

미국에서의 BIM 활용 현황 및 전략



글 강호영 \ 텍사스 A&M 주립대학교 건설과학과 교수 \ 전화 +1-979-845-7055 \ E-mail juliankang@tamu.edu



BIM(Building Information Modeling)의 시작과 성장에 미국의 역할이 작지 않다. 그동안 미국에서 BIM의 활용에 나름 영향을 끼친 기관이나 회사를 찾자면 GSA PBS(Public Buildings and Service of General Service Administration), 미공병단(US Army Corps of Engineers), AISC(American Institute of Steel Construction) 및 AGC(Associated General Contractors of America) 등과 같은 미국의 공공기관 및 Autodesk사, Bentley Systems와 같은 BIM Application 개발사, Mortenson, DPR, Turner, Satterfield 및 Pontikes와 같은 건설사 등을 떠올릴 수 있다.

이들 기관들의 영향력은 미국 내에 그치지 않고 전 세계 건설업계가 BIM을 적용하는데 기준을 제공할 뿐만 아니라 앞으로 건설업에서 BIM을 어떻게 활용해야 할 지 나름의 비전도 제시하고 있다. 따라서 미국에서 BIM이 활용되고 있는 현황 및 앞으로의 전략을 파악하는 것이 향후 국내 건설업계가 어떻게 BIM을 활용하여 건설 생산성 향상을 꾀할 것인지 지표로 삼는 방법일 수 있겠다.

1. BIM의 시작

우선 미국에서 BIM이 어떻게 처음 적용되고 성장했는지를 잠시 돌아보면서 이 과정이 국내 건설업계에 어떤 메시지를 던지는지 살펴보자. BIM이라는 용어가 사용되기 시작한 시기는 2000년대 초였지만 3차원 CAD(Computer Aided Design) 모델에 설계 정보를 묶어서 설계 정보를 좀 더 효과적으로 보관하고 이용하려는 시도는 이미 1980년대부터 시작됐다.

플랜트 설계, 구매 및 시공을 전문으로 하는 대형 EPC(Engineering,

Procurement and Construction) Contractor들은 설계자의 오류로 발생하는 단위 구조물 간의 간섭이 플랜트 시공 중 생산성을 크게 떨어뜨리자, 이를 개선하기 위해 플랜트 착공 전에 플라스틱 모형을 미리 만들어서 예상하지 못했던 간섭 때문에 공사가 중단되는 경우를 줄이려고 했다. 그러나 플라스틱 모델 제작에는 적지 않은 공간이 필요했고 상당한 양의 시간과 인력이 소비되었다.

1980년대 들어 3차원 CAD가 워크스테이션(Work Station)급 컴퓨터에서 무난하게 돌아가자 EPC Contractor들은 3차원 CAD 모델이 플라스틱 모형을 대신할 수 있는지 살폈다. 당시 판매되었던 PDS(Plant Design System)과 같은 3차원 CAD 프로그램이 단위 구조물 간의 간섭을 손쉽게 찾을 수 있도록 지원했기 때문에 플라스틱 모델을 대신할 수 있는 좋은 수단으로 여겼다.

또한 3차원 CAD로 표현된 단위 구조물과 해당 구조물의 설계 정보가 담겨있는 데이터베이스(Database)를 연결해서 3차원 모델과 설계 정보를 통합관리하려는 시도도 함께 시작되었다. 국내의 KEPCO E&C에서 개발한 IPIMS(Integrated Plant Information Management System, 통합 플랜트 설계정보 관리 시스템)을 좋은 예로 들 수 있겠다. IPIMS는 애플랜트에 있는 CSA사가 개발한 Plant CMS라는 3차원 CAD 프로그램에 KEPCO E&C가 원하는 기능을 추가해서 만든 시스템인데, 현재 사용되고 있는 BIM Application들이 제공하는 기능과 다르지 않다.

건물 설계 및 시공에 정보와 결합될 수 있는 3차원 CAD 모델이 사용되기 시작한 것은 2000년대에 들어서인데, Autodesk사의 역할이 돋보이는 시기이기도 하다. 2002년 Revit Technologies사를 인수하면서 Autodesk사는 본격적으로 BIM 관련된 마케팅을

시작했는데, 이 때 적지 않은 수의 건축가들이 Revit의 기능에 매료되었다.

Revit이 건축가들의 주목을 받았던 이유는 2차원 도면과 3차원 모델이 파라미터(Parameter)를 통해 서로 연결되어 있어서 2차원 도면을 수정하면 3차원 모델이, 3차원 모델을 수정하면 2차원 도면이 자동으로 변경될 수 있었기 때문이다. 건축주의 잦은 설계변경 요구로 건물의 설계보다는 도면의 수정에 더 많은 시간을 할애할 수 밖에 없었던 건축가들에게 Revit과 같이 3차원 모델에서 창문의 크기나 위치를 바꾸면 해당 창문을 표현하고 있는 모든 2차원 도면이 자동으로 바뀌는 기능은 획기적일 수 밖에 없었다.

BIM을 활용해서 구조물 간의 간섭을 찾아내는 방식은 시공사들의 관심을 끌었다. 미국에는 통상 건축가가 건물의 설계 도면을 제작하고 나면 전문업체들이 이를 토대로 공조 시스템 등의 상세 시공 도면을 제작하는데, 종합 시공사가 이 과정을 제대로 이끌지 못하면 건축가가 설계한 건물의 단위 구조물과 전문업체들이 설계한 시설물 사이에 불필요한 간섭이 발생할 수 있고, 결과적으로 시공 중 생산성 하락을 초래하는 경우가 많았다.

BIM을 통해 건축가가 설계한 건물과 전문업체들이 설계한 시설물을 통합해서 그들 사이의 간섭을 찾아내는 기능은 시공사들의 관심을 끌었고, 구조물 간의 간섭을 시공 전에 찾아서 이를 사전에 제거하고 싶었던 시공사들은 적극적으로 BIM을 사용하기 시작했다.

2. BIM의 성장

Autodesk사가 BIM의 도입에 필요한 기술적인 도움을 주었다면 GSA PBS(Public Buildings and Service of General Service Administration)는 건설업계가 BIM의 활용을 심각하게 고려하도록 유도하는 제도적인 도움을 주었다고 할 수 있다. GSA는 2003년에 PBS(Public Buildings and Service)를 통해 3D-4D 프로그램을 시작했고, 2007년부터는 규정을 만들어서 연방 정부에서 발주하는 모든 신축 건물 설계 시 BIM Application을 사용해서 구조물 간의 간섭을 배제하도록 했는데, 이 규정이 많은 설계사들이 BIM에 관심을 가지게 하는 결정적인 계기가 되었다.

이어서 미국의 주정부 및 공공기관 등에서도 공공건물 설계 및 시공에 BIM을 사용할 것을 권고하기 시작했고, 구체적인 가이드라인을 제시하기 위한 안내서를 발간하기 시작했다. 아래는 BIM 활용 가이드라인을 제시한 미국의 주정부 및 공공기관들이며 이 밖에 다수의 대학 또는 도시가 BIM의 활용을 요구하는 규칙을

마련했다. 이들 공공기관의 노력은 BIM이 확대되는데 많은 기여를 했다.

- 1) General Service Administration Public Buildings and Service (GSA PBS)
- 2) Department of Veterans Affairs
- 3) US Army Corps of Engineers(USACE)
- 4) US Air Force
- 5) The Port Authority of NY & NJ, Engineering Department
- 6) National Institute of Building Sciences(NIBS)
- 7) The Construction Users Roundtable(CURT)
- 8) Associated General Contractors of America(AGC)
- 9) State of Wisconsin
- 10) State of Ohio
- 11) State of Georgia
- 12) New York City Department of Design and Construction

설계사 및 시공사들의 성공사례 발표도 BIM의 확대에 많은 기여를 했다. 다른 업체보다 빨리 BIM을 적용하기 시작한 이들 설계사 및 시공사들은 신규사업 수주에 도움을 주기 위해 자사의 BIM 적용 사례들을 발표하기 시작했는데, 이는 약간 망설이는 설계사 또는 시공사들의 마음을 움직이는데 도움을 주었다. 많은 성공사례들이 BIM을 활용함으로써 얻을 수 있는 금전적 이익이 BIM을 사용하기 위해 투자해야 하는 금액보다 많다고 보고했고, 이는 후속 주자들이 확신을 가지고 BIM을 시작할 수 있도록 북돋았다.

2009년 미국에서 발간된 Engineering News Record(ENR) Smart Market Report를 참고하면 2007년에는 설문조사 참여자의 28%만 BIM을 사용한다고 답했던 것이 2009년에는 참여자의 48%가 BIM을 사용한다고 답했다. 2012년에 다시 보고된 Smart Market Report를 보면 2012년에는 설문조사 참여자의 71%가 BIM을 사용한다고 대답했다. 지난 5년 사이 BIM을 사용하는 업체가 28%에서 71%로 빨리 늘어나고 있는 것을 볼 수 있다. 그러나 BIM 적용은 아직 대형 시공사가 선도하고 있다. 대형 또는 중 대형 시공사의 90% 정도가 BIM을 사용한다고 대답한 반면, 소형 시공사의 경우 아직 반 정도의 업체가 아직 BIM을 사용하지 않고 있다고 대답했다.

2013년 현재 몇몇 앞서가는 시공사들은 BIM을 구조물간의 간섭제거에 사용하는 것을 넘어서 시공 중 품질관리 및 시설물 유지관리를 위해서도 사용하려는 시도를 하고 있다. 그 몇 가지를 살펴보자.

3. BIM과 RFID

RFID(Radio Frequency Identification) 태그(Tag)는 바코드(Barcode)와 달리 그에 담긴 정보를 무선통신을 통해서 전달하기 때문에 태그와 태그를 읽는 장치 사이에 눈 맞춤 없이도 아주 빠른 시간에 태그에 담긴 정보를 전달할 수 있는 특징을 가지고 있다. 태그와 태그를 읽는 장치 사이의 눈 맞춤이 필요 없다는 점은 그동안 바코드를 이용해서 건자재 또는 건설장비 등의 사용 현황을 추적하던 관리자들의 시선을 끌었다. 건자재 중에는 프리캐스트 콘크리트 모듈(Precast Concrete Module)과 같이 무겁고 바코드를 부착해서 추적하기는 힘든 것들이 있는데, RFID 태그를 이용하면 이런 건자재의 추적도 무난히 해 낼 수 있다고 본 것이다.

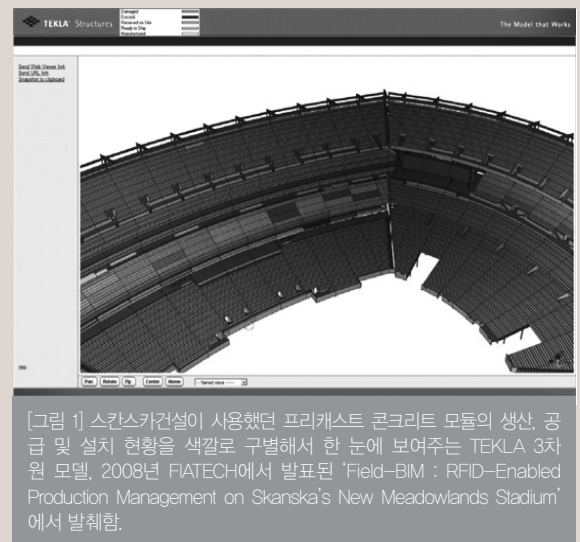
예를 들어 현장에 도착해서 이미 설치된 프리캐스트 콘크리트 모듈, 또는 현장에 도착했지만 아직 조립에는 사용되지 못한 모듈에 대한 추적이 RFID 태그를 이용하면 용이해질 수 있다. 이 추적 현황을 3차원 모델에 각기 다른 색으로 표시할 수 있다면, 프리캐스트 콘크리트 모듈의 제작, 운반 및 설치 현황을 한 눈에 파악할 수 있는 기회도 생길 수 있다. 스칸스카건설 미주법인(Skanska USA Building)은 RFID와 BIM을 통합적으로 사용해서 얻을 수 있는 이익을 실제 프로젝트를 통해 구현했다.

뉴저지(New Jersey)주 메도우랜드즈(Meadowlands) 스포츠단지에 있는 자이언트 스타디움(Giant Stadium)을 빌려 쓰던 뉴욕 자이언트(New York Giant)와 뉴욕 제트(New York Jets) 미식 축구팀은 이미 지어진 지 30년도 넘는 자이언트 스타디움 바로 옆에 새로운 스타디움을 건설하기로 했다. 시공사로 선정된 스칸스카건설은 공기단축을 위해 844,000개의 좌석이 설치되는 스타디움에 약 3,200개의 프리캐스트 콘크리트 모듈을 사용하기로 했다. 길이 13미터, 폭 3미터, 무게 20톤의 프리캐스트 콘크리트 모듈은 인근 공장에서 제작되었는데, 설치되는 위치에 따라 각각 다른 모양과 크기의 콘크리트 모듈이 제작되었다.

현장 주변이 협소해서 필요한 자재를 필요할 때 공급하는 JIT(Just in Time) 방식으로 제작된 콘크리트 모듈을 현장으로 운반하기로 했다. 현장 주변에는 프리캐스트 콘크리트 모듈을 운반해 온 트럭이 잠시 머물 수 있는 공간밖에 없었기 때문에, 시공순서에 따라 필요한 시기에 필요한 모듈이 공급될 필요가 있었다. 스칸스카건설은 프리캐스트 콘크리트 모듈의 생산에서부터 운반 및 설치 현황을 효과적으로 모니터링하기 위해 RFID와 BIM을 통합적으로 활용했다. 공장에서 출하되는 프리캐스트 콘크리트 모듈에 고유의 인식번호가 담긴 RFID 태그를 붙이고, 이를 추적해서 1) 공장에서

제작이 완료된 모듈 2) 현장으로 운반이 가능한 모듈 3) 현장으로 운반된 모듈 4) 스타디움에 설치된 모듈 5) 모양이 맞지 않거나 운반 중 파손되어 다시 제작해야 하는 모듈로 분류한 다음, 이를 3차원 모델에 각각의 색으로 표시했다.

현장에서 RFID 태그를 읽고, 이를 3차원 모델에 적절한 색으로 표현하기 위한 도구로 휴대용 컴퓨터(Tablet PC)에 설치된 Vela Systems의 자체제작 시스템을 사용했다. 스칸스카건설은 프리캐스트 콘크리트 모듈의 공급 및 설치 현황을 현장에서 실시간으로 모니터링할 수 있었기 때문에 필요한 의사결정을 빨리 내릴 수 있었고, 이 결과 약 10일 정도의 공기를 단축할 수 있었는데 이는 한화로 약 10억 원의 공사비 절감과 맞먹는 것이라고 보고했다(Tom Sawyer, 2008, \$1-Billion Jigsaw Puzzle has Builder Modeling Supply Chains).



[그림 1] 스칸스카건설이 사용했던 프리캐스트 콘크리트 모듈의 생산, 공급 및 설치 현황을 색깔로 구별해서 한 눈에 보여주는 TEKLA 3차원 모델. 2008년 FIATECH에서 발표된 'Field-BIM : RFID-Enabled Production Management on Skanska's New Meadowlands Stadium'에서 발췌함.

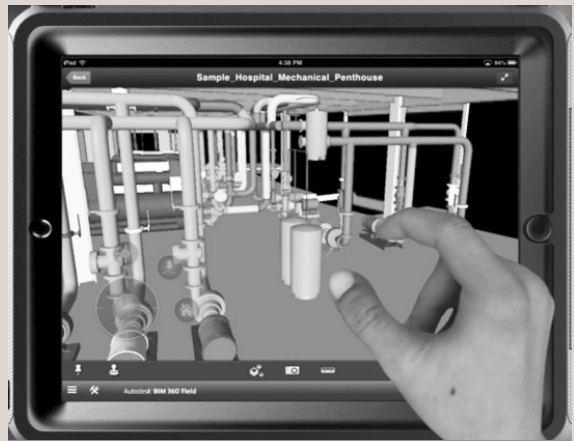
4. BIM과 휴대용 장비

2004년 CII(Construction Industry Institute)는 건설에 들어가는 노력, 시간 및 재료의 57%가 의미있는 부가가치를 생산에 사용되지 못하고 있다고 보고했다. 2013년 미국의 건설시장의 규모를 약 1조 달러로 봤을 때, 한화로 연간 500조 이상이 건설과정 동안 낭비된다고 볼 수 있다. 필요한 자재가 도착하기를 기다리면서 허비하는 시간, 하자가 있는 자재 때문에 낭비하는 시간, 재시공 때문에 낭비하는 시간 등이 모여서 이런 결과를 초래하는 것인데, 단지 26% 정도만 낭비하는 것으로 조사된 제조업 분야와 비교했을 때, 건설업에서 생산성 향상을 위해 아직 많은 노력을 할 필요가 있다.

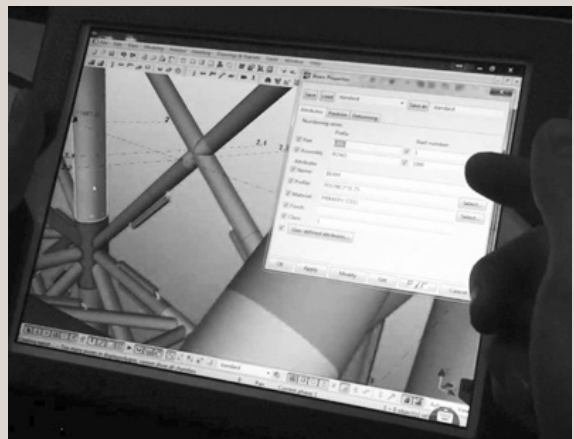
Autodesk사는 건설비의 75%가 현장에서 사용됨에도 불구하고, 건설 생산성 향상을 위해 개발된 기술의 90%는 본사 또는 현장 사무실에서만 사용된다고 했다. 건설현장에서 많은 일이 일어남에도 불구하고 현장에서 사용하기 좋은 생산성 향상을 위한 기술은 별로 없었던 것이다. 많은 결정들이 현장에서 바로 내려질 수 있어야 건설 생산성이 향상될 수 있음에도 불구하고 막상 현장에서 사용하기 좋은 기술은 별로 없었던 것이다. 과거에는 그런 의사결정을 내리기 위해 필요한 정보들이 현장에서 접하기 쉽지 않다는 이유로, 현장 사무소에서 돌아가서 필요한 정보를 확인한 뒤 주요 결정을 내리는 경우가 많았다.

최근 들어 컴퓨터와 무선 통신기술이 발달함에 따라 현장에서 의사결정에 필요한 정보에 접근할 수 있도록 도와주는 휴대용 컴퓨터 장비도 같이 발달했다. 2000년대 초 건설업계에서 각광받았던 PDA(Personal Data Assistants) 플랫폼은 휴대가 간편했고 무선으로 서버(Server)에 있는 데이터베이스(Database)에 접근할 수 있었기 때문에 각 공정별 진행상황 또는 하자보수가 필요한 부분을 현장에서 곧바로 기록하는데 많이 활용되었다. PDA로 CAD 도면을 보려는 시도도 있었으나 PDA 화면의 크기가 작고 도면을 보는 기능이 직관적이지 않았기 때문에 크게 각광을 받지는 못했다. 최근 미국의 애플 컴퓨터(Apple Computer)가 아이폰(iPhone) 또는 아이패드(iPad)와 같이 손가락을 이용해서 직관적이고 자연스러운 방법으로 컴퓨터 화면에 직접 여러가지 명령을 내릴 수 있는 새로운 차원의 휴대용 컴퓨터를 개발함에 따라 휴대용 컴퓨터를 건설현장에서 사용하려는 시도는 다시 시작되고 있다. 손가락을 이용해 직관적으로 컴퓨터를 사용하는 방법은 휴대용 컴퓨터에서 3차원 컴퓨터 모델을 수월하게 다룰 수 있는 기회를 제공했고, 다수의 업체가 이 기능을 이용해서 현장에서 BIM을 다룰 수 있는 시스템을 개발했다. Bentley Systems사의 'Navigator', TEKLA사의 'BIMsight', Autodesk사의 'BIM 360 Field'가 그것들인데, 휴대용 컴퓨터에 달려있는 사진기와 더불어서 현장의 자료를 수집하거나 현장에서 3차원 모델 또는 도면을 보고 필요한 경우 의견을 추가하는 것이 가능해졌다.

현장에서 수집된 자료는 무선 통신을 통해 실시간으로 서버에 저장되고, 서버에 저장된 자료는 접근할 수 있는 권한을 가진 모든 이가 공유할 수 있도록 되어있다. 이렇게 무선 통신을 이용해 실시간으로 서버에 저장된 정보에 접근할 수 있도록 허용하는 방식을 클라우드 컴퓨팅(Cloud Computing)이라고 부르기도 하는데, 이 클라우드 컴퓨팅으로 현장에서 충분한 정보를 가지고 생산성 향상을 위한 의사결정을 내리는 것이 가능할 것으로 예측하는 전문가들이 많다.



[그림 2] 오토데스크 BIM 360 Field. 손가락 두개로 해당 구조물을 좀 더 가까이서 관찰하거나 보는 방향을 돌리는 것이 가능함.



[그림 3] TEKLA BIMsight. 장소에 무관하게 3차원 모델을 통해 서버에 저장된 정보에 접근할 수 있고 필요한 경우 그 정보를 수정하는 것도 가능함.

5. Robotic Total Station과 BIM

로보틱 토탈 스테이션(Robotic Total Station)은 삼각대에 거치된 토탈 스테이션(Total Station, 각도와 거리를 동시에 측정해 목표 지점의 좌표를 계산하는 장비)이 반사판(Reflector)의 움직임을 쫓아 자동으로 회전하면서 반사판이 서있는 지점의 좌표를 찾아낼 수 있도록 고안된 장비이다. 이 장비를 사용하면 예전과 같이 반사판을 들고 있는 기사가 목표 지점에 도달하도록 수신호를 보낼 필요가 없어진다. 로보틱 토탈 스테이션을 삼각대 위에 설치한 후 반사판을 들고 움직이면 이 장비가 반사판을 쫓아 자동으로 회전하면서 반사판이 있는 위치의 좌표를 계산하기 때문에 한 명의 기사만으로 필요한 곳의 좌표를 읽거나, 목표 지점을 찾아갈 수 있는 1인 측량시스템인 것이다.

데이터 콜렉터(Data Collector)라고 불리는 휴대용 장비에는 목표

지점과 반사판의 현 위치가 실시간으로 표시되기 때문에 데이터 콜렉터에 표시된 위치를 모니터하면 목표 지점을 쉽게 찾을 수 있다. 예전처럼 반사판을 들고 있는 기사가 원하는 목표 지점에 도달하도록 수신호를 하지 않아도 되기 때문에 목표 지점을 찾는 데 소요되는 시간이 획기적으로 줄 수 있다.

최근 판매되는 로봇틱 토탈 스테이션은 목표 지점의 좌표를 BIM에서 가져올 수 있도록 지원하고 있다. 또한 현장에서 수집한 좌표를 3차원 모델과 연계해서 표시할 수 있는 기능도 제공하고 있다. 따라서 예전과 같이 목표 지점의 좌표를 일일이 데이터 콜렉터에 입력해야 할 필요없이, 3차원 모델(BIM)에서 찾고자 하는 목표 지점을 마우스로 선택하면, 별도의 프로그램이 이 좌표를 로봇틱 토탈 스테이션이 이해할 수 있는 좌표로 변경해서 자동으로 접수될 수 있도록 해준다. 또한 현장에서 수집된 좌표는 3차원 모델이 사용하는 좌표계로 자동 변환되어 기존의 3차원 모델과 함께 시각적으로 표시될 수 있도록 지원한다. 이 기능은 현장에서 3차원 모델과 동일하게 건물이 시공되고 있는지 확인하는데 활용할 수 있다.

예를 들어 현장 타설 콘크리트를 사용해서 건물의 골조를 시공할 경우 거푸집이 정확하게 설치되지 않아서 또는 콘크리트가 타설되는 동안 거푸집에 변형이 생겨서 건물의 골조가 설계와 약간 상이한 경우가 발생할 수 있는데, 만약 이 콘크리트 골조에 설치하려고 건물의 외관 모듈을 미리 제작해 놓았다면 콘크리트 골조와 미리 제작된 모듈이 접촉하는 부분에 기대하지 못했던 틈이 생길 수 있다. 이런 경우 미리 제작된 모듈이 콘크리트 골조에 잘 부착될 수 있도록 현장에서 추가 작업을 할 수 밖에 없는데, 이런 작업들이 건설 생산성을 저해하는 요인으로 작용한다. 로봇틱 토탈 스테이션을 잘 활용하면 거푸집을 뜯어내자마자 빠른 시간 내에 콘크리트 골조의 실제 좌표를 읽어서 이를 3차원 모델(BIM)에 표시해서 모듈 제작 전문업체에 전달할 수 있다. 수정된 BIM을 사용하면 모듈 제작 시에 현장의 상황을 제대로 반영할 수 있는 기회가 생기고, 이렇게 제작된 모듈은 현장에서 아무 문제없이 곧바로 설치될 수 있기 때문에 건설 생산성 향상에 직접적인 기여를 할 수 있게 된다.

텍사스 A&M 주립대학교의 연구팀은 드라이월(Drywall) 설치 전문업체인 베이커 트라이앵글(Backer Triangle)이 로봇틱 토탈 스테이션과 BIM을 통합적으로 활용해서 건물의 내벽을 설치하는 과정을 관찰함으로써 로봇틱 토탈 스테이션과 BIM의 결합을 얻을 수 있는 이익을 체험할 수 있었다. 베이커 트라이앵글사는 반사판에 수직으로 레이저를 쏠 수 있는 장비(XY Positioner, GTP사의 특허기술)를 부착해서 반사판을 수직으로 들고 있지 않아서 발생

하는 오류까지 방지하는 노력을 했고, 이 때문에 목표 지점을 찾는 데 소요되는 시간은 지점당 1분이 넘지 않았다. 수신호를 사용해서 목표 지점을 찾을 때 소요되는 시간과 비교하면 현저하게 짧은 시간 내에 원하는 목표 지점을 찾고 있음을 알 수 있다.



[그림 4] 로봇틱 토탈 스테이션의 데이터 콜렉터에 표시된 좌표를 이용해서 건물 내부의 드라이월 설치 지점을 찾고 있는 베이커 트라이앵글사 직원.



[그림 5] XY Positioner는 아주 정밀하게 원하는 위치를 찾을 수 있도록 지원함. 현장에서는 보통 0.5cm 정도의 오차는 허용할 수 밖에 없지만 XY Positioner는 오차없이 정확하게 원하는 위치를 찾을 수 있도록 지원함.

6. BIM CAVE

텍사스 A&M 주립대학교의 연구팀은 최근 사용자가 마치 3차원 모델에 있는 것 같은 느낌으로 BIM을 관찰할 수 있는 시스템인 BIM 케이브(BIM CAVE)를 개발했다. 현재 이 시스템은 80도 간격으로 벌어져 설치된 3개의 비디오월(Video Wall)과 각각의 스크린 벽과 연결된 3개의 컴퓨터로 구성되어 있다. 하나의 비디오월은 아주 얇은 테두리를 가진 46인치 LCD 스크린 4개로 구성되어 있다. 화면에 3차원 모델을 보여주기 위해 오토데스크(Autodesk)사

의 나비스워크(NavisWorks)를 사용했다.

텍사스 A&M의 연구팀은 나비스워크에 올려진 3차원 모델 안에서 카메라의 위치 및 각도를 조정할 수 있는 특수 프로그램을 개발해서, 3개의 컴퓨터에 올려진 나비스워크 모델이 마치 하나의 프로그램 안에서 작동되는 것 같은 효과를 발휘하도록 했다. 이 프로그램은 BIM 케이브에서 사용자가 마치 가상의 3차원 공간에서 BIM을 관찰 할 수 있도록 도와 줄 뿐만 아니라 시공 순서를 시각적으로 볼 수 있는 시간 여행이 가능하도록 지원하고 있다. 텍사스 A&M의 연구팀은 BIM 케이브를 향후 원거리에 위치하거나 접근이 불가능한 현장의 상황을 분석하고, 이를 통해 신규직원 교육에 활용할 수 있는 시스템으로 발전시킬 계획을 가지고 있다.



[그림 6] 텍사스 A&M 주립대학교의 BIM CAVE

7. BIM을 이용한 시설물 관리(Facilities Management)

BIM이 정착하는 동안은 설계사, 시공사 및 건축주 모두 건설 생산성을 저하시킬 수 있는 구조물과 시설물 사이의 간섭을 사전에 찾아서 공사가 시작되기 전에 이를 제거하는 쪽으로 BIM을 사용하려는 경향이 있었다. 많은 시공사들은 간섭을 사전에 제거함으로써 얻었던 이익들을 여러 기회를 통해 보고했고, 이는 BIM이 건설 산업에 빨리 적용되는데 큰 기여를 했다.

건축주 입장에서 보았을 때에는 시공사가 BIM을 사용함으로써 공기를 절감하는 것이 만족스러웠지만 미리 계약된 공사금액이 준 다든지 하지는 않았기 때문에 금전적인 이익은 경험하기 쉽지 않았다. BIM을 사용함으로써 금전적인 이익을 얻는 쪽은 시공사 쪽이었다. 그런 이유로 건축주는 시공사에게 BIM의 사용을 권장했지만 BIM을 사용하는데 소요되는 비용을 지불하지는 않았다.

최근 들어 BIM이 시설물의 유지관리에도 사용될 수 있을 것 같다는 전문가들의 진단이 나오자 건축주들은 BIM을 시설물 유지 관리에 사용할 목적으로 시공자에게 As-Built 3차원 모델(BIM)을 요구하기 시작했다. 이와 함께 현재 사용하는 시설물 유지 관

리 시스템에 필요한 정보를 BIM을 통해서 전달하기 위한 도구로 코비(COBIE, Construction Operations Building Information Exchange)라는 데이터 포맷(Data Format)을 마련했다. 코비는 2007년 미공병단에서 근무하는 빌 이스트(Bill East)가 처음 고안한 것인데, 마이크로소프트 엑셀(Microsoft Excel Spreadsheet)에 건물에 설치되는 시설물의 리스트, 사용되는 부품의 유효기간, 사전에 필요한 부품을 교환하기 위해 필요한 정보들을 체계적으로 명시하도록 구성되어있다.

코비는 2011년 미국의 빌딩과학 연구소(NIBS, National Institute of Building Science)에 의해 그 사용이 공식적으로 허가되었다. 이에 다수의 BIM Application들도 BIM에서 코비 데이터를 자동으로 추출할 수 있는 기능을 추가하기 시작했다. 그래서 이제는 오토데스크(Autodesk)사의 레빗(Revit)으로 작성된 모델에 입력되어 있는 정보를 코비 데이터로 자동으로 추출할 수 있게 되었다. 그러나 레빗에 들어가 있는 정보가 시설물 관리와 직접적인 연관이 없는 것도 있고, 시설물 관리에 필요한 정보가 레빗에는 아예 들어가지 못하는 것도 있어서 아직까지는 코비 데이터 작성에 어느 정도의 수작업이 요구되고 있다.

[그림 7] 코비 파일 예, 건물에 사용된 모든 컴포넌트들을 보여주고 있음.

코비와 더불어 2013년 현재 건축주들은 누가 어떻게 As-Built BIM을 제작하는 것이 합리적인지, As-Built BIM에는 어떤 정보가 들어가야 향후 시설물 관리에 유용하게 사용될 수 있을지 활발하게 논의하고 있다.

한편 건설사업 전반에 걸쳐 발생하는 정보를 효과적으로 정보의 사용자에게 전달하기 위한 가이드라인을 제시하기 위해 정보 전달 매뉴얼(IDM, Information Delivery Manual) 제작에도 많은 노력을 기울이고 있다. 예를 들어 미국 콘크리트 협회(ACI, American Concrete Institute) 131 위원회는 2012년부터 본격적으로 현장 타설 콘크리트의 설계 및 시공 전반에 걸친 정보 전달 매뉴얼을 작성하기 시작했으며, 2014년 봄에 이를 발표할 계획을 가지고 있다.

8. 맺음말

2013년 현재 미국에서는 시공 전 BIM을 활용해서 간섭을 배제하는 단계를 넘어서 시공과정 중의 생산성 및 품질 향상에 BIM을 활용하기 위한 여러가지 시도를 하고 있다. 공공 건설사업에서 효과적인 BIM의 적용을 장려하기 위한 지침을 마련하는 공공기관의 수도 점점 늘어나고 있으며, 이들이 마련하는 지침의 내용도 조금씩 변하고 있다. 최초에는 간섭 검토에 초점이 맞추어져서 지침이 마련되었다면 최근 마련되는 지침에는 시설물 유지관리에 초점을 맞추어서 BIM이 제작되어야 한다고 명시하고 있다.

그러나 아직까지 향후 시설물 관리를 위해 구체적으로 어떤 정보를 BIM에 입력해야 한다고 명시하고 있는 지침서는 찾기 힘들다. 건축주 입장에서 아직 어떤 방식으로 BIM을 시설물 관리에 사용해야 하는지 명확한 계획이 수립되어야 비로소 구체적인 지침이 마련될 것으로 예상된다. 이 지침이 마련될 쯤이면 As-Built BIM을 누가 제작할 것인지, 어떤 방식으로 제작할 것인지 윤곽이 잡힐 것으로 보인다.

대형 시공사가 BIM의 활용을 주도하고 있지만, 여전히 반 이상의 소규모 건설사들은 BIM의 활용에 적극적이지 않다. 이는 소규모 건설사들이 주로 시공하는 건물이 비교적 간단하고 사업의 규모가 한화로 30억 원보다 작기 때문이기도 하다. 이들 건설사들은 BIM의 활용에 소요되는 비용이 BIM을 활용함으로써 얻은 이익보다 크다는 확신이 없는 경우가 많아 BIM의 활용에 있어서 상대적으로 소극적일 수 밖에 없다.

한편 지방 자치단체에서 발주하는 공사의 상당수가 그 규모에 있어서 한화 30억 원 이하인 관계로 지방 자치단체가 적극적으로 BIM의 활용을 장려하는 데 나름의 한계가 있다. 향후 시설물 관리를 연관시켜서 BIM의 활용을 고려하게 되면 규모가 좀 작더라도 As-Built 모델을 생산해야 할 명분이 생겨서, 소규모 건설에도 BIM이 좀 더 확대 적용될 가능성은 있어 보인다.

일부 앞서가는 시공사는 단순한 간섭 검토를 넘어서 공사비의 낭비도 줄이고 공기도 절감할 수 있는 방안으로 모듈화된 시공을 고려하고 있다. BIM을 활용하기 전에는 이런 시도가 쉽지 않았는데, 3차원 모델의 정확도가 향상되고 시공과정을 시각적으로 표현할 수 있게 됨에 따라, 모듈화된 공법에 대한 자신감을 가지는 건설 기술자들의 수가 늘어나고 있다. 이미 상당수의 대형 시공사들은 반복적인 요소가 있는 부분은 최대한 모듈화해서 현장 시공을 단순화하려는 노력을 하고 있다. 여기에 로보틱 토털 스테이션을 활용해서 제작된 모듈이 현장에서 추가 작업없이 설치하고, 더 나아가 JIT(Just in Time) Supply Chain 테크닉, RFID 기술 등을 BIM

과 통합해서 사용함으로써 협소하고 복잡한 현장에서도 유연하게 건자재를 공급하고 설치할 수 있도록 건설 품질 및 생산성 향상에 BIM을 활용하는 여러가지 시도를 하고 있다.

BIM의 적용은 이제 빌딩건설을 벗어나 도시의 기반시설을 계획하고 건설하는데 활용되기 시작했다. 예를 들어 워싱턴 주 도로국에서 시애틀 시를 관통하는 알라스칸 도로(Alaskan Way Viaduct)가 2001년 지진으로 파손됨에 따라 이 도로에 부속된 여러 시설물을 교체하는 사업을 진행했는데, 이때 BIM을 활용해서 다수의 보수방안을 시각적으로 확인함으로써 고가도로 및 터널의 계획 및 설계를 효과적으로 진행할 수 있었다. 앞으로 BIM의 활용은 Vertical Construction 뿐만 아니라 Horizontal Construction에도 좀 더 적극적으로 활용될 것으로 보이며, 이에 따라 사용되는 BIM Application의 종류도 다양해 질 것으로 보인다. **SS**