

レベルセット関数を用いたひび割れ幅の自動計測に関する研究

茨城大学 学生会員 ○中野 葵

茨城大学 学生会員 渡辺 ともみ

茨城大学 正会員 車谷 麻緒

1. はじめに

コンクリート構造物の劣化の度合いを評価する指標として、ひび割れの発生状態は重要な情報とされており、点検作業の中でも、その状態確認は第一に行なわれている。特にひび割れ幅の大きさによっては構造物に大きな影響を与えるため、定量的に把握する必要がある。しかし、一本のひび割れでもその幅は一定ではないため従来の点検方法では膨大な時間がかかることや、計測者の個人誤差が出てしまい客観的なひび割れの計測ができないことなどが問題視されている。

そこで近年、デジタル画像を用いてひび割れ抽出を行う、画像処理手法の研究¹⁾²⁾が行なわれている。現場で構造物表面を撮影し画像処理を行うだけでひび割れを計測できるため、従来の方法に比べて効率的で客観的な点検作業が可能という利点がある。しかし、既往の画像処理手法では、パラメータの設定や特殊なアルゴリズムの利用が必要になる。

以上を踏まえ、一定のパラメータで、ひび割れ幅を計測できる自動ひび割れ抽出法を提案する。また、ひび割れ幅の算出にはレベルセット関数を利用し、ひび割れ判定にも用いる。

2. 提案手法

提案手法のフローを図-1に示す。

2.1 提案手法の概要

画像には光・影や汚れ、凹凸など、ひび割れ以外の要素が多く含まれている。それらを除く方法として、メディアンフィルタによる差分処理、ひび割れ度・複雑度を基にした処理を行う。

2.2 メディアンフィルタによる差分処理¹⁾

光・影の影響を除去するために、メディアンフィルタ処理を行った画像を作成し元画像との差分を取る。メディアンフィルタの大きさは、 43×43 とした。

2.3 ブロックごとのひび割れ抽出

ひび割れの濃さは、画像全体で様々であるため、一

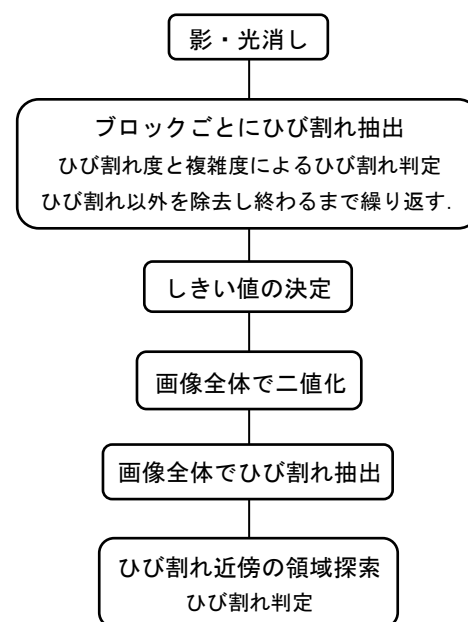


図-1 手法フロー

定のしきい値で画像全体の二値化を行うと色の薄いひび割れの抽出が困難である。そこで、画像を小さく区切りそれぞれのブロックでひび割れ抽出を行う。ブロックの大きさは、メディアンフィルタと同様に 43×43 とした。

2.4 レベルセット関数を用いたひび割れ度・複雑度の算出とひび割れ抽出

レベルセット関数を用い、ひび割れの可能性がある領域の幅と長さを求める。レベルセット関数とは、別名符号付距離関数と言い、直交格子系における任意形状の高精度な表現方法として、界面からの距離や法線が得られる陰関数である。図-2に示すように、ブロックごとに仮に二値化した画像を作成し、ひび割れの可能性がある領域を生成しておく。領域内画素から境界画素までの最小距離、最大距離を計算し、それぞれの最大値を記憶する。この計算を領域内のすべての画素で行い、それぞれの最大値 f_0 , f_1 を決定する。領域を長方形と近似し、領域の長さ l と幅 w を次式のように表す。

キーワード ひび割れ幅、画像処理、レベルセット関数、コンクリート、デジタル画像

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学工学部 TEL. 0294-38-5151 FAX. 0294-38-5268

$$l = f_1 \quad (1)$$

$$w = \max\{A/f_1, f_0 \times 2\} \quad (2)$$

領域の周長を L 、面積を A とし、領域のひび割れ度 d 、複雑度 M を式(3)、(4)で与える。

$$d = l/w \quad (3)$$

$$M = \frac{L^2}{Ad} \quad (4)$$

$$M' = \left\{ \frac{2(d+1)}{d} \right\}^2 \quad (5)$$

複雑度は $M = L^2/A$ で表されるが、ひび割れ度の大きさに大きく依存することを避けるためにひび割れ度で除している。注目領域と同じひび割れ度を持つ長方形の複雑度 M' を、式(5)に示す。複雑度 M が M' に比べて6倍以下であればひび割れであると判断する。ひび割れ抽出は、ひび割れ度と複雑度との組み合わせで行う。

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{ひび割れ: } 10 \leq d \\ \text{or} \\ 4 < d < 10 \text{ and } M < 6M' \\ \text{背景: } 4 < d < 10 \text{ and } M > 6M' \\ \text{or} \\ d < 4 \end{array} \right. \quad (6)$$

これをすべての領域で行う。

2.5 ひび割れ周辺の領域探索

図-3に示すように、未確定領域周辺の一定範囲内に、これまでの処理でひび割れと確定した領域が存在した場合、注目領域をひび割れと確定する。各境界画素を中心とし、一辺が r の2倍の長さを持つ正方形の範囲を探索する。 r は、未確定領域の重心から各境界画素までの距離とする。

2.6 ひび割れ幅の算出

ブロック内の最大ひび割れ幅を決定する。ブロック単位で、ひび割れ幅を出力する。

3. 結果

ひび割れ幅を可視化した結果を図-4に示す。元画像と比較しても、ひび割れ幅を計測し表示できていることが分かる。

4. おわりに

レベルセット関数を用いた、ひび割れ幅計測手法を提案した。一定のパラメータでひび割れを抽出し、ひび割れ幅を計測することができた。ひび割れ幅を実寸のスケールで出力することを今後の課題とする。

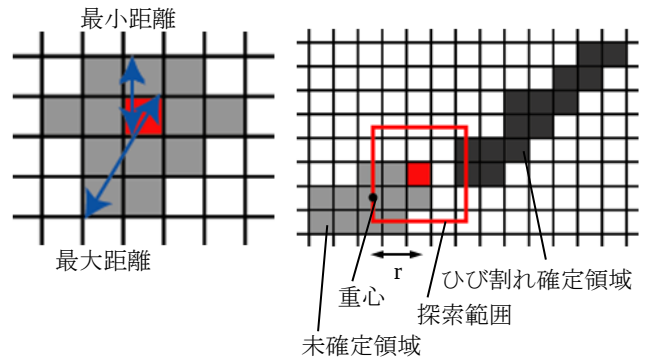


図-2 レベルセット関数 図-3 ひび割れ周辺探索範囲

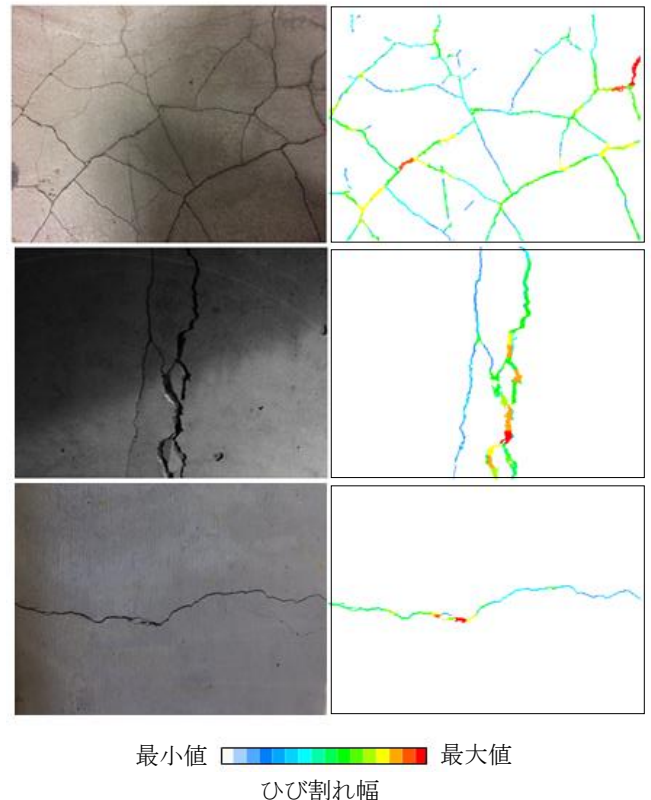


図-4 ひび割れ元画像とひび割れ幅可視化結果

参考文献

- 1) 藤田悠介, 中村秀明, 浜本義彦: 画像処理によるコンクリート構造物の高精度なひび割れ自動抽出, 土木学会論文集 F Vol.66 No.3, 459-470, 2010.9
- 2) 河村圭, 村上慧季, 塩崎正人: 対話型遺伝的アルゴリズムを用いたひび割れ半自動抽出手法の研究, 土木学会論文集 F3 (土木情報学), Vol.71, No.2, I_114-I_122, 2015.