

# 共同研究「配筋自動検査システム」の研究開発報告

建築本部

建築部

立澤真純

## 1. はじめに

建設業界共通の課題として、熟練技術者の高齢化による離脱や若手技術者の入職減少があげられる。一方で品質管理の厳格化の要求に伴い、高度な品質管理に対応できるレベルの現場技術者の育成には多くの時間を要する。また、国土交通省は ICT を活用することで建設現場の生産性を 2025 年度までに 2 割向上させる目標を掲げている。これらの課題に対しデジタルツールを使い解決するという目的を、共研 21 社<sup>\*1</sup>とプライム ライフ テクノロジーズ株式会社（以下「PLT」）で共有し今回の開発に至った。本開発の特長は、ユーザー側でもある共研 21 社とサービスの運営者となる PLT が共同で開発するスキームとなっている点である。これにより、共研 21 社の配筋検査における課題や検査方法の違い等を把握し、開発要件に反映させることで、精度の高いサービスをさまざまな現場に合わせて構築できる。また、運用開始後も共同開発のスキームを活かし、各現場からのフィードバックを基に継続的な改善を続けることにより、その他の建設会社も活用しやすいサービスへとつなげていくことが可能となる。

本研究開発においては、共研 21 社が開発中の「AI（人工知能）を活用した鉄筋認識に関する技術」と、PLT がパナソニック株式会社（以下「Panasonic」）と共同開発中の「配筋検査用システム、カメラデバイスおよび、アプリケーション技術」を融合させることとした。

## 2. システムの概要

本研究で開発するシステムの特長は鉄筋の立体配置を認識する点であり、配筋検査システムの概要と目指す仕様を以下に示す。

### 【配筋システムの概要】

- ・構造設計図から、配筋検査のためのデータを登録・作成を行うことが可能。
- ・専用カメラを用いて撮影した画像をもとに、配筋検査（本数、鉄筋径、間隔、配置）の計測が可能。
- ・登録した設計データと計測結果をもって、自動照合が可能。（自動照合可能範囲は、段階的に拡大させる）
- ・鉄筋配置の断面形状を出力することが可能。
- ・検査結果をクラウドサーバにアップロードして関係者と共有することが可能。
- ・実施した検査記録を検査帳票として出力することが可能。
- ・是正箇所のトレーサビリティを残すことが可能。

### 【配筋検査システムの目標仕様】

- ・鉄筋検出率：100%（過検出を含む）
- ・鉄筋径判別：判定率 95%以上（D10～D51）
- ・撮影時間：1 分以内<sup>\*</sup>

### ※撮影条件

- ・撮影距離 0.5m～2.5m
- ・明るい場所
- ・逆光でないこと
- ・対象とする鉄筋を遮るものがないこと

本システムの全体像を図-1 に示す。



図-1 「配筋検査システム」の全体像

## 3. 計測デバイスの開発

開発当初、ステレオカメラで撮影した配筋を WindowsPC で処理を行っていたが、立体検知、計測精度向上のため、4K3 眼カメラを採用、Panasonic で試作機の開発を行った。これにより以下の性能向上を図ることができた。

- ① iPad Air 装着型の 3 眼ステレオカメラを採用により、持ち運びを容易とした
- ② ステレオカメラにエッジクラウドと計測 AI 搭載により、ローカル環境での計測を可能とした

しかし、試作機を用いた現場試行実験で高温により iPad Air が動作しなくなる問題点が明らかになったため、温度対策および防水仕様を施す等の改良を行った（写真-1）。



写真-1 計測デバイス

#### 4. 配筋検知 AI の作成

##### 4-1. 鉄筋検知 AI の開発

共研側で先行開発の配筋計測用の三次元配筋データ作成システムを元に Panasonic で鉄筋を検知し易いセグメンテーション方式の新たな配筋検査システムの開発を実施して、現場の写真 46 枚分の平均検知率約 97%を達成した。これにより、現場の複雑な配筋の鉄筋検知が可能となった。写真-2 に鉄筋検知 AI で検知された配筋状況の AR 表示例を示す。

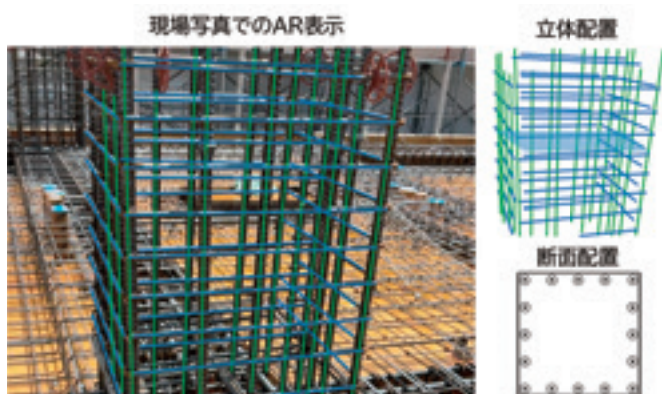


写真-2 鉄筋検知 AI の開発

##### 4-2. 鉄筋径計測 AI の開発

モックアップでの鉄筋径判定は目標値を達成することができた。現場鉄筋に対する鉄筋径判定機能の向上を図るため、連続撮影された 6~8 枚の写真から計測値を足し込んで全体の計測を行う仕様とした。写真-3 に WindowsPC 上での配筋検査システムの鉄筋径判定状況を記す。

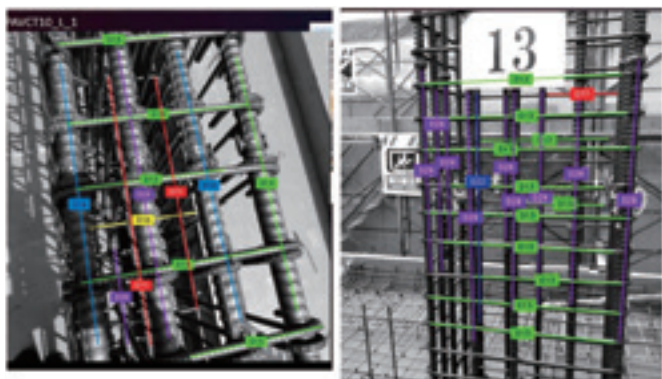


写真-3 鉄筋径判定状況

#### 5. Web アプリと iPad アプリの開発

事前準備として、構造図より配筋仕様データを入力し iPad アプリへ反映させる Web アプリと、実際に配筋検査時に操作を行う電子黒板内蔵の iPad 上のアプリの開発を行った。また、検査結果は 3 種類の帳票出力、①写真台帳、②自主検査標、③検査指摘事項、を可能とした。

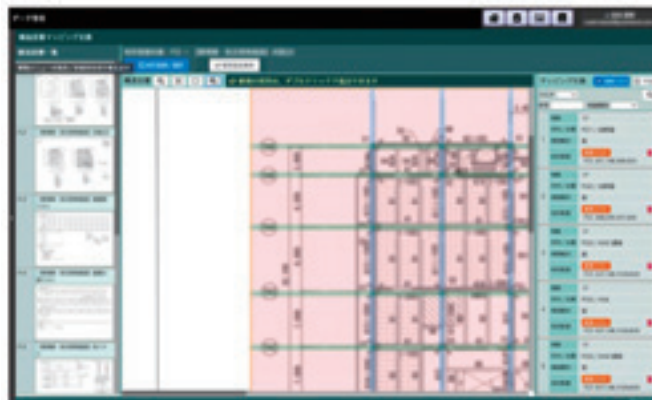


写真-4 Web アプリ画面

#### 6. 今後の課題・展開

配筋検査業務における一連の作業における、事前準備（電子黒板の作成等）、配筋検査、写真撮影、検査結果のまとめ、帳票出力を可能とするシステムが完成した。しかし、検知率、検知精度、検知速度にまだまだ課題があり、2022 年度の現場実証を繰り返し、学習と改良を行う予定である。同時に、国交省をはじめとした業界への働きかけを行うことで、建築基準法上の竣工検査書類における「工事写真」として扱うことを可能とする活動を行う。

2023 年度からの本格運用を行うことを目指し、今後は BIM データへの対応や土木現場での適用等を視野に入れ研究開発を進め、システムの性能を向上させていく予定である。

##### ※1 共同研究参画会社 21 社（50 音順）

青木あすなろ建設、浅沼組、安藤・間、奥村組、北野建設、熊谷組、五洋建設、佐藤工業、大末建設、高松建設、鉄建建設、東急建設、戸田建設、飛鳥建設、西松建設、日本国土開発、長谷工コーポレーション、ピーエス三菱、松村組、村本建設、矢作建設工業（2022 年 3 月現在）

**Key Words** : AI, 人工知能, 画像解析, 自動計測



立澤真純