

点群データを活用した鉄筋型枠検測の適用性に関する一考察

東日本旅客鉄道（株） 東京建設PMO 正会員 ○高橋 健太

東日本旅客鉄道（株） 建設工事部 正会員 竹之下 智行

JR 東日本コンサルタンツ株式会社 正会員 石原 勇一

1. はじめに

遠隔地における施工監理業務の効率化を図るために、点群データ活用が有効な手段の一つとして挙げられる。

本稿では、施工監理項目のうち検査頻度の高い鉄筋・型枠検測への適用を目的に、動画から点群生成が可能な SfM 技術で取得した点群と手計測等の従来計測方法との差を比較検証した結果を報告する。

2. 試験概要

検証は、トータルステーションにより計測した値を真値と仮定し、従来計測方法の代表としてコンベックスにより計測した値（以下「手計測値」）、動画から SfM 技術により生成した点群をソフトウェア上で計測した値（以下「点群計測値」）をそれぞれ比較した。

計測対象は、①当社の施工監理現場における鉄筋型枠（図-1）、②室内モックアップ試験体（図-2）とし、型枠寸法および鉄筋かぶりの計測を行った。手計測と点群計測は、①では各 9 名、②では各 7 名の作業員が行った。

動画撮影は、①では Full HD カメラ、②では Gopro7（4K30fps）を用いて実施した。

撮影条件を表-1 に示す。SfM 技術による点群生成及びビューワ上での計測は当社で開発を行った TRANCITY を用いた。TRANCITY は、撮影した動画からソフトウェア上で SfM 技術により点群を生成し、Web ブラウザ上で確認計測が可能であること、BIM モデルや点群に静止画を重ねて表示できることが特徴として挙げられる。

表-1. 動画撮影条件

| 撮影条件 | 設定                     | 備考                                              |
|------|------------------------|-------------------------------------------------|
| 角度   | 鉄筋に対して45°              | ※撮影対象が床面方向だけではなく立体的となるため各対象に対してできるだけ浅い角度となるよう設定 |
| 速度   | 0.35m/s                | 平均歩行速度の半分程度                                     |
| 高さ   | 30cm程度                 | 30～50cm以内での高さで撮影                                |
| 回数   | ①鉄筋・型枠を2往復<br>②試験体を1往復 |                                                 |

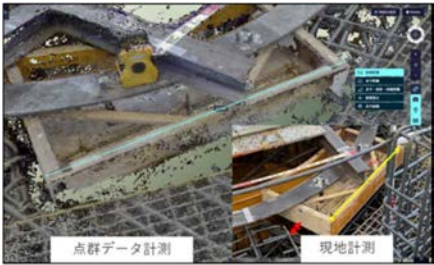


図-1. ①施工監理現場鉄筋型枠



図-2. ②室内モックアップ試験体

3. 試験結果

3. 1 現地型枠かぶりの計測結果

型枠寸法計測における、真値に対する計測誤差のヒストグラムを図-3 および図-4 に示す。

手計測値の誤差は概ね 2～7mm の範囲に収まる一方、点群計測値の誤差は-15mm～+20mm で高い頻度を示し、誤差は最大で-170mm であった。また、全体的に計測値は真値より大きく読む傾向があることが分かる。

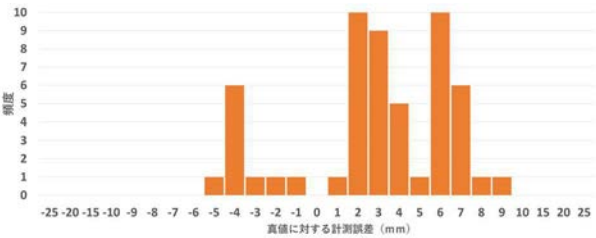


図-3. 型枠寸法ヒストグラム（手計測値）

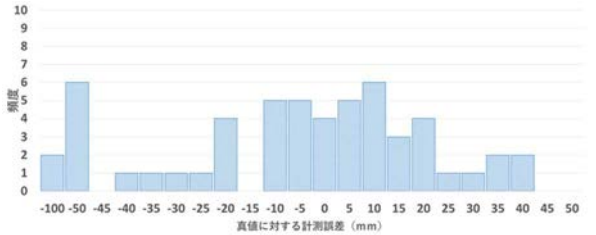


図-4. 型枠寸法ヒストグラム（点群計測値）

キーワード SfM 技術, 点群, デジタルツイン

連絡先 〒370-8543 群馬県高崎市栄町 6 番 26 号 東日本旅客鉄道（株） Email:takahashikenta@jreast.co.jp

かぶりの点群計測は、必要な点群が十分に取得出来なかったことから不可能となった。

図-5に手計測値の真値に対する誤差を示す。2mmと-4mmの頻度が高いことが分かる。一方、手計測値の誤差は1mmと-4mmで高い頻度を示すとともに、計測者により最大で±10mmの差が生じた。

今回の手計測結果では、計測数の約70%が±5mm未満に収まっていることから、今後、点群によるかぶり計測の精度目標が±5mmになるものと考えられる。

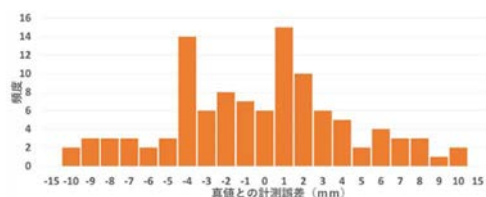


図-5. 鉄筋かぶりヒストグラム（手計測値）

### 3. 2 室内モックアップ試験体の計測結果

前項に示す点群計測の結果から、より解像度の高い映像が必要であることが分かったため、室内モックアップ試験を行った。

モックアップ試験体での型枠計測における真値との誤差のヒストグラムを図-6, 7に示す。手計測値では-3~-7mm, 点群計測値では-5~-25mmの頻度が高く、解像度に加えて撮影方法にもさらに工夫が必要なが分かった。

また、前項の現地計測では真値に対して計測値が大きくなる傾向があったのに対してモックアップ試験体では真値と比較して小さく読む傾向となった。

1つの原因として、現地では型枠の外側、モックアップ試験体では型枠の両内側を計測していることが、計測結果に影響している可能性が考えられる。

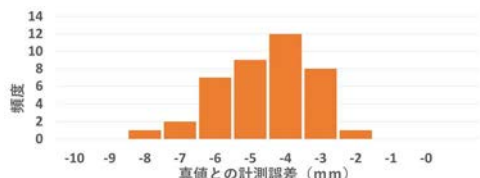


図-6. 型枠寸法ヒストグラム（手計測値）

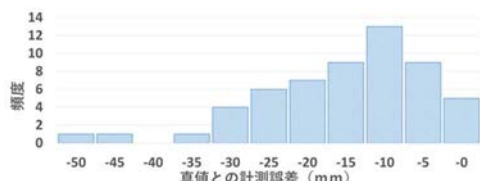


図-7. 型枠寸法ヒストグラム（点群計測値）

計測作業員7名とは別に、業務で点群計測を行っている作業員（熟練者）との計測値比較を行った結果を図-8に示す。

熟練者の計測誤差は対象箇所8箇所全てにおいて7名平均値より誤差が小さい結果となった。

全体平均についても7名平均-17.6mmに対して、-10.7mmと改善したことから型枠寸法計測に関しては計測者のスキルにも大きく依存することが分かった。

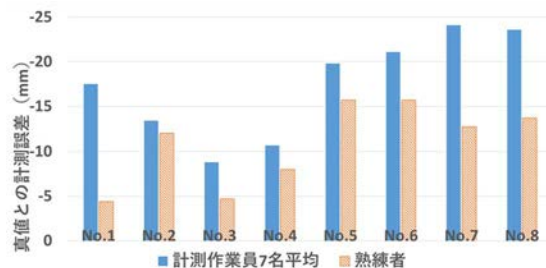


図-8. 計測スキルによる誤差比較（型枠寸法）

かぶりの計測についてはトータルステーションによる計測が困難であったため、手計測値と点群計測値との差を図-9に示す。手計測との差は-20~45mmであり、10~15mm未満が最も頻度としては高い結果となった。

問題点として、鉄筋・型枠の上面は点群化され計測可能であるが側面部の点群データが動画撮影の性質上欠損してしまうことで最外縁を計測出来ないこと、深部や下部においては点群取得が困難であることが分かった。

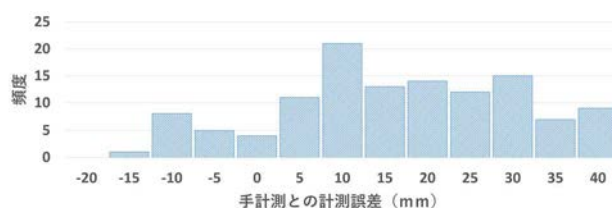


図-9. 鉄筋かぶりヒストグラム（点群計測値）

### 4. まとめと今後の展望

今回撮影時の画質・計測スキルによって計測誤差に影響することが分かった。

上面かぶりの計測は可能だが最外縁、深部、下部の点群取得が問題点として挙げられる。

今後は計測誤差を抑える計測ツール、点群の精度向上及びかぶり計測に活用可能な点群取得方法が鉄筋型枠検測への適用を行う上で必要となる。