

スマートデバイスを利用した配筋(AI)検査システムの開発 (その1：システムの特長とモックアップ検証)

東急建設 正会員 ○池田 直広
東急建設 非会員 田野井 淳一
東急建設 正会員 中山 亘

1. はじめに

近年、工事の施工品質確保と生産性向上を両立させるため、新たな技術を取り入れた施工管理改革が推し進められている。その中で、作業が煩雑なため、管理に時間のかかる配筋出来形管理の効率化が求められている。筆者らは共通の課題認識を持つ施工業者数社と共同で遠隔立会を効率的に実施するシステム開発を実施した。本稿では、開発技術の概要と現状での性能評価試験結果を報告する。

2. システム概要

本システムは、現地では通信機能を有する汎用カメラデバイス（iPad 等）と十字マーカーのみを用いることを特徴としている。また、汎用デバイスのマシンパワーを考慮し、計測に用いた画像解析処理はクラウドサーバーで行い、計測結果映像データをサーバーから受け取ることで現地確認を実現する。これにより、発注者の遠隔立会時は、計測結果のリアルタイム共有が可能となり、よりスムーズな検査が実現する。図1にシステム概要イメージ図を示す。

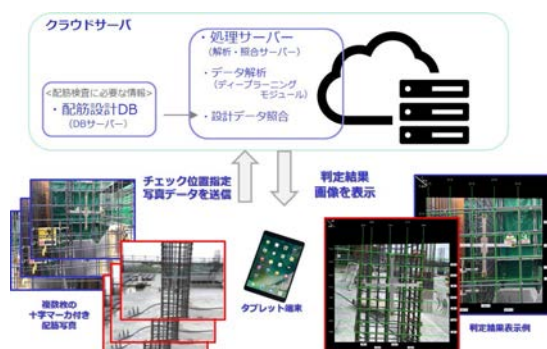


図1 システム概要イメージ

3. 計測原理

本システムのデータ処理フロー・十字マーカー設置写真・データ処理結果表示例を図2に示す。

本システムの計測写真は、計測対象面の配筋に十字マーカーを設置し、角度を変えて5枚撮影する。撮影が終わったら写真を選択し、サーバーに計測写真を送信する。次に、5枚の写真に写りこんだ十字マーカーの四つの点（赤緑の点）から、写真のサイズと角度を調整し、正対して撮影された写真のように変換する（射影変換）。

射影変換処理された写真5枚それぞれに、ディープラーニング解析処理を行い、配筋領域を抽出する。

次に、抽出された配筋領域を写真の枚数分重ね合わせる。その結果、計測対象面にある配筋領域は5枚とも重なるが、それ以外の配筋は視差の影響で上下左右いずれかにずれる。これを利用して、5枚とも重なる領域以外にマスクをかけることで、配筋の対象面抽出を実現している。

最後に、対象面抽出領域において、各配筋領域の中心線を算出し、中心線間の距離から間隔を、配筋領域の幅から配筋径を推定している。

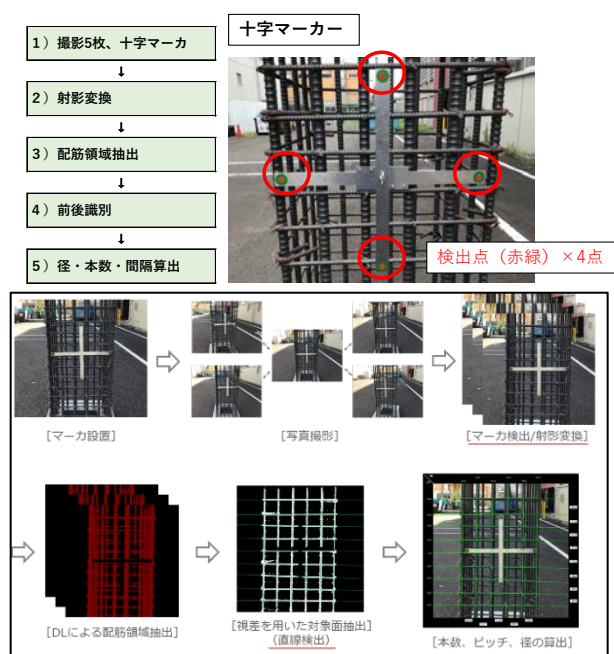


図2 データフロー・処理結果表示例

キーワード 配筋検査, 深層学習, 画像処理, 情報共有, タブレット端末

連絡先 〒252-0244 神奈川県相模原市中央区田名 3062-1 (株)東急建設 技術研究所 TEL 042-763-9516

4. 性能評価試験

4. 1 性能評価試験概要

性能評価試験は、技術研究所内に柱配筋のモックアップ（主筋 D25/19@120, 配筋筋 D13@100）を組み、配筋計測を実施した。

性能評価のための計測位置は、計測対象面から 0.5～3.0m の間の 50cm 間隔とし、それぞれの距離における計測結果を取得した。また、計測面から計測位置のなす角度を 0 度～60 度まで変化させた場合の計測性能についても確認した。その際の計測対象面までの距離は 1.3m に固定した。

性能の評価指標に関しては、配筋検出率および配筋径の正解率を性能指標とした。図 3 に距離実験における計測写真および解析結果を示す。

4. 2 性能評価試験結果

図 4 に本システムの距離・角度実験における配筋検出率および径正解率の実験結果を示す。実験から、配筋検出率は 1.0m 以下で若干低下傾向がみられるものの、ほぼ 100% の検出性能を確認することができた。また、本システムでは距離 0.5m では画面にマーカーが収まらず解析不能となったが、距離 3m でも 100% 検出可能であった。

角度実験においては、配筋検出率はほぼ 100% の検出精度を実現したが、計測対象面から 60 度以上の角度から撮影すると検出率が低下する傾向がみられた。

配筋径の正解率に関しては、距離実験においては、ほぼ 80～100% の正解率を実現した。しかし、角度実験においては、計測対象面から 30 度以上の角度から配筋径正解率の低下傾向がみられ、正解率 80% を下回る結果も得られている。この原因は射影変換時の測定誤差の影響が大きくなることが想定される。

5. まとめ・今後展開

モックアップの実験においては、本システムの配筋検出率は、ほぼ 100% であることが確認できた。しかし、径正解率は撮影条件によって、精度の低下が見られる。今後、径算出ロジックの見直しと現場試行実験における評価を繰り返すことで、性能向上を図っていく。

共同開発企業

北野建設株式会社、佐藤工業株式会社、東急建設株式会社、株式会社ピーエス三菱

謝 辞

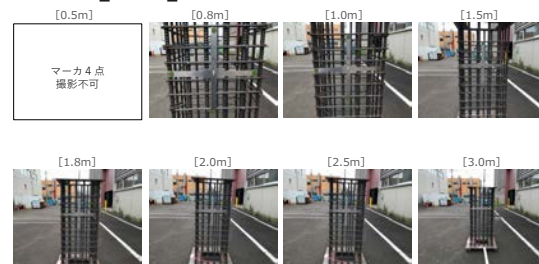
本研究開発は、配筋共研 21 社との共同研究開発にて実施したものを基に、土木現場適用機能を追加・改良したものです。ここに記して、謝意を表します*。

※配筋共研 21 社の社名は参考文献東急建設ニュースリリースを参照

参考文献

- ・ 深層学習を用いた配筋自動チェックシステムの開発：田野井 淳一、池田 直広 東急建設技術研究所報 No. 48：2023 年 1 月発刊
- ・ ゼネコン 21 社「配筋検査システム共同研究開発」は 次のステージへ：東急建設ニュースリリース：2020 年 12 月 15 日 URL：<https://www.tokyu-cnst.co.jp/topics/assets/20201215newsletter.pdf>

性能評価試験_距離実験_撮影写真



性能評価試験_距離実験_解析結果

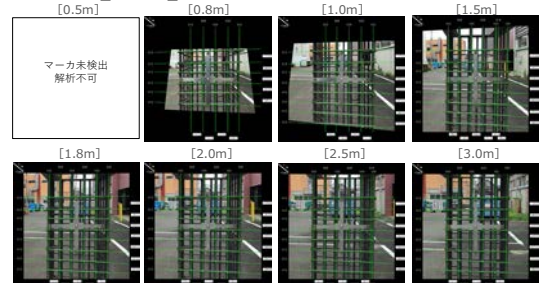


図 3 距離実験計測写真・解析結果表示例

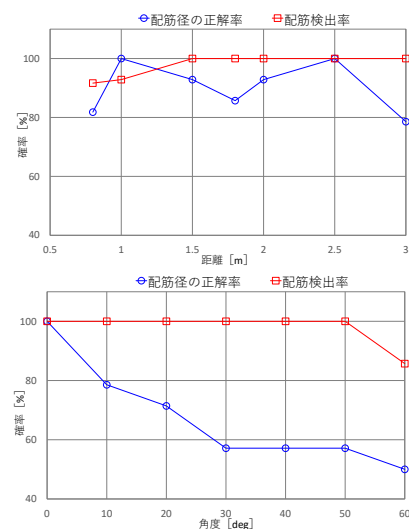


図 4 距離・角度実験結果