OUKA
Osaka University Knowledge Archive

Title	レーザ圧接法による異種金属接合に関する基礎的研究
Author(s)	西本, 浩司
Citation	大阪大学, 2009, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/49493
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。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	西本浩司（にしもとこうじ）
博士の専攻分野の名称	博士（工学）
学位記番号	第 23252 号
学位授与年月日	平成21年3月24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	レーザ圧接法による異種金属接合に関する基礎的研究
論文審査委員	（主査） 教授 片山 聖二 （副査） 教授 澁谷 陽二　教授 池内 建二　教授 近藤 勝義

論文内容の要旨

本研究では，異種金属接合法の１つとしてレーザとローラを組合せたレーザ圧接法を提案し，様々な異種金属の組合せにおいてレーザ圧接接合を行った．従来の溶接法では困難であった界面溶融制御による異種金属接合を行い，レーザ圧接接合性について調査するとともに，継手強度と接合条件との関係を明らかにした．また，最も需要が高い，鉄鋼材料とアルミニウムの組合せにおいて，高強度な継手が得られる接合条件を明らかにするとともに，高強度継手の異種金属接合部の微細組織観察を行い，接合機構を明らかにすることとし，レーザ圧接法による異種金属接合技術に関する基礎知見を得ることを目的として実験的研究を行った．

第1章は，本研究の背景と目的，異種金属接合の重要性について述べた．

第2章は，本研究で使用した材料，実験装置および実験方法について述べた．

第3章では，SPCC鋼板と純チタン，マグネシウム合金とアルミニウム合金およびSPCC鋼板とアルミニウム合金の組合せにおいて，レーザ出力およびローラ加圧力を変化させてレーザ圧接接合を行い，レーザ圧接性を調査するとともに，得られた継手の強度を評価した．アルミニウム合金と鉄鋼材料のレーザ異材圧接の可能性に関して，接合界面の溶融制御を行い，通常の溶融溶接では厚く生成する金属間化合物層を薄く抑え，機械的特性の良好な接合部を得るための適切な接合条件などについて検討を行った．特に，機械的特性低下に及ぼす酸化物相の影響が明らかになった．

第4章では，第3章でレーザ圧接法によりSPCC鋼板とアルミニウム合金の接合が可能であり，高強度な継手が得られることを明らかにした．本章では，レーザ圧接における低炭素鋼と工業用純アルミニウムのレーザ圧接接合を行い，それらの接合性，接合強度について調べるとともに，透過電子顕微鏡を用いて接合部近傍の微細組織の観察を行い，接合機構について検討した．その結果，金属間化合物層を100 nm程度に抑制でき，金属間化合物およびアモルファス相を介して接合されていることを明らかにするとともに，適正な接合条件で引張せん断，剥離試験においてアルミニウム母材から破断する高強度な接合体が得られた．

第5章では，自動車用鋼板として多用されている合金化溶融亜鉛めっき鋼板とアルミニウムの接合に注目した．本手法ではレーザを接合界面に直接照射することが可能であり，亜鉛めっき層とアルミニウム板を薄く溶融させて，Znに対するAlの広い固溶限を利用し，接合界面に固溶体を形成させることにより高強度な継手が得られる可能性があると考え，金属間化合物を抑制することなく固溶体を介して接合させることに着眼した．本章では，レーザ圧接法により合金化溶融亜鉛めっき鋼板と工業用純アルミニウム板の接合を，レーザ出力およびローラ加圧力を変化させて実験を行い，レーザ圧接性に及ぼす接合条件の影響，接合界面に生成する反応生成層と接合強度の関連性について検討するとともに，接合界面に形成する反応生成層について透過電子顕微鏡による詳細な観察を行い，反応生成層の構成相と接合機構について考察した．その結果，反応生成層が10 μm以上と厚く形成しても，引張せん断，剥離ともにアルミニウム母材破断する高い継手強度が得られるという新しい知見を得た．また，透過電子顕微鏡観察結果から，反応生成層の主たる相はAl-Zn固溶体であり，固溶体中に金属間化合物が細かく分散・析出して接合されていることを明らかにし，このような接合機構により接合することで高強度な継手強度が得られることを明らかにした．

第6章は，本論文の結論であり，本研究で得られた諸結果を総括した．

論文審査の結果の要旨

本論文は、異種金属接合法の１つとしてレーザとローラを組み合せたレーザ圧接法を提案し、従来の溶接法では困難であった界面溶融制御による異種金属接合を行い、レーザ圧接接合性について調査するとともに、継手強度と接合条件との関係を明らかにしている。また、最も需要が高く接合法の開発が要望されている鉄鋼材料とアルミニウムの組合せにおいて、高強度な継手が得られる接合条件を明らかにするとともに、高強度継手の異種金属接合部の微細組織観察を行い、接合機構を明らかにし、レーザ圧接法による異種金属接合技術に関する基礎知見を得ている。それらの主な結果をまとめると以下の通りである。

1）SPCC 鋼板と純チタン、マグネシウム合金とアルミニウム合金および SPCC 鋼板とアルミニウム合金の組合せにおいて、レーザ出力およびローラ加圧力を変化させてレーザ圧接接合を行い、各組合せにおける接合性を評価して、最適な接合条件と生成相の特徴を明確にしている。

2）アルミニウム合金と鉄鋼材料のレーザ異材圧接の可能性に関して、接合界面の溶融制御を行い、通常の溶融溶接では厚く生成する金属間化合物層を薄く抑え、機械的特性の良好な接合部を得るための適切な接合条件などについて検討を行い、特に、機械的特性低下に及ぼす酸化物相の影響を明らかにしている。

3）レーザ圧接における低炭素鋼と工業用純アルミニウムのレーザ圧接接合を行い、それらの接合性や接合強度について検討し、透過電子顕微鏡を用いて接合部近傍の微細組織の観察を行い、適正な接合条件で引張せん断および剥離試験においてアルミニウム母材から破断する高強度な接合体が得られることを明らかにし、さらに、金属間化合物層を 100 nm 程度に抑制でき、金属間化合物およびアモルファス相を介して接合されているという接合機構を明らかにしている。

4）自動車用鋼板として多用されている合金化溶融亜鉛めっき鋼板とアルミニウムの接合では、レーザ出力およびローラ加圧力を変化させて実験を行い、レーザ圧接性に及ぼす接合条件の影響、接合界面に生成する反応層と接合強度の関連性について検討するとともに、反応層が 10 μm 以上と厚く形成しても、引張せん断、剥離ともにアルミニウム母材破断する高い継手強度が得られるという新しい知見を得ている。特に、透過電子顕微鏡観察結果から、反応層の主たる相は Al-Zn 固溶体であり、固溶体中に金属間化合物が細かく分散・析出して接合されていることを明らかにし、金属間化合物層が膜状に形成しない接合機構により接合することで高強度な継手強度が得られることを明らかにしている。

以上のように、本論文は、異種金属材料の接合にレーザ圧接法を適用し、高強度接合部を得るための最適条件や接合機構を明確にしており、特に、鉄鋼材料とアルミニウム合金の高強度なレーザ接合継手の作製が可能であることなどを明示し、異種金属接合技術の開発に貢献するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。