

I-260 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

磯宮地鐵工所 正員 百瀬敏彦
同 伊東孝

1. ま え が き

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、ロボット化が進み、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。また、橋梁及び鋼橋脚の架設工法は大ブロック工法を用いる機会が多くなり、そのためヤード溶接を行なうことが多くなってきた。現場溶接も含めてこれらの溶接継手箇所には、既に横向き、立向きの裏波溶接を採用し、施工した実績もある。特に箱桁や横梁の全断面溶接継手箇所においては、通常上フランジは下向きウェブは立向きにて外側から片面裏波溶接を行ない、下フランジは内側から下向きにて片面裏波溶接を行なっている。

これらの全断面溶接に上向き溶接が可能となれば、全て外側から溶接施工ができ、ヤード溶接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裏波ビードを形成していかなければならず、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が開発されたので、同装置を用いた全断面溶接施工法について報告するものである。

2. 上向き片面自動溶接装置（OH-AUTO）について

磯神戸製鋼所が開発した上向き片面自動溶接装置（OH-AUTO）は、上向き姿勢にて、フラックス入り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ている。同装置は適正な裏波溶接を行なうために①溶接速度自動制御、②アークセンサーによる左右開先微い、③機械式上下微い、等の機能を有している。図-1に同装置の概要図を示した。

3. 溶接施工試験

OH-AUTOを用いて $t=12$ （SM50YA）、 $t=25$ （SM50YB）の2種類について溶接施工試験を実施した。試験体の形状を図-2に示した。また、試験結果を表-1に、溶接継手の断面マクロ写真を写真-1に示した。試験の結果、いずれの試験も判定基準を満足するものであった。

4. 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-3に示した。この方法は、上フランジ、ウェブは外側より片面裏波溶接を行ない、下フランジは箱桁内部から下向き片面裏波溶接を行なっている。そのため、連続溶接が行なえるようにあらかじめ下縦リブを或る範囲又は全て切り抜き、またウェブ直下は手溶接等により先行溶接し、その後自動溶接を行なっている。従って下フランジ切抜き部は溶接完了後縦リブをはめこんで溶接をしなければならない。この方法で溶接を行なうには、狭い箱桁内へ溶接装置を持ちこみ、内部で作業を行わなければならない、排煙等の安全上の問題も考慮する必要がある。

今回、前述した上向き片面裏波溶接装置OH-AUTOの開発により、上向き片面裏波溶接が可能となかつ溶接継手性能も満足すべきものとなったことから、全断面溶接は全て外側から溶接できることになったこの工法を「外側からの全断面溶接工法」（OUTSIDE WELDING PROCEDURE FOR BUTT JOINT OF BOX GIRDER）（略称OWP全断面工法）と称し、図-4にその概要を示した。

5. ま と め

OWP全断面工法を採用することにより、今までの全断面溶接工法と比較し、次の様なメリットが得られる。

- (1) 縦リブ等がボルト継手にできる。(縦リブのはめ込み、溶接が不要となる。)
- (2) ウェブ直下も含めて連続溶接ができる。
- (3) 溶接装置等を箱桁内部に持ち込まなくて良い。
- (4) 箱内の排煙設備が不要となり、かつ作業者への換気上の安全が確保できる。
- (5) 上、下フランジ同時溶接が可能となる。

なお、本工法により実施工を行なった実績は3件あり、良好な結果が得られている。

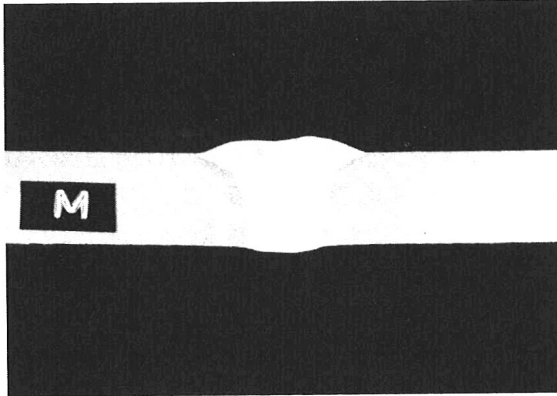


写真-1 断面マクロ

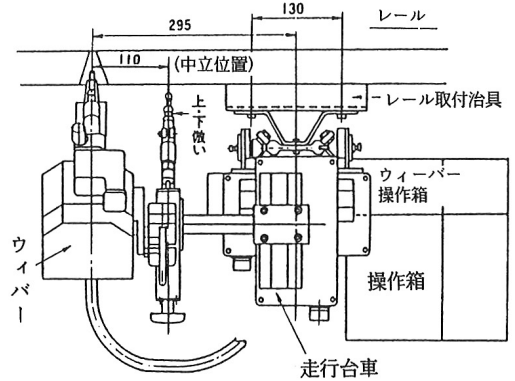


図-1 OH-AUTO概要図

表-1 試験結果

a) SM50YA 12mm										b) SM50YB 25mm									
引張試験 判定基準：引張強さが母材の規格値 (50~62kg/mm ²) 以上										引張試験 判定基準：引張強さが母材の規格値 (50~62kg/mm ²) 以上									
試験片記号	断面 mm×mm=mm ²	最大荷重 kg	引張強さ kg/mm ²	破断位置	試験片記号	断面 mm×mm=mm ²	最大荷重 kg	引張強さ kg/mm ²	破断位置	試験片記号	断面 mm×mm=mm ²	最大荷重 kg	引張強さ kg/mm ²	破断位置	試験片記号				
T-1	12.0×40.1=481.2	29,000	60.3	溶接部	T-1	25.0×25.0=625.0	37,000	59.2	母材	T-1	25.0×25.0=625.0	37,000	59.2	母材	T-1				
T-2	11.9×40.1=477.2	28,850	60.5	溶接部	T-2	24.8×25.0=620.0	36,800	59.4	母材	T-2	24.8×25.0=620.0	36,800	59.4	母材	T-2				
型曲げ試験 判定基準：原則としてき裂が生じてはならない																			
試験片記号	種類	試験結果	試験片記号	種類	試験結果	試験片記号	種類	試験結果	試験片記号	種類	試験結果	試験片記号	種類	試験結果	試験片記号				
B-1	裏曲げ	欠陥無し	B-1	側曲げ	欠陥無し	B-1	側曲げ	欠陥無し	B-1	側曲げ	欠陥無し	B-1	側曲げ	欠陥無し	B-1				
B-2	裏曲げ	欠陥無し	B-2	側曲げ	欠陥無し	B-2	側曲げ	欠陥無し	B-2	側曲げ	欠陥無し	B-2	側曲げ	欠陥無し	B-2				
衝撃試験 判定基準：溶着金属で母材の規格値以上 (3ヶの平均値)																			
試験片記号	試験片採取位置	試験温度 (℃)	衝撃値 (kg・m)	試験片記号	試験片採取位置	試験温度 (℃)	衝撃値 (kg・m)	試験片記号	試験片採取位置	試験温度 (℃)	衝撃値 (kg・m)	試験片記号	試験片採取位置	試験温度 (℃)	衝撃値 (kg・m)				
D-1	溶着部	0	4.6	D-1	溶着部	0	8.0	D-2	溶着部	0	5.4	D-2	溶着部	0	6.4				
D-2	溶着部	0	4.0	D-2	溶着部	0	5.4	D-3	溶着部	0	5.8	D-3	溶着部	0	6.8				
D-3	溶着部	0	3.6	D-3	溶着部	0	5.8	D-3	溶着部	0	5.8	D-3	溶着部	0	6.8				
(参考値)																			
マクロ試験 判定基準：欠陥があればならない																			
試験片記号	試験結果	試験片記号	試験結果	試験片記号	試験結果	試験片記号	試験結果	試験片記号	試験結果	試験片記号	試験結果	試験片記号	試験結果	試験片記号	試験結果				
M	欠陥無し	M	欠陥無し	M	欠陥無し	M	欠陥無し	M	欠陥無し	M	欠陥無し	M	欠陥無し	M	欠陥無し				
放射線透過試験 判定基準：2級以上 (引張側)																			
フィルムマーク	判定結果	等級	フィルムマーク	判定結果	等級	フィルムマーク	判定結果	等級	フィルムマーク	判定結果	等級	フィルムマーク	判定結果	等級	フィルムマーク				
F-1	欠陥無し	1級	F-1	欠陥無し	1級	F-1	欠陥無し	1級	F-1	欠陥無し	1級	F-1	欠陥無し	1級	F-1				
F-2	欠陥無し	1級	F-2	欠陥無し	1級	F-2	欠陥無し	1級	F-2	欠陥無し	1級	F-2	欠陥無し	1級	F-2				

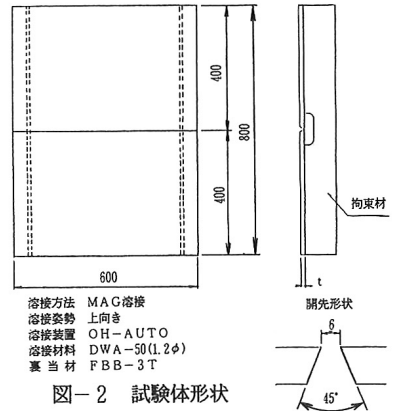


図-2 試験体形状

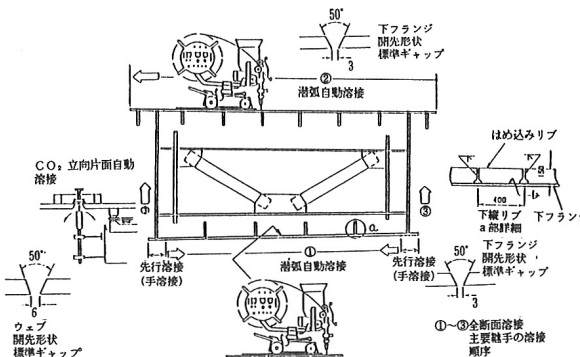


図-3 従来法の溶接方法

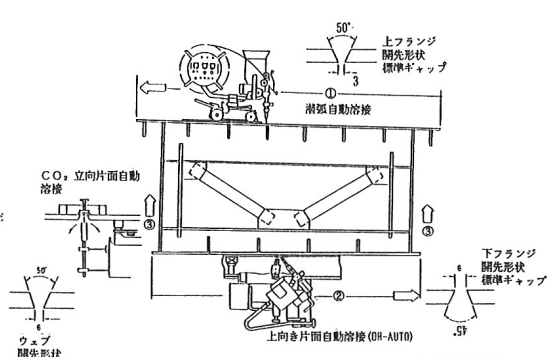


図-4 OWP全断面溶接法