

東北中央自動車道 山形蔵王トンネルの施工状況報告について

株式会社ネクスコ・エンジニアリング東北	法人会員	○村山 暢
株式会社ネクスコ・エンジニアリング東北	正会員	安田 賢哉
東日本高速道路株式会社	正会員	関 茂和
東日本高速道路株式会社	法人会員	保坂 浩寿
東日本高速道路株式会社	法人会員	舘野 哲志
株式会社熊谷組	非会員	高松 雅宏

1. はじめに

現在建設中の東北中央自動車道 南陽高島インターチェンジから山形上山インターチェンジ間において、山形蔵王トンネル（延長 944m）が施工されている。当該トンネルは、全線土被りが 2D 以下の低土被りトンネルである。トンネル直上には、ゴルフ場、一級河川の酢川、国道 13 号線が交差する構造となっており、トンネル掘削による地表面沈下が周辺構造物へ影響を及ぼすことが計画段階から懸念



写真1 山形蔵王トンネル付近の状況

された。このことから、トンネル掘削にあたり、予め施工方法などの検討を行い、現在掘削を行っている。本稿では、これまで施工した区間の施工状況等について報告するものである。

2. 地形・地質概要

当該トンネルの地形は、蔵王山系を起源とする扇状地に位置する。なお、土被りは 9.9~24.5m であり、全線 2D 以下 (D=12.3m) の低土被りである。地質は、上位より扇状地堆積物 (fn-g、fn-m)、酸性河川・酢川の伏流水の影響を受けた第四紀の酢川泥流堆積物 (sd-g、sd-m)、新第三紀鮮新世葉山層の凝灰岩・凝灰角礫岩 (Htb) から構成される。(図 1) これらは一般に固結度は低く軟弱である。また、事前の地質調査から、トンネル延長の約 85% が酸性土壌からなり、起点側 240m 区間および終点側 157m 区間では強酸性土壌が分布すると想定された。

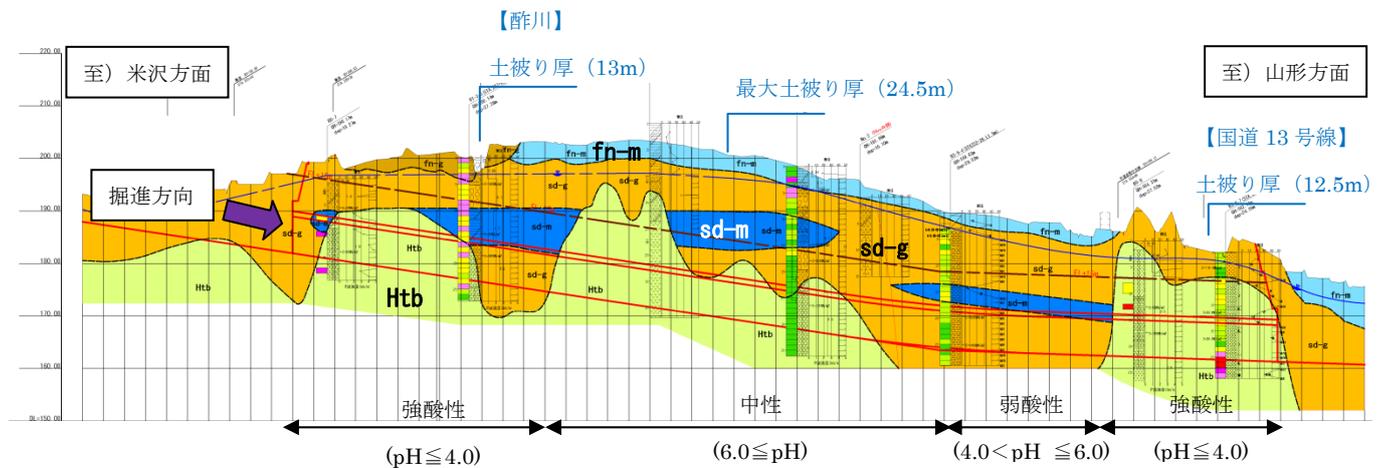


図1 山形蔵王トンネル地質縦断面図

キーワード トンネル，低土被り，地表面沈下

連絡先 〒980-0013 宮城県仙台市青葉区花京院 2-1-65 花京院プラザ 14F TEL : 022-721-1259

3. 計画段階の課題と検討内容

1) 低土被り・低強度地山における掘削工法

当該トンネルは全線 DIIIパターンとした。また、地質的に軟質であるため、掘削方式は機械掘削を採用した。掘削工法及び補助工法については、酢川泥流堆積物 (sd-g) : 土砂 (玉石, 粘性土混り砂礫) では、全断面早期閉合の注入式長尺鋼管先受工とし、葉山層の凝灰角礫岩 (Htb) の軟岩相当では、補助ベンチ付全断面工法の充填式フォアローリングとした。(表1)

2) 強酸性地山の支保構造

支保構造については、強酸性区間では一次支保は仮設とし、二次覆工 (RC)・防水工で対応するものとした。また、弱酸性区間では一次支保は本設とし、吹付コンクリート材料に高炉セメントを使用するものとした。なお、いずれの支保構造においても、酸性水の坑内への引き込みや坑口部の支保構造となることから、ロックボルトは施工しない支保パターンとした。

3) 地表面沈下の管理

地表面沈下については、トンネル直上の交差物件毎に許容値 (管理レベルIII) として、表2のとおり設定した。

4. 施工状況

起点側坑口部での切土を行った結果、酢川泥流堆積物 (sd-g) において、写真2のような巨礫が確認された。トンネル掘削断面から近い位置に巨礫が出現する可能性があったため、緩み領域の拡大防止や剥落及び抜け落ちを抑制する目的で図2に示すとおり、ロックボルトを追加した。なお、掘削中に写真3のように切羽に巨礫が確認された。

計測状況として、地表面沈下及びトンネル内変位については、概ね管理レベルI以下である。(図3)

5. まとめ

現在トンネルは、平成28年12月末時点で、415mまで掘削が完了している。現在施工したゴルフ場区間において地表面沈下量は、概ね管理レベルI以内であり、大きな変形は確認されていない。今後も、計測データを注意しながら、確実な施工を行っていく。

表1 山形蔵王トンネル設計結果一覧

パターン	標準部						非常駐車帯
	DIIIa-1-k	DIIIa-2-k	DIIIa-3-k	DIIIa-4-k	DIIIa-5-k	DIIIa-6-k	DIIIa-k(A)-L
支保構造等	DIIIa-1-k	DIIIa-2-k	DIIIa-3-k	DIIIa-4-k	DIIIa-5-k	DIIIa-6-k	DIIIa-k(A)-L
近接構造物	農道・耕田・ゴルフ場	市道・ゴルフ場	ゴルフ場	ゴルフ場	ゴルフ場	国道	ゴルフ場
酸性度	強酸性	強酸性	弱酸性	中性	中性~弱酸性	弱酸性	中性
二次支保構造	仮設	仮設	酸性化対策	通常	酸性化対策	仮設	通常
土質区分	土砂	土砂	岩	岩	土砂	岩	岩
掘削工法	早期閉合	補助ベンチ付全断面	補助ベンチ付全断面	早期閉合	早期閉合	補助ベンチ付全断面	早期閉合
吹付コンクリート (30N/mm ²)	厚さ	20cm					
ロックボルト	種類	NまたはBB	NまたはBB	BB	NまたはBB	BB	NまたはBB
鋼アーチ支保工	種類	H1154					
覆工コンクリート (30N/mm ²)	厚さ	40cm					
インバート	厚さ	BB	BB	BB	BB	BB	BB
コンクリート	厚さ	50cm	70cm(増厚20cm)	60cm(増厚10cm)	50cm	50cm	70cm(増厚20cm)
インバート吹付	厚さ	BB	BB	BB	NまたはBB	BB	BB
インバート吹付	厚さ	20cm	-	-	-	20cm	-
防水工	種類	BB	-	-	-	BB	-
先受工	種類	注入式長尺鋼管先受工	充填式フォアローリング	充填式フォアローリング	充填式フォアローリング	注入式長尺鋼管先受工	注入式長尺鋼管先受工
覆工鉄筋	アーチ	D22@125	D25@250	単鉄筋(通常の坑口部補強鉄筋を配筋)			D25@250
防水工	アーチ	D19@125	D19@250	t=0.8mm	t=0.8mm	t=0.8mm	D19@250
防水工	箱状部	接着性シート	接着性シート	t=0.8mm	t=0.8mm	接着性シート	t=0.8mm
防水工	箱状部	接着性シート	接着性シート	t=0.8mm	t=0.8mm	接着性シート	t=0.8mm

表2 地表面沈下の管理レベル

箇所	管理レベル	管理値	備考
国道直下区間	I	15mm	管理レベルIIIの50%
	II	23mm	管理レベルIIIの75%
	III	30mm	管理レベルIIIの100%
ゴルフ場区間	I	17mm	「地中構造物の建設に伴う近接施工指針 H11.2 (社)日本トンネル技術協会」より
	II	30mm	
	III	50mm	



写真2 酢川泥流堆積物の巨礫

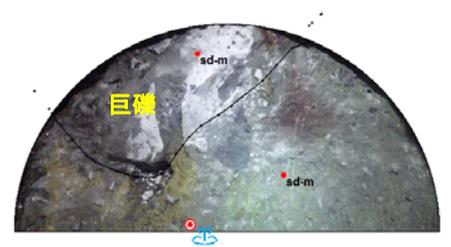


写真3 切羽に出現した巨礫

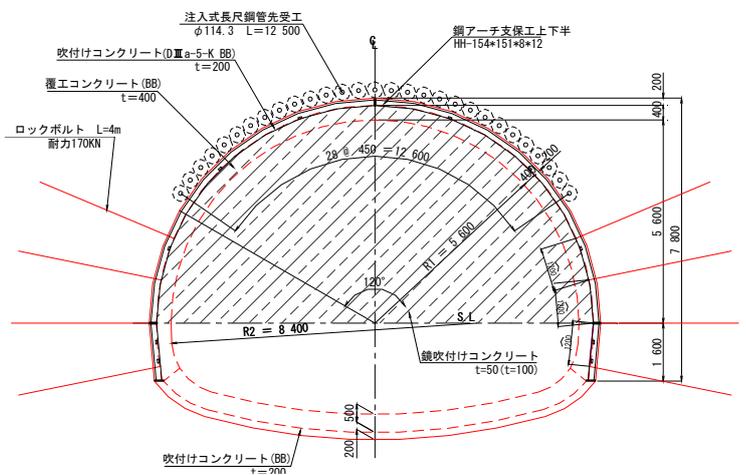


図2 代表的な支保パターン図

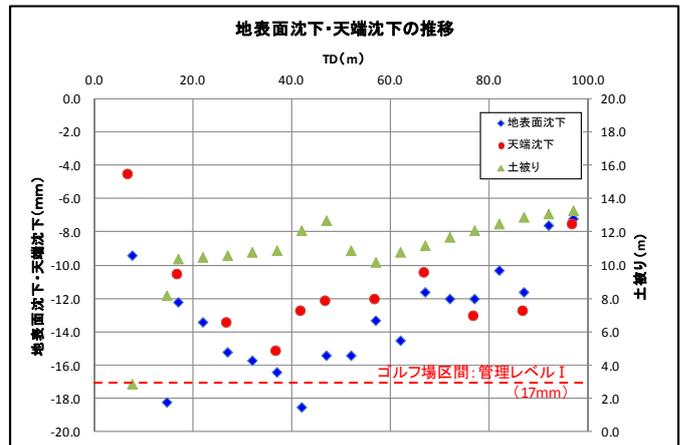


図3 地表面沈下・トンネル内変位(天端沈下)の推移