

ステレオカメラを用いたコンクリートひび割れ進展の把握

芝浦工業大学 学生会員 ○小林 潤一
 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

1. はじめに

コンクリート構造物の主な日常点検は目視により点検されているが、目視点検では技術者の技量や経験に左右され、結果を定量的に記録することが困難であるなどの問題点がある。その対応策としてデジタルカメラを用いた点検方法が考えられている。しかし、単カメラを用いた点検では角度や照明などの撮影時の制約が多いため、その解決策としてステレオカメラを用いて、三次元計測することが考えられている。既往の研究では、ひび割れ箇所の抽出手法[半田]¹⁾およびステレオカメラを用いたひび割れの計測手法[山下]²⁾を提案している。そこで本研究では、曲げひび割れ幅の進展・経年変化を把握することを主眼とし、ステレオ画像でひび割れを計測した。

2. 手法

2.1 処理概要

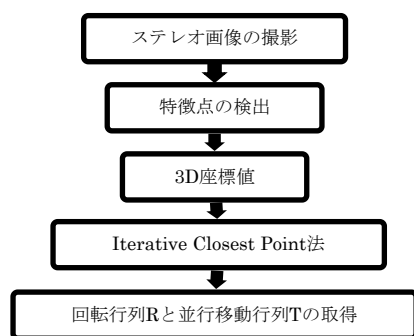


図-1 処理の流れ

図-1に処理の流れを示す。固定基線ステレオカメラを用いた定点観測では、計測対象とカメラとの相対位置関係が固定であるため、画像差分処理により変化量を抽出することで、経年変化（ひび割れ量の変化）を三次元座標値で捉えることは容易である。しかし定点観測を行わない場合は、計測対象とカメラとの相対位置関係が未知となるため、カメラの撮影位置や撮影方向を高精度に再現した、機材の据付

が必要となる。しかしながら、0.1mm程度の絶対精度でひび割れを計測する場合には、当然ながら、0.1mm程度の絶対精度での据付が求められるため、同じ位置および方向で撮影することは不可能である。

2.2 ひび割れ進展変化把握のためのデータ差分

コンクリート表面に、三次元座標値が既知の基準点を複数設置することができれば、外部標定を行うことで、計測対象とカメラとの相対位置関係を厳密に決定することができる。これにより、定期点検時に任意の位置にカメラを設置しても、定点観測と同等の精度で、経年変化を捉えるための観測を達成できる。また、固定基線ステレオカメラを用いた計測においては、三次元座標値が未知の基準点もしくは特徴点を用いても、同様のことが達成できる可能性がある。そこで、本研究では、計測対象とカメラとの相対的な位置関係がそれぞれ異なる、複数の固定基線ステレオデータに対して、Iterative Closest Point (ICP) 法を適用し、これにより取得される回転行列 R と並行移動行列 T を用いて、時系列の三次元データの重合せ処理を行うことにより基準点の設置を不要とした計測であっても、ひび割れ進展における各種変化量を把握することができる。なお、ステレオカメラ計測においては、精密な焦点距離の推定やレンズ歪みの除去などが必要となるが、これらは内部標定により求める。

3. 実験

実験の流れを図-2に示す。全長120cm、幅10cm、高さ15cmの鉄筋コンクリート供試体に標識を貼り、発生した曲げひび割れをステレオカメラで撮影した。カメラの仕様を表-1に示す。今回はせん断力に強くするため、また一度発生したひび割れが戻りにくくするためにコンクリートに鋼繊維を混ぜて供試体を

キーワード：デジタルカメラ法、コンクリートひび割れ進展、三次元

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: h08041@shibaura-it.ac.jp

作成した。荷重をかけて、ひび割れが発生（進展）したら除荷を行い、撮影位置に移動して撮影という流れで実験を繰り返した。载荷 STEP と得られた実測データを表-2 に示す。今回の実験では、毎回手で供試体を移動させてから撮影し、定点観測を行わない任意の位置での撮影を再現した。実験状況を図-3 に示す。なお、カメラの精度は 0.033mm とした。

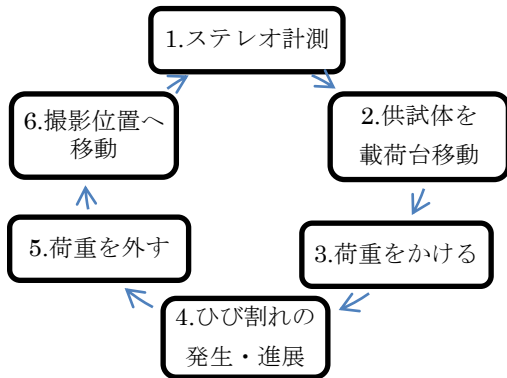


図-2 実験の流れ

表-1 カメラ仕様

仕様カメラ	Nikon D300
画像サイズ	2144×1424
焦点距離	35mm
基線長	150mm



図-3 撮影状況

表-2 载荷 STEP と実測データ

	STEP1	STEP2	STEP3	STEP4	STEP5
最大荷重	9KN	11KN	13KN	13KN	13.2KN
ひび割れ幅 (载荷中)	初期 ひび割れ	0.20mm	0.30mm	0.45mm	0.75mm
ひび割れ幅 (除荷後)	初期 ひび割れ	0.05mm 未満	0.15mm	0.25mm	0.70mm
ひび割れ長さ (除荷後)		8.2cm	10.8cm	11.9cm	12.2cm

図-4. 5. 6は、ステレオ画像から生成した色付き点群データである。これは、ステレオ画像上の任意の点を選択することで、ひび割れ長さやひび割れ幅を三次元座標値で取得できることを示している。

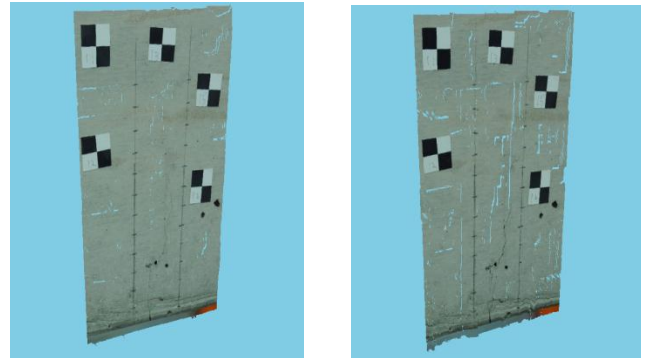


図-4 STEP3 色付き点群
データ

図-5 STEP4 色付き点群
データ



図-6 STEP5 色付き点群データ

4. まとめ

今回の実験では、Iterative Closest Point (ICP) 法を適用し、三次元データの重ね合わせを行うことにより基準点の設置を不要とした計測であっても、ひび割れ進展における各種変化量を把握することを確認できた。

参考文献

- 1) 半田祥平, デジタルカメラによるコンクリートひび割れ幅測定の実証, 2011 年 3 月 第 38 回関東支部技術研究発表会, V-67,
- 2) 山下直哉, ひび割れコンクリートを対象としたステレオ計測の高精度化, 2011 年 3 月 第 38 回関東支部技術研究発表会, V-65,

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