

BIM 도구 활용을 통한 건축공학설계교육 프로세스 개선

A Study on the Improvement of the Education Process
in Architectural Engineering by BIM tools

강 다 영 | Kang, Da-Young

계명대 대학원 석사과정

신 규 철 | Shin, Kyoo-Chul

계명대 건축공학과 교수, 공학박사, 교신저자

Abstracts

The purpose of this study is to demonstrate the improvement of the education process in architectural engineering through the analysis of the advantages of the BIM tool. As public institutions and owners have been introduced to Building Information Modeling (BIM) tools, BIM has become an important factor in the design process in undergraduate university programs. First, BIM-related issues, domestic and overseas, was analyzed. Second, a case study of BIM education was analyzed at K University under the ABEEK process. Students participated a survey about the understanding of BIM and the use of BIM tools. As a result of the analysis, six advantages of the use of BIM tools were found. As a result of this research, following five issues are found about BIM education through advantage of using BIM tools. The result of this research was verified by conducting a survey on the usage of BIM softwares. The limitation of this study was to analyze the case study of only limited numbers of participants at the university.

Keywords

BIM Education, Architectural Engineering Design, Design Education, BIM Tool

키워드

빔 교육, 건축공학설계, 설계교육, 빔 도구

* 본 연구는 계명대학교 비사연구비의 지원으로 수행되었음.

1. 서 론

1.1 연구의 목적

최근 국제적으로 디자인 과정의 첨단 IT기술 접목, 친환경 저에너지 건축 활성화, 건설산업 경쟁력 향상 등을 위해 건축에서의 BIM (Building Information Modeling, 건축정보모델) 개념 적용이 활성화 되는 추세이다. 2011년 초 현재, 공공 BIM 발주로는 국방부의 A 프로젝트, 용인시민체육공원, 서울 동대문 디자인 플라자, 행정중심복합도시 복합커뮤니티센터 등이 있었다. 또한 민간 BIM 발주로는 서울대학교병원 지하복합 진료공간 임대형 민자투자사업, 전력거래소 본사사옥 현상설계, 강릉아트센터 건립 민간투자사업 등의 사례가 있었다.

한편 BIM 도입 및 적용을 추진 중인 프로젝트들을 위하여 BIM에 대한 가이드 및 지침이 개발되고 있다. 그 예로 2010년에 국토해양부, 가상건설연구단, 조달청에서는 각각 BIM 적용 가이드라인을 제정하여 법으로 BIM 적용의 확산을 추진하고자 하는 현황이며, 조달청에서는 2012년부터 500억원 이상인 턴키 설계 공모 건축공사에 BIM 적용을 의무화할 계획이라고 제시하였다. 이처럼 급변하는 건축정보모델 활용환경에 미리 대처하고 실무와 건축공학 교육의 연계를 강화하기 위하여 BIM 교육은 대학의 건축공학 설계교육과정에서 필요한 중요 요소로 검토되어야 할 것이며, 학부과정에서 BIM 개념의 건축계획이 포함된 건축공학설계교육으로 확대될 필요성이 있다. 따라서 본 연구에서는 BIM 도구의 장점을 중심으로 한 건축공학설계의 교육프로세스의 개선방안을 제안하는 것을 목적으로 한다.

1.2 연구의 방법과 절차

연구는 기존 연구문헌을 고찰하고, BIM에 대하여 이론적으로 고찰을 한 후 K대학교에서 이루어진 BIM 교육에 대한 사례를 분석하였다. BIM 교육 후 학생들을 대상으로 설문조사를 실시하여 손도면 활용, CAD 활용, Revit 활용에 대한 비교분석을 통하여 BIM 도구의 장단점을 도출하였다. 이를 바탕으로 BIM 도구를 활용한 건축공학설계의 교육프로세스의 개선방안을 도출하였다. 연구의 범위는 국내의 공학교육인증을 받은 건축공학과와 건축공학설계교육 프로세스로 한정하였으며, 활용된 BIM 도구는 Autodesk사의 Revit Architecture S/W를 범위로 하였다.



그림 1. 연구의 흐름

2. 이론적 고찰

2.1 문헌고찰

(1) 국내 문헌고찰

BIM 관련된 국내 문헌으로 표2와 같이 분석하였다. 서정호¹⁾는 BIM 전문 인력이 갖추어야 할 역량인 BIM에 대한 인식의 전환, 정보관리, 도면추출, 시공단계와 지속가능 건축에서 BIM의 활용의 5가지 능력으로 도출하여 그에 맞는 BIM 교육으로 개선하고자 하였다. 김기남²⁾은 BIM 도입 초기 과도기적인 단계에서 발생할 수 있는 설계단계에서의 업무 혼선 및 추가 작업을 감소시키기 위하여 BIM 기반 건설프로젝트의 설계단계 성과물 작성의 효율화 방안을 제안하고자 하였다. 서창석³⁾은 2D 기반 설계프로세스와 BIM기반 설계프로세스의 분석하여 설계단계에서 건축실무자들이 현업에서 사용 가능하도록 개선된 개념의 BIM 기반 통합설계프로세스 방안을 제시하고자 하였다. 윤명철⁴⁾은 AEC CAD와 BIM의 기존 교육과

1) 서정호, 서희창, 김재준, BIM 전문 인력의 필요역량 도출을 통한 국내 BIM 교육의 개선방향, 한국건축시공학회 춘계학술발표대회논문집 10(1), 2010: 221-224

2) 김기남, 서희창, 김재준, 국내 BIM 기반 건설 프로젝트에서의 설계단계 성과물 작성 효율화 방안에 관한 연구, 한국건축시공학회 춘계학술발표대회 논문집 10(1), 2010: 261-264

3) 서창석, 함남혁, 김재준, 설계단계에서의 BIM기반 통합 설계 프로세스 적용 방안에 대한 연구, 한국건축시공학회 춘계학술발표대회 논문집 10(1), 2010: 195-199

정을 비교하고 각각의 도구를 적용한 건축표현능력 측정과 모델의 분석을 통해 교육성과를 파악하여 효율적인 CAD 교육 방향을 제시하고자 하였다. 고인룡5)은 디자인 교육, 실무교육 그리고 디지털도구의 교육이 서로 연관을 갖지 못하고 분리된 개별의 교육이 이루어지는 실정에 대하여 BIM을 바탕으로 이루어지는 새로운 설계교육과정을 도출하였다.

표 1. 건축설계교육과 관련된 문헌고찰

연구자	연구내용	연구방법론	DATA 분석
서정호 외 2인 (2010)	BIM 전문 인력의 필요 역량도출을 통한 국내 BIM 교육의 개선방향	-산업체와 공공기관의 BIM 교육 프로그램의 사례분석	-5가지 BIM 활용능력 및 개선된 교육내용
김기남 외 2인 (2010)	국내 BIM 기반 건설 프로젝트에서의 설계단계 성과물작성 효율화 방안	-문헌고찰 -2D 프로세스와 3D 프로세스의 비교분석	-18가지 설계도서의 종류에 따른 효율적인 작업환경을 제시
서창석 외 2인 (2010)	설계 단계에서의 BIM기반 통합설계 프로세스 적용 방안에 대한 연구	-2D기반 설계프로세스와 BIM기반 설계프로세스 비교분석	-기획설계, 계획설계, 중간설계, 실시설계에 따른 업무프로세스 제시
윤명철 외 1인 (2009)	BIM툴을 적용한 AEC 카드교육 효율성 비교 연구	-AEC CAD 와 BIM 교육과정 비교분석 -25명 설문	-6개 요인으로 분류하여 각 프로그램의 효율성 비교
고인룡 외 3인 (2008)	BIM 개념을 기초로 한 통합설계 교육과정 제안 연구	-공주대학교 사례분석	-작업 내용과 정보의 구분 -Design Studio 주별 강의종합계획 도출

대학 내에서 BIM 교육이 필요하며, 이는 BIM 도구 프로그램 사용 정도에 대한 교육을 넘어 실무에 필요한 도면화, 견적, 구조해석, MEP 엔지니어링 교육으로 확대되어야 할 필요가 있다고 분석되었다. 또한, 설계와 디지털 교육이 서로 연관성을 가지고 교육되어져 실무에서 활용할 수 있도록 산업의 각 분야에 적합한 BIM 교육이 되어야 한다고 분석되었다.

(2) BIM 관련 국외 문헌고찰

BIM 관련된 국외 문헌으로 표2와 같이 분석하였다.

또한, R.Sacks는 2학년 학생들에게 자체평가 설문을 실시하였고, 141명의 응답 결과로 그림26)와 같은 분석결과를 도출하였다.

- 4) 윤명철, 고성룡, BIM 툴을 적용한 AEC 카드교육 효율성 비교 연구, 대한건축학회지회연합논문집, 11(2), 2009: 93-99
- 5) 고인룡, 정혁진, 정태숙, 홍승대, BIM 개념을 기초로 한 통합설계 교육과정 제안연구, 한국디지털건축인테리어학회지, 8(1), 2008, 5-14
- 6) R. Sacks, Teaching Building Information Modeling, Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, 2010

표 2. BIM 관련된 국외 문헌고찰

연구자	연구내용	연구방법론	DATA 분석
R. Sacks 외 1인 (2010)	Teaching BIM as an Integral Part of Freshman Year Civil Engineering Education	-BIM 교육을 적용하고 있는 대학 사례분석	-학생 평가 -학생 자체평가 -제출 결과물 분석
B. Raphael (2009)	Promotion Efficient Use of Visualization Tools through Education	-설계 소프트웨어 활용에 대한 온라인 설문조사	-시각화 프로그램과 IT 교육에 관한 분석

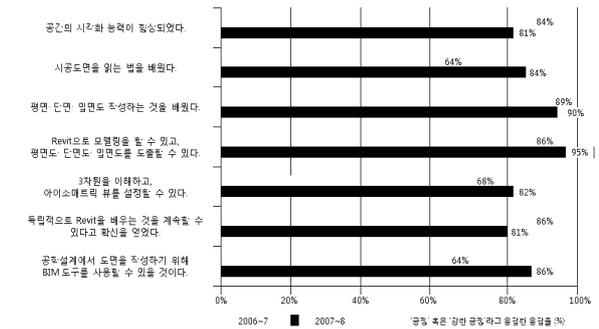


그림 2. 2학년 학생들의 자체평가응답 (141명 응답)

설문결과는 질문에 대해 ‘긍정’ 혹은 ‘강한 긍정’이라고 응답한 응답률을 측정하였으며, 같은 설문 내용으로 2006~2007년의 응답결과와 2007~2008년의 응답결과를 비교하여 분석하였다. 특히 ‘공학설계에서 도면을 작성하기 위해 BIM 도구를 사용할 수 있을 것이다.’는 22%, ‘시공도면을 읽는 법을 배웠다.’는 20%, ‘3차원을 이해하고, 아이소메트릭 뷰를 설정할 수 있다.’는 14%로 2006~2007년의 응답률에 비해 2007~2008년의 응답률이 크게 상향되었다. 이는 BIM 도구를 활용하면 시공도면을 읽는데 도움을 주고 3차원을 이해하는데 도움을 준다고 분석되었으며, 이를 통해 건축공학설계에서 BIM 도구를 사용할 수 있도록 도면을 작성하는 교육이 필요하다는 것에 시사점이 있다.

B.Raphael은 교육을 통한 시각화 도구의 효율적 사용에 대한 분석을 하고자 온라인 설문을 통하여 설계 소프트웨어에 대하여 표37)과 같이 분석하였다.

설문결과로 컨셉을 보여주고 이해시키기 위하여 시각화 소프트웨어가 필요하며, 이는 직접 경험을 해보는 것이 도면을 읽고 이해하기 쉬우며 이러한 소프트웨어의 지식이 직장 경력에 이익을 준다고 분석되었다. 특히 72%의 학생이 직접 제도 도구를 사용해 본 경험이 없다면 도면을 읽고 이해하는데 어려움이 있

- 7) B. Raphael, Promoting Efficient Use of Visualization Tools, Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, 2009

을 것이라고 응답한 것에 시사점이 있다.

표 3. 온라인 설문에 의한 질문과 응답

질 문	Yes (%)	No (%)	미 응답
이 모듈에서 컨셉을 보여주기 위해 시각화 소프트웨어를 배워야합니까?	103 (86)	17 (14)	0 (0)
컨셉을 이해시키기 위하여 시각화 소프트웨어를 직접 사용하는 것이 필요합니까?	108 (90)	11 (9)	1 (1)
비록 직접 그려보지는 않았지만 도면을 읽고 이해하는 것을 잘 할 수 있다고 생각합니까?	34 (28)	86 (72)	0 (0)
CAD 소프트웨어의 지식이 직장 경력에 이익을 준다고 생각합니까?	97 (81)	23 (19)	0 (0)

그러므로 더 많은 3D 모델링 연습이 주어져야 하고, 학생들은 더 많은 시간을 소프트웨어 도구에 의해 자동적으로 만들어 지는 프로젝트에 투자하여야 한다고 분석되었다. 이와 같은 3D 모델링 연습을 통하여 도면을 읽고 이해하는 능력을 향상시켜야 한다는데 시사점이 있다.

2.2 BIM의 개요

(1) BIM 도구를 도입한 설계 프로세스의 변화

BIM 도구를 도입하여 프로젝트를 진행할 경우 그림38)과 같이 설계 프로세스의 변화를 가져올 수 있다.

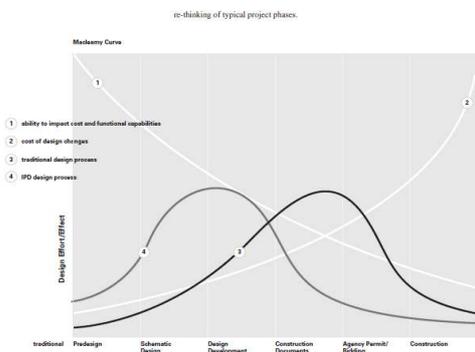


그림 3. BIM 도구를 도입한 설계 프로세스의 변화

설계 단계별로 비용과 기능에 영향가능성(①)과 설계변경에 따른 비용(②)을 나타내고 있다. 전통 설계 프로세스(③)에서는 Construction Documents 단계에 설계업무가 많이 이루어진다고 나타난다. 반면 Integrated Project Delivery(IPD)의 설계프로세스(④)에서는 Schematic Design 단계에서 설계업무가 많이 이루어지는 것으로 나타내고 있다. 이는 IPD 설계프로세스가 초기에 시간과 비용의 많은 투자가 요구되지만 프로젝트 초기에 BIM 도구의 활용을 통해 참여자들의 협업으로 간섭체크와 같은 설계업무가 초기에

8) AIA, Integrated Project Delivery: A Guide, AIA, 2007

가능하다. 이러한 초기의 즉각적인 대응은 비용과 기능적인 측면에 영향을 미쳐서 설계업무가 효율적으로 이루어지는 등의 이점을 지닌다고 분석되었다.

(2) 가이드라인에 따른 BIM 모델의 활용기준

국내에는 표4와 같이 국토해양부가 발표한 ‘건축분야 BIM 적용 가이드’와 국토해양부 산하 한국건설교통기술평가원의 용역을 수행한 가상건설연구단이 발표한 ‘BIM 적용 설계가이드라인’ 그리고 조달청에서 발표한 ‘시설사업 BIM 적용 기본지침서’가 있다.

표 4. 국내의 BIM 가이드라인 비교

국토해양부 ⁹⁾		가상건설연구단 ¹⁰⁾		조달청 ¹¹⁾	
구분	개념제시	구분	개념제시	구분	개념제시
BIM 업무 가이드	-도입계획 수립 -업무절차 확보 -업무기준 확보 -업무수행	모델 가이드 라인	-시각화 -모델검토 -데이터 추출 -모델 교환 -견적 -4D시뮬레이션 -에너지 분석 -도시 생성	조달청에서의 BIM 관리지침	-데이터 작성기준 -BIM 활용 기준 -디자인검토 및 품질검토
BIM 기술 가이드	-데이터 포맷 -소프트웨어 -데이터 파일 -정보분류체계 -컨텐츠의 유통		-BIM 모델링 -기획업무 -계획설계 -기본설계 -실시설계 -입찰/시공 -시설관리	설계공모시 응모자용 BIM 적용지침	-수량 기초 일괄입찰 -데이터산출 -BIM 설계 -도시 산출 -에너지 효율 검토 -BIM 보고
BIM 관리 가이드	-사업관리 -품질관리 -성과품 -제출관리 -책임과 관리		실시설계시 시설계획적격자용 BIM 적용지침	-BIM 설계서 작성기준 -책임과 권리 -BIM 평가 기준	

국토해양부의 ‘건축분야 BIM 적용 가이드’에서는 BIM 업무/기술/관리 가이드, 건축분야 BIM 적용 가이드의 활용으로 나누어 업무 절차 및 기준을 제시하였으며, 공공 및 민간 기관별로 BIM 지침을 마련하기 위한 기본 틀 개발보급에 초점을 맞추어 작성되었다.

가상건설연구단의 ‘BIM 가이드라인’은 일반사항, 모델 가이드라인, 모델링 가이드라인으로 나뉘며, 모델 가이드라인에서는 모델 개념과 구성, 모델 기능 및 활용에 대하여 설명하였고, 모델링 가이드라인에서는 BIM 모델링, 기획업무, 계획 설계, 기본설계, 실시설계, 입찰 및 시공, 시설관리 단계별 업무 및 기준이 작성되었다. 또한 전문분야별 건축, 구조, 설비, 토목, 조경 모델을 통합한 통합모델을 활용하여 각 단계별 성과물을 산출하는 기준에 대해 작성되었다.

9) 국토해양부, 건축분야 BIM적용가이드, 국토해양부, 2010

10) 가상건설연구단, BIM적용 설계 가이드라인 Ver 2.0, 한국건설교통기술평가원, 2010

11) 조달청, 시설사업 BIM적용기본지침서v1.0, 조달청, 2010

조달청의 '시설사업 BIM 적용 가이드'는 설계공모와 턴키공사에 적용하기 위한 가이드이며, 그 내용은 각각의 설계에 대한 데이터 작성기준, BIM 활용기준, BIM 보고서 작성기준, 책임과 권리, BIM 평가기준에 대한 내용이 기술되어있다. 그 중에서 실시설계단계에서 계약자는 건축부문에서 표현할 객체를 두께 50mm 이상의 마감재까지만 입력하여야 한다는 점에서 그 이하의 부피는 3D 모델링에서 고려하지 않아도 된다는 모델링 업무범위의 중요한 시사점이 있다.

이와 같이 각 기관에서 발표한 가이드 및 지침서의 BIM 모델의 활용 및 기능에 대하여 표5와 같이 분석하였다.

표 5. 가이드라인에 따른 BIM 모델의 활용 및 기능

미국 조달청(GSA)의 BIM가이드 ¹²⁾	국 토 해 양 부 의 건축분야 BIM 적용가이드	가상건설연구단의 BIM설계 가이드라인	조달청의 시설사업 BIM 적용 기본지침서
-Spatial Validation -4D Phasing -3D Imaging -Energy Performance and Operations -Circulation and Security Design Validation	-공간배치의 적절성 -면적산출 -실내재료 마감 정보 관리 -공간간의 인접성검토 -피난분석 -에너지분석 -도면추출 -수량산출	-시각화 -모델검토 -데이터추출 -모델교환 -건축 -4D 시물레이션 -에너지분석 -도서생성	-디자인검토 -품질확보 -수량기초 데이터산출 -BIM 설계 도서 산출 -에너지효율 검토

이와 같이 가이드라인에서 제시한 BIM모델의 활용은 시각화, 디자인검토, 데이터산출, 4D 시물레이션, 에너지분석, 설계도서산출 등이다. 이는 실무와 밀접한 관계가 있으므로 건축공학설계교육에서 교육할 필요가 있는 주요 요소들이라고 판단된다.

3. BIM 교육사례 분석

3.1 대학교의 BIM 교육사례

기존의 건축공학교과과정과 긴밀히 연계되고 보다 효율적인 공학설계교육 프로세스의 개선방안을 제안하기 위한 자료분석으로 K대학교의 건축공학설계 교과과정 중에 이루어졌던 BIM 교육 사례에 대하여 분석하고자 한다. BIM 교육사례의 분석하고, BIM 교육 후 학생들에 대한 설문조사를 통하여 BIM 도구의 활용결과와 설계교육에 대해 분석하고자 한다.

(1) 강의내용

K 대학교의 설계교육과정 중에서 3학년 2학기 '건

축공학설계(2)' 교과목을 수강하는 학생을 대상으로 BIM 교육이 진행되었다. 강의진행은 20명 선에서 분반하여 소규모 스튜디오로 운영하였으며, 모든 분반이 동일한 진도를 추진할 수 있도록 협의하였다.

설계과정에서 건축공학적 지식의 기초를 튼튼히 하여 건축물의 요소를 구체적으로 이해, 분석, 창작할 수 있도록 하고, 4학년 과정에서 전국 규모 공학관련 설계공모전인 친환경 건축디자인 공모전 출품에 대비하는 수준의 공학설계 목표달성을 조성하고자 BIM 도구를 활용한 3D 모델링에 대한 교육을 실시하였다.

표 6. 건축공학설계(2) 주별 강의내용

주	강의 내용
1	강의 소개 및 요소설계의 구성
2	배치도 / 평면도 설계
3	코어 및 계단 설계 및 사례 분석-1
4	코어 및 계단 설계 및 사례 분석-2
5	단면 및 입면 설계-1
6	단면 및 입면 설계-2
7	전반부 도면 마감 및 전시
8	중간 과제발표 및 비평
9	3차원 BIM 모델링 실습 1 (인터페이스 소개)
10	3차원 BIM 모델링 실습 2 (대지 및 지하 벽체)
11	3차원 BIM 모델링 실습 3 (외벽 및 지붕)
12	3차원 BIM 모델링 실습 4 (바닥 및 내벽/ 문/ 창)
13	3차원 BIM 모델링 실습 5 (계단 및 난간)
14	3차원 BIM 모델링 실습 6 (문서화작업 및 출력)
15	기말 과제 마감 및 전시
16	기말 과제 발표/전시/비평

건축공학설계(2)는 표6과 같은 주별 강의내용으로 진행되었다. 그 내용은 배치도, 평면도, 코어 및 계단, 단면 및 입면 설계에 대한 부분별 요소의 설계교육이 선행하여 이루어졌다. 교육과정 중에 활용한 BIM 도구는 AutoCAD사의 Revit Architecture S/W로 하였으며, 이들을 종합하는 설계교육을 진행하여 프로젝트를 시작하고 레벨 및 그리드의 지정, 벽, 슬래브, 문/창문, 계단을 작성하는 순으로 진행되었다. 더불어 일조분석을 활용할 수 있도록 하였고, 마지막으로 프로젝트를 문서화하는 방법을 익혀 창호와 각 실명 등의 일람표를 작성할 수 있도록 하였다. 이와 같이 3D 모델링 프로세스를 통해 BIM 개념을 적용한 건축공학설계를 진행하였다.

(2) 설계결과물

학생들은 각 전공수업 및 이를 기반으로 설계수업 시간을 통해 전공지식을 광범위하고 체계적으로 습득하고, 습득한 지식을 공학설계와 연계하여 활용하기 위한 방안으로 BIM을 활용하여 설계결과물을 작성하도록 시도하였다. 설계결과물은 그림4와 같고 그 내용

12) GSA, BIM Guide Series 01, GSA, 2007

으로는 조감도, 평면도, 입면도, 단면도, 실 일람표, 문 및 창문 일람표, 디테일 뷰 등을 포함하고 있다.



그림 4. BIM 도구를 활용한 설계결과물

그 결과 BIM 실무 활성화에 대비해 CAD 대신 BIM 도구를 활용하여 설계결과물을 도출하였고, 이는 3차원 공간을 이해하기 쉽고 일람표산출, 물량산출, 일조분석 등의 이점을 가진다는점이 도출되었다.

3.2 대학교의 BIM 교육 설문

(1) 설문 개요

‘건축공학설계(2)’ 과목을 수강한 3학년 2학기 과정의 수강생 35명에게 BIM 도구 활용결과에 대한 설문을 실시하였다. 이 설문은 6주 정도의 Revit 교육을 받고 하나의 프로젝트 과제를 수행한 후 패널로 과제를 제출한 학생들의 BIM 도구 활용결과에 대한 이해도를 조사하였다. 설문은 강의 16주차에 이루어졌으며, 35명 수강생 중 28명 응답설문을 회수하였다.

(2) 설문내용

개인적 현황, 기초 전공 지식의 수준, 손도면 작성, CAD 활용능력, Revit 활용능력으로 분류하여 질문하였다. 설문문항의 각 부문에 대해서 9점 척도로 답안을 작성하도록 하였다. 답변은 1점을 ‘전혀 모름’, 5점을 ‘보통’, 9점을 ‘확실히 알겠음’의 기준으로 1점에 가까울수록 ‘내용을 이해하지 못했다’로 9점에 가까울수록 ‘내용을 제대로 이해하였다’로 해석하였다.

(3) 설문결과

1) 개인적 현황

설계교과목에 대한 수강여부에 대한 설문, 휴학기간에 대한 설문, 외부 BIM 교육 참여의 경험여부에 대한 설문, CAD 사용경력에 대한 설문으로 진행되었다.

응답자의 설계수강 학기 현황은 표7과 같고 2-2학기 82%, 3-1학기 92%, 3-2학기 100% 설계과목을 수강하였으며 기타로 나타난 18%는 복학 이전에 수강

한 과목으로 분석되었다. 이를 통해 대부분의 학생이 손도면 작성법을 익힌 단계라고 판단되었다.

CAD S/W 활용 경력에 대해서는 20명의 학생이 학교 및 학원에서 배운 CAD를 활용할 수 있으며, 평균 약 1년 정도의 CAD 경험이 있는 학생이었다.

표 7. 설계수강 학기 현황

설계수강 학기	2-2	3-1	3-2	4-1	4-2	기타
인원수 (%)	23명 (82)	26명 (92)	28명 (100)	0 (0)	0 (0)	5명 (18)

BIM S/W 활용 경력에 대해서는 27명의 학생이 BIM 교육을 받기 전까지 Revit을 다루어 본 경험이 없었으며, 1명의 학생이 4일간 진행되는 외부의 BIM 공정관리과정 교육에 참여한 경험이 있었다. 결과적으로 대부분 CAD를 다루어본 경험이 있지만 BIM을 활용해본 경험이 없는 학생들이 수강 대상이었다.

2) 손도면 작성

손도면 작성에 대한 설문결과는 표8과 같이 나타났다. 그 결과로 3번 문항인 ‘평면도, 단면도, 입면도, 부분상세도의 특성을 이해하고 있다.’가 응답평균이 6.86으로 가장 높게 나타났으며, ‘배치도의 구성요소를 이해하고 있다.’와 ‘스케일 차이를 이해하고 있다.’도 각각 6.54와 6.08로 비슷한 점수로 높게 나타났다. 반면, 5번 항목인 ‘조감도 및 부분투시도를 그릴 수 있다.’는 4.93으로 가장 낮게 나타났다.

표 8. 손도면 작성에 대한 설문결과

설문 항목	손도면 작성	응답 평균
1. 선종류 및 용도와 도면기호를 이해하고 있다.		6.21
2. 스케일 차이를 이해하고 있다.		6.68
3. 평면도, 단면도, 입면도, 부분상세도의 특성을 이해하고 있다.		6.86
4. 배치도의 구성요소를 이해하고 있다.		6.54
5. 조감도 및 부분투시도를 그릴 수 있다.		4.93

이는 도면구성 요소에 대한 이해는 있으나, 별도로 조감도 등에 대한 3D 작도법 교육이 없어서 3D에 대한 이해가 부족하다고 판단되며, 3D를 보다 잘 이해할 수 있는 설계교육이 필요하다는데 시사점이 있다.

3) CAD S/W 활용 능력

CAD S/W 활용 능력에 대한 설문결과는 표9와 같이 나타났다. 그 결과로 6번 문항인 ‘명령어 체계를 이해하고 있다.’의 응답평균이 5.50으로 가장 높게 나타났다. 반면, 9번 문항인 ‘3D 활용 능력 (3D 형상 표현)’이 있다.’의 응답평균이 3.54로 가장 낮게 나타났다.

명령어에 대한 이해는 보통보다 높다고 파악되며 CAD S/W 활용 능력은 가진 것으로 판단된다. 그러나 3D 활용 능력에 대한 이해도가 부족하다고 나타나 CAD S/W를 통한 3D 모델링에 어려움이 있으며 설계도면의 3차원에 대한 이해가 낮게 나타났다.

표 9. CAD S/W 의 활용에 관한 설문결과

설문 항목	CAD S/W 활용능력	응답 평균
6	명령어 체계를 이해하고 있다.	5.50
7	Layer 체계 이해하여 Layer를 다양하게 지정하여 그렸다.	5.36
8	선 굵기를 조정하여 도면을 출력할 수 있다.	4.75
9	3D 활용 능력 (3D 형상 표현)이 있다.	3.54
10	2D를 그리면서 3D 형상을 이해할 수 있었다.	4.36

이러한 분석결과 3D를 쉽게 활용할 수 있으며, 평면과 함께 3차원의 이해도 높일 수 있는 교육이 필요하다는데 시사점이 있다.

4) Revit S/W 활용능력

Revit S/W 활용 능력에 대한 설문결과는 표10과 같이 나타났다. 그 결과로 12번 문항인 ‘그리드-벽체-바닥 순의 3차원 구성요소에 대해 이해하였다.’의 응답평균이 7.39로 가장 높았으며, 13번 문항인 ‘계단과 난간 (3D 활용)을 표현할 수 있었다.’의 응답평균이 7.32로 다음으로 높게 나타났다. 반면, 16번 문항인 ‘도면 추출 기능을 활용하여 도면화할 수 있었다.’의 응답평균이 6.36으로 이해도가 가장 낮게 나타났다.

표 10. Revit S/W 활용에 대한 설문결과

설문 항목	Revit S/W 활용능력	응답 평균
11	층고 설정 개념에 대해 이해하였다.	7.00
12	그리드-벽체-바닥 순의 3차원 구성요소에 대해 이해하였다.	7.39
13	계단과 난간(3D 활용)을 표현할 수 있었다.	7.32
14	일조분석을 활용할 수 있었다.	6.79
15	일람표(창호, 룬 등)를 작성할 수 있었다.	6.64
16	도면추출 기능을 활용하여 도면화할 수 있었다.	6.36
17	CAD보다 3차원을 이해하기 쉬웠다.	7.89
18	CAD보다 작업시간이 단축되었다.	7.11
19	CAD보다 설계변경을 수정하기가 쉬웠다.	7.18

이를 통해 Revit을 활용한 모델링의 순서에 대한 이해도가 높다고 분석되었으며, 더불어 3D로 표현되는 계단과 난간의 표현하는 것에 대한 이해도도 높게 나타나 3차원의 평면, 입면, 단면에 대한 이해도가 높다고 분석되었다. 또한 모델링의 이해를 통한 3D의 작업은 용이하나 2D 도면화하는 작업에 대한 이해도는 낮은 것으로 나타나 3D 모델링 작업 후의 도면 추출 기능에 대한 교육이 더욱 집중적으로 필요한 것으로

로 분석되었다. CAD와 비교한 Revit 활용에 대한 설문결과는 17번 문항인 ‘CAD보다 3차원을 이해하기 쉬웠다.’의 응답평균이 7.89로 가장 높게 나타났고, ‘CAD보다 작업시간이 단축되었다.’와 ‘CAD보다 설계변경을 수정하기가 쉬웠다.’도 응답평균이 각각 7.11과 7.18로 모두 보통이상으로 나타났다. 이를 통해 CAD보다 Revit이 3차원 이해하는데 용이하며, 프로그램 활용을 통한 작업시간이 단축되며, 설계변경을 하는 수정성이 용이하다고 분석되었다.

3.3 설문결과 분석

앞서 분석한 BIM 도구 활용능력에 대한 설문 결과로 Revit을 활용한 건축공학설계 수행과정이 기본적인 손도면과 CAD 활용에 비해 표현력, 연계성 및 공간이해도에 어려움이 적었고, 수정이 용이하며, 작업시간을 단축할 수 있는 장점이 있다고 분석되었다.

이를 바탕으로 BIM 도구를 활용한 설계의 장점을 다음과 같이 요약하였다.

- 1) 3D 모델링 통한 평면/입면/단면의 연계
- 2) 여러 개의 대안 생성 및 비교가 보다 용이함
- 3) 3D의 프레젠테이션으로 커뮤니케이션 능력 향상
- 4) 3D 모델링으로 설계변경, 간섭체크가 보다 용이함
- 5) 3D 객체정보모델이므로 일람표 및 물량산출이 도면에서 직접 가능
- 6) 조기 일조분석 등 친환경적 고려가 보다 편리함

이러한 장점을 중심으로 BIM 도구를 활용한 건축공학설계교육 프로세스의 개선방안을 도출하고자 하였다.

4. 건축공학 설계교육 프로세스 개선방안

4.1 개선방안 도출

설문분석의 결과를 바탕으로 BIM 도구를 활용한 장점을 도출하였으며 다음과 같이 건축공학설계교육 프로세스 개선방안을 도출하였다.

(1) 건축공학 요소설계와 연계된 설계교육 가능

건축공학 요소설계를 구조, 시공·CM, 환경으로 나누어 구조설계교육에서는 구조 모듈과 프레임 모델 연계가 가능하고, 시공·CM 설계교육에서는 건설 프로세스에 대한 이해 증진, 시공 및 재료에 대한 구법적 이해 확대, 공정 및 적산 연계가 가능하며, 친환경설

계교육에서는 친환경성 조기 분석 가능하다.

(2) 3D 중심 정보모델 개념에 대한 공학설계교육 가능

BIM 설계는 기존의 평면계획, 단면계획, 입면구상의 순환적 단계를 거치던 2D 중심의 설계에서 평면·입면·단면·투상도를 동시에 작업하는 3D 중심의 설계로의 전환을 뜻하며, BIM도구를 활용한 3D 설계를 통해 3D 중심의 공간지각 및 정보모델을 활용하는 설계 능력을 배양하고자 한다.

(3) 설계단계별 BIM 도구의 활용에 대한 교육 가능

초기설계단계에서 스페이스 프로그래밍을 통해 실의 기능에 따른 면적을 도출하고, 기능분석을 통해 실들의 기능적 연관관계를 분석하고, 버블다이어그램으로 면적의 크기비례에 따라 블록다이어그램으로 정리된 블록의 형태로 계획을 진행한다. 이러한 계획을 바탕으로 기본설계가 이루어지는 과정에 BIM 도구를 활용하여 효율적인 설계가 가능하도록 3D 모델링으로 종합적인 설계 능력을 배양할 수 있다.

(4) 3D 활용을 통한 의사소통, 협업에 대한 교육 가능

BIM은 설계의 초기단계에 모든 전문가들이 모여 협업을 통하여 설계를 진행한다. 이에 대비하기 위해 대학 내의 건축공학설계교육에서는 각 분야의 역할을 나누어 작업을 진행하는 Team project를 실시하여 협업을 통한 작업자간의 의사소통 능력을 향상시킬 수 있다.

(5) BIM 도구의 자동 산출기능 활용에 대한 교육 가능

BIM 모델은 객체정보모델이므로 자체가 속성을 갖기 때문에 건축설계과정에서 연관 작업을 위한 DB구축이 가능할 뿐 아니라 정보의 양을 크게 개선할 수 있으며 효과적인 도면관리 등이 용이하다고 판단된다. 또한 3D 모델링 과정에 공간을 구획하여 각 실을 지정할 수 있고, 각 창호의 정보가 입력되므로 자동 산출기능에 의해 실 일람표와 창호 및 문 일람표를 추출할 수 있다.

4.2 도출된 방안에 대한 검증

BIM 도구인 Revit을 활용한 교육을 받은 학생들을 대상으로 건축공학설계교육 프로세스의 개선 가능성에 대한 검증하고자 하였다. 검증자료로는 설계 S/W 활용능력에 대한 결과를 측정하기 위하여 CAD와 Revit의 활용결과를 쌍대비교 방식으로 5점 척도로 작성하도록 하였다. 또한 Revit을 교육 받은 후 설계를 할 때 고려하게 되는 영향요소에 대한 설문은 9점 척

도로 설문을 실시하였다.

설문은 Revit을 활용교육을 받은 학생들 11명 포함 총 20명에게 설계 S/W 활용현황에 대한 설문을 실시하였다.

설계 S/W 활용에 대한 검증 데이터를 근거로 종합적으로 검증의 내용을 표11과 같이 분석하였고, 이러한 설문의 분석결과를 통하여 개선방안 5가지의 검증으로서 다음 개선방안에 대한 검증을 하였다.

표 11. 설문분석을 바탕으로 한 검증

개선방안	설문내용 (응답평균)	설문결과 바탕 검증
(1) 건축공학 요소설계와 연계된 설계교육 가능	1. 도면을 작성하면서 시공 프로세스와 보다 같다고 생각되었다. (0.27) 2. 대지분석에 대한 이해가 보다 쉬웠다. (6.00) 3. 3D 모델링 단계에서 설계-시공 프로세스를 더욱 이해할 수 있었다. (6.73) 4. 구조, 재료, 설비 등 기초 전공지식의 적용이 보다 쉬웠다. (4.27)	시공프로세스에 대한 이해와 일조분석을 통한 대지분석 등 건축공학 요소설계와 연계된 교육임에 긍정적인 응답으로 BIM 도구를 활용하여 구조, 시공, 설비의 건축공학 요소설계와 연계된 교육이 가능함을 검증
(2) 3D 중심 정보모델 개념에 대한 공학설계교육 가능	1. 설계 시에 평면과 입면을 연계되어 보다 쉽게 표현할 수 있었다. (1.91) 2. 공간을 표현하면서 3차원 공간을 이해하기 더욱 쉬웠다. (0.91)	3D 중심의 정보모델을 통하여 3차원을 이해하기 쉽고 표현하기 쉽다고 판단되므로 검증
(3) 설계단계별 BIM 도구의 활용에 대한 교육 가능	1. 설계 시에 도면을 작성하기 더욱 어려웠다. (0.27)	BIM 도구 활용에 교육의 부족하다고 판단되어 설계단계별 BIM 도구의 활용에 대한 교육이 필요함으로 검증
(4) 3D 활용을 통한 의사소통, 협업에 대한 교육 가능	1. 형태 및 디자인 대안을 더욱 다양하게 도출할 수 있었다. (6.18) 2. 형태 및 디자인에 대한 표현을 더욱 쉽게 할 수 있었다. (6.36)	형태 및 디자인에 대한 표현을 가능하게 하고, 대안에 대한 이해를 쉽게 하여 팀 프로젝트 내에서 의사소통이 원활하게 진행될 수 있게 해준다고 파악되어 검증
(5) BIM 도구의 자동 산출기능 활용에 대한 교육 가능	CAD S/W와 Revit S/W를 활용에 대해 비교한 설문 1. 도면을 작성하는데 시간이 더 오래 걸렸다. (-2.45)	Revit의 도면작성이 보다 용이하다고 분석되어 BIM 도구의 자동 산출기능 활용에 대한 교육이 가능함을 검증

(1) 건축공학 요소설계와 연계된 설계교육 가능

‘도면을 작성하면서 시공 프로세스와 보다 같다고 생각되었다.’와 ‘S/W를 활용시 기초전공지식이 더욱 필요하다고 생각되었다.’는 각각 Revit이 응답평균 1.82와 1.09로 나타났다. 또한 ‘대지분석에 대한 이해가 보다 쉬웠다.’와 ‘3D 모델링 단계에서 설계-시공 프로세스를 더욱 이해할 수 있었다.’는 각각 응답평균 6.00과 6.73으로 나타났다. 마지막으로 ‘구조, 재료, 설

비 등 기초전공지식의 적용이 보다 쉬웠다.’는 응답평균 4.27로 나타났다. 이는 대지분석을 통한 친환경을 고려한 설계를 가능하게 하고 건설 프로세스에 대한 이해가 높다고 파악된다.

(2) 3D 중심 정보모델 개념에 대한 공학설계교육 가능
 ‘설계 시에 평면과 입면을 연계되어 보다 쉽게 표현할 수 있었다.’와 ‘공간을 표현하면서 3차원 공간을 이해하기 더욱 쉬웠다.’은 각각 Revit의 응답평균 3.36과 3.64로 나타났다. 이는 3D 중심의 정보모델을 통하여 3차원을 이해하기 쉽고 표현하기 쉽다고 판단되며 3D 중심의 정보모델을 교육에 대한 긍정적인 응답으로 판단되었다.

(3) 설계단계별 BIM 도구의 활용에 대한 교육 가능
 ‘설계 시에 도면을 작성하기 더욱 어려웠다.’은 응답평균 0.27으로 Revit을 활용하여 도면을 작성하는데 어려움을 느낀다고 분석된다. 이는 BIM 도구에 대한 활용이 아직은 미숙한 단계이며 설계단계별 BIM 도구의 활용에 대한 교육을 통해 숙련이 가능하다고 판단되었다.

(4) 3D 활용을 통한 의사소통, 협업에 대한 교육 가능
 ‘형태 및 디자인 대안을 더욱 다양하게 도출할 수 있었다.’와 ‘형태 및 디자인에 대한 표현을 더욱 쉽게 할 수 있었다.’는 응답평균이 6.18과 6.36으로 나타났다. 이는 형태 및 디자인에 대한 표현을 가능하게 함으로써 대안에 대한 이해를 쉽게 해준다고 분석되며, 팀 프로젝트 내에서 의사소통이 원활하게 진행될 수 있게 해준다고 파악되었다.

(5) BIM 도구의 자동 산출기능 활용에 대한 교육 가능
 ‘도면을 작성하는데 시간이 더 오래 걸렸다.’은 응답평균 -0.36으로 Revit의 도면작성이 보다 용이하다고 분석된다. 이는 BIM 도구의 자동 산출기능 활용에 대한 교육에 대한 긍정적인 응답으로 판단되었다.

5. 결론

본 연구는 기존의 건축공학교과과정과 긴밀히 연계되고 보다 효율적인 교육과정을 만들기 위하여 BIM 도구의 장점을 중심으로 한 건축공학설계교육의 프로세스를 개선방안을 도출하고자 하였다.

또한 BIM 교육을 6주간 실시하고 수강대상을 대상으로 BIM 도구 활용능력에 대한 설문을 실시하여

이해의 정도를 분석하였다. 설문결과를 분석하여 BIM 도구를 활용한 장점을 분석하였고 BIM 교육내용을 다음과 같이 도출하여 프로세스 개선방안을 제시하고자 하였다.

- 1) 건축공학 요소설계와 연계된 설계교육 가능
- 2) 3D 중심 정보모델 개념에 대한 공학설계교육 가능
- 3) 설계단계별 BIM 도구의 활용에 대한 교육 가능
- 4) 3D 활용을 통한 의사소통, 협업에 대한 교육 가능
- 5) BIM 도구의 자동 산출기능 활용에 대한 교육 가능

이러한 개선방안에 대한 검증을 위하여 설계 S/W 활용에 대한 비교설문을 실시하였다. 분석결과를 통하여 개선방안 중에 건축공학 요소설계와 연관된 설계교육, 3D 중심의 정보모델 개념에 대한 교육, BIM 도구의 자동 산출기능 활용에 대한 교육의 효율적이며 필요한 교육임을 검증하였다.

이 연구의 한계는 현행 공학설계 교육과정의 분석을 중심으로 1개 대학의 사례를 분석하여 설문결과를 통한 프로세스 개선에 대한 개선방안의 제시에 한정된 점이다. 도출된 결론은 추후 연구를 통해 보다 구체화 될 필요가 있으며, 설계와 IT가 연계된 설계교육은 후속연구를 통하여 계속 연구되어야 할 부분이다.

참고문헌

1. 가상건설연구단. BIM적용 설계 가이드라인 Ver 2.0. 한국건설교통기술평가원, 2010
2. 강다영, 신규,. BIM 개념을 적용한 건축공학설계교육 사례분석, 한국디지털건축인테리어학회지, 11(1), 2011
3. 강다영, 신규철, BIM 도구 활용을 통한 건축공학설계의 프로세스, 한국건축시공학회 학술논문발표회 논문집, 1(0), 2010
4. 고인룡, 정혁진, 정태숙, 홍승대, BIM 개념을 기초로 한 통합설계 교육과정 제안연구, 한국디지털건축인테리어학회지, 8(1), 2008
5. 국토해양부, 건축분야 BIM 적용가이드. 국토해양부, 2010
6. 권영석, 채갑수, 최창순, 이상화, 설계사무소에서 BIM 적용시 고려요소에 관한 연구, 한국건설관리학회 학술발표대회논문집, 29(1), 2009
7. 김기남, 서희창, 김재, 국내 BIM 기반 건설 프로젝트에서의 설계단계 성과물 작성 효율화 방안에 관한 연구, 한국건축시공학회 춘계학술발표대회 논문집, 10(1), 2010
9. 서정호, 서희창, 김재준, BIM 전문 인력의 필요역량 도출을 통한 국내 BIM 교육의 개선방향, 한국건축시공학회

강 다 영, 신 규 철

춘계학술발표대회논문집, 10(1), 2010

10. 윤명철, 고성룡, BIM 툴을 적용한 AEC 캐드교육 효율성 비교 연구, 대한건축학회지회연합논문집, 11(2), 2009
11. 조달청, 시설사업 BIM적용 기본지침서 v1.0, 조달청, 2010
12. AIA., Integrated Project Delivery: A Guide, AIA, 2007.
13. Raphael, B., Promoting Efficient Use of Visualization Tools through Education, Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, 23(6), 2009
14. GSA, BIM Guide Series, ,GSA, 2007
15. Sacks, R., and R. Barak. Teaching Building Information Modeling as an Integral Part of Freshman Year Civil Engineering Education, Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice, 136(1), 2010

논문접수일 (2012. 2. 13)

심사완료일 (1차 : 2012. 2. 28, 2차 : 해당 없음)

게재확정일 (2012. 3. 2)