

D-11工区の工事報告

西山 富男¹⁾ 坂井 収²⁾ 小島 勝義³⁾

D-11工区は、2層の連続立体ラーメン橋である。本形式は、下部工（橋脚）と上部工を剛結することによって、力学的に有利になり、美観上も構造的な機能美を有するものである。しかし、他の構造形式に比べ実施例が少なく、設計、製作、あるいは架設についても検討すべき点も多いものである。

本稿は、今後実施される同種の橋梁に参考になればと考え、ここに、D-11工区の設計、製作、架設について概要を記すものである。

ま え が き

D-11工区は、横浜市鶴見区生麦から大黒ふ頭を経て、横浜港路を横断し、横浜市中区本牧ふ頭に接続する大黒インターチェンジの一部である。本工区は大黒埋立地内の上層を高速湾岸線、下層を湾岸線3種とする本線と、これに立体交差する高速大黒線およびこれらを連結するランプからなる。本線と交差する大黒線もダブルデッキのため25～47mの高橋脚であるうえに、平面的にも曲線が多い複雑な線形になっている（図-1、2参照）。

インターチェンジ内は公園となる計画があり、景観的配慮も望まれている。

このように曲線が多く、高橋脚でその上美観が要求される条件のもとで経済性、構造的、耐震性をふまえた構造型式、支間割り、主桁配置が計画されている。

D-11工区（その1-C、その2-A）はD-11工区のPAB10～PAB17間、350mの区間である。橋脚構造は、円形脚柱断面を有する2層門型形式である。上部構造は、主桁支点を橋脚横梁に剛結した2箱桁で構成され、それぞれの箱桁は2室断面の逆台形箱桁である。橋軸方向にも2層構造であり、単径間1連（PAB10～PAB11）および3径間連続桁2連（PAB11～PAB14、PAB14～PAB17）からなる（図-2、3参照）。

本工区は、首都高速道路公団神奈川建設局より、橋脚構造を昭和60年6月に、その後、上部構造が昭和61年8月に発注され、当社を代表会社とする3社で、橋脚建設工事共同企業体として受注した。橋脚構造を昭和61年12月に、また上部構造を昭和63年7月

に完成した。

本文は、当社施工分PAB14～PAB17間の設計、製作、架設について報告するものである。

1. 工 事 概 要

本工区の概要を下記に、一般形状を図-3に示す。

工 事 名 D-11工区（その1-C、その2-A）高架橋上部構造新設工事
D-11工区（その1-C、その2-A）高架橋橋脚構造新設工事

路 線 名 横浜市区道高速湾岸線

工事箇所 横浜市鶴見区大黒ふ頭

区間延長 350m

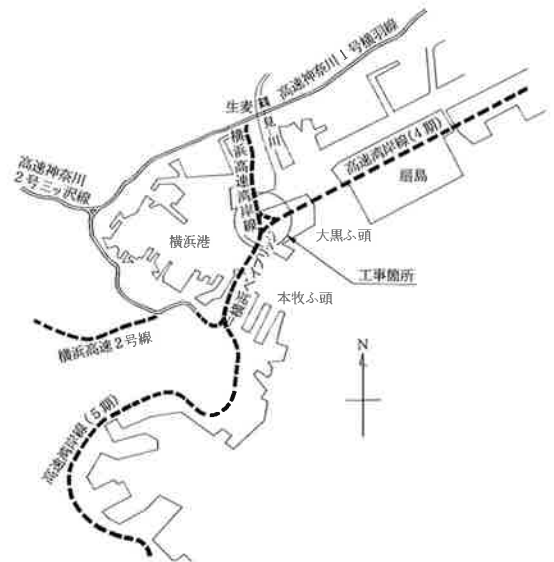


図-1 大黒I.C.位置図

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

工事監督 首都高速道路公団神奈川建設局大黒
 工事事務所

鋼 重 5,055t (当社施工分1,685t)

架設工法 クローラクレーンを用いたベント工
 法

施 工 駒井・春本・佐世保D-11工区(1-C、
 2-A) 橋脚建設工事共同企業体

2. 設 計

(1) 橋 梁 概 要

本橋は上層、下層とも中間支点上を門型橋脚の横
 梁に剛結し、端支点 (PAB17) を可動とした立体ラー
 メン橋である。支間割りは上層の橋脚中心で、52 +
 52 + 52mである。有効幅員は、ランプおよび本線と

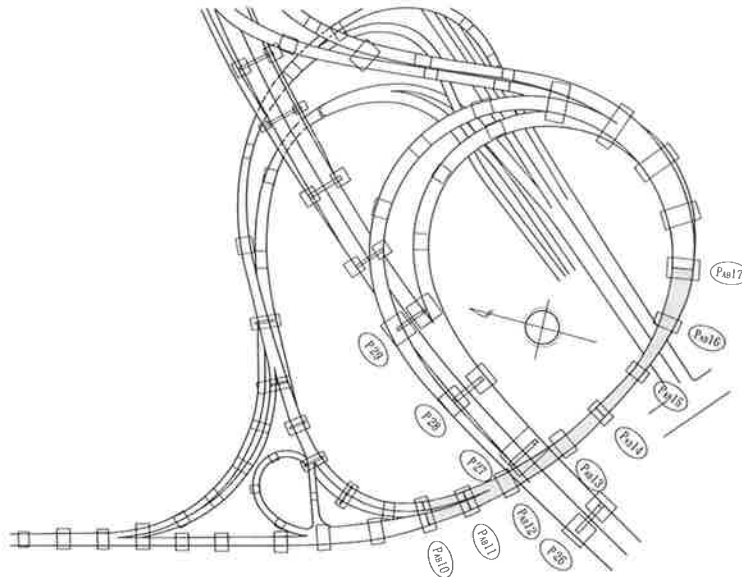
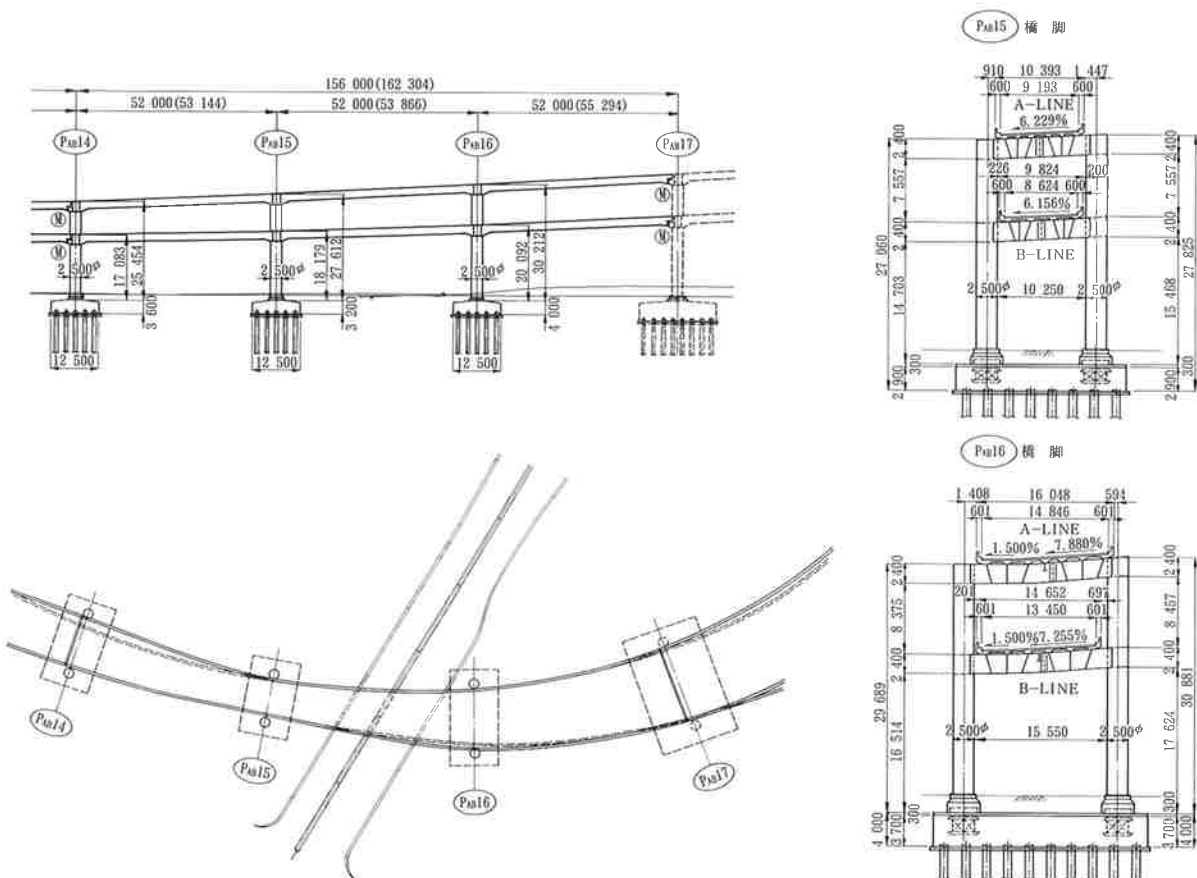


図-2 大黒I.C 全体図



の分、合流部であることから上層で9.193~18.639mと変化している。主桁断面形状は景観性を考慮して2室逆台形2箱桁とした。桁配置は平面線形にそって配置し、桁間には縦桁を設けた。主桁のフランジには高力ボルトによる縦継手を設けた。橋脚はPAB16で柱間隔18.050m、柱高さ30.861mの門型鋼製橋脚である。脚柱断面は景観性を考慮して円型が採用され、継手は現場溶接とした。梁の継手は高力ボルトとした。

(2) 設計条件

本工事の設計条件を次に示す。

規格	第2種第2級 設計速度 60km
橋格	1等橋
形式	3径間連続2層立体ラーメン橋
支間	上層 52.000 + 52.000 + 52.000m 下層 53.144 + 53.866 + 55.294m
幅員	上層 9.193~18.639m 下層 8.624~18.240m
平面線形	円およびクロソイド曲線
縦断勾配	上層 5.0% 下層 4.5%
横断勾配	6.0~9.0%
活荷重	TL - 20、TT - 43
設計震度	$K_h = 0.33$
温度変化	$\pm 35^\circ\text{C}$ (地震時は $\pm 25^\circ\text{C}$)
支点沈下	5cm
衝突荷重	100t
床版	RC床版(上層22cm厚、下層23cm厚)
舗装	アスファルト舗装(8cm厚)

(3) 設計概要

1) 桁配置および主桁フランジの勾配

主桁配置は、経済性、構造的性、景観性、隣接工区との関係および床版厚等より

- ① 主桁は2室逆台形箱桁とする。
- ② 室幅は2.5mを最大とする。
- ③ 箱幅は支間内一定となるようにする。
- ④ 同一支間内の室数の変化は1つまでとする。
- ⑤ 床版の張出長は1.10mで一定とする。

を基本条件として行った。

主桁フランジの横断勾配は

- ① (両外側張出部床版厚+ハンチ厚)を一定(340mm)とする。
- ② 路面の横断勾配は6.0~9.0%に変化する。
- ③ セットバック線により横断勾配が変化する。

等の条件により、ハンチ厚を50~250mmまで変化させ、PAB14~PAB15間は6.0%、PAB16~PAB17間は9.0%で一定とし、PAB15~PAB16間はすりつけることを基本とした。

2) 構造解析

本橋は主桁と橋脚が剛結された3径間連続鋼2層立体ラーメン橋であるため、立体骨組影響線解析プログラムにて構造解析を行った。図-4に解析骨組図を示す。

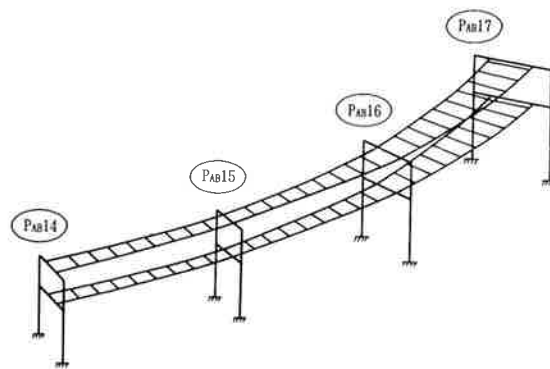


図-4 解析骨組図

3) 主桁の設計

主桁の断面形状は、2室逆台形箱桁断面で、主桁ウェブの勾配は1:0.3とした。

主桁の断面計算は、面内、面外の曲げモーメント、せん断力および軸力、ねじりモーメントに対し、フランジの横断勾配を考慮した薄肉構造理論にて行った。主桁断面は、一般部は面内の常時荷重、支点部は橋脚横梁との二軸応力度状態の照査で決定した。主要点の断面および応力度を表-1に示す。

本橋の主桁フランジは、多室箱桁であることから、比較的薄い板厚で構成される結果となった。主桁のフランジ厚は横桁のフランジ厚より薄いため、横桁結合部のフランジ幅を拡幅したが、その限度を有限要素法により検討した結果、拡幅角度を30°以内とした。

4) 隅角部の設計

ラーメン隅角部の機能は、梁から柱へ断面力を円滑に伝えることであるが、そのとき隅角部はせん断遅れの影響を受ける。本橋は主桁と横梁とが剛結した立体構造であることから、面外力の影響も大きい。したがって、面内断面力(軸力、面内曲げモーメント、面内せん断力)に対しては、せん断遅れを考慮した隅角部計算を行い、面外断面力(ねじりモーメント、面外曲げモーメント、面外せん断力)に対しては、一般部断面計算を行い応力度の加算により照査した。

5) 柱の現場溶接

現場継手は断面変化位置での現場溶接とし、全強の90%で設計した。なお安定照査では、許容応力度の低減は考慮しなかった。

6) 支 承

PAB17上の支承は、最大500tの可動沓で、BP沓を採用した。沓の設計移動量に、橋脚の橋軸方向の製作キャンバーによる移動量を考慮した。

7) 伸 縮 装 置

伸縮装置は、非排水型鋼製フィンガージョイント形式とし、フェースプレートは維持補修時に取りはずしができるようにボルト構造とした。

8) 排 水 装 置

排水装置は美観を考慮し、PAB13～PAB17間はオートガードを採用した。また、縦断勾配からオートガードの使用ができないPAB10～PAB13の上部工は、排水管を箱桁の内部に通し、橋脚については、外に取り付け化粧用カバーを設けた。

上部工の排水管は、維持、補修に対処できるよう、鋼製のU型樋に透明塩ビ板をボルトで取りつける構造とした。樋の水密性、通水性については、実物大の供試体にて実験し、確認した。また、塗装については、5種類の塗装系を想定し、耐摩耗性、耐腐食性について試験を行った結果、ポリエステル系ガラスフレーク塗料(1000 μ)を採用した。なお高圧洗浄車で橋面から樋を直接掃除するための専用のパイプを設けた。

表-1 主桁応力度

(a) PAB14-PAB17、上層、G1

断 面		PAB14-PAB15 支間中央	PAB15 支点上	PAB15-PAB16 支間中央	PAB16 支点上	PAB16-PAB17 支間中央
材 質		SM50Y	SM58	SS41	SM50Y	SM50Y
板厚 (mm)	U. Fg	11	16	11	20	14
	L. Fg	10	28	15	25	19
	Web	9	10	9	15	9
U. Fg (kg/cmf)	σ	-1551	2513	-1184	2012	-1889
	σ_a	-1629	2600	-1288	2100	-1942
L. Fg (kg/cmf)	σ	1948	-2502	1392	-2053	2031
	σ_a	2100	-2600	1400	-2100	2100
Web (kg/cmf)	τ	228	675	210	732	235
	τ_a	1200	1500	800	1200	1200
合成 応力	U	0.56	1.03	0.75	1.15	0.82
	L	0.88	1.00	1.01	1.17	0.93

(b) PAB14-PAB17、下層、G1

断 面		PAB14-PAB15 支間中央	PAB15 支点上	PAB15-PAB16 支間中央	PAB16 支点上	PAB16-PAB17 支間中央
材 質		SM50Y	SM58	SS41	SM50Y	SM50Y
板厚 (mm)	U. Fg	11	20	12	18	13
	L. Fg	17	38	16	25	17
	Web	9	10	9	14	9
U. Fg (kg/cmf)	σ	-1555	2463	-1225	2068	-1830
	σ_a	-1627	2600	-1355	2100	-1853
L. Fg (kg/cmf)	σ	2084	2516	1382	-2054	2029
	σ_a	2100	2600	1400	-2100	2100
Web (kg/cmf)	τ	402	874	200	705	229
	τ_a	1200	1500	800	1200	1200
合成 応力	U	0.56	1.10	0.95	1.18	0.77
	L	1.02	1.09	0.99	1.15	0.93

3. 製 作

製作上の留意点としては、「キャンバーの設置法」、「分割仮組立の方法」および「架設誤差の吸収方法」の3つが挙げられた。これらの対応策は下記要領で行った。

(1) キャンバーの設置法

本橋は立体構造であるため、鉛直、橋軸、橋軸直角、回転等変位が生じる。製作キャンバーには、全ての変位を考慮した。設計キャンバー値の算出位置は、断面方向で桁中心および腹板上下端であり、橋軸方向は横桁位置である。原寸時には、さらに断面方向で、フランジの木端、縦リブおよび縦シームの位置、橋軸方向で添接位置および横桁間の4等分点でのキャンバー値を計算した。キャンバー基準線は桁中心とし、断面形状は完成時と原寸時で同一として計算した。

(2) 仮組立の方法

当JVで施工した区間は、橋脚部と上部工部が1年ずれて発注され、橋脚部の工期の関係上、剛結部を構成する橋脚横梁部と上部工部との一体仮組立は不可能となり、分割仮組立をせざるを得ない状況であった。逆に、橋脚が架設済という条件から、橋脚間の現地実測を繰り返し行い、製作寸法へ反映させることにより、剛結部等の取合精度を高めた。

(3) 架設誤差の吸収方法

現地実測値に基づく部材精度向上を計るも、架設誤差は避られないものである。このため、より安全側を見込み、各径間ごとに「調整ブロック」を設け(+150mm)、落し込み直前の実測データを基に仕口部の最終加工を行い、誤差の吸収を可能にした。

4. 架 設

(1) 架 設 工 法

架設方法は、クローラークレーン（300t）を用いたベント工法を採用した。採用理由としては、

- ①架設地点が埋立地であり、表層部は基礎工事時に排出した軟弱土質であった。

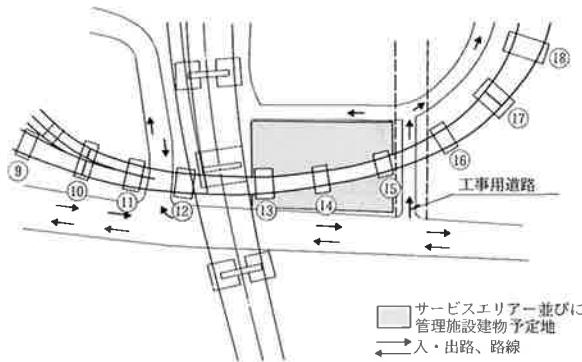


図-5 架設地点全体図

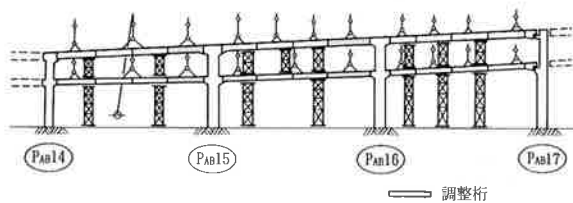


図-6 架設概要図

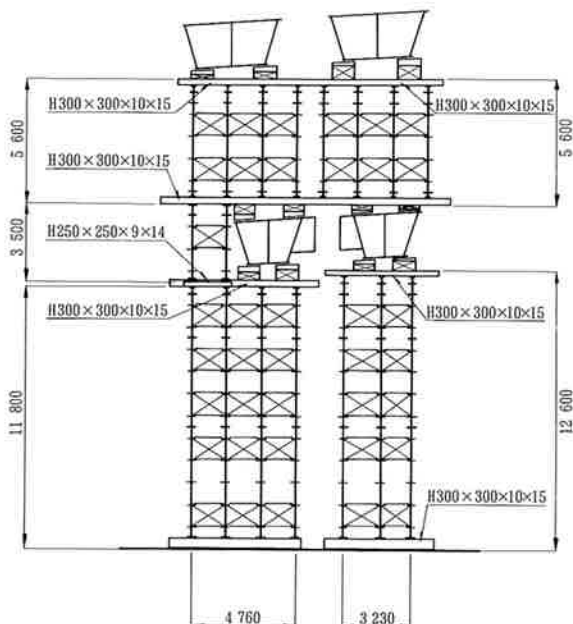


図-7 ベント詳細図

- ②安全対策上、ベント上での箱桁縦シームの継ぎ作業をなくすため地組立をした。(1ブロック重量が最大48t)

超大型重機の据付位置、ベント設置位置（ベントに作用する最大反力150t）について、予め地耐力の調査を実施した結果、20~50t/m²の値を得た。このためベント基礎としては、コンクリート打設の必要はなく、敷鉄板t=22mmで可能であった。しかし、安全上表層土を約30cm取り除き、碎石等を敷きならし転圧ローラーにて十分締固め、その上に敷鉄板を置いた。

架設時に於ける現場状況は図示のとおりであった（図-5、6、7参照）。

(2) 架 設 工 程

本工事の実施工程は表-2のとおりである。なお当初の工程計画では昭和62年8月初から架設に着手し、昭和63年4月末完了の予定であったが、着手前に他工区との調整が発生し隣接工区のP27基礎工を優先することになり、本工事の着手が昭和62年11月初となり、昭和63年8月末に終了した。この間の所要日数9箇月間は当初計画した架設期間どおりであった。

表-2 架 設 工 程

	62年										63年							
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
PAB10~11																		
PAB11~14																		
PAB14~17																		

(3) 架 設 順 序

当初はPAB14側よりPAB17に向かって架設を進める計画であった。これは、①PAB14側が縦断勾配が低い、②剛結部径間を早い時期に連結し安定させる、③ベントを順次転用すること、を基本とした。しかし、実施に移す段階でPAB14~PAB16間で地盤改良、工事用道路の付帯工事の関係が発生したため、当初計画とは逆のPAB17側からの架設順序に変更して実施した。

- 1) ステップ1 (PAB16~PAB17)

PAB16側の剛結部より架設した。PAB17側は可動支承である（図-8 (a)）。

- 2) ステップ2 (PAB14~PAB15~PAB16)

PAB15、PAB16の若番側の調整ブロックを残し各径間を同時架設施工とした（図-8 (b)）。

3) ステップ3 (調整ブロックの架設)

PAB15側ブロックより架設し、最後にPAB16側のブロックを閉合せせた (図-8 (c))。

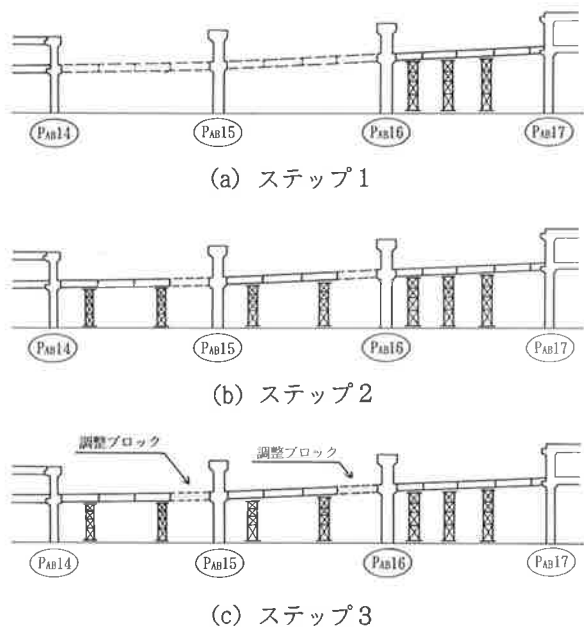


図-8 架設順序図

(4) 調整ブロックの閉合

ステップ2の完了時点で調整ブロックの加工をするために下記項目の実測を行った。

- ① 高さ 横断寸法の確認
- ② スパン 上、下フランジの各腹板位置
- ③ 対角 上、下フランジ
- ④ 仕口の倒れ

箱断面が複雑で、また縦横断勾配もきついことから、実測誤差も予測され、ベント上にはジャッキ等、またPAB17上にもジャッキを配置して、最終微調整に備えた。しかし、懸念された実測誤差は発生しておらず、所定の落とし込みクリアランス10mm以内で閉合できた。

(5) 安全対策

桁下防護工は、通常の形式であれば、橋脚天端にアンカーを設置してワイヤーブリッジを張ることが可能であるが、本形式ではアンカー設置が不可能であったため、その代用案としてワイヤーブリッジのアンカー方法を工夫し図-9に示す要領で実施した。橋脚本体に大きな損傷をあたえることなくアンカー設置、防護設置ができた。

あ と が き

大黒インターチェンジは、世界有数の規模である。構造は、上下部一体で、上部工の箱断面は、平面、縦横断とも変化する複雑な構造であった。設計、施工過程において、特に仮組立を、径間ごとの部分仮組立として行わざるを得なかったことが、施工精度に対し懸念された。しかし、橋脚仕口部の精度を許容値の1/2としたこと、またスパン測量および調整ブロック仕口部加工時の現地測量を繰り返し行い、精度を高めたこと、特に調整ブロック加工時には、CADを用いて設計値と測量結果との整合性を、シュミレーションして反映させたことにより、所定の精度で架設ができた。このことにより、今後、必ずしも立体仮組立を行わなくとも精度を確保できることがわかった。

設計、製作、架設全期間中にわたり、首都高速道路公団神奈川建設局設計課および大黒工事事務所の皆様方には多大のご指導を受けました。また株式会社春本鉄工所、佐世保重工株式会社の皆様方にも多大のご協力をいただきました。ここに改めて謝意を表わします。

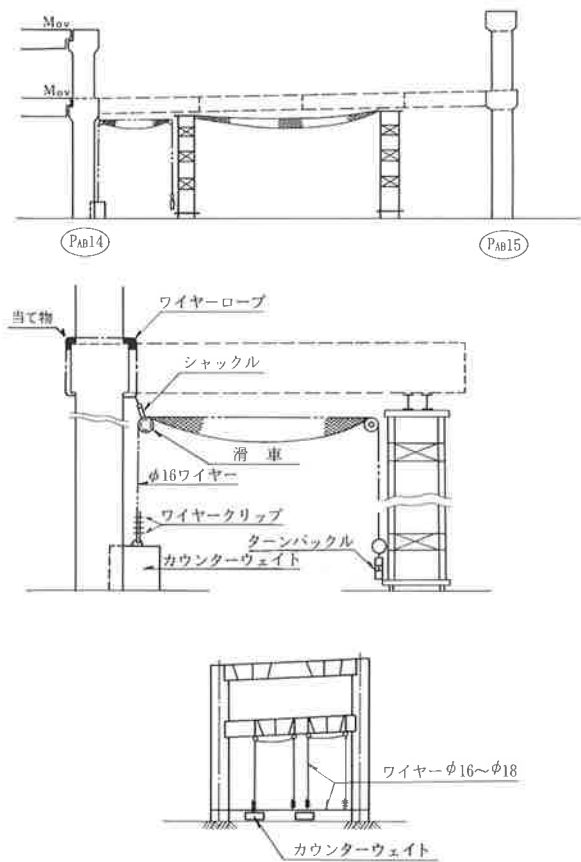


図-9 防護網