

미국 대학에서의 BIM 교육 성공 사례: Best Practices on BIM Education



우정환 Assistant Professor
Milwaukee School of Engineering

1. 서론

21세기에 들어오면서 건설 관련 산업계의 실무자들은 더욱 효율적이고 경제적으로 건설 프로젝트를 수행하기 위해 BIM을 이용한 건설 관리에 높은 관심을 가지게 되었다. BIM을 설계 단계뿐만 아니라 건설 관리에 이용하면서 향상된 설계 품질과 최적화된 설계 프로세스, 높은 공사 품질과 수익률, 효율적이며 최적화된 공사 관리 등의 이익을 가져다주고 있다. 또한 지구 온난화에 따른 여러 가지 환경 문제에 대비하기 위해 BIM을 바탕으로 한 환경 분석 소프트웨어를 이용하여 저비용으로 환경 친화적인 건물 설계와 건설 기술을 개발할 수 있게 되었다. 더 나아가서, 기존의 획일적인 공사 도급 방식 (Design-Bid-Build)에서 벗어난 Design-Build 와 Integrated Project Delivery (IPD) 형식의 프로젝트가 점점 증가하고 초기 설계 단계에서의 협업이 더욱 중요시 되면서 BIM의 역할은 더욱 극대화 되고 있다(Eastman et al.).

BIM은 한마디로 정의한다면 데이터베이스를 이용해 건설 프로젝트에 관련된 모든 정보를 효율적으로 관리하는 시스

템이다. 여러 가지 혁신적인 BIM 기술들이 개발되어왔고, 건설업계는 대기업을 중심으로 이러한 BIM기술들을 빠르게 보급하고 적용시키고자 하는 노력들을 하고 있다. 최근에는 중소 업체에서도 업무 효율성 증가를 위하여 BIM을 도입하고 있다. 이러한 건설업계의 빠른 변화에 발맞추기 위해 미국의 CM 대학에서도 다양한 BIM 교육 프로그램을 개발하고 있다. 2010년 발표된 CM 대학 설문 조사에서 70%가 넘는 학교에서 현재 BIM을 이용한 수업을 개발해서 이용하고 있으며 97%가 넘는 CM 대학에서 빠른 시일 안에 BIM을 현재 커리큘럼에 반영할 계획을 가지고 있다고 보고 하였다 (Chasey and Pavelko 2010). 매년 치러지는 ASC (Associated Schools of Construction) BIM Competition은 이러한 CM 대학들의 관심과 경향을 그대로 반영하고 있다. ASC BIM Competition이 2006년에 처음 시작되었을 때 불과 세 학교만 참가했었지만, 2011년에는 무려 20개가 넘는 학교가 참가 신청을 하였고, 15 학교가 경쟁에 참여하였다. 2011년 ASC BIM Competition에서 1등은 Colorado State University, 2등은 Milwaukee School of Engineering, 그리고 3등은 Brigham Young University

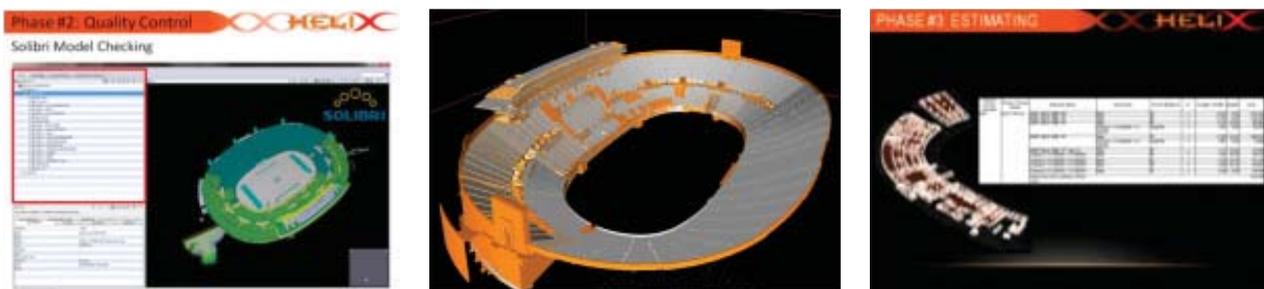


Figure 1. BIM competition slides from Milwaukee School of Engineering

가 차지하였다 (Figure 1 참조).

현재 BIM을 쓰고 있는 대부분의 건설 실무진들은 대학에서 체계적인 BIM교육을 받을 기회가 없었다. 그리고 BIM 관련 기술의 발달로 인해 건설 업무 프로세스가 빠르게 변하고 있기 때문에 현재의 CM 교육 커리큘럼을 이용해서 효과적인 BIM 교육을 하기는 어려운 실정이다. 하지만, 많은 CM 학교들이 BIM 교육을 제대로 해야 미래의 CM 전문가들이 미래의 건설 관리 전문가로서 재질을 갖추 수 있음을 인지하기 시작했고, 효율적인 BIM 교육 방법을 찾고 현재의 CM 교육에 적용시키기 위해 많은 노력을 하고 있다. 저자는 이러한 미국 CM 대학의 BIM 교육 프로그램 중에 성공 사례들을 소개하고 앞으로 CM 교육이 나아가야 하는 방향을 여기에 제시 하고자 한다.

2. 대표적인 BIM 교육 방법

현재 미국 CM 대학에서 시행되고 있는 BIM 교육 방법은 크게 네 가지 유형으로 나눌 수 있다.

- ◇ 독자적인 BIM modeling 수업 (Dedicated BIM modeling course)
- ◇ 산학 협동 프로젝트 (Capstone industry-university project)
- ◇ 통합 Design-Build 수업 (Integrated Design-Build course)
- ◇ BIM teaching modules

독자적 BIM modeling 수업은 BIM modeling 수업을 커리큘럼에 필수 과목으로 채택하고, 특정 BIM 소프트웨어를 빌딩 설계나 엔지니어링 설계에 이용할 수 있도록 가르치고 있다. 이런 과목들은 주로 소프트웨어 튜토리얼 중심의 수업 방식을 이용하며, BIM을 실제 CM 프로세스에 적용시키는 방법들에 대해서는 거의 다루지 않는다. 이런 단점을 보완하기 위해 몇몇 CM 대학의 경우에는 한 과목에 BIM에 관련된 모든 내용을 다루는 Special Topic 과목을 신설하는 경우도 많이 있다. 산학 협동 프로젝트 (capstone project)는 건설회사와 CM 학교간의 상호 이익을 위해 서로 상호 보완 관계에서 가장 효율적인 BIM 이용 방법을 학생의 프로젝트 진행을 통해 발견하는 방법이다. 주로 대규모 건설 회사와 특정 CM 대학 간의 계약을 체결하고 기말 프로젝트를 실행하

게 된다. 추후 수업에 참여했던 건설회사는 학생들의 결과물을 받고, 우수한 학생들을 고용할 수 있는 기회도 가지게 된다. 통합 설계 수업 (Integrated Design-Build course)은 건축과 관련된 여러 분야의 학생들을 하나의 Design-Build 팀으로 묶은 후, BIM을 이용해 Design-Build 프로젝트를 진행하는 수업이다. 이러한 형태의 수업은 주로 건축대학과 CM 대학 간의 합동 프로그램으로 많이 진행되며, BIM 이용 외에 Integrated Project Delivery, 시공사의 설계 참여 등을 실제 상황에 맞게 시뮬레이션 할 수 있는 진보적인 수업 방식이다. 마지막으로 BIM teaching modules는 하나의 BIM 강의 또는 실습 내용을 온라인 강의/실습 모듈로 개발하여 필요한 수업에 시기적절하게 적용시키는 방법이다. BIM 강의 모듈을 개발하는 시간은 비교적 길지만, 같은 내용을 반복하여 강의하지 않아도 되며, 많은 학생들이 빠르게 강의 내용을 습득할 수 있는 것이 장점이다. 이제, 위에서 언급된 BIM 교육 방법을 실제로 적용한 사례들을 살펴보기로 한다.

3. BIM 교육 성공 사례

3.1 통합 설계 수업과 BIM 모델링 수업 - Milwaukee School of Engineering (MOSE)

MOSE는 ASC에 속해있는 대학 가운데 가장 먼저 BIM을 건축 공학과 CM 커리큘럼에 포함시킨 대학이며 다방면의 BIM 교육 과정을 현재의 CM 커리큘럼에 포함시키고 있

BIM Courses at MSOE

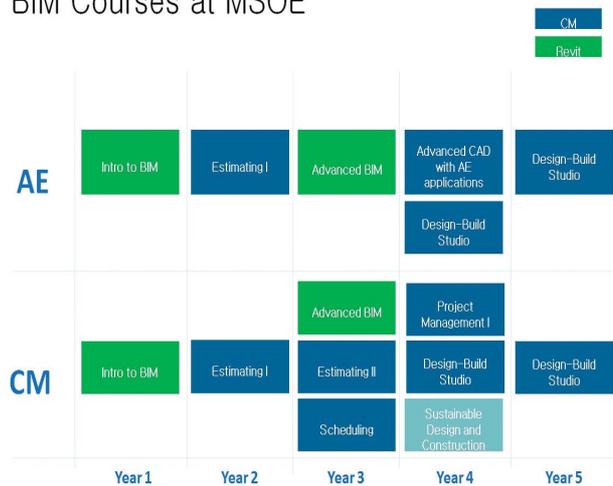


Figure 2. BIM courses at MSOE

다. 필자가 근무하고 있는 MSOE는 미국 ABET에서 인증된 17개 건축 공학 (Architectural Engineering) 프로그램 중 하나이며 top 10 Undergraduate Engineering 프로그램 중 하나이다. MSOE의 CM과정을 밟고 있는 학생들은 1학년 때 Introduction to BIM I을 필수 과목으로 이수해야 하며, 3학년때 Advanced BIM 을 이수해야만 졸업할 수 있다 (Figure 2 참조).

MSOE의 CM 학생들은 여러가지 CM 관련된 수업에서 BIM을 이용한 효율적인 공사 관리 방법을 배우고 있다. 예를 들면 CM 325 Construction Estimating II 에서 Model-based Estimating에 관한 수업과 실습을 하게 되며 CM 3210 Construction Scheduling 에서 4D Scheduling을 Autodesk Navisworks 와 Primavera P6를 이용해 배우게 된다. 마지막 4학년때에는 Design-Build Studio을 일 년간 진행하며, BIM을 이용해 설계를 진행하고 CM 계획서를 제출해야 한다. Design-Build Studio는 실제 건축 프로젝트와 건축주를 선정하여 학생들이 일 년 동안 직접 건축 설계, Engineering 설계, 그리고 CM제안서를 작성하는 수업이다. 건축주는 일정 금액을 학교에 지불하고, 학생들의 결과물을 소유하게 된다.

4학년의 CM 학생들은 Design-Build Studio 에서 Design-Build team의 Project Manager의 역할을 수행하는 동시에 BIM Manager로서 설계팀의 Model Quality Control을 담당한다. 이러한 역할 분담을 통해 학생들은 함께 설계 품질을 향상시킬 수 있도록 함께 작업하게 된다. BIM을 현재 커리큘럼에 적용시키기 위해 전체 학과의 교수들이 함께 의논하여, 수업 내용에 BIM을 활용한 강의와



Figure 3. MSOE Student Examples

실습을 포함시켰다. 교수들에게 BIM 지식을 심어주기 위해 건축공학과 교수 8명을 선정하여 Autodesk 에서 실시하는 Revit Workshop에 참여하도록 하였고, 우정환 교수가 직접 교수들을 대상으로 CM BIM Workshop을 하기도 하였다.

3.2 BIM Teaching Modules - Colorado State University

Colorado State University는 “BIM teaching module” 중심으로 BIM 관련 프로그램을 개발하고 있다. 각 teaching module은 CM 교수들과 건설회사간의 협업에 의해 개발된다. 그리고 Colorado State University는 2011년 ASC (Associated Schools of Construction) BIM Competition에서 National Champion에 오른 학교이다. 총 900명에 달하는 CM 전공 학생들 중에서 BIM competition 팀을 구성하여 모델 구축, 모델 Quality Control, model-based estimating and scheduling등의 다방면의 심사 평가에서 골고루 높은 점수를 획득하였다. CSU는 독자적으로 BIM 교육 과정을 개발하기 보다는, 건설 회사에서 많은 지원을 받아서 BIM 관련 수업 모듈들을 개발하였다 (Clevenger et al. 2010). 미국에서 가장 큰 커머셜 건설회사중 하나인 M.A. Mortenson Construction은 BIM에 관련된 실무적인 아이디어와 자료들을 CSU 교수들과 공유하고 효과적인 BIM과정 개발에 적극적으로 동참하여 가장 실무에 가까운 수업 자료들을 개발하였다.

현재까지 개발된 teaching module은 constructions safety, MEPF coordination, 그리고 structural analysis 등의 교육에 쓰이고 있다. Clevenger 교수의 teaching module은 소프트웨어 튜토리얼에 중점을 두지 않고 실제 상황에서 건설 프로세스에 BIM을 이용될 수 있는 방법을 제시하고, animated lectures를 통해 온라인에서 여러 번 수



Figure 4. BIM Teaching Modules from Colorado State University

업을 반복해서 들을 수 있도록 하였다. Figure 4의 BIM teaching module은 학생들에게 어떤 순서로 조적 공사를 진행해야 하는지 animation을 통해 보여주고 있다.

BIM을 이용한 건설 안전 관리 수업 모듈은 히스패닉 건설 노동자들에게 건설 안전 규율을 가르치기 위해 개발 하였다. 대부분의 미국 건설 현장에는 많은 히스패닉 노동자들이 일 하고 있는데, 이들 가운데 영어를 쓰지 않는 노동자들이 대부분이다. 그들에게 영어로 복잡한 건설 안전에 대한 규율을 설명하기가 쉽지 않다. 이들에게 BIM을 이용해 쉽게 건설 안전 규율을 가르치고, 지켜야할 법규 등을 3D 모델을 이용해 설명한다.

3.3 Capstone BIM Course - Texas A&M University

Texas A&M University (TAMU)는 CM 학생을 대상으로 하는 단독 BIM 수업을 개설해서 CM 학생들에게 BIM을 이용한 건설 관리를 학생 프로젝트를 통해 가르치는 대표적인 예를 보여주고 있다. TAMU Construction Science Department의 Julian Kang 교수는 CM 전공 4학년 학생들을 대상으로 BIM 수업 (COSC 461, Building Information Modeling System, Fall 2010)을 개설했다. 이 수업을 통해 학생들은 BIM을 공사 수주, 공사 계획, 그리고 공사 관리를 위해 사용하기 위한 실무적인 방법을 배우게 된다. 먼저 Autodesk Revit을 이용해 건물 모델링을 하고, Navisworks를 이용해 4D scheduling analysis를 한다. 그리고 Ecotect를 통해 친환경적 설계 검토와 Value Engineering등의 아이디어를 제공한다 (Kang 2010).

이 수업을 위해 한 시공회사에서 파견된 실무자들이 직접 참여하여 학생들의 기말 프로젝트를 선정하여 학기중에 배운 BIM 지식을 활용할 수 있는 기회를 마련해 주었다 (Figure 5 참조). 학생들은 건설 회사가 직접 시공 중인 실제



Figure 5. Texas A&M University 학생작품

건설 공사를 대상으로 기말 프로젝트를 진행하므로 프로젝트를 진행하면서 생기는 여러 가지 의문점을 직접 실무자와 풀어나가기도 하였다.

3.4 Collaborative Design-Construction Team - Virginia Tech (VT)

Virginia Tech는 최근에 University of Southern California (USC)와 공동으로 디자인 스튜디오 (CE 570/BC5354: Building Information Modeling for Collaborative Construction Management)를 개설하였다. 동부에 위치한 VT과 서부에 위치한 USC는 Online Conferencing 을 통해 매주 같이 수업을 하고, 실무 CM 프로세스에 가까운 학생 프로젝트를 진행하였다. 이 수업은 interdisciplinary team을 구성하기 위해 전공과 경험을 고려한 인터뷰를 통과한 24명의 학생들만 참가하도록 하였다. VT의 구기홍 교수는 이 수업을 위해 여러 건설 회사와 software회사에서 sponsorship을 받았으며, 이 파트너에서 파견 나온 대표들도 수업을 위해 함께 일하였다.



Figure 6. VT & USC 통합 설계 수업

4. 앞으로의 방향

BIM 교육에 대한 관심이 증가하면서 많은 대학들이 새로운 BIM교육 과정을 개발하고 테스트하고 있다. 하지만 실제로 BIM을 CM 교육과정에 포함시키기 위해서 몇 가지 사항을 고려해야 한다.

- ◇ 현행 CM 커리큘럼의 구조 변경
- ◇ BIM의 지식 기반 구축
- ◇ 정보 시스템 구축
- ◇ 컴퓨터 하드웨어 향상
- ◇ 산학 협동 프로젝트

현재 과목별로 구분되어 있는 CM 커리큘럼의 구조는 BIM을 이용한 프로젝트 협업 구조를 실현하기에 적합하지 않다. 통합 설계 수업이나 과목간의 연계 구조를 개발하여 BIM을 중심으로 구현되는 새로운 CM 실무 협업 환경을 실현해야 한다. CM 교수들의 BIM에 대한 지식 기반도 구축해야 한다. BIM 교육 자료를 개발하고 공유하여 교수들이 별도의 어려움 없이 BIM을 각 수업에 적용시킬 수 있어야 한다. 소프트웨어와 하드웨어를 비롯한 정보 시스템을 interdisciplinary team approach를 뒷받침할 수 있도록 구축해야 한다. BIM은 방대한 데이터베이스를 바탕으로 실행되기 때문에 부족한 hardware를 뒷받침하기 위해 cloud computing 환경에서의 BIM Server 구축이 앞으로 요구된다. BIM을 CM교육에 접목시키기 위해 더 많은 연구가 필요하다. BIM에 대한 투자가 산학 협동으로 진행되어야 하며 건축 설계와 CM 커리큘럼의 통합을 통한 BIM 수업이 요구된다.

Doing, Proceedings of 2010 SIGRADI, Bogota, Columbia.

· 우정환 e-mail : woo@msoe.edu

References

Becerik-Gerber, B., & Gerber, D., & Ku, K. 2011. The pace of technological innovation in architecture, engineering, and construction education: integrating recent trends into the curricula, *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, Vol. 16, pg. 411-432, <http://www.itcon.org/2011/24>

Clevenger, C., Ozbek, M., Glick, S., & Porter, D. 2010. Integrating BIM into Construction Management Education, *Proceedings of 2010 National BIM Conference*, Washington DC.

Chasey, A., & Pavelko, C. 2010. Industry Expectations Help Drive BIM in Today's University Undergraduate Curriculum, *Journal of Building Information Modeling*.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. 2008. *BIM Handbook*. Hoboken NJ: Wiley.

Kang, J. 2010. BIM Class Project for Learning by