

高被圧水が作用する建設中の駅舎へのシールド到達方法

西大阪高速鉄道(株) フェロー会員 丸山 忠明
阪神電気鉄道(株) 正会員 原田 大
(株)大林組 正会員 ○上野 敏光

1. はじめに

近年のシールド工事は高水圧条件下での施工ケースが増えてきている。筆者らが携わった阪神なんば線建設工事においても、シールド発進・到達部は、最大水圧が約 220kPa に及び高被圧帯水地盤の施工であった。さらに到達部では、築造済みのソケット構造になった躯体コンクリートへシールドを貫入させる必要があった。ここでは止水パッキンを有するエントランスの設置が困難なことから、出水対策が最大の技術的課題であった。本文は、これらの課題を克服するために取った種々の対策について報告するものである。

2. 工事概要

本工事は、大阪市南西部にある阪神西九条駅と近鉄難波駅間の約 3.4 kmを結ぶ阪神なんば線建設工事のうち、第二工区を施工した。当該工区は、ドーム前駅と九条駅間の約 300m 区間を 6950mm の土圧式シールド機により往復施工するもので、ドーム前駅側での最大土被りは約 20m であった。

3. 施工条件と技術的課題

到達部付近の土質分布状況及び作用する水圧条件を表-1 に示す。ドーム前駅坑口部付近には Ac, Asc2, Dsg1 層が堆積しており、シールド下端における被圧水圧は 218kPa であった。特筆すべきは、Dsg1 層の透水係数が大きいことと、均等係数が $U_c=2.90$ と小さく、砂分の粒形が揃っていることで、出水時の流砂が発生しやすい条件であった。それ故、到達時の止水対策選定には詳細な検討を行う必要があった。

表-1 到達部付近土質及び水圧条件

位置	深度 (GL)	透水係数	被圧水圧	土質及び分布状況
地表面	±0.000m			
平均被圧水頭位	-4.936m		0kPa	
シールド上端	-19.729m		148kPa	Ac層
シールド中心	-23.214m	3.49×10^{-4}	183kPa	Asc2層
シールド下端	-26.699m	2.13×10^{-3}	218kPa	Dsg1層

到達部のシールド受入れ構造を図-1 に示す。構築壁にシールド受入れ用の突起構造物(ソ

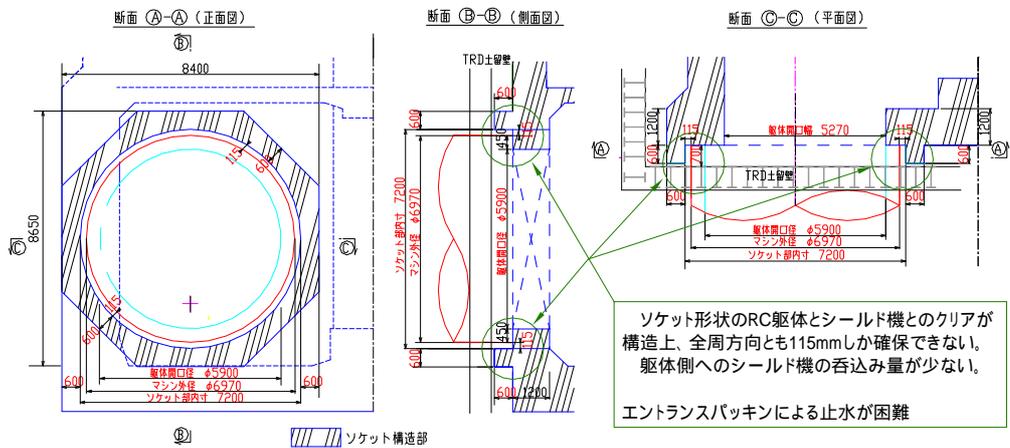


図-1 シールド機到達部躯体構造図

ケット構造)を設けたが、ここでは貫入するシールドとのクリアランスが 115mm、呑込み量が 600mm と少なく、精密な施工が要求された。この状況でソケット部へ止水パッキンを設置しても、有効に機能させることは困難と判断した。さらに到達貫入側が駅舎であり、大規模空間を有することも、出水に対してはマイナス要因であった。これらの条件から出水による工期と工費への莫大な損害を考慮し、以下の対策を実施した。

4. 実施対策

対策では、地盤側の止水性向上とエントランス部の遮水に重点を置いた。(図-2)さらに、これらの対策が有効に働くような施工手順を採用し、出水リスクの低減を図った。

キーワード ソケット構造, 高被圧帯水地盤, 止水壁, 先行鏡切り

連絡先 〒540-8584 大阪市中央区北浜東 4-33 (株)大林組 本店土木工事計画部 TEL06-6946-4486

地盤の止水性向上対策として地盤改良を追加した。TRD 土留壁の変位に起因する地下水浸入を防止するため、SJM 改良体下の Dsg1 層全域に対して二重管ダブルパッカーによる改良材注入を施した。また、シールド掘削で SJM 改良体が大きく割れた際の地下水浸入を想定して、改良体下 5.0m 付近まで大径浸透注入(マックスパーム注入工法)を実施した。

駅舎構築部への遮水対策としては坑口躯体内側に耐圧 230kPa の鋼製止水壁を設置した。

次に、リスク低減のために採用した施工手順について従来手順と比較検討した内容を表-2 に示す。ここでの着目点は、鏡切り前後でのシールド機の停止・再掘進の出水リスクを考慮した点である。止水壁の設置により到達前の鏡切りが可能となることから、地盤改良がシールド切削の影響を受ける前に先行鏡切りを行い、その後、鏡切り部を充填し、地下水位に一致させることとした。

5. 施工結果

実施工では止水壁と躯体との取合い部付近で封水確保が困難な状態が発生した。そのため、水の充填に代えて、封水構造を必要としない固化物を充填することとし、現地での撤去及び調達が容易な裏込注入材を貧配合に調整して充填した。また、シールド機が到達・停止した後、セグメントのグラウト孔を利用し、シールド後方からの浸入水の止水を目的に薬液注入を実施した。同時にシールド機内注

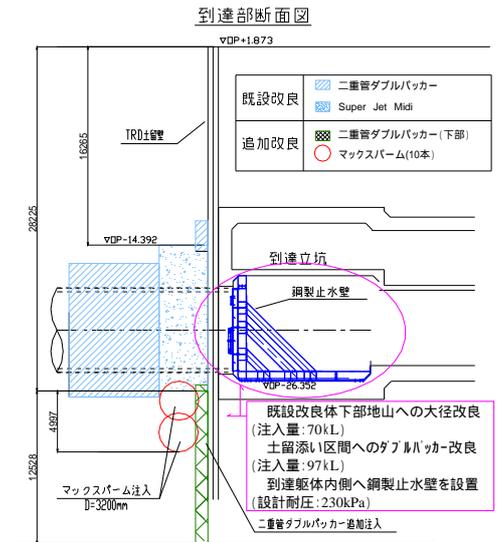


図-2 止水及び遮水対策

表-2 到達手順比較表

	採用案(先行鏡切り手法)	通常案(一般的な到達手法)
施工手順	シールド機が改良体掘削に入る前に一旦掘削を止める。この段階で先行して鏡切り作業をする。完了後、止水壁内を充填する。この状態から再掘進を開始し、所定の位置までシールド機を進めて停止する。ここでチャンバ内への浸水状況を確認した上で、セグメントのグラウト孔を利用し、改良体と一般地山部の取合い部付近へ止水注入する。これらの作業が全て完了した後、チャンバ内への地下水浸入状況を再確認し、安全であれば充填物を含めた止水壁等を撤去する。	TRD土留壁背面まで掘削し、シールド機を停止する。次にチャンバ内の土砂を抜き取り、浸入水の状況を確認する。この状態で、セグメントのグラウト孔を利用して改良体と一般地山部の取合い部付近へ止水注入する。この作業が完了した後、チャンバ内への浸入水量を再確認し、安全性が確認できれば鏡切り作業を実施する。鏡部の撤去が完了したら、所定の位置までシールド機を再空押しする。
手順図		
評価(判定)	シールド掘削にて地盤改良体を破壊する前に鏡切りをするので、地盤改良の健全性は高い。更に最終のシールド掘進が終わった後で機体後方からの地盤改良を実施したうえ、そのままシールド機を動かさないので、後方から伝わる地下水を遮断した状態を保つことができる。その上、シールド機前方も止水壁にて仮閉塞しており、出水のリスクが非常に小さな方法と判断できる。	一般的に採用される手順で、機体後方からの止水性確認などもできているため、鏡切り完了までの安全性は十分に確保されていると判断できる。しかし、空押しであれ、シールド機を再度動かすことになるので、地盤改良とシールド機が縁切れることになる。これにより機体後方の追加改良体を破壊する恐れがある。作用水圧を考慮すると、エンドランスによる最終止水構造を有していない状態では、この手順は出水リスクが大きい。

入孔を利用し、躯体ソケット部付近にも薬液注入を実施した。これらの総合的な到達対策により難条件下での施工に関わらず、無事に躯体接続処理までを終えることができた。

6. まとめ

本工事でのシールド到達部分は、被圧水圧が高く、均等係数が小さい帯水砂層で構成され、更に構造物に対してもゴムパッキン等の適切な止水設備を設けられない条件下での施工であったが、緻密な施工計画と適切な施工管理によりトラブルもなく、無事に到達を向かえることができた。今後、同様の難条件下での施工があった場合に、今回の報告が計画の一助になれば幸いと考える。