

川崎製鉄(株) 正 ○ 神 豊和

同上 正 古谷博明

同上 正 小関昭志

1. まえがき

昨今、構造物の大型化にともない長大大口径管ぐいが使用され、必然的に継手溶接の頻度、および溶接延長が増加する傾向にある。本報はフィリピン、ミンダナオ島において建設中の25万DWT大型シーバースの基礎グイとして採用したクイ(φ1219.2× π /6.0×60m、280本)の現場における自動溶接システムについて以下述べるものである。

2. 問題点と改良へのプロセス

外国のそれも避地という要条件の付かにおいて大型シーバース(水深-25m)の突貫工事は、長大鋼管の溶接継ぎ如工(15m鋼管の4本継ぎ)が工程上の重要な要素として計画当初から予想されていた。その主な作業内容は(1)原管輸送方法、(2)鋼管製作ヤードのレイアウト、(3)鋼管製作速度(特に打ち込み速度との関係)、(4)溶接設備などであった。

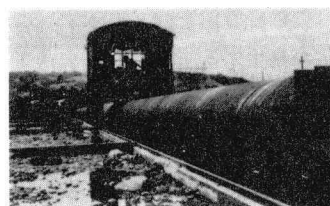


Photo 1 Automatic welding machine

特に筆者らが従来長大鋼管を現場製作ヤードにおいて溶接する場合の問題

点は鋼管継手部の目違い量とそれが2次的に誘引する溶接強度欠陥、そして長大鋼管の直線性などに對する矯正、補強などであった。以上の問題を十分に検討の上、現場製作ヤードにおいて工場製作工程と同様の完全自動システムを採用することにした。

a) Fig. 1は継管本溶接を行なうための溶接機械設備の概略図である。これはPhoto. 1にもみられる通り地表下にピット(2.5×1.05×75m)を構築し、側壁には軌条を設け溶接台車が走行できるようにしてある。

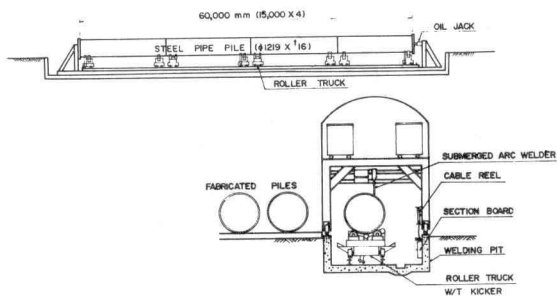


Fig. 1 Welding machine

b) 溶接方法は、鋼管ぐい打ち込み工程、および作業スペースの制約上、1日2～3本、すなわち6～9ヶ所の溶接を行なう必要があり、1ヶ所1時間以内という溶接速度が要求されるため溶接能率が極度にすぐれたサブマージドアーク溶接方式を採用した。Fig. 1は溶接機能が走行式溶接台車内部に装着されたところを示している。また、Table. 1は標準溶接条件とその実績を示している。溶接の実施にあたって、1層目は電流をおとし慎重な溶接を心がけた。Photo. 2はサブマージド溶接機による2層目の溶接中のものである。



Photo 2 Close up of submerged arc welding

c) 溶接は常に下向き姿勢で行なうため、パイプを回転させるためのターニングローラ、またヤードへの搬出のためキックアウトトラックを設置した。なお鋼管の回転、キックアウト操作はすべて遠隔操作にした。

d) Fig. 2はリバージョイントAN方式なる新しく開発された継手である。これは4本の原管がすでにセットされた状態で端部からジャッキングして水平力(約10t)をかけ鋼管継手部の目違いを裏当て兼用の内装リ

	STANDARD			ACTUAL RESULT (average)			WELDING ROO
	CURRENT (A)	VOLTAGE (V)	SPEED (cm/min)	CURRENT (A)	VOLTAGE (V)	SPEED (cm/min)	
FIRST LAYER	950	32-34	25-28	850	33	35	WIRE: KW-43 (1.6mm) FILLER: KB-14
SECOND LAYER	900	30-32	33-36	25-30	920	36	31

Table 1 Standard welding condition and actual result

ングによって矯正する工法である。

(c) 製作ヤードのレイアウトは直射日光の影響(パイプの熱にズミ)を少なくし、鋼管の直線性を保持するため、東西に沿って常に鋼管が配列されるように計画した。製作ヤードはシーバース建設に先行して、建設された資材バース(水深-5.5m)の背面約20,000m²の中に陸側から海側に向かって原管置場溶接ピットそしてストッファードを鋼管製作の流れに沿って配置した。なお原管(15mもの)はすべて日本より船輸送され、上記資材岸壁に荷揚される。

3. 実績施工データからの分析

(1) 作業工程: 1975.5月~10月の6ヶ月にわたって鋼管製作を行なった。Fig. 3は原管供給、鋼管製作、そして杭打ち工程の実績累積カーブで、特に鋼管の製作速度が杭打ち工程に順応し常に20本前後のストックを維持できていることがわかる。日本からの原管供給を含めて工程管理が順調に維持できたのもこの溶接システムの信頼性が大きく貢献している。

(2) 溶接時間: Fig. 4はサブマージドアーク溶接法による1ジョイント当りの溶接時間(移動、調整含まず)の分布をしめしている。平均37分は経験的にみて半自動に比べる $\sim 1/4$ 、手溶接との比較に至っては $1/10 \sim 1/6$ の溶接時間に短縮された。

(3) 作業分析: Fig. 5, 6は本システムにもとづきタイムスタディを行なったもので従来本溶接のもの相当の手間がかかっていたが、本工法の場合は本溶接以前の準備工(芯出し、内部リング取付、錆落し等)が1つのクリティカルパスになっていることがわかる。

(4) 目違いとルート間隔: Fig. 7は鋼管の各ジョイント部における最大の目違い量をピックアップし(測定ジョイント882点)、そのバレット図を描いたものである。母材強度に影響するであろう限界目違い量を4mmとすると、輸送中、局部的に管端面が変形したものも含め80%以上がジョイントアップの状態が満足されている。実際には目標値を3mmとして40%の部分に補正、補強を実施した。ルート間隔については平均的な数値として予想通り2mm前後が維持できた。

(5) 直線性: 上述のごとく鋼管の配列は東西に沿って置いたため直射日光によるヒズミはあまり記録されなかった。製作後鋼管両端と中間部4点の横曲り測定量からみると $1/3000$ 以内にあり、目標許容差0.1%以下(JISでは0.1%)には十分なる製作精度であった。

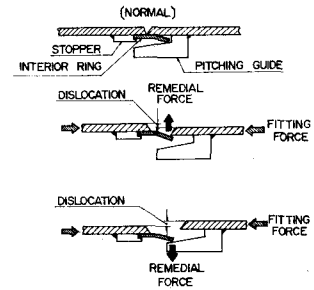


Fig. 2 Improvement of dislocation joint

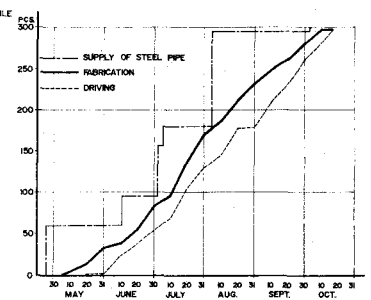


Fig. 3 Actual fabrication schedule

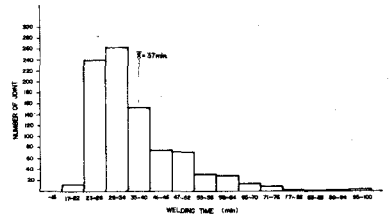


Fig. 4 Welding time per joint

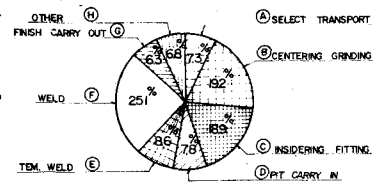


Fig. 5 Man hour distribution chart

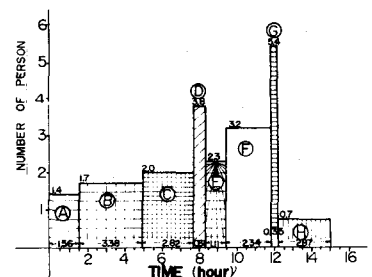


Fig. 6 Fabrication flow chart per pile

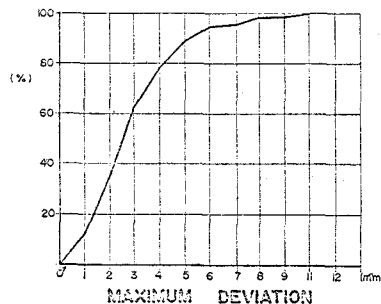


Fig. 7 Accumulation curve of maximum edge alignment deviation