

技術紹介

超深溶け込みティグ溶接用シールドガスの開発

Development of Shielding Gas for GTA Welding with Ultra Deep Penetration

落合利充* 佐藤豊幸*
 OCHIAI Toshimitsu SATO Toyoyuki

1. はじめに

ティグ溶接は、高品質な溶接継手を作製することが可能である反面、溶け込みが浅く生産性が低いという欠点がある。

近年、ステンレス鋼のティグ溶接において、高効率溶接法として活性フラックスや酸化性ガスを含むシールドガスを利用する方法が注目されており、溶接金属中に一定量の酸素分が添加されると溶融池の対流が変化し、溶け込みが深くなるという報告がある¹⁾。

しかしながら、活性フラックスを使用する方法では、その塗布量による溶け込み深さが異なり、また溶接前の塗布および溶接後の除去作業が必要であるなどの問題点がある。また、酸化性ガスの添加についても一般的なティグ溶接においてはタングステン電極の酸化消耗が起こることから実作業への適用には問題がある。

本研究では、シールドガスに酸化性ガス（酸素や炭酸ガスなど）を添加する方法に着目し、電極の消耗を抑えるために二重シールドトーチを採用し、更にその深溶け込み特性を最大限に発揮させたティグ溶接用シールドガスを開発した。

2. 二重シールドトーチの効果

二重シールドトーチは、これまで溶接部のシールド性の向上やアークを緊縮させることを目的に採用されており、酸化性のシールドガスをティグ溶接に供給するために利用された実績はない。

図1にシールドガスによる電極消耗状況を示すが、一般のティグ溶接トーチを使用し、シールドガス中に微量の酸化性ガスを添加すると電極は短時間で消耗する。しかしながら、二重シールドトーチ（図2）を使用し、外ガスから酸化性ガスを添加する方法を採用することで、電極が酸化性ガスと接触して消耗することなく、高濃度の酸化性ガスを任意に添加することが可

*開発・エンジニアリング本部山梨研究所溶接技術センター

能となる。



(a) 一般トーチ 0.5% CO₂ 添加
 (b) 二重トーチ 5.0% CO₂ 添加 (外ガス)

図1 電極に及ぼす酸化性ガスの影響

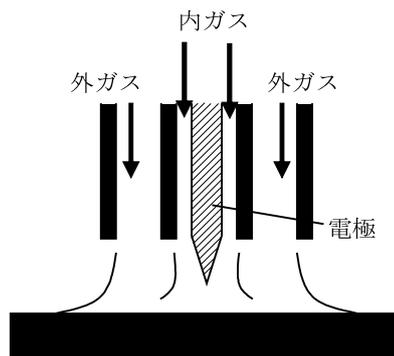


図2 二重シールドトーチ模式図

3. シールドガスの最適化

試験材としてステンレス鋼板 (SUS304, t 10 mm) を用いてビードオン溶接により溶け込み効果の評価を行った。

外ガスへ添加した酸化性ガスの一部がアーク中で解離し、解離した酸素が溶融プール表面から浸入することにより溶接金属中の酸素量が増加し、結果として溶接ビード幅に対する溶け込み深さの比（溶け込み比率： D/W ）が大きくなる。

図3に溶接金属中酸素量と D/W の関係を示すが、酸素量が 70 ppm 前後で、 D/W が急激に大きくなり、酸化性ガスを添加していない低酸素量の場合と比較して、4倍以上となる。

また、上述の検討では内ガスにヘリウム (He) を使用しているが、内ガスのガス組成を検討するためにア

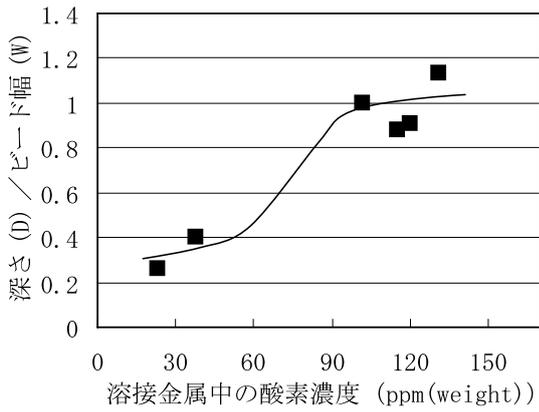
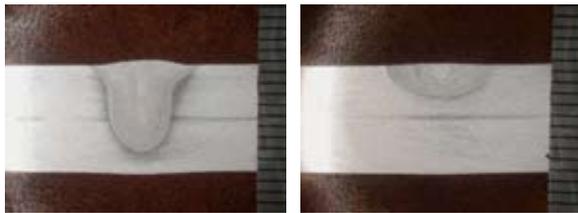


図3 溶融池の対流模式図

ルゴン (Ar) を添加して評価を行った。

図4に示すように Ar を添加することにより溶け込み深さは著しく小さくなる。これは Ar アークのプラズマ気流が He に比べて大きいため、外ガスの酸化性ガスが溶融池内に十分供給できなかつたためであると考えられる。



(a) 100%He (b) 25%Ar-He
図4 内ガス組成の影響

上記の通り、溶接金属中にある一定値以上の酸素分が添加されることにより溶け込みが深くなることが確認されたが、これは次のような現象によるものと考えられる。

一般に溶融池の対流には次の4つの駆動力が作用しているといわれている。①プラズマ気流による引きずり力、②溶融池表面の表面張力、③溶融池内での密度差に起因する浮力、④溶融池内を流れる電流に起因する電磁気力であるが、この内①、②の力が大きく、今

回の場合特に②の効果が大きいものと考えられる。

一般的には、表面張力による対流(マランゴニー対流)は高温部から低温部へ流れが生じる(外向き対流)が、溶接金属中の酸素量により表面張力の温度依存性が逆転する²⁾ことで、溶融プール周囲の低温部からアーク直下の高温部へ流れが逆転する(内向き対流)という現象が生じていると考えられる。溶融池の対流が外向きから内向きになることで、アーク直下の高温の溶融金属が溶融池底部を効率よく溶かすことが可能となり、結果として深溶け込みとなったと考えられる。(図5参照)

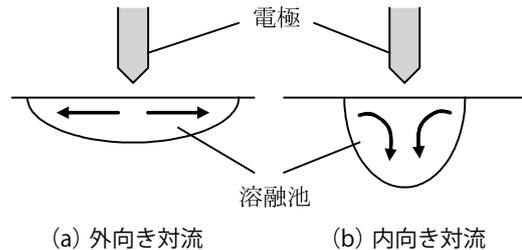


図5 溶融池の対流模式図

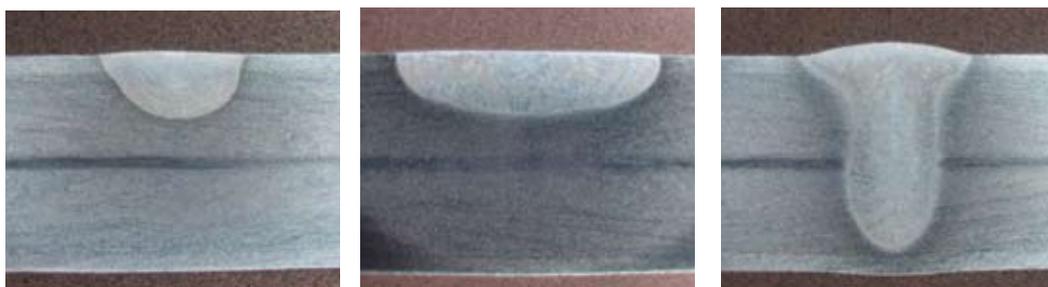
4. まとめ

二重シールドトーチを使用し電極の消耗を抑えつつ溶接金属中に酸素量を一定量固溶させることで深い溶け込み効果が得られることが確認された。更に主ガスを He とすることでこれまででない深い溶け込みを実現することが可能となった。

最適化した二重シールドガスによる溶け込み形状を図6に示す。シールドガス種以外を同一条件で溶接したものであるが、一般的な Ar や He に比較して、著しく D/W の大きな溶け込みが得られ、溶け込み深さについても3倍以上となっている。

参考文献

- 1) Lu, S.; Fujii, H.; Sugiyama, H.; Nogi, K. *Metall. Mater. Trans. A.* 34A (9), 1901-1907 (2003).
- 2) 泰松齊, 野城清, 荻野和己. 高温学会誌. 18 (1), 14-19 (1992).



(a) Ar (b) He (c) AA サンアーク
図6 溶け込み形状に及ぼすシールドガスの影響