

電磁式外部磁場を用いた溶滴移行制御の検討

埼玉大学 ○伊藤充哉 久保祐介 金子裕良

Study of droplet transfer control using an electromagnetic external magnetic field

by ITO Mitsuya, KUBO Yusuke and KANEKO Yasuyoshi

キーワード：GMA 溶接，電磁力，溶滴移行

Keyword: GMA welding, Electromagnetic force, Droplet transfer

1. 緒言

高品質なパルス GMA 溶接ではアーク長制御が重要であり，周期的な溶滴移行が望ましい．現在では溶滴移行安定化のために溶接電流波形の制御が一般的である¹⁾．しかし電流波形は入熱量にも関係し，入熱量と溶滴移行の両方を満足できない溶接条件が存在することが考えられる．他にも溶接電流波形の制御でスパッタを減らすという研究もあり²⁾，様々な問題を溶接電流波形の制御のみで解決することは難しい．本研究では溶滴移行において影響が大きい電磁力に着目する．電磁石を用いて外部磁場を印加することで溶滴にかかる電磁ピンチ力を制御し，溶接電流波形制御以外の方法での溶滴移行安定化を検討した．

2. 外部磁場による電磁ピンチ力の制御方法

電磁ピンチ力は溶接電流と溶接電流が形成する円形の磁場によって，アークや溶滴を絞る方向に発生する力である．このため外部磁場を用いて電磁ピンチ力を制御するためには円形の外部磁場を発生させる必要がある．Fig.1 に円形外部磁場発生方法を示す．一方向から磁場を印加するだけでは円形磁場を形成することはできない．そのためワイヤの周りに電磁石を3本並べ，これらに流れる電流を Fig.1 にあるように高速で変化させてゆくことで，疑似的な円形外部磁場 B_{EX} を形成する．3本の電磁石は全て，径 10mm の鉄心に径 0.1mm×200本のリッツ線を 100 回巻にしたものを用いた．電磁石の外観を Fig.2 に示す．

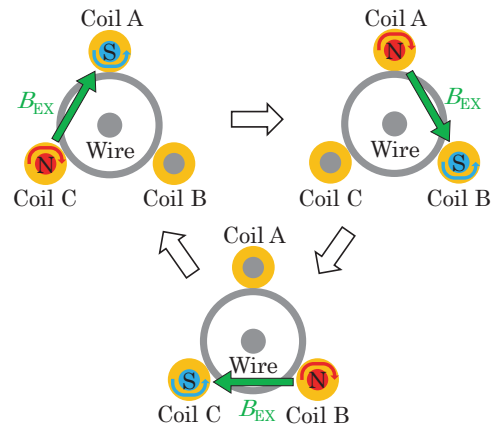


Fig.1 Pseudo circular magnetic field by the electromagnet

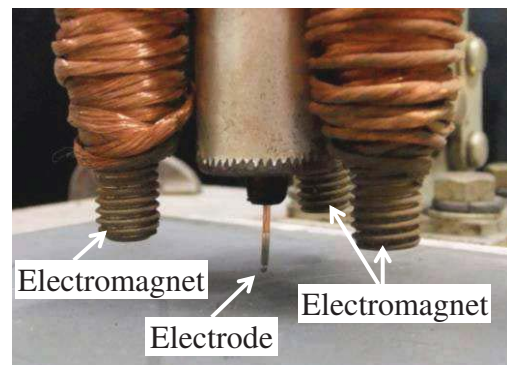


Fig.2 Overview of the experimental apparatus

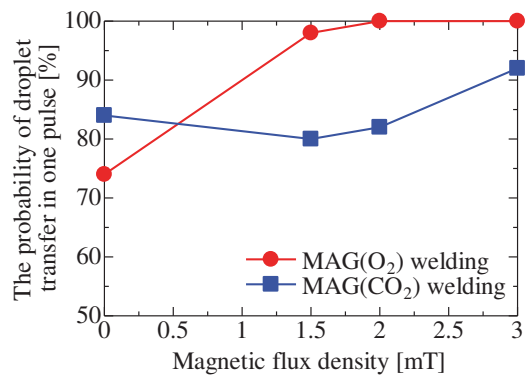


Fig.3 The probability of droplet transfer in one pulse

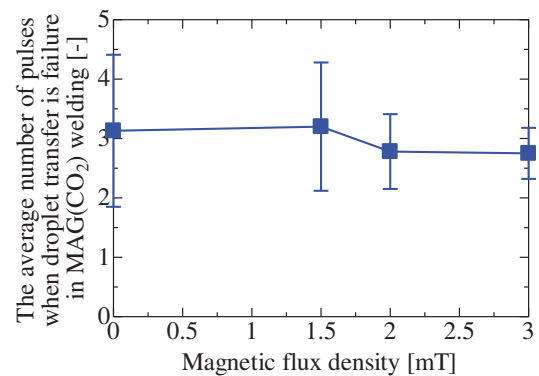


Fig.4 The average number of pulses when droplet transfer is failure in MAG(CO₂) welding

3.溶接実験

厚さ 3.2mm の母材 SS400 と径 1.2mm のワイヤ Z3312 を用い、MAG 溶接でビードオンプレート実験を行った。MAG(O₂)はピーク 280A、ベース 60A、周波数 100Hz のパルス電流と 98%Ar+2%O₂ のシールドガス、MAG(CO₂)はピーク 360A、ベース 60A、周波数 100Hz のパルス電流と 80%Ar+20%CO₂ のシールドガスを用いた。外部磁場はピーク電流期間のみに印加することでアークに与える影響を抑えられる³⁾。よって溶接電流パルス立下り前のみ外部磁場を印加する。コイルは 100 μ s 導通し、デットタイム 50 μ s を挟み 4 周分切り替える。溶接開始 3 秒後からの 50 溶滴を高速カメラで観察し、1 パルス 1 ドロップの確率を調べた。

Fig.3 に実験結果を示す。横軸の磁束密度は各 3 方向の外部磁場のピーク値である。MAG(O₂)溶接では外部磁場により溶滴移行が安定し、磁束密度 2mT、3mT では 1 パルス 1 ドロップの確率を 100%にできた。一方で MAG(CO₂)溶接は MAG(O₂)溶接ほど効果が表れず、1 パルス 1 ドロップの確率を 100%にできなかった。MAG(CO₂)溶接ではアーク反力が大きく、確実な溶滴移行が困難と分かる。ここで MAG(CO₂)溶接において 1 パルス 1 ドロップとならない溶滴が、移行するまでに必要な平均パルス数を調査した。溶滴移行までのパルス回数がばらつくとも溶滴の肥大化や入熱の偏りが大きくなる。Fig.4 にその結果を示す。これより外部磁場を強くするほどばらつきが小さくなり、溶滴移行の安定性が増加しているといえる。以上より MAG 溶接の溶滴移行を外部磁場により安定化できること分かった。

4.結言

外部磁場による溶滴移行安定化の手法を提案した。また MAG 溶接のビードオンプレート実験を通して、溶滴移行安定化に対する提案手法の有効性を示した。

参考文献

- 1)丸尾, 平田, 野田, “パルス MIG 溶接における溶滴移行とビード形成に及ぼす電流波形の効果”, 溶接学会論文集, Vol.2, No.1 (1984).
- 2)松井, 鈴木, “高速パルス MAG 溶接におけるスパッタ発生量の低減”, 溶接学会論文集, Vol.15, No.2 (1997).
- 3)町田, 金子, “電磁力を用いた亜鉛めっき鋼板溶接のブローホール低減の検討”, 溶接学会全国大会講演概要, Vol.95 (2014).