

機能材料工学専攻		学籍番号	029203	指導教員氏名	新家 光雄
申請者氏名	面戸 誠志				梅本 実 戸田 裕之

論文要旨(博士)

論文題目	Al-Si系合金におけるSi粒子の空間的分布と破壊挙動に関する研究
------	-----------------------------------

(要旨 1, 200字程度)

アルミニウム合金鋳物は、形状や工法による自由度が高く、これまで展伸材が使われていた部位へも適用がなされてきている。しかしながら、鋳造材は展伸材と比較して靱性が低く、更に鋳造欠陥の存在により特性が低下することが懸念される。

アルミニウム合金鋳物は、損傷した Si 粒子やポア等の欠陥を起点とするディンプル形成型の延性破壊を呈する。破壊過程における Si 粒子の損傷挙動や鋳造欠陥の影響を知ることは、靱性を評価するうえで重要である。一方、コンピュータ技術の発展と材料に関する研究成果によって、鋳造品を仮想的に製造するシミュレーション技術の開発が行われている。鋳造等の製造に関するシミュレーションは、技術的にも確立されている。しかしながら、破壊のシミュレーションは、その現象の複雑さ等によって未だ技術的に確立されていない。そこで、本論文では、Al-Si 系合金中の破壊過程における Si 粒子の損傷挙動を明らかにすることと、破壊のシミュレーションの中でも比較的開発が遅れているき裂伝播のシミュレーションを実用化し、ミクロ組織の違いを評価し、最終的に最も靱性が向上するミクロ組織を提案することを目的とした。

第 1 章の序論に続き、第 2 章では、Si 粒子のアスペクト比や真円度といった形状因子に注目し、Al-Si-Mg 系合金の機械的特性との関係について調査した。改良処理によって Si 粒子の形状が球に近づくほど機械的特性が向上することが明らかになった。更に、Sr を過剰に添加し、共晶 Si 粒子の凝集部を拡大させると特性が低下することも分かった。

第 3 章では、Al-Si 系合金における破壊特性と Si 粒子の損傷挙動の関係について検討した。引張負荷条件下では、比較的粗大な粒子が優先して損傷し、粒子のアスペクト比が 1 に近づくともマトリクスとの界面で剥離が多く観察された。き裂伝播については、共晶 Si 粒子や共晶、 α 相の空間的分布の違いによってその機構が異なることが確認できた。デンドライト組織を呈する材料では、デンドライトセル内ではデンドライトを分断しながら進展し、共晶部では共晶の幅のほぼ中央を進展する。 α 相が球状な材料では、 α 相、共晶を直線的に分断しながら進展した。ミクロ組織が左右対称な場合には、ミクロ組織対称性により周囲にある複数の α 相の効果が相殺されることが明らかになった。

第 4 章では、まず、き裂伝播シミュレーションを実用化し、 α 相や Si 粒子の空間的分布が異なる材料中を伝播するき裂について、偏向挙動の力学的洞察を行った。き裂が α 相に近づくとも応力遮蔽効果によって α 相に引き寄せられるような挙動を示した。ただし、ミクロ組織が左右対象な材料においてはこれらがキャンセルされき裂は直進することが分かった。これらの結果は、いずれも SEM 内その場観察でみられた結果と同様な結果となった。

最後に第 5 章の総括では、得られた結果をもとにアルミニウム合金鋳物における Si 粒子の空間的分布が破壊挙動に与える影響について総括するとともに、本研究の結果や考察によって新たに生じた今後の研究課題についても触れている。