

箱桁全断面溶接に用いる 上向き片面自動溶接工法の開発と適用

The Development and Application of Overhead One Side Automatic Welding for Use in the Butt Joint of Box Girders

成 宮 隆 雄* 佐 藤 利 四 郎**
Takao NARUMIYA Rishiro SATOH

Summary

In recent years, on-site, or in-yard, butt joint welding of box girders has increased to cope with the increasing number of erections of large bridge blocks.

This report introduces the overhead one side welding system, which facilitates the butt joint welding of box girders totally from the outside and outlines a new butt joint welding method and its range of applications.

1. まえがき

鉄骨橋梁等の鋼構造物製作における工場溶接は、一般に下向き姿勢での溶接を原則としている。従って、下向き姿勢を確保するため部材の反転等のハンドリングに工夫を凝らしているが、クレーン待ちによる作業の停滞、荷扱い作業に伴う安全性およびクレーン運転手、玉掛け工の専門化による間接工数の増大等が問題となっている。

一方近年における溶接技術の向上は著しいものがあり、溶接の自動化、ロボット化により溶接継手の品質は下向き姿勢以外でも十分信頼できるようになってきた。

ちなみに、橋梁・橋脚における大ブロックヤード溶接および現場溶接では、既に横向き、立向きの片面裏波溶接を採用した実績が多い。箱桁の全断面溶接において上フランジおよびウェブは、外側より片面溶接を行なっているが、下フランジは箱桁の中から、下向き片面自動溶接を行なっていた。

そのため、下フランジの縦リブを連続溶接出来るように切り抜いておいたり、ウェブ直下は手溶接を併用したり、狭い箱桁内部へ装置を持ち込んだりしなければならなかった。これらの全断面溶接に、上向き片面溶接が可能となれば箱桁等においても全て外側から溶接施工が可能となり、ヤード又は現場溶接の効率を著しく向上させるだけでなく、溶接作業の安全施工にも寄与することができる。従来上向き溶接特に上向き片面裏波溶接は、溶滴

が重力に逆らって移行しかつ確実にビードを形成していかなければならないため、溶接条件の設定及びルートギャップに応じた溶接条件の調整が非常に困難であった。

最近(株)神戸製鋼所が、初層の片面裏波溶接での最適溶接条件下において、ルートギャップの変化に対して溶接速度を自動制御できる上向き片面自動溶接装置OH-AuToを開発した。

本報では上記OH-AuToを用いた箱桁および橋脚横梁の全断面溶接工法について報告する。

2. 上向片面自動溶接装置OH-AUTOの紹介

(株)神戸製鋼所が開発した上向き片面自動溶接装置OH-AUTOは上向き姿勢において、フラックス入ワイヤを用いたショートアーク溶接による片面裏波溶接を基本とし、適正な裏波溶接のための溶接速度自動制御、アークセンサーによる左右開先倣いおよび機械式上下倣い等の機能を有している。

図-1に同装置の概要図を、写真-1に実施工状況を、写真-2に同溶接法による溶接継手の断面マクロ写真を示した。また溶接諸元を表-1に示した。

* 千葉工場製造部長

** 千葉工場製造部生産技術課

表-1 溶接諸元

項目	内容
溶接姿勢	上向き突合せ片面裏波溶接
溶接方法	ショートアークMAG溶接
溶接材料	ワイヤ：DWA-50 (1.2φ) 裏当材：FBB-3 T シールドガス：80%Ar+20%CO ₂ (インナーシールド) 100%CO ₂ (アウターシールド)
開先形状	 開先角度： $\theta = 45^\circ \pm 5^\circ$ ルートギャップ： $G = 5 \sim 10\text{mm}$ 目 違 い： $S \leq 2.0\text{mm}$ ルートフェイス： $a \leq 2.0\text{mm}$
標準溶接条件 (初層条件)	電流：140～150 A 電圧：16V 速度：5～8 cm/mm ワイヤ突出し長さ：15mm オシレート回数：3 5～50回分 オシレート巾：ルートギャップ程度 トーチ角度：後退角40°

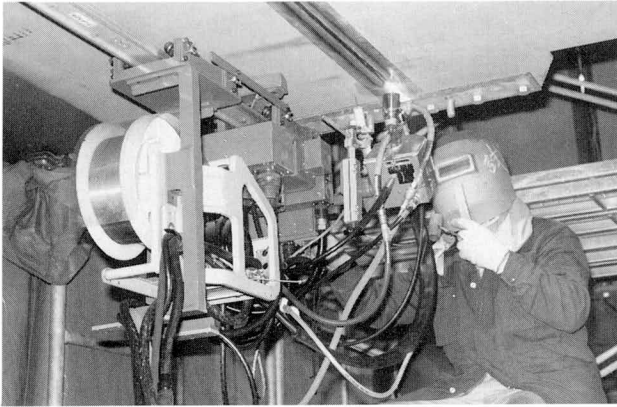


写真-1 OH-AUTO実施状況写真

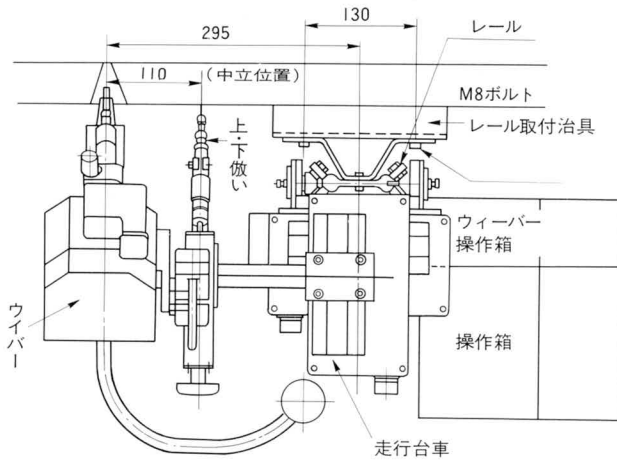


図-1 OH-AUTO概要図

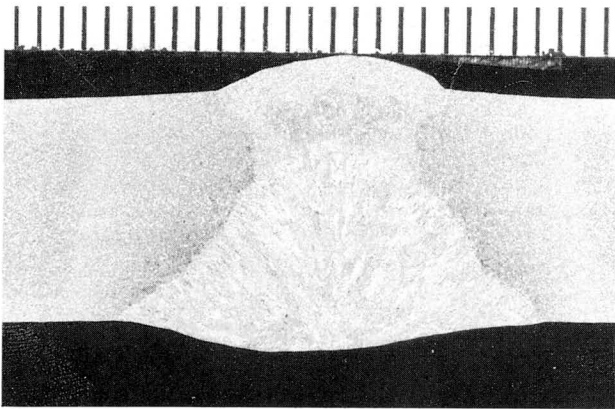


写真-2 上向き溶接継手の断面マクロ

リップを或る範囲抜いておかなければならない。従って下フランジ溶接完了後、縦リップをはめ込んで溶接をしなければならないし、ウェブ直下と端部は連続溶接出来ない。更に箱桁内に入り込んで溶接していかなければならないため、排煙等安全上の問題も考慮しなければならない。

全断面溶接を全て箱桁等の外側から溶接出来れば下記のメリットが得られる。

- ① 縦リップ等が、ボルト継手にてできる。(縦リップのはめ込み、溶接が不要となる)
- ② ウェブ直下も含めて連続溶接出来る。
- ③ 箱内での溶接がなくなるため、溶接装置等を箱内に持ち込まなくてよくなる。又大げさな排煙口が不要となり、かつ作業員への換気上の安全が確保される。
- ④ 上・下フランジ同時溶接が可能となり、溶接工程が短縮可能となる。

前述したOH-AUTOにより上向き片面裏波溶接が可能となり、かつ溶接継手性能が満足すべきものとなったことにより、全断面溶接は全て箱桁等の外側より溶接することができるようになり、本工法を「外側からの全断面溶接工法」(OUTSIDE WELDING PROCEDURE FOR BUTT JOINT OF BOX GIRDER) (略称OWP全断面溶接法)と称し、図-3にその概要を示した。

3. 新しい全断面溶接工法 (OWP工法)

従来の典型的な箱桁等の全断面溶接工法を図-2に示した。図で分るように従来法は、下フランジを箱桁内部より下向き溶接しているため、溶接機を通す部分の下縦

4. OWP全断面溶接工法の適用例

東京都御発注の大和大橋は、3主桁3径間連続箱桁であり、各主桁は全長を3分割された大ブロック架設工法

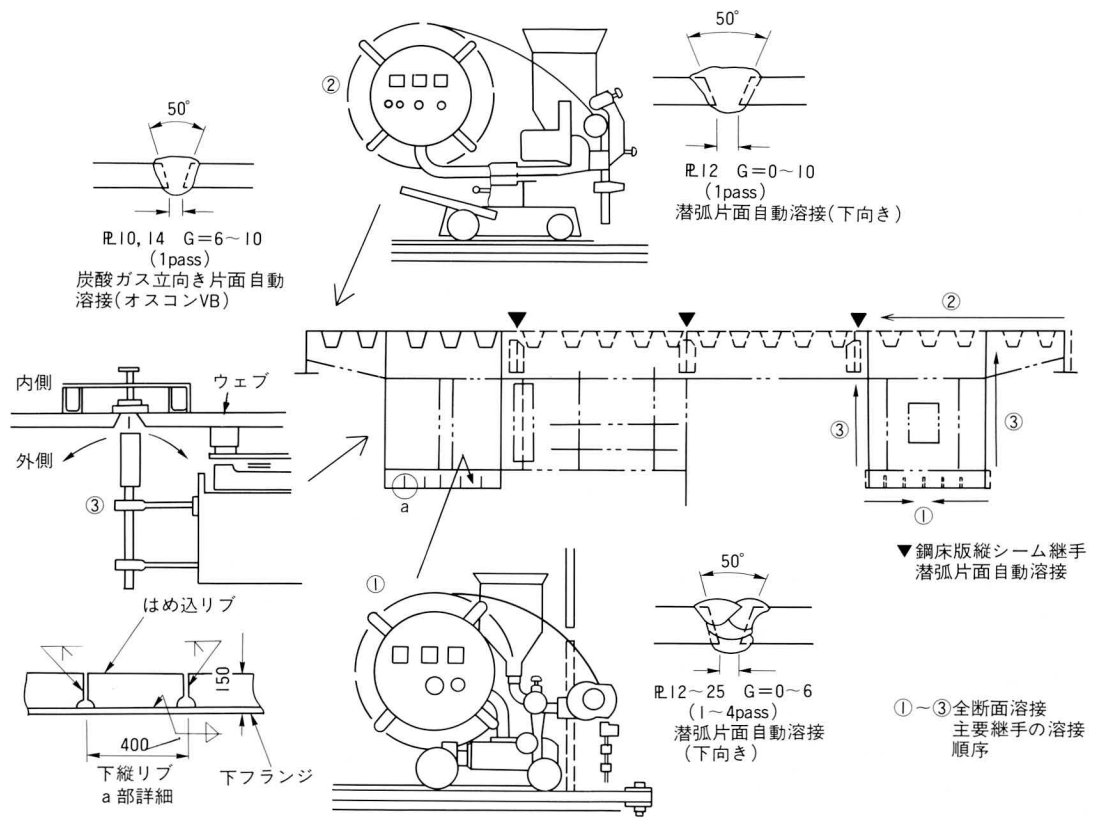


図-2 従来法の溶接方法および溶接順序

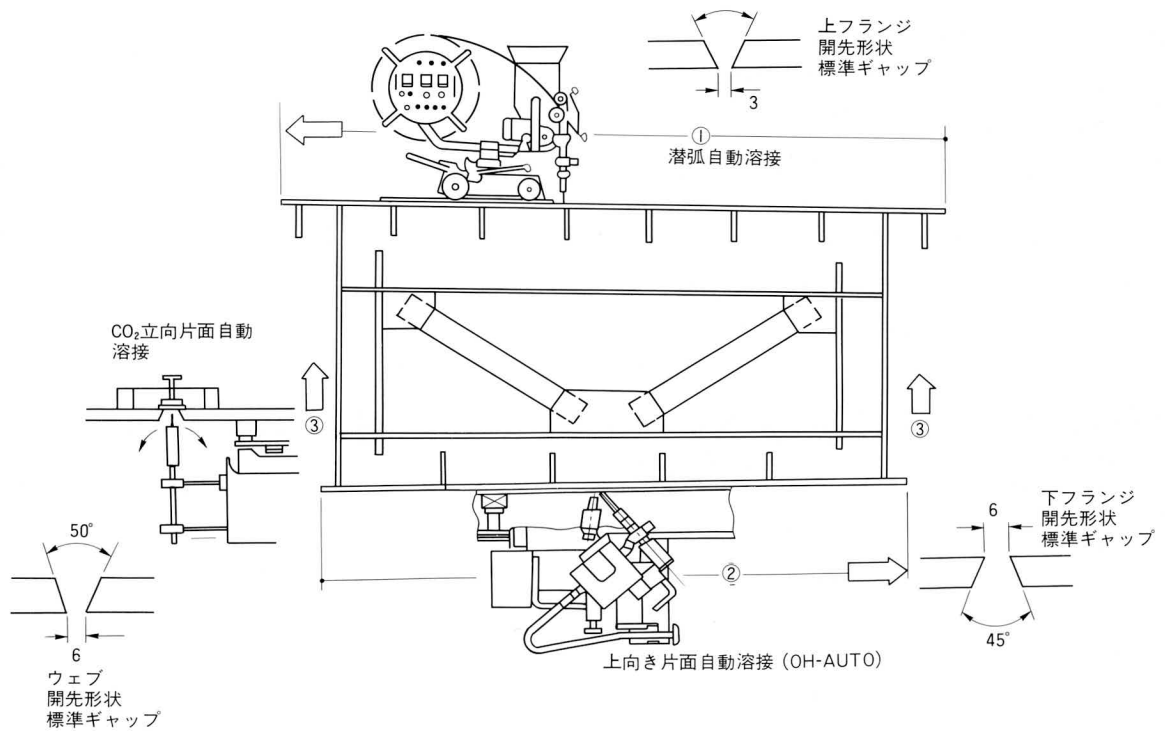


図-3 OWP全断面溶接法

で計画されている。工場製作部材（部材長17~18m）を工場ヤードにおいて地組立し、全断面溶接して51~54mの大ブロックにして工場から浜出しされる。

図-4に、大和大桥の一般図を示した。全断面溶接継手は全部で18断面継手である。溶接方法は図-3に示した方法と同じである。

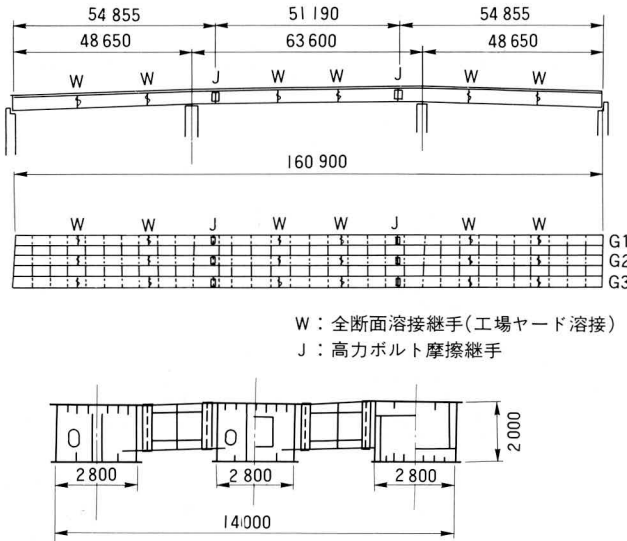


図-4 大和大桥一般図

図-5に全断面溶接継手における溶接収縮量の測定結果の一例を示した。又図-6に全断面溶接継手(16断面)における溶接収縮量の平均を、橋長寸法およびキャンバーに影響する上・下フランジについてモデル化して示した。橋長寸法におよぼす溶接収縮量は、1断面につき最小1.3mm、最大3.1mm考えればよい。またキャンバーに影響を及ぼす収縮量としては図-3に示した溶接順序によれば、上・下フランジ溶接後の上側と下側のウェブ開先における収縮差 ($\delta_{L-U} = \delta_L - \delta_U = 1.1\text{mm}$)である。すなわち全長 l m、ウェブ高 H m、全断面溶接数 n 、上・下の収縮の差 δ_{U-L} とすると、キャンバー変化量 ΔH は

$$\Delta H = (n \cdot \delta_{U-L} \cdot l) / 8H$$

となると予測される。本橋の場合は図-4より

$$\Delta H = (2 \times 1.1 \times 54.855) / (8 \times 2.0) = 7.5 \text{ mm}$$

ただし l は大ブロック長、 $n = 2$ でキャンバー量は大ブロック間で約7.5mmキャンバーが高くなる。しかしキャンバーの実測結果では溶接前後において著しい差は認められなかった。

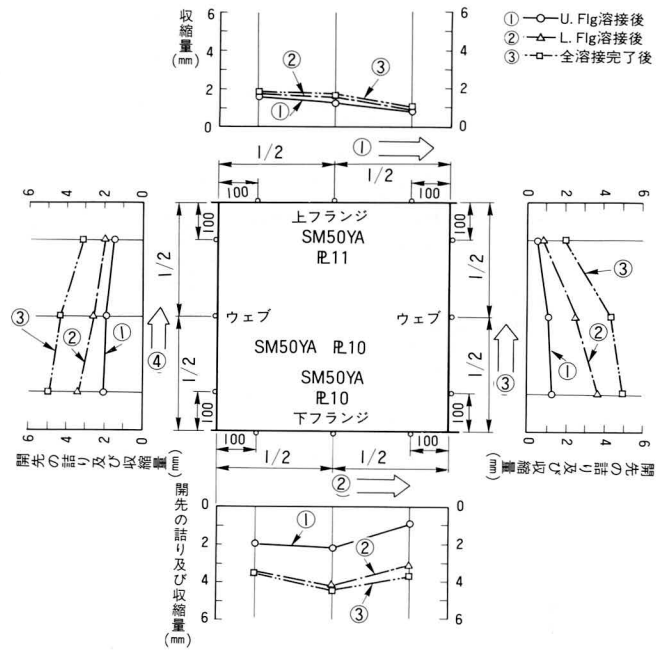


図-5 全断面溶接における開先の詰り及び収縮量の例(G2-J1)

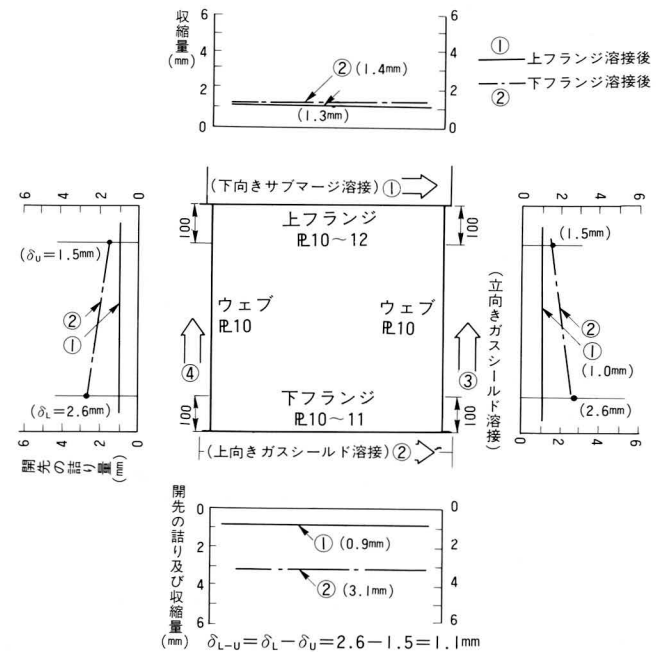


図-6 全断面溶接継手(16断面)の実測結果に基づく、溶接収縮のモデル

5. あとがき

新たに開発された上向き自動溶接装置OH-AUTOの紹介と其を用いた新しい全断面溶接工法OWP全断面溶接法の紹介及びその適用例を報告した。

今後の溶接は自動化・装置化・NC化と共に、全姿勢溶接を可能としその継手品質を向上させることにより大きく変わっていくことと思われる。その意味では、OWP全断面溶接法は、専用の自動溶接装置を用いて下向き、立向き及び上向き溶接姿勢の利点を積極的に取り入れた

工法であり、工場溶接にも大きな影響を与えるものと思われる。

本工法は、橋脚梁の現場全断面溶接にも採用する計画があり、いずれこれらの結果についても報告できるものと思われる。

最後にOWP全断面溶接法における上向き片面自動溶接の実用化に当たり、(株)神戸製鋼所溶接棒事業部大久保課長および大竹氏に多大なる御協力をいただいた事を記し、感謝の意を表するものである。

グラビア写真説明

B112工区（その2）高架橋

本工事の所在地は、横浜市本牧埠頭から隣接する通称横浜ベイブリッジ迄の陸上部と海上部に位置している。路線名は「横浜市道高速湾岸線」と称し、本牧一大黒埠頭を結ぶ高速湾岸線（2.8km）と、大黒埠頭～生麦を結ぶ、高速大黒線（4.6km）からなっている。

京浜臨海地域の基幹の路線として、又在来内陸交通のバイパスとして、大量の通過交通と、臨海部で発生する重交通を円滑に処理するものと期待される路線である。

高速湾岸線の本牧埠頭～大黒埠頭間は、横浜ベイブリッジを中心に両サイドの工区に分かれ、大黒側をB131(1)工区、本牧側をB112(2)工区となっている。全て連続鋼床版トラス構造を採用し、延長1.5kmのトラスが並び、完成後は「ミナトヨコハマ」を飾るにふさわしい景観になる。(若松)

霞ヶ浦大橋

本橋は、わかさぎの帆引漁で有名な霞ヶ浦に有料道路橋として架橋されました。玉造町、出島村両住民にとって唯一の対岸への交通機関は、渡し船が有るだけで車で行くにしても霞ヶ浦を遙か迂回しなくてはならないという不便さがあり、架橋に対する長年の期待は並々ならぬものでした。62年3月3日の開通式の中で親子三代による渡り初めが行なわれましたが、年老いた母を息子が背負い、孫と3人で渡るその老母の小さな背中を見た時、「息子と孫と3人で対岸に渡れるなんて、長生きして良かった。」と言っているようで何とも言えない感動を覚えました。

本橋は地域住民の生活道路という面だけでなく、県南と鹿行地区を結ぶ産業道路としても重要な役割を果たしています。茨城県のシンボルの1つ霞ヶ浦、湖を渡る橋としては日本でも最大級の橋としてその美しい姿を湖面に映しています。(玉野)

市道高速分岐3号正木（その3）工区

名古屋都市高速道路の都心ループを構成する分岐3号線は、名古屋市の幹線道路である市道山王線を東西に走る路線で、当工区は、東本願寺名古屋別院に近い山王線と国道19号線の交差点上に架かる高架橋です。

国道19号線は、1日当たり約8万台の交通量があり、また交差点は特殊なセパレート信号となっているため、架設はすべて夜間架設となりました。

63年春には開通が予定されており、当工区を含む都心ループが開通すると、名古屋の西部から都心部を経て名古屋の南部に至る、通過交通ルートが完成します。(藤原)