

Title	TIG-MIG複合化による高品質・高能率な溶接法に関する研究
Author(s)	金丸, 周平
Citation	大阪大学, 2013, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/26188
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

論 文 内 容 の 要 旨

〔 題 名 〕 TIG-MIG複合化による高品質・高能率な溶接法に関する研究

学位申請者 金丸 周平

本論文では、TIG-MIG複合化によって、純Arシールドにおいても安定なMIG溶接が可能となり、高品質・高能率な溶接法が実現できる可能性に着目し、TIG-MIG複合アーク現象のメカニズムを明らかにし、実用的に最適化された溶接法として確立することを目的とした。

第1章は緒論であり、本論文の背景と目的、研究の方針を述べた。

第2章では、基本現象として、TIG-MIG複合化によって安定な純ArシールドMIG溶接が可能となることを確認した。電流条件によるプロセスへの影響を評価し、電流バランスに関する安定条件範囲やMIG電流による溶滴移行形態の変化、TIG電流による溶込みへの影響について調べ、TIG-MIG複合熱源の基本的特性を明らかにした。

第3章では、TIG-MIG複合アーク現象の三次元数値解析モデルを構築し、基本条件におけるアーク現象について、アーク反発やアーク形状といった基本的特性がモデル上で同様に再現されることを確認した上で、TIG-MIG電極間においてアークプラズマを経由した電極間電流が形成することを計算結果より理論的に示唆した。

第4章では、前章で構築した三次元数値解析モデルを用い、距離・角度の電極配置の変化および電流バランスの変化がアーク形状や電極間電流値に及ぼす影響について評価した。

第5章では、数値解析により示唆された電極間電流の存在について実験的な裏づけを得ることを目的として、TIG電源の出力解析試験を行った。その結果、TIG-MIG複合状態ではTIG単独の状態よりもTIG電源の出力が低下し、更には、ある条件においては、明らかにアーク発生が観察されているにも拘らずTIG電源からの出力が0となることを確認し、電極間電流の存在を明確に裏付けた。

第6章では、溶接実入熱の測定を行い、TIG-MIG複合溶接における熱効率について、TIG単独およびMIG単独の溶接と比べて、約10%熱効率が低下することを明らかにした。また、実験結果に基づいた電極間電流値の見積りを行った。

第7章では、前章までで得られた知見に基づき、距離・角度の電極配置の影響の実験評価と最適化を行い、決定した配置にて一体型の専用トーチを製作した。製作したトーチを使用し、TIG-MIG複合溶接の基本特性の再現性と、継手溶接への適用性の確認を行った。また、TIG-MIG複合溶接で作製した実用継手について、従来TIG溶接との溶接時間の比較による高能率の確認、従来MIG溶接との靱性値の比較による高品質の確認を行い、実用的な溶接法としての溶接条件を確立した。

第8章では、本論文で得られた結果について総括した。

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (金 丸 周 平)			
論文審査担当者	(職)	氏 名	
	主 査	教授	田中 学
	副 査	教授	中田 一博
	副 査	教授	平田 好則

論文審査の結果の要旨

ガスシールドアーク溶接法は幅広い産業で利用される製造業必須の技術であり、その代表例として TIG 溶接および MIG 溶接がある。特に MIG 溶接は、能率が高く生産性の高い溶接法であるが、シールドガスに酸化性ガスを含むため溶接金属中の酸素量増加により継手の靱性低下が問題となる。しかしながら、純 Ar シールド条件で MIG 溶接を行うとアークが不安定化し、安定な溶接施工が不可能となる。このように、純 Ar シールドでの安定な MIG 溶接は継手の品質と能率向上を同時に実現する方法として、長年の課題とされており、近年またその要求が高まりつつある。

本論文では、TIG-MIG 複合化によって、純 Ar シールドにおいても安定な MIG 溶接が可能となり、高品質・高能率な溶接法が実現できる可能性に着目し、TIG-MIG 複合アーク現象のメカニズムを明らかにし、実用的に最適化された溶接法として確立したものである。

本論で述べている点は以下の通りである。

- (1) TIG-MIG 複合化によって安定な純 Ar シールド MIG 溶接が可能となる。安定条件範囲として TIG 電流値 \geq MIG 電流値の関係である必要があり、安定条件範囲では TIG 電流による付加的な溶込みの制御が可能となる。MIG 電流による溶滴移行形態の変化挙動は基本的に従来の MIG 溶接と同様の理解で扱うことができる。
- (2) TIG-MIG 複合アーク現象の三次元数値解析モデルを構築し、基本条件におけるアーク現象について、アーク反発やアーク形状といった基本的特性がモデル上で同様に再現されることを確認している。TIG-MIG 電極間においてアークプラズマを経由した電極間電流が形成することが計算結果より理論的に示唆している。また、距離・角度の電極配置の変化および電流バランスの変化によりアーク形状また、距離・角度の電極配置の変化および電流バランスの変化がアーク形状や電極間電流値に及ぼす影響について評価している。
- (3) 数値解析により示唆された電極間電流の存在について実験的な裏づけを得ることを目的として、TIG 電源の出力解析試験を行っている。その結果、TIG-MIG 複合状態では TIG 単独の状態よりも TIG 電源の出力が低下し、更には、ある条件においては、明らかにアーク発生が観察されているにも拘らず TIG 電源からの出力が 0 となることを確認し、電極間電流の存在を明確に裏付けている。
- (4) 溶接実入熱の測定を行った結果として、TIG-MIG 複合溶接における熱効率について、TIG 単独および MIG 単独の溶接と比べて、約 10% 熱効率が低下することがわかっている。また、実験結果に基づいた電極間電流値の見積りを行い、数値解析および試験で示唆された電極間電流の存在に矛盾しない結果が得られている。
- (5) 各章で得られた知見に基づき、距離・角度の電極配置の影響の実験評価と最適化を行い、決定した配置にて一体型の専用トーチを製作し、傾斜姿勢やウィービング運棒を含む実用的な溶接法の実施を可能としている。また、TIG-MIG 複合溶接で作製した実用継手について、従来 TIG 溶接との溶接時間の比較による高能率の確認、従来 MIG 溶接との靱性値の比較による高品質の確認を行い、実用的な溶接法としての溶接条件を確立している。

以上のように、本論文は純 Ar シールドにおいても安定な MIG 溶接を可能とできる TIG-MIG 複合化について、その複合アーク現象のメカニズムを明らかにし、電極配置の最適化および専用トーチの製作により、実用的に最適化された溶接法として確立したものである。本研究によって得られた TIG-MIG 複合溶接に関する知見は、近年の溶接業界において要求が高まりつつある安定な純 Ar シールド MIG 溶接の実現を可能にし、高品質・高能率な溶接プロセスの実用化・普及に大きく貢献できるものと期待できる。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。