

「切羽地質情報取得システム」を用いた現場臨場の省力化に関する試行について

安藤ハザマ 正会員 ○谷口 翔 正会員 鶴田亮介
 フェロー会員 谷口裕史 非会員 森田 亨
 筑波大学 システム情報系 正会員 松島亘志
 日本システムウェア株式会社 正会員 野村貴律

1. はじめに

山岳トンネルにおける切羽観察は、掘削作業の合間を縫った短い時間で、切羽近傍での目視観察を中心とした地質評価が行われており、その精度や定量化、安全性が課題となっている。また、地山等級の判定を行い、必要に応じて支保パターンの変更作業を行う岩判定では、受発注者双方が所定の位置で切羽を確認する必要があり、作業調整による業務ロスが発生する場合がある。

そこで筆者らは、切羽観察業務の生産性向上、負担軽減を目的として、弊社の開発技術である岩盤の圧縮強度、風化度、割れ目間隔を自動で評価する「切羽地質情報取得システム」をクラウド化し、現場試行を行った。

2. 切羽地質情報取得システムの概要

従来の切羽地質情報取得システムは、AIの画像認識技術を用いて切羽のRGB画像から岩盤の圧縮強度を評価する¹⁾。今回の試行にあたっては、地山の物理データである切羽の穿孔データから圧縮強度を評価する手法へ変更を行った。各項目の評価手法は以下の通りである。

- ①圧縮強度：マシンガイダンス機能付きドリルジャンボにより取得される装薬孔の穿孔データ（フィード圧、穿孔速度、打撃圧、回転圧）でAI回帰分析を行うことで、穿孔データから岩盤の圧縮強度を自動で評価する。
- ②風化程度：切羽のマルチスペクトル画像から抽出されるスペクトルデータと岩盤の風化変質状況を教師データとしてAI学習を行うことで、マルチスペクトル画像から風化度を自動で評価する。
- ③割れ目間隔：ステレオカメラ（小型のデジタルカメラ3台で構成）で撮影した切羽画像を画像解析して割れ目を抽出し、割れ目間隔を自動で評価する。

本システムは、マルチスペクトルカメラやハロゲン照明、制御用PCなどを1台の計測車両に搭載する。計測車両で取得した切羽の計測データと、ドリルジャンボから取得した穿孔データを集約し、専用のソフトで処理を行うことで評価結果が出力される。さらに、出力した評価結果をクラウド上に共有し、ウェブブラウザを介して受発注者がどこからでも確認可能なシステムを構築した。図-1にシステムの構成を示す。

3. 試行現場

本試行を実施した現場の概要を以下に示す。

工事名：玉島笠岡道路六条院トンネル工事

発注者：国土交通省 中国地方整備局

受注者：株式会社安藤・間

施工場所：岡山県浅口市鴨方町六条院東～六条院中地内

試行期間：令和2年12月11日～令和3年3月25日

工事内容：掘削延長 L=1,088m

掘削方式：NATM（発破掘削）

本トンネルの地質は花崗岩類を主体とし、岩質は不均一で未風化部と弱風化部が混在して出現する。

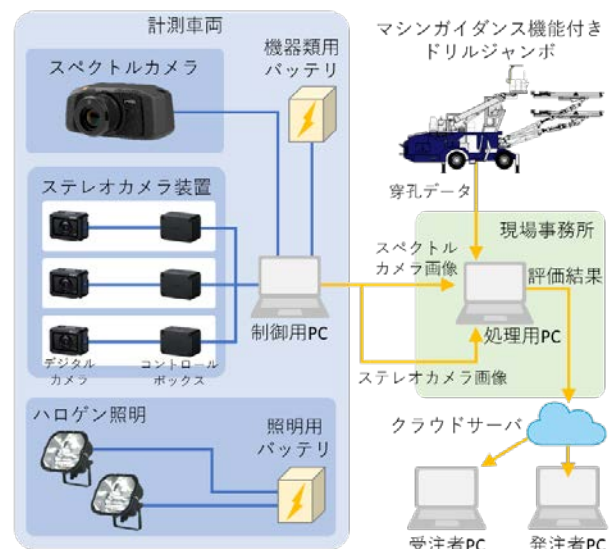


図-1 切羽地質情報取得システムの構成

キーワード 山岳トンネル、切羽、AI、地質評価

連絡先 〒107-8658 東京都港区赤坂 6-1-20 ㈱安藤・間 TEL03-6234-3673

3. 本システム試行の効果

本システムを活用することで切羽観察記録の作成時間を短縮し、現場職員の業務を省力化するとともに、出力した評価結果を発注者とクラウド共有することで定常的な岩確認を省略し、受発注者の接触機会を 50% 削減することを目標として試行を実施した。

本システムによる RGB 画像を用いた圧縮強度評価区分、風化度区分、割れ目間隔の評価結果の帳票例を図-2 に、穿孔データを用いた圧縮強度評価結果の帳票例を図-3 に示す。

(1) 地質評価の省力化に関する効果

本システムによる評価結果と従来の目視観察結果との比較では、一致率が圧縮強度で 95%、風化度で 90%、割れ目間隔が 60%となった。自動評価結果を用いた支保パターンの選定では実績との一致率が 100%となり、従来手法と遜色なく判定が可能であることを確認した。

(2) 評価結果のクラウド共有に関する効果

本トンネルは設計時点でCⅠパターンからDⅠパターンまでの支保パターン変化点が複数箇所設定されていたが、実際の施工では、ほぼ一様に未風化～弱風化花崗岩が出現し続け、両坑口のDⅢパターンを除く全線をCⅡパターンで施工した。本トンネルのように、地質変化が乏しく同一の支保パターンを継続するかどうかの判定においては、受発注者が日々の地質性状を定常的に共有することで現場臨場を省略できた可能性がある。トンネル掘削開始から掘削完了までに実施した17回の岩確認のうち9回を遠隔臨場とすることで、現場臨場頻度を約53%低減できたと考えられる（図-4）。

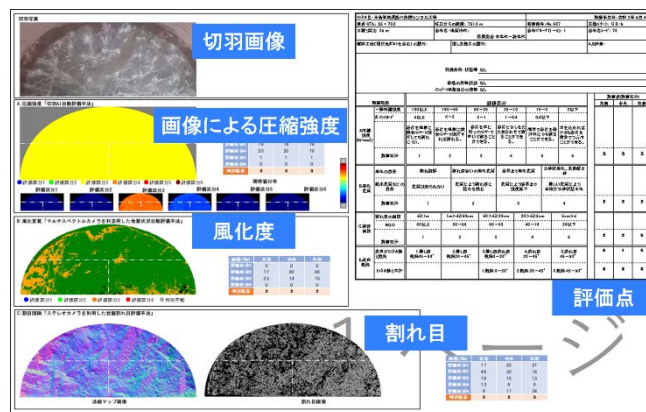


図-2 自動評価結果の帳票例 (RGB 画像)

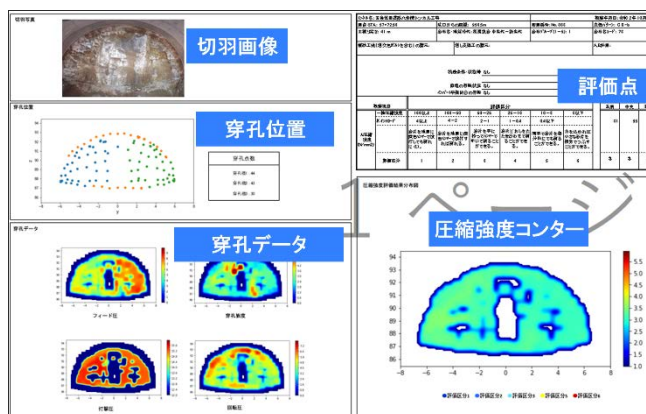


図-3 穿孔データを用いた圧縮強度評価結果の帳票例

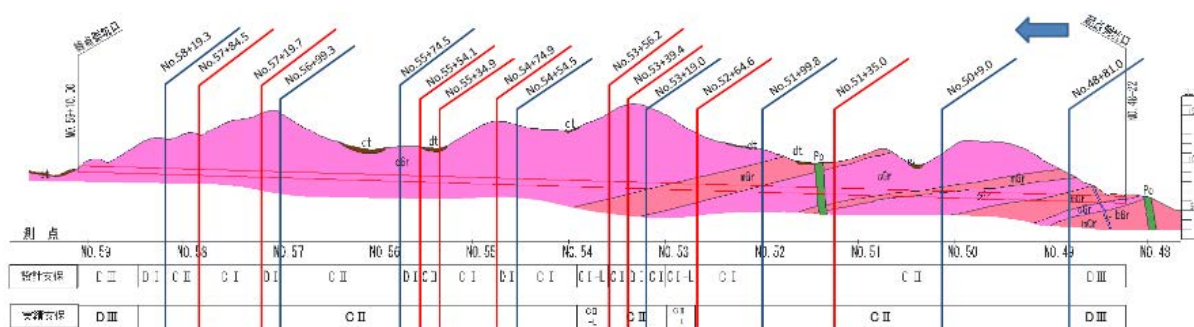


図-4 現場臨場が省略可能と考えられる箇所（赤線部）

4. まとめ

・本システムによる支保パターンの判定は目視観察と遜色なく、また、センシング機器で取得した定量データに基づくため、担当者の違いによる差が生じず、経験の少ない職員でも切羽評価が可能となる。

・本トンネルのように、地質状況の変化に乏しく同一の支保パターンを継続する場合には、本システムを用いて受発注者が日々の地質性状を定常的に共有することで現場臨場を省略できた可能性がある。試行現場の場合、実施した 17 回の岩確認のうち 9 回を省略し、現場臨場頻度を約 53%低減できたと考えられる。

なお、本システムのクラウド化および試行は、国土交通省の令和 2 年度「建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト」(PRISM) で実施したものである。

参考文献

1) 谷口翔, 多寶徹, 柴崎知令:「切羽地質情報取得システム」の現場適用事例, 土木学会第 74 回年次講演会, 2020