

AI を用いたトンネル切羽の岩判定について

国土交通省 関東地方整備局 長野国道事務所 正会員 ○中嶋 政幸
 国土交通省 関東地方整備局 長野国道事務所 柴崎 知令
 (株) 安藤・間 正会員 谷口 翔

1. はじめに

山岳トンネルは、事前調査において正確な地質状況を把握し設計（支保パターン等）することは困難である。そのため、施工中にトンネル切羽を直接観察し岩質の確認・再評価を行い切羽の状況に応じた支保パターンを確定する作業が重要である。

切羽での岩判定は重要であるが、施工現場では目視観察を中心とした岩判定が行われており、評価の精度や定量化に課題がある。そこで、山岳トンネル工事における生産性の向上及び観察者の安全性向上を目的にトンネル切羽の岩判定情報を専用のシステムで処理し、人工知能を使って定量的に評価する実証実験を行った。本稿では、結果を踏まえた今後の生産性・安全性向上の可能性及び課題・展望について報告する。

2. システム概要

切羽の情報取得システムは、岩盤の硬さ、風化度、割れ目間隔を自動でセンシングし定量的に評価する。

岩盤の硬さと風化度は、AI の画像認識技術を活用して、デジタルカメラ画像およびスペクトルカメラ画像から自動で評価する。割れ目間隔は、ステレオカメラ画像から取得した切羽の三次元形状を用いて割れ目画像を抽出し評価する（図-1）。

切羽でのデータ取得を短時間かつ効率的に実施するため、スペクトルカメラとステレオカメラ、ハロゲン照明などを搭載した計測車両を構成した（図-2）。タブレット端末を用いて車載の PC を通じて各計測機器に作業指示を出すことで、短時間での切羽データの取得を可能とした。

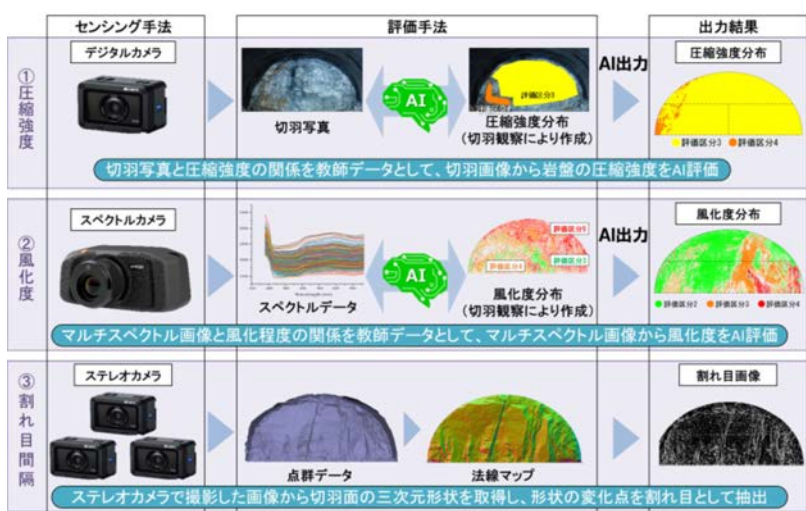


図-1 システム概念

3. 実証実験の方法

切羽の掘削開始から約2ヶ月を「機械学習期間」として、教師データを用いたAIの機械学習を実施した。

AI学習が完了した後、約2ヶ月を「適用・検証期間」として、本システムによる自動評価結果と担当者の目視による切羽観察結果を比較し、その評価精度を検証した。



図-2 計測車両

キーワード 山岳トンネル, 切羽, AI, 地質評価

連絡先 〒380-0902 長野県長野市鶴賀字中堰145 長野国道事務所 TEL026-264-7001

4. 評価精度の検証

AI 学習が完了した後、本システムを用いて計 26 切羽で自動評価を行った。切羽観察シートにおける圧縮強度、風化変質、割れ目間隔、支保パターンについて、本システムによる評価結果と現場担当者の目視による評価結果を比較し精度の検証を行なった。切羽の評価は、天端、左肩部、右肩部の 3 つの領域に分け、それぞれの領域について、評価区分が一致している場合、自動評価が正確に行われていると判定した。

①圧縮強度

圧縮強度は一致率 100 %となった。26 切羽では、切羽全面で砂岩・シルト岩互層が出現し、おおむね同様の地質が連続していた。評価結果の一致は、この地質性状を反映しているものと考えられる。局所的には、地山表面のにじみ湧水により濡れている部分、切羽に手前の支保工による影ができていている部分で同じ岩種でも評価結果が異なる結果となった（図-3）。これは、教師データを作成する際、切羽表面が濡れた箇所や影が落ちている箇所を除外したためと考えられる。

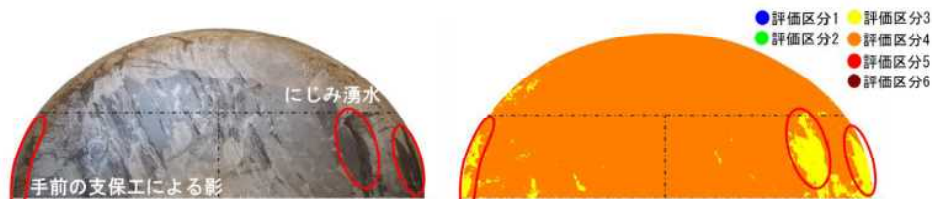


図-3 圧縮強度評価結果の不一致例

②風化度

風化変質は一致率 88.5 %となった。切羽画像と風化度評価結果を比較すると、本システムは風化により茶褐色を呈する部分を精度良く捉えている（図-4）。一方で風化した部分の切羽に占める比率が自動評価と目視観察で異なることがあった。これは、目視観察による切羽に占める風化部分の比率の評価が担当者の主観に依る所が大きいためと考えられる。



図-4 風化度自動評価結果の例

③割れ目間隔

割れ目間隔は一致率が 64.1 %となり、圧縮強度や風化度と比べて低い結果となった。本トンネルは自由断面掘削機を用いて掘削しており、割れ目による岩盤の凹凸が切羽表面に残らず、平滑に仕上がる事が多く（図-5）割れ目を正確に判別することができなかったと考えられる。一方、ブレーカ掘削により岩盤の凹凸が切羽表面に残っている箇所では、割れ目間隔 5cm 以下の細かな割れ目を捉えられている。

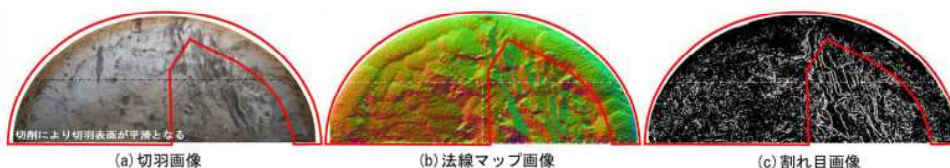


図-5 切羽表面が平滑となった例

5. まとめ

自動評価による岩盤の圧縮強度と風化度の評価結果は、目視観察と比べても大きく遜色のないものといえる結果となった。割れ目間隔の評価については、掘削後の切羽表面の仕上がり状況に大きく影響を受けるものの、割れ目の抽出は現時点でも行えている。発破掘削のような岩盤の明瞭な凹凸が切羽表面に残りやすい切羽で本システムの適用は有効と考える。

これまで、切羽観察担当者の主観に依存していた従来の切羽観察をより客観的に記録できるようになった。今後は、新規のトンネル現場へ本システムを展開し、様々な地質条件に対する適用性を検証していくとともにシステムのさらなる改良を進め、山岳トンネル現場における生産性向上へつなげていく。