視
点

現場の溶接技術*

堀 田 知 道**

Welding Technology on
Construction Site*

by Tomomichi Hotta**

1. は じ め に

第39回 IIW 年次大会のハイライトは、“High Energy Density Welding”であった。又軽薄短小時代を迎え、“Micro Welding”が脚光をあびるようになった。そんな現代に、重厚長大の、それも一般構造物の現場溶接を取上げた理由は、その溶接継手が構造物の重要な構成部分であり、しかもそれが、一人の溶接施工技能者によって、現場で作られるものだからである。

30年程前に、脆性破壊は学会の重要な研究テーマであった。その後、破壊理論の進展や、鋼材と溶接技術の進歩によって、今日この分野での問題点は、殆んど解決されたといってよい。しかし、日航機の事故のように、極めてローカルなミスが重大事故に至ることもあり、又海難事故も必ずしも皆無ではない。近頃若い人達の溶接離れが話題になる。環境の悪い、ハードな労働はロボットにすべきだ、という事だろうが、そのロボットを操作するには、現場の溶接技術を充分マスターした施工技能者が必要である。そこで、最近疎くなった私の反省もあって、以下に現場の溶接技術の展望を試みた。何かの御参考になれば、大変幸甚である。

2. 現場の溶接技術管理のあり方

米国では、構造物建造での溶接技術を重視し、これを設計から最終検査まで一貫して管理する、“Welding Engineer”(W.E)といふ管理者を制度化している。W.E は、溶接設計、溶接方法、溶接材料、積層法、溶接順序などを指示し、施工から検査までを一貫して監視する義務をもっている。この制度は、溶接技術が普及一般化した今日でも確立しており、“Welding Journal”に、W.E の求人広告が絶えたことがない。一方、溶接

技能者は、熟練度によるクラス化が制度化されており例えば、パイプラインの展開敷設工法で、初層溶接を担当する溶接技能者などは、日本では見られない高熟練の技能者である。そしてその給与は、一般の数倍といわれている。又、一般に溶接技能者のプライドは高く、建築業会で見られるように、それは業会オーソリティーの要求にもよるが、溶接技能者が、自分の溶接をした部分に誇りをもって、サインしている姿には頭が下る。

さて、日本でも、かつて溶接工事のブーム時代には、溶接管理体制が確立されていた。さらに検査体制も、多くの検査会社の設立に見られるように進歩した。しかし昨今、重工業の衰退期に入ってから、管理体制がやゝなおざりの感がする。とくに工事費の節減のために、溶接施工を下請にまかせ、又検査を検査会社の結果に依存してしまうことも多いようだ。最終の非破壊検査が、工事の健全さのすべてを物語るものではない。施工の過程での管理こそ重要である。又非破壊検査の結果による補修溶接は、程度にもよるが、品質がより低下する場合の多いことも留意すべきである。

日本には、昔匠を尊重する美風があったが、今日では技能者の待遇を平均化してしまう風潮が強い。技能の高さに報いる待遇は、技術管理の重要な一箇条ではないだろうか。

3. 現場の半自動溶接技術について

急激な円高ショックにより、日本の造船業は建造量が半減し、かつての量産建造方式から、低原価の少量建造方式へ急転換せざるをえなくなった。そして設備投資なしで原価低減を達成するには、現場の溶接の半自動化が最も効果があることに着目、殆んどの造船所が細径フラックス入りワイヤ(FCW)炭酸ガス溶接の採用に走った。

さて、現場での半自動溶接の歴史をたどると、25年程前、米国でセルフシールドガスアーク溶接法が開発され、以来米国では建築や海洋構造物に広く使用されている。かつて日本でも、高層建築の制限が撤廃されて、この溶接法が採用されたが、当時日本では、直流溶接機が高価なために、交流によるセルフシールドガスアーク溶接法を採用したが、あまり普及せず、今日では鋼管杭、打込現場の杭の接合に接用されているに止まっている。米国で開発されたこの溶接法が、日本で普及しなかった理由の一つに、米国の汎用溶接棒は、ガスシールド型のハイセルローズ系で、本溶接法の運棒に馴染みやすいが、日本の汎用溶接棒が、スラグシールド型のイルミナイト系のために馴染めなかったようである。

一方、ソリッドワイヤ炭酸ガス溶接法は、20年程前欧

* 原稿受付 昭和61年12月23日

** 特別員 日鉄溶接工業(株) Special Member,
Nippon Steel Welding Products &
Engineering Co. Ltd.

洲から導入され、直流溶接機と共に次第に普及し、今日では半自動溶接法の主流になった。その消費量は全溶接棒の30%に達している。それは極めて能率のよい半自動溶接法であるが、下向き専用の溶接法であり、現場で必要な全姿勢溶接には適さない。ただその溶込みの深い特長を利用して、下向溶接の裏波溶接と、立向隅肉溶接の第一層目で、十分な溶込みを確保する使い方は、極めて有効な現場の溶接法であり、米国では、この溶接施工を専門とする技能者を配置しているほどである。

さて前述の FCW 炭酸ガス溶接法は、20年程前から米国で、太径 FCW が下向溶接専用で実用化された。それはソリッドワイヤ炭酸ガス溶接法の短絡移行型に対して、大電流で能率のよい溶接ができるためであった。そして数年後には、セルフシールドガスアーク溶接法に対抗する目的で、全姿勢溶接のできる、細径 FCW 炭酸ガス溶接法が開発され、実用化されるようになった。その後日本でも開発が進み、昭和54年頃、ケミカルタンカーのタンクには、手溶接棒が使用できないし、MAG 溶接法では能率が悪いこともあり、細径 FCW 炭酸ガス溶接法が試用された。その溶接作業性のよいことと、ビード形状のよいことが認識され、次第に普及し、現在殆んどすべての造船所が使用し、さらに他産業にも普及しつつある。そしてその消費量は、最近5年間に、全溶接棒消費量の1%から10%に急増した。

4. 現場の自動溶接技術について

現場の自動溶接が成功するには、溶接長が十分に長く、できればワンランで溶接が完了すること、又溶接長が短くても、装置の着脱が容易で放置溶接ができ、一人で数台の操作ができることが望ましい。そして電源は、アークの安定性、アークのオシレーションと電流変化制御の整合性のよいことが必要となる。かつて電源が、サイリスタ制御に依存していた時代に、現場の溶接自動化は余り進展を見なかった。近年半導体素子の急成長によって、トランジスタ制御の溶接電源が開発されて、溶接の自動化は急進展を遂げた。以下に実績をあげている現場自動溶接法の数例を述べよう。

サブマージアーク溶接法は下向溶接に限られるため、現場溶接で活用される機会が少い。しかし、その高エネルギーの利用と、多量のフラックスによる厚いスラグの効果により、開先精度に対する許容度の広いことは、現場溶接の自動化に魅力ある溶接法である。これが最も多く活用されている現場は、貯槽タンクの建造である。中でも円筒形タンクの横向溶接では、他の溶接法の追従を許さないすぐれた成果をあげている。特筆すべきは、

LNG 貯蔵用 9% Ni 鋼製極低温タンクの横向溶接に活用されていることである。タンクの建造では、開先精度のよいこともあるが、サブマージアーク溶接のアークがブロードであることが開先上面の溶込みを確保し、他の溶接法に勝る成果となっている。又この横向溶接は溶接長が長く、連続して溶接のできる代表的な現場の自動溶接法である。

立向溶接では、エレクトロスラグ溶接法が、短尺の被溶接物で、放置溶接のできるものに実用化されている。例として、造船のロンチ材ウェブの突合せ継手がある。ノズルは、消耗式と非消耗式があるが、何れも小型軽量で、着脱が容易な装置で、一人で数台の操作のできることが実用化のポイントである。さらに立向溶接では、エレクトロガス溶接法が、長尺の溶接をワンパスで、高速で仕上げることの出来る現場の溶接法である。それは、造船の舷側外板の立向突合せ継手と、円筒型貯槽タンクの立向溶接で実用化されている。造船では継手の開先精度が悪く、監視溶接が必要であるが、省力化の効果が大きくすでに歴史も古い。タンクは開先精度もよく、狭開先で、高速、高品質の溶接ができる。最近細径 FCW を使用し、板厚の厚い場合には、板厚方向のアークオシレーションを活用して、放置溶接可能に近づいている。エレクトロガス溶接法は、埋設導水管の突合せ円周継手にも利用されている。最近日本の社会資本投資の遅れが問題となり、中でも都市の地下排水管や、電線埋設大径管の増設が急がれているが、全姿勢溶接であり、エレクトロガス溶接のみでは溶接が完了しない。そこで全姿勢溶接のできる、MAG 溶接法を活用した装置が開発され実用化されている。

それは上進溶接装置で、左右それぞれのユニットを一人で操作でき、溶接姿勢の下向き、立向き、上向きを4分割のステージに分けて、電流制御とオシレーション機構の併用で、全周を同一層数で完成する。開先精度のよい場合は放置溶接も可能である。

5. 現場のロボット溶接技術について

現場のロボットとは、その溶接部の条件を読み、それに対応する溶接条件を選定し、その溶接を完了する、専用無人自動溶接装置とすれば、最近次のようなロボットが実用化された。これは造船の舷側外板横向突合せ継手に対するエレクトロガス溶接装置である。この装置はアークの狙い位置を正確に検出し、トーチを適正位置に自動制御する機構をもち、また開先変化に対する適正溶接条件を設定する機構が、装置にプリセットされている。

開先変化はセンサーにより検出、5 mm 程度の変動範

囲内であれば、放置溶接が可能である。この方法は貯槽内筒タンクの立向溶接には適用可能と思われるが、横向継手については、ガス放出が充分確保されないので、板厚 25 mm が限界と思われる。

さて、人間は訓練すれば、すべての溶接技術を遂行できる。その知能を A.I. としてロボットに持たせることは可能かも知れないが、現実的にはあまり実用的でないと思われる。むしろ溶接の高熱と、熱歪からの脱却を考え、新しい接合技術の開発が必要なことは、西尾氏や、山本氏の御意見の通りと思う。近年、新素材の開発や、粉体の新しい機能の発見や、又切削加工技術の精度の向

上、新エネルギーの開発などあり、接合技術の新しい展開を期待したいものである。

6. お わ り に

はじめに、若い人達の溶接離れを心配したが、この拙文作成の過程で、現場の人達の熱意に接して意を強くした。そして、この拙文の主旨である、現場の溶接技術にさらに関心をもって欲しい気持ちには変りはないが、一方溶接技術がもう頂点に近い技術であり、溶接学会も、溶の文字にとらわれることなく、新しい接合技術への展開を必要とする時期にきたのではないだろうか。

書 評

書 名：機械機器破損の原因と対策

著 者：西田 新一

出版社：日刊工業新聞社

各種機器・構造物の使用破損の防止は安全上からも、また経済上からも、極めて重要な問題であることは言うまでもない。また、その為には破損事故例の解析が極めて有益である事もまた言うまでもない。しかし、一般には事故解析の結果は公表されずに内部的に処理される事が多いため、貴重な経験が十分に生かされていないことが多かった。特に我が国ではこの問題に関する出版物が極めて少なく、その出版が期待されていた。

本書では、破損事故解析を行う時まず初めに必要になる破面の錆びとりの方法なども含む具体的な破損解析の手法から解き起こし多くの破損解析の事例が示されている。ここで扱われている事例は、すべて著者自身がその原因の解明と解決に携わった問題であり、その解析は著者の疲労、フラクトグラフィー・破壊力学等に関する豊富な知識に裏打ちされて極めて詳細に行われている。記述は、必要に応じて基礎的・一般的事項にも及んでおり極めて行き届いており、判りやすく、また全ての事例に対して解決策が示されているのも本書の特徴である。本書で扱われている事例は極めて豊富であるので、資料集的にも価値があるが、破損解析に携わっておられる技術者、これから学ぼうとされている方々が破損解析に関する基礎とその方法を学ぶのにも最適の書と考えられる。

(B 5 判, 222 頁, 1986 年, 4400 円, 日刊工業新聞社)

(A.O.)