

## 3

## トレーサビリティの確保を可能とした鉄筋検査システム

三瓶晃弘\*<sup>1</sup>・石田靖\*<sup>2</sup>・長尾達児\*<sup>3</sup>

## 概 要

構造物施工における鉄筋検査は、準備も含め作業負担が大きく、改善課題の一つとなっていた。そこで今回、3次元レーザースキャナによって得られる点群データと点群処理ソフトを組み合わせた鉄筋検査システムを開発した。開発したシステムは、点群処理ソフトによって点群データから鉄筋の3次元CADモデルを生成し、そこから鉄筋径、本数、ピッチなどの情報が得られる。実証試験の結果、これまで2～3名で行っていた検査作業が、作業員1名で可能となり、作業時間も約50%短縮できることを確認した。また、配筋状況全体を取得した点群データをデータベース化することで、施工品質の向上とトレーサビリティの確保につながるシステムとなった。

キーワード：業務効率化、鉄筋検査、点群、トレーサビリティ、3次元レーザースキャナ

## REBAR INSPECTION SYSTEM WITH A TRACEABILITY

Akihiro Sampei\*<sup>1</sup>, Yasushi Ishida\*<sup>2</sup>, Tatsuji Nagao\*<sup>3</sup>

## Abstract

Since inspecting the rebars in the construction of a structure creates a huge burden of labor including preparation, this is an area that has been in need of improvement. To cope with this issue, we have developed a rebar inspection system which is composed of point cloud data obtained by a three-dimensional laser scanner and point cloud processing software. The system thus developed generates a three-dimensional CAD model of rebars from point cloud data through the point cloud processing software to obtain information such as rebar diameters, number of rebars, and rebar pitch. Through a demonstration, it was confirmed that the inspection which was previously carried out by 2 or 3 workers until now can be finished by one worker, reducing the hours of work by about 50%. In addition, the point cloud data covering the whole rebar arrangement is stored in a database, so that the system is further enhanced, leading to improved construction quality with traceability.

Keywords: operation efficiency, rebar inspection, point cloud, traceability, 3D laser scanner

---

\*1 Manager, Informatization promotion Group, i-Con Promotion Department, Civil Engineering Division

\*2 General Manager, i-con Promotion Department, Civil Engineering Division

\*3 General Manager, Engineering Planning Department, Civil Engineering Division

(and Manager, ICT Construction Promotion Group, i-con Promotion Department, Civil Engineering Division)

## トレーサビリティの確保を可能とした鉄筋検査システム

三瓶晃弘\*1・石田靖\*2・長尾達児\*3

### 1. はじめに

第5世代移動通信システム(5G)のサービス開始やデータ保存のクラウドサービスへの移行により、膨大なデジタルデータを超高速に取り扱うことが可能となってきている。さらにインフラ分野におけるDXの推進において、これらの技術を活用し、建設事業の文化・風土や働き方を変革していくことが求められている。また、新型コロナウイルスが蔓延する状況下では、いわゆる3密を避けながら、現場の機能を確保していくためにも、これらの技術の活用が重要である。

一方、今後も増え続ける社会資本を効率的にメンテナンスしていくためにも、これらの技術の活用が求められる。そして、今後は、調査測量、設計、施工等の各段階で得たデータに対してBIM/CIMモデルの利用も含め一元管理し、維持管理や補修設計で活用していくことで、より効率的なメンテナンスやアセットマネジメントが可能となる。

そこで、構造物全体の配筋状況を3次元レーザースキャナ(以下、3Dスキャナとする)によって点群データとして取得し、そこから3次元CADモデルを生成することによって得られる情報から鉄筋検査の省力化を図るとともに、構造物のBIM/CIMモデルの属性データとして、点群データ又は3次元CADモデルを登録し、維持管理へ引き継ぐことで、欠陥発生時の原因特定のための判断材料のひとつとして活用を図り、効率的なインフラメンテナンスの一助となる今回開発した鉄筋検査システムを紹介する。

### 2. 土木工事における従来の鉄筋検査

従来、土木工事における鉄筋検査は、鉄筋の組立が完了した段階で、施工会社による自主検査によって、設計図に対する整合性を確認した後、監督員による立会い検査を行うことが義務付けられている(写真-1)。監督員は現地に出向き、対象範囲全体の出来栄を確認するとともに、抜き取りで部分的に鉄筋の種別、径、ピッチ、かぶり、重ね継手長等を目視にて確認し、定められた項目の写真撮影を行う必要があり、施工管理を行う建設会社の職員や監督員にとってかなりの労力が必要となる。また、遠隔地の現場が多い地域においては、監督員がそれぞれの施工現場までの往復に時間が長くかかるとともに、施工会社にとっては、コンクリートを打設するまでの間に、立会検査のスケジュールを確保する等の調整作業を行わなければならない。



写真-1 従来の鉄筋検査(自主検査)

\*1 土木本部 i-Con 推進部 情報化推進グループ 課長

\*2 土木本部 i-Con 推進部 部長

\*3 土木本部 エンジニアリング企画部 部長 (兼 i-Con 推進部 ICT 施工推進グループリーダー)

### 3. 最近の動向

i-Construction の取り組みの中で、各社より 3D カメラ等を用いた画像処理による鉄筋検査システムが開発されている(図-1)。その原理は、3次元撮影データを各社独自の画像解析システムにより抽出・分析し測定結果を表示するものである。

しかし、この方法は原則的に従来の鉄筋検査の抜き取りの部分デジタル化したものであり、全体の出来栄等は、別途、写真等で確認することとなる。

また、画像処理を行うにあたり、天候や日射等の影響を受けやすく、計測ごとのばらつきなど制約条件を整理する必要がある。

### 4. 鉄筋検査システムの開発

#### 4.1 開発の目的

当社の鉄筋検査システムは、2章で述べたような従来の鉄筋検査業務の施工会社、監督員双方の業務の効率化を図るとともに、検査対象範囲の配筋の全量を記録し、これを構造物全体で行うことで、BIM/CIM モデルの鉄筋属性データとして保存し、メンテナンスに有効活用していくことを目的として開発した。

#### 4.2 システムの特徴

3D スキャナで得られた点群データから直接的に、鉄筋径や鉄筋間隔などの正確な数値化は行えない。そこで点群処理ソフト「InfiPoints」の基本性能である点群から 3次元 CAD モデルを生成する機能を改良し、点群データから鉄筋径を判別して、実際の配筋状況を再現した鉄筋の CAD モデル化を行った。これにより実際に組み立てられた鉄筋情報を取得することが可能となった。

#### 4.3 システムの概要

鉄筋検査システムの概要を図-2に示す。

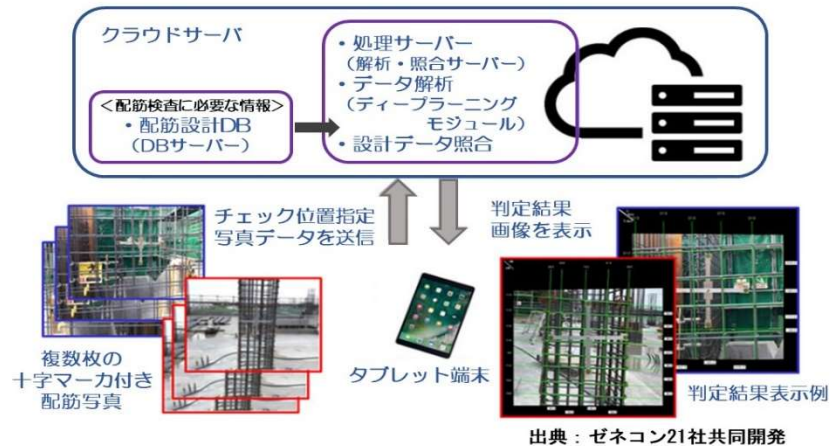


図-1 鉄筋検査システム

鉄筋検査システムは、1カ所からだけの計測では影となる部分が発生し、配筋状況全体の点群が取得できないため、複数の方向からスキャンを実施し、配筋全体の点群データを取得する。次にこの点群データを「InfiPoints」へ取り込み、点群データの合成を行う(図-3)。余分な点群の除去を行い、鉄筋だけの情報を残し、鉄筋検査範囲を指定し、抽出を行う(図-4~6)。

この際、点群情報から、設定済みの各鉄筋径に合わせて鉄筋のCADモデル化を実行する。モデル化された鉄筋に対して、計測したい範囲を指示して処理を実行する(図-7)。選択範囲に対する各鉄筋の本数、間隔(最大、最小、平均)と重ね継手長が算出される(図-8)。

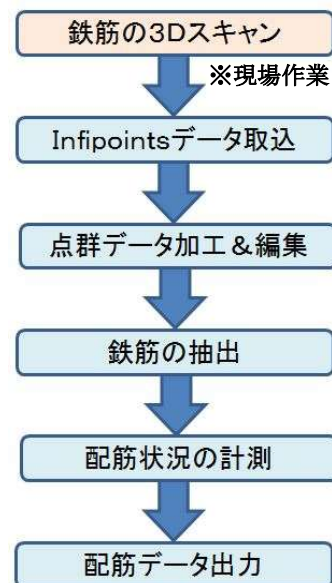


図-2 システム概要図



図-3 点群データ取込・合成

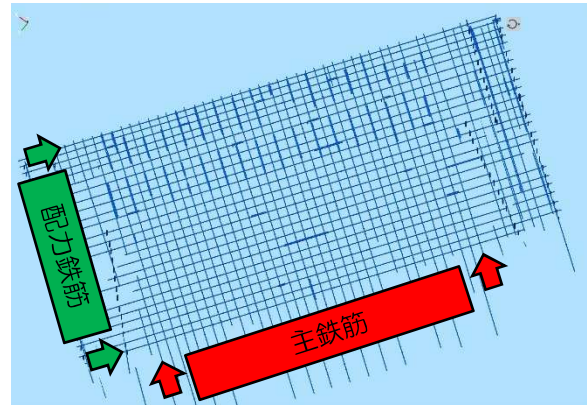


図-7 計算範囲の選択(主鉄筋, 配力筋)

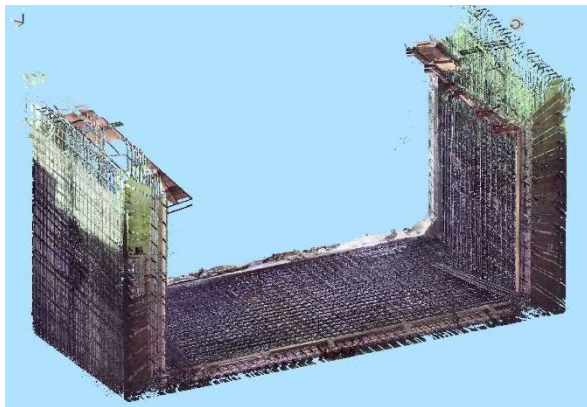


図-4 鉄筋組立範囲切り出し(PC主桁内部)

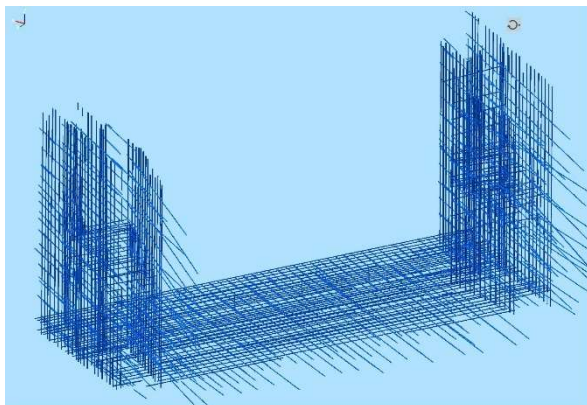


図-5 点群データから鉄筋 3D モデル化

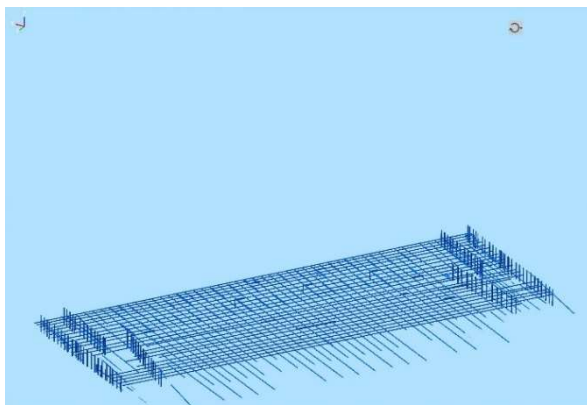


図-6 鉄筋抽出(下床版, 上側鉄筋)



図-8 計算結果サンプル

### 5. 効果と課題

本システムを使用した場合、これまで現場にて2~3名で行っていた鉄筋検査の作業が3Dスキャナを使用することによって1名での作業が可能となり、作業時間も約50%短縮された。また検査結果の作成においても、データ編集の分業が可能となり、計測者の負担が軽減され、効率化・省力化に繋がった。

これからの課題として、多段配筋では前面の鉄筋の影となる背面の鉄筋の情報が十分に得られず、鉄筋を3Dモデル化する際に欠損範囲が大きくなる場合がある。このため、鉄筋組立作

業の中で、適切なタイミングでのデータ採取が必要となる。しかし、現存する 3D スキャナは、測定時間が数分から十数分かかる場合があり、写真撮影に比べて多くの時間を要し、鉄筋の組立作業の中断時間が長くなってしまう。その問題解決のために、3D スキャナの開発も進めている。完成時には、現在市販されている機種と同等の点群計測密度を、約半分の時間で計測することが可能となり、さらなる効率化が期待できる(写真-2)。



写真-2 開発中の 3D スキャナ

また、点群データはデータ自体の容量が大きく、施工現場で取得した点群データをクラウドに転送し、クラウド上のシステムで分析した結果を施工管理者のモバイル PC やタブレットに送信するには、5G 等の高速通信ネットワークの利用が不可欠であり、これらの配備が求められるところである(図-9)。

## 6. まとめ

本鉄筋検査システムを活用することにより、鉄筋検査作業の大幅な効率化、省力化が確認できた。今後は、計測データの合否判定や各事業者のフォーマットに合わせた帳票への出力など、一連の作業のシステム化を図っていく。また、設計段階で作成された鉄筋 BIM/CIM モデルと本鉄筋検査システムで作成した 3 次元 CAD モデルを重ね合わせることで、配筋全体について、設計モデルと実際の配筋の相違やずれ等が視覚的、かつ容易に把握できるようにするとともに、ユーザーが簡単な操作で、見たい箇所の鉄筋径やピッチ等の確認ができるよう、システムを改良していく予定である。

本システムの特徴は、3D スキャナの使用とそこから得られる点群データを活用することにある。特に点群データは鉄筋全体の状態が取得されることから、それらをデータベース化すれば、トレーサビリティが確保され、将来のメンテナンス等での活用が大いに考えられる。さらには、類似工事において施工前にデータを確認、シミュレーションを行うことで、構造物の品質向上にも繋がっていくと考えられる。

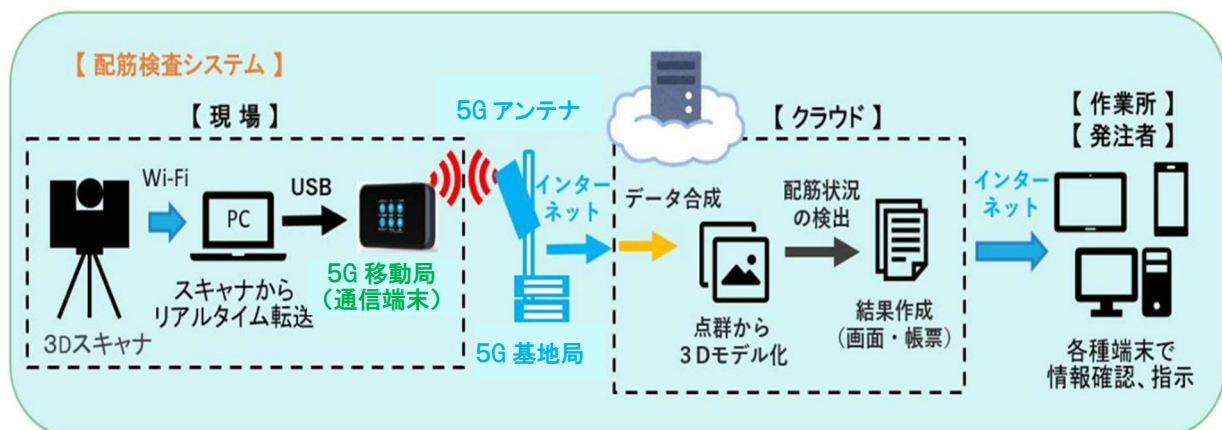


図-9 5G を活用した場合のシステム概要図