

札幌第4地方合同庁舎新営23建築工事におけるデジタルデータを活用した監督・検査について

北海道開発局 営繕部 保全指導・監督室

○前田 優奈

瀬見 大

諏訪 文昭

国土交通省では、i-Constructionを推進し、その取組の一つとしてデジタル技術を活用した監督・検査の試行に取り組んでいる。本稿は、「札幌第4地方合同庁舎新営23建築工事」で実施したデジタルデータを活用した配筋検査及びガス圧接継手外観検査の効果や課題を検証し、今後の有効活用に向けて提案を行うものである。

キーワード：デジタルデータ、生産性向上、i-Construction、DX

1. はじめに

国土交通省では、建設現場の生産性向上や業務、組織、プロセス、文化、風土や働き方の変革を目的とし、i-Construction及びインフラ分野のDXを推進している。

官庁営繕部においては、更なる生産性向上技術の積極的な活用を図り、建設生産プロセス全体における生産性向上を推進するため、「官庁営繕事業における生産性向上技術の活用方針」（最終改定令和7年3月24日）が定められており、生産性向上技術の活用項目には、(1)BIM活用、(2)情報共有システムの活用、(3)ICT建築土工を活用した施工、(4)デジタル工事写真の小黒板情報電子化、(5)WEB会議の活用、(6)建設現場の遠隔臨場、(7)デジタル技術を活用した監督・検査（試行）、(8)個別の生産性向上技術の活用（試行）があり、その取組の一つである(7)デジタル技術を活用した監督・検査（試行）では、①デジタル配筋検査¹⁾と②デジタル圧接継手外観検査²⁾において、従来のスケール等による実測方法から画像計測による試行を行っている。

本論文では札幌第4地方合同庁舎の新築工事にて画像計測の試行を行い、従来の検査方法との比較検討を行った。



図-1 庁舎（東館）完成予想パース

2. 試行対象事業の概要

(1) 事業概要

- ・施設名称：札幌第4地方合同庁舎（東館）
- ・実施工期：2024年1月～2026年2月（約25か月）
- ・工事場所：札幌市
- ・敷地面積：12,912.97m²
- ・延べ面積：13,458.62m²
- ・構造/規模：SRC造 一部S造 9階建

(2) 計画概要

札幌第4地方合同庁舎は、市内に点在する北海道農政事務所及び北海道運輸局を集約し、老朽や狭隘を解消しつつ、災害応急対策活動に必要な耐震性能の確保等の各種機能を持つ防災拠点施設として整備を進めている。計画敷地は現北海道開発局札幌開発建設部の敷地で、周辺に知事公館、道立近代美術館などがあり緑の多い潤いのある地域である。本試行対象事業である本庁舎（東館）は令和3年10月に設計に着手、令和8年2月に完成を予定している。今後は西館を令和13年度完成を目指し整備を進める予定である。



図-2 建設位置図

3. 配筋検査

(1) 試行概要

- ・計測実施日：2025年5月7日～23日
- ・計測部位：6階（基準階）の柱・床・壁
- ・計測精度及び時間：従来と試行での検査比較
- ・検査作業人数：1人（元請業者担当者）

デジタル配筋検査での試行方法はコンクリート構造物の鉄筋組み立て時に配筋状況を配筋検査システムを用いて、デジタルデータから鉄筋間隔、鉄筋本数、鉄筋径を確認・記録（写真-1）する。また、それと同じ確認項目の内容に対して従来の検査方法であるメジャー・検尺棒・目印等を用いて検査を実施（写真-2）し、計測精度及び計測時間の結果を比較した。配筋精度の比較検証にあたり精度管理の方法として、公共建築工事標準仕様書³⁾等の精度に関する規定の他、試行においては官庁営繕事業の建設現場におけるデジタルデータを活用した配筋検査試行要領²⁾に基づき数値（表-1）を定めて検証を行った。なお、デジタル配筋検査の実施はシステムを初めて使用する元請業者担当者が行った。



写真-1 配筋検査 AR システムでの計測方法

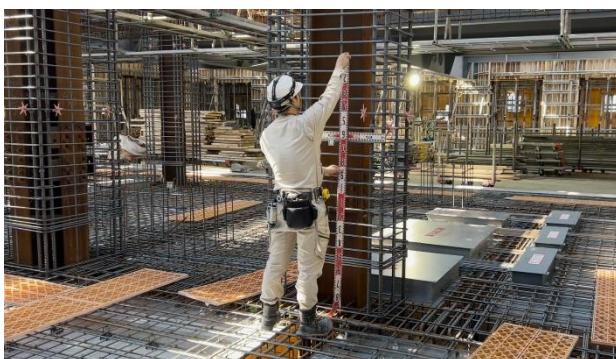


写真-2 従来の計測方法

表-1 判定基準及び配筋精度の許容値

部位	項目	許容値
柱	柱の鉄直鉄筋（柱筋）の上下端間の倒れ	10mm
	柱の鉄直鉄筋（柱筋）の上下端間の曲がり	20mm
スラブ、 土圧・水 圧壁	スラブ及び壁の鉄筋間隔	所定間隔（ピッチ）20%以内
	スラブ及び壁の板厚方向の鉄筋位置 板厚30cm未満	所定の位置から10mm
	スラブ及び壁の板厚方向の鉄筋位置 板厚30cm以上	所定の位置から20mm
壁	壁の配筋間隔	所定間隔（ピッチ）20%以内
	壁の板厚方向の鉄筋位置 建物の外部側	10mm
	壁の板厚方向の鉄筋位置 建物の外部側	30mm

(2) システム概要

配筋検査ARシステム「BAIAS(バイアス)」（株式会社 GRIFFY）(NETIS登録番号：CB-230022-VE)（写真-3）を採用している。本システムは、iPad ProのLiDARセンサーやカメラ、AR技術を用いて、鉄筋の本数・間隔の計測及び鉄筋径についても任意の鉄筋において1本ずつ計測が可能である。また、設計図と配筋状況を比較可能な帳票出力機能、鉄筋かぶり計測機能、ダブル配筋計測機能、鉄筋かご計測機能、重ね継手や定着の長さ計測に適した2点間計測機能、レイアウトを自由に変更可能な電子小黒板機能を実装している。



写真-3 配筋検査 AR システム「BAIAS」画面の iPad Pro(参考)

(3) 試行結果

a) 計測時間（生産性）の比較

従来の検査方法であるメジャー・検尺棒・目印等を用いた検査、目視、写真記録までに要した時間と、配筋検査ARシステムを用いた検査、写真記録までに要した時間と比較した。

比較した結果（表-2）、柱（11か所）・床（1か所）・壁（1か所）の検査では従来技術に比べて配筋検査ARシステムを用いた検査の方が合計で約8分程度時間を要する結果となった。

表-2 検査に要した時間の比較表

検査箇所	従来方法	配筋検査ARシステム	差
柱（1か所）	24分34秒	31分42秒	7分7秒
床（1か所）	2分23秒	3分42秒	1分19秒
壁（1か所）	1分7秒	55秒	▲12秒
合計	28分4秒	36分19秒	8分15秒

b)計測精度の比較

従来技術で計測した数値に対し配筋検査ARシステムにて測定した鉄筋間隔誤差の平均は柱で4%、床で5%、壁で5%であった。今回計測した数値で最大は18%、全体的にはほとんどが5%以下であった。使用した配筋検査ARシステムの判定基準及び配筋精度の計測値（表-1）としては許容値の所定間隔（ピッチ） $\pm 20\%$ 以内となり十分満足できる結果となった。

今回は更なる検証として柱2か所の計測において照度計を使用（写真-4）して明暗の状況で計測実施し、照度条件による比較も実施した。その結果、明るい場合

（平均500ルクス）（写真-5）と暗い場合（平均25ルクス）（写真-6）で計測した結果、暗い場合の方が数値のバラツキが大きくなつた。システムの測定値としては精度管理として設定している許容値の所定間隔（ピッチ） $\pm 20\%$ 以内となる判定結果で14か所計測したうち、2か所で基準を超えた結果となつたが十分満足出来る結果となつた。



写真-4 照度計による照度測定状況

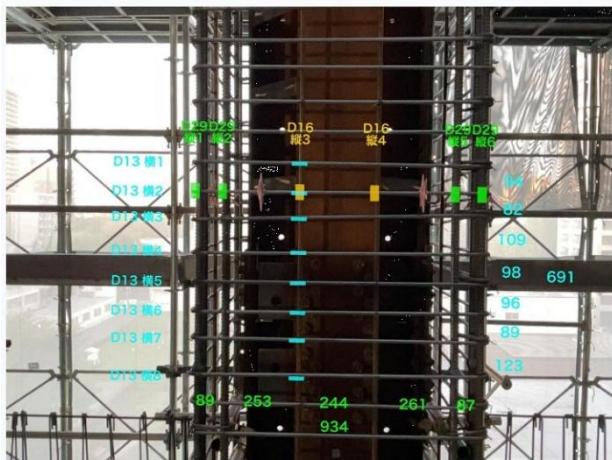


写真-5 システムによる柱の検査結果（明）



c)作業性について

従来の配筋検査では、検尺棒やメジャー、写真撮影機材など用意する物が複数あるが、配筋検査ARシステムでは、システムをインストールしたiPadを1台準備することで計測から写真撮影まですべて実施することができるため、作業効率はとても良好である。

(4) 考察

試行を実施した配筋検査ARシステムの操作は簡易的で比較的覚えやすく、タブレット端末を使用することが出来れば問題なく使えるため、配筋検査ARシステムは生産性が高いと言える。ただし、システムの操作は慎重にゆっくり行わないと誤差が大きくなる恐れがあるほか、ダブル配筋では測定していない側の配筋に誤ってマーカーを配置してしまうなど、検査箇所によって修正に時間がかかる場合がある。また、明らかな異常値の場合は従来の測定方法による数値を確認し、再度測定を行ったことから検査に時間を要したと思われる。

計測はiPad Proに内蔵されているカメラとライトを使用しているため出力した測定結果の画質も鮮明だった。また、今回は更なる検証として明暗での比較を実施したが、労働安全衛生規則で定められている作業空間の照度は普通の作業で150ルクス、粗な作業でも70ルクスと決められており、より悪条件となる25ルクスと暗い場合でも計測が可能であったため、70ルクス以上であれば測定値は問題ないと思われる。計測方法がiPadを手に持って動かして当該鉄筋をモニターに映っているマーカー位置に合わせて撮影するため、担当者の技量に依存する部分もあり現状課題も多い。今後システムの更なる改良の余地があると思われる。

4. ガス圧接継手外観検査

(1) 試行概要

- ・計測実施日：2025年5月21日
- ・計測部位：6階の柱の主筋（1ロット30か所）
- ・計測精度及び時間：従来と試行での検査時間
- ・検査人数：1人（元請業者担当者）

デジタル圧接継手外観検査の試行方法はガス圧接継手AI検査システムを用いて、撮影した画像をAIで解析（写真-7）した結果を記録する。また、それと同じ内容を従来の検査方法でノギス等を用いて検査（写真-8）を実施し、結果を比較した。判定の方法として、公共建築工事標準仕様書³⁾等で指定されていいる基準（表-3）を用いて検証を行った。デジタルでの検査の実施はシステムを初めて使用する元請業者担当者が行った。

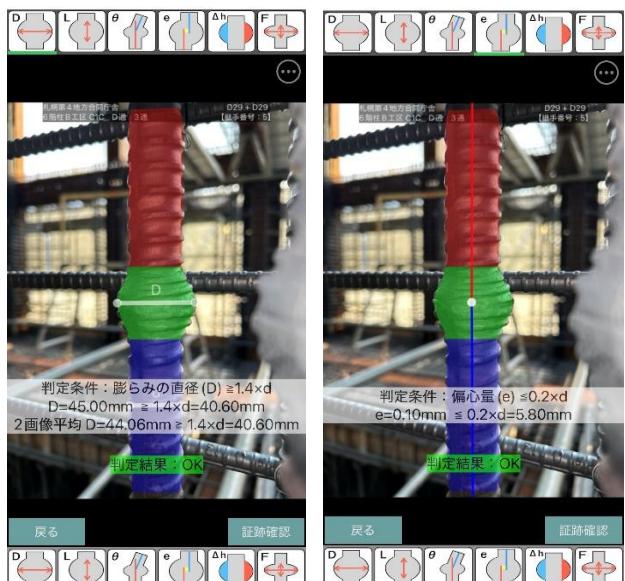


表-3 判定基準

項目	判定基準
① ふくらみの直径	鉄筋径（径の異なる場合は細い方の鉄筋径）の1.4倍以上であること。直交する2方向で計測を行い、それらの平均値とする。
② ふくらみの長さ	鉄筋径の1.1倍以上とし、その形状がなだらかであること。
③ 鉄筋中心軸の偏心量	鉄筋径（径の異なる場合は細い方の鉄筋径）の1/5以下であること。
④ 折れ曲り	2° 以下であること
⑤ 片ふくらみ	鉄筋径（径の異なる場合は細い方の鉄筋径）の1/5以下であること。
⑥ 圧接面のずれ	鉄筋径の1/4以下であること。（不可）
⑦ 焼割れ、へこみ、垂下がりその他有害と認められる欠陥	ないこと（不可）

(2) システム概要

ガス圧接継手AI検査システム（NTTドコモソリューションズ株式会社）（NETIS登録番号：KT-230313-A）（写真-9）を使用。本システムはiPhone又はiPadを用いてガス圧接継手箇所を2方向より撮影することで輪郭画像を学習したAIによって各検査項目の基準を満たすかを判定する。判定内容は判定基準（表-3）のうち、公共建築工事標準仕様書³⁾による①～⑤のふくらみの直径、長さ、鉄筋中心軸の偏心量、折れ曲り、片ふくらみの5項目でシステムを使用して判定する。⑥の圧接面のずれ及び⑦の焼割れ、へこみ、垂下がりその他有害と認められる欠陥については本システムで判定出来ないため試行対象としない。



(3) 試行結果

a) 計測時間（生産性）の比較

従来の検査方法であるノギス等を用いた計測、目視、写真記録までに要した時間と、ガス圧接継手AI検査システムを使用しての計測、写真記録までに要した時間を比較した。

比較した結果は柱3か所で計測した時間の合計が従来の検査方法から約30分程度短縮された結果となった。

表-4 検査に要した時間の比較表

検査箇所	従来方法	AI検査システム	差
柱（C1D）	19分14秒	7分41秒	11分33秒
柱（C3B）	11分18秒	5分22秒	5分56秒
柱（C1A）	17分39秒	6分24秒	11分15秒
合計	48分11秒	19分27秒	28分44秒

（1ロット30か所あたり）

b) 計測精度の比較

本システムではAI解析のため、該当部分が認識されるように撮影する必要があるが、柱の主筋に帶筋が施工された、より実際の現場に近い状態で測定を実施した。ガス圧接継手AI検査システムにより判定した試験か所は従来の検査方法と比較した結果、全32か所のうち、計測不可が9か所あった。また、計測できた23か所のうち、②ふくらみの長さと⑤片ふくらみでそれぞれ1か所ずつ不合格となつたが、ほぼ合格判定となつた。

今回は更なる検証として全32か所の計測か所において照度計を使用し明暗の状況で計測を実施し、照度条件による比較も実施した。明るい場合（平均500ルクス）

（写真-10）と暗い場合（平均18ルクス）（写真-11）で計測した結果、暗い場合は計測不可が20か所あった。計測できた12か所は①ふくらみの直径、②ふくらみの長さ、④折れ曲りでそれぞれ1か所ずつ不合格となつたが、それ以外は合格判定となつた。



写真-10 計測 (明)



写真-11 計測 (暗)

c) 作業性について

従来の検査方法では、ノギス等を使用しての計測及び目視での確認となるが、試行したガス圧接継手AI検査システムでは、システムをインストールしたiPad又はiPhoneにて計測から写真撮影、帳票出力まで実施することができるため、作業効率はとても良好である。

（4）考察

「公共建築工事標準仕様書（建築工事編）」³⁾より、圧接完了後すべての圧接部で外観検査を技能資格者が目視で確認を行うこととなっているため、今回使用した試行技術が今後普及されることになつても、技能資格者は必要となる。しかし、システムで計測することになるため、計測結果のとりまとめは簡素化されると思われる。

今後基準が緩和され試行技術のみの検査となれば、技術の平準化や資格者不足への改善も可能となると思われる。ただし、判定基準のすべてが対応可能とはなつてないため今後のシステム改良が期待される。

試行技術と従来の検査方法を比較した結果、計測時間が大幅に短縮されており、作業効率がとても良好である事がわかつた。また、測定結果で全32か所のうち、9か所で計測出来なかつた理由としては、柱主筋の圧接部を帶筋が施工された状態で確認した際に、帶筋の位置や同列に施工されている別の配筋や鉄骨の部材が写り込むことなど、当該検査予定の圧接部をシステムが計測出来なかつたことが原因であり、今後の改善が期待される。上記以外は判定結果は満足出来るものであった。暗い場所での計測不可は単純に圧接部が正しく認識されないことが原因と考えられ、作業照度の確保が必要とされる。

5. おわりに

デジタル技術を活用した監督・検査の試行において、配筋検査とガス圧接継手外観検査の2種類を実施し、その結果に基づきそれぞれ考察を行つた。従来の検査方法は工事の受注者が複数の測定機器を使用して行うものであるが、試行技術を実施するにあたり使用したものはスマートフォンやタブレット端末のみであり、どこの工事現場でも試行技術の導入が比較的容易に出来る。また、使用したシステムもアプリケーションを端末にインストールすることで使用が可能であり、操作方法も簡単で、誰でも始めやすいと思われるほか、スマートフォンやタブレット端末を使用しての計測・写真撮影を一元的に実施出来るため作業効率がとても良好である。しかし、撮影の仕方によっては判定結果が変わつしまうため、端末操作者の熟練度が必要となり、事前の十分な操作練習が必要である。また、計測モードの選択を適切に行わなければ、測定箇所の配筋が混みあつている場合など、状況によっては、計測結果が不可となることもあるため、現状すべての部分で実施することが出来ない。

国土交通省ではi-Constructionにおいて、デジタル技術の活用を推進しており、デジタル配筋検査とデジタル圧接継手外観検査は、官庁営繕事業でのデジタル技術を活用する上で重要な取り組みである。今回、試行を行つた配筋検査ARシステムとガス圧接継手AI検査システムについて改善点をフィードバックし、近い将来、建設産業の省人化が進み、ドローンや自動化施工含め建設工事の一般的な技術として普及されることを期待したい。

謝辞：今回の試行にあたりご協力いただいた受注者の皆様並びにシステムのメーカーの皆様へ深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 国土交通省大臣官房官庁営繕部整備課建築技術調査室：官庁営繕事業の建設現場におけるデジタルデータを活用した配筋検査試行要領
- 2) 国土交通省大臣官房官庁営繕部整備課建築技術調査室：官庁営繕事業の建設現場におけるデジタルデータを活用したガス圧接継手外観検査試行要領
- 3) 国土交通省大臣官房官庁営繕部：公共建築工事標準仕様書（建築工事編）（令和4年版）