

학교건축물 BIM 도입활성화를 위한 BIM 교육실태 조사연구

A Survey on the BIM Education Status for Activating BIM Tool Instruction on School Building Construction

서 덕 석* 원 호 식**
Seo, Deok-Seok Won, Ho-Sik

Abstract

BIM(Building Information Modeling) is an indispensable tool to secure global competitiveness in construction sector, as already adapted significantly in European countries and U.S. In particular, as considering School Buildings constructed by BTL Method, using BIM tools are required for the accurate estimation of construction cost in planning stage, exact design and construction, well-judged settlement and performance of maintenance schedule. Therefore, this study investigates the BIM education status and the problems on using BIM tools through a survey of 100 BIM trainees and suggests improvement method of BIM education.

키워드 : 3차원 건축표현 기법, 건축교육, 실무자 BIM 교육

Keywords : BIM(Building Information Modeling), BIM education, BIM process

1. 서론

1-1. 연구의 필요성 및 목적

기존 2D 건축표현 기법을 한 차원 격상시킨 3차원 건축표현기법인 BIM(Building Information Modeling)은 2006년부터 국내에 도입되기 시작하여 지속적으로 영역을 확대해 가고 있으나, 먼저 도입된 유럽이나 미국보다는 건설분야의 적용이 상당히 미흡한 실정이다. 또한 BIM 교육을 진행하고 실무 업무를 수행하면서 일부에서는 BIM이 매우 필요하며 시급히 도입되어야 한다고 주장하는 반면, 다른 일부에서는 BIM을 현실적으로는 아직 준비되지 않은 먼 미래의 이야기처럼 생각하는 경향 또한 존재한다. 이와 같은 BIM도입에 대한 양극화 현상은 경제적 요인도 있지만 설계, 시공, CM 각 분야의 핵심 실무자들이 가지고 있는 BIM 마인드가 아직 바

뀌지 않았고 BIM의 필요성에 대한 현실적인 정보가 부족하기 때문이다.

그러나 BIM은 건축분야에서 글로벌한 경쟁력을 확보하기 위해서는 필수적으로 적용해야 하는 도구(tool)이며, 이미 유럽 및 미국의 경우 상당부분 현업에 적용되고 있음을 볼 때, BIM을 신속히 도입해야 함은 피할 수 없는 현실이 되고 있다.¹⁾

특히 현재 한국의 학교건축물이 주로 BTL방식으로 건설되고 있음을 감안할 때 기획단계에서의 정확한 공사비 예측, 설계 및 시공단계에서의 정밀한 계획 및 시공, 유지관리단계에서의 적절한 유지보수 계획 설정 및 수행 등이 요구되는 학교건축물에서

1) 한국은 세계건설시장에서 2010년 점유율 4.8%로 7위(한국건설경영협회)를 기록한 건설강국이나 건설엔지니어링 수주의 규모는 1.9%에 불과하다. 건설업의 SW 활용도가 낮기 때문이다. 핀란드는 거의 모든 건설사와 설계사무소가 기획·설계·시공·유지관리의 전주기에 걸쳐 시설물 정보를 3차원으로 관리하는 BIM 시스템을 사용하고 있다. 조선일보, 2013년 8월 1일자

* 한라대학교 건축학부 교수

** (주)빔케어(BIMCARE) 교육연구소 대표이사

는 어떤 건축물보다 BIM Tool의 사용이 시급히 요구된다.

따라서 본 연구에서는 현재 BIM 교육을 받고 있는 인원들을 대상으로 BIM 도입과정에서의 틀에 대한 인식, BIM 틀 사용 시 문제점 등 BIM 교육전반에 대한 교육실태를 조사하여 향후 BIM 교육의 개선방향을 제안하고자 한다.

1-2. 연구의 범위 및 방법

본 연구는 BIM교육을 받은 당사자들을 대상으로 BIM 도입 과정에서 실무자들이 느끼는 BIM에 대한 인식을 분석하고자 설계사, 시공사, 용역사, 학생 등 다양한 관련 그룹을 대상으로 BIM 도입 현황과 문제점에 대하여 설문 조사를 수행하였다. 연구의 방법은 첫째, BIM에 대한 이론적 고찰로 BIM의 정의에 대한 해석을 분석하고 둘째, BIM 프로젝트 실무 경력자들의 사전인터뷰를 통한 도입과정의 문제점 분석내용을 기초로 설문지를 작성하고 설문조사를 수행하였다. 셋째, 이러한 설문조사 내용을 분석하여 교육을 통한 도입단계 현황과 실무자들이 체감하는 문제점을 분석하였다. 또한 분석된 문제점의 발생 원인을 검토하고 이를 해결하기 위한 방안들을 제안하였다.

II. 이론적 고찰

II-1. BIM에 대한 정의

BIM Handbook(2008,Chuck Eastman)“에서 BIM은 건축 모델을 생성하고, 전달하고 분석할 수 있도록 하는 모델링 기술이자 과정들의 집합으로 정의될 수 있다...”라고 되어 있다. BIM의 표현 도구에 대한 기준은 표 1 과 같다.

표1. 표현도구의 기준

표현방식	디지털 방식 / 구성요소의 속성정보 입력
사용자 변경	파라메트릭 객체 기술요소 포함
단위항목	속성정보와 매개변수 값을 사용자 제어

BIM에 대한 해석은 각 분야에 따라 의미가 조금씩 달라질 수 있지만 본질적인 공통의 의미는 디지털 공간에서 속성정보를 가진 3차원적인 객체들로 디자인하고, 가상시공으로 문제점을 해결해 생산성

을 향상시키는 3차원 건축표현 기법으로 요약할 수 있다.

II-2. BIM교육 관련 선행연구 고찰

국내의 BIM 교육과 관련된 연구들 중 대표적인 선행연구는 표2 에서 알 수 있는 바와 같이 실내디자인 수업에서의 BIM 적용방안에 대한 연구와 건축설계분야에서의 BIM 적용방안에 대한 연구로 대별할 수 있다. 이러한 선행연구들은 BIM교육방향에 대한 기본적인 자료를 제안하고 있으나, 보다 광범위한 조사 및 분석을 통한 BIM 교육상의 문제점에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

표2. BIM 교육관련 선행연구

연구자	연구제목	연구내용	자료분석
김현우 외2인 (2013)	실내디자인 설계 스튜디오 수업에서의 BIM 적용에 관한 연구	-BIM과 실내디자인 설계교육의 필요성 제기	-BIM적용 만족도 빈도분석 결과
한영철 (2012)	BIM 활용 문제 중심 학습기반 실내건축설계수업 교수-학습 모형에 관한 연구	-설계 직무능력 중심의 BIM 도구 활용 설계모형 제시	-실내건축 학생 수업 평가 -BIM도구의 설계적용
고인룡 오형석 (2011)	BIM도구를 이용한 건축설계 교육 방법 연구	-건축설계 스튜디오에 BIM 기능과 개념 적용	-건축설계 커리큘럼 제안
강다영 (2011)	BIM도구 활용을 통한 건축공학 설계 교육 프로세스 개선에 관한 연구	-대학교 BIM교육 사례분석 -BIM도구 활용 3D모델링 적용	-BIM도구를 활용한 설계 결과물 비교 분석
윤명철 외1인 (2009)	BIM툴을 적용한 AEC CAD교육 효율성 비교연구	-AEC CAD와 BIM 교육과정 비교분석	-6개요인으로 분류하여 각 프로그램의 효율성 비교
홍승대 외 3인 (2008)	BIM 개념을 기초로 한 통합 설계 교육과정 제안 연구	-BIM적용기법 사례분석	-4가지 활용 범위에 따른 BIM 적용기술

특히 국내 대학 설계교육에 BIM 교육관련 선행 연구는 BIM 도입초기부터 일부분 진행되어 왔으나, 형식적인 틀 위주의 교육이 대부분이었고 실무와

관련된 교육 커리큘럼이 부족하였다. 또한 BIM 교육을 통한 지식 습득이 실무와 연계되지 않고 대부분의 경우에 기존의 2D 방식을 사용함에 따라 BIM 사용능력이 체계적으로 축적되는데 어려움이 많았다. 또한 건축실무 지식의 부족은 BIM의 장점인 각 부분에 대한 구체적인 표현을 저해하는 요인이 되었다.

BIM은 단순히 설계분야에서의 부분적 교육을 통해서 구현되는 것이 아닌 건축 전 분야에 대한 이해를 바탕으로 한다는 것을 감안하여, 본 연구에서는 설계분야에 국한되지 않고 건축 전 분야에 종사하는 교육생들이 BIM 교육을 통해 인식하고 있는 문제점을 분석하는데 초점을 맞추어 연구를 진행하였다.

III. 설문조사 분석

III-1. 예비조사

BIM은 국내 도입 과정에서 과도한 마케팅으로 생산적인 건축의 새로운 패러다임으로 건축생산의 효율성을 획기적으로 개선해 줄 도구로서 알려졌으나, 실무 적용 단계에서 BIM으로 도출된 기대이하의 결과물에 대한 불만족으로 부정적인 인식이 깊게 형성되었다. 본 예비조사는 2012. 1 ~ 2012. 4월 까지 건축 실무자로서 BIM 교육에 참여한 총 15인을 대상으로 BIM 교육의 문제점에 대한 면접조사를 수행하였다.

BIM 실무자들에게 교육생 입장에서의 BIM 교육상 문제점들을 심층 면접 조사한 결과 표 3 과 같은 요소들이 1차적인 문제점으로 도출되었다. 즉 교육이 복잡하고 배우기 어렵고 교육비가 고가이며 실무경험을 가진 교육자가 부족하다는 의견이 제시되었으며, 특히 주목할 것은 표현방식에서 표준적인 표현방식이 미흡하여 각 회사마다 표현방식이 상이하여 BIM Tool의 장점을 살리지 못한다는 문제점이 발견되었다. 이와 같은 문제점들로 인하여 BIM 도입초기 단계에서 기대했던 결과를 얻지 못하고, 궁극적으로 의사 결정권을 가진 사용자에게 의해 BIM의 사용이 중단되거나 부정적인 인식을 갖지는 요인이 되었다.

표3. BIM 교육상의 문제점

분 류	세 부 요 소
툴 / 교육	복잡하고 배우기가 어렵다.
	여러 툴을 배울 수 없다.
	한정된 교육시설
	고가의 교육비
표현방식	실무 경험 교육자 부족
	국내 표현 기준이 없다.(회사마다 다름)
운영/지원	장기적인 교육에 대한 비용과 시간적 부담
	컴퓨터 구입 및 고가의 프로그램
	정부지원 없음
프로젝트	실무 프로젝트 부족
설계비 / 용역	용역비의 기준 없음
	설계사의 하도급(낮은 용역비)

III-2. 본 조사

본 연구 조사는 예비조사에서 도출된 문제점 들을 기초로 설문지를 작성하여 2012. 5 ~ 2013. 4월 까지 BIM 교육생 100명을 대상으로 설문조사를 진행하였다

1) 기본적 분석

(1) 성별에 대한 분석

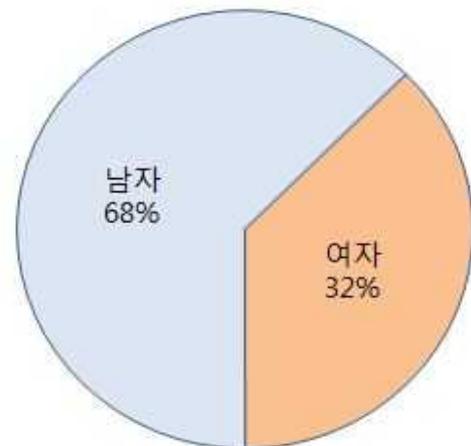


그림1. 교육생의 성별 비율

교육생의 68%가 남자로 구성되었고, 여성 교육생은 대부분 30대 후반이 20대 중반보다 많았다. 이들 교육생들을 상담한 결과 그 이유는 경제적 여건으로 건축 실무에 복귀하는 경력자가 취업을 위한 조건으로 BIM은 기회가 될 수 있기 때문인 것으로 조사되었다.

(2) 연령에 따른 분석

연령에 따른 분석결과 첫째, 20~25세 그룹은 국내 대학에서의 BIM 필요성에 대한 인식이 낮은 이유로 교육의 참여가 적었으며, 학교 졸업 후 직장에서 신입사원을 교육 시키는 것보다 실무 경력이 있는 사원에게 교육을 시키는 것이 생산성 측면에서 더 유리하기 때문에 30대 초반의의 중간층 경력자들이 35%로 가장 많은 비율을 차지하였다. 이러한 연령에 따른 분석결과를 종합하면 30세~40세 사이에 분포하는 실무자들은 실제 BIM 도구를 활용해서 실무적인 BIM 업무를 수행하고자 하는 그룹들인 것으로 판단된다.

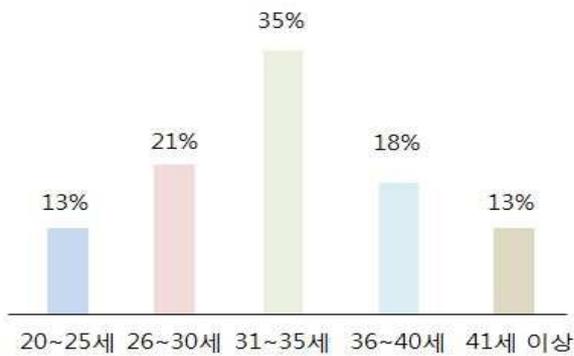


그림2. 교육생의 연령별 비율

(3) 경력에 따른 분석

경력에 따라 교육생을 분석해 보면 이직도가 높은 1~3년차가 가장 많았는데, 이는 향후 필요한 BIM 능력을 높여, 기존보다 좋은 환경으로 이직하기 위해서라 답했다.

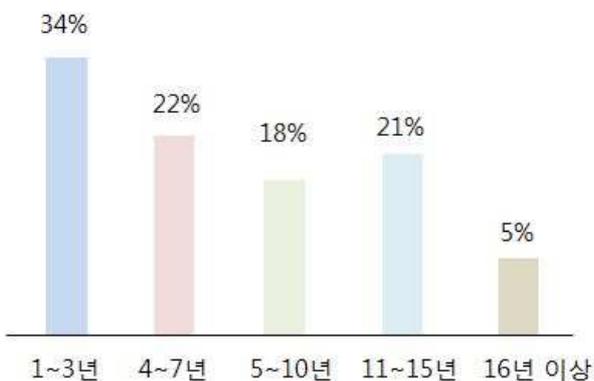


그림3. 경력에 따른 교육생 비율

11~15년차의 비율이 높은 이유는 20여년 전 2D CAD 도입 단계에서의 경험을 바탕으로 BIM도입

단계에 경쟁력을 미리 확보하기 위해서라는 답변이 많았다. 이는 현재 BIM의 중요성을 상위 설계사나 시공사에서 먼저 인지하고 그에 맞는 인력을 요구하기 때문에 좀 더 좋은 환경으로 이직하기 위해서 교육을 받는 교육생이 많은 것이며, 또한 현재 설계 팀장 이상의 고 경력자들은 기존 2D CAD의 전환기에 실무를 경험했던 실무자들로 건축분야에서의 BIM 효율성과 중요성을 충분히 인식하고 있기 때문인 것으로 사료된다.

2) BIM 교육관련 분석결과

(1) 담당 업무분야

56% 교육생들이 설계사에 근무한다고 응답했다. 이는 설계사에서 BIM 필요성에 대한 인식이 높아졌다는 것을 반증하는 것이다. 그러나 이에 비하여 시공분야는 단지 교육생이 13%에 불과한데, 설계사에서 BIM 정보가 구축되어도 실제 시공사에서 사용하지 못하면 설계단계에 투입된 시간과 비용이 결국 낭비되는 결과를 초래하게 된다는 측면에서 이러한 현상은 향후 시급히 개선해야 할 중요한 문제이다.

CM / 감리 분야는 5%로 가장 적은바, 건설 관리적 측면에서 설계 및 시공을 리드해야 할 가장 중요한 분야에서 BIM에 필요성을 인지하지 못하고 있다는 것은 BIM 도입 활성화에 큰 장애요인으로 대두될 가능성이 높을 것으로 사료된다.

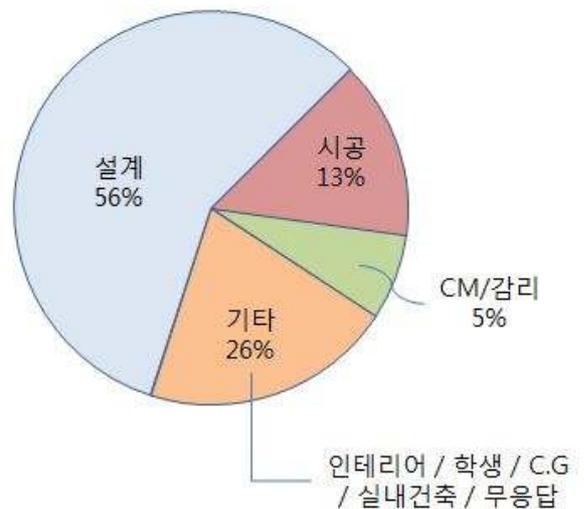


그림4. 분야별 교육생 비율

기타 분야를 분석하면 인테리어 / 실내건축 / CG가 26%로 설계분야 다음으로 많은 비율을 차지하

고 있다. 이는 이 분야의 교육생들이 BIM 시장을 사업 확장의 기회로 받아드려 선점유하고자 하는 의도를 가지고 있기 때문이다. 실제로 KC사, C사는 프로그램 벤더회사에서 BIM 용역 및 컨설팅 회사로 전환되었고 현재 중심사업이 BIM용역이 되었다. 비슷한 사례로 CG 전문 회사인 R사가 BIM 3D 전환설계를 수주하면서 새로운 시장을 개척해 나가고 있다.

디자인 정보를 구축하는 과정을 설계주체가 하지 않고 외주로 납품받게 될 경우 BIM 업무의 세부진행 사항을 모르고 결과만 보기 때문에 발주처와의 미팅에서 의사소통에 대한 장애가 발생 하고 있으며, 본 교육생들 중 위와 같은 이유로 교육에 참여한 실무자를 통해 이러한 문제점이 검증되었다. 해외의 사례에서는 주체가 되는 설계사나 시공사가 주도권을 행사하는 데 비해 국내는 도입 단계에서 외주용역에 더 비중을 두고 있는 것 자체가 향후 더욱 큰 문제를 초래할 수 있다는 의견 또한 제시되었다.

(2) BIM 교육의 필요성

교육의 필요성에 대한 설문조사에서 교육 필요성에 대한 인식은 99%로 매우 높게 나타나 향후 BIM교육에 강화시킬 필요성이 있음을 알 수 있었다. 유럽이나 미국에 비해 BIM의 국내 도입이 늦었지만 실무자들이 필요성을 크게 인식하고 있음을 감안할 때 향후 국내에서 BIM이 활성화 될 것을 예측할 수 있다.

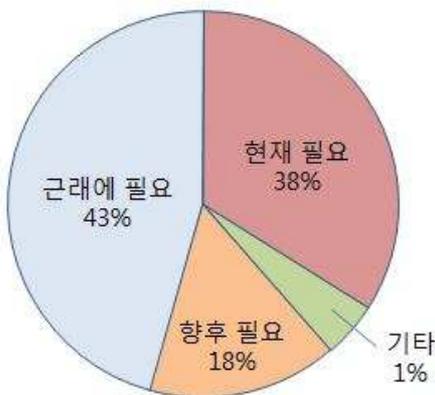


그림5. BIM교육의 필요성

(3) BIM 도구 사용경험

응답자의 87%가 프로그램을 사용하지 않거나 간혹 사용하는 것으로 응답했고 일부(평소사용 9%)만 실무 BIM 프로젝트를 진행하는 것을 알 수 있다.

실제 교육을 받아도 실무 BIM 프로젝트가 없기 때문에 실무를 경험할 기회도 적으며, BIM 프로젝트가 있어도 참여의 자격 조건이 까다롭기 때문에 참여하기 어렵다는 의견이 나왔다. 따라서 BIM의 활성화를 위해서는 국가적 차원에서의 BIM 촉진방안의 마련과 참여자격 조건의 합리적 조정 등을 검토한 필요성이 있다.

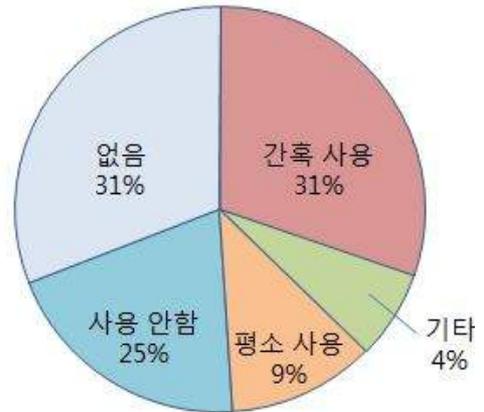


그림6. BIM 도구의 사용경험

(4) BIM 프로젝트 적용경험

50%의 교육생이 BIM를 실무에 적용해본 경험이 1~2년 정도인 것으로 분석된 것에서도 알 수 있는 바와 같이, 국내에서의 BIM 실무적용 경험은 일천하다.

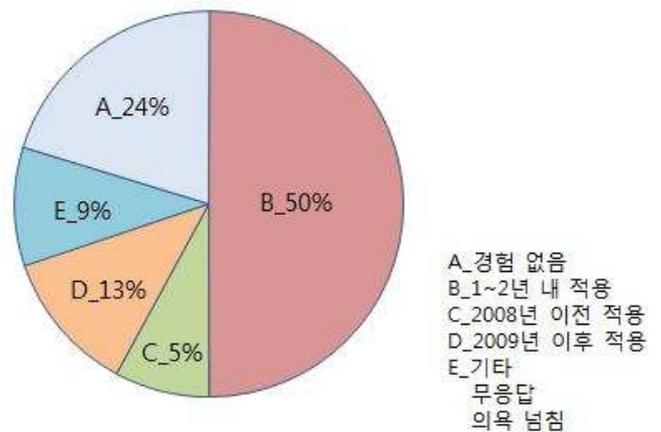


그림7. BIM의 프로젝트 적용경험

2010년 조달청 발표 자료에 의하면 중/장기적 계획으로 2016년 모든 건축공사 대상으로 BIM을 적용한다고 발표하였기 때문에 이에 대한 의무적인 교육과 실전 훈련이 될 실무 프로젝트가 필요하다

는 것을 알 수 있다.

(5) BIM 관련 적정 용역비

인터뷰에 응답한 교육생중 58%가 BIM 용역비에 대하여 잘 모른다는 응답을 한 것에서 알 수 있는 바와 같이 BIM 용역비에 대한 합리적인 가격체계 마련이 필요한 것을 알 수 있다.

기존보다 많이 준다는 응답은 B그룹의 21%에 불과하며 특히 기존과 동일하다는 응답도 20%에 달하는바, 기존의 2D CAD에 비하여 많은 인력투입이 불가피한 BIM 작업에 기존과 동일한 액수의 용역비를 지급하는 것은 불가피하게 BIM 결과물의 수준을 저하시켜 BIM 시장 활성화에 악영향을 미친다는 것을 감안할 때 BIM 용역비에 대한 합리적인 기준의 설정이 시급히 진행되어야 한다.

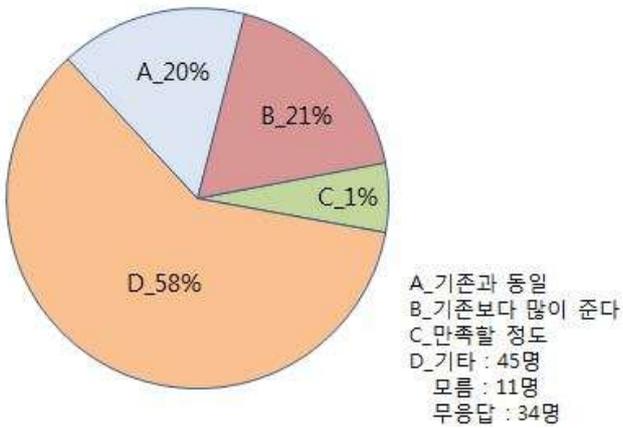


그림8. BIM 용역비

(6) BIM 교육 접근 동기

BIM 교육을 받게 된 동기에 대한 설문조사에서 가장 많은 46%의 교육생이 학원과 학교로 응답한 것에서 알 수 있는 바와 같이 BIM 교육 확산에 있어서 가장 큰 기여를 하고 있는 단체가 학원이라는 것을 알 수 있다. 실제 교육생 중 학생들은 교수의 추천으로 BIM을 배우게 된 동기를 가진 학생이 대부분이었으며, 유학생의 경우 학교에서 최종 졸업 과제나 취업을 위한 필수이기 때문에 방학을 이용해 국내에서 교육을 받게 된 경우가 많았다. 신뢰도가 높은 학교와 정부 기관을 통해 홍보를 적극적으로 추진한다면 국내 BIM 인식이 기존보다 더 높아질 것을 예상된다.

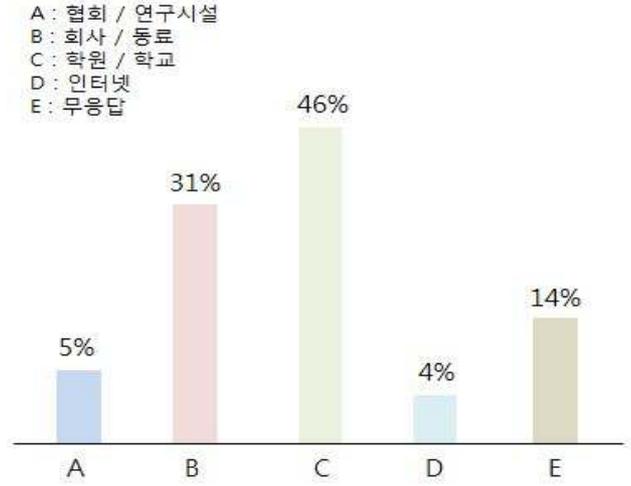


그림9. BIM 교육의 접근 동기

III-3. BIM 교육상 문제점 종합

현재 우리나라의 BIM 교육은 기본적인 BIM 교육조차도 실무자를 대상으로 진행되어 해외보다 BIM이 현업에 정착되는 시기가 늦어지는 결과를 초래하고 있다. 이를 해결하기 위해서는 기본이 되는 교육은 대학의 관련교과목에서부터 저학년부터 고학년까지 지속적으로 설계와 시공 모든 과목과 연관을 가지고 진행될 수 있도록 교육체계가 진화되고, 졸업 후 실무과정에서는 심화 단계의 교육이 이루어 졌을 때 BIM 국내 건축분야 정착이 가속화가 될 수 있을 것으로 사료된다.

설문조사의 내용으로 국내 BIM 적용단계의 문제점을 도출하면 다음 표 4 와 같다.

표4. BIM 교육상의 문제점

분류	문제점
3.2.2 연령	학생 및 신입사원의 BIM 기본교육 필요
3.2.4 분야	시공사에서 BIM 교육의 적극적인 참여 필요
3.2.7 프로젝트 적용	교육 이후 BIM 프로젝트 부제로 교육 효과 절감
3.2.8 용역비용 기준	BIM 용역비용에 대한 기준 필요
3.2.9 교육 동기	정부 및 학교 전문기관의 적극적인 홍보와 교육 시설 필요

IV. 결론

본 연구는 실제 BIM을 교육받는 교육생 100명을 대상으로 설문조사를 통하여 국내 BIM 교육의 실태 및 문제점을 분석하였다.

BIM 교육을 받는 교육생들은 남자가 68%로 여자보다 많은 비율을 차지하고 있었으며, 교육을 받는 연령층이 30대에서 40대 초반이 많은 비율을 차지하고 학생 및 신입사원의 교육 참여가 상대적으로 미흡하였다.

업무종사 분야에서는 설계사가 56%로 다수를 차지하고 있었는데, BIM의 경우 정보가 설계사와 시공사가 공히 공유할 수 있어야 효율성을 극대화할 수 있고 감리 및 CM 분야의 경우 설계사 및 시공사를 관리해야 한다는 측면에서 설계사 보다 높은 수준의 관심을 시공사와 감리 및 CM 회사 공히 가져야 할 필요성이 있는 것으로 사료된다.

또한 BIM 교육의 필요성을 응답자의 99%가 인정하고 있는데 반하여, BIM 도구의 사용경험이 없거나 매우 적고 BIM을 프로젝트에 적용한 경험이 대부분 1~2년 사이에 불과함을 감안할 때 BIM 교육을 활성화 할 수 있는 방안의 마련이 시급함을 알 수 있다.

BIM을 활성화하기 위해서는 BIM 용역업무 수행에 대하여 합리적이고 정당한 용역비를 지급하는 것이 필요한데, 설문조사 결과 인터뷰에 응답한 교육생중 58%가 BIM 용역비에 대하여 잘 모른다는 응답을 하였으며 기존보다 많이 준다는 응답(21%)과 기존과 동일하다는 응답(20%)이 비슷하다는 것에서 알 수 있듯이 BIM 시장 활성화를 위해서는 BIM 용역비에 대한 합리적인 가격체계 마련이 필요하다.

BIM은 건축의 전반적인 정보를 구축하고 효율적인 정보 전달을 목표로 하기 때문에 단기간 교육으로 결과물을 만들기 어려운바, 기본적인 교육은 대학교 수업과 연계되어 지속적인 교육이 수행되어야 하며, 졸업 후에는 실무과정에서의 심화된 교육이 뒷받침 되어야 효과적인 결과물을 얻을 수 있다.

본 연구의 조사결과에서 알 수 있듯이 대학에서 수행되어야 할 BIM 관련 기본교육이 실무자 위치에서 이루어 졌기 때문에 국내 BIM의 도입 과정이 길어지고 정착이 늦어지는 원인이라 판단된다.

현재 국내에서는 대학 교육 과정에서의 BIM에

대한 고려가 미흡한 것이 사실이며, 중소 규모의 설계사와 시공사 그리고 전문 건설관련 회사에서는 여러 가지 복합적인 문제로 BIM 도입이 늦어지고 있는 실정이다.

향후 본 연구를 기반으로 BIM 교육에서 발생하는 문제점을 보다 심층 조사하고, 해외 BIM 도입 단계에서 발생하는 문제점과 해결 과정을 연구하여 국내 환경에 적합한 BIM 도입방안을 제시하는 연구가 진행할 예정이다.

참고문헌

1. Chuck Eastman 외, 이강 역, BIM 핸드북, SPACETIME, 시공문화사, 2009
2. McGraw Hill Com. Smart Market Report, 한국에서 BIM의 비즈니스 가치, 오토데스크, 2012
3. 빌딩스마트협회, 전 세계 BIM 현황과 과제 논의, 공통의 언어를 위한 BIM 표준체제 필요하다, International Forum 2010, 캐드 앤 그래픽스
4. 김인한 외, BIM의 실무적용을 위한 기반 기술, 디자인 APP, 2008
5. 김현우 외, 실내디자인 설계스튜디오 수업에서의 BIM 적용에 관한 연구, 한국실내디자인학회 학술발표대회논문집 제15권 1호, 2013
6. 한영철, BIM 활용 문제 중심 학습기반 실내건축 설계수업 교수-학습 모형에 관한 연구, 한국디지털건축 인테리어학회 논문집 제12권 3호, 2012
7. 고인룡 오형석, BIM 도구를 이용한 건축 설계 교육방법 연구, 한국디지털건축인테리어학회 논문집 제11권 1호, 2011
8. 강다영, BIM도구 활용을 통한 건축공학 설계교육프로세스 개선에 관한 연구, 계명대학교 석사학위논문, 2011
9. 윤명철 외, BIM툴을 적용한 AEC CAD교육 효율성비교연구, 대한건축학회지회연합회 논문집, 제11권 2호, 2009
10. 홍승대 외, BIM개념을 기초로 한 통합설계 교육과정 제안연구, 한국디지털건축인테리어학회 논문집 제8권 1호, 2008
11. 이현진, 공동주택 실시설계단계에서의 BIM적용을 위한 연구, 2010 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 2010
12. 서희창 외, DEA/AHP 결함모형을 이용한 건축

설계사무소의 교육효율성 분석, 한국건설관리학회
논문집, 제 14권 3호, 2013

13. 이주성 외, BIM 기반 건축기획단계 의사결정
지원체계 개발에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표
대회 논문집, 2008.10

14. 김소희, 실내건축설계스튜디오, 기문당, 2011

15. 고인룡 외, BIM도구를 이용한 건축설계 교육방
법 연구, 2011 한국디지털건축인테리어학회, 한국디
지털건축인테리어학회 논문집, 2011

(논문투고일 : 2013.06.29, 심사완료일 : 2013.08.09,
게재확정일 : 2013.08.20)