

平成15年1月10日

機能材料工学専攻	学籍番号	009006
申請者氏名	Nasir Hayat Baluch	

指導教官氏名	新家 光雄 戸田 裕之
--------	----------------

論文要旨 (博士)

論文題目	Control of solidification process in cast aluminum alloys with an objective to improve mechanical properties (アルミニウム鋳物合金の力学的性質改善を目的とした凝固プロセス制御)
------	--

(要旨 1,200字程度)

Al-Si鋳物合金の利用は自動車産業を始めとする輸送機器分野等で増加している。これらの合金の軽量化や力学的性質、低コストを生かして構造物への適用を拡大するためには、その力学的性質のさらなる改良が必要不可欠である。本論文では、Al-Si鋳物合金のミクロ組織を改良して力学的性質を向上させるための2つの新しい鋳造方法について検討した。近年、半溶融凝固鋳造法により微小な等軸晶が得られ、これにより機械的性質の向上が期待できることが報告されている。しかしながら、現段階では、半溶融凝固法は特殊な装置で厳密な温度管理が必要なため、高価で大量生産向きとは言えない。さらに、作製された材料の力学的性質に及ぼす様々なミクロ組織の影響は、未だ明らかにされていない。本研究では、傾斜冷却板を利用した半凝固鋳造法により、簡便で安価な装置により初晶 α が粒状化した材料を迅速に作製することを試みた。そして、初晶 α サイズの異なる3種類(38、82、160 μm)の半凝固鋳造材を作製し、同様の製造工程で半凝固プロセスを省略した溶湯鍛造材との比較を行なった。ミクロ組織観察の結果、半凝固法により、 α サイズの変化に加えて、結晶粒サイズ、共晶Si粒子および金属間化合物粒子のサイズが減少し、球状化することがわかった。また、力学的性質を評価するため、引張試験、SEM内その場引張試験、疲労および微小き裂伝播試験を行なった。疲労強度は初晶 α サイズの減少に伴い増加した。10⁷サイクルでの疲労強度は、初晶 α サイズ38 μm を有する材料では溶湯鍛造材に比べて11.38%高い値を示した。SEM内その場引張試験では、どの材料でも共晶Si粒子と金属間化合物粒子はそれぞれ250MPaと200MPa以下では損傷を受けないことがわかった。そして、溶湯鍛造材においては、損傷が低い応力レベルで起こった。損傷粒子の割合は、初晶 α サイズにも依存する。半凝固鋳造材と溶湯鍛造材の大きな違いは、結晶粒界でのき裂伝播挙動である。これを調べるためにSEM-EBSPにより隣接結晶粒間の方位差の定量解析を行った。結晶粒の減少による疲労強度の十分な改良は、認められなかった。アルゴンガスバブリングは結晶粒微細化の簡便で安価なもう1つの方法であるが、この方法について今までほとんど研究されていない。本研究では、最適なガスバブリング条件を求めるため、バブリング開始時の溶湯温度、ガス流量およびガスバブリング時間を種々に変化させて材料を試作した。最適なガスバブリング条件は、943Kの溶湯温度、1l/minのガス流量、720秒のガスバブリング時間とわかった。ミクロ組織は、微細な α 相が均一に分布していた。しかしながら、このようなガスバブリング処理によるミクロ組織の改良によっても、材料中の鋳造欠陥とポロシティのため、機械的性質の改良に至らなかった。以上のことから、新しい2つの鋳造法が、Al-Si鋳物合金の安価で簡便、効果的な力学的性質改善法となり得る可能性が示された。初晶 α 粒径のさらなる微細化やポロシティの除去といった課題は残るものの、今後のこれら手法の発展と工業的利用が期待される。