

AI を活用したトンネル切羽の地山判定システム

西松建設 正会員 ○原 圭太
正会員 額額 善孝

1. はじめに

一般的なトンネル切羽の地山判定手法では、掘削直後に作業を止めて無支保の状態で切羽観察を行い、切羽評価点を算出するため、工程遅延や安全性の確保が課題である。また、切羽評価項目には個別に目安となる判断基準が設けられているものの、その評価の判定は観察者の主観に委ねられ、評価結果にばらつきが生じやすい。昨今ではAI（人工知能）活用技術の開発が進められており、切羽観察にAIを適用することにより、これらの課題を解決できることが期待される。

今回、切羽観察表の切羽写真や評価区分を教師データとしてAI学習モデルの構築・繰り返し学習を行い、切羽写真を元に地山性状の自動評価を行う『AI切羽評価システム』を当社施工現場に適用した。本稿では、適用を通して得られた成果や課題について述べる。

2. 適用トンネルの概要

システムを適用したトンネルは、「国道289号2号トンネル工事」であり、新潟県三条市から福島県只見町までの県境付近の20.8km区間の八十里越事業の一環である2号トンネル（L=504m）を施工する工事である。事前調査の結果から、本トンネルの大部分では新第三紀の軽石質凝灰岩が分布しているものの、一部区間では相対的に硬質な流紋岩が貫入している可能性が示唆されており、貫入境界における地山の変質や水みちの形成が懸念されていた。このような地質変化をより確実に捉えることを目的として、システムを適用することとした。

3. システムの概要

本システムは、専用のタブレットアプリで撮影された切羽写真から切羽性状を自動評価するAI活用技術であり、山岳トンネル施工において1日1回以上の頻度で実施されている切羽観察をサポートするために開発された（図-1、図-2）。

タブレットで切羽写真を撮影すると、AIによって自動評価された評価区分が数秒程度で表示され、これを切羽評価の参考とすることで、若手職員の補助や主観によるばらつきの軽減が期待される。また、アプリではAIの評価に加えて、職員の評価や観察者名、岩石名等の記載事項も記入することができる。また、アプリで取得された写真や評価結果をクラウドサーバーに保存して最終的には切羽観察表のエクセルファイル形式で出力することができる。そのため、効率的に切羽観察表を作成することが可能である。

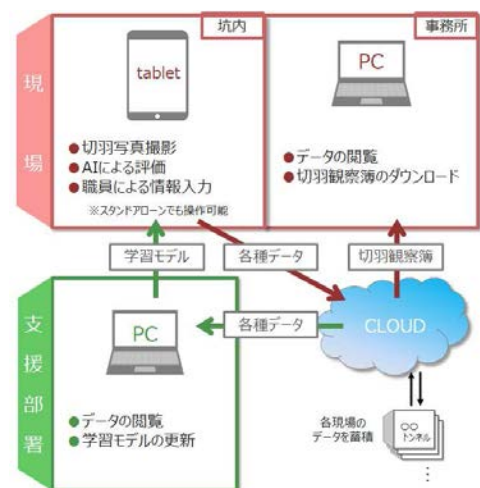


図-1 システムの構成

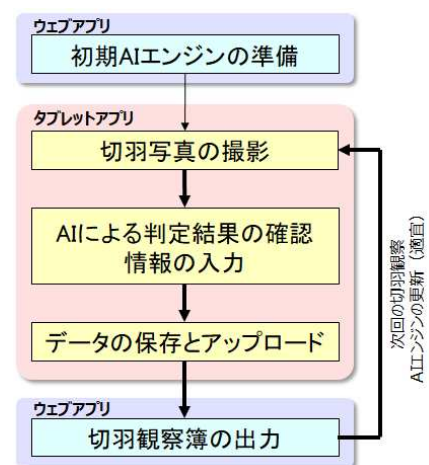


図-2 システムのフロー

キーワード 切羽観察, 切羽評価, AI

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 1-1-18 ヒューリック虎ノ門ビル 3F TEL 03-3502-0391

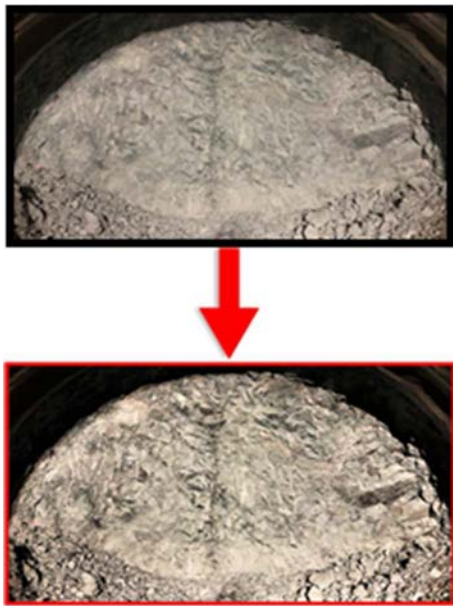


図-3 VISによる切羽写真の加工

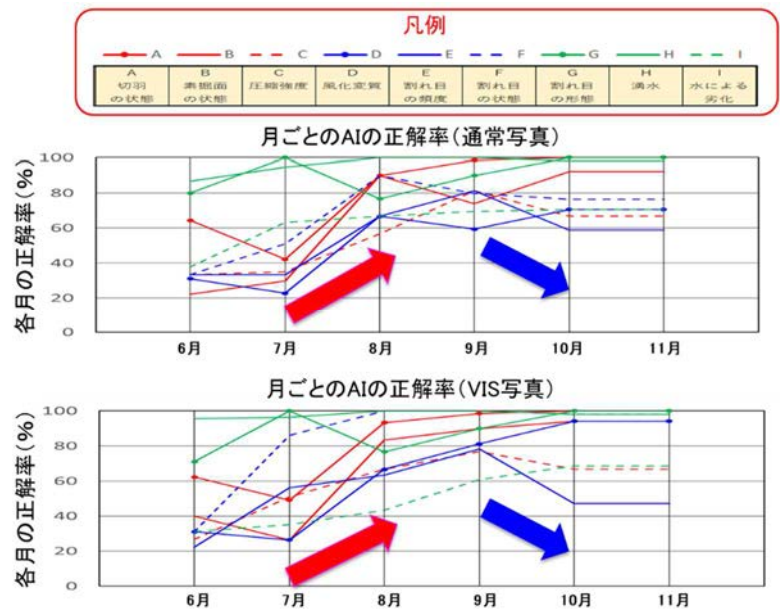


図-4 各評価区分のAIの正解率の推移

また、本システムでは、割れ目に関する評価項目の判定精度向上を目的として、「VIS」¹⁾で加工した切羽写真も教師データとしてAI学習を行った。VIS (Visual illusion based-Image feature enhancement System, 錯視誘発画像特徴強調システム) は、画像中のひび割れ等の細かい特徴の判読性を向上させる、エンボス処理等を応用した画像処理システムである (図-3)。通常の切羽写真とVISで加工した切羽写真で2種類の学習モデルを構築し、項目ごとに正解率の高い方を評価に活用することとした。

4. 成果

掘削開始当初 (2020年6月) から貫通 (2020年11月) までの期間中に、およそ1回/週の頻度で学習モデルを更新しながら112切羽分の切羽観察を行い、職員とAIによる切羽評価区分を記録した。AIの判定結果が職員と一致した場合を正解としたときの、各評価区分の正解率の推移を図-4に示す。学習モデルの更新に伴って全体的に正解率が増加する傾向がみられ、学習モデルの更新によるAIの判定精度の向上が確認された。ただし、掘削当初や岩質の変化時には正解率が減少したことから、今後も継続的に教師データを収集していくことが必要であると考えられる。また、2種類の学習モデルの正解率には評価項目ごとに差異が見られることから、今後は評価項目ごとに判定元となる切羽写真の種類を選定することで全体の正解率の向上が期待される。システムの運用を通して、評価区分に加えて支保パターンも判定する機能や、タブレットのみで切羽観察表を完成させる機能の実装が課題として挙げられており、今後も継続的にシステムを改良していく必要があると考えられる。なお、掘削期間中には、当初に懸念していた地山の変質や水による影響はなく、安全に施工を進めることができた。

5. おわりに

今回、切羽評価区分を判定するためのAI活用技術をトンネル施工現場へ適用した。その結果、学習モデルの更新に伴ってAIの判定精度が向上していく結果が確認されたとともに、システム運用上の課題を見出すことができた。今後は、他現場へも適用を行い、システムの改良を継続していく。

参考文献

- 1) 東京理科大学工学部土木工学科 小島尚人, 他: 錯視誘発画像特徴強調・判読支援システム, 特許第4868509号, 特許第5046119号, 特許第5246770号, 特許第5769295号, 特許第6021053号 (いずれも東京理科大学保有)