

IoT 技術を利用した鉄筋検査システムの開発

清水建設株式会社 正会員 ○宇野 昌利
竹内 啓五
正会員 南郷 健太郎
正会員 柳原 哲也

1. はじめに

鉄筋コンクリートは、土木工事以外にも建築工事など様々な構造物で利用されている。設計図面にに基づき、配筋を行い、配筋検査を実施して検査に合格した段階でコンクリートを打ち込むことで完成する。何十年にもわたり同じ作業を繰り返されてきた。

昨今、配筋の間違いがコンクリート打ち込み後に判明して、取り壊す事例も生じている。配筋間違いの原因は様々である。例えば、「変更の内容が伝わっていない」「最新版でない図面を利用」「現場管理者の思い込み」など様々な要因がある。特に、人材不足により配筋のチェックが、複数人で確認できなくなってきている。

本報告では、今回開発した、鉄筋検査システムのプロトタイプ(通称:鉄筋 IoT)について。最新の ICT 技術や IoT 技術を利用して、技術者の思い込みによる不具合の発生を抑制させるシステムについて、開発の経緯や技術の概要を述べる。

2. 従来の鉄筋検査方法

従来の鉄筋検査は、発注者が立ち会いの下、配筋の前で写真を撮影する手法である。配筋のチェックポイントは、主に鉄筋径とピッチである。配筋した鉄筋にマグネットや切ったホースを取り付け、メジャーを入れて写真撮影を行う。図-1 に示すように、このような作業は、何十年にも渡り、同じ事を繰り返してきたが、人材不足のため同様の作業を行うことが困難になっている。近年の ICT 技術の進歩もあり、コンクリート工事の生産性向上が求められている。

3. 鉄筋検査システム(鉄筋 IoT)の開発

鉄筋配筋システムは、5つの段階に分けて開発を進めている(表-1)。Step1では、鉄筋径を正確に把握することである。異形鉄筋は、メーカーにより若干誤差もあり、鉄筋径を間違えることなく、正確に測れるかが重要である。異形鉄筋の場合、測る場所で径が異なるため、面で受けることで最大径の位置を把握している。

挟んだ鉄筋の径により、LED ライトの色を変えることで、検査者に正確に、鉄筋径を伝えることができる。写真-2 に鉄筋 IoT を示す。鉄筋に挟むだけで高輝度な LED ライトが異形鉄筋の径を正確に知らせることで、鉄筋径の間違いを防止できることを確認した。

最終の Step5 で、IoT 技術で鉄筋情報をクラウド上に送り、合わせてクラウド上にある図面・モデル情報(BIM/CIM)をクラウド上で鉄筋検査ができるようにすることを目指している。

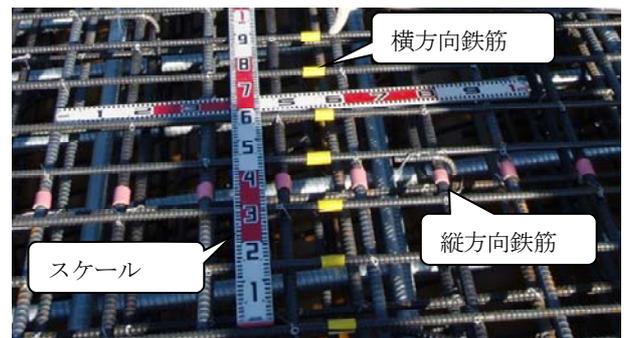


写真-1 従来の鉄筋検査

表-1 開発の進め方

	開発の進め方
Step1	鉄筋の径を把握
Step2	鉄筋間の距離(ピッチ)
Step3	鉄筋の位置情報(相対座標)
Step4	鉄筋の位置情報(絶対座標)
Step5	図面(モデル)との整合性



写真-2 鉄筋 IoT

4. 現場への適用

開発した鉄筋検査システムのプロトタイプ（通称：鉄筋 IoT）を開削トンネル工事のコンクリート躯体工事に適用した。現場に適用するにあたり、主筋だけでなく裏側の配筋筋にも配置できるように、ハンドル等を切断してコンパクト化を図った。高輝度な LED ライトを利用することで、昼間でも写真撮影できるようにした。雨にも対応できるように防水加工を施し、コーナー部に落下しても壊れないようにクッションを配置して、落下防止として、ストラップも取り付けている。LED ライトの電池が長持ちするように、縮めた状態と開いた状態では自動で電源 OFF となるように工夫している。鉄筋 IoT の写真を写真-3 に示す。

使用方法は、非常に容易である。片手でつかんで、鉄筋を挟み込むだけであり、マニュアルも不要である。鉄筋を挟み込むと鉄筋に固定され、径に合わせた LED ライトが点灯する。ワンタッチで検査した鉄筋に設置ができる。設置状況を写真-4 に示す。

今回適用した開削トンネルの用途は、道路トンネルである。両側をシートパイルによる山留めを施工して、底板が完成した時点で、立ち上がっている側壁鉄筋が配筋された時点で現場実証試験を実施した。配筋図の図面から、側壁の主筋は、ブロックによって、D25 と D29 があつた。そこで、D25 の箇所では鉄筋 IoT を取り付けるところ、LED が緑色に光り、明確に D25 を示した（写真-5）。同様に、D29 の箇所に鉄筋 IoT を取り付けるところ、LED が赤色に光り、明確に D29 を示した（写真-6）。実験中、昼間で晴れていたが、LED ライトが写真でも確認できたため、鉄筋検査に有効であると考えた。

今回の実験した鉄筋検査システムのプロトタイプ（鉄筋 IoT）は、間違えやすい 3 種類（D25、D29、D32）の径にのみ対応している。D25 で緑色、D29 で赤色、D32 で青色の LED が点灯する。実験終了後、現場の鉄筋検査でそのまま使ってもらい、使用感、耐久性等を確認する予定である。



写真-3 鉄筋 IoT（左：縮めた時 右：開いた時）

5. まとめ

これまでの適用で得られた成果と本開発技術の特性から、Step 1 の鉄筋径の確実な把握を確認できた。しかし、土木の現場で使われている異形鉄筋は 11 種類あるが、間違えやすい 8 種類に対応できるように改良したい。

今後、1 つの鉄筋 IoT で 4 種類程度判別可能として、細径用（D16、D19、D22、D25）、太径用（D29、D32、D35、D38）のラインナップを進めていきたい。

現状の鉄筋検査で求められる情報は、鉄筋の径とピッチである。Step2 では、まず、鉄筋間の相対距離を把握できる仕組みを考えたい。

さらに、IoT ツールとして、相対的な位置情報を取得させ、絶対的な位置情報を把握できれば、図面との比較で自動検査も可能となると考える。

謝辞：今回、鉄筋 IoT を製作していただいた岡島工業のみなさんに多大なご協力をいただいた。ここに感謝の意を表する。



写真-4 設置状況

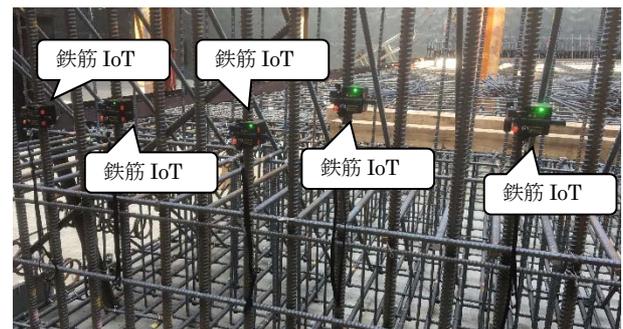


写真-5 D25 の主筋に設置した状況

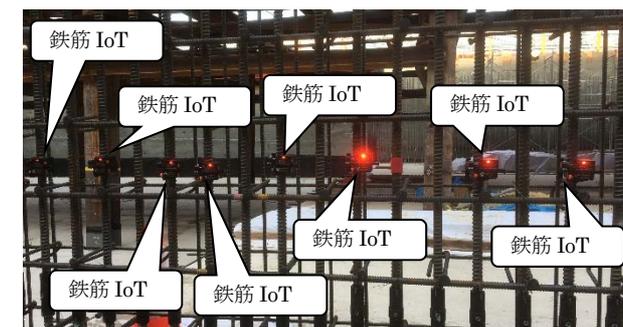


写真-6 D29 の主筋に設置した状況