

溶接管理技術者の体験紹介

海外での厚板橋脚の溶接施工指導

J F Eエンジニアリング株式会社 津製作所
高畑 清治

1. はじめに

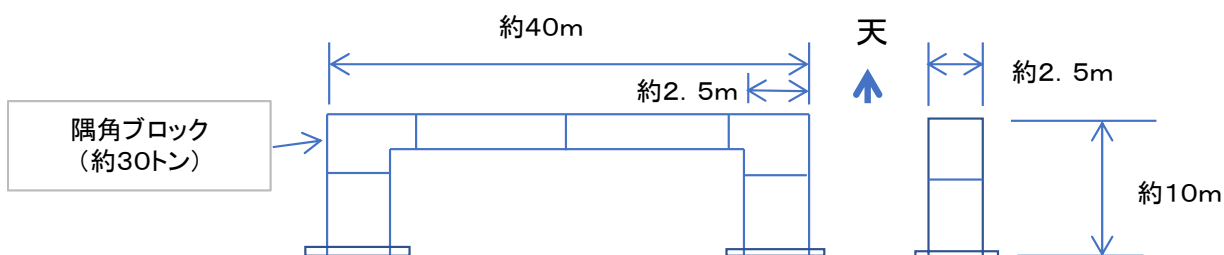
東南アジアの某国より受注した、大型橋脚の製造をタイで行うことになり、高度な溶接施工が必要なことから、工場の溶接関係者に対して技術指導を実施した。

2. 橋脚の概要

1) 工事規模

概ね、次の内容であり、図1にサイズと外観を示す。

材質 SBHS500^{注)}、最大板厚 68mm、重量 2,200 トン、橋脚 10 基



注) SBHS500
JIS G3140
橋梁用高降伏点鋼板
Higher yield strength steel plates for bridges

図1 橋脚のサイズと外観

2) 適用溶接規格

溶接全般及び溶接士資格は、AWS D1.5、溶材は、JIS が適用規格となっている。

3. 指導課題

工場の現状の実力を把握したうえで、工事を円滑に進めるための課題項目をつぎの様に設定した。
なお、適用する溶接施工法は、炭酸ガスアーク溶接が主体であるが、四角形の柱、梁とも、角継手の開先外面側のみサブマージアーク溶接である。

- ① 隅角ブロックの3溶接線交差部(図2)の溶接士確保
- ② 適切な3溶接線交差部の溶接施工の指導
- ③ UT検査の妥当性確保
- ④ 一般溶接施工の品質確保

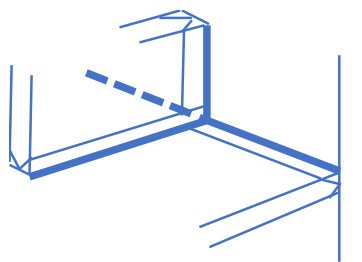


図2 3溶接線交差

4. 指導展開

上記項目のそれぞれに対し、次の戦略をたてて技術指導を行った。

1) 3溶接線交差溶接士

3溶接線交差を再現した小型試験片(図3)を考案し、実工事で必要と想定される人数プラス α の溶接士に施工させて、技量の評価を行った。評価項目は、ビード外観とUTとした。

最も重要な点は、実工事と同じ作業状況での技量であることから、ダミーの板で狭い空間とし、邪魔板も取り付けて溶接を行った。

対象の溶接士たちは、使い慣れている1.2φのワイヤを用いたが、下向きであるにも関わらず210~250Aと低い溶接電流で施工する者が多く、能率及び品質(溶け込み)面から、より高い電流での施工をアドバイスした。

溶接完了後に点数をつけて、3溶接線交差部の溶接が可能な技量者、そうでない者に5段階にランク付けし、ヘルメットにレベルを表示することにした。これにより、客先検査者のモニタリングの際にも、適切な配員が行われていることをアピールできた。



図3 3溶接線交差溶接試験片

2) 3 溶接線交差部の溶接施工法

最初に、SBHS 鋼の諸特性について、施工法や溶材の説明を資料にて実施した。

次に、日本の首都高速などに適用している、適切な溶接施工要領を実現すべく、まず管理職層に文書や動画にて、その要領と重要性を認識させた。そして、具体的な理解を求め、必要な対応を計画できるように、実物と同じサイズでの試験体を製作し、課題を見出した。

例えば、スカラップの形状や大きさ、ビード継ぎ部の溶接要領およびガウジング形状、コーナー部の連続溶接要領など、多くの検討課題を確認した。

これにより、3 溶接線交差部の溶接施工の難しさを把握し、現図やブロック組立並びに溶接時の反転順序の計画を再検討し、実工事に生かした。図 4 に検討を行った隅角ブロックの 3 溶接線交差部を、図 5 に実際に採用した 3 溶接交差部のスカラップの形状とそのコーナー部の溶接要領の一例を示す。



→ : 3 溶接線交差部

図 4 隅角ブロック

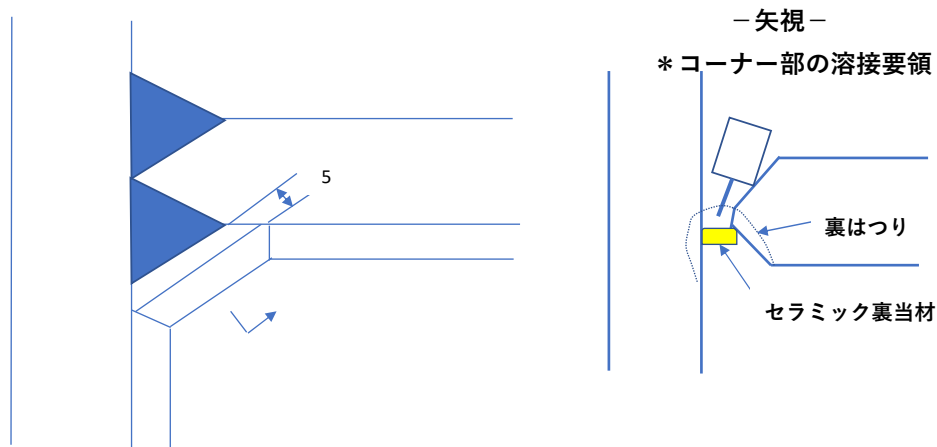


図 5 3 溶接線交差部のスカラップ

3) UT(超音波探傷検査：図 6)

適用基準は、JIS であり、合否判定基準はエコーが L/2 検出レベル、t/6 と厳しいものである。そのため、UT 検査者には高い検出技量が求められた。

製作会社は、自社の品質保証部に所属する UT 検査者にて検査を行う計画であったが、その実力を測るために、NDT レベルⅢの資格保有者を日本から派遣し、モックアップ試験の UT 探傷結果を評価した。また、タイの第 3 者機関にも UT 検査を依頼して、その成績を比較した。

その結果、製作会社の UT 検査者は、正確にエコーの検出と評価を行っていることが判明したため、実工事に採用することとした。



図 6 UT 技能確認

4) 溶接施工の安定と改善

(1) 3 線交差部

溶接士の事前技量評価は行ったとはいえ、実際の工事では様々な変化要因があるため、日本から高熟練溶接士を SV（スーパーバイザー）として派遣し、指導に当たさせた(図 7)。

3 線交差部は、拘束がきつく、一度欠陥を出すと手直しの際に、ワレが発生しやすく、こまめな施工手順を踏む必要がある。そのため、適正電流や盛り方、ガウジング形状や清掃、コーナー部のギャップ埋め溶接、等々を実際にやって見せたり、日本の熟練者の運棒の動画を使ったりして徹底的に指導した。当初は、彼等は鉄骨での厚板溶接の多くの経験を持っているというプライドがあり、素直に受け入れなかった。しかし、UT の判定基準が今回の工事は非常に厳しいことを丁寧に説明したり、太径のガウジング棒やガウジング溝ゲージを日本から取り寄せたりして、作業を応援したりする中で、相互信頼が進み全面的に対応するようになった。



図 7 溶接技能指導

(2) 一般溶接施工

① パネル付き縦リブのすみ肉溶接 (図 8)

製作工場のこれまでの歴史から、すみ肉溶接には全姿勢用のフラックス入りワイヤを用いていた。この場合、パネルの脚長で多い 9mm を 3 パスで、11mm を 4 パスで施工していた。

このため、溶接時間とパネルの溶接変形矯正に多くの時間を要していた。そこで、日本からすみ肉溶接専用のフラックス入りワイヤをサンプルで持ち込み、パス数の低減可能をアドバイスした。

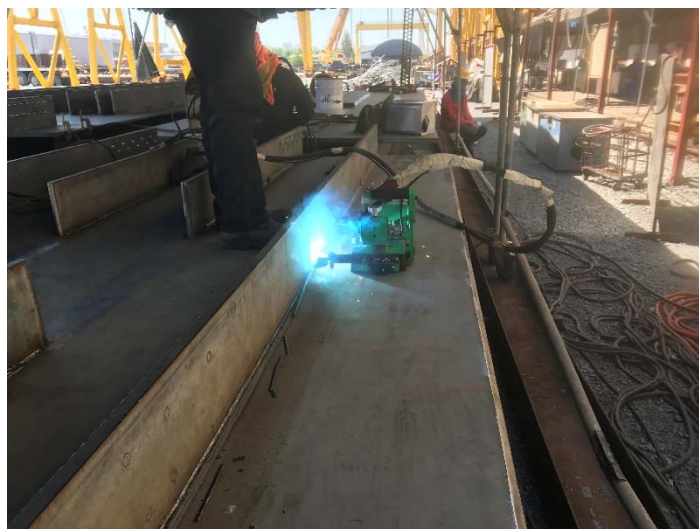


図 8 パネルの縦リブ溶接

② 取付け溶接

当初、短い取付け溶接を行っていたが、問題点を理解させ、日本の道路橋示方書で規定されている、80mm 以上の溶接を行うように徹底し、品質を維持させた。

③ サブマージアーク溶接

4φのワイヤで、500A 程度の溶接電流で施工を行っていたが、電流計は遠く離れた溶接電源にあり、電流調整はキャリッジ側のダイヤル目盛にて設定していた。ところが、ダイヤル目盛と電流値との関係が装置により異なっているため、ほとんど勘に頼って溶接を行っていた。これを改善すべく、ダイヤル目盛りと電流値の関係を示したグラフを溶接機ごとに作成し、キャリッジに添付させた。

④ 溶接ビード外観品質

本製品は、日本の首都高速道路レベルの溶接ビード外観品質が求められている。そのため早い段階で、現物において橋脚として求められる必要なレベルを作成した限度見本で示し、溶接士や検査者の評価基準を統一した。

⑤ 習得技術情報の水平展開

自己の習得技術を他の技能者に教える習慣やシステムが無く、同じ問題が他の職場で発生する場合があった。対策として、課題を文書や図に表して見える化を計った。また、原寸の考え方により鋼板上のマーキング情報が少ない状況（表裏、方向、開先表示などがマーキングされていない）等があったが、必要性を教育し改善した。

⑥ その他

溶接施工とは異なるが、橋梁ではフリーエッジは塗装の長寿命化のために、2mmRの糸面加工（面取り加工）が必要である。これをグラインダで行なっていたが、形状が不安定であり、時間を多く費やすことから、可搬手動形と自走形の自動糸面加工機のデモ機を日本から持ち込み、改善を行った。

5. 成果

3線交差のあるブロックは、全部で20組であるが、指導の効果によって、溶接割れはまったく生じず施工を終えることができ、これは快挙といえる。工事日程も、当初の計画を満足でき、現地の建て方に引き渡すことが出来た。

また、SBHS鋼の溶接施工や、脚柱の溶接施工法を伝授でき、タイの工場のレベルアップにつながった。そして、彼等が日本の橋梁の高い品質を理解し難度の高い厚板橋脚を完成させたことから、この工場の進歩に大いに貢献できたと考えている。

6. 反省点

工事開始当時は、作業者の休憩時間が日本より長い状況に接し、苛立ちを感じていた。しかし、連日35℃を越す環境のなかで、長く従事するには、必要なことと認識できるようになった。

溶接においては、半自動はあるもののほとんど自動化が行なわれていない。孔あけもしかりであるが、作業者の雇用単価が、日本と比べ格段に安価であり、生産コストとしては、高価な自動装置を導入するより、工数をかけての施工の方がトータルとして安価となり採算としては、向いている。また、手作業の熟練度は極めて高く、NCに精度的には引けをとらない。したがって、日本が東南アジアの企業と関係を持つ場合には、この点を十分に考慮する必要があると感じた。

ただし、タイも若年層の低減と製造業離れが激しいと聞いており、いずれ問題が顕著化するであろう。また、成長途中の中年層のエンジニアのレベルを更に引き上げることも、今後は必要と思われる。

最後になるが、本プロジェクトに関わられた、タイ及び日本の皆様に謝意を表する。



図9 タイの技術者との打合せ

高畑 清治 (たかはた きよはる)

溶接管理技術者特別級

<略歴>

1975年 鉄鋼短期大学 溶接構造工学科 卒業

1975年 日本鋼管株式会社 重工工作部に配属

1984年 AWS CWI 取得

2000年 WES8103 特別級取得

2001年 IIW IWT 取得

2007年 IIW IWI-S 取得

2007年 技術士(建設部門) 取得

2020年 現在 JFE エンジニアリング株式会社 津製作所