

i-Construction 教育教材の開発と試用

長岡工業高等専門学校 正会員 ○込山 晃市

1. はじめに

現在、建設業界においては建設投資費の減少や労働者の高齢化など、多くの課題を抱えている。国土交通省は生産性の向上や担い手確保に向けた対策として、ICT を全面的に活用することで建設生産プロセス全体での生産性向上を図り、魅力ある建設現場を目指す取り組みである「i-Construction (アイコンストラクション)」を進めている。

2. 背景と目的

本研究の目的は、教育機関において i-Construction に関する学習および実習を安価で簡易的に行うことができ、かつ汎用性のあるツールを開発することである。

教育現場においても i-Construction に関する授業は行われているが、ほとんどが座学によるものである。測量分野の実習においては水準測量や平板測量、角測量などの基礎的な測量技術が主だった実習課題として与えられ、近代化する測量技術の実習が行われていないのが現状である。それは多くの教育機関において、測量に関する実践的知識を有した教育者の不足、トータルステーションなどの機器の購入や維持管理にかかる費用、学生が使用する場合のリスク管理、実習教材の開発が行われていないことなどが理由として考えられる。しかし、ICT, IoT, AI といった近代産業技術は日々進化を遂げており、それらを活用した測量技術はもとより、i-Construction とはどのようなもので、どのような知識が必要であるのかを、座学だけでなく実習として体験し学習することは、実践的かつ即戦力となる技術者の育成に必要不可欠である。

3. 教材開発の概要と手法

本研究では、建設生産プロセス全体の中で教材としての開発可能性と、普及状況などから施工と測量に着目し、「情報化施工」と「写真測量」に関する教材の開発を行った。それぞれの詳細については後述する。開発にあたっては本校のプレラボ制度を活用している。プレラボ制度とは、様々な課題に対して、複数学科の学生が協力して課題解決に向けた取り組みを行うものや、低学年から学科学年を問わず様々な研究や活動、専門技術や機械を使用した工作セミナーなどに参加することができるものであり、機械開発や試運転などで様々な学科の学生や技術職員などの協力を得ている。

4. 情報化施工教材の開発

情報化施工は建設業において最も視覚的かつ感覚的にわかりやすく、普及している ICT 技術であると考えている。教材用にスケールサイズを落とし、約 1/20 サイズのミニチュア工事現場とミニチュア建設機械を製作することにした。そこで、価格面と汎用性と機械製作や改造の容易性などからレゴマインドストーム EV3 (以下 EV3) に着目して建設機械の開発を行った。EV3 は LEGO のテクニックパーツをベースにして組立が行えること、超音波センサーや赤外線による外部情報の取得、モーターの制御、各種プログラム言語に加え GUI により容易にプログラミングが行えるといった点から、機械工学や電子制御といった専門分野だけでなく、小中学生へ向けたプログラミングの基礎学習教材として活用されている実績がある。

今回、情報化施工を再現するためにブルドーザーを製作した。ブルドーザーには遠隔操作用のカメラ台、位置情報を取得するための赤外線センサー、機械の進行方向を判別するためのジャイロセンサー、前後方向の機械の傾きを計測する加速度センサーを取り付けた。各センサーにより取得した値から、モーターとアクチュエーター制御によるブレードを自動で上下させるマシンコントロールシステムを再現している。

キーワード i-Construction, 土木教育, 測量学, 情報化施工, 写真測量

連絡先 〒940-8532 新潟県長岡市西片貝町 888 長岡工業高等専門学校 教育研究技術支援センター 込山 晃市 TEL:0258-34-9283

5. 写真測量

UAV などを用いた空中写真測量は、既に起工測量や出来形測定において活用されており、空中から撮影した写真を画像処理して点群データを作成し、三次元化することは容易となっている。そこで、ミニチュアモデル現場を用いて、デジタルカメラで擬似的に空中写真測量を再現することにした。画像処理および点群処理には Agisoft 社の PhotoScan を使用し、Autodesk 社の AutoCAD-Civil3D を用いて作図を行うこととした。

なお、事前にミニチュア盛土モデル（図 1）を製作し、定規にて測定し平均断面法により算出した土量と、写真測量にて算出した土量を比較し、写真測量の実施方法についての盛土材や撮影条件の最適化を行う。

6. 実習方法

今回は土木系の学生（測量などの基礎的な知識を有している）を対象として、で情報化施工および写真測量に関する講義を行う。次に、ミニチュアモデル現場を 2 つ用意し、一方は情報化施工ブルドーザーによる施工（自動施工）、もう一方は遠隔操作でブルドーザーを操作して施工（手動施工）を行うこととする。

施工内容は図 2 のように幅 250mm×長さ 800mm の範囲で、ある程度の凹凸があり、スコップ 2 杯の土砂を投入し敷均すという作業を行う。起点および終点と中間の 3 箇所の両端には基準高となる丁張りが設置されており、その基準高さを設計高とする。両方の出来形を写真測量により計測し、それぞれの出来形や施工速度を比較して考察を行う。

7. 事前実習実験結果

写真測量の事前実験では、土砂を用いた地上から 100cm での撮影であれば、写真の撮り方による誤差はほとんど無くある程度のオーバーラップがあれば解析は可能であった。また、施工については問題ないが、引き続き検討を行っていく。

8. おわりに

現在までに、プレラボ制度を活用して開発を行ってきたが、授業用の教材としての活用に向けて、実習課題の設定や事前学習内容など多くの懸案事項を抱えている。

しかし、本教材で製作した建設機械とミニチュア工事現場を用いて、子供向けの施工体験「ミニチュア工事現場体験会」として多くのイベントにて出展を行っている。この活動においてもプレラボを活用しており、子供たちと保護者へ向けた建設業のイメージアップ活動としての役割を担っている。これにより、学習教材としてだけでなく、社会貢献や科学啓発に寄与できるといった有用性を見出すことができている。

今後は課題解決に加え、建設プロセス全体を学習できるツールとして構築し実践的な実習教材として確立すると共に、建設業のイメージアップや i-Construction の普及に向けた活動も継続していく。

謝辞

本研究は、以下の助成金の補助を受けています。

・JSPS 科研費 JP16H00399, JP17H00390 ・（一財）新潟県建設技術センター平成 29 年度活動助成事業

参考文献

- 1) 込山晃市, i-Construction の教育用教材開発, 第 35 回土木学会関東支部新潟会研究調査発表会論文集, pp346-347, 2017.11



図 1 ミニチュア盛土モデル

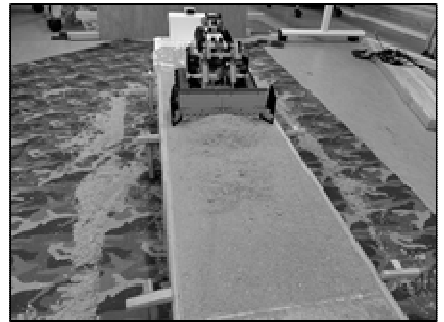


図 2 施工状況

盛土材 \ 撮影高	50cm	100cm	150cm
土砂	○	◎	○
木材	△	○	△
発砲スチロール	×	×	×

◎:解析可(良) ○:解析可

△:一部解析可 ×:解析不可

図 3 写真測量実験結果