

1996年1月10日

材料システム工学専攻	学籍番号	947852
申請者氏名	王 磊 (Wang Lei)	

指導教官氏名	小林 俊郎 教授 新家 光雄 教授 牧 清二郎 助教授
--------	-----------------------------------

論文要旨 (博士)

論文題目	Fracture Behavior of a SiC Whisker Reinforced 6061 Aluminum Composite under Cyclic and Dynamic Loading at Room and Elevated Temperatures (SiCw/6061Al複合材料の破壊特性に及ぼす負荷速度および温度の影響)
------	--

SiCw/6061Al MMCは、優れた比強度、耐摩耗性および耐熱性を有するため、多くの研究がなされ、一部実用化されるようになった。しかし、これまでの研究では、このようなMMCに対して動的負荷下あるいは高温下での力学特性および材料の破壊挙動については明らかにされていない。そこで、本論文では、これまであまり注意が払われていなかった負荷速度および高温下での破壊挙動に注目し、繰り返し変形特性、低サイクル疲労特性、破壊靱性ならびにこれらの条件下での破壊機構等を詳細に検をした。

まず、第1章では、MMC材料の状況、MMCの研究開発の推移と重要性を示し、本研究の背景および目的を述べた。

第2章および第3章では、室温におけるUA、PAおよびOA三種時効状態のMMC材および非強化材の繰り返し変形特性および低サイクル疲労特性を検討した。MMC材は、各ひずみ範囲および各熱処理状態ともに繰り返し硬化を示した。中でも亜時効のMMC材では最大の繰り返し硬化を示したのに対して、過時効のMMC材では、最小の繰り返し硬化を示した。また、MMC材の繰り返しおよび単純引張り応力も非強化材より高い傾向を示した。この原因としては、SiCwの添加によって、高密度な転位が生じたためであると考えられる。また、MMCは低サイクル疲労範囲で非強化材より高い疲労強度（応力）を示し、過時効状態において、MMCは優れた繰り返し塑性を示した。

第4章および第5章では、本供試材の高温での繰り返し変形と低サイクル疲労特性および破壊挙動を調査した。その結果、MMC材および非強化材ともに温度の上昇に従って、繰り返し応力は低下したが、MMC材は非強化材と比較して低下の度合いが小さかった。また、MMCは各温度において数十サイクルの初期段階で若干繰り返し硬化を示した。それに加えて、低い全ひずみ振幅（0.45%以下）において、MMC材は非強化材と比較し、大きな繰り返し塑性ひずみ振幅を示した。また、MMC材の疲労寿命は非強化材より若干短い、MMC材は非強化材より高い低サイクル疲労強度（応力）を示した。本供試材に対して、473KまでのMMC材の破壊は、主にウイスカ端のマトリックスあるいは破断したウイスカの間隙におけるボイドの発生、合体を経て、ウイスカのpull-outを生じる形式であることが判った。しかし、非強化材の破壊形態は、温度の上昇に伴い単純疲労破壊から疲労およびクリープの混合型破壊となった。

第6章では、MMCの破壊靱性および破壊機構に及ぼす負荷速度の影響について検討した。負荷速度が、 $5 \times 10^{-6}$ m/sより1m/sまでの範囲では、MMCの破壊靱性値に顕著な変化は認められなかったが、1m/s以降では急激に増大した。これは、負荷速度上昇に伴い、マイクロボイドおよびマイクロクラックの発生が広範囲におよぶことによる大きな塑性変形ならびにウイスカのpull-outに起因するものである。SEMおよびX線による解析結果より、高負荷速度におけるMMCの破壊は、主き裂の他に広範囲に発生したマイクロクラックあるいはマイクロボイドの合体する時間がなく、ダメージゾーンが拡張して残存する型であることが認められた。

第7章は、本研究で得た結果を総括したものである。