

ドリルジャンボ削孔データによるトンネル切羽前方の地山等級予測技術の開発

鹿島建設（株） 正会員 ○宮嶋 保幸， 岩村 武史， 白鷺 卓， 戸邊 勇人
国土交通省延岡河川国道事務所 岩熊 真一

1. はじめに

切羽の前方探査として多くの山岳トンネル工事で活用されている「削孔検層システム（ドリルロギング）」によって、切羽前方の弾性波速度と地山等級を予測し、支保パターン選定に直接的に利用できる地山評価手法を開発した。開発に当たっては、削孔検層によって削孔した孔を利用して地山の弾性波速度を高精度に直接的に測定することができるように改良した「速度検層システム（TVL）」を組み合わせた。これにより、「削孔検層システム」で得られる破壊エネルギー係数と「速度検層システム」で得られる弾性波速度の相関関係をあらかじめ得ることができるため、その後は削孔検層を実施するだけで、切羽前方地山の弾性波速度を把握することができる。本報は、その概要を示すとともに、「宮崎 218 号 南久保山トンネル新設工事」における適用例を報告する。

2. 開発の背景

山岳トンネル工事では、地山に応じた適切な支保パターンを選定することが、高品質なトンネルを構築するためには重要である。通常、支保パターンは切羽の目視観察によって選定している。しかしながら、地質が複雑に変化するような場合や断層が分布する場合には、支保の過大な変状や崩落を引き起こす危険性がある。一方、従来の前方探査は断層などの分布状態を事前に予測し、地質リスクを回避するためのものと位置付けられ、支保パターン選定に結びつけるまでには至っていなかった。そこで、設計時の標準支保パターンが、主に地山の弾性波速度によって分類される地山等級に基づいて選定されることに着目し、前方探査によって切羽前方の弾性波速度を把握することができれば、地山等級に基づいた切羽前方の支保パターンの予測が可能と考えた。そこで「削孔検層システム」と「速度検層システム」を活用し、切羽前方の弾性波速度分布を容易に把握する新たな手法を考案した。この手法は、設計時と同じ考え方、指標によって支保パターンを予測できることが特徴である。

3. 本手法の概要

本手法の概要を図-1に示す。

削孔検層は、油圧ドリルを用いて岩盤を削孔する際に得られるデータを利用し、切羽前方の地質状況を探査するシステムである。トンネル掘削に通常使用するドリルジャンボに搭載可能なので、施工への負担も小さい。地質状況は破壊エネルギー係数を算出して評価する。破壊エネルギー係数は、岩盤の削孔に要した油圧ドリルの仕事量に相当し、一般に硬岩は大きく、軟岩は小さくなる。しかし、破壊エネルギー係数だけでは、岩盤の硬軟の指標になるものの、

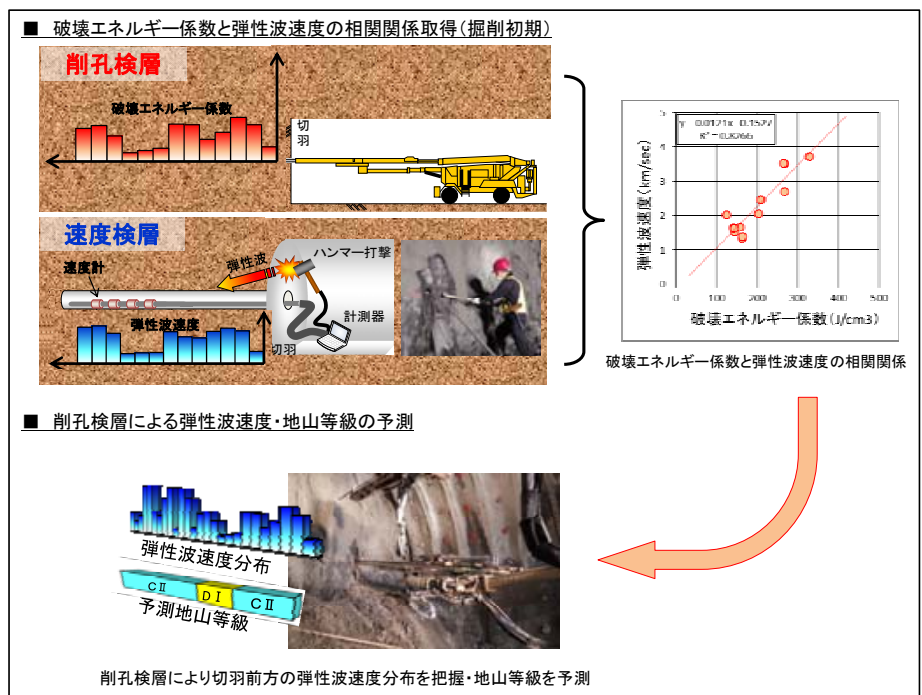


図-1 削孔データによるトンネル切羽前方の地山等級予測技術

キーワード 山岳トンネル，切羽前方探査，削孔検層，速度検層，弾性波速度

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設（株） TEL 042-489-8436

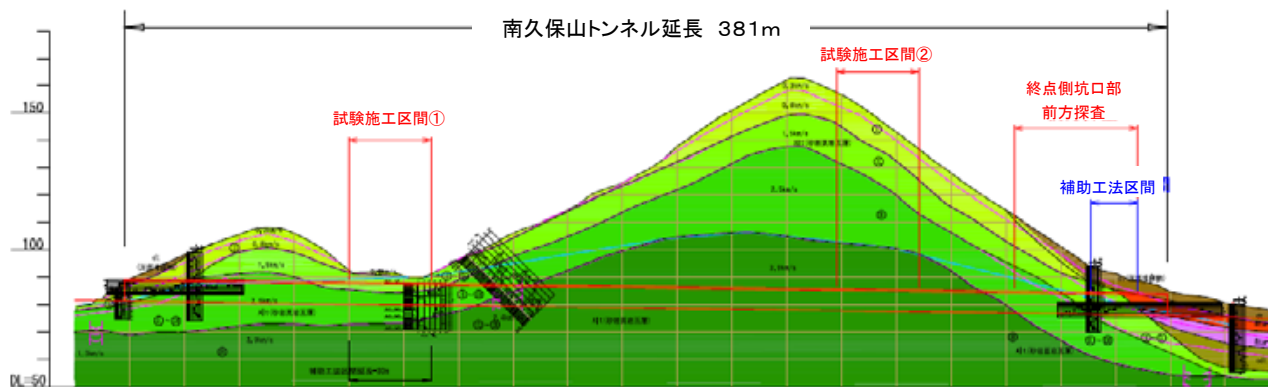


図-2 南久保山トンネルにおける切羽前方の地山等級予測技術の開発（縦断面図）

直接的に地山物性を把握することができなかった。一方、速度検層は先進ボーリング孔に速度計を挿入し、切羽をハンマーで打撃して発生させた弾性波を取得・解析することで、前方の弾性波速度分布を把握するシステムである。したがって、直接的に地山等級として評価し、支保パターン選定に結びつけることができる。しかしながら、速度検層は切羽での占有作業となるため施工を中断して実施する必要があった。そこで、事前に「削孔検層」と「速度検層」を実施し、あらかじめ破壊エネルギー係数と弾性波速度の相関関係を得ることで、削孔検層を実施するだけで弾性波速度を得ることができるシステムを開発した。

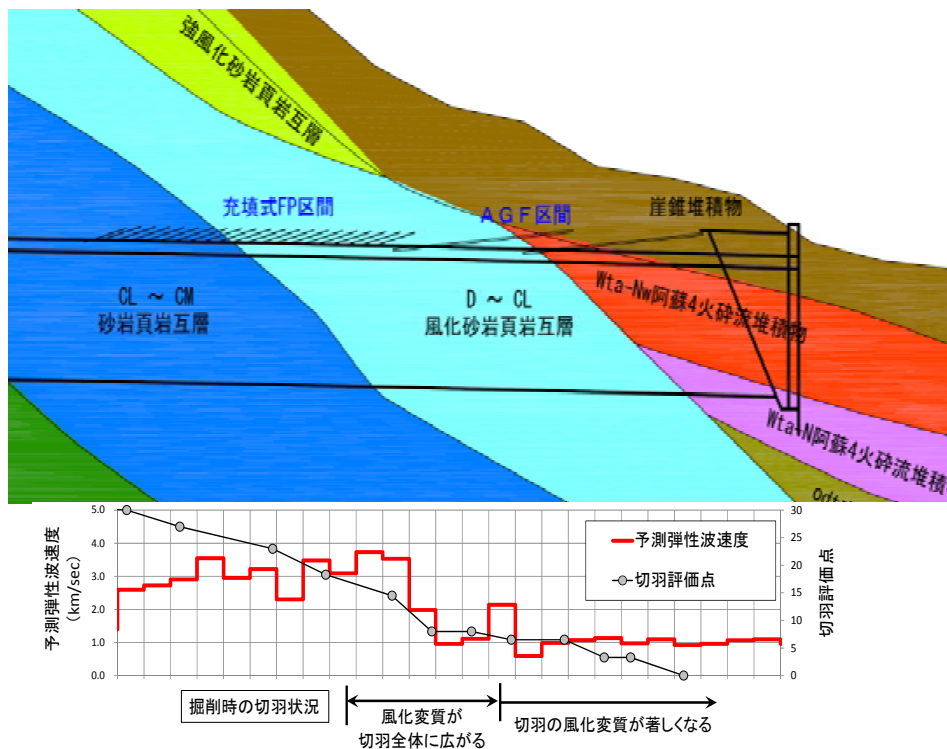


図-3 到達側の坑口部における適用事例

4. 適用実績

南久保山トンネルにおいて実施した試験・検証区間について図-2に示す。南久保山トンネルは砂岩・頁岩互層が複雑に分布する地山である。はじめに、低土被り区間 30m（試験施工区間①）を対象として、切羽前方に3箇所の削孔検層を実施し、実際にトンネル掘削した時の切羽の地質観察による評価点や切羽に出現した岩種（砂岩・頁岩）を比較して、削孔検層による補助工法（長尺先受け工法）の要否の判定が可能であることを検証した。次に、試験施工区間②では、削孔検層を実施した孔を利用した速度検層を実施し、破壊エネルギー係数と弾性波速度の相関関係の把握を行った（図-1内のグラフ）。最後に終点側坑口部では、試験施工区間②で得られた相関関係を利用し、削孔検層だけを実施し弾性波速度の分布を予測するとともに補助工法の適用範囲について判定しながら、平成25年12月に無事貫通した（図-3参照）

6. あとがき

今回開発した手法を用いて削孔検層によって、前方の弾性波速度を予測し、適切な支保パターンの選定と補助工法の要否を判断することができると分かった。今後、異なる岩種の実績を蓄積するとともに、当トンネルで同時期に開発したタブレットPCを用いた風化変質判定システムを併用することで『地山の事前把握』から『切羽の地山評価』までを客観的で一連の情報として活用することができると考えている。