

Title	A Study on Characterization of the Plasma MIG Welding Process
Author(s)	Mamat, Sarizam Bin
Citation	大阪大学, 2018, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/70761
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

Abstract of Thesis

Name: (MAMAT SARIZAM BIN)	
Title	A Study on Characterization of the Plasma MIG Welding Process (プラズマミグ溶接法の特性に関する研究)
<p>Abstract of Thesis</p> <p>The use of arc welding to join the aluminum and steel caused the formation of brittle intermetallic compound (IMC) at interface of aluminum and steel. Since the formation of IMC is closely related to the heat input into base metal, the control of heat input is worth to control the IMC thickness. In this study, the plasma MIG welding process with the controlled plasma flow in surrounding of the MIG wire is used to control the heat input into base metal. In chapter 1, a general review regarding to plasma MIG welding process and the importance of controlling the heat input into base metal were described. The literature review on the researches that related to the droplet temperature measurement through various method and the issues in joining the aluminum to steel were highlighted. Based on the highlighted issues, the purpose of this study was determined. In chapter 2, the plasma MIG welding system and the methodology of the experiment were scrutinized. In the experiment of temperature measurement, there were two main measurement were done, droplet temperature measurement through two color temperature measurement method and plasma temperature measurement through spectroscopy analysis by using Fowler-Milne method. Metal transfer observation through camera observation and shadowgraph were also elucidated in details. Basically, the materials used in the experiment were carbon steel and aluminum. In chapter 3, the results of the temperature measurement and metal transfer observation phenomena were presented to discuss the factors affecting the droplet temperature in DCEP plasma MIG welding process. It is suggested that the presence of plasma flow in surrounding of the MIG wire promotes the divergence of MIG current at the higher position of MIG wire above the droplet. The divergence of MIG wire leads to the dispersion of heat and electromagnetic force to the MIG wire. These dispersions consequently reduce the heat flux into the droplet results in the lower droplet temperature. By this mechanism, the droplet temperature can be reduced maximally 500 K compared with that in conventional MIG welding. In chapter 4, the results of temperature measurement and metal transfer observation in pulse DCEP were presented to validate the mechanism in reducing the droplet temperature by using the plasma MIG welding. The metal transfer behavior is observed to be the same with that when the DCEP system was used. The formation of gradual taper and smooth droplet detachment that being observed during welding by using DCEP process can be seen in pulse DCEP process as well. The results of the droplet temperature measurement also show that the use of pulse plasma MIG welding is able to reduce the droplet temperature approximately 200 K compared with the pulse MIG welding process. Indeed the use of pulse DCEP plasma MIG welding capable to further reduce another hundreds Kelvin compared with that in DCEP plasma MIG welding. Therefore, it is suggested that the droplet temperature reduction in pulse plasma MIG welding is dominated by three main factors, namely the reduction of heat flux into the droplet through the dispersion of heat and force as an effect of the plasma flow surrounding the MIG wire, the limitation of heat flux during base current in pulse DCEP system and the cooling effect during base metal. In chapter 5, the mechanism of the droplet temperature measurement in pulse plasma MIG welding process was applied to control the IMC thickness in Al/Steel dissimilar joining. At about 90 A of MIG current, the IMC thickness measurement at interface of Al/Steel show that the use of pulse plasma MIG welding process results in the formation of a thinner IMC layer compared with that in pulse MIG welding. The EPMA analysis shows the formation of Fe_2Al_5 in pulse plasma MIG welding is thinner compared with the one in pulse MIG welding. This phenomenon suggests that the high heat input due to the high peak temperature in pulse MIG welding results in the high diffusivity of Fe into molten aluminum during heating process and promotes the formation of Fe_2Al_5. The use of pulse plasma MIG welding is able to reduce the peak temperature by its mechanism to reduce the droplet temperature. Low heat input suppresses the formation of Fe_2Al_5 and consequently decrease the IMC thickness in total.</p>	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (MAMAT SARIZAM BIN)			
論文審査担当者	(職)	氏 名	
	主 査	教授	田中 学
	副 査	教授	浅井 知
	副 査	教授	井上 裕滋
論文審査の結果の要旨			
<p>プラズマミグはプラズマ及びミグ溶接法の組み合わせをシングルトーチに設けた、ハイブリッドの溶接法である。プラズマミグ溶接法は二つの溶接機からなり、それぞれプラズマ電極及びミグワイヤに電源を供給する。また、プラズマミグトーチの構成では同時に異なる三つのガス（センターガス、プラズマガス、シールドガス）を別々に導入することが出来る。溶接の間、センターガス及びプラズマガスはプラズマ電極を通過後、プラズマ電極によってイオン化され、プラズマフローとしてミグアークを覆う。その結果、アークは安定化される。このプラズマフローはエネルギー密度が低くソフトな熱源特性を持つため、母材を熔融させずに広範囲を均一に予熱することが出来、ろう材の高い濡れ性を確保出来ると考えられる。</p> <p>本研究ではプラズマミグ溶接法における溶滴温度及びワイヤ付近でのプラズマ温度を測定し、高速度カメラで溶滴移行を観察した。溶滴温度の傾向に加え、その時の溶滴サイズ、テーパーの形成挙動及びワイヤ付近のプラズマ温度等を解析し、溶滴温度低下メカニズムを提案した。</p> <p>本研究で明らかにされている点は以下の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 直流プラズマミグ溶接法を使うことによって、通常ミグと比較して、溶滴温度が最高500 K低下させることが出来た。ワイヤ先端付近でプラズマフローが存在し、これがミグ電流の発散を促進することで、入熱と電磁気力がチップ方向のワイヤに分散する。その結果、溶滴への入熱が減少し、溶滴温度も低下する。 (2) 直流パルスプラズマミグで溶接をし、溶滴温度を測定した。その結果、直流プラズマミグと同様に、パルスミグと比較して溶滴温度を150 K程度低下させることができた。溶滴移行の観察では、溶滴の生成・成長・離脱のプロセスは直流と大きくは変わらず、特にテーパーのでき方も同様であった。しかしながら、直流パルスシステムでは、ベース電流時に溶滴が離脱するため、溶滴が最低限の電流で加熱された結果、溶滴への入熱が低減し、溶滴温度が低下したものと考えられる。 (3) 溶滴温度の低下メカニズムを持つプラズマミグ溶接法を活かして、これをアルミ／鉄の異材溶接に適用した結果、同一電流のパルスミグの場合と比較して、アルミ／鉄の界面で生成した金属間化合物(IMC)の厚さを減少させることが出来た。結果として、パルスプラズマミグの使用により、母材への入熱を低下することが出来、界面における鉄の拡散速度が抑圧され、IMCの厚さを低減することが可能となった。 <p>以上のように、本論文ではプラズマミグ溶接法の特性を詳細に研究し、溶滴温度の制御が可能な溶接プロセスであることを明確にした。本研究により提案した溶滴温度低下メカニズムを低入熱が必要とされる様々な接合（薄い板の溶接、異材溶接等）に適用することで、高度的な溶接品質の実現に大きく貢献できるものと期待できる。</p> <p>よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。</p>			