

会社名
大成建設株式会社

ソフトウェア
Autodesk Revit
AutoCAD

伝統的な木造建築だからこそ BIM 活用の価値が見出せた

Autodesk Revit と AutoCAD で切りひらく
木造伝統建築における BIM 活用の可能性



九品仏浄真寺「閻魔堂」建替前(2015年9月撮影)

■九品仏浄真寺「閻魔堂」プロジェクト

九品仏浄真寺は、東京都世田谷区にある浄土宗の名刹である。約1万坪の広大な境内には3つの阿弥陀堂に9体の阿弥陀如来像が安置され、「九品仏」の名もこの阿弥陀如来に由来する。この浄真寺の境内には、216cmという大型の閻魔大王像が祀られた閻魔堂がある。この閻魔堂で年に2度、双盤念仏という独特の念仏を唱える法要が行なわれ、多くの善男善女が集まるという。—— そんな浄真寺の閻魔堂に建替の話が持ち上がったのは、2013年のことだった。

「閻魔堂は老朽化が進み、建替の案が出てきました」。そう語るのは、大成建設 伝統建築設計室長の松尾浩樹氏である。同室は、寺社仏閣などの木造伝統建築を中心に、RC 造や S 造など近代建築も含めた伝統建築の設計を担う部署。大規模な建築土木のイメージが強い大成建設にあっては異色の部門だが、設計者4名の少数精鋭のチームで、法然寺五重塔や願昭寺の五重塔、笠間稲荷神社等々多くの実績を蓄積している。この九品仏浄真寺については以前から各所の改修工事を請負っており、閻魔堂建替もその流れの中で声をかけていただいた案件だった。具体的には現状のお堂を取り壊し、17坪の建物を新築しようという計画である。設計監修には、浄真寺の檀家である石本喜久治の創設した石本建築事務所が入り、計画がスタートした。由緒あるお寺の境内に新築するので、その雰囲気と調和した建物となることが重要視された。実際に設計を任せられた針谷氏は語る。

「浄真寺といえば、やはり阿弥陀如来を納めた三仏堂及び釈迦如来を納めた本堂が有名です。その独特の伽藍は、開山の祖・珂碩上人の弟子の珂憶上人が指揮したことから珂憶造りと呼ばれています。閻魔堂も伝統工法を用いて、この珂憶造りに調和した建物としていくことを考えました」。そのため一般的な木造建築に使用する金物類もできるだけ使わないように配慮し、通常の木造建築とは異なる技術で十分な耐久性を確保する必要があった。しかも、材料となる木材についてはご住職からご提供いただいたのである。

「実はご住職の岳父が、入手が難しい貴重な青森ヒバの原木をたくさん用立てられました。そして、ご住職の望みはこの青森ヒバを閻魔堂の建替えに贅沢に使うことでした。堂内の柱は太く立派なものにしたい、とご要望をいただきました」(松尾氏)。まさに設計者にとって、緻密な計画が必要となる面白い、やりがいのあるプロジェクトだといえるだろう。そこで同設計室でも特に木造伝統建築の設計経験が豊富で、Autodesk AutoCAD (以下 AutoCAD) の熟練の使い手でもある針谷氏が設計を行った。

「針谷は木造建築の設計はもちろん、AutoCAD 操作にも熟達し、伝統建築を詳細に描くことができます。通常はこの図面を大工に渡し、原寸図を描いて工事を進めて行くわけですが、それだけでは設計データがもったいないと思ったんです。せっかく CAD データを作るのですから、それを 3D 化すればもっと幅広く活かせるのではないのでしょうか。そう考えた室長の松尾氏は、同じ設計本部内の BIM 設計部隊であるテクニカルデザイン開発グループに連絡を取ったのである。



Revit でモデリングし 3D プリンタで出力した五重塔モデル

堅い、難しいソフトと思われがちな Revit だが 実は意外なほど柔軟性に富んだモデリングツールだった

■テクニカルデザイン開発グループの挑戦

大成建設が BIM に着目し、その研究を開始したのは2005年のことである。2007年には実務への本格的な BIM 導入を開始し、現在ではすでに大半の実プロジェクトで BIM を活用するようになった。設計はもちろん、営業、施工の各部門から膨大な外部協力会社まで含め、広汎な BIM 活用ネットワークを展開していて、わが国建築業界における BIM の普及を牽引する存在である。前項で、浄真寺閻魔堂の建替プロジェクトにおける 3D 活用を思い立った松尾氏が連絡を取ったテクニカルデザイン開発グループ(以下 TD グループ)とは、大成建設の設計本部において BIM 運用の中核的役割を果たしている部署である。

「実は伝統的木造建築での BIM の活用は、これが2度目のことなんです。数年前に願昭寺五重塔のプロジェクトで協力してもらったことがありました。あの時は当室からの依頼というだけでなく、TD グループ側の要望もあり、完成済みの AutoCAD データを渡して Autodesk Revit(以下 Revit)で 3D モデル化してもらいました。いわば後付けの 3D 化です」(松尾氏)。

TD グループの当時の状況は、木造伝統建築の BIM モデル化経験はほとんどなかった。最初に五重塔の BIM モデル化の依頼を受けた際には手探りで進める状態だったようだ。一番の課題は、五重塔に代表される寺社などの木造伝統建築特有の繊細で緻密なディテールをどのようにして表現していくかという点だった。

「今回の閻魔堂もそうですが、小屋組み部分が非常に複雑な構造となっているので、その1個1個のパーツをどうやって作るかが大きな課題でした。五重塔の場合は、特に軒裏などきちんと表現するのがとても難しそうで、私たちにとっても大きな挑戦だったのです」と、当時を知る TD グループのスタッフは語る。だが、この初めてのチャレンジは、結果として、彼らが BIM 業務のメインツールとして活用していた Revit の威力をあらためて認識させることになったのである。



五重塔モデルの日中と夜間のCG

「とにかく Revit で木造を、それも伝統建築なんてできるのか? と半信半疑で着手しましたが、やってみたら「問題なく普通に使える」と。もちろん簡単ではありませんでしたが、Revit のもつ基本的な機能で必要充分な五重塔のモデルを作りあげることができ、複雑な軒裏の構造も再現できたのです」。まさに Revit のモデラーとしての柔軟性の高さがあらためて立証されたのである。使ったことのない人には、堅い、難しいソフトと思われがちな Revit だが、実はこのように意外なほど柔軟性に富んだツールなのである。

ともあれこうした経緯を経て、TD グループの手で小屋組みなどの内部構造まできちんと再現された五重塔の BIM モデルデータは、その後 3D プリンターで出力され、カットモデルに仕上げられた。

「それまでの外観検討用の手で作る建築模型では、建物内部の複雑な小屋組みなどはとうてい再現でき



ませんでしたし、長い制作期間とコストがかかっていました。ところが社内で 3D プリンターで製作すると時間やコストもごくわずかで済んだのです。これはもう 3D の時代がくると松尾氏は確信したという。TD グループに対する、閻魔堂の 3D モデル化の依頼は、この時の経験を踏まえてのものだったのである。

■伝統建築の繊細なデザイン表現を 3D で見せる

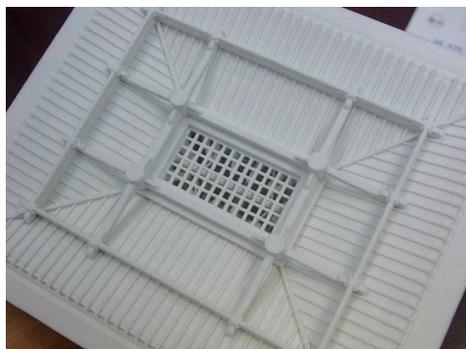
「五重塔の時は前述の通り“後付け”の 3D 化になってしまいましたが、今回の閻魔堂では設計段階から本格的に 3D を活かそう、と決めていました」(松尾氏)。

こうして伝統建築設計室と TD グループのコラボレーションによる、浄真寺閻魔堂の設計作業は、2014年の春にスタートしたのである。

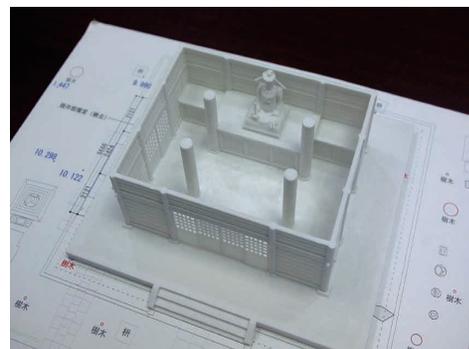
「ご住職との打合せを含めて、基本設計の作業は約



3Dプリンターで出力した浄真寺「閻魔堂」のモデル



3D プリントモデルは屋根裏の軒桁や垂木も精密に再現



3D プリントモデルの屋根を外すと太い柱や閻魔像も確認できる

半年ほどかかりました。ポイントとなったのは、やはり金物を使わない伝統工法を活かして、三仏堂とも調和する雰囲気のお堂にしていくことでした。そして、そのために必要となった日本の木造伝統建築ならではの繊細な意匠の再現が大きなテーマとなりました」(針谷氏)。

針谷氏のいう繊細なデザイン表現とは、たとえば屋根の「反り」や「むくり」、「軒反り」などである。

「実際、伝統的な木造建築は本当の直線部分というのは意外に少なく、反っていたりむくっていたりしています。そうすることによって、見る人に見た目上はまっすぐに見えるような錯覚を起こさせるわけです。とはいえ、どれもたいへん微妙な曲線ですから、ベストのむくり状態を再現するのは、けっして簡単なことではありません」(針谷氏)。

そこで、これまで針谷氏が手がけてきた数々の伝統建築の設計経験や、その作業過程で見てきた多くの伝統的な建築物に関する蓄積が活かされたのである。もちろん三仏堂や本堂などの浄真寺の既存の伝統建築については実物だけでなくさまざまな資料も集めて研究し、それらとバランスを取ることを念頭に設計を進めていったのだという。そして、それらの細かな曲線の調整でも、Revit による 3D モデルが大いに役立ったのである。

「むくりも反りも微妙な曲線なので、図面等ではなかなか説明しにくいものです。しかし Revit で 3D モデル化すれば、むくりも眼で見て感覚的に捉えることができるようになります。しかも コンピュータ上のデータだから、“もう少しこんな風に”とさえ言えばすぐ修正できるのです。本当に便利でした」(松尾氏)。

また、この「眼で見て確かめられる」3D モデルならではの長所は、ご住職に対しても同様にきわめて効果的だった。初期の打合せ段階では、図面だけで進行していたので打合せも平面図で行っていたが、意匠を詰めていく最終段階に至って「内部空間をモデルで確認したい」という話になったのだという。それは閻魔堂の本尊である閻魔像をお乗せする須弥壇の形状や天井の形状等の 3D モデル



閻魔堂完成予想 CG

を眼で見て確認してもらい、複数案から選択していただくのが狙いだった。

「閻魔大王様の像をお乗せする須弥壇を、大きいものと小さいものの2案用意したのです。また天井の形状についても複数案を作って、ご住職にどちらがいいか見てもらい、選んでいただいたのです」(針谷氏)。

図面だけでは設計意図が伝わりにくいものでも、たとえ相手が建築の専門家でなくても、3D ならば一目瞭然と理解していただける。——そんな実感はこの分野の設計業務における、3D のさまざまな活用の可能性を開くことになった。たとえば今回のプロジェクトでは、小屋裏など見えにくい箇所造作の確認に 3D モデルを使おうと考えたのである。

「3D モデルでお見せすれば、ご住職に分かりやすく伝えて、理解していただくことができます。大工に対する小屋組の構造の説明用として、あるいは、

完成後は見えなくなってしまう、小屋裏のような箇所の確認にもきわめて有効な手段となります。特に 3D プリンターで出力して模型まで仕上げれば、早い段階で具体的な構造を理解していただけるでしょう」(針谷氏)。

■ Revit で行なう3次元設計の魅力

閻魔堂のプロジェクトにおける設計作業は、現在ほぼ全てが完了し、いよいよ2016年から施工が始まる予定となっている。実際に工事が始まれば、針谷氏たちも現場に立ち会うことになる。そうなれば、たとえば施工者への説明などのコミュニケーションにも、3D モデルや 3D プリンターで出力した精密な建築模型が役に立つだろう。もちろんプロジェクトはこれからが本番だが、伝統建築設計室としての初めての本格的な BIM 活用は、大きな成果を上げたといえるだろう。だが、だからこそ新しい課題も見えてきた、と松尾氏は考えている。

「たとえばライティングの検証なども、Revit の 3D モデルを使えば容易に行なうことができます。閻魔堂のような建物も照明の扱いは重要なポイントになりますし、これはぜひ試してみたいところです。また、今回は金物を使わず必要な耐震性を持たせるために、“落とし込み板壁”という工法を採用しましたが、その構造面の数値を出すための作業については実験ベースで行なうしかありませんでした。たとえばこうした構造面の検証なども行なうことができれば、3D は私たちにとってさらに大きな意味を持っていくことでしょう」(松尾氏)。



「閻魔堂」カットモデル。複雑な小屋裏も一目瞭然



閻魔堂内部カット CG

設計者自身が Revit を使うこと——それが全てのカギになる

2005年頃に「法然寺五重塔」のプロジェクトで設計を担当しました。BIM が始まった時期でしたが、AutoCAD で図面を作成する一方で、3D モデルを作成しました。その便利さは当時から感じておりましたが、閻魔堂のプロジェクトでは、繊細なデザインを表現でき、断面模型などで建物内部の空間を発注者と共有することができました。伝統的な木造建築だからこそ BIM 活用の価値を見出せたと感じています。今後も伝統的な木造建築での BIM の可能性を追求していきたいと感じています。



大成建設株式会社
設計本部 専門技術部
伝統建築設計室長
松尾浩樹 氏

Revit を中心にした BIM を活用すれば、今は部材に仕上げまでの情報を持たせ、大抵のことができるようになっていきます。後は木造の伝統建築でも構造計算ができるようになればいいと思います。そうなれば、解析の技術もさらに高度化するでしょうし、実験等でも細かくシミュレーションできるようになれば、新たな技術の開発も可能になるかもしれません。こうした所にもどんどん応用が広がっていけば、木造伝統建築の世界でも 3D の活用は大きく進むに違いないでしょう。



大成建設株式会社
設計本部 専門技術部
伝統建築設計室
針谷 誠 氏



For a Lively World

大成建設株式会社

<http://www.taisei.co.jp>

本店 東京都新宿区

創業 1873年 10月

設立 1917年 12月 28日

資本金 1227億 4215万 8842円

事業内容 建築工事、土木工事、機器装置の設置工事、その他建設工事全般に関する企画、測量、設計、監理、施工、エンジニアリング、マネジメント及びコンサルティングほか

従業員数 8007名(2015年 3月)

※Autodesk, AutoCAD, Revit は、米国および/またはその他の国々における、Autodesk, Inc.、その子会社、関連会社の登録商標または商標です。その他のすべてのブランド名、製品名、または商標は、それぞれの所有者に帰属します。オートデスクは、通知を行うことなくいつでも該当製品およびサービスの提供、機能および価格を変更する権利を留保し、本書中の誤植または図表の誤りについて責任を負いません。

©2015 Autodesk, Inc. All rights reserved.