

大阪市高速鉄道第4号線建設計画について

—主として高桁橋の設計について—

田 中 幸 二*
磯 野 博**
三 浦 恒 久***
竹 山 喬****

1. 緒 言

昭和 34 年 2 月、大阪市高速鉄道はその一部変更に対して特許を得、同年 12 月、市の東西をむすぶ第 4 号線のうち朝潮橋、弁天町間の工事に着手した。

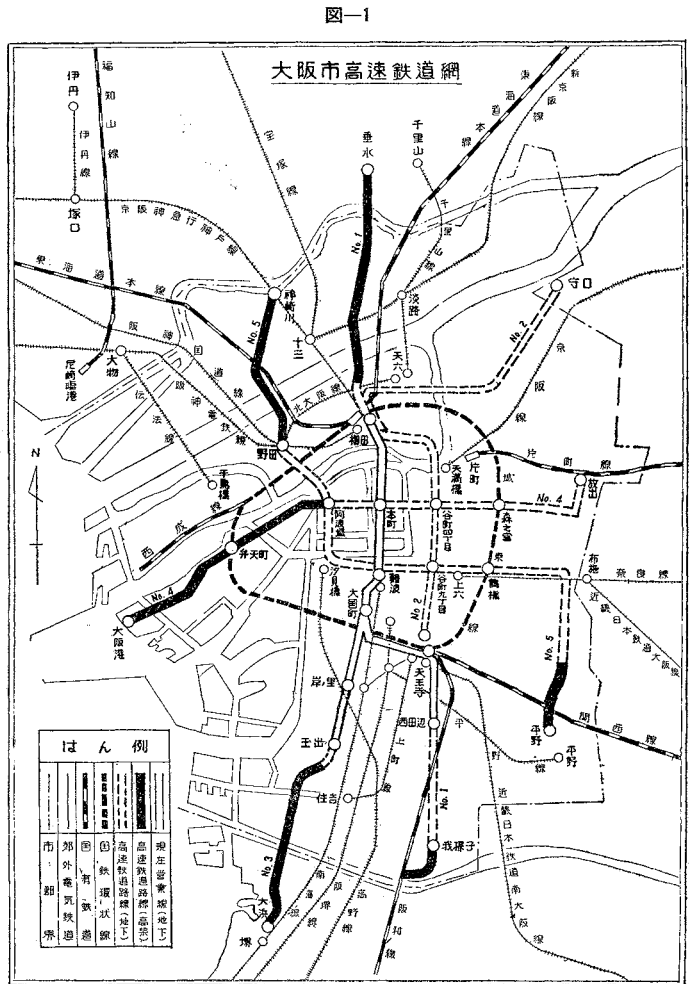
この区間は地質状況の極度に悪い地域に設ける道路上の高架線であるため、基礎条件および道路占用条件等より種々の制約があり、従来の高架鉄道とはちがった特異な点もみうけられると思われるので、第 4 号線の計画概要について記すとともに、特にこの高架構造物設計上のいろいろの問題について報告する。

2. 大阪市高速鉄道の沿革

大阪市においても、第一次大戦後の急激な都市の発展にともなって高速鉄道建設の機運が起こり、昭和 2 年に 4 路線、延長 54.48 km の路線網を決定した。

しかし、第二次大戦の戦禍は都市の様相を一変させたため、その復興発展をはかって都市計画に根本的な改訂を加えるとともに、高速鉄道路線網についても再検討して、戦後の交通事情と将来の発展を考えて昭和 34 年、5 路線、延長 76.93 km に変更した(図-1)。

昭和 5 年、第一期工事として第 1 号線梅田・心斎橋間に着工し、昭和 18 年工事を一時中断するまでに、梅田・天王寺間 7.5 km、大國町・花園町間 1.3 km、合計 8.8 km を開通し、戦後は昭和 25 年に工事を再開、物価の騰貴と資金難を克服しながら、昭和 33 年岸里・玉出間の完成によって合計



14.2 km を開通し引きつぎ西田辺・我孫子間、我孫子車庫および工場、梅田北折返線一部の工事を続行中である。

3. 第 4 号線の建設計画概要

東海道新幹線の新大阪駅決定による第 1 号線の延長の問題はしばらくおくとしても、大阪市の南北をつらぬく幹線は上記の工事の完成によって、一応その所期の目的を達成することができる。

* 正員 大阪市交通局高速鉄道建設部長
** 正員 同 上 計画課長
*** 正員 同 上 土木係長
**** 正員 同 上 第 1 工区主任

表-1 第4号線建設年次計画

年 度	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	計
区 間 お よ び 延 長												12.80 km
	建設費	220千円	2 000	1 691	468	1 920	1 864	2 149	1 876	1 074	1 358	1 467

しかし大阪市の経済的発展の一つの基盤ともいえるべき大阪港は、地理的に都心とはなれ、そのうえ長年にわたる地盤沈下のためにその機能を失ないつつある有様であったので、港湾計画についても根本的に検討を加えて、市内各河川を拡張、しゅんせつし内港化をはかるとともに、市内の商業中心とを短時間に連絡する高速鉄道第4号線の建設は大きくクローズアップされてきた。

さらに、現在すでに建設中の国鉄環状線の開通と時期を同じくして、大阪港とこの環状線とを結ぶことは、多額の建設費と長期にわたる工事期間を要する第4号線全線の完成をまたぎ、大阪港については大阪市の発展を促進する契機となるものと考えられる。

(1) 地下式または高架式の決定

高速鉄道4号線は、そのほとんどすべてが、道路敷内に設けられるため、一般道路交通に与える障害、都市の美観等より考えれば地下式を採用するのが好ましいが、西大阪地域は昭和9年の室戸台風より、昭和25年のジュン台風までの間、数度にわたる高潮の被害をうけていること、および地盤沈下の現象の特にひどい地域であること等より考えて、大阪港より阿波堀に至る間は高架式を採用し、阿波堀より放出に至る間は地下式とした。

道路上に高架式鉄道を設けることは、恐らくはじめての試みと思われるが、街路計画は高速鉄道計画とあわせ考えて、この高架線を設置する区間の道路巾員は50m、60m、80mに計画されている。

(2) 停留場

停留場間隔については、環状線内部は約1km前後を標準とし、環状線外部においては約1.5kmを標準として、さらに高速鉄道相互、あるいは他の交通機関との連絡、重要幹線道路との関係をも考慮して表-2のように予定している。

また乗降場延長は最大列車編成数を6輛と

表-2 停留場とその連絡関係

停留場	高架地下別	連絡関係
大阪港	高架	国際環状線 阪神電鉄新線 第5号線 第1号線
朝潮橋	〃	
弁天橋	〃	
九条	〃	第2号線
阿波堀	地下	
内本町	〃	国鉄環状線
谷町4丁目	〃	
森之宮	〃	
緑橋	〃	国鉄片町線
深江	〃	
放出	〃	

して120mを標準としている。

(3) 乗客数の算定

昭和30年の国勢調査人口にもとづいて、各停留場の駅勢範囲は、環状線内部においては沿線500m、環状線外部は1kmとして駅勢人口を算出し、昭和50年の推定駅勢人口を都市計画の地域計画にもとづいて各停留場を分類し、昭和30年における人口密度と、その属する行政区の人口増加と発展可能性を考慮して算出し、現営業路線の昭和30年の交通量調査にもとづいた乗車回数を用いて、昭和50年の予想乗客数を表-3のように推定した。

表-3 予想乗客数

停留場	説 明	乗継予想乗客	予 想 乗 客 数	
			年 間	一日平均
大阪港	11 200×500	3 000人/日	5 584 500	15 300
朝潮橋	51 300×300		15 403 000	42 200
弁天橋	58 800×100		6 971 500	19 100
九条	38 100×100		3 796 000	10 400
阿波堀	18 700×500	4 000人/日	9 344 000	25 600
本町	10 700×1 500		16 060 000	44 000
内本町	13 700×1 500		20 549 500	56 300
谷町4丁目	20 200×500		10 110 500	27 700
森之宮	20 900×300	3 000人/日	7 738 000	21 200
緑橋	42 400×100		4 234 000	11 600
深江	40 200×100		4 015 000	11 000
放出	29 600×100		4 051 500	11 100
計			107 857 500	295 500

(4) 車輛および車庫工場

最大列車編成数を6輛、運転時隔は最小2分、表定速度を32km/hとし、さらに定期検査のための休車ならびに特発予備車または故障車等の予備車数を所要車輛数の1割5分とみて、所要車輛数は約200輛となるので、敷地面積50 000m²の車庫および工場を森之宮に設ける。また検車場施設はこれ以外に朝潮橋付近に設け、森之宮車庫工場の完成までは、ここで検車修繕を行なうこととする。車輛は全鋼製ボギー式電動客車で定員は130名、全長18m、自重36tであって現在営業している路線の車輛と比較すると1m長く、自重において約4t軽くなっている。

(5) 軌道構造

軌間は1.435mの標準軌間、軌道中心間隔は高架線

部では 3.6 m, 地下線部では 4.5 m を標準とし, 最小曲線半径は 160 m, 最急勾配は 35% を限度とした。

軌条は 50 kg P S 型 25 m を使用し, まくら木は開床式橋梁部, 分岐直線部および一部曲線部を除いては並まくら木, 第 3 軌条用まくら木ともポストテンション型の P C まくら木を使用する予定である。

道床は地下式停留場部を除き, すべて砕石道床とし, 高架線部はまくら木下道床厚さは 25 cm, 地下線部は 30 cm とした。地下式停車場はコンクリート道床とする。

(6) 電気方式および変電所

開閉所, 高速鉄道変電所間の送電線は特別高圧交流三線式として最大電圧は 22 000 V とし, 高圧配電線の電気方式は三相交流 6 600 V, 第 3 軌条の電気方式は直流 750 V とする。

変電所は最終的には, 朝潮橋, 弁天町, 阿波堀, 谷町 4 丁目, 緑橋の 5 カ所を予定している。

(7) 信号保安

信号機は三位色灯式自動閉そく信号機を使用し, 全重複制御方式を採用した。また信号機にはすべて打子式の自動列車停止装置を設備する。

また従来の運転司令電話設備のほか, 新たに誘導無線電話を設ける。

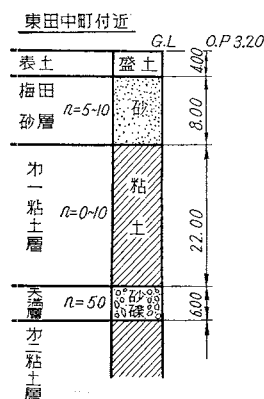
4. 基礎形式の決定

高架橋工事費の半分近くをしめる基礎構造を決定することは, 将来の保守という点からも重要な問題であり, われわれが最も意を用いた点である。

(1) 地質

港区一帯は大阪でも最も地盤沈下のはげしい所であり, 昭和 10 年より 29 年の間に 90 cm も沈下している。これは粘土層の厚いことを示しており, 地表近くの梅田砂層より地下 35 m 付近の天満砂礫層までの間 25 m にわたって第一粘土層が介在している。それ以下は粘土層と砂礫層の互層が 200 m 以上つづいており, これは大阪特有の地質である。また地表 3~4 m は, 昭和 31 年以降にサンドポンプで盛土したごくゆるい層があり(図一2), 第一粘土層は圧密沈下のはなはだしい沖積層で, 圧密試験の結果上載荷重と先行荷重は一致している。天満層は密に締まった砂礫層で標準貫入試験による N 値も 50 以上あり, その内部摩擦

図一2 地質柱状図



角も 40 度以上と考えられ, 大阪で最も信頼される層である。第二粘土層は洪積層粘土として第一粘土層とは異なった諸性質を有している³⁾。その塑性限界, 液性限界, 自然含水比, 間げき比も第一粘土層にくらべて高く過圧密粘土である。本市で行なった室内試験にもとづく諸性質は表一4のごとくである。

表一4 粘土層の性質比較

	単位重量 g/cm ³	圧縮強度 kg/cm ²	含水比 %	間げき比	液性限界 %	塑性限界 %	塑性指数 %
沖積層粘土	1.6~1.7	0.4~0.9	50~60	1.4~1.8	70~100	20~30	40~70
洪積層粘土	1.2~1.5	1.0~1.8	60~70	1.9~2.0	110~120	30~40	70~100

(2) 浮基礎案

基礎杭を使用せず基礎底面を抜げて地耐力で構造物を支持するのであるが, 地表面は盛土であり少なくとも梅田砂層まで 5 m は掘削せねばならず, そのうえ基礎底面を抜け, また不等沈下を考慮して部材断面を大にするため初期の工費も安くはならず, 将来の沈下に対して路面との限界を保つため扛上補修費を考慮した場合, この案は不適當である。

(3) 摩擦杭案(梅田砂層止り)

この案は 30 m 以上の鉄筋コンクリート杭を継手を損傷することなく, 真直に天満層まで打ち込むことができるかという疑問と, かえってその長尺杭が地盤沈下による負摩擦力により不等沈下の原因ともなり, 加えて構造物と地盤との沈下量の異なるため, 埋設物を破壊したり悪影響をおよぼすことを考えて, 地盤と一緒に沈下なら構造物の沈下を許そうとする案である。しかしこの摩擦杭の支持力は支持杭の 1/3 (約 12 t) しかなく, 工費も割安とはならない。そのうえ構造物の荷重による地盤との相対沈下は圧密試験結果より 25 cm, 地下水位低下による沈下は 75~120 cm となり, 天満層に基礎を有するものとの不等沈下量は最大 145 cm, 最小 100 cm となる。

しかるに今回設計区間には弁天町停留場における国鉄環状線との立体交差, および将来第二阪神国道高速高架道路との交差があり, これらとともに天満層支持の井筒基礎となっているので, これらとの不等沈下の調整がむずかしく摩擦杭案は放棄した。しかし将来この相対沈下を問題としないところがあればなお一考を要する案である。

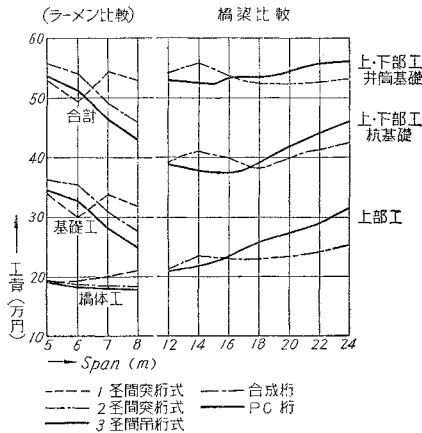
(4) 支持杭案(天満層止り)

大阪管区気象台で行なっている沈下測定³⁾によれば, 全沈下量のうち第一粘土層によるものは 42% であり, 残る 58% は天満層以下の地層の圧密によるという結果がでている³⁾。

この天満層以下の沈下を等沈下と考え, 天満層まで基礎を到達させ第一粘土層の不等圧密を除去するもので桁下高によゆうをみる必要がない。

天満層支持基礎としては杭のほか井筒基礎があるが、工費比較(図-3)の結果井筒基礎は割高であり、また道路上で施工する関係上占用巾が限られ3脚デッキの脚巾や沈下荷重の載荷巾を考慮に入れるとほとんど不可能である。杭基礎としては遠心力鉄筋コンクリート杭のほか鋼杭、ペダスタル杭、プレストレスト杭、ミックスイン プレース杭等があるが、ペダスタル杭を除いては工費が高く施工上の信頼性に欠ける。

図-3 複線 1m 当り工費比較図



しかしペダスタル杭は現場打ちコンクリートの強度に問題があり、水平力によるモーメントに対する強度に疑問がある。現場打杭のコンクリートの圧縮強度を普通コンクリートの1/4をとるとすれば非常に不経済となる。また40mにもおよぶ杭打ちヤグラを使用することは交通のはげしい道路上では危険であり今後の研究にまつこととして今回は遠心力鉄筋コンクリート杭3本継ぎを全面的に用いることにした。

継手は填充式(図子式)継手を採用したが、これは国鉄大阪工事局が上淀川橋梁河床に打ち込んだ試験杭より継手バンドが腐食しても本体とほとんど変らない曲げ強さをもつという結果がでている。

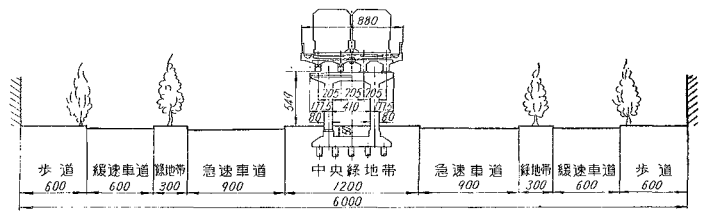
(5) 井筒案

天満層が30m以上の深さを有する場合、確実にそれまで基礎をとどかせるには井筒が第一であろう。弁天町停留場の国鉄立体交差部および第二阪神国道と立体交差する部分は長径間の橋梁をうけ、しかも不等沈下を許さないで井筒基礎とした。

5. 上部構造形式の決定

普通高架橋構造としては3~5径間連続ラーメンが考えられるが本高架橋は占用敷地をもたない日本でも珍しい都市計画街路の中央分離帯に建設されるものである(図-4)。したがって道路交通に支障を与えないよう見

図-4 一般線路部横断面

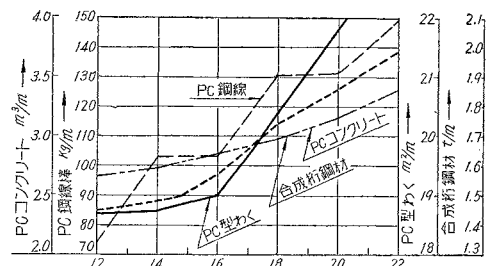


通しをよくするため柱脚をなるべく減らすこと、都市の美観を損なわないよう軽快な構造にすること、騒音をできるだけ出さないようにすること、等が設計上の重要な要素となった。

(1) 一般線路部

ラーメン、合成桁、PC桁について比較設計をした。すなわち、径間5~8mについて杭基礎の突桁式1径間ラーメン、突桁式および吊桁式3径間連続ラーメンを、径間12~22mについてはPC桁、合成桁をそれぞれ杭基礎および井筒基礎の工型ラーメン橋脚で支持する構造について工費比較をした(図-3, 5)。

図-5 複線 1m 当り諸材料比較図



工費より比較すれば径間15m前後の杭基礎合成桁が有利であるが騒音防止上PCに桁を全面的に使用することにした。径間については20m前後が最も経済的であるが、橋脚をできるだけ細いものにするため死荷重に制限をうけ、なお将来の扛上の際にも荷重を小さくしておく必要がある。また河川橋梁と異なり桁下高が低いのに径間が長く桁高が高くなれば外観上も不都合なので、PC桁の経年変化の不明な現在、最初の設計としてあえて12m, 13mの径間を採用した。

12m, 13mの径間ではプレテンション方式とポストテンション方式の両方が考えられるが、ポストテンション方式の複線4, 6, 8主桁と、プレテンション方式の複線20主桁について経済比較を行なった結果、上部工自体の工費はほとんど差異はないが桁数が増すほど死荷重がふえて橋脚断面が大きくなり、下部工をあわせて考えると複線4主桁が最も経済的である。また電食の影響を考えるとポストテンション方式が安全であると考えられる。これらの諸点から直線部においては複線4主桁を用い、曲線部には活荷重の偏心分布と遠心力荷重による水平力に対して横剛性をもたせるよう6主桁横締めと

した。

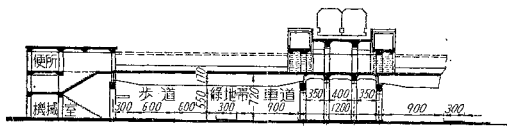
道路を横断する箇所では径間が 20~28.5 m となり、将来沈下した場合桁下の不足による自動車の接触も考慮して合成桁とした。

(2) 停留場部

弁天町、朝潮橋停留場とも相対式プラットホームで、巾員はそれぞれ 5.0 m, 4.5 m, ホーム延長は最終編成車両数 6 輛によゆうをとって 120 m とした。

駅務室、出札改札その他駅設備は 2 階に設け、乗客は道路を横断することなく歩廊橋により直接歩道より乗降できるようにしている(図-6)。したがって軌道は 3 階となり構造物は相当高くなる。そのため単純桁形式をとると橋脚部材が大きくなり、中央分離帯巾 12 m 内に構築する関係上 2 階広間が柱のため所要面積を取りえず、やむなくラーメン構造とした(図-7)。

図-7 歩廊橋断面図



径間は図-3 より長径間ほど安価となるが、柱の太さと床面積および桁高と通行限界の関係から 6~7 m とした。また排水設備に関しては突桁式の方が有利であるが、外観上柱間隔をそろえ、広間を有効に使用できるよう吊桁式を採用した。プラットホームは単純桁として将来扛上可能なよう配慮している。

国鉄環状線弁天町駅との連絡については、昭和 30 年より協議を重ねた結果、L 字交差となり巾員 5.50 m の連絡橋(支間 27.50 m 合成桁)により高速鉄道の 2 階改札部より国鉄中階出札へ直接通ずるようにした。

6. 設計基準

今回の高架橋設計にあたっては「大阪市高速鉄道高架構造物設計基準」を作ったが本市特有の諸点を次にあげる。

(1) 列車荷重

高架構造は列車荷重が直接構造物に影響を与えるので第 1 号線との乗り入れをやめ、すべて新造車両を使用して荷重の軽減をはかった(表-5)。

表-5 車輛諸元比較表

	車輛長 m	最大乗重人員 t	設計荷重軸 t	重固定軸 t	固定軸距 m	ボギー中心 距離 m
1号線車輛	17	360	68	17	2.45	11.50
4号線車輛	18	400	60	15	2.20	12.40

(2) 軌道重量

a) 開床式の場合 600 kg/m

b) 閉床式の場合 レールおよび付属品とまくら木の実重量より 140 kg/m², 道床重量は最小まくら木下厚さ 25 cm に不等沈下による補正のよゆうをみて 45 cm 厚とし 855 kg/m² とした。

(3) 防水層, ダクト重量

防水は電食防止上アスファルト 2 層および保護モルタル厚 5 cm とし、排水コンクリートをふくめて 210 kg/m² とする。また高速鉄道は第 3 軌条方式によるため架空線は用いず、ケーブルはすべて高欄内側のダクト内におさめられて重量は 900 kg/m² とした。

(4) 制動荷重

道床砂利のない場合、電車荷重の 15% をレール面上 1.2 m の高さに作用させた。これは全車輛電動車編成であり、加速、減速度を実測の結果それぞれ 2.5 km/h.sec 3.0 km/h.sec を得るので 15% としても十分安全であると考えた。

(5) 遠心荷重

本市高速鉄道運転規程により、各曲線半径に対する制限速度より計算した結果を用いて表-6 のように定めた。

表-6 遠心荷重係数

曲線半径 R(m)	係数
$R \leq 500$	0.11
$500 < R < 2000$	0.07
$2000 \leq R$	0

(6) 地震荷重

水平震度 0.20, 鉛直震度 0.10。

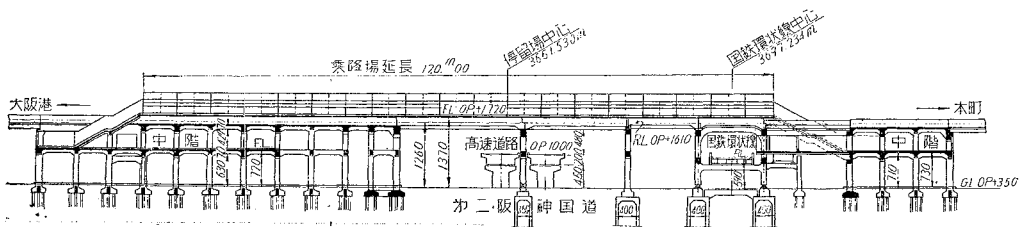
7. 設計概要

(1) 基礎杭

遠心力鉄筋コンクリート杭 3 本継ぎとして上下杭をおのおの 12 m とし、中抗の寸法により杭長を調整した。杭径は運搬、建込み等、取扱いの上から 45 cm および 40 cm を併用した。

a) 許容支持力 杭の許容支持力は載荷試験を行なっ

図-7 弁天町停留場縦断面図



て定めるべきであるが時期その他の都合により静力学公式によった。幸いに国鉄大阪工事局が弁天町付近で基礎杭試験を種々の角度から行っており⁴⁾、この結果が大いに参考となった。

先端支持力 Q_p は Terzaghi の杭先または基礎底面の限界持力の円形全般せん断公式により、負摩擦力 N_c は Terzaghi Peck⁵⁾ に従い、間きき水圧の減少による粒子間圧力、第一粘土層の圧密沈下および梅田砂層の沈下による影響につき計算した。

天満砂礫層は 3~5 m の厚さであり、その下に第二粘土層を有しているのもし構造物の荷重が杭を通じて支持面以下の第二粘土層に分布し、これがその最大先行荷重をこえる場合局部圧密が起こる。いま Boussinesq により天満砂礫層を 2 m とし第二粘土層上面の分布応力度を計算すれば 16 t/m^2 となり、最大先行荷重 $30 \sim 40 \text{ t/m}^2$ に十分おさまる。ゆえに表-7 をもって許容支持力とした。

表-7 杭の許容支持力

杭径 (cm)	先端支持力 $Q_p(t)$	負摩擦力 $N_c(t)$	長期許容支持力 $Q_a = \frac{1}{2}(Q_p - N_c)(t)$	短期許容支持力 $Q_a' = \frac{Q_p}{2}(t)$
45	143	44	49	71
40	113	39	37	56

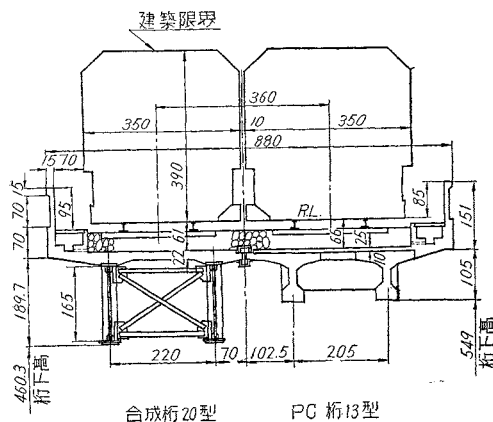
b) 杭の設計 遠心力鉄筋コンクリート杭は JIS 5310 により規格品が定められているが、鉄道橋のように水平力の大きな場合抵抗モーメントが不足する。そこで今回は運搬建込み時のモーメント、地震水平力をうける場合の抵抗モーメントより断面を決定し鉄筋量は上中下杭とも $\phi 16 \text{ mm } 10$ 本とした。

工事施工にあたっては載荷試験を行ない、支持力を検討し、鉄筋計を挿入して杭体の応力および負摩擦力を測定し今後の設計の資料としたい。

(2) PC 桁および合成桁

一般線路部では道路横断部分は合成桁、その他は PC 桁を用いたがその断面は図-8 の通りである。

図-8 一般線路部橋梁断面図



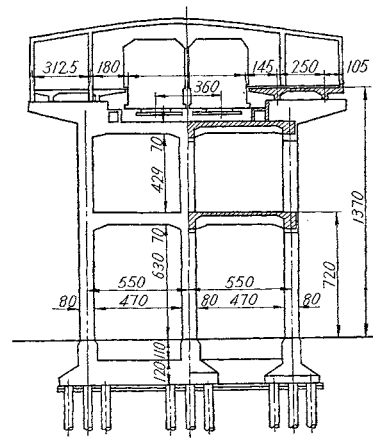
軌道中心間隔は 3.6 m, 建築限界より高欄内側までのよゆうを 70 cm とし電らんダクトの線を建築限界線に合すとともに保線線の待避に十分の中を考えた。高欄高さは市街地であるということから騒音を防止するためと保安上から RL より 85 cm の高さを決定した。また信号機柱およびリレーボックス等もこの 70 cm のよゆうの中におさめるようにして高欄の外側はそろえている。

PC 桁はポストテンション方式単純 T 型ばりで設計した。

(3) ラーメン

停留場部は弁天町停留場の一部橋梁部分を除いて 2 層ラーメン構造として 3~4 柱式、2~3 径間連続ラーメンを吊桁でつなぐ構造となっている (図-9)。

図-9 弁天町停留場ラーメン部横断面図



この設計にあたってはその計算量がばく大なものと限られた時間に設計を完了するため電算器を最大限に利用した。弾性理論にもとづく解法はいろいろあるが影響線を用いる方法、あるいは定点法、モーメント分配法等は複雑になり誤りのできる可能性もあり、多元一次方程式を電算器により解くことによって撓角法を用いることにした。

また縦方向ラーメンを解く場合集中荷重を用いるのが理想であるが、これも荷重の移動を考えて個々の応力を求めることは不可能にちかい。そこで換算等値等布荷重を用いた。

いま 1/2 点に最大モーメントを生ぜしめる換算等布荷重を径間 6.5 m, 7.0 m, 7.5 m について比較しその大なる値をとることとした (表-8)。

この結果 1/4 点における最大曲げモーメントに対応する換算等布荷重をとり曲げモーメントを算出し、せん断

表-8 径間モーメント比較

径間	6.50 m	7.00 m	7.50 m
1/2 点 max	10.40 t/m	10.07	9.68
1/4 点 max	12.31	11.61	11.00

図-10

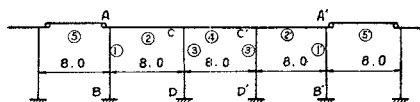


表-9 集中荷重と換算等布荷重によるモーメント

	(a) 集中荷重の場合	(b) 換算等布荷重の場合	b/a
$M_{\frac{A}{2}}^A$	-31.429	-33.570	1.07
$M_{\text{中}}$	40.015	44.932	1.12
$M_{\frac{C}{2}}^C$	52.707	61.508	1.17
$M_{\frac{C}{4}}^C$	50.186	57.663	1.15
$M_{\text{中}}$	38.055	37.134	0.98

力に対しては集中荷重を載荷した場合の最大せん断力と換算等布荷重によるせん断力との比を求め、換算等布荷重によって算出したせん断力を割増しすることにした。

いま 図-10 のような 3 径間連続ラーメンを例にとり、本市列車荷重について集中荷重を用いた場合と、1/4 点換算等布荷重を用いた場合の各点の最大モーメントを比較すると表-9 の通りとなと、④部材を除いてはすべて安全側にある。

今回の設計にあたってこの電算器に負うところは非常

に大きく、今後ともこのような機械的な計算は機械にまかせておくべきである。

8. 結 言

道路上の構造物その他諸種の条件のもとに今までの高架構造物の概念と多少異なるような設計となったが、また一面特異な構造物として種々の問題を投げかけられるので読者の御批判ならびに助言をいただいてさらによりよい設計をすすめていきたいと思っている。

今回の計画設計にあたり、種々の調査ならびに助言を頂いた方々に誌上をかりて厚く御礼申しあげる。

参 考 文 献

- 1) 村山朔郎・赤井浩一・植下 協：“大阪洪積層粘土の工学的特性”，土と基礎 Vol. 6, No. 4 (1958)
- 2) 大阪湾港湾技術調査会：“大阪の地盤沈下に関する研究”，昭和 24 年，“地盤沈下及び地下水観測について”，昭和 28 年
- 3) 最上武雄・森 博：“基礎工学と土質調査，”
- 4) 別所多喜次・西川重次・杉浦 弘：“大阪環状線高架橋基礎杭試験報告”，土と基礎 Vol. 5, No. 6; Vol 6, No. 1, No. 3
- 5) Terzerggi, Peck：“Soil Mechanics in Engineering Practice”

(原稿受付：昭.35.3.7)

水に浮く コンクリート

三井パーライト

マンモスビルに使われて
4,000トンの軽量化に成功

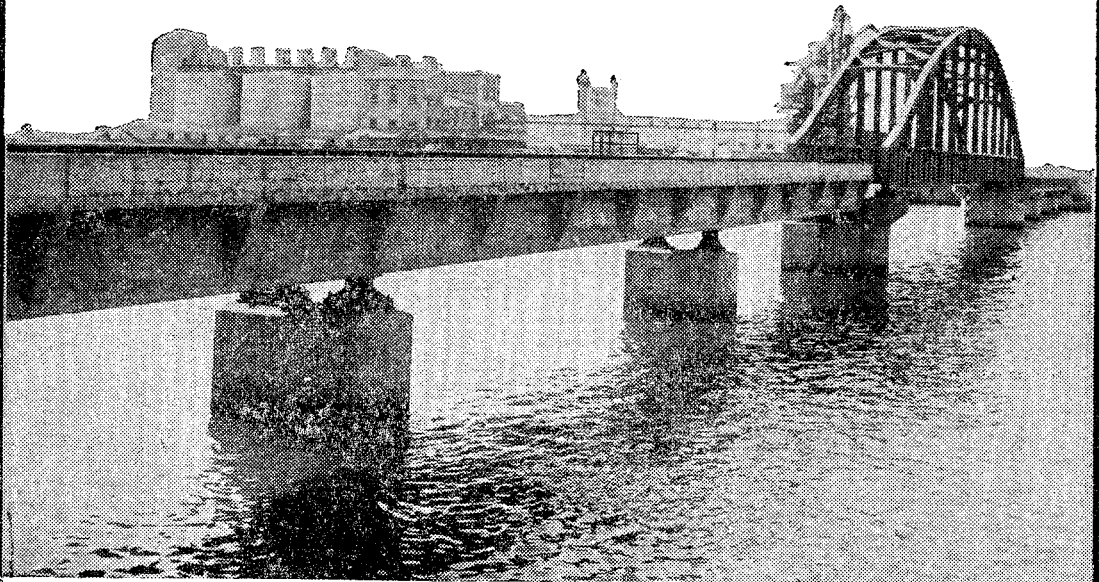


三井金属鉱業株式会社

本店 東京 日本橋 電話 (241) 4-1-01 (代)
支店 大阪 営業所 名古屋・福岡 出張所 札幌
総代理店 三井物産株式会社



最も良い最も経済的なコンクリートを造る!



国鉄 晴海橋 東京工事局

ポンリス

セメント分散剤

製造元

日本曹達株式会社

本社	東京都千代田区大手町二丁目四番地	電話	大代表 (211) 2 1 1 1
支店	大阪市東区北浜二丁目九〇番地	電話	北 浜 (23) 7 0 6 3 ~ 6
工場	新潟県中頸城郡中郷村二本木工場	電話	中 郷 5 1 ・ 6 1

発売元

日曹商事株式会社

本社	東京都中央区日本橋本町三丁目五番地	電話	日本橋 (241) 7191 ~ 5
大阪営業所	大阪市東区北浜二丁目九〇番地	電話	北 浜 (23) 7063 ~ 6
名古屋出張所	名古屋市中区新栄町一丁目六番地 (朝日生命館)	電話	本局 (24) 9 2 7 1
札幌出張所	札幌市北九条東一丁目	電話	札幌 (3) 0625・4750
福岡出張所	福岡市天神町八番地 (西日本ビル)	電話	中 (4) 0961・6731