

국내·외 BIM 적용 프로젝트의 BIM 적용수준 비교분석 - BIM 저널 및 Awards 수상작 사례를 중심으로 - Comparison Analysis of BIM Level in the Domestic and Overseas BIM Projects - Focused on BIM Journals and Award Winning Projects -

고성훈¹⁾, 함남혁²⁾, 이주성³⁾, 윤수원⁴⁾, 김재준⁵⁾

Koh, Sung-Hoon¹⁾ · Ham, Nam-Hyuk²⁾ · Lee, Joo-Sung³⁾ · Yoon, Su-Won⁴⁾ · Kim, Jae-Jun⁵⁾

Received May 19, 2017; Received June 7, 2017 / Accepted June 13, 2017

ABSTRACT: Building information modeling (BIM) can improve to communicate with project participants by early construction involvement (ECI) from the beginning of the project. Therefore, they can minimize design changes and improve design quality and construction. However, because there is insufficient research on the scope and application level of BIM according to project delivery system and project characteristics, construction companies have efficiently not been using the BIM. Therefore, this study intends to conduct basic research as a basis for confirming appropriate BIM application and level according to project delivery system and project characteristics. To do this, we investigated the project delivery system and project characteristics of domestic and foreign projects that have successfully applied BIM, and compare and analyze them based on BIM application and BIM level framework derived from theory reviews and experts. Therefore, this study can be used as a basis for strategically establishing the scope and level of BIM according to project delivery system and project characteristics through the result of this study.

KEYWORDS: BIM (Building Information Modeling), Construction BIM, BIM Level, Case Study

키워드: BIM (Building Information Modeling), 시공 BIM, BIM 적용수준, 사례 분석

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

기존 2D기반의 CAD에 의한 프로세스는 의사소통의 한계가 있어 건설 프로젝트 전 생애주기 동안 모든 분야에 적용될 수 있는 3차원 모델 기반의 BIM(Building Information Modeling, 이하 BIM)도입이 증가하고 있다(Yoon et al., 2015). BIM은 디자인 검토, 물량 산출, 공중 간 간섭검토, 4D 시뮬레이션을 통한 공정관리, Digital Fabrication과 유지관리 등 다양한 부문에 활용되고 있으며(Kreider et al., 2010; Hergunsel, 2011), 이러한 BIM은 ECI(Early Construction Involvement, 이하 ECI)를 통해

프로젝트 초기부터 프로젝트 참여자들의 커뮤니케이션을 원활하게 하며, 설계변경을 최소화할 수 있어 설계품질의 향상과 시공성을 확보할 수 있다(Halttula et al., 2015).

이러한 BIM을 효과적으로 사용하기 위해 해외 선진국에서는 각 단계별 업무의 연계성을 고려한 시공책임형 CM방식과 통합 프로젝트발주방식(Integrated Project Delivery, 이하 IPD방식)을 채택하는 추세이며(Kim, 2010), 이러한 발주방식은 ECI를 통해 건설업체뿐만 아니라 전문업체까지 설계단계에 조기 참여하여 설계품질과 시공성을 향상시키고 발주자의 이익을 극대화하여 지속적인 관계를 유지할 수 있다(Kim, 2017). 하지만 국내에서 흔히 채택되는 설계·시공분리방식(Design-bid-Build, 이하

¹⁾학생회원, 한양대학교 일반대학원 건축공학과 석사과정 (kokohmin1@naver.com)

²⁾학생회원, 한양대학교 일반대학원 건축환경공학과 박사과정 (sunkist7@hanyang.ac.kr)

³⁾학생회원, 한양대학교 일반대학원 건축환경공학과 박사과정 (neowings@naver.com)

⁴⁾정회원, 포스코건설 기술연구소 과장, 공학박사 (yoonuwon@poscoenc.com)

⁵⁾정회원, 한양대학교 건축공학과 교수, 건축공학박사 (jjkim@hanyang.ac.kr) (교신저자)

DBB방식)은 설계프로세스와 분리된 별도의 BIM 모델링 작업과 설계사와 시공사의 연계성 부족으로 설계의 적합성과 시공성 확보에서 문제가 발생하고 있으며, 설계·시공일괄방식(Design-Build, 이하 DB방식)은 발주자의 요구사항이 적극적으로 반영되기 어려워 설계품질과 사업관리에서 문제가 되고 있다(Jang et al., 2006). 이에 따라 국토교통부는 2016년 8월에 ‘발주제도 혁신 시범사업 기업설명회’를 통해 시공책임형 건설사업관리제도(CM at Risk, 이하 시공책임형 CM방식)의 가이드라인을 소개하고 6건의 시범사업을 선정하였으며(국토교통부, 2016), 이에 한국BIM학회는 새롭게 발주되는 시공책임형 CM방식에서 BIM의 역할과 이를 효과적으로 활용할 수 있는 적용방안에 대해 2017년 3월 ‘시공책임형 CM(CM at Risk)사업에서의 BIM 활용’ 주제의 세미나를 개최하였다(한국BIM학회, 2017).

BIM의 확산과 이에 따른 효과를 높이기 위하여 건설사가 프로젝트 초기부터 참여하는 환경으로 전환되고 있으나, 발주방식과 프로젝트 특성에 따른 적절한 BIM 활용범위와 적용수준에 대한 연구가 미흡하여 건설사가 BIM을 효율적인 활용하지 못하고 있는 실정이다(Cho et al., 2009).

따라서 본 연구는 건설사가 프로젝트 특성과 참여시점에 따른 적정 BIM활용분야와 적용수준을 확인하기 위한 근거로서 기초연구를 하고자 한다. 이를 위해 성공적으로 BIM이 적용된 국내·외 프로젝트의 프로젝트 특성과 발주방식을 조사하고 이론 고찰과 전문가 검증 등을 통해 도출한 BIM활용분야와 BIM Level Framework를 토대로 비교분석하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

McCuen(2012)과 Bryde et al.(2012)는 성공적으로 BIM이 적용된 프로젝트인 BIM Awards 프로젝트의 사례를 기반으로 BIM의 성과에 대해 연구를 하였다. 이에 따라 본 연구는 BIM관련 국내·외 저널(The BIM, Vol 1~12, KIBIM, 2011~2016, Bryde et al., 2013) 및 국내·외 Awards 수상작(Autodesk BIM Awards, 2014, 빌딩스마트협회 BIM Awards 2009~2015, AIA TAP BIM AWARDS, 2005~2016)의 사례들을 조사하여 국내 프로젝트 50건과 해외 프로젝트 50건을 선정하였다. 데이터 수집은 기고된 국내 BIM 프로젝트 사례 62건과 해외 BIM 프로젝트 사례 93건으로 총 155건을 조사하였으나, 필요한 데이터가 부족한 프로젝트는 제거하여 국내·외 100건의 BIM 프로젝트를 선정하였다.

분석내용은 건설사의 참여시점에 따라 BIM 활용에 영향을 주는 발주방식과 발주자 유형, 프로젝트 유형, 건축물 형태에 대한 비교분석과 각 사례에 적용된 BIM기술범위와 수준에 대한 비교분석으로 구성된다. 또한 BIM의 적용수준을 비교하기 위해 이론 고찰한 내용과 13명의 BIM 전문가의 의견을 종합하여 프로

젝트 단계에 따른 BIM 적용수준에 대한 Framework를 도출하여 국내·외 BIM이 적용된 100건의 프로젝트에 대해 정량적으로 조사 및 비교분석하였다. 이를 통해 현재 국내 BIM 프로젝트의 BIM 적용기술과 수준을 확인하고, 향후 건설사가 발주방식과 프로젝트 특성에 따라 전략적으로 BIM을 활용할 수 있는 근거에 대한 기초연구를 하고자 한다.

2. 이론적 고찰

2.1 발주방식과 BIM

국내의 발주방식은 DBB방식과 DB방식으로 나눌 수 있으며, 특히 국내에서 가장 널리 사용되는 DBB방식은 설계와 시공단계가 분리되는 방식으로 BIM기술적용을 통한 효과는 제한적일 수밖에 없다(Jo et al., 2016). 다양한 비정형 형태로 대변되는 최근의 건축 디자인 트렌드, 고난이도 시공기술 요구, 발주처의 품질 관리 등을 위해 건설사는 국내의 공공, 민간사업 뿐 만 아니라, 해외 사업의 기술 기반 수주를 위해 BIM 역량을 강화할 필요가 있지만, 기존의 건설 프로젝트 발주방식은 계약적, 업무적 분절성 때문에 원가절감이 가능한 초기단계의 협업 및 통합관리가 비효율적으로 수행된다는 한계를 가지고 있다(Jang et al., 2013). 이에 국토교통부는 ECI를 통해 BIM을 효과적으로 활용하여 설계품질을 향상시키고 발주자의 만족을 극대화시킬 수 있는 시공책임형 CM방식의 시범사업 6건을 선정하였다(국토교통부, 2017). 미국건축가협회(AIA)에서는 DBB방식 등 기존의 발주, 계약방식이 가지고 있는 분절성 및 정보의 관리체계 미비, 초기 협업 부재 등의 문제를 해결하기 위해 2007년에 이를 보완하기 위한 IPD방식을 제시하였다(AIA, 2007). Table 1은 국내·외의 4가지 발주방식에 대한 정의이다.

BIM이란 건축물의 전 생애주기, 즉, 프로젝트 기획, 설계, 시공, 유지관리단계에 이르는 기간 동안 건축물 및 프로젝트에서 발생하는 모든 정보를 활용하기 위한 기술로, 각 단계별 지원할 수

Table 1. Definition of project delivery system

발주방식	정의
설계·시공분리방식 (Design-bid-Build)	발주자가 설계사에 위임하여 설계를 완성한 후 입찰을 통해 시공자를 선정하는 방식
설계·시공일괄방식 (Design-Build)	설계와 시공의 서비스를 통합하여 건축주가 단일 주체와 계약을 하는 발주방식
시공책임형 CM방식 (CM at Risk)	시공 이전 단계에서 건설사업관리 업무를 수행하고 시공단계에서 발주자와 시공 및 건설사업관리에 대한 별도의 계약을 통하여 미리 정한 공사금액과 공사기간 내에 시설물을 시공하는 방식
통합프로젝트발주방식 (Integrated Project Delivery)	프로젝트를 위한 관련 주체가 하나의 팀으로 구성되어 사업구조 및 업무를 하나의 프로세스로 통합하여 프로젝트를 수행하며, 모든 참여자가 책임 및 성과를 공동으로 나누는 발주방식

있는 BIM기술 타입 및 구현정도는 다르다. 이러한 BIM은 파라메트릭 기반의 형상정보와 속성정보를 연계하여 동시적인 변경과 관리가 가능한 환경을 제공하며, 건물정보를 추출하여 생성된 3차원 모델을 통해 원활한 협업이 가능하다. 일반적으로 국내에서 가장 많이 활용되는 물량산출, 4D 시뮬레이션, 간섭체크, 설계오류 검토 등의 BIM 기술들은 시공단계의 기성 및 원자관리, 공정관리, 시공성 검토, 품질관리 등으로 직결되는 기술들로, 이러한 특성은 시공단계에 투입되는 공사비의 규모가 전체 프로젝트에서 차지하는 비중이 가장 많고 프로젝트의 성패에 가장 많은 영향을 미치기 때문이다. 발주자의 건축물에 대한 복잡해진 요구사항에 대응하여 건설프로젝트의 수행 리스크를 최소화하기 위해서 국내 건설사들의 BIM도입은 점진적으로 확대해 가고 있다. 하지만 아직까지 건설사의 참여시점에 따라 건설사들이 어떠한 BIM 기술과 수준을 적용해야하는지에 대한 연구가 미흡한 실정이다.

2.2 BIM 활용분야

미국의 Pennsylvania State University는 건설 프로젝트의 고유의 목적과 특성에 맞게 최적화된 BIM 수행 계획을 수립하기 위해 'BIM Project Execution Planning Guide'를 개발하였다 (Lee et al., 2015). 이 가이드라인에는 BIM Goal & Uses 정의, BIM 프로젝트 수행 프로세스 설계, 프로젝트 관련 정보의 타입, LOD, 책임소재, 프로젝트 수행에 필요한 Infrastructure 정의 등이 포함된다(CIC Research Program, 2011). 앞서 설명한 바와 같이 프로젝트의 특성을 파악하고, 이에 따른 건설사의 BIM전략 수립을 위한 정확한 방향 설정에 본 가이드가 활용될 수 있으며, 실제로 미군공병단의 경우 조직의 BIM 도입 목적에 따라 본 가이드를 기본적인 업무 프레임워크로 활용하되, 프로젝트의 특성에 따라 BIM 적용 기술들을 정의하여 활용하고 있다. Figure 1과 같이 Pennsylvania State University에서 정의하는 BIM Use는 14개의 Primary BIM Uses와 11개의 Secondary BIM Uses를 계획, 설계, 시공, 유지관리로 프로젝트 단계에 따라 구분하였다.

한편, 시공단계에 참여하는 건설기업의 경우라고 해서 Construct 단계의 BIM Use만을 적용하는 것이 아니다.

또한, 프로젝트 발주방식에 따라, 설계단계에서 BIM이 적용되었다면, Design BIM Use의 Update 혹은 Develop을 통해 시공단계에서 활용이 가능하다. 예를 들어, 시공단계에 BIM이 처음 도입되었다면, 시공 이전의 착공단계에서 Design BIM Use를 구현하여 시공에 활용할 수 있다. 따라서 위에서 제시하는 25가지의 BIM Uses에서 건설사를 위한 BIM Use를 선정하기 위해 13명의 전문가의 의견을 종합하여 10가지의 BIM Use를 도출하였다(Table 2 참조).

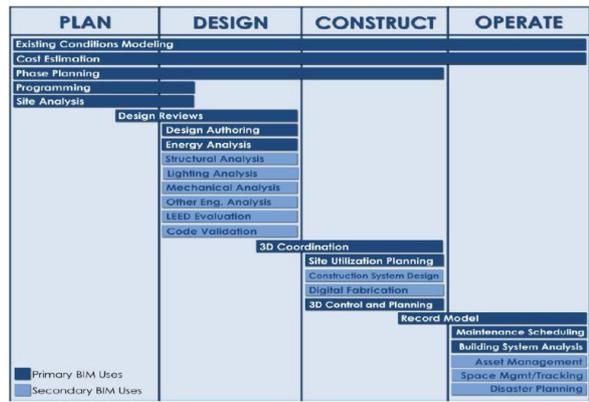


Figure 1. BIM Uses throughout a Building Lifecycle (Messner, 2009)

Table 2. Definition of BIM use for constructor

BIM Use	정의
U1	착공 이전의 현장과 현장 주변의 시설물 또는 특정지역에 대한 기존 상황을 3D 모델링하는 기술
U2	BIM모델이 설계프로세스 초기에 부분적으로 물량산출 또는 견적을 제공하고 추가 및 수정에 대한 비용을 산출하여 시간과 비용을 절약하고 예산 초과를 방지할 수 있는 기술
U3	추가 및 수정에 따라 공간을 보다 효과적으로 계획하거나 건축현장에서 시공순서 및 공간성을 보여주기 위해 4D 모델을 사용하는 기술
U4	이해 관계자들이 3D 모델링을 통해 여러 디자인 측면을 검토하는 기술
U5	건물에 대한 설계를 3D 모델링 할 수 있는 기술
U6	건물의 3D 모델링을 기반으로 공중 간 간섭검토를 하는 기술
U7	3D 모델링을 사용하여 여러 시설물들을 배치하거나 장비의 위치를 조절할 수 있는 기술
U8	BIM을 사용하여 공정에 따라 현장에서 나타날 수 있는 장비/자재 인입 및 인양을 검토할 수 있는 기술
U9	3D모델 기반의 정확하게 디지털화된 정보를 활용하여 건축자재 또는 조립품 제작을 용이하게 하는 기술
U10	시설물의 자산, 환경, 물리적 조건에 대한 정보를 정확하게 표현하는 기술

U1: Existing Conditions Modeling U6: 3D Coordination
 U2: Cost Estimation U7: 3D Control and Planning
 U3: Phase Planning U8: Site Utilization Planning
 U4: Design Reviews U9: Digital Fabrication
 U5: Design Authoring U10: Record Modeling

2.3 BIM 적용수준

설계의 모든 단계에서 완벽한 수준의 모델이 동일하게 필요한 것이 아니기 때문에, LOD(Level of Development)에 대한 정의가 필요하다는 의견이 BIM 도입 초기부터 대두되어 왔다 (Fallon and Palmer, 2008). 또한 건축설계의 프로세스는 개략적인 정보에서 정밀한 정보로 점진적으로 발전되는 과정으로, 이러한 발전과정 단계별로 그 정보의 수준이 다르게 적용되어야 한다는 관점이 있기도 하다(Bedrick, 2008). 따라서 국내·외 LOD(Level of Development)에 대한 이론고찰을 통해 프로젝트

의 단계에 따라 BIM Use의 적용수준을 구분하고자 한다.

2.3.1 AIA E202의 LOD(Level of Development)

미국건축가협회 국립문서위원회(AIA Document)는 BIM 모델데이터의 활용 용도를 기준으로 LOD를 구분하여 다양한 BIM 활용 업무 수행을 위해 각 업무별로 모델 데이터 정보의 상세수준을 정의하고 있다(Table 3 참조). AIA E202 BIM 가이드는 건설생애주기 동안 적용 가능한 BIM 기술의 범위 및 방법 등을 설명하고 있으며, 이는 하나의 BIM 모델로부터 추출된 정보를 통해 전 생애주기 동안 활용하고자 하는 것이 목적이다.

Table 3. LOD (Level of development) Definition (AIA E202, 2008)

LOD	LOD 단계별 BIM 통합모델의 모델링 수준
LOD 100 Conceptual	개념 설계의 수준으로 매스의 형태, 볼륨, 건축물의 유형이 정의되며, 전체 건물의 면적, 높이, 체적, 위치, 향 등이 설정된다.
LOD 200 Approximate geometry	개념이 구체화된 계획 단계로 형태, Space Program, 공간 계획 및 공간관계가 정의되고, 주요 건축일반 시스템이 결정된다. 개략적인 연면적, 건폐율, 용적률, 층수, 층고, 주 구조, 외피구조, 설비시스템 등이 계획된다.
LOD 300 Precise geometry	LOD 200단계의 개략적인 내용이 결정되는 단계로 구체적인 설비 요소를 포함한 빌딩 시스템이 결정되고, 모든 건축 요소들이 모델링 된다.
LOD 400 Fabrication	실제 시공을 위한 모델링 단계로 결정된 모든 시스템의 크기, 모양, 수량 등을 모델링한다. 시공, 제작, 조립에 관련된 디테일, 부재, 구조, 설비, 배관, 배선 등의 모든 요소를 모델링한다.
LOD 500 As built	LOD 500단계의 모델은 준공 모델로써 모델링 데이터는 실제 건축물과 동일하며, 유지·관리/운영 전반을 포함한다.

2.3.2 buildingSMART Korea BIL(BIM Information Level)

한국 빌딩스마트협회(buildingSMART Korea)는 BIM 콘텐츠를 보급하기 위한 준비로 BIM 표준규격 위원회를 운영하여 KBIMS규격을 제정하였다. 라이브러리 표준규격은 미국 NIBS (National Building Information Modeling Standard)를 비롯한 국제기관과 MOU를 통하여 국가 간 표준 공유를 위해 개발되었으며, BIM 실무에 실질적인 도움을 줄 수 있는 콘텐츠를 제공하기 위하여 BIM 표준분류체계를 작성하였다. BIM 정보모델의 작성기준을 설정하여 모델 작성의 품질을 높일 수 있도록 하였지만 내용은 단계별 요구수준에 미치고 있다. 빌딩스마트협회에서 정의한 BIL(BIM Information Level)은 Table 4와 같다.

따라서 해외 AIA Document E202에서 제시하는 LOD(Level of Development)와 한국 빌딩스마트협회에서 제시하는 BIL(BIM Information Level)을 기반으로 전문가 인터뷰를 통해 프로젝트 단계에 따라 BIM 적용수준을 구분하였다(Table 5 참조).

Table 4. BIL (BIM information Level) Definition (Cho et al, 2013)

구분	BIM Information Level (BIL)			
	1	2	3	4
단계	계획설계	기본설계	실시설계	시공 / 유지
이미지				
내용	·공간 및 주요 부재 (기초, 벽, 슬래브, 지붕) ·벽 전체두께 수준 ·개구부 표현	·기본설계 표현 부재 ·전체 벽의 경우 이중벽 및 두께 표현 ·구조부재와 타 부재간의 간섭 체크 가능	·실시설계 표현 부재 전체 ·입찰, 견적, 시공계획 활용 가능 ·입찰에 필요한 수량 및 도면 추출 가능 ·전문 분야별 간섭체크 가능	·시공도면 활용 가능한 내용 ·시공좌표 및 자재 정보 ·공정관리에 필요한 정보 ·비용관리에 필요한 정보

Table 5. BIM level according to project phase

구분	단계별 BIM Level			
	Design	Pre-construct	Construct	Operate
Project Phase	Design	Pre-construct	Construct	Operate
LOD	LOD 100~200	LOD 200~300	LOD 300~400	LOD 500
BIM Level	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4

Level 1: Level 2: Level 3: Level 4:

3. BIM 적용수준 분석을 위한 Framework 도출

기존 국내 연구를 분석한 결과 BIM을 활용하기 위해 각 단계별 연계성을 고려한 발주방식과 LOD에 대한 연구는 활발하게 진행되고 있으나, 프로젝트 단계에 따라 적정 BIM 활용분야와 적용수준에 관련한 연구가 부족한 실정이다. 특히 해외 선진국들에 비해 국내 건설사들은 프로젝트 초기에 참여하지 못하는 구조로 설계의 적합성과 시공성 확보의 어려움이 있으며, 이에 따른 BIM적용기술과 수준에 대한 연구도 전무한 실정이다. 따라서 성공적으로 BIM이 적용된 국내·외 프로젝트의 BIM의 적용범위와 수준에 대한 비교분석을 하기 위해 이론고찰과 전문가 인터뷰를 통해 도출한 건설사의 BIM 활용분야를 기반으로 프로젝트 단계에 따라 BIM 적용수준에 대한 Framework를 도출하였다 (Table 6).

U1(Existing Conditions Modeling)은 착공 이전의 현장과 현장 주변의 시설물 또는 특정지역에 대한 기존 상황을 3D 모델링하는 기술이다. 이는 계획 및 설계단계에 적용되는 BIM기술로 프로젝트 단계에 따라 LOD의 변화가 없어 프로젝트 단계에 관계없이 Level 1로 분류하였다. U2(Cost Estimation)는 BIM모델이 부분적으로 물량산출 또는 견적을 제공하는 경우는 Level 1, Pre-construction단계로 진행됨에 따라 추가 및 수정에 대한 공사비 또는 총 공사비를 산출하는 경우는 Level 2로 분류하였

Table 6. BIM level framework

BIM Use	Phase	Design	Pre-construct	Construct	Operate
		Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
U1	지반/부지 검토				
U2	부분 물량산출		공사비 산출	공정/비용검토	
U3	건축/구조 모델링		특정 공종 모델링	공정/비용검토	
U4	설계 검토		시공 검토		
U5	설계 모델링		시공 모델링		
U6	공종 간 간섭검토		공정 간 간섭검토	안전 검토	
U7				공정별 모델링	
U8				장비인입/인양검토	
U9				Pre-fabrication	
U10					유지관리 활용

U1: Existing Conditions Modeling U6: 3D Coordination
 U2: Cost Estimation U7: 3D Control and Planning
 U3: Phase Planning U8: Site Utilization Planning
 U4: Design Reviews U9: Digital Fabrication
 U5: Design Authoring U10: Record Modeling

으며, 이러한 공사비가 공정에 따라 검토되는 경우는 Level 3로 분류하였다. U3(Phase Planning)는 Design단계에서 건축 및 구조에 대한 모델링의 경우 Level 1, 이외의 공종에 대한 모델링이 추가될 경우는 Pre-construction단계로 Level 3로 분류하였다. 또한 U2와 마찬가지로 공정에 따라 공사비가 같이 검토되는 경우는 Level 3로 분류하였다. U4(Design Reviews), U5(Design Authoring), U6(3D Coordination)는 프로젝트가 진행됨에 따라 추가 및 수정을 통해 BIM의 적용수준이 높아지며 Design단계에서 설계 검토는 Level 1, Pre-construction단계에서 시공성 검토는 Level 2, Construction단계에서 안전 검토는 Level 3로 구분하였다. U7(3D Control and Planning), U8(Site Utilization Planning), U9(Digital Fabrication)은 시공 이전단계에서 적용된 BIM 기술을 토대로 시공단계에 적용되는 기술로 모두 Level 3로 분류하였다. U10(Record Modeling)은 발주자가 유지관리에 필요한 정보를 입력한 기술로 Operation단계 이전에 적용된 기술을 토대로 작성되므로 Level 4로 분류하였다.

4. 국내·외 BIM 프로젝트 사례분석

4.1 국내·외 발주방식과 프로젝트 특성 비교분석

국내·외 발주방식은 DBB방식과 DB방식, 시공책임형 CM방

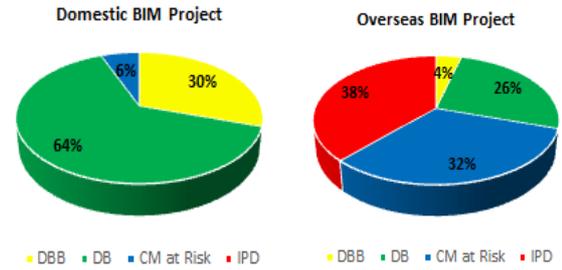


Figure 2. Percentage comparison of project delivery system in the domestic and overseas BIM project

식, IPD방식의 4가지 유형으로 나누었으며, 프로젝트 특성은 공공과 민간 2가지의 발주자 유형과 복합시설, 업무시설, 문화시설, 주거시설, 의료시설, 교육연구시설의 6가지 프로젝트 유형, 건축물의 형태는 정형, 부분 비정형, 비정형의 3가지 형태로 분류하였다.

Figure 2는 조사된 국내·외 BIM 프로젝트의 발주방식을 비율로 나타내 비교한 그림이다. 국내 BIM 프로젝트는 DBB방식(30%)과 DB방식(64%)이 전체 프로젝트의 94%로 대부분의 비율을 차지하나, 해외 BIM 프로젝트의 경우 시공책임형 CM방식(32%)과 IPD방식(38%)이 전체 프로젝트의 70%를 차지하는 것을 볼 수 있다.

4.1.1 발주자 유형

Table 7은 2007년부터 2015년까지 수행된 국내 BIM 프로젝트 50건과 2003년부터 2014년까지 수행된 해외 BIM 프로젝트 50건을 발주방식에 따라 발주자 유형을 프로젝트 수와 비율로 정리한 표이다.

Table 7. Frequency comparison of BIM project according to client type

발주방식	국내 / 해외	발주자 유형		
		공공	민간	PPP
DBB	국내 (15건)	9 (60%)	6 (40%)	-
	해외 (2건)	2 (100%)	-	-
DB	국내 (32건)	17 (53%)	15 (47%)	-
	해외 (13건)	6 (46%)	7 (54%)	-
CM at Risk	국내 (3건)	-	3 (100%)	-
	해외 (16건)	6 (38%)	7 (44%)	3 (19%)
IPD	국내 (0건)	-	-	-
	해외 (19건)	-	18 (95%)	1 (5%)

첫 번째로 국내 프로젝트의 DBB방식은 15건으로 공공 프로젝트(60%)가 민간 프로젝트(40%)보다 많은 비율을 차지하였다. 반면 해외는 2건의 DBB방식으로 4%에 불과하며 모두 공공 프로젝트이다. 두 번째로 DB방식은 국내·외 모두 공공과 민간에서 비슷한 비율로 나타났다. 세 번째로 시공책임형 CM방식의 경우 국내는 3건에 불과하며 모두 민간 프로젝트로 이루어졌다. 반면, 해외의 경우 시공책임형 CM방식에 해당되는 프로젝트는 16건으로 공공(38%)과 민간(44%)에서 비슷한 비율로 나타났다. 또한 공공과 민간이 공동으로 진행하는 PPP(Public-Private Partnership, 이하 PPP방식)방식은 해외 프로젝트만 3건(19%)이 있었다. 마지막으로 IPD방식은 국내에서는 도입되지 않은 발주방식이지만 해외에서 활발하게 사용되는 방식으로 해외 프로젝트의 38%를 차지하는 19건이 있었으며, 이 중 공공에 해당하는 프로젝트는 없는 것으로 보아 IPD방식은 민간 중심으로 사용되는 것으로 판단된다.

4.1.2 프로젝트 유형

Table 8은 국내·외 BIM 프로젝트를 발주방식에 따라 프로젝트 유형의 프로젝트 수와 비율을 정리한 표이다.

첫 번째로 DBB방식인 15건의 국내 프로젝트는 문화시설(5건)이 가장 많은 비율을 차지했으며, 업무시설(4건), 복합시설(2건)과 교육연구시설(2건), 주거시설(1건)과 의료시설(1건) 순으로 많았으며, 2건의 DBB방식 해외 프로젝트는 문화시설(1건)과 교육연구시설(1건)에 해당했다. 두 번째로 DB방식의 경우 DB방식인 국내 32건의 프로젝트 중 업무시설(10건)과 문화시설(10건)이 가장 많은 비율을 차지하였으며, 교육연구시설(1건)이 가장 적게 나타났다. 반면, 해외의 경우 13건의 DB방식 프로젝트 중 의료시설(5건)과 교육연구시설(4건)이 가장 많은 비율을 차지하였으며, 국내에서 많은 비율을 차지한 업무시설(2건)과 문화시설(1건)은 적은 비율을 차지했다. 세 번째로 시공책임형 CM방식의 경우 국내 프로젝트는 3건에 불과하며 복합시설(1건), 주거시설(1건), 교육연구시설(1건)에 해당했다. 반면, 해외의 경우 시공책임형 CM방식은 16건의 프로젝트가 있으며, 업무시설(4건), 문화시설(4건), 교육연구시설(4건)에서 많은 비율을 차지했다. 네 번째로 IPD방식은 마찬가지로 국내 프로젝트는 없지만, 해외 프로젝트는 19건에 해당되며 의료시설(8건)이 가장 많은 비율을 차지했고 주거시설(0건)에 대한 프로젝트는 없었다.

이처럼 국내의 경우 발주방식이 DBB방식과 DB방식의 집약되어 있으며, 발주자의 요구사항이 집약되거나 복잡도가 높은 프로젝트는 DB방식에서 더 많이 적용되는 것으로 확인된다. 하지만 해외에서는 특히 3차원 기반의 BIM 기술이 많이 요구되며 설계변경이 많은 의료시설 프로젝트의 경우 대부분 IPD방식을 적용하는 것으로 확인된다. 따라서 복잡도가 높은 프로젝트의 경우 설계변

Table 8. Frequency comparison of BIM project according to project type

발주 방식	국내/ 해외	프로젝트 유형					
		복합	업무	문화	주거	의료	교육연구
DBB	국내 (15건)	2 (13%)	4 (27%)	5 (33%)	1 (7%)	1 (7%)	2 (13%)
	해외 (2건)	-	-	1 (50%)	-	-	1 (50%)
DB	국내 (32건)	5 (16%)	10 (31%)	10 (31%)	4 (13%)	2 (6%)	1 (3%)
	해외 (13건)	-	2 (15%)	1 (8%)	1 (8%)	5 (38%)	4 (31%)
CM at Risk	국내 (3건)	1 (33%)	-	-	1 (33%)	-	1 (33%)
	해외 (16건)	1 (6%)	4 (25%)	4 (25%)	1 (6%)	2 (13%)	4 (25%)
IPD	국내 (0건)	-	-	-	-	-	-
	해외 (19건)	2 (11%)	3 (16%)	3 (16%)	-	8 (42%)	3 (16%)

U1: Existing Conditions Modeling U6: 3D Coordination
 U2: Cost Estimation U7: 3D Control and Planning
 U3: Phase Planning U8: Site Utilization Planning
 U4: Design Reviews U9: Digital Fabrication
 U5: Design Authoring U10: Record Modeling

경을 최소화하고 설계의 품질 향상시키기 위해 건설사의 조기참여가 가능한 발주방식을 많이 채택하는 것으로 판단된다.

4.1.3 건축물 형태

Table 9는 국내·외 BIM 프로젝트를 발주방식에 따라 나누어 건축물 형태에 따른 프로젝트 수와 비율을 비교하기 위한 표이다.

첫 번째로 DBB방식의 국내 프로젝트 15건 중에서 정형(8건)이 가장 많은 비율을 차지했으며, 부분 비정형(4건), 비정형(3건) 순으로 많았다. 해외는 2건의 프로젝트가 있으며 정형(1건), 비정형(1건)에 해당했다. 두 번째로 DB방식의 경우 국내 32건의 프로젝트 중 정형(13건)이 가장 많은 비율을 차지하였으며, 부분 비정형(11건), 비정형(8건) 순으로 고르게 분포되어 있는 반면, 해외의 경우 13건의 프로젝트 중 정형(10건)으로 가장 많은 비율을 차지했으며, 비정형(0건) 형태의 프로젝트는 없었다. 세 번째로 시공책임형 CM방식의 경우 국내 프로젝트는 3건에 불과하며 부분 비정형(2건)과 정형(1건)에 해당했다. 반면, 해외는 16건의 프로젝트가 시공책임형 CM방식에 해당되며, 정형(9건)이 가장 많은 비율을 차지했고, 비정형(5건), 부분 비정형(2건) 순으로 많았다. 네 번째로 국내 프로젝트는 IPD방식이 없으며, 해외 프로젝트는 19건으로 정형(13건)이 가장 많은 비율을 차지했고 비정형(5건), 부분 비정형(1건) 순으로 많았다.

분석 결과 국내·외 프로젝트 모두 발주방식과 관련 없이 정형 형태의 프로젝트가 가장 많았다. 한편 비정형 프로젝트의 경우

Table 9. Frequency comparison of BIM project according to building shape

발주방식	국내/해외	건축물 형태		
		정형	부분 비정형	비정형
DBB	국내 (15건)	8 (53%)	4 (27%)	3 (20%)
	해외 (2건)	1 (50%)	-	1 (50%)
DB	국내 (32건)	13 (41%)	11 (34%)	8 (25%)
	해외 (13건)	10 (77%)	3 (23%)	-
CM at Risk	국내 (3건)	1 (33%)	2 (67%)	-
	해외 (16건)	9 (69%)	2 (15%)	5 (38%)
IPD	국내 (0건)	-	-	-
	해외 (19건)	13 (68%)	1 (5%)	5 (26%)

건설사가 조기에 참여하여 설계와 시공성 검토를 하는 것이 효율적이며, 사례를 통해 확인된 결과 국내 프로젝트의 경우 비정형 형태의 프로젝트는 DB방식이 많이 적용되었으나, 해외의 비정형 프로젝트는 11건 중 10건이 시공책임형 CM방식과 IPD방식에 해당하는 것을 볼 수 있다. 이처럼 건축물 형태가 비정형이거나 복잡도가 높은 프로젝트는 3차원 기반의 BIM 기술이 많이 요구되는 프로젝트의 건축물로 건설사의 조기참여를 통해 설계 품질과 시공성을 향상시킬 수 있는 발주방식을 채택하는 것으로 판단된다.

4.2 국내·외 BIM 활용분야 비교분석

발주방식에 따라 국내와 해외의 BIM 활용분야에 대한 적용범위를 비교하기 위해 성공적으로 적용된 BIM 프로젝트에 대해 앞서 선정한 건설사에 필요한 BIM Use 10개(Existing Conditions Modeling, Cost Estimation, Phase Planning, Design Reviews, Design Authoring, 3D Coordination, 3D Control and Planning, Site Utilization Planning, Digital Fabrication, Record Model)의 적용범위를 조사 및 분석하였다.

4.2.1 국내 BIM 활용분야

Table 10은 국내 BIM 프로젝트를 발주방식에 따라 적용된 BIM Use의 프로젝트 수와 비율을 정리한 표이다.

U1(Existing Conditions Modeling)은 전체 프로젝트에 10%에 불과한 것으로 보아 많이 활용되지 않는 기술로 판단된다. U2(Cost Estimation)는 DBB방식(47%)보다는 DB방식(63%)과 시공책임형 CM방식(67%)에서 많은 비율을 차지한 것을 보아 건설

Table 10. BIM use applied to the domestic project

발주방식	BIM Use (건/비율)									
	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10
DBB (15건)	0 0%	7 47%	13 87%	15 100%	15 100%	13 87%	5 33%	3 20%	6 40%	1 7%
DB (32건)	5 16%	20 63%	31 97%	32 100%	32 100%	31 97%	12 38%	9 28%	10 31%	7 22%
CM at Risk (3건)	0 0%	2 67%	3 100%	3 100%	3 100%	3 100%	2 67%	2 67%	3 100%	0 0%
총 (50건)	5 10%	29 58%	47 94%	50 100%	50 100%	47 94%	19 38%	14 28%	19 38%	8 16%

U1: Existing Conditions Modeling U6: 3D Coordination
 U2: Cost Estimation U7: 3D Control and Planning
 U3: Phase Planning U8: Site Utilization Planning
 U4: Design Reviews U9: Digital Fabrication
 U5: Design Authoring U10: Record Modeling

사가 조기에 참여하는 경우에 보다 많이 적용되는 것으로 판단된다. U3(Phase Planning), U4(Design Reviews), U5(Design Authoring), U6(3D Coordination)는 발주방식과 관계없이 대부분의 프로젝트에 활발하게 적용되고 있음을 알 수 있다. 하지만 시공단계에 적용되는 U7(3D Control and Planning), U8(Site Utilization Planning), U9(Digital Fabrication)의 BIM기술의 경우 DBB방식과 DB방식에서는 낮은 비율을 차지하고 있으나 시공책임형 CM방식에서 높은 비율을 차지하고 있다. 이는 국내에서 민간주도로 적용되는 시공책임형 CM방식에서 시공단계에 해당하는 BIM기술들이 활발하게 적용되는 것으로 판단된다. 마지막으로 U10(Record Modeling)은 전체 프로젝트의 16%로 활발하게 적용되고 있지 않는 BIM기술이며, 대부분 DB방식에서 적용되고 있어 프로젝트 초기부터 참여하는 발주방식에서 활용하기에 유리한 것으로 판단된다.

4.2.2 해외 BIM 활용분야

Table 11은 해외 BIM 프로젝트를 발주방식에 따라 적용된 BIM Use의 프로젝트 수와 비율을 정리한 표이다.

U1(Existing Conditions Modeling)은 전체 프로젝트에 24%를 차지하며 국내(10%)보다 더 많이 활용되는 것으로 나타났다. U2(Cost Estimation)는 2건의 DBB방식에서는 적용된 프로젝트가 없었으며, 나머지 발주방식에서는 비슷한 비율로 나타난 것을 보아 건설사가 조기에 참여하는 발주방식에서 주로 적용되는 것으로 판단된다. U3(Phase Planning), U4(Design Reviews), U5(Design Authoring), U6(3D Coordination)는 국내와 마찬가지로 발주방식과 관계없이 대부분의 프로젝트에 활발하게 적용되고 있음을 알 수 있다. 또한 시공단계에 해당하는 U7(3D Control and Planning), U8(Site Utilization Planning), U9(Digital FABrication)의 BIM기술의 경우 국내와 마찬가지로 시공책임형

Table 11. BIM use applied to the overseas project

발주 방식	BIM Use (건 / 비율)									
	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10
DBB (2건)	0	0	2	2	2	2	0	0	2	0
	0%	0%	100%	100%	100%	100%	0%	0%	100%	0%
DB (13건)	2	6	13	13	11	11	6	2	6	2
	15%	46%	100%	100%	85%	85%	46%	15%	46%	15%
CM at Risk (16건)	5	8	16	16	16	16	15	4	14	8
	31%	50%	100%	100%	100%	100%	94%	25%	88%	50%
IPD (19건)	5	11	19	19	19	19	14	9	16	4
	26%	58%	100%	100%	100%	100%	74%	47%	84%	21%
총 (50건)	12	25	50	50	48	48	35	15	38	14
	24%	50%	100%	100%	96%	96%	70%	30%	76%	28%

U1: Existing Conditions Modeling U6: 3D Coordination
 U2: Cost Estimation U7: 3D Control and Planning
 U3: Phase Planning U8: Site Utilization Planning
 U4: Design Reviews U9: Digital Fabrication
 U5: Design Authoring U10: Record Modeling

CM방식에서 높은 비율을 차지하고 있으며, 국내에서 도입되지 않은 IPD방식에서도 또한 많이 적용되었다. 한편 건설사가 초기에 참여하는 DB방식에서는 활용빈도가 적은 것으로 나타난 것으로 보아 발주자의 요구사항이 더 많이 반영되는 발주방식에서 보다 많이 활용되는 것으로 판단된다. 마지막으로 U10(Record Modeling)은 전체 프로젝트의 28%로 국내(16%)보다는 더 활발하게 적용되고 있으며, 시공책임형 CM방식에서 가장 많이 적용되었다.

4.3 국내·외 BIM 적용수준 비교분석

프로젝트 단계에 따라 적용된 BIM 수준을 확인하기 위해 이 론고찰과 전문가 검증을 통해 도출한 BIM Level Framework를 활용하여 국내·외 BIM이 적용된 프로젝트의 적용수준을 조사하였으며, 이를 발주자의 유형과 발주방식에 따라 구분하여 국내와 해외의 BIM 적용수준을 비교분석하였다.

4.3.1 국내 프로젝트 BIM 적용수준

Table 12는 BIM Level Framework를 토대로 국내 프로젝트 50건을 조사하여 발주방식과 발주자 유형에 따라 BIM의 적용수준을 정리한 표이다.

Table 12를 살펴보면, 다음과 같은 세 가지의 특징을 볼 수 있다. 첫 번째로 U3(Phase Planning), U4(Design Reviews), U5(Design Authoring), U6(3D Coordination) BIM 기술은 2D도면을 3D로 전환 설계함으로써 활용할 수 있는 기술이며, 이러한 BIM 기술은 거의 모든 프로젝트에 적용된 것을 볼 수 있다. 특히 U3(Phase Planning)는 설계단계 수준인 Level 2에 가장 많은 비율을 차지하였으며, 이는 대부분의 프로젝트가 시공단계까지

Table 13. BIM level applied to the overseas project

발주 방식	발주 자	사례	BIM Use										
			U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10	
DBB (2건)	공공	C51			Lv.2	Lv.1	Lv.1	Lv.1				Lv.3	
		C52			Lv.2	Lv.1	Lv.1	Lv.1				Lv.3	
DB (13건)	공공 (6건)	C53		Lv.1	Lv.1	Lv.1							
		C54			Lv.1	Lv.1	Lv.1	Lv.1					
		C55	Lv.1		Lv.1	Lv.1	Lv.1	Lv.1					
		C56		Lv.2	Lv.1	Lv.2	Lv.2						
		C57		Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3			Lv.3	Lv.3	
	민간 (7건)	C58			Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3				Lv.4
		C59			Lv.1	Lv.1	Lv.1	Lv.1				Lv.3	
		C60			Lv.1	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3				
		C61			Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.1				Lv.3	
		C62			Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3			Lv.3	
CM at Risk (16건)	공공 (6건)	C63		Lv.3	Lv.3	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3				
		C64		Lv.3	Lv.3	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3			Lv.3	
		C65		Lv.3	Lv.3	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3	Lv.3	Lv.3	Lv.4	
		C66			Lv.1	Lv.2	Lv.2	Lv.2				Lv.3	
		C67			Lv.1	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3			Lv.3	
	민간 (7건)	C68	Lv.1	Lv.3	Lv.3	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3			Lv.3	
		C69	Lv.1	Lv.3	Lv.3	Lv.2	Lv.2	Lv.3	Lv.3			Lv.3	
		C70		Lv.3	Lv.3	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3	Lv.3	Lv.3		
		C71			Lv.1	Lv.1	Lv.1	Lv.1	Lv.3			Lv.3	Lv.4
		C72			Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3				
PPP (3건)	C73	Lv.1		Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3			Lv.3		
	C74			Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3				Lv.4	
	C75		Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3	Lv.3			Lv.3	Lv.4	
	C76		Lv.3	Lv.3	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3			Lv.3	Lv.4	
	C77	Lv.1	Lv.3	Lv.3	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3	Lv.3	Lv.3	Lv.3	Lv.4	
IPD (19건)	민간 (18건)	C78		Lv.3	Lv.3	Lv.2	Lv.2	Lv.3	Lv.3	Lv.3	Lv.3	Lv.4	
		C79		Lv.3	Lv.3	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3			Lv.3	
		C80			Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3			Lv.3	Lv.4
		C81	Lv.1		Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3	Lv.3	Lv.3	Lv.3	Lv.4
		C82	Lv.1	Lv.1	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.1					
	PPP (1건)	C83	Lv.1		Lv.1	Lv.2	Lv.2	Lv.1				Lv.3	
		C84		Lv.1	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.1				Lv.3	
		C85			Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2				Lv.3	
		C86			Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3	Lv.3			
		C87			Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3			Lv.3	
IPD (19건)	민간 (18건)	C88	Lv.1	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3			Lv.3	
		C89			Lv.2	Lv.1	Lv.1	Lv.2	Lv.3	Lv.3	Lv.3		
		C90			Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3	Lv.3	Lv.3		
		C91		Lv.1	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3	Lv.3	Lv.3		
		C92		Lv.3	Lv.3	Lv.2	Lv.2	Lv.1	Lv.1	Lv.3			Lv.3
	PPP (1건)	C93		Lv.3	Lv.3	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3	Lv.3			
		C94		Lv.3	Lv.3	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3			Lv.3	
		C95	Lv.1	Lv.3	Lv.3	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3	Lv.3	Lv.3		
		C96			Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.1				Lv.3	Lv.4
		C97			Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3			Lv.3	Lv.4
PPP (1건)	C98	Lv.1	Lv.3	Lv.3	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3	Lv.3	Lv.3	Lv.3	Lv.4	
	C99		Lv.3	Lv.3	Lv.2	Lv.2	Lv.3	Lv.3	Lv.3	Lv.3	Lv.3	Lv.4	
	C100		Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3	Lv.3	Lv.3			

U1: Existing Conditions Modeling U6: 3D Coordination
 U2: Cost Estimation U7: 3D Control and Planning
 U3: Phase Planning U8: Site Utilization Planning
 U4: Design Reviews U9: Digital Fabrication
 U5: Design Authoring U10: Record Modeling

BIM을 적용하지 않고 단순 전환 설계에 그치는 것으로 판단된다. 두 번째로 국내 BIM 프로젝트는 공공부문과 민간부문에서 BIM 적용수준이 차이가 없는 것을 볼 수 있다. 공공 프로젝트에서 BIM을 의무화함에 따라 BIM 적용이 민간 부문의 프로젝트에서도 점차 증가한 것으로 판단된다. 세 번째로 Level 1 수준으로 적용된 C1, C16, C33, C34 사례처럼 BIM 적용수준이 낮은 프로

젝트도 있지만, 해외의 높은 수준의 BIM 적용 프로젝트와 적용 수준이 비슷한 C9, C31, C32, C44, C45, C46, C47사례의 프로젝트 또한 있다. 이러한 높은 수준의 BIM이 적용된 프로젝트는 대부분 고난이도의 프로젝트로 높은 설계품질이 요구되며, 이를 시공단계에 활용할 수 있는 U7(3D Control and Planning)과 U9(Digital Fabrication)기술이 활용되는 경우가 많은 것을 알 수 있다.

4.3.2 해외 프로젝트 BIM 적용수준

Table 13은 해외 프로젝트 50건을 BIM Level Framework를 통해 발주방식과 발주자 유형에 따라 BIM의 적용수준을 정리한 표이다.

마찬가지로 Table 13를 살펴보면, 다음과 같은 세 가지의 특징을 볼 수 있다. 첫 번째로 해외 BIM 프로젝트는 대부분 건설사가 프로젝트 초기에 참여할 수 있는 발주방식인 시공책임형 CM 방식과 IPD방식을 주로 채택하였다. 이를 보아 해외에서는 BIM을 효과적으로 활용할 수 있도록 프로젝트 초기에 다양한 의사결정자가 참여할 수 있는 발주방식을 채택하는 것으로 판단된다. 두 번째로 시공단계에 해당하는 BIM기술인 U7(3D Control and Planning), U8(Site Utilization Planning), U9(Digital Fabrication)은 국내 프로젝트에 비해 많이 적용된 것을 알 수 있다. 특히 U7(3D Control and Planning)과 U9(Digital Fabrication)은 프로젝트 초기에 참여하는 경우 높은 설계품질을 확보하고 이를 시공단계까지 활용할 수 있는 BIM 기술로 시공성 확보와 공기단축의 효과를 가질 수 있다. 세 번째로 프로젝트의 모든 이해관계자가 프로젝트 초기에 참여하는 IPD방식의 프로젝트는 민간 중심으로 이루어지고 있으며, 적용수준 또한 높은 것을 알 수 있다.

5. 결론 및 향후 연구 진행 방향

본 연구에서는 건설사가 프로젝트 참여시점과 프로젝트 특성에 따라 적정 BIM활용범위와 적용수준을 도출하기 위하여 국내·외 BIM이 적용된 프로젝트 100건을 대상을 선정하여 다음과 같은 분석을 하였다. 첫 번째로 프로젝트의 특성은 국내·외 BIM 프로젝트의 발주방식을 조사하여 1) 발주자 유형, 2) 프로젝트 유형, 3) 건축물 형태를 발주방식별로 비교분석하였다. 두 번째로는 국내외 해외의 BIM 활용분야를 비교분석하였으며, 세 번째로는 전문가 검증을 통해 도출한 BIM Level Framework를 통해 국내·외 BIM 프로젝트의 BIM 적용수준을 비교분석하였다.

본 연구의 결과는 1) 해외의 BIM 프로젝트의 50건 중 32건이 민간 프로젝트이며, 특히 IPD방식의 프로젝트는 19건 중 18건이 민간부문이다. 이는 프로젝트 초기에 모든 이해관계자가 참여하는 발주방식인 IPD방식이 민간 주도로 많이 채택되고 있으며, BIM 또한 활발하게 활용하는 것으로 보인다. 또한, 35건이 시공

Table 12. BIM level applied to the domestic project

발주 방식	발주자	사례	BIM Use												
			U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10			
DBB (15건)	공공 (9건)	C1		Lv.1	Lv.1	Lv.1	Lv.1	Lv.1							
		C2			Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.1							
		C3			Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2							
		C4		Lv.1	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2							
		C5				Lv.1	Lv.1							Lv.3	
		C6		Lv.1	Lv.1	Lv.1	Lv.1	Lv.1						Lv.3	
		C7		Lv.1	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3					Lv.3	
		C8		Lv.1	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3	Lv.3	Lv.3	Lv.3			Lv.3	
		C9		Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3	Lv.3	Lv.3				Lv.4	
	민간 (6건)	C10				Lv.1	Lv.1								
		C11				Lv.2	Lv.2	Lv.2							
		C12		Lv.1	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2							
		C13			Lv.1	Lv.1	Lv.1	Lv.1						Lv.3	
		C14			Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3	Lv.3					
		C15			Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3					Lv.3	
DB (32건)	공공 (17건)	C16			Lv.1	Lv.1	Lv.1	Lv.1							
		C17			Lv.1	Lv.1	Lv.1	Lv.2							
		C18		Lv.1	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2							
		C19	Lv.1	Lv.1	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2							
		C20			Lv.1	Lv.2	Lv.2	Lv.1						Lv.3	
		C21			Lv.1	Lv.2	Lv.2	Lv.1						Lv.3	
		C22			Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.1						Lv.3	
		C23	Lv.1	Lv.1	Lv.1	Lv.2	Lv.2	Lv.2						Lv.3	
		C24			Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2						Lv.3	
		C25		Lv.1	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2						Lv.3	
		C26	Lv.1	Lv.1	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2						Lv.3	
		C27	Lv.1	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3						
		C28		Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3	Lv.3				Lv.3	
		C29		Lv.3	Lv.3	Lv.2	Lv.2	Lv.2						Lv.3	
		C30		Lv.3	Lv.3	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3						
C31			Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2						Lv.3	Lv.4	
C32			Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3					Lv.3	Lv.4	
민간 (15건)	C33			Lv.1	Lv.1	Lv.1	Lv.1								
	C34		Lv.1	Lv.1	Lv.1	Lv.1	Lv.1								
	C35				Lv.2	Lv.2	Lv.1								
	C36			Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2								
	C37		Lv.1	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2								
	C38		Lv.1	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2								
	C39			Lv.1	Lv.2	Lv.2	Lv.2						Lv.3		
	C40		Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3					Lv.3		
	C41		Lv.1	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3	Lv.3						
	C42		Lv.3	Lv.3	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3							
	C43		Lv.1	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3						Lv.4	
	C44	Lv.1	Lv.1	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3	Lv.3				Lv.4		
	C45		Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3	Lv.3				Lv.4		
	C46		Lv.1	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3	Lv.3	Lv.3				Lv.4		
	C47			Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3	Lv.3	Lv.3				Lv.3	Lv.4	
CM at Risk (3건)	민간 (3건)	C48			Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.1					Lv.3		
		C49		Lv.1	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3	Lv.3	Lv.3					
		C50		Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.2	Lv.3	Lv.3	Lv.3	Lv.3				

U1: Existing Conditions Modeling U6: 3D Coordination
 U2: Cost Estimation U7: 3D Control and Planning
 U3: Phase Planning U8: Site Utilization Planning
 U4: Design Reviews U9: Digital Fabrication
 U5: Design Authoring U10: Record Modeling

책임형 CM방식과 IPD방식인 것으로 보아 BIM의 적용효과를 보다 높일 수 있도록 건설사가 초기에 참여할 수 있는 발주방식을 채택하는 것으로 판단된다. 2) 국내의 발주방식은 크게 DBB방식과 DB방식으로 나뉘나 BIM의 적용범위와 수준이 크게 다르지

않는 것을 보아 실제로 발주방식에 따른 건설사의 역할이 다르지 않다는 것을 알 수 있다. 반면, 해외에서는 발주방식에 따라 프로젝트 특성과 BIM 적용수준이 다르게 나타나고 있어 건설사의 참여시점과 BIM 사용시점에 따라 건설사의 역할과 BIM 적용수준이 다른 것을 알 수 있다. 게다가 3) 국내는 해외에 비해 U2(Cost Estimation)와 U3(Phase Planning)의 적용수준이 낮은 프로젝트가 많다. 이는 국내 프로젝트의 경우 BIM을 단순 전환설계로서 활용하는 경우가 많은 것으로 판단된다. 또한, Level 3 수준의 시공단계에 해당하는 BIM 기술인 U7(3D Control and Planning), U8(Site Utilization Planning), U9(Digital Fabrication)은 해외에서 더 많이 적용된다. 이는 건설사가 조기에 참여하는 발주방식을 채택하여 고품질의 설계를 구축하고 시공단계에 활용하여 시공성 향상과 공기단축의 효과를 가질 수 있을 것이라 판단된다. 따라서 본 연구는 건설사가 프로젝트의 특성과 발주방식에 따라 BIM의 적용범위와 수준을 전략적으로 수립할 수 있는 근거로 활용할 수 있을 것이라 판단된다.

하지만 본 연구는 다음과 같은 한계와 향후 연구에 필요한 연구내용을 지니고 있다. 첫 번째는 국내·외 Awards 프로젝트 사례들의 BIM Use는 건설사마다 제시하는 수준이 상이하여 명확한 구분으로 적용된 BIM Use를 조사하는 것이 어렵다. 두 번째는 건설 프로젝트의 특성상 많은 변수에 의해서 프로젝트의 성패가 결정되는데 반해 본 논문에서는 발주방식에 따른 발주자 유형, 프로젝트 유형, 건축물의 형태에 따라 BIM의 적용범위와 수준을 비교분석하여 향후에는 더 많은 변수로 비교분석할 필요가 있다. 세 번째는 BIM Level Framework를 통해 조사한 BIM Level는 동일한 Level에서의 적용수준에 대한 차이를 구분하기가 어려워 이를 명확하게 구분할 수 있는 연구가 필요하다. 네 번째는 소수의 사례 분석으로 자료의 신빙성이 낮아 추후 더 많은 사례를 통해 결론을 도출할 필요가 있다.

References

AIA, AIA TAP BIM AWARDS, 2005– 2016, <http://www.aia.org/aia-architects> (Oct, 05, 2016)

AIA California Council, Integrated Project Deliver: A Guide 2007 version 1, 2007.

AIA, AIA Document E202TM-2008, 2008, http://www.durhamnc.gov/agendas_new/2015/cm20150302/10290_CONTRACT_E202_CONTRACT_ATTACHMENT__365760_627078.PDF, (Feb, 12, 2017)

Autodesk BIM Awards, 2014, <http://www.autodeskbimaward.com/winnders.jsp> (Oct, 21, 2016)

Bedrick, J. (2008). Organizing the Development of a Building

Information Model, The American Institute of Architects, 9, BIM in Practice, 2013, pp. 162–172.

Bryde, D., Broquetas, M., Volm, J. M. (2013). The Project Benefits of Building Information Modeling (BIM), *International Journal of Project Management*, 31(7), pp. 971–980.

BuildingSmart Korea BIM Award Gallery, 2005–2015, <http://www.buildingsmart.or.kr/Awards/Gallery/Gallery.aspx?select=102&idx=5>, (Sep, 02, 2016)

BuildingSmart Korea, The BIM spring 2009, Vol. 2, pp. 26–31.

BuildingSmart Korea, The BIM winter 2009~2010, Vol. 3, pp. 24–36.

BuildingSmart Korea, The BIM autumn 2010, Vol. 4, pp. 27–29.

BuildingSmart Korea, The BIM summer 2011, Vol. 5, pp. 30–32., 37–39.

BuildingSmart Korea, The BIM summer 2012, Vol. 6, pp. 36–37.

BuildingSmart Korea, The BIM winter 2012, Vol. 7, pp. 38–40., 44–47.

BuildingSmart Korea, The BIM winter 2013, Vol. 10, pp. 12–17., 20–22., 25–29., 32–33.

BuildingSmart Korea, The BIM winter 2014, Vol. 12, pp. 32–33., 38–41.

BuildingSmart Korea, The BIM winter 2014, Vol. 12, pp. 48–51.

BuildingSmart Korea, The BIM spring 2015, Vol. 13, pp. 28–31.

BuildingSmart Korea, The BIM winter 2015, Vol. 14, pp. 24–27.

Cho, S., Cho, Y., Lee, K. H., Paek, J. H. (2009). Application of BIM in Public Construction Project : Focused on Delivery System, *The Korea Institute of Building Construction*, 15(4), pp. 93–99.

Cho, H. J., Kim, Y. S., Ma, Y. K. (2013). A Study of LOD(Level of Detail) for BIM Model Applied the Design Process, *Journal of KIBIM*, 3(1), pp. 1–10.

Computer Integrated Construction Research Program, “BIM Project Execution Planning Guide – Version 2.1,” May, The Pennsylvania State University, University Park, PA, USA., 2011.

Fallon, K. K., Palmer, M. E. (2008). General Buildings Information Handover Guide, Principles, Methodology and Case Studies (NISTIR 7417), August.

Halttula, H., Aapaoja, A., Haapasalo, H. (2015). The Contemporary Use of Building Information Modeling and Relational Project Delivery Arrangements, *Procedia*

- Economics and Finance, 21, pp. 532–539.
- Hergunsel, M. F. (2011). Benefits of Building Information Modeling for Construction Managers and BIM based Scheduling, Diss. Worcester Polytechnic Institute, pp. 1–95.
- Jang, C. G., Lee, B. N., Choi, S. I., Lee, D. G. (2006). Understanding CM at Risk and Diagnose Introduction Possibility, Construction Economy Research Institute of Korea, 2006(5), pp. 1–130.
- Jang, M. W., Shim, U. J., Ahn, Y. S. (2013). A Study on the Solution of Focused Restraints for Introduction of IPD for BIM Efficient Utilization in Domestic Construction Industry, The Korea Institute of Building Construction, 9(1), pp. 203–207.
- Jo, Y. H., Lee, J. S., H. N. H. (2016). BIM Strategy Plan through Domestic Construction Companies BIM Project Case Analysis ; focussed on the BIM Use of the project from 2009 to 2015, Journal of KIBIM, 6(2), pp. 1–11.
- KIBIM Magazine, Vol. 1 First Issue spring 2011, Vol. 1, pp. 24–26.
- KIBIM Magazine, Vol. 1 Second Issue winter 2011, Vol. 1, pp. 52–60., 66–71.
- KIBIM Magazine, Vol. 3 First Issue spring 2013, Vol. 3, pp. 34–37.
- KIBIM Magazine, Vol.3 Second Issue summer 2013, Vol. 3, pp. 32–37.
- KIBIM Magazine, Vol.3 Third Issue autumn 2013, Vol. 3, pp. 19–23.
- KIBIM Magazine, Vol. 3 Fourth Issue winter 2013, Vol. 3, pp. 20–26., 38–43.
- KIBIM Magazine, Vol. 4 First Issue spring 2014, Vol. 4, pp. 48–63.
- KIBIM Magazine, Vol. 4 Second Issue summer 2014, Vol. 4, pp. 36–42.
- KIBIM Magazine, Vol.4 Fourth Issue winter 2014, Vol. 4, pp. 47–57.
- KIBIM Magazine, Vol.5 First Issue spring 2015, Vol. 5, pp. 23–34.
- KIBIM Magazine, Vol. 5 Second Issue summer 2015, Vol. 5, pp. 49–58.
- KIBIM Magazine, Vol. 6 First Issue spring 2016, Vol. 6, pp. 38–44.
- Kim, Y. S. (2010). New Paradigm of Project Delivery System for BIM Based Construction Projects ; Integrated Project Delivery (IPD) System, Journal of the Architecture Institute of Korea, 54(1), pp. 37–40.
- Kim, U. Y. (2017). CM at Risk Introduction Plan to Domestic Public Sector, Journal of the Architecture Institute of Korea, 61(5), pp. 34–38.
- Korean Institute of Building Information Modeling, http://www.kibim.or.kr/Board/board.asp?b_code=393&Action=content&GotoPage=1&B_CATE=BBS1 (2017. 03. 24).
- Kreider, R., Messner, J., Dubler, C. (2010). Determining the Frequency and Impact of applying BIM for Different Purposes on Projects, Proceedings 6th International Conference on Innovation in Architecture, Engineering and Construction (AEC), pp. 1–10.
- Lee, J. S., Ham, N. H., K, J. J. (2015). A Study about BIM Execution Plan for Specialty Contractors at Construction Phase ; focused on Specialty Contractors in Reinforced Concrete Works, Journal of KIBIM, 5(3), pp. 19–32.
- McCuen, T. L., Suermann, P. C., Krogulecki, M. J. (2011). Evaluating Award-winning BIM Projects Using the National Building Information Model Standard Capability Maturity Model, Journal of Management in Engineering, 28(2), pp. 224–230.
- Messner J., 2009. “BIM Project Execution Planning” May, AGC BIM Forum Presentation, http://bimforum.org/wp-content/uploads/presentations/philly-october-2009/Messner_AGC_BIMForum_Presentation.pdf
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport, http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95077914 (2016. 08. 23).
- Yoon, S. W., Kim, S. A., Choi, J. M., Keum, D. Y., Jo, C. W. (2015). A Proposal for Using BIM Model Created in Design to Construction Phase ; Case Study on preconstruction adopting BIM, Journal of KIBIM, 5(4), pp. 1–10.