

## 営団地下鉄11号線 渋谷～蛸殻町の建設現況

塚田 章\* 大原 宜恒\*\*

### 1. 11号線の概要 (図-1 参照)

現在、東京およびその周辺の都市高速鉄道網は、運輸政策審議会の答申によれば1号線から13号線まで計13路線が計画されている。11号線は二子玉川～蛸殻町間19.8kmの路線である。完成時には新玉川線、田園都市線との相互直通運転が行われる。将来はさらに隅田川を渡り、深川扇橋まで延伸される計画であり、全通時にはほぼ東京を東西に横断する大幹線となるものといえよう。この路線の主な目的は、①銀座線の混雑緩和、②田園都市線沿線部を中心とした東京西南部と都心部を結ぶ交通機関の整備、③都心部の皇居西北地域の開発発展等に資することにある。本路線のうち、二子玉川～渋谷間は本年4月7日、東急新玉川線としてすでに開通し、営業されており、都心部の渋谷～三越前間のすみやかな完成によって11号線の建設効果が十二分に発揮されることが望まれている現状である。

現在建設中である渋谷～三越前間のルートは、渋谷から青山通りの道路下を銀座線とほぼ並行して赤坂見附交差点に至り、衆・参両議院議長公邸下を通り、国立劇場裏付近で左折し、皇居西側の区道下を通り、右折して靖国神社付近で靖国通りの道路下に入り、都営10号線と並行して神保町交差点に至る。さらに、同交差点を過ぎた付近で10号線と分離し、右折して気象庁前を経て、大手町ビルと読売新聞社の間の区道下を通り、国鉄常盤橋架道橋、新総武線、常盤橋下を横過し、三越前に至る延長10.1kmのものである。この間には渋谷、表参道、青山1丁目、永田町、半蔵門、九段下、神保町、大手町、三越前の9駅が設置され、半蔵門を除く他の8駅はすべて既設路線と連絡される。特に九段下駅は10号線および東西線と、神保町駅は10号線および6号線と、

大手町駅は6号線、千代田線および丸の内線と連絡し、高速鉄道網の中核となる。

本路線は前述のように既設線との交差等の関係により一般に深く、40mを越す箇所もある。地下鉄構築の設計、施工法は原則的には駅および留置線部は開削工法による箱形トンネル、また、駅間の走行トンネル部はシールド工法による円形トンネルとなっている。なお、永田町、三越前の2駅はシールド工法によるめがね形駅、また、表参道駅取付部付近の走行トンネルの一部は開削工法による箱形トンネルとなっている。このためこの路線の約64%がシールド工法で施工されることとなり、戦後、地下鉄建設を開始してから約22年にして、かつては100%であった開削工法区間の割合がシールド工法区間より減少するという地下鉄建設工法の著しい変化を示している。

### 2. 建設概況

#### (1) 全般

本路線の工事は昭和48年3月、平河町において工事に着手して以来全区間を次の三つの区間に分けて工事が進められている。

第1区間：渋谷～永田町駅終端部

(管理延長 4,393 m)

第2区間：永田町駅終端部～九段下駅始端部

(管理延長 2,284 m)

第3区間：九段下駅始端部～三越前駅

(管理延長 3,420 m)

第1区間については、永田町駅のホーム部を除いてすでに構築は完成し、土木工事は現在埋戻し、路面復旧等の復旧工事の段階に入り、軌道、電気、建築等の施設工事も永田町駅を除き、全線にわたって進められている状況にある。第2区間については、一部に住民から路線反対運動が起り、現在未着工の状況がある。第3区間につ

\* 帝都高速度交通営団建設本部建設事務所長

\*\* 帝都高速度交通営団建設本部建設事務所副所長



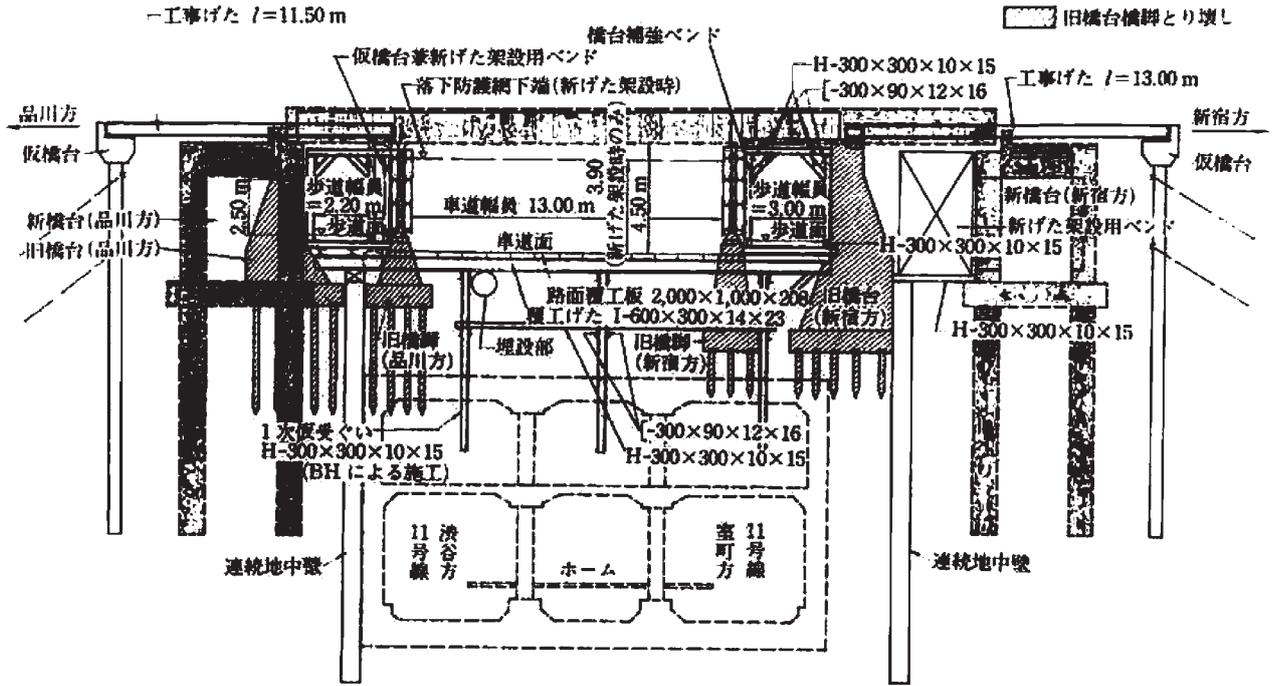


図-2 渋谷駅構内宮益架道橋部施工図

いては、開削工法による大手町駅、シールド立坑工事は完成し、現在はシールド工事が主体として進められている。

(2) 渋谷～永田町駅終端部間

道玄坂工区、渋谷工区、渋谷1工区、および国鉄委託工区に分割して工事を行った渋谷駅部は交通量の多い都内有数の繁華街での工事であり、環境、施工条件が厳しく、渋谷地下街の下受け、国鉄宮益坂架道橋下通過に伴う同橋の架替え、渋谷川横断に伴う鉄橋仮受け等、難工

事であったが、関係各位の協力を得て地下3階構造の渋谷駅を完成し、本年4月7日、新玉川線の開通を迎えることができた。現在は埋戻し、路面舗装等の復旧工事を行っているが、同工事もほとんど終り、本年末には工事が完了する予定である(図-2参照)。

渋谷2工区は渋谷駅と表参道駅を結ぶ延長660m、外径6.5mの単線併列型シールドトンネル工事であり、渋谷1工区渋谷駅終端部立坑を発進基地として赤坂見附方向へ掘進した。発進初期は砂れき層からの湧水がはなはだしく、また、国道部においては銀座線への近接あるいはその下の横断等に慎重な施工を要求されたが、無事昭和51年6月に掘進を完了し、その一部はすでに新玉川線の折返しに使用されている。

表参道4A、5A工区は青山学院記念会館前付近から始まり、銀座線表参道駅および千代田線との交差部分を含め延長676mの区間の工事である。銀座線の表参道駅は11号線の表参道駅と一体構造として同一方向、同一ホームの駅となるため旧位置から約200m赤坂方へ移設される。昭和51年12月1日、移設切替が完了し、現在銀座線は新駅が使用されている。4A工区始端部構築は移設完了後、旧表参道駅の一部支障箇所を取り渡し、築造した。両工区とも構築はすべて完成し、復旧工事中である(図-3参照)。

青山1工区は青山1丁目駅の始端側に

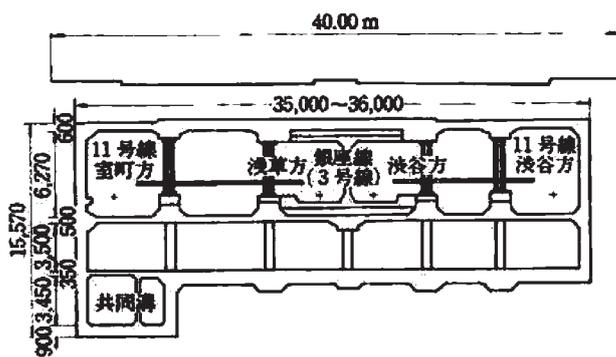


図-3(A) 表参道駅横断面図

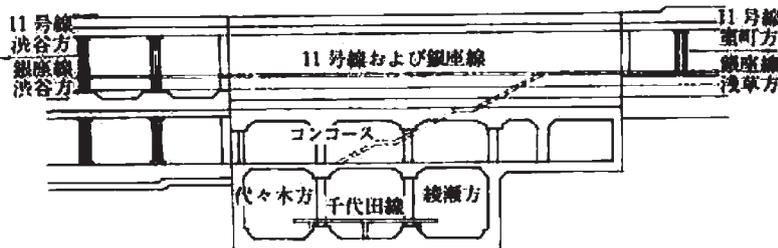


図-3(B) 表参道駅縦断面図

あたり、延長 77.5 m、2 階構造の立坑である。すでに昨年 12 月に竣工し、北青山工区の単線併列シールドの発進基地として使用された。

北青山工区は延長 894 m の単線併列シールド（外径 6.5 m）の工事であるが、路線は銀座線と近接、並行、ないしその直下を通過する。このため工事に先行して銀座線トンネル内から防護注入を行い、シールド掘進後、さらに坑内から 2 次注入を行って、変状防止に努めた結果、銀座線にはほとんど変状が見られなかった。A 線側は昭和 51 年 12 月、B 線側は昭和 52 年 2 月に貫通した。

青山 2 工区は青山 1 丁目交差点とその付近において青山 1 丁目駅の中央部 200 m を築造する工事であり、銀座線の構築の一部が 11 号線に支障するため駅施設を切替えながら工事を進め、本体工事は完了し、現在連絡地下道築造および復旧工事を行っている。

元赤坂 1 工区は青山 1 丁目駅の終端部にあたる延長 82.7 m の区間であり、昭和 50 年 9 月、構築は完成し、隣接の元赤坂 2 工区シールド工事の発進立坑として使用された。

元赤坂 2 工区は、青山 1 丁目駅と永田町駅を結ぶ延長 1,136 m の単線併列シールド（外径 6.61 m）であり、銀座線と近接、並行あるいは直下を通り、赤坂見附交差点付近では丸の内線を横断し、さらには歩道橋、赤坂陸橋橋台、高層ビル等に近接し、下りこう配で進み、終端部は滞水層に入り、加えて曲線半径も 200 m および 250 m の急曲線を施工する難工事であった。機械掘りシールドを使用し、薬液注入、ディープウェル等の補助工法を併用して昭和 52 年 2 月および 5 月に無事貫通した。機械掘りシールドの詳細については図-4 を参照されたい。

赤坂見附工区は赤坂見附交差点において永田町駅の始端側の駅施設を収容する地下 4 階構造、延長 55 m の立坑と、銀座線、丸の内線赤坂見附駅との連絡通路を築造する工事である。本工区は坂部でこう配がきつく、地形、構築形状とも複雑で、掘削深も 22~23 m という深

さの交差点下の工事であり、立坑部は路下で壁式連続地中壁を施工し、間げき水圧の高い滞水砂層のためディープウェルを併用するとともに、土留工の一部にアースアンカーを使用して掘削を行った。また、連絡地下道部では丸の内線異高形トンネルとポンプ室を下受けた工法により下受けし、掘削を行った。現在は復旧工事もほとんど終り、出入口工事を施工中である。

永田町 3 工区はめがね形シールド駅である永田町駅のホーム部分、延長 210 m を築造する工事である。本線部の併列シールドは昭和 52 年 5 月および 6 月にそれぞれ貫通し、現在本線部シールドトンネル内の上下床縦げたのコンクリート打設、鋼管柱連込み、変形防止工を施工中であり、この工事と併行して 9 月 10 日からルーフシールドが掘進を開始し、2 本の本線シールドの中間部を切抜ける第 1 段階として中間部の上段を掘削中である。この第 1 次掘削と併行して中間部のアーチコンクリートを打設し、さらに中間部の下方を掘削し、下床コンクリートを打設する予定である。本工事は昭和 53 年夏完成の予定である（図-5 および写真-1 参照）。

（3）九段下駅始端部～三越前駅間

九段下駅、神保町駅を含む延長 775 m の区間は、東京都交通局施工の 10 号線と並行するため一体構造となり、同局に施工を委託している。委託区間は大断面であり、開削工法によるが、一部組橋下では凍結工法を採用している（図-6 参照）。

神保町 1 工区は交通局委託区間の終端部から民地部にわたり、延長 26 m、地下 2 階構造の複線シールド到達立坑を築造する工事である。10 号線工事と工程、施工法を調整しつつ施工にあたり、現在掘削が完了し、鉄筋コンクリートを構築中である。なお、地上 9 階、地下 2 階のビル下受部は地質が軟弱な関係もあって逆巻工法により中床を施工した。

神保町 2 工区は竹平町工区の立坑を発進基地とし、パイロットシールドを併用して始点方向へ掘進する延長 767 m のシールド工事であり、シールド外径 9.8 m の複線トンネルである。現在気象庁用地内の作業基地を築造中である。

竹平町工区は気象庁前の交差点内に延長 48.5 m の地下 4 階構造の立坑を築造する工事である。この立坑は始端側の神保町 2 工区複線シールド、終端側の大手町 4 工区単線併列シールドの各発進基地として使用する。この付近の地質は上部が軟弱なシルト層、下部が地下水を豊富に含んだ砂れき層であり、大手塚に隣接して深さ 42.5 m の掘削を行う関係上、まず、上部土留工として柱列式連続地中

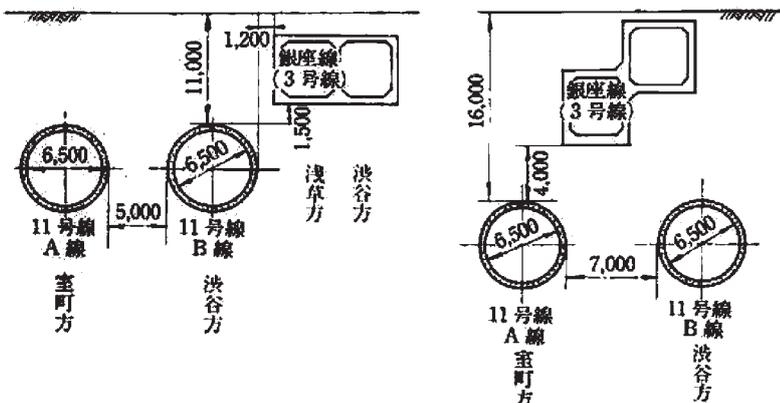
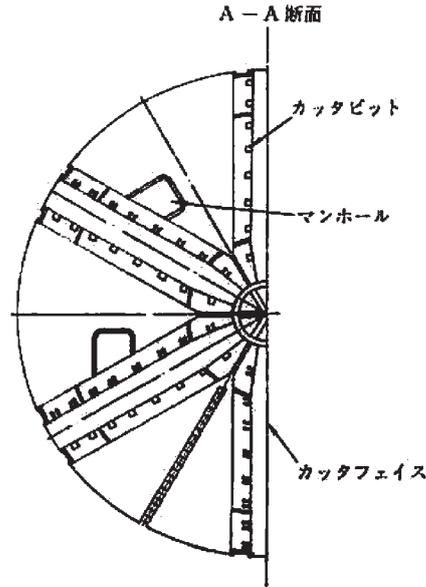


図-4 (A) 元赤坂 2 工区シールド関係横断面図

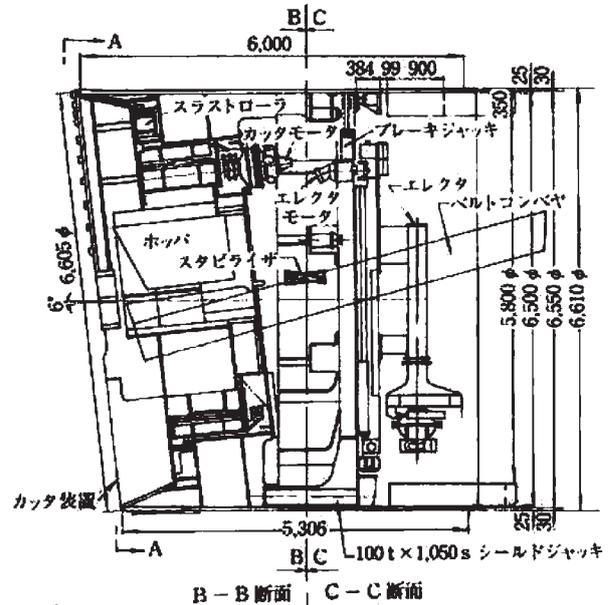
シールド機械仕様

形 式	ドラムシャフト傾斜型機械式シールド機	
掘削方式	全断面掘削ブラインド可能型	
シールド本体	外 径	6,610 mm
	内 径	6,550 mm
	全 長	6,000 mm
	板 厚	30 t (フード部除く)
シールドジャッキ	推力×ストローク×圧力×数量	100 t×1,050 s×350 kg/cm <sup>2</sup> ×30 本
パワーユニット	モ ー タ	15 kW×6 P×400 V 3 台
	油 圧 ポンプ	定吐出型 17.3 l/min×350 kg/cm <sup>2</sup> 3 台
ブレイキ板用ジャッキ	推力×ストローク×数量	60 t×100 s×2 本
推進速度	ジャッキ全数使用時	0~61 mm/min
掘削力(m <sup>2</sup> 当り)		87 t/m <sup>2</sup>



カッタ仕様

カッタ形式	単軸スプロケットチェーン駆動式	
カッタ	外 径	φ=6,605 mm
	ピ ッ ト 数	122 個
	旋 回 ト ル ク	低トルク 150 t-m at 105 kg/cm <sup>2</sup> 中トルク 200 t-m at 140 kg/cm <sup>2</sup> 高トルク 300 t-m at 210 kg/cm <sup>2</sup>
	回 転 数	低速 0.6 rpm at 210 kg/cm <sup>2</sup> 中速 0.9 rpm at 140 kg/cm <sup>2</sup> 高速 1.2 rpm at 105 kg/cm <sup>2</sup>
パ ワー ユ ニ ッ ト	モ ー タ	75 kW×6 P×400 V 4 台 可変吐出型 4 台
	油 圧 ポンプ	320 l/min at 105 kg/cm <sup>2</sup> 240 l/min at 140 kg/cm <sup>2</sup> 160 l/min at 210 kg/cm <sup>2</sup>
	油 圧 モー タ (カッタモータ) (8台)	(10 l/rev) 1.5 t-m at 105 kg/cm <sup>2</sup> 2 t-m at 140 kg/cm <sup>2</sup> 3 t-m at 210 kg/cm <sup>2</sup>



エレクタ仕様

エレクタ形式	リングギヤ式	
伸 縮 ジャ ッ キ	ジャッキ	6,4 t×900 s×100 kg/cm <sup>2</sup> 2 本
	つり上げ力	7 t
	押付力	12.8 t
旋 回 パワーユニット	モ ー タ	22 kW×4 P×400 V 1 台
	油 圧 ポンプ	定吐出型 75 l/min—120 kg/cm <sup>2</sup>
	油 圧 モー タ	342 kg-m—130 kg/cm <sup>2</sup>
伸 縮 パワーユニット	モ ー タ	5.5 kW×6 P×220 V 1 台
	油 圧 ポンプ	15 l/min—100 kg/cm <sup>2</sup> 1 台
セグメントサポートジャッキ	ジャッキ	3,1 t×100 s×100 kg/cm <sup>2</sup> 2 本

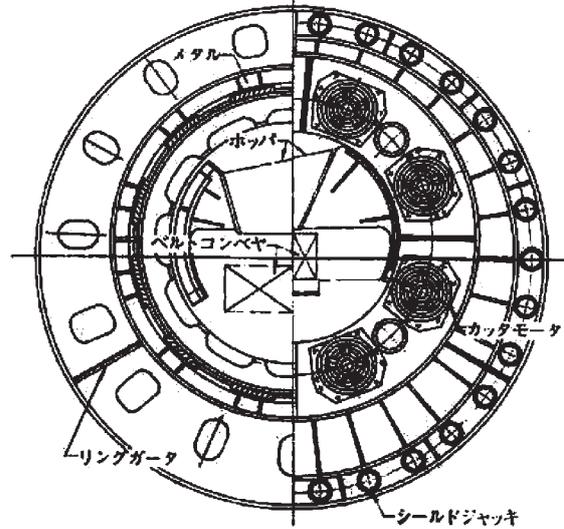


図-4 (B) シールド機械および仕様 (元赤坂2工区)

壁を施工して地表面から約 10 m まで掘削し、次に坑内において下部土留工として壁式連続地中壁を施工して掘削を行った。工事は昨年 11 月に竣工した。

大手町 4 工区は竹平町立坑から大手町方向へ掘進する延長 451 m の単線併列シールド工事であり、シールド外径は 6.6 m である。現在、大手塚横の清磨呂公園内において作業基地を築造中である。

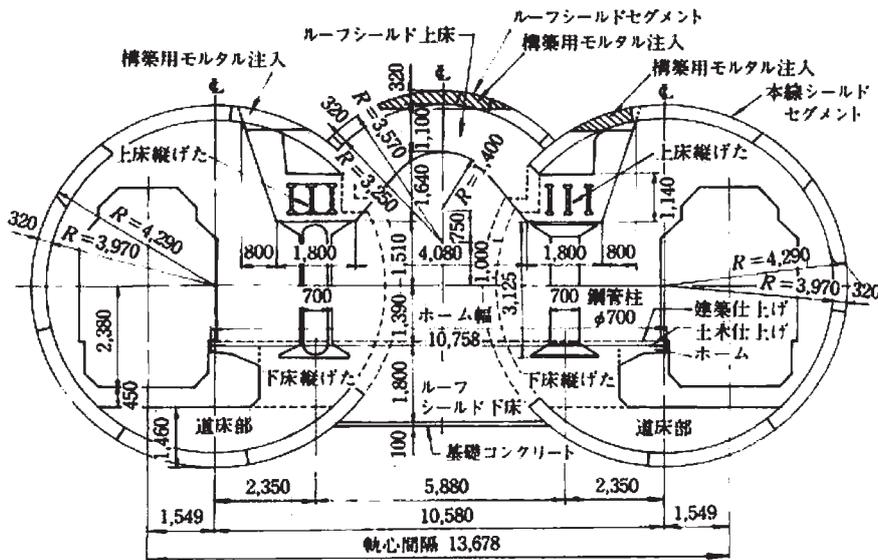
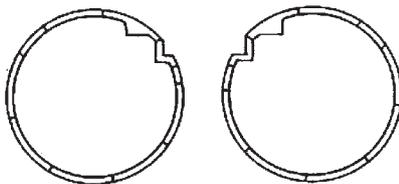
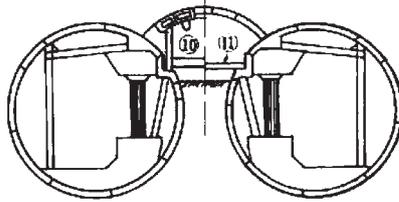


図-5 (A) めがね形シールド駅横断面図 (永田町駅)

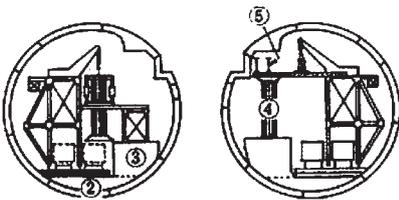
1. 本線シールド掘進
  - ① 本線シールド掘進



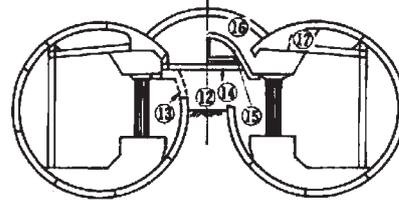
4. ルーフシールド施工
  - ⑩ ルーフシールド掘削
  - ⑪ L 型部切ばり



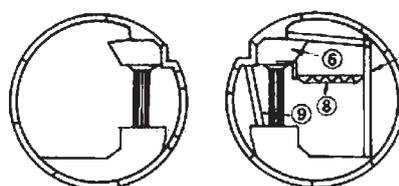
2. けた, 柱の施工
  - ② インバートコンクリート打設
  - ③ 下床げたコンクリート打設
  - ④ 鋼管柱達込み
  - ⑤ 上床鉄骨げた達込み



5. アーチ部の施工
  - ⑫ 2次掘進
  - ⑬ L, K 型セグメント解体
  - ⑭ 切ばり盛替え
  - ⑮ アーチセトル組立
  - ⑯ アーチ鉄筋コンクリート打設
  - ⑰ 上床 D 型部コンクリート打設



3. 本線部の補強工
  - ⑥ 上床げたコンクリート打設
  - ⑦ 変形防止用支保工達込み
  - ⑧ 作業床設置
  - ⑨ ルーフシールド受支柱達込み



6. 下床版の施工
  - ⑱ 3次掘削
  - ⑲ B 型セグメント解体
  - ⑳ 下床切ばり
  - ㉑ 下床コンクリート打設
  - ㉒ 上床切ばり切断, 変形防止支保工解体撤去
  - ㉓ ホームコンクリート打設

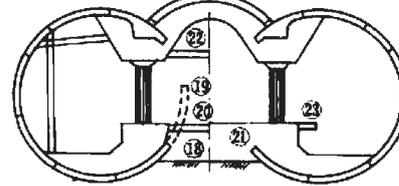


図-5 (B) 施工順序図

大手町 5 工区は読売新聞社、大手町ビル、産経ビルにはさまれた区道下に開削工法により延長 234 m、地下 4 階構造の大手町駅を築造する工事である。同駅は始端部では千代田線、6 号線と、終端部では丸の内線と隣接または交差し、相互連絡が可能となる。工事は各営業線構築の下受け、連絡工事のほか、両側の大きなビルの防護対策に注意を払って施工にあたり、すでに本年 6 月に竣工した。

大手町 6 工区は大手町駅終端部分 39 m を開削工法で築造する工事であり、三越前に向う単線併列シールドの発進立坑である。沿道の通信博物館、市外電話局等のビル防護、国際線ケーブルを擁した電々洞道をはじめとする幅狭した地下埋設物の防護には非常な神経を使ったが、工事は昨年 4 月に竣工した。

大手町 7 工区は大手町 6 工区立坑から三越前に至る延長 429 m の単線併列シールド工事であり、シールド外径は 6.5 m である。沿道には市外電話局、データ通信センター、日本ビル等がある。また、国鉄新総武線、電々洞道、八重洲幹線下水、東電常盤橋洞道等の地下施設物をはじめ、高架の国鉄常盤橋架道橋、首都高速 4 号線分岐線その他、常盤橋、日本橋川が横過する関係上、これらの各種構造物等に入念な防護対策を実施し、細心の注意を払いながら掘進し、無事本年 8 月に到達した。

本石町工区は外堀通りの常盤橋交差点内に延長 36.5 m の地下 4 階構造の立坑を開削工法で

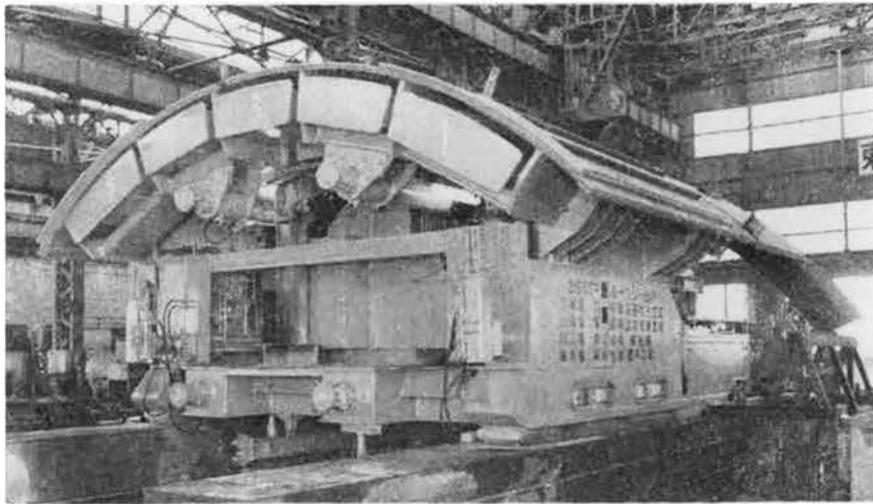


写真-1 ルーフシールド

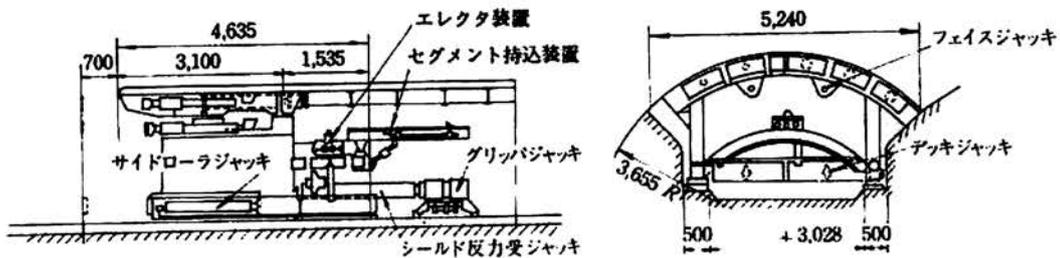


図-5 (C) ルーフシールド機械略図

築造する工事である。この立坑は三越前駅シールドの発進基地として使用し、将来は三越前駅始端部となり、出・改札、駅務室、換気室、電気室等の駅施設が設けられる。日本橋川に近接し、掘削深も大きく、しかも、八重洲幹線下水（シールド）を下受防護する必要がある。また、地盤も悪く、掘削底面上4 m付近の砂層においてボイリングが発生したため、ウェルポイントを使用して湧水処理を行った。工事は昨年10月に竣工した。

室町1工区は本石町工区立坑を発進基地とし、三越前駅ホーム部分、延長251.8 mをシールド工法で築造す

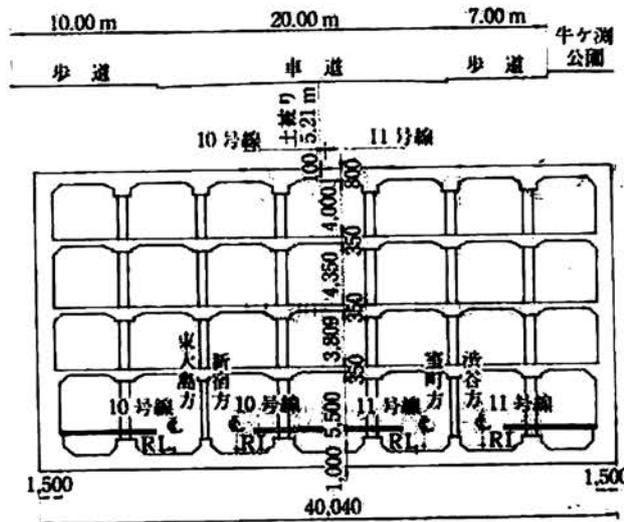


図-6 九段下駅横断面図

る工事である。永田町3工区と同様のめがね形シールド駅であり、工法は、まず両側に2本のシールド（外径8 m、シールド間隔2 m）を併列で貫通させた後、2本のシールドの上部を半円形のルーフシールドで掘削し、2本のシールドをつないで一体構造とするものである。この工事はシールド推進に対し高い施工精度が要求されるが、蛇行は現在50 mm以下である。また、シールドは図-7に示した半機械掘り式真円保持装置付シールド掘削機を使用している。沿道には東京銀行、三越新館、興和火災海上等のビルがある。現在A線は掘進を完了し、B線の掘進も間もなく完了する。

室町2工区は道路元標の置かれた日本橋北詰交差点から、一部江戸橋方向への区道部を含む路下に延長97.2 mの地下5階構造の立坑を開削工法で築造する工事である。この立坑は始端側は三越前駅めがね形シールドの到達、終端側は蛸塚町方向への複線シールドの発進の基地として使用し、将来は三越前駅終端部として各種駅施設が設けられるとともに銀座線との相互連絡通路等となる。沿道には大きなビル群があり、また、川側は江戸時代から震災前にかけて魚河岸が置かれて栄えた土地のため、地中の旧魚河岸の残材や木片、構、舟、石垣等の障害物がくい打ち作業に支障し、これらの取片付けに日時を要した。工事は本年6月に竣工した。

室町3工区は室町2工区を発進基地とする延長269.5 mの複線シールド（外径9.8 m）工事である。当工区

は 11 号線の終端工区であり、開通時は直線を設け、折返線として使用する。現在シールド機械の製作、ビル防護用往列式連続地中壁の施工等、シールド掘進工事の準備を進めている段階であり、来年 4 月頃、シールド発進を予定している。

### 3. む す び

11 号線も昭和 48 年 3 月、平河町工区工事に着手して以来逐次工事を発注し、鋭意施工にあたってきたが、すでに 4 年と 6 カ月が経過した。幸いにして関係各位の多大のご協力により一部を除いて工事は順調に進行し、昭和 53 年中頃には渋谷～青山 1 丁目間については軌道、電気、建築等の施設工事もすべて完了する予定である。しかしながら、平河町～九段上間が未だに着工にいたらず、早期開通を望む多くの人々の期待にそえないことは誠に残念であり、関係者のご理解を切に望む次第である。

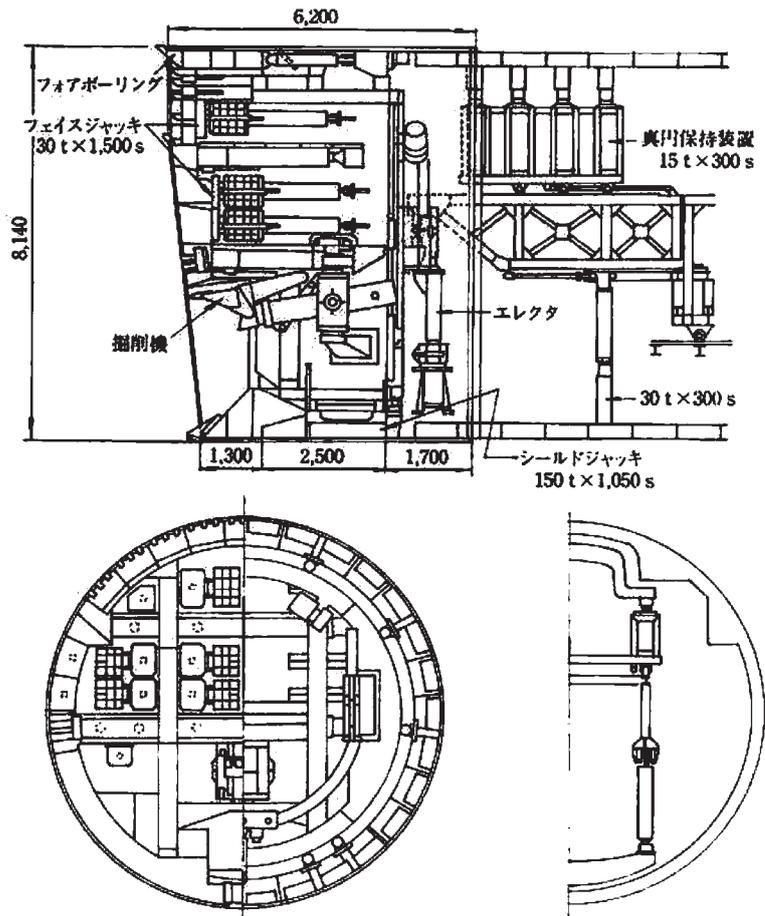


図-7 半機械掘り式真円保持装置付シールド掘削機