

建設 ICT のための 研究・教育に向けた試み

小林 一郎

建設分野に「必要な ICT のスキルとは何か」に関して、定説があるわけではない。本稿では、筆者が実践中の研究・教育の具体例を示した。研究に関しては、最近の 3 件の研究論文の概要を示した。教育に関しては、学部および大学院での CAD 教育の実践例を示した。

キーワード：モデル空間，3次元 CAD，地形処理，設計・施工支援，景観設計

1. はじめに

CALS/EC もようやく、その姿が見え始め、3次元情報の利用事例も調査や施工分野では活発化している。本稿では、施工に直接関連した事例だけではなく、研究・教育の試みをまとめた。

筆者はもともと、橋梁の最適設計の研究を行っていたので、コンピュータを用いた橋梁の可視化には興味を持っていた。さらに 1992 年 4 月から 2 年間、フランスの Lyon 中央工科大学・固体力学教室に留学したが、隣の研究室が、工業デザイン学科所属で、その方面の研究者と意見交換をする機会に恵まれた。同学科の CAD 教育や、民間会社との共同でのデザイン開発に感銘を受けた。同時期に MIT に留学していた後輩の情報も総合し、日本の建設分野でも、「すぐに情報化の時代が来る」と確信した。もっとも、15 年経過し、ようやく始まるのかなというのが正直な感想である。

帰国後、1995 年から、3次元 CAD を中心とした研究を始めた。図-1 は当時構築した HP (ホームページ) での施工支援の事例である。大学で様々な 3D-CAD データを作成し、その日のうちに HP に掲載し、現場の支援をするという試みであった。橋脚の配筋を 3次元で組んだり、工程の 3次元シミュレーションを行った。ただし、発注者からは、「現場にパソコンも通信インフラもないので、用意してほしい。」といわれたが、こちらも資金がなく、民間との共同研究にとどめることとなった。現場所長から、「配筋は平面図を見れば、大体想像がつくので、CG は不要」と一蹴された。学生達は大変落ち込んでいた。3次元での配筋チェックは、今日では盛んに試みられていることであるが、時代が早すぎると理解者は得にくいものである。

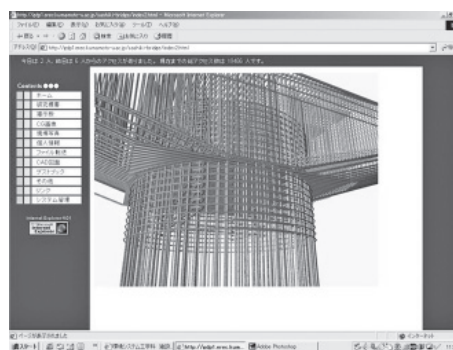


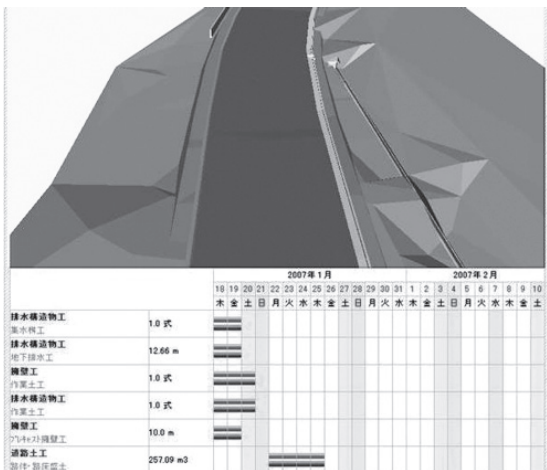
図-1 HP での橋脚の配筋図の表示

2. 研究の試み

研究室名は、「空間情報デザイン」とし、3次元データの利用に関する研究を行っている。我々が目指すのは、単純な 3D-CAD の利用ではなく、「モデル空間」を用いた設計・施工の深化である。測量直後の早い段階で、深い検討が可能になれば、設計の質の向上が図られるだけでなく、施工時や完成後の住民との様々なトラブルが大幅に解消可能になる。本稿では、設計検討が中心であるが、最近の研究事例を 3 件紹介する。

(1) VR を用いた施工支援システム¹⁾

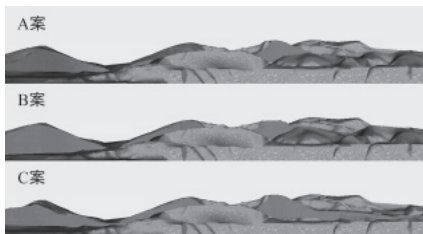
道路工事を対象とし、現行の監督・検査業務における立ち会いなどの問題点を整理し、工程ごとに VR 空間を参照できるシステムを提案した。図-2 は、HP 上で、工程表と VR を連動させたものである。実工程と計画の比較、確認、施工情報の開示などには極めて有効であることがわかった。ただし、本システムの実務レベルでの利用を考えると、現行制度の変更や新たな管理手法の考案が必要となる。3次元データをライフサイクルにわたって運用するには、環境整備が急務であると再認識した。



図一2 VRを用いた施工支援システム

(2) 曾木分水路設計における景観検討²⁾

「激特事業に景観を！」を合い言葉に、河川の分水路設計（国交省九州地方整備局・川内川河川事務所）に景観デザインを持ち込んだ。3次元データを基盤とし、分水路の20mおきの横断面図を出力し、模型を作成すると同時に、横断面図に関する数値データから水理計算も行った。つまり、経済性（土工量など）、機能性（流量など）、景観性（切土形状など）を考慮した設計が、3次元データの相互運用で実現した。図一3は3通りの分水路案に対し、右岸からの切土面の景観を比較したものである。いずれの案も、主に谷沿いを掘削する案であり、予備設計案よりも、2～3割の土工量の削減となった。



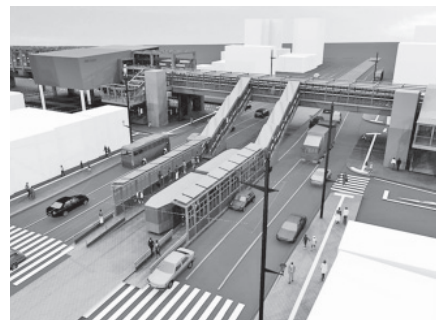
図一3 分水路設計案の景観検討

道路設計も含め、地形改変を伴う設計においては、設計解の3次元データの保持は、流量解析や土工量算出に迅速に対応でき極めて有効であることを実感した。現在、現場の掘削も最終段階を向かえている。

(3) 駅周辺整備に伴う歩道橋の架け替え設計³⁾

高架駅舎の改築（JR九州）、改札口に接続する横断歩道橋の新設（熊本県）、歩道橋に直接接続するための電停の移設（熊本市）など複数の主体による設計のうち、歩道橋の設計に3次元データを用いた。特に、協議用のシミュレーション・エンジン（Autodesk社のNavisworks）を用い関係者へ事前に、設計・施工上の問題点を示した写真や動画をWebを通し配信し、

掲示板での事前検討を行った上で、全員が一堂に会し、議論するシステムを構築した。平面図では見落としがちな、①地下埋設物と橋脚の位置関係、②施工時の杭打ち機と軌道の距離、③クローラー・クレーンと架線の高さ等々が検討され、橋梁形式が決定され、現在詳細設計を行っている。現在は①階段の位置、②排水管の設置位置、③屋根の形状、④壁や手すりの形状、⑤照明の考え方などがエンジン上で検討されている。なお、コンサルは景観担当（大阪）、構造担当（福岡）にある。大学（熊本）、現場事務所（熊本）は近いが、通常は交流はない。この4者がWebで意見交換をしているが、それらは、JRや市の関係者（コンサルを含む）も閲覧できるため、歩道橋以外の部分の設計の質も向上しているはずである。昨年暮れには、各発注者の工程表をすべて、3D-CADで時系列に表現し、工程検討を行い、幾つかの不具合も見つかった（図一4）。



図一4 駅周辺整備への3D-CADの適用

現在各地で、情報化施工の試みがなされており、その成果が実施工に反映される日も遠くはないと思っている。次は設計の3次元検討であると思う。情報・通信基盤は整いつつある。やる気のある現場が、測量から設計・施工と一貫して、3次元データを駆使する時がやってきたと確信している。そのような試みには、研究室をあげて参加したいものである。

3. 教育の試み

熊本大学工学部社会環境工学科では現在、「情報処理Ⅰ（1年前期：Word, Excelの教育）」、「情報処理Ⅱ（2年前期：3次元CAD）」、「情報処理Ⅲ（2年後期：3次元地形処理）」を開講している。学部の教育では、ソフトウェアはリモートアクセス方式で、約85人が同時にアクセス可能である。ただし、パソコンのコアメモリーが小さいので、広域の地形処理ができないのが目下の悩みである。

情報処理Ⅱでは、土木製図と関連させ、「平面図が読める」を目標とする。CAD演習としては、簡単な鉄

道橋の2次元図面の模写を行った後、すべての部材を3次元化する。最終課題は、今年度は、「ステキなペットボトル」であった。アイデアで勝負するもの、細かなCADテクニックでまとめるもの、色や形の可愛らしさを追求したものなど、各自楽しみつつ課題をこなしていた。レポートはすべてWeb上で閲覧可能である。情報処理Ⅲは、「地図が読める」を目標とする。まず、2万5千分の1の地形図を用いた地形の縦横断図作成の演習、地形図の概要に関する講義を行う。その後、3次元CADソフトを用い、3次元地形データの処理方法の講義および演習を実施。地形とダムを作成を講義の最終課題とする。土木らしいテーマであると同時に、全国でも珍しい試みであると思っている。ただし、2年生なので、構造解析までは行っていないので、あくまでCAD演習の域は出ないが、地形処理の概要は修得している。図-5はダムの課題の優秀作品である。

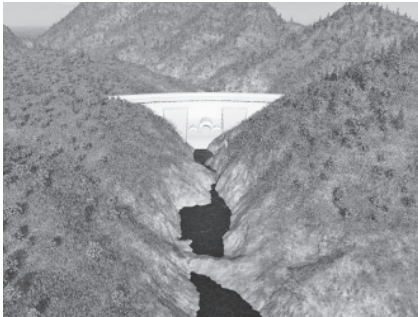


図-5 ダム形状作成の最終レポートの一例

大学院の授業では、「3次元地形設計」を開講している。まず、道路構造令に関する講義とCADを用いた道路設計の手法の講義を行う。次に、3次元CADを用いた道路の平面線形、縦断、横断の作成方法を演習し、最後に、3次元地形データを配布し、実際に道路設計を行うことで計画から設計までの一連の流れを学習する。図-6は、道路の切土量と盛土量をできるだけ等しくするように路線選定を行って設計した事例である。

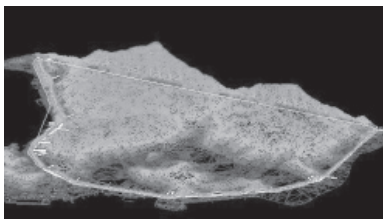


図-6 道路設計演習の最終レポートの一例

なお、使用しているソフトはAutodesk社のCivil3Dである。また、一連の授業の最大の特徴は、課題の提出をすべて、Webで行っていることである（いわゆるWebでの電子納品なので、締め切りはいつも24

時であり、その時間帯にアクセスがある）。すべてが公開されているので、納品時間がわかるため、アイデアの盗用があれば、直ぐにわかる。このため、学生は、日頃から情報収集に努めておく必要がある。

また、自習中に疑問があると、講師陣にWeb掲示板で質問ができる。CAD操作に関する簡単なことは、TAの学生が回答するが、難しい問題になると、学外講師（CAD会社の技術者、卒業生でコンサルやソフト系の会社に勤めている技術者）が回答してくれる。彼らには、ボランティアで対応してもらっているが、東京から10分程Webを見て貴重なご意見を返してくれる。教育におけるICT活用の最大のメリットの一例だろう。大学で、新規の科目を開講する困難は、何よりその分野に詳しい人材の確保が困難なことである。私は、今でもほとんどCADソフトの使い方がわかっていない。しかし、上記のように学外の協力を得れば、既存のスタッフでも教育は可能である。

詳しくは、研究室のHPを参照し、ご意見を頂戴できれば幸いである（<http://gdpl.civil.kumamoto-u.ac.jp/>）。

4. おわりに

ある時、JABEEの面接があり、「世界に先駆けたCAD教育を行っている。」と胸を張ったら、審査員いわく、「本審査は、最低の教育保証を確認しているので、優れているかどうか不問」とのこと。一気にJABEE熱が冷めた。ただし今でも、上記の自負は変わらずに持っている。さらに私以上に、TAとして後輩の指導に当たる研究室の学生達の気持ちであると、もう一度胸を張りたい。

3次元データから作られたモデル空間を用いた設計・施工の一元化は、「できるか否か」の議論から、「いつどこで始めるか」に移ったと確信する。大学では、そのような事態に対応する研究と同時に、ICTに習熟した人材の育成を進めるべきだ。現場からのニーズが、学会等を通して大学に伝えられる必要がある。そのような声が各地で起こることを期待したい。

JICMA

《参考文献》

- 1) 小林他、Web3D技術を用いた施工支援システムの一提案、土木情報利用技術論文集、vol.16、pp.107-116、2007
- 2) 小林他、3D-CADを用いた分水路設計検討に関する実証的研究、土木情報利用技術論文集、vol.17、pp.161-170、2008
- 3) 小林他、3D-CADを基盤としたトータルデザインシステムの提案、土木情報利用技術論文集、vol.17、pp.171-182、2008

【筆者紹介】

小林 一郎（こばやし いちろう）
熊本大学大学院自然科学研究科
教授