

3 眼カメラによる配筋検査システムの計測精度および効果検証

清水建設株式会社 正会員 ○中野 貴公 吉武 謙二 山田 一宏 藤井 彰 井手 章人
 シヤープ株式会社 有田 真一 北浦 竜二 徳井 圭 岩内 謙一

1. はじめに

配筋検査は、検査帳票作成や検査用具準備、自主検査および段階確認など複数人で多くの時間を要するため、検査の精度維持と省人化・省力化の両立が課題となっている。配筋検査基準は発注者毎に定められ、国土交通省では土木工事施工管理基準及び規格値（案）¹⁾により、測定項目を平均間隔とかぶりとし、それらの規格値をそれぞれ $\pm\phi$ （ ϕ は鉄筋径）、 $\pm\phi$ かつ最小かぶり以上と規定している。筆者らは、3眼カメラ配筋検査システムを開発し、「建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用に関するプロジェクト」を含む複数の現場で試行した。日射や天候、配筋仕様などの異なる様々な条件での試行を通じ、技術的課題の抽出・改善を重ね、自主検査に適用した。本報ではシステムの計測精度と生産性や安全性に及ぼす効果について記す。

2. 試行現場概要

試行は写真1に示す橋梁下部工である妙高大橋架替下部その4工事や川崎港臨港道路東扇島水江町線主橋梁部（MP5・6）橋梁下部工事、東根川橋上部工工事などを含む、13現場で30回程度実施した。配筋仕様の異なる鉄道高架橋、道路カルバート、ポンプ場施設、発電所施設などでも試行した。

3. 計測精度および生産性・安全性の評価

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、鉄筋径で正規化した平均間隔の誤差と頻度の関係を図2に示す。鉄筋径によらず平均誤差のばらつきに大きな差異は見られなかった。また、平均間隔誤差を鉄筋径で正規化した値の最大値は0.125であり、平均間隔の規格値 $\pm\phi$ を計測可能であることを確認した。また、鉄筋の径判別精度は88%であった。誤判断の要因は写真2のように本来計測すべき鉄筋と平行にスターラップが配置される場合などに、スターラップも同時に計測し鉄筋径を太く判断する

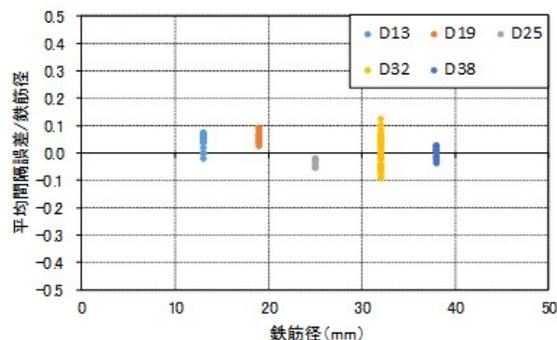


図1 鉄筋径毎の平均間隔誤差

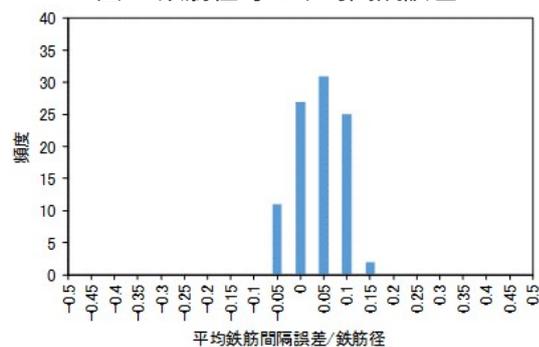


図2 平均間隔誤差のヒストグラム



写真2 配筋表面のスターラップ



写真1 試行現場の例（左：妙高大橋下部工事，中央：川崎臨港MP5・6橋下部工事，右：東根川橋上部工工事）

キーワード：配筋検査，ステレオカメラ，画像処理，情報共有，PRISM

連絡先：〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目16-1 TEL 03-3561-1260

表1 生産性評価（妙高大橋下部工事）

作業場所	作業時間	従来検査		作業内容	システム検査		
		人工	人工・時間		人工	人工・時間	
事務所	1:00	1	1:00	・配筋調書ひな型作成	1	1:00	
現場	4:00	2	8:00	・自主配筋検査	1	1:30	
事務所	1:30	1	1:30	・自主配筋調書記入	1	1:00	
現場	2:00	2	4:00	・検尺ロッド設置、黒板記入	1	0:00	
現場	1:00	3	3:00	・立会配筋検査、写真撮影、片付け	1	1:40	
小計			17:30			5:10	
低減率(%)		30					



写真3 検査状況（妙高大橋）

表2 生産性評価（川崎臨港 MP5・6 橋下部工事）

作業場所	作業時間	従来検査		作業内容	システム検査		
		人工	人工・時間		人工	人工・時間	
事務所	4:00	1	4:00	・出来形管理図表作成	1	1:00	
現場	2:00	2	4:00	・配筋自主検査(2面)～検尺ロッド段取り	1	1:00	
現場	1:00	1	1:00	・電子黒板作成	1	1:00	
現場	1:00	3	3:00	・配筋検査立会	1	1:00	
事務所	2:00	1	2:00	・検査結果まとめ ・立会写真・検査報告書メール送信	1	1:00	
小計			14:00			5:00	
低減率(%)		36					



写真4 検査状況（川崎臨港）

など、エッジ検出の誤りに起因すると考えられる。

妙高大橋および川崎臨港における従来検査とシステム検査による検査時間の比較を表1, 2に示す。妙高大橋では、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。システムを用いることにより、現場および事務所での作業時間が17時間30分から5時間10分と30%に削減できる見込みとなった。この中には遠隔立会による発注者の段階確認の時間短縮効果は含まれていないため、検査全体を考慮すると、さらに大きい生産性向上効果が期待できる。同様に川崎臨港では、現場および事務所での作業時間が14時間から5時間と36%に削減できる見込みとなった。従来の配筋検査で柱を検査する際は、マグネットなどの取付のために鉄筋に触れる必要がありブラケット足場を解体できなかった。本システムでは離れた位置からの検査が可能のため、鉄筋組立後、すぐに足場解体ができ、工程短縮にも寄与できる可能性がある。

生産性の向上により高所作業時間は、妙高大橋では15時間を3時間10分に、川崎臨港では8時間を3時間に大幅に削減できた。さらに、写真3, 4のように足場など鉄筋から離れた安全な位置からの検査が可能になること、マグネットや検尺ロッドなど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。床版配筋では、マグネットや検尺ロッドは中腰での設置となるため、システムを利用することにより、腰への負担軽減も期待できる。

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、日射や天候、配筋仕様などの異なる様々な条件での試行を通じ、計測精度と生産性や安全性の評価を実施した。その結果、①平均間隔誤差を鉄筋径で正規化した値の最大値は0.125であり、平均間隔の規格値±Φを計測可能であること、②鉄筋の径判別精度は88%であること、③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1/3程度に大幅に削減可能であること、④高所作業の短時間化など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) 国土交通省：土木工事施工管理基準及び規格値（案），2018.3, 2) 吉武謙二，中野貴公，他：3眼カメラによる配筋検査システムの概要，土木学会第75回年次学術講演会講演概要集，2020.