

時間依存性の劣化を伴う岩石の評価方法に関する検討例

土木研究所 寒地土木研究所 正会員 ○岡崎 健治 正会員 伊東 佳彦
株式会社フジタ 正会員 丹羽 廣海 正会員 村山 秀幸

1. はじめに

北海道の国道トンネルでは、掘削に伴う変位量の計測ならびにトンネル全線での先進ボーリング調査¹⁾や切羽観察結果等をもとに地質性状を評価して再度、地山分類を実施している。しかし、支保工の設置後やトンネル開通後に、いわゆる時間依存性を有する変状を起こす場合があり^{2, 3)}、施工や維持管理での課題となっている。本文では、北海道の熱水変質を受けた安山岩質地山に建設された国道トンネルにおいて、地質状況の確認を目的として実施したボーリング調査のコアを、その掘削直後から時間の経過に伴う劣化の進行状況や亀裂発生等の状態の変化を観察することで時間依存性を有する岩石の劣化を評価するための着目点について分析したので、その結果について述べる。

2. 調査概要

調査トンネルは矢板工法で施工された延長約 1.9km のトンネルである。完成から数年後にインバートや側壁の押出し等の変状が顕在化し、急激な路盤隆起が確認され、数次にわたる対策工が施工された。また、30 年以上にわたり緩慢な変状が長期的に継続した。

本トンネルの地質は、おもに安山岩質の凝灰角礫岩、自破碎溶岩および安山岩溶岩である。地山は中～アルカリ性の熱水変質を受けており、スメクタイト等の膨潤性粘土鉱物を多く含むことが特徴的である。

そこで本調査では、変状の著しかった区間において、地質の確認と岩石の経時的な劣化の進行状況を把握するため、同一断面内で鉛直方向に 30m、水平方向に 40m のボーリング孔 2 本を掘削した。また、ボーリングコアの劣化の経時変化を把握するため、亀裂の発生数に着目して掘削直後から 17～23 日間継続して観察した。この結果を日単位で亀裂の発生数と地質、岩級区分⁴⁾ (コアの硬軟、形状、割れ目の状態をもとに C_H , C_M , C_L , D の 4 区分) および RQD(10) と対比し、その相関を分析した。

3. 調査結果

写真-1 に掘削直後のコアの状態を示す。掘削直後のコアの変質状態は、亀裂に沿って変質するもの、コアストーンを残すもの、岩芯まで変質が進んだものが所々に確認され、強度や性状が不均質になっている。また、時間経過後に亀裂が密集して発生した箇所では、コアの膨張を生じた箇所も確認した。

表-1 にコア観察の結果を示す。コアは安山岩と凝灰角礫岩であり、RQD は岩級区分が C_H ～ C_M 級で概ね 80% 以上と高く、 C_L ～ D 級で概ね 70% 以下の傾向がみられる。一方、初期亀裂数は、 C_L 級の安山岩を除いて 1m 当たり 4～8 本と大きな違いはないが、最終亀裂数との比を求めた場合、 C_H ～ C_M 級では 2.0 未満であるが、 C_L ～ D 級では 2.0 以上となり、岩級区分に応じた違いを確認することができる。

図-1 に岩級区分に応じた亀裂数の経時変化を示す。亀裂の発生数には C_H , C_M , C_L , D 級の順に少なくなる傾向がみられる。

初期の亀裂数が多い場合、その後の発生数も多くなる傾向がみられる。また、亀裂は比較的初期の段階で多く発生し、その後、緩やかまたは収束するように変化



写真-1 掘削直後のコアの状態（鉛直孔・採取深度 25～30m）

キーワード 熱水変質, 時間依存性, 劣化, ボーリングコア, トンネル

連絡先

〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1-34 TEL 011-841-1175

表-1 コア観察の結果 (RQD と亀裂数は平均値)

地質	岩級区分	延長 (m)	観察日数 (日)	RQD (10)	初期亀裂数 (本/m)	最終亀裂数 (本/m)	最終/初期
安山岩	C _H	10	22	98	4	7	1.8
	C _M	7	17	89	6	11	1.8
	C _L	11	23	54	15	37	2.5
	D	11	17	39	8	18	2.3
凝灰角礫岩	C _M	6	18	81	8	15	1.9
	C _L	16	18	68	8	20	2.5
	D	6	20	16	4	15	3.8

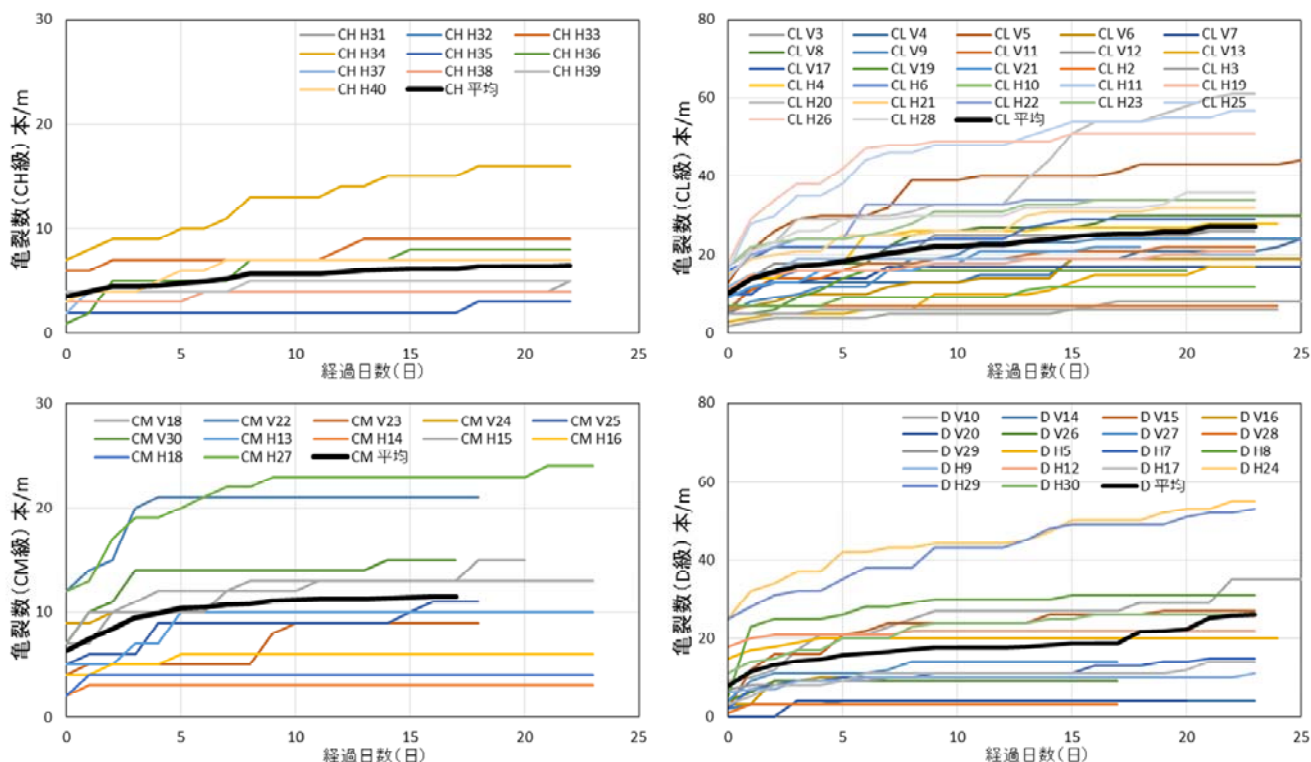


図-1 岩級区分に応じた亀裂数の経時変化 (V: 鉛直孔, H: 水平孔, 数字は対象深度)

する傾向を示している. この傾向は, 掘削直後から概ね 5 日程度までに亀裂が増加する傾向として捉えることができる. 以上のことから, 掘削直後のコアの観察結果とあわせて, 一定の時間が経過した後にコアを再観察することで, 長期的な亀裂の発生による岩石の劣化を評価予測できる場合があるといえる.

4. おわりに

本調査の結果, ボーリングコアに発生する亀裂の経時変化の傾向を岩級区分に応じて整理することで, 時間依存性を有する岩石の劣化に関わる掘削直後から発生する亀裂の進展と発生状況の違いを分析することができた. 今後は, 時間依存性を有する岩石の長期的な劣化を予測するため, 岩石の特徴, 試験および評価方法に関する分析をさらに進めていきたい.

本調査の実施にあたり, 資料提供ならびに現地調査にご協力いただいた国土交通省北海道開発局の関係各位には, ここに記して深謝いたします. なお, 本調査研究は, 国土交通省建設技術研究開発助成制度における「変状を伴う老朽化トンネルの地質評価・診断技術の開発」の補助金で実施したものである.

参考文献

- 1) 国土交通省北海道開発局: 道路設計要領, 第4集トンネル, 第11章 観察・計測工, pp.1-6, 2014.
- 2) 土木学会岩盤力学委員会: トンネルの変状メカニズム (変状事例集), pp.214-269, 2003.
- 3) 土木学会: 山岳トンネルのインバート, トンネルライブラリー第25号, pp.295-319, 2013.
- 4) 日本建設情報総合センター: ボーリング柱状図作成要領 (案), 1999.