

### 山岳トンネル工法を適用した都心部での非開削工法

東京地下鉄(株) 正会員 ○西野 健  
東京地下鉄(株) 瀧賀 昇太  
(株) 鴻池組東京本店 高橋 信二

#### 1. はじめに

東京地下鉄株式会社では、「高齢者・障害者等の移動の円滑化の促進に関する法律(バリアフリー新法)」に基づき、垂直移動設備整備を鋭意進めている。本稿は、丸ノ内線淡路町駅における垂直移動設備整備土木工事において、山岳工法を適用して構造物築造のための掘削を施工した事例について報告する。

#### 2. 工事発注後に生じた問題点

工事場所は、図-1に示すとおり、都道交差点部に位置しており、開削工法により既存構築と連絡する地下通路(幅3.3m、高さ3.4m)及びエレベータシャフトを築造することで発注された。掘削範囲には、大口径下水渠等が存在しており、想定よりも浅い位置に埋設されていたことから、路面覆工を施工した場合、覆工高さが既設道路面より平均40cm程度高くなるため、覆工周囲の嵩上げ舗装範囲が非常に広範囲になるという問題点が生じた。

そこで、図-2に示すとおり、路面覆工範囲を限定して一部に非開削工法を用いることで嵩上げ舗装範囲を縮小することを検討した。非開削工法の選定にあたっては、メッセル工法、パイプルーフ工法を比較したが、これらの工法では大規模な設備が必要となる。現場の作業スペースは狭隘であり、設備を設置するスペースは確保できない。そこで、掘削後、直ちに吹付けコンクリート、鋼製支保鋼材等の支保工を構築しながら掘削を進める山岳工法に着目した。

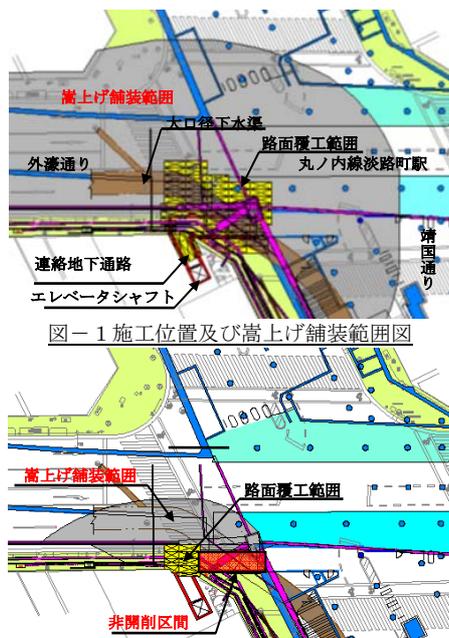


図-1 施工位置及び嵩上げ舗装範囲図

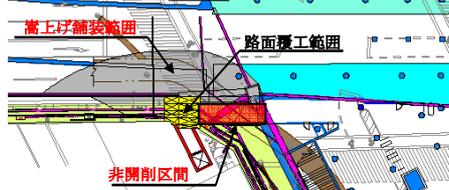


図-2 嵩上げ舗装範囲縮小検討図

#### 3. 山岳工法を適用した掘削の施工計画

山岳工法の適用範囲は図-3に示すとおり約8.0mであり、施工計画は現場状況を勘案して検討を行い、補助工法を含め以下のとおりとした。

①対象地山は、N値5~30程度の砂質土及び粘性土からなる互層であり、地下水位がGL-5.8mであることから、施工中の安全確保に最も重要である内部空間の保持及び切羽の安定のため、薬液注入を行う(図-4)。

②土被りは約4.1mであるが、トンネル天端では大口径下水渠との離隔が0.6mと近接しており、掘削による地山の応力解放に伴い大口径下水渠への影響や掘削中の地山肌落ちが懸念されるため、図-4に示すとおり、鋼管(φ114.3mm)をトンネル断面周辺に挿入し、掘削時の地山挙動を抑制する。なお、施工中は、地表面及びトンネル内空断面の水平及び鉛直方向の変位計測を実施して施工管理を行う。

③丸ノ内線構築側部における掘削となることから、天端部分の鋼製支保工部材をアーチ状に形成する。また、丸ノ内線構築側壁を支保工部材として利用することとし、接合にあたっては構築に影響を与えないよう留意する。

④交差点部での施工のため、実作業時間に制約があると同時に、狭隘な作業スペースのため人力を主体とした掘削となることを勘案し、日当たり施工延長は、断面を上半・下半に分割掘削して各々1.0mとする。日当たりの施工サイクルを図-5、施工手順図を図-6に示す。

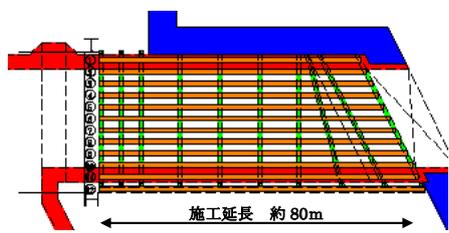


図-3 平面図

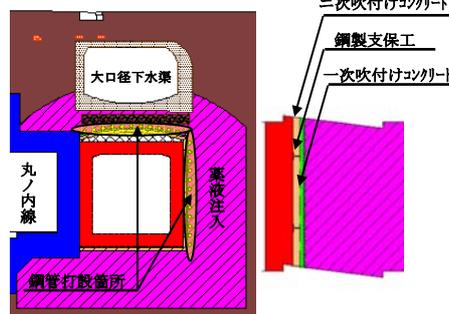


図-4 非開削工法断面図

キーワード：都市トンネル、山岳工法、近接施工

連絡先：〒110-0015 東京都台東区東上野 4-11-1 東京地下鉄株式会社改良建設部 TEL 03-3837-7449

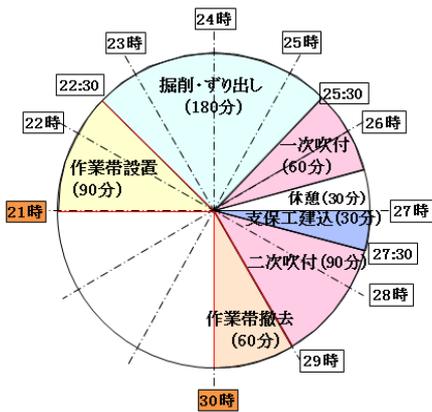
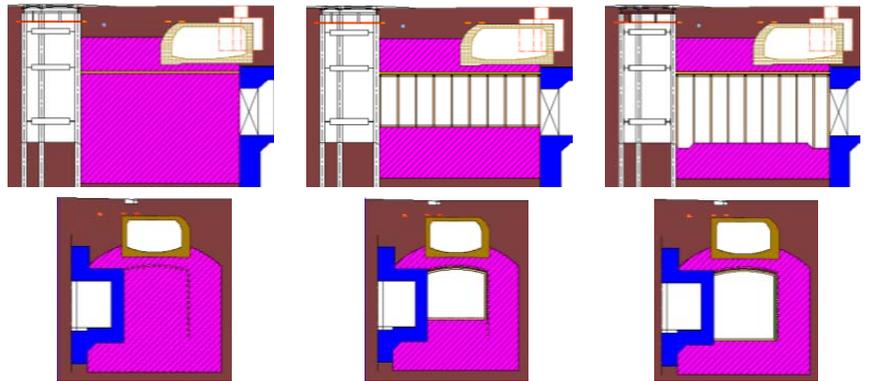


図-5 日当たり施工サイクル



STEP 1：薬液注入・鋼管打設

STEP2：上半掘削

STEP 3：下半掘削

図-6 施工手順概要図

#### 4. 施工結果

開削部分の掘削完了後、図-6に示すSTEP 1の施工を開始したが、天端部分の鋼管打設において、支障物と思われる影響により所定の鋼管挿入が不可能な状態となった。鋼管が打設できた範囲を図-7に示す。

ここで、未挿入範囲の対策工を検討するため、実際の地山状態を把握する目的で、鋼管挿入ができた範囲の掘削を行うこととした。掘削は、計画した上半の掘削をさらに2分割して行い、速やかに下半も掘削して鋼製支保工設置まで行った。この掘削による地山の変位はほとんどなかった。この掘削によって、掘削地山は、切羽を含め施工に十分な自立状態を維持できるとともに、懸念された湧水についても薬液注入の効果によって問題がないことが確認できた。

これを踏まえ、鋼管未挿入範囲への掘削に対する補助工法として、斜め方向へのフォアポーリングの検討も行ったが、地山の挙動に留意しながら、支障物撤去を並行して施工しながら掘削を行うことが可能と判断し、現状のまま残り部分の掘削を再開した。なお、掘削中の湧水及び切羽の不安定状態、新たな支障物が判明した場合は、安全確保のため直ちに鏡面を含めた吹付けコンクリートの対応ができる体制とした。

再開した施工状況を写真-1、2に示す。掘削内への新たな支障物も発生し、さらに狭隘な条件下での掘削となり施工効率の低下も若干あったものの、当夜掘削に対する速やかな鋼製支保工材の設置を行って、確実に掘削を進めた。また、天端地山の肌落ちもなく、切羽の自立状態も良好であった。

計画では20日間の掘削を予定し施工を開始した。鋼管打設が一部不可能になるという問題もあったが、実際の地山状態を確認した上で迅速な対応策を講じることができ、27日間で完了することができた。また、鋼製支保工設置も10基の計画が、図-8に示すとおり13基の設置となったが、トンネル内空の変位も鉛直方向で最大1.0mm、水平方向で最大1.7mmという計測結果であり、周辺地山への影響を与えることなく掘削を完了できたと考えている。

#### 5. おわりに

山岳工法を適用した非開削方法による掘削を採用し、地下通路構築を無事完了させることができた。本報告が、今後の都心部における施工方法の一つとして参考になれば幸いである。

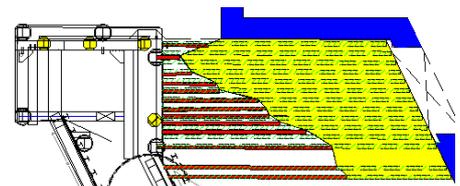


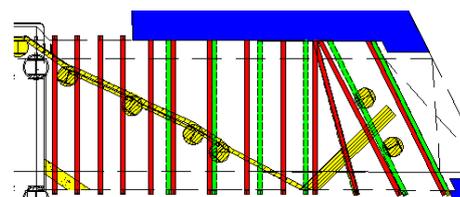
図-7 鋼管挿入範囲実績図



写真-1 掘削状況



写真-2 鋼製支保工設置状況



■ 当初支保工設置箇所  
■ 支保工設置変更箇所

図-8 鋼製支保工設置箇所