

## CM & BIM: Virtual Plan-Design-Build Project 건축 교육 사례

정영수 명지대학교 건축대학 교수  
하지원 명지대학교 건축대학 조교



### 1. 발주방식변화와 건축 교육

최근 건설산업의 급격한 변화 중에서 가장 관심이 되고 있는 주제 중의 하나로서 ‘發注方式 多樣化’를 들 수 있다. 즉, 오랫동안 건축생산의 기본구조라고 여겨왔던 전통적인 ‘설계 시공 분리발주(DBB)’가 급감하고, 이를 대체하는 설계시공 일괄발주(Design-Build, DB), 시공책임 사업관리 (CM at Risk, CMR), 설계시공 유지관리 (Design-Build-Maintain, DBM) 등 다양한 대안발주방식 적용이 빠른 속도로 확산되고 있다. 이러한 변화는 대안발주방식의 성과가 전통적 발주방식의 성과에 비하여 통계적으로 우수하다는 사실에 의해 뒷받침 되고 있다 (정영수 2009). 발주방식의 급격한 변화는 발주자, CM, 설계자, 시공자 간의 전통적인 역할을 변화시키고 있으며, 모든 참여자에게 공히 “통합 (Integration)”, ‘기획 (Planning)’, ‘조정 (Coordination)’ 역량을 요구하게 된다.

이러한 상황에서, 대학 건축교육에서도 기획/설계/시공/유지보수를 포괄하는 건설사업관리 (CM) 역량을 배양시키는 것이 절대적으로 필요하며, 이는 CM개념 이해와 더불어 실무수준의 실습이 병행되어야 가능하다. 그럼에도 불구하고, 대학 교육에서 포괄적인 이론들을 종합적으로 실습해 볼 수 있는 과목은 매우 제한적이며, 건설생애주기 (Project Life Cycle) 전체를 다룬다는 것은 더욱 어려운 일이다. 다행히도, 최근 정보기술의 발전은 짧은 시간 내에 컴퓨터 상에서 가상의 건축물을 설계하고 시공하는 것을 가능케 할뿐더러, 이러한 정보기술 응용능력 자체가 실무에서도 꼭 필요한 도구로 인식되기 시작하고 있다. 즉, Building Information Modeling (BIM) 발전은 건축교육을 받는 학생들에게 교육효

과 향상 및 실무역량 배양의 두 가지 효과를 동시에 주는 기회를 제공하고 있다.

명지대학교 건축대학에서는 2009학년도에 졸업설계 교과목으로서 “CM & BIM Studio”를 국내외를 막론하고 처음으로 개설하여 진행하였으며, 학생들이 직접 건축사업을 기획하고, 부지선정, 시장성 조사, 경제적/기술적 타당성을 분석하여, 이를 바탕으로 설계작업, 내역작업, 공정작성을 수행하였으며 모든 작업은 시장조사를 기반으로 하여 실무수준의 결과물을 산출하였다. 본 고에서는 당 교육과정의 학습 내용과 더불어 시사점을 간략히 소개하고자 한다.

### 2. CM & BIM Studio 교과 목표 및 방법

CM & BIM Studio의 교과목표는 크게 1) 건축학 국제인증 요건, 2) CM 능력, 3) BIM 능력, 4) 실무능력 학습의 네 가지로 분류하여 설정하였다 (표 1 참조). 첫째 5년제 “건축학 국제인증 요건”에 의해 당 학부의 편람에 정의된 도시맥락, 관련분야 및 시스템 총괄 능력, 그리고 설계 특화 요건을 충족시키기 위해서는 학생들에게 시설물 기획 및 시장조사를 바탕으로 한 건축설계를 실시하고, 기획/설계/시공 단계 업무를 포괄적으로 실습하며, 또한 3차원 설계 및 BIM 활용을 교육방법으로 하였다.

두 번째 “CM 능력”은 통합, 기획, 조정의 의미와 실무내용을 학생들이 이해할 수 있도록 하기 위하여 참여 학생들에게 발주자/CM/설계자/시공자의 역할분담(Role Play)을 통하여 업무를 실습함으로써, 참여자간 상호관계와 건설사업

관리 내용의 심도 있는 이해가 가능하였다. 특히, 역할분담은 학생들의 동기와 흥미를 유발하는데 많은 공헌을 한 것으로 판단된다. 단, 각 역할을 맡은 학생이 주도하되, 학습 작업은 공동으로 수행토록 함으로써 전반적인 이해가 가능토록 한다.

세 번째 목표인 “BIM 능력”은 3차원 CAD 시스템을 활용한 건축설계를 하고, 이를 이용하여 물량산출, 구조해석, 그리고 공정표 연계 등을 자신들이 설계한 내용을 대상으로 실습함으로써 Multi-Dimensional (nD) CAD의 이해와 활용 능력을 습득할 수 있게 한다. 본 스튜디오를 통하여 학습하고 활용한 관련 프로그램은 크게 3D-CAD, Estimating program, CPM scheduling program, Visualizing program, nD interface program, 그리고 Relational database management (RDBMS) program 이다.

표 1. CM & BIM Studio 교과 목표

교과 목표	목표 내용	교육 방법
건축학 국제인증 요건* (건축설계 7&8)	도시 맥락*	시설물 기획 및 시장 조사
	관련 분야 및 시스템 총괄*	기획/설계/시공 업무 실습
	설계 특화 분야*	3D 설계, BIM 활용 자동 생성 및 통합
CM 능력	통합	기획/설계/시공 업무 실습
	기획	사업기획, 사업계획, 공사계획 작성
	조정	발주자/CM/설계/시공 역할 분담
BIM 능력	도형 데이터 작업	3D 설계
	비도형 데이터 작업	BIM 활용 자동 생성 및 통합 (내역 등)
	분석 연계 작업	nD Simulation 수행
실무 능력	산업구조 이해	발주자/CM/설계/시공 역할 분담
	업무 프로세스	기획, 설계, 시공 실무내용 기반 작업
	데이터 현실성	시장단가 조사, 현업 서류 활용

\* 명지대학교 건축대학 편람 참조 (명지대 2009)

마지막 교과 목표인 “실무능력” 배양을 위해서는 우선 발주자의 책임과 역할을 이해하고 (산업구조 이해), 이를 바탕으로 건축물 생애주기를 거친 단계별 업무프로세스를 수행하는 과정을 거치도록 하였다. 각 업무프로세스 수행에 있어서는 시장조사와 현업면담 등을 통하여 현실성 있는 데이터를 다루도록 함으로써 산업에 대한 이해를 높였다. 예로서, 사업기획 단계에서 대상부지의 평당 실거래 가격, 유사 시설물의 임대비용 조사, 최근 실준공 시설 자료를 기반으로 한 개략견적을 통하여 실무수준의 현실성을 가진 현금흐름도(Cash Flow Diagram)을 작성하고, 경제적 타당성 분석 (Rate of return analysis)을 학생들이 직접 수행함으로써 건설사업의 기획업무를 이해할 수 있었다.

### 3. CM & BIM Studio 교과 내용 및 결과

2009학년도에 진행된 Studio 교과 내용 및 결과를 간략히 소개하면, 우선 발주자를 맡은 학생의 주도로 활발한 토론 끝에, 국내에 아직까지 제한적으로 소개되고 있는 Premium Outlet을 사업항목으로 선정하고 용인시내 부지를 물색하였다. 당 사업은 기존의 서울/경기 지역에 산재해 있는 “일반 아웃렛 차별화”하고 또한 현재 진행중인 용인체육공원의 연계를 통하여 “지역경제 활성화”라는 두 가지 기본 목표를 기반으로 시작하였다 (표 2 참조).

사업기본계획서 작성에서, 앞서 서술한 바와 같이 용인지역에서의 Premium Outlet 사업의 타당성을 판단하기 위하여, 시장성 (주위 기존 상권 분석), 구매력 (서울/경기 인구, 소득, 구매력, 구매유형), 그리고 발전성 (지역 관광 집객 효과, 교통량, 접근성 등)을 조사하였다. 조사결과를 바탕으로 대상 시설물의 위치(용인), 규모(연면적 18,000평), 매장(6개 업종 150매장)을 확정된 후, 관련된 제반 사업비와 수익금을 산정하여, 21년을 생애주기로 하는 현금흐름도를 작성하여 ROR을 분석하였다. 결과는 당초 학생들이 설정한 MARR (Minimum attractive rate of return) 10% 를 상회하는 14.23%로 산정되었다. 당초 ROR 분석에 적용한 분양율, 건축비, 공사기간, 임대료 변동에 대비한 민감도 분석 (Sensitivity analysis) 또한 검토되어, 사업 전반에 대한 위험요소 파악과 대비책을 고려하였다.

사업기본계획서 내용을 기반으로 발주자와 CM은 (두 학생 주도) 구체적인 사업수행계획서를 작성했으며, 발주방식으로는 Multi-prime contract와 CM for fee를 선정하고, 효율적인 공구 분할을 하였으며, 단위점포의 기본모듈을 철골구조물로 결정하였다. 이러한 의사결정과정에서 가장 중요한 관점은 공기단축을 통한 수익률의 확보였다. 사업계획에 따라 발주자 학생은 입찰 패키지를 분할하고, CM/설계자/시공자와의 계약서를 작성하였다.

설계단계에서는 사업기본계획서와 사업수행계획서를 기반으로 하여, 일반 설계교과 프로세스에 준하는, 설계개념, 기본계획, 기본설계, 상세설계, 구조설계를 진행하였다. 본 교과과정의 특이사항은 BIM을 활용하였다는 점과 더불어 물량산출 및 공정계획이 가능한 정도의 상세한 설계를 진행하였다는 점이다.

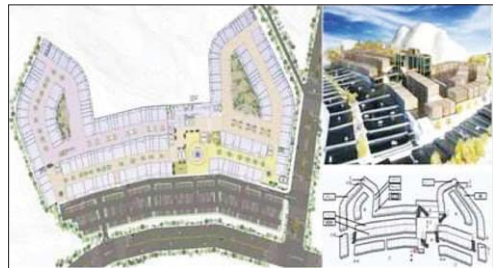
(그림 1a, 1b). 이는 일반적인 건축대학 졸업설계 과목에서 다루기 어려운 심도이다. 특히 아웃렛의 점포 반복 특성 활용과 공기단축을 목적으로 새로운 공법인 OSM (Off-Site Manufactured) 철골구조(김갑득 외 2008)를 적용한 것은 학생들이 사업목표 기간 단축을 위해 끊임없이 회의와 연구를 수행한 결과였다(그림 1c).

표 2. CM & BIM Studio 교과 산출물

교과 WBS	산출물 내용
01_사업 개요	· M.J Premium Outlet 개발사업, 용인시, 23개월, 1400억, 연면적 18,000평
02_사업 계획	· 목표: 차별화된 프리미엄 아웃렛, 용인체육공원과 연계한 지역 집객 활성화
0201_사업기본계획	· 목표설정, 시장조사 (용인 시장성, 경쟁업종 분석, 구매력 조사) · 부지선정 (위치/가격), 경제성 검토 (21년, ROR 14.23%, 민감도 분석)
0202_사업수행계획	· 발주방식선정 (Multi-prime + CM), 역할정의, 공구분할, 발주패키지 분할 · 일정계획 및 비용계획, 철골 모듈공법 선정 (OSM), 공구분할 시공 계획
03_사업 계약	· Multi-prime + CM 효율적 수행을 위한 역할 분담 및 계약조건 설정
0301_입찰안내서	· 입찰 패키지 작성, 입찰 공고문 작성
0302_CM 계약서	· 기획/설계/시공 단계별 과업수행 범위설정, 공통기설 부분 집행
0303_설계계약서	· 건축/토목/기계/조경, 전기/설비 별도계약, 실비보상 대가지급 방식
0304_시공계약서	· 9개 전문건설기업 공종별 계약, 총액계약 대가지급 방식, 특수/일반 조건
04_건축 설계	· 차별/고급화된 스트리트형 Premium Outlet, 쇼핑패턴 수용 부대시설
0401_설계개념	· 매장 배치 및 동선, 고급화 (마감/부대), 실용성 (확장, 유지보수)
0402_기본계획	· 매장배치, 옥외광장, 부대시설, 주차장, 교통연계, 주위시설
0403_기본설계	· 대지면적 59,895㎡, 건축면적 29,950㎡, 건폐율 50% (법정 60%) · 연면적 59,400㎡(18,000평), 용적율 100%(법정200%)
0404_상세설계	· 매장 상세도, 부대시설 상세도, 구조/마감 상세도, 지열 (열선) 배치도
0405_구조설계	· 철근콘크리트조+철골조, OSM(Off-Site Manufactured) 공법 · 2개월 공기단축 및 2억6천만원 사업비 절감
05_건축 시공	· 공구분할 시공계획, EVMS 모델 작성 및 진행 보고 분석, BIM 연계
0501_실행예산서	· 실행예산서 작성 (내역항목 190개), 계약내역서, 정산내역서 작성 · 공구별 물량분개, 단위모듈 일위대가 작성
0502_예정공정표	· 기획/설계/구매/시공 단계를 모두 포함하는 CPM 공정표 작성 · 발주방식 대안 및 공법 대안을 비교분석 Simulation 수행
0503_진행보고서	· 성과측정 보고서 작성 (EVMS - BCWS, BCWP, ACWP, SV, CV) · 진행분석 및 원가예측, 도급, 실행, 투입 종합 분석
06_BIM	· 3D-CAD 작성 및 비도형 사업자료 통합을 통한 nD-CAD 구현
0601_BIM Objects	· 매장 기본 모듈, 전체 시설 배치도
0602_BIM Methods	· 물량 산출, 견적 작성
0603_BIM Analysis	· 공정연계분석 (4D-CAD), 구조해석

BIM 기반의 도면으로부터 단위모듈에 대한 물량산출이 자동으로 이루어졌으며, 물가자료 조사를 통한 단가산정으로 공사비 내역서가 작성되었다(그림 1d). 예산내역은 공구별로 분개되어 공정표와 연계되었다. 즉, Earned value management system (EVMS) 기법이 적용되었으며, 당초 내역서과 당초 공정표 작성에 더하여, 공사수행 기간 중의 투입원가를 함께 산정하여 EVMS의 공정지수 (SPI) 및 원가지수 (CPI) 산정과 분

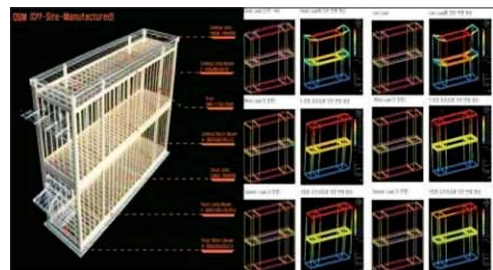
석을 실습하였다. 더욱이 당 프로젝트의 EVMS 자료는 CPM 공정 프로그램뿐 아니라 BIM Object와 연계되어 4D-CAD 및 5D-CAD 분석이 이루어 졌다.



a) 시설 및 매장 배치도



b) 시설 부분 상세도



c) 매장 단위모듈 구조도



d) 매장 단위모듈 BIM

그림 1. CM & BIM Studio 교과 산출물일부 예시

## 4. CM & BIM Studio 전시 및 평가

한 학년 동안 이루어진 CM & BIM Studio의 결과물은 명지대학교 “건축대학 2009졸업 작품전” (교외: 2009.9.20~24, 서울메트로미술관, 교내: 2009.9.24~30, 디자인조형센터 전시실)을 통하여 전시되었다. CM 역할 이해와 BIM 기술 적용을 졸업설계 모델을 가지고 학생들이 직접 실습하면서 통합된 방법으로 이해할 수 있다는 점에서 국내외를 막론하고 최초의 시도라는 평가를 받았다.

학생작업 결과물의 서류화 및 도면화 수준은 실무에 가깝다는 교수진의 평가를 받았으며, 학생들이 실제 사업에 적용할 수 있는 기본 역량을 갖춘 것으로 판단되었다. 더욱이, 이는 최근 발주방식이 변화되고 국제경쟁이 심화되는 건축산업 현장에서 학생들에게 매우 중요한 역량이라는 점에 공감대가 형성되었다.

또 한가지 주요한 시사점은, 엄격한 건축학 국제인증 (한국 건축학교육인증원) 요건에 기인하여 많은 건축대학들이 획일화될 위험이 있으며, 이를 탈피할 수 있는 방안을 모색하고 있는 시점에서, 당 CM & BIM Studio는 인증요건을 충족하면서 건축교육을 다양화/특성화 할 수 있는 한가지 사례로서의 중요성이 강조되었다. 또한 사례대학 경우와 같은 대형 건축대학 (5년제 학생 500명)에서 설계교육 특성화 방안으로서도 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

사례 대학인 명지대학교에서는 2010년도에도 두 번째로 “CM & BIM Studio-2010”을 개설하였으며, 첫 해보다 건축설계의 작품성을 높이는 방안과 학생간의 Role Play 강화 방안을 계획하고 있다. 또한 지속적으로 교과내용을 체계화하여 CM & BIM 교육 방법론을 개발하고자 한다.

## 감사의 글

처음으로 시도된 Studio이었음에도 불구하고, 끝까지 참여한 학생들 (이문규-성균관대 진학, 김부영-건원건축 근무, 최원준-미국 유학, 한유재-HKCMC 근무, 하지원-명지대 진학) 5명의 열의와 노력으로 설정된 Studio 교과목표를 달성할 수 있었다. 또한 소프트웨어 지원 및 교육에 도움을 주신 (주)두울테크의 최철호 대표이사와 윤수원 박사에게 지면을 통하여 감사의 뜻을 표한다.

## 참고 문헌

1. 김갑득, 이재승, 조봉호, 유영동. (2008). “해외 OSM공법기술 요소 및 사례 연구”, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 28(1), 137-140.
2. 명지대. (2009). 명지대학교 건축대학 편람 2009-2010, 명지대학교 건축대학, 용인.
3. 정영수. (2009). “CM/PM 업무와 건축사 역할”, 건축과 사회, 새건축사협의회, 2009년 가을, 제17호, 186-191.