

論文・報告

荒川アーチ橋（仮称）の設計・製作・架設

Design, Fabrication and Erection of ARAKAWA-Arch-Bridge

伊藤博章*
Hiroaki ITOH渥美俊彦**
Toshihiko ATSUMI塩田圭三***
Keizo SHIOTA笹川大作****
Daisaku SASAGAWA館暢*****
Mitsuru TATE大友康史*****
Yasushi OTOMO

A double deck type Nielsen-Lohse Bridge was erected at the portion across the Arakawa River in Itabashi-Adachi line of Tokyo Expressway, which is a rare type bridge in the world. In consideration of view, this bridge has a new style, wiping out the image of conventional Nielsen Bridge. For instance, single circle is adopted in arch axis line and upper strut is omitted.

Single-operation erection was carried out under difficult condition that floating crane could not approach. Various erection methods, such as ground assembly, lateral movement, lift-up and single-operation erection with deckbarge, were adopted. In this paper, the outline of construction method with many characteristics in all of design, fabrication and erection is reported.

Key words : double deck, arch bridge, divided tentative assembly, lift-up, single-operation erection with deckbarge

1. まえがき

首都高速中央環状線の一部を構成する板橋足立線は、現在、全線にわたって新設工事が行われている。本路線は住宅密集地を通過するため、上り線、下り線を上下に分離したダブルデッキ構造を主体としているが、荒川を渡河し高速川口線に接続する北区豊島～足立区江北間は、世界的にも珍しいダブルデッキのニールセン橋として計画された(図-1)。本橋は横河・川田・滝上JVが製作、架設工事を受注し、平成5年4月に台船による一括架設が完了した。本文では特色の多い本橋の設計、製作、架設の概要について報告する。



図-1 位置図

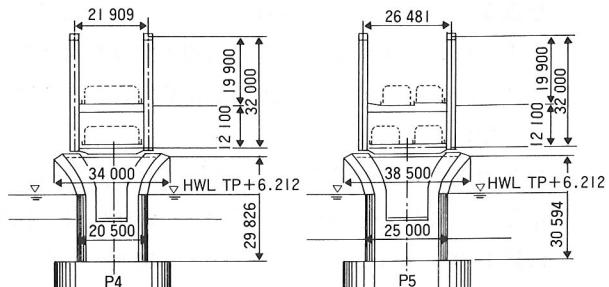
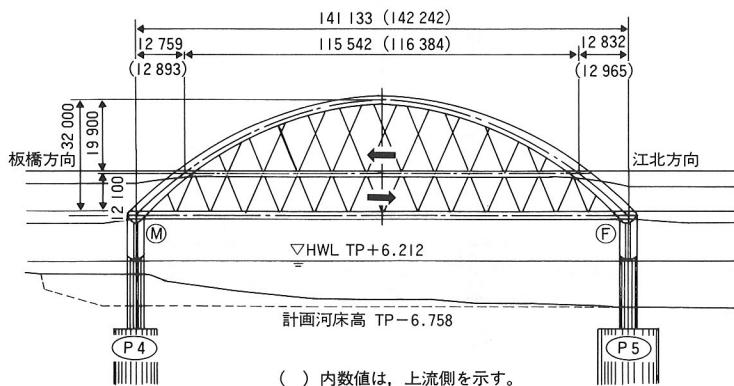


図-2 一般図

*川田工業株式会社技術部技術次長 **川田工業株式会社工事本部橋梁工事部安全管理課課長 ***川田工業株式会社生産事業部四国工場橋梁部橋梁技術課係長 ****川田工業株式会社技術部技術部設計二課係長 *****川田工業株式会社工事本部橋梁工事部工事一課係長 *****川田工業株式会社技術部設計二課

表-1 上部工構造諸元

路線名	都道首都高速板橋足立線
道路規格	2種2級
橋格	1等橋 (TL-20)
形式	2層式ニールセン系ローゼ桁橋
支間長	上流側 142.241m 下流側 141.133m
主構間隔	21.909m (P4側) ~26.481m (P5側)
有効幅員	上層 14.993m~2@8.000m 下層 16.225m~2@8.000m
ライズ	32m (単円)
吊材	Hiam アンカーケーブル ($\phi 37\sim 73$)
床版	鋼床版 (トラフリブ)

2. 工事概要

(1) 構造の特色

本橋の一般図を図-2に、また、上部工構造諸元を表-1に示す。本橋における主な構造上の特色を下記に示す。

- ① 景観設計の一環としてランドマークとしての機能をもたせるため、ダブルデッキのニールセンローゼ橋とした。
- ② 視覚的な効果を期待して、アーチライズやアーチリブの桁高はアーチの独立性を強調できるように、また、補剛桁の桁高は隣接する鋼床版箱桁との連続性を考慮して決定した。
- ③ 上支材を省略して上方の開放感をもたせた。
- ④ インターチェンジ部に位置しており、橋梁中間部にノーズがある線形でP4側とP5側で車道幅員が異なっているため、主構をバチ型に配置した。

(2) 架設工法

本橋の架設条件を下記に示す。

- ① 架設地点は河口から17km上流であり、フローティングクレーンの進入ができない。
- ② 航路上であるため船舶の通行に及ぼす影響を極力小さくする必要がある。

これらの条件から、架設工法は台船による一括架設工法とケーブルクレーンの斜吊り、直吊り併用工法の2案を選定し、詳細な比較検討を行った。この結果、

- ① 11月～5月までの1湯水期で架設が可能である。
- ② 隣接工区の架設工程や基礎構造に与える影響が少ない。

などの点から2000t級台船4隻による一括架設工法に決定した。また、架設重量の制約から鋼床版は一括架設後に橋上のトラベラーカレーンにより架設するものとし、これらの事項を詳細設計に反映させた。

3. 設計

設計時における主な検討事項を下記に示す。

(1) 構造解析

解析は立体骨組解析とした。本橋では上支材を省略しており、横荷重に対しては補剛桁と鋼床版で抵抗することになるため、鋼床版は図-3のようなフィレンデールモデルとした。また、鋼床版の解析は縦桁を設けたため、格子解析によって行った。アーチ隅角部などはFEM解析を併用した。

(2) ケーブル配置と定着構造

ダブルデッキ構造に対するケーブルの配置方法は、検討の結果、アーチから上層補剛桁、下層補剛桁のそれぞれにケーブルを配置することとした。ケーブル配置と定着構造の概要を図-4に示す。上層補剛桁では1断面に4本のケーブルが交差するため、定着桁を図のように橋軸方向に配置した。

(3) 上支材の省略に対する検討

上支材を省略したためアーチリブの幅を2.5mとして面外剛性を確保した。また、弾性座屈解析により有効座屈長を決定した。計算結果から面内座屈長は30m(吊材間隔の3パネル分)、面外座屈長は50m(アーチリブと上

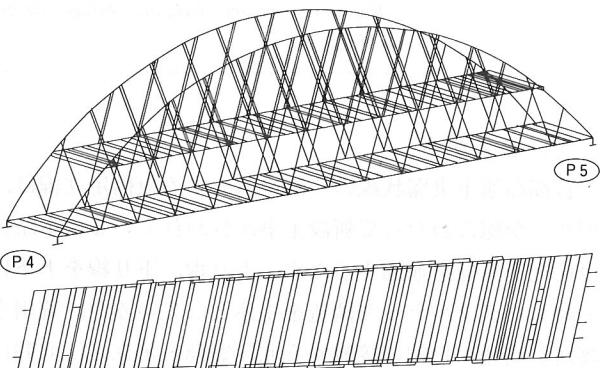


図-3 解析モデル

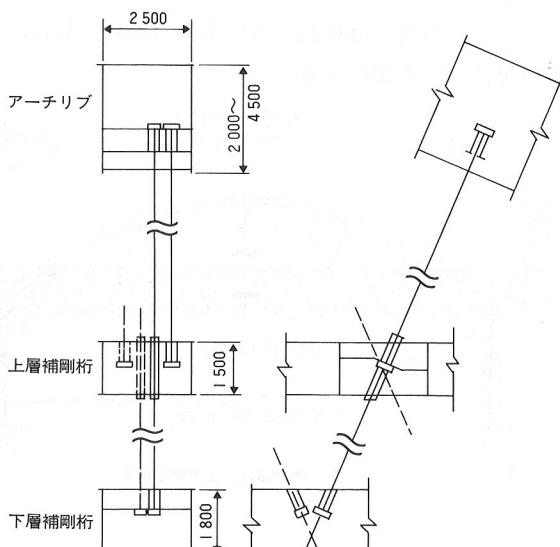


図-4 ケーブル配置および定着構造

層補剛桁の交点間距離のおよそ40%)とした。

(4) 隅角部の設計

アーチ隅角部の板厚はすべての断面力を腹板で負担する慣用法により決定した。板厚の最大値は下層隅角部: $t=53\text{ mm}$ (SM570), 上層隅角部: $t=39\text{ mm}$ (SM570)となつた。

(5) 補剛桁と鋼床版の合成作用

鋼床版は後架設となるが、後死荷重と活荷重に対しては補剛桁との合成作用が期待できるため、上層、下層ともこれを考慮して断面算定を行つた。支点附近の有効幅は、FEMの結果から支点部をゼロとし、補剛桁に対して25°の分布角度で設定した。

(6) 高さ方向に段差を有する鋼床版構造

上層桁は線形上、合流部に位置しており、P 5側で60 cmある高さ方向の段差がP 4側では同一レベルにすり付くため、図-5、写真-1のように中間部で鋼床版構造を変化させた。

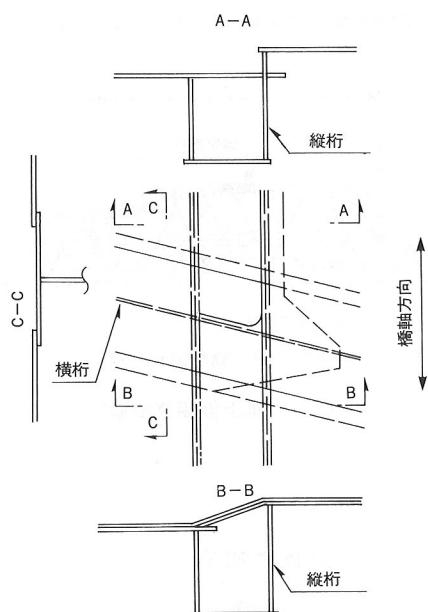


図-5 段差部鋼床版構造

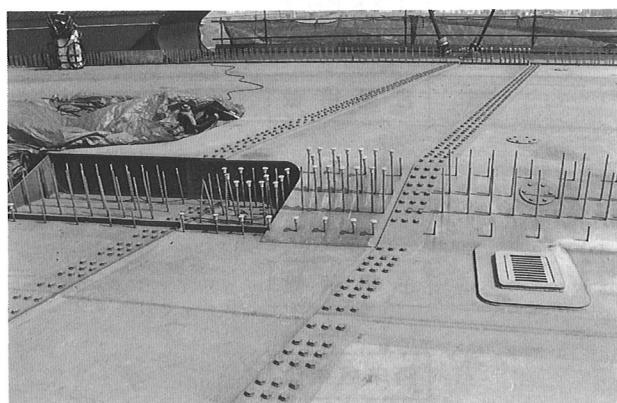


写真-1 段差部鋼床版

4. 製作

仮組立は、下層補剛桁と鋼床版、上層補剛桁と鋼床版アーチリブごとに平面仮組立を行い、なおかつ製作分担により仮組立を行う必要があるため、3社合計8回の仮組立を実施した。

JV間の取り合い部は隣接ブロックを転送して確認を行い、また、隅角部はアーチ面と床組面で重複仮組立することにより形状管理を行つた。仮組立要領図を図-6、仮組立状況を写真-2、3に示す。

全体仮組立は工程、設備から考えて不可能なため、こ

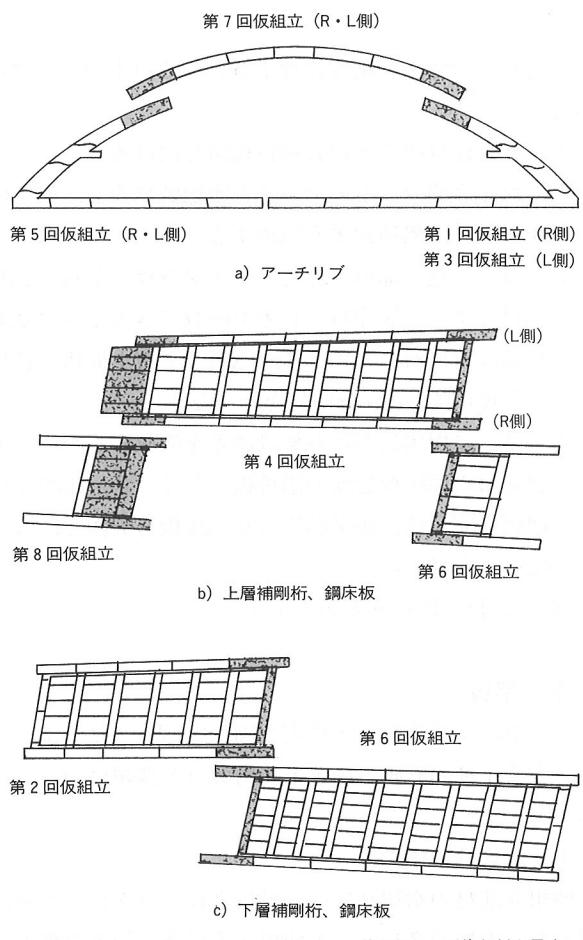


図-6 仮組立要領図



写真-2 仮組立状況（上層補剛桁、鋼床版）



写真-3 仮組立状況（アーチリブ）

れに代わる全体系の精度管理手法として以下のように行った。

- ① 各製作分担ごとに管理目標値を設ける。
- ② 仮組立検査ごとのデータを座標値に表し、机上仮組立を行い累積誤差を算出する。
- ③ 落とし込み部材となるアーチクラウン部材を調整部材とする。製作時の誤差を吸収できるように端部を設計値に対して10 mm長く製作し、机上仮組の結果からR,L側とも5 mm切削を行った。
- ④ さらに現場における架設誤差を吸収するため、調整部材の添接板を仮の添接板としておき、現場での地組立完了後、測量結果より添接板を製作し、仮添接板と交換した。

図-7に机上仮組立要領を示す。

5. 架設

本工事の架設手順と工程表を図-8、表-2に示す。以下、主要工種の計画、施工上の留意点と課題について述べる。

(1) 水切り桟橋工

地組立部材の水切りには、300tクローラクレーンを使用した。大型のクレーンを使用する場合、従来の覆工設備では耐力不足となることが多い。本工事では作業半径を制限して使用したが、今後、大型クレーン用の覆工設備が必要であると考えられる。また、杭の支持力は載荷試験により確認したが、設備や時間の点で現場における実用的で簡易な支持力算定方法を検討する必要がある。

(2) ベント工

アーチ隅角部のような重量の大きい箇所は、ベント解体時に解体順序によっては過大な反力が生じやすいので、事前に解体時の反力を解体計算で算出しておく必要がある。ベント基礎は支点位置に鋼管杭を、多点支持位置にはH形鋼杭を使用した。ベント解体時には多点支持位置に過大な反力が作用しないよう、支持力の大きい支点位置のジャッキアップを併用した。

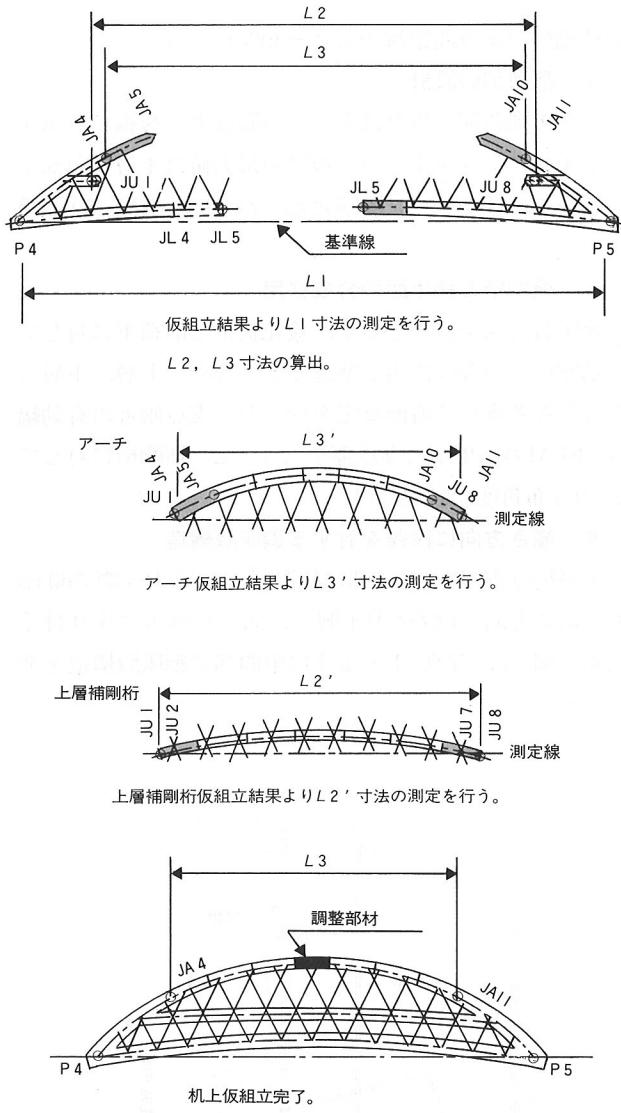


図-7 机上仮組立要領

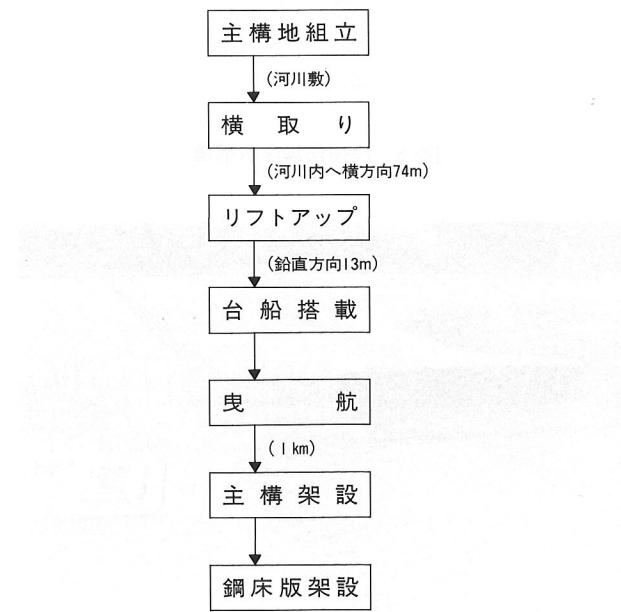


図-8 架設フローチャート

表-2 架設工程表

	平成4年				平成5年				平成6年				
	1	3	6	9	12	1	3	6	9	12	1	3	6
架設計画													
地組立ヤード工													
台船ぎ装工													
横取り、リフトアップ設備工													
地組立工						【出水期】					【出水期】		【出水期】
横取り工													
リフトアップ工													
一括架設													
鋼床版架設工													
ケーブル張力調整工													

(3) 横取り設備工、横取り工

横取り梁は応力照査とあわせて、橋体を支持する鉛直ジャッキの能力から横取り時のたわみ量が20 mmを超えないように決定した。横取り惜しみ装置として、通常の横押し水平ジャッキの操作手順によりジャッキ自体を惜しみ装置として使用した(写真-5, 6)。

(4) リフトアップ設備工、リフトアップ工

橋体を13 m吊り上げて台船に搭載するため、24台の200 tジャッキとステップロッドを使用した。橋体側は下層端横桁上の吊りピース1カ所当たり2個の200 tシャックルを縦縫ぎに配置し、ピン構造とした。また、リフトアップジャッキの下面にはペアリングプレートを配置した(図-9, 写真-7)。

吊上げ時の鉛直度の確認は、地上のクレーンによりロ



写真-4 地組立状況

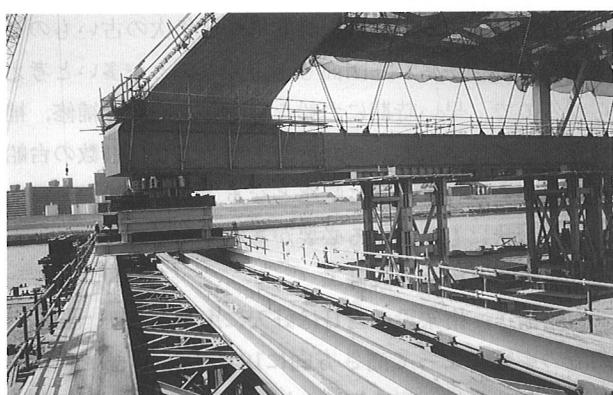


写真-5 横取り状況

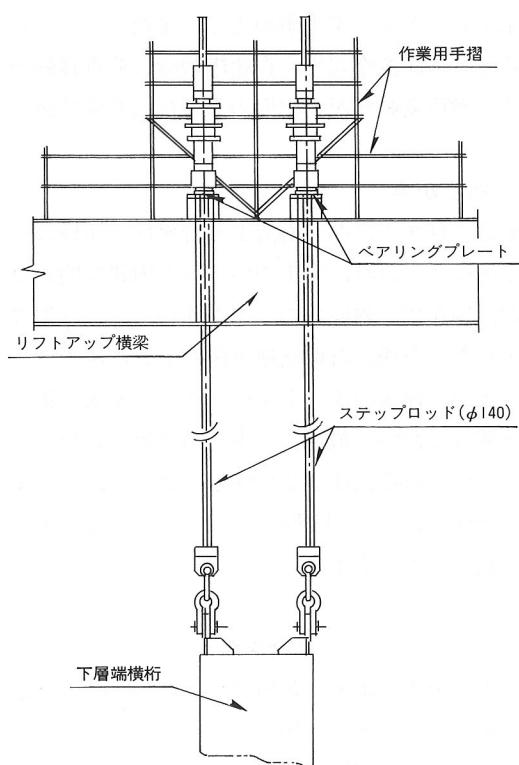


図-9 リフトアップ設備

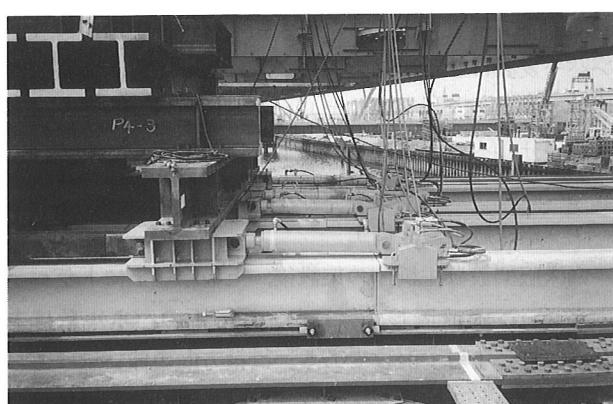


写真-6 横取りジャッキ



写真-7 リフトアップ状況

ッドに2～3tのプレテンションを与え、トランシットの規準によって行ったが、仮設備が複雑に錯綜している箇所であり、あらかじめ規準位置を決めておくことが必要である。橋体とリフトアップ設備の空間は、高さ方向、平面方向とも1m確保したが、潮位や風の影響が予想以上に大きく、余裕がほとんどなかった。特に長期にわたって待機する場合は3m程度の十分な余裕を見ることが望ましいと考えられる。

(5) 台船ぎ装設備工

台船を使用する場合は一般的に築造年次の古いものを使用する場合が多く、図面も不十分なことが多いと考えられるので、早い時期に台船を選定し、内部の補修、補強を行う必要がある。また、本工事のように複数の台船を連結する場合は、同じ吃水となるように台船のカットアップ形状にも注意する必要がある。

(6) 橋脚上桁降下設備工

台船輸送、桁架設の当日は好天に恵まれたが、波高、潮流の影響によって高さ方向に10mm～20mm程度の変動があった。また、平面方向は台船の操船で10cmの誤差に抑えることができ、脚上の引寄せ設備によって1cmの誤差で固定することができた。台船離脱の際の橋体のキャンバー変動による橋軸方向のズレに対しては、引寄せ設備などからのクロスワイヤリングと桁受けジャッキにユニバーサルヘッドを使用することにより、特に支障はなかった。

(7) 鋼床版架設設備工

鋼床版架設は主橋体の架設後、上層床組上にトラベラーハンマークレーンを設置して行った。鋼床版のパネル数は上層：62枚、下層：84枚である。橋軸方向の伸び量はあらかじめ算出して製作に反映させたが、架設の進行に伴い橋体の剛性が順次増大することや鋼床版上のトラベラー

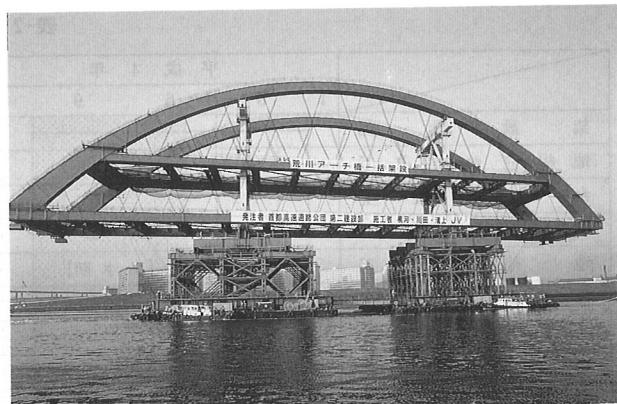


写真-8 一括架設状況

クレーンの影響などにより計算で評価するのが困難なため、最終パネルに近づくにつれて添接作業が困難になった。架設段階で仮ボルトやドリフトピンの利用、エクションピースによる強制変位などを考える必要があると考えられる。

(8) ケーブルの張力調整

ケーブルの張力は(死荷重+プレストレス)の10%を誤差範囲として設計上考慮しており、この値を管理目標とした。定着点間距離がおおむね15m以下のケーブルでは1mm程度の誤差でも張力の変動が大きくなるが、本工事で採用したナット定着方式はナットの回転角により0.5mm単位の管理が可能であり、この点で有効であった。

(9) 計測管理におけるパソコン利用について

横取り時やリフトアップ時などのジャッキ反力の管理は、パソコンを利用してリアルタイムで数値をディスプレイ表示することで、本工事のような多数のジャッキを使用するときの注意喚起や、台船塔載時の荷重移動のタイミング、潮位変動状況の把握の点で特に有効であった。

6. あとがき

本橋はこれまでにない構造上の特異性、多種にわたる架設工法など、設計、施工のいずれも困難な問題が多かったが、現在では附属物の一部を除いて、ほぼ架設工事が完了した。今後、首都高速道路のシンボルのひとつとして、また、地域のランドマークとして末永く親しまれるよう期待したい。最後に、本工事全般にわたって御指導いただいた首都高速道路公団第二建設部、足立工事事務所の皆様、ならびにJV構成会社の方々に書面をかりて厚くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 松下・中西・山本：荒川アーチ橋の設計、橋梁と基礎、Vol.27, No.7, pp.2～10.
- 2) 小森・松下・富岡・鶴田・坂野：荒川アーチ橋の架設、橋梁と基礎、Vol.27, No.10, pp.21～27.