

地下構造物直下におけるシールド工法の施工 ～阪神なんば線 第3工区～

| | | |
|--------------|--------|--------|
| 西大阪高速鉄道株式会社 | フェロー会員 | 丸山 志明 |
| 阪神電気鉄道株式会社 | 正会員 | 原田 大 |
| 大成建設株式会社関西支店 | 正会員 | 重光 達 |
| 大成建設株式会社関西支店 | 正会員 | ○小倉 崇敬 |

1. 工事概要

本工事（第3工区）は、阪神なんば線建設工事のうち大阪市南西部の桜川駅西側に延長 227mの引上線（図1、緑色線部）を開削工法で建設するとともに、ドーム前駅から桜川駅までの線路部（527m×2線）をシールド工法（泥土圧式、単線Uターン方式）で施工するものである。以下に、本工事におけるシールド工事の概要を示す。

- ・ セグメント：外径Φ6800，内径Φ6300mm（DCセグメント）
- ・ シールド機：シールド外径 Φ6940mm

| | |
|--------------------------------|-----------------|
| 装備推力 | 44,000kN |
| 装備トルク | 5,630kN・m |
| （常用トルク 100%， $\alpha = 16.8$ ） | |
| 中折れ装置 | 左右 1.5度，上下 0.5度 |

このうち、シールド工事は引上線下部を離隔 800mm程度で交差する線形となっていたために、以下の課題を解決する必要があった。①先行して構築する引上線開削部の土留壁芯材がシールド工の支障となる。②引上線とシールドとの間の地盤は、開削による剛性低下によりシールド掘進時の地盤の安定性が懸念される。

こうした問題に対して、全体の影響を最小限とするために以下の対策を実施し、シールド掘進を行った。

2. 引上線交差部の土留壁の選定

土留壁の芯材は、シールド機にて直接切削することが得策であると判断し、適用可能な材料の中で比較的切削性が良いFFU（Fiber reinforced Foamed Urethane）部材を採用し、芯材（H-588*300）にボルト接合し、土留壁施工（TRD工法）時に建て込んだ。このFFU部材は、硬質発砲ウレタン樹脂をガラス長繊維で強化したものであり、発進・到達部でのシールド機による土留壁直接切削部などに用いられている¹⁾部材である。

この部材は通常の芯材（H型鋼）に比べて剛性・強度とも小さい（ $E = 8.4 \times 10^3 \text{N/mm}^2$ ， $\sigma_{ba} = 36 \text{N/mm}^2$ ）。これを芯材根入れ部に採用することから、土留壁としての安定をはかるために、先行地中梁として地盤改良（高圧噴射工法：SJ工法）を行った。

キーワード 泥土圧式シールド，近接施工，FFU

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 大成建設（株） TEL03-3348-1111

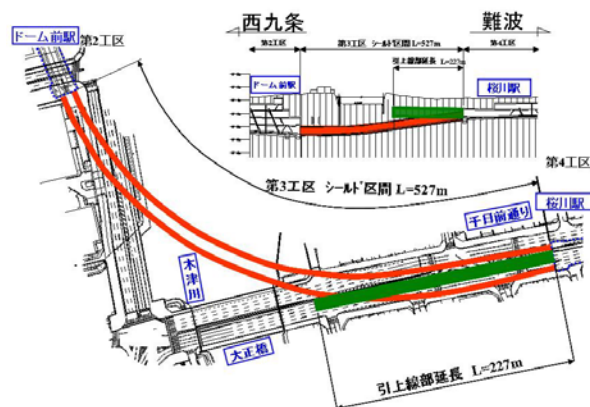
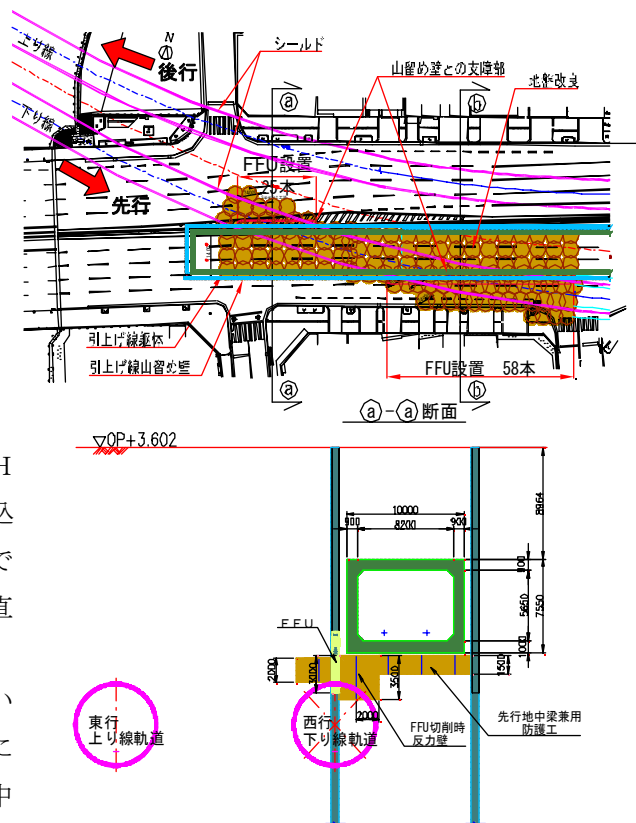


図1：施工位置図



また、当該地盤は鋭敏な軟弱粘性土（N値＝1～5）であるため、シールド掘進時の切削性を向上させることと、切削速度の低下による周辺地盤へのゆるみの影響の増大を防ぎ、また土砂の取込過多等が発生した場合の地表面・埋設管への沈下等の影響を小さくするため、土留壁の背面側にもS J工法による地盤改良を行った。

シールドと引上線の近接施工に関しては、引上線の土留掘削過程を追った非線形2次元FEM解析を実施し、開削による地盤の残留応力とシールド掘進時の剛性低下を検討した。その結果、地盤改良のない状態では開削の影響によりシールド周辺地盤が塑性化し、シールド掘削によりさらに不安定な状態となるため、掘進時の排土異常やマシン姿勢制御が難しくなる可能性が考えられた。そこで前述の先行地中梁としての地盤改良（S J工法）を考慮して再検討した結果、地盤の安定性が確保することが可能と判断し、この地盤改良を引上線掘削の前に施工した。

3. 引上げ線交差部のシールド掘進

交差部の掘進実績は表1のとおりであった。FFU部材の切削は、FFUが大割れしないように掘進速度を一般部の40%程度として掘進した結果、推力およびカッタートルク共に20%程度高い値となり掘進に影響を及ぼすような値ではなかった。しかし、切削したFFU部材が土砂圧送ポンプ前面に設置したスクリーン（ポンプ内での閉塞防止用）に滞留し、それを除去しながらの掘進となったために、平均日進量は交差部以外の場所の掘進量の半分程度とかなり低下した。

シールド下部通過時の引上線の変状については、躯体内部に水盛式沈下計および傾斜計を設置して変状確認しながら掘進管理を行った。沈下計データを図3に示すが、引上線躯体の沈下量は、地盤改良による対策を施した場合の沈下予測量の4.6mmに対して1.5mmという小さな値で通過することが出来、地盤改良の効果が確認できたと考えられる。

4. おわりに

今回紹介したシールド掘進時の既存構造物の防護工および計測結果が、今後の都市部における地下鉄建設工事等での重要構造物に対する近接施工の参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) 谷口他：FFU横矢板を使用した土留め欠損防護工，土木学会第62回年次学術講演会 2007.9

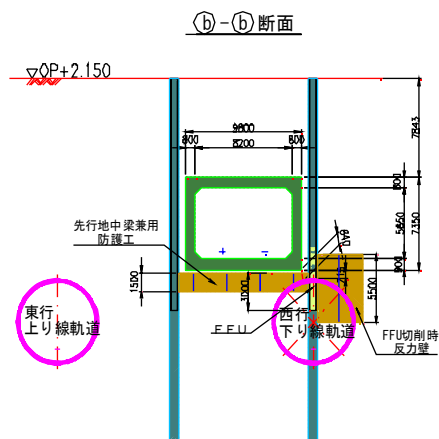


図2：引上線・シールド交差部地盤改良図



写真1：FFU部材

表1：シールド引上線下通過時掘進実績

| | 掘進速度 (mm/分) | 推力 (kN) | カッタートルク (kN・m) | 進捗量 (m/日) |
|---------|----------------|------------|-------------------|--------------|
| FFU部掘進時 | 15 | 16,000 | 1,100 | 3.75 |
| 躯体下部通過時 | 35 | 14,000 | 900 | 6.25 |

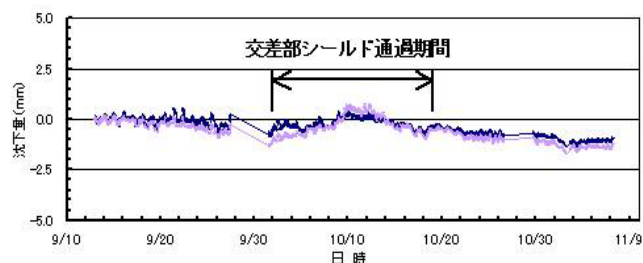


図3：シールド通過時引上線沈下量計測結果