

大電流 AC-MAG 溶接法の開発

石川島播磨重工業 ○木治 昇、呉橋 豊雄、飯島 亨、中西 保正

Development of high current AC-MAG welding process

by Noboru Kiji, Toyoo Kurehashi, Tohru Iijima, Yasumasa Nakanishi

1. はじめに

近年、構造物の大型化や建造コスト削減のための設計の合理化に伴い、高強度材が求められるほか使用鋼材が厚板化しており、厚板溶接の自動化、高能率化の要求が高まっている。現在、サブマージアーク溶接 (SAW) が厚板高能率溶接の主力であるが、フラックスによりアークや溶融状況を直接観察できないなど溶接施工上の技量や経験を必要とし、またスラグの除去作業が効率化の妨げとなっている。

そこで、著者らは高能率のガスシールドアーク溶接法を検討してきたが、一般に多く用いられる直流アークには、高電流域での磁気吹きや多電極化によるアークの干渉、融合不良が発生しやすいフィンガー状の溶込みなどの問題があった。そのため、交流電源を用いる大電流 AC-MAG 法を採用することとした。しかし、交流のガスシールドアーク溶接法では、極性反転時にアークの再点弧を確実にを行うためアーク安定剤などの特殊成分を含むワイヤの使用や数 100V のパルス電圧の印加などを必要とした。本溶接法では、一般の交流電源と市販のメタル系フラックス入りワイヤを用い、高電流密度域の溶接条件とすることにより交流アークの安定した維持が可能となった。ここでは、種々のシールドガスによる溶接特性と電流・電圧特性を調査した結果を報告する。

2. 実験方法

Fig. 1 に実験装置の構成を示す。溶接には無負荷電圧 (実効値) が 88V の 1000A 交流電源と、水冷式のガスシールドトーチを取り付けた SAW 溶接機を使用した。ワイヤには、外径 4.0mm の市販直流 MAG 溶接用のメタル系フラックス入りワイヤを使用し、シールドガスには Ar、Ar+10%CO₂、Ar+20%CO₂、CO₂ を使用した。シールドガスや溶接条件の影響を調査するために、板厚 16mm の軟鋼上へビードオンプレート溶接を行い、溶接時の電流・電圧変動をデジタルオシロによりサンプリング周波数 200kHz で記録した。

3. 実験結果と考察

Fig. 2 に Ar と Ar+20%CO₂ の場合のアークの観察結果を示す。同じ電圧では 100%Ar の方がアーク長が長くなりアークも広がる傾向にあった。溶接性については、シールドガスに 100%CO₂ を用いた場合には溶滴が大きく多量のスパッタが発生したが、Ar+10%CO₂ と Ar+20%CO₂ ではスパッタが非常に少なく安定した溶接が可能であった。溶接電流を 800A とした場合の溶込み形状を Fig. 3 に示す。いずれのシールドガスにおいても直流のようなフィンガー状の溶込みではなく、広く深い溶込み得られた。

Fig. 4 にシールドガスが Ar+10%CO₂ で溶接電流 (実効値) が 400A と 800A の場合の電流・電圧の測定結果を示す。いずれの場合においても、母材が陰極になろうとするときに尖頭電圧が観察され、400A では再点弧に失敗しアークが消弧する場合もあった。しかし、800A 程度の高電流密度域では再点弧が確実に行われ交流アークが安定して維持可能であった。Fig. 5 に CO₂ の混合比と再点弧電圧 (平均値) の関係を示す。100%Ar および 100%CO₂ と比較して CO₂ の混合比が 10 および 20%で再点弧電圧が高くなった。これは、極性反転時の消弧期間中に冷却能の大きい CO₂ によりアーク雰囲気温度が下げられ Ar のみの場合よりも電離度が低くなるため再点弧電圧が上昇するが、さらに CO₂ の混合比が大きくなると溶融池表面の酸化が促進され、この酸化物からの熱電子放出により再点弧電圧が低下すると考えられた。Fig. 6 に溶接電流と再点弧電圧の関係を示す。再点弧電圧は溶接電流の増加に伴い著しく低下した。これは、電流が増加することにより溶融池表面に存在する酸化物の温度が上昇し、熱電子の放出が容易になったためと考えられた。

再点弧電圧に対するシールドガス組成の影響は顕著ではなかったが、溶接電流には大きく影響を受けた。このことから、シールドガスに溶接性の良い Ar+CO₂ 混合ガスを用い、溶接条件を高電流密度条件とすることで安定した交流アーク溶接が可能であることが分かった。

4. まとめ

- (1) 直流 MAG 溶接用の市販ワイヤを用いた場合においても、高電流密度域の溶接条件を用いることで交流アークを安定して維持することが可能であった。
- (2) Ar+CO₂ の混合ガスを用いることにより高電流域においてもスパッタが非常に少ない溶接が可能となり、また広く深い溶込みが得られた。

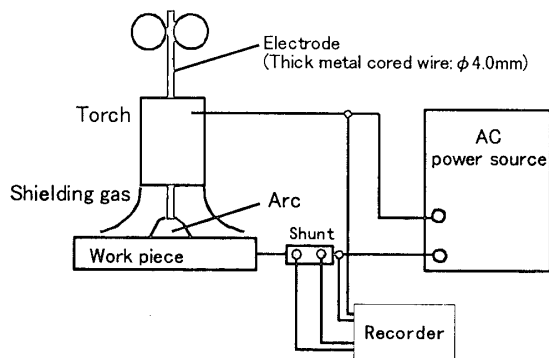


Fig.1 Schematic illustration of experimental apparatus

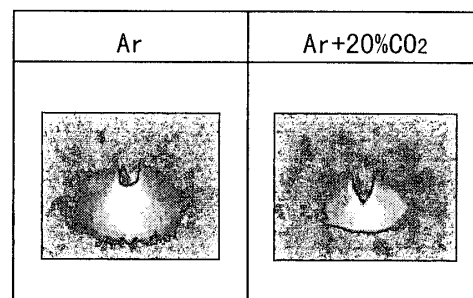


Fig.2 Observation of AC-MAG arc

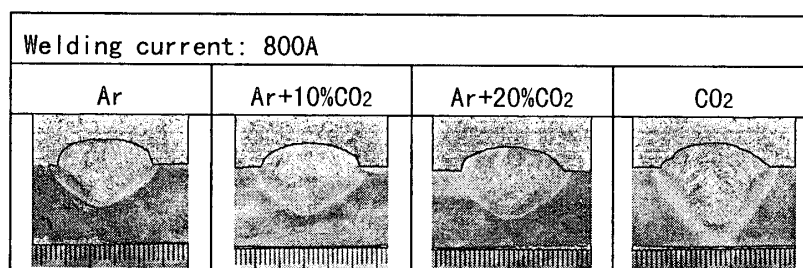
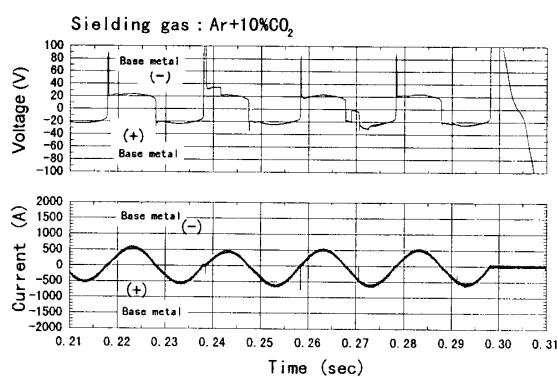
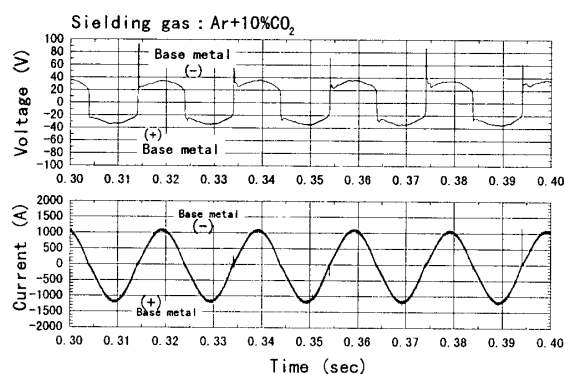


Fig.3 Cross section of AC-MAG weld bead



(a)400A



(b)800A

Fig.4 Change in welding voltage and current

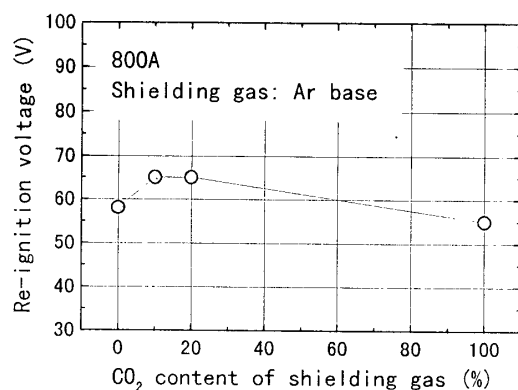
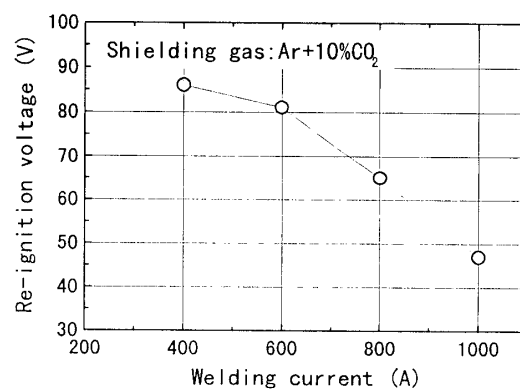
Fig.5 Relationship between mean re-ignition voltage and CO₂ content

Fig.6 Relationship between mean re-ignition voltage and welding current