

延長が短いトンネルでの AI を利用したトンネル切羽評価支援ツールの適用性

前田建設工業（株）土木技術部 正会員 ○森田篤 後藤信男 遠亮太 小熊登
前田建設工業（株）関西支店 正会員 大久保弘 中山泰紀 小林光

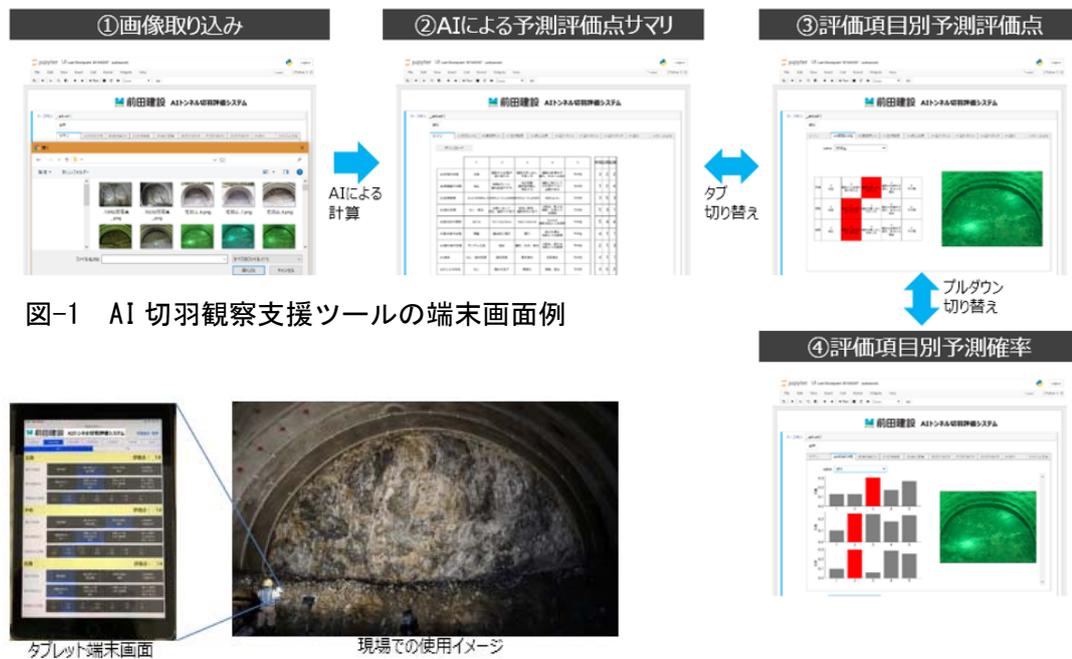
1. はじめに

トンネル工事は複雑な地山条件下で行われることが多く、地質的な要因によるトラブルに見舞われることが少なくないなかで、最近のセンシング技術、AI を用いるなどした計測データや切羽写真を含む施工時に得られるビッグデータを利活用しながら的確に地山評価を行うことでトラブルを回避できる可能性がある。しかしながら、国内の複雑な地質分布ゆえに十分なデータが揃わない条件で施工することも多く、また、延長が短いトンネルではAI の学習が進まないこともある。今回、開発した、トンネル切羽画像をAI 判定し切羽観察簿を作成支援するツールを延長 200mほどのトンネル現場に適用し、学習データが少ない条件下でのAI 切羽評価支援ツール評価結果と地質技術者判定とを比較することで、学習量による支援ツールの適用性検証を行った。

2. 切羽評価支援ツールの概要

開発したAI 切羽観察支援ツールは、画像認識技術を用いて、スペクトルカメラ画像、デジカメ画像等より切羽評価点、地山弾性波速度を評価できる。システム開発には、当社施工のトンネル切羽写真 1 万データ超を用いている。特徴の一つとして、解析手法にブラックボックス（画像枚数が多い場合に、高い予測精度を持つ分析が可能な反面、なぜ画像の特定部分に着目し分析したのか説明が困難な手法）だけでなく、ホワイトボックス（予測結果を導出した理由を説明可能な手法。特に高技能者が着目している点を調整の上、分析に取込むなどチューニングの余地が多い）の 2 手法を適宜選択できることが挙げられる。

結果出力は入力した切羽画像を元に、項目毎に評価点を予測し、現場と親和性のある切羽観察簿形式で表示できる。また、出力画面は切羽評価点の分布の他に評価項目別の予測確立も併せて表示できるようにし、経験の浅い現場職員の判断支援を行うことを目指している。



キーワード AI, 切羽観察, スペクトルカメラ

連絡先 〒181-0012 東京都千代田区富士見 2 丁目 10-2 前田建設工業（株）土木技術部 TEL 03-5276-5166

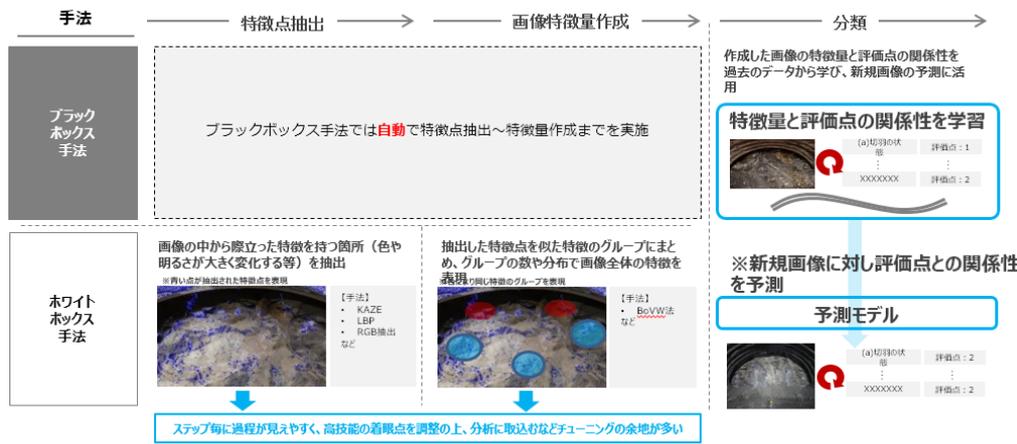


図-2 AI 切羽観察支援ツールのモデル手法

3. 支援ツールの検証

AI 切羽観察支援ツールの精度を検証するため、わずか 30m のトンネルデータとさらに 30m 分の追加学習を行いながらモデルを構築し、別に検証用データ（画像）を用意し、検証データに対して予測を実施し予測結果が正解か否かを判定することで行った。検証は、AI システムの解析プロセスが判るようなホワイトボックス手法も用いて検証し、高技能者が着目するポイントやプロセスが判るようにした。また、切羽内の弾性波速度分布の詳細を知るために、予め切羽で 3 孔削孔を行い、切羽前方クロスホール弾性波トモグラフィを実施した。その結果、切羽評価点については区間 1 に示す 30m 分のデータが正答率 54% に対して区間 2 まで追加学習を行ったところ 66% まで上昇した。(F) 割れ目の状態の誤答が目立つが、このあたりを集中的に捉えるデータがあるとさらに正答率は向上すると示唆される結果となった。一方、弾性波速度は、実測に対して AI 予測値の乖離が大きく、この位のデータ量では想定が難しいことが示された。

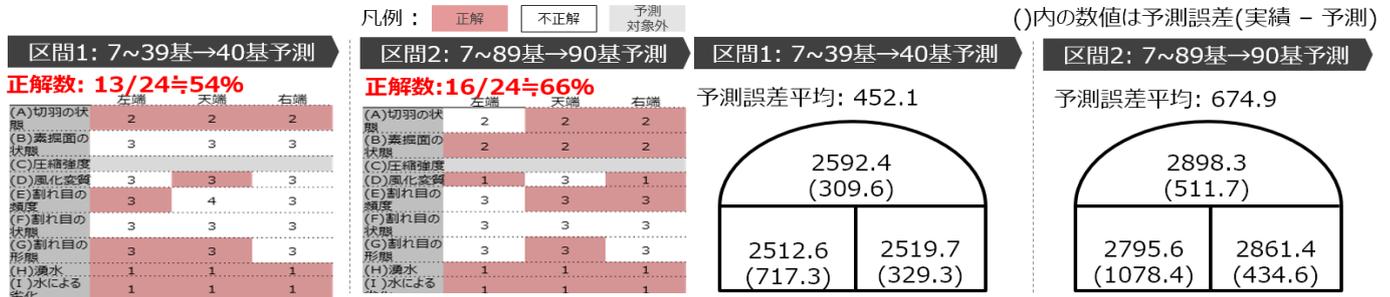


図-3 区間別 AI 切羽観察支援ツールの検証結果

AI は膨大な学習データが必要と言われているが、トンネル延長が短く、ある地質体を掘削するトンネルのように十分な教師データが無い場合においても、学習方法やモデル構築方法によっては、利用できることが示唆される結果が得られた。ただし、切羽に近づき時間をかけて観察することが難しい条件では、とくに専門技術者でも判断に迷う (F) 割れ目の状態についてはモデルの改善が必要である。また、弾性波速度を画像より精度よく推定するのは専門技術者にとっても難しいと思われるが、切羽評価の客観的な数値として有用なため、今後データを蓄積しながら解決を図りたい。

4. おわりに

近い将来トンネル施工全自動化を目指す中で、地山を評価する「目」の高度化は必用不可欠であり、AI は経験豊富な専門技術者の代わりになるばかりでなく、より高度なレベルの評価ができる可能性が高い。近年、様々なセンシング技術、ビッグデータを比較的容易に収集できる仕組みが整い、確度の高い地山評価を行うことが出来るようになりつつある。施工途中で得られる各種データから有用なデータを抽出するとともに評価判定を高度化していくためには今後ますます AI を活用していく必要があると思われる。