

日比谷線仲御徒町駅 EV 工事における営業線直下の掘削方法

東京地下鉄株式会社 正会員 ○ 清水 康裕
 東京地下鉄株式会社 長谷 篤
 東京地下鉄株式会社 吉村 正
 大豊建設株式会社 澤本 健

1. はじめに

東京地下鉄株式会社では、お客様サービスの向上およびバリアフリー新法に基づく段差解消整備のため、エレベーター設置工事を行っている。未設置駅の一つである日比谷線仲御徒町駅では、既存の駅躯体を改良し、ホーム階から新設改札階までのエレベーターと、新たに取得した用地の新設ビル内に新設改札階から地上階までのエレベーターを整備するとともに、これらを連絡する地下通路を新設する（図-1）。工事箇所の地質条件は、平均N値 50 以上の締まった砂層地盤であるものの、均等係数 1.69 と崩壊性が高く、被圧水調査から 0.06 3MPa の高被圧水を確認した。そのため、地層の地盤強化と止水性向上を目的として、駅構内から高圧噴射攪拌工法による地盤改良を行い、その締め切り内側を導坑掘削することとした。本稿は、エレベーター設置および連絡通路設置に伴う、営業線直下の掘削工事における既設躯体への影響を最小限に抑えた施工計画および施工結果について報告する。

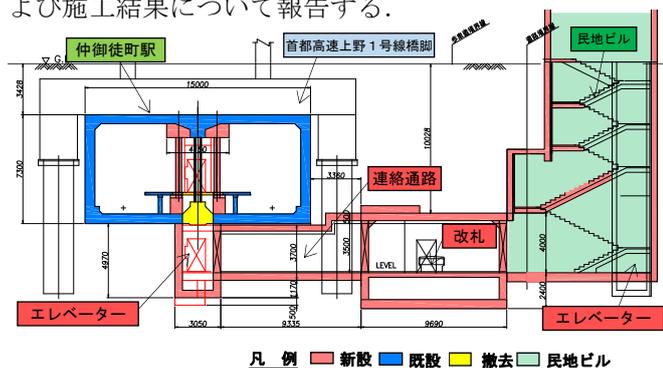


図-1 工事概要図

2. 営業線直下導坑掘削の概要

導坑掘削は、先行して掘削した国道下立坑部より、線路横断方向に水平に掘進した後、線路縦断方向に掘進する。既設躯体への影響を最小限に抑えるため、掘削は高さ 4m の断面を上下に 2 分割し、上半部について掘削重機のアームが届く範囲まで掘削を行い、側部鋼製支柱を 1m ピッチで建込んだのち、鋼製矢板にて土留キーワード 営業線直下、導坑掘削、薬液注入、計測管理、仮設再検討

連絡先 〒110-0015 東京都台東区東上野 4-11-1 東京地下鉄(株) 改良建設部 第一工事事務所 TEL03-3837-745

めを行った。上半部足元には鋼製梁を設置し、端部まで掘削後、下半部の掘削と土留め設置を同様に行った。側部地山の開放時間を最短にするため、水平断面でV字に掘削し、鋼製側部支柱を先行して設置した。掘削は 24 時間三方施工で行い、自動計測により構築変状を監視し、終車後に軌道四項目を計測した。また、導坑掘削と民地ビル築造を並行して行うため、先行して構築した躯体上床版に施工開口を設置し、直上にライナープレートによる土留めを設置した（図-2）。

掘削時の安全対策として、地山の緩みおよび崩壊による既設構築への変状の抑制、掘削坑内における湧水への安全対策、常時監視による異常の早期発見を行った。また、早期に導坑掘削を完了させるため、現地状況を踏まえた柔軟な仮設再検討を行った。

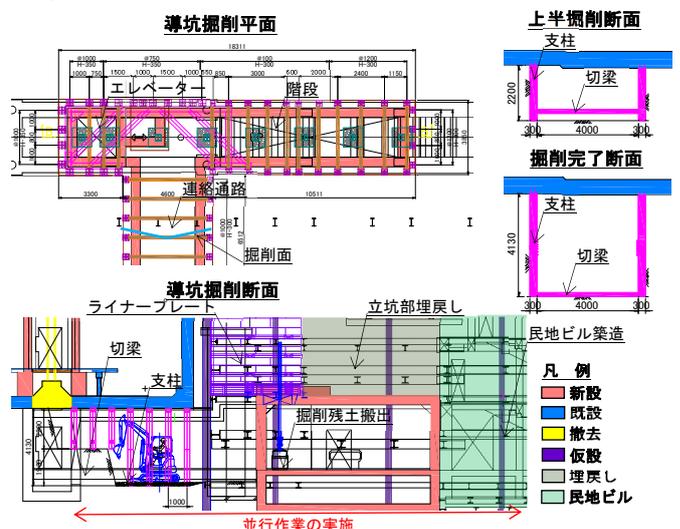


図-2 導坑掘削施工概要図

3. 掘削時の安全対策と仮設計画の再検討

(1)掘削時の安全対策

対策一覧を表-1に示す。なお湧水への安全対策においては、堀山内の湧水量が 500/min を超える場合は、掘削を一時中断し、止水対策として地盤改良締め切り外側に薬液注入を実施した（図-3）。施工は事前に用意した鋼製止水壁と土嚢により切羽側の水圧を抑制し、

軌道内からの二重管ストレーナー工法を採用した（図-4）。特に地盤改良接部部を水道とした湧水が想定されたため、カバーする目的として接部部外側の範囲を重点的に注入した。既設構築への変状抑制のため、注入圧を初期圧（水圧）+0.3MPaで管理し、施工箇所から湧水箇所までの距離に応じた最適なゲルタイムに調整することで、早期に湧水量を減少させることができた。掘削再開時は止水壁に予め設置したバルブから水平のチェックボーリングを行い、締め切り内側の湧水量を確認することで安全確保した。

表-1 掘削時の安全対策

課題	対策
掘削時の地山の緩みや崩壊による既設構築への変状抑制	<ul style="list-style-type: none"> 地盤改良体の折り作業による振動が、直上の営業線へ影響を与えることを防止するため、掘削に先立ち切羽改良体へ連続コアボーリングによる縁切りを実施した。 掘削断面側部の鋼製矢板設置後、地山との間にセメント系薬液注入による充填を行った。
掘削坑内における湧水への安全対策	<ul style="list-style-type: none"> 事前に鋼製止水壁と土嚢を用意した。止水壁は既設躯体下で重機の空頭が制限される中であっても、人力で設置可能な口150の角型鋼材を掘削断面左右の鋼製土留め杭間に設置した。 湧水量増加時は、掘削を一時中断し、止水対策として地盤改良締め切り外側に薬液注入を実施した。 地盤改良締め切り内側の止水状況を事前に把握するため、切羽設置した角型鋼管より水平のチェックボーリングを行った。 首都高用地に薬液プラント常備、仮囲い内にボーリングマシン配置し、地盤改良締め切り外側に駅構内より注入できる薬液注入用バルブを予め軌道内に設置した。 立坑側に水中ポンプ（200V 3.7kW 0.5m³/分）を5台設置した。
常時監視による異常の早期発見	<ul style="list-style-type: none"> 日比谷線構築に沈下計、傾斜計を設置して自動計測による常時監視を実施し、管理値超過（一次管理値：±3.5mm、二次管理値：±5.0mm）の場合は、スマートフォンにアラートメールが送信されるようにした。 終車後に軌道四項目（軌間、水準、通り、高低）について計測を行い、管理値に達した際の対応方法を策定した。 観測井戸に水位計を設置して自動計測による常時監視を実施し、設定水位GL-7.0mに対する管理値超過（一次管理値：±1.0m、二次管理値：±2.0m）の場合、スマートフォンにアラートメールが送信されるようにした。 排水先のノッチタンクの三角堰により湧水量を管理した。 Webカメラを設置して、タブレット・スマートフォンにより作業休止時にも現場を監視出来るようにした。

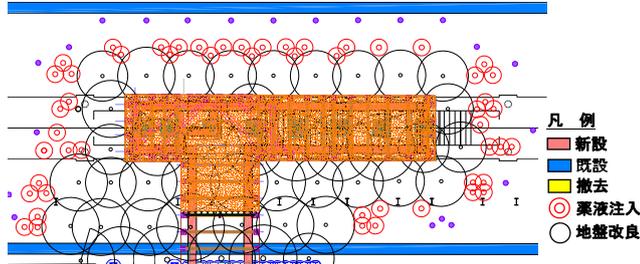


図-3 湧水対応平面図

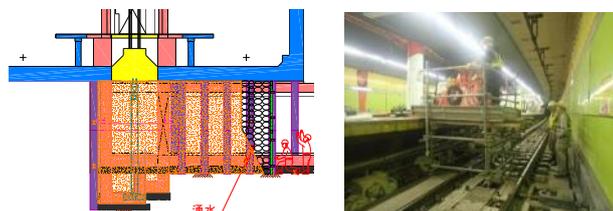


図-4 湧水対応断面図 写真-1 駅構内止水注入

(2) 早期掘削に向けた仮設計画の再検討

当初エレベーターおよび階段部の導坑掘削は既設躯体の変状抑制のため受杭を設置する計画であった。しかし、掘削坑内の湧水量が多く、地下水位低下が既設構築へ影響を与える可能性があったため、早期に掘削を完了し躯体を築造する必要が生じた。そのため、通路部の掘削完了後、地盤改良体の状態を確認し、当初設計では考慮していない、地盤改良体の剛性を計算値に見込

むことで仮設方法の再検討を行った。掘削による影響検討は、既設躯体及び地盤をモデル化した応力度照査により、既設躯体に生じる発生変位量及び応力度を算定した（図-5）。再検討の結果、受杭の省略が可能であると判断でき、これによりエレベーターおよび階段部の掘削において機械掘削が可能となったことで、施工サイクルが向上した（図-6）。

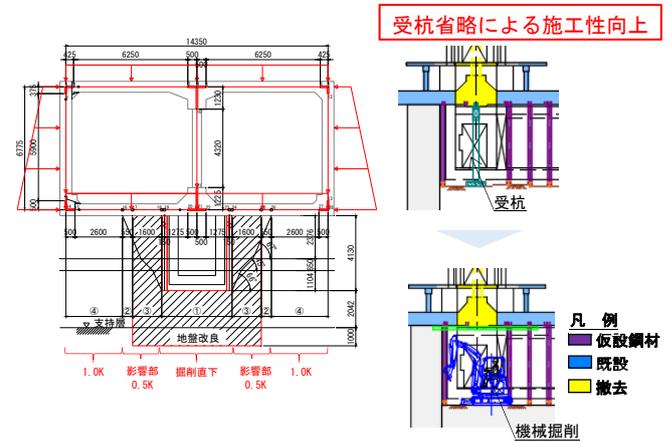


図-5 仮設再検討解析モデル 図-6 掘削断面図

4. 施工実績と計測結果

上記対策を実施した結果、地山の緩みや崩壊が発生することなく掘削を完了することができた。掘削坑内の湧水量増加時における構築変状と地下水位のグラフを表-2に示す。ここで、構築変状は湧水量増加により最も変位が生じた掘削位置から30m離れた測点の値であり、地下水位は掘削箇所付近に設置した観測井戸の水位計から計測した値である。湧水量増加時の構築変状と地下水位には相関関係が見られたため、止水対策を強化し、あわせて湧水量増加時は軌道、路面、地下水位および首都高橋脚の変状を計測管理し、それぞれ許容値内であることを確認した。

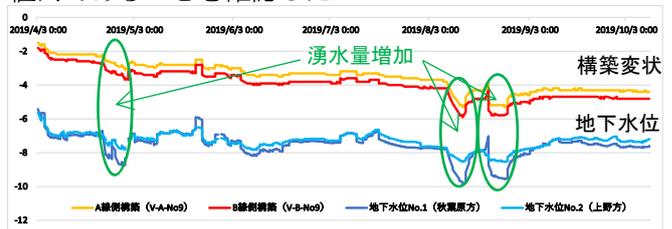


表-2 地下水位と構築変状

5. おわりに

本工事は、営業線直下の導坑掘削における安全対策および仮設計画の再検討を綿密に行うことで、営業線に影響を与えることなく掘削を完了することができた。本稿が、今後の営業線直下を導坑掘削をする際の参考事例としてご活用となれば幸いです。

参考文献 1) 小島, 長谷, 吉村, 田中: 出水対応を施した営業線直下の駅構内地盤改良施工-日比谷線仲御徒町駅改良工事-