

阪神なんば線併設シールドの近接施工 その1 (対策計画)

西大阪高速鉄道株式会社	フェロー	丸山 忠明
阪神電気鉄道株式会社	正会員	久保田晃司
鹿島建設株式会社 関西支店	正会員	吉田 潔
鹿島建設株式会社 関西支店	○正会員	西川 明宏
鹿島建設株式会社 機械部	正会員	永森 邦博
鹿島建設株式会社 土木管理本部	フェロー	五十嵐寛昌

1. はじめに

阪神なんば線建設工事第4工区における単線併設シールドのUターン後の復路掘進では、用地条件から上下線離隔が60cmで計画されていた。本工事のような直径7m級のシールドで、トンネル離隔1m以下の場合、トンネル間補助工法(地盤改良)を施さない前例はなく、Uターン後掘進時の先行トンネルへの影響が懸念された。

セグメントの設計段階では、施工時荷重として切羽土圧による側圧増加が見込まれているが、近接施工時、両トンネルの周辺地盤の緩みが避けられず、緩みに伴う先行トンネルの変位(接近)による偏荷重がセグメントの耐力に及ぼす影響を無視できない。これは、既往の近接施工の設計基準における偏荷重(切羽土圧による側圧増加)の想定を超える可能性も有しており、対策として先行トンネルの側方移動防止と、シールド機カッターのオーバーカット分の地盤緩みによる変位抑止を目的に特殊充てん材の注入を主とする諸対策を計画し施工した。

2. 現場施工条件

(1) 工事概要

阪神なんば線は、阪神西大阪線西九条駅と近鉄難波線難波駅間の3.4kmを接続し、鉄道網整備と相互乗入れによる利便性の向上が期待される事業である。建設工事の最東端の難波寄りの当第4工区は、新設駅部の延長361mの開削区間と地下線路部576mの併設シールド工事区間を施工している。

(2) シールド施工条件

シールド施工条件を表-1に示す。掘進地盤は、沖積粘土層 A_{c1} が大部分を占め、東端部100m区間で砂礫層 D_{sg2} が下半に徐々に現れる。 A_{c1} 層は大阪臨海部のN値2~3の高鋭敏粘土であり、自立性はあるが乱されると急激に強度が低下し、粘性が上昇することから、泥土圧式シールド工法における適切な加泥材選定と、より慎重な切羽土圧管理、排土量管理、裏込注入管理が要求される。また、上下線トンネル離隔1m以下の区間がUターン後約150m続き、併設シールドの自己近接施工による影響軽減が重大な課題であった。



写真-1 φ6,940mm 泥土圧式シールド機

表-1 シールド施工条件

シールド機	外径φ6,940mm(機長7,200mm) 泥土圧式(防爆仕様)
セグメント	RC 外径φ6,800mm, 内径φ6,200mm, 幅1,200mm 継手: リング間ボルト, ピース間ボルト
掘進延長	掘進延長 576m × 2 (Uターン) 最小曲線半径 3,000mR, 最大勾配 1.2%
土被り	8.4m ~ 12.7m
土質	沖積粘土(N値2~3), 一部砂礫層あり

3. 近接施工対策

復路掘進では、図-1に示すように併設トンネル間の離隔が60cmであることから、次にあげる3対策を施すこととした。

(1) 特殊充てん材(ボイドキーパー)^{1) 2)}の注入

一般に、シールド工法ではシールド機後方で裏込材を注入することにより、余掘り部を充てんして地盤を安定させている。しかし、実際には掘進から裏込注入までのシールドマシン通過の間に地山が崩壊し、地表面沈下な

キーワード: シールド工法, 近接併設トンネル, 特殊充てん材, 内空変位計

連絡先: 鹿島建設(株) 土木管理本部 〒107-8348 東京都港区赤坂 6-5-11 TEL03-5544-0499

どのトラブル発生が報告されている。本工事では、先行トンネルとの離隔が小さいことから、シールド機カッターによるオーバーカット部分（隙間 15mm）への特殊充填材注入（φ6.94m外周で1リングあたり 0.4m³相当）により、シールド機と先行トンネルの変位を抑制する。

使用したボイドキーパーは、以下のような特性を有する。

①水中安定性・流動性

地盤に充てん後、地下水に希釈されない、分離しない、流動性を確保でき、ポンプ打設による充てんの施工性に適している。また、シールド機テールから注入される裏込材と接触しても強度発現が期待できる。

②自硬性

シールドマシン通過後、数週間かけて地山強度程度に固化する。従来の可塑性粘土充てん工法のように、後から裏込材で置換する必要がない。また、配合を変えることで施工時に必要な流動性を保つ可使用時間を数日から 100 日程度、最終発現強度を 200～2,000kN/m² で調整することができる。今回の施工では、テールからの裏込注入材（同時注入）も使用することから、裏込材と同程度の強度（1,500～2,000kN/m²）とした。

③摩擦低減

充てん後のシールド機本体への付着による摩擦を抑える。

④環境安全性

天然鉱物である珪酸塩鉱物を主成分としており、油脂を含まず環境にも安全な材料である。

(2) 先行トンネルのインバートコンクリート早期打設

全体的な先行トンネルの側方移動に対しては、復路掘進前にインバートコンクリートを打設し、重量と強度発現による変位抑制を図ることとした。

(3) 内空変位計による先行トンネルの計測管理

近接区間内の 2 断面（Uターン立坑から 30m, 60m地点）に、セグメントのリング間ボルトのうちの 8 箇所内空変位計を設置し、復路トンネル施工中の変位測定をリアルタイムで行うこととした。また、Uターン立坑に固定点を設けレーザー測量による絶対変位測定も合わせて行い、内空変位量の信頼性確認も行った。

4. おわりに

本工事では、超近接シールドとして離隔が小さく、近接区間が長いこともあり、これまでの併設シールドの施工実績を調査した上で、近接施工対策を計画した。計画内容の詳細と施工実績は、本報その 2 で報告している。

【参考文献】

- 1) 永谷英基, 五十嵐寛昌, 真鍋智: オクトパス工法の開発 (その 7) - 余掘部沈下防止充填材料の適用性 -, 第 56 回土木学会年次学術講演会, III 部門, p. 232-233, 2001. 10
- 2) 岡崎弘, 福田昌弘, 五十嵐寛昌, 永谷英基: 大断面矩形シールドトンネル施工時の沈下抑止対策, 第 38 回地盤工学研究発表会, p1687-1688, 2003. 7

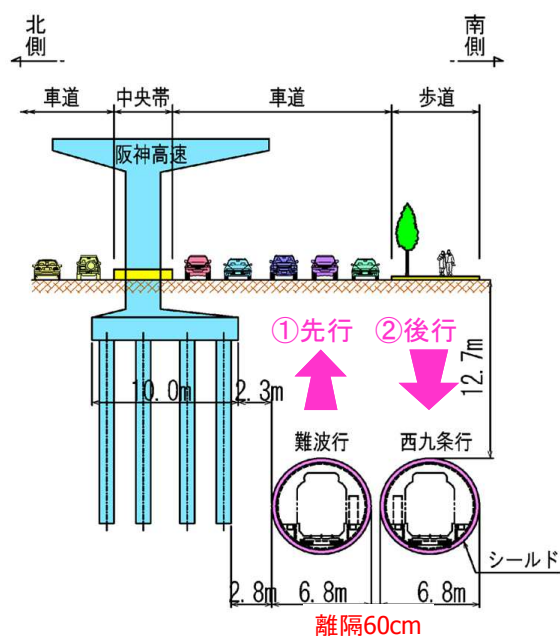


図-1 シールド掘進断面図



写真-2 特殊充てん材(ボイドキーパー)

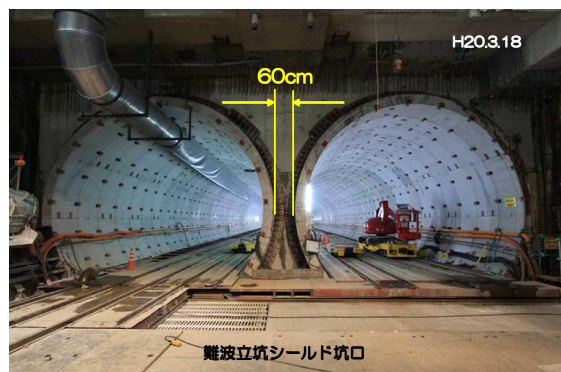


写真-3 Uターン立坑坑口