

## 1-2 南北線の設計基準

### 1-2-1 基本的考え方

都市高速鉄道は市街地で各種の制約を受けながら建設運営されるものであるが、大量輸送、高速運転のため厳しい安全性、快適性が要求される。

さらに利用客からの要望、期待感も大きく、それらは市民生活の向上とともに変化するものであり、各種設備は将来にも十分対応できるものでなければならない。

一度建設された設備は開通後は容易に改造ができないので、長期的な見通しのもとに建設されなければならない。

本設計基準は、上海都市快速鉄道南北線を経済的、合理的に建設しかつ、安全運行を可能ならしめるに必要な事項を定めたものである。

この基準策定にあたっての基本的な考え方は以下のとおりである。

- ① 本基準は、上海新駅から新龍華駅の地下部分（一部地上）および、車両基地を対象とし、将来延伸する地上、または、高架部にもある程度対応できるように配慮した。
- ② 本基準は上記路線の工事实施計画策定に必要となる程度の項目について検討を加えたものである。  
従って、実際の建設にあたってはさらに細かい基準が必要であり、また中国側の関係諸法規の制約を受けることに留意すべきである。
- ③ 上記路線の終局計画輸送力は1時間当り片道7万人とし、本基準はこの利用客を安全かつ快適に輸送することができるように配慮した。
- ④ 上記路線の諸設備および車両は、③の所要計画輸送力よりすれば、中量有軌道交通システムでは明らかに対応不可能であり、従来型の地下鉄によるものとし、8両編成列車が2分間隔で運行可能な水準を維持できるものとした。
- ⑤ 列車の正確かつ安全運行を確保するためにATC、CTCを採用し、運転指令所、電力指令所を考慮した。
- ⑥ 自動集改札機、半自動出札機などの駅務機器、ATOの採用など自動化、省力化への対応が出来るように配慮した。
- ⑦ 適正規模のサービスをめざして以下の設備を考慮した。

・駅および車両の冷房の可否

- エスカレーターの設置
- 排煙、消火などの防災設備の完備

#### 1-2-2 設計基準

南北線の建設に必要な設計基準を表 3-1-1に示した。なお車両の諸元については表 3-6-11に示した。

この基準は、第 1期工事13.5kmの建設に必要な基本的事項を規定したものであり、延伸部及び他の将来路線については、沿線の状況、需要予測、サービス水準等を考慮して別途定める必要がある。

なお、細目及び表 3-1-1における基準値等を定めた理由については、付属資料-1に示した。

表 3-1-1 南北線設計基準

主 な 項 目		内 容	備 考
車両限界、建築限界及び建築限界外余裕		図 3-1-7~図 3-1-11 の通り	
軌 間		1,435 mm	
最小半径	本 線	300 m	
	乗 降 場	800 m	
	側 線	150 m	
最 大 カ ン ト		150 mm	
最急勾配	本 線	35 %	
	乗 降 場	2 %	
	側 線	45 %	
縦 曲 線 最 小 半 径		2,000 m	通常は、3,000 m
道床厚	コンクリート (RL~底盤)	* シールド 840mm	函型 500mm * 2次巻き表面より測定
	砂利 ( - カー)	* シールド1040mm	
軌 条	本 線	60 kg/m	
	側 線	43 kg/m	
心軌間道隔中	本 線	3.6m以上	
	側 線	3.8m以上	
乗 降 場	有 効 長	195 m	但し、端部は縮小可 但し、乗降場に柱が無い場合
	幅 員	島 式 7.5m以上 相対式 4.0m以上	
	高 さ	RLから 1,050mm	
	軌道中心からの距離	1,560mm	
ホーム端から柱、壁間		2.0 m以上	
最 小 土 被 り		2.5 m	道路下の場合
旅 客 扱 い 設 備		半自動出札機、自動改集札機、時刻表、運輸表示、公衆電話、売店、イスカレーター	
電 気 方 式		直流1,500V架空単線式	

主 　　な 　　項 　　目		内 　　　　容	備 　　　　考
電車線路	地下区間	剛体架線方式	
	地上区間	シングルリリ-方式	
変 電 所		受電変電所 2箇所 牽引変電所 5箇所	AC 35KV → DC 10KV AC 35KV → DC 1,500V
非 常 用 電 源		非常用発電機	
電 力 遠 方 監 視 制 御		1 : N 方式	
信号保安設備	閉そく方式	自動閉そく方式	但し、車両基地内は地上信号方式 ATO の附加が可能 TTC により支援する。
	信号方式	車内信号方式	
	自動列車制御装置	連続制御式 CS-ATC	
	列車集中制御装置	CTC	
通信設備	直通電話設備	指令、区間、連絡電話	
	列車無線装置	指令用無線	
換気設備	駅 部	給排気時 $30\text{m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ (空調時 $10\text{m}^3/\text{m}^2/\text{h}$ ) 縦流換気方式	
	駅 間 部		
空調設備	コンコース	温湿度：30℃、70%以下	
	乗降場	条件 29℃、70%以下	
	駅務室等	26℃、65%以下	

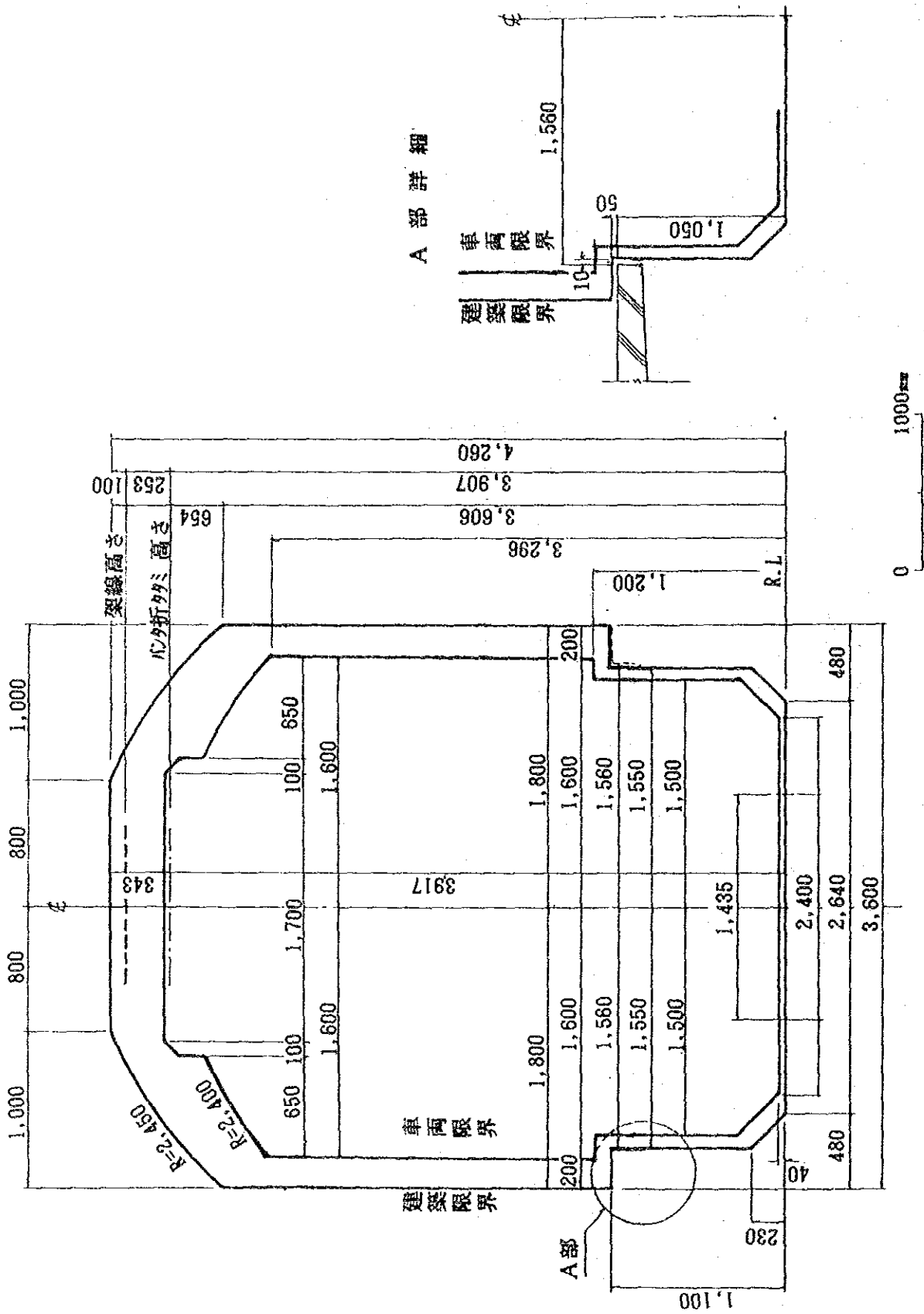


図 3-1-7 建築限界と車両限界

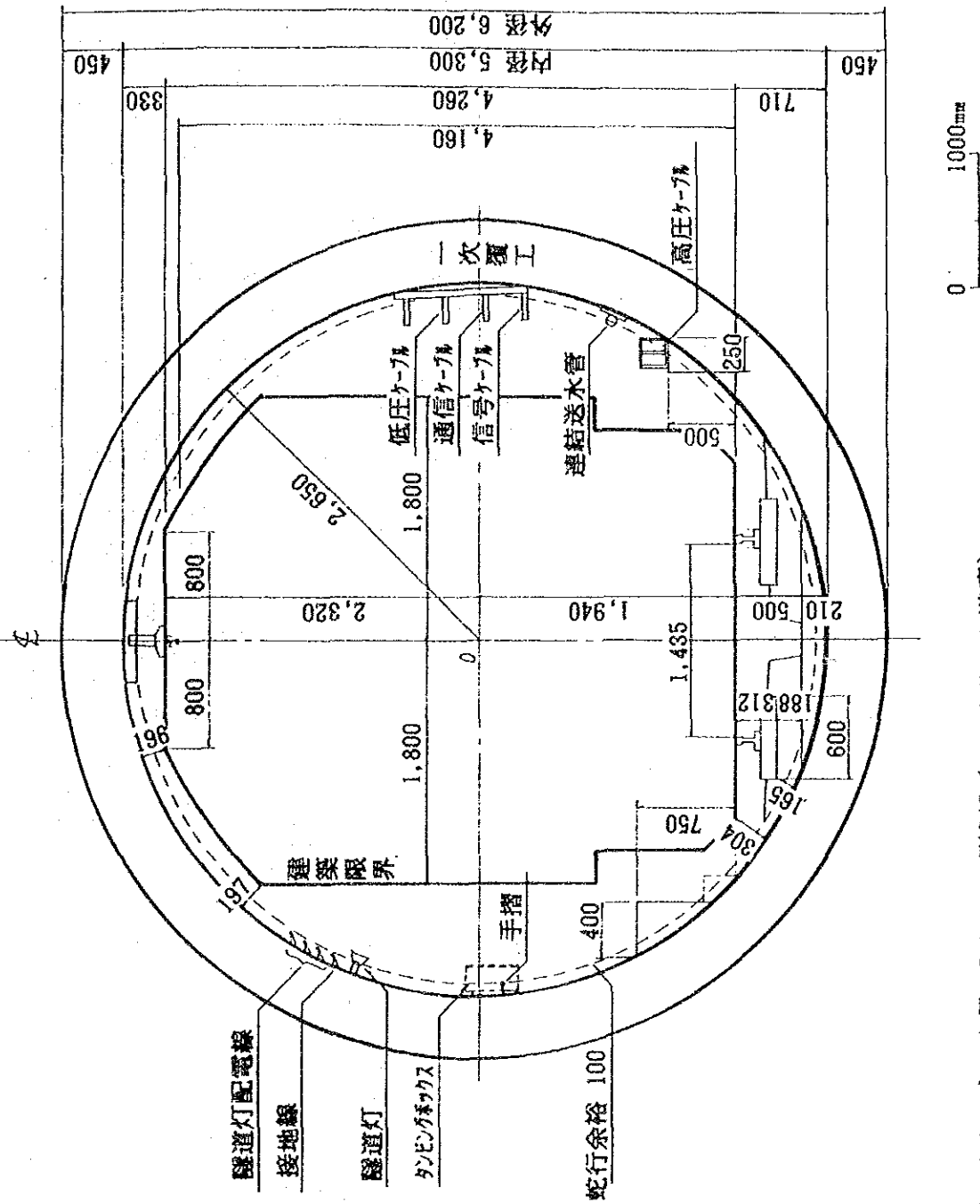


図 3-1-8 テストトンネル内径 5.3m 直線部 (コンクリート道床)

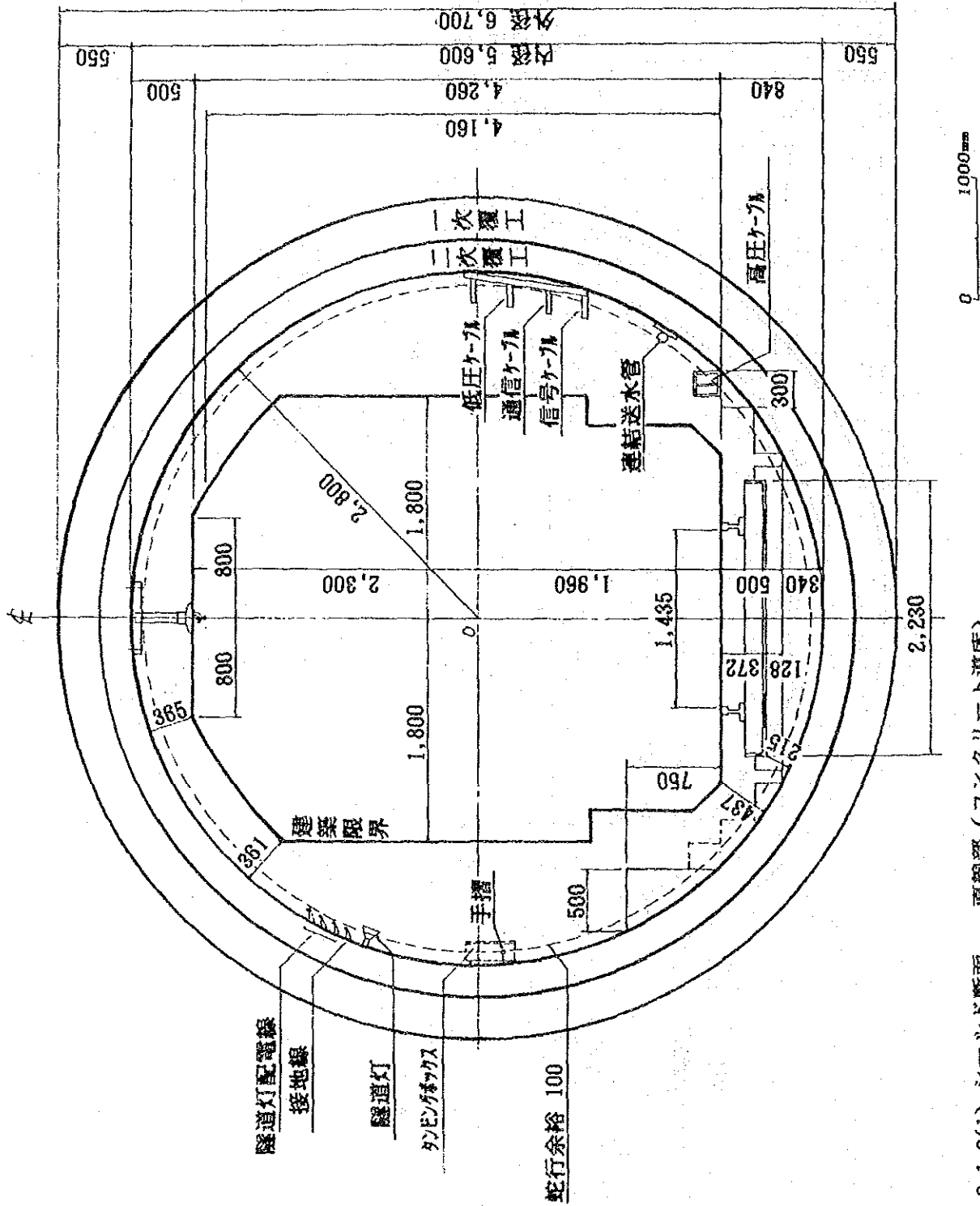


図 3-1-9(1) シールド断面 直線部 (コンクリート道床)

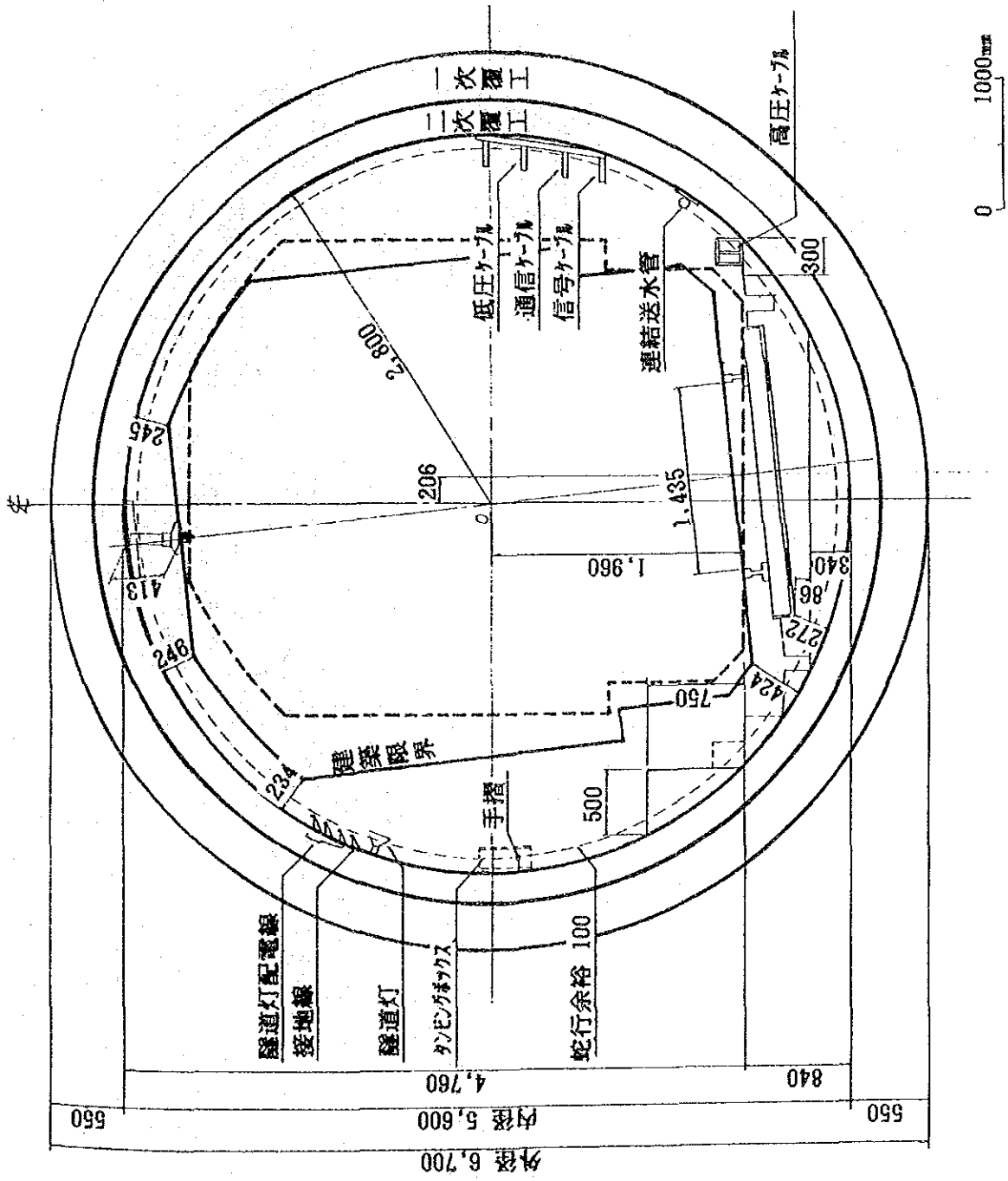
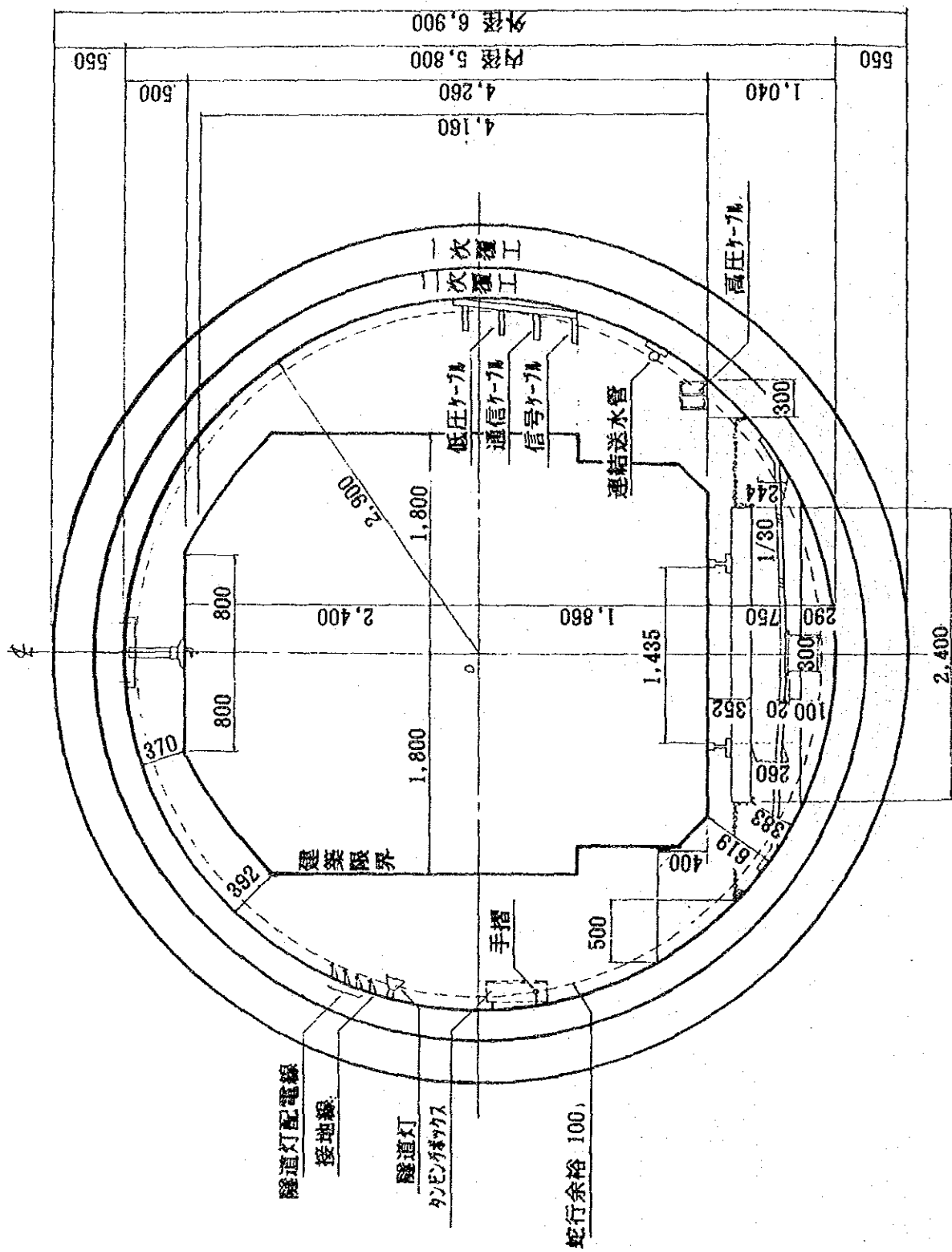


図 3-1-9(2) シールド断面 曲線部 (コンクリート道床)





0 1000mm

図 3-1-10(1) シールド断面 直線部 (砕石道床)

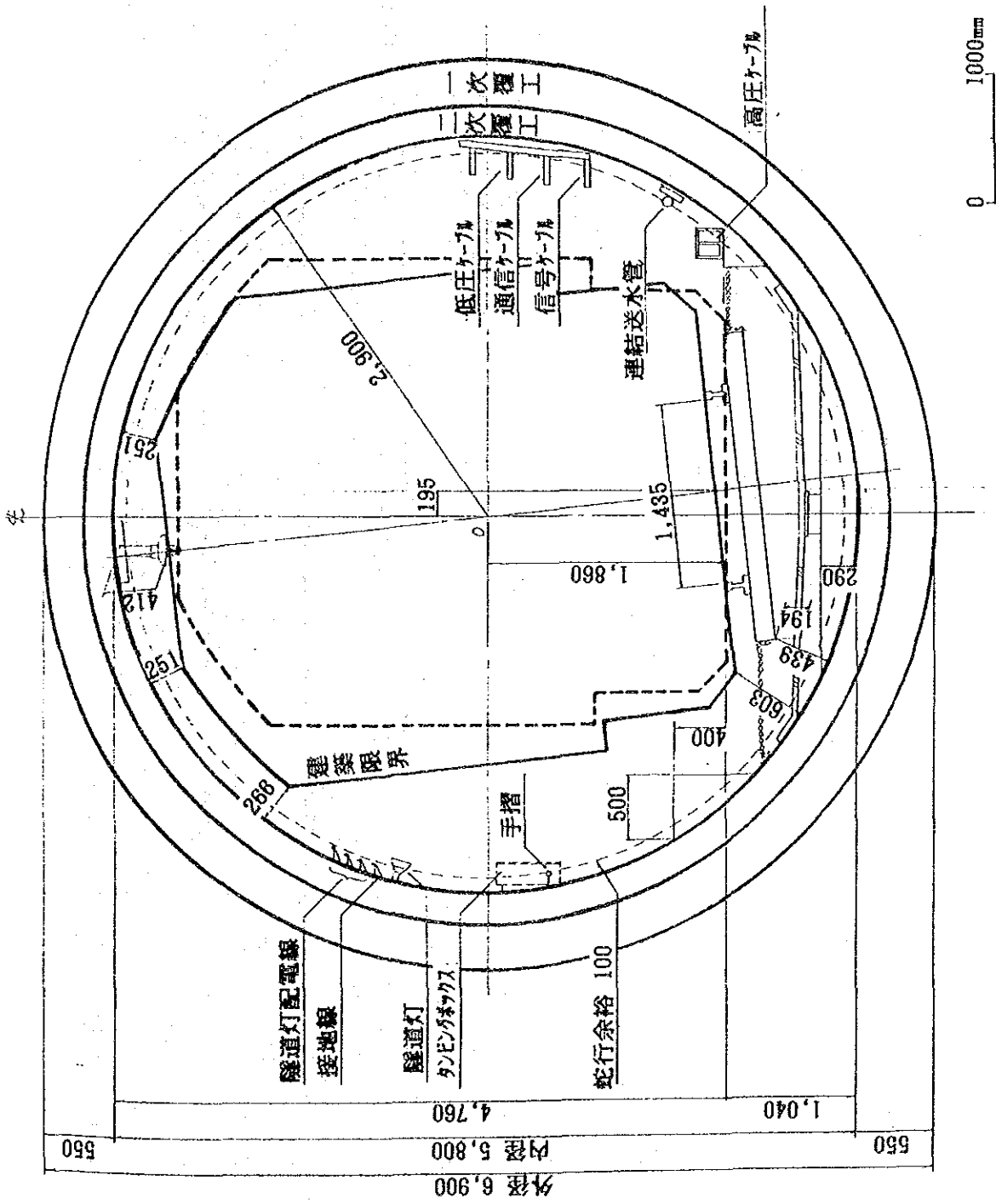


図 3-1-10(2) シールド断面 曲線部 (碎石道床)

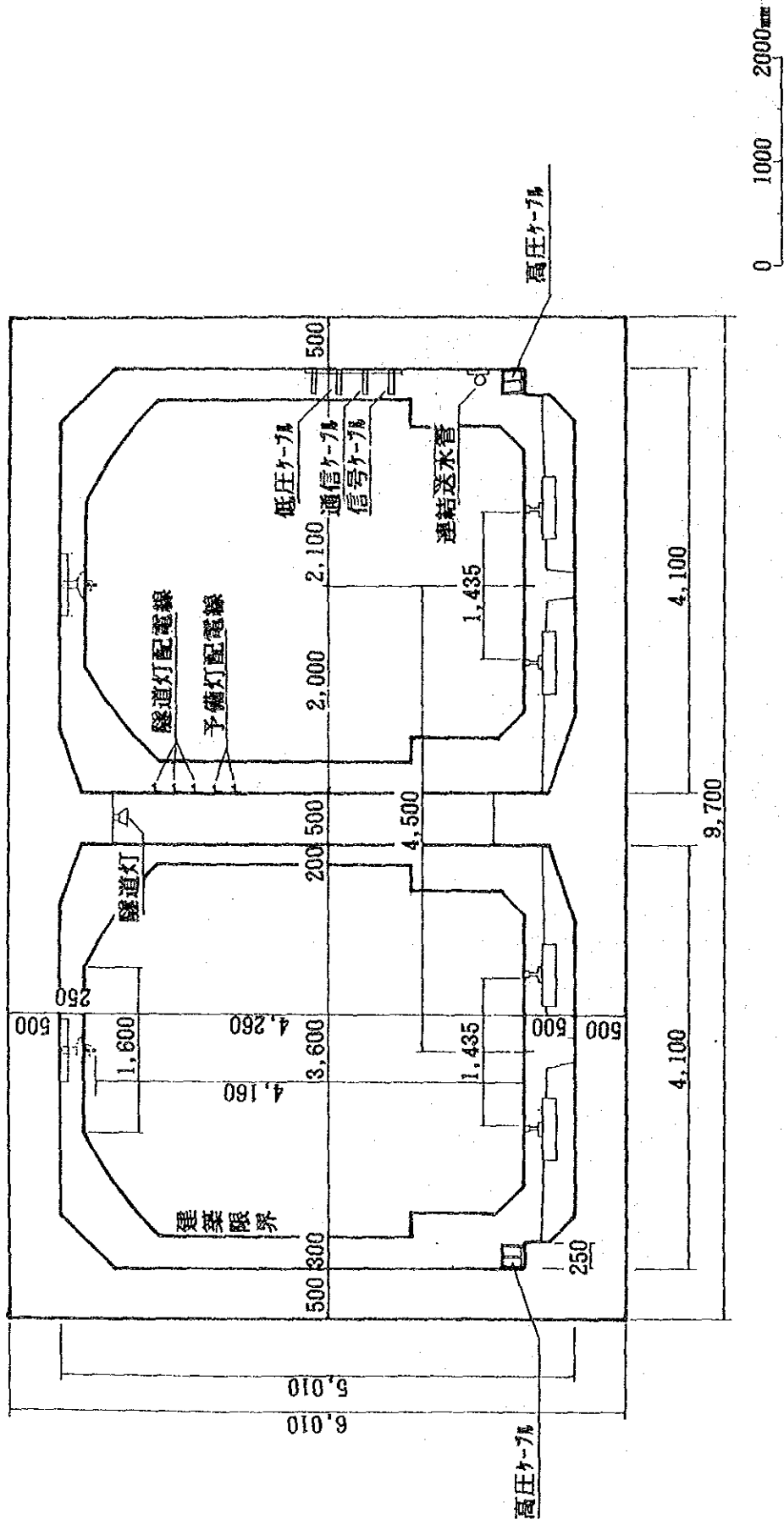


図 3-1-11 複線函型トンネル断面

## 第2章 運営計画

大量高速輸送を実現する地下鉄は、乗客の利用に便利かつ魅力のある交通機関であることが望まれる。到達時間の短縮、安全・正確なフリクェント・サービスそして安価な運賃は、多数の利用者である市民の期待する地下鉄像でもある。

一方、地下鉄の運営には収支のバランス、あるいは次の拡大に備えた資金の準備等の財務面の課題を背負っている。従って、効率的な業務の推進は勿論であるが、旅客誘致による増収の努力も必要である。

本章では、地下鉄運営にあたり、所要経費の効果的利用を考えたサービス水準の設定を始め、利用旅客の便益に貢献すべき輸送計画、運転管理の施策等について述べる。

### 2-1 サービス水準の設定

旅客にとってのサービスは、経済性、快適さ、時間節約、便利等が一般にあげられているが、建設計画の策定にあたり、それらに対応する乗客の利用上のサービス水準について要約する。

#### (1) 営業時間

上海市民の生活活動の状況から、また、地下鉄諸施設の保守作業の面から決定した。すなわち、5時始発、24時迄に終電車が終端駅に到着するものとする。

(参考) 東京地下鉄の営業時間―― 5時～ 0時30分

大阪地下鉄の営業時間―― 5時～ 0時16分

名古屋地下鉄の営業時間―― 5時30分～ 0時30分

#### (2) 混雑率

最混雑時の乗車効率を日本式に換算し、150%～ 190%の中に収めることを以って計画目標とする。

(注) 150%は、新聞が楽に読める程度。

180%は、身体が触れ合うが、新聞が読める程度。

200%は、身体が触れ合い相当圧迫感はあるが、週刊誌ならば何とか読める程度。

#### (3) 運転間隔

上記の乗車効率を前提として、運転間隔を設定した。

図2-4-10によれば、2020年において片面最大断面交通量が 7万 5千人/時に達することも考え

られる。これに対して2013年を最終計画年次とし、8両編成、2分間隔（2020年の乗車効率 181%）を以って、最終計画輸送力とする。

なお、開業時はフリクェント・サービスを考慮し、6両、2分45秒間隔運転とする。ピーク時以外の時間帯についても、輸送需要に見合ったサービスを提供する運転間隔とする。

（参考）東京地下鉄――朝混雑時 1分50秒、昼間 3分、夕混雑時 2分15秒

大阪地下鉄―― 同上 2分00秒、同上 5分、 同上 2分30秒

名古屋地下鉄―― 同上 2分00秒、同上 4分、 同上 3分00秒

#### (4) アクセス・タイム短縮の配慮

地下鉄駅は、地表から浅い位置にある程旅客にとって利用し易いし、建設費も安くなる。上海地下鉄では、駅を出来るだけ浅く建設する計画とする。

これにより、地上出入口からプラット・ホーム迄の所要時間が短縮される。

（参考）東京地下鉄―― 地表よりプラット・ホーム面まで最も深い駅37.9m  
最も浅い駅 6.2m

#### (5) エスカレータの設置

一定の高さを超える階段には、昇り用のエスカレータを設置する。

（参考）東京地下鉄――短いもの、階段20段相当。 長いもの、高さ20m、長さ41m

大阪地下鉄――短いもの、階段20段相当。 長いもの、高さ19.7m、長さ34.1m

#### (6) 駅冷房

夏期の上海は高温・多湿（8月：平均27.8℃、80%）であるので、開業時より所要の手当てを考える。

（参考）8月の気温、東京――26.7℃ ・ 大阪――28℃ （1951～1980年  
同 湿度、同上――75% ・ 同上――70% の平均）

#### (7) 車両冷房

旅客の混雑が予想されるので、高湿度による車内の不快軽減をはかるため、車内冷房を検討する。

（参考）大阪地下鉄、一部車両に冷房装置を設備

名古屋地下鉄、 同 上

#### (8) 駅・トンネル換気

トンネル内に発生する熱の大部分は列車によるものであり、駅舎を冷房する場合は、特にト

トンネル内で排熱し駅舎にトンネル内の熱風を持ち込まない様にする。又駅舎においても温度上昇防止と環境衛生保持のために換気を行う。

#### (9) 列車風対策

シールド・トンネルまたは単線トンネルを列車が走行することにより、進行方向の列車頭部は押し出し、列車後尾は吸引の形で地下鉄内空気を急速に移動させる。

これが駅部で強い列車風となることがある。この風は、冬季は特に問題となるので、列車風防止対策を講じる。

#### (10) 旅客案内

地下鉄構内では、周囲の景色等が見えないので、旅客は不安を感じる場合がある。また、不慣れた旅客もあるので、案内掲示、放送はサービスに欠かせない業務の一つである。

このため、列車の行き先案内、方向別通路表示、コンコース出口に関連のある地上の地名・ビル名等、さらには、東西南北の方向を示すマーク等を設備する。

放送も、自動あるいは職員により適宜案内を行い、旅客に迷いの起きないようにする。

#### (11) 車両の出入り口数

車両には、出来るだけ多く出入り口を設け、乗降時間の短縮をはかる。

### 2-2 輸送計画

輸送需要に見合った輸送力の設定を行い、効率的運行のために線路形状、列車性能、保安装置等の諸施設をそれに見合ったものとし、それらと共に訓練された職員により、安全・迅速な運行の確保をはかる。

このほか、地上交通機関との連絡等も考慮し、経営にもサービスにも効果のある計画とする。

#### 2-2-1 輸送計画の基本事項

##### (1) 駅間距離

人の歩行距離は、一般に 400~600mが限度といわれる。旅客の便宜を考えれば、駅間距離はこの数値の 2倍にしておけばよい。

一方、駅間距離は表定速度とも関係するので、都市高速鉄道の場合には、あまり短いものも、あまり長いものも適当ではない。

地下鉄南北線では、駅間距離を平均約 1km 程度とする。これは、表定速度の向上にも、到達時間の短縮にも効果があると考えられる。

(図 3-2-1に、想定路線の駅数〔駅間距離〕と表定時間の関係の一例を示す。)

(2) 表定速度

計画表定速度は、都市高速鉄道の場合 32 ~ 35km/h が最適といわれているので、南北線もこれによる。

(3) 停車時間

30秒を標準とする。乗降量の少ない駅では、20秒とすることも可能である。

(4) 線路形状

最小曲線半径 300m(本線)とし、全線に亘りほぼ速度制限のない線路とする。

線路の縦断形状では、駅の進出、進入箇所により、上りの谷形勾配を付することにより、電力節減に効果がある。この事例は、ロンドン地下鉄で25%、レニングラード地下鉄で40%等の採用例がある。

また、以下のような長所を有する。

- a. 加速及び減速エネルギーに重力を利用できることから運転時間の短縮、制輪子の磨耗防止レールの磨耗軽減に役立つ。
- b. 前項で述べた駅を出来るだけ浅くすることを可能とする。

図 3-2-2に線路勾配と節減電力量のシミュレーションの結果を示す。

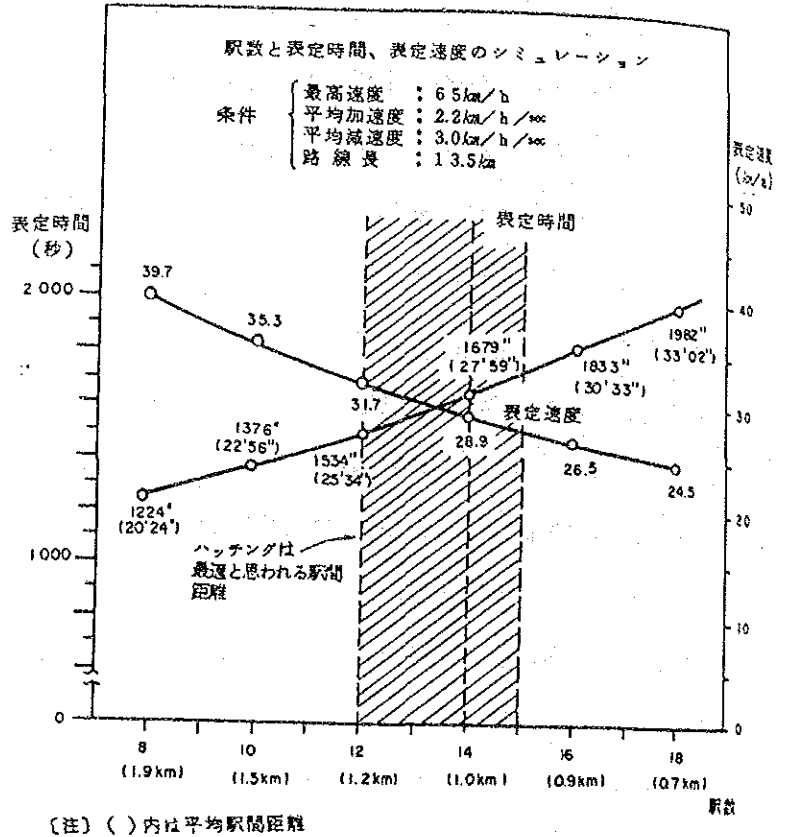
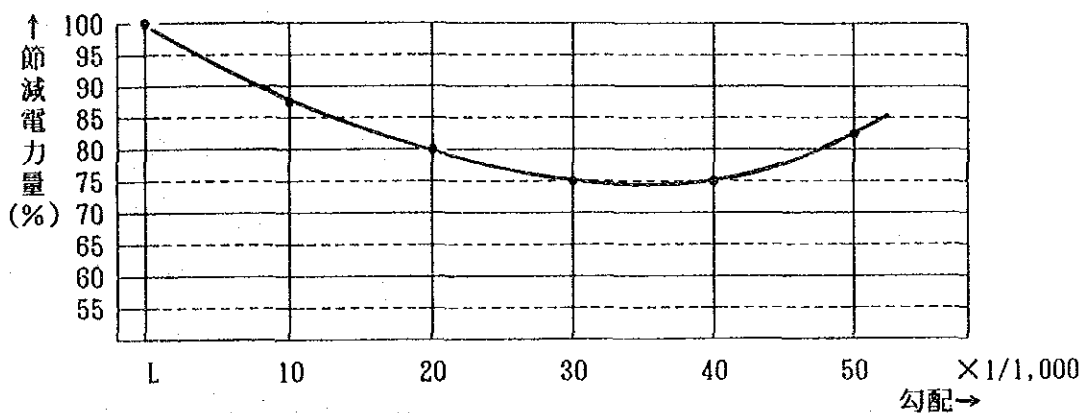
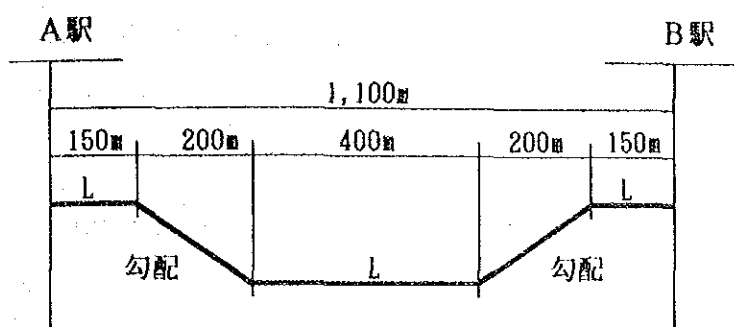


図 3-2-1

想定路線の駅数・駅間距離と評定時間の関係例

シミュレーションに用いた線路形状及び駅配置



注：a) 8両編成(6M2T)の場合を示す。  
 b) 運転時間は82秒とする。

図 3-2-2 線路勾配と節減電力量

上図は理想条件で計算したものを表したものであり、実際の運用には以下のような事項を加味しなければならない。

- 縦断曲線を考慮する必要があること。縦断曲線として  $R=3,000m$  を使用すると直線勾配区間は上図に示す200mが100m前後になる。
- 駅間のレベル部分は排水勾配を設けるために最低限の勾配が必要なこと。
- 曲線部では勾配補正をこの値に加味しなければならない。
- 車両の電動機容量は、この上り勾配途中で発進した場合を想定して決定するので、あまり勾配がきついと不経済な設計となる。
- 保守用車を使って保守点検作業を行うにはなるべく平坦な方がよい。

以上の事により、実際の運用には 20/1,000 ~ 30/1,000 程度とすることが望ましい。



## (5) 列車性能

粘着特性の良好なチョッパ制御の採用により、高加速・高減速性能と共に省エネルギー化についても効果を期待する。またこれは列車運転間隔の短縮につながる。

## (6) 保安装置

保安装置は安全の確保のほかに、列車の間隔制御、列車の運転間隔と駅における停車時間短縮化とも密接な関係を有するので、この問題も考慮して計画を行ない、しかも輸送効率の高いものとする。

### 2-2-2 他の交通機関との連絡の考慮

#### (1) 上海新駅における国鉄線、公共バス路線との連絡

南北線上海新駅の乗降人員は、2020年には50万人／日がみこまれる。当該駅は、国鉄の幹線ターミナル駅に接続して建設するので、両鉄道間の乗換旅客数は2000年には約15万人／日に達するものと想定される。(表2-4-39、表2-4-45)

一方、同駅前広場にはバスターミナルも整備・拡充され、駅周辺地域の再開発も並行して推進されることとなっている。

従って、地下鉄の輸送計画策定に当たりこれらの諸要素を考慮し、国鉄線、バス路線への乗換旅客の、また、ターミナル駅周辺地域へ集まる旅客の利便を増大させるように、他交通機関との連絡を計画に組込む必要がある。

#### (2) 新龍華駅に於ける第二上海駅との連絡

国鉄新龍華駅附近に、国鉄第二上海駅を建設する構想がある。

これは、地下鉄駅にも係わりが大きく、地上駅として計画している南北線新龍華駅も、第二上海駅完成の時期に合わせ、当該新駅の駅前広場の地下部分に移転することが考えられる。

この新駅完成は、附近都市開発の成果と相まって、地下鉄への旅客流入増大をもたらす。

(表 2-4-45、2020年に於ける乗降人員は、25万人／日)

将来計画に際しては、この面の輸送需要に対応することが必要である。

### 2-2-3 将来の地下鉄新線計画との関係

#### (1) 新線開通による旅客流動の変化

図 2-3-3に将来の上海地下鉄路線網計画が示されているが、南北線は人民広場駅で東西線と、徐家匯駅で環状線とそれぞれ交差・接続することとなる。南北線はさらに、環状線と再び上海新駅で交差・接続する構想である。

将来の駅計画の策定に当たっては、上記の駅での連絡についての十分な対応が必要である。

#### (2) 南北線の延伸

上海市の発展は目覚ましいものがあり、これに伴う都市人口の増大と、地域の機能変化が考えられる。

上海市では、市区内住民の郊外移転を進めようとしているが、交通網の整備が前提となる。

これに対し市周辺の、呉淞、宝山、閔行、金山等の工場地帯及びベッドタウンとしての発展の可能性を持つ地域も、上海市中心区を扇の要めとして存在するので、南北線の延伸も必要となる。これは、都市計画の進展にともない、郊外と市内との交流が盛んになると思われるのでこれに対応できる設備とする。

そのほか、貨物線となっている国鉄路線との接続により、通勤輸送の実現を図ることもあり得るものと考えられる。

## 2-3 自動化への考え方と関連諸設備

最近の技術の進歩は目覚ましく、特にエレクトロニクスに関する分野の発展は、鉄道にも小型化、自動化の効果を及ぼしている。

しかし、自動化設備の導入は、保安装置のように安全確保に不可欠の設備もあるが、鉄道の経営・運営に不可欠のものばかりとは云えない。

サービス水準を向上させる設備については、その自動化が旅客の便益と、鉄道の業務能率の改善及び収益の向上に役立つことが必要である。

これらの観点から、中国における要員需給事情、並びに経済性を考えた場合、開業当初は地下鉄運営に必須とされる最少限の設備にとどめておく。そして、サービス向上に結び付くものの、収益の増加に反映の少ない設備については、収益の向上を待って設置する可能性を残すことにとどめる。

なお、これらの各設備内容の決定については、第6章 建設計画において述べる事とする。

### (1) 自動化にあたり考慮すべき諸点

自動化に際して配慮すべき諸点は、次のようになる。

- ① 輸送の安全と、運営の効率化、例えば省力化等の推進に役立つこと。
- ② 出来るだけ構造・保守が簡単であること。
- ③ 経済性を満足すること。
- ④ 利用する旅客、取扱う職員にとってなじみやすいこと。
- ⑤ 異常時に、輸送の妨げとならないこと。
- ⑥ その他、部品・消耗品の長期補充を可能とすること。

以下、これらを基本として、自動化の主要対象設備について選択の考え方を述べる。

#### 1) 駅設備

##### a. 運賃収受・出札

運賃収受と出札の方式は、

- ① マニュアル
- ② 自動出札機とマニュアルの併用（半自動）
- ③ 自動乗車券発行機

に大別できる。

運賃収受と出札の基本は、行先に見合った運賃収受と、それに対する乗車券の発行を行うことにある。

取扱いのために必要な職員数と機器数は、乗車人員の多寡、同波動、集中度、運賃体系、通貨の種類、そして自動化装置を使用する場合は単位時間当りの処理能力を考慮して算出する。

上記のほか、釣銭の取扱いも考えなければならない。

#### b. 改・集札

一般的には、乗車券の券面記載事項をチェックし、所定の条件を満足すれば改・集札口の通過を承認する。

改・集札方式には各種の例があるが、通貨の関係で、上海市においてはコインを直接使用する方法は困難性があると思われるので、乗車券による取扱いについて考える。改・集札業務の自動化に際し、前節と同様にマニュアル、半自動、自動の3方式についてみると、

- ① マニュアル 職員が旅客の入出場に際して、乗車券のチェックを行う。
- ② 半自動 改・集札口にゲートまたはバリアを設け、乗車券のチェックを職員が行い、承認すればメカニカルにバリア等を開く。
- ③ 自動 装置により乗車券をチェックし、所定の条件を満足すれば自動的にバリア等を開く。

ここにおいて、乗車券券面記載事項を必要最少限にとどめることにより、装置の簡素化と単位時間当り通過量の増大をはかることができる。厳密なチェックは、1回の乗車券チェックに時間を要する場合もあり、乗降人員の多い駅では不便となる。

上記3方式における改札・集札方式の選択については、次のように考える。

- ① 路線がシンプルで、均一制運賃体系のもとではマニュアルによる改札を行い、集札は行わない。
- ② 路線網が拡大し、区間制運賃体系を採用した場合は改・集札ともマニュアルにするか、或いは自動化することが考えられるが、何れかの選択に当っては対人件費とのバランスによる。

#### c. 旅客案内

定例的用途のもの、緊急性のあるもの、防災関連のもの等、それぞれ情報内容が異なり、目的も異にするので、表示方法、デザイン等に明瞭な変化があることが識別に便利である。

案内の方法には、

- ① 直接職員が行う。(通知、案内)
- ② 放送 (人間、自動)
- ③ 掲示 (固定、随時、緊急)

等の各種方式があるが、①～③を併用することとする。

すなわち、

- 行先案内： ○プラット・ホームに行先案内掲示を設ける。  
○列車にも前部、後部等に行先表示を設ける。  
○必要により自動放送を行う。
- 列車接近表示： ○前駅(必要により前々駅)を列車が発車していることを表示する。
- 車内放送： ○次駅々名の放送を行う。(人間、自動)  
○必要により随時放送を行う。(人間)
- 出口案内： ○地上の町名、事業所、建物等の名称等を併記した出口案内掲示を行う。  
(固定)  
○催事の際は、臨時掲示板等を設ける。(臨時)
- 緊急案内： ○事故による遅延、運行順序変更(行先変更)等を掲示する。必要により放送を行う。  
○災害発生の恐れがあるとき、避難、退避を必要とする際は、職員が直接誘導・案内を行う。
- 必要目的の表示： ○乗車券発売所、事務所、エスカレータ等の所在を示す表示を行う。

そのほか、案内放送の例では、自動放送は同様内容の繰返し回数の多いものを対象として行い、緊急案内はマニュアルによる形がとられる。

マニュアル放送の場合は、放送文を普段から準備しておき、或程度定形の口調で放送を行う訓練をすることが必要である。

掲示、表示類は高さ、色、大きさを適切に選択し、必要最少限の表示にとどめることが大切である。

自動表示を行うものでは、大きさ、方向に制約のある場合があるので、効果について充分吟味を行って設置する必要がある。

## (2) 自動運転 (ATO)

ATC、ATS による保安の確保が行われているが、これに定位置停止装置等を付加して自動運転を実施する例が見られる。

さらに、列車運行計画を電算機に記憶させ、運行時間のチェック、列車の存在地点のチェック、運行順整理等を自動的に行うものもある。

自動運転の効果は、運転士の個人差をなくし、一定パターンの運転を行える等にあるが、自動運転そのものが、生産性向上にどのような効果があるかは、それぞれのシステム（例えば、無人化運転）によって相違がある。

なお、異常時対応は人間によることが多いので、異常時に備えて指令所業務の取扱いも定めておくことが大切である。

### 2-3-2 関連諸設備

#### (1) 運転指令所、電力指令所

地下鉄ネットワークの中心となる人民広場付近には総合指令センターを設置する。

指令センター内には運転指令所と電力指令所を置く。

##### ① 運転指令所

ここには各種の情報装置の集中のほか、中央列車運行制御 (C.T.C) 等の制御装置、場合によっては汎用電算機も設備する。

指令所の管理は全線的に見た処理となるので、現地での些細なトラブルは、現地職員による直接処理を行うものとする。

地下鉄における事故は至って少いが、二次的パニックを発生させる要素をもつトラブルはないとは云えない。従って、各駅に対する発車待ち合図器、指令通話録音装置等の必要性は高い。

##### ② 電力指令所

電力会社からの特別高圧電力の受電、地下鉄の受電変電所から各牽引変電所、駅電気室等への送配電を管理統制する。

また、き電線への直流電力の供給、事故時の迅速な配電、き電系統の変更等の処理も行う。同所内には、これらの制御、指示に必要な情報系、各電力設備の制御装置等を集中し、正常運行の確保はもとより、無停電運営を目指して業務を遂行する。

## (2) 防災の考え方

地下鉄は地底を走るため、一般の鉄道とは異なった特殊性を有している。そのため、一度地下構内で災害が発生すれば、外部と遮断されているために対策の巧拙によっては、想像を上回る災害も生じ得ると考えなければならない。

災害の主なものとしては、地震、火災、台風、洪水、豪雨、爆発、高潮等があげられるが、これらの災害にたいし、いろいろな防災対策を講じる必要がある。その主なものとしては、

- ① 構造物に対する耐震設計
- ② 駅舎、車両の不燃、難燃化
- ③ 高潮、洪水に対する防水対策
- ④ 停電に備えての非常用電源、非常照明
- ⑤ 万一浸水した場合の排水対策
- ⑥ 火災対策

等があげられる。

前記の各種災害の中、地下鉄南北線の防災設備として考慮すべきものには下記に示す自然現象に起因する水害と、いわゆる人災としての火災がある。

### 1) 水害

水害は大量の水が下水孔から逆流するか、乗降口から流入するかに起因し、その結果はトンネルの水没を招き、その排水と運転休止日数の問題を生ずる。

日本では水害に対しては、法令的規制による要素は少なく、過去の災害を踏まえて各駅と共に線区全体として対応している。

### 2) 火災

火災では、不燃性車両でも床下のケーブル被覆の過熱は考えられるが、車内では意図的な放火が考えられる程度である。前者も難燃性被覆であれば電源を切ることにより解決されるが、排煙設備は考慮しておく必要がある。

駅構内では煙草の吹殻による屑箱内の小火、電気室でのスパーク、駅構内売店での失火が考えられる程度で、大火になる要素は少なく、排煙対策と旅客の誘導を主に考えればよい。

日本では地下駅と連絡する地下街に大火が発生し、その苦々しい災害事例を踏まえて法令等の整備も段階的に行ってきている。このため火災対策設備については、建設時期のニーズに応える形で追加がなされてきており、緊急を要することなので各駅で対処することを基本

としている。

防災対策は、災害検知－災害対策－事後処理の一連の流れにおいて行われるが、災害検知は次項において述べる検知設備を設けて速やかに状況を把握し、災害対策は現地において初期消火及び排煙等の対策を講ずる事が第一義であり、同時に非常放送、旅客誘導、関係箇所への連絡等を行う。このため各駅毎に予め防災対策の教育訓練用の手引書を整備し、非常体制とその活動方を駅員に周知させる必要がある。

### (3) 防災管理設備

防災上、各駅駅務室には各種機器の位置と動作の表示、災害の状況判断に必要な情報の出力及び機器操作卓の装置を備えた監視盤を設置すると共に、運転指令所内にも線区内の災害状況表示盤を附置する。(図 3-2-3 参照)

他線との連絡駅となる大駅の上海新駅、人民広場駅、徐家匯駅には防災管理センターを駅務室内部に設置し、統一的に駅全体の旅客誘導対策等の防災管理を行う。

以上の防災設備とも関連するが、照明、非常放送設備、排水ポンプ、空調設備、エスカレーター等の日常の運転状況の管理の為の表示操作盤も上記監視盤と同一場所に置くことが望ましい。

また技術の進歩により、上記の防災のための状況掌握用観測設備や警報設備も充実されているが、その設備内容は第6章建設計画において夫々その機能に応じ駅舎、車両、電化電力、信号通信、機械の各設備計画のなかで記述する。



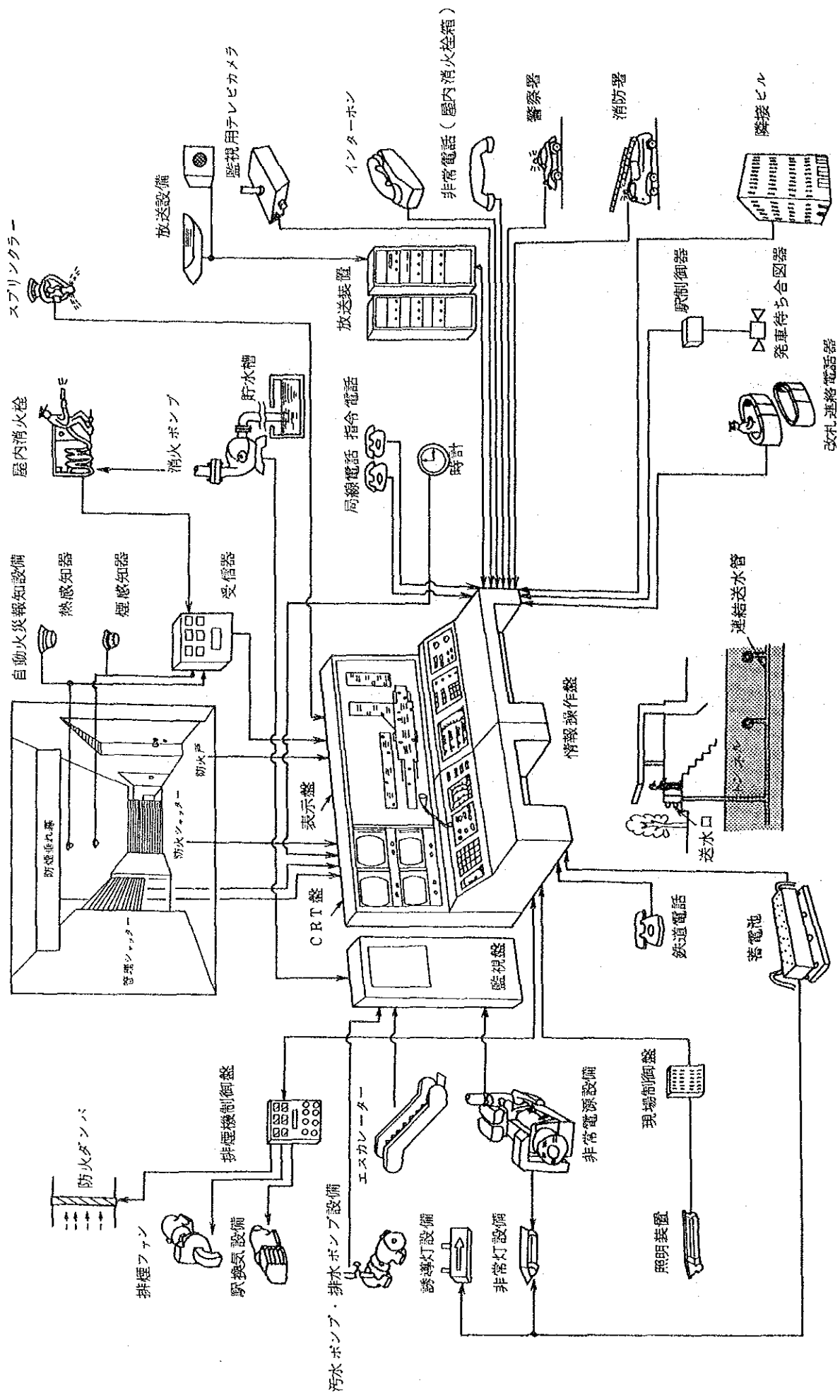


図 3-2-3 駅災害検知システム構成の一例

### 第3章 運転計画

輸送需要に適した運転計画を策定し、車両数、関係諸設備の規模等を決定するための基礎数値を得ることを目的とする。

#### 3-1 計画輸送量の適用

第II篇 図 2-4-10 等の需要予測資料により、地下鉄南北線 13.5 km に対するピーク 1 時間当たりの最大輸送量について、必要と思われる年毎に推定を行ない、図 3-3-1 に示す算定結果を得た。これによれば、年平均 2.7% の増加率で輸送量が増加して行くことになる。

ただ、1995～1999 年にかけては、南北線上海新駅から紀瀧路に至る延伸部の開業により、輸送人員の上積み現象が起きるが、2000 年の東西線開通により一旦輸送需要は減少する。その後、輸送人員は増加を続け最終計画輸送力(8両編成、2分間隔運転)を必要とする2013年には、1方向 1時間当り輸送量が約62,000人を超えることとなり、2020年には、1方向 1時間当り約70,000人の定員輸送力を超える。

一方、参考迄に述べると、南北線の輸送需要は環状線の開通により、輸送の転移を生ずる。図 3-3-1 のように2015年に環状線が開通したと仮定すると、2005年の輸送量の状態に戻る。これにより2020年の輸送量も、ピーク 1時間当り約58,000人に減少する。

従って、環状線の開通は上記輸送の限界の打開に役立つと考えられる。

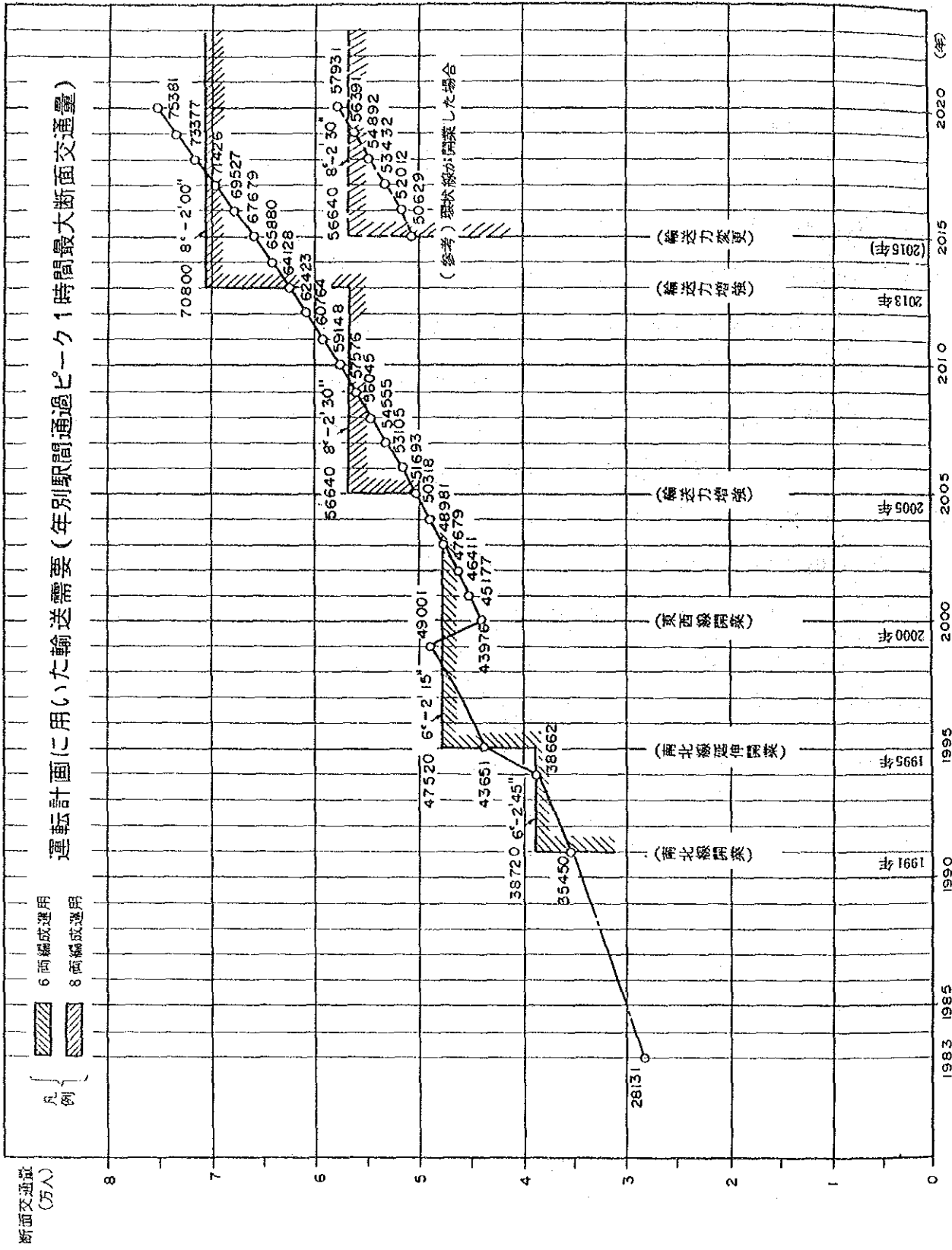


図 3-3-1 運転計画に用いた輸送需要 (年別駅間通過ピーク1時間最大断面交通量)

### 3-2 輸送能力の設定

上記計画輸送量に基づき、輸送能力の設定を行なった。その結果を表 3-3-1に示す。また、その要点は次の通りである。

- |                       |        |                    |
|-----------------------|--------|--------------------|
| (1) 1991年に新龍華～上海新駅間開業 | 6両編成列車 | 2分45秒間隔運転(22 列車/時) |
| 1995年に上海新駅～紀滬路間開業     | 同上列車   | 2分15秒間隔運転(27 列車/時) |
| 2005年に輸送力増強実施         | 8両編成列車 | 2分30秒間隔運転(24 列車/時) |
| 2013年に輸送力増強実施         | 同上列車   | 2分00秒間隔運転(30 列車/時) |

(参考)

2015年に環状線開業 8両編成列車 2分30秒間隔運転(24 列車/時)

- (2) 上記は、1時間平均乗車効率を約90～110 %とする。これは日本式の計算によると約 150～190%に相当し、この範囲内で輸送能力の設定を行ったものである。輸送能力改定に当たっては、日本の民鉄の計画目標値の乗車効率 150%を採用した。

なお定員乗車時の乗客 1人当たりの床面積は、中国側 0.20㎡/人、日本側 0.35㎡/人を算定根拠としている。

#### 3-2-1 運転計画作成のための前提条件

運転計画作成のためには、運転曲線の製作、これに伴う運転速度・時間の制定に基づき、列車運行図表の策定を行なう。これら運転計画に用いる前提条件を次のように定めた。

- (1) 線路条件は、添付資料の線路縦断図によった。
- (2) 列車運転に当たっての速度制限は、中国々鉄並び到北京地下鉄の各運転規程を参考として決定した。

列車性能については、加速度 3.2km/h/sec、常用減速度 3.5km/h/sec、空走時間 1.5秒、荷重は定員乗車時のものを想定した。(第Ⅲ篇 6-5車両計画参照)

- (3) 輸送波動については需要予測の図 2-2-9を基本とし、図 3-3-1、及び表 3-3-1及び上海市公共バス、トロリー・バスの輸送実績例と北京地下鉄の時間別輸送力配分を参考とし、図 3-3-2を作成した。

表 3-3-1 輸送能力の設定

年	段階	区間	運転間隔	1時間当り片方向運転回数	輸送力	断面最大輸送量	乗車効率	同左、日本換算	ダイヤ構成上必要な運行列車数と車両数	保有車両数 ※2	備考
1991	1	新瀧率～上海新駅	2分45秒 (2分30秒と3分混合)	22	6C x 22T 1,760人 x 22T = 38,720人	34,450人	91.6%	155.7%	19T x 6C = 114C	19T + 3T + 1T = 23T (138C)	1995年の乗車効率 43,651人 ÷ 38,720人 = 112.7% (同上、日本換算 214.1%)
1995	2	新瀧率～紀瀧路	*1 2分15秒	27	6C x 27T 1,760人 x 27T = 47,520人	43,651人	91.9%	156.2%	38T x 6C = 228C 138C	38T + 4T + 1T = 43 (258C) (162C)	2005年の乗車効率 50,318人 ÷ 47,520人 = 105.9% (同上、日本換算 180.0%)
2005	3	同上	2分30秒	24	8C x 24T 2,360人 x 24T = 56,640人	50,318人	88.8%	151.0%	35T x 8C = 280C 176C	35T + 4T + 1T = 40T (320C) (208C)	2013年の乗車効率 62,423人 ÷ 56,640人 = 110.2% (同上、日本換算 187.3%)
2013	4	同上	2分00秒	30	8C x 30T 2,360人 x 30T = 70,800人	62,423人	88.2%	149.9%	43T x 8C = 344C 216C	43T + 5T + 1T = 49T (392C) (248C)	2020年の乗車効率 75,931人 ÷ 70,800人 = 106.5% (同上、日本換算 181.1%)
2020	5	同上	同上	同上	同上	75,931人	106.5%	181.1%	同上	同上	

(注 1) 6両編成列車の定員：280人 x 2C + 300人 x 4C = 1,760人

(注 2) 8両編成列車の定員：280人 x 2C + 300人 x 6C = 2,360人

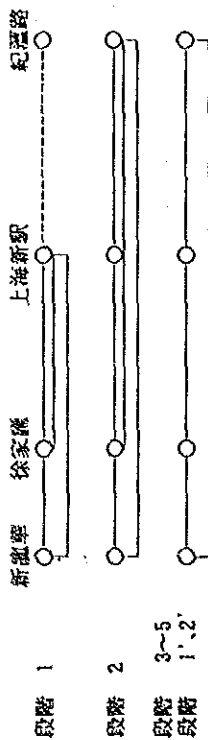
(注 3) \*1 は、折返し駅における交差時間に伴う運転時間調整の必要を示す。

(注 4) \*2 は運行必要車両数 + 検査予備車両数 + 運行予備車両数を示す。

(注 5) 表の内外段は、新瀧率～上海新駅間13.5kmに対応する車両数。

(注 6) 上表中、C は車両数を、T は列車本数を示す。

(注 7) 列車運行方式：主として、下記の方式による。



<参考> 環状線が開業した場合の輸送能力設定

年	段階	区間	運転間隔	1時間当り片方向運転回数	輸送力	断面最大輸送量	乗車効率	同左、日本換算	ダイヤ構成上必要な運行列車数と車両数	保有車両数 ※2	備考
2015	1'	新瀧率～紀瀧路	2分30秒	24	8C x 24T 2,360人 x 24T = 56,640人	50,629人	89.4%	152.0%	35T x 8C = 280C 176C	35T + 4T + 1T = 40T (320C) (208C)	2020年の乗車効率 57,931人 ÷ 56,640人 = 102.3% (同上、日本換算 173.9%)
2020	2'	同上	同上	同上	同上	57,931人	102.3%	173.9%	同上	同上	

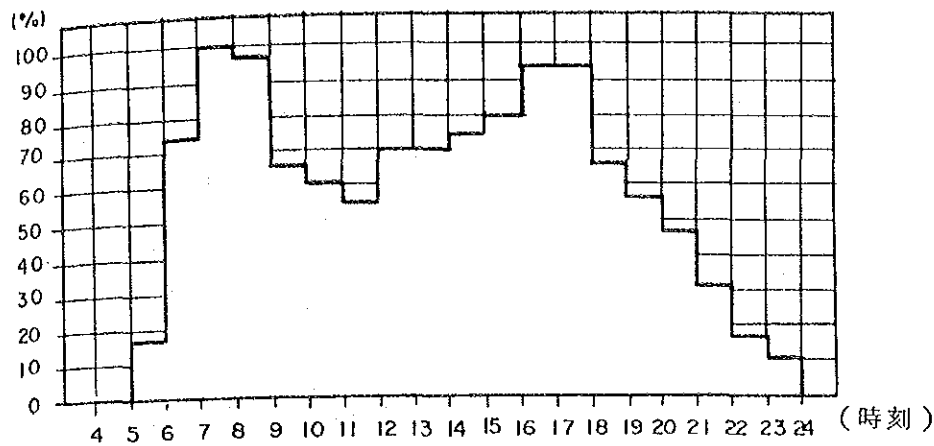


図 3-3-2 地下鉄南北線の1日想定輸送波動パーセンテージ・パターン

(%)	列車回数/h	運転間隔
100	30 本	2分00秒
90	27	2' 15"
80	24	2' 30"
70	21	2' 45"
60	18	3' 15"
50	15	4' 00"
40	12	5' 00"
30	9	6' 45"
20	6	10' 00"
10	3	20' 00"

(参考) 図 3-3-2による輸送力設定例

### 3-2-2 想定列車ダイヤ

表 3-3-1にかかげた輸送力設定にもとづき、基本的な想定列車ダイヤを策定した。1991年開通時を想定したものを図 3-3-3 (1)に、2013年輸送力増強時を想定したものを図3-3-3 (2)にそれぞれ示す。

なお、1991年の開通時想定ダイヤに於ては、徐家匯駅折返し列車を設定した。これは、開通時の新龍華～徐家匯間の輸送需要が少なく、徐家匯を境界として、ピーク時に断面交通量で約 10,000 人の段差があるためである。

想定ダイヤの要点は次の通りである。

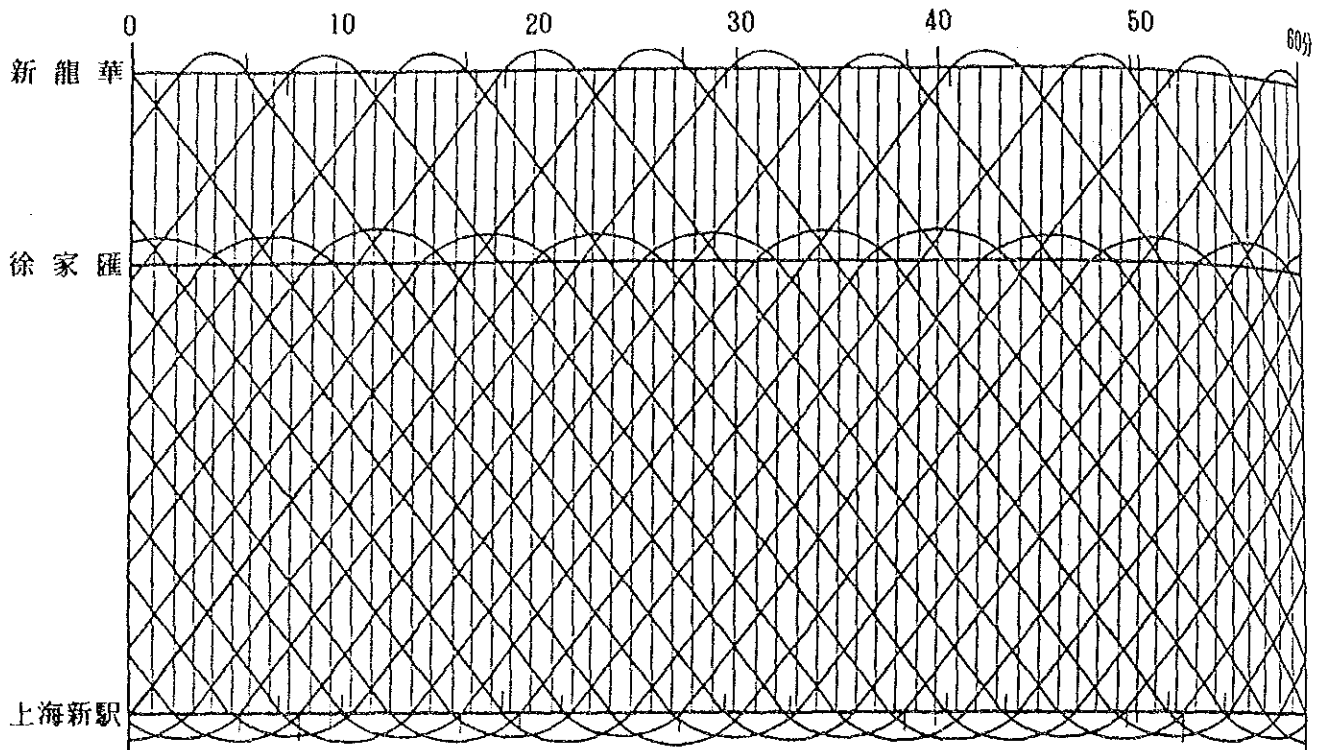


図 3-3-3(1) 1991年開通ダイヤ ( 2分45秒間隔)

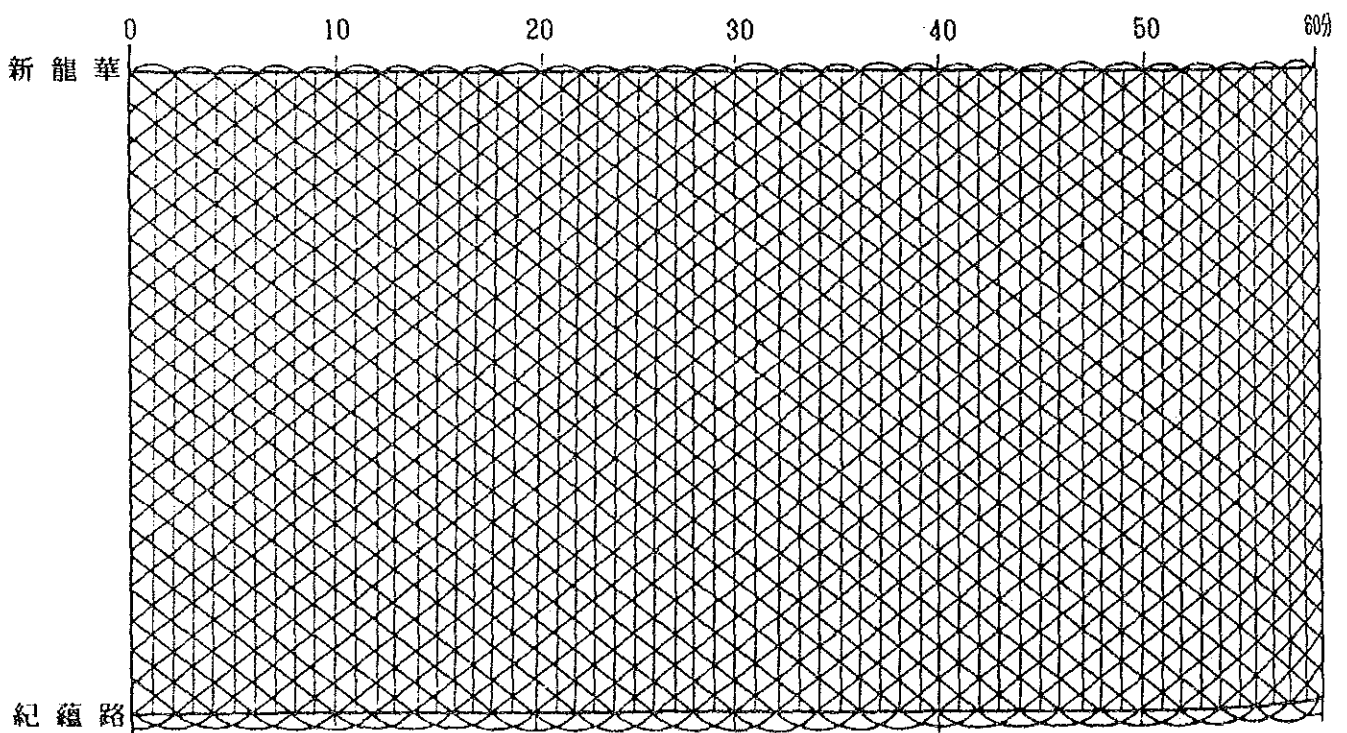


図 3-3-3(2) 2013年輸送力増強ダイヤ ( 2分00秒間隔)

(1) 1991年開業時想定ダイヤ

新龍華～上海新駅間 約13km  
 表定時間 24分  
 表定速度 毎時約 32km  
 運行列車数 6両編成 19列車

(2) 2013年輸送力増強ダイヤ

新龍華～紀滙路間 約22km  
 表定時間 40分  
 表定速度 毎時約 32km  
 運行列車数 6両編成 43列車

3-2-3 最小時隔の検討

想定列車ダイヤの最少時隔を規制する新龍華駅における列車の折り返し交差の通過所要時間につき検討し、図 3-3-4により120 秒以内に収まるという結果を得た。図は 8両編成列車の場合を示すが、6両編成列車の場合は余裕時間を増す。なお、列車運転間隔と中間駅における停車時間との関係を付属資料-2 に示す。

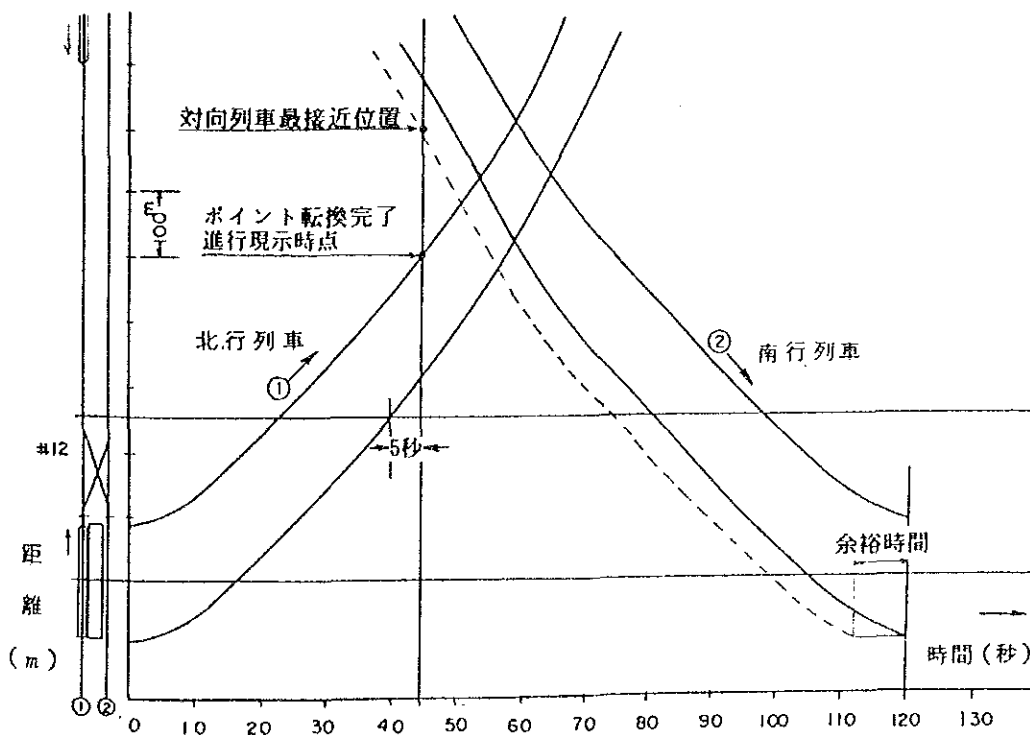


図 3-3-4 新龍華駅に於ける折返し列車の交差時間



### 3-3 所要車両数

表 3-3-1による列車本数・保有車両数の増加状況を、図 3-3-5に示す。

なお、2013年の輸送力増強ダイヤに関する車両走行キロ等の概要は、次のようである。

- ① 1日当り上・下列車回数 -----  $354 \times 2 = 708$ 回
- ② 1日当り列車走行キロ ----- 約 15,931km
- ③ 年間列車走行キロ ----- 約 581.5万km
- ④ 同上車両走行キロ ----- 約 4,652.0万km (8両編成列車の場合)

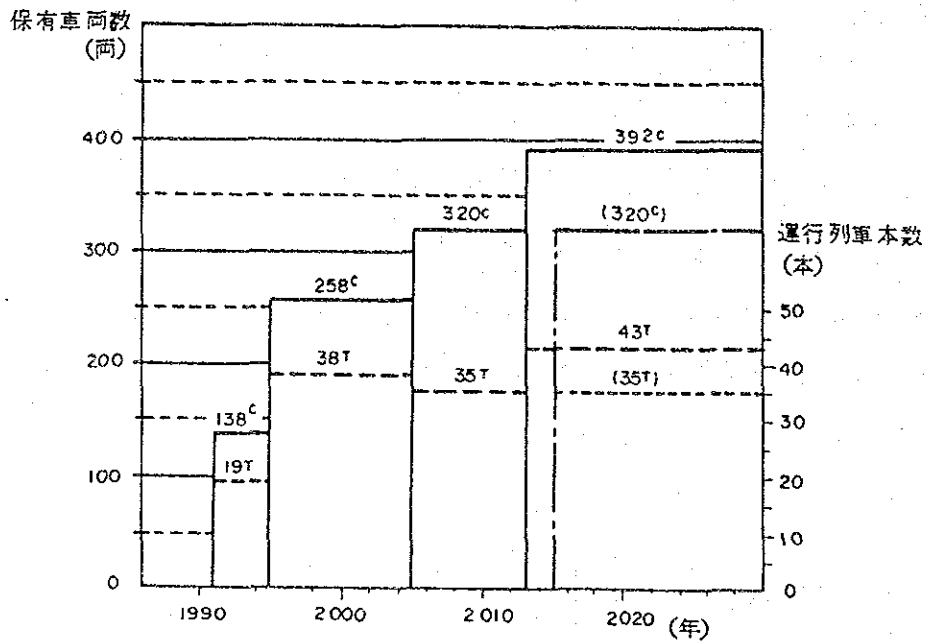


図 3-3-5 列車本数、保有車両数の増加

## 第4章 路線計画

南北線のルートについては、第1章で述べたように、国鉄上海新駅、人民広場、テストトンネル（漕溪公園付近）を通過することが前提となっている。

従って、この章ではまずこのルートが路線選定における基本条件を満たしているかどうかの考察を行い、二、三のルート案を比較して上記三箇所を通過する中で、最適ルートを選定した。

続いて、駅位置については、既に一部施工中の上海新駅、漕宝路駅および人民広場駅の位置が既知なので、その他の駅について現在の家屋密集度、将来の駅周辺の開発計画、駅間距離等を考慮して駅数、位置を検討した。さらに道路幅、交通量等、地下構造物の施工性を加味して駅の具体的配置を行った。

また、南北線の国鉄線への連絡に関しては、将来の国鉄線の改良計画構想に支障しないよう配慮し、南北線の延伸および将来の地下鉄網との関連に留意して配線計画を立案した。

なお、ルート付近の沿線の現状、将来計画および比較案の長短など、詳しい検討内容については、付属資料-3に示した。

以上の検討の結果、策定した路線図（線路平面図--1/10,000、線路縦断図--縦 1/1,000 横1/10,000）を巻末に添付した。

### 4-1 ルート選定と駅配置

#### 4-1-1 ルート選定の基本条件とその適合性

国鉄上海新駅、人民広場、テストトンネルを通る図 3-4-1のような南北線ルートが、ルート選定の際に以下の基本条件に適合しているかどうか検討を加える。

##### (1) 輸送需要が大であること

上海市中心区の人口密度は4万人/K<sup>2</sup>を越える。このような都市ではどのようにルートを選択しても十分な利用客を見込むことができる。

特に人民広場付近を通る西藏路、東西にのびる淮海路は、上海市有数の商業地、繁華街として発展している地域であり、これらの地域を通過するようなルートは、多くの需要が見込むことができる点では疑問の余地がないと言える。

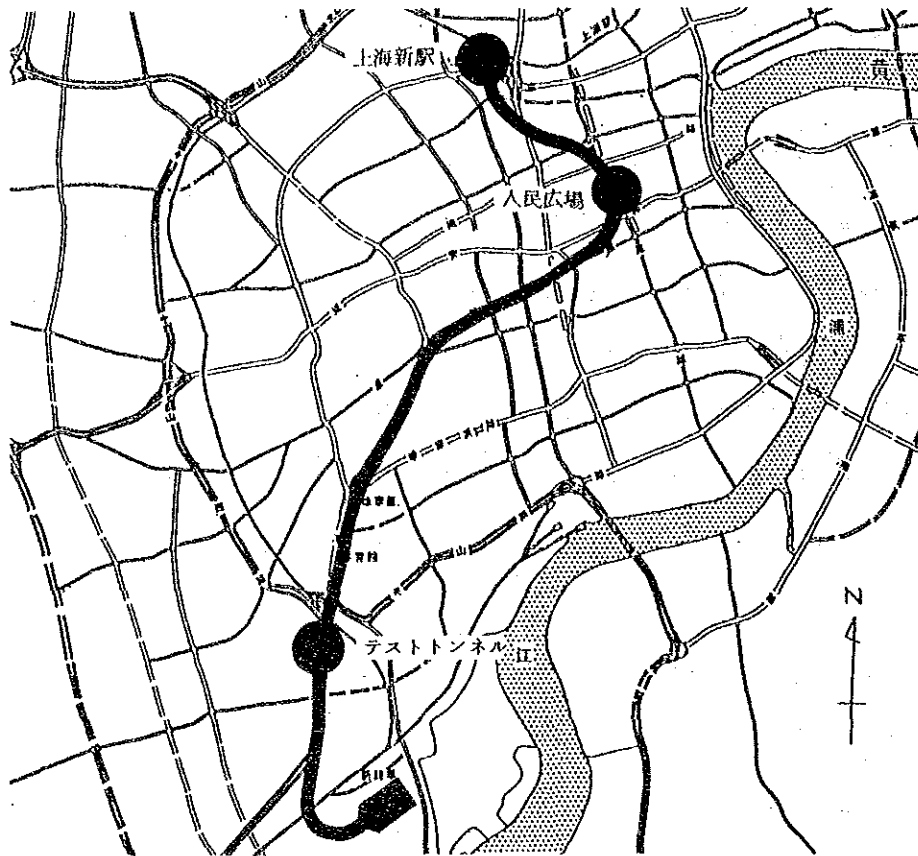


図 3-4-1 南北線の概略ルート

(2) 他の交通機関と連絡がよいこと

都市交通機関の中でも大量輸送が可能な地下鉄は、他の鉄道と連絡することによって、その機能がさらに大きくなる。

その意味で本件予定ルートが、国鉄上海新駅で連絡できる構造となっていることは、利用客の利便性のみならず、将来の国鉄の輸送需要増加に対応できる要件を満たしていると言える。

さらにルートの南端付近でも、国鉄第二上海駅構想に対応できる余地を残しており、本ルートは上海市をとりまく鉄道と南北二個所で連絡できる位置関係にあり、当を得たものと考えられる。

(3) 道路を有効に利用すること

地下鉄ルートには、道路直下に設定する方式と道路外の一般家屋下を利用する方式とがある。前者は地下鉄の施工過程において、路上交通、埋設物、沿道住民に悪影響を与えることとなり、特に道路幅が狭く交通量の多い場所では、混乱を引き起こすことになる。

他方、後者は、ルート直上の土地利用にある種の制約を加えることとなり、また、開業後の列車振動が住居に与える影響も大である。

さらに住民の立退きに際しては

- 移転家屋を建設主体が補償しなければならない。
- 商業地では、工事完了後、移転先から戻ることを原則とするが、上記の営業活動が一時休止したことに対する補償をしなければならない。

従って、住民と合意して、用地が更地になるまでには相当の期間と費用がかかると考えられる。

- また本ルートでは、8両編成 2分間隔、駅冷房が予定されているので、駅舎に280m×20m程度の広大な用地が必要となる。
- さらに1991年に開業が予定されている。

これらの条件を総合して考えれば、道路下を有効に利用するのが賢明であると思われる。

しかし道路での施工中の配慮は十分に行われなければならない。

#### (4) 線形に無理がないこと

ある程度の小半径の線形は都市鉄道としてはやむを得ない。特に最初に建設される路線は、最も利用度の高い地域を順次選ぶことになるので、直角に曲がるような線形が出現する。

本件予定ルートも、途中で人民広場を通るので、平面線形としてはスムーズなものとは言えない。そこで道路外の部分を多く通って、急角度線形を緩和せざるを得ないが、これはやむを得ぬ措置である。

#### (5) 上海市の都市開発計画と整合性を有すること

上海市の都市開発計画は、公表されていないので、本件予定ルートとの関係が明確にできない面がある。しかし、逆に本件予定ルートに合わせた開発計画、道路立体化計画が策定されており、駅位置はそれらの計画を踏まえたものでなければならない。

詳しい検討は付属資料-3に示した。

#### 4-1-2 路線の選定理由

上海新駅～人民広場～テストトンネルを通過するルートには限りがあり、自由に選択できる余地はない。

従って以下の検討は、ルートを数ブロックに区切って、駅設置位置の妥当性の観点から行う

こととする。

(1) 上海新駅～人民広場間

この間のルートには、概ね次の3つのケースが考えられる(図3-4-2)

- ① 図3-4-2のbのようなルートで駅を河の南北に1駅ずつ設けた場合
- ② ルートをcのように河の南へ迂回させた場合
- ③ ①と同じルートで駅をaのように河の南岸に1駅のみ設けた場合

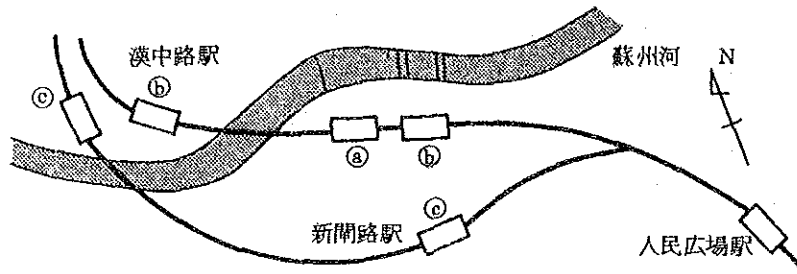


図3-4-2 ルート比較図

上海新駅～人民広場駅間のルートは、以下の理由により①が最も妥当である。

- この区間は蘇州河によって駅勢圏が分断されているので、住民サービスの上からその両岸に一駅ずつ設置する意義は大きい。
- 蘇州河北岸～上海新駅の地域は市街地改造計画が立案されており、漢中路駅は再開発事業の進み方次第で、その利用価値を高めることが出来る可能性を持った駅である。
- ①の新閘路駅付近には橋梁がかかっており、これを利用して北部の住民の利便性を高めることが可能である。
- 新閘路駅は、老朽住宅の建替え計画時に同時施工することができる。
- 線形としては、最短距離をとっている。

(2) 人民広場～徐家匯間

人民広場～徐家匯間については、図3-4-3のように概ね、次の三つのルートが考えられる。

- ① 金陵西路 → 延安中路 → 常熟路 → 衡山路
- ② 淮海路 → 宝慶路 → 華山路 … A  
          ↓  
          衡山路 … B
- ③ 復興路 → 陝西南路 → 肇嘉浜路

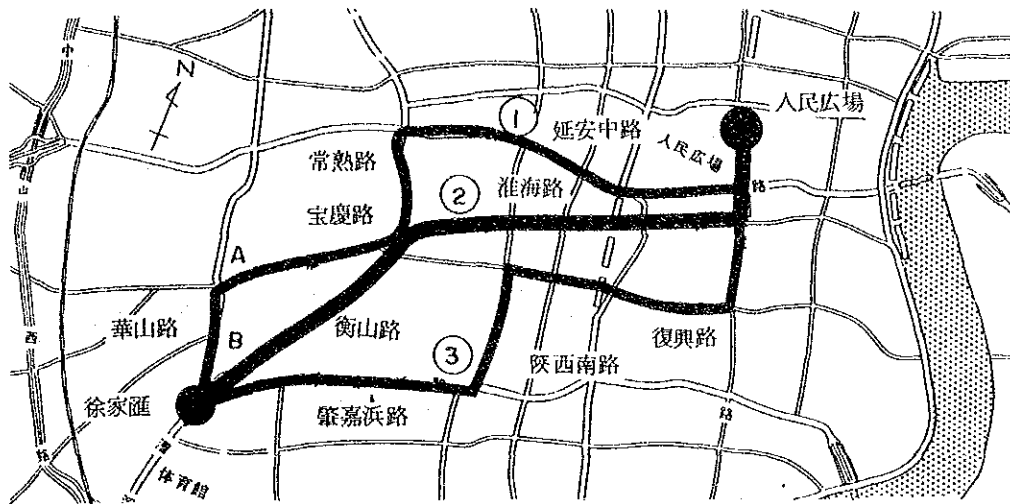


図 3-4-3ルート比較図

この間のルートは、以下の理由により②の Bが妥当である。

淮海路周辺は、上海市でも屈指の商業地域であり、自動車交通量、人の動きとも大きい。

従って、この道路に地下鉄を入れることは、利用客の面から、また路上交通の混雑緩和の面から非常に有効であり、今後の商業活動の発展に大きく貢献できるものと考えられる。

宝慶路以南については、②の Aは将来の地下鉄環状線と近接するので望ましくない。

①は将来の地下鉄東西線に近接する。また、③は商業地でないので需要が②よりも小である。

### (3) 徐家匯～新龍華間

ルート選定上の問題は特にない。

ただし、新龍華付近については、車両基地の位置、周辺の住宅団地計画、国鉄第二上海駅構想を考慮して、ルートを定めた。

### 4-1-3 駅配置の基本的考え方

4-1-2 で述べたルートにおける駅配置のうち、まず駅間距離については

- 市中心部で 1kmを越えると、多数の利用者に対する利便性が低下する。
- 駅冷房設備等のため各駅の延長が長く、1kmを大幅に下廻ることは得策でない。
- 将来、8両、2分間隔運転を考慮すると、運転上、駅間隔が長短入り混じった形は望ましくない。

等から、その概略間隔は 1km 前後が適当であると考えられる。

さらに、駅配置計画の基本的な条件である

- 他の交通機関との連絡が便利であること
- 駅位置が周辺の主要地点に近いこと
- 現地の将来計画と整合性があること

に留意して検討を行った。また、より具体的な駅配置については

① 現況での利用者の利便性の確保とその地域の将来の発展方向を考慮する。

② 道路幅および交差点等の道路形状と交通事情を考慮する。

の面から考察した。基本的には、

①については

- 将来の都市計画が立案されているところでは、同時施工を行なう。
- 他の事業者と共同で、家屋立ち退き等の作業にあたることにより、工事着手時期を早めることができる。
- また費用分担を行うことによって、建設主体が負担する建設費も軽減できる。

等のメリットを生かせる位置に配置した。

②については

- なるべく道路中央に配置して家屋の撤去を行なわない。
- 道路交差点付近での施工性を考慮する。

等に配慮して具体的な位置を定めた。

検討の結果、駅個数は13駅が妥当であり、図 3-4-4に概略位置を示した。

また、駅付近の状況を写真 3-4-1～3-4-12に示した。

なお、駅周辺の土地利用の現状、将来計画、駅位置の比較等については付属資料-3に示した。

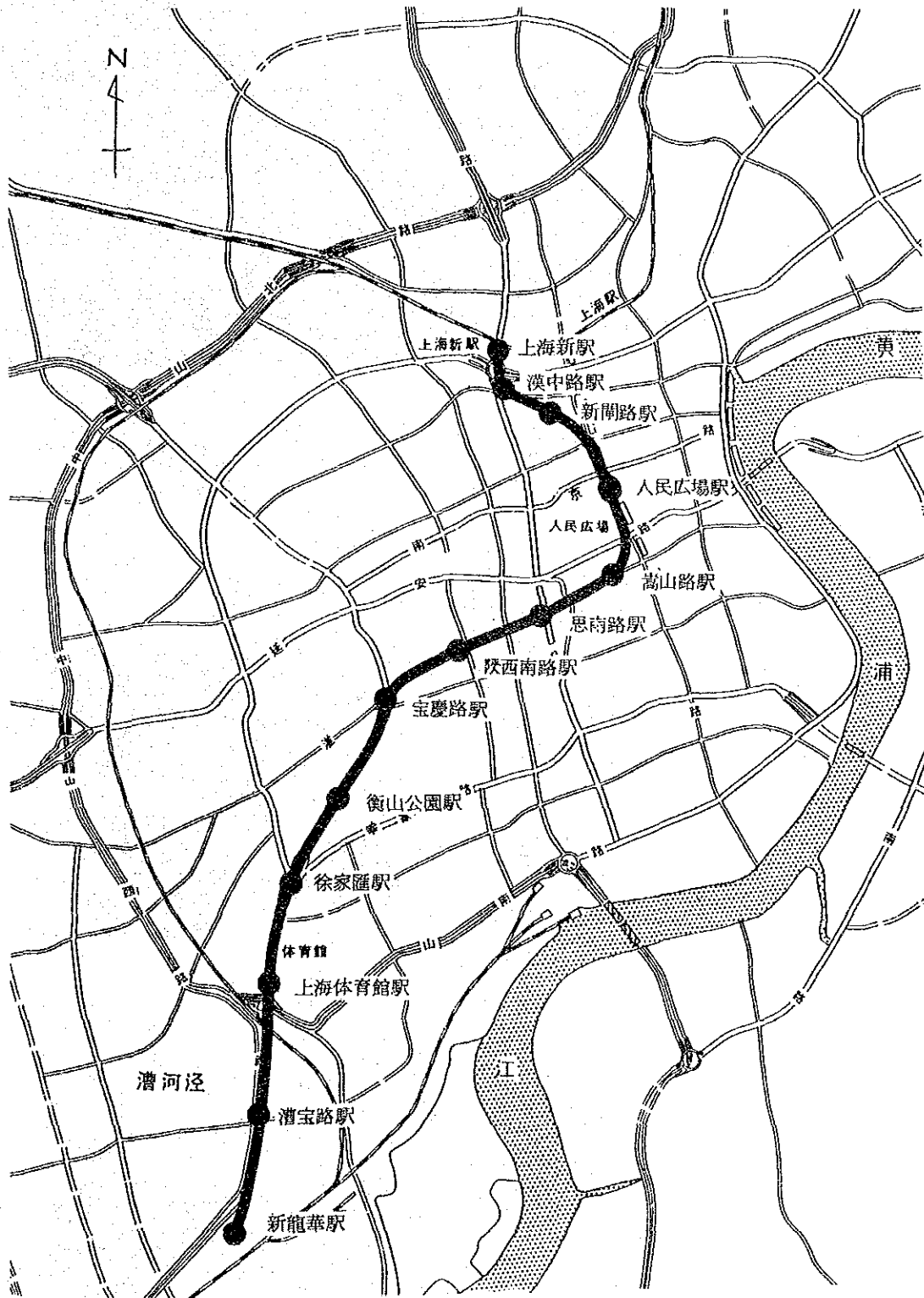


圖 3-4-4 概略站位置





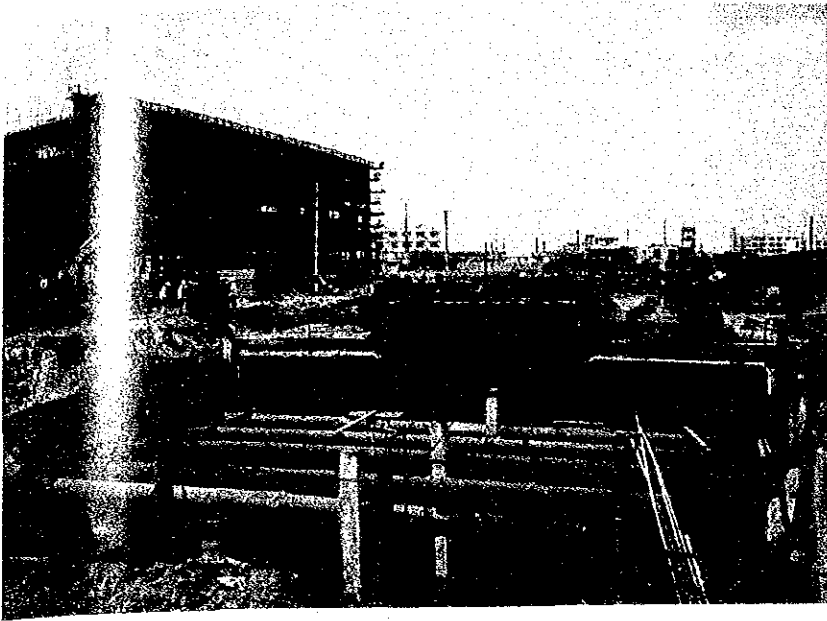


写真 3-4-1 上海新駅付近  
国鉄上海新駅の建設（写真左）と歩調を合わせて、地下鉄の折り返し線部を施工中であり、引き続き手前の方へ駅部を建設する予定となっている。



写真 3-4-2 漢中路付近  
都市再開発地域であり、低層密集家屋が順次取壊わされ、将来は商業、貿易、事業所等の地区に生まれかわる予定である。



写真 3-4-3 蘇州河  
漢中路駅～新開路駅間のシールドトンネルがこの河底を横断する。



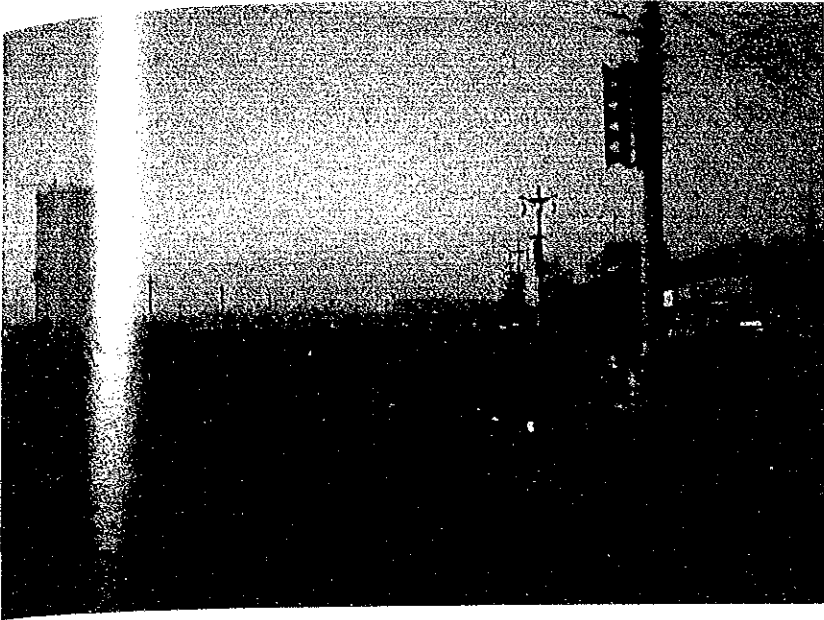


写真 3-4-4 人民広場駅付近  
人民広場は、バス、トロリー  
スの一大集散地であり、早朝  
から大勢の出勤者が職場に急ぐ。

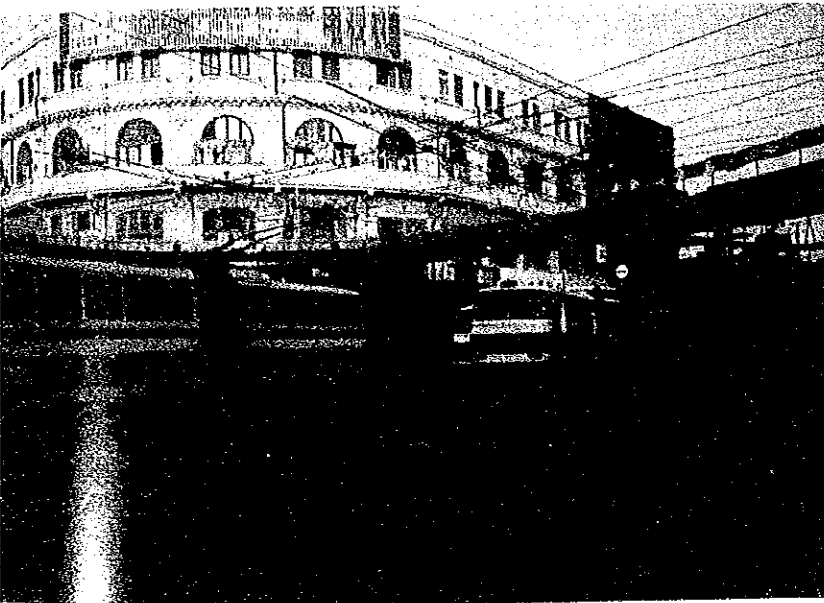


写真 3-4-5 西藏路～南京路交  
差点

上海市の中でも人の流れが最も  
激しい場所であり、朝夕のラッ  
ッシュ時にはバスの列が続く。  
人民広場駅は、この交差点の南  
に設けられる。



写真 3-4-6 淮海路

淮海路は、南京路につぐ繁華  
にあり、地下鉄の駅はこの道路  
下に 4 駅設けられる。



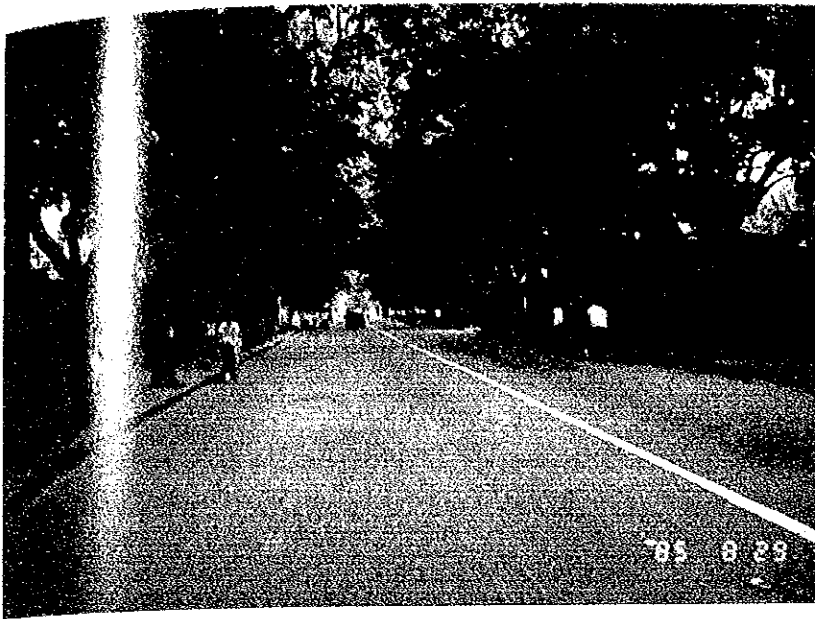


写真 3-4-7 衡山路付近

この道路の両側は高級住宅地  
 になっており、市内で最も並木  
 美しいところでもある。

この道路下に衡山公園駅が設け  
 られる。

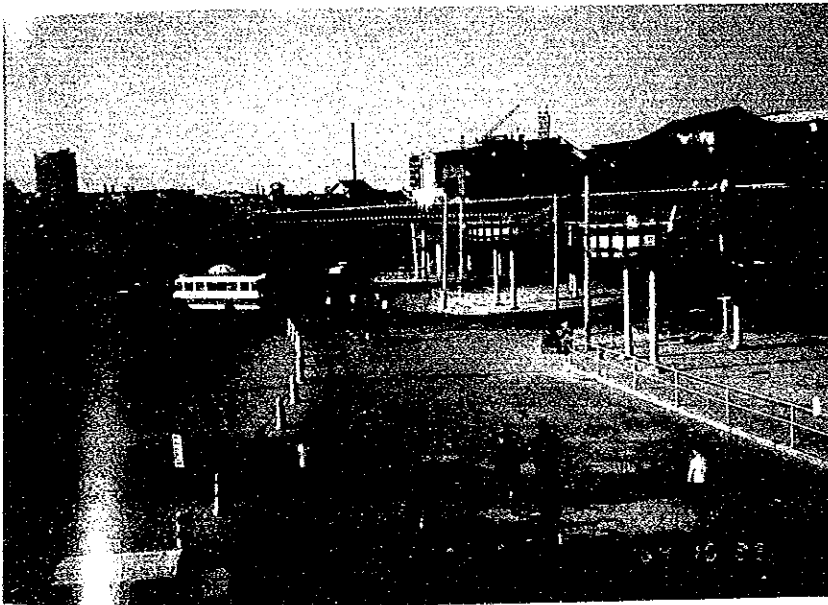


写真 3-4-8 徐家匯付近

徐家匯交差点は 5 差路になっ  
 ており、交通の要衝でもある。

近くにバスターミナルがあり、  
 将来は、一大商業、文化ゾーン  
 になる予定で、交差点直下に徐  
 家匯駅が設けられる。

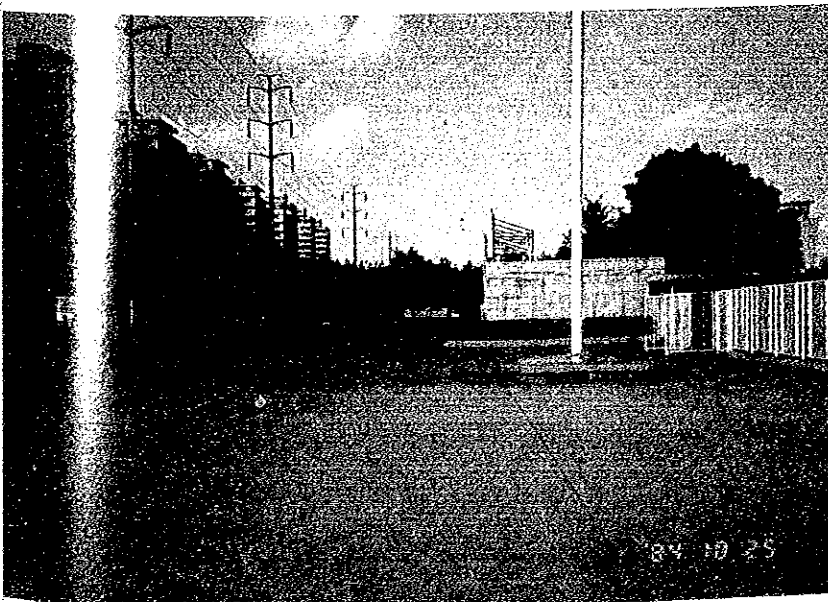


写真 3-4-6 上海体育館付近

写真の右方に約 3 万人収容の  
 育館があり、その反対側は高層  
 住宅が林立している。

駅は体育館前に設けられる。



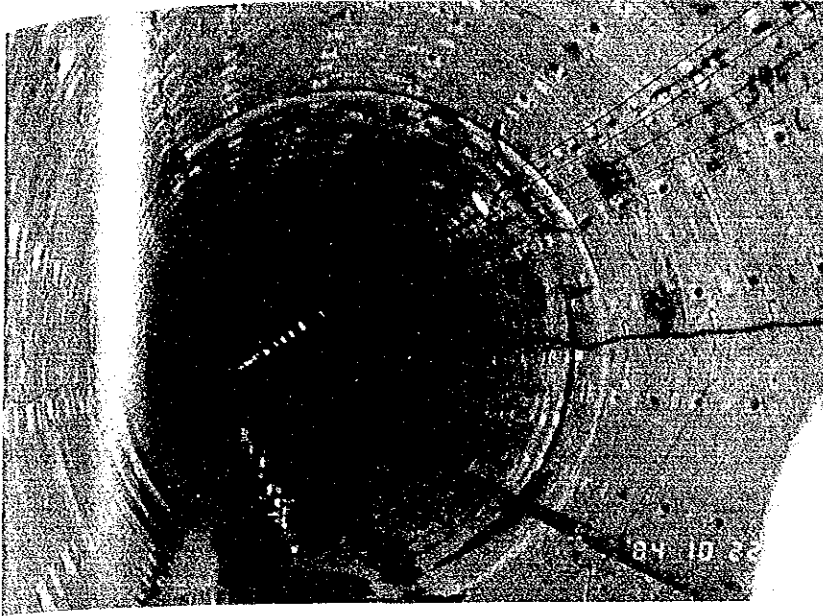


写真 3-4-10 テストトンネル  
上海市のトンネル技術を目指して建設されたため、5.5mと5.3mが入り混って写真手前が5.5mのもので奥が5.3mのものである。

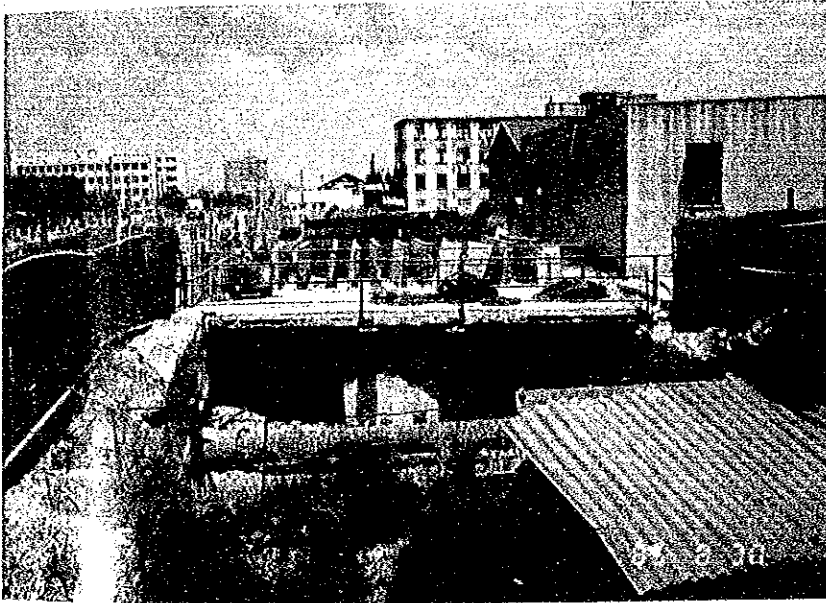


写真 3-4-11 清溪路線路部  
清宝路駅～新龍華駅の間で地下連続壁工法を用いて既に建設された線路部の一部である。



写真 3-4-12 新龍華付近  
新龍華駅は滬閔路沿いに仮駅として設けられる。  
この道路は金山、閔行方面へも通じる主要道路であり、徐家匯～閔行間のバスが運行している。





#### 4-1-4 主要駅の位置決定理由

##### (1) 人民広場駅

駅位置は、現在の道路事情から、また将来の東西線の駅位置およびその施工性の観点から、人民公園付近が適している。南北方向の位置については、

- ① 交差点の北側まで延ばした場合 [図 3-4-5(1)]
- ② 駅舎すべてを公園内に設置した場合 [図 3-4-5(2)]

の二案が考えられる。

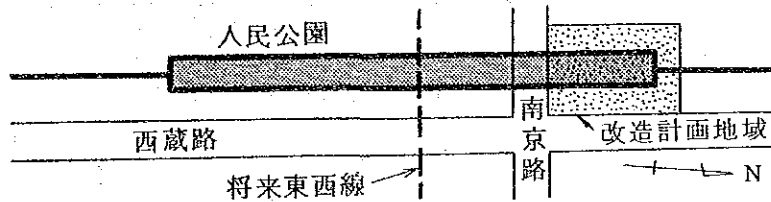


図 3-4-5(1) 駅位置①

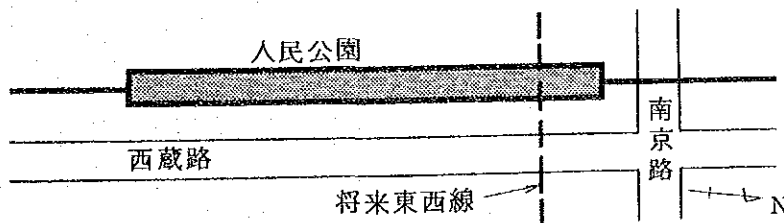


図 3-4-5(2) 駅位置②

人民広場駅は、以下の理由により②が妥当である。

- 上海市は、1989年までに広場内のすべての工事を完了するように指導している。①の場合には、移転、営業補償、跡地利用計画など問題が山積しすぎており、少し解決が長引けば地下鉄開通のネックになりかねない。
- ①の場合には、将来の発展の方向が北に寄りすぎ、交差点付近の混雑度が増々ひどくなる。
- ②の場合には、広場周辺全体の発展が期待できる。

なお、需要予測によると、東西線の開通後2020年には人民広場駅で74万人／日の利用者が見込まれ、その内約62万人／日が南北線と東西線との乗り換え客であるとみられる。(表2-4-47)

従って、南北、東西線の接続駅としての形式、連絡通路階段等を含めた駅舎のレイアウトには十分な配慮が必要である。

地理的な制約がなければ、交差形式は十字型が客流の点から望ましいが、前記の理由により①には無理があり、また東西線を南へ平行移動することもルート上困難であり、結局図 3-4-6 のような L字型または T字型とならざるを得ない。

T字型は、東西線の駅を人民公園外に設けるには地理的に、西藏路の東側で施工の可能性の検討を有すること、L字型と比べても南北線との旅客流動も改善にならないことにより、ここでは連絡通路に流動スペースを十分採った L字型を採用するものとした。

詳しくは、5-2節で述べる。

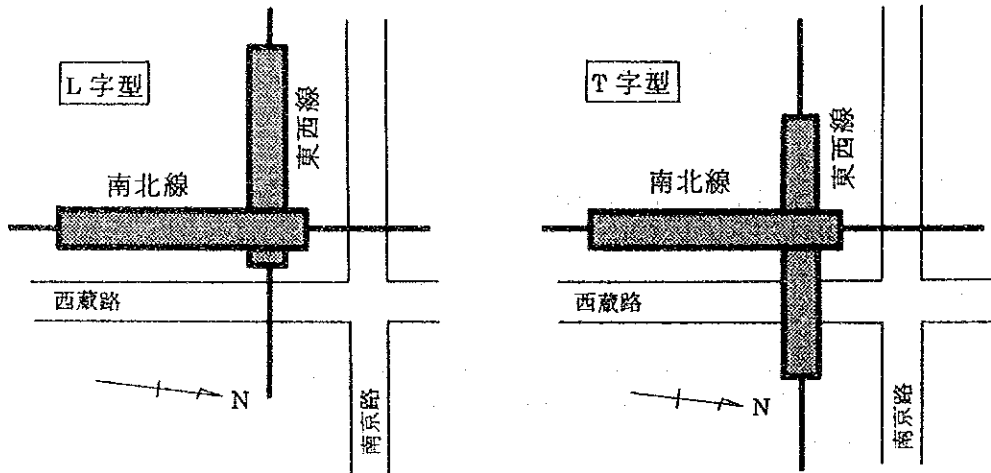


図 3-4-6 L字型と T字型の駅配置の例

## (2) 徐家匯駅

駅の位置としては次の 3 ケースが考えられる。(図 3-4-7)

- ① 5 差路直下へ設置した場合
- ② 道路中央より東側に設置した場合
- ③ 道路外に設置した場合

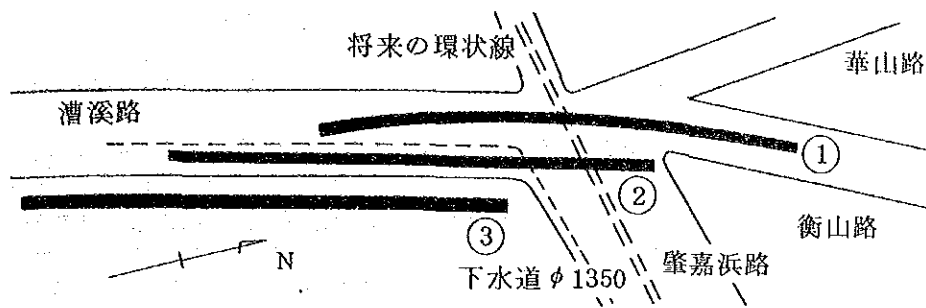


図 3-4-7 駅位置模式図

徐家匯駅は、以下の理由で①が妥当である。

- 将来の副都心としての位置づけのされている地域であり、将来の開発計画は交差点を中心に立案されているので、地下鉄出入口が交差点各コーナーへ設置できる駅位置が最も望ましい。
- 将来の環状線が、プラットフォーム中央付近を横断することになるので乗換え連絡に利便性がある。
- 駅舎形状が埋設物に制約を受けない。

①の留意点としては、

- 駅構造物が衡山路道路外に一部はみ出すこととなり、家屋の取り壊しが生じるが、本交差点には道路事業計画（アンダーパス工事、拡幅工事）があり、これと同時施工を行って、費用を分担すべきである。
- 交差点下の工事となるので、道路占用に工夫を要する。
- 上記の協議に時間がかかる場合には、②にせざるを得ない。

従って、環状線は一応肇嘉浜路を通ると仮定し、駅相互の連絡は通路で行なう形式とする。

### (3) 上海体育館駅

上海体育館駅は体育館の近傍に設けるのが望ましく具体的な位置としては

- ① 道路中央に設置した場合（図 3-4-8）
- ② 体育館用地内に設置した場合（図 3-4-9）
- ③ ②の位置を、中山路を越えて南へ移した場合（図 3-4-10）

が考えられる。

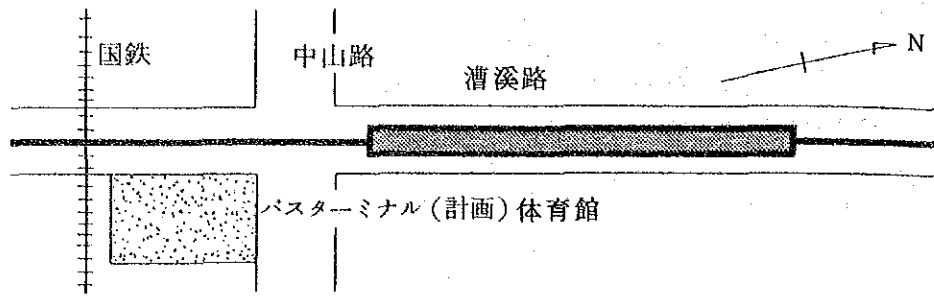


図 3-4-8 駅位置①

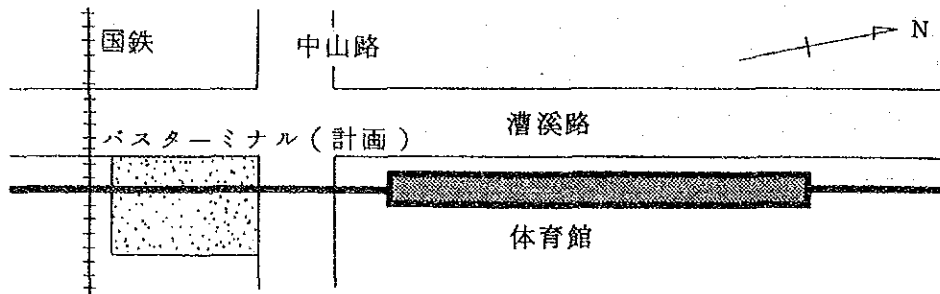


図 3-4-9 駅位置②

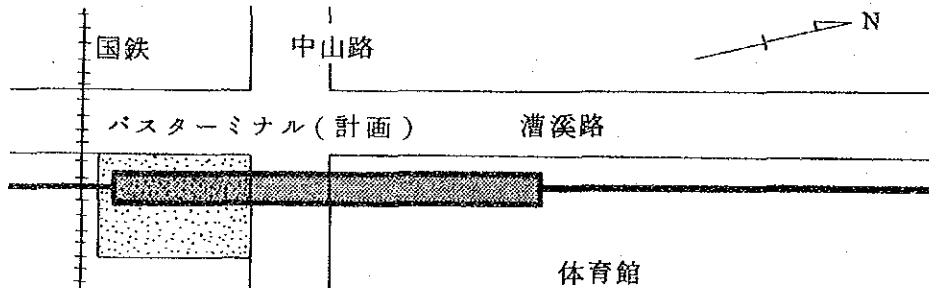


図 3-4-10 駅位置③

上海体育館駅は、①が妥当である。

この付近には、中山路及び国鉄を漕溪路がオーバーパスする立体交差の計画があり、同時施工の面から、また西側に林立した高層アパート群の住民及び東側の体育館利用者の利便性を考慮して、道路中央に設置することが望ましい。またこの近傍には、鉄道通勤駅およびバスターミナルの新設計画があり、そのうちバスターミナルへの接続は将来地下通路などにより行うことによって、路上交通機関との乗り換え駅としての機能もはたすことが出来る。

但し、同時施工協議の進め方によっては、またアンダーパスによる立体交差計画の可能性が高い場合には、最初から②を選定しておく方が無難である。

オーバースタックの場合には、道路との一体構造よりも分離構造の方が、財産所有区分、維持管理区分、構造系の単純化の面から望ましい。

#### 4-1-5 その他の駅の位置決定理由

##### (1) 漢中路、新閘路駅

都市計画による再開発地域にそれぞれ設けた。

##### (2) 高山路、思南路、陝西南路、宝慶路駅

この4駅は、淮海路直下に設置されるが、南北主要道路との交差点近傍に設けることを標準とした。

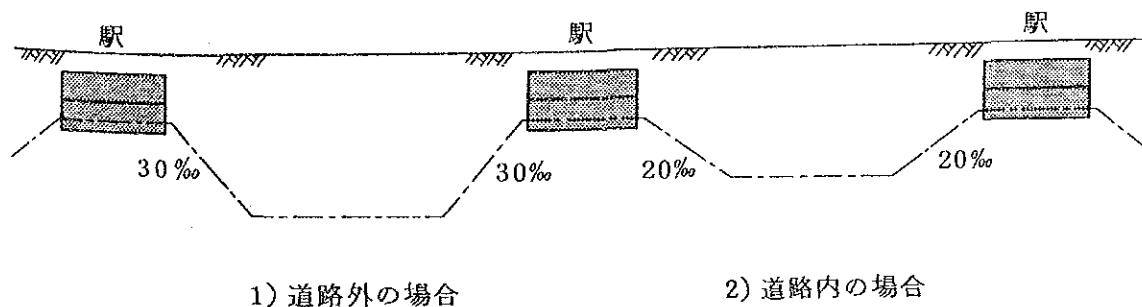
##### (3) 衡山公園、漕宝路、新龍華駅

衡山公園駅は建国路に近接させた。漕宝路駅は、一部施工済みとなっている。新龍華駅は、坂駅として滬閘路近傍に設けた。

#### 4-1-6 縦断線形の検討

上海市の地盤、交通事情、道路幅等を考慮すると駅間はシールドトンネルが適しており、(第6章1節参照)、駅間で谷形勾配をとる線形が妥当である。(第2章2節参照)

詳しい検討は付属資料-3に示した。



## 4-2 国鉄改良計画と始末端の駅配置

### (1) 国鉄上海新駅

現在の上海駅は2-5節で述べたごとく狭隘なので、上海東貨物駅の貨物取り扱い設備を移転の上、新駅を設置するものとし、現駅の跡地は車両基地として使用する計画で、1987年末完成を目途に施工中である。(図 3-4-11)

またこの場合には滬杭線、南新環線の線増による旅客輸送ルートの変更を考えている。

プラットホーム線数は13線で、島式ホームの幅員12m、相対式ホームの幅員25m、各ホーム長は450mであり、滬寧線の遠距離列車を主力に72対を着発させる。

駅舎は橋上本屋形式で橋上に待合室及び南北両方向の出入り口を設ける。降車口はホーム両端の地下道に設けた乗降分離式であり、乗車人員は1995年 6万人/日としている。

真如駅は補助駅として普通列車用の始終着駅とする。(図 3-4-12)

上記の工事に伴い駅前広場の使用方も鉄道部、上海市間で合意に達し、地下鉄駅も引き上げ線部分を施工中であるが、これに続く地下鉄の駅舎のレイアウトを計画する。

### (2) 第二上海駅

上記の上海新駅では72対でほぼ容量限度に達するものと考え、滬杭線用に新龍華付近に第二上海駅を予定している。

この場合プラットホーム線は10線、列車本数は60対を着発させ、更に漕溪路付近には補助駅として新駅を設置し、ホーム線 6線で20対の近郊列車を着発させることとしている。

この計画はまだ構想の段階にあるが、新龍華駅付近の地下鉄計画としては、これに支障のないよう考慮する。(図 3-4-12)

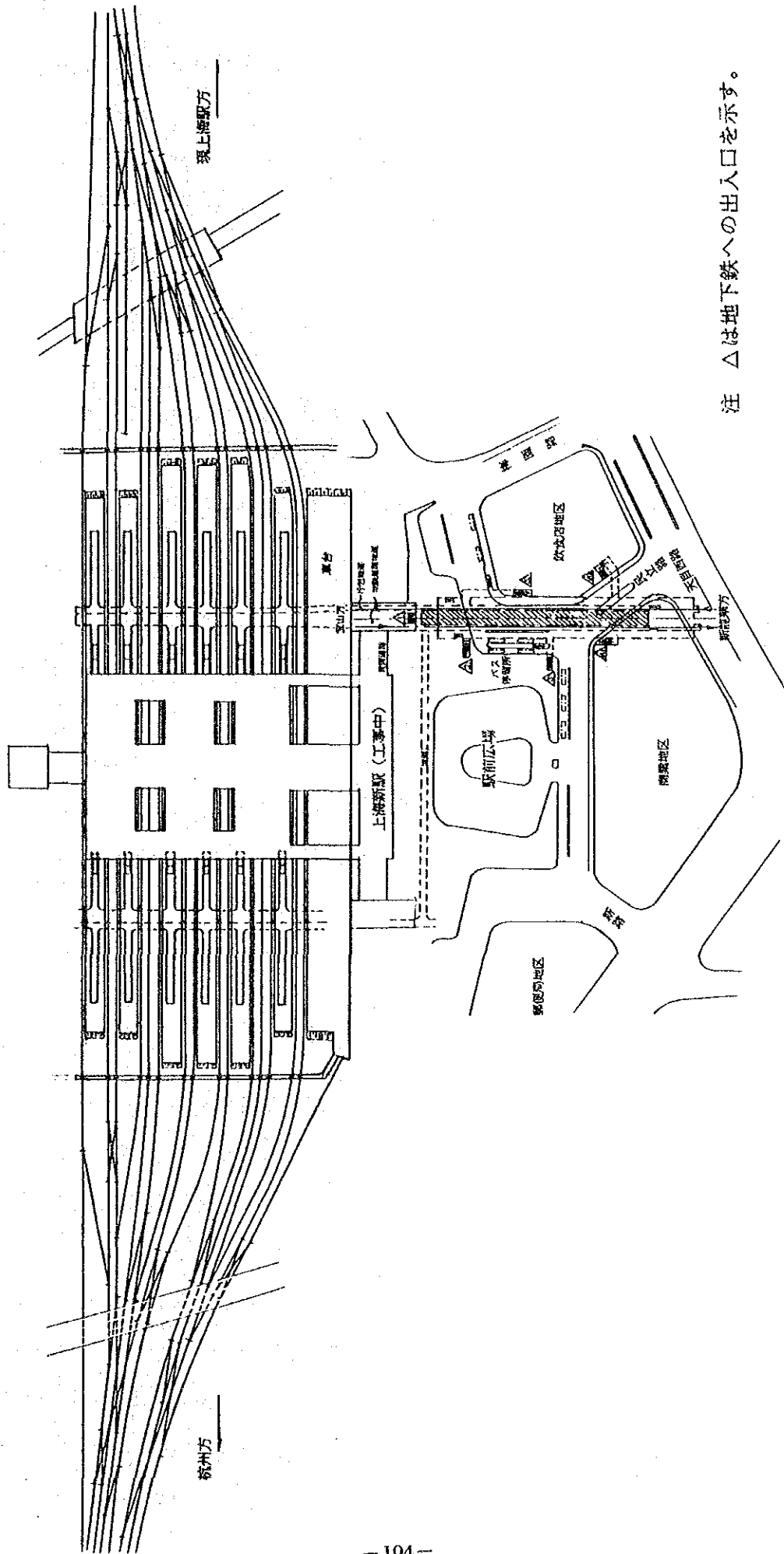


図 3-4-11 上海新駅 駅前広場計画配置図



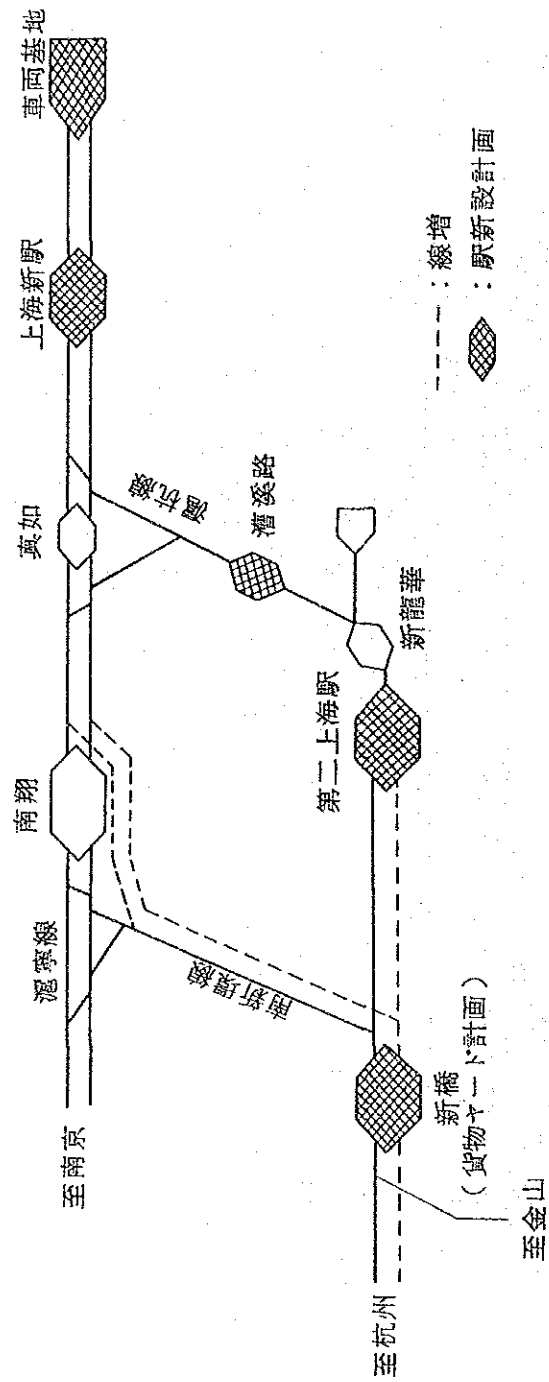


图 3-4-12 上海附近铁道改良計画

#### 4-3 配線計画と将来の快速鉄道網への対応

南北線の配線計画は第3章の運転計画、第6章駅間線路部の構造物及び前述の将来計画への対応を考慮して策定した。

##### (1) 輸送計画

第3章の運転計画による列車運行方式から列車の折り返し設備が必要な駅は、今回の調査区間(13.5km)では、新龍華、徐家匯、上海新駅の3駅である。

##### (2) 駅形式

駅間部は単線シールドトンネルの並設で計画しており、シールドトンネル施工のため、駅部両端にシールド発進基地を設置する。このため、駅部では線路間隔が大きくなるので、乗降場形式は線路間隔が有効に利用出来、構築幅も小さく出来る島式乗降場とした。

地表駅となる新龍華駅も、列車の折り返し運転に伴って生ずる乗車客の乗降場選択の困惑を避けるため、島式乗降場とした。

##### (3) 将来計画への対応

上海新駅では、南北線を北側の紀滄路に延伸する場合に手戻りとならない様にした。人民広場駅は東西線が建設された場合、南北線と東西線の車両検修の集約化や車両の相互運用が出来る様に、南北線と東西線間に連絡線の建設が可能な配線とした。

新龍華駅付近では、国鉄第二上海駅構想に支障しない配線とし、南北線を南側へ延伸出来る可能性を残した。また車両基地への回送線はラッシュ時への増発を考え、何れのホーム線へも到着可能な配線とした。

図 3-4-13 に新龍華～上海新駅間の配線略図を示す。

##### (4) 非常用亘り線の設置

非常用亘り線の設置の目的は

- ① 故障車が停止している区間外で部分的な営業運転が出来ること。(従ってターミナルや他号線への連絡が可能な駅に設ける。)
- ② 保守用車のルート確保。(保守基地の位置にもよるが、5～6km毎)
- ③ 故障車を短い距離で回送できること、

にあるが、このうち①が大きな比重を占める。図 3-4-13 では人民広場で①を満足していること、人民広場～徐家匯間(6駅、6.4km)では大きなターミナルがないこと及び駅間が亘り線

を設置する程大きくないので、設置しない。

主要各駅の配線の詳細は、付属資料-3に示す。

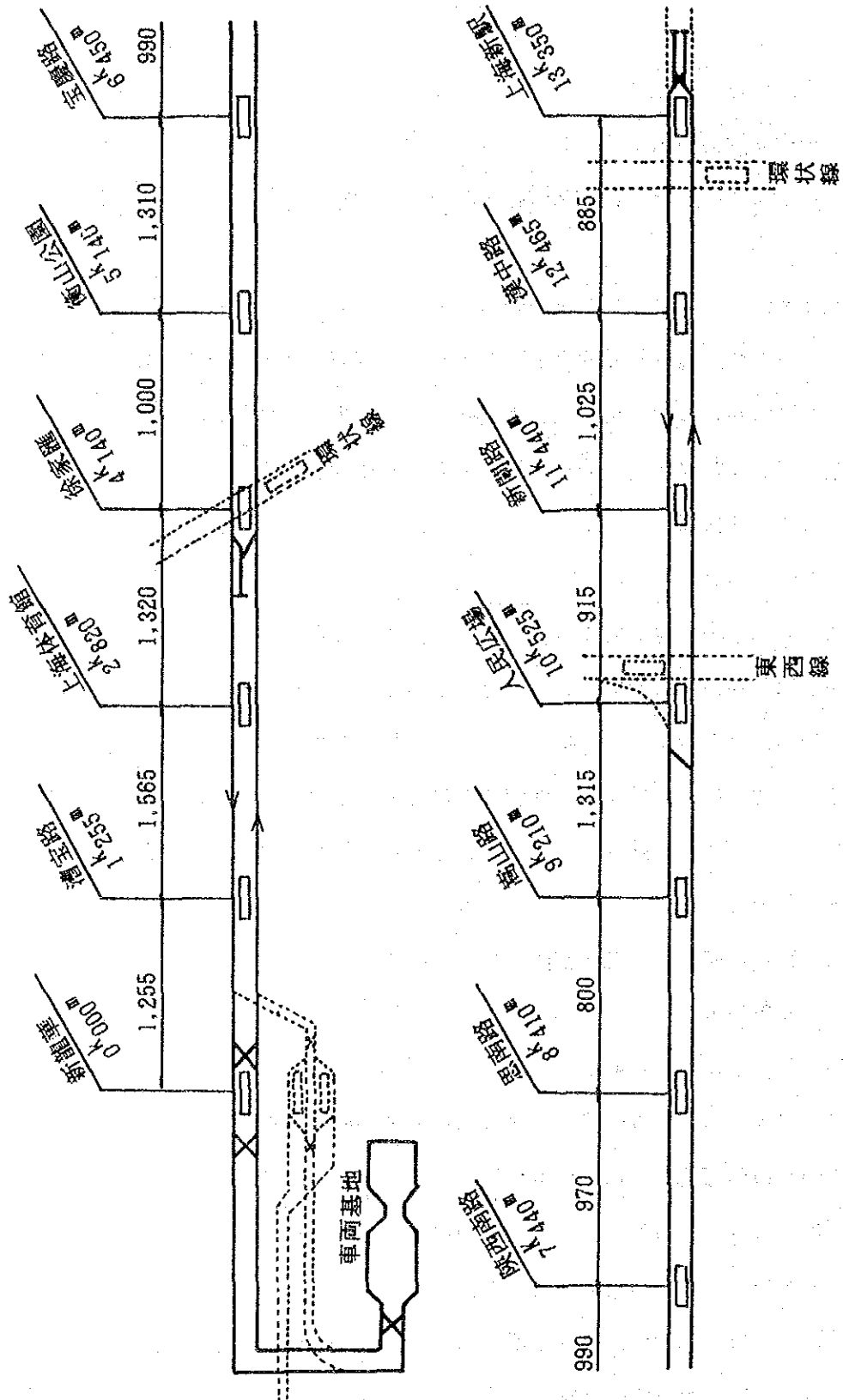


图 3-4-13 配線略图

## 第5章 要員計画

地下鉄の運営に必要な職員の配置と人員については表 3-3-1を基本に、効率的な要員計画を策定し、これによる施設の規模、構造についての設計・計画に資することを目的とする。

### 5-1 要員査定の基本的考え方。

地下鉄の運営に当たっては業務区分を大きくわけて、

○直接に旅客の輸送を行なう部門。………駅、運転等。

○輸送のための施設、車両、電力等の技術面の管理・保全を行なう部門。

………保線、電路、変電所、検車等。

○上記の業務を運営・開発するために必要な事務・管理を行なう部門。

………総務、会計、人事、養成等。

の三つの部門が考えられる。

そして、此等の業務に携わる職員が所属する職場の種類、勤務の形態等を想定して運営に必要な人員を算定するため、地下鉄の管理組織、そして業務別の労働時間等を決定したうえ、適切と思われる職種要員の査定を行なう。

#### 5-1-1 管理組織

中国においては地下鉄の建設段階を経過すると、運営を専門とする会社を設立して地下鉄の直接管理を行うことになるので、図 3-5-1に示す組織とした。

また、列車の運行管理に係わる組織の考えかたを図 3-5-2に示す。

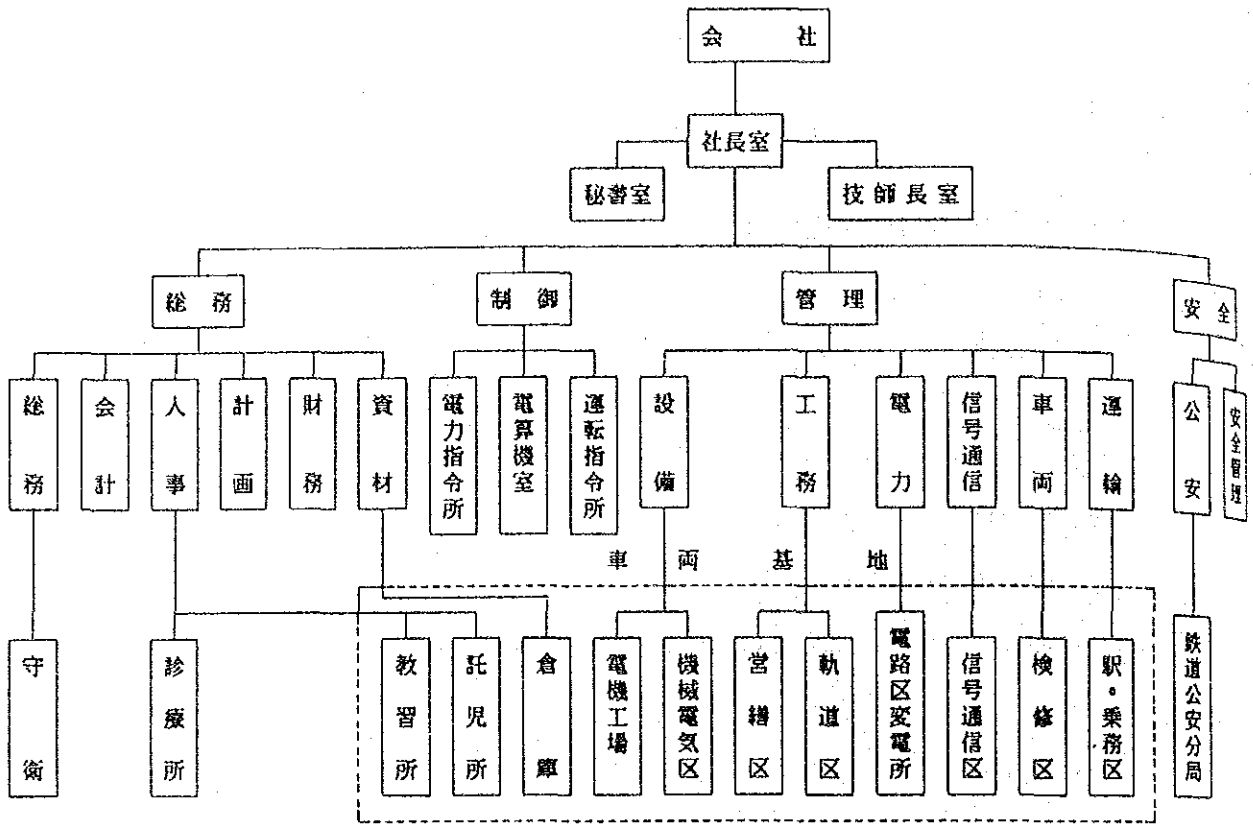


図 3-5-1 管理組織図

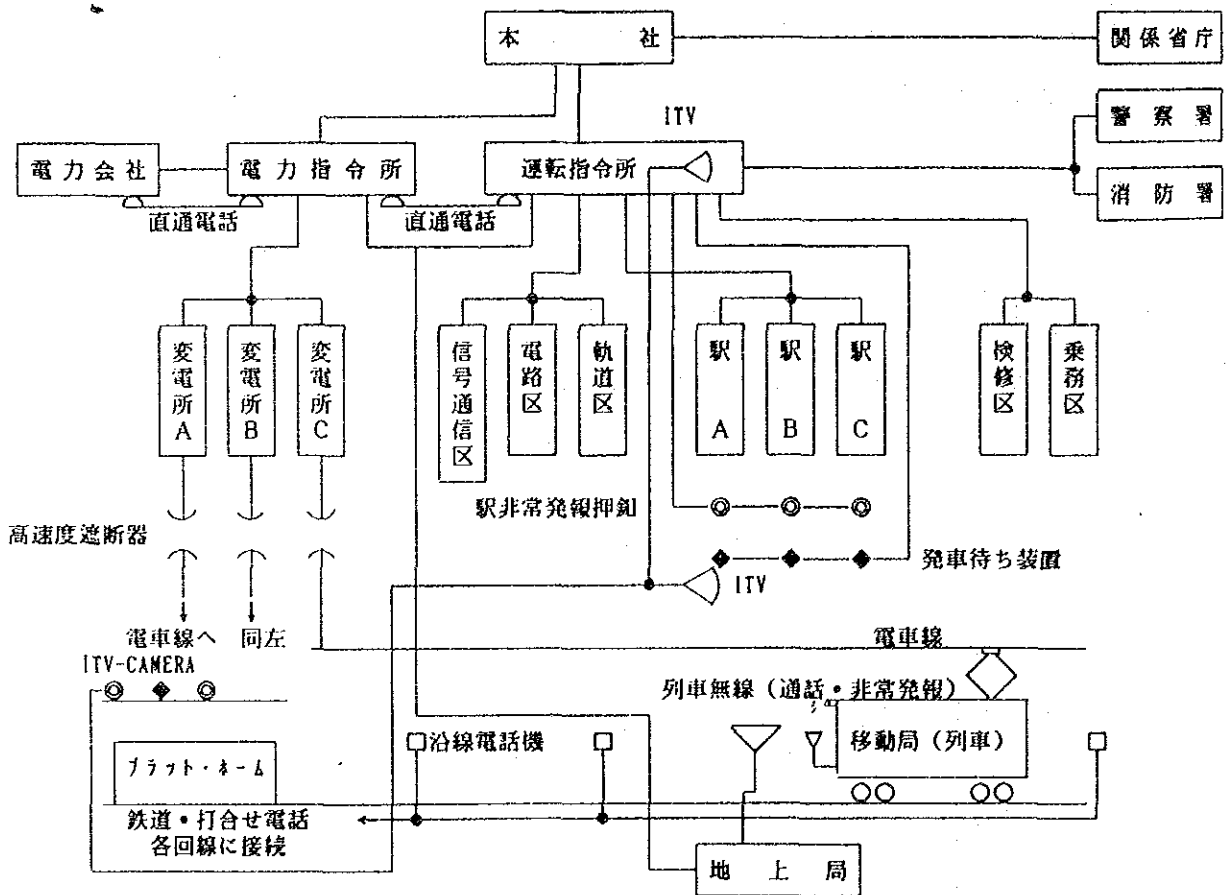


図 3-5-2 列車運行管理組織図

5-1-2 職種・職名

次の職種・職名を想定した。

表 3-5-1 職種・職名表

職 場	職 種	職 名
本 社	事務職	社長、副社長、技師長、部長、課長、係長、係員*、守衛
診 療 所	同 上	所長、副所長、医師、薬剤士、看護婦長、看護婦、守衛
教 習 所	同 上	所長、副所長、教師、係長、係員、守衛
託 児 所	同 上	所長、保母、養護員、給食係員、守衛
倉 庫	事務職	倉庫長、係長、係員、守衛
運転指令所 電力指令所	技術職 同 上	指令長、副指令長、指令員、係員 同 上
駅	事務職	駅長、副駅長、庶務係、主任、出札掛、改札掛、集札掛、 雑務掛、ホーム掛、信号掛
乗 務	技術職	所長、副所長、庶務係、主任、指導係、運転士、車掌
工場検車区	同 上	区長、庶務係、助役、技術掛、班長、掛員
軌 道	技術職	同 上
電 路	同 上	同 上
信号通信	同 上	同 上
変 電 所	同 上	同 上
営 繕	同 上	同 上
機械電気	同 上	同 上
電機工場	同 上	工場長、副工場長、庶務、科長、班長、技術掛、守衛
給食センター	事務職	所長、庶務係、栄養士、炊事長、炊事掛、守衛

(注) : (1) \* : 公安係員を含む。

(2) 必要により、次長、副長をおくことができる。

(3) ( ) は将来計画を示す。

### 5-1-3 勤務形態と労働時間

地下鉄の営業時間は、5 時始発から24時終電車到着時刻迄とする。

これは、地下鉄では軌道や電線路等の検査・点検・交換あるいは修繕工事の実施が、終電車後に限られるからである。

此のため、技術系現業職員は 3交替制の勤務形態をとることとなる。しかし、車両の定期検査等は昼間実施が可能であるので、日勤々務を主体にした勤務形態となる。

労働時間については、次の事項を基本として、職種別要員数の査定を行った。

- a. 実働 8時間。1 週労働時間は 48時間とする。
- b. 各職種毎に、業務に適合した勤務形態を考える。
- c. 業務の遂行に当たっては外注を行わず、直営のみによる。
- d. 現地習慣等を考慮する。

なお、中国では時間外労働は基本的に行なわれないので、増務を予定したシフトは考えない。勤務形態について、各職種別に整理すると次のようになる。

#### (1) 駅

- ① 日勤々務を主体とし、1 日実働 8時間、1 週 48時間制とする。
- ② 宿直勤務者を 1駅に数名配置する。これは、深夜時の休憩を認める。
- ③ 勤務形態は正班・副班に分け、更に早番・遅番・宿直にわけらる。

正班……中休なしの基本的勤務形態。

副班……中休のある勤務形態。

早番……午前 8時以前に出勤する勤務。

遅番……午後 4時以降に出勤する勤務。

宿直……当日午後23時以降から翌日午前 6時以降迄の勤務。

#### (2) 乗務

上記駅と同様の勤務形態とし、列車運行計画に基づいてシフトを組む。但し、「自乗」制を基本とする。勤務は次の種類とする。

- ① 本線乗務。但し、出入庫線の乗務は本線乗務として扱う。
- ② 入替え乗務。停車場構内に於ける車両の入替えのための乗務。
- ③ 混合勤務。本線列車を担当したのち、入替え業務を行なうもの。または、その逆の勤務
- ④ 構内勤務。車庫内に於ける車両の移動・転線・洗浄等のための運転業務。

⑤ 予備勤務。仕業予備として待機し、欠員補充または不定期仕業等の勤務にあたる。

(3) 技術

3 交替制を基本とする。実働 8時間、1 週48時間制とする。

(4) 工場・検車区

① 日勤々務を基本とする。実働 8時間 1週48時間制とする。

② 検査・修繕は日勤者により実施する。

③ 本線出張検査、故障点検ならびに応急修理は、循環勤務者による。

④ 車両清掃等整備面の業務は日勤者を主体として実施する。

⑤ 夜間の試運転等は勤務変更の取扱いとする。

⑥ 検査・修繕のほか、必要により改造工事等も行う。

(5) 電機工場

日勤々務を基本とする。実働 8時間、1 週 48時間とする。

(6) 公安

駅の勤務形態と同様とする。

(7) 本社関係（託児所、診療所、教習所、倉庫、指令所）

日勤々務を基本とする。実働 8時間、1 週 48時間制とする。

早番・遅番、必要により宿直勤務を設ける。

(注) 指令所は技術に準ずる。

## 5-2 職種別要員

### 5-2-1 要員査定の考え方

- a. 要員の査定は、新龍華～上海新駅間に、所在する設備計画の策定に必要な要員数に限定する。
- b. 南北線の延伸、東西線、環状線の現業要員分の設備は、各当該部分に設けることとする。
- c. 本社建物、指令所設備は、南北線全域を考える。



表 3-5-2 機関別要員

単位(人)

項 目		1991年		2013年		
		出 面	在 籍	出 面	在 籍	
本 社 関 係	本 部	149	149	170	170	
	非	診 療 所	12	12	15	15
		教 習 所	(18)	(18)	(18)	(18)
	現 業	託 児 所	5 (12)	10 (23)	7 (17)	11 (26)
		倉 庫	(8)	(12)	(12)	(18)
	小 計	166 (38)	171 (53)	192 (47)	196 (62)	
現 業 区 関 係	駅	マニュアル	300	772	315	804
		参考 自動化	[228]	[589]	[262]	[658]
	乗 務	乗 務 区	(37)	(234)	(51)	(306)
		車 両	検 修 区	(153)	(220)	(262)
	技		軌 道 区	(20)	(61)	(26)
		電 路 区	(20)	(61)	(23)	(72)
		信号通信区	(21)	(65)	(25)	(77)
		変 電 所	22 (4)	68 (12)	22 (4)	68 (12)
	術	営 繕 区	(10)	(23)	(10)	(23)
		機 械 電 気 区	(8)	(25)	(9)	(26)
		電 機 修 理 工 場	(35)	(41)	(51)	(53)
	給食センター	23	30	28	39	
	小 計	345 (308)	870 (742)	365 (461)	911 (1,008)	
	合 計	511 (346)	1,041 (795)	557 (508)	1,107 (1,070)	
守衛、雑務掛人員		50	111	78	180	

注: 1) ( ) は車両基地所属  
2) 指令所要員は本部所属

### 5-2-2 要員査定の結果

輸送計画にともない査定を行なった結果を、表 3-5-2に示す。

なお、日本における職種別人員を参考のため表 3-5-3に、また、施設の経年による保守人員の増加例を図 3-5-3に示す。

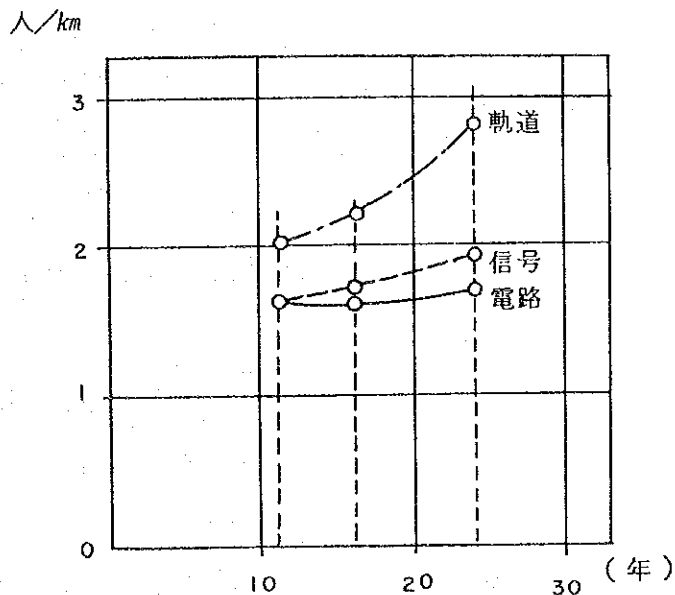


図 3-5-3 施設経過年数と保守掛員数例 (外注制度あり)

表 3-5-3 地下鉄における職種別人員例 (1983年)

地下鉄例	営業km	保有車両数	全職員数	本社	営業	運転	土木	電気	車両
	km	両	人	%	%	%	%	%	%
A	142.1	1930	10,418	10.0	50.6	9.5	7.2	9.8	16.0
B	56.6	440	4,000	8.9	61.3	10.5	6.5	9.9	13.4
C	57.5	499	3,176	9.3	53.6	12.0	5.8	5.1	14.1
D	84.3	863	7,551	16.6	46.1	10.5	6.1	8.1	12.7
E	11.5	76	540	10.0	51.7	10.2	6.7	11.7	19.8

## 第6章 建設計画

建設計画は前章までの基本事項の検討結果にもとずき、関連諸設備の各計画につき比較案からの選択を中心として検討する。

### 6-1 構造物及び施工計画

地下鉄における地下構造物形式の決定と施工方法の選択の間には、密接な関係がある。従って、この節では、上海市の路面交通事情、地盤等を考慮して、地下鉄南北線に適合した構造形式、施工法を相互に関連づけて検討した。

検討の結果、開削工法区間を極力少なくし、その他の区間は、路上交通への影響が小さく、埋設物処理の少ないシールド工法とすることが適当であることが判った。

即ち、開削部は、駅部及び地上への連絡部のみとし、土留用の地下連続壁を本体構造物の一部に利用した構造とするのが適当であり、シールド部は、上海市の軟弱地盤に適合したメカニカルシールドの採用が適当である。

工事施工については、市中心部では道路幅が狭く家屋が密集していることを考慮し、開削、シールド工法における工事基地と道路使用の関係についても言及した。

なお、構造物、施工計画のうち詳しい内容は付属資料-4に示した。

#### 6-1-1 上海市の地盤

##### (1) 地形

上海市中心地区の地盤は、起伏がほとんど無く、ほぼ水平で、黄浦江、蘇州河、国鉄線で囲まれた部分は、標高 3 ~ 4m である。

上海市では過去大量の地下水汲上げにより大々的な地盤沈下を引き起こしており、年平均約 10cm にも及んだ箇所も見られ、地表面は満潮高水位よりも低くなっている。

現在では、地下水汲上げ規制によって地盤沈下は収まっているが、粘性土層はなお圧密途上にあると見られる。

上海市の浅層地盤は第 4 紀沖積層と言われ、地質年代は比較的新しく（図 3-6-1 参照）かなり軟弱である。その代表的な土質特性は表 3-6-1 に示す通りである。

地下鉄南北線に沿った地層模式図は図 3-6-2の通りであり、比較的連続性のよい地層であるが、北部と南部の一部に不整合が見られる。

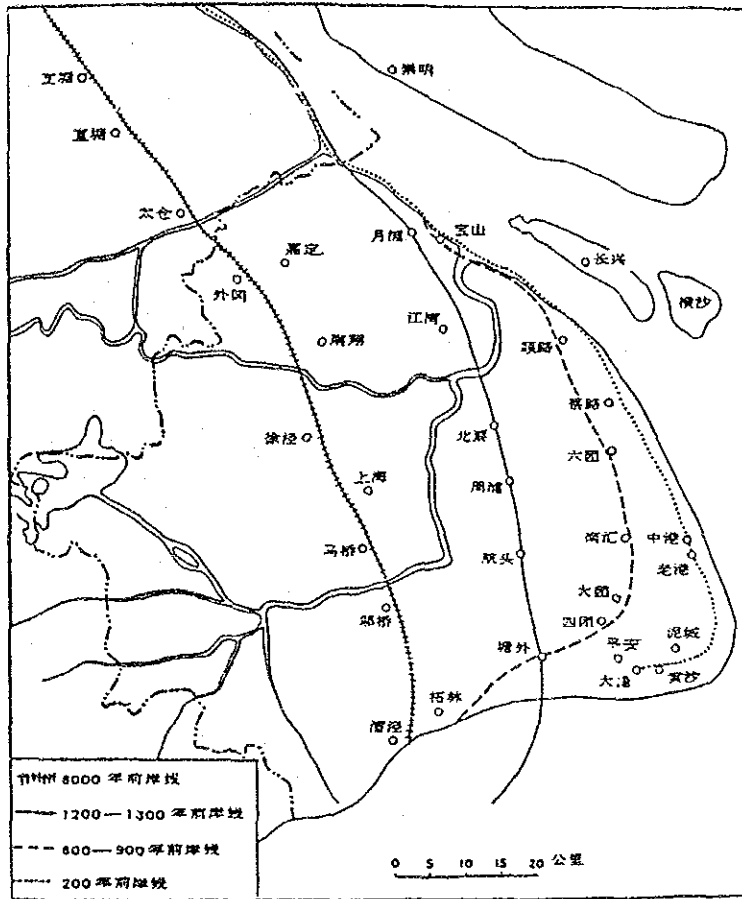


図 3-6-1 上海市における海岸線の推移

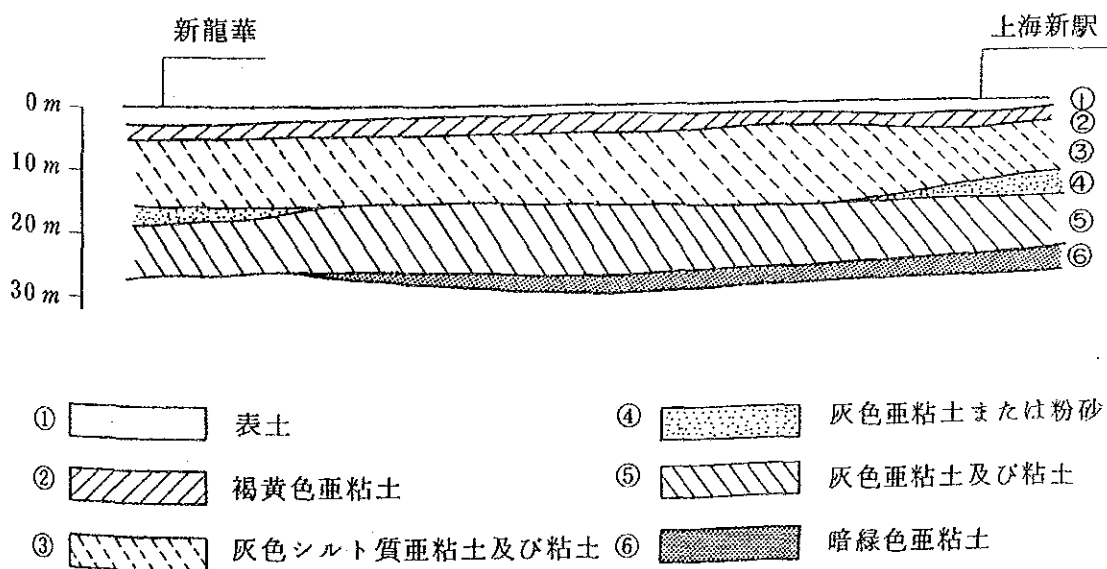


図 3-6-2 上海市地盤の模式図

表 3-6-1 上海地区各土层的物理力学性指标

土 层	土层顶面在地表下的深度 (m)	土层厚度 (m)	容 重 (t/m <sup>3</sup> )	含水量 (%)	孔 隙 比	稠 度	液 限 (%)	塑 性 指 数	压缩系数 $a_{1-2}$ (cm <sup>2</sup> /kg)	压缩模量 $E_{1-2}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
褐黄色亚粘土	2~3	2~3	1.9	25~30	0.7~1.0	0.8~1.0	30~37	10~17	0.02~0.03	40~80
灰色淤泥质亚粘土(夹薄层粉砂)	8~10, 3~4	6~7也有较薄	1.8	35~40	1.0~1.3	>1.0	33	10~17	0.01~0.07	27~40
灰色淤泥质粘土	18~20, 2~3, 有的地区缺失	10也有较薄	1.75	50~60	1.3~1.6	1.15~1.80	36~45	17~24	0.10~0.15	18~24
草黄色亚砂土	18~22, 有的地区较浅, 有的地区缺失	8~10	1.85	35	0.8~0.9	>1.0	32	12	0.01	80~120
灰色亚粘土	20~35, 7~8, 有的地区缺失	2~40	1.85	33	1.0	>1.0	31	16~20	0.01~0.04	50~60
暗绿色亚粘土	22~37, 9~10有的地区缺失	2~4	1.95	25	0.65~0.75	0.40~0.47	31~35	19	0.015~0.025	120~250
褐黄色亚粘土、粘土	27~40有的地区缺失	3	1.95	25	0.8	0.21~0.40	40	20	0.015~0.025	120~250
灰色亚粘土	27~40有的地区缺失	16~23	1.85	33	1.0	>1.0	33	21~25	0.02~0.04	50~60
草黄色亚砂土、粉砂	27~56		1.9	27	0.8~0.85				0.022~0.027	120~250
草黄色粉砂、细砂	27~56		1.95	25						250~400

土 层	固 结 系 数		抗 剪 强 度 指 标						静 止 侧 压 力 系 数 $K_0$				
	竖 向 $C_v(1-2)$	横 向 $C_h(1-2)$	CU 直 剪 $\phi$ 度	CU $c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	三 轴 CU $\phi$ 度	三 轴 CU $c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	三 轴 UU $\phi$ 度	三 轴 UU $c$ (kg/cm <sup>2</sup> )		标 贯 值 $N$	静 止 侧 压 力 系 数 $p_s$ (kg/cm <sup>2</sup> )		
												CU $\phi$ 度	CU $c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
褐黄色亚粘土	2.67	2.33	17~20	0.15~0.18	22	0.24	0	0.4~0.5	0.4	0.60~0.80	5~10	20~30	0.44~0.51
灰色淤泥质亚粘土(夹薄层粉砂)	5.37	8.14	13~18	0.07~0.14	30	0.05	0	0.3~0.4	0.2~0.4	0.35~0.55	2~5	4~10	0.50~0.54
灰色淤泥质粘土	0.72~1.51	1.26~1.79	8~12	0.09~0.12	26	0	0	0.3~0.4	0.2~0.4	0.40~0.55	2~3	4~8	0.67~0.74
草黄色亚砂土	8.60		14~24	0.05~0.10	34	0	0	0.4~0.8	0.3~0.5		30	20	0.38
灰色亚粘土			14~24	0.12~0.25	32	0	0				10	6~10	
暗绿色亚粘土			15~22	0.21~0.34	20	0.13					30	20~40	
褐黄色亚粘土、粘土	2.69		24	0.08							30	20~40	
灰色亚粘土	7.97										15~20	10~20	
草黄色亚砂土、粉砂											≥50	100	
草黄色粉砂、细砂											≥50		

注: CU直剪——未充分固结不排水直剪  
 三轴CU——三轴固结不排水剪  
 三轴UU——三轴不排水剪  
 $s_u$ ——十字板抗剪强度  
 $p_s$ ——静力触探比贯入阻力  
 $N$ ——无侧限抗压强度

## (2) 土質及び地下水

南北線の思南路駅付近で、最近調査された土質物性値及び土質柱状図は付属資料-4のようになっており、表 3-6-1とほぼ同傾向を示す。

地表面から 2~3m程度までは、表土及び褐黄色亜粘土層であり、その直下層よりも良質土であるので通常の低層建築物の支持層（最大 14t/m<sup>2</sup>）となっている。地下水位は非常に高く地表面下1m以内である。

GL-3m ~-15mの灰色シルト質亜粘土及び粘土層は、上海地区で最も軟弱な地層であり、N値は 0に近く変形係数Eは20~30kg/cm<sup>2</sup>、自然含水比は液性限界を越える。この層の透水係数は、上下方向では10 cm/secのオーダーで非常に小さいが、薄い（1~2mm）粉砂層を何層にも挟んでいるので、水平方向の透水係数は上下方向の50~100倍となっている。またこの層の亜粘土は、粉砂の性質を有し、ウェルポイントなどの地下水低下措置を取らなければ、流砂現象を生ずると言われている。

地下鉄構造物の施工は主としてこの層が対象となるので、開削部では、掘削方法、背面沈下の防止等に十分留意しなければならない。

GL-15m~-30mの灰色亜粘土及び粘土層は、上記とほぼ同様の性質を示すが、N値、変形係数、液性指数とも若干向上している。駅間トンネルは、将来の安定性を考慮するとこの層に設置するのが望ましい。

GL-30m前後の厚さ 2~3mの暗緑色亜粘土は、N値10以上の良好な地盤であり、杭基礎の支持層になり得ると言われているが、一部の地域では欠けているので、仮設杭の計画では留意する必要がある。

なお、図 3-6-2の主として③層から過去の地盤調査ボーリング時にメタンガスの噴出が見られたとの報告がなされているので、再度詳細な調査を行い、その濃度・量・程度によっては、施工時に検知、換気、防爆装置の設置等の対策を講じなければならない。

## (3) 上海市の降雨量

上海市の降雨量は年平均1,100mmとなっており、大きなものではないが台風等による集中豪雨を十分考慮しなければならない。例えば、現地調査期間中の1985年 8月台風の影響による時間強度数十mmの豪雨が数時間続いたため、市区中心部の大部分は写真 3-6-1のように数十cm冠水し、一部では翌朝になっても減水しない状況が見られた。これは、市内の下水道は整備されているものの排水能力を上回った結果であり、このような事態に対処する上で、地下鉄出入口

部での止水、構内ポンプ槽の貯溜容量など、地下構築部分に対する浸水対策には十分な配慮が必要である。



写真 3-6-1 上海市の浸水状況

## 6-1-2 構造物計画

### (1) 駅間線路部の構造

#### 1) 開削工法とシールド工法の比較

上海市の土質は前述の通り非常に軟弱であり、道路幅も狭く、ラッシュ時には交通渋滞が常態化している。また、地下埋設物は老朽化しているものが多く、その台帳は整理されているものの正確な位置は把握しきれていない。さらに沿道には中層家屋が密集しているところが多く、これらの状況等を考慮すると、次に列記する理由により線路部はシールド工法が適している。

- ① シールド工法は地山をスキンプレートで支持するため軟弱地盤で比較的确实かつ速やかな施工が可能で、開削工法に比べ地盤への影響が小さい。

- ② 路面交通への障害や、沿道住民に及ぼす騒音振動などの公害が少く環境保全上優れている。
- ③ 蘇州河底横断や地表、地下の工作物と交差する場合、舟運、河底の安定、工作物などの機能を阻害することなしに施工が可能である。
- ④ 工場で製作したセグメントを現場に搬入し組立てるプレハブ工法であるので、施工が容易で品質管理面でも優れている。
- ⑤ 一般に日本では開削工法に比べ工費は高くなるが、トンネルが深く、地質が悪い場合や支障となる構造物や地下埋設物が多い場合には経済的であり、工程的にも有利である。

## 2) 単線シールドと複線シールドの比較

単線シールドと複線シールドを比較すると次に示す理由により単線併列型が望ましい。

- ① 複線シールド（シールド機 1台）と単線シールド 2本（シールド機 2台）との工事費の比較は若干複線シールドの方が安くなっているが、機械化シールド（泥水加圧式、土圧式）では大口径の機械ほど割高となり、今回の地下鉄程度ではほぼ同程度となる。また単線シールド機一台で折り返し施工すれば工期は若干長くなるが、単線シールドの方が経済的となる。
- ② 複線シールドでは大きな土被りが必要であり発進立坑（駅部）を深くする必要があるので、全体としての工費は高くなる。
- ③ 複線シールドでは直径10m以上の大口径となり、軟弱地盤での施工は難しく、地上、埋設物への影響が大きくなると考えられる。
- ④ 駅が島式ホームの場合には、複線シールドを取り付ける事は、駅の前後に漏斗部が必要となり開削区間が長くなるので、経済的に不利である。

## 3) シールド覆工の形式

### ① セグメントの組立て方式

軟弱地盤では、主働的に働く水平土圧は大きいですが、一般的には鉛直荷重によりトンネルが偏平に変形する。この場合、水平方向の変位に応じ抵抗土圧が発生することになるが、軟弱地盤ではクリープ現象により抵抗土圧は期待できないと考えられる。そのためヒンデ構造では、トンネルの変形が大きくなることが予想され、また、セグメントの分割数によっては不安定構造となることもあり得るので軟弱地盤でのトンネルについては剛構造とするのが望ましい。

セグメントの組立については、テストトンネルでは「いも目地」としているが新しいシール



ドトンネルでのセグメントは千鳥組みとし、2次覆工を使用することによって剛性を高めた構造が望ましい。

## ② 2次覆工の必要性

一般的に2次覆工には次のような効用が考えられる。

- a. セグメントの補強
- b. トンネルの防水（漏水の減少）
- c. 地上の家屋に対し列車走行に伴う振動の軽減
- d. ボルトなどの防錆、防蝕

軟弱地盤では長期の間には圧密沈下が予想されるが、トンネルの剛性は土の剛性より大きい  
ため、トンネル側方の土の沈下によりトンネル上の土は、下方に力（ネガティブフリクション）  
を受けることになり、鉛直方向の土圧が増加することも考えられる。また、長期にわたるトン  
ネルの外力変化には明らかでない面もあり、これら不測の事態に対処できるように軟弱地盤で  
のトンネルについては、2次覆工を施工し剛性を高め、不測の事態に対しては2次覆工で抵抗  
するタイプが将来のためにも有効であると考えられる。

## 4) シールド覆工の構造

上海市の地盤、土被りを考慮すると、1次覆工の構造は鉄筋コンクリート（セグメント厚  
30cm、幅1m）、2次覆工厚は25cm厚の無筋コンクリートが適当であると考えられる。（図3-1-9  
建築限界の図面参照）なお詳しい検討内容については付属資料-4に示した。

## (2) 駅部の構造

### 1) 駅部の土留工法

駅部の工法としては、シールド工法も考えられるが、施工法が複雑なため軟弱地盤では施工  
が困難で工期、工費面で不利であり、さらに構造にも制約があり機能的な駅となりにくい面を  
有する事から、開削工法が適当である。土留めは上海市の実情を考慮すると地下連続壁が望ま  
しい。即ち、

- ① 地質は沖積の軟弱なシルト、粘土層であり、脱水すると大きな圧密沈下が予想されるので、  
止水性が非常によい地下連続壁が望ましい。
- ② 地下連続壁は強度及び剛性が大きいので、施工中の安全性が高く止水性が良い事から、地

下連続壁の掘削背面の地盤沈下も少ない。

- ③ 地下連続壁は施工時の騒音、振動が少なく工事の公害防止に適している。
- ④ 地下連続壁は構造の側壁本体として使用でき、鋼材の埋殺し工法に比べ、経済的である。

### 2) 地下連続壁の留意点

地下連続壁を計画するにあたって次のような配慮が必要だと考えられる。

- ① 立坑の妻部はシールド発進、到達時に壁を撤去する必要があるため、撤去が容易な柱列式連続土留杭が良いと考えられる。
- ② 移設が困難な埋設物などの障害物が存在する場合はその部分で地下連続壁が施工出来ないため、削孔建込杭と高圧噴射工法（コラムジェット工法や、J.S.G工法など）による地盤改良との併用による遮水性土留などを考慮する必要がある。

### 3) 駅部の標準断面

標準的な駅部の構造断面を図 3-6-3 に示した。地下連続壁は仮設部材であるとともに本体壁としても利用する。構造計算については、付属資料-4 参照。

なお、内空寸法の算定理由は第Ⅲ編 6 章 2 節で述べる。

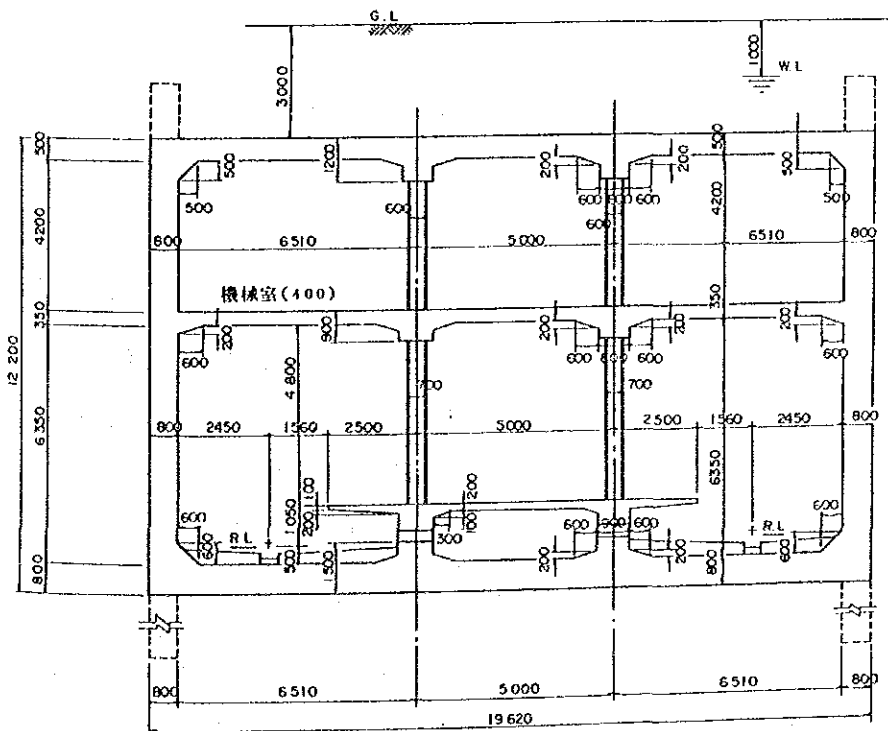


図 3-6-3 構造断面図

### (3) 軌道の構造

#### 1) 砕石道床とコンクリート道床との比較

軌道の構造は、列車に対する耐力の確保とその建設費の検討と共に、将来の軌道保守の軽減や振動問題に代表される環境への配慮を含めて検討する必要がある。軌道保守作業の中で最も多い作業は、道床砕石の突き固めなどの道床作業であり、軌道保守の軽減を考えればコンクリート道床が良いが、砕石道床にも種々の利点があり、場所に応じた選択が必要である。砕石道床とコンクリート道床とを比較した長所、短所は次の表のとおりである。

道床種類 比較項目	砕石道床	コンクリート道床
軌道狂い発生の程度		○
材料損傷の程度	○	
施工費	○	
軌道の保守費		○
防振効果	○	

○：比較的優れている。

なお上表の検討内容及び防振対策については付属資料-4に示した。

#### 2) 軌道構造と将来の保守

上海市の中心部では、3～4階建の家屋が密集している。

従って、本予定路線に使用する軌道は、振動問題が懸念される家屋下部分では砕石道床を、また、道路下や、速度の遅いホーム部分ではコンクリート道床とするのが望ましい。そのことにより、本予定路線では砕石道床とコンクリート道床との敷設延長割合は、概ね1:2程度となる。将来の延伸路線を含めると砕石道床の比率はさらに大きくなるので、将来の軌道保守の観点から見て以下のことが望まれる。

##### ① 軌道材料の画一化

機械工具を複雑にしないため、材料の種類の一画化をはかる。

##### ② 機械化

狭少な空間で短時間作業となるので、道床つき固め用工作車（マルチプルタイタンパー）や道床整理作業用車（バラストスイーパー）等の大型工作車の採用と、電動インパクトレン

チなどの電動工具を利用する。

③ 軌道管理システムの採用

軌道狂い検査の省力化と、連続的、総合的な軌道の管理のため、軌道検測車とその検測データに対しコンピュータを用いてデータ処理を行う。

④ 定期修繕方式の採用

保線作業の計画化及び合理化のため、その都度補修を行う随時修繕方式より、一定期間ごとに材料交換や大修繕を行う定期修繕方式を採用する。

⑤ 機械化に適合する軌道

機械力の有効利用のためには、軌道をなるべくシンプルにすることが肝要で、留意点を列挙すると、次のようになる。

- a. ロングレールの採用
- b. 等間隔のマクラギ敷設
- c. 普通継目部では、支え継ぎの採用
- d. 軌道横断するケーブル類の整理のため、ケーブル収納マクラギの採用。

(4) その他構造物

本計画予定路線の南部では線路は地上となるが、その付近の地下部およびアプローチ部は、沿線状況を考慮すると開削工法による函形構造およびU形構造が適当である。それらの断面形状は付属資料-4の付図 4-11、12に示した。

(5) 地震および不等沈下対策

上海市は、過去に大規模な地震の発生はなく、中低層ビルの設計にも耐震設計手法は取り入れられていない。

地下構造物は、地震に対する安定度は高いと言われ、日本のように地震多発地域においても特別な設計は行われていないのが一般的である。ただし、高層ビルとの一体化など特殊な構造を採用する場合には、地震の影響を配慮しておくことが望ましい。

駅部では地下連続壁使用のため、その先端部は駅部底面より相当深く、シールド部と地盤支持状態が異なる。従って、その取合部は漏水防止のためにも剛結とし、将来地盤沈下によってシールド部底部に隙間が生じた場合にも対応できるような配慮（例えば注入パイプの埋込み等）をしておくことが望ましい。

また駅部構造物を延長方向に分割して構築する場合、不等沈下、地震挙動に対抗できるように配力筋を連続させて一体化しておくのが良い。

### 6-1-3 施工計画

#### (1) 土木工事（駅部の施工）

##### 1) 道路の占用形態

道路の占用形態としては、迂回道路を確保し、工事場所の道路を全面閉鎖して工事を進めるのが工程的にも経済的にも有利である。しかし、上海市のような狭い道路では沿線住民の生活用通路、緊急車用通路、工事用通路などを確保するための部分覆工をする必要がある。1例を示せば図 3-6-4 のような形態が考えられる。

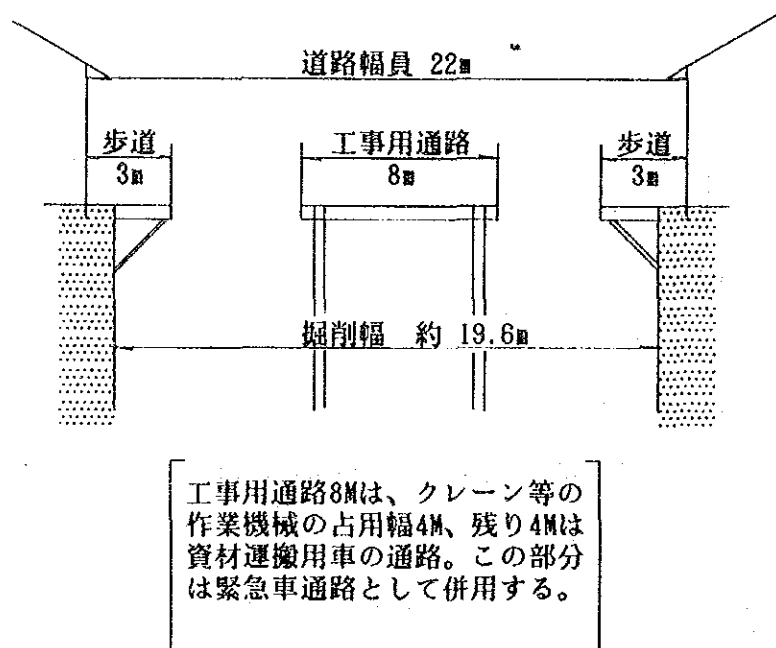


図 3-6-4 道路の占用形態例

しかし上図のような占用形態が延長300mに亘って続けば火災のような災害時やその他の緊急時にその活動が相当制限されることになる。又、上海市の道路事情を勘案すれば、地下鉄工事のように長期間に亘る工事で、幹線道路を全面閉鎖することは、道路交通に種々の問題を発生

させ、全市に恒常的な交通麻ひを起こさせる原因にもなり、道路を一般交通に開放しながら工事を進めざるを得ない場合がある。

従って、淮海路のような道路幅員22mで掘削幅が約19mにもなる標準駅を造るような場合は、掘削幅全幅を覆工することが賢明である。工事占用巾約8mをとり一般道路交通を確保しながら工事を進める道路占用形態の標準を、図 3-6-5、3-6-6に示す。

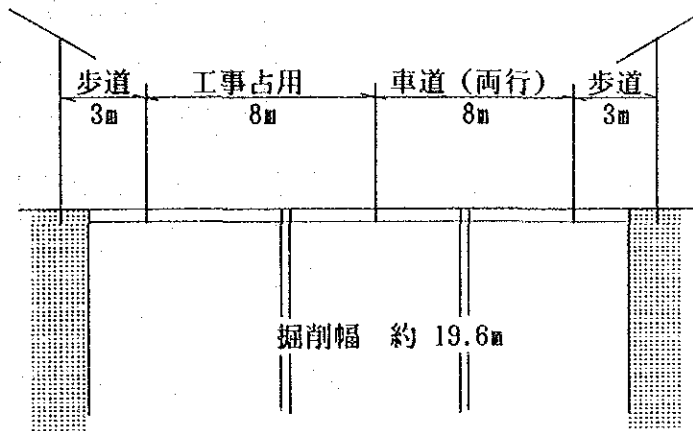


図 3-6-5 道路占用形態（側方占用の場合）

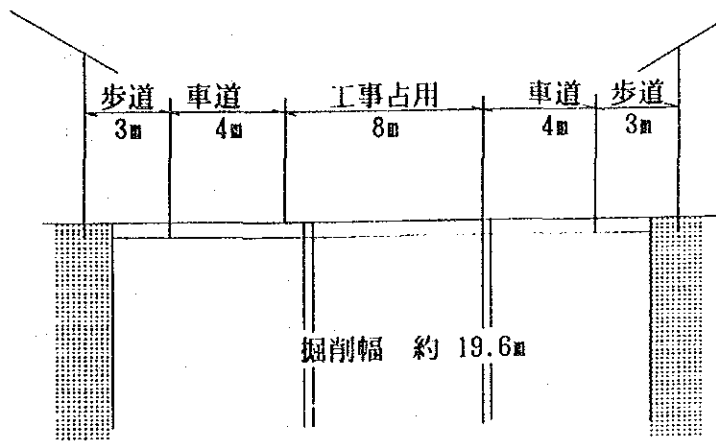
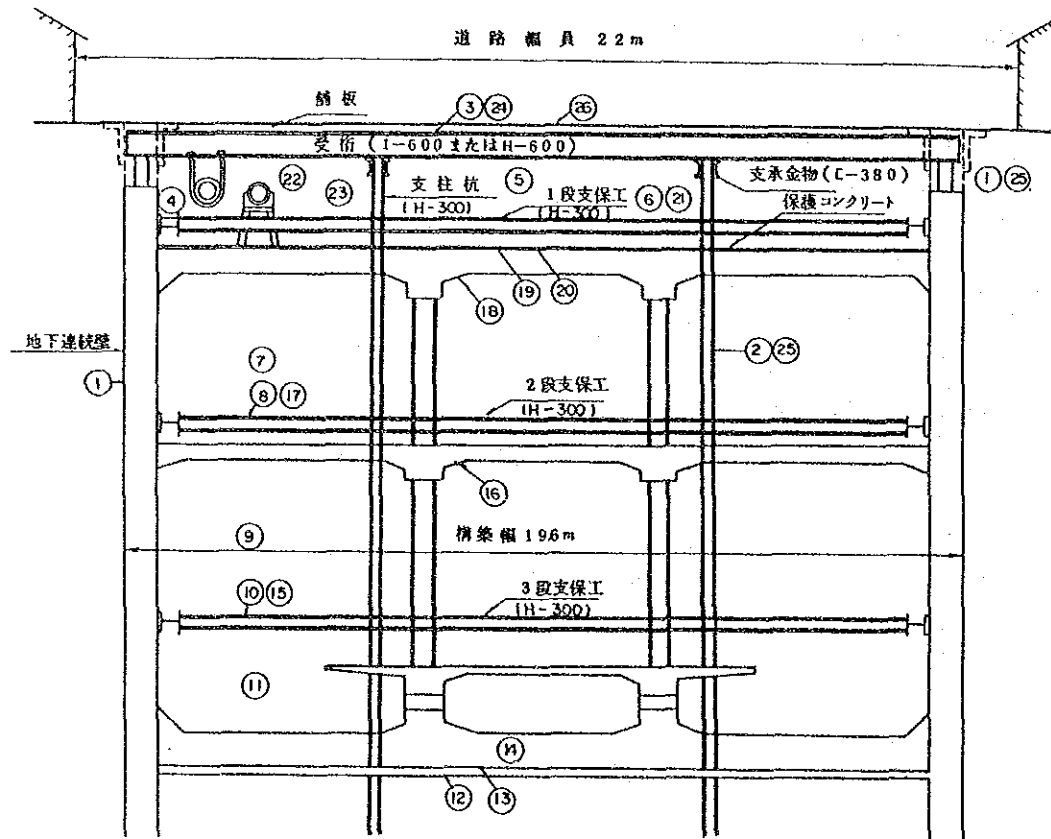


図 3-6-6 道路占用形態（中央占用の場合）

## 2) 駅部の施工

全面覆工する場合の施工略図と施工順序を示すと図 3-6-7 のようになる。

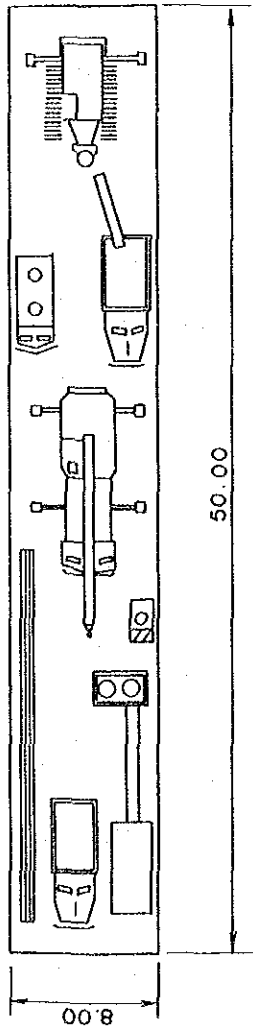
主要作業の機械配置と道路占用の大きさは図 3-6-8 のようになる。



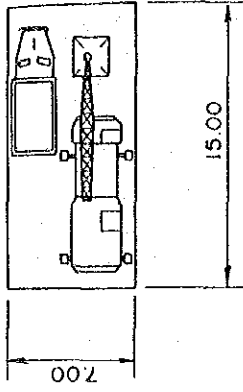
- |              |                       |
|--------------|-----------------------|
| ① 地下連続壁      | ⑭ 底床版コンクリート打設、鋼管柱建て込み |
| ② 支柱杭        | ⑮ 3 段支保工撤去            |
| ③ 路面覆工       | ⑯ 中床版コンクリート打設、鋼管柱建て込み |
| ④ 埋設物吊防護     | ⑰ 2 段支保工撤去            |
| ⑤ 1 次掘削      | ⑱ 上床版コンクリート打設         |
| ⑥ 1 段支保工架設   | ⑲ 上床防水工               |
| ⑦ 2 次掘削      | ⑳ 防水保護コンクリート打設        |
| ⑧ 2 段支保工架設   | ㉑ 1 段支保工撤去            |
| ⑨ 3 次掘削      | ㉒ 埋設物受防護              |
| ⑩ 3 段支保工架設   | ㉓ 埋戻し                 |
| ⑪ 4 次掘削      | ㉔ 路面覆工撤去道路仮復旧         |
| ⑫ 均しコンクリート打設 | ㉕ 支柱杭撤去               |
| ⑬ 底部防水工      | ㉖ 道路本復旧               |

図 3-6-7 施工略図と施工順序

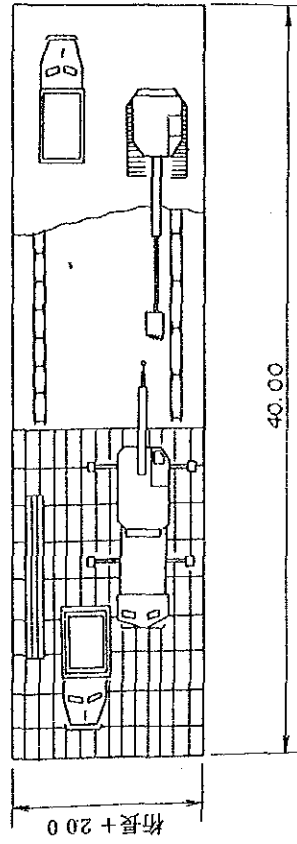
鋼杭削孔建込み



材料搬入および掘さく



路面覆工



コンクリート打設

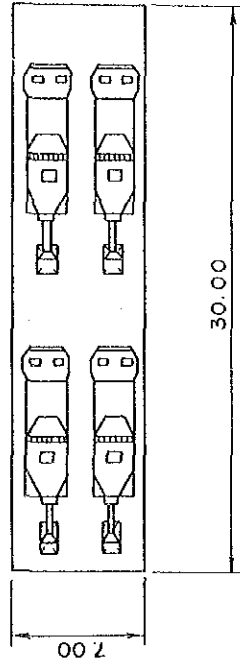


図 3-6-8 各種工事占用内の機械配置図

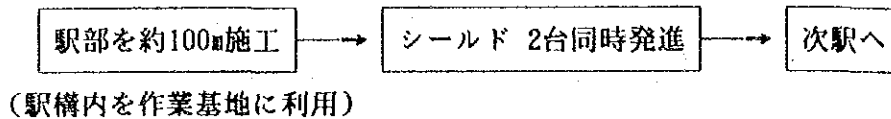


## (2) 土木工事（線路部の施工）

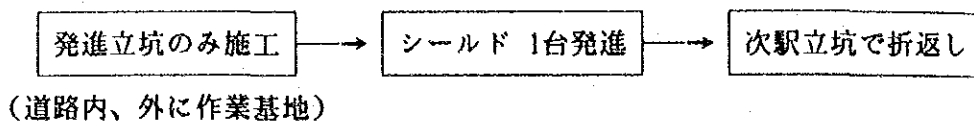
### 1) 施工手順

シールドの施工には次の 2つの方式が考えられる。

#### ① 駅間線路部にシールド 2台を使用する場合



#### ② 駅間線路部にシールド 1台を使用する場合



①、②を比較すると②が妥当である。即ち

①は、道路内外に十分な工事用基地を確保出来ない場合、駅構築の一部を利用して施工される方式でもあり、工期についてはシールドトンネル区間が長い場合には有利であるが、機械が 2台必要となるので費用は割高となる。

今回の計画のようにシールドトンネル区間が平均 700m 前後であれば、工期の点では②の場合でも遜色ない。また道路上の占有がある程度確保できることを考慮すると上海市でのシールド工事では②の方式が妥当であると考えられる。

### 2) シールド機種選定の考え方

シールド機を大別すると開放型と密閉型があるが、上海市のようなルーズな砂や自然含水比が液性限界を超える粘性土では切羽の自立が困難であるため、密閉型（ブラインド式、泥水加圧式、土圧式等）が適している。

密閉型のうち、ブラインドシールドは上海市の地盤に不向きでないが、開口率の調整が困難であり、押し過ぎ、呼び込みによる地盤への影響が大きいことや砂質土では取り込みが困難となることからあまり好ましくなく、カッタービットで切削するメカニカルシールド（泥水加圧式、土圧式）が適している。さらに上海市の道路事情、沿線状況、施工方式等を考慮すると下記の理由により土圧式シールドが妥当であると考えられる。

### 泥水加圧式シールドは

- ① 切削した土砂を泥水とともに流体輸送するため、1,300 ~ 1,500㎡の泥水処理設備が必要である。用地の形状は処理工程から考慮して矩形が最適であり、占用巾9m（付図4-18参照）の道路上では非常に困難である。
- ② 今回のように一台のシールド機を駅間で往復させることになれば泥水輸送距離は最大2kmになり、泥水圧のロスも大きく、泥水圧の調整が困難となるため、各駅近くにそれぞれ泥水処理設備が必要となる。
- ③ 切削された土砂がほとんど粘性土であるため、切削土を含む泥水から土砂（粘性土分）を分離する時にフィルタープレスなどで処理する量が多くなり、非効率的で不経済である。などの不利な面がある。

### 土圧式シールドは

- ① 切削された土砂がほとんど粘性土であるので、流動性も良く、切羽の土圧バランスが取り易く、排土も容易である。
  - ② 地下鉄南北線のシールド径であればセグメント運搬用仮設レールと別に土砂運搬用仮設レールが設置できるため、土砂運搬は容易である。
  - ③ ずり出し設備も巾8mの占用であれば固定ホッパーの設置が可能である。
- などから上海市では土圧式シールドが適当と思われるが、地表に与える影響は泥水加圧式よりやや大きいため、家屋下については、
- a. シールドトンネルをできるだけ深くする。
  - b. 掘削と同時に裏込注入工法を採用する。
- などの配慮が必要である。

土圧式シールドの2次覆工完了までの施工手順を図3-6-9に示す。

なお工事基地など施工上の留意点については、付属資料-4に示した。



(3) 土木工事（中間ポンプ室の施工）

単線並列のシールドトンネルにおける中間ポンプ室の施工法には

- ① 主として地上より施工する方法
- ② 主としてシールドトンネル内より施工する方法

がある。

①としては、(イ) 地下連続壁工法が一般的である。

②としては、(ロ) 水平桁圧入工法

(ハ) 縫地工法（中間杭、土留杭は地上より打設）

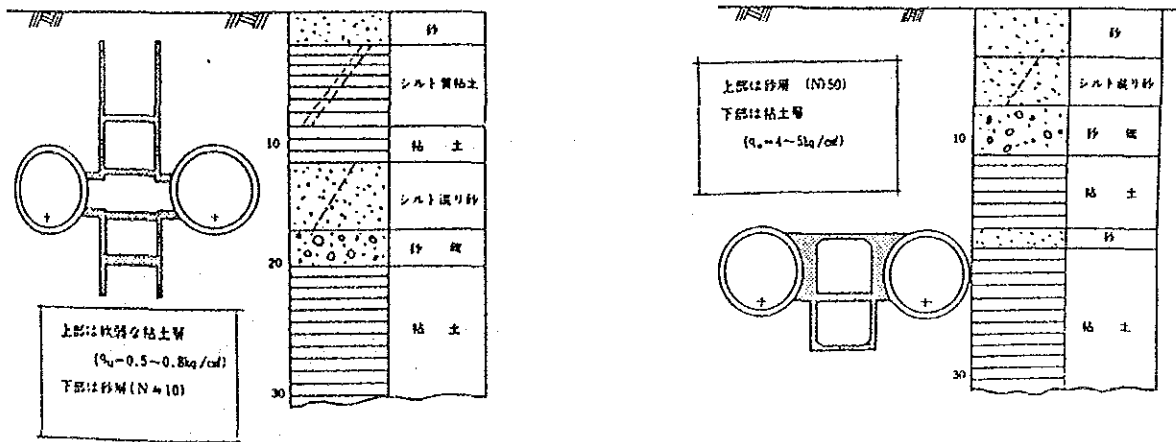
(ニ) 凍結工法

(ホ) メッセル工法

がある。

(ハ)、(ホ) は良質な地盤に適しており、軟弱な地盤の場合は全面的に地盤を改良する必要がある。(ニ) は地盤の凍結によるセグメントへの影響が解明されておらず、工事費も高い欠点がある。

日本での一般的な施工例としては、図 3-6-10 のように(イ)、(ロ) がある。



(イ) 地下連続壁工法

(ロ) 水平桁圧入工法

図 3-6-10 駅間ポンプ室の施工例

上海市の地盤、施工の難易度、工費、工期等を考慮すると(イ) の地下連続壁工法が適していると考えられる。詳しい検討は付属資料-4に示した。

#### (4) 建築工事

##### 1) 建築工事の内容

地下駅での建築関連工事の内容は以下のものが考えられる。

- ① 土木の地下構造物に対する仕上げ工事
- ② 給排水衛生設備工事
- ③ 昇降機設備工事
- ④ 防災設備工事
- ⑤ 各種案内標示等取付工事

##### 2) 建築工事の手順

まず準備工事として、照明、換気、給水等の仮設工事を行う。

次に、各工程における材料の搬入計画を立てるが、各工程での材料搬入作業は道路下の地下構造物の場合にはかなりの制限を受けるので、建築、電気、軌道工事用の開口部を構造物にあけておき、共同使用計画を立て、工事の競合を避けることが特に重要である。

主な手順、工程は付属資料-10の付図10-3の通りである。

#### (5) 電気工事

電気工事を大別すると

- ① 電力、電路、送風空調設備工事（一般電気工事）
- ② 信号、通信保安設備工事
- ③ 変電所設備工事

に分けられる。これらの工事は、土木構造物完成後、軌道工事、建築工事と工程を調整しながら進められる。

電力、電路、信号、通信工事は複雑多岐に亘るため、主な工事について建築工事、軌道工事との関連を示すフローを図 3-6-11 に示す。

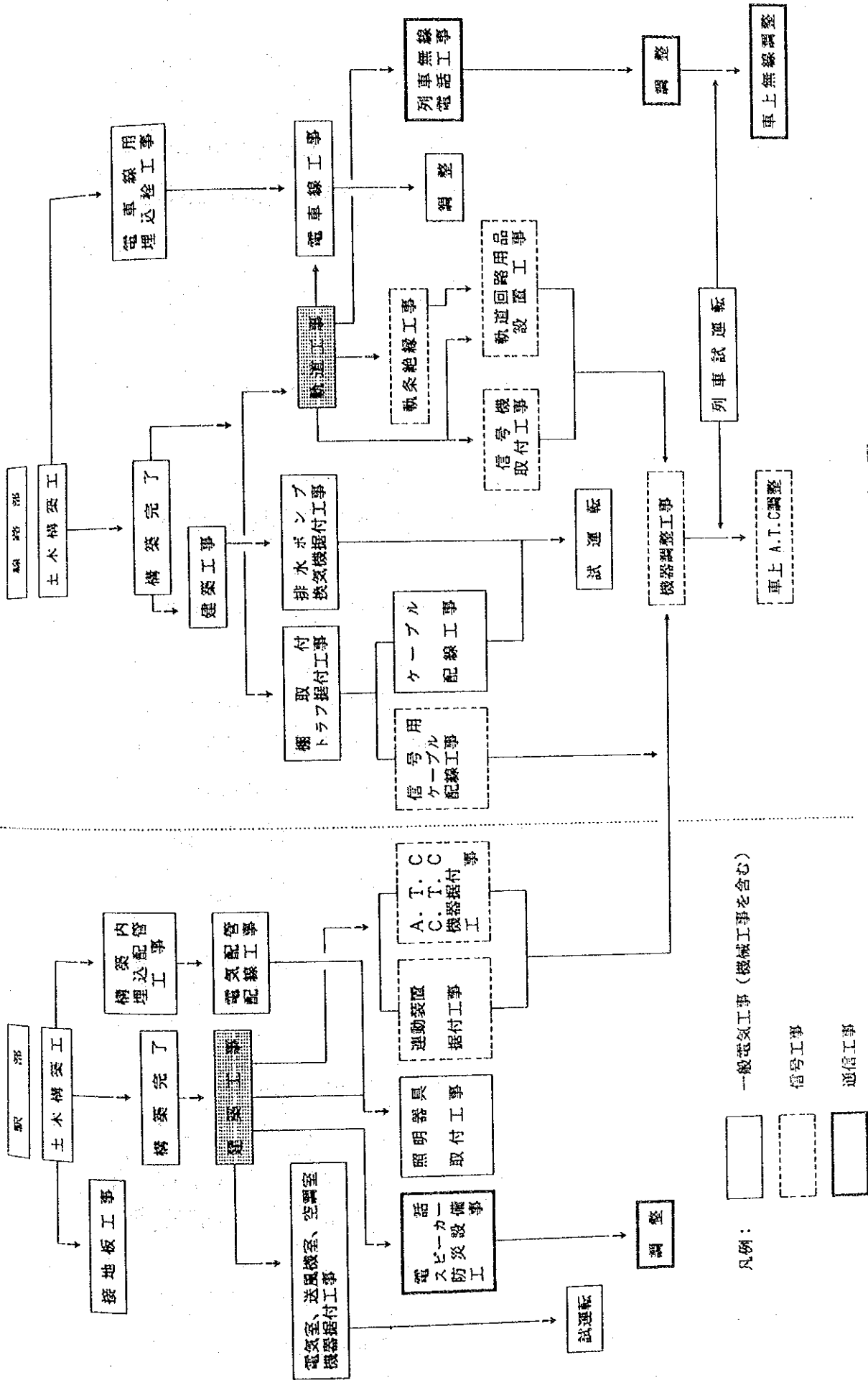


図 3-6-11 一般電気、信号、通信工事流れ図