

지속가능성과 BIM 기술



심 창 수 | 중앙대학교 공과대학 사회기반시스템공학부 교수

1. 건설산업에서의 지속가능성의 의미

최근 건설산업에 전반적으로 화두가 되고 있는 단어들은 green building, carbon footprint, energy conservation, recycling, greenhouse gas emission, waste reduction, LEED credits, environmental stewardship 등이 있다. 이들 개념들은 건설산업이 지속가능한 설계와 개발을 하도록 요구하고 있다. 우리나라는 온실가스 배출 증가율이 경제협력개발기구(OECD) 국가 중 가장 높은 수준이며, 에너지 원단위 및 탄소 배출 원단위도 선진국에 비해 높은 수준을 나타내고 있다. 따라서, 획기적 개선 대책이 없으면, 온실가스 배출이 2020년까지 이산화탄소 배출이 8억1,300만톤으로 2005년 대비 37% 상승할 것으로 전망되고 있다. 또한, 전세계적으로 자원 고갈 및 원자재 가격 급등에 따라 기존 요소 투입 위주의 성장이 한계에 도달하였으며, 기후변화에 따른 적극적 대응이 요구되고 있다.

특히, 정부에서는 그림 1에 나타낸 것과 같이 녹색성장을 위해 2009년 7월 온실가스 감축목표 시나리오를 발표했고 2020년 온실가스 배출전망치(BAU37) 대비 21%, 27%, 30% 감축의 3가지 목표 시나리오 중 가장 높은 수준인 30% 감축 계획을

결정하였다. 이 중에서 건설산업과 관련한 온실가스 감축 목표가 상당히 높기 때문에 이에 대한 대응이 필수적으로 요구되고 있다. 건설산업에서의 지속가능성은 재료의 선택 및 제조에서부터 설계, 시공, 유지관리 및 폐기와 재활용에 이르는 전주기적인 고려가 이루어져야 달성될 수 있는 문제이기 때문에 기술자의 인식 전환이 요구된다. 발주자의 발주방식과 설계 요구사항 및 절차의 개선도 선행되어야 하는 과제이다.

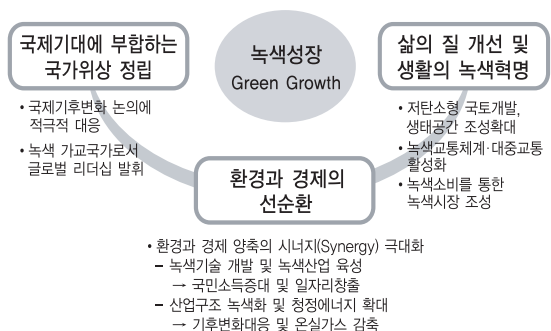


그림 1. 녹색성장의 개념(녹색성장위원회 홈페이지, <http://www.greengrowth.go.kr>)

지속가능성은 작은 의미에서는 개인이지만 큰 틀에서는 국가 및 세계적인 관점에서 바라보아야 할

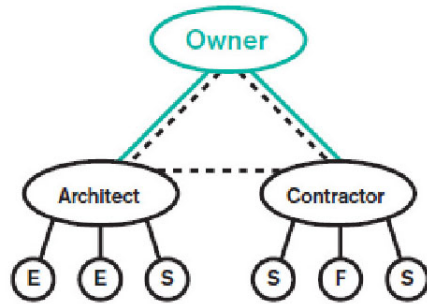
것이다. 라틴어로 “sustinere”는 견딘다는 의미를 지니고 있다. 지속가능성을 논할 때 한 가지 원칙, 두 가지 목표, 3가지 차원, 4가지 요구조건, 5가지 단계를 가지고 설명한다. 원칙은 재생산할 수 있는 것보다 많이 얻지 말라는 것이다(not to gain any more than it can reproduce). 두 가지 목표는 장기적인 발전과 미래 세대에 부담을 주지 말라는 것이다(long-term growth and discompromising future generations). 3가지 차원은 생태, 경제, 사회를 말하고 4가지 요구사항은 안전에 대한 신뢰성, 구조적 내구성, 기능성, 성능의 확장성이다. 5단계는 계획, 설계, 시공, 운영 그리고 제거를 의미한다. 당연한 논리인 듯 보이지만 실현하기는 제약조건이 상당히 많은 패러다임이고 건설분야에서 lowest price 위주의 정책에서 지속가능성 확보로 전환하기 위해서는 추가 비용에 대한 사회적 합의가 필요하다. 무엇보다 분화된 업역 및 전문 영역의 융합과 협력이 프로젝트 초기부터 이루어져야 지속가능성을 높일 수 있다.

주목할 만한 해외 사례중에 미국의 Highway for LIFE가 있는데 FHWA에서 제시하는 LIFE는 Long lasting, Innovative, Fast construction, Efficient and safe의 약자임과 동시에 도로건설에서 기술, 재료, 도구, 장비, 절차, 기준, 방법론, 실무를 모두 포괄하고 있다. 이는 현재의 칸막이식 업역 구조나 제도 혹은 관행하에서 도달하기 힘든 목표이다. 그래서, 발주처가 주도적으로 건설 프로젝트의 초기부터 많은 관계자를 참여시키는 그림 2와 같은 IPD(Integrated Project Delivery)를 적극적으로 검토하고 있다. 환경 친화적이고 신속하게 시공할 수 있을 뿐 아니라 고내구성을 확보한 저렴한 구조물은 복합적인 융합기술이 필요하고 이는 시설물의 요구성능을 제시해야 하는 발주처가 주도하는 것이 세계적인 추세이다. 한정된 자원을 효율적으로 사용하고 공유하고 재활용하는 측면에서 지속가능성 확보에 중요한 근간을 이룰 것으로 기대되고 있다.

지속가능한 개발을 위해서는 분야간 융합기술과

절차가 필요하다. 그림 3의 예에서 보듯이 우리가 가진 사회간접자본시설이 에너지 하비스팅 기술을 위해서 좋은 토대를 제공할 수 있을 것이다. 이러한 것이 실현되기 위해서는 계획단계에서부터 설계에 반영되고 그 영향을 면밀히 분석해야 할 뿐 아니라 건설, 기계, 전기, 환경 등의 종합적인 고려가 필요하다. 어느 분야가 이를 주도하여 진행하는가가 매우 중요하다. 유비쿼터스 사업 등에서 건설분야가 주도하지 못한 폐해가 많이 나타나는 것은 중요한 시사점을 제공한다. 따라서, 지속가능성이나 탄소배출 저감 등의 기술영역을 주도적으로 받아들이고 활용하는 노력이 중요하다.

Existing Model (Design-Bid-Build)



Integrated Project Delivery

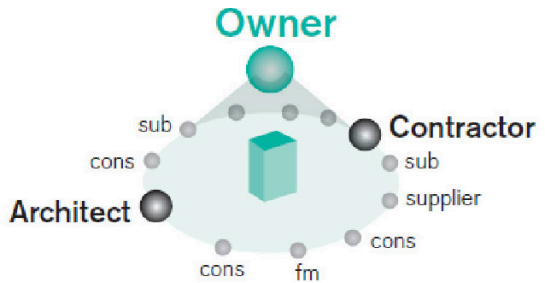
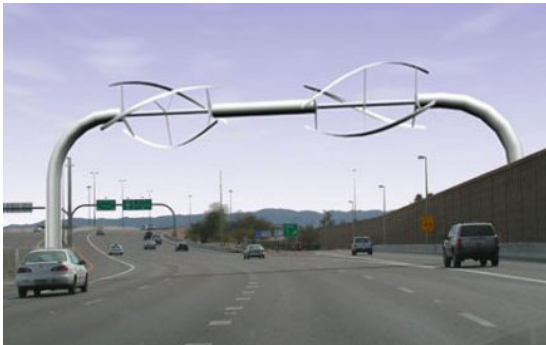


그림 2. 현재방식과 IPD방식의 차이점(AIA California Council, 2006)

지속가능성에 대한 관심뿐 아니라 많은 국가에서 고령화 및 숙련 노동력 부족에 직면하여 관심을 가지는 것이 급속시공과 기계화 시공이다. 미국의 NPCA(National Precast Concrete Association)



Arizona State University의 학생제한
(<http://florica.wordpress.com>)



Solar Wind(Lori Zimmer, 2011)

그림 3. 도로시설물을 통한 에너지 하비스팅 기술

에서 LEED(Leadership in Energy and Environmental Design)를 평가하는 시스템으로 프리캐스트 제품을 이용한 탄소저감 및 지속가능성 확보에 대한 노력을 기울이고 있는 것이 하나의 예이다. 도로 분야에서는 ABC(Accelerated Bridge Construction) 기술뿐 아니라 프리캐스트 포장도 적극적으로 개발되고 적용되고 있다.

2. 지속가능한 개발을 위한 BIM 기술의 역할

차세대 건설 기술을 몇 가지 주요 키워드로 제시하면 모듈화, 기계화, 정보화라 할 수 있다. 이는 건설 시장의 여러 여건 변화가 기존의 기술적 배경과 전혀 다른 패러다임을 요구하고 있기 때문이다. 신규 건설

시장의 축소는 숙련된 인력을 유지하기 어렵게 만들고 현장에서의 기술력의 퇴보를 가져올 수 있기 때문에 이를 만회하기 위해서 기술적 경험자산을 집약시켜야 할 필요가 있다. 모듈화와 기계화는 이러한 측면에서 향후 건설 기술 경쟁에서 매우 중요한 기술적 추세가 될 것으로 예상된다. 모듈화와 기계화 시공은 근본적으로 높은 설계 품질을 요구하게 되는데 시공성을 면밀히 고려한 설계가 필수 선결 요건이다. 설계, 제작, 시공의 단계를 거치면서 일관된 도면과 정보 흐름이 손실 없이 유지되어야 한다.

3차원 정보모델에 기반한 BIM(Building Information Modeling) 기술은 기본적으로 수학적 3차원 형상모델, 협업, 동시공학, 공유 정보모델을 근간으로 한다. 또한, 그림 4에서 보는 바와 같이 BIM 기술은 대상물뿐 아니라 절차와 자원을 함께 고려할 수 있도록 하기 때문에 현재와는 다른 훨씬 넓은 영역을 포괄하게 된다. 건설에서 하드웨어를 주로 다루는 구조, 지반, 도로, 수자원 등의 설계에서 시공관리, VE 등을 포괄하고 가용한 자원에 대한 내용을 초기부터 고려하게 하는 틀을 제공한다. 이는 기술자 개개인의 깊이있는 지식에 관련 분야에 대한 넓은 정보를 요구하게 되고 개별 기업이나 조직도 기술영역의 범위를 확장하도록 하게 된다. 자신의 영역에 국한해서 머물러 있으면 어느 순간 경쟁력을 상실하게 되는 위험성을 안게 되는 시대에 접어들었다는 의미라 볼 수 있다. 영역간의 무한경쟁에서 대

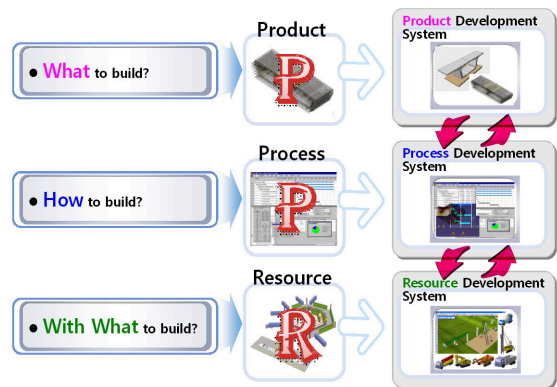


그림 4. BIM 기술이 다루는 요소(이광명, 2007)

2010년도에 시범사업의 하나로 진행한 적용 사례에서 도출한 BIM 기술 적용범위를 그림 5(c)에 정리하였다.

BIM 기술을 건설산업 혹은 사회간접자본 시설에서 지속가능성을 높이는 방향에서 적용하기 위해서는 해결해야 하는 과제가 상당수 있다. 건설, 기계, 전기, 정보통신 영역이 융합하는 시장이 형성되도록 해야 하는데 영역간의 주도권 경쟁이 치열하게 전개되고 있어 상호 협력관계와 정보의 공유, 기술 공동 개발 등이 이루어지기 힘든 여건들이 존재한다. 건설산업에서 주도적으로 첨단기술들을 흡수하기 위해서는 BIM 기술과 같이 시스템 통합 도구가 전반적으로 확산되어야 한다. 3차원 정보모델 기반의 프로젝트는 투명성이 상당히 높아지게 되는데 이해관계자의 적극적인 참여가 가능해져서 폐쇄적인 정보 유통에 기반한 업무를 해오던 영역에서는 상당한 저항이 있게 된다. 신뢰가 없는 상태에서 구축된 여러 가지 제도나 관행은 투명성에 기반해서 다시 정립되어야 한다. 건설분야가 특히 대표적인데 투명한 물량 및 견적에 기반하게 되면 적정 이윤 보장이 되도록 하는 발주 체계가 필요하다. 토공에 관한 물량 평가가 기술적으로 상당한 정확도를 갖춰갈수록 이러한 변화에 대비가 요구된다.

IPD의 적극적인 도입은 필수불가결한 선택이 될 것으로 예상된다. 신규 발주물량 감소는 좀 더 나은 시설물을 가치 기준에서 평가해야 하고 미래 세대에 부담을 전가하지 않고 각 발주처는 물론이고 지방자치단체, 정부의 지속가능성 차원에서도 초기에 다양한 주체의 참여를 보장하고 투명한 건설 프로젝트의 진행이 되도록 절차와 관행을 수정해야 한다. 탄소배출권 시장이 열리면 이에 대한 평가를 어떻게 할 것인가가 문제가 되는데 BIM 기술에서 다루는 정보의 한 축을 에너지 및 탄소배출로 규정할 수 있다. 이로부터 재료, 공법, 공정의 선택이 종합적으로 이루어질 수 있게 된다.

3. BIM 기술의 전망과 과제

국내 건설산업이 구조적인 전환기에 와 있고 뚜렷한 감소세에 있는 건설분야 정부 투자와 분야별 투자 규모의 변화는 많은 건설관련 기업들에게 새로운 변화를 요구하고 있다. 학계의 경우에도 이러한 산업 분야의 변화에 선도적으로 대응하고 미래 기술 분야를 창출하는데 주도적인 역할을 못할 경우에 미래 기술자 교육에 대한 책임을 다하기 힘들게 될 수 있다.

BIM 기술이 넘어야 할 첫 번째 관문은 3차원이자, 2차원 기반의 업무에서 3차원으로 전환하는 여러 가지 방안들이 있지만 시간과 비용이 소요되고 기존 기술자들의 심리적인 저항감이 존재하기 때문에 이를 극복하는 것이 가장 중요하다. 두 번째 관문은 기존의 관행이나 절차의 혁신이다. BIM 기술이 협업을 바탕으로 효율성을 높이기 때문에 정보의 공유나 동시공학을 위해서는 사전 준비가 많이 요구된다. 명칭, 분류체계, 모델 상세 정도, 업무 절차 및 책임소재·권한 정의, 계약 관계 등은 초기에 이루어져야 하는데 현재까지 건설 프로젝트에서 가장 중요함에도 상대적인 노력이 덜 투여되는 단계가 기획이다. 사전 준비 단계에 대한 투자가 프로젝트의 성공을 위한 필수 요소임에도 주로 시공단계에서 문제 해결을 하는 형태의 관행이 있어 왔기 때문에 설계 기술 분야가 무너지는 폐해를 가져왔고 시공에 비해서 기획·설계가 국제적 경쟁력을 갖출 수 없게 된 요인을 제공했다. 이는 현재 해외로 진출하려는 시공 업체에게도 한계로 다가오고 있다. 완성도 있는 설계 성과품이 없는 상태에서 건설 프로젝트를 수주하기도 힘들 뿐 아니라 수주 후에도 실패할 위험성이 매우 높기 때문이다. 물론, 이러한 것을 뒷받침할 수 있는 제도나 국가 정책 기초의 변화가 가장 중요한 관문인데 이는 여러 부처에서 이미 진행중이라 적극적인 의견 개진이 필요한 시점이다.

BIM 기술이 몇 가지 중요한 변화를 건설관련 기업에 가져오고 있는 것은 긍정적인 신호라고 평가된

다. 우선, 기업이 경쟁력 있는 핵심기술의 확보와 기술 자산화, 협력업체와의 상시 협조 체계 구축에 노력을 기울이고 있다. 주문 생산방식의 특성에도 불구하고 해상도로 등의 특정한 영역에서는 비용과 공기측면에서 국제적 경쟁력을 갖춘 기술 아이템이 필수적이다. BIM 기술이 비전문가나 발주처의 승인과정에서 효과적인 의사소통의 도구를 제공할 수 있다는 측면과 해외현장에서 외국 근로자를 대상으로 한 의사소통의 도구로도 활용될 수 있는 점도 주목할 만하다. 수주 기획 단계에서는 지형 파악 및 노선 계획, 지장물 처리 계획 등에 효과적으로 활용되고 있다.

BIM 기술이 특별하고 독립적인 기술이 아니기 때문에 기존의 업무에서 이를 활용하기 위해 새로운 기술영역에 익숙해지기 위한 기업과 기술자의 노력이 필요할 뿐이다. 신재료, 센싱기술, 로보틱스, 영상기술, 재생 기술 등의 영역에서 건설 산업이 주도적인 역할을 하기 위해 BIM 기술이 통합과 협업의 도구로서 패러다임 변화를 주도할 것으로 기대된다.

참고 문헌

가상건설시스템개발 연구단, 3차원 토목설계가이드라인, 2011. 04.
 심창수, 이광명, “토목분야 BIM 기반 3차원 설계 가이드라인”, 대한토목학회지, 2009, 제57권 11호, pp.22-31.
 심창수, “3차원 정보모델 기반 건설 실무적용”, 한국건설관리학회지, 2010, 제11권 제2호, pp.39-43.

심창수, “시스템 엔지니어링을 위한 BIM 기술”, 대한토목학회지, 2011, 제59권 제2호, pp.16-23.
 Chachere, John, Kunz, John and Levitt, Raymond (2003), Can You Accelerate Your Project Using Extreme Collaboration? A Model Based Analysis, *CIFE Technical Report*, Stanford University.
 CIC (2010), Project Execution Planning Guide, Version 2.0, July.
 Ekstrom, Martin & Bjornsson, Hans (2004), Information Technology and Purchasing Strategy: Two Necessary Enablers of More Efficient Construction Processes, *CIFE Technical Report #160*, October.
 Gallaher, M.P., O’Connor, A.C., Dettbarn, J.L. and Gilday, L.T. (2004) Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry, *NIST GCR 04-867*, National Institute of Standards and Technology.
 Grilo, Antonio, Jardim-Goncalves, Ricardo (2010), Challenging electronic procurement in the AEC sector: A BIM-based integrated perspective, *Automation in Construction*, doi:10.1016/j.autcon.2010.09.008.
 Thomas, S.R., Macken, C.L. and Lee, S.H. (2001) Impacts of Design/Information Technology on Building and Industrial Projects, *NIST GCR 01-828*, National Institute of Standards and Technology.