

Title	Laser Welding of Magnesium Alloys
Author(s)	Mohamed, Ashour Saad Wahba
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/59223">http://hdl.handle.net/11094/59223</a>
DOI	
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

氏名	モハメド アッシュール サド ワハバ Mohamed Ashour Saad Wahba
博士の専攻分野の名称	博士 (工学)
学位記番号	第 25499 号
学位授与年月日	平成 24 年 3 月 22 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科機械工学専攻
学位論文名	Laser Welding of Magnesium Alloys (マグネシウム合金のレーザ溶接)
論文審査委員	(主査) 教授 片山 聖二 (副査) 教授 高谷 裕浩 教授 近藤 勝義 教授 廣瀬 明夫

## 論文内容の要旨

本研究では、軽量マグネシウム合金のレーザ溶接性について実験的に検討し、種々の知見が得られた。

まず、板厚約 3 mm の AZ31B 合金および AZ61A 合金の展伸材を用いて、種々の条件でレーザ溶接を行い、良好な貫通溶接部の作製できる条件ならびに発生する溶接欠陥の種類と発生条件について、溶接後の試験片の観察結果と溶接時の高速度ビデオ観察結果から明らかにした。得られた良好な条件でそれぞれの突合せ溶接を行い、その溶接継手部の硬度分布と機械的特性を評価し、他のアーク溶接継手より機械的特性に優れた溶接部の作製が可能であることも明らかにした。

次に、AZ91D ダイキャスト材および AZ31B 合金粉末超圧延材のレーザ溶接を行い、ポロシティが非常に生成しやすいことを確認した。その発生原因が主に母材中に存在する極めて小さい気泡もしくは気孔であるためであることを明らかにした。そして、その改善方法として、展伸材を中間層として挟む方法により検討した。その結果、ダイキャスト材では、ポロシティがかなり低減できることを明らかにした。一方、粉末圧延材では、ポロシティが母材と溶接金属部の溶融境界に沿って発生するため、ポロシティの防止ができず、溶融溶接ではポロシティの防止が困難であることが判明した。

続いて、AZ31B マグネシウム合金と亜鉛めっき鋼または裸鋼とのレーザ異材重ね接合を行った。まず、マグネシウム合金または鋼板が上板でキーホール溶接を行った場合、安定な溶接ができなかった。その状況を溶

接ビードの観察結果とレーザ溶接時の溶融池挙動の観察結果から明確にした。このため、次に、鋼板が上板で熱伝導型のレーザ溶接を行った。その結果、マグネシウム合金は裸鋼板とは接合できないが、亜鉛めっき鋼板とは接合が可能であることを明らかにした。そして、継手部のせん断引張強度は十分に高いことも明らかにした。その接合部を詳細に観察した結果、亜鉛の溶融がマグネシウム合金の酸化膜を除去し、溶融が可能となったことを推察し、鉄鋼材料側から極薄い Fe<sub>3</sub>Al 膜が生成し、続いて粒状鉄を含むマグネシウム膜があり、次にマグネシウムと亜鉛の共晶がマグネシウム合金側に生成することを明らかにした。なお、引張試験時の破壊はマグネシウム膜と共晶部で起こっていることも明確にした。

さらに、マグネシウム合金と PET プラスチックとの異材接合を試み、金属側からのレーザ照射で高強度継手の作製が可能であること、表面にピットを有する合金板を準備してピットの有する方が接合強度が上がること、およびピットに PET が流れ込んでいることから、金属とプラスチックの接合にアンカー効果もあることを確認した。

以上、本論文はマグネシウム合金のレーザ溶接現象を明らかにするとともにレーザ溶接性を評価し、さらにマグネシウム合金と亜鉛めっき鋼、そしてマグネシウム合金とプラスチックとの異材接合が可能であることを明らかにした。

## 論文審査の結果の要旨

本研究は、軽量マグネシウム合金のレーザ溶接性について実験的に検討したものである。

まず、板厚約 3 mm の AZ31B 合金および AZ61A 合金の展伸材を用いて、種々の条件でレーザ溶接を行い、良好な貫通溶接部の作製できる条件ならびに発生する溶接欠陥の種類と発生条件について、溶接後の試験片の観察結果と溶接時の高速度ビデオ観察結果から明らかにしている。得られた良好な条件でそれぞれの突合せ溶接を行い、その溶接継手部の硬度分布と機械的特性を評価し、他のアーク溶接継手より機械的特性に優れた溶接部の作製が可能であることも明らかにしている。

次に、AZ91D ダイキャスト材および AZ31B 合金粉末超圧延材を用いてレーザ溶接を行い、ポロシティが非常に生成しやすいことを明らかにし、その発生原因が主に母材中に存在する極小さい気泡もしくは気孔であるためであることを示している。そして、その改善方法として、展伸材を中間層として挟む方法により検討した結果、ダイキャスト材では、ポロシティがかなり低減できることを明らかにしている。一方、粉末圧延材では、ポロシティが母材と溶接金属部の溶融境界に沿って発生するため、ポロシティの防止ができないことも示している。

続いて、AZ31B マグネシウム合金と亜鉛めっき鋼または裸鋼とのレーザ異材重ね接合を行っている。まず、マグネシウム合金または鋼板が上板でキーホール溶接を行った場合、安定な溶接ができないことを得られた溶接ビードの観察結果とレーザ溶接現象の観察結果から示している。そこで、次に、鋼板が上板で熱伝導型のレーザ溶接を行った結果、マグネシウム合金は裸鋼板とは接合できないが、亜鉛めっき鋼板とは接合が可能であることを明らかにしている。そして、継手部のせん断引張強度は十分に高いことを示している。その接合部を詳細に観察した結果、亜鉛の溶融がマグネシウム合金の酸化膜を除去し、溶融が可能となったことを推察し、鉄鋼材料側から極薄い Fe<sub>3</sub>Al 膜が生成し、続いて粒状鉄を含むマグネシウム膜があり、次にマグネシウムと亜鉛の共晶がマグネシウム合金側に生成することを明らかにしている。なお、引張試験時の破壊はマグネシウム膜と共晶部で起こっていることも明確にしている。また、マグネシウム合金と PET プラスチックとの異材接合を試み、金属側からのレーザ照射で高強度継手の作製が可能であること、金属表面にピットを有する方が接合強度が上がることおよびピットに PET が流れ込んでいることから、金属とプラスチックの接合にアンカー効果もあることを示している。

以上のように、本論文はマグネシウム合金のレーザ溶接性を評価するとともにマグネシウム合金と亜鉛めっき鋼板またはプラスチックとの異材接合が可能であることを明らかにし、貴重な成果を得ている。

よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。