

시공단계에서의 BIM 활용성 증대를 위한 품질관리 방안

권오철^{1†} · 조주원² · 조찬원³

¹대림대학교 건축공학과, ²주에이씨쓰리코리아, ³(사)빌딩스마트협회

Quality Management for Utilizing BIM in Construction Phase

Ocheol Kwon^{1†}, Joowon Cho², and Chanwon Jo³

¹Department of Architectural Engineering, Daelim University

²AEC3Korea

³BuildingSMART, Korea

Received 24 April, 2013; received in revised form 17 July, 2013; accepted 19 July, 2013

ABSTRACT

Since it is common that design BIM data created by designers and engineers do not afford to consider constructability for the site, it is usually necessary to optimize the design BIM data to construction BIM data. While this optimization process requires various design updates depending on the construction methods and requirements, most designers in the projects do not participate the construction phase, which can arise another obstacle factor in utilizing construction BIM. In order to prevent this issue, we need cooperation system, where all the parties work together from the initial stage of project to create quality assured BIM model. However this kind of system is not realistic in Korea with most of the working processes being conventional yet. Therefore, at this point of time, it is realistic for us to secure basic construction qualities in the design phase and keep those qualities by the construction phase. This study suggested a relevant quality management plan for BIM usage in construction phase.

Key Words: BIM, Design, Construction, Constructibility, Quality, Management

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

설계단계에서 BIM을 도입하는 주요 목적은 전문 분야별 분석 및 검토를 통해 디자인을 최적화시키고 건축물의 성능을 개선하는 것이다. 또한 시공단계에서는 설계 BIM 데이터로부터 추출된 자료를 최대한 활용함으로써 BIM 도입의 효과를 얻을 수 있다.

그러나 현실적으로 디자인 및 엔지니어링 중심으로 작성된 BIM 데이터는 아무리 완성도가 높더라도 건설현장의 전문적인 시공성까지 고려하지 못하는 경우가 대부분이기 때문에, BIM에서 추출된 2D 시공상세도를 그대로 활용하기에는 어려움이 따르며, 설계단계의 BIM 데이터를 시공단계의 BIM 데이터로 최적화 시키는 추가작업이 필요하다. 이러한 작업에 있어서 현장의 요구 사항이나 시공방법에 따라 다양한 설계수정이 요구될 수 있으나, 대부분 설계단계에서 업무를 담당했던 사람들이 시공단계에 참여하지 않고 새로

[†]Corresponding Author, ohckwon@daelim.ac.kr
©2013 Society of CAD/CAM Engineers

운 인력에 의해 진행되어야 하므로 또 다른 장애 요인으로 작용할 수 있다.

이러한 문제점을 근본적으로 극복하기 위하여, 해외에서는 일부 대형 건설사들을 중심으로 IPD (Integrated Project Delivery : 통합발주체계) 협업 시스템을 도입하여 설계단계부터 시공사가 참여하여 시공품질이 확보된 BIM 데이터의 작성을 진행해오고 있다¹⁷⁾. IPD는 건물주나 발주처, 설계사무소, 시공사, 그리고 협력업체 등 프로젝트에 관련된 모든 당사자들이 한자리에 모여 단계별 목표와 업무를 조율하고, 설계변경의 일관성을 유지하고, 정보의 공유와 활용을 보장해 줌으로써 시공성을 획기적으로 개선시키는 이상적인 시스템으로 인식되고 있다. 이는 기존의 디자인 중심의 설계에서 벗어나 시공단계를 고려한 설계를 구현함으로써 건축물 생애주기에 걸친 BIM 정보의 재활용을 가능하게 하여, 불필요하거나 중복된 업무의 발생을 미연에 방지해줄 것으로 기대된다. 그러나 이러한 광범위한 협업시스템은 국내의 건설업무 수준과 발주방식의 여건상, 아직은 현실적으로 구현하기에는 시일이 요구되는 상황이다.

따라서 현 시점에서 이러한 문제를 최소화하기 위해서는 설계자가 담당할 수 있는 한계를 고려하여 설계단계에서 기본적인 시공관련 품질까지만 확보하고 이를 시공단계까지 유지하는 것이 필요할 것이다. 만일 설계단계에서부터 다양한 시공법에 공통적으로 적용되는 기본적인 설계품질을 사전에 확보해둘 경우, 시공단계에서 지속적인 BIM 데이터의 재활용이 가능할 것이다. 이는 궁극적으로 BIM 도입의 목적 가운데 하나인 중복설계에 따른 시간 및 비용단축의 효과를 가져올 수 있을 것이다. 본 연구에서는 시공단계에서의 BIM 데이터를 활용하기 위해 갖추어야 할 품질의 기준 및 관리절차를 개발하고, 이를 확보하기 위한 기술적 방안을 제시하고자 하였다.

1.2 연구의 범위 및 방법

BIM을 적용하여 작성된 설계 데이터는 대부분 기본적인 시공업무를 고려하지 못하여 시공단계까지의 지속적인 활용에 어려움이 있으며, 이러한 어려움을 극복하기 위해서는 기술적인 측면과 조직적인 측면, 그리고 제도적인 측면의 3가지 분야에서 각각 개선해야 할 방안들이 존재한다(2장 참조). 본 연구에서는 이 가운데 기술적 개선방안인

BIM 설계품질의 개선이라는 측면에서 좀더 구체적인 방안을 모색하였다.

이를 위해 BIM을 적용한 시공품질 개선에 관련된 선행연구를 바탕으로 시공단계에서 BIM 데이터를 활용하는데 있어서의 장애요인을 조사하였고, 개선방안을 정리하였다. 그리고 이를 기반으로 시공단계 BIM 품질관리 방안을 제시하고 현재의 건설업무 환경에서 이를 구현하기 위한 BIM 설계품질 기준을 정리하였다.

또한 이러한 품질관리 방안을 실현하기 위한 품질검토 방안을 제시하였다. 품질의 종류를 기술적으로 분류하고 자동화된 검토용 도구를 활용하는 데에 있어서의 과정을 분석하였다. 이를 통해 전체 업무의 흐름과 검토에 필요한 요소를 밝히고 이를 적용하여 수행한 품질검토의 사례를 제시하였다.

끝으로 시공단계에서 BIM활용에 제약이 존재할 수 밖에 없는 현재의 과도기적 상황을 정리하고 앞으로 나아갈 방향을 고찰하였다.

2. 문헌 고찰

2.1 선행연구 고찰

설계단계에서 시공단계에 이르기까지 BIM 데이터의 지속적인 활용을 위해서는 종합적이고 일관된 작성기준에 따라 설계 BIM 데이터를 유지할 필요가 있다. 즉 초기 디자인 모델부터 시공성을 고려한 데이터 작성이 필요하며 이에 대한 지속적인 품질의 관리 및 유지가 필요하다. 이를 위해서는 현실적으로 다양한 장애요인이 있는 것으로 조사되었다. 본 연구의 독창성과 차별성에 대한 검토를 위하여 BIM 설계정보의 시공단계 활용에 있어서의 장애요인과 관련된 선행연구에 대하여 고찰하였다.

김 등¹²⁾에 의하면 지금까지의 건설업계에서 설계와 시공이 각 단계별로 다른 조직에 의해 별개로 수행되고 있으며, 이로 인해 설계분야에서 시공단계로 BIM 정보의 흐름이 끊기게 된다. 이는 BIM 데이터의 공유 및 관리를 어렵게 만들고, 특히 비정형 건축물의 경우 BIM 데이터 자체가 호환되지 않아 의사소통 및 조정을 어렵게 만들며, 이는 결국 상호 이해부족과 계약관리 미비를 유발하고 건설사업 참여자들로부터의 클레임 발생우려가 크다. 김¹³⁾에 의하면 설계와 시공 사이에서

단계별로 사업주체가 다르다 보니 필연적으로 BIM 정보의 단절이 발생할 수 밖에 없으며, 소프트웨어의 호환성 부족으로 인해 정보의 변형 및 설계 오류가 발생할 수 있다. 특히 비정형 BIM 디자인의 경우 2D로 작성된 실시설계 도면과 일치되지 않아, 이에 새롭게 준공용 시공모델을 작성하는 경우도 빈번하다. 그러나 이로 인해 건설회사에서 작성한 설계도면에 대한 책임문제는 심각한 분쟁으로 발전될 수 있다. 한편, 김 등¹⁶⁾은 국내 시공사의 BIM 적용실태가 미비하여, 설계단계 BIM 디자인이 시공단계까지 적용된 사례는 국내에 많지 않으며, 적용된 사례들을 살펴보면 시공단계에서의 모델링 혹은 4D를 통한 사전검토 등으로만 활용되고 있는 것으로 조사하였다.

2.2 설계정보의 시공단계 BIM 활용방안

이와 같이 시공단계에서 BIM 활용의 장애요인을 제거하기 위해서는 다음 분야에 있어서 장기적인 개선책이 필요한 것으로 도출되었다¹⁷⁾.

첫째로 건축물 생애 전주기에 걸친 지속적인 활용을 고려하여 초기설계 단계부터 신중한 BIM 모델링이 이루어져야 하며, 이를 위해 단계별로 명확한 기준에 따라 충분한 품질관리가 이루어져야 한다.

둘째, 협업체제를 구축하기 위해서는 초기설계

단계부터 시공 전문가의 참여가 필요하며, 이것이 어려우면 설계단계에서 최소한의 시공요구 조건을 만족하도록 유도하여 시공단계에 활용할 수 있는 BIM 데이터가 작성되어야 한다. 또한 BIM으로부터 추출된 시공도면의 오류를 수정하기 위해서는 설계전문가의 참여가 필요하다.

셋째, 소프트웨어간 데이터의 호환이 원활하게 이루어지기 위해 각 제작도구 별로 생성된 BIM 데이터간 정합성을 검토하여 문제점을 확인하고 개선해야 한다.

넷째, 표준 및 기준의 개발은 가급적 다양한 기술자 및 관리자로부터의 의견이 반영되어야 할 것이다.

끝으로 제도의 개선이 이루어지기 위해서는 시공품질의 기준을 세우고, 나아가 BIM을 위한 발주나 단순히 평가를 위한 BIM 적용을 배제하고 설계 및 시공품질 향상을 위한 도구로서의 BIM 적용을 유도해야 한다. 이들에 대한 구체적인 내용을 정리하면 다음과 같다(Table 1 참조).

이러한 시공단계의 BIM 데이터 활용방안을 살펴보면 기술과 조직, 그리고 제도의 개선이라는 3개의 분야로 요약될 수 있으며, 일반적으로 BIM과 같은 기술집약적인 분야에서는 기술개발이 선행되고 사회제도적 지원이 뒷받침 됨으로써 발전된다는 사실을 고려해볼 때, 본 논문의 주제인 기

Table 1 BIM Application for Construction Phase

분류	활용 방안
BIM 데이터의 재활용	- 설계단계부터 시공단계를 고려한 설계 - 설계단계부터 시공기술을 접목 - 디자인 BIM모델과 준공 BIM모델의 일치 - 준공 BIM모델로부터 2D 시공도면의 추출 - 설계단계부터 성능분석, 간섭체크, 물량산출 등을 위한 품질검증을 통해 시공 이전에 예상되는 문제점 해결
SW간 데이터 호환	- 소프트웨어간 BIM데이터의 형상학적 누락 및 변형이 없도록 함 - 소프트웨어간 BIM데이터의 부재속성이 일치하도록 함
협업 체제의 구축	- 설계와 시공의 BIM 협업시스템 구축 - BIM 설계단계에 시공전문가 참여 - 시공도면 작성 시 BIM 설계전문가 참여
표준 및 기준의 개발	- 시공단계의 BIM 활용을 위해 프로젝트 단계별 BIM 실무지침서의 개발 - BIM환경에 적합한 건설자재 분류체계 및 표준을 정립 - BIM을 활용한 2D도면의 작성기준을 재정비
제도의 개선	- 설계품질과 시공품질을 발주 시 BIM적용 평가항목에 포함 - 승인절차에 필요한 2D 도면을 BIM으로부터 추출하도록 함 - 실제 업무의 향상 정도를 정량적으로 평가

술적 개선방안에 관한 연구는 시기 적절한 과제라 할 수 있다.

3. 시공단계 BIM 데이터 품질

설계단계에서 넘어온 BIM 데이터를 시공단계에서 최적화시키는 목적은 BIM을 기반으로 정확한 물량산출과 공정관리 그리고 품질관리를 수행하기 위한 것이다. 견적관리를 위해서는 BIM 정보를 물량과 품셈과 연동시켜 현장에서 발생하는 도면의 변경에 대처해야 하며, 공정관리를 위해서는 BIM 정보를 공정표와 연동시켜 예기치 못한 현장상황의 변경으로 공정계획에서 벗어나는 경우를 미리 대비하도록 한다. 또한 품질관리를 위해서는 BIM 정보의 설계오류를 최소화하여 재시공을 방지하도록 한다. 이러한 활용을 위해서는 시공단계 참여자들의 의사결정 및 업무조율을 위해 BIM 데이터가 충분한 정보를 가지고 있어야 한다.

3.1 시공품질

시공성 품질을 확보하려면, 즉 BIM 모델을 최

적화 시키려면, 설계단계에서 작성된 BIM 데이터에 시공정보를 추가로 입력해야 하고 시공품질을 확보해야 한다. 이를 위해 2장의 문헌고찰 및 시공전문가의 의견을 종합하여 Table 2와 같이 기준을 도출하였다.

3.2 기본 설계품질

시공성 품질을 확보하기 위해 BIM 모델에 어떠한 시공정보를 어떤 식으로 입력하느냐는 것은 시공 전문가가 고민해야 할 문제이지만, 정보입력이 가능한지에 대한 여부는 전혀 다른 차원의 문제이다. 만일 설계 BIM 데이터가 시공정보를 입력할 수 없는 구조라면, 설계단계에서부터 기본적인 데이터 품질을 확보해 주어야 하기 때문이다. 시공사는 이를 위한 최소한의 품질기준을 마련하고 설계자에게 제공함으로써, 시공전문 지식의 부족한 설계자 및 엔지니어로 하여금 BIM 데이터 최적화의 역할을 분담할 수 있도록 해주어야 할 것이다. 이를 통해, 비로서 시공전문가는 BIM 데이터에서 추출된 도면을 이해하고, 이후에 관련 시공상세도를 작성할 수 있을 것이다. 이러한 기본적인 품질

Table 2 Quality for construction

시공품질의 기준	
1	설계상의 물리적 간섭과 같은 설계오류를 최소화해야 한다.
2	시공작업이 가능하도록 여유공간이 확보되어 있어야 한다.
3	물량 및 견적의 비중을 고려하여 시공이 가능하도록 자재가 분절되어 있어야 한다.
4	공정표 계획에 따라 공정이 물량 및 견적정보와 연계되도록 객체에 속성정보가 입력되어 있어야 한다.
5	정확한 자재 및 조달관리를 위해, 객체의 자재정보는 표준분류 체계를 준수해야 한다.
6	시공작업의 안전성이 설계에 반영되어 있어야 한다.

Table 3 Basic Design Quality for Construction

기본 설계품질의 기준	
1	모든 공간객체는 건축모델에 존재해야 한다.
2	객체간 중복 설계되어 간섭된 부위가 없어야 한다.
3	구조모델 개구부는 건축모델 창호와 일치되어야 한다.
4	상호 보완적인 요소들에는 누락된 부분이 없어야 한다 (예: 기둥과 슬래브)
5	창호는 벽에 소속되어야 한다.
6	부재에는 자재관련 속성정보가 입력되어야 한다.
7	부재는 물리적으로 층별 / 공간별 / 공종별로 분리하여 작성되어야 한다.
8	마감재는 공간별 / 재료별로 벽체와 분리하여 작성되어야 한다.
9	복합자재는 자재별로 분리되어야 한다.
10	부재의 명칭은 일람표와 동일해야 한다.

Table 4 Design Quality for Integrated Model

통합 설계품질의 기준	
1	원점 일치 : 각 공종별 모델의 원점은 서로 일치해야 한다.
2	정합성 확보 : 공종 모델간 공통의 객체는 변형되지 말고 일치해야 한다.
3	간섭 배제 : 공종 모델간 서로 다른 객체는 물리적으로 간섭되지 말아야 한다.

은 Table 3과 같이 정리될 수 있다.

3.3 통합 설계품질

시공품질이 반영된 공종별 모델을 준공용 BIM 모델로 통합시키려면, 정합성 및 간섭검토를 다시 수행해야 한다. 통합 설계품질이란 각 공종모델을 통합모델로 작성하기 위한 품질을 의미하며, 본질적으로 설계단계에서의 통합과정에서와 동일하다고 볼 수 있을 것이다. 각 공종별로 기본 설계품질이 이미 확보되어 있다고 가정하고, 공종간 발생하는 설계품질은 주로 물리적인 일치와 충돌 여부로 국한될 수 있으며 Table 4와 같이 정리될 수 있다.

4. BIM 품질관리의 방안

4.1 현행 BIM 품질관리의 문제점

앞서 기술한 내용과 같이 설계단계에서 작성되는 BIM 모델은 디자인을 결정하고 건축물의 성능을 최적화에 가장 큰 목적을 두고 있으며, 전문적인 시공성 관련 지식이 없는 상태로 작성되는 경우가 대부분이다. 이렇다 보니 BIM 통합모델에서 추출된 2D 도면에 시공성을 반영하기가 어려우며 결국 시공전문가의 판단 하에 작성된 2D 도면을 기반으로 공종별 BIM 모델을 새롭게 제작하는 경우도 발생한다.

만일 이미 설계품질이 확보되어 통합된 설계 BIM 데이터라 하더라도 시공단계에 필요한 기본

품질이 확보되지 않은 경우, 통합모델에서 추출한 공종별 2D 도면을 기반으로 추가된 분야별 전문가에 의한 시공기술의 반영이 어렵거나 아예 불가능한 문제가 발생할 수 있다. 따라서 이를 해결하기 위해 BIM 모델을 수정하는 작업은 결국 실시 설계 BIM모델을 새로 작성하는 수준으로 진행될 수 있다. 그러나 통합 설계모델을 이와 같이 새로 작성된 공종별 시공모델과 정합시키기에는 너무 많은 문제점이 발생할 수 밖에 없다. 또한 이미 확보했던 설계품질의 검토과정을 반복해야 하고, 더욱이 시공기술이 접목되어 설계에 반영되기 때문에 이를 고려한 시공품질 요구사항까지 더해져 단계적으로 수행되어야 할 품질의 관리가 더욱 어려워질 수 있다.

결국 BIM 데이터 설계품질 부족에 의한 정보단절의 문제는 건축물 생애 전주기에 걸친 정보의 공유라는 BIM 도입의 취지에서 벗어나 오히려 설계용역 비용의 증가 및 공사기간의 지연이라는 역효과를 가져오기까지 한다.

4.2 시공단계 활용을 위한 BIM 품질관리

반면에 시공성 적용이 가능하도록 기본적인 설계품질이 확보되어 있는 BIM 데이터인 경우, 통합모델에서 추출한 공종별 2D 도면의 신뢰도가 높아, 시공성이 반영되도록 모델의 수정이 가능하다. 이렇게 공종별로 최적화된 시공모델들은 설계단계에서 작성되어 넘어온 통합 설계모델과 정합이 가능하며, BIM 데이터를 그대로 활용할 수 있다.

이러한 활용은 기본적으로 설계단계와 유사하게 공종별 우선순위를 두어 정합시켜 나가는 과정이 될 것이다. 즉 통합 설계모델을 우선 시공 구조 모델과 정합되도록 수정하고, 그 다음 기계 시공 모델, 배관 시공 모델, 그리고 외피 시공 모델 등의 순서로 정합시켜 나아가면, 결국 모든 시공성이 반영되고 설계오류가 제거된 준공모델로 통합될 것이다. 또한 여기서 추출된 도면은 시공성이 이미 반영되어 있으므로 결국 시공도면으로 활용이 가

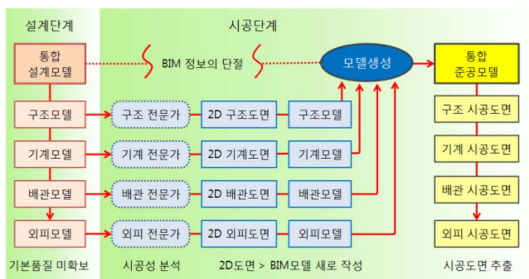


Fig. 1 BIM Quality Securing Issue

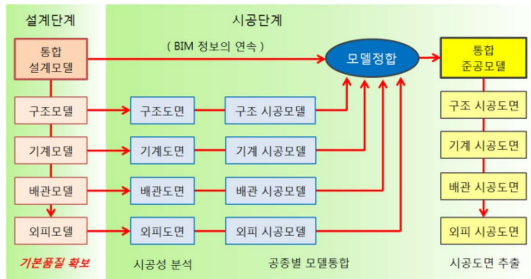


Fig. 2 Model Updating Process

능하다.

설계단계로부터 넘겨받은 BIM 데이터를 대상으로, 시공단계에서 시공성을 반영하기 위해서는 여러 시공전문 업체가 참여하게 된다. 만일 필요하다면 공종별로 설계 BIM 모델의 수정내지 보완이 이루어져야 하기 때문에, 기본적으로 설계단계에서와 동일한 업무의 흐름에 따라 품질을 관리할 필요가 있다. 우선 준공용 BIM 통합모델을 성공적으로 작성하기 위한 업무절차의 흐름을 요약하면 Table 5와 같다.

여기서 단계별로 요구되는 품질관리의 내용을 살펴보면 설계자와 시공자의 상호 협력을 기반으로 Table 6과 같이 정리될 수 있다.

설계단계에서의 역할은 시공의 기본적인 요구 품질을 설계에 반영하여, 시공전문가로 하여금 세부적인 정보를 입력할 수 있도록 해주는 것이다. 이를 위해 기본설계 품질을 확보해야 한다. 반면에 시공자의 역할은 시공단계에서 필요한 기본설

계 품질을 명확하게 정의하여 설계자에게 전달하는 것이다. 기본 설계품질 검토란 이러한 일련의 과정이 성공적으로 이루어지는지를 확인하기 위함이다.

시공단계에서는 사전에 기본품질이 확보된 BIM 데이터에 시공관련 정보를 업데이트해야 하고 필요 시 BIM 모델의 기술적인 수정이 필요하다. 이는 앞에서 설명한 바와 같이 시공지식에 해박한 또는 시공전문가의 적극적인 지원을 받는 설계자에 의해 수행되어야 할 것이다. 시공 품질검토란 이러한 일련의 과정이 성공적으로 이루어지는지를 확인하기 위함이다.

공종별로 시공품질까지 확보된 BIM 모델을 대상으로 상호간에 정합성 및 충돌여부를 확인하여 모델의 완성도를 높여야 한다. 이를 위해 공종별 우선순위를 두고 설계자는 모델을 통합해나가며 발생하는 문제점을 협의를 통해 해결해야 한다. 따라서 BIM 코디네이터의 역할이 가장 중요하다. 통합 품질검토란 이러한 일련의 과정이 성공적으로 이루어지는지를 확인하기 위함이다.

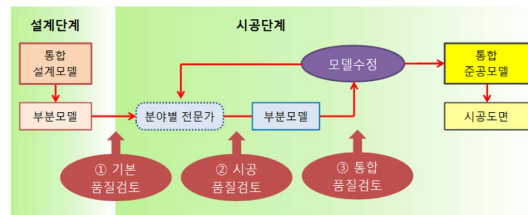


Fig. 3 BIM Quality Management Process

Table 5 Model Updating in Construction Phase

시공단계에서의 모델링	
1단계	설계단계에서 작성된 공종별 BIM 모델을 기반으로 시공전문가에 의해 시공성을 반영한다.
2단계	사전에 합의된 우선순위에 따라 공종간 모델을 통합하면서 문제점이 없는지 확인한다.
3단계	통합된 모델은 시공단계에서 분야별 2D 시공도면을 산출하기 위한 준공 BIM모델(As-built)로 사용한다.

Table 6 Quality Management in Construction Phase

시공단계에서의 품질관리	
기본 설계품질 검토	기본설계 BIM모델은 시공정보를 추가로 입력할 수 있도록 기본적인 데이터 품질을 확보해야 한다. 특히 적어도 시공이 가능하도록 설계되어야 하며 이후에 관련 시공기술이 추가로 반영될 수 있도록 설계되어야 한다.
시공품질 검토	그 다음 분야별 시공 전문가의 의견이 반영된 시공성 품질에 대한 확보가 필요하다. 경우에 따라서는 요구되는 시공기술이 설계에 제대로 반영되어 있는지에 대한 검토가 필요하다.
통합 설계품질 검토	끝으로 새로 통합된 모델의 충돌 및 정합성에 대한 품질이 다시 검토되어야 한다.

5. BIM 품질검토의 방안

5.1 품질검토 프로세스

BIM 설계품질 검토의 방법은 사전에 대상객체를 선정하는 준비단계와 실제 검토를 수행하는 검토단계로 크게 나눌 수 있다. 준비단계에서는 품질 요구사항 별로 조건을 분석하여 검토대상을 선정하기 위한 기준을 도출하고, 이를 BIM 품질검증 도구⁹⁾에 입력하여 실제로 대상객체를 선별해야 한다.

이때 검토의 방법은 수동적 자동적 그리고 시각적 방법으로 구분될 수 있으며, 이는 도구에 검토 기준 자료입력이 모두 가능한지 여부에 따라 결정된다(Table 7 참조).

또한 검토는 대상에 따라 속성정보와 형상정보로 나눌 수 있다. 속성정보의 검토방법은 첫째, 기준에 따라 대상을 선택하고, 둘째, 대상으로부터 관련된 자료를 추출하고, 셋째, 추출된 정보가 올바른지 판단할 수 있는 기준자료를 확보하여 이를

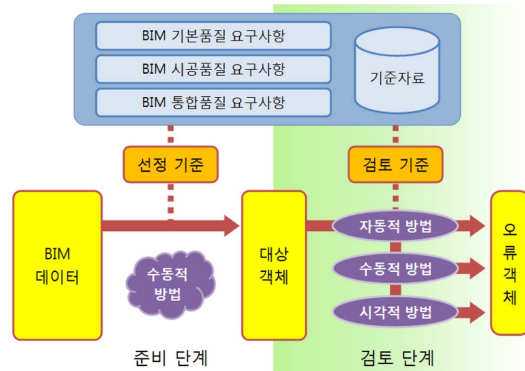


Fig. 4 BIM Quality Checking Process

자동적으로 비교검토 한다. 예를 들어, 지하 콘크리트 기둥의 자재코드가 표준체계와 일치하는지 검토하기 위해서는 모든 기둥 가운데, 지하 콘크리트 기둥만을 선정하고, 해당 기둥들의 자재코드를 추출하여, 표준체계와 일치하는지를 확인하다. 형상정보 검토방법의 경우, 첫째, 기준에 따라

Table 7 Methods of BIM Quality Checking

단계	검토방법	분류기준
준비	수동적 방법	도구에 검토대상의 선정기준 입력
검토	자동적 방법	도구에 모든 검토기준 입력
	수동적 방법	도구에 검토기준 입력이 불완전하여 일부 검토기준은 수동으로 비교검토
	시각적 방법	도구에 검토기준 입력이 불가능하여 모든 검토기준과 시각적으로 비교검토

Table 8 Methods for Key Words

키워드	속성 정보	형상 정보	검토방법
명칭	O	X	1) 검토대상 객체의 속성값을 정의한다. 2) 검토대상 객체의 속성값을 추출한다 3) 추출된 속성값을 기준값과 일치하는지 비교한다.
일치	O	O	1) 일치해야 하는 두 객체들을 정의한다. 2) 일치해야 하는 두 객체들의 속성값 또는 형상정보를 추출한다. 3) 추출된 속성값 또는 형상정보를 서로 일치하는지 비교한다.
보완	O	O	1) 객체에 존재해야 하는 속성값을 정의한다. 또는 상호 보완관계에 있는 객체들을 정의한다. 2) 해당 객체의 속성값 또는 형상정보를 추출한다. 3) 요구하는 속성정보가 존재하는지 확인한다. 또는 형상정보가 특정한 부위에서 일정한 비율 이상으로 접하는지 확인한다.
소속	X	O	1) 소속의 주체와 대상을 정의한다. 2) 해당 객체들의 형상정보를 추출한다. 3) 소속의 주체가 대상을 포함하는지 확인한다.
분리	X	O	1) 분리되어야 하는 객체를 정의한다. 2) 해당객체가 간섭하는지 검토한다.

검토대상을 정하고, 둘째, 도구에 품질기준에 해당되는 규칙을 설정한 뒤, 셋째, 자동화된 검토결과 가운데 문제점을 찾아낸다. 예를 들어, 외부마감이 모듈별로 분리되어 있는지 검토하기 위해서는, 외부마감을 모듈별로 구분하여 대상으로 선정하고, 간섭검토 규칙을 설정한 뒤, 서로 다른 모듈끼리 간섭이 발생하는지를 확인한다.

BIM 객체의 속성정보와 형상정보는 다시 명칭, 일치, 보완, 소속, 분리라는 5가지 키워드로 분류할 수 있으며 품질검토의 방법 또한 이에 따라 달리 수행할 필요가 있다(Table 8 참조).

BIM 설계 프로젝트가 갈수록 복잡하고 대형화되어감에 따라 시공성 관련 품질을 검토하는 것은 점차 고도의 기술을 요구하고 있다. 이에 따라 기술적으로 검토 가능한 방법이 확보되어 있는지도 함께 고려해야 한다. 향후 BIM 관련기술의 발달에 따라 완전한 자동화 검토의 구현이 가능한 항목이 증가될 것으로 판단된다.

일반적으로 자동화된 검토가 어려운 이유는 현재의 기술로는 모든 검토의 대상을 자동적으로 정확하게 파악하여 지정하기가 불가능하기 때문으로 파악된다. 즉 담당자가 검토목적에 올바른 대상을 사전에 얼마나 정확하게 지정해주느냐에 따라 신뢰성 높은 품질검토가 가능할 것이다. 한편 이러한 검토대상의 선정은 BIM 정보를 기반으로 가능하기 때문에, 결국 정확하고 충분한 BIM 정보의 입력이 선행되어야 그 만큼 자동화된 품질검토의 결과를 신뢰할 수 있을 것이다.

BIM 품질검토를 위한 도구는 인허가 또는 협업 중심의 서버기반과 실무 중심의 클라이언트 기반으로 나뉠 수 있다. 아직은 기술적인 제한으로 전자는 단순 법규검토 위주로 활용되고 있으며, 후자는 간섭검토 위주로 활용되고 있는 실정이다. 그러나 여기서 제시한 품질을 관리하기 위해서는 단순한 간섭체크 이상의 다양한 종류의 검토를 필요로 한다. 본 논문에서는 현재 전세계적으로 활용되고 있는 BIM 품질검토용 도구들 가운데, 이를 구현하기에 아직까지는 유일하면서 가장 적합하다고 판단되는 솔리브리 모델체커(Solibri Model Checker)를 활용하였다.

5.2 품질검토의 사례

기본 설계품질에 대한 대표적인 사례들을 살펴보면 다음과 같다. 사례(1)은 구조모델 개구부와

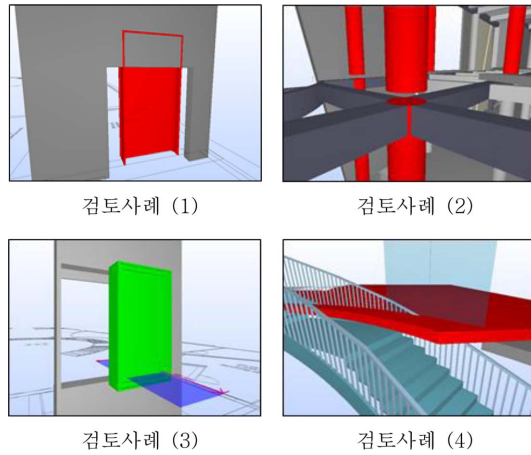
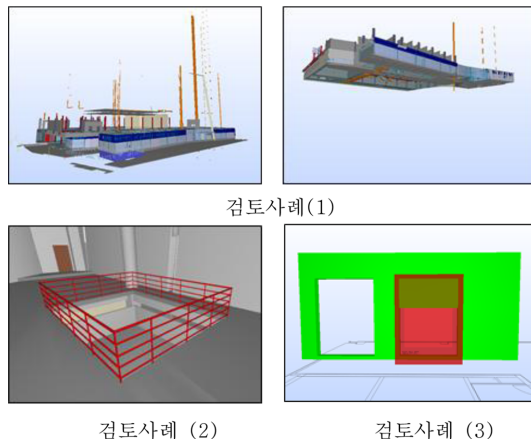


Fig. 5 Basic Design Quality Checking Cases

건축모델 문이 일치하지 않은 경우를 보여준다. 사례(2)는 하중을 받아야 하는 구조기둥 위아래에 슬래브가 누락된 사례를 보여준다. 사례(3)은 창호가 벽에 소속되지 않은 경우를 보여준다. 끝으로 사례(4)는 계단과 슬래브가 분리되지 않고 서로 간섭된 사례를 보여준다.

시공품질에 대한 대표적인 사례들을 살펴보면 다음과 같다. 사례(1)은 BIM 데이터에 정의된 부재의 층별 분리가 완전하지 못하여 BIM을 기반으로 한 층 단위 공정계획에 차질이 예상되는 사례이다. 사례(2)는 시공 안전성 확보를 위해 층간 개구부 작업 시 작업자의 추락방지를 위해 안전설비인 임시난간을 설계에 추가시킨 사례이다. 사례(3)은 구조모델 출구와 개구부 객체가 일치하지 않는 사례를 보여준다.



검토사례 (2) 검토사례 (3)

Fig. 6 Constructibility Checking Cases

6. 결 론

시공현장에서 BIM 데이터를 제대로 활용하지 못하는 이유는 결국 최종 결과물인 준공 BIM 모델로부터 추출된 시공도면의 품질이 낮기 때문이다. 이에 대한 근본적인 이유는 무엇보다 기본 설계품질이 확보되지 않아 기술적으로 시공성을 반영하기가 어렵고, 경우에 따라 모델링은 부분별로 다시 수행해야 하기 때문으로 파악되었다. 시공품질의 관리는 시공 및 설계전문가의 협업에 의해 이루어진다는 측면에서 볼 때 설계단계에서 진행되어야 가장 큰 효과를 볼 수 있을 것이다. 그러나 현실적으로 이것을 구현하기 힘든 이유는 설계단계에서 시공전문가의 참여가 어렵고, 반대로 시공단계에서는 기존의 설계전문가의 참여시키는 것이 어렵기 때문이다. 설사 시공전문 업체에서 자체적인 BIM 설계능력을 갖추고 있다고 하더라도, 지금까지 축적되어온 프로젝트 별 설계노하우를 전달받기에도 한계가 있다. 한편, BIM 시공품질에 대한 시공사의 지식이나 기준마련이 부족하고, 시공성 반영에 따른 설계수정에 대하여 설계사와 시공사 간의 책임논란도 해결해야 할 과제로 남아 있다.

이러한 점을 고려했을 때, BIM 시공품질을 효과적으로 개선하기 위해서는 다음과 같은 방안들을 고려해야 할 것이다. 우선 시공단계에서 초기 설계에 참여했던 인력의 지원이 지속되어야 한다. 또한 시공사를 중심으로 BIM 시공품질에 대한 명확한 기준을 마련하여 설계자에게 전달해야 하며, 설계변경의 책임논란을 없애기 위해 의사결정 과정에 건물주나 발주처의 참여도 필요할 것이다. 그러나 궁극적으로 IPD와 같은 협업체제를 도입하여, 설계단계에서부터 건물주, 설계자, 엔지니어, 자재업체, 시공전문가가 모두 참여하여 설계에 시공성을 반영시켜야 할 것이다.

본 논문에서는 BIM 구현에 있어서 설계와 시공의 명확한 역할분담을 통해 현재의 과도기적 상황에 대처하고자, 시공단계에서 BIM을 활용하기 위해 확보되어야 할 품질을 기본 설계품질, 시공품질, 그리고 통합 설계품질의 3단계로 구분하여 제

시하였다. 이는 설계자와 시공자가 담당해야 할 역할이 다르고 그에 따라 품질관리의 주체가 다르기 때문이기도 하지만, 설계단계에서 확보되어야 할 품질을 명확하게 정의함으로써 보다 체계적이고 효과적인 시공품질 확보를 도모하기 위함이다. 아직은 국내 건설업계에 BIM이 정착되는 과도기적 과정이고, 설계자와 시공자의 사이의 협업체제가 부족한 시점에서, 앞으로 시공단계에서의 BIM 활용성 증대방안에 대한 연구는 더욱 필요할 것이다.

감사의 글

본 논문은 한국연구재단(NRF)의 연구비지원(과제번호 2010-0011622)에 의해 수행되었습니다.

References

1. AIA California Council Partner, 2007, Integrated Project Delivery: A Guide.
2. Kim, S.H., Park, K.H., Park, W.H. and Paek, J.H., 2007, Building Information Modeling for Construction Management, *Proceedings of Architectural Institute of Korea*, 27(1), pp.785-788.
3. Kim, H.S., 2010, Revealing Issues and Prospects of Domestic Construction by Analysis of BIM Case Studies: Building Information Modeling, *Review Architecture and Building Science*, 54(1), pp.65-69.
4. Kim, J.S., Yoo, S.K., Kim, J.H. and Kim, J.J., 2011, A Study on Obstacle Reasons of BIM in Construction Phase, *Proceedings of the Korea Institute of Building Constructions*, 11(2), pp.61-62.
5. Park, H.T., 2009, *Improving Constructability Analysis of Construction Projects using Building Information Modeling*, Master Degree Thesis, Chung-Ang University.
6. Kim, H.S., 2011, *Study on BIM Application in Consideration of Construction Phase*, Master Degree Thesis, HongIk University.
7. Kymmell, 2008, "Building Information Modeling", McGraw-Hill Construction.
8. Park, K.H., 2011, *Study on the Effect of Pre-Detecting Errors Using BIM in the Pre-construction Phase*, Ph.D. Thesis, Yonsei University.
9. www.solibri.com



권 오 철

1985년 연세대학교 건축공학과 학사
1987년 연세대학교 건축공학과 석사
2006년 연세대학교 건축공학과 박사
1989년~2008년 삼성건설 근무
2008년~현재 대림대학교 건축공학과 교수
관심분야: BIM, 건설정보관리, CM



조 주 원

1998년 미국 Ohio 대학교 이학박사
2009년~(주)에이이씨쓰리코리아 이사
경희대학교 겸임교수
관심분야: BIM 품질검토 및 관리,
BIM 모델 에너지 분석 및 시뮬레이션, BIM 물량산출



조 찬 원

1993년 5월 미국 카네기멜런대학원
건축과 졸업(석사)
(사)빌딩스마트협회 기술연구소장
관심분야: BIM, 건설정보
