

3次元モデリングを用いた建設技術者教育 と地域連携の可能性

大屋 誠¹・浅田 純作²・広瀬 望³・岡崎 泰幸⁴

¹正会員 松江工業高等専門学校教授 環境・建設工学科 (〒690-8518 島根県松江市西生馬町 14-4)
E-mail:ohya@matsue-ct.jp

²正会員 松江工業高等専門学校教授 環境・建設工学科 (〒690-8518 島根県松江市西生馬町 14-4)
E-mail:asada@matsue-ct.jp

³正会員 松江工業高等専門学校准教授 環境・建設工学科 (〒690-8518 島根県松江市西生馬町 14-4)
E-mail:nhirose@matsue-ct.jp

⁴正会員 松江工業高等専門学校助教 環境・建設工学科 (〒690-8518 島根県松江市西生馬町 14-4)
E-mail:okazaki@matsue-ct.jp

建設分野において、i-Construction を推進するためには、建設に関する専門知識と BIM/CIM の基礎スキルをもった建設技術者を育成する必要がある。本論文では、高専において BIM/CIM の知識とスキルを身に付ける教育カリキュラムを構築し、そのスキルを用いて地域の課題解決を行う PBL 型の教育プログラムの構築を試みた。また、構築した教材を社会人のリカレント教育に活用し、学生と社会人が BIM/CIM を活用した仮想空間を活用して建設プロセスを体験する試みを行った。

本稿では、構築したカリキュラムの概要を示し、地域課題を 3次元モデリングを用いて取り組んだ事例を紹介する。事例を通じて、建設技術者教育における 3次元モデルの可能性と技術課題を明らかにする。

Key Words: BIM/CIM, i-Construction, 建設技術者教育, リカレント教育

1. はじめに

将来にわたる社会資本の品質確保と適切な機能維持を図るためには、建設業の将来を担う若者の入職・定着を促し、人材を確保することが最重要課題となっている。

近年、建設就業者は全国的に減少しているが、特に、地方の減少は著しく、現在と同水準の生産性、技術者育成のスピードでは、地方の建設行政が成り立たなくなる可能性がある。これらの課題を克服するためには、産官学が一体となり、建設業における生産性向上および技術者育成教育にイノベーションが必要である。

現在、建設業の生産性向上に向け ICT の全面的活用や BIM/CIM による 3次元モデルの活用による建設生産における効率化を図る i-Construction の導入が進められている。i-Construction を推進するためには、建設に関する専門知識と BIM/CIM の基礎スキルを持った建設技術者育成が必要である。また、建設技術者教育において、PBL 型の技術者教育プログラムの導入が求められている。

これらの課題を解決する目的で、高専において建設技

術に関する基礎知識と 3次元モデリングの基礎スキルを学び、これらの知識とスキルを用いて仮想空間を活用して実践的な建設プロセスを学ぶ PBL 型の教育プログラムの構築を試みた¹⁾。また、構築した教材を社会人のリカレント教育に活用することを試みた¹⁾。

本稿では、高専において構築したカリキュラムの概要を示し、地域課題を 3次元モデリングを用いて取り組んだ事例を紹介する。事例を通じて、建設技術者教育における 3次元モデルの可能性と技術課題を明らかにする。

2. i-Construction に対応したカリキュラム

高専は 5 年間の課程である。i-Construction に対応した建設技術者育成のためのカリキュラムを図-1 に示す。

また、表-1 に学年ごとに重点的に育成する力と導入する科目の対応表を示す。本科カリキュラムは、5 年間の課程の内、3 年までに従来から実施している建設技術者としての基礎知識、測量や製図の基礎スキルを習得する

基礎科目を配置し、BIM/CIMに関する3次元モデリングの基礎を学ぶ科目を多めに配置しているのが特徴である。中学年および高学年では、3次元モデリングの基礎スキルを活用した地域課題解決型の総合力を伸ばすPBL型授業を導入している。使用するソフトは、JW-CAD, Sketchup, AutoCAD, Revit, InfraWork, Civil3Dであり、それぞれの使用方法と連携した活用まで基礎スキルとして学ぶプログラムとし、対応した教材を開発した。i-Constructionに対応した3次元モデル用の教材の概要を図-2に示す。教材は、i-Constructionに対応した電子納品が可能となるように、地形モデルの作成、道路線形と縦断、横断及び道路情報が連動した道路モデルの作成、3次元構造物の基本モデルの作成や配筋の作成を行う教材を作成し、さらに、これらを統合した統合モデルの作成が可能となる教材を作成した。

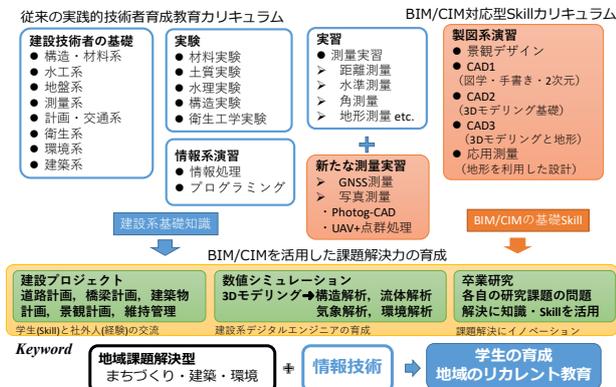


図-1 i-Constructionに対応した建設技術者育成カリキュラムの概要

表-1 建設技術者として重点的に育成する力と導入科目の例

学年	重点的に育成する力	導入科目の例
低学年 高専1~2年	ランドデザイン力 空間デザイン力 情報収集・選択・活用力	景観デザイン (立方体の表現法) CAD1 (2D)・CAD2 (3Dモデリングの基礎) 基礎情報処理、プログラミング
中学年 高専3~4年	空間デザイン力 チームで成果を上げる力 探求力、批判的思考力	測量実習 (UAV, GNSS)、職場体験、工学実験 CAD3 (3Dモデリングと地形、測量結果などの処理) 設計演習 (住宅、集合住宅の設計) 応用測量学 (路線測量、写真測量、GNSS) 建設施工学 (情報化施工の講義を導入)
高学年 高専5年~専攻科	問題解決のための総合力	建設プロジェクト1 (建築コンペ、建設設計課題) 建設プロジェクト2 (地域解決型の課題) 数値シミュレーション工学 (3Dモデリングとの連携) 鋼構造学、メンテナンス工学 (今後重要な技術) 卒業研究 (3Dモデリングを活用した研究)
社会人	地域の建設業、行政を中心とした一般 問題解決のための総合力 様々な問題解決技法の習得	開発した教材や教育環境をリカレント教育として活用し、技術者教育の加速化を図る

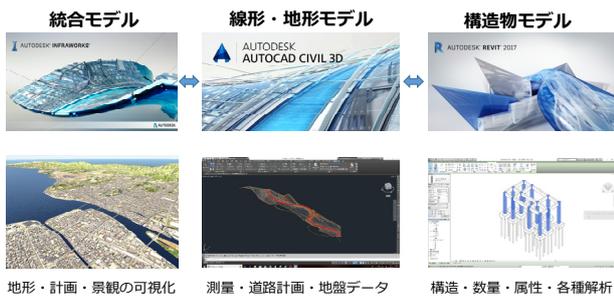


図-2 i-Constructionに対応した3次元モデリング用の教材概要

また、ここで構築するカリキュラムは単に学生のためのカリキュラムではなく、社会人の学び直しにも活用でき、さらに学校と地域社会が連携し、BIM/CIMによる3次元モデルを活用して、学生が建設プロセスを学びやすい内容とした。

3. PBL型授業の事例

建設の各種プロセスで3次元モデルを活用するために、島根県内の地域の課題を題材に、その可能性を卒業研究や地域課題を解決する科目「建設プロジェクト」を活用して検討した。

本稿では、図-3に示すように(1)松江の大橋川で現在計画が進んでいる松江新大橋の架け替え事業に関する景観検討においてCIMを活用する事例、(2)松江市内で現在計画段階の新たな道路建設計画においてCIMを活用する事例を紹介する。これらの取り組みは、松江高専の学生だけでなく、発注者である行政や企業の実務を経験した技術者、若手技術者と学生が交流の中で、3次元モデル空間を活用して、課題に取り組むものであり、従来の建設系の基礎知識、技術を身に付けることに加え、BIM/CIMを活用できる技術の習得とその技術を応用して課題を解決するプロセスや方法を学ぶものである。

(1) 松江新大橋の架け替え事業への活用事例

島根県では、松江市内の洪水対策の一環として大橋川の拡幅が計画されている。その事業の一つとして、歩行者や自転車の安全性の向上と災害時の緊急輸送や橋梁の耐震化を行うことを目的に、平成28年度より、大橋川に架かる「松江新大橋架け替え事業」が進められている。

この事業の景観検討において、橋梁の径間数や形状を決定する過程で、橋梁の3次元モデルをコンサルタントが作成することとなった。新橋の概略設計において作成された3次元モデルを活用して、架け替え工事の橋梁周辺の地形や周辺の山をモデル空間として作成し、また、周辺の橋梁を2次元図面から3次元モデルを松江高専の学生が作成し、それらを統合して景観検討用の3次元モデルを作成した。作成した橋梁の3次元モデルは、新橋の景観の検討だけでなく、腐食環境の評価において数値シミュレーションモデルとして活用した。

(2) 道路新設計画におけるルート選定の活用事例

島根県において、地域高規格道路の必要性が検討され、松江北道路の建設が計画されている。路線選定においてルート帯が幅500mで決定した段階で、道路線形を検討

する際に 3次元モデルを活用し、道路の計画段階において 3次元モデルの活用可能性を検討した。授業では、予め国土地理院の 3次元情報を利用し、モデル空間を作成し、500m 幅のルート帯をモデル空間の中に引いたものを準備し、InfraWorks を用いて、そのモデル空間に道路を計画する課題を実施した。

実際に松江北道路の計画を担当されている島根県の職員の方に来ていただき、学生がモデル空間内に道路を作成する際の計画のポイントや注意点、実際に 3次元地形を見ながら見えてくる問題点などをディスカッションしながら道路線形の計画を進めた。今回の課題は、グループで課題に取り組み、グループは 4人から 5人で構成した。コントロールポイント毎の区間に分け、インターチェンジの計画や道路線形、構造等を各視点場からの景観や通学路の安全性、立ち退きの数などを考慮して計画した。事前の住民説明などにおいて住民からの意見や行政の計画時に考慮すべき事項を整理し、地形や周辺の状況を 3次元モデルで確認しながら道路の線形計画を行った。作成した道路や周辺の様々な視点からの景観や道路構造物の状況、周辺の遺跡の状況や白鳥の飛来の影響などについて検討を行い、各班がプレゼンテーション資料としてまとめ、報告会を行った。

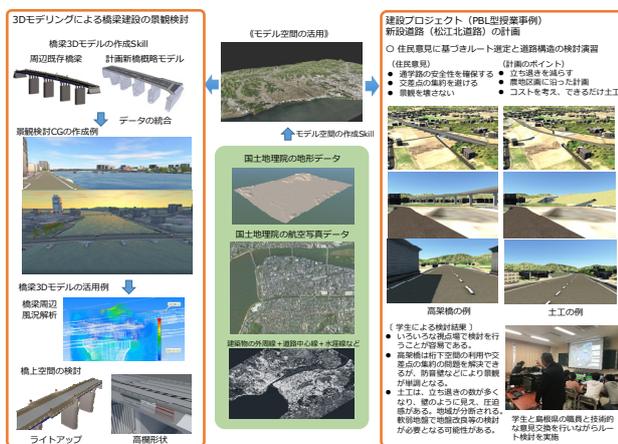


図3 3次元モデルを活用した PBL 型授業の事例

4. リカレント教育プログラム

構築したカリキュラムの一部は、学生と社会人が一定期間学びを共にし、地域の課題を解決しながらお互いを高めあうリカレント教育として平成 30 年度から実施している。

(1) リカレント教育プログラムの概要

リカレント教育プログラムの概要を図-4 に示す。受

講者は i-Construction に対応するための 3次元測量、3次元モデリングの基礎技術を学び、習得技術を活用して、松江高専の学生とグループを組み、建設分野における課題に対して 3次元モデルと実務経験を活用して課題解決に取り組んだ。平成 30 年度は、本校学生が 36名、島根県内の行政から 1名、建設会社から 5名、コンサルタントから 4名が参加した。写真-1 に授業風景を示す。開発した教材については、受講者や学生から良い評価を受けた。また、グループ課題についても興味深い取り組みである、有益内容であるという評価を受けたが、実施においては時間的な配分や課題内容について改善が必要であるという指摘を受けた。

図4 リカレント教育プログラムの概要



写真-1 リカレント教育の授業状況

(2) 島根県建設技術者育成協議会

本リカレント教育プログラムを実施する上で、社会人が業務を進めながら本事業に参加しなければならず、技術者の参加を支援する体制づくりがリカレント教育の実施における課題となる。本課題の解決のため、地元企業や行政機関に本事業の有効性を理解いただき、継続して本事業を実施するための島根県建設技術者育成協議会（以下、協議会と略称）を立ち上げ、事業が円滑に実施できる体制を整備した。協議会には、国土交通省中国地区整備局、島根県、（一社）島根県建設業協会、（一社）島根県測量設計業協会、島根県技術士会から委員として参画いただき、協議会では、課題の検証、実施した事業の評価、支援に対する制度構築について協議を行っています。

5. まとめ

高専教育で取り組んでいる i-Construction に対応した建設技術者教育のためのカリキュラムを紹介した。本カリキュラム構築において、製図の基本、手書き製図の方法から 2D-CAD, 3D-CAD によるモデリングの流れが整理され、BIM/CIM の基礎スキルの習得として有効なカリキュラムと教材となっていることが確認できた。3次元モデルを活用した地域課題に関する授業では、今まで建設系では実験室レベルの実験や机上でのイメージにとどまっていたことを、コンピュータの中で、実際に「まち」が再現され、橋や各種構造物を 3次元でモデリングすることで、建設プロセスを疑似体験することが可能となった。担当した教職員からは、考えていることが形に

なり、学生が楽しく、意欲的に取り組むようになった。イメージが容易になり、土木はどのようなことをするのか、何を勉強しなければならないか理解しやすくなったなど、建設系の教育ツールとして有効であることを確認できた。

本稿で紹介した CIM に対応した建設技術者の育成のためのカリキュラムは構築途上であり、今後改善しながらさらに有効性のあるものにして行きたい。また、学生と社会人がともに学ぶリカレント教育プログラムは、その有効性を理解いただき、継続的に実施することになっている。ICT の活用と学生と社会人の交流により、技術の継承を加速できる取り組みを継続的に実施したい。

謝辞：本カリキュラム構築及び教材開発には、JACIC から研究助成（平成 27 年度から平成 28 年度）を受けました。また、リカレント教育プログラムの実施にあたり、文部科学省の”KOSEN（高専）4.0”イニシアティブ事業「島根における建設技術者のためのリカレント教育プログラム」により助成を受けました。ここに記して深謝する。

参考文献

- 1) 大屋誠, 浅田純作, 広瀬望, 岡崎泰幸, 表真也, 安食正太, 遠藤和弥, 小山真人: 高専における i-Construction に対応した建設技術者教育と地域リカレント教育, 令和元年度全国大会第 74 回年次学術講演会, CS1-20, 2019.

EDUCATION OF CIVIL ENGINEERS USING 3D MODELING AND THE POSSIBILITY OF REGIONAL COOPERATION

Makoto OHYA, Junsaku ASADA, Nozomu HIROSE and Yasuyuki OKAZAKI

In order to promote i-Construction, it is necessary to train civil engineers with expertise in construction and basic skills of BIM/CIM. In this paper, we have constructed an educational curriculum to acquire knowledge of construction technology and BIM/CIM skills at our College, and tried to construct a "problem-based learning education program" that uses these skills to solve local problems. In addition, we tried to use the constructed teaching materials for recurrent education for working people, and to experience the construction process by utilizing virtual space using BIM/CIM.

In this paper, we present an outline of the curriculum corresponding to i-Construction, and introduce the case of working on the regional problem using three-dimensional modeling. Through the case study, we clarify the possibility and technical problems of three-dimensional models in construction engineer education.