

鉄道営業線直下の山岳トンネル掘削

大成建設（株） 横浜支店 ○正会員 臼井 哲
大成建設（株） 横浜支店 正会員 三宅 幸夫

1．はじめに

本工事は、東急東横線とみなとみらい21線の相互直通運転に伴い、東横線の東白楽～横浜駅間を現在線の直下に山岳トンネル工法（NATM）により新線を建設するものである。

現在線は、大正時代築造のRCラーメン高架橋であり、土被りは最低11m（1.1D）と厳しい条件のもと、沈下を最小限に抑制し、営業線の運行を支障させることなくトンネル掘削を施工した。ここでは、その概要と実施結果について報告する。

2．工事の概要

表-1に本トンネルの概要を、また、縦断面図及び標準断面図-1,2に示す。

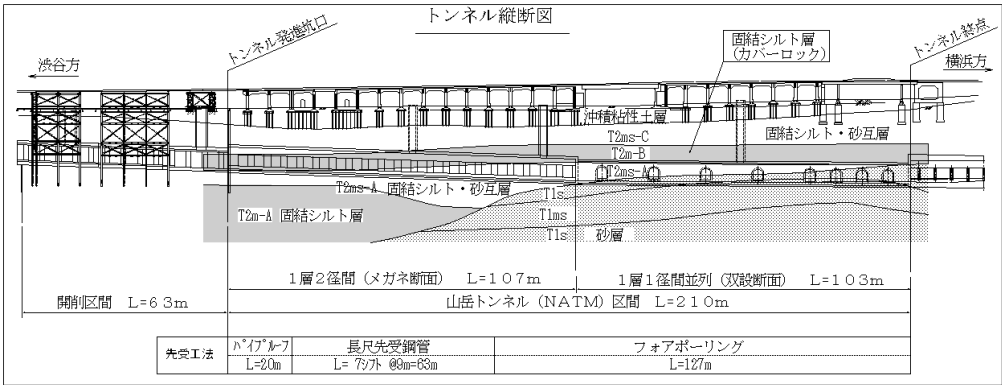
表 - 1

施工延長	路線延長：210m
トンネル形状	メガネ型断面：107m 双設（単線並列）断面：103m×2
掘削断面積	メガネ型断面：80～100㎡ 双設（単線並列）断面：41㎡×2
掘削工法	上半先進ショートベンチカット工法
土被り	11～19m

土質条件は、地表～GL-5m付近は沖積粘性土、GL-5m以深は固結シルト主体で薄い砂層が介在する互層であり、トンネル断面内から天端付近に5m程度の層厚で砂層の介在しない固結シルト層が分布している。

トンネル終点部付近は、下部より砂層が徐々に上がってきており掘削断面全てが砂層になる。砂層部は地下水が豊富で被圧されている。

図 - 1 トンネル縦断面図



3．問題点と対策

当工事は、都心部での鉄道営業線直下のトンネル掘削であり、地盤沈下を最小限に抑え営業線の運行を支障させずに施工することが最重要課題である。沈下量の許容値は、軌道部：7mm(10m間の相対変位)であり、一次管理値は上記の50%で設定されていた。

キーワード：営業線直下，NATM，地盤沈下，小土被り

連絡先：〒221-0841 横浜市神奈川区松本町1-2-1 大成建設株式会社 東横線反町作業所 (045)322-2422

地盤沈下の要因として、当工事での種々の条件では、以下の点が考えられた。

表層部（沖積粘性土）の脱水压密

切羽崩壊、土砂流出（特に砂層部での湧水による掘削地山の自立性の不良）

トンネル掘削に伴う周辺地山のゆるみ

実施工に先立ち、土質ボーリング

の追加実施並びに薬液注入の試験施工、揚水試験等を行った結果、下記の問題点及び状況が把握できた。

- ・トンネル断面上部の固結シルト層は、層厚5～6mで砂層が介在しておらず広範囲に分布しており遮水層として期待できる。
- ・固結シルト・砂の互層部は土層が複雑であり、砂層を限定して薬液注入を実施することは困難である。また、高圧力の注入が必要であり、地盤隆起が予想される。

上記の結果をもとに、以下の対策を立案し実施した。

遮水層（カバーロック）以深の砂層については、揚水工法（ディープウェル）を採用し、切羽をドライにし自立性を確保する。（ウレタン注入式鏡ボルトを併用）

カバーロックよりトンネル天端が上方に出る区間については、止水壁をトンネル両側に施工し、外部から坑内への地下水流入による周辺地盤の水位低下を防止する。

土質状況に応じた先受け工法を全線で採用（パイプルーフ、長尺鋼管先受、フォアポーリング）

既設高架橋の落橋防止門構補強（万一の不等沈下による高架橋の破壊防止）

上記の対策をもとに、トンネル直上の高架橋及び地盤の変位を把握し施工にフィードバックさせるため、通常の坑内計測に加えて、全線に渡り高架橋に水盛式沈下計を、また、坑外計測として地中変位計を設置し、自動計測を実施した。発注者及び当社の事務所で常時変位状況を確認するとともに、異常値が発生した場合は自動的に警報を発信するシステムを採用した。

4．実施の結果

上記対策をもとに、平成12年8月よりトンネル掘削に着手し平成14年6月に掘削を完了したが、高架橋の沈下については問題なく相対変位は管理値以内であった。また、揚水工法により、砂層部の切羽状況は良好で自立性は良く、揚水による地盤沈下も発生していない。先受け等の効果により崩落・切羽倒壊等もなく内空変位も極めて小さく、地上に大きな影響を及ぼすには至らず工事を完了することができた。

5．おわりに

冒頭でも述べたように、鉄道営業線直下の山岳トンネル掘削という、施工条件の極めて厳しい工事であったが、種々の調査・対策及び計測管理・危機管理体制の確立、更には比較的良好な土質条件に恵まれ、列車の運行を支障することなくトンネル掘削を完了することができた。但し、掘削時の解放断面を極力小さく計画し、また、その他の制約条件も付加された結果、躯体の構造が複雑になっており、二次覆工施工時の品質、施工性が課題である。最後に、本工事が今後の都市部での山岳トンネル工事に参考になればと考えている。

図 - 2 断面図

