

A I 技術を活用した自動配筋検査システムの開発と社会実装

鹿島建設(株) 正会員 ○森本直樹 小林幸司 平 陽兵 小林直広 桑島 奨

1. はじめに

コンクリート構造物における配筋検査は、長年にわたって省力化が強く望まれていたため、2016 年より、ステレオカメラと高度な画像処理技術を活用して、鉄筋の径、本数、間隔を計測する自動配筋検査システムの開発と現場実証を積み重ねてきた¹⁾。今般、小型軽量化、耐環境性能向上、計測高速化に加えて、天候や状態が異なる配筋画像を深層学習させた「AI 配筋検査システム」に改良して計測精度を大幅に向上させた。さらに、令和2年度は、国土交通省「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 (PRISM)」に採択され、機能性能を評価・改善し、製品化まで実現した。

2. システム概要

2.1 配筋検査端末

端末は、タブレットに2台のカメラを固定して一体化することで小型軽量化を図るとともに、利用者が長時間の計測利用だけでなく運搬もしやすいようデザインを工夫した(図-1)。また、配筋検査は、屋外の過酷な環境において長時間行われるため、雨天での使用を可能とする防水防塵性能(IP65)や、1.2mからの落下でも利用できる耐衝撃性能を有する仕様とした(図-2)。

2.2 配筋計測手法

配筋検査においては、鉄筋の検出、鉄筋径の判定、および鉄筋間隔の計測を行う必要があるため、離隔を固定した2台のカメラで同時に撮影された画像をステレオマッチングにより三次元復元を行っている(図-3)。また、配筋特有の構造上の特長を活かして、平面抽出および配筋検出を行うことで自動計測を実現している。さらに、今回開発した三次元復元処理で高精度化および高速化を図り、鉄筋検出および鉄筋間隔の計測性能を大幅に向上させた。鉄筋径はD10~D51まで、鉄筋直径の差分が最小で3mmの違いしかいないため、画像だけで鉄筋径を計測するのは難しい。そこで、様々な天候や状態の鉄筋の画像をAI技術にて学習し、画像解析技術とAI判定により鉄筋径判別率の向上を実現した。



図-1 配筋検査端末



図-2 耐衝撃性能・防水防塵性能の検証

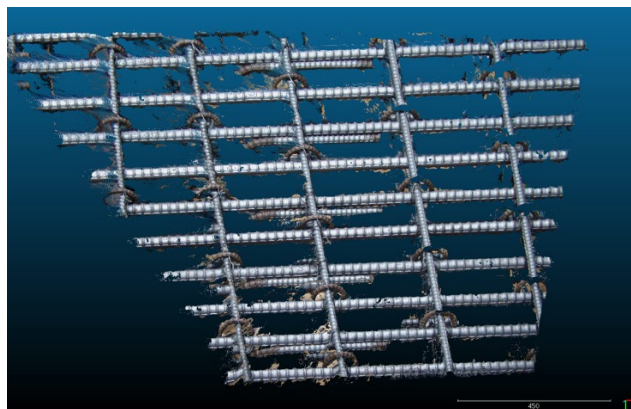


図-3 3次元復元処理結果(3D点群)

キーワード ステレオカメラ、配筋検査、画像処理技術、3D点群データ、i-Construction

連絡先 〒107-8348 東京都港区赤坂6-5-11 鹿島建設(株)土木管理本部生産性推進部 TEL03-5544-0706

2.3 配筋検査機能

本システムは、検査対象を撮影するだけで鉄筋径、間隔、本数を自動計測し、撮影画像に計測結果を重畳するとともに小黑板に計測結果を反映し、端末に自動計測の結果が記録される（図－4）。また、撮影した複数枚の写真を統合して全体を計測できる「分割撮影機能」や、重ね継手長など任意の2点間を計測できる「2点間計測機能」を有する。測点毎の設計値の取り込みや検査報告書への出力機能は、市販されている施工管理ツールと汎用的なデータ形式で連携させることで実現させている。

3. 現場検証結果

PRISMにおける「東京外環中央 JCT 北側ランプ（その2）工事」の他、様々な現場にて検証を実施した。その結果、表－1、図－5に示すとおり、鉄筋検出率 96.4%、径判別率 94.2%、平均間隔の誤差±5mm 範囲（100～330mm）と、現場適用に十分な計測精度を有することに加え、厳しい現場環境下においても十分な可用性を有していることを実証した。また、発注者とのクラウドサーバを用いた検査情報の共有や、リアルタイムに検査結果を共有する遠隔臨場についても検証を行い、十分実現できることを確認した。これらより、設計値の取り込みから検査報告書の出力までの一連の配筋検査業務全体を省力化できることを確認した。

4. 社会実装に向けた製品化と提言

本システムは、現場検証結果を踏まえて製品化を実現し、本年2月よりサービス提供を開始するとともに、AI 配筋検査端末と様々な施工管理システムとの連携を可能とするデータ交換方法（インターフェース仕様）を提示した。引き続き、配筋検査における出来形管理の検査要領を提言することにより、本技術の早期の社会実装に繋げていく予定である。

5. おわりに

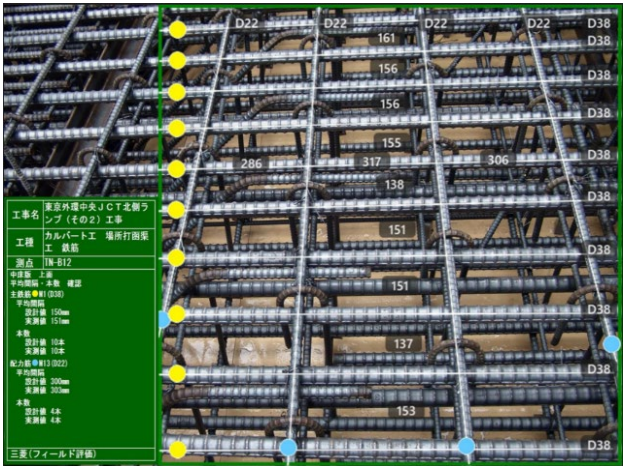
今後は、国土交通省大臣官房技術調査課、関東地方整備局、国土技術政策総合研究所など、関係各所の助言をいただきながら、新たな配筋検査に関わる管理基準の策定に貢献するとともに、「i-Construction」の目指す更なる生産性向上や魅力ある建設現場の実現に向けて、引き続き取り組む予定である。

謝辞

本検証は、三菱電機株式会社、三菱電機エンジニアリング株式会社、株式会社建設システムとコンソーシアムを組成することにより実施することができた。ここに謝意を表する。

参考文献

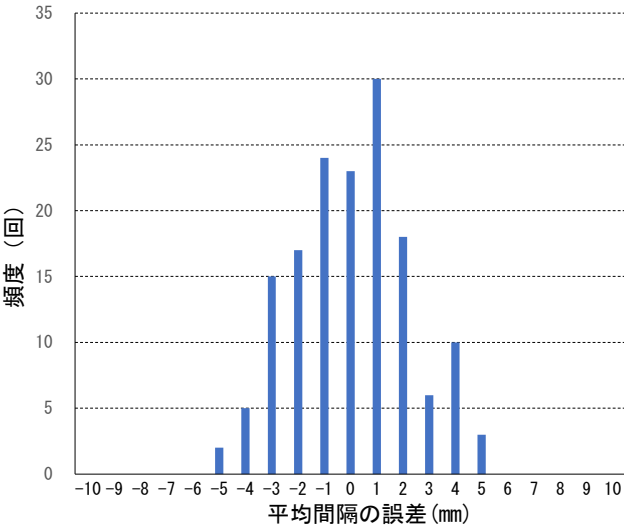
1) 森本直樹，平陽兵，桑島奨，佐藤佐一，古橋幸人：ステレオカメラを活用した自動配筋検査システムの開発・実証，vol.44，土木情報学シンポジウム講演集，2019。



図－4 計測結果画像

表－1 計測精度検証結果

計測項目	計測精度
鉄筋検出率	96.4%
径判別率	94.2%
平均間隔の誤差	±5mm 範囲 (間隔 100～330mm)



図－5 平均間隔の誤差