

慶応大学直下における大断面鉄道トンネルの施工について

東京急行電鉄株式会社

津守 澄男

東京急行電鉄株式会社

正会員

山本 隆昭

東京急行電鉄株式会社

正会員

○山口 洋史

1. はじめに

横浜市営地下鉄グリーンラインは、横浜市港北区の東急東横線日吉駅から横浜市緑区の JR 中山駅に至る延長約 13km の路線である。グリーンラインの起点駅となる日吉駅は、東横線日吉駅の地下で直交するため、横浜市より当社が施工を受託した。

グリーンライン日吉駅の施工にあたっては、既存駅のアンダーピニング、綱島街道直下での開削、3 連メガネトンネルなど多くの土木技術を活用したが、本稿では隣接する慶応大学直下の 10m という浅い土被りにおいて、掘削断面積 256m^2 に及ぶ都市部では例を見ない大断面トンネル ($L=30\text{m}$) の施工について報告する。本トンネルの縦断面図および断面図を図-1 に示す。

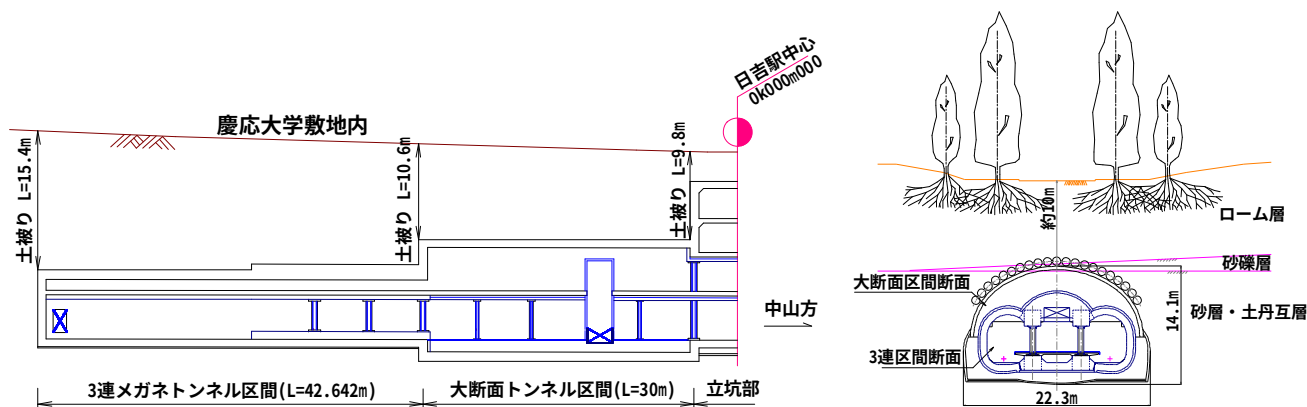


図-1 トンネル縦断面図および断面図

2. 大断面トンネルの施工

2.1 工法の選定と施工上の課題

慶応大学の敷地内については、同校のシンボルである銀杏並木の保護及び地上部への影響を最小限に留める必要があったことから、非開削の山岳トンネル工法での施工が採用された。また、 $L=30\text{m}$ の区間は軌道階とあわせてコンコースも配置することが必要なため、大断面形状が採用された。

地質は、主に上総層群砂質土層と土丹層の互層地山となっているが、大断面トンネル天端部には約 1m 厚さの帯水砂礫層が存在し、またその上部は、 $N=5\sim6$ のローム層が堆積しているため、施工時の湧水・天端崩壊が課題であった。また、掘削断面積が 256m^2 に及ぶ大断面となることから切羽の安定及び上半施工時の地耐力確保が課題となった。

2.2 補助工法

当該トンネルにおける補助工法として、湧水防止、天端崩落防止および地表面沈下抑制のためのパイプルーフ工 ($L=38.5\text{m}$, $n=21$ 本) と、大断面切羽の崩落防止のための超長尺鏡ボルト工 ($L=32.5\text{m}$, $n=45$ 本) を採用した。

パイプルーフは切羽密閉式の推進工法により施工したが、リターン回収型掘進機を使用し、 $\phi 1016$ ($t=12\text{mm}$) の鋼管を設置した後、鋼管内にモルタル充填を行った。

超長尺鏡ボルトについては、立坑からボーリングマシンを用いてケーシングパイプ ($\phi 135$) により孔壁の安定を確保しながら削孔し、ファイバーボルト ($\phi 76$) を挿入、ケーシングの引抜きとともにモルタルを充填した。

キーワード 大断面, 低土被り, パイプルーフ, 超長尺鏡ボルト, 光ファイバー沈下計測

連絡先 〒150-8533 東京都渋谷区神泉町 8-16 東京急行電鉄株式会社 鉄道事業本部工務部土木課 TEL03-3477-6322

超長尺鏡ボルトの施工により、通常の長尺鏡ボルト(L=12.5m)よりもさらに切羽の安定性が高まり、より安全な施工を行う事が出来た。また、大断面区間全延長分の施工を立坑から1サイクルにて行う事により、掘削サイクルへの影響を無くし工程短縮を実現できた。

2.3 施工手順

施工手順(図-2)については、前述のように上半掘削時の地耐力確保のため、先行導坑による脚部補強コンクリートが必要となることから側壁導坑方式とした。また上半についてもトンネル幅約22mとな

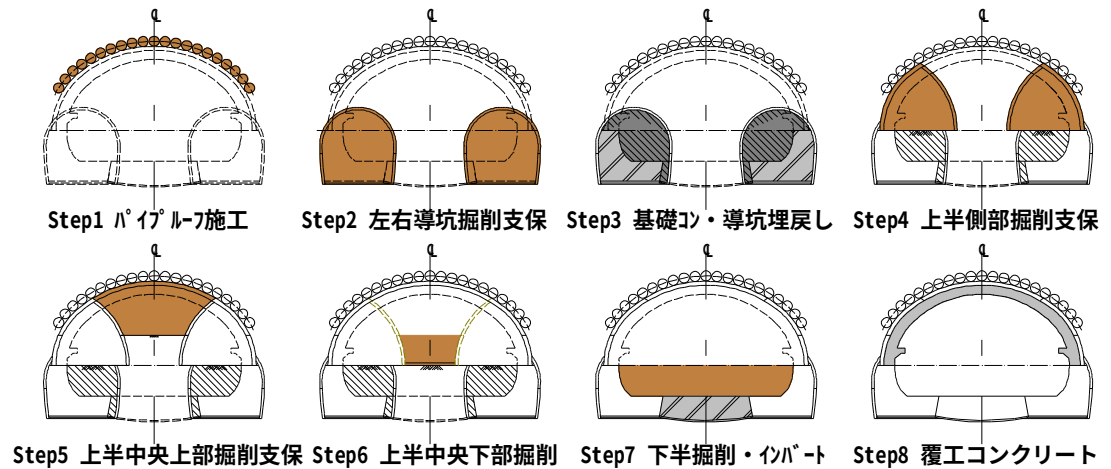


図-2 施工手順(大断面区間)

ることから上半左右側部掘削に続いて中央坑を2分割、上半のみで計4分割施工とした。防水構造については、トンネル完成後にはトンネル周辺地下水位を回復させる必要があることから完全防水型構造とし、防水シートとしてはEVAシート(t=2mm)を採用した。

吹付コンクリート工については、低土被りかつ都市部での施工であることから、鉛直土圧の増加による吹付の剥離防止のためにポリプロピレン繊維補強とし、また粉塵抑制対策として液体急結材を使用した。

3. 計測概要および計測結果

計測項目として、通常の内空変位、鋼支保工応力等以外にパイプルーフ沈下測定、導坑基礎コンクリートの沈下、温度・応力測定等を実施した。特にパイプルーフ工は極めて効果期待の大きい補助工法であることから、その沈下計測にあたっては高精度で長期間計測に耐える技術が求められ、電気ノイズの影響を受けにくく耐久性の大きい光ファイバーを用いた水盛り式沈下計測手法を採用した。

計測の結果、パイプルーフ最大沈下は約40mmと予測値41.2mmに対して近い値となった。導坑基礎コンクリート沈下については計測値が±1mm以内と、懸念された脚部地耐力・沈下は発生しなかった。同じく導坑基礎コンクリートはマスコンクリートとなることから温度応力解析を事前に行い打設スパン等について検討を行った。縦断方向打設スパンを6mと設定することによりコンクリート最大温度は60℃まで達するものの、表面養生を入念に行った結果、熱の急激な放出を防ぐことが出来、ひび割れ等の発生は見られなかった。

4. おわりに

横浜市営地下鉄グリーンラインは、平成20年3月30日に開業した。本トンネルは、都市部での浅い土被り(10m)における大断面施工(256m²)という他に例を見ない事例であったが、地表面沈下、内空変位等は予測された範囲内に収まり、脚部沈下は発生せず、トンネル構造の安定性を保ちながら、銀杏並木や地上部に対して悪影響を与えることなく施工することが出来た。当工事が、今後の市街地における大断面トンネル工事の参考例となれば幸いである。



写真-1 上半中央上部掘削状況

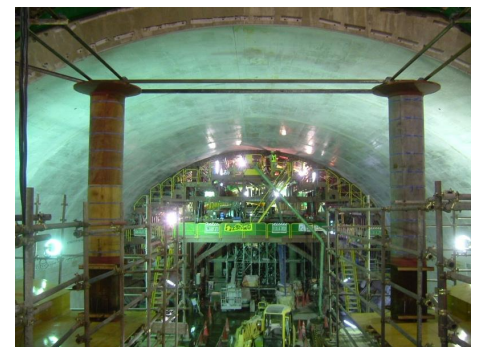


写真-2 覆工打設後の状況