

## コンクリートのひび割れ画像解析技術の高機能化に関する検討

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

## 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効率化、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の調査は、構造物の劣化の有無やその程度を把握し、劣化原因の推定や耐久性を評価する上で欠かすことができない。このような社会的な要請に呼応して、内閣府を中心として2014年度から2018年度の5か年にかけて、第1期SIP（戦略的イノベーション創造プログラム）が実施された<sup>1)</sup>。

この一環として、著者らは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（以下、ひび割れ画像解析技術）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<sup>2)</sup>。

今回、このひび割れ画像解析技術に、従来のひび割れ1画素単位で幅や長さを表示する機能に加えて、新たにひび割れ1本ごとに最大幅や長さを定量的に評価する機能を組み込んだ。本稿では、この技術を橋脚のひび割れ点検に活用した事例について報告する。

## 2. ひび割れ画像解析技術の概要と特徴

図-1にひび割れ画像解析の実施手順を示す。まず、工程①で図-1a)の撮影画像に対して、ひび割れ位置をAIもしくは人によるトレースで検出し、図-1b)に示すひび割れ候補領域画像を作成する。次に、工程②でひび割れ

候補領域の範囲の画素単位でウェーブレット変換を実行し、得られるウェーブレット係数からひび割れ幅を推定して、画素ごとのひび割れ幅に応じて色分け表示した図-1c)のひび割れ画像を出力する。さらに、工程③でひび割れ幅ごとに長さを集計処理することで、図-1d)に示すひび割れ幅ごとの長さ分布図が得られる。最後に、工程④でひび割れ1本ごとの最大幅と長さに集計処理した、図-1e)に示すセグメンテーション画像を出力する。

工程①においては、ひび割れをAIにより自動で検出することを標準とするが、ひび割れの検出漏れや誤った過検出の個所については、人が追記したり削除したりすることもできる。また、ひび割れが少ない場合は、人がひび割れをトレースした方が確実に早い場合もある。次の工程②においては、ウェーブレット係数とひび割れ幅に高い相関があることから、1画素と後にひび割れ幅を評価することができる。そのため、撮影画像の空間分解能の1/4から2倍程度の

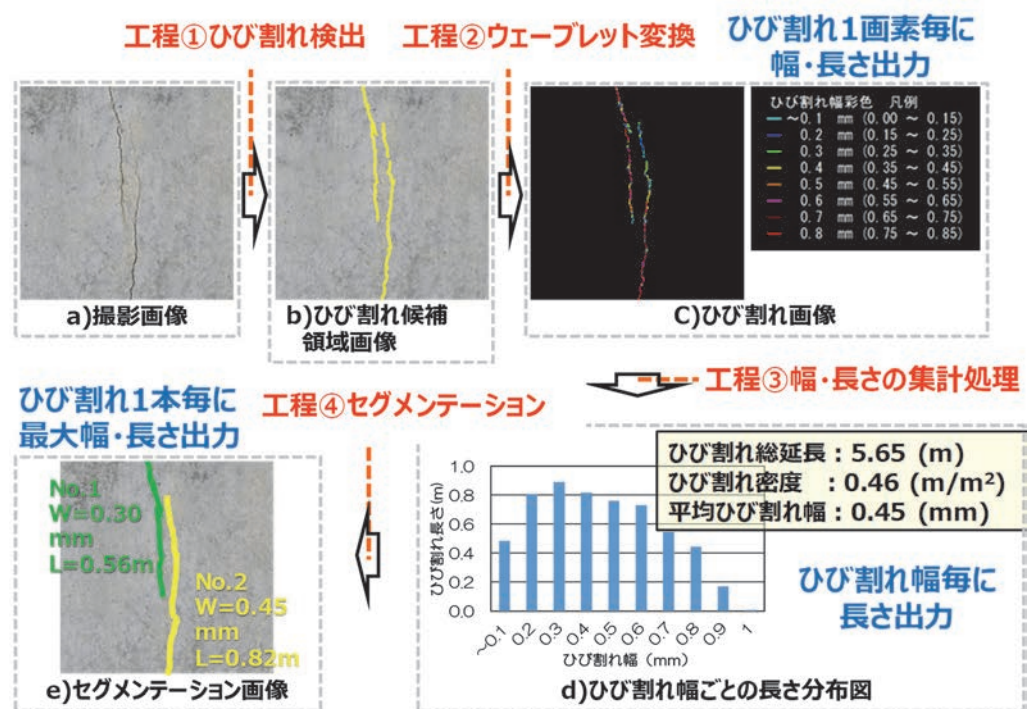


図-1 ひび割れ画像解析の実施手順

キーワード コンクリート, ひび割れ, AI, 自動検出, ウェーブレット変換, セグメンテーション

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設（株）技術センター TEL045-814-7210

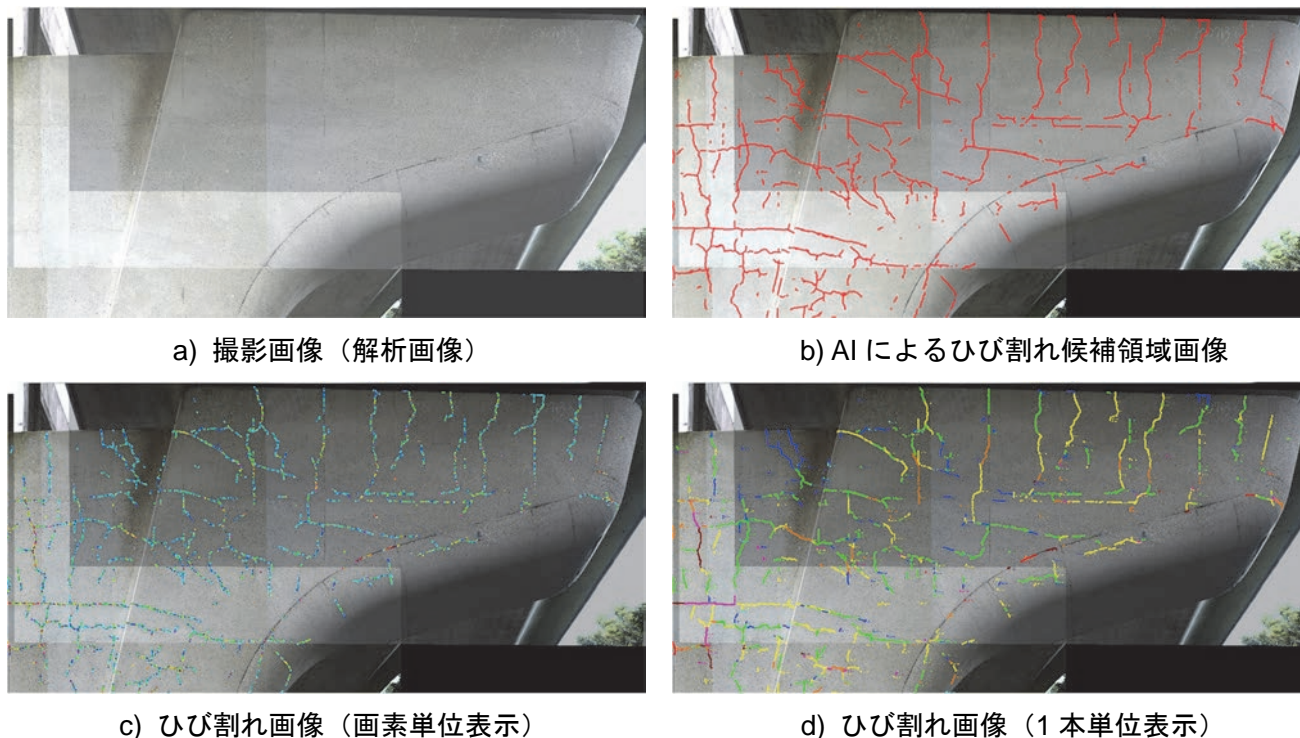


図-2 本技術を活用した高架橋橋脚でのひび割れ点検結果

ひび割れ幅を高い精度で推定することが可能である。これは、例えば撮影画像の空間分解能が  $0.8\text{mm/pixel}$  の場合に、幅  $0.2\sim 1.6\text{mm}$  の広範囲に対応できる。工程③においては、ひび割れ幅ごとの長さ分布図と同時に、画素ごとの幅や長さを集計処理することにより、ひび割れ総延長や密度、平均ひび割れ幅も出力される。工程④においては、図-1c)のひび割れ画像のある画素と、それに隣接する画素が連続するひび割れであるか否かを判別することにより、ひとつの連続したひび割れに区分する。このとき、隣り合う画素間の距離や角度に基づいて連続性を判別するが、どの程度の距離や角度を閾値とするかは、ユーザーが任意に設定することができる。

### 3. 高架橋橋脚のひび割れ点検での活用

図-2 に本技術を活用した高架橋橋脚でのひび割れ点検結果を示す。図-2a)の解析画像は、複数の撮影画像を合成したものである。これに対して、開発したAIによるひび割れ自動検出機能を用いて、図-2b)のAIによるひび割れ候補領域画像を得た。この画像には、型枠跡の過検出箇所も含んでいるが、ここではそのまま次の処理工程に進んだ。図-2c)のひび割れ画像は、画素単位のひび割れ幅に基づいて色分け表示した画像であり、図-2d)のひび割れ画像は、1本単位の最大ひび割れ幅に基づいて色分け表示した画像である。この結果を近接目視によるひび割れ幅の点検結

果と対比したところ、セグメンテーション画像では、汚れや空隙などの影響により極端に幅が広い画素が最大ひび割れ幅として評価される場合があることがわかった。そのため、ひとつのひび割れの中で、幅の大きい画素の上位から任意の範囲を除外できる機能を追加した。なお、この除外する上位からの範囲は、コンクリート表面の状態により異なるが、本事例では上位20%を削除すると、近接目視の結果とよく整合した。

### 5. まとめ

これまででは、画像解析範囲全体でのひび割れ長さやひび割れ密度、平均ひび割れ幅の算定可能であったが、セグメンテーション機能を実装したことで、従来の近接目視によるひび割れ図と同様に、ひび割れ1本ごとの最大ひび割れ幅と長さも出力可能となった。

### 参考文献

- 1) 堀口賢一，本澤昌美，岡部成行，富山潤：ドローンによる撮影画像を用いたコンクリートのひび割れ点検，コンクリート工学，Vol.57，No.9，pp.687-692，2019.9
- 2) 本澤昌美，堀口賢一，野村侖生：AIを用いたコンクリートのひび割れ自動検出精度の検証と実用化に関する検討，大成建設技術センター報，Vol.54，pp.55-1-55-7，2021.12