

濃淡差を含むコンクリート表面画像のひび割れ自動抽出に関する研究

茨城大学 学生会員 ○森岡 駿介 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

数多くの構造物はコンクリートを用いて作られている。コンクリートはひび割れの成長によって破壊に至るため、構造物の維持管理は、表面のひび割れを把握することが重要となる。現状ではこの点検を技術者の目視で行っているが、手間がかかるほか、点検結果が技術者個人の判断に依存してしまう。

そこで、コンクリート表面を撮影したデジタル画像を用いて、画像処理によってひび割れを抽出する、といった手法が有効である。既往の研究では、対話型遺伝的アルゴリズムを用いる手法¹⁾が提案されているが、複雑なアルゴリズムを用いているほか、作業者の判断が結果に影響を与える。車谷ら²⁾は簡単で固定したパラメータにより画像処理を行うことで、人の手によらない定量的な評価を可能としている。しかし、薄いひび割れの抽出精度に課題を残していた。そこで本研究では、車谷らの手法を改良し、薄いひび割れを抽出することを目的とする。

2. ひび割れ抽出手法

2.1 背景処理

前処理では、入力画像に含まれる影や汚れなどを除去するため、背景処理を行う。背景処理は、既往の研究で提案されている、メディアンフィルタを用いた差分処理の手法³⁾を適用する。

2.2 形状判定

形状判定以下の処理は、画像が二値化されている必要がある。画像全体で二値化すると薄いひび割れが抽出できないため、画像を格子状に区切ったサブセット毎に仮の二値化を行う。

形状判定に必要な各領域の長さを、レベルセット関数を用いて求める。領域内部の1画素から全ての境界画素までの距離を測り、最大距離と最小距離を求める。順次、領域内部の画素を移動させ、全画素から全境界画素までの距離を測り、最大距離の最大値(領域の長辺方向長さ)を $L_{\max}$ 、最小距離の最大値(領域の短辺

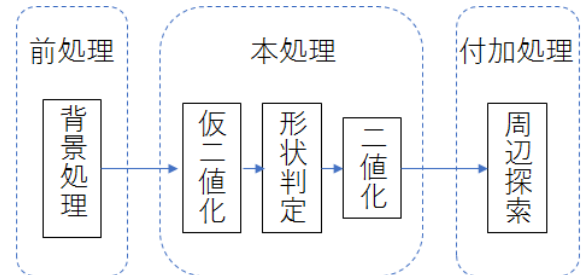


図-1 手法フロー

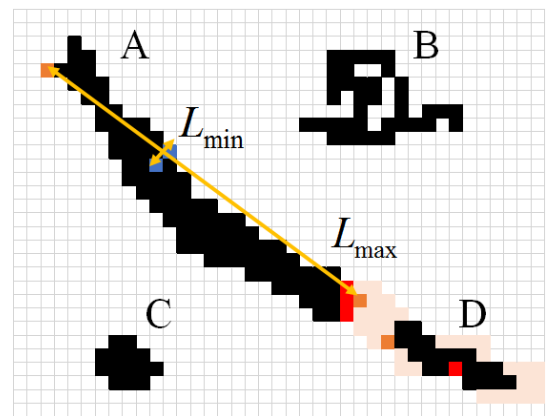


図-2 二値化画像における領域の例

方向長さ/2)を $L_{\min}$ とする。この2つを用いて、ひび割れ度と複雑度を求める。

ひび割れ度 C は領域の縦横比を示す。ひび割れ度が小さいほど、ひび割れではない領域であると考え。ひび割れ度 C は次のように表される。

$$C = \frac{L_{\max}}{2L_{\min}} \quad (1)$$

ひび割れ度による判定では $C > 13$ を満たす領域(図-2 A)をひび割れとして確定し、 $2 \leq C \leq 13$ である領域(図-2 B, D)を、複雑度によって判定する。

複雑度は領域の境界がどれだけ入り組んでいるかを示す。複雑度が大きいほど、ひび割れではない領域と考える。複雑度 X は領域の周長 L と面積 S 、ひび割れ度 C を用いて次のように表される。

$$X = \frac{L^2}{S} / C \quad (2)$$

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

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

式(2)においてひび割れ度 C で除しているのは、ひび割れ度の影響を排除するためである。複雑度による判定では、 $X \leq 4$ である領域をひび割れとして確定する。

2.3 画像の二値化

車谷らの従来手法を用いて、画像全体で二値化を行うと、形状判定でひび割れと確定し、輝度値が十分に濃い領域（図-3 E）は抽出できる。しかし、入力画像において影が被っている部分のひび割れ（図-3 F）は、背景処理後には薄くなる傾向にある。従って従来の二値化では、輝度値が薄くなっているため抽出できない。このような領域を抽出対象領域とする。

抽出対象領域をひび割れとして抽出するためには、従来の二値化で抽出できる濃いひび割れの影響を排除することが有効である。よって、抽出対象領域を含むサブセットのみ、サブセット単体で二値化し、それ以外のサブセットは画像全体での二値化を行う。これにより、従来手法で抽出できている濃いひび割れと、薄いひび割れの抽出を図る。

2.4 周辺探索

ひび割れが実際には繋がっているものの、本処理までに途切れた領域が存在する。未抽出のひび割れ（図-2 D）の周辺に、既に抽出されているひび割れ（図-2 A）が存在した場合、未抽出のひび割れをひび割れとして抽出する。

3. 提案手法の検証

提案したひび割れ抽出手法の妥当性を検証するため、コンクリート表面のひび割れをカメラで撮影したデジタル画像に対して、提案手法を適用した。

図-4 (a)のように薄いひび割れを含む画像や、図-4 (d)のように影を含む画像に対して提案手法を適用する。図-4 (b)や図-4 (e)のように、画像全体で二値化する従来手法では抽出できていなかった薄いひび割れが、図-4 (c)や図-4 (f)のように、抽出対象領域に着目した提案手法によって抽出できることが確認できた。

4. おわりに

本研究では、簡単で固定したパラメータを用いて、定量的な評価を行い、また従来手法では検出できなかった薄いひび割れの抽出が可能となる手法を提案した。

今後は、さらなる抽出精度の向上を図り、またひび割れ幅の値を、画像処理の結果とともに示すことができるよう開発を行う。

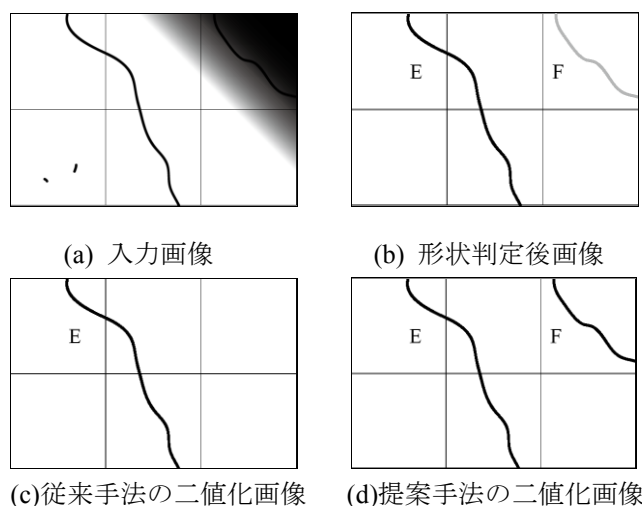


図-3 形状判定の結果を用いた画像の二値化手法

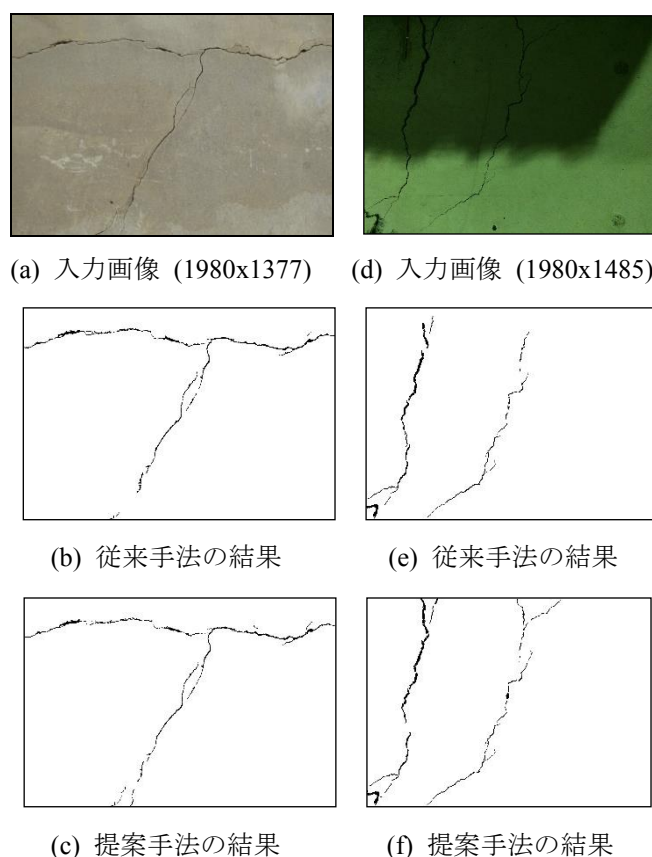


図-4 検証例題と画像処理の結果

参考文献

- 1) 河村圭, 児玉聖治, 村上慧季, 塩崎正人, 中村秀明: コンクリート壁面画像からのひび割れ抽出処理における抽出点指示手法, 土木学会論文集 F2 (土木情報学), Vol.72, No.2, I_93-I_102, 2016.
- 2) 車谷麻緒, 中野葵, 渡辺ともみ: レベルセット関数を用いた形状評価によるコンクリート構造物のひび割れ自動計測, 土木学会論文集 F3. (投稿中)
- 3) 藤田悠介, 三谷芳弘, 浜本義彦: 画像処理によるコンクリート表面のひび割れ抽出法, 非破壊検査, 第 56 巻, 7 号, 2007.