



|              |                                                                                                                                                 |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title        | 片面キーホール型高速製管溶接法のビード形成現象に関する研究                                                                                                                   |
| Author(s)    | 稲葉, 洋次                                                                                                                                          |
| Citation     | 大阪大学, 1997, 博士論文                                                                                                                                |
| Version Type |                                                                                                                                                 |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/40980">https://hdl.handle.net/11094/40980</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">大阪大学の博士論文について</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           | 稲 葉 洋 次                                                                                 |
| 博士の専攻分野の名称    | 博 士 (工 学)                                                                               |
| 学 位 記 番 号     | 第 1 3 4 8 1 号                                                                           |
| 学 位 授 与 年 月 日 | 平 成 9 年 12 月 16 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     | 片面キーホール型高速製管溶接法のビード形成現象に関する研究                                                           |
| 論 文 審 査 委 員   | (主査)<br>教 授 牛 尾 誠 夫<br>(副査)<br>教 授 豊 田 政 男    教 授 小 林 紘 二 郎    教 授 黄 地 尚 義<br>教 授 宮 本 勇 |

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、溶接鋼管の製管溶接法に関するものであり、高速溶接時の溶接欠陥発生現象、特にキーホール型製管溶接法のビード形成現象を解明するとともに、新しい高速製管溶接法の確立に寄与することを目的としたものである。

本論文は序論、総括を含めて 6 章から構成されている。

第 1 章では、本研究の背景と目的および本論文の構成について述べている。

第 2 章では、高能率溶融溶接法として知られるサブマージアーク溶接法の溶接欠陥発生現象を検討し、主な欠陥であるアングカットとスラグ巻き込みが、過大なアーク力に起因する溶融金属の後退に起因することを見いだしている。

第 3 章では、サブマージアーク溶接法と同様に深溶込み溶接が可能な大電流 MAG 溶接法について、代表的溶接欠陥である融合不良の発生現象を検討し、融合不良が過大なアーク力によって引き起こされるとともに、溶滴の大塊化によるアークの指向性の低下、アークルートの変動に起因することを明らかにしている。

結果として、サブマージアーク溶接法と MAG 溶接法の大電流・高速化は、アーク力過大による溶接欠陥発生が問題となるため、現在の技術では溶接部性能と生産性の両方に優れた高速製管溶接法の基本プロセスとはなりにくいことを示している。

第 4 章では、溶接欠陥発生の原因となるアーク力を裏面に逃がすことが可能な片面キーホール型プラズマアーク製管溶接法を研究対象としてとり上げ、良好なビードが形成される限界の最大溶接速度を決定している因子が分離ビードの発生であることを定量的に明らかにしている。また、この限界溶接速度を高めるためには溶融金属量の大幅な増大が必要であり、その手段として高周波予熱との併用を提案している。さらに、約 300°C が最適予熱温度であり、予熱無しの従来プラズマ法に比較して 1.5～2 倍の高速化が可能となることを見いだしている。

第 5 章では、片面キーホール型製管溶接のさらなる高速化のために、高エネルギー密度熱源である CO<sub>2</sub> レーザの採用を提言しており、高周波予熱の併用によってもたらされる突合せ形状の改善がビード形成現象に大きく影響することを定量的に明らかにしている。また、レーザ出力 5 kW の高周波予熱レーザ法では従来のプラズマアーク製管溶接法

の4倍、レーザ出力25 kW では20倍の速度が得られることを明らかにしている。

第6章では、本研究で得られた結果を総括している。

## 論文審査の結果の要旨

高性能溶接鋼管を製造する際に適用されるいくつかの製管溶接法は、それぞれに長所と短所を有しており、溶接部性能と能率の両方で良好な特性を兼ね備えた製管溶接技術の確立が期待されている。

本研究は、能率と品質の点で最適と考えられる片面キーホール型製管溶接法に注目し、最も重要な溶接現象であるビード形成現象に主眼をおいて、高品質を維持させたまま高能率化を図ることを狙いとした一連の溶接施工法に関してまとめたものである。得られた成果を要約すれば次の通りである。

- (1) 単～2電極サブマージアーク溶接法における溶接欠陥発生現象を検討し、代表的欠陥であるアングカットとスラグ巻き込みが、過大なアーク力に起因する溶融金属の後退によって引き起こされることを明らかにしている。
- (2) サブマージアーク溶接法よりも高能率化の可能性の高い大電流 MAG 溶接法に注目し、MAG 溶接法で最も問題になる融合不良欠陥について、その発生現象および溶接条件との相関について調べ、融合不良が過大なアーク力によって引き起こされるとともに、溶滴の大塊化によるアークの指向性の低下、また、それに伴うアークルートの変動にも起因することを明らかにしている。結果として、サブマージアーク溶接法や MAG 溶接においてさらなる高速化を図るためには大電流化が不可欠になるが、アーク力過大による溶接欠陥多発が問題となることを指摘している。
- (3) アーク力を裏面に逃がすことが可能な片面キーホール型プラズマアーク製管溶接法に注目し、この溶接法の限界溶接速度が不完全なビードである分離ビードの形成で支配されることを定量的に明らかにしている。限界溶接速度を高めるためには溶融金属量の大幅な増大が必要であり、その手段として高周波予熱との併用を提案し、約300°C程度の予熱により、予熱無しの従来プラズマ法に比較して1.5～2倍の高速化が可能となることを実験的に示している。また、この高周波予熱プラズマ法では、予熱時に生じる酸化膜の悪影響のため高温の予熱が適用できないこと、および溶込み増大のための大電流化が主プラズマアーク以外の他の不安定な放電路の形成で制限されることを実証している。
- (4) この問題を解消するため、エネルギー密度の高い炭酸ガスレーザを溶接熱源として採用した高周波予熱キーホール型レーザ製管溶接法について検討し、高周波予熱との併用により、著しい高速化が可能となることを見いだしている。結果として、レーザ出力5 kW の高周波予熱レーザ法では従来のプラズマアーク製管溶接法の4倍、レーザ出力25 kW では20倍の速度が得られることを明らかにしている。

以上のように、本論文は片面キーホール型製管溶接法の限界速度を支配しているビード形成現象を明らかにするとともに、現時点で最も高い能率を有する片面キーホール型製管溶接法として高周波予熱レーザ製管溶接法を提案している。また、この新しい製管溶接法はステンレス溶接鋼管を対象にして既に実用化を完了しており、今後さらに適用鋼種、適用サイズの拡大が期待される。これらの成果は溶接工学、生産加工工学の発展に寄与するところ大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。