

III-145 鋼管杭の現場全自動溶接法

住友金属工業 田中藤八郎
住金鋼管工事 ○ 中 谷 保
佐々木征矢

1 まえがき

じゅうらい鋼管杭の溶接工法は、手アーク溶接工法であったため、能率が悪く、溶接欠陥を生じ易く、溶接継手効率を100%期待することは困難であった。そこで能率的でかつ継手効率の高い、半自動溶接工法が開発され、実施されて来たが、半自動溶接工法は、溶接心線の繰り出しが自動化されているのみで、運棒作業を手で行なうため、溶接継手の良否は溶接工の技術と熟練度に負う人間的要素を含んだ工法であると言える。このような人間的要素を少なくし、溶接継手性能を安定させるため、半自動溶接工法に変わって全自動溶接工法の開発を試みた。

2 全自動溶接装置

全自動溶接装置は、溶接作業を自動的に行なうものであり、それに必要な溶接装置について以下に説明する。

2.1 原理

溶接法はノーガス・アーク溶接で、横水平溶接を行なう。その機構は管体に取り付けられ環状軌道をもつガイドレールに、溶接心線送給装置と一体化した溶接ヘッドを吊り下げ、駆動モータにより鋼管杭の継手線上を移動回転し、円周溶接を行なうものである。

2.2 装置の構成

本全自動溶接機は、溶接電源、走行装置、ワイヤー送給装置および制御装置からなる。その構成および接続図を第1図に示し、これらの各部について以下に説明する。

2.2.1 溶接電源

交流定電圧特性で、定格二次電流は500 A maxである。

2.2.2 走行装置

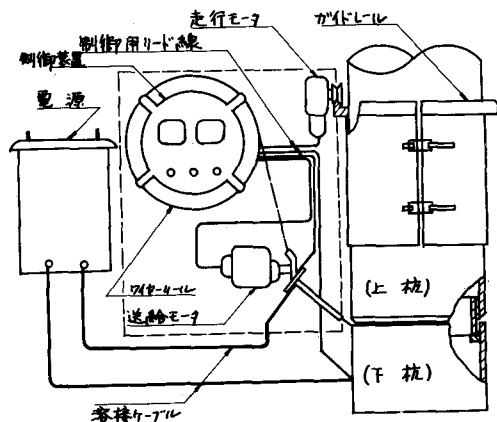
走行装置は直流モータで作動し、モータの回転数を数個の歯車などで減速し、駆動モータに連動した車輪により管周に沿って回転する。

2.2.3 ワイヤー送給装置

送給装置は直流モータで作動し、溶接電流の強弱により加減できるようになっている。

2.2.4 制御装置

電源、走行装置およびワイヤー送給装置などの運転を本装置でまとめ行なうことができる。



第1図 装置の接続図

よび半自動溶接工法に比べて非常に美しいビード外観を呈している。

(2) 機械的性質

a. 引張試験

引張試験の結果は第4表に示す如く、いずれもSTK 41一般構造用炭素鋼管の引張強さ規格の 41 kg/mm^2 以上の引張強度を示し、かつ破断位置はいずれも母材部からであった。

b. 型曲げ試験

型曲げ試験の結果は、表・裏曲げともに 180° まで曲がり、曲げ試験後において、き裂等の有害となる欠陥の発生は認められなかった。

c. 衝撃試験

2mmVノッチシャルピー衝撃試験($5 \times 10 \times 55 \text{ mm}$)による溶接部と母材の衝撃値を調査した結果は第4図に示す通りである。

d. 硬度測定

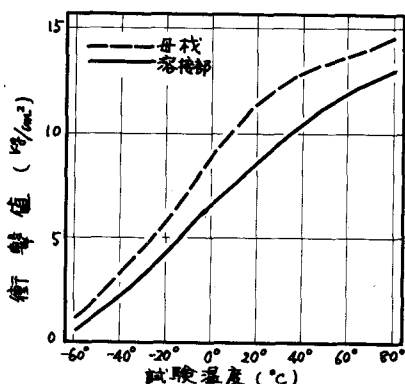
第5図に示した位置で硬度を測定した。ビッカース荷重 10 kg で測定した結果は第5図に示す通りである。

(3) マクロ断面観察

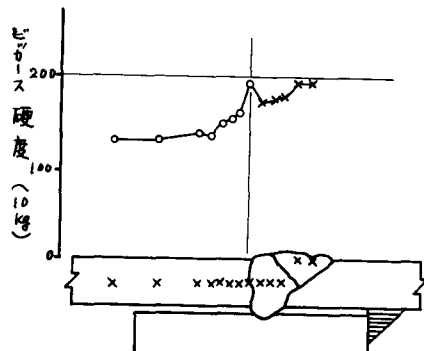
マクロ断面を観察すると、溶込みは十分であり、溶接部に有害となる欠陥は認められなかった。

5. 結 言

鋼管杭の全自動溶接工法は従来の手アーフ溶接工法の欠点を全面的に改善した現場溶接工法であり、溶接継手効率は100%以上で、手アーフ溶接工法に比較して5倍以上の能率が得られる。(大径厚肉鋼管になるほど特に有利である。)したがって、本工法の採用により建設工事での鋼管杭の杭打ち作業は能率化され、経済的となり、機械的性能も良好で現場管理が容易であるなどの特長が期待できる。しかも現場溶接継手効率が100%以上となるので、じゅうらいの手アーフ溶接継手効率70~80%に比べて設計上きわめて有利である。杭工法は古くは港湾工事において棧橋やドルフィンに使用されて来たばかりでなく、最近では水深の大きいシーバースや燈標の基礎に用いられるのをはじめ、石油掘削用のやぐらやジャッキの固定工法として長大鋼管杭がさかんに用いられるようになってきている。水深の大きい海洋構造物では長大鋼管杭が必要となるが、最近杭打機の大形化が進み、長大鋼管杭の製作、運搬、外洋で使用し得る移動式作業足場の発達により技術的に充分信頼し得る工法となった昨今では、残された現場溶接技術の解決も陸上工事と同様本工法の採用により十分満足できる結果が得られるものと確信している。また風の影響、斜杭および目達いの実験については次回を報告する。



第4図 シャルピー衝撃試験結果



第5図 1-ガス自動溶接部の硬度分布

- (1) 電 流 $0 \sim 500 \text{ A}$ 連続可変
 (2) 電 圧 $0 \sim 50 \text{ V}$ "
 (3) 溶接速度 $0 \sim 50 \text{ cm/min}$ "
 (4) インチングスピード $0 \sim 50 \text{ cm/min}$ "

2.3 開先形状

開先形状は一般に行なっている鋼管杭の手アーケ溶接工法・半自動溶接工法のいずれの開先形状をも用いる事ができるが、本実験に使用した継手形状を第2図に示す。

2.4 溶接条件

供試材として使用した鋼管は、JIS G 3444 STK41スパイラル鋼管で、寸法は $508 \text{ mm}^{\phi} \times 9.5 \text{ mm}^t$ のものである。使用ワイヤーは日本アークス社製 GN-50H 3.2 mm^{ϕ} を用いた。溶接施工条件の検討は第1表に示す範囲内で行なった。

3. 溶接施工条件の検討

1-ガス・アーク溶接の場合は、溶接電流、溶接速度、トーチ角度および突出し長さ等が、良好な溶接部を得るための重要な因子であると考えられる。特に初層溶接の条件は重要であり、2～3層目溶接の良否にも重大な影響を与える。

3.1 溶接電流の検討

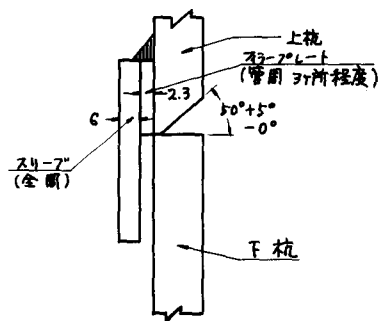
溶接電流は $180 \sim 450 \text{ A}$ の範囲について検討した。溶接電流と溶着量との関係は、第3図に見られるように溶接電流に比例して単位時間当りの溶着量が増減することがわかる。したがって溶接所要時間の短縮および溶接能率を向上させるためには、溶接電流を溶接可能な範囲で高くする事が望ましい。母材の肉厚等によっても異なるが、過度に溶接電流を高くすると歪れおち等を生じ、ビードの起伏が大きくなり形状を悪くする。今回供試した 3.2 mm^{ϕ} の心線は、 9.5 mm^t の母材で $350 \sim 420 \text{ A}$ の範囲が、良好なビードが得られる最高電流であることが分かった。

3.2 溶接電圧の検討

一次側の電圧の変動を考慮して、二次側の溶接電圧を $15 \sim 40 \text{ V}$ の範囲について検討した。電圧が低すぎると溶接途中でアークが切れ、また高すぎるとビードが不揃いになり外観が悪くなる。実験の結果 $25 \sim 30 \text{ V}$ の範囲が優れたビード形状が得られることが分かった。

3.3 走行速度の検討

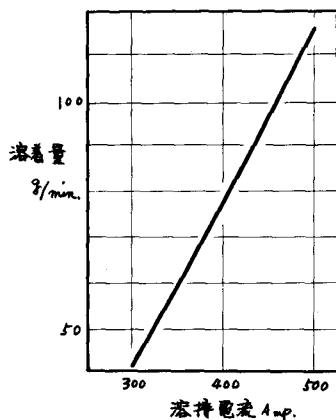
走行装置は $0 \sim 50 \text{ cm/min}$ の範囲にわたって速度が連続可変である。走行速度が速すぎるとビードが凹凸となり、パス数も多くなる必要が生じる。走行速度と電流は相互に影響し合うので、それぞれ



第2図 住友型全自動溶接継手断面図

第1表 溶接条件検討範囲

溶接電流	180～450 (A)
溶接電圧	10～40 (V)
溶接速度	10～50 (cm/min)
突出し長さ	20～60 mm



第3図 溶接電流と溶着量の関係

を単独に検討することはできない。先に述べたように肉厚 9.5 mm^t の鋼管で、 3.2 mm^{ϕ} の心線を使用した場合、 $350 \sim 420\text{ A}$ 程度の電流が溶接可能な最大電流であった。この程度の電流の場合は、 $20 \sim 30\text{ cm/min}$ の走行速度が適正な溶接速度である。この速度より速い場合はビードに凹凸を生じ、その形状も悪くなる。また逆に遅い場合は垂れあち等の現象が見られ、ビード外観は非常に悪くなる。

3. 4 突出し長さの検討

突出し長さはブローホールの発生に関係する。たとえば突出し長さを短かく、 20 mm 程度になるとブローホールが発生し易い。種々検討した結果 $40 \sim 50\text{ mm}$ 程度の突出し長さが適当である。

3. 5 施工条件の要約

$508\text{ mm}^{\phi} \times 9.5\text{ mm}^t$ の鋼管杭について、 3.2 mm^{ϕ} の心線を使用した場合の全自動溶接工法による施工条件を検討した結果第2表に示すような最適条件を得た。

3. 6 他の溶接工法との比較

$508\text{ mm}^{\phi} \times 9.5\text{ mm}^t$ の鋼管杭の1-ガス・パーク全自動溶接工法の所要時間を他の溶接工法(1-ガス・パーク半自動溶接工法および手パーク溶接工法)と比較すると第3表に示す通りである。

この場合1-ガス・パーク半自動溶接工法に使用した装置は日本アークス(株)半自動溶接装置を用い、手パーク溶接工法については被覆溶接棒を使用し、電源、供試鋼管および開先形状については本実験の全自動溶接工法の場合と同一である。

4 全自動溶接継手の性状について

$508\text{ mm}^{\phi} \times 9.5\text{ mm}^t$ の鋼管杭を上記の全自動溶接工法によって継杭し、その継手部の性状について調査した結果を以下に述べる。

4. 1 試験項目

(1) ビード外観観察

(2) 機械的性質

a. 引張試験 (JIS Z 3121 3号試験片)

b. 型曲試験 (JIS Z 3122 3号試験片)

c. 衝撃試験

d. 硬度測定

(3) マクロ断面観察

4. 2 試験結果

(1) ビード外観観察

表、裏ビードともに良好であり、自動溶接工法の特長として継目が無いため、手パーク溶接工法に

第2表 1-ガス全自動溶接最適条件

因子	層別	1層目	2層目
電 流 (A)		380 ~ 420	380 ~ 420
電 圧 (V)		25 ~ 28	25 ~ 28
溶接速度 (cm/min)		20 ~ 30	20 ~ 30
突出し長さ (mm)		40 ~ 50	40 ~ 50

第3表 溶接工法による比較

		正味パーク発生時間	段取時間	所要時間	電 流 (A)
全自動溶接	1層目	10分16秒	装置セット		380
	2層目				5
	3層目				420
	(計)	10分16秒	1分	約11分	
半自動溶接	1層目	9分1秒	姿勢変更		180
	2層目	8分49秒			5
	3層目	8分6秒			220
	(計)	25分56秒	3分	約29分	
手パーク溶接				約1時間	100
					120

第4表 自動溶接継手引張試験結果

試片 No	板厚 (mm)	幅 (mm)	断面積 (mm ²)	引張重量 (kg)	引張強さ (kg/mm ²)	破断位置
1	9.1	18.6	169.2	9250	54.7	母材
2	9.0	18.8	169.2	9300	54.9	〃
3	9.0	18.5	166.5	9150	54.9	〃
4	9.2	18.4	169.3	8950	52.9	〃