

領域拡張法を用いたコンクリート表面のひび割れ自動化判定手法の構築

愛媛大学 ○学生員 三輪 知寛 愛媛大学大学院 学生員 片岡 望
愛媛大学大学院 正 員 大賀水田生 愛媛大学大学院 正 員 全 邦釘

1. はじめに

近年、ひび割れの接写写真から画像処理を用いてひび割れを検出するという試みが行われはじめている。これらの試みは計測者の間でのばらつきが生じず、ひび割れ幅やひび割れ面積などの特徴量の算出を行えることから定量性を確保できるという利点がある。しかし、これらの画像処理による手法の多くは、いずれもひび割れではない影や汚れの部分などをひび割れと判定してしまうという誤検出、あるいは逆にひび割れの部分の未検出などが問題となっており実用化に至っていない。そこで、本研究ではこれらの問題を二値化や領域拡張法等の画像解析手法を用いることにより解決し、ひび割れの検出精度を向上させることを目的とする。

2. 画像解析手法

2.1. 使用するひび割れ画像の概要

解析に用いる画像は愛媛大学プール横更衣室の壁面に存在するひび割れを 13 枚、および愛媛大学工学部本館の非常階段の壁面に存在するひび割れを 7 枚、計 20 枚撮影したものである。撮影した画像の例を図-1 に示す。



図-1 撮影画像

2.2. 画像の濃淡の補正

撮影された画像はフラッシュや影等の光の強弱が大きいため、ひび割れを検出する際に、ひび割れ部分以外にも画素値の低い部分はひび割れとして誤検

出されるため正確なひび割れ判定を行えない。本研究では画像に対して光による影響を減らす際に用いられる一般的なフィルタ処理(1)式を施すことにより上記の問題を解決する。

$$Img[i, j] = \frac{Img0[i, j] \times 128}{ImgM[i, j]} \quad (1)$$

ここで、 i, j は画素位置、 $Img0$ は元画像、 $ImgM$ は平滑化処理後の画像、 Img は濃淡補正処理後の画像である。本研究では平滑処理のフィルタサイズ w を $w = 41$ とする。

2.3. 二値化

2.2 節で得られた補正画像に二値化処理を行うことにより画像の特徴量の算出を行う。

2.3.1. P-タイル法

P-タイル法とは、画像内で対象物の占める面積 ($p\%$) が既知であるときに有効な手法である。本研究では、1 枚の写真の 10%以上の面積をひび割れ部分が占めているということは現実的ではないという考えの下、10%を占める値をしきい値とする。

2.3.2. Kittler の方法

Kittler の方法とは、対象領域の濃淡値(本研究ではひび割れ部分)と背景の濃淡値が共に正規分布に従うという仮定のもとで、平均誤識別率に関する基準を最小とするしきい値を濃度ヒストグラムから統計的な手法によって求める手法であり、(2)式によって求められる。

$$J(h) = \omega_1(h) \log \left(\frac{\sigma_1(h)}{\omega_1(h)} \right) + \omega_2(h) \log \left(\frac{\sigma_2(h)}{\omega_2(h)} \right) \quad (2)$$

(2)式の $J(h)$ が最小になる h の値をしきい値として決定する。ただし、 ω_1, ω_2 は(3)式のように表される。

$$\omega_1 = \sum_{i=1}^h \frac{n_i}{N}, \quad \omega_2 = \sum_{i=h+1}^{255} \frac{n_i}{N} \quad (3)$$

N は全画素数、 n_i は画素値 i の画素数とする。

2.3.1 項と 2.3.2 項で得られたしきい値のうち、値の低い方を本研究で用いる二値化のしきい値として用いる。ここで二値画像を図-2 に示す。

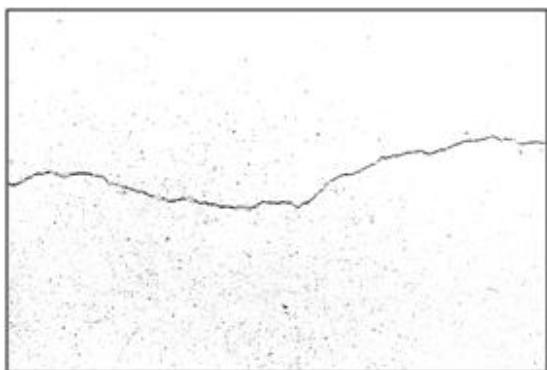


図-2 二値画像

2.4. 特徴量の算出

2.3 節で得られた二値画像から連結成分毎の領域面積と偏心率を算出することによりひび割れ部分を確定する。ある連結成分の面積と偏心率が一定以上の時、その連結成分はひび割れであるとする。またその周囲の連結成分についても同様の処理を行うことにより、領域拡張開始候補群を得ることが出来る。領域拡張開始候補群を図-3 に示す。

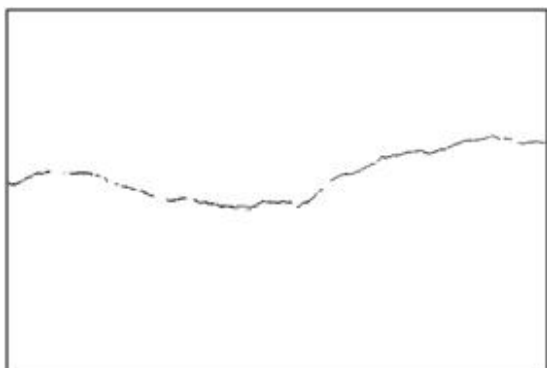


図-3 領域拡張開始候補群

2.5. 領域拡張法

本研究では領域拡張開始候補群でひび割れと判定された部分の補正画像での画素値が正規分布に基づくとして仮定し、領域拡張に上限を(4)式のように設定することによりひび割れ部分のみを抽出する。

$$t = \mu + 3\sigma \quad (4)$$

ここで μ, σ は領域拡張開始候補群においてひび割れとして判定された部分の補正画像での画素値の平均、標準偏差である。これにより図-4 のようなひび割れの解析結果を得ることができる。

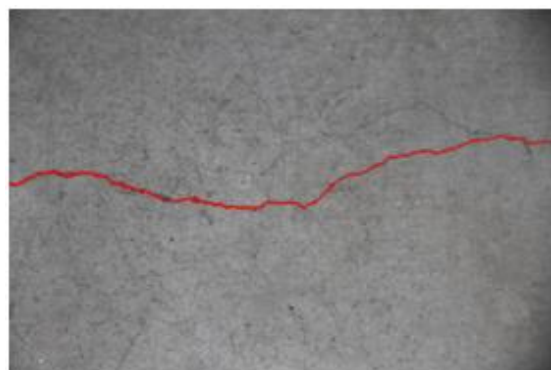


図-4 解析結果画像

3. 精度検証

本研究で得られた結果を人力で作成した正解画像と比較することにより、本研究で得られた結果の精度を検証する。比較項目として、感度・特異度・適合率の3種を用いる。感度とは、正解画像におけるひび割れ部分の中でどの程度検出されているかを示し、特異度は正解画像におけるひび割れでない部分の中でどの程度検出結果においてひび割れでないとして検出されているか、適合率は検出結果において、ひび割れであるとして検出された中でどの程度正解が存在するのかという指標である。これら3つの比較項目を本研究で得られた検出結果に対して行った平均値を表-1 に示す。

表-1 精度検証

感度(%)	特異度(%)	適合率(%)
65.80	99.9591	90.37

これより特異度・適合率において非常に高い精度を得られていることがわかる。これは本研究で提案した手法は誤検出が非常に少ないことを意味する。

4. 結論

本研究では領域拡張法を用いることにより、誤検出の非常に少ない手法を提案した。また、誤検出が少ないことから、ひび割れ幅やひび割れ部分の面積の計測を行うにあたり本研究で提案した手法は有効であると考えられる。

参考文献

- 1) J.Kittler, J.Illingworth : Minimum Error Thresholding, Pattern Recognition, Vol.19, No.1, pp.41-47, 1986.