

# BIM・CIM 教育プログラムの提案

高知工科大学 1160052 菊池 あや  
指導教員 五艘 隆志准教授

## 1. はじめに

### 1.1 研究背景

「国内 BIM 元年」とされる 2009 年以降、建築分野において BIM(Building Information Modeling)が導入され、2012 年には土木分野でも CIM(Construction Information Modeling)の試行業務が開始された。国土交通省はそれぞれにガイドラインを策定し、建築分野では 2014 年度に適用<sup>1)</sup>、土木分野では 2016 年度に適用される<sup>2)</sup>。このように国内では建設産業における 3 次元データの活用が推進されている。しかし、地方企業への広がりや少く、今後建設産業で活躍していく学生への認知度も低い。今後の BIM・CIM の発展のためには、現場における活用法や効果に対する認知度向上と、知識や技術の普遍化が求められている。

### 1.2 研究目的

今後、BIM・CIM は多くの建設産業従事者にとって身近なものとなると考えられる。そこで本研究では、小規模工事における 3 次元モデル作成による効果を検証する。また、大学教育における BIM・CIM 教育の現状を調査し、学生のうちから BIM・CIM に対する興味、関心及び知識を身につけるための教育プログラムの提案を行う。

## 2. BIM・CIM

### 2.1 概要

BIM は Building Information Modeling の略称。建物の 3 次元モデルを作成し、コストや材料、管理情報等の属性データを追加したものである。建築分野において、企画、設計から維持管理までのあらゆる工程で情報活用を行うツールとして活用される<sup>3)</sup>。

CIM は Construction Information Modeling の略称で、建築分野における BIM を土木分野にも広げようというものである。BIM 同様、構造物のライフサイクルを通して 3 次元モデルを活用し、建設業全体での生産性の向上を図る取り組みがされている<sup>4)</sup>。

### 2.2 期待される効果

BIM・CIM に期待される効果として、企画・設計段階では、設計条件の可視化や設計における試行錯誤の容易化が挙げられる。更に意匠・設備・構造の整合性が向上し、設計ミス等のリスクの削減にも効果がある。

施工段階では、現場管理や施工計画、施工シミュレーションなど様々な効果が期待されている。日本建設業連合会による 2 次元検討よりも期待される施工 BIM の効果の調査<sup>5)</sup>では、干渉確認等の可視化による効果と、施工計画に関する効果が大きい。施工段階における効果は全て可視化による効果であるとも考えられるため、施工全体として 8 割以上が可視化による効果として期待されていると考えられる。

維持管理においても、施設管理の効率化・高度化等が期待されている。ライフサイクル全体を通して、BIM・CIM の効果は大きいとされている。

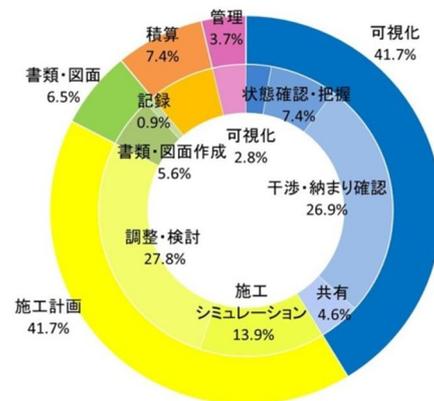


図-1 2次元検討より期待できる作業別効果<sup>5)</sup>を筆者編集

## 3. 設計図・施工図の現状

### 3.1 設計図—施工図間における問題

設計図から施工図を作成する際、設計図の情報不足が問題となることがある。また、意匠・設備・構造の各設計図面を施工図として統合する際、それぞれの内容が相反し、調整に時間を要することもある。

### 3.2 鏡野公園バス停整備工事図面と施工者へのヒアリング

設計図から施工図を作成するプロセスや問題点を把

握するために、鏡野公園バス停の設計図及び施工図の確認と、施工者へのヒアリングを実施した<sup>6)</sup>。

当該プロジェクトにおける施工図では、設計図から寸法等の記載事項を変更している箇所が多く見られた。

施工者へのヒアリングでは、施工図作成と施工時の問題点について伺った。施工図作成時には1名の技術者が約1週間要したとのことであった。その際の作業内容は、不明点の解消や詳細決定が主である。不明点解消時の対策は以下の3点である。

- ①設計図の2次元CADデータ図面から寸法や角度を読み取る
  - ②設計図で寸法や角度が示された基準部材から他の部材の寸法や角度を推測
  - ③上記で対応できない場合は情報追加を設計者に要求
- 対策①について詳述すると、最近の設計図は2次元CADデータがないと施工図の作成は不可能な程、詳細度が低いとのことであった。また、図面のみでは構造物の正確な形状がわからず、模型によって初めて形状を理解することがあるとのことであった。これによって施工時の部材作成ミスも発生しているとのことであった。このように現時点のワークフローは、設計図の詳細度が低いことを前提として施工者が上記①～③のあらゆる調整を行っている。その際は手戻り作業などのロスも発生している。一方、施工者が施工図を作成することで、構造物の概要が頭に入るといった利点があるということも述べられていた。これは円滑な施工に繋がるものであり、施工者のこのような努力により品質が維持されていることも伺えた。

### 3.3 設計図詳細度

高知工科大学武道場の設計図を題材に設計図の詳細度調査を行った。本研究では、アメリカニューヨーク市のLOD(Level Of Development/Detail)基準<sup>7)</sup>を使用する。

表-1 LOD 基準<sup>7)</sup>

LOD	段階
100	企画・計画
200	基本設計
300	詳細設計
400	施工
500	維持管理

意匠・設備・構造の詳細設計の図面について検証したため、詳細設計程度のLOD300の基準を満たしている必要がある。意匠図は要求を満たしている部分が多かったが、設備図と構造図は要求を満たしているものが

少なく、LOD300に達しているとは言い難い。日本の設計図の詳細度は海外と比べて低く、施工段階における調整が工事の前提となっているものと考えられる。

表-2 武道場図面のLOD300充足度

		要求項目	記載項目	充足度
意匠図	天井	6	3	50%
	ドア	5	4	80%
	床	7	5	71%
	手すり	4	3	75%
	屋根	8	7	88%
	部屋	13	6	46%
	階段	10	9	90%
	壁 窓	10 5	3 4	30% 80%
設備図 機械	ダクト	11	3	27%
	パイプ	10	3	30%
	衛生器具	8	2	25%
設備図 電気	電気設備	16	6	38%
	火災報知器	7	3	43%
	照明設備	8	2	25%
構造図	梁	8	4	50%
	桁	8	1	13%
	基礎	3	3	100%
	構造フレーム	8	4	50%

日本では、ライフサイクルを通して設計にかかるコストが少なく、設計図の詳細度の向上は容易ではないという施工者の考えがある。また、企画・設計から施工までの期間が長い土木案件に対して、建築案件はその期間が短い。詳細度が低いことに加えて準備期間が短いとなるとBIM導入は困難であるという施工者の否定的な見解もある。しかし、施工段階における調整が前提となっていては、施工不良等のリスクにも繋がる。施工前の詳細度の向上や施工計画への効果からもBIMは今後取り入れられるべき技術であると考えられる。

## 4. 3次元モデリング

### 4.1 鏡野公園バス停3次元モデリング

3次元モデル作成によってどのような効果が得られるかを検証するために、鏡野公園バス停の設計図を基に3次元モデルを作成した。モデリングソフトはBentleyのMicrostation v8iを使用した。

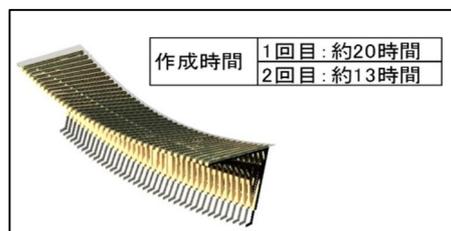


図-2 作成した3次元モデルと作成時間

モデリングは作業に慣れる前と慣れた後に2回行った。1回目のモデリングにおいて、操作方法の理解やモデルの作成手順の検討といったアプリケーション操作上の課題と、不明な寸法、形状等の推測などの設計図そのものに起因する課題があった。これらの課題が解決・軽減されたことにより、2回目のモデリングでは、作業時間が約7時間短縮された。

#### 4.2 3次元モデリングから得られた効果

3次元モデリングから考えられる効果は以下の3点である。

- ①詳細度の向上
- ②現場合わせ・手戻りの軽減、解消
- ③形状把握の容易化

設計図からモデリングを行うことで、図面内で不足している情報が明らかになる。本研究で行ったモデリングでは、地中の部材の寸法や木材中の部材の寸法の表示が設計図になく、施工図を参考にした。設計段階でモデリングを行った場合、設計の詳細度の向上に繋がる。施工前のモデリングであっても、図面の不足情報が明らかになるため、現場合わせや手戻りの軽減、解消への効果も得られる。更に、施工前に3次元モデルが存在することで、正確な形状把握が可能になり、部材作成ミスのようなリスクの減少が可能である。

次に、施工図と3次元モデルの作業時間を比較した。鏡野公園バス停の施工者が施工図を描くのに要した時間は約1週間であるとのことであった。1日7時間、週5日作業したとすると作業時間は35時間である。

設計図レベルの3次元モデリングに要した時間は2回のモデリング所要時間の平均をとり、約16.5時間である。施工図に記載されている項目数の変化と作業時間を図-3に示す。施工図には記載事項が2412項目あり、その内576項目が設計図にも記載されている。3次元モデルを作成することにより、施工図のみに記載される1836項目中1569項目が3次元モデルから読み取り可能であった。残り267項目の補足に要する時間は、 $35 \text{時間} \times 267 / 1836 \text{項目} = 5.1 \text{時間}$

となる。下図に示すように、3次元モデルを使用する方が13.4時間の短縮となり、作業時間の短縮にも効果があるといえる。

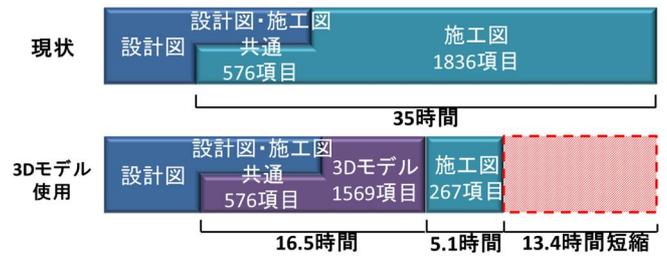


図-3 3Dモデル作成による図面記載項目数の変化と作業時間の比較

### 5. 大学講義における BIM・CIM 教育

#### 5.1 BIM・CIM 教育の必要性

小規模の工事においても BIM・CIM の効果は十分発揮されることがわかった。国土交通省から BIM・CIM の活用が推進されていることから、工事規模を問わず BIM・CIM の技術は必要になると考えられる。今後建設業界で活躍していく学生が BIM・CIM の知識や技術を身につけるべきではないかと考えた。

#### 5.2 大学講義における CAD 教育の現状

BIM・CIM 教育の現状を把握するために、建築・土木系学科をもつ 124 大学 178 学科の講義を調査した。各大学の web サイトにて公開されているシラバスを検索し、2次元および3次元 CAD や製図の講義がどの程度行われているか、どのような内容であるかを調べた。調査から、3次元 CAD を使用している大学は建築が約6割、土木が約2割であることがわかった。

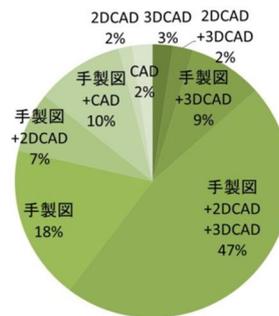


図-4 建築系講義の CAD 使用状況<sup>8)</sup>

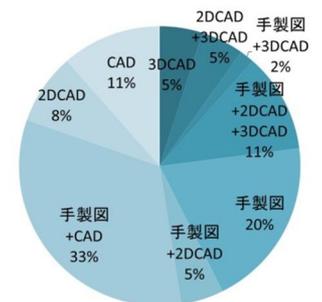


図-5 土木系講義の CAD 使用状況<sup>8)</sup>

3次元 CAD の講義内容は、建築では約9割、土木では全講義が図学や設計のツールとしての活用となっている。BIM・CIM の機能の特徴である積算や干渉確認、施工計画等のマネジメントツールとしての活用がほとんど取り上げられていない。

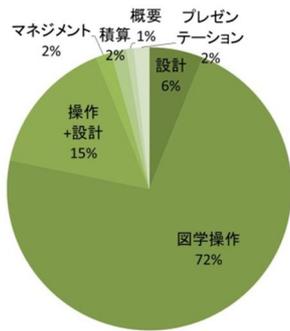


図-6 建築系 3次元 CAD 講義内容の分類<sup>8)</sup>

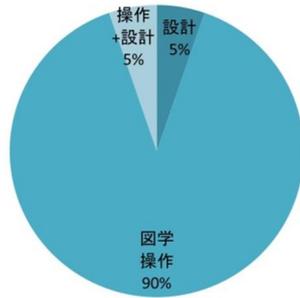


図-7 土木系 3次元 CAD 講義内容の分類<sup>8)</sup>

また、シラバス内に「BIM」という言葉が記述されている大学は建築系 114 大学中 13 大学であった。このことから、大学講義において BIM・CIM の講義が定着していないと考えられる。

### 5.3 BIM・CIM 教育プログラムの提案

大学講義の内容調査から、講義の中で BIM・CIM に触れ、CAD ソフトのマネジメントツールとしての活用を学ぶ必要があることが考えられる。そこで本研究では、ライフサイクル全体を通じた BIM・CIM 活用について、マネジメント要素を中心に学ぶ教育プログラムを提案する。表-3 はその内容を示すものであり、所要時間は筆者が実際に作図（3次元モデリング）を行った所要時間に基づくものである。

表-3 提案する授業計画

	講義内容	所要時間
授業計画	1 ガイダンス	
	2 計画・設計段階におけるBIM・CIMの活用事例紹介	
	3 紙図面からの数量計算	450分 (7.5時間)
	4 橋梁の3次元モデリングによる数量計算	150分 (2.5時間)
	5	
	6	
	7	
	8	
	9 MS-Projectを用いた工程計画演習	1440分 (24時間)
	10	
	11	
	12	
	13 施工シミュレーション・現場管理におけるBIM・CIMの活用事例紹介	
	14 維持管理におけるBIM・CIMの活用事例紹介	
	15 総括	

計画、設計、施工シミュレーション、維持管理については、現在使用されている事例の紹介により知識を深める。積算演習では、橋梁の図面を使用し、図面からの数量積算を行う。その後、橋梁のピアの3次元モデルを1つ作成し、モデルを用いた数量積算を行うことで図面と3次元モデルの比較を行う。更に、MS-Project を使用し工程計画を立てる。これらによっ

て、設計から施工の流れとともに BIM・CIM の活用を学ぶことができる。

## 6. 結論

本研究では、BIM・CIM の効果及び BIM・CIM、CAD 教育について調査、検討を行った。実際に3次元モデルを作成することにより、小規模の工事でも様々な効果が得られることがわかった。更に、大学講義のシラバス調査により、現状では BIM・CIM 教育は十分浸透していないことも明らかになった。本研究では既存の建設マネジメント系科目の中で、3次元 CAD を活用した教育プログラムの提案を行った。

3次元 CAD ソフトは設計・製図ツールとして実際の業務において広く活用されているだけでなく、出来形確認や施工計画などの業務に活用されだしている。今後は、設計・製図ツールとしての CAD 活用の講義に加えて、マネジメントツールとしての活用も視野に入れた講義を展開していくことが求められると考えられる。

〈参考文献〉

- 国土交通省 「BIM ガイドライン」の策定とその運用について (2016年1月アクセス)  
[http://www.mlit.go.jp/report/press/eizen06\\_hh\\_000019.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/eizen06_hh_000019.html)
- 日刊建設工業新聞 2015年8月11日2面  
<http://www.decn.co.jp/?p=44867>
- AUTODESK BIM とは (2016年2月アクセス)  
<http://bim-design.com/about/>
- CAD Japan.com CIM とは (2016年2月アクセス)  
<http://www.cadjapan.com/topics/cim/about.html>
- 一般社団法人 日本建設業連合会 施工 BIM のスタイル (2014年11月発行)
- 有限会社徳弘建設 ヒアリング (2015年5月28日、7月23日実施)
- アメリカニューヨーク BIM Guidelines (2012年7月発行)  
[http://www.nyc.gov/html/ddc/downloads/pdf/DDC\\_BIM\\_Guidelines.pdf](http://www.nyc.gov/html/ddc/downloads/pdf/DDC_BIM_Guidelines.pdf)
- 建築・土木系大学シラバス (2016年1月アクセス)