

外部磁界を用いた高速溶接時の不整ビード抑制に関する研究

埼玉大学 ○櫻井登 井上雄太 金子裕良

Study on suppression of irregular beads during high-speed welding using external magnetic field

By SAKURAI Noboru, INOUE Yuta and KANEKO Yasuyoshi

キーワード: GMA 溶接, クリーン MIG 溶接, 高速溶接, 電磁力

Keyword: GMA welding, Clean MIG welding, High speed welding, Electromagnetic force

1. 緒言

GMA 溶接の高効率化のため溶接速度を高速にすると強力なアーク力が溶融池に影響を及ぼしアンダカットやハンピングを生成する¹⁾。一方で溶接強度や品質向上のため溶融池やアークに流れる電流に外部磁界を印加し電磁力を発生させることで溶接現象を制御する研究が行われている²⁾³⁾。本研究ではシールドガスに 100%Ar を用いたクリーン MIG 溶接の高速溶接の実現かつビード蛇行の防止の基礎研究として、外部磁界を用いた高速溶接時のクリーン MIG 溶接の不整ビード抑制法を検討した。

2. 外部磁界を用いた不整ビード抑制方法

Fig.1 のように溶接電流 I のアークに磁束密度 B の外部磁界を鉛直方向に印加すると、単位長さあたりの電磁力 F が溶接進行方向に対して反時計回りに発生する。この力で溶融池内に回転運動を起こし、固体露出面の生成を抑制する。また、直流外部磁界のほかに交流外部磁界についても検討した。周波数 f の正弦波交流の外部磁界を用いることで溶融池内の回転運動の方向が周期的に入れ替わり、

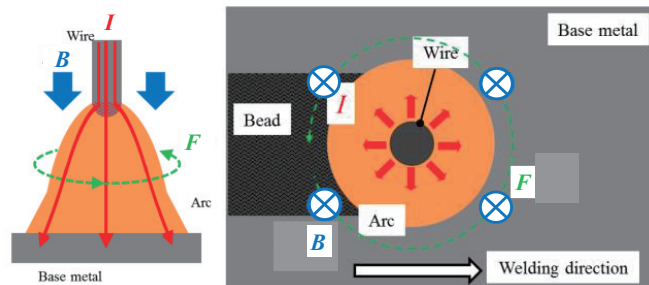


Fig.1 Irregular bead suppression method

溶融金属の攪拌のほかにアークの規則的な揺動を起こす。さらに交流励磁電流に直流バイアス電流を付加することで正極のみで振幅する交流励磁電流が生成できる。これにより一方向のみの電磁力が印加され、溶融金属の攪拌とアークの規則的な揺動を起こす。電磁石は径 10mm の S45C の鉄心を用い、径 0.8mm の銅線で 450 回巻きにしたものを 4 本作製し溶接トーチ先端に設置した。

3. 溶接実験

厚さ 3.2mm の母材 SS400 と径 1.2mm のワイヤ DS1A を用いビードオンプレート実験を行った。不整ビードの定量的評価は 1 本のビードに対してビード幅と高さを複数点測定し、それらの標準偏差の値を評価した。溶接電流は 300A 一定の直流電流を用い、溶接速度は 2.0m/min とした。電磁石の励磁電流は直流では 0.5A から 2.5A, 交流では正弦波交流のピークピーク値で 1A から 5A, バイアス付加交流では正弦波交流の最大値で 1A から 5A を印加した。

直流磁界では不整ビードを抑制できる条件はあったが過大な磁界を印加するとビード幅と高さの

標準偏差が増加した。交流磁界では不整ビードの抑制効果は薄く、過大な磁界を印加するとビード幅と高さの標準偏差が増加した。バイアス付加交流磁界では多くの条件で不整ビードが抑制され、磁界が過大であってもビード幅と高さは低い標準偏差を維持することを確認できた。磁界を印加していない時とバイアス付加交流磁界(励磁電流 4A, 30Hz)を印加した時のビード外観を Fig.2, Fig.3 に示す。Fig.3 より Fig.2 のハンピングやビードの蛇行が抑制されていることが確認できる。



Fig.2 Bead appearance without magnetic field

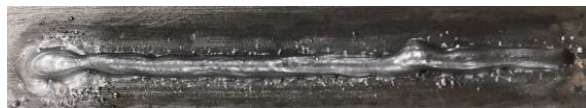


Fig.3 Bead appearance with magnetic field

O₂ 有のビードとバイアス付加交流磁界印加時の提案手法のビードとの比較を Fig.4, Fig.5 に示す。黒点線はそれぞれ溶接速度 1.0m/min, 2.0m/min 時の O₂ 有の値である。ビード幅については 30Hz の電磁石電流 3, 4, 5A 時において、図中の O₂ 有の溶接速度 1.0 m/min の値と標準偏差が同等、もしくは減少しており、外部磁界の有効性を確認できた。また、ビード高さについては 30Hz の電磁石電流 3, 4A 時およびすべての周波数の電磁石電流 5A 時において、図中の O₂ 有の溶接速度 1.0m/min の値と標準偏差が同等、もしくは減少しており、外部磁界の有効性を確認できた。

以上より高速溶接時のクリーン MIG 溶接の不整ビードを外部磁界により抑制することができた。

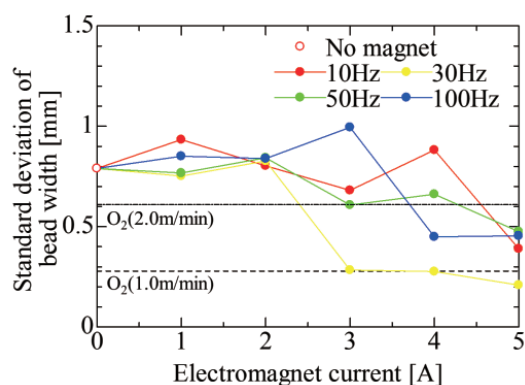


Fig.4 Comparison of bead width standard deviation (O₂ and AC biasing magnetic field)

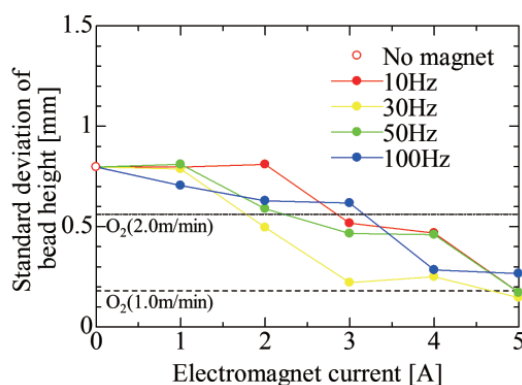


Fig.5 Comparison of bead height standard deviation (O₂ and AC biasing magnetic field)

4. 結言

高速溶接とビード蛇行防止の双方を同時に実現する手法として外部磁界による不整ビード抑制法を提案した。外部磁界を印加してビードオンプレート実験を行い提案手法の有効性を検証した。

参考文献

- 1) 山崎, 宮坂, 黄地 “薄板高速 MAG 溶接プロセスモデルの開発”, 溶接学会論文集, Vol.24, No.4, p.368-372 (2006)
- 2) 松田, 棚原, 田中, 中山 “外部磁界を用いた溶け込み制御の研究”, 溶接学会全国大会講演概要, Vol.103, p.374-375 (2018)
- 3) 井上, 伊藤, 金子 “外部磁界を用いたクリーン MIG 溶接のビード蛇行抑制に関する研究”, 溶接学会全国大会講演概要, Vol.101, p.448-449 (2017)