

社名	共立建設	所属	東海支店工務部	氏名	野中寛之
題名	新築工事における点群技術を活用した測量方法の検討				(カテゴリー)
分類	<input checked="" type="checkbox"/> 建築 <input type="checkbox"/> 土木 その他 () (キーワード) (点群, 測量, B I M)				<input checked="" type="checkbox"/> 生産性・安全向上 <input type="checkbox"/> 品質・性能向上 <input type="checkbox"/> コストダウン <input type="checkbox"/> 工期短縮 <input checked="" type="checkbox"/> 省力化 <input type="checkbox"/> 環境対策 <input type="checkbox"/> 近隣対策 <input type="checkbox"/> 難しい施工環境 <input type="checkbox"/> トラブル解決 <input type="checkbox"/> 新技術・技術開発 <input type="checkbox"/> 高度な技術 <input type="checkbox"/> 設計変更 <input checked="" type="checkbox"/> IT関連 <input type="checkbox"/> その他 ()
工事名	マンション計画新築工事			竣工	2023
発注	—	施工場所	東京都		
工事内容	・主要構造：鉄筋コンクリート造 ・階数：地上14階 ・延べ面積：1718㎡				

1. はじめに

本事例は、新築工事における計測作業、主として場所打ちコンクリート杭における杭筋と基礎配筋の納まり検討に点群技術（三次元計測）およびB I Mを活用し、生産性向上に取り組んだ結果とその展開についての報告である。

2. 問題点及び技術的課題

場所打ちコンクリート杭を採用する新築工事において、基礎配筋が過密な場合、一般的には、施工前に基礎配筋図を作成することにより、配筋の納まりを検討する。そして杭筋が基礎配筋と干渉する恐れのある箇所をあらかじめ確認し、あるいは基礎配筋施工時に干渉箇所に直面した際に、杭筋を鉄筋ベンダーやレバーブロック等により、基礎配筋を通すなどの措置を講じ配筋を納める。

しかし、通常数百にも及ぶ杭筋の正確な位置をあらかじめ確認することは現実的ではないため、配筋作業当日になって鉄筋同士の干渉に直面するケースが多い。その後の配筋作業に停滞が生じるため、施工性は良いとは言えない。また、配筋位置や手順を誤ると配筋が納まらなくなり、大がかりな手戻りにつながる恐れがあるため、基礎配筋図の作成には慎重を期す。2 D C A Dによる基礎配筋図の作成は労力を要する作業となるため、現場担当者に係る負担は大きい。多くの現場では基礎配筋図の作成を行わず、場当たり的な施工をせざるを得ないが現状である。

このような現状の問題に対して、点群技術やB I Mの導入により、①基礎配筋図の作成に係る現場担当者の負担を軽減させること、ならびに、②杭芯および杭筋の正確な位置をあらかじめ確認することにより、杭筋と基礎配筋との干渉を基礎配筋作業に先行して対処し、配筋作業の施工性を向上させることができないか検討を行った。

3. 対策

①基礎配筋図の作成に係る現場担当者の負担軽減に対しては、施工B I Mが活用できると考えられる。表-1に施工B I Mにおける鉄筋モデルの作成手順を示す。鉄筋モデルは、構造計算時の入力データを流用することで半自動的に作成することが可能である。作成に要する時間は調整を含め3日程度である。一方、基礎配筋図の作成に要する時間は、鉄筋が過密な場合、1週間程度となる。当社の場合、施工B I Mが社内分業となるため、鉄筋モデルを基礎配筋図の代わりとして利用することで、現場担当者の大幅な負担軽減になると考えられる。

表-1 施工B I Mにおける鉄筋モデルの作成手順

(ア) 構造計算入力データを構造計算ソフト (SS3, SS7 等) から出力 (あるいは構造設計者から入手する)
(イ) 構造モデル作成ソフト (SIRCAD) およびB I Mアドオンソフト (SSC, BI for ArchiCAD) を使用し、入手した構造計算入力データをB I M (ArchiCAD) モデルに変換する
(ウ) B I Mソフト (ArchiCAD) を使用し、変換したB I M (ArchiCAD) モデルの最終調整を行った後、必要なモデル (鉄筋、杭、通り芯等) のみを表示し、鉄筋モデルとしてレイヤーセット登録する

②杭芯および杭筋の正確な位置をあらかじめ確認する方法については、点群技術（3 D レーザースキャナによる三次元計測）が活用できると考えられる。表-2に三次元計測による杭芯および杭筋位置の計測手順を示す。また表-3に点群データに基づく鉄筋モデル上の杭筋位置の修正手順を示す。三次元計測を活用することで、杭筋の正確な位

置を全数確認することができ、またその情報を前述の鉄筋モデルに反映させることで、基礎配筋作業に先行して杭筋と基礎配筋との干渉を確認し対処することが可能となり、配筋作業の施工性向上が可能になると考えられる。

表-2 三次元計測による杭芯および杭筋位置の計測手順

- (ア) 杭頭処理完了後、山留壁内全体を三次元計測し、点群データを取得する
 (イ) 点群合成ソフト (SCENE) を使用し、取得した点群データから通り芯および杭筋を切り出し、オルソ画像に変換する ※オルソ画像…真上から見たような傾きのない、正しい大きさと位置に表示される画像
 (ウ) AutoCAD を使用し、オルソ画像上の通り芯寸法および杭芯位置を確認し、現場実測との比較によりデータの正確性を確認する

表-3 点群データに基づく鉄筋モデル上の杭筋位置の修正手順

- (ア) BIMソフト (ArchiCAD) を使用し、表-2により作成したオルソ画像を表-1により作成した鉄筋モデルに取り込む
 (イ) 両者のデータを重ね合わせ、鉄筋モデル上の杭筋の位置および回転を修正する
 (ウ) 鉄筋モデル上で杭筋と基礎配筋とが干渉する箇所を確認する

4. 実施結果

4.1 施工BIMにおける鉄筋モデルの作成

図-1に鉄筋モデルのパスを示す。鉄筋モデルは、鉄筋径や空き、曲げ加工等も正確に反映されており、基礎配筋の納まりは整合が取れていることを確認できた。図-2に鉄筋モデルを平面投影した図面(抜粋)を示す。このように、鉄筋モデルを部位ごとに平面投影表示することで、基礎配筋図の代わりとして活用することが可能である。

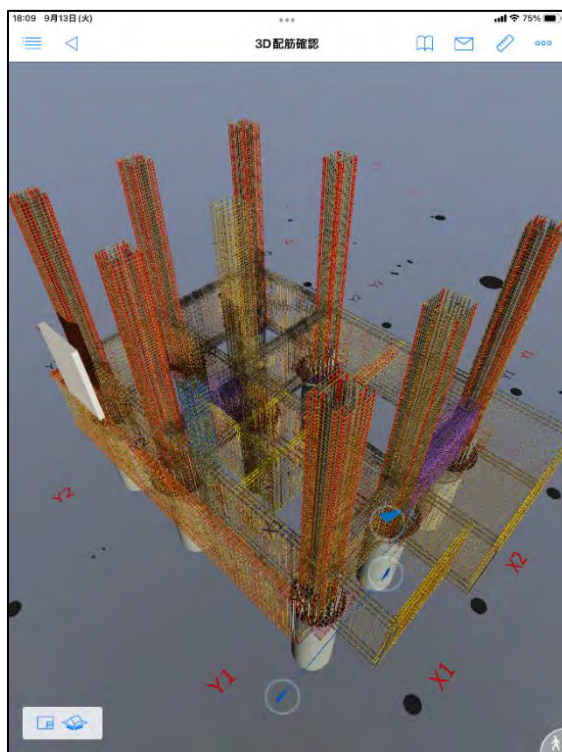


図-1 鉄筋モデルのパス

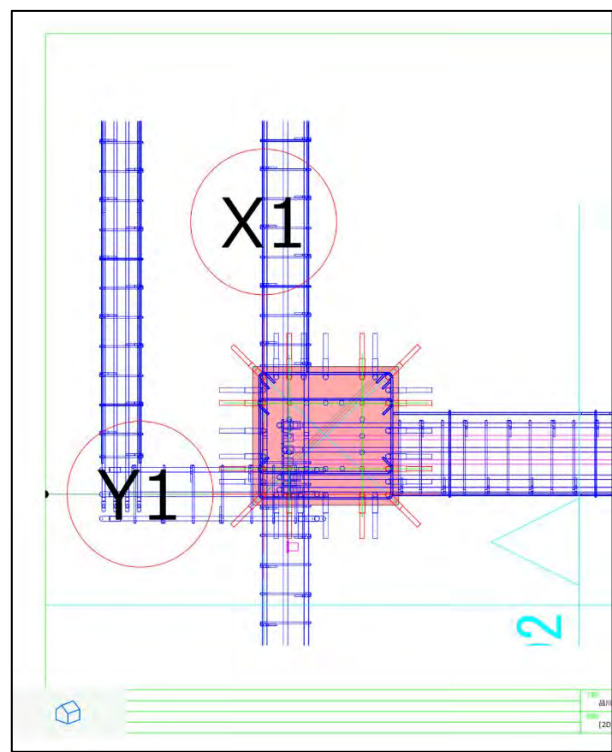


図-2 鉄筋モデルを平面投影した図面(抜粋)

4.2 三次元計測による杭芯および杭筋位置の計測

3Dレーザースキャナによる三次元計測に要した時間は1時間程度であった。図-3に杭筋のパス(写真、点群データ)、通り芯および杭筋のオルソ画像(CAD)を示す。オルソ画像上の通り芯の間隔や杭芯位置の実測結果との差を確認し、通り芯のずれは1mm以下であり、取得した点群データは実用可能な精度であることを確認できた。

4.3 点群データに基づく鉄筋モデル上の杭筋位置の修正

前述の表-3の手順の通り、鉄筋モデル上の杭筋位置を修正した。図-4に鉄筋モデルにおける鉄筋同士の干渉箇所を示す。鉄筋モデル上の杭筋位置を修正したことで、杭筋と基礎配筋との干渉の有無を確認することができた。確認の結果、柱主筋の右隅において、杭筋とフープ筋が干渉していることが確認できた。この干渉は杭筋の台直しによ

り比較的容易に対処することが可能である。また、対処が困難となるような重大な干渉（四隅の柱主筋と杭筋との干渉のような動かさない鉄筋同士の干渉）は見られないことも同時に確認できた。他の杭についても同様に、鉄筋同士の干渉はみられたが、どれも比較的容易に対処可能なものであり、重大な干渉は見られなかった。

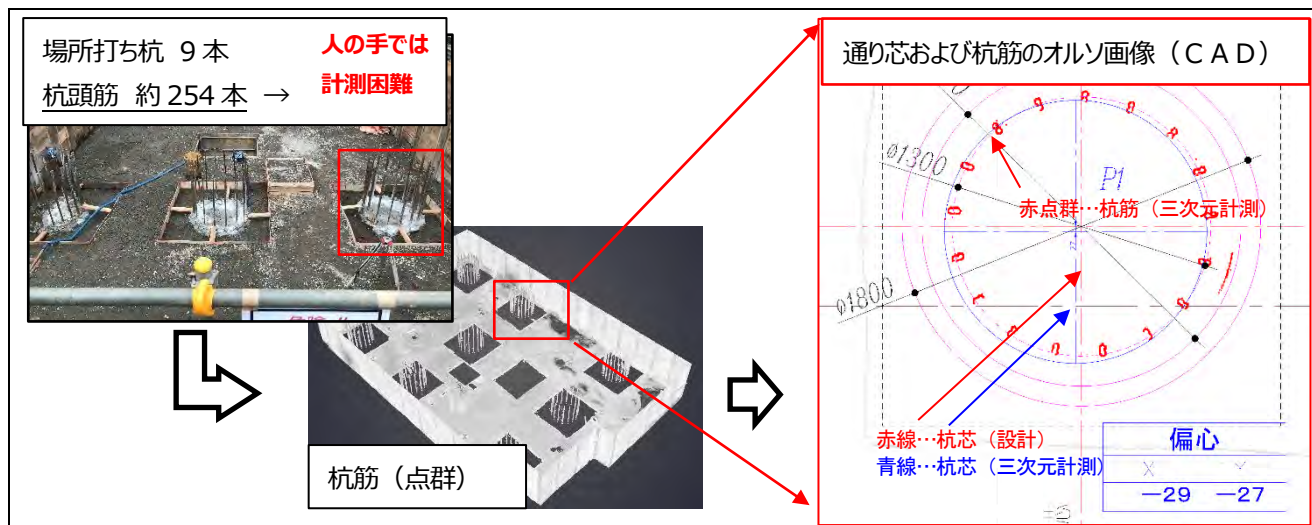


図-3 杭筋のパス（写真、点群）、通り芯および杭筋のオルソ画像（CAD）

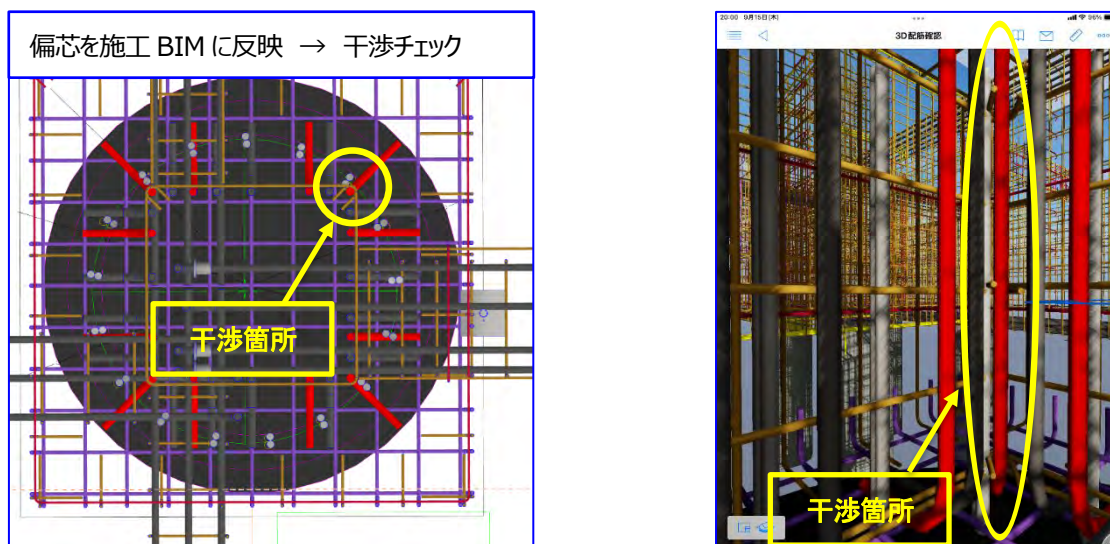


図-4 鉄筋モデルにおける鉄筋同士の干渉箇所

4. 4 協力会社との意識合わせおよび施工

4. 3における確認の結果を協力業者と共有するため打合せを行った。重大な干渉（四隅の柱主筋と杭筋との干渉のような動かさない鉄筋同士の干渉）がなく、比較的スムーズに基礎配筋を施工できそうだという認識を共有することができた。協力業者からの意見としては、どの隙間にどの鉄筋を通せばよいかという情報が事前に判明し共有されれば計画の助けになるという意見や、基礎配筋の納まりをイメージとして前もって確認できることは、見落とししていたかもしれない配筋時の注意点にしっかり気づくことができて助かるという意見、若手職人への指示に役立つという意見が挙げられた。一方、図面やモデルには表現されないところで苦勞している部分もたくさんあるという意見等も挙げられた。また、基礎配筋の施工については、比較的容易に対処することが可能な干渉しかなかったことから、順調に工期通りに終わることができた。

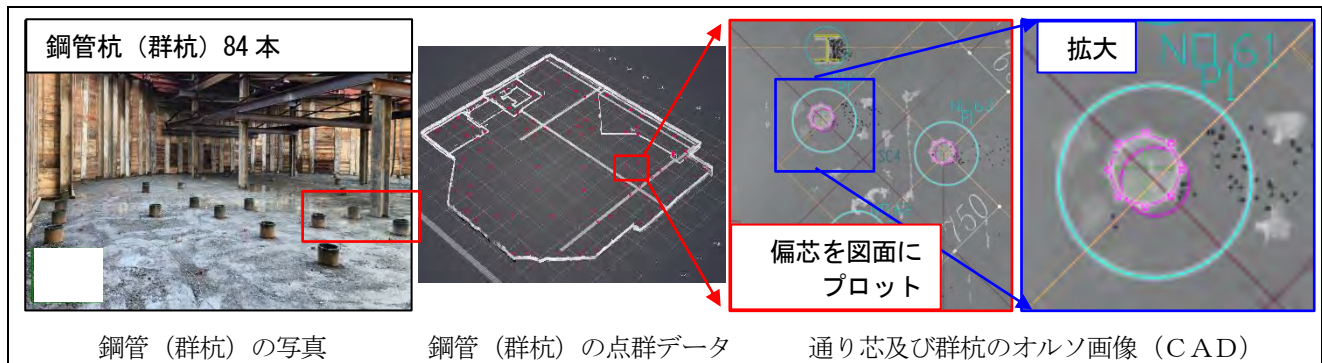
5. 点群技術を活用した計測方法の展開

前述の表-2「三次元計測による杭芯および杭筋位置の計測手順」は、場所打ちコンクリート杭以外にも適用可能な場面ある。「鋼管杭（群杭）の杭芯確認」「鉄骨ゼロ節柱頭部の位置確認」に適用した例を記す。

5. 1. 鋼管杭（群杭）の杭芯確認

図-5に点群技術を活用した計測方法の鋼管杭（群杭）における適用例を示す。鋼管杭を採用する新築工事においては、杭施工後にアンカー筋を後付けすることになるため、杭芯位置を正確に把握し、基礎配筋との納まりを検討し

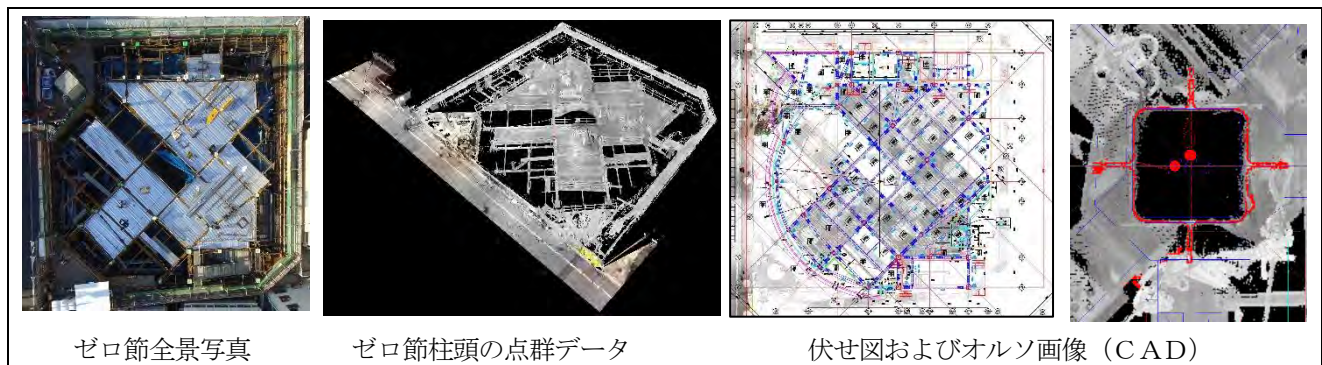
たうえでアンカー筋の取付位置を決定し取り付ける。群杭となる場合は、その数が多くなるため、杭芯位置の確認に時間を要し、ヒューマンエラーが発生するリスクも高まる。従前のトータルステーションによる計測と点群技術を活用した計測方法をとともに実施したところ、両者の結果に不整合があり、原因は従前の方法で数値を読み取る際のヒューマンエラーであることが分かった。点群技術を活用した計測方法を取り入れることで、作業時間短縮による生産性向上、ヒューマンエラー防止による品質向上が可能となることが確認できた。



図－5 点群技術を活用した計測方法の鋼管杭（群杭）における適用例

5. 2. 鉄骨ゼロ節柱頭部の位置確認

図－6 に点群技術を活用した計測方法の鉄骨柱の位置確認における適用例を示す。鉄骨の建入れ精度や柱の倒れ確認等については J A S S 6 の基準・測定方法に基づき実施する前提のもと、ゼロ節柱頭レベルでの鉄骨の位置確認を同方法により実施した。結果、梁が未施工で拘束されていない柱があり、この傾きが大きいことが分かり、品質事故を未然に防ぐことにつながった。鉄骨上での作業は高所作業に該当する場合が多く危険が伴うため、同方法により離れた地点からでも安全に計測できることは有効であると考えられる。



図－6 点群技術を活用した計測方法の鉄骨柱の位置確認における適用例

6. まとめ

今回の取組みにより、次の効果を確認できた。

- ① 施工 BIM における鉄筋モデルを基礎配筋図として利用することは十分可能である。
- ② 三次元計測により取得した点群データに基づき鉄筋モデル上の杭主筋位置を修正することにより、鉄筋同士の干渉を事前に確認することができる。
- ③ 鉄筋同士の干渉を事前に把握できることは、対処の前倒しや計画の見直しが可能となるため有効である。また、干渉がなかった場合でも、施工の見通しが明確になるため、有効である。
- ④ 三次元計測による杭芯および杭主筋位置の計測は、杭芯確認のダブルチェックの役割も果たすため有効である。
- ⑤ 基礎配筋図の作成に係る現場担当者の負担については、当社のように社内分業の場合、現場担当者の負担軽減は大きい。ただし、鉄筋モデル作成等の作業をすべて現場で行う場合は、BIM の操作に慣れが必要のため負担はまだ大きいと考えられる。しかし、施工 BIM における鉄筋モデルの作成過程には半自動的な部分もあるため、従前の 2D CAD による配筋図作成よりも容易であり、負担軽減にはつながると考えられる。
- ⑥ 点群技術を活用した計測方法は、場所打ちコンクリート杭以外の場面、とりわけ計測箇所が多く繰り返し作業となる場合においてもヒューマンエラー防止につながるため有効である。
- ⑦ 点群技術を活用した計測方法は、計測対象が高所にあるなど計測に危険を伴う場合に、離れた地点から計測可能となるため有効である。