

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2：現場実証試験による検査精度の評価)

佐藤工業 正会員 ○町田 博之
佐藤工業 非会員 中田 範俊
佐藤工業 非会員 岡山 和靖

1. はじめに

配筋検査は、鉄筋コンクリート構造物の品質を保証する上で欠かせない管理業務である。ただし、この業務には、検査用具の準備や検査箇所への設置、写真撮影、事務所での帳票作成に多大な労力と時間を有する。近年、業務簡素化と生産性向上の視点から複数の配筋検査システムが開発され市販利用されている。しかし、これらのシステムの使用は、高価、高重量な専用デバイスが必要である。筆者らは、現場管理ツールとしてスマートフォンまたはタブレット端末などの汎用品とマーカーで配筋検査を行う技術を開発している。本稿は、実際の現場にて本配筋検査システムを検証した結果を報告する。

2. システム概要と特長

本開発システムは、通信機能を有する汎用の単眼カメラデバイス（iPad, iPhone）と十字マーカーのみを用いることを特徴としている。これにより、使用デバイスの軽量、小型化で作業負担の軽減や狭隘箇所での使用性の向上を実現できる。また、図-1に示す様に、撮影場所の空間的制約により鉄筋以外の棒状の物体（足場部材）が被写体に存在しても、十字マーカーの点（赤緑の点）を隠さない様に撮影することで、干渉物を除去し鉄筋の検出、径、間隔測定に影響を及ぼさない。

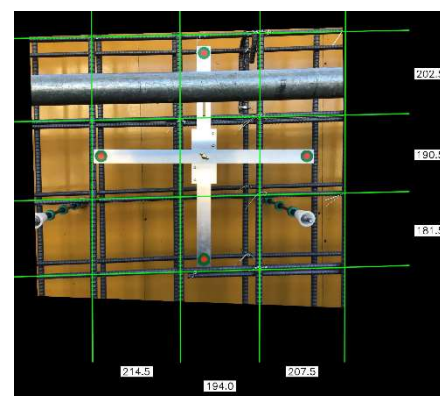


図-1 干渉物除去事例

3. 現場実証による性能評価

3. 1 現場実証の概要

本開発システムのモックアップ実験は、「その1：システムの特長とモックアップ検証」の通りであった。しかし、現場では、日射、日陰などの明るさや背景の諸条件が異なり配筋検出率や径正解率の精度に影響を及ぼす可能性がある。これらの諸条件が精度に与える影響を考察するためにも、多数の現場実証とAIシステムの改良を積み重ねる必要がある。

今回の現場実証は、2現場にて次の柱、梁、壁で合計23箇所の配筋計測を実施した。①柱：（主筋 D38@110, 帯筋 D10@100）×6 箇所 ②梁上面：（主筋 D38@110, 帯筋 D13@200）×5 箇所 ③梁側部：（主筋 D38, 帯筋 D13@200）×3 箇所 ④壁：（縦筋 D16@200, 横筋 D13@200）×9 箇所

また、既存配筋検査システムとの比較を目的に、A社配筋検査システムで次の柱、梁で合計4箇所の配筋計測を実施した。①柱：（主筋 D38@110, 帯筋 D10@100）×1 箇所 ②梁上面：（主筋 D38@110, 帯筋 D13@200）×2 箇所 ③梁側部：（主筋 D38, 帯筋 D13@200）×1 箇所

同様にB社配筋検査システムで壁（縦筋 D16@200, 横筋 D13@200）×9 箇所の配筋計測を実施した。

3. 2 性能評価結果

本開発システムの解析状況の例を図-2に示す。表-1の検証結果一覧表に示すとおり、本システムで検証した23箇所の全体の配筋検出率94.3%、径正解率61.1%の結果となった。

キーワード 配筋検査, 深層学習, 画像処理, 情報共有, スマートフォン, タブレット端末
連絡先 〒103-8639 東京都中央区日本橋本町4-12-19
佐藤工業(株) 土木事業本部 技術推進部 TEL03-3661-1563

同表から壁の配筋検出率，径正解率が 97.0%，84.6%と高成績であった．一方で，柱，梁では配筋検出率が最低でも 87%以上であったが，径正解率が低成績であった．特に，D38 の径正解率が低かった．

径別の配筋検出率，径正解率は次のとおりである．

①D10：配筋検出率 100%，径正解率 57.8% ②D13：配筋検出率 85.2%，径正解率 87.0% ③D16：配筋検出率 100%，径正解率 77.8% ④D38：配筋検出率 97.0%，径正解率 38.1%

これらのことから，現状では，配筋検出率は 9 割以上の精度を有しているが，径正解率は 6 割程度となっており，径正解率の精度向上を図る必要がある．

3. 3 既存配筋検査システムとの比較

本開発システムと既存配筋検査システムとの比較をそれぞれ表-2,3 に示す．当表は，公平な評価を行うために同じ測定箇所の結果を集計している．

本開発システムは A 社システムに比べて柱筋検査では高い精度を有しているが，梁筋検査ではやや低い同程度の精度であった．特に，D38 を使用した梁，柱筋の検査精度の改善は今後の課題であることを確認した．また，壁筋に対する本システムの検査精度は，B 社システムと同等かそれ以上であることも確認できた．

当結果から，本システムは既存システムと同等の精度を確保できている．また，撮影方法や明るさの影響も受けづらいと推測できる．

表-2 A 社との比較

場所	種別	鉄筋径	A社システム		本システム	
			検出率 (%)	正解率 (%)	検出率 (%)	正解率 (%)
柱	主筋	D38	30.0	0	94.2	48.0
	帯筋	D10	100	20.0	100	57.8
	合計		53.3	12.5	96.9	52.6
梁上面	主筋	D38	100	71.4	100	20.0
	帯筋	D13	100	40.0	74.3	80.8
	合計		100	58.3	87.1	45.9
梁側面	主筋	D38	100	100	100	50.0
	帯筋	D13	100	80.0	93.3	85.7
	合計		100	88.9	96.3	69.2
全体			85.4	56.1	93.3	52.7

4. まとめ、今後の展望

本システムは，現場検証で壁筋には十分な性能を満足していることが確認できた．また，過密配筋となる柱，梁筋の精度向上が必要であることも確認できた．今後は，更に現場実証を重ね精度向上を図っていく．

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

表-1 検証結果一覧表

場所	種別	鉄筋径	配筋検出			径正解		
			検出数	対象本数	検出率 (%)	正解数	検証本数	正解率 (%)
柱	主筋	D38	49	52	94.2	24	50	48.0
	帯筋	D10	45	45	100	26	45	57.8
	合計		94	97	96.9	50	95	52.6
梁上面	主筋	D38	35	35	100	7	35	20.0
	帯筋	D13	26	35	74.3	21	26	80.8
	合計		61	70	87.1	28	61	45.9
梁側面	主筋	D38	12	12	100	6	12	50.0
	帯筋	D13	14	15	93.3	12	14	85.7
	合計		26	27	96.3	18	26	69.2
壁	縦筋	D16	36	36	100	28	36	77.8
	横筋	D13	29	31	93.5	27	29	93.1
	合計		65	67	97.0	55	65	84.6
全体			246	261	94.3	151	247	61.1

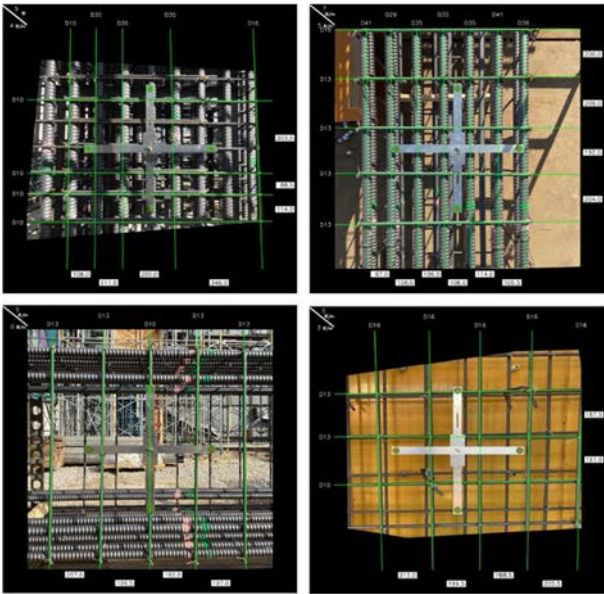


図-2 本システム解析状況写真
(柱・梁上面・梁側面・壁)

表-3 B 社との比較表

場所	種別	鉄筋径	B社システム		本システム	
			検出率 (%)	正解率 (%)	検出率 (%)	正解率 (%)
壁	主筋	D16	100	97.6	100	77.8
	配力筋	D13	87.2	2.9	93.5	93.1
	合計		93.8	54.7	97.0	84.6