

## 首都高速BT - 135工区 八潮連結路（その2）工事報告

黒田 岩男<sup>1)</sup> 佐々木源太郎<sup>2)</sup> 田嶋 米昭<sup>3)</sup>

首都高速道路湾岸線から同1号羽田線へ、交通を誘導するために計画されたのが八潮連結路である。このうち当社JVの施工区間は橋脚P6～13間の都・港湾局埋立地、および京浜運河水上部を通過するルートにあたり、首都高速1号羽田線・東京モノレール等を高架で跨ぎ越す箇所に位置した。

本橋の設計では架橋地点が都心部であり、またモノレールで羽田空港への主要ルートにもなっているため、特に景観設計的要素にも留意した。

現場架設工においては設計・製作工とも一体となって、宿命とされた工期短縮をめざし延長約510メートル・鋼重約1900トンの、詳細設計から架設完了までを僅か18ヶ月で完成した。

本工事は比較的社会資本の整備が進んだ市街地等における、典型的な大型工事として位置づけて良いと思われる。今後における同様な工事施工の参考になることを期待して工事報告を行う。

### ま え が き

本工事は首都高速道路の慢性的交通渋滞を早期に緩和するため、高速湾岸線・千葉方面、および川崎方面からの交通を1号線へ誘導し、首都高速道路の利用効率の上昇と、交通の円滑化を計ることを目的として建設された。（路線概要を図-1に示す。）

駒井・日橋JVで受注した本工事は、八潮連結路上部工第2工区であり、鋼床版箱桁を主体とした構造が採用されている。特に本報告で述べる橋脚P8～P13径間は、最大支間86メートルの5径間連続曲線鋼床版箱桁構造であり、P9・P10・P11は鋼脚で計画し、鋼床版桁と剛結されたラーメン構造で設計された。この5径間は主桁の現場継手位置・部材重量等の決定には、現場架設条件を反映させた詳細設計を行った。以下、本工事の概要を述べる。

なお、八潮連結路上部第1工区は高速湾岸線側からの分流部分を主体とした工区であり、鉄筋コンクリート床版構造の連続箱桁で設計施工された。



図-1 首都高速道路・八潮連絡路路線図

1) 東京橋梁技術部 設計課係長 2) 東京工場 橋梁課副課長 3) 東京橋梁工事部 計画課課長

1. 工事概要

工事名称：BT-135工区八潮連結路（その2）  
 高架橋上部構造および橋脚構造新設工事  
 路線名称：都道、高速湾岸線（1期）・八潮連結路  
 施工場所：自 東京都品川区東品川4丁目  
 至 東京都品川区八潮1丁目  
 工事発注：首都高速道路公団 湾岸線建設局  
 工事施工：駒井鉄工・日本橋梁BT135J.V.  
 契約工期：自 昭和 63年 2月 16日  
 至 平成 元年 12月 6日  
 工事内容：単純曲線鋼床版箱桁 2連  
 5径間連続曲線鋼床版箱桁 1連  
 （鋼橋脚 3基）  
 3径間連続曲線箱桁 1連  
 上記の排水工・添架物他を含む、  
 詳細設計および製作・架設・現場  
 塗装工事。

施工鋼重：1,874.7ton  
 橋 長：509.650m  
 支 間：単純曲線鋼床版箱桁  
 P6~P7, P7~P8  
 (58.000 + 60.000)  
 5径間連続曲線鋼床版箱桁  
 P8~P13  
 (46.000 + 72.000 + 86.000  
 + 72.000 + 52.000)  
 3径間連続曲線箱桁 P6~HP3  
 (18.000 + 20.000 + 19.000)  
 幅 員：単純曲線鋼床版箱桁 P6~P7  
 24.000~10.000  
 単純曲線鋼床版箱桁 P7~P8  
 10.000~6.000  
 5径間連続曲線鋼床版箱桁  
 P8~P13  
 6.000~4.000  
 3径間連続曲線箱桁 P6~HP3  
 4.000~6.000

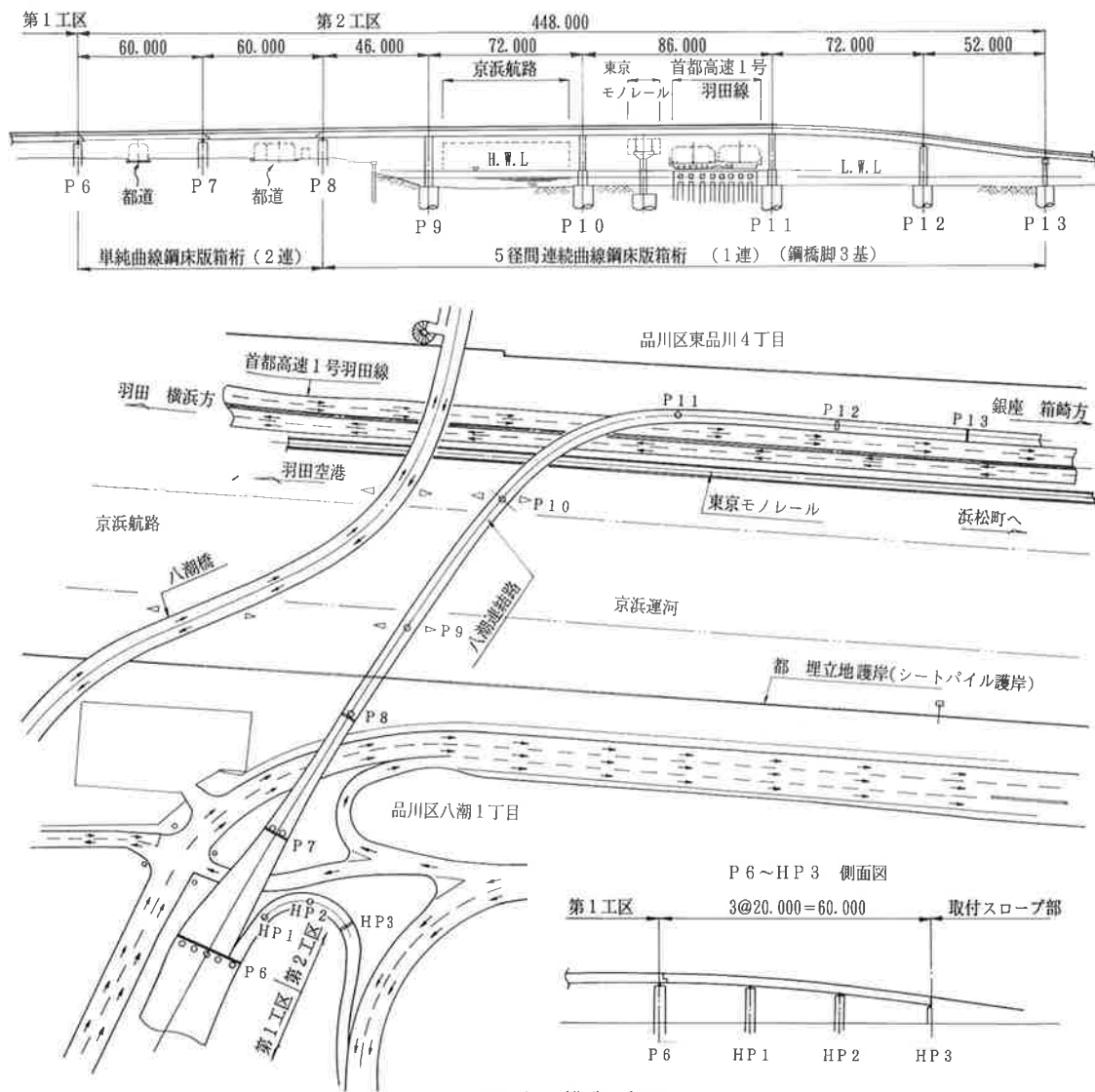


図-2 構造一般図

構造一般図：図-2に示す。

鋼	重	単純曲線鋼床版箱桁	663.4ton
		P6~P7 主構造	428.3ton
		P7~P8 主構造	235.1ton
		5径間連続曲線鋼床版箱桁	1013.9ton
		P8~P13 主構造	891.7ton
		脚構造	112.2ton
		AF構造	10.0ton
		3径間連続曲線箱桁	116.1ton
		P6~HP3 主構造	116.1ton
		付属品 1 式	81.3ton
		合計	1874.7ton

## 2. 工事施工概要

本工事の現場架設はベント支持を基本とした海上クレーン工法（水上部）およびトラッククレーン工法（陸上部）により施工した。

### (1) 全体工程

交通渋滞の早期緩和を主目的とされた本工事は、下部工事・上部工事のほか施設関係の工事に至るまで、徹底した最短工程での施工が要求された。工事発注も上、下部工が同時発注となり、その後間も無く施設関係の工事も発注された。

全体工程（表-1）のように、下部工事の着手から

供用開始まで23ヶ月の施工であった。上部工の施工でも設計・製作・架設と、綿密周到な調査検討・計画管理のもとに作業を行った。

### (2) 基本調査

詳細設計、架設計画に先立って、下記4項目の現地調査を実施した。

- 1) 水上障害物調査……橋桁水上輸送、FC回航のための水上施設関係の調査を行った。
- 2) 水中障害物調査……FCの移動、ベント設備などの杭打ちのため、磁気探査主体の調査を行った。
- 3) 水深調査……FC移動、輸送台船回航のため現場周辺水域の水深調査を実施した。
- 4) 潮流調査……FCアンカー投入、輸送台船係留のため潮流調査を行った。

以上の結果、水深調査においてP8側護岸付近の水深が、FC移動にやや浅いとの結果が得られた。

護岸は埋立地のシートパイル護岸で、安定計算には運河側からの土圧が考慮されており、この付近の河床掘削は認可されなかった。

### (3) 現場架設工における社会的条件

都市機能の重要施設が多い地域であり、施工条件が厳しかったため、詳細設計の段階から対応した。

#### 1) 東京モノレール

桁架設は毎週土曜日に限る等の条件が提示されたが、協議を重ねた結果次の条件となった。

表-1 B T-135 工区 八潮連結路全体工程

工種	年月	昭和63年												平成元年														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
下部工	1工区	▽ 発注	関係協議																									
	2工区	▽ 発注	関係協議																									
上部工	1工区	▽ 発注	関係方面協議		詳細設計		工場製作				現場架設																	
	2工区 (本工事)	▽ 発注	関係方面協議調整		詳細設計		工場製作				現場工事準備工		F.C.架設①		F.C.架設②		設計変更		仮設備解体片付									
橋面工	床版工													床版工				壁高欄工										
	舗装工																											
設備工	施設工																											
	標識工																											
着手～開通		◇	着手	延べ工事期間 23ヵ月												開通												◇

- ① 起電停止工事として施工すること。
- ② 起電停止時間は0:00~4:00である。
- ③ モノレール建築限界を侵さないこと。
- ④ 保守作業に支障とならないこと。

2) 京浜航路

- ① 原則として航路閉鎖は認めない。
- ② 航路幅は28メートルを確保すること。
- ③ 警戒船を指定の場所に配置すること。
- ④ やむを得ない場合の航路閉鎖は夜間とする。
- ⑤ 航路閉鎖は22:30~4:30である。

3) 首都高速道路1号線

警視庁交通規制課・高速警察隊・各所轄警察との協議、および首都高速道路公団内部との調整の結果、次の条件となった。

- ① 高速1号線の通行止めは次の要領とする。  
5時間通行止 3回 (23:30~4:30)  
3時間通行止 3回 (1:30~3:30)
- ② 通行止め区間は芝浦~勝島ランプの間とするが、状況により平和島ランプでも対応すること。
- ③ 通行止めの措置は1ヶ月前までに、交通情報センターを通じて全国通報を行うこと。

- ④ 通行止めには迂回の措置を講ずること。
- ⑤ 迂回ルート在所轄警察の指示に従うこと。
- ⑥ 首都高速に関係する全ランプに、通行止めの告知板を1ヶ月前までに設置すること。
- ⑦ 首都高速に関係する要所に告知横断幕を設置すること。

(4) 架設工法の選定

工期短縮に重点を置き、施工性・安全性も考慮し架設工法の選定を行った。架設には社会的影響を極力少なくするため、架設部材を大型化し架設回数の削減をはかる必要があったことなど、先の調査結果から次のように工法を選定した。

- 1) 桁輸送は台船に積載し、現場搬入ができる。
- 2) 海上クレーン (FC) の稼動が可能である。
- 3) ベント設備の設置が可能である。
- 4) 内水面へ回航可能なFCがある。
- 5) FCは桁架設に十分な能力がある。

以上から、ベント支持によるFC架設工法を採用した。FCは日光号160t吊りを使った。

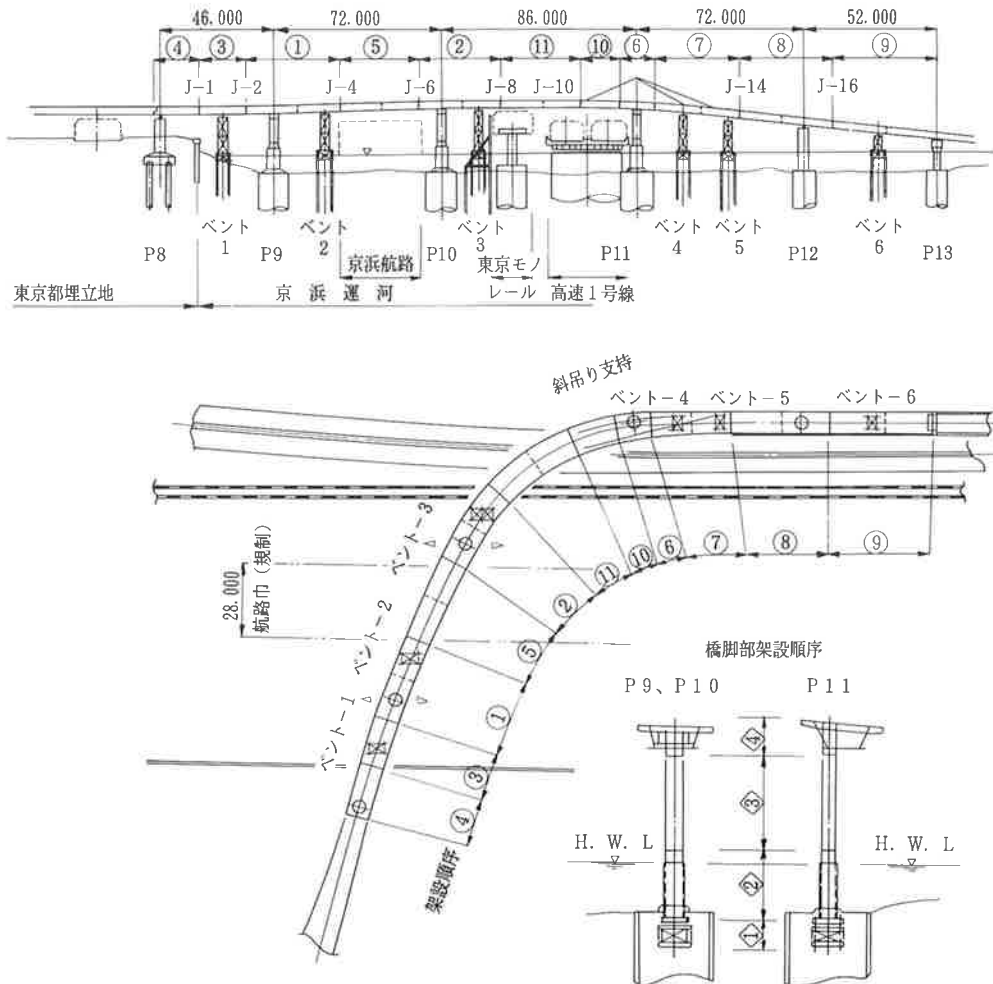


図-3 桁架設順序図

(5) ベント設置位置および架設順序

ベント設備は全て杭基礎とし、協議条件に従って施工した。

- 1) 航路幅は28メートルを確保した。
- 2) モノレール建築限界に3mの余裕を取った。
- 3) 高速1号の建築限界に1mの余裕を取った。
- 4) シートパイル護岸には影響を与えなかった。

以上のベント配置図を、橋桁架設順序図とともに図-3に示す。

なお、図のベント1~3については下部工事施工の際に使用した作業構台の基礎杭を利用し、杭打ち、抜きによる基礎地盤への悪影響を避けた。

P10~11間の架設順序④の桁は、高速道路上に位置しベント支持が困難なため、P11の桁上に鉄塔を設置した斜吊り支持方法をとった。この斜吊り設備は最終架設閉合時の、桁調整用にも使える設備として設置した。

ベントの設置位置などから桁の架設順序も限定され、図-3に示した順序で施工した。

また、詳細設計にはベント位置ならびにFCの能力から決められた、部材長さ・重量および架設順序等を反映した。また架設工における作業時間等の制約にも厳しいものがあるため、万一に備えてセッティングビームを準備するとともに、架設用吊り金具のセット位置にも細心の注意を払った。

3. 設 計

橋脚P8~13径間の設計について記載する。

(1) 構造解析

本構造は主桁と橋脚が剛結された5径間連続立体ラーメン橋であるため、立体骨組影響線解析にて構造解析を行った。

架設工法はベント支持によるFC工法を採用し、架設回数削減のため大ブロックでの現場搬入架設を計画した。

大ブロックで架設を行う場合には、鋼桁自重に対しては、添接部をピンと仮定する“ピン連結法”とするか、すべての荷重に対して完成系にて抵抗する“モーメント連結法”とするかが問題となる。

本工事では、各架設ステップ毎に立体解析を行い変形量を算出したところ、最終閉合架設ブロック以外では、1ブロックの長さが最大でも41.5メートルと短いことから、既設桁と架設桁との添接部の仕口回転角が小さく、モーメント連結法としても架設作業に支障がないことが確認された。また、この最終架設部材はP11側の継ぎ手を、無応力状態から約22ミリ下げ越すことにより、鋼重に対するモーメントを導入できることが確認された。

以上から、本橋は完成系にてすべての荷重に対して抵抗するものと考えて断面力を算出した。

本橋では橋脚位置における軸線方向が各橋脚にて大きく異なるので、地震荷重は各橋脚に着目し、脚柱位置における軸方向と軸直角方向に載荷した。

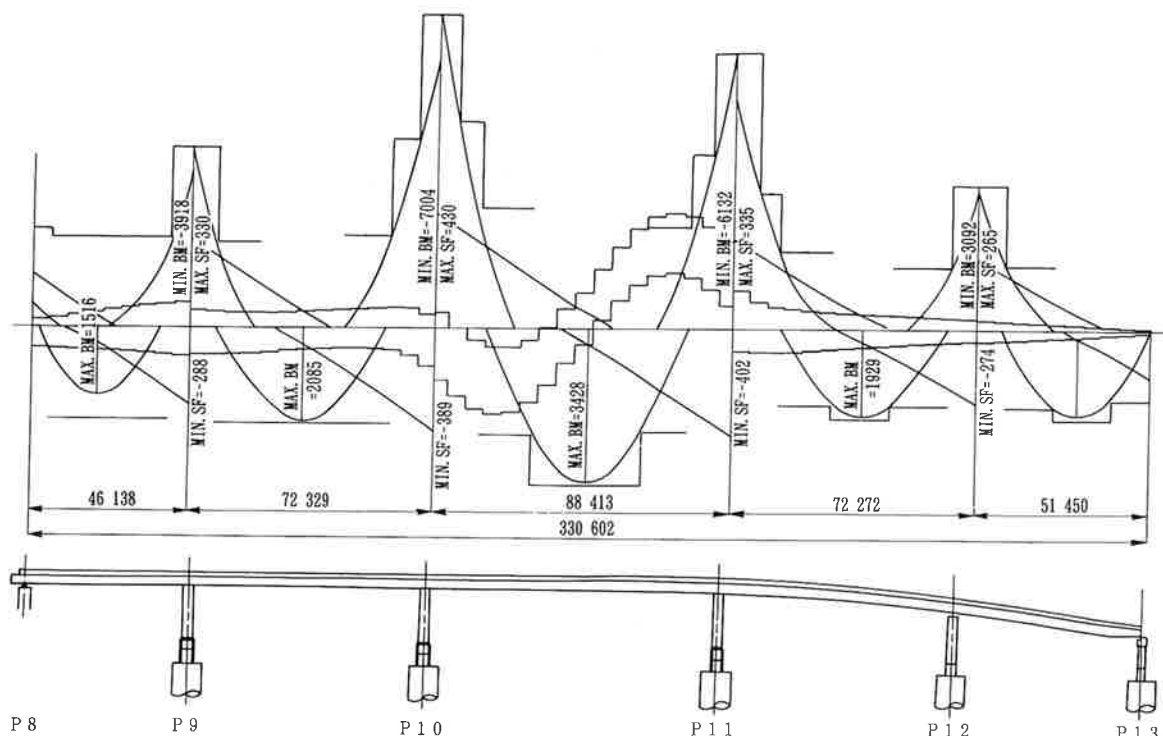


図-4 断面力図

(2) 主桁の設計

本橋は橋脚と主桁とが剛結された立体ラーメン構造であり、主桁は逆台形断面である。そこで面内、面外曲げモーメント、面内、外のせん断力、軸力および振りモーメントを考慮することのできる、当社の任意形断面計算プログラム：BOXYZ：を用いて応力度の算出を行った。本橋が1箱桁構造であり、曲率半径の小さい曲線橋であることから振りモーメントと面内せん断力の作用方向には特に留意した。断面力図を図-4に示す。

通常の曲げモーメントとせん断力のみを受ける腹板においては、垂直補剛材の間隔照査と、補剛材の必要剛度を確保することにより、腹板の座屈は防止することができる。しかし、本橋のような立体構造物の腹板には、軸力や面外曲げモーメントにより、さらに軸圧縮応力度が作用する。このため、組み合わせ応力を受ける板としての座屈照査が必要であり、DIN-4114に基づいて座屈の照査を行い、必要に応じて水平補剛材を追加した。

本橋は1箱桁構造であったが、その振り定数比  $\kappa = l \cdot \sqrt{G \cdot K / E \cdot I \cdot w}$  の最小値は、54.9であり、10以上であったので、その振りによる応力度の算出は省略した。

(3) 架設に対する補強

1) 本体の補強

本橋では大ブロック架設を行ったので、架設時の断面力に対しても、主桁断面の照査を行った。

検討の結果、架設時のみに圧縮応力を受ける箇所は、応力度が小さく架設時応力に対する補強は不要であった。ただし、P11橋脚において、桁中心線と橋脚中心線とが1.447m偏心しており、橋脚の現場溶接が完了するまでの期間不安定な状態となる。そこで架設時における地震荷重として、基本設計震度  $k_h = 0.20$  を考慮して架設治具の設計を行った。

2) セッティング・ビーム

モノレール、高速1号線および京浜運河上にて大ブロック架設を行う際には、作業時間に制限があり、また規制関係の日程が決められていることもあって、同一箇所の再作業は許されなかった。そこで必要な箇所の全てにセッティング・ビームを設置した(セッティング・ビームの構造は図-5参照)。

セッティング・ビームは桁架設作業が連続して施工されるため転用が出来なかった。

(4) 景観に対する配慮

架橋地点が都心部に位置し、羽田空港への主要ルートである東京モノレールおよび高速1号線に近接し、

また都心のウォーターフロントとして開発された、品川区八潮地区の海浜公園、八潮高層団地との調和も考慮し、以下のような点に注意を払った。

1) 主桁の形状

主桁形状は逆台形箱桁の1主桁構造として、重厚な中にも柔らか味を持たせるよう配慮した。幅員の割りに鋼床版ブラケット部分の張り出し長が小さくなっているが、これは隣接径間との桁腹板ラインを通して、路線内での調和を図った結果である。現場施工の継ぎ手は高力ボルト接合を用いたが、桁製作ブロックの工場継ぎ手は全断面溶接を採用して、視覚による継ぎ手位置を少なくした。

2) 橋脚の形状

橋脚と主桁は沓による連結構造をさせて、剛結構造としてスッキリした印象を与え、耐震性および維持管理の面に有利な配慮をした。

3) 付属物設計の景観に対する配慮

路面排水装置、融雪排水装置、ラックなどの付属物は全て桁内部に収納した。内部収納した排水パイプ類の防錆処理法について比較検討の結果、若干経済性には欠けるが、対塩性・対摩耗性に優れるガラスフレック入りタールエポキシ塗装を採用した。

橋脚部の排水管は脚外に設置したが、化粧カバーを取り付け景観には配慮した。

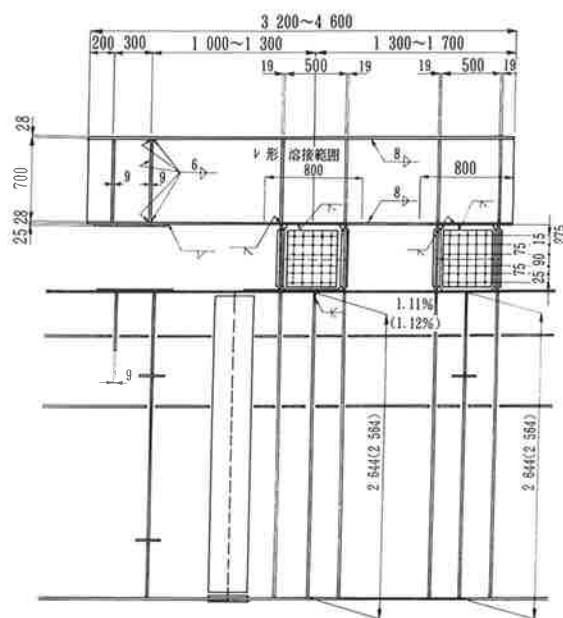


図-5 セッティング・ビーム図

#### 4. 製作

##### (1) 桁製作

本工事の桁構造は、曲率半径80メートルの1-Box構造であるため、鉛直方向の変位だけでなく、ねじり変形も大きいので、両方を製作キャンバーに考慮した。桁左右のタワミ差から桁のねじれ量を算出し、それを基に高さ、ならびに橋軸直角方向の移動量を求め、めじれ変形に対するキャンバーとして設定した。ただし橋軸方向への移動量は微小であったので無視した。

##### (2) 工場継ぎ手の全断面溶接

工場内における橋桁断面の組み立ては、1-ブロックを約20メートルで製作した。

工場出荷時の桁最大ブロックは43.2メートルであり、製作単位2-ブロックを全断面溶接して、工場出荷時の1部材とした。

この溶接施工は桁を仮組み立てし、桁全体を調整した後、仮組み解体前に施工した。溶接部はX-線検査と、超音波探傷検査により万全を期した。

##### (3) 架設誤差の吸収調整桁

主桁と橋脚が一体構造の連続桁のため、現場架設

には落とし込み閉合の工程が発生する。

現場の測量精度、施工精度にも作業条件が厳しいことから、高い値は期待できないものがある。

そこでP9~10、P10~11間の2ヶ所の落とし込み閉合部材を、架設誤差吸収調整桁として、設計寸法より150ミリ長く製作しておき、閉合架設前の現場寸法計測結果により、桁仕口の調整加工を行った。

##### (4) 塗装工

工期短縮、現場施工条件等を考慮し、施工可能な塗装は全て工場で施工し、現場での塗装は継ぎ手部の塗装と、施工時のアテ傷の補修塗装に止め、高速道路上などでの足場、防護工などの組み立て解体作業も避けることとした。

架橋地点が維持補修には、非常に困難な作業を要求される所であるため、重防蝕塗装を行った。

#### 5. 現場架設工事

現場架設工はFC使用日程に関し、他工事との調整の都合からP8~10を4月に、そしてP10~13を6月に施工した。

架設順序⑥~⑨付近の架設図で示す。

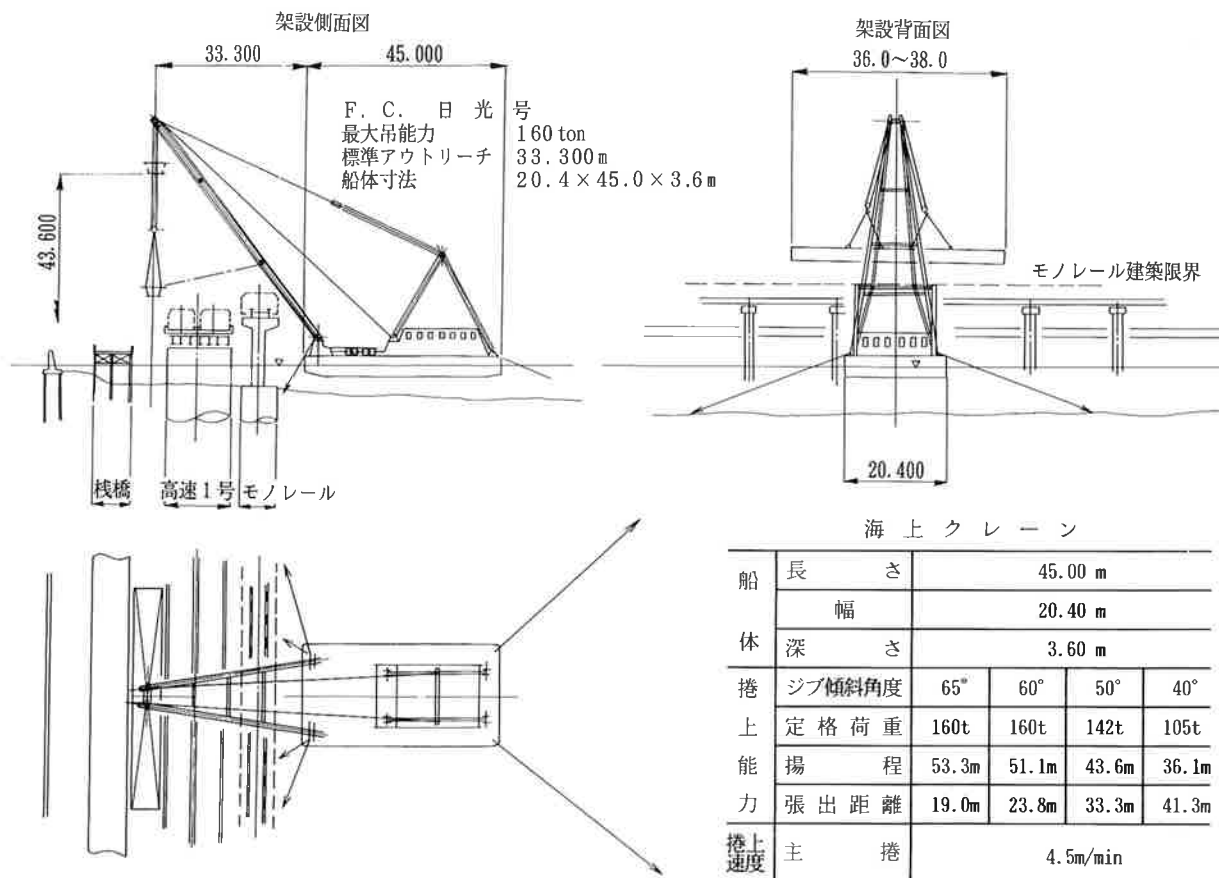


図-6 FC架設順序

(1) 現場架設工

P8～10間の桁架設は京浜運河を夜間に航路閉鎖して、図-3に示した架設順序①～⑤の順にFC架設を行った。架設順序④の桁は河床掘削ができず、水深不足であることからFCによる直接架設ができなかった。水上輸送した桁をFCで陸上に一時仮置きし、予めP8の直近に待機した200t吊り油圧式トラッククレーンで架設した。この時、潮位差の関係でFCによる仮置きが所定位置に約3メートル届かなかったため、FCと200t-TCとの相吊りで所定位置への仮置きをした。

P10～13間の6月施工の架設には京浜運河の航路閉鎖、モノレール起電停止、高速1号の通行止めを行って、5日間連続の深夜架設および最終閉合を深夜架設で施工した。

架設順序⑥～⑩のモノレール、高速1号を乗り越えたFC架設要領を図-6に示す。架設順序⑩を架設支持するための斜吊り設備は、桁⑥⑦の架設終了後に下部工・工事中用栈橋から昼間作業で設置した。

この頃の工事工程が最も厳しく昼夜連続の作業が続き、ともに連日40名ちかい作業員を配置した。

桁⑩の架設はFCで吊り込み、⑥側の継ぎ手を先行して取りながら、斜吊り装置への連結を行い、継手ボルトの予定数締め付け終了を確認した後、FCの吊り荷重を斜吊り装置へ移行させ架設終了した。

桁⑩の架設終了後、直ちに桁②と桁⑩の寸法関係を計測のうえ、工場に待機させた桁⑩の仕口加工を行った。

(2) 最終閉合架設

寸法計測結果に従って工場加工した140トンの閉合桁は、架設予定前日に現場搬入し最終閉合架設に備えた。この部材は本工事の最大部材であり、輸送経路の橋の、桁下空間との都合で干潮時でも通行不能箇所があるため、セッティング・ビームは現場到着後に取り付ける必要があった。

架設は図-7に示す通り高速1号およびモノレール上での施工となった。作業には万全な手順の検討を重ねるとともに、桁相互の変形・変位を徹底的に解析のうえ架設作業にあたった。架設閉合の作業手順を図-8で簡単に図説する。

なお、桁②と桁⑩との寸法計測結果は、曲線外側で+12mm、曲線内側で+15mm設計寸法との誤差があった。また、閉合架設のための調整寸法は1継手あたり10mmとして施工したが、桁の仕口変形が小さいこともあって、架設閉合は予定通り無事終了した。

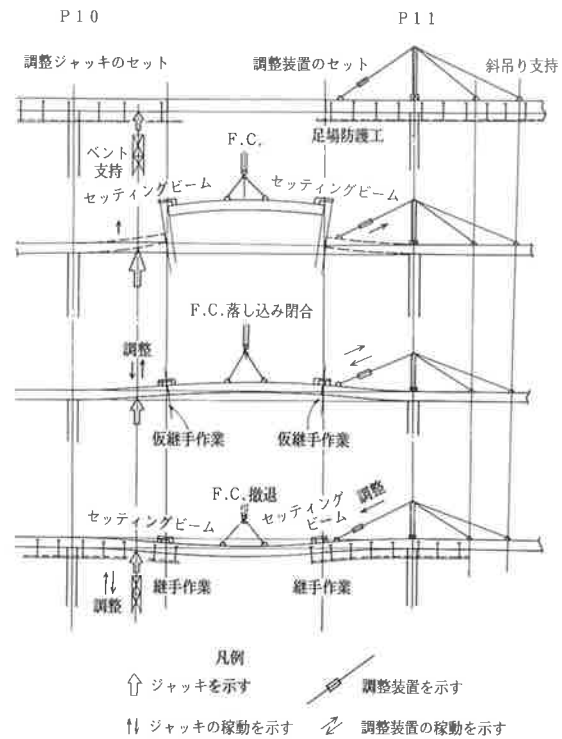


図-8 架設⑩の落し込み閉合要領

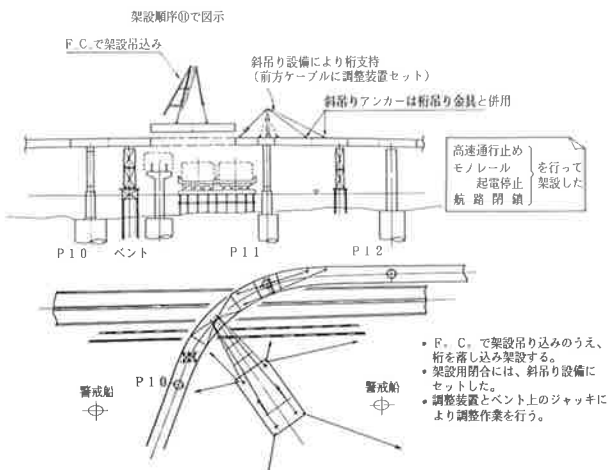


図-7 斜吊り支持概要図

おわりに

都心を横断する首都高速道路1号線、羽田空港への重要交通施設である東京モノレール等と公共性の高い施設の上空で、その機能を一時的にはあるが停止させての施工であった。

高速警察隊をはじめ、関係方面の皆様の方の力強い助力と御指導をいただき、無事完成できたことは何にも増して感謝に耐えない次第である。

12月16日には開通式も無事におわり、出張のため羽田空港への行き帰りに見る本橋は、八潮高層団地の幾何学的な影と対照的に、京浜運河の水面に映り、改めて見る目に柔らかな曲線美を見せてくれている。