

# 柏崎地方合同庁舎空調設備改修工事の 施工段階におけるBIMの活用について

滝澤 賢幸

営繕部 整備課 (〒950-8801 新潟市中央区美咲町1-1-1)

柏崎地方合同庁舎(19)空調設備改修工事の施工段階において試行した施工BIMの実施内容、効果等について紹介する。

キーワード 空調設備改修工事、施工BIM、BIMモデル、ICT、3Dモデル、MR技術

## 1. はじめに

国土交通省大臣官房官庁営繕部では、2018年から建設現場の生産性向上を図るi-constructionの拡大を推進し、2019年から施工計画段階における「BIMモデルを活用した施工計画」の試行を行っている。

北陸地方整備局営繕部では、新技術であるBIMの利活用拡大を建築分野にも推進するため、「柏崎地方合同庁舎(19)空調設備改修工事」において北陸地方整備局で初めて、発注者指定として施工BIMの活用を試行し、施工BIMの有効性の検証を行った。

## 2. 工事概要

名称：柏崎地方合同庁舎  
所在地：新潟県柏崎市田中26-23  
構造・階数：鉄筋コンクリート造 地上4階建て  
延べ面積：3,328.17m<sup>2</sup>  
工事種目：空気調和設備 改修一式 ほか  
工期：2019年 9月 5日 から  
2020年 6月 30日 まで

本工事は、竣工より30年が経過し著しく老朽化しているため適正な運用が行えない状況にあった空調用熱源機器、各階空気調和機、配管類並びに自動制御設備等の更新にあたり、限られた空間内で吸収式冷温水機の分割及び冷温水ポンプの増設などのシステムを見直した上で更新する工事である。

## 3. 施工BIMの試行内容

今回の試行は、施工段階におけるBIM活用の効果、課題について検証し、今後の空調設備改修工事全般におけるBIM活用の可能性等について検討するものである。

改修工事では、通常は現地で寸法や位置を実測し、施工図等を作成するのが一般的であるが、施工BIMを実施することにより、BIMモデルを活用した寸法や位置の確認により、施工図等の作成における干渉確認や工程作成の省力化、手戻りの防止を図ることが可能になる。

本工事では、現地において3Dスキャナーにより作成した3Dスキャンデータと、紙媒体の竣工図を元にBIMソフトを使用して作成したBIMモデルを合成した施工BIMモデルを活用することにより、上記に加え現状把握及び現地における整合性の確認の省力化を図るため、以下の試行フローにより行い、確認を行った。(図-1)

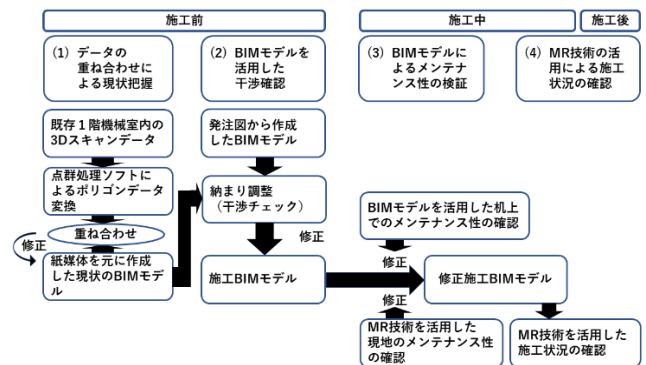


図-1 施工BIMの試行フロー

### (1) データの重ね合わせによる現状把握

施工着手前、既存1階機械室内を3Dスキャナーを用いて、1階機械室の3次元スキャニングを数回に分けて実施し、位置、色情報を持つ数億の点からなる点群データを取得した。点群データは数百GBあり、そのままの運用が難しいため、点群処理ソフトを用いて、ポリゴン変換を行い、BIMソフトに取り込んだ。(図-2、図-3)

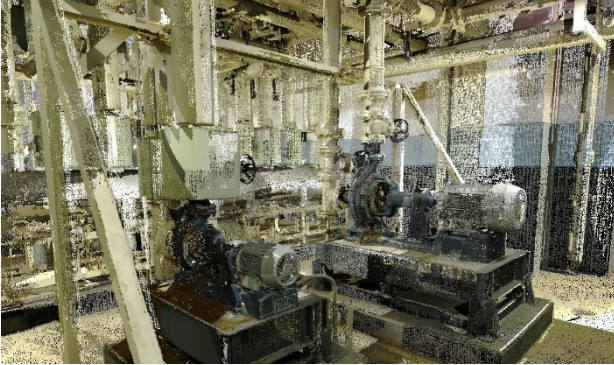


図-2 3Dスキャンより作成した点群データ

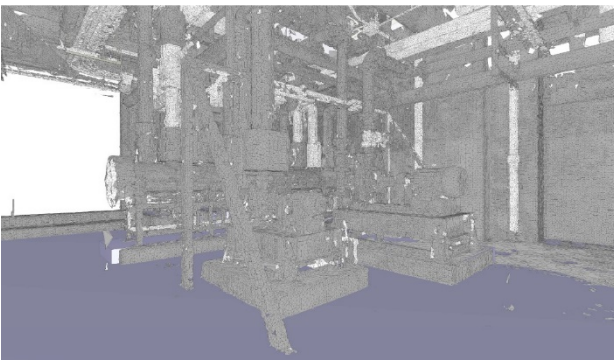


図-3 点群処理ソフトにより変換されたポリゴンデータ

また、紙媒体の竣工図を元にBIMソフトを使用してBIMモデル(以下「竣工図BIMモデル」という。)を作成した。(図-4)

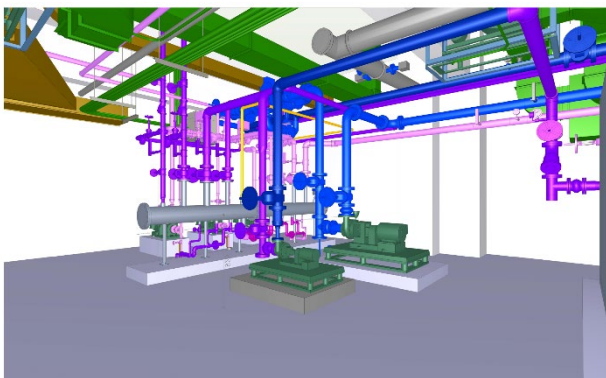


図-4 竣工図BIMモデル

竣工図は通常、実際の施工とはズレがあることがあり、現況に合わせて修正する必要があることから、竣工図BIMモデルと3Dスキャンデータから作成したポリゴンデータを合成し、竣工図BIMモデルと現地の整合性の確認を行った。(図-5)

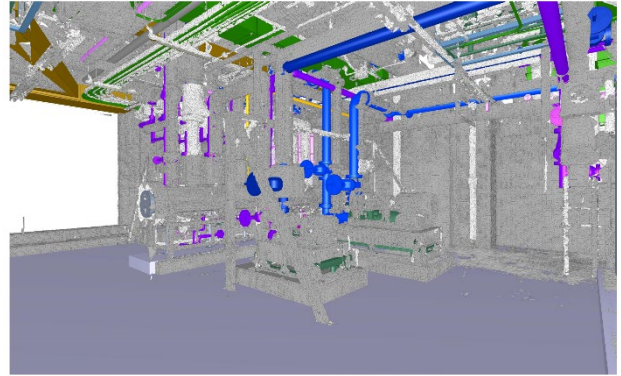


図-5 現況BIMモデルの整合性の確認

実際に現地との乖離が発生していたことから、ポリゴンデータを元に、CAD上で該当箇所の修正を行い、BIMモデル(以下「現況BIMモデル」という。)を作成した。

### (2) BIMモデルを活用した干渉確認

現況BIMモデルと発注図より作成したBIMモデルを用いて、納まり調整を行った。干渉が確認され、修正を行った該当箇所の事例を下記に紹介する。

#### (a) 既存ダクトと新設煙道の干渉(ケース1)

上部に梁があり、吸収冷温水機の煙道と既存ダクトが干渉したため、煙道のルートを変更して既存ダクトより下部へ移動した。(図-6)

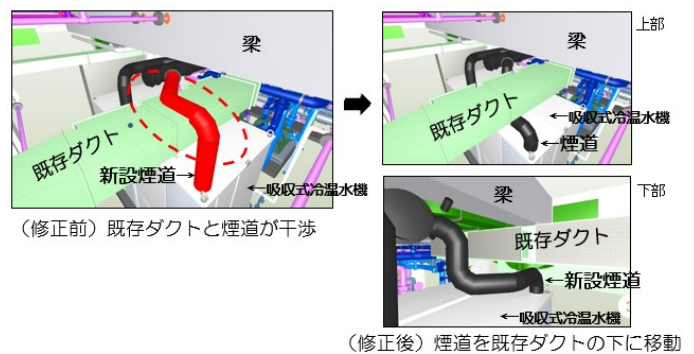


図-6 既存ダクトと新設煙道の干渉(ケース1)

#### (b) 送風機接続ダクトと新設ダクトの干渉(ケース2)

新設ダクトの曲がり部分と既存の送風機接続ダクトが干渉していたため、新設ダクトを手前に移動し、新設範囲を拡大した。(図-7)

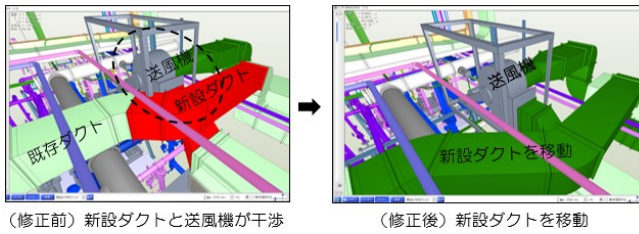


図-7 送風機接と新設ダクトの干渉（ケース2）

### (3) 施工BIMモデルによるメンテナンス性の検証

工事着手前に干渉部分を修正した施工BIMモデルを活用し、3次元で計器類の高さ位置、バルブの高さ、施工スペース、メンテナンススペースの確認を行った。

改修前の現実空間に改修後の仮想空間を重ね合わせるMR技術による確認を施工前に実施したことで、施工段階での手戻りの防止や施工時の精度向上を図ることができた。また、受注者、発注者共に確認作業時間が大幅に削減できた。（図-8）

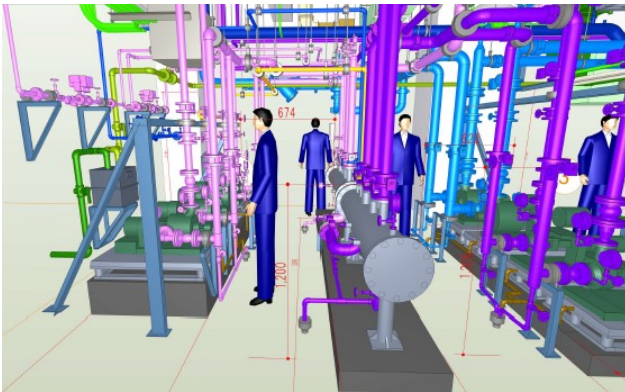


図-8 施工BIMモデルによるスペース等の確認

### (4) MR技術の活用による施工状況の確認

施工段階においても、ヘッドマウントディスプレイを装着し巡回することで、バルブの高さ、配管ルート、計器類位置と施工BIMとの整合を確認し、出来形確認を行った。

現実空間に施工図を重ね合わせた映像により確認を実施したことで、施工の内容や施工精度の確認が可能となった。また、施工状況の確認においても受注者、発注者共に確認作業時間が大幅に削減できた。

（写真-1、図-9）



写真-1 ヘッドマウントディスプレイによる確認

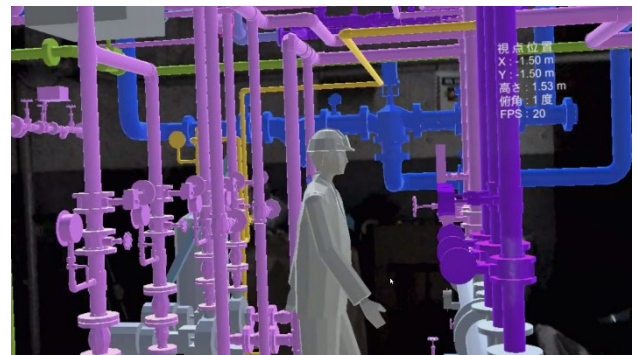


図-9 MR技術の活用による現場検証

### (5) その他の活用

受注者の任意の提案により、作業員の新規入場教育に活用した。建物外部から出入り口まで、建物内部の作業動線を3Dスキャンし、点群処理ソフトを用いて立体画像を作成している。新規入場教育時にこの立体画像を活用して作業通路、立ち入り禁止場所、危険箇所などを説明し、事故防止に努めた。（図-10）

また、大型機器の搬出入時に、搬出入ルートにおける既存設備等との干渉の有無等を確認し、搬出入計画の再検討に活用した。

従来の、紙媒体の平面図のみを用いた新規入場者教育及び機器の搬出入計画に比べ、本試行は映像による説明であったことから、現場内の状況を容易に把握することが可能となり、有効であったと料される。

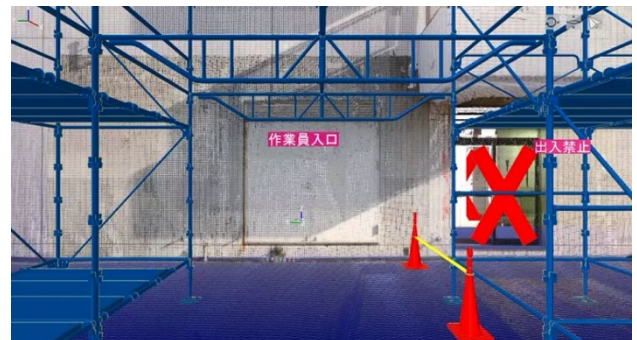


図-10 新規入場者教育に活用した映像資料

#### 4. 施工BIMの検証

工事受注者の報告書によると、導入効果を確認した内容からはBIM導入の有効性を表す結果が得られた。

##### (1) BIM導入による費用の検証

BIM未利用（想定）とBIM利用（実績）の費用の検証結果は以下のとおりであった。（表-1）

BIMを導入する場合で必要機材を持っていない場合には、必要となる様々な機材を購入する必要がある。本工事の受注者は既に3DスキャナやBIM用ソフトウェア等の必要な機材を所有していたが、MR技術の活用による施工状況の確認に必要なヘッドマウントディスプレイのみ所有していなかったため、その費用を要した。

CADソフトでBIMソフトを兼用できたことから、ソフトウェアに関する費用の増額はなかった。

また、人件費については、BIM未利用の場合と比べ、BIM利用では27.8%に押さえられる効果が得られた。

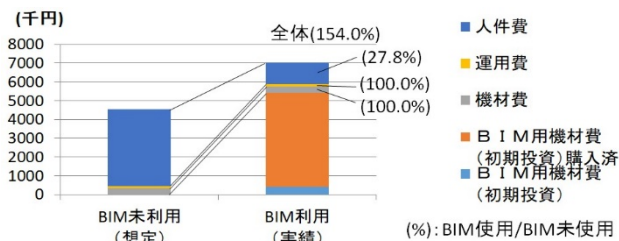


表-1 BIM導入による費用の比較

##### (2) BIM導入による人工の検証

BIM未利用（想定）とBIM利用（実績）の人工の検証結果は以下のとおりであった。（表-2）

既存調査費については、従来の既存調査であるBIM未利用の人工に比べ、3DスキャニングによるBIM利用した人工は6.7%であった。従来の調査では、現地で寸法や位置を測るなどの状況調査を行い、施工図等を作成するために60人日程度かかる想定であったところ、3. (1) で実施した現状把握に要する人工が4人日で実施可能であったことによる。

また、総合図調整、メンテナンス性の検証においても従来と比較して大幅な人工の削減がなされており、全体の人工において、BIM利用により人工が25.5%に抑えられる結果となった。これにより、BIM利用を積極的に実施することで、人工を大幅に削減できる効果があることを示す結果が得られた。

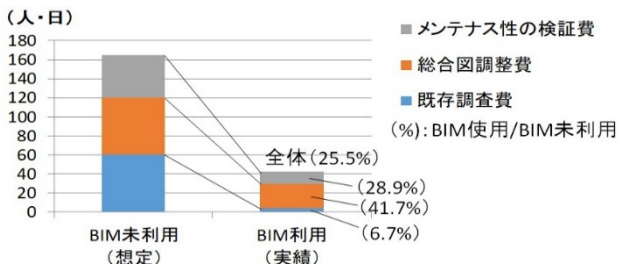


表-2 BIM導入による人工の比較

#### (3) BIM導入の課題

BIMを導入する場合には、BIM利用に必要な機材等の購入等が必要である。柏崎地方合同庁舎のコストに占めるBIM利用に必要な機材費用は高い結果となっている。しかし、機材は転用が可能なことから、BIM用機材を2回転用できるという想定の下で試算を行った。BIM利用の場合のコストは、BIM用機材及び人件費が削減出来ることからBIM未利用の場合に比べ、94.5%に抑えられる試算となった。初期投資にコストが掛かっても、BIM利用の有効性が得られた。（表-3）

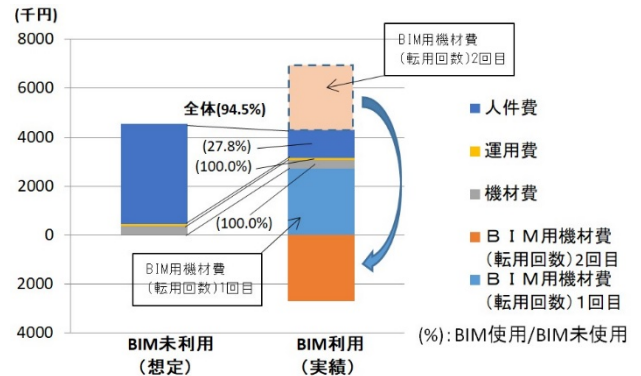


表-3 BIM用機材費を転用した場合の検討

また、機材の課題として、本工事で使用したヘッドマウントディスプレイに格納可能なデータ量は約10MBまでであったため、改修を行った機械室についてはデータ分割を行う必要があり、1室での管理ができなかった。

今回は改修工事であったが、新築工事やより大規模な改修工事ではデータ分割をより多く実施しなければならないことが予測されるが、これについては、今後の技術発展で改善することを期待する。

#### 5. まとめ

今回、空調設備改修工事に施工BIMを活用した事で幾つかの効果を得ることができた。

施工BIMモデル上で、機器の干渉確認を行う事で施工時での手戻り、手直し作業の削減が図られた。また、施工性も施工BIMモデル上で検討できるため、施工性の改善、簡素化が図ることができた。これにより、作業時間、作業員数が格段に削減され、インシヤルコストは高いものの、施工BIMの運用を続けることにより全体としてコスト削減が図られる結果が得られた。

また、今回、施工BIMを実施したことにより、本施設の次回改修時は、本工事のデータを利用し有効に調整可能となる。

このことから、今後生産性向上技術の積極的な活用としてBIMを用いることが非常に有効であると考えられる。

私見として、若手技術者離れが進む中、BIM等の新技術の導入により、危険、汚い、休みがないといった建設業界の従来のイメージを軽減できると感じました。