



Title	グローバル移行制御による炭酸ガスアーク溶接のスパッタおよびヒューム低減に関する研究
Author(s)	山崎, 圭
Citation	大阪大学, 2011, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/59194
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	やまざき けい 圭 山 崎 圭
博士の専攻分野の名称	博 士（工学）
学 位 記 番 号	第 2 4 9 3 7 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 23 年 9 月 20 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	グロービュール移行制御による炭酸ガスアーク溶接のスパッタおよびヒューム低減に関する研究
論 文 審 査 委 員	（主査） 教 授 田 中 学 （副査） 教 授 中 田 一 博 教 授 平 田 好 則

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、炭酸ガスアーク溶接法のグロービュール移行領域において最大の課題とされてきたスパッタおよびヒュームの低減を目的として実施したものである。

第1章は緒論であり、本研究の背景と目的、ならびに本研究に関する研究の現状と問題点について述べた。

第2章では、赤外領域を用いた二色放射測温装置を試作し、GTAWにおけるタングステン電極および溶融池の表面温度を測定することによって、本装置の精度と信頼性を確認した。更に、本装置を高電流領域のGMAW（炭酸ガスアーク溶接法、混合ガスアーク溶接法、パルスMAG溶接法）に適用し、その溶滴温度が溶融池温度と比較して圧倒的に高いことを明らかにした。

第3章では、ヒュームを構成するSi、Mnに着目し、これら元素の供給源として溶滴および溶融池からの寄与率を求め、溶接ヒュームの主な供給源が溶滴であることを実験的に明らかにした。また、高電流・炭酸ガスアーク溶接法のヒューム低減指針を得るべく、ワイヤ成分および溶接法、溶接条件を種々変化させ、これに伴う溶滴移行形態の変化がヒューム発生現象に及ぼす影響を詳細に調査した。得られた知見をもとに、高電流・炭酸ガスアーク溶接法におけるヒューム低減指針として、パルス電流波形を用いたグロービュール移行の規則化を提案した。

第4章では、過去に検討された炭酸ガスパルスアーク溶接法を忠実に再現することにより、本溶接法の実用化を妨げてきた最大の問題点がパルスピーク期間の強力なアーク反力を受けながらの反発離脱にあることを明らかにした。これを改善すべく、炭酸ガスアーク溶接法におけるスパッタ発生現象および炭酸ガスパルスアーク溶接法のグロービュール移行現象に及ぼすパルス電流波形の影響を詳細に調査した。得られた知見をもとに、この反発離脱を抑制する新たなグロービュール移行制御を提案し、炭酸ガスアーク溶接法においてもアーク反力の弱い低電流時に静かに溶滴を離脱させることが可能であることを実証した。更に、溶滴に作用する様々な外力がグロービュール移行現象に及ぼす影響を総合的に検討し、炭酸ガスパルスアーク溶接法における規則的なグロービュール移行機構をまとめた。

第5章では、突発的な外乱によって溶滴移行の規則性が崩れた場合について、即座にその規則性を復活させるグロービュール移行制御法を開発し、その効果を確認した。更に、ワイヤ送給速度変動、突出し長さ変化に対して、第4章で明らかにした波形パラメータとしての基本要件を満足させながら、溶融バランスを維持することができるアーク長制御アルゴリズムを提案した。そして、これらの機能を有する溶接電源を試作し、そのスパッタおよびヒューム低減効果を明らかにした。

第6章では、第5章で開発したグロービュール移行制御法を搭載した鉄骨ロボットシステムを開発し、これを鉄骨コラムの溶接に適用した場合の溶接性能を評価し、本溶接法が実用構造物の溶接部における品質向上と溶接能率向上に大きく貢

献できることを実証した。

第7章は総括であり、本研究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

炭酸ガスアーク溶接法は、溶接品質の信頼性に優れる上、アルゴン等の不活性ガスを使用しない低コスト溶接法として我が国の主要な溶接法となっている。しかし、炭酸ガスアーク溶接法は、MIG 溶接法や混合ガスアーク溶接法と比較して、スパッタ・ヒュームが極めて多いという欠点がある。特に、ソリッドワイヤを用いた場合の中・高電流領域において、その発生量は著しく多い。これは炭酸ガスアーク特有のグロービュール移行形態に根本的原因がある。そして、このグロービュール移行現象が極めて複雑であるため、これを高度に制御した溶接プロセスは未だ実用化されていない。したがって、建築鉄骨分野をはじめとするソリッドワイヤを用いた炭酸ガスアーク溶接法を多用する製造現場では、本溶接法が開発されて以来 50 年が経過した現在でも、開発当初と変わらずスパッタ・ヒュームを多量に発生させながら溶接しているのが現状である。

本論文は、このような観点から、炭酸ガスアーク溶接法の中・高電流グロービュール移行領域において最大の課題とされてきたスパッタおよびヒュームの低減を目的としてグロービュール移行制御に取組んだものである。

本論文で明らかにされている主な点は、以下の通りである。

- (1) 赤外線二色放射測温法を用いて、GMAW（炭酸ガスアーク溶接法、混合ガスアーク溶接法、パルス MAG 溶接法）における溶滴および溶融池温度を測定し、溶滴温度が溶融池温度と比較して圧倒的に高いことを明らかにしている。
- (2) ヒュームの供給源として溶滴および溶融池からの寄与率を求め、溶接ヒュームの主な供給源が溶滴であることを実験的に明らかにしている。また、ワイヤ成分および溶接法、溶接条件を種々変化させ、これに伴う溶滴移行形態の変化がヒューム発生現象に及ぼす影響を明らかにし、ヒューム低減指針として、パルス電流波形を用いたグロービュール移行制御の必要性を説いている。
- (3) 炭酸ガスパルスアーク溶接法のグロービュール移行現象に及ぼすパルス電流波形の影響を明らかにしている。また、反発離脱に伴うスパッタ発生を抑制する新たなグロービュール移行制御法を提案し、そのスパッタおよびヒューム低減効果を明らかにしている。
- (4) 開発したグロービュール移行制御法を搭載した鉄骨ロボットシステムを開発し、これを鉄骨コラムの溶接に適用した場合の溶接性能を評価し、本溶接法が実用構造物の溶接部における品質向上と溶接能率向上に大きく貢献できることを実証している。

以上のように、本論文は、炭酸ガスアーク溶接法のグロービュール移行領域における溶滴移行制御とヒューム発生現象について統合的に検討されたものである。本論文で得られたグロービュール移行現象に関する知見は、炭酸ガスアーク溶接法の本質的な理解に向けての指針を与えるものであり、今後のプロセスの最適化や新たなプロセスの開発に向けても、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。