

## 研究紹介

# 磁石を用いたティグ溶接の高効率化に関する研究

琉球大学 工学部 工学科 エネルギー環境工学コース・准教授 松田 昇一

(E-mail : matsudas@tec.u-ryukyu.ac.jp)

## 1. はじめに

材料の接合技術は、多くの製品や構造物に使用されており、我々の生活環境の維持・発展には必要不可欠な技術である。その中でもアークプラズマを利用したティグ溶接は溶接表面の清浄性、継手の信頼性が高いことから広く利用されている。しかしながら溶着（溶接）速度が遅く、溶込みが浅い欠点がある。我々はこれらの対策として、磁場（電磁石）の利用を提案している。

ティグ溶接に磁場を付加すると、アークプラズマ中および溶融池内に流れる電流に対して、フレミングの左手の法則に従い、電磁力が発生する。その電磁力を操作することにより、アークプラズマの挙動や溶融金属の流動を制御することができる。これまでに限られた条件ではあるが磁場を付加することにより溶着速度の向上や溶込みを増加させることが出来た。本稿ではその研究の一部を紹介する。

## 2. 溶着速度の向上<sup>[1]</sup>

溶接電流を大きくすると溶着速度は向上するが、過度に大きくした場合、重力の影響で溶融金属が垂れ下がり、溶接が不可となる。図 1 に磁場を付加したときのアークおよび溶融池内の電流と電磁力の向きを示す。図中の上向きの電磁力を積極的に利用すると、重力の影響により溶融金属が垂れ下がるような入熱過大の条件においても溶融金属の垂れ下がりを抑制できた。図 2 はビード断面形状を示しており、磁場を付加すると（図(b)）ビード（図中央部の白い箇所）の垂れ落ちが抑制されている。このようにまだ限られた条件ではあるが溶着速度が向上することができた。

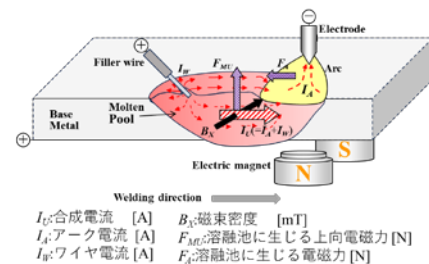
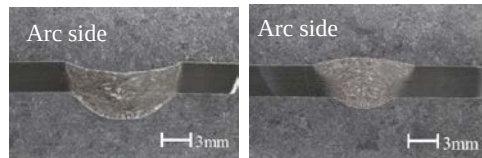


図 1 アーク及び溶融池に生じる電磁力



(a)  $B_x=0$  mT (b)  $B_x=4.9$  mT

図 2 ビード断面形状 ( $t=3$  mm)

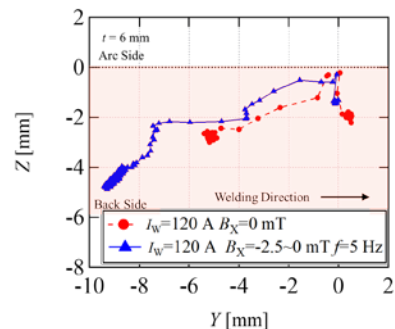


図 3 溶融池内部の流れ ( $t=6$  mm)

## 3. 溶込み増加<sup>[2]</sup>

図 1 の磁場の向きを逆にした場合、溶融池には下向の電磁力が生じる。その下向の電磁力を積極的に利用すると、溶込み増加が期待できる。溶込みには溶融池表面および溶融池内部の流れが大きく影響する。溶融池表面の流れはアークプラズマの影響が大きく、内部は温度差、密度差に起因するマランゴニ対流、浮力、重力等の影響が大きい。溶接中の溶融池内にトレーサ粒子を挿入し、X線透過観察した結果を図3に示す。図より磁場無し（赤丸）と比較して、溶融池内に下方向の電磁力が生じる（三角、マイナスの磁場）の場合にトレーサ粒子は大きく沈み込む。なおトレーサ粒子の最終位置は溶込み深さと一致した。これらの結果より溶融池内に下方向の電磁力が生じる場合に溶込みが増加することが明らかになった。

## 参考文献

- [1] 松田他, 外部磁場を用いたティグ溶接の溶込み増加メカニズムに関する研究, スマートプロセス学会誌, 13-5 (2024)
- [2] 松田他, 溶融池磁気制御溶接法の適用拡大に関する研究, 溶接学会論文集, 30-2 (2012).