

小断面水路トンネルにおける蛇紋岩区間の掘削事例

株式会社大林組 浅間風越トンネル工事事務所 正会員 ○福島 隼人, 正会員 狭間 稔司
株式会社大林組 正会員 渡辺 淳

1. はじめに

本トンネルは全長 3928mの新設水路トンネルである。一期線の掘削時のデータおよび地表踏査より、本トンネルの一部で膨張性の懸念がある蛇紋岩が想定されていた。また当該区間は、中央構造線に沿って断層が筋状に分布し、褶曲構造等が確認された複雑な地形であるため、既往調査で予想される蛇紋岩の位置や範囲が大きく異なる可能性がある。膨張による支保の変状や破壊が懸念されるため、事前の【(1)蛇紋岩の分布状況の把握(2)蛇紋岩の性状把握(3)支保パターンと補助工法の選定】を行い、掘削後の支保の効果を検証した。本トンネルの地質縦断図及び設計支保パターンを図1に示す。本稿ではその概要について説明する。

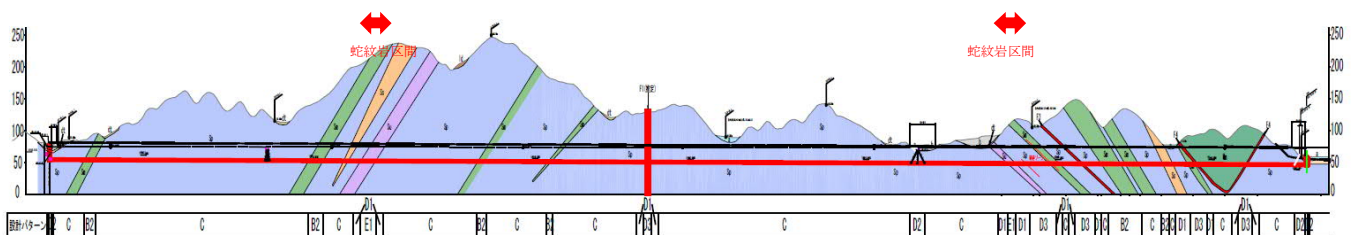


図1 地質縦断図

2. 蛇紋岩の分布状況の把握

本工事では全線でノンコア削孔検層を行い、さらに蛇紋岩想定区間においては 50m 手前から水平コアボーリングを実施し、コアの確認を行った。採取したコアより蛇紋岩は当初想定位置に出現したものの、想定範囲 26m に対して、41m であることが確認された。



図2 蛇紋岩区間のコア

3. 蛇紋岩の性状把握

採取したコアより、表1に示す岩石試験・分析を実施した。ボーリングで採取したコアは著しい風化や粘土化しており、三軸圧縮強度試験は実施できなかった。

表1 岩石試験・分析結果

試験名	試験結果	
	粘土質	礫状
三軸圧縮試験	—	—
浸水崩壊度試験	泥濘化	変化なし
吸水膨張試験	10.90%	—
陽イオン交換容量試験	16.9meq/100g	8.5meq/100g
X線回析分析	省略	省略
自然由来重金属8項目溶出・含有試験	超過なし	超過なし
アスベスト分析(偏光顕微鏡法)	検出されず	検出されず

4. 支保パターンと補助工法の選定

想定より広い範囲、悪い地質で蛇紋岩が出現したことから、岩石試験結果を利用した設計支保パターンでの FDM 解析を実施した。その結果、吹付コンクリート、ロックボルトはそれぞれ許容応力以内、設計耐力以内であったが、鋼製支保工の下半部において降伏応力を超過することが判明した。このため、対策には解析結果より、鋼製支保工下半部の応力補強が必要と判明し、「現在の支保パターン+追加の補助工法」を原則として、検討を行った。追加の補助工法は、当初設計で採用されている注入式小口径長尺鋼管先受工（以下、小口径 AGF とする）や注入式フォアボーリング（以下、注入式 FP とする）や注入剤の変更とした。注入剤は、通常のウレタン系の薬液に比べ、短時間で固結し、素早い減水・止水効果が得られ、かつ圧縮強度 60MPa を有する高強度ウレタン系注入剤を選定した。図2に検討パターンと解析結果を示す。これより、天端 120° を小口径 AGF・ウレタン系注入剤、天端 120° から底板までを注入式 FP・高強度ウレタン系注入剤（案2）として施工を行った。解析結果を図4に示す。

（注：この段落は上記の4. 支保パターンと補助工法の選定の続きであり、図4の解析結果に関する詳細な説明は本文から省略されています。）

キーワード 蛇紋岩, 補助工法, FDM 解析, 小断面 NATM, 水路トンネル, 山岳トンネル

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターティ B 棟 株式会社大林組 TEL03-5769-1111

支保パターン	当初設計	案 1	案 2
図面			
天端 120°	小口径 AGF ウレタン系注入剤		
天端 120°～180°	—	小口径 AGF ウレタン系注入剤	注入式 FP 高強度ウレタン系注入剤
側壁部	—		
底板部	—	注入式 FP 高強度ウレタン系注入剤	
支保工応力 解析結果 ※赤○応力不足箇所			
評価	×	×	○

図 3 比較検討表

5. 蛇紋岩区間の掘削

蛇紋岩は想定通りの位置で切羽に出現した。切羽で確認された蛇紋岩を写真 1 に示す。蛇紋岩掘削中においても、10mm 程度の内空変位は出たものの支保に異常はなく掘削完了した。解析した測点 BSTA.56+63.4 においても、天端沈下 0.4mm, 内空変位 1.4mm となり、補助工法の効果が十分であったと考えられる。

また、掘削中に計測した計測 A のデータを使用し、逆解析を実施した。補助工法の効果から鋼製支保工も降伏応力以下となり、追加した補助工法は本工事の蛇紋岩区間の掘削において、適切と考えられる。

6. おわりに

本トンネルは貫通まで残り 800m と、蛇紋岩がまだ出てくる可能性があるため、同様な補助工法の選定が有効である。本報文は、小断面トンネルにおける膨張性の懸念のある蛇紋岩区間の掘削事例として、同様な地質・施工条件での参考になればと思う。

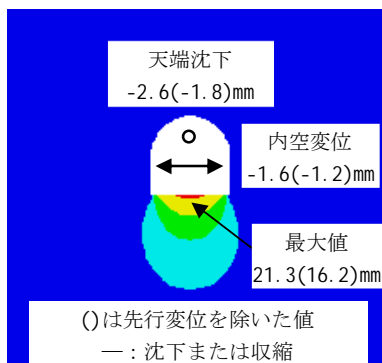


図 4 変位図



写真 1 切羽で確認された蛇紋岩



写真 2 追加した補助工法