

江野川筋 PC 歩道橋の設計と施工について

狩 谷 肇*

1. ま え が き

江野川筋PC歩道橋は、大阪市土木局が、緑化道路事業の一環として大阪市内を流れる城北運河に架設した橋梁である。

上記運河に沿って阪神高速道路森小路線が通っている関係で、本橋は高速道路下を直交するように架設される。本橋の設計にあたっては、特に美観を重視し、上記運河上、高速道路下の条件もあり、縦断勾配のある1径間有ヒンジ固定ばりが採用され、プレキャストブロックカンティレバー工法で架設されることになった。本橋は、運河兩岸に場所打ちしたカウンターウェートを設け、その上にプレキャスト製の規準ブロックを据え付け、これを規準にして、順次中央に向かってはね出して行き、支間中央で閉合される構造になっている。

PC歩道橋については、すでに何例か報告されているが、プレキャストブロックカンティレバー工法を採用した一例として報告する。

2. 設 計 概 要

(1) 設 計 条 件

構造形式：PC有ヒンジ固定ばり

架設方法：プレキャストブロックカンティレバー工法

橋 長：55.4 m

支 間：37.0 m

幅員構成：0.25+3.0+0.25 m

橋 格：歩道橋

縦断勾配：11% (対称)

(2) 主 要 材 料

上部構造

コンクリート ($\sigma_{ck}=400 \text{ kg/cm}^2$) 97.9 m³

PC鋼棒 (SBPR 95/110) $\phi 32 \text{ mm}$ 0.9 t

PCストランド (SEEE F 130) 3.1 t

鉄筋 (SD 30) 8.3 t

下部構造

コンクリート ($\sigma_{ck}=300 \text{ kg/cm}^2$) 72.1 m³

鉄筋 (SD 30) 26.4 t

(3) 構 造 概 要

本橋の一般構造図を図-1に示す。城北運河を狭んで両側に長さ 9.2 m のカウンターウェートを兼ねた橋台が設けられ、その下半分は現場打コンクリートで施工され、杭基礎と剛結される。上半分のうちの支間中央より半分はプレキャストコンクリート製の規準ブロックで、鉛直鋼棒により下半分の場所打ち部分と剛結される。張り出し部分は、この規準ブロックを定規にして、支間中央に向かって、それぞれ3ブロックずつ張り出し、最後の2 m の区間を場所打ちして閉合される。閉合完了後カウンターウェート上半分の残りの部分を打設して橋体施工は完了する。

3. 設 計 計 算

本橋は、図-2に示すように中央ヒンジを有する両端固定ばりと考えられる。中央ヒンジはせん断力のみ伝え、

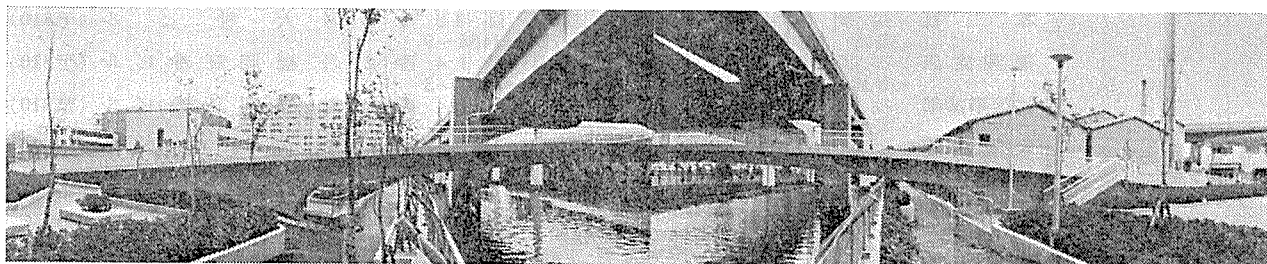


写真-1

* オリエンタルコンクリート (株) 大阪支店工事部

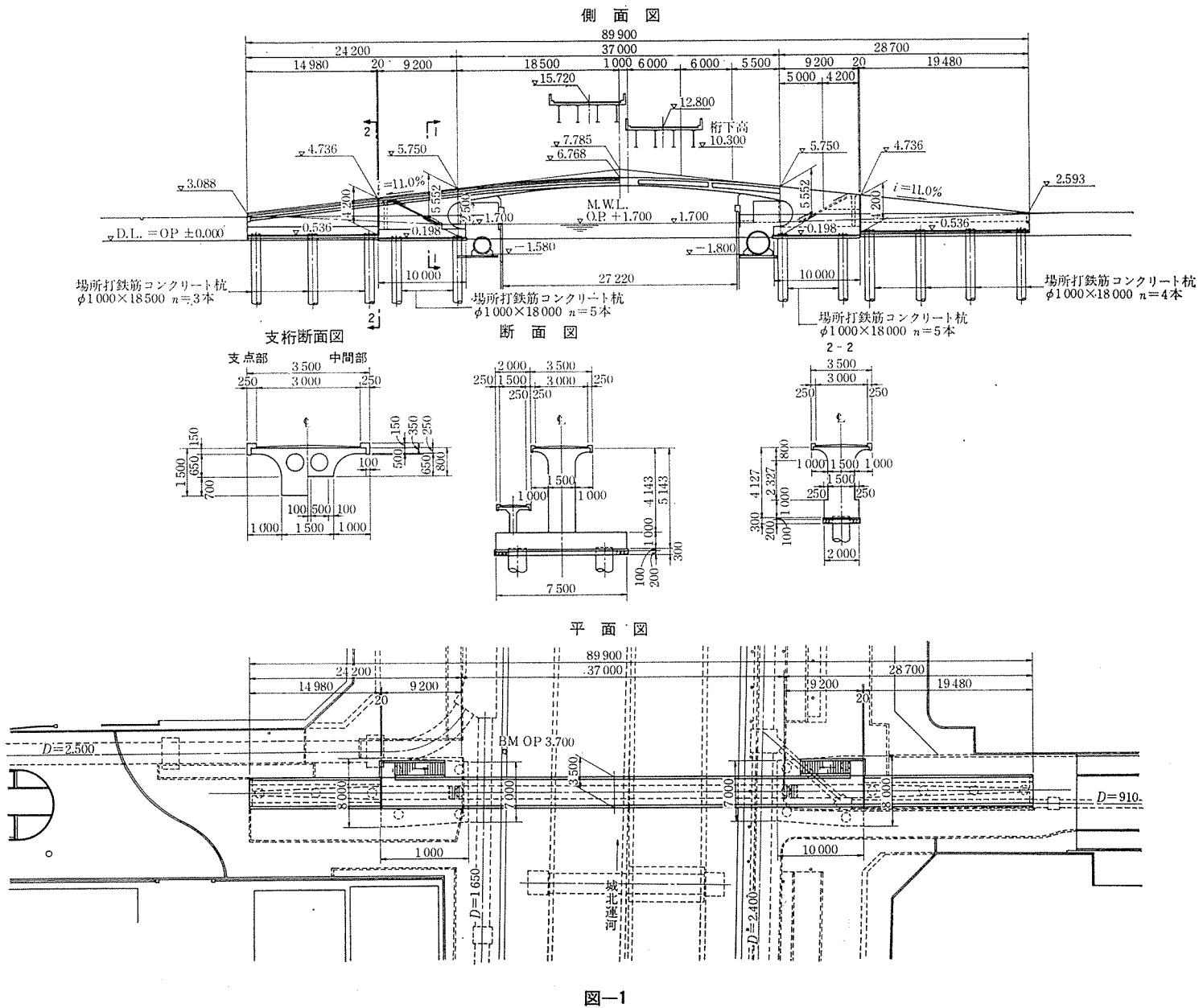
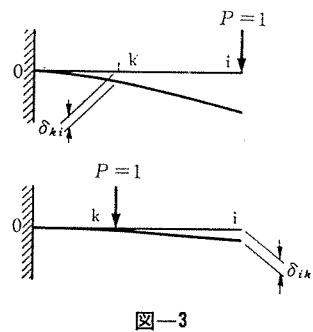
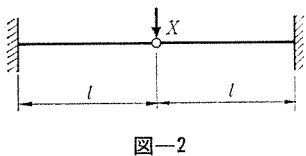


図-1



曲げモーメントおよび水平力は伝えない構造である。したがって、本構造は一次の不静定となる。ヒンジ部のせん断力 X を不静定力に選び、Betti-maxwell の相反定理により、曲げモーメントおよびせん断力の影響線を求める。

(1) Betti-maxwell の定理

図-3 のように片端自由の片持ちり 0_{ki} を考える。自由端 i に単位荷重 $P=1$ が作用したときの任意点 k のたわみを δ_{ki} 、逆に任意点 k に単位荷重が作用したときの i 点のたわみを δ_{ik} とすると、Betti-maxwell の定理により

$$\delta_{ki} = \delta_{ik}$$

となる。

(2) 不静定反力

図-2 の構造基本系を、自由端に不静定反力 X を作用させた2つの片持ちりに分解して考える。両片持ちばりの先端のたわみを考え、両者のたわみを等しいとおいて、不静定反力 X を求める。

左側片持ちばりの先端のたわみは、 k 点に単位荷重が載ったときの先端 i 点のたわみ δ_{ik} と先端 i 点に不静定反力 X が載ったときのその点のたわみ $X \cdot \delta_{ii}$ の和で示される。ここで δ_{ii} は単位荷重が先端 i 点に作用したときの i 点のたわみである。先端のたわみは

$$\delta_{ik} + X \cdot \delta_{ii}$$

となる。

一方、右側のはりを考えると、先端のたわみは先端に不静定反力 X が作用したときのその点のたわみで示されるので

$$X \cdot \delta_{ii}$$

となる。

両者を等しいとおいて

$$X \cdot \delta_{ii} = \delta_{ik} + X \cdot \delta_{ii}$$

したがって

$$2 X \cdot \delta_{ii} = \delta_{ik}$$

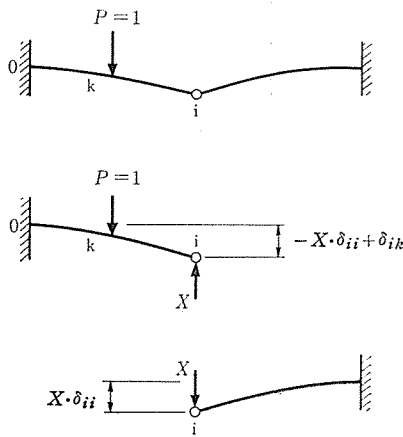


図-4

したがって、

$$2 X \cdot \delta_{ii} = \delta_{ik}$$

$$\therefore X = \frac{\delta_{ik}}{2 \delta_{ii}}$$

となる。

Betti-maxwell の定理から $\delta_{ik} = \delta_{ki}$ であるから

$$X = \frac{\delta_{ki}}{2 \delta_{ii}}$$

とも書ける。したがって、自由端に単位荷重が作用したときのその点のたわみと任意点のたわみがわかれば、任意点 k に単位荷重がのったときの不静定反力 X が求まる。

この不静定反力を使用して、左側固定点の曲げモーメントおよびせん断力の影響線を求めると図-5 のようになる。

(3) 中央ヒンジの設計

せん断力のみを伝達し、水平方向の移動を拘束しない通常のヒンジでは、計算上の見込み違いなどからクリープによって予期しない変形を生ずることがある。本橋ではこれらの変形をある程度拘束する図-6 のような鋼管製の特殊なヒンジ金具を使用した。このヒンジ金具の設計は構造基本系において生ずるたわみ角を算定し、この

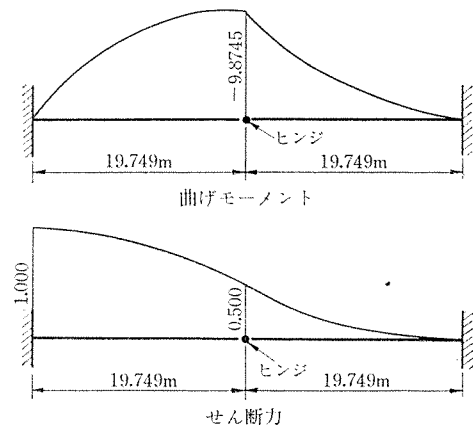


図-5

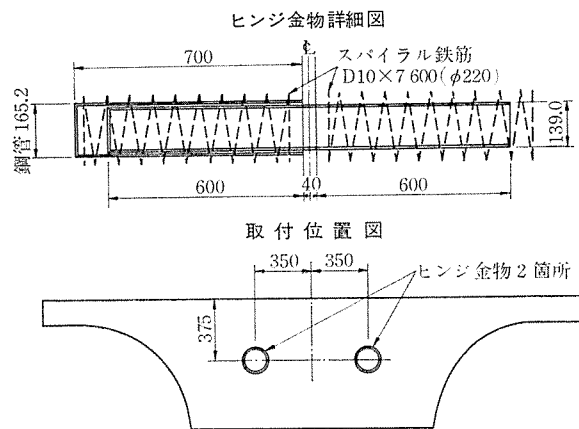


図-6 ヒンジ金物詳細図

たわみ角に相当する曲げモーメントを作用させることで次のように計算した。

図-2 に示した構造基本系に対称荷重が作用したときの任意点 k のたわみ角 θ_k は次の式で示される。

$$\theta_k = \frac{Q_k K}{E I_C}$$

ここに Q_k : 弾性荷重による k 点のせん断力。はりを分割しその節点 i に作用する荷重を ω_i とすると $Q_k = \sum_{i=0}^k \omega_i$ で示される。

E : はりの弾性係数

I_C : はりの断面二次モーメント

前式を使用して支間中央のたわみ角 θ を計算すると

$$\begin{aligned} \theta &= \theta_{di} + \theta_{ol} + \theta_{\phi} + \theta_t \\ &= 0.00117 + 0.00152 + 0.00190 + 0.00125 \\ &= 0.00584 \end{aligned}$$

ここに θ_{di} : 橋面死荷重によるたわみ角

θ_{ol} : 活荷重によるたわみ角

θ_{ϕ} : クリープによるたわみ角

θ_t : 湿度差によるたわみ角

ここで得られたたわみ角がヒンジ金具を単純ばりと考えたときの支点のたわみ角に等しいと置いて、金具の中央のモーメント M を求めると次のようになる。

$$\begin{aligned} M &= \frac{3 \cdot \theta E_s I_s}{l} \\ &= \frac{3 \times 0.00584 \times 2 \times 10^6 \times 438}{124} \\ &= 1.238 \times 10^5 \text{ kg} \cdot \text{cm} \end{aligned}$$

ここに l : ヒンジ金具の長さ

E_s : ヒンジ金具の弾性係数

I_s : ヒンジ金具の断面二次モーメント

鋼管の応力度 σ_s を求めると

$$\begin{aligned} \sigma_s &= \frac{M}{2z} = \frac{1.238 \times 10^5}{62.7} \\ &= 987 \text{ kg/cm}^2 < 1800 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

となる。ただし、鋼管を2本使用しているのでモーメントは1/2の値を使用した。また安全のため内側鋼管にはコンクリートを充てんして使用した。

4. 施工概要

工事範囲は上下部構造物および付帯工事一式で、そのうちの橋梁部は主桁部 37.0 m、左岸側橋台 9.2 m、同アプローチ 15.0 m、右側橋台 9.2 m、同アプローチ 19.5 m、合計 88.9 m である。この他に各橋台に階段1か所が設けられている。標準ブロックを含めた主桁部分は、現地でのストックヤードの確保が困難なため、工場製作となっ

た。

(1) 施工順序

表-1 のフローチャートに示すように、施工は現地工事と工場製作の二手に分かれて、並行して行われた。図-7 によって施工順序を説明すると、次のようになる。まず場所打ち杭の施工後、橋台下半分を施工する(図-7(a))。次に工場から搬入した標準ブロック(第1ブロック)を橋台下半分の支間中央よりにのせ、鉛直鋼棒で縦締めする(図-7(b))。次に第2, 第3, 第4ブロックの順序で主桁を張り出す(図-7(c))。次に中央ヒンジ部の現場打ち部分のコンクリートを打設し、主桁部の閉合を行う。最後に橋台の残り上半分のコンクリート打設を行う(図-7(d))。

(2) 主桁の製作

主桁の製作台は、図-8 のとおり支間の1/2を作った。標準ブロック部の支保工は、コンクリート基礎(2.2

表-1

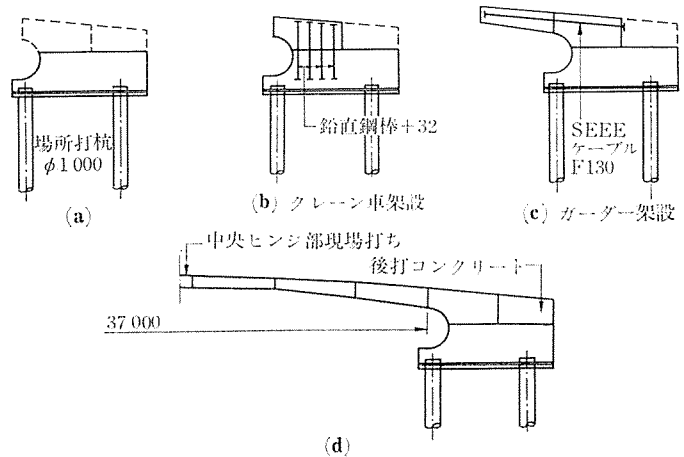
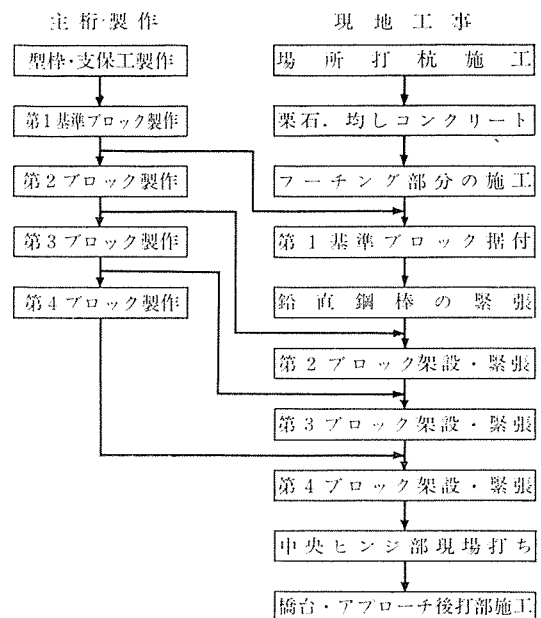


図-7

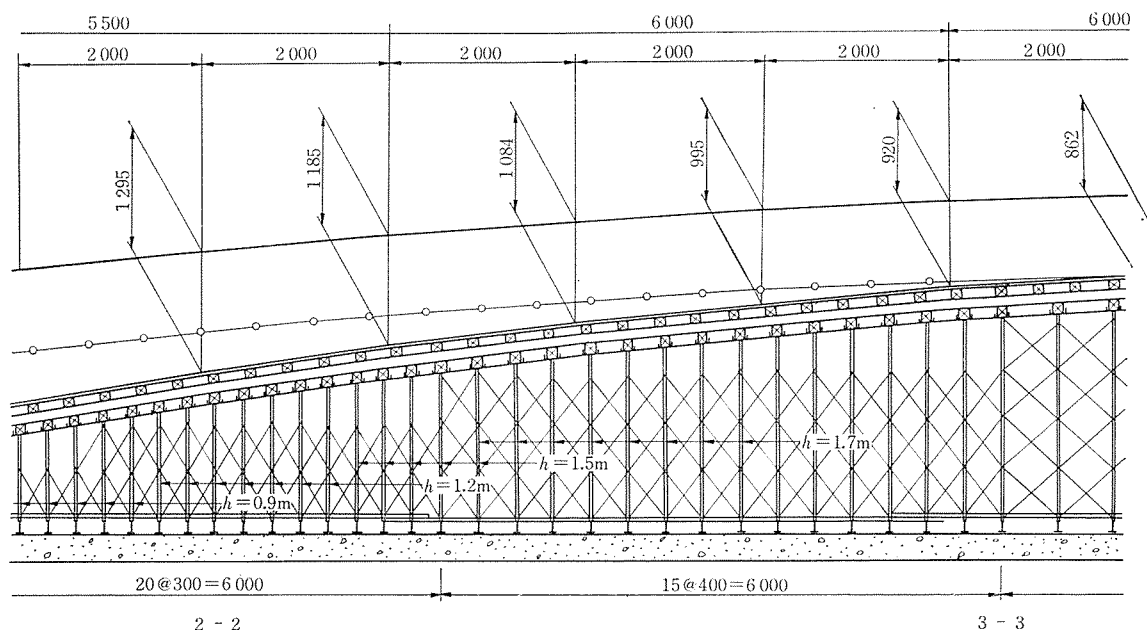


図-8 ブロック桁柱支保工図

m×6.0 m×0.3 m) とし、パタ角 (105 mm×105 mm) を 30 cm ピッチで敷き、合板 ($t=15$ mm) 2 枚張り構造とした。第 2～第 4 ブロックは、ビティ支保工に所定勾配に据付けた底枠でブロック製作を行った。

側型枠は、2 ブロック分建込み、端板を中間目地に設置して、1 ブロックごとにコンクリートを打設した。コンクリート硬化後、脱型が完了すると、そのブロックのコンクリート端面を型枠代りとして次のブロックを製作した。半支間分の主桁製作が完了すると (写真-2 参照)、各ブロックを横取りし、残り半支間分の主桁の製作を行った。

(3) 試験掘

本橋の場合、城北運河の河川改修と江野川の廃川改修が過去にあり、本工事に先立ち試験掘りを行った。その結果多少の変更を余儀なくされた。

(4) 地業工事

基礎杭として、直径 1000 mm のベント杭を右岸アプローチ用として、 $l=18.5$ m, $n=4$ 本、同橋台用として、

$l=18.0$ m, $n=6$ 本、左岸アプローチ用として $l=18.5$ m, $n=3$ 本、同橋台用として $l=18.0$ m, $n=5$ 本の合計 18 本を施工した。

(5) ブロックの架設

基準ブロックは、127 t トラック クレーンで据付けた。その据付けにあたっては、方向および高さを充分正

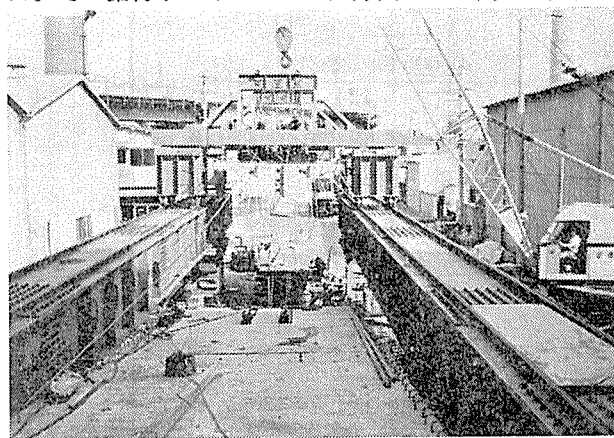


写真-3

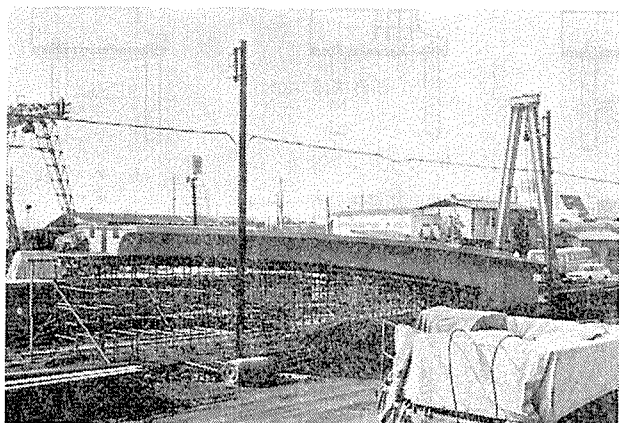


写真-2

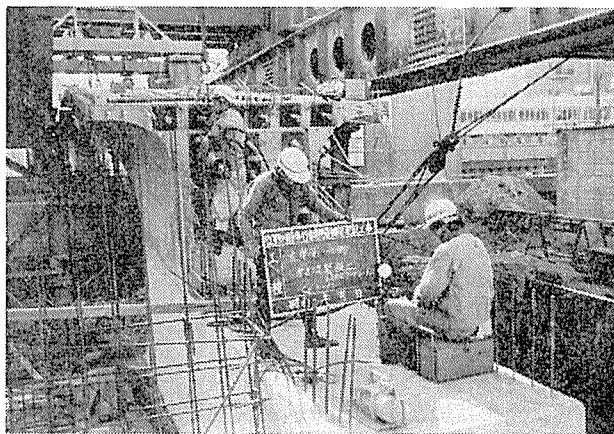


写真-4

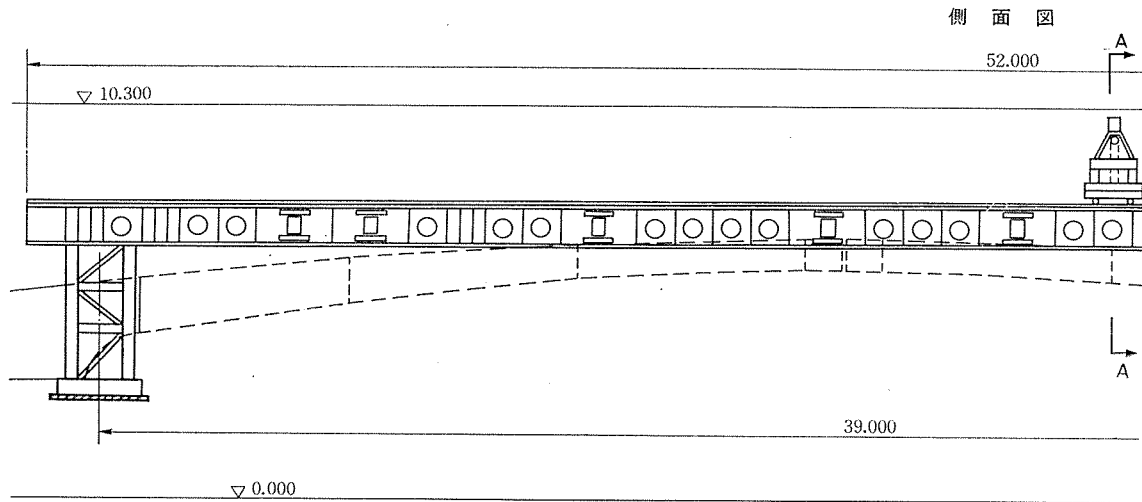


図-9 江野川歩道橋ブロック桁架設要領図

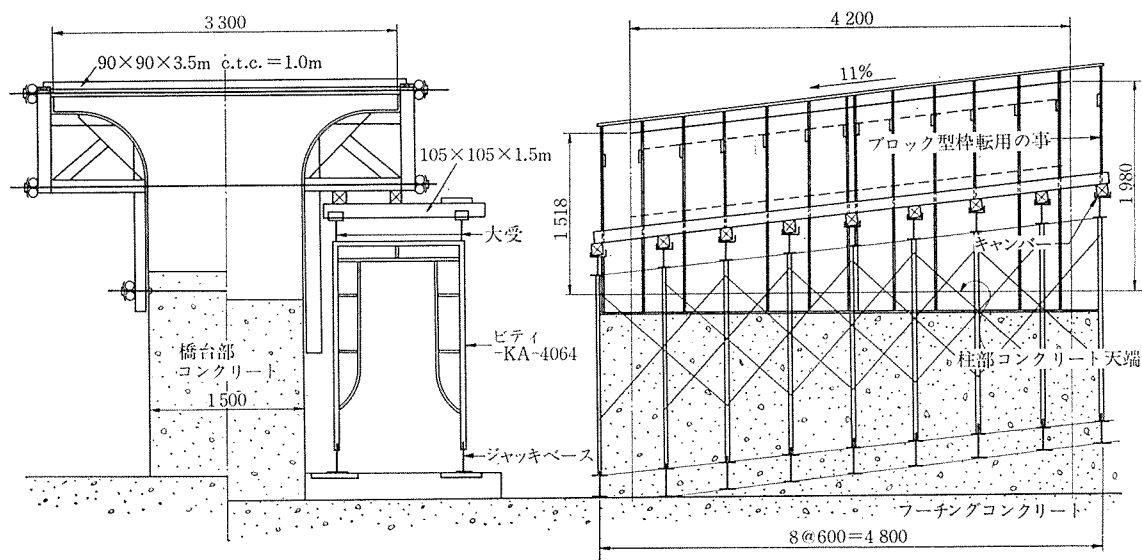


図-10 アプローチ部型枠支保工図

確に測量し、橋台下半分の上に敷いた無収縮モルタル上に据付けて、鉛直鋼棒で固定した。

基準ブロック以外のブロックの架設では、図-9に示すように橋台上に渡した手延式ガーダー2基の上を走行する重量トロ台車に、ブロックを10tチェーンブロック4台で吊り下げ、所定の位置までウインチで引き出し、PCケーブルをそう入し、接着材を塗布して緊張を行った。写真-3にブロックの吊り出し作業を、写真-4に緊張作業の状態をそれぞれ示す。なおグラウト作業は、4ブロック緊張完了後行った。

(6) 型枠工

型枠塗布剤はパネクリートを使用した。型枠支保工は図-8および図-10のとおりである。

(7) コンクリート打設

主桁製作では、コンクリートを生コン車よりバケット(0.5 m³)に移し、門型クレーンにて運搬し、棒状バイ

ブレーター4台を使用して打設した。

橋台およびアプローチ部のコンクリート打設では、ポンプ車とクレーン車を使用した。

5. 工 程

ブロック工法のため、上部工を下部工と同時に施工開始できたので、工程は短縮できた。実施工程は表-2のとおりである。なお、ブロック製作の1サイクルは表-3に示すように6日であった。

6. 品質管理

(1) 鋼 材

ミルシートにより管理を行った。

(2) コンクリート

コンクリートは生コンクリートを使用した。試験練り現場配合とその圧縮強度試験結果を表-4に示す。

表-2 実 施 工 程 表

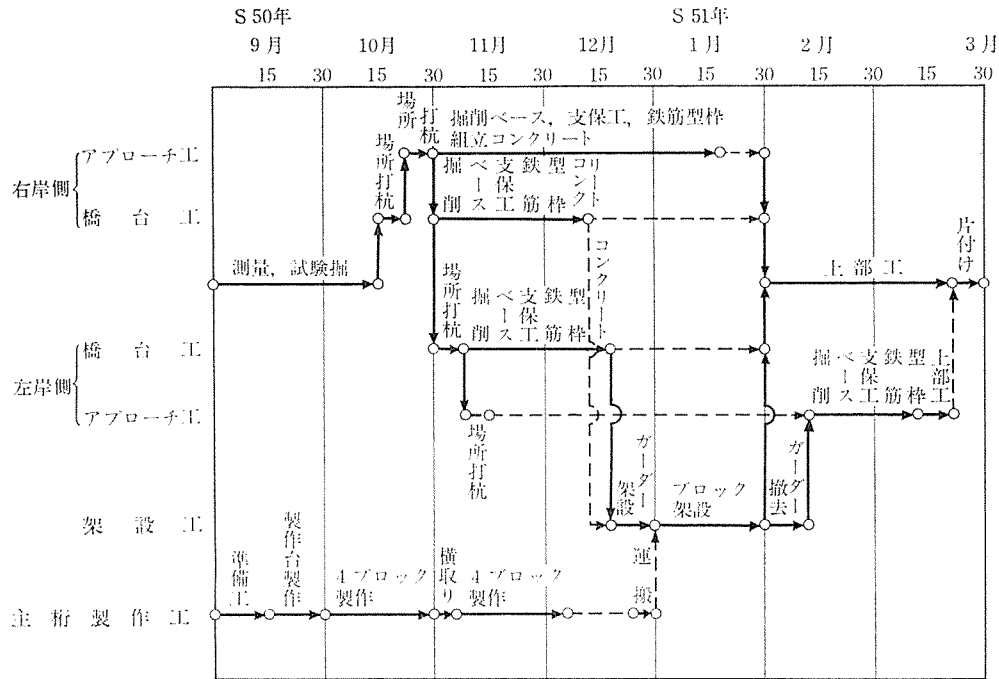


表-3 1 サイクルの工程表

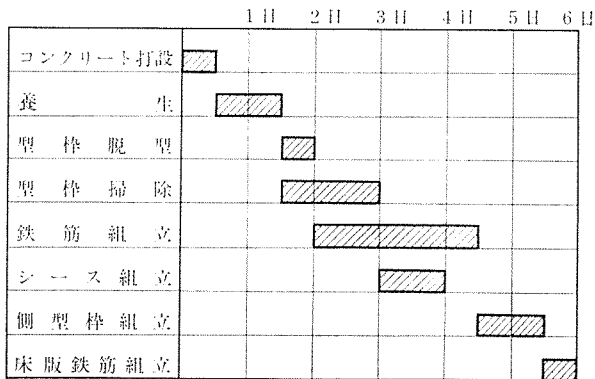
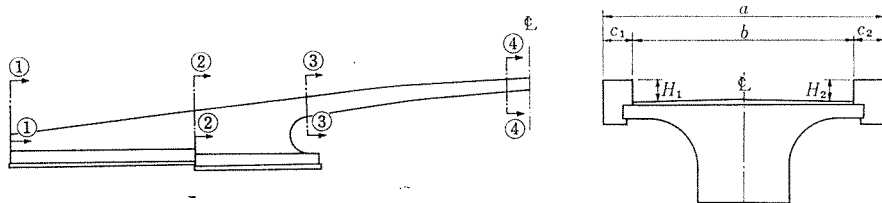


表-4

配 合			粗 骨 材 (kg)			混和材 P#5L (g)
セメント (kg)	水 (kg)	細骨材 (kg)	15 m/m	25 m/m	砕 石	
442	164	627	392	392	335	1105

圧 縮 強 度			
スランプ (cm)	空気量 (%)	σ_4 (kg/cm ²)	σ_7 (kg/cm ²)
8.1	3.9	386	424
		381	427
		388	433
		平均 385	平均 428

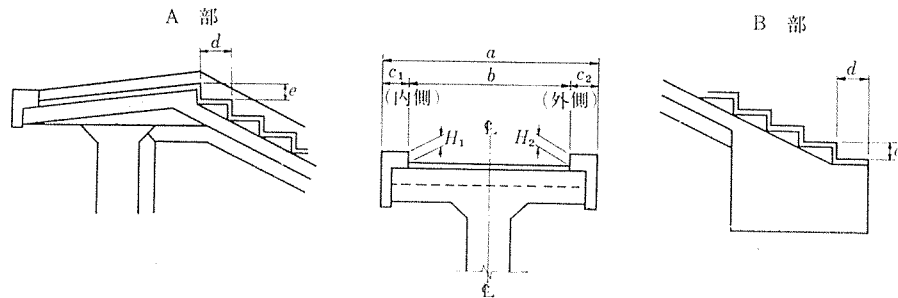
表-5 出来形検測表



	①-①	②-②	③-③	④-④	①'-①'	②'-②'	③'-③'	④'-④'
a 設計	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500
a 実測	3525	3520	3507	3515	3515	3525	3520	3515
b 設計	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
b 実測	3020	3020	3007	3015	3015	3020	3015	3015
c_1 設計	250	250	250	250	250	250	250	250
c_1 実測	255	250	250	250	250	250	255	250
c_2 設計	250	250	250	250	250	250	250	250
c_2 実測	250	250	250	250	250	255	250	250
H_1 設計	100	100	100	100	100	100	100	100
H_1 実測	100	105	100	105	103	100	100	102
H_2 設計	100	100	100	100	100	100	100	100
H_2 実測	105	100	100	105	102	104	100	100

Ⓝ は右岸

表-6 階段部出来形測定表



	右岸側		左岸側			右岸側		左岸側			
	A部	B部	A部	B部		A部	B部	A部	B部		
a	設計	2000	2000	2000	2000	d	設計	290	290	290	290
	実測	2005	2010	2010	2012		実測	290	290	290	290
b	設計	1500	1500	1500	1500	e	設計	150	150	150	150
	実測	1505	1505	1500	1505		実測	154	150	150	150
c ₁	設計	250	250	250	250	H ₁	設計	100	100	100	100
	実測	250	250	260	255		実測	100	100	100	100
c ₂	設計	250	250	250	250	H ₂	設計	100	100	100	100
	実測	252	255	250	252		実測	100	100	100	100

(3) 出来形

出来形の検測結果は表-5 および表-6 に示す。

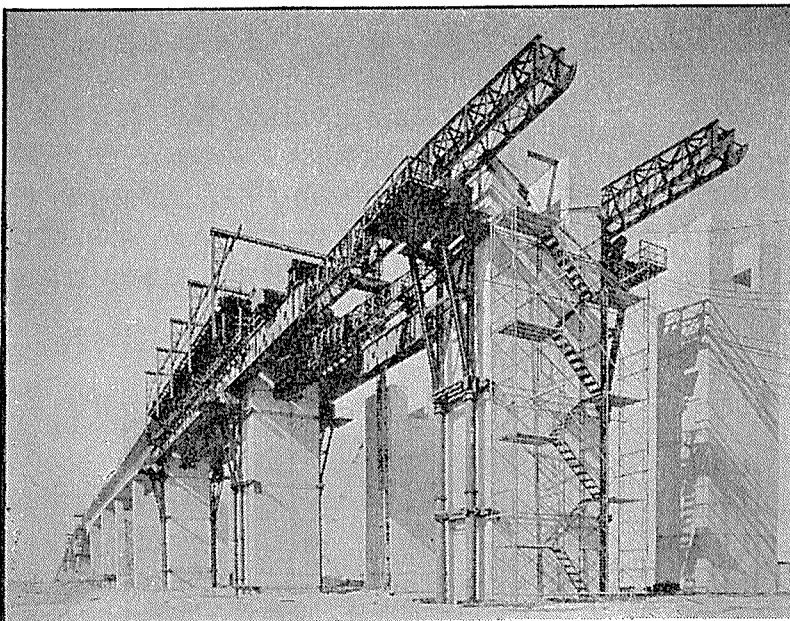
7. あとがき

江野川筋PC歩道橋は、上、下部および付帯工一式工事で約7か月間で無事に完成することができました。今

後PC歩道橋の設計、施工される場合の参考になれば、幸いと存じます。

また、最後になりましたが、本報告書作成にあたって、大阪市土木局立体交差課の皆様方に誌上を借りて、感謝の意を表します。

1976.11.20・受付



PC長大橋梁に
豊富な経験

日本道路公団
浜名バイパス舞阪高架橋

KK オリエンタルコンクリート株式会社

取締役社長 東 善 郎

東京都千代田区五番町 5 番地 TEL (261)1171 (代)