

コンクリートのひび割れ自動検出技術の開発

首都高技術株式会社	正会員	遠藤 重紀
首都高技術株式会社	正会員	佐藤 久
首都高技術株式会社	非会員	白石 有佳
国立大学法人東北大学	正会員	早坂 洋平
国立研究開発法人産業技術総合研究所	正会員	永見 武司
国立研究開発法人産業技術総合研究所	非会員	小林 匠
国立研究開発法人産業技術総合研究所	非会員	増田 健

1. はじめに

近年、道路構造物の高齢化が進み、点検や調査などの重要性がより一層高まっている。一方で、技術者の減少が懸念されているなか、5年に1回の近接目視点検が義務化され、道路構造物の点検における省力化および精度向上が望まれている。

これまでも、画像からコンクリートのひび割れを自動でトレースするソフトウェアが販売されているが、実用にはさらなる精度向上および誤検出の修正に要する作業時間の低減が課題となっている。

これらの課題を解決するため、2014年度より国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）のインフラ維持管理・更新等の社会課題対応システム開発プロジェクトにおいて、首都高技術、東北大学、産業技術総合研究所の三者共同で、デジタル画像を用いて高精度にひび割れを検出でき、経年変化によるひび割れ進展の有無の把握が可能なひび割れ自動検出システムの開発を進めてきた^{1),2)}。2019年2月でのプロジェクト終了にあたり、本稿ではその概要について報告する。

2. 開発技術の概要

本技術は以下の機能を有する。

(1) 高精細パノラマ合成

デジタル画像から幅 0.2mm のひび割れを捉えるためには、対象物を分割して撮影し解像度の高い画像を得る必要がある。対象構造物全体のひび割れ状況を把握するには、分割撮影した画像をパノラマ合成する必要がある。しかし、従来の自動パノラマ合成は、特徴の少ないコンクリート面を破綻なく高精



(a) 対象橋梁



(b) 分割撮影した床版下面画像
35枚



(c) 合成画像

図-1 高精細パノラマ合成

度に自動合成することが困難であった。

本研究では、際だった特徴のないコンクリート面であっても、写真の局所的な複数種類の特徴量を検出し、高精度に位置合わせする技術により、元画像の品質を低下させず、高品質な計測用合成画像を作成可能とした。(図-1)。

(2) ひび割れ自動検出

自動で検出可能なひび割れ幅は、橋梁などで補修が必要な目安である 0.2mm とし、検出精度は 80% 以上を目標とした。

従来は、ひび割れの検出ルールを人が規定することによりひび割れを検出していた。しかし、撮影環境やひび割れの種類などの変動により、事前に規定

キーワード コンクリート、ひび割れ、デジタル画像、自動検出、パノラマ合成

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門三丁目 10 番 11 号 首都高技術(株)企画部企画課 TEL 03-3578-5757

表-1 点検ワークフローの比較

	現地での点検			点検結果整理			調査等作成			作業量計
	点検時間	点検員数	作業量	写真整理	現地調査の精査	作業量	カルテ作成	損傷図作成	作業量	
従来点検（調査結果）	1日/100m	2人 (1人：目視、1人：書記)	2人日	1人 (0.5橋/日)	2人 (1橋/日)	4人日*	1人 (0.5橋/日)	1人 (0.3橋/日)	5.3人日*	11.3人日
開発システム	0.25日/100m	1人 (1人：目視、書記)	0.25人日	1人 (4橋/日)	2人 (1橋/日)	2.25人日*	1人 (0.5橋/日)	1人 (5橋/日)	2.2人日	4.7人日

*劣化状況により差が生じる

したルールでは精度良くひび割れを検出することが困難であった。そこで、デジタル画像からひび割れそのものの局所の特徴を特徴パターンとして機械学習させる検出技術を開発した。特徴パターンの識別にはディープニューラルネットワークを採用し、撮影画像からひび割れを学習させて評価した結果、検出精度が82.4%となった。精度評価には、客観的指標としてMAP(Mean Average Precision)を採用した。

図-2 に示すとおり、市販ソフトによる検出結果に比べ、本技術による検出結果がより点検技術者による結果に近いことがわかる。

また、本技術の実証の一環として、クラウド上にシステムを構築し、試験公開 (<https://concrete.mihari.info>) を行った。試験公開では利用にあたり精度等に関するアンケートを実施しており、求められる検出精度は平均で 84.4%であった。

3. 経年変化モニタリング技術の開発

過去の点検データを比較し、ひび割れの進展の有無を把握可能とするため、ひび割れの幅や長さを算出し、比較を可能とする技術の開発を行なった。

検出したひび割れにはそれぞれ ID が割り当てられ、ひび割れごとに幅や長さを算出することが可能である(図-3)。ひび割れの境界を検出してひび割れ形状を特定する手法によって高精度な形状情報が得られ、ひび割れの進展を検出する。

4. 開発技術を用いた点検ワークフロー

図-1 に示す橋梁において、開発技術の実証試験を行ったところ、撮影 30 分、パノラマ合成 4 分、ひび割れ検出 10 分という結果になった。これらの結果をもとに、従来点検に要していた時間をヒアリングした結果と、開発技術のワークフローを比較したところ、表-1 のように、劣化状況により差が生じるが、約 4 割程度までコスト削減が期待できることが分かった。

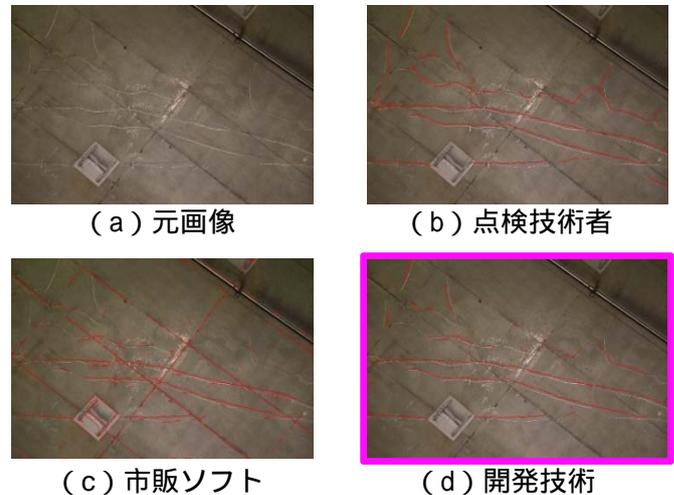


図-2 ひび割れ検出結果の比較



図-3 ひび割れ幅および長さ算出の例

5. おわりに

この成果は、NEDOの委託業務により得られたものであり、2019年6月頃より事業化を予定している。今後の展望として、ひび割れ自動検出の精度向上、検出可能な劣化損傷種類の拡大等を進めていきたい。

参考文献

- 1)早坂洋平, 佐藤久, 永見武司, “ デジタル画像を活用した道路構造物のひび割れ検出技術の開発 ”, 第 27 回土木学会東北支部技術研究発表会, 2016
- 2)遠藤重紀, 佐藤久, 白石有佳, 早坂洋平, 永見武司, 小林匠, 増田健, “ 道路構造物ひび割れ自動検出技術の開発 ”, 土木学会第 73 回年次学術講演会,