

一眼レフカメラを用いたコンクリート構造物表面のひび割れ幅測定器の開発に関する検討

JR 東日本コンサルタンツ (株)	正会員	○ 赤堀 誠
JR 東日本コンサルタンツ (株)	フェロー会員	小林 薫
東日本旅客鉄道 (株) JR 東日本研究開発センター	正会員	小林 寿子
東日本旅客鉄道 (株) 建設工事部	正会員	山下 洋平

1. はじめに

コンクリート構造物の維持管理において、ひび割れの検査は、内部損傷状況調べ等の詳細な調査の必要性を判断するための重要な情報を与える資料となる。ひび割れ幅の測定は、構造物の耐久性や劣化原因を推定する上で、極めて重要な測定指標とされる¹⁾。ひび割れ幅を測定する場合、現状、クラックスケールを用いて、目視でひび割れ幅を測定している。図-1のコンクリート壁に発生している5箇所のひび割れを4名の測定者により、クラックスケールを用いてひび割れ幅を測定した結果、マイクログラフにより計測したひび割れ幅に比べ、最大で30%の測定誤差が生じた。一方で、既往の研究²⁾で開発した、スマホとカメラを用いた測定器(接触型)を用いることで、測定誤差が小さく、測定値のばらつきを小さくできることを確認している。それぞれの測定結果を図-2に示す。しかしながら、現状は用地内に入って測定する事が困難な場合がある。今回は、用地外からひび割れ幅を簡易に測定する事を目的とし、レーザー照射機とカメラを用いた簡易測定器(非接触型)について、同じ測定箇所において、測定方法(自動・手動)、対象ひび割れ幅、測定距離をパラメーターとして検討したので報告する。



図-1 測定箇所

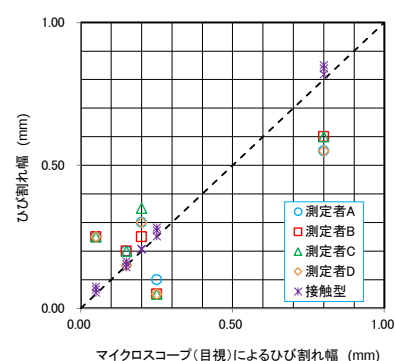


図-2 ひび割れ幅測定結果

2. 測定器概要

測定器は、一眼レフカメラ(5184×3456, 1800万画素 3:2)と、基準となるレーザー照射機(4点)を使用した(図-3)。このレーザー照射機から発するレーザー4点は、すべて平行であり、カメラと躯体までの距離にかかわらず、4点間の距離は一定の幅となる。

3. 測定方法

レーザー照射機からレーザーを4点照射し、レーザー4点とひび割れが写るように写真を撮影(図-4)し、PCへ保存した写真上のレーザー点(4点)を認証する(図-5)。レーザー4点間の距離(ピクセル数)から、ひび割れ幅を自動測定する。ひび割れ幅の認識は、輝度差を用いた。点間距離は既知のため、これを基準とし、点間の画素数(n ピクセル)と、点間の距離(a mm)より1ピクセル当たりの分解能(a/n mm)を算出する。よって、ひび割れ部の画素数×分解能により、ひび割れ幅を算出できる。また、測定位置がずれている場合、測定位置を手動で移動させ測定できるようにした。



図-3 測定器

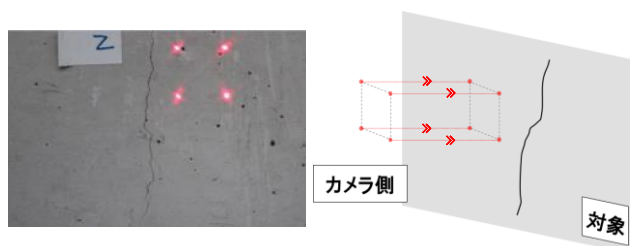


図-4 撮影画像

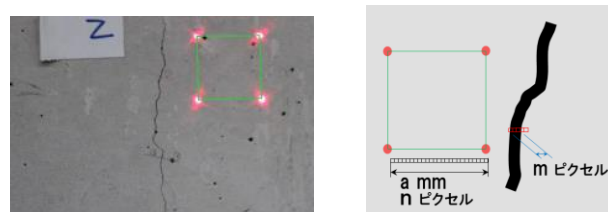


図-5 レーザー点認証

キーワード ひび割れ幅、クラックスケール

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2-479 JR 東日本研究開発センターフロンティアサービス研究所 TEL048-651-2552

4. 測定結果・考察

コンクリート壁に発生している5箇所のひび割れ幅をそれぞれ測定距離 1.5m,2.0m,2.5m,3.0mで測定した.マイクロスコープ(25 倍)で測定した結果を正値とし,比較した.

(1) 本測定器による測定結果

図-6 に本測定器による測定結果と,マイクロスコープによる測定結果の関係を示す.自動測定では,測定距離やひび割れ幅に関わらず,本測定器による測定結果が,正値の 0.7~2.2 倍の範囲で,ばらつきが見られた.手動測定修正(ひび割れ縁端部を手動で指定できる機能)により,本測定器による測定結果が,正値の 1.7 倍程度となり,自動測定に比べ,正値に近づけることができた.表-1 に手動測定修正後の測定結果を示す.

表-1 手動測定修正後の測定結果					
測定距離 (m)	ひび割れ幅 (mm)				
	0.05	0.15	0.20	0.25	0.80
1.5	0.063	0.188	0.219	0.276	0.740
2.0	0.057	0.171	0.281	0.311	0.755
2.5	0.087	0.217	0.216	0.318	0.782
3.0	0.103	0.205	0.253	0.446	0.766

(2) 各ひび割れ幅の比較

図-7 に各ひび割れ幅と,測定値と正値の比を示す.手動測定修正により,ひび割れ幅が大きいほど,測定値と正値の差が小さくなり,測定値のばらつきも小さくなっていった.

(3) 各測定距離の比較

図-8 に各測定距離と,測定値と正値の比を示す.手動測定修正により,測定距離に近いほど,測定値と正値の差が小さくなり,測定値のばらつきも小さくなっていった.

5. まとめ

測定の範囲内で得た結果を下記に示す.

- (1) 本測定器によるひび割れ幅の測定結果では,自動測定では測定距離やひび割れ幅に関わらず,正値の 0.7~2.2 倍の範囲でばらつきが見られた.手動測定修正により,正値の 1.7 倍程度となり,自動測定に比べ,正値に近づけることができた.また,自動測定の場合,ひび割れ幅を大きく評価する傾向があった.
- (2) 各ひび割れ幅の比較では,手動測定修正により,ひび割れ幅が大きいほど,測定値と正値の差が小さくなり,測定値のばらつきも小さくなっていった.
- (3) 各測定距離の比較では,手動測定修正により,測定距離に近いほど,測定値と正値の差が小さくなり,測定値のばらつきも小さくなっていった.
- (4) 測定距離が遠い場合や,ひび割れ幅が小さい場合,ひび割れ内の画素数が少なくなるため,誤差が大きくなる.今後の課題として,解像度の高いカメラを用いるか,高解像度処理などが必要である.

参考文献

1) 山口友之,橋本周司:既設コンクリート構造物におけるひび割れ幅の実画像計測/ 電学論C127 巻 4 号 p.605-614
2) 赤堀 誠,小林 薫,佐々木 尚美,小林 寿子,山下 洋平:スマホとカメラを用いたコンクリート構造物のひび割れ幅測定器の開発に関する検討/ 土木学会第 74 回年次学術講演会,VI-478,2019.9

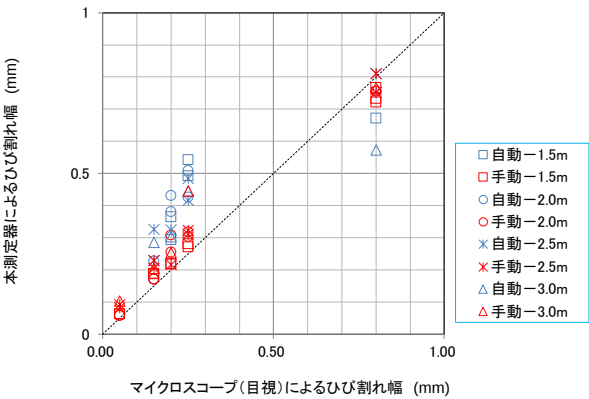


図-6 自動手動測定結果

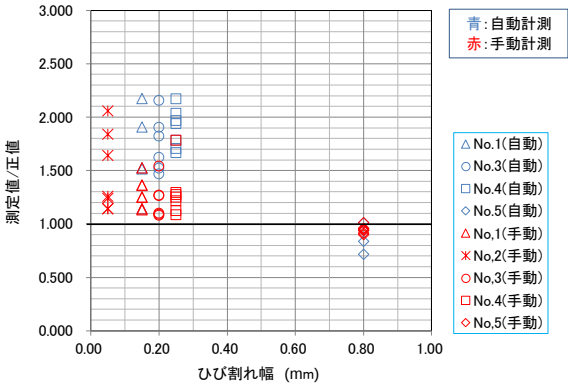


図-7 各ひび割れ幅の比較

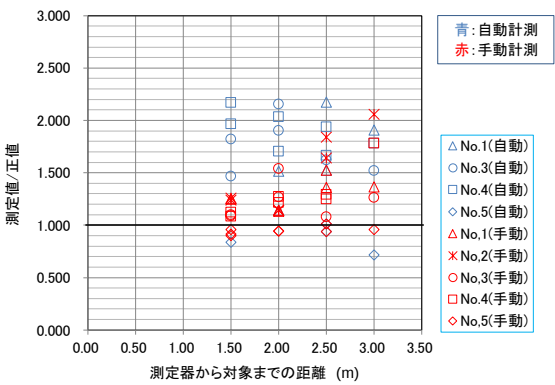


図-8 各測定距離の比較