

帝都高速度交通営団 正員 渡辺 健

〃 〃 〃 ○大岩泰世

### 1. まえがき

當団地下鉄8号線は目下和光市～池袋間を工事中で、このうち練馬区氷川台付近884mの区間は氷川台二工区と称し、外径9.8mの複線トンネルをシールド工法により工事実施中である。今回この複線断面のシールド施工に当つて、地盤条件、沿道環境等を勘案し検討の結果、世界で初めての超大型泥水加圧シールド工法を採用し、目下掘進中であり順調な進捗を見ている。ここにその概要を報告する。

### 2. 超大型泥水加圧シールド工法採用への問題点

本工区の路線は、都市計画決定をみただけの計画街路下にほぼ直線を主体にした平面線形をもつが、地表はいまだ民家が密集している環境にある。又、トンネルの土被りは12m0～18m4で横過する石神井川下では川底より8m0の土被りとなつていて。地盤の状態はトンネル上半部は均等係数が低く、又崩壊性の高い細砂層とφ200mm程度の礫を含む砂礫層の互層からなつておる、下半円部には硬質粘土層が出現する。礫層内にはφ400mm程度の大径礫が混入されていることが判明している。又地下水位も高く前半部で地表より約3m0下、後半部で約7m0とほぼ水平で、シールド底部からの水頭は20m～21mとかなり高い値を示している。この様な施工環境を勘案したとき、施工方法として泥水加圧シールド工法が経済性、安全性、工期の面から最も適しているものと判断された。しかし、本シールドは超大型断面であるため全く未開発の分野に挑戦することとなり、種々の問題点が想定された。問題点の主なものは①大断面切羽地山の安定確保は可能か；②掘削時の土砂取り込みすぎや崩壊状態を常時把握出来る掘削管理方法の確立は可能か；③大径礫処理をどんな方法で行うか；④高泥水圧に対応するシールド機械、特にカッターデイスクリートと本体とのシール関係およびテールシール関係の完全な機械の製作は可能か；⑤切羽とクラウン部地山崩壊時の即時対応措置をどんな方法で行うか；などであつた。

### 3. 現場地質条件に適応した泥水加圧シールド工法の開発

上記問題点の解決をポイントとして本工法具体化の研究開発を進めた。①トンネル断面内には一部透水係数 $10^{-1} \text{cm/sec}$ 程度の礫層および崩壊性の高い細砂層が含まれてゐるので、切羽を安定させるための安定液としての泥水が重要なポイントであり、東大生研三木教授の基礎データーをもとに、自工区発生の粘性土を用い密度、粘性、安定性等の基本物性について各種の試験を行なつた。その一例として、基本物性値の異なる泥水について透水係数 $10^0 \text{cm/sec}$ の地盤を想定したモールド内供試体を通して得た経過時間と累計ろ過量との関係を図-1に示す。これら各種の試験結果から自工区発生粘土で透水係数 $10^{-2} \text{cm/sec}$ の地盤に対し、比重1.21以上であれば泥膜形成時間は5～10秒であり、又透水係数 $10^0 \text{cm/sec}$ 程度の礫層に対しては更に0.84mm以下

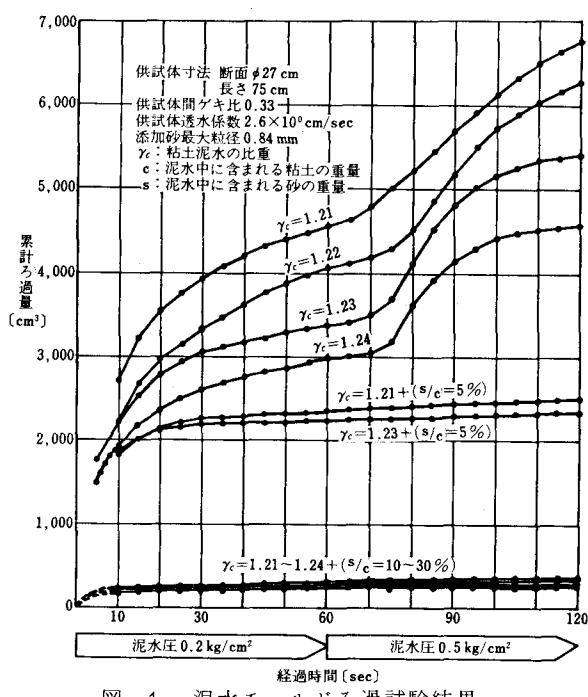


図-1 泥水モールドろ過試験結果

シールド機械主要諸元		
名 称	型 式	
シールド本体	外 径	10,000 mmΦ
	全 長	8,270 mm
シールドジャッキ	推力×本数	250TON×33本=8,250TON (300 kg/cm <sup>2</sup> )
	ストローク	1,100 mm
カッターディスク	外 径	9,970 mmΦ
	回 転 数	0.57 rpm (max)
	ト ル ク	857 T·M～1,500 T·M (140 kg/cm <sup>2</sup> ) (245 kg/cm <sup>2</sup> )
	カッタービット	超硬チップ付ツール カッター×305個
パワーユニット	シールドジャッキ	45 kW×4 P×400 V×2台
	カッターディスク	55 kW×4 P×400 V×16台
大径礫 破碎機	ジョヨー クラッシャー	入口 600 幅×700 出口 600 幅×275～125
前鋸探針及 び注入装置	シールドボーリングマシン	クラウン部 10 孔 切羽部 44 孔

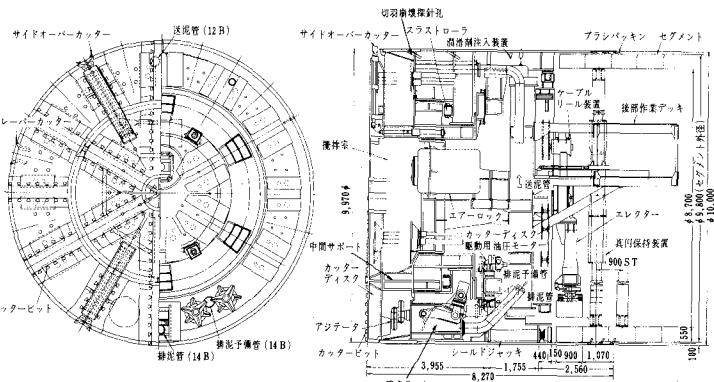


图-2 610.0m 泥水加压注浆图

の細砂を粘土分に対し重量比で10%以上添加すれば目つぶし効果が発揮され泥膜はほぼ瞬時に形成されることが判明し、実際の管理目標とした。②掘削土量の計測は礫量の多い場合絶対量として把える際誤差範囲が問題となるが、統計的に処理し管理する方法を採用した。すなわち掘削土砂量を $\gamma$ 線密度計と電磁流量計で計測し、コンピューターにより演算処理して掘削土砂量を算出し、これを分散分析法と呼ばれる統計的品質管理手法で分析処理し、前掘削リング迄の掘削土砂量と今回リングの掘削土砂量を比較演算して管理する方法とした。その結果についてはブラウン管に表示させ、掘進中常時画面を監視する事により、掘削状況を管理する事が出来る様にした。③大径礫対策としてはシールド機械の排泥管取付口に横型クラッシャーを設置し275 mm以上の大径礫の破碎を可能にすると共に、更に取込口での閉塞については、送排泥口を逆に切替え逆噴射により除去が可能になるX回路を設けることとした。④機械構造については、カッターデスクと本体との支持方式をセンターシャフト方式と周辺支持方式の中間の支持方法をとることにより、シール外径を施工実績のあるΦ7000泥水シールド機以下とし、シールの万全を期すこととした。また、テールシールについてはワイヤープラッセン型シールを3段に用い、グリースをてん充することにより $4\text{kg/cm}^2$ 以上のシール効果を実現可能とした。⑤切羽とクラウン部崩壊対策として、カッターデスク面とクラウン部シールドスキンプレート間に数十本の開孔部をつくり、機内に薬液注入も兼用出来る探針装置を設けて対応させることとした。更にカッターデスクには非常時対策としてカッタースリットの遮閉装置を備えた。

#### 4. 施工概要

本工区のシールド機械の主要諸元は図-2のとおりで、機械の工場製作には設計期間を入れ14ヶ月を要した。本体部は、21分割して現場搬入した。泥水処理設備は、礫除去用として3段の振動篩4台により3mm以上の大粒を除去し、40台のサイクロンにより 0.074 mm 以上の砂分を除去し、また粘土分に対しては2次処理を行なわず比重の高まつた余剰泥水はバキュームカーにより搬出処分している。掘進は順調な進捗を見ており 6m/日 平均の掘進を行なつていている。又泥水圧は土圧 + 水圧に変動圧として  $0.2 \text{kg/cm}^2$  を加えて設定し現在シールド中心で  $2.6 \text{kg/cm}^2$  の加圧を行ない滞水砂層の掘進でも補助工法としての薬液注入を全然行なわずに、切羽の崩壊現象を見ずに作業中である。一方沿道環境関係についても地盤沈下もほとんどなく施工に伴う住民の苦情もなく進捗をみている。

## 5. まとめ

シールド機外径10.0Mと超大型断面での泥水加圧シールドは我国ひいては世界でも最初の経験であり確信をもつて採用を決定したとはいえ未知の経験から一抹の不安は禁じえない所であつた。しかし現在地盤の変動もなく順調な進捗をみるに至り、今回の礫層での成功は今後の泥水加圧シールド工法の一つのエポックを期したものと思われる。