

デジタルカメラによるコンクリートひび割れ幅測定の自動化

芝浦工業大学 学生会員 ○半田 祥平
 芝浦工業大学 正会員 中川 雅史
 芝浦工業大学 正会員 勝木 太

表-1 3次元計測のメリット

	メリット	デメリット
2次元	・撮影が簡便	・距離・角度が測定不可能
3次元	・奥行きが測定可能	・特殊な撮影機材が必要

1. はじめに

現在、コンクリート構造物の劣化調査において行われるひび割れ幅の計測では、クラックスケールを用いるのが一般的である。しかし、クラックスケールによるひび割れ幅測定方法やひび割れ幅の定義が定められていないため、計測結果に個人差が生じること、また計測には足場の設置が必要な場合が多く、継続的に計測するためには費用がかさむことなどの問題を抱えている。そこで、近年、デジタルカメラにより撮影したひび割れ幅画像を使った測定方法が提案され、多くの研究機関で精度検証のための研究が進められている。しかし、許容ひび割れ幅を満たす撮影精度や環境条件・撮影条件など目視測定より条件が厳しく精度が低いため、実際の現場での運用には現在至っていない¹⁾。そこで本研究では、デジタルカメラを用いたコンクリートのひび割れ幅自動抽出手法を提案し、その手法によるひび割れ幅検出精度の検証を行った。提案する手法は、ピクセルでひび割れを自動抽出し、座標変換できるなどの特徴を有しており、ひび割れ幅の3次元計測に発展させることが可能となる(表-1 参照)。

2. 実験手法

2.1 ひび割れ幅抽出の処理フロー

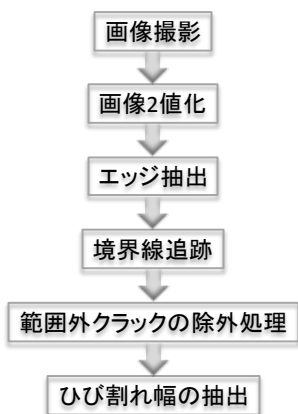


図-1 ひび割れ幅抽出の処理フロー

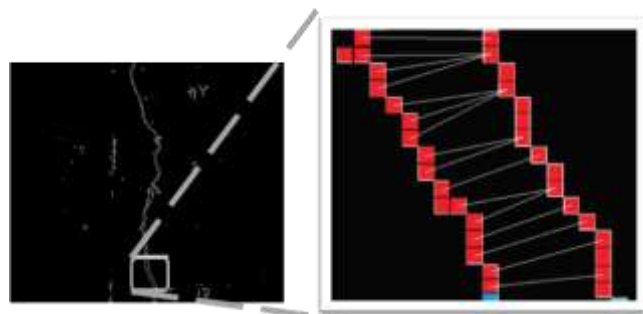


図-2 自動抽出したひび割れのプロット

2.2 ひび割れ幅の定義

本研究では、提案する手法によって評価されたひび割れ幅の精度を検証するため、マイクロスコープによって測定されるひび割れ幅を比較対象とした。ただし、比較対象とするひび割れ幅は、ひび割れ表面に浮きや、はく離が存在しない箇所で計測されたものとした²⁾。

図-1 にひび割れ幅抽出フローを示すが、提案する手法では、まず撮影されたひび割れ画像の濃淡の線形補正を行うことで 41×41 ピクセルの画像を 4001×4001 ピクセル画像に変換させ、その後2値化処理し、ひび割れ間の境界を決定する。なお本研究では、ひび割れ境界部のピクセル間を結ぶ直線の中で最短となる直線の長さをひび割れ幅と定義した(図-2 参照)。

3. 試験概要

3.1 試験体および実験状況

本研究では、2点曲げ載荷された鉄筋コンクリート梁に発生した曲げひび割れ幅を、一般的に使用されている CCD イメージ・センサのデジタルカメラ(CASIO EX-Z550)で撮影した画像を用いた。撮影環境は、撮影角度 0 度、撮影距離 0.5m である。

キーワード：デジタルカメラ法 ひび割れ幅 自動抽出

連絡先：〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学 勝木研究室 E-mail : h07078@shibaura-it.ac.jp

3.2 実験方法

自動抽出したひび割れ幅の値(pixel)とマイクロスコープの測定値の値(mm)を比較するため、以下の空間解像度の論理を使用して1ピクセルをmm単位で評価した。

水平位置の精度 = $\frac{H}{f} \sigma p$ (1)

ここで、 $f(\text{mm})$ は焦点距離、 $H(\text{m})$ は被写体までの距離、 $\sigma p(\mu\text{m})$ は座標測定精度である。

図-3にマイクロスコープで計測したひび割れポイントを示すが、マイクロスコープの計測では、各ポイントで3か所のひび割れ幅を測定した。なお個人差による誤差軽減のため各箇所を5人で計測し、その平均値をマイクロスコープによる各箇所のひび割れ幅測定値とした。

4. 結果

表-2には、マイクロスコープによる測定値と、式(1)より評価された1pixelの長さ(0.04mm)を用いて自動抽出されたひび割れ幅の最大値を示す。また、図-4にはひび割れ幅の自動抽出結果を示す。なお、ひび割れ幅の検証は、1.6mm以下のひび割れ幅で行った。なお、マイクロスコープの最小目盛りは0.02mm、プログラム上の1pixelの精度は0.04mm±0.0004mmである。自動抽出されたひび割れ幅とマイクロスコープで計測された各ポイントの平均値との差は、ポイント1では平均二乗誤差の7.5倍、ポイント2では1.6倍、ポイント3では1.7倍となった。このことより、ポイント1では大きな誤差が生じた結果となった。

表-2 比較実験 計測結果

マイクロスコープ 測定値(単位 mm)							
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均	二乗平均誤差
ポイント1	0.34	0.39	0.32	0.36	0.34	0.35	0.024
ポイント2	0.36	0.36	0.18	0.24	0.22	0.272	0.074
ポイント3	0.36	0.26	0.26	0.24	0.28	0.28	0.042
自動抽出 結果							
	1回目	マイクロスコープの平均値と自動抽出した結果との差					
		誤差					
ポイント1	0.53	ポイント1 0.18					
ポイント2	0.39	ポイント2 0.12					
ポイント3	0.35	ポイント3 0.07					

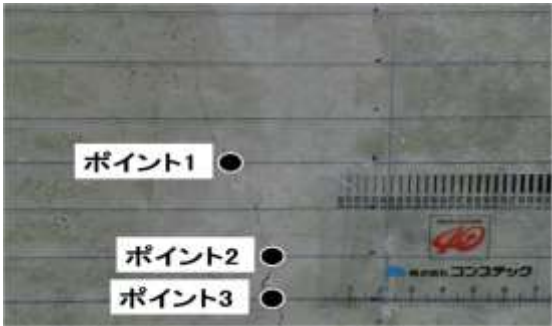


図-3 対象となるひび割れ幅

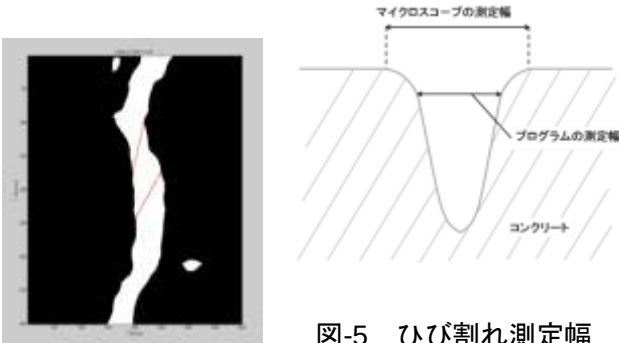


図-4 ひび割れ幅自動抽出画像

5. 考察

図-5に示すように、自動抽出により得られるひび割れ間とマイクロスコープで測定したひび割れ間が異なる可能性がある。これはプログラムにより抽出したひび割れ幅が、照明などにより若干表面より入りこんだ箇所となるためだと考える。今回の結果では、完全に一致するポイントで双方を比較でなかったことが誤差の生じた原因だと考えられる。

6. 結論・課題

- 今回の比較実験より、プログラム自体の精度は0.01pixel=0.0004mmでひび割れ幅抽出と高い精度を確認することができたが、以下の課題が挙げられる。
- (1) 本研究で使⽤したひび割れ部分は、剥離・色落ちなどの影響のない箇所を⽤した。そのため剥離・色落ちの影響がある箇所の測定を今後検討する必要がある。
 - (2) マイクロスコープとプログラムの測定点を完全に一致させることがでなかったことにより、精度よくひび割れ幅を評価できなかった。
 - (3) サブピクセル処理・空間分解能の疑似的な向上。

参考文献

1) 2007 年制定 コンクリート標準示方書(維持管理編)
2) 日本非破壊検査協会 NDIS3418 コンクリート構造物の目視試験方法