

膨張性地山における崩落と切羽安定対策に関する一考察

(株)鴻池組 土木技術部 正会員 ○坂口 和雅, 山田 浩幸
東日本高速道路(株) 千歳工事事務所 高橋 俊長
(株)鴻池組 長和トンネル工事事務所 森谷 仁, 村島 雅征

1. はじめに

長和トンネルは現在建設中の北海道横断自動車道(夕張IC～占冠IC間)のうち、穂別ICから占冠IC間の山間部に位置する延長L=1,541mの山岳トンネルである(図-1)．表-1に工事の概要を示す．

トンネルの地質は新第三紀層中新世滝の上層と中生代白亜紀蝦夷層群より構成され、各々砂岩層と泥岩層が分布し、泥岩層はトンネル全体の約85%を占めていた．また、地形的には4箇所の小土被り(沢部)区間が存在していた．本論文では坑口から482m地点で発生した崩落対策と膨張性地山区間における各種補助工法の効果に関して考察した．



図-1 工事位置

表-1 工事概要

工事名称	北海道横断自動車道 長和トンネル工事
工事場所	北海道勇払郡むかわ町穂別長和
工期	平成19年7月～平成22年7月
発注者	東日本高速道路(株)北海道支社
施工者	株式会社 鴻池組
工事内容	延長
	工事延長L=6,947m(土工量21万m ³) その内、トンネル延長L=1,541m
	断面
	掘削断面積A=98.5m ² (DⅡ) 94.4m ² (CⅡ)
	施工法
	NATM
掘削方式	機械掘削(一部発破工法)
	掘削工法
	CⅡ, DⅠ, DⅡ, DⅢパターン (補助ベンチ付き全断面工法)
補助工法	天端安定対策: 長尺鋼管フォアハインク(HITM) 注入式フォアボーリング
	鏡面の安定対策: 長尺鏡ボルト, 核残し
	脚部の安定対策: 吹付けインバート, サイドパイル

トンネルの掘削は、地質的に泥岩層が85%を占めることから当初機械掘削で計画されたが、坑口部の施工後硬質の砂岩が出現し、発破方式に変更した．なお、当初膨張性地山の存在は想定されていなかった．また、起点坑口より320m, 530m, 1,200m, 1,300m地点に、22～23mの小土被り箇所(沢部)が存在し、破砕帯も数ヶ所予想されていた(図-2)．

坑口から482m地点で約10m³の天端崩落(写真-1)が発生し、崩落箇所の岩石試験によれば、泥岩層には膨張性粘土鉱物のスメクタイトが多量に含まれており、掘削に伴う切羽開放時に亀裂に沿って湧水が浸透し、岩石自体が膨張して切羽を押し出し、既施工区間において大きな変形・変状をもたらしたと推察された．

2.2 応急対策

応急対策として吹付けコンクリートにより、一次支保と切羽を一体化するため、鏡面も崩落した土砂ごと吹付けを行った．その後、切羽の押し出し状況が見られたため、坑外よりズリを持込んで押さえ盛土(切羽後方に15m程度の区間)を実施した．さらに、切羽後方での既施工区間の変状と計測の変位が増大していたため、補強ロックボルトと下半仮インバートを施工して、地山補強を行った．



写真-1 崩落状況

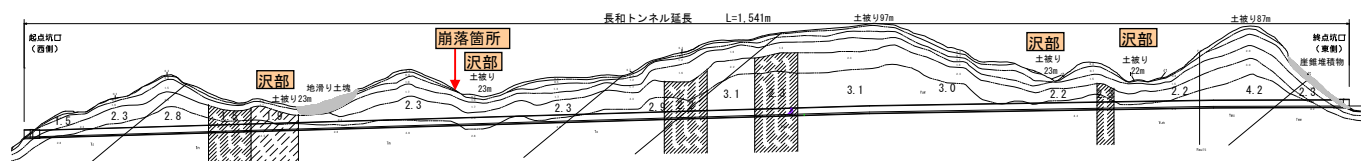


図-2 地形・地質状況

キーワード 山岳トンネル, 崩落対策, 砂岩・泥岩, 膨張性地山, 補助工法

連絡先 〒530-8517 大阪市北区梅田3-4-5 毎日インテシオ (株)鴻池組土木技術部 TEL06-6343-3290

3. 膨張性地山崩落箇所における対策工

地山崩落の原因を踏まえ、崩落箇所の再掘削にあたっては次の対策方針で臨んだ。

- ①緩んだ地山での切羽安定対策の追加
- ②支保剛性の向上と沈下対策
- ③切羽前方探査と観測体制の強化

以下に各項目の詳細を述べる。

3.1 切羽安定対策

崩落箇所を再度掘削するにあたり、天端部と鏡面の安定を確保する目的で図-3に示すように、天端部 120°範囲に注入式長尺鋼管先受け工、鏡面に注入式長尺鋼管鏡ボルト工 (AGF-HITM) を5シフト (45m) 施工した。

3.2 支保剛性の向上と沈下対策

崩落箇所後方における変位の収束が見られないことから、支保剛性が不足と判断し、支保パターンのランクアップ (D I-b から D II-a) を行った。

しかしながら、上半施工時の沈下が収まらず、内空変位も大きいため、変位抑制対策として、吹付けコンクリートによる上半仮インバート閉合 (吹付け厚 20cm) を実施した。

なお、早期断面閉合の観点から上半断面を2基掘削後、仮インバートも2基というサイクルで、切羽から2基遅れで施工を行った。

さらに、上半仮インバート閉合後も図-4に示すとおり変位の収束が見られず、仮インバートにおいてもひび割れを生じたため、最終的には図-5に示すように剛性の高い鋼管を使用する長さ 6.5m のサイドパイルを上半側面部に4本、33mの区間で合計 132本施工した。なお、下半掘削では図-6に示すように、吹付けインバート+インバートストラットの施工により断面閉合を行った。

3.3 切羽前方探査と観測体制の強化

観測体制に関しては、計測工 A の測定頻度を増加 (10m ピッチ) するとともに、事前に前方地山の把握を行うことが重要と考え、急速施工が可能なノンコア式のロータリーパーカッションドリル工法による切羽前方探査を併用した。

4. まとめ

膨張性地山における天端崩落対策および沈下対策に関して、計測結果に基づき種々の補助工法を採用することで掘削を完了した。施工結果から、変位の抑制にはインバートストラットと吹付けコンクリートによる早期断面閉合が有効であることが確認できた。今後、同種地山条件の山岳トンネルの施工において今回の報告が参考になれば幸いである。

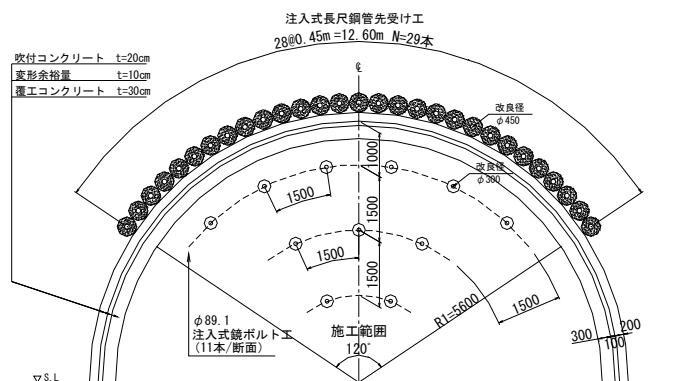


図-3 膨張性地山崩落部における補助工法

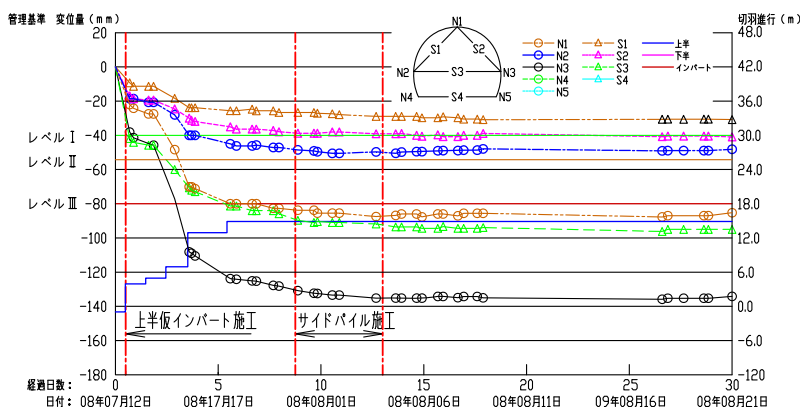


図-4 計測工 A 測定結果

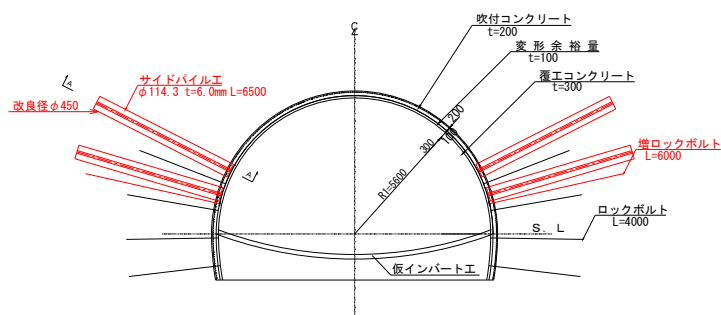


図-5 沈下対策

インバート支保工入りパターン

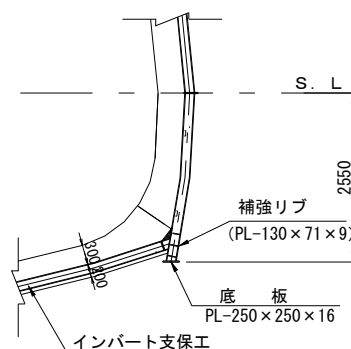


図-6 沈下対策