The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Al-Mg-Si系アルミニウム合金のCO2レーザ溶接に関する材料科学的研究
Author(s)	山岡, 弘人
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42703
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

氏　　名　山岡弘人（やまおかひろと）

博士の専攻分野の名称　博　士（工　学）

学位記番号　第　15853　号

学位授与年月日　平成13年1月29日

学位授与の要件　学位規則第4条第2項該当

学位論文名　**Al-Mg-Si系アルミニウム合金のCO_2レーザ溶接に関する材料科学的研究**

論文審査委員　（主査）
教　授　小林紘二郎

（副査）
教　授　松縄　朗　　教　授　宮本　勇　　助教授　廣瀬　明夫

論文内容の要旨

本論文は、Al-Mg-Si系アルミニウム合金に対してCO_2レーザ溶接を行い、発生する各種問題を解決し、実用化へと結びつけることを目的として、溶接特性の把握、高温割れ、ポロシティといった溶接欠陥の防止、溶接部軟化を改善するための熱処理方法の選定、大型放射光施設（SPring-8）の真空チャンバーへのレーザ溶接の適用、などについて検討・考察した結果を述べたものである。本論文は、8章から構成されており、各章の内容は、以下の通りである。

第1章では、本論文の背景と目的、本論文の構成について述べている。

第2章では、アルミニウム合金のレーザ溶接に関する研究の現状を概説し、問題点を整理した上で、本研究を実施するに至った技術的背景と本論文の意義と位置付けについて述べている。

第3章では、Al-Mg-Si系合金のレーザ溶接における溶融特性とポロシティの低減手法について検討し、溶融特性に及ぼす溶接条件、ビーム特性、シールドガス等の影響と、ポロシティの発生量と継手強度に及ぼすシールドガス中のN_2含有量の影響とを明らかにしている。

第4章では、フィラーワイヤを用いたAl-Mg-Si系合金のレーザ溶接部における凝固割れの低減手法について検討し、溶接金属中の組成分布や、凝固割れ感受性に及ぼす合金成分濃度の影響、得られた継手の機械的性質について明らかにしている。

第5章では、Al-Mg-Si系合金溶接部の軟化について検討し、溶接部における軟化挙動を明らかにし、時効析出物の溶解に関する速度論的検討により軟化挙動の定量的予測が可能であることを示している。

第6章では、時効熱処理によるAl-Mg-Si系合金レーザ溶接部の強度回復について検討し、溶接後熱処理条件や、硬さ回復メカニズム、合金成分の違いによる回復挙動の差異、得られた継手の機械的性質を明らかにしている。

第7章では、これまでの検討をもとに大型放射光施設（SPring-8）の真空チェンバーへのレーザ溶接の適用技術について検討し、要求仕様を満足する適正条件を明らかにしている。また実機適用における条件範囲の拡大、施工の安定化、効率化を実施している。

第8章では、本研究で得られた結果を総括している。

論文審査の結果の要旨

Al-Mg-Si 系アルミニウム合金は、近年の環境保護、省資源化の流れから、各種工業分野で材料変更が検討されている材料であり、適用範囲拡大のためには新しい接合技術に対する検討が求められている。この中でレーザ溶接は低歪み、高精度、高速溶接が可能であり、特に Al-Mg-Si 系合金のような熱処理型合金では熱影響が少ないという点でも大きなメリットを生み出すと考えられる。しかし、アルミニウム合金のレーザ溶接は材料の高反射率により溶融が困難な上に、表面状態や添加元素が溶融特性に影響を与える、溶接中に発生するヒューム、スパッタが光学系に劣化損傷を起こす、割れ、ポロシティ等の溶接欠陥が発生し易いなどの問題により実用化例が少ない。本論文は、これらの背景のもとに、Al-Mg-Si 系合金のレーザ溶接において、溶融特性を把握した上での高温割れ、ポロシティといった溶接欠陥の防止方法、および軟化改善のための熱処理方法を検討し、大型放射光施設（SPring-8）の真空チェンバーの溶接にレーザ溶接を適用すべく検討した結果を述べたものである。得られた結果を要約すると、以下のとおりである。

(1) Al-Mg-Si 系合金の溶融特性に及ぼす溶接条件、ビーム特性、シールドガス等の影響と、ポロシティの発生量と継手強度に及ぼすシールドガス中の N_2 含有量の影響を明らかにしており、特に薄板における微量 N_2 添加 Ar シールドガスのポロシティ低減効果を明らかにしている。

(2) Al-Mg-Si 系合金レーザ溶接部の凝固割れ低減に関して、凝固割れ感受性に及ぼす合金成分濃度の影響および得られた継手の機械的性質を明らかにしており、高 Si 系フィラーワイヤを用いてレーザ溶接部における凝固割れを防止する技術を確立している。

(3) Al-Mg-Si 系合金レーザ溶接部の軟化挙動を明らかにしており、時効析出物の溶解を速度論的に取り扱うことにより軟化挙動を定量的に予測する手法を確立している。

(4) 時効熱処理による Al-Mg-Si 系合金レーザ溶接部の軟化回復挙動、回復メカニズム、合金成分の違いによる回復挙動の差異、得られた継手の機械的性質を明らかにしている。また、溶体化処理を経ない時効熱処理のみで溶接部全体の硬さを母材並に回復させ、継手効率100%の継手を得る手法を確立している。

(5) 大型放射光施設（Spring-8）真空チェンバーの溶接にレーザ溶接を適用すべく、仕様を満足する適正条件の選定および施工裕度拡大、安定化、効率化を実施し、信頼性のある安定した施工技術を確立している。

以上のように、本論文では、これまで実用化にまでこぎ着けることが困難とされた、Al-Mg-Si 系合金の CO_2 レーザ溶接について検討し、薄板においては微量 N_2 添加 Ar シールドガスを用いることによるポロシティ低減効果を明らかにし、高 Si 系フィラーワイヤを用いて凝固割れを防止する技術を確立している。また、溶接部の軟化挙動、熱処理による時効回復挙動とメカニズムを明らかにし、軟化については定量的な予測手法も確立している。また、溶体化処理を経ない時効熱処理のみで継手効率100%を得る手法を確立している。そしてこれらの検討内容を元に大型放射光施設（SPring-8）真空チェンバーの溶接にレーザ溶接を適用し実用化を達成している。これらの成果は、Al-Mg-Si 系合金に代表される熱処理型アルミニウム合金をレーザ溶接する場合において、また、レーザ溶接に限らず溶接部の組織制御を行う場合において、重要かつ大きな指針を与えるものであり、生産科学工学、材料科学の発展に寄与するところは大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。