

写真計測を用いた実施工における3次元配筋モデルの構築

前田建設工業 正会員 ○平澤 江梨 正会員 松林 卓
正会員 工藤 敏邦 都丸 和久

1. はじめに

近年、建築・土木分野では、計画から維持管理に至る事業全体での生産性向上を目指し、BIM・CIMの導入に関する様々な検討がなされている。特に、維持管理段階に引継ぐデータの精査は、重要な課題の一つである。建築・土木構造物の維持管理段階では、補修工事や改修工事に活用できるデータが有用となり、埋設物の実測位置がその一つと考えられる。例えば、RC構造物の補強において躯体を削孔する際、内部鉄筋の位置情報が必要となるが、実測値としては代表的な位置における検測データしか残されていない場合がほとんどである。非破壊検査により鉄筋位置を確認する方法もあるが、取得できる情報に限りがあり、完全には把握できない。このような現状を改善するために、本研究では、施工段階において簡便に鉄筋実測位置を把握する方法として写真計測に着目した。写真計測は、構造物の補修工事における変状や数量の把握¹⁾、補強土壁壁面形状の経時変化の計測等において検討例が見られるが²⁾、配筋の実測位置把握への適用性は明らかでない。そこで、実現場において配筋を対象とした写真計測を実施し、その適用性を検証した。

2. 計測の概要

計測対象は、道路用ボックスカルバート側壁部の主鉄筋とし、計測区間は約15mとした。計測対象物の形状を図-1に、計測内容を表-1に示す。計測項目は主鉄筋間隔および鉄筋径とし、写真計測による計測値との比較のために、巻尺あるいはノギスによる計測を併せて行った。なお、鉄筋は異形鉄筋のため、節のある部分（以下、節部と記す）と節の無い部分（以下、節無し部と記す）それぞれについて計測した。写真計測に使用したカメラは、写真-1に示す複眼カメラである。本カメラは2つのカメラ間の距離から計測対象物における任意の点の位置が特定できるように、ひずみ計測されたレンズを内蔵し、レンズ間距離が固定されたものである。現地は、計測対象とした鉄筋の手前に足場が組まれており、一度に計測対象の全区間を撮影できない状況にあった。そのため、撮影対象から比較的近距离となる足場上から、図-2のよう

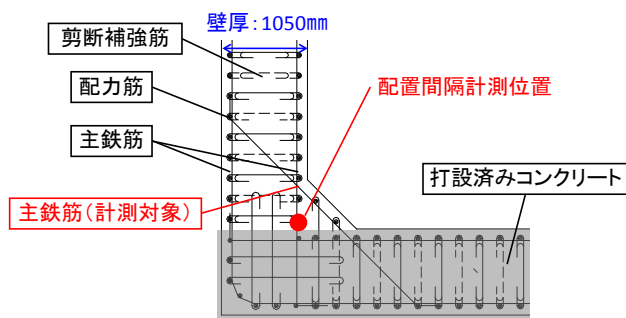


図-1 計測対象

表-1 計測内容

計測項目	設計値	計測数 (箇所)	計測方法
配置間隔	250 mm	60	巻尺
			写真計測
鉄筋径	D25	節部 : 5	ノギス
		節無し部 : 5	写真計測

に撮影範囲を部分的にラップさせながら数箇所に分けて撮影を行った。計測状況を写真-2に示す。



写真-1 使用カメラ

((株)JM Matabee3D)

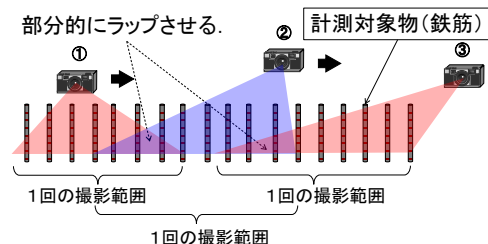


図-2 撮影方法



写真-2 計測状況

キーワード 写真計測, 配筋, 実測値, 三次元モデル, CIM, AR 技術

連絡先 〒101-0064 東京都千代田区猿楽町 2-8-8 前田建設工業(株) TEL 03-5217-9563

3. 計測結果

写真計測に要した人員は1名であり、撮影に要した時間は機器の準備時間を除いて10分程度であった。これに対して、巻尺やノギスを用いて計測を行うと、最低でも人員は2名要する。このことから、写真計測の導入は計測作業の効率化に繋がると考えられる。

主鉄筋間隔の計測値は、巻尺による計測値に対する差異の百分率を式(1)より算出した。

$$R = |L_1 - L_0| / L_0 \times 100 \quad (\%) \quad (1)$$

R : 差異の百分率

L_1 : 写真計測による計測値

L_0 : 巻尺による計測値

主鉄筋間隔の全計測結果に対する R の割合を図-3に示す。これによれば、 R が5%未満の箇所が、全体の約9割を占めた。一方、ごく少数ではあるが10%を上回る差異を有するものがあった。

その原因の一つとして、鉄筋のような円形断面を有するものは、角部を有する撮影対象に比べて測定位置を特定しにくいことが考えられる。また、計測不能の箇所が存在した。これは、足場の鉛直方向のパイプに鉄筋が隠れていたためであり、撮影時に留意する必要がある。一方、鉄筋径の計測結果を表-2に示す。鉄筋径の計測差異は、節部、節無し部ともに1~2mmであり、ノギスによる計測値と良く対応した。

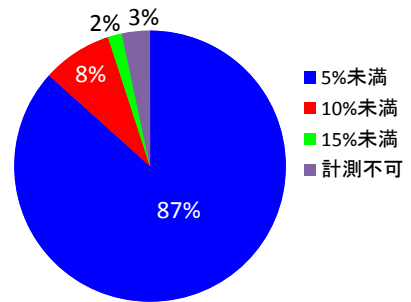


図-3 Rの割合（配置間隔）

表-2 鉄筋径の計測結果

計測 No.	節部			節無し部		
	L_0^{**}	L_1	差異 (mm)	L_0^{**}	L_1	差異 (mm)
1	27	25	-2	24	22	-2
2		25	-2		23	-1
3		26	-1		22	-2
4		26	-1		23	-1
5		26	-1		23	-1

※ノギスにより計測した3箇所平均値を四捨五入して整数とした。

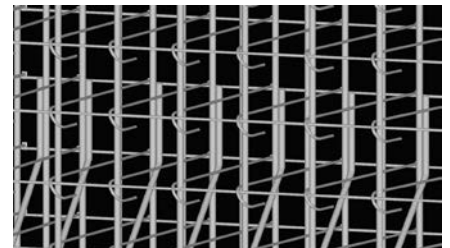


図-4 写真計測結果を基に作成した配筋3次元モデル

4. 得られた知見と課題

本研究により、実構造物の配筋を対象として、巻尺による計測に比べて少ない人員で、かつ短時間に写真計測によるデータを取得できることが確認された。また、計測差異については、主鉄筋間隔の計測において、約9割の箇所で差異の百分率が5%未満であった。この精度であれば、供用後の改修工事の際に補強鉄筋やアンカー等の配置を検討する場合など、用途により有用なデータとなる可能性がある。今後より有用なデータとするためには、誤差率が比較的高い計測値の削減が課題である。

5. 今後の活用に関する展望

写真計測による実測値を基に図-4に示す配筋の3Dモデルを作成した。CIMの導入等により3次元モデルの重要性が増している昨今において、実測に基づいた3次元データを取得する意義は大きいと考える。現段階ではコスト等の観点から課題が多いが、AR技術を利用して現地で埋設物位置を視覚的に確認することも可能と考えられ、小型のRCブロックで試行している（写真-3）。今後、より有効な活用方法について検討を進める予定である。

参考文献

- 1) 坂本保彦ほか：3Dモデルを用いた橋梁維持管理手法の提案・試作・検証，土木学会第67回年次学術講演会，VI-131，2012.9
- 2) 藤田智弘ほか：写真測量による補強土壁の壁面変形把握，土木学会第68回年次学術講演会，VI-338，2013.9

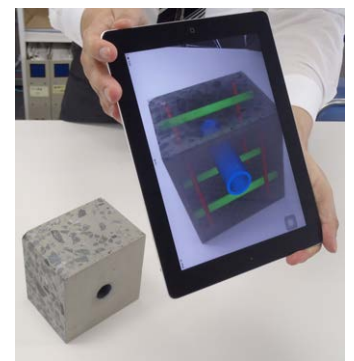


写真-3 内部鉄筋の見える化の例
(AR技術の利用)