

高透水性砂礫地盤における密閉型矩形推進の施工

中部電力（株） 正会員 片山 英明
 中部電力（株） 名和 芳久
 （株） 鴻池組 正会員○高原 正人
 （株） 鴻池組 林 茂郎
 鴻池・名工・トーエネック共同企業体 牛場 修

1. はじめに

近年、土地利用の高度化による地下の輻輳に伴い、都市部におけるトンネルの施工条件がますます厳しいものとなってきている。一方で、非開削のトンネル築造技術はこうした難条件を克服することによりめざましい技術革新を遂げてきた。今回報告する施工現場は、国土交通省の国道302号線楠味美(くすのきあじよし)共同溝と中部電力(株)の既設洞道を結ぶ取付け洞道で(高さ2.5m×幅2.0mの矩形の内空断面)、道路横断部を非開削で施工する必要があった。このため、経済性を考慮して直接ボックスカルバートを推進する工法を選択したが、透水性の高い砂礫地盤で矩形の密閉型推進工法による同程度の規模の施工事例が過去にないため、推進機の構造を含めたいくつかの事前対策を講じて施工に臨んだ。本稿では掘進方法の検討とその結果について報告する。

2. 工事概要

工事の概要を図-1、2および以下に示す。

施工時期：平成12年11月～平成13年1月

函体外寸：h×W=3,136mm×2,536mm

同 内寸：h×W=2,550mm×2,000mm

推進延長：スパンL=133.5m

線形：直線 勾配：1/300上り

土被り：8.94～7.70m 地下水位：GL-2.5m

対象土質：鳥居松砂礫層 N値20～47

主体礫径100mm 最大礫径350mm

透水係数 1.0×10^{-2}

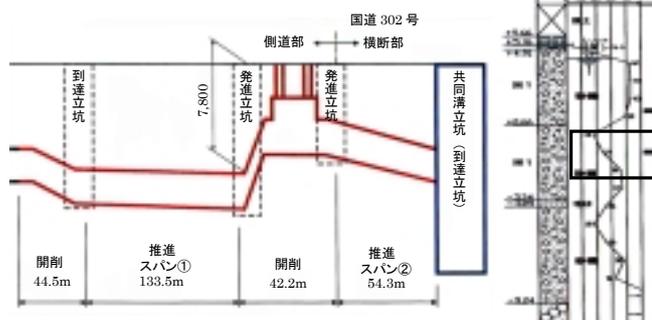


図-1 縦断面

図-2 土質柱状図

3. 掘進方法の検討

推進工法の検討にあたり総推力を試算すると、約40,000kN（先端抵抗力2,342kN、周面抵抗力37,622kN）となり、ボックスカルバートの推進方向の耐荷力である18,150kNを大きく上回るため、推力の低減を図る必要があった。

先端抵抗力の低減対策については、掘削断面のうち未掘削領域を減少させることが重要と考え、4連多軸のカッタフェイスを採用し、刃口の内側に沿って隅角部を切削できるように角度別にストローク制御が可能な油圧式コピーカッタを装備した。これによって、未掘削領域を15%以下まで減少させることが可能となった。

（図-3参照）ただし、細粒分が少なく崩壊性が高い地盤であることから、刃口の外部の余掘りを行わないようにし、上半断面の刃口を400mm前方に延長させてカッタヘッド上面からの礫の崩落を防止するようにした。さらに、掘

キーワード: 矩形、密閉型、推進工法

連絡先：〒456-0022 愛知県名古屋市中区熱田区横田二丁目 3-4 TEL052-682-4498 FAX052-683-5616

〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦二丁目 19-1 TEL052-202-4520 FAX052-202-9173

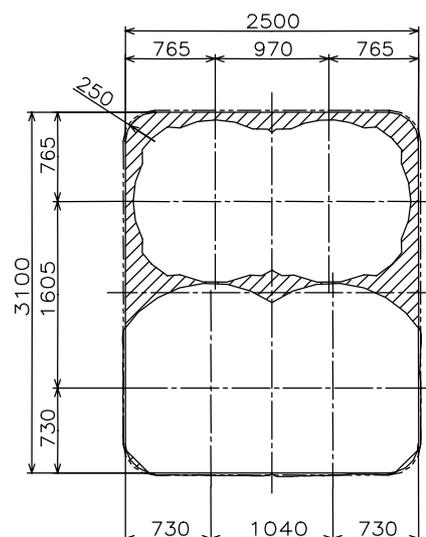


写真-1 推進機全景

削した土の流動性を高め切羽の安定を高めるために、すべてのカッタの回転軸先端とカッタスポークの外周部から加泥材を注入できるようにした。また、掘削した土砂の円滑な取り込みを促すため、最大φ350mmの巨礫にも対応できるようにケーシング内径φ526mmのリボンスクリーナーを搭載した。

周面抵抗力の低減対策としては、地山と推進管の隙間(以下ボイドと称す)の保持が重要であるが、矩形の掘削ではアーチアクションの効果が期待できないので、できるだけ切羽に近い位置に上下左右計8箇所的一次滑材注入孔を設けた。また、後続のボックスカルバート全管に上下左右4方向の二次滑材注入孔を設け、任意の場所で滑材を注入できるようにして、管外周摩擦力の低減を図った。

また、推進機の蛇行やローリングも推力に大きな影響を及ぼすことから、上下左右に最大2.0度まで屈曲できる方向修正用の中折れ装置と、推進機の両側面上下2段にジャッキガイド板方式のローリング修正装置を装備した。(写真-1)



未掘削領域
 上コピ-カッター未使用時: 14.3%
 上コピ-カッター使用時: 12.5%

図-3 コピーカッタの掘削領域

3. 施工結果

掘削地盤はφ100~150mmの礫が点在している比較的硬質の砂礫層であったが、掘削した土砂の閉塞や異常な切羽土圧の変動もなく、掘進速度も平均27mm/分と順調な掘進であった。昼間のみの施工であるが、平均2.95m/日、最大日進量4.5m/日の施工速度で、51日の稼働日で無事に到達することができた。

図-4に推進管の出来形としての上下・左右の変位量を示す。方向制御に関しては、上下・左右とも15mm以内で推進できており、装備した中折れ機構の効果が確認された。

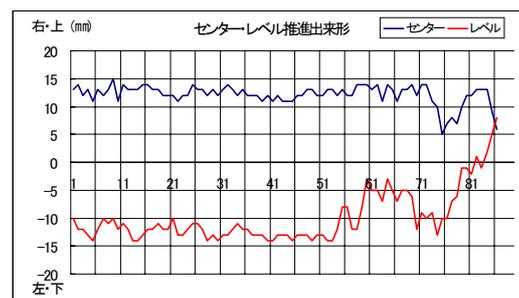


図-4 推進管の変位量

図-5に推進機のローリングのデータを示す。発進直後の推進機が立坑から土中に入った時点で0.1度近くまで傾斜し、ローリング修正装置によって修正したが、その後は±0.04度以内に収まっている。

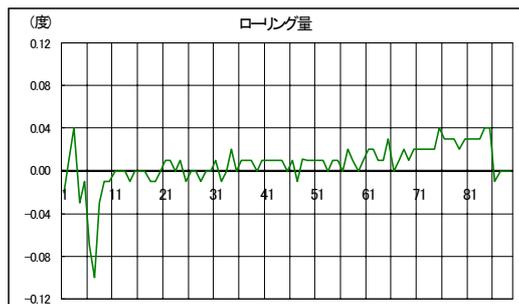


図-5 推進機のローリング

図-6に総推力の推移を示す。最大推力は推進距離100m付近で発生したが、当初の予定を大幅に下回る7,300kNという結果であった。これは滑材の注入を0.1Mpaを目標として圧力管理を行った結果、最終的にはボイド容積の約1.8倍の量を注入したことに加え、高精度な掘進ができたことと、事前対策による成果と思われる。

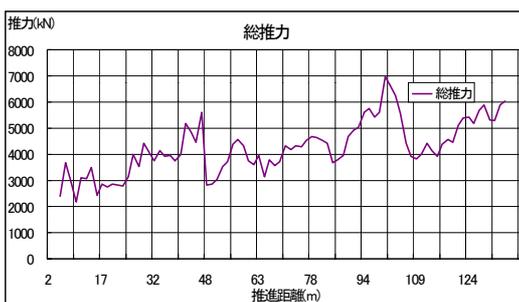


図-6 総推力

4. おわりに

透水係数の大きい砂礫地盤において、矩形の密閉型推進工法を用いてプレキャストのボックスカルバートを敷設した。本年4月にはL=54.3mの2スパン目の施工を実施するが、1スパン目より大きい礫の出現が予想されているため、今回の施工結果を次のスパンへフィードバックできるように検討中である。今後、今回の実績が密閉型の矩形推進工事の参考になれば幸いである。

<参考文献>

(社)日本下水道協会「下水道推進工法の指針と解説」2000年版