

건축설계 단계에서 설계품질 향상을 위한 개방형 BIM기반 품질관리 방안

Open BIM-Based Quality Control for Enhancing the Design Quality in the Architectural Design Phase

서 종 철*
Seo, Jong-Cheol

김 한 준**
Kim, Han-Joon

김 인 한***
Kim, In-Han

Abstract

Currently, Building Information Modeling (BIM) is an emerging technological shift that involves applying and maintaining an integral digital representation of all building information for different phases of the project life-cycle. Although BIM has been recognized as a main stream in the construction industry, it is difficult to ensure the quality of BIM data due to the problems such as internal errors of BIM tools and lack of guidelines considering design quality. Such problems give lots of difficulties to BIM adoption for designers, constructors, and owners. Therefore, it is necessary to develop the requirements including the object-oriented modeling method and property definition by applying the Industry Foundation Classes (IFC) which is an ISO/PAS 16739 standard for ensuring the quality of BIM data. This research aims at proposing the requirements considering the quality of BIM data and demonstrating the efficiency of the requirements with using the Solibri Model Checker (SMC) which is a quality control tool in a case study.

Keywords : *Design Quality, Quality Control, Open BIM, Solibri Model Checker*

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 국내 건설산업에서는 정부 및 발주기관, 연구기관, 민간사 등을 중심으로 BIM의 조기 정착 및 활성화를 위한 BIM 적용 지침 개발, R&D(Research & Development) 과제 추진, BIM 발주 등 다양한 활동들이 진행되고 있다.

그러나 BIM을 도입한 주요 국가들에 비해 법·제도적, 기술적 환경 등에서 필요한 제반여건들이 아직 마련되지 못하고 있으며, 건설업계 전반에 걸쳐 BIM의 인식과 저변도 확산되지 못하고 있는 상황이다. 최근 들어 BIM 발주가 추진되면서 BIM의 인식과 저변 활성화에 긍정적인 효과를 보이고 있으나 일부 사례에서는 몇 가지 문제점도 드러나고 있다. 이러한 문제점으로는 BIM과 CAD 작업의 이원화로 인해 BIM 취지에 어긋나 설계사의 이중부담이 발생하고, 발주자의 BIM 적용 목표와 범위가

* 일반회원, 경희대학교 건축학과 학술연구교수, 공학박사, architan@korea.com

** 일반회원, 경희대학교 건축학과, 석사과정, hanjoonkim0657@gmail.com

*** 종신회원, 경희대학교 건축학과 교수, 건축학박사(교신저자), ihkim@khu.ac.kr

모호하여 설계사의 자의적 해석에 의존하거나 BIM 수행결과에 대한 평가가 곤란한 점을 들 수 있다. 또한, 설계사는 발주자가 요구하는 BIM 데이터의 품질을 보증할 수 있는 지침을 제공받지 못하는 관계로 BIM 데이터의 생성과정에서 많은 오류를 범하고 있다 (조성 2010, 정광량 2010). 결국 발주자의 관점에서 이러한 문제점은 부재간 간섭 등으로 인해 납품받은 BIM 설계 성과품의 품질 확보가 어려워 추가적인 설계상의 인력 및 시간 투입이 불가피한 상황을 초래할 수 있다.

따라서 설계단계에서 BIM을 활용한 설계품질 향상을 위한 방안이 위해서는 객체모델링 방법, 속성 정의 등을 포함하는 지침 개발이 필요하다. 이러한 관점에서 본 연구에서는 건축설계를 대상으로 개방형 BIM(IFC)¹⁾기반의 설계품질 향상을 위한 방안으로 BIM 품질관리에 관한 국내외 현황과 품질검토 소프트웨어 조사·분석하여 기본적으로 적용 가능한 품질관리 요구조건을 제시하였다. 또한, 기존 BIM 적용사례를 대상으로 BIM 데이터의 품질검토를 통하여 제시한 요구조건의 유용성을 검토하였다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 건축설계 단계에서 설계품질 향상을 위한 개방형 BIM기반 품질관리 방안을 제시하기 위해 다음과 같은 연구의 방법 및 절차에 따라 수행되었다.

- 첫째, BIM 품질관리에 대한 이해를 돕기 위해 BIM 품질관리에 대한 이론적 고찰을 하였다.
- 둘째, BIM 품질관리를 위한 사전 연구로서 국외현황 및 소프트웨어 현황분석을 통해 시사점을 도출하였다.
- 셋째, 시사점을 토대로 설계품질 향상을 위한 BIM 품질관리기준과 객체 및 속성 요구조건을 제시하였다.
- 넷째, 적용 대상 및 범위를 선정하고, BIM 데이터의 설계품질 검토를 시범적으로 실시하여 결과 및 도출된 문제점을 분석하였다. 이후 제시된 요구조건을 적용하여 BIM 데이터를 수정하고, 품질검토를 재실시하여 요구조건의 유용성을 검토하였다.

2. BIM 품질관리의 이론적 고찰

2.1 BIM 품질관리의 개요

1) 개방형 BIM은 특정 하드웨어 및 소프트웨어에 종속되지 않고, BIM 데이터의 공유 및 교환이 가능한 표준을 의미한다. 즉, IFC(Industry Foundation Classes, ISO/PAS 16739)로 국제적으로 통용되고 있으며, 현재 건축/건설 분야의 주요 소프트웨어를 중심으로 IFC 표준포맷을 지원하고 있음. (<http://www.buildingsmart-tech.org>)

국내에서는 건설산업의 경쟁력 강화 및 건설공사의 품질확보를 위하여 한국공업규격(KSA 3001)과 국제표준화기구(ISO 9001)에서 제시하는 품질 보증계획의 수립을 의무화 하고 있다. 이는 건설공사의 전반적인 시행과정을 품질목표·설계관리·교육훈련·자원관리·하도급관리·시험 및 검사 등으로 구분하여 계획·실행·평가 및 조치 등 일련의 활동을 통하여 관리함으로써 건설공사의 품질관리를 향상시키고자 하는 목적을 갖는다. 미국의 경우 PMI(Project Management Institute)에서 발행된 PMBOK(Project Management Body of Knowledge) 안내서(Guide)는 품질관리에 대해 프로젝트의 제반요건을 충족시키기 위해 품질방침, 목적, 책임사항을 결정하는 모든 관리 활동과 지속적인 프로세스 개선활동을 수반해야 하며, 품질기획(Quality planning), 품질보증(Quality assurance), 품질관리(Quality control)에 관한 방침, 절차 및 프로세스를 통하여 품질관리시스템을 구현한다고 명시하고 있다(PMI 1996).

반면, BIM은 다양하게 정의되고 있으나, 건축물의 생애주기 단계에서 생성된 정보의 지속적인 관리 및 활용이 가능한 물리적, 기능적 특성을 갖는 디지털 표현으로 정의할 수 있다. 이러한 관점에서 BIM 품질관리는 건축물의 생애주기 동안 생성 및 활용되는 모든 정보를 표준화된 방법 및 체계로 구성하고 소프트웨어 기반환경에서 자동화된 검토 및 평가를 통하여 업무별 요구되는 BIM 품질을 확보하기 위한 일련의 활동으로 정의할 수 있다. 또한, BIM 품질관리의 범위는 요구되는 목적, 용도 등에 따라 달라질 수 있으나, BIM 품질관리는 필수적으로 다뤄질 필요가 있다("2.2.1 국내 현황" 참조).

현재 주요 국가별 BIM 품질검토는 개방형 BIM(IFC) 표준을 대상으로 진행되고 있다. 특정 BIM 소프트웨어의 자체포맷으로 BIM 데이터의 품질을 검토하게 되면, 내부 오류는 파악할 수 없다. 따라서 BIM 데이터의 품질검토는 IFC 표준포맷을 대상으로 자체 품질검토 절차를 거치게 된다. 품질검토는 목적 및 용도에 따라 개별적인 IFC 데이터, 분야간 통합모델(Merge Model), 전체 건물모델 등을 대상으로 한다. 이는 IFC 파일의 용량과 소프트웨어 성능 문제도 고려되지만 분야별, 용도별로 상세한 BIM 지침이 존재하기 때문이다("2.2.2 국외 현황" 참조).

이처럼 BIM 품질검토는 데이터의 품질을 향상시키며, BIM 데이터의 올바른 활용을 유도한다. 품질이 검토된 BIM 데이터는 건설 업무를 수행하는 실무자간의 정보의 공유를 통한 정보소통을 향상시킴으로써 건설 업무의 효율을 증진시킬 수 있다. 또한, 발주자의 요구조건에 따른 BIM 데이터의 품질을 확보함으로써 시공 단계에서는 예측 가능한 일정관리, 비용 산정 등과 유지관리 단계에서는 정보의 관리 및 재활용을 가능하게 한다.

2.2 BIM 품질관리의 국내외 현황

2.2.1 국내 현황

공공발주에서 BIM의 도입은 최초 용인시민체육공원 조성사업부터 시작해 현재까지도 계속 추진되고 있다. 초기에 BIM 발주를 수행한 발주기관과 용역사는 많은 시행착오를 겪어왔었고, 이후 다른 BIM 발주에서 발주기관과 용역사는 기존 사례들의 벤치마킹을 통해 점차 개선되고 있는 추세를 보이고 있다.

정광량(2010)은 용인시민체육공원 조성사업의 BIM 발주사례에 대한 기고에서 수행과정 중 나타난 다양한 시행착오와 BIM 발주 방향을 제시한 바 있다. 여기에서 본 연구와 관련해서는 BIM 적용목표, 범위, 기준 등의 미흡으로 인해 설계사의 이중부담과 수행결과에 평가가 어려움을 제기하였다. 결국 이러한 문제는 발주자 입장에서 납품받는 BIM 성과품의 품질확보가 어렵고, 발주자 고유 업무에서의 BIM 활용을 어렵게 하는 원인이 된다.

표 1. BIM 발주의 문제점

항목	주요 내용
BIM 도입범위 및 기준의 미흡	BIM 발주 진행에 따른 단계별 BIM 도입 수준 및 적정 기준의 부재로 주체별 BIM 활용범위 선정의 모호함
BIM 적용목표의 불분명	BIM 적용목표(친환경, 시공간섭, 에너지 등)가 없거나 미흡함에도 불구하고 사업 전반에 활용하려고 함
발주자의 BIM 활용능력 저조	발주 담당자의 BIM 이해 부족, BIM 활용 (요구사항) 제언의 능력 부재 및 평가 역량 부족
BIM 요구사항 평가의 부적합성	BIM 전문 평가자의 부재 및 설계 경기의 목적에 부합하지 않는 요구항목
BIM 실무 활용의 낮은 수준	실무에서의 BIM 활용수준을 파악하지 못한 상태에서 높은 기술적 수준을 요구
BIM 설계 영역비 산정의 어려움	발주자 및 설계자의 BIM 경험 부족으로 인한 객관적인 설계비용 산정의 어려움
BIM 활용의 이해 부족	시공자의 BIM 경험 부족으로 인한 BIM 설계의 이해 부족
BIM 활성화 제도의 부재	BIM 확산을 위한 제도(인센티브, 교육제도 등) 부재 및 정부차원의 제도 도입 준비의 부족
3D 도면의 활용방안 부재	기존 2D 도면 성과물 및 활용방식과 동일하게 BIM 요구

표 2. BIM 품질관리의 국외 현황

구분	주요 내용	품질관련 내용
핀란드 Senate Properties, BIM Requirements 2007 지침	소프트웨어기반 BIM 요구조건 규정	<ul style="list-style-type: none"> • Spatial BIM : 각 공간들의 위치, 속성, 공간프로그램 등 검토 • Architectural BIM : 건물 요소의 간섭, 객체간 간섭 등 모델링 오류의 검토 • Structural BIM : 건축/구조 BIM에서 객체간 간섭과 구조체의 적합한 위치의 존재 여부 등 검토 • HVAC System BIM : HVAC과 전기, 건축 BIM 모델간 간섭 여부 검토 • Electrical System BIM : 전기와 HVAC, 건축 BIM 모델간 간섭 여부 검토 • Merged BIM : 모든 모델들의 활용가능성과 적합한 좌표 위치의 존재 여부 등 검토
덴마크 Bips, 3D Working Method 2006 / 3D CAD Manual 2006 / Layer and Object Structure 2006 / 3D Project Agreement 2006 지침	3D기반 설계정보의 생성, 교환, 재이용에 관한 공통 작업방법 및 요구조건 규정	<ul style="list-style-type: none"> • 직접적, 간접적 기하데이터의 일치 검토 • 설계품질 검토 • 객체의 품질검토 요소 • 기하데이터의 품질검토 요소 • 객체 속성의 품질검토 요소 • 시뮬레이션의 품질검토 요소 • 데이터 추출의 품질검토 요소
미국 GSA, BIM Guide Series 지침	GSA의 내부 방침, 절차, 기준에 따른 BIM 모델링, 작업방법, 납품 요구조건 규정	<ul style="list-style-type: none"> • 공간객체의 속성 검토 • 공간 데이터 자동산출 • 프로젝트 단계별 절차, 시각화, 최적화 • GSA 프로그램, 설계 품질 및 시공 요구조건
미국 USACE, Building Information Modeling 지침	미 육군 공병대의 BIM 구현을 위한 전략 및 구현 계획	<ul style="list-style-type: none"> • 유효성 검토, 시각적 검토 • 간섭 검토 • 구조 분석
노르웨이 Statsbygg, 현상설계	공간프로그램, 에너지 분석 위주의 작업방법 및 요구조건 규정	<ul style="list-style-type: none"> • 모델 요소의 검토(대지, 건물, 층의 식별이름) • 모델 요소의 속성 검토(IsExternal 속성) • 공간 검토
미국 뉴저지주, Meadowlands Stadium 사례	구조설계 과정에서 BIM 소프트웨어를 활용한 구조분석, 품질검증, 비용견적, 시뮬레이션	<ul style="list-style-type: none"> • 구조 분석 • 구조 BIM 품질검토 • 시공 시뮬레이션
덴마크 Rambøll, 본사 이전 사례	본사 이전을 위한 설계 및 시공 프로젝트에서 3D CAD Manual 2006 지침에 근거한 품질검토	<ul style="list-style-type: none"> • 부재간 간섭 검토 • 덴마크 Bips, 3D CAD Manual 2006 지침의 품질관리 기준 적용

표 3. BIM 품질검토 소프트웨어

구분	Solibri Model Checker V7	Navisworks Manage 2009	BIM Manager MSMLite	Tekla BIMsight
검토 기능	<ul style="list-style-type: none"> • 객체 및 속성 • 간섭, 접근 • 분야모델간 비교 • 공간/공간프로그램 • 구조 및 MEP • 법규(장애자법, 피난법 등) • 수정모델 비교 · 검토 • 정보산출 	<ul style="list-style-type: none"> • 객체 및 속성 • 간섭, 접근 • 계획 대비 실행 비교 • 설계 • 4D 시뮬레이션 	<ul style="list-style-type: none"> • 객체 및 속성 • 면적 • 에너지 분석 • 공간/공간프로그램 • 익명(현상설계 출품자의 신상정보 포함 여부) 	<ul style="list-style-type: none"> • 객체 및 속성 • 간섭 • 설계, 구조, 설비, 시공 분야 등 통합 프로젝트 관리 • 공간/공간프로그램

조성(2010)은 BIM 발주의 문제점에 대해 실무자들을 대상으로 인터뷰 조사를 수행한 바 있다. 그 결과, BIM 발주의 문제점으로 총 9가지를 제시하였다(표 1). 또한, 실무자를 대상으로 항목별 응답 빈도수를 조사한 결과에서, “BIM 도입범위 및 기준 미흡” 항목이 26%로 가장 높았으며, 다음으로 “BIM 적용목표의 불분명”, “BIM 요구사항 평가의 부적합성” 항목이 16%로 높은 빈도수를 보였다. 여기에서 본 연구와 관련된 “BIM 요구사항 평가의 부적합성” 항목에서 실무자 인터뷰로부터 제기된 세부 항목 중에는 BIM 데이터의 품질을 평가하기 위한 기준이나 평가방법 등이 미흡하고, 발주자가 요구하는 BIM 품질기준의 미 제시 등으로 인해 설계사의 자의적 해석과 판단에 기초해 BIM 데이터의 품질을 확보하기 어려움을 제시하였다. 결국, 이러한 문제점을 해결하기 위하여 발주자는 BIM 발주 전에 명확한 적용목표, 범위, 기준, 평가 등을 수립해야하고, 이는 적용목표에 부합할 수 있도록 BIM 데이터의 품질을 확보하는 차원에서 다룰 필요가 있다.

2.2.2 국외 현황

BIM 품질관리의 현황을 파악하기 위해 해외 주요 국가들의 품질관련 요구조건을 포함하는 BIM 지침, 현상설계, 검증사례를 조사하였다(표 2).

핀란드 Senate Properties의 “BIM Requirements 2007”(Kiviniemi et al, 2007) 지침은 개방형 BIM의 도입 및 적용을 위한 공통 작업방법, 적용기준 마련을 목적으로 개발되었다. 품질검토는 원본 BIM 데이터와 IFC 데이터를 대상으로 발주자의 납품 요구조건을 명시한 체크리스트를 토대로 수행된다. 이후 발주자는 납품된 설계 성과물을 대상으로 자체 검수를 통하여 원본 BIM 데이터와 IFC 데이터의 품질을 보증하게 된다. 품질관리의 범위는 공간, 건축, 구조, 설비, 통합 BIM 데이터를 대상으로 객체들 간의 충돌 및 간섭, 공간프로그램과 객체 정의 부합 등이다.

덴마크 Bips의 “3D Working Method 2006 / 3D CAD Manual 2006 / Layer and Object Structure 2006 / 3D

Project Agreement 2006”(Jacobsen et al, 2006) 지침은 건설 업무의 효율성과 설계 및 시공단계에서의 품질을 향상시키기 위해 3D CAD 작업방법과 요구조건 등을 담고 있다. 품질검토의 범위로는 분야별 또는 용도별 직 · 간접적 기하데이터, 객체 및 속성, 설계품질, 시뮬레이션, 데이터 추출에 관한 정확성 · 부합성 여부 등이다.

미국 GSA(General Services Administration)는 BIM Guide Series(GSA 2010) 지침을 발간하였고, 법원건물을 대상으로 지침 및 BIM 기술을 접목하여 자동화 및 평가를 위한 연구를 추진한 바 있다. 품질검토의 범위는 GSA BIM 지침에 기초한 공간프로그램, 공간 동선 및 보안 수준, 에너지소비량, 시공비용 등이다. 또한, GSA는 법원건물의 공간의 동선과 보안 수준을 검토하기 위하여 SMC(Solibri Model Checker) 플랫폼을 기반으로 자체 모듈을 개발하였다. 미국 GSA의 “BIM Guide Series” 지침은 다른 연방기관들이 BIM을 채택할 수 있도록 유도하고, 표준 사례를 고양시켜, 건설 산업에서 IFC 데이터를 활용할 목적으로 개발되었다.

미국 공병단(USACE : US Army Corps of Engineers)의 “Building Information Modeling”(Brucker et al, 2006) 지침은 업무 프로세스 향상을 위하여 BIM 기술에 기초한 기본전략 및 구현계획을 담고 있다. 품질 검토의 범위는 BIM 데이터의 충돌 및 간섭, 객체 및 속성 정의, 시각화 등이다.

노르웨이의 Statsbygg는 Vestbanen시에 국립예술박물관의 건립을 위한 BIM 현상설계와 대안평가를 위한 지침을 마련하고 시행한 바 있다(Kvarsvik 2009). 품질검토는 심사 1단계에서 BIM 과 IFC 데이터를 대상으로 수행되며, 그 대상은 공간프로그램, 객체 및 속성, 위치, 공간, 에너지 등이다. 또한, BIM Manager MSMLite는 현상설계에서 BIM 데이터의 품질검토 및 평가를 위해 자체 개발된 소프트웨어로서 공간프로그램, 에너지 분석 등에 활용되었다.

미국 뉴저지주의 Meadowlands Stadium 사례(Smith 2008)는 구조설계 과정에서 BIM 도구를 활용하여 모델링을 한 후 구

조분석, 품질검토, 비용견적, 시뮬레이션을 통하여 비용 및 공사 기간을 절감하였다.

덴마크 Rambøll사의 본사 이전 사례(Andreasen 2010)는 본사 이전을 위한 설계 및 시공 프로젝트에서 BIM 기술을 적용한 바 있다. 품질검토의 대상은 “3D CAD Manual 2006” 지침에 명시된 객체 및 속성 정의, 객체 간섭 등이며, SMC 소프트웨어는 품질검토에 활용되었다.

2.3 BIM 품질검토 소프트웨어의 현황

해외 선진사례에서 BIM 데이터의 품질검토를 위한 소프트웨어는 크게 Viewer와 기준(Rule)기반/유효성 검토 소프트웨어로 구분된다.

Viewer 소프트웨어는 DDS-CAD viewer, IFC storey viewer, Solibri Model Viewer, Nemetschek IFC viewer 등이 있으며, 주로 BIM 데이터의 형상요소들이 변환된 IFC 데이터에 포함되어 있는지와 정확한 위치에 존재하는지에 대한 여부를 판단하는데 활용되고 있다.

기준기반/유효성 검토 소프트웨어는 표 3과 같이 SMC, Navisworks, MSMLite, Tekla BIMsight가 있으며, 이러한 소프트웨어는 지원되는 기준에 따라 주로 설계분야를 중심으로 다양한 검토항목을 반영하여 BIM 데이터의 문제점을 상세히 파악할 수 있게 한다. 또한, 적용대상에 따라 일부 기준을 수정하여 좀 더 다양한 분야에서 활용할 수 있다. 특히, SMC는 미국의 GSA, 핀란드의 Senate Properties, 덴마크의 Bips 등에서 널리 활용되고 있는 대표적인 품질검토용 소프트웨어이다. SMC는 물리적, 논리적 검토가 가능하며 요소들 간의 간섭검토, 공간검토, 접근성검토, 구조검토, MEP검토, 수정모델 비교검토, 법규검토 등 사용자가 Rule-set을 정의하여 다양하게 활용할 수 있다. 또한, SMC는 빌딩스마트 국제연맹(buildingSMART International)으로부터 인증을 받은 소프트웨어로서 개방형 BIM 데이터의 설계품질을 검토할 수 있으며, 자체 기준에 따른 Rule-set 및 Parameter의 개발을 위하여 Java API를 지원하고 있다.²⁾

2.4 분석 결과 및 시사점 도출

해외 사례 중 미국 뉴저지주의 Meadowlands Stadium 사례와 덴마크 Rambøll사의 본사 이전 사례는 초기설계 단계에서

부터 품질검토를 수행한 점에서 “2.2.1 국내 현황”에서 제기된 문제점과 관련해 시사 하는바가 크다. 즉, 초기설계 단계에서부터 품질검토가 이루어지지 않으면, 초기 오류는 이후 설계단계에서 지속적으로 증가되며, 결국 설계품질의 문제를 일으키는 주요 원인이 된다. 반면, 초기설계 단계로부터 품질이 확보된 BIM 데이터는 이후 건설 단계에서 지속적인 품질관리를 통하여 설계 및 시공업무의 신뢰도와 효율성을 높일 수 있다.

해외 사례를 종합해 볼 때, BIM 발주 시 사업 단계 및 분야별 적용 목적, 용도, 범위는 다르지만, 개방형 BIM 표준포맷인 IFC 데이터를 활용하는 경향을 보이고 있다. 이는 품질검토와도 연관이 있다. BIM 소프트웨어의 자체포맷으로 검증할 경우, 소프트웨어의 내부적 오류는 검증할 수 없기 때문에, 표준포맷으로 변환된 IFC 데이터는 품질검토에 활용되고 있다. 또한, 품질관리는 대상의 목적, 용도, 범위에 따라 편차를 보이고 있으나, 지침에는 기본적인 품질 확보를 위한 모델링 방법, 기준 등과 품질검토를 위한 체크리스트를 포함하고 있다. 품질검토는 분야별 BIM 모델에 따라 다르지만 공간프로그램, 간섭, 법규 및 제기준, 객체 및 속성, 비용, 스케줄링, 시뮬레이션, 데이터 추출, 에너지소비량 등을 대상으로 한다.

반면, 국내에서 BIM의 저변을 넓히기 위해서는 발주자 주도로 BIM을 도입 및 적용할 필요가 있으며, 이 경우 품질검토는 발주자 본연의 업무를 개선시키고 효율성을 확보할 수 있는 측면에서 다뤄져야한다. 그러나 “2.2.1 국내 현황”에서 조사된 바와 같이 기존의 BIM 발주사례에서는 BIM 데이터의 품질을 확보할 수 있는 기본적인 요구조건 등이 지침에 제공되지 않은 관계로 설계사의 자의적 해석에 의존하는 결과를 초래하였다. 이러한 문제는 발주자가 BIM 발주 이후 평가에 대한 기준과 소프트웨어를 통한 자동화된 평가를 시행한다고 해도 선정된 설계사의 BIM 성과품에 대한 높은 품질을 기대할 수 없다. 즉, 해외 사례에서처럼 발주자는 납품받은 BIM 성과품의 평가에 앞서 납품 전 설계사가 기본적인 품질을 확보할 수 있도록 품질관리 요구조건 등을 포함하는 지침을 제공할 필요가 있다. 따라서 본 연구는 건축설계 단계에서 개방형 BIM을 대상으로 적용 가능한 설계품질 요구조건을 제시하는데 있으며, 기존의 BIM 사례에 적용하여 제시된 요구조건의 유용성을 검토하고자 한다.

3. 설계품질 향상을 위한 BIM 데이터 요구조건

3.1 BIM 데이터의 품질관리기준

“2.2.2 국외 현황” 분석 결과, 품질관리기준은 국가 및 기관별

1) SMC의 구체적인 소개 및 내용은 다음의 웹 주소에서 확인할 수 있음. (<http://www.solibri.com>)

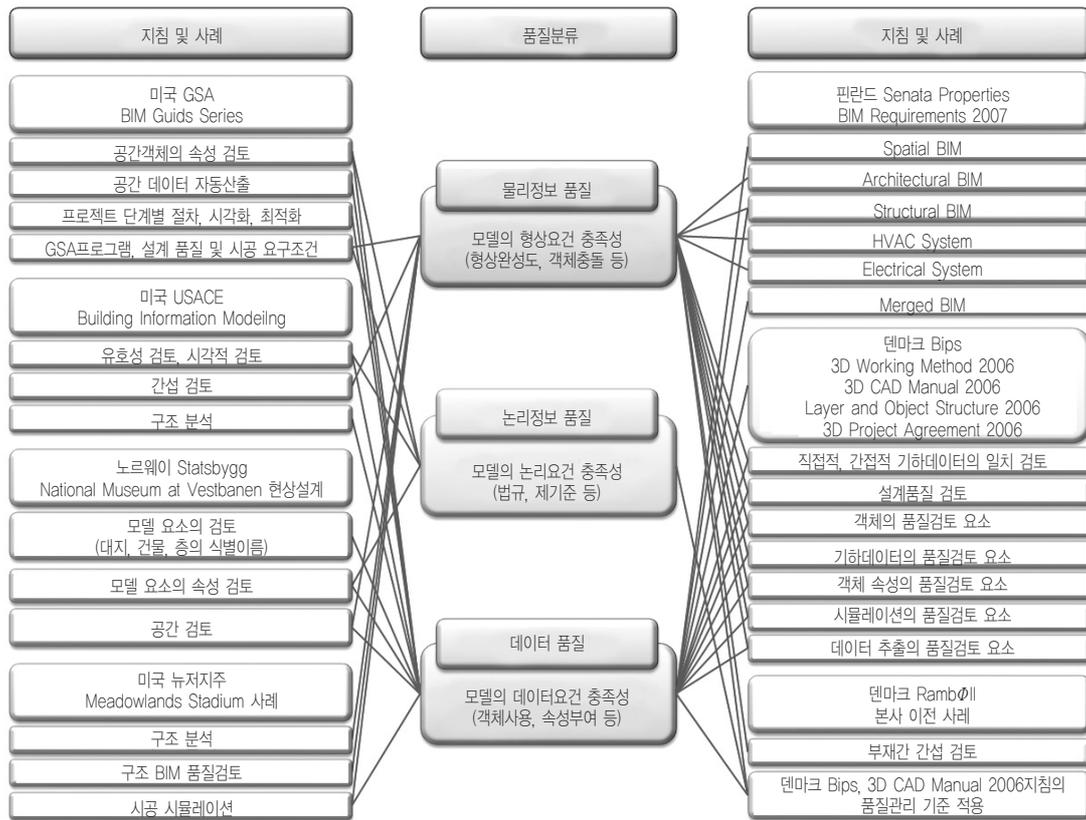


그림 1. BIM 품질관리기준의 분류

로 BIM 적용의 목적, 용도, 범위에는 차이를 보이고 있으나 설계분야를 대상으로 품질관리를 위한 모델링 방법, 기준, 체크리스트 등을 포함하고 있다. 그림 1은 품질관리기준을 분류한 것으로, 이는 해외 지침 및 사례로부터 도출한 품질관리요소들에 대해 상위수준에서 분류한 결과이다. 즉, 기준 선정과정에서 특화된 항목별 분류보다는 공통적으로 적용 가능한 분류기준으로 제시하였다.³⁾

품질관리기준에서 물리적 기준은 모델의 형상이 요건에 충족하는지를 검토하는 것이며, 세부적으로는 모델의 형상 완성도, 객체 간섭 등을 대상으로 한다. 논리적 기준은 모델이 건축법규 및 제기준에 충족하는지를 검토한다. 즉, 건물서비스(엘리베이터, 계단, 난간, 복도, 슬로프, HVAC 등), 건물부재(벽체, 바닥, 천정, 기둥, 창, 문 등), 공간, 구획공간 요소 등에 관한 법규 및 제기준의 충족 여부를 다룬다. 마지막으로 데이터 기준은 BIM 데이터가 요건에 부합하는 객체를 활용하고 속성값을 부여했는지를 검토한다. 그 예로서, 외피모델의 에너지 소비량을 산출하

고자 할 때 BIM 데이터에는 외피모델을 구성하는 객체들의 "IsExternal" 속성에 "TRUE" 값이 입력되어야 한다.

품질관리기준에서 BIM 객체는 품질검토의 목적, 용도 등에 따라 다양한 기준에 포함될 수 있다. 예를 들면, 벽체는 부재간 간섭검토(물리적 기준) 또는 방화벽 법규검토(논리적 기준)과 같이 품질검토의 목적, 용도 등에 따라 다양하게 검토될 수 있다.

3.2 BIM 데이터의 객체 및 속성 요구조건

설계품질 향상을 위한 BIM 데이터의 객체 및 속성 요구조건은 해외 선진사례의 BIM 품질관리기준 및 적용현황의 분석 결과를 토대로 표 4와 같이 도출되었다. 객체 요구조건은 건축설계의 객체별 모델링 과정에서 일반적으로 요구되는 방법을 포함하고 있다. 이는 설계과정에서 BIM 객체를 모델링할 때 범하게 되는 주요 오류들에 대한 올바른 모델링 방법을 제공한다. 속성 요구조건은 객체별 입력이 필요한 기본 속성을 명시하고 있으며, 이는 공간, 구조, 법규 및 제기준, 접근성, 에너지소비량 등 용도별 품질검토에 필요한 기본적인 객체의 고유 식별 및 정의를 위해 활용된다. 예를 들면, "IfcSpace" 객체는 객체의 식별을 위해 "Name" 속성에 값을 입력해야 한다. 이러한 경우, 품질검

3) 설계 목적 및 용도에 따라 품질관리기준도 특화된 분류와 기준으로 제시될 수 있으나, 본 연구는 건축설계를 대상으로 기본적인 품질관리를 위하여 공통적으로 적용 가능한 품질관리기준을 설정하였음.

표 4. 객체 및 속성 요구조건

구분	항목	요구조건
객체	벽	모든 벽은 바닥(슬라브) 위에서 모델링 되어야 하며, 벽의 높이는 처음에 설정해 놓은 레벨 값에 의해 자동 생성 된다. 속성 정보를 통해 설계자는 외벽과 내벽을 정확하게 구분해줘야 한다. 벽은 여러 개의 층을 한 번에 그려서는 안 되며, 각 층 바닥 위에 벽체가 위치하도록 각층마다 분리해서 작성되어야 한다.
	커튼월	건물의 벽이 커튼월 또는 입면이 문과 창으로만 이루어져 있다면 먼저 host벽을 생성한 후에 host벽에 유리나 커튼월을 삽입해야 한다. 그리고 각 층마다 모델링 된 벽에 커튼월은 다층에 놓이기 때문에 설계자는 벽에 커튼월이 층마다 적절히 삽입되었는지 확인해야 한다.
	바닥과 천장	바닥과 벽의 접합은 바닥이 벽안으로 삽입되지 않도록 바닥이 끝나는 부분과 내력벽의 표면이 접합되도록 모델링 되어야 한다. 바닥이 다양한 두께나 기울기나 외형을 갖는 이유로 바닥 도구를 사용하여 바닥을 작성하기 어렵다면 설계자는 다른 도구(다른 객체)를 사용하여 바닥을 작성할 수 있으나 속성을 바닥으로 재정의해 주어야 한다.
	문과 창	문과 창은 객체에 맞는 유형과 정보로 작성되어야 한다. 공간과 연합된 문과 창은 그 공간에 연결되어야 하며, 만약 공간이 설정된 후에 문과 창이 공간에 추가 된다면, 공간은 자동적으로 새로운 데이터(추가된 창과 문)를 갱신해야 한다. 공간을 둘러싼 벽과 개구부의 관계는 공간 생성과 갱신과 관련해서 자동적으로 생성 되어진다. 문과 창은 항상 벽 안에 삽입되어야 하며, 벽 밖으로 확장되어서는 안 된다.
	계단	계단은 진행방향을 정의하고, 첩판선 및 경계선을 스케치하여 평면뷰에서 계단을 작성한다. 계단을 생성할 때에는 계단과 접하는 벽과 간섭 및 충돌이 일어나지 않도록 주의해야 한다.
	기둥	기둥을 여러 개의 층에 하나의 기둥으로 작성해서는 안 되며, 벽과 같은 작성 방식으로 각 층마다 분리해서 바닥 위에 기둥이 세워지도록 하여야 한다. (바닥-기둥-바닥-기둥의 구조를 갖도록 한다.) 기둥을 작성하기 어려울 때에는 다른 도구를 사용하여 기둥을 작성할 수 있으나 속성을 기둥으로 재정의해야 한다.
	실(공간)	실 도구를 사용하거나 실 일람표에서 배치하여 룸을 작성할 수 있다. 공간은 벽, 바닥, 지붕 및 천장과 같은 3차원 요소를 기반으로 구획되어 작성되며 각각의 공간은 공간 명과 실 범주로 연결되어 있고, 면적과 용적은 자동적으로 계산된다. 면적은 벽면, 바닥면과 간섭 또는 충돌해서는 안 된다.
속성 (IFC)	프로젝트 명	• IfcProjectName=(Motto_BuildingName)
	프로젝트 모델 구조	• 하나, 그 이상 IfcProject 객체(object)를 가지고 있어야 한다. • IfcProject에 GUID(Global Unique Identifier)와 이름(Name)을 설정한다.
	대지모델 구조	• 하나의 프로젝트는 오직 한 개의 IfcSite 객체(object)만을 가지고 있어야 한다.
	대지 이름	• IfcSite Name=(Motto) • 대지 이름(site name)은 공백으로 남겨두거나 Default 또는 유사한 이름으로 정의한다.
	건축물 모델 구조	• 대지에서 하나 또는 그 이상의 IfcBuilding 객체를 정의할 경우, 각 건축물마다 번호를 부여한다.
	건축물 이름	• IfcBuilding Name=(Motto_BuildingName) • 건축물 이름(Building name)을 공백으로 남겨두거나 Default 또는 유사한 이름으로 정의한다.
	층별 모델 구조	• 건물들은 하나 또는 그 이상의 IfcBuildingstorey 객체를 가지고 있어야 한다.
	각 층의 명칭	• IfcBuildingStorey Name=(StoreyNumber)
	주 출입구	• Pset_BuildingStoreyCommon의 EntranceLevel에서 (TRUE)는 주출입구 부분을 나타낸다.
	각 층	• Pset_BuildingStoreyCommon의 AboveGround를 설정 할 때, (TRUE)로 하면 지상층을 의미하며, (FALSE)로 하면 지하층을 의미하고, (UNKNOWN)로 하며, 층의 일부가 지면의 상부와 하부에 모두 접하는 경우를 의미한다.
	공간모델 구조	• (IfcSpace)는 IFC 속성으로 표현한다. • 공간 설정 시 건축물의 내벽선을 기준으로 작성된 면적을 표현한다.
	공간의 이름	• IfcSpace Name=(RoomFunctionNo_Name) • 실별 기능번호는 공간의 기능에 의해 정해지며 반드시 입력해야한다.
	사업대지 (진북방향)	• 사업 대지 기준점은 (x,y,z=0,0,0)로 하고, IFC를 적용한다. • 파일에 진북방향을 표시한다. • 건축물모델 작성 시 기준점은 대지에 적용된 0,0,0을 기준으로 건축물의 위치를 잡아준다.
	슬라브	• IfcSlab은 IFC 속성으로 표현한다. • 슬라브는 수평과 경사진 면을 나타내며, 바닥면과 지붕면 모두를 포함하고, 슬라브 이름은 설계자가 정한다.
	슬라브 타입	• IfcSlabTypeEnum을 설정 할 때,BASE Slab는 대지와 면한 바닥 슬라브를 Floor는 층별 바닥 슬라브를 Roof는 지붕 슬라브(수평 슬라브와 경사 슬라브 포함)를 뜻한다.
	슬라브 - 외부	• Pset_SlabCommon IsExternal을 설정할 때, 외부에 면한 슬라브는 IsExternal=(TRUE)로 하며, 그 외 슬라브는 IsExternal=(FALSE)로 표현한다.
	벽체	• IfcWall은 IFC 속성으로 표현하며, 벽체 이름은 설계자가 정한다. • 벽체는 수평과 경사진 면을 모두 포함한다.
	벽체 - 외부	• Pset_WallCommon IsExternal을 설정할 때, 외부에 면한 벽은 IsExternal=(TRUE)로 표현하며, 그 외의 벽은 IsExternal=(FALSE)로 표현한다.
	문	• IfcDoor는 IFC 속성으로 표현하며, 문의 이름은 설계자가 정한다. • 주출입구를 포함한 모든 문과 개구부 모두를 말한다.
문 - 외부	• Pset_DoorCommon IsExternal을 설정할 때, 외부에 면한 문은 IsExternal=(TRUE)로 표현하며, 그 외의 문은 IsExternal=(FALSE)로 표현한다.	
창문	• IfcWindow는 IFC 속성으로 표현하며, 창문의 이름은 설계자가 정한다. • 모든 창문과 유리를 포함하며 주출입문과 출입구는 포함하지 않는다.	
창문 - 외부	• Pset_WindowCommon IsExternal을 설정 할 때, 외부에 면한 창문은 IsExternal=(TRUE)로, 그 외의 창문은 IsExternal=(FALSE)로 표현한다.	

토는 공간프로그램의 요구조건에 대해 품질검토 소프트웨어를 활용한 공간별 존재 유무와 면적의 총중 여부를 검증할 수 있다. 이는 설계품질과도 연관될 수 있다. 즉, 건축설계 단계에서 범구

및 제기준을 따르는 특수시설공간, 방화구획공간 등은 요구되는 공간의 존재 유무, 면적 등을 검토할 수 있으며, 실시설계 및 시공 단계에서는 이러한 공간에 요구되는 시공요소(스프링쿨러, 방

화문, 피난계단, 비상 엘리베이터 등)가 존재하는지의 유무를 검토할 수 있다. 이처럼, 속성 요구조건은 설계품질 향상을 위한 목적이외에도 기본적인 품질검토를 위한 용도로 활용될 수 있다.

“OO 건축설계사무소 본사 사옥”이며, 프로젝트는 계획설계 단계까지 적용되었다(표 5).

4. BIM 데이터의 설계품질 검토

표 5. 적용 대상의 설계개요

4.1 적용 대상 및 범위

본 연구에서는 설계품질 요구조건의 유용성을 검토하기 위해 기존의 적용사례를 대상으로 품질검토를 실시하였다. 적용사례 대상은 BIM을 적용하기 위해 파일럿 프로젝트로 수행되었던

구분	내용
구조	철골 철근 콘크리트조
층수	지하 2층, 지상 15층
BIM 적용범위	계획설계 단계
BIM 활용도구	ArchiCAD 12
BIM 구현범위	3D Modeling, 일람표 추출, Sheet화
유형	대형 설계사무소 사옥

표 6. 설계품질 검토를 위한 SMC Rule-set 설정

품질 분류	품질검토 분류		품질검토 대상	SMC Rule-set
물리적 품질	형상 완성도	경계선 확인	객체모델링 요구조건 (벽, 커튼월, 바닥과 천장, 문, 창, 계단, 기둥, 실(공간))	<ul style="list-style-type: none"> Rule-set 적용 : BIM Validation - Final Concepts Rule parameter 설정 : 건물 구성요소의 객체 및 객체간 접합(Join) 유무 설정 예러 확인 : 건물을 구성하는 객체가 존재하지 않거나, 객체간 접합이 이루어지지 않을 경우(단, 오류 검토 후 디자인 의도로 판단될 경우 예러를 공제함)
		객체 완성도		
물리적 품질	객체 간섭	동일 객체	객체모델링 요구조건 (벽, 커튼월, 바닥과 천장, 문과 창, 계단, 기둥, 실(공간))	<ul style="list-style-type: none"> Rule-set 적용 : BIM Validation - Final Concepts Rule parameter 설정 : 건물 구성요소 별 Duplicate, Inside, Overlapping 파라미터를 설정하고, 허용 오차는 0으로 설정 예러 확인 : 객체간 간섭, 중복작성 등이 일어났을 경우
		다른 객체		
논리적 품질	법규	회전 가능 공간	복도 및 화장실 등 공용 공간	<ul style="list-style-type: none"> Rule-set 적용 : ADA and ABA Accessibility Guidelines July 23 2004 Rule parameter 설정 : 복도 및 화장실 등 공용 공간의 휠체어 회전반경을 1.5m이상으로 설정(건축법규 중 장애자관련 법규 적용) 예러 확인 : 공용공간으로 설정되어 있는 공간의 회전반경 및 폭이 1.5m 미만인 경우
		경사로	경사로	<ul style="list-style-type: none"> Rule-set 적용 : Accessibility ISO/CD 21542 Rule parameter 설정 : 경사면의 기울기를 1/12(약 8%)이하로 설정(건축법규 중 경사로관련 법규 적용) 예러 확인 : 경사로의 기울기가 8%를 초과할 경우
		계단	계단	<ul style="list-style-type: none"> Rule-set 적용 : Accessibility ISO/CD 21542 Rule parameter 설정 : 계단 유효폭 120cm 이상, 단 높이 18cm 이하, 단 너비 26cm 이상으로 설정(건축법규의 계단관련 법규 적용) 예러 확인 : 설정된 계단의 최대 또는 최소 규격을 위반했을 경우(단, 오류 검토 후 법규상 참고 계단의 단 높이가 20cm 이하 또는 단 너비가 20cm 이상일 경우 예러를 공제함)
		통로 규격	복도	<ul style="list-style-type: none"> Rule-set 적용 : BIM Validation - Final Concepts Rule parameter 설정 : 복도의 폭을 1.8m이상으로 설정(건축법규의 복도관련 법규 적용) 예러 확인 : 복도 폭이 1.8m 미만인 경우
		문/창 회전 반경	문, 창	<ul style="list-style-type: none"> Rule-set 적용 : BIM Validation - Final Concepts Rule parameter 설정 : 문과 창 등의 회전반경 안에 다른 객체의 존재 유무 설정(유효폭 1m) 예러 확인 : 문과 창의 회전반경안에 객체가 존재할 경우 예러 발생(단, 오류 검토 후 문, 창의 개폐에 문제가 없을 경우 예러를 공제함)
데이터 품질	객체 사용	구성 요소 치수	IFC속성 요구조건 (슬라브, 벽체)	<ul style="list-style-type: none"> Rule-set 적용 : BIM Validation - Final Concepts Rule parameter 설정 : 최소 두께 100mm, 길이 600mm, 높이 200mm 이상으로 설정(한국표준협회에서 제정한 KS 건축구성재의 모델 정합을 위한 우선 치수 적용) 예러 확인 : 최소 치수보다 적을 경우 발생(단, 오류 검토 후 디자인 의도로 판단될 경우 예러를 공제함)
		구성 요소 위치	객체모델링 요구조건 (벽, 커튼월, 바닥과 천장, 문과 창, 계단, 기둥, 실(공간))	<ul style="list-style-type: none"> Rule-set 적용 : BIM Validation - Final Concepts Rule parameter 설정 : 객체의 정의가 다른 일반객체를 활용했을 경우 객체의 이름, 종류 등 속성 정의의 유무에 관한 설정 또는 건물 구성요소 객체간 관계 및 위치(슬라브 위에 벽과 기둥 존재, 문 또는 창의 경우 벽체내 존재)의 설정 예러 확인 : 객체의 정의가 올바르지 않을 경우 또는 객체의 위치가 요구조건에 부합되지 않을 경우(단, 오류 검토 후 디자인 의도로 구조적 문제가 없을 경우 예러를 공제함)
	속성 여부	공간 정의 공간 유형	IFC속성 요구조건 (공간모델 구조)	<ul style="list-style-type: none"> Rule-set 적용 : BIM Validation - Final Concepts Rule parameter 설정 : 공간의 속성에서 이름, 유형의 존재 유무 설정 또는 공간의 최소규격이 넓이 1㎡이상, 높이 1m 이상으로 설정 예러 확인 : 공간 객체의 이름, 유형의 속성이 존재하지 않을 경우 또는 공간 최소 치수규격보다 작을 경우(단, 오류 검토 후 디자인 의도로 판단될 경우 예러를 공제함)

표 7. 설계품질 검토의 시범실시 및 재실시 결과

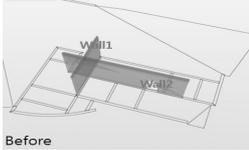
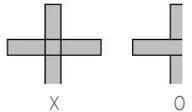
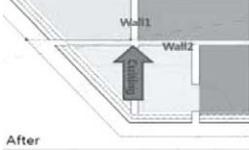
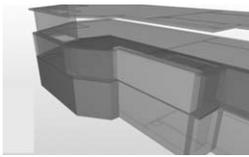
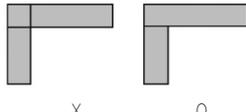
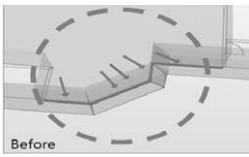
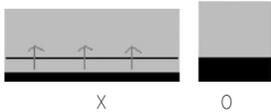
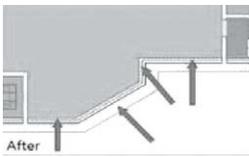
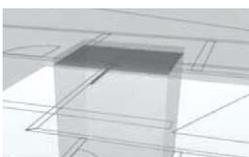
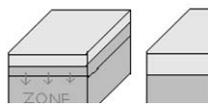
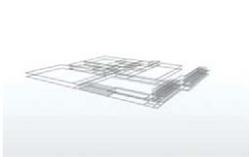
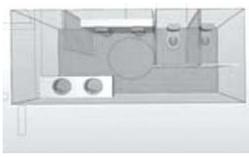
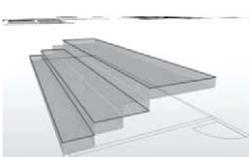
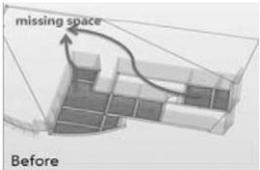
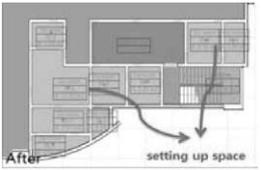
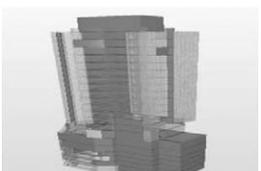
유형	수정 전(시범실시 결과)	해결방안(품질관리 요구조건 적용)	수정 후(재실시 결과)
물리적 품질관리		 벽체간 간섭이 발생한 경우로 벽체를 분리하여 오류를 수정함 (벽 객체 모델링 요구조건 반영)	
		 레벨과 벽체 높이를 같게 설정하여 겹친 경우로 벽체를 상부 슬라브의 아래 면에 접합하여 오류를 수정함 (벽 객체 모델링 요구조건 반영)	
		 공간 구획을 잘못 설정하여 벽과 공간의 간섭이 발생한 경우로 공간 구획을 재설정하여 오류를 수정함(공간 객체 모델링 요구조건 반영)	
		 공간 구획의 높이를 잘못 설정하여 교차부분의 오류가 발생한 경우로 공간의 높이를 각 층의 높이에 맞게 재설정함 (공간 객체 모델링 요구조건 반영)	
		같은 객체의 중복 작성에 의해 오류가 발생한 경우로 하나의 벽체를 제거함 (벽 객체 모델링 요구조건 반영)	
		기둥이 1층부터 15층까지 한번 모델링 되어 기둥과 슬라브간 간섭이 발생한 경우로 기둥을 각 층별로 구분하여 모델링함 (기둥 객체 모델링 요구조건 반영)	
	논리적 품질관리		휠체어의 회전 반경에 비해 화장실 공간의 유효폭이 좁아 오류가 발생한 경우로 공간을 재설정함 (회전가능 공간에 대한 법규 요구조건 반영)
		계단의 치수가 법규에 위배되는 경우로 계단의 속성창을 통해 계단 폭, 너비를 수정함 (계단 규격에 대한 법규 요구조건 반영)	

표 7. 설계품질 검토의 시범실시 및 재실시 결과

유형	수정 전(시범실시 결과)	해결방안(품질관리 요구조건 적용)	수정 후(재실시 결과)
데이터 품질관리		보 객체가 벽체 객체로 정의된 경우로 객체의 속성을 보로 변경함 (IFC 속성 모델링 요구조건 반영)	
		공간 정의가 되어 있지 않은 경우로 공간 요구조건에 따른 속성 값을 입력해줌 (IFC 속성 모델링 요구조건 반영)	
		계단의 치수가 법규에 위배되는 경우로 계단의 속성창을 통해 계단 폭, 너비를 수정함 (계단 규격에 대한 법규 요구조건 반영)	

4.2 적용 방법

품질검토를 위한 소프트웨어는 2.3절에서 조사된 바와 같이 해외 선진사례에서 BIM 발주와 납품데이터의 품질을 검토하기 위해 널리 활용되는 Solibri사의 SMC를 선정하였다.

설계품질 검토는 표 6에서 보는 바와 같이 제시된 품질관리 요구조건(표 4)을 대상으로 SMC의 Rule-set manager에서 파라미터 값을 입력 및 설정한 후 실시되었다. 본 연구에서는 논리적 품질검토를 위하여 품질관리 요구조건 이외에 활용 가능한 법규를 적용하였다. 예를 들면, 객체 간섭을 검토하기 위한 Rule-set으로는 “BIM Validation - Final Concepts”를 활용하였고, Rule-set내에 존재하는 파라미터(Duplicate, Inside, Overlapping)를 적용하였으며, 간섭의 허용오차를 0으로 설정하였다. 법규 검토는 그 기준에 따라 다양한 Rule-set과 파라미터를 적용할 수 있다. 그러나 본 연구는 설계품질에 관한 검토임으로 법규에 기초한 유효공간, 경사로, 계단, 통로 등 일반적으로 적용 가능한 법규를 대상으로 Rule-set을 제작하였다. 객체 사용을 검토하기 위한 Rule-set은 구성요소의 치수나 위치에 대한 파라미터 값을 입력 및 설정하였다. 또한, 속성의 경우는 공간 정의 및 유형을 검토하기 위해 Rule-set을 제작하였다.

품질검토를 위한 대상 BIM 데이터는 SMC에서의 활용을 위해 ArchiCAD에서 지원하는 IFC2x3 모듈을 통해 IFC 데이터로 변환하였다. 또한, 1차 검증 이후, BIM 데이터는 기존 적용사례

와 동일하게 ArchiCAD를 활용하여 요구조건에 따라 BIM 데이터를 수정하였다. 이후 SMC에서 동일한 Rule-set를 대상으로 수정된 BIM 데이터의 설계품질 검토를 재실시하였다.

4.3 적용 결과

표 7은 설계품질 검토의 시범 및 재실시 결과를 정리한 것으로 품질관리기준에 따라 분류되었고, 전체 오류 중 주요 결과들을 대상으로 정리되었다.

물리적 측면의 문제는 객체를 분리하지 않고 모델링을 하거나 객체 너비, 높이, 두께 등을 고려하지 않고 모델링하는 경우, 층간 레벨을 고려하지 않고 객체 복사 등을 하여 모델링을 한 경우로 나타났다. 논리적 측면의 문제는 화장실 폭을 너무 좁게 설계하여 법규를 충족시키지 못하는 경우, 계단의 너비 및 폭이 법규를 충족시키지 못하는 경우였다. 데이터 측면의 문제는 공간 명(예: 계단실, 사무실 등)과 속성(예: 너비, 높이, 넓이 등)이 정의되어 있지 않은 경우, 객체들의 내·외부 속성 정의가 명확하지 않거나 정의되지 않은 경우, 그리고 모델링된 객체가 BIM 소프트웨어에서 지원하지 않아 범용객체로 작성한 경우 중 객체 정의에 대한 속성을 명확히 부여하지 않은 경우로 나타났다.

전체 오류의 결과는 그림 2(a)과 같이 집계되었고, 품질검토는 앞서 설명한 적용 방법에 따라 수행되었다. 가장 빈번히 발생된 오류 유형은 다른 객체간 간섭으로 나타났다. 이외에도 객체 간

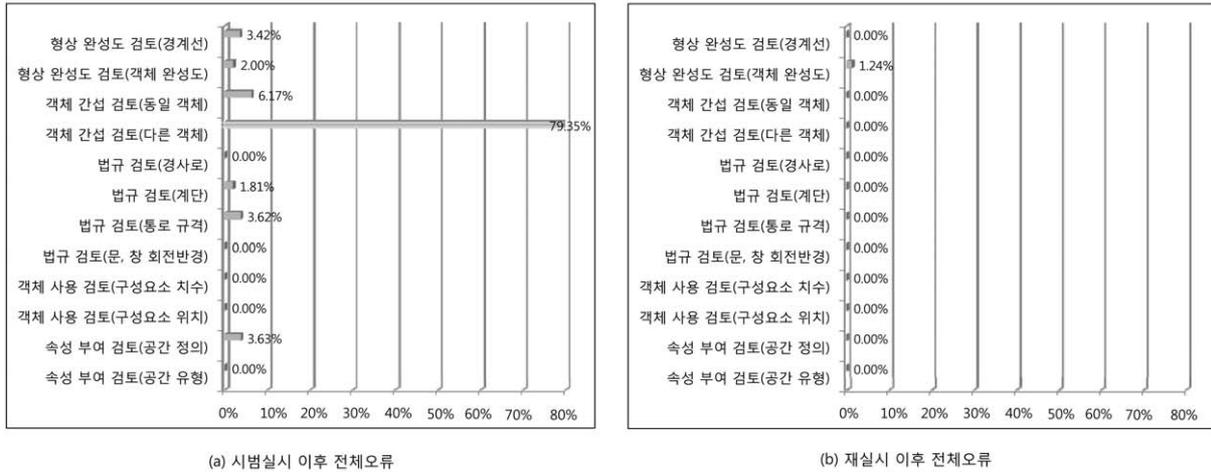


그림 2. 품질검토의 전체오류 결과

섭(동일 객체), 속성(공간 정의), 법규(통로 규격), 형상 완성도(경계선) 순으로 오류가 빈번히 발생되었다. 이러한 문제점은 설계품질을 고려한 지침의 부재로 인해 설계자의 자의적 해석과 경험에 따른 모델링 작업의 오류들이다 결국, 시범적용 결과에서 도출된 문제점은 본 연구에서 제시한 객체 및 속성 요구조건을 만족시키지 못한 결과로 나타났다.

객체 및 속성 요구조건의 유용성을 검토하기 위하여 전체 오류는 표 7에서 보는 바와 같이 요구조건에 따라 제거 및 수정되었다. 이후 BIM 데이터(IFC 데이터)는 SMC의 동일한 Rule-set을 적용하여 재검토가 이루어졌고, 그 결과로 기존 오류들은 거의 해결되었다(그림 2(b)). 해결되지 않은 오류 유형은 형상 완성도 검토(객체 완성도)이며, 용도상 미관 내지 설계자의 의도에

따른 것으로 시범적용 이후 오류를 수정하지 않고 공제한 결과로 나타났다. 예를 들면, 벽체는 바닥(슬라브)위에서 모델링되어야 하지만, 미관을 고려하여 바닥으로부터 위로 떨어져있으며 공간을 구성하는 경계벽의 용도로도 활용되지 않는 경우이다.

4.4 종합 논의

본 연구에서는 제시한 품질관리 요구조건의 유용성과 적용결과의 신뢰성을 검토하고, 후속 연구의 방향을 설정하고자 BIM 설계 및 시공 분야 전문가 4인, SMC의 Rule-set 개발 경험이 있는 전문가 1인, IFC 및 표준관련 전문가 2인이 참여한 가운데 전문가 회의를 실시하였다. 전문가 회의로부터 검토 및 제시된 의견은 표 8과 같다. 검토 결과, 품질관리 요구조건은 건축설계

표 8. 전문가 의견

검토 대상	검토 의견	제시 의견
품질관리 요구조건	<ul style="list-style-type: none"> 건축설계에서 BIM 모델링 과정 중 발생 가능한 오류를 사전에 줄이는 효과와 BIM 품질을 확보할 수 있는 최소한의 기준을 제시한 것으로 판단됨. 	<ul style="list-style-type: none"> 제시한 요구조건에 대한 좀 더 다양한 사례에 적용하여 보다 신뢰할 수 있는 결과 도출이 필요할 것으로 판단됨.
요구조건 대비 Rule 해석 및 설정	<ul style="list-style-type: none"> SMC 소프트웨어는 해외 현실설계와 발주기관에서 활용된 바 있으며, 본 연구의 사례에서 적용함은 무리가 없음. 제시한 품질관리 요구조건에 따른 Rule 해석 과정 및 Rule-set 설정(표 6)은 적절하다고 판단됨. 	<ul style="list-style-type: none"> 본 연구와 별도로, 좀 더 구체적인 품질조건을 요구하는 BIM 사례의 품질검토에서는 외산 소프트웨어의 특성상 국내 법규나 기준 등에 맞지 않을 수 있기 때문에 추가적으로 Rule-set을 개발해야함. 공급적으로 외산 소프트웨어를 대체하는 국내 법규 및 제기준 등에 적합한 품질검토 소프트웨어의 개발에 관한 심층적인 연구가 필요할 것임.
품질검토의 결과	<ul style="list-style-type: none"> 적용 결과 후 발생한 오류 유형은 설계사에서도 흔히 나타나는 유형임. 특히 전체오류 집계표(그림 2(a))와 같이 객체간섭 등은 흔히 발생하는 오류임. 물량산출을 고려했을 때, 제시한 품질관리 요구조건은 객체간 간섭을 줄임으로써 물량산출 결과의 신뢰도를 높이는 데 활용될 수 있음. 본 연구의 적용대상인 BIM 모델은 IFC 변환시 데이터 손실이 없었음. 	<ul style="list-style-type: none"> 본 연구와 별도로, 제시한 최소한의 요구조건 이외에 물량산출을 고려한 객체간 간섭 등에 대한 심층적인 연구도 필요할 것으로 판단됨. 법규적인 문제가 아닌 경우도 소프트웨어의 특성상 오류로 발생하는 경우가 있기 때문에, 오류가 아닌 공제 항목에 대해 유형별 데이터 수집과 분석이 필요할 것임. 개방형 BIM(IFC) 모델을 활용한 품질검토에 있어 원본 Native 모델의 IFC 변환에서 발생하는 데이터 손실과 품질검토의 누락 사항에 대해서도 향후 심층적인 연구가 필요할 것임.

에서 최소한의 BIM 설계품질을 확보하는데 활용 가능한 것으로 검토되었다.⁴⁾ 그러나 다양한 BIM 사례에서의 적용 및 검토를 통해 보다 신뢰할 수 있는 결과 도출이 필요하며, 품질관리 소프트웨어를 활용하더라도 오류가 아닌 공제 항목에 대해 유형별 데이터 및 근거 수집이 필요한 것으로 제시되었다. 또한, 분야별 (구조, MEP, 물량산출, 에너지 등) 세부 품질관리 요구조건의 도출, 국내 법규 및 제기준에 부합하는 품질검토 소프트웨어의 개발, 그리고 개방형 BIM 데이터의 변환에서 데이터 손실 및 품질검토 시 누락 사항 등의 검토는 향후 진행되어야 할 후속 연구로 제시되었다.

5. 결론

본 연구는 건축설계에서 설계품질 향상을 위한 방안으로 개방형 BIM기반의 품질관리 요구조건(객체 및 속성)을 제시하고, BIM 적용사례를 대상으로 제시한 요구조건의 유용성을 검토하고자 하였다. 이에 본 연구는 품질관리 요구조건, 품질검토 적용 및 결과의 분석과정에서 실무자와 전문가의 검토가 이루어졌으며, 건축설계 과정에서 BIM 설계품질을 충족시키기 위해 필요한 최소한의 요구조건을 제공하는 것으로 평가되었다.

다만, 후속연구에서는 보다 세부적이고 심층적인 요건 제시와 함께 다양한 BIM 사례를 품질검토에 적용하여 설계 오류 중 공제 항목의 다양한 유형을 수집할 필요가 있다. 또한, BIM 품질 관련 연구는 건축설계뿐만 아니라 구조, 설비, 전기 등 엔지니어링 설계 분야를 대상으로 보다 심층적으로 확대될 필요가 있다. 품질검토 소프트웨어 측면에서는 제시한 품질관리 요구조건에 대해 SMC에서의 Rule-set의 입력 및 설정에 따른 검토가 가능하였으나, 상세한 건축법규 및 제기준에 따른 논리적 품질검토를 위해서는 국내 실정에 부합하는 추가적인 Rule-set의 개발이 필요하다. 또한, 향후 BIM 발주가 증가함에 따라 BIM 품질검토 및 평가의 정량화 요구가 증가할 수 있음을 감안할 때, 국내 건축법규 및 제기준에 적용 가능한 품질검토시스템의 개발에 대한 심층적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 첨단도시개발사업의 연구비 지원(과제

번호# '09 첨단도시 A01)과 2011년도 경희대학교 학술연구교수 지원 사업(KHU-20110220)에 의해 수행되었습니다. 본 연구에 도움을 주신 각 분야 전문가 분들께 감사드립니다.

참고문헌

- 송미림 · 윤수원 · 진상운 (2011) “BSC를 기반으로 한 BIM 프로젝트의 만족도 측정에 관한 연구.” 한국건설관리학회 논문집, 12권, 4호, pp. 117~129.
- 이주성 · 문성곤 · 김주형 · 김재준 (2009) “건설사업 BIM 활성화 저해 영향요인 도출에 관한 연구.” 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, pp. 757-763.
- 조성 (2010) “공공 건설프로젝트의 BIM 요구사항과 평가방법에 관한 참여자의 의견조사 연구.” 석사학위논문, 연세대학교.
- 정광량 (2010). “BIM 설계 사례를 통해 본 문제점과 해결책.” 한국건축시공학회지, 10권, 3호, pp. 18~22.
- Andreasen, B. S. (2010). “The new ramboll head office.” <<http://www.ramboll.com/projects/viewproject?projectid=5E05D22E-8738-432C-B2F5-EA97A39A0E30>>.
- Autodesk (2011). “Autodesk Navisworks” <http://images.autodesk.com/adsk/files/autodesk_navisworks_2012_brochure.pdf>.
- Brucker, B. et al. (2006). “Building information modeling (BIM) - a road map for implementation to support MILCON transformation and civil works projects within the U.S. Army Corps of Engineers.” U.S. Army Corps of Engineers.
- BuildingSMART (2011). “International home of OpenBIM.” <<http://buildingsmart.com>>.
- GSA (2010). “GSA BIM guide series.” <<http://www.gsa.gov/bim>>.
- Jacobsen, K. et al. (2006). “3D working method 2006/3D CAD manual 2006/layer and object structure 2006/3D project agreement 2006.” Bips.
- Jotne EPM Technology (2010). “BIM Manager MSMLite” <<http://www2.epmtech.jotne.com/download/EDMmodelServerIFC/InstModelServerManager/LatestBetaVersion/MSMLite%20Jury%20UserGuide%20rev2.pdf>>.
- Kiviniemi, A. et al. (2007). “BIM requirements2007-volume 6: quality assurance and merging of models.” Senate Properties.

4) 본 연구에서 제시한 품질관리기준과 요구조건은 이후 전력거래소 현상설계 지침과 조달청 “시설사업 BIM적용 기본지침서 v1.0”에 일부 반영된 바 있음.

Kvarsvik, O. K. (2009). "National museum at Vestbanen architect competition BIM requirements and results." <http://www.buildingsmart.de/pdf/buildingSMART2009_Kvarsvik.pdf>.

Project Management Institute. (1996). "A guide to the project management body of knowledge." PMI Standards Committee, 3rd Ed. USA.

Smith, S. (2008). "Field BIM at the meadowlands stadium project." <http://www10.aecafe.com/nbc/articles/view_weekly.php?section=Magazine&articleid=534926&printerfriendly=1>.

Tekla (2011). "Tekla BIMsight" <<http://www.teklabimsight.com/getStarted.jsp>>.

논문제출일: 2011.03.07
 논문심사일: 2011.03.11
 심사완료일: 2012.04.24

요 약

현재 BIM을 도입한 주요 국가들은 BIM 발주 또는 납품 전 단계에서 설계사가 설계과정 중 기본적인 품질 확보가 가능하도록 필요한 지침을 제공하고 있다. 그러나 국내 건설산업의 경우, BIM의 도입 및 적용은 확산되고 있으나, BIM 발주 시 설계품질을 고려한 지침은 제공되지 않고 있다. 이로 인해 설계사는 자의적 해석에 의존적일 수밖에 없으며, 발주자는 납품받은 BIM 데이터의 품질을 신뢰하기 힘든 상황이다. 또한, BIM 소프트웨어의 내부 오류는 파악할 수 없는 관계로 자체 포맷에 의한 품질검토는 BIM 데이터의 품질을 확보하기 어렵다. 따라서 BIM 데이터의 품질을 높이기 위해서는 개방형 BIM(IFC)을 활용한 객체모델링과 객체별 속성 정의 등을 포함하는 지침을 개발할 필요가 있다. 이는 BIM 데이터의 기본 품질을 보증하고, 품질검토를 통하여 좀 더 나은 품질을 확보하는데 활용될 수 있다. 이에 본 연구는 설계품질 향상을 위한 개방형 BIM기반의 품질관리 방안으로 해외 주요 국가들의 선진사례와 품질검토 소프트웨어를 조사·분석하여 기본적인 품질관리가 가능한 요구조건을 제시하였고, 기존 BIM 사례에 적용하여 요구조건의 유용성을 검토하였다.

키워드 : 설계품질, 품질관리, 개방형 BIM, Solibri Model Checker
