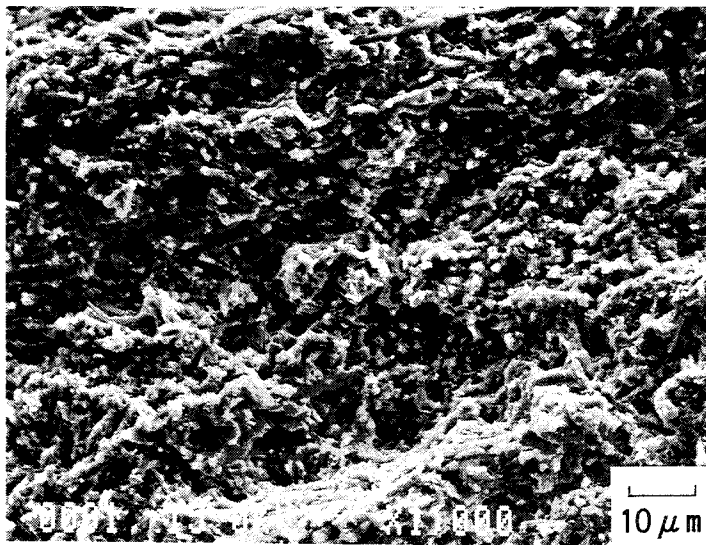


図4 複合材料の疲労破面

4 結 言

SiCw強化Al合金複合材料の疲労特性を検討した結果、以下の結論を得た。

- (1) SiCw/7075は、7075マトリックスと比較して、静的強度では約1.5倍、疲労強度では2倍以上上昇する。
- (2) 7075マトリックスの疲労強度比は約0.3であるのに対し、SiCw/7075では0.45前後となる。

以上により、SiCw強化Al合金複合材料の疲労特性について、Al合金単独の場合と比較して、疲労に対して有利であることを把握することができた。今後は、超塑性発現について評価を行い、実部材への適用の可能性を明らかにしたい。

参考文献

- 1) 柴田他：平成3年度三重県金属試験場業務報告 (1992) 23
- 2) 柴田他：平成4年度三重県金属試験場業務報告 (1993) 25
- 3) 柴田他：平成5年度三重県金属試験場業務報告 (1994) 25
- 4) 柴田他：平成6年度三重県金属試験場業務報告 (1995) 34