

画像認識 AI 技術を用いた床版配筋検査システムの検証

JFE エンジニアリング株式会社 正会員 ○柿市 拓巳 (株) ACES 田村 浩一郎

JFE エンジニアリング株式会社 中野 隆 (株) ACES 中川 大海

JFE エンジニアリング株式会社 正会員 新井 進太郎 (株) ACES 角木 啓太

1. はじめに

床版工の配筋検査は、土木工事施工管理基準及び規格値（案）¹⁾により、表 1 に示す出来形管理値と測定範囲が定められており、複数人で手計測により測定を実施している（以下、従来手法と呼ぶ）。しかし、従来手法では測定及び出来形管理調書作成に時間を要し、測定する範囲も定められた範囲のみであるため、測定範囲外の出来形が不明であるなどの課題がある。

そこで、床版配筋検査のうち、鉄筋間隔の測定を省力化し、検査の信頼性を向上することを目的に画像認識 AI 技術を用いた床版配筋検査システム（以下、配筋検査 AI システムと呼ぶ）の開発を行った。本稿では、鋼コンクリート合成床版（以下、合成床版と呼ぶ）の配筋検査に適用し、その測定精度と省力化の効果について検証を実施したので報告する。

2. 画像認識 AI 技術を用いた検査システムの概要

本技術は、図 1 に示すように UAV 機器（以下、ドローンと呼ぶ）により床版配筋画像を撮影し、配筋検査 AI システムにより鉄筋間隔などを測定する。以下に示す項目に着目して、システム開発を実施した。

(1) AI 学習用教師データの取得

AI 学習用教師データは、格子状に組み立てた配筋供試体を撮影することで取得した。使用するカメラはドローンに搭載可能な市販の一眼レフカメラ（約 4000 万画素）として、撮影高さは 6.5m とした。図 2 に示すように撮影用高台よりカメラを張り出して設置し、日射条件や背景などのパラメータを変化させて撮影を実施した。

(2) 配筋検査 AI システムの開発

本開発では、ディープラーニングを用いた AI 測定システムを開発することとし、図 3 に示すように鉄筋検出と鉄筋間隔の 2 段階に分けて、アルゴリズムの開発を実施した。開発したアルゴリズムの精度検証を実施した結果、鉄筋検出精度は図 4 に示す通り recall（再現率）：97.6%、precision（適合率）：95.9%と高精度で検出することを確認した。鉄筋間隔の測定精度は、従来手法と比較して 5mm 以内の精度で測定可能であることを確認した。

表 1 床版配筋の出来形管理値

測定項目	規格値	測定基準
鉄筋間隔	±20mm	1径間当たり3ヶ所（両端及び中央）測定。 1ヶ所の測定は、橋軸方向の鉄筋は全数、橋軸直角方向の鉄筋は加工形状毎に2mの範囲を測定

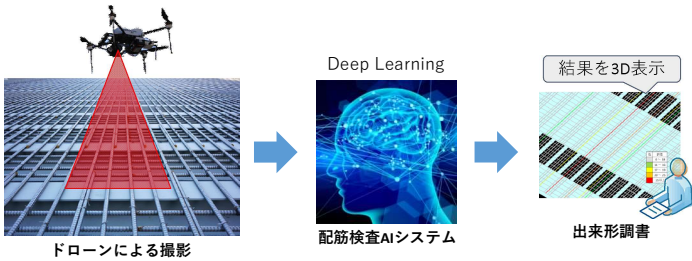


図 1 配筋検査 AI システム概要



図 2 学習用教師データ取得状況

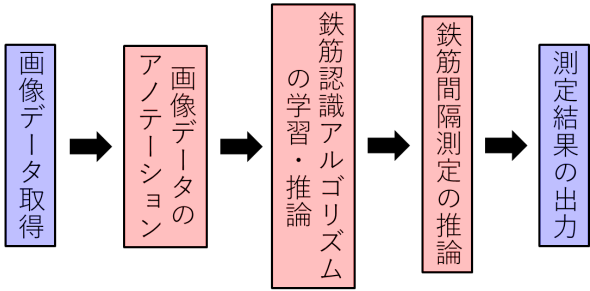


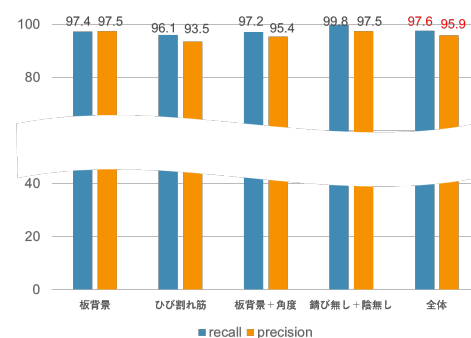
図 3 アルゴリズムの概要

キーワード 配筋検査, AI, ディープラーニング, ドローン, 省力化

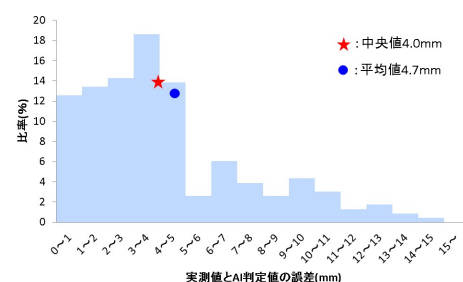
連絡先 〒230-8611 神奈川県横浜市鶴見区末広町 2-1 JFE エンジニアリング株式会社 T E L 045-505-7555

(3) ドローンによる撮影方法の検証

ドローンによる撮影は、TS トラッキング UAS システム²⁾を用いて、ドローンの位置情報を取得することとした。本システムでは、自動追尾型トータルステーションによりドローンに搭載したカメラの位置を直接計測することで高精度でドローンの位置情報を取得する計測システムである。事前に模擬供試体を対象に試験飛行を行い、飛行速度、飛行経路、撮影間隔、位置情報取得精度を検証し、ドローンの飛行計画を決定した。



(a) 鉄筋検出精度



(b) 測定精度

図4 アルゴリズムの精度検証



図5 ドローンによる撮影状況

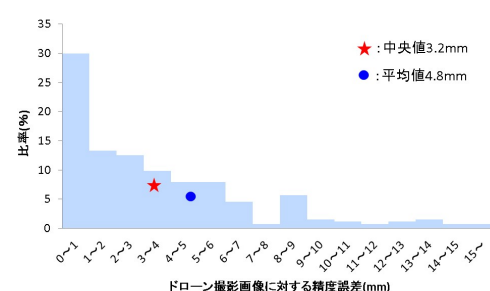


図6 ドローン撮影画像における精度検証

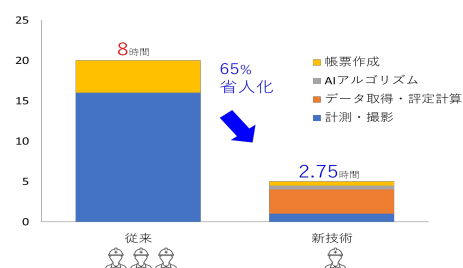


図7 出来形検査の省力化検証

3. 実構造物における検証結果

実構造物を対象とした合成床版は、突起付き T 形鋼を底鋼板の補剛材兼コンクリートジベルとして使用したリバーデッキ³⁾を採用した配筋検査にて検証した。実施状況を図5に示す。実構造物のサイズは 24m×11.15m であり、ドローンの航行はオーバーラップ率 70% 以上、サイドラップ率 60% 以上を確保するように実施した。

ドローンで撮影した画像より配筋検査 AI システムで測定した鉄筋間隔を従来手法の測定値と比較した結果を図6に示す。従来手法による測定値を正として比較した結果、アルゴリズムの精度検証と同様に 5mm 以内の精度を確保できていることを確認した。出来形管理の省力化については、図7に示すように従来手法と比較して実施項目は増えるが、測定～出来形調書作成までを比較すると 65% 程度省力化されており、規模が大きくなれば、省力化の効果はさらに大きくなると考えられる。

4. まとめ

本検証により得られた結果を以下に示す。

- 1) 従来手法と比較して、配筋検査 AI システムの測定精度は 5mm 以内であることを確認した。
- 2) 出来形管理の省力化は、65% 程度の省力化が確認できた。

本検証は内閣府推進の「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」を活用して実施したものであり、国土交通省関東地方整備局、甲府河川国道事務所には、ご支援を賜りましたこと、この場を借りて御礼申し上げます。

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
- 2) (株) トプコン：https://www.topcon.co.jp/positioning/products/pdf/TOPCON_TStrackingUAS_J.pdf
- 3) JFE エンジニアリング株式会社：http://www.jfe-eng.co.jp/products/link/t19.html