

デジタル画像による配筋検査システムの現場試行における精度検証

オフィスケイワン (株) 正会員 ○保田 敬一 (株) IHI インフラ建設 正会員 若林 良幸
 (株) IHI インフラ建設 岩瀬 真淑 (株) IHI インフラ建設 草薙 裕樹
 国土交通省 東北地方整備局 長岐 貞行

1. はじめに

従来、鉄筋コンクリート構造物の配筋検査においては、発注者が現場に臨場して施工者が複数人で検測ロッドやノギス、鉄筋マーカー、記録用の野帳を用いて行っていた。この従来作業における受発注者の効率化を目的として、所定の性能を有するデジタルカメラと校正プレートを用いて、コンクリート構造物の鉄筋組み立て時の配筋状況を撮影し、その画像データから鉄筋径と鉄筋間隔の計測が可能な「デジタル画像による配筋検査システム」を開発した。本稿では、開発システムの計測精度について報告する。

2. デジタル画像による配筋検査

(1) 鉄筋出来形検査試行概要

2021年9月～2022年1月にかけて、新設の橋梁上下部工、補強工事の現場で鉄筋の径、間隔の測定作業を手計測による従来手法と開発システムによる計測値を取得し比較した。使用したカメラは一眼レフデジタルカメラ（標準レンズ28mm、広角レンズ20mm）、コンパクトデジタルカメラ、スマートフォンカメラ、UAV搭載デジタルカメラの6種類とし、市販で入手容易なものとした（表-1, 2）。計測対象の鉄筋径は、D13～D51（D38, D41を除く）であった。

天候	気温	工事名	種別	撮影機材	撮影距離	鉄筋径
晴れ	20℃	F橋	上部工床版	一眼レフ28mm	2.5m	D16, 19, 22
曇り	18℃	K橋	橋台側壁	一眼レフ28mm	1.5m	D25, 32
晴れ	18℃	O高架橋	橋脚拡幅	一眼レフ28mm/20mm	2.5m	D16
曇り	12℃	N橋	橋台パラペット	一眼レフ20mm, スマホ	2m	D13, 19, 25, 35
曇り	10℃	O橋	上部工床版	一眼レフ20mm	2.5m	D13, 19, 25
晴れ	15℃	M橋	上部工床版	UAV2機種, スマホ	5～8m	D22
晴れ	10℃	F橋脚	柱	一眼レフ20mm, スマホ	1.5m	D22, 51
曇り	1℃	O橋	ウェブ	コンパクトカメラ	2～3m	D13, 16, 22, 29

表-1 試行現場概要と対象鉄筋径

No	撮影機材	スペック
1	一眼レフ標準レンズ(28mm)	焦点28mm, F2.0, 30MP
2	一眼レフ広角レンズ(20mm)	焦点20mm, F2.0, 30MP
3	コンパクトカメラ	焦点24mm, F1.8, 20MP
4	スマートフォンカメラ	焦点19mm, F1.0, 20MP
5	UAVカメラ(Mavic Air)	焦点24mm, F2.8, 48MP
6	UAVカメラ(Inspire2)	焦点35mm, F2.8, 24MP

表-2 撮影カメラスペック

(2) 開発システムの作業手順

手順は、最初に配筋面に画像の歪みを校正するための校正プレートを設置、カメラにて配筋面を撮影する。



図-1 作業フロー

図-2 準備作業、カメラごとの撮影方法、解析作業の状況

キーワード：配筋検査、デジタルカメラ、画像解析技術、生産性向上、ICT技術

連絡先：〒550-0013 大阪府大阪市西区新町 1-10-2 オフィスケイワン(株) TEL06-6567-8951

画像をパソコンに転送し、専用の画像解析ソフトウェアで鉄筋の径、間隔、本数を計算し合否判定を行う。不合格の場合は配筋を修正し再撮影し、合格の場合は Excel の検査帳票を出力して完了となる。図-1 に、作業フロー、図-2 に準備作業、カメラごとの撮影方法、解析作業の状況を示す。

3. 鉄筋間隔の計測精度

鉄筋間隔に対して、従来の手計測と開発システムによる実測値との差をカメラ機種ごとに精度検証を行った(図-3)。広範囲を撮影可能な広角レンズの一眼レフデジタルカメラや UAV 搭載デジタルカメラ、および廉価なコンパクトデジタルカメラでシステムの計測値と手計測値と比べた結果、 $\pm 5\text{mm}$ 以内に収まっていることが確認できた(図-4)。また、広角レンズを用いた撮影は標準レンズに比べてややばらつきは大きいですが、後述する適切な撮影方法とすることで実用精度を確保しつつ、ばらつきを改善できることがわかった。

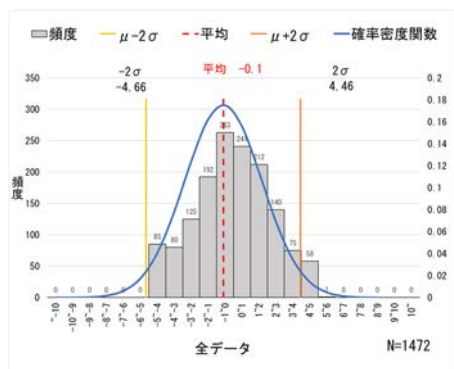


図-3 全体の鉄筋間隔誤差の正規分布

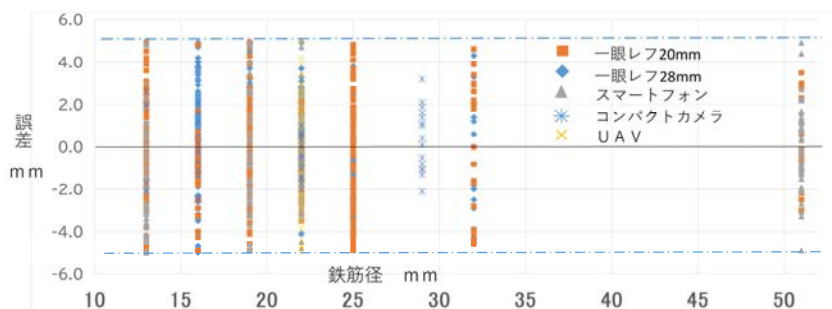


図-4 開発システムと従来の鉄筋間隔誤差(鉄筋径毎)

4. 考察

配筋面から 1.5m 離れた位置で撮影した際の 1 枚の画像範囲をカメラ機種ごとに示した(図-5)。新たに試行したこれらのカメラでは一眼レフの標準レンズに比べて 1.2 倍~1.5 倍の範囲を撮影できるため、橋脚の足場上などの狭い空間で検査する際に撮影枚数を減らすことが可能となり、解析作業の効率化が図れる。

今回の試行により、①市販で入手可能な数万円のコンパクトカメラでもキャリブレーションを確実に行うこと(カメラ・レンズごとの校正ファイルの適切利用)、②配筋面にできるだけ正対して撮影すること、③校正プレートを配筋面に平行に設置することで、十分な実用精度を確保できることがわかった(図-6)。これにより、現場の撮影空間や対象部位ごとにカメラ機種および撮影方法の選定が可能となり、デジタル配筋検査の運用性の向上が期待できる。

5. おわりに

1 インチや APS-C など大型センサーを搭載したコンパクトカメラ、スマートフォンカメラの登場により、撮影機材のダウンサイジングが可能となったため可搬性が向上した(図-7)。開発システムの社会実装に向けてさらなる改良・整備を進めていく。最後に、本試行にあたり、ご指導・助言を頂いた国土交通省の方々、試行現場を提供いただいた関係者の方々に、深く感謝の意を表します。

(参考文献)

1) 若林良幸ら: 画像解析技術およびMR技術を用いた橋梁の配筋計測精度に関する一考察, プレストレストコンクリート工学会 第30回シンポジウム論文集(2021年10月)

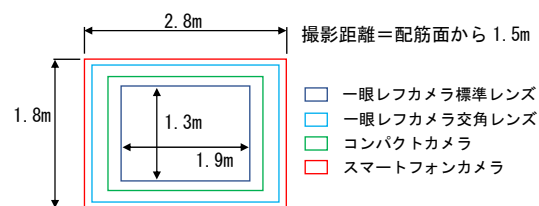


図-5 カメラごとの撮影範囲

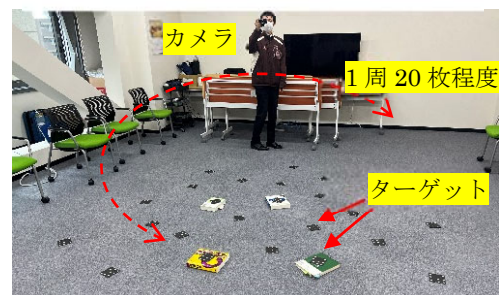


図-6. キャリブレーション作業



図-7. デジタル配筋検査機材例