

## レーザーポインタの光を活用した撮影画像内のひび割れ長計測方法

日本電信電話（株）アクセスサービスシステム研究所 正会員 ○田中航, 内堀大輔, 川端一嘉  
 日本電信電話（株）アクセスサービスシステム研究所 非会員 高橋宏行

### 1. はじめに

コンクリート表面のひび割れに水や汚れが浸透して内部の鉄筋に到達すると、鉄筋が腐食し耐力低下が発生する。そのためコンクリート構造物の定期点検ではひび割れの状況等を目視点検し、補修や補強、および更改の判断を行っている。本点検においてはひび割れの有無だけではなく、劣化の進行度を推定するためのひび割れ長計測が重要となるが、高所にひび割れが発生した場合など、直接計測が困難な事例があることが課題である。この課題に対し、事前にひび割れ付近にマーカを設置し、撮影画像を用いてひび割れを高精度に計測する技術が提案されている。<sup>1)</sup>本稿ではレーザーポインタの光を用いることで、ひび割れ長さを簡易かつ高精度に計測する手法について述べる。

### 2. ひび割れ計測方法の概要

本方法は、撮影者が撮影機材と一体とした光点出力装置を用いてひび割れを計測することを特徴としており、計測対象に対する事前準備が不要となり、かつ撮影壁面の傾き補正することができる。以下に光点出力装置の詳細と計測手順について説明する。

#### 2-1. 光点出力装置

光点出力装置の構成を図-1に示す。本装置は撮影用のぞき穴と、のぞき穴を中心として既知の距離 $R$ でT字状に配置された3つのレーザーポインタで構成され、図中の $z$ 軸方向に光点を出力する。測定時は、のぞき穴と撮影カメラのレンズ位置を一致させ、のぞき穴を通した撮影画像内に3個の光点を写り込ませて撮影し計測を行う。

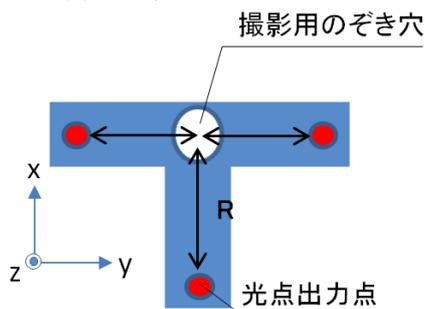


図-1 光点出力装置の概要図

#### 2-2. ひび割れ長の計測手順

本方法ではひび割れの長さの計測と撮影壁面までの距離、撮影壁面の傾きの計測を実現しており、以下ではその手順について説明する。まず点検前の準備として、既知の撮影距離( $D_0$ )において、図-1に示す長さ $R$ を有する物体を撮影し、撮影された画像中での距離 $R$ の画素数( $G_0$ )を取得する手順が必要となる。

点検作業では計測対象となるひび割れと3つのレーザーポインタの光が同時に画像に収まるように撮影する。ひび割れの長さは、撮影画像の画素分解能にひび割れの写る画素数を乗ずることで求めることができる。撮影画像の画素分解能を $M$ とした時、正対した壁面では光点間の距離が変化しないため、図-2で示す光点A、B間の距離 $G_1 + G_2$  (pixel)を用いて以下の式で求められる。

$$M = \left( \frac{2R}{G_1 + G_2} \right) \quad (1)$$

また撮影者から光点Aまでの距離を $D_1$ とした時に撮影距離とひび割れの写る大きさが反比例の関係にあることを利用して以下の式のように求められる

$$D_1 = D_0 \times \left( \frac{G_1}{G_0} \right) \quad (2)$$

最後に壁面の傾きを図-3の $\theta$  ( $^\circ$ )とした時、光点の壁面までの距離差を次の式で求められる。

$$\theta = \frac{180}{\pi} \times \text{Arctan} \frac{(D_1 - D_2)}{2R} \quad (3)$$

また同様に $D_3$ を用いて $\theta$ と直交方向の壁面の傾きも計測可能である。

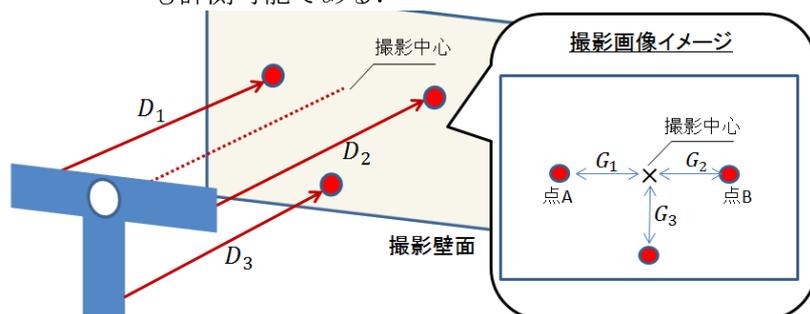


図-2 ひび割れ計測方法の概要

キーワード：画像処理技術 コンクリート面 ひび割れ 計測

〒305-0805 茨城県つくば市花畑 1-7-1 田中 航 (たなか わたる) Tel:029-868-6219

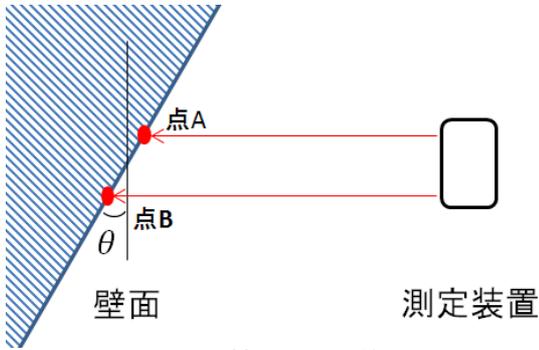


図-3 ひび割れ計測の俯瞰図

3. 原理検証実験

3-1. 大きさ計測実験

提案手法によるひび割れ長の計測精度を評価するために以下のような実験を行った。計測対象として図-4のようなひび割れ（直接計測による実測値 209 mm）を準備し、撮影距離を変化させて本手法による計測精度を評価した。

実験条件として 800 万画素のカメラを用いて撮影し、光点出力装置は  $R = 100$  (mm) で構築した。また測定の初期値は 1m の距離で測定した結果を用いて  $D_0 = 1$  (m),  $G_0 = 516$  (pixel) とした。また壁面の傾き  $\theta$  は 0度の条件で、撮影距離を 0~5m の範囲を 0.5m 間隔で距離を変え 10 回の計測を行った。

実験の結果は図-5 のようになった。5m 離れたひび割れも 10mm 以下の精度で計測できていることから、本手法により現状の点検で行われている目視計測に劣らない精度で、高所などの直接計測が困難なひび割れを計測することが可能であると考えられる。

3-2. 傾き計測実験

傾き計測に関しては、数値計算による検証の結果、距離の二乗に比例して光点位置が撮影距離に与える影響が大きくなり、30度の傾きを計測する場合 2m 以上先では、光点位置の計測精度に 1 画素以下の精度が求められることを確認している。そのため 2m 以上先は計測不能とし 0~2m の距離で計測実験を行った。

実験に用いるカメラ、光点出力装置、及び測定の初期値は 3-1 の実験と同じ条件とし、また壁面の傾き  $\theta$  は 30 度として、撮影距離を 0~2m の範囲を 0.5m 間隔で距離を変え  $\theta$  の計測を 4 回行った。

実験の結果を表-1 に示す。距離が離れるにつれて計測精度が悪くなる傾向が見られるが 2m 以内の距離ならば 10 度以内の誤差で角度計測ができ、本手法によって傾き計測が可能であることを確認できた。傾き計測の精度改善、および傾き計測ができる撮影距離を延

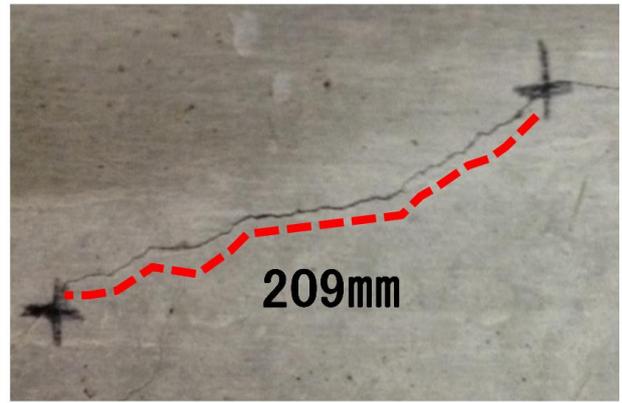


図-4 実験に用いた撮影壁面

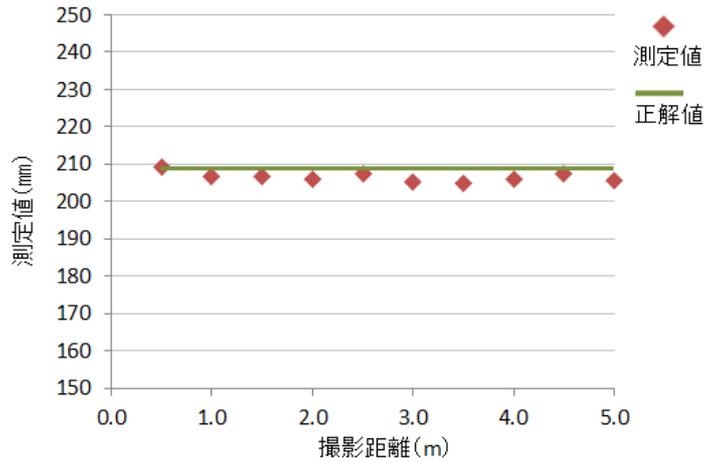


図-5 ひび割れ長計測結果

表-1 傾き計測結果

撮影距離(m)	0.5	1.0	1.5	2.0
測定角度(°)	33.3	27.2	25.5	20.7
誤差(°)	3.3	-2.8	-4.5	-9.3

伸するためには、レーザーポイントの配置を再検討する必要があります。今後の課題である。

4. まとめ

遠隔に存在するひび割れを撮影画像から、長さの基準を壁面などに事前に与えることなく高精度にサイズ計測ができるひび割れ長計測手法を提案した。撮影壁面の傾き角度の計測については 2m 以内の近距離では計測が可能であることも確認できた。

今後は、光点出力装置の仕様をさらに検討し角度計測の精度改良を進める予定である。

参考文献

- 1) 佐野浩, 後藤和夫, 堀内宏信, 大澤廣: “マーカとデジタルカメラを利用したひび割れ計測システムの開発”, 土と基礎 52(6), 22-24, 2004-06-01.