

コンクリートのひび割れ画像解析技術によるひび割れ幅検出精度の検証

大成建設（株） 技術センター 正会員 ○本澤 昌美
大成建設（株） 技術センター 正会員 堀口 賢一

1. はじめに

近年、我が国の社会インフラ施設や建築物の老朽化対策は喫緊の課題であり、その対策を検討するために必要な現況調査の迅速化や遠隔操作化、ならびに調査結果の定量化などの要求が高まっている。特にコンクリート構造物のひび割れ点検は、構造物の耐荷性や耐久性を知る上で欠かすことができない。このようなことから、国が進める SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）のインフラ維持管理・更新・マネジメント技術開発の一環として、著者らはコンクリートのひび割れ画像解析技術¹⁾を中核とした、コンクリート構造物のひび割れ点検技術の開発を進めてきた²⁾。

一方、平成31年2月に改定された道路橋定期点検要領では、SIPなどでの技術開発の成果を受けて、従来の近接目視に代えてロボットや画像解析による点検を適用できる道筋も示された³⁾。また、国土交通省では、点検に活用可能な技術を「点検支援技術性能カタログ(案)」として整理を進めている⁴⁾。

筆者らが開発を進めてきたコンクリートのひび割れ画像解析技術は、図-1に示すようにウェーブレット変換を用いていることが特徴であり、ひび割れと判別した全ての画素に対してひび割れ幅を定量的に評価することができる。今回、上記カタログに本技術が掲載されるのに際して、人によるクラックスケールを用いたひび割れ幅の実測値と、本画像解析手法を用いたひび割れ幅の解析値について、比較して検証を行ったことから、本稿ではこれについて報告する。

2. ひび割れ幅の比較方法

表-1にひび割れ幅の実測値と解析値の比較方法を示す。コンクリート表面のひび割れに対して、人がクラックスケールを用いてひび割れ幅を目視により実測する箇所を選定した。また、その実測箇所に対して、本画像解析手法によりひび割れ幅を推定して比較した。

画像撮影は、同じ撮影範囲に対して、画像の空間分解能を0.4と0.8mm/pixelの2通りとし、一眼レフデジタルカメラを3機種(A社製4,240万画素、B社製5,060万画素、C社製3,635万画素)使用して、6通りのひび割れ画像を撮影した。また、人によるクラックスケールを用いた実測は、異なる2人がそれぞれひび割れの同一箇所に対して実施した。なお、本画像解析技術で定量的に評価できるひび割れ幅の範囲は、撮影画像の空間分解能の概ね1/4~2倍の範囲を標準としているため、ひび割れ幅の実測点数は、空間分解能0.4mm/pixelのときに、幅0.10~0.85mmのひび割れの24箇所とし、空間分解能0.8mm/pixelのときに、幅0.15~1.40mmのひび割れの36箇所とした。

ところで、上記の手法でひび割れ幅の実測値と解析

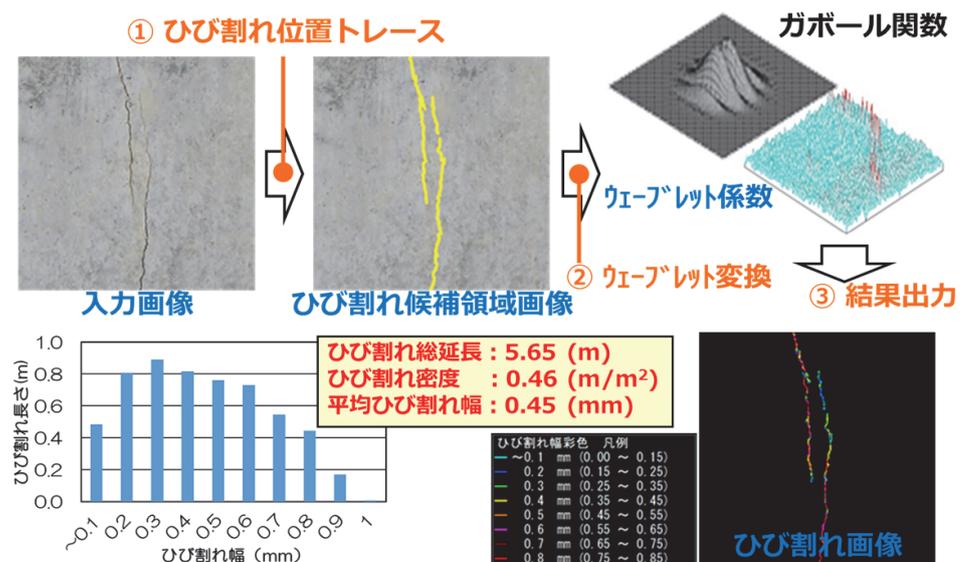


図-1 ウェーブレット変換を用いたひび割れ画像解析の手順と出力結果

キーワード コンクリート, ひび割れ, ひび割れ幅, 画像解析, ウェーブレット変換

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設（株） 技術センター TEL045-814-7228

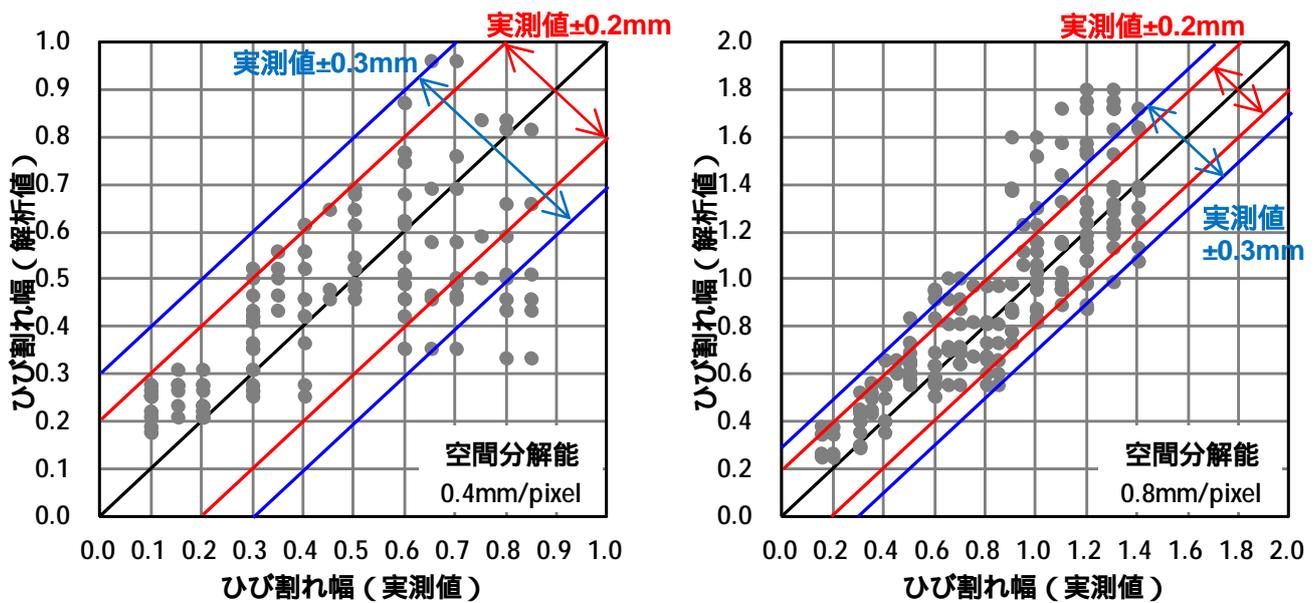


図-2 ひび割れ幅の実測値と解析値の比較結果

値を比較する場合に、クラックスケールを用いた幅の実測位置と画像解析で得られる画素単位での幅の解析位置を正確に合わせることは困難であった。このようなことから、ひび割れ幅の解析値は、クラックスケールで幅を測定した位置を中心とした 10mm の範囲にある画素を対象として、画素ごとのひび割れ幅を昇順に並べたときに、上下 25% の範囲を除いた残りの値の平均値とした。

3. ひび割れ幅の比較結果

表-1、図-2 にひび割れ幅の実測値と解析値の比較結果を示す。図-2 には、撮影画像の空間分解能ごとに、2 人の実測結果と 3 機種種のデジタル画像からの解析結果をひとつの図に集約して対比している。撮影画像の空間分解能 0.4 mm/pixel のときに、解析値が実測値の $\pm 0.2\text{mm}$ の範囲にある割合は 79%、 $\pm 0.3\text{mm}$ の範囲にある割合は 93% であった。一方、空間分解能 0.8mm/pixel のときに、解析値が実測値の $\pm 0.2\text{mm}$ の範囲にある割合は 68%、 $\pm 0.3\text{mm}$ の範囲にある割合は 81% であった。このように、実測値と解析値は完全には一致しないものの、右肩上がりの比較的良好な相関が見られ、撮影画像の空間分解能や撮影機材によらず、ひび割れ幅に大きな相違はない結果となった。

表-1 ひび割れ幅の実測値と解析値の比較方法と比較結果

撮影画像の空間分解能	撮影機材数	実測人数	実測点数	解析値が実測値 $\pm 0.2\text{mm}$ の範囲の割合	解析値が実測値 $\pm 0.3\text{mm}$ の範囲の割合
0.4mm/pixel	3機種	2人	24箇所	79%	93%
0.8mm/pixel	3機種	2人	36箇所	68%	81%

4. まとめ

ウェーブレット変換を用いたひび割れ画像解析技術について、ひび割れ幅の解析値と人による実測値との対比を行い、その精度を検証した。その結果、撮影画像の空間分解能や撮影機材によらず、ひび割れ幅を精度よく推定できることが確かめられた。

参考文献

- 1) 小山哲, 丸屋剛, 堀口賢一, 澤健男: ガボールウェーブレット変換を用いたコンクリートのひび割れ画像解析技術の開発, 土木学会論文集 E2 (材料・コンクリート構造), Vol.68, No.3, pp.178-194, 2012.
- 2) 鈴木三馨, 本澤昌美, 堀口賢一, 坂本淳: 遠方や狭隘部の撮影技術の開発とひび割れ画像解析技術の高度化, コンクリート工学年次論文集, Vol.39, No.1, pp.1855-1860, 2017.
- 3) 道路橋定期点検要領, 国土交通省道路局, 2019.2
- 4) 点検支援技術性能カタログ(案), 国土交通省, 2019.2