



Title	高出力レーザによる自動車車体用アルミニウム合金の溶接に関する研究
Author(s)	坂元, 宏規
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/44445">https://hdl.handle.net/11094/44445</a>
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、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> 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	坂元宏規
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第17216号
学位授与年月日	平成14年5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	高出力レーザーによる自動車車体用アルミニウム合金の溶接に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 小林紘二郎
	(副査) 教授 宮本 勇 教授 黄地 尚義 助教授 廣瀬 明夫

### 論文内容の要旨

本論文は、自動車の大幅な軽量化に有効な手段であるアルミニウム車体の接合技術として高いポテンシャルを有するレーザー溶接技術を確立することを目的とし、溶接時のレーザーと材料の相互作用に関してアルミニウム合金種類およびレーザーの波長の溶融特性に及ぼす影響を明らかにするとともに、ポロシティを始めとした溶接欠陥発生の原因となる溶接プロセスの不安定性現象を実験的に解明し、高速で健全な継手を得るための方策を明らかにしたものである。本論文は7章からなり、各章の内容は以下の通りである。

第1章では、本研究の背景および目的を述べるとともに本研究の構成を示した。

第2章では、これまでのアルミニウム合金のレーザー溶接技術の研究を、溶融特性；溶接欠陥の観点から検討し、レーザー溶接をアルミニウム車体に適用するうえで解決すべき課題と本研究の位置づけを明確にした。

第3章では、各種構造用アルミニウム合金をCO<sub>2</sub>レーザーを用いて溶接を行ない、キーホール溶接への移行現象が材料物性値に支配されており、合金の平衡蒸気圧が高いほど、また熱伝導性が低いほどキーホールが形成されやすいことを明らかにした。

第4章では、CO<sub>2</sub>レーザーおよびNd:YAGレーザーによる溶接時のカップリングレートの比較検討を行ない、波長が短いNd:YAGレーザーの方がエネルギー吸収効率の点で優れることを示した。

第5章では、溶接現象のリアルタイム観察から、キーホールの形状が溶接プロセスの安定性に大きく影響を及ぼすことを明らかにし、ツインスポットビームがキーホール形状の制御に有効な手段であることを示した。ツインスポットビーム配置の適正化により高速で十分な強度と優れた外観品質を持つ継手を得た。

第6章では、本技術のアルミニウム車体への適用例を示し、レーザー溶接の強度、溶接変形、溶接速度におけるポテンシャルの高さを明らかにした。

## 論文審査の結果の要旨

アルミニウム合金製自動車車体の接合において、レーザという高密度なエネルギー源は、片側アクセス可能で設計自由度が大きく、溶接速度が速く低入熱で溶接ひずみや熱による強度低下が小さいことが期待できる有望な溶接熱源であるといわれる。

一方、アルミニウム合金のレーザ溶接においてレーザの波長や合金種類によって熔融特性が異なることは実験的には知られているが、その相互作用メカニズムは明らかにされていない。また、アルミニウム合金を高速でかつ安定に溶接を行なうことが難しく、レーザ溶接特有の溶接欠陥に関して発生状況やその原因の解明が試みられているが、溶接欠陥の抑制に関しては必ずしも効果的な方策は明らかになっていない。これらの点を明らかにしアルミニウム車体の接合に適用し得るレーザ溶接技術を確立することが求められている。

本論文は、これらの背景を踏まえ、アルミニウム車体の接合技術として高いポテンシャルを有するレーザ溶接技術を確立することを目的とし、溶接時のレーザと材料の相互作用に関してアルミニウム合金種類およびレーザの波長の熔融特性に及ぼす影響を明らかにするとともに、ポロシティを始めとした溶接欠陥発生の原因となる溶接プロセスの不安定性現象を実験的に解明し、高速で健全な継手を得るための方策を明らかにしたものである。得られた結果を要約すると、以下の通りである。

- (1) 各種構造用アルミニウム合金を CO<sub>2</sub> レーザを用いて溶接を行ない、キーホール溶接への移行現象が材料物性に支配されており、合金の平衡蒸気圧が高いほど、また熱伝導性が低いほどキーホールが形成されやすいことを明らかにしている。
- (2) CO<sub>2</sub> レーザおよび Nd:YAG レーザによる溶接時のカップリングレートの比較検討を行ない、波長が短い Nd:YAG レーザの方がエネルギー吸収効率の点で優れることを示している。
- (3) 溶接現象のリアルタイム観察から、キーホールの形状が溶接プロセスの安定性に大きく影響を及ぼすことを明らかにし、ツインスポットビームがキーホール形状の制御に有効な手段であることを示している。ツインスポットビーム配置の適正化により高速で十分な強度と優れた外観品質を持つ継手を得ている。
- (4) 本技術のアルミニウム車体への適用例を示し、レーザ溶接の強度、溶接変形、溶凍速度におけるポテンシャルの高さを明らかにしている。

以上のように、本論文は、アルミニウム車体の接合に適用し得る高速で高品質な接合を可能とするレーザ溶接技術を確立することを具体的な工業課題とし、アルミニウム合金とレーザの相互作用や、溶接プロセスの不安定性に関する基礎的なメカニズムの検討を踏まえて、良好な外観品質および十分な強度を得るための新たなレーザ溶接方法を提案し、レーザ溶接の従来の複合方法に対する優位性を明らかにしている。これらの成果は、自動車車体用アルミニウム合金のレーザ溶接技術の研究開発・実用において、重要な指針を与えるものであり、生産科学、材料科学の発展に寄与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。