

3 眼カメラ配筋検査システムのハード・ソフトの高度化

清水建設株式会社 正会員 ○吉武 謙二 小木曾 淳弥 田中 直樹
 シャープ株式会社 徳井 圭 北浦 竜二 水木 健光 岩内 謙一
 株式会社カナモト 高橋 真琴

1. はじめに

建設業界の長年の課題である配筋検査の生産性向上のため、国土交通省の PRISM¹⁾を中心に技術開発が行われている。筆者らも施工者と監督員の生産性・安全性向上を目的として、3 眼カメラ配筋検査システムを開発し²⁾、PRISM で 2 期、A と高い評価を受け発注者の段階確認に日本で初めて採用された。その後も、日射や天候、配筋仕様などの異なる 60 現場以上の撮影画像を用いて、計測精度向上のためアルゴリズムを改善した。また、ユーザーからの改善要望を抽出し、使い勝手やシステムの安定性などのハード面や、処理速度や GUI などのソフト面を改善した。本報では、改善したシステムの概要と鉄筋径や鉄筋間隔に関する計測精度について記載する。

2. システムの機能

システムの外観を写真 1, 2 に、従来システムの外観を写真 3 に示す。第 1 世代は現場で使用しやすいモバイル型とし、その後、ハード面では大きく 3 度改良し、第 2 世代では防水機能や持ちやすさなどの使い勝手の改善、第 3 世代では頑強性やバッテリーの ON/OFF スwitch の追加などの改善を実施した。最新の第 4 世代では以下の改善を実施した。

- ①カメラへの給電をバッテリーからではなく、タブレットからとすることにより、従来生じていたカメラの接続エラーのリスクを除去した。
- ②タブレットを高性能化することで、ユーザーニーズの高い帳票作成の高速化を実現するとともに、雨天時や直射日光下での画面操作性を向上した。
- ③タブレットのポートやスロットをカメラに接続した状態で使用でき、かつ、簡単にタブレットを取り外せる構造とすることで、ユーザーの使い勝手を向上した。
- ④LED ライトを着脱式にし、暗所作業のない現場での利便性を向上した。第 4 世代も従来同様に、防水機能や照明があるため雨天時や暗所、寒冷



写真1 システム外観（第4世代）



写真2 システム使用状況



写真4 検査結果の例



写真3 システム外観（左：第3世代、中央：第2世代、右：第1世代）

キーワード：配筋検査、ステレオカメラ、画像処理、PRISM

連絡先：〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 Email: yoshitake@shimz.co.jp

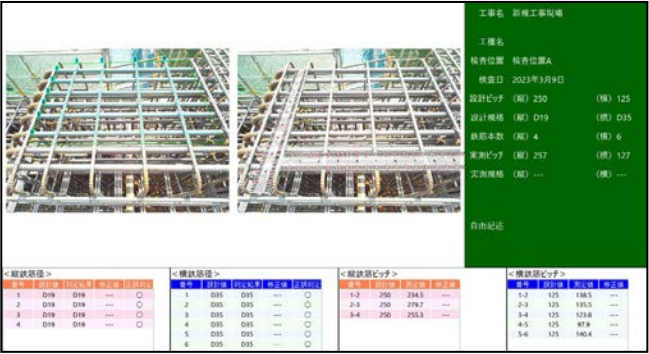


写真5 検査帳票の例

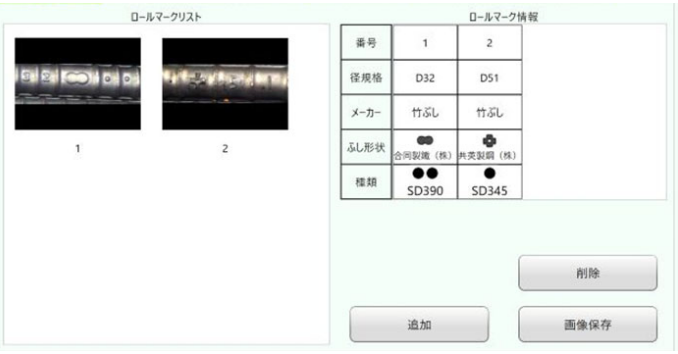


写真6 ロールマーク照合機能

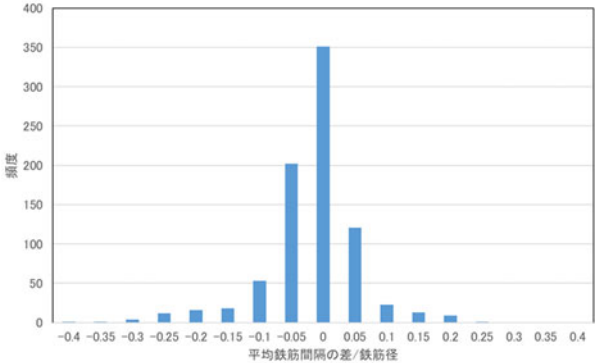


図1 正規化した平均間隔誤差のヒストグラム

表1 鉄筋規格判定率

	鉄筋 本数	過検出 鉄筋本数	未検出 鉄筋本数	鉄筋 検出率	鉄筋径 正解率
縦鉄筋	11,443	1	1	99.99%	91.94%
横鉄筋	7,791	0	0	100.00%	88.28%
全体	19,234	1	1	99.99%	90.46%

地でも使用可能である。1人で撮影するだけで、ブレースなどの異物を自動除去し、インターネット環境のない場所でも鉄筋径、本数、画像内の任意の縦・横方向の測線での鉄筋間隔などの測定結果を約5秒で確認できる(写真4)。写真5に示すように、計測結果や電子検尺ロッド、電子黒板が同時に一つのJPEGファイルで出力でき、従来の検査帳票ではなかった写真と帳票の鉄筋番号の関連付けができる。重ね継手長さや任意の2点間距離、広範囲検査のための複数結果統合、スパーサーやせん断補強筋数算定、改ざん検知、鉄筋種類を容易に確認するためロールマーク照合機能も有する。なお、鉄筋径や間隔に誤りがある場合は現場でのみ修正できる。撮影距離は配筋面に対して0.9~1.8m程度とし、45度以内の角度であれば計測が可能である。撮影距離1.3mの場合の計測範囲は、約1.1m四方である。撮影ソフトを起動後、カメラを稼働させた状態において、3時間20分程度動作する。遠隔臨場はシステムのカメラとWeb会議システムの画面共有機能を利用して対応可能である。

3. システムの鉄筋間隔、鉄筋径判別の計測精度

スケールとシステムを用いた平均間隔の誤差と頻度との関係を図1に、縦、横方向の鉄筋検出率や鉄筋径正解率を表1に示す。平均間隔誤差の鉄筋径で正規化した値は、±0.15以内に95%入っており、国土交通省の鉄筋平均間隔の規格値±Φを計測可能である。鉄筋径に関しては、鉄筋検出率99.99%、鉄筋径判定正解率は90.46%であり実用上問題がないことが確認できた。なお、スケールとシステムを用いた個別間隔誤差の値は、±5mm以内に98%入っており、国土交通省の個別間隔の規格値±10mmを計測可能である。

4. まとめ

配筋検査の生産性・安全性向上を目的として3眼カメラ配筋検査システムのハード・ソフトの大幅な改善を行った。従来生じていたカメラの接続エラーリスク除去なども含めた使い勝手や、鉄筋間隔、鉄筋径判定正解率について実証した。その結果、①インターネット環境のない場所でも、約5秒で現場で検査帳票が作成できるなど使い勝手が向上し現場ニーズを満足すること、②鉄筋間隔に関しては国土交通省の規格値を計測可能であり、鉄筋径の計測も実用上問題ない、ことが明らかになった。

【参考文献】1) https://www.mlit.go.jp/tec/tec_tk_000062.html 2) 吉武謙二, 小木曾淳弥, 末松正俊, 北浦竜二: 3眼カメラ配筋検査システムの土木・建築両分野での実用化, コンクリート工学, Vol.60, No.8, pp.669-675, 2022.8