

# 3径間連続鉄道併用トラス(関西国際空港連絡橋) の大ブロック架設

## Large-Block Erection of Three-Span Continuous Truss Bridge for Combined Expressway and Railway Use (Access Bridge for Kansai International Airport)

阿部 毅\* 後藤 隆二\*\*  
Takeshi ABE Takaji GOTOH

### Summary

The Access Bridge for Kansai International Airport links the man-made airport island, which is 5 km offshore from Senshu, in the southeastern part of Osaka Bay, with the mainland. The bridge carries an expressway and a railway and is 3.75 km long. This paper describes the field construction works of a 450 m subsection nearest to the island which is part of the total of 2.7 km continuous truss bridges located in the center of the entire bridge. This subsection has three spans, each 150 m long.

On the basis of the geographical conditions, economy, workability, and safety of works, the large-block erection method using large floating cranes was used for the construction of the subsection.

After three separate blocks of the three-span continuous truss bridge subsection had been assembled at the factories and brought from the quay, they were transported aboard barges and placed in position by means of large floating cranes with capacities of 3,500 to 4,100 t.

### 1. まえがき

関西国際空港連絡橋は、大阪湾南東部の泉州沖約5 kmに造成された空港島と陸部を結ぶ連絡施設で、高速道路と鉄道機能を併せ持つ全長3.75 kmの橋梁である。

本稿では、この連絡橋の中央部2.7 kmのトラス橋のうち最も空港島側に位置する、橋長450 m、支間長150 mの3径間連続トラス橋の現地架設工事について報告を行う。

架設工法は、地理的条件、経済性、施工性、安全性等を考慮し、大型フローティングクレーンを用いた大ブロック一括架設工法とし、3径間連続トラス橋を3つのブロックに分け、各製作工場の地組立場より浜出しの後、台船

により海上輸送し、3500 t～4100 t吊りの大型フローティングクレーンにて架設を行った(図-1)。

### 2. 工事概要

発注者：関西国際空港株式会社

工事名：空港連絡橋鋼トラス製作その3 工事

工事場所：大阪府泉州沖海域

工期：自 平成元年8月1日

至 平成2年7月31日

構造諸元：

形式 道路・鉄道併用鋼床版合成3径間連続ダ

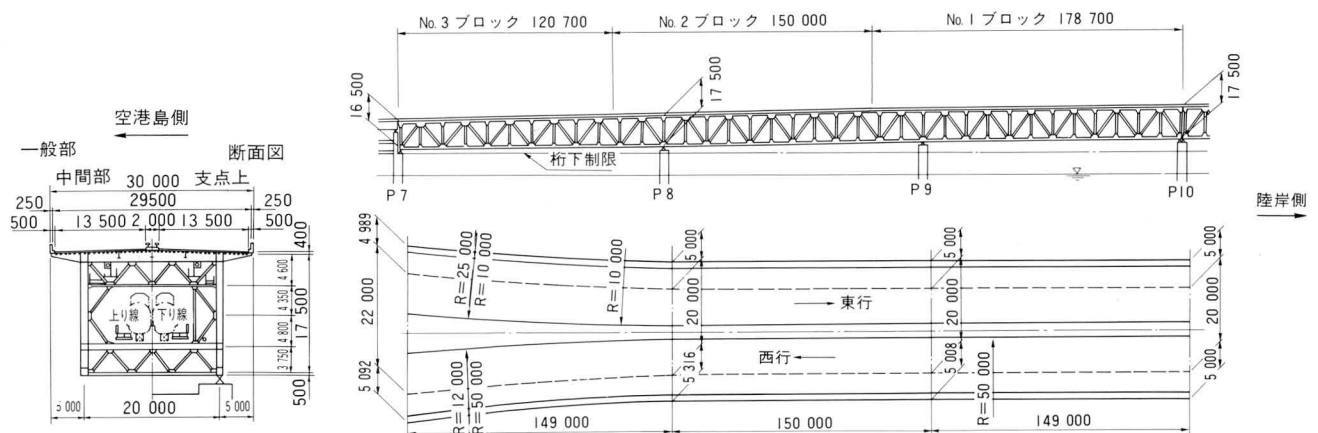


図-1 連絡橋一般図

\* 宮地建設工業(株)東京支店工事第1部長

\*\* 宮地建設工業(株)大阪支店工事部課長補佐

	ブルデッキトラス橋
橋 長	450m
支 間 割	149m+150m+149m
主 構 高	16.5m~17.5m
主構間隔	20m~22m
線 形	平面……直線 縦断……1.7%直線勾配 横断……2.0%直線勾配
支承形式	中2脚固定系
伸縮装置	ダクタイト式ブロックタイプ
連 結	高力ボルトM24 (F10T) 鋼床版、現場溶接

施工数量概要：ブロック架設数量（表-1）参照

### 3. 架設概要

本橋は、構造物の設計段階から、現地の施工条件等を反映して、設計、製作、架設輸送の各部会間で種々の検討を行った後、現地架設工事に取りかかった（図-2）。

架設作業は、その大部分が海上で行われるため部材は可能な限り工場地組立時に取り付けけることを指向した。単材架設となる後架設部材、付属物等および架設後現地にて使用する重機、トラック、発電機、仮設事務所等は、あらかじめ地組立時に搭載し、大ブロックと同時に海上輸送した。

架設作業の詳細検討においては、本工事より約半年早く、鋼トラス製作（その1）、（その2）工事が現場施工を着手していたため、その経験談を教材として大いに利用させていただいた。ただし、本橋の架設上の特徴とし

て、構造上、P<sub>7</sub>~P<sub>8</sub>橋脚の間において主構間隔が20.0m~22.0mに広がっているため、橋体の吊金具取付位置が一定でなかった。そのため、橋体架設用の吊天秤を一部改造する（吊天秤に間詰材を挿入して対処した）必要があった。

また、No.3ブロックの架設作業は、No.2ブロック継手仕口端とP<sub>7</sub>橋脚の壁面との間に橋体を落とし込む作業が生じ、本橋の構造設計段階から検討の結果、落とし込み作業時に支障となる鋼床版部を一部切欠き、後架設部材とする構造の変更を行った。その際、最終段階での現場継手部のセッティングの時は、P<sub>7</sub>橋脚と橋体端部との余裕が約13cm程度での架設作業であった。

大ブロック架設中の桁間の連結方法には、モーメント連結法、セッティング連結法の2種類があり、いずれの工法にも利点、欠点はあるが主構本体、架設機材、治具等を比較検討すると、明らかに前者の方が経済的であり、また、本工事において現場施工が可能な事から前者を採用するものとした大ブロックのモーメント連結工法を図-3に示す。

この方法は、桁をFCによって吊り上げた状態で継手部

表-1 ブロック架設数量

	No.1ブロック	No.2ブロック	No.3ブロック	合 計
鋼 構 造 物	4 129.62	3 501.41	2 704.60	10 335.63
転 用 機 材	11.40	70.80	70.00	152.20
大ブロック吊環	5.47	5.26	5.26	15.99
桁 付 足 場	34.75	57.00	32.53	124.28
重 機 類	95.10	95.10	7.80	198.00
その他資機材	25.40	20.40	20.70	66.50
橋 体 塗 装	32.40	28.30	23.30	84.00
ワイヤリング	288.35	288.35	315.28	891.98
合 計	4 622.49	4 066.62	3 179.47	11 868.58

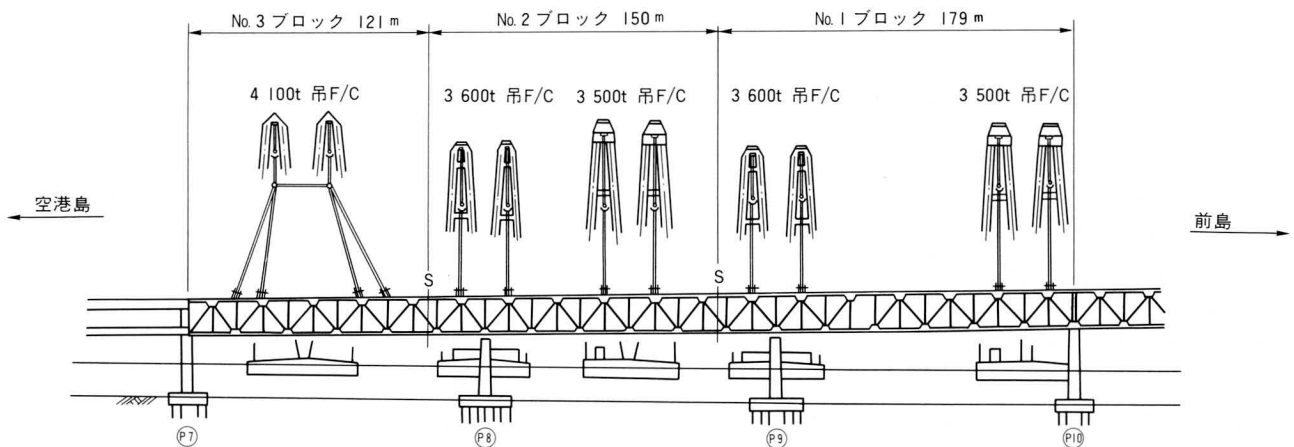


図-2 架設要領図

仕口を合わせ、無応力状態で添接を行い、逐次剛結するもので、既設桁の仕口勾配に合わせて吊り桁を傾斜連結するもので、通常のようにFCの離脱後に全反力を負担させる様な大規模なセッティングビームは不要であるが、FCが動揺する中での添接作業は難しい。しかし、橋体に大きな動揺がなければ、添接部仕口が離れない程度の簡易なセッティングガイドおよびセッティングピンを用いて架設することができる。

架設途中においては、温度変化による脚の変形、キャンバーの変化等による継手部仕口の変動に対処するために、No.2ブロック本体にセットされた固定沓（P<sub>8</sub>橋脚）を一時仮可動化した。基本計画では、調整プレート上面と沓下面との間にテフロン板をセットし、仮可動化する方法を検討したが、鋼トラス製作（その1）、（その2）工事にて検討、実績のある摩擦係数を低減させる事の可能な潤滑剤を塗布する潤滑材方式を採用した。

本橋の全体の架設実績を表-2に示す。

#### 4. 架設フローチャート

架設フローチャートを図-4に示す。

#### 5. 浜出し、輸送

本工事の浜出し、輸送の計画、実施に当たっては、関係各所との綿密なる打合せを繰り返し、作業項目のチェックを行い、設備、段取り等にモレのない事を確認した後作業にとりかかった（図-5）。

表-2 大ブロック浜出し、架設実績表

ブロック	No.1ブロック	No.2ブロック	No.3ブロック
浜出し場所	大阪府堺市築港新町2丁目帝人埠頭ヤード	岡山県玉野市玉3丁目三井造船深井岸壁	愛知県半田市西5号岸壁
浜出し日	平成元年10月27日	平成元年11月6日	平成元年11月21日
架設日	平成元年10月31日	平成元年11月12日	平成元年11月26日
使用FC	第50吉田号(3500t吊り) 武蔵(3600t吊り)	同左	海翔(4100t吊り)
使用DB	第2芳洋(13600t積み)	同左	同左

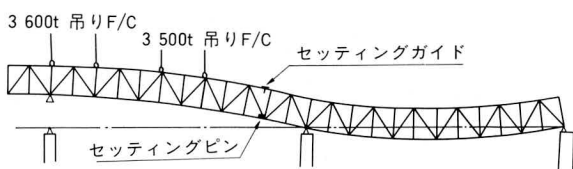


図-3 大ブロックのモーメント連結工法

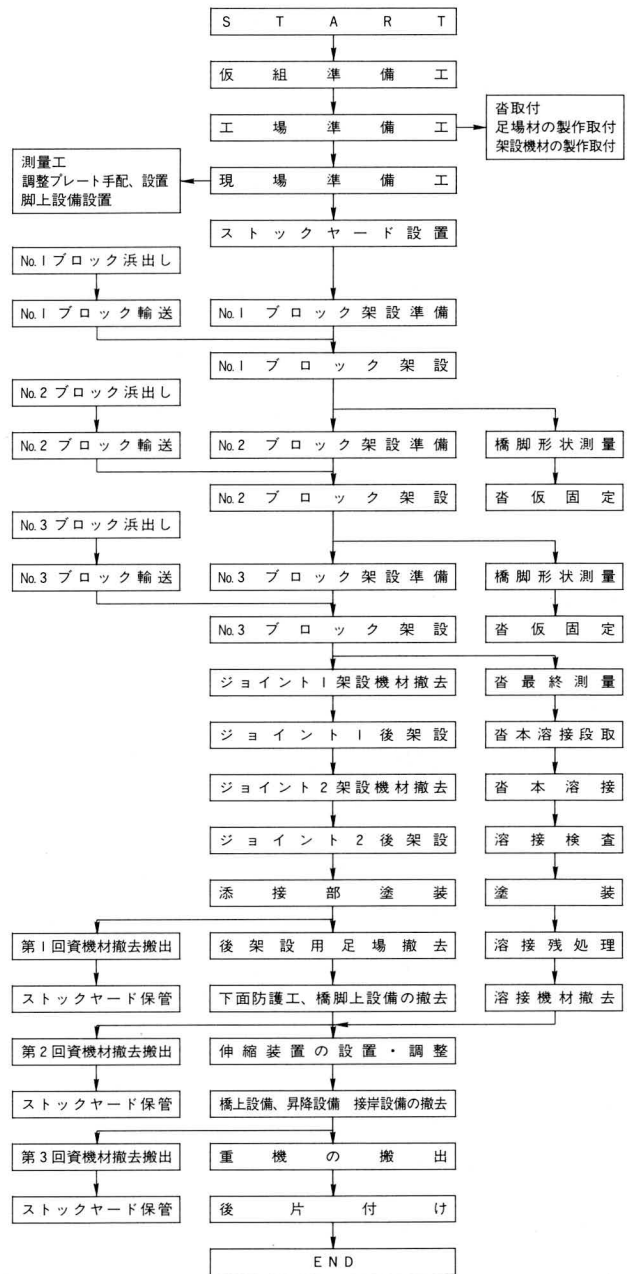


図-4 架設フローチャート

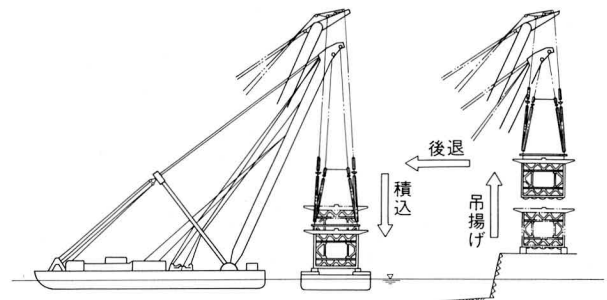


図-5 浜出し要領図

浜出し作業は、陸上と海上の作業者の連携プレーのため、両者の意志疎通を図った。浜出しの前日には、フローティングクレーン(以下FCと記す)、デッキバージ(以下DBと記す)ともに岸壁に係留し、試験吊りを兼ねた予行練習を行い、関係者各人が役割を熟知した状況で翌日の浜出し作業に備えた。浜出し当日は、作業の無事完了を願い安全祈願祭を取り行い、タイムスケジュールにそって、FCの稼働を始め橋体の吊り揚げを開始し、橋体が架台上1.5mまで吊り揚げられた状態で橋体の地組立時の支持部の補修塗装を行い、台船に積込を行った(写真-1)。

浜出し、輸送の際の確認、点検事項は、以下の如く行った。

1) DBの設備の確認事項

- ① 橋体振れ止め索の設置状況の確認
- ② 橋体搭載用架台上の高さ調整プレートの配置および橋体搭載位置マーキングの確認
- ③ デッキバージの設備(発電機、ウインチ、係留資材等)の数量および機能の確認

2) 橋体への搭載物の状態確認事項

- ① 架設用足場、防護ネット、昇降設備等の取付状態の確認
- ② 大ブロック架設時の引込み設備の取付状態の確認
- ③ 後架設部材、搭載物(コンテナハウス、トイレ、重機類等)の固縛状況の確認
- ④ 架設時の橋体位置決め用の橋軸中心のマーキングの確認(トランシットで視準し、架設時、橋体の位置を確認し、FCを誘導するために、橋軸中心位置を橋体端部に、リボンテープを貼りつけた。)

3) 係留設備の確認事項

- ① 浜出し場所の岸壁の水深、ならびに岸壁の係留設備の位置、規模等の確認



写真-1 No.1ブロック浜出し

- ② FC相吊り時のディスタンスバージの位置、固定状態の確認

4) 橋体本体の確認

- ① 吊具の確認(浜出し前日の試験吊りにて、50%まで負荷をかけて、ワイヤリング、吊具、ピン等の確認をした。)
- ② 支承の固定状況(セットボルトの締付状況、上、下沓固定用のターンバックルの締付状況、可動沓の形状保持材の取付状況等)の確認
- ③ 橋体全体の塗装外観の確認

橋体の輸送は、大型船舶の航行となり、特にNo.2ブロックは明石海峡を、また、No.3ブロックは、伊良湖水道、友ヶ島水道を、また、工事海域付近は、大阪湾の中でも有数の漁場であることから一般航行船舶への安全確保に努めた。

No.3ブロックの輸送においては、外洋を航行することから、台船のピッチングが激しいと予想し、また、トラスその2工事にて同じ径路を輸送した実績を踏まえて、台船に設置した橋体のズレ止め用のストッパーを縦方向に増設し、横方向は補強をした。図-6にブロック曳航要領図を示す。

## 6. 架設

本工事の大ブロック架設作業は、No.1を平成元年10月31日、No.2を同年11月12日、No.3を同年11月26日に行った。関係者の作業打合せは、浜出し時と同様綿密に行い、特に架設当日の応援者(JV関係者および協力業者等)には、各人の役割を充分認識させた上、作業に取りかかった。

架設前日までに事前準備作業として以下の項目を行った。

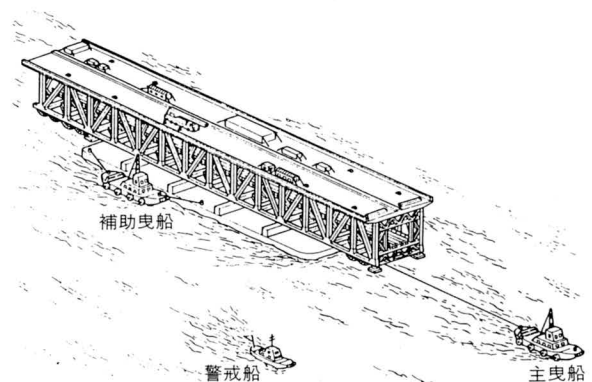


図-6 鋼トラス橋大ブロック曳航

- ① FC・DB現地係留用アンカー(15t×12ヶ所)の設置
- ② FCの現地係留
- ③ ディスタンスバージのセット(FC相吊り時のみ)
- ④ DBの現地係留
- ⑤ 吊具のセット(写真-2)
- ⑥ 30%負荷、試験吊り
- ⑦ 吊具等の点検

大ブロックの架設作業は、日の出時刻を目安に前日の30%負荷より巻き揚げを開始し、橋体をDB架台上1.5mまで吊り揚げた後、橋体支持点の補修塗装を行った。補修塗装の検査終了後、DBのラッシングをすべて開放し、再び橋体を約10m程吊り揚げ、DBの出域準備を行った。FC

を約30m後退させ、橋体がDB上をクリアーした後、DBの曳船を舳取りし、DBの出域を行った(写真-3)。DBの出域次第、橋体を既設桁をクリアーする高さまで約23m程吊り揚げ、既設桁と架設桁の高さ、位置関係を目視確認し、FC(橋体)の前進を約53m行う。

この状態で再度橋体位置を確認し(特に下段ネット、添接用足場、通路等が支障していないか確認した)、再び橋軸中心位置まで前進約27mを行い、橋軸方向、橋軸直角方向の微調整をFCの移動により行った。橋体位置の確認後、橋脚上約1.5mまで巻き下げ、橋脚より橋体呼び込み索をセットしFCの微調整により橋体を脚上約0.3mまで巻き下げ、再度位置の確認をし、据付を行った。図-7に大ブロック架設作業のステップ図を示す。

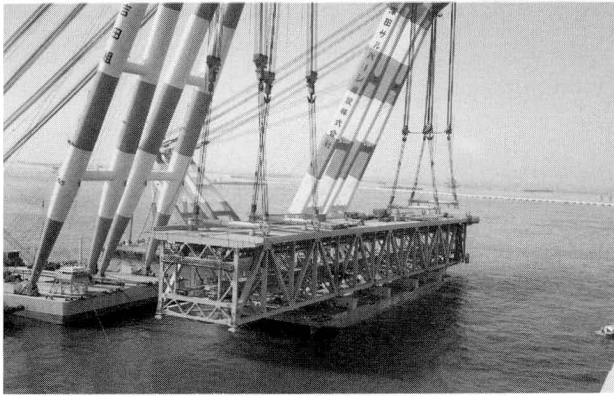


写真-2 吊具セット



写真-3 DB現地離脱

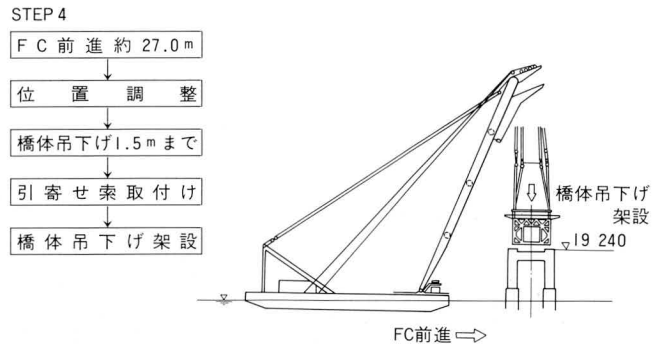
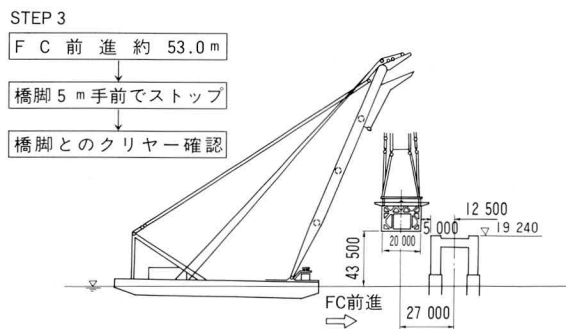
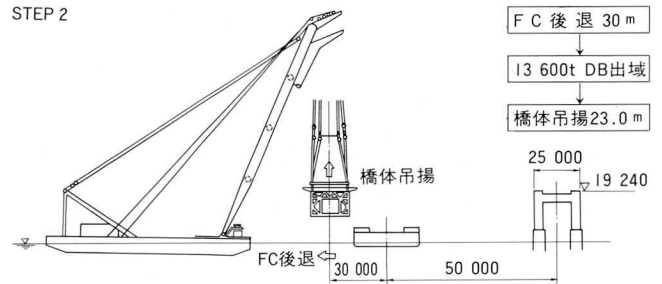
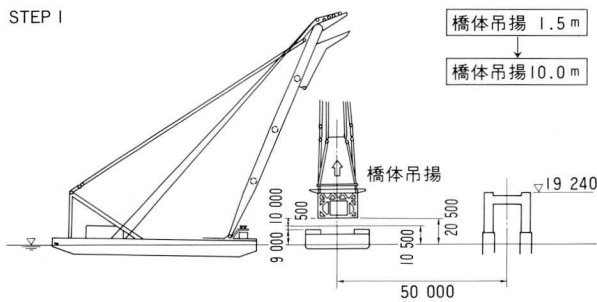


図-7 大ブロック架設作業ステップ図

以下に各ブロックの架設におけるポイントを記す。

No.1ブロックにおいては、P<sub>9</sub>とP<sub>10</sub>橋脚の中心線と橋体の脊中心線の位置合せ作業がポイントであり、No.1ブロックの据付精度が本橋全体に影響するため、あらかじめ工場地組立時の橋体の出来形を現地に反映し、各橋脚上に中心線をマーキングした。

橋体が橋脚に接近した後、橋脚より呼び込み索をセットし、初めにP<sub>9</sub>橋脚側を下げてFC荷重を10%放荷し、脊の中心線と脚上の中心線を調整した。最終微調整は、油圧ジャッキを脊の4方向にセットして行った。P<sub>9</sub>脊の仮固定完了後、P<sub>10</sub>側を下げて同様に微調整後据付を行った（写真-4）。

No.2ブロックにおいては、継手部の添接作業があり、また、P<sub>8</sub>橋脚の固定脊を仮可動化する事がポイントであった。

橋体に呼び込み索をセット後、橋体を巻き下げ、P<sub>9</sub>側の上弦材のセッティングガイドで橋体の橋軸直角方向の位置を誘導し、下弦材のセッティングピンで橋軸方向の位置を誘導した。所定位置に橋体を誘導した後、セッティングピンにFC荷重を約10%（約100t程度）放荷し、添接部の仕口状態を確認し、添接作業を行った。

添接作業の時、仕口形状の管理は、各ブロックの製作出来形寸法を反映したにもかかわらず添接部の架設基準値以内にセットする作業に最も時間を費した。添接作業完了後、P<sub>8</sub>橋脚の仮可動脊の据付を行った。仮可動脊とするため橋軸方向は、フリーとし、橋軸直角方向の

みジャッキにて仮固定した。ただし、ジャッキ頭部のサンドルの接触面は、潤滑材を塗付し、スライド可能な構造とした。

No.3ブロックにおいては、添接作業は、No.2と同様であったが、No.2ブロック継手部の仕口面とP<sub>7</sub>橋脚の壁面との間にNo.3ブロックを落とし込む作業、ならびに橋体の全体据付位置の確認がポイントであった。

No.3ブロックの継手側の仕口の形状は、通常のトラス構造で、その端部は、主構端より、斜材端が余分に長くなっている。更に、P<sub>7</sub>橋脚は、腰掛け形式の脚で壁となっている。そのため、No.3ブロックを通常位置では、落とし込みが困難のため、設計段階で検討の末、鋼床版を一部切欠き、その部分を後架設部材とし、斜材が鋼床版をかわる位置まで落とし込みを行い、その後、FCのシャースを倒す事により橋体を所定位置にセットした。

継手部のセッティング作業を行う時のNo.3ブロック橋体とP<sub>7</sub>橋脚の余裕は、約13cmとなり、橋体の縦断勾配が1.7%あり、所定勾配を確保するため、FCの左右のシャースの調整（勾配調整、並びに荷重調整）を慎重に管理した。

添接作業の終了後、FCの吊荷重を放荷し、P<sub>7</sub>橋脚の脊の据付を行った。P<sub>7</sub>橋脚付近の概念図は図-8のようである。

3ブロックの架設作業は、ともに天候に恵まれ、うねり、風等による橋体の動揺はなく、橋体の据付、添接作業が順調よく進んだ。



写真-4 No.1ブロック架設

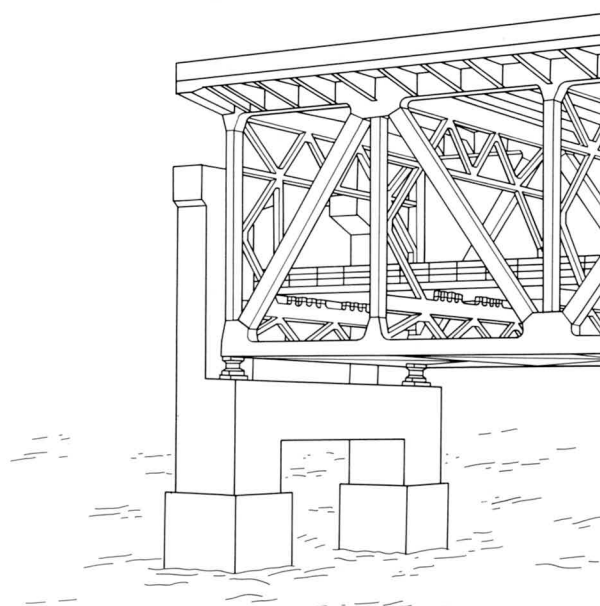


図-8 P<sub>7</sub>橋脚付近概念図



## 7. 浜出し、架設時の計測管理

浜出し、架設時において、FCの吊荷重、FCの位置、方向等の計測を行った。計測、管理項目は、以下の如くである。

### (1) FCの吊荷重の管理

FCの吊荷重は、あらかじめ電算により算出し、その値と実際の差がない事を確認し、相吊りに伴う荷重のアンバランスがないことを確認した。

### (2) 橋体の吊り揚げ高さの管理

浜出し時の橋体の吊り揚げ開始時、支持点の地切り状況を確認した。同様に、DB架台上に橋体を搭載する時ならびに、現場でDB上より橋体を吊り揚げる時の架台上でも同じく管理した。架台上1.5m吊り揚げ後、勾配調整を行った後、FCの揚程計をゼロに設定し、その後の吊り揚げ高さ管理を行った。尚、確認として、主構、下弦材より、計測テープを下げて、吊り揚げ高さを確認した。

### (3) FCの移動量の管理

FCの橋体吊り揚げ後の移動（後退、前進）の管理は、浜出し時は岸壁よりFCまで、また、架設時は橋脚よりFCまで計測テープを張り渡し、その移動量を読みとって行った。

### (4) 橋体据付位置、浜出し時のFC係留位置の確認

浜出し時、橋体の中心位置に、FCのシャース中心をセットするために橋軸方向および橋軸直角方向より、FCのシャース中心をトランシットで視準し、その位置に誘導した。

架設時は、橋軸中心線上の既設ブロック上と隣接の橋脚上にトランシットを据え付け、架設桁の両端に取り付けたリボンテープを視準して、FCの移動量を指示した。

## 8. 大ブロック架設に伴う構造上の問題点と対策

本橋は、トラス構造のため、現場継手部が、上、下弦材、斜材の計6ヶ所あり、それら仕口部の地組立時の全体出来形精度は、各ブロックとも地組立場所の違いにより、その値は微妙に違いが生じている。地組立時、その精度を詳細に測定し、架設現場の状況に合わせて対処するが、大ブロック吊り揚げ時の形状変化、既設桁の温度、また、架設途中の製作キャンバーの変化等により、継手仕口部の形状に変化が生じ、地組立時のデータと一致しない。そのため、現地での継手部の添接作業に時間を費した。

本工事においては、形状保持材として、上、下弦材の間隔保持材、斜材の形状保持材を取り付けたが、現地では、その調整に苦勞した。

今後、同種の工事が生じた時、設計段階で、継手部にジャッキング設備用のコネクションピースを設置し、仕口部の微妙な肌合せは、ジャッキ操作で処理出来るよう検討が必要と思われる。

## 9. おわりに

本工事は、大ブロックの架設後、架設機材の撤去、継手部の部材の架設、支承ならびに鋼床版の現場溶接、鉄道緩衝桁ならびに伸縮装置の据付と続き、これらの作業は、気象、海象条件の厳しい冬期に施工し、工程的に少し遅れぎみとなったが、平成2年7月31日、無事工事を完了する事が出来ました。現場施工に当たって御指導いただいた関西国際空港株式会社岸和田建設事務所の監督員の皆様方、ならびに御協力いただいた関係各位皆様方には、深く感謝の意を表わすとともに、紙上をもって御礼を申し上げ、本報告を終りとします。

1990.10.31受付