

「BIM と建築設備のこれから」

建築設計の原点と BIM による広がり・可能性

BIM and building facilities in the future.

The origin of the building design , an expanse and possiblilty by BIM.

株式会社 Arch 5

Arch5 co.,LTD.

小俣 光一

Koichi Omata

キーワード：BIM（ビルディングインフォメーションモデル）（BIM(Building Information Model)）、パートナーシップ（partnership）、数量積算（estimate）、テンプレート（template）、クラウドコンピューター（cloud computing）

1. はじめに

我々が建築の勉強を始めた 35 年前：大学時代には、まだ計算尺があり利用することもあった。図面表現には烏口やロットリング・鉛筆・ホルダーなどが用いられた。A2 サイズ以上の大きさのコピー・出力は、高額で青焼きが主体であった。就職してからは、和文タイプライターに変わりワープロが普及し、文章の訂正が楽に行えるようになった。同じ時期に、ようやく防災計画のシミュレーションや事業収支計算も、パソコンで行うようになり始めた。しかしながら実施設計図面作図やプレゼンテーションは、手書きの作業が主流であった。

今から 25 年ほど前から、実施設計図面を 2 次元 CAD で書き始めるようになった。しかしながら、データ入力して平面図全体を確認しようとする画像再表示の為に 1 分以上時間を要し、暇をもてあましていた。その頃は、CAD の操作方法を覚える事と作図入力に時間がかかることを考えると、2 次元 CAD が普及するにはかなりの課題が蓄積していることを、事務所内部の 2 次元 CAD 推進委員会で話し合ったことを記憶している。我々(株)Arch 5 が事務所を立ち上げ BIM のみで設計活動を始めた 2 年前は、正に 25 年前の 2 次元 CAD の普及状況と同じように BIM にて設計することの議論が業界の各所で起っていた。

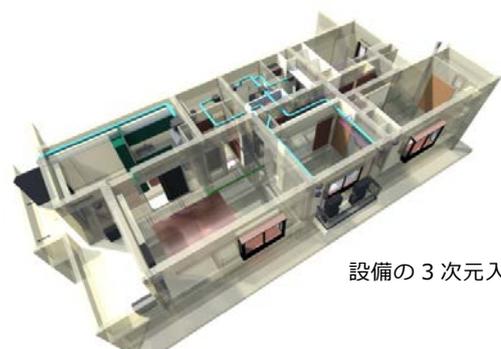
今年に入ってからは、業界内での動きが一変している事を感じる。パソコン性能の向上・価格下落やソフトの改良により BIM が取り入れやすい環境になってきた。また、BIM でのメリットを理解する方々もだいぶ増えているようである。

しかしながら、まだ多くの方が単なる 3 次元 CAD であると勘違いすることや、BIM ソフトを買い練習すれば、誰でも明日から使いこなせて実践的に運営できていると思っているようだ。BIM において最も重要なことがあり、この事を怠れば BIM による設計が面倒な物になってしまう可能性が高い。それは、社内・共同作業範囲において BIM マネジメントが行われているかである。そこにいる BIM マネージャーに全ての権限を与え、セキュリティーからルール作り、そして、データ管理まで行うことが、ポイントになる。

以降、これらについて整理してみたい。



意匠の 3 次元入力



設備の 3 次元入力

意匠と設備の 3 次元入力データ (BIM モデル)

2. BIMによる設計の目的

2-1. BIM設計によるビジネスモデル

a) BIM活用により、下請け意識の改善

これまでは、意匠設計の方向性が定まった時点で設備・構造の設計が始まってきた。ある程度、設計が決定された意匠設計図面をベースとする為、意匠設計がほぼ定まらなると各専門設計者が設計をスタートできないからだ。さらに設計者は、途中で設計図変更を嫌う為、意匠設計図の完成のギリギリのところまでようやく各専門設計者に図面が渡る。

BIMによる設計では、基本設計段階の早い時点で設備・構造の意見を聞き入れ、同時に同じ図面データを見て進捗状況を把握しながら設計の主旨を確認し計画を進めることができる。互いにより良い提案を盛り込む為に、意匠・構造・設備担当者が一緒に図面訂正を行いつつ、設計図を徐々にアップグレードしていくという設計スタイルとなる。さらにこの段階でシミュレーションソフトをBIMソフトと連動させ、これまでにないチャレンジ提案を行うと同時に、現場での実務経験を生かした高い技術力提案も容易になるであろう。これまでの古くさい業界のルールやシステムに縛られることなく、設備設計者（設備サブコン担当者も含む）等の各専門設計者は早い段階で設計にパートナーとして参画する機会が増えると思われる。特に高いノウハウや特殊な技術・専門性を持ったキャラクターは、パートナーとして採用されることになる。ここから、下請けではなくパートナーシップのもとに竣工時まで対等な立場で物づくりを行う始まりである。

また工事コスト比較と調整について、従来は各図面が揃わない為、現場に入る直前でなければコスト精度の高い検討が難しかった。しかし、BIM設計により、ある程度早い段階で積算ソフトの連動と独自開発による短期間での数量拾い出しとコスト調整が可能になる。無駄な概算積算や営業的なコスト競争、VE・CD提案によるストレスは、かなり少なくなると思われる。なにより、より正確な根拠を持ったコスト提案が可能となる。しかしながらこれまでの慣習で、見えない部分を利益にしてきたやり方を変える必要もある。

b) BIMデータベースサービスの提供：クライアントにとってのBIMデータの有益性と利便性

これまでは、専門知識を持たないクライアントにとっては建築の設計図面は非常に理解しにくい資料であった。その為、模型を作り、パースを描き、言葉による説明を複数回重ねることでプロジェクトに対しての理解を得ることができた。BIM設計においては、設計図面の進捗状況に合わせクライアントが望む時点でウォークスルーデータ等により、クライアント自ら、自分のパソコンで建物の形状等を確認できるようになる。また必要な2次元のデータを瞬時に引き出し、その時々に合わせて画像をe-mail等で送信して確認を得ることができる。

設備計画においても配管・配線・ダクトの納まり・ルール・必要性については、単純な図面だけでは説明が難しい。建築・構造図面と合成した3次元のプレゼンテーションは、一見して天井内の納まりや配管スペースの大きさについての理解が得られやすい。

また、当社では今後クライアントに対してBIM設計されたデータベースの有効活用の為、プロジェクト専用BIMサーバーをクライアントが閲覧できるようにし、竣工後の管理運営にも役立てられるように活用を検討している。

c) BIMデータのFMへの活用

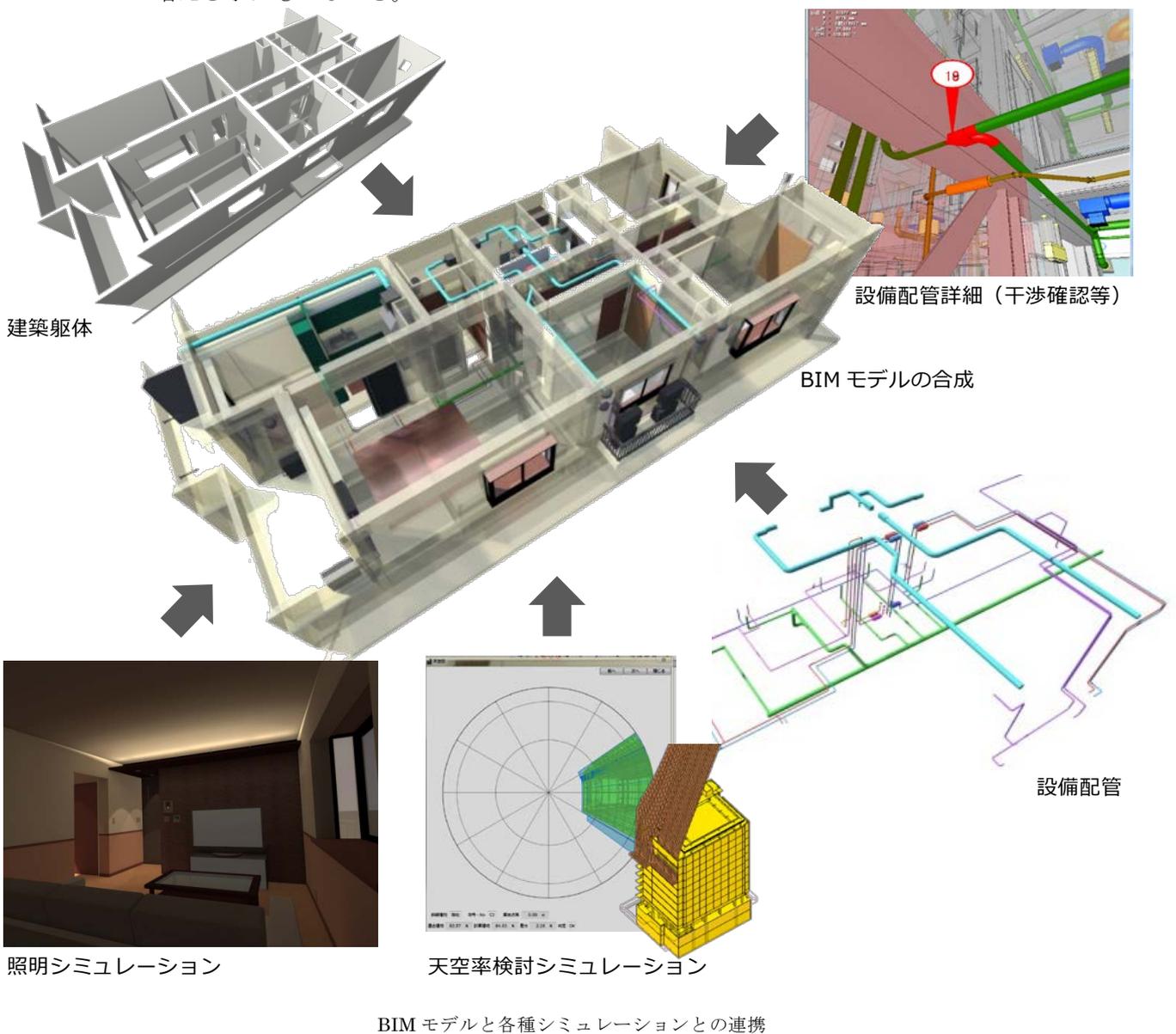
先にも少し記述したが、b)で構築されたBIMデータベースが建物の維持管理に大いに役立つ。建築・設備等の図面入力の際、オブジェクトデータでの入力方法でプロジェクト・クライアントが求める分類に合わせバックデータに管理アドレスを加え、竣工図面データを整理する。オブジェクトリストを作成することで、償却資産ごとの分類・用途ごとの分類などクライアントの資産管理要望に合わせて建築・設備・備品資産を管理できるようになる。そのようなBIM設計データの活用方法もBIMマネージャーがクライアントに提案する役割を持っていると思われる。

d) 分離発注による調整役（ゼネコン等）の負担軽減とコスト削減

これまで設備サブコンと建築のゼネコンとの受注調整には、数量が見えにくい部分を見越しての発注コスト協議に多くの時間が費やされてきた。これは、クライアントに対しても同様に、ゼネコンがコスト提示する駆け引きとして、クライアントの懐ぐあいの探り合いは、無駄な行為として感じる。

何を持って、サブコンやゼネコンの選定と決定をするのが大きな課題である。施工者に対し、信頼関係で発注をするならば、早い段階から数量の明確化、コストと単価の適正化を表示できる設計・積算システムを利用する事が合理的であると考えられる。

BIM を活用すれば、公平な競争で技術提案力・精度の高さ・施工能力で明確なコストのもと、それぞれの企業の優位点を評価し、決定がスムーズに行える。また、得意分野をそれぞれの企業が担当し、総合力でゼネコンが全体をまとめ、質の高い建物を作り上げることが可能である。それぞれに企業の独自性や特色を生かした施工ノウハウを披露する事になり、ビジネスチャンスが増える事にもつながる。



2-2. BIM 設計によるメリットと効率・効果

a) 各専門設計者が互いの部材形状とその収まりを視覚的に確認できる

多少重複するが、これまでの図面ごとに作図を完成させていく 2 次元 CAD と異なり、意匠・構

造・設備等、プロジェクトに関係する要素全体とリンクさせながら進めて行く設計が BIM による設計であろう。これは各設計者が、建物の納まりや部材の特性を理解しながら設計を進める必要があるということである。また、設計途中でも各ジャンルの専門家が設計に参画し、互いに調整をとりつつ効率よく設計をブラッシュアップさせることが可能である。これにより、設計者が安易な判断のもと、設計をルーズに進めることが少なくなる。意匠・構造・設備、また配置する必要な什器等が全て一つの図面上で確認ができる為、各専門設計担当者が立体的に部材形状や収まりを確認することができ、いち早く設計ミスを防ぐことにつながっている。プロジェクトに係わる担当者が常に全体の把握を行い、設計により起こりえる危機の管理を意識することができる。

また互いに 3 次元で確認を行いながら作図作業を行うことで、一方的なものづくりでなく、お互いの物づくりに対してのモチベーションを高め、質の高い建築設計を実現できる。

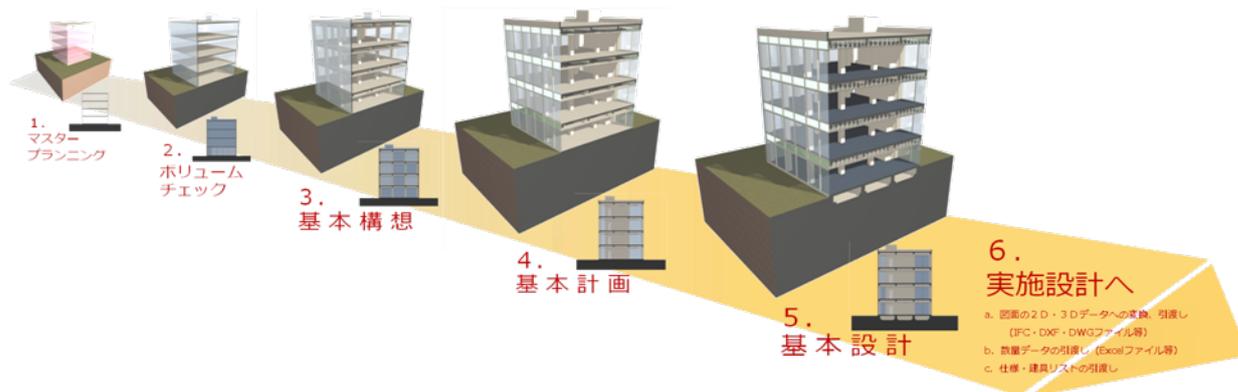
b) デザインの自由度向上：立体的理解と創造

BIM ソフトは 2 次元をベースに作図を行うが、同時に 3 次元で形状の確認・訂正を行うことができる。これにより立体的形状の理解度が高まり、デザイン・想像力の拡大が期待できる。また、デザインについて設計者同士、及びクライアントとの意志疎通や合意を得るのに役立つ。立面・断面図では表現できなかった奥行き感・質感・威圧感等に対する見方が大きく変わることとなる。

c) 一貫データによる高効率化とスピード感

設計初期の企画設計（ボリュームチェック等）において作成した BIM データは計画図完成とほぼ同時に計画建物の 3 次元形状をクライアントに説明することができる資料を作り上げることができる。計画図面とは別にイメージパースを作る必要はない。また、これまで別途集計していた面積計算はある程度自動で算出され、日影検討や天空率検討についても BIM データをそのままシミュレーションソフトに送ることができる。意匠設計者は外観デザイン等をまるで粘土をこねるような感覚でモデリングしながら、同時に必要な検討と確認を行うことができる。これにより、より短期間の作業で意匠設計者の建築イメージを作り上げ、クライアントに事業を行うべきかどうかの判断材料を提供することができる。

具体的にプロジェクトが始動した後も、基本設計～実施設計～施工図作成に至るまで一貫したデータをベースに必要な情報を抜き出し、必要な作業に移行することが可能である。また、BIM 設計を進めることで、積算数量の拾い直しや、VE・CD・生産設計・竣工図作成の為、初めから図面作成し直すようなこともなくなるであろう。このように省力化につながる事項が複数あり、設計作業全体で効率が上がることを期待できる。さらには、施工後の竣工図面作成も施工段階での変更点をリアルタイムに実施設計図面に反映する事で効率的かつ正確な竣工図面の完成が期待される。

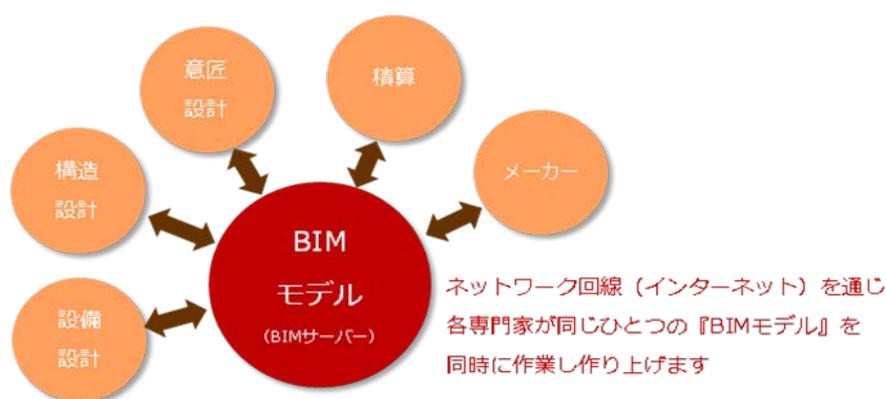


マスタープランニングから基本設計までの BIM モデリングイメージ

d) 多角・多方向・集約による高品質・高密度な設計：パートナーシップとオープン BIM

BIM で設計を行うということは、建築設計に関わる情報入力と、その情報を共有するというこ

とである。入力される建築情報はインターネットを介して BIM サーバーへ送受信する為、BIM 設計は BIM サーバーを中心に時間と場所を選ばず、プロジェクトに関わる担当者同士で情報を共有し、各担当者が同時に同じデータを加工・修正することができる。従来、一つのデータは一人でしか加工することができない為、それぞれの担当者が行った作業データを最後に合成する必要があった。その為、誤ったデータを合成するというトラブルも起ったが、BIM サーバーを介した設計作業ではそのようなことは起らない。また、どこからでも BIM サーバー内の進行途中のプロジェクトデータを確認し、加工・修正することもできる為、社内だけでなく、社外の工事現場などでも Wi-Fi などのインターネット環境を利用し、最新の物件データを取り出して確認することもできる。各担当者はプロジェクトに関わる様々な情報（意匠・構造・設備・仕器備品等）をリアルタイムに得ることができ、設計担当者同士や社外のパートナー事務所の作業状況や変更部分を確認しながら個々の作業が進められる。例えば意匠設計者が図面変更した事に気付かず、設備・構造図面が後から食い違いに悩む事は少なくなる。さらに、遠隔地のパートナーとインターネット TV 電話サービスを利用する事で、作図をしながら打合せや会議が行える。このことは、社内のスタッフに限らず得意分野を持ったプロジェクトに最適な人材と、いつでも・どこでもプロジェクトを進める事ができることとなる。当社では実際に遠隔地にある意匠設計事務所と BIM サーバーとインターネット TV 電話サービスを利用して設計作業を行っている。



BIM サーバーを中心とした各専門設計者との連携

e) 面積や数量積算の自動集計とそのリスト表の自動作成

決められたルールで描かれた BIM 設計の図面は、必要条件に基づいてエリア分け・色分けを行うことにより、自動的に面積集計を行い、リスト表を作成することができる。例えば再開発事業に関わるプロジェクトの場合、用途区分・権利区分・共用部案分等の面積計算に設計以外の作業として大きく時間を費やしてきた。しかし、この機能を使用すれば、作業の効率化を図り、ミスも軽減することができるであろう。

数量積算は、入力したオブジェクトの管理を計画的に行い、求める項目ごとに数量算出できるように柱・梁・壁・床・天井を要素ごとに整理し図面作成を行うと、建築においては約 70%以上自動集計が可能になる。また、仕上表・建具表・ユニット・外構工事のリスト等は、仕分け方法等を事前に綿密に検討し、ルール化すれば、ほぼ 100%自動的にリスト化される。これまで手書きにしても CAD にしても各リスト表は手計算で集計し独立した表をはじめから作る必要があったが、これに比べれば、自動集計され変更部分が自動的に反映されるということは、間違いなく効率が上がるとともに間違いが確実に減ると思われる。

	図面精度	面積算定区分	建築仕様	設備仕様		積算精度	
			内・外部仕上げ	従来	BIMによる	建築	設備
1. マスタープランニング	低 1/1,000~1/200	延床面積	配置・スペースイメージ作成	-	-	過去事例等を参考	同左
2. ボリュームチェック ～基本構想		1/200~1/100	専有面積 共用面積	外部イメージ作成	インフラ条件の整理	同左	面積当たりの超概算積算 (〇〇円/m ² or 坪)
3. 基本計画	1/100~1/50	専有面積 共用面積	基準仕上げ決定	基準仕様の決定	基準仕様と 設備スペースの位置と サイズ検討・決定	おおよその数量確認による 概算積算	同左
4. 基本設計	1/100~1/50	専有面積 共用面積 テナント部分面積	主要部分(床・壁・天井等) の具体的な材料指定	設備スペースの 位置とサイズ 検討・決定	設備ルートの 検討・決定 各種ルート図の作成	具体的材料の数量積算	同左
5. 実施設計	1/100~1/50	専有面積 共用面積 施工面積	各室の床・壁・天井等 のディテール・納り	設備ルートの 検討・決定 主要部納りの確認	衛生・空調・電気設計 図、各種配管等の詳細 図の作成 干渉チェック	具体的材料の数量積算	同左
6. 生産設計	高 1/50~1/1	-	各詳細納り確認 各種施工図作成	各種配管等の詳細図作成 干渉チェック 設備施工図の作成 (衛生・空調・電気)	設備施工図の作成 (衛生・空調・電気)	必要数量の発注	同左

各設計段階の図面精度例

f) 各種シミュレーションによる検証と BIM 設計の相互連動：設計根拠の具体化と視覚化

建築設計の初期段階における重要なシミュレーションは、意匠～構造～設備におけるスペース取りと互いの干渉チェックが主なものとなるであろう。これまでは、打合せによる確認と総合図によるチェックが主であった。BIM による設計においては、計画初期（基本設計）の段階でスマートに確認出来るようになる。事実、3次元の画像で検証すればスペースに対し設備機器が適切に配置されているか、また構造部材との干渉がないかを目視することができる。

3. BIM での設計方法

BIM では単純に線で図面を書くのではない。壁を書く時には、【壁】というオブジェクトを用いて壁を作っていく。その中身には、構造・下地・仕上げ・高さなど様々なデータ入力をされたものを設計図に適合したサイズでオブジェクトとして書き込んでいく。複数の人が作図・入力作業に関わった際に同じ要領で作業を進めることができるよう、プロジェクト共通のフォーマット（テンプレート）を事前に準備する必要がある。もちろんそのような準備が無くとも作図・入力作業はできるが、扱う情報量が膨大なので互いの作業内容のすり合わせ等に苦勞することになる。

3-1. ビルディングタイプ別のテンプレートの必要性

下記項目を考慮し、プロジェクトを始める前に BIM データのルールづくりをすれば、参加メンバーが同じ要領で作業を進めることができる。

a) 規模

戸建て住宅から中高層マンション、そして超高層マンションなど同じ住宅という機能・平面計画は一見似ているようだが、構造(RC・SRC・S・組積・木)や仕上げの下地・外壁の納まりなどディテールは全く別モノである。また、設備計画・スペース・納まりも当然異なる物となる。それぞれに合わせオブジェクトを管理して設計図面を作図する必要がある。同様にテナントビルや店舗・事務所なども、規模構造によって異なる為、それぞれのビルディングタイプ・規模別のテンプレートが必要になる。

b) 用途

住宅やオフィスなど、または工場・倉庫、公共施設など、それぞれの用途で仕上げやディテールが異なる。また、それぞれの設備機器やダクト方式なども用途や使用目的により計画が異なる。円滑に作業を進める為には、事前にプロジェクトに必要なオブジェクト管理を行い、設計作業が効率

よく行える環境を準備しておく必要がある。我々のチームでは、デフォルトのオブジェクトリストにないものでプロジェクトに必要なものに関しては、追加作成して対応している。

c) スケール

従来の 2 次元 CAD では、基本設計用の図面 (1/100~200) や実施設計用の図面 (1/50) 等の設計段階ごとに再び図面を製作し直していた。BIM ソフトにおいては 1/50 を境にある程度自動的にディテールが追従表現できるようになっている。ただ、それぞれの精度の違いに合わせ、多少はディテール・納まり寸法等を自動生成されたものに加筆・修正を行う必要がある。

3-2. BIM 設計による効率的な積算

a) テンプレートによる作図のルール化

BIM ソフトで書かれたデータは、そのまま数量表で確認できる。ただ、入力方法によっては必要な数量を得ることができない為、誰が入力しても同じ結果が得られるように作図のルール化を行う必要がある。工事費算出の為の数量表にするには、プロジェクト開始前に必要な項目分けをした作図方法を考える必要がある。

また特に設備系 BIM ソフト (Rebro 等) については、積算においてかなり前向きに試行錯誤中というのが現状である。機器数量については、建築 BIM ソフトにデータ移行した後に整理する必要がある。我々もこのソフトを導入し建築の立場から設備設計図と建築設計図のあり方更には設備積算について、(株)環境エンジニアリング『Pick up』と提携の基に検討を重ねている。

b) オブジェクト (GDL) データの項目整理

プロジェクトに必要な個々の設備機器等のオブジェクトについて、アドレス管理や機器単価が入力できるように事前に項目を設定する必要がある。BIM ソフトでのリスト表作成により、オブジェクトのある場所とその数量を集計できるのはもとより、同時に管理番号別集計や機器単価があれば必要なコストが算出できる。我が社においては、社内にオブジェクト製作・プログラミング出来るスタッフを配置し、積算への数値・資産管理台帳への転送を可能にすることに取り組んでいる。

c) Excel への数量データのエクスポート～自由な条件整理

各 BIM ソフトより標準の Excel ファイルや CSV ファイル等にて Excel に各数量集計をエクスポートできる。BIM ソフトのリスト表ではある程度決まったフォーマットの中での集計になり、その自由度は低い。その為、場合によっては使い慣れた Excel にて条件分けと項目別集計をおこなう方がよいケースもある。

当社も現在は、単なる数量表製作だけでなく、積算や資産管理・建物維持管理コスト算出、更には償却資産シミュレーション等にも展開可能出来るデータ整理を行っている。

3-3. BIM ソフト間のデータ変換・移行

a) IFC データ

建物を構成するドア・窓・壁などのような全てのオブジェクトデータの国際的な仕様。その仕様に基づいて定義されたデータが BIM ソフトでインポートできる。2 次元 CAD での dxf ファイルに相当する。

b) 建築 BIM ソフトから構造・設備ソフト、環境シミュレーションソフトへのデータエクスポート

前記の IFC ファイル等にて、BIM 対応の構造ソフト・設備ソフトや環境シミュレーションソフト等へ建築 BIM ソフトで作成した 3D データ及び関連情報をそのままエクスポートできる。また、その逆に各ソフトでの検討・修正したデータを建築 BIM ソフトへフィードバックできる。

4. BIM 設計に必要なインターフェース

4-1. クラウドコンピューター

a) BIM サーバー

ネットワークサーバーの一つとして BIM ソフトで作成したデータをストックするコンピューターである。BIM サーバーのチームネットワーク機能にてプロジェクトに関わる複数の人が同時に同じデータを加工・修正することができる。

4-2. クライアントコンピューター

a) デスクトップパソコン

事務所での実作業をメインとし、負荷の大きいデータも取り扱うことができる。コンピューターの拡張性も高いので、必要に応じてさらにハイスペックなコンピューターにすることも可能である。

b) ノートパソコン

主に現場事務所や外出先でクライアント等へのプレゼンテーションに使用することが考えられる。

外出先で Wi-Fi 等のインターネット環境を利用し、遠隔地の BIM サーバーにアクセスすることも可能であり、リアルタイムなデータを常に確認することができる。コンピューターのスペックが高いものについては、外出先にて簡単な修正ができる。

c) タブレット端末・スマートフォン

直接の修正・加工には向かないが、ノートパソコンと比べ機器重量はさらに軽く、起動も早いので、現場等で素早く必要な図面や 3 次元画像を確認することができる。将来的にはノートパソコン同様、外部サーバーに接続し実建物の上に 3 次元モデリングデータを重ね合わせて、配管の位置等を確認することも可能になるといわれている。

5. 最後に

これまで BIM のメリット・デメリットについて書きまとめてきた。一番の課題点は BIM による設計を知らない設計者が、非常に多いことである。また BIM という言葉を知っていても、ほとんどの方々が内容の理解不足、単なる 3 次元 CAD と誤解し、かつ十分活用する方法を知らないのが現状である。いずれ 2 次元 CAD ソフトから BIM ソフトへの移行が業界内部でかなりのシェア数にて広まることは間違いないと考えている。

BIM を複数のスタッフや複数の企業・組織で使いこなして行く場合には、あらかじめルールを作り運用していくことが重要なポイントになる。