

3 眼カメラによる配筋検査システムの社会実装および導入効果検証

清水建設株式会社 正会員 ○藤井 彰 吉武 謙二 吉田 直樹 松永 英哲
シャープ株式会社 有田 真一 徳井 圭 北浦 竜二 岩内 謙一

1. はじめに

配筋検査の精度維持と省人化・省力化の両立という課題解決のために、3 眼カメラ配筋検査システムを開発し¹⁾、日射や天候、配筋仕様などの異なる 20 現場で延べ 40 回以上の現場実証を実施した。その結果、平均間隔の規格値 $\pm\Phi$ を計測するために十分な精度を有すること、生産性だけでなく、省人化により新型コロナウイルス対策など安全性向上にも貢献できることが明らかになった。本報ではシステムの機能と国土交通省の PRISM²⁾対象現場である東根川橋上部工工事および新思惟大橋上部工工事における生産性や安全性に及ぼす効果について記す。なお、両工事では発注者の段階確認に採用された。

2. システムの機能

システムの外観を写真 1 に示す。重量 3 キロ、幅 300×高さ 200×奥行き 150(mm)で、足場の昇降にも支障がない。1 人で撮影するだけで、鉄筋径、本数、間隔などが記載された検査帳票をリアルタイムに現場で確認できる(写真 2)。付属のタブレット PC で計算するため、インターネット環境のない場所でも使用することができる。クラウドサーバーに転送すれば、遠方のタブレットやパソコンからでも確認できるため遠隔臨場にも対応可能である。防水機能や照明があるため雨天時や暗所、寒冷地でも使用可能である(写真 3)。写真 4 のように複数枚の計測結果を自動的に統合することで広範囲の検査も可能である。1 段目の鉄筋により遮蔽されている 2 段目の鉄筋がある場合にも、遮蔽されている鉄筋が見える異なる角度から撮影した画像を統合することにより対応可能である。

検査結果の改ざんは、結果算出に用いる元データとなる 3 枚のカメラ画像の編集作業が必要であるため、極めて困難である。スケールとシステムを用いた平均間隔の誤差と鉄筋径との関係を図 1 に示す。スケールとシステムの計測誤差は鉄筋径によらず 5mm 以内であった(図 1)。これより、国土交通省の測定項目である鉄筋の平均間隔の規格値 $\pm\Phi$ (Φ は鉄筋径)を判定可能であることを確認した。



写真 1 システム外観

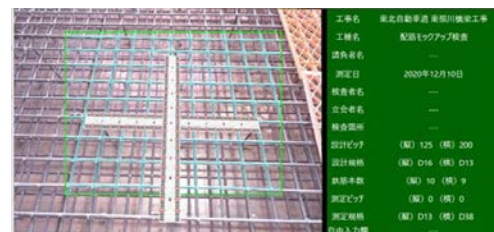


写真 2 帳票の例



写真 3 使用状況(左:雨天時, 右:降雪時)

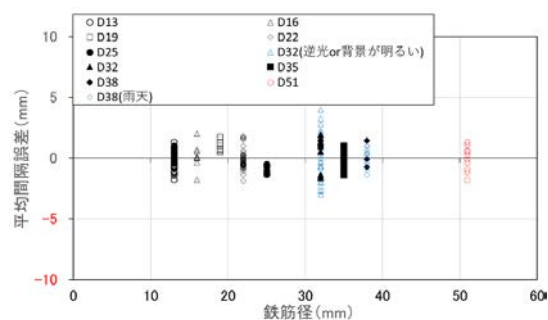


図 1 平均間隔の計測誤差

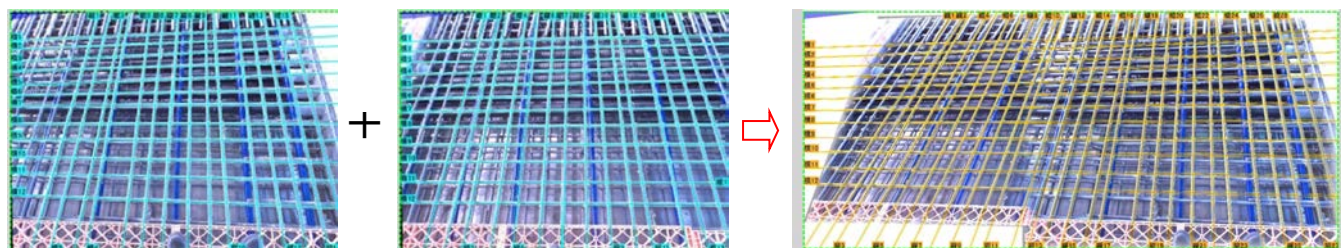


写真 4 自動処理で統合した計測結果(左, 中央: 個別結果, 右: 統合結果)

キーワード: 配筋検査, ステレオカメラ, 画像処理, PRISM
連絡先: 〒980-0801 宮城県仙台市青葉区木町通 1-3-26

TEL 022-267-9176



写真5 検査状況（東根川橋上部工工事）



写真6 検査状況（新思惟大橋上部工工事）

表1 生産性評価（東根川橋上部工工事）

配筋箇所	作業場所	従来検査			システム検査	
		作業時間	人工	人工・時間	作業内容	人工
橋梁上部工 (上床版4力所, 下床版4力所, 側壁2力所)	事務所	2:00	1	2:00	・配筋調書ひな型作成	1
	現場	5:00	2	10:00	・配筋自主検査	1
	事務所	2:00	1	2:00	・配筋調書記入 (自主検査用)	1
	現場	2:00	3	6:00	・段階確認 (配筋検査, 写真撮影, 片付け)	1
	小計			20:00		5:00
削減率(%)		75				

表2 生産性評価（新思惟大橋上部工工事）

配筋箇所	作業場所	従来検査			システム検査	
		作業時間	人工	人工・時間	作業内容	人工
橋梁上部工 (上床版4力所, 下床版4力所, 側壁2力所)	事務所	2:00	1	2:00	・配筋調書ひな型作成	1
	現場	5:30	2	11:00	・配筋自主検査	1
	事務所	3:00	1	3:00	・配筋調書記入 (自主検査用)	1
	現場	1:00	3	3:00	・段階確認 (配筋検査, 写真撮影, 片付け)	1
	小計			19:00		5:40
削減率(%)		70				

3. 橋梁上部工工事における生産性・安全性の評価

東根川橋上部工工事および新思惟大橋上部工工事の現場および配筋検査状況を写真5, 6に、生産性評価結果を表1, 2に示す。東根川橋は橋長236mの3径間連続PCラーメン箱桁橋である。配筋検査は張出し架設の1ブロックで、張出し両側で上床版4回、下床版4回、側壁2回の計10回実施した。従来は自主検査の際に、配筋調書のひな型を事務所で作成し、検尺ロッドやマグネット、黒板などを準備し、現場でスケールを用いて計測し、黒板に計測結果を記入し、写真撮影をして、事務所に戻って帳票を整理していた。自主検査は計測やマグネットの取付けの必要があるため2名で、立会検査は3名で実施していたが、本システムを使用することにより、1名で対応可能であることを確認した。表1に示すように、従来は3名で合計20時間かかっていたが、本システムでは1名により5時間で実施でき、作業時間の75%を削減でき、生産性向上効果を有することを確認した。

新思惟大橋は橋長394mの4径間連続PCラーメン箱桁橋である。本工事でも表2のように、張出し施工時の1ブロック10カ所の配筋検査時間を従来方法と比較して、70%削減できることを確認した。本システムにより、現場での作業時間が大幅に削減すること、マグネットや検尺ロッドの設置の必要がないため、それらの落下の危険性が除去でき、安全性の向上にも寄与することも確認した。さらに、非接触での検査が可能になること、省人化により新型コロナウイルス対策にも有効であることを確認した。この中には遠隔臨場による発注者や品質管理者の時間短縮効果は含まれていないため、遠隔臨場と組合せた場合は、さらに大きい生産性向上効果が期待できる。

4. まとめ

検査の精度維持と省人化・省力化の両立という課題を解決するために、3眼カメラ配筋システムを開発し、PRISM対象現場である東根川橋上部工工事および新思惟大橋上部工工事で発注者の段階確認にも使用し、計測精度や生産性・安全性に及ぼす効果の評価を実施した。その結果、以下の知見を得た。

①スケールとシステムの計測誤差は鉄筋径によらず5mm以内であり、国土交通省の測定項目である鉄筋の平均間隔の規格値 $\pm\Phi$ を判定可能であること、②自主2名、立会3名の検査員数を1名に省人化できるため、配筋検査時間を70%程度削減可能であること、③現場作業時間の短縮や新型コロナウイルスにも有効であることから安全性向上にも貢献できること、が明らかになった。

【参考文献】1) 吉武謙二, 藤井彰, 谷村浩輔, 有田真一: 3眼カメラによる配筋検査システムの開発と社会実装, コンクリート工学テクニカルレポート, pp.931~936, vol.58, No.12, 2020.12, 2) https://www.mlit.go.jp/tec/tec_tk_000062.html