

AI を用いたひび割れ評価システムによる舗装診断技術の効率化

鹿島道路株式会社 技術研究所 正会員 ○芳賀 潤一
 鹿島道路株式会社 技術研究所 正会員 岩永 真和
 鹿島道路株式会社 環境事業部 好見 絵里

1. はじめに

我が国の舗装を含めた道路構造物は、高度経済成長期より順次ストックとして蓄えられている一方、財政上の制約等により近年の舗装の維持修繕費は減少傾向にある¹⁾。このことから、より一層、合理的・効率的に舗装の状態を把握し、必要な管理行為を適切に実施する必要がある。筆者らは、効率的な路面性状の把握を目的に、従来の目視での劣化度判定を行う解析手法（以下、従来手法）に代わり、AI（Artificial Intelligence）を用いたひび割れ検知システム（以下、AI システム）を開発した。本論文では、導入した AI システムの概要と実路線を用いた精度検証結果を示し、当技術の有効性について述べる。

2. 多機能路面性状評価システム

鹿島道路では、効率的な舗装の路面性状を把握するための点検手段として『多機能路面性状評価システム』を開発し、2013 年より運用を開始している。写真-1 に示すように乗用車に軽量でかつ簡易な測定機器を取り付けることで、種々の路面性状の評価を行うことをコンセプトに開発した。2022 年 9 月には、一定以上の精度が確保されていると認められ、国土交通省道路局で取りまとめられた点検支援技術性能カタログに掲載されている¹⁾。ただし、ひび割れの評価については、取得した路面画像に対して専門技術者が目視で劣化度を判定する手法を用いており、多くの人工と時間が必要であるため省力化が求められていた。



写真-1 多機能路面測定評価システムの概要
 (NETIS 登録番号:SK-170013-VR)

3. AI を用いた評価手法

導入した AI システムは、画像に畳込みニューラルネットワーク（CNN：Convolutional Neural Network）を適用し、路面画像からひび割れ箇所を検出する技術である。学習は、取得した路面画像に対して深層学習（Deep Learning）により、ひび割れ画像を追加で学習させることで、更なる精度を向上することが可能という特長がある。評価は、『舗装調査・試験法便覧 S029 舗装路面のひび割れ測定方法』に則り、図-1 に示すように STEP 1；レーンマーク内へのメッシュ生成，STEP 2；ひび割れの検知，STEP 3；ひび割れ率算出（劣化度判定）を AI 技術で担当し，STEP 4；算出したひび割れ率を帳票として出力するまでを自動化するものである。

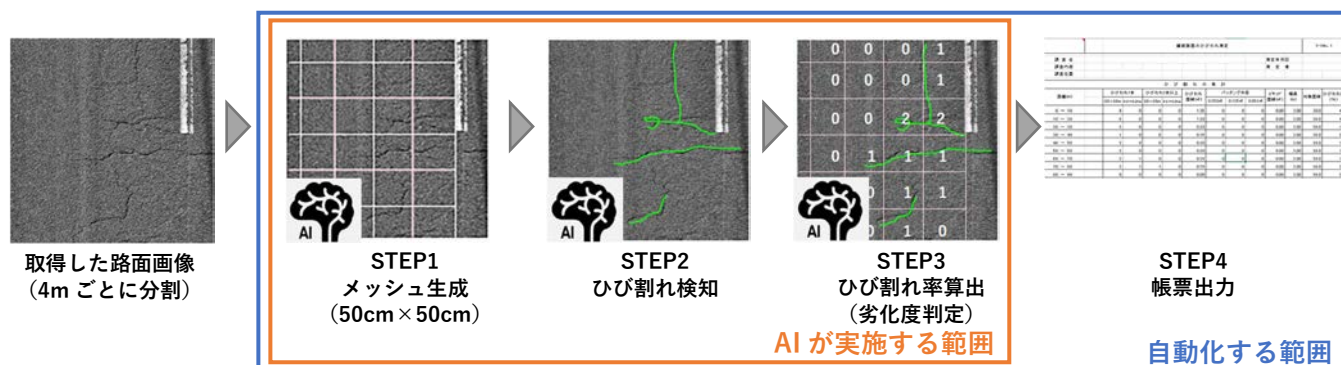


図-1 当 AI システムの概要

キーワード 舗装診断技術，AI，ひび割れ率，効率化

連絡先 〒183-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島道路株式会社技術研究所 TEL 042-483-0541

4. 実路線での検証結果

4-1. ひび割れの検知精度

AIシステムを適用し、2022年度に一般財団法人土木研究センターにより実施された「路面性状自動測定装置の性能確認試験」を受験した。その結果、図-2に示すように、ひび割れ評価に関して、AIシステムで得られたひび割れは、“幅 1mm 以上のひび割れを適切に識別可能”という要求性能に適合するという認定を得た。

4-2. ひび割れ率の算出精度

取得した路面画像を用いて、算出されたひび割れ率の比較を行った。評価は、目視調査で損傷レベルが異なる現場 A（路線①・路線②）ともに診断区分Ⅱ～Ⅲ）および現場 B（診断区分Ⅰ）を選定した。

表-1に、現場 A のひび割れ率の算出結果を示す。ひび割れ率は、AI システムのほうが約 3%大きい傾向にあったものの概ね同程度の結果となった。また、図-3に示すように現場 B における従来手法と AI システムで算出した 20m 毎のひび割れ率を比較した。AI システムは従来手法と同等の評価が可能であることを確認したが、一部、乖離する箇所もみられた。これは、路面のひび割れに補修用注入材が施されている箇所であり、現段階では AI システムではひび割れとして検知できないことが確認された。今後は、補修用注入材が施された路面画像を教師データとして追加学習を実施し、検知精度の改善を図る。また各手法のひび割れ率の差〔AI システム－従来手法〕により精度の検証を行った。図-4より、差の正規分布は左右対称の釣鐘型を示し±10%の範囲に分布していた。また、表-2のとおり t 検定を行った結果、95%信頼区間〔有意水準；両側 0.025〕において t 値<P であることから各手法に有意差はなく、-0.01~0.43%の誤差で評価が可能であることを確認した。

4-3. 解析の効率化

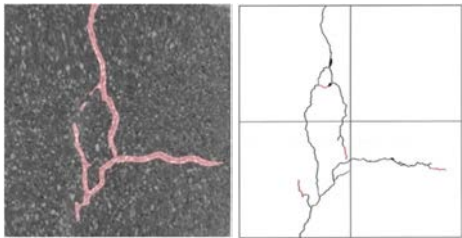
表-3に、現場 A および現場 B における、ひび割れ率の算出に要した時間を示す。両現場の診断区分は異なるものの、いずれの路線でも、AI システムの適用によりひび割れ率算出に要する時間の約 8 割が短縮されることを確認した。

5. おわりに

筆者らは、多機能路面測定評価システムのうち、ひび割れ解析に AI によるひび割れ評価システムの導入を図った。その結果、運用に十分なひび割れ検知精度および解析時間の効率化が確認された。今後は、当技術を運用し、データの蓄積により継続的な追加学習を行うことで、より精度を高めた路面性状評価システムの確立を目指していきたい。

参考文献

- 1) 公益社団法人 日本道路協会：舗装の維持修繕ガイドブック 2013,2013.11
- 2) 国土交通省：舗装の点検支援技術性能カタログ(案), <https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001510383.pdf>



AI による検知結果 正解値（目視スケッチ）

図-2 ひび割れ検知画像

表-1 ひび割れ率の算出結果（現場 A）

工区	従来手法	AIシステム
路線①	40.9 %	44.3 %
路線②	24.1 %	26.7 %

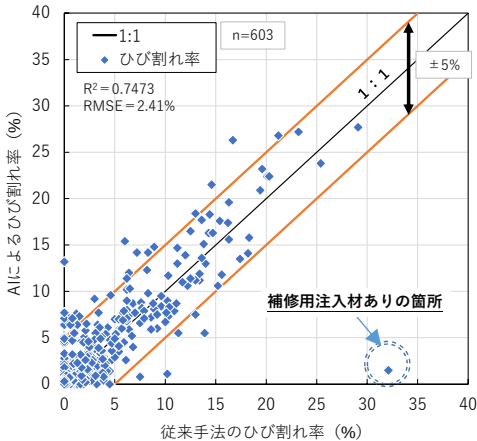


図-3 従来手法と AI システムの比較（ひび割れ率）

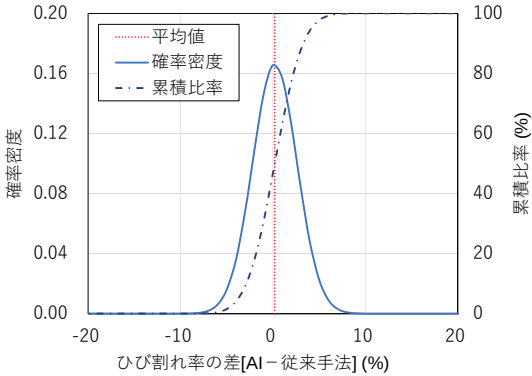


図-4 正規分布図（各手法のひび割れ率の差）

表-2 ひび割れ率の差による検定結果

評価手法	自由度 n	平均 x (%)	標準偏差 σ _{n-1} (%)	t検定		
				t値	P(0.025,n-1)	95%信頼区間
ひび割れ率の差	603	0.21	2.40	2.107	2.247	-0.01~0.43

表-3 効率化の検証

現場名	距離 (m)	解析時間(時間)		削減割合 (%)
		AI	従来	
現場A	1,820	3	24	87.5
現場B	12,000	8	64	87.5