

専攻	材料システム工学学籍番号	905205	指導教官氏名	小林俊郎教授
申請者氏名	戸田裕之			新家光雄助教授
				村田純助教授

論文要旨

論文題目	SiC ウィスカー強化アルミニウム合金複合材料の力学的性質とマイクロ組織制御
------	---

(要旨 和文 1,200 字程度)

(1)

MMC は、本来的には設計できる材料である。しかしながら現在のところ、その力学的特性の制御法はなく、物性発現や破壊の機構さえ明らかではない。本論文では MMC のマイクロ組織に注目し、その特徴や強化、破壊の機構等を検討し、いくつかのマイクロ組織制御法を提案する。

第 II 章では、種々のウィスカーおよび粒子強化材の強度を求め、従来の複合材料理論や母相マイクロ組織因子によって整理した。結果として、転位密度や熱残留応力、分散強化等のマイクロ組織因子を考慮すれば、このような MMC の強度をよく予測できることが示された。また、これに基づいたマイクロ組織の最適設計指針をまとめた。

第 III 章では、MMC の時効硬化が非強化の合金と比較して加速されていることを示した。MMC では、転位や界面で空孔が消滅するため、GP(I)ゾーンの形成が阻害される。一方、GP(II)ゾーンと中間相の形成は MMC では促進される。この原因は、転位や界面が溶質原子の高速拡散路および各析出相の優先析出サイトとなることと結論された。

第 IV 章では破壊機構を検討し、き裂前方で発生する微小き裂がき裂伝播に影響を与えることを示した。また、強化材近傍の PFZ や界面の粗大な析出物、溶質原子の非平衡偏析などにより、ウィスカーの実質的な破断強度が

低下するとともに、強化材端部での応力集中が緩和され、破壊様式が大きく変化する場合があることを示した。

第V章では、時効処理中に復元処理を挿入することで母相を2~3相に分割し、各領域の特性を制御する熱処理方法を提案した。まず、熱処理による析出物の再固溶や再析出を確認し、熱処理条件を詳細に検討した。この熱処理でT6処理を上回る高強度が得られ、延性やじん性を考慮したミクロ組織制御の可能性を示した。

第VI章では、き裂伝播シミュレーションを行い、第IV章で明らかにしたき裂伝播機構が再現できることを示した。次に、種々のミクロ組織因子がき裂進展開始および伝播特性に及ぼす影響を調べ、強化材の凝集がき裂伝播抵抗の改善に有効であることを示した。また、このようなミクロ組織を実現する手法を提案し、MMCを試作してその強度、弾性特性、破壊じん性等を実験で検証した。

第VII章では、疲労き裂伝播機構を検討するとともに、負荷応力や母相ミクロ組織が疲労き裂伝播に及ぼす影響を調べた。疲労き裂伝播の場合も、一方向破壊と同様な破壊機構が確認された。そこで、前章と同様のシミュレーションを行い、微小き裂による応力遮蔽効果やき裂偏向の効果、き裂開閉口の相違で実験結果を説明した。

第VIII章では、微小疲労き裂の特異な挙動を調べた。き裂伝播速度の統計的解析から、き裂伝播速度のばらつきはミクロ組織の影響であり、MMCでは強化材、アルミ合金では結晶粒界の影響が大きいことを示した。また、き裂がミクロ組織の影響下にある長さ範囲を求めた。