

アーク溶接における陰極点挙動制御のための基礎的研究



特 集

宮崎大学 教育学部
准教授 湯地 敏 史 氏

1. はじめに

アルミニウムの溶接において高品質な継手を安定して得るためには、溶接中の酸化膜の除去が不可欠となり、陰極点による酸化膜の除去作用を利用した交流ティグ溶接が広く用いられている。本研究では交流ティグ溶接における陰極点現象の解明を試みるとともに、陰極点挙動制御を通じた酸化膜除去効率向上のための技術を開発することを目的としている[1, 2]。ここではまず、陰極点現象の概略に関する基礎的な知見を得るために、電極が正極性となるEP期間内での陰極点挙動の時間的な推移を、秒間最大100万コマでの撮影が可能な超高速ビデオカメラにより実験観察した。

2. 実験方法

図1にアルミニウム板の交流ティグ溶接時における溶融池及び酸化膜上の陰極点観測のための実験装置の概略を示す。ここでは、交流ティグ溶接機(DAIHEN Co.; DA300P)を用い、シールドガスにヘリウム(20 L/min)を使用している。溶接電源の設定を、電流値200 A及び周波数70 Hz、EP比(EP時間/(EN時間+EP時間))を0.3とし、アルミニウム板(t24 mm)に対して交流ティグ溶接を行った。また、2.0%ランタナ添加タングステン電極棒(品質:エルタン;サイズ:3.2×150 mm/東邦金属(株))を使用し、陰極径及び先端角は3.0 mm及び60°とした。アーク長は5.0 mである。アーク点弧後約1.0秒後の溶融池を超高速ビデオカメラ(500,000 fps; 200 μs 間隔; Gain×1; Expose1/2)により撮影を行っている。

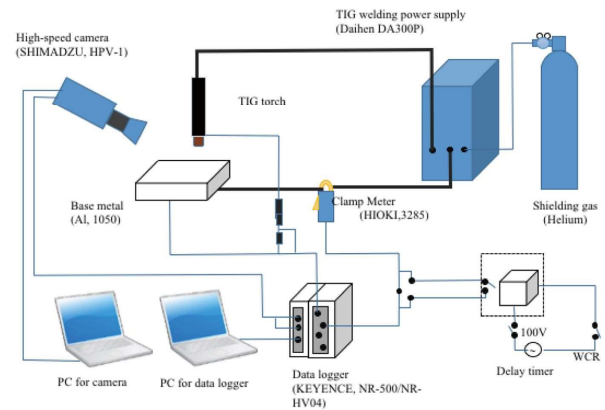


図1 実験装置構成

3. 実験結果及び考察

図2に本実験で使用した電流波形を示す。電流波形の立ち上がりエッジでトリガを使用し、Delayの調整により、立ち上がりの段階付近(時刻a)ならびにピーク電流期間(時刻b)及び(時刻c)で溶融池近傍における陰極点挙動を撮影した。ビデオカメラの撮影時間は、合計時間は4.2 msである。

図3に時刻aにおける陰極点個数と電流値の時間変化を示す。図4は同時刻における陰極点一個あたりの電流値である。EP期間開始直後の低電流時には、まず電流値20 A程度の1個の陰極点が溶融池外縁部(周囲の酸化膜との境界)に発生し、溶融池内側へと移動した。その後、電流増加に伴い陰極点は分裂し、電流値6~8 A程度の複数個の小さな陰極点となることがわかった。そして、陰極点一個あたりの電流値は徐々に増加し、ピーク電流期間には約10 A程度に達した。また、EP期間開始直後の電流増加期間(時刻a)では、陰極点は溶融池内側に比較的多く発生し、分裂と合体を繰り返しながら最高100 m/sに及ぶ速度で激しくランダムに移動する様子が確認された。

図5はピーク電流期間(時刻b及びc)における陰極点挙動及び速度分布である。ピーク電流期間では、時間経過にともない陰極点の移動速度は増加するとともに、平均位置も徐々に酸化膜の存在する外

側方向へと推移していき、EP期間の終盤に多くの陰極点が酸化膜に到達することが明らかになった。このことから、本溶接条件においては、陰極点による酸化膜除去は主にEP期間終盤にのみなされているものと考えられる。

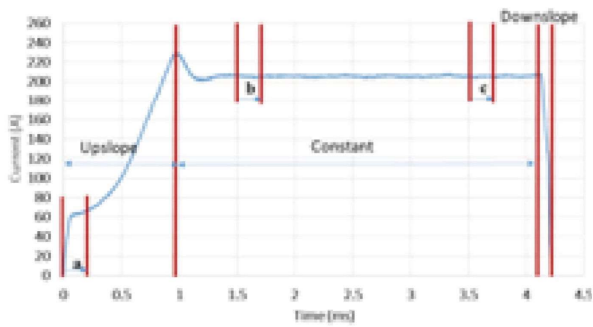


図2 EP期間における電流波形

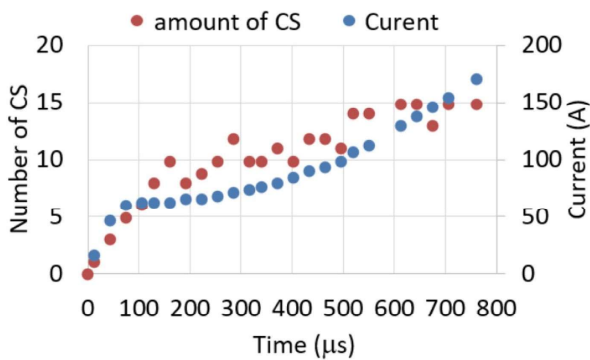


図3 時刻aにおける陰極点個数と電流値

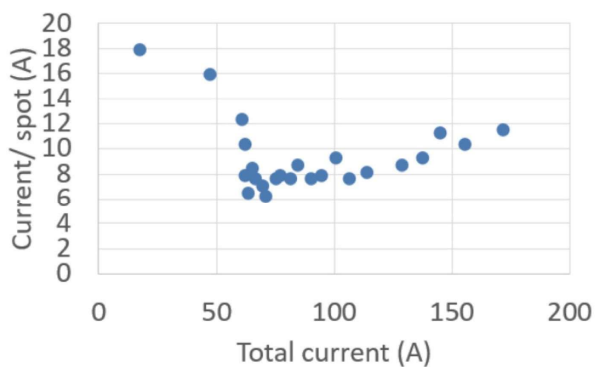
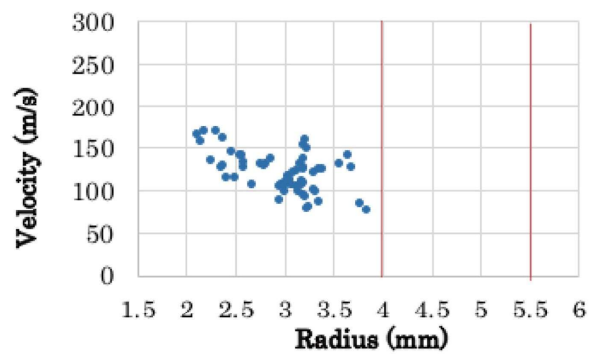
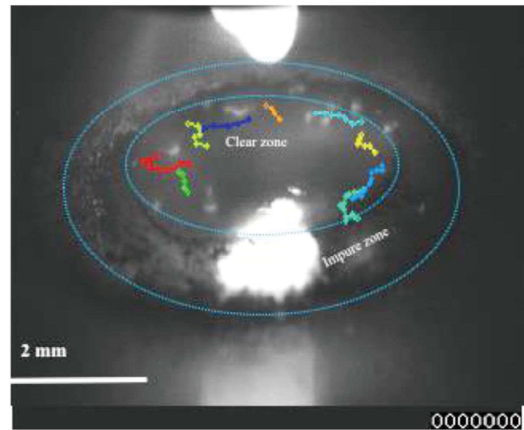
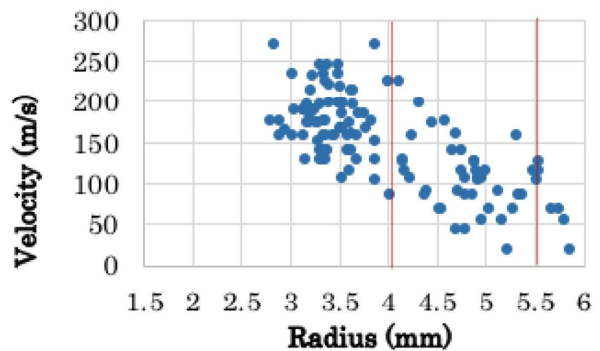
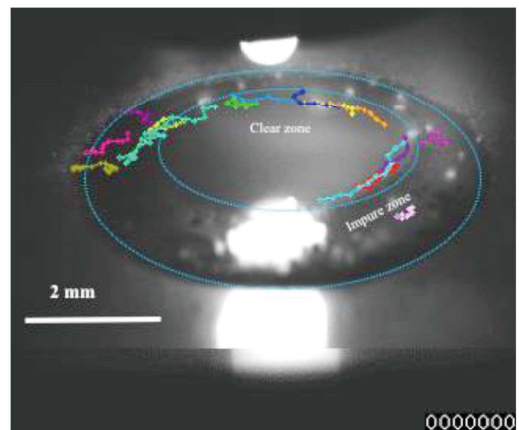


図4 時刻aにおける陰極点一個あたりの電流値



(a) 時刻 b



(b) 時刻 c

図5 ピーク電流期間（時刻b及びc）における陰極点挙動（上図）及び速度分布（下図）

4. むすび

本報告では、交流ティグ溶接による陰極点の挙動観察を行った。観察された陰極点挙動の時間的推移は特にEP期間における金属蒸気の蒸発・輸送プロセスとリンクしたものであることが予想される。本現象は酸化膜除去効率向上のための制御因子の一つとなりうるものと考えられ、現在解明に向け研究が行われている。

参考文献

- [1] T. Yuji, S. Tashiro, T. Methong, H. Kinoshita, K. Yasui, T. Bouno, N. Kamata, H.-Le Phan and M. Tanaka: 溶接学会論文集, 第35巻, 第2号 pp.47s-50s (2017)
- [2] T. Yuji, S. Tashiro, A. Fujimaru, H. Kinoshita, K. Yasui, T. Bouno, T. Methong and M. Tanaka: 溶接学会論文集, 第33巻, 第2号, pp.135s-138s (2015)

