

画像処理の適用による鉄筋腐食性状評価手法の高機能化に関する研究

	中央大学	学生会員	○今井	嵩弓
	中央大学	学生会員	根本	早季
	中央大学	正会員	大下	英吉
	西日本高速道路エンジニアリング四国株式会社	正会員	林	詳悟
	第一高周波工業株式会社	正会員	福岡	養祐

1. はじめに

著者らは RC 構造物に存在する剥離、空洞および鉄筋腐食を定性的かつ定量的に評価し、それらを非破壊・非接触にて適用可能とする手法を開発した(以下、本システムと称す)¹⁾⁻²⁾。本システムの概要は、電磁誘導法を用いて RC 構造物内部の鉄筋を通電することによって強制加熱し、鉄筋からコンクリート表面に伝搬した熱を赤外線サーモグラフィで検知するものである。

本研究は、既往の画像処理手法を、電磁誘導法の特性により発生する加熱むらを除去し、なおかつ定量的な腐食性状評価を可能とするモデルを提案するとともに、処理の適用による鉄筋腐食率同定精度の高機能化について論じる。

2. 画像処理手法のアルゴリズム

図-1 に画像処理手法の適用手順を示す。熱画像に対して画像処理を行うためにはまず、①画像から温度情報を取り除き、画素に格納された値を輝度のみ状態、すなわちデジタル画像(BMP 形式など)に変換する必要がある。この処理の適用により、対象画像における輝度の値を様々な法則に基づいて変化させることで簡易な画像の編集が可能となる。

2.1 経時差分処理 (図-9 中の②)

本システムにおける電磁誘導加熱の際、鉄筋格子部分や電磁誘導コイルの均一加熱領域外では加熱むらが生じることがある。前述したように本システムは、腐食生成物がコンクリート表面温度に及ぼす影響を定量的に評価することで腐食率を同定する手法であるが、このような加熱むらの存在は腐食率測定精度の低下に通ずることとなる。

そのため、加熱むらによる高温領域が存在する画像から、任意の時間が経過し時点における画像を差

分することで、高温領域を一様な加熱状態へと変換することとした。

2.2 メディアンフィルタの適用 (図-9 中の③)

経時差分処理によって発生した誤差と熱画像撮影時の日射や対象の表面状態といった各種環境条件の差異によって発生するノイズは本システムにおける腐食率測定精度を低下させる要因となる。そのため、画像処理分野においてノイズ除去方法として広く用いられているメディアンフィルタを処理後の画像に適用する。メディアンフィルタは、画像中の注目画素とその近傍領域における全ての値のメディアン(中央値)を注目画素と置き換える手法である。これにより画像の特徴点を損なわずにノイズのみを除去することが可能となる。

2.3 輝度の変換 (図-9 中の④)

前節までの手順を終了した段階での画像は輝度のみの形式であり、温度情報が含まれていないため、この状態では腐食率の同定は困難となる。したがって本提案手法においては、温度情報を保ちつつ画像処理の有用性を得るために、画像処理を適用した後の画像における各画素の輝度値に相当する温度情報を追加することとした。

以上の手順により、熱画像は画像処理を適用した

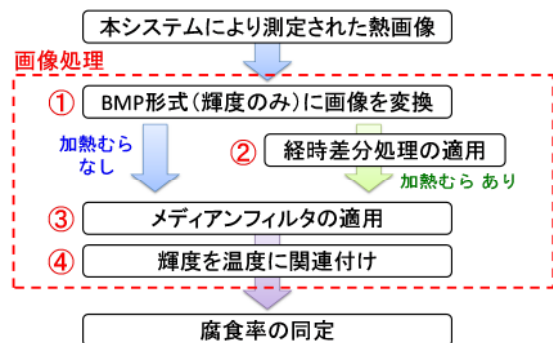
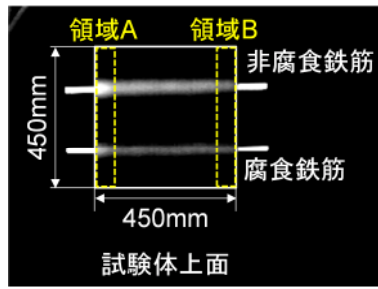


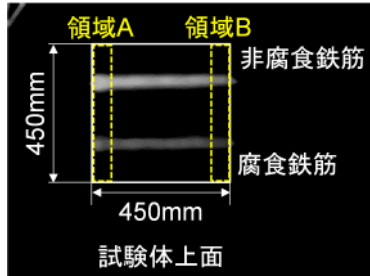
図-1 画像処理の適用フローチャート

キーワード 非破壊検査, 鉄筋腐食, 電磁誘導, 赤外線サーモグラフィ, 画像処理

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日1丁目13-27 中央大学 理工学部後楽園キャンパス TEL 03-3817-1892



(a) 原画像



(b) 処理後の熱画像

図-2 K30-C0.66 試験体の熱画像

状態で温度情報を有することとなり、腐食率の同定が可能となる。

3. 画像処理による腐食率評価精度の向上

3.1 腐食試験体への画像処理の適用

図-2(a)は非腐食鉄筋および平均腐食率 0.66%の鉄筋をかぶり 30mm の位置に配筋した試験体（試験体名称 K30-C0.66）の熱画像である¹⁾。非腐食鉄筋および腐食鉄筋上のコンクリート表面温度を比較すると、腐食鉄筋直上では温度が低くなっていることが確認できる(明るいほど高温)。しかし、同図中の領域 A に着目するといずれの鉄筋も非常に高温となっていることがわかる。

そのため、この画像に前章に示した画像処理手法を適用すると図-2(b)のように出力される。同図(b)では端部の加熱むらが除去され、一様な加熱状態に変換されていることが確認できる。

図-3は図-2の各鉄筋軸直上部における原画像と本手法適用後の温度分布を示したグラフである。加熱むらが存在した領域では、その影響がほぼ完全に除去され、加熱むらの存在しない領域においては元の温度性状が保たれていることがわかる。

3.2 腐食率の算出

図-4は、腐食率分布の算定結果と実測結果を表したものである。まず、原画像における腐食率分布に着目すると、非腐食鉄筋では、本来腐食率は 0%になるにもかかわらず負の値となり、また腐食鉄筋にお

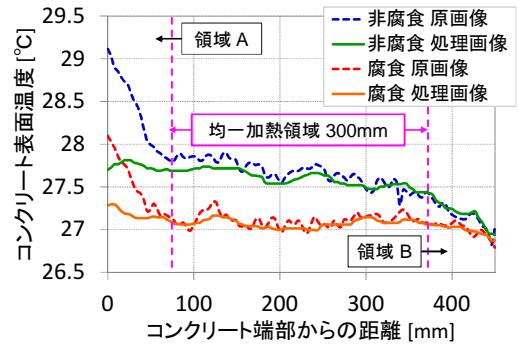


図-3 画像処理適用後の温度分布

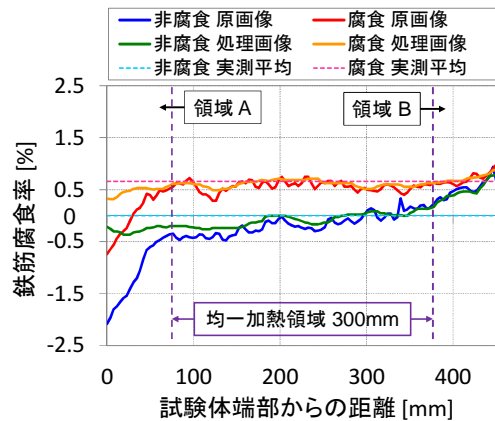


図-4 単一鉄筋試験体の腐食率分布

ける 0~50mm の領域では、実際の腐食率よりも低い値となっている。

一方、本手法を適用した処理画像においては、いずれの鉄筋においても真値 0%(非腐食), 0.66%(腐食)に近づいており、本提案手法の適用により精度良く評価されていることがわかる。

4. まとめ

以下に、本研究で得られた知見を示す。

- (1) 画像処理の適用により、温度情報を有した状態で加熱むらが有効に除去されることが確認された。
- (2) 加熱むらが除去されたことによりされ、かつ本腐食診断技術の測定精度が向上した。

参考文献

今井 嵩弓, 矢寄 早織, 大下 英吉, 林詳悟: 赤外線サーモグラフィによる RC 構造物の鉄筋腐食性状評価における熱画像処理手法の検討に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.34, No.1, pp.1714-1719, 2012

矢寄 早織, 今井 嵩弓, 大下 英吉: コンクリートの表面温度性状に基づく鉄筋腐食の簡易診断手法に関する研究, コンクリート構造物の非破壊検査論文集, Vol.4, pp.411-416, 2012