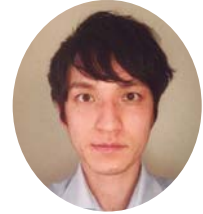


すさみ串本道路におけるAI技術やCIMの活用

～道路事業における生産性向上を目指して～



みず かつ ゆう すけ
水 上 裕 介*

紀南河川国道事務所では、紀伊半島1周高速道路の供用に向け、事業を推進するとともに、建設業の生産性向上のため、ICT技術を積極的に活用している。これらの取組状況について、紹介する。

1. はじめに

一般国道42号すさみ串本道路(図-1)は、近畿自動車道紀勢線と連続し、和歌山県西牟婁郡すさみ町と東牟婁郡串本町との間を結ぶ延長19.2kmの自動車専用道路であり、災害時の信頼性・安全性の確保等を目的に2014年度に事業化された。事業中の串本太地道路(2018年度事業化)・新宮道路(2019年度事業化)・新宮紀宝道路(2013年度事業化)と合わせて紀伊半島を1周する「命の道」として早期供用が期待されており、2025年春の全線開通に向

け、工事推進中である。

紀南河川国道事務所では、生産性向上を目指したCIMの導入やAI技術の活用にも取り組んでおり、本稿ではその一例を紹介する。

2. AI地山判定システムのトンネルへの適用

山岳トンネル工事の掘削にあたっては、施工者は毎日の切羽観測を行い、地山性状を適切に評価しているが、近年ではICT技術の進歩に伴い、画像解析やAIを活用し定量的に地山性状を把握する開発が



図-1 すさみ串本道路の概要

*国土交通省 近畿地方整備局 紀南河川国道事務所 工務第三課長

数多く試行されており、すさみ串本道路でも二色トンネル（仮称）（延長365m）において、受注者の清水建設（株）が開発したAIを用いた地山判定システムの実証実験を行った（図-2）。

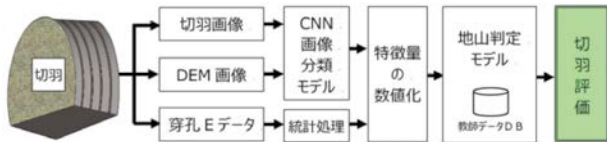


図-2 AI地山判定システムの処理フロー

まず、「切羽写真」「切羽3次元形状データ」を用いて、「風化」および「割れ目」状態の特徴量を数値化する。「風化」状態は、岩石が風化すると茶褐色に変色することを利用して風化している状態を3段階に分類した。「割れ目」状態は、切羽の3次元形状データから変換したDEM画像で表現される割れ目の大きさにより3段階に分類した。風化および割れ目の段階を分類するため切羽写真から切り出した画像を教師データとしてディープラーニング学習（転移学習）した画像分類モデルを構築することで、画像分類モデルに切羽の分割画像を入力すると分割毎の風化および割れ目状態が数値化される。

「穿孔エネルギー値」はトンネル掘削前に10箇所での穿孔を行って計測し、硬軟を表す特徴量とした。これらの切羽から取得した「切羽写真」「切羽3次元形状データ」「穿孔エネルギー値」の3要素を用いて切羽評価点の予測を行い、トンネル習熟技術者の切羽評価結果との関係性を機械学習した「地山判定モデル」により切羽評価点のAI判定を実施した。

掘削開始の位置から50m区間のデータで学習させたモデルではAI出力が観察評価に比べ大きい値を出力した。これは学習データが少ないため掘削当初の低土被り区間のデータの割合が多く特徴量から切羽評価点と比較的高い値を出力するモデルとなったためと考えられる（図-3）。地山判定モデルの学習データ数を増やし学習区間を200mにした結果、地山判定モデルの教師データ数が増えたことで特徴量に対する観察評価パターンが増え、全体的に誤差が小さくなった（図-4）。また、切羽観察した全観察評価を地山判定モデルの学習に用いた場合は、全体的に切羽観察結果へさらに近づく結果となった。

特に起点側、終点側の両坑口部付近ではAI出力と観察評価が共に大きい値となりトンネル技術者の評価結果が再現されていると考えられる（図-5）。

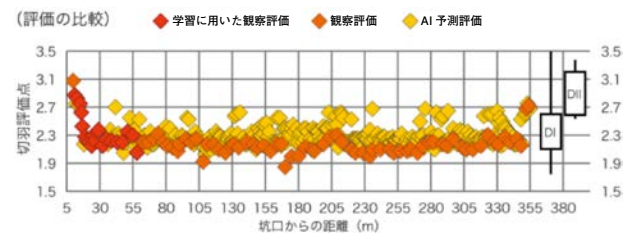


図-3 学習区間50mまでの結果

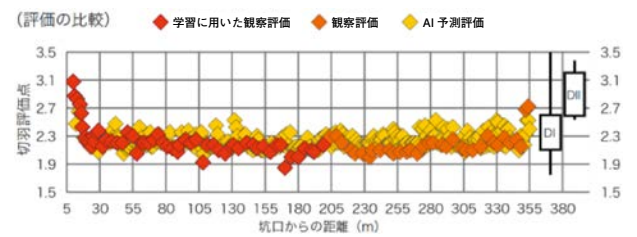


図-4 学習区間200mまでの結果

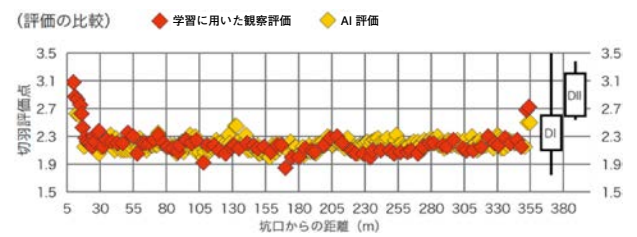


図-5 全ての切羽観察結果で学習した結果

AIシステムの学習と予測を行った結果、切羽判定への適用性は確認できた。今後は、さまざまな岩種や風化変質程度の地質に対しての実施と検証を行うことにより切羽判定の精度向上が実現できると考えられる。

3. 橋梁詳細設計におけるCIMモデルの活用

CIM (Construction Information Modeling/Management) は、計画・調査・設計段階から構造物の属性情報を付与した3次元モデルを導入することにより、一連の建設生産システムの効率化・高度化を図ることを目的としているものであり、紀南河川国道事務所では、一般国道42号すさみ串本道路の橋梁詳細設計において活用している。本稿では、その活用状況等について紹介する。

1) 鉄筋干渉照査（熊谷川第一橋（仮称））

橋台や橋脚は鉄筋が複雑に交錯しており、要所毎に配筋を記した二次元図面では、鉄筋同士の干渉の

発見が困難な場合がある。熊谷川第一橋（仮称）では、CIMモデルを作成することで未然に干渉を防ぐため、鉄筋の干渉照査を十分に行った。ただし、CIMを用いた干渉照査には、詳細度400以上のモデルが必要であり、CIMモデルの作成に多大な労力を要することが課題である（図-6）。

2) 維持管理面での安全性検証（田並川橋（仮称））

田並川橋（仮称）では、下部工検査路が橋脚側面及び上面に計画されており、双方を往来可能な梯子も設置される予定であるが、CIMモデルを作成し様々な角度から手摺りの高さの妥当性を検証することで、側面図の手摺りの高さが梯子の昇降時に掴むには不十分と判明した（図-7）。これに加え、点検時の動線や視界をシミュレーションすることで、安全管理への活用も考えられる。

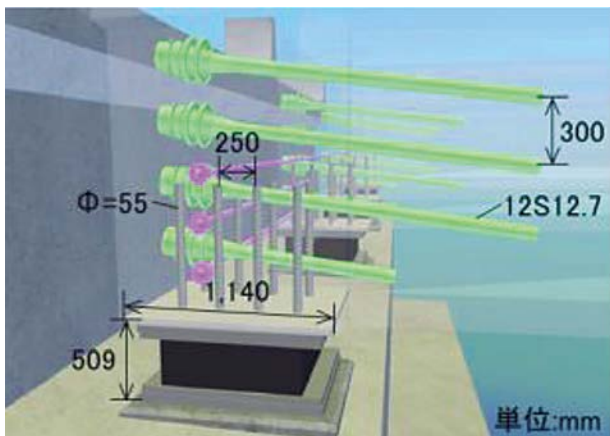


図-6 鉄筋干渉の確認例

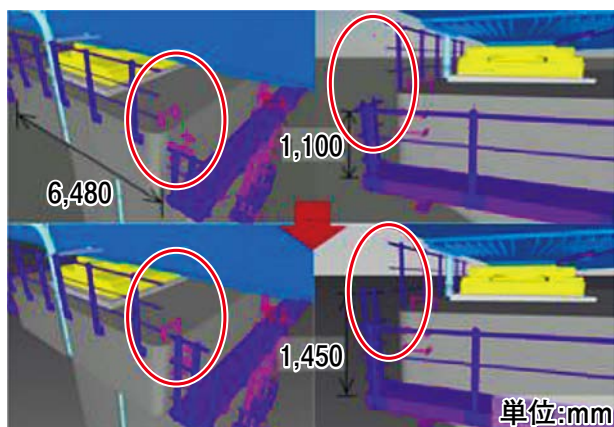


図-7 検査路改良の例

4. 鉄筋出来高自動計測の試験導入

鉄筋を用いる工事では、鉄筋出来高計測が必要だが、鉄筋径・背筋間隔の計測→計測結果の記録→立会検査→写真撮影→帳票作成までの作業が非常に煩雑で手間がかかるものとなっている。

事務所発注の橋梁下部工事において、デブスカメラ（2つの赤外カメラをステレオ視することにより、物体までの距離や形状を認識するカメラ）を用いて配筋状況を3次元的に把握し、鉄筋の本数・鉄筋径・鉄筋ピッチを自動計測することで、写真撮影者1人で出来高計測が可能となった（写真-1、2）。



写真-1 従来の出来高計測 写真-2 出来高自動計測の状況

これにより、計測時間の短縮が図られただけでなく、準備・後片付けや調書作成の時間が大幅に短縮し、省力化を実現した（図-8）。

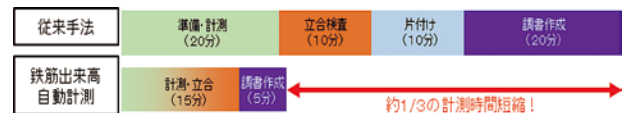


図-8 従来手法と自動計測における所要時間比較

5. 遠隔臨場の導入

従来の対面での臨場に代わり、WEBを利用した遠隔臨場を一部で導入している。ウェアラブルカメラ・タブレット等からインターネットを通じて検査を行うことで、作業効率の向上を実現した（図-9、写真-3）。



図-9 従来手法と自動計測における所要時間比較

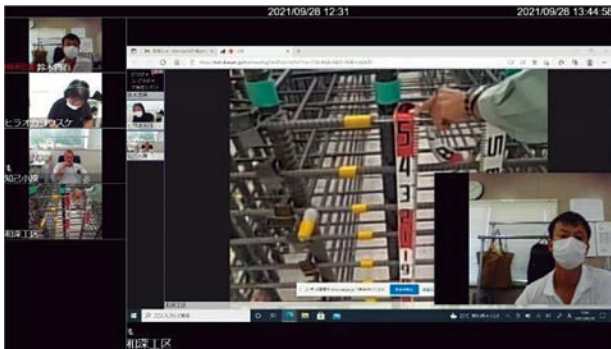


写真-3 遠隔臨場の様子

6. おわりに

今後、労働力不足も予想されるが、建設業は地域のインフラの整備やメンテナンス等の担い手であると同時に、災害時には最前線で地域社会の安全・安心の確保を担う地域の守り手として、今後も国民生活や社会経済を支える大きな役割を担うことから、建設業の生産性向上は急務である。本稿で紹介したAI技術やCIM活用の取組については、技術的な課題も確認されており、設計や施工の現場に適用することで、直ちに生産性を向上させるような類いのものとはなっていないが、今後も引き続き様々な新技術の活用にも努め、事業の早期完成と建設業の生産性向上の一助となるよう尽力したい。

【著者紹介】 水上 裕介 (みづかみ ゆうすけ)

平成26年国土交通省入省（総合土木職）。国土交通省中国地方整備局岡山国道事務所、岡山河川事務所、道路局高速道路課係長を経て現職。

ねえ知ってる?!日本の国土のこと クイズにチャレンジ!

私達が住んでいる日本の国土はどのような特徴があるのでしょうか？

国土についてのクイズを出題します。クイズにお答えいただき、あわせて月刊「建設」の記事についての感想、実施してほしい企画の希望などをお寄せください。正解された方の中から選定のうえクオカード（500円分）を進呈致します。

問題

雪が積もる積雪地域または寒冷地域は、日本全体の何%でしょうか？

1. 32%
2. 42%
3. 52%
4. 62%

※たくさんのご応募お待ちしております。
クイズの正解は次号にて発表します。
お楽しみに!!

i-Constructionの事例
が勉強になったにや



12月号の答え
4. 富士山の頂上
でした。

1. 応募締切

月刊「建設」最新号到着からその当該月末日まで

2. 解答方法

右下のQRコードをご利用いただくか、全建HPの「ねえ知ってる?!日本の国土のことクイズにチャレンジ!」のバナーをクリックし、解答してください。なお、ご意見・ご感想・お名前等ご記入下さい。
※タブレットPC、スマートフォンからも解答できますが、従来型の携帯電話からは解答できません。
※管理の都合上、下記問合せ先からのご応募は対応しかねますのでご遠慮ください。

3. 当選発表

当選された方にはメールでご連絡させていただきますが、当選者は全建会員の方に限定いたします。

4. 問合せ先

一般社団法人 全日本建設技術協会 事業課 峯脇・中嶋
TEL : 03-3585-4546 / E-mail : kensetsu@zenken.com

