

Title	高張力鋼のレーザ・アークハイブリッド溶接現象の解明と溶接性の評価
Author(s)	潘, 慶竜
Citation	大阪大学, 2016, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/55912">https://doi.org/10.18910/55912</a>
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 ( 潘 慶竜 )

論文題名

高張力鋼のレーザ・アークハイブリッド溶接現象の解明と溶接性の評価

## 論文内容の要旨

本研究では、高張力鋼厚板に対してレーザ・アークハイブリッド溶接を行った。溶込み特性と溶接性に及ぼす各溶接パラメータの影響を評価し、高速度ビデオカメラおよびX線透視観察により、溶融池内の湯流れ、ワイヤの溶融・溶滴移行、キーホール挙動などの溶接現象を解明した。特に、良好な貫通溶接部を得るための条件について様々な検討を行い、溶接欠陥防止に有効な溶接条件範囲を明らかにした。

第1章は、緒論であり、本研究の背景、目的および構成について述べた。

第2章では、本研究で用いた使用材料である高張力鋼およびアーク溶接用のワイヤについて述べ、さらに、使用した実験装置および分析装置について詳述した。

第3章では、厚さが12 mmの高張力鋼HT780に対して、レーザ・MAGアークハイブリッド溶接法を用いて、メルトランまたはI形突合せ溶接を行った。溶込み特性と溶接性に及ぼす各溶接パラメータの影響を評価し、高速度ビデオカメラおよびX線透視観察による溶融池内の湯流れ、ワイヤの溶融・溶滴移行、キーホール挙動などの溶接現象を解明し、ポロシティや割れなどの溶接欠陥の生成条件を明らかにし、裏面アンダフィルの生成・防止状況について明らかにした。特に、良好な貫通溶接部を得るための条件について様々な検討を行い、溶接欠陥防止に有効な溶接条件の範囲を明らかにした。

第4章では、厚さ11 mmの高張力鋼HT780板に対し、レーザおよび炭酸ガスアークを用いてI形突合せハイブリッド溶接を行った。スパッタの発生量に及ぼすアーク特性の影響について検討し、溶接性に及ぼすレーザパワーの影響も検討した。また、溶接現象の観察および裏面での貫通レーザ光の検出を行った。

第5章では、ディスクレーザおよびMAGアークと炭酸ガスアークハイブリッド溶接により作製された良好な溶接継手に対して、EPMA元素分析、ビッカース硬さ測定、引張試験、シャルピー衝撃試験、酸素含有量の測定および破面観察を行い、機械的性質を評価した。

第6章では、純アルゴンガスをシールドガスとして、レーザ・MIGアークまたはCMTアークハイブリッド溶接を行い、スパッタ量および溶接金属部の酸素量を低減させる効果について評価した。また、板厚25 mmの高張力鋼に対して、両面および片面ハイブリッド溶接による貫通溶接継手の作製を試み、溶込み特性と溶接性に及ぼす各種パラメータの影響を検討した。

第7章は、結論であり、本研究で得られた成果を総括した。

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( 潘 慶 竜 )			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	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

近年、省エネルギーの観点から構造物や製品の軽量化が要望されており、高張力鋼の利用が検討されている。特に、高張力鋼は、自動車、船舶、海洋構造物、橋梁、圧力容器、パイプラインなどの各種構造物において薄板から厚板まで広く適用されており、今後さらに適用の拡大が予想される。そして、高張力鋼厚板の溶接法としては、レーザとアークの2つの熱源を用いるハイブリッド溶接法が注目されている。それはアークにより溶融金属を供給してギャップ裕度を改善し、レーザにより深溶込み溶接や高速溶接が可能となり、生産性の向上と高品質化が期待されるためである。したがって、高張力鋼厚板の溶接において生産性を向上させるためには、深溶込みで高速溶接が可能な高効率、高性能の大出力レーザ・アークハイブリッド溶接法の確立が要望されている。

そこで、本研究では、厚さが 12 mm の高張力鋼 HT780 に対して、一般的に適用が考えられるレーザ・MAG アークハイブリッドによりメルトランまたは I 形突合せ溶接を行い、溶込み特性と溶接性に及ぼす各溶接パラメータの影響を評価している。なお、用いられたレーザおよびアーク溶接機はそれぞれ最大パワー 16 kW のディスクレーザおよび最大電流 350 A の MAG 溶接機である。特に、高速度ビデオおよび X 線透視によるリアルタイム観察法により、溶融池内の湯流れ、ワイヤの溶融・溶滴移行、キーホール挙動などの溶接現象を解明し、ポロシティや割れなどの溶接欠陥の生成・防止条件、裏面アンダフィルの生成・防止状況などについて明らかにしている。

次に、厚さ 11 mm の高張力鋼 HT780 板に対し、レーザおよび MAG または炭酸ガスアークを用いて、I 形突合せハイブリッド溶接を行い、スパッタの発生量に及ぼすアーク特性の影響について明らかにし、そして溶接性に及ぼすレーザパワーの影響も明確にしている。その結果、MAG アークハイブリッド溶接では、良好な溶接部を作製するための条件範囲が炭酸ガスアークハイブリッド溶接に比べて狭いことを明らかにしている。また、通常、炭酸ガスアークによる単独溶接では、スパッタが発生しやすいが、ハイブリッド溶接では埋もれアークが形成し、スパッタが減少できることや溶接現象の観察および裏面での貫通レーザ光の検出を行い、深溶込み溶接部が作製されやすく、良好な貫通溶接部が広範囲の条件で得られることなどを明らかにしている。

ハイブリッド溶接法により作製された良好な溶接継手に対して、マイクロ組織観察、EPMA 元素分析、ビッカース硬さ測定、引張試験、シャルピー衝撃試験、酸素含有量の測定および破面観察を行い、高張力鋼では、熱影響部にフェライトが生成して軟化部が形成するが、引張の機械的特性の低下はないこと、炭酸ガスアークハイブリッド溶接部において酸化物が多く生成して衝撃特性が低いことなどが明らかにしている。

シールドガスとして純アルゴンガスを用いて、レーザ・MIG アークまたは CMT アークハイブリッド溶接を行い、スパッタ量および溶接金属部の酸素量を低減させる効果について評価している。また、板厚 25 mm の高張力鋼に対して、両面または片面からハイブリッド溶接による貫通溶接継手の作製を試み、溶込み特性と溶接性に及ぼす各種パラメータの影響を評価し、2パスで良好な貫通溶接部の作製が可能であることを示している。

以上のように、本論文は、高張力鋼のハイブリッド溶接現象を明確にし、良好な貫通溶接部を得る溶接条件を明らかにし、溶接性を評価したものである。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。