

テクノロジーマップの整備に向けた調査研究
(アナログ規制の見直しに向けた技術実証等) における技術実証

技術実証報告書

実証類型番号 9 :

図面等の OCR、画像分析等を活用した安全検査・点検の実証

前田建設工業株式会社

2024 年 1 月 31 日

目次

1	技術実証の概要	3
1.1	目的	3
1.2	対象業務（法令）	3
1.3	全体像	3
1.4	実施体制・期間	5
1.4.1	実施体制	5
1.4.2	実施期間	6
2	技術実証内容の詳細	6
2.1	技術実証の方法	6
2.2	実施場所等	11
2.3	実施条件等	13
3	技術実証の結果	13
3.1	結果の評価ポイント・方法	13
3.2	結果及び評価・分析	15
	用語集	26

1 技術実証の概要

1.1 目的

建築基準法第 7 条から第 7 条の 4 に定める「完了検査」・「中間検査」については、「平成 19 年 6 月 20 日国土交通省告示第 835 号 確認審査等に関する指針」において、「目視」や「計測機器等」により確かめることが記載されている。

現状の検査は、検査員が臨場のうえ、現場事務所における工事書類の確認、現場においてはコンベックスや検尺ロッドなどを用いて目視確認を実施しており、検査員と現場の日程調整や検査のための作業調整といった課題が発生している。本実証は、検査員が臨場しない場合でも、現場動画に基づく 3D 空間上で完了検査・中間検査を実施することで、これらの課題を解消し、検査を合理化することを目的としている。特に、本実証では、建築物の完了検査及び中間検査について、建築工程における配筋検査を対象とし、3D 空間上での検査が実用に足ることを検証・確認した。

1.2 対象業務（法令）

建築基準法第 7 条から第 7 条の 4 に基づく中間検査・完了検査

1.3 全体像

現状の鉄筋工事の施工管理業務では、現場の係員が、基礎・柱・壁・梁・床といった各構造部材（同じ部材でも部位によって異なる配筋構成となる）毎に配筋状態を確認し、その後、各部材それぞれについて検尺ロッドや部材位置を明確にするための磁石などを設置して、証跡写真を撮影する。また確認検査員等が、この写真を中間検査・完了検査において確認する。現場係員の写真撮影業務では、非常に大きな労力がかかり、検査を実施する際も、検査員が現場へ臨場するための移動や日程調整といった業務負担が生じている。

本実証では、検査対象とする建築物、施設・設備等の構造、外観、材質、基礎設置状況等を、目視による検査に代替する方法によって測定し、技術基準への適合性等を判定する。具体的には、「360°カメラ」と撮影した映像内での位置を識別させるための「AR マーカー」¹といった道具を用いて、配筋写真の管理を中心に業務の省力化を実証する。実証にあたっては、「現場に置いた AR マーカーを含む 360°カメラで撮影した動画データ」(図-1)と躯体 BIM を 4 点以上の AR マーカーの座標をもとに重ね合わせる(図-2)。これにより、測距可能なデジタルデータを構築し、遠隔地でも配筋検査、配筋写真管理に適用できること、さらに測距精度や導入容易性などの観点から評価し、監理者・検査員が現場に臨場せずに、配筋検査に係る中間検査・完了検査を実施できることを目指した。

¹ 360°カメラで撮影した動画内で位置情報を識別するためのもの



図-1 現場にて撮影

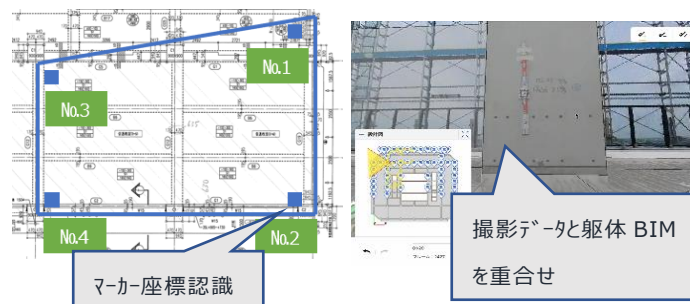


図-2 座標認識しモデルと重ね合わせ

前述の本実証の目的等も踏まえて、以下のとおり作業内容に応じて実証手順を整理した。

<実証の手順>

①測距確認データの収集

デジタルデータ上で測距を行う際に、実際の寸法と誤差が生じるが、どの程度の誤差となるか 360°カメラによる撮影データを収集して確認した。収集方法は、様々な条件で実物のメジャー（検尺ロッド）を AR マーカーとともに 360°カメラで撮影するというものである。

②測距精度の目標値設定

①に基づいて収集したデータについて、構造体への影響という側面からどの程度の測距精度とするか、目標値を定めることとした。その際、国土技術政策総合研究所・建築研究所の建築物の構造の専門家に意見を伺うこととした。

③測距精度の検証

測距精度の検証は、異なる条件の撮影データにおいて AR マーカーの位置認識後に、デジタルデータ上で実物のメジャーを計測するというものである。異なる用途（①RC 造集合住宅（実証の主物件）、②鉄骨造事務所、③RC 造学校舎）の建物、異なる状況（基礎・地上）での実施を計画し、検証用として各物件の構造図から撮影対象となる階の躯体 BIM モデルを作成し、システム処理により重ね合わせを実施した。

④「(仮称)配筋 360 システム」の活用

「(仮称)配筋 360 システム」（以下、配筋 360）は、WEB 上で動作するシステムであり、360°カメラの撮影映像と BIM モデルを重ね合わせ、デジタルデータ上での測距・写真切り出し・帳票作成に対応する、本実証に先行して開発したシステムである。詳細は 2.1(2)のとおりとなる。

本実証では、配筋検査での活用を念頭に、操作性向上・撮影データアップロードの速度アップ・測距精度向上・帳票出力の出来栄え品質の向上といった、課題抽出を実施の上、実証に並行して改善を実施した。

⑤躯体 BIM モデルと撮影データとの重ね合わせ

360°カメラでの撮影時に AR マーカー（直線状でない 4 点以上）を映し込むことにより、映像内での座標を識別させる。この座標点を躯体 BIM モデル内の座標に整合させることにより、映像との重ね合わせ（突合）が可能になる。躯体 BIM モデルは長さ情報を持っているので、映像

内の測距が可能になる。

⑥写真帳票の作成

デジタルデータをもとに写真帳票を作成し、遠隔検査を想定した場合、既存手法と同等な水準で確認可能か、実証事業者における設計監理者と協議を行った。帳票作成時の撮影方向の明確化や躯体面位置の確認などの指摘に対し、今後の拡張必要性について検討した（図-3）。

最終的には、撮影データによる測距精度の検証結果を踏まえて、撮影機器の設定や撮影方法についての手順の整理（ガイドライン作成）を行った。



図-3 検査記録・写真記録（左：システム画面、右：帳票改善案）

1.4 実施体制・期間

1.4.1 実施体制

事業者名	実施業務・役割
前田建設工業株式会社	執行管理、現場提供・システム利用、実現性評価、設計監理・他部署との調整、業務・精度要求の整理・討議、報告書作成
アクセント株式会社 (再委託先)	「(仮称)配筋 360 システム」構築者としての技術的助言
ピクシーダストテクノロジー株式会社 (再委託先)	要素技術の提供、KOTOWARI ² 構築者としての技術的助言、技術検証結果・精度検証結果の提供

² 空間データを取得/保存/活用することで、空間にある多様な事象をデジタルデータとして取り扱い、統合的に解析する高度なアプリケーションの構築を可能にするオンライン上のプラットフォーム。本実証では、この KOTOWARI が配筋 360 システムに組み込まれており、360 度動画から画像認識により自己位置を推定、3D 空間を生成し、BIM と精度よく重ね合わせる一連の技術を提供している。

1.4.2 実施期間

令和 5(2023)年 10 月 26 日～令和 6(2024)年 1 月 31 日

2 技術実証内容の詳細

2.1 技術実証の方法

(1)開発・活用した技術・システムの内容

今回の実証において開発活用した技術・システムは以下のとおりである。

・(仮称)配筋 360 システム

建築物の構造体の鉄筋工事の施工管理において、主に以下の機能を持つ支援システムである。

- ① 現場で撮影した動画をアップロードし、撮影範囲や AR マーカー位置を記録する。
- ② 施工中の現場における配筋状態で、「位置認識する AR マーカーと共に 360°カメラで撮影した動画データ」から、KOTOWARI という要素技術により 3D 空間を生成する。
- ③ ①と「躯体 BIM モデル」（配筋 BIM モデルではない）とを高精度で重ね合わせる。
- ④ 躯体 BIM モデルは距離情報を含んでいるため、3D 空間で測距する。これにより、鉄筋工事における梁のあばら筋、柱のフープ筋などが所定のピッチで配筋されているかなどを確認することができる。
- ⑤ 動画を閲覧しながら画角変更により、検査箇所を確認・記録する。
- ⑥ 位置情報や推奨画角から必要な画角を選定後、動画から写真を切り出し、写真帳票を作成する。
- ⑦ WEB 上で動作するシステムであり、遠隔地でも情報を共有できる。

・Insta360 X3

2 眼レンズにより、上下左右前後 360°の動画を撮影できる市販品のカメラ（写真-1）。最大 5.7k の 360°動画撮影が可能。機材本体の外寸が 46×116×33.1mm であり、鉄筋間隔に差し込んで籠状の配筋を内部から撮影することができる。動作温度は-20℃～40℃、連続での撮影可能時間は 81 分となっており、施工記録時の動作環境、動作時間に適合可能である。動画のデータ形式は INSV ファイルとなっている。一般的にはオンライン動画共有やソーシャルメディアに掲載するコンテンツ撮影ツールとして利用される。



写真-1 Insta360 X3 本体（正面・側面）

(2) 実証内容の詳細

各実証手順について実証内容の詳細は以下のとおりである。

① 測距確認データの収集

データ収集としては、様々な条件下において 360°カメラで撮影を実施し、本実証期間において収集した撮影データ数は 662 ファイルである。具体的な条件は、大きく地下躯体・地上躯体に分類し、基礎・基礎梁、柱・壁、梁・スラブといった対象部材、周辺状況に構台・外部足場・作業員の映り込み有無、晴天・曇天・雨天といった天候、日中・夕暮れといった時間帯の条件で場合分け（図-4）して撮影データを収集した（データ収集の条件は、実証期間外のものも含む）。また、躯体構築後の状況でも、床面に設置した場合、壁面に設置した場合など条件別に撮影を行った。

実証期間内においては、図-4 に示す条件のうち、32 パターンの条件下でデータの取得を行った。

撮影対象		周囲の状況		天候	時刻
鉄筋施工階	地下躯体	基礎	天井の有無	快晴（影入り）	日中
		基礎梁	外部足場の有無	曇天	夕暮れ
		スラブ	作業員の映り込みの有無	雨天	
		柱			
	地上躯体	梁	外部足場の有無	快晴（影入り）	日中
		スラブ	作業員の映り込みの有無	曇天	夕暮れ
		柱	周辺の建物の映り込みの有無	雨天	
		壁	稼働しているTCの有無		

図-4 測距確認データ撮影の条件

② 測距精度の目標値設定

測距制度の目標設定にあたっては、検査実務に即した目標値を定めるために、令和 5 年 11 月 15 日に国土技術政策総合研究所の室長、同年 11 月 10 日に建築研究所の主任研究員へのヒアリングを実施した。主な意見を以下に示す。

国土技術政策総合研究所 室長	建築研究所 主任研究員
<ul style="list-style-type: none"> 「確認審査等に関する指針」において、目視による確認が義務付けられているとのことだが、基準が古すぎるため、早々に変えることを目指すべき。 梁の中など暗い部位はどのように撮影するか。⇒梁の中は突込みのみで撮影することを想定しておらず、型枠が設置される前の状態で撮影を完了することで対応する。 現場での計測手法、装置（カメラ）の確からしさ、測定者が備えるべき技能の3点については、ガイドラインとして取りまとめうえで国交省に確認してもらい、指針の改正を働きかけるのがよい。 精度に関しては明確に決めるものではなく、通常この程度あれば大丈夫という範囲が画像からわかるのであればそれで良いのではないか。 柱・梁の接合部など、込み合っている部分の検証も行うべき。特に鉄筋のあきが十分かは検証が必要だろう。 全てを一気にデジタル化というのは難しいかもしれないが、その場合は既存手法と併用していくことになるだろう。 	<ul style="list-style-type: none"> 施工誤差と計測誤差が重なった場合はどのように説明するか。（討議により）実際は自主検査を兼ねて写真撮影前に修正を行った後、間隔1箇所のみ測るのではなく、1m程度の一定範囲を計測対象とするため、トータルの範囲では満たせると考えられる。 「鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説2010」において記載されている許容値の根拠については、施工精度の観点から設定されているか。 安全率について、主筋1本分程度分のズレによって構造耐力が損なうことは考えにくいが、設計上で見込んでいる安全率はどの程度か、確認しておきたい。 配筋検査での重要なポイントは「かぶり厚」だろう。配筋指針で確認できると良い。 中間検査・完了検査の指針として、「建築構造審査・検査要領（建築行政情報センター）」も確認されたい。

従来手法による実物のメジャーを写し込んだ場合でも、写真の画角や遠近によっては、実際の配筋の位置と写真内のメジャーから判別する見かけの測距との誤差が生じる事がある。一方で、システム開発の試行過程で得ていたデータにより検証を行った結果、ある程度の精度が確認出来ていた。実証事業者の考えとして、デジタルデータ上での計測誤差を 0 にすることは、現状では不可能と思われるが、従来手法の撮影写真と比較した場合、目標精度の誤差の値は、「鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説（日本建築学会）」に記載のある誤差（図-5）の範囲内であると考えた（図-6）。その考え方により、目標値としてデジタル空間で計測した全箇所数に対し、98%の箇所において、現物実測値との誤差が±5%以内という精度を提案した。ヒアリングでは、この目標値とした場合、あばら筋・帯筋を一定の長さで計測し、全体本数を確認することによって問題はないとの見解があった。そのため、この目標値を本実証で検証することとした。

部 位	符号	項 目	許容値δまたはP
柱	a-1	柱の主筋または軸方向筋の上下端間の倒れ 柱の主筋または軸方向筋の上下端間の曲がり 帯筋の間隔	10 mm
	a-2		20 mm
	a-3		所定間隔(ピッチ)の 20%以内
梁	b-1	梁筋の柱内法間の上下・左右方向の移動量 梁筋の柱内法間の上下・左右方向の曲がり あばら筋の間隔	10 mm
	b-2		20 mm
	b-3		所定間隔(ピッチ)の 20%以内
スラブ、土圧・水圧壁	c-1	スラブおよび壁の鉄筋間隔 スラブおよび壁の板厚方向の鉄筋位置 板厚 30 cm 未満の場合 板厚 30 cm 以上の場合	所定間隔(ピッチ)の 20%以内
	c-2		所定の位置から 10 mm 所定の位置から 20 mm
壁	d-1	壁の鉄筋間隔 壁の板厚方向の鉄筋位置 建物の外部側 建物の内部側	所定間隔(ピッチ)の 20%以内
	d-2		10 mm 30 mm
その他	e	a～d 以外の鉄筋	上記に準ずる

[注]・配筋間隔は上記規定を満足し、さらに平均間隔を設計値以下とする必要がある。
・倒れや曲がりには上記規定を満足し、さらに所定のかぶり厚さも守る必要がある。

図-5 配筋精度 出展：「鉄筋コンクリート造配筋指針・同解説 2021（日本建築学会）」

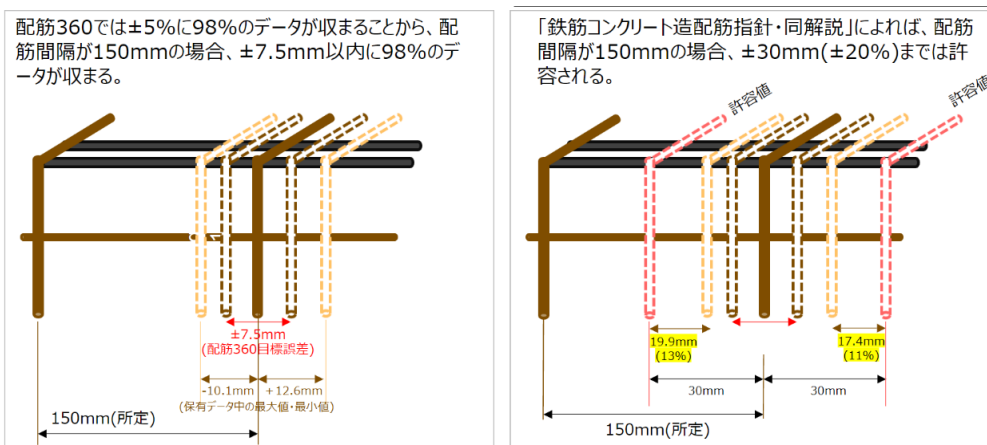


図-6 あばら筋・帯筋のデジタル上での計測による許容差の検討

③測距精度の検証方法

360°カメラ（Insta360X3）による撮影データと躯体 BIM モデルとを突合して生成された 3D 空間が一定以上の精度で生成されていることを確認する。撮影にあたっては、配筋状態または躯体構築後の建築物において、AR マーカーを映し込んで実物のメジャーを撮影する。撮

影動画と BIM モデルを重ね合わせたデジタルデータ内で画像化されているメジャーを計測し、実物のメジャーで計測した値との誤差を記録する（図-7）。デジタルデータ内での計測には、距離の計算を行うアルゴリズム処理を適用しているが、誤差のあるデータにおいて要因を分析し改良するという過程を繰り返し、条件の異なる新たなデータを加えて計測の計算処理を実施することで、精度を検証することとした。



図-7 実物のメジャー（上）とデジタルメジャー（下）の比較

④配筋 360 の活用

配筋 360 では、躯体 BIM データを投入し、360°カメラで撮影したデータをアップロードする。撮影時に写し込んだ AR マーカーの位置を躯体 BIM の座標に登録すると、撮影した映像を 3D モデル化して、BIM と重ね合わせたデータが構築される。BIM データには距離情報が含まれており、配筋 360 に組み込まれた前述のアルゴリズム処理により測距が可能となる。システム内のデジタルメジャー³は、BIM モデルとともに各部材のかぶり厚さ情報を設定することにより、躯体 BIM データから得られる躯体の表面位置を基準にして、配筋の位置にデジタルメジャーが表示される。また構造設計図から伏図や部材図を登録し、撮影の軌跡表示（図-8）が可能になり、該当箇所の部材図を表示することで、撮影映像の配筋との整合が確認できる。

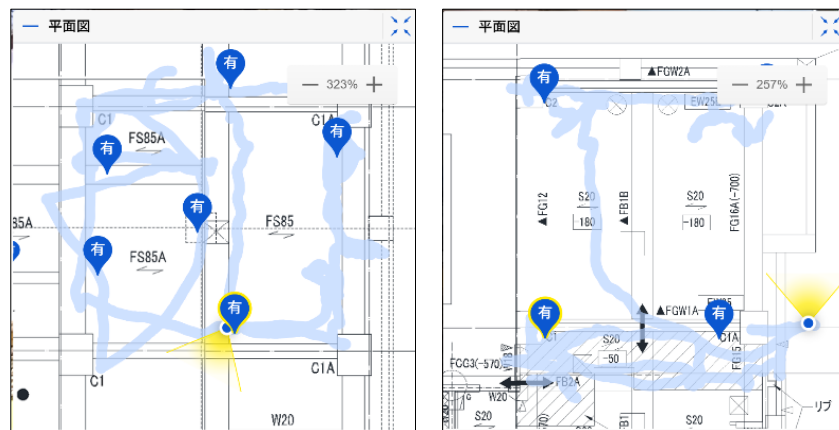


図-8 撮影データの軌跡表示の例

⑤躯体 BIM モデルと撮影データとの重ね合わせ

360°カメラにより撮影した配筋状態の映像と該当する位置の躯体 BIM モデルを、システム上の処理により重ね合わせたデジタルデータを構築した（図-9）。システム上では、動画上で操作した動きに合わせて躯体 BIM モデルも追従することにより、現場での配筋位置と躯体形

³ デジタルデータ（3D）モデルの中で距離を計測するもの

状の食い違いがないかを確認できる。その際、WEB 上で動作するシステムの操作に対する反応速度や、画面上の平面図にある画角表示位置と映像の位置が正しく表示されているかといった検証を行った。

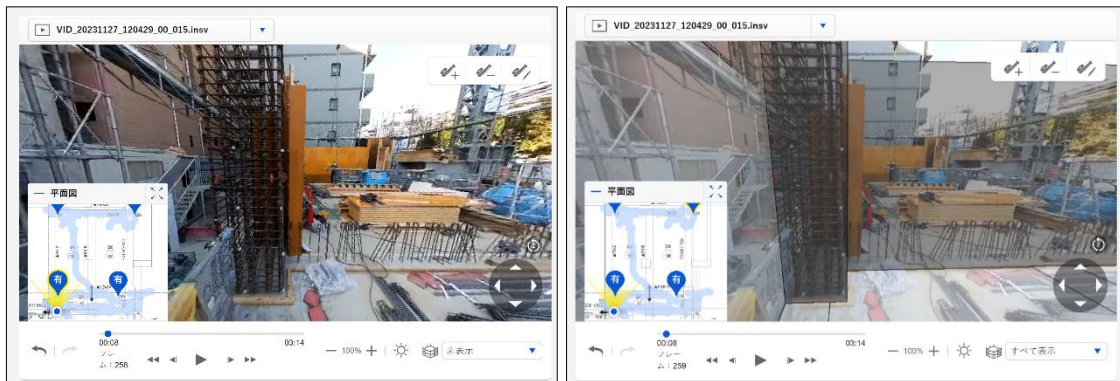


図-9 撮影データのみ(左)と躯体 BIM を重ね合わせた状態(右)

⑥ 写真帳票の作成

既存の検査写真と比較し、本実証による写真帳票の出来栄えに問題がないことを確認する。配筋 360 での写真帳票の作成は、まず撮影データから写真の切出しを行う。配筋 360 の画面上にある平面図に表示された柱・壁・梁・スラブなどの部材位置をクリックすることで部材を特定すると、撮影すべき画角の候補（正面・俯瞰・上部・側面など）をシステムが自動提示する（図-10）。



図-10 撮影部材の推奨画角を表示

位置を微調整した後、デジタルメジャーを配置して、国土交通省が定める「デジタル写真管理情報基準⁴」規定に準拠した解像度の写真として切出す。推奨画角のほか補足画角を必要に応じて指定して切出す。各部材の写真切出しが完了した時点で帳票出力操作により、写真台帳が作成・出力されるが、既存の手法による写真台帳と比較（写真- 2、3）し、画像品質や記載内容に不備がないかなどの検証を行った。

⁴ <https://www.mlit.go.jp/tec/content/001596260.pdf>



写真-2 既存手法による撮影



写真-3 3D 映像から切り出しの写真

⑦写真帳票についてのヒアリング

RC 造集合住宅物件について、実証事業者の設計監理者へのヒアリングを実施した。配筋 360 システムから出力した写真帳票を既存の手法から出力した帳票との比較を行い、写真の画質・デジタルメジャーにより計測が出来ているか・部材符号についての記載内容に漏れがないかといった点について確認した。対象部位は、当実証期間中に作業を実施した、基礎躯体および地上 1 階の躯体についての配筋写真とした。

2.2 実施場所等

物件の選定は、下表に示す異なる条件の物件を選定した。以下の 3 つの建築現場で実際に 360°カメラでの撮影等を行い、撮影手順やマーカー設置についての課題等を調査し、手順の整理や設置治具の検討などを行った。各現場での主な作業内容は、以下のとおりである。

No.	構造種別	用途	施工工程	対象部材	周辺/仮設状況	現物メジャー撮影
1	RC造	集合住宅	基礎～地上階	基礎柱・基礎梁・耐圧版 柱・壁・梁・スラブ	市街地・近隣に高層建物あり 山留壁・外部足場・タワークレーン	各所で実施
2	鉄骨造	事務所	基礎	基礎・基礎梁	市街地・近隣に高層建物あり 仮設構台下部・暗所あり	打設済耐圧版等で実施
3	RC造	学校舎	地上階	梁・スラブ	近接した建物はない 外部足場	付属棟で実施

① 反町 1 丁目 M 作業所

(RC 造集合住宅/地上 10 階建て・延床面積：2,920m²/所在地：神奈川県横浜市)
11 月 27 日～30 日：1 階柱・壁の撮影、測距精度確認用の現物メジャーの撮影、データ取
込処理 (写真-4)

12 月 11 日～14 日：2 階梁・スラブの撮影、データ取込処理

12 月 22 日～26 日：2 階柱・壁の撮影、データ取込処理

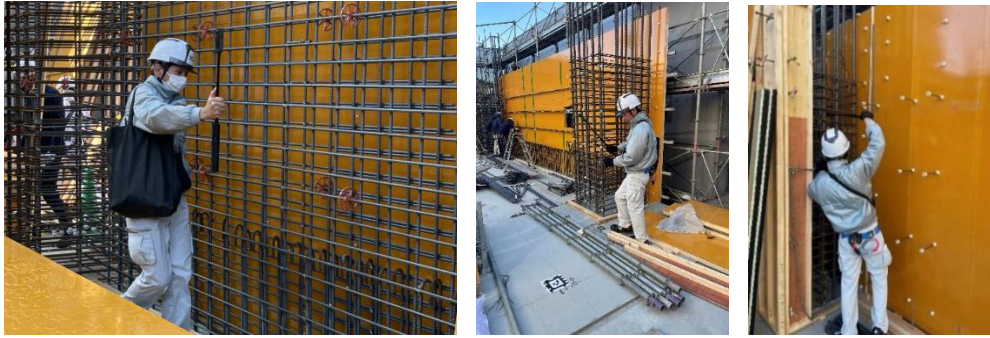


写真-4 実際の撮影の様子（反町）

② 新橋 5 丁目ビル作業所

（鉄骨造事務所/地上 14 階建て/延床面積：4,709m²/所在地：東京都港区）

11 月 2 日：基礎の撮影、測距精度確認用の現物メジャーの撮影、データ取込処理（写真-5）



写真-5 実際の撮影の様子・現物メジャーの撮影（新橋 5 丁目）

③ 館山中学校作業所

（RC 造学校舎/地上 4 階建て/延床面積：7,911m²/所在地：千葉県館山市）

11 月 30 日～12 月 1 日：3 階梁・スラブの撮影、測距精度確認用の現物メジャーの撮影、データ取込処理（写真-6）

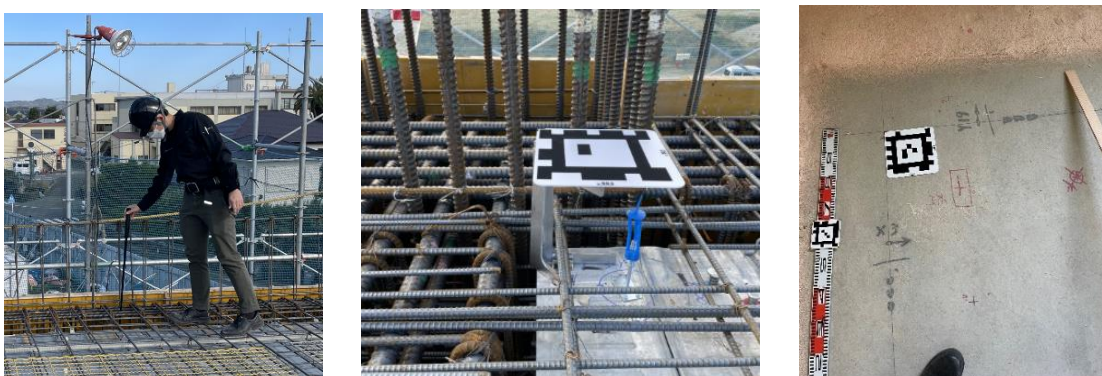


写真-6 実際の撮影の様子・マーカー設置治具・現物メジャーの撮影（館山）

2.3 実施条件等

① AR マーカーの設置条件

本実証の実施においては各現場において AR マーカーの設置が必要となる。AR マーカーには大（20cm 角）と小（10cm 角）のサイズがあり、図-11 に示すように撮影箇所を囲むように 4 か所以上に大マーカーの設定を行うことが必要となる。現場の基準墨⁵や図面等から xyz 座標を判別できる箇所を選択する。また設置の際、3 次元空間としてのスケールを認識できず、正しい精度が出せないことから、全ての大マーカーを直線状に配置するような設置方法は不可である。

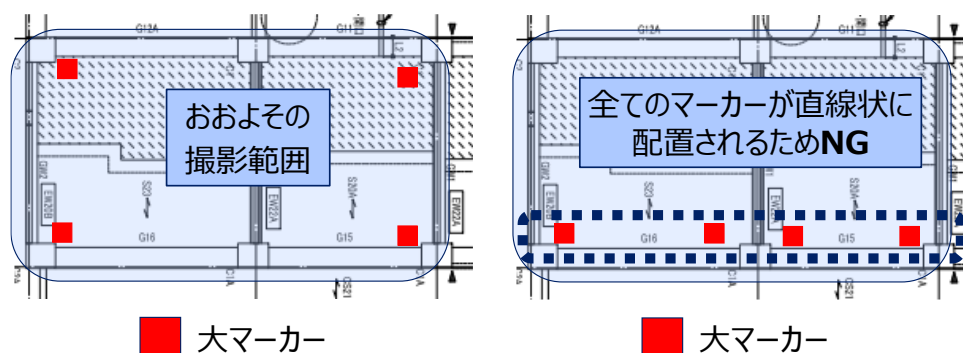


図-11 AR マーカーの設置イメージ（左：OK の例、右：NG の例）

②天候条件

昼間での撮影を推奨するが、夕刻であっても、ライトが必要ない天空の明るさがあれば撮影が可能である（カメラ設定により対応）。ただし、躯体形状によって、梁底までに距離があり光量が不足する場合は撮影が困難となる。

3 技術実証の結果

3.1 結果の評価ポイント・方法

本実証においては、前述の実証目的や配筋検査の性質も踏まえて、測定値の精度、検査に要する工数・コスト、検査員等が現場に臨場しないことを考慮した写真の改ざん防止等の観点から複数の評価項目を設定した。当該評価項目に基づき、各実証場所で行ったデータの収集や当該データを配筋 360 で処理した結果等を評価した。以下、表-1 に示す。

表-1 技術実証の評価項目と評価基準、評価ポイント・方法

No.	評価項目	評価基準想定	評価ポイント・方法
1	精度	JIS 規格を満たすメジャーを現場内に複数配置し、映像に写りこませてアノテーション作業を実施するこ	現状の手法により実施した検査結果と、配筋 360 で実施した検査結果を比較し、検査対象箇所数のうち 98% が寸法誤差 5% 以下の範囲であることを基準としたい。この基準の妥当性は、

⁵ 建物の施工時、設計図にある通り芯や床レベルを、計測しやすい位置にずらして、構造体に墨汁で記入された線

		とで精度を確認する。精度目標については関係する研究機関（国総研、建研）に妥当性を確認した基準により評価する。	2.1(2)②に示すように、関係する研究機関（国総研、建研）に確認を実施する。精度評価の具体的な手法は、現場に置かれた 1m のメジャーが映り込んだ 360 度動画を配筋 360 で処理し、電子的に長さを測定した結果と真値（1m）との誤差を定量的に評価する。加えて、入力ミスなどによる AR マーカーの位置のずれが 3D モデルの精度にどの程度影響を与えるか、ずれ量に応じた数パターンのケースを想定して確認・評価する。
2	省力化規模	現場にて検査写真を撮影し、帳票化するまでの業務に関わる工数と検査員が臨場して検査を実施する際の移動時間を含めた工数を現行の場合と配筋 360 を用いた場合とで比較し、評価する。	検証対象物件の 2F の躯体工事を対象とし、現行の手法による現場作業（工事写真撮影）と現場外作業（写真帳票作成）に要する時間を算出する。同作業を配筋 360 で実施した場合に要する時間を算出する。両者の作業時間を比較することで、工数削減が達成されているかを定量的に評価する。 また、現行の臨場による方法と比較し、検査員が遠隔により検査を実施した場合、工数削減を達成しているかを定量的に評価する。
3	改ざん防止	配筋 360 から作成した帳票写真が、一般社団法人施工管理ソフトウェア産業協会（J-COMSIA）が実施する「デジタル工事写真の信憑性確認(改ざん検知機能)検定」に合格することで、改ざんがされていないことを担保できるかの判断状況について評価する。	一般社団法人施工管理ソフトウェア産業協会（J-COMSIA）は、建設分野の施工管理に関わるソフトウェアを用いた業務の高度化・効率化を推進する産業団体である。この J-COMSIA は、建設の施工管理に関するソフトウェアの検定を実施しており、この検定に合格することで、施工管理ソフトウェアとしての信頼性が担保される。本実証においては、配筋 360 により作成された帳票写真が J-COMSIA の検定「デジタル工事写真の信憑性確認機能（改ざん検知機能）検定」に合格することで、改ざん防止対策として十分か、国土交通省に確認を取り、評価時に判断する。
4	編集不可の原則	工事に関する写真の原本を電子媒体で提出する場合は、属性情報等の標準仕様を定めたものとして、国土交通省より「デジタル写真管理情報基準」が示されている。配筋 360 は建設工事での利用を想	配筋 360 では、映像から写真を切り出すという操作を実施することから、国土交通省の発行する、「デジタル写真管理情報基準」の「6 写真編集等」に記載されている、「写真の信憑性を考慮し、写真編集は認めない」の内容に抵触しないことを確認する必要がある。国土交通省に確認を取り、配筋 360 により切り出した写真が「編集」に該当しないことを確認・評価する。「デジタル写真管理

		定しているため、この基準を満たすことを確認する。	情報基準」にもファイル形式に動画に関する記載があり、現在日本産業規格に示される MP4 等の動画が記載されている。このことから、動画から写真を切り出すことが編集に該当しないことを意味しており、提案するシステムで用いる動画ファイル形式（INSV 形式）から切り出した写真についても「編集」に該当しないことを確認する。
5	写真精度	映像から写真を切り出す操作を実行するため、国土交通省の発行する「デジタル写真管理情報基準」に準拠する必要がある。また、複数名の設計監理者や当社の施工担当者による定性的な評価を行う。	「4. 編集不可の原則」にも記載の通り配筋 360 は、国土交通省の定める「デジタル写真管理情報基準」に準拠する必要がある。同基準の「5 ファイル命名規則」「7 有効画素数」に記載された事項についても、国土交通省に確認を取り、配筋 360 により生成した帳票写真が「写真管理項目」、「ファイル形式」、「ファイル命名規則」、「画素数等」の基準を満たしていることを確認・評価する。また、複数名の設計監理者や当社の施工担当者が、配筋 360 から生成された写真が現行の手法で撮影された写真と同等の画像品質・画角となっているか定性的に評価する。
6	導入容易性 他分野展開性	利用者に使いやすさなどの観点からヒアリングを実施し、配筋 360 の導入の際の現場の受容度を確認する。また、他の ICT ツールとのコスト比較を実施する。	現場担当者が撮影から帳票出力まで一連の流れを実施し、操作性などについてヒアリング等を通じて評価する。また、撮影条件や導入に必要なコスト、運用コストを確認し、運用に適合するか評価する。加えて、実証事業者の土木部門の施工管理者や、ビルメンテナンス部門の社員など、他部門の関係者にもヒアリングを行い、他分野への展開性を評価する。

3.2 結果及び評価・分析

1. 精度

精度検証のためのデータとして、各現場に 1m のメジャーを設置し、662 個の精度検証データを取得した。各現場のデータの特徴や各現場で取得したデータ数は以下の表-2 に示すとおりである。

表-2 精度検証を実施した現場概要とサンプル取得数

No	現場種別	現場略称	取得したデータの特徴	サンプル取得数
①	RC 造集合住宅 (実証の主物件)	反町	屋外で日当たりが良く、理想的なデータ	203

②	鉄骨造事務所	新橋	地下躯体や構台下など暗い箇所を含むデータ	257
③	RC造学校舎	館山	屋内・屋外を同一動画内で行き来するデータ	202
合計				662

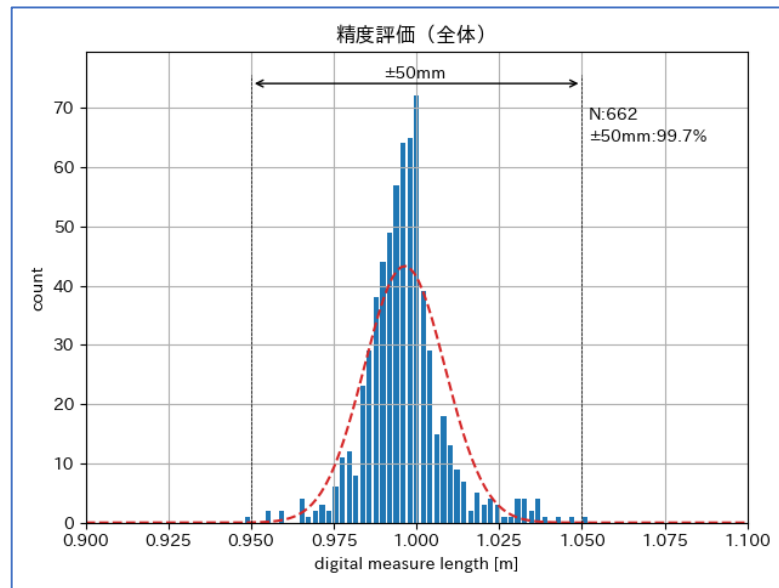
精度に関しては、2,1(2)①に示す通り、関係する研究機関（国総研、建研）に目標値の妥当性の確認を行い、検査対象箇所数のうち 98%が寸法誤差 5%以下の範囲であることを目標値とした。具体的には、現場内に複数置かれた 1m の物理メジャー（現物のメジャー）を 360°カメラで撮影後、当該映像のシステム処理を行う。処理された 3D モデル内では、物体の測距が可能であり、図-12 に示すとおり、3D モデル内で物理メジャーの両端をアノテーションすることで、測距することが可能である。モデル内での測距結果をヒストグラムで示す（実際の物理メジャーの長さは 1m）。



図-12 アノテーションの方法

加えて、誤差要因として撮影条件や AR マーカーの位置のずれ（入力ミス）等が 3D モデルの精度にどの程度影響を与えるか、ずれ量に応じた数パターンのケースを想定して確認・評価した。これは、システム処理を行う際に入力する 4 枚の AR マーカーのうち、1 枚の 3 次元位置を最大 30cm までずらした値を意図的に入力し、生成された 3D モデルが元の 3D モデルと比較してどの程度誤差を含んでいるかを検証した。

以下に精度検証結果のヒストグラムを表示する。現場で収集した 662 サンプルは、99.7%のデータが寸法誤差 $\pm 50\text{mm}$ ($\pm 5\%$)以下であり、目標値を満たしていることを確認した。（グラフ-1）



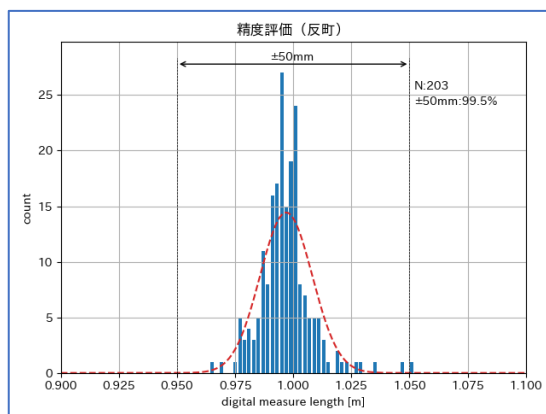
グラフ-1 精度評価データ

本実証において、サンプルを取得した現場は日中屋外の現場の他、地下躯体や構台下の光が届かない現場、同一動画内で屋内外（明暗混在箇所）を含む現場などで検証したが、撮影条件による誤差の特徴は確認できなかった。本実証は 3 つの現場で実施したが、各現場でのデータの精度の結果を以下に示す。なお、各現場の特徴は以下のとおりである。

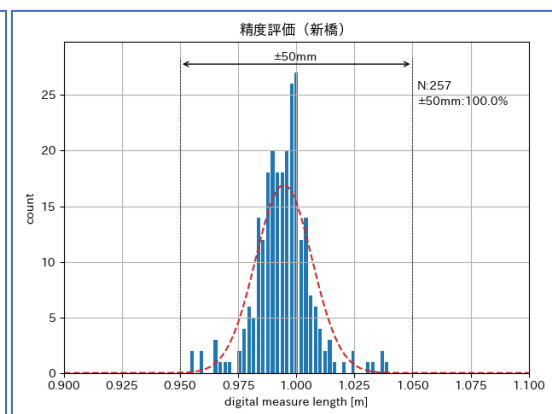
反町：実証のモデル現場。基本的には晴天で明るい箇所でのデータ（グラフ-2）

新橋：地下躯体で鉄筋に囲まれたり、構台が存在したりするなどして、暗めの現場でのデータ（グラフ-3）

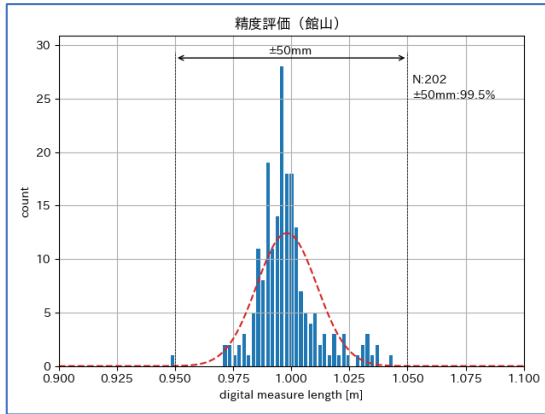
館山：晴天で明るい場所でのデータと同一動画内で屋内外を行き来するようなデータ（グラフ-4）



グラフ-2 精度評価データ（反町）



グラフ-3 精度評価データ（新橋）



グラフ-4 精度評価データ (館山)

さらに、表-3 に示す通り、AR マーカーの位置のずれ（入力ミス）による精度への影響を検証した結果、10cm程度までであれば2%以内の精度が維持できることが確認された。一方で、AR マーカーが実際の位置よりも20cm以上ずれた値が入力されると、生成される3Dモデルの精度が著しく悪化することが確認された。

表-3 誤差を与えた場合の精度への影響評価

マーカーに意図的に与えた誤差量(cm)	サンプルデータ45本のうち、±2%以上の誤差が出た本数	サンプルデータ45本のうち、±4%以上の誤差が出た本数
0	2	0
1	2	0
5	0	0
10	0	0
20	16	0
30	29	16

結論としては、目標としていた精度が確保されていることが示されたほか、明るさなどの撮影条件は精度に影響を与えなかった。更に、AR マーカーの入力ミスについては、10cm程度までは大きく影響を与えないことが明らかになった。

2. 省力化規模

省力化規模は、対象現場（反町）の2Fの躯体工事を対象として検証を行った。同現場は、図-13に示すとおり、1フロア約300㎡の集合住宅の現場である。現場の様子を写真-7に示す。

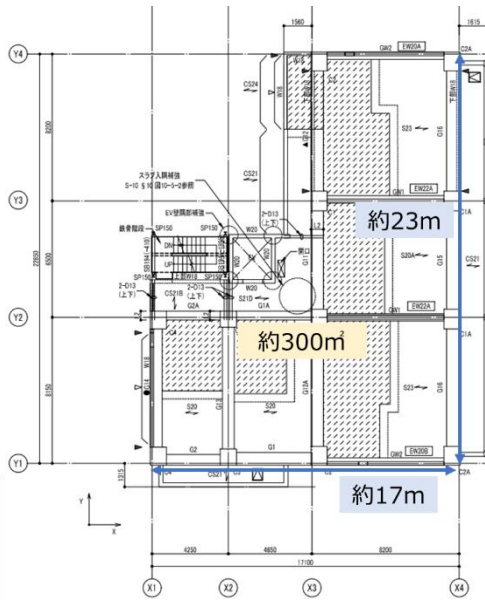


図-13 反町 2F の平面図



写真-7 反町 2F の現場写真

対象現場の 2F 梁、床、柱、壁の一連の鉄筋工事の工事写真の帳票作成を iPad で提供されている写真作成アプリを使用した現行の手法と、配筋 360 による手法を同時並行的に実施し、省力化規模の定量化を実施した。結果を表-4 に示す。なお、表中に示す時間は 2F の一連の鉄筋工事の写真帳票作成に要した合計時間である。

表-4 省力化規模の結果

	現行の手法			配筋 360		
	手順	業務内容	時間(分)	手順	業務内容	時間(分)
現場作業	準備	図面を確認しながら ロッド・マグネット等設置	725	準備	撮影部位の目視確認、AR マーカーの設置と設置位置の メモ	110
	撮影	iPad の写真管理ア プリアプリで写真撮影	383	撮影	360°カメラを用いて動画撮 影	55
現場外作業	帳票 作成	写真管理アプリによ り写真帳票として出 力	480	データ アップロ ード	配筋 360 システムからマーカ ー位置登録、データのアップロ ード	30
				帳票 作成	デジタルメジャー等設置の 上、写真切り出し	701
	合計		1,588	合計		896

工事写真の帳票作成のプロセスは、「現場作業」と「現場外作業」に大別できる。「現場作業」を比較すると、現行の手法では現場で鉄筋に対して撮影対象部位ごとに物理メジャーやマグネットの設置などの作業が発生するのに対し、配筋 360 では AR マーカーを設置して専用のカメラで動

画を撮影するのみであるので、大幅に工数の削減が達成できた。一方で、「現場外作業」については、現行の手法では撮影してきた写真を整理し、帳票化するのみであるのに対し、配筋 360 では、システムにアクセスし、データをアップロードしたり、帳票写真として最適な画角で切り出して、デジタルメジャーを貼付したり、本数を確認するためのチェックマークを付与するなどの作業が発生するため、工数が増える結果となった。ただし、「現場作業」と「現場外作業」の合計では、配筋 360 により工数の削減が実現されていることが確認できた。表-5 に配筋 360 を用いた場合の現場作業、現場外作業、トータルそれぞれの工数増減率を示す。

表-5 配筋 360 を用いた場合の作業毎の工数増減率

	配筋 360 を用いた場合の工数増減率
現場作業	-85%
現場外作業	+52%
トータル	-44%

次に監理者など検査実施者が配筋 360 を用いて検査を行う場合について検討する。本実証期間中において、事業実施者の設計監理者が現場にて検査を実施する機会が 2 度存在した。現場に来所する際は、2 名で 4 時間程度の工数がかかるが、遠隔にて確認を実施することで、1 名が 1 時間程度で完了することができる。これを数値化すると、4 時間×2 名=8 人時を要していた現場での作業が 1 人時に短縮されることとなり、検査に必要な監理者の工数が 87.5%削減(100%-1/8=87.5%)される。

3. 改ざん防止

本実証においては、配筋 360 により動画から切り出された帳票写真についても、「デジタル写真管理情報基準」における「デジタル写真」として認められる旨を国土交通省に確認した。従来の工事写真における改ざん対策については、J-COMSIA の検定「デジタル工事写真の信憑性確認機能（改ざん検知機能）検定」に合格することで、改ざん防止対策が十分であると考えられる。

ただし、2024 年 1 月現在、配筋 360 はリリースを前提としたシステムとするための開発を進めており、J-COMSIA の提供する検定を実施できる状態ではないため、本実証の期間内において、改ざん防止機能が実装されたことを確認するまでは至っていない。今後は、2024 年 4 月に実施される検定に合格するために開発・機能実装を進めていく。改ざん防止の対策として、具体的には、3D モデルから適切な画角で切り出し、デジタルメジャー設置やチェックマークを付与した写真を帳票写真として保存する際に、改ざん検知機能として、ハッシュ値（SHA-256）を埋め込む機能を実装する。

4. 編集不可の原則

本実証においては、動画から写真を切り出す行為が「編集」に該当しないことを示す必要があったが、国土交通省より、動画から切り出した写真についても工事写真と認められるとの見解が示されたため、編集不可の原則を満足することが示された。加えて、国土交通省の「デジタル写真管

理情報基準」が 2023 年 3 月に改訂され、「ファイル形式」に「動画ファイルの記録形式は日本産業規格（JIS）に示される MP4 形式等とする。」ことが明記された。今回使用する動画ファイルは、INSV 形式であるが、国土交通省より「ファイル形式については幅広く動画形式を認めることを想定している」との見解が示されたため、今回の実証において、INSV 形式の動画を用いた写真の作成が「編集」に該当しないことが確認できたと解される。

5. 写真の精度

配筋 360 は、国土交通省の発行する「デジタル写真管理情報基準」に準拠する必要がある。国土交通省に確認を取り、当該システムにより切り出した写真が同基準の「3 写真管理項目」、「4 ファイル形式」、「5 ファイル命名規則」、「7 有効画素数」を満たすことを目指した。本編「3. 改ざん防止」に記載の通り、本システムは開発中であることから、「3 写真管理項目」、「5 ファイル命名規則」については、実装を目指しているものの、確認・評価ができる状態には至らなかった。「4 ファイル形式」については、本編「4. 編集不可の原則」に記載の通り、広く動画形式が認められるとのことで、INSV についても基準を満たすものと解される。「7 有効画素数等」については、帳票化する写真は、切り出す写真の画素数が 100 万画素を下回らないようにズームに制限をかける仕様としており、基準を満たす状態でシステム開発を進めている。

また、複数名の設計監理者や実証事業者の施工担当者が、配筋 360 から生成された写真が現行の手法で撮影された写真と同等の画像品質・画角となっているか定性的に評価した。

実証事業者において、一般的な工事写真を数十年にわたって確認してきた複数の設計監理者及び施工担当者が配筋 360 により生成された対象現場の梁・柱の写真を確認したところ、現行手法で撮影された写真と同等の画像品質・画角となっているとの見解を得られた。

6. 導入容易性・他分野展開性

現場担当者が撮影から帳票出力まで一連の流れを実施し、操作性など導入容易性についてヒアリング等を実施した。また、撮影条件や導入に必要なコスト、運用コストを確認し、運用に適合するか評価した。加えて、社内の関係者に対して配筋写真以外の活用可能性に関して意見を聞き、他分野への展開可能性を評価した。

6.1. 導入容易性

現場担当者へのヒアリングの内容として、①360 度動画を撮影する際のカメラの使い勝手を含めた現場作業時の容易性について、②想定するシステムを実際に運用した場合の操作性を含めた現場外作業時の容易性についての 2 項目を実施した。

①については、写真撮影を担当する事業実施者社員及び、協力会社の計 5 名に実際にカメラを使用して撮影を実施してもらい、カメラの操作について気になった点をヒアリングした。特に画角を気にせずに撮影できる点が好評で、カメラの操作も難なく実施できた。また、AR マーカーの設置についても、現場内で置き場に困ったという事例は無く、現場によっては AR マーカーを必要箇所に設置しておき、事前に測量するといった運用上の工夫を実施した現場も存在した。今回の 360°カメラを用いた撮影方法については半日～1 日程度で習得することができた。撮影条件に関しては、日中時間帯に撮影作業を行う場合、カメラのパラメータ調整により、明瞭な画像が取得できることが明らかになったため、業務運用に適合するものと考えられる。

②については、現場にて工事写真の撮影を専門とする写真業者の 1 名に実際にシステムを運用してもらい、導入にあたる懸念点をヒアリングした。「2.省力化規模」でも言及した通り、写真の画角の調整が一定必要になる点や、写真にタイトルを付与する際に一定入力する必要があり、いずれも工数が増加してしまう点が指摘としてあったが、出来上がりの写真については、従来の工事写真と同等の品質を有していることが意見として出た。部位の種類に応じて写真を事前に定義できる機能の実装を予定しており、改善が見込まれるが、その他の操作性については今後、運用を進めるにつれて現場の写真帳票のデータが蓄積されていくことから、機械学習などにより最適な画角を提案する機能を実装するなど、導入容易性を改善する余地があると考えられる。

6.2. 導入コスト

本ソリューション導入に必要なコストとしては、カメラ本体やメモリーカードの付属品、AR マーカーと固定用の治具を準備する必要がある。また、予め BIM データや検査箇所データを登録する必要があり、準備の工数が一定必要であるが、既存の建設業向けソフトウェアを利用する場合と同等の工数と見込んでいる。加えて、運用に際してはクラウドコンピューティングに関わる費用やソフトウェアの利用料が発生するが、現場での運用に適合するコストであると考え。表-6 に現時点で想定される 1 現場当たりの利用料を記載した。なお、No.4 「ソフトウェア利用料」については、反町の現場にて継続的に試行した実績から試算しており、撮影の頻度や動画の処理量によって計算コストが変動すること、またサービスとしての提供方針は検討中であり、課金方式が変更される場合があることに注意されたい。

表-6 導入に際して費用が発生する項目と概算

No	物品・サービス名	数量等	概算価格 (円)	詳細内容
1	カメラ本体・付属品	一式	80,000	Insta360 X3 カメラ本体、メモリーカード、専用の自撮り棒
2	AR マーカー	大小各 10 枚	80,000	画像認識しやすい素材で製作しており、特注品であるが、発注量を増やすことによりコストダウン可能と想定
3	AR マーカー固定用治具	4 基	100,000	床の鉄筋撮影時に AR マーカーを固定するための専用治具。現在プロトタイプではあるが、発注量を増やすことによりコストダウン可能と想定
4	ソフトウェア利用料	月額（未定）	300,000 ~500,000	クラウド利用料を含む。動画の処理数に応じて変動するため、従量課金式のサービスを想定している。

建設現場で導入されている ICT ツールは、月額 100,000 円/アカウント程度のものが主流と考えられるが、いずれも図面管理や写真管理のソフトウェアがほとんどであり、配筋 360 のように、業務の進め方を変えるためのツールは少ない。価格感として、工数削減効果が定量的に示されること、将来的なコスト削減が実現していけば、十分金額に見合った価値を提供できるものと考えら

れる。

6.3. 他分野展開性

想定するシステムの他分野展開性について、建築部品質保証グループより、住宅建築の際によく用いられる「耐火遮音壁」を施工する際に、下地となる金属製のスタッドの間隔の確認に活用できるとの意見があった。また、新橋の現場担当者より、鉄骨造における鉄骨同士を接合する高力ボルトの締付確認の証跡として活用できるとの意見があった。いずれも、施工が進むにつれて隠ぺいされ、確認することが難しい部位への適用例であり、360°カメラの特性と、想定するシステムの容易性により、実現可能な展開先と考えられる。

7. 評価結果

各項目の評価結果を以下の表-7 に示す。

表-7 各項目の評価結果

#	評価項目	評価結果
1	精度	1m の物理メジャーを 3D モデル上で測定することを 662 回繰り返した結果、目標としていた 98%を上回る 99.7%のデータで、測定精度の誤差が±5%以内に収まった。これにより、3D モデル上に設置したデジタルメジャーの映り込んだ写真帳票を用いて検査を行った場合でも、鉄筋コンクリートの構造体としての品質を担保することができると考えられる。一方、AR マーカーの位置の入力ミスなどは、10cm 程度までは精度への影響は小さいものの、それ以上のミスが発生した場合に精度に影響を与えてしまう可能性があり、マーカーの位置入力ミスを早期に発見する対策が必要である。現在の配筋 360 では、マーカーの設置位置を平面図上で示し、確認することが可能であるが、明らかに誤りと考えられる値が入力された場合に操作者へのアラート発報や、現場でタブレットを用いて入力することを徹底するなど、システム面とオペレーション面での誤入力防止策の適用を進めていく。
2	省力化規模	配筋 360 を用いることで、現行の写真管理アプリケーションを用いて帳票を作成した場合と比較してトータルで 44%の工数削減が見込まれる結果となり、現場の生産性向上や、現場での作業時間の削減による安全性向上に寄与するものと考えられる。また、精度の担保された鉄筋の帳票確認を遠隔で検査することにより監理者などの検査者が現場に出向く必要がなくなるか、回数を削減することが可能であると考えられる。システムを使用した写真の切り出し作業などで、現場外作業は一定増加することが考えられるが、BPO 部門の活用や、複数人での並行作業により、帳票作成の現場作業所での負担も作成できる可能性がある。

3	改ざん防止	実証事業者の考えに基づき、J-COMSIA の提供する「デジタル工事写真の信憑性確認(改ざん検知機能)検定」を受検し、合格できれば、改ざん防止対策が十分なされたと判断してよいという回答を国土交通省よりいただけたこと、検定合格に向けた実装ができていることを確認した。今後配筋 360 のシステムの完成後に同検定を受検・合格することで、改ざん防止機能の有効性を確認する予定である。
4	編集不可の原則	動画から写真を切り出す行為が「編集」に該当しないことを示す必要があったが、確認を進める中で、工事写真はこれまでも動画形式で提出することが認められており「MP4」形式の使用は認められていたが、今回幅広く動画形式を認めるという見解が示されたことから、配筋 360 で示す INSV 形式についても利用可能であり、「編集」に該当しないと解される。
5	写真精度	配筋 360 のシステムを開発するにあたり、「デジタル写真管理情報基準」の「3 写真管理項目」、「5 ファイル命名規則」については、結果を評価するに至らなかった。一方で、「4 ファイル形式」、「7 有効画素数」については、既に「デジタル写真管理情報基準」に則り実装を完了しており、基準を満たしていると評価できる。また、複数名の設計監理者や施工担当者が、配筋 360 から出力された帳票は、写真帳票として十分な画像品質・画角となっていると評価しており、実運用に用いることができるものと評価できる。
6	導入容易性 他分野展開性	現場での撮影作業方法については、建設現場での工事写真を専門とする業者であれば半日～1 日程度で習得できるレベルである。また、配筋 360 から写真を切り出す作業については、写真の画角の調整などに一定の操作の慣れが必要であるものの、数回の操作で十分に品質の良い写真帳票が作成できることが示されたため、建設現場での他の ICT ツールと同程度の難易度で現場導入が可能と評価される。また、鉄筋工事以外にも、鉄骨ボルトの写真帳票や壁のボードの下地の写真帳票などの作成ツールとしても活用できるとの意見もあり、今後他分野・他工事への展開が期待できると評価できる。

現在各現場において、中間検査や完了検査、設計監理者による検査を含め、様々な検査に備え、鉄筋工事の完了後に写真撮影を実施している。本実証を通じて、これらの検査時に元請事業者から提出する写真帳票の作成工数が削減されることを示し、写真帳票の精度は鉄筋コンクリート躯体の品質を担保できる程度、写真帳票の見栄えとしても現行のものと遜色ないことが確認できた。現状、検査の際には検査官が現場に臨場したうえで検査を行い、帳票類の確認を行うが、配筋 360 上で測距できるデータを準備することができるため、将来的にはこのシステムを利用することにより検査官が遠隔にて検査することが可能であるといえる。

また、本実証を通じて、評価項目としては挙げていなかった課題と考えられる項目は主に以下の3点である。

- ①撮影した動画の処理に一定の時間が必要（3 分の動画で 1 時間程度）であることから、

動画処理時間を考慮した撮影・検査体制を構築する必要がある。

②配筋写真管理については、躯体 BIM モデルの作成を前提としたシステムとなっている。実証事業者内では、施工部門における躯体 BIM モデルの作成が標準化されつつあるものの、一般的に標準化されるまでにはやや時間を要すると考える。

③実証事業者における設計監理者の意見として、臨場での検査を実施することの意味について、その場での指示による修正確認も含まれているため、配筋 360 による検査を臨場に代えて実施する場合は、リアルタイムでのデータ閲覧や、指示伝達といった双方向のコミュニケーション機能の実装も視野に入れる必要があると考えられる。

8. 総括

本実証の総括として、以下の 5 つの観点からまとめる。

8.1. 対象業務（法令）に係るアナログ規制の見直しに資するか否か

現在開発中の配筋 360 を活用することにより、システム上からの測距などを通じて、検査官が遠隔にて確認することが可能になることが見込まれる。その理由として、国土技術政策総合研究所及び建築研究所の専門家からの意見を踏まえ、大きく 3 つの評価が挙げられる。1 つ目は測定精度について、システム上からの測距精度が実運用に耐えられること、2 つ目は導入の容易性について、市販のカメラを使用したシステムであり導入が容易であること、3 つ目は撮影方法について、実証を通じて半日～1 日程度で習得が見込まれること。これらを総合的に勘案すると、操作性や導入容易性に特段の支障が無く、関係者が目視によらず遠隔から検査を実施できる準備が整っているといえるためである。この評価から、建築主事等の検査員が目視で現場を確認する現行の規制についての見直しに資するものと考えられる。施工管理においても、写真帳票の作成に関わる現場係員の工数削減や安全性向上にもつながることから、建設業界で抱える人手不足の課題に対しても解決を目指すことができる。

8.2. 実現場での技術等の活用・導入にあたってのポイント

撮影に際してはカメラやシステムの使用方法などを半日～1 日程度かけて習得する必要があり、部位ごとの撮影のポイントなどをガイドラインとして整備した。また、動画の処理には一定の時間を要するため、急な検査への対応が難しい。工数削減のためには検査時間に余裕を持った工程を検討する必要がある。

8.3. 実証を通じて明らかになった課題や改善の方向性

遠隔での検査を実施するためには、細部にわたり測距し確認しにくい部分も撮影動画データ上で明示できるように、部材を多方向から撮影するといった作業手順の明確化も必要になる。また、既にコンクリート施工済みの箇所について、振り返って測距するといった場面での確認が可能であるため、品質保証面での効果が期待できるが、システム上での測距に際して一定の精度を担保するためにはデータの入力ミスなどを防止する必要があり、入力ミスを検知するアラート機能等を付加することで、ヒューマンエラーを低減する取組みも継続したい。

8.4. アナログ規制の見直しにあたり留意すべき点

実証事業者における設計監理者へのヒアリングを通じて、臨場検査の実施は、その場での現場

係員の理解度の確認や、是正指示に対し作業者が即座に施工することで是正確認し、現場係員の是正報告の作業を低減する目的も含まれていた。システム利用により、従来手法と全く同等の臨場検査を実施するには至らないものの、細部の計測については従来手法で確認し、情報共有などを組み合わせる事で、遠隔で検査することに対するハードルを下げ、規制緩和へつながると考える。

8.5. その他

建設現場で配筋 360 を実運用するためには、現場が受容できるコスト感に抑える必要がある。配筋 360 は動画の処理を実施する際のコストが、他の建設現場向けアプリケーションやシステムと比較しても高額になると考えられる。しかし、写真帳票の作成に要する工数は削減できることが見込まれており、効果を示しながら少しでもシステム処理量を見直し、システムを安価に提供するための継続的な検討が今後も必要である。

用語集

用語	定義・解説
「完了検査」・「中間検査」	施工された建築物の建築基準への適合性を建築主事等が施工段階（中間）及び施工終了時（完了）に検査するもの
躯体 BIM	建物の構造体をコンピュータ上に立体モデル化したもの（BIM：Building Information Modeling）
デジタルメジャー	デジタルデータ（3D）モデルの中で距離を計測するもの
AR マーカー	360°カメラで撮影した動画内で位置情報を識別するためのもの
配筋 360	実証事象者が本実証に先立って開発した、配筋写真管理・検査記録を行うソフトウェア
基準墨	建物の施工時、設計図にある通り芯や床レベルを、計測しやすい位置にずらして、構造体に墨汁で記入された線
KOTOWARI	空間データを取得/保存/活用することで、空間にある多様な事象をデジタルデータとして取り扱い、統合的に解析する高度なアプリケーションの構築を可能にするオンライン上のプラットフォーム。本実証では、配筋 360 システムに組み込まれている。360 度動画から画像認識により自己位置を推定し、3D 空間を生成し、BIM と精度よく重ね合わせる技術。