

## AI 技術を活用した自動配筋検査システムの社会実装

鹿島建設(株) 正会員 ○森本直樹 平 陽兵 小林直広 廣瀬 詢

### 1. はじめに

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、筆者らは、2016 年度より、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「AI 配筋検査システム」の機能開発と現場実証を積み重ねてきたり、2020 年度には実用化に至り、建設会社や PC 工場などを中心に活用されている。本稿では、現在も改良を重ねている本システムについて、概要を説明した上で 2022 年度に実装した新機能とこれまでの現場検証結果を報告する（図-1）。

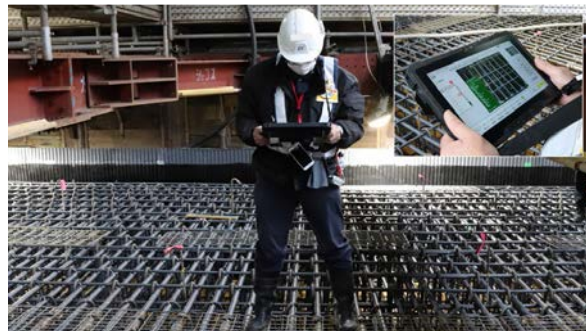


図-1 配筋検査イメージ

### 2. システム概要

本端末は、タブレット PC にステレオカメラを固定するシンプルな構造で小型軽量化を実現し、屋外の過酷な環境に適応できるよう高耐久性を有する仕様とした（図-2）。

本システムではステレオマッチングにより検査対象を3次元復元している。独自アルゴリズムにより3次元点群内の特徴量から配筋特有の特徴量を検出し、自動的に鉄筋の検出、鉄筋径の判定、および鉄筋間隔の計測を実現している（図-3）。また、高精度化を目指し、様々な天候や状態の鉄筋画像を AI 技術にて学習することで、鉄筋径の判別率の向上を実現した。



図-2 配筋検査端末

### 3. 新機能

本システムは内部ソフトウェアのアップデートにより新機能を検査端末に実装することが出来る。現在はユーザーへのヒアリングで特に要望が多かった項目から優先して順次開発を行っており、下記に実装した代表的な機能を説明する。

#### 3.1 下筋計測機能

多段組の配筋検査において、最前面以外の配筋検査は現場の配筋構造によって、鉄筋マーカの設置や写真撮影が困難な場合があり、配筋検査システムの適用が求められていた。しかし、従来システムでは撮影画像上で上筋に隠れてしまう下筋は、復元するための画像特徴量が足りず、自動計測に活用できる十分な量の点群が生成できないため、適用が困難であった。そこで、マルチアング



図-3 計測結果の画面例

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 〒107-8477 東京都港区元赤坂 1-3-8 鹿島建設(株) 土木管理本部生産性推進部 TEL070-4360-8661

ルからの撮影写真を活用できるように機能改良を加え、撮影上の死角を補完することで、多段に組み込まれた配筋状態における下筋の高密度な3次元復元を可能とし、下筋の高精度な計測を実現した(図-4)。

### 3.2 広範囲計測機能

従来のシステムは、1回の撮影では計測範囲を収められない場合に用いる分割撮影機能を有していたが、撮影者が鉄筋をどこまで撮影したのか、続けてどこから撮影するべきかを認識しづらいという課題が生じた。そのため、撮影者が計測鉄筋を把握しながら撮影するのではなく、システム側で撮影位置を判定し、画面上にガイダンスを表示する機能を導入した。位置推定には特殊なマーカを有する専用のテープロッドを併用し、撮影者が移動した場合でも計測範囲内の同一鉄筋を画像解析により自動判別することができ、広範囲にわたる鉄筋径、本数や間隔の計測を実現した(図-5)。計測結果は各撮影での計測結果を統合して、画像と共に出力可能である。

### 4. 現場検証結果

「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」での検証など、これまで40数現場における配筋を撮影して試行・検証を行った。スケールによる実測値とシステムでの計測データ(計測条件:撮影距離1~2m,撮影角度30°以内等)の比較では、強い日照時(図-6)や暗所であっても、鉄筋検出率96.4%、鉄筋径判別率94.2%、平均鉄筋間隔誤差は100~330mmのピッチに対して±5mmの精度という結果が得られ、現在の目視検査に代わる検査システムとして利用できることが確認できた。

### 5. おわりに

本稿では既にサービス提供を開始している「AI配筋検査システム」について概要と新機能を紹介した。今後は「AI配筋検査」の普及・展開のために、機能・性能・ユーザビリティの向上を継続的に追求していきたい。さらに、得られた知見を基に新たな配筋検査に関わる管理基準の策定への貢献を目指し、更なる生産性向上や魅力ある建設現場の実現に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。

### 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.

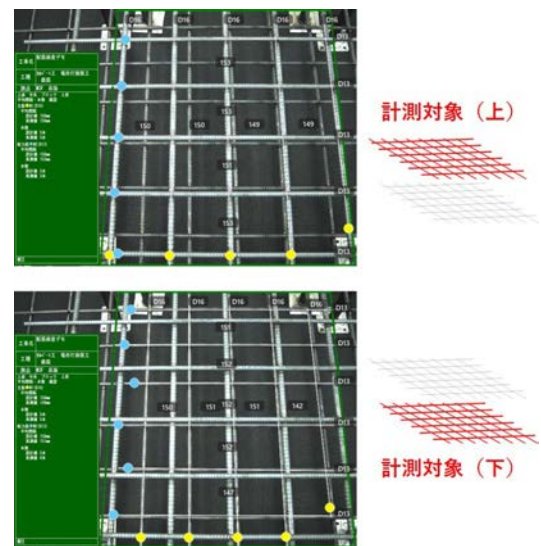


図-4 下筋計測機能例

(図上:上段計測、図下:下段計測)

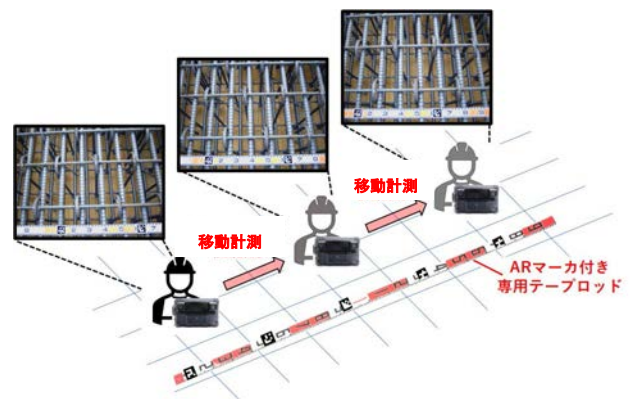


図-5 広範囲計測機能イメージ

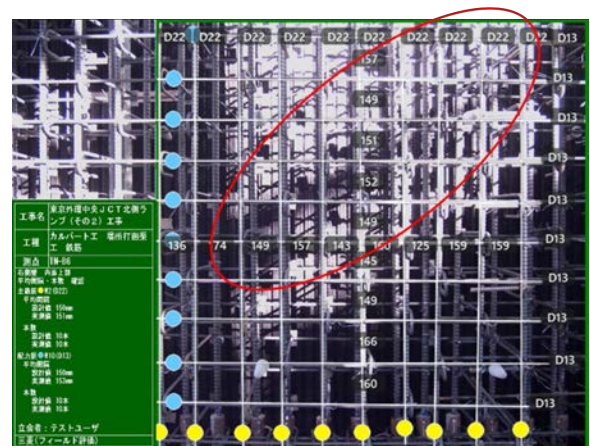


図-6 強い日射時の撮影