

日本鉄道建設公団 正会員 濱 建介  
東京支社 正会員 関口 巨孝

### 1. まえがき

泥水加圧式シールド工法の施工事例は、大小多く報告され現在では一般的な工法の一つとなりつつあるが、未だ解決されない問題も残っている。本題のシールド工法区間は軟弱なシルト、および粘土の土質であり、掘さく→送排泥設備→泥水処理設備までの一連の施工状況、および各設備の管理状況が判断できるよう各種計器を取付け、またコントロール操作ができるようシステムの一体化を計画した。また、コンパクト化した泥水処理設備で土質的な難題を解決し、都市土木がもたらす諸公害を最小限にあえ、今後の発展に希望をもたうべく施工計画を行った。また、本シールド工法区間は、一部地盤の不等況下を生ずる区間であり、この対策についても述べる。

### 2. 泥水加圧式シールド工法の採用理由

京葉線台場トンネル延長4758mのうち、泥水加圧式シールド工法は、江東区有明地先ノ3号埋立地下で、延長は1420mである。本工法区間の地質は、発達立坑から470m間は沖積シルトおよび粘土層（層厚約30m、F.L.以下約18m）で組成は、シルトおよび粘土分90%以上、砂分10%以下で、N値が殆んど0の軟弱地盤である。洪積層の区間は延長950mあり、土質はN値が10程度を示すシルト質土で、局部的に砂および砂礫層を介在する。この砂層は掘さく時に流砂現象を生ずる危険性をもっている。以上の結果、従来の圧気式シールドで施工した場合、軟弱沖積層区間はブラインドシールドで、しかも注入等による地盤改良が必要となるため工費もかゝり、工費および安全性を考慮して泥水加圧式シールド工法で施工する方が得策と考えた。

### 3. 不等況下対策と継手構造の設計

沖積層の区間は、洪積世の末期に形成された埋没谷や埋没段丘があるため、トンネル延長方向に対して圧密層の厚さがかなり変化するため、局部的に不等況下が生ずる。その最大値は1.35mと計算され、トンネル縦断方向の対策が必要となった。対策としてはトンネル直下の地盤改良、あるいは不等況下に耐え得るトンネル構造が考えられる。本工区では後者のトンネル構造により解決するものとし、不等況下に追従し、かつ止水可能なセグメント用伸縮継手を研究開発した。各種の形状、ゴム材質の実験結果は次のとおりである。

(1) ゴムの形状は、圧縮性および応力の安定性から緩衝緩衝型が最も有利である。

(2) ゴム材質は、高圧縮下の伸縮性、弾性保持および止水性に有利な天然ゴムと、地下条件下の耐久性に優れたネオプレンゴムをブレンドした配合が最適と認められた。

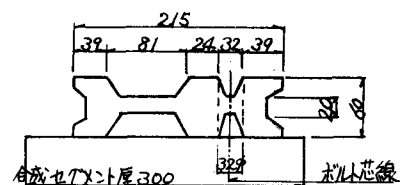
### 4. 中央管理自動制御設備

泥水加圧式シールドの場合、切羽の地山状態を直接目で見る事ができない。従って泥水圧の管理、シールドの掘進状況の把握および掘さく土量の演算等、切羽の安全確保に必要な各種計器類を中央に集めた中央管理自動制御方式とし、各種計器類によって検出された数値により施工状況を

伸縮継手の設計条件

| 分類       | 項目            | 数値                                                     |
|----------|---------------|--------------------------------------------------------|
| 圧縮力      | ジャッキ推力        | 2,000トン                                                |
| 伸縮継手の伸縮量 | 伸縮継手の初期圧縮量    | 50% (施工反力に33%)                                         |
|          | 地盤の不等況下時の伸び量  | 80% (原寸の40%)                                           |
|          | 地盤の不等況下時の圧縮増量 | 5% (原寸の2.5%)                                           |
| 強さ       | 耐水圧力          | 3 <sup>kg</sup> /cm <sup>2</sup>                       |
|          | 土圧力           | 5 <sup>kg</sup> /cm <sup>2</sup> (内水圧3 <sup>kg</sup> ) |
|          | 耐久性           | 90年間の機能維持                                              |
| 施工仕様     | 組立仕様          | 継手ボルト M33×25 <sup>mm</sup>                             |
| 曲率       | トンネル直下最小曲線半径  | R=1,500m                                               |

伸縮継手



総合的に判断する。

##### 5. シールド機械の特長

シールドの寸法は、外径7.69m、長さ6.87mでセグメントは、外径7.50m、厚さ300mmのコンパジットを計画した。シールド機械の運転状況の把握および管理のため、常に適正なカッタートルクにて掘進を行なうよう地質のN値の変化に応じてジャッキの推進速度とカッター回転速度を制御できる装置、およびアジテータの攪拌トルク検出装置、油圧関係の測定装置を設計に考慮した。

##### 6. 泥水圧送設備

シールド水圧室内の水圧を地下水压より少し高い目標値(0.2kg/cm<sup>2</sup>)に自動的にコントロールできるように圧力制御装置を計画した。掘進停止中(セグメント組立中)にあいてもテールパッキン・セグメント等の間隙より漏水を生じて切羽水圧が設定圧より低下するような場合、切羽水圧保持調節装置により自動調節される。

##### 7. 泥水排送設備

シールドカッターにて掘進した土砂を水圧室内でアジテータにより攪拌され、均一な濃度のスラリーとして排出される泥水は、排泥ポンプおよび中継ポンプにより泥水処理設備へ輸送される。万一、排泥濃度の変化および配管抵抗等による流量の変化により土砂の沈殿限界流速の低下を発生した場合、管内に土砂が沈殿するという現象をひき起す。これを防止するため排泥流量調節装置が排泥管内の濃度を検出し、調節信号を排泥ポンプ(及中継ポンプ)制御盤に送り、ポンプの回転数をあげることに

より限界流速の低下を防ぐシステムとなっている。また線速度計、乾砂量測定装置を設置して乾砂量を算出し、理論乾砂量と比較することにより運転管理が適正に行なわれているか否か、監視、制御することができる。

##### 8. 泥水処理設備

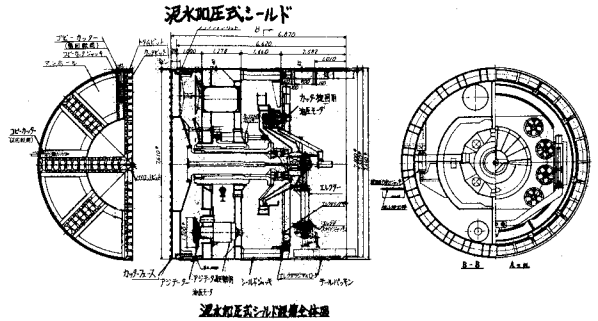
本設備は切羽から圧送されるシルト、粘土、砂を含む泥水を水と分離し、場外に搬出、水は再び切羽へ送るものである。本設備は次の点を考慮して設計した。

(1)市街地にあいても泥水加圧式シールド工法が一般に採用されるようできるだけコンパクトな設備とする。(本計画では設備面積40m<sup>2</sup>×3.5m)

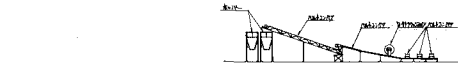
(2)ダンプ昇搬が可能なる脱水後の泥土の含水比を40%前後とする。

本設備は粗粒子分離(砂、礫、未溶解の粘土塊)にロータリ分級機1台、二次処理として微粒子分離(シルト、粘土)には凝集沈殿後、強制脱水

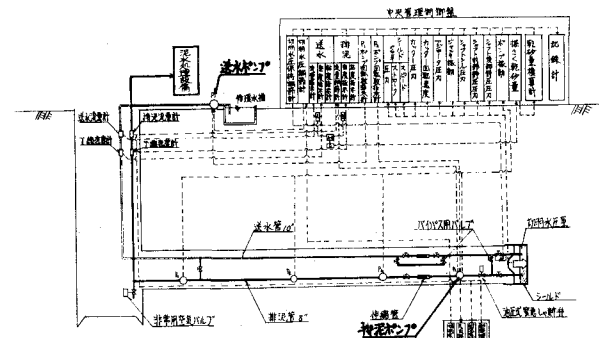
(ソープレス3台)を計画している。(但し、この台数は単線シールド分である。)



泥水加圧式シールド断面図



泥水フローシート



##### 設計標準

|            |                     |
|------------|---------------------|
| 掘進日進       | 6m/7h               |
| 1リング地山掘進量  | 42 m <sup>3</sup>   |
| 排泥濃度       | 10 %                |
| 泥水量        | 7 m <sup>3</sup> /分 |
| 処理時間       | 150分/リング            |
| 脱水後の泥土の含水比 | 40%前後               |