

課題番号 :2022A-E08
利用課題名 (日本語) :アーク溶接プロセスにおける電極ワイヤ内部の溶融・流動現象のその場観察
Program Title (English) :In-situ observation of melting and flow phenomena in the electrode wire of arc welding process
利用者名 (日本語) :荻野陽輔¹⁾、佐藤祐理子¹⁾、中島颯汰¹⁾、大串隼士¹⁾、廣田稜己¹⁾、丸山敏生¹⁾、佐野智一¹⁾、菖蒲敬久²⁾、富永亜希²⁾、城鮎美³⁾
Username (English) :Y. Ogino¹⁾, Y. Sato¹⁾, S. Nakajima¹⁾, H. Ohgushi¹⁾, I. Hirota¹⁾, T. Maruyama¹⁾, T. Sano¹⁾, T. Shobu²⁾, A. Tominaga²⁾, A. Shiro³⁾
所属名 (日本語) :1) 大阪大学大学院工学研究科, 2) 日本原子力研究開発機構, 3) 量子科学技術研究開発機構

キーワード:「溶接・接合」、「アーク溶接」、「アークプラズマ」、「溶融金属」、「電磁粘性熱流体」

1. 概要 (Summary)

本研究では、製造業において不可欠なアーク溶接プロセス中に生じている物質・熱輸送現象を解明・体系化し、プロセスコントロール技術を創出することを目指している。本課題ではアーク溶接現象において強く影響を及ぼす電極ワイヤの溶融・流動現象を高輝度放射光 X 線による透過イメージングにより直接観察し、電極ワイヤ内部におけるその現象を可視化することを目的とした。

トレーサ粒子を封入したワイヤを用いて実験を行った結果、材料の密度差に起因する明暗差をもつ透過画像を得ることができ、高速度カメラによる観察によりトレーサ粒子の位置を追跡することにより溶融ワイヤ内部における流動分布を可視化することができた。この流動現象は、電流値やプラズマの形状に依存して大きく変化していることが計測された。

2. 実験(目的,方法) (Experimental)

BL22XU の実験ハッチに申請者が保有している溶接電源やワイヤ送給装置などからなる溶接実験装置を持ち込み、タングステントレーサ粒子 ($\phi 50 \mu\text{m}$) を封入したアルミニウムワイヤ ($\phi 1.2\text{mm}$) に通電することで、アークプラズマを発生、ワイヤを溶融させた。この溶融したワイヤの側方より高輝度放射光 X 線を照射し、高速度カメラを用いて透過画像を取得することで、ア

ルミニウムワイヤ内部におけるトレーサ位置の時間変化を追跡した。使用した高輝度放射光 X 線のエネルギーは 30keV、高速度カメラのフレームレートは 3000fps とした。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

上述の実験条件を用いて、その場観察を行ったところトレーサ粒子は明確な明暗差をもって観察することができ、これを追跡することで溶融ワイヤ内部における流動を観察した。アークプラズマによって電極ワイヤが溶融するとともに、電極ワイヤ送給速度と比較して溶融部における速度は大きく上昇しており、電極ワイヤ溶融部においては大きな加速度が生じていることが可視化された。また、電流値が大きくなるほど溶融部における速度も大きくなる傾向がみられた。さらに、溶融電極ワイヤ内の位置によってトレーサ粒子の移動速度は変化しており、くびれ部における速度が大きくなっていた。これらのことから、溶融電極ワイヤ内を流れる電流によって発生する電磁気力の影響が大きいことが示唆される。

4. その他・特記事項 (Others)

なし。