

## 地下鉄東西線・東陽町～西船橋間の P C 桁高架橋

渡 辺 時 男\*

### 1. ま え が き

西は中央線中野駅から三鷹、荻窪駅に乗り入れ、都心の大手町、日本橋をとおり、東は陸の孤島といわれた江東区東陽町まで、延長 16 km を営業していた地下鉄東西線は、44 年 3 月 29 日、総武線西船橋駅までその路線の延伸 (15 km) 工事を完了して開通した。なお、西船橋までの開通を機に、東西線は総武線津田沼まで乗入れることになった。これにより東西線は、国鉄お茶の水駅を通る中央線～総武線のバイパス線となり、その混雑を緩和するとともに、都心を東西に貫通する通勤幹線としての使命を果すことになった。

この路線の延伸部分は、東陽町から 1.2 km が地下トンネルであり、このトンネルは、運河の埋立地を利用して高架線となる、荒川放水路を新葛西橋の下流 600 m の地点で渡り、江戸川区を通過して、浦安町の町中を横断する。次に、市川市行徳地区を通過し、行徳橋下流 1.5 km の地点で江戸川放水路を渡り、船橋市に入る。総武線西船橋駅の手前で高架線から地平線に移り、ここで総武線に乗り入れることになる (図-1)。

この延伸区間 15 km には江東区南砂町に砂町駅、江戸川区に葛西駅、浦安町に浦安駅、市川市に行徳駅、船橋市に原木中山駅、西船橋駅計 6 駅を設け、日本橋駅～西船橋駅間を 20 分で運転する。

### 2. 路線経過地の地質と高架橋の構造

高架線の経過地は旧利根川の三角洲で、その地表は平坦であるが、その下層は東京層である。この東京層は上面がなだらかに傾斜している地域と、洪積世時代の河筋で東京層が谷となっている地域とが、入り組んでいる。またこの東京層の堅さは  $N$  値で 20 から

\* 帝都高速度交通営団

50 までばらついており、一様ではない (図-2)。

したがって、基礎ぐいが東京層に達していても、その上面が急傾斜であったり組成がゆるい場合もあるので、基礎が不等沈下することも想定された。地震を考慮すると、上部はラーメン構造、あるいは連続桁構造が望ましいが、上記地質の不安定さから一部の地域を除き、単純ばり、あるいはゲルバー構造とした。しかし地震に対しては水平震度を 0.3 にとり、その安全性を確保した。

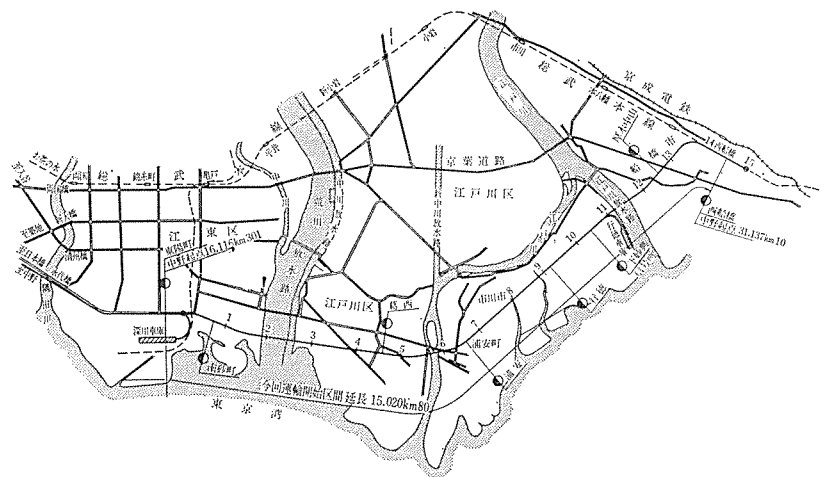
### 3. 計画と調査

交通営団は、トンネルの建設を主としているので、その工事から大量の土が発生する。したがって、今回の地上線を築堤盛土とする考え方もあったが、これは次のような点から不適当とされた。

1) 沿線はこれから都市化される所で、現在ある道路はもちろん計画道路との交差はすべて立体交差する必要があり、鉄道の盛土高さは 6 m 近くなる。したがって、高さ 6 m の土が載荷された場合、この沖積層の地盤支持力と、地盤沈下の点が問題となり、サンドドレーンあるいは、コンポーザーを使用することが必要で、工期的にも費用の面からも問題がある。

2) 盛土ののり勾配を 1 割 5 分とすると、複線高架橋

図-1 位置平面図





の用地幅 10 m に対し 3 倍の土地を必要とする。

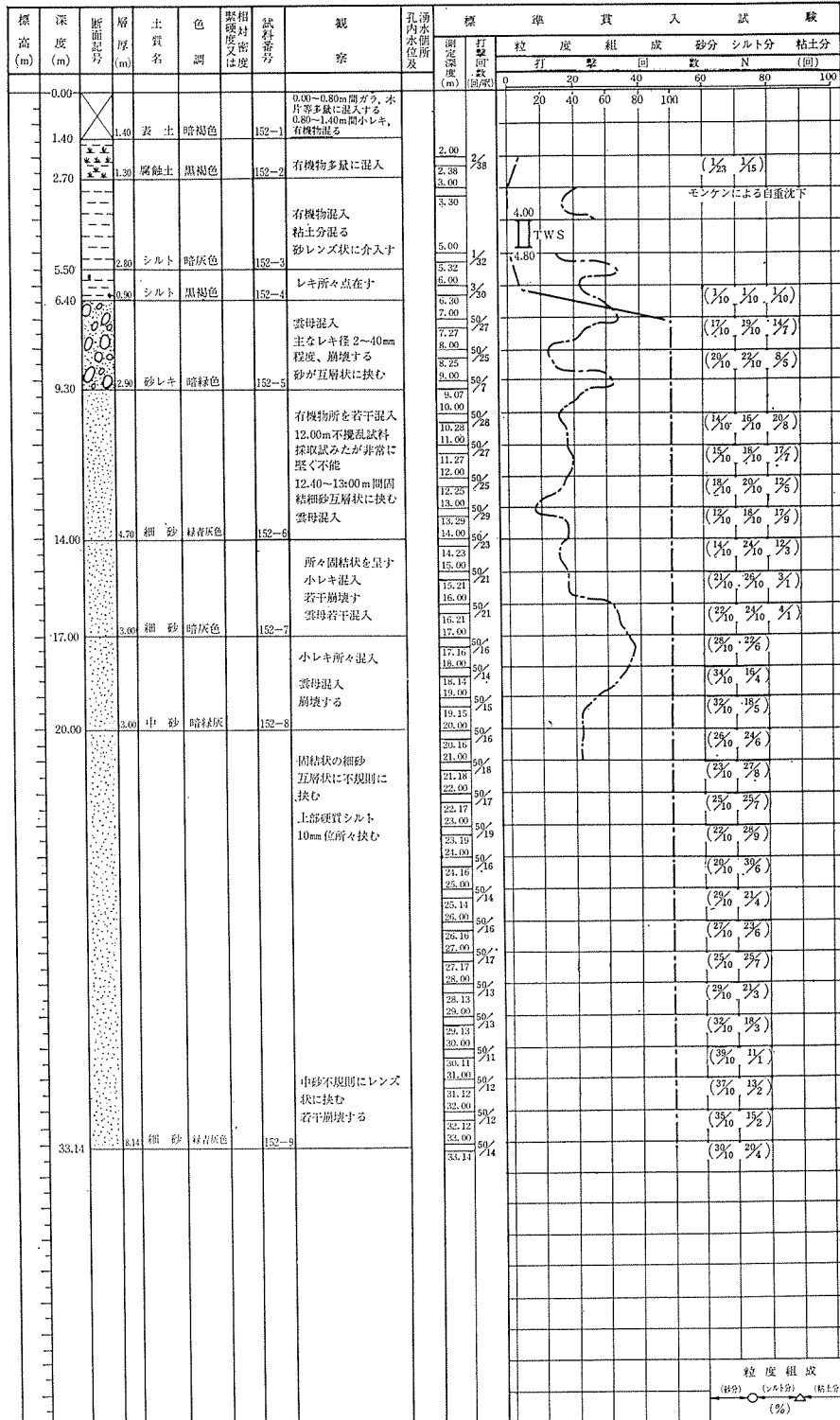
3) 築堤は土地を左右に分断し、都市化される地域を通過するのには不適當である。

以上のことから、支持くいなどの基礎工を施工しないトンネル部分から高架線になる 60 m の区間は摩擦くい形式の高架橋とし、その他はすべて支持くいを基礎とする高架橋とした。摩擦くい形式の高架橋は、トンネル部

分の沈下を見込み、支持くい式高架橋との間の高さの差を調整できる構造とした。支持くい式高架橋の構造を鉄筋コンクリートのスラブ ビームのラーメン構造とするか、PC 桁構造とするかについては次のごとき設計比較を行なった。

PC 桁は駅部および駅間をとわず、標準支間 25 m の複線 4 主桁構造とし、ラーメン高架橋は 3 径間連続ラーメン高架橋 (支間 6 m) として設計し比較した。設計に使用した諸条件は次のとおりである。

図-2 (b) 地質柱状図



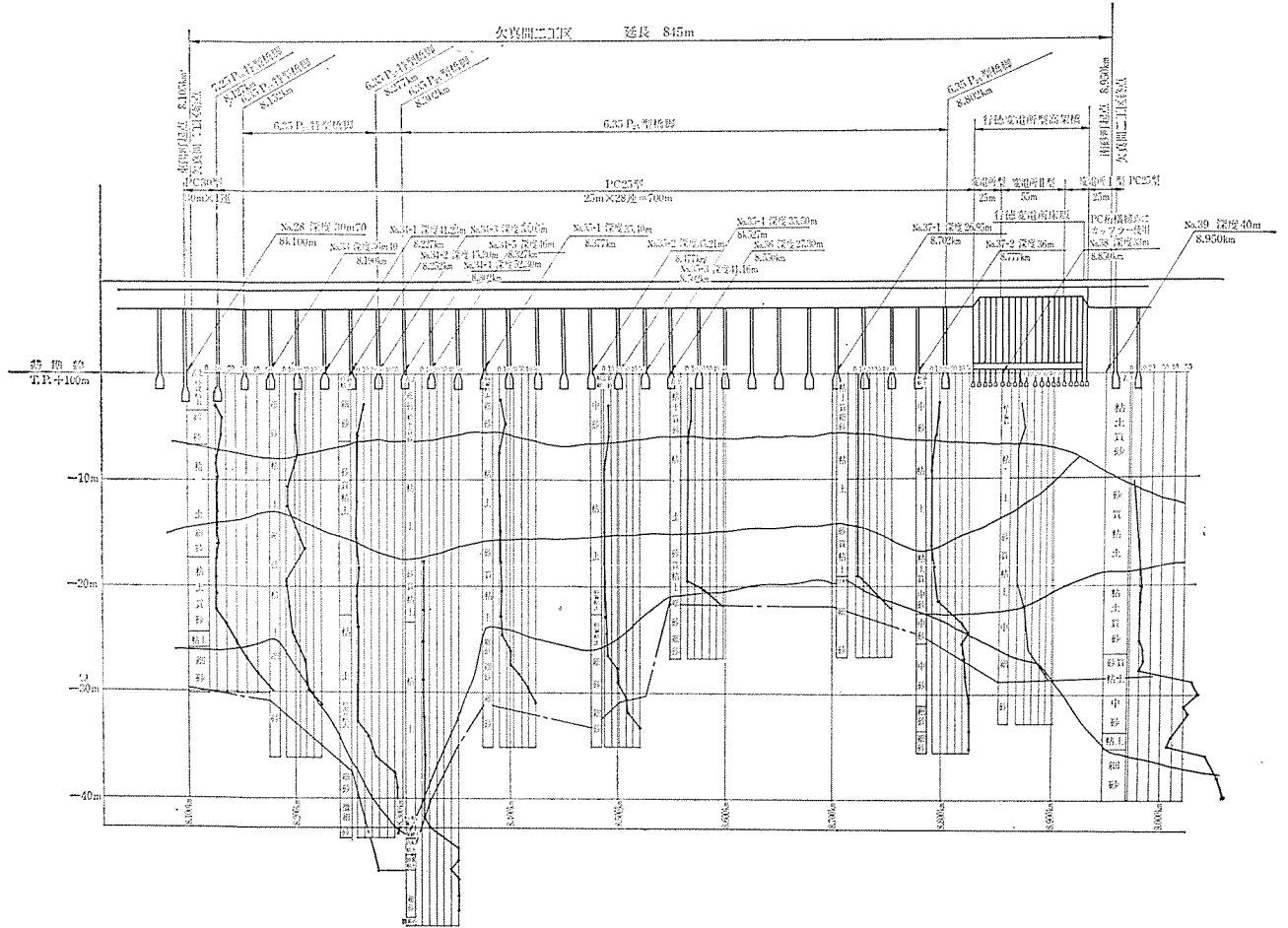
- ① 設計荷重
  - a) 活荷重：軸重は 16 t の 20 m の車両を連結する。その配列は図-3のごとくである。
  - b) 縦荷重：活荷重の 10%
  - c) 横荷重：1 軸重の 25%
  - d) 温度荷重：±15 deg
  - e) 地震荷重：水平震度  $K_H=0.3$  垂直震度  $K_V=0.1$
  - f) 遠心荷重：12%
  - g) 乾燥収縮：温度変化に換算し -15 deg

- ② PC 桁の設計条件
  - 橋 長：25 m
  - 桁 長：24.96 m
  - 支 間：24.2 m
  - 衝撃係数：0.357
  - 国鉄土木構造物の設計基準による。

破壊の安全度：  
 1.3(死荷重)+2.5(活荷重)  
 1.75(死荷重+活荷重)

材料強度：  
 コンクリート (主桁)  
 設計基準強度  
 $\sigma_{ck} = 400 \text{ kg/cm}^2$   
 許容曲げ圧縮応力度  
 部材圧縮縁  
 $\sigma_{ca} = 130 \text{ kg/cm}^2$   
 部材引張縁  
 $\sigma_{cat} = 170 \text{ kg/cm}^2$   
 許容曲げ引張応力度  
 部材圧縮縁  
 $\sigma_{cat} = -15 \text{ kg/cm}^2$   
 部材引張縁  
 $\sigma_{ca} = +3 \text{ kg/cm}^2$

図-2(c) 地質柱状図



許容斜め引張応力度

設計荷重時  $\sigma_{2a} = 9 \text{ kg/cm}^2$

破壊荷重時  $\sigma_{1a}' = 20 \text{ kg/cm}^2$

許容支圧応力度

$\sigma_c = 110 \text{ kg/cm}^2$

プレストレス導入時の圧縮強度 (主桁)

$\sigma_u = 350 \text{ kg/cm}^2$

コンクリート (桁間)

設計基準強度  $\sigma_{ck} = 300 \text{ kg/cm}^2$

許容曲げ圧縮応力度  $\sigma_{ca} = 100 \text{ kg/cm}^2$

プレストレス導入時の圧縮強度 (横桁床版)

$\sigma_{ci} = 250 \text{ kg/cm}^2$

P C 鋼材

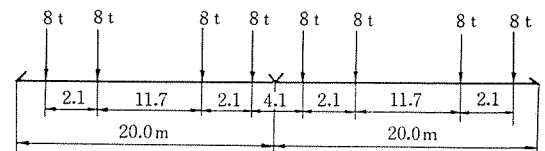
	PC鋼線 $\phi 7 \text{ mm}$	PC鋼棒 SBPC 3種 $\phi 24 \text{ mm}$
引張強度	$\sigma_{ru} = 155.0 \text{ kg/cm}^2$	$\sigma_{ru} = 110.0 \text{ kg/cm}^2$
降伏点応力度	$\sigma_{py} = 135.0 \text{ "}$	$\sigma_{py} = 95.0 \text{ "}$
許容引張応力度		
設計荷重時	$\sigma_{pa} = 93.0 \text{ "}$	$\sigma_{pa} = 66.0 \text{ "}$
緊張作業時	$\sigma_{pai} = 121.5 \text{ "}$	$\sigma_{pai} = 85.5 \text{ "}$
有効引張応力度	$\sigma_{pi} = 73.36 \text{ "}$	$\sigma_{pi} = 63.0 \text{ "}$

③ 鉄筋コンクリートスラブビーム橋

支間 6m の 3 径間連続ラーメン高架橋 (実桁部 3 m)

材料強度

図-3 活荷重



コンクリート

設計基準強度  $\sigma_{ck} = \sigma_{28} = 210 \text{ kg/cm}^2$

許容曲げ圧縮応力度  $70 \text{ kg/cm}^2$

許容せん断応力度

腹鉄筋のある場合  $180 \text{ kg/cm}^2$

腹鉄筋のない場合 版  $9.0 \text{ kg/cm}^2$

はり  $6.5 \text{ kg/cm}^2$

許容付着力応力度  $14.0 \text{ kg/cm}^2$

鉄筋 (SD 30)

SD 30-許容圧縮および引張応力度  $1600 \text{ kg/cm}^2$

SR 24-許容圧縮および引張応力度  $1400 \text{ kg/cm}^2$

以上の条件のもとに設計した結果 図-4, 5 のような寸法の構造物となった。この構造物の支持ぐいの長さをもとに 30 m とした場合、それぞれの建設費を計算すると、次のようになった。

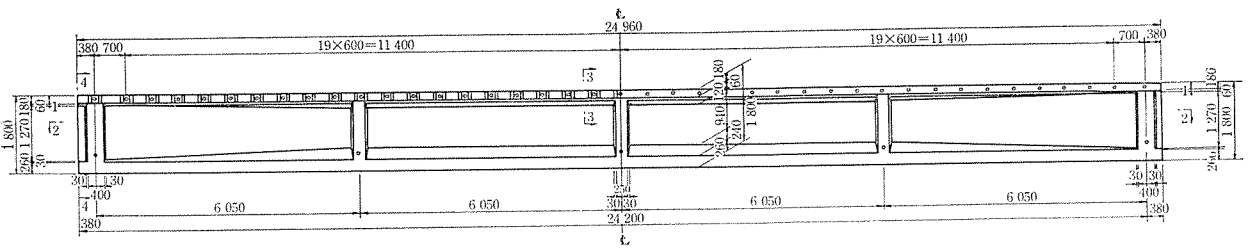
報 告

- 1) PC桁高架橋（橋長 25 m の桁と橋脚1基分）の建設費
- a) 遠心力鉄筋コンクリート杭φ500(支持力 60 t)  
30 m もの 24本×205 500 円=4 932 000 円
- b) 橋脚鉄筋コンクリート（1基分）  
鉄筋コンクリート  
100 m<sup>3</sup>×18 350 円=1 835 000 円
- c) PC桁2線4主桁

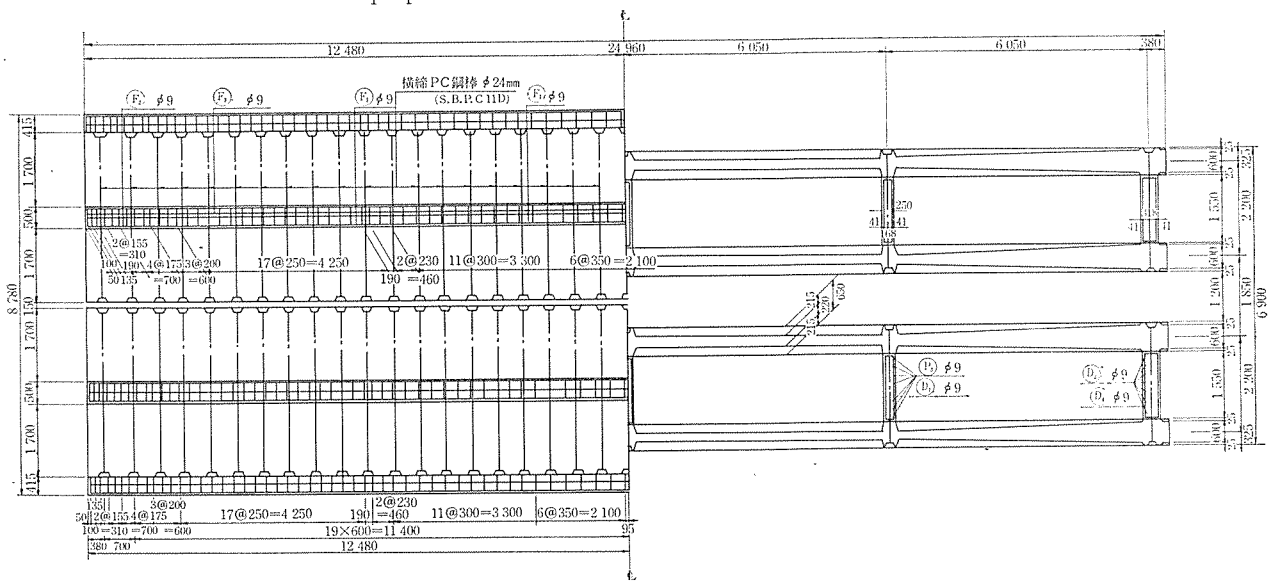
- PCコンクリート  
104 m<sup>3</sup>×56 700 円=5 896 800 円
- d) 橋脚根掘り 83 m<sup>3</sup>× 2 200 円= 183 600 円
- 合計 12 847 400 円
- 橋梁 1 m あたり 12 847 400 ÷ 25 m=513 900 円
- 2) 鉄筋コンクリートスラブビーム高架橋（延長 24 m）
- a) ベノト杭（支持力 -227 t）

図-4 一般構造図

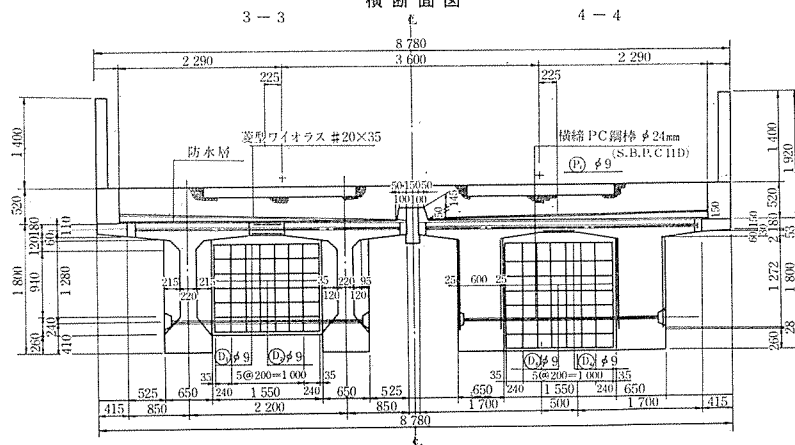
側面図



平面図



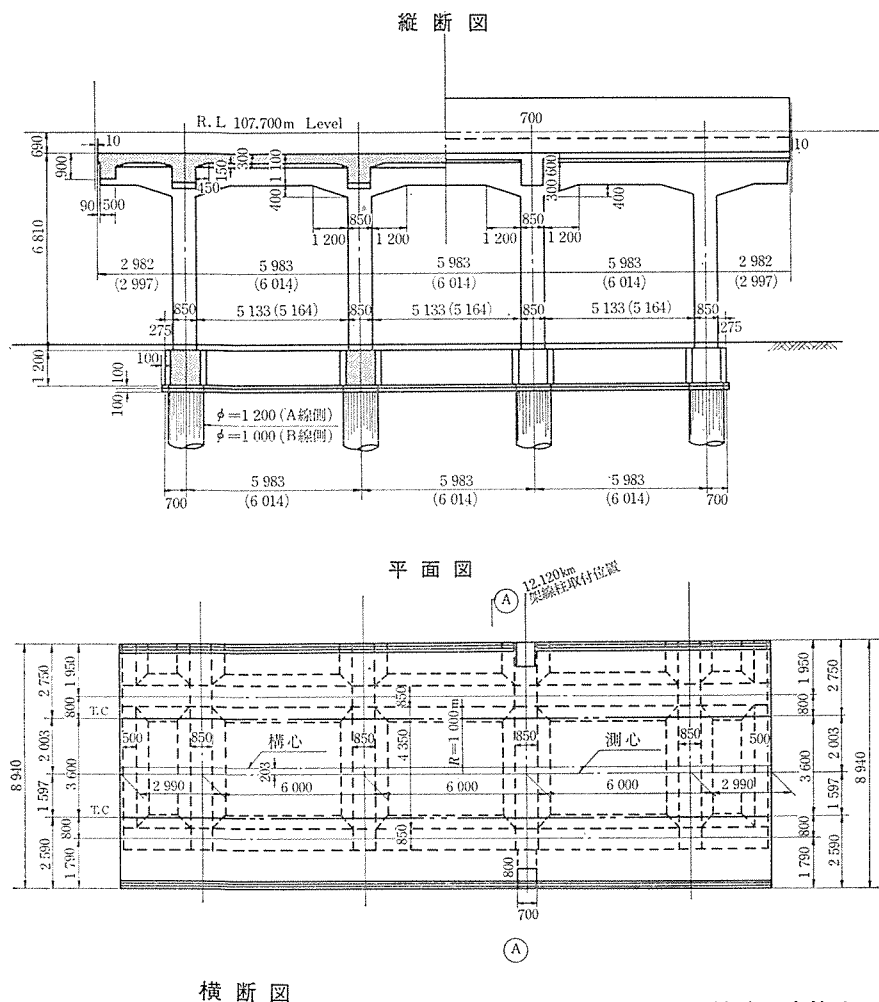
横断面図



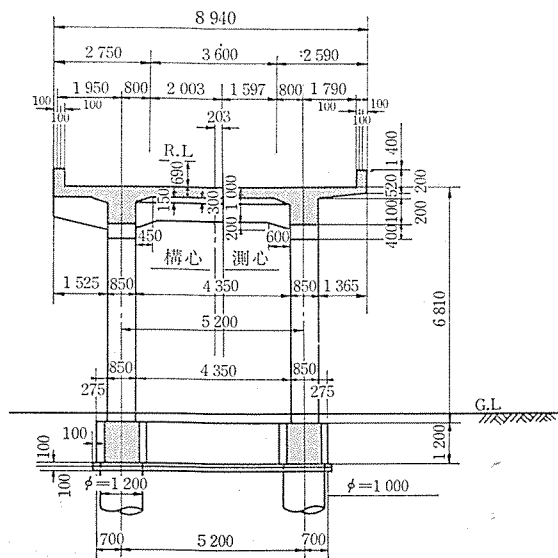
- 30 m もの 8 本×648 000 円 = 5 184 000 円
- b) 鉄筋コンクリート  
鉄筋コンクリート  
216 m<sup>3</sup>×23 800 円 = 5 140 800 円
- c) 根 掘 り

- 97 m<sup>3</sup>× 2 200 円 = 213 400 円
- 合 計 10 538 200 円
- 橋梁 1 m あたり 10 538 200 ÷ 24 m = 439 000 円
- P C 桁と鉄筋コンクリートラーメン高架橋の 1 m あたり建設費の差は 94 900 円であるが、ラーメン高架橋

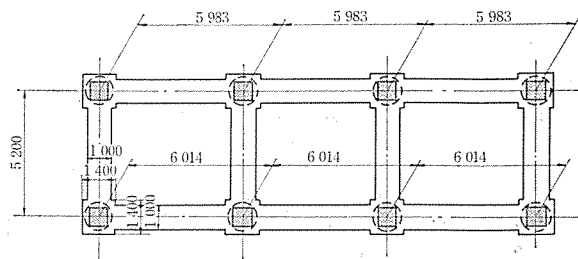
図-5 ラーメン高架橋



横断面図



基礎伏図



のためラーメン高架橋の建設費は増加する。

以上の考慮のもとに、今回建設工事のA区間（P C 桁の工区）延長 835 m と B 区間（ラーメン橋工区）延長 1 071 m とを比較すると次のようになった。

A 区間（延長 835 m）の建設費は 471 306 060 円で、1 m あたり 564 500 円であり、

B 区間（延長 1 071 m）の建設費は 574 525 000 円で、1 m あたり 536 500 円である。

したがって、その 1 m あたり P C 桁の方が 28 000 円 高価になっているが、今回 P C 桁を採用した主たる理由は次のごときものであった。

1) 区画整理地区では次のようなことが考えられる。

a) 江戸川区および、千葉県は現在水田地帯であるが、高架線の建設を契機として、この地域を住居地域もしくは工業

地域に変換すべく、区画整理事業を強力に推進中である。したがって、高架橋の形式もこの地域開発に合致したものとすべきである。すなわち、高架橋の柱および基礎は、道路、水路を避けて築造されねばならない。また在来の道路、水路も区画整理がある程度進むまで使用されるので、これを避けて橋脚を作らねばならない。したがって、短い支間のラメ

ン式鉄筋コンクリート橋を用いる場合は、ところどころに長支間の橋桁を組み入れたものとなり、ラーメン式高架橋の長さは一定のものが使用できず、特殊設計となる。

b) 高架橋下の利用度から考えると、PC桁の方が桁下空間が大であることにより、より利用度が高いと考えられる。

2) 区画整理地区以外の箇所においてもつぎのような点が考えられる。

a) 市街地化が近々進むと見られ、それにとまって高架下の利用が想定される地区は、前述同様高架下の有効利用を考慮し、PC桁とするのが有利であっ

た。

b) 用地買収せず、上空を占有する地区は、所有者との協議のうち、土地の利用上損失のないよう長スパンで通過するべく計画した。

c) 住宅密集地においても、PC桁構造とすれば、建設工事のため、隣接居住者に迷惑をかけるのは、25mごとに作る橋脚工事のみであり、上部の桁は他所でこれを製作し、地表を使用することなく、上空で架設するので市街地における作業期間が短縮できて工事中の迷惑を最小限に止めることができた。

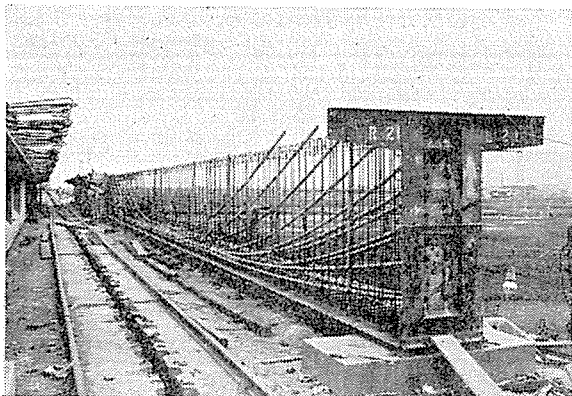
d) この東西線高架橋工事のように、用地の取得が部分的に遅れ、工期を極度に制約された状況下では、

表一 5号線真間川工区土木工事実施工程表 (42.9.4~43.11.4)

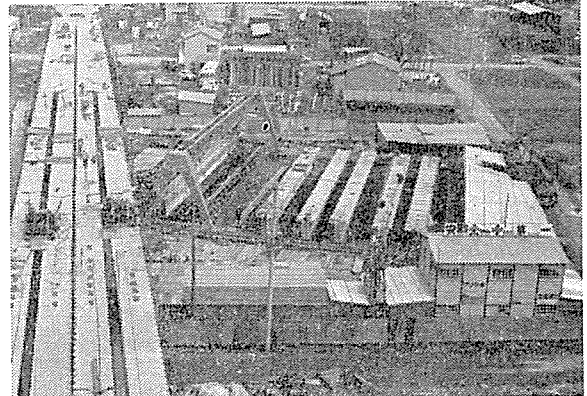
キロ程	構造種別 橋梁 ラーメン	4 2 年				4 3 年											
		9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
12.805km																	
900m	橋梁 A 12.860km																
	B 12.918km																
13.000km	C 13.006km																
	D 13.140km																
100m	E 13.183km																
	F 13.335km																
200m	G 13.396km																
	H 13.551km																
300m	I 13.619km																
	J 13.767km																
400m																	
500m																	
600m																	
700m																	
800m																	
876m																	

橋梁 A	小梁原第3	l=40.3m
B	京葉架道橋	l=37.3m
C	厚木第一	l=7.5m
D	厚木第二	l=25.6m
E	真間川	l=40.5m
F	厚木第三	l=8.7m
G	二子第一	l=31.5m
H	二子第二	l=22.4m
I	本郷第一	l=13.4m
J	本郷第二	l=11.4m

写真一 完成した高架橋上で PC 桁を製作中の現場



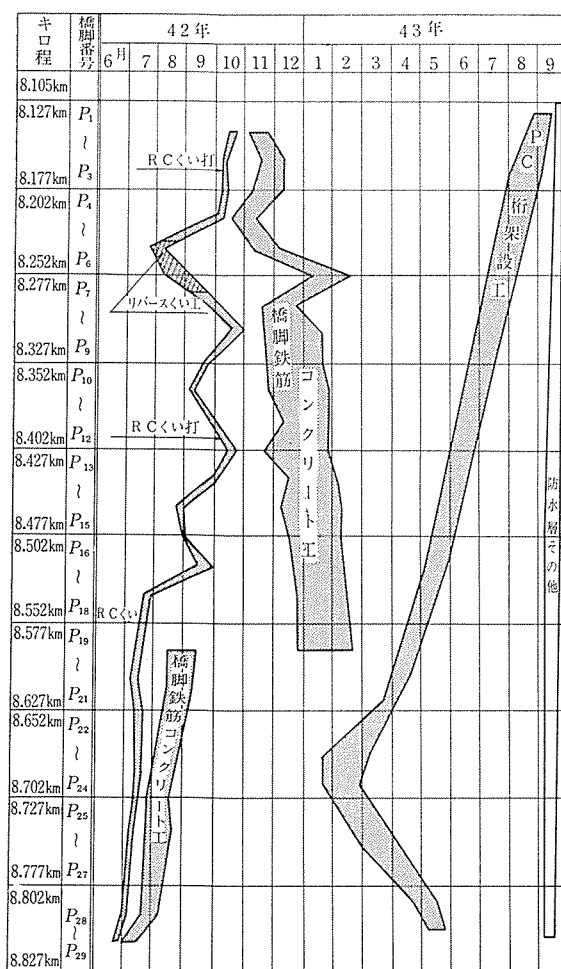
写真二 高架橋下の空地にて PC 桁製作中



用地解決の遅れた土地を避けて橋脚を作るとともに他の場所でPC桁を作り、用地が解決したならば、ただちにこれを架設するよう方法ができたので工程上好成績を収め得た。

- e) 労務者の不足のため、作業量の多寡に応じて人員の増減ができず、不経済な人員を保有するか、あるいは工事量の増大したときにそれに応じた人員が確保できず、工期が延びるなどの状況がしばしばおこっている。このPC桁工事においては、ある程度の集中管理を行なっているため、PC桁は流れ作業で製作され、工期が確実であった(表-1, 2)。
- f) 都市化された場合の騒音防止と経済性および、維

表-2 5号線欠真間2工区PC桁工事実施工程表  
(42.5.27~43.9.30)



持補修の点から、支間 30 m 以下の場合には鋼桁でなくPC桁とした。

以上の理由により表-3のごとくPC桁を採用し施工した。施工の方法など詳細は他に多くの報告があるのでここでは省略し写真-1~5にその施工の概略を示す。

写真-3 エレクションガーダーにて主桁架設

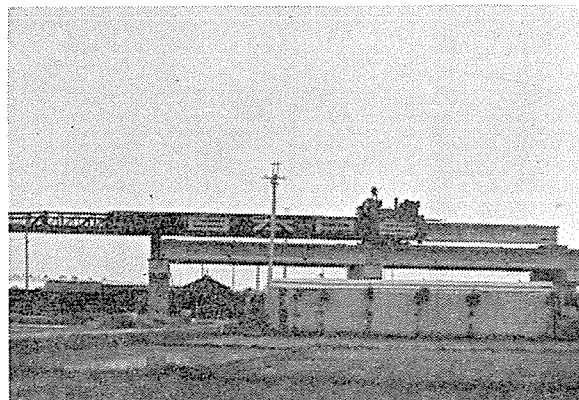


写真-4 門型クレーンによる主桁架設

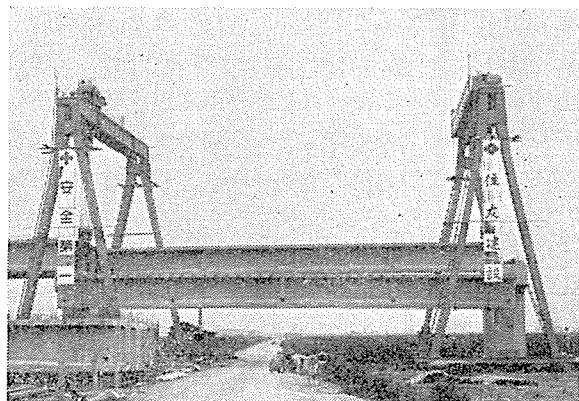


写真-5 鋼製タワーによるケーブルエレクション

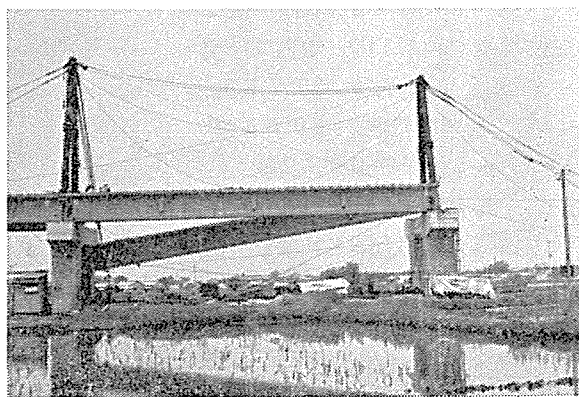


表-3 PC桁工事工区一覧表

工区名	小島町	葛西	長島	浦安	欠真間一	欠真間二	行徳	下妙典	上妙典
延長	1 111 m	1 108 m	687 m	1 150 m	1 000 m	835 m	1 012 m	871 m	413 m
請負会社	東亜コンクリート	ビーエスコ ンクリート	北海道ビーエス ンクリート	住友建設	興和コン クリート	日本鋼弦コ ンクリート	オリエンタル コンクリート	日本ビーエス ンクリート	九州鋼弦コ ンクリート
着工年月日	42.11.15	42.10.30	42.10.6	42.12.20	42.10.3	42.11.15	42.10.3	42.12.20	42.12.20
竣工年月日	43.9.30	43.9.30	43.9.30	43.9.30	43.9.30	43.9.30	43.10.30	43.10.31	43.10.31