

BIMの積算への影響の最新事情

芝浦工業大学工学部
建築工学科准教授
木本 健二

1 はじめに

2009年10月24日～11月1日にかけて、BIMへの取り組みの現状を把握するために米国を訪問した。本報では特に、ワシントンD.C.でのGeneral Services Administration (GSA/連邦調達庁) および Associated General Contractors of America (AGCA/米国建設業協会), Faithful+Gould (建設コンサルタント), そしてボストンでのR.S. Means (ミーンズ社) へのインタビューをもとに、米国におけるBIM適用の現状、建築設計や積算業務の変化、これからの課題について報告する。

●日本のBIM活用の現状

調査報告の前に、日本の状況について整理しておきたい。2009年は、日本の建築業界においてBuilding Information Modeling (BIM) が広く認知されるようになった年でもあった。BIMは、3次元のオブジェクトを用いて建物形状や構成部材をモデリングする手法であるが、単なる建物記述に留まらず、建築構成部材などを表現しているオブジェクトに属性情報を付加し、それらの情報を積極的に活用することをねらいとしている。活用例として環境や設備のシミュレーションや効率的な数量積算などがすでに技術的には実現可能であることが指摘されている。

日本における建築積算とBIMに関する技術開発・研究事例として、曾根ら(2004)はBIMを用いて設計段階ごとに主要な工事数量を算出しながら、建物全体のコストを把握し、予算対応することができることを実証している。今井・木本(2009)はラーメン架構のRC造建物を対象として構造躯体の効率的なモデリング手法、そして在来工法やPCa(プレキャスト)工法など主要ないくつかの工法をBIMで記述して数量概算し、コスト比較できることを実証している。実務レベルでは、鉄骨部材製造を行うファブリケータは3次元のBIMデータから鋼板を直接加工することを実現しており、建築設備を専門とする環境エンジニアリング企業は数量拾いや建築構造躯体との干渉確認にBIMを活用している。

●日本におけるBIM普及の阻害要因

研究や技術開発が進む一方、日本の建築業界においてBIMが急速に普及しているかというところでもない。筆者が主査を務める委員会、日本建築学会建築生産情報化小委員会が2009年12月に主催したシンポジウム「建築生産におけるBIM」では、BIMへの先端的な取り組み事例を紹介する一方で、日本国内でのBIMの普及阻害要因について分析した結果も報告している。課題は、①発注者のメリットが不明確、②施工者のメリットが不明確、③BIMツールの課題、④BIMモデル標準化の課題、⑤業界としての課題、⑥企業内

の課題，に集約されている。具体的には以下の通りである。

①日本国内では発注者が BIM の適用を要望するプロジェクト事例はまだない。建築プロジェクトにおいて発注者の要望は重要であり，BIM 普及の大きな推進役となりうるが，現状では発注者が BIM 適用の有効性を判断できていない。

②鉄骨ファブリケータのように製造に関わっている専門工事業者の中には BIM に取り組んでいる企業が既に成果を公表している一方，ゼネコンの取り組みはいまだ技術開発もしくはパイロットプロジェクトへの取り組みという段階である。日本には設計施工調達方式や総合図という仕組みがあり，BIM で指摘されている効果は既に実現しているとの指摘もある。

③ BIM ツールが持つ課題として，導入および維持コストの高さや技術習得に要する労力を指摘できる。これらは国内外を問わず課題と考えられる。

④様々な専門家が一時的に組織を編成するプロジェクト型の建築生産では，BIM モデルの標準化は重要であり，プロジェクトに参加する設計者・施工者・資材メーカー等の中で BIM モデルや BIM ツールを統一することが望ましい。

⑤業界の課題ならびに⑥企業内の課題として，企業の枠を超えた取り組みや貢献，また，技術やノウハウの蓄積方法を確立する必要があるが，それらの価値が認識されていない。

これらの課題について検討することが，日本における BIM 活用につながると考えられる。

2 発注者における BIM 活用

ここでは，米国の公的な発注者組織である GSA の取り組みについて整理し，その積算およ

びコストマネジメント業務への影響について報告する。

●GSA をとりまく社会的背景と課題

GSA では予算を要求し，議会にて確保する。その予算を用いて建物を新築したり，あるいは既存の建物を修繕したりしている。中には非常に古く100年も200年も経っている建物もある。このように予算に基づいて建築行為が進められるが，現実には数年も経っているのにまだ着工もしていないものもある。その間，経済が大きく変動したり，セキュリティすなわち安全上の問題が強く求められるようになるなど建築行為をとりまく社会環境が変化したり，建築コストにも影響が出たりする。このようなことがないようにマネジメントするのが GSA の役目でもある。GSA / PBS の事業規模はおおよそ13億ドルから17億ドルの間で，新築と修繕が含まれる。

GSA には2つの建築業務があり，一つは新しい空間，場所を建築すること，つまり新築し賃貸する事業，もう一つはライフサイクルの視点からそれら資産を評価しマネジメントすることである。これらの業務遂行において，GSA が直面している問題が3つある。まず，建築コストは一般的に経済的な要因の影響を受けやすく，変動する経済状況に適切に対応しなければならない。次に，ここ10年ほど，特にセキュリティ，安全上の問題が重要になってきている。そして，建物施設のエネルギー消費量に関する問題，具体的には建物で使用されるエネルギーをどのように有効に使うか，十分な検討が求められるようになってきている。

●BIM を用いて何に取り組んでいるか

これまで GSA では建物のエネルギー消費量やセキュリティ，LCC については，これまでも検討を行い，設計そして施工していたが最近

BIMを用いることにより、エネルギーの消費量の予測、セキュリティの検討、経済変動の予測など、より詳細な検討を実施し、設計に反映できるようになっている。BIMによって事前検討を十分に行えるようになり、結果として高い性能の建物を設計できるように、また設計と実態の乖離を小さくできるようになった。

次に積算業務に関しては、BIMを用いることにより正確な数量を拾えるようになった。BIMで積算を行って原材料を調達した場合、無駄がなく、必要な分だけ購入できるように改善されている。さらに今日、建築プロジェクトはますます複雑、大規模化しており、非常に早い時期にものを調達して保管しなければならないこともあるが、そのようなリスクを低減できると考えている。

●BIMに関する業界標準の確立

GSAでは、パイロットプログラムを通してBIMが成功したかどうか、BIMがどのような効果を持っているかを分析し、その結果を国家戦略へ展開することを考えている。

BIMの活用と普及にとって一番大事なことはInteroperability、相互運用可能なオープンな業界標準を構築すること、すべての関係者、発注者もコンサルタントも含む関係者全員が相互運用可能な環境を構築することである。GSAはソフトウェア開発会社と協力してBIMのための業界プラットフォームの提供に取り組んでいる。さらに、他国で同様な取り組みをしている組織、多くはヨーロッパの国の組織であるが、彼らと協力してグローバルな業界標準の構築をめざしている。米国は世界標準の構築に非常に積極的である。

GSAはBIMガイドシリーズを公表している。シリーズは1から7まであり、4つは既出である。最初は全体概要、GSAのBIMに対する要

求事項である。2番目は空間に対するプログラムの確認事項であり、設計初期段階ですべての空間データを確認する。連邦政府にとって空間は新築するにしても賃貸するにしても鍵となる重要な建築要素である。そして他の国家機関：National Institute of Standards and Technology (NIST) や The National Institute of Building Sciences (NIS) と協力して3次元イメージの作成段階、4次元段階、エネルギー性能やセキュリティの確認、と進む仕組みとなっている。

●改修工事における3次元スキャナーの活用

GSAでは改修工事の重要性が高まっており、合理的かつ効率的な設計および施工が求められるようになっている。シカゴにある連邦政府施設の改修プロジェクトでは、建物を使いながら修繕を行った事例がある。3次元レーザースキャナーを用いて既存建物を解析し、どこをどのように修繕していけばよいかを検討した。3次元データをもとに3次元のBIMを立ち上げ、内装および外装の4次元モデリングへと展開していく。3次元スキャナーはBIMにとって今や重要な関係にある。従来のような実績データを用いてコストを予測し、どのような修繕を行うのかを考えるのではなく、3次元スキャナーを用いて構築した建物モデルを用いて設計を行い、工事を計画することによって、コスト予測の精度を上げることができ

●IPDによる生産設計の実現

BIMの活用を考える時、発注者、設計者、施工者がプロジェクトの早い段階から協力するIntegrated Project Delivery (IPD)の考え方が重要になる。関係者および各種業務を統合し、コラボレーションを実現することがねらいである。その結果、より早い設計段階での取り組みが多く

なる（図1参照）。IPDは設計と施工を結びつける有効な仕組みであり、施工者がBIMに取り組む価値はIPDの実現にあるといっても良い。

AGCAも当初はBIMに対して懐疑的であったが、現在はBIM普及を積極的に推進している。

ただし、公共工事の場合、Federal Acquisition Regulation (FAR)に基づいて入札を行う必要があり、IPDのような仕組みを考える場合、公平な機会をどのようにして確保するかという課題がある。

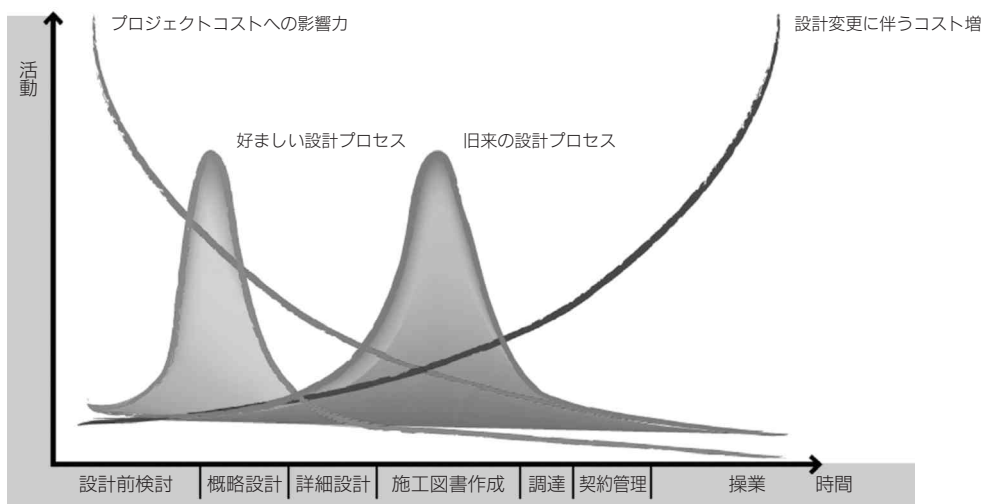


図1 BIM適用による設計プロセスの変化

3 コストコンサルタントにおけるBIM活用

Faithful+Gouldは米国のコストマネジメントコンサルタント会社である。GSAのプロジェクトにも関わっており、Value Engineering (VE)にも積極的である。インタビューに対応されたDell'sola氏は、BIMの活用方法が重要であると考えている。BIMは簡単という見解もあるが、Dell'sola氏はそうは考えていない。BIMでは手続きや使い方について皆で討議することが大事であり、BIMという技術ではなく、それをどのように使うかが大事であると考えている。

ちなみに、建物や施設のライフサイクル全般を対象とするBIMをBIG BIMと呼び、建物や施設の設計、そのイメージを作り上げる範囲の

BIMをLITTLE BIMと呼んで区分している。

●BIMの設計プロセスへの影響

BIMの一番大きな影響は設計プロセス、手順の変化にある。これまでは書類を作り、仕様書を作り、という手順で設計内容を積み上げてきた。BIMでは参照可能なデータベースやライブラリからデータを引用し、モデルを構築し、視覚化し、最後に書類を作成するという手順になる（図2参照）。

プロセスの最初のデータとモデル、これが重要な部分になっている。特にデータから得られる情報が重要である。積算の場合も従来、作成された文書から業務が始まっていた。BIMを使って積算する場合は前述の通り、データを用いてモデルを構築し、その情報をもとに行う。これまでの手順とは全く異なる。

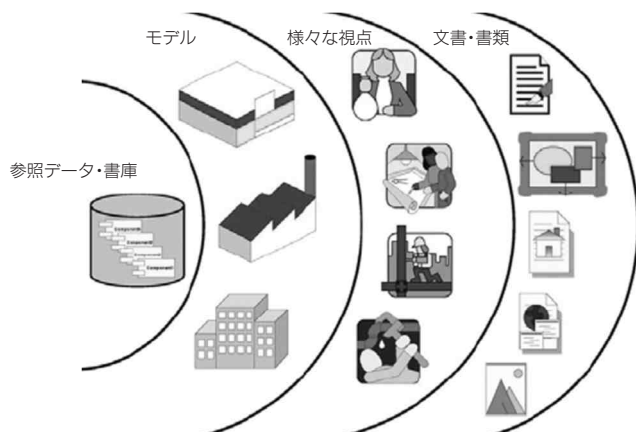


図2 BIMにおけるモデリングプロセス

BIM適用により設計業務がより共同的、協力的なものになる。決定がより早い段階でなされるようになる。それがまた更に手続きを進める。従来の進め方では、たとえば詳細設計へ進む段階に記述すべきことなど、それぞれの段階で記述内容がかなり確立していた。一方、BIMではかなり早い段階で記述するようになる。Integrated Project Delivery (IPD) と表現されるコラボレーションが重要になり、関係者および業務が統合されるようになる。結果として、VEも設計プロセスの早い段階で行い、より高い成果を上げている。

●BIMの積算への影響

BIMによる積算業務への効果として、まず積算精度の向上があり、次に効率化を指摘できる。そして設計上の検討を行うときに、コスト情報を参照しながら検討、そして決定することができるようになる。たとえば、3千万ドルのプロジェクトにおいてどのくらい積算に時間がかかったかを分析した事例では、数量拾いに約31%、153時間かかっている。BIMを用いれば特に数量拾いに関しては大幅に、50%以上は低減できる。

積算の観点では、積算結果そのものよりも、オブジェクトから積算する仕組みが大事である。設

計者はどのようにしてコンクリートを打設するか、どのように運搬するかについては考えないが、施工者は考えなければならない。そして積算者はどのような手順で施工するかまで考えて積算しなければならない。たとえば掘削工事や型枠工事、仮設工事、資材搬送などは重要な仕事であるが、従来、設計図書には記述されない。BIMモデルでは施工プロセスとして記述することができる。同様に、たとえばスプリンクラーや電気システムは設計で検討するのではなく、実際に施工するときどこを通すかを考える。BIMは設計段階でそれらを検討することが可能である。

設計業務も従来は実施設計である後半に業務量が集中していたが、BIMによって早い段階に移行している。結果として初期段階でコスト予測をできるようになっており、BIM効果といえる。

一方、設計者はかなり具体的なオブジェクトを記述しなければならない。たとえば天井の場合、幅に奥行きを乗じてその面積を計算する。それに単価をかけて全体のコストを計算する。次に照明はいくつ付けるか、同様に単価を乗じてコストを計算する。要するに要素を積み上げて計算する方法である。BIMを用いて、同じことがより簡単

に可能になる。

● Intelligent Assembly

数量を一つ一つ積み上げる積算方法は、多くのモデルを構築しなければならず、モデリングに多大な労力を必要とする。また、繰り返し利用可能なオブジェクトをライブラリとして用意しても、ライブラリの量が膨大となり、それを管理することが難しくなる。たとえばドアのデータベースの場合、タイプごと、サイズごとに用意すると全体で2万点は超えてしまう。パラメトリックなモデリング手法を援用することにより、せいぜい300から400ぐらいに集約することが可能となる。このような、より合理的な概算が可能な仕組みが求められており、Intelligent Assemblyと呼んでいるが、この構築は米国でも課題として認識されている。

● BIMと積算ソフトウェア

設計初期段階に用いるBIMソフトウェアとしてD-Profilerがあり、ミーンズ社のデータを取り込んで概算する機能を持っている。このような

ソフトウェアをマクロBIMソフトウェアと呼び、詳細設計段階で用いるソフトウェアをマイクロBIMソフトウェアと呼んでいる(図3参照)。米国におけるマイクロBIMソフトウェアとしては、AutodeskのRevit Architectureが最も広く使われている。他にBentley ArchitectureやArchiCADがある。

積算ソフトウェアとしてはTimberline、US Cost Success、BSD Cost Link、CATOなどが用いられている。ちなみに、CATOは英国製のソフトウェアであり、米国で使用するためにFaithful+Gouldはいろいろ手を加えている。コストコンサルタントは発注者の要望に基づいて積算ソフトウェアを使用しており、様々な対応が求められる。

通常、積算ソフトウェアはBIM Enablerソフトウェアを介してBIMソフトウェアと連動させる。BIM EnablerソフトウェアとしてNavisworksなどがある。

積算ソフトウェアの使用はまだまだ一部のの人に

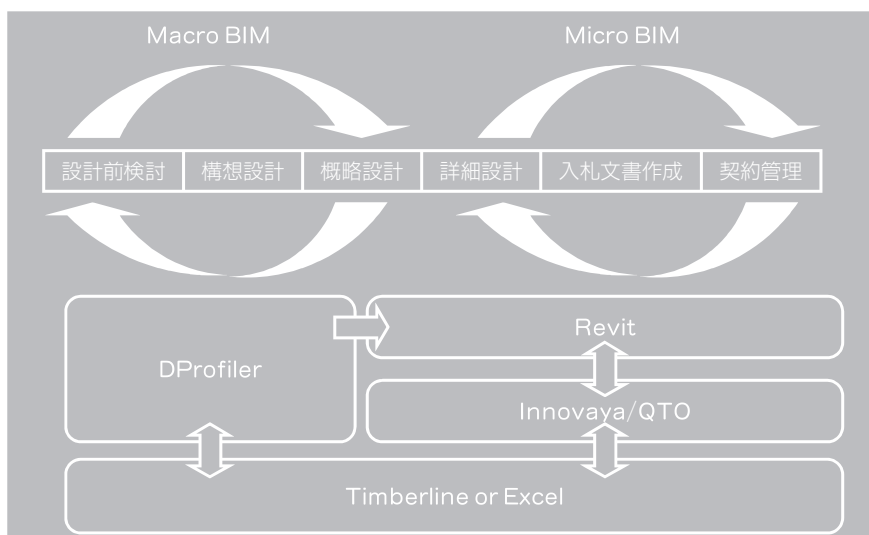


図3 マクロ/マイクロBIMと積算ソフトウェア

限定されているが、もっと安価になり、操作が簡便になることで普及すると Dell'Isola 氏は述べている。実際、普及しつつあると述べている。

●BIM における積算上の課題

BIM を用いて積算業務を行うには、まずは基準や規格の整理が必要である。そして BIM をそれに合致させることが重要である。基準や規格がなければ混乱するだけである。

設計レベルにおいて対応しなければならないことがある。たとえば 6 インチの壁に電気ボックスを設ける設計を行っている場合に、壁の仕様を 4 インチに設計変更した場合、当然、電気ボックスの仕様も 4 インチ仕様に変更しなければならない。このような対応が必要になる。

BIM モデルと設計の違いも指摘できる。BIM モデルを用いて各種文書を作成できるが、これらは BIM モデルに基づいた内容であり、ときに設計意図に合致しない不正確な内容となる。設計者が意図する正確な属性を持ったモデルを作るには大変な工夫と労力を必要とし、米国でも現在のところ実現していない。モデリングはデザインとは異なるというのが現状である。

4 まとめ

米国における調査報告内容を冒頭の課題に即して考察する。BIM の適用はより性能の高い建物を設計、施工することにつながったり、設計と実態の乖離を小さくすることに貢献しており、これは長期的には建築主が最大の恩恵を受けることにつながると理解できる。また、米国におけるゼネコンの BIM への取り組みのねらいの一つに IPD

がある。プロジェクトの初期段階から参画するという試みは、ゼネコンのビジネスモデルの変革につながるものである。設計プロセスの変革といい、BIM の影響は相当に大きい。

BIM ツールの持つ課題については米国でも日本でも共通のものといえる。ただし、私見ではあるが BIM ツールに限らず、積算ソフトウェアでも他のソフトウェアでも、米国におけるソフトウェアの活用は日本より積極的であると感じる。また、GSA における BIM モデルの世界標準確立への努力についても相当な意欲を感じる。

これらの報告はすべてインタビュー調査に基づくものであり、実務や実際の BIM システムを検証したわけではない。また、Dell'Isola 氏は BIM の有効性を説明する一方で、BIM 適用は容易ではないこと、様々な工夫と苦勞をしていることも率直に述べておられた。それらを考慮しても、GSA や AGCA を始めとして多くの建築業界関係者が BIM に極めて積極的であったのは良い意味で驚きであり、刺激となった。

〈参考文献〉

1. 日本建築学会材料施工委員会建築生産情報化小委員会 (2009), 「建築生産における BIM」, 日本建築学会
 2. 木本健二 (2009), 建設時評「BIM と建築生産」, 建設物価, 建設物価調査会
 3. 曾根巨充ほか (2004), 生産設計による数量算出とコストコントロールの可能性 生産設計における 3 次元 CAD の利用について (その 1), 日本建築学会, 第 20 回建築生産シンポジウム論文集
 4. 今井佑允, 木本健二 (2009), 生産設計における 3 次元オブジェクト CAD の活用に関する研究 汎用的な方法論の構築と試行, 日本建築学会, 第 25 回建築生産シンポジウム論文集
- 〈注釈〉 図 1～2 は Faithful+Gould 資料を, 図 3 はミーゼンズ社資料をもとに作成しました。