

BIM 도입의 국제 동향

Latest Trends of International Institution for Applying BIM in AEC Area



권 순 욱 / 정회원, 성균관대 건축공학과 조교수
Kwon, Soonwook / Assistant Professor, Sungkyunkwan University
swkwon@skku.edu

선진 외국의 BIM 활용 동향

서론

국내에서는 최근 수년 동안 BIM에 대한 관심이 폭발적으로 증대하고 있다. 실제로 BIM과 관련한 각종 세미나에 사람이 몰리고 있고 다수의 신규 설계안이 BIM을 활용하여 디자인되고 있다. 반면 BIM에 의한 종사자간 정보 교환은 아직도 소수의 얼리아답터만의 영역으로 남겨져 있다. BIM으로 설계된 대부분의 건물들이 구조, 설비 엔지니어링, 견적 등의 후속작업으로 설계안을 전달하기 위해 2차원 도면을 재작성하는 실정이다. 그 이유는 BIM의 도입에 수반되어야 하는 건설업계 전반의 프로세스 개선, 특히 새로운 프로세스에 적응하기 위한 관련종사자들의 교육 및 지침 마련이 미흡하기 때문이다. 본 기고문에서는 미국과 유럽의 사례를 중심으로 외국의 선진 업체 및 기관에서는 이 같은 BIM 도입 문제에 대해 어떠한 해결안을 모색하고 있는지 정리해 보고자 한다.

미국

미국의 BIM 도입은 2000년대 초 학계와 소프트웨어 업계의 연구 개발성고를 바탕으로 하여 민간 건설업계가 컨소시엄을 구성하여 관련 소프트웨어 개발 업체 등에 자신들의 요구사항을 전달하고 이를 해결할 수 있는 솔루션을 학계 및 개발 업체에서 만들어내는 형식으로 시작되었다. 이러한 방식의 초창기 예로 미국 철골구조협회 (American Institute of Steel

Construction, AISC)의 전자문서 교환 표준 (Electronic Data Interchange Standard)의 도입 사례 및 프리캐스트 콘크리트 협회 (Precast Concrete Institute, PCI)를 들 수 있다.

미국의 철골 구조물의 설계, 제작 및 시공 업체의 연합인 AISC는 고층 건축물 등에 사용되는 철골 구조물의 설계 및 제작 과정에서의 관련 정보에 대한 커뮤니케이션의 효율을 높이기 위해 기존 종이 문서 및 도면 위주의 정보전달 관행 대신 새로운 형식의 디지털 정보 교환방식을 업계에 도입하기로 하고 이를 위한 정보모델의 표준으로 영국의 SCI (Steel Construction Institute)에서 개발된 CIMSteel Integration Standard Ver 2.0 (CIS/2)를 선정하였다. CIS/2의 도입을 가속화하기 위해 AISC는 건설사는 물론 철골 부재를 재단, 가공, 조립하여 납품하는 제작업체와 이들이 사용하는 가공장비 업체와 연계하여 관련 지식에 대한 세미나 등을 진행함은 물론 학계와 협력하여 관련 기술을 개발하는 한편 소프트웨어 업체와의 접촉을 통해 이들 CIS/2를 지원하는 소프트웨어가 산업계에서 요구하는 기능을 수용할 수 있도록 노력하였다. AISC의 CIS/2관련 활동은 철골 구조체의 설계와 엔지니어링, 제작(fabrication) 다음 및 배송에 필요한 각종 정보를 포괄하는 3차원 형상 기반의 정보모델이 미국 건설업계에 성공적으로 도입된 첫 사례이다. 다음의 그림은 CIS/2를 이용하여 수행된 프로젝트인 미국 시카고시 소재의 미식축구 경기장인 솔저 필드(Soldier Field)의 사진 및 3차원 모델이다. 2001년 시작되어 2003년 완공된 이 경기장의 리모델



그림 1. 초기 BIM 모델 표준의 하나인 CIS/2 기반으로 설계된 미국 시카고 소재 솔저 필드 경기장 (Soldier Field) 시공 모습 (출처: Modern Steel Construction, July 2004)

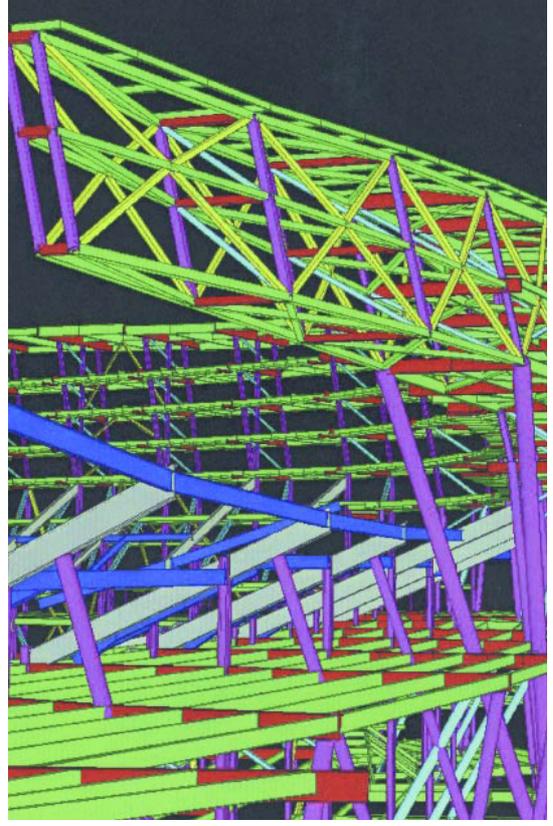


그림 2. 솔저 필드 경기장 철골 구조물의 3차원 모델 (출처: Modern Steel Construction, July 2004)

링 프로젝트의 설계에는 핀란드 테클라社(Tekla Oy.)의 3D철골 모델링 소프트웨어가 사용되었으며 설계된 철골 부재의 3D 모델을 CIS/2 형식으로 철골 제작 업체에 전달하면 업체에서는 모델 데이터를 바로 CNC (Computerized Numerical Control, 컴퓨터 제어) 공작기에 입력하여 샵 도면 없이 복잡한 형태의 부재를 가공, 제작할 수 있었다.

AISC의 성공 사례는 동종 업계의 연합인 PCI(프리캐스트 콘크리트 협회)에서도 유사한 방식으로 3차원 모델링 기술의 도입을 추진하게 되는 계기가 되었다. 상대적으로 단순한 구성을 가지는 철골구조체와 달리 프리캐스트 콘크리트는 철근 배근 및 콘크리트와의 물리적 결합, 프리 스트레싱 등의 다양한 설계 변수를 감안하여야 하고 구조체는 물론 이를 제작하기 위한 거푸집의 설계도 같이 이뤄져야 한다. 이 같은 문제를 해결하기 위해 PCI는 AISC의 학술적 자문을 수행했던 조지아 공대에 의뢰하여 업체 내부의 설계 및 엔지니어링 프로세스 분석 및 이를 지원하는 3차원 모델링 소프트웨어의 개발에 관련한 수년간의 연구과

제를 수행케 하였다. 기존 소프트웨어 간의 정보 교환에 초점이 맞춰진 AISC의 경우와 달리 PCI는 프리캐스트 콘크리트 구조물이 쓰이는 다양한 환경에 적용할 수 있는 3차원 파라메트릭 모델링 (parametric modeling) 소프트웨어의 개발을 추구하였고 이렇게 완성된 모델링 소프트웨어를 업계에서 공동으로 도입함으로써 정보 호환성 문제를 최소화 할 수 있었다.

이들 AISC와 PCI의 사례에 소개된 3차원 정보모델은 건축물 전체를 대상으로 한다면보다는 이를 구성하는 특정 구조 요소를 공급하는 전문업체의 요구를 반영한 일부에 초점을 맞추고 있다. 전체 건물에 대한 설계정보를 다룰 수 있는 3차원 모델링 소프트웨어는 2005년을 기점으로 하여 건설 관련 업계의 주목을 끌게 되었다 (이 무렵부터 BIM이라는 용어가 업계 종사자 사이에 광범위하게 회자되었다). BIM 소프트웨어가 본격적으로 도입되기 시작하면서 설계 시점부터 시공 및 유지관리에 이르는 모든 과정에서 프로젝트 참여자가 정보를 공유할 수 있도록 다양한 BIM 관련 소프트웨어의 정보 호환성 확보체계의 필요성이

표 1. 초기 미국 건설산업계의 3차원 모델 도입 사업의 비교

	미군 공병단 BIM 로드맵	미국 총무청 BIM 가이드 (공간 계획)
대상업무	건축/엔지니어링 (실사설계 단계)	건축/공간계획 (spatial program)검증 (기획 설계 단계)
필수제출대상 소프트웨어	BIM 모델 (Bentley 소프트웨어 고유형식) + BIM 기반 자동생성 도면 Bentley 제품군에 한정	BIM 모델 (IFC 2x2 또는 이후 버전 형식) 도면제출 불필요 IFC 호환 BIM 소프트웨어면 제한없음
상세 정도	시공 가능한 수준 (실사설계)	공간 배치에 대한 개념을 보여줄 수 있는 수준 단, 공간 프로그램은 모두 나와있어야 함
표준 라이브러리	자체개발 라이브러리 제공	없음
필수 구성 객체(명칭)	Wall, door, window, roof, floor, ceiling, space, furniture	Wall, door, window, slab, column, beam
공간 구성 객체 (명칭)	space	Site, building, building floor, space, zone
분석	QC, QV (간섭 체크 포함)	Space programming validation
스케줄링	창호, 실내감, 특수 품목, 가구	없음

표 2. 미군 공병단과 미국 총무청의 BIM 설계 지침 비교

	AISC EDI (Electronic Document Interchange) 표준	PCSC (Precast Concrete Software Consortium)
주관	미국 철골구조 협회 (AISC, American Institute of Steel Construction)	미국 프리캐스트 콘크리트 협회 (PCI, Precast Concrete Institute)
시기	1999- 현재	2001- 2005
목적	철골 부재 설계자 및 부재제작자 (fabricator) 사이의 부재 설계 데이터 교환	3차원 모델링에 기반한 프리캐스트 설계 자동화
특징	초기에 외부에서 개발한 기존 정보 모델(CIS/2) 을 선정하여 소프트웨어 업체에 이에 대한 지원을 촉구함과 동시에 철골 업체의 요구에 대응한 새 버전의 개발에 적극적으로 참여함	PCSC 참여업체의 요구사항 을 분석하여 차세대 프리캐스트 설계 소프트웨어의 기능을 정의하고 관련 소프트웨어의 참여 및 경쟁을 유도 학계와 연계를 통해 기술적 난제 해결
결과물	철골 부재의 3차원 정보모델인CIS/2 의 확장 가량 버전 (Logical Product Model Ver 6) - 정보모델.	Tekla Structure의 프리캐스트 콘크리트 버전 - 3차원 파라메트릭 모델링 소프트웨어.

대형 프로젝트를 주로 수행하는 정부 기관 및 대기업 등에서 제기되었다. 이러한 3차원 건물 모델의 소프트웨어간 정보 호환성을 제공하기 위한 체계로 이미 90년대 중반부터 IFC (Industrial Foundation Class) 가 국제 공동 연구를 통해 개발되고 있었다.

미국내 연방정부 소유 건물의 발주와 운영을 총괄 담당하는 미국 총무청(U.S. General Services Administration, GSA)은 미국 정부 기관 중 최초로 2003년 이후 모든신규 발주 건물을 BIM을 통해 설계하고 있다. 미군 공병단(U.S. Army Corps of Engineers)에서도 시설물 설계에 BIM을 도입하기 위한 연구를 진행하고 있다. 이들 기관은 기존 평면도면 기준의 내부 업무 체계를 3차원 건물모형에 기반한 새로운 프로세스로 전환하기 위한 용도로 BIM 사용시의 모델의 위계, 명칭, 사용 단위 등에 대한 내부 지침을 표 2와 같이 제정하였다.

공병단의 로드맵의 경우 내부에서 사용하는 모든 소프트웨어를 개발사인 Bentley Inc.의 BIM 소프트웨어 제품군의 커스텀 버전으로 통일한 반면 미 총무청의 경우 개방형 표준인 IFC 정보모델 형식에 기반한 것을 볼 수 있다. 공병단의 경우 군 조직의 특성상 단일체계에 의한 효율을 중시하며 동시에 공병단 내부에서 설계 및 엔지니어링 업무를 수행할 수 있는 역량을 갖추고 있는 반면 GSA의 경우 신축 건물의 설계 및 시공 등을 외부 업체에 발주하고 대신 자신은 이들

에 대한 감독 및 완공후 운영을 담당하는 역할의 차이에서 기인하는 것으로 보인다. GSA의 경우 경쟁 입찰 등을 통해 프로젝트를 수주한 다수의 업체를 상대해야 하고 이들 업체들이 특정 소프트웨어를 사용하도록 강제할 수는 없기 때문이다.

초창기 민간 업계에서, 이후 개별 정부 기관에 의해 산발적으로 도입되기 시작한 BIM 소프트웨어 및 이를 활용하기 위한 호환성 체계 등의 기술 표준은 비영리 기관인 국립 건축기술 협회 (National Institute of Building Science) 주도에 의해 BIM 국가 표준 (National BIM Standard, NBIMS) 제정이 추진되면서 새로운 전기를 맞이하고 있다. 이 표준은 기존 업계 및 관련 단체에서 제시한 민간 표준안을 최대한 수용하면서 필요한 부분을 보완하는 형식으로 개발되고 있다. NBIMS는 표3과 같은 요소로 구성되도록 만들어지고 있다.

표 3. NBIMS의 구성요소 (출처: National Building Modeling Standard Version 1.0 - Part 1: Overview, Principles, and Methodologies)

요소명	설명
분류 (Classifications)	프로세스 요소 및 당사자, 컨텐트 종류 및 값, 시스템과 서비스의 그룹 분류, 예: OmniClass
지침 (Guides)	반드시 준수해야 하는 의무사항은 아니지만 유용한 정보 또는 선택요소의 일람.
규격 (Specifications)	특정 자재, 제품, 시스템, 서비스 등에서 만족시켜야 할 요구조건의 명시적 집합
표준 합의 절차 (Consensus Standards)	NBIMS 선정에 필요한 공동 합의 (consensus) 수립 및 채택에 관한 절차

한편 연방정부 이외에도 최근에는 텍사스 주 등에서 관급 프로젝트에 BIM을 사용하기로 하는 등 공공부문에서의 BIM 적용이 늘어나는 추세이다. 이 외에도 건축가의 연합체인 AIA (American Institute of Architects)와 시공 관련 단체인 AGC (Association of General Contractors of America), 시설 운영 관련 단체인 BOMA (Building Owners and Managers Association) 등 다수의 관련 단체에서 BIM의 중요성을 인식하고 이의 도입을 촉진하기 위한 컨소시엄에 참여하거나 지원 조직을 새로 만들고 있다.

유럽

유럽의 BIM 관련 단체는 IAI의 개발을 위해 결성되었던 국제 협력 조직인 (International Alliance of Interoperability) 및 이것의 후신이라고 할 수 있는 BuildingSMART의 유럽 지부를 중심으로 하여 역내 협력을 도모하고 있다. BIM소프트웨어의 도입에 초점이 맞춰져 있는 미국의 민간단체와 달리 유럽은 초창기부터 표준화된 정보 모델과 이를 이용한 정보교환의 호환성 확보에 중점을 두는 성향을 보이는데 이는 업체 주도의 사실상의 표준화(de-facto standard)에 영향을 끼치는 대형 소프트웨어 업체들이 자리잡고 있는 미국과 달리 산업체에 대한 정부 및 공공 섹터의 영향력이 강한 동유럽 및 북유럽에서 건설분야의 표준화 관련 연구가 주로 수행되었던 점에서 기인하는 것으로 보인다. 또한 정부 주도의 도입 관련 프로젝트가 주로 이뤄지고 있는 것도 특징으로 볼 수 있다. 노르웨이의 경우 미국의 GSA와 유사한 기능을 수행하는 공공 건설 및 시설 감독청인 Statsbygg에서 신규 건물의 설계에서 시공, 운영에 필요한 모든 정보를 BIM을 이용해 통합하려는 계획을 갖고 있다.

몇몇 특정 소프트웨어에 기반한 사용 환경을 염두에 두고 있는 미국의 BIM도입 경향과 달리 유럽의 정부 차원 BIM 도입 사례는 개방형 국제 표준을 준수하는 방향으로 추진되고 있다 (미국의 경우도 NBIMS는 IFC 및 BuildingSMART 표준의 영향을 받고 있으나 여기에서도 기존 소프트웨어의 내부 모델을 최대한 사용하면서 미흡한 부분만을 IFC로 보완하려는 경향

이 강하다). 이에 따라 대부분의 국가에서 IFC에 바탕을 둔 도입 방안을 계획하고 있다. 유럽의 BIM 관련 단체 및 프로젝트들이 IFC 기반의 BuildingSMART와 긴밀한 관계를 유지하는 이유도 이 때문으로 볼 수 있다.

노르웨이, 덴마크, 스웨덴 등의 북유럽 국가 정부에서 자금을 지원하고 이들 국가의 관련 연구단체에서 수행한 Erabuild 연구 (2004)에서는 현시점에서의 IFC/BIM 기술 관련 연구 및 표준화 관련 동향 및 유럽내 건설업계에서의 실무 적용가능성에 대한에 대한 조사 분석이 이뤄졌다. 이들 조사를 통해 다음과 같은 결론에 도달하였다 (출처: kiniemi, Tarandi, Karlshoj, Bell and Karud, Review of the Development and Implementation of IFC compatible BIM, 2008, http://www.eracobuild.eu/fileadmin/documents/Erabuild_BIM_Final_Report_January_2008.pdf)

- IFC 표준의 지속적인 보완과 규칙적인 갱신 주기 유지가 필요하다. 이러한 보완과정은 실사용자가 주도하여야 하며 현재 구현된 시스템에 대한 영향을 최소화하도록 모듈화된 접근이 필요하다.
- 실제 사용사례 시나리오에 바탕을 둔 IFD (International framework for dictionaries)의 구현이 조속히 시행되어야 한다. 우선 프로젝트 초기단계에 사용하는 소프트웨어가 이를 구현하여야 하며 다른 소프트웨어도 이에 동참하여야 한다. IFD 라이브러리의 기술적 측면은 지속적으로 보완되어야 하며 IFD 기반의 표준 제품 라이브러리 또한 개발되어야 한다.
- 실제 소프트웨어에 바로 적용될 수 있는 IDM (Information Delivery Manual, 정보 전달 매뉴얼)/MVD (Model View Definitions, 모델-관점 정의)의 작성 및 이를 실제 업무에 적용하는 것이 필요하다. 이러한 노력은 IDM/MVD의 표준화 노력과 동시에 이뤄져야 한다.
- 통합 BIM의 구현은 다양한 출처로부터의 모델을 병합하는 능력에 달려있다. 이 같은 모델 통합 방법에 대한 개방형 기술의 개발이 필요하다.
- 현재의 IFC 소프트웨어 인증 절차로는 실제 업

표 4. 유럽 각국의 BIM 지침 작성 사례 (출처: kiviniemi 외 2008)

명칭	국가	년도	특징
ProT	핀란드	2003-2006	모델링 방법에 대한 일반 지침 - 일반 원칙, 건축 설계, 구조설계, 설비 설계, 정보 교환에 관한 지침은 빠져있음
IFC Anwenderhandbuch (IFC user guide)	독일	2007	건축 및 설비 분야에 대한 IFC 모델의 사용에 대해 설명 건축, 설비, 시설 관리에 대한 데이터 레벨의 정보 교환에 대해 정의
Guidelines for Working with 3D CAD Applications	덴마크	2006	3D 에 대한 가이드라인 - 필수사항, 이를 BIM 소프트웨어의 파일 및 DB에서 충족시키는 방법 3D CAD 매뉴얼, 3D 작업방법, 3D 작업방법 - 인쇄 가이드라인, 도면층 및 객체 구조 로 구성
BIM manual with experienced from the HIBO Statsbygg project	노르웨이	2007	

표 5. BIM 도입을 의무화 한 공공 기관 목록(출처: Kiviniemi 외 2008)

명칭	국가	년도	설명
Senate Properties	핀란드	2007	IFC 모델 사용 의무화 및 도입 기준 마련 도입기준에는 필수 데이터 정의되며 ProT와 연계 IFC 2x3인증 설계 소프트웨어 사용
Byggherrekraevne	덴마크	2007	관공공사에 필요한 요건으로 새로운 분류체계 도입. 550만 유로 이상 공사는 IFC 형식의 정보모델 사용 의무화
Statsbygg	노르웨이	2007	건축물의 모든 생애주기에 BIM 적용 2010년부터 모든 프로젝트는 IFC/IFD 기반 BIM을 사용해야 함

무에서 문제없이 사용할 수 있는 소프트웨어를 개발하기에 불충분하다. IDM/MVD에 기반한 새로운 인증절차가 개발되어야 한다. 이러한 문제는 IFD 인증과정에도 반영되어야 한다.

- 미국, 핀란드, 노르웨이, 덴마크, 독일, 싱가포르, 한국 등은 2008년 현재 BIM도입 지침을 작성하고 있다. 이러한 노력이 지속될 수 있도록 지원하는 것이 중요하며 이를 통해 국제적인 BIM 도입 지침을 유도해 내는 것이 필요하다.
- 통합 BIM은 AEC/FM (건축, 엔지니어링, 시공/시설관리)분야의 도급 방식이나 업무처리 방식에 큰 영향을 끼칠 것이므로 이에 대한 지속적인 공동 연구 및 해결책 제시가 반드시 이뤄져야 한다.
- BuildingSMART 기술에 의한 경제적 효과를 보여줄 수 있는 연구가 반드시 따라야 한다.
- 대형 공공기관은 buildingSMART 기술을 선도적으로 도입함으로써 관련 업계가 이를 도입, 발전시킬 수 있도록 하는 영향력을 행사할 수 있다. 이들 공공 기관은 장기 계획의 수립 및 재정 지원을 통해 이를 지속적으로 발전시켜 나가야 한다.
- 장기적인 연구 및 교육 프로그램이 지속되기 위해 교육기관에 대한 지원과 자금이 필요하다.
- 개방형 국제 표준의 잠재력을 최대한 끌어내기 위해 지속적인 국제협력이 필요하다.

한편 Erabuild 최종 보고서에는 각국의 BIM 도입

에 관한 현황을 표 4, 5와 같이 정리하고 있다 (Kiviniemi 2008)

또 다른 다국적 공동 프로젝트인 STAND INN (Standards for Innovation in Construction and FM, 2006) 프로젝트는 IFC/BuildingSMART 기반의 기술표준 개발 및 이러한 기술을 지속가능성 (sustainability) 관련한 기술 개발에 접목하는 것을 목표로 하고 있다. 예를 들어 STAND INN 프로젝트의 일환으로 유럽 건물성능 지침(European Building Performance Directive)을 지원하는 BIM/IFC 건물 에너지 분석 소프트웨어의 적용사례를 분석한 것이 있다. 유럽 건물 성능 지침은 영국에서 개발된 성능 평가 방법인 NCM(National Calculation Method)를 사용하여 건물의 에너지 사

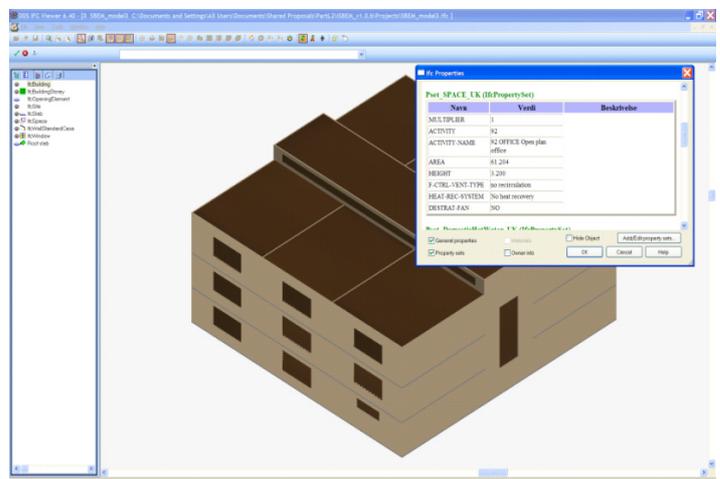


그림 3. STAND-INN 프로젝트의 일환으로 진행된 IFC 기반 건물 에너지 분석 소프트웨어의 실행 예 (출처: Danielsen 외 2007)

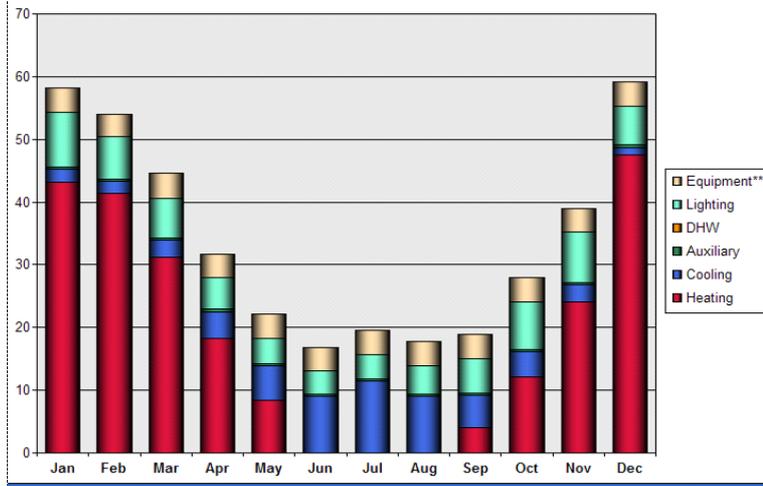


그림 4. IFC기반 건물 에너지 분석 소프트웨어의 실행결과 - 월별 에너지 사용량 그래프 (출처: Danielsen 외 2007)

용을 예측하게 되어 있는데 IFC 기반의 소프트웨어를 사용함으로써 이러한 계산 작업을 간소화 할 수 있었다(출처: Danielsen 외 2007). 이와 함께 IFC 기반의 BIM 기술의 건설 업계의 도입을 돕기 위한 기술 매뉴얼 작성이 이뤄졌다.

이같은 연구는 IFC 정보 모델에 수록되어 있는 각종 정보를 현업에서 어떻게 활용하여 지속 가능 디자인 등의 필요한 성과를 얻고자 하는데 초점을 맞추고 있다.

결론

대부분의 북미 및 유럽 국가에서 기술 개발과 별개로 BIM 도입을 위한 다양한 노력이 이뤄지는 것을 볼 수 있다. 여기에는 일선 종사자들의 의식 전환 및 기술 적용을 위한 지침의 작성, 효율적인 정보 교환을 위한 각종표준의 제정, 민간 업체와 정부 기관과의 협력 등이 있으며 민간 주도의 노력이 돋보이는 미국과 반면 정부 및 공공기관 주도로 국제 표준인 IFC의 도입 위주로 방향을 잡고 있는 유럽 국가의 특징 또한 관찰할 수 있었다. 한편 BuildingSMART를 중심으로 IFC의 개선, 확장 및 이행안 개발을 통해 국제 협력을 강조하는 흐름 또한 관찰할 수 있었다.

이들 사례를 통해 볼 때 국내에서 BIM 활성화를 꾀하려면 다음과 같은 부분이 개선되어야 할 것으로 보인다: 첫 번째로 관련 업체들이 적극적으로 나서서 자신들이 필요한 부분에 대해 빌딩스마트 협회 등의 관련 단체를 통해 의견을 제시하여야 한다. 두 번째로

BIM의 도입 및 이를 이용한 의사소통에 필수적인 업무환경 변화에 적극적으로 대처하여야 한다. 관련 업체끼리 컨소시엄을 구성하여 BIM 기반의 새로운 업무 프로세스에 대해 논의하여야 하며 합의된 내용을 국내 표준안으로 제시하여야 한다. 세 번째로 소프트웨어 업체에 적극적으로 의견을 개진하여야 한다. 소프트웨어에서 국내실정에 맞지 않는 부분을 보완하도록 요구하여야 하며 필요한 기능이 있다면 이를 추가하도록 하여야 한다.□

참고문헌

1. Joseph Burns, "Field Goals: Chicago's new Soldier Field tackles complex geometry and construction constraints in the NFL's fastest stadium construction", Modern Steel Construction, 2004. 7, America Institute of Steel Construction (AISC), http://www.modernsteel.com/Uploads/Issues/July_2004/30731_soldier_rev.pdf
2. Danielsen, Svein Willy, International Perspective on BIM- Experiences Internationally and in Norway, 2007.8, http://www.brunamal.is/brunamalatofnun/upload/files/ictp/international_perspective_on_bim3.ppt
3. Chuck Eastman, Paul Teicholz 외, BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Collaborators, 2008, John Wiley & Sons.
4. General Services Administration, 3D-4D Building Information Modeling, 2009, <http://www.gsa.gov/bim>
5. Arto Kiviniemi, Vaino Tarandi, Jan Karlshoj, Havard Bell, Ole Jorgen Karud, Review of the Development and Implementation of IFC Compatible BIM- Erabuild Final Report, 2008.
6. NIBS, National BIM Standard: Version 1, Part 1: Overview, Principles, and Methodologies, 2007
7. 한국 빌딩스마트 협회, 특집-국내외 BIM 개발 및 적용 동향, The BIM 2009년 봄.