熱水変質作用を受けた岩石の劣化に伴う超音波伝播速度の経時変化

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

1. はじめに

近年，わが国のトンネルにおいて，地山の長期的な変状により，路盤等のひび割れや変位が供用後に顕在化する事例が発生している[1)]．こうした地山に起因する長期的な変状に対しては，覆工コンクリートや路盤の背面の地山状況を直接確認することが難しく，地山の健全性を診断するための技術が無いのが現状である．山岳トンネルの維持管理における調査，診断は，覆工コンクリートや路盤あるいは坑内設備を点検することに主眼が置かれており，地山の点検は特別な場合を除いておこなわれない．地山の健全性を，地山を直接観察，確認することができる施工段階から，供用後の維持管理段階まで継続的に診断するためには，繰り返しモニタリングができ，かつ同一の指標で継続して評価できる技術が求められる．地山を破壊することなく継続的に測定することが出来る指標として，弾性波速度が有効であると考えられる．そこで本稿では，山岳トンネルの施工時に変状が生じた区間のボーリングコアを，室内で一定の条件で暴露して超音波伝播速度を繰返し測定した実験結果を示す．

2. 岩石試料の長期劣化

本実験に適用したボーリングコアは，中新統の安山岩質凝灰角礫岩および安山岩溶岩で，熱水変質作用を受けている．これらの岩石の中にはボーリング掘削後，採取直後は棒状，健全であったボーリングコアが，時間の経過とともにコア箱の中で膨張し，**図-1**に示すようにやがて砕片状あるいは粘土状に劣化するものが所々に認められる．このような劣化は，目視観察によって岩種や岩相が同一に見えても発生する箇所と発生しない箇所が認められる．また，同一のコア箱で同一の環境条件に置かれていたものでも，劣化を生じる部分と生じない部分が確認された．これらのボーリングコアは，コア箱にブルーシートを2重にかけた状態で野外に約1.5年間保管されていた．本実験に供した試料は，**図-1**に示したボーリングコアのうち，比較的新鮮で棒状の形状を留めている部分をサンプリングして使用した．

3. 実験方法

本実験は，**表-1**に示す3ケースで暴露した試料に対して，1日に1回の頻度で超音波伝播速度を繰返し測定す

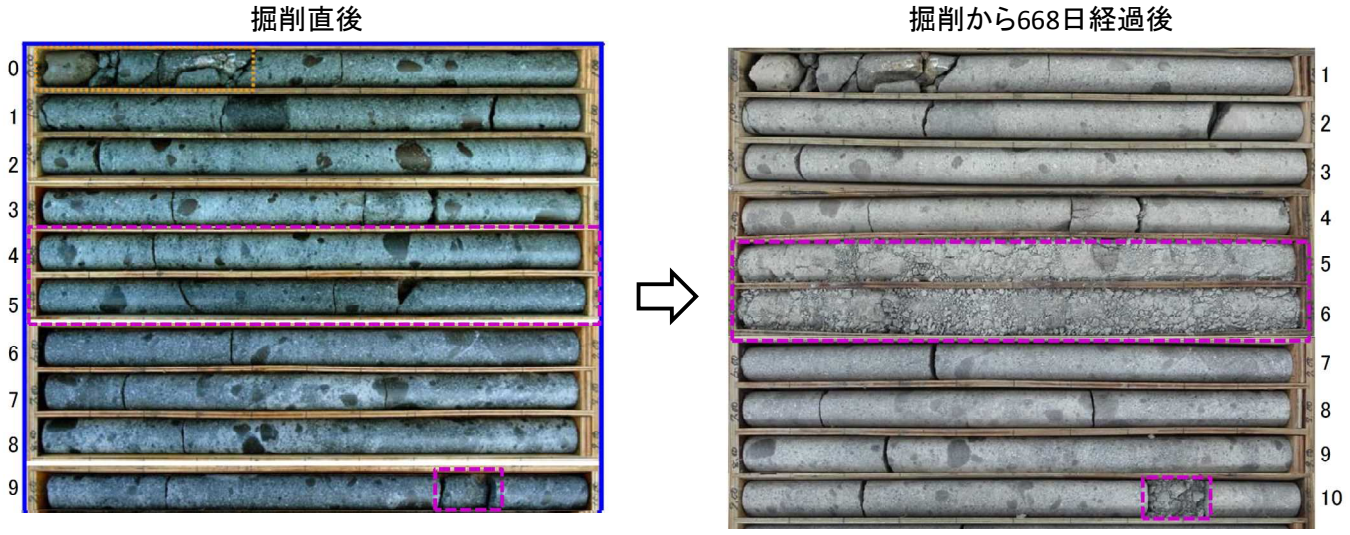

図-1　時間の経過とともに劣化したボーリングコア

キーワード　維持管理，長期劣化，室内試験，超音波伝播速度
連絡先　〒243-0125　神奈川県厚木市小野 2025-1　（株）フジタ 技術センター　TEL:046-250-7095

る方法でおこなった．超音波伝播速度の測定はJGS 1220に準じておこなった．また，試料の膨張を観察するために，超音波伝播速度測定の都度，ノギスで試料の長さおよび径をそれぞれ3箇所で測定するとともに重さを測定した．ノギスでの測定には，毎回同じ位置を測定できるようにあらかじめ試料に測定位置をマーキングしておいた．

表-1　実験ケース

暴露ケース	実験条件
①気中	20℃恒温室にて大気中に暴露
②水中	20℃恒温水槽にて水中に暴露
③乾湿繰返し	20℃恒温水槽⇔110℃乾燥炉にて暴露（1日おきに水浸と炉乾燥を繰返し）

4. 超音波伝播速度の経時変化

図-2に暴露日数と超音波伝播速度の関係を示す．気中および水中に暴露した試料は，体積変化，弾性波速度の低下がともに顕著ではない．ただし，実験初期と最終段階を比べると，非常に小さい変化だが超音波伝播速度の減少傾向が認められるため，現在，より長期的な傾向を把握するための長期暴露実験を実施中である．水中に暴露した試料では測定当初に超音波伝播速度の増加が認められるが，最初の水浸時に試料の含水状態が大きく変化したことに伴う変化と考えられる．一方で乾湿繰返しを行った試料では，超音波伝播速度が次第に低下してゆく傾向が確認されるとともに，体積は増加する傾向が認められ，乾湿繰返しに伴う劣化および膨張が確認できた．これらの試料は，膨張とともに目視でもヘアークラックの発生が観察され最終的に崩壊した．さらに，超音波伝播速度は体積の膨張に先行して低下が始まる傾向が確認できた．この結果より，地山劣化を診断する上で超音波伝播速度を継続的にモニタリングすることは有効と考えられる．

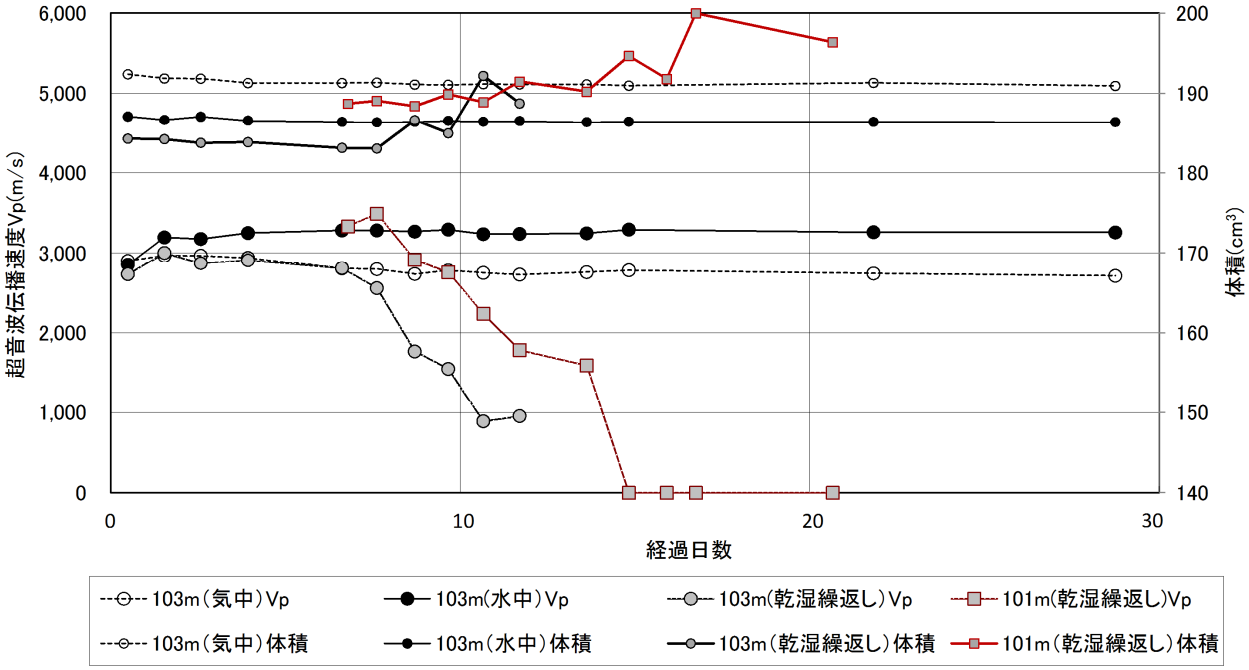

図-2　超音波伝播速度の経時変化

5. おわりに

今回の実験によって，岩石の劣化に伴い超音波伝播速度が低下する傾向を室内実験によって確認した．今後は，現場における弾性波探査を用いた地山健全性診断技術の適用性について検討を進めてゆきたい．

本実験にあたり，試料を提供いただいた国土交通省北海道開発局の関係各位に深謝いたします．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)例えば，小島芳之・太田岳洋：地圧の作用による山岳トンネルの変状対策のあり方，応用地質，第 54 巻，第 6 号，pp.251～263, 2014.