

泥水シールド工法による砂礫層掘進と鉄道横断対策

戸田建設(株) 正会員 甘利 裕二^{*1}, 河端 学, 野水 鉄雄

1. 工事概要

白幡第二幹線は内径 2600 mm、延長 1505 m の下水道トンネルである。路線は横浜の平野部から丘陵部に至る起伏の多い地形で、土質は泥岩、砂礫、細砂、沖積シルト、腐植土と変化に富んでいる。工法は泥水式シールド工法で、マシン外径 3490 mm、セグメント外径 3350 mm である。

シールドの掘削深度は上総層の上部にあたる。当初は泥岩層の掘進とみられていたが、詳細な土質調査の結果、路線前半は砂礫層掘進となることが判明した。さらに、発進から 120 ～ 170 m の区間では、JR 営業線を 50 m にわたって横断する。

JR 横断部は土被り 14 m で、地表面との間には硬質な砂質泥岩層があるため、すぐには大きな影響は出ないと考えられる。しかし、砂礫層が崩壊したり、砂層に空隙が生じたりすれば、長期的には地表面沈下や局所的陥没が発生する恐れがある。このため、砂礫層に対応した泥水管理と JR 横断に対応した掘進管理、さらに軌道変位の計測管理を行い、施工の安全性を確認することにした。

表 1－工事概要

工事名	神奈川処理区白幡第二幹線下水道整備工事
発注者	横浜市下水道局
施工者	戸田・相鉄・イワキ建設共同企業体
工期	2002年12月～2004年8月
シールド工：泥水式シールド φ3490mm×L5665mm	
施工延長 1505m	
急曲線 10R, 15R, 20R, 30R	
セグメント：鋼製 φ3350mm×幅1000mm(300mm)	
仕上り内径 φ2600mm	
発進立坑：SMV土留壁 9.5m×5.5m×深17.0m	
基地整備工：プラント設備、防音ハウス	



写真1－砂礫層サンプル

2. 施行上の問題点と対策

シールド掘削面の砂礫層は透水係数 $3.5 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$ で透水性が高く、通常の泥水では逸水を生じ切羽を保持できない。このため、高分子系増粘剤と良質のベントナイトを使用した高粘性泥水を作泥した。

また、掘削面上部の細砂層は均等係数 3.1 で極めて崩れやすく、ゆるみに伴う天端の崩壊、空隙の発生が懸念された。このため、JR 横断部手前の区間に層別沈下計を設置し、シールドの接近に伴う細砂層の変位を把握し、掘進管理によって沈下量の抑制を図ることにした。

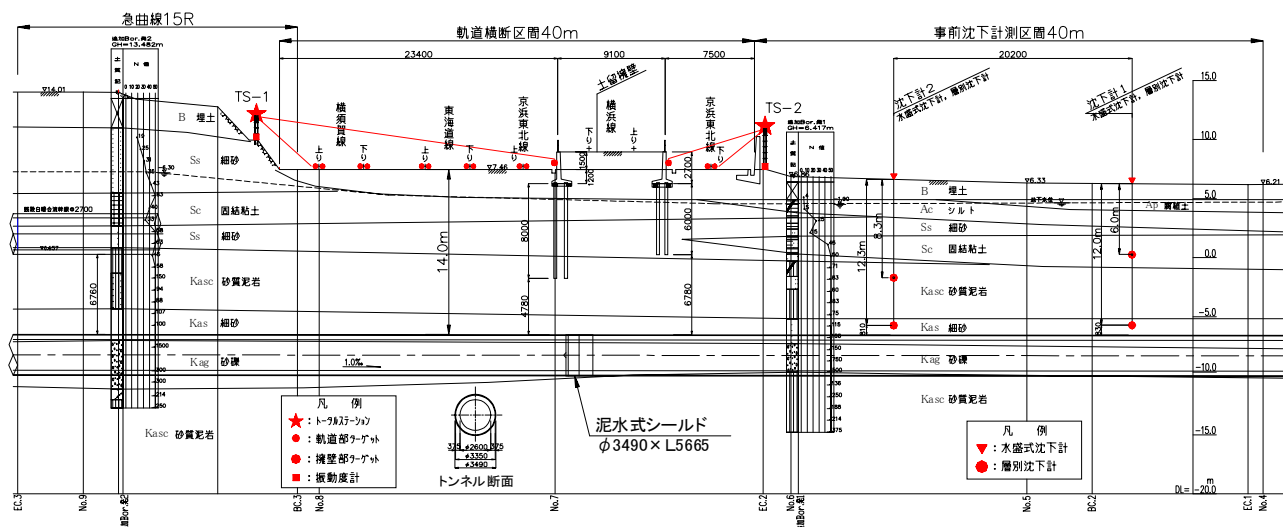


図1－JR横断部縦断面図

キーワード：泥水シールド，砂礫層，JR 横断，沈下対策，計測管理

連絡先：^{*1} 〒231-0005 横浜市中区本町4-43 戸田建設(株)横浜支店 TEL.045-228-6068 FAX.228-6084

JR 横断部は東海道線、横須賀線、京浜東北線、横浜線が走行する重要路線である。上り下りを含めると軌道は計8本あり、運行ダイヤも頻繁であるため軌道内への立ち入りは不可能である。このため、各軌道にターゲットを設置し、トータルステーションで変位を自動計測することにした。さらに、万全を期するため、シールド通過中は監視員を配置し、常時軌道を監視した。

3. 対策方法とその効果

(1) 高粘性泥水の管理

泥水は現地で配合実験と浸透実験を行い、比重 1.15 ～ 1.25、イールドバリュー 5 ～ 10lb/100ft²、濾水量 10ml 以下で管理した。掘進中は毎リング泥水性状を測定し、逸水量、切羽水圧の低下量等も考慮して適宜作泥・調整した。

(2) 沈下計測と横断時の掘進シミュレーション

JR 横断部手前の 40 m 区間では、沈下計の動きを見ながら掘進管理を行った。最下段の層別沈下計は掘削面より 800 mm 上に位置している。ここでの目的は、JR 横断に備え、天端の砂層の沈下抑制を図るとともに、掘進方法の妥当性を検証することにある。

最初のポイント沈下計 1 では、切羽での沈下はなかったが、マシン中胴～テールにかけて沈下を生じ、通過後 25 mm の沈下を生じてしまった。幸い地表面への影響はないが、テールボイドに対する裏込の対応が適切でないと判断し、裏込を調整し直した。ゲルタイムを短くし、初期強度を上げるためセメント量を 10% 増やした。泥水についても再調整し、やや粘性を上げ、切羽水圧を 5kPa 上げた。

これにより、次のポイント沈下計 2 では沈下量は 2 mm におさまり、砂層のゆるみはほとんどない状態に改善された。

(3) 軌道変位の計測

横断時は軌道の変位をトータルステーションで計測した。軌道で実際に必要になるのは軌道狂い(軌間、高低、通り、水準、平面性)である。ターゲットは各軌道について、軌道の狂いを算出できるように配置した。横断区間は緩和曲線にあたり、カントがついている。また、レールは気温や直射日光等によって常時変動している。しかし、相対的な軌道の変位(軌道狂い)をとれば、それらの影響を小さくすることができる。

軌道狂いの管理値は 5 mm であったが、通過中および通過後 1 ヶ月の計測値は ±1 ～ 2 mm の範囲であった。

4. まとめ

本シールドは土丹層でも希な砂礫層の掘進となり、しかも発進直後 50 m にわたって JR 営業線を横断する特殊な工事となった。これに対処するため、泥水はイールドバリューを主体に管理し、横断部手前においては沈下計測と掘進管理を行い、その結果を基に掘進方法を改善し、無事横断部を通過することができた。

軌道の変状もほとんどなく、懸念された掘削面天端の砂層のゆるみもほぼ 0 に抑えることができ、長期的にみても安全な施工を行うことができた。

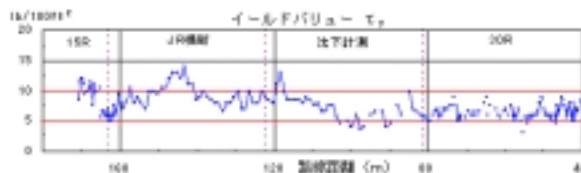


図2－泥水のイールドバリュー

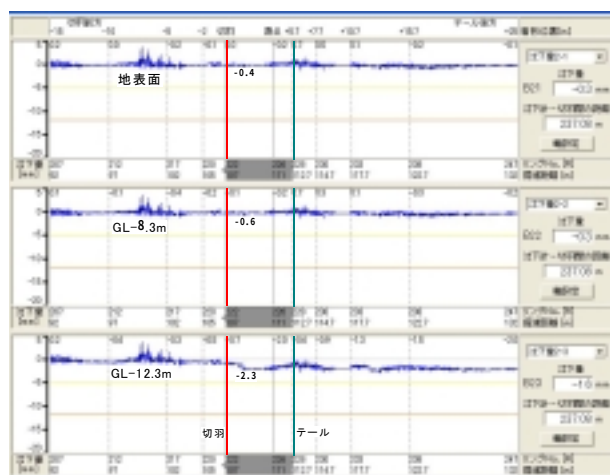


図3－沈下計2の沈下曲線

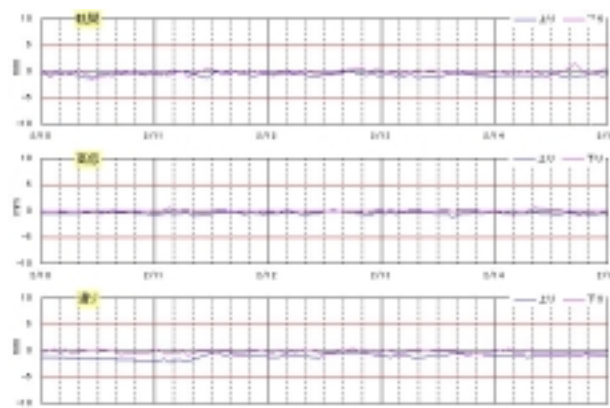


図4－横断時の軌道変位(軌間,高低,通り)