

蛇紋岩地山における3次元地山評価システムの適用

西松建設 正会員 ○日比 康貴
 正会員 額瀨 善孝
 中嶋 英裕
 吉田 正樹

1. はじめに

蛇紋岩地山における山岳トンネル工事では、大きな膨張性地圧の発生による支保工の座屈や応力解放に伴う切羽の崩壊等により難工事になることが多いため、掘削の際は蛇紋岩の出現位置や性状をより早い段階かつ正確に把握し、適切な対策を講じることが非常に重要である。しかし、一般に蛇紋岩は不規則な分布を示すことが多いため、地表からの地質調査だけで地下深部における分布状況を正確に把握することは難しい。したがって、トンネル掘削時に蛇紋岩の出現が予想される場合には、掘削中に詳細な切羽前方探査を実施し、蛇紋岩の性状や複雑な分布状況を可能な限り正確に把握することが施工上非常に重要となる。

そのような背景から、切羽前方の地山状況を3次元に定量把握することが可能な地山評価システム^{1), 2)}を蛇紋岩の出現が予想された山岳トンネル工事において適用した。本稿では、その適用事例について紹介する。

2. 適用トンネルおよび3次元地山評価システムの概要

今回適用したトンネルは、高知県で掘削中の道路トンネル（越知道路新今成トンネル工事）であり、中央構造線の南側に分布する付加体の1つである秩父帯を掘削するものである。このトンネルでは事前地質調査により蛇紋岩の出現が予想されており、その分布状況や性状によっては施工上大きな問題が生じることが懸念された。このような背景から、本トンネル工事において蛇紋岩区間における詳細な地山状況を事前かつ正確に把握するための探査手法として、3次元地山評価システム（DRISS-3D）を採用した。

本探査システムは、山岳トンネルの施工に用いられる主要機械の1つであるドリルジャンボから施工中に得られた各種情報（穿孔位置・深度・角度、油圧、穿孔速度等）を活用して地山性状の評価を行うものである。得られた膨大な情報から、各穿孔箇所の穿孔エネルギー（掘削体積比エネルギー）や地山強度が算出され、空間補間技術（逆距離加重法）を用いてトンネル周辺地山全体の3次元分布が算出される。さらに、この結果を用いて任意の断面において地山性状を詳細かつ定量的に評価することが可能である。

3. 適用結果

切羽における蛇紋岩の出現位置や分布状況、性状を事前かつ正確に把握するために、本適用では補助工法（AGF、鏡ボルト）や先行水平ボーリング等で得られた数多くの削孔データを用いて切羽前方の3次元的地山評価を連続的に実施した。解析結果は図-1に示すような穿孔エネルギー分布のヒートマップで表され、暖色系はより脆弱な地山を、寒色系はより硬質な地山をそれぞれ示している。

図-1に示した評価結果の横断面図や周面図では、TD149m付近の左側壁部において相対的な穿孔エネルギーの低下が認められた。そして、この穿孔エネルギーの低下範囲はTD175m付近の横断面図に示すように、より脆弱化（穿孔エネルギー低下）の傾向を示しながら徐々に切羽右側に広がり、最終的にTD195m付近以降から切羽全面に分布する傾向が認められた。この脆弱層は概ね100J/cm³程度以下の穿孔エネルギーを示しており、過去の事例に基づく補助工法が必要な断層破碎帯等に相当する脆弱地山である。この結果および適用トンネルの地質状況から、今回の場合では、この脆弱層は蛇紋岩である可能性が高いと判断した。なお、寒色系で示された相対的に硬質な地山については、当初より本トンネルに出現していた緑色岩であると判断した。これらの評価結果を踏まえ、蛇紋岩が出現する区間では、通常の支保に加えてAGFや全断面早期閉合を継続的

キーワード 山岳トンネル, 蛇紋岩, 付加体, 前方探査, 3次元地山評価システム

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門2-2-1 西松建設(株) 技術研究所 TEL03-3502-0247

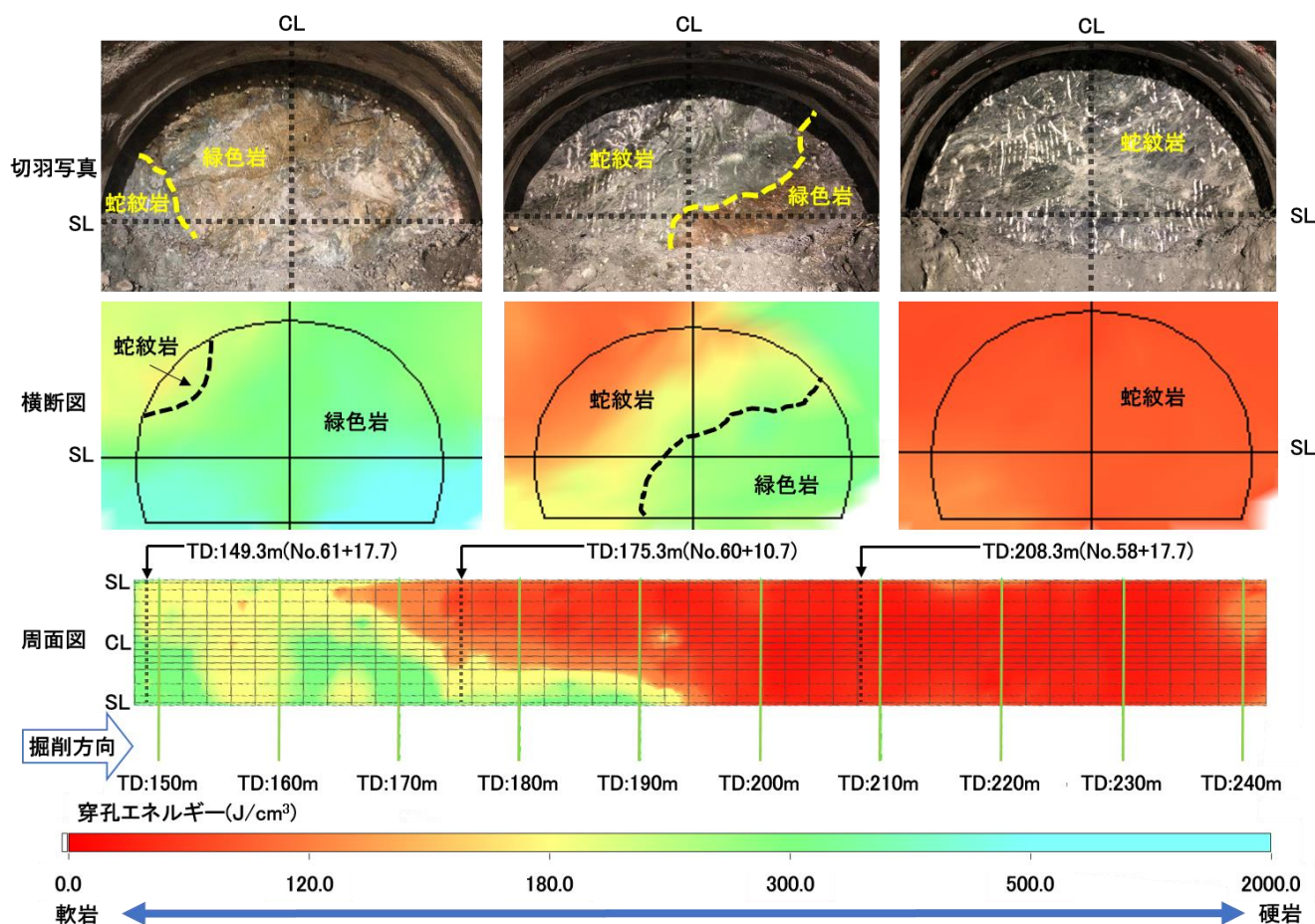


図-1 蛇紋岩切羽写真と3次元地山評価システム（横断面・周面図）の解析結果の比較

に適用することとした。また図-1に評価結果の横断面に対応する切羽写真を示すが、蛇紋岩は評価結果より予想した脆弱層の出現位置付近から出現し、その後の分布傾向も評価結果と概ね一致することが確認された。このように、3次元の詳細な評価結果に基づき蛇紋岩の分布状況を正確に把握するとともに、それに基づき適切な支保や対策工を適用することで、当初懸念されたトンネル変状や切羽の不安定化を生じさせることなく安全に施工を進めることができた。

4. おわりに

今回、蛇紋岩区間での施工中に得られた各種削孔時の穿孔エネルギーを基に、地山性状の3次元解析・評価を行なった。その結果、蛇紋岩の出現位置や性状について比較的精度よく予測することができた。また、評価結果を支保パターンの選定や対策工の検討にも活用することができた。今後は、今回得られた蛇紋岩地山に対する評価結果の知見を生かしつつ、蛇紋岩に限らず複雑な地質性状が予想されるトンネル掘削に3次元地山評価システムを積極的に活用し、より安全な施工の実現を目指していきたい。

参考文献

- 1) 山下雅之, 三井善孝, 塚田純一 (2017): 「ドリルジャンボの削孔データを使用した3次元地山評価システムの開発」, 土木学会第72回年次学術講演会, VI-208, pp. 415-416
- 2) 山下雅之, 塚田純一, 成田穰 (2019): 「ドリルジャンボの削孔データを利用した3次元地山評価システム『DRISS-3D』」, 建設機械 2019年11月号