



3Dエンジ(BIM)による設計・施工の効率化

Design and Construction Efficiency Enhancement Through 3D Engineering (BIM)

建築生産プロセスにおいてBIM (Building Information Modeling) を活用することで、より効率化が図れるなどの効果に期待が集まっている。今回、事務所建設案件(2件)で一貫したBIMの活用と3Dデータのより高度な活用を実施した。BIMの運用では、設計各要素(意匠・構造・設備)の情報を一元管理してプロジェクト関係者間で効率的な管理を実施した。また、設計～施工の連動したBIMデータ活用やARの活用など、いろいろなシーンで3Dデータ活用を展開した。さらに、FM (Facility Management) を見据えた提案など、今後は3Dエンジによる業務効率化と顧客目線での業務プロセスを実践していく。

There are growing expectations for increased efficiency in the building production process through the use of Building Information Modeling (BIM). In this case, we implemented consistent BIM utilization and more advanced 3D data applications in two office construction projects. In BIM operations, we achieved efficient management among project stakeholders by centrally managing information on design elements (architecture, structure, and facilities). We expanded 3D data applications across various scenarios, including linked BIM data utilization from design to construction and AR implementation. Furthermore, with proposals incorporating facility management (FM) considerations, we will continue enhancing operational efficiency and implementing business process improvements from the customer's perspective through 3D engineering.



中村 大輔
NAKAMURA Daisuke
建設事業部
設計技術部
八幡設計技術グループ



井上 貴裕
INOUE Takahiro
建設事業部
名古屋建設センター
建築グループ



植木 祐二
UEKI Yuji
建設事業部
名古屋建設センター
建築グループ

1 はじめに

2010年前後から始まった社会のデジタル化は、業務を大きく変革しようとしている。近年においては、建設業界における中長期的な担い手確保や育成に向けた働き方改革・生産性向上の推進に合わせて、BIM (Building Information Modeling : ビルディング インフォメーション モデリング) の活用さらなる期待が集まっている。

BIMはコンピュータ上に作成した3次元の建物のデジタルモデルに、コストや仕上げ、管理情報などの属性データを追加した建築物のデータベースを、建築の設計、施工から維持管理までのあらゆる工程で情報活用を行うためのソリューションとなる。

BIM3次元モデルはこれまでのCGパースなどを制作する際に作られた3次元モデルとは異なり、意匠上の表現のためのモデルだけではなく、構造設計や設備設計など設計に関する全ての情報を統合させる。実際の建築物を施工する前に、コンピュータ上で3次元モデル生成を行い、それを活用して、意匠、構造、設備などの様々な仕様やコストを管理したり、環境性能やエンジニアリングのシミュレーション、コスト効率のよい施工計画が可能となる。



(出典 : AUTODESK)

図1:BIMプロセス図

・総合建設者としてのBIM一貫活用

総合建設者である当社は設計と施工の両方を対応する事が可能なため、施工性を最大限に考慮した設計品質や設計から工事着手までの期間短縮、早期段階での工事費・工期設定といった価値を提供している。そのため、BIMを活用する場合、設計者と施工者間のデジタルデータの連携がより効率的になる。

具体的には、設計部門と施工部門が早期に協業し、工事着手時点で確実に施工ができるレベルの設計モデル・図書 の発行を通じて、精度の高い工事費と工期の算定を行う。

併せて、BIM データの連続性を考慮した施工モデルを工

事着手前から準備することも容易となり、維持管理・運用段階も含め、BIM データを活用した合理的な建築生産プロセスを実現しやすい。

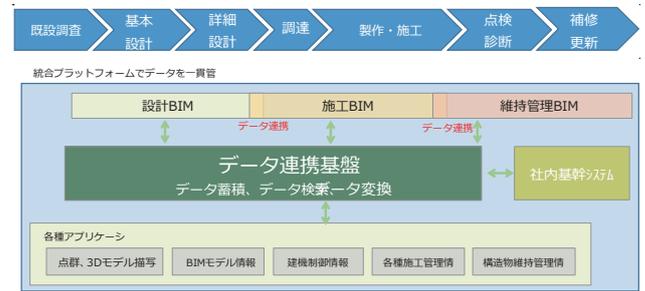


図2:建設のデジタル化の取り組み

今回は事務所の建設案件において、BIMを活用した設計施工の取り組み、及び維持管理の提案を紹介する。

2 BIM設計

2.1 イメージ共有による合意形成の円滑化

BIMの導入によって、プロジェクトの早い段階から3次元モデルによる建物形状や空間のイメージ共有が容易になったことで、関係者全員が設計意図を直感的に理解しやすくなり、情報共有が効率化される。これにより、迅速な意思決定が可能となり、顧客との合意形成が円滑化された。



図3:BIMモデル (外観、内観)

(商社センター)

この情報共有の効率化は、設計者や施工者との協議においても同様であり3次元モデルを通じてコミュニケーションの円滑化が期待できる。その成果は後述する。

2.2 設計図書の作成手法の違いと省力化

設計段階の図面作成では、これまでCAD (Computer Aided Design) などのツールを使用してきた。一般的にCADは2次元で製図を行うツールで、独立した2次元図面 (平面図、断面図、立面図など) をそれぞれ作成する。3次元モデルを作成するには2次元の図面同士を組み合わせで作成するのが一般的な手法となる。

一方、BIMは模型のように柱や壁などの部材ごとに3次元モデルを作成し、その部材を組合せて建物全体を作成する。そこから2次元の図面 (平面図・断面図・立面図など) を作

成するには、その3次元モデルから任意の水平・垂直位置でモデルを切断するだけで自動的に2次元図面が完成する。

これは建設される建築物に対して、今までは2次元図面に変換して設計していた流れから、実物と同様の3次元モデルで設計する事となり、設計手法の概念が大きく変化する事となる。

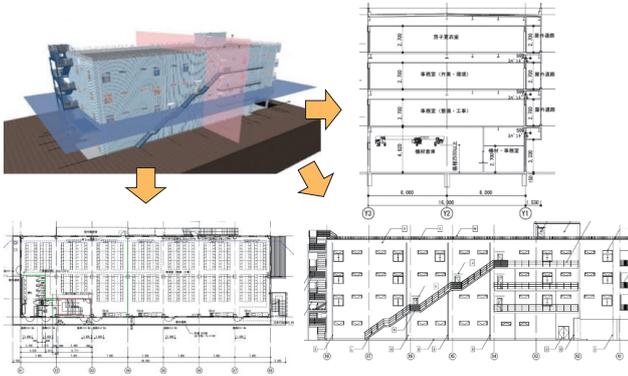


図4:3Dモデル→2D図面 (スガテック詰所)

・設計変更による図面修正の省力化

図面を一部変更する場合、CADは当該箇所と関連する図面を全て手作業で一つ一つ修正する必要があった。(例:各階で共通する窓や扉を修正した場合は、各階の平面図を全て修正し、その後、立面図や断面図などを修正)。

BIMの場合、3次元モデルから図面を作成する為、修正するとそれに対応する図面は全て自動修正される。この自動修正によって、設計変更による労力を大きく削減することが可能だけでなく、図面修正の漏れや不整合を減らすことができる。

2.3 統合モデルによる設計効率化

建築設計における各要素に意匠・構造・設備設計があり、それらはそれぞれの専門技術者が担当してきた。この異なる専門分野のBIMモデルを一つの3Dモデルに統合することにより、以下のようなメリットが得られる。

・情報の一元管理

統合モデルを使用することで設計情報を一元的に管理できる。これにより、関係者全員が最新の情報にアクセスでき、効率的なプロジェクト管理が可能になると共に、設計変更がリアルタイムでモデルに反映されるため、最新の情報を常に共有、迅速な意思決定が可能となる。

・干渉チェックの容易化

異なる設計分野のモデルを統合することで設計段階での干渉チェックが容易になり、問題を未然に防ぐことができると共に、異なる専門技術者が同じプラットフォームで協力しやすくなり、コミュニケーションが円滑になる。これにより、設計各分野との整合性が向上していく。

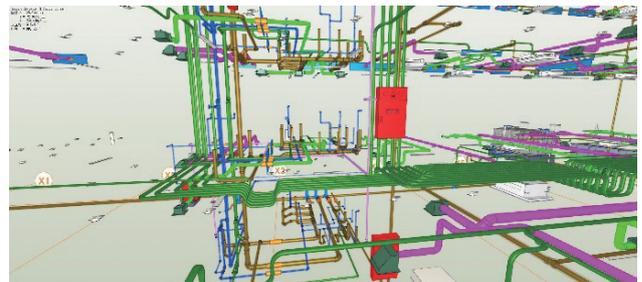


図5:統合モデルと設備モデル (商社センター)

・設備モデルの活用課題

今回、設備要素である給排水衛生/空調換気/電気/消防設備等については設備専用アプリを使用してモデル化した。

通常、設備設計では各機器の仕様や配置を表現し、施工段階では施工図を作成して各機器間の配管や配線を図示していく。今回の設備モデルでは早期から配管まで表現していたが、施工業者の使用するアプリとの互換性が悪く、修正するための時間的制約からタイミング的に後追設計になってしまい十分な活用まで至らなかった。しかし、現場施工時の不具合や手戻りの原因として設備的要因が多いので、フロントローディングとして設計段階から設備モデルを作成する事は重要である。今後の課題として取り組んでいく。



図6:設備モデルと実物写真 (商社センター)

2.4 I(インフォメーション:属性)の活用

BIMの大きな利点として、I (インフォメーション) があり、モデルに建物の詳細な情報を含ませることで、従来の手作業による積算を簡素化できる他、設計変更時の迅速かつ正確な対応も可能となり、プロジェクトの効率化と精度向上に大きく貢献する。

今後、設計段階におけるエネルギーシミュレーション (例:照度シミュレーション・気流シミュレーションなど)、積算やコスト管理などで活用を広げることで、競争力を高める重要なツールになる。

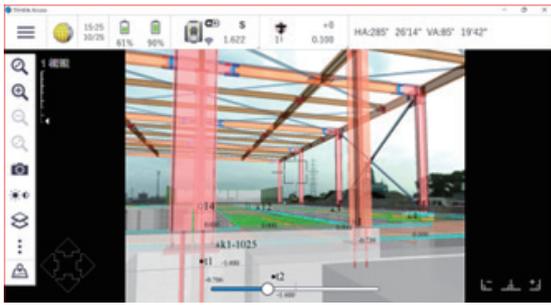


図12:ARを活用した現地3Dモデル投影

⑤数量計算に活用

仮設数量、土量計算、躯体数量など、施工パターンによる数量を瞬時に算出し施工生産性の向上に寄与する

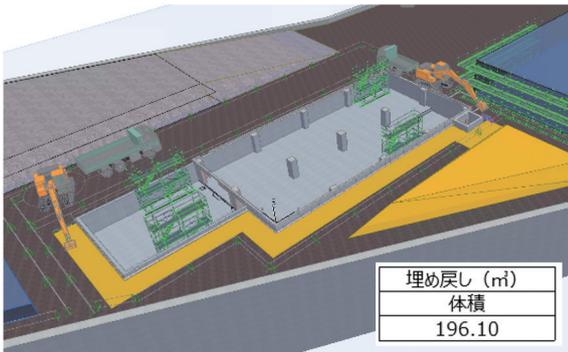


図13:埋戻し土量の算出例

⑥TimeLiner機能の活用

3次元計画書に工程情報を与え、工程を切り出した施工状態を3次元で表現することで、工種ごとの流れや作業の方向性などを視覚的に確認することができる

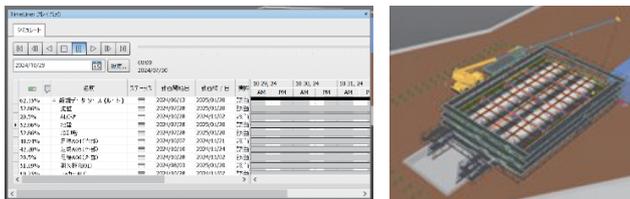


図14:TimeLiner機能の活用例

今後はBIM技術を基軸とし、前述した機能や点群データの活用、ICT,AR技術などの技術導入を行い、設計・施工の連携を深め業務の効率化を高めることで設計・施工業務の生産性向上を実現していく。

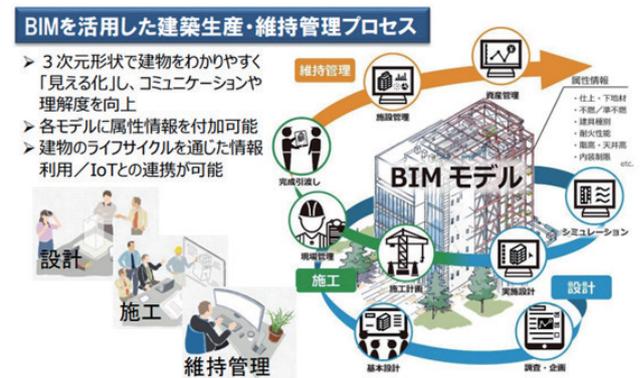
4 ファシリティ マネジメント (FM)

ファシリティマネジメント (Facility Management : FM) は、施設の運営や維持管理を効果的に行うための管理手法である。日本ファシリティマネジメント協会では、FMを「企業・団体等が組織活動のために、施設とその環境を総合的に企画、管理、活用する経営活動」と定義している。「ファシリティ」は基本的に「施設」や「設備」を意味するが、ビジネスにおいては「資産」や「資源」に近い意味合いを持つ。FMは、環境やサービス、人員などの要素を総合的に管理し、建

物や設備の最適な利用価値を提供することを目指している。

一般的な施設管理であれば、日々の維持管理や故障・破損時の修理・入れ替えを中心としているが、FMは施設のライフサイクル全体を意識した整備・保守・改修・運用を行う。これにより、効率的な運営や利用者の満足度向上、環境への配慮など、円滑な事業活動を目指す。

建物のライフサイクルで最も長い期間を占める維持管理段階では、施設管理情報の可用性が重要である。これは、必要な情報を最新の状態で迅速に取り出せることを意味する。建物の設計段階や建設プロジェクトの進行中に生成された情報と、竣工後に更新された情報が正確に管理されているBIMモデルが最適である。



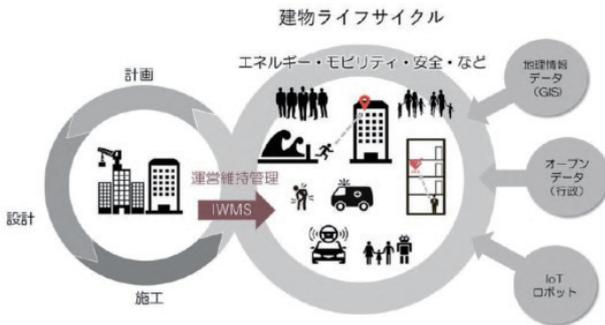
(出典：国土交通省 建築BIM推進会議)

図15:プロセス概念図

4.1 建物の維持管理・運用段階を見据えたデータベース

これまでは建物の建設後の維持管理やメンテナンス段階において、CADのデータは限定的な利用となることが多かった。それは壁や柱といった情報や設備に関する情報が複数の図面にアナログに連携していたためである。一方でBIMは特性であるモデルのインフォメーション (属性) を再現することで、維持管理や運用等に必要な情報を各部材やプロジェクト全体のBIMモデル内に付加することが可能なため、建物の建設後においても有用なデータとして利用でき、設備機器や内装材の更新、予知保全管理 等が可能となる。

また、BIMデータは、建物の維持管理段階で使用するシステム (IWMS : Integrated workplace management system、統合型ワークスペース管理システム) と組み合わせることで、属性情報から建物設備や家具などの資産台帳の一元化や予防保全による設備維持コストの削減、建物のライフサイクルの各段階のメンテナンス・修繕計画の検討などに活用できる。



(出典: Global BIM)

図16:維持管理システム

4.2 BIMを活用した段階的提案

今回の事務所建設では、以下の3つのステップに段階付けてFM提案を実施した。

・ステップ1

設計施工の建設段階で活用したBIMモデルに、最終仕様となる建築材料や設備機器の品番等の属性を付与して竣工状態に整える。

・ステップ2

IWMSシステムと連動させるために、国際分類コード/ユニークラス等を追加付与する。

・ステップ3

IWMSシステムの導入と資産分類/登録、運用手法を習得する。

顧客となる不動産会社は既存の管理システムを保有している関係で、結果的にFMの提案は見送りとなった。しかし、将来的にBIMモデルが必要になる事を想定してステップ1の竣工BIMまでを対応した。今後、BIMモデルの属性付与を主とした技術習得、及び維持管理を見据えた顧客へのシステム提案を図っていく。

5 今後の展開

5.1 積算、建築確認申請への活用

BIMを活用した積算は、効率化と精度向上をもたらす重要な技術で、BIMモデルから直接数量を算出する方法と、BIMモデルと積算システムを連携させる方法の2つの手法がある。いずれの方法でも効率化や精度向上、情報の一元管理といったメリットがある反面、初期導入コストやデータの質といった解決すべき課題があるが、プロジェクトの特性や目的に応じて適切な方法を選択することで改善が期待できる。

また、2025年度から始まるBIMを活用した建築確認申請では、国土交通省が確認申請の電子化を推進し、BIMデータを用いた申請・審査の効率化を目指している。これにより設計図書や構造計算書などのデータをデジタル形式で提出

することが可能となり迅速化が図れるほか、設計内容の可視化による透明性の向上にも期待できる。引き続き、

2027年には全国的な展開が計画されていることから動向を注目する必要がある。

「将来像と工程表」の改訂に向けて

国土交通省

BIM成熟度	Level 0	Level 1	Level 2	2025年度 目指す目標	Level 3
	CAD 図面・線やテキスト	2D 3D モデル・オブジェクト	Level 2 BIM連携 collaboration	2025年度 目指す目標 iBIM データ連携 BIMモデルのフル連携 Integrated	Level 3 Lifecycle Management + 多様なデジタルデータ連携
2次元 形状の入出力ルール					
3次元 形状の入出力ルール					
属性情報の入出力ルール					
属性情報の標準化					
オープンなFileフォーマット					
CDE環境の整備					
標準化されたプロトコル					
データベース構築・連携					



(出典: 国土交通省)

図17:建築BIMの将来像と工程表の改訂について

5.2 さらに活用、効率化に向けて

設計段階においては建築主要望との整合と、法的な要件や設計品質基準との整合を優先しているが、意匠・構造・設備の各要素間の整合性レベルの設定など解決すべき課題も残っている。また、設計部門と施工部門が連携した取り組みでは「設計から施工へBIMを引き継ぐ」だけでなく、施工側が設計業務と並行して施工モデルの作成などを行い、その施工情報を設計者が設計モデル・図書に反映させるなど、設計と施工がこれまでのエンジニアリングプロセスよりもさらに上流の段階から協業するプロセスへの変革が実践されるよう努めたい。

設計図の作成方法は、手書きからCAD、そしてBIMへと進化し、時代と共に設計の効率化や精度向上が図られてきた。このBIMにより設計から施工、維持管理までのプロセスを一元管理し、建設業界に大きな変革をもたらしている。この変革に対応出来るように、当社は培われた技術とノウハウを駆使してお客様に最適な提案が出来るように、新たな視点で技術改善に取り組んでいく。

お問い合わせ先

建設事業部

【メールの場合】:

more_information-kensetsu@tex.nipponsteel.com