

機能材料工学専攻	学籍番号	969202
申請者氏名	河部 昭雄	

指導教官氏名	小林俊郎 教授
	新家光雄 教授

論文要旨 (博士)

論文題目	S i C粒子強化アルミニウム合金複合材料における力学的性質および実用化の検討
------	---

金属基複合材料(MMC)は優れた諸特性を有するので1970年代後半から次第と実用化され始めた。しかし、90年代のバブル経済の崩壊に伴う不況によって、材料への関心はコスト、リサイクルまで含めた環境性に重点が移行し、一時の華やかさはないように思われる。ところが、工業用材料の歴史をふりかえると、ますます高度化する科学技術社会では、高性能な材料が必要とされることが理解される。このことを裏付けるように、最近の不況にもかかわらずMMCは輸送用機器を中心に再び実用化例が報告されている。優れた特性を生かした部材への応用がさらに望まれるところである。現在のところ、MMCはウイスカや粒子が強化相として用いられるが、現状では粒子タイプに重点が移行しているように思われる。この粒子強化型MMCはインゴットなどの素材として市場に供給され部材に実用化され始めているが、強化相が比較的粗粒のため高強度材としての要求には応えられない。さらに、新しい材料であるため実績の蓄積も少なく、このことが新たな適用の障害となる場合も多い。今後、さらにMMCが普及するためにはこれら課題の解決が必要と考えられる。このようなことから、本論文では粒子強化型MMCの力学的特性をとりあげ、その特性向上と実用化の研究を行った。そして、微細な粒子を強化相とするMMCの創製とその材質評価、および市販されているMMCを用いた実用化試験による問題点等の検討を行った。さらに、再溶解や再利用の可否ならびに許容欠陥寸法について試験を行い、同素材の信頼性についても考察した。

まず、第I章の緒言に続き、第II章では平均粒径 $0.3\mu\text{m}$ と微細なSiC粒子を液相法によって複合化する研究を行った。微細粒子は凝集しやすいが、均一分散させるためには以下のことが重要であることを明らかにした。(1)添加する前の粉体強度を小さくすること、(2)分散力が粉体の強度を上回ること、(3)濡れ性をよくすること。そのためには、粒子の前処理とジェットミル処理、固液共存域での攪拌、カルシウムの添加が有効であることを示した。この方法により凝集のない複合材料の創製が可能となった。

第III章では得られたMMCの材質評価を行った。ここでは引張と熱処理特性について試験を行い、降伏強度を転位密度の上昇と分散強化の式により解析した。また、濡れ性を改善するために添加されるカルシウムの影響についても検討した。その結果、以下の事柄が明らかになった。(1)微細な粒子を強化相とした体積率7.6%のMMCでは、降伏強度350MPa、引張強度410MPaが得られ、非強化合金よりもそれぞれ30%、37%の強度上昇となった。(2)得られたMMCの降伏強度はこの解析式の予測と一致し、高強度化されることを示した。(3)カルシウムはMMCの引張および熱処理特性に影響を及ぼさない。この理由として、MMCではマトリックス中に CaAl_2Si_2 の化合物を生成しないことが原因と考えられた。

第IV章では、粒子強化MMCを再溶解して使用することが実際には必要となるので、欠陥等による機械的性質への影響について試験を行った。その結果、100%リターン材使用時でも引張強度は変わらないこと、許容欠陥サイズは1.5~2mmであり破壊力学による解析結果と一致することを明らかにした。

第V章では粒子強化MMCの破壊じん性、衝撃特性、疲労強度等の試験を行った。その結果、MMCを鍛造することによって、鋳造品と比較して疲労強度は約2倍、衝撃特性は約5倍と飛躍的に上昇することが明らかになった。そしてこの結果に基づいて実機試験を行い、結果について検討した。

第VI章では以上得られた知見を総括するとともに、本研究の結果や考察によって新たに生じた問題点等について触れた。