

JIA BIM ガイドライン 2012年7月HP掲載に関して

BIM という言葉が日本に紹介されてから、既に 5-6 年は経過しています。JIA では早くから IPD-WG を立ち上げ、BIM の動向に注視してきました。アメリカでは 2007 年に National Building Information Modeling Standard NBIMS (version 1) が公表されましたので、日本でもこのような基準書を早く作成すべきだという意見が多くありました。

しかし、実際に作業を進めると、日米の建設業の違いが改めて明確になり、単純な作業ではないことが判明しました。BIM は設計だけではなく、企画、設計、建設、維持管理まで、建設業の全ての業務に影響します。BIM の B は Architecture ではなく Building ですので、BIM の対象はどちらかという建設が主となります。BIM 活用の最大の効果は、建設作業の効率化であるといわれていますので、各国の工法や建設業を取り巻く社会制度と大きく係わってきます。

アメリカで BIM が注目されたのは、発注者側が建設費の高騰や、建設途中での工事費の増額等が問題となったからです。他方、日本では、このような問題は顕在化しておらず、むしろ多くを下請けの負担にしてしまう建設業のありかたが問題となっています。国土交通省は 5 年前の平成 19 年 4 月に建設業法遵守推進本部を設置し、平成 20 年から下請取引等実態調査を実施しています。平成 20 年度の調査では、適正回答業者（建設業法に基づく指導を行う必要がないと認められる建設業者）が 2.6% という驚くべき数値となっています。平成 23 年度の調査でも 1.9% と、状況は改善されていません。この調査結果は、日本では建設工法を技術的に効率化しても、建設コストの縮減に直接影響しにくい社会的環境があることを示しています。厳しく言えば、我々設計者は、このような社会的環境に甘んじていたのかもしれませんが。

我々設計者は、BIM の問題を設計の立場からのみ考えてしまう傾向があります。このガイドラインも設計者の視点で作成されています。しかし、BIM を活用してどのように設計図を書くかということは記載していません。設計図をどのように BIM を活用して書くかは、各 BIM ソフトに大きく依存します。さらには、各ソフトは日々改善されていますので、固定的な数値や手法を記載することは JIA 単独では出来ませんし、意味がないと判断したからです。むしろ、このガイドラインは BIM を活用する場合、設計者が考えるべき事項についてまとめています。BIM は設計だけではなく、建設とも密接に関連しますので、設計と建設との連携についての新たな視点をインテグレート・プロジェクト・デリバリー IPD という言葉で紹介もしています。


この BIM ガイドラインは多くの設計者が期待していたガイドラインとは多分異なっていると思います。しかし、この BIM を設計者がどのように捕らえ、今後活用していくべきか、思考のガイドラインにはなっていると思います。さらには、設計者が建設プロジェクトで果たすべき社会的責任について示唆することも、このガイドラインを作成した意図であります。

今後は、このガイドラインに対する各種ご批判を通して、設計者としての BIM についての議論が活発になり、その上で他団体と協力した具体的な数値などの検討も必要でしょう。そして、BIM 等、最新の技術革新を活用した改革により、日本の設計及び建設業のさらなる発展を祈願します。

JIA 本部 設計環境改革委員会 IPD-WG

主査 藤沼 傑

2012年7月



BIM ガイドライン

2012.07



目次

1. BIM 導入・普及に必要な制度	3
1-1 社内の BIM 組織はどうあるべきか	3
1-2 BIM を活用した建設プロジェクトの組織	4
2. BIM データの扱い	14
2-1 BIM データの受け渡し	14
2-2 BIM データの量の問題	15
3. ライブラリー作成とルール	17
3-1 メーカー提供ライブラリーの保障問題	17
3-2 メーカーが作成した 3D モデルデータに対するチェック項目の選定	17
3-3 ライブラリーのグラフィック表現について	17
4-1 BIM と構造設計	19
4-2 構造設計業務における BIM	19
5. 設備設計について	21
5-1 はじめに	21
5-2 設備設計を取り巻く現況	21
5-3 期待される方向性	22
5-4 環境系の BIM ソフト	23
6. BIM と積算	25
6-1 これまでのコンピューターと積算	25
6-2 BIM を活用した積算システムの課題と動向	25
7. シミュレーションについて	27
7-1 シミュレーションは発注者利益に結びつくか	27
7-2 市販されているシミュレーションソフト	28
7-3 どのようなシミュレーションソフトの連携が必要か	29
8. BIM の作成費用：誰が BIM 作成の費用を負担すべきか	30
9. BIM と都市情報	31
9-2 町並み景観への付加価値	31
10. BIM 成果品	32
10-1 BIM で可能となる新たな価値	32
10-2 最終成果品と検証	33
10-3 最終成果品を BIM モデルでリリースするための条件	35
むすび、BIM のこれから	36
1. 工事監理における BIM	36
2. 維持管理における BIM	36

JIA BIM ガイドライン

このガイドラインは、設計者の視点で作成されています。設計業務を設計計画と建設計画とに分けて考えますと、BIM には設計計画支援ツール、建設計画支援ツールの2つの側面があり、建設計画支援ツールとしての応用範囲が広いと考えられています。設計計画とは設計と条件の確定から設計内容の確定までを示し、従来の設計区分では企画設計から基本設計、そして実施設計の設計作業までに該当します。建設計画とは、確定された設計内容をどのように施工者に伝達し、実際の建物を建設していくのかを示します。従来の設計区分では、企画・基本設計の概算から実施設計、積算、入札、工事監理に該当します。

海外と比較すると、BIM を導入する設計者の数やスピードが日本は遅いようです。日本には優れた施工者やサブコンが多く、日本の設計者は、これまで施工における工法検討、工程管理、品質管理、財務管理などの建設計画についてはあまり詳細に係わってこなかったのが実情です。純粹に設計業務のみに従事していれば、後はゼネコンが建設を適切な値段で、適切な品質で、約束した工期内で請け負ってくれていました。さらには設計の内容について建築主やゼネコンから責められたり、訴訟をおこされたりするような事はありませんでした。しかし、入札や契約制度の一連の改革により、また、発注者からの厳しいコスト縮減要請により、設計者がより深く建設計画、建設コストや施工管理に携わる必要性が日本でも増してきています。

日本に紹介導入されている現状の BIM ソフトは必ずしも建設計画を支援する内容にはなっておらず、むしろ設計計画段階でのモデリング機能を重視しています。BIM 活用による本当の効果は工事費の削減、品質の向上、工期短縮にあると言われますが、この効果は、設計者が建設計画にも業務を拡大し、コストや施工の情報を取り入れた設計を行うことで初めて可能となることです。

単純なことですが、従来の2次元表現の設計図書と比較すると、BIM の3次元入力、より多くの検討をしなければなりません。設計モデルの曖昧性が少なくなるため、それだけ多くの情報をモデル入力で検討しなければなりません。つまり、設計業務量が増えることとなります。欧米では建設計画の段階で BIM による効率化が期待できるため、BIM 導入が拡大していると考えられます。日本では建設計画における設計者の役割は少なく、この業務で BIM 導入の負担を回収することは現状では厳しい状況です。従って、そうでなくても少ない設計料を圧迫するような BIM 導入は非常に厳しい条件を設計事務所に突きつけています。

社会が建設プロジェクトに求める内容は益々精緻化、非寛容の方向で進んでいます。これに対処するためには、設計内容の判りやすい開示による説明責任の履行と、工事費の適切な管理が肝心となります。これらを効率的に実現する支援ソフトがまさに BIM です。

このガイドラインは、設計事務所が BIM を導入する時に検討すべき課題から始まり、設計者から見た BIM に期待するもの、あるいは期待すべきものを網羅的に俯瞰したものです。

2012年6月

1. BIM 導入・普及に必要な制度

1-1 社内の BIM 組織はどうあるべきか

1) BIM 組織体制とは

BIM をスムーズに導入するためには、設計担当者から組織管理者まで、すべての関係者が BIM に組織的に取り組むことが重要です。そのため、BIM の組織への導入目的や BIM による到達目標を明確化する必要があります。BIM の組織への導入目的は企業によって異なりますが、BIM を戦略的な経営のツールとして事業へ展開するという経営方針で取り組むべきです。

BIM による到達目標は、プロジェクト毎に異なります。例えばスキルや BIM の理解度、利用フェーズ、プロジェクトの内容によっても変わってきます。BIM をどのフェーズで活用するのか、フェーズごとに、どこまで BIM を活用するのかの考察が必要です。例えば、実施設計の一般図と建具表までは BIM ソフトで入力する、詳細設計図・構造図・設備図を BIM ソフトで作成しモデルを統合して調整を行う、総合図・施工図を BIM で作成させるなどです。

導入にあたっては、「教育担当配置と環境整備」、「BIM スキル習得期間の生産性低下に対する経営的な措置」、「20 名に 1 名の BIM 習得者の配置」などの準備が必要です。

大きな組織設計事務所の大規模プロジェクトには、次に示す BIM のプロジェクト管理者、BIM マネージャ、モデル管理者、BIM 設計者の 4 つの役割が必要です。BIM を利用した設計プロセスでは、それぞれの役割と責任を明確化してプロジェクトを行うことが重要です。

中規模の一般的な組織設計事務所では、1 人の担当者が複数の役割を担当します。また小規模設計事務所では、すべてを少人数で行うために中規模の設計事務所よりも導入が早くでき、テンプレートやライブラリーなどの標準化を進め易いメリットがあります。

2) BIM プロジェクト管理者 / 役割：全体を見る人

- 組織の標準モデルの検討および文書化
- 導入および成果のチェック
- 自身および協力会社による必要なコンテンツの提供
- テクニカルサポートの管理および提供
- 利用者の習熟度の定期的な確認
- トレーニングプログラムの管理

3) コラボレーティブ BIM マネージャ / 役割：専門分野モデルマネージャ

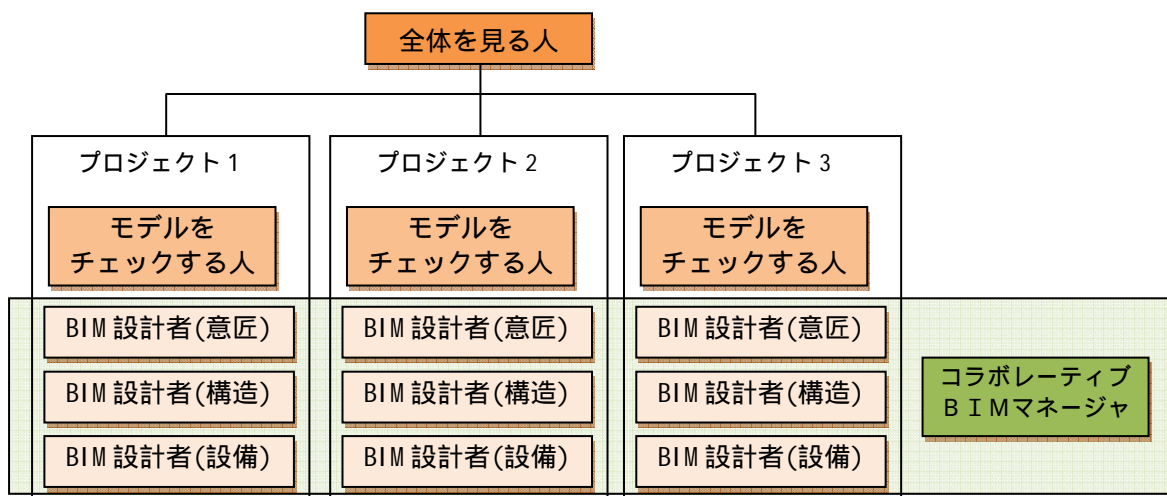
- 会社間または協力会社を含めた建築、設備、構造分野等のデータ受け渡しの調整役
- シミュレーション、解析
- BIM の標準データ形式である I F C (Industry Foundation Classes) 等、データ交換についての理解が必要

4) プロジェクトモデル管理者 / 役割：モデルをチェックする人

- BIM モデルの整合性を管理
- 出力される図面の作成管理
- ファイルの構成の作成
- 設定された標準の導入と、維持
- モデルの作成分担を検討

5) BIM 設計者 / BIM で設計する人

- 実際に設計を行い BIM モデルの構築を担当



1-2 BIM を活用した建設プロジェクトの組織

1) 建築主の役割

BIM は設計内容をわかりやすく可視化します。2次元の図面を見ても実際の建物がどうなるのか、素人にはなかなかわかりません。しかし、3次元モデルを使えば、素人でも空間のイメージが明確に把握できます。BIM にはさらに、部材情報が含まれるため、素人でも何が建てられるのか理解することが容易です。

例えば、3次元の絵を見ながら、この建物が使用しているガラスの数量はどの程度か、コンクリートの数量がどの程度かを理解できます。さらには、BIM の各種シミュレーションツールにより、建物の日影が毎日どうなるのか、建物の周りの風がどうなるのか、建物の維持監理費はどの程度か等、従来は建ててみないとわからないような事でも、かなりの精度で予測できるようになります。

設計者は建築主にこのような情報を、BIM ツールを活用してわかりやすく解説することが出来るようになります。従来は、建築主は専門家である設計者に多くの判断を委任していました。BIM の世界では、建築主は設計者と共に各種判断をすることが可能となります。このような過程を経

て建設されるため、完成後のクレームは少なくなると考えられています。「専門家に任せただから」「素人なので設計図面はわからなかった」という事は少なくなります。つまり、発注内容に対する責任を建築主が持つことができるようになるということです。

2) 設計者の役割

BIM モデルを利用することにより、各種シミュレーションが容易になり、様々な検討がより精緻に、より多様にできるようになります。これにより、従来は建築主から一方的に与えられていた「予条件」の適切性を検証することが可能となります。

例えば、施設の維持管理費は施設の運営方法と密接に関係しますが、建築主から要求された初期予条件である施設の部屋構成や面積構成について設計者が検証する事で、運営方法に設計者が関与し、その適切性、初期建設費の適正化を評価することができます。

従来の設計作業は、建築主からの予条件を設計図にする事が基本でした。建築主の予条件を検証するのはサービスの位置づけであり、さらにその前の企画は設計とは別業務と見なされてきました。BIM により、従来の企画業務と基本設計業務、さらには実施設計の初期段階まで往ったり、来たりできるようになります。専門家として、建築主と一緒に予条件も含めた発注内容を検証する責任が設計者に求められるようになります。

3) 施工者の役割

BIM は建設工法を最適化するツールにもなります。建設工法を最適化できれば、工期を短縮し、コストも削減できるため、施工者は BIM の導入を急速に進めています。それでは、建設工法が最適化できる BIM ツールは設計者にどのような影響があるのでしょうか。

予算が同じならば意匠、構造、設備の付加価値により多くのコストを使うことができるようになりますが、そのためには、建設工法の最適化でどの程度コストを縮減できるのか、数値で把握する必要があります。この場合、施工者の役割は建設工法の最適化により、具体的にどの程度コストが縮減できるのか、情報を開示することです。

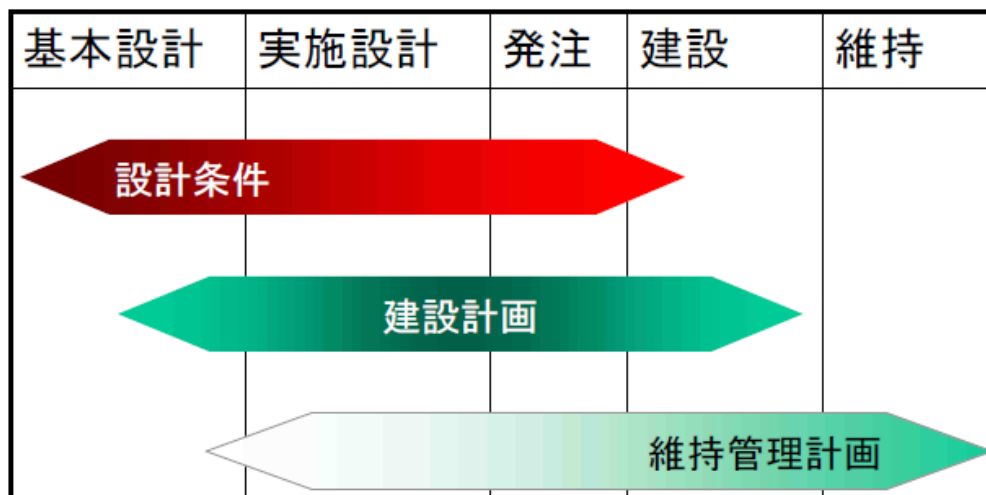
また、最適化とは必ずしも一般解ではないということに留意する必要があります。現在の建設発注は競争入札が一般的になっていますが、競争入札が成立するためには、複数の業者が同じ条件で応札できることが前提です。建設工法を最適化することと、競争入札を成立させることとは、ある意味で矛盾した条件となります。アメリカなどでは、そのために IPD Integrated Project Delivery という競争入札ではない新たな発注形態を模索しています。

IPD の基本概念は、競争入札より価格が安く、品質が高いものが提供できるという事です。それを実現するためには、設計の段階で施工者がプロジェクトに参加すること。そのためには施工者は価格に関して情報を開示することが前提となっています。日本では、固定価格契約（ランブサム契約）が一般的ですが、BIM 活用とこの固定価格契約とは馴染まないという認識が、建築主、設計者、施工者共に必要となってきます。

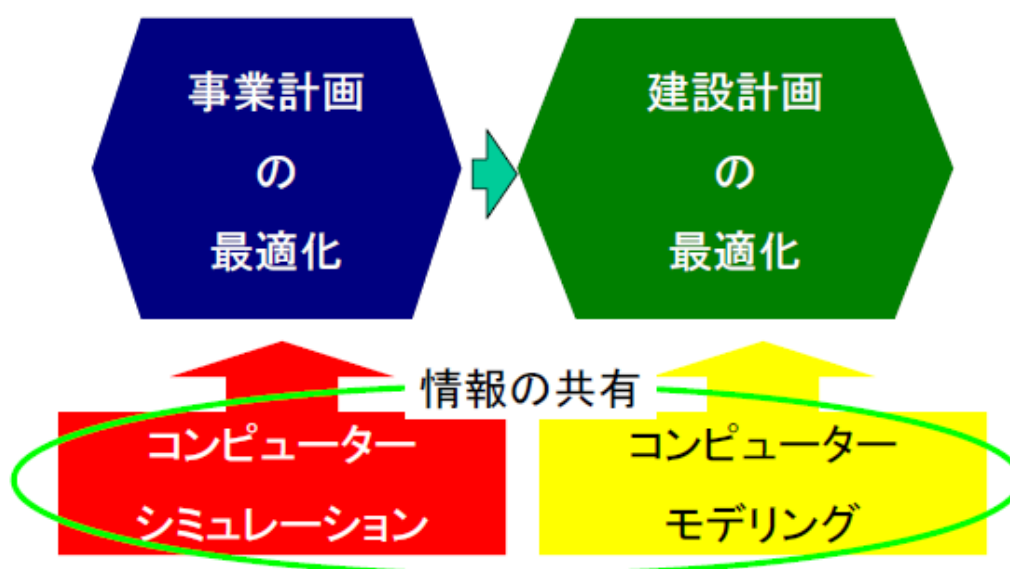
1-3 BIM を活用した建設プロジェクトの工程

フロントローディング、コラボレーション、シミュレーションなどの IPD 概念により、プロジェクトに効果的に BIM を活用できます。この IPD の概念を取り込まず、単に 2 次元 CAD の延長として BIM を利用する場合は、建設プロジェクトの工程は従来と変わることはありません。しかし、BIM の効果を最大限発揮していくためには、従来の工程では難しいというのが世界的な認識です。BIM は建設工程をも変える程、強力なツールであると言えます。

現状



BIM を入れた作業の効率化



以下に示す BIM を活用した場合の建設プロジェクトの工程は、アメリカ建築家協会 AIA の “IPD:A Guide” のフェーズ定義を参照して構成したもので、多くのプロセス、意思決定、関係者の関与などを前倒しすると同時に、新たな業務も含まれています。AIA では BIM の能力を最大

限活用する新たな設計・建設プロセスを定義し、それに伴う設計契約、発注方式、工事契約、保険関連の書式整備を進めています。日本でも、従来のプロジェクト手法に単純に BIM を活用するだけではなく、このような新たなプロジェクト手法の検討が必要です。

1) 構想 (Conceptualization) [企画構想を計画設計に近いレベルまで具体化]

構想段階では「何」を建てるかだけでなく、「誰が」「どのように」建てるかを検討します。

- (1) 建築主によるプログラミングに必要な情報を準備します
 - 敷地調査 (測量、地盤、汚染土壌、埋蔵文化財、公共インフラなど)
 - 既存・周辺建物調査 (改修の場合には既存建物のモデルデータ)
 - 投資調査 (マーケティング、都市計画、投資不動産の流動性計画など)
 - 建築主要求事項 (用途、面積、必要諸室、仕様、予算、工期、法規制など)
 - 関係者の選定及びチーム構成の方法及びその時期、インセンティブの設定方法及び契約方式

- (2) 建築主は設計者及び可能な限り早期に施工者を含めたチームを構成し、協力して建設プロジェクトの主要内容及びプロジェクト目標を定め、プロジェクト評価基準を示します。設計者はチーム統括者として、プロジェクトの進捗を責任を持って統括します。
 - 規模、機能
 - サステナビリティもしくはグリーンビルの基準、目標
 - 性能検証プロセス
 - 災害、事故、事件等に対する性能基準、目標
 - 施設運営を含む全ライフサイクルの経済性
 - 法的要求事項及びチームが必要と判断した要求事項
 - その他プロジェクト評価基準 (工事費、スケジュール、品質、魅力、入居者の満足など)
 - BIM を活用してプロジェクトを進めるために必要な役割分担

- (3) 設計者は周辺環境を含む初期の BIM モデルを作成し、チームに提供します。
 - モデルは複数の代替案を作成し、視覚化し、主要なプログラムに関するシミュレーション結果と共に比較検証し、選択します。
 - プロジェクト目標への合致を比較するために複数案を選択する場合があります。

- (4) チーム (決定していれば施工者も含む) は、初期の BIM モデルにより早期に工事費の構成要素を算出し、プロジェクト目標との相違を検証します。
 - 工事費を BIM モデルに連動させます。
 - 工事費に加えライフサイクルコストを算出する。ライフサイクルコストには構成単位別の原価償却期間、資源再活用も考慮します。
 - 工事費及びライフサイクルコストは大きな構成要素別 (外装、屋根、構造、電気、機械など) に算出し、各部位の全体工事費に対する影響範囲を把握できるようにします。

- 一般的な工事費と算出したプロジェクト工事費とを比較し、プロジェクトの初期目標工事費を設定します。
 - 大きく改善できる構成要素に着目し代替案を検討します。
- (5) チームは主要な作業のワークフロープロセス及びマイルストーンを計画します。
- クリティカルパス及びコラボレーションプロセスについて重点的に監視します。
 - プロジェクト目標と異なるスケジュールになる場合には、代替案を検討します。
 - 出来高を管理し、プロジェクト工程の遅延を適切に回避します。
- (6) チームはコミュニケーションの方法と IT 手段とを特定し、主要な指標を確定します。
- BIM プラットホーム(共通アクセスサーバー、プロジェクトマネジメントシステムなど)
 - BIM モデル(統合モデル、個別モデル) の管理、維持(アクセス制御など)
 - 全てのデータの正確性を示す根拠(モデルチェックを行う対象など)
 - 相互運用性の評価基準(BIM 基準、個別モデル基準など)
 - データ交換規約(中間フォーマットの利用など)
 - フェーズ毎の詳細化の進展レベル
 - 許容範囲

2) 基準設計 (Criteria Design) [計画設計を基本設計に近いレベルに強化]

基準設計段階に進むとプロジェクトはより具体的になり、「何を」「誰が」「どのように」建てるかの概略を確定します。

- (1) 専門設計技術者又は専門工事技術者、サプライヤ技術者(以下、専門技術者と呼ぶ) をチームの支援者に加え又は委託し、BIM モデルの該当する部分を作成させ統合します。
- 専門技術者(例えば外装、土木、電気、機械、搬送機械、プラントなど) は、関連する主要な部位の個別モデルをチームに提供します。
 - 施工者及び専門技術者間でサイトもしくは工場でのプレファブ化及び複合化の可能性の検討を行うことをチームは許可します。
 - チームは、クリティカルパスを構成する部位(例えば解体、造成、インフラ、杭、鉄骨、プレファブ化及び複合化など) の調達発注を開始します。
 - 大きな改善が可能な領域について、該当する設計者、施工者、専門技術者は BIM を用いて代替案及びシミュレーション結果をチームに示します。
- (2) 大きな改善が可能な領域の例として、配置、造成、外装、空間、地下、地上、屋根、躯体、電気、機械などがあります。
- 大きな改善の手段には仮設、構工法、新素材、開発技術、プレファブ化・複合化、調達、ロジスティクス、廃棄物・3R などがあります。
 - チームは、プロジェクト評価基準に照らして代替案の改善結果を評価検証し、リスクと効果とを勘案しながら代替案採用の有無を確定します。

- 代替案の選択により他への影響リスク（法規、性能、機能、予算、工期、環境、安全など）が残る場合は、それを解消する措置を取ります。解消できないリスクが残る場合、チームの承認を得ます。
- (3) チームはプロジェクトに関する次の事項を検証し、必要な修正を加え、詳細設計段階へ移行します。
- プロジェクト目標及び評価基準
 - 外観、近隣・景観との空間的な関係
 - 主要な建築システム（構造、外装、空調など）の選択と初期設計
 - 性能検証プロセス
 - 概算工事費
 - 概略工程表
 - 建築主、法的要求事項及びチームが必要と判断した要求事項への BIM モデルの適合状況については、モデルチェックソフトウェア等を利用し、迅速に把握します。

3) 詳細設計 (Detailed Design) [基本設計を詳細設計に近いレベルに強化]

詳細設計では全ての設計条件を決定し、「何を」建てるかの検討段階を終了します。設計条件には構工法・プレファブ化・複合化の決定、納まり・干渉等の調整等が含まれ、着工後の変更発生リスクを少なくします。詳細設計段階の業務量は相当増加しますが、プロジェクト全体の生産性は手戻りが無くなるため著しく向上し、プロジェクト目標達成に向けて大きく前進します。

- (1) BIM モデルは完全に明確に定義され、調整され、有効なモデルとなります。
- チームが選択した構工法、プレファブ化、複合化の結果を統合モデルに反映し、個別モデルにフィードバックします。
 - 備品、装置、設備を含め、全ての主要な建物システムが明確になります。
- (2) 全ての建物要素の設計が完了し、各要素が相互に調整されます。
- チームは全ての矛盾、干渉、納まり、施工困難、維持管理困難に関わる問題を解決するため、統合モデルを利用して調整を行う。調整には関連する全ての設計者、施工者、専門技術者が加わります。
 - 品質水準を確立します。
- (3) チームは、個別モデル及び統合モデルの結果を検証し、実行図書作成段階へ移行します。
- 設計者及び専門技術者は、担当する個別モデルが完成し、設計条件に合致していることを検証します。
 - 設計者は、統合モデルにより、調整が完了していること、サイトもしくは工場でのプレファブ化・複合化の結果、全ての矛盾、干渉、納まり、施工困難、維持管理困難に関わる問題が解決されていることを検証します。

完成した設計図書、仕様書
確認審査提出図書
工事費積算書
詳細工事工程表

4) 実行図書 (Implementation Documents) [詳細設計を施工図レベルに強化]

実行図書作成段階では「何を」建てるかから「どのように」建てるかに焦点が移行します。詳細設計において設計及び全ての建設内容が「完全に明確に定義され、調整され、有効」になっているため、実行図書作成は従来の施工図作成より少ない労力で済みます。

- (1) 施工者及び専門技術者は、設計意図を変更・変化せずに、どのように造るかを決定し、施工用の設計図（生産設計図）に反映し、実行図書作成を完成します。
 - 施工の手段と方法を決定し、モデルに反映、施工計画書・要領書を提出し、チームが承認します。
 - 仮設開口、EV、揚重機、地下連続壁などが決定され、必要な補強を反映します。
- (2) 躯体施工図や設備施工図、プレファブ・複合化施工図などは施工図ではなく実行図書として工事着手前に作成します。
 - 施工者及び専門技術者は、各システムや躯体、プレファブ・複合化をどのような手順で造るか、いつ造るか、どのような順序で造るかを明確にし、ユニットとして統合し、モデルに反映します。
 - プレファブ・複合化の製造開始を許容できる程度にモデルが完結していれば、クリティカルパスを構成する部分の調達をチームは開始することが出来ます。
- (3) 施工者は BIM モデルを利用して実施施工計画図（仮設図、地下掘削計画、構台、公示工程表など）を作成します。
 - チームは以下をレビューし、プロジェクト評価基準と検証し、承認し、施工段階へ移行します。
 - ✓ 最終的に詰められた工事費。BIM モデルに連動させる。
 - ✓ 最終的に詰められた仕様。BIM モデルを補うため、必要に応じて設計意図を分かり易い説明文にして提出する。
 - ✓ 最終的に詰められた工事工程。
- (4) 実行図書の BIM モデルを用い、モデルの作成にかかわらない第三者に、プロジェクトを視覚化し、内容を明確にする。
 - 完成した BIM モデルにより、プロジェクトに融資するのに十分詳細な情報を銀行などの融資者に与えます。
 - コラボレーションに加わっていない施工者、専門工事会社、サプライヤに発注図書を提出します。

5) 確認審査機関審査 (Agency Review) [初期段階から法適合評価]

確認審査機関及び行政庁に早い段階で BIM モデルを提供します。これにより審査機関の評価を受け、許可に必要な変更要求や意見を適時取り入れることで、最終的な確認審査期間を短縮します。

- BIM モデルには、データベースを直接又は間接的に連動させる機能があり、建築基準法や規制基準に関する設計内容のチェックを行う審査機関の効率化ができます。
- BIM モデルの法適合 (区画、面積、日影など) を評価するモデルチェックソフトウェアを活用することで、評価期間の短縮及び審査品質を高めることが可能です。
- 解析ソフトウェアはモデル情報を利用して性能や評価の解析を行い、設計の正当性を立証できます。

6) 工事発注 (Buyout) [短い入札期間]

BIM を用いたプロジェクトでは、早期から主要な専門技術者を調整し、サブコンを事前発注しながら精度の高い工事費を検証していきます。従って専門工事会社を決める段階では、多くの主要なサブコンが既に確定している場合が多く、最終入札期間ははるかに短くなります。

- チームは、基準設計から実行図書の間、クリティカルパスを形成する工事費目の内、調達期間が長いもの、特注もの、もしくはプレファブ・複合化のために事前調整が必要なものについては、早い段階でサブコンに事前発注を承認します。
- このようなサブコン事前発注は、プロジェクトを効率的に完成するために必要とされるあらゆる工事、材料、設備に適用されます。
- チームはこれら事前発注した工事費目の進捗状況、製造工程における品質管理状況を把握し、検査検証する。進捗状況に問題がある場合は、リスクを回避する処置を行います。

7) 施工 (Construction) [施工及び契約管理は軽減される]

設計段階に BIM を活用し、大きな労力を注いだ結果として、施工は大きく効率化されます。

- (1) 施工段階における設計の責任業務は軽減します。
 - 従来、契約管理 (設計監理) は設計の最終ステージとされ、設計者が設計中に解決できなかった問題の解決を図る最後のチャンスとされてきたが、BIM を活用した建設プロジェクトでは問題は既に解決されているため、設計者が行う契約管理は主として品質管理及び工事費監視機能に限定されます。
 - 専門工事会社の主要な施工図が既に BIM モデルに統合され、矛盾、干渉、納まり、施工困難、維持管理困難などに関わる専門工事会社の紛争が解決されているため、工事監理はより少ない労力で済みます。
- (2) 施工段階における施工者の責任業務は軽減します。
 - 施工者、専門技術者が設計意図から実行方法の作成に関わっているため、専門工事の取り合い関係は事前に殆ど整理されています。

- BIMにより効果的に視覚化されるので、作業労働者を含む全ての関係者が設計意図を理解しやすい。
 - 性能検証プロセスに従って品質管理及び検査を行うため、完成時の運転開始を保証することができます。
- (3) 大きな改善の手段として採用した仮設、構工法、新素材、開発技術、プレファブ化・複合化、調達、ロジスティックス、廃棄物・3R などによりプロジェクト目標を達成します。
- 工期が短縮されます。
 - より多くの材料を工場生産し、ジャストインタイムで搬入され、速やかに取り付けられるため、廃棄物が減少し、安全性が向上します。
 - より制御された環境で工事が行われるため、周辺へのダメージが減少します。
 - 施工者は、大きな改善の手段として採用した仮設、構工法、新素材、開発技術、プレファブ化・複合化、調達、ロジスティックス、廃棄物・3R などの実施状況、実施結果の情報を、成功の測定基準に対応する形でチームに提供します。
- (4) スケジュールは BIM モデルに連動し、計画された順序や期間の調整、スケジュールからの逸脱などが視覚化されます。
- (5) 現在の工事監理、施工管理のいくつかの要素は変わりません。
- 品質管理、検査及び試験
 - 建設物価の変動に伴う工事費の増減
 - プロジェクト範囲の変更は殆ど無くなるが、建築主が指示した変更は変わらず発生が予想され、工事費、工程に影響が及ぶものについてはクレームの対象になる。
 - 工事工程と進捗の定期的見直し
 - 専門工事会社、サプライヤ等への支払方法、支払時期

8) 完成 (Closeout) [プロジェクト結果検証]

運営・維持 (Operation & Maintenance)

建物が完成した後の段階の主要な業務は、プロジェクト結果を検証し、成果を関係者間で共有することです。

- (1) BIM を活用し、プロジェクト目標の結果の検証を行います。
- プロジェクト目標に環境性能が含まれ 1 年後の評価が定められている場合には、最終完成時期を 1 年後としてプロジェクト目標の検証を行います。
 - 関係者間の合意された契約条件に、例えば報酬のインセンティブ、ペナルティを含めている場合、完成時に適切に各報酬の増額もしくは減額を算定する。検証が 1 年後の場合には、工事費の一部支払いを留保します。

- (2) 保証義務、入居、完成通知などのいくつかの点は、従来どおり法令基準に従います。
- (3) その他の問題、瑕疵保証期間は設備品質、製品欠陥のために存続し、例えば不良工事の修正などが大きな影響を受けることはありません。
- (4) BIM モデルの「竣工図書」を建築主に提出する。この BIM モデルはビル管理、メンテナンス、オペレーションに長期間活用されます。
 - 建物のモニタリング、コントロール、セキュリティシステムの統合
 - 建物及び設備システムの計画性能と実績性能の比較
 - 保証、オペレーション、メンテナンス情報の参照

2. BIM データの扱い

2-1 BIM データの受け渡し

プロジェクトで BIM を活用する場合、プロジェクトの各関係者と事前に以下の内容を検討する必要があります。

1) 基本事項

利用目的と対価の明確化	契約書を作成し、利用目的と対価を規定する。
目的外利用の禁止	目的外利用と第三者への譲渡・転貸を禁止する。
著作権の明示	全体および部分について、著作権の所属を明示する。
複製の制限	許可された目的利用外のコピーを禁止する。
入力基準の共有	BIM における入力基準を受け渡し関係者で共有する。
図面と BIM データの扱い	BIM データとそれを元に作成された図面には差異があり、見積や工事契約では図面を優先する。
データ変換時の問題	異なる BIM システムでの受け渡しでは完全に変換できないことがあることを明示する。

2) 建築設計と著作権

著作物	BIM も設計図としての著作物であり、著作権は設計者にある。
著作者	設計を受託した組織（法人）または設計者（個人）が著作権を所有する。
著作者の権利	著作者人格権といわゆる著作権がある。著作権は全て及び一部を譲渡できるが、著作者人格権は譲渡できない。
複製	同じ BIM を用いて複数の建築を行う場合は別途契約を要する。
二次的著作物	別の設計者が行った基本設計 BIM を基に作成された実施設計 BIM は二次的著作物となる。
共同著作物	二人以上のものが共同して作成した BIM で、各人の寄与を個別に切り離して利用できないものをいう。設計 JV での設計も該当する。
データの著作権	BIM データの著作権は保護される。
協力者の著作権	協力者が BIM において設計行為を行った場合は、共同の著作権が発生する。
著作権の譲渡	前項の場合、著作権の譲渡を受けることができる。著作者人格権については著作者人格権不行使特約を結ぶことができる。
施工者の著作権	BIM を元にした施工図は二次的著作物には当たらない。ただし、施工者により創作的なデザインが加えられた場合は、著作権が発生する。

3) 契約上の一般的注意事項

運用	契約書の作成基準を確立する。
別表・覚書	契約書にない事項については別表で内容を定めて契約する。契約を覚書として取り交わすことも可能である。
取扱うデータ	BIM データは複数のデータを内包するため、受け渡すデータの管理は契約書で詳細に規定する必要がある。
違約金	契約書の中で違約金についても規定する。

上記事項は、以下に示す BIM データ受け渡しのケース分けに従って整理します。受け渡しには細部の規定が必要となります。

1. 設計者がデータを渡す場合
 - a. 発注者へ
 - b. JV の設計者へ
 - c. 設計を引き継ぐ設計者へ
 - d. 施工者へ
 - e. BIM ソフトベンダーへ
2. 設計者がデータ作成を依頼する場合
 - a. 協力者へ
 - b. BIM 入力者へ
 - c. パース、シミュレーション、模型製作者へ
 - d. 設計協力のメーカーへ
3. 設計者がデータを受け取る場合
 - a. 発注者から
 - b. メーカーから
 - c. BIM ソフトベンダーから

2-2 BIM データの量の問題

BIM はデータベースとして、いくらでも情報を付加することが可能です。他方、一つのモデルで扱えるデータの量は、コンピューターの能力に制限されます。大きなファイル容量のモデルはプログラムの応答が悪くなり、作業効率が低下します。また、個人のモデル操作が遅くなるだけでなく、チームワークに必要なモデル通信速度も遅くなり、現実的に扱えないモデルとなる可能性があります。

- BIM ソフトの部品作成におけるデータ量

建具、家具など BIM ソフトの部品は、使用目的に応じた適切なデータ量に抑える必要があります。建物全体を検討しているときに、不必要に詳細に作成された部品は作業効率を大幅に低下します。アルミサッシの細かい凹凸まで入力された部品モデルは、プロジェクト構想段階では不要です。今後、各メーカーが自社製品の BIM 部品モデルを提供していくものと考えますが、その時、尺度や用途に応じた複数の部品モデルが必要となります。

- プロジェクトのモデル作成におけるデータ量

プロジェクトでは、BIM モデルは単一の統合されたものとする事で、建物要素間の不整合を防止できます。他方、コンピューターの一つのファイルサイズは、コンピューター能力に応じた適切なものに分割する必要があります。建設プロジェクトはチームで実施しますので、特定の場所に高性能なコンピューターを置いて BIM を動かしても、BIM ソフトの潜在力を十分に活用できるとは限りません。やはり、チーム内の全てのコンピューターで効率よく作業できることが理想です。そのためには、プロジェクトで使用するモデルファイルは、プロジェクトの段階、使用する用途などによって、適切に分割して管理する必要があります。

- BIM ソフトに期待する機能

以上のように、BIM ソフトはデータベースを垂直及び水平に分割できる機能が重要です。データを分割、参照、結合機能が充実していて使いやすく、安定したソフトウェアの開発が待たれます。

3. ライブラリー作成とルール

3-1 メーカー提供ライブラリーの保障問題

メーカーが作成するライブラリー（3D部品）については、メーカーが3D部品に対する保障を行い、その取り扱いについての説明を書面により必ず行う事とし、設計者は保障内容に同意の元、使用します。

1) 作成者：一般企業 - 部品には必ず企業名情報を入れ、保障を明確にする。

インターネットからダウンロードする場合

- ・ライブラリーの取り扱いについての同意を確認できるようにする。

直接受け渡しする場合

- ・ライブラリー部品の保障と取り扱いについて説明を行い、同意書を取り交わす。

メール等で送付する場合

- ・ライブラリー部品の保障と取り扱いについての説明書を同封し、同意書の返信を義務化する。

2) 作成者：海外の企業

上記の一般企業に順ずる。部品に企業名情報がない場合、使用者は部品情報にその旨を明記し、部品に対して設計責任を負うか、又は参考情報であることを部品情報に入れる。

3) 作成者：個人

上記の一般企業に順ずる。部品に作成者情報がない場合、使用者は部品情報にその旨を明記し、部品に対して設計責任を負うか、又は参考情報であることを部品情報に入れる。

3-2 メーカーが作成した3Dモデルデータに対するチェック項目の選定

3Dモデルデータの使用目的により項目は変わります。

- ・立体的な形状、形態の確認。(各設計段階の図面、CG作成上の表現になっているか)
- ・属性情報が正しいか。(メーカーの品質保証されている内容との整合性)
- ・汎用性のあるデジタルデータでの作成になっているか。
- ・与えられているパラメーターの変化と性能の根拠が示されているか。

誰がチェックし、どのようなお墨付きを与えるかの検討が今後必要です。

3-3 ライブラリーのグラフィック表現について

ライブラリーのグラフィック表現については、事業着手時のプロジェクト協議により定めます。以下は、グラフィックス表現規定の一例です。

- 1) 3D部品に与えられる図面表現は、建築実施設計図書作成基準に従うものとします。
 - ・図面の縮尺により、簡略 $S = 1/200 \sim 300$ 、標準 $S = 1/100$ 、詳細 $S = 1/50$ での表現を盛り込み、建材の種類によっては部分詳細 $S = 1/10$ の表現モデルを別途準備する。

- 2) 簡易、標準、詳細図に用いる3D部品の作成基準（データ量は極力小さく）
 - ・3D部品の形態、形状は、表層部分についてのみ作り込みを行い、（小さな面取りについては表現しない）立面図については、オブジェクトの持つ形状ライン+ で表現し、平面図、水平、垂直断面図については2Dの図面データを表現として用いたものとして作成を行う。

- 3) 3Dモックアップ図用の3D部品の作成基準
 - ・3Dモックアップ図作成用のデータとして、3Dビュー、平面、立面、断面のどの表示でも3Dモデル自体の形状線分により詳細表現が可能なデータとして作成を行う。（データ量は極力小さく）

- 4) データ形式
 - ・データ形式については、IFCを標準とし、より多くのデータ形式に対応可能なものが望ましい

- 5) 3D部品に与える属性情報について
3D部品に与える属性情報については、その使用目的により、項目は異なります。
 - ・単位：国際単位により表記を行う。 価格については日本円を標準とする。
 - ・属性：仕様（規格、寸法、面積、体積、重量、物性、価格）
 - ・性能：耐久性、保証期間、認定項目

4. 構造設計について

4-1 BIM と構造設計

構造設計分野では、プロジェクトに係わる人員が少ないという理由もあり、BIM に構造設計者が腰を据えて取り組む余裕は少ないといえます。そのためここでは、BIM ガイドラインというよりは、期待される BIM 活用の項目を示します。

当然のことですが、BIM はソフトウェアに組み込まれた手順以外の判断は出来ないため、自動的に最適な構造形式を見つけ出し、自動的に構造計算用に建物のモデル化を行うことはできません。意匠設計者が作成した三次元モデルから構造の柱梁寸法などを自動的に作成出来るようになるとしても、それが構造的な面から見た最適解かは疑問で、構造骨組み寸法を決め構造計算を行う人工知能 AI は、他分野の AI と同様に実現は困難でしょう。

また、建物の構造計画という構造設計の根幹を支援するツールではない現状の BIM に、構造設計者はそれほど興味を示していません。さらに構造計画を検証する構造計算の分野では、従来からコンピューターを使用していたので、BIM によりコンピューターの使用方法が大きく変化することは少ないでしょう。

建物の構造計画を行い、検証するための架構モデルの策定などの業務は、架構の性状を把握し適切なモデル化を行うなど創造的な思考である為、それをパターン化することはできません。標準化された集合住宅や戸建て住宅、倉庫など、類似性が強く、かつ生産量が多い建築形態においては、構造設計者の係わりを少なくし、BIM による自動架構モデルの作成から検証計算が可能となるかもしれませんが、そのような要求が一般的化することは疑問で、仕組みを含めてソフト開発コストに見合うだけの成果は期待できないと断言できるでしょう。

4-2 構造設計業務における BIM

それでは構造設計業務において BIM に何が期待できるのか。それは、構造計画を進める場合のシミュレーション機能の充実と、全ての構造に関連する業務の質の向上と効率化への活用です。BIM ソフトのプロジェクト管理機能を駆使すること、ビジュアル化により建物の構造的な性能を伝えることで、具体的には次の様な業務に効果が期待できます。

1) プロジェクト全体像の相互把握

プロジェクトに係わる他のチームメンバー（意匠、設備、電気、積算、ゼネコン、サブコン、建築主など）と同一のモデルを共有することで、プロジェクトの全体像や状況を常に把握できるようになります。また、各セクションの変化をリアルタイムに確認できるため、変化に対する適切な構造的アドバイス及び問題点を含めた変化への迅速な対応が可能となります。

2) シミュレーション機能と結果のビジュアル化の充実

構造設計者は、地震・風などの自然現象や荷重の組み合わせなど、多くの不確定要素を考えなが

ら構造計画を進めますが、想定される最大・最小範囲の多くの組み合わせをシミュレーションするソフトなど、現在は実現できていない機能が提供されることにより、安全性と経済性を同時に実現できると期待されます。

3) 構造用建物モデルおよび検証結果のビジュアル化

従来の構造計算ソフトは、構造計算用の建物モデルや検証結果が多くの場合数値の羅列で表現されます。その為、構造設計の専門家以外にはわかりにくく、設計図が不整合となる一因になっています。BIM ソフトでは、構造計算の結果をビジュアルに、わかりやすく表示できるので、意匠、設備など他の設計者の理解が容易です。その結果、新たな形態や構造的解決案等について、お互いに協議する機会が増えるでしょう。さらには、建築主への説明がわかりやすくなるため、建築主が複数の計画を比較して選択する場合などの判断が、迅速にかつ適切に行われることが期待できます。

4) 構造関係書類相互の品質向上と効率化

既存の構造解析ソフトには既に対応しているものもありますが、今後は BIM ソフトで他の設計者と共通した建物モデルデータを扱うことで、計算や構造図作成について一層の効率化が期待されます。構造設計図と構造計算書間、構造設計図と意匠設計図間の不一致を無くす、許認可関連の申請書式の統一が自動的に作成されるなど、出力書式の効率化と共に質の向上が期待されます。

5) 干渉チェック

構造分野だけでなく、意匠と構造、設備と構造など、次に示すような箇所での干渉を施工する前に確認し、問題点を設計時に対応することができます。

- 建物躯体構造そのものの干渉チェック
 - ・鉄筋が納まっているか、コンクリートが流れるか、鉄骨が納まっているか、など
 - ・作業が出来る空間があるか（HTBや溶接）
- 意匠・設備との干渉チェック
 - ・梁下・天井内有効寸法、ダクト、シャフトの干渉確認
 - ・梁貫通確認、床レベル、配管などのための構造躯体の欠損

6) 積算との統合

躯体構造の数量、仕様、メーカー情報が統合されることにより、積算への自動的な数量渡し、工事費のフィードバックが期待されます。

7) 施工計画との整合・統合

仮設計画、資機材調達計画、建てこみ計画、鉄骨立て方計画などの簡易検討が構造設計者でも BIM ソフトで可能になれば、そのフィードバックによる構造設計の最適化も可能となるでしょう。

さらに、プロジェクトのチームメンバー（意匠、設備、電気、積算、ゼネコン、サブコン、建築主など）と設計の初期段階から一つの建物モデルを共有し、材料や技術に関する知識や各種シミュレーション結果などを情報交流し、施工技術や工法の可能性の確認などを進めることで、新しい世界が始まる可能性があります。

5. 設備設計について

5-1 はじめに

設備設計においては、BIM は未だに一般化されておらず、活用方法等をガイドライン化することは難しい状況にあります。ここでは、設備設計を取り巻く現況を整理した上で、今後に期待される BIM 活用の方向性について提示するに留めます。発注者による設計契約時の BIM 使用指定や以下に述べる BIM 利用メリットの周知が進めば、ガイドライン整備の条件が整うでしょう。

5-2 設備設計を取り巻く現況

1) BIM 活用の現況

建築設計で BIM 活用が進むなか、設備設計者の間ではその使用割合が低い状態が続いています。たとえ利用経験があっても、現状では BIM の 3 次元 CAD 機能活用によるメリットを享受しているに留まるケースが多いといえます。設計計画段階において他の分野のモデル（意匠図・構造図・電気設備図）との干渉を解消し、建設計画段階では総合図による調整作業を軽減、さらにメンテナンスに対する障害を事前にチェックするなどのメリットがこれにあたります。

2) 設備機材メーカーの動向

設備設計を 3 次元化する際の作業効率化、設備システムを構成する重要情報として、設備機材のモデル（ライブラリー）がメーカーから供給されることへの期待があります。主要な機材メーカーへの現況ヒアリングを行った結果、住宅設計での需要が高いエアコンや衛生陶器を除き、ほとんどのメーカーから 3 次元データの外部提供は行われておらず、BIM に対する認識や対応が遅れています。この状況に限っても、設備設計における BIM 普及には課題があることが分ります。

3) 設計高度化に向けた動き

BIM のもつ属性情報を活用し、設計の効率化・高度化を目指した研究開発が、計算・解析ソフトウェアや学協会の間で進んでいますが、未だ研究の域を超えておらず、実務的にすぐに活用できる段階にはありません。

従来から CAD 以外の専用ソフトによる技術計算や各種シミュレーション（以下、計算ツール）は手入力でしたが、外壁や窓等の属性情報を自動的に計算ツールに入力できれば、設備設計での労力を軽減し、高度なシミュレーション技術の活用が容易になることが期待されます。一部の BIM メーカーでは各種計算ツールを統合したソフトを提供していますが、ここでは従来の計算ツールとの連携に関する現況や課題を示します。

- CASBEE 評価は設計段階での実施比率が高いが、評価に時間が掛かるため、日本サステナブル建築協会において手入力による時間削減に向けた研究が進められている。
- 空調設備設計での熱負荷計算や温熱・気流シミュレーション利用を汎用化すべく、BIM 属性情報の抽出、空調機材を CAD パーツ化する研究が行われているが、BIM の建築情

報が設備検討に最適化されていないため、専用の変換ソフトを活用しなければならないなど、実用化に向けた課題が提言されている。

- 昼光シミュレーションは、温熱・気流シミュレーションに比べ、他の CAD から 3 次元モデルを取り込んだ計算が容易に行える。
- 人工照明シミュレーションは複雑な形状の部屋（矩形でない、高天井など）でも、所定の照明器具配置による床面照度や点灯時イメージが見える化できるところまで開発が進んでいる。このシミュレーションでは、照明器具の配光分布等の情報以外は BIM 属性情報を利用して計算できるが、専用ソフトが少ないこともあり、BIM との連携はあまり考慮されていない。
- 省エネルギー計画書に必要な PAL 計算は、専用ソフト会社で開発すべきかの検討を行っている状況で、BIM 属性情報を PAL 計算向けに整理する方法が確立されていないという課題がある。

5-3 期待される方向性

BIM による設備設計では、BIM 活用が進んでいる建築設計者と、認識が遅れている設備設計者の期待にズレが生じ、方向性が異なってきます。そこで、建築設計と設備設計に分けて今後のあるべき姿を示し、BIM の活用促進の参考とします。

1) 建築設計者の期待

企画設計や基本設計の初期など、建築プランが定まらない段階においては、一般に設備設計者は余り関与する余地がありません。建築設計がある程度のキープランと断面計画を行う段階で、設備設計で行われる空調ダクト寸法はどの程度、梁貫通の要否など、建築設計者が BIM 機能により設備要件を設定できれば、初期検討に役立つ情報を得ることができます。

例 1：天井内ダクト寸法

ダクト寸法を設定するためには、基本設計の初期段階までなら計画基準値を用い、標準的な空調システムの計画基準値を設定し、ダクト寸法を導ける機能が備わった BIM で具体的な検討が行える。例えば、建築設計者は、空調想定 of 居室モデルに対して、図 1 枠内のような判断項目を設定し、ダクト寸法の仮設定から断面検討を進める。なお、この機能に対して、BIM 特有の属性情報は必要ない。

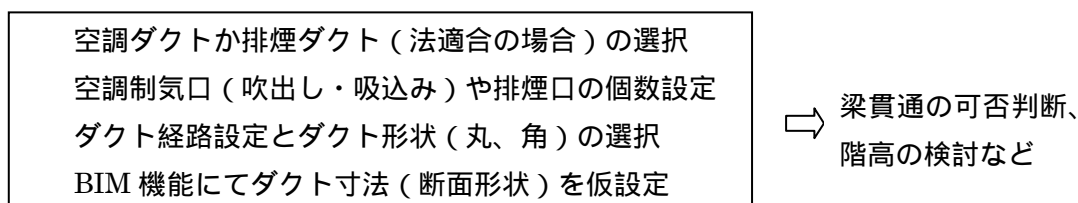


図 1 ダクト寸法設定の流れ（イメージ）

例 2：照明器具の配置

BIM の各室モデルにおいて、天井・壁面の材質や仕上げが属性情報として入力されていれば、照度計算（設計照度、被照明面積、ランプ光束、照明率、保守率を設定）と照度の均斉度を考慮し、標準的な照明器具の暫定配置を導き出すことができる。天井・壁面の情報は、照明率を設定する際の反射率として利用される。

このような機能が BIM に備わることで、建築設計者が暫定的に照明配置を計画でき、設計の進捗具合により設備設計者が引き継ぐことになる。

例 3：PAL 計算

BIM に PAL 計算が組み込まれれば、属性情報を利用して PAL 値を算出し、初期段階での窓開口を含む立面と配置（方位）などの建物形状の検証を建築設計者が自ら行う方向が考えられる。外壁フィンなどの庇形状やガラス仕様（Low-e 採用）の選択によって窓の日射負荷が変動するため、建物形状の設定から PAL 値を最適化することは空調用エネルギー低減の面から大変重要な意味がある。

2) 設備設計者の期待

BIM 利用による設備設計者のメリットとして、先に述べた各種計算ツールの入力作業自動化に伴う設計実務の高度化が挙げられます。現状の課題である BIM 属性情報と各種計算ツールの連携（図 2 参照）が容易になれば、設備設計者の BIM 利用に向けた動きが加速します。

一方、各種計算ツールが BIM に統合（組み込み）される流れもありますが、利用者の立場から考えると、計算ツールの選択自由度を確保したいため、一定のレベルに留まることが予想されます。

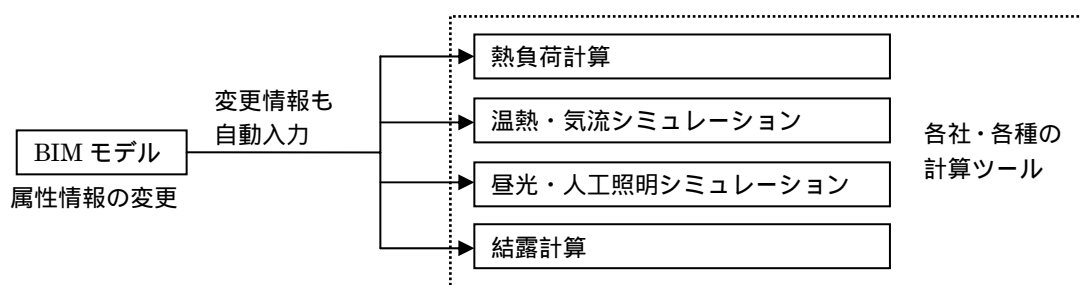


図 2 BIM と各種ツールの連携（イメージ）

5-4 環境系の BIM ソフト

設備設計に必要なシミュレーションソフトをいくつか検証した結果、CAD データとの連携はどれも直結していません。連携しようとする目的のデータを自動では特定できず、シミュレーションに必要な形状データを利用者が直接モデリングした方が確実に早い傾向にあります。

以下は、環境系シミュレーションソフトの参考比較です。

1 . WindPerfectDX

高い精度を求めなければ、室内環境から都市域まで、マルチスケールの解析が無理なく可能。BIM で解析が必要と思われるほとんどの項目に対応。操作性の点でややトレーニングが必要。

2 . サーモレンダー

外部熱環境の解析に特化し、2007 年日本建築学会賞(技術)を受賞した信頼性の高さを誇る。データの連携にベクターワークスを必要とするなど、BIM ソフトとしては少し特殊かもしれない。

3 . FlowDesigner

BIM で解析が必要と思われる多くの項目に対応。比較的容易にモデリングができ、短時間での解析が可能。オプションで逆解析も可能。設計者でも簡単に活用できる点が魅力。

4 . Stream

アドオンソフトで Revit からボタン一つで Stream のモデルに変換可能。BIM で解析が必要と思われる多くの項目に対応。

6. BIM と積算

6-1 これまでのコンピューターと積算

BIM という言葉が一般化する 10 数年前から、既にオブジェクト指向の 3 次元 CAD があり、各部屋の数量が算出できました。積算業務における内部仕上積算では、各部屋の内法寸法を算出し、それぞれ掛け合わせた仕上数量を部屋毎に集計し内訳書を作成します。工種別の集計機能などは、既に相当システム化されていますが、数量の「拾い」に関しては今でもほとんど進歩がなく、このようなオブジェクト指向の 3 次元 CAD による自動数量算出は画期的なものでした。

また、構造積算の分野では数年前から構造計算データからの連動積算が実用化されていますが一般的ではなく、連動積算ができない場合、積算者は電子化された構造情報を紙の図面を見ながら、キーボードを叩いて入力し、積算用の電子データにしています。(電子化された構造情報
構造図面 電子化された積算情報) このように一部でシステム化されても、実際の作業はそれほど効率化されていません。

さらに、3 次元 CAD の算出数量を詳細に検証しますと、芯で描くのか、内法で描くのかによっても、算出数量が変化することが判明しています。また、「0.5 m²以下の欠如はしない・・・」などの、多岐にわたる日本の積算基準には到底対応することができません。つまり、CAD の算出数量に依存せず、概算から実施詳細積算まで対応可能で、根拠が明白な機能がなければ、システムとして実用的ではありませんでした。

6-2. BIM を活用した積算システムの課題と動向

1) 企画・基本設計段階での概算と積算システム

BIM を活用することで、企画・基本設計段階から面積だけではなく主要部材数量がモデル作成と同時に把握できます。設計者はこれら主要部材数量を使用しながら、より正確な概算工事費の算出が可能となります。さらには、異なるデザインがどの程度部材数量に影響し工事費に反映されていくのかという概算シミュレーションも可能となります。設計事務所の課題は BIM で算出される主要部材数量、床面積、空間ボリューム等の主要数値と、過去の積算データとから如何に正確な概算工事費を出来る限り早い段階で概算できる手法を開発することです。また、工法についての情報をどのように施工会社から取得していくのか、BIM ソフトのそのものの問題より、設計業務におけるこれら情報収集手法の開発も課題となります。BIM を活用した積算システムは実施設計段階の詳細積算における開発は進んでいますが、効率的な概算システムを構築するには過去の入札や契約金額情報などのデータベース整備が必要です。

2) 設計者の作図方法（データの与え方）に関して

仕上材に定義不足がある場合、間仕切相互の閉塞処理（包絡処理）が不完全な場合など、データを積算に連動しようとするときさまざまな問題が出てきます。しかしながら、設計者は積算のために図面を書いている訳ではないので、積算用の約束事を数多く設定すると設計業務の本質から離れ、本末転倒になりかねません。したがって、設計上の約束事は最低限にし、後は極力積算システム側で連動後に補正する手法を整えます。そのために、BIM の標準データ形式である IFC オブジェクトデータと連動し、数量算出は、あくまでも積算システム側で行うコンセプトで、意匠・構造共、BIM モデル上で積算に必要な情報の定義不足を補うの積算システムが開発されています。また、日本建築積算協会でも BIM の建物モデルデータを既存の建築積算システムに受け渡すためのデータ交換の標準化を進めています。

3) 今後の動向

建設会社では、既に複数の会社で BIM などを活用した連動積算の試運用が始まっています。施工図や設備システムとの連携、さらには建物完成後の FM や企業の環境会計なども視野に入れた展開は必ず出てきます。また、会計基準に関連した償却資産の除却なども、BIM を活用する手法の一つとして、今後話題に上ってくるものと思われます。今後 3 次元 CAD を中核とした、BIM の流れは益々加速するでしょうが、BIM は魔法の杖ではないので、地に足を着けた対応が最も大切です。

7. シミュレーションについて

シミュレーションは単に分析し、検証するだけでなく、新たな発想に繋がります。様々な専門分野による複合的なシミュレーションを行うことにより、新しい視点が開け、新分野への展開が可能となります。BIM 活用の主要なメリットです。

ここで、留意しなければならないのがシミュレーションソフトの解析条件です。解析条件が対象プロジェクトに合致したのか否か、またその構成や精度の信頼性が十分なものかどうか、どこまでの検証が必要かは、プロジェクト開始段階で決める必要があります。本来なら発注者と十分に協議しながらこれらの条件を検討すべきですが、発注者には専門知識がない、時間的予算的制約があるなどの理由で、設計者にこれらの基礎条件設定が委ねられることは必至です。従って、シミュレーションソフトに関しては、既成事実に倣えるものや、公開された技術に則って策定された汎用性のあるものでない場合には、チーム内で十分に検討、検証しておく必要があります。

シミュレーションソフトの公正なランク付けや、保険会社による保証などが海外で開発されていますので、今後日本でもそのような評価が出てくるでしょう。

7.1 シミュレーションは発注者利益に結びつくか

どこまで分析や検証を行っておけば品質、完成度のレベルとして満たされたものになるかは設計者の判断になります。設計者には納得いくまで、妥協せず完璧に近づける努力が求められますが、実際は BIM の発展に伴い多くのシミュレーションが可能となったため、従来の設計業務量の算定方法には含まれていない作業が増えています。これまでは経験に基づく判断で済まされていたものが、今後はシミュレーションにより実証又は検証し、さらにはそれを具体的にわかり易く説明することが求められます。

第三者への説明により、シミュレーションが最終的に発注者の利益に直結することが理解される事が重要です。そうすれば、シミュレーションにかかる追加費用の請求が受理されやすくなるでしょう。他方、発注者の具体的な経済的利益に直結しないものは、シミュレーションが可能でも、設計業務において採用すべきではありません。

7-2 市販されているシミュレーションソフト

現段階で活用されている比較的知名度が高いソフトを次に列挙します。ここに記載されていないソフトはまだ多くありますが、現段階で BIM と連携してどのようなシミュレーションが可能となっているのかを理解できるかと思います。

モデリング（立体創造）ソフト

立体をコンピューターの中で自由に作成し、表現するソフト。立体を算術的（アルゴリズム）に作成したり、質感の表現を高めたりして（レンダリング）、物の見方、見え方をシミュレートする。

Maya（立体作成）、3dsMax（レンダラー）

Rhinoceros（曲線から3次元曲面立体を生成する等さまざまな立体を作成）

Grasshopper（Rhinoceros上で動作するプラグインで、ビジュアルにアルゴリズムを作成でき、規則性をもった複雑な立体を容易に生成）

行動解析、避難解析ソフト

人の行動を視覚化し、避難計画や催事の誘導計画を検討するソフト。

Sim Tread、EXODUS、PathFinder

火災シミュレーションソフト

流体力学モデルなど火災工学の解析手法を用いて火災をシミュレートする。火災時の避難計画検討を容易に検証するソフト。

PyroSIM、SMARTFIRE

気流解析ソフト

気体や熱の流れをシミュレートする。気流などをビジュアルに表現するソフト。

Windperfect、Stream、FlowDesigner、Autodesk Simulation CFD、ESP-r、Radiance

熱環境シミュレーションソフト

建物単体や街区などの熱環境をシミュレートする。ヒートアイランド現象など建物や地表面の表面温度をビジュアルに表現するソフト。

サーモレンダー、Solar Designer、TRNSYS

光・照明シミュレーションソフト

太陽光や照明器具による光をシミュレートする。反射・拡散などを正確に計算し、部屋の中や建物外部の光を表現するソフト。

Inspirer、Optis、DIALux

なお、上記ソフトは他に分類されている機能を持つ場合もあります。

7-3 どのようなシミュレーションソフトの連携が必要か

BIM 建設計画支援ツールとしての応用範囲が広いこと、生産プロセスに適合したソフトが必要です。建設プロジェクトは建設地固有の社会習慣に強く依存しています。世界どこでも同じ基準、同じ方法で建設することは理想ですが、現実的ではありません。従って、BIM ソフトは地域固有の特性に柔軟に適應できる仕様が必要です。

他方、BIM の価値はモデルの部材に含まれる情報です。情報が有効に活用されるためには、各種情報の仕様が統一され、集約データが整備されることが必要となります。地域固有の形と、共通仕様とのインターフェース整備が急務です。

2次元 CAD では、寸法仕様（メートル、フィート）の違い程度でしたが、BIM ソフトには次の仕様が容易に調整できる必要があります。

1. 面積計算

各種許認可で使用される面積の計算基準は、内法、外法、中心など各種仕様が混在しています。日本でも建築確認に使用する面積と、不動産登記に使用する面積の計算基準が異なるように、一つの地域で複数の面積算定基準が使用されています。

2. 積算システム及び積算書式

建物積算の手法は地域によって異なります。日本、アメリカ、欧米とでは数量の拾い方もそれぞれに異なります。それぞれのシステムに柔軟に対応できるソフトが望ましいといえます。

3. 建材仕様書式

建材の仕様書も地域固有の書式があります。各種建材の分類方法、建材が使用している工業規格、その地域で標準となっている各種建材の標準寸法も異なります。

今後 BIM と連携を深めたいシミュレーションソフト

- 2次部材、仕上げ材の地震時挙動解析
- 工期算定
- 防音・吸音・遮音など音解析
- 維持監理費算定
- 建物寿命算定
- 建物エイジング シミュレーション：建物の経年変化を視覚的に表現できるもの
- 雨シミュレーション：台風、ゲリラ豪雨時、強風時の雨吹き込みシミュレーション
- セキュリティー・防爆シミュレーション
- 景観シミュレーション：都市モデルデータの構築及び連動
- 各種施設運営事業モデルとの連携

8. BIMの作成費用：誰がBIM作成の費用を負担すべきか

BIMには設計作業の効率化だけでなく、次の目的又は効果を期待することができます。

- プロジェクト全体コストの最適化
- プロジェクト全体工期の最適化
- 町並み景観の最適化
- 建物エネルギー効率の最適化
- 建物利用効率の最適化
- 建物安全性能の最適化
- 建物建設計画の最適化
- 建物維持管理方法の最適化

BIMを活用することで、都市景観の向上など、従来の設計では実現できなかった、又は十分に検証できなかった建物の付加価値を向上させることが可能となります。コンピューターを活用することで、設計内容の可視化が効率化されるため、設計業務量はその分効率化が可能です。しかし、上記付加価値を実現するためには、従来の設計業務に含まれていなかった多くのシミュレーション作業が必要となります。

また、3次元情報の入力、従来の2次元図面の作成と比較して、確実に設計業務量が増えます。設計業務量の増加に伴い設計料は増えるかもしれませんが、プロジェクト全体としては、建設コストや維持管理コストが最適化されるので、費用効率は高くなります。建主は委託する設計業務費を増やしても、建設費や維持管理費の逓減により、設計業務への投資を回収できるはずで、すなわち、BIMを活用した設計業務量の増加に対して設計料の適切な調整が必要となります。

BIMの入力作業は、設計者のみではなく、施工者やサブコンが設計段階で支援することが不可欠です。これら支援について、何らかの方法で対価を支払う仕組みも必要です。従来の設計では、建設技術や特殊な設備機械などについては、ゼネコン・サブコン・メーカーにヒアリングして情報を集め、設計に反映していました。しかし、現代社会における各分野の高度な技術をBIMを媒体として十分に活用するためには、ヒアリングだけではなく、実際のモデリング支援までの共同作業が理想的です。実際の発注を決める前のこのような具体的な事前協力について、どのようにまたどのような対価を支払っていくのか十分に検討する必要があります。

最終的には、プロジェクト全体で収益を改善し、その利益を建築主、設計者、施工者、サブコン、メーカーに役割と業務量に応じて公正に分配する必要があります。プロジェクトの利益を正當に分配するためには、プロジェクトのコストを明確にする、オープンブック（コスト開示）が必須となります。ゼネコンがサブコンに実際いくら支払っているのか、ゼネコンが提出する見積もりではなく、サブコンへの実際の支払証書や領収書を全て開示しなければ、利益を適正に評価できません。このように、BIMの導入は、建設プロジェクトにおける従来のコスト構造の根本的な再検討を示唆しています。

9. BIM と都市情報

9-1 集団規定から景観へ

日本の都市計画は全国一律の集団規定により建築を規制してきました。その内容は単純で、建蔽率、容積率、高さ規定、斜線規定などで構成されています。これらの内容は BIM ソフトで適合性を確認するのは比較的容易でしょう。問題はモデルの技術課題ではなく、許認可書式などの行政書式です。将来は集団規定の適否について BIM モデルをアップロードすれば自動的に適否が判定されるような行政サイトが整備されると思われれます。しかし、そのような行政サイトが整備されるまでに相当の時間がかかるでしょうから、当面の対応としては、現在の行政書式に合わせた集団規定確認書類の出力コマンドを BIM 側で整備することになるでしょう。

現行の集団規定は行政が一方向的に確定したもので、設計はそれを遵守するだけでした。本来、景観は、その内容について市民との協議が必要であり、従来の集団規定とは異なる視点のアプローチが必要です。現行の景観条例はガイドラインという規制をかけて、それを一律的に遵守させることが主流です。ガイドライン策定の段階では市民の意見が聴取されますが、個々の建物に対しては確定したガイドラインに基づき一律に判断されています。

都市景観とは都市の活動と共にダイナミックに変化していくもので、ガイドラインという規制で縛るべきものではありません。各建築行為において、どのような新しい景観が相応しいか、その都度、市民との十分な対話が継続的になされ、初めて良好な都市景観が形成されていくものです。

9-2 町並み景観への付加価値

BIM の普及により各建築行為で様々な景観シミュレーション、街の機能のシミュレーションが可能となります。朝昼晩とどのように景観が異なっていくか、季節によってどうなるか、降雨時は、曇天時は、降雪時はなどのシミュレーションも可能となるでしょう。さらには、歩行者や車の流れがどのようになるか、植栽により環境性能がどの程度向上するのかなど、都市のアメニティー向上のシミュレーションも可能となります。これらシミュレーションはその街に住む市民との十分な対話を可能にします。

現在の町並み景観の考え方は、個々の建築行為による都市へのマイナスの影響をどの程度軽減するかが主体です。建築主は建設行為によって都市へ負荷を与えるので、その負荷低減のための各種検討費用は建築主が負担すべきとされています。しかし、良好な都市景観を形成する行為は、建築主個人の私的な営利目的に基づくものではなく、都市全体の価値を高める公的な行為です。BIM による高度なシミュレーションは、負荷低減を超えて、付加価値創造を可能とします。そのような潜在的可能性について、費用負担や利益享受に対しての分配について新たな制度検討が必要です。制度が整備されない限り、良好な都市景観を検討するための技術はあっても、それらを活用するインセンティブが出てこないでしょう。

10. BIM 成果品

建設プロジェクトにおける一連のプロセス、すなわち企画、計画、設計、見積、申請、工事契約、監理、製作、施工、試験、検査、施設運用、保守管理の各段階において、作成された BIM モデルが連続して使用できることにより各段階の業務が効率化されることが理想です。現実に建物が建設されなくても、モデルの完成によって全ての課題克服がなされれば、BIM モデルそのものが成果品として評価され、認められます。この章では、このような BIM が最終的に目標とする BIM 成果品について考察したものです。

BIM モデルを連続して使用することが理想ですが、現実的には法律や、契約などの経済活動上の社会的制約により、各工程で BIM モデルは分断せざるを得ません。設計から建設の一連のプロセスの途中で社会的変動や目標の変化が生じることが多いのが建築です。変化の都度チェック、確認、試験を行うことは長いプロジェクトの過程では必要かつ重要な事項です。

BIM を活用した統合的プロジェクト推進手法 IPD では、設計完了時にはプロジェクトの計画実施要素のほぼすべてが解決され決められていること、従って、設計完了時の BIM モデルの完成度(品質)を高めることが要求されます。企画から保守管理に至る全ての段階で、想定される課題が解決されていることが、BIM 成果品の最終的な目標です。

10-1 BIM で可能となる新たな価値

以下は BIM で可能となる新たな価値です。これらの価値を認識することが BIM の成果品を定義する前に必要です。

1) 設計品質向上は建設プロジェクト全体の無駄を省きます。

BIM を活用した設計は、IT による作業の自動化が進み、省力化をもたらすと言われていますが、現状ではそこまでは到達していません。むしろ、フロントローディングなどにより後工程の作業が増えることとなります。

ただし、設計の完成度(品質)を高めることにより、施工及び完成後の維持管理も含めた建設プロジェクトの総業務量は低減され、完成建物の品質向上にも直結します。つまり、フロントローディングにより増えた作業量は、その後の工程の無駄を省き、完成建物の品質を向上させるので、プロジェクト全体では作業量が減少し、効率が向上します。

2) 設計図書のビジュアル化で関係者の理解度が向上します。

これまでの設計図書や計画検討報告書はどちらかといえば技術者向けであり、文章から読み解く行間の専門的意味合いも含め、発注者にはなかなか理解しづらいものでした。BIM モデルやシミュレーション結果等をリアルに表現したグラフや図形の方が、印刷物の設計図書より解り易く、それを成果品の一部に加えるべきです。

また、これまで計画段階で行われていた限られた範囲のスタディーだけでなく、経済、社会問題、

自然科学にまで専門範囲を展開させた総合的な検証が可能となります。

3) 多彩なシミュレーションによる完成後維持管理費を低減します。

エネルギー使用の最適化、動線の最適化、面積使用の最適化など、建物完成後の維持管理費用を削減できます。

コラム： BIMによって設計監理の業務量は変わるか

IPD 手法で行われる業務の内、告示 15 号の標準業務を拾い上げ、それらを BIM で実施したと仮定して、米国ウイスコンシン州で行われた BIM による業務量調査と比較すると、現状ではトータルで約 20%前後の設計監理の業務量増が予想されます。この業務量増の一つの要因は、BIM を活用しても 2 次元出力品を成果品とするなど BIM と実作業とが重複することです。他の要因は、これまで検討を必要としていてもその優先度が低く省かれていたものが含まれるからです。

例えば、より発注者の理解度を進めるための作業は現状では単純に増えると予測すべきです。発注者へ理解を求めるのは建築計画上の内容ばかりではなく、そこに至る業務の進め方や業務の重要性を納得いくまで説明することも含まれます。

BIM を利用した設計では、料率略算ではなく業務の積み上げを提示する本来のあり方に直すべきと考えます。このことは、BIM による設計監理手法がこれまでの告示に示された標準業務の区分に相応しくなくなってしまうことによって必然性があります。この増加分はプロジェクト総費用と比べれば微々たるものであり、BIM 本来の進め方が確立され、効率化することで、逆に低減が期待できるからです。

また、施工段階での技術ノウハウの挿入により VE を含め現状でもかなりの縮減が期待できますが、その効果を発揮できるような成果に結び付けなければなりません。ただし、発注者側の理解を得るためには総費用縮減の証明が必要で、多くの実績の積み重ねが求められます。

10-2 最終成果品と検証

建築設計の成果品は、設計のフェーズ毎に確認し、建築主の承認を得て次の設計段階に進みます。完成された建物が全てで、それに至るプロセスはいつでもよいとの見方はする人は現代にはいませんが、反対に各設計段階の「成果品」を重視する傾向は強く、設計の本来の目標を狂わせているようにも思えます。つまり、設計段階における確認申請図書作りや契約書添付図書作りが業務の目的とされ、それに拘束されてデザインを含めた設計品質確保がおろそかになっている可能性

があります。

1) BIM設計における成果品の捉え方

建築設計は、もともと明確に形の見える成果品作りが最終目的ではなく、検証とフィードバックを繰り返す、返し縫のようなステップを踏む行為そのものが目的といえます。設計に BIM を活用することで、2次元図面の「成果品」に振り回されることから開放され、本来の設計行為に戻すことが可能です。

BIM 設計においては、2次元図面という成果品を偏重する欠点を取り除き、記録されたもの全てが承認される状況を作り出すことが出来ます。その状態は契約内容にも幅広く展開される可能性があります。例えば、これまでの工事契約に用いる図書は多少の議事録や補足説明があっても2次元の図面が中心で、これまでの設計過程で分析された結果や記録はあっても契約書本体には出てきませんし、設計図書に含むということはありませんでしたが、BIM 設計ではこれら情報を維持したまま契約図とすることが可能です。また、2次元図面面だけではなく、BIM データとして提供する情報を拡大することにより、施工段階への設計意図の伝達や齟齬をより少なくすることが可能で、現場でのトラブルの減少にもつながると考えられています。

2) 成果品のあり方

しかし、残念ながら BIM データをそのまま設計過程の成果品として扱う環境は整っていません。BIM データが成果品となるためには、データ受け渡しや検証などの IT 技術上の問題、設計責任など契約上の問題等を解決しなければなりません。また、設計意図の記録が一つの完成された BIM モデルだけで完結しているケースは少なく、他のアプリケーションソフト、分析・シミュレーションソフトへ外部参照又は連携している場合が多いと想定されます。

このような課題がありますが、BIM データ活用の実績を積み重ねることにより、身近なところでの規範が醸成され、さらにそれが進展し汎用的な基準化に進むことが期待されています。

3) 検査・検証のあり方

BIM 設計では一つ一つの作業の段階ごとに検査、検証が実施され、モデル全体の関連する項目にレビューと修正をします。その結果、小さなフィードバックを伴いつつも、大きな手戻りを受けることなくプロジェクトを進めることが出来ます。しかし、現実的には2次元による検証、検査を重複する必要があり、旧来の技術や手法を安易に排除することを海外でも戒めています。

多くの熟練した設計者は、建物機能の配置バランスや納まり上の問題を2次元図面上で直感的に確認、指摘できる能力を備えています。それは、長い間2次元によって培われた技術です。その能力を排除する無駄は避けなければなりません。むしろ、その能力を BIM モデルと上手く連携することで、より高い精度での検証、検査が可能となります。BIM モデルだけではなく、分析やシミュレーションにおいても技術者の能力を活用する事が重要です。

BIM モデルの検証は2次元図面に出力して従来通りに検査、検証を行えば、これまでの技術と経験が生かされます。しかし、2次元図面による検証は BIM によるメリットを最大限活用すること

にはなりません。今後は BIM モデルによる直接的な検証、検査方法に移行するでしょうし、そのような設計検証の効率化が求められています。

このような BIM モデルの直接的検証は 2 次元図面では検証できなかった事項まで確認することができます。注意しなければならないのは、これら検証はヴァーチャルリアリティー（VR）上での確認だということです。客観的、即ち汎用的な建築技術や法規則などの裏付けを、BIM モデルに確立するところまでは到っていないため、VR 上の確認は主観作業に陥る危険性があります。例えば避難シミュレーションソフトの結果が正しいと誰が立証できるのでしょうか。

現在、BIM モデルを直接検証、検査する方法は確立されていないため、自由なアプローチで可能です。プロジェクトチームとしては組織的に整然と進めて行くことが必要で、その手順と段取り、そして BIM モデルとしての記録の保存方法を、プロジェクトスタート時点でチーム内において確立しておくことが求められます。

10-3 最終成果品を BIM モデルでリリースするための条件

現状では、プロジェクトの BIM モデルそのものを受け渡すことで、確認申請や契約を行うことはできません。しかし海外では、BIM モデルによる確認申請の実績が既に積み重ねられています。建築技術、法基準上の検証を行うことは比較的实现性が高いようです。しかし、設計契約において、BIM モデルを成果品とすることには困難な問題が多く、海外でも 2 次元図面と各種図書とを契約書から切り離すことはできていません。それでも、BIM モデルを契約上の補完的成果物とすることは可能です。

図面の不整合、特に構造、設備との不整合、変更後の不整合はたびたび問題にされてきましたが、BIM の活用により、これら不整合の問題はほぼ克服できるでしょう。しかし、設計意図まで考慮した不整合の検出や解消は、BIM で自動的に検証できるようになるとは考えられません。最終的には人の目で確認することがより重要になるでしょう。

2 次元図面を最終成果品としてリリースするための検証、検査の記録は、これまで図面上に赤鉛筆として残されてきましたが、同じように BIM モデルを成果品としてリリースするためにも検証記録を残す必要があります。これまでの設計成果品は 2 次元図面という物理的、具体的な形で信頼を得ていました。BIM を活用した設計業務においては、仮想的、抽象的な形によってでも、検証、検査の記録を残さなければ品質を保証するプロセスを立証できず、重大な責任問題に発展するかもしれません。最終成果品を BIM モデルでリリースするためには、これまでの企業組織としての契約上の社会的責任を超えて、設計者に対してさらに大きな責任が課せられることを理解する必要があります。

むすび、BIM のこれから

1. 工事監理における BIM

今までは主に設計時における BIM に関して概観してきました。

設計者が行う工事監理において BIM をどのように活用するかはあまり論議されていません。BIM を活用した設計は図面間の整合性、各要素間の整合性など、従来の設計と比較して設計上の問題が少なくなっているため、監理業務はその分軽減されると言われています。しかし、設計意図通りに施工されているかの監理、工事品質の監理、工期の監理については従来と変わらないでしょう。これらの業務は監理業務の主要な業務であるため、BIM を活用しても、監理業務量は実質的に削減できないでしょう。

BIM の視覚化により、設計に関する建築主の理解度は高まり、施工段階における設計変更はその分少なくなると言われています。しかし、工事が始まってからの設計変更の多くは、建築主の理解不足によるものではなく、事業スキームの変更などが主因であるため、設計変更は期待するほどには少なくならないと思われます。

設計変更による BIM データの変更作業は、2次元図面の変更作業より業務量が増えます。維持管理費、CO2削減量、景観、光、熱など設計時にシミュレーションした内容も、設計変更によりどの程度変化するのか確認が必要です。そのため、BIM を活用することによって設計中に蓄積された膨大なデータは、設計変更においてデータの整合性を維持するために、従来に比べ多くの作業量を見込む必要があります。この作業量をどのように分担するのか、事前に関係者で調整する必要があります。

工事完成後の BIM データの扱いは設計者にとって重要です。設計時にシミュレーションした環境性能、工期、工事費等が実際はどのようになったのかを知ることは、次の設計に反映する貴重なデータとなります。施工者に提出させる完成図書のデータはどのようなものが有効なのか、事前の検討が必要です。さらには、これらデータを次の設計に活用できるかについて、建築主を含めて関係者との協議も必要となります。都市の中の建物は公共性がありますので、環境性能など公共性の高いデータに関しては公開するのが原則と思われますが、どのようなデータを何処まで公開すべきか今後議論が必要です。

2. 維持管理における BIM

BIM は施設の維持管理（ファシリティーマネジメント、FM）での活用も期待されています。以下のような効果が FM 段階において BIM により可能になると言われています。

- 1) 施設のハード面
 - 施設エネルギー使用量の最適化
 - 施設環境負荷の低減
 - 施設修繕の最適化

2) 施設のソフト面

- 施設利用計画の最適化
- 施設内の家具什器備品の最適化、さらには施設内人員配置の最適化等
- 施設資産価値評価の最適化

これらの効果を FM 段階で確実に発揮するためには、まずは設計段階及び建設段階で作成された BIM モデルを適切に FM 側に引き渡す必要があります。BIM モデルには、建物形状や構成する部材、設備・備品などの属性情報が豊富に埋め込まれています。これらの情報は維持管理段階で活用できるデータが多く、数量や属性情報をそのまま建物の中央監視機能 (BEMS : Building Energy Management System) や FM データとして引き継ぐことが望ましいことです。

BIM モデルと、BEMS その他の FM で管理するデータとのやり取りは、データフォーマット等の情報技術的な課題が多くあります。しかし、これらデータフォーマットの問題に対して、設計者が直接関与することは少ないでしょう。設計者としては、これら BIM と BEMS データの活用方法の方が重要です。

建物が完成すると、設計者はその建物にあまり関与しませんが、施設エネルギー使用量のデータが蓄積されれば、それらを分析し、他の建物データと比較するなどして、完成建物に対しての新たな提案が可能となります。また、施工会社などが建物所有者に提案してくる修繕・更新・改修計画について、蓄積された維持管理データを分析することで、計画内容の妥当性判断、金額の妥当性判断など、新たなサービスを提案することもできます。従来、これらのサービスを提供することは、既存建物の状況やエネルギー使用状況などの継続的なデータの入手に多くの労力が必要なため、ビジネスとして成立しにくいものでした。しかし、BIM、BEMS 等、コンピューターを活用することで、これらデータが容易に整備され、蓄積され、維持することができれば、設計者であってもサービスを提供できるチャンスが広がります。

国土交通省が平成 22 年 3 月 31 日に発表した、「官庁営繕事業における BIM 導入プロジェクトの開始について」では、「設計・施工から維持管理に至る過程で一貫して BIM を活用することが、施設整備・保全に係る行政コストの削減、官庁施設の品質確保、及び官庁施設における顧客満度の向上に資すると考えている(抜粋)」とし、一貫した BIM データ活用が目標とされています。

他方、施設のソフト面で必要となるデータは、設計及び建設時のデータとやや異なるものです。例えば面積は、設計時は建築基準法上の壁芯面積が主体となりますが、施設利用計画のためにはむしろ内法面積が適切です。建物所有者が資産管理データを構築し始めると、設計段階においてもこれら数値の算出が設計者に要請されます。

また、建物引渡し時に、設計及び建設で使用していた BIM データから、ソフト面で活用するデータへとどのようにデータ変換するのかという課題も出てきます。そのためには、費用負担や、入力したデータの品質・信頼性・責任の問題などを事前に整理しておく必要があります。

維持管理段階で整合性の高いデータ管理を維持するため、BIM データをどのように更新していくか、そこに設計者がどのように係わっていくのか、という検討も設計者の新たなビジネス展開に繋がる可能性があります。

市販されている FM ソフトには、BIM モデルデータや設計・建設段階で使用したその他のソフト

等、複数のデータを扱える機能が備わっているものがあります。また、部屋別利用状況管理、建物入居者情報管理、家具什器備品管理、資産管理、さらには人事配置管理まで、建物の中の全ての活動を把握しようとするものがあります。

他方、FMにおけるBIMデータの活用には以下のような課題があります。

コンピューターは大量のデータを高速に処理する事を得意とします。不動産である建物は関連するデータ量は多いのですが、高速に処理する必要はあまりなく、むしろ長期間同じデータを保存・活用していくことが求められます。コンピューターは日進月歩なので、長期間同じデータを保存活用することはむしろ苦手です。OSも、メディアも、ソフトも10年、20年前のデータを扱うことは出来ませんし、現在のものが10年、20年、30年後も使用できるとは考えられません。最近のBIMソフトは買い取りではなく、期限があるライセンス使用となっているものがありますが、このようなソフトの課金モデルがFMで実際に活用できるのでしょうか。数十年単位の不動産を扱う媒体をどのようにすべきか議論が必要です。

建物は設計・建設段階では設計者をはじめ、多くの専門家が係わります。BIMソフトはこれら専門家に対して開発され、使用するためには高度な専門知識と操作訓練とを受けることが暗黙の前提となっています。建物は竣工して引き渡されると一般の人が活動する場になります。従って、建物の情報は、一般の人でも容易に扱える事が必要です。さらには、建物情報を正しく扱うため、建物を管理する一般の人への教育訓練についても検討が必要です。また、FMソフトは判りやすい図を用いたグラフィックユーザーインターフェース GUIの充実を求めます。

BIMを活用する事で、総体として設計監理業務はより便利になるでしょう。但し、ソフトの費用などそれ相応のコストがかかります。設計者としては、このコスト増を負担できるような新たな業務手法、ビジネスモデルの展開が求められます。

アメリカで開発されたIPD Integrated Project Deliveryはこのような新たなビジネスモデルの一つですが、その他様々なビジネスを展開できる潜在力がBIMにあります。BIMにより新たな付加価値を社会に提供することで、設計者の業務範囲を拡大し、より良い社会形成に貢献することがBIMのこれからの将来であることを期待します。

編集者

JIA IPD-WG

主査： 藤沼 傑（山下設計）

委員： 安達和男（日本設計）、伊藤誠之（三菱地所設計）、井上寿（環境デ）、

榊原克巳（C I ラボ）、杉本忠雄（久米設計）、袖川政憲（森村設計）、

道勇直記（安井建築）、松下雄大、小野里匡章（松田平田設計）、

花野元一、宮坂輝子（日本設計）、田部井明（竹中工務店）、水津牧子（オルタス建築事務所）、

木村年男

事務局：（JIA 本部）村山智子

執筆協力： 生島宣幸（日積サーベイ）

高松 稔一（株式会社シェルパ）

川本伸二（協栄産業株式会社）