

Title	溶融池磁気制御アーク溶接法とその応用に関する研究
Author(s)	真鍋, 幸男
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3172748
DOI	10.11501/3172748
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏 名	ま 真 なべ 鍋 ゆき 幸 お 男
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 5 6 2 2 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 12 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	溶 融 池 磁 気 制 御 アーク 溶 接 法 と そ の 応 用 に 関 す る 研 究
論 文 審 査 委 員	(主 査) 教 授 仲 田 周 次
	(副 査) 教 授 宮 本 勇 教 授 黄 地 尚 義

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、大型鋼構造物の製作に重要な加工技術である高能率・高信頼性アーク溶接法の開発に関するもので、現在、横向・上向・立向姿勢等でのアーク溶接では、重力により熔融金属が意図せぬ方向に流動し、不整ビードと溶接欠陥の発生原因となる場合があり、溶着速度を制限した低能率施工を余儀なくされている。本論文ではこの課題に対し、電磁力により熔融金属の流動とビード形状を制御し、溶接施工の安定化と高能率化を図る新しい基本概念の提案と可能性・実用性の検討を行ったものである。

第1章は緒論であり、姿勢溶接の現状課題と本研究の位置付け・進め方を明らかにしている。

第2章では、姿勢溶接では重力による熔融金属の垂下がりが高能率化を阻害しており、横向姿勢で特に顕著であることを明らかにし、本課題の改善方法として“溶融池磁気制御アーク溶接法 Electromagnetic Controlled Molten Pool Arc Welding Process：略称 ECMP 法”を提案している。

第3章では、ECMP 法の基本概念と具体的手法例、期待効果を明らかにしている。本概念は、溶融池内電流分布または外部磁場分布を非対称化させるとともに、電流と磁場を直交させ溶融池内に方向性の強い電磁力（主として上向方向）を発生させ、溶接ビードの形状制御を行うことにより溶接欠陥の防止と高能率化を図るものである。

第4章では、溶融池内電流分布を非対称化させる2種の ECMP 法の可能性を示している。まず横向姿勢 TIG 溶接では添加ワイヤにより電流分布と電磁力分布を制御する手法を提案し、ビード形状制御・凝固組織改善・高能率化に有効なことを示している。また、開先間隙付き継手の初層溶接では、溶融池近傍の形状非対称性により電流分布が非対称化する現象（後方に偏る）を利用し、直交磁場との相互作用で発生する上向電磁力により上向姿勢初層溶接のビード形状制御が可能であることを示している。

第5章は、前記の手法のさらなる高能率化を狙い、横向姿勢 TIG 溶接で2ワイヤ化により溶着速度増大と上向電磁力発生範囲の拡大を図ったもので、実用化を意識したステンレスクラッド鋼継手溶接において、従来のホットワイヤ TIG 法の3倍の高能率施工が可能であることを確認している。

第6章では、磁場分布を非対称化させる ECMP 法を提案し、横向姿勢エレクトロガスアーク溶接法に適用し、本手法では添加ワイヤにより溶融池内の集電位置を制御するとともに、ワイヤ後方に偏芯した平板磁極で非対称磁場を形成し、アークの磁気偏向を抑制しながら熔融金属を電磁力で押し上げ、従来の課題であったアンダーカットを防止可能なことを示している。

第7章では、横向姿勢溶接が多用される超高層煙突を事例として、ECMP法の適用性と経済性を検討している。まず、ステンレスクラッド鋼煙突筒身の周継手に2ワイヤ式横向姿勢TIG溶接を適用し、良好な溶接結果を得、総作業時間が従来法の50%に低減することを確認している。さらに、炭素鋼煙突筒身の周継手を想定し、横向姿勢エレクトログラスアーク溶接法の大型モデル試験を行い、良好な溶接結果を得、総作業時間が従来MAG法の16%に低減することを確認し、ECMP法の有効性を検証している。

第8章は結論であり、各章の成果を要約している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、大型鋼構造物の製作に重要な基盤技術としての高能率・高信頼性アーク溶接法の開発に関するもので、横向・上向・立向姿勢のアーク溶接施工時に重力により熔融金属が意図せぬ方向に流動し、不整なビードを形成、アンダーカット、融合不良等の溶接欠陥を発生させたり、溶着速度を制限する低能率施工を余儀なくされていた問題に対し、電磁力利用により熔融金属の流動とビード形状を制御し、溶接施工の安定化と高能率化を図る新アーク溶接法の基本概念の提案とその実用化の可能性を理論的、実験的に検討し、さらに新アーク溶接法の開発と実用化を行ったものである。

本論文の成果を要約すると、次の通りである。

- (1) まず、姿勢溶接時の従来手法の問題点を抽出するとともに、これを改善するため、溶融池磁気制御法 (Electromagnetic Controlled Molten Pool Weiding Process、略称：ECMP法) の基本概念を示し、大別して溶融池内の電流分布を非対称化する手法と、磁場分布を非対称化する二つの手法がありえる事を示している。
- (2) 電流分布を非対称化する手法を用いた溶融池磁気制御横向姿勢TIG溶接法を提案し、発生する電磁力の分布特性の解析、試作した溶接装置での高能率施工効果、ビード・溶込形状の改善効果および冶金的改善効果を示し、可能性を示している。
- (3) さらに磁気制御性能の向上と一層の高能率化を狙い、2ワイヤ式の横向姿勢TIG溶接法を提案し、試作した溶接装置によりビード形状制御性能とワイヤ溶着速度の高速化効果を確認するとともに継手品質に問題がないことを示している。
- (4) また、非対称磁場を用いる磁気制御手法を用いた横向姿勢エレクトログラスアーク溶接法を提案し、磁場と電流付与方法が溶接現象、アンダーカット防止に及ぼす影響を把握すると共に施工条件の確認と継手品質の把握を行い、さらに、提案・検討した磁気制御法の実用性を確認するため、超高層煙突部材の大型モデル試験と実機適用試験を行うとともに、経済性についても問題がないことを検証している。

以上のように、本論文は、大型鋼構造物の製作において、溶接・加工技術としての重要課題である高能率・高信頼性アーク溶接法の新しい提案とその基本概念の構築、さらに実現のための具体的方策の提言などについて理論的、実験的検討を行い、新しい高能率溶接法の開発、施工方法、その実現化への検証など基礎的な知見を与えており、生産科学および技術へ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。