

補修現場における自動マグ溶接の適用

トーヨーカネツ株式会社
次世代エネルギー開発センター
プロジェクト部 工務・生産技術グループ

主任 京野 成利

1. はじめに

プラント業界をはじめ、様々な業界において溶接士の高齢化や若年層の減少による熟練技能者の不足が問題となっている。当社が現在請負っている補修現場において、従事する被覆アーク溶接士（以下、溶接士）の年代別割合を図1に示す。約4割が70代であり、半数以上の溶接士を60代と70代が占めている。このように高齢な溶接士が増加していることで、①高所・狭あいな作業場所への人材配置に苦慮している、②視力低下で技能低下が顕著になり溶接部の手直しが増加している、といった様々な問題に直面している。また、この年齢構成のまま推移していくと近い将来、溶接士の確保が更に困難となってくる。

そのため、補修現場では、個人の技量に依存した被覆アーク溶接から経験が乏しい若年層が溶接を行っても技量の差が出にくい自動溶接への移行が急務となっている。このような背景から、自動マグ溶接の適用を検討した。本稿では、補修現場における自動マグ溶接の適用について紹介する。

2. 補修現場における溶接作業の省人化・脱技能化に向けて

補修現場では、主に被覆アーク溶接が適用されている。その理由は、溶接設備が安価であり、溶接作業前の準備が簡便であるためである。補修現場では、1箇所あたりの溶接長さが短く、溶接作業前の準備を考えると他の溶接方法では作業効率が低下してしまう。また、他の溶接方法を採用する場合には、新規設備の導入・維持コストの

増加によって採算が合わなくなってしまう。このような理由に加えて、これまでは溶接士を容易に確保できた状況も重なり、被覆アーク溶接以外の方法を採用することに消極的で、他の溶接方法を導入する検討は数十年間されてこなかった。

しかしながら、すでに直面している溶接士不足・技能低下に対する問題を解決するためには、当面は作業効率と採算性を犠牲にしてでも、省人化・脱技能化を進める必要がある。

そこで、自動マグ溶接導入を検討したのであるが、今までの考え方を改めるには、現場の理解も得る必要がある。その第一段階として補修現場において自動マグ溶接という新たな溶接方法が受け入れられるのかどうかを評価することとした。

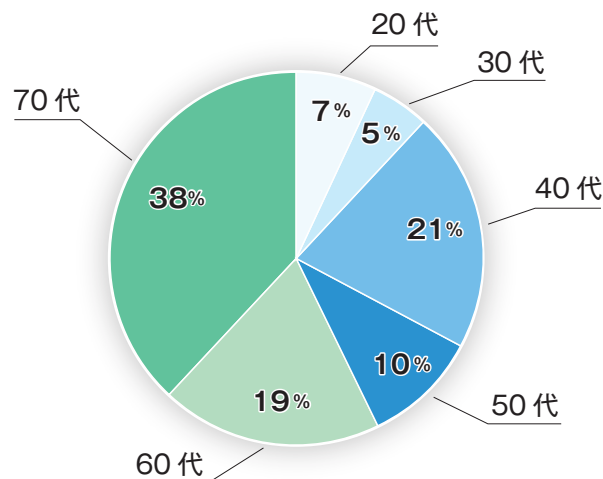


図1 補修現場に従事する溶接士の年代別構成

3. 自動マグ溶接を選定した理由

すでに述べたように補修現場における溶接方法は主に被覆アーク溶接であるが、その他にサブマージアーク溶接を適用している。サブマージアーク溶接が適用されるのは、直線的で溶接線長さの長い底板相互継手、側板相互周継手、側板×アニュラ板のT継手である。これらの部位について、自動溶接が適用されている目的は施工効率を高めるためであり、本稿で問題に挙げている溶接士不足・技能低下の対応策ではない。

本評価においてサブマージアーク溶接ではなく自動マグ溶接を選定した理由は、タンクの新設現場ではすでに適用実績があることに加えて、溶融池を目視できることが最大の利点と考えるためである。目視できることで自動溶接オペレータ（以下、オペレータ）への教育と手直し率の改善が見込まれる。

(1) オペレータの教育改善

オペレータは、溶接士のようにJIS規格で定められた資格と試験手順がない（JIS B 8501が適用されるタンクの場合）。そのため、当社ではオペレータの認定手順を設けており、この手順で定められた教育を受けて、最終の実技試験に合格した者をオペレータ認定している。また、受験対象者は、溶接技能者資格を保有している（または過去に保有していた）者に限定している。その理由は、現段階では溶接に関する知識が全くない人に施工させることは考えておらず、資格の有無で最低限の知識があることを簡易に判断できるためである。

資格保有者は、溶融池の形状やアークの狙い位置といった溶接中のかんどころを理解している。マグ溶接の原理は、基本的には被覆アーク溶接と同じであり、溶接中は溶融池の形状やワイヤの狙い位置を監視することになる。そのため、教育をする際には指導者側も伝えやすく、受験者も指導内容を理解しやすい。

一方、サブマージアーク溶接は、フラックスの散布量がかんどころとなる。フラックスのかぶり高さが溶接部の品質に影響する。しかしながら、どの程度のかぶり高さにすれば良いのか伝えることが難しく、

溶接中のアークの音やフラックスから漏れるアーク光の程度といった感覚的な指導となるため、理解度が劣り教育時間も長くなってしまう。

そのため、自動マグ溶接の方が、短時間で技能を習得できるようになると考える。

(2) 手直し率の改善

サブマージアーク溶接は、溶接ワイヤがフラックスに覆われてしまうため、溶接中に目視することができない。ワイヤの狙い位置が適正であったかどうかを確認するためには、溶接トーチが通過した後にフラックスの吸引とスラグ剥離を行う前作業が必要となる。そのため、溶接ビードを確認するまでに時間差が生じてしまい、ワイヤ狙い位置の修正が必要となるかどうかの判断が遅くなるため、手直しの可能性が高くなる。また、ワイヤ狙い位置のずれや溶接条件の乱れによって、写真1に示すようにスラグが、溶接ビードの谷間（パス間）に噛み込んでしまうことがある。このスラグを除去するためにはグラインダーによる研削が必要となり、また、補修溶接を要することもあり、その作業に時間を要する。

一方、マグ溶接は、溶接中に目視できるためワイヤの狙い位置や溶接条件をリアルタイムで修正することが可能であり、パス間にスラグが噛み込むことはほぼなく、除去作業に時間を要しない。

そのため、自動マグ溶接の方が、手直し率の低下及び後工程における作業負荷が低下すると考える。

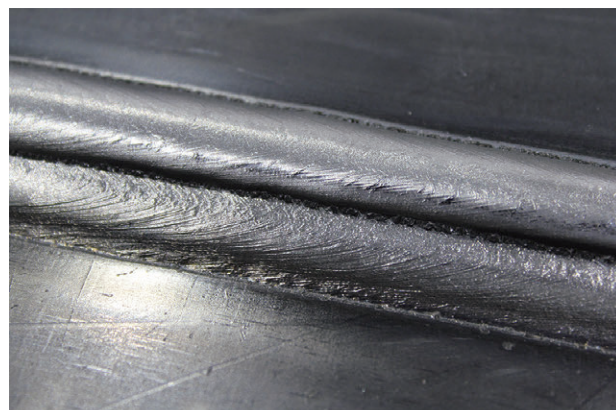


写真1 サブマージアーク溶接のビード外観

4. 非破壊検査における問題と改善

補修溶接が完了すると、その部分の非破壊試験として磁粉探傷試験（以下、MT）が要求される。すみ肉溶接の場合、溶接ビードの止端部は形状が急峻となるため磁粉が溜まり疑似模様が現れやすい。この溶接継手特有の現象を理解した試験員であれば、断面急変指示による疑似模様と判断するが、溶接部の検査に不慣れな検査員は、この疑似模様をきずによる磁粉模様と判断して「欠陥」と判定することがある。検査員の力量によって、本来手直しが不要であるにもかかわらず、手直し箇所が増えて後工程の作業負担が高まる可能性がある。

そこで、止端部の疑似模様が現れないように施工条件の見直しを行ったところ、溶接材料によって疑似模様の現れ方に違いが生じることが確認された。

今後の対応としては、MTによる疑似模様が発生しにくい溶接材料を選定するとともに、現場着工前にはサンプル材によるMTを実施して、検査員との判定基準の統一化を図ることとする。

5. 適用実績

昨年度は、容量5,000 kLクラスのタンク2基の底板全面取替工事に適用した。1基あたりの溶接長さは約200 mであり、継手の種類は重ね継手のすみ肉溶接である。この程度の補修長さでは、自動マグ溶接が工期短縮に効果的な方法かどうかは判断できない。しかしながら、今回適用した目的は今後、補修現場での新たな溶接方法として自動マグ溶接が受け入れられるのかどうか評価することであり、現場からは好意的な意見がフィードバックされたため、目的は達成されたといえる。

6. おわりに

補修現場における自動マグ溶接の適用について紹介した。本年度も数基への自動マグ溶接による施工が決定している。現在は底板相互のみであるが、少しずつ適用範囲を拡大する予定であり、すでに検討に着手している。

また、将来的にはロボット溶接を導入して、より一層の省人化・脱技能化を図る所存である。



写真2 自動マグ溶接作業風景