

設備工事会社としてのBIMへの取り組み

高砂熱学工業(株)技術本部 技術企画部 部長 今野 一富

1 はじめに

建築業界では、数年前より BIM (Building Information Modeling) というキーワードを耳にする機会が増えた。BIMは建設業のIT活用による生産性・品質向上のための手段である。

2009年頃より、国内でも取り組む企業が増加している。特に、大手の設計事務所や建築会社では専門の推進部署を作るなど、取り組みが積極的である。現在は建築の設計段階を中心とした取り組みであるが、施工段階での実施も増えており、設備施工会社にも影響が出始めている。

本稿では、BIMの現状と設備工事会社のBIM、当社の取り組みについて述べる。

2 BIMとは

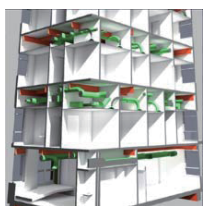
(1) BIMの定義

BIMについて述べるためには、BIM自体の定義が明確でなければならない。BIMに対する説明は多く行われているが、取り組みの当事者により定義に幅がある。ここでは IAI日本による例(図1)と、国土交通省の例(図2、表1)を示す。

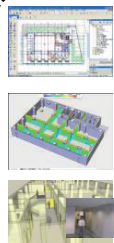
両者ともに3次元の形状モデルに属性を付加した要素(ダクトや配管)で建物全体の3次元モデルを構成し、建築ライフサイクル(設計、施工、運用)の各段階で図面作成や積算、各種技術計算・シミュレーションなどを効果的に連携・実施し、併せて品質の向上を図ることを意味すると説明している。システム、系統などの形状に直結し

BIM (Building Information Modeling) とは、3次元建物情報モデルを3次元CADで作成し、建物の設計・施工・維持管理フェーズにおいて利活用してゆく、新しいデジタル設計データ活用手法。

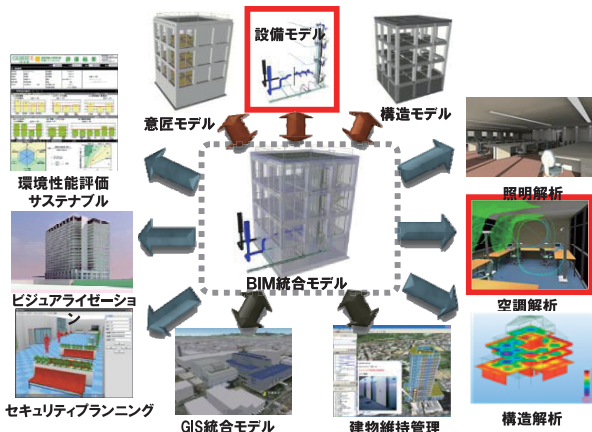
ここ2、3年で海外から日本へも波及



3次元建物情報モデル



- 正確な平面図・立面図・数量を3次元モデルデータから自動的に作成
- 各種シミュレーション・解析が設計初期段階において可能(構造・省エネ性能等)
- セキュリティ分野でも防犯カメラシミュレーションへの応用が可能



(一社)IAI日本「BIM (Building Information Modeling) およびIFC (Industry Foundation Classes) について」より
図1 BIMとは (IAI日本資料より)

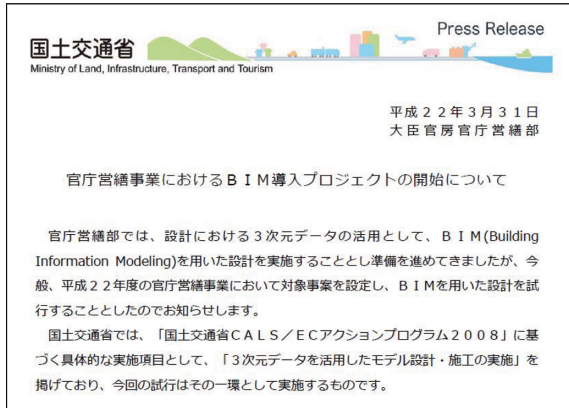


図2 国土交通省プレスリリース

表1 BIMの定義、メリットと業務の変化（国土交通省）

BIMとは？
 BIMとは、Building Information Modelingの略称であり、コンピュータ上に作成した3次元の形状情報に加え、室等の名称や仕上げ、材料・部材の仕様・性能、コスト情報等、建物の属性情報を併せもつ建物情報モデル（以降、BIMモデルという。）を構築することです。設計から施工、維持管理に至るまでの建築ライフサイクルのあらゆる工程でBIMモデルを活用することは、建築生産や維持管理の効率化に繋がります。

BIMによるメリット	業務の変化
設計内容の可視化	設計の透明性・説明性が高まり、関係者間における意思決定が迅速になる。
建物情報の入力・整合性確認	官庁施設に必要な性能水準と合致した設計を、効率的・効果的に実施できる。
建物情報の統合・一元化	設計・施工を通じて、施設管理者による施設の運営・管理や、官庁施設のファシリティマネジメントに活用可能な建物情報モデルを構築できる。

「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」平成22年3月31日 官房官庁営繕部プレスリリースの参考資料より

ていない情報を操作する機会の多い設備業務では多少の違和感のある定義である。

また、BIMは建物のライフサイクル全体を支援するものと言われている。しかし、ライフサイクル全体を受け持つ企業・団体等は存在しない。企業等によって業務の範囲が異なる。更に、建物に関するすべての情報を扱っている企業・団体も存

在しない、これが、取組みを行う当事者によりBIMの定義も異なることの原因である。これは、設備工事会社にも、自身のBIM定義が存在するということを意味している。

(2) BIM普及の経緯

BIMの概念や、それに対応した建築CADは1990年代には既に存在していたが、実務に使用するには、扱えるデータ量、速度の面で不足があった。3次元でのコンピュータグラフィクス利用などは行われても、属性を活用した利用には手が届かなかった。

コンピュータの飛躍的な性能向上により、属性情報付きで建物全体を扱うことが可能になり始めた2005年頃より、欧米で急速にBIMという概念とそれに対応したソフトの知名度・利用度が拡大した。

(3) BIMの現状

海外では2000年代の初めよりIFCによる建築モデルの情報共有／交換を利用することで建設工事の効率化、品質向上を目指すことが行われてきた。この流れの中で、BIMという言葉が広がった。

現在では、試行レベルを超え、国の実施ガイドラインが定められて、公共工事に対してBIMによる実施を義務付けている国・組織もある。

先進的な取組みが行われてきた北欧や米国に加え、シンガポールでは建築確認申請における適用が進んでおり、韓国でも同様の動きがある。施工段階においても普通に建物全体の3次元モデルが運用されている例が急増している。

国内では、設計事務所、建築会社の設計段階で、建築・構造などの属性付き3次元モデル作成の実施例も増えて、基本設計・実施設計に対して、多くの割合をBIMで実施している大手設計事務所が現れている。しかし、設備設計での3次元モデルの活用は進んでいるとは言い難い。作成自体が従来行ってこなかった新たな業務でもあり、特定の物件でのみの対応となっている。社内でモデルを作成することができず、3次元モデルの作成段階で設備施工会社の関与を求める例もある。

民間企業のBIMへの取組みの拡大を見て、国土交通省でも直轄物件に対するBIM適用に取り組んでいる。設計段階での利用から始めた取組みも、小規模建物での設計・施工が終了し、より大きな建物での設計・施工での利用が行われている。

BIMの中心はCADで作成する3次元の属性付きモデルである。このモデルが容易にできて、モデルを活用することによる利点が多くなければ、普及しない。

コンピュータの処理能力の向上もあり、3次元の属性付きモデルを作ることは技術的には可能になった。設計／施工、建築／設備に分けると、以下のような現状となる。

1) 建築／設計

大手設計事務所、大手ゼネコンが社内に推進組織を作り、取り組んでいる。シミュレーション連携などによるビジュアルな「見える化」を進めるとともに、モデルからの設計図、建具表生成、積算連携などの成果が出ている企業もある。

2) 建築／施工

BIM対応現場として、設計時の建物モデルで設備との統合モデルを作成し、干渉チェックを行うことなどが行われている。しかし、現場側での施工時の設計変更対応などに対応した建物モデルの維持ができず、部分的な実施となる場合もあり、時によっては、中断することもあるようである。

3) 設備／設計

従来の設計成果物である設計図は2次元の単線図面であり、建物全体を3次元化する作業は大きな作業負荷の増大となる。このため、建築側で全体のモデル化ができていても、設備側のモデルは一部対応や、全く準備できていないことも多い。

4) 設備／施工

施工図作成に使用してきた設備CADは、多くが作図する部材のすべてに属性を持ち、高さ情報も付加されている。更に3次元表現が可能であり、データ出力の機能も備えている。このため、施工段階のモデル統合は比較的容易に対

表2 設備設計の手順

段階	業務
企画設計	周辺インフラの調査
	設備機器のシステム設定
基本設計	設備グレードの設定
	設備機器概算容量設定
	設備機器スペース設定
	設備シャフト設定
実施設計	工事費概算
	各申請書作成
	基本設計に基づいた詳細設計図（発注図面）の作成
	工事費積算

「設計学」国立情報学研究所（武田）より

応できている。しかし、部材の持つ属性情報を関連の業務に活用することは未だ不十分である。

空調衛生設備の設計段階でのモデル化が難しく、利用の広がりが建築のようには進んでいない。これは、設備設計の企画・基本設計段階では、3次元モデルを使用しない業務が中心であり、表2に示すようにシステムの検討や計算など、表や系統図などでハンドリングされていることによる。これらの業務に対する本質的な支援ができていないことに原因がある。一方、施工段階では、従来から行ってきた施工図を描く行為自体がモデル化となっている。また施工段階では、施工図に書いている形を持った部材自体が、仕事の対象である。

3 設備工事会社のBIM

設備工事会社は、空調設備の施工段階に限っても、施工内容を確定させるための各種の検討やその結果を反映した施工図の作成、施工のための各種の計画、計画に基づいた施工の実施が業務である（図3）。これを遂行するための業務項目も多岐にわたっている（表3）。

これらの業務の効率向上や品質向上のためには、自社内で行う業務の連携性を高めることが重要である。これを進めることが、設備工事会社にとってのBIMである。

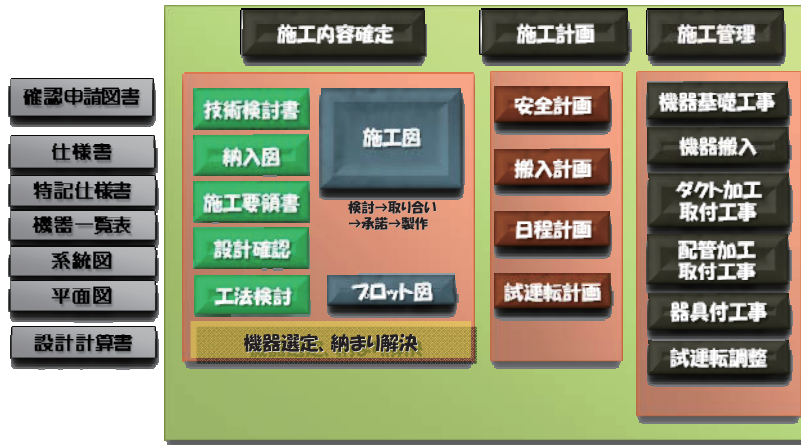


図3 設備工事会社の業務

ここまでの議論からBIMの定義を見直すと、「IT化を進め、連携性を高めて、業務の生産性・品質を向上させること」と言える。

BIM対応で多く行われている建築データとの重ね合せは重要ではあるが、設備工事会社のBIMにとっては、ほんの一部である。

BIM本来の定義で言えば、図1で示すようにBIM統合モデルを中心に置き、形状も含めた建物の情報をデータベースで管理し、ダクト・配管ルートの検討などの、形状を見ながら操作するのに向いている業務を3次元設備CADで行い、システムの検討は2次元の作図機能を持ったソフト

で行い、機器仕様の管理や積算など表で操作するのに向いている業務を表計算ソフトなどで行うのが最も良い。しかし、建物の情報を統合して管理するデータベースを実用レベルで構築することは困難であり、当面、実現可能とは思えない。

現在は、設備業務に必要な情報の多くがCADの中に存在している。当面はCADを中心に周辺業務との情報の交換性を高めて業務の効率化を図るのが最も現実的である。設備CADには、これらの業務に使用する情報でCADが持つことが妥当なものを保持し編集できる機能の充実が望まれる。

表3 設備工事会社の業務項目

施工対象の確定		施工計画 (文書)		施工
設計条件確認・設定	法規適合確認	官公庁申請・届出	実行予算 工程管理計画 搬入計画 搬入保管計画 品質管理計画	品質管理 工程管理 原価管理 人工管理 安全管理 機器・資器材発注 スリーブ・箱入れ 基礎墨出し
確認申請確認	防火・排煙区画	施工要領		
工事区分	床等の荷重	工事運営計画		
動力・用水	はり貫通	仮設計画		
機械室スペース	シャフトスペース	調達計画	平面図・断面図 シャフト図 基礎図 支持架台図 インサート図 機器表・器具表 設計変更図 プロット図	機器搬入据付 ダクト・配管工事 保温・塗装工事 計装工事 試運転調整 各種検査 竣工図書
ゾーニング	システムフロー	安全衛生管理計画		
空調方式	熱源方式	地球環境保全計画		
機器選定	機器配置	施工計画 (図面)		
熱負荷計算	換気風量計算	平面図・断面図		
排煙風量計算	静圧計算	機器配置図		
揚程計算	フィルター計算	ユニット図		
加湿計算	煙道計算	スリーブ箱入図		
騒音計算	振動計算	系統図		
概略負荷計算		納まり検討図		
工事費概算	維持管理費概算	設備用建築図		
ダクトレイアウト	配管レイアウト	天井伏図		
イニシャルコスト	ランニングコスト			

4 当社の取組み

1984年に導入したミニコンベースの3次元CADによる取組みでは、作図に使用するとともに、設計図から施工図への連携、数量算定、配管プレハブ化などCADの情報を活かすことを目的に多くの開発を行い、現場に適用した。しかし、操作が難しく、速度も遅かったため普及はしなかった。

1980年代末より1990年代前半まで使用したPCベースの設備CAD利用の主目的は現場施工図の作成であったが、ダクトCAD / CAMへの取組みを行い、同時に配管プレハブ化ソフトを社内開発し活用した。

1990年代末より使用している現在のCADは、それ以前のCADの直接利用者がCADオペレータ中心によるものであったことに対し、技術者自身が使用することをコンセプトにCADベンダーと共同開発したものである。このCADは、施工図作成を手書きからCADに移行させることに大きな成果を上げた。

これらのCADの導入・利用と並行して、技術系のソフトウェアを自社開発または市販のソフトで利用してきた。しかし、それらはまったく別の

存在であり、「CADで作成した図面を見ながらソフトに手入力して計算する」のが当たり前の状態であった。

2000年代に入ってから、「情報連携による現場生産性の向上」をキーワードに、CAD内の情報レベルの向上とCAD外への情報連携による活用に取り組んでいる(図4)。ダクト・配管の数量情報から概算を行うソフトを作成し運用している。また、工法の変化に対応するために配管のバーリング対応、鋼材の作図などの機能をCADベンダーと共同開発し、CADのモデルと現実の資機材の整合性を上げた。その際には、熱源機械室などの複雑な配管がある部位での機器配置や管路の最適化を機器と管路を繋いだまま検討をシミュレートする機能も開発実装した。

作図されたモデルの管路情報を取得し、ダクト・配管の部材情報を活用したダクトの静圧計算、配管の揚程計算機能も開発し運用している。図5に静圧計算の事例を紹介する。

当社では技術系の計算シミュレーションなどに、自社開発ソフトと市販ソフトを併用している。図6は当社の技術計算プログラムのメニュー画面である。

このメニューにある計算プログラムの内容は社内の技術標準に記載してある内容をプログラム化

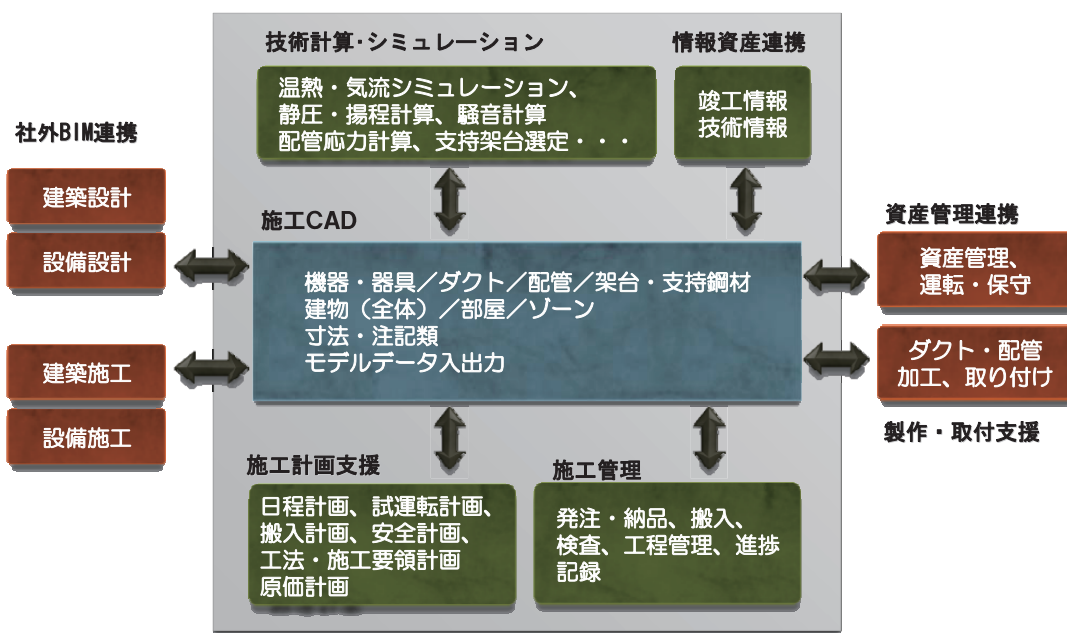


図4 設備工事会社の情報連携

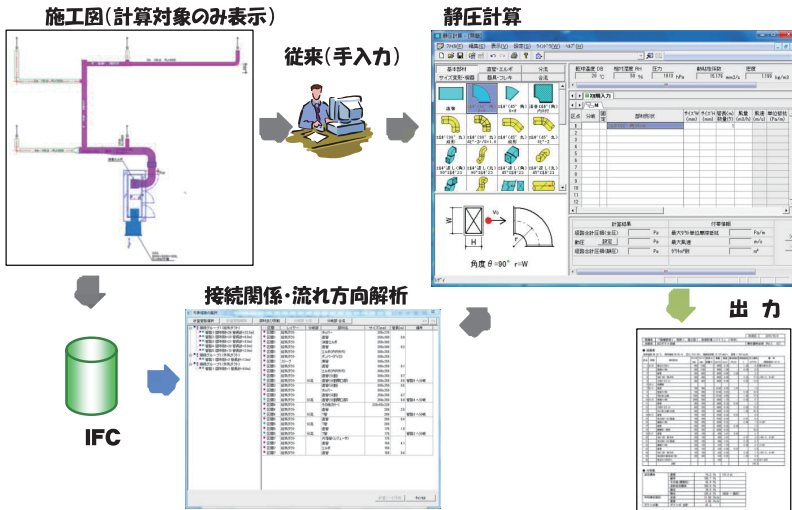


図5 静圧計算とCADの連携

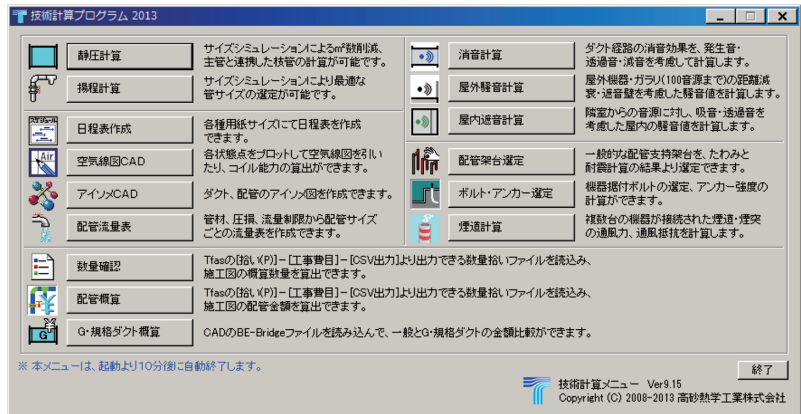


図6 技術計算プログラム (自社開発)

したものである。このため、計算方法は手計算を前提としたものとなっている。過去の技術計算の開発では、計算方法を変えることは行わず、計算の手間の削減と計算書の出力を支援してきた。

BIMにより、計算の入力対象となる情報が変わること、計算方法の変更も可能となる。CAD

と技術計算を連携させることで、従来の計算方法を変革することも可能となる。

事例として、屋外騒音計算の例を紹介する。

図7は従来の騒音計算の画面である。機器やガリなどの騒音源を複数定義して、受音点1点に対して距離と遮音壁の状態を設定する。これで受音点の騒音値を求め、法律で定められた時間帯毎の騒音規制値を遵守できているかを計算する。このソフトでの課題は複数の騒音源がある場合の受音点と音源の位置関係と遮音壁の設定が面倒なことである。加えて、敷地境界は広い範囲であるが、計算対象は1点となるため、多くの点を計算しようとする時間がかることである。

音源は屋上設置の機器やガリであり、CADにより作図されている。敷地境界は属性を持った作図はされていないが、CAD上に図形として存在している。建物もCAD上に情報が存在する。すべてが3次元で属性を持って入力されてい

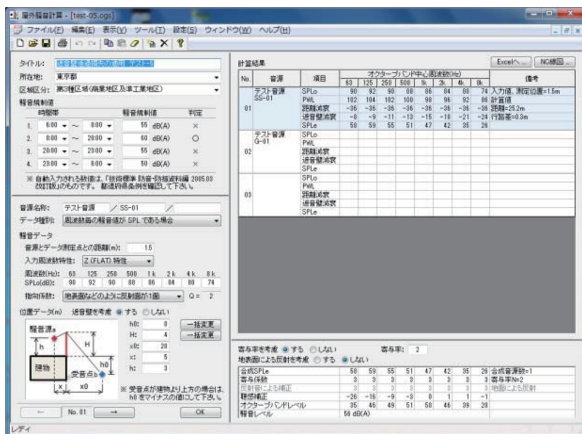


図7 屋外騒音計算プログラム

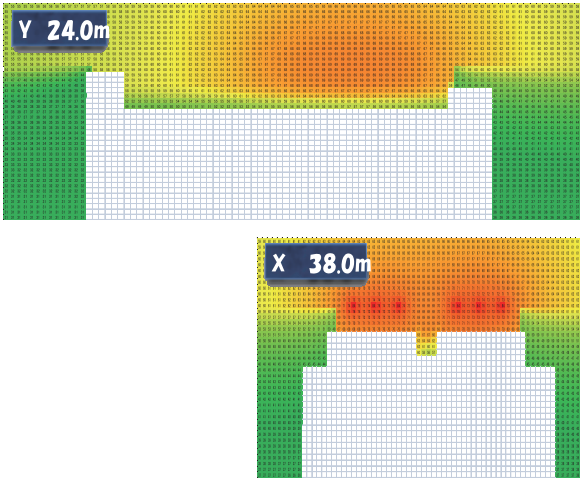


図8 屋外騒音計算結果例(1)

ば、計算方法を変えて図8のような計算を一度に行うことが可能である。計算結果を色分けした平面的な結果を得るとともに、3次元で定義した範囲についてすべての計算を行い、図9のような3次元での表現や動画による分かり易い表現が可能となる。

CAD連携は技術計算業務のみではなく、情報を施工管理に使用するためのシステムにも適用範囲を広げている。現場での資機材の納品・取付け・試運転など多くのフェーズで行う検査に機器データを活用し、結果を現場で一元管理している。現場作業場所での操作性の向上のために現場で使用するハードをタブレットに変えて実装した(図10)。

これらはBIMというキーワードが一般化する前から継続して進めてきたことであるが、これを進めていくことが当社の当面のBIMそのものと考えている。

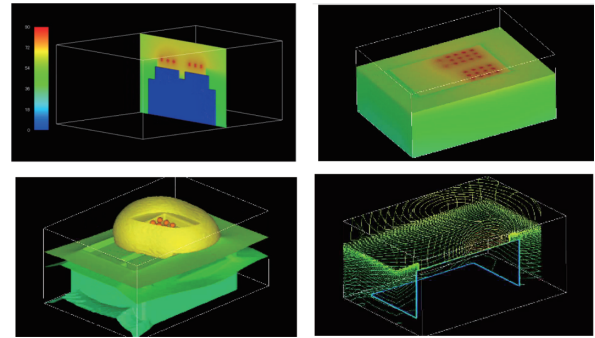


図9 屋外騒音計算結果例(2)

5 標準化の重要性

建築CADで利用度の高いソフトは開発元が欧米のものである。ただ、CAD本来の機能は高いが、データの相互運用性の観点では不十分な部分がある。柱・壁・窓などの基本情報は互換性良く交換できても、細かい部分の情報の交換性は十分ではない。

IAI日本の設備・FM分科会の調査によれば、外国製の設備ソフトも同様に標準形式であるIFCにはすべて対応しているが、相互の互換性も同様であることが分かっている。

大きな建築会社であれば自身の開発力も強く、自社が使用するソフトを連携する機能を専用に開発することも可能である。結果として社外に対しては、それらの企業が異なったデータ形式を他社に要求することとなる。

設備工事会社はこれらの要求に応えなければならない立場である。交換のための手段が複数ある

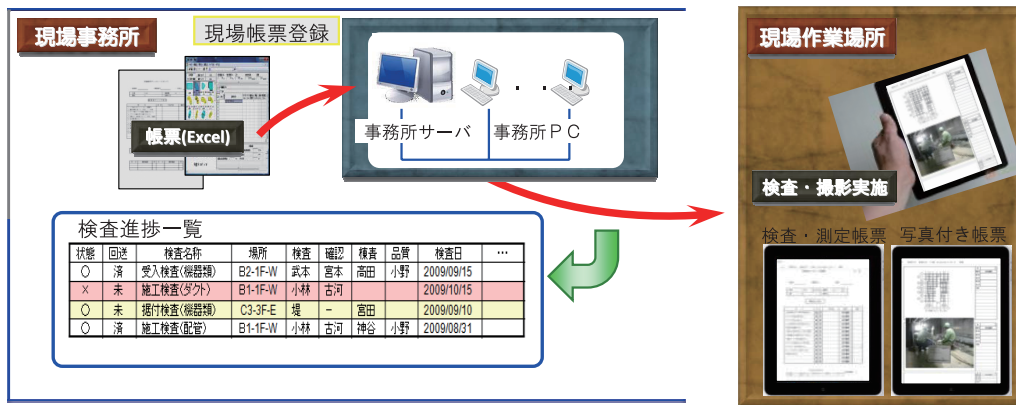


図10 タブレットを利用した検査・写真撮影、管理支援

と対応手段の構築に費用・手間がかかる。

国内の市場では設備CADは複数の国産ソフトが市場を押さえており、設備CADの属性付きデータ交換では建設業振興基金の設計製造情報化評議会（C-CADEC）が開発し維持している「BE-Bridge」により普通に行われてきた。しかし、BE-Bridgeは「図面」を属性付きで交換することを目的に開発されたもので、建物全体を対象にするには拡張が必要である。

また、社内のBIM推進のために自社ソフト間の連携を専用に開発し揃えることには限度がある。ソフトのバージョンアップなどに対する追従も困難である。ソフトを入れ替えることも難しい。

これらの事項を考えると、情報の交換／共有に使用するデータの形式と使われ方が標準化されることは非常に重要である。

IAI日本の設備・FM分科会では、IFC形式での設備情報の表現方法の標準化作業を進めている。既に「設備IFCデータ利用標準Ver1.0」を策定し、設備CADベンダー3社が製品に実装している。この活動が実を結び、広く市販ソフトに実装されることは、設備工事会社にとって非常に重要であり、今後とも当社は積極的にこの活動を支援していく。

6 設備BIM実現に向けて

BIMの実現のためには、業務を支援するためのIT化の推進と、CADを始めとしたツールの連携度の向上が革新されなければならない。

設備施工会社の中核業務は施工管理業務であり、これを効率化し品質を確保するためには、施工対象の早期確定、施工計画の早期作成、施工管理の効率化を狙った開発に注力しなければならない。

これを進める際に、長い間、紙での利用を前提にしてきた「図面」を、業務が電子化された環境で、どのようなものにするかを見直す必要がある。

また、建築のBIM対応CADソフトは、建物の構成要素に材質などが設定され、数量積算などに

利用できる。また、「部屋（Space）」の情報を定義できるため、これらの情報を使用して、3次元モデルから、平面図、断面図、矩計図などの図面や、建具表などの表を生成することが可能である。

一方、設備CADは作図支援のための属性は持っているが、建物全体の管路情報の保持など高度化の面では十分な機能を持っていない。操作についても、図面を書く前提での開発は行われてきたが、モデル化の観点での機能は不十分である。結果として、モデルと機器表・器具表が連携し、モデルから図面を生成するなどの機能を持つには至っていない。

これらをドラステックに変えることは困難であるが、小さい範囲から有効性を確認できる実績を積み重ねていくことで、やがて到達できる。

7 おわりに

初期段階である現在のBIMは、企業イメージを向上させるような意味合いでの使われ方である。しかし、本業の競争力に大きな影響を持つものである。

今後の進展によっては建築業界の企業間の業務分担や企業構造自体を変化させてしまう可能性を持っている。施工会社にとっては、他社が担っている業務に食い込むチャンスでもあり、逆に単なる工事屋になってしまう危険性もはらんでいる。

今後、BIMへの取り組みは避けて通れないが、これを活かす企業構造、業務等の変革を伴わなければ実現できない。仕事を変革できたものが生き残り、そこではBIMが使いこなされていることは確実である。

(参考文献)

- 1) 「BIMと設備CAD」(社)日本空調衛生工業協会「空衛」2013年2月号 高砂熱学工業株式会社 今野一富