

小土被りの脆弱地山における変位抑制対策の検討と施工に関する一考察

(株)鴻池組 大阪本店 寺山トンネル工事 正会員 ○山田 浩幸 山本 浩志  
 (株)鴻池組 大阪本店 寺山トンネル工事 北野 敬太 平松 丈  
 国土交通省 四国地方整備局 中村河川国道事務所 東條 眞吾

1. はじめに

寺山トンネル工事は、宿毛市平田町中山地先において、延長 L=485mの山岳トンネルを建設するものである。寺山トンネル起点側坑口部は、約 180mにわたり土被り 1D (D:14m)以下の区間が連続しており、スレーキング性が高く破砕質で脆弱な状況であった。そこで、三次元切羽前方予測により前方地山の状況を的確にとらえ、変位抑制対策として、写真-1に示す多段式長尺鋼管フォアパイリング、長尺鏡ボルトといった補助工法や吹付けインバートによる早期閉合を実施した。さらに、大きな変位を生じた DIパターン箇所では変位量が規格値を超えたため、変位の収束を待って、より剛性の高い DIIIパターンで縫返しを実施した。本稿では内空変位抑制対策の検討およびその効果について述べる。



写真-1 長尺鋼管フォアパイリング施工状況

表-1 工事概要一覧

工事名称	中村宿毛道路 寺山トンネル工事
工事場所	高知県宿毛市平田町中山地先
工期	平成29年3月～平成31年5月
発注者	国土交通省 四国地方整備局
施工者	株式会社 鴻池組
工事内容	延長 L=485m
	断面 掘削断面積A=105.7㎡ (盤下げ含む) 2車線道路トンネル
	施工法 NATM
	掘削方式 機械掘削 (ロードヘッド)
	掘削工法 DIIIパターン、DIパターン (補助工法併用)
補助工法	天端安定対策：小口径長尺鋼管フォアパイリング (L=12.5m, φ76.3mm, @450mm, 打設間隔9m) 小口径長尺鋼管フォアパイリング (多段式) (L=13.5m, φ76.3mm, @450mm, 打設間隔5m)
	鏡面の安定対策：鏡吹付 (t=50mm) 長尺鏡ボルト (L=13.5m, φ76.3mm, @1.5m, n=6本/断面)
	脚部の安定対策：YMウィングコーン (φ485mm) 吹付けインバート (t=200mm, )

2. 工事概要

寺山トンネルは、現在建設中の中村宿毛道路の一部、延長 L=485mの山岳トンネル工事である。

終点側坑口から約 75m付近に土被り 9m (0.7D : D:14m)程度の沢部 (区間長 L=30m) があり、起点側坑口部は約 180mにわたり土被り 1D以下の区間が連続していた。

当初の想定よりも地山状況が悪く、写真-2に示すように、破砕質な脆弱な地山であり、掘削時には大きな内空変位 (沈下) を生じたため、切羽前方探査結果を参考にして、内空変位抑制対策として補助工法を駆使して掘削を完了した。

表-1 に工事概要一覧を示す。

なお、本トンネルの地形・地質の特徴を以下にまとめた。

- ①終点側坑口部からトンネル延長 70m付近の沢部にかけて地表に崩落地形が多く存在し、土被りも小さく、地質は石灰質混じりの泥岩地山で亀裂が発達し、脆弱な状態で部分的に 50L/min 程度の湧水があった。
- ②トンネル中間部から起点側坑口部にかけては、リニアメント (線状の地形の特徴) に一致する沢地形が多く存在し、トンネルの地山は砂岩の玉石を含む泥岩で亀裂が細かく、破砕質な状態で掘削時の緩みの影響を受けやすい地質であった。



写真-2 切羽状況

キーワード 山岳トンネル, 小土被り, 前方探査, 補助工法, 縫返し

### 3. トンネルの施工と対策工の検討

トンネルの地山状況が悪くなった L=225m付近から多段式長尺鋼管フォアパイリングを採用して掘削したが、掘進が L=290m付近まで進んだ時点で、**図-1**に示すように、破碎帯に伴う大変形（天端沈下量 150mm）を生じ、**写真-3**に示す支保の変状（吹付けひび割れ、ロックプレート変形）を生じた。応急変状対策として、ロックボルト増打ち、支保工連結および吹付けコンクリートによる支保的インバートの採用と切羽離れ 5mでの早期閉合による掘削サイクルに変更した。その後の施工においては、内空変位抑制対策として、多段式長尺鋼管フォアパイリング、長尺鏡ボルト、および支保連結工を採用し、早期閉合による掘削サイクルにより、吹付けインバート施工後は、内空変位も収束した。



写真-3 支保変状状況

長尺鋼管穿孔時の施工時データを利用した三次元切羽前方探査による地山把握と吹付けインバートによる早期閉合等の適切な対策工の選定によりトンネルの安定を確保することができた。



写真-4 縫返し掘削状況

しかしながら、大きな変位を生じた DIパターン箇所 (66m区間) では変位量が規格値を超えたため、変位の収束を待って、より剛性の高い DIIIパターンで縫返しを実施した。縫返し時には注入式フォアポーリングにより、1 mごとに地山先行改良を行った効果もあり、内空変位も管理基準値内に収まり、無事縫返しを完了した (**写真-4**)。

### 4. おわりに

平成 31 年 3 月末現在、トンネルの施工は覆工コンクリートおよび中央排水工の施工を完了している (**写真-5**)。

今回、小土被りの破碎質な脆弱地山において、切羽前方探査結果に基づく内空変位抑制対策として多段式長尺鋼管フォアパイリング、長尺鏡ボルト、および吹付けインバートによる早期閉合 (5m) を併用することでトンネルの施工を完了した。三次元切羽前方探査による地山状況の把握と適切な対策工の採用によりトンネルの安定を確保できた。今回の報告が、同様の地山条件におけるトンネルの施工に参考になれば幸いである。

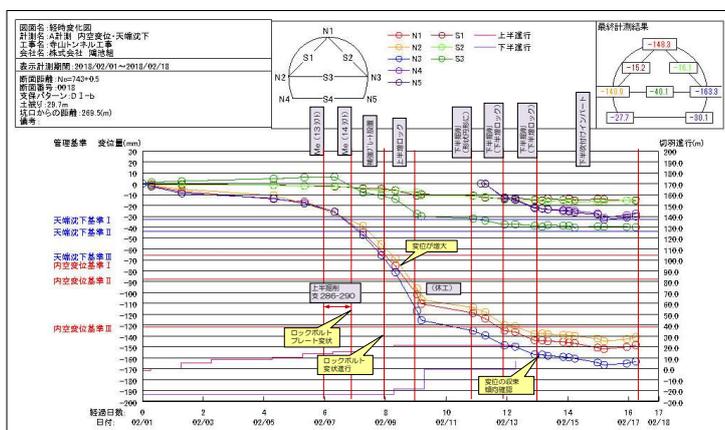


図-1 変状部計測結果



写真-5 終点側坑口部

### 参考文献

- 1) 山田浩幸, 山本浩志, 北野敬太, 藤田浩史; 小土被りの脆弱地山における切羽前方探査に基づく補助工法の施工に関する一考察, 第73回土木学会年次学術講演会, VI-069, pp.137-138, 2018.