

---

## 日立-アルウェーグモノレール特集

---

羽田線モノレール土木工事	85
羽田線モノレール軌道けた	94
日立-アルウェーグモノレール転てつ機	105
羽田線モノレール信号保安設備	112
羽田線モノレール通信設備	118
羽田線モノレール電力設備	123
羽田線モノレールカー	130
羽田線モノレールカー電気品	136
モノレールカーの自動運転 (ATO)	143

---

# 羽田線モノレール土木工事

## Construction Work of Haneda Monorail Line

丹下正徳\* 野元吉哉\*\*  
 Masanori Tange Yoshiya Nomoto  
 柴田加喜智\*\* 白根重男\*\*  
 Kakichi Shibata Shigeo Shirane

### 内容梗概

羽田線モノレールの建設に当っては、シールド工法、沈埋函工法、リバーサーキュレーション工法、その他各種の最新工法を駆使して海上、海底、地下などきわめてきびしい環境条件の路線を短期日に完成したので、これら工法との関連をつけながら、複線路線の各種基礎、支柱、橋りょうについて技術的説明を行なうとともに両ターミナルについて若干ふれる。

### 1. 緒言

第2次大戦後の世界的現象として、都市への人口集中と自動車の驚異的な普及とに起因する都市交通のまひ混乱は筆舌につくしがたいものがある。東京もその例にもれず、高速道路、高速都市鉄道の拡充整備に力を注がれてはいるが、用地問題、工事費などの関係から交通需要に応じきれない実状である。たまたま1964年東京オリンピックを日ざして諸交通施設の計画実施にはいるに当たり、他の鉄道交通機関に比べて、用地費も工事費も少なくすみ、建設工期が短く、市街地上空の遮へい度が少なく、列車走行時の無騒音、急こう配、小曲線などの諸特性を有し、輸送力も他鉄道機関にほぼ匹敵する第3の鉄道、日立—アルウェグ(跨座式)モノレールで日本の玄関口である羽田国際空港と都心新橋までの14.2kmを結びようとする計画が東京モノレール株式会社によって計画された。このモノレール線の建設は日立製作所が西独のALWEG GmbHと技術提携して開発したもので、トリノ、シヤトル、犬山の実験段階を経て実施され、世界に初めての本格的輸送機関としてその真価を世界に問う試金石にしようとしたものである。

### 2. 計画と線路概要

#### 2.1 路線計画

本路線は昭和36年12月26日地方鉄道法にもとづく路線免許が羽田—新橋間14.2kmについて東京モノレール株式会社に認可されたものであるが、新橋付近は都市計画が未完成で乗入れ困難であったため、今回はオリンピック開催の昭和39年9月開業を目途として、とりあえず浜松町までを部分施工することとし、昭和38年4

月、施工の認可を得たものである。

路線は第1図に示すとおり種々の案が考えられたが、両端駅から将来路線を延長する場合、空港周辺の高度その他の制限、船舶の運行、運河沿いの既設の諸施設、国鉄および道路との関係、用地問題などを考えあわせたうえ、良い線形と工事費の低下をねらって決定したものが実線に示すもので、その縦断面図は第2図のとおりである。

その概要を述べれば、始点は羽田国際空港ビル前広場に地下2層の停車場を設け、終点は国鉄浜松町駅の西に隣接してターミナルビルを設けて5階に置く。この間、空港B滑走路はシールドトンネルでくぐり、空港内道路では中央分離帯に柱を立てて高架で通過する。また海老取川は、航空機による離着陸の高度制限を受けるために高速道路と並行して沈埋式水底トンネルで通る。これから海上に出て東京都の埋立予定地内または運河を一部高速道路に隣接して通り、9km付近品川ふ頭で陸上にあがり、高速道路に隣接して進む。五色橋で高速道路の上を横断し、再び運河内を国鉄田町駅北部まで進み、これから国鉄線路海側縁を北進、国鉄浜松町駅南端で国鉄14線を横断して終点到達するものである。

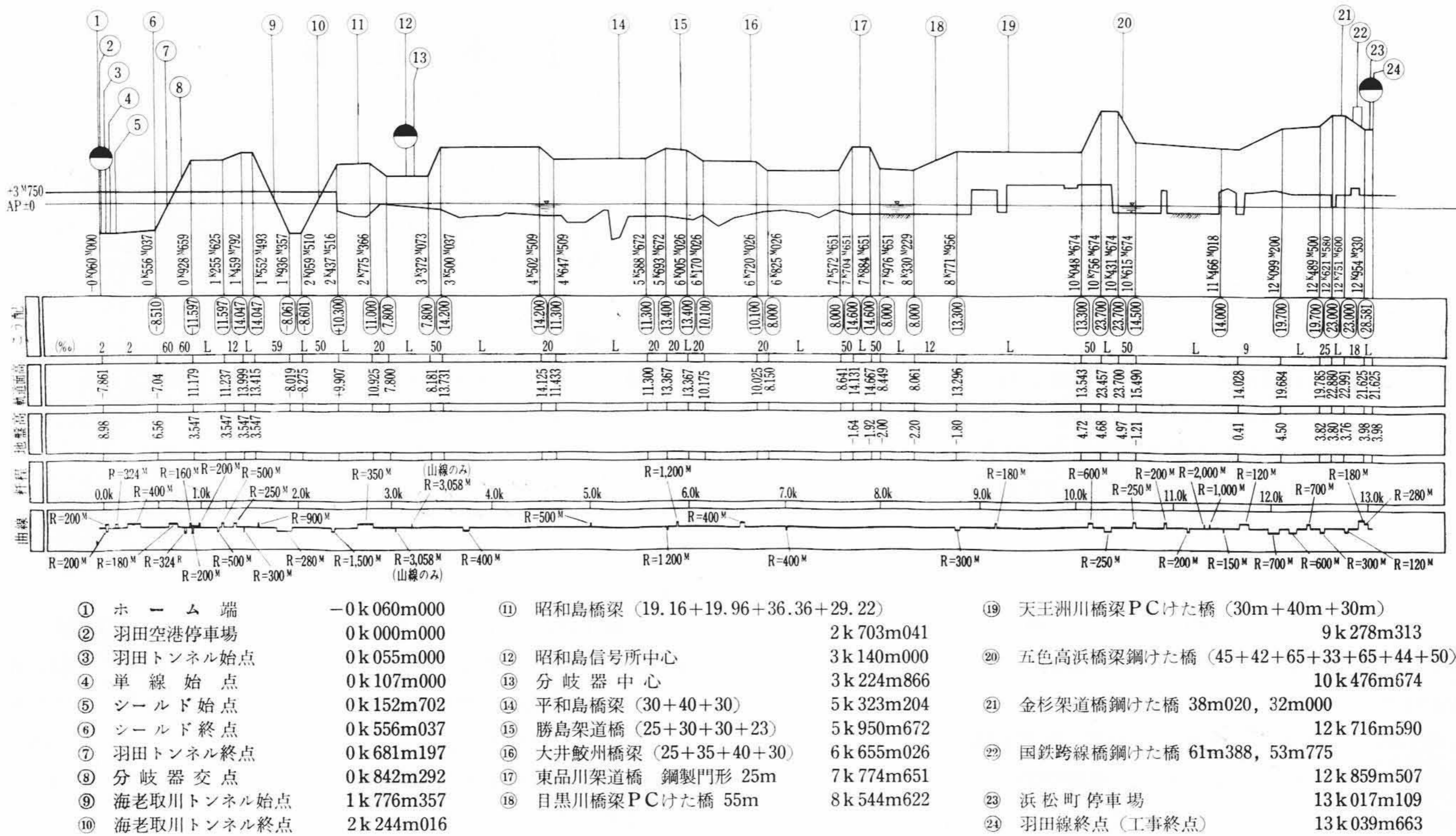
#### 2.2 輸送計画

この路線の輸送目的は都心～空港間の旅客輸送であるが、本路線の輸送計画として、列車は6両編成、始終点間運転時間15分、最小10分間隔の列車ひん度とすれば、1日運転回数168回となり、1日約10万人の輸送ができるはずである。列車ひん度を最小7分間隔にすれば、1日運転回数220回となり、1日約13万人まで輸送可能となる。これに対して昭和40年度の航空機の旅客数、送迎客、見学観光客などによる空港出入客のうちから、モノレール利用客を年間約1,100万人と想定すれば、1日当たり平均約3万人となる。



第1図 路線平面図

\* 日立製作所車両事業部  
 \*\* 日立モノレールコンサルタント株式会社



第2図 路線縦断面図

2.3 線路概要

- (1) 線路延長 13.1 km
- (2) 単線, 複線の別 シールドトンネル区間 (羽田空港~穴守信号所間および浜松町駅は単線, その他は複線)
- (3) 線路中心間隔 3.7 m 以上
- (4) 最小曲線半径 120m
- (5) 最急こう配 60‰
- (6) 縦曲線半径 標準 1,500m, 最小 700m
- (7) 橋りょう 道路, 鉄道, 運河などを横断する部分で, 昭和島橋りょうほか26個所
- (8) トンネル 羽田空港トンネル 741 m (羽田空港駅を含む), 海老取川トンネル 448m
- (9) そのほかおもな施設
  - (i) 停車場
    - 羽田空港駅 0 k 000m, 車両3編成(9両)分のホーム長100mの2面使用, 将来複線使用可能
    - 浜松町駅 13 k 017m, 車両2編成(6両)分のホーム長75mを暫定的に設け2面使用, 将来3編成(9両)かつ複線用としての改良の場合も考慮してある。
  - (ii) 信号所
    - 穴守信号所 0 k 865m
    - 昭和島信号所 3 k 140m
  - (iii) 車庫 (昭和島車庫)
    - 京浜3区埋立地約5,000坪の用地に次の諸施設を設けた。入出庫, 留置, 仕立検査および洗浄, 修繕庫用にそれぞれ1線合計4線, 延長約709mの側線軌道
    - 修繕庫, タイヤ交換および台車検修庫, 各1棟, 計2棟
    - その他運転司令室, 事務室, 倉庫, 自動車両洗浄装置など

(iv) 変電所 5個所

羽田空港内(穴守), 昭和島車庫用地内, 勝島, 芝海岸通6丁目, および浜松町駅付近

3. 路線の測量と地質調査

3.1 路線の測量

路線の大部分が海上および運河上である。陸上部であっても、高速道路の工事中、国鉄の工事中、列車回数の極度に多い国鉄線付近という条件に制約されたため、ほとんどすべての測量が間接法によらざるを得なかった。すなわち路線上の主要点や工事施工上の基準点は、地理院三等三角点から誘導された座標値により求め、曲線の始終点、橋脚の位置などについては局部三角網を組みその正確を期した。なお曲部三角網の頂点となる地点としては、海上にやぐらを設置した。

3.2 地質調査

高速1号線や国鉄線と近接する部分はそれぞれの工事の調査資料が非常に参考になったが、それを補充しかつそれ以外の部分を調査するため、全線約50個所の地質調査を行なった。調査の内容は基礎支持層の位置とその途中の状態をは握することを目的とし、標準貫入試験(N値測定)を主体とし、あわせて土の工学的性格の解析を行なった。調査の結査は次のとおりである。

沖積層: 上層部を形成するが、その層厚は著しく変化に富み、数mから30mに及んでいる。本層の上層部2~6mにN値2~20程度の砂質土が分布している地区があるが、主体はほとんど粘性土層で、貝殻、腐植物を多量に含み、きわめて軟弱である(N値0~7にすぎない)。

洪積層: いわゆる東京層に属するものであるが、沖積層の下に分布し、3種の洪積性粘土層、砂層および砂礫層からなる。このうち基礎の支持層となり得るものはほとんど砂層または砂礫層で、勝島地区6km付近を境として羽田側には前者が分布し、浜松町側には後者が分布している。これらの支持層は、羽田地区、東品川地区、12kmの起点寄付近に深く位置し25~30mに達するが、そのほ

かの地区ではだいたい20m前後の深さに位置している。

4. 構造物の設計と工事の概要

4.1 設計基準

(i) 線形

曲線半径 最小 120m  
 緩和曲線 形はクロソイド曲線を用いた。

(a) 目標値 (標準)

$L_1 \geq 10.5 \cdot V \cdot q_m$        $L_n$ : 緩和曲線長 (m)

$L_2 \geq 10.1 \cdot V \cdot q_d$        $n=1, 2$

$V$ : 設定速度 (km/h)

(b) 最小値 (許容限度)

$L_1 \geq 9.1 \cdot V \cdot q_m$        $q_m$ : 設定カント量

$L_2 \geq 9.3 \cdot V \cdot q_d$        $q_d$ : 不足カント量

おのおの  $L_1$  と  $L_2$  で大なる値を採用する。

カント  $q = V^2/127R$

$q$ :  $\tan \theta$  で表示 ( $\theta$  は水平面に対する軌道の傾斜角)

$V$ : 設定速度 (km/h)

$R$ : 曲線半径 (m)

最大カント量は 0.15 とし、カント不足を 0.05 まで許し、最高速度は 100 km/h とした。

縦曲線 標準 1,500 m, 最小 700m とした。

(ii) 構造物

活荷重  $P=11$  t (荷重配置は軌道けたの項参照)

衝撃係数  $i = 20/50 + l \leq 0.3$  ( $l$ : スパンm)

横荷重 1軸荷重の20%の1軸集中移動荷重 (t)

遠心力荷重  $F = (V^2/127R) \cdot P$

$F$ : 遠心力荷重 (t)

$V$ : 設定速度 (km/h)

$R$ : 曲線半径 (m)

$P$ : 活荷重 (t)

風荷重 無載荷時 300 kg/m<sup>2</sup>

載荷時 80 kg/m<sup>2</sup>

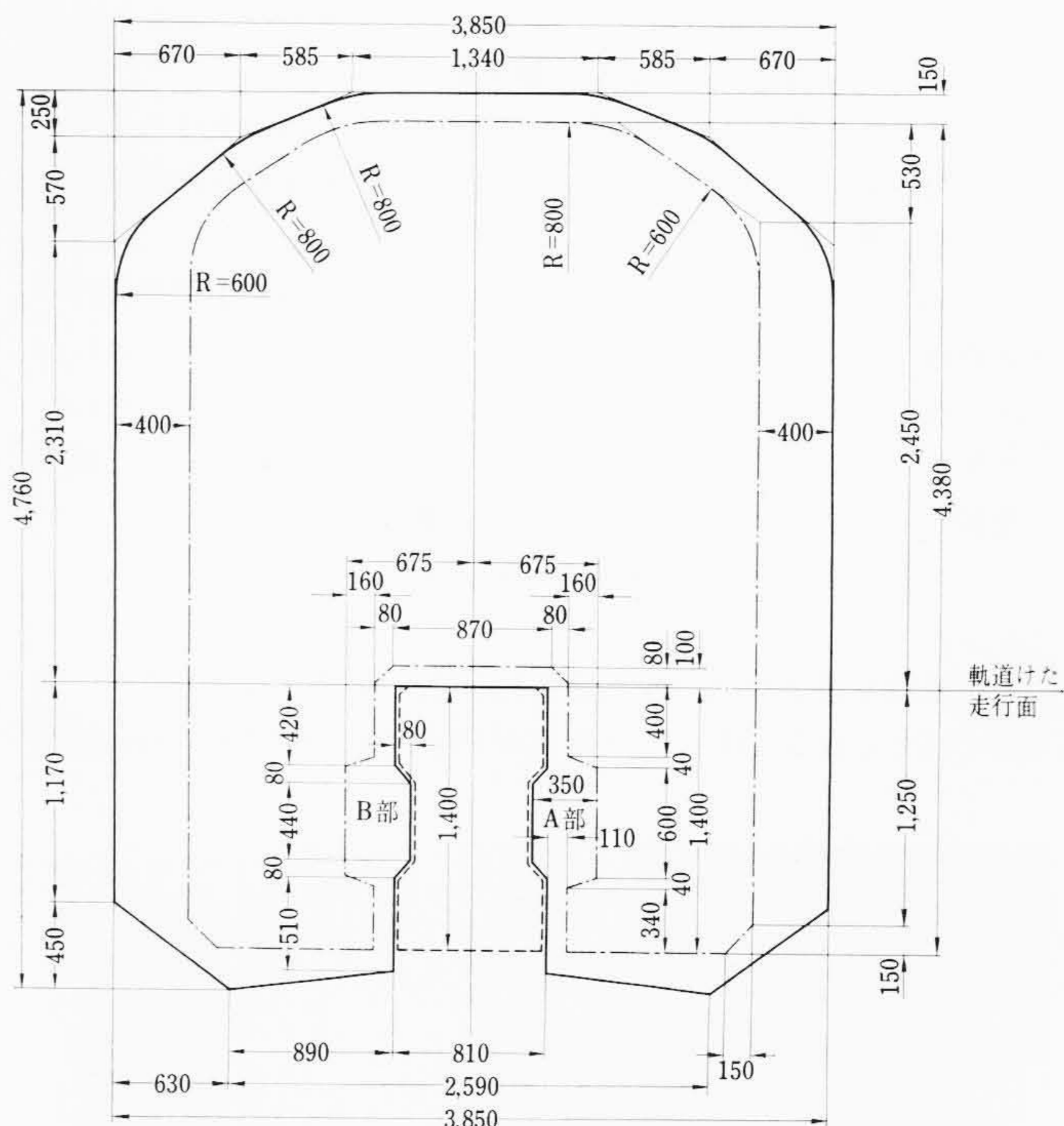
地震荷重  $k_H=0.2$   $k_V=0.1$  ただし国鉄近接部は

$k_H=0.3$   $k_V=0.1$

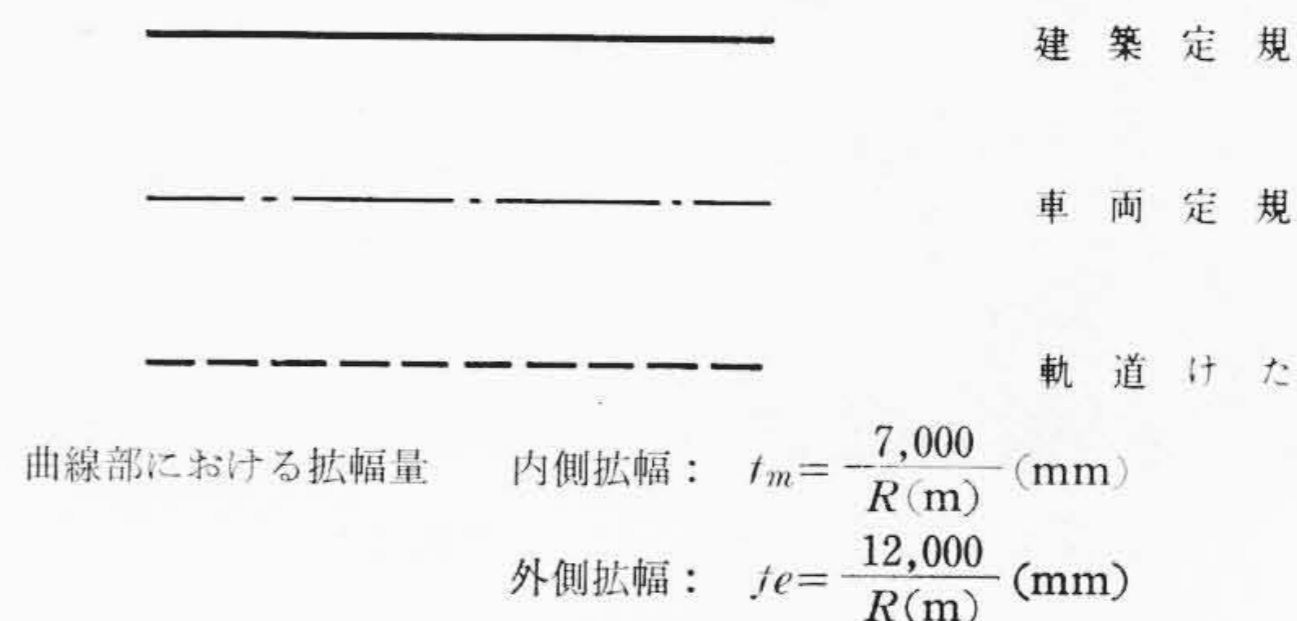
許容応力度 第1表のとおりである。

第1表 許容応力度 (kg/cm<sup>2</sup>)

種別	コンクリート圧縮強度 $\sigma_{28}$		
	160	200	240
コンクリート			
許容軸方向圧縮応力度	40	50	60
許容曲げ圧縮応力度	50	65	80
許容せん断応力度 (腹鉄筋のある場合)	16	18	20
許容せん断応力度 (腹鉄筋のない場合)			
版において	8	9	10
はりにおいて	5.5	6	6.5
許容付着応力度			
丸鋼にたいし	6	6.5	7
異形丸鋼にたいし	12	13	14
許容支圧応力度	45	55	70
鉄筋			
許容引張応力度および許容圧縮応力度 SS 39, SS 41 において			
丸鋼にたいし	1,300	1,400	1,400
異形丸鋼にたいし	1,400	1,400	1,400
SS 49, SS 50 において			
丸鋼にたいし	1,400	1,500	1,600
異形丸鋼にたいし	1,600	1,600	1,600



凡例



第3図 建築限界および車両定規図



第4図 五色橋橋りょう

その他 コンクリート標準示方書 (土木学会)  
 プレストレストコンクリート設計施工指針 (土木学会)

なお建築限界, その他は第3図に示す。

4.2 スパン割と支柱形式

スパン割は, 鉄道, 道路, 航路, その他環境条件の制約を受けた箇所を除き, すべて20mを標準とし, 支柱高, スパン長, 地質にもとづく基礎構造に応じて諸種の支柱の設計を行なった。

(i) 長スパン部のスパン割

高速道路を横断する五色橋橋りょうは, 高速道路1号線とそれに並進する関連街路18号線を斜めに横断し, かつ高浜川にもかか

るため、45mの単純けたと42+65+33mの連続けたとから成る総長185mの鋼橋設計とした(第4図)。

高浜川橋りょうはこれに続いて高浜川を斜めに横断するもので航路との関係上65+44+50mの連続けた総長159mの鋼橋設計とした(第5図)。

国鉄沿いは約1kmの区間を、国鉄線東側縁端の土留擁壁内に国鉄線の建築限界に抵触しないように支柱を建てる設計としたが、支柱およびその基礎の施工が環境上極度に困難であるため、できるだけ支柱数をへらし、3スパン総長90mを標準とする鋼製連続けたを順次ならべる設計とした(第6図)。

以上3箇所はいずれも軌道けたそのものを橋りょうけたとしている。

国鉄横断部は14線の国鉄線を約30度の斜角で横断するが、橋脚の建てられる位置とその断面が限定され61+54+57m、総長

172mの鋼製連続橋りょうの設計とした。なおこの部分には、モノレール路線に急曲線がはいるので、箱形断面の直線橋けたの上に軌道けたを乗せる設計となった(第7図)。

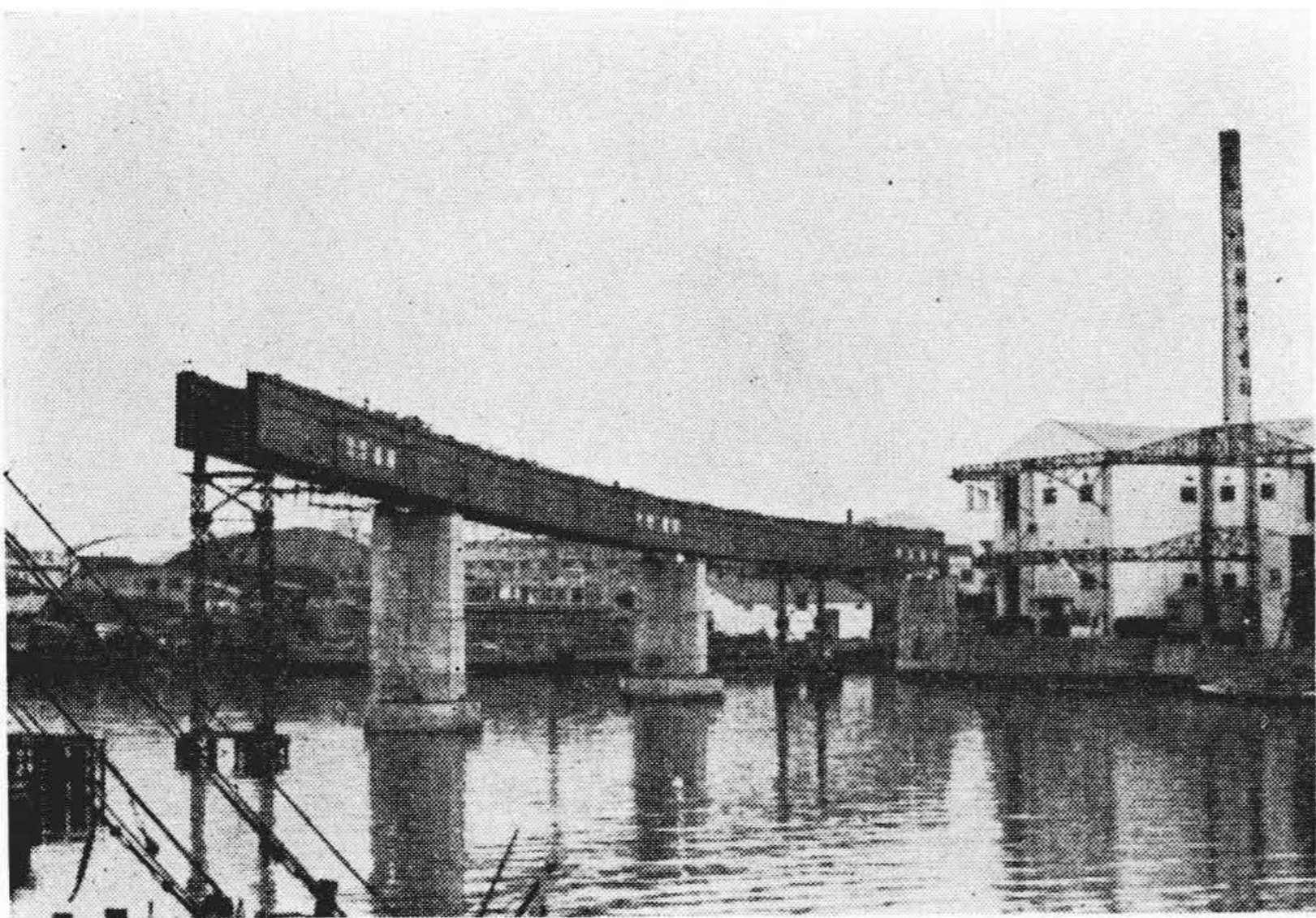
(ii) 一般スパン部と支持形式

特殊な個所を除き、ほとんど鉄筋コンクリート支柱を20mごとに配置した。支柱の形式は第8図のとおりである。

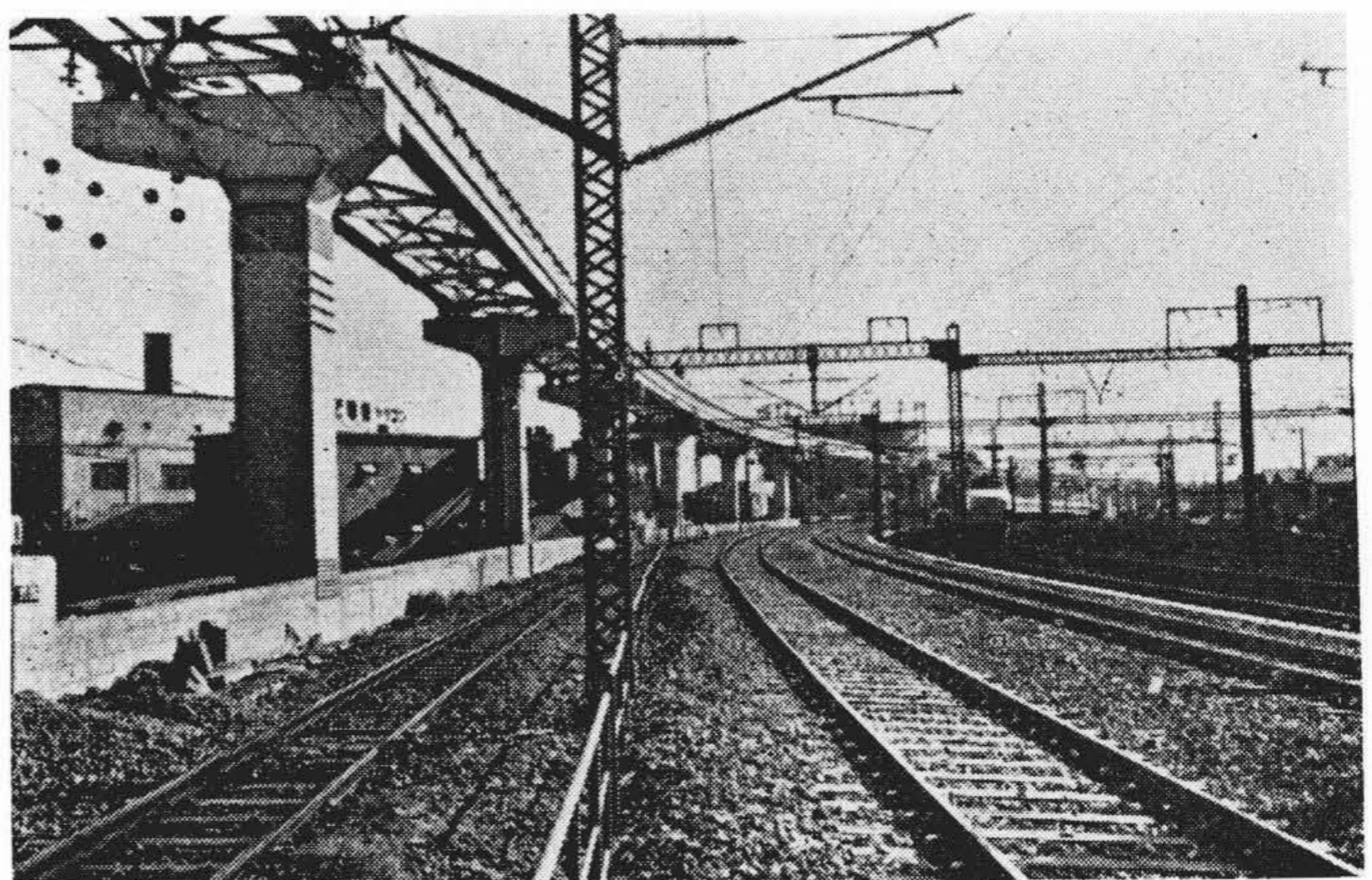
(イ) T形支柱 標準20m長のけたを支持する支柱で全線の約70%を占めた。

(ロ) X形支柱 中央部に10m軌道けた、両端部に20m軌道けたの片端を受けることにより、30mの支柱間隔がとれるので、小スパンの橋りょうとした。

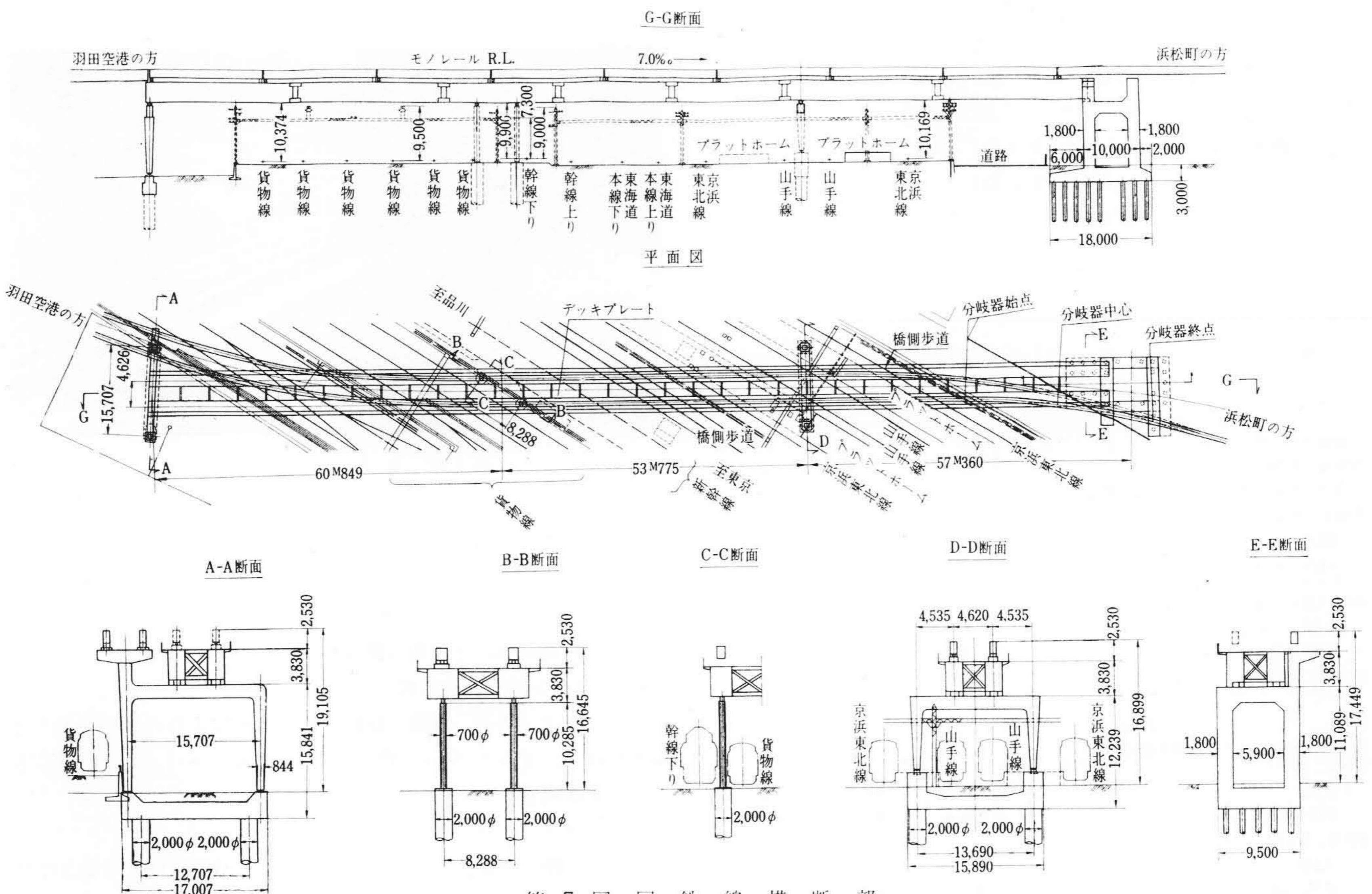
(ハ) ラーメン支柱 支柱高が比較的安く(約8m)、海上部のように支柱の占有面積に制限を受けない個所に採用し、ラーメンの垂直部材をそのまま大口径鉄筋コンクリート杭と直結する方式を取り、経済性を第1とした設計である。このうち4本



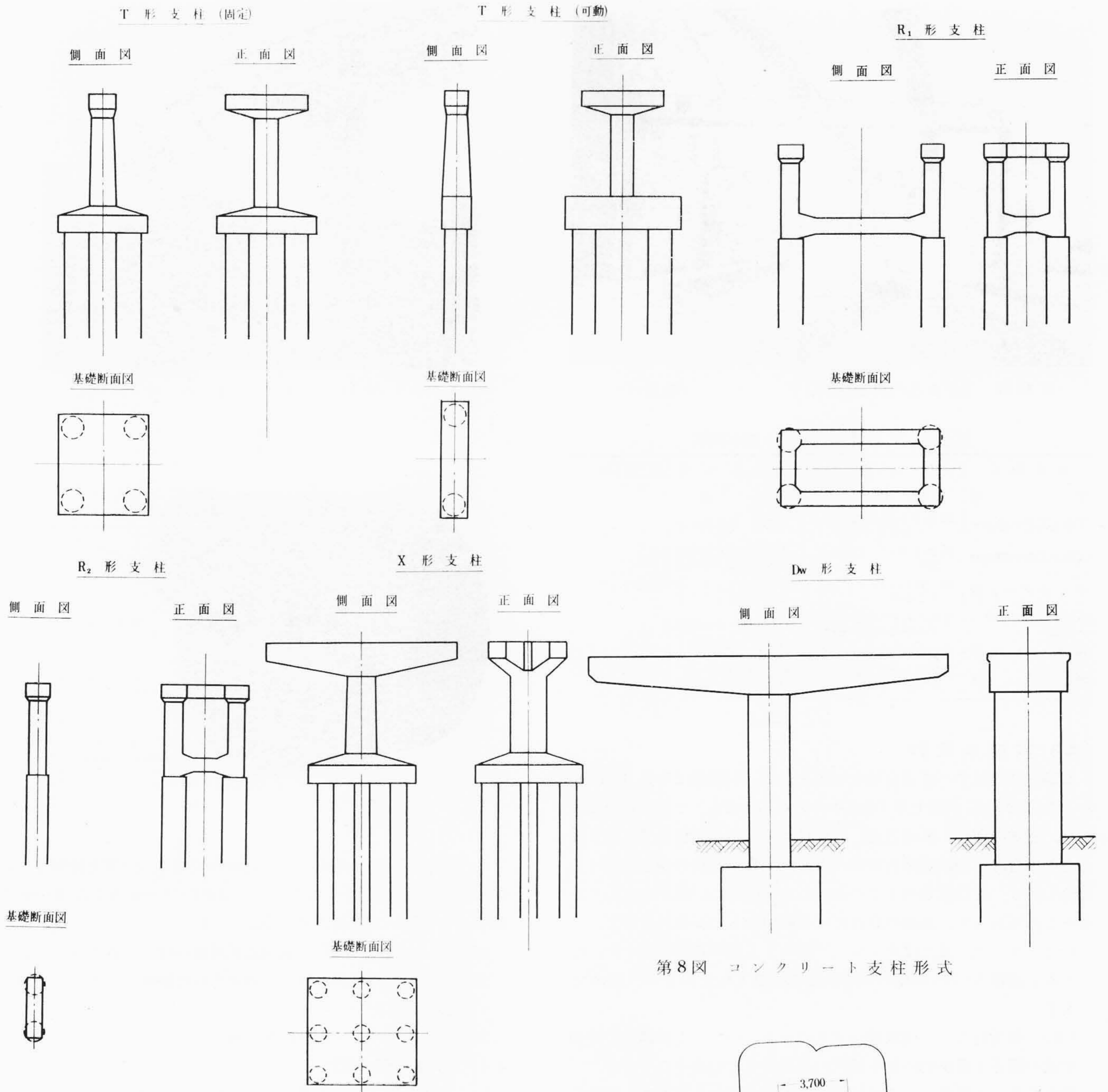
第5図 高浜川橋りょう (架橋中)



第6図 国鉄線並行部鋼支柱および鋼軌道けた



第7図 国鉄線横断部



第8図 コンクリート支柱形式

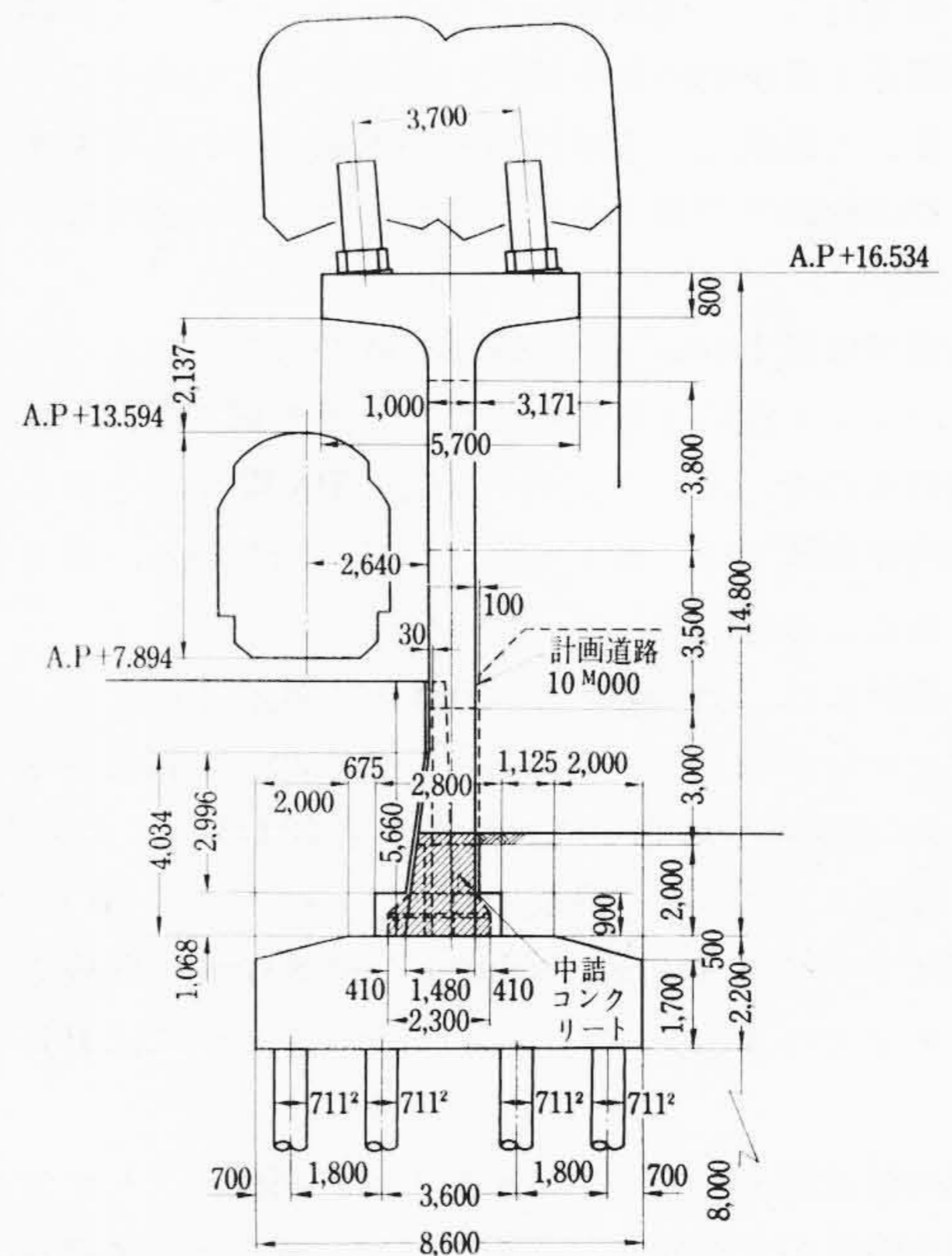
柱 (R<sub>1</sub>形) のものに橋軸方向の水平力を負担させ、2本柱 (R<sub>2</sub>形) のものにはそれを負担させない構造とし、両形を交互に配置した。

(ニ) デイビダーク支柱 航路、道路などの交差個所に用い、スパン 30~50 m まで可能な P S コンクリート張出し支柱である。

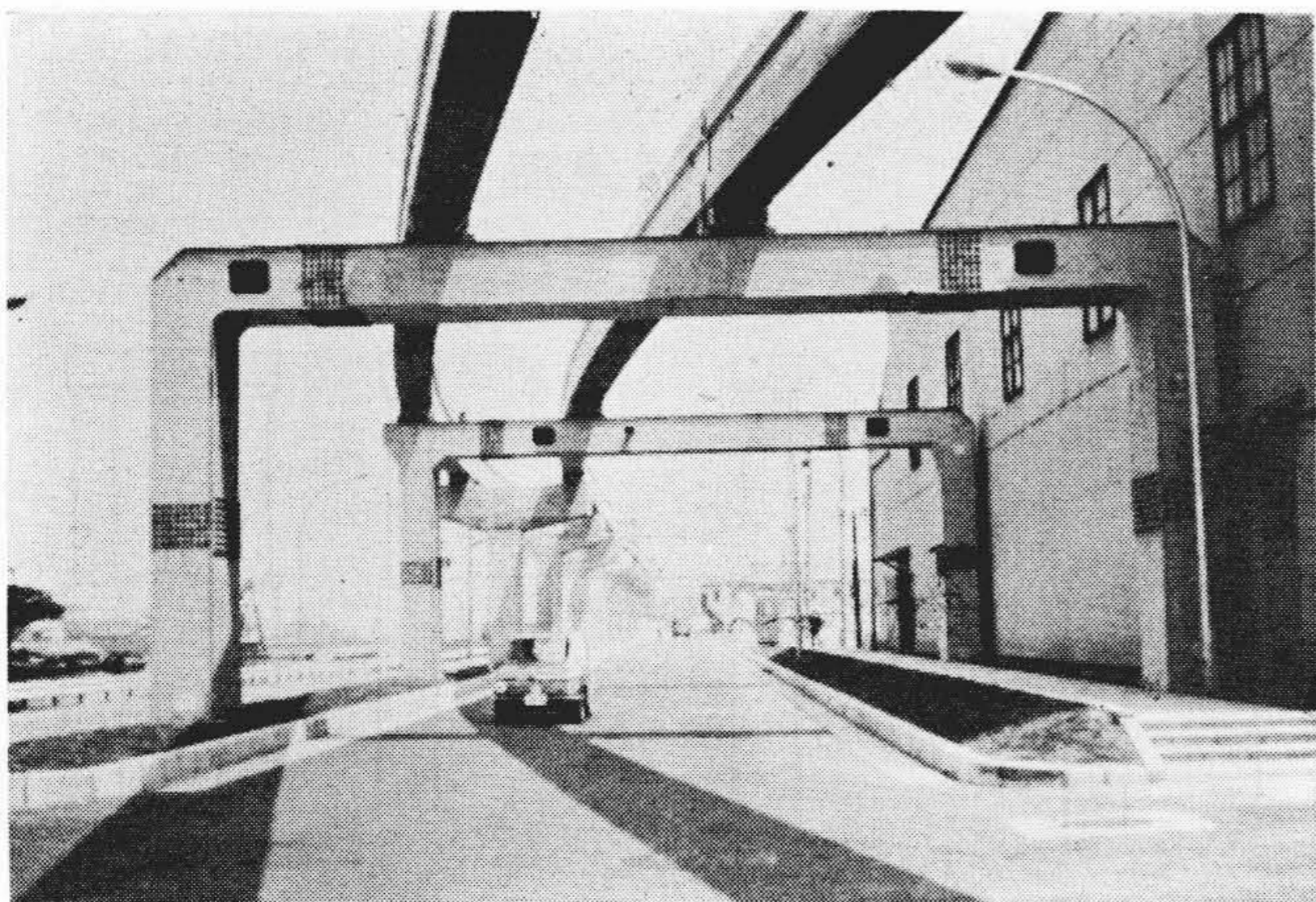
(iii) 鋼支柱

国鉄沿い(田町駅~浜松町駅間)、国鉄横断部、羽田空港内道路など支柱幅が環境条件から制約を受ける個所に採用したが、その形式は第6、9、10図にその一例を示す。構造はすべて溶接構造で、継手にはほとんど高張力ボルトを使用した。基礎との接続には、鋼製のアンカーフレームをフーチング中に設置して支柱本体と結合させ、地表面下にはいる鋼柱部にはコンクリート被覆を施した。

以上の支柱構造につき、おもな使用場所と採用理由とについてはこれを第2表に示す。



第9図 鋼支柱



第10図 羽田空港内鋼支柱およびコンクリート軌道けた



第11図 運河部支柱

第2表 支柱構造とスパン割の関係

支柱形式	採用理由	おもな使用箇所
T形	一般標準型	全線
T形とX形の組合せ	20m以上25mまでのスパンを要する箇所	夕風橋, 鹿島橋など
X形とX形の組合せ	30mのスパンを要する箇所	芝浦海岸通り民有地入口, 勝島架道橋, 中央道など
ディビダーク形	40~55mのスパンを要する箇所	昭和島橋りょう, 平和島橋りょう, 目黒川橋りょうなど
コンクリート, ラーメン形	用地にあまり制約を受けず支柱高の低い箇所	大井鮫洲~東品川付近
鋼ラーメン形	用地上制約を受ける箇所	羽田空港場周道路, 国鉄並行部
鋼支柱	工期および施工法に制約を受ける箇所	大東運輸付近, 国鉄並行部, 横断部

4.3 基礎の設計

基礎支持盤はすべて東京層を対象とした。羽田線は全長 13.1 kmのうち、約70%が海上部(埋立中のところを含む)または運河部であり、船舶の運行、水面占有、沿岸利用者などの制約を受けた。陸上部の場合は、国鉄線路近接部のように、列車運転の制約を受ける部分もあり、また東京層までの途中に比較のかたい層が介在しているところもあって、基礎の設計には多種類のものが検討された。

(i) ケーソンまたはウェル 橋りょう部の基礎に用いた。ほとんど直径5~7m程度の円形断面で、根入れ長さは18~30mである。

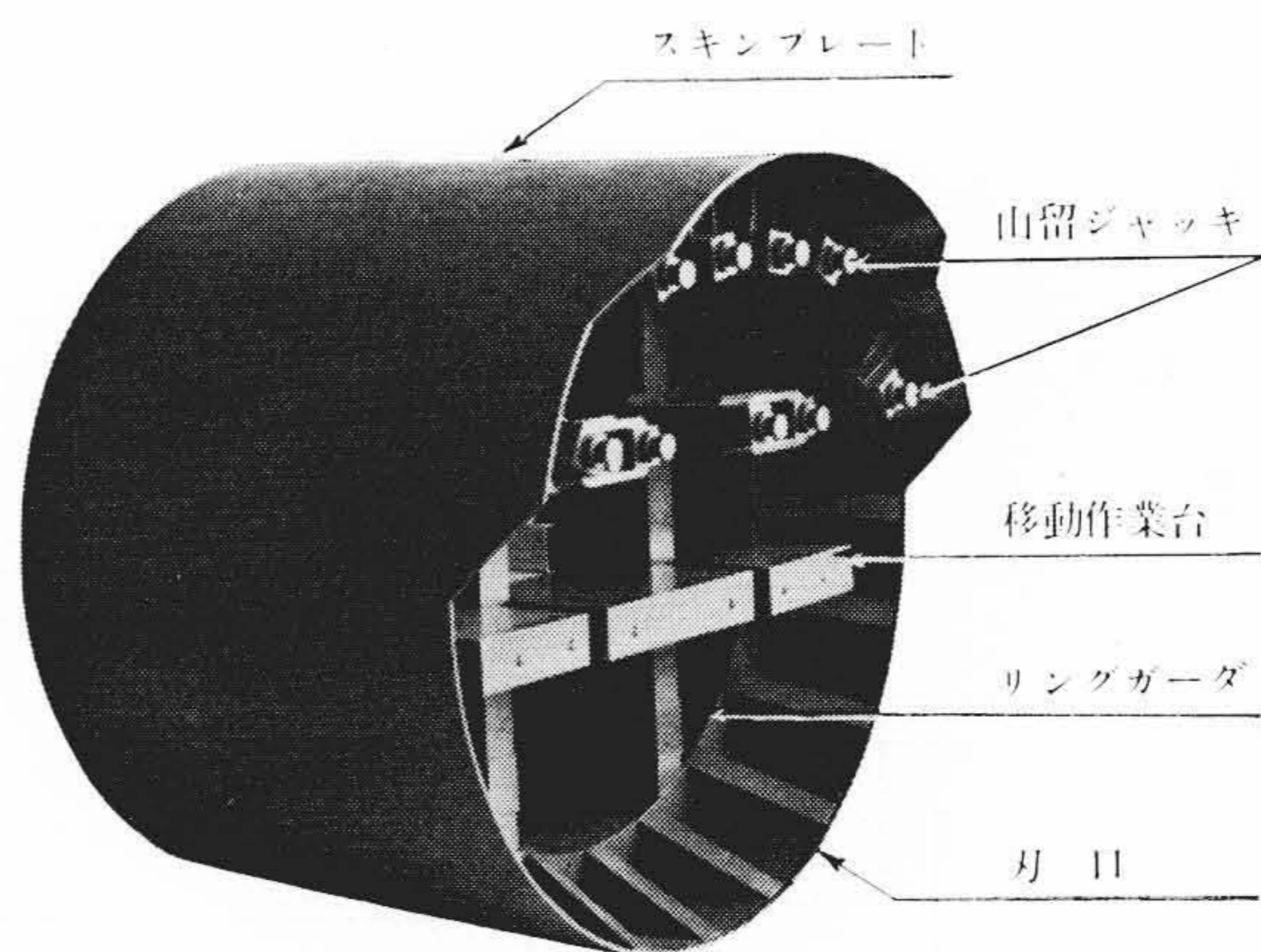
(ii) 場所打ち大口径鉄筋コンクリートくい 上部構造の支柱形式の関係上経済的になる箇所、東京層までの途中にややかたい層が介在して既成くいでは打込みが困難と思われる箇所、国鉄の線間または線路下で施工をしなければならない箇所などに本設計を用いた。

海上部では径1.4m、長さ25m程度のもので、リバースサーキュレーション工法によるものとした。陸上部では径1m、長さ20m程度のもので、カルウェルド工法とH&W工法とによった。国鉄線路内の箇所では、施工空間の極度の制約から、径2~3mの深礎工法によるものとした。

くい設計には Terzaghi と Chang の式を用いたが、海上部の支柱フーチングをえい航上の必要から水面上に露出させるようにしたため、水中部分のくいにかかる水平力は非常に大きくなった。

(iii) 鉄筋コンクリート既成くい (i)および(ii)の必要がない箇所はすべて径50cm、70cmまたは80cmの既成くいの基礎とし、水平力によるモーメントの大きい上ぐいにはPCくいを用いた。

東品川付近運河部では、一般海上部と同様にフーチングを水面上に出す設計が大部分で、高浜川以北の運河部では運河幅が狭いため一部フーチングを水底下に沈める設計となった(第11図)。



第12図 シールド

(iv) 鋼管くい 既成くいの計画の区間で、一部支持層までの途中にややかたい層のあるところは径約70cmおよび80cmの鋼管くいを用いて貫通させる設計とした。

国鉄沿いの地区のうち、東海道新幹線に伴う国鉄工事と競合して短時日のうちに基礎の施工を要求された箇所を径80cmの鋼管くいの設計とした。

鋼管くいにはすべて電気防食を施した。

4.4 トンネル部の設計

(i) 鉄筋コンクリート箱形トンネル 羽田駅、羽田空港内の一部、海老取川トンネルのアプローチ部に用いた。羽田駅は幅10.6~19m、長さ180mの2層箱形ラーメンの構造で、その他は幅4.81m(単線)、8.15m(複線)の1層箱形ラーメン構造である。

(ii) シールドトンネル 羽田空港内B滑走路地下をほぼ直角に横断する単線トンネルを建設するのに、滑走路の変状を防止するため、圧気併用の円形断面シールド工法による、土かぶり約8m、延長約400mの円形断面のトンネルを設計した。このシールド設備は名古屋市交通局の地下鉄工事に使用したものであるが、断面がやや小さいので、実験その他で検討の結果、覆工セグメントを薄くし、厚さ20cmのスチールセグメントと厚さ20cmの内巻きコンクリートとを合わせ巻厚さ計40cmの設計とした(第12,13図)。

(iii) 沈埋式トンネル 羽田空港西北部の海老取川横断には、航空機による高度制限と、えい航上の制限のために、沈埋式水底トンネルの設計になった。この部分は高速道路と隣接する部分で、沈埋函の両端のケーソン部は高速道路と一体構造となっている。

沈埋函は長さ約56m、幅約10.5m、高さ約7.5m、重量約580t



第13図 シールド・セグメント組立完了

の鋼製であり、両端をケーソンで支持する設計となっている。

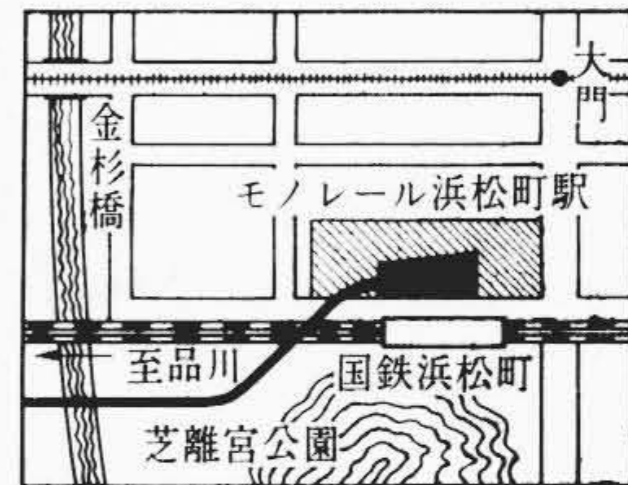
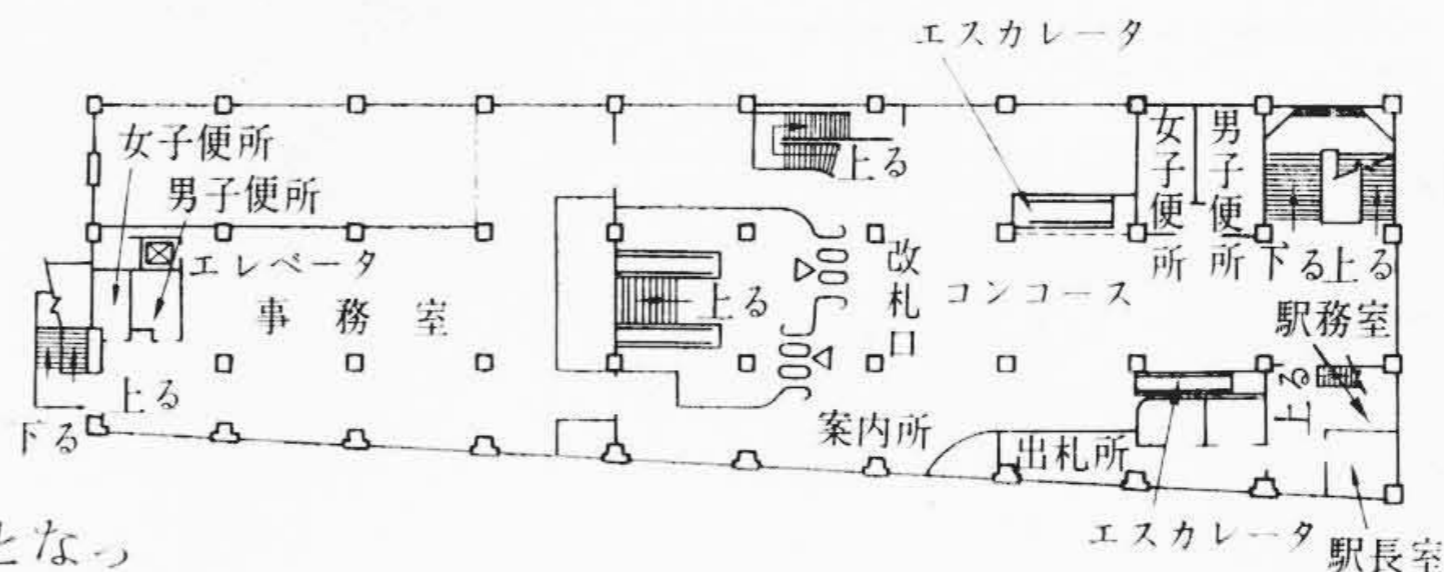
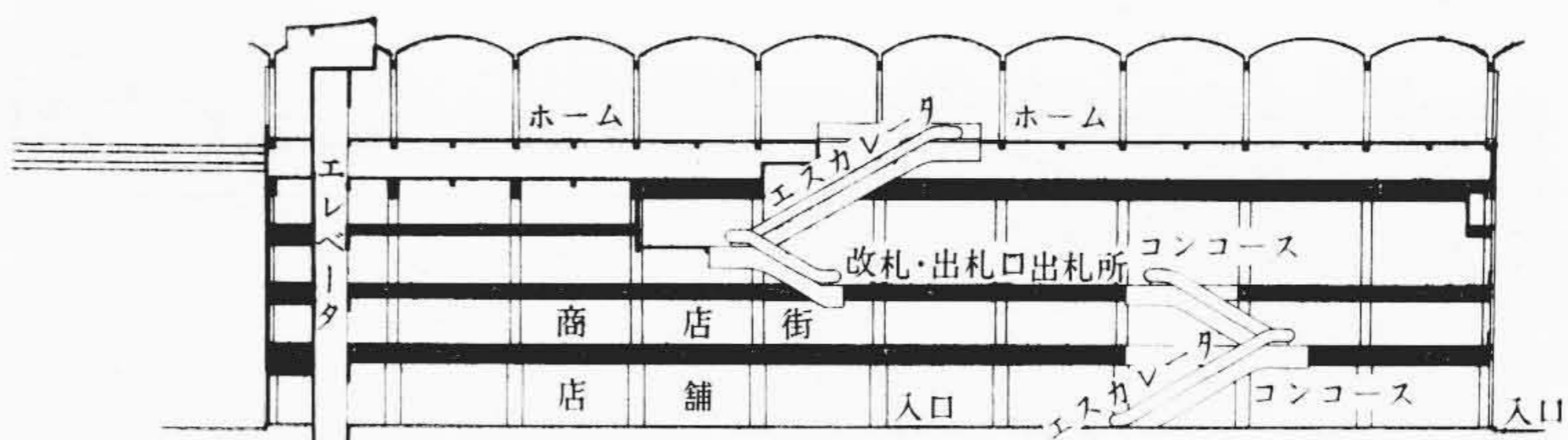
4.5 浜松町駅

国鉄を横断する高さの条件から、地下3階、地上5階建の鉄骨鉄筋コンクリートビルの5階にホームを設置した。3階をコンコースとして出改札を設け、旅客はすべて階段とエスカレータによって運ぶ施設とした。なお将来国鉄浜松町駅と跨線橋で連絡する計画になっている(第14, 15図)。

このビルの基礎は径2mの真管式深礎で、地下3階分は砂で埋戻した深礎の中に鉄骨が建込んであり、地下部分は将来施工することとし、その部分の鉄骨には電気防食が施してある。

4.6 工事の概要

全線を14工区にわけ、1工区1建設会社が請負い、関係する既存施設その他との設計協議、用地ならびに補償問題などのため大部分を昭和38年6月頃から着工し、けた架設を除き、おもな土木工事はわずか1年程度の短期間で完成させ、そのあとのけた架設、電気工事を含めても



(駅ビル) 総面積7,636m<sup>2</sup> 間口75m 奥行22.5~18.5m

第14図 モノレール浜松町駅

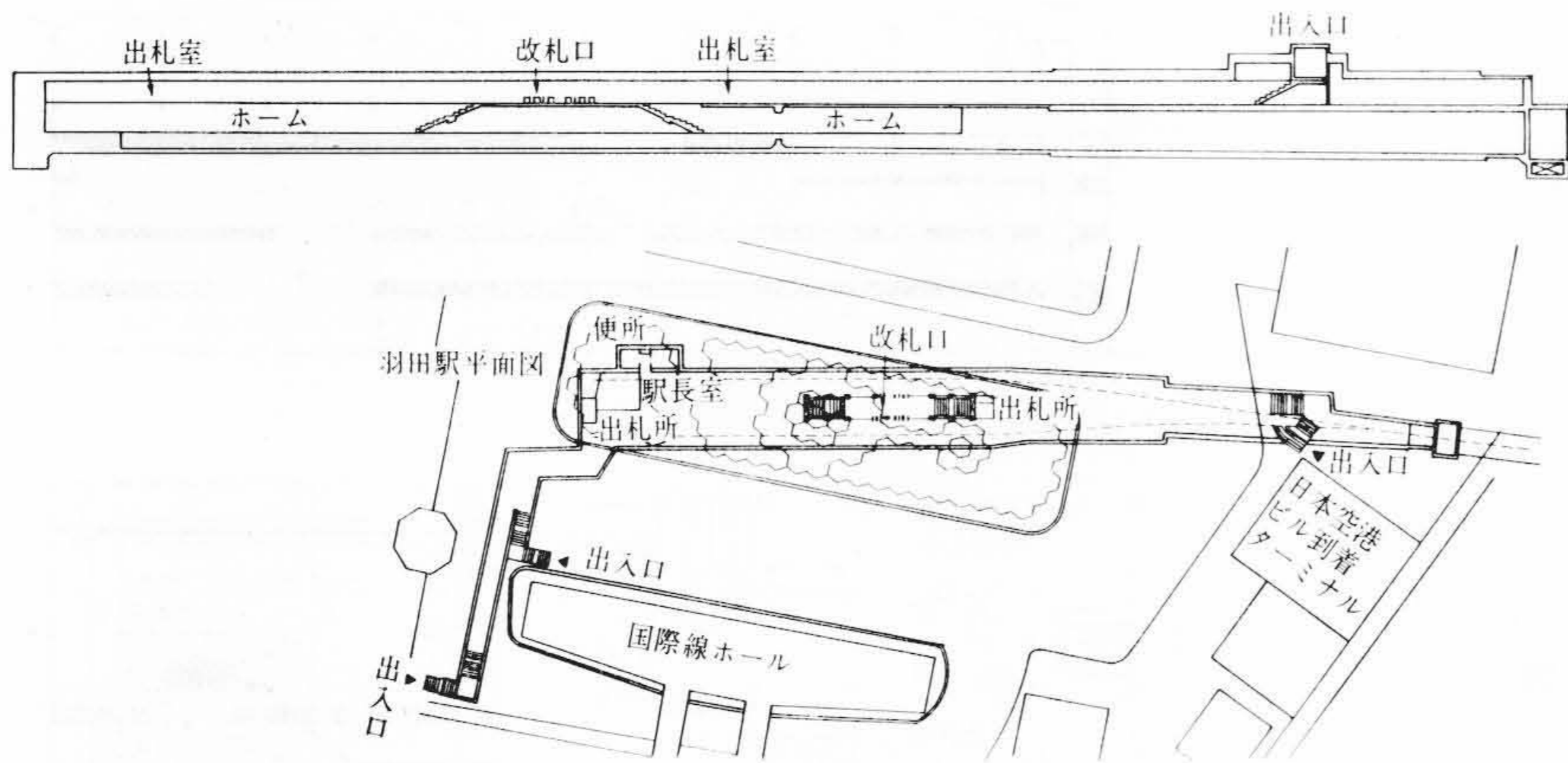


第15図 モノレール浜松町駅と国鉄横断橋りょう

第3表 工事工程表

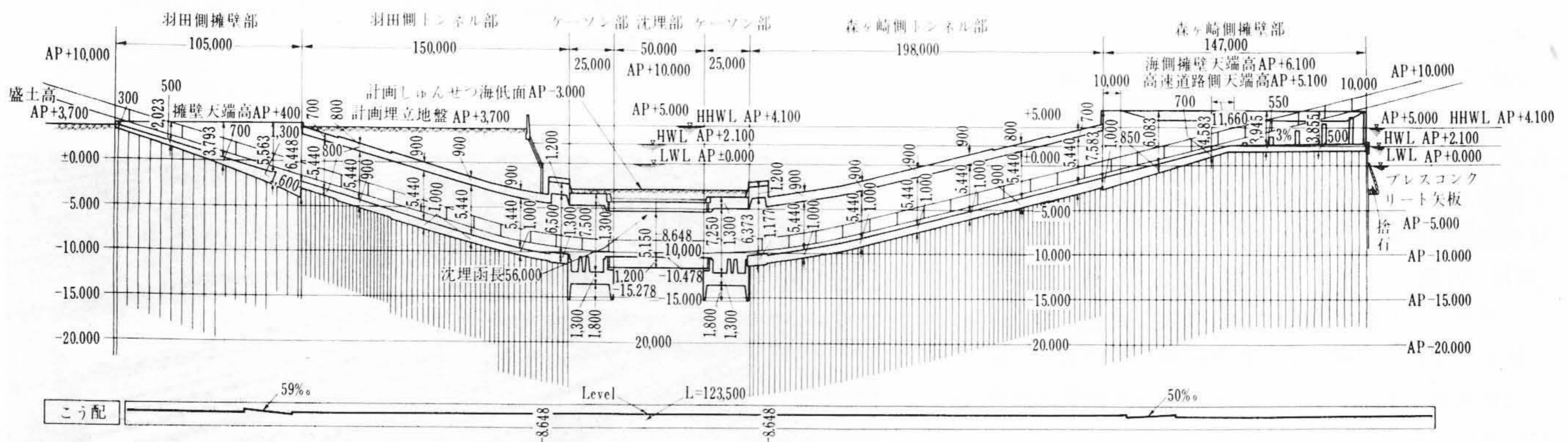
工事種別	S.37												38												39									備考
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1. 設計	[Bar]												[Bar]												[Bar]									
2. 地質調査				[Bar]	[Bar]								[Bar]	[Bar]																				
3. 路線測量													[Bar]	[Bar]	[Bar]	[Bar]	[Bar]	[Bar]	[Bar]	[Bar]	[Bar]	[Bar]	[Bar]	[Bar]										
4. 支柱基礎																																		39-9-17 開通
5. 支柱																																		39-9-18 営業運転
6. 軌道けた製作																																		
7. 軌道けた架設																																		
8. 長大橋りょう																																		
基礎																																		
橋脚																																		
けた																																		
9. トンネル																																		
10. 駅																																		
羽田駅																																		
浜松町駅																																		
11. 車庫設備																																		
12. 変電所																																		
13. 電気関係																																		
電車線																																		
信号通信																																		
14. 試運転																																		
15. 試験および監査																																		





(地下2階)  
 総面積 6,265 m<sup>2</sup>  
 ホーム長さ 180 m  
 幅 10 m

第16図 モノレール羽田駅



第17図 海老取川ずい道

14ヶ月、予定どおり昭和39年9月営業開始を実現した。以下おもな工事の概要を述べる(第3表, 工程表参照)

(i) 羽田駅 開削埋戻し工法によった。空港ビルの直前であるため、空港旅客出入に支障を来たさないよう、道路の覆工、沈下する道路の補修など種々配慮した。掘削深さ15m、掘削土量50,000 m<sup>3</sup>、コンクリート11,000 m<sup>3</sup>であった(第16図)。

(ii) 羽田トンネル トンネルの浜松町方端にケーソンを沈下させそこを足場として羽田方に掘進した。ケーソンを出てエアロックを設備する個所まではケミゼクトを注入して湧水と地盤沈下を防いだ。土かぶり8mで、空気圧力は0.8 kg/cm<sup>2</sup>程度を保った。工期約19ヶ月を要し、工事数量は掘削土量約16,000 m<sup>3</sup>、セグメント数542個(異形セグメントを含む)、コンクリート量約3,700 m<sup>3</sup>であった。

(iii) 海老取川トンネル この工法は高速道路のそれとまったく同じである。海老取川をはさんで57mの間隔でケーソンを据え、この間をしゅんせつして、所定のAP-11.90mに砂マウンドを造成、その上に鋼製沈埋函をえい航して来て沈設した(第17, 18図)。沈設するには函内に仮壁を設けて分けられた部屋別に順次注水し行なった。沈設後は砂および鉋さいで埋戻しを行ない計画水底にあわせた。沈埋函とケーソン部との接続部の止水については、特にその側面について問題があったが、種々検討の結果、水圧を利用してネオプレーンゴムを圧着させることによって解決し、結果は良好であった。

(iv) 支柱基礎および支柱 ケーソンまたはウェルについてはすべて築島を行なって施工した。

場所打ち大口径鉄筋コンクリートくいのうち、海上部はリバースサーキュレーション工法により、陸上部はカルウェルド工法、H&W工法、深礎工法で施工した。このうちリバースサーキュレ



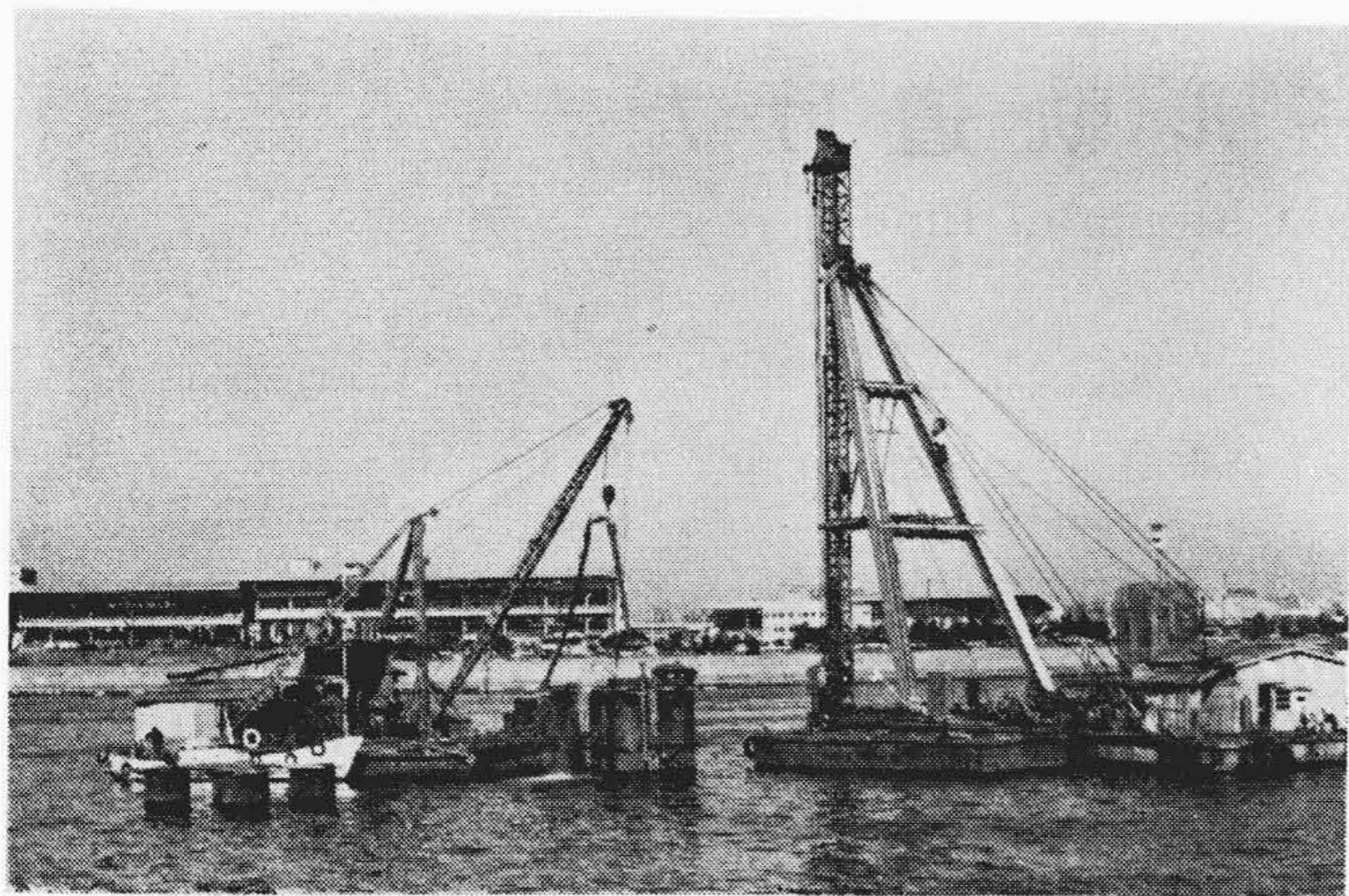
第18図 沈埋函

ーション工法は新しい工法で、掘削中の孔壁の崩壊を水圧でおさえるために、厚さ6mmの鋼製ケーシングを水面下約7mまで建込み、この中に注水して水頭の保持をはかり、掘削した土砂は水とともにドリルロッド内をポンプで吸上げ排出する。この場合ドリルロッドは穴の直上に固定されるが、ポンプ、ウィンチ、クレーンなどは別の台盤に設置されるため施工が容易で、1日平均1本施工するという好成績をあげた。コンクリートはトレミーによる水中コンクリート工法によった(第19, 20図)。

京浜2区の埋立予定地は、高速道路1号線のための埋立工事が進められて浅くなり、工事用船がはいれないため、逆にモノレール路線に沿って70万m<sup>3</sup>を埋立て、陸上工事として施工した。

鉄筋コンクリート既成くいと鋼管くいの施工にはほとんどDE-LMAG 40のディーゼルハンマーが使用された。

高浜川以北の運河部では1部フーチングを水底下に沈める設計のため、この個所のくいおちにはヤットコが用いられ、くい頭を所定基礎面まで打ち、シートパイルで締切工を行ない、水中掘削



第19図 リバースサーキュレーション工法による掘削状況

で基礎まで掘下げ、プレキャストコンクリートで底を仕上げ、その後水替えしてフーチングを作るという工法を行なった箇所もあった。

国鉄沿い約1kmの地区は、国鉄新幹線工事と汐留駅改良工事に伴う汐留貨物線移設工事と競合した。同貨物線敷設に先だって、モノレール基礎該当部に土留用シートパイルを打ち、一部には鋼管杭打ちも行なった。同貨物線敷設後は、線路を工事けたで受け、同線の運転に支障することなく、基礎の施工を行なった。

国鉄沿いならびに国鉄横断部の深礎工は、根入れ長20mに及ぶものは、掘削中細砂層でのボーリング現象に悩まされ、ケミゼクト、ディープウェル、ウェルポイントなどあらゆる方法で止水をはかったが、1本の深礎で2ヶ月以上の工期を要したのもあった。

支柱の施工は、PS方式のDW(ディビダーク)工法のもの、国鉄線付近の鋼支柱建込みとに特色がある。前者は航路、道路との交差部に用いられ、足場をたてずに張出し方式で施工されたが、後者については、その環境条件の制約上甚だしく施工に困難した。  
(v) 浜松町駅 地下3階、地上5階、鉄骨鉄筋コンクリート造のビルで、ホーム上屋はシャレ形式軸組鉄骨造、長尺亜鉛引鉄板の屋根となっている。床面積約7,600m<sup>2</sup>(地下を除く)で、昭和39年1月からわずか8ヶ月で完成した。

5. 構造物の試験

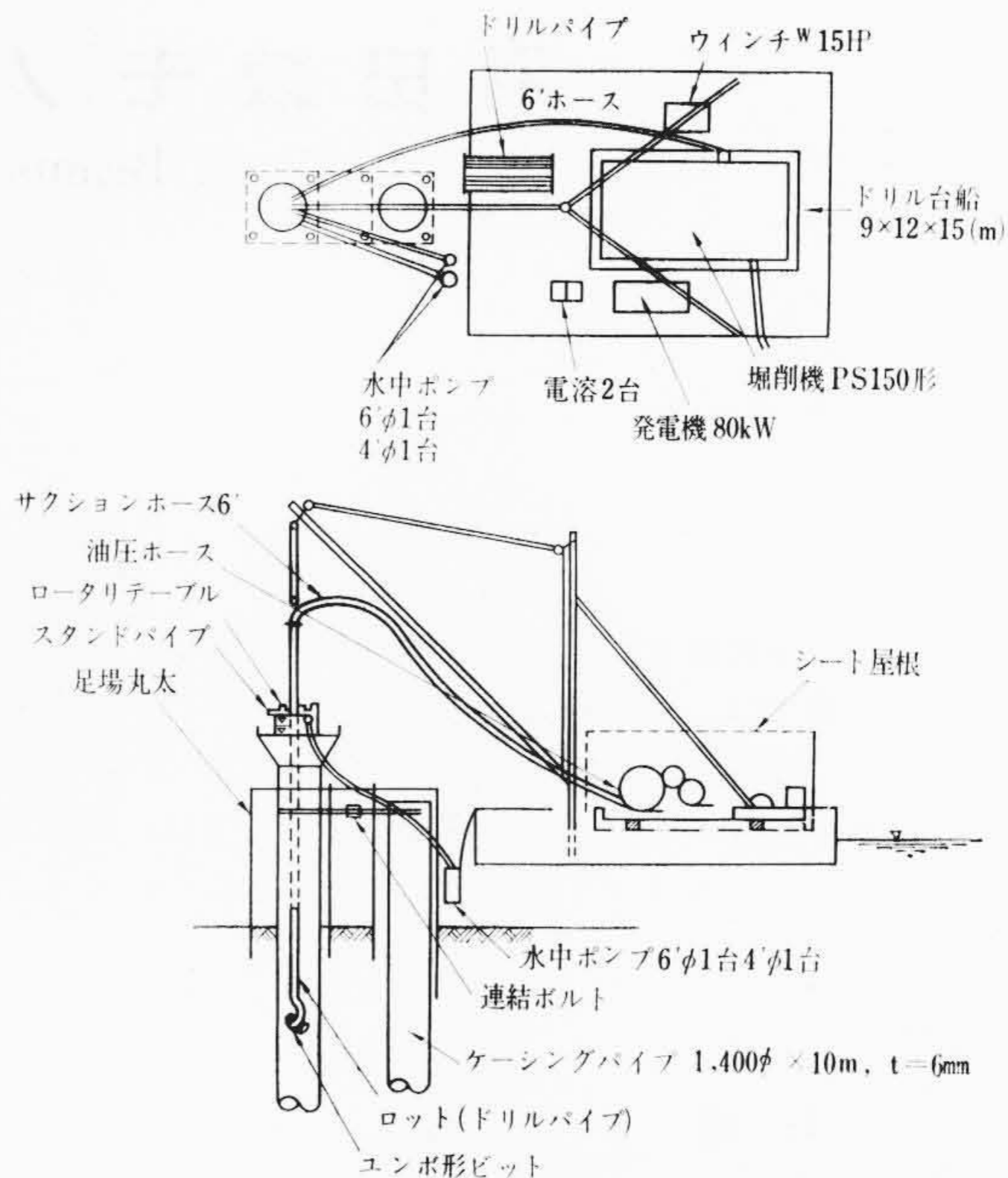
土木構造物竣工後、営業運転開始に先だち、各種支柱につき、応力、変位、振動加速度試験を実施した。

このうち、最も代表的なT形支柱の試験結果の一部を以下に紹介する。応力についてT形支柱の首下断面について検討すると、等速60km/hのとき最大となり、(死荷重+活荷重+衝撃)がかかった場合に応力は、33.7kg/cm<sup>2</sup>で許容応力度80kg/cm<sup>2</sup>の42%を示した。

制起動時の応力について設計計算値と比較してみると、制動の場合は87~76%、起動の場合は48~39%とすべて計算値以内にある。

変位について、支柱躯体の高さ中央で検討すると、速度67km/h付近で最大となり、横荷重を考慮した計算値0.73mmに対し、結果は0.71mmで97%を示している。

制起動の場合は、計算値に対し78%ですべて計算値以内にある。加速度について測定された最大加速度は支柱上部における左右動加



第20図 リバースサーキュレーション工法による掘削施工図

速度で列車速度、最高運転時90km/hにおいて0.06gであり、最大加速度比は0.07であった。

衝撃係数については、最除行時(5km/h程度)の応力度、高速走行時(最高90km/h)に示した応力度のうち最大のものと比から判定したが、本形式の支柱では10~30%を示した。ただし他形式の支柱ではきわめて低い率であった。

これらの試験は他形式の支柱についても同様に実施したが、すべて設計値に対して安全であるという結果を得、現行の設計基準で信頼できる構造物が得られることが確認された。今回の試験結果にもとづいてさらに設計基準を検討し、より合理的、経済的な設計を行ないたいと思っている。

6. 結 言

ここに世界で初めて、本格的な都市交通機関としてのモノレール線の建設が無事完了した。工事中、環境条件から迫られる数々の苦しみは、真に筆舌に尽しがたいものであったが、それらも、シールド工法、沈埋函工法、リバースサーキュレーション工法などの新技術を駆使することによって克服し得たとともに、このうえない貴重な体験を得た。本路線建設に用いた設計や施工法については、この体験をもとに、今後いっそうの研究を重ね、明日への指針としたい。

ここに誕生した羽田線は、まひ状態にある都市交通を解決するために、モノレールの占める分担分野を明示しているのではなかろうか。これを機会に、モノレールが都市交通機関として飛躍的に発展し、交通問題解決に大いに寄与する日の近からんことをわれわれは念願するものである。

最後に、監督官庁である運輸省を始め、同航空局ならびに羽田空港、国鉄、建設省、首都高速道路公団、東京都など諸官公庁、東京モノレール株式会社、地元各位の絶大なご指導とご援助、工事に関与された85社の力強いご支援により所期の目的を果たし得たことを、ここに深く感謝する次第である。