

I-141

極厚HT70材を用いた橋脚の全姿勢、全断面現場裏波自動溶接施工法の研究

高田機工株式会社 正員 関谷 顕光 首都高速道路公団 正員 亀ヶ谷 勲  
 大阪大学溶接工学研究所 正員 堀川 浩甫 高田機工株式会社 正員 安田 修  
 高田機工株式会社 正員 種子島 由規

1. まえがき

最近の橋梁における鋼箱桁及び鋼脚の全断面現場溶接は、断面寸法の大型化、板厚の極厚化、材質の高グレード化等、その進展が著しい。<sup>1)・2)</sup> 首都高速橋橋足立線OJ11工区の橋脚には、板厚54mmのHT70材が使用されている。橋梁のHT70材の現場溶接に関する報告は、横浜港横断橋主塔部に適用された水平継手のヤード面溶接の事例<sup>3)</sup>を除きほとんどない。今回、HT70材の片面裏波自動溶接法を含む全姿勢、全断面現場溶接施工法を、一連の実験を行い確立できたので、その結果について報告する。

2. 現場溶接施工法の検討

橋脚の形状、本実験の対象とした現場溶接継手位置等を図1に、溶接施工法の概要を表1に示す。溶接方法は、現状の溶接材料等の限界を検討し、横梁の上フランジ(以下UF)、柱のウェブ(以下W)及び下フランジ(以下F)は、外面からの片面裏波自動溶接とした。横梁の下フランジ(以下LF)は、内面は半自動ガス溶接(以下SGMAW)、外面は被覆アーク(以下SMAW)による溶接、ウェブは両面SMAWとした。溶接順序は、残留応力、板厚・形状等を考慮し、横梁は①UF、②LF、③W、柱は①W、②Fの順とした。なお鋼材の規定及び施工基準は、本四公団基準を準用した。

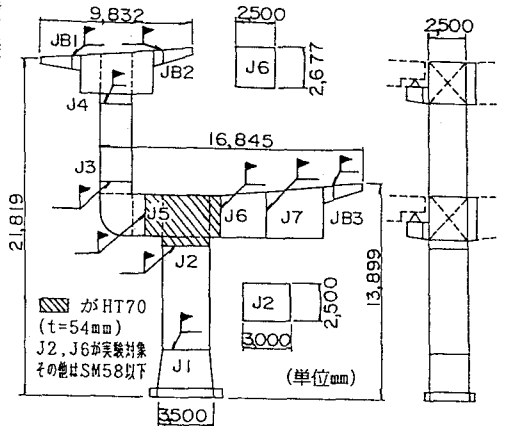


図1 橋脚の形状及び現場溶接継手位置

表1 溶接施工法の概要

3. 実験の概要

実験は、最初に平板の突合せ試験体により機械的性能、溶接変形(横収縮及び面外変形)、適正溶接条件、作業性等を確認した。次に模型試験体(繰返し数2、図2参照)により機械的性能、溶接変形、作業手順、ユナ処理要領、作業能率等を確認した。予熱は、GMAWは100°C以上、サマアーク溶接(以下SAW)及びSMAWは120°C以上、入熱量及びびば間温度は、50 KJ/cm 以下及びび230°C以下とした。衝撃及び曲げ試験片は、試験体の内・外面から採取した。衝撃試験温度は-15°Cとした。模型試験体の施工状況を写真1及びび2に示す。

4. 実験結果及び考察

模型試験における各溶接法の機械試験及び非破壊試験結果、溶接条件等を表2に示したが、すべて良好な結果であった。特に衝撃値は7.8Kg・m以上の値が得られた。

継手名 材質 (板厚 mm)	部材名 (溶接 順序)	溶接 姿勢 内面 外面	溶接方法 <sup>1)</sup> (層)	溶 接 材 料		開 先 形 状 (mm)
				ワイヤ 溶接棒 (径), 裏当材	フラックス シールドガス等	
J 6 横梁 鉛直 継手	上フランジ ①	下向 外面	自動裏波 GMAW (1-3層)	YM-80A(1.2φ) SB-41 <sup>2)</sup>	Ar 80% +CO <sub>2</sub> 20%	
		上向 内面	SAW (4層以降)	Y-70M(4.0φ)	NB-250H (粒度: 12×100)	
	下フランジ ②	下向 内面	半自動 GMAW (全層)	YM-80A(1.2φ) SJ-8014 <sup>3)</sup>	Ar 80% +CO <sub>2</sub> 20%	
上向 外面	SMAW (全層)	L-70(3.2-4φ)	-			
HT70 (54)	ウェブ ③	立向 内面 外面	SMAW (全層)	L-70(3.2-4φ) SJ-8014 <sup>3)</sup>	-	
J 2 柱 水平 継手	ウェブ ①	横向 外面	自動裏波 GMAW (全層)	YM-70C(1.2φ) SB-41 <sup>2)</sup>	CO <sub>2</sub> 100%	
HT70 (54)						

1) GMAW: ガスアーク溶接, SAW: サマアーク溶接, SMAW: 被覆アーク溶接  
 2) 裏波溶接用裏当材 3) シールドガス用裏当材

梁の上フランジ： ルート間隔（以下RG）が3.5~9.5mmの範囲では、機械的性能及び作業性は良好で、外面からの片面裏波自動溶接で十分に施工が可能である。

梁の下フランジ： RGが0~6mmの範囲では、表1の両面溶接で良好な結果が得られた。

梁のウェブ： RGが0~2mmの範囲は両面SMAWで、2~6mmの範囲はシーリング材を用い十分に施工できる。SJ-8014以外に、SU-378RやFTB-3もシーリング材として有効であった。SMAWの作業能率は低いが、機械的性能は基準を十分に満足している。

柱のウェブ及びフランジ： 横向溶接は、当初、Ar80%+CO<sub>2</sub>20%のGMAWで実験していたが、開先上面側に放射線透過試験合格範囲の微小プロホールが発生したので、CO<sub>2</sub>100%のGMAWに変更した。その結果、スパッタの発生は少く、微小プロホールの巻込みもなく、機械的性能及び作業性も良好で、片面裏波自動GMAWによる施工が可能となった。

変形量： 横収縮及び面外変形は、それぞれ標点距離300mm及び500mmで測定した。横収縮の平均値は、片面溶接で2.0mm、両面溶接で2.2mm、面外変形の平均値は片面溶接で2.1mm、両面溶接で0.9mmと許容値以下であった。

5. まとめ

HT70材の梁の鉛直継手の下向溶接及び柱の水平継手の横向溶接は、片面裏波自動溶接が、梁の立向及び上向溶接はSMAW及びSGMAWによる両面溶接で施工できることが判明した。したがって今後は、HT70材の立向及び上向溶接用のフラックス入りワイヤ等の自動溶接材料の開発が課題である。また、予熱温度の低減及び溶着速度向上のために、クラックフリー鋼、大入熱溶接鋼等の検討が必要となろう。

[参考文献] 1)種子島、関谷、安田：極厚SM58材のR部を有する橋脚の全姿勢全断面ヤード溶接に関する研究、第46回土木学会講演概要集I（1991） 2)小林、福永他：鋼製橋脚現場溶接継手の設計と施工-D31工区、三井造船鉄構工事技報、Vol.3,1989.8 3)佐藤、山口他：横浜港横断橋主塔部の製作・地組立、横河橋梁技報、No.18,1989.1

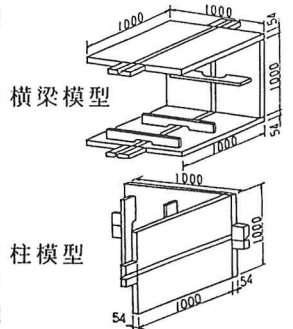


図2 模型試験体形状

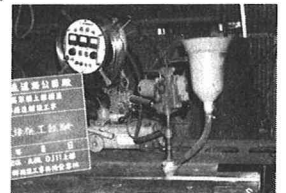


写真1 横梁下向溶接中

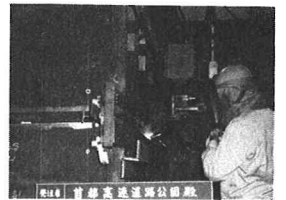


写真2 柱横向溶接中

表2 模型試験結果の概要

継手名 材質 (板厚mm)	溶接 姿勢	実ル 測 間 隔 (mm)	溶接方法 <sup>1)</sup> (層)	溶接条件				非破壊検査		継手の機械的性能			マクロ試験
				電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cpm)	入熱量 <sup>3)</sup> (KJ/cm)	RT <sup>4)</sup> (JISZ3104)	UT <sup>5)</sup> (JISZ3060)	引張強さ (268Kg/mm <sup>2</sup> )	衝撃値 <sup>6)</sup> (24.8Kg·m)	曲げ試験	
J6 横梁 上フランジ HT70 (54)	下向	5.5 ~ 6.5 [3.5 <sup>1)</sup> ~ 9.5]	自動裏波 GMAW (1~3層)	220 ~ 280	24 ~ 34	9 ~ 14	41	1級 (無欠陥)	1級 (無欠陥)	7.9 7.8	内面側	内面側	
			SMAW (4層以降)	650 ~ 680	30 ~ 35	32 ~ 40	45				外面側	外面側	
J6 横梁 下フランジ HT70 (54)	下向	3.5 ~ 4.5 [0 <sup>1)</sup> ~ 6.0]	半自動 GMAW (内面全層)	220 ~ 280	21 ~ 31	≥15	35	1級 (2種 4mm)	1級 (無欠陥)	7.7 7.6	内面側	内面側	
			SMAW (外面全層)	120 ~ 150	21 ~ 22	6 ~ 8	33				外面側	外面側	
J6 横梁 ウェブ HT70 (54)	立向	4.5 ~ 5.5 [0 <sup>1)</sup> ~ 6.0]	SMAW (内面全層)	130 ~ 150	22 ~ 23	5 ~ 7	41	1級 (1種 2点)	1級 (無欠陥)	7.5 7.4	内面側	内面側	
			SMAW (外面全層)	130 ~ 160	22 ~ 24	5 ~ 7	33				外面側	外面側	
J2 柱 フランジ HT70 (54)	横向	8.5 ~ 9.5 [3.5 <sup>1)</sup> ~ 9.5]	自動裏波 GMAW (外面全層)	220 ~ 270	21 ~ 29	12 ~ 48	26	1級 (無欠陥)	1級 (無欠陥)	7.8 7.8	内面側	内面側	
												外面側	

注1) 平板のルート間隔漸変試験体で確認できた許容ルート間隔 2) 表1の注釈1)参照 3) 最大値を示す。 4) 放射線透過試験(一般部)  
5) 超音波探傷試験(コーナ部) 6) 溶接金属部、試験温度 -15℃