

トンネル切羽評価の信頼性および切羽観察中の安全性向上 —人工知能(AI)を用いた AI 切羽評価支援システム「T-Face AI:ティー・フェイス・アイ」—

戸田建設(株)(社長:今井 雅則)は、このたび(株)Rist(社長:藤田 亮)と共同で、山岳トンネル(NATM工法)の切羽評価に使用する『AI切羽評価支援システム:T-Face AI:ティー・フェイス・アイ^{※1}』を開発し、新名神高速道路宇治田原トンネル東工事(NEXCO西日本)で試行的に運用を始めています。現場事務所で切羽画像データを人工知能(AI)が評価し、支保パターンを決定する際の参考データとして活用します。

本システムの採用により、切羽評価を行う者の経験や、知識等による評価結果のバラツキを少なくし、信頼性(正確性)を向上させるとともに、切羽観察中の肌落ち事故およびトンネルの不安定化を抑制できます。

※1:「ティー」はToda(戸田)とTunnel(トンネル)、「フェイス」はFace(切羽)、「アイ」は切羽を観察する目(目=Eye)とAIを意味している



- ①モデル選択フォーム
- ②画像選択フォーム
- ③選択した画像一覧
- ④予測開始ボタン
- ⑤予測結果表示欄
 - B:風化変質
 - C:割目間隔
 - D:割目状態
- ⑥コンソール

図-1 AI切羽評価支援システムのパソコン操作画面(判定システム)

1. 開発の背景

山岳トンネルでは、掘削を安全かつ合理的に行うために、掘削の進行に合わせて技術者が切羽観察を行います。この切羽観察は、前方の地山状況の予測や支保パターンの妥当性を評価する重要な日常管理業務です。しかし、技術者の技量への依存が大きく、切羽評価点にバラツキが生じやすいという問題があります。また、掘削後速やかに吹付けコンクリート等の支保工を設置してトンネルを安定化させる必要があることや、肌落ち事故等の防止の観点から、十分な観察時間の確保が難しいのが実情です。これらの問題を解決するために、AIを用いた切羽評価支援システムの開発に着手しました。

2. AI現場切羽評価支援システムの概要

本システムは、人間の脳が日常的に行っている学習(経験したものを記憶:学習システム)と判定(新しく見たものを判断:判定システム)のメカニズムを、コンピューター上でモデル化したものです。学習システムで作成したAIの判定モデルを使い、切羽評価を行います。

本システムの特徴のひとつは、現場での実用性を考慮した、シンプルで扱いやすい操作画面です(図-1、写真-1)。学習を行う際は、学習させたいデータ(不要箇所を削除した切羽写



写真-1 システム内蔵パソコン

真と切羽評価点のセット)と学習回数を指定し、学習開始ボタンを押すだけです。判定を行う際は、使用するAIモデルと切羽写真を選択し、予測開始ボタンを押すだけです。

高速道路トンネルの切羽評価点法では、切羽の上半断面を天端、左肩部、右肩部3つのパーツに分割(図-2)し、圧縮強度などの7項目(図-3)について評価を行い、算出した切羽評価点をもとに支保パターンを決定します。本システムは、画像で認識しやすい風化変質、割目間隔、割目状態の3項目を対象とし、残りの4項目は、技術者が判定した評価区分を用います。今回、宇治田原トンネルの地山と類似した地質の他トンネルの切羽画像と評価区分を教師データとし、現時点で平均約84%の正答率が得られています。支保パターンを決定する岩判定委員会では、当システムでAIが判定した切羽評価を参考資料として活用します。

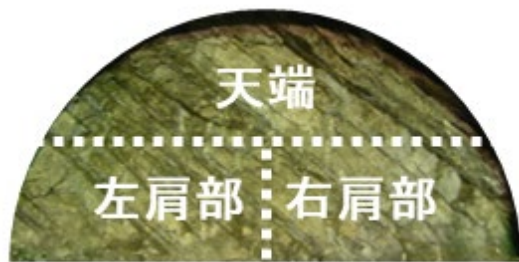


図-2 3分割した切羽断面

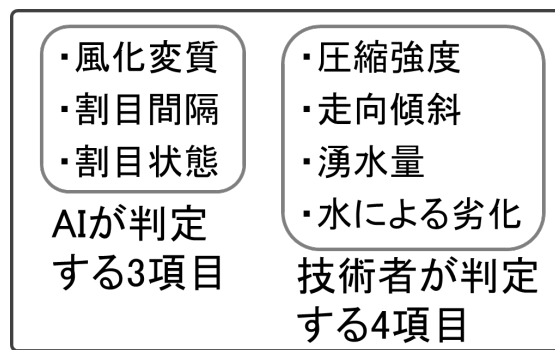


図-3 高速道路トンネルの7つの切羽評価項目

運用を開始した宇治田原トンネル東工事(図-4)では、上り線の掘削が進むに従い、学習できる教師データが増加するため、AIによる判定の精度が向上していくと考えています。下り線の掘削に着手する頃には、かなり精度の高い判定結果が期待できます。

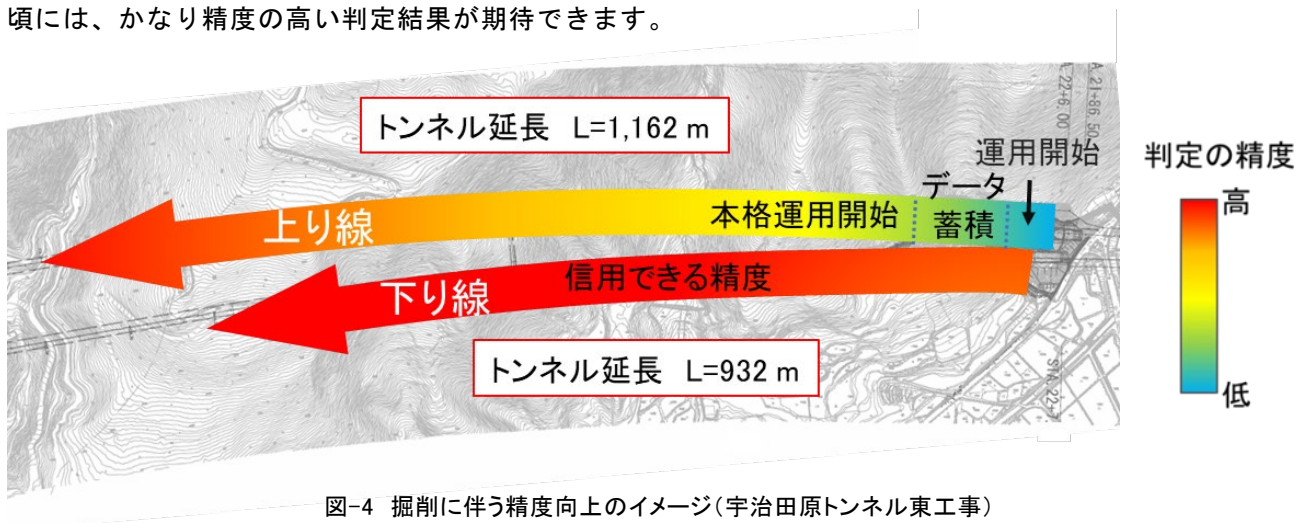


図-4 掘削に伴う精度向上のイメージ(宇治田原トンネル東工事)

3. 今後の展開

今後は多様な地質の現場で当システムを運用し、実用性を高めていく考えです。また、他の現場で稼働中の、コンピュータージャンボによる穿孔エネルギー計測システム等との連携も実施予定です。