

# BIM에 관한 조경분야의 동향 및 LIM 활성화 방안

김복영\* · 손용훈\*\*

\*서울대학교 환경대학원 협동과정 조경학 · \*\*서울대학교 환경대학원

## The Current Status of BIM in the Field of Landscape Architecture and the Issues on the Adoption of LIM

Kim, Bok-Young\* · Son, Yong-Hoon\*\*

\*Interdisciplinary Program in Landscape Architecture, Graduate School of Environmental Studies,  
Seoul National University

\*\*Graduate School of Environmental Studies, Seoul National University

### ABSTRACT

Since the new millennium, BIM has been widely adopted to improve productivity in the field of architecture, engineering, and construction with the government policies of each country. After its first introduction into the field of landscape architecture in USA, BIM has been debated on its merits and limitations mainly by the European countries' academic and, at the same time, practical worlds. However, little attention has been paid to BIM, in particular, in the field of landscape architecture in Korea leaving many issues to solve to fully utilize BIM. The purpose of this study is to present the main issues and strategic agenda for the successful introduction of BIM in landscape architecture in Korea. This study shows that the new derived word of LIM(Landscape Information Modeling) instead of BIM appeared in the field of landscape architecture. Then, this paper discusses the main issues on standardization and interoperability in the adoption of LIM to create, integrate, and reuse landscape information. Finally, four strategic agenda are presented to successfully introduce LIM into the domestic field of landscape architecture by reviewing the societies of the landscape discipline in UK and Norway that play a leading role by organizing BIM working groups.

*Key Words: Building Information Modeling, Landscape Information Modeling*

### 국문초록

2000년대 초 건설분야에서 BIM은 생산성 향상을 목적으로 도입되어 각국 정부정책의 지원에 힘입어 세계적으로 사용이 급증하고 있다. 조경분야에서는 미국 ASLA에서 BIM 도입에 관한 논의가 처음 진행된 이후, 유럽을 중심으로 연구가 확산되고 있고, 영국, 노르웨이 등은 이미 조직적인 활동을 수행하고 있다. 반면, 국내 조경분야에서 관련 연구는 매우 드물며, 현업의 BIM 적용에는 많은 어려움이 있다. 이에 본 연구에서는 해외 조경분야의 BIM 도입 동향을 파악하고,

---

**Corresponding author:** Yong-Hoon Son, Graduate School of Environmental Studies, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea, Tel.: +82-2-880-8107, Fax: +82-2-874-7181, E-mail: sonyh@snu.ac.kr

국내 조경분야의 활성화 방안을 도출하고자 하였다. 연구 결과, 건축정보모델링을 의미하는 BIM이 조경분야에서 새로이 조경정보모델링을 의미하는 LIM(Landscape Information Modeling)이라는 용어로 통용되는 추세임을 확인했다. 또한 LIM의 활성화를 위해 조경정보의 통합과 재활용을 위한 정보 표준화와 호환성 확보 문제를 해결해야 하는데, 이를 위해 BIM의 정보표준인 IFC를 조경업에 맞추어 확대하려는 활동이 이루어지고 있고, BIM과 GIS 연계를 통한 통합정보를 구축하는 연구도 이루어지고 있음을 확인했다. 특히 영국과 노르웨이 조경협회는 working group들을 조직하여 조경분야에서의 BIM 도입을 선도하고 있는데, 이는 국내 조경분야의 LIM 활성화 방안을 수립하는데 유용한 참고사례가 된다. 따라서 연구의 고찰로서 이들 국가의 조경협회에서 수행하는 사업을 정리하여 국내 조경분야의 LIM 활성화에 필요한 4가지 방안을 제시하였다.

주제어: 건축 정보 모델링, 조경 정보 모델링

## 1. 서론

### 1. 연구배경 및 목적

BIM(Building Information Modeling, 이하 BIM)은 건축, 토목, 플랜트를 포함한 건설 전 분야에서 시설물 객체의 물리적 혹은 기능적 특성에 의하여 시설물 수명주기 동안 의사결정을 하는데 신뢰할 수 있는 근거를 제공하는 디지털 모델과 그의 작성을 위한 업무절차이다(Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, 2010). 미국 건설시장 관련 전문서적 출판사인 McGraw-Hill Construction의 Smart Market Report에 의하면 미국 건설분야에서 BIM을 도입하여 사용하고 있는 비율은 2007년 17%에서 2012년 71%로 급격히 증가하였다(McGraw-Hill Construction, 2013). 국내에서는 2008년도에 한국 빌딩스마트협회(BuildingSMART Korea)<sup>1)</sup> 및 한국 BIM학회가 구성되면서 도입에 박차를 가하고 있다. 2009년 용인시민체육공원 조성 사업을 비롯하여 도입 초기에는 공공기관 위주로 BIM이 사용되기 시작하였으나, 한국 빌딩스마트협회에서 집계한 2013년 BIM 적용사업 실적을 살펴보면 전체 194건에 계약형태는 공공공사 39.84%, 민간공사 60.16%로 과거에 비해 BIM 사용이 공공발주 위주에서 점차 민간발주로 확대되고 있음을 알 수 있다<sup>2)</sup>.

기존 설계 업무절차에 비해 BIM이 갖는 장점은 3D 모델링을 통한 설계와 시공과의 연계성, 간섭체크, 공정 시물레이션과 견적, 그리고 에너지 절감 등 건설산업의 생산성을 향상시킨다는 점이다. 또한 최근에는 설계·시공 분리방식과 같이 과거 진행되어오던 사업방식에 대한 반성으로 새로운 통합사업방식(Integrated Project Delivery, 이하 IPD)<sup>3)</sup>이 제시되고 있는데, 이러한 변화에서 BIM은 필수조건이 되고 있다. IPD는 설계 전 과정에서 참여자들의 참여 시점을 앞당기고 운영방식을 통합함으로써 의사결정을 초기에 조율하고, 후기에 발생하는 설계변경을 최소화할 수 있다는 장점이 있다. 이를 실현하기 위해서 효율적 협업과 정보 공유가 필수적인데, 물리적, 기능적 정

보를 생성하고 재활용하는 업무절차인 BIM은 IPD의 작업환경과 관리체계를 구축해준다. 즉, 다양한 업무 프로세스에서 발생하는 설계도서 및 의사전달에 대한 불확실성을 제거하고, 시공 품질 향상과 공기 단축을 달성할 수 있으며, 의사결정의 정확성을 높이고, 시공단계에서의 설계변경을 감소시킴으로써 그에 따르는 리스크 발생 가능성을 최소화할 수 있다(Kim and Park, 2013).

이와 함께 각국 정부의 BIM 활성화 정책에 힘입어 서구의 조경분야에서는 BIM 도입을 서두르고 있으며, 조경정보모델링을 의미하는 LIM(Landscape Information Modeling)이라는 새로이 파생된 용어를 사용하고 있다. 특히 영국을 비롯한 북유럽 국가의 조경분야에서는 전통적 조경 설계방법이 가지는 비효율성과 생산성 저하를 극복하고, 건설산업에서 조경이 가지는 위상을 재정립하기 위한 기회로 BIM 도입을 바라보며 적극적인 행보를 보이고 있다.

조경분야의 BIM에 관한 연구는 영국과 북유럽을 중심으로 진행되었다. Bostadlökken(2009)은 BIM 도입 가능성과 효과검토를 위하여 노르웨이 공기관인 Statsbygg, 소프트웨어 개발업체, 조경분야의 대학 및 연구기관, 조경설계사무소, 그리고 조경시설물 제작업체를 대상으로 설문조사와 인터뷰를 실시하였다. 조경설계사무소 16곳을 인터뷰한 결과, 45%가 BIM 사용 의무화에 대한 대응책을 마련하고 있었고, 2곳은 파일럿 프로젝트를 진행 중에 있었다. 인터뷰에서 드러난 사실은 공기관에서는 IFC(Industry Foundation Classes)<sup>4)</sup>를 통한 국제 표준화를 강조하지만, 이러한 표준화에 조경분야에서 다루는 대상이나 요소에 대한 수용성이 미흡하다는 것이었다.

Jenson(2012)은 노르웨이에서 실행된 4개 BIM 프로젝트 사례를 분석했다. 3D 모델 작업에 시간과 노력이 소요되지만, BIM이 통합된 정보의 원활한 교환, 효과적 시각화, 분야간 간섭 체크로 효율성을 높이는데 기여한다고 하였다. 또한 그는 오늘날에 위치한 헤르슬렘 중학교(Hersleb skole)를 대상으로 하여 조경분야에서 4D(공정관리 및 시물레이션)와 5D(수량산

출 및 견적)의 적용이 가능하다는 것을 보여주었다(Figure 1 참조). Lenngren(2012)은 조경가들을 대상으로 한 면접에서 BIM이 조경가에게 어떤 영향을 줄 것인지를 연구하였다. 평면과 단면도보다 3D와 BIM으로 작업하는 것이 공간과 형태 개념을 수립하는 데에 도움을 주며, 2D에 익숙하지 않은 사람들과 의사소통할 때에도 훨씬 수월하다는 결과를 확인하였다. 그러나 소프트웨어들은 아직 조경에 필요한 도구들이 제한되어 있고, 객체 라이브러리가 부족하다고 지적했다. Larsson(2013)은 BIM을 통한 가상 설계 및 시공이 설계 초기에 많은 정보들을 입력해야 하지만, 후기로 갈수록 그 정보 가치가 높아지게 되므로 조경가들이 이러한 기술을 직접 담당함으로써 설계비를 상승시킬 수 있다고 주장하였다. 그리고 이러한 기술 도입은 건설업 분야에서 조경가의 위상을 상승시킬 수 있는 좋은 기회라고 전하였다.

국외에서는 BIM에 대한 연구가 건설업 뿐 아니라 조경분야에서도 구체적으로 이루어지고 있는데 반하여, 국내의 BIM 연구는 초기단계다. Seo(2013)는 건축에 최적화되어 있는 BIM 프로그램에 대하여 조경에서 활용 가능한 템플릿 개발을 연구하였다. 하지만 조경분야의 BIM에 관해서 심도 있게 연구된 사례는 매우 드물다. 또한 정부정책 및 건설산업 추세에 따라 조경분야에서도 적극적으로 BIM 도입을 검토할 시기라는 의견은 있지만, 현업에서의 BIM 적용은 많은 어려움이 있다. 아직까지 조경분야에서는 BIM의 개념과 특징, 도입 필요성 여부

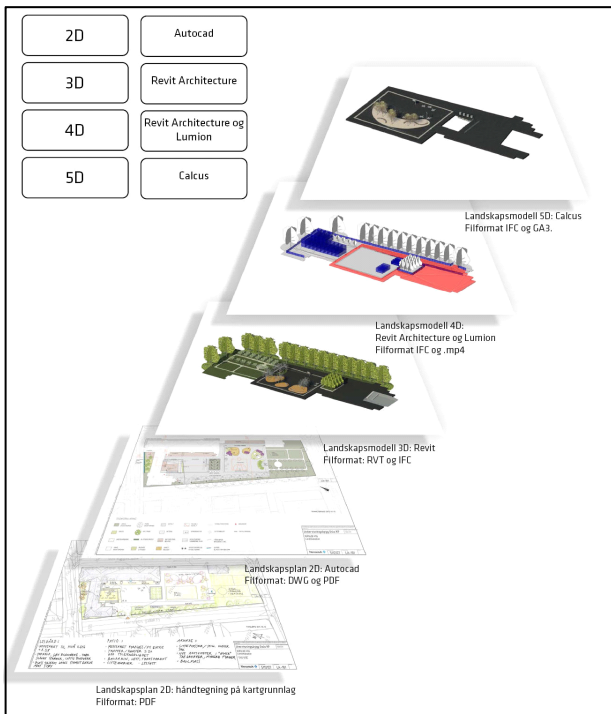


Figure 1. Metode fra 2D til 5D(Method from 2D to 5D)  
Source: Jenson, 2012: 74

등이 논의되지 못한 상황이고, 설령 도입한다고 해도 어떻게 적용되어야 하는가 하는 논의도 되어 있지 않다.

이에 본 연구에서는 조경 설계방법의 새로운 전환점을 마련하고 있는 BIM을 연구대상으로 하여 관련 문헌을 검토하고, 이를 통해서 해외 조경분야에서의 BIM 도입 동향을 살펴보았다. 이를 바탕으로 향후 국내 조경분야의 BIM 도입과 활성화 방안을 도출하고 시사점을 고찰하였다. 본 연구는 아직 기초적인 연구가 수행되지 않은 조경분야의 BIM 활성화 방안을 고찰함으로써, 건설업에서 조경분야의 전문성과 업무 영역을 확실히 하고 위상을 정립하는데 중요한 의의가 있다.

## 2. 연구방법 및 내용

본 연구는 국내의 문헌연구 및 인터넷 자료를 토대로 건설분야에서 BIM이 등장하게 된 배경, 정의, 특성 및 효과를 파악하였다. 특히 BIM의 정의는 관련협회나 정부기관, 소프트웨어 개발업체별로 다양하게 이루어지고 있으므로, 협회와 기관의 문서와 지침, 그리고 개발업체의 해당 웹사이트를 통해 공식적으로 공개된 정의를 조사하였다. 이를 통해 BIM이 조경분야에 적용될 수 있는 가능성을 확인하였다.

다음으로 조경분야에서 이루어진 BIM에 관한 논의와 연구, 관련 협회의 동향을 조사하였다. 주로 정부정책상 BIM 사용을 의무화하고 있는 국가들에서 BIM 도입에 관한 조경분야의 활동이 활발히 이루어졌다. 여기에는 미국, 영국, 북유럽의 서구 국가들이 포함되므로 일차적으로 이들 국가들의 조경관련 협회의 활동을 검색하였다. 그 결과, BIM에 대한 초기 논의가 이루어진 미국조경가협회(American Society of Landscape Architects, 이하 ASLA), 그리고 영국조경협회(Landscape Institute, 이하 LI)와 노르웨이조경협회(Norske Landskapsarkitekters Forening, 이하 NLA)에서 조직적이고 체계적으로 BIM 도입을 준비하고 있다는 점을 확인하였고, 이들 협회들을 중심으로 발간지, 기술 정보지, 뉴스레터, 컨퍼런스 및 행사 자료집과 유인물, 학술저널 등을 조사하였다. 주된 분석자료는 BIM 도입을 위해 협회 내에 결성된 working group들의 회의록과 지침서, 협회에서 발행하는 BIM 관련 연구보고서 등이다. 마지막으로 분석내용을 바탕으로 아직 초기단계인 국내 조경분야에 있어서 BIM이 도입되어야 하는 이유와 조경분야에서 BIM을 활성화하기 위해서 해결해야 할 사항들을 정리하며 시사점을 고찰하였다.

## II. BIM의 정의와 특성 및 국가별 정책

### 1. BIM의 정의

BIM은 어떤 관점을 강조하느냐에 따라 조금씩 정의가 다르

다. 초기에 BIM은 Building Information Modeling “Software”로 특정 소프트웨어를 지칭하는 것으로 인식되기도 했다. 한편, BIM을 모델링 결과물로 본다면 Building Information “Model”로서 3차원의 기하학적 형태와 다양한 속성정보가 함께 포함된 디지털 정보 모델이라고 할 수 있고, 정보의 생성과 재활용 과정을 중요하게 본다면 Building Information “Modeling”이라고 할 수 있으며, 정보관리의 측면에 초점을 맞추면 Building Information “Management”라고 할 수도 있다(AIA, 2008: 13; AGC, 2006: 3; GSA, 2007: 3; <http://www.buildingsmart.org>; <http://www.autodesk.com>; <http://www.bentley.com>; <http://www.wbdg.org/bim/bim.php>).

특히 LI는 다음과 같이 BIM을 정의한다<sup>5)</sup>. “Building Information Modelling(BIM) is an integrated process built on coordinated, reliable information about a project from design through construction and into operations. It will help improve coordination, enhance accuracy, reduce waste and enable better-informed decisions earlier in the process. This is independent of any software. Building is used as a verb, not a noun.” 이처럼 현재 통용되는 BIM의 개념은 대개 결과물인 모델보다 과정을 중시하여 Building Information Modeling으로 해석된다. 또한 LI에서 지적한 것처럼 BIM의 B가 “건축물(Building)”이 아닌 “건설하다(to Build)”라는 행위를 의미한다고 했을 때 BIM의 개념은 건축분야를 초월하여 여러 분야에도 적용이 가능하다. 따라서 BIM의 정의는 “시설물의 물리적, 기능적 특성에 대한 정보를 디지털화하고 3D 모델링하여 다양한 사업 참여자들이 시설물의 전 생애주기 동안 그 정보를 생산, 통합하고 재활용할 수 있도록 하는 업무절차”라고 할 수 있다.

BIM의 개념이 건설분야에 도입되어 단기간에 확산된 배경에는 2000년대 전후에 이루어진 건설산업계의 낮은 노동생산성에 대한 반성과 새로운 사업방식인 IPD의 등장이었다. 2004년 Teicholz이 실시한 건설산업의 노동생산성에 대한 연구는 건설산업계에 큰 반성과 자극을 일으켰다(Lee, 2011; Eastman *et al.*, 2014). Teicholz은 1964년부터 2003년까지 40년간 미국의 건설산업과 비농업산업 노동생산성<sup>6)</sup>을 분석한 결과, 비농업산업의 노동생산성은 2배 이상 증가하였으나, 그 사이 건설산업의 노동생산성은 도리어 감소했다고 전하였다. 건설산업에서 자동화, 정보시스템의 도입이 이루어지지 않았고, 아직도 노동집약적 사업유형의 비율이 크며, 비생산적 방식에 의존하는 점이 노동생산성 저하의 주된 이유로 지적되었다. 따라서 그는 건설산업의 설계, 협력, 입찰, 계획 및 시행의 효율성과 실질적 가치를 상승시키기 위한 해결방안으로서 “3D 객체 기반 CAD” 도입을 주장하였다(Teicholz, 2004).

2007년 미국건축가협회(The American Institute of Architects, 이하 AIA)는 통합적 사업방식인 IPD의 가이드를 발표하였다.

AIA(2007)에 의하면 설계 의사결정이 초기에 이루어지면 긍정적인 영향을 미치는 기회는 극대화된다. 의사결정이 비용과 기능에 영향을 미치는 정도는 프로젝트 초기에서 증가하고, 설계 변경에 소요되는 비용은 후기로 갈수록 증가하기 때문이다. IPD는 기획, 설계, 시공, 유지관리 단계로 분리되어 각각 다른 계약자가 업무를 수행하는 전통적 사업방식에서 벗어나, 협력업체와 시공자 등 참여자들의 참여 시점을 기획단계로 앞당기고 운영방식을 통합함으로써 초기에 중요한 의사결정이 이루어지고, 시공단계에서 발생하는 설계변경 문제를 최소화할 수 있다(Kim, 2010). 이러한 이상적 사업방식인 IPD 개념을 실현하기 위해서는 참여자 간의 다양한 업무에서 생성되는 정보를 효율적으로 공유, 재활용하도록 하는 통합적 작업환경이 요구되는데, 물리적, 기능적 정보를 생성하고 재활용하는 업무절차인 BIM은 이를 위한 작업환경으로 주목받고 있다(Kang *et al.*, 2013; Flohr and Pihlak, 2011; Kim and Park, 2013).

## 2. BIM의 특성 및 효과

BIM의 특성은 Table 1과 같이 다양한 속성정보(properties), 3D 객체기반 파라메트릭 모델링(3D object-based parametric modeling), 상호운용성(interoperability)의 세 가지로 요약될 수 있다(Eastman *et al.*, 2014; Park *et al.*, 2009).

첫째, BIM의 속성정보에는 물리적 형상정보 외에 가격, 보수이력, 에너지 효율성, 건설공정 등에 관한 기능적 정보들이 담겨 있으므로 물량산출, 시방서, 에너지 분석, 시설물 운영관리 등 다양한 분석과 업무 프로세스에 필요한 정보를 제공한다. 이로써 4D, 5D, 그리고 nD(에너지, 유지관리, 지속가능성, 기타 안전 등을 의미하는 시설물 생애주기의 행위)를 효율적으로 진행할 수 있다(Yamanashi, 2011). 특히 친환경과 에너지 절감을 통한 지속가능한 건축물을 지향하면서 국내의 친환경 건축물 인증제도 등 국제적으로 건축물 성능을 평가하는 여러 가지 제도가 시행되고 있으며, 이에 친환경과 에너지관리를 효율적으로 시행할 수 있는 도구로서 BIM이 거론되고 있다<sup>7)</sup>.

둘째, BIM에서 지향하는 3D 모델링은 객체를 기반으로 하여 고정된 객체와 속성이 아닌 매개변수(parameter)와 정해진 규칙으로 운용되는 변화 가능한 객체기반 파라메트릭 모델링을 사용한다. 즉, 점선면의 기하학적 정보가 아닌 구조, 벽, 기둥, 지붕 등의 건축물의 실제적인 객체가 모델링 단위가 된다. 여기에서 변화 가능한 객체란 매개변수를 변경하면 관련된 객체의 형상 및 위치, 다양한 뷰의 도면 편집이 자동으로 이루어지는 것을 의미한다. 또한 객체간의 조건을 설정하고 매개변수를 변경하면 다양한 객체 라이브러리(library)<sup>8)</sup> 제작이 가능하므로 모델링 작성에 편의성을 도모할 수 있다(Monedero, 2000; Park and Hong, 2010; Park and Jun, 2008; Kim and Jun,

Table 1. Features and effects of BIM

Features of BIM	Effects of BIM
Various properties	<ul style="list-style-type: none"> <li>Information for a variety of analysis such as quantities take-off, specifications, energy analysis, and facilities management during the life cycle of a facility</li> <li>Decrease of RFI(Request For Information)</li> <li>For clients and owners, to review and evaluate on requirements and functions of a plan in advance, and to complete construction within the budget and time limit</li> <li>For constructors, to reduce design errors and conduct interference checking, 4D(construction simulation), 5D(cost estimation), fabrication of correct parts and pre-production</li> <li>For facility managers, to enable effective maintenance of various materials and equipments using BIM model information by connecting it to a facility operation management system</li> </ul>
3D object-based parametric modeling	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efficiency on editing the shapes, positions, and drawings of related objects automatically by changing parameters</li> <li>Possibility to create models effectively with various libraries</li> <li>Advantages to design a free form building</li> <li>For designers, to produce and review shapes, visualize design intentions, generate and edit 2D drawings automatically</li> </ul>
Interoperability	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sharing and recycling information by all levels of participants during the life cycle of a facility</li> <li>Time and labor saving by eliminating duplication and discrepancies for entering information</li> <li>Better design quality and communication between participants by removing the gap between design and construction phases</li> <li>Working platforms that implement IPD</li> </ul>

Source: Kang *et al.*, 2013: 50-51; Eastman *et al.*, 2014: 30-34; Lim and Han, 2013: 114; Monedero, 2000: 372-372; Park and Hong, 2010: 244; Park and Jun, 2008: 336; Park *et al.*, 2009: 226; Posco, 2013: 86; Yamanashi, 2011. Author edited

2009; Moon, 2011).

셋째, 디지털 정보를 원활히 교환하는 능력을 의미하는 상호 운용성으로서 시설물 전 생애주기 동안 사용될 데이터를 여러 분야의 참여자들이 다양한 용도로 활용하는 것이다(Kang *et al.*, 2013; Lim and Han, 2013). 시설물의 기획, 설계, 시공, 유지관리, 철거에 이르기까지 모든 단계의 참여자들이 정보를 생산, 공유, 재활용하여 정보 입력의 중복에 따른 시간 및 인력 소모, 도면간의 불일치나 오기입 등의 오류를 줄일 수 있다. 따라서 BIM은 단독으로 사용하였을 때보다 정보를 교환, 재활용할 때 그 효과가 배가된다. BIM이 IPD를 구현해줄 수 있는 작업환경이 될 수 있는 것도 이 특성 때문이다.

그러나 이러한 기대효과와 함께 BIM 도입을 위해 해결해야 할 과제들이 있다. 다양한 참여자들이 함께 데이터를 생성하고 공유하기 때문에 발생하는 정보의 신뢰성과 소유권의 문제, 데이터 충돌에 의한 간섭과 책임 소재의 문제 등이 발생한다. 그리고 BIM을 구현하기 위해 필요한 하드웨어와 소프트웨어의 구비에 따른 경제적 비용 증가, 방대한 BIM 모델의 데이터와 협업을 위한 서버 공간의 필요, 새로운 BIM 업무에 따른 인력과 시간의 투자, 그리고 아직 완벽하게 해결되지 않은 정보교환을 위한 호환성의 문제 등이 있다(Kim, 2010; Jung, 2010; Sipes, 2008).

### 3. BIM 관련 정책 및 국내 추진상황

BIM이 빠른 속도로 활성화된 것은 BIM 자체가 가지는 생산성 향상의 긍정적 효과와 함께 BIM 사용을 의무화하는 정부정책이 작용한 점을 들 수 있다(Table 2 참조). 미국은 조달청

(General Services Administration, 이하 GSA)에서 2006년부터 IFC 기반 BIM 모델을 납품 표준으로 채택하고, 2007년 BIM 가이드 시리즈를 배포하였으며, 국립건설과학협회(The National Institute of Building Sciences, NIBS)에서는 국가표준인 NBIMS-US(National Building Information Modeling Standard-US)를 제정하였다.

영국은 2011년 정부 건설 발주자 그룹(UK Government Construction Client Group, 이하 GCCG)에서 BIM 활용 관계자 전략 보고서(BIM Working Party Strategy Paper)를 발표한 이후 BIM 활용을 정부건설전략에 포함시켰다. 이 보고서에서는 BIM 성숙도를 Figure 2와 같이 4단계<sup>9)</sup>로 나누고 단계별 전략을 세웠으며, 2016년 이후 모든 공공사업에 BIM을 적용시킬 계획이다. 노르웨이는 공기관인 Statsbygg에서 2010년 이후 모든 공공사업에 BIM과 IFC를 의무화하도록 하였다.

우리나라의 경우, 조달청에서 2010년 처음 BIM을 적용하여 2012년 500억 원 이상의 터키·설계공모 건축공사에 BIM 적용을 의무화하였고, 국제적 추세에 따라 2016년부터 발주하는 모든 공공설계에 BIM 적용을 의무화할 예정이다. 2010년 국토해양부에서는 건축분야 BIM 적용 가이드를 작성하여 국내 건축분야의 발주자, 설계사, 건설사, 관련업체 등 공공 또는 민간부문의 기관들이 BIM 업무에 대한 실무기준을 만들기 위한 방법과 여건을 제공하고자 하였다. 조달청에서 작성된 BIM 적용 기본지침서(Public Procurement Service, 2013)를 살펴보면 설계공모, 일괄입찰공사 기본설계, 실시설계단계에서의 BIM 적용지침을 제시하고 있으며, 특히 실시설계단계에서는 식재, 수목을 제외한 조경시설물, 바닥포장 등 주요 조경시설물을 BIM 객체 작성대상에 포함시키고 있다. 또한 국토해양부 산하 한국

Table 2. BIM-related policies of government organizations

Government organizations		BIM-related policies
USA	GSA(General Services Administration)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Began requiring the delivery of BIM for major federal building projects from 2006</li> <li>• Published the BIM Guide Series for employees and consultants engaging in BIM practices in 2007</li> <li>• NASA, Department of Defense, and National Coast Guard have plans or adopted IFC-based BIM</li> </ul>
	NIBS(The National Institute of Building Sciences)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Established NBIMS-US(National Building Information Modeling Standard-US) for standards to support critical business contexts using standard semantics and ontologies in 2007</li> </ul>
UK	GCCG(UK Government Construction Client Group)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Released the BIM Working Party Strategy Paper, initially drafted in 2011</li> <li>• Set BIM Maturity Model defining the levels from 0 to 3 in the strategy paper to enable clear articulation of the levels of competence expected and the supporting standards and guidance notes</li> </ul>
	Cabinet Office	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Published The Government Construction Strategy to announce the intention for BIM in 2011</li> <li>• Requires BIM on all public sector construction projects by 2016</li> </ul>
Norway	Statsbygg	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 projects had used BIM in 2007</li> <li>• All of Statsbygg projects have use IFC/IFD based BIM from 2010</li> </ul>
South Korea	Public Procurement Service	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adopted BIM for the first project in 2010, and made BIM compulsory for all Design-Build projects over \$50 million in 2012</li> <li>• Published Guideline for public facility projects in 2010</li> <li>• Made BIM compulsory for all public sector projects by 2016</li> </ul>
	Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Published BIM Guide in 2010</li> <li>• Virtual Construction Research Center published BIM Application Design Guideline in 2010 with the support of KICTEP(Korea Institute of Construction &amp; Transportation Technology Evaluation and Planning)</li> </ul>

Source: Virtual Construction Research Group, 2010: 7; Kim *et al.*, 2011: 11-15; Lee, 2011: 47; Kim and Park, 2012: 8-10; Choi, 2012: 20-21; Kwon and Jo, 2011: 267-269, Author edited

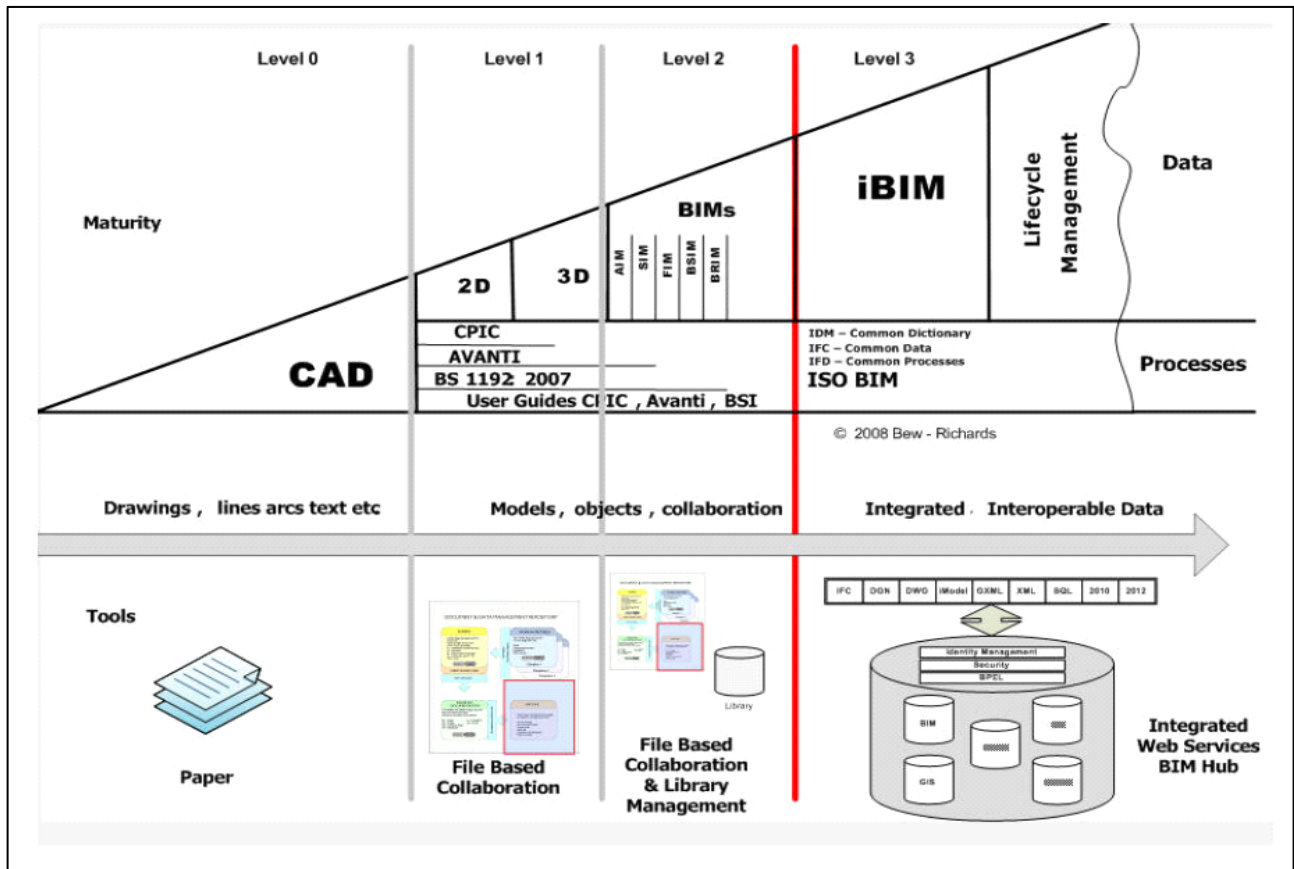


Figure 2. BIM maturity model defined by UK GCCG

Source: GCCG, 2011: 16

건설교통기술평가원(KICTEP)의 지원으로 2010년 가상건설연구단(Virtual Construction Research Center)에서 작성한 BIM 적용 설계가이드라인의 건축설계지침에서는 건축, 구조, 설비, 토목, 조경의 5개 전문분야별로 기획업무, 계획설계, 기본설계, 실시설계에 해당하는 4개 단계별 모델을 생성할 것과 기존관례에 따라 조경분야의 설계도서목록을 BIM 모델을 활용하여 작성, 제출할 것을 권장하고 있다.

이러한 정부 정책에 힘입어 국내 건축분야에서는 2009년 용인시에서 발주한 용인시민체육공원 조성사업과 서울시의 동대문운동장 공원화 사업 및 디자인 플라자 건립 사업(Dongdaemun Design Plaza & Park, 이하 DDP) 등 공공기관 발주 위주로 BIM이 사용되기 시작하였으며, 현재 대규모 건축설계사무소 및 건설사들을 중심으로 BIM을 활용하여 다수의 민간 발주 프로젝트가 수행되고 있다. 그러나 여전히 조경 분야에서의 BIM 활용은 이루어지지 않는 상황이다. DDP의 경우를 살펴보면(Seoul Metropolitan Government, 2013) 3차원 곡면의 비정형적 외형으로 설계된 공원 내 건축물은 설계 및 시공상의 어려움을 극복하기 위하여 BIM을 도입하였고, 이에 3D 시뮬레이션에 의한 입체 출력으로 보다 정교하고 효율적인 완공이 가능해졌다. 하지만 식재, 옥상녹화, 포장, 구조물 및 시설물, 관수급수 시설 등을 포함한 조경 설계 및 시공은 BIM과 무관하게 이루어짐을 알 수 있다. 이렇듯 조경분야의 BIM 활성화 속도가 느린 것은 국토해양부의 BIM 적용 가이드에서 건설전문분야로서 조경이 BIM 도입 분야에 포함되지만, 건축분야와는 달리 조달청의 기본지침서에서 실시설계단계를 제외한 시설사업의 BIM 데이터 작성 대상에서 조경 객체들을 허용하지 않는 등 적극적인 활성화 정책이 이루어지지 않는 것이 하나의 요인이 될 수 있다.

### III. 조경분야의 BIM 도입과 LIM 활성화 방안

#### 1. 조경분야의 BIM 도입 논의와 LIM의 등장

조경분야에서 BIM에 대한 관심을 가지게 된 것은 최근의 일이다. Howe(2006)가 ASLA의 Professional Practice Networks (PPNs)<sup>10)</sup>의 설계 및 시공(Design-Build) 분야 모임에서 발간

하는 뉴스레터에 BIM에 관한 글을 기고하면서 조경설계 및 시공회사에 BIM이 가져올 효율성을 환기시켰다. 비지능적 2D 투시도에서 지능적 3D 모델로의 전환은 조경가들이 견적, 도면, 사실적 프리젠테이션을 효율적으로 수행할 수 있도록 도와준다는 것이다. Sipes(2007)는 BIM 기술이 기존 조경계획 및 설계방법, 그리고 관련 분야 전문가들과의 공동 작업방식을 완전히 변화시킬 것이라고 했으며, 수년 내에 주요한 건축 프로젝트에 참여하려면 반드시 BIM을 알아야 한다고 지적했다. 또한 그는 ASLA의 연간 기술정보지 LATTIS(Landscape Architecture Technical Information Series)에서 공공기관 시설물의 설계 및 시공사업을 주도하는 GSA에서 BIM 사용을 요구하고 있으므로 앞으로 공공기관의 사업을 수주하기 위해서는 BIM을 반드시 사용해야 한다고 하였다(Sipes, 2008). 그리고 그는 BIM의 개념이 건축에서 조경분야로 확대, 적용된 개념으로서 Site Information Models(SIM)과 Land Information Models(LIM)이 있을 수 있으며, 여기에서 조경가들이 주도적인 역할을 해야 한다고 하였다. Hanna(2010)는 조경분야에서 IPD 필요성을 논하면서 조경에서는 GIS 또는 SIM이 건축의 BIM과 같은 역할을 할 것이라고 하였다. Lipscomb는 ASLA Annual Meeting & Expo에서 조경설계에서 BIM 사용 압박에 대한 건설업계의 상황을 전하였다. 통합된 작업 환경을 이루기 위해 현재는 주로 큰 건설사의 조경부서나 대규모 조경설계사무소에서 BIM의 도입을 권유받고 있지만, 앞으로는 소규모 사무소에도 여파가 미칠 것이라고 하였다(Lipscomb *et al.*, 2011).

Table 3은 LIM에 대한 다양한 정의를 요약한 것이다. Sipes(2008)는 LIM을 Land Information Models라고 하였지만, LI는 Landscape Information Modelling으로 정의하면서 "LIM은 BIM과 유사하지만 조경설계와 시공을 위한 것으로 BIM의 부분집합"이라고 하였다. NLA 역시 LIM을 Landscape Information Model 또는 Modeling으로 정의하였다. 이후 Ahmad and Aliyu(2012)가 DLA Conference<sup>11)</sup>에서, 그리고 Davis(2013)가 조경과 설계수단을 논하는 연구논문에서 LIM을 Landscape Information Modeling이라 칭하는 등 여러 자료에서 BIM의 조경 버전으로서 LIM이 통용되고 있다. 이는 건축물이 위치하는 부지 또는 지리정보체계의 데이터 등 객관적, 사실적 분석 대상

Table 3. Definitions of LIM

Individuals or organizations	Definitions	Contents
Sipes, J.	Land Information Models	LIM would be used for community or regional scale applications while SIM(Site Information Models) would address site-oriented applications.
LI(Landscape Institute)	Landscape Information Modelling	BIM for landscape design and construction, term is synonymous with BIM, but for a particular subset.
NLA(Norske Landskapsarkitekters Forening)	Landskaps Informasjon Modell (Modellering)	I mangel av et bedre ord for BIM for landskap(When a suitable word is needed for BIM for landscape).

Source: Sipes, 2008: 2, 21; <http://underland.no>; <http://www.landscapeinstitute.org>. Author edited



인 'land'와 'site'에 초점을 실지 않고, 미적 가치가 가미된 하나의 장면이자 조경분야의 실질적 설계대상인 'landscape'로 정보 모델의 적용대상이 확대, 전환된 것으로 해석된다. 따라서 BIM을 건축정보모델링이라고 한정하여 정의한다면 이에 비해 LIM (Landscape Information Modeling)은 조경정보모델링이라고 할 수 있다.

조경분야에서 LIM의 필요성은 외적 요인으로서 공공기관 및 건설분야에서 벌어지는 프로젝트 수주 환경의 변화가 있고, 이와 함께 내적 요인으로서 LIM이 가져오는 효과를 들 수 있다. 선행연구에서 언급된 BIM의 효과로는 3D 모델링 제작으로 인한 개념 전개 및 공간 설계의 능력 향상, 도면 작성 자동화 및 오류 감소, 간섭체크, 분야간 의사 전달 및 소통 향상, 통합된 정보의 교환 등이 있는데, 이는 조경분야에 LIM을 도입하고자 하는 필요성으로 귀결되며, 다음과 같이 설명된다.

첫째, 개념 전개와 설계 능력 향상, 도면 작성 자동화와 오류 감소 등 조경분야의 생산성을 높일 수 있다. 조경설계는 기본계획을 바탕으로 기본적 설계내용을 설계도서에 표기하는 조경기본설계와 이를 구체화하여 실제 시공에 필요한 내용을 설계도서에 표기하는 조경실시설계를 통칭한다(Korean Institute of Landscape Architecture, 2007). 설계과정에 LIM을 도입하면 물리적, 기능적 정보가 통합된 모델에서 설계가 진행되므로 기본계획, 기본설계, 실시설계로 설계가 전개될 때 고려해야 할 요소와 정보들을 총체적으로 관리하면서 설계를 진행할 수 있다. 그리고 전통적 설계방법에서는 각 단계마다 수작업에 의존하여 도면을 제작하고 출력하게 되는데, 법규 검토, 면적 확인, 도면 작성, 수량 산출 등에서 정보 누락, 오류, 불일치 등 설계하자가 발생할 수 있다(Lee, 2011). 특히 반복되는 설계 변경과 그에 따른 정보 채입력으로 인해 작업 지연과 추가비용이 발생하기도 한다. 이것은 파라메트릭 객체에 의해 자동 변경되는 3D 모델링 제작 도구를 사용하여 설계 전단계의 정보를 재활

용함으로써 극복 가능하다.

둘째, 간섭체크, 의사소통 향상, 통합된 정보의 교환 등이 자유로이 이루어지면서 분야간 연계성이 확보되고 IPD에서 지향하는 협업의 작업환경이 마련된다. 이것은 IDEF0 모델링<sup>12)</sup>을 토대로 전통적 설계방식과 IPD를 비교 분석한 Lee and Jun (2007)의 연구에서도 증명되었다. 기존 설계방식에서는 조경을 비롯한 타분야와의 협업이 실시설계단계에서 이루어지므로 설계변경이 다수 발생하고 업무량도 늘어났다. 그러나 IPD에서는 초기 단계부터 지속적 협업이 일어나 설계변경이 줄었으며 설계정보를 재활용하여 업무량도 감소하였다. 이 과정에서 실시설계단계에서 투입되었던 조경팀을 비롯한 구조, 설비, 토목 팀 등 협력업체들이 설계의 개념화 단계에서부터 실행단계에 이르기까지 전 과정에서 업무수행 참여주체로 등장하게 된다 (Table 4 참조).

이상에서 살펴본 바와 같이 LIM 도입에 대한 필요성은 외적 요인과 내적 요인으로 나누어 볼 수 있다. 주요 발주처인 공공기관의 BIM 사용 의무화나 건설업계의 변화는 외적 요인으로서 조경분야에 도입 압박을 주고 있으며, 내적 요인으로서 설계 프로세스상의 생산성 향상과 통합된 정보를 활용한 분야간 협업 확대는 LIM 사용의 당위성을 제공한다.

## 2. LIM의 표준화와 호환성

LIM의 도입에 있어서 중요한 과제 중 하나는 정보 교환을 위한 표준화와 호환성의 문제다. 건설업의 각 단계와 여러 분야에서는 서로 다른 소프트웨어와 정보 포맷을 사용하는데 이들을 완벽하게 호환되도록 하는 방법은 아직 없다. 이 때문에 정보 손실이 일어나고 추가 모델링을 해야 하는 상황이 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 빌딩스마트협회가 IFC라는 국제표준 정보포맷을 개발하고 있다(Choi, 2012). CRC Construction

Table 4. Comparison of the mechanisms involved in the traditional design process and IPD

Traditional design process		IPD	
Project phases	Mechanisms	Project phases	Mechanisms
Pre-design	Client(M <sub>1-1</sub> ), Owner(M <sub>1-2</sub> ), Architect(M <sub>1-3</sub> )	Conceptualization	Client(M <sub>1-1</sub> ), Owner(M <sub>1-2</sub> ), Architect(M <sub>1-3</sub> ), Constructor(M <sub>1-5</sub> ), Structural Engineer(M <sub>1-6</sub> ), MEP Engineer(M <sub>1-7</sub> ), Civil Engineer(M <sub>1-8</sub> ), Landscape Architect(M <sub>1-9</sub> ), Consultant(M <sub>1-10</sub> )
Schematic design	Client(M <sub>2-1</sub> ), Owner(M <sub>2-2</sub> ), Architect(M <sub>2-3</sub> ), Engineer(M <sub>2-4</sub> )	Criteria design	Client(M <sub>2-1</sub> ), Owner(M <sub>2-2</sub> ), Architect(M <sub>2-3</sub> ), Constructor(M <sub>2-5</sub> ), Structural Engineer(M <sub>2-6</sub> ), MEP Engineer(M <sub>2-7</sub> ), Civil Engineer(M <sub>2-8</sub> ), Landscape Architect(M <sub>2-9</sub> ), Consultant(M <sub>2-10</sub> )
Design development	Client(M <sub>3-1</sub> ), Owner(M <sub>3-2</sub> ), Architect(M <sub>3-3</sub> ), Engineer(M <sub>3-4</sub> )	Detailed design	Client(M <sub>3-1</sub> ), Owner(M <sub>3-2</sub> ), Architect(M <sub>3-3</sub> ), Constructor(M <sub>3-5</sub> ), Structural Engineer(M <sub>3-6</sub> ), MEP Engineer(M <sub>3-7</sub> ), Civil Engineer(M <sub>3-8</sub> ), Landscape Architect(M <sub>3-9</sub> ), Consultant(M <sub>3-10</sub> )
Construction documents	Client(M <sub>4-1</sub> ), Owner(M <sub>4-2</sub> ), Architect(M <sub>4-3</sub> ), Structural Engineer(M <sub>4-6</sub> ), MEP Engineer(M <sub>4-7</sub> ), Civil Engineer(M <sub>4-8</sub> ), Landscape Architect(M <sub>4-9</sub> )	Implementation documents	Client(M <sub>4-1</sub> ), Owner(M <sub>4-2</sub> ), Architect(M <sub>4-3</sub> ), Constructor(M <sub>4-5</sub> ), Structural Engineer(M <sub>4-6</sub> ), MEP Engineer(M <sub>4-7</sub> ), Civil Engineer(M <sub>4-8</sub> ), Landscape Architect(M <sub>4-9</sub> ), Consultant(M <sub>4-10</sub> )

Source: Lee and Jun, 2007: 22-25. Author edited



Innovation(Cooperative Research Centre for Construction Innovation)은 IFC 개발에 국제적 협력을 해 온 연구소로서, Interoperable Standards Development(Isokangas *et al.*, 2009)라는 보고서를 작성하였는데, 이 보고서에서 현재 통용되고 있는 IFC에 대한 토목 및 조경에 대한 IFC 영역의 확대를 다루고 있다. 이 보고서에서는 상호호환성을 위해 개발된 국제표준인 IFC가 건축물의 상세수준을 잘 다룰 수 있지만, 그 다음 단계로 지형, 포장, 옹벽, 다리, 터널, 수목 등 토목과 조경 영역까지 확대되어 분야 간 정보의 상호연계성을 도모해야 한다고 주장하였다. 특히 조경분야에서 다루는 설계 요소의 특성을 기술하는 표준이 아직 개발되지 않았으므로, IFC 내에 지형, 포장 등 표면처리, 식재, 조경시설물 등 조경정보에 관한 추가적 개발이 이루어져야 한다고 했다(Table 5 참조).

이와 더불어 최근에는 IFC와 GIS의 통합에 관한 연구가 지

속적으로 이루어지고 있다(Kang *et al.*, 2013; Oh, 2010; Hwang *et al.*, 2012). 즉, GIS에서 활용 가능한 기존 표준포맷으로서 광역교통 및 토목을 위한 LandXML<sup>13)</sup>이나 건축물, 도로 등 도시의 3차원적 정보를 위한 CityGML<sup>14)</sup>과 IFC의 통합을 위한 연구가 다수 진행되었다. El-Mekawy *et al.*(2012)은 구체적 적용사례로서 스톡홀름 Narrtälje 시립병원의 비상대피 및 건물 동배치 계획에서 IFC와 CityGML을 통합함으로써 건물 내외부 환경 정보를 원활히 사용할 수 있음을 시사했다. El-Mekawy 등은 통합정보모델(Unified Building Model, UBM)을 제안했는데, CityGML의 5개 LOD(Level Of Detail)를 토대로 건물이 등장하게 되는 LOD1부터 4개 단계의 LOD로 모델을 구축하였다(Table 6 참조). 이 연구는 건물 구조에 초점을 맞추어 진행되었으므로 주변 부지에 관한 객체들은 자세히 표현되지 않았지만, 건물의 평면계획, 문과 창문 등 개구부, 비상구, 인근 건

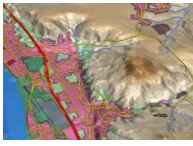
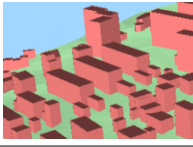
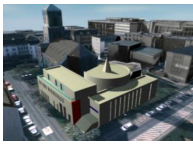


Table 5. Landscape objects in IFC proposed by CRC construction innovation

Landscape objects	Possible object iterations	Current IFC coverage	Need for new IFC objects
Terrain	Geographic strata below	Unsure	Yes_ ifcStrata Volumetric elements
	Finished ground levels	ifcSite	No_ is included in ifcSite
	Original ground levels	ifcSite	No_ is included in ifcSite
Surface treatments (Soft and hard elements)	External paths	ifcPath ifcRamp	Yes_ ifcPath*
	Man-made surface treatments(pavers, gravels, membranes, artificial turf, root barriers, etc.)	No	Yes_ ifcSurfaceTreatment
	Topsoil's(imported, in site, improved, etc.)	No	Yes_ ifcSurfaceTreatment
	Natural surface treatment(mulches, composts, etc.)	No	Yes_ ifcSurfaceTreatment
	Planting bed	ifcSite(delineated by profilers)	Yes_ ifcPlantingArea
	Profilers(more commonly edging)	ifcBuildingElementProxy	Yes_ ifcEdgeStrip
	Grasses(seeding, sprigging, stolonising, etc.)	Unsure(as per Trees and Shrubs)	Yes_ ifcPlantingArea
	Individual rocks/boulders	ifcBuildingElementProxy	Yes_ ifcLandscapeElement
Vegetation (Soft elements)	Trees	ifcBuildingElementProxy	Yes_ ifcVegetation
	Shrubs	ifcBuildingElementProxy	Yes_ ifcVegetation
	Annuals	assume as per Trees and Shrubs	Yes_ ifcVegetation
	Groundcovers	assume as per Trees and Shrubs	Yes_ ifcVegetation
	Climbers/vines	assume as per Trees and Shrubs	Yes_ ifcVegetation
Structures (Hard elements)	Bollards	ifcColumn	Yes_ ifcBollard
	Furniture(benches, drinking fountains, BBQ's etc.)	ifcFurnitureType	No
	Retaining walls	ifcWall	No
	Decorative walls	ifcWallStandardCase	No
	Signage	ifcBuildingElementProxy	No
	Shelters, buildings, features	Combination of existing ifc's	No
	Lighting	ifcDistributionFlowElements	No
	Irrigation	ifcFlowSegment ifcFlowTerminal	No
	Planting boxes	Combination of existing ifc's	No
	Drainage	ifcFlowSegment ifcFlowTerminal	No
Water features	ifcFlowSegment ifcFlowTerminal others	No	

\*ifcPath is currently developed as an IFC object

Source: Isokangas *et al.*, 2009: 21. Author edited

Table 6. LOD(Level Of Detail) of CityGML and UBM(Unified Building Model)

LOD	CityGML	Building objects used in UBM by El-Mekawy
LOD0	 <ul style="list-style-type: none"> <li>Regional, landscape scale</li> <li>A two and a half dimensional digital terrain model over which an aerial image or a map may be draped.</li> <li>Represents buildings by footprint or roof edge polygons</li> <li>No city furnitures, no solitary vegetation objects</li> </ul>	No
LOD1	 <ul style="list-style-type: none"> <li>City, region scale</li> <li>The well-known blocks model comprising prismatic buildings with flat roof structures</li> <li>Important city furnitures and important solitary vegetation objects, larger than 50×50m plant cover</li> </ul>	UBMBuilding
LOD2	 <ul style="list-style-type: none"> <li>City, city districts, project scale</li> <li>Has differentiated roof structures and thematically differentiated boundary surfaces</li> <li>Prototypes, generalized city furnitures and higher than 6m vegetation objects, larger than 5×5m plant cover</li> </ul>	UBMBoundarySurface UBMBuildingElement /UBMBuildingInstallation //UBMStairs, UBMCColumn, UBM Column etc. /UBMWall //UBMExteriorWall /UBMCovering //UBMRoof /UBMLevel //UBMGround
LOD3	 <ul style="list-style-type: none"> <li>City districts, architectural models(exterior), landmark scale</li> <li>Denotes architectural models with detailed wall and roof structures potentially including doors and windows</li> <li>Real object formed city furnitures and higher than 2m vegetation objects, smaller than 5×5m plant cover</li> </ul>	UBMStorey UBMSpace /UBMOpenedSpace UBMOpening /UBMWindow, UBMDoor
LOD4	 <ul style="list-style-type: none"> <li>Architectural models(interior), landmark scale</li> <li>Completes a model by adding interior structures</li> <li>Real object formed city furnitures and vegetation objects, smaller than 5×5m plant cover</li> </ul>	UBMClosedSpace UBMCeiling, UBMFloor UBMCurtainWall, UBMIInteriorWall

Source: El-Mekawy *et al.*, 2012: 1, 12, 128-129; OGC, 2012: 11, Author edited

물의 용도와 지붕형태, 도로와 교통의 흐름, 주변 옥외공간과 녹지, 그리고 공장, 학교, 식당, 도로 등 소음발생요소를 포함한 건물 내외부 정보가 포함되었다.

### 3. LIM 활성화 방안

미국, 유럽을 중심으로 정부의 BIM 사용 의무화 정책에 따라 BIM이 건설업계에서 급속도로 확장되고 있는 상황에서 영국 LI와 노르웨이 NLA는 working group들을 구성하여 LIM 도입을 위한 구체적 방안을 논의하고 있다. 즉, 이 그룹들을 통해 조경요소의 표준화와 객체 라이브러리 확충, 조경에 맞는 소프트웨어 개발에 대한 의견 제시 등 LIM 활성화를 위한 활동을 실천하고 있다.

영국은 LI에서 BIM Working Group을 구성하고, 대내적으로는 협회 회원들의 LIM에 대한 인식과 단계별 도입을 위한 구체적 실천방안을 제시하고 있으며, 대외적으로는 건설산업협회(Construction Industry Council) 등 외부협회와의 정보교환 및 연계 등을 꾀하고 있다(Table 7 참조). 이 그룹은 영국 조경분야의 BIM 성숙도를 2016년까지 GCCG에서 정의한 Level 2에 부합시키도록 사업을 진행하고 있다(Figure 2 참조). 이를 위

해 BIM 프로젝트를 위한 소프트웨어에 대한 일반실무지침(General Practice Note on SW for BIM Projects)을 작성하고, 회원들이 무리하게 소프트웨어를 구입하지 않고도 LIM 프로젝트를 실행할 수 있는 방법을 제시하고 있다. 이 지침에서 COBie(Construction Operations Building Information Exchange)의 활용을 권유하고 있다. COBie는 미국에서 개발된 정보교환을 위한 표준 포맷이자 스프레드시트, 그리고 소프트웨어를 지칭하는데<sup>15)</sup>, 시설물의 설계, 시공, 운영단계를 거치면서 축적되는 정보로서 공간의 리스트, 면적, 자재 및 제품 일람표, 시공단계 제출물, 장비 리스트, 보증서 제공자, 교체 부품 제공자 등이 포함된다(Lee *et al.*, 2012). COBie는 프로젝트의 규모나 사용자의 프로그램 숙련도와 상관없이 다양하게 사용될 수 있고, BIM용 소프트웨어 없이도 데이터를 IFC 기반으로 쉽게 이용할 수 있으며, 조경분야 종사자들이 Level 3에 이르기 전까지 시설물 정보교환을 위해 유용하게 사용할 수 있는 방법이다.

BIM Working Group은 또한 3D 정보모델을 제작함에 있어서 효율성을 증대시키기 위해 조경 설계요소들을 National BIM Library에 포함시키고자 노력하고 있다. National BIM Library는 영국왕립건축가협회(Royal Institute of British Architects, RIBA) 소속인 NBS(National Building Specification)가 무료로

Table 7. Activities of organizations to adopt LIM

Organizations		Activities
USA	ASLA	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Introduced BIM in the field of landscape architecture</li> <li>· Referred to the definitions of LIM and SIM</li> </ul>
UK	BIM Working Group in LI	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Ensures that the LI membership is compliant with Level 2 BIM by 2016</li> <li>· Arranges for LI representation on relevant bodies(e.g. CIC BIM Working Group) and coordinates information</li> <li>· Identifies key technical requirements and gaps in provision which need to be met</li> <li>· Explains terminology to understand and to be versed with BIM language</li> <li>· Ensures that the need of spatial as well as built elements of construction projects are properly addressed</li> <li>· Enables Registered Practices for BIM-compliant at the appropriate level</li> <li>· Ensures landscape objects are included in the National BIM library and in COBie data</li> <li>· Prompts accredited university courses for BIM during the programmes</li> <li>· Provides a simple spreadsheet to self-assess BIM maturity</li> </ul>
Norway	BFL(BIM For Landskapsarkitektur) in NLA	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Makes networks with relevant bodies to have opportunities in BIM projects</li> <li>· Makes efforts on a various standards for LIM with public sectors such as IFC, CityGML, LandsXML, etc.</li> <li>· Develops landscape objects to have efficiency in LIM modeling</li> <li>· Delivers opinions on BIM tools for landscape architects to BIM software companies(ønskeliste)</li> </ul>

Source: <http://www.landscapeinstitute.org>; <http://www.landskapsarkitektur.no>; <http://underland.no>. Author edited

웹에서 배포하고 있는 BIM 객체 자료실로서 각 객체들은 Revit, ArchiCAD, Vectorworks 등 BIM 용 프로그램에서 사용가능한 포맷과 IFC 포맷으로 제공된다<sup>16)</sup>. 현재까지는 건축적 요소를 주로 포함하고 있지만, 앞으로 목록을 확대해 나갈 방침이다.

영국의 LI처럼 노르웨이의 NLA에서는 2009년에 BIM For Landskapsarkitektur(이하 BFL)라는 working group을 결성하였다<sup>17)</sup>. BFL은 노르웨이의 조달청인 Statsbygg와 함께 IFC, CityGML, LandXML 등 LIM의 표준화를 위해 노력하고 있다. 이 그룹은 2011년 11월 Statsbygg, 소프트웨어 공급업체, 조경가 등 업계 관계자들을 한 자리에 모아 세미나를 주관하였다. 소프트웨어 공급업체 측에서는 조경가들이 디자인 도구를 활용하는 방식을 알고자 했고, 이 자리에서 조경가들은 요청목록(ønskeliste)<sup>18)</sup>을 작성하였다. 여기에는 조경분야에서 필요로 하는 지형 모델, 동적인 토양 단면 작성, 옥외 시설물 등 조경 설계요소의 객체 라이브러리, 배수 시뮬레이션, 조경 표현에 적합한 사실적 재질과 색상, 수목 및 지피 등 식물소재의 표현, 성장 시뮬레이션 등의 기능이 포함되어 있다. 이와 함께 수량 산출, 개방형 데이터 입출력 등이 요구되었다.

#### IV. 결론 및 고찰

BIM이란 하나의 소프트웨어나 단순한 모델의 결과물이라기 보다는 다양한 사업 참여자들이 시설물의 전 생애주기 동안 그 정보를 생산, 통합하고 재활용할 수 있도록 하는 업무절차이다. BIM의 도입이 단기간에 쉽게 이루어지지 않는 것은 바로 이 때문이다. 단순히 설계도구를 교체하는 것이 아니라, 시설물의 계획, 설계, 시공, 유지관리를 통해 통합적 정보를 구축하고, 이를 재활용하는 등 설계의 전반적인 프로세스를 바꾸는 것이다. 이로 인해 경제적 비용, 새로운 작업환경 교육에 따른 시간 투

자와 인력 동원이 필요하고, 반대로 즉각적 이익을 얻기는 힘들다. 그럼에도 불구하고 건설분야에서는 이미 생산성과 효율성이 인정되어 BIM으로의 전환이 이루어지고 있다. 전통적 설계방법을 탈피하여 생산성 향상, 그리고 설계, 시공, 유지관리 등 프로젝트 전 과정에서의 정보 재활용을 통해 설계 결과물의 질적 향상을 도모할 수 있는데, 이것이 BIM 도입에 대한 핵심적 이유가 된다. 이런 내적 필요성을 명확히 인지하고 준비해야만 여러 가지 제약점을 이겨내고, 조경분야에서 LIM 활성화를 실현할 수 있다.

또한 LIM을 도입해야 하는 필요성으로서 조경정보의 통합은 간과할 수 없는 부분이다. Davis(2013)는 BIM 기술의 개발에 부분집합으로 조경분야가 포함되기 위해 노력할 것이 아니라, 조경정보 모델링 방법을 수립하기 위해 생태, 토목, 지질학 등의 대표적 모델에서부터 배우고, 적절히 응용해야 한다고 주장하였다. 이는 건축정보에 국한된 BIM의 활용에서 진일보된 건축정보와 지리정보를 통합한 조경정보 개발을 암시하는 것으로, 최근 거론되는 grey infrastructure와 상호보완적으로 조화롭게 작동하는 green infrastructure 계획을 세우는 데에 매우 유용한 것이다.

이러한 LIM의 활성화에 있어서 해결해야 할 중요한 과제중 하나는 정보의 표준화와 호환성 확보에 관한 것이다. BIM의 표준 포맷인 IFC는 건설분야가 주축이 되어 개발한 것이므로 건축, 구조, 설비 등에 적합하게 운용되고 있기 때문에 이와 다른 객체를 설계 대상으로 하는 조경에서는 당연히 사용성이 떨어질 수밖에 없다. 따라서 IFC의 적용 범위를 조경 영역으로 확장시키기 위해 조경요소들을 표준화하는 노력이 필요하다. 이와 함께 최근 BIM과 GIS 연계를 위해 IFC와 CityGML의 통합된 정보를 구축하고자 하는 움직임은 BIM의 영역을 조경분야로 확대시킬 수 있다는 의미에서 주목할 만하다. 그러나

조경에 적합한 표준 포맷 개발까지는 상당한 시간이 걸리므로 건축에 최적화되어 있는 소프트웨어를 조경설계에 적절히 활용하는 것으로부터 시작하는 것이 필요하다. Seo(2013)는 조경설계를 위한 BIM 템플릿의 필요성을 지적하고, 이의 개발과 적용에 관한 연구를 했는데 LIM 활성화를 위한 첫 단계로서 매우 고무적이다.

최근 정부정책이나 관련 건설분야와의 협업에 따른 BIM 사용 압박이 커지고 있다. 이러한 수주 환경의 변화 속에서 한국 조경분야도 LIM 도입을 미룰 수만은 없으며, 조경 단체들의 조직적 모임과 활동이 절실히 필요한 때이다. 영국 LI의 BIM Working Group과 노르웨이 NLA의 BFL은 좋은 사례로서, 두 그룹의 활동을 살펴 봄으로써 LIM 활성화를 위한 방안을 모색할 수 있다.

첫째, 국내 조경 전문가들이 현재의 여건에 맞는 LIM 업무 환경을 점차적으로 조성해 나가도록 단계별 LIM 도입 전략을 수립하고, 각 단계에 맞는 정보 생성과 호환방법에 관한 실질적인 업무 지침을 제시한다. 둘째, 조직적 활동을 통해 정부의 BIM 정책에 의견을 개진하여 조경분야의 전문성과 현실에 맞는 지침 및 매뉴얼 개발에 도움을 주어야 한다. 셋째, 3D 모델링 제작의 효율성을 위해 조경요소의 객체 구축에 힘써야 한다. 조경분야에는 자연 상태에서 얻어지는 부정형적 재료와 규격화, 표준화하기 어려운 요소들이 많지만(Kim, 2002), 비교적 쉽게 객체 구축이 가능한 옥외가구 및 포장재 등을 위주로 객체 라이브러리 구축을 시도할 수 있다. 넷째, BIM용 소프트웨어 개발업체와의 접촉을 통해 조경분야에서 필요로 하는 도구와 기능들을 수용하도록 의견을 전달하는 것도 필요하다.

BIM 기술이 건설업계와는 다른 특수성을 가진 조경분야에 적절히 작동하게 하려면 해결해야 할 많은 과제들을 가지고 있다. 조경분야의 학계와 업계는 앞으로 LIM에 관심을 가지고 실천 과제들에 대해서 보다 심도 있게 연구해야 할 것이다.

- 주 1. 빌딩스마트협회(BuildingSMART)는 건설 정보 공유 및 교환을 위한 산업기술기반 표준 통합을 목적으로 1994년 9월 결성된 국제적인 비영리단체다. 시설물 생애주기 동안의 정보 공유를 위한 산업표준 즉 IFC(Industry Foundation Classes)를 제정하고 있으며, 현재 전 세계적으로 한국, 미국, 일본, 독일, 영국, 프랑스, 북구 4개 국가, 싱가포르, 중국 등 13개 지부 35개 나라의 약 750여개 관련업체가 활동하고 있다(<http://www.buildingsmart.or.kr>). 한국 빌딩스마트협회(BuildingSMART Korea)는 2008년도에 창립된 이 단체의 한국 지부이다.
- 주 2. 한국 빌딩스마트협회는 2009년부터 BIM 적용사업의 데이터베이스를 구축하고, 정보를 제공하기 위해 BIM 적용사업 실적을 접수, 확인 후 등록하는 제도를 운영하고 있다. 2013년도 BIM 적용사업 실적은 상하반기 자료를 종합한 것이다(<http://www.buildingsmart.or.kr>).
- 주 3. 건설분야의 사업방식으로는 설계·시공 분리방식(Design-Bid-Build), 설계·시공 일괄방식(Design-Build), 위험부담형 건설사업 관리방식(Construction Management at Risk), 그리고 통합사업방식(Integrated Project Delivery, IPD) 등이 있다(Hardin, 2012).

- 주 4. IFC는 다양한 소프트웨어들간에 모델 정보를 교환, 공유하고자 개발된 국제표준 정보포맷이다. 1997년 IFC1.0으로 시작하여 2006년 IFC2X3가 출시되어 현재까지 사용되고 있으며, 2014년부터 IFC4가 사용될 예정이다. IFC는 국제표준화기구 ISO(International Organization for Standardization)에 의해 ISO16739로 인증되어 통용되고 있다(<http://www.buildingsmart-tech.org>).
- 주 5. <http://www.landscapeinstitute.org>
- 주 6. 노동생산성은 노동시간 시수 대 새로운 건설사업의 계약금(constant contract dollars of new construction work per hourly work hour)으로 산정된.
- 주 7. 친환경 건축물 인증제도는 국내 GBCC(Green Building Certification Criteria, 친환경 건축물 인증제도), 미국의 LEED(Leadership in Energy and Environmental Design), 영국의 BREEAM(BRE Environmental Assessment Method), 일본의 CASBEE(Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency) 등이 있다(Kim *et al.*, 2012). BIM 모델의 분석 데이터들은 시뮬레이션을 통해 출력되어져 객관적 판단에 도움을 주며, 초기 설계단계부터 BIM을 활용함으로써 에너지 분석결과를 통해 계획안을 수정하는 등 친환경 건축물 인증제도와 같이 시공완료된 건축물에 환경 성능 분석을 실시하는 한계점을 극복할 수 있다(Kim *et al.*, 2009).
- 주 8. 정보를 포함한 모델의 단위들을 객체라고 부르고, 이러한 객체들의 모음을 라이브러리라고 한다.
- 주 9. 영국 정부에서 공개한 BIM 성숙도 4단계는 다음과 같다. Level 0은 종이에 기반을 둔 2D 도면 작성 단계로서 규격과 기준 없이 CAD를 사용한다. Level 1은 협업도구를 통한 2D, 3D 도면을 작성하는 단계로서 규격과 기준에 의해 관리되는 CAD를 사용한다. Level 2는 BIM을 활용하여 3D 프로젝트를 수행하고, 각 분야에 정보를 첨부할 수 있는 단계로서 4D, 5D 활용이 가능하며, 자원관리는 조직의 ERP(Enterprise Resource Planning) 시스템과 연계하여 사용한다. Level 3은 웹을 기반으로 한 개방된 BIM 시스템에서 정보의 통합을 수행할 수 있는 단계로서 BIM 허브 서버를 통해 관리된다(Kim and Park, 2012).
- 주 10. Professional Practice Networks(PPNs)는 ASLA에서 지원하는 조경의 특화된 전문분야 모임으로서, 구성원들이 관련 정보를 서로 교환하고 교류하는 장소로서 마련되었다. 현재 Campus Planning and Design, Design-Build, Digital Technology 등 18개의 모임이 구성되어 있다(<http://www.asla.org>).
- 주 11. DLA Conference(Digital Landscape Architecture Conference)는 독일 Anhalt University of Applied Sciences의 주최로 개최되는 국제 컨퍼런스이다. 2000년 처음 개최된 이후 조경분야의 디지털 기술에 대한 주제로 매년 20여 개국 이상의 국가들이 참여하여 정보를 교환하거나 최근 경향을 논하고 있다.
- 주 12. IDEF0란 Integration DEFinition의 약자로 1986년 미국방부에 의해 표준방법론으로 채택된 설계프로세스 모델이며, 1993년 미국 표준기술원이 연방 정보처리표준으로 채택하였다. IDEF0 모델링 방법은 단순화된 그래픽 표현방법을 통해 복잡한 기능과 프로세스를 이해하기 쉽게 단순화, 도식화한다(Lee and Jun, 2007).
- 주 13. LandXML(Land Extensible Markup Language)은 AutoDesk 등에서 개발하여 활용되는 모델 포맷으로서, 토지 개발, 운송 산업 등의 도로 시뮬레이션, 안정성 설계 등 토목분야에 사용된다. 이 포맷은 측량, 도로설계, 단지부지, 디지털 지형모델 등의 정보를 포함하고 있다(<http://www.landxml.org>).
- 주 14. CityGML(City Geography Markup Language)은 지리정보표준화를 위해 조직된 민간 협의체인 OGC(Open Geospatial Consortium)에서 도시 기반시설의 정보모델에 초점을 맞추어 제정한 표준 포맷이다. 지형, 건축물, 교량, 하천, 터널, 도로, 수송시설물과 함께 수목, 도시 조형물 등을 5단계의 상세 수준에 따라 3차원 객체로 표현할 수 있다(<http://www.opengeospatial.org>).
- 주 15. COBie에 관한 개발과 연구는 2007년 William East에 의해 미항공우주국(the National Aeronautics and Space Administration, NASA), 국립표준기술연구소(the National Institute of Standards and Technology, NIST)와 미육군공병대(the U.S. Army Corps of Engineers,

USACE) 등의 지원으로 수행되었다. COBie는 미국의 국가 BIM 표준지침인 NBIMS-US에 포함되었고, 2009년 COBie 개발팀이 국제 버전을 공개하였다. 현재 영국의 공공기관 시설물 프로젝트에서 COBie의 사용이 요구된다.([http://www.nibs.org/?page=bsa\\_cobie](http://www.nibs.org/?page=bsa_cobie))

주 16. <http://www.nationalbimlibrary.com>

주 17. <http://www.landskapsarkitektur.no>

주 18. <http://landskapsarkitektur.no/?mid=53021>

주 19. Grey infrastructure는 대개 도로 등 교통시설, 상하수도시설, 전력망, 건축물 등 인공적 환경을 의미하며, green infrastructure는 생태적 서비스를 제공하는 그린 오픈스페이스의 상호 연결된 망을 의미한다. ASLA 회원인 David Rouse가 2013년 시카고에서 개최된 APA(American Planning Association) 컨퍼런스에서 이에 대한 정의를 언급한 바 있다(<http://dirt.asla.org/2013/04/25/green-infrastructure-a-landscape-approach>).

## References

1. AGC(2006) The Contractors' Guide to BIM, Contractors-Edition One.
2. Ahmad, A. M. and A. A. Aliyu(2012) The need for Landscape Information Modelling(LIM) in landscape architecture. Proceedings of DLA Conference: 531-540.
3. AIA(2007) Integrated Project Delivery: A Guide. [http://info.aia.org/siteobjects/files/ipd\\_guide\\_2007.pdf](http://info.aia.org/siteobjects/files/ipd_guide_2007.pdf)
4. AIA(2008) Document A295-2008 Instructions: General Conditions of the Contract for Integrated Project Delivery.
5. Bostadlökken, M. B.(2009) BIM for Landskap. Master's Thesis, Norwegian University of Life Sciences.
6. Choi, J.(2012) Open BIM & Design Information Quality Control. Seoul: Goomi-Book.
7. Davis, B.(2013) Landscape and instruments. Landscape Journal 32(2): 293-308.
8. Eastman, C., P. Teicholz, R. Sacks and K. Liston(2014) BIM Handbook. 이강, 문현준, 권순옥, 이재민, 김준하, 이진국, 함성일, 강훈식, 최명석, 정지용, 정호중(역). 건축주, 건축가, 엔지니어 그리고 건설인을 위한 BIM 가이드. 서울: 시공문화사. 원서출판 2011.
9. El-Mekawy, M., A. Östman and I. Hijazi(2012) A unified building model for 3D urban GIS. ISPRS International Journal of Geo-Information 1(2): 120-145.
10. Flohr, T. and M. Pihlak(2011) A landscape architect's review of building information modeling technology. Landscape Journal 30(1): 169-170.
11. GCCG(2011) BIM Working Party Strategy Paper.
12. GSA(2007) BIM Guide Series 01. <http://www.gsa.gov/portal/content/102276>
13. Hanna, K. C.(2010) All together now: IPD brings new rigor to the collaborative design process. Landscape Architecture 100(7): 46-53.
14. Hardin, B.(2012) BIM and Construction Management: Proven Tools, Methods, and Workflows. 김광희, 박우열, 안성훈, 윤석현(역). BIM과 건설관리. 서울: 대가. 원서출판 2009.
15. Howe, R.(2006) 3D or BIM building information modeling. ASLA Professional Practice Networks Design-Build Newsletter.
16. Hwang, J., H. Kang and C. Hong(2012) A study on the platform design for efficient interoperability of BIM and GIS. Journal of Korea Spatial Information Society 20(6): 99-107.
17. Isokangas, E., A. Byrnes, J. Cogan, R. Drogemuller, D. Hicks, M. Jensen, D. Nielsen and J. Oliver(2009). Interoperable Standards Development. CRC Construction Innovation. Brisbane.
18. Jenson, H. L.(2012) BIM for Landskap: fra 2D til 5D. Studieobjekt Hersleb Skole, Oslo. Master's Thesis, Norwegian University of Life Sciences.
19. Jung, K.(2010) Solution for problem with application of BIM through case study. Journal of the Korean Institute of Building Construction. 10(3): 18-22.
20. Kang, T., K. Yu, H. Choi and C. Hong(2013) BIM Interoperability and Platform. Seoul: CIR.
21. Kim, E. and H. Jun(2009) Design process based on generative design system. Proceedings of Architectural Institute of Korea 29(1): 355-358.
22. Kim, H.(2010) Revealing issues and prospects of domestic construction by analysis of BIM case studies. Architecture 54(1): 65-69.
23. Kim, J.(2002) Classification of Factors and Their Characteristics Changing the Planning for Landscape Planting Construction. Master's Thesis. Gyeongju University.
24. Kim, K. and S. Park(2012) Comparative analysis of the BIM status in the UK and US for improving the efficiency of construction project management process in Korea. Project Management Preview 2(2): 1-16.
25. Kim, K. and S. Park(2013) Sustainable construction through integration of IPD and BIM. Project Management Preview 3(1): 17-34.
26. Kim, M., H. Choi and H. Jun(2009) A study on the BIM application of domestic green building assessment system. Proceedings of Architectural Institute of Korea 29(1): 339-342.
27. Kim, M., M. No, I. Kim and H. Jun(2012) A study on the applicability of GBT(Green BIM Template) for BIM-based green building certification system - Focused on CASBEE in Japan. Design Convergence Study 11(4): 31-44.
28. Kim, W., Y. Lee and W. Yoo(2011). Research on the Adoption of BIM by Case Studies of Domestic and Foreign Policies. CERIK.
29. Kim, Y.(2010) New paradigm of project delivery system for BIM based construction projects: Integrated Project Delivery(IPD) system. Architecture 54(1): 37-40.
30. Korean Institute of Landscape Architecture(2007) Standards on Landscape Design. Seoul: Kimoodang.
31. Kwon, O. and C. Jo(2011) Proposal of BIM quality management standard by analyzing domestic and international BIM guides. Journal of the Korea Institute of Building Construction 11(3): 265-275.
32. Larsson, H.(2013) Landskapsarkitektur och Virtuellt Byggande: hur Berör Tillämpningen av BIM och VDC Landskapsarkitektens Yrkesutövning och Roll i Byggprocessen?. Master's thesis, Swedish University of Agricultural Sciences.
33. Lee, D.(2011) Development and application of automated program for architectural landscape design. Journal of Architectural Institute of Korea 13(3): 235-241.
34. Lee, G.(2011) 43 Questions on BIM. Seoul: Pixel House.
35. Lee, J. and H. Jun(2007) A study on the adaptability of BIM-based integrated building design process in domestic architectural design firms. Korean Institute of Interior Design Journal 16(6): 19-27.
36. Lee, S., J. Yu and H. An(2012) Improvement of information collection system in design and construction phases for efficient facility management. Journal of Architectural Institute of Korea 28(5): 33-42.
37. Lenngren, O.(2012) BIM för Landskapsarkitekter. Master's Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences.
38. Lim, S. and S. Han(2013) A method of BIM modeling to improve the design quality: Extending BIM delivery standard for conceptual cost estimates and office building projects. Journal of Architectural Institute of Korea 15(3): 111-118.
39. Lipscomb, M., E. Gilbey and J. Spies(2011) BIM Workflow: Addressing Opportunities & Challenges. ASLA Annual Meeting and Expo Attendee Handout.
40. McGraw-Hill Construction(2013) McGraw-Hill Smart Market Report: The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets.
41. Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs(2010) BIM Application Guide in Architecture.

42. Monedero, J.(2000) Parametric design: A review and some experiences, Automation in Construction 9(4): 369-377.
43. Moon, S.(2011) Study on the Designs Systemization of Architecture Using Parametric Technology. Master's Thesis, Ajou University.
44. OGC(2012) OGC CityGML Encoding Standard, <http://www.opengeospatial.org/legalf>
45. Oh, C.(2010) A study on integration strategy between GIS and BIM, The Geographical Journal of Korea 44(3): 443-453.
46. Park, H. and H. Jun(2008) A basic study on a method of atypical form generation by parametric, Proceedings of Architectural Institute of Korea 28(1): 335-338.
47. Park, J., H. Lim and M. Lee(2009) A basic study on an envelope design for sustainable architecture based on BIM(Building Information Modeling), Proceedings of Architectural Institute of Korea 29(1): 225-228.
48. Park, S. and K. Hong(2010) A study on necessity of applying concept of BIM according to free form space, Journal of Korea Digital Design 10(3): 239-248.
49. Posco(2013) BIM in Practice, Seoul: Sejin.
50. Public Procurement Service(2013) BIM Application Guide.
51. Seo, Y.(2013) A Study on the Development and Application of BIM Templates for Landscape Design: With a Focus on Small Parks, Master's Thesis, Pusan National University.
52. Seoul Metropolitan Government(2013). Dongdaemun Design Planza & Park.
53. Sipes, J. L.(2007) Building information modeling technology is the future for landscape architecture, Landscape Architecture 97(3): 88-91.
54. Sipes, J. L.(2008) Integrating BIM Technology into Landscape Architecture, Landscape Architecture Technical Information Series.
55. Teicholz, P.(2004) Labor Productivity Declines in the Construction Industry: Causes and Remedies, AECbytes, [http://www.aecbytes.com/viewpoint/2004/issue\\_4.html](http://www.aecbytes.com/viewpoint/2004/issue_4.html)
56. Virtual Construction Research Group(2010) BIM Application Design Guidelines: 3D Architectural Guide.
57. Yamanashi T.(2011) BIM-Kensetsu Kakumei. 김명근(역). BIM 건축혁명. 서울: 기문당. 원서출판 2009.
58. <http://dirt.asla.org/2013/04/25/green-infrastructure-a-landscape-approach>
59. <http://underland.no>
60. <http://www.asla.org>
61. <http://www.autodesk.com>
62. <http://www.bentley.com>
63. <http://www.buildingsmart.org>
64. <http://www.buildingsmart.or.kr>
65. <http://www.buildingsmart-tech.org>
66. <http://www.landscapeinstitute.org>
67. <http://www.landskapsarkitektur.no>
68. <http://www.landxml.org>
69. <http://www.nationalbimlibrary.com>
70. [http://www.nibs.org/?page=bsa\\_cobi](http://www.nibs.org/?page=bsa_cobi)
71. <http://www.opengeospatial.org>
72. <http://www.wbdg.org/bim/bim.php>

---

원 고 접 수 일: 2014년 5월 26일  
 심 사 일: 2014년 6월 10일(1차)  
 2014년 6월 23일(2차)  
 계 재 확 정 일: 2014년 6월 23일  
 3 인 의 명 심 사 필