

## IV 軌道編

# Ⅳ 軌道編

## 第1章 軌道工事の概要

### 1) 基本方針

軌道の設計に当たってまず、こんごにおける軌道保守のあり方が問われた。というのも近年においては、輸送力の増加ならびに列車の高速化に伴う軌道の破壊がいちじるしい反面、人件費の高騰あるいは労働者の不足、また輸送量の増大に伴う保守間合いの減少など、保守作業に対する労働力の絶対量確保が予想できない状況となっているからである。このため、こんごの軌道保守のあり方としては以下の2方針をとるべきだ、との結論を得た。

①人力作業を機械作業に置換える

②軌道保守の少ない軌道構造にする

当社在来線のバラスト道床軌道においても、軌道構造を強化(レールの大型化、ロングレール化、均一で安定性のあるコンクリートまくら木への転換等)して保守周期を長くする一方、人力作業に対してはマルチプルタイタンパー、バラストクリーナー、パワーレンチ等の採用による機械化計画を実施することで、徐々にではあるがこの問題の解決を図ってきていた。しかし、新玉川線のずい道内は作業環境が悪くまた作業能率も低いため、上記の基本方針をもとに将来の保守を考えた場合、可能な限りに強化された構造を持ち、保安に手のかからない直結軌道の採用が有利であり、地上部は切土・盛土区間もあるので、高架上とともに砂利道床ということになった。

### 2) 直結軌道

こうして当初から、本路線には直結軌道を採用することが決定されたが、その採用種類として下記の3種を比較検討した。

A.コンクリート短ブロック直結軌道

B.スラブ軌道(国鉄A型)

C.H型ブロック直結軌道

直結軌道／施工上の比較

	コンクリート短ブロック (上吊り式)	スラブ軌道 (アスファルトてん充)	H型ブロック (上吊り式)
施工法	レールに短まくら木を吊り下げ軌道の整正を行い道床コンクリートを打設する。	スラブを据付け、調整し、スラブ下にアスファルト、セメントモルタルを注入して硬化後レールを締結し、可変パットで調整する。	H型ブロックを据付け、調整しレールを締結して、再度調整しH型ブロックを道床コンクリートに埋込む
施工速度	× 短まくら木が小さいため機械施工ができず軌きょうの整正は、切梁と受台を使用するので手間がかかり道床コンクリートの打設量も多く施工速度がおそい。	○ スラブが大きいため機械を使用してスラブの整正を行えるので整正の速度が速くモルタルの注入量も少ないので施工速度が早い。	○ 国鉄式スラブとほぼ同じ工法で施工出来コンクリートの注入量も少ないので施工速度も早い。
労力	× 機械施工ができないため施工速度がおそく、工区を分別しなければならぬので多くの労力を必要とする。	○ 機械施工ができるため施工速度がはやく、工区を分割することがなく多くの労力を必要としない。	○ 国鉄式スラブと同様多くの労力は必要としない。
熟練技術者	× 軌道の整正は、切梁で固定して簡易な測定器具で整正するため熟練技術者を必要とする。	○ スラブの整正は取扱い容易な機械を使用して整正するため熟練技術者を必要としない。	○ 国鉄式スラブと同様熟練技術者を必要としない。
公害問題	○ 都市地下鉄で実績があり特別の問題は起っていない。	× アスファルトの廃液が多量に出るためその処理が困難であり公害問題が発生する可能性が大である。	○ 注入材にアスファルトを使用しないため、国鉄式スラブのような問題はない。
曲線部の施工	○ 短まくら木の巾が少ないので曲線部においてカントが大になっても内軌側の短まくら木の先端の下にも充分コンクリートが回るため施工可能である。	× スラブの巾がアスファルトの強度の関係で 2.0m を必要とし又注入機の厚さが最少 4cm でなければならないので曲線部においてカントが大になると内軌側のスラブの注入材の厚さがとれなくなる。	○ H型ブロックの巾が 1.75m ですみ又注入材の厚さは相当薄く出来るので曲線部においてカントが大になっても施工が可能である。

さらに、これら3種の諸特性を比較したところ以下のとおりとなった。

1. 施工上の比較

左頁の表のとおりである。

2. 構造上の比較

下表のとおりである。

直結軌道／構造上の比較

	コンクリート短ブロック (上吊り式)	スラブ軌道 (国鉄A型)	H型ブロック (上吊り式)
構造	コンクリート短まくら木を現場打ちのコンクリート道床に埋込んだもの	コンクリートスラブの下に、アスファルト、セメントモルタルを注入したもの	H型ブロックを道床コンクリートに埋込んだもの
軌道の破壊	× 道床に弾力性がなく短まくら木の重量が小さい為、小さな軌道狂いから大きな上向力及び横圧力が発生し、まくら木と道床の縁が切れる。	○ スラブ下に緩衝材を使用しているため道床に弾力性があり、小さな軌道狂いは、緩衝材で、吸収し、軌道の破壊は少ない。	△ 短まくら木と同様道床に弾力性がないが、スラブの自重が大きくレール締結部分の弾力性が大きく小さな軌道狂いは締結部分で吸収し軌道の破壊は少ない。
道床(注入材)の厚さ	○ 道床コンクリートの厚さは短まくら木の下にコンクリートが十分にまわる厚さがあればよくほとんど制限はない。	× 所要の弾性を確保する為注入材の厚さは4cm～10cmでなければならぬので曲線部ではカントなりに下床に勾配コンクリートを打設し厚さを確保しなければならない。	○ 弾性を期待していない為注入材は極端に薄くない限り厚さに制限はないので曲線部でも勾配コンクリートを打設する必要はない。
出来上り精度	× 短まくら木のような小さな単体をレールに吊り下げる構造のため、軌道の整正が困難であり出来上り精度が悪い。	○ スラブの単体の大きい為スラブの整正が容易でありスラブの位置が正しく整正されれば、軌道の位置も正しくなり出来上り精度がよい	○ 短まくら木式と同じ上吊り工法であるが、短まくら木より大きいH型ブロックを吊りH型ブロック単体に軌道整正されるため出来上り精度がよい。

### 3.建設費の比較（昭和47年度単価）

コンクリート短ブロック直結軌道	69,500円／m
スラブ軌道（国鉄A型）	72,500円／m
H型ブロック直結軌道	69,700円／m

### 4.保守の比較

コンクリート短ブロック直結軌道については、国鉄、地下鉄および当社のずい道内においてコンクリート道床との縁切れが生じており、その補修に多大な労力と経費を要していた。一方、他の2種類に関しては縁切れは起こりにくいと予想され、したがって道床関係の補修を要しない。

### 5.結論

コンクリート短ブロック直結軌道は営団などの地下鉄において、半永久軌道を目指すものとしてすでに採用されていたが、上述した比較によるとおり構造上の出来上り精度が悪く、このため軌道破壊を生じやすく（浮きまくら木の発生）、その結果として保守に多くの労力と経費を要するばかりでなく、施工時においてもその施工速度が遅く熟練技術者を含む多量な労働力を必要としていた。事実、営団などでも浮きまくら木の補修に苦労を重ねたため、新たな構造（スラブ軌道）を研究中であった。しかしこの国鉄式スラブ軌道は、確かにコンクリート短ブロックの欠点を改良した直結軌道ではあったが、新玉川線の曲線半径と円空断面からそのスラブが大きいので、施工に当たっても大型機械編成を必要とするうえ注入材の強度および耐久性に問題があること、またアスファルトの廃液処理にも河川問題があることなどの理由から、地下鉄道である本路線には不向きであった。

H型ブロック直結軌道は、コンクリート短ブロックから発展させたものであり、ブロックをつないで大きな単体としたうえで、自重を重くして縁切れを防ぎ、従来から使い慣れているコンクリートやモルタルを道床に使用するものである。この軌道構造は、コンクリート短ブロック直結軌道の経験と新構造であるスラブ軌道の長所とをともに生かすことで両構造の短所をなくし、工事労力の少ない施工速度の早いものとなる可能性を十分に備えていた。すなわち、この軌道方式が構造上および施工上これまでにない利点を持ち、またメンテナンスミニマムでもあろうことを確信し、新玉川線の軌道として適したものであると、考えたのであっ

た。

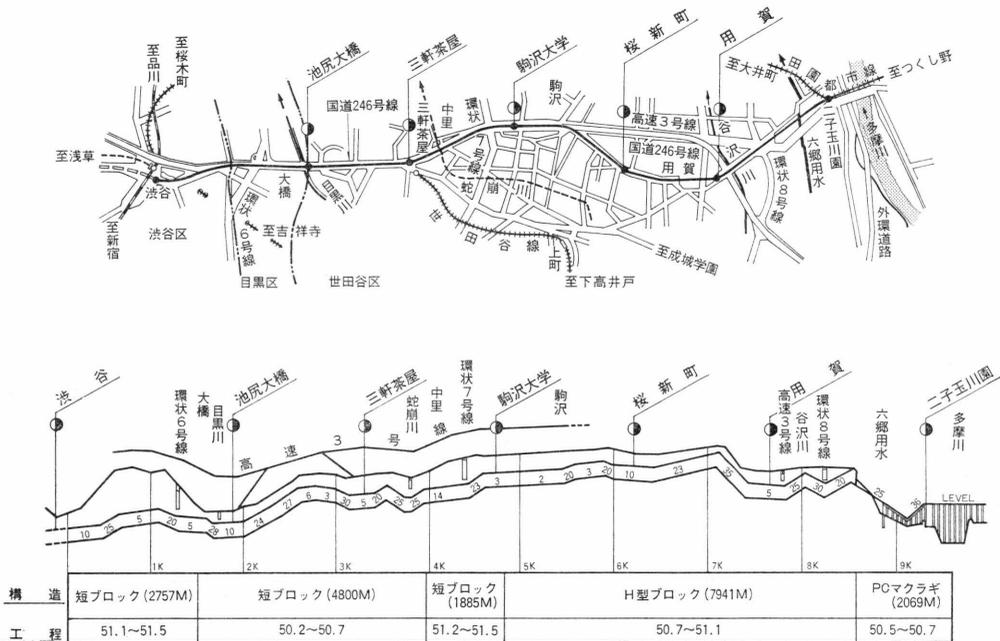
昭和49年10月初旬には上記の比較結果から、当路線軌道工事にH型ブロック直結軌道を採用するため最大の努力を払う方針が打出された。二子玉川園地上部においてH型ブロック100メートル軌きょうを組立てたのち、運搬ならびに取おろし調整、さらに敷設のための特殊発注による機械化群一式によって、渋谷から二子玉川園方に向けて後進しながら全区間を敷設する構想であった。

### 3) 軌道工事の工程

昭和49年10月15日、新玉川線建設の全体工程が発表された。

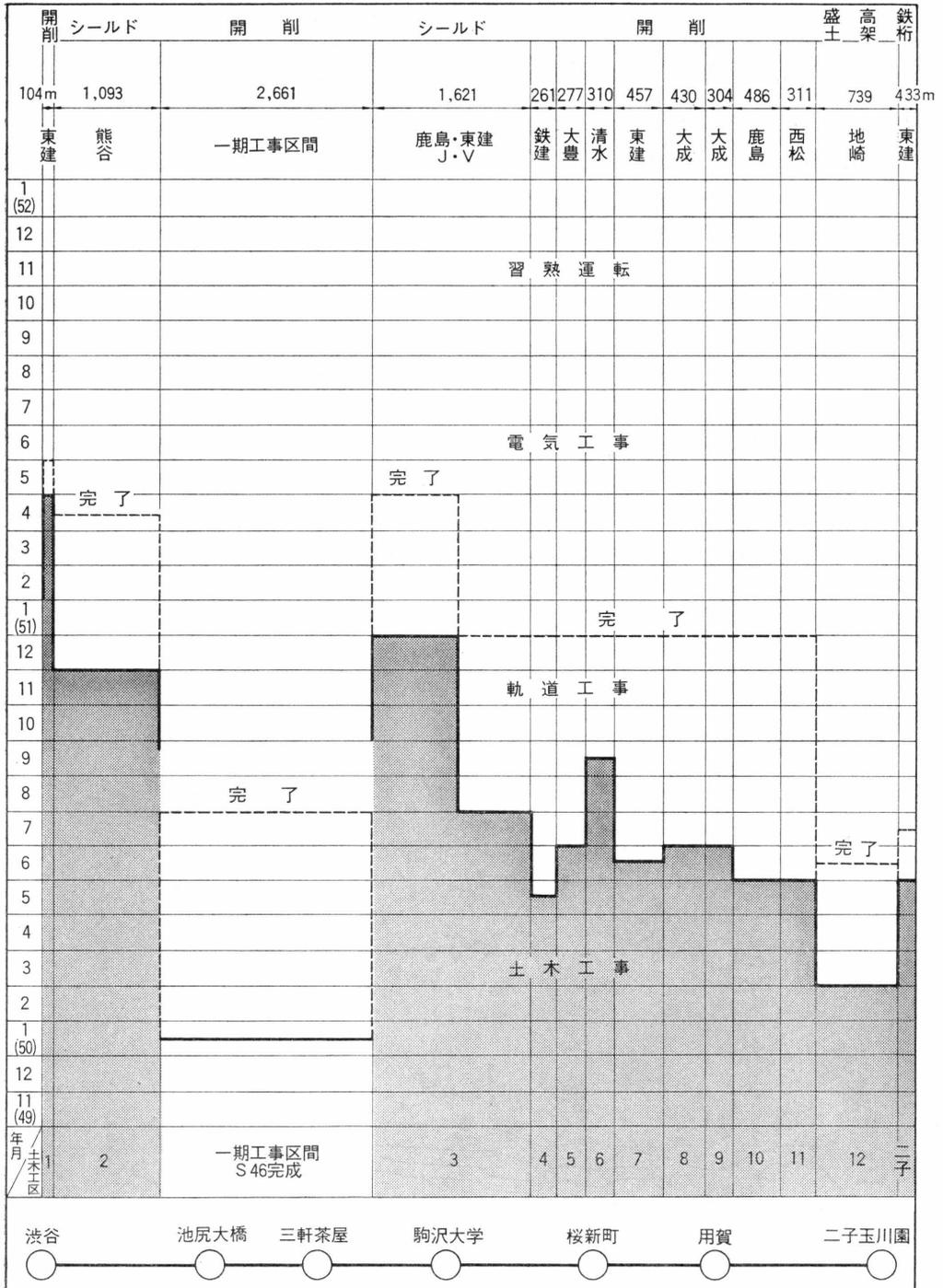
この工程表によると、2工区および3工区のシールド工事遅延のため、特に3工区のうち中里～駒沢大学駅間の保線引渡し時期が昭和50年12月と、1工区を除いてはもっとも遅くなるとされていた。このため軌道工事としても第1期工事区間（首都高速道路3号線と同時施行した土木工事のうち大橋～中里間）をまず先

線路平面・縦断面図



IV 軌道編

第1次軌道工程表



行施工せざるを得ない状況となり、前述した当初施工構想についての再検討が必要となった。

こうした結果ひとまず大筋の工程が組まれたが、それは第1期工事区間2661メートルを昭和50年1月から同7月の間に、引きつづき第2期工事の開削区間である4工区～12工区3575メートルを同年7月から同年12月の間に、最後に2期工事シールド区間である2・3工区2714メートルを昭和51年1月から同年4月までの間に施工しようというものであった。なお、地上部区間の739メートルは工事基地とするために、昭和50年3月から同年6月までの間に施工することにした（左頁に掲げる第1次軌道工程表参照）。

#### 4) 採用した軌道構造

工程の概略決定に伴い、軌道構造についての結論が急がれた。そこでただちに着工を予定した第1期工事区間（この区間における土木工事は既述のとおり昭和44年5月に着工し、昭和46年12月にはすでにしゅん工していた）の施工について検討が加えられた。

まず材料の投入口であったが、レールについては同工事区間のほぼ中央附近に上下線それぞれ2カ所ずつ用意されていたため問題はなかった。しかし、大物の投入可能な投入口は三軒茶屋～中里間の通風口1カ所のみであった。そのほかにも、駅出入口（池尻大橋駅、三軒茶屋駅）が2カ所、通風口が21カ所いずれも利用可能であるが、それらはすべて階段形式となっていたため小物材料あるいは生コンクリートの投入に使用する以外はないと考えられた。

このため、当初から計画された上述のH型ブロック直結軌道機械化施工をこの区間に行なうには、施工用特注機械の製作、あるいはH型ブロックの搬入および配置（700kg/枚×4000枚）、さらに軌きょう組立て等々の点で問題が多く、結局その採用を断念することとなった。

これに替わる方法が考えられ、いったんは採用を見送った前出の短ブロック方式を再検討することにした。その結果、短ブロック（まくら木）は長さ550×幅245×厚さ140ミリであり重量が1個当たり約40キログラムであるので、これの投入には上記の全通風口および駅出入口のすべてを使用することができるため、材料の投入配置に要する時間は大幅に短縮され、工程に余裕を生じることが分かっ

短ブロック方式とH型ブロック方式の比較

		短ブロック方式	H型ブロック方式	
構造上	大きさ	550×245×140	1,750×1,050×200	
	重さ	40kg/個	700kg/個	
	縁切れの発生度	H型ブロックに比し、多いと予想する	短ブロックに比し、少ないと予想する	
	材料費	10,800円/m	36,480円/m	
施工	トンネル内組立の場合	投入	小さい投入口でよい	大きい投入口がある
		運搬・組立	取扱いが容易	取扱いが困難
		整正	ゲージタイによる軌間調整必要	軌間整正不要
		道床打設	バイブレーター必要・0.8m³/M	バイブレーター不要・0.3m³/M
		機械設備	ほとんど不要	各作業に必要
		作業用レール	不要	必要
	はしご運搬の場合	組立	取扱いが容易	取扱いが困難
		運搬	Hに比し運搬量大(244kg/M)	短に比し運搬量小(660kg/M)
		整正	ゲージタイによる軌間調整必要	軌間整正不要
		道床打設	バイブレーター必要・0.8m³/M	バイブレーター不要・0.3m³/M
		機械設備	Hとほとんど同じ	短とほとんど同じ
		作業用レール	必要	必要
その他	騒音・振動	Hより少ないと予想する	短より多いと予想する	
	補修費	Hより多いと予想する	短より少ないと予想する	

た。また道床打設コンクリートの圧入に際しても、路上に置いたコンクリートポンプ車から各通風口を經由して、打設管をずい道内に導入することにより直接打設が可能ではあるが、大型機械類のずい道内設置はいっさい不可となることも判明した。

そのうえ短ブロック方式の工期は、これまでにおける種々工事の経歴上1日当たり単線20メートル程度の施工と予測されたが（これは軌きょう整備に意外な手間を要するためであった）、幸い上下線に各1個班を投入すれば、準備および後片付けを考慮しても6～7カ月で工事を完了させる見込みもたった。

昭和49年11月当時に検討した上述2種のブロックについての比較は別表のとおりである。

昭和49年11月の時点における土木工事上最大のネックは、3工区シールド区間内の環状7号線道路下部分工事であったが、駒沢大学駅から瀬田開口部までは、なんとか一括して軌道に引渡せる工程となっていた。そして、この区間に関しては、原則としてH型ブロック方式を採用しようという社内の雰囲気であった。

すでにこの年すなわち昭和49年の1月、当社は日本交通技術株式会社の協力および松原健太郎博士の指導のもとで、当社在来線である目蒲線洗足～大岡山間に

H型ブロック実験軌道を敷設しており、保線課としてもすでにこの方式の軌道敷設に自信を持ち、さらに使用機械の様式ならびに軌きょう整正の速度、あるいは流動性に富むセメントモルタルの開発など、種々の問題についても実験を重ねた結果、これを実施に移す覚悟を決めていたからである。

しかし、これを実施する予定の単線延長は8000メートルのみであり、それ以外の部分については、瀬田開口部～二子玉川園間が開業当初の運転方式さえ決定せずまた折返し設備等の設置も考えられ、さらに機械化施工基地としての使用および近接民地への騒音振動問題も考えられたため、PCまくら木有道床構造と決まり、また1工区およびシールド区間のうち2工区ならびに3工区の駒沢公園までは、前述した第1期工事区間におけると同様に短ブロック方式を採用せざるを得ない状況となっていた。

### 軌道敷設用機械類

以上の経過により、昭和50年7月着手予定となった駒沢大学駅以遠二子玉川園方のH型ブロック区間施工には、短期間で精度のよい軌道を敷設するために特別の機械を必要とした。

これについては当初において、100メートルの軌道ばしごを二子玉川園基地であらかじめ組立てたのちそれを運搬することが条件とされていたが、そのご施工能率あるいは設備投資等の観点からこれを検討した結果、50メートルの運搬設備に条件を縮小しても工程および能率の点では変化のないことが分かった。さらにこれら機械類を保守にも転用可能なものとする、またシールド内短ブロック方式の施工にもこれらを用いることが可能となるよう考案することとしたため、当初案とは大幅に変わるものとなった。

採用した短ブロックについては、当社と従来から取引のあったまくら木メーカーが、極東鋼弦株式会社、日本鋼弦株式会社、日本軌道株式会社、株式会社東京ファブリックの4社であり、その製品のうち当社におけるPCまくら木の実績では極東鋼弦製が最多であるうえに、将来における保守を考えても直線用・曲線用ともに同一の板バネを使用している点、締結方式にボルト締めを採用している点などの管理しやすい構造を持っていること、またすでに横浜市営地下鉄において採用された実績があり、さらに材料の納入工期にも充分応じられるということなどからこの採用に踏切った。

## 第2章 基本設計

### 1) 軌道の条件

1. レール種類 50kg N レール25m/本 普通レールおよび頭部熱処理レール  
(半径450m未満の曲線)

2. レール溶接 移動式によるガス圧接方式

3. 道床の構造

    ずい道部 直結軌道(コンクリート道床またはモルタル道床)

    地上部 バラスト道床

4. 道床厚さ

    バラスト道床 250mm

    コンクリート道床

        シールド部 FL~RL, H=450mm

        ボックス部 FL~RL, H=400mm

        一部425mm, 475mm

5. 緩和曲線

クロソイド曲線を採用し、緩和曲線長は設定カントの600倍以上とする。

6. スラック

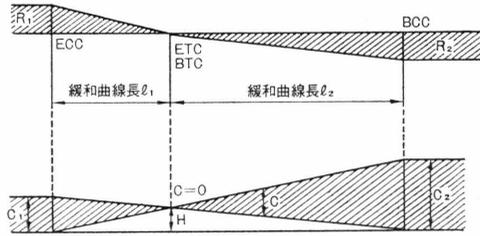
曲線区間では、車両転向のためにスラックを付ける。在来線は半径600メートル以下の曲線に最大25ミリのスラックを付けているが、新玉川線は半径300メートル未満の曲線に5ミリのスラックを付ける。

7. カント

曲線区間では、列車安定走行のため運転速度と曲線半径に応じて在来線とおなじ基準でカントを付ける。ただしシールド部においては構築の関係から内軌を全カント量の2分の1下げ、外軌を2分の1上げた振分けカントとする。ただし最

大速度に対するカント不足量は30ミリ以下とし、最大カント量は90ミリとする。

反向曲線のカント遞減図



$$H = C_1 \times \frac{l_2}{l_1 + l_2} \text{ または } C_2 + \frac{l_1}{l_1 + l_2}$$

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{l_1}{l_2}$$

$$C_1 = \frac{l_1}{l_2} \cdot C_2$$

$$C_2 = \frac{l_2}{l_1} \cdot C_1$$

8. 締結装置間隔 標準625mm

締結装置の許容し得る最大最小間隔

最大 675mm

最小 500mm

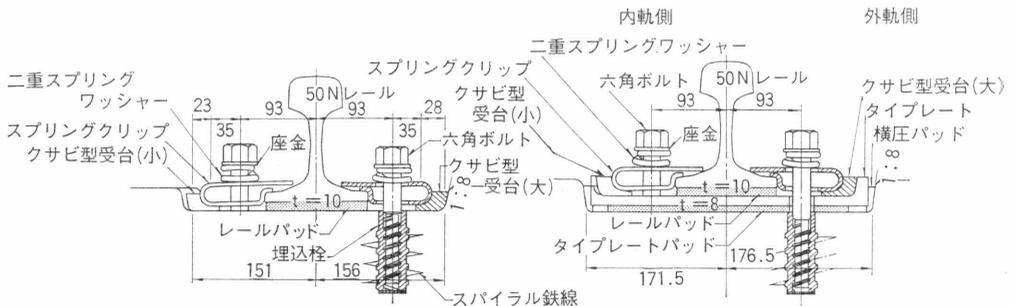
9. 締結装置

直線区間および半径450メートル以上の曲線はKFC1-1型とし、半径450メートル未満の曲線はKFC1-2型とする。

10. 分岐構造

非常渡り 用賀構内8# } 木まくら木, コンクリート直結構造  
急行追越し 桜新町12# }

締結装置

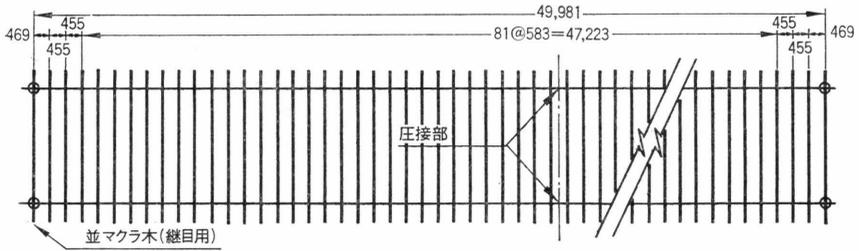
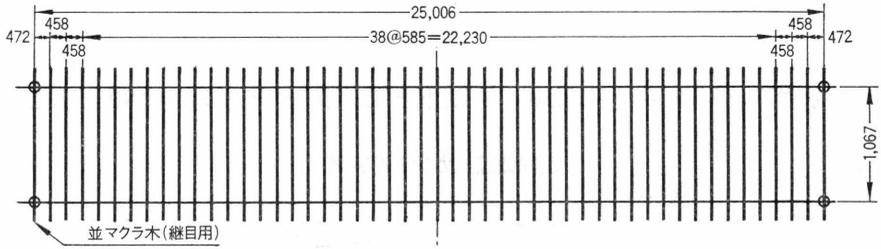


KFC1-1型 締結装置 (直線用)

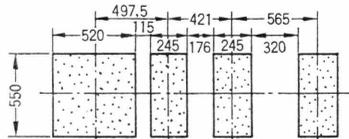
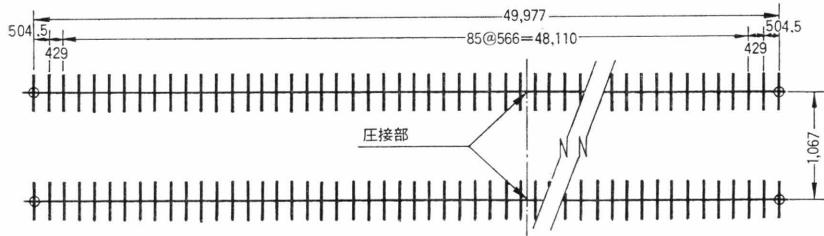
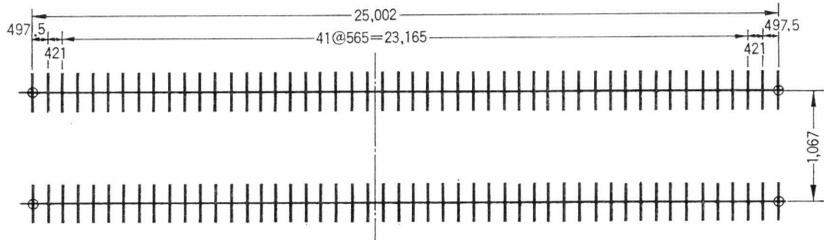
KFC1-2型 締結装置 (曲線用)

Ⅳ 軌道 編

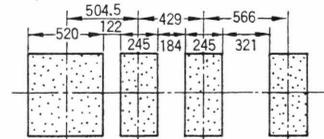
PCまくら木配置図



RC短ブロック配置図

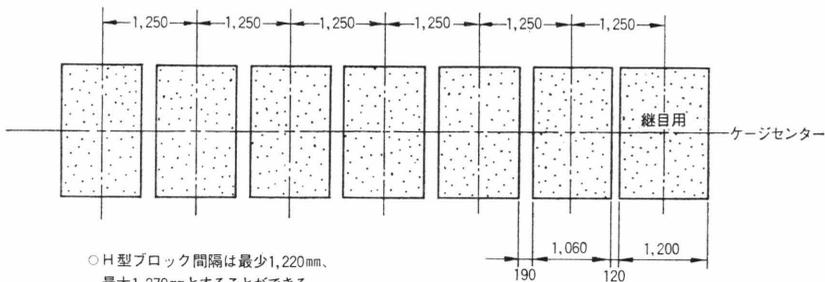


継目部ブロック配置図(25mレールの場合)



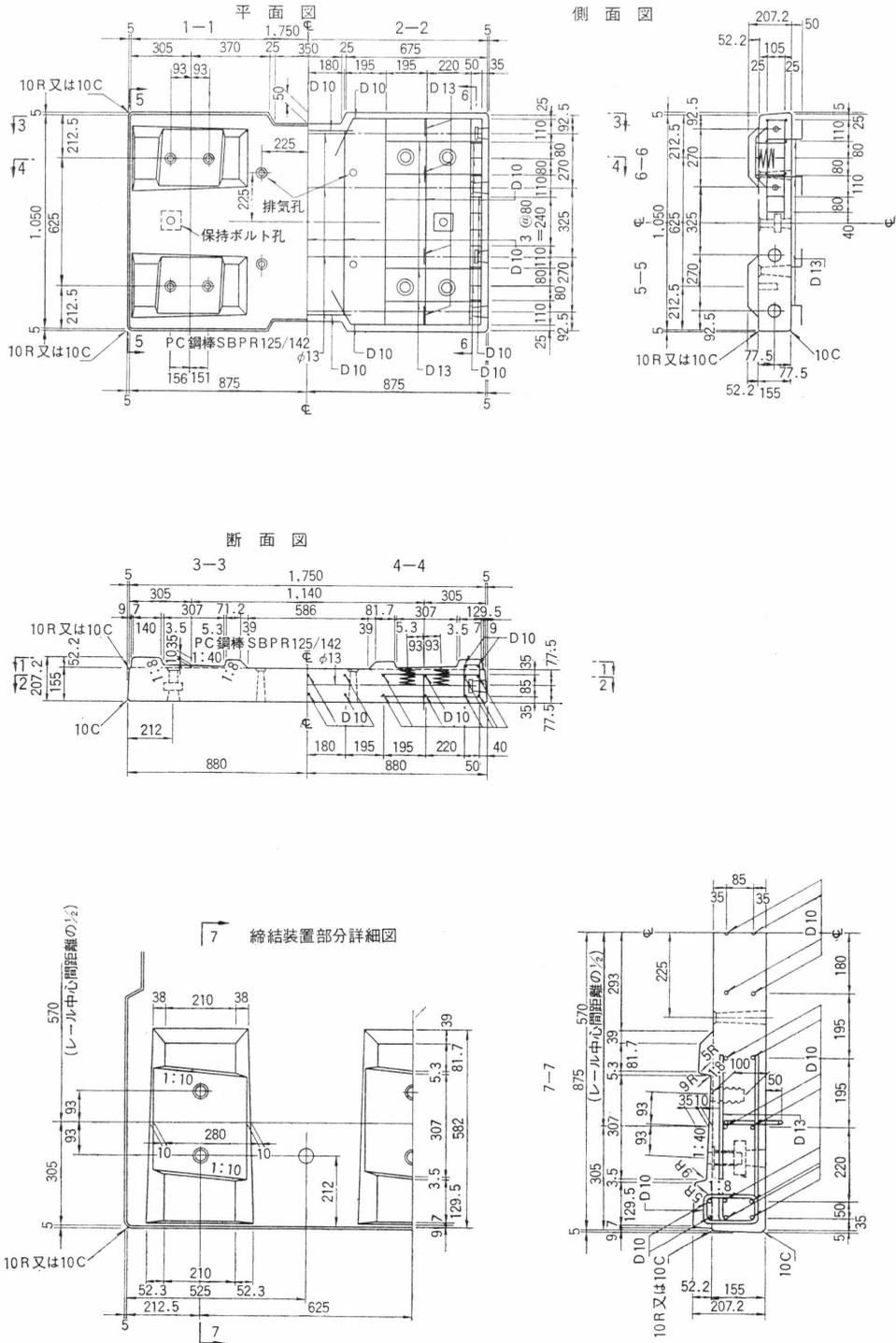
継目部ブロック配置図(50m圧接レールの場合)

H型ブロック配置図



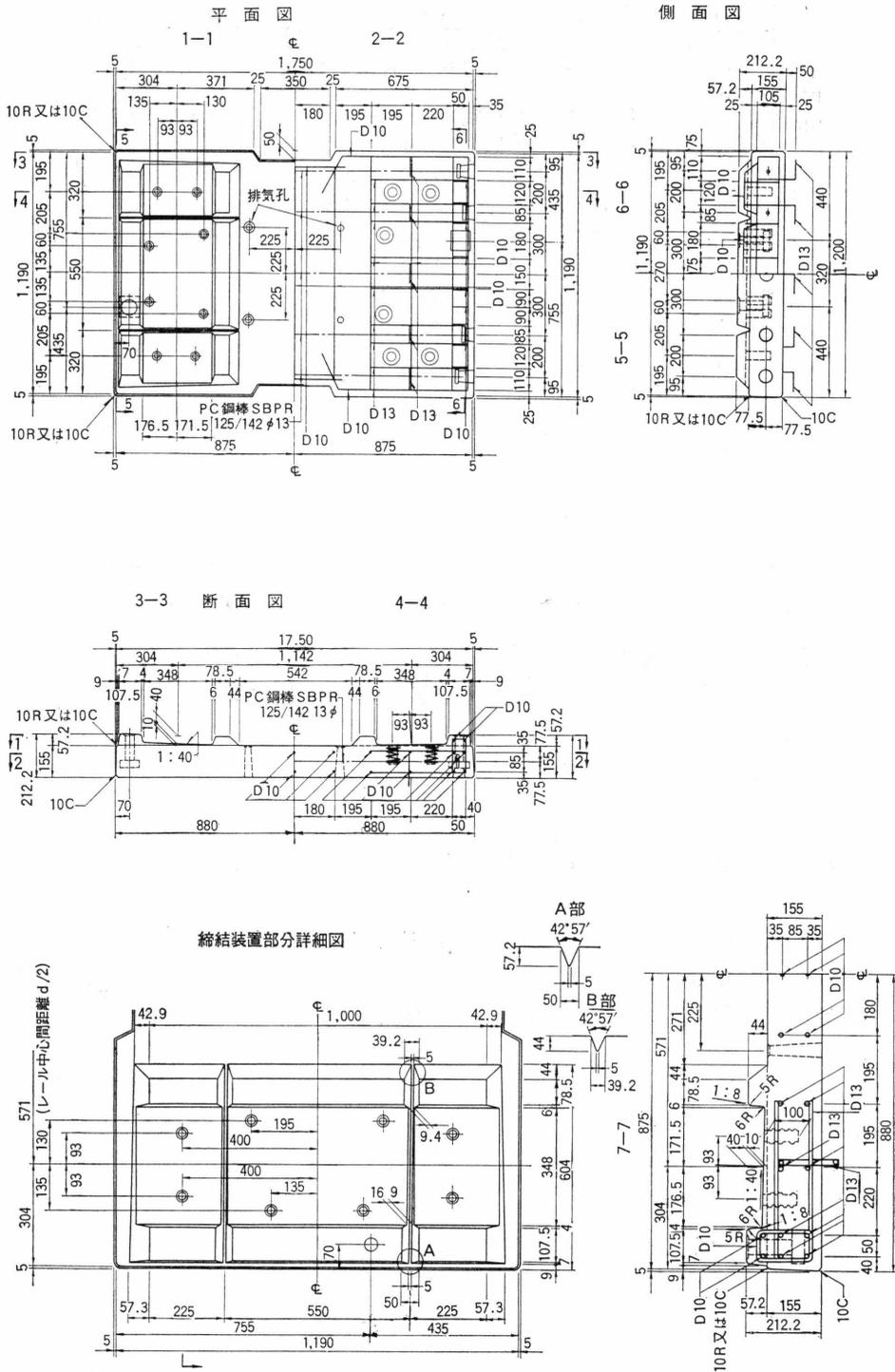
○ H型ブロック間隔は最少1,220mm、  
最大1,270mmとすることができる。

H型ブロック構造図 (直線用)

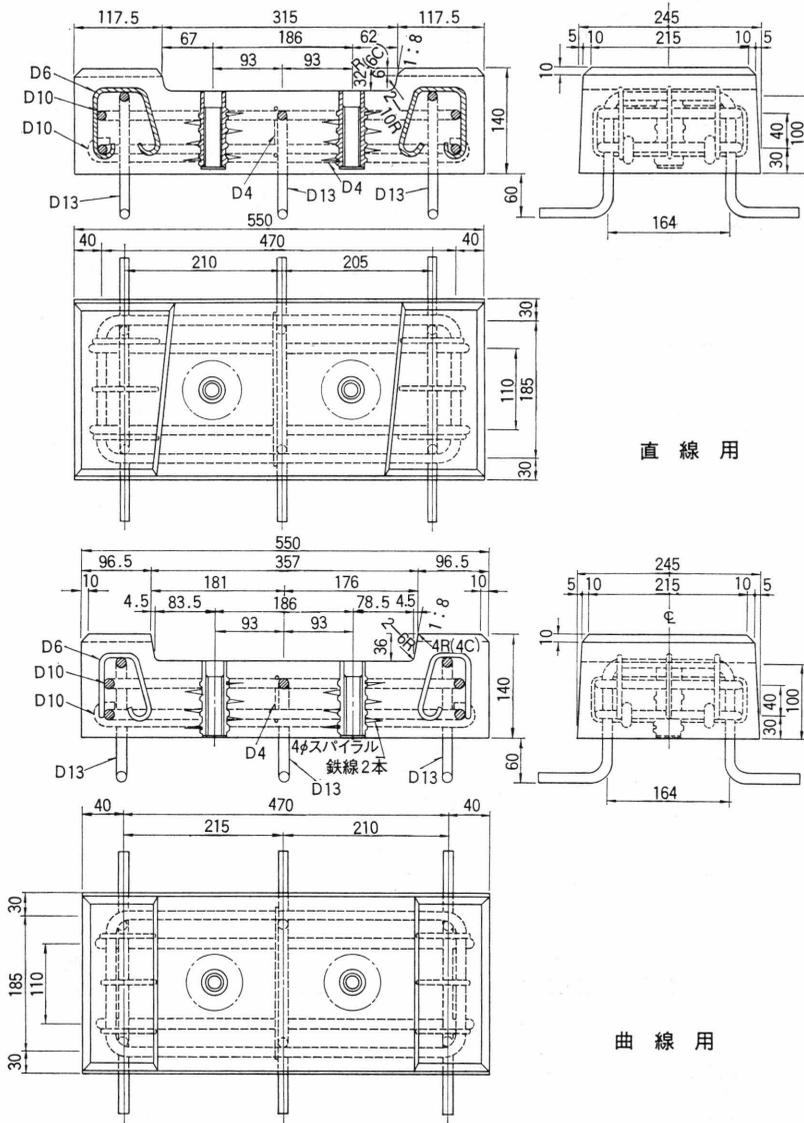


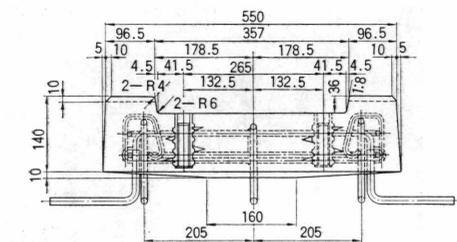


H型ブロック構造図(継目用)

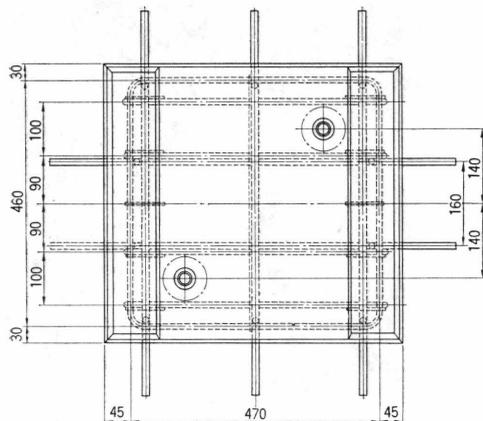


短ブロック構造図





短ブロック継目部詳細図



## 2) H型ブロック（初期）実験軌道の記録

軌道構造には当初から前述のとおりH型ブロック上吊り式軌道を採用することとしていたが、昭和48年上期においてほぼその設計の大要がまとまった段階で、それが将来果たして列車の繰返し荷重に耐えられるかどうか、また精度のよい軌道敷設が可能かどうか、あるいは改良点がないかなどについて確認すべく、当時の現有機械類ならびに当社営業線を利用して急結性セメント使用による実験軌道の敷設を行なった。概要は下記のとおり。

### 1.敷設箇所および施工日

目蒲線洗足～大岡山間（下り線）3 K 875m～3 K 925m

延長L=50m（前後25m区間はPCまくら木に置換）

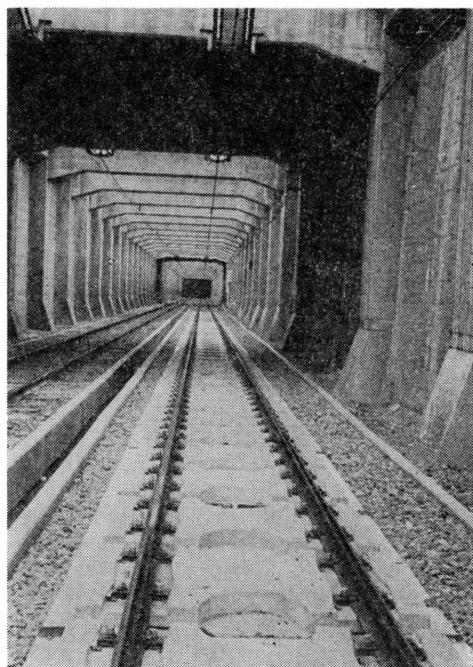
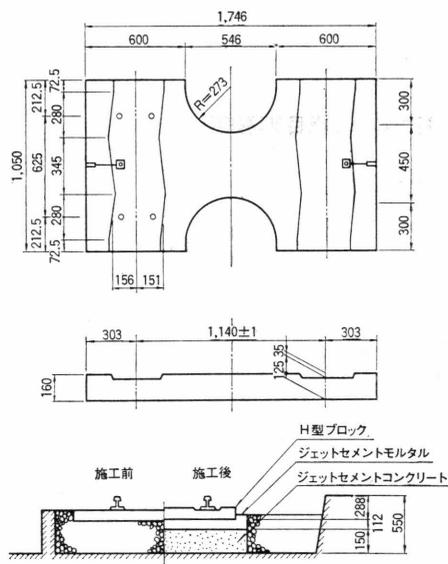
支え梁式土留壁構造 土路盤上砂利道床区間

施工日 昭和49年1月16日～2月12日 厳寒期

## 2. 仕様および敷設断面

下図のとおり。

### H型ブロック（初期）仕様および敷設断面



洗足～大岡山間初期実験軌道

## 3. 作業工程

- ①該当区間における旧道床の撤去，および前後部区間における既設まくら木のPCまくら木との交換
  - ②路盤コンクリートの打設（まくら木はサンドル受け）
  - ③H型ブロックの据付け（仮サンドル受け）
  - ④道床コンクリート（モルタル）の打設
  - ⑤既設レールの長尺レールとの交換
- 以上の計画順序により施工した。

## 4. 路盤コンクリート

路盤コンクリートの打設後，上部にサンドルを施工して営業線列車の走行を可能にするためには，コンクリートの急結性を要した。このためジェットセメント配合のものを打設したが，この路盤部分はそもそも捨てるコンクリートの的なものであるため，普通のミキサーを実験室において使用した試験の結果，その強度が $5\text{kg/cm}^2$  から $10\text{kg/cm}^2$  程度得られる配合とした。冬期のため水は $15^\circ\text{C}$  程度に暖

めて打設した。スランブは8センチから12センチとしたが、サンドル敷設時のめり込み現象はみられなかった。

路盤コンクリート配合表

骨材最大寸法(mm)	スランブ(cm)	W/C (%)	S/a (%)	C (kg)	W (kg)	S (kg)	G (kg)
25	9	48	36	350	168	677	1,202

### 5. モルタルの配合

注入モルタルについては、終初電間列車間合いが4時間程度であったため（午前1時～5時）、注入後1.5時間で約10kg/cm<sup>2</sup>の強度が得られることを目標とした（列車荷重に対しての強度はこれの約1/2程度で充分であったが、硬化のバラツキを考慮に入れた）。ここでも急結性ジェットセメントを採用したが、これは凝結時間が短かいえブリージングが少ないという特性を有している。配合は下記のとおり。

最初の試験練りでは厳寒期であったため水温が5°Cと低く所定の強度が得られずに懸念されたが、夜間における基地出発の以前に水温をいったん20°Cとし現地への運搬ミキサーに投入のとき15°Cとすることで、打設2時間後の強度が20kg/cm<sup>2</sup>程度となる良好な結果を得た。

道床モルタル配合表

W/C (%)	水 (ℓ)	減水剤 (kg)	セメント (ジェット) (kg)	砂 (kg)	凝結調節剤 (C~0.025)
90	440	15	500	1,000	0~0.025

(注) 減水剤……………ポゾリス  
凝結調整剤……………ジェットセッター

### 6. H型ブロックの据付け

上吊り式打設工法がとれないため、10センチ角材3本を並べてベニヤ板で不陸を修正して打設したところ、モルタルにヘヤクラックを生じたため同角材を2本に減らしてその発生を防いだ。

### 7. 軌道の修正

既存のレール山越機を利用したが、レバーブロック（吊上器）に固定する装置がなかったためその微調整を要し、結果として±4ミリぐらいの誤差を生じる不満足な個所がいくつかあった。

### 8. ジェットセメントモルタルの打設

フロータイムが6秒から10秒程度という流動性の比較的高いモルタルであったため、型枠と路盤コンクリートのすき間からそれが流出するのを防ぐ必要が生じた。このためウレタンをあらかじめ該当個所にセットした。また打設後の凝結が早いため約40分後から発熱し表面にクラックの発生をみたので、急ぎで表面散水を施してその防止に努めた。なお道床モルタル厚の薄さを考えて、ラス筋(100×100mm, φ3.2)を挿入した。下面への充填は流動性が高いため観察では充分のように思われた。

### 9. 結論

施工区間が延長50メートルと短かかったためか、新旧比較の騒音計測では既設の砂利道床による場合とほとんど差のない結果となったが、これは参考程度のものであった。

施工以前の計画段階では、急結性セメント使用による相当な短時間施工でも、目標強度は十二分に得られる予想であったが、安全を見込んでさらに余裕を持たせ、1日12.5メートル単位の施工とした。その結果ほぼ計画どおりの工程で施工を行なうことができた。型枠のすき間からモルタルが多少流出したこと、通り高低の整正に時間がかかったことなどの不満足はあったが、施工機械等の改善ならびに作業の慣れを考慮に入れば、この方式による高精度な軌道敷設が充分可能であると思われた。

ただし軌道の狂いの進行および道床モルタルの耐久性については、施工完了時点では問題なしとしながらも、なお経過を見る必要があるとされた。

### 10. 諸信号特性試験の結果

実験軌道敷設前(昭和49年1月11日、晴れ)、同敷設後(昭和49年2月27日、晴れ)の2回、MHT軌道回路22.5メートル区間にてAFO、ATS、ATC信号の諸特性試験を、当社電気部、株式会社京三製作所および鉄道信号株式会社の3者で行ない下記の報告を得た。

- ①H型ブロック(RC版)内の鉄筋による2次環流現象(過電流)が起きるため、受電器の利得不足および軌道回路における電送損失が多くなる
- ②軌道回路(ループ)に及ぼす影響として1ないし4デシベル程度の減衰(4

割減)を生じる

- ③電送損失が多い
- ④列車送行による不定周波数発生のおそれが予想される
- ⑤締結部分に水が溜<sup>た</sup>まった時には、絶縁不良抵抗が大になる
- ⑥実験軌道が最低 500メートルぐらいいはないと的確な実績は出ず、結果に不安が残る

この報告をもとに軌道構造に対する再検討を行なったが、レールの下面間際において、内外レールを結びつけるような組立て鉄筋がブロック内に多いと、上記①から④までに指摘されているような過電流発生の可能性が高くなると予想されたため、H型ブロック鉄筋コンクリート版構造をプレストレス版構造に変更し、その発生要素を一掃することとした。

### 3) ロングレールの採用

#### レール継ぎ目の欠点

レールの継ぎ目は車輪の衝撃を列車および軌道に直接伝え、乗心地を悪くするうえ騒音および振動の原因となるばかりでなく、究極は軌道破壊にもつながることとなるため軌道構造上最大の欠点とされている。このためレール継ぎ目の溶接が最近では活発に行なわれるところとなってきている。しかし一方で、ロングレールの採用は大気温度の変化に伴うレールの伸縮量ならびに軸圧力の増加が、軌道構造および線形に厳しい制限を加えるという問題をはらむため、その実施には難点が多い。

#### ロングレール

地上部におけるレールの絶対温度差は60°C前後もあるが、本路線は地下鉄道であるため、その絶対温度差は開業後の温度上昇を考慮に入れても20°C程度であらうと考えられ(昭和49年度の観測では13°C)、レールの伸縮量および軸圧力ともに地上部に比べれば極めて小さいことが予想された。こうした検討の結果、新玉川線ほぼ全線にわたってのロングレール採用が決定したのであるが、コンクリート直結道床を用いたためにレールの張出し等に対しても大きな抵抗力を有することとなり、軌道保守の点でも有利な軌道となった。

なお溶接は現場ガス圧接とし、工区の細分化を必要としない片押し施工の可能な移動式圧接方法を採用、軌きょう作業等はそのあとを追って施工する方法とした。また信号絶縁の問題についても、分岐敷設部分を除いては無絶縁方式を採用することで、接着絶縁を使用することなくロングレールとすることができた。

市街地における新設を条件として敷設する軌道は、乗心地ならびに振動、騒音などを最重点として考え可能な限りロングレールとすべきであると思われるが、従来の地下鉄道においては溶接技術、信号絶縁、軌道の施工方法等に問題があるところから、ロングレール区間をあまり見かけないのが実状である。このため、新玉川線におけるロングレールがその点でも現状では白眉のものとなった。

本路線におけるロングレール敷設のためのレール座屈、レール端の伸縮量およびレール破断時開口量等の、下記条件下での検討は以下のとおりであった。

「条件」

使用レール：50kgN

締結装置間隔：62.5cm

レール断面積： $A=64.05\text{cm}^2$

レールの垂直軸断面 2 次モーメント： $J=322\text{cm}^4$

道床縦抵抗力： $\Sigma=1\text{t/カ所} \times 1/625 \times 1/2=8\text{kg/cm}$

道床横抵抗力： $g=\Sigma/2=4\text{kg/cm}$

線路最小曲線半径： $R=180\text{m}$

ずい道内温度差： $t=20^\circ\text{C}$

継目板拘束温度換算  $t_0=12.5^\circ\text{C}$

### 1. レール軸圧と座屈抵抗力

最大レール軸力  $P$  は

$$P=E \times A \times \beta \times t=30.6t$$

( $E$  = レール鋼のヤング率  $\beta$  = レール鋼の線膨脹係数)

最低座屈抵抗力  $P_t \text{ min}$  は

$$P_t \text{ min} = Q_0 \times \frac{g^{1/2}}{M^{1/4}} - (Q_0 - 1) \cdot 1/R \cdot \frac{1}{M^{1/2}} = 56.9t$$

$P_t \text{ min} > P$  となり最小曲線半径  $R=180\text{m}$  でも座屈に対し十分に安全である。

2. レール端の伸縮量

レール端の伸縮量  $y_0$

$$y_0 = E \times A \times \beta^2 \times (t - t_0) / 2r = 0.6 \text{ mm}$$

レール端の伸縮量はわずかであるため、伸縮継ぎ目または緩衝レールを必要としない。

3. レール破断時の開口量

温度変化が急激であった場合、不動区間において軸引張り力による破断を生じることも考えられる。

引張り応力  $\Sigma$

$$\Sigma = P/A = 478 \text{ kg/cm}^2$$

一方、レールの引張り強さは  $7500 \text{ kg/cm}^2$  以上であり、この程度では破断はあり得ないが、溶接部の欠陥等により小さな応力でも破断することがある。しかし、この時の開口量を  $d$  とすれば、

$$d = E \times A (\beta t)^2 / r = 8.7 \text{ mm}$$

となり、この開口量は運転保守上の安全限界  $50 \text{ mm}$  のほぼ  $20\%$  に過ぎず、十分に安全なものと言える。

レール遊間

レール端の伸縮量が小さいので伸縮継ぎ目を使用することなくロングレールとしたが、レール交換等の保守面を考慮して半径  $450$ メートル以下の曲線部前後にはそれぞれ、 $24$ メートル長の緩衝レール各  $1$ 本を使用した。それら緩衝レールの遊間は右表のとおりである。

また、地上区間におけるロングレールは当社の「長大レール敷設および保守基準」によって敷設した。

緩衝レール遊間

レール長さ \ レール温度	0°C以上	10°C以上	20°C以上
	10°C未満	20°C未満	30°C未満
12.5m以下	5mm	3mm	2mm
25m以下	10	6	3

「最長ロングレール敷設区間」

渋谷～駒沢大学区間 上り 3895m  
 “ “ 下り 3928m

なお、不測災害時を考慮に入れて各溶接個所にはいつでも緊急用継目板が取付けられるよう、ボルト穴および特殊加工継目板を常備した。

#### 4) 新しいスラック

固定軸距の長い車両が、安全かつ円滑に軌道上を走行することのできるよう、曲線半径に応じて幾何学的に軌間を拡大させるが、このことを称して「スラックを付ける」と言っている。

本路線使用車両における車輪形状および、車輪とレールあるいはレール側面との可動余裕は右表のとおりである。

車輪形状およびレールの可動余裕

軌 間	軌 間 G	1063~1074
	標準値 G <sub>0</sub>	1067
	許容差 ΔG	-4 +7
車輪内面間距離	車輪内面間距離 B	990~ 994
	標準値 B <sub>0</sub>	990
	許容差 ΔB	0 +4
フランジ外面間距離	フランジ外面間距離 D	1034~1054
	標準値 D <sub>0</sub>	1054
	許容差 ΔD	-10 0
フランジ厚さ	フランジ厚さ F	20 ~ 32
	標準値 $F_0 = \frac{D_0 - B_0}{2}$	32
	許容差 ΔF	12
可 動 余 裕	可 動 余 裕 Y	9 ~ 40
	標準値 Y <sub>0</sub> = G <sub>0</sub> - D <sub>0</sub>	13

当社在来線における軌道についてもその曲線の一部にはこれまでスラックを付けてきているが、これは下記の規程によっていた(「軌道整備心得」)。

しかし一方では、スラックを付けると可動余裕が大きくなり、それに伴って車両の動揺も大きくなるとともに乗心地に影響し、また輪重の減少にもつながるという側面があった。そこで本路線の軌道については、スラック縮小の方向が基本的に考えられた。このスラック縮小に関しては、従来過大な横圧を生じるので望ましくないとするのが定説であったが、近年の国鉄に

#### スラックを付ける曲線

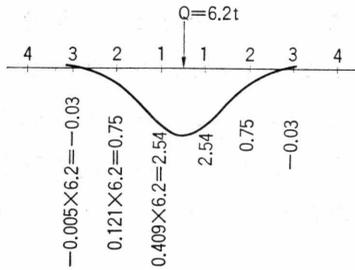
第14条 半径600メートル以下の曲線には、次に示す表によってスラックをつけなければならない。

ただし、半径600メートルを越える曲線でも必要があると認めるときは、5ミリメートル以内のスラックをつけることができる。

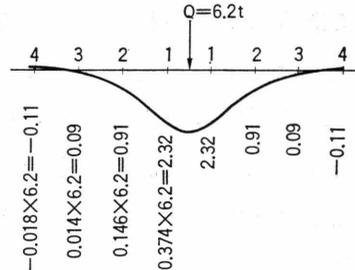
曲線半径 (メートル)	以上	200	240	320	440	
	未満	200	240	320	440	600まで
スラック(ミリメートル)		25	20	15	10	5



直線用締結位置の輪重



曲線用締結間隔中央の輪重



アップリフトの検討

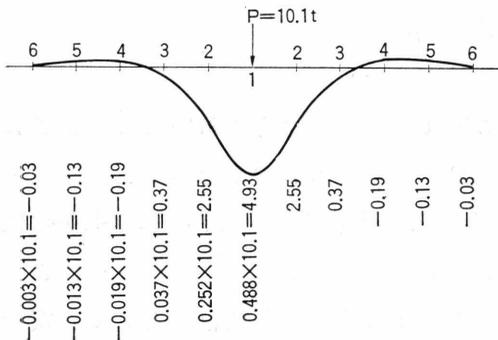
1. 輪重  $D = (\text{輪重}) \times 1/2 \times 1.3 = 10.1t$

2. 軌道係数  $\Sigma s = 1.68$  (直線用)

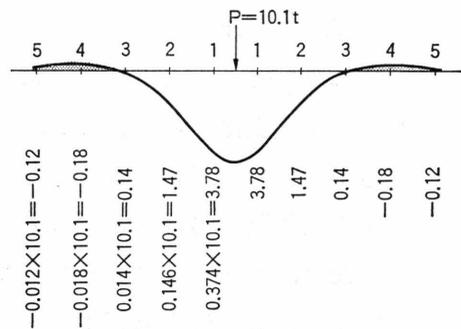
$\Sigma c = 2.71$  (曲線用)

3. レールに作用するアップリフトは、直線用においては締結位置上に、また曲線用においては締結間隔中央に輪重のかかる場合が最大とされている。本路線軌道におけるその最大値は、直線締結装置の場合0.64t/枚、曲線用締結装置の場合が0.60t/枚となるが、これについてはH型ブロックの重量およびレール重量で充分に対処できるうえに、填充モルタルによる側面および底面の付着、ならびにアンカー鉄筋によりいっそうの安全が確保されることとなる。

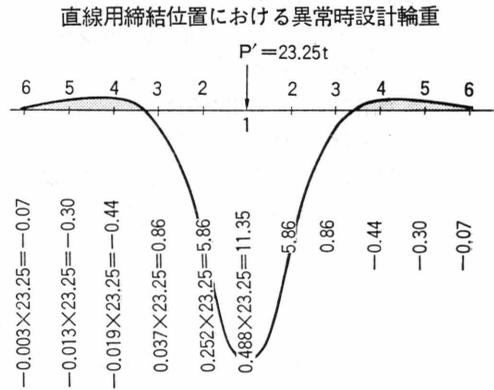
直線用締結間隔中央のレール横圧



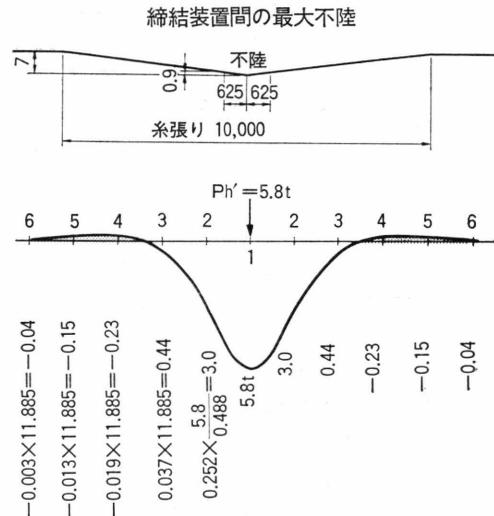
曲線用締結間隔中央のレール横圧



4. 異常時における設計輪重を  $P' = (\text{輪重}) \times 1/2 \times 3 = 23.25t$  として、安全性を考察してみると、モルタルのブロック面への付着力を  $1.6\text{kg/cm}^2$  と仮定した場合でも、その付着面積からおして十分に安全である。



5. レールに不陸が起きた場合のアップリフトを検討してみると、本軌道における高低狂いの限度が、延長10メートル以内で7ミリとされているので、締結装置間の不陸は最大0.9ミリとなり、このときのレール最大圧力はパットのバネ定数が大きい直線用締結装置においても  $P_s = yD = 5.8t$  である。



6. 以上の検討の結果、H型ブロックに作用するアップリフトは、異常時（タイヤフラット）における最大レール圧力と、レール不陸によって発生する最大レール圧力とが同時に作用すると考えた場合でも、施工上に問題がない限りは十分に安全との結論が得られる。

以下に参考として、新玉川線に採用したH型ブロック直結軌道における填充用プレバクトモルタルに関する実験報告書を付した。

#### 填充用モルタルの実験

プレバクトモルタルの特性を認識する為に

1. ブロック下面へのモルタルの填充の確認
2. モルタルの圧縮強度 せん断強度

IV 軌道編

3. ブロックの底面及び側面とモルタルとのせん断付着強度を知ることを目的としている。

使用材料は大量使用時と同製品を考慮し

秩父セメント 普通ポルトランドセメント

混和剤 電発フライアッシュ

細骨材 利根川安食産川砂

混和材 ㈱コンケム製イントルーシエンエイドである。

試験は、土木学会及び建築学会の標準試験方法により、まず練りませ方法、フレッシュモルタルのコンシステンシー、膨脹率、ブリージング率を求め、この結果、下記の配合及び試験結果を選択採用した。

モルタルの配合表

セメント	フライアッシュ	砂	水	イントルーシエンエイド	W / (C+F)	F / (C+F)	S / (C+F)	IA / (C+F)
C (kg)	F (kg)	S (kg)	W (kg)	IA (kg)	(%)	(%)		(%)
703.0	133.9	803.4	401.7	8.37	48	16	0.960	1.0

モルタルの試験表

フロー値 (sec)	練り上り温度 (°C)	膨張率 (%)			ブリージング率 (%)		
		1hr 后	2hr 后	3hr 后	1hr 后	2hr 后	3hr 后
19.5	27.5	6.63	7.50	7.96	1.42	1.98	2.50

なおフロー値は、Pロートを用い1.725のモルタルの自由流下時間となる。

圧縮強度試験には、供試体 (φ5×10cm) を材令7日、28日各3本、全6本を各バッチ毎に作製した。

せん断強度試験には、角柱供試体 (10×10×40) を2種すなわちモルタルをモールドに流しこみ無拘束で自由膨脹させる場合とガラス板を載せ拘束した場合とを、全12本下図のように行って、

次の結果を得た

平均圧縮強度  $\sigma_7 = 192.6 \text{ kg/cm}^2$

$\sigma_{28} = 305.1$

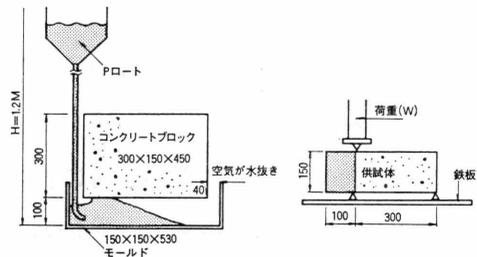
平均せん断強度  $\tau_7 = 17.9 \text{ kg/cm}^2$

$\tau_{27} = 21.2 \text{ kg/cm}^2$

ブロック底面への填充には、アクリル板 (厚12mm) を丸鋼を用いて木製の底盤上7.2cmの高さに保持、片面にモルタル (グラウトポンプMG10) をグラウトホースを用いて片押し注入、注入速度を変えて水張り、ドライの状態の二通りで行い、エアーの残留状況を観察、又施工時を考慮、軌道面に勾配をつけた場合も合わせて行った。この場合は低い方から片押し注入をした。

ブロック底面のせん断付着強度試験には、H型ブロックと同一配合で製作したコンクリートブロックを図に示すよう、モールドに底面10cmの間隔を保ち両端を空けて金具を固定する。片側より注入モルタルをPロート及びビニールホースを使用して約1.2mのヘッド差にて片押し注入、反対側の水抜きより良好なモルタルがオーバーフローした時点で注入を完了させた。供試体の製作は、恒温養生室

付図



内で行き、所定の材令まで静置した。注入条件は、水張りとし、ドライの二通りとし、供試体は各3本、計12本とした。

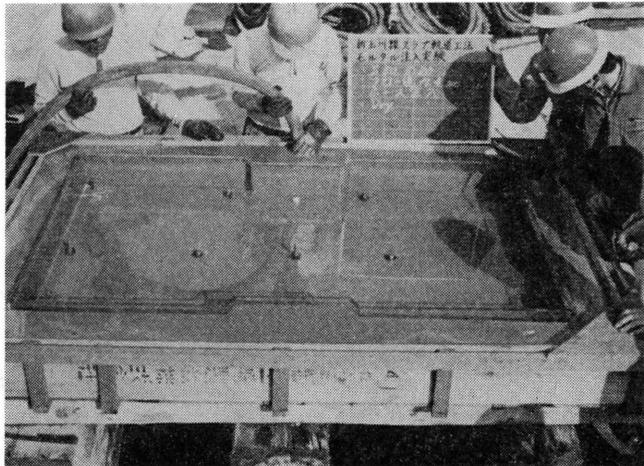
なお供試体設置前にブロック底面は、アセトンでゴミを除去、又側面付着を無視するためガムテープで覆った。

ブロック側面のせん断付着強度試験には、コンクリートブロックを $10 \times 15 \times 30 \text{cm}$ の寸法にカッターで切断、モールド内にモルタルと付着できるように設置、前記と同法で注入、上面を拘束せずに自由膨張させたまま、所定材令、恒温養生室内にて静置、12本の供試体を製作した。前掲付図に示すように供試体を横にし一面せん断試験を行った。

考案及び結論としてこのフレッシュモルタルは、プレキャストコンクリートの土木学会基準であるフロー値 $16 \sim 20 \text{sec}$  膨脹率 $5 \sim 10\%$  3時間後のブリージング率 $3\%$ 以下であり、又圧縮及びせん断強度においても充分満足できた。モルタルの充填性は、アクリル板を使用して水張り、ドライな状態、勾配をつけた場合ポンプの注入速度を変えた場合のモルタルの充填状態から注入速度は、 $20 \sim 40 \text{l/min}$ の範囲ならば、空気の残留量はほとんどなく縦断勾配 $35/1000$ カント $45 \text{mm}$ 以下ならば勾配をつけても充填可能であった、なお水張りの場合、ブリージング水の水道付近でモルタルに多少の材料分離がみられたのでドライ条件で注入することにした。

せん断付着強度については、載荷試験装置が局部的に集中荷重となったり、衝撃が加わったりで多少不備な点も出てばらついた値が出たが、材令28日強度の場合、安全率を3としてみた場合許容せん断付着強度は平均 $1.88 \text{ kg/cm}^2$ を得た。又モルタルの付着強度が何らかの条件により無視しなければならない場合においてもH型ブロック1枚につき、D13mm 8本のアンカー筋で充分補強されるものであり、モルタルの硬化時における収縮についても4ブロックに1ヶ所横目地を設けると共に側面際表面にクラック防止用の用心鉄筋を配し、不規則になるであろう乾燥収縮に対処するようにした。

底面付着せん断試験後の付着面



モルタル注入実験

### 第3章 軌道工事の施行

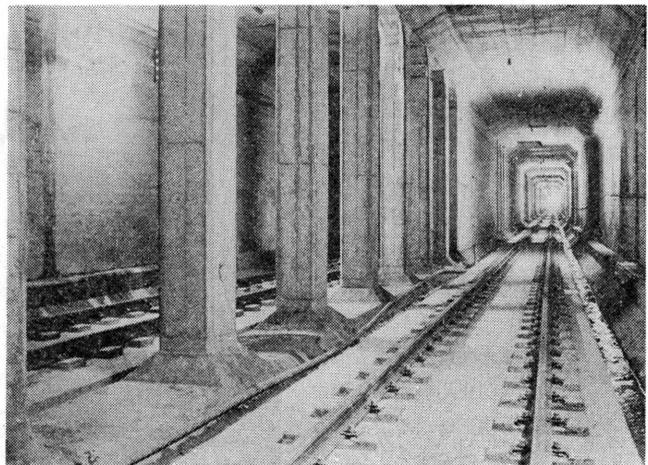
#### 1) 大橋～中里間

昭和49年11月10日、新玉川線軌道工事担当の現場従業員が決まった。

第1期軌道工事は大橋～中里間（渋谷起点1.5K～3.9K）の単線延長約4.9キロメートルにわたる短ブロック直結軌道の施工であったが、着工時期を目前にしていたためその工事りん議の作成が急がれた。この区間の土木工事はすでに完成をみていたため、材料搬入に非常な制約を受けたので、池尻附近および首都高速道路3号線の下部、ならびに国道246号線の分離帯のなかなどに、上下線各2カ所の投入坑をあらかじめ構築物（ずい道）施工時に、250ミリ径鉄パイプを斜路として、非常時用に埋設してあったものを使用することとした。

工事は昭和50年1月17日、上記投入坑のひとつである池尻レール投入口からのレール投入をもってはじめられたが、その作業手順は、まず長大重量物である50キログラムN25メートルレールを横浜本牧ふ頭から大型トレーラーによって深夜1回に33本ずつ積載して運び、現場に取おろして仮置きしたうえで、翌夜間それを投入するということの繰返しとなった。レール投入に際しては2台の15トンレッカーでレールを相吊りにし、その一方を仮設ウマ（溝形鋼）とともに片上げして斜路とし、振動を加えて徐々に滑らせながら上述した投入坑（斜坑勾配30°）からずい道内下床へ滑り落とす方法をとった。その道程は約30メートルであったが着床の衝撃でレール断面に傷がつかぬよう、下床に厚板を敷いて保護した。

レール1本の投入に約6分から10分間を要したが、



大橋～中里間短ブロック直結軌道

ひと晩の作業のうち約5時間をこの投入作業に費やし、いったん休憩ののちこんどは仮置き用レールの、トレーラーからの取おろしに2時間を費やすというぐあいであった。また地下に到達したレールの小運搬はすべて、2台の小型フォークリフトにより行なった。これら夜間作業のため、東京国道四谷出張所より期間中の夜半20時から翌朝6時までの道路使用許可を受けた。なお国道の使用条件として担当者の現場在駐が求められたため、道路1名地下1名の計2名の要員に対する、担当者4名による夜半交替勤務が3月初旬まで続いたが、この間の昭和50年2月16日には現場監督の保線班長2名が新たに配属されたため、そうした態勢を充分にとれる強力な保線部隊となった。

地下ずい道内での小型フォークリフトの活躍は目覚ましく、投入されたレールを各2本ずつ順次、投入坑からまず最遠方へと運び、しだいに近くへと配列していった。

コンクリート短ブロックの搬入には三軒茶屋通風口を利用し、垂直吊おろしにより行なった。この通風口は、国道における分離帯中に設けられた唯一の直竪坑であったが、同地点からの最長運搬距離が約2キロメートルとなったため、地下における置場を考慮しながら工場からの運搬数を調整した。

投入されたレールの癖直しをしたのち短ブロックを取付け、軌間調整用ゲージタイで2本のレールを結べば軌きょうの出来上りであるが、このためのゲージタイ270組は帝都高速度交通営団の好意で直接払下げを受けた。レールの溶接はすべて圧接、移動式により行なった。なおレールは穴あきであり、経年後の点検時における目安および、万一の切断時における応急復旧にも便利であるよう考慮して注文した。また前述したとおり、この区間に敷設した上り線3895メートル、ならびに下り線3928メートルのロングレールは、それぞれ本路線中最長のものとなった。なお、レールの締結は2重弾性でありまた直結道床でもあるので、ふく進はないものと考えアンチクリーパーの取付けは行っていない。

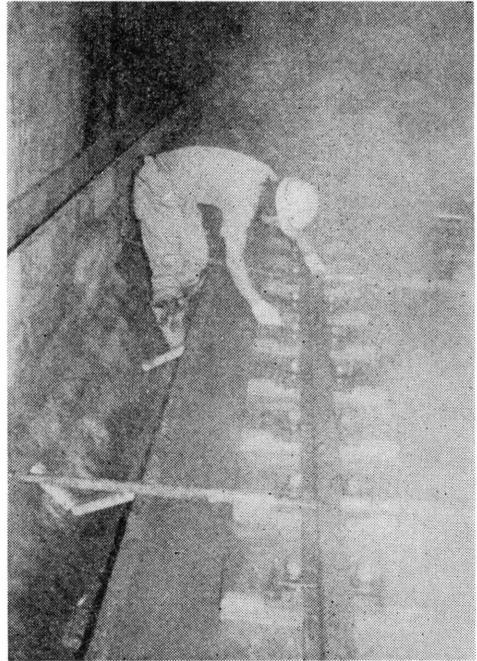
軌きょうの完成に引きつづきその据付けにかかったが、まず構築確認のため、土木担当者からずい道中心線測量成果表を入手してこれをチェックしたのち、レベルにより高さを求めた。整正作業のうち通り高低は糸張りにより絶対差2ミリ以内に修正した。このための糸には釣り用タングステン糸を、駒には20ミリジュラルミン製のものを採用して正確を期した。またレール小返り40分の1の整正はレール底面に水平定規を当てて行ない、傾斜計の目盛りの読みで行なった。

軌きょうの受け台には、日本軌道工業株式会社が開発した核心台および従来からあるコンクリート受け台を採用し、いずれも埋込み方式とした。左右の切梁はターンバックル方式のパイプサポートによるものとし、レールとの接触面には密着カバーを付けた。

コンクリート打設の前には道床継手鉄筋ジベルを可能な限り起こし、再度デッキブラシで入念に水洗いしたうえ、さらに下床からの水漏れの有無も調査した。この区間における構築が地表道路面から比較的浅い位置であったため、同土木工事は開削工法によって行なわれ、またずい道内換気も通風口による自然換気とされていたので、コンクリートは圧送方式によって送ることとした。打設には棒状パイプレーターを使用して、短ブロック下面に間げきができないよう配慮した。なお念のため、硬化前には再度締固めを行なった。

コンクリートの最大圧送距離は約250メートル、設計配合によるスランプ9センチ、1日の最高打設コンクリート量60立方メートル、おなじく1日の最高軌道施工延長150メートル等々の記録がこの区間における工事から生まれた。こうした結果、レール配置から道床打設まで1日平均32メートルという記録的な進ちょくぶりで工事を終えた。

なお軌間中心から側溝に向けて20ミリの勾配を付けたうえで、コンクリート道床表面は鉄製コテ仕上げ、左右側溝の道床面取りは丸ゴテ仕上げとするなど、表面処理も行なった。これについては電気担当者とも協議を行ない、開業後の日常的巡視路および点検路として、あるいは災害時の避難路として役立つよう配慮したものである。また主な側溝は外側の壁際に設けたが、中間の壁際にも水抜きの溝を設け、さらに場所によってはその溝を中間から外へと横断させた。第1期工事のしゅん工は昭和50年6月30日であった。



コンクリート道床の表面仕上げ（短ブロック区間）

## 2) 瀬田ずい道坑口～二子玉川園駅間

瀬田ずい道坑口から二子玉川園駅，さらに田園都市線乗入れまでの，単線延長約2キロメートル強の普通道床による軌道敷設が，当該区間軌道工事の内容であったが，同区間の軌道を以後のずい道内工事用レール搬入に利用するため，たとえ仮軌きょうによってでもこれを昭和50年7月初旬までに完成させる必要があった。

瀬田開口部附近における土木工事が，近接する周辺民家との騒音振動問題で遅れていたため，二子高架橋上における道床下バラスト敷設からはじめたが，着工は昭和50年3月1日となった。

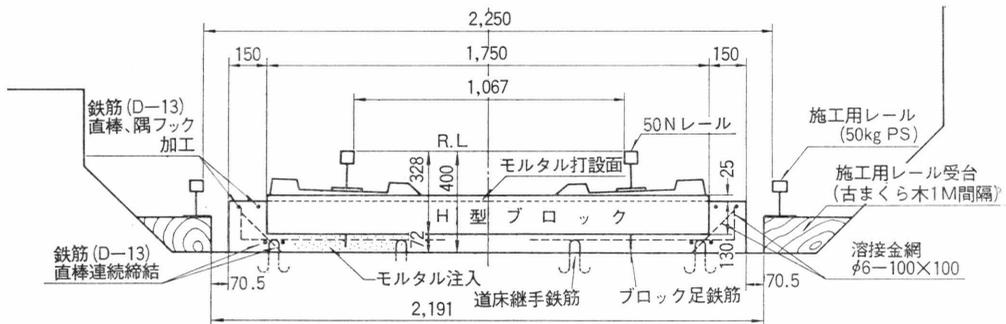
本路線全線において，平行道路と路盤敷が同一高さとなるのは瀬田六郷用水附近1カ所のみであったため，同個所において平行道路上のダンプトラックからバラストを路盤上運搬用トラックに直取りすることとした。こうして運ばれたバラストは，高架橋上の防水層保護のため小型キャタピラ式ブルドーザによりバケットで平滑にしながら少しずつ敷きならされた。さらにその上から順次ロードマットを敷設し，以後のトラックの動きを容易にするとともに荷重を分散させることにした。計画道床厚さは250ミリであったが，このうち150ミリ厚さの敷設を完了後，ただちにPCまくら木を工場から直送して敷並べ，さらに梶が谷基地からレールを運搬して軌きょうを敷設したのち，その軌道上に軌道モーターカーおよびダンプトロを走行させ，前出個所において直送バラストをショベルローダーで順次積込ませたうえで当該区間全域に散布させ，道床をしだいに計画厚さにまで盛上げる方法をとった。

昭和50年5月には瀬田開口部附近の折衝がまとまり，同地点における土木工事もようやくしゅん工したためただちに軌道工事に着手することとなったが，砂利道床の敷設には騒音，振動，ほこりなどが伴うためにあらためて地元への説明が必要と考え，土木担当者の紹介で地元関係者を訪問して説明を行なった結果，夜間および日曜日における作業休止の要望があり，これを受入れたうえで敷設に着手，昭和50年7月初旬には施工を完了した。

## 3) 駒沢～瀬田ずい道坑口間

駒沢から瀬田ずい道坑口までの約4キロメートルに，H型ブロック直結軌道方式を採用する軌道敷設を行なうものであった。工期は昭和50年7月から51年1月

H型ブロック直結軌道標準施工図



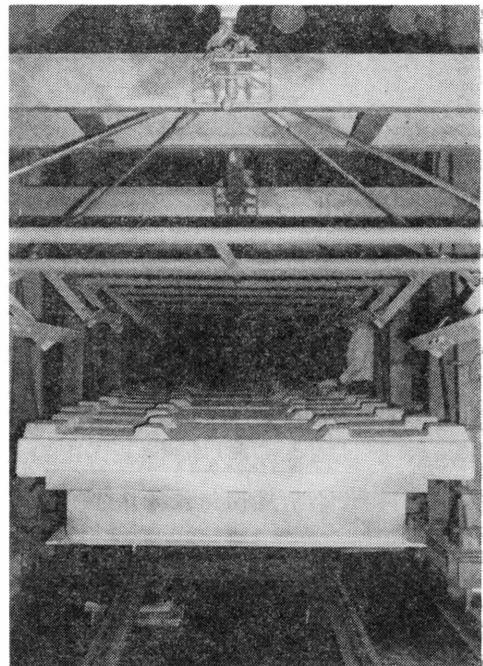
までの5カ月間、正味120日間とされた。

この着工に先立って、前出三軒茶屋の直立式通風口附近（渋谷起点3K400m～3K500m）下り線側に、H型ブロック軌道100メートルの敷設を計画、同方式による施工方法テストを行なった。これは従来の手持ち器具を使う軌きょう据付け方法から、機械化施工へと切替えるためのヒントを得るためであった。その結果、保持ボルトと切梁による軌きょう据付けよりも、上吊り式による方が簡易でありまた敏速な整正も可能であることが判明した。

### 使用機械類

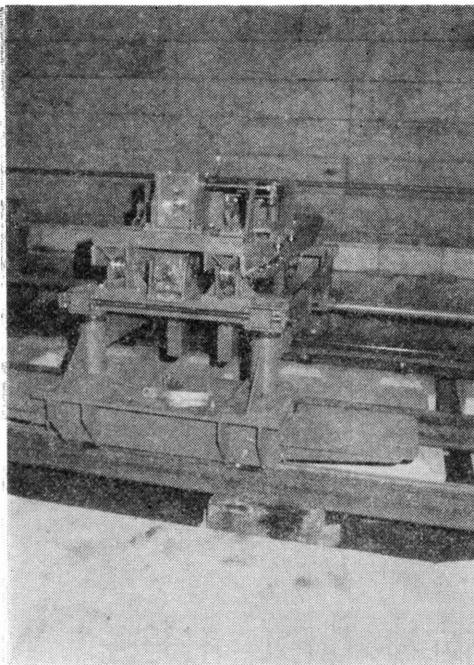
作業計画を日進100メートルとし、午前午後それぞれ50メートルの工程を1回ずつ繰返して行なう計画であったため、特別発注の機械設備は以下のとおりすべて50メートル軌きょう分を用意した。

1. モーターカー  
（G=1067mm 重連式）  
2台 松山重車両式
2. モルタルけん引車  
（G=2250mm）  
1台 松山重車両製

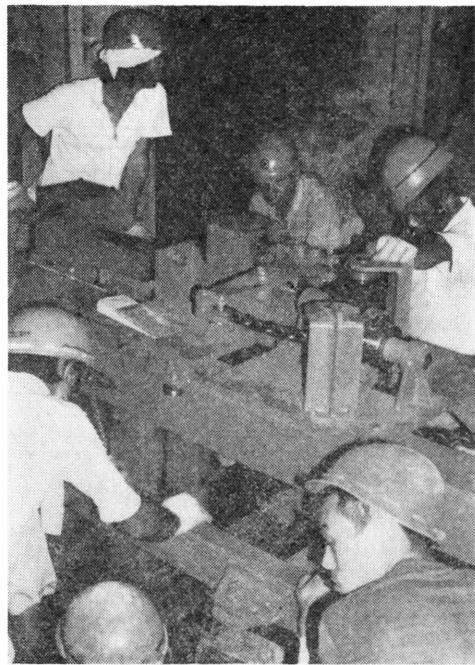


ブロック運搬車と吊上げ機

3. ブロック運搬台車 4台 (G=1067mm L=12m 5 H型ブロック10枚積み) 松山重車両式
4. ブロック吊上げ機 (G=2250mm) 20台 関ヶ原製作所製  
吊上げ装置には手動の巻上げウインチを使用 直巻能力2t以上手動操作力10kg内外で、2枚同時に吊上げられる構造
5. 軌きょう整正機 (G=2250mm) 22台 朝霞製作所製  
22台を2m5間隔で連結して50m軌きょうを吊上げ、一連の手動機械操作で整正する  
水平調整機構 (水平点を基準として) ±各40mm  
横移動機構 0～±60mm  
上下移動機構 0～265mm  
カント機構 ±50mm まで可能な構造を有する
6. モルタルミキサー (G=2250mm) 2台 松山重車両製
7. ローラー (レール送り用低地式) 100台 東光産業式



軌きょう整正機



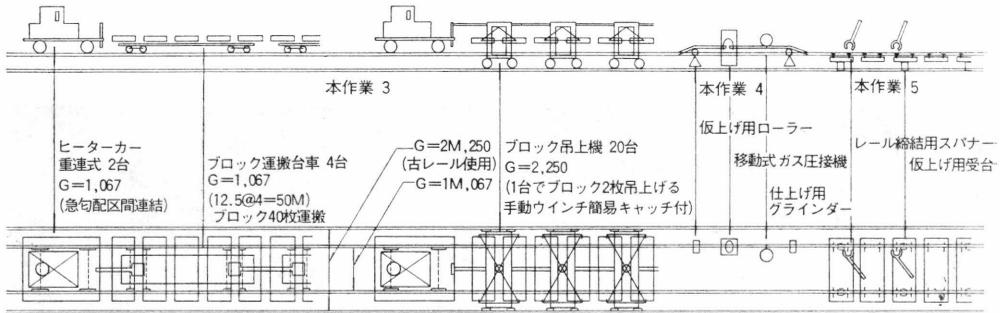
整正機による軌道敷設

計画施工方法

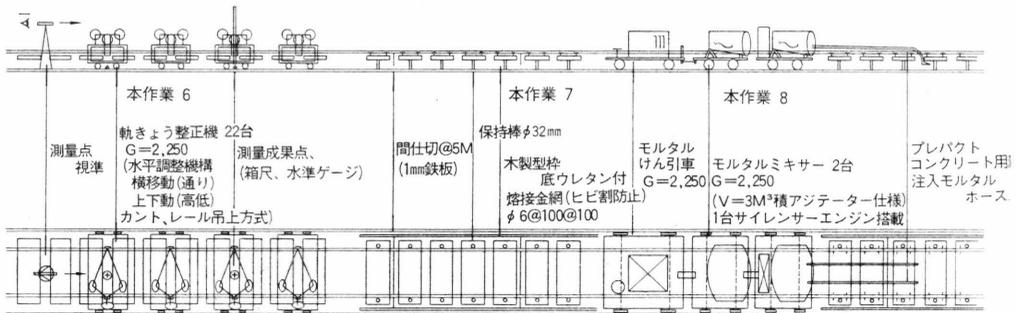
軌道敷設を能率的に行なうため、準備作業、本作業、後作業などを各班に分割したうえで一方向に一定距離を置かせ、本作業を軸に日進100メートルの等速度で施工するよう計画した。

- 準備作業 ①本線用レール仮軌道敷設班  
 ②施工用レール（G=2250mm）敷設班
- 本作業 ③H型ブロック運搬、取おろし班（下床清掃とも）運搬量80枚  
 ④レール圧接班（移動式圧接機）1日4口～8口  
 ⑤レール締結班、締結量320組  
 ⑥軌きょう整正班、保持棒取付け（微調整、静的検査とも）軌きょう整正長100m 昼夜間作業  
 ⑦型枠組立て、あみ筋、鉄筋組立て配列、作業量100m  
 ⑧モルタル打設、モルタル量約35m<sup>3</sup>

H型ブロック敷設機械配列図



本線用レール仮軌道(G=1,067)・施工用レール(G=2,250)敷設後最奥端部より順次H型ブロックを敷設  
 各班1日の施工速度を100Mとして一定距離をおいて逆進させる。



- 後作業 ⑨養生、型枠撤去、清掃  
⑩仕上がり検査

## 施 工

昭和50年7月初旬、用賀駅構内に仮設した中間杭、および桜新町駅構内にこれも仮設した中間杭の撤去が大幅に遅れている旨、土木担当者からの報告があり急ぎょ工程表が作り直された。

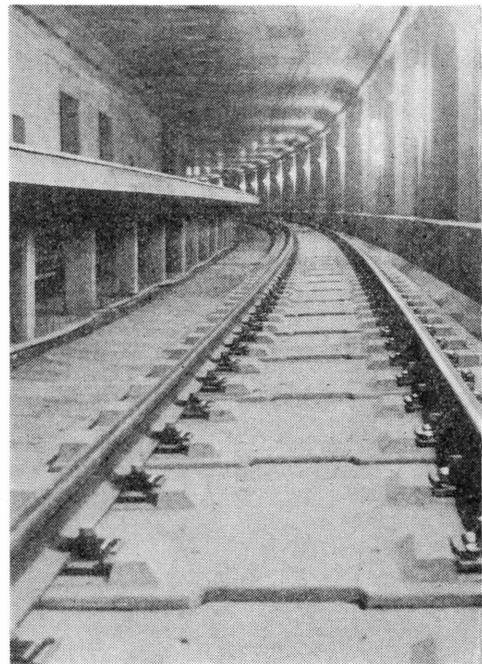
まず最初に、本線用レールおよび施工用レールを田園都市線梶が谷基地から搬入して、桜新町までの上下線を敷設した。つづいて上り本線用レールの敷設ならびに下り線のH型ブロック取付け作業に着手した。

さらに整正を完了し、第1回のモルタル打設延長50メートルを施工したのが昭和50年9月4日であった。以後、作業は順調にすすんだが、同年9月20日には本線用レールの敷設が上り駒沢公園に到達したため、同年22日早朝、当社副社長田中勇以下の幹部が二子玉川園駅に集合し、そこから駒沢大学駅までモーターカーに分乗して初の視察通勤を行なった。

H型ブロックの納入も順調であった。4種類のブロックの日産個数と型枠の製作を作業工程に組み込み、前日に種別と個数を注文し、生産を確認しながら1日80枚を運搬納入させた。

現場では連日、クレーンを使っての台車への取おろしおよび運搬吊上げ機による所定位置への小運搬などを行なったがこの取おろし作業は午前と午後各1回ですんだため、少数の作業員で余裕のある作業時間を組むことができた。

H型ブロックの上に仮上げ用ローラーを乗せて行なうレール圧接は、比較的容易な作業ではあったが、換気装置が未作動のためずい道内にはガスが立ち込めており、危険回避のため作業間隔として200メートルの距離を置いた。レール締結は



完成したH型ブロック軌道（用賀駅構内）

設計緊張度 1500kg/cm であるが、仕上がり検査後に全区間にわたって縮直しを行なう予定であったため、強めに締めさせた。

軌きょう整正は直線部 20メートル、曲線部 5メートルの測量成果点から中心高さを視準、軌きょう整正機により H 型ブロックを吊上げてから水平に調整し、ついでレールに水準ゲージを置き、中心線を測量点に合わせるよう横移動させて通りを整正し、さらに上下動を合わせて高低を整正するという方法によった。

この整正作業は 3 人 1 組となつて行なうこととし、前後の整正機にも作業員を配置することで能率を上げた。カントの付け方は振分け式であり、中心から双方向に 50 ミリすなわちカント 100 ミリまで可能であった。この軌きょう整正機は、レール底面にフックを掛けて吊上げる方式であったため、通常の保線作業におけると同様にレール面拝見の熟練視による確認検査も併せて行なうことができた。なお整正された軌きょうは保持ボルトで固定されたのち、これに対してさらに、それぞれの保線班長による糸張り検測が厳重に行なわれた。こうした検測の結果下床の出来ぐあいによって多少保持ボルトの埋まる個所も発見されたが、それらに対しては鉄片の挿入等による微調整、あるいは<sup>ねじ</sup>振切り式の保持ボルトならびに構築からの油圧ジャッキ等を用いて修正を行なった。

型枠は 3 分厚の耐水ベニヤ製であるが、底面にはウレタン材を差込んでモルタルの流出を防いだ。なお注入用モルタルの流動性が前述のとおり大きいため、硬化乾燥時における収縮によりヒビ割れの生じることが予測されたため、溶接金網（ $\phi 6 \times 100 \times 100$ ）を敷設したうえ、側面にも異形鉄筋 13 ミリ径 4 本を配列し、さらにブロック間の膨張収縮も考慮に入れて 5 メートルごとに間仕切りを入れることとし、1 ミリ厚の鉄板を 150 ミリの深さまで挿入した。こうした対処にもかかわらず、初期養生時において表面に数条の細いヒビ割れを生じた個所があり、接着剤の注入によってそれを補修したのであったが、その個所を除けば、そのご表面にはほとんどヒビ割れを生じなかった。このモルタル打設直前には、下床の清掃、ジベル筋起こし、溶接金網の持上げ、カントなりの用心鉄筋の配置などを厳しく確認してグラウトを行なった。

#### 注入モルタルの管理

時間当たりのモルタル製造能力および混練したモルタルの施工個所への輸送、さらに施工目標速度、この三つの要素をもとに綿密な施工計画をたてた結果、モ

ルタルプラントを当社用資材置場に設置した。その概要は、容量50トンのセメントサイロ1基、0.6立方メートル容量の混練用ミキサー2連、バッチサイクル（計量から排出まで）210秒、設計能力18m<sup>3</sup>/時というものであった。

また、ずい道内のモルタルミキサーが3立方メートル積みであったため、同容量のトラックミキサー1台も用意したが、その輸送サイクル（トラックミキサーからずい道内モルタルミキサーまで）は30分であった。

2台のずい道内モルタルミキサーについては、その役割を分割してそれぞれ、移動プラント、注入プラントとした。前者はモーターカーに連結され、通風口からのモルタル搬入を受けたのち打設場所までそれを運搬する役目であり、後者は打設場所においてさらにそれを受取って、打設する役目である。なお、前者にはMG-30（吐出量350ℓ/分）が備えられ、それを用いてのモルタル圧送を受ける後者にはジェネレーター（5kVA）と注入ポンプMG-10、3台（40ℓ/分×3台＝120ℓ/分）を設置した。後者がその容量分（3m<sup>3</sup>）のモルタル打設に要した時間は約30分である。

注入方法はグラウトホースをH型ブロックの切欠き部に設置して片押し注入するものであり、1日の延長150メートル、容積で40立方メートルを目標とした。またモルタル注入後4～5時間後には膨張したモルタルを除去し、凝結直前には木ゴテで表面仕上げを行なった。

ブロック面に平行厚とする仕上げなので、縦断勾配およびカントの大きい部分では苦勞するものと考えていたが、カント70ミリまではモルタルじたいの粘着力もあり、凝結直前の仕上げで十分に満足できる結果が得られた。70ミリ以上のカント個所は、凝結時間を予測しながら2度打設を行なって仕上げた。

なおこのプレパクトモルタルの施工には、技術経験の豊かな品質管理責任者とモルタル注入責任者を配置した。保持ボルトにはグリスを塗り、凝結後36時間以内に回し抜きにして型枠は外さずに充分養生をみた。

工事は流動性に富み、機械化施工を企図する初期の目的はおおむね達成されたが、日進100メートルの目標基準により各班の分割を100メートル単位とし、さらに各班相互に融通性を持たせたため、作業は広範囲なものとなった。軌道工はほぼ40人であり、後半期には、日進100メートルの工程に対応できる技術を持った。ただし工期厳守のため、当初は施工用レール（2250mm）の繰返し利用を計画していたが、連日のモルタル打設により動作が不可能となったため、全長（約

8.5 km) にわたり敷設した。

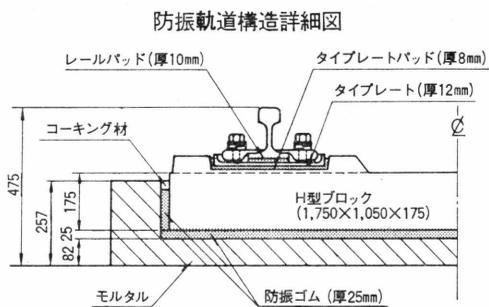
駒沢シールド内のモルタル打設が遅延したのは、同工事に関して地元との折衝を要した結果、遠方の通風口からモルタルを搬入することとなったことから運搬距離が長くなり、施工量が伸びなかったためである。

### 防振軌道構造

用賀駅構内の構築については、用地の買収が完全にできなかったため当初から一部を民地下の使用により施工することに決定、このため同駅構造物上部では民間分譲ビルが同時に建設中であった。

こうした背景により、構築とレール高には475ミリの余裕があり、防振軌道の設計を強いられることとなった。防振設計の方法としてこの時点で分かっていたことと言えば、構築の壁および床部を厚くすること、壁の外側に緩衝材を埋込むこと、バラストマットを下床に敷くことなどにすぎず、それらを合わせた効果は実験の結果10パーセントであるとされていた。そこで、施工が急がれていたこともあり、まだ研究途中ではあったが国鉄で一応の開発実験を終えていたスラブ軌道用防振ゴムマットを採用、H型ブロックの底面および側面にそれを貼りつけ、モルタルで填充することにした。

レールのアップリフトに対抗させるため、H型ブロックの厚みは175ミリ、側面は台形とし、ゴムとの付着面は清潔かつ平滑にして、セメダインによる工場接着を行なった（保持ボルトの穴はあけておいた）。



ゴムは打設モルタルよりも低い高さに抑え、発泡スチロールで面取りをしたのち、コーキング材を填充して漏水を防いだ。締結装置にはK F C 1-2型曲線用を採用した。そのバネ常数は37.3t/cmであるが、ゴムマット厚25mm、バネ定数4.2t/cm(100×100)を敷設したのちの総合バネ常数は31.3t/cmとなった。

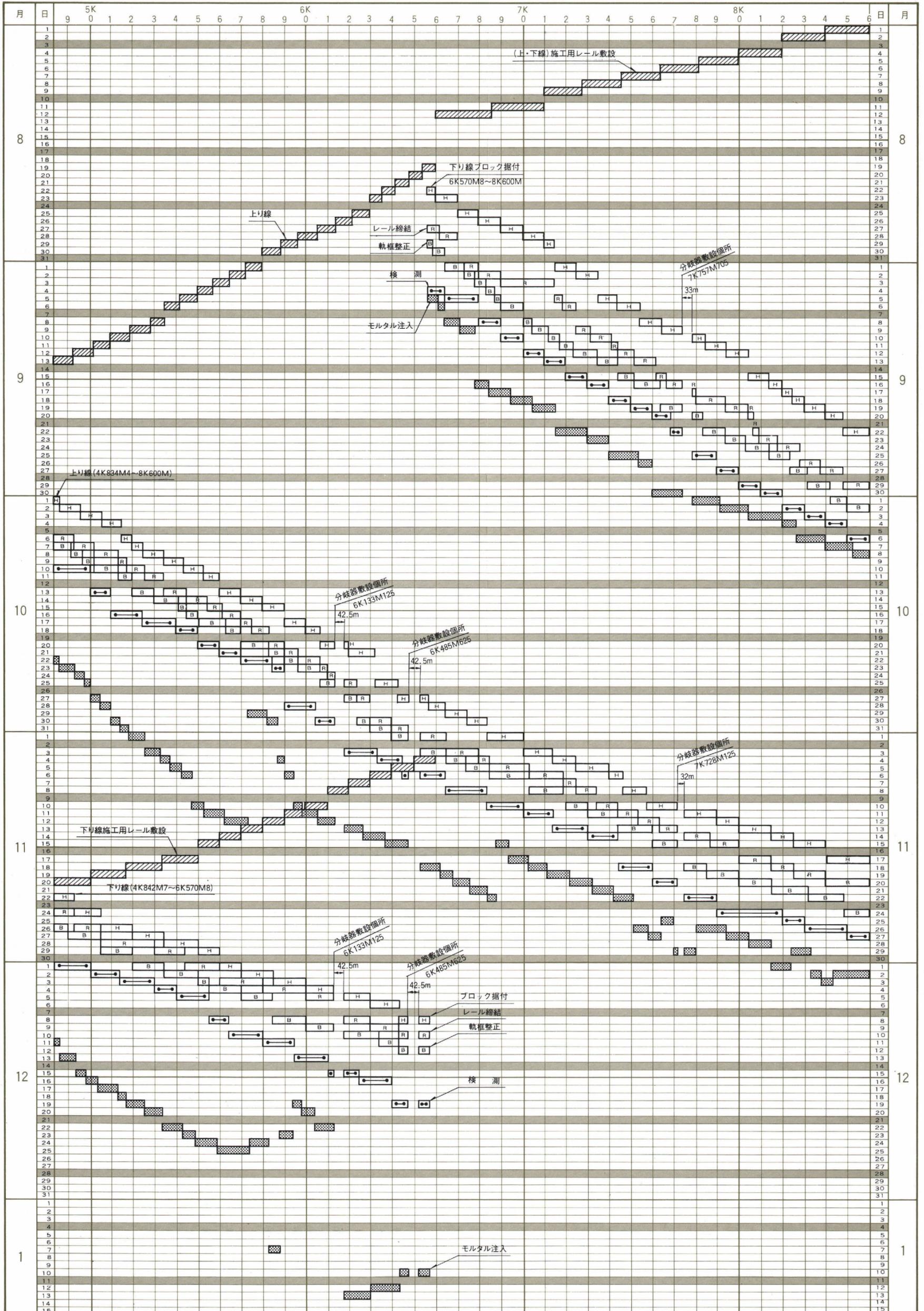
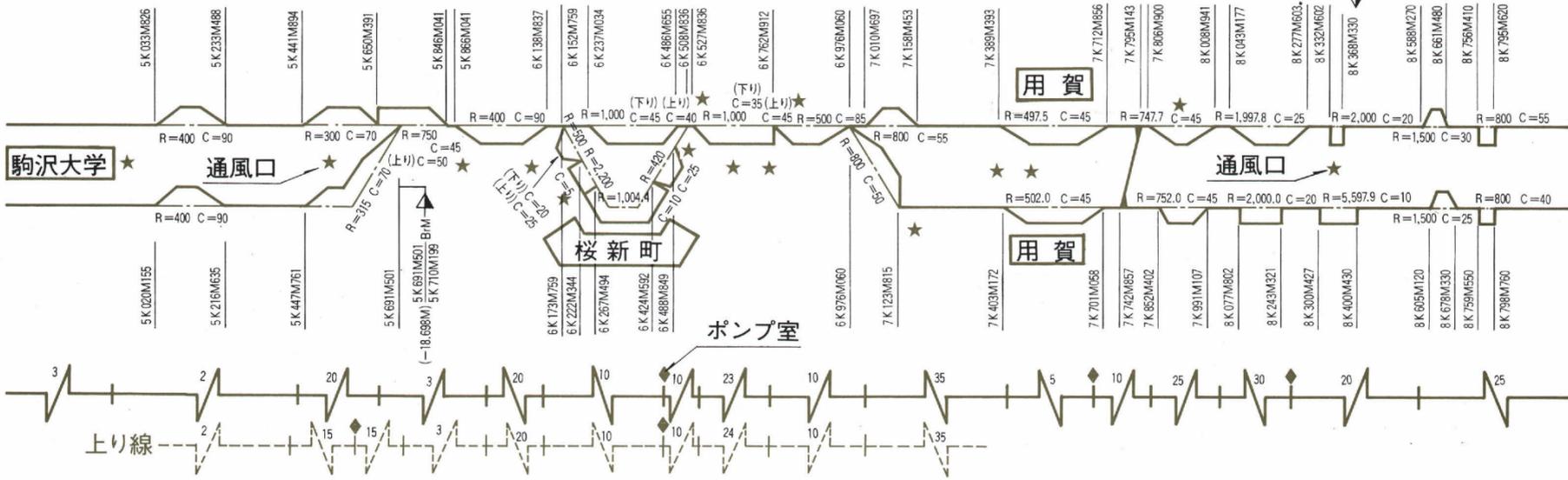
### 分岐器敷設

当路線に敷設した分岐器は、用賀駅の非常渡り用8番2組、桜新町駅に将来の急行運転計画に備えて設置した同用12番4組のほか、計14台であった（部分開通

# 軌道工事工程表 (H型ブロック実行工程)

(4K834M4~8K600M)

B.M 8K400M466 (-25.707M)  
8K426M173



のため二子玉川園駅には仮分岐器を設置した)。

また本路線がずい道内直結軌道であるため、分岐器は木まくら木コンクリート道床埋込み方式とした。その結果、コンクリート道床で周囲を固定したため、埋没は20ミリとなった。分岐まくら木には縫いボルト方式を採用し、動作不要を考慮した。

#### 4) 渋谷～大橋間

渋谷～大橋間(渋谷起点0 K 236m～1 K 334m)の渋谷シールド土木工事が予想外に順調な進展をみせたため、予定より早く、昭和51年11月26日には同区間の軌道工事に着手しレールを発進させた。それ以前の同年春頃から、駒沢シールド区間内環状7号線道路交差点下工事は困難を極め、同区間土木工事の工程が大幅に遅延すると考えられたため、渋谷～大橋間軌道工事用レールの搬入は、当初予定していた梶が谷基地からの、直接オンレールによる運搬計画と準備を急ぎょ変更して、池尻レール投入口からの投入によるものとし、道路管理者に該当地点道路の使用許可申請を提出したうえで、この年昭和51年10月中旬から短ブロック等の集結と投入作業を、渋谷起点1.5キロ附近において開始し、工事着手に備えたのである。

ずい道内における材料運搬には小型モーターカーを使用した。これはシールド発進基地の環6強制換気口を利用して、大型クレーンで取おろした。

工事の全般にわたって土木工事仮設設備を利用したため、準備に手間どることなく、作業はレール運搬、配列、レール癖直し、圧接、仮軌きょう組立て、短ブロック取付けと、等間隔で順調に行なわれた。作業員の現場把握とチームワークのよさもこれに加わって、以上の作業に関しては日進200ないし250メートルが記録された。軌きょうの整正および検測についても同様に日進200メートルが計画され、さらに微調整を100メートル行なって翌日にその100メートル分のコンクリート打設を行なうという手順が繰返された。

コンクリート打設については、まず路上のコンクリートミキサー車から圧送パイプで地下の運搬台車へ直送し、そこに仮置きしたうえでモーターカーによって現場へ輸送したため、スランプは10センチより多少硬めとなった。またこれを輸送する際に微調整後の軌きょう上を走行させるので、このための受け台の沈みを

考慮して高さを2ミリ上げて打設した。このコンクリートの運搬に関しては、運搬中の分離が起きないようにバイブレーターを使用して攪拌<sup>かくはん</sup>しながら行ない、打設に関しては短ブロック下面にすき間を生じないように、十分に締固めを行なった。

レール引伸ばしからコンクリート打設完了まで4カ月間、作業日数96日、平均日進は複線で35.4メートル（単線延長約71m）であった。

## 5) 中里～駒沢間

駒沢大学駅土木工事は、当初から国道246号線道路下に計画されたため、すでに首都高速道路3号線建設時において、既述のとおりそれとの同時施行で完成していた。しかし首都高速道路3号線基礎部分から民地下部分の間（延長660m）におけるシールド工事は、特に環状7号線道路との立体交差下におけるアンダーピニング等を含む難しい工事が多く、それが軌道工事の工期を短縮させる結果となっていたのである。

結局、中里～駒沢間（渋谷起点3K974m～4K632m）シールド区間の引渡しは、昭和51年2月10日および同月23日の2回にわたって、下床清掃のうえ土木担当から軌道担当に対して行なわれた。

この引渡しの際、上り線はただちにレールの引伸ばしを行ない仮軌きょうを敷設、同月下旬には一週間の期間ではあったが一部仮軌きょうにより、乗継ぎではあったが本線による渋谷～二子玉川園間レールが接続された。このために一時は作業衣、長靴姿の視察者あるいは見学者が引きもきらず、昼間時、担当者はその応接でまことに多忙を極めた。

上り線においては、短ブロック受け台方式によるコンクリート打設を駒沢大学駅方より蛇崩川ポンプ室方に向かって下り勾配で行なったが、下り線については前述した第3期工事におけるH型ブロック敷設時の仮設施工用レールが、まだ現場に残存していたためこれを再利用することとし、当該工事区間である約1.2キロメートルの全線にわたって敷設した。この措置はまず、工期の遅延を取戻すためには、上下線をそれぞれに分担する2班による同時施工とする必要があったこと、さらにこの仮線レールによるコンクリート運搬打設ならば、微調整後の軌きょうに負担をかけず作業をすすめられる利点のあること、などの理由によるものであった。

コンクリートの投入には中里換気口を利用したが、同換気口は当時まだ東京郵政局敷地内であり、その貸借関係および利用計画等につき同局と折衝中であったため、少なからず迷惑をかける結果となったが、同局側の理解と協力が得られたため無事に作業を完了することができた。

ミキサー車によって同換気口附近に運ばれたコンクリートを、圧送ポンプによって地下へ投入したのち、さらにそれをモルタル打設用モーターカーおよびアジテータによって現地へ運搬して打設した。ただしシールドの許容誤差により、施工用仮設レールが敷設困難な場所もあったため、最終的なこの工事のしゅん工は昭和51年6月中旬となった。

## 6) 待避台および両側排水溝工事

前述のとおり、駒沢から瀬田ずい道坑口までの約4キロメートルにわたるH型ブロック軌道の敷設時、その両側に仮設施工用レールを敷設したのであったが、これを撤去したのち、構築からの漏水および地下水の排水などを詳細に再検討した結果、新たな排水溝を打設することとなった。

また桜新町駅が上下型ホームであり、駒沢シールド終端から用賀駅までの間は単線上下型構造となっているため、待避設備をどうするかが懸案とされていた。そこでこの問題について最終的な検討をはじめたが、構築壁は建築限界より400ないし550ミリ外側にあり、待避に十分な余裕があったため上記単線区間の全長にわたって上下線とも待避台を設置し、さらに手すりを取付けて巡視時あるいは異常時の待避設備とすることにした。手すりは待避台の内側に高さ90センチ長さ1メートルのものを4メートル間隔で取付けることとし、ガスパイプ加工のうえ同待避台打設時の箱抜き後、それを埋設した。

以上の工事は昭和51年6月初旬から着手されたが、本線軌道完成後であったため、駅建築工事、電気関係工事、設備関係工事等の材料運搬ならびに諸施設取付け等が各所で施工中であり、線路使用に関しての工程打合わせを各作業責任者が集まって定期的で開催し、末端まで指示を徹底させることにより作業の安全を図りつつ行なった。

排水溝ならびに待避台の施工に当たっては、敷設レール側面および構築壁から切梁をとり、それによって型枠を決めた。待避台表面は木ゴテはけ仕上げ加工と

し、さらに側壁面からの漏水を考慮して30ミリ角の水切り面付けと水切り目地付けを行ない、道床面あるいは待避台面に地下水が広がらないよう配慮した。

## 7) その他の設備工事

### 待避所施設

上記H型ブロック軌道敷設区間以外の地下区間の全線にわたり、ほぼ20メートル間隔で、中間壁間に待避箇所を指定して待避所とした。また構築内に待避所設備のあるところには、待避所標示板を取付けた。これら待避所のすべてに、列車通過時の風圧から身を護り安定を得るための、ステンレス製特注手すりを設置した。



桜新町待避台

### 非常用工具箱の設置

開業後の線路保守作業として、もっとも重要なものは線路巡視である。そこでこのためのずい道内歩行を対面交通とすることにし、週1度の線路面歩行工程を計画したうえ、同作業に必要な工具類を収納する非常用工具箱を、渋谷、三軒茶屋、桜新町、用賀、瀬田、二子玉川園の6カ所に設置した。それらの箱にはそれぞれ加工継目板、継目ボルト、ハンマー、バール、スパナなどを備え付けた。

### 諸標類

アクリル製プラスチック板により諸標類を設置したが、色は白地に黒文字とした。キロ程標示は直線部で10メートルごと、曲線部で5メートルごとに取付けた。それらは構築にウェジットネジ締付けにより取付けられている。また保守面での考慮から構築側背面（ネジ締付け側）にワッシャーを用いて間げきを設け、漏水による汚れを防止している。

軌道工事費一覧表

単位 百万円

区間 項目	渋谷構内 営団委託	渋谷～駒沢大学 L=9,442m	駒沢大学 ～瀬田開口部 L=7,941m	瀬田開口部 ～二子玉川園 L=2,069m	二子橋梁区間	その他工事	機 械 費
工事内容	直結軌道	短ブロック 直結軌道	H型ブロック 直結軌道 (分岐器6組を含む)	P.C. 砂利道床 (分岐器2台、 伸縮4組)		待避台及 諸標工事等	モーターカー等
業社名	——	東急建設	東急建設	神光工業 東急建設 直営	東急建設 直営	東急建設	東急 トレーディング 伊岳商事
支給品	——	245	420	55	37	——	——
工事費	——	497	437	24 16 2	16 8	119	——
小計	36	742	857	97	61	119	169

総工事費 2,081百万円

軌道工事労務作業員月別一覧表

注：指揮者・監督員及OPは含まず

		軌道工 (全4班)	レール 輸送・材 料運搬工	レール 圧接工	コンクリート 道床打設工	モルタル 道床打設工	安全側道 枠工及 コンクリート工	水道・電気 仮設工	標識・手摺 取付工	計
49年	11	100	100					35		235
	12	153	170					35		358
50年	1月	170	130	7				16		323
	2	700	200	94	30					1,024
	3	909	110	70	48					1,137
	4	1,160	60	108	72					1,400
	5	1,207	60		60					1,327
	6	1,031	70	58	48					1,207
	7	750	84					50		884
	8	391	49	22		234		25		721
	9	1,080	175	115		715		75		2,160
	10	1,118	128	71		602				1,919
	11	1,619	120	60		919				2,718
	12	1,417	90	146	30	862				2,545
51年	1月	1,337	40			356		16		1,749
	2	1,162	56	178	57	370		20		1,843
	3	1,287	56	36	51	60	40			1,530
	4	988		36	42					1,066
	5	814			30					844
	6	1,023								1,023
	7	1,072								1,072
	8	1,047			18		100			1,165
	9	762		42			100			904
	10	490	45					30	10	575
	11	654						60		714
	12	739							60	799
52年	1月	195							100	295
	2	99							120	219
	3	225		6					30	261
	4	11								11
合計(人)	23,710	1,743	1,049	486	4,118	240	362	320	32,028人	