

Title	薄板溶接用光源の炭酸ガスレーザから固体レーザへの変遷
Author(s)	宮崎, 康信
Citation	大阪大学, 2016, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/55978
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

論文内容の要旨

氏名 (宮崎 康信)

論文題名

薄板溶接用光源の炭酸ガスレーザーから固体レーザーへの変遷

論文内容の要旨

自動車車体の製造では1980年代より炭酸ガスレーザーが用いられ始めた。固体レーザーの一つであるYAGレーザーの高出力化が進むと、歴史的に前者は後者に代替されていった。本研究ではこの「歴史的な流れ」が、以下の3つの側面より必然であったか否かを論じた。すなわちレーザーを照射して溶融させる「プロセス」的側面、溶融金属が凝固し溶接部を形成する「冶金」的側面および形成された溶接ビードの機械的特性としての「力学」的側面である。

第1章は緒論として炭酸ガスレーザーとYAGレーザーの違いについて、また自動車製造においてレーザーがどのように使われてきたかの歴史を述べて研究の背景とし、研究の目的および構成を述べた。

第2章ではリモートレーザー溶接を題材に「プロセス」的側面から2種類のレーザーの違いについて論じた。固体レーザー溶接においてキーホールから吹き上がる金属蒸気プルームの影響をパワーの減衰と焦点シフトの観点から論じ、炭酸ガスレーザー溶接と比較した。前者におけるプルームの影響は、後者におけるそれに比べ、圧倒的に小さいものであった。

第3章では鋼板に到達したレーザービームがどの程度の溶接能力を持っているかという「プロセス」的観点から比較した。そのために単位出力あたりどの程度鋼板を溶融できるかという「溶融能力」という指標を導入した。固体レーザーは、炭酸ガスレーザーに対し、約2.4倍の溶融能力を示した。

第4章ではガスの溶鋼への溶解と気孔の発生という「冶金」的側面から論じた。炭酸ガスレーザー溶接ではプラズマ化するレーザー誘起プルーム中で窒素分子が単原子に解離し、窒素の溶鋼への溶解が促進される。その結果鋼種によっては凝固に伴う溶解度の急減に伴い気孔が形成される。これに対しプルーム温度の低い固体レーザーでは、窒素分子が溶鋼表面に吸着し解離するという反応を経て窒素が溶鋼へ溶解する。この反応に律速されて溶解量が少なく、気孔を形成しない。

第5章では「力学」的側面として、テーラードブランク材の成形性を論じた。成形時の破断位置は成形モードに応じて変化する。モードは溶接ビードと母材に同じ歪みが入る「歪み一定モデル」と同じ荷重が加わる「荷重一定モデル」に類別できる。破断伸びは溶接金属硬さとともにビード幅にも支配される。溶接ビードの厚みが母材厚の70%を下回ると成形性が急激に低下する。また等軸張出性は他の成形モードに比較し、母材からの成形性低下代が大きいことが明らかとなった。

第6章は結論であり、本研究で得られた成果をまとめた。上記「プロセス」的側面および「冶金」的側面からは、波長の短い固体レーザーの方が溶接能力が高く、主題とした「歴史的流れ」は必然と考えられた。一方「力学」的側面は「歴史的流れ」に対しては中立と考えられた。

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (宮 崎 康 信)			
論文審査担当者	(職)	氏 名	
	主 査	教 授	片山 聖二
	副 査	教 授	箕島 弘二
	副 査	教 授	近藤 勝義
	副 査	准教授	川人 洋介
論文審査の結果の要旨			
<p>自動車車体の製造では1980年代より炭酸ガスレーザーが用いられ始めた。一方、固体レーザーの一つであるYAG（ヤグ）レーザーの高出力化が進むと、歴史的に前者は後者に代替されていった。本研究では、この「歴史的な流れ」が、以下の3つの側面より必然であったか否かを論じている。すなわち、レーザーを照射して溶融させる「プロセス」的側面、溶融金属が凝固して溶接部を形成する「冶金」的側面および形成された溶接ビードの機械的特性としての「力学」的側面である。</p> <p>まず、炭酸ガスレーザーとYAGレーザーの違いについて、また、自動車製造においてレーザーがどのように使われてきたかの歴史を述べて研究の背景とし、研究の目的および構成を述べている。</p> <p>また、リモートレーザー溶接を題材に「プロセス」的側面から2種類のレーザーの違いについて論じている。固体レーザー溶接においてキーホールから吹き上がる金属蒸気プルームの影響をパワーの減衰と焦点シフトの観点から論じ、炭酸ガスレーザー溶接の結果と比較している。前者におけるプルームの影響は、後者におけるそれに比べ、圧倒的に小さいことを示している。</p> <p>次に、鋼板に到達したレーザービームがどの程度の溶接能力を持っているかという「プロセス」的観点から溶融溶接性を比較している。そのために単位出力あたりにどの程度鋼板を溶融できるかという「溶融能力」という指標を導入している。その結果、固体レーザーは、炭酸ガスレーザーに対し、約2.4倍の溶融能力があることが示されている。</p> <p>さらに、ガスの溶鋼への溶解と気孔の発生という「冶金」的側面から論じている。炭酸ガスレーザー溶接では、プラズマ化するレーザー誘起プルーム中で窒素分子が単原子に解離し、窒素の溶鋼への溶解が促進されることを明らかにしている。その結果、鋼種によっては凝固に伴う溶解度の急減に伴い気孔が形成されること、これに対してプルーム温度の低い固体レーザーでは、窒素分子が溶鋼表面に吸着して解離するという反応を経て窒素が溶鋼へ溶解すること、この反応に律速されて溶解量が少なく、気孔を形成しないことなどを明らかにしている。</p> <p>一方、「力学」的側面として、テーラードブランク材の成形性を論じている。成形時の破断位置は成形モードに応じて変化する。モードは溶接ビードと母材に同じ歪みが入る「歪み一定モデル」と同じ荷重が加わる「荷重一定モデル」に類別できる。破断伸びは溶接金属硬さとともにビード幅にも支配される。溶接ビードの厚みが母材厚の70%を下回ると成形性が急激に低下する。また、等2軸張出性は他の成形モードに比較し、母材からの成形性低下代が大きいことなどが明らかにされている。</p> <p>以上のように、本論文は、「プロセス」的側面および「冶金」的側面からは、波長の短い固体レーザーの方が溶接能力が高く、主題とした「歴史的流れ」は必然であったと結論されている。一方、「力学」的側面からは「歴史的流れ」に対してはあまり大きな影響を及ぼさないなど、特徴的な観点から評価を行っている。</p> <p>よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。</p>			