

オートデスク BIM 活用事例集 2018





Image courtesy of Nihon Sekkei



Image courtesy BNIM

CONTENTS



矢作建設工業株式会社

P.03

クレーン作業や足場の施工効率を徹底追求 矢作建設工業がBIMを活用し、働き方改革を実現
ソフトウェア:Autodesk® Revit®, Autodesk® Navisworks®, Autodesk® BIM 360™ Docs



東急建設株式会社

P.06

BIMモデルで鉄骨梁貫通スリーブのチェックや製作を自動化 東急建設が協力会社と連携したBIM活用を実践
ソフトウェア:Autodesk® Revit®, Autodesk® Navisworks®, Autodesk® BIM 360™ Glue®



東洋建設株式会社

P.09

初のBIM試行工事から7年で急激に進化 データ連携で広がる東洋建設のBIM活用
ソフトウェア:Autodesk® Revit®, Autodesk® Navisworks®, Autodesk® BIM 360™ Docs



西松建設株式会社

P.12

VRによる仕上げ確認や安全管理に手応え 3年で“業績につながるBIM”を見極める西松建設
ソフトウェア:Autodesk® Revit®, Autodesk® Navisworks®, Autodesk® BIM 360™ Docs



株式会社奥村組

P.14

VR、3Dプリンターで施工をシミュレーション 奥村組のBIMがわずか3年でここまで進化
ソフトウェア:Autodesk® Revit®, Autodesk® Navisworks®, Autodesk® Revit® Live



鉄建建設株式会社

P.18

BIMの目的を明確にし、確実に成果を出す ROIを最大化した鉄建建設のBIM活用
ソフトウェア:Autodesk® Revit®, Autodesk® Navisworks®

会社名
矢作建設工業株式会社

所在地
愛知県名古屋市

ソフトウェア
Autodesk® Revit®
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® BIM 360™ Docs

クレーン作業や足場の施工効率を徹底追求 矢作建設工業がBIMを活用し、 働き方改革を実現



BIMで作成したマンション足場の解体計画。クレーンと足場の干渉部分(ピンク)を取り外すことで、建物背面の足場(グリーン)を吊り上げることができる(左画像)。実際の現場での作業も計画通り行えた(右写真)

名古屋市東区に本拠を置く矢作建設工業は、2014年に本格的なBIM(ビルディング・インフォメーション・モデリング)活用に着手し、Autodesk RevitやAutodesk NavisworksなどのBIMソリューションを活用しながら現場密着型の施工BIMを展開している。クレーン作業や足場、山留めなど、施工計画のBIM活用の現場を直撃した。

BIMが詳細なクレーン計画を可能に

「BIMがなければ、こんな足場の解体方法の検討はできなかったでしょう」と語るのは、矢作建設工業建築事業本部 施工本部 施工部工務グループマネジャーの伊藤篤之氏だ。

建物の施工が終わり、枠組み足場を撤去する際、一般的にクレーンで解体を行う。クレーンが届かない場合は作業員が部材を1つひとつ小ばらししながら解体を行わなければならないため、工期・作業リスクが生じる。

あるマンションの現場では、現場の敷地や建物、そして足場材を「Autodesk Revit」でBIMモデル化し、独自に開発したクレーンファミリを配置することで、クレーンの延長ブームが届く範囲を3次元的に検討した。その結果、建物の裏側の足場までクレーンで解体できることがわかったのだ。

「クレーン作業をBIMモデル上でシミュレーションし、クレーンがアームを上げ下げしたり、旋回したりするときに干渉する足場の部分を割り出し

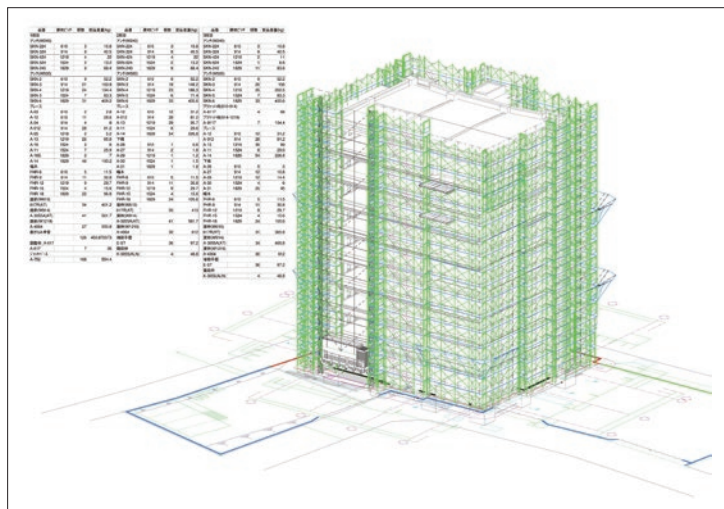
ました。その足場をあらかじめ撤去し、検討した位置にクレーンを止めることで、現場でも予定通りの解体作業が行えました」と伊藤氏は振り返る。

これだけでも驚くが、クレーンはアームや延長ブームの角度によって吊り上げられる「定格荷重」が変化し、足場の分割によって吊り荷の重量も変化する。

この施工計画を作る上では、クレーンと足場との干渉だけでなく、定格荷重や足場の重量をスピーディーに計算することが求められた。そこに、同社ならではのBIM活用のノウハウがあるのだ。



矢作建設工業でBIM活用の推進を担うスタッフ。
左から築城寛行氏、石田大介氏、太江慎吾氏、伊藤篤之氏



Revitのカーテンウォール機能と独自開発の足場ファミリを使って開発した足場の施工計画と自動集計機能

工事で実際に使用する重機のファミリ。
小旗を持った交通誘導員もいる



賢い足場用ファミリを開発

矢作建設工業が重点を置いている BIM 活用の 1 つに、足場の施工計画がある。足場をスピーディーに計画し、必要な足場材の数量を正確にはじき出し、足場工事の専門工事会社に発注するためだ。

そこで、Revit のカーテンウォール機能と、足場材のファミリを使って、建物外周に沿って効率的に配置できる機能を開発した。

「足場材は 1 段目にはベース金具と敷板が付き、2 段目以降は作業床が付くといった具合に、使用位置によって部材が異なります。そこで、配置条件により部材が切り替わるパラメーターを内蔵した足場用ファミリを独自に開発しました。仮設材のように同じ部材を繰り返し配置するものは、カーテンシステムと相性が良く、効率かつ高精度にモデリングが行えます。さらに変更に強いのが特徴です。」と工務グループ BIM 推進担当係長、太江慎吾氏は説明する。

このファミリによって、使用位置に応じた部材の数量などを自動的に算出できるようになったのだ。

定尺の足場材を使って建物を囲むと、最後の閉合部分で発生する半端な部分も自動的に処理し、実際に施工可能な計画が作れるようにした。そして、必要な足場材の種類や数量、重量などを自動的に計算する Revit 用のテンプレートも開発した。

「足場の専門工事会社も Revit を導入し始めているため、情報交換を頻繁に行っています。お互いに同じファミリを使用することで業務を効率化できるようになることが今後の目標です。元請け会社と専門工事会社の間で Win-Win の BIM 活用が BIM で行うことの目的の 1 つ。」と伊藤氏は言う。

現在、労働基準監督署に提出する足場計画や工事計画図などの申請図作成も BIM で行っている。足場材など高精度かつ効率的に作図さ

れるため、業務改善につながっており、さらに BIM による可視化でこちらの計画の意図を伝えることが容易になった。工事計画図は実際に使用する重機や交通誘導員などを配置して、Revit 内で施工シミュレーションを行うことで綿密に計画ができるため、高い説得力があるという。

鉄骨の建て方検討を Revit のフェーズ機能で効率化

冒頭でも触れたように矢作建設工業は、クレーンのアーム角度による定格荷重の自動計算機能を追加したほか、クレーンのアームの角度や旋回角を BIM モデル上でのマウス操作で現場に合わせて変えられるクレーンのファミリを独自に作成した。

これらのクレーンファミリが威力を発揮するのは、現場で鉄骨を組み上げる順序を決める「建て方検討」だ。鉄骨とクレーンのモデルに時間軸を設定するフェーズ機能を組み合わせることで、容易に鉄骨の建て方検討ができるようになった。

「鉄骨を組み立てる時、クレーン作業が行いやすいように奥の方はかり先行させると、鉄骨が不安定になるので手前と奥の鉄骨をバランスよく進めていくことが大切です。そこで BIM で建て方検討を行うと、クレーンと鉄骨の干渉を防ぎ

つつ、鉄骨の重量を考慮したクレーンの選定が可能」と伊藤氏は言う。

鉄骨の重量計算には、「株式会社カルテックのすける TON」という鉄骨専用 BIM ソフトを使っている。Revit のアドインで、重量などの情報を保持したまま BIM モデルを取り込むことができる。オートデスクのソリューションは他社ソフトともデータ連携が行いやすいので、使い慣れたソフトと組み合わせ活用できる点もメリットだ。

同社建築事業本部研究開発推進室の築城寛行課長は、「これまでは鉄骨 1 つひとつについて、クレーンによる施工が可能かを、図を書いたり手計算したりしながら検討してきました。こうした作業にはノウハウが必要なもので、属人的なスキルに左右されがちですが、BIM を使うことにより職員の力量の差が縮まります」と BIM のメリットを説明する。

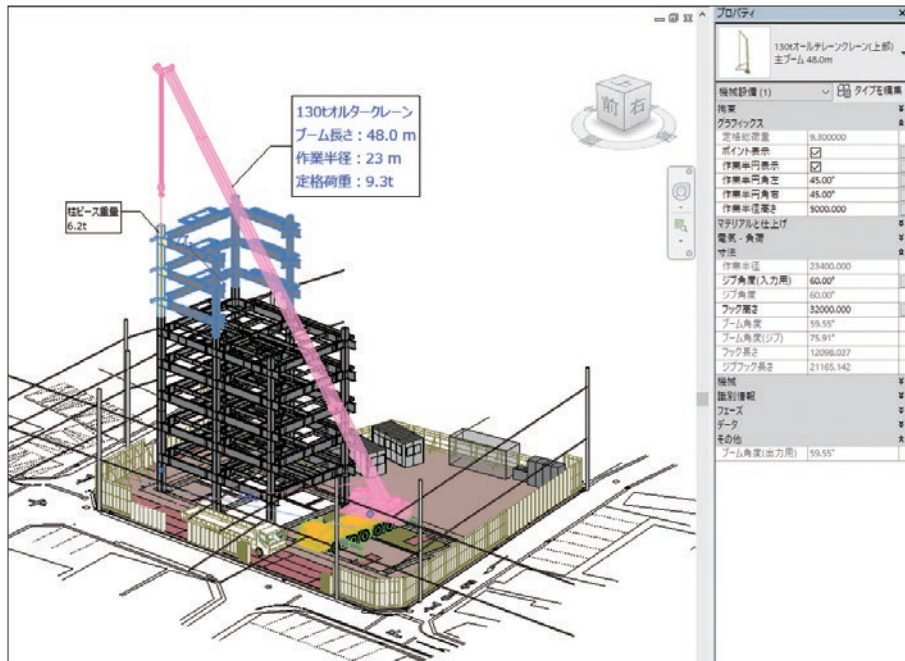
計画変更に伴う工事費の変化も自動計算

矢作建設工業ではさらに、基礎工事の施工計画を BIM でスピーディーに作成するシステムの開発に取り組んでいる。

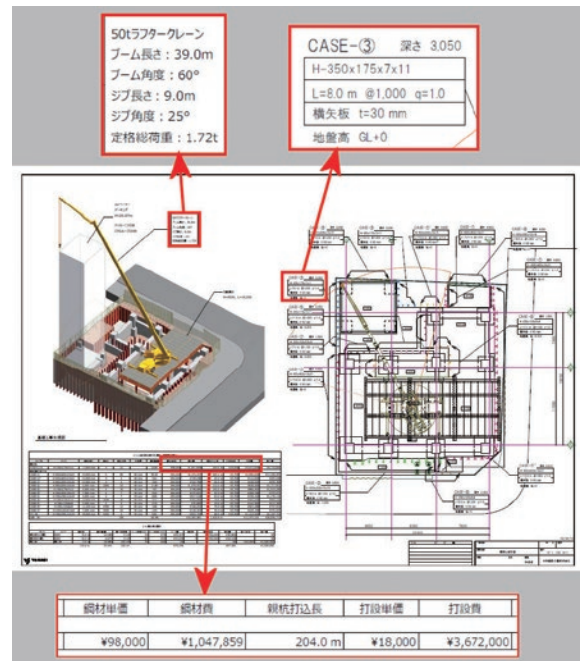
現在、山留や作業構台などのファミリは、部材やピッチなどの数値がパラメトリックに動作するように作られている。



定格荷重の計算機能などが付いたクレーンのファミリ



BIMによる鉄骨の建て方検討。
クレーンと鉄骨の干渉を避けつつ、鉄骨の重量にあったクレーンの選定が行える。



Revitによって作成した山留め図。ファミリの属性情報や定格荷重の計算機能からのデータを図面上に自動表示するほか、工事費の概算も自動計算する

「部材のファミリには、単価データも入っているので計画変更に伴う工事費の変化も瞬時にわかります」と、BIM推進担当主任の石田大介氏は説明する。

「仮設計画は変更が多く、さまざまなパターンを検討する必要がある。数量をリアルタイムに把握しながら計画を行うことができるのは、BIMの強み。」と伊藤氏は話す。

今後は Revit 用のビジュアルプログラミングツール「Autodesk Dynamo」によって、計算書のデータを BIM モデルに連携させ、掘削深さや土質によって山留め工の要／不要も自動的に判断しながら、基礎工事の施工計画を効率的に作成するというシステムを構築していくそうだ。

最近では設備や内装の専門工事会社でも、BIM の活用が増えてきた。オートデスク以外の設備用 BIM ソフトが使われていることも多いが、BIM モデルデータを標準中間フォーマット「IFC 形式」などで受け取り、一体化して干渉チェックを行い、現場での手戻りを防いでいる。

床面積約 5 万 5,000 ㎡のある商業施設では、天井版を張らずに空調設備などを露出させたままの「現し仕上げ」を採用した。そのとき、設備や配管の吊りボルトを固定する「インサート」を美しく設置するのに、BIM で作成した施工図が役立った。

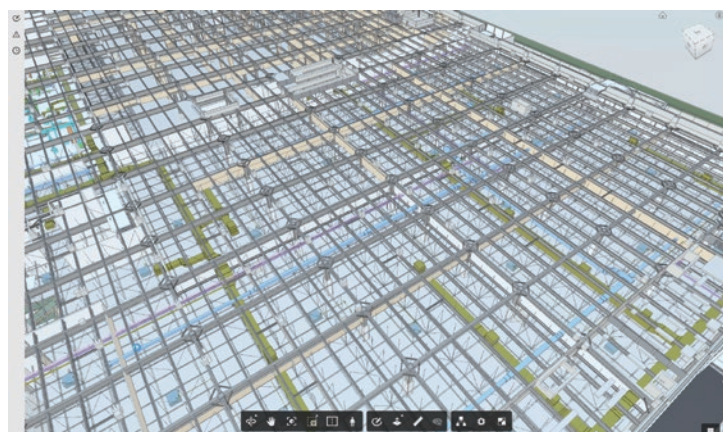
あらかじめ各設備とインサートの位置を正確に決定することができたため、ムダなインサートは1つも打つことがなく仕上がった。

このほか、鉄筋コンクリート工事では、BIM モデルから生コンクリートの発注量を計算したり、仕口部の鉄筋の納まりを BIM で検討したりすることもある。

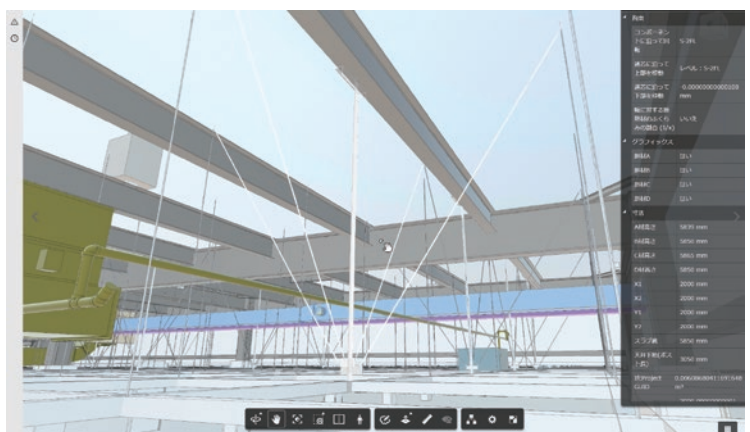
こうした施工図は、施工管理技術者に配布されているタブレット端末「iPad」に「Autodesk BIM 360 Docs」によって BIM モデルを読み込み、現場最前線で施工管理にも活用している。

今後は、型枠支保工も BIM モデルで作成し、数量計算を自動化したり、労働基準監督署向けの申請図を作成したりする機能の開発にも取り組む予定だ。

「BIM の活用を一部のスゴい人だけに限定せず、社員のだれもが使えるようにすることが、究極の目標です」と、伊藤氏は締めくくった。



現し仕上げの天井を採用した商業施設の BIM モデル



天井には構造や設備、ラックなどを縫うように吊りボルトが交錯している。干渉が生じないように、吊りボルトファミリを作成しインサートの位置を確認した

会社名
東急建設株式会社

所在地
東京都渋谷区

ソフトウェア
Autodesk® Revit®
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® BIM 360™ Glue®

BIM モデルで鉄骨梁貫通スリーブのチェックや製作を自動化 東急建設が協力会社と連携した BIM 活用を実践



構造と設備のBIM

2013年にAutodesk RevitなどBIM（ビルディング・インフォメーション・モデリング）ソリューションの本格導入を始めた東急建設は、活用レベルを段階的に上げてきた。現在はBIMモデルによる専門工事会社との合意や、BIMモデルからの施工図作成、さらにはタブレットによる現場最前線での施工管理と活用の幅が広がり、鉄骨会社とのBIMデータ連携も行っている。今後はBIMモデルとAR（拡張現実）による施工管理も視野に入れている。

数千個に及ぶスリーブのチェックと製作を自動化

「BIMモデルから抽出したデータを使って、スリーブの位置や径、数を自動的にチェックし、さらに協力会社における工場製作にも活用できるようになったおかげで、鉄骨製作の生産性が格段に上がりました」と言うのは、東急建設建築事業本部技術統括部BIM推進部プロダクトデザイングループの三瓶亮氏だ。

スリーブは、鉄骨の強度に大きく影響する。そのため、スリーブはどこでも設けていいのではなく位置や大きさ、離隔、補強方法などが基準や仕様書などで定められている。これまでは手作業によってBIMモデル上でスリーブを設けたり、位置などをチェックしたりしていたので、大変な手間ひまがかかっていた。

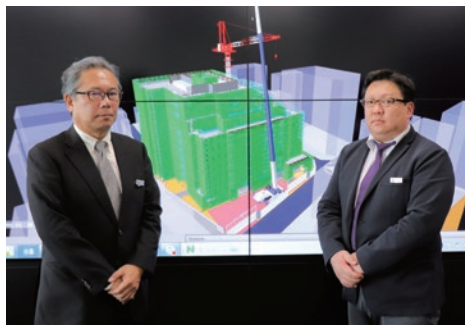
そこで東急建設は、BIMモデルからスリーブに関するデータをCSV形式のテキストデータで抽出し、

社内で独自開発したソフトによって自動的にチェックできるようにしたのだ。

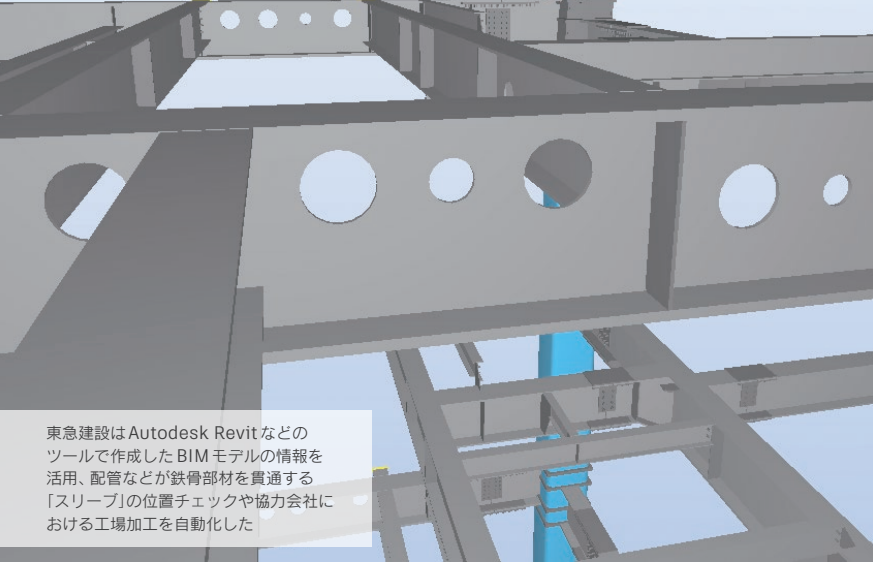
BIMモデルをチェックする専用ソフトも市販されているが、スリーブの径や鉄骨材の縁からの距離などについて、細かい設定や処理を行うのは難しかったという。

「例えば、ある建物では約6,000カ所のスリーブがありました。これまでは担当者がBIM上のスリーブを1つひとつ、基準に合っているかをチェックしていました。しかし、このチェックを自動化したことにより、設計変更の際もクリック1回で瞬時にチェックできるようになりました」と三瓶氏は言う。

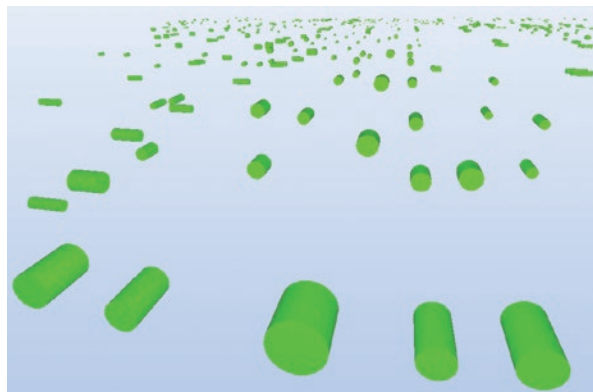
つまり、BIMで最も重要と言われる「I」（インフォメーション）の利用によって作業効率を大幅に高めたのだ。



左からBIM推進部プロダクトデザイングループの吉村知郎グループリーダーと三瓶亮氏



東急建設はAutodesk Revitなどのツールで作成したBIMモデルの情報を活用、配管などが鉄骨部材を貫通する「スリーブ」の位置チェックや協力会社における工場加工を自動化した



BIMモデルからスリーブのチェックの位置や径などを抽出したデータ

問題があった箇所のスリーブはBIMモデル上で修正し、そのデータは鉄骨会社で製作に使う鉄骨CADでも使われる。そしてCNC（コンピューター数値制御）の工作機械でI形鋼などを加工するので、ヒューマンエラーによるミスが生じない。

この作業も、以前は工場の技術者がスリーブ1個ずつ、クリックによって加工の指示を行っていたが、東急建設からチェック済みのデータを受け取ることで、ひと手間で1,800個のスリーブを加工できるようになった。

「この手法を使った工事では、実際に造られた鉄骨や設備はBIMモデルそのものでした。スリーブの付け忘れや、余分のスリーブは1つもありませんでした」と三瓶氏は振り返る。専門工事会社からも省力化ができたという好評のBIMデータ連携だ。

「BIMモデル合意」も実現

東急建設が本格的にBIM活用へ乗り出したのは、2013年に本社の建築部門にBIM関連のグループができてからのことだった。「以来、3つの段階を経て、BIM活用のレベルアップに取り組んできました」と、BIM推進部プロダクトデザイングループのグループリーダーを務める吉村知郎氏は説明する。

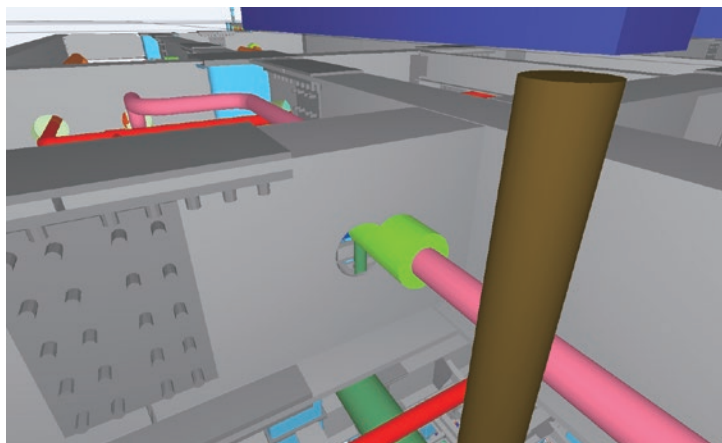
JR渋谷駅周辺の大規模再開発事業などを手がける東急建設は、建築と土木が交錯する工事を受注するケースもある。建築部門のBIM活用も、土木部門のCIM活用と並行する形で進められ、建築・土木を合わせた同社独自の進化を遂げてきた。

そして社内のBIM活用をリードする部署も、2017年にBIM推進部となり、トップダウンによるBIM活用が推進されることになったのだ。

大規模なプロジェクトでは、構造や設備などの専門工事会社の数も多く、工事関係者間での設計変更の調整や情報共有が大きな課題だ。

そこで東急建設は、従来の図面に代わって関係者がBIMモデルをもとに打ち合わせを行い、工事に関する様々な意思決定を行う「BIMモデル合意」という方法を取り入れている。

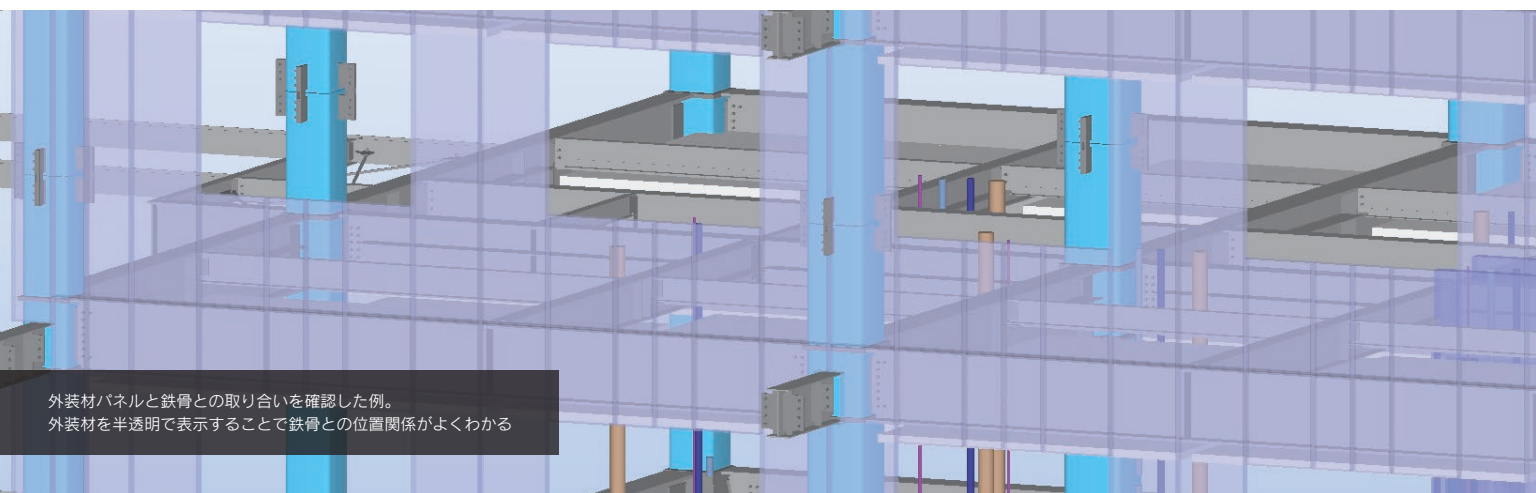
「以前から日本建設業連合会が提唱しているBIMモデル合意を行いたいという気持ちはありましたが、2013年当時ではできませんでした。その後、少しずつ活用のレベルが上がりBIMモデル合意という現場のワークフローとBIM活用のコラボレーションが可能になったのです」と吉村氏は説明する。



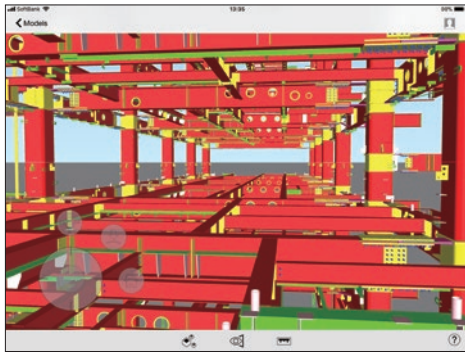
当初の案と専門工事会社の案が違っていた場合は、干渉チェック機能などで即座に発見し、その場でBIMモデルを修正していく



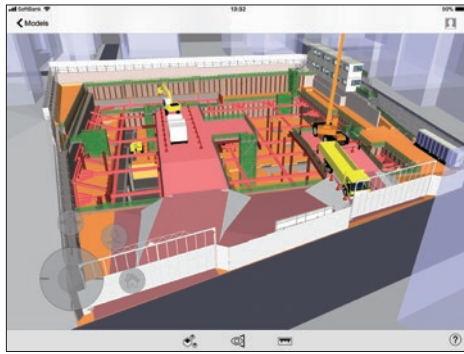
NavisworksのBIMモデルをiPad上で見られるBIM 360 Glueの活用例



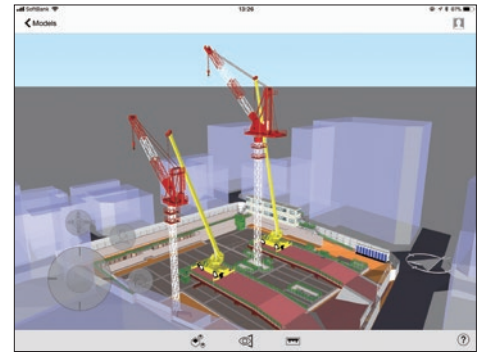
外装パネルと鉄骨との取り合いを確認した例。外装材を半透明で表示することで鉄骨との位置関係がよくわかる



iPadに入れたBIMモデルと現場とを見比べることで、計画通りの施工ができていないかをいろいろな角度から確認できる



次のステップの現場を表示した例。クレーンなどの重機や構台の位置、資材搬入の動線などが予測できるので安全管理にも役立つ



タワークレーンや移動式クレーンを使った作業イメージ。高さ方向の位置関係もよくわかる

東急建設は、鉄骨や設備などの専門工事会社と一堂に会して施工の会議を行うときに、各社から出されたBIMモデルをIFC形式などで重ね合わせを行い、当初のモデルを比較したり、意見や要望を取り入れたりしながら、解決していく。

「図面で会議を行っていたときは、結果を各社がいったん持ち帰って検討していました。しかし、BIMモデル合意により会議では、原則としてその場で結論を出すので意思決定がスピーディーに進みます。3Dで議論するので各社の理解度も高く、1社だけ置いていかれるということもありません」(吉村氏)。

Autodesk BIM 360 GlueでBIMモデルを現場最前線に持ち出す

東急建設ではBIMモデルを設計室や現場事務所だけでなく、モバイル端末「iPad」に入れて現場の最前線でも活用している。そのとき使われているのが、「Autodesk BIM 360 Glue」というシステムだ。

Autodesk Revitで時間軸を与えて作成した複数のフェーズを「Autodesk Navisworks」で1つのデータとして共有したり、iPadにダウンロードして見たりすることができる。

東急建設では、施工ステップに応じて変化する現場の様子をiPadで見られるようにして、現場で働く技術者や職人などの工事関係者と情報共有に役立っている。

「ある現場では、Navisworksのタイムライナー機能で施工段階を約80のステップに分割したBIMモデルを使いました。施工ステップごとにBIMモデルと現場を比較して見ると、計画通りの施工が行えているかを様々な角度から確認することができます」と三瓶氏は言う。

「また、現在の現場と次のステップの現場がどのように変わるのかを、現場でBIMモデルを見て確認することで、作業内容のほか重機の位置、資材搬入の動線なども予測できるので、安全管理や若手社員の教育にも役立ちます」(三瓶氏)。

せつかく作成したBIMデータを、オフィスだけで完結させずに、実際の「現場」に持ち出すことで、よりBIMの「I」を有効に活用できるシーンが増え、生産性の向上につながる。こうした場面では、タブレットやAR(拡張現実)、MR(複合現実)が大いに効果を発揮する。

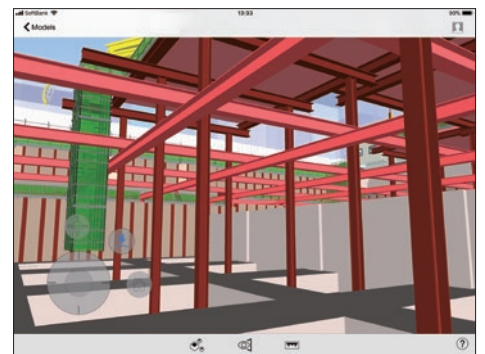
現場にBIMモデルを持ち出す効果について三瓶氏は「iPadは起動やBIMモデルの表示が速いので、多忙な現場でもスムーズに使えます。また、次の現場がどうなるのかをBIMモデルを見ながら予測し、手すりや足場の不備などを見つける危険予知が行えるので、若手技術者の育成にも効果を上げています」と言う。

事務所ではなく、現場でBIMモデル直感的に操作し、その場で説明や意思疎通、チェックや確認ができることが、施工管理に重要なのだ。そのために、タブレット端末の利用はとても有効で効果を発揮する。

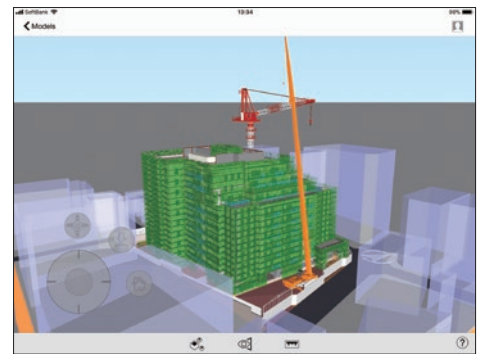
マルチプラットフォームでBIMモデルを共有

同じBIMモデルを設計室や現場事務所、現場最前線と様々な場所で活用できるのは、オートデスクのBIMソリューションをまとめた「AECコレクション」が得意とするところでもある。

クラウドサーバーで最新のBIMモデルを共有し、ワークステーションからノートパソコン、タブレット、そしてスマートフォンと、OSや種類が異なる様々なハード機器でBIMが使えるように設計されたソフトやアプリが、そろっているからだ。



下から構台を見上げたところ。基礎梁と構台の鉄骨の位置関係などがわかる



建物躯体の反対側に位置するクレーンによる作業検討。各クレーンのオペレーターからは相手のクレーンが見えないが、iPad上で俯瞰すると作業時の様子がよく理解できる

吉村氏は東急建設のBIM活用について「最初はデータを作ることが目的でしたが、これからはいかに現場で使うかフォーカスしていきたいと考えています」と振り返る。

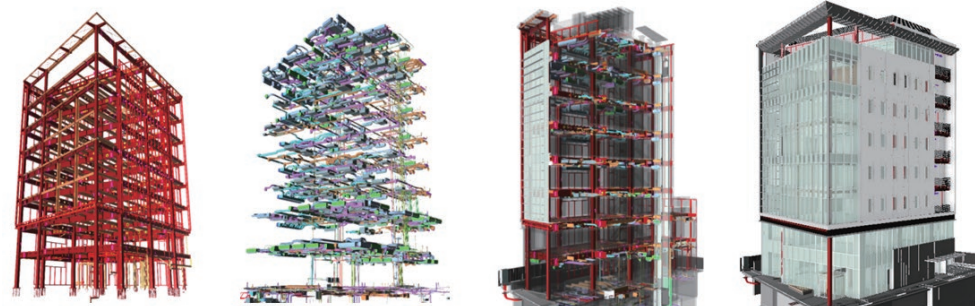
そして「今後はAR機器にBIMモデルを入れて出来形管理なども行っていききたいと思います。また、特定の人だけでなく、だれもがBIMが持つインフォメーションを使えるようにすることがゴールです。そのために協力会社と一緒にBIMに取り組んでいきたいです」と抱負を語った。

会社名
東洋建設株式会社

所在地
東京都江東区

ソフトウェア
Autodesk® Revit®
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® BIM 360™ Docs

初のBIM 試行工事から7年で急激に進化 データ連携で広がる東洋建設のBIM 活用



構造、設備、意匠のBIMモデルを一つにまとめた統合BIMモデル

2011年から本格的にBIMに取り組んだ同社は7年後の今、オートデスクのRevitを中心に図面・CGの作成や各種シミュレーション、干渉チェック・納まり検討・スリーブ情報連携までをBIMで行える設計・施工体制が出来上がった。さらにクラウドを通じて現場での施工管理や専門工事会社との連携まで、同社のBIM活用体制は広がっている。

初のBIM 物件の落札から 施工BIMに取り組む

2011年11月、東洋建設は国土交通省初のBIM（ビルディング・インフォメーション・モデリング）試行プロジェクト、新宿労働総合庁舎の工事を落札した。社外からも大きな注目を集めたこのプロジェクトをきっかけに、東洋建設は設計から施工へとBIMの活用を拡大してきた。

東洋建設建築事業本部設計部部長でDX（デジタル エクスペリエンス）デザイングループ長を務める前田哲哉氏は「設計部では以前から、3次元CADでCGによるプレゼンテーションなどを行っていましたが、施工での本格的なBIM活用は新宿労働総合庁舎が初めてでした」と振り返る。

あれから約7年間の年月が経過した今、同社ではBIMソフト「Autodesk Revit」で作成したBIMデータ連携がほぼ完成した。

図面やCGアニメーションの作成から照明・熱流体シミュレーション（CFD）、干渉チェックや納まり検討、さらには4Dによる施工シミュレーションやVR（仮想現実）でのプレゼンテーション、そしてクラウドサーバーを通じた現場や専門工事会社とのBIMデータ連携まで、BIM活用は拡大した。



東洋建設DXデザイングループのスタッフ。
左から星野早香氏、茂木満美氏、グループ長の前田哲哉氏

毎年1件ずつの施工BIMに取り組む

「新宿労働総合庁舎が無事、完成した後は毎年1件程度、施工段階でのBIM活用に取り組み、活用の幅を広げてきました」と前田氏は振り返る。

例えば2014年に施工したピー・ブラウンエースクラブ栃木工場では、設計・施工でBIMを一貫して活用した。設計変更があるたびにBIMモデルからCGパース・アニメーションを作って施主に確認し、施工承認を取りながら工事を進めていくという方法を採用した。

その結果、設計変更を行ったものの、やはり設計変更前の方がいいということになったこともあったという。また、施工段階では専門工事会社が作成した鉄骨や設備のBIMモデルと、意匠のBIMモデルを統合し、干渉チェックと納まりのチェックも行った。

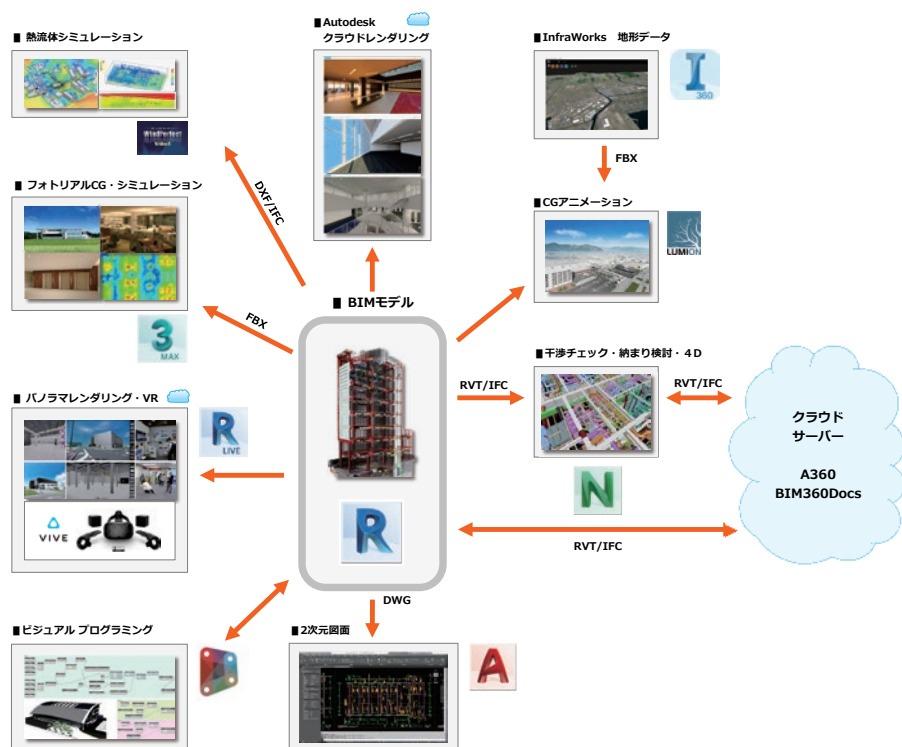
その結果、施主からもイメージ通りの建物を完成することができたと喜ばれた。

また、2020年に開催される東京五輪の会場となる「海の森水上競技場」の工事では、使い慣れた「Autodesk AutoCAD」を使わず、Revitだけで施工業務をこなすというチャレンジを行っている。



国土交通省初のBIM試行プロジェクト、新宿労働総合庁舎の基準階室内と見上図（左）、BIMモデル（中央）、完成した建物（右）

3棟ある計画建物をすべてRevitでモデル化し、現場事務所で施工図まで作成。設備や鉄骨などは専門工事会社が別のCADソフトで作図した



Revitで作成したBIMモデルを中心に、社内外に広がるデータ連携のネットワーク



ビー・ブラウンエースクラップ栃木工場の完成予想CG (上段)と完成写真(下段)はそっくり。施主からもイメージ通りの建物ができたと喜ばれた。

BIMモデルをIFC形式によって、BIMモデル統合ソフト「Autodesk Navisworks」に読み込み、Revitの建築モデルと統合することで納まり検討や干渉チェックなどに利用している。

「見た目だけでなく、露出やシャッタースピードを調整して工学的な数値としての照度分布を求め、評価を行い、快適な執務空間が確保できるようにしています」と前田氏は説明する。

BIMモデルで光と風をシミュレーション

東洋建設のBIM活用の特徴は、熱流体解析(CFD)や照明解析を自社で行っていることが挙げられる。

また、間接照明による「明るさ感」は、天井や壁面に仕込んだ照明機器の向きや光の反射パターンにより大きく異なるため、単純に照明機器からの距離だけではわからない。

建物の省エネルギー性能を高めるためには昼間は太陽光を有効に利用する必要がある。そこで窓からの差し込む光が天井などに反射して、執務室内の照度分布がどのようになるのかを日射解析により求め、快適な室内環境の実現に努めている。

そこで照明設計用の配光データを用いた照明解析を行い、照明器具の選定や配置検討を行っている。さらに昼間は太陽光を取り入れ、夜間は内部に照明がともるガラスブロックの間接照明にも、照明解析を活用している。

4Dで工程が見える化

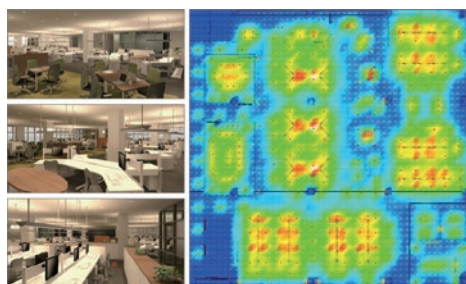
施工段階では、工程計画をNavisworksのタイムライナー機能を使ってBIMモデルと連動させてアニメーションを作成し、見える化を行っている。

設計部DXデザイングループの星野早香氏は「現場の人からは工程がわかりやすく、イメージの共有がしやすい、と喜んでもらえました。クレーンなどの車両の位置や軌跡について意見をもらうこともできました」とその効果を語る。

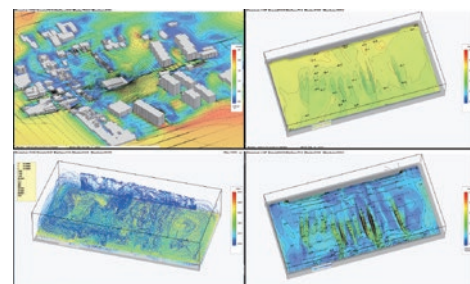
施工性や施工手順、納まりなどを検討するため、詳細設計に基づいたモックアップもBIMの導入でデジタル・モックアップ化することができた。場所や資材を消費することなく、大規模なモデルも詳細かつ正確に表現できるほか、修正も簡単に行えるので、生産性向上に寄与している。



昼間の太陽光だけで執務室内の明るさ分布をレンダリングにより求めた例



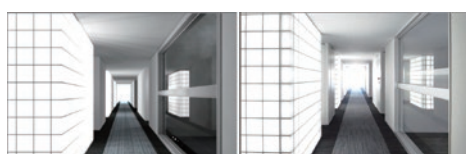
照明解析により、間接照明の明るさ感をシミュレーションした例



CFD解析によりシミュレーションした事例



上図の執務室における照度分布を日射解析により求めた例。見た目だけでなく、エンジニアリング的な数値も求めて検討を行っている



ガラスブロックのCGによる照明検討(左)と竣工写真(右)



BIMによる施工シミュレーションの例。資材置き場やクレーンの位置、鉄骨の建て方などのステップをアニメーション化し、情報共有を図った。

また、施工段階で意匠、構造、設備の図面を統合して作る「総合図」も、Navisworksによって3D化した。

設備工事を担当する工事管理者からは「2Dの総合図を細部まで理解するためには非常に根気がいりますが、3Dだと直感的に素早く把握することができます。建築、構造、設備の各部材との取り合いがわかりやすく、生産性向上につながっています」と現場の評価も上々だ。

BIMモデルをVR、iPadでも活用

CGでもかなり実際の現場を再現できるが、実施設計レベルや施工レベルの詳細なBIMモデルをVR化し、実寸大で立体視することにより、リアルな環境で設計内容を確認することも行っている。

BIMモデルをVR化するのに使っているのが「Autodesk Revit Live」クラウドサービスだ。Revitで作成したBIMモデルをアップロードするだけで、VR用のデータを作成し、送り返してくれる便利なシステムだ。

設計部DXテザリンググループの茂木満美氏は「実物大で設計や施工計画を見ると、細部の納まりや安全性など、VRならではの気づきがあります」と説明する。

そして、最近、力を入れているのがBIMモデルの施工現場での活用だ。オートデスクのクラウドシステム「Autodesk A360」や「Autodesk BIM 360 Docs」にBIMモデルをアップロードし、施工管理者が使うタブレット端末「iPad」を使用し、現場で活用する仕組みだ。

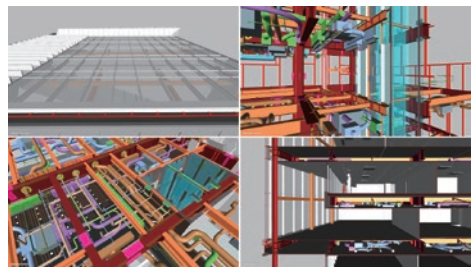
このクラウドでは、専門工事が作成した鉄骨や設備、エレベーターなどのBIMモデルも統合し、工事の全体像を見ることができる。足場の上や地下の基礎工事現場などでも、最新のBIMモデルを見ながら施工管理を行っているのだ。

東洋建設の建築部門では、山間地などの地方プロジェクトでは土木用のCIMソフト「Autodesk InfraWorks」の地形モデルを利用して建物CGの背景に使ったり、Revitによる設計をアルゴリズムで制御する「Autodesk Dynamo」を使ったりと、使用するソフトの種類も増える一方だ。

2012年に新宿労働庁舎の施工を行ったときは、3本のRevitでスタートしたが、2018年には建築・土木用のBIMソリューションをまとめたAECコレクションを25本導入するまでになった。使用するBIMソフトの種類が増えた現在は、AECコレクションを使うメリットが、ますます大きくなっているようだ。



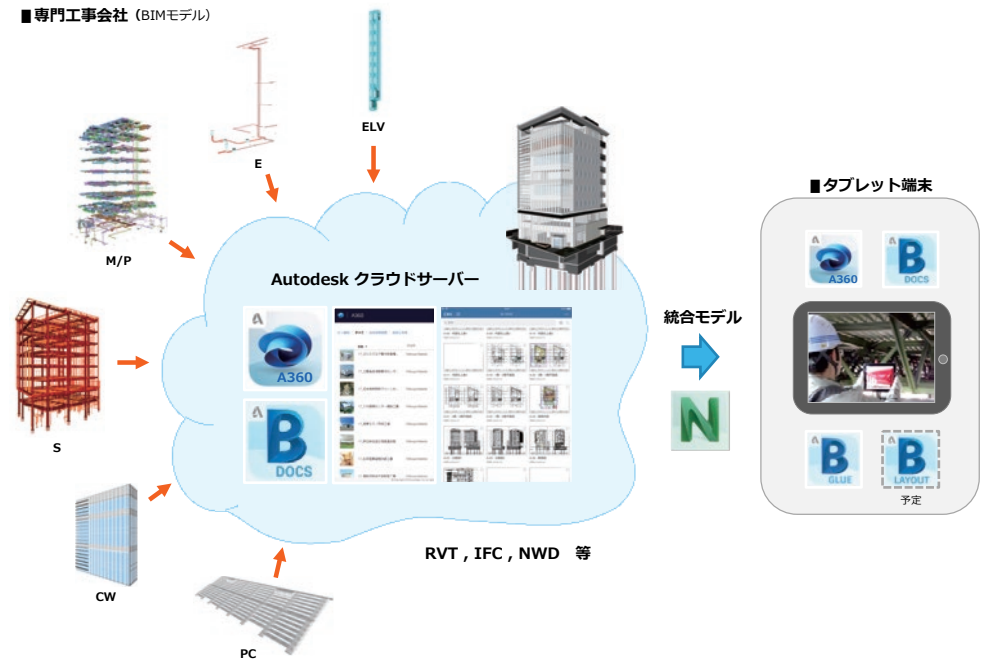
BIMモデルによるデジタル・モックアップの例。大規模な部材も詳細に再現できる



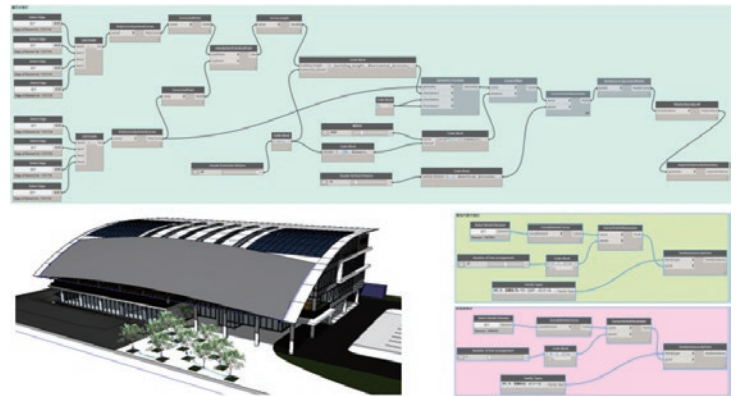
3D化した総合図によって干渉チェックや納まりの確認を行った例。2Dの総合図に比べるとわかりやすさが全く違う



VRによる実寸大、立体視による設計の検証例



クラウドサーバーを利用したBIMモデルの共有と、iPadによる施工管理での活用例



Revit用アルゴリズムミックデザインソフト「Dynamo」による設計例

会社名
西松建設株式会社

所在地
東京都港区

ソフトウェア
Autodesk® Revit®
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® BIM 360™ Docs

VRによる仕上げ確認や安全管理に手応え 3年で“業績につながるBIM”を見極める西松建設



BIMモデルをもとに作成した物流倉庫エントランス部のVRコンテンツ。
素材選びや仕上げの確認に対する効果が高いBIM活用例の1つだ

3年前から本格的なBIM（ビルディング・インフォメーション・モデリング）活用を行ってきた西松建設は、2018年4月にBIM推進室を立ち上げた。その狙いは、BIM化自体を目的化せず、BIMで生産性向上を実現することだ。そこで今後3年間をめぐり、BIMが有効な建物の規模や複雑さなどを見極め、会社の業績向上につなぐ取り組みを始めた。

「VRでお客様の声が引き出せた」

西松建設は中部地方に建設した物流倉庫の工事で、エントランスなどの内装材を選んだり、仕上げを確認したりする際、施主や現場職員に建物のBIMモデルデータをもとにして作ったVR（バーチャリアリティー）を見てもらった。

「VRゴーグルを着けたお客様が、周囲を指さして『ここはこんな仕上げにしたい』『ここはこんな感じに変えたい』と、具体的な要望をどんどん出してくれたときは驚きました」と、西松建設建築事業本部建築設計部BIM推進室長の木村暁彦氏は振り返る。

同社では以前からいろいろな工事でBIMを活用していたが、工事ごとの散発的な取り組みにすぎなかった。そこで3年前から、社内のBIM活用についての情報を一元化するべく、会社として本格的な活用を始めた。

その中で、効果的なプロジェクトの1つだったのが、上記の物流倉庫のVRによる施主や現場職員との仕上げ確認だった。

施主にはスマートフォンでVRを見る簡易ビューワーを渡してじっくり見てもらった。

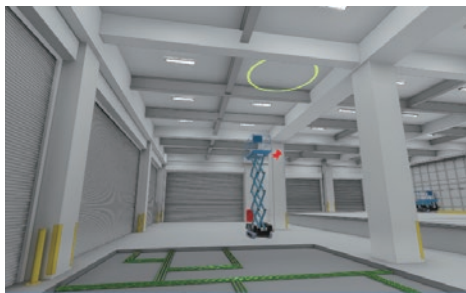
「VRはこれから作る建物を、実寸大で立体視することができます。そのため、縮小されたBIMモデルを、平面のモニターで見ているときとは違った



左から西松建設BIM推進室の室長を務める木村暁彦氏と主任の山名由記氏



休憩室のBIMモデルから作成したVRコンテンツも、施主とのデザイン確認に役立った



BIMモデルをもとに作成した安全教育用VRコンテンツ

リアルな気づきがあります。お客様からの要望を工事に反映した結果、期待通りの建物ができたと喜んでいただくことができました」と木村氏は言う。

この工事ではエントランスのほかにも、休憩室の床や壁、天井や家具などのデザインを、施主に確認するときにも、BIMモデルから作ったVRを活用した。

VRによる早期の合意形成は、モックアップの作成費用を削減し、工事の手戻りをなくすという点で、生産性を高めるうえで大きく貢献したのだ。

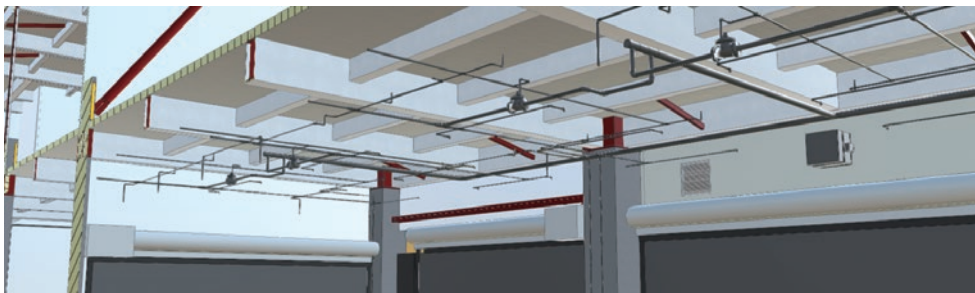
2018年4月にBIM推進室を立ち上げ

西松建設では以前、様々なBIMソフトを使っていたが、BIM活用に向けて社内のBIMソリューションは、Autodesk RevitやAutodesk Navisworksなどに統一していく方針だ。現在は、国土交通省の「i-Construction」に対応する土木部門を含めて、BIM/CIMソリューションを集めたAECコレクションを約30ライセンス導入している。

「オートデスク製品を選んだ理由は、以前よりソフトが使いやすくなったことと、BIM活用を拡大していく中で、様々な業務を行えるAECコレクションを使うことが割安と感じられるようになったからです。もちろん、オートデスクというブランドにも信頼感がありました」と木村氏は語る。

そして西松建設は2018年4月に、8人のメンバーからなるBIM推進室を立ち上げた。大手建設会社に比べると、BIM専門の部署が設けられるのはやや遅めと思われるかもしれない。しかし、そこには“後発”ならではのミッションがあった。

「BIM化すること自体が目的ではなく、BIMによっていかに会社の業績を上げていくかがBIM推進室の課題です。そのため、今後3年間をかけて、BIMが最も効果を発揮するプロジェクトの規模や複雑さをじっくり見極めて、狙いを絞ったBIM活用を進めていきます」(木村氏)。



Navisworksによる意匠、構造、設備を統合した干渉チェックにより、手戻りのない施工が可能になった

工程計画、安全管理、干渉チェックも有望

西松建設がこれまで手がけてきたBIM活用で効果が大きかったものには、BIMモデルによる鉄骨の建て方ステップシミュレーションもあった。

クレーンのファミリを作り、現場内でクレーンを配置する位置やアウトリガーを張り出す範囲の確認、クレーンのアームやブームと足場や鉄骨部材との干渉を確かめた。また、吊り荷を地上から建物の設置場所に移動する間、障害となる部分がないかを「4D」による干渉チェックで確かめた。

このほか、アームの傾きによって変わる定格荷重を自動計算できる機能を仕込んだり、Revitで作成した鉄骨のBIMモデルで部材の重量を自動計算したりすることで、クレーンの転倒などの事故防止も行えるようにした。

また、建物のBIMモデルをもとに作成した、その物件独自の安全教育用VRコンテンツも、現場での危険予知活動に大いに役立った。

近く行う作業を、VRゴーグルによって体験することで、実際に現場で作業を行っているかのような気づきがある。その結果、作業で気をつけるべき注意事項が、施工管理者や作業員で共通認識でき、無事故無災害に貢献した。

「Autodesk BIM 360 Docs」でクラウドの有効性を体感

このほか空調・衛生設備や防災設備、エレベーターなどの昇降機設備工事では、部材同士のぶつかりを、BIMモデルの干渉チェックによって事前に解決しておくことも、有効性が認められた。

設備の専門工事事社は、オートデスク以外の設備用BIMソフトを使っていることが多い。そこで、各専門工事事社が作成したBIMモデルのデータを、BIMの共通フォーマットである「IFC形式」によってNavisworksに読み込み、意匠、構造、設備を統合した干渉チェックを行ったのだ。

「倉庫では、梁の下で設備同士が交差により、倉庫内に貨物を積める有効高さが減ってしまいます。少しでも有効高さを確保するうえでも、干渉チェック機能による設計の最適化は効果が高いと認識しています」と、BIM設計室長の木村氏は語る。

ある物流倉庫の工事では、設備の専門工事事社の技術者が、西松建設が作成したBIMモデルを常に見て、実務に役立てていた。

タブレット端末のiPadにBIMモデルを入れて現場で活用することは、図面を見るために現場事務所に戻る時間を節約するほか、ペーパーレス化にも役立つ。さらにCAD図面や施工管理用の帳票類も持ち歩くことで、工事現場の生産性向上には、大いに貢献する。

iPadでのBIMモデル活用には、「Autodesk BIM 360 Docs」というクラウドシステムを活用し、西松建設はBIMモデルをiPadに入力するだけでなく、最新情報を現場関係者がリアルタイムに共有できるという点でもクラウドの効果を認識。現場でのクラウドシステム活用にも力を入れていく方針だ。

西松建設では、施工管理に携わる社員が約580人おり、そのほとんどにiPadを配布している。

「50歳以上のベテラン社員も、iPadを使ったクラウドベースでの活用が仕事でも有効だということがわかってきているようです。今後、クラウドとBIMを組み合わせた効率的な運用方法も、研究していきたいと思います」と、木村氏は語った。

少子高齢化が進む日本では、これからの建設業も以前より少ない人数で工事を行う必要がある。さらに顧客対応の重要性も年々増している。

西松建設では、オートデスクのBIMソリューションを、効果のある部分に絞って徹底活用することで、現場の省人化と生産性向上を両立させていく方針だ。

会社名
株式会社奥村組

所在地
大阪府大阪市

ソフトウェア
Autodesk® Revit®
Autodesk® Navisworks®
Autodesk® Revit® Live

VR、3Dプリンターで施工をシミュレーション 奥村組のBIMがわずか3年でここまで進化



奥村組では施工BIMモデルをVRゴーグルによって原寸大・立体視を行い、施工手順や施工性を確認している

奥村組は2015年にBIM推進グループを立ち上げて以来、わずか3年で35件の工事にBIM（ビルディング・インフォメーション・モデリング）を活用した。オートデスクのBIMソリューションにより、精密なデジタルモックアップや施工ステップの可視化、さらにはVR（バーチャルリアリティ）、3Dプリンターを駆使した施工性の確認まで、活用の範囲は多岐にわたっている。その現場を直撃した。

VRや3Dプリンターで施工性を徹底検証

ボルト1本まで精密に作られた施工用のBIMモデルを、VRゴーグルを通して見ると目の前にはこれから作られる建物の鉄骨や足場が原寸大で立体的に広がって見える。首を上下・左右に振ると、まるで現場に立っているかのように現場を内側から見回せるのだ。

「施工BIMモデルをVRで見ると、施工計画や手順が適切か、工事所の安全性に問題がないかなどが、リアルに検証できます」というのは、奥村組情報システム部BIM推進室長の脇田明幸氏だ。

VR用のデータは、Autodesk Revitで作成したBIMモデルデータを、「Autodesk Revit Live」というクラウドサービスで変換することで簡単に作れる。

さらに、複雑に鉄骨が交差する部分は、3Dプリンターで8分の1サイズの模型も作り、あらゆる角度から施工性や施工手順を検討する。

上記の鉄骨部材はホールの3階客席を支える立体トラス構造の一部だが、鉄骨工場で製作した部材が、設計通りにでき上がっているかどうかを確認する作業にもBIMモデルを活用した。

BIMモデルを入れたノート型ワークステーションを工場に持ち込み、図面からは読めない複雑な鉄骨部材の各所寸法が、計画通りにでき上がっているかチェックしたのだ。

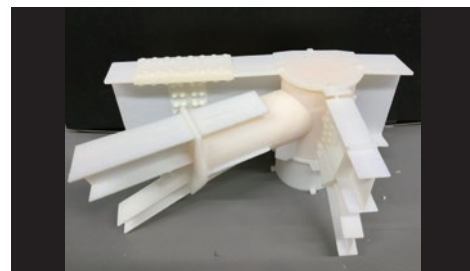
その結果、仕口や鉄骨が複雑に交錯した立体トラス構造を、工事所で問題なく組み立てることができた。



奥村組 管理本部 情報システム部 BIM推進室 BIM推進グループ (大阪)のメンバー。左から日野元氏、BIM推進室長兼BIM推進グループ長(大阪)の脇田明幸氏、藤原和哉氏



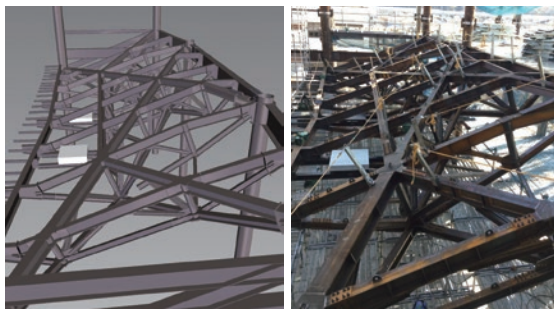
鉄骨の施工BIMモデルをVRで見ながら溶接が可能かどうかを検討



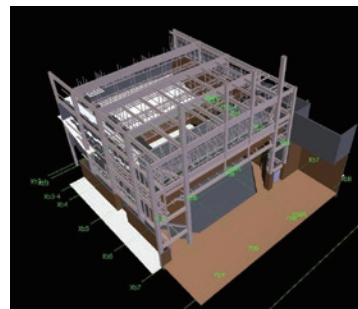
BIMモデルをもとに3Dプリンターで模型を作り、あらゆる角度から施工性を検討



ノート型ワークステーションでBIMモデル上の寸法を測定し(左)、でき上がった鉄骨部材を実測する(右)



仕口や部材が複雑に交錯する立体トラスのBIMモデル(左)と工場で組み立てられた部材(右)



ホール全体のBIMモデル

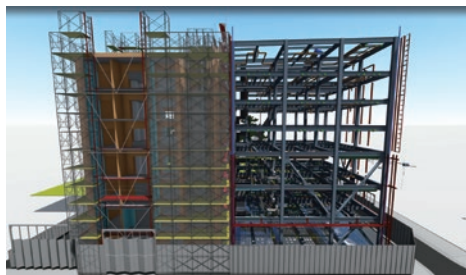
導入から3年で35件の物件にBIM活用

今では最先端の施工 BIM を実践する奥村組だが、本格的に BIM 活用に取り組み始めたのは2015年に脇田氏と日野元氏の2人がBIM推進グループを立ち上げてからのことだ。

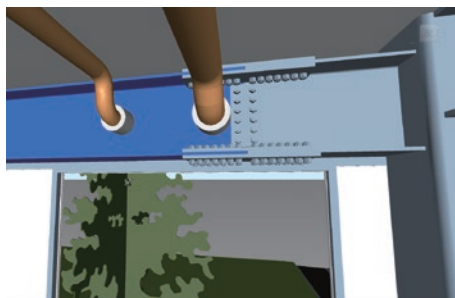
以来、設計、施工、FM（維持管理）の各分野でBIM活用を積極的に進めたほか、会社の経営計画にも具体的なBIM適用の目標値などを盛り込んだ結果、2018年3月末までにオフィスビルや商業施設、ホールやホテル、ごみ処理施設、木造建築など35件のプロジェクトでBIMを活用するまでになった。

そしてBIM活用をけん引する組織も、2018年4月にBIM推進室に移行し、メンバーも12人に増えた。

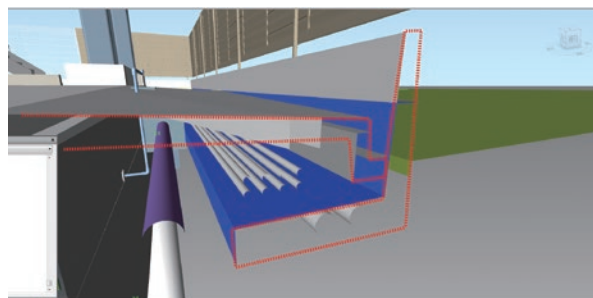
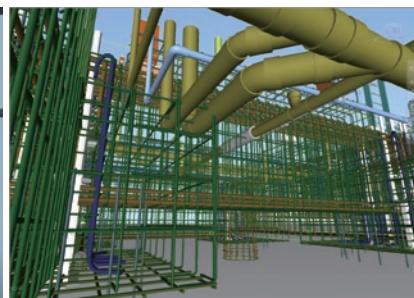
「中堅ゼネコンとしてBIMの導入は後発でした。しかし、ハードやソフトが進化し、公開されている情報を分析し、多様なソフトを臨機応変に使い分けることで、短期間にここまでの活用ができるようになりました」と、脇田氏は“後発のメリット”を語る。



Navisworksで構造、設備などの重ね合わせを行い、Lumionに読み込んだ広島支店社屋の施工BIMモデル。図面に代わり、BIMモデルによって合意形成を図った



Navisworksによる干渉チェック。鉄骨、鉄筋から配管、ダクトに至るまで、相互の干渉を着工前に修正した



細部の納まり検討。BIMモデルなら異なる専門工事会社同士の調整も行いやすい

使用ソフトも Autodesk Revit や Autodesk Navisworks を軸に、多数のベンダーの BIM ソフトと IFC 形式などでデータ連携しながら活用している。

BIM合意や工程シミュレーションでの活用

奥村組のBIM活用は、企画から設計、施工段階の幅広い業務にわたっている。しかし、「BIMのためのBIM活用」ではなく、「生産性を上げるためのBIM活用」という明確な思想が感じられる。

例えば、同社広島支店社屋のプロジェクトでは、従来の図面による打ち合わせに代わり「BIMモデル合意」という方法を用いた。

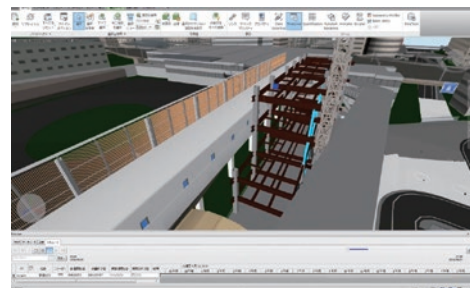
BIM推進グループが作成した鉄骨や敷地、仮設のBIMモデルに同社建築工務部によるコンクリート躯体や配筋モデル、サブコンが作成した設備BIMモデルを、Navisworks上で重ね合わせ、干渉チェック結果を反映した設計変更や納まりの検討を行い、そのBIMモデルによって合意形成を図るという方法だ。

また、狭い敷地で行われる工事では、重機の配置や鉄骨の組み立て手順などをひとつひとつ検討する必要がある。こうした工事では、Navisworksを使って工程シミュレーションを行い、思わぬ手戻りが生じないように万全の準備を行っている。

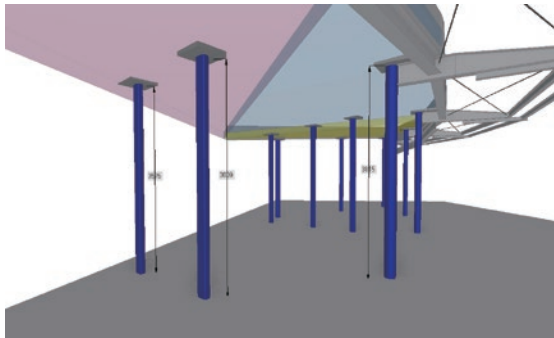
BIM推進室の藤原和哉氏は、「Navisworksのタイムライナー機能を使うと、工事全体の工程を時間軸で見える化できます。各工程のビフォー/アフターで、現場がどのように変わるのかを、職員や専門工事会社を含めて簡単に共通認識できるので、とても便利です」と説明する。



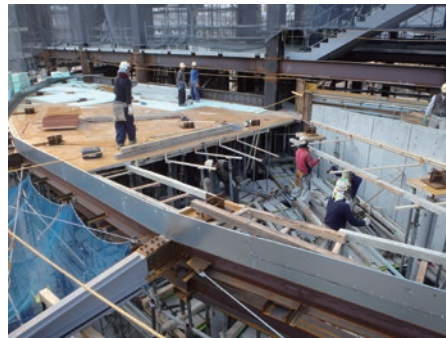
工事所にてBIMモデルを見ながら打ち合わせを行う



Navisworksを使った工程シミュレーション



船の帆のような曲面状のスラブを分割し、鉄骨柱との納まりを検討した施工 BIM モデル



工事所での鉄骨や型枠の組み立て作業(左)。コンクリート打設で設計イメージ通りの曲面を表現した(右)



内装の“モノ決め”やデジタルモックアップにも活用

建築家のデザイン意図を生かしつつ、いかに合理的な施工を行うかは、常に現場の課題となる。例えば、船の帆のようななだらかな曲面からなるひさしを実際に施工する場合は、施工性を確保しつつ、デザインのイメージを生かすという相反する条件が求められる。

こうした構造物の施工図を作成するためには BIM モデルで曲面状のスラブを分割する。曲面のイメージを失わず、なるべく大きくフラットなスラブに分割できる形状を BIM モデル上で検討するのだ。こうした検討は 2D の図面だけでは難しく、BIM ならではの威力を発揮する。

設計イメージに忠実なものづくりが求められるのは、内装工事も同様だ。これまでは小さなサンプルをもとに、壁材や床材を決定することが主流だった。

奥村組では BIM モデルで内装をシミュレーションしたり、デジタルモックアップを作ったりすることで、建材をより完成イメージに近い状態で発注者に提示し、“モノ決め”を行っている。

「断片的なサンプルと違って、BIM を使うと建物の完成イメージをそのまま表現できるため、施主からは『イメージ通りの建物ができた』と好評です。工事所からの評価も高いです」と脇田氏は言う。

建設業の PR に VR を活用

さらに、一般市民への PR にも VR を活用している。奥村組は 2018 年 1 月 28 日に開催された「大阪国際女子マラソン」に協賛し、大会中は特設ブースを設け、VR 体験会を行った。

13 歳以上の子どもや大人には、実寸大で立体視できる本格的な VR ゴーグルを使って大阪市内の工事現場などを、バーチャル体験してもらった。また、12 歳以下の子どもたちにも、スマートフォン用の簡易ゴーグルを使って工事現場の様子を見てもらった。

こうした企画は、普段は入れない工事現場の中を身近に見られるとあって、大好評を博し、マラソンというイベントの中で、建設業の魅力を大いに PR することに成功した。



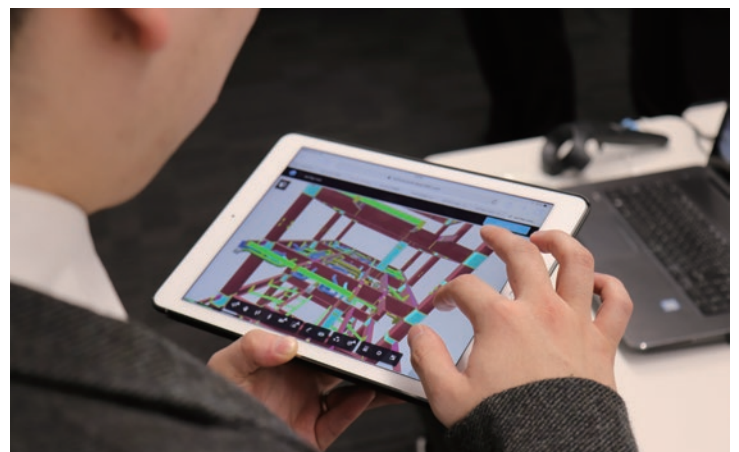
ある商業施設の内装モックアップ。木目調部材を並べて表現した曲面の見え方がよくわかる



足場に立った視点で VR を見たところ。安全対策などの確認が一目瞭然だ



ある大学の寮のラウンジ内装を BIM でシミュレーションし、モノ決めに使った例。この建物では木目調をベースに天井材や床材、壁材などに統一感を持たせた



iPad による工事所での BIM モデル活用も行っている

AIやロボットによる工事所のIoT化も視野に

BIM推進室では、これまで蓄積してきたBIM活用の成功例を、社内の会議や研修会などで報告し、工事所の課題をBIMで解決するためのヒントについて積極的な情報発信を行ってきた。

またBIMを活用して現場の課題解決をスムーズに行うため、「ハイブリッドBIM」というメニュー化を行い、問題や解決策の整理を行っている。

その結果、BIM推進室には全国各地の工事所から、次々とBIM活用についての相談が寄せられるようになり、スタッフは席を温める暇もなく、全国の工事に対応する毎日だ。

これからの建設業では、少子高齢化による労働人口の減少に対応するため、AI（人工知能）やロボット、IoT（モノのインターネット）による自動化も避けて通れない状況だ。これらの技術導入に際してもBIMの活用が注目される。

「工事の進捗よく状況とBIMモデルを連携するような構想も考えています。また、2018年4月に設置されたICT戦略室とも連携を取りながら、AIやロボティクスRPAなどと連携したBIMの活用法も模索していきたいと考えています」と脇田氏は将来の展望を語った。

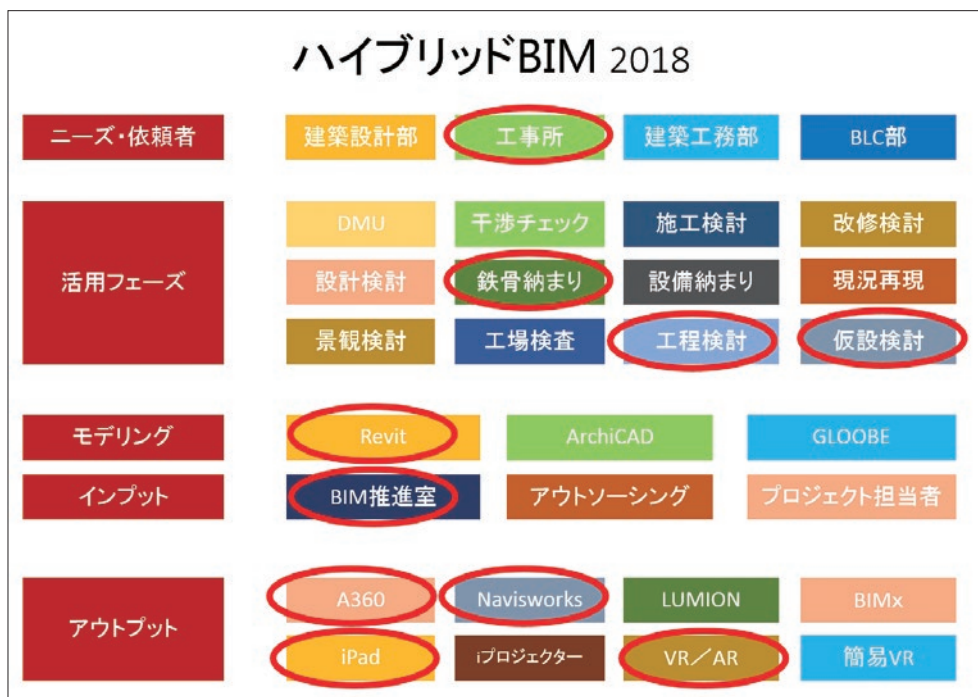
(※RPA:一定のルールに従って繰り返し行われるデータ入力などの単純作業を自動化するシステム。Robotic Process Automationの略)



大阪国際女子マラソン会場に設けられた奥村組の特設ブース(左)。内部では一般来場者を対象にVR体験会(右)も行われ、好評を博した



VRコンテンツに登場した奥村組広島支店社屋。壁面には大阪国際女子マラソンのPRビデオが流れるという凝りようだ(左)。VR映像の中で施工実績を紹介している(右)



ハイブリッドBIMのメニュー。活用フェーズにおける課題、モデリングソフト、アウトプットの形式などを、初期段階で具体的にイメージできるようにしている

会社名
鉄建建設株式会社

所在地
東京都千代田区

ソフトウェア
Autodesk® Revit®
Autodesk® Navisworks®

BIMの目的を明確にし、確実に成果を出す ROIを最大化した鉄建建設のBIM活用



発足からわずか1年でBIM活用による様々な成果を上げてきた鉄建建設 建築技術部 BIM推進グループのオフィス

鉄建建設は2015年にオートデスクのBIM（ビルディング・インフォメーション・モデリング）ソフトを導入し、ホテル建設や駅改良工事の施工段階で積極的に活用。スムーズな合意形成や施工現場での手戻り防止成果を上げ、ムダのないBIM活用でROI（費用対効果）を最大化している。確実に成果を出せる秘密は、後発企業ならではの目的を明確にしたBIM活用にあった。

竣工検査日に合わせて外観シミュレーション

「外壁の色決めをするための外観シミュレーションは、Autodesk Revitを使って2018年2月14日の午前、午後の時間帯に合わせて作りました」と語るのは、鉄建建設 建築技術部 BIM推進グループリーダーの松本賢二郎氏だ。

この日をターゲットに外観シミュレーションを行った理由は、鉄建建設が施工BIM導入のモデル現場第1号となったホテルの竣工検査に予定されている日だったからだ。

「建物の正面は、午前と午後とで太陽光の当たり方が変わり、見た目の色調や濃淡が大きく変わります。そこで時刻ごとに外観シミュレーションを行い、竣工検査の日に予想される外観の見え方をシミュレーションしました」と松本氏は説明する。

に、BIMを現場などに展開するため、建築技術部の中にスタッフ5人からなる建築技術部BIM推進グループを立ち上げた。

短期間で他社に追いつくため、徹底しているのがBIM活用の目的をいつも明確にすることだ。外観シミュレーションの設定日時にこだわったのも、その一例だ。

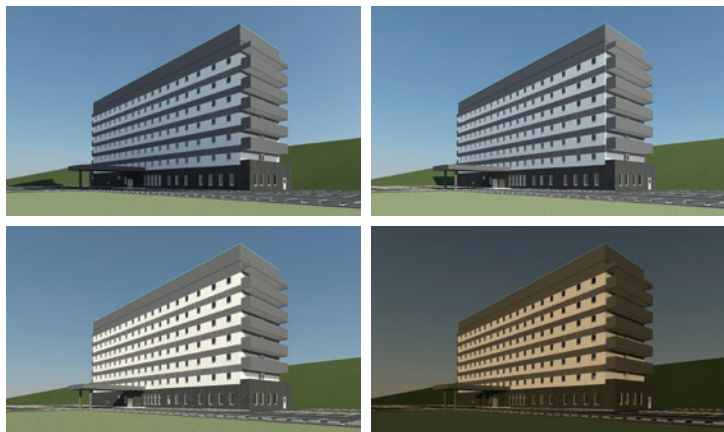
BIMモデルの特徴を生かし、いろいろな方向から建物の見え方や形状、色なども確認した。「何度も修正や確認を行いながら迅速に色決めを進めることができました。ホテルの裏側の地形は傾斜しており、見る位置によって隠れる部分もありますが、それを含めて完成時の外観を把握できました」と、建築技術部BIM推進グループの本田瑛久氏は振り返る。

このほか、1階のエントランス付近の色やレイアウトなども、内観BIMモデルを使って確認した。

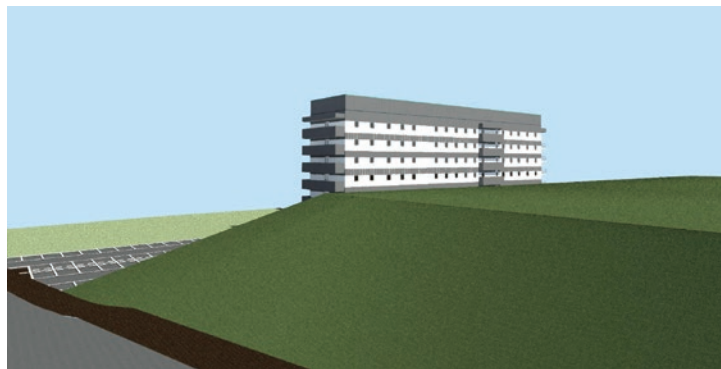
同社がBIMソフトを導入したのは、2015年と同業他社の中では“後発組”だった。そして2017年



鉄建建設 建築技術部 BIM推進グループのメンバー。左から本田瑛久氏、リーダーの松本賢二郎氏、建築技術部課長の榎野祐司氏、宇野満子氏、野畑茂雄氏



竣工検査日の2018年2月14日を想定して行ったRevitによる外観シミュレーション。
左上から時計回りに10時、12時、14時、16時の状態を示している



ホテル裏の傾斜した隣地から見え隠れる外観もBIMで再現した

表面仕上げ材の色やパターンのほか、折り上げ天井の形や照明、家具の配置、そして雰囲気などを、ホテルを運営するうえでいろいろな視点から、納得いくまで確認してもらったのだ。そこには、設計時に運営時を想定したフロントローディングを、ホテル運用側の様々名視点で行うという明確な目的があった。

手戻りを防ぐため基礎躯体の納まりをBIMで確認

このほか、このホテルのプロジェクトでは、意匠のほか構造や設備、施工計画など、目的にこだわった様々なシミュレーションをAutodesk RevitやAutodesk Navisworksで行った。その一つが基礎躯体の形状確認やコンクリート打ち継ぎ位置の確認だ。

1階には男女別の大浴場が設置されており、浴槽周りの基礎躯体に微妙な段差がある。建物の基礎という重要部分だけに、鉄筋や設備の貫通部分も多く、施工の手戻りは許されない。

「従来の2D図面だと、基礎伏図や土間伏図を見ながら、地中梁の高さやふかし、躯体の打ち継ぎ位置などを確認しながら施工計画を立てますが、細かな構造や段差を見落とす心配もあります。この部分をBIMモデル化することにより、協力会社と納まりの確認や躯体の数量算出がスムーズに行えました」と、建築技術部BIM推進グループの碓野祐司氏は語る。

また、基礎躯体と鉄骨柱をつなぐ部分は、基礎の配筋とアンカーボルトが密集し、配筋の納まりが特に重要だ。そこでBIMモデルによって配筋やアンカーボルトを1本1本、3次元モデル化し、太さや曲率、鉄筋の「あき」や「かぶり」を満たしたうえで、配筋が納まることを確認した。

クレーン作業の干渉確認と安全率をBIMで確保

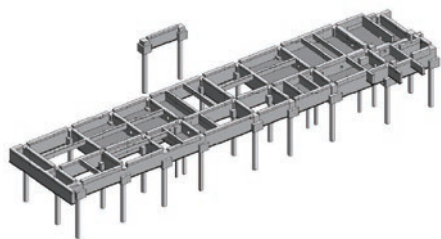
このホテルの工事では、限られた敷地内でのクレーン作業をスムーズかつ安全に行うため、BIMで鉄骨建方計画のシミュレーションを行った。

鉄骨の組み立てからボルト締め、床版の型枠となるデッキスラブの敷設、そして足場の設置と、複数の協力会社が連携し、一定の施工速度を保ちながら最上階まで立ち上げる施工計画をBIMで作成。現場では、翌日の施工に備えた打ち合わせを行ったのだ。

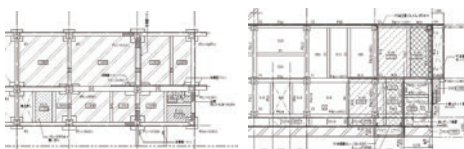
さらに、鉄骨の組み立て手順を1ステップずつBIMモデルで検証し、クレーンのブームと鉄骨の干渉確認や、ブームの傾きを考慮した作業の安全率を求めるといった定量的な検討も行った。

また、橋上駅舎工事において施工計画検討から実施工までBIMモデルを活用した。この現場では、狭い作業ヤードで長スパンの梁をより安全にかつスムーズに近隣施設や既設の駅設備と干渉しないよう施工できるかを検討する必要があった。

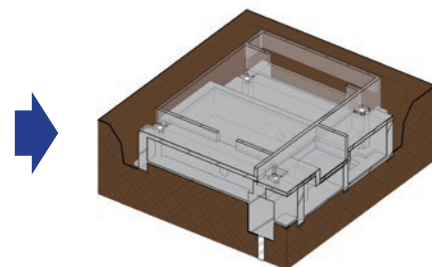
「そこで、橋上駅舎における線路上空の電車線設備との離隔距離確認や吊り荷の軌跡検討、梁の荷振れ対策などをBIMによる作業シミュレーション



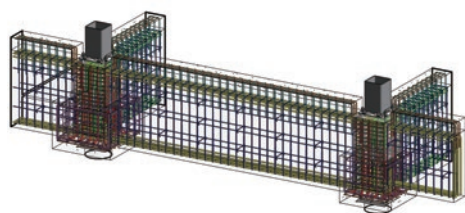
ホテルの基礎躯体。右上端部分に男女別の浴室が設けられるため、その周辺に微妙な段差がある



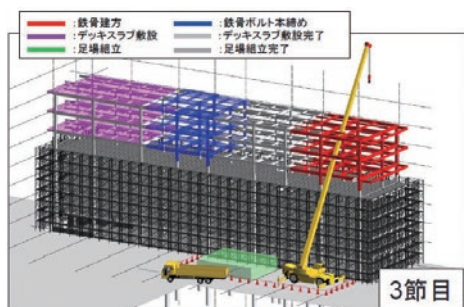
2Dの基礎伏図(左)と土間伏図(右)で表した浴室付近の基礎躯体。地中梁の段差やふかしが複雑なため、わかりにくい



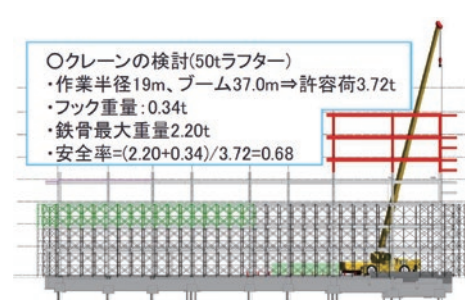
BIMモデルで表した浴室周辺の基礎躯体。構造や段差などが一目でわかる



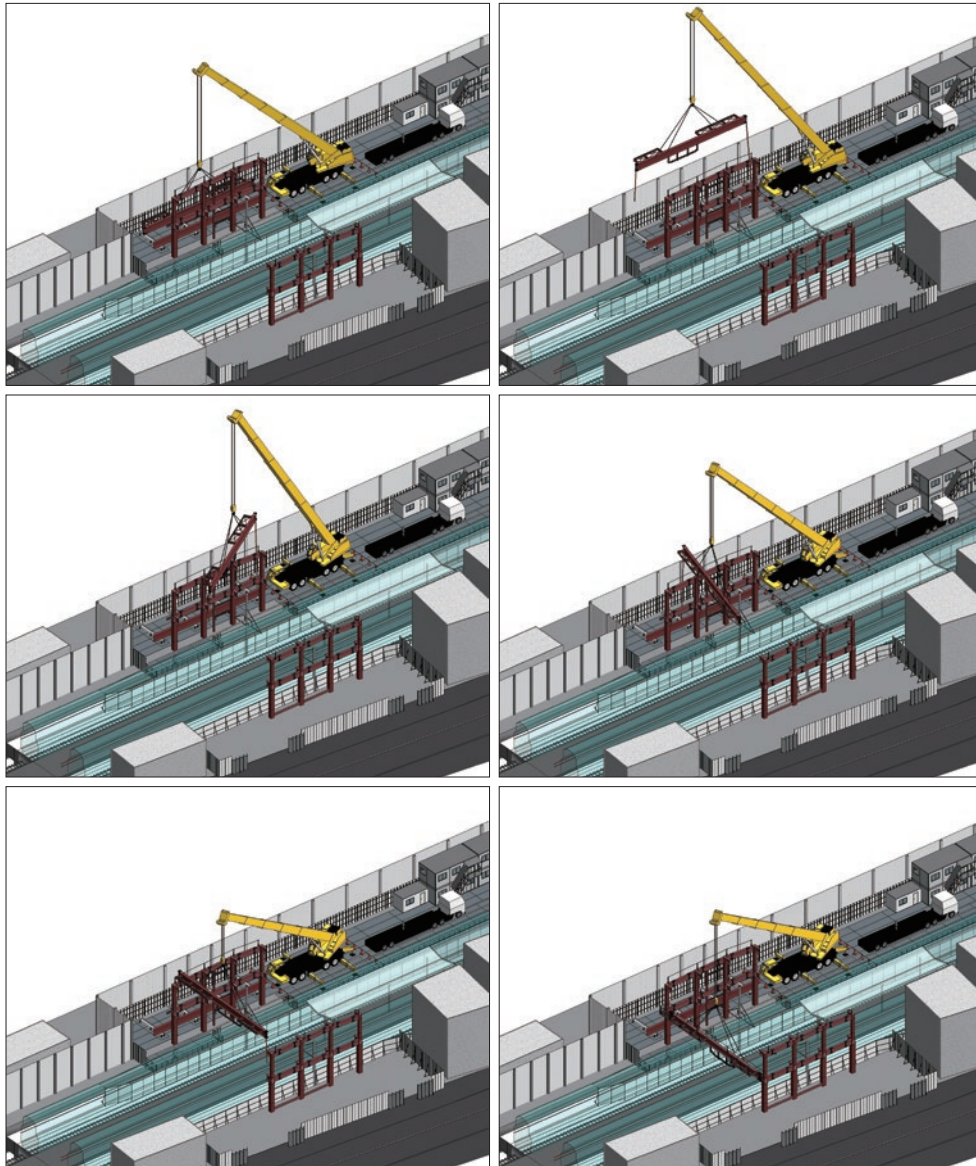
BIMモデルで配筋やアンカーボルトの納まりを確認した基礎躯体と鉄骨柱の接続部



複数の協力会社との作業打ち合わせに使用したBIMモデル



クレーン作業の安全率をBIMモデルで求めた例



を行い、安全に計画通り施工ができました」と松本氏は語る。

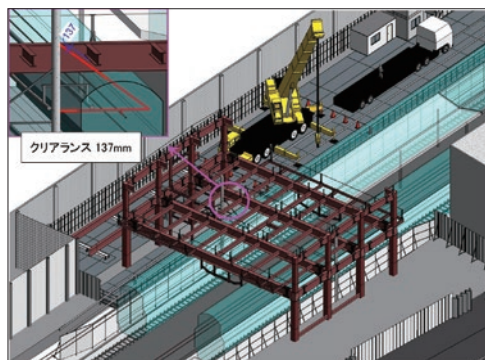
特に既設の電車線設備と干渉しないか事前に把握する事で、事前検討した手順で段取りを行い、スムーズにこなせるようになったのだ。これまでなら、試行錯誤が必要だった施工検討も、現場全体を可視化する事でより安全で詳細な施工計画を立案する事ができた。

このほか、駅などのリニューアル工事では、既存建物や土木構造物を3Dレーザースキャナーで計測し、現場での測量作業の削減や、既存設備との干渉を避けた施工計画を行うことで、生産性を高めるなどの取り組みも行っていき方だ。

「駅改良工事などでは、電車の終電から始発までの2~3時間しか作業ができないこともあります。特に線路上空の工事においては安全に施工するための諸手続きが必要なために、作業時間がさらに短くなります。その為今後もBIMによる施工シミュレーションは大きな力を発揮します」と松本氏は言う。

鉄建建設は、建築技術部BIM推進グループ発足からわずか1年で、目的を明確にしたBIM活用によって成果を上げ、今後も急ピッチでBIM活用の範囲を拡大していきそうだ。

以前は考えられなかったようなスピードだが、その背景には、BIM先行企業が試行錯誤しながら気づいてきたノウハウや、長年の改良によって安価で使いやすくなったRevitやNavisworksなどのBIMソフトやハードウェアなどを、選んで使える後発企業ならではのメリットもありそうだ。



BIMによる既設電車線設備との干渉確認を行った



ホーム上から見た鉄骨建方の状況をBIMにより事前確認した