

デジタル画像によるコンクリート構造物のひび割れ自動抽出技術の開発

首都高技術株式会社 正会員 ○佐藤 久

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 非会員 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、より一層点検や調査などの重要性が高まっている。一方で技術者の減少が懸念されており、コンクリート構造物の目視点検についても省力化と精度向上が望まれている。周辺技術に関しては、2000 万画素以上の高精細なデジタルカメラが安価に入手できるようになった。また、デジタル画像からコンクリートのひび割れを自動でトレースし、損傷図の作成や、維持管理に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、自動抽出ソフトの精度向上及び追加・修正に付随する作業時間の低減が望まれる。

本稿では、開発中である新たなひび割れ自動抽出システムの概要について報告するとともに、H26年度に実施した技術開発の状況を報告する。

2. ひび割れ自動抽出システム

本研究は、H26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）からの委託業務として、首都高技術、東北大学、産業技術総合研究所がそれぞれひび割れの撮影・供試体の作成、コンクリート構造物の耐久性の調査解析および維持管理技術の提供、画像解析技術および異常検出技術、合成処理技術について協力して、新たなひび割れ自動抽出技術を開発し、効率の良いシステムを確立するため、技術開発をおこなうことを目的とする。

本研究で開発するコンクリートのひび割れ自動抽出システムとは、以下の機能を有するものとする。

(1) 高精細パノラマ合成

高精細なカメラから、コンクリート表面の0.2mm幅のひび割れを捉えるためには、対象物を分割して解像度の高い画像を撮影し、分割撮影した画像を、構造物全体を把握するためにパノラマ合成する必要がある。従来の自動パノラマ合成は、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、精度の高い合成ができず、点検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、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可能とする。（図-1参照）



図-1 高精細パノラマ合成

(2) ひび割れ自動抽出

自動で抽出するひび割れ幅は、橋梁等で補修が必要な目安である 0.2mm 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。

従来は、ひび割れの検出ルールを人手で事前に規定することにより、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て描画される。しかしながら、現実の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画像表現となっており、事前に規定したルールでは精度良くひび割れを抽出することが困難となる。そこで、実画像からの機械学習に基づくひび割れ抽出法を構築した。学習とは、実際に撮影された画像に対して人（専門家）がひび割れ箇所をマークしたデータを教示



図-2 ひび割れの特徴

キーワード コンクリート、ひび割れ、デジタル画像、自動抽出、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 首都高技術開発技術部構造技術課 TEL 03-3578-5768

付きサンプルとして用い、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ひび割れ抽出を実現できることが期待される。今回のシステムでは、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。これによりひび割れを高精度で自動的に抽出する。

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。(図-3 参照)

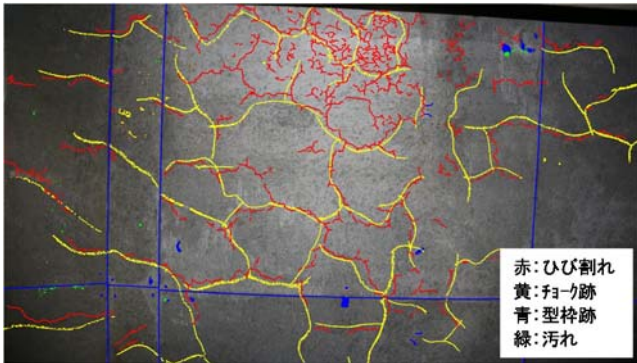


図-3 ひび割れ教示写真

(1) ひび割れの種類

ひび割れ発生の原因は、乾燥収縮、アル骨、凍害、塩害、中性化、疲労、耐力不足、外的要因などがある。本技術では、これらの発生原因に左右されずに、ひび割れを自動で抽出するために、様々な損傷を有する構造物の撮影をおこなっている。(図-4参照)



図-4 各種コンクリートひび割れ損傷写真

(2) 撮影供試体の作成

撮影時の環境条件(天候、湿度、照度(輝度)、撮

影角度など)に左右されずにひび割れを抽出するため、多くの条件下においてひび割れを撮影している。また、これらの環境条件を室内で模擬し、簡易に撮影するため、ひび割れを有する供試体を作成した(図-5参照)。供試体は、コンクリート材料表面色の濃淡やススの付着をパラメータとした。また、ひび割れの幅は、抽出できる限界を把握するため、0.2mmを基準として、0.05mm、0.1mm、0.3mm幅を作成した。



図-5 作成した供試体写真

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示す。目標のひび割れ正解率80%は達成できていないが、チョーク跡、あばたなど、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た。(図-6参照)

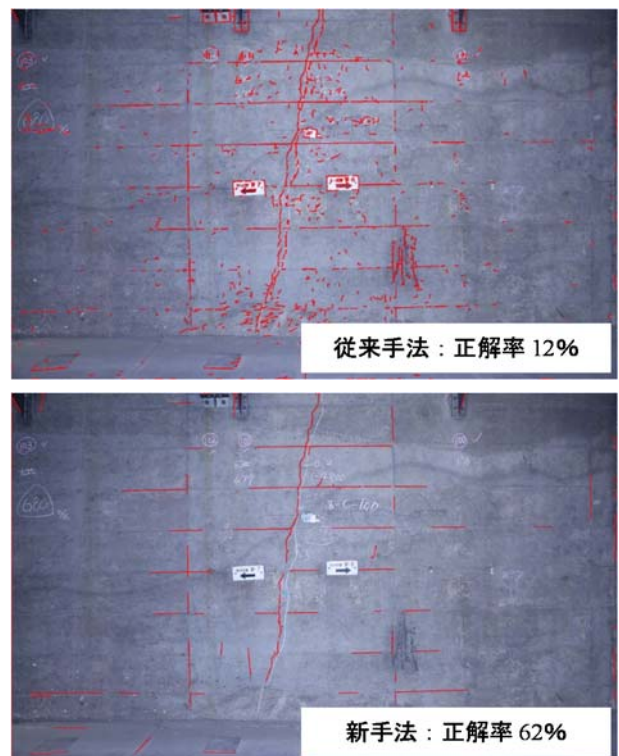


図-6 ひび割れ自動抽出結果

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、今後、ひび割れの特徴を蓄積し、ひび割れ自動抽出の精度を向上させて、H29年度までに実務レベルでシステムの運用を目指している。