

3次元モデルとシミュレーションツールを活用した 包括的建築設計演習授業プログラムの開発と拡充

建築学科 両角光男 大西康伸 越智健之

1. 緒言

建築設計演習は、設計者としての創造的思考や表現能力を養う場であると同時に、建築のエンジニアリング的側面（構造、材料施工、環境工学）や法規、防災、建築経済、施設経営など、建築各分野の個別授業科目で得た知識を包括的に理解し、具体的な問題解決に向けて応用する場としての期待がある。しかし、従来の図面を中心とする設計製図教育では、座学で得た知識を包括的に理解することは困難であり、慣例的に建築計画や意匠に焦点を当て教育がなされてきた。

一方、建築CAD分野に目を向けると、建築部材に関するあらゆる情報（部材種別、素材、数量、体積、コスト、製造情報など）を建物部材の立体形状データと関連付けて管理する建物モデル、またはそのモデルを作成する一連の行為（プロセス）を意味するBIM（Building Information Modeling）という新たな技術が実務利用の域に達しつつある。このプロダクト記述モデルを建物の企画から施工、運営、解体まで活用することで、建設業界のワークフローが革新され、比類ない効率化を建設業界にもたらすと期待されている。

BIMに対応したCADへのモデルデータの入力プロセスが、バーチャルな空間にあたかも本物の建物を建設する行為に類似していることから、BIMに対応したCADは三次元設計CADと呼ばれることが多い。この三次元設計CADを教育現場に持ち込み、その技術的特徴を踏まえて効果的に活用することで、設計教育さらには建築教育に革新を起こせないか、というのが本稿でご紹介する試行を始めた動機である。BIMを教育分野で活用する第一段階として、三次元設計CAD（Autodesk Revit Building 9.1）を設計演習に用いることで、設計演習授業において構造・構法教育を融合させることを試行した。本稿では、その実践と評価を述べる。

2. 試行授業の位置づけ

熊本大学建築学科では、1年後期「造形表現」（必修）、3年前期「デザイン・シミュレーション」（選択）、3年後期「建築設計演習第四」（必修）において、三次元CADを活用した演習授業を実施している。BIMの活用事例としてここで紹介する「デザイン・シミュレーション」では、従来、①CGによるポスターの制作、②舞台照明デザイン、③著名建築物のプレゼ

ン、という3課題を実施し、三次元CAD（AutoCAD 2006）によって建築空間のイメージを検討（リプレゼンテーション）する手法や、設計案をプレゼンテーションする手法の修得を目的として取り組んできた。2006年度からは著名建築物の構造解析やCAMを活用した模型制作に取り組み、加えて2007年度からはBIMに対応した三次元設計CADを導入し、演習の場において座学で得た知識を確認し、理解を深める融合教育に取り組みはじめた。

3. 2008年度試行の概要

2008年度は3課題を用意し（表1）、その作業過程で、画像処理ツール、設計情報共有ツール、三次元モデリング・レンダリングツール、構造解析ツールなど、各種ツールの操作法とその実践的応用（空間イメージの検討・表現、建築物の構成やしくみの理解・表現、構造解析による力学的状態の把握・表現）を段階的に学んだ。なお、2008年度の登録者数は55名であった。

表1 2008年度試行授業の課題

第一課題 （個人課題）	画像処理ツールを使ったフランク・ロイド・ライト展のポスター制作
第二課題 （個人課題）	三次元設計CADを使った教会の空間的・構造的成り立ちの理解・表現
第三課題 （チーム課題）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 空間アレンジグループ BIMモデルの編集による教会の増改築 ・ 構造解析グループ 構造解析ソフトを使った教会の構造解析と変更案

4. 第二課題の概要と実施経過

4回の授業（1回2時間）で実在するRC3階建ての教会を三次元設計CADへ入力するチュートリアルに従い、学生たちは段階的に建物を入力しながら三次元設計CADの基本操作方法及び教会の空間イメージや建物の構成やしくみを学んだ（図1）。また、課題開始時に配付した教会の実設計図（意匠20枚、構造6枚）から詳細な部材寸法や素材などを読み取りながら、受講者たちは入力作業を進めた。最終提出物は、教会の「空間イメージ」や「構成やしくみ」を伝えるプレゼンパネル（A1×1枚）とした。

この課題では、①三次元設計CADを使って建築物を入力することで、その建築物の「空間イメージ」や「構成、しくみ（構造方式、建築部材の構成方法など）」を理解する、②理解した特徴を表現する、③BIMの概

念に触れるとともに三次元設計CADの基本的な操作方法を学ぶ、という3つの目的を設定した。

三次元設計CADは、建築の構法学習に適しているとの考えから導入した。理由としては、①柱、梁、壁、床、階段、開口などの建築要素や、仕上げ、下地、躯体などの材料を意識しなければ入力できないこと、②図面と三次元建物モデルが連動しており、二次元と三次元を相互に連動させて理解できること、③詳細に形状定義された部材や実際の材料がプリセットでCADに用意されており、それらに接することで教材として機能すること、という3つをあげることができる。

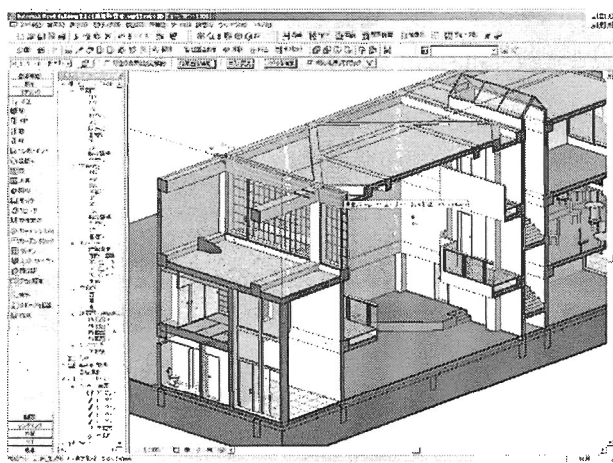


図1 三次元設計CADへの入力の様子
部材形状の他に、構造材や建具、素材の種別、衛生器機などを入力する。

5. 第三課題の概要と実施経過

2~3人から成るチームを構成し、以下に示す2つのグループに分かれて課題に取り組んだ。

5-1. 空間アレンジグループ

教会の増築・改築案をデザインし、モデリング・レンダリングする課題である。提出物として、増改築案を魅力的に伝えるプレゼンパネル(A1×2枚)とした。

この課題の目的は、①デザインツールとして三次元設計CADを利用する訓練をする、②BIMモデルを編集することで、オブジェクト指向・パラメトリックモデリングを体感する、③三次元設計CADの操作に慣れる、という3つである。

5-2. 構造解析グループ

構造解析ソフト(MIDAS/Gen7.1)を用いて教会の構造解析を行う。チュートリアルに従い、構造解析ソフトに節点、要素、材料断面、荷重などの解析に必要な条件を入力し、応力や変形の状態を把握する。さらには、部材寸法を変える、柱・梁を追加・削除するなど構造的条件を変えたモデルを入力し、応力や変形が条

件変更前と比較してどう変化するかを確認する。提出物として、構造解析結果をわかりやすく伝えるプレゼンパネル(A1×2枚)とした。なお、この課題は構造専門の教員及び大学院生TAと協力して進めた。

この課題の目的は、①実際に建っている建物の構造を解析することで、講義で学んだ構造力学の理解を深める、②空間の見え方とそれを成立させている構造の関係を応力レベルで理解する、③解析ソフトを使って構造解析をすることを体験する、という3つである。

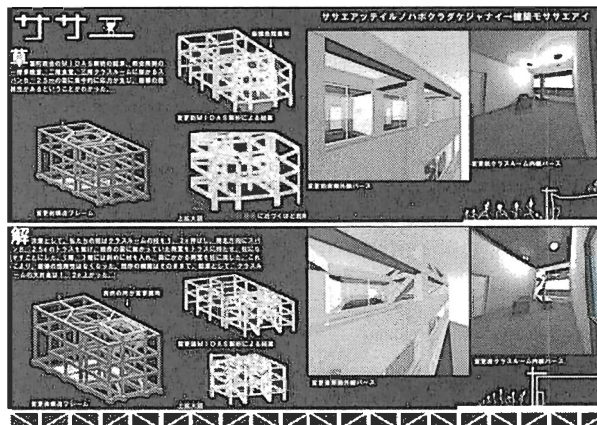


図2 構造解析グループの作品パネル

6. 試行の評価と課題

授業終了後、受講者に授業の感想を尋ねるアンケートを実施した(表2)。なお、回答者は39名であった。

表2 アンケート結果(肯定的な意見の中から主なものをまとめた)

<p>建物の空間的・構造的成り立ちの把握について</p>	<ul style="list-style-type: none"> 三次元設計CADシステムが保持している詳細図を見ることで、建築ディテールの理解に役立つ。 すべての構造部材を入力しパラメータを設定することが、構造的成り立ちの把握に役立った。 建物のどの部分でも瞬時に透視図を表示することができるが、空間把握に役立った。 図面トレースよりも、空間構成の把握が容易だった。
<p>構造力学の復習や知識深化について</p>	<ul style="list-style-type: none"> もっと早い段階でこのような演習を受講していれば、構造力学理解の助けになったと思う。 構造解析の結果が、ディスプレイ上にグラフィカルかつ三次元で表示されるので、非常に分かり易い。 コンピュータを使った解析を初めて体験したが、構造分野に興味が出た。自分が設計した建物を解析したい。

また、BIMモデルは任意の部分の図面を瞬時に表示できることから、三次元設計CADが教員・学生間の設計コミュニケーションの道具として非常に有効であることが確認できた。

今回の試行では、モデルデータの構造解析ツールへのシームレスな受け渡しができなかった。BIMモデルと各種解析ツールとの連携は、設計演習を座学で得た断片的知識統合の場と捉える上で重要な課題であろう。