



Title	高出力ファイバーレーザ・マグアークハイブリッド溶接現象の解明と鉄鋼厚板溶接への適用に関する研究
Author(s)	申, 孜孝
Citation	大阪大学, 2011, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/27629
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	申 玟 孝
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 2 4 5 8 1 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 23 年 3 月 25 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科マテリアル生産科学専攻
学 位 論 文 名	高出力ファイバーレーザ・マグアークハイブリッド溶接現象の解明と鉄鋼 厚板溶接への適用に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 中 田 一 博 (副査) 教 授 片 山 聖 二 教 授 田 中 学

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、高出力ファイバーレーザとマグアークを組み合わせたハイブリッド溶接法に注目し、本溶接法を用いた中厚鋼板の突合せおよびすみ肉溶接継手における1パス貫通溶接ビード形成とその溶接特性に及ぼすレーザ、アークおよびハイブリッドパラメータの制御因子を、主にSS400軟鋼12 mm厚鋼板を用いて詳細に検討し、溶接欠陥の無い良好な溶接継手が得られる条件を明らかにするとともに、超高張力鋼HT980への予熱処理フリーにおける当該溶接法の適用の可能性を評価したものであり、全体を7章で構成した。各章の主要な結果は以下のようになる。

第1章は緒論であり、ハイブリッド溶接の紹介および特徴、研究背景、研究目的を述べた。
第2章では、ハイブリッド溶接の基礎データを得るために10 kWファイバーレーザ単独による厚さ16 mmのSS400突合せ継手に対する1パス貫通溶接条件を検討し、1パス貫通溶接は可能であるが、溶接欠陥としてボイドが発生しやすく、かつ継手ルートギャップ裕度が極めて狭い欠点があることを示し、これらの問題点の解決のためにレーザとアークを組み合わせたハイブリッド溶接法を提案した。。

第3章では、中出力4kW級ファイバーレーザとパルスマグアークを組み合わせたハイブリッド溶接法を板厚12 mmのY形開先突合せ継手に適用し、ハイブリッド溶接パラメータが溶接ビード形成に与える影響を評価し、開先角度およびルートギャップなどを含むハイブリッド溶接パラメータの最適化により溶接欠陥の無い良好な1パス貫通溶接ビードが得られ、かつハイブリッド溶接ではルートギャップ裕度がレーザ単独溶接よりも拡大することを明らかにした。

第4章では、最大出力10 kWの高出力ファイバーレーザを用いてマグアークとのハイブリッド溶接システムを構築し、当該システムを用いて板厚12 mmのI形突合せ開先における高速溶接での1パス貫通溶接継手形成に関する検討を行い、その形成条件を明示し、評価した。高速度ビデオカメラによりレーザ先行およびアーク先行の溶接方向による溶接ビード形成機構の相違点を検討し、アーク先行の方が良好な1パス貫通ビードが得られる原因を明らかにするとともに、ハイブリッド溶接が可能なレーザ・アーク間の有効距離が4 mm以内であることを示し、その理由を明らかにした。

第5章では、構築した10 kW級高出力ファイバーレーザ・マグアークハイブリッド溶接法を用い、板厚12 mmの厚鋼板のT形すみ肉溶接継手における溶接部形成に及ぼすハイブリッド溶接パラメータの影響を検討し、溶接欠陥の無い良好な1パス貫通すみ肉溶接ビード形成条件を明らかにした。T形すみ肉溶接においては、溶接割れ、ボ

イド、ビット、融合不良などの溶接欠陥が発生しやすく、その発生機構を明らかにし、防止方法の提案を行った。

第6章では、1000MPa級超高張力鋼板に高出力ファイバーレーザ・マグアークハイブリッド溶接法を適用し、突合せ溶接継手およびT形水平すみ肉溶接継手において、いずれの場合でも予熱処理なしの条件で低温割れなどの溶接欠陥の無い良好な1パス貫通溶接ビード形成が可能であることを明らかにするとともに、溶接金属部は微細なベイナイト組織であり、その突合せ溶接継手の引張試験においては母材破断を呈し、良好な溶接継手強度を有していることを明らかにした。

第7章では、本研究で得られた主な結果について総括した。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は高出力ファイバーレーザ・マグアークハイブリッド溶接を用い、中厚鋼板の突合わせおよびすみ肉溶接特性を評価し、良好な1パス貫通溶接ビードが得られる溶接条件を検討し、主要制御因子を明らかにしたものである。

本論文ではまず、レーザ単独溶接で厚板16 mmに対してビードオンプレート溶接を行い、溶接特性を評価した。1パス貫通ビードが得られる最適溶接条件を明らかにするとともに、溶接欠陥であるボイドやポロシティの生成原因を明らかにするためポロシティ内部の残存ガスを分析し、その生成機構を明かにした。またルートギャップ裕度も非常に狭いことを示し、これらの問題点の解決のためにレーザとアークを組み合わせたハイブリッド溶接法を提案した。

まず中出力4kW級ファイバーレーザとパルスマグアークを組み合わせたハイブリッド溶接システムを構築し、板厚12 mmのY形開先突合せ継手に適用し、ハイブリッド溶接パラメータが溶接ビード形成に与える影響を評価した。開先角度およびルートギャップなどの条件を含むハイブリッド溶接パラメータの最適化により溶接欠陥の無い良好な1パス貫通溶接ビードが得られるハイブリッド溶接パラメータを明らかにした。

次に、10 kW級ファイバーレーザとパルスマグアークを組み合わせたハイブリッド溶接システムを構築し、板厚12 mmのI形開先突合せ継手に適用し、1パス貫通溶接ビードが得られる溶接条件を検討した。レーザ先行では、裏波ビードにハンピングが発生し、良好な貫通ビードが得られなかったが、その一方、アーク先行の条件では滑らかな裏波ビードが形成され、良好な貫通ビードが得られた。高速度ビデオカメラによるハイブリッド溶接現象の観察結果に基づいてその原因を明らかにした。

さらに、構築した10 kW級ファイバーレーザ・パルスマグアークハイブリッド溶接法を用いて、板厚12 mmの厚鋼板のT形すみ肉溶接継手における溶接部形成に及ぼすハイブリッド溶接パラメータの影響を検討し、溶接欠陥の無い良好な1パス貫通すみ肉溶接ビード形成条件を明らかにした。T形すみ肉溶接においては、溶接割れ、ボイド、ビット、融合不良などの溶接欠陥が発生し易いことを示し、その発生機構を明らかにし、その防止方法の提案を行った。

最後に、1000MPa級超高張力鋼板に高出力ファイバーレーザ・マグアークハイブリッド溶接法を適用し、突合せ溶接継手およびT形水平すみ肉溶接継手において、いずれの場合でも予熱処理なしの条件で低温割れなどの溶接欠陥の無い良好な1パス貫通溶接ビード形成が可能であることを明らかにするとともに、溶接金属部は微細なベイナイト組織であり、その突合せ溶接継手の引張試験においては母材破断を呈し、良好な溶接継手強度を有していることを明らかにした。

以上のように高出力ファイバーレーザ・パルスマグアーク溶接法を用い、これまで困難であった厚鋼板の突合せおよびすみ肉溶接継手における溶接欠陥の無い良好な1パス貫通溶接ビード形成の主要制御因子を明らかにし、その溶接部形成機構を解明している。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。