

多摩川橋梁の応募設計案 (特に PC 橋梁) について

— 首都高速道路横浜羽田空港線 —

西 野 祐 治 郎*
中 村 正 平*
池 田 尚 治*

1. はじめに

首都高速道路公団においては、現在、高速道路1号線の延長路線として、羽田空港—横浜間の高速道路の建設を進めている。本路線は、ほとんど全線にわたって高架構造となるが、なかでも東京都と神奈川県との境界線である多摩川を横断する部分は、当公団において有数の大橋梁となることが考えられる。また、首都高速道路が都外へ延びる最初の地点でもあり、さらに現在の産業道路大師橋付近からの眺望についても十分配慮する必要がある。そこで広く業界の技術者から設計案を募集し、橋梁タイプ決定の重要資料とすることが考えられた。

設計の募集方法については、種々検討の結果、当公団が18の会社を指名して、そのうち希望する会社から設計案を募集することとした。18社の内訳は、鉄構橋梁メーカー13社、PC橋梁メーカー5社である。

ここでは、これらの案のうち、PC橋梁の設計案について紹介する。

2. 設計計画条件について

多摩川は洪水河川であるので、支間長、桁下限界などの制約のほか、近接する大師橋の橋脚位置にも影響される。また、羽田空港に近接しているため、構造物の高さもある程度制限される。これら設計計画に必要な条件はつぎの設計計画条件に示す。

設計計画条件

- 1) 路線名：高速道路横浜羽田空港線
- 2) 工区名：T-13, K-11, (多摩川横断部分)
- 3) 設計計画範囲：上下部概略設計、工費概算
- 4) 設計の主眼点：a. 経済性 b. 外観 c. 主要使用材料の選定 d. 施工方法
- 5) 橋長：約 530 m
- 6) 総幅員：16.5 m
- 7) 橋脚位置：大師橋の橋脚位置および地質図を参照して決定すること。ただし、高水敷は支間 40 m 以上、低水敷は支間 70 m

以上とすること。

- 8) 桁下限界：高水位より 1.5 m 以上とすること。
- 9) 高度制限：東京側 T.P. 40 m, 川崎側 T.P. 30 m
- 10) 施工期間：上・下部合わせて 24 ヶ月
- 11) 提出書類：a) 設計図 (4 枚以内程度)
b) 設計計画書
c) 工事費概算書 (15% 以内程度の誤差とする)
- 12) 示方書：首都高速道路公団構造物設計基準(案)
- 13) 設計期間：約 45 日

3. 応募された設計案について

PC橋梁の設計案は、5社から計9案が提出された。低水敷におけるタイプ別に分類すればつぎのとおりである。

- 1) PC斜張橋
- 2) a) ディビダーク有ヒンジラーメン橋 最大支間長 94 m
b) " " " 96 m
c) " " " 100 m
d) " " " 118 m

- 3) ディビダークTラーメン橋
 - 4) 3径間連続桁橋
 - 5) プレファブラーメン橋(一部吊桁として鋼桁使用)
 - 6) プレファブ2径間連続桁橋(全ステーキング使用)
- 各案について、その構造の概略、特徴などを列挙すればつぎのとおりである。

(1) PC斜張橋

マラカイボ橋スタイルの斜張橋である。52 m のプレキャストPC桁を吊桁として、全体として静定構造である。ザイルは、PC鋼棒 $\phi 33$ mm を 30 本用いる。主径間の橋脚の力学的解析の基本仮定は、マラカイボ橋の仮定に準じている。すなわち、 Δ 形橋脚と張出桁との取付けはヒンジとする。この橋脚自身は、不静定構造であるので、ザイルとコンクリートとの温度差を 50°C として温度応力を考えている。ザイルの緊張は、張出し桁の自重と、吊桁の重量が作用した後に行なう。張出し桁のコンクリートのクリープの影響は、ザイルの引張力の減

* 首都高速道路公団工務部第一設計課

写真-1

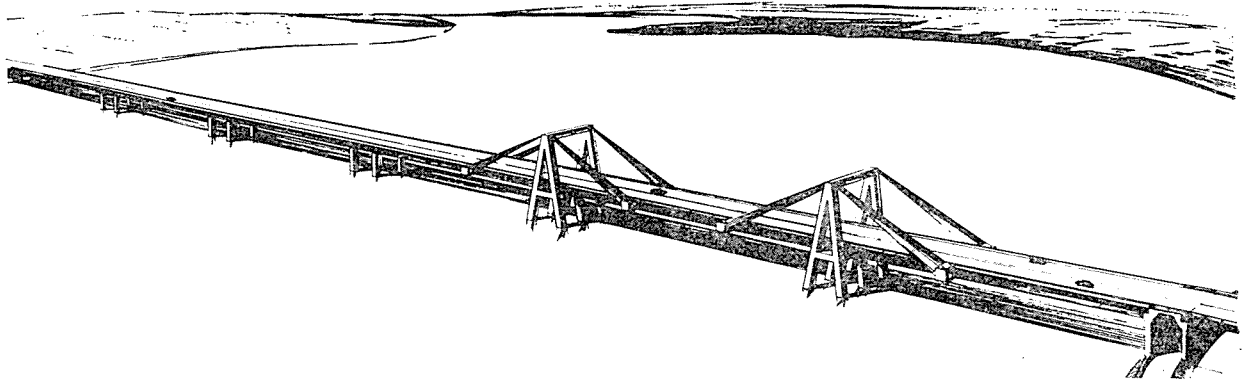
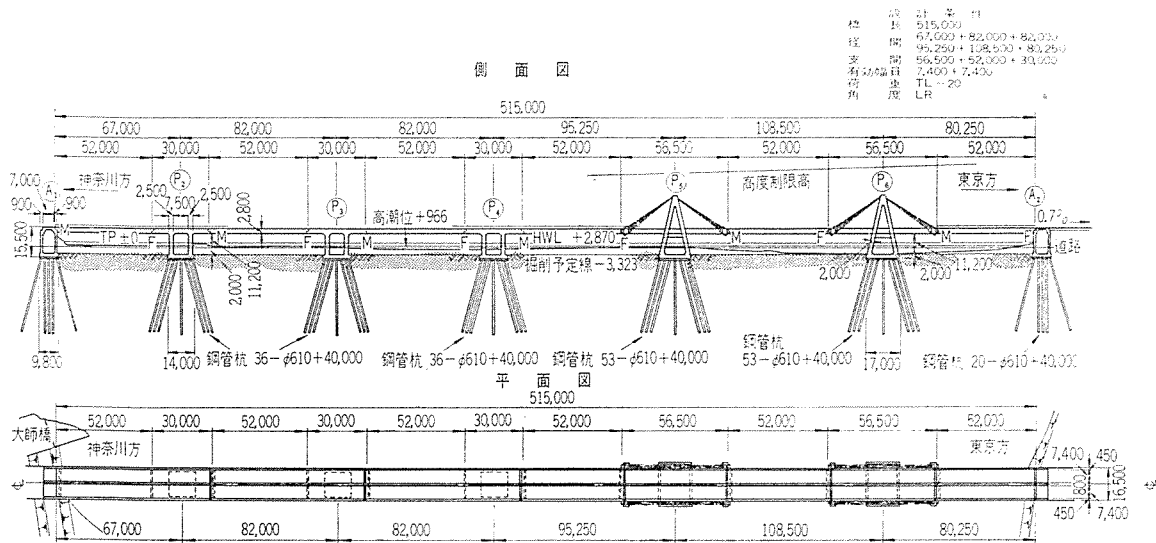


図-1



少としてリラクセーションに換算して求める。

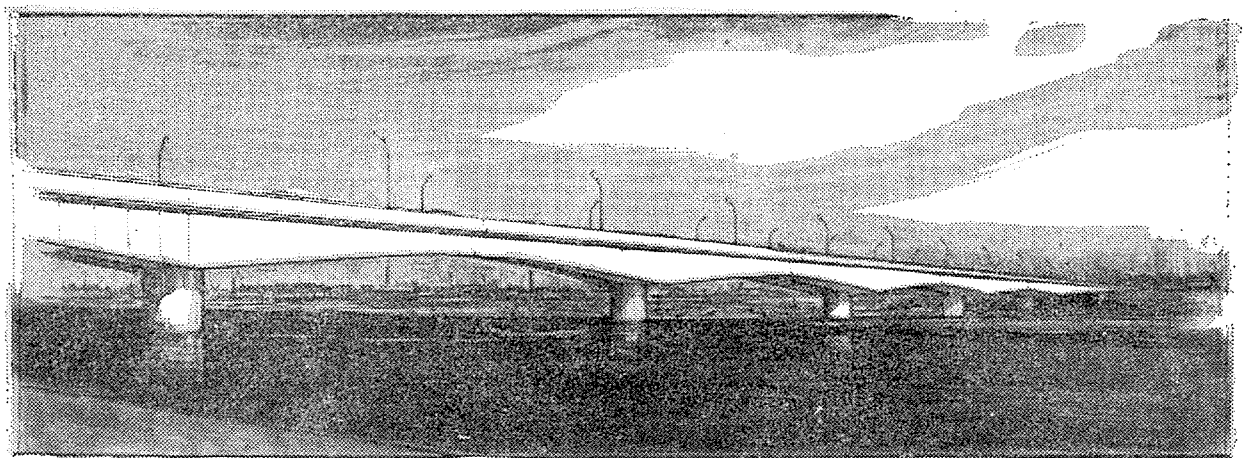
施工法は、橋脚および張出し桁について、ステージングを用い、プレキャスト桁は神奈川県側にヤードを設けて製作し、架設はケーブル相吊り式架設機を用いる。

なお、側径間についても II 型張出しつき橋脚（鉄筋コンクリート構造）に、全面的に 52 m のプレキャスト桁を吊桁として、主径間と類似の構造としている。

基礎工は、φ 600 mm の鋼管杭を約 40 m まで打ち込み、許容支持力は常時 220 t/本、地震時 330 t としている（図-1、写真-1）。

以上きわめて概略説明であるが、設計者の意図するところは、わが国で例のない PC 斜張橋を用いて大支間を構成すること、多摩川の高水敷を利用して、全面的に同一プレキャスト桁を用いること、および下部工に鋼管杭

写真-2



を用いて、経済的な設計としていることが特徴のように思われる。

(2) ディビダーク有ヒンジラーメン橋 (写真-2)

主径間にディビダーク有ヒンジラーメン橋を用いる設計案は4案提出された。ディビダーク工法に

ついては、すでにわが国で例が多いので、断面構成、支間割、下部工の形式などについて表-1 にまとめてみた。

2-a) 案は、1箱桁の2本並列桁である。下部工は主としてウエルを用い、両端部だけにφ700mmの鋼管杭基礎を用いている(図-2)。

設計者の意図するところは、橋梁全体を等径間の大支間として景観をととのえ、また、下部工には、設計者の経験から経済的で、安定したウエル構造を採用していることなど、と思われる。

2-b) 案は、2-a) 案とほぼ同じ支間割であるが、断面構成は、3室箱桁である。下部工にはφ1.2mのリバースサーキュレーション杭を全面的に使用している(図-3)。

表-1 ディビダーク有ヒンジラーメン橋の分類

橋種	支 間 割 (m)	断面構成	桁 高 (m)		P C鋼材重量	下 部 構 造
			支点上	支間中央		
2-a)	70+4@94+70	2箱並列	2.0	5.5	φ27, 540 t	ウエル
2-b)	73+4@96+73	1箱3室	2.0	4.8	—	リバース杭
2-c)	4@70+70+100+70	2箱並列	2.2	5.7	φ27, 610 t	ウエル, 鋼管杭
2-d)	88+3@118+88	1箱3室	2.6	φ27, 758 t φ33,	リバース杭	

リバース杭の許容支持力は300t/本(常時)である。リバース杭の採用によって下部工費を低減しているのが特徴のように思われる。

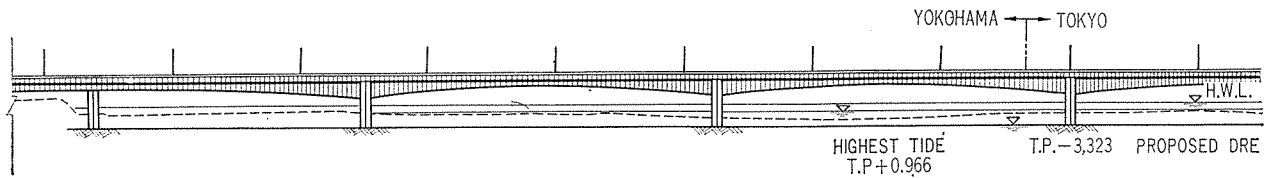
2-c) 案は、主径間を70m+100m+70mとし、側径間をつぎにのべる第3案のTラーメン橋としたものである(図-4)。

大支間部分を1カ所にしたことによって、全体としての経済性を高めたものと思われる。下部構造は2-a)案と同じく主としてウエル基礎である。

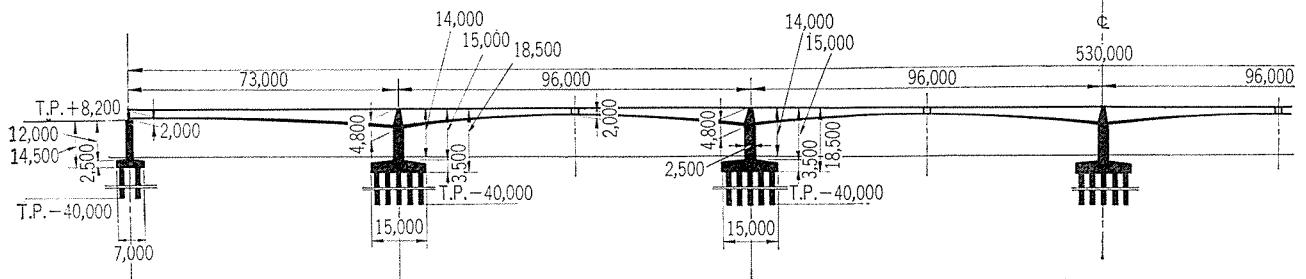
2-d) 案は、ディビダーク設計案中最大支間を有するもので、118m3径間と両端88mの支間構成である。断面構成は、2-b)案と同じく3室箱桁で、下部構造にはリバースサーキュレーション杭を用いている。許容支

図一

側 面 図



断 面 図



平 面 図

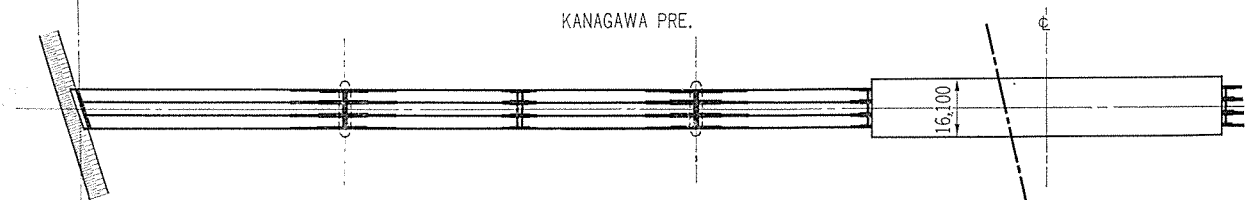
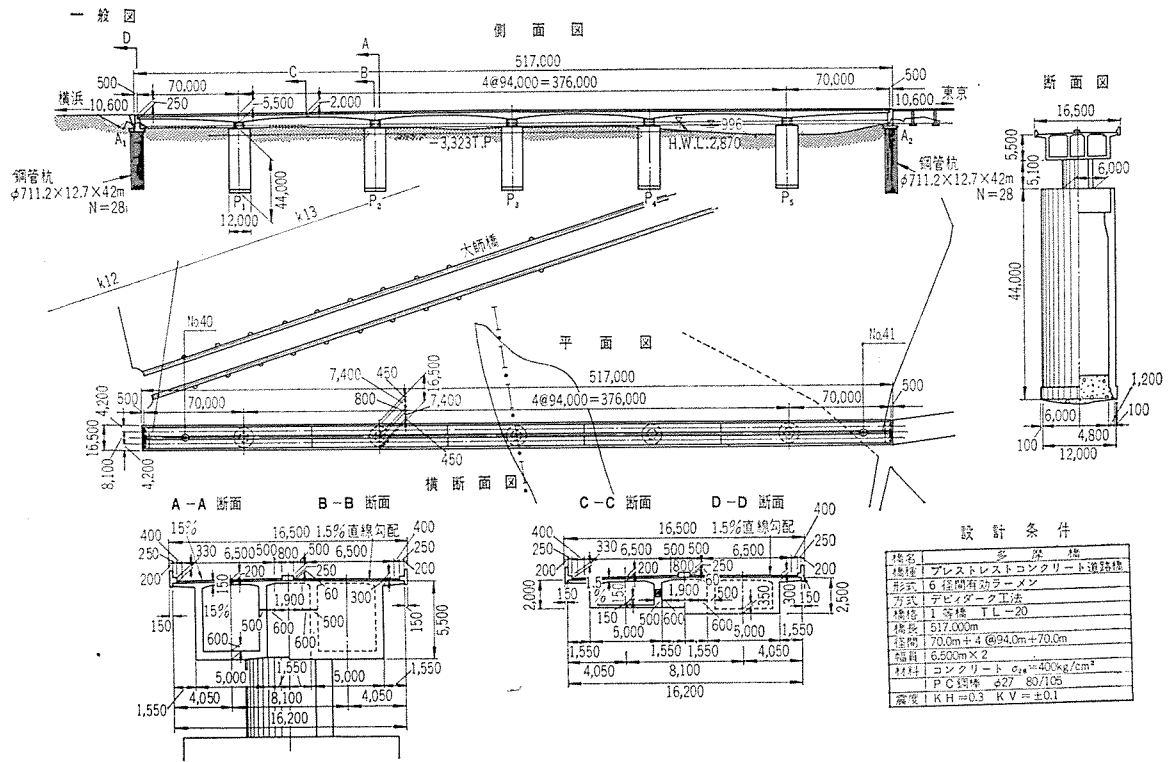
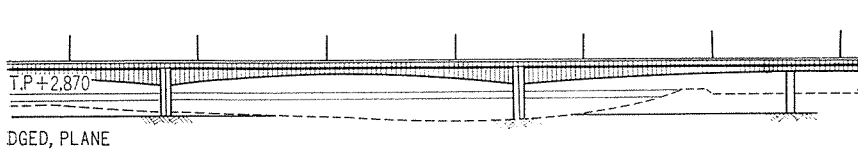


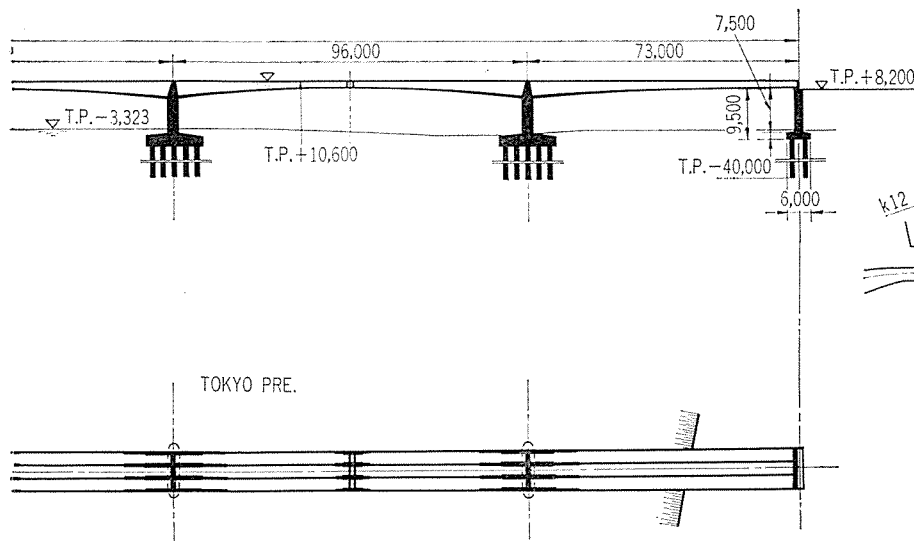
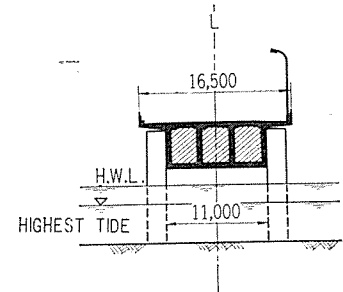
図-2



3



橋脚一般図



位置図

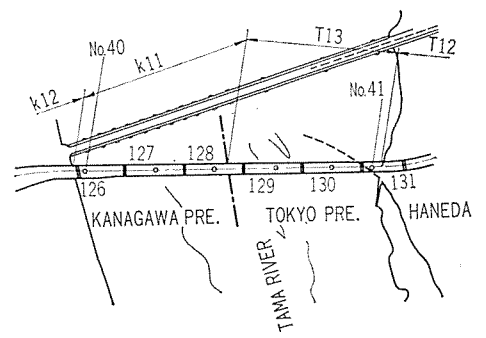
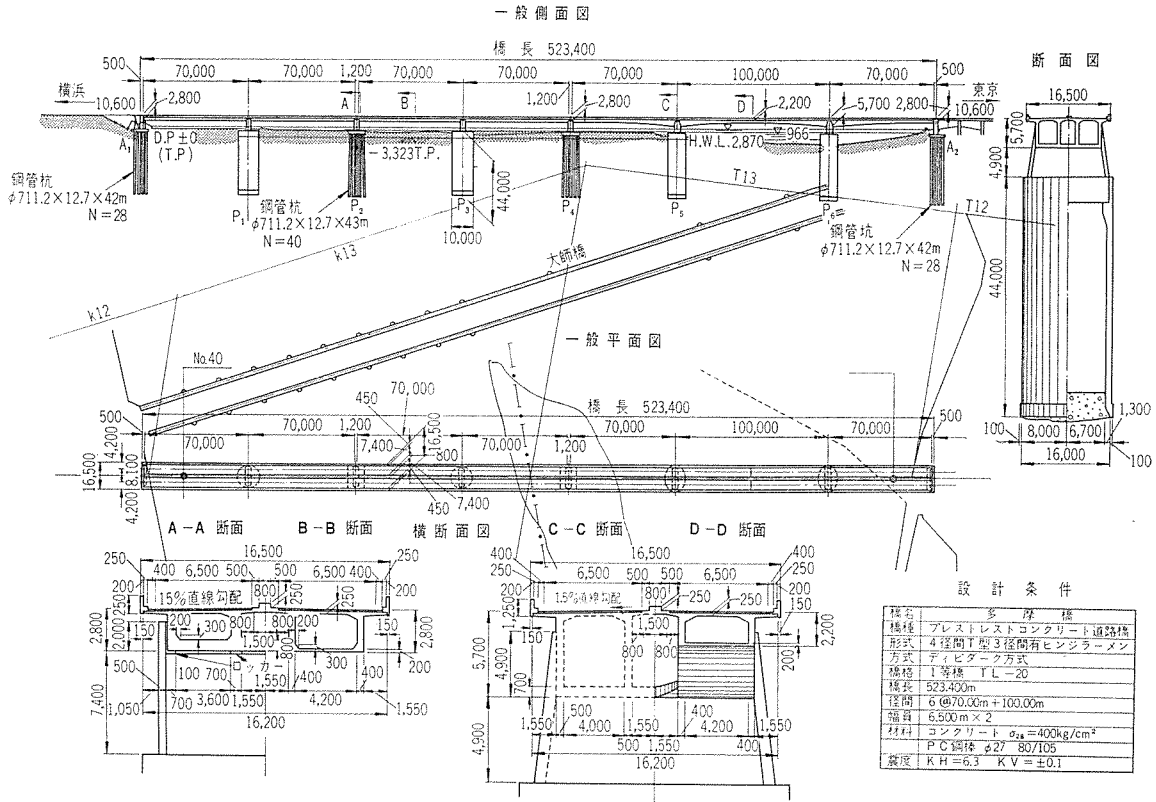
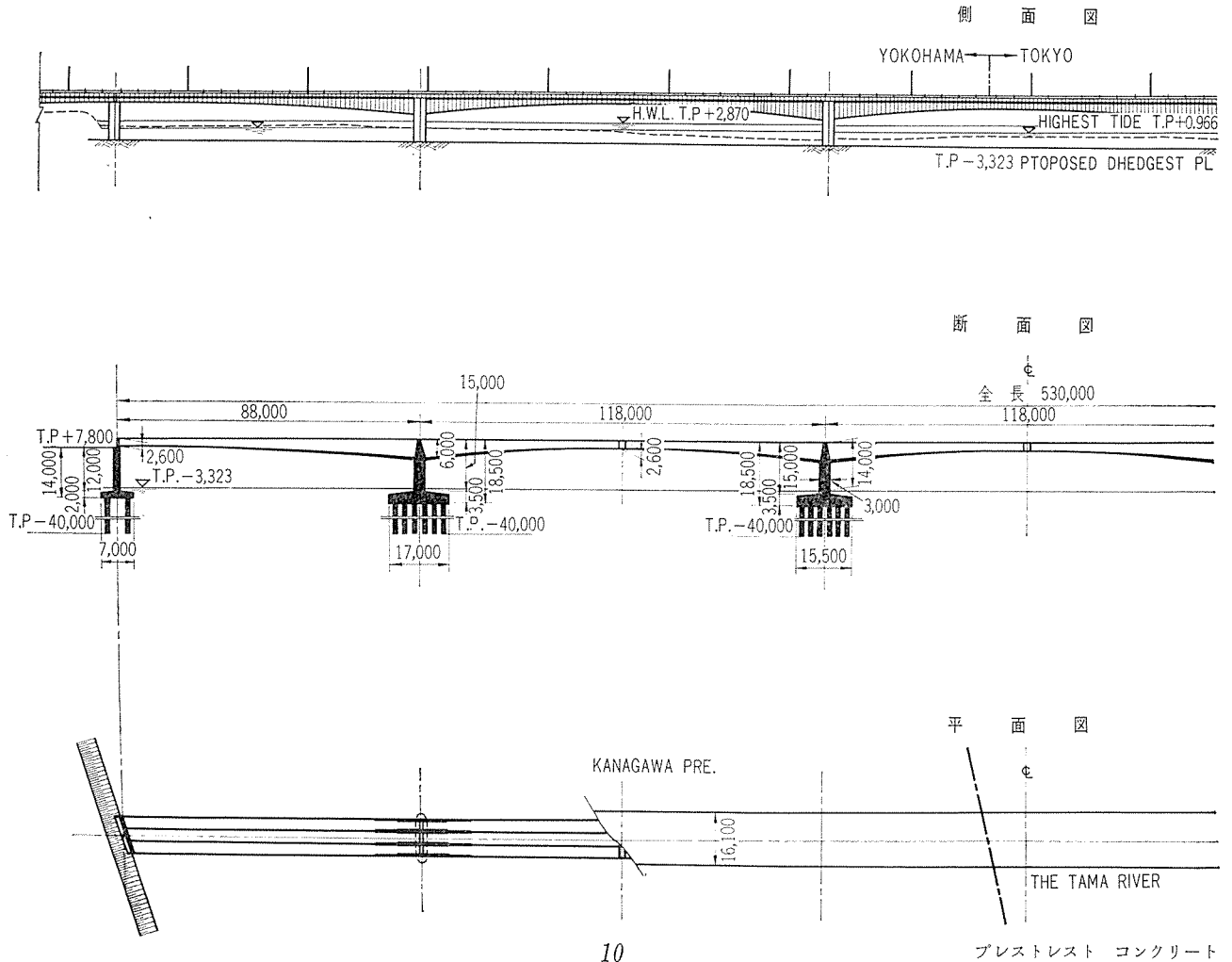


図-4



図一



持力は 2-b) 案と同様である (図-5)。

設計者の意図するところは、美観、流水性、路面の走行性などから大径間を採用し、それにリバース杭の経済性を加味しているものと思われる。

以上がディバダーク設計案であるが、有ヒンジ ラーメン形式は、地震力を各橋脚に分散させることができるので、下部構造が比較的容易であること、架設の例が多くまた経験も豊かであること、などから設計案が数多く提出されたものと思われる。

(3) T ラーメン橋

等支間 (86.0 m) の 6 径間 T ラーメン橋である。ピロ

ンを用いて片持工法で架設し、ピロンをはずして 2 径間ラーメンとするものである。断面構成は 2 箱並列である。この構造では、固定橋脚が 1 つ置きになるのでウエル基礎と鋼管杭基礎が交互に配置されている。

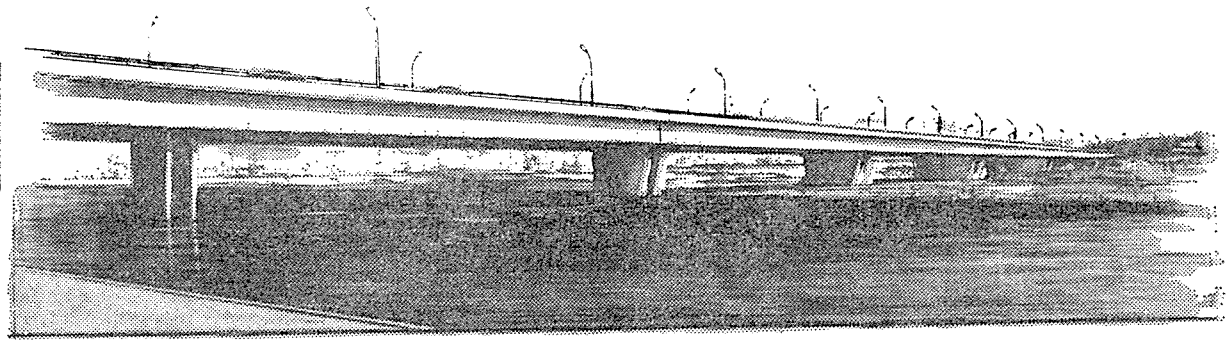
この設計の特徴は、長支間に等桁高を用いて、美観上すっきりした構造にしていることであると思われる。

(図-6, 写真-3)。

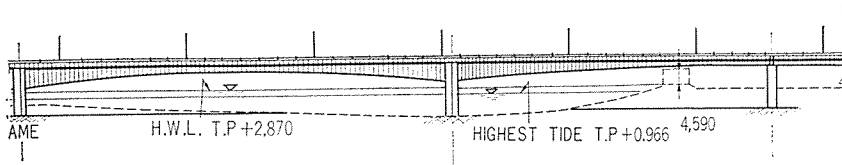
(4) 3 径間連続桁

本設計は、橋梁を 2 群の 3 径間連続桁に分け、主径間を 85m+135m+85m の支間割としている。主径間の中間 2 橋脚は、間隔 10m の 2 枚壁式とし、純支間を小さ

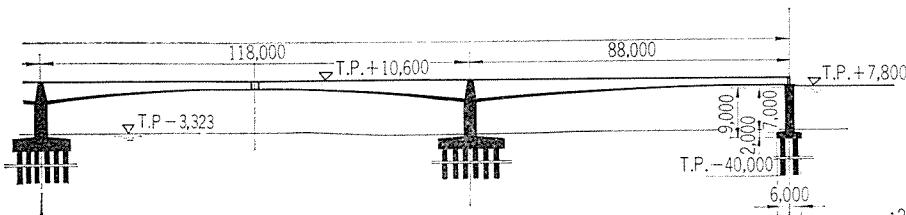
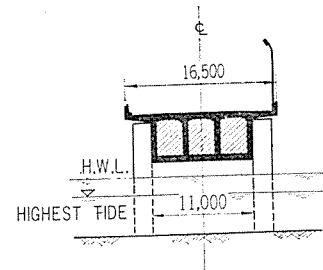
写真-3



5



橋脚一般図



位置図

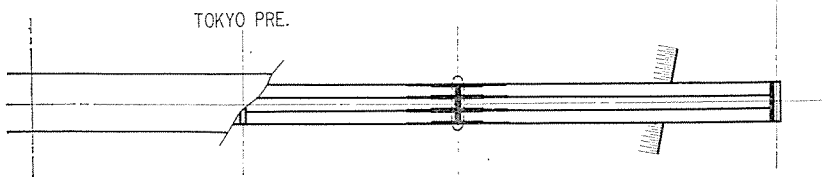
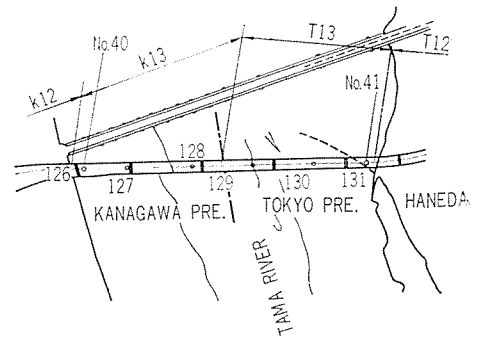


図-6

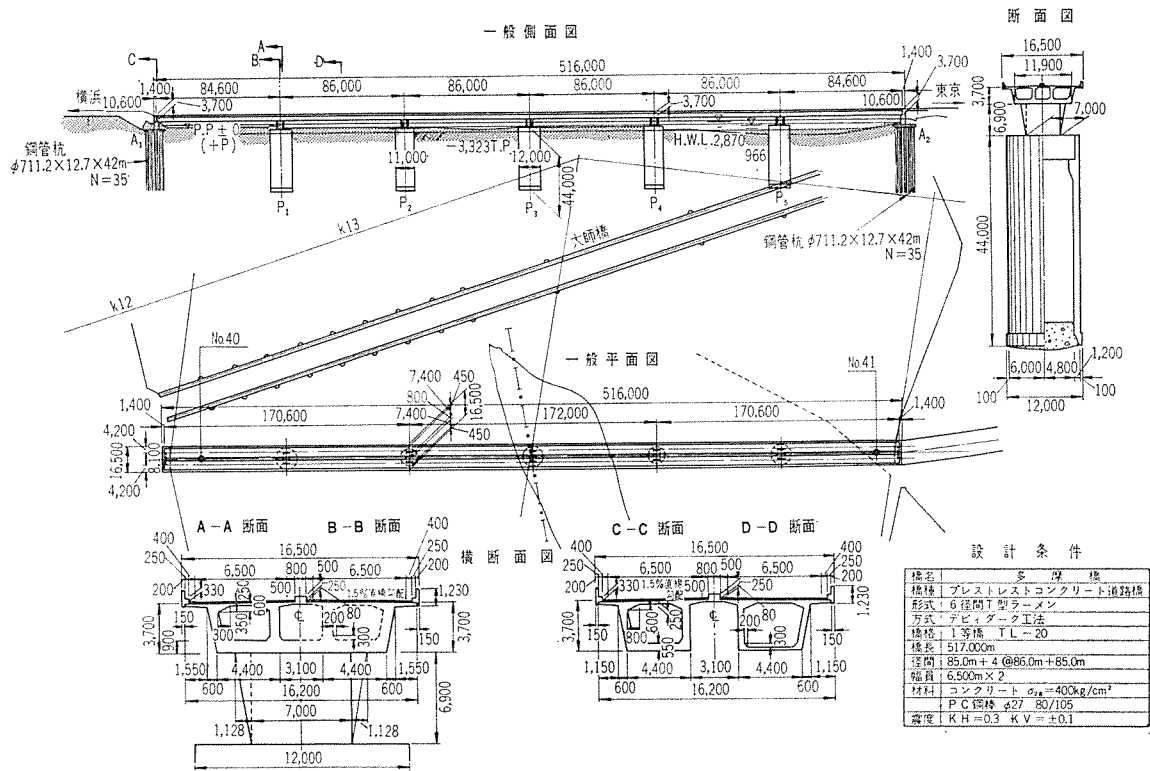
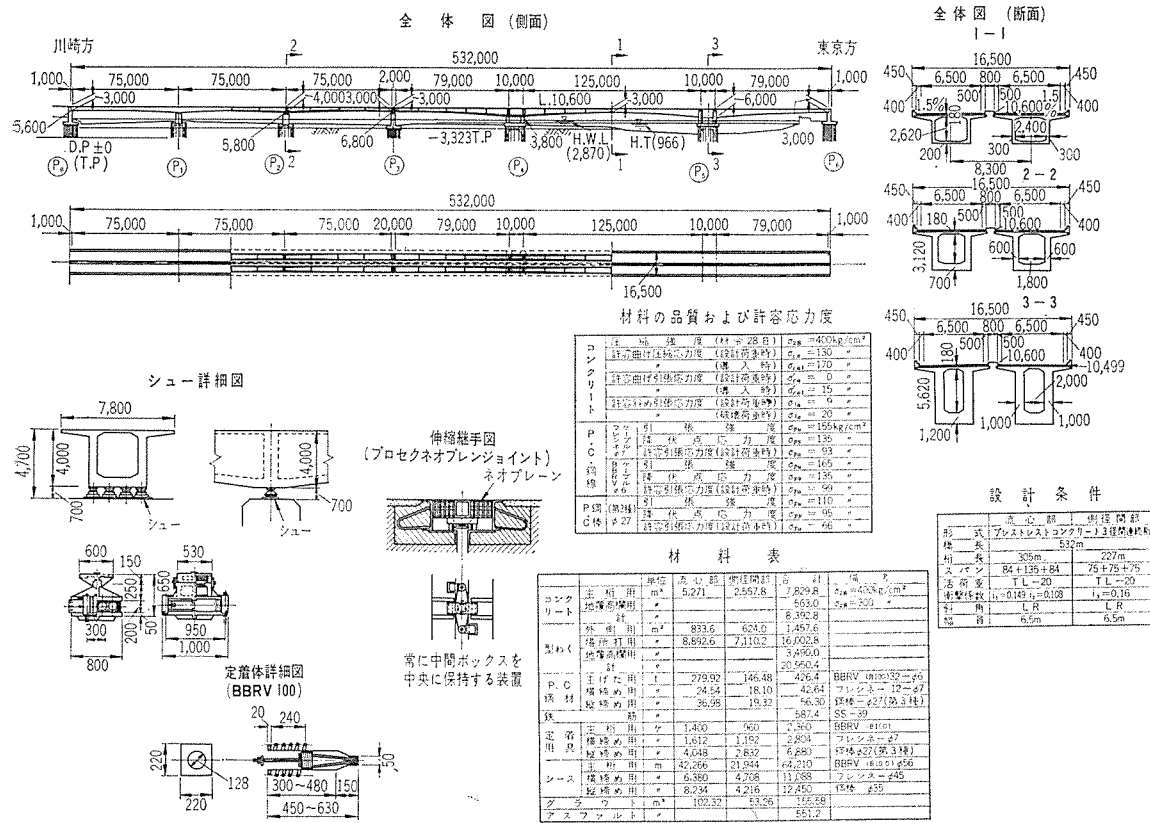


図-7



くしている。断面構成は1箱並列である(図-7)。

架設方法は、主として片持工法とし、支点近傍のみに支保工を用いる。中央支間では、片持工法による両端からの閉合後に、プレストレスを導入して連続構造とするものである。クリープによる有効係数は、ドイツのマイン橋の例を参照して、リラクセーションもふくめて80%としている。連続桁構造であるので、地震力に対してはSUダンパーを用いて各橋脚に分散させる。

下部構造は、イコス壁による逆巻き工法を用いたウエルおよび鋼管杭 $\phi 760 \text{ mm}$ を用いる。

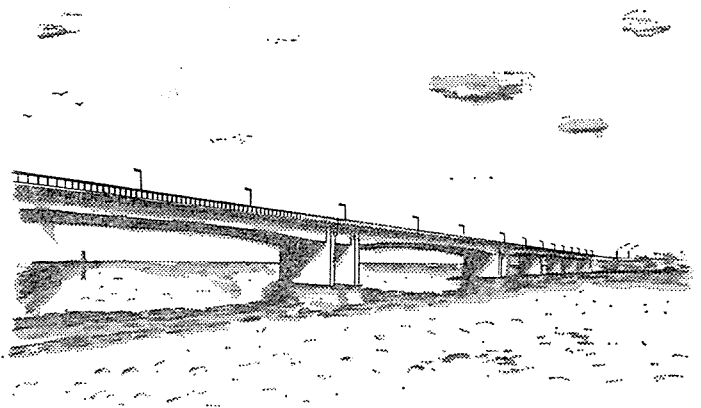
本設計の特徴は、BBRVケーブルによる連続桁構造の採用によって、ケーブル重量を小さくして経済性をねらっていること、および固定橋脚基礎に逆巻き工法を採用していることなどであると思われる。

(5) プレファブ ラーメン橋

本設計は、左右のラーメン構造の張出し部に鋼桁を吊って主径間を構成するものである(97.00+97.00+97.00)。

架設方法は、架設トラスとPC鋼棒を用いて、プレファブブロックを突き出して行くカンティレバー工法で、最終的には、鋼棒をレオンハルトケーブルに置き換え

写真-4



て連続構造とするものである(図-8)。

下部工は低水敷で、上部工の反力が大きい橋脚をウエルとし、その他を鋼管杭とした。

本設計の特徴は、ステーキングを用いないプレファブ工法の採用と、中央支間に鋼吊桁を用いていることである。

またレオンハルト工法を用いているので、アウトサイドケーブルによってウェブ厚を薄くできること、およびそれによってプレファブ化が容易であることなどと思われる。ブロックの最大重量は約56tである。

図-8

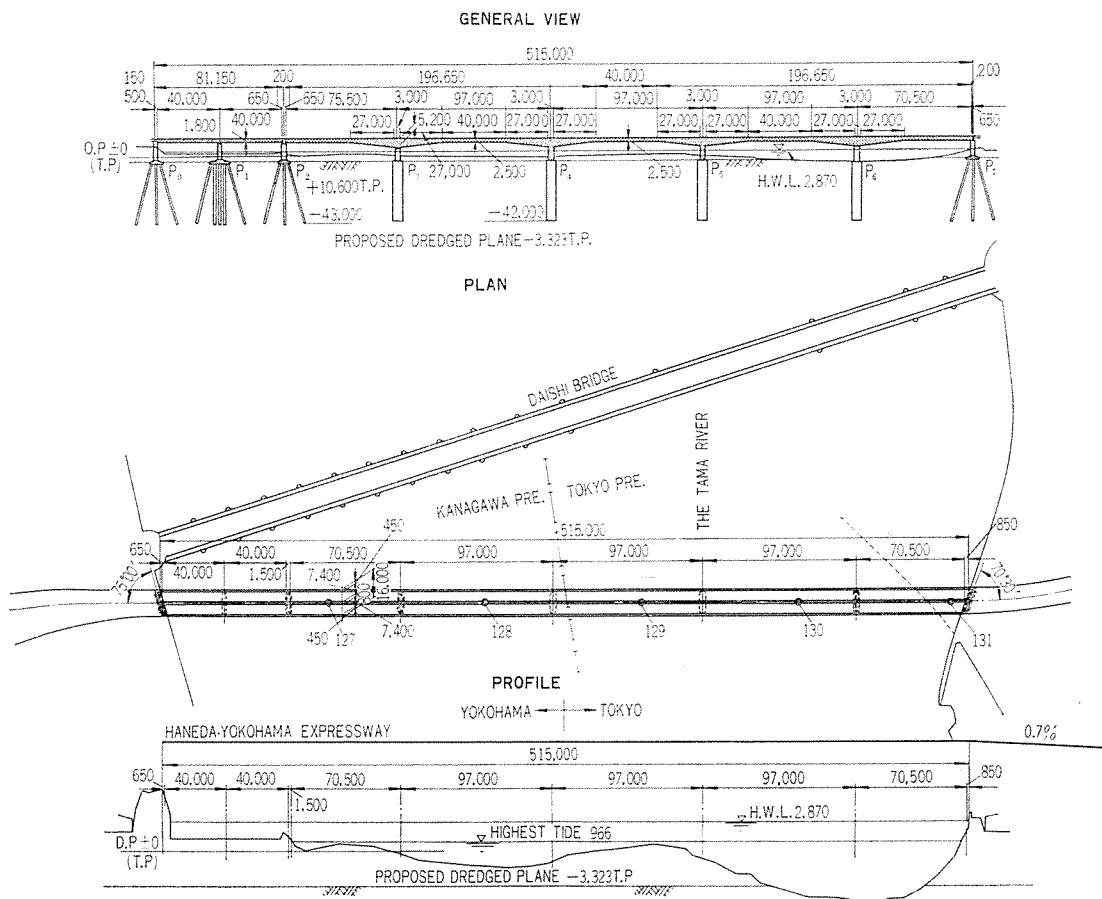
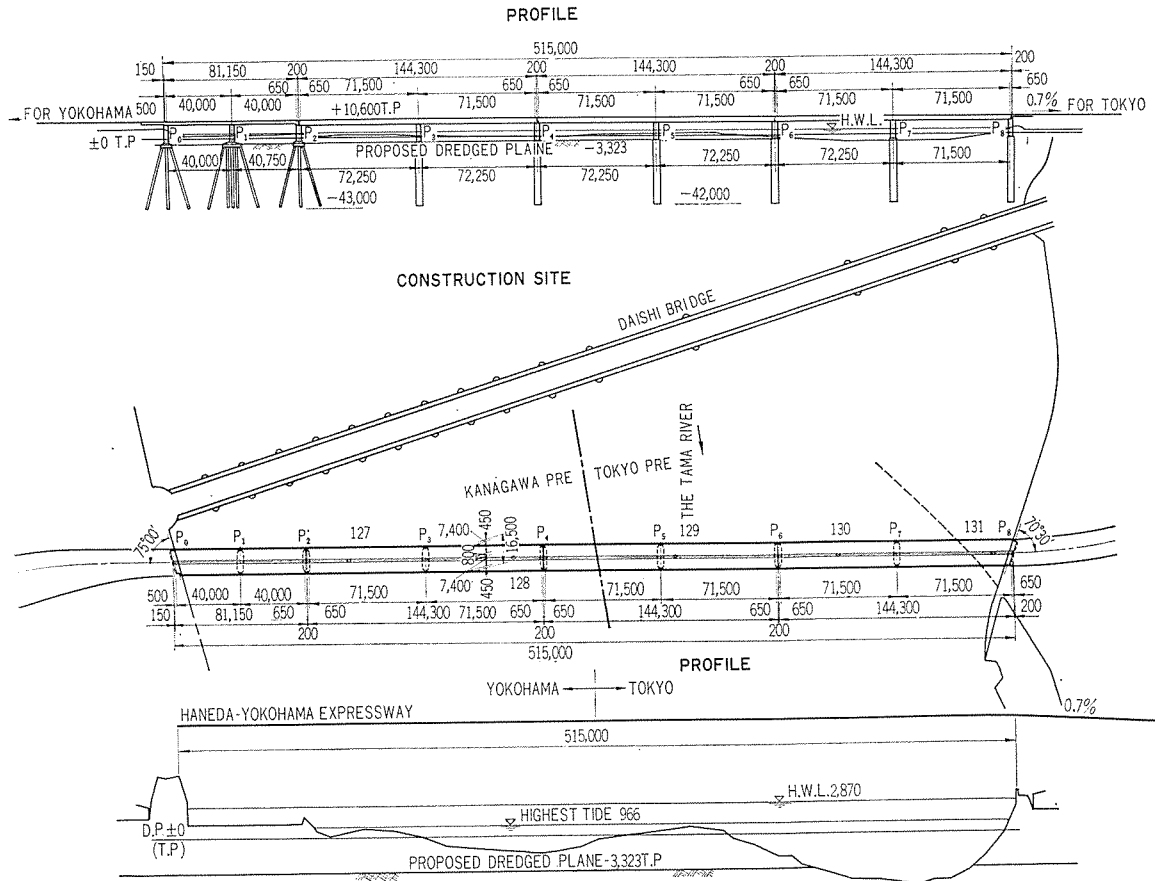


図-9



(6) プレファブ連続桁橋

プレファブ方式の2径間連続PC橋(71.5+71.5)3連と場所打2径間連続桁1連(40m+40m)であって、緊張はレオンハルト方式である(図-9)。

プレファブ方式は、橋体を6m程度のブロックに分けてプラントで製作し、これらを支保工上に運搬配置した後、レオンハルトPCケーブルを腹部内側に沿わせて配置し、ブロック間の目地コンクリートを打設して緊張を行なうものである。

断面構造は、片車線1-Boxで、2-Boxを並列してある。ウェブ厚はPCケーブルが腹部内部に敷設されているため、応力上、施工上必要な厚さで決定でき、本橋では、径間部分で35cm、緊張端付近で35~55cmである。断面方向の構造はRC構造である。

主桁のPC鋼材は、7本よりPCストランドφ9.3m/m374本構成である。緊張は、両端片引き方式で、緊張力はおのおの2400tである。目地部の応力度は10kg/cm²の圧縮応力が残るように設計してある。

シースは、ケーブルの屈曲部のみに配置し、直線部には配置しない。緊張終了後、プレパックドコンクリートで被覆し、桁とのBondを行なう。屈曲部の屈曲力は、ブロック目地部分の小ばりで受けるが、支圧応力は100kg/cm²以下である。

下部工は、短径間部に対しては鋼管杭基礎とし、長径間部はウエルとした。

施工方法は、プレファブブロックのプラントを横浜側に設け、合計132個のブロックを製作する。配筋から脱型までの一工程は5~6日である。ブロックは、木製レール上をウィンチによって滑動して運搬し、支保工上に架設する。ブロックを所定の位置に配置した後、PC鋼材など配置してから目地および横桁のコンクリートを打設する。緊張は500tのレオンハルトジャッキ6台を両桁端に配置して行なう。

4. 工費について

設計者により算定された工費は表-2のとおりである。

表-2

	上部工費	下部工費	総工費
1 案	520 000 000	370 000 000	890 000 000
2-a) "	370 000 000	420 000 000	790 000 000
2-b) "	440 000 000	300 000 000	740 000 000
2-c) "	380 000 000	450 000 000	830 000 000
2-d) "	490 000 000	300 000 000	790 000 000
3 "	400 000 000	410 000 000	810 000 000
4 "	350 000 000	490 000 000	840 000 000
5 "	400 000 000	440 000 000	840 000 000
6 "	380 000 000	430 000 000	810 000 000

以上から、総工事はいずれの設計案もあまり大きな差がないことがわかるが、この工事費算出については設計案によってその正確度がかなり異なっているため、このまま比較することはそれほど大きな意味がなく、傾向をある程度示していると考えた方がよいと思われる。

しかしながら表-2の金額からもわかるとおり、一般的に下部工費のしめる割合の方が上部工費よりも多いようである。このことは、経済性を追求するには下部工のタイプの決定がきわめて重要であることを示していると思われる。1案、2-a)案および2-d)案は、杭基礎を全面的に採用して下部工費を安くしている例である。

ただし、下部工費のなかの仮設備費のしめる割合がかなり大きいので、各設計において仮棧橋、締切りなどの方法の差による変動も大きくなりがちなので、概略設計では、信頼できる工費比較はむずかしいように思われる。

5. 決定した橋梁タイプについて

この募集設計を行なった時点においては、本橋梁の橋脚位置の決定はそれほど制約を受けておらず、ある程度自由に決定できるはずであった。しかしながら設計計画が進むに連れて、種々の制約が生じてきた。すなわち、川崎側の関連街路との関係などから本橋梁の線形が川崎

側で大師橋ときわめて接近したこと、および将来、当公団の本橋梁と既設の大師橋との間に新しい橋梁が架設される計画が生れたことなどによって、本橋梁の橋脚位置は、流心方向に対して大師橋の橋脚位置に合わせることを河川管理者から要求された。

そこで、応募設計案を参考にしながら、あらためて決定した支間割で、当公団において、鋼橋およびPC橋の比較設計を行ない、工事費を詳細に積算比較した結果、主径間(80m+132m+80m)は鋼床版連続桁橋、側径間はTラーメンPC合成桁の組合せがもっとも経済的な設計であることがわかり、また景観上も優れているとして、鋼橋とPC橋の組合せタイプに決定したのである。なお、下部工は、全面的に径1.5mの鋼管杭を用いることにした。

6. 終りに

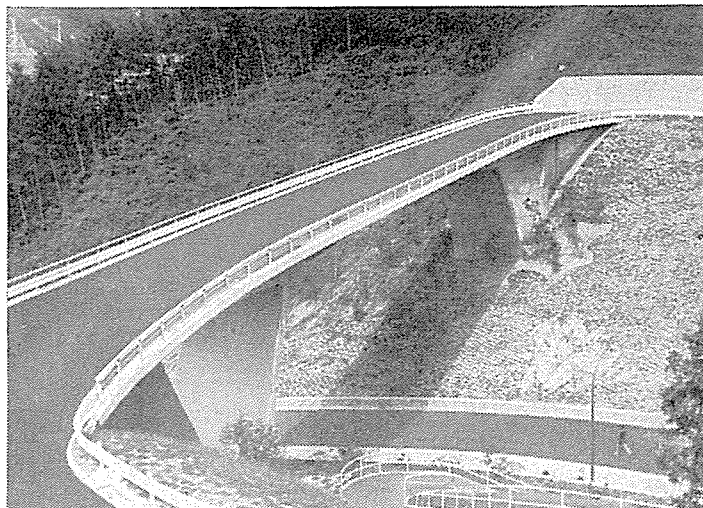
以上、ごく概略首都高速道路公団多摩川橋梁の比較設計案についてのべました。

ここに紙面を借りて、種々の設計案およびアイデアを応募下さった方々に感謝するとともに、提案された設計案による橋梁が数多く実現することを祈ります。

1965.12.23・受付

梶原跨道橋 (鎌倉市)

構造形式 斜材付π型ラーメン
フレッシュナー工法
橋 長 60m
幅 員 6.5m
荷 重 TL-14T
竣 工 昭和40年1月



ピー・エス・コンクリート株式会社

取締役社長 海上秀太郎

本 社 東京都千代田区丸ノ内3の4(第三東京ビル) 電話(216)1981(代表)
東京営業所 東京都千代田区四番町5 (東亜ビル) 電話(262)6101(代表)
大阪営業所 大阪市北区絹笠町50 (堂島ビル) 電話(361)2221(代表)
事務所 福岡・名古屋・仙台
工場 七尾・鴨宮・水島・伊丹・北上・神町・水口