

# 完了検査におけるCDEを利用した遠隔臨場手法の開発と実践

## Development and Practice of Remote Presence based on CDE

○野口 元<sup>\*1</sup>, 荒川 暁郎<sup>\*2</sup>, 能勢 浩三<sup>\*2</sup>

Hajime NOGUCHI<sup>\*1</sup>, Akio ARAKAWA<sup>\*1</sup>, and Kozo NOSE<sup>\*2</sup>

<sup>\*1</sup> 株式会社竹中工務店 設計本部

Design Management Department, Head Office, Takenaka Corporation

<sup>\*2</sup> 株式会社竹中工務店 大阪本店設計部

Design Department, Osaka Main office, Takenaka Corporation

キーワード：遠隔臨場、BIM、共通データ環境、完了検査

Keywords : remote presence; BIM; CDE; final inspection

### 1. はじめに

デジタル臨時行政調査会は2021年度にデジタル原則を策定し、横断的に見直しを行うアナログ規制の一つとして「目視規制」を挙げ規制の点検・見直し作業の対象とした。同作業部会において国土交通省住宅局は、建築物等の中間・完了検査における目視規制に関するヒアリング回答の中で遠隔臨場の実施可能性を示唆しつつ、検査見落としによる検査員への処分の懸念を示し、併せて検査実務を行う指定確認検査機関からの懸念として特に大規模建築物の場合の検査効率低下を紹介し、審査側及び申請側のニーズを踏まえて遠隔臨場の適用範囲や効率的な実施方法について検討するとした。その後、国土交通省住宅局建築指導課は2022年5月に「デジタル技術を活用した建築基準法に基づく完了検査の立ち合いの遠隔実施に係る運用指針（以下「運用指針」）」を通知し、検査関係者が適正に完了検査を実施できることを前提条件として、受検側の遠隔参加手順を示し遠隔臨場による完了検査実施の道を開いた。

前述の運用指針では表題に「…完了検査の立ち合いの遠隔実施…」とあるように、遠隔参加の対象を受検側である現場担当者に限定しており、検査員を遠隔参加の対象としていない。本報告は検査員を遠隔参加の対象として、その実施の現実性と課題抽出を目的として試行した完了検査の報告である。

### 2. 完了検査

#### 2.1. 遠隔臨場による完了検査

完了検査とは建築基準法第7条で規定する手続きで「当該工事に係る建築物及びその敷地が建築基準関係規定に適合しているかどうか」を検査することであり、「確認に要した図書」の通り実施されたものであるかを検査員が写真確認、書類確認、目視確認、実測確認あるいは動作確認等の方法（以下「照合方法」）により照合を行うこととされている

（表1）。完了検査の参加者は検査員と立会人から構成される。検査員は特定行政庁の建築主事や指定確認検査機関の建築基準適合判定資格者でそれ以外のものは検査を行うことができない。立会人は現場管理者や工事監理者など当該工事の施工状況や監理状況について説明できる者となる。本稿においては現場で参加する者を現場検査員及び現場立会人、遠隔から参加する者を遠隔検査員及び遠隔立会人と称し、完了検査参加者のうち少なくとも1人が遠隔からデジタル技術を利用して参加することを「遠隔臨場」と呼ぶこととする。

表1 完了検査と照合方法

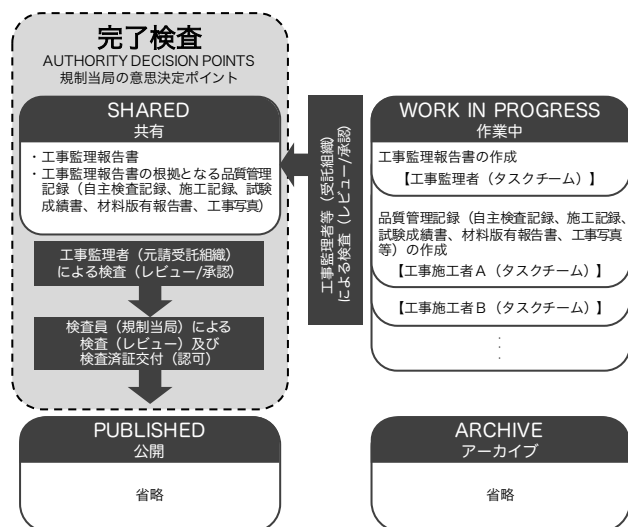
| 定義                | 建築物及びその敷地が建築基準関係規定に適合しているかを検査する <sup>*1</sup> |                |                                    |
|-------------------|-----------------------------------------------|----------------|------------------------------------|
| 方法                | 建築物の工事が確認に要した図書の通り実施されたものかを照合する <sup>*2</sup> |                |                                    |
| 照合方法 <sup>2</sup> | 検査申請書                                         | 「工事監理の状況」の記載内容 |                                    |
|                   | 書類検査 <sup>*3</sup>                            | 写真確認           | 品質管理記録（隠蔽部や高所の施工写真等）               |
|                   |                                               | 書類確認           | 品質管理記録（自主検査記録、施工記録、試験成績書、材料搬入報告書等） |
|                   |                                               | その他の方法         | —                                  |
|                   | 現場検査 <sup>*3</sup>                            | 目視確認           | —                                  |
|                   |                                               | 実測確認           | 簡易な計測機器等による実測結果                    |
|                   |                                               | 動作確認           | —                                  |
|                   | その他の方法                                        | 触診、聴音          |                                    |

図注 <sup>\*1</sup> 建築基準法第7条第4項に筆者が加筆 <sup>\*2</sup> 平成19年国土交通省告示835号 確認審査等に関する指針第3第3項をもとに筆者が整理 <sup>\*3</sup> 「建築構造審査・検査要領 確認審査等に関する指針 運用解説編 2022年版」p301及び「工事監理ガイドライン」をもとに筆者が整理

#### 2.2. CDEの概念における完了検査の位置付け

本試行においては、臨場者と遠隔臨場者のコミュニケーションや書類確認などのため、BIMを活用可能なCDE（Common Data Environment、共通データ環境）を利用した。CDEは情報を格納し共有するためのシステムで、ISO19650 シリーズにおいて建設プロジェクトの情報マネジメントを支援する仕組みの一つとして規格されている。CDEの概念は、建設プロジェクトにおいて生産する情報（ドキュメントファイル、BIMモデルデータ、動画ファイル、音声ファイル等あらゆる構造化/非構造化データ）を段階的に

作業中/共有/公開のいずれかのステータスに分類して、元請受託組織や発注組織によるレビューと承認を経て各ステータスを移動するというものである。CDEの概念における完了検査の位置付けは「規制当局による意思決定ポイント」であり、共有ステータスにある工事監理者（受託組織かつ元請受託組織）によるレビューと承認を経た工事監理報告書や品質管理記録（以下「品質管理記録等」）を対象にして検査員（規制当局）が検査（レビュー）を行い、法適合確認を経て検査済証を交付（認可）するものと位置づけることができる（図1）。



図注 筆者がISO19650-1 12.1の図10を参考にして、完了検査の位置付けに改変。

図1 CDEの概念における完了検査の位置付け

### 3. 遠隔臨場による完了検査の方法

#### 3.1. WEB会議システムの回線

本試行においては、WEB会議システム用の通信回線を2つ使い、一つは遠隔検査員が操作するCDEのビューを画面共有しながら参加者全員が音声通話する回線（以下「回線A」）、もう一つは現場から遠隔へ検査状況を中継する音声通話無しの回線（以下「回線B」）とし単純な構成とする。2つの回線とした理由は、検査状況を常時中継しながら、遠隔検査員からの指示内容を画面共有により的確に伝えるためである。本試行で利用するWEB会議システムはMicrosoft Teamsで、遠隔参加者は2つの回線に接続するためPC及びモニタを2台用意し、現場参加者は回線Aに接続するためのタブレット端末を携帯して検査に参加することとする（図2、3）。現場参加者が端末をWEB会議システムに接続するために、本試行ではモバイルデータ通信（4G又は5G）を利用した。

#### 3.2. WEB会議システムによる音声通話及びカメラ中継

回線Aを利用して検査参加者全員は音声通話するが、特に現場参加者は各自マイクイヤホンを装着することとする。回線Bを利用して現場から遠隔へ検査状況をカメラで中継する。胸部固定カメラを使用し、中継映像で文字等の識別が

困難な際にはカメラを取り外して手持ちで被写体に近づける操作を行うこととする。

#### 3.3. 遠隔臨場におけるCDEの利用

本試行において確認に要した図書は、電子申請を行ったPDF形式の確認申請図書及び事前に試行したopenBIM確認申請のIFCデータ（以下これらを合わせて「確認元データ」とする。確認申請図書は配置図、平面図、立面図、断面図、仕上表その他の建築図書一式、構造図書一式並びに設備図書一式とし、IFCデータは3Dモデル及び属性情報とする。工事期中で発生した計画変更の内容は、BIMモデルにも反映を行った。

本試行で利用するCDEはStreamBIMで、工事監理者がCDEに確認元データ及び品質管理記録等を格納し、現場/遠隔検査員ともCDEにアクセスして完了検査に必要な書類を閲覧できる体制とする。また検査中はCDEビューワを利用して平面図や3Dモデルを表示し回線Aを利用して画面共有することで、遠隔検査員からの現場参加者へ検査対象箇所への移動指示や、現場との照合に利用した（図4）。

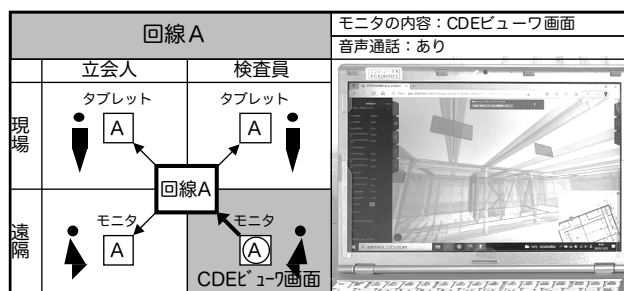


図2 回線Aの概要（WEB会議システム：MSteams、CDE：StreamBIM）

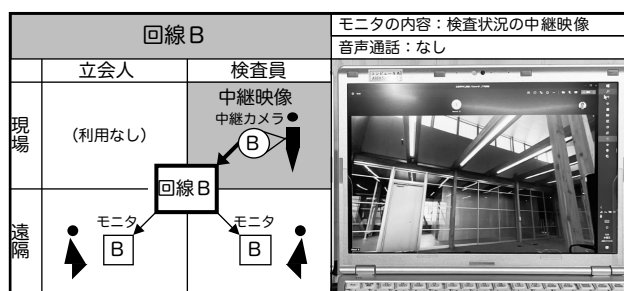


図3 回線Bの概要（WEB会議システム：MSteams、中継カメラ：Xacti）



図4 遠隔検査員の様子（左のモニタ：回線A、右のモニタ：回線B）

## 4. 指定確認検査機関による完了検査

### 4.1. 建築計画概要

今回遠隔臨場による完了検査の試行を行った計画はO計画、S計画及びH計画とした(表2)。試行時点では、遠隔検査員による完了検査の実施可否が法令上判断できず、またIFC データを用いた確認申請及び完了検査の実施に係る法令も未整備であったため、通常の完了検査後に模擬検査として行うこととした。模擬検査で試行した検査項目と照合方法及び確認元データの関係は表3の通りである。遠隔臨場による完了検査の結果を照合方法毎に4.2～4.5に示す。

表2 建築計画概要

| 検査実施日    | 計画名称 | 計画地 | 用途  | 主たる構造 | 地上/地下 | 延べ面積 |
|----------|------|-----|-----|-------|-------|------|
| 2021年7月  | O計画  | 岡山市 | 事務所 | S造    | 2F/0  | 776㎡ |
| 2021年10月 | S計画  | 静岡市 | 事務所 | RC造   | 3F/0  | 532㎡ |
| 2021年11月 | H計画  | 札幌市 | 事務所 | W造    | 2F/0  | 856㎡ |

表3 模擬検査で試行した検査項目と確認元データ及び照合方法との対応

| 計画  | 検査項目      | 確認元データ       |        | 照合方法    |         |
|-----|-----------|--------------|--------|---------|---------|
|     |           | 確認申請図書       | IFCデータ |         |         |
| O計画 | 内装制限      | 管理室の位置       | 平面図    | 3Dモデル   | 目視確認    |
|     |           | 内装仕上材の不燃性能   | 仕上表    | 属性情報    | 目視確認    |
|     | 容積緩和室     | 発電機室の位置      | 平面図    | 3Dモデル   | 目視確認    |
|     |           | 発電機の設置状況     | 平面図    | 3Dモデル   | 目視確認    |
|     | 非常用照明     | 廊下の位置        | 平面図    | 3Dモデル   | 目視確認    |
|     |           | 照明器具の位置・個数   | 設備図    | 3Dモデル   | 目視確認    |
| S計画 | 堅穴区画      | 照明器具の点灯試験    | 設備図    | 属性情報    | 動作を目視確認 |
|     |           | 堅穴区画の位置      | 平面図    | 3Dモデル   | 目視確認    |
|     |           | 区画壁の仕様(材料)   | 耐火リスト  | 属性情報    | 目視確認    |
|     |           | 開口部の仕様(材料)   | 平面図    | 属性情報    | 目視/書類確認 |
|     | 延焼開口部     | 開口部の仕様(閉鎖方法) | 平面図    | 属性情報    | 動作を目視確認 |
|     |           | 延焼開口部の位置     | 平面図    | 3Dモデル   | 目視確認    |
|     |           | 防火設備の仕様(枠)   | 平面図    | 属性情報    | 目視/書類確認 |
|     |           | 防火設備の仕様(ガラス) | 平面図    | 属性情報    | 目視/書類確認 |
|     | 階段        | 階段の位置        | 平面図    | 3Dモデル   | 目視確認    |
|     |           | 階段のWTR       | 平面図    | 属性情報    | 実測を目視確認 |
| H計画 | 排煙設備      | 室の位置         | 平面図    | 3Dモデル   | 目視確認    |
|     |           | 排煙設備の位置      | 平面図    | 3Dモデル   | 目視確認    |
|     |           | 手動開放装置の高さ    | 平面図    | 3Dモデル   | 実測を目視確認 |
|     |           | 排煙開口の寸法      | LVS表   | 属性情報    | 実測を目視確認 |
|     | 小屋裏隔壁     | 室の位置         | 平面図    | 3Dモデル   | 目視確認    |
|     |           | 隔壁の位置        | 平面図    | 3Dモデル   | 目視確認    |
|     | 隔壁の仕様(材料) | 耐火リスト        | 属性情報   | 写真を目視確認 |         |

### 4.2. 目視確認

現場検査員が目視している対象を、回線Bの中継映像を介して、遠隔検査員が目視確認する。例として内装制限を照合する場合、遠隔検査員が回線Aを利用して対象室への移動を指示する。現場検査員は対象室の全景、内装建材の認定シール(接写)をカメラ中継する。遠隔検査員は中継映像と確認元データと中継映像とを照合する、という手順で実施した。回線Bによる検査状況の中継は、現場検査員の胸部に固定した着脱式の高解像度カメラの映像とし検査を中継し続けることとした。

結果、回線Bは被写体に接近した際、現場の通信環境、及び遠隔のPCスペック、モニタサイズにより表示時差や画像劣化が生じることがあり、視認性が低下したため目視確認に支障がある場合があった。また現場検査員は接写の際に何を被写体とするか理解が不十分な場合に手間や間違いが生じた。中継映像だけで判断が困難な場合には音声通話による遠隔検査員から現場立会人へのヒアリング確認が有効であった。更に設計担当者や審査担当者が遠隔参加することでより適正で効率的に検査を行うことができた。

### 4.3. 実測確認(実測内容の目視確認)

現場検査員が目視している実測状況を、回線Bの中継映像を介して遠隔検査員が目視確認する。例として排煙設備を照合する場合、遠隔検査員が回線Aを利用して対象室への移動を指示する。現場立会人は排煙開口寸法及び手動開放装置(オペレーターやクレセント)の高さを巻尺で実測する。現場検査員は対象室の全景、自然排煙設備の位置及び排煙開口寸法(接写)をカメラ中継する。遠隔検査員は中継映像と確認元データとを照合する、という手順で実施した。

結果、現場立会人は実測の際に何に注意して実測するか理解が不十分な場合に手間や間違いが生じた。接写においては中継者である現場検査員が検査対象となる被写体を理解しテンポよく立ち回ると検査が円滑に進行した。



図5 実測確認(左: 現地の様子、右: 実測内容のカメラ中継映像)

### 4.4. 動作確認(動作内容の目視確認)

現場検査員が目視している動作状況を、回線Bの中継映像を介して、遠隔検査員が目視確認する。例として非常用照明を照合する場合、遠隔検査員が回線Aを利用して対象室への移動を指示する。現場検査員は対象室の全景及び非常用照明の位置をカメラ中継する(4.2. 目視確認と同様)。現場検査員は、非常用照明の動作状況をカメラ中継する。遠隔検査員は確認元データと中継映像とを照合する、という手順で実施した。

結果、現場検査員は動作状況を映す際に何を被写体とするか理解が不十分な場合に動作確認内容に漏れが生じた。

### 4.5. 書類確認

現場検査員が目視できない内容は、CDEビューワで品質管理記録等を表示して、遠隔検査員が書類内容を確認する。例として小屋裏隔壁を照合する場合、遠隔検査員が隠蔽部分の壁の仕様についてはCDEビューワを利用して施工写真を表示して確認元データと照合する、という手順で目視確認と同時に実施した。

結果、書類確認は遠隔検査員がCDEに格納した書類を閲覧するため、音声通話によるヒアリングをしたものの、中継映像を必要とせず遠隔検査員単独で実施可能であった。しかしCDEにおいては品質管理記録等が保存されているが整理されておらず、表示するのに手間取った。また紙で管理している品質管理記録等を回線Bの中継カメラを使って遠隔検査員が目視確認する場合は見読性に支障があった。

## 5. 課題と考察

### 5.1. 遠隔臨場手法を構成するデジタル技術の課題

遠隔臨場手法を構成するデジタル技術として音声通話、カメラ中継、通信環境の3つがあげられる。音声通話では環境音やノイズが稀に発生した。カメラ中継では暗所や手ブレにより解像度の低下が発生し視認性に支障が出た。音声通話やカメラ中継の基盤となる通信環境では回線の遅延や停止が稀に発生し現場と遠隔とのコミュニケーションに支障が出た。これらのデジタル・通信技術の性能上の課題は今後技術開発が進み安定すると考えられる。

### 5.2. 遠隔臨場手法による検査を効率化するための課題

現状の現場検査における照合方法を単にデジタイズする場合、遠隔臨場での照合には以下の課題があり、将来のデジタル・通信技術の性能向上だけでは解決できないものだと考えられる。

(1) 実測確認及び動作確認はいずれも中継映像による目視確認となるため、映像画角のためのポジショニングや実測と接写のタイミングなどを的確に行う必要がある。このような立ち回りについて現場立会人及び現場検査員の役割分担を明確にし慣れる必要があると考えられる。なお工事中の安全性に配慮することも重要である。

(2) 中継映像による目視確認だけでは視認性に支障があるため、音声通話によるヒアリングやCDEによる書類確認により補完する必要がある。

(3) 完了検査は限られた時間の中で検査員と立会人が協力しながら重要な検査箇所を把握して、漏れのないように実施する必要があり、そのために検査員は現場の監視状況を把握・評価して検査の密度を決めなければならないが、中継映像や音声通話だけでは現場の雰囲気や管理状況等の網羅的な把握が困難である。

予め検査項目リストを作成し更に個別の建築計画に即応した検査重要項目を抽出して、各検査項目の照合方法（目視・実測・動作・書類）を選定するなど、大まかなシナリオを作成して予め共有する。その上で容易に現地確認できる検査項目等を現場検査員が、重要検査項目だけを遠隔検査員が実施するなど、検査項目に強弱を付けて現場と遠隔で役割分担を決める対応が考えられる。

### 5.3. CDEに格納した品質管理記録等の課題

電子化した品質管理記録等を単にCDEに格納しただけでは必要な書類を速やかに表示することができない。遠隔検査員が効率よく書類確認を実施するためには、工事監理者が品質管理記録等をCDEへ格納する際のルールと容易に検索し閲覧できる仕組みが必要である。また完了検査の書類確認で扱う品質管理記録等は、書類確認の際にその場での提示のみを求められる書類であるため、CDEにおける遠隔検査員のアクセス権を閲覧のみにする必要がある。

## 6. まとめ

本試行ではWEB会議システム用の通信回線を2つ使い確認元データの画面共有及び現地の中継映像をそれぞれモニタに表示することによって、遠隔検査員による目視・実測・動作確認を実施することができた。通信回線が一つの場合に比べ遠隔参加者の位置把握を容易にし、現場への指示も容易にできた。またCDEに格納した品質管理記録等を提示することによって、遠隔検査員による書類確認を実施することができた。以上のように本試行では検査員が遠隔臨場手法を用いて各照合方法の検査が行えることを実証できた。しかし通常の完了検査の全部を網羅的に実施することは困難であった。

また、検査員及び立会人は遠隔臨場技術によって従来の完了検査を遂行できると仮定して実施したが、現場検査と書類検査のいずれにおいても一部の検査しか実施できなかった。その理由は現地で検査員が実物の建築物を目視すること、立会人と対面でヒアリングを行うことに比較すると遠隔臨場技術は現状では劣るためと考えられる。従来検査員が現地で行う写真確認、書類確認、目視確認、実測確認あるいは動作確認等の方法をデジタイズするためには、一つの手法だけで実施するのではなく、完了検査における照合方法や検査項目を細分化し、デジタル技術を使い分けて検証し、相互の過不足がないように再び統合する仕組みを検討する必要があると考えられる。

## 謝辞

今回、指定確認検査機関としてCDEを利用した遠隔臨場手法の開発と実践に多大なご協力を頂いた日本 ERI 株式会社の皆様に深く感謝いたします。

## 【参考文献】

- 1) 能勢浩三, 野口元, 荒川暁郎: openBIM をベースとした建築確認申請の開発・実践と考察, 第 44 回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, R55, p221-226, 2021.12
- 2) 荒川暁郎, 能勢浩三, 野口元: openBIM をベースとした完了検査手法の開発と実践, 第 45 回情報・システム・利用・技術シンポジウム論文集, H05, p323-326, 2022.12
- 3) ISO 19650-1: ビルディング情報モデリング(BIM)を含む建築及び土木工事に関する情報の統合及びデジタル化 ―ビルディング情報モデリングを使用する情報マネジメント 第1部: 概念及び原則, 2018 年 12 月