

설계 프로세스를 반영한 BIM 작성 기준(LOD)에 대한 연구

A Study of LOD(Level of Detail) for BIM Model applied the Design Process

조현정¹⁾, 김연수²⁾, 마영균³⁾
Cho, Hyun-Jung¹⁾ · Kim, Yeon-Soo²⁾ · Ma, Young-Kyun³⁾

Received March 11, 2013 / Accepted March 19, 2013

ABSTRACT: BIM(Building Information Modeling) ordering manuals and guidelines are diffused with the recent BIM activation. However, it is causing drawbacks such as an increase of work at each design stage and a decline of BIM application level that the standard of making up and managing BIM is vague and it includes comprehensive meaning. Therefore, this study aims to secure BIM work standard by establishing BIM making-out standard based on LOD(Level of Detail) classification considering domestic design process. It compared each definition of LOD by analyzing domestic and foreign BIM guideline examples, and figured out insufficiency of existing domestic and foreign design process and BIM guidelines. Moreover, it drew architects' work articles for promoting the progression of the efficient design process, and analyzed BIM requirements on design process, dividing BIM application scale by field. Through this analyzing process, it finally established BIM making-out standard classified by design process. The effects of establishing BIM making-out standard would include improving a division of labor and cooperation environment by creating integrated BIM model on design stages, advancing work efficiency by preventing a repetition and an increase of work, and upgrading project completeness and design quality. Besides, it can secure BIM work standard by clarifying responsibility for working steps. BIM making-out standard established by this study will contribute to developing the future BIM work standard document and BIM guideline as a data base.

KEYWORDS: Building Information Modeling, Level of Detail, Design Process, Integrated Project Delivery, BIM Guideline

키워드: BIM, LOD, 설계 프로세스, IPD, BIM 가이드라인

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

2000년대 이후 국내에서도 Building Information Modeling (이하 BIM)이 도입되어 다양한 형태로 건축 산업 전 분야에서 다루어지고 있다. 도입 초기 BIM기술은 민간사 위주로 주도되어 왔으나, 2009년 대통령 직속 국가정책 위원회의 심의를 거치면서 건설 산업 미래의 핵심 기술로서 인정받아 조기정책과 활성화화를 위하여 정부 및 공공 발주 기관을 중심으로 빠르게 추진되고 있다(성준호, 2011). 특히 국제 흐름에 발맞추어 국내 여러 기관에서도 BIM 가이드라인과 지침을 개발하는 등의 적극적인 BIM 기술의 보급과 확산을 계획하고 있고, 실제로 이를 근간으

로 여러 가지 BIM 발주 사례가 나오고 있는 실정이다.

이와 같이 BIM 적용 확대와 더불어 BIM 발주지침 및 가이드라인이 보급되고 있지만, BIM 작성 및 관리에 대한 기준이 불명확하고 포괄적인 의미로 작성되어 있어 각 설계단계의 BIM 업무 기준 미비로 BIM 성과물 작성에 대한 과열, BIM 업무량 증대, BIM 데이터 활용수준 저하의 문제점을 가져오고 있다. 따라서 국내 설계 프로세스를 고려한 건설 산업 전반에 적용 가능한 일관성 있는 기준의 개발이 필요하다.

본 연구는 기존 설계프로세스와 국내외 BIM 가이드라인의 분석을 통하여 설계 환경에 맞는 단계별 BIM 요구사항을 정리하고, LOD 기준을 수립하여 BIM 작성 기준을 바탕으로 명확한 BIM 업무 기준을 확보하는 데에 그 목적이 있다.

¹⁾정회원, (주)현대종합설계 기술지원실 디자인연구소 대리 (hj.cho@hda.co.kr)

²⁾정회원, (주)현대종합설계 기술지원실 디자인연구소 부장 (kimys@hda.co.kr)

³⁾정회원, (주)현대종합설계 기술지원실 상무 (mayk@hda.co.kr) (교신저자)



〈그림 1〉 연구 흐름도

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 설계 프로세스를 반영한 BIM 작성 기준(LOD)을 수립하여 설계 단계별 통합 BIM 모델 생성을 통한 효율적이고 명확한 분업 및 협업 환경을 개선하기 위한 연구로서 그 범위를 건축 설계단계로 한정한다. 이를 위한 본 연구의 방법은 다음과 같다.

첫째, LOD(Level of Detail)를 중심으로 국내외 BIM 가이드라인 내용을 비교분석한다.

둘째, 기존 설계 프로세스를 파악하고, 미국 등 해외 설계 프로세스와의 차이점을 인식한다.

셋째, 설계 단계별 BIM 모델 요구사항을 분석한다.

넷째, LOD를 분류 연계하고 분야별 BIM 활용범위를 도출한다.

다섯째, 도출된 LOD를 바탕으로 실무와 직결된 BIM 모델링 작성 기준을 수립한다.

2. 국내외 BIM 작성 기준(LOD) 사례 분석

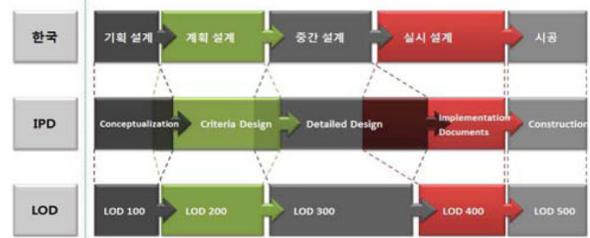
2.1 BIM 작성 기준의 필요성

2.1.1 LOD 정의

BIM에서의 LOD는 AIA Document E202-2008에서 'Level of Development'와 'Level of Detail' 두 가지로 정의하고 있다. 비슷한 의미로 사용되고 있으나, LOD(Level of Development)는 모델링 수준에 따른 단계별 업무를 의미하고 있으며, LOD(Level of Detail)는 설계 프로세스 단계별 모델링 수준을 의미한다.

예를 들면, LOD 100 단계에서 설계자는 매스/조닝 모델을 생성하여야 하는데 이 때, 모델을 생성하는 것은 설계자의 업무로서의 LOD(Level of Development)이고, 매스/조닝 모델 생성을 위한 형태 생성, 건축물 위치 데이터 입력, 건축물 요소의 유형정보 등은 모델링 작업에 따른 데이터 모델의 수준을 결정하는 것으로서의 LOD (Level of Detail)이다.

그림 2는 설계 단계별 업무범위를 업무항목들을 바탕으로 비



〈그림 2〉 BIM 업무 범위 비교 모식도

교한 모식도이다(추승연, 2012). 그림과 같이 국내의 설계 프로세스의 IPD 전환 과정에서 기존 프로세스와의 차이로 인해 업무량 증가, BIM 성과물 작성에 대한 과열 등의 문제점들이 나타나고 있다. 그러나 이러한 문제점들은 기존의 불명확하던 모델링 디테일 수준(LOD)을 정의함으로써 BIM 도입 후 발생하였던 문제들을 상당부분 해소할 수 있을 것으로 판단된다.

2.1.2 BIM 작성 기준의 필요성

세계 각 국가의 기관에서는 BIM 사용자를 위한 프로세스를 제시하고자 많은 연구가 진행 중에 있다. 이러한 국제동향에 따라 국내에서도 발주사례를 통해 다양한 BIM 발주지침 및 가이드라인을 개발하여 보급하고 있다. 하지만 국내 BIM 가이드라인은 개발 초기 단계로서 BIM 작성 기준과 관리에 대한 기준이 불명확하여 실무에 활용 시 혼란을 야기하고 있다. 특히, BIM 작성 기준의 경우, 모델링 방법, 단계별 수준 및 모델링 디테일 수준을 정의하여 BIM 기술의 활용범위를 결정하게 하는 중요한 요소임에도 불구하고, 현재까지의 국내 BIM 가이드라인에서는 다루어지지 않고 있다. BIM 작성 기준의 부재는 단계별 BIM 작성 시 업무의 범위가 중첩되고, 업무량 증가와 함께 책임 소지가 불명확해지는 문제를 안고 있다. 따라서 단계별 모델 성과물에 대한 LOD 수준을 명확히 정의해 줌으로써 BIM 작성에 대한 과열을 방지하기 위해 BIM 작성기준이 마련될 필요가 있다.

2.2 국내외 BIM 가이드라인 분석

2.2.1 국내외 가이드라인 분석

BIM이 건설 산업의 새로운 패러다임으로 주목받은 이후 각 국가들은 BIM 가이드라인을 개발하여 공표하였다. 2000년대 이후 미국과 북유럽을 중심으로 BIM 가이드라인에 대한 연구가 다양한 각도에서 활발하게 이루어지기 시작하였으며, 최근에는 호주, 싱가포르 등 전 세계적으로 확산되고 있는 추세로 국가 정부차원에서 가이드라인을 만들어서 배포하고 있다. 이러한 가이드라인은 BIM 모델링을 위한 가이드라인이 아닌, 발주 및 데이터 관리를 위한 가이드라인으로서 실제 프로젝트 진행에서의 모델링 기준에 대한 어려움을 해소하지는 못하고 있다. 국내

〈표 1〉 국내외 BIM 가이드라인

발주 기관	가이드	공고
국토해양부	공공발주 사업에 대한 건축사의 업무범위와 대가기준	2009
buildingSMART Korea	BIM 표준 라이브러리 표준기술 규격	2011
한국토지주택공사	BIM 설계 가이드라인	2012
AIA (미국)	AIA Document E202	2009
Cooperative Research Centre (호주)	National Guidelines for Digital Modelling	2009
buildingSMART 국제연맹	IDM(Information Delivery Manual) for Design to QTO / Cost Estimating	2010
Ohio Department of Administrative Service (미국)	State of Ohio Building Information Modeling Protocol	2011
Building and Construction Authority(싱가포르)	Singapore BIM Guide	2012

BIM 지침의 경우도 발주를 위한 지침에 가까워 실제 실무적용에 어려움을 겪고 있는 실정이다. 이에 BIM 작성기준이 포함된 BIM 모델링 가이드라인에 대한 필요성이 부각되고 있다.

본 연구에서는 최근 2009년 국토해양부에서 고시한 ‘공공발주 사업에 대한 건축사의 업무범위와 대가기준’ 외에 buildingSMART Korea ‘BIM 표준 라이브러리 표준 규격 개발’, 한국토지주택공사 ‘BIM 설계 가이드라인’의 내용을 분석하여 각 가이드라인에서 제시한 LOD의 기준을 비교하여 보고, 국외사례로는 IPD 통합 설계 프로세스를 도입한 미국 AIA의 ‘Document 202’ 외 호주, 싱가포르 등의 국가 기관에서 개발한 가이드라인을 분석하여 국내 설계 업무 환경과 비교해보고자 한다(표 1 참조).

1) buildingSMART Korea BIM 라이브러리 표준 규격 개발

빌딩스마트협회는 BIM 콘텐츠를 보급하기 위한 준비로 BIM 표준규격 위원회를 운영하여 KBIMS규격을 제정 중에 있다. 라이브러리 표준규격은 미국 NIBS(National Building Information Modeling Standard)를 비롯한 국제기관과 MOU를 통하여 국가간 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 그치고 있다. 빌딩스마트협회에서 정의한 BIL (BIM Information Level)은 표 2와 같다.

2) LH공사 BIM설계 가이드라인

한국토지주택공사에서 개발한 BIM적용 지침서의 공동주택

〈표 2〉 BIL (BIM Information Level) 정의

구분	BIM Information Level (BIL)			
	1	2	3	4
설계 단계	계획설계	중간설계 (기본설계)	실시설계	설계이후 (시공/유지관리)
이미지				
모델 콘텐츠 요구 조건	· 개략적인 수량, 사이즈, 형상, 위치 및 방향들의 조합이나 시스템으로 모델링 · 면적 높이 부피 위치 및 방향 표현	· 수량, 사이즈, 형상, 위치 및 방향에 대한 조합으로 모델링 · 각종 부재 및 장비 규격의 구체화	· 수량, 사이즈, 형상, 위치 및 방향에 대한 상세 조합으로 모델링 · 공사의 범위 양질 치수, 위치 재질 집감 색상 등 포함	· 완전한 제조, 조립, 상세정보를 지닌 수량, 사이즈, 형상, 위치 및 방향에 대한 정확한 상세 조합으로 모델링
수준	도면기준 1:200, 1:100 추출 가능	도면기준 1:100 추출 가능	도면기준 1:100, 1:50, 1:20, 1:10 추출 가능	도면기준 1:100~1:10 추출 가능
내용	· 공간 및 주요 부재 (기초, 벽, 슬래브, 지붕) · 벽 전체두께 수준 · 개구부 표현 (창호는 생략 가능)	· 기본설계 표현 부재 · 전체 벽의 경우 이중벽 및 두께 표현 · 구조부재와 타 부재간의 간섭 체크 가능	· 실시설계 표현 부재 전체 (마감포함) · 입찰 견적 시공 계획 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

〈표 3〉 주택설계의 상세수준(LH-LOD)

◆:속성입력, ◇:속성발전, x:속성고정

객체 (Object)	속성 (Attribute)	기획 업무	계획 설계	기본 설계	실시 설계	운영 유지	
		LH-LOD-1	LH-LOD-2	LH-LOD-3	LH-LOD-4	LH-LOD-5	
대 지	기능/위치/좌표	◆	◇	◇	x	x	
	사회기반시설		◆	◇	x	x	
건 물	공 간	기능/위치/좌표	◆	◇	x	x	
		주요 요소		◆	◇	x	
		물리적 데이터			◆	◇	x
	부 요 소	생산/제작				◆	x
		운영관리					◆
		기능/위치/좌표			◆	x	x
부 요 소	물리적 데이터				◆	x	
	생산/제작				◆	◇	
	운영관리					◆	

사업의 상세수준(LH-LOD)은 ‘BIM적용 설계 가이드라인(국토해양부)’의 LOD를 원칙으로 하고 한국토지주택공사 공동주택 사업의 특성을 고려하여 작성되었다는 특징을 가진다. 따라서 주택설계의 상세수준(LH-LOD)을 단계별로 각각의 모델의 활용목적에 따라 다르게 적용시키며, 상세수준은 각 객체의 속성별로 정리할 수 있도록 구분하고 있다(표 3 참조). 하지만 구체적

§ 4.3 Model Element Table
Identify (1) the LOD required for each Model Element at the end of each phase, and (2) the Model Element Author (MEA) responsible for developing the Model Element to the LOD identified.

Insert abbreviations for each MEA identified in the table below, such as "A - Architect," or "C - Contractor."

NOTE: LODs must be adapted for the unique characteristics of each Project.

Model Elements Utilizing CSI Uniform™

			LOD	MEA	Note Number (See 4.4)													
A SUBSTRUCTURE	A10 Foundations	A1010 Standard Foundations																
		A1020 Special Foundations																
		A1030 Slab on Grade																
	A20 Basement Construction	A2010 Basement Excavation																
	A2020 Basement Walls																	
B SHELL	B10 Superstructure	B1010 Floor Construction																
		B1020 Roof Construction																
	B20 Exterior Enclosure	B2010 Exterior Walls																
		B2020 Extension Windows																
		B2030 Extension Doors																
	B30 Roofing	B3010 Roof Coverings																
		B3020 Roof Openings																

〈그림 3〉 Model Element Table

〈표 4〉 단계별 모델링 수준 정의

AIA BM Protocol	Conceptualization LOD100	Criteria Design LOD200	Detailed Design LOD300	Imple. Documents LOD400	Construction LOD500
Model Content					
Design & Coordination	• 비가시화 데이터 또는 라인 기반 업무 • 대지, 부피, 영역 등	• 기본 객체를 3D 표현 (최대치, 목적)	• 상세 객체의 3D 가시화 표현 (치수, 수량, 연결성)	• 샵드로잉/제작 (구매, 제작, 설치, 상세도)	• 완공
4D Scheduling	• 주요 부재의 전체적인 프로젝트 구성	• 주요 액티비티의 일정 계획	• 상세한 어셈블리의 일정 계획	• 시공을 위한 제작 및 상세 어셈블리 표현	
Cost Estimating	• 개략견적	• 기본객체에 대한 견적	• 상세 어셈블리 기반 견적	• 특정 어셈블리의 공급가	• 견적서작성

인 객체의 분류 및 작성기준의 내용은 실무에서 활용하기에는 부족하다고 할 수 있겠다.

3) AIA Document E202 BIM 가이드

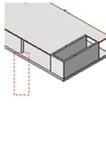
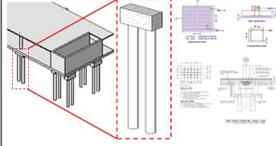
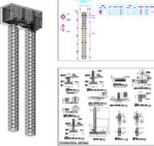
AIA 국립문서위원회는 BIM 모델데이터의 활용 용도를 기준으로 LOD를 구분하여 다양한 BIM 활용 업무 수행을 위해 작업별로 모델 데이터 정보 상세수준을 정의하고 있다(표 4 참조). E202 BIM 가이드는 건설생애주기 동안 적용 가능한 BIM 기술의 범위 및 방법 등을 설명하고 있으며 이는 하나의 BIM 모델로부터 추출된 정보를 통해 전생애주기 동안 활용하고자 하는 것이 목적이다.

AIA는 설계자와 발주자가 'Model Element Table(모델 요소표)'를 작성하여 필요로 하는 객체의 수준을 정의하게 함으로써 프로젝트에 필요한 BIM 활용 목적 달성을 위한 모델데이터 작성 수준을 프로젝트 재량에 맡기고 있다(그림 3 참조). 이를 국내 프로젝트에 적용할 경우, 유연성도 있고 타당해 보이나 국내의 계약과 관련 법규 등의 문제로 실현하는 데는 어려움이 있을 것으로 예상된다.

4) 싱가포르 BIM 가이드

2012년 싱가포르 BCA(Building and Construction Authority)

〈표 5〉 로세스별 객체 LOD

Criteria Design	Detailed Design	Construction
		
<ul style="list-style-type: none"> 초기설계 단계에서는 말뚝에 대한 정보는 불필요함 	<ul style="list-style-type: none"> 기본설계단계에서 구조해석 및 설계는 필요한 말뚝을 발전시키기 위해 사용되며, 관청의 승인을 위해 2D 문서로 표현 가능 말뚝 캡과 말뚝은 BIM 모델에서 정확하게 모델링 되고, 정확한 위치에 있어야 함 철근과 같은 자세한 내용은 2D로 표현 가능 	<ul style="list-style-type: none"> 시공단계에서, 보다 자세한 정보는 BIM 분석 및 상세 설계 모델에서 생성할 수 있는 2D 샵드로잉 형태로 요구 철근은 3D BIM 모델의 일부 부분에 표현 가능

에서 개발한 BIM 가이드는 기존 방식들을 활용하면서 새로운 BIM 시스템을 어떻게 도입할지에 대한 연구 위주로 작성되었으며, BIM 작성 시 객체별로 구체적인 요구사항이 포함되어 있다. 건축, 구조, MEP 등 분야에 따른 설계단계별 BIM 요구사항이 작성되어 있으며, 실무에 사용되는 각종 Template을 포함하고 있어서 설계 업무에 적용하여 사용하기 유용하게 개발되어 있는 특징을 가지고 있다. 아래의 표 5는 BIM 객체 중 말뚝을 프로세스의 단계에 따라 정보를 표현하는 방법을 보여주고 있는 BIM 가이드 중 일부 내용이다.

2.2.2 국내외 BIM 가이드라인 분석 결과

앞에서 분석한 국내외 가이드 사례 외에 호주 BIM 가이드, buildingSMART Int'l 가이드의 LOD 내용을 추가 발췌하여 표 6과 같이 정리하였다. 국내외 BIM 가이드라인의 LOD 정의를 비교해본 결과, 각 가이드라인별로 수준의 차이는 있었지만 ① 건축주가 설계단계에서 얻고자 하는 정보, ② 정보의 표현 수준, ③ BIM 데이터를 통한 단계별 주요 성과물 세 가지로 정리할 수 있었다. 따라서 본 연구를 통해 도출하고자 하는 BIM 작성 기준(LOD)은 프로세스별 BIM 요구정보와 BIM 데이터의 표현 수준 및 활용범위를 정의하고, BIM 기반의 주요 성과물 산출을 위한 모델을 작성하는 것을 목표로 하고 있다.

3. 설계 프로세스별 BIM 요구정보

3.1 국내외 설계 프로세스

2009년 국토해양부 고시 제2장 건축사의 업무범위 제5조(업무의 범위)에 따르면 설계업무는 기획업무, 건축설계업무, 사후 설계관리업무, 기타업무로 구분된다(표 7 참조). 이 중 건축설계 업무는 다시 계획설계, 중간설계, 실시설계로 구분되며, 이러한

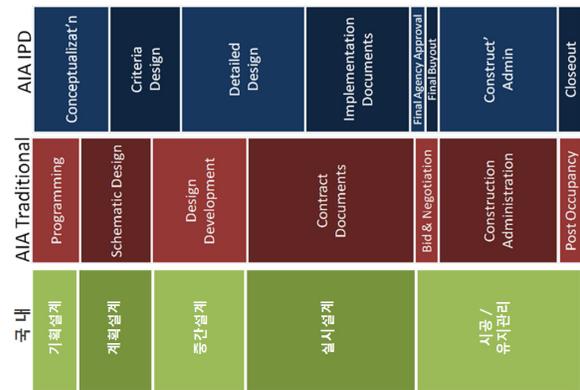
〈표 6〉 국내외 BIM 가이드라인 LOD 정의

	기획단계 LOD100	계획설계 LOD200	중간설계 LOD300	실시설계 LOD400	시공단계 LOD500
building SM ART KOR EA	-	개략적인 수량, 형상, 위치 및 방향의 조합이나 시스템으로 모델링 면적, 높이, 부피, 위치 및 방향 표현	수량, 형상, 위치 및 방향에 대한 상세조합 모델링 각종 부재 및 장비 규격의 구체화	수량, 형상, 위치 및 방향에 대한 상세조합 모델링 공사의 범위, 양, 질, 차수, 위치, 재질, 질감, 색상 등을 포함	수량, 형상, 위치 및 방향에 대한 상세조합 모델링 공사의 범위, 양, 질, 차수, 위치, 재질, 질감, 색상 등을 포함
LH 공사	-	공간(거실, 침실, 부엌, 식당, 욕실 등)의 기능과 형상정보(위치 및 면적)의 속성 선정 지형정보의 위치와 좌표 속성 선정	건축 주요 요소(벽체, 바닥, 계단 등)의 기능과 형상정보의 속성 선정	사회기반시설(도로, 주차장, 지하구조물 등) 속성 선정 장비(가구, 장비 등)의 기능과 형상정보 속성 선정	물리적 정보와 생산제작의 속성 선정
미국 AIA	비기하학적 데이터 또는 라인기반 업무, 대지 부피, 구역 등 주요 부재의 전체적인 프로젝트 구성 및 개략적인	기본 객체를 3D로 표현 주요 액티비티의 일정계획 기본 객체에 대한 건축	상세 객체의 3D 표현 (치수, 수용력, 연결성) 상세한 일정 계획 상세 기반 건축	삽드로잉/제작 및 시공을 위한 상세 표현	완공 건축서 작성
싱가포르	건물 매스 터디 또는 치수, 면적, 부피, 위치, 방위에 대한 데이터 표현의 다른 형식	일반적인 건물요소 또는 대략적인 치수, 형상, 위치, 방위, 물량 시스템 비기하학적 속성이 제공	상세한 건물요소 또는 정확한 치수, 형상, 위치 방위, 물량 시스템 비기하학적 속성 제공	BIM 객체는 상세설계 단계에서 시공을 위해 적용 가능하거나 유용하도록 전체 제조 및 결합에 대한 상세 정보 모델링	
호주	부피/면적 기반의 계획 및 컨셉 개발 데이터 요약, 라인기반 작업, 면적, 부피, 공간 등 블락모델 개념적 단계 산정	컨셉 모델 내 일반 건물 객체시스템 타임이 연상되는 최대 크기의 3차원에서 보여주는 일반 구성 요소 일반 구성 요소(인테리어 벽 또는 문 등)의 측정값을 기반으로 한 예상 비용 추가 가능한 구체적 롬 요구 사항 사전 환경 분석을 위한 예상 재료/자재 견적	엔지니어링 디자인 및 상세 모델/객체의 형상, 치수, 용량, 개략성을 포함한 구체적인 구성 요소 시원심 비용 계획 및 산정	구매를 위한 시공도/구조물 제조 및 설치, 구체적인 구조물 및 건설 방법, 상세 시스템 요소 기반 정확한 분석 및 시뮬레이션 제조 계획 전달	
building SM ART Int'l	-	BIM 모델 데이터의 객체의 종류(벽, 슬래브, 기둥, 보, 지붕, 창 문 등)와 기하학적 정보를 가지고 객체의 수량을 계산	BIM 객체 및 IDM에 근거한 속성 정의 및 특성을 포함	BIM 객체 및 정보의 확장에 따라 수량 정보의 수준 및 객체의 특성에 대한 수준이 상세하게 표현	-

국내의 설계프로세스는 기존의 2D를 기반으로 개발된 자료를 토대로 3D 기반의 BIM 프로세스로 수정한 것이다. 따라서 객체 기반의 모델링 체계에 대한 이해가 부족하며, 이로 인해 BIM 기반의 설계 프로세스를 진행하는데 있어서 업무의 범위, 모델링 수준과 방법의 오류가 발생하게 된다.

〈표 7〉 설계업무의 구분

설계업무 단계	내용	
기획	- 건축물의 규모검토, 현장조사, 설계지침 등 건축설계 발주에 필요하여 발주자가 사전에 요구하는 설계업무	
건축 설계	계획 설계	- 건축물의 규모, 예산, 기능, 질, 미관적 측면에서 설계 목표를 정하고 가능한 해법을 제시 - 디자인 개념의 설정 및 연관분야(구조, 기계, 전기, 토목, 조경 등)의 기본시스템이 검토된 계획안을 발주자에게 제안하여 승인받는 단계
	중간 설계	- 계획설계 내용을 구체화하여 발전된 안을 정하고, 실시설계 단계에서의 변경 가능성을 최소화하기 위해 다각적인 검토가 이루어지는 단계 - 연관분야의 시스템 확정에 따른 각종 자재, 장비의 규모, 용량이 구체화된 설계도서를 작성하여 발주자로부터 승인을 받는 단계
	실시 설계	- 입찰, 계약 및 공사에 필요한 설계도서 작성 - 공사의 범위, 양, 질, 차수, 위치, 재질, 질감, 색상 등을 결정하여 설계도서 작성
사후설계관리	- 건축설계가 완료된 후 공사시공 과정에서 자재와 장비의 치수, 위치, 재질, 질감, 색상 등의 선정 및 변경에 대한 검토·보완 등을 위하여 수행하는 설계업무	
발주자의 요청에 의한 기타 업무	- 리모델링 설계 / 인테리어 설계 / 음향, 차음·방음, 방진설계 / 3D 모델링 / 모형제작 / VE설계 / Fast Track 설계 / 흙막이상세도 작성	



〈그림 4〉 국내 / 미국 AIA 설계 프로세스

그리고 국내 국토해양부의 ‘공공발주 사업에 대한 건축사의 업무범위와 대가기준’과 AIA의 ‘기존 설계 프로세스’, ‘IPD 도입 프로세스’를 비교하여 보면, 기존의 설계 프로세스와 IPD 프로세스가 일치하지 않음을 알 수 있다(그림 4 참조). 그러나 여전히 국내 설계 프로세스는 기존 방식을 고수하며 업무 프로세스를 수행해가고 있으며, 이에 반해 연구·개발되고 있는 BIM 가이드는 IPD 프로세스를 지향하며 만들어지고 있다는 데에서 실무의 혼선을 가져오고 있다.

하지만 미국과 한국으로 대표되는 설계프로세스의 배경을 살펴보면 때 구분의 가장 큰 특징은 업무내용과 대가체계의 구성에 있다고 하겠다. 표 8은 설계업무프로세스별 구성(김홍용, 2002)을 나타내고 있다. 미국의 경우 업무구분과 대가체계가 별개로 되어 있어 대가체계에 따라 업무체계가 위협받는 양상이

〈표 8〉 설계업무 프로세스별 구성

미국 설계 프로세스	PREDESIGN		DESIGN			CONSTRUCTION		POST
	Pre-design	Site Analysis	Schematic Design	Design Developmet	Construction Document	Bidding or Negotiations	Construction Contract Administration	Post-Construction
국내 설계 프로세스	단계 1. 계약 및 기획		단계 2. 건축 설계			단계 3. 감리	단계 4. 완성 후 업무	
	기획	분석	계획설계	중간설계	실시설계	사후설계관리	완성 후 업무	

상대적으로 적은 반면, 한국의 경우 업무프로세스가 전반적으로 종합화되어 있고 설계조건과 설계결과의 세분화 또는 자체진행이 그 특징이라 할 수 있다. 이러한 원인으로 통합 설계 프로세스의 문제점을 가지고 설계 단계별 업무 구분이 모호하여 업무에 대한 역할과 책임이 불분명한 것도 사실이다.

따라서 국내 실무에서는 통합 설계 프로세스의 전환을 위한 과도기에서 설계 단계별 업무의 정의를 필요로 하고 있으며, 이에 현재의 국내 건축 환경에 맞는 BIM 요구정보를 파악하여 설계단계별 BIM 활용범위를 재정의 하고자 한다.

3.2 BIM 요구정보 파악 및 활용범위 도출

설계 프로세스별 LOD를 분류하기에 앞서 각 분야에서 이루어질 수 있는 업무와 분석항목을 정의하고 통합적인 모델관리와 효율적인 설계 프로세스 진행을 도모하기 위하여 건축사의 업무 범위를 토대로 건축가의 업무항목을 도출하고 분야별 BIM 활용 범위를 구분하여 설계 단계에 따른 BIM 요구정보를 분류하였다 (표 9 참조).

〈표 9〉 프로세스별 BIM 요구정보

분야	기획 설계	계획 설계	중간 설계	실시 설계	시공	구분
건축						계획 및 현황 분석
						디자인 검토
						BIM 시각화 자료 지원
						도면 산출
						설계 특화 계획
친환경						친환경계획
구조						구조계획 및 검토
기계						기계설비계획 및 검토
전기/ 통신						전기/통신설비계획 및 검토
소방						소방설비계획 및 검토
토목						토목계획 및 검토
조경						조경계획 및 검토
품질						설계품질관리

그리고 다시 BIM 활용범위를 구체적으로 나열하여 프로세스별 BIM 업무 세부항목으로 구분하면 표 10과 같이 정리된다. 정리방법은 실무자와의 협의를 통하여 진행하였으며, 설계 성과물에 포함되는 결과물을 바탕으로 BIM 업무 및 활용범위를 도출하였다.

표 9와 표 10의 내용 도출을 위해 국내 대형 설계사무소에서

〈표 10〉 분야별 BIM 활용 범위

분야	구분	상세 내용
건축	계획 및 현황	스페이스 프로그램 검토
		배치, 동선, 규모 등 기본계획 검토
	디자인 검토	건물 인동간격, 일조, 향, 경관 검토
		개념 매스디자인 검토
		비정형 검토
	시각화 자료	다양한 설계대안 검토
		보행자 시선을 통한 건축물 가상 시뮬레이션
		타공정과 연계된 시각적인 시공성 검토
	도면 산출	내외장 재료 재질 및 사실적 표현 검토
		기본도면 산출 및 검토
인테리어계획	실시설계 및 인허가관련 도면 산출	
	Shop DWG 기준 제시	
친환경	친환경계획	인테리어의 마감재료 색상 디지털 목업
		렌더 이미지 및 동영상 활용
		일조, 일사량 분석
구조	구조계획	실내외 풍환경(CFD) 분석
		에너지 사용량 분석
		구조 모델 작성
기계	기계설비계획	구조해석모델 및 구조계산 해석
		Shop DWG 모델(철골, 철근 등)
		공조, 위생, 소화 배관 모델링
전기/ 통신	전기/통신설비 계획	각종 부하 계산 및 설계최적화 검토
		기계 설비 계통 및 라인 최적화
		기계실 장비배치 검토
소방	소방설비계획	전기설비 라인 및 전기실 장비배치 검토
		전등, 전열, 통신, 전력설비 등 계획 검토
토목	토목계획	소화함, 방수구함, 배전함 등의 장비/기기 배치 검토
		지형 및 토공량(절성토량) 검토
조경	조경계획	지정작업 및 레벨계획(부대토목관련)
		조경계획(바닥 패턴 및 시설물 배치)
품질	설계품질관리	식재계획 및 수량산출, 옥상/벽면녹화계획
		BIM 간섭체크를 통한 설계품질 확보
		BIM 도면 품질 관리

직접적으로 건축설계업무를 수행하는 설계업무 종사자, 설계업무 과정에서 건축 설계부서와 지속적인 관련성을 지니는 엔지니어링업무 종사자가 함께 의견을 공유하였다. 본 연구에 참여한 인원은 표에서 제시한 각 분야의 책임자 9명, 설계분야의 BIM담당자 6명, 건설IT 연구원 3명으로 총 18명이며, 분야별 BIM 작성기준 도출을 위한 협의 과정을 통해 상세내용을 도출하였다. 본 연구는 앞의 연구범위에서 밝힌 바와 같이 설계단계로 연구 범위를 한정하고 있기 때문에, 4D 일정계획과 상세 견적의 사항은 논외로 진행하였다.

4. 설계 프로세스별 BIM 작성 기준(LOD) 수립

4.1 설계 프로세스별 LOD 분류 연계 및 기준 정리

LOD 분류는 앞에서 분석한 '설계 프로세스별 BIM 요구정보' 등의 내용들을 기반으로 정리하였고, 무엇보다도 설계 프로젝트를 진행함에 있어서 설계 사무소에서 BIM 적용을 활성화시키는

데 초점을 두었다. 설계 프로젝트의 목적과 용도에 따라 BIM 작성기준이 다르게 구성되어야 하므로 일반화된 BIM 작성기준의 제안에는 한계를 가지고 있지만 본 연구에서는 국내외 각종 사례들을 참고하고, 실무자들의 의견을 반영하여 LOD 기준을 제안하고자 하였다. 그 내용은 다음과 같고, BIM 작성기준은 표 11과 같이 정리하였다.

LOD 100단계(기획설계)는 건축요소의 경우 건물 매스 스터디 차원의 BIM을 작성하는 단계로 하며, 치수, 면적, 부피, 방위에 대한 데이터를 표현하는 것으로 하되, 구조, 설비 등 기타 요소는 포함시키지 않는다. 이 때 현장조사를 위한 간략한 지형 데이터는 별도로 작성하도록 한다.

LOD 200단계(계획설계)에서는 주요 건축 요소의 타입 등은 일반 구성 요소로 가정하여 표현하고, 디자인 개념의 설명이 가능하도록 데이터를 구현한다. 규모계획 등을 위한 영역 객체에 대한 추가 작성은 가능하며, 공간 관계에 따른 내벽을 포함한 수직·수평동선 및 창호의 입면 디자인을 반영시킨다. 그리고

〈표 11〉 LOD 분류에 따른 BIM 작성 기준(계속)

◆:속성입력, ◇:속성발전, √:속성고정

분야	LOD 구분			Level					비고		
				LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 400	LOD 500			
				〈매스계획단계〉	〈계획설계단계〉	〈중간설계단계〉	〈실시설계단계〉	〈준공·유지단계〉			
공간	공간			◆	◇	◇	√	√			
외부	커튼월	유리패널			◆	◇	◇	√	√		
		창문패널			◆	◇	◇	√	√		
		문패널			◆	◇	◇	√	√		
		프레임					◇	√	√		
		유니트방식				◆	◇	√	√		
	벽	바탕벽	시멘트벽돌			◆	◇	◇	√	√	
			시멘트블럭			◆	◇	◇	√	√	
			건식벽			◆	◇	◇	√	√	
	마감재				◆	◇	√	√			
	지붕			◆	◇	◇	√	√			
건축	내부	바닥		바닥 마감재			◆	◇	√		
		벽	바탕벽	건식벽	스터드, 잔철물				◇	√	
					석고패널		◆	◇	◇	√	
					기타			◇	√		
				습식벽			◆	◇	◇	√	√
		마감재				◆	◇	√	√		
		파티션				◆	◇	◇	◇		
		걸레받이					◆	◇	◇		
		몰딩					◆	◇	◇		
		커튼박스					◆	◇	◇		
		기둥	마감재				◆	◇	√		
		천장	천장틀, 천장마감				◆	◇	√	√	
			달대					◆	◇	◇	
			기타 철물					◆	◇	◇	
		문	문패널			◆	◇	◇	√	√	
프레임				◆	◇	◇	√	√			
케이싱					◆	◇	√	√			
하드웨어						◆	◇	◇			
창호	셔터	셔터박스					◆	◇			
		방범셔터					◆	◇			
	방화셔터				◆	◇	◇	◇			
	창문	창문패널			◆	◇	◇	√	√		
프레임			◆	◇	◇	√	√				
하드웨어					◆	◇	◇				

〈표 11〉 LOD 분류에 따른 BIM 작성 기준

◆:속성입력, ◇:속성발전, √:속성고정

분 야	LOD 구분		Level					비 고	
			LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 400	LOD 500		
			〈매스계획단계〉	〈계획설계단계〉	〈중간설계단계〉	〈실시설계단계〉	〈준공 유지단계〉		
건축	계단	계단		◆	◇	√	√		
		계단마감			◆	◇	√		
		난간			◆	◇	√		
	기타	논슬립				◆	◇		
		장비패드			◆	◇	◇		
		선홍통				◆	◇		
		트렌치			◆	◇	◇		
		난간			◆	◇	◇		
구조	RC	기초		◆	◇	◇	√		
		벽체		◆	◇	◇	√		
		슬라브		◆	◇	◇	√		
		기둥		◆	◇	◇	√		
		보		◆	◇	◇	√		
		경사로		◆	◇	◇	√		
		계단		◆	◇	◇	√		
	SC	철근				◆	◇		
		기둥		◆	◇	◇	√		
		보		◆	◇	◇	√		
		트러스		◆	◇	◇	√		
		철골계단		◆	◇	◇	√		
		강판, 뿔철 등		◆	◇	√			
기계	덕트	공조 덕트	디퓨저			◆	◇	√	
			점검구			◆	◇	√	
			가대(서포트)			◆	◇	√	
	배관		파이프 가대			◆	◇	√	
			공조배관 (보온재)			◆	◇	√	
			위생배관 (보온재)			◆	◇	√	
			가스배관 (보온재)			◆	◇	√	
			소방배관 (보온재)			◆	◇	√	
	장비		펌프류			◆	◇	√	
			헬류			◆	◇	√	
			공조기류			◆	◇	√	
			냉각탑복합수처리장치			◆	◇	√	
			보일러				◆	◇	
			기타				◆	◇	
	위생기구		양변기, 소변기, 세면기			◆	◇	◇	
			수전, 샤워기, 액세서리				◆	◇	
	전기		케이블 트레이			◆	◇	√	
			부스 덕트			◆	◇	√	
레이스웨이					◆	◇	√		
조명 기기						◆	◇		
통신		케이블 트레이			◆	◇	√		
		CCTV			◆	◇	◇		
소방	장비/ 기기	소화함				◆	◇		
		방수구함				◆	◇		
		계량기함				◆	◇		
		배전함				◆	◇		
토목		지형	◆	◇	◇	√	√		
		도로 및 주차구획		◆	◇	√	√		
		기초파일		◆	◇	√	√		
		우 / 오수 관로			◆	◇	√		
		기타 주요 시설물(맨홀, 공동구 등)			◆	◇	√		
조경		조경시설물			◆	◇	◇		
		바닥포장패턴			◆	◇	◇		
		수목			◆	◇	◇		
		기타 주요 시설물			◆	◇	◇		

엔지니어링 디자인 및 건물 모델의 주요 구조체만을 작성하는 것을 원칙으로 한다. 이때 주요 구조체는 공장제작/현장제작 정

도의 속성만을 포함시키고, 기계/설비의 표현은 LOD 200 단계에서는 생략하는 것으로 한다.

LOD 300단계(중간설계)에서는 커튼월 계획, 천정마감 등이 표현되고 구조분석을 위한 모델링이 표현된다. 뿐만 아니라 예상단가, 간섭검토, 공사비용 계획 및 산정을 위한 정확한 분석이 가능하도록 속성을 입력시켜야 한다. 단, 설비, 기계, 가구 등에 대한 모델링은 계획 및 검토를 위한 수준으로 작성한다.

LOD 400단계(실시설계)에서는 입찰, 계약 및 공사에 필요한 설계도서를 작성하기 위한 설계도서 수준으로 주요 건축 요소뿐만 아니라 부요소의 객체들의 속성을 결정하여 입력시키도록 한다. 이 때 구조물의 제조 설치 및 구체적 공사비 산정이 가능하도록 BIM을 작성한다.

LOD 500단계(시공 및 유지관리)에서는 준공 개념의 건물 객체로 건축물의 유지 및 운영을 위한 모든 요구사항을 BIM 객체에 포함시켜야 하는 단계로서, 건물의 운영, 유지관리, 유지관리 예상 비용 및 실제로 시공되는 건축물의 구성요소 사양서 등이 반드시 포함되어 있어야 한다.

4.2 활용방안

국내 기존의 여러 가지 BIM 지침들이 있지만, 주로 BIM 실무보다는 발주를 위한 지침으로 작성되어 있기 때문에 지침에서 주어진 LOD 기준을 가지고 각 단계에서 요구하는 제출 성과물을 작성하기에는 어려움이 있었다. 따라서 실무자들의 입장에서는 제시된 LOD에 대한 해석의 차이로 인해 참여자간의 명확한 역할과 책임 문제에 서로 민감하게 반응할 수밖에 없는 환경에 처해 있었으며, 무엇보다 프로젝트에 투입되는 인원 및 일정 산정의 오류 등의 문제를 안고 있었다. 이와 같은 문제점은 프로젝트 비용과 직결되기 때문에 설계사무소 뿐만 아니라 프로젝트에 참여하고 있는 모든 회사에서 BIM 작성에 대한 명확한 기준을 필요로 하고 있는 실정이다.

따라서 본 연구를 통해 국내에서 발표된 다른 BIM 지침에서는 정의하지 않은, 설계 프로세스별 BIM 작성기준을 수립하기 위해 단계별 모델링 수준을 명확하게 정의함으로써 각 단계에서 고려해야 할 업무의 범위와 항목을 정리하였다. 이를 통하여 단계별로 필요한 수준의 BIM을 구축하고 BIM 통합 모델을 활용한 단계별 업무를 진행할 수 있도록 하여, 이를 통하여 실무에서 프로젝트 진행이 보다 수월해질 수 있는 기준이 될 것이다. 따라서 기존의 BIM 기반 설계 프로세스에서 나타난 중복 작업 및 업무량 증가를 막고 효율적인 프로젝트 진행을 기대해 볼 수 있겠다.

5. 결론

본 연구에서는 설계 단계에서 BIM 작성을 위해 요구되는 LOD 기준을 수립함으로써 2D 기반 설계프로세스에서 BIM 기반

통합 설계 프로세스로 변화되는 과도기적인 시점에서 설계 목적에 부합하는 결과를 도출할 수 있는 기준을 제시하고자 하였다. BIM 작성 기준을 통한 효과로는 설계 단계별 통합 BIM 모델 생성을 바탕으로 분업 및 협업 환경을 개선할 수 있으며, 업무의 효율성 향상 및 프로젝트 완성도와 설계 품질 향상을 기대할 수 있겠다. 뿐만 아니라 분야별·단계별 BIM 작성 기준 정의를 통한 책임의 명확화를 기대해 볼 수 있을 것이다.

현재 건축 산업에서는 공통된 BIM 모델링을 위한 명확한 가이드라인은 없다. 각 개인과 회사는 모호하게 작성된 BIM 발주 지침을 바탕으로 프로젝트별로 주관적인 판단을 개입시켜 설계 업무를 진행하고 있는 현실에 놓여 있다. 본 연구에서 수립한 BIM 작성기준은 앞서 설명한대로 실무에서 BIM 설계 프로젝트를 수행한 경험치와 기존 가이드라인 사례 연구를 바탕으로 실무협의를 통하여 일반화된 기준을 도출한 것으로 BIM Template으로서 BIM 업무 기준 확보와 나아가 가이드라인 개발에 참고할 수 있는 기초 자료로써 기여할 수 있을 것이다.

향후 연구에서는 본 연구에 이어 설계단계만이 아닌 시공단계를 고려한 BIM 요구사항, BIM 데이터 활용범위 등을 반영하여 4D 일정계획과 상세견적을 포함한 BIM 성과물의 항목을 정의하고, 이를 위한 BIM 작성기준(LOD)이 마련되어야 할 것으로 사료된다.

REFERENCES

AIA (2008), "AIA Document E202", American Institute of Architects.

Bae, Jung-Ik (2006), "A Suggestion for Design Process Improvement to Develop a Design Management Model", Korea Institute of Construction Engineering and Management, Vol7 No6.

BCA (2012), "Singapore BIM Guide_Version1", Building And Construction Authority buildingSMART Int'l (2010), "IDM for Design to QTO / Cost Estimating" buildingSMART Korea (2011), "The Development of BIM-based Standard Library".

Choo, Seung-Yeon (2012), "A Study on LOD for Development of Green BIM Guidelines", Architectural Institute of Korea, Vol28 No6.

Cooperative Research Centre (2009), "National Guideline for Digital Modeling".

Kim, Bong-Kyu (2009), "A Study of the Level of Information which Integrated Design Process for BIM application", Architectural Institute of Korea, Academic Conference

Vol29 No1.

Kim, Hong-Yong (2002), "An Approach to a Systematic Process in Building Design Works", Architectural Institute of Korea, Vol46 No9.

LH Corporation (2012), "BIM Guideline for Design", Korea Land & Housing Corporation.

Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (2009), "Architect's Roll & Design Fee Standard in the Public Construction Project Delivery", 2009 No129.

NIBS (2007), "National BIM Standard USA".

Ohio Department of Administrative Service (2011), "State of Ohio Building Information Modeling Protocol".

Seong, Joon-Ho (2011), "A Study on the Development of BIM Guideline", Korean Institute of BIM, Vol1 No2.

Jeong, Soo-Jin (2012), "A Study on Criterion Establishment of LOD for BIM Model in the Early Design Stage", Korean Institute of BIM, KIBIM Annual Conference 2012_Poster.