

営業線供用中躯体直下における高圧噴射の設計と施工

清水建設株式会社 正会員 元山 恒
 正会員 ○今 直人
 正会員 大高正裕
 東京地下鉄株式会社 正会員 城石尚明

1. はじめに

東西線飯田橋・九段下間折返し設備設置飯田橋工区改良土木工事は、東西線の輸送力改善施策の一環として、飯田橋～九段下駅間にある既存の引き上げ線の本線化改良を行うことで、朝ラッシュ時の運行本数を増加させることを目的とした営業線改良工事である。

営業線を有する既設構造物を取り囲む形で構造物を構築するとともに、本線化に伴い列車運行に支障する範囲は既設中壁等の撤去を行う計画である。本工事では、躯体側壁部及び下部を掘削するための遮水壁並びに躯体下部掘削時の土留壁として利用するために、躯体直下に高圧噴射による地盤改良を行った。（図-1、図-2）

本稿では、高地下水位、高粘性土、営業線近接という課題がある中で高圧噴射改良の設計及び施工方法について述べる。



図-1 既設躯体断面図

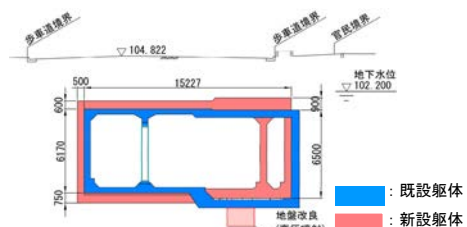


図-2 新設躯体断面図

2. 高圧噴射改良の概要

営業線躯体下において OPT ジェット工法による高圧噴射改良（φ3200 40 本）を、延長約 80m の範囲で実施した（図-3、図-4）。改良範囲の地下水位は TP+102.20m であり、既設躯体よりも上方に位置する。また、躯体下地盤には砂層が存在するため、掘削にはこの層の遮水が必要である。東側は柱列式 BH 杭及び背面薬液注入によって遮水措置をとっていたが、西側は官民境界と近接し、埋設物が多数存在しているため、躯体下の高圧噴射改良で遮水を行った。また、工区端部は軌道内から薬液注入による遮水壁を躯体横断方向に構築することで躯体側部及び躯体下部の掘削を可能とした。

3. 設計

改良長、改良強度、必要厚さの検討内容を以下に述べる。図-5 に高圧噴射部の拡大図を示す。

①改良長

躯体下には砂層が 0.352m あり、その下層は粘性土層である。改良長は 1.352m とし、粘性土に 1.0m 根入れした値にした。

②改良強度

改良仕様 OPT-1 号を粘性土に用いる場合として設計を行い、設計強度 $q_u=1.0$ (MN/m²)、粘着力 $c=0.5$ (MN/m²)、曲げ引張り強さ $\sigma_t=1/2 \times c=0.25$ (MN/m²) とした。

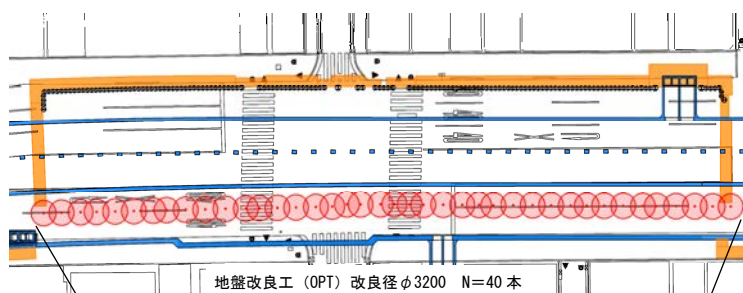


図-3 地盤改良範囲（平面図）

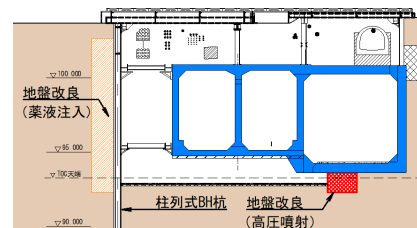


図-4 地盤改良範囲（断面図）

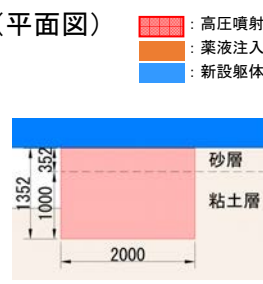


図-5 高圧噴射部拡大図

キーワード 東京メトロ東西線、高圧噴射、OPT ジェット工法

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋 2 丁目 1 6 - 1 清水建設株式会社 TEL 03-3561-3908

③改良厚さ

躯体下掘削導坑幅を 2.0m と設定し、改良体を水平方向に 2.0m の単純梁としてモデル化することで、改良体のせん断強度と曲げ強度から必要厚さを検討した。検討土圧は、改良体に作用する最下端の主動土圧 81.33kN/m^2 を使用した。検討の結果、改良体必要厚さは 2.0m とした(図-6)。

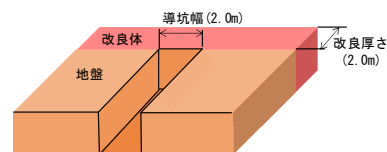


図-6 検討イメージ図

4. 施工

本工事の施工に当たって、高地下水位下での施工、高粘性土を対象とした施工、営業線に近接した施工という課題があった。施工場所の地下水位は TP+102.20m であり、これは躯体下床版よりも高い位置にあるため、躯体下床版に機械を設置して施工を行うと、躯体内への地下水流入が考えられる。本工事では営業線躯体を貫く形で鋼製のガイド管(写真-1)を設置し、躯体下床版の貫通及び高圧噴射改良を躯体上部から行うことで地下水の流入を防止した。

高粘性土を対象とした施工であったが、低排泥、低変位工法である OPT ジェット工法を適用し、ガイド管径を $\phi 508\text{mm}$ と大口径にするとともに、プレジェットによる地山切削を併用することで排泥閉塞による地下鉄躯体の変位を最小限に抑制した。地下鉄躯体の変位は、軌道内に設置した水盛式沈下計により 24 時間リアルタイムで監視し、日々の施工終了後の軌道計測も併せて実施し、鉄道営業線への影響が無いことを確認しながら施工を進めた。

施工フローを図-7、施工ステップ図の一部を図-8、ガイド管取付部の詳細を図-9 に示す。下床版の貫通に際しては、コア削孔機による下鉄筋の手前までの削孔と、ガイド管設置後のボーリングマシンでの貫通削孔により、地下鉄構内への地下水の流入を防止した。また、高圧噴射完了後は下床版上端までセメントミルクを充填し、ガイド管内水位を地下水位以上に保持することで改良体を確実に固化することが出来た。



写真-1 ガイド管設置状況
(躯体内部より撮影)

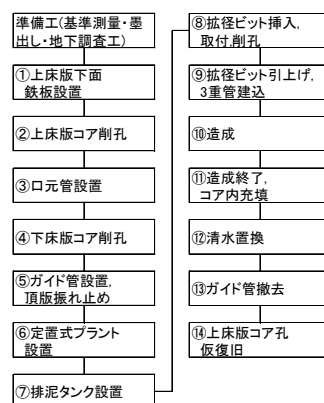


図-7 施工フロー

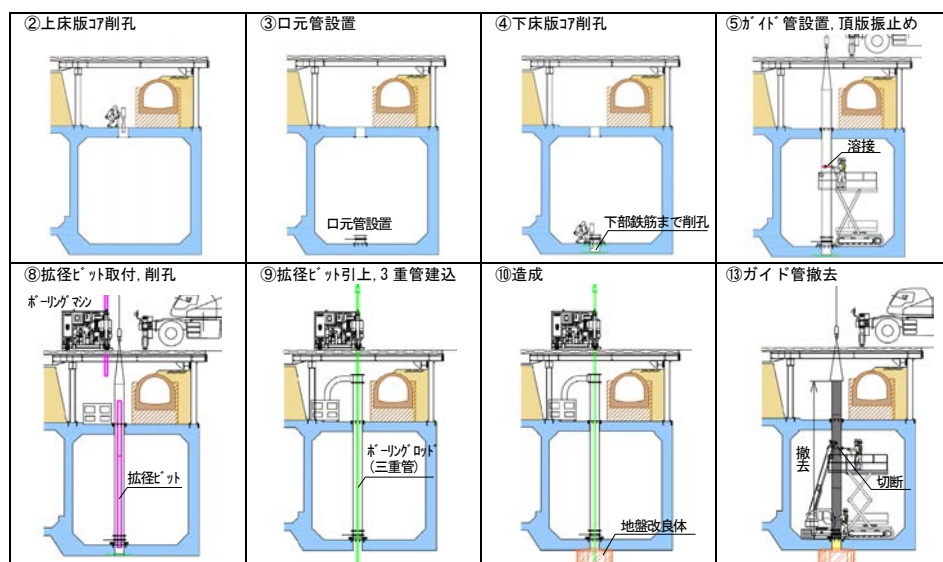
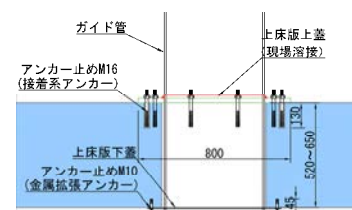
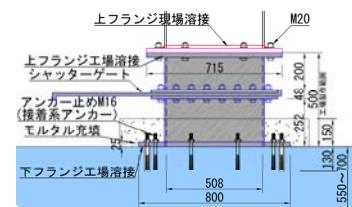


図-8 施工ステップ(図-7 施工フローより抜粋)



上床版詳細図



下床版詳細図

図-9 ガイド管取付部詳細図

5. まとめ

高地下水位下及び営業線近接での地盤改良体の施工という難易度の高い課題に対し様々な対策を講じ、列車運行支障を防ぎながら高圧噴射改良の施工を無事完了させた。今後は、軌道直下の掘削、構築を実施する予定である。引き続き、列車運行への支障を防ぎながら本事業をさらに促進させ、早期供用に貢献できるよう工事を継続していく所存である。