

ICT 現場活用事例報告

ICT on-site use case report

波多野 純 ^{*1} 内田 公平 ^{*1} 福 拓也 ^{*1}
Jun Hatano Kohei Uchida Takuya Fuku

要旨

2018年の鴻池組技術研究報告において、BIMの表現方法としてのICT活用について報告した。それから約5年が経過した間に、AIをはじめとするデジタルテクノロジーが急速に進化していくなか、世界的な新型コロナウイルスパンデミックを経験し、従来の常識を見直す必要に迫られた。建設業界においても人の移動を制限されたなかでICTやBIMのメリットを最大限に活用した取り組みが進んだ。本報告では既報以降に当社が行ったICT/BIMの取り組み事例について紹介するとともに、先端ICTツールの将来展望について述べる。

キーワード：ICT BIM XR レーザースキャナ ICT建機 デジタルツイン

1. はじめに

少子高齢化が進む我が国において、建設分野におけるICT（Information and Communication Technology）の活用は、生産性向上を図るための必須の取り組みである。国土交通省においても、生産性の向上、魅力ある現場づくりを目指して「i-Construction」や「建築BIM推進会議」をはじめとした取り組みを進めている。また、2019年の新型コロナウイルス感染拡大はこれまでの常識に変化をもたらし、人の移動が制限された。そのようななか、人と人との接触を減らすコミュニケーションツール等の新たなソリューションが登場し、デジタルテクノロジーの価値が再認識された。さらに、AI（Artificial Intelligence：人工知能）の急速な進歩はあらゆる業務の革新をもたらし始め、当社でもこれらの動きの中で最新のICT技術に取り込み、生産性向上を図っている。本報告は、既報¹⁾以降に当社が行ったICTの取り組み事例について紹介するとともに、先端ICTツールの将来展望について述べる。

2. ICTとBIMの状況

BIM（Building Information Modeling）は、建築物のライフサイクルの中で情報を一元的に管理することができるソリューションである。国内では、建築物の生産プロセスおよび、維持管理において生産性向上を目的に、多くの関係者が関わる前にフロントローディングし、BIMを使った建設プロジェクトの円滑なコミュニケーションを図ること

で、早期もの決めや会社間の合意形成に役立っている。また、「i-Construction」の推進や、「建築BIM推進会議」の活性化により、BIMの取り組みとICT技術を組み合わせて生産性向上を図る動きは加速してきている。さらに重要なことは、関連する要素技術の活用、体制の整備を進めることで設計者・施工者が一体となり、プロジェクトの完遂に向けて動いていくことである。

2.1 設計段階のBIM

設計段階においてBIMの取り組みを行う場合、大きく分けて三つの活用方法がある。

一つ目は、BIMは仮想的に建物を構築できるため、早期にデザインの正確性を確認することができる。設計者が自ら、建築物の外観や内部構造を含んだBIMモデルを作成することで、「この納まりは難しくなる」、「この取合いは微妙な隙間しか開かない」、「ここは注意しよう」など、各種納まりを事前に把握することができる。

二つ目は、BIMを用いることで、あらゆる検討事項について、全体のイメージを膨らませながらデザインを詰めることができ、品質向上につなげられる点にある。また、複数のデザイン案を試行錯誤しながら検討することができるため、最適なデザインを導き出すことが可能である。

三つ目は、BIMは、建物の性能や環境負荷などの評価をシミュレーションすることが可能で、その結果を基にコンピュータシミュレーションを実施し、最適な設計を実現することが可能となる。

*1 工務管理本部 技術統括部

2.2 施工段階のBIM

施工段階において効果的にBIMを活用することは、現場施工を行う上で非常に重要なポイントである。

(一社)日本建設業連合会(以下日建連)のBIM啓発専門部会は、会員企業(建築)におけるBIM活用・展開状況を確認するため、対象72社に対しアンケート調査を実施した²⁾。そのアンケート結果のうち、「BIMのどのような面に活用効果を感じたか」に対する回答では、

- ・施工計画で有効に活用できた(仮設計画・施工手順等)。
- ・施工性・品質確保の早期検証ができた。
- ・理解度・情報伝達の確実性が向上した。
- ・関係者間の迅速な合意形成ができた。
- ・発注者のBIM活用のニーズに対応できた。

などの意見が多く挙がっていた。また、施工BIMの活用シーンで多かった意見は、①施工検討(計画)会議、②定例会議・施主定例会議、③着工会議であった(図1)。

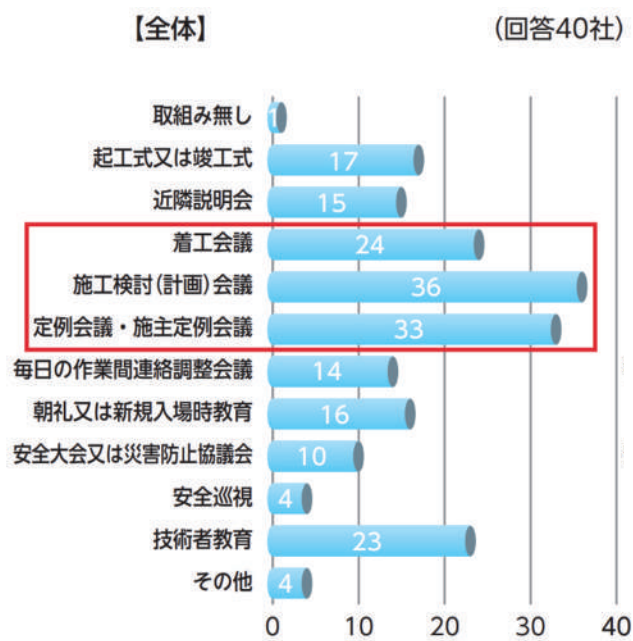


図1 日建連アンケート 施工BIMの活用シーン²⁾

次に、施工BIMを実施する上での、現状の問題点としての回答では、

- ・設計から施工へのモデルデータ引き渡しの際、継続活用の割合が低い。
- ・専門工事会社との連携について、発注や製作への活用度合いが低い。
- ・施工図作成への活用度合いが低い。

などが挙げられ、これらを整備し、活用数を上げていくことで、建物のライフサイクルに沿ったBIM活用の促進につながるものと思われる。

3. BIMモデルの表現手段としてのICTツール

3.1 ICT建機

ICT建機の活用によって、自動運転技術の向上や遠隔操作による省力化・省人化が図られている。ICT建機には、センサーやGPSなどが組み込まれている。そこから得られるデータを基に、現場の進捗状況や作業時間、重機の稼働率などを把握することも可能である。さらに、BIMモデルと連携することで、掘削作業の効率化や現場での安全性の向上にもつながる。したがって、ICT建機の活用は、建設現場における業務改善のための重要な手段の一つと言える。

3.2 ドローン

UAV(以下ドローン)は建設現場において、主に3つの分野で活用されている。

一つ目は、ドローンによる空撮である。撮影した映像は、お客様へのPRや現場の進捗管理に活用されている。ドローンの視点から見る臨場感は、プレゼンをするうえで視覚的効果が高く、高画質で俯瞰的な点は、現場全体を見渡して管理するうえで大きな利点であると言える。また、竣工写真と合わせて、空撮映像を納品するケースも増えている。

二つ目は、ドローンによる測量として、広域の地形計測や土量の計測に活用されている。上空より複数枚の写真を撮影し、それらを合成させて立体データを取得することで、土量計算や周辺地図データと連動させることが可能となる。現在は、土木分野での活用が主であるが、今後は建築分野での活用も期待されている。

三つ目は、足場の悪い場所や高所の検査・点検におけるドローンの活用である。足場を組まなければ検査することができない場所や、人が立ち入るには危険な場所の確認を行う際に有効である。また、ドローンの操縦士と補助員の最低2名で運用することができるため、少人数での迅速な作業遂行が可能となる。

これらのドローンのメリットを活かした現場での活躍は、すでに始まっている。

3.3 デジタルツイン

デジタルツインとは、現実空間をデジタル空間に再現することで、作成はカメラによる画像取得や、レーザースキャナによる点群データの取得により行われることが一般的である。メリットとしては、

- ・データ取得している部分であれば、寸法計測や現況確認など、あらゆる角度からの確認が可能。
- ・関係者間で簡単にデータ共有ができ、打合せに活用できる。

・BIM への適用が可能で、設計図にない情報を補填できる。などが挙げられる。

また、昨今ではファシリティマネジメント (FM) に関わる側面でも活用が試みられており、今後は急速に活用の幅が拡大していくものと考えられる。

要素技術として以下の2点が挙げられる。

①360度パノラマ画像

自由な角度から俯瞰的に見ることができる空間を作成するカメラ (図2) およびそのサービスが普及し、Google ストリートビューのような360度見渡せる画像を繋ぎ合わせ、かつ精度よく被写体の寸法が測定可能な3Dデータを取得することが可能となっている。代表的なものに、Matterport が挙げられる (図3)。クラウド上で、自動的に撮影データを繋ぎ合わせた3Dデータを構成することができる。



図2 対応カメライメージ

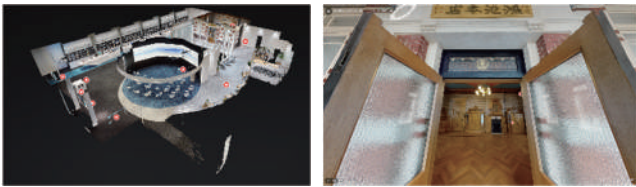


図3 Matterport の撮影例

②点群データ取得のためのレーザースキャナ

点群とは、点の集まりであり、ポイントクラウドと呼ばれることもある。取得方法は据え置き型のレーザースキャナ (図4) やハンディタイプのレーザースキャナによる計測、ドローン空撮による画像をオルソ解析して得られるものなど、多岐にわたる。データは3次元座標値 (X, Y, Z) と色の情報 (R, G, B) で構成されている。



図4 点群データ取得のイメージ

3.4 xR

xRは「Extended Reality」の略であり、仮想現実 (VR)、拡張現実 (AR)、複合現実 (MR) を含む、現実世界と仮想世界の境界線を曖昧にする技術である (図5)。

【AR】Augmented Reality 拡張現実

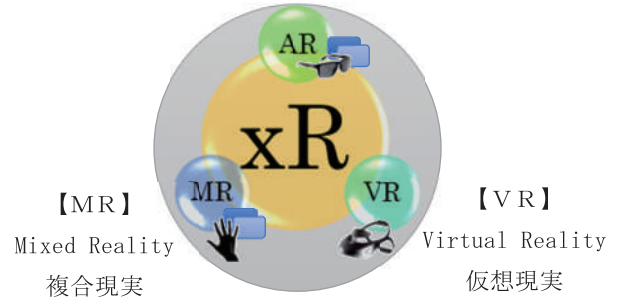


図5 xRについて

xR技術は、建設業界において、建物や施設的设计、建設、保守に幅広く活用されている。xR技術による設計段階の確認では、現実空間に建物のBIMモデルを重ね合わせて表示することで、模型を見るようにディテールを確認することができる。これらの技術は、建設業界で活用が進んでいるが、今後、より効果的な活用法が開発されることで、建設現場の生産性や安全性の向上につながる事が期待される。

4. 活用事例

4.1 ドローン×ICT建機×BIM

2019年の新研究施設「大阪テクノセンター」(以下OTC)建設にあたり、建築分野における土工事において、ICT/BIMを積極的に取り入れ、施工の高度化と生産性の向上について、実施検証を行った。工事概要を以下に示す。

工事概要

- ・建物用途：研究施設
- ・構造：S造
- ・階数：地上4階
- ・建築面積：1,743.61 m²
- ・延床面積：4,793.57 m²

取り組みの流れを図6に示す。最初に敷地上空からドローンで空撮を行い、その空撮データを画像解析(オルソ画像化し、点群化)した。次に、解析結果を用いて敷地を3D形状化し、BIMツールへと取り込み、基礎躯体モデルと重ね合わせ掘削データを作成した。このデータをICT建機に連携させて掘削を実施した。連携データは、立体座標であり、建機の正確な制御を実現することができた。

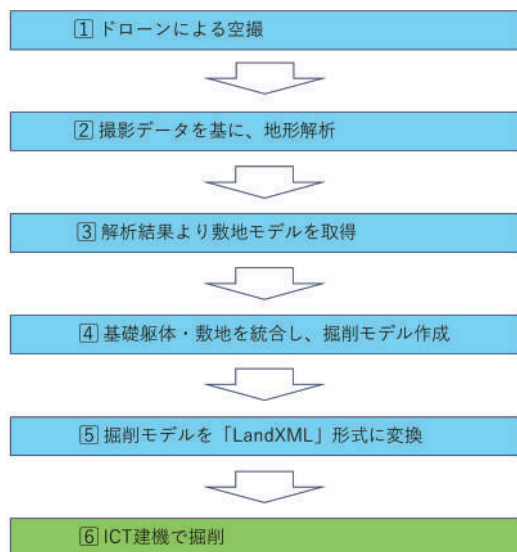


図6 ドローン空撮データから ICT 建機連携の流れ

掘削用の BIM データを ICT 建機へ連携するには、いくつかの課題を解決する必要があった。

最初に、ICT 建機へデータを移行するには、BIM データを「LandXML」形式に変換する必要がある(図7)。「LandXML」形式は、土木系のツールであれば簡単に変換できるが、建築系のツールにはその機能が搭載されていないことが多い。また、地形の各ポイントにおいて同一の X, Y 座標に高さの異なる Z 座標が重なるとエラーとなるなどの問題が生じ、これらはデータチェック時にエラーフラグとして認識され、そのままのデータでは ICT 建機では利用出来ない。ICT 建機で BIM モデルによる掘削データを利用するには、全てのエラーフラグを解決する必要があり、従来、ICT 建機メーカーやモデル作業者の手作業によってデータ処理が行われていた。さらに、データ処理後に修正や変更が発生した場合は都度修正する必要があった。

今回は、GLOOBE を使用し、BIM モデルを Land XML 形式へ変換する際に、エラーが自動で解決できることを確認した。これにより、スムーズに ICT 建機への連携が可能となった。

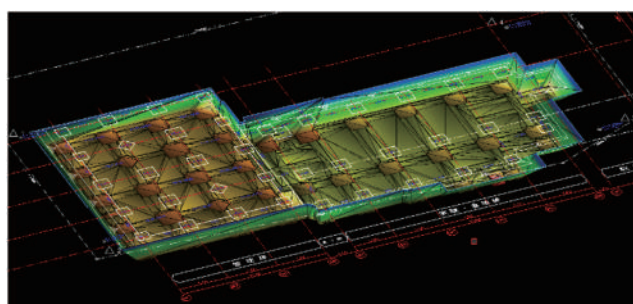


図7 Land XML 形式に変換した掘削データのイメージ

ICT 建機を現場で活用するには、情報を送信するための基準局アンテナの設置や調整などの事前準備が必要であるが、実際の掘削作業は最適化された「LandXML」形式のデータにより、従来必要な測量・丁張りによる掘削範囲や法面形状の位置出し作業が不要となり、それらに関わる作業員を減らすことで現場の安全性向上にもつながった。現場担当者からは、「精度が確保され、法面がきれい」、「法肩や杭などの位置出しが不要」、「特につぼ掘りで有効」、「杭筋を傷めない」、「今後もどちらか選べるのであれば ICT 建機を利用したい」など、高評価が得られた。改善点としては、事前準備の省力化や BIM 技術者の育成など課題もいくつか見つかった。

4.2 BIM 調整会議の事例

本事例は、図1で示した、「定例会議・施主定例会議」に BIM を活かして会議を行った工事の紹介である。以下に、工事概要を示す。

工事概要

- ・建物用途：一般廃棄物処理施設
- ・構造：RC造・S造・SRC造
- ・階数：地上4階・塔屋2階
- ・建築面積：5,600 m²
- ・延床面積：10,700 m²

本工事では、建築、プラント、設備の3者が連携して工事を進める必要があるため、設計段階から BIM 調整会議を行った。検討を進めていくうえで、多くの干渉箇所や調整事項の発生が予測された。そのため、キックオフ会議の段階で以下を周知した。

- ・建築躯体・プラント設備・建築設備の干渉チェックを基本設計段階から実施することで、早期の BIM モデル作成により合意を図る。
- ・BIM 調整会議の内容を反映し、施工図を作成する。

BIM 調整会議を、Round0：計画図レベル、Round1：設計図レベル、Round2：施工図レベルの3段階に分け、それぞれの段階で統合モデルを作成し、干渉確認を実施することで、早期合意形成を実現した。図8に BIM による調整会議のワークフローを示す。

Round0 では、建築設計とプラントのプロジェクトマネージャーの2者で検討を実施した。

その後関係者全員が参加する Round2 での BIM 調整会議(写真1)では、対面と WEB によるハイブリッド形式で開催し、BIM データや資料については、クラウドストレージを用いて関係者全員で共有する体制とし、早期に干渉箇所や懸念箇所を確認することができた(図9)。

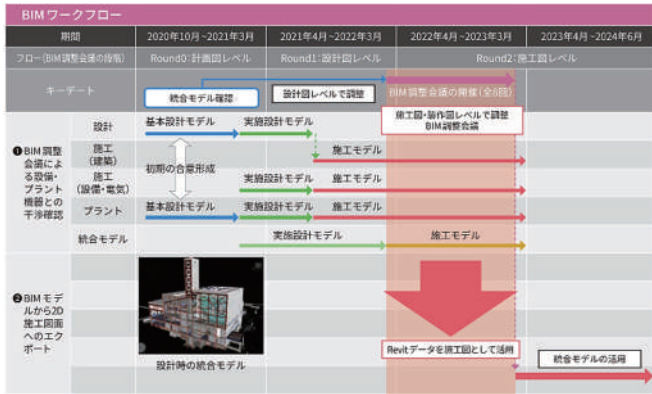


図 8 BIM 調整会議のワークフロー

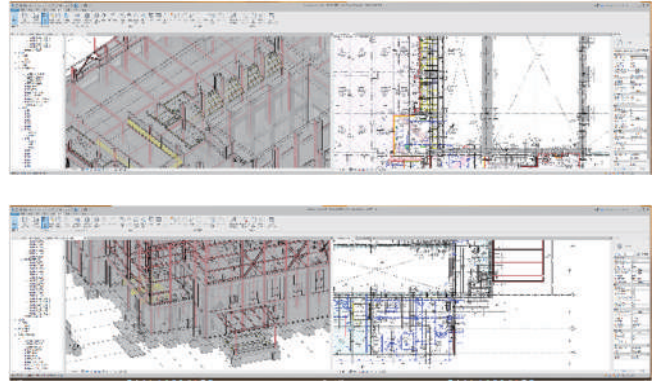


図 10 BIM から 2D 図面へのエクスポートのイメージ



写真 1 BIM 調整会議の様子

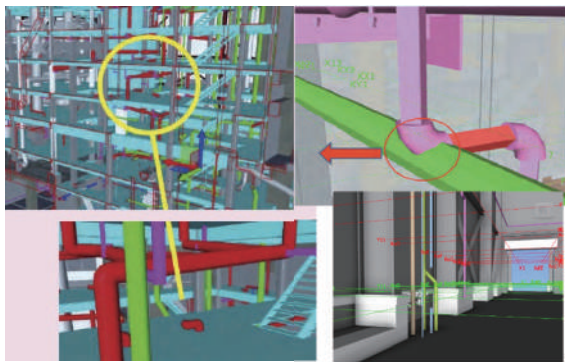


図 9 干渉箇所・懸念箇所のイメージ

また、建築躯体モデルを、BIM 調整会議の内容に基づき逐時更新し、施工図へのエクスポートを実施した(図 10)。

会議中には、一つのモデルを全員で確認していたため、発言者がどの箇所について指摘しているか、3D モデルを見ているだけでは不明な場面があった。これは、情報量の多い BIM モデルならではの問題といえる。今後の対策として、ポインターツールや、参加者全員が 1 つの BIM モデルを同時に共有できる AR ツール等を用い、より円滑な会議進行ができるような体制とすることが必要である。

また、BIM 調整会議の進捗とともに、各社のモデルデータ容量が大きくなるため、統合モデルを作成するための処理時間が長くなることから、データ処理に関する対策も重要である。

4.3 デジタルツイン

本事例は、既存改修工事の躯体・設備配管の納まりを事前検討した工事の紹介である。以下に、工事概要を示す。

工事概要

- ・建物用途：研究施設
- ・構造：SRC 造

360 度カメラ (Matterport) による撮影とレーザースキャナによる点群データ計測を実施した。写真 2 は現場における計測時の様子である。

取得した点群データは、設計図から作成した BIM モデルと重ね合わせ(図 11)、実構造とモデル図との相違点を抽出するために使用した。設計図に無い既存スリーブ等の確認や、躯体寸法の実測ができたため、計画を進めていくうえで非常に有用であった。また、Matterport の 360 度画像を確認しながら点群データの編集を行うことで、データ上、部分的に密度が小さい箇所の識別に効果的だった。図 12 は統合データを設備配管モデルと重ね合わせ、既存躯体との干渉確認に活用した状況である。



写真 2 3D レーザースキャナ・Matterport の計測状況



図 11 点群データの重ね合わせ状況

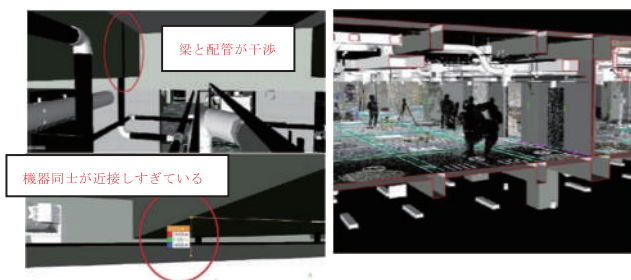


図 12 設備配管モデルの重ね合わせ

4.4 xR×BIM

本事例は、BIM モデルを用いて MR 技術により、建設プロセスを可視化した事例である。以下に、工事概要を示す。

工事概要

- ・建物用途：オフィスビル
- ・構造：S 造
- ・階数：地上 10 階・塔屋 1 階
- ・建築面積：525.38 m²
- ・延床面積：5,222.25 m²

MR 対応ウェアラブルデバイス (HoloLens) とタブレット端末を用いて、BIM モデルから作成したモデルを現場に重ね合わせ、若手集合研修で体験する場を設けた。MR システムに用いた BIM モデルは、構造躯体だけでなく、内装や仕上げ、設備機器とし、さらに 2 次元の施工図では見落としがちな間仕切り壁の補強位置をモデル化した (図 13)。



図 13 MR システムによる現場確認状況

また、現場配属員や作業員が普段利用しているスマートデバイスで簡単に確認できる環境を整え、現場確認に使用する際の手軽さを検証した。さらに、研修で使用したシス

テムは、工事記録写真も残すことができるため、今後の展開を視野に入れ、更なる発展、利用場面の拡大を進めていきたいと考える。

5. 将来展望・課題

多くの実プロジェクトにおいて、ICT 技術による業務の変革が実施され、効果が確認されている。技術が日々進化するなか、単独で使われるよりも、複数技術の掛け合わせにより新たな活用シーンが生み出され、活用の幅も広がりつつある。

さらに、今まで試行の域にとどまっていた AI (人工知能) の分野も、昨今話題となっている ChatGPT (対話型 AI) の登場に代表されるように、実務での活用事例が増えていくことが予想される。ロボットやメタバースといった分野においても、AI 技術と密接に関係しているため、調査研究していく必要がある。

また、通信分野では 5G の普及により、ビッグデータのやり取りが容易となり、PC や各種ツールの進化と合わせて、膨大なデータを利用した高度なシミュレーションがより手軽になることが予測される。通信速度向上により、重機の遠隔操作を遅延無く実行することも可能となり、少子高齢化による人手不足や、時間外労働の上限規定の問題に応える具体的取り組みが現実的になってきた。

6. おわりに

2018 年の既報告¹⁾以降における ICT/BIM の状況と活用および取り組み、さらに将来展望について紹介した。

2016 年に、Society 5.0 が政府により策定され、奇しくも新型コロナによる対応で具現化された状況下で ICT/BIM は不可欠なものとなった。引き続き環境の変化を捕らえつつ、良い建物をお客様に届けられるよう邁進していく。

参考文献

- 1) 井上光二, 波多野純, 内田公平: BIM モデルの表現手段としての先端 ICT ツールの活用, 鴻池組技術研究報, Vol128, pp. 75-80, 2018. 7
- 2) 一般社団法人 日本建設業連合会 建築生産委員会 BIM 部会 BIM 啓発専門部会: 施工 BIM のスタイル 事例集 2022, p. 13, 2023. 3. 31