

3D프린터를 활용한 콘크리트분야 캡스톤디자인 교육사례

김현기*, 전일섭**, 유승운***

*전 가톨릭관동대학교 에너지플랜트공학과 교수

가톨릭관동대학교 토목공학과 석사과정, *가톨릭관동대학교 토목공학과 교수, 교신저자
e-mail:swyoo@cku.ac.kr

Education Case of Capstone Design in Concrete Field using 3D Printer

Hyun-Gi Kim*, Il-Sup Jun**, Seung-Woon Yoo***

*Dept. of Energy and Plant Engineering, Catholic Kwandong University

**Dept. of Civil Engineering, Catholic Kwandong University

요약

현장중심형 인재양성과 산업체 수요에 대응하기 위한 캡스톤디자인 교과목은 다양한 문제점이 나타나고 있으며, 건설분야의 경우 포스트 코로나 환경은 탈현장 생산방식이나 디지털데이터 중심의 업무변화를 급속화 시키고 있어 캡스톤디자인 교육방향과 과정의 변화가 더 절실했다. 교육기간 내에 교육적 목표와 기술개발 과정을 경험하도록 하기 위해서는 선도기술과의 융합과 산업화 대한 통찰력으로 교육과정이 구성되어야 할 것으로 판단되며, 본 연구의 결과는 급속히 발전하는 디지털중심의 미래사회에서 융복합 연구를 경험한 학생들의 취업과 창업에 기여할 뿐만 아니라, 산업을 선도하는 인재육성에 맞춘 다양한 커리큘럼 개발의 기초자료로 활용될 수 있다.

따라서, 본 연구는 캡스톤디자인 교육의 방향에 있어서 건설기업이 적응해야 될 미래산업을 이끌어갈 융합형 인재 육성이라는 새로운 관점에서 토목공학분야의 캡스톤디자인 교육사례를 소개하였다.

1. 서론

기존의 토목공학교육은 이론교육에 치우쳐 실무설계 및 도구 활용능력 부족, 문제해결 능력 부족, 적응력 취약, 의사전달 및 공동작업 능력이 부족하였고, 산업계의 추가적인 교육에 대한 막대한 비용지출을 초래하게 되어, 많은 대학에서 캡스톤디자인 교과목을 개설하고 운영해 오고 있다. 그러나 산업체 수요에 대응하기 위한 교과목의 구성은 창의성이 결여되고 짜 맞추기식 전공과목의 연장된 수강과목으로 여겨지고 있다[2]. 캡스톤디자인 교육의 문제점을 해결하기 위한 다양한 연구가 수행되고 있지만[3], 공학 분야에서 수행되고 있는 연구는 대부분 전공분야의 종합설계에 기초한 표준화 교육법이나 교육모형의 개발, 교육도구의 활용, 교육과정의 제안과 평가를 위주로 이루어지고 있다.

기존과 같이 산업체 수요에 대응하는 실무능력 향상에 중심을 둔 캡스톤디자인 교과목 형태에서는 창의성이 결여되고 전공교과목의 연장이라는 인식을 바꿔 효과적인 수업이 되게 하기는 한계점이 있다. 기업들은 빠르게 변화는 산업환경에 대응하기 위해 글로벌 경쟁 속에서 4차산업 혁명과 같은 미래사회를 건인할 융복합인재의 양성을 원하고 있기 때문이다.

2. 교육과정의 구성

기존의 캡스톤디자인 수업은 토의를 통한 무제한의 아이디어 도출, 아이디어의 선정 및 구체화, 설계 결과물의 도출, 토의 및 평가의 순서로 이루어져 왔다. 그동안 배운 전공지식을 바탕으로 스스로 아이디어를 도출하고 문제를 해결해 가도록 구성되어 있으나, 전공분야와 관련된 주제를 도출하는 단계에서부터 무제한적 범위, 합의 실패 등 선도적이고 실용적인 아이디어 도출은 사실상 어려웠고 목표수준의 하향이 불가피하였다.

콘크리트분야에 3D프린팅기술을 도입하여 기존의 캡스톤디자인 수업이 지향하는 창의적 디자인을 실제 최종결과물을 생성하는교육과정이 필요하다[1,3]. 본 사례연구에서는 4차 산업혁명과 기술혁신에 관련된 융복합 주제를 제시하고 문제를 해결과 실습이 가능하도록 하였으며, BIM모델링, 3D프린팅 출력, 프로토타입 제작 및 검토의 과정으로 진행되는 실습을 중심으로 팀 단위의 수업이 수행되도록 하였다[4]. 디자인의 개념을 넘어 프로토타입을 제작하고 실제 현장적용까지

수행하도록 계획된 것이 특징이다.

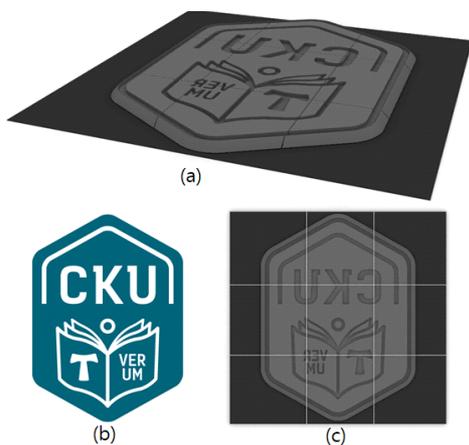
3. 3D프린팅 및 BIM모델링

3D 프린팅을 수행할 모델링의 대상으로 학생들의 실습을 위해 콘크리트 부재 중 산사태 예방을 위한 친환경 에코필라 사방댐을 선정하고, [그림 1]와 같이 성능실험용 시험체의 중공트랙형 기둥단면의 표면부에 대학교 로고를 상징적으로 연출하는 것을 목표로 설정하여, 상용 BIM도구를 이용한 문양 거푸집 모델링을 수행하였다.



[그림 1] 실험용 시험체

모델링 완료 후 출력을 위해 가로 200mm 세로 200mm 크기의 9개 파트로 최종 분할 하였다. 한 번의 과정으로 성공적으로 제작하기는 학생들의 경험과 실험자료가 부족하므로 BIM모델링을 라이브러리 형태로 제작하고 상세한 치수들은 변경하면서 여러번의 프로토타이핑을 통해 최종 결과물을 출력하도록 계획하였다.



[그림 2] 3D프린팅을 위한 모델링

모델링 교육은 거푸집의 베이스패널 제작을 위한 다각형의 솔리드 모델링을 시작으로 패널 상단 폼라이너의 외곽선을 입히고 기본 형태를 생성시켰다. 외곽선에서 다각형 내부로

오프셋(off-set)하고 외곽선과 내각선을 로프트(loft)하여 솔리드 객체를 생성하고 문양의 음각 높이를 결정하였다. 폼라이너의 패턴 라인을 생성하기 위해 로고의 평면 이미지 파일은 불러오기(import) 명령 후 축적(scale)을 설정하게 된다. 로고 평면 이미지를 면(face)으로 변환하고 양각 깊이를 설정하여 솔리드 객체로 생성한 후 음각 솔리드에서 제거하여 모델을 완성하고 저장 후 STL파일로 내보내기(export) 과정으로 종료하였다. [그림 2]은 완료된 3D 모델과 평면 분할도를 나타낸다.

4. 시작품 출력 및 현장적용

BIM모델링 데이터를 기초로 시작품을 출력할 3D프린터는 FB-Z420모델이며 PLA, ABS, TPU등의 다양한 소재를 활용할 수 있는 전문가용으로 대학 내 3D프린팅 교육센터에 보급되어 있는 장비를 활용하였다.



[그림 3] 3D 프린터로 제작한 폼라이너

[그림 3]과 같이 3D 프린터로 최종 출력된 폼라이너(일회용 문양거푸집)을 콘크리트 에코필라 사방댐의 성능실험을 위해 제작되는 실물모형 측면부에 적용하여 거푸집내부의 설치과정과 탈형후의 문양연출정도 및 적용성 등을 검토하였다. 최종적으로 완전하게 형성된 로고를 [그림 4]에서 확인할 수 있다.

교육과정들에서 학생들의 흥미와 관심이 높았고 수업시간 외에도 팀별로 집중하여 프로젝트를 수행하였다. 특히, 직접적인 현장경험의 제공은 현업 활용과 확장 가능성을 가시적으로 증명하였고, 첨단기술과 융합된 건설분야 캡스톤디자인 교육의 방향성 설정이 실용적인 측면에서의 교육적 효과를 충분히 나타낼 것으로 기대한다.



[그림 4] 콘크리트 기둥에 각인된 로고

- [4] K. Park, “Applications of 3D CAD and 3D Printing in Engineering Design Education”, Journal of the Korean Society for Precision Engineering, Vol.31, No.12, pp.1085-1091, Dec. 2014.

5. 결 론

본 연구는 캡스톤디자인 교육의 방향을 기업이 적용해야 될 미래산업의 기술을 선도할 융합형 인재 육성이라는 새로운 관점으로 제시하고, 건설분야의 생산성을 향상시키는 첨단기술인 디지털 모델링과 3D프린터의 활용방안을 캡스톤디자인 교육에 도입하여 미래사회를 주도하는 인재육성을 목표로 교육사례를 소개하였으며 다음과 같이 요약할 수 있다.

캡스톤디자인 교육의 수업내용을 시작품제작과 테스트과정을 실습할 수 있도록 특정된 팀에게 주제를 먼저 제시하고 수행과정에서 이론, 실무, 기술, 문제해결, 자신감 등의 키워드를 동시에 공감하는 교육사례를 제시하였다.

토목공학 분야에 도입되고 있는 3D프린팅 관련기술의 개발 및 적용현황을 고찰하고, 수업기간 내 실습이 가능한 일회용 문양거푸집에 한정하여 요구되는 개발과정을 제시하고 실습을 통한 경험에 중심을 둔 단계별 수업내용을 소개하였다.

참고문헌

- [1] Y. J. Han, J. J. Kim, “A Study on the Mechanical Properties of Knit Fabric Using 3D Printing -Focused on PLA, TPU Filament-”, Journal of Fashion Business, Vol.22, No.4 pp.93-105, Sep 2018.
- [2] T. S. Lee, Y. J. Jun, D. W. Lee, B. C. Chang, “Present Situation and Student Satisfaction of Engineering Capstone Design Course in Engineering Colleges of Korea”, Journal of Engineering Education Research, Vol.12, No.2 pp.36-50, 2009.
- [3] D. Y. Lee, D. M. Lee, H. H. Cho, K. I. Kang, “The Production Process and Mock-up Test of Freeform Concrete Segments using LOM type 3D Printer”, Journal of the Korea Institute of Building Construction, Vol.18, No.1 pp.89-98, Feb 2018.