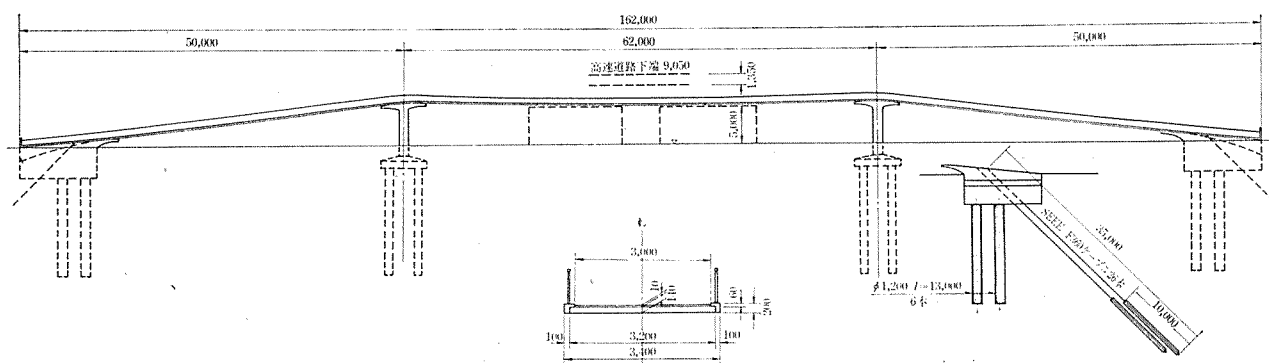




圖一3 吊床版橋案

PCケーブルを固定するアースアンカーの工事費が非常に高くなる。

工事費：4 920 万円（本体部のみ）

3) T型ラーメン橋案 (図-4 参照)

橋長 : 126 m (2 @ 35.0 m + 2 @ 28.0 m)

工事費：2 850 万円（本体部のみ）

以上3案について、美観、設計、工費等の面から総合的に判断し、T型ラーメン橋脚形式を採用することにした。

2. 設 計

本歩道橋の桁高が、支間 35 m に対し 0.5 m と非常に薄くとってあるのは、歩道橋が首都高速道路 5 号線と、都市計画街路補助 201 号線にはさまれており、街路の建築限界をおかさずに、歩道橋の建築限界 2.5 m を確保するためである。

本橋は大きく分けて、次の3つの部分から成り立っている。

- 1) 35.0 m + 35.0 m 2 径間連続ラーメン PC 桁
- 2) 28.0 m + 28.0 m 2 径間連続ラーメン PC 桁
- 3) 6.0 m + 3 @ 8.378 m 4 径間連続ラーメン RC 取付曲線桁 2 連

① 2 径間連続桁は、左右対称のバランスのとれたスパン割とした。これは構造上からも視覚的にもバランスがとれ、安定感を与えている。また、勾配を 10% 程の斜路とし、自然な感じで歩道橋に登り降りできるようにした。

② ループ部斜路は橋脚上で直線部斜路と円カーブ部とを同じ勾配ですりつけ、どの角度から見ても折れ線になるなど不自然な形にならないようにした。

③ 橋脚はV字脚としたが、デザイン的にはV型の下側を細くしぼるなどしてさらにスレンダーな感じを出すようにした。また橋脚は橋の縦断曲線および桁高の関係から比較的低い感じを与えるが、低い橋脚はかえって登りやすく、歩道橋を身近なものと感じさせる心理的効果

がある。

④ 構造物の美観は本体ばかりではなく、アクセサリによっても大きく左右されるので、高欄、照明等の設計にあたっては十分検討し、写真一1, 2 に示すようなものを採用した。



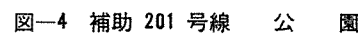
写真—1 高 欄



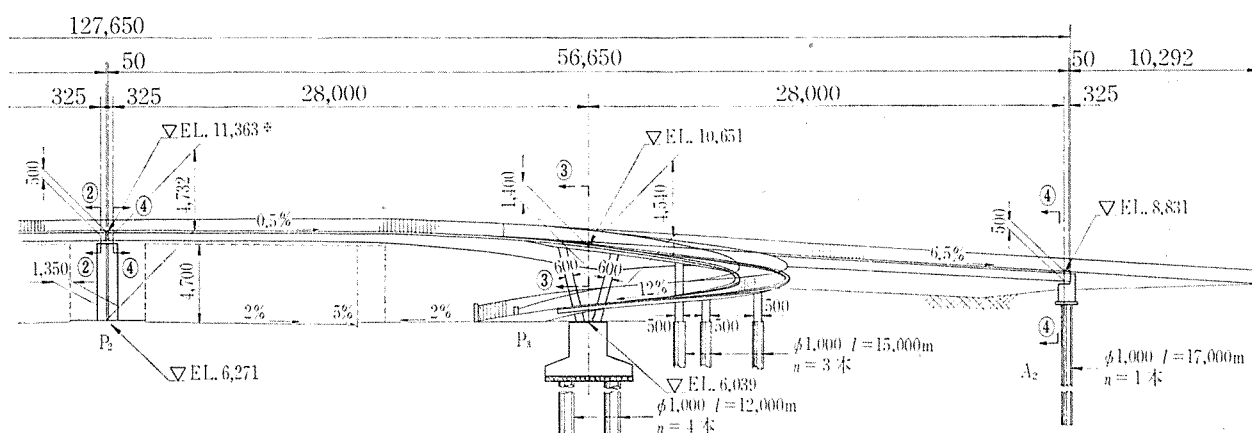
写真—2 照明ポール

(1) 設計条件

設計荷重	群集荷重	=350 kg/cm ²
コンクリート基準圧縮強度	σ_{ck}	=400 kg/cm ²
許容曲げ圧縮応力度	σ_{ca}	=130 kg/cm ²
許容曲げ引張応力度	σ_{cat}	=0 kg/cm ²
(フルプレストressing)		
プレストレス時の圧縮強度		

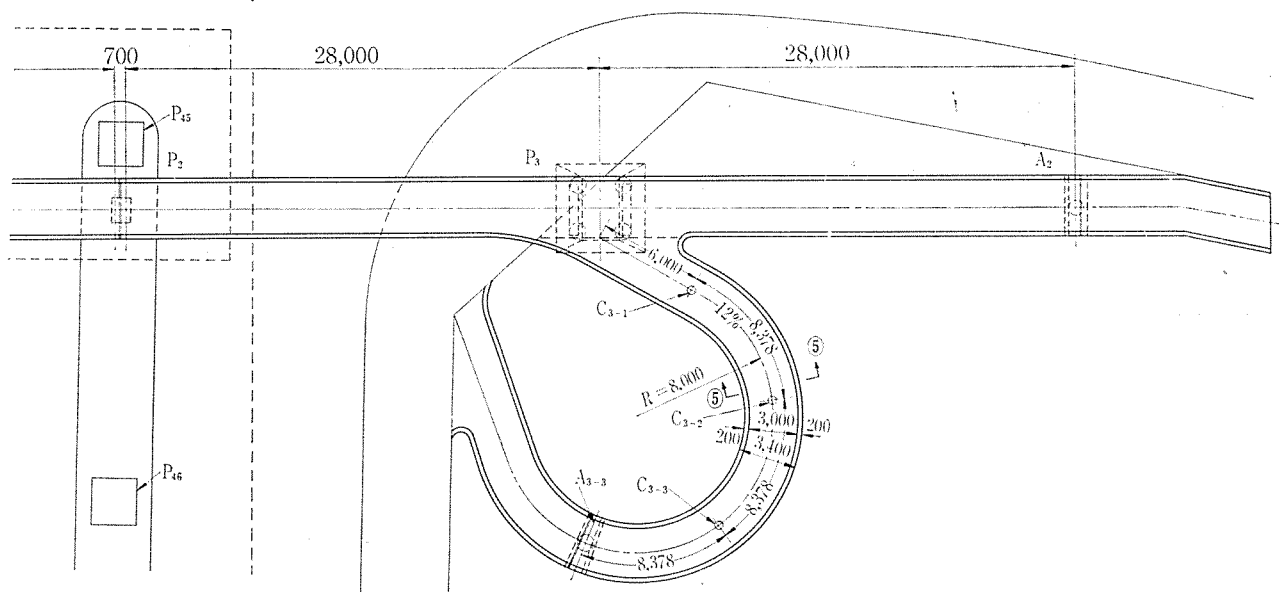


面 図



平面図

※のレベルは主桁コンクリート天端の値である。



材料強度および許容応力度

設計条件	
橋 種	歩 道 橋
構造形式	2 径間連続ラーメンPC 桁(主桁) 2 連 + 4 径間連続ラーメンRC 取付け曲線桁 2 連
橋 長	127.650m (主桁) 31.184m (取付け曲線桁)
桁 長	70.650m 56.650m (主桁) 31.459m × 2 (取付け曲線桁)
支 間	35.0m + 35.0m, 28.0m + 28.0m (主桁) 6.0m + 3 × 8.378m (取付け曲線桁)
幅 員	3,000m 全幅 3,400m
荷 重	群集荷重 350kg/m ²
安 全 度	$M_s \geq 1.3M_d + 2.5M_i$ または $M_s \geq 1.75(M_d + M_i)$

使用材料

コンクリート	桁	286 m ³
	脚	220 "
鉄 筋	桁	36.6 t (128 kg/m ³)
	脚	27.6 t (125 kg/m ³)
P C 鋼 線		10.2 t (47 kg/m ³)

歩 道 橋 一 般 図

主 コン クリ ト	設計基準強度	$\sigma_{ck} = 400 \text{ kg/cm}^2$
	プレストレスを与える時の圧縮強度	$\sigma_{ct} = 350 "$
	許容曲げ圧縮応力度	部材圧縮縁 $\sigma_{ca} = 130 "$
		部材引張縁 $\sigma_{cat} = 170 "$
	許容曲げ引張応力度	部材圧縮縁 $\sigma_{ca} = 0 "$
		部材引張縁 $\sigma_{ca} = 0 "$
	許容斜引張応力度	設計荷重時 $\sigma_{1d} = 9 "$
		破壊安全度時 $\sigma_{1d} = 20 "$
	許容支圧応力度	$\sigma_{ba} = 110 "$
	取付け曲線桁上部工コンクリートの設計基準強度	$\sigma_{ck} = 300 "$
P C 鋼 材	下部工コンクリートの設計基準強度	$\sigma_{ck} = 240 "$
	場所打ちコンクリートの設計基準強度	$\sigma_{ck} = 180 "$
	粗骨材の最大寸法	25mm
	クリープ係数	$\phi \approx 2.0$
	乾燥収縮度	$\epsilon = 15 \times 10^{-6}$
	PC 鋼線 $\phi 7$	
	引張強度	$\sigma_{pu} = 165 \text{ kg/mm}^2$
	降伏点応力度	$\sigma_{py} = 145 "$
	許容引張応力度	設計荷重時 $0.6\sigma_{pu} = 99 "$
		緊張作業時 $0.9\sigma_{py} = 130 "$
鉄 筋	初引張応力度	
	有効引張応力度	
	レラクセーション	0.5%
鉄 筋	許容引張応力度	SD 30 $\sigma_{sa} = 1,800 / \text{cm}^2$
		SR 24 $\sigma_{sa} = 1,400 / \text{cm}^2$

$$\sigma_{ct}=270 \text{ kg/cm}^2$$

PC鋼材 (フレシネー 12φ7 ケーブル)

$$A_p=462 \text{ mm}^2/\text{ケーブル}$$

引張強度 $\sigma_{pu}=165 \text{ kg/mm}^2$

$$P_u=76.2 \text{ t}$$

限伏点強度 $\sigma_{py}=145 \text{ kg/mm}^2$

$$P_y=67.2 \text{ t}$$

許容引張応力度

設計荷重時 $0.6 \sigma_{pu}=99 \text{ kg/mm}^2$

プレストレス中 $0.9 \sigma_{py}=130 \text{ kg/mm}^2$

プレストレス直後 $0.7 \sigma_{pu}=116 \text{ kg/mm}^2$

鉄筋 SD 30 $\sigma_{sa}=1800 \text{ kg/cm}^2$

(2) 上部構造の設計

本橋は、中央にV型の橋脚を持つ構造であるために構造系全体では、図-5に示すような5次の不静定構造物である。設計にあたっては、まず3次の不静定構造物であるV型橋脚について図-6に示すように単位荷重による橋脚の挙動を検討し、単位モーメントに対してV型橋脚と同じたわみ角を与え、普通の橋脚に置き換え、上部構造として図-7に示すような2次の不静定構造物として設計した。

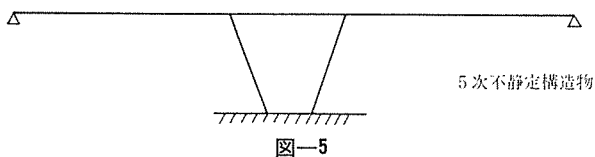


図-5

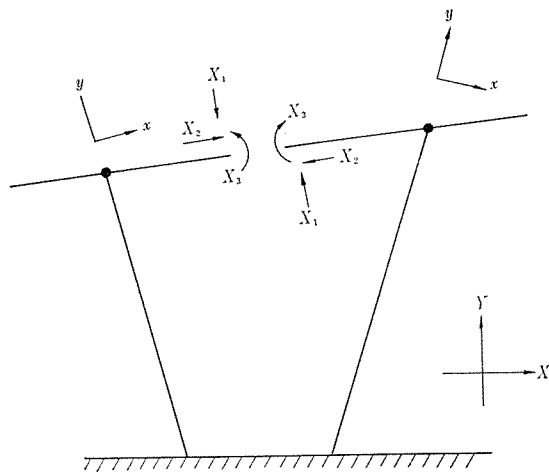


図-6



図-7

a) 曲げモーメントの計算

曲げモーメントの算出にあたっては、単位荷重による桁自身のたわみはもちろんのこと、橋脚の剛性をも合せた弾性方程式をたて、そ

れより求められた不静定反力から格点の曲げモーメントを算出した。集計表と曲げモーメント図は表-1、図-8~11に示す。

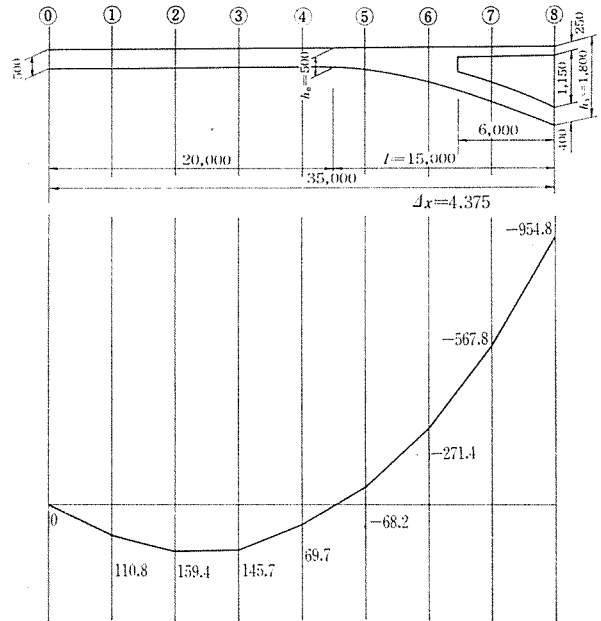


図-8 桁自重モーメント図

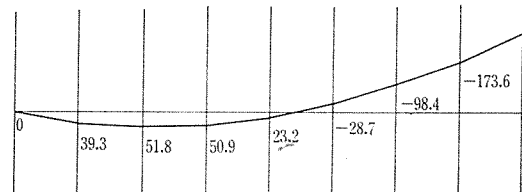


図-9 活荷重モーメント図

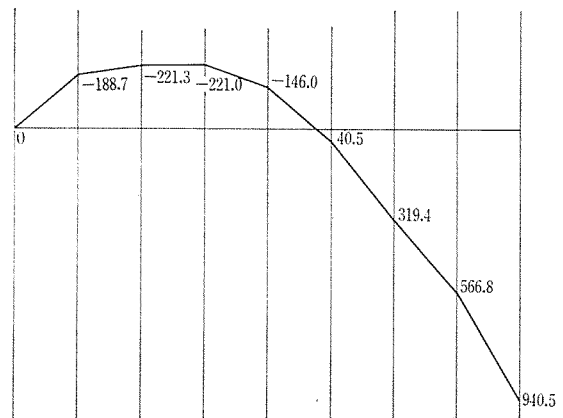


図-10 プレストレスによるモーメント

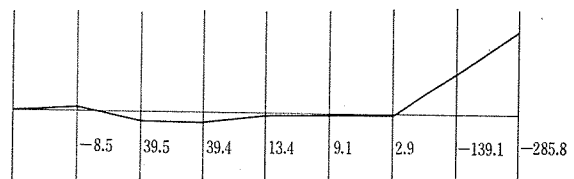


図-11 合計（荷重+プレストレス）

表-1 曲げモーメント集計表

SEL	プレストレス		プレストレス	自 重	静 荷 重	ク リ ー プ		活 荷 重	
	軸 力	曲げモーメント						最 大	最 小
	N_p (t)	M_p (t-m)	2 次 モーメント	Md_1	Md_2	自 重	プレストレス	ML_{max}	ML_{min}
0	—	0	0	0	0	0	0	0	0
1	981.7	-188.7	19.3	110.8	15.4	0.4	-5.0	39.3	-0.4
2	1190.0	-221.3	38.6	159.4	20.2	0.9	-10.1	51.8	-0.9
3	1188.8	-221.0	57.9	145.7	10.7	1.3	-15.1	50.9	-1.3
4	912.4	-146.8	77.2	69.7	8.5	1.8	-20.2	23.2	-1.8
5	543.9	40.5	96.5	-68.2	-8.0	2.2	-25.2	6.0	-28.7
6	1357.5	319.4	115.8	-271.4	-35.0	2.7	-30.2	1.4	-98.4
7	1369.0	566.8	135.1	-567.8	-67.4	3.1	-35.3	0.3	-173.6
8	1376.0	940.5	154.4	-954.8	-110.4	3.6	-40.3	0.0	-278.8

表-2 たわみの集計表

	桁 自 重	静 荷 重	群 集 荷 重	プレストレス	プレストレス による2次モ ーメント	鋼材応力の減 少	合 計
0	0			0		0	0
1	60.2	8.5	21.3	-102.4	35.2	-0.5	24.1
2	98.2	13.8	34.5	-169.3	66.0	-3.0	40.2
3	103.8	14.6	36.7	-188.9	88.5	-9.3	45.4
4	79.8	11.3	28.3	-162.9	98.3	-18.6	36.1
5	42.5	6.2	15.5	-108.8	91.5	-26.6	20.3
6	14.8	2.4	5.9	-58.1	67.6	-30.2	2.4
7	2.2	0.6	1.4	-23.6	35.3	-28.2	-12.3
8	0	0	0	0	0	0	0

b) たわみの検討 集計表とたわみ図は 表-2, 図-12~15) に示す。

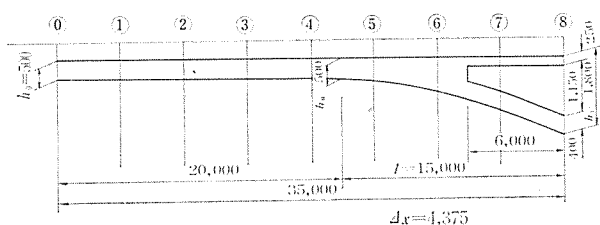


図-12 桁自重によるたわみ

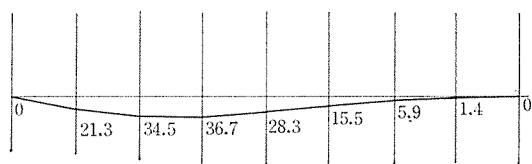


図-13 活荷重によるたわみ

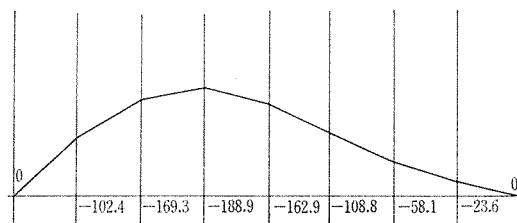


図-14 プレストレスによるたわみ

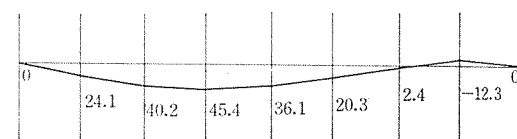


図-15 合計たわみ

c) その他の検討 説明は省略するが次のことを検討した。

- 1) 曲げ応力度の検討
 - 2) 曲げ破壊安全度の検討
 - 3) せん断応力度の検討
 - 4) 破壊荷重時のせん断力の検討
 - 5) 地震時および支点沈下の検討
- (3) 取付曲線桁の設計

取付部は鉄筋コンクリートの曲線桁であるが、応力解析は変形法 (Displacement Method) により、立体解析を行った。解析するにあたって 図-16 に示すようなモデルを仮定し、節点は桁上で 41 個設け、柱部を合せて 44 個とした。

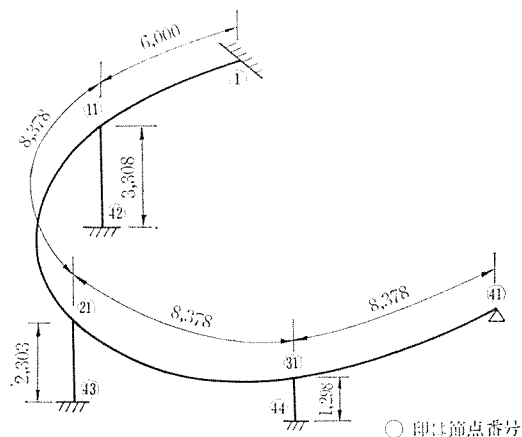


図-16 取付曲線桁モデル図

(4) V 型橋脚の設計

V 橋脚の設計については前述のように、3 次不静定構造物として設計している。地震時の検討については、死荷重の他に活荷重 100 kg/m^2 を満載する。また取付曲線桁が受ける地震時水平力はすべて V 型橋脚で抵抗できるようにする。

a) 橋軸方向の検討 検討する地震時水平力の方向は 図-17 のとおりとする。B 点の断面力は

$$M=133.9 \text{ tm}$$

$$N=99.2 \text{ t} \quad \text{となり、}$$

$$\sigma_c=79 \text{ kg/cm}^2 < 150 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_s=1990 \text{ kg/cm}^2 < 2700 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{となり十分安全である。}$$

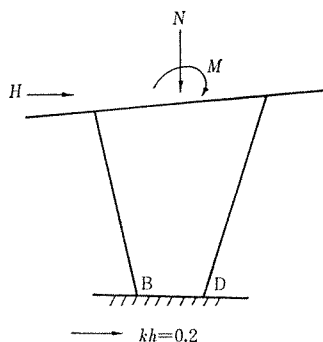


図-17

b) 橋軸直角方向の検討 前述のように取付桁の地震時水平力はすべて V 型橋脚でとらせる。

橋脚下端の断面力は

$$N=278.3 \text{ t}$$

$$H=75.2 \text{ t}$$

$$M=256.8 \text{ tm} \quad \text{となり、応力度を計算すると}$$

$$\sigma_c=22 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{また} \quad \ominus 6.5 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_s=1300 \text{ kg/cm}^2 < 2700 \text{ kg/cm}^2$$

となり安全である。

(5) 基礎構造の設計

杭の支持力の検討は地震時について行った。杭は場所打コンクリート杭 ($\phi 1.000 \text{ m}$, $l=14.500 \text{ m}$) で配置は 図-18 に示す。

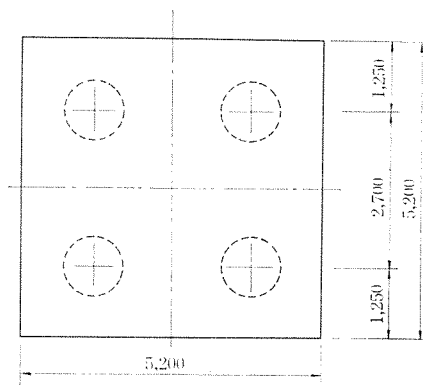


図-18 杭配置図

a) 地震時 杭頭の断面力 $N=351.7 \text{ t}$, $H=104.9 \text{ t}$, $M=439.3 \text{ tm}$ 杭 1 本に作用する応力は

$$V=169.3 \text{ t or } 6.6 \text{ t}$$

$$H=26.2 \text{ t}$$

b) 杭の許容支持力 杭の許容支持力はマイヤーホッフの式の周面摩擦の項を無視して求めた。許容支持力 $R_a=340 \text{ t}$

杭の軸方向押込力最大 $169.3 \text{ t} < R_a=340 \text{ t}$ となり十分安全である。

3. 施 工

構造形式

基礎工：ベノト杭 $\phi 1.000 \text{ m}$ 18 本

下部工：V 型橋脚 2 基、丸柱 6 基、橋台 4 基

上部工：35+35 m 2 径間連続ラーメン PC 桁
28+28 m

6 m+3 @ 8.738, 4 径間連続ラーメン RC

曲線桁

高 欄：アルミ高欄

舗 装：樹脂カラー舗装

(1) 施 工

施工は街路補助 201 号線が未使用のため、オールステージングの現場打ちが可能である。また所要プレストレス量および定着箇所の関係から施工を 図-19 のように 2 回に分割して行なった。以下作業内容について述べる。

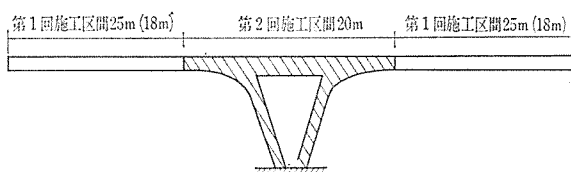


図-19 施 工 順 序

a) 支保工 支保工はビティわくを用いて組立てたが、公園内の表土が腐食土のため碎石を敷き、不等沈下を起さないように、確認のため載荷試験を行い安全を期した。

b) 型わく コンクリート構造物の美観は、コンクリート肌のできふできに大きく左右されるので、本施工ではもっとも型わくについて気をつかったのであるが、種々検討の結果、鋼製型わく（一部曲線部のみ木製型わく）の上に全面的にビニールテープ（幅 15 cm）を橋軸方向に貼付け、トロもれによる砂しみを防止し、コンクリートの表面に光沢性をだすようにした。結果は、予想以上のできで満足すべきものであった。

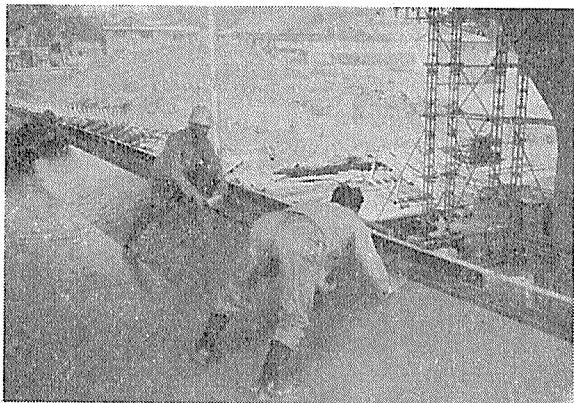


写真-3 テープ貼付け作業

c) 鉄筋、シース組み 型わくにビニールテープを貼付けているため電気溶接器を使用することができないので結束線により結束を密にしてコンクリート打設時に鉄筋、シースのさがりを防止した。

d) コンクリート打設、プレストレッシング コンクリート打設は公園内に生コン車および重機が入れない

ため作業の能率を考えてブーム付ポンプ車で打設を行ない、コンクリートが 350 kg/cm^2 に達した後にプレストレスを与えた。

e) 高 欄 歩道橋においては前述のように高欄が美観を大きく左右するものであり、本歩道橋の高欄にはアルミ製で従来の高欄のように何m間隔かに太い支柱を有する物でなく、写真-1 のように連続的な細いバラストで構成された高欄を用いて美観を重んじた。施工上は高欄のとおり気を使ったが、比較的容易に精度よく施工することができたが、曲線部および曲線部と直線部の取付けの小さなR部において施工が困難であった。また地覆のコンクリート打設および仕上げは、20 cm ピッチに配置されたバラストが作業の邪魔となり非常に時間と手間を要した。

f) 舗 装 多色のデザインをほどこした樹脂系の舗装（舗装厚 1 cm）を行う予定で、公園歩道橋にふさわしい楽しい絵、デザインとすることを考えているが、今後ともこのような特殊な例に限らず、大いに試みられてよいことと思う。

ま と め

本歩道橋はきわめて立地条件に恵まれて、理想的な設計、施工ができたと自負しているのであるが、今後とも与えられた条件を十分に生かして、環境に十分マッチし、しかも地域のモニユメント的役割をも果し、人間本位の歩道橋が数多く建設されるべきではないかと思う。

なお、本歩道橋の設計、施工に際しては建設省、東京都関連街路課の深い御理解と御指導により、建設できたことを心から感謝する次第です。

参 考 文 献

- 1) 椎：東京都赤塚公園歩道橋，道路，1973 年 10 月
- 2) 椎，野呂：赤塚公園歩道橋の設計について，首都公団技報第 5 号
- 3) 藤田：赤塚公園歩道橋の施工について，首都公団技報第 6 号

1974.1.16・受付