

熱水変質作用を受けた岩石コアにおける物理強度特性の変化に関する検討

(独) 土木研究所寒地土木研究所 正会員 ○岡崎 健治 大日向 昭彦 正会員 伊東 佳彦
(株) フジタ 正会員 丹羽 廣海 正会員 村山 秀幸

1. はじめに

供用後のトンネルにおいて、盤ぶくれや側壁の押出し等の変状が生じた場合、その補修や対策に多大な労力を要するが、近年、多くの事例が報告されている¹⁾。このような現象が生じたトンネルについてみると、従来の膨張性判定²⁾や変位量の増加等の問題がなく施工ができたとしても、供用後または完成後に時間依存性を有するような変状が生じる場合があり^{3~4)}、その発生をトンネルの施工時ならびに供用後の維持管理における早い段階で評価予測するための方法の構築が急務となっている。

本調査では、北海道の熱水変質を受けた安山岩質の地山で建設された国道トンネルにおいて、事業者が地山分類等を目的として実施した先進ボーリング⁵⁾の岩石試験結果を岩種別に再整理した。あわせて、施工時に変状が生じた区間における岩石コアの再観察と経年後の同種のコアを試料とした岩石試験を行い、施工時の結果と比較することで、時間の経過に伴うコア状態や物理強度特性の変化を検討した事例について述べる。

2. 調査地周辺の地質と試験概要

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。地表踏査の結果、トンネル周辺は中～アルカリ性の熱水変質を受けており、スメクタイト等の特徴的な粘土鉱物が分布する。

本調査では、はじめに、トンネル全線において、施工時に実施された先進ボーリングコアの超音波伝播速度と一軸圧縮強度を岩種別に整理した。次に、トンネルの施工時に盤ぶくれが生じた区間と同種の岩石が分布する範囲において、施工時（以下、掘削直後）の試験結果とボーリング掘削から一定の時間が経過した後（以下、経年後）における同種のコアを用いて、超音波伝播速度、圧縮強度、湿潤密度および吸水率を測定した。ここで、圧縮強度は、掘削直後が一軸圧縮試験による値、経年後が点載荷試験による換算圧縮強度である。

これらの測定値を比較することで、岩石の劣化の傾向について調べた。なお、岩石コアの掘削から試験開始までの経過時間は、掘削直後では掘削から9～10日後、経年後では掘削から587～699日後である。また、経年後の岩石コアは、採取直前までブルーシートで覆われて屋外で保管されていた。

3. 調査結果

図-1 に岩種別の超音波伝播速度と一軸圧縮強度の関係を示す。これらの結果は、試験用に試料整形できた比較的良好な岩石コアによる値である。凝灰角礫岩と自破碎溶岩の超音波伝播速度は1.5～4.2km/s、一軸圧縮強度は0.5～100MPaである。一方、安山岩溶岩の超音波伝播速度は4.0～5.5km/s、一軸圧縮強度は50～210MPaであり、凝灰角礫岩と自破碎溶岩よりも高い傾向にあり、同じ熱水変質を受けた安山岩質の地山でも岩相によっては、全く異なる強度特性を有することを確認した。なお、本トンネルでは、自破碎溶岩の分布する区間の一部において、インバート打設後に盤ぶくれが発生したことから、その対策工として、インバートの半径の縮小と縫い返しを実施された。

図-2 に自破碎溶岩の分布区間における掘削直後と経年後の岩石試験結果（超音波伝播速度、圧縮強度、湿潤密度および吸水率）を示す。掘削直後と経年後において、同種の岩石コアの試験結果を比較して変化の割合を整理した。その結果、平均値で比較した場合、超音波伝播速度、一軸圧縮強度、湿潤密度は、ともに減少傾向にあるが、吸水率はほぼ変化していないことを確認した。これらの試験結果は、温度や湿度が管理された条件ではなく、暴露状態での変化の傾向であるが、物理強度特性は経年的に低下しており、環境の変化などの劣

キーワード 熱水変質, 長期劣化, 時間依存性, 先進ボーリング, 室内試験

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

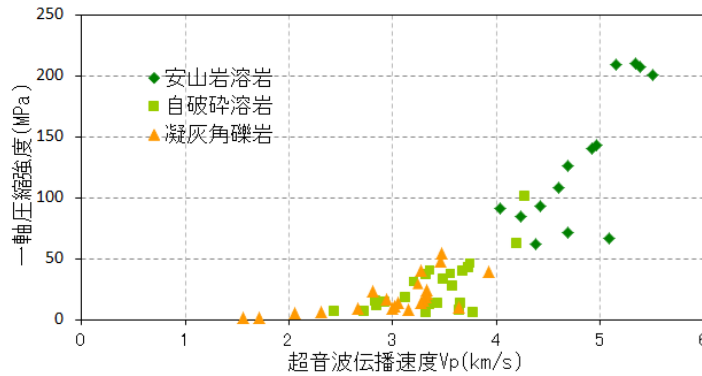


図-1 岩種別の超音波伝播速度と一軸圧縮強度の関係

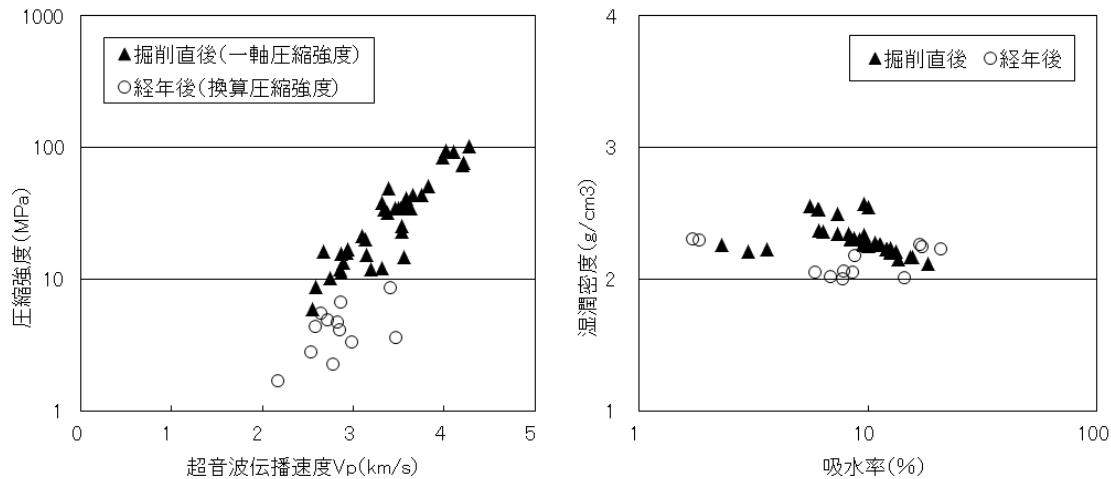


図-2 自破碎溶岩の分布区間における掘削直後と経年後の岩石試験結果

(換算圧縮強度は岩石片を用いた点載荷試験結果による推定値である)

化促進要素が加味されることで物理強度特性は低下することがわかる。なお、経年後の試験結果は、供試体を作成できた試料の値であり、熱水変質作用を受けた程度や状態によっては、時間の経過とともに岩石は脆弱化し、乾燥収縮等による亀裂の発生や粉状化等の劣化を生じた。このため、従来の粘土鉱物の含有量を示す指標や浸水崩壊度試験による評価の他に、経時的に岩石の状態や変化に着目して評価する方法も場合によって有効といえる。

4. おわりに

本調査の結果、同じ岩種でも岩相(特徴)によって、異なる強度特性を有することを確認した。また、岩石を経時的に確認することで、その物理強度特性の変化を把握することができた。今後は、劣化の状況を短期、長期的に予測するための試験や分析、評価方法に関する検討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、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。

参考文献

- 1) 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，2013.11。
- 2) 土木学会：トンネル標準示方書，山岳工法・同解説，2018.7。
- 3) 岡崎健治・伊東佳彦：トンネルの完成後に生じた変状の要因と岩石性状に関する検討事例，第13回岩の力学国内シンポジウム論文集，pp565-570，2013.1。
- 4) 佐々木隆ほか：熱変質を受けた自破碎溶岩によるトンネル変状部の施工，土木学会第68回年次学術講演会，pp785-786，2013.9。
- 5) 国土交通省北海道開発局：道路設計要領，第4集トンネル，2013.4。