

【技術ノート】

全断面溶接継手の施工

Construction Method of Full Sectional Welding Joint

増井 利 弘 *
Toshihiro MASUI
西 本 勉 **
Tsutomu NISHIMOTO
米 山 徹 ***
Toru YONEYAMA

1. まえがき

橋梁の現場継手の手法として溶接によるものが増えて
いるが、溶接による現場継手のうち鋼床版や鋼製橋脚は
前例も多く、その手法も確立されつつある。一方、フラ
ンジ・腹板・鋼床版の全断面を現場溶接する全断面溶接
継手は、比較的経験の少ない分野で、溶接による桁の挙
動（溶接による収縮、カンバー変化等）など不明な点
も多い。

全断面溶接継手の利点として

- 1) 美観上優れている
- 2) 鋼重を軽減できる

等のことあげられ、今後全断面溶接継手の採用が増え
るものと思われる。

昭和57年～58年にかけて製作した浜手B・P中突

2. 工事概要

浜手バイパスは神戸市を縦貫する国道2号線のバイパ
スとして、神戸市中央区神戸商工貿易センタービルの約
400m東から、同区国鉄神戸駅の約200m西に至る
施工延長3,030mの2種2級の道路で、その主要部は上
下線が2階建て構造となるものである。

今回受注、製作した浜手B・P中突工区は、そのうち
中突堤を跨ぐ工区延長約208mの3経間連続鋼床版箱
桁で、平面的には半径300mの曲線桁である。

架設工法はフローティングクレーンによる一括架設で、
1,300Tフローティングクレーンにより昭和58年12月
に架設された。架設ブロックは3経間桁を長さ110m
(409T)と98m(355T)に2分割し、ブロッ

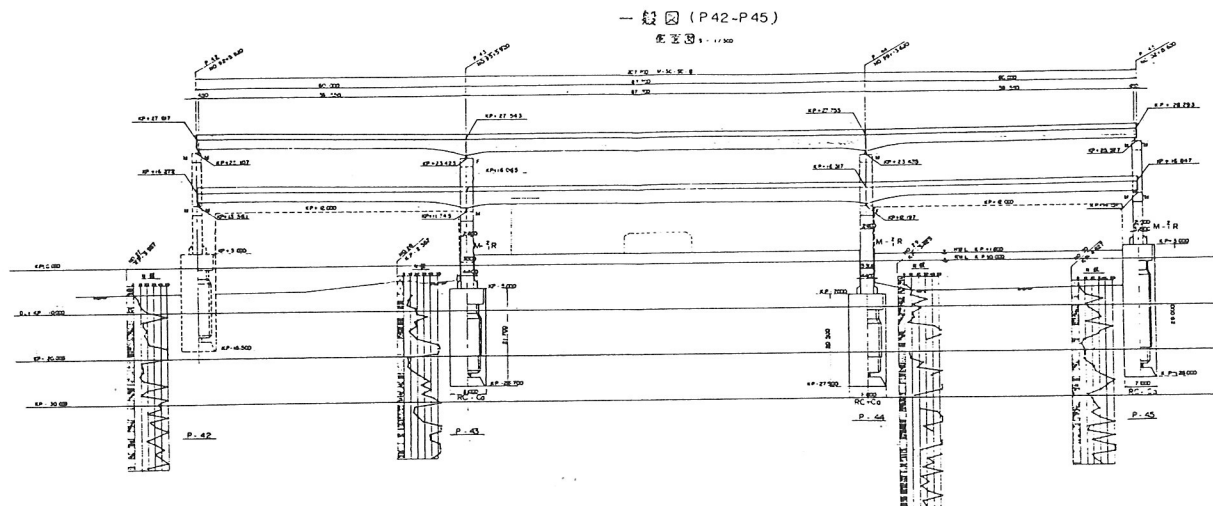


図-1 一般図

工区は、この様な全断面継手の施工を工場地組立ヤード
でおこなった橋梁で四国工場に於いては初めてのものと
あり、今後の参考とすべく種々のデータを採り製作を行
なったのでその概要を報告する。

ク間の連結は現場高力ボルトにより添接された。

3. 製作

大ブロック架設のため工場で地組立、上塗り塗装まで

行ない輸送された。製作の流れは以下のとおりである。

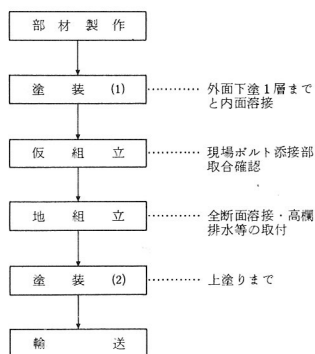


図-2 製作の流れ

3-1 ブロック製作

当初設計のヤード溶接継手はS J-1~S J-13までの13箇所であったが、ヤード溶接継手の施工にかなりの日数がかかり製作にあたり工程上のネックとなるため図-3のようにヤード溶接継手を半分に減らした。従って設計上の2ブロックを1ブロックとしたため工場内で巾9m、高さ3.5m、長さ32m、最大重量90tというブロックで製作を行なった。

部材の製作は図-4の流れ図のように行なった。

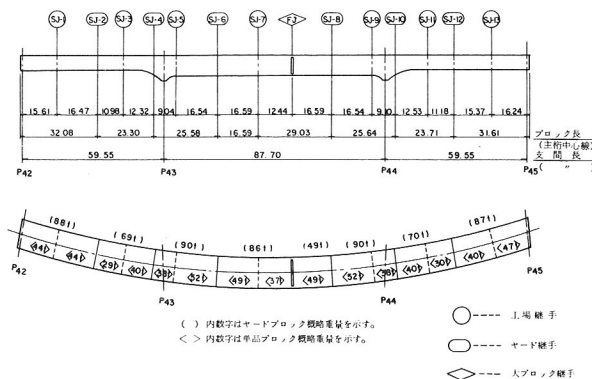


図-3 ブロック割り図

今回このような大きなブロックで製作したことにより、工程の短縮のみならず、製作工数の低減にも寄与することができた。

3-2 塗装

下塗1層目に用いられる塗料は、厚膜型無機ジンクリッチペイントで、塗装前にブラストする必要があるが、連結後ブラスト作業が難しいため部材製作完了後仮組立に先立ち下塗塗装を行なった。また、内面塗装も連結後は長さ100mにもなり、箱内での作業環境が著しく低下するため同様に単品ブロック時に行なった。

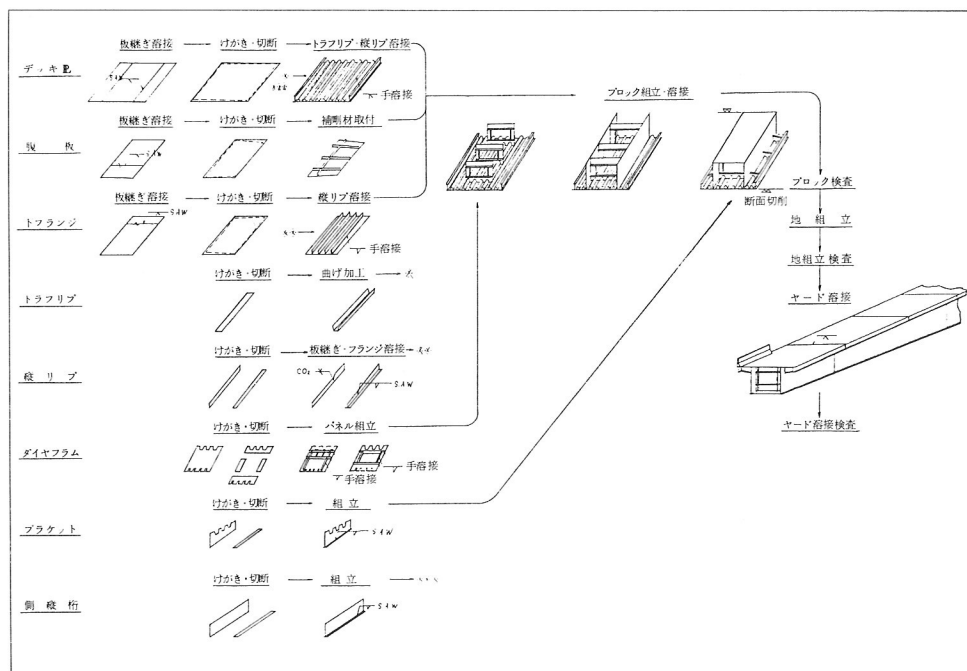


図-4 部材製作フローチャート

なお下塗り2層目から上塗りまでは、地組立完成後に行なった。

3-3 仮組立

下塗り塗装の終わった部材は岸壁ヤードへ搬出し仮組立を行なった。仮組立作業は、部材重量が90tのため130Tクローラクレーンと150Tトラッククレーンの相吊りで行なった。また溶接に先立ちSJ-8~FJ間のブロックを移動させ現場高力ボルト添接の取り合い確認も行なった。

4. 全断面溶接の施工

4-1 溶接方法および順序

溶接方法および順序を図-5に示す。

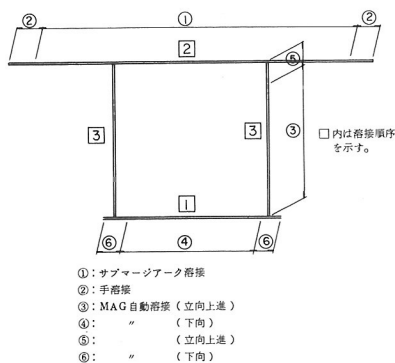


図-5 溶接方法および順序

4-1-1 鋼床版の溶接

鋼床版の溶接は従来から用いられている片面自動溶接(FAB法)で行なった。

溶接の方向は、横断勾配の低い方から高い方へ向かい溶接した。横断勾配が6%あるにもかかわらず溶接の結果は、ビードも極端な凸型とならず裏波も充分得られ良好であった。

4-1-2 腹板・下フランジの溶接

腹板・下フランジは写真-1に示すようにNAG自動溶接(PICOMAX-2: 神鋼製)で行なった。これは、下向き、立向上進、水平、などの姿勢の溶接が1台でできるもので、下フランジは下向き、腹板は立向上進で行なった。

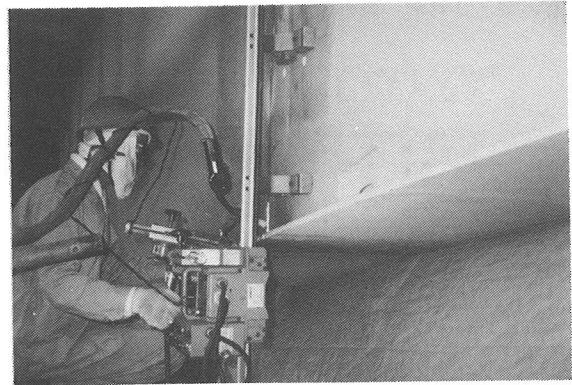


写真-1 PICOMAX-2による腹板の溶接

使用した溶接材料は表-1のとおりである。

表-1 溶接材料

溶接箇所	ワイヤー鉛柄(径)	フラックス(メッシュ)	シールドガス	充てり材	裏当て材
鋼床版	SAW	US-36(φ4.8)	MF-38A(20×D)	RR-2	FAB-1
手	L-55(φ3.2~φ5)	—	—	—	カタフラックス
腹板	MAG自動	MG-50T(φ1.2)	—	Ar(80%) + CO ₂ (20%)	FAB-3
手	MAG半自動	(")	—	—	—
下フランジ	MAG自動	MG-50(φ1.6)	—	—	—
手	MAG半自動	(")	—	—	—

なお、自動で行えない溶接線端部の約300mmの範囲はシーリングを兼ねMAG半自動で予め行なっておいた。自動溶接との会合部は50mm程度シーリングをはつとりグラインダーで滑らかに仕上げておいた。

4-1-3 標準開先と溶接条件

標準開先と溶接条件を表-2、表-3に示す。

表-2 標準開先

部位	板厚(mm)	開先角度: θ(deg)	ルートギャップ: G(mm)	ルートフェース: F(mm)	目違い: S(mm)
鋼床版	12	50 ± 10	6 +2 -6	1 ± 1	D ~ 3
腹板	10~14	50 ± 10	4 +4 -0	1 ± 1	D ~ 2
下フランジ	10~17	50 ± 10	6 ± 2	1 ± 1	D ~ 2

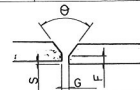


表-3 溶接条件

部 位	板 厚	パス 数	ワイヤー径	電 流 (A)	電 圧 (V)	速 度 (cm/min)
鋼 床 版	12	1	φ4.8 mm	650~850	31~36	18~36
腹 板	10~11	1	φ1.2 mm	140~170	14~24	2.5~8
	14	1~2	φ1.2 mm	140~170	14~24	2.5~8
トフランジ	10~17	1	φ1.6 mm	200~300	20~28	8~24
		2~	φ1.6 mm	250~350	24~32	8~24

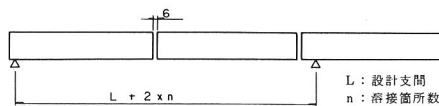
4-2 キャンバー変化および収縮

全断面溶接によるキャンバー変化および収縮についてどのように対処するかが本工事で最も頭を痛めた事項の一つであったが、下記に示すように考え製作することとした。

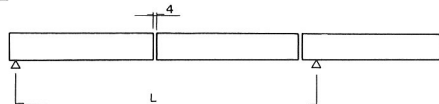
4-2-1 キャンバー変化

全断面溶接によるキャンバーについて、次の前提条件

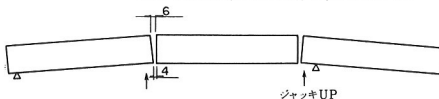
Step-1 下フランジ溶接前……下フランジによる収縮2mm/1ジョイントを考慮



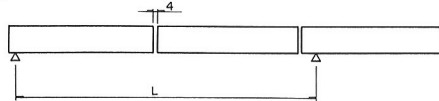
Step-2 下フランジ溶接後



Step-3 鋼床版溶接前……鋼床版溶接による収縮2mm/1ジョイント。これがキャンバーを下げる方向に動くのでその分を予めジャッキUP



Step-4 鋼床版溶接後……溶接後ジャッキDown



Step-5 腹板溶接後……腹板溶接による収縮は局部的なものであり、支間には影響を与えない。

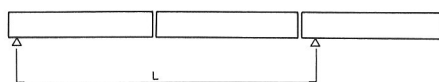


図-6 キャンバー変化の推定

のように変化すると考えた。

1) 鋼床版の溶接による収縮は1ジョイント2mmとする。この収縮はキャンバーを下げる方向に作用する。

2) 腹板の溶接による収縮は、下フランジ・鋼床版溶接の後で腹板の溶接を行なうので、収縮が起こっても局部的なものと考え桁全体に与える影響は無視できるものとする。

3) 下フランジの溶接による収縮は1ジョイント2mmと仮定する。この収縮は、桁を平行に移動させるよう作用するものと考え、キャンバーへの影響はないものと考え

上記の1)~3)の前提からキャンバー変化を図-6のようになるものと考えた。

実際のキャンバー変化は、全断面溶接の前後および架設後について図-7に示すとおりである。

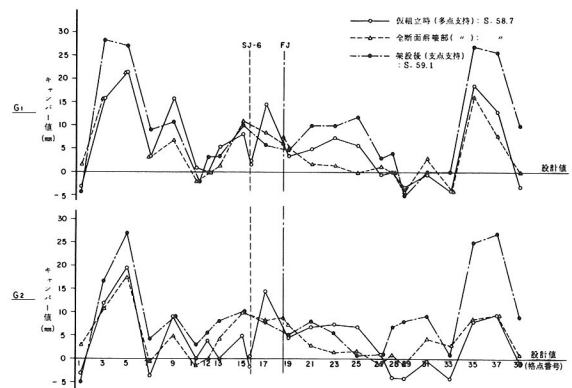


図-7 キャンバーの変化
(設計値との差で表示している)

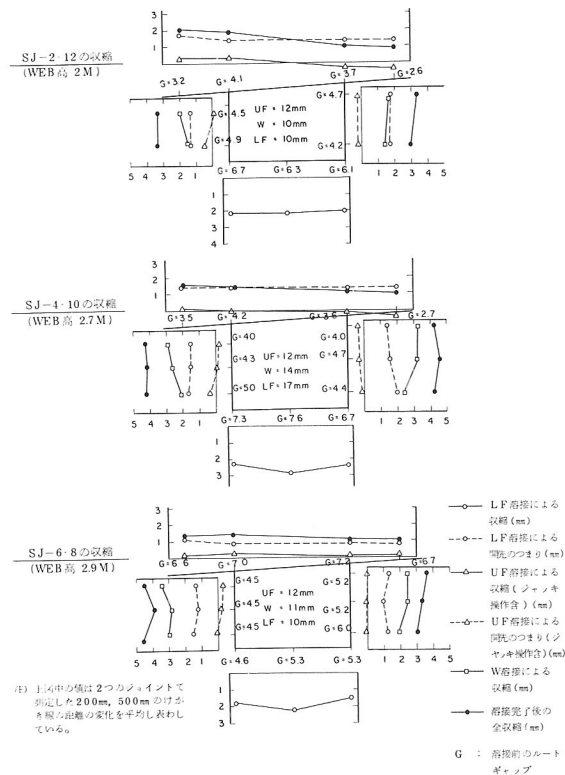
溶接前後のキャンバーは大きな変化がなく、概ね前記の1)~3)の前提が正しいものと類推される。

4-2-2 溶接による収縮

収縮の測定は、溶接線をまたいで距離200mm, 500mmに野書線を入れ、溶接の前後でその距離を測定し、その差を収縮量とした。計測にあたっては正確を期すためコンタクトゲージによるのが望ましいが、桁本体に打ち傷が入ることを配慮してノギスで行った。

測定の結果を図-8にまとめてみた。この図中“UF溶接による収縮(ジャッキ操作含)”とあるのは、先の

図-6 に示したジャッキ操作のことで、鋼床版溶接前と溶接後（ジャッキダウン後）の間の収縮を示している。



1) 下フランジ溶接による収縮

下フランジ溶接による収縮は、1.5～3 mmで溶接前のルートギャップの大きさにほぼ比例している。また、下フランジ溶接による腹板、鋼床版の開先のつまりは1～2 mmで下フランジに近い点ほど大きくなる傾向が見られるが、その差は小さくほぼ平行に移動していると思われる。

2) 鋼床版溶接による収縮

鋼床版の溶接による収縮は、ジャッキ操作を行なっているため図-8からは実際の収縮がいくつであったかは不明であるが、1ジョイント2 mmの収縮に見合う量をジャッキにより上げ越し（1架設ブロックあたり約40 mm）しているから、溶接前後でこの値が0ならば2 mm収縮したと見ることができる。このことから考えると、みかけの収縮量は-0.5～+0.5 mmであるから実際の収縮は1.5～2.5 mmと考えることができる。

3) 腹板溶接による収縮

腹板の溶接による収縮は、1.5～3.5 mmとやや幅があるが、これは溶接前のルートギャップの大きさ、鋼床版・下フランジの溶接が終わっていることからくる拘束力の違いからでたものと思われる。

4) 全収縮量

開先のつまりも含む全収縮量は鋼床版で1～2 mm、腹板で3～4.5 mmであった。腹板の溶接においてルートギャップは広いほどよく（PICOMAX-2の場合理想的なルートギャップは6 mm）、今回は4～6 mmとやや狭めであった。特にルートギャップ4 mmの箇所は、裏波が得られたことは得られたが、かなり小さいものであった。今後はウェブの収縮をよく見きわめた上でルートギャップを決めるのがよいと思われる。

4-3 X線検査

X線の撮影結果を表-4に示す。この表を見ればわかるように、欠陥の発生も多く等級が2級のものが多いように思われるが、これはX線の撮影を最も欠陥の発生する確率の高い自動溶接と手溶接（もしくは半自動溶接）の会合部について行ったためである。

表-4 X線撮影結果

部 位	板厚 (mm)	溶 接 方 法	X線撮 影枚数	欠陥の種類別発生数				等 級	
				1 種	2 種	3 種	混 在	1 級	2 級
鋼 床 版	12	サブマージ アーク溶接	24	9	3	0	0	22	2
腹 板	10 11 14	MAG自動溶接 (PICOMAX-2)	24	7	4	0	0	19	5
下フランジ	10 17	同 上	12	6	2	0	1	6	6
合 計			60	22	9	0	1	47	13

5. あとがき

全断面溶接の施工を終えて、そのポイントとなる点は次の箇所である。

- 1) 単品ブロックの精度確保（概して立向上進するPICOMAXの様なガスシールドアーク自動溶接機は開先変化に対し敏感であり、目違いをできるだけなくし、ルートギャップも均一とするように管理する必要がある）
- 2) キャンバー・収縮の変化の対処
- 3) 全断面溶接方法の選択と溶接順序の設定

今後この様な全断面橋の製作にあたっては、今回のこの経験を生かし、より能率的、より簡便な方法を見い出すことが大切であると思われる。