

び、地組み立時における箱桁の全断面溶接工法は相当実績を積み重ねているが、本橋の様に大ブロックで吊上げた状態の箱桁を全断面溶接した例は、国内では報告された例はないと思われるので、本橋では、大ブロックの架橋と主桁の全断面溶接について報告する。(グラビアに架設完了時の写真を示す)

2. 工事概要

発注者	東京都台東区
工事名	隅田公園歩行者専用橋上部工工事
工事場所	隅田公園(台東区今戸1丁目～墨田区向島5丁目地先)
工期	昭和58年7月1日～59年6月30日
型式	三径間連続曲線箱桁(X型)
橋種	人道橋(設計荷重は2等橋)
支間割	48.125m+72.00m+48.125m
鋼重	670t
施工範囲	製作・輸送・架設



図-2. 施工位置図

3. 現場施工の概要

(1) 架設工法の選択

架設工法は下記による諸条件を総合的に検討した結果側径間は、80t吊フロートクレーンによる架設、中央径間は吊上装置による一括吊上げ工法による架設を決定した。

- 1) 架設時の航路閉鎖の制限が厳しい。
- 2) 航路内に支保工の設置が不可能。
- 3) 桁搬入時の台船荷姿に制限がある(隅田川の既設橋の桁下空間による 図-3参照)
- 4) 現場工期の短縮

以上の条件のうち、航路閉鎖については、日曜日の一

日一回のみとし、その短時間内で、台船固定、吊り上げ桁固定、台船搬去をする必要がある。また、中央径間に支保工を設ける事は船舶航路である事から許可が出ず、従って分割架設が不可能であること、又隅田川の概設桁の桁下空間が4.5m×30.0m以内のため、大ブロックに地組みされた桁を一括架設するだけの大型フロートクレーンの搬入ができない等の理由によるものであった。

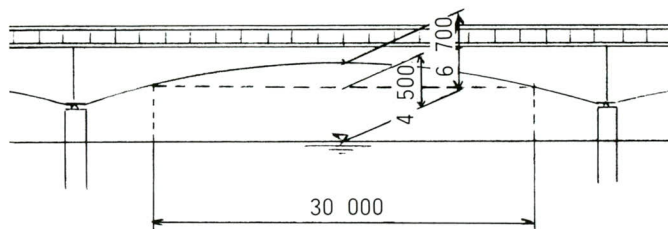


図-3. 吾妻橋の桁下空間(干潮時)

(2) 現場溶接

工場製作した桁を地組場にて、側径間は、1ブロック約50t、中央径間220tとして、主箱桁及外縦桁を全断面溶接(胴継ぎ溶接)にて組立てる。箱桁の内側になる床組は高力ボルトを用いている。従って、現場溶接継手は図-4の様に、8ヶ所になる。このうち、側径間の4ヶ所は支保工にて、仮受けした状態での施工なので、地組立て時の溶接と大差なく問題も少ないが、中央径間のS5については、吊上げた状態での溶接となることから、以下の様な問題点について検討した。

- 1) 微小変動に対する溶接不良の対策
- 2) ウェブせん断拘束が十分取れない状態での溶接
- 3) 仕口の誤差の許容値
- 4) 日照等により生じるフランジ力の拘束応力の照査方法
- 5) 溶接変形に対する対策
- 6) 架設中のねじれ対策

以上の各項目については、施工試験などで事前に確認

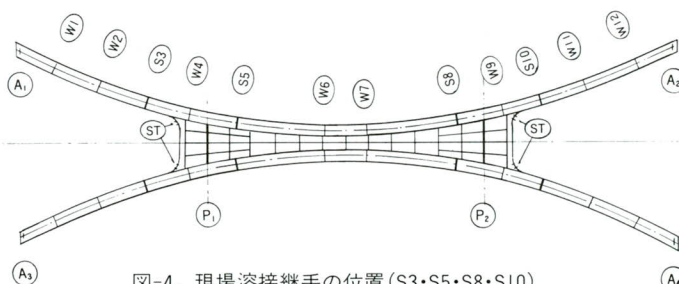


図-4. 現場溶接継手の位置(S3・S5・S8・S10)
(W1～W12は地組立時の溶接位置)

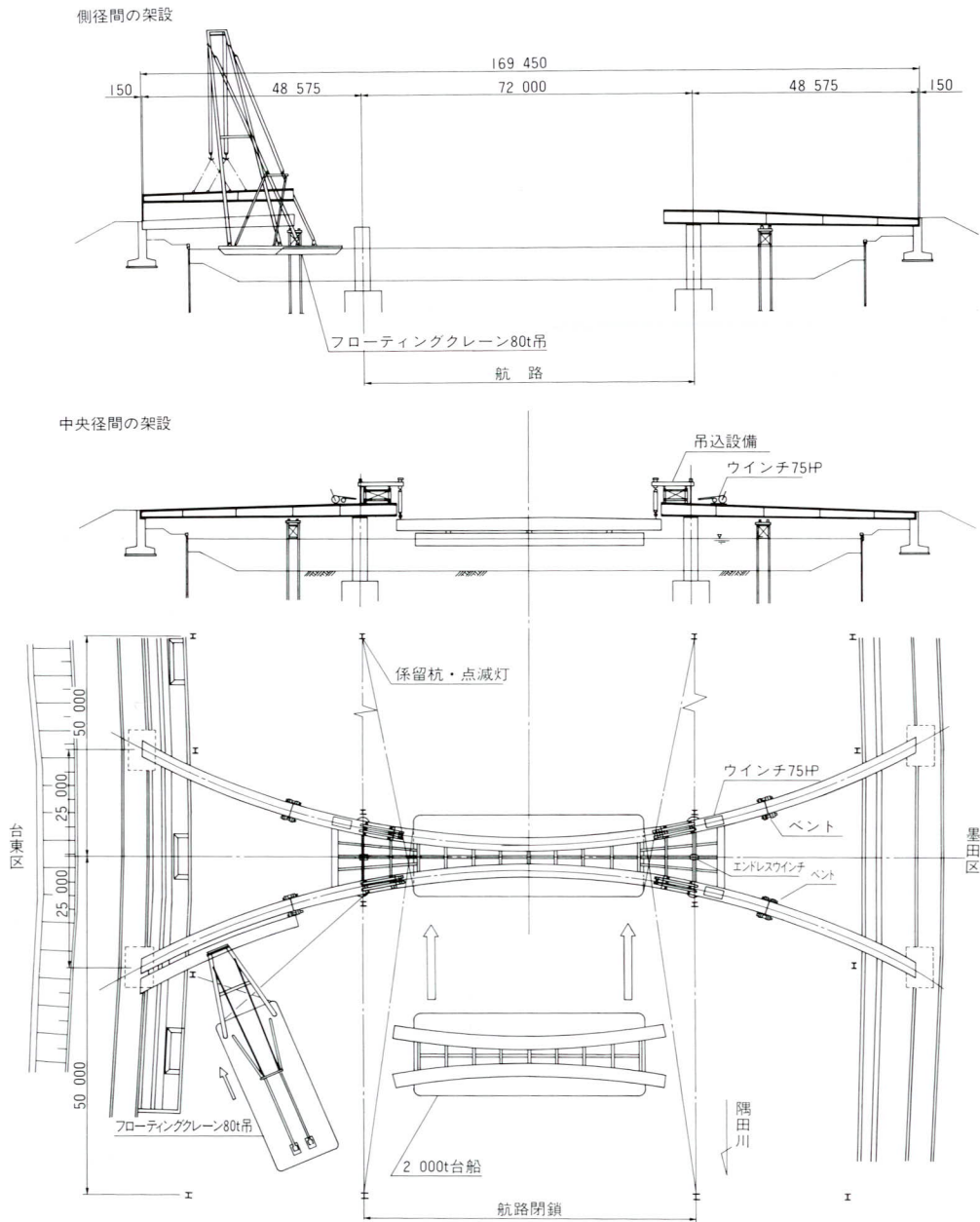


図-5. 架設要領図

することがむずかしい問題が多く、経験的に拘束条件を決めるなど、慎重な取扱いが要求された。

4. 架 設

(1) 側径間の架設

側径間の架設は、橋台(A₁、A₂、A₃、A₄)～橋脚(P₁、P₂)間に1ヶ所ずつ支保工(H鋼杭 $l=30.0\text{m}$ 打込み)を設け、地組ヤードにて組立て、台船にてえい航された桁を80t吊フロートクレーンにて吊上げ架設を

行った。架設作業中は、中央径間のスパン72.0m内を航路とするため、この範囲内に係留杭その他船舶の航行に支障となるものは一切設置することが出来ない事から、フロートクレーンのもやい取りが非常に制限され、又、大型タンカー等の航行時には波の影響で十分なクレーン固定が出来ない中で施工が行われた。

施工方法としては、フロートクレーンにて桁を吊上げ4本のもやいをワイヤーとウインチにより、所定の位置にクレーンを移動させて架設を行った。

桁は、波の影響で常に揺れ動くために、所定の位置に

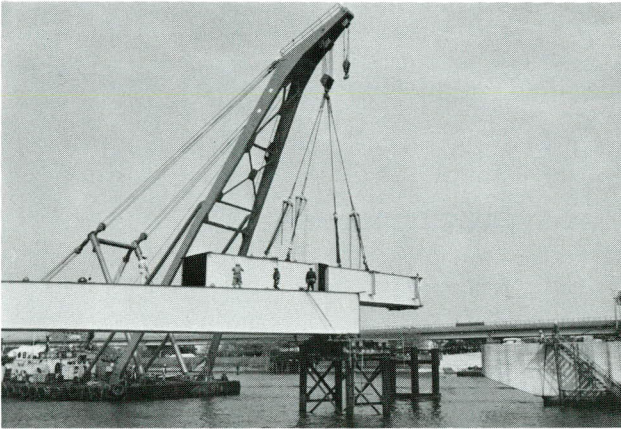


写真-1. 80T吊F.C.による側径間の架設

セットする時は、橋台、橋脚よりアンカーを取り、レバーブロックにて桁の呼び込み操作を行い、又、腹板高が1.5mより2.5mまで変化する曲線変断面鋼箱桁であり、重心位置が取りにくいために、台付ワイヤーに、20t吊チェーンブロックを利用して、吊上げ形状を決めて、架設を完了した。

全側径間の桁架設完了後、中央径間架設を行なうための準備として、側径間のセットバック量の検討（約100mmとした）、沓の仮固定、添接部の仕口管理、桁全体の位置測量等を行った。

(2) 中央径間の架設

中央径間の架設は、側径間の架設完了後、吊上げ設備をP₁、P₂に4組据付け、側径間同様地組され台船にてえい航された中央径間（約220t）を吊上げ設備で一括架設を行った。

吊上げ設備の構成は、10車ブロック、75HP複胴ウインチ、10kwエンドレスウインチ、構台により組立て、右岸、左岸に各2組ずつの配置した。

本吊上げ機の特長は、吊点4ヶ所の巻き上げ速度を同一とする事が困難なために、右岸、左岸に分けて、右岸の2ヶ所、左岸の2ヶ所を各々エンドレスウインチにて、同調させて吊上げる方法とした。

台船にて所定の位置にえい航、固定された中央径間の桁に、吊上げ設備の10車ブロックをピンにより結合させ桁と台船を固定しているラッシング装置を撤去し、巻き上げの合図を待った。この時、台船はもやいワイヤーにて固定されているが、波の影響により常に上下・左右に動き、又、その動きも異なるため、巻き上げワイヤーは、遊びを持たせるよう調整した。

第一段階の吊上げ合図により、桁が台船から離れるまで一気にエンドレスウインチにより吊上げ、吊上げ装置の各部分、側径間沓廻り等点検し安全を確認して、次の巻き上げ合図を待った。その後、吊上量1mごとに、各吊点の4点を側径間より測定し、桁を水平に保つように調整しながら所定の位置に吊上げて、巻き上げワイヤーをクリップ止めを行って桁を固定し、更に横振れ防止のボルトを締付けて架設を完了した。

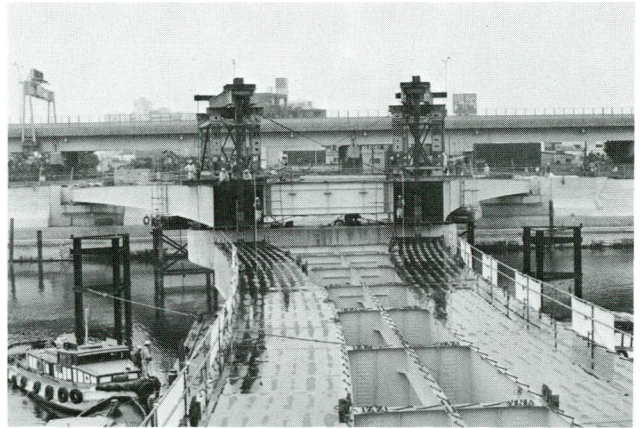


写真-2. 吊上装置

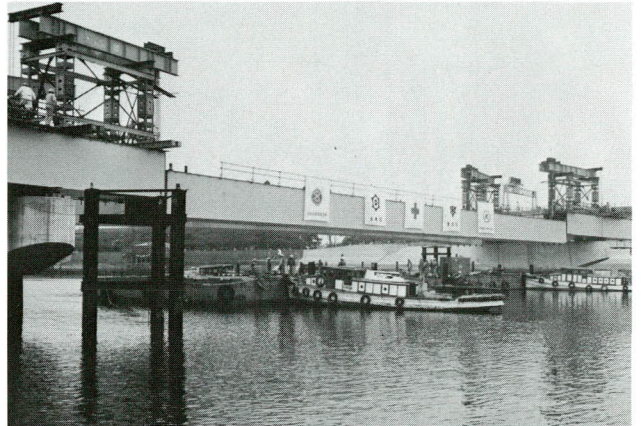


写真-3. 吊上げ装置による中央径間の架設

5. 箱桁の全断面溶接

(1) 断面形状

継手S5の断面寸法を図-6に示す。箱形橋脚の違いは、フランジ及ウェブを拘束すべきリブが少ないことである。特にウェブ面は、板巾2.5mに対して水平補剛材一段である。さらに、引張りフランジ（上フランジ）もリブ間隔75cmとなり、リブ間の目ちがい等に対し拘束度が不足すると判断した。

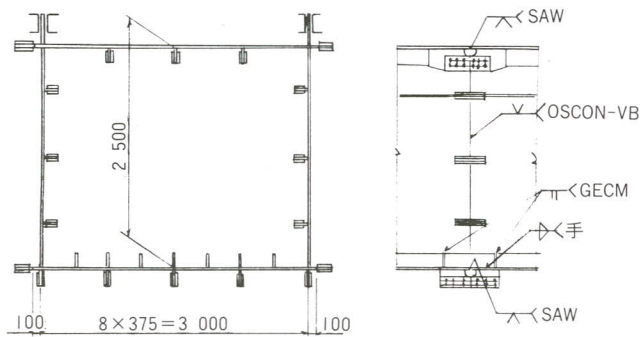


図-6. S5現場溶接部断面の拘束材と溶接方法

(2) 仮拘束材の考え方

鋼床版等の現場溶接を例にとると、1)継手拘束をできるだけ自由にする方法と、2)継手拘束を行う方法とに大別される。¹⁾ オールベンドの地組立にあたっては、歪みが少なく、形状管理の容易な1)によったが、現場継手は、溶接中の微小移動が溶接欠陥を生じさせる事から、2)の拘束継手とした。拘束継手の設計作用力の想定は以下によった。

1) フランジ

橋軸方向のルート間隔確保のため、特に温度変化によるフランジ力を拘束する必要があり、振動等を考えてフランジ全強の20%を設計拘束力とした。拘束材は縦リブの添接によるが、下フランジは溶接施工上縦リブを連続できないので、下面に補強リブを設ける方法とした。(図-6)

2) セン断力の拘束

ワイヤーの繰込みによる吊上げ装置でせん断力を全て負担しているが、両ウェブへの不均等荷重及主桁のねじれ調整の必要から、簡易なセッティングビームを設けた。設計反力は反力の20%で17.8T/Webある。

3) ウェブ面外の拘束材

ウェブ面の水平補剛材の他に、2ヶ所拘束材を付ける。これは、ウェブのルートギャップの調整用と面外の拘束材とし、断面力は分担させない。

上記の様に、拘束材の設計断面力を想定したが、1)のフランジ力に対してはこの程度で特に問題はなかった。2)のウェブ上のせん断力の拘束材に対しては、ねじれに対する調整に重要な役割を果たす効果があり、吊荷重の20%では、ジャッキ反力に対してぎりぎりとなり、10%

程余裕が必要であった。3)のウェブの拘束は、オスコン溶接完了後に、内側に2~4mmの角変形を生ぜしめている点から、拘束を大きくすることで変形を少なくできるか今後の検討課題となった。

(3) 溶接方法

胴継ぎ溶接方法については、本技報の「全断面溶接継手の施工法」²⁾に詳細に述べられているがS5の概略については、表-1の通りである。

表-1. 継手S5の溶接方法

部材名	板厚	材質	溶接工法
下フランジ	t=14	SS41	サブマージアーク片面溶接
上フランジ	t=16	"	サブマージアーク片面溶接
ウェブ	t=10	"	オスコン-VB* CO ₂ 片面自動溶接
縦リブ(突合せ)	t=16	"	GEON**溶接
" (すみ肉)		"	手溶接
外縦桁(上フランジ)	t=22	SM50YA	CO ₂ 片面半自動溶接
" (下フランジ)	t=16	"	"

*CO₂立向き自動溶接、**立向自動溶接のI種

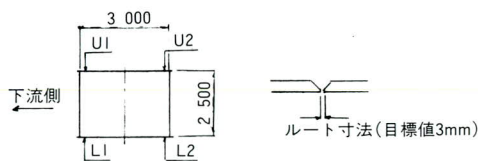


写真-4.

(4) 溶接施工

溶接施工の良否は、中央径間を吊上げて、セットバックしたP₂~A₂の側径間をジャッキで押し出した時の仕口の精度と、仮固定治具により振動等が拘束されているかによると考えられる。

仕口の各位置でのルート寸法を図-7に示す。また、ウェブの板厚方向の目違いについては、P₂上流位置で最大4mm他は2mm以内で、十分施工可能な誤差であった。



	G-1				G-2			
	S 3	S 5	S 8	S 10	S 3	S 5	S 8	S 10
U-1	5.0	4.0	6.0	2.0	3.7	3.0	6.0	3.0
U-2	2.0	3.5	4.7	2.5	2.5	4.5	4.5	2.5
L-1	5.0	2.5	5.0	3.0	4.5	4.0	4.5	3.5
L-2	4.0	2.0	4.3	3.8	2.0	5.0	4.0	3.0

図-7. 現場溶接位置の溶接前のルート寸法(mm)

X線検査を全長に行った結果、溶接欠陥の発生については、風の強い岸壁で施工した地組立時の約半分程度となり、良好であった。

拘束材は全て溶接前に H・T・B により本締めを行った。溶接完了後に H・T・B を全てゆるめ、新ボルトにより再び本締めし、溶接応力が残留しない様にした。

溶接時に、ウェブの拘束材の添接板のボルトがすべり、変形した以外は、拘束材の溶接部等には異常は見られなかった。

また、吊上げ装置は、ウェブの溶接完了を待って、順次ワイヤー張力を解放した。

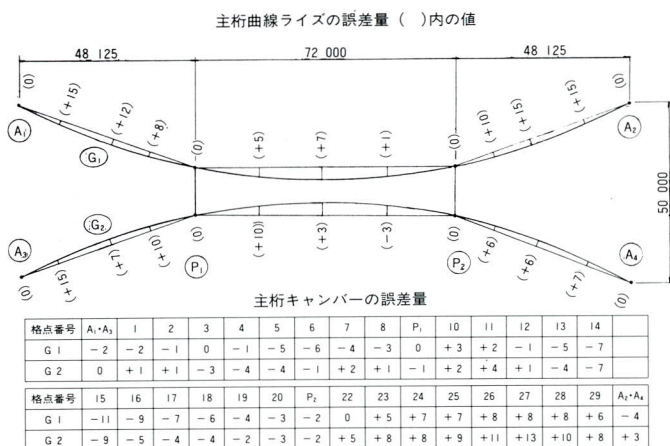


図-8. 溶接完了時の主桁出来形の誤差量

6. 出来形形状

(1) 曲線ライズの測定

施工前から、橋台部で2箱桁間の中が50m近くなる様な曲線箱桁なので、桁の溶接による曲がり等をチェックする目的で、各径間ごとの曲線ライズを地組完了時と架設完了時に測定した結果を図-8に示す。

これによると、ウェブのルートギャップの最大であっ

た P₂ 側の上方桁がやや誤差が大きいが、最大 B=15mm (B/L=15/51000=1/3400) で、仮組立での許容値以内であった。

(2) キャンバー

溶接がキャンバーに及ぼす影響の想定はかなりむずかしいが、本橋の場合、比較的、上下フランジ断面積が等しく有利な面もあり、溶接順序が U・F→L・F→Web ということで、測定値が、中央径間でやや低め (-5mm~8mm) であるが、全体について良好な結果と言える。

7. まとめ

大ブロックの一括吊上げ架設の添接を全断面溶接するに当って最も問題になるのは、仕口の精度を確保する方法と仮拘束材の設計及溶接変形への対応策を事前にいかに想定するかにある。いずれの項目も、その橋梁構造特有なもので、事前の施工試験などでの予測がむずかしく、対応策をその都度、詳細に検討する必要がある。

桜橋では、前途の様に良好な仕口精度を確保でき、5月の天候の安定した時期も幸いして、期待通りの溶接施工を行うことが出来た。また、キャンバー等の出来形形状も満足のいくもので、条件さえ整えば、主桁を全溶接継手構造となることは、技術上十分可能であると言える。

問題点としては、今回の様に1ブロック4ヶ所の胴継ぎが必要な場合、添接部の固定に10日間程かかり、その間、不安定な仮受けの状態が続くことになる。従って、温度変化の激しい時期、あるいは強風が予測される様な場合の施工などについては、十分安全性の検討が必要である。

桜橋は、60年の桜の時期に開通すべく、床版・舗装・設備の工事が進められている。

終わりに、本工事に当って台東区土木課の中川課長・加藤主査・高木主事、また設計及び施工管理を担当された構造計画コンサルタント(株)に大変お世話になりました。紙面を借りて謝意を表します。

<参考文献>

- 1) 佐藤・前野・成宮・三宅：鋼床版箱桁現場溶接継手の変形実物モデル試験、橋梁と基礎(昭和59.10)
- 2) 長尾・森下：全溶接大型部材の製作方法について、宮地技報(昭和60.3)