

段丘堆積物における県道交差部での山岳トンネルの施工

(株) 鴻池組 名古屋支店土木部 ○正会員 山下和也
 (株) 鴻池組 技術本部土木技術部 正会員 永田常雄
 静岡県 島田土木事務所 佐々木浩通

1. はじめに

(国)362号(仮称)青部トンネルは、延長324m、終点側でトンネル上部に3基の送電鉄塔と鉄道トンネルが近接する区間の掘削を鉄塔および坑内外の計測管理により構造物に影響を与えることなく無事掘削を完了した。起点側坑口部は、段丘堆積物が分布し小土被りである箇所にトンネルに交差して土被り22mで県道が存在する。本報告は、起点側の段丘堆積物の掘削において、補助工法を採用して掘削した施工事例について報告する。

2. 地形・地質概要

図-1に地質縦断面図を示す。本トンネルは、延長324m、最大土被り約70mである。山腹斜面は大井川の激しい浸食作用によって急斜面を成す山地地形であり、何段もの段丘面を形成している。起点側の地質は、第四期更新世の段丘堆積物が分布し、主に砂礫、砂、玉石混じり砂礫、転石混じり砂礫など、現在の大井川河床と同等の堆積物となっている。

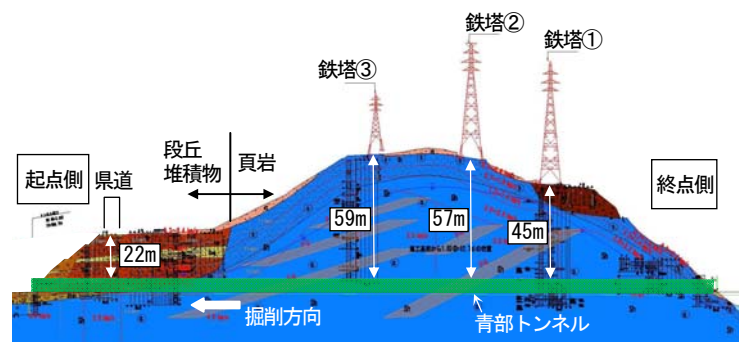


図-1 地質縦断面図

3. 補助工法の採用

段丘堆積物で玉石混じり砂礫や砂礫が出現する区間は、土被りが2D(=約25m)に満たない20m程度の地形が続くことからトンネル掘削によって不安定となり、天端からの崩落や鏡面の崩落等が懸念されたため、天端と鏡面の安定を目的として長尺鋼管先受け工が計画された。玉石混じり砂礫が出現する区間では、N値30以上程度のφ256mm程度の礫を混在する地質に対しても施工可能である「トレヴィチューブ工法」が、砂礫が出現する区間では「長尺鋼管フォアパイリング(AGF)工法」が設計で採用された。図2に補助工法位置縦断面図を示す。起点側坑口付近には、玉石混じり砂礫が分布していることから、トンネル掘削に先立って坑外からトレヴィチューブ工法を施工した。長尺鋼管フォアパイリング(AGF)工法は、坑内から掘削の進捗に応じて施工した。

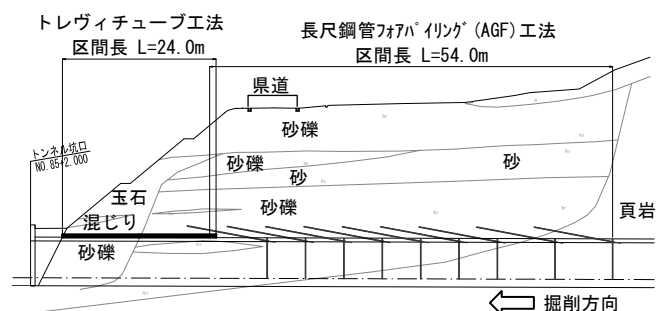


図-2 補助工法位置縦断面図(終点側)

(1)トレヴィチューブ工法

トレヴィチューブ工法は、長尺の鋼管をトンネル掘削断面外周に打設し、各種グラウト材を鋼管を通して注入することで、剛性の高い改良体を形成し、トンネル掘削時の切羽の安定確保による安全施工と地表面沈下を抑制する長尺鋼管先受け工法の一つである。鋼管の打設にイタリアのトレヴィチューブ社から導入した専用削孔機を使用し、あらゆる地山において6インチまでの鋼管が打設可能となる。本工事では、トレヴィチューブ鋼管(径φ139.8mm、延長L=24.0m、鋼管間

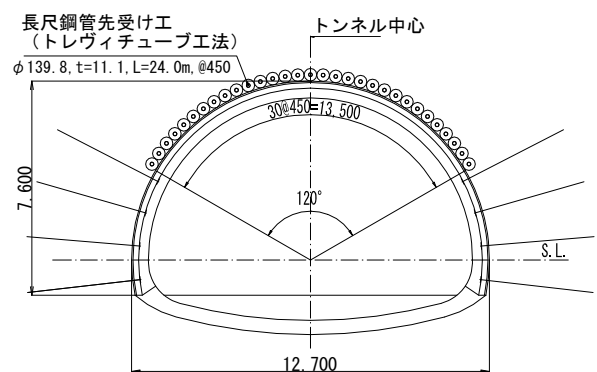


図-3 トレヴィチューブ鋼管配置図

キーワード 山岳トンネル, 段丘堆積物, 県道直下, 長尺鋼管先受け工, トレヴィチューブ工法

連絡先 〒136-8880 東京都江東区南砂2-7-5 (株)鴻池組 技術本部土木技術部 TEL 03-5617-7790

隔 45cm) を坑外からトンネル断面外周の 120° 範囲に 31 本打設し、ウレタン系注入材(シリカレジン)を注入した。図 3 にトレヴィチューブ工法鋼管配置図を示す。専用の削孔機械は、分割して搬入し現地で組立てを行った。鋼管は、延長 12m の鋼管を 2 本継いで打設した。注入は、ウレタン系注入材(シリカレジン)を使用し、鋼管 1 本当たりの注入量は 230kg とし、後行孔は、設計注入量を超えてもなお注入圧力が初期圧 +0.5MPa に達しない場合は、初期圧+2.5MPa に達するまで、設計注入量の 2 倍を上限として注入を実施した。



写真-1 専用削孔機

(2)長尺鋼管フォアパイリング(AGF)工法

長尺鋼管フォアパイリング工法は、トンネル天端付近の地質が頁岩から段丘堆積物である砂礫に変化する箇所を事前に穿孔探査法(DRISS)で調査し、砂礫が出現する手前からトレヴィチューブ工法先端位置までの計 9 シフトを坑内から実施した。鋼管(径φ114.3, 延長 12.9m, 鋼管間隔 45cm)をドリルジャンボでトンネル断面外周の 120° 範囲に 29 本打設し、ウレタン系注入材(シリカレジン)を鋼管 1 本当たり 125kg 注入することとし、注入時の注入圧、注入量によって、設計注入量の 2 倍を上限として注入を実施した。

4. 掘削状況

既往調査ボーリングでは、当該区間の砂礫はφ2～5mmの円礫・粗砂からなり、粘土～シルトを多く含んでいたが、掘削時に天端に出現した砂礫は、粘土、シルト分が少なく、砂分が多かったため、自立性に乏しい状況であった。3 シフト目の長尺鋼管フォアパイリング工区間の掘削時に、天端付近の砂礫層で、鋼管上部の約 0.5

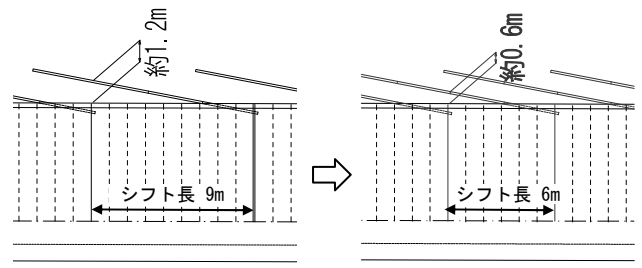


図-4 シフト長の変更

～1.0m 程度まで崩落した。このため、地山のゆるみを防止するために、崩落箇所周辺に注入式フォアポーリング(L=3m)を施工して注入材(シリカレジン)で残存する空洞を完全に充填した。長尺鋼管フォアパイリング(AGF)工法は、1 シフト長を 9m で施工していたが、鋼管上部まで崩落したため、シフト長を 6m に短縮した。これにより、鋼管が二重に配置されるため、トンネル天端付近のゆるみ拡大が抑制される。また、掘削面から鋼管までの離隔が約 1.2m から約 0.6m に小さくなることで、鋼管下部の抜け落ちを抑制することができた。

5. 計測結果

トンネル坑内の内空変位・天端沈下測定に加えて、トンネル掘削による地山や県道への影響を把握するために県道部の地表面沈下測定と県道直下を含む坑口部の地中変位測定を実施した。地中沈下測定は、坑口からトンネル天端部にボーリングを実施し、ボーリング孔内に圧力式沈下計(5m 間隔, 9 基)を設置して、県道直下を含む 40m 区間の地中沈下を計測した。表-1 に計測結果一覧を示す。地中沈下は、上半切羽が約 30m 以内に接近したところから増加しだし、切羽通過後まで沈下は継続したが、支保設置後まもなく収束した。その後、インバート掘削により若干の増加は見られたが、間もなく収束した。全ての計測項目において管理レベル I 以下に収まり、長尺鋼管先受け工法の先行変位抑制効果を確認できた。

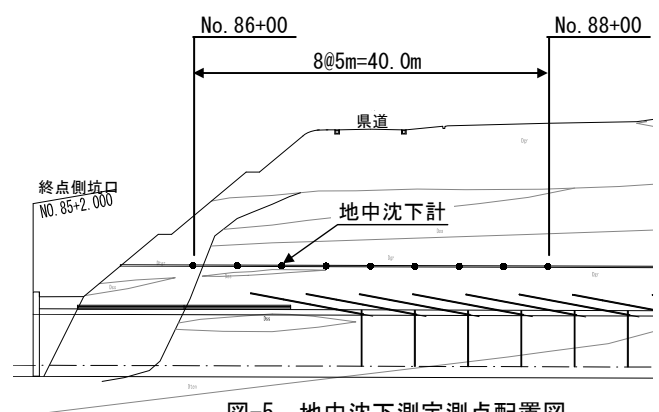


図-5 地中沈下測定測点配置図

表-1 計測結果一覧

計測項目	計測最大値(mm)	管理レベル
天端沈下	-20.3	I 以下
内空変位	-22.5	I 以下
地中沈下	-14.9	I 以下
地表面沈下	-16.6	I 以下

6. おわりに

今回、小土被り段丘堆積物での県道直下における青部トンネルの施工において、天端、鏡面の安定を目的とした 2 種類の長尺鋼管先受け工を実施した結果、県道や地表面に変位や変状を及ぼすことなく施工を完了した。