

(55) トータルステーションと デジタル画像を組み合わせたひび割れ計測手法

中庭 和秀¹・矢吹 信喜²・河崎 翔太³・西 乃輔⁴

¹正会員 クモノスコーポレーション株式会社 代表取締役 (〒562-0035 大阪府箕面市船場東2-1-15)

E-mail: nakaniwa09@kankou.co.jp

²フェロー会員 大阪大学教授 大学院工学研究科 環境・エネルギー工学専攻
(〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1)

E-mail: yabuki@see.eng.osaka-u.ac.jp

³非会員 クモノスコーポレーション株式会社 クモノス事業部課長

E-mail: s_kawasaki@kankou.co.jp

⁴正会員 クモノスコーポレーション株式会社 企画開発部

E-mail: nishi@kankou.co.jp

コンクリート構造物のひび割れを遠隔から計測する手法として、クラックゲージ内蔵トータルステーションKUMONOSを用いて計測する方法がある。この方法では、構造物の全てのひび割れを1本ずつ計測するため、現場での作業に時間と手間がかかることがあった。

そこで本研究では、KUMONOSとデジタル画像を組み合わせてひび割れを計測する手法を提案する。この方法では、KUMONOSにより計測した対象物の形状から画像の収差補正とあおり補正を行うことで画像補正の精度を高めるとともに、KUMONOSで計測した数本のひび割れ幅を画像の基準寸法とする。これにより、効率的に精度良くひび割れの幅、位置、形状を計測することができる。

Key Words : total station, concrete structure, image processing, crack

1. はじめに

コンクリート構造物の重要な点検項目の一つに、ひび割れがある。ひび割れは構造物の表面に表れる比較的調査しやすい損傷でありながら、ひび割れの位置、形状等を用いて劣化の状態や原因を分析することが可能である。

著者らは既往の研究において、遠隔ひび割れ計測システム KUMONOS を開発した¹⁾。これは、専用のクラックゲージと計測プログラムを内蔵したトータルステーションと PC 用の解析ソフトウェアを組み合わせたもので、ひび割れの幅、位置・形状を測量機により定量的に計測することができるシステムである。50m 離れた場所から約 0.2mm の幅のひび割れを計測することができ、計測結果を AutoCAD に自動的に展開する。しかし、全てのひび割れを現場で1本ずつ探しだして計測することから、ひび割れの本数が非常に多い現場では効率性が低下していた。

一方、ひび割れを遠隔から計測する技術としてデジ

タルカメラで取得した画像を解析する手法が普及し始めている。この方法では、構造物全体の画像が記録されるため計測結果の根拠が残り、調査漏れが発生しにくいという長所がある。しかし、デジタル画像は寸法を持たないため、長さが既知の基準寸法となるものが画像に写っていない場合には、精度良く幅を計測することができない。またこの方法では、ひび割れ画像の正対化補正等に使われる構造物の形状の基礎図が現況と一致していない場合には、画像の正対化補正の精度が低下することで、ひび割れの位置、形状を正確に計測することが難しくなることもあった。

そこで本研究では、KUMONOS とデジタル画像を組み合わせてひび割れを計測する手法を提案する。この方法は、両手法の長所を組み合わせることで、KUMONOS で1本ずつのひび割れを計測する手間を軽減しながら、基準寸法及び現況の形状を KUMONOS で計測することで、ひび割れの幅、位置、形状を効率的に精度良く計測する方法である。

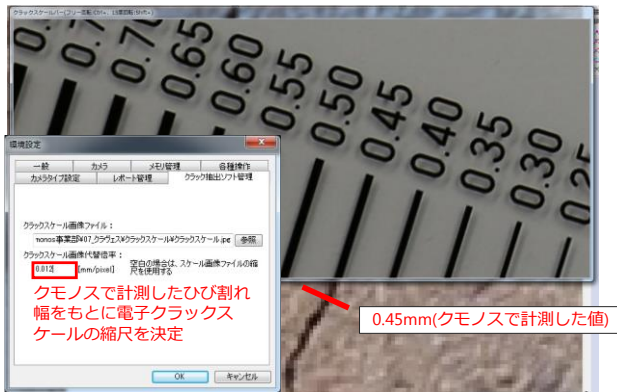


図-1 電子クラックスケールの縮尺補正

表-1 距離別判別可能幅

撮影距離 (m)	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
判別可能幅 (mm)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3

2. 提案手法の概要

本研究で提案する手法では、まず、KUMONOSを用いて特徴点の座標を取得することにより、対象の構造物の現況の形状を計測する。また、代表ひび割れとして数本のひび割れの幅・形状を計測する。さらに、デジタルカメラを用いて構造物の撮影も行う。

次に、PCの画像補正ソフトを用いてデジタル画像に写る構造物の複数の特徴点とKUMONOSで計測した特徴点の座標を一致させることにより、画像の補正を行う。これによりデジタル画像の特徴である収差とあおりが補正され、正対画像となる。

次に、図-1のようにKUMONOSで計測した代表ひび割れとデジタル画像で撮影したひび割れを重ね、同一箇所幅を比較する。これによりKUMONOSで計測したひび割れ幅が基準寸法となり、画像補正ソフト内蔵の電子クラックスケールの縮尺に補正を施すことができる。補正を施した電子クラックスケールを使用して計測することで、画像に写るKUMONOSで計測していないひび割れについても基準寸法を考慮した幅を取得することができる。

最後に、CAD上で画像に写るひび割れの形状をトレースすることにより、ひび割れ損傷図面を作成する。

KUMONOSによる方法では、全てのひび割れの位置・形状・幅を現場で1本ずつ計測する必要があったが、本手法では、KUMONOSによるひび割れ計測は代表的なひび割れ数本のみに限られる。KUMONOSによる計測に掛かる時間はひび割れの総延長と本数に依存するため、亀甲ひび割れが発生しているような現場に対して、特に適用性が高いといえる。また、構造物の現況の形状・寸法もKUMONOSで計測するため、画像の補正精度が向上し、

ひび割れの位置・形状の計測精度も向上する。

3. 検証実験

提案手法の適用範囲の検証のために、撮影距離毎の判別可能なひび割れ幅を検証する実験を行った。計測実験では、コンクリートを模したパネルに0.1mm～0.5mmの幅のひび割れを発生させ、撮影距離を変えてデジタルカメラで撮影した。撮影距離は50m～150mの間で10m間隔とし、デジタルカメラはCanonのEos 5Ds、レンズはDOGMA Contemporary 150-600mm F5-6.3 DG OS HSMを使用して約5,030万（8,688×5,792）画素のモードで撮影した。撮影画像を画像補正ソフト上で目視で確認し、隣接するピクセルとの濃淡の違いからひび割れとして判断できる最小のひび割れ幅を判別可能幅として記録した。

表-1に各撮影距離における判別可能幅を示す。120mの距離であっても0.2mmの幅のひび割れを判別することができたことがわかる。120mの距離で撮影した画像は0.35mm/pixelであり、1pixelで示される幅以下であっても、ひび割れとして判別可能幅ということになる。

KUMONOS単体で0.2mmのひび割れを計測する場合には、45m以内の距離から計測する必要があったことから、提案手法を用いることにより適用範囲が拡大していると考えられるため、今後の実験により、ひび割れ幅の計測精度について明らかにする必要がある。

4. 結論

本研究では、KUMONOSとデジタル画像を組み合わせた新しいひび割れ計測手法を提案した。提案手法は、両方法の長所を活かした効率的で精度のよいひび割れ計測手法であるといえる。本稿では、撮影距離毎の判別可能なひび割れ幅の検証実験についても述べ、1pixel以下の幅で示されるひび割れであっても判別可能であることが分かった。今後は、提案手法によるひび割れ幅の計測精度について明らかにする。また、KUMONOSで計測した構造物の現況による画像の補正精度についても検証する必要がある。さらに、天候等の撮影環境や、対象となるコンクリートの色彩といった条件が計測可能範囲や精度に与える影響についても検証する。

参考文献

- 1) 前田穰，中庭和秀，石澤徹，小山幸則，朝倉俊弘：クラックスケール内蔵光波測量器を用いたひび割れ点検システムの開発と現場適用，pp.167-174，土木情報利用技術論文集 Vol.16，2007。