

官庁営繕事業における BIM導入の試行等について

国土交通省大臣官房官庁営繕部整備課施設評価室

1 はじめに

国土交通省官庁営繕事業におけるBIM導入の効果及び課題について、実証的に検証することを目的に「新宿労働総合庁舎」、「前橋地方合同庁舎」及び「静岡地方法務局藤枝出張所」の3件の事業で試行しているところです。

また、昨年度、官庁営繕部では国内における数例のBIM活用プロジェクトについてヒアリング調査を実施するとともに、海外のBIMガイドラインに関する調査を実施したところです。

以下、官庁営繕事業におけるBIM導入の試行概要及びその結果並びに国内のBIM活用事例についてのヒアリング調査で把握した、BIM活用の現状と今後の課題について紹介します。

2 試行概要

1) 設計段階における試行

官庁営繕事業における試行内容は、建築意匠及び構造分野を対象にした基本及び実施設計業務をBIMにより実施するとともに、電気及び機械設備については、建築・設備間の干渉チェックに必要なレベルで、主要設備機器をBIMにより入力するというものです。

試行に当たっては、①設計内容の可視化、②建物情報の整合性確認、③建物情報の統合化・一元

化の3つの視点から、設計業務プロセスにもたらす効果等について検証することとしました。

「新宿労働総合庁舎」の設計段階における試行結果は、本誌第78号(2012.7)に既報であるので、今回は中部地方整備局の発注した「静岡地方法務局藤枝出張所(以下「藤枝法務」という。)」の設計段階の試行結果を中心に紹介します。

2) 藤枝法務の試行結果

藤枝法務の施設概要は、構造・規模がRC造地上3階、延床面積約3,000㎡の単独庁舎。設計期間は2012年1月から2012年10月までとなっています。

①設計方針策定、基本設計、実施設計における効果と課題

a) 設計方針策定段階

藤枝法務は、住宅地に建つ官庁施設であるため、業務着手段階から周辺景観・環境影響についてのシミュレーションを開始しています。

通常設計と比較すると、BIMの空間オブジェクトを使ったゾーニングモデルを作成することで、早い段階から近隣住宅への日影の影響や建物ボリュームの景観への影響を検討することが容易に、かつ視覚的に分かりやすく把握できるという結果が出ています(図1)。

特に今回は、設計者からの提案により、季節や時間経過に応じた動画を使って日影の影響を確認することとしました。



図1 左から「周辺の現況写真」、「空間オブジェクトによる建築可能範囲」、「計画面案」

通常の設計業務との作業量の増減の傾向を比較すると、周辺状況をBIMモデル化するための作業量が増加するものの、一度モデルを作成した後は、日影シミュレーション、ウォークスルーによる様々なアングルからの確認等が可能であり、発注者へのプレゼンテーションに掛かる作業量は軽減されるという結果が出ています。

b) 基本設計段階

基本設計段階では、打合せ時の議題に応じたモデルを表示できるため、従来と比較するとこの段階から様々な意思決定が可能となっています。

また、BIMモデルの属性情報が仕上表、面積表等と連動しているため、複数の計画面案の検討過程において、修正部分の不整合を確認する手間が省略でき、更には数量算出機能を活用することで、概算に必要な数量拾い手間を減らすことができました。

ただし、構造分野に限ってみれば、BIMモデルから構造図を出力できるので、作図作業が軽減されるといったメリットがあるものの、今回の試行では基本設計段階から詳細な構造計算に基づくモデル作成を行ったため、構造計算に係る作業量が通常より多くなっています。

c) 実施設計段階

実施設計段階においても、金属屋根軒先や内外装の木製ルーバーの納まりを検討するに当たって、詳細なBIMモデルを打合せ時に活用することで、関係者間のイメージ共有が容易にできました(図2、3)。

整合性確認の観点からは、BIMモデルの作成、入力手間が掛かるものの、仕上表、配置図、平面図、立面図、断面図、矩計図、平面詳細図、断面

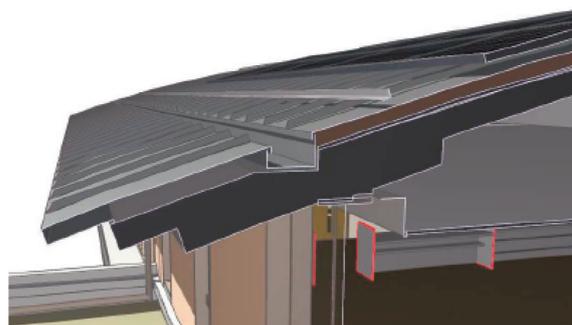


図2 金属屋根軒先の納まり

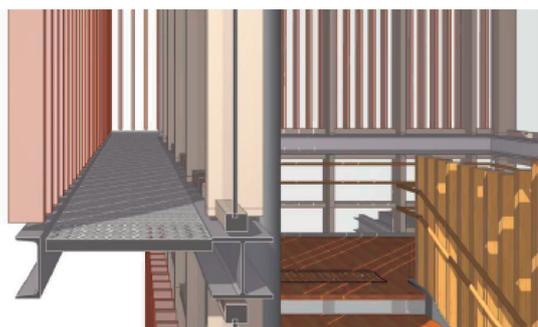


図3 木製ルーバーとキャットウォークの納まり

詳細図、展開図、天井伏図、建具表をひとつのBIMモデルから出力するため、図面間の不整合の確認手間は大幅に減少しています。

建築・設備間の干渉チェックでは、設備用のプラグインソフトを使用して、ダクト、ケーブルラック及び配管等をBIMモデル化して、構造躯体や造作家具、書架等との干渉がないことを確認しています。

作業量の増減比較に着目すると、構造分野に関しては基本設計段階に前倒しで構造計算を行ったため、実施設計段階では作業量削減ができました。

設備分野については、ダクト・配管等のBIMモデル化を行ったため、作業量が若干増加する結果となっています。

②数量積算における効果と課題

今回の試行案件の積算業務では、BIMモデルと連携可能な積算ソフトを使用して、数量算出機能の精度を検証しました。

検証対象は、コンクリート躯体の数量とし、「公共建築工事積算基準（以下「積算基準」という。）」等に基づく躯体部位毎にそれぞれの数量を比較しました。

一般的に、BIMモデルから2次元図面に出力した際には、柱・梁・壁とスラブの各オブジェクトが接合する部分の図面表記は、BIMソフトの機能によって、自動的に修正（「包絡処理」または「勝ち負け処理」）されます（図4）。

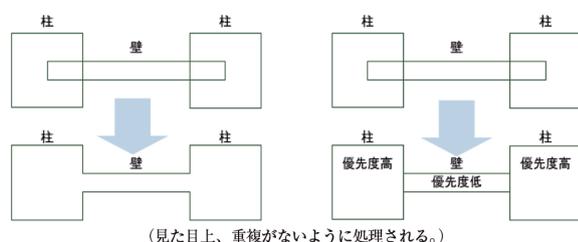


図4 「包絡処理（左）」と「勝ち負け処理（右）」の例

また、躯体の部材接合部（例：梁とスラブの接合部）を重複してモデリングしても、重複部分はBIMソフト上で設定された優先度に基づき、自動的に処理され、数量が算出されます。しかし、数量算出機能による各部位の数量精度をみると、BIMソフトに固有の優先度の設定によって、部位別数量の精度にばらつきが出ています。

具体的な例を挙げると、今回の試行で使用したBIMソフトでは、スラブと梁が重なる個所については、スラブ数量として算出するようになっていますが、積算基準等では、梁として計上されることになっています。総数量の大きい部位については、優先度の設定による影響が小さくなるため、結果として数量算出の精度が高くなりますが、総数量の小さな部位では、影響が大きくなり精度が低くなることとなります。

しかしながら、全体数量で比較すると、優先度の設定による影響はほとんどないため、BIMソフトの数量算出の精度の差異は約0.2%となっており、数量算出機能が非常に高い精度であることが

確認されました。

積算業務に関する作業量に着目すると、BIMモデルと連携可能な積算ソフトを使用することで、積算用ソフト上に躯体等の情報を入力する手間が省略できるため、通常積算と比較して作業量を軽減することができました。

なお、優先度の設定については、あるBIMソフトでは、柱が最優先部位として設定され、別のBIMソフトでは、梁が最優先部位となるなど、BIMソフトによって優先度の設定が異なるため、注意が必要です。また、積算基準等に対応する積算用ソフトがないBIMソフトもあり、部位別数量の精度を高めるためには、BIMモデル作成に工夫が必要な場合もあります。

3 国内におけるBIM活用プロジェクトの現状

BIMを活用したプロジェクトが増えつつある現状の下、官庁営繕事業におけるBIM活用のあり方の検討の一助とすることを目的に、国内のBIM活用プロジェクトの実態把握のための調査を行いました。

以下に、調査結果の内容をBIM導入による効果と課題に分けて、報告します。

1)BIM導入の効果

①可視化による効果

営繕事業における試行結果と同様に、設計段階、施工段階を問わず、BIMを活用した可視化による関係者間の認識共有、合意形成が非常に高い評価を得ています。

例えば、病院建築の事例では、患者さんのプライバシーを守りながら、看護側からの視認しやすさが求められるという相反する与条件に対し、どの位置からどのように見えるのかということを検討しつつ計画する必要性がありました。検討過程において計画内容を理解するのに、BIMによる可視化は説明性に優れているとして、発注者である病院関係者から非常に高い評価を得ていました。

更に、医師、看護師等の医療従事者の意見が建

築計画上は重要であるため、多数の医療従事者との合意形成には、BIMによる可視化が大変役に立ったとの意見もありました。

その他、複雑な形状のプロジェクトでは、建築の専門家である設計者（建築担当、設備担当）、施工者（元請け、下請け、現場作業員）等の関係者間での理解向上にも役立ったとの意見が多い結果となっています。特に、施工段階ではBIMモデルを用いて時系列で施工手順を示す、いわゆる“4Dシミュレーション”によって、事前検討の過程において、より実践的な施工上の問題点の洗出しが可能となるほか、現場作業員への説明用プレゼンテーションにも威力を発揮したとの意見がありました。

②建物情報の整合性

建物情報の整合性に関しても、営繕事業における試行結果と同様のものとなっています。

建築意匠、構造及び設備の各分野間における図面の整合性の確保や干渉チェックの効率性向上に効果があったとの意見も多くありました。

2)BIM導入・活用における課題

ヒアリング調査の中から、BIMの導入・活用に当たっての実務上の課題も浮き彫りになってきました。

①BIMモデルの作成手法とBIMモデルデータの受渡し

BIMデータは、2次元CADデータと比べるとデータ量が大きいことから、PC上で軽快に操作できるようにするためには、BIMモデルのデータ構成手法にもノウハウが必要な場合があります。

一般に基本設計、実施設計から施工段階へと進むにつれ、詳細な図面を作成することになります。この場合、通常の2次元図面では、詳細図の作成は、ある一部を取り出して「部分詳細図」を作図しています。

BIMモデルも同様に、プロジェクトの進行に伴いBIMモデルを構成するオブジェクトがより多

く、かつ詳細になります。しかし、BIMモデルの詳細度を上げるにつれて、BIMモデルのあらゆる部分を同じ詳細度で構築するとデータ量が非常に大きく、重くなるのでPC上での操作が扱いにくいものとなります。

このため、2次元詳細図にリンクを張り、2次元CADと同じように部分的に参照する方法、あるいは特定の部分のみBIMモデルを構成するオブジェクトの詳細度を上げ、それ以外の部分は省略するという方法もとられます。こうした場合、BIMモデルの作成手法としてオブジェクトが単に省略されているのか、あるいは設計者が何らかの意図を持ったデザインであるのか、データを受け渡された側が判断に迷う場合も出てきます。

BIM先進国では、こうした混乱を避け、関係者間でBIMモデルを円滑に活用することを目的に、BIMモデル作成方法や活用に当たっての留意事項をまとめた「BIMモデル説明書」を作成することを推奨している例があります。今回のヒアリングでは、当該説明書を作成している事例はなかったものの、今後BIMの導入・活用が進み、受渡しの頻度が多くなるにつれて必要になってくると考えています。

②BIMソフトの操作性及び異なるBIMソフト間におけるデータ交換

BIM導入・活用において、作業の効率化に欠かせないのは、BIMモデル作成に必要なオブジェクトの品揃えであるライブラリーの豊富さであり、これが普及の鍵となります。今回のヒアリング結果からも、ライブラリーの充実を求める声が多く挙がっています。

また、施工段階でのBIM導入を進めたプロジェクトでは、施工図作成にBIMを活用しようとしたものの、BIMを使った設計変更作業が工事の進捗に間に合わなくなったため、BIMの活用を断念し、2次元CADを使ったとの意見も少なくありませんでした。その理由としては、BIMを使える建築技術者がまだ少ないことから、作業の一部はBIMオペレーターへ指示しながらモデリングするとい

う方法を取らざるを得ないため、実務上での導入は苦勞しているという実態があります。しかし、こうした課題は2次元CADの導入時期にも同様な実態であったことを考えると、ソフトの操作性の向上や技術者の研修・スキルアップにより、今後、解決されるのではないかと考えます。

一方、作成したBIMモデルを設計者及び施工者、あるいは建築及び設備間など異なるソフト間でデータ交換する際の精度向上を求める声も多くありました。この課題についてはデータ交換のファイル形式である、IFC形式が2013年3月に国際標準化（ISO）され、今後の互換性の向上がBIMの普及の重要なポイントであると言えます。

③維持管理段階におけるBIMの導入・活用

今回のヒアリング調査の結果においては、維持管理段階におけるBIM活用の具体的な事例がありませんでした。

その理由のひとつとして、発注者自らが使うには、BIMソフトの操作が難しいことが挙げられていました。また、現時点では、維持管理段階における活用がイメージされにくく、BIM導入のメリットを感じられないことも、活用事例がない理由のひとつとなっています。

4 BIM試行結果等を踏まえた今後の取組みについて

官庁営繕事業における3件の設計段階の試行結果及び国内BIM活用事例のヒアリング調査からBIM導入・活用の効果及び課題を模式的に表すと図のようになります（図5）。

①「可視化」「整合性」のメリット

プロジェクトの関係者を「つくる」立場と「つかう」立場の2つに分けて考えてみると、プロジェクト開始の初期段階（企画、基本設計）においては、「つくる」立場と「つかう」立場の間での認識共有や合意形成が重要であり、計画内容の「可視化」が大きな効果として認識されます。

プロジェクトが更に進むと、設計は各専門分野での検討内容が、相互に整合している必要があります。施工においても建築工事・設備工事の分離の下、各工事の元請・下請や製造・製作所等が建築生産の専門分野毎に作業を分担し、最終的にひとつの建物として建設するために、各作業で作成する図面や資機材の「整合性」が効果として重要視されます。試行結果やヒアリング調査の結果からもこの点は実証されています。

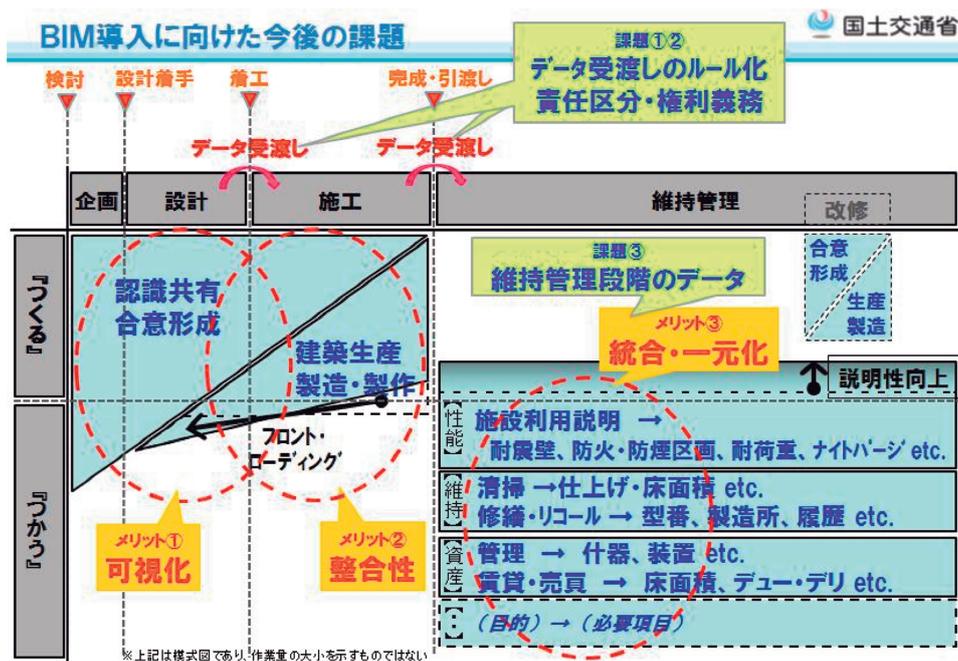


図5 BIM導入による効果と課題

②データ受渡し、実務上の課題

BIMモデルのデータの受渡しに関する課題が試行結果やヒアリング調査からも浮き彫りになっています。異なるBIMソフト間でのデータ交換が増えるにつれ、データ交換の精度向上やBIMモデルの作成方法が分かるBIM説明書が必要になりそうです。また、より多くの人に使いやすくするためには、ライブラリーの一層の充実やBIMソフトの操作性の向上も期待されるようです。

③維持管理段階の活用

BIMは「I(information)」が示す通り、様々な属性情報を持つ、3次元形状のデータベースです。維持管理段階での活用には、その目的を明確にし、プロジェクトの各段階において、目的に沿った属性情報を入力しておく必要があります。

例えば、清掃等のメンテナンスを目的にするのであれば、仕上げ種別ごとの面積が分かること、資産管理を目的にするのであれば、どの部屋にどのような什器、装置が管理・保管されているのか等、建物の用途・利用方法を踏まえ、属性情報の項目・内容を検討する必要があります。

一方、建築物の性能を十分に発揮できるように、設計者の設計意図を伝達する手段として活用することは、建物の用途や利用方法によらず、維持管理段階での共通的なメリットでもあります。例えば、耐震壁や防火・防煙区画の位置、床の耐荷重など、『施設利用説明書』として活用すれば、専門的知識を持たない施設の管理者、利用者にも

分かりやすいものとなると考えられます(図6)。

なお、維持管理段階で活用するBIMモデルに関しては、施工段階で使用したモデルをそのまま活用した場合には、詳細過ぎてデータが重くなることも考えられるため、例えば、施工段階のBIMモデルではなく、設計段階のBIMモデルをベースとして、属性情報を追加・修正することが合理的である場合もあります。

④今後の取組み

これまで述べてきたようにBIM活用については、ソフトウェア及びハードウェアの一層の改善、使用者の操作スキル向上、モデリングのノウハウ、情報共有のルール化など、まだまだ発展途上の感もあります。

しかし一方で、BIM活用に課題がある中でも、今後BIMの普及が一層進み、官庁営繕事業においても受注者側の発意によるBIM活用事例が増加することが考えられます。

このため、今回の試行結果やBIMの導入・活用調査の結果等を踏まえ、官庁営繕事業でBIMを活用する場合の申し合わせ(ルール)の検討に着手したいと考えています。

現段階において、発注者が定めるルールとしては、受注者の創意工夫の余地を最大限に残しながら、発注者として必要な範囲においてルール化し、将来のBIMの進展に応じて、必要な内容を付加しながら、順次改訂することが合理的であると考えています。

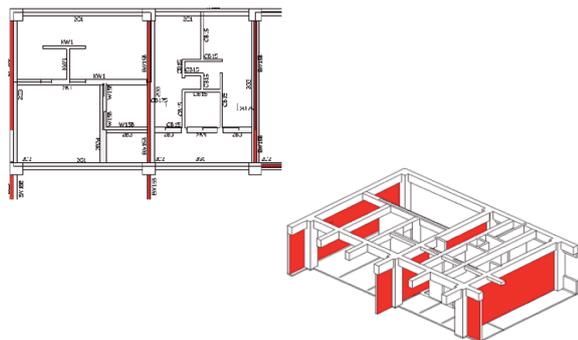


図6 耐震壁の視覚化の例

5 おわりに

国土交通省官庁営繕部では、施工段階等における試行結果を引き続き検証することとしています。

また、維持管理段階におけるBIM活用についてもその動向に注目し、官庁営繕事業へのBIMの適用方法を検討していきたいと思っております。