

## 論文審査の要旨

報告番号	理工研 第389号	氏名	奈良大作
審査委員	主査	近藤英二	
	副査	福井泰好	上谷俊平
		熊澤典良	

学位論文題目 AI-Si傾斜機能材料の作製とその半溶融加工条件最適化に関する研究  
(Studies on Manufacturing of Al-Si Functionally Graded Material and Its Optimization of Semi-Solid Forming Conditions)

## 審査要旨

提出された学位論文及び論文目録等を基に学位論文審査を実施した。本論文は、過共晶Al-Si合金の優れた特性に着目し、要素・構造用材料としての用途を広げるためのAl-Si傾斜機能材料の作製と、その実用化を目指した半溶融加工条件の最適化に関して検討した結果をまとめたもので、全文6章より構成されている。

第1章は「緒論」であり、半溶融加工法や傾斜機能材料開発に関連して行われてきた研究の経過と本論文の位置付け、目的及び論文の概要について述べている。

第2章では、過共晶Al-25 mass% Si合金を用いた真空遠心力法による傾斜機能材料の作製プロセスについて述べ、作製した厚肉円筒管の体積分率は管の外周側が軽くてSi含有量が多い約60 mass% Si、内周側が重くてSi含有量が少ない約15 mass% Siという結果を得た。この組成傾斜は、作製時の予測とは異なるものであったが、この結果に至った原因としてSi密度の温度依存性に着目し、Al-Si FGMにおけるSi粒子の分布形成過程について明らかにしている。

第3章では、Al-Si FGMを供試材として後方押し半溶融加工試験を行い、FGMカップは580℃から590℃の溶解金属と固体Siが混在する温度範囲で成形された。また初晶のSi粒子は、塑性流動と粘性流動の複合効果によって微細化され、Al-Si共晶組成融点直上の580℃付近での加工が実用化に適した条件であることを示している。

第4章では、落下鍛造型粘度計を用いて過共晶Al-Si合金の半溶融加工による変形挙動解析を行い、初期の大きなせん断速度域で粘性係数は小さくなり、その後、せん断速度の減少に伴い粘性係数は大きくなり、粘性係数 $\mu$ とせん断速度 $\dot{\gamma}$ との関係は、両対数グラフ上で直線関係となることを示した。また、変形の実効時間と粘性係数との関係は凸型の曲線となり、実効時間は粘性係数30 kPa·sで最大値をとることを示した。この実効時間は塑性加工から鑄造へと至る変形プロセスの遷移点と推測され、半溶融加工の最適条件を与えている可能性を示している。

第5章では、共晶組成融点直上での加工を達成するため、半溶融加工過程のウェーブレット解析を用い、半溶融加工開始点の把握とSi粒子微細化への影響について検討している。ウェーブレット解析により、一定負荷荷重下での温度上昇に伴う過共晶Al-Si合金の状態変化の不連続性を検出し、この不連続点でSi粒子が微細化しており、ウェーブレット解析による半溶融加工条件決定の有効性を明らかにしている。

第6章は「結論」として、第2章から第5章において得られた研究結果をまとめている。

以上の結果は、過共晶Al-Si合金の要素・構造用材料としての実用化に対し有用な指針を示し、半溶融加工を適用した技術展開に大きく寄与するものと考えている。

よって、審査委員会は博士(工学)の学位論文として合格と判定する。