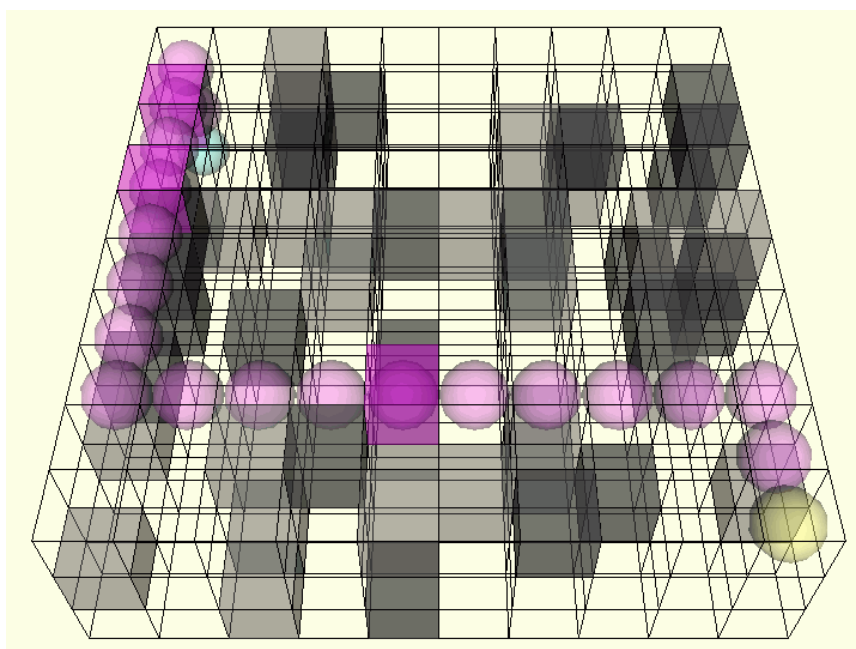


設備技術者のための BIM ガイド



2015(平成 27)年 4 月 30 日
NPO 設備システム研究会
WG3「建設業界の BIM 動向を探る」

目次

1. はじめに
2. 建設業の現状と BIM
 - (1) 建設業の生産性
 - (2) BIM への取り組み
3. BIM とは
 - (1) BIM という言葉
 - (2) BIM の概念
 - (3) フロントローディング
 - (4) BIM への期待
 - (5) 設備 CAD の BIM 対応
4. BIM の利用
 - (1) 干渉確認での利用
 - (2) 干渉確認以外での利用
 - (3) BIM からの図面生成
5. BIM の課題
 - (1) 全般
 - (2) 空衛設備
6. BIM のヒント
 - (1) 作業前
 - (2) 作業中
7. おわりに
8. 用語
9. 主な BIM 関連ソフトのファイル拡張子
10. BIM を利用するための参考図書など
11. 最近のトピック

1. はじめに

当 WG は 2011(平成 23)年度および 2012(平成 24)年度に、設計事務所およびゼネコン 7 社の方々による BIM の事例紹介を企画したが、各社・各案件によって多種多様であり、これらから確たる方向性を引き出すことはできなかった。

現在においても、さまざまな BIM の事例が報告されているが、逆に言えば、BIM がそれほど一般的な技術になっていない証左でもある。

特に、実務レベルでは、BIM 案件に関わった一部の関係者を除いて、大多数は BIM の知識も不足している。

こうした現状は、BIM への取り組みに混乱を生じさせ、本来、生産性の向上を期待される BIM において逆に無駄な作業が発生するおそれもある。

そこで、当 WG はそのような「負の BIM」を避けることを意図して、現時点での BIM の方向性を本書に示すこととした。

本書で述べる方向性には異論もあろうが、利用者の方々に取捨選択して利用していただければと思う。

2. 建設業の現状と BIM

(1) 建設業の生産性

政府統計によると、2008(平成 21)年の建設業の労働生産性は 1990(平成 2)年から約 30%下落し、全産業平均の約 60%また製造業の約 50%しかない状況であった。

また建設通信新聞 2011(平成 23)年 2 月 14 日版には、「今、建設業投資額は約 40 兆円とピーク時の約半分だが、建設業就労者数は約 500 万人とピーク時の 75%である。だから、労働生産性は 1990(平成 2)年から 2008(平成 20)年の 18 年間に、製造業は 1.76 倍、全産業でも 1.4 倍と確実な伸びに対し、建設業は 0.7 倍の減少である。国際的にも日本の建設業は労働生産性が低く、その改善は早急の課題だ。」と述べられている。

労働生産性は生産量ではなく生産額を基準とするため、建設単価が下落すれば生産額も下落することに注意が必要だが、いずれにしても生産性の向上は否定されるものではない。

また最近では震災復興や国土強靱化、東京オリンピックなどを背景として建設需要が増加に転じているが、それ以前は約 20 年にわたり建設需要は減少を続け、業界全体で人材育成が停滞していたため、技術者および技能者の人手不足が深刻な状況となっている。

しかし、日本の人口はすでに減少に転じ、今後はそれが加速すると予想されるため、建設需要の増加も一時的なものに過ぎず、各社は技術者や技能者の大量採用には慎重にならざるを得ない。またたとえ採用したとしても促成栽培することは容易ではない。

結果として、ここでもより効率的な生産、つまりは生産性の向上が求められる。

(2) BIM への取り組み

建設業の生産性を向上させるためには新技術への取り組みが不可欠である。

中でも、その一つとして 2009(平成 21)年頃から BIM が注目され、現在では実際のプロジェクトで導入される事例も増えている。

今後、BIM への取り組みは一層拡大するものと見られるが、BIM への取り組みは始まったばかりであり、未だ試行錯誤の段階にある。

3. BIM とは

(1) BIM という言葉

BIM は Building Information Model または Modeling の略とするのが一般的である。

しかし、一部には M に Management を含めるべきとの意見もある。そのほかにも、BIM に代えてバーチャルビルディングやバーチャル竣工、さらに土木分野では CIM つまり Construction Information Modeling という言葉も使用されている。

また、我が国で BIM という言葉が広く使用され始めたのは 2009 年(平成 21)頃からであり、それ以前には、例えば建物 3 次元プロセスモデルなどという言葉も使用されていた。

いろいろな考え方によって、いろいろな言葉が使用されるのは止むを得ないが、BIM が十分に定着する以前に新たな言葉が氾濫すると、混乱を生じることが危惧される。

混乱を避けるためには、BIM という言葉に集約することが望まれる。

(2) BIM の概念

ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)[米国暖房冷凍空調学会]の BIM Steering Committee[BIM 運営委員会]は 2009(平成 21)年 10 月に「An Introduction To Building Information Modeling[BIM の紹介]」をまとめ、「BIM は施設の物理的、機能的特性のデジタルな表現であり、施設情報の知識資源として共有され、施設のライフサイクルを通して、意思決定のための信頼性の基盤を形成するもの」と定義している。

BIM は通常 3 次元形状(※)と属性の情報を併せ持ち、これらの情報は意匠・構造・設備などの異なる専門分野、及び施工者・発注者・利用者などの異なる立場において、建物の企画・設計・施工・維持管理に渡る時間的な進行段階の共通の情報として扱われる。

(※) 設計などでは 3 次元形状は必須ではないが、以下は 3 次元形状を前提とする。

BIM の概念をより具体的に示すものとして、例えば BuildLiveTokyo2009 作品集に掲載された BIM Tree(図 1)がある。

図において、統合 BIM は幹を、統合 BIM を支える意匠・構造・設備などの個々のモデルは根を、統合 BIM を利用するプレゼンテーションや解析などの各アプリケーションは葉を、それぞれ構成している。

図によって、統合 BIM を中核とする BIM の全体像が理解される。

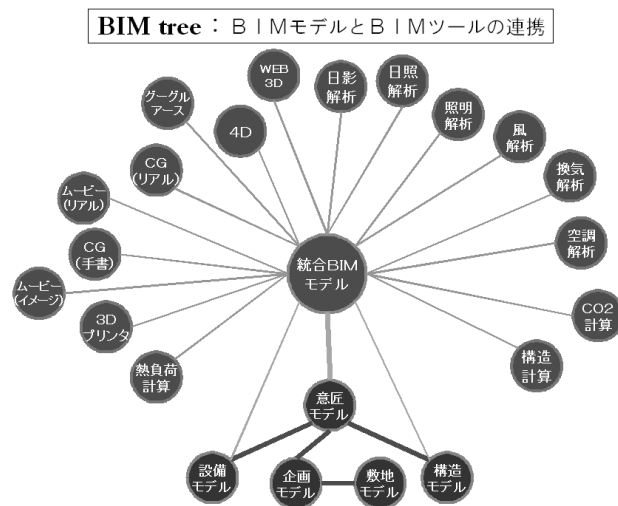


図 1 BIM Tree

(3) フロントローディング

BIM に取り組むにはハード及びソフトの整備やその運用などに相応の負荷つまり費用がかかる。費用をまかなうには、当然ながら、費用よりも大きな利益が得られなければならない。

例えば、前工程と後工程からなる仕事があった場合、前工程の仕事量を増やすことで、後工程の仕事量をそれ以上に減らすことができれば、全体としての仕事量を減らすことができる。

この考え方を **Front Loading**[フロントローディング]といい、BIM が成立するための条件とされる(図 2)。

しかし、実際には、前工程で増える仕事量や後工程で減る仕事量を正確に予測することは難しい。特に、特記仕様書に「BIM 適用」とあるだけで、何のために何をどこまで作り込むかの明細がないような状況では、前工程で増える仕事量も後工程で減る仕事量も予測不可能である。

このような明細の例は、国内では、国土交通省が 2014(平成 26)年 3 月に公開した「官庁営繕事業における BIM モデルの作成及び利用に関するガイドライン(略称 BIM ガイドライン)」や、日本建設業連合会が 2014(平成 26)年 11 月に公開予定とされる「(仮称)施工 LOD」などがあるが、未だ十分に整備されているとはいえない。

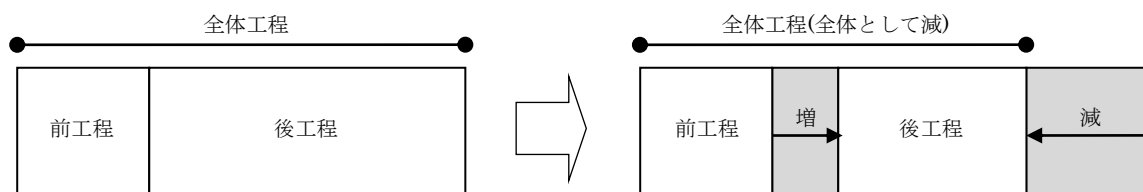


図 2 フロントローディング

(4) BIM への期待

BIM の導入によって、建築物に関するあらゆる情報が一元化されることにより、情報の重複入力による手間や不整合が削減される共に可視性が高まり、とりわけ建築生産における品質の向上、工期の短縮、費用の低減、さらには適正な維持管理の実現などに対する効果が期待されている。

ただし、期待つまりゴールは示されても、その道筋が明確に示されていないわけではないため、単に BIM を導入すれば効果が上がるとはいえない。

したがって、当面は経験上、効果が望める確度の高い目的を選択することが重要である。

(5) 設備 CAD の BIM 対応

現在、主要な設備 CAD は全て 3 次元化されており、また部材に属性を保持でき、BIM 対応を果たしている。

すなわち、設備 CAD の利用者は図面を描いているつもりでも、同時に BIM を作っているとも言える。

現在、BIM は主に施工段階における干涉確認において利用されており、そこで必要とされるのは部材の 3 次元形状と部材を識別するための属性だけであるため、簡単に言えば、図面のデータから寸法や文字などを抜いたものがモデルのデータになる。

ただし、これが設備 CAD の利用者に BIM を分かりづらくさせている面がある。

さらに、設備 CAD では BIM での利用が増えてきた IFC 形式による建築データの入力および設備データの入出力対応も進んでいる。

4. BIM の利用

(1) 干渉確認での利用

① 利益の確実さ

繰り返しになるが、現在、BIM は主に施工段階における干渉確認において利用されている。

施工前に干渉を発見して対策を講じることができれば、手戻り工事を減らすことができ、コストの低減という利益を期待できる。

手戻りがあると、撤去・再施工が必要となるため、部分的には仕事量が本来の 2～3 倍になるとされる。また、全体的にも、複雑な設備の場合、手戻り工事の費用は全体の 30%に達するとのサブコンの報告がある。

さらに、手戻りにより廃棄物が発生すれば、環境負荷も増加する。

よって、手戻り工事を削減することにより得られる利益は BIM を構築する費用に比べても十分に大きいと考えられる。

② 図面と BIM

干渉確認は BIM が登場する以前からもおこなわれ、それには総合図が利用されてきた。

総合図は 1990(平成 2)年頃から普及し、長年利用されてきたものであるため、総合図でも足りると言えは足りる。

しかし、2 次元の図面である総合図と 3 次元の BIM では、可視性つまり「見える化」の度合いにおいて圧倒的な差がある。

このため、2 次元の図面は訓練を積んだ技術者や技能者しか理解できないが、3 次元の BIM は初心者の技術者や技能者はもとより、図面をほとんど見る機会のない発注側の管理者あるいは利用者にも理解できる。

また、図面を十分に理解できる技術者にとっても、全体的な疎密感の把握、斜材の把握、鉛直方向の確認などにおいては、3 次元の BIM の方が有利であることは間違いない。

特に、決定権は発注者にあるため、理解の容易な 3 次元の BIM が求められる流れは、もはや止めようがない。

③ BIM と 3 次元 CAD

干渉確認は、属性の要否という観点から、BIM ではなく 3 次元 CAD の活用に過ぎないという意見もある。

たしかに、干渉確認自体には部材の 3 次元形状があれば十分かもしれない。

しかし、干渉確認を効率的に行うには、条件を設定したり結果を判定したりする際に、部材を機械的に識別することが必要であり、そのためには例えば部材の名称あるいは記号といった属性が必要である。

このため干渉確認は、やはり BIM の活用と考えるのが自然である。

実際、BIM の用途として、干渉確認には「Coordination View[調整用途]」という位置付けが与えられている。

(2) 干渉確認以外での利用

将来は、BIM は干渉確認以外にも設計における熱負荷計算や気流計算などのシミュレーション、

積算、施工管理、さらにはファシリティマネジメントにおける性能検証や運用管理などでの利用も期待されている。

しかし、現在はいずれも検討段階であり、干渉確認におけるような確度の高い効果を得ることは難しい。

ただし残念ながら、立場が異なれば意図も異なるのが通例であり、干渉確認だけでは物足りないと考えられる関係者も存在する。

現段階では、BIM の利用は特別な事情がない限り干渉確認に絞るのが妥当であるが、それでも干渉確認以外に取り組むとすれば、利益の確実性を明確にするよう要求すべきである。

(3) BIM からの図面生成

現在、BIM から図面を生成する取り組みが盛んに行われている。実際、そのような機能を持つソフトもある。

しかし、BIM から図面を生成するには、多くの情報を付加する必要がある。その理由は、BIM には図面に必要な情報の全てが含まれているわけではないからである。例えば、施工図には作業指示の用途があり、部材の寄り寸法や注記の情報が必要であるが、現在の BIM には、このような情報は含まれない。

BIM に作業指示の用途が想定され、必要な情報が定義され、これらが含まれて初めて、BIM から図面を生成することが可能になる(図 3)。

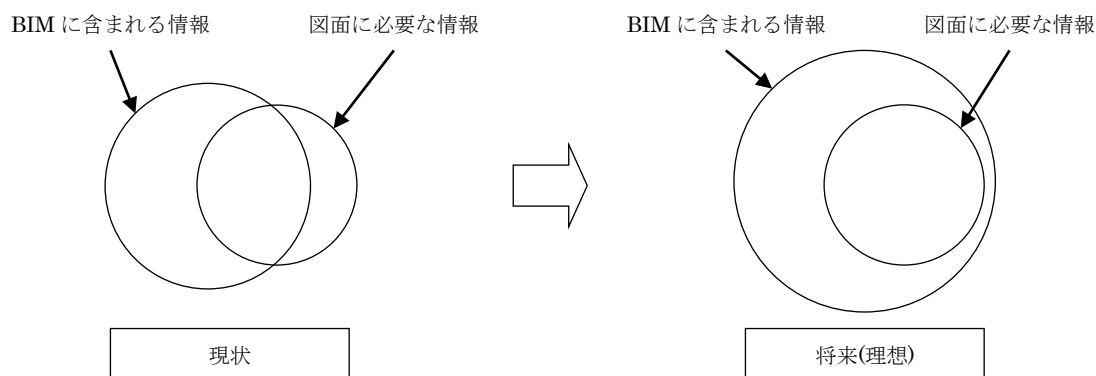


図 3 BIM と図面の情報の包含関係

しかし、現在の BIM と将来(理想)の BIM を混同すると、BIM から図面を容易に生成できるという誤解が生じる。BIM を変更すればすぐに図面に反映されるのが理想だが、未だその水準には至っていない。

5. BIM の課題

BIM への取り組みは始まったばかりであるため、課題も多い。

費用の問題も含めて、あらためて BIM の課題を下記に例示する。

(1) 全般

- BIM に対する基礎的な理解が関係者に足りない場合がある。
- BIM 自体が成果品として認められていないため、BIM の構築に要する費用を負担するルールが明確でない。
- BIM に何をどこまで作り込むかの基準がない。

- 部材の 3 次元形状と属性情報が十分に整備されていないため、これらの入力作業から始める必要がある。
- 入力作業に、より多くの費用や時間がかかる。また、その見積りが難しい。
- 入力作業をできる人が限られる。
- 設計者＝入力者ではないため、設計変更がすぐにデータに反映されない。
- 入力作業には欠落、重複、誤認などが起こる。また個人の技量の差によって出来栄に差が生じる。その結果、データを利用するには確認が必要になる。
- 属性については目視確認が難しい。
- ソフトごとにデータの出し方・読み方が多様なため、それを交換することが難しい。
- データ交換の標準を作るには労力と時間がかかる。また、作業が地味であるため、協力者が集まりにくい。
- 通り芯が出力されない場合がある。
- 重ね合わせの際に原点がずれることがある。
- 階の概念が従来と異なり、床・柱・梁・壁などが想定通り含まれない場合がある(図 4)。

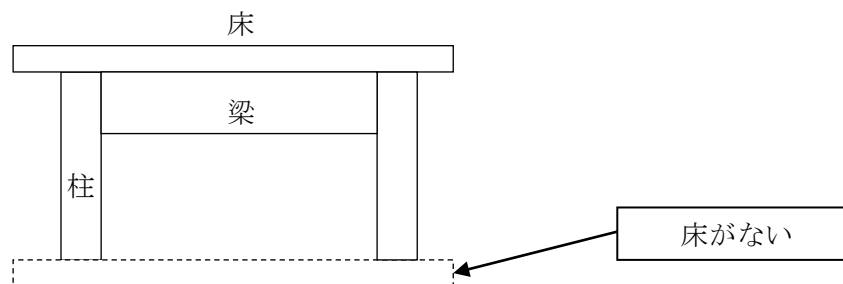


図 4 床が含まれない例

- BIM のデータ量が過大になり易く、扱いが難しい。高性能なハードが必要になることが多い。
- 注記や寸法の文字が受け渡せないため、梁背や天井高が分からない。このため、2 次元の図面を別途作成し、それを都度シンクロ(同期)させる必要がある。
- BIM のデータはそのままでは作業指示に使えない。別途、図面が必要になる。
- BIM のデータから図面を生成する技術が確立されていない。

(2) 空衛設備

- 設備に必要なない建築のデータが過大に含まれる場合、読み込めないことがある。
- 設備に必要なない建築のデータを設備側では削除できない。
- 建築側にいわゆる「見上げ」「見下げ」の概念がなく、適切なデータを得られない。
- 設備に必要なデータが含まれない。あるいは含まれていても、意味や精度が異なるためそのまま利用できない。
- 建築データの中の特殊な形状、複雑な形状は読めないことがある。
- 建築データの差し替えが簡単にできない。
- 3 次元で勾配管を正しく描くことが難しい。
- 見栄えが以前よりも問題にされる。

これらの課題が解決されなければ、BIM の本格的な普及は望めない。

しかし、いずれもすぐには解決が難しいため、期待が先行すると、途中で挫折し反動で否定論が増えることが懸念される。

6. BIM のヒント

BIM へ取り組む際の簡単なヒントを下記に例示する。

(1) 作業前

- 営業担当者には、ハードやソフトの指定の有無、担当者の配置の可否、準備のための受注から着工までの期間の長短、経費増の有無、失注時の経費精算の可否、BIM の用途などを確認するように伝える。
- 普通の物件と比べて、最低でも担当者の労務費を増して見積る。
- 指定されたソフトを所持していない場合は、設計外注費を増して見積る。
- BIM ガイドラインを要求する。
- BIM ガイドラインがなければ、何をどこまで作り込むかを確認する。設計段階で明確に指示される場合、設計段階では不明確だが受注直前に指示される場合、同じく受注後に指示される場合などがある。

(2) 作業中

- 特に複数階を扱う場合は、高性能なハード(64bitOS と 8GB 以上のメモリ)を用意する。
- 高性能なハードを用意できない場合は、できるだけ局所化する。
- IFC のデータは過大なので、原則として複数階を扱わない。
- IFC ビューワが必要な場合は、TEKLA[テクラ]、Nemetschek[ネメチェック]、Solibri[ソリブリ]などが提供している無償のソフトを利用できる。また ArchiCAD[アーキキャド]の体験版などもビューワとして利用できる。
- 機器類は入力する。機器のデータはメーカーにとりあえず要求する。メーカーから入手できない場合は作成する。その場合、形状は最大外形でも良い。
- 衛生器具類は入力する。形状はソフトに依存して良い。
- 計器類は入力しない場合もある。
- 冷媒管は取り合いやメンテナンス空間の確認を厳密に行なう場合は複線で入力する。
- 支持材は必要箇所のみ入力する。免震層の支持架台は入力する。アングル架台は入力するが、吊金物は入力しない。
- 複数の CAD が使われる場合、データの合成のためにルールを作る。原点、各階の切断高さ、受け渡し方法など。
- 鉄骨のボルトやナット、植栽の葉、什器などのデータが過大な場合、建築側で出力しないように頼む。
- BIM データを施工図に転用する場合は、図面範囲毎にデータを切り出す。
- 建築データは別ファイルにしておく。
- 必要な部材がなければ、CAD の 3 次元部材登録機能を使う。
- 建築の BIM データを受領し利用する場合、作業フローを明確にする(図 5)。

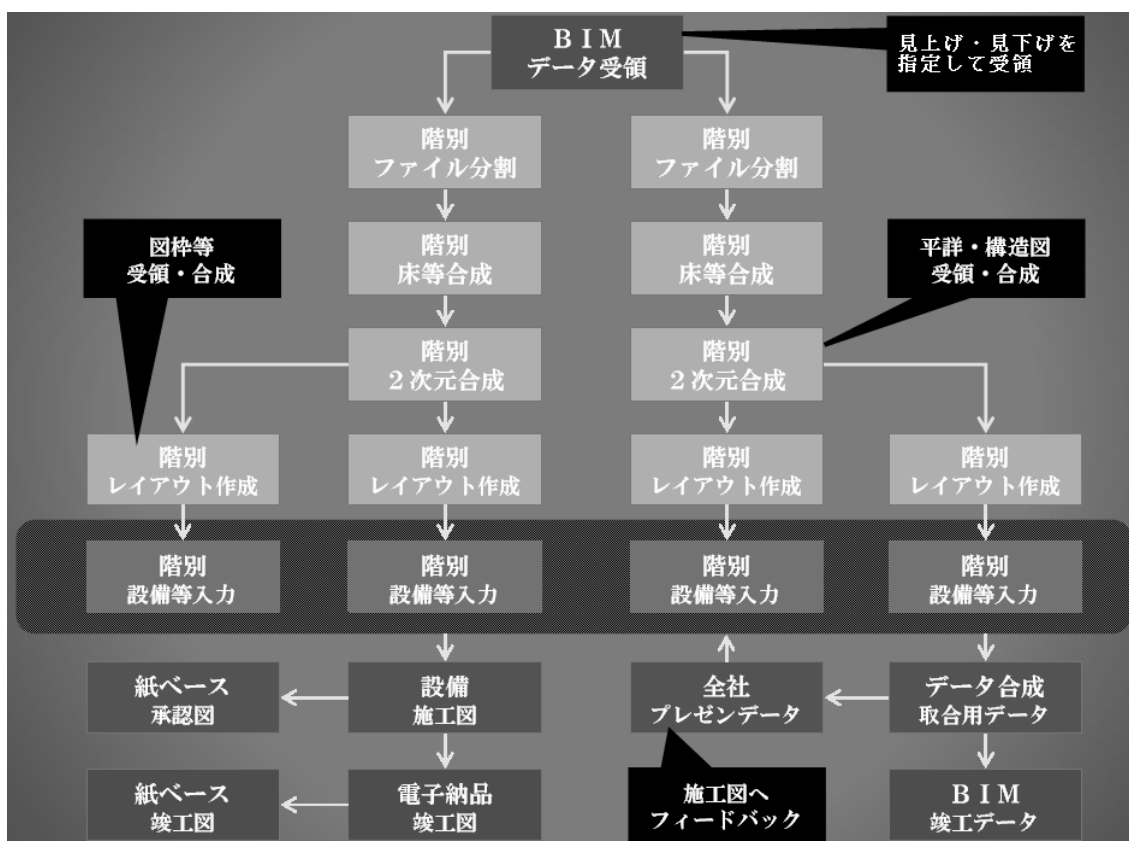


図 5 BIM データ利用の作業フロー例

7. おわりに

BIM は生産性を向上する手法として有力であるが、課題も多い。課題の解決はすぐには難しいため、当面は試行錯誤が求められる。このため、身の周りでの情報交換が重要になる。

BIM をむやみに拒否するのでもなく、またむやみに礼賛するのでもなく、効果の実現が可能な範囲で粛々と取り組みを進めるべきと思われる。

8. 用語

BIM に関してよく用いられる用語の解説を下記に示す。

- Autodesk Revit／意匠系の定番 BIM ソフト。
- BIM ガイドライン／ある用途を想定し、何をどこまで作り込むかを定めたもの。
- Graphisoft ArchiCAD／意匠系の定番 BIM ソフト。
- IAI／IFC を策定している国際的な団体。現在は呼称を Building Smart に変更中。
- IFC／BIM のデータの国際標準。2013(平成 25)年 3 月に ISO16739 の認証を取得した。
- LOD(Level Of Detail または Level Of Development)／詳細度。0～500 で区分しており、設計図が 300、施工図が 350、加工図が 400 などとされている。Detail は形状に、Development は属性に主眼を置く。
- TEKLA Structure／構造系の定番 BIM ソフト。
- 点群／3 次元スキャナなどで生成される物体表面の位置および付帯情報。

9. 主な BIM 関連ソフトのファイル拡張子

拡張子	開発元	ソフト名	備考
.ifc	IAI		
.ceq	C-CADEC(建設業振興基金設計製造情報化推進評議会)		BE-Bridge[ビーブリッジ](設備 CAD データ交換仕様)
.dwg	Autodesk 社	AutoCAD	
.dxf	Autodesk 社	AutoCAD	
.3ds	Autodesk 社	3DStudio	
.rvt	Autodesk 社	Revit	
.rfa	Autodesk 社	Revit	部材定義用
.pln	Graphisoft 社	ArchiCAD	
.lcf	Graphisoft 社	ArchiCAD	部材定義用
.dgn	Bentley 社	MicroStation	
.jww	Jiro Shimizu & Yoshifumi Tanaka	JW_CAD	
.skp	Trimble 社	SketchUp	
.xvl	ラティス・テクノロジー社		データ量が少ない
.stl	3DSystems 社		3D プリンターなどで使用される
.wrl	Web3D コンソーシアム		VRML 形式 WEB で広く利用される
.x3d	Web3D コンソーシアム		VRML 形式の後継だが、広く利用されていない

10. BIM を利用するための参考図書など

- 図解入門 よくわかる最新 BIM の基本と仕組み—設計・建設の生産性が飛躍的に向上 3D 建築モデル BIM の概念, 家入龍太, 2014.6
- 施工 BIM のスタイル—施工段階における元請と専門工事会社の連携手引き 2014, (社)日本建設業連合会 建築生産委員会 IT 推進部会 BIM 専門部会編, 2014.11
- 設備 CAD 製品のデータ互換性に関する調査, C-CADEC(建設業振興基金設計製造情報化推進評議会), 2015.3, <http://www.kensetsu-kikin.or.jp/archive/c-cadec/hyogikai/seika.html>
- ファシリティマネジャーのための BIM 活用ガイドブック, (社)日本ファシリティマネジメント協会, 2015.5

11. 最近のトピック

年月	組織	イベント	備考
2014.3	国土交通省	「官庁営繕事業における BIM モデルの作成及び利用に関するガイドライン(略称 BIM ガイドライン)」を公開	
2015.3	C-CADEC(建設業振興基金設計製造情報化推進評議会)	BE-Bridge7.0、Stem10.0 をまとめ。	過去の成果はアーカイブとして HP に公開。なお、C-CADEC は解散。
2015.4	建築保全センター	建築関連機材のライブラリーを構築する BIM ライブラリーコンソーシアム(仮称)の立ち上げを表明	C-CADEC の成果のうち BE-Bridge と Stem を継承。
2015.4	IAI 日本	第一回の IAI 検定を実施	設備関連で 5 社が検定に合格。
2015.4	空気調和・衛生工学会	BIM ビジョン検討委員会が発足	活動期間は 2017.3 までの 2 年間。

WG メンバー

(株)朝日工業社／中野	(株)NYK システムズ／小林
(株)NYK システムズ／福田	(株)大塚商会／青山
川崎設備工業(株)／吉田	斎久工業(株)／佐藤
ジオプラン／近藤	須賀工業(株)／向來
須賀工業(株)／三木(リーダー)	(株)ダイテック／芦原
(株)ダイテック／山口	(株)ダイテック／富田
(株)TAK-QS／浅野	(株)テクノ菱和／網倉
東洋熱工業(株)／藤田	東洋熱工業(株)／渡邊
(株)日立プラントサービス／川合	日比谷総合設備(株)／柿崎
(株)百音設計／浜口	(株)ヤマト／山上
(株)四電工／秋月	(株)富士通システムズ・ウエスト／福田
個人会員／高荒	