

I-259 実物大模型による立向及び上向現場溶接施工実験

○ 首都高速道路公団 正員 堀米 憲治
 首都高速道路公団 正員 今井 正智
 高田機工株式会社 正員 安田 修
 高田機工株式会社 関谷 顕光

1. まえがき

近年、鋼橋の現場接合には、美観性を考慮して溶接が多く用いられる傾向がある。現在、箱断面部材の現場溶接は、上フランジ及びウェブは外面から、下フランジは内面から施工する事例が多いが、1) 内面からの溶接は、連続自動溶接が困難であり、安全衛生面からも問題が多く、2) ウェブ外面からの溶接は多層盛であるために、欠陥が発生しやすく、能率面でも問題があった。本実験では、下フランジに外面からの上向片面裏波全自動ガスシールドアーク溶接を、ウェブには1パス溶接ができ、欠陥が少なく、能率がよい立向片面裏波全自動エレクトロガスアーク溶接を採用し、前述の問題点の解決を計った。本実験は、高速板橋戸田線IS21工区の鋼製橋脚の梁部を対象とした実物大模型実験であるが、本実験のように、 12° の勾配付きの部材の上向片面裏波全自動溶接はわが国で最初の試みであり、エレクトロガスアーク溶接も橋梁での実施例は、極めて少なく、首都高速道路公団としては初めての試みである。

2. 実物大模型試験体形状

本実験の対象とするP12橋脚梁部の鉛直継手部の実物大模型試験体の形状を図1に示す。試験体の材質、板厚、断面寸法等はすべて実橋と同一とした。上下フランジ及びウェブの材質はSM50YBで、板厚は22mmである。

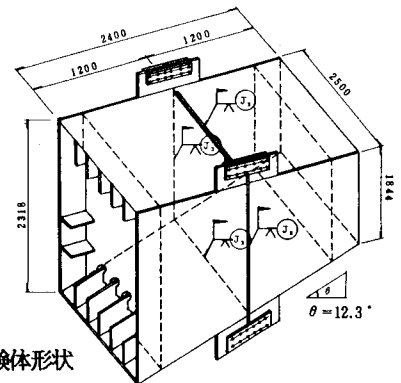


図1 試験体形状

3. 実験要領

実験フローを図2に、実験に使用した溶接施工法を表1に、溶接状況を写真1及び2に示す。

4. 実験結果

①溶接条件等を表2に示したが、アークの安定性、ビード外観等に問題はなく良好な結果が得られた。

②溶接変形の測定結果の一例を図3に示す。左右のウェブの横収縮量は約1.6mm、上下フランジの横収縮量は約2.3mmである。ウェブは1パス溶接であるために収縮量が少ないと考えられる。上下フランジは溶接方法が異なるにもかかわらず、ほぼ同一の収縮量であった。したがって、ウェブは面外変形もかなり小さく、試験体のそり、通りなどもほとんど変化がなかった。

③溶接継手の非破壊検査として図4に示したように、JISZ3104による放射線透過試験を一般部に、JISZ3060

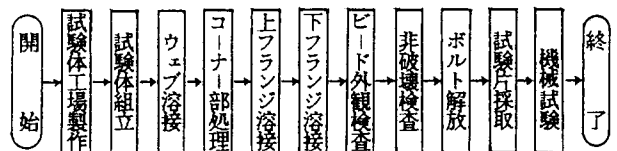


図2 溶接施工実験フロー

表1 溶接施工法の概要

適用部材	溶接姿勢	溶接方法	装置名称(メーカ)	備考
上フランジ	下向き	全自動ガスシールドアーク溶接	PICOMAX-2 (神神戸製鋼所)	片面裏波溶接 従来工法
ウェブ	立向き	全自動エレクトロガスアーク溶接	SEGARC-2 (神神戸製鋼所)	片面裏波溶接 新工法
下フランジ	上向き	全自動ガスシールドアーク溶接	OH-AUTO (神神戸製鋼所)	片面裏波溶接 新工法

による超音波探傷試験をコーナー部に適用したが、ほとんど欠陥がなく1級であった。なお、コンピュータ制御による全自動超音波探傷試験も試験的に適用したが、前述の試験結果とほぼ同様の結果が得られた。

④溶接継手の機械的性能を表3に示す。SM50YBとして、引張試験、曲げ試験、衝撃試験及びマクロ・硬さ試験の結果はすべて良好であった。

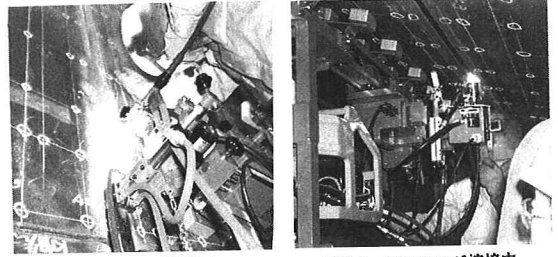


写真1 ウェブ溶接中

写真2 下フランジ溶接中

表2 溶 接 条 件

部 材	ス テ ー ス	予 熱 温 度 ($^{\circ}\text{C}$)	シールド ガス (g/min)	電流 (A)	電圧 (V)	溶 速 (cm/min)	入熱量 (kJ/cm)	ワイピング				備 考
								幅 (mm)	高 (mm)	回 (回/min)	数	
下 フ ラ ン ジ	①	100	30	140	18	7.5	20.2	7	2	40		
	②	90		220	26	8.0	42.9	9	2	40		
	③	90		220	26	8.0	42.9	13	2	40		
	④	80		220	26	11	31.2	17	2	40		
	⑤	100		220	26	10	34.2	9	2	40		
	⑥	80		200	25	13.5	22.2	11	2	45		
	⑦	95		200	25	10	30.0	13	2	45		
L ウ エ ブ	①	100	25	380	42	7.0	136.8	—	—	—		

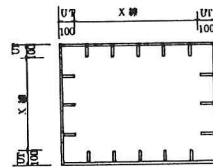
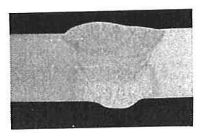
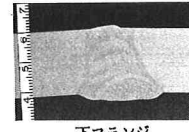


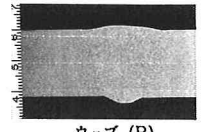
図4 放射線透過試験及び超音波探傷試験範囲



上フランジ



下フランジ



ウェブ (R)

写真3 マクロ・硬さ試験

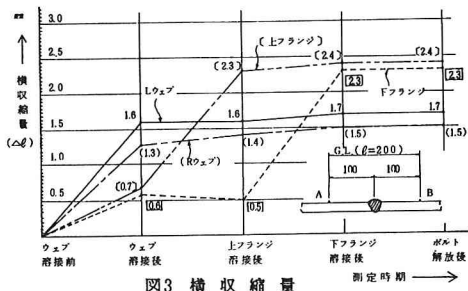


図3 横収縮量

表3 溶接継手の機械試験結果

試験項目	試験方法	判 定 規 準	試 験 結 果			
			上フランジ	下フランジ	Lウェブ	Rウェブ
引 張 試 験	JIS Z 2241	引張強さが母材の規格値(50kg/mm ²)以上のこと	① 6.2	6.2	6.3	6.1
			② 6.2	6.2	6.3	6.1
型曲げ試験	JIS Z 3122	カ-8-13の巻込み等が原因のきれつ長さ3mm以下の割れを除く割れの生じないこと	① きれつなし	きれつなし	きれつなし	きれつなし
			② きれつなし	きれつなし	きれつなし	きれつなし
衝 撃 試 験	JIS Z 2242	3個の吸収エネルギーの平均が母材の規格値(28Kgm, 0 $^{\circ}\text{C}$)以上のこと	① 11.03	7.91	5.80	6.63
			② 10.12	5.39	6.21	6.21
			③ 10.58	8.34	6.21	4.20
			④ 10.6	7.2	6.1	5.7
マクロ試験	JIS C 0555	欠陥があてはならない	① 欠陥なし	欠陥なし	欠陥なし	欠陥なし
硬 さ 試 験	JIS Z 2244	Hv, max. ≤ 370 のこと	① 279	220	224	218

5. まとめ

本実験の成果は次のとおりである。

- ①12 $^{\circ}$ の勾配付きの下フランジに、上向片面裏波全自動ガスシールドアーク溶接を、ウェブに1パス仕上げの立向片面裏波全自動エレクトロガスアーク溶接を、上フランジには一般に使用されている下向片面裏波全自動ガスシールドアーク溶接を適用したが、作業性、能率性等において良好な結果が得られた。
- ②溶接施工順序、積層順序、溶接条件、開先形状、溶接材料、コーナ処理等も問題ないことが確認できた。
- ③溶接継手の外観検査、非破壊検査及び機械的試験はSM50YB材として十分に良好な結果が得られた。
- ④溶接変形については、収縮量、面外変形、全体形状、リブのHTBの孔ずれ等を詳細に測定したが、予測より溶接変形が少なくすべて規格値を満足した。特に、1)エレクトロガスアーク溶接は面外変形が少いこと、2)上下フランジの面外変形を防止するために設置した弾性拘束支材は十分に効果のあることが確認できた。

6. あとがき

以上のように、実物大模型試験体を用い、新しい溶接方法で現場溶接施工実験を行ったが、良好な結果が得られ、実工事に十分に供し得ることが確認できた。この実験報告が今後の現場溶接施工に参考となれば幸いである。