

東京港臨海大橋（仮称） 海上アプローチ橋の製作・地組立

Fabrication and Field Assembly of Marine Approach Bridge for Tokyo-Port Seaside Bridge (tentative name)

山越 信也*¹ 村上 貴紀*² 西岡 秀和*³ 佐々木 隆太*⁴
Nobuya YAMAKOSHI Takanori MURAKAMI Hidekazu NISHIOKA Ryuta SASAKI

Summary

This bridge has a rigid-frame structure in which the upper structure and middle piers are rigidly connected, and is the first construction using SBHS500. We examined the weldability of SBHS500, form controls of large blocks and the overall simulation, considering the use of the new materials and the unique structure of the bridge.

キーワード：東京港臨海大橋（仮称）、SBHS500、溶接施工試験、ヤード溶接、地組立、形状管理

1. はじめに

東京港臨海大橋（仮称）は、東京港臨海道路のⅡ期事業であり、中央防波堤外側埋立地から若洲間に位置している。

現状の道路混雑を緩和するとともに新ターミナルで取り扱われる新たな物流需要への対応等、物流の円滑化を目的として計画されており、主橋梁、海上アプローチ橋梁、陸上アプローチ橋梁から構成されている。（図-1、2）

本工事は、海上アプローチ橋梁の製作から架設（剛結施工含む）までが施工範囲である。本橋の特徴は、上部工と中間橋脚が剛結するラーメン構造であり、剛結部は景観上の配慮から上部工と橋脚を同一断面に統一している。

また、架橋が航路上に位置することからフローティングクレーンによる一括架設である。構造上重要な部位は、隣接工区や中間橋脚との取合であった。この取合精度を確保するために大ブロックや全体の形状管理が重要であ

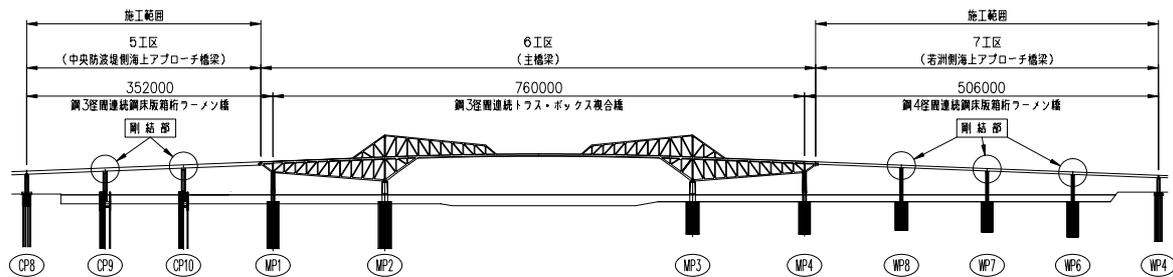


図-1 全体図

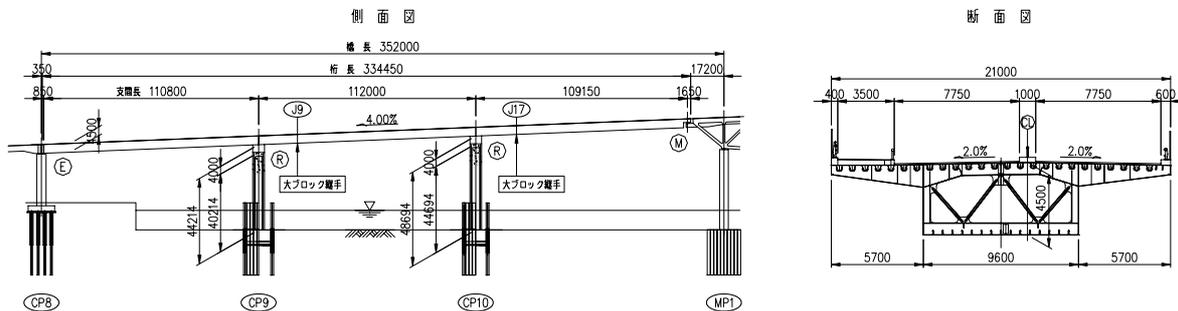


図-2 5工区上部工一般図

*¹(株)宮地鐵工所 千葉工場計画部計画グループ課長代理
*²(株)宮地鐵工所 千葉工場技術研究所生産技術グループ課長

*³(株)宮地鐵工所 千葉工場技術部設計2グループ課長代理
*⁴(株)宮地鐵工所 千葉工場製造部製造1グループ主任

り、大ブロックの3次元計測を実施し、その結果を用いて橋梁全体の形状管理を行った。

さらに、新材料としてBHS500 (SBHS500) を使用しており、溶接性の確認を行った。

本文では、溶接施工試験、製作時、地組立時における対応や形状管理内容について報告する。

2. 工事概要

発注者：国土交通省 関東地方整備局

施工場所：東京都江東区青海地先、若洲地先

橋梁形式：鋼3径間連続鋼床版箱桁ラーメン橋（5工区）、鋼4径間連続鋼床版箱桁ラーメン橋（7工区）

橋長：352.000m（5工区）、506.000m（7工区）

支間長：110.800m + 112.000m + 109.150m（5工区）、119.650m + 2@122.500m + 120.600m（7工区）

総幅員：21.000m

有効幅員：歩道 3.500m、車道 2@7.750m

3. 溶接施工試験

(1) BHS500の溶接性確認試験

本工事は、主橋梁と同様にBHS500が使用されている。このBHS500の溶接性、および工場溶接とヤード溶接に使用する使用溶接材料の適正については、主橋梁の工事にて溶接施工試験を実施し確認している。ただし、剛結部付近の下フランジとウェブの板組み変化部がヤード溶接継手であり、交差部の溶接品質確保を考慮して下フランジ継手は上向き自動溶接を採用するため、上向き溶接での平板突合せ溶接施工試験を行った。平板突合せ溶接施工試験の機械試験結果を表-1に示す。なお、BHS500の板厚は31mmとし、主橋梁の溶接施工試験で使用した鋼材を用いた。

(2) ヤード溶接施工試験

本工事は、鋼床版箱桁の全断面ヤード溶接であり、Z継手が採用されている。ヤード溶接の溶接方法は、表-2に示すとおりであり、主橋梁の施工方法と同様とした。また、主橋梁では、実際の板組みを想定した小型試験や、トラス部材の実物大試験体による溶接施工試験を行っており、その結果を本工事にも反映することとした。

表-1 突合せ溶接試験の機械試験結果（上向き）

継手引張試験	降伏点 (耐力) Nmm ²	引張強さ Nmm ²	—	破断位置	判定基準
	513	656	—	溶着金属	
503	653	—	溶着金属		
溶着金属引張試験	降伏点 (耐力) Nmm ²	引張強さ Nmm ²	伸び %	絞り %	判定基準
	512	622	31	75	
	512	618	30	76	
型曲げ試験	試験結果				判定基準
	きれつなし				きれつが生じてはならない
衝撃試験	ノック位置	試験結果 J (-5°C)			判定基準
	DEPO	140			
	HAZ	264			
硬さ試験	測定位置	最高硬さ HV10	最高硬さ位置	判定基準	
	表面から2mm	251	熱影響部	HV10 ≤ 370	
	裏面から2mm	254	母材		

溶接材料：SF-60A（日鐵住金溶接工業）

表-2 溶接方法

継手箇所	溶接方法	溶接姿勢
鋼床版	片面裏波SAW溶接	下向き
主桁下フランジ	片面裏波 CO ₂ 半自動溶接	下向き
	板組み変化部 片面裏波 MAG自動溶接	上向き
主桁ウェブ ブラケットウェブ	片面裏波 CO ₂ 自動溶接 + 片面裏波 CO ₂ 半自動溶接	立向き
ブラケット下フランジ	片面裏波 CO ₂ 半自動溶接	下向き
Z継手交差部	CO ₂ 半自動溶接	下向き 水平 上向き
剛結部柱	片面裏波 CO ₂ 自動溶接	横向き

ただし、鋼床版側のウェブ継手はトラフリブがあるため狭隘部となり、事前に溶接施工性について確認する必要があると判断し、小型試験体にて溶接施工性について確認するものとした。また、剛結部付近の板組み変化部についても小型試験体にて溶接施工性を確認するものとした。試験対象箇所を図-3、4に示す。

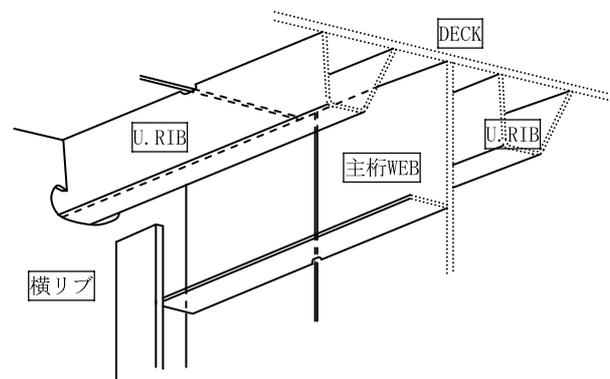


図-3 溶接施工試験対象箇所（鋼床版側ウェブ継手）

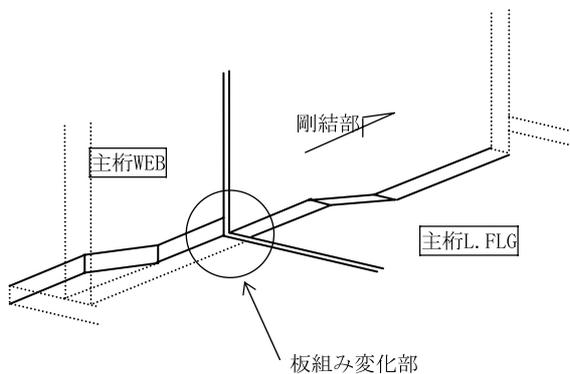


図-4 溶接施工試験対象箇所（板組み変化部）

試験の結果、鋼床版側ウェブ継手においては、Z継手交差部の溶接施工性に問題はないが、ウェブの突合せ溶接の際、トラフリブ下端より上側になると熔融池を下側から監視することになり、健全な裏波溶接を行うには高い技量が必要である。なお、板組み変化部については、橋脚の横梁などの下フランジ継手に上向き溶接を採用した場合の溶接施工方法と同様のため、問題はなかった。溶接施工試験の状況を写真-1、2に示す。



写真-1 鋼床版側ウェブ継手の溶接状況（立向き溶接）



写真-2 板組み変化部の溶接状況（上向き溶接）

4. 工場製作

(1) 原寸

本工事では、溶接施工が困難と考えられる端支点部、剛結部に着目し、模型作成を行い、施工性を確認した。特に端支点ブロックは、狭隘なセルが多数あるため、溶接作業性、塗装作業性ならび安全性に留意し、構造検討を行った。

また、縦リブ・横リブのスカールップ長手寸法は80mmであるが、製作誤差を考慮して製作時スカールップ寸法を75mmと設定した。

(2) 組立・溶接

本橋の箱桁断面は分割構造のため、断面の寸法精度を確保するために一体組立を行っている。組立手順および組立状況を図-5、写真-3、4に示す。ヤード継手部は、全断面溶接であるため、ルートギャップや目違いの許容を考慮に入れ、ウェブ高、ウェブ間隔、相対断面誤差を

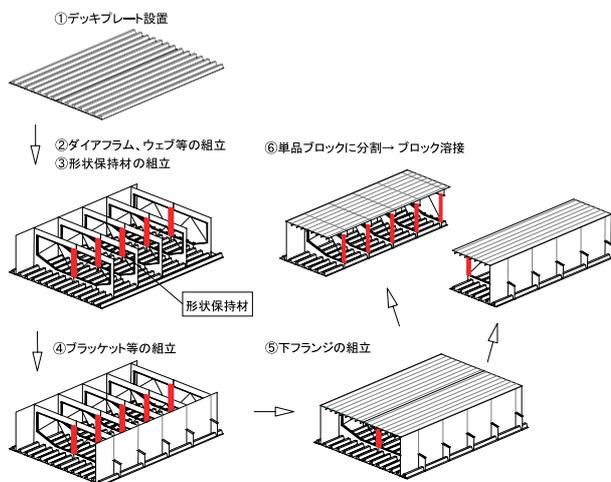


図-5 組立手順（箱桁部）



写真-3 主桁の大組立状況（横リブ立込み）



写真-4 主桁の大組立状況（組立完了）

管理した。特に相対断面誤差については、先行製作部材の寸法結果を隣接部材の製作時に反映することで精度確保に努めた。

組立完了後は、単品ブロックに分割して溶接作業を行っている。その際、溶接時や部材反転時の変形防止対策として形状保持材を使用した（写真-5、6）。



写真-5 形状保持材の取付状況

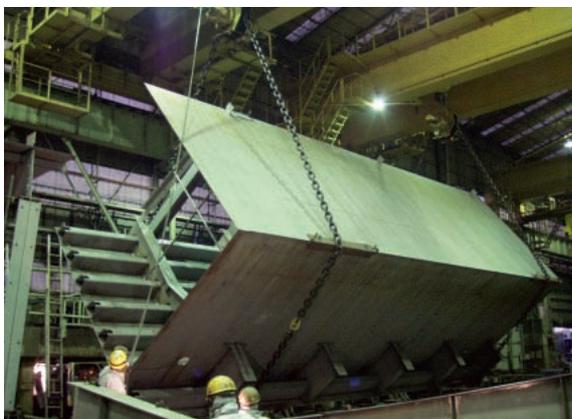


写真-6 主桁の反転状況

(3) 仕上げ

一般に調整ブロックを設ける等の対応で支間調整を行うケースが多いが、Z継手構造のため輪切りの切断が困難である。従って、全ブロックに図-6に示す仕上代（フランジ張出し側）を設け、単品毎に寸法精度を確保した。添接板に関しては、実測結果を反映し、製作を行った。

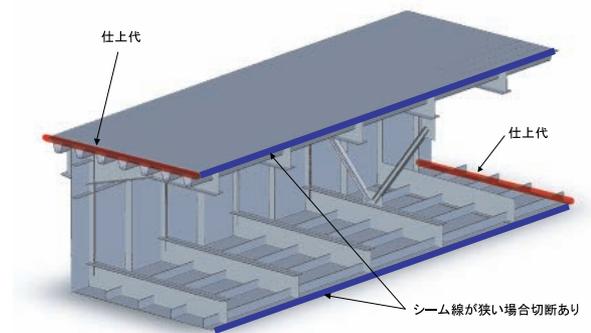


図-6 仕上代（箱桁部）

5. ヤード溶接

ヤード溶接の溶接順序は、地組立ブロックの全体形状を考慮して下記のとおりとし、2～3ブロックずつ行った。溶接順序の例として、J9～J17の溶接順序の概略を図-7に示す。また、ヤード溶接の状況を写真-7～10に示す。

- 1) 主桁下フランジ横シーム
- 2) 鋼床版横シーム
- 3) 主桁ウェブ
- 4) 下フランジ縦シーム
- 5) 鋼床版縦シーム
- 6) ブラケット下フランジ
- 7) ブラケットウェブ
- 8) 側板

なお、剛結部の水平継手は、上記の溶接が全て完了してから行っている。

ヤード溶接による橋軸方向の溶接収縮量は、経験値より横シーム1継手あたり2mmとし、部材長および大ブロック全長に見込んでいる。大ブロックは、横シームの継手数が多く、溶接収縮量のばらつきにより大ブロックの寸法精度に影響が生じる。よって、図-7に示したステップ1の溶接完了後、溶接収縮量を計測し、大ブロックの寸法精度が許容値内になることを確認してから、次のステップの溶接を行った。

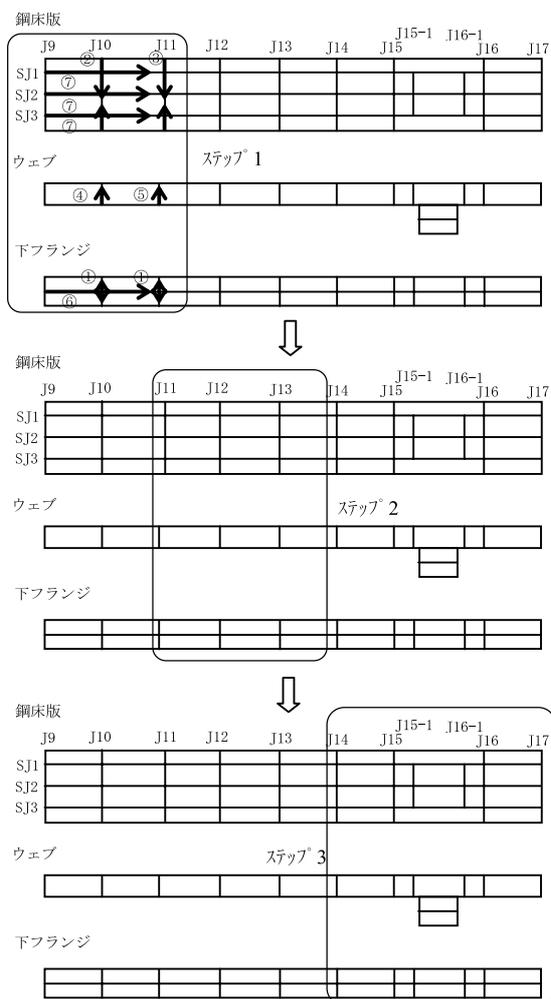


図-7 J9～J17の溶接順序の概略



写真-7 ヤード溶接状況（鋼床版）

6. 大ブロックの形状管理

本工事は、フローティングクレーンによる一括架設であるため、大ブロック毎に仮組立・地組立を行った。大



写真-8 ヤード溶接状況（主桁下フランジ）



写真-9 ヤード溶接状況（主桁ウェブ）



写真-10 ヤード溶接状況（剛結部柱）

ブロックとしての出来形は、仮組立検査や地組立検査で保証している。しかし、個々の大ブロックが許容値を満足していても橋梁全体の形状がよいか確認できない。

本橋のような大規模橋梁になると、橋梁全体を仮組立する一括仮組立が困難であるため、大ブロック毎の計測結果を用いたシミュレーションで橋梁全体の形状確認を行った。精度管理は、段階毎に行っており、そのフローを図-8に示す。

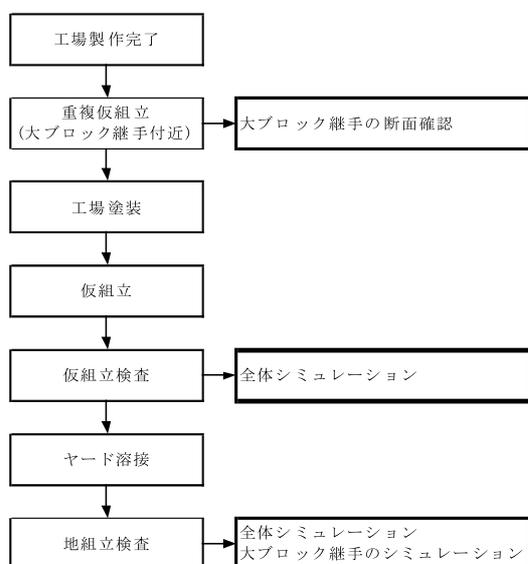


図-8 精度管理フロー

(1) 大ブロック継手の断面確認

大ブロック継手前後の部材だけで仮組立（重複仮組立）を行って、ウェブや縦リブの間隔、ウェブ高など大ブロック継手の断面全体が問題なく接合できるかを確認した（写真-11）。



写真-11 重複仮組立状況

(2) 全体シミュレーション

全体シミュレーションは、測定精度を向上させるために光波測長器を基本とした3次元計測システムMONMOSを使用し、桁温度が比較的安定する夜間や早朝に計測したデータを用いた。桁の通りは、デッキに設けた基準ライン上の端支点や大ブロック継手ポイントを設計位置に配置した。橋軸方向の桁配置は、剛結部のズレを少なくするため、下部工出来形の支間長に近づけた。シミュレーション項目は、次のとおりである。

- ・支間長、全長（デッキ側および下フランジ側）

- ・通り（デッキ側）
- ・大ブロック継手の出入り
- ・支承位置
- ・剛結部（スカート）の形状

なお、全体シミュレーションは、ヤード溶接前後に行った。

(3) 大ブロック継手のシミュレーション

ボルト間隔、継手隙間、スカーラップ長手寸法、現場溶接部ルートギャップなどの断面整合を図るために、幅員、ウェブ間隔、縦リブ間隔、ウェブ高、鉛直度、断面の出入り、ボルト孔位置などを計測した。

(4) シミュレーション結果の反映

ヤード溶接後のシミュレーション結果は、大ブロック継手の添接板製作、支承据付位置（桁架設位置）に反映した。



写真-12 地組立全景

7. おわりに

本工事では、新材料の使用や橋梁構造の特異性からBHS500材の溶接性確認や大ブロックの形状管理および全体シミュレーション等、色々な検討を行ってきた。

工場製作ならび地組立においては、国土交通省 関東地方整備局 東京港湾事務所、(財)港湾空港建設技術サービスセンターの皆様にご助言やご指導を賜りました。ここに厚くお礼を申し上げます。

<参考文献>

- 1) 村上貴紀,坂根秀和,矢部泰彦,亀子学,小笠原隆幸:東京港臨海大橋（仮称）のトラス部材の実物大溶接施工試験, 宮地技報No.25, pp.41-47, 2010.4.

2010.1.25 受付