

専攻	材料システム工学	学籍番号	917850	指導教官氏名	小林俊郎	
申請者氏名					Mahmoud Fouad Haliz	新家光雄
						森永正彦

## 論文要旨

論文題目	Al-Si合金鋳物におけるミクロ組織と機械的性質との関係
------	------------------------------

(要旨 1,200字以内)

アルミニウム (Al) 合金鋳物は、高応力の負荷される部材への利用においてその需要が高まってきた。それは、自動車産業 (例えばエンジン部材およびサスペンション・システムなど) や航空宇宙産業 (例えば隔壁、扉、アクチュエータの架構およびヘリコプターの部材など) であり、こうした合金のミクロ組織と機械的性質および破壊特性との関係を理解することは重要であるといえる。この主題をより明確にするため、本研究の供試材は、亜共晶および共晶組成のAl-Si合金とした。合金のミクロ組織は、その凝固速度およびストロンチウム (Sr) による改良処理の指標となる。機械的性質と破壊特性については、4種類の試験を行い検討した。本研究で行った試験は、静的引張試験、シャルピー衝撃試験そして静的および動的破壊靱性試験である。そして、ミクロ組織とこれら機械的性質との関係、および破壊特性とミクロ組織との関係について明らかにした。

一般に、両合金の引張特性、衝撃靱性および破壊靱性は、デンドライト間の共晶のSi粒子の大きさおよび形態に影響される。これに加えて、合金の機械的性質に影響を与えるパラメータとして、粒子間隔 ( $\lambda_{Si}$ ) よりもむしろ粒子間隔を等価粒子径 (DE) で無次元化した値 ( $\lambda/DE$ )  $_{Si}$  を提唱した。また、ボイド成長パラメータ [ $VGP = \sigma_y \times (\lambda/DE)_{Si}$ ] についても提案した。亜共晶合金において、デンドライト2次アーム間隔 ( $\lambda_d$ ) 自体は機械的性質に直接には影響を及ぼさず、これに関連して最も重要な相 (すなわち共晶混合相) を一様に分布させ、Si粒子をより粒状化すること自体が重要であるのが認められた。従って、機械的性質は、Al固溶体デンドライトを横切る線分上の自由距離 (MFP) つまりデンドライト間隙距離に直接影響される。しかしながら、本研究ではミクロ組織の微細化度を示すパラメータ  $\phi$  ( $=MFP/\lambda_d$ ) を提唱し、これが機械的性質と密接な関連性を持っていることを示した。

破壊は以下のような段階を経て起こる。それはSi粒子を起点としたボイドの発生、その成長と合体である。き裂は、可能な限り共晶混合相中を優先的に進む。しかしながら、改良処理された合金においては、より強靱な部分 (すなわちAl固溶体) を通る粒内破壊傾向が認められる。この破壊モードの変化は、(亜共晶合金において) 共晶相がより一様に分布する、あるいは (共晶合金において) 広い面積の共晶相の間に面積の小さいAlデンドライトが存在するというものと思われる。さらに、破壊靱性試験において、き裂の発生はき裂先端の塑性鈍化により優先的に起きた。また、予き裂の進展の段階までに塑性の局在化およびき裂先端前方の微小き裂の存在が認められた。

破面観察により、改良処理を施していない合金の破面の主要な部分は、共晶領域におけるSiの配列に類似した複雑な状況から成っており、Si粒子の割れが認められた。こうした特徴は、これらの合金の機械的性質の悪さおよび破壊靱性の低さを端的に表している。一方、改良処理した合金では、ディンプルの領域 (大多数はこれである) と滑らかなリップル・パターン (ディンプルの領域に囲まれている) の2つの主要な特徴が認められた。これらの特徴は延性破壊を示す代表的なものである。この破壊様式における大きな変化は、Sr添加および鋼製鋳型を用いたことにより得られた速い凝固速度により、Si粒子が粗い板状から円形状の断面形状を持つ微細な粒状へと変化したことによ

るものに違いない。これら改良処理した合金の破面の特徴は、一方では著しく改善された引張特性、特に伸び、優れた衝撃特性および破壊靱性の著しい向上を裏付けており、また一方では、共晶Si粒子（の形態および大きさ）の重要性を強調するものである。

5

10

15

20

26

5

10

15

20

25