

平成 14 年 1 月 9 日

機能材料工学専攻	学籍番号	999007
申請者氏名	Mosneaga Victor Alexandru	

指導教官氏名	小林 俊郎 新家 光雄 福本 昌宏 牧 清二郎
--------	----------------------------------

論文要旨 (博士)

論文題目	Evaluation of mechanical properties of weldments in Al-Mg-Si system alloys (Al-Mg-Si 系合金溶接材の力学特性評価に関する研究)
------	--

(要旨 1,200 字程度)

Al-Mg-Si(6000 系)合金は、他の中強度および高強度のアルミニウム合金と比較して、より優れた溶接性および耐食性を有している。しかしながら、溶接部近傍の熱影響部(HAZ と呼ばれる)では、液化割れが発生し、破壊靱性を著しく低下させる。一般的に、液化割れは、局所的な溶融のために高温となった溶融プール近傍の結晶粒界の開口によって形成され、開口した結晶粒界内に溶融金属の流入を引き起こす原因となる。金属の流動性が高くない場合、その不十分な流動性は、特に液化割れの原因となる。本研究では、Al-Mg-Si 合金溶接材の破壊靱性を評価することで、HAZ の欠陥による影響を特徴付けることを目的とした。また、Mn 量を変化させた溶加材を用いることで、Al-Mg-Si 合金溶接材の破壊靱性に及ぼす結晶粒構造の影響についても調査を行った。一方、SEM 内その場観察では、溶融部を通るき裂の進展および伝播挙動を観察した。SEM 内その場試験について考察するため、溶融金属と HAZ の溶融点近傍のき裂を仮定した弾性 FEM 解析を用いて、き裂先端の応力場の解析を行った。

Al-Mg-Si 合金溶接材の破壊靱性は、合金組成中の Mn、Mg および Si 量を幅広い範囲にわたって変化させることで大きく変化した。特に、低 Si 量および Mn 量が 0.7%以上の溶接材で良好な破壊靱性値が得られた。また、この傾向は、Al-Si あるいは Al-Mg 系溶加材の種類に依存していることが明らかとなった。Al-Mg(A5356 合金)溶加材を用いた場合の破壊靱性は、Al-Si(A4043 合金)溶加材を用いた時と比較して約 56%向上した。一方、溶接材の破壊靱性は、Mn を添加することで 20~30%改善できることが明らかとなった。

SEM 内その場観察の結果、Al-Mg-Si 合金において無負荷時にほとんど存在しない液化割れは、負荷後、き裂先端の前方で広範囲にわたって、特に、粒界で多数観察された。従って、HAZ 内部の粒界強度は、溶融線近傍において極端に低下していることが明らかとなった。HAZ における液化割れ形成の感受性は、試験片のノッチ深さによって変化した。主き裂の進展による流動応力の減少に伴い、多くの微小き裂は、き裂先端の前方にある結晶粒界で形成された。しかしながら、これらの微小き裂は、液化割れに寄与しなかった。ノッチ先端から進展開始したき裂は、 $P/P_{max}=0.97$ (P および P_{max} はそれぞれ負荷荷重と最大荷重)時に約 $500\mu\text{m}$ 進展した。そして、最大長さ 1mm までの微小き裂が、主き裂の前方 3mm 以内の領域に多数観察された。またこれらの微小き裂は、ノッチと平行でなく平均で約 60° 傾いて発生していることが明らかとなった。