

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

国立大学法人東北大学

正会員 ○早坂 洋平

首都高技術株式会社

正会員 佐藤 久

国立研究開発法人産業技術総合研究所

正会員 永見 武司

1. はじめに

近年、高度成長期に建設された橋梁や舗装などの道路構造物の老朽化が進み、これらの道路構造物を今後も適切に維持管理していく上で、点検や調査が重要な要素になってきている。しかし、道路構造物の維持管理費の縮減や技術者の減少も同時に深刻化してきており、今まで以上に、点検や調査時の効率化、省力化が望まれている。一方、このような情勢の中、デジタル技術に関しては、2,000 万画素以上の高精細なデジタルカメラが容易に入手でき、さらに、デジタル画像からひび割れを自動でトレースし、一つの維持管理手法として役立てることを目的としたソフトが販売されている。しかし、これらのソフトでは、精度向上や修正などに要する時間の低減といった課題がある。そこで、本稿では、新たなひび割れ抽出システムの概要およびこれまでの開発状況を報告する。

2. 道路構造物におけるひび割れ自動抽出システム

本研究は、平成 26 年度より首都高技術、産業技術総合研究所、東北大学が共同で、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）からの委託業務として実施している。

ひび割れ自動抽出システムを構築するにあたり、ひび割れの撮影（教示データなど）、供試体の作成、構造物の耐久性の調査解析および維持管理技術、画像解析技術、維持検出技術および剛性処理技術などを活用し、効率化・省力化が図られた実用可能なシステムを構築することを目的としている。

現在、本システムの主たる機能となる、ひび割れの抽出とパノラマ合成に関する研究を進めている。

2-1. ひび割れ自動抽出

自動で抽出するひび割れ幅は、コンクリート構造物では、補修が必要な目安である 0.2 mm 程度とし、80%以上の抽出精度を目標とする。また、その位置、

形状およびひび割れ幅を自動で算出し、描画するシステムとする。舗装面に生じたひび割れにおいては、日常的な点検時に車両内から目視で確認できる程度としている。



図-1 ひび割れの特徴

従来のひび割れ抽出技術では、ひび割れを抽出する基準をあらかじめ人為的な定性評価により規定し、ひび割れを抽出していた。例えば、ひび割れ箇所は周囲より暗いなどとした基準により抽出・描画される。しかしながら、実構造物に生じているひび割れは撮影環境などの外的要因やひび割れの種類などの内的要因が含まれた多様な情報を有した画像情報となっており、あらかじめ規定した基準では高精度にひび割れを抽出することが困難であった。そこで、ニューラルネットワークに基づく機械学習法を適用した実画像からのひび割れ抽出技術により定量的にひび割れを抽出することとした。なお、この機械学習とは、実際に撮影された画像に対してひび割れ箇所を指示したデータを教示付きサンプルとして人（専門家）が作成し、そのサンプルを用い、入力画像からひび割れの有無を推定する識別器を最適化することを意味する。実データを用いて学習することで、事前にルールを規定することなく、実環境の様々な変動にも対応可能な高精度自動ひび割れ抽出を実現できることが期待される。

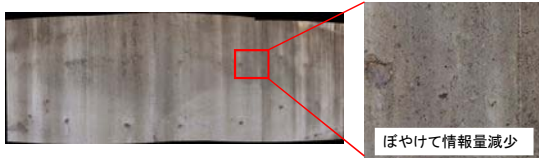
2-2. パノラマ合成

コンクリート表面の 0.2 mm 幅のひび割れを高精細なデジタルカメラから捉えるためには、対象物を細分化し解像度の高い画像を撮影する必要がある。しかし、その細分化撮影した画像から構造物全体の状態を把握することは困難であるため、細分化画像をパノラマ合成する必要がある。従来の自動パノラ

キーワード 道路構造物、ひび割れ、デジタル画像、自動抽出

連絡先 〒980-8579 仙台市青葉区荒巻青葉 6-6-06 東北大学大学院工学研究科インフラマネジメント研究センター

従来の合成（位置合わせ精度低をエッジブレンドで補う）



新手法による合成（位置合わせ精度高）

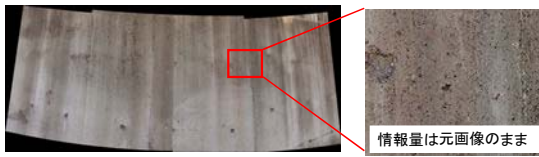


図-2 高精細パノラマ合成

マ合成は、ソフト・ハード面の制約から画像の品質を低下させていた。また、ゆがみや明るさなどの違いにより、高精度な合成ができず、点検などの成果に利用できるレベルではなかった。

本システムに導入する技術は、図-2 に示すように、高精度な位置合わせ技術により元画像の品質を低下させず、高品質な計測用画像を作成するものである。

3. 学習データの取得

ひび割れを高精度で自動的に抽出するにあたり、前述した学習型識別器に、様々なひび割れの特徴を教示する必要がある。このひび割れの学習データを収集するため、多くのひび割れを撮影し、トレースすることで特徴を入力する。なお、ひび割れの発生は、内的外的といった様々な要因によるものであるが、本技術では、これらの発生要因に左右されず、ひび割れを自動抽出するため、様々な劣化が生じた道路構造物の撮影を行っている。（図-3 参照）

また、撮影時の環境条件（天候、照度、撮影角度など）を室内で再現し、ひび割れ幅の限界を把握するために、0.05 mm、0.1 mm、0.2 mm、0.3 mm 幅のひび割れを有するコンクリート供試体も作成し、学習データの取得を行った。

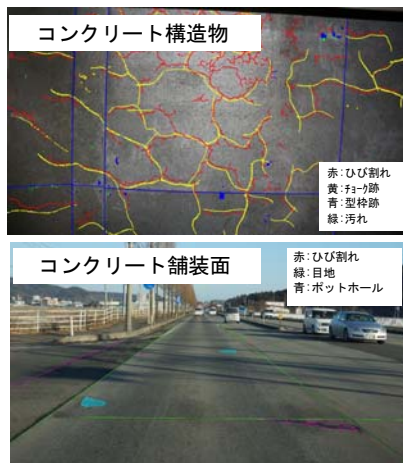


図-3 ひび割れ教示画像

4. ひび割れ自動抽出結果

ひび割れを自動で抽出した結果を図-4、図-5に示す。図-4より、コンクリート構造物の目標のひび割れ正解率80%は達成できていないが、型枠跡、汚れなど、従来のシステムでは誤検出として抽出されていたものを排除できていることがわかる。

また、図-5より、舗装面のひび割れ抽出においては、専門家の教示データと比較して、過検出が多いことがわかる。これは、コンクリート構造物に対するひび割れ抽出アルゴリズムを使用した場合の抽出結果を示しており、舗装面はコンクリート構造物とは異なるひび割れの状態であることや、撮影角度も影響しているものと考えられる。

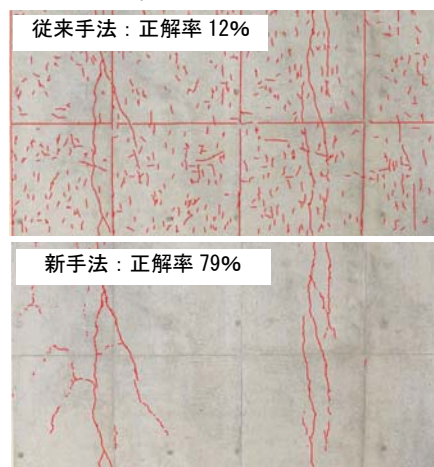


図-4 ひび割れ自動検出結果（コンクリート構造物）

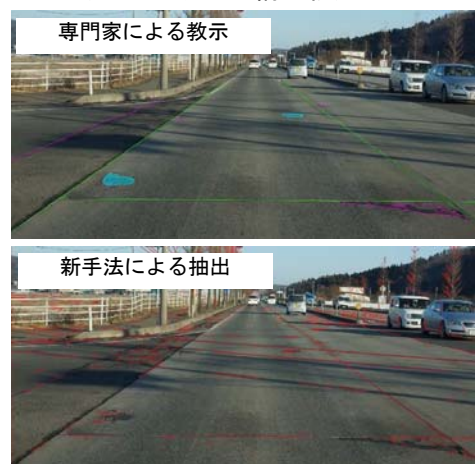


図-5 ひび割れ自動検出結果（コンクリート舗装面）

5. おわりに

今後も道路構造物から得られるひび割れ情報を蓄積し、自動抽出における精度向上や課題解決を図る。また、平成 29 年度までに道路構造物の維持管理に従事する技術者のための運用を目指す。なお、この成果は、NEDO の委託業務により得られたものである。