

I-66

全断面溶接の製作について

—阪神高速道路公団中島工区を対象として—

函館どつく(株) 寺田 寿

函館どつく(株) 武田 勇一

函館どつく(株) 三熊 秀明

1. まえがき

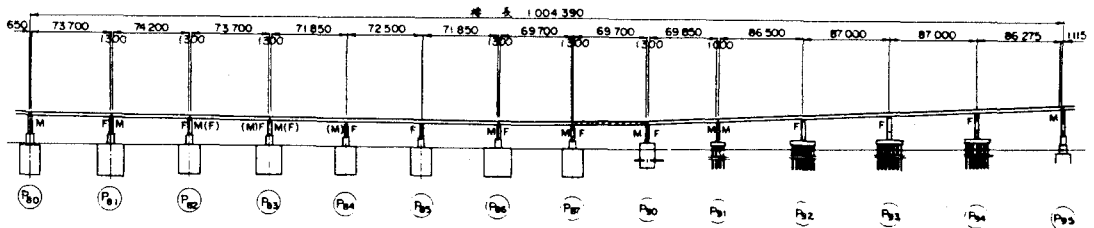
中島工区は大阪市西淀川区の沖合、大阪湾内の阪神高速道路公団大阪府道高速湾岸線であり、我が国初の海上パーキングエリア「中島パーキング」になる部分の本線および入出路の鋼桁工事である。

同工区は橋梁が海上を渡るルートで、パーキング部では海上より20mの高さで幅員100mにおよぶ、高架橋として、阪神高速道路公団より中島第3工区として発注された。本工事は高田、函館、東網建設工事共同企業体が設計、製作、架設を行ない、当社はこの内入路部と本線部の一部分の鋼桁を担当した。

当社の製作桁は、入路部分は橋長146.649mの2径間連続鋼床版箱桁 また 本線部は橋長71mの単純鋼床版箱桁の2連であり、架設は海上部橋梁である事および架設現場での工事日数を縮める等のためにフローティングクレーンによる一括架設工法で行なった。

本工事では、架設ブロックが約800tにもおよぶため短い分割ブロック(L=8.7~11.6m)を工場内で製作し、仮組ヤードでブロックを組んだ後、継手部を全断面溶接する工法とした。当工場内での溶接工法は初めてであり、そのため溶接機の新規購入、実技、溶接施工試験を各種行ない、ここでは全断面溶接施工結果を報告する。なお対象橋梁は2連のうち本線部橋梁とする。

側 面 図



平 面 図

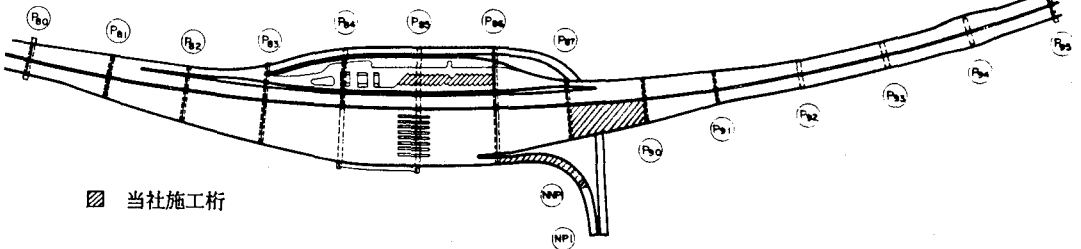


図-1 一般図

Construction Technique of Welding Method for Used in the Butt Joint of Bridge Frame
 -An Object of Nakajima of Hanshin Highway Public Corporation-
 by Hisashi TERADA, Yuichi TAKEDA, Hideaki MIKUMA

2. 全断面溶接施工要領

橋梁および橋脚において、ヤード溶接および現場溶接による全断面溶接の方法として、横向き、立向き、下向きの片面裏波溶接は、当社としても実績があり、また 数多く報告されている。今回の箱桁における全断面溶接において上フランジおよびウェブは、外側からの片面裏波溶接を行なった。下フランジの溶接は従来箱桁の内側からの下向き自動溶接を行なっていたがそのため 下フランジ側の縦リブを切り抜いたり また ウェブ近傍では手溶接となっていたが、近年の溶接機器の発達により下フランジ側の上向き溶接が可能となり、溶接作業の安全面および溶接効率も向上し自動で溶接を行なうため品質の向上も計れること等により上向き溶接を採用した。箱桁断面の溶接方法及び溶接順序を図-2で また 溶接継手開先形状および溶接条件、溶接材料を表-1に示す。

自動溶接で施工するにあたって品質を確保するためには、開先精度の維持管理が必要となり設計段階において、組立用治具の検討を行なった。上、下フランジの縦リブは高力ボルト接合とし、ウェブは水平補剛材を全断面溶接継手位置で切断し高力ボルト接合を行なった。また 別に適当な間隔をもって(≒500mm)高力ボルト接合を有する拘束治具を追加した。箱桁外側の溶接始終端に溶接による変形防止および始終端部の欠陥防止のためにエンドタブおよびエンドタブ兼用の拘束治具を設置した。以上により良い溶接断面の形状を保持するための工夫を行な

った。上、下フランジおよび水平補剛材部の高力ボルト接合以外は全て溶接完了後に撤去した。使用した組立用治具形状を図-3に示す。

全断面溶接作業は 全て屋外で行なうが、ウェブ、下フランジ部については、ガスシールド溶接を行なうので、防風対策としてシートで覆う事とした。また、鋼床版上面はサブマージアーク溶接で行なうものとし、風雨などの悪天候に左右される以外は従事通り、覆などの特別な対策は行なわなかった。

実物大の模型での溶接施工試験は行なわなかったがウェブおよび下フランジの溶接は、事前に 同機種お

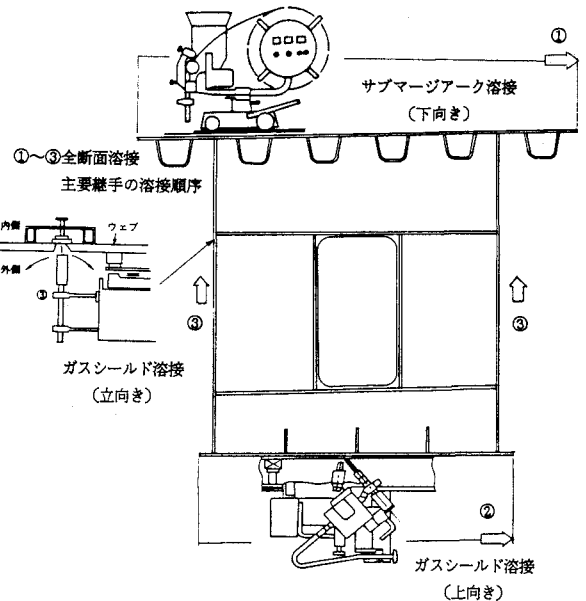


図-2 溶接方法及び溶接順序

表-1 溶接継手開先形状および溶接条件、溶接材料

溶接箇所	溶接方法	溶接材料 (ワイヤ径)	実当材	開先形状	溶接条件		
					電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)
鋼床版	サブマージアーク溶接	下向き	US-49 (4.8φ) MF-38 (20XD)	FAB-1	650 S 770	32 S 40	25 S 27
		立向き	MG-60 (1.2φ) DW-60 (1.2φ)	FBB-3T	100 S 140	18 S 20	4 S 5
ウェブ	炭酸ガス全自動アーク溶接	立向き	MG-60 (1.2φ) DW-60 (1.2φ)	FBB-3T	100 S 140	18 S 20	4 S 5
下フランジ	混合ガス全自動アーク溶接	上向き	DXA-60B (1.2φ)	FBB-3T	130 S 240	16 S 25	6 S 24

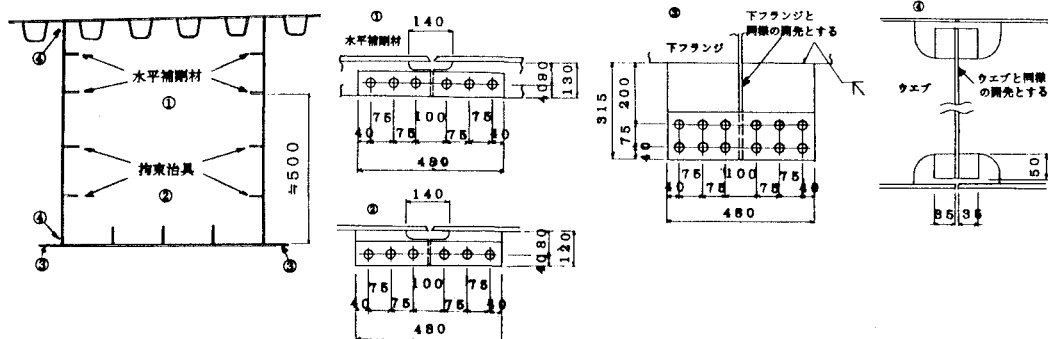


図-3 組立用治具

よびヤード溶接時と同様の溶接姿勢で行なった。これによって良好な結果を得られ十分な溶接技術を確認したが実橋の溶接部の検査は全て放射線透過検査および超音波探傷試験を行ない品質の向上を計った。

塗装については、現場足場工の問題およびヤード溶接完了後大ブロックとなり箱桁内面の塗装作業の能率が悪くなるなど問題があるため各溶接線部分を塗り残して内面塗装は最終層まで塗り また 外面および塗り残し部分はヤード溶接完了後に最終層まで塗装を行なう先行塗装とした。

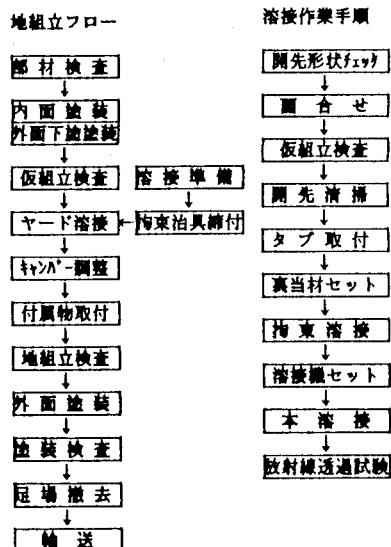
3. 全断面溶接の実施

工場内で分割ブロックを製作したのち部材検査を実施しその精度は溶接継手部の相対誤差が部材高で $\pm 2.5\text{mm}$ 、フランジ幅は $\pm 2\text{mm}$ および部材長は $\pm 2\text{mm}$ の目標で行なった結果全て許容値内の値となった。検査終了後 分割ブロックを地組立ヤード場に搬入した。ここで、工場内製作以降の製作施工工程および溶接作業手順を表-2に示す。

3-1. 開先精度および調整

箱桁全断面溶接の溶接順序は、上フランジ、下フランジ、ウェブの順序とし、溶接に先き立ち溶接部および隣接部分は油、水分、塗料等の溶接に悪影響を及ぼす不純物をガスバーナ、ワイヤーホイール等によって除去した。仮組時のルートギャップは、表-1に示す標準開先の間隔に先行溶接による収縮量を見越し、下フランジ、ウェブで 2mm を加えた値とし目違いは 2mm 以内とした。分割ブロックの際に部材検査を行ない精度の確認を行なったので溶接作業に際しての開先形状は良好なものであった。ここで開先のルートギャップおよび目違い量のヒストグラムを図-4に示す。

表-2 製作施工工程表および溶接作業手順



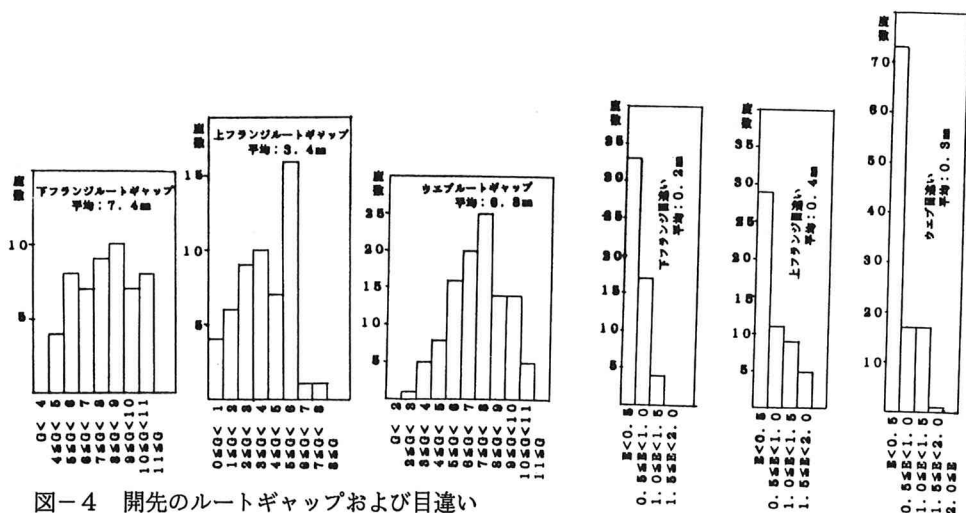


図-4 開先のルートギャップおよび目違い

3-2. 全断面溶接の本溶接

全断面溶接は、前述した溶接順序および溶接方法（図-2）、開先条件（表-1）に基づいて進められた。ここに 上、下フランジおよびウェブの溶接状況を写真1～3に示す。



写真-1 下フランジ



写真-2 ウェブ

3-3. 非破壊検査

上、下フランジ、ウェブの全断面溶接継手部は全て放射線透過試験および超音波探傷検査で行なった。ここで溶接継手部の端部およびクロス部は放射線透過試験とし、その他の溶接部は超音波探傷検査にて行なった。検査結果を表-3に示す。検査結果は引張側（下フランジ）で2級以上 また 圧縮側（上フランジ）で3級以上で全て合格となった。溶接欠陥は溶接継手の始末端に発生しやすく、結果的に合格値に近い値も多少みられるが、超音波探傷検査結果でも明確な様に始末端以外の箇所は1級となっており今回全断面溶接に使用した溶接施工方法が良い結果として評価できた。



写真-3 上フランジ

表-3 放射線透過試験および超音波探傷検査結果

放射線透過試験結果						超音波探傷検査結果					
溶接箇所	撮影箇所	撮影枚数	等級分類結果(枚数)			溶接箇所	探傷検査箇所	探傷検査数	等級分類結果(数)		
			1級	2級	3級				1級	2級	3級
鋼床版 (横軸方向)	全箇所(端部, 加筋部)	102	85	17	0	鋼床版 (横軸方向)	全箇所	472	472	0	0
鋼床版 (直角方向)	全箇所(端部, 加筋部)	102	90	10	2	鋼床版 (直角方向)	全箇所	111	111	0	0
下フランジ	全箇所(端部)	38	33	3	0	下フランジ	全箇所	38	38	0	0
ウェブ	全箇所(引張部, 端部)	38	34	2	0	ウェブ	全箇所	108	108	0	0

3-4. 溶接における収縮

計測方法は図-5に示す計測位置で標点距離を200mmとし、全ての全断面溶接継手位置で行なった。各継手部の収縮量は、図-6に示すヒストグラムの結果となった。収縮量のバラツキの要因として考えられることは、上フランジ、ウェブは各々全て同板厚であるためルートギャップによると考えられる、また下フランジについてはルートギャップによることも考えられるが板厚差による溶接条件の違いと考えられる。

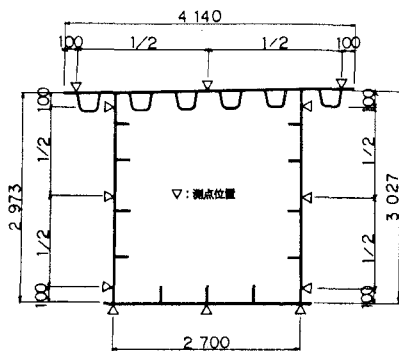


図-5 計測位置

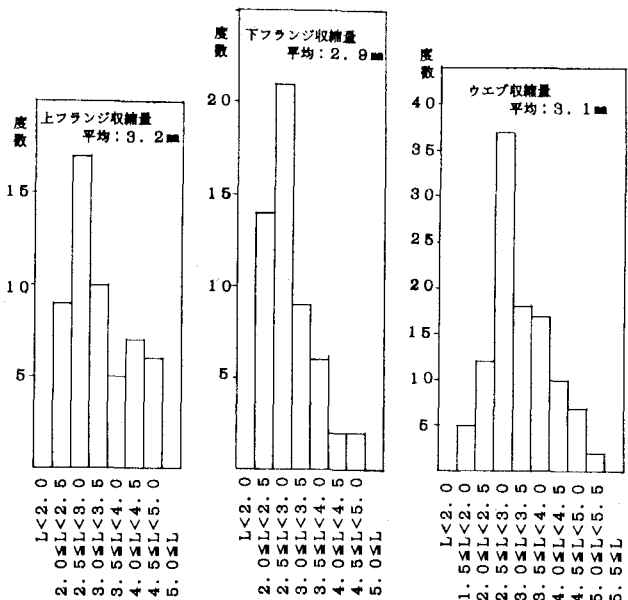


図-6 溶接による収縮量

3-5. 溶接後の支間長およびカンバー

全断面溶接後における支間長およびカンバーを測定した結果を表-4に示す。全て許容値内であり本工事は、製作的に問題無く 良好な製作ができたと判断する。

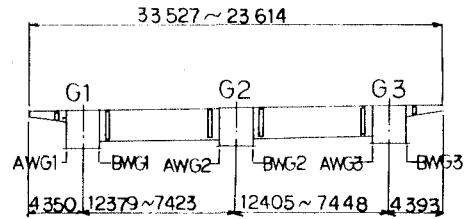
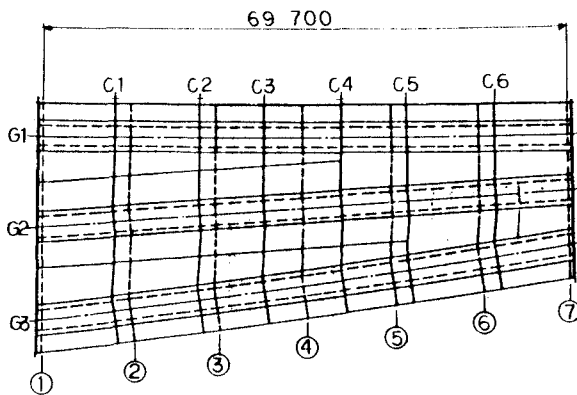


表-4 キャンバーおよび支間長

支間長			
	規定値(mm)	測定値(mm)	誤差(mm)
G1	6990	26990	5
G2	7046	47046	6
G3	7137	37137	4

キャンパー												単位: mm											
位置	記号	規定値	測定値	誤差	位置	記号	規定値	測定値	誤差	位置	記号	規定値	測定値	誤差	位置	記号	規定値	測定値	誤差				
①	AWG1	0	0	0	②	AWG1	56	61	5	③	AWG1	95	98	3	④	AWG1	110	116	6				
	BWG1	54	52	-2		BWG1	109	112	3		BWG1	149	151	2		BWG1	163	167	4				
	AWG2	248	249	1		AWG2	285	289	4		AWG2	306	310	4		AWG2	302	308	6				
	BWG2	302	304	2		BWG2	338	340	2		BWG2	359	363	4		BWG2	355	362	7				
	AWG3	496	495	-1		AWG3	524	527	3		AWG3	531	541	10		AWG3	512	519	7				
⑤	BWG3	550	551	1	⑥	BWG3	576	581	5	⑦	BWG3	584	594	10	許容誤差-5 +15(mm)	BWG3	565	574	9				
	AWG1	96	104	8		AWG1	57	64	7		AWG1	1	4	3									
	BWG1	149	157	8		BWG1	110	114	4		BWG1	54	55	1									
	AWG2	274	277	3		AWG2	217	219	2		AWG2	146	145	-1									
	BWG2	325	328	3		BWG2	270	269	-1		BWG2	198	197	-1									
	AWG3	462	465	3		AWG3	386	387	1		AWG3	290	292	2		AWG3	290	292	2				
	BWG3	515	519	4		BWG3	439	442	3		BWG3	343	345	2		BWG3	343	345	2				

4. あとがき

以上全断面溶接の施工に際して、述べた様に当社としても、このような大掛かりな工法は初めてであったが、データーをまとめた結果以下の事が確認できた。

溶接方法では、各溶接機器による溶接条件の設定、開先形状の検討、溶接施工に際しては、拘束治具の設置、ガスシールド溶接での防風設備、地組立時の溶接部の部材精度の管理等を行なったことにより 溶接部の整合性は、非破壊検査結果良好であり また 製作キャンバーおよび支間長は許容値内の数値を得る事ができ満足な結果であった。

以上の結果 本工事の全断面溶接施工は、良好な結果となり満足できるものであった。

今後 橋梁の大型化にともない鋼重減となり経済性、近年の景観重視等から、本橋のような全断面溶接工法およびフローティングクレーンによる架設工法が多く採用されることが考えられる。また 溶接機器類の発達、特に自動により溶接部の品質管理がより良く、ますます自動化が増えるものと考えられる。今回の施工で得た資料を今後の溶接施工に役立てて一参考としていただければ幸いです。

本工事は、平成2年5月に無事、架設完了し、平成3年に供用開始し現在にいたっている。

最後に上記施工にあたり御指導をいただいた阪神高速道路公団第三建設部および新淀川工事事務所の関係各位と共同企業体の皆様に厚くお礼申し上げます。