平面的損傷の画像解析手法の開発

大成建設（株）　技術センター　社会基盤技術研究部　正会員　○鈴木　三馨，本澤　昌美，堀口　賢一
大成建設（株）　技術センター　社会基盤技術研究部　フェロー会員　坂本　淳

１．目的

これまでに，橋梁やトンネル等のコンクリート構造物のひび割れ調査の効率化，自動化および定量化を目的として，ガボール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を開発し，橋梁やトンネルなどの実構造物への適用の有効性を確認している[1), 2)]．

現状では，橋梁等の点検で求められる遊離石灰などの平面的損傷の評価は定性的であり，平面的損傷の定量的な把握はほとんどなされていない．そこで，ガボール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[1), 2)]を改良して，平面的損傷の画像解析手法を開発した．

２．撮影画像の明るさの影響を低減させた平面的損傷の画像解析手法

平面的損傷の画像解析手法の解析手順を**図１**に示す．

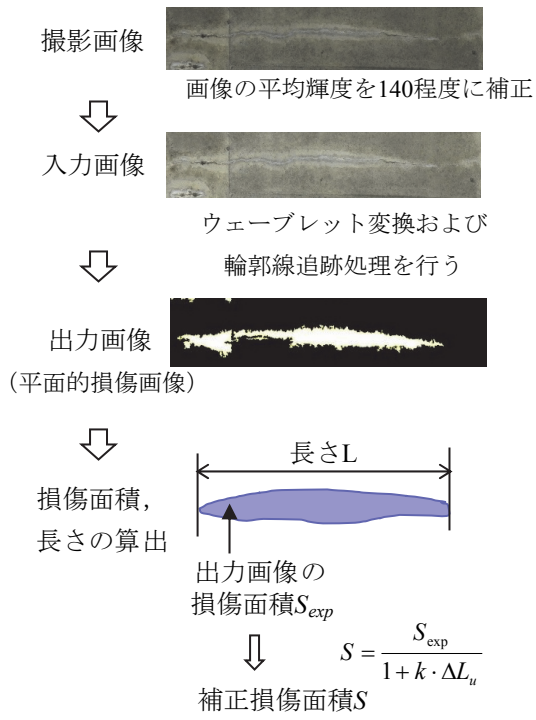


図１　平面的損傷の画像解析手法の解析手順

撮影画像の明るさによるばらつきを低減させた平面的損傷の画像解析手法の解析処理手順を下記に示す．1) 撮影画像の平均輝度を画像処理ソフトにて 140 程度に補正した入力画像を得る．2) 入力画像にウェーブレット変換を行い，画素毎にウェーブレット係数を求める．ここで，ひび割れのような線状を対象とした解析関数（ガボール関数）ではなく，遊離石灰のような面状を対象とした解析関数（ガウス関数）を適用する．3) ウェーブレット係数の閾値テーブルを用いて二値化処理を行い，二値化画像（画素単位に 0 か 1 の二値で表現された画像）を作成する．4) 二値化画像処理の一手法である輪郭線追跡処理などのアルゴリズムを用いて，二値化画像を線図化して幾何学的な連結性を持った塊状の形状である平面的損傷を作成する．5) 出力画像の損傷面積 S_{exp} と輝度補正量 ΔL_u を説明変数とした式(1)により補正損傷面積 S を算出する．

$$S=\frac{S_{\exp}}{1+k\cdot\Delta L_u} \qquad \text{式(1)}$$

ここで，

S：補正損傷面積，S_{exp}：出力画像の損傷面積，ΔL_u：輝度補正量，k：実験値に基づく係数（0.0069）．

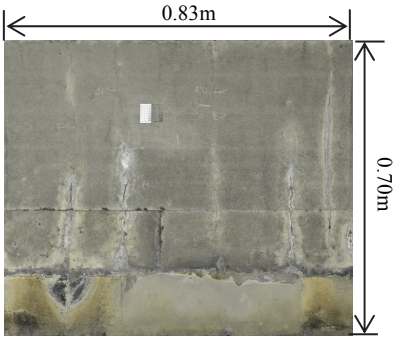
３．撮影環境が平面的損傷の面積に与える影響

入力画像の明るさのムラなどによる平面的損傷の検出面積のばらつきを把握し低減する目的で，実構造物の床版に対して，撮影時の外部照明の明るさを変化させた画像を撮影し，平面的損傷の画像解析手法により平面的損傷画像を得た（**図 2**）．撮影した画像の平均輝度は，60，100，140 である．ここで輝度とは，RGB 値から画像処理ソフトにてグレースケールに変換した値であり，0～255 の数値で表される．さらに，画像処理ソフトを用い，平均輝度を任意の輝度に調整した．

キーワード　遊離石灰，ひび割れ，点検，コンクリート，ウェーブレット，画像解析
連絡先　〒245-0051　神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1　大成建設（株）　技術センター　ＴＥＬ045-814-7228

得られた撮影ケース毎の出力画像の損傷面積を**図 3** に示す．図の凡例は，撮影画像の平均輝度－補正後の平均輝度（60-140 の場合，撮影画像の平均輝度は 60，補正後の平均輝度は 140）を示す．撮影条件により，損傷面積の算出値に大きなばらつきがある．撮影画像の平均輝度が輝度の中央付近値（128=255/2）で，輝度の補正をしないケースである 140-140 の画像を基準画像とした．**図 4** に示す平均輝度の輝度補正量と基準画像との検出面積の比率の関係の近似式を，2 章で示した実験式である式(1)の根拠とした．

輝度の補正前後の画像を用いて，基準画像との面積を比較した．基準画像との面積の比率を**図 5** に示す．平均輝度が低い画像の基準画像に対するばらつきは 10~15%程度であるが，平均輝度の補正により基準画像に対するばらつきが 5%程度に低減した．



a) 入力画像

b) 平面的損傷画像（出力画像）

図 2　入力画像と平面的損傷画像（ケース名：140-140）

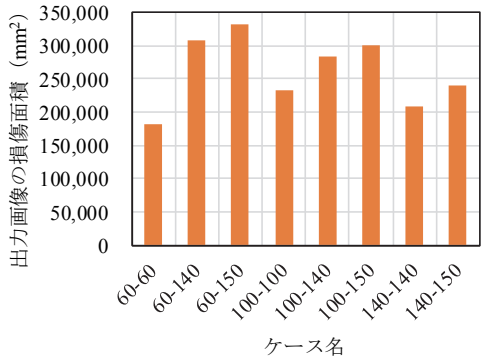


図 3　撮影ケース毎の出力画像の損傷面積

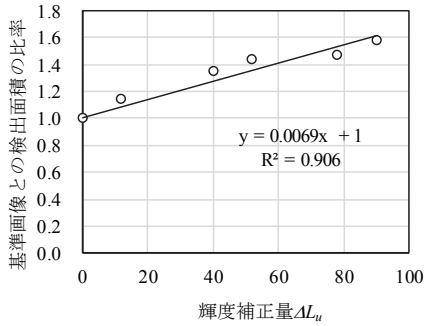


図 4　輝度補正量と基準画像との検出面積の比率

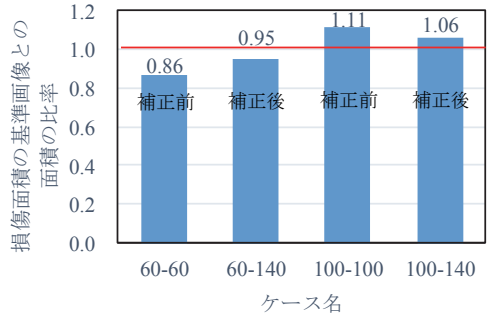


図 5　基準画像との面積の比率

4．結論

撮影画像の明るさの影響を低減させた遊離石灰などのコンクリート表面の平面的損傷の画像解析手法を開発した．

現状では，橋梁等の点検における遊離石灰などの平面的損傷の評価は定性的であるが，定量評価が可能になることで，維持管理に有用なデータとなる可能性がある．今後，平面的損傷内のひび割れのひび割れ幅と損傷面積との関係の結びつけなどにより，遊離石灰内のひび割れの定量評価に適用してゆきたい．

謝辞

本技術開発は，国土交通省による「社会インフラへのモニタリング技術の活用推進に関する技術研究開発に係る公募」の研究開発課題として採択されて実施したものである．実施に際して，国土交通省大臣官房技術調査課に多大なご助言，ご支援をいただいたことに謝意を表します．

参考文献

1) 小山哲，丸屋剛，堀口賢一，澤健男：ガボール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の開発，土木学会論文集 E2（材料・コンクリート構造），Vol.68，No.3，pp.178-194，2012.

2) 府川徹，本澤昌美，堀口賢一，坂本淳：ひび割れ画像解析における解析時間の迅速化手法の開発，土木学会第 71 回年次学術講演会，pp.1415-1416，2016.