

Title	炭酸ガスアーク溶接におけるスパッタ低減に関する研究
Author(s)	片岡, 時彦
Citation	大阪大学, 2009, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/519
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【25】

氏 名	片岡時彦
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 23367 号
学位授与年月日	平成21年9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	炭酸ガスアーク溶接におけるスパッタ低減に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 平田 好則 (副査) 教授 廣瀬 明夫 教授 中田 一博 教授 田中 学

論文内容の要旨

炭酸ガスアーク溶接のスパッタ(熔融金属の飛散)低減を目的として、その発生形態と溶滴移行形態への極性、電流、電極ワイヤ組成の影響を明らかにし極低スパッタ化技術を開発した。

第1章はスパッタ低減に関する従来の研究結果をまとめ、本研究の重要性と目的を明確にした。

第2章では、電極ワイヤ組成のスパッタ低減効果について検討し、添加元素のTi(チタン)量の最適化とK(カリウム)を添加することで30%のスパッタ低減を達成した。Tiは溶融プールの挙動を安定化させることで短絡を抑制し、アルカリ金属であるKはアークの挙動を安定化させる働きがあることが明らかとなった。

第3章では、電流のパルス化による溶滴の移行制御とスパッタ低減について検討し、パルス周波数300Hz以上において溶滴が微細化し、移行間隔の規則性が向上することを見出した。これらの知見に基づき、適正な波形の高周波パルス電流(ピーク電流500A, 周波数625Hz)を適用すると、溶滴1個の質量を約1/2に低減し、スパッタの発生量は70%低減した。また、静止懸垂溶滴形状を近似したモデルを提案し、直径1.2~1.5mmの懸垂溶滴の固有振動数が300~600Hzであること、および、高周波パルス電流を適用すると、共振現象により溶滴移行が促進される可能性があることを示した。

第4章では、極性を通常使用されているものとは逆の棒マイナスとし、REM(rare earth metal)を330~450ppm添加した電極ワイヤを用いることで微細スプレー移行を実現し、従来法に対して90%のスパッタ低減を達成した。溶接電流の適正範囲は250~380Aと広く、良好な溶接ビード形状が得られた。

第5章では、REMの添加が極低スパッタ化を可能にする機構を検討し、次の2つの現象を明らかにした。①アークの安定化：アークのふらつきがなくなり、アーク形状が時間によらずほぼ一定となる。②移行溶滴の安定化と微細化：ワイヤ先端を頂点とする円錐状アークにより電磁力とプラズマ気流が溶滴の離脱力として有効に作用する。また、REM添加はワイヤの溶融速度を減少させ、陰極点を1/3~1/4に減少させた。これらのメカニズムとして電子放出に有効なREMが陰極である溶滴にアークを集中させる役割をしていることを示した。

第6章では、開発した極低スパッタ炭酸ガスアーク溶接法の実用化を目的として、電流波形制御の適用による薄鋼板の溶接性向上、および従来比1.5倍の深い溶込みを活用した狭開先溶接技術への展開の可能性を示した。

第7章では、本研究によって得られた主な結果を総括した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、炭酸ガスアーク溶接におけるスパッタの発生形態並びに溶滴移行形態への極性、電流、電極ワイヤ組成が及ぼす影響、極低スパッタ化技術の開発に関する一連の研究成果を7章にまとめたものであり、以下のような知見を得ている。

電流のパルス化による溶滴の移行制御について検討し、パルス周波数 300Hz 以上において溶滴が微細化し、移行間隔の規則性が向上することを見出している。これらの知見に基づき、適正な波形の高周波パルス電流を適用すると、溶滴1個の質量を約1/2に低減し、スパッタの発生量は70%低減することを示している。また、静止懸垂溶滴形状を近似したモデルを提案し、直径1.2~1.5mmの懸垂溶滴の固有振動数が300~600Hzであること、および、高周波パルス電流を適用すると、共振現象により溶滴移行が促進される可能性があることを示している。

次に、極性を通常使用されているものとは逆の棒マイナスとし、REM(Rare Earth Metal)を330~450ppm添加した電極ワイヤを用いることで微細スプレー移行を実現し、従来法に対して90%のスパッタ低減を達成している。REM添加が極低スパッタ化を可能にする機構として、電子放出能の高いREMが溶滴にアークを集中させる役割を果たしていることを示している。

さらに、開発した極低スパッタ炭酸ガスアーク溶接法の実用化を目的として、電流波形制御の適用による薄鋼板の溶接性向上、および従来比1.5倍の深い溶込みを活用した狭開先溶接技術への展開の可能性を示している。

以上のように、本論文は製造各分野で多用されている炭酸ガスアーク溶接の大きな欠点であるスパッタ発生現象を明らかにするとともに、REM添加や電流パルスの適用によって、大幅に低減させる手法を開発しており、その成果は溶接・生産科学分野へ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。