DOI: http://dx.doi.org/10.13161/kibim.2016.6.2.047

사례 연구를 통한 BIM 전환설계 프로젝트의 설계오류 이슈 분석

An Analysis on Design Error Issues of BIM Conversion Design Projects through Case Studies

김범준[1], 주형우[2], 장문석[3], 김병주[4], 진상윤[5]
Kim, Beom-Jun[1] • Ju, Hyung-Woo[2] • Jang, Moon-Seok[3] • Kim, Byeoung-Ju[4] • Chin, Sang-Yoon[5]

Received May 31, 2016; Received June 15, 2016 / Accepted June 16, 2016

ABSTRACT: Recently, the introduction and spread of BIM technology has been actively promoted at the domestic level and abroad. However, the BIM adoption and diffusion rate in the whole construction industry has been slower than expected, this is because they applied to construction projects in a way that does not meet the basic objective of BIM adoption. The objective of this paper is to derive a BIM adoption strategy that can provide benefits and efficiency from the design phase, by analyzing issues related to design errors identified in two real world projects based on the 2D to BIM conversion process. Types of issues, type distribution, and degree of BIM contribution to find issues were analyzed in a quantitative way, and then a BIM adoption strategy was derived. As a result, this paper identified that there obviously exists a limit in the 2D to BIM conversion process by repeating the problems that occur in the traditional 2D design process. Therefore, the authors of this paper insist that the design firms should adopt BIM-based design processes, fully, to get financial benefits as well as to improve the design quality.

KEYWORDS: Building Information Modeling, 2D to BIM Conversion Process, Case Study, Design Error Issue, BIM-based 3D Design

키워드: 건설 정보 모델링, BIM 전환설계, 사례 연구, 설계오류 이슈, BIM 기반 3D 설계

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설 산업계에서 Building Information Modeling(이하 BIM) 기술은 하나의 새로운 패러다임으로서, 해외는 물론 국내에서도 BIM의 도입과 확산이 활발하게 진행되고 있다(Yang et al., 2011). 미국과 영국 등의 해외에서 건축사들의 절반 이상이 BIM을 활용하고 있으며, 발주자들의 BIM 사용 요구 또한 점점 더 증가하고 있다. 국내에서도 마찬가지로 공공 발주기관, 민간 발주자들의 BIM에 대한 관심과 사용 요구는 증가하고 있으며, BIM은 분명 미래 건설 산업계에서 정보를 표현하고 관리하는 확실한 방법이 될 것이다(Chin, 2015).

조달청에서는 BIM 도입을 확산시키기 위해 BIM 적용 계획에 따라 시설공사의 BIM 설계 의무 적용 대상을 점진적으로 확대시켜왔다. 2011부터 500억 원 이상 턴키·설계공모 사업에 BIM 설계를 의무 적용하기 시작하여 2013년부터는 500억 원 이상의 맞춤형서비스 사업, 2016년부터는 모든 맞춤형서비스 사업으로 의무 적용 대상이 확대되었다(Public Procurement Service, 2015; Kim et al., 2016).

BIM 도입의 근본적인 목적은 품질과 생산성 향상, 비용 절감이라 할 수 있다(Choi, 2012). 그러나 국내에서 높아지고 있는 BIM에 대한 관심과 요구, 조달청과 같은 정부 기관의 선도 움직임에도 불구하고 건설 산업 전체로의 BIM 도입과 확산 속도는 예상보다 느리게 나타나고 있는데, 이는 BIM 도입의 근본적인

[1]학생회원, 성균관대학교 미래도시융합공학과 석사과정 (skkueng09@skku.edu)
[2]학생회원, 성균관대학교 미래도시융합공학과 석사과정 (wnguddn2003@naver.com)
[3]학생회원, 성균관대학교 미래도시융합공학과 석사과정 (dnjfflgkgk@naver.com)
[4]학생회원, 성균관대학교 미래도시융합공학과 석사과정 (snowkbb@gmail.com)
[5]정회원, 성균관대학교 건설환경공학부/미래도시융합공학과 교수, 공학박사 (schin@skku.edu) (교신저자)

목적에 맞지 않은 방법으로 건설 프로젝트에 적용함으로 인해 BIM의 활용은 추가업무를 발생시키고 복잡하게 만든다는 인식 때문일 것이다(Lee et al., 2015).

또한 BIM 도입을 위해 다양한 요구사항과 어려움이 존재하는데, 대규모 건축 설계사무소는 이를 해결하기 위해 시간과 인력을 할애함으로써 전략적으로 BIM 도입을 추진할 수 있는 환경을 갖추고 있다. 그러나 대부분의 중·소규모 건축 설계사무소는 그렇지 못해 BIM 도입에 많은 어려움을 겪고 있으며 그렇기 때문에 조달청의 BIM 발주에 소외되고 있는 실정이다(Yang et al., 2011).

현재 국내의 건설 프로젝트에서 BIM을 적용함에 있어 초기 설계 단계에서부터 BIM 기반 설계를 통해 2D 및 3D 모두에서 검토 가능한 모델을 구축하여 도면 생성 및 물량검토 등을 통해 단계적으로 프로젝트 진행과정에 적용하는 방식보다는, 기존의 CAD를 이용한 2D 설계 이후 작성된 도면을 기준으로 3D BIM 모델을 구축하여 이를 설계 검토 및 보완, 시공 가능 여부 검토 및 공정, 원가관리에 활용하는 BIM 전환설계 프로세스가 대부분을 차지하고 있다(Kim et al., 2016).

물론 BIM 전환설계 프로세스를 통해 프로젝트에 BIM을 적용하면 2D 도면에서 확인하기 어려운 설계오류들을 3D BIM 모델을 통해 발견함으로써 설계 품질을 높일 수 있고, BIM 모델을 실제 시공과정에서 활용함으로써 시공 품질을 높일 수 있으나, 기존의 CAD를 이용한 2D 설계와 BIM 전환설계 프로세스의 이원화로 인해 많은 시간과 인력, 비용이 요구되므로 BIM을 도입하는 가장 근본적인 목적인 품질과 생산성 향상, 비용 절감을 이루어내는데 한계를 가지고 있다(Choi, 2012; Kim et al., 2016).

따라서 본 연구에서는 실시설계 단계에서부터 BIM 전환설계 프로세스를 적용한 2개 프로젝트의 BIM 모델 구축 과정에서 발생한 설계오류 이슈를 정량적으로 분석하여 이슈 유형별 분포와 주요 이슈 유형, 이슈 발견에 대한 BIM의 기여도를 바탕으로 설계 단계에서부터의 근본적인 목적에 부합한 BIM 도입에 관한 전략을 도출하는 것이 목적이다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 이전에 실시된 2개의 기초연구를 기반으로 발전되었다. 먼저 BIM 전환설계 프로젝트의 설계오류 이슈 분석을 통해 실시설계 단계에서의 건설사업관리자(이하 CMr)의 중점 관리 항목을 도출한 연구(Ju et al., 2015)에서는 2개 프로젝트 중 하나인 B 프로젝트의 1차에서 4차까지의 체크리스트에 작성된 설계오류 이슈 총 226건을 분석하였다. 다음으로 BIM 전환설계 프로젝트의 설계오류 이슈 분석을 통해 주요 이슈 유형과 BIM 모델에 따른 이슈 발생 빈도를 도출한 연구(Kim et al., 2016)에서는 A 프로젝트의 체크리스트에 작성된 설계오류 이슈 총 81건과 B 프로젝트의 1차에서 5차까지의 체크리스트에 작성된 설계오류 이슈 총 235건을 분석하였다.

본 연구는 설계 단계에서부터의 근본적인 목적에 부합한 BIM 도입에 관한 전략을 도출하기 위해 실시설계 단계에서부터 BIM 전환설계 프로세스를 적용한 2개 프로젝트의 BIM 모델 구축 과정에서 발생한 설계오류 이슈들을 연구의 범위로 정하여 이전에 실시된 2개의 기초연구의 이슈 분석과정에서의 미흡했던 점을 바로잡고 이슈 발견에 대한 BIM의 기여도를 새롭게 분석하였다.

실시설계 단계는 건설 프로젝트에 있어 시공 전 발주자의 최종적인 의견을 반영하고, 시공이 가능한 수준으로 설계를 구체화하는 단계로써 시공 및 유지관리 단계에 중요한 역할을 하므로(Public Procurement Service, 2007), 실시설계 단계에서부터 BIM 전환설계 프로세스를 적용한 A, B 프로젝트와 BIM을 활용하여 발견한 설계오류 이슈들은 본 연구의 목적에 있어 중요한 연구의 범위가 된다. 또한 연구의 목적을 달성하는데 있어 설계오류 이슈를 수치화하여 유형별 분포를 통해 주요 이슈 유형을 도출하고, 이슈 발견에 대한 BIM의 기여도를 도출하는 정량적 분석 방법이 사용되었다.

본 연구의 수행 절차는 다음과 같다.

첫째, 설계오류 유형 분류, BIM 설계품질과 설계오류, 설계단계에서의 BIM 적용과 관련된 이론적 고찰을 진행하였다.

둘째, A, B 프로젝트의 BIM 전환설계 프로세스를 통해 발견된 설계오류 이슈를 분석하여 이슈 유형별 분포를 도출하였다.

셋째, A, B 프로젝트의 설계오류 이슈 유형별 분포를 통해 주요 이슈 유형을 도출하였다.

넷째, A, B 프로젝트의 설계오류 이슈를 새롭게 분류하여 이슈 발견에 대한 BIM의 기여도를 도출하였다.

다섯째, 이슈 유형별 분포와 주요 이슈 유형, 이슈 발견에 대한 BIM의 기여도를 바탕으로 설계 단계에서부터의 근본적인 목적에 부합한 BIM 도입에 관한 전략을 도출하였다.

2. 이론적 고찰

2.1 설계오류 유형 분류에 관한 연구

건설 현장에서 2D 도면을 기준으로 시공 시, 주로 도면간의 부적합, 치수의 불일치, 디테일(detail)의 제공 부족으로 인하여 설계변경 및 재시공이 발생하고, 이는 공기지연 및 공사비 상승 등의 문제점을 발생시키고 있다(Chun and Oh, 2003). 또한 이러한 문제점을 발생시키는 설계오류의 주요 원인으로 도면검토 부족, 설계기간 부족, 용역계약조건 미비 등이 지적되었다(Kim et al., 2004). BIM 전환설계 프로세스를 적용한 건설 프로젝트의 설계오류 이슈를 체크리스트로 작성하기 위해서는 우선 정해진 기준을 가지고 설계오류 유형을 분류하는 과정이 필요하다. 따라서 BIM이 활용되지 않은 선행연구에서 분류한 다양한 설계

오류 유형에 대해 우선적으로 고찰하였다.

먼저 설계오류의 유형 및 요인을 분석하고, 설계오류 관리 시스템 구축방안을 제안한 연구(Kim, 2008)가 있었다. 이 연구에서는 설계오류 유형을 대분류 6가지 타입(선택오류, 표기누락, 표기잘못, 정보 불일치, 작성 지연, 시공성 고려미비)으로 나누었으며, 대분류별로 설계오류 유형을 세부적으로 도출하여 중분류 10가지로 구분하였다.

다음으로 설계오류 원인 및 유형을 분석하고, 이를 방지하기 위한 방안들을 제시한 연구(Lopez et al., 2010)가 있었다. 이 연구에서는 사람, 조직, 프로젝트의 3가지 관점으로 나누어 설계오류 유형을 분류하고, 각 유형별 10가지 설계오류 원인과 인간실수 유형 또한 분류하였다.

마지막으로 설계오류 발생 빈도가 잦은 건축 마감공사를 대상으로 설계오류를 체크할 수 있는 실시설계도서 검토서를 개발한 연구(Lee et al., 2011)가 있었다. 이 연구에서는 중소규모의 건축공사 40건을 대상사례로 선정하여 설계변경과 설계오류에 대해 분석하였다. 설계변경 유형 중 발주기관 요구 항목 다음으로 설계오류 항목이 많았으며, 설계오류를 크게 누락과 상이의 범주로 구분하였을 때, 누락보다는 상이로 인한 설계오류가 더 많았다. 또한 누락과 상이 두 가지 모두 설계도서 개별 오류와 상호간 오류의 세부 항목으로 구분하였다.

2.2 BIM 설계품질에 관한 연구

BIM 설계품질과 관련된 기존 연구로는 국내외 BIM 기준 조사와 BIM 기준의 품질관련 내용 분석을 통해 향후 BIM 설계품질을 관리하는데 필요한 최소한의 기준을 설정한 연구(Kwon and Jo, 2011)가 있었다. 이 연구에서는 BIM 품질검증 대상으로 BIM 모델, 데이터 포맷, 품질관리 대상, 품질관리 체크리스트 등을 포함하였다. 특히, BIM 모델 검증의 예로서 구조, 건축, 전기, 설비 등의 공종별 모델은 각각의 분리된 모델로서의 검증작업 뿐만 아니라 모델 간의 상호 관계나 버전 확인 작업, 공종 전체를 통합한 모델의 검증작업 또한 요구하였다. 본 연구의 B 프로젝트의 경우 구조, 건축, MEP 모델을 모두 같은 버전의 BIM 저작도구를 통해 구축하였고, 각 공종별 모델 검증, 모델 간 상호 관계 확인, 통합 BIM 모델 검증을 실시하였기 때문에 위의 연구의 모델 검증 항목과 유사한 점이 있었다.

다음으로 설계품질 향상을 위한 방안으로 개방형 BIM 기반의 품질관리 요구조건을 제시하고, BIM 적용사례를 대상으로 제시한 요구조건의 유용성을 검토한 연구(Seo et al., 2012)가 있었다. 이 연구에서는 규준기반/유효성 검토 소프트웨어인 Solibri Model Checker(이하 SMC)의 Rule-set 기능을 활용하여 파일럿 모델의 설계품질을 검토하였는데, 본 연구의 A, B 프로젝트의 경우 육안을 통해 설계검토를 진행하였기 때문에 위의 연구와 차이점을 가지고 있다. A, B 프로젝트의 BIM 모델에 SMC와 같은 소프트웨어를 이용할 경우, BIM 저작도구 내에서 자동으로 공제되는 겹치는 부분까지 간섭으로 간주하는 등의 문제가 있었고, 대신에 체계적인 부재 Layer 및 ID 설정을 통해 육안으로 정확한 설계검토를 실시할 수 있었다(Ju et al., 2015).

마지막으로, 체계적인 품질관리를 위해 품질관리 기준 및 체크리스트를 개발하고 이의 적용을 위해 요구되는 요소 기술들의 개발 및 적용 방안을 제시한 연구(Choi and Kim, 2013)가 있었다.

2.3 BIM 설계오류에 관한 연구

BIM 설계오류와 관련된 기존 연구로는 진행 중인 건설사업관리(이하 CM) 프로젝트의 적용사례를 통해 설계오류검토 프로세스를 검증하고 CM에서의 BIM 활용 효용성을 확인한 연구(Kang et al., 2010)가 있었다. 이 연구의 사례 프로젝트에서는 프로젝트 진행 중 설계오류가 확인되면 오류 기록서에 기록 후 이를 근거로 CMr가 설계자에게 오류검토에 대한 정보요청서를 발송하였다. 이후 설계자가 검토 후 설계오류 검토서를 CMr에게 발송하면, CMr는 발주자의 승인을 득한 후 BIM 모델 및 오류 기록서를 수정 및 업데이트하여 오류 검토 및 수정 절차를 마무리하였다. 이러한 과정들은 본 연구에서 언급한 2개의 BIM 전환설계 프로젝트에서의 체크리스트를 통한 설계오류 검토 프로세스와 유사한 점이 있었다.

다음으로 BIM 전환설계를 적용한 현장의 설계오류 유형 및 빈도수를 분석하고, 추가공사비용과 발견가능성, BIM 도입을 위해 투입된 비용을 고려하여 Return on Investment(이하 ROI) 분석을 수행한 연구(Park, 2011)가 있었다. BIM 전환설계 프로젝트에서 발견된 설계오류의 원인을 논리적 오류, 누락, 상이의 3개 유형으로 분류하고, 각각에 대한 빈도수 및 세부유형을 분석하는 과정에서 본 연구와의 유사한 점이 있었다. 또한 BIM을 활용하여 사전에 감지된 설계오류 709개 중에서 상이가 358개로 약 50%를 차지하며 가장 많이 발생된 설계오류 유형이었다.

마지막으로 BIM 설계오류의 유형에 대해 분석하여 그에 대한 원인을 도출하고, 통계적 방법을 통해 유형과 원인 간 상관관계를 확인한 연구(Her, 2011)가 있었다. 이 연구에서는 기존 연구에서 제시한 누락, 모순, 불일치 등의 설계오류 유형 대신에 BIM 도입 후에도 지속적으로 발생될 가능성이 있는 3가지 유형(도면정보입력 오류, 정보전달지연 오류, 설계정보 불충분)과, BIM 도입으로 새롭게 발생한 3가지 유형(BIM 정보호환문제, 타 공종간 정보관리 오류, 간섭체크 오류)을 더해 총 6가지 유형을 도출하였다. 이 연구는 선행연구와 전문가 인터뷰를 통해 설계오류 유형을 도출하였고, 본 연구는 실제 BIM을 적용한 프로젝트에서 발견된 설계오류를 분석하여 정해진 기준에 따라 유형화했다는 점에서 차이가 있었다.

2.4 설계 단계에서의 BIM 적용

현재 건설 프로젝트에서 설계 단계에 BIM을 적용하는 방식은 다음과 같이 세 가지로 분류할 수 있다. 첫 번째로, 기존의 2D 설계 프로세스로 작성된 도면을 기준으로 BIM 저작도구를 사용하여 3D 모델을 만들어내는 BIM 전환설계 프로세스가 있다. 두 번째로, BIM 저작도구를 사용하여 3D에서 설계를 하였지만 2D CAD 시스템으로 도면을 보내 도면화 마무리 작업을 하는 Half BIM, Half 2D 프로세스가 있다. 마지막으로, BIM 저작도구를 사용하여 3D에서 설계를 하고, 도면화도 BIM 저작도구에서 마무리하는 진정한 의미의 BIM 기반 설계 프로세스가 있다(Choi, 2012).

건설 프로젝트에서 BIM 전환설계 프로세스를 통해 기존의 설계 프로세스에 추가적으로 BIM 기술을 적용하면 상이를 비롯한 각종 설계오류 이슈들의 발견을 통해 이를 설계 변경에 반영함으로써 높은 설계 품질을 확보할 수 있으나, 이는 기존의 2D 설계 프로세스를 하나도 버리지 않고 설계 품질 확보를 위해 BIM 기술을 추가적인 프로세스로 도입하는 것이 된다. 이러한 프로세스에서는 인력과 시간, 비용이 추가적으로 필요하기 때문에 기존 대비 원가절감 효과를 확인할 수 없고, 투자대비회수 효과도 기대하기 어렵다. 또한 설계안의 지속적인 변경과 엇박자로 BIM 모델을 구축하게 되면서 BIM의 활용은 사후 확인용으로 머물게 되고 그 효과 또한 매우 제한적일 수밖에 없다(Chin, 2015).

또한 설계사의 관점에서 보면 기존의 2D 설계 프로세스의 경우 시공 단계에 들어서면 발생된 각종 설계오류로 인해 이에 대한 변경 및 보완으로 추가적인 인력이 투입되고, 이로 인해 설계비의 원가손실이 발생되기도 할 것이다. 반면 BIM 기반 3D 설계 프로세스가 도입되면 프로젝트 초기 단계에서는 3D 모델을 통한 발주자와의 계획과 협의과정에서 시간이 더 투입될 수 있지만, 설계안 결정 이후 도면생성에 필요한 인력의 수가 기존에 비해 상당히 줄어들고, 인허가 단계 이후 설계오류로 인한 변경 및 보완이 대폭 줄어들어 기존의 프로세스에 비해 상당한 원가절감 효과를 볼 수 있게 될 것이다(Chin, 2015). 이는 설계품질과 생산성을 높이면서 비용을 절감할 수 있는, BIM 도입의 근본적인 목적에 부합하는 방법일 것이다.

3. BIM 전환설계 프로젝트 설계오류 이슈 분석

3.1 A 프로젝트 설계오류 이슈 분석

3.1.1 A 프로젝트 개요

A 프로젝트는 전체적으로 지상 24층, 지하 3층, 연면적 약 85,000m^2 규모인 주상복합시설 건설 프로젝트이며, 100% 완료된 실시설계 단계의 구조 도면을 기준으로 연면적 약 28,000m^{2}의 지하층 부분에만 BIM 전환설계를 진행하였다. 건물 전체가 아닌 지하층 부분에만 BIM을 적용한 이유는 대지의 특성으로 인해 지하층에 레벨 차이가 많이 발생하여 실제 시공과정에서의 어려움이 예상되었고 이를 BIM을 통해 미리 확인하기 위함이었다.

지하층의 구조 BIM 모델을 구축하는 과정에서 발생한 설계오류 이슈들을 정리하여 체크리스트로 작성하였고, 작성된 체크리스트는 설계사, 시공사와 함께 공유되어 원활한 설계변경 협의를 이끌어 낼 수 있었다. 또한 설계변경 사항을 추가한 BIM 모델은 실제 시공과정에서 시공성 검토에 활용되었다.

3.1.2 A 프로젝트 설계오류 이슈 유형

BIM 전환설계 과정에서 A 프로젝트의 지하층 구조 모델을 구축하며 발생한 설계오류 이슈들을 부재 간의 정합성, 도면 간의 정합성, 부재 규격 및 명칭의 정확성, 부재 간의 겹침 및 충돌 여부, 시공 단계에 필요한 부재 정보의 누락 여부 및 명확성, 시공 가능 여부 등을 기준으로 크게 상이(Discrepancy), 간섭(Clash), 누락(Omission), 불분명(Ambiguity), 시공성(Constructibility)의 다섯 가지 유형으로 분류하였고, 총 81건의 이슈들이 체크리스트로 작성되었다.

설계오류 이슈 유형의 자세한 내용은 다음과 같다.

첫째, 상이 이슈는 평면도와 단면도의 불일치, 평면도와 부재일람표의 부재 크기 불일치 등의 경우를 나타낸다.

둘째, 간섭 이슈는 서로 다른 부재 간의 겹침 및 충돌이 발생하는 경우를 나타낸다.

셋째, 누락 이슈는 레벨 차이가 많은 부위에 필요한 부재 또는 도면정보가 없는 경우를 나타낸다.

넷째, 불분명 이슈는 평면도와 단면도를 통해 레벨정보 또는 부재 위치 등을 알 수 없는 경우를 나타낸다.

다섯째, 시공성 이슈는 레벨 차이가 많을 때 보가 끊어지거나 기타 시공이 난해한 경우를 나타낸다.

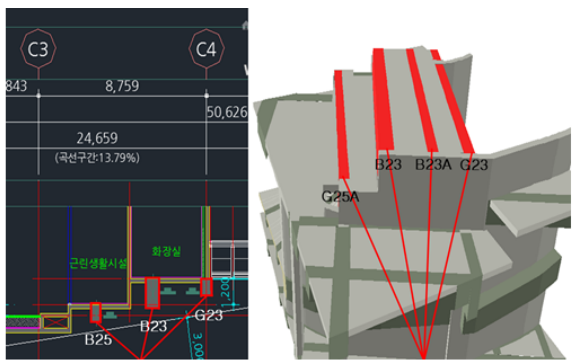
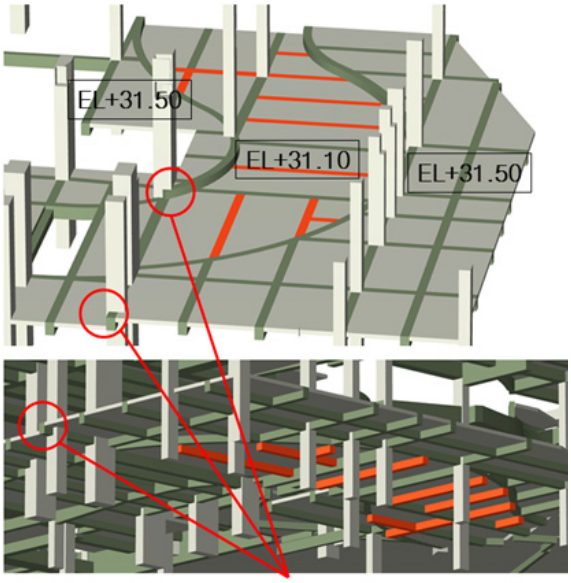


Figure 1. Example of discrepancy issue of A project



단 차이로 인한 보 끊김 발생

Figure 2. Example of constructibility issue of A project

3.1.3 A 프로젝트 설계오류 이슈 유형별 분포

A 프로젝트의 지하층 부분의 구조 도면을 기준으로 BIM 전환설계를 진행하며 발생한 총 81건의 설계오류 이슈는 세부적으로 상이 이슈 35건, 간섭 이슈 4건, 누락 이슈 10건, 불분명 이슈 10건, 시공성 이슈 22건으로 나뉜다.

이슈의 유형별 분포를 보면 평면도와 단면도가 일치하지 않거나, 평면도와 부재 일람표의 부재 크기가 일치하지 않는 등의 상이 이슈가 전체의 약 43%를 차지하고, 레벨 차이가 많을 때 보가 끊어지거나 기타 시공이 난해한 경우 등의 시공성 이슈가 전체의 약 27%를 차지하고 있음을 확인할 수 있다. 이 두 가지 이슈는 전체의 약 70%를 차지하였고, 이는 레벨 차이가 많이 나는 건물의 구조 도면 검토 시에 상이와 시공성 이슈는 다른 이슈들보다 더욱 중요하게 관리되어야 함을 보여준다.

Types	No. of Issues
Discrepancy(상이)	35
Clash(간섭)	4
Omission(누락)	10
Ambiguity(불분명)	10
Constructibility(시공성)	22
Total	81

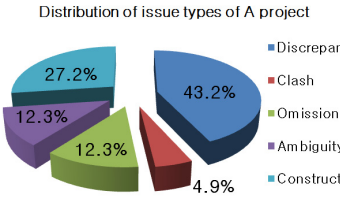


Figure 3. Distribution of issue types of A project

3.2 B 프로젝트 설계오류 이슈 분석

3.2.1 B 프로젝트 개요

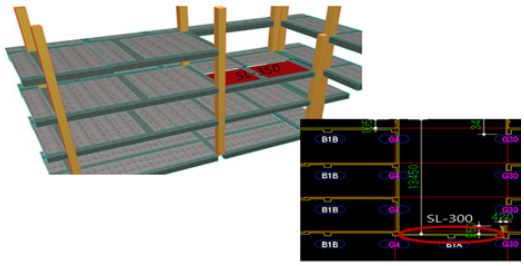
B 프로젝트는 전체적으로 지상 5층, 지하 1층(PIT 층 포함), 연면적 약 25,000m^{2}의 규모의 업무시설 공사이며, 60% 완료된 실시설계 단계 도면을 시작으로 90%, 100%, 최종심의 완료에 이르기까지 단계적으로 BIM 전환설계를 진행하였다. 구조, 건축, MEP 도면을 기준으로 건물 전체의 BIM 모델을 단계적으로 구축하는 과정에서 발생한 설계오류 이슈들을 정리하여 1차에서 5차까지의 체크리스트로 작성하였다.

B 프로젝트는 A 프로젝트에 비해 BIM 모델을 구축한 연면적은 작지만, 6개 층으로 이루어진 건물 전체를 포함하여 주변 대지에 이르기까지 BIM 모델을 구축하였기 때문에 검토해야 할 부재의 수가 많았다. 또한 지하층 구조 부분만을 BIM 전환설계를 통해 검토한 A 프로젝트와 달리 건물 전체의 구조, 건축, MEP 부분을 검토하며 다섯 번에 걸쳐 체크리스트를 작성하였기 때문에 설계오류 이슈의 수가 약 3배 더 많았다.

A 프로젝트와 마찬가지로 작성된 체크리스트는 설계사, 시공사와 함께 공유되어 원활한 설계변경 협의를 이끌어낼 수 있었고, 60%부터 최종심의완료까지 단계적으로 설계변경 사항을 추가한 BIM 모델은 실제 시공과정에서 시공성 검토에 활용되었다.

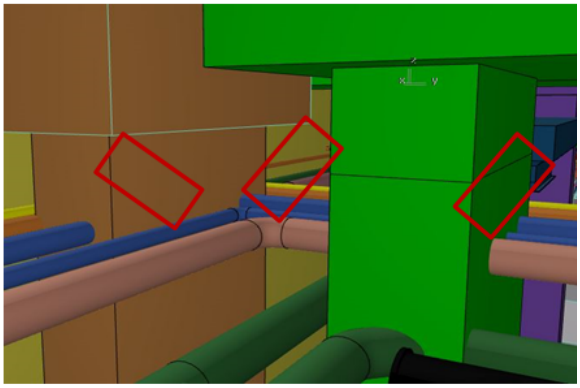
3.2.2 B 프로젝트 설계오류 이슈 유형

BIM 전환설계 과정에서 B 프로젝트의 건물 전체 구조,건축, MEP 모델을 구축하며 발생한 설계오류 이슈들을 부재 간의 정합성, 도면 간의 정합성, 부재 규격 및 명칭의 정확성, 부재 간의 겹침 및 충돌 여부, 시공 단계에 필요한 부재 정보의 누락 여부 및 명확성, 시공 가능 여부 등을 기준으로 크게 상이(Discrepancy), 간섭(Clash), 누락(Omission), 시공성(Constructibility)의 네 가지 유형으로 분류하였고, 1차에서 5차까지 총 235건의 이슈들이 체크리스트로 작성되었다. A 프로젝트의 경우 있어야 할 위치에 부재가 없는 경우 누락 이슈, 관련 명칭 또는 정보가 없는 경우 불분명 이슈로 구분하였다. B 프로젝트에서는 이슈 유형을 더욱 간단히 항목화하기 위해 누락 이슈의 세부 유형에 부재 누락과 명칭, 정보 누락을 만들었고, 불분명 이슈를 누락 이슈 안에 포함시켰다. 설계오류 이슈 유형별 세부 내용은 위의 A 프로젝트에서 설명한 내용과 동일하다.



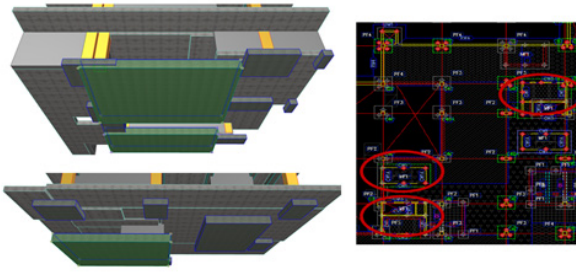
S-403-2에서 X10-X11 구간 3층 슬라브의 레벨이 구조평면 (SL-350), 구조단면(SL-300)으로 상이 / BIM모델링 작업 : 구조평면 기준으로 모델링

Figure 4. Example of discrepancy issue of B project



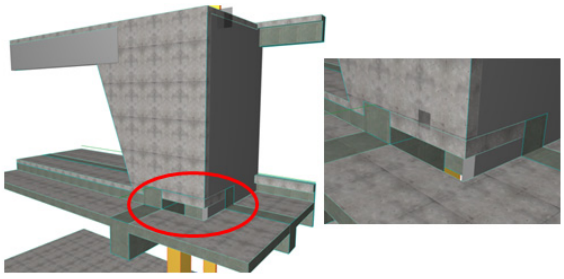
기계실 내 공조 덕트와 위생 배관의 간섭 발생

Figure 5. Example of clash issue of B project



MF1(5개 중 3개소:X7~8/Y3~5, X9~10/Y6~7열) 상부 벽체 정보가 PIT층 구조평면에 부족(MF1의 경우 단 차이 부위 검토 바람)
/ BIM모델링 작업 : 정보부족으로 모델링 못함

Figure 6. Example of omission issue of B project



X15/Y6 대회의실(가변형)쪽 SL-150과 SL-30, SL-600이 겹치는 부분이 공중에 뜸, 벽체를 받쳐주는 구조부재가 없음
/ BIM모델링 작업 : 구조평면 기준으로 모델링

Figure 7. Example of constructibility issue of B project

3.2.3 B 프로젝트 설계오류 이슈 유형별 분포

(1) 1차 체크리스트 이슈 유형별 분포

B 프로젝트의 60% 완료된 실시설계 단계 구조 도면을 기준으로 BIM 모델을 구축하며 발생한 설계오류 이슈 총 71건은 1차 체크리스트로 작성되었다.

상이 이슈는 총 56건으로 전체의 약 79%를 차지하였고, 세부적으로 레벨 상이 28건, 위치 상이 14건, 방향 상이 6건, 치수 상이 5건, 명칭 상이 3건이 발생하였다. 그 외에 시공성 이슈 8건, 누락 이슈 5건, 간섭 이슈 2건 순으로 상이 이슈에 비해 낮은 비율로 발생하였다.

1차 체크리스트에서는 상이 이슈가 다른 이슈에 비해 크게 많았고, 그 중에서도 구조 평면도와 단면도간의 부재 레벨, 위치가 불일치하는 경우가 주로 나타난 것을 확인할 수 있었다.

Types	No. of Issues
Discrepancy(상이)	56
Clash(간섭)	2
Omission(누락)	8
Constructibility(시공성)	5
Total	71

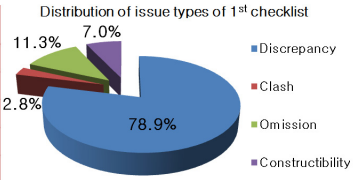


Figure 8. Distribution of issue types of 1st checklist

(2) 2차 체크리스트 이슈 유형별 분포

B 프로젝트의 90% 완료된 실시설계 단계 구조, 건축, MEP 도면을 기준으로 BIM 모델을 구축하며 발생한 설계오류 이슈 총 89건은 2차 체크리스트로 작성되었다.

상이 이슈는 총 50건으로 전체의 약 56%를 차지하였고, 세부적으로 치수 상이 20건, 위치 상이 18건, 레벨 상이 10건, 명칭 상이 2건이 발생하였다. 간섭 이슈는 총 31건으로 전체의 약 35%를 차지하며 상이 이슈 다음으로 높은 비율을 차지하였다. 세부적으로 구조, 건축 부분에서의 간섭 3건, MEP 부재 간 또는 MEP와 구조, 건축 부재 간의 간섭 28건이 발견되었다. 1차 체크리스트와 달리 구조뿐만 아니라 건축, MEP 모델을 구축하며 간섭 이슈가 많이 발생한 것을 알 수 있다.

그 외에 누락 이슈 4건, 시공성 이슈 4건으로 상이와 간섭 이슈에 비해 낮은 비율을 차지하였다.

Types	No. of Issues
Discrepancy(상이)	50
Clash(간섭)	31
Omission(누락)	4
Constructibility(시공성)	4
Total	89

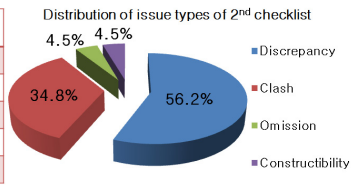


Figure 9. Distribution of issue types of 2nd checklist

(3) 3차 체크리스트 이슈 유형별 분포

B 프로젝트의 100% 완료된 실시설계 단계 구조, 건축, MEP 도면을 기준으로 BIM 모델을 구축하며 발생한 설계오류 이슈는 3차와 4차 두 번에 걸쳐 체크리스트로 작성되었다. 우선 구조, MEP 도면과 관련된 설계오류 이슈 총 30건이 3차 체크리스트로 작성되었다.

상이 이슈는 총 15건으로 전체의 50%를 차지하였고, 세부적으로 치수 상이 11건, 레벨 상이 2건, 위치 상이 2건이 발생하였다. 그 외에 시공성 이슈 7건, 간섭 이슈 5건, 누락 이슈 3건으로

상이 이슈에 비해 낮은 비율로 발생하였다.

Types	No. of Issues
Discrepancy(상이)	15
Clash(간섭)	5
Omission(누락)	3
Constructibility(시공성)	7
Total	30

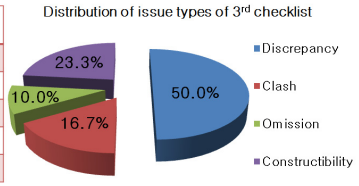


Figure 10. Distribution of issue types of 3rd checklist

(4) 4차 체크리스트 이슈 유형별 분포

3차 체크리스트에 이어, B 프로젝트의 100% 완료된 실시설계 단계 구조, 건축 도면과 관련된 설계오류 이슈 총 36건은 4차 체크리스트로 작성되었다.

상이이슈는 총 19건으로 전체의 약 53%를 차지하였고, 세부적으로 레벨 상이 1건, 명칭 상이 1건, 치수 상이 17건이 발생하였다. 그 외에 시공성 이슈 9건, 누락 이슈 7건, 간섭 이슈 1건으로 상이 이슈에 비해 낮은 비율로 발생하였다.

Types	No. of Issues
Discrepancy(상이)	19
Clash(간섭)	1
Omission(누락)	7
Constructibility(시공성)	9
Total	36

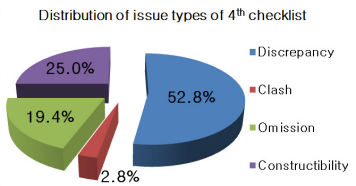


Figure 11. Distribution of issue types of 4th checklist

(5) 5차 체크리스트 이슈 유형별 분포

최종적으로 심의가 완료된 구조 도면을 기준으로 BIM 모델을 구축하며 발생한 설계오류 이슈 총 9건은 마지막 5차 체크리스트로 작성되었으며, 상이 이슈 5건, 시공성 이슈 4건이 발생하였다. 상이 이슈는 세부적으로 치수 상이 4건, 명칭 상이 1건이 발생하였다. 실시설계 60% 완료 도면에서부터 100% 완료 도면에 이르기까지 BIM 전환설계가 진행되었기 때문에 최종심의 완료 도면을 기준으로 발견된 설계오류 이슈의 수는 많지 않았다.

Types	No. of Issues
Discrepancy(상이)	5
Constructibility(시공성)	4
Total	9

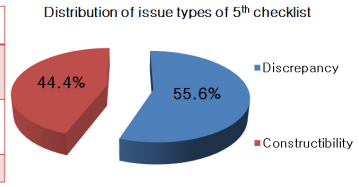


Figure 12. Distribution of issue types of 5th checklist

(6) 1–5차 체크리스트 이슈 유형별 분포

B 프로젝트에서 1차부터 5차까지 작성된 설계오류 이슈는 총 235건으로 1차 71건, 2차 89건, 3차 30건, 4차 36건, 5차 9건으로 나누어 발생하였다. 2차 체크리스트에서의 실시설계 90% 완료 도면을 기준으로 구조, 건축, MEP 모델을 구축하며 발생한 설계오류 이슈가 가장 많았으며, 5차 체크리스트에서의 최종심의 완료 도면을 기준으로 구조 모델을 구축하며 발생한 설계오류 이슈가 가장 적었다.

공종별로 확인하였을 때, 총 235건은 구조 관련 이슈 144건, 마감 관련 이슈 57건, MEP 관련 이슈 34건으로 나누어지며 유형별로는 상이 이슈 145건, 간섭 이슈 39건, 누락 이슈 22건, 시공성 이슈 29건으로 나눌 수 있었다. 평면도와 단면도가 불일치하는 경우, 평면도와 일람표의 부재 크기가 불일치하는 경우 등의 상이 이슈가 약 62%로 가장 많았으며, 서로 다른 부재간의 겹침 및 충돌이 발생하는 경우인 간섭 이슈가 약 17%로 그 다음으로 많았다. 이 두 가지 이슈는 전체의 약 78%를 차지하며 구조, 건축, MEP가 모두 포함된 전체 건물의 도면 검토 시에 상이와 간섭 여부에 대해 더욱 중요하게 고려해야 함을 보여준다.

Types	No. of Issues
Discrepancy(상이)	145
Clash(간섭)	39
Omission(누락)	22
Constructibility(시공성)	29
Total	235

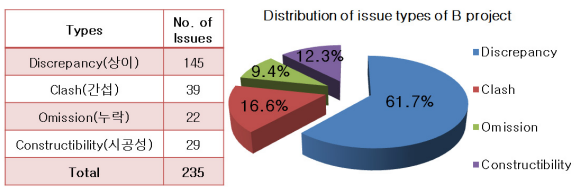


Figure 13. Distribution of issue types of B project

B 프로젝트에서 상이 이슈는 세부적으로 규격, 치수에 관한 내용이 56건, 레벨에 관한 내용이 41건, 위치에 관한 내용이 34건으로 3가지 내용의 이슈가 주로 발생하였고, 간섭 이슈는 MEP 부재와 구조, 건축 부재와의 간섭과 관련된 내용이 34건으로 구조, 건축 부재간의 간섭과 관련된 내용보다 많았다. 또한 시공성 이슈가 차지하는 비율은 실시설계 초기단계에서 보다 완료단계에 가까워짐에 따라 많이 발생됨을 알 수 있었다. B 프로젝트의 설계오류 이슈에 관한 상세한 내용은 Table 1을 통해 확인할 수 있다.

3.3 소결

A, B 프로젝트는 공통적으로 실시설계 단계의 도면을 기준으로 BIM 전환설계를 진행하였으며, 전환설계 과정에서 BIM 모델을 구축하며 발생한 설계오류 이슈를 정리하여 체크리스트로 작성하였다. 또한 A, B 프로젝트는 다른 건설 프로젝트에 비해 바닥 레벨 차이가 많이 발생하는 편이었고, BIM 전환설계를 통

Table 1. Detailed contents of issue types of B project

Classification		No. of Issues
Discrepancy (상이)	Size Discrepancy	56
	Level Discrepancy	41
	Position Discrepancy	34
	Name Discrepancy	8
	Direction Discrepancy	6
	Subtotal	145
Clash (간섭)	MEP & Structure/Architecture	31
	Structure & Architecture	8
	Subtotal	39
Omission (누락)	Component Omission	13
	Name/Information Omission	9
	Subtotal	22
Constructibility (시공성)	Structure/Architecture Construction	28
	MEP Construction	1
	Subtotal	29
Total		235

해 설계품질과 시공성을 확보할 수 있었다.

그러나 A 프로젝트는 100% 완료된 실시설계 단계의 지하층 구조 도면을 기준으로 BIM 모델을 구축하며 체크리스트가 1회 작성되었고, B 프로젝트는 60%, 90%, 100%, 최종심의 완료된 실시설계 단계의 건물 전체 구조, 건축, MEP 도면을 기준으로 단계적으로 BIM 모델을 구축하며 체크리스트가 5회 작성되었다는 차이점이 있다. 따라서 A 프로젝트에 비해 B 프로젝트가 BIM 전환설계를 실시한 범위가 더 넓었고, 설계오류 이슈의 발생 건수도 약 3배 더 많았다.

첫 번째로 지하층 구조 도면을 기준으로 BIM 전환설계를 실시한 A 프로젝트의 설계오류 이슈 총 81건 중에서 상이와 시공성 이슈가 전체의 약 70%를 차지하며 주요 이슈 유형임을 확인하였다. 특히 기존의 설계오류 연구에서와 같이 A 프로젝트에서도 상이 이슈가 가장 많이 발생한 것을 BIM 전환설계 프로세스를 통해 확인할 수 있었다.

두 번째로 건물 전체 구조, 건축, MEP 도면을 기준으로 BIM 전환설계를 실시한 B 프로젝트의 설계오류 이슈 총 235건 중에서 상이와 간섭 이슈가 전체의 약 78%를 차지하며 주요 이슈 유형임을 확인하였다. A 프로젝트와 달리 건축과 MEP 모델이 추가적으로 구축되어 MEP 부재와 구조, 건축 부재와의 간섭이 많이 발생하였고, MEP 도면 설계오류 이슈 총 34건을 제외한다면 A 프로젝트와 동일하게 상이와 시공성 이슈가 주요 이슈 유형이 되었다. 또한 A 프로젝트와 달리 상이, 간섭, 누락 이슈에 대하여 세부적으로 이슈 내용이 항목으로 구분되어 있어 더욱 자세한 분석이 가능했음은 물론 BIM 기여도를 분석함에 있어 객관적인 데이터를 확보할 수 있었다.

4. 이슈 발견에 대한 BIM 기여도 분석

4.1 A 프로젝트 이슈 발견에 대한 BIM 기여도 분석

A 프로젝트의 BIM 전환설계 과정에서 설계오류 이슈를 발견하는데 BIM이 기여한 정도를 확인하기 위해 세 가지 그룹으로 설계오류 이슈를 나누어 새롭게 분석하였다. 그룹 1은 설계오류 이슈 중 BIM이 아니어도 설계자가 2D CAD 상에서 확인이 가능한 경우를 나타낸다. 다음으로 그룹 2는 설계오류 이슈 중 2D CAD에서도 확인이 가능하지만 BIM으로 인해 확인 시간이 단축 가능한 경우를 나타낸다. 마지막으로 그룹 3는 설계오류 이슈 중 2D CAD가 아닌 BIM을 사용해 3D에서 확인이 가능한 경우를 나타낸다.

A 프로젝트의 경우 B 프로젝트와 달리 각각의 설계오류 이슈에 대하여 세부적으로 이슈 내용이 항목으로 구분되어 있지 않아 총 81건의 이슈에 대해 하나씩 다시 확인하면서 새로운 그룹별로 분류하는 작업이 필요하였다. A 프로젝트의 설계오류 이슈 총 81건은 그룹1 9건, 그룹2 36건, 그룹3 36건으로 분류할 수 있었다.

그룹별 분포를 보면 BIM으로 인해 확인 시간이 단축되었거나 BIM으로 인해 확인할 수 있었던 설계오류 이슈가 전체의 약 89%를 차지했고, BIM을 사용하지 않아도 2D CAD에서 확인할 수 있었던 설계오류 이슈가 약 11%를 차지했다. 다른 관점에서 보면 확인 시간을 고려하지 않고 2D CAD만을 사용하여 확인할 수 있었던 설계오류 이슈가 전체의 약 56%를 차지했고, BIM으로 인해 확인할 수 있었던 설계오류 이슈는 약 44%를 차지했다. 결국 A 프로젝트에서 BIM이 설계오류 이슈의 적게는 약 44%에서 많게는 약 89%를 발견하는데 기여했다고 볼 수 있다.

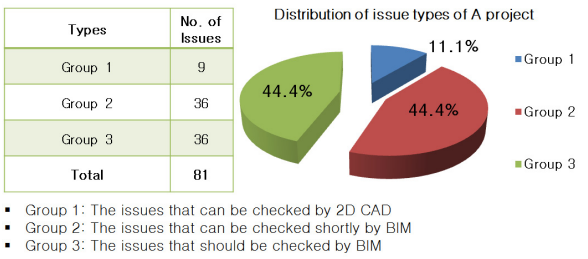


Figure 14. Distribution of issue types of A project

이슈 유형별로 분석하면, 상이 이슈는 그룹 2가, 간섭 이슈는 그룹 3이, 누락 이슈는 그룹 3이, 불분명 이슈는 그룹 1이, 시공성 이슈는 그룹 3이 많이 발생하였다.

그룹별로 분석하면, A 프로젝트의 설계오류 이슈 중 BIM이 아니어도 설계자가 2D CAD에서 확인이 가능한 그룹 1은 불분명 이슈에서 대부분인 8건, 상이 이슈에서는 1건 발생하였다. 다음

으로 설계오류 이슈 중 2D CAD에서 확인이 가능하지만 BIM으로 인해 확인 시간이 단축 가능한 그룹 2는 상이 이슈에서 대부분인 33건, 누락 이슈에서 3건 발생하였다. 마지막으로 설계오류 이슈 중 2D CAD가 아닌 BIM을 사용해 3D에서 확인이 가능한 그룹 3은 시공성 이슈에서 대부분인 22건, 누락 이슈에서 7건, 간섭 이슈에서 4건 발생하였다.

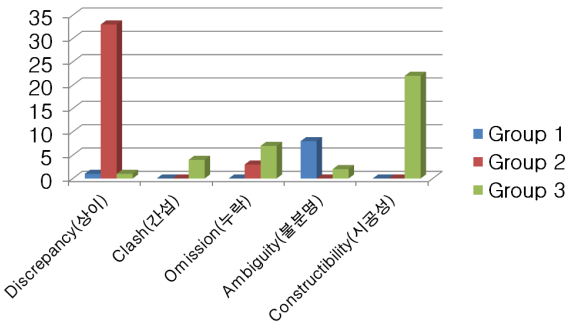


Figure 15. Distribution of issue types of A project

4.2 B 프로젝트 이슈 발견에 대한 BIM 기여도 분석

B 프로젝트의 경우 A 프로젝트와 달리 각각의 설계오류 이슈에 대하여 세부적으로 이슈 내용이 항목으로 구분되어 있어 총 235건의 이슈에 대해 사례별로 분류하는 작업에 있어 A 프로젝트에서의 분류보다 객관적인 데이터를 확보할 수 있었다. B 프로젝트의 설계오류 이슈 총 235건은 그룹1 73건, 그룹2 53건, 그룹3 109건으로 분류할 수 있었다.

그룹별 분포를 보면 BIM으로 인해 확인 시간이 단축되었거나 BIM으로 인해 확인할 수 있었던 설계오류 이슈가 전체의 약 69%를 차지했고, BIM을 사용하지 않아도 2D CAD에서 확인할 수 있었던 설계오류 이슈가 약 31%를 차지했다. 다른 관점에서 보면 확인 시간을 고려하지 않고 2D CAD만을 사용하여 확인할 수 있었던 설계오류 이슈가 전체의 약 54%를 차지했고, BIM으로 인해 확인할 수 있었던 설계오류 이슈는 약 46%를 차지했다. 결국 B 프로젝트에서 BIM이 설계오류 이슈의 적게는 약 46%에서 많게는 약 69%를 발견하는데 기여했다고 볼 수 있다.

이슈 유형별로 분석하면, 상이 이슈는 규격, 치수 상이 및 명칭 상이와 관련되어 그룹 1이, 간섭 이슈는 그룹 3이, 누락 이슈는 부재 누락과 관련되어 그룹 2가, 시공성 이슈는 그룹 3이 많이 발생하였다.

그룹별로 분석하면, B 프로젝트의 설계오류 이슈 중 BIM이 아니어도 설계자가 2D CAD에서 확인이 가능한 그룹 1은 상이 이슈 중 규격, 치수 상이와 명칭 상이에서 대부분인 64건, 누락 이슈 중 명칭, 정보 누락에서 9건 발생하였다. 다음으로 설계오류 이슈 중 2D CAD에서 확인이 가능하지만 BIM으로 인해 확인

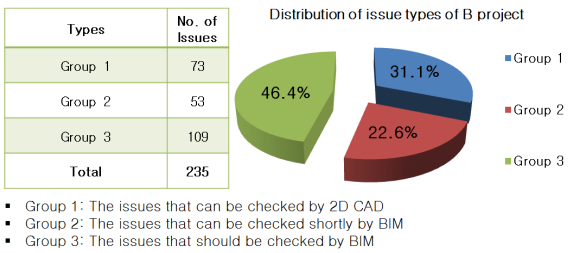


Figure 16. Distribution of issue types of B project

시간이 단축 가능한 그룹 2는 상이 이슈 중 위치 상이와 방향 상이에서 대부분인 40건, 누락 이슈 중 부재 누락에서 13건 발생하였다. 마지막으로 설계오류 이슈 중 2D CAD가 아닌 BIM을 사용해 3D에서 확인이 가능한 그룹 3은 상이 이슈 중 레벨 상이에서 41건, 간섭 이슈에서 39건, 시공성 이슈에서 29건 순으로 발생하였다.

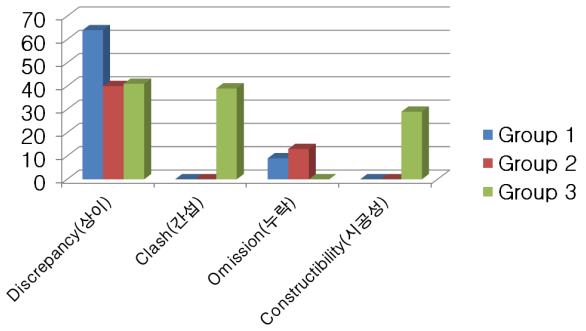


Figure 17. Distribution of issue types of B project

4.3 소결

설계 단계에서의 BIM 도입의 필요성은 앞서 도출한 A, B 프로젝트의 BIM 전환설계 과정에서 설계오류 이슈를 발견하는데 BIM이 기여한 정도를 통해서도 확인할 수 있다. A 프로젝트에서 발생한 설계오류 이슈 총 81건, B 프로젝트 총 235건을 세 가지 그룹으로 새롭게 나누어 BIM이 기여한 정도를 분석하였다.

A 프로젝트에서 BIM으로 인해 확인이 가능했던 설계오류 이슈는 총 36건으로 전체의 약 44%를 차지했으며, BIM으로 인해 확인 시간 단축이 가능했던 경우를 포함하면 총 72건으로 약 89%까지 높아진다. 결국 A 프로젝트에서 BIM이 설계오류 이슈의 적게는 약 44%에서 많게는 약 89%를 발견하는데 기여했다고 볼 수 있다.

A 프로젝트보다 약 3배 정도 많은 이슈가 발생된 B프로젝트에서 BIM으로 인해 확인이 가능했던 설계오류 이슈는 총 109건으로 전체의 약 46%를 차지했으며, BIM으로 인해 확인 시간 단축이 가능했던 경우를 포함하면 총 162건으로 약 69%까지 높아

진다. 결국 B 프로젝트에서 BIM이 설계오류 이슈의 적게는 약 46%에서 많게는 약 69%를 발견하는데 기여했다고 볼 수 있다.

두 프로젝트의 BIM으로 인해 확인이 가능했던 설계오류 이슈의 건수를 합산하면 총 145건으로 전체 316건의 약 46%를 차지한다. 더 나아가 BIM으로 인해 확인 시간 단축이 가능했던 경우를 포함하면 총 234건으로 약 74%까지 높아진다.

또한 두 프로젝트의 설계오류 이슈를 합산하였을 때, 2D CAD가 아닌 BIM을 사용해 3D에서 확인이 가능한 그룹 3의 경우 시공성 이슈에서 51건, 간섭 이슈에서 43건, 상이 이슈 중 레벨 상이에서 41건, 누락 이슈에서 7건이 발생하였다.

즉, 두 개의 건설 프로젝트를 진행하는데 있어 BIM을 활용하여 전체 설계오류의 최소 46%에서 최대 74%를 발견할 수 있었고, 2D CAD에서 확인이 어려운 간섭과 시공성 이슈 발견, 레벨 상이 발견에 BIM이 큰 기여를 하고 있음을 분석 결과를 통해 알 수 있었다.

5. 결론

실시설계 단계에서 BIM 전환설계 프로세스를 통해 지하층 구조 모델만을 구축한 A 프로젝트의 경우 상이 이슈(35건, 약 43%)와 시공성 이슈(22건, 약 27%)가 주요 설계오류 이슈 유형으로 도출되었으며, 건물 전체 구조, 건축, MEP 모델을 모두 구축한 B 프로젝트의 경우 상이 이슈(145건, 약 62%)와 간섭 이슈(39건, 약 17%)가 주요 설계오류 이슈 유형으로 도출되었다. 두 프로젝트의 설계오류 이슈 중에서 공통적으로 상이 이슈가 가장 많은 부분을 차지하고 있으며, 특히 체크리스트가 5번에 거쳐 단계적으로 작성된 B 프로젝트의 경우 상이 이슈는 전체의 60% 이상을 차지하며 다른 이슈에 비해 그 수가 매우 많았다.

또한 이슈발견에 대한 BIM 기여도 분석을 통해 BIM 전환설계 프로세스가 약 44%에서 89%의 A 프로젝트 실시설계 도면의 설계오류를 발견하는데 기여하였고, 약 46%에서 69%의 B 프로젝트 실시설계 도면의 설계오류를 발견하는데 기여하였음을 알 수 있었다. 시공성과 간섭 이슈는 대다수가 2D CAD가 아닌 BIM을 사용해 3D에서 확인이 가능한 설계오류 이슈였지만, 상이 이슈의 경우 레벨 상이를 제외하면 2D CAD에서도 충분한 검토 과정을 거치며 확인이 가능한 설계오류 이슈였다.

본 연구에서 사례로 제시한 2개 프로젝트와 같이 기존의 프로세스에 추가적인 개념으로만 BIM을 적용하는 BIM 전환설계 프로세스는 설계오류 발견을 통해 설계품질을 높일 수 있으나, BIM 전환설계를 통해 발견된 설계오류 중 2D 도면 중심의 프로세스로부터 야기된 상이 이슈가 설계오류의 대다수를 차지하였고, A 프로젝트는 약 43%, B 프로젝트는 약 62%인 것으로 나타났다. 즉, 본 연구는 실제 프로젝트 사례를 통해 BIM 전환설계에서 발생하는 이슈에 대한 정량적 분석을 실시하고, BIM 전환설계는 2D 기반 프로세스상의 문제가 그대로 반복됨으로 그 한계가 분명히 존재한다는 것을 규명하였다.

이는 BIM이 설계품질을 향상시킬 수는 있어도 전환설계 프로세스에 의존한다면 2D 기반 프로세스로 인한 오류 발생, 발견, 확인, 해결 등으로 추가 비용과 시간을 발생시키는 것이며, 계약기간과 같이 제한된 시간 내에서는 품질향상에 대한 한계도 존재할 수밖에 없다는 것을 의미한다. 따라서 본 논문의 저자들은 설계품질과 생산성은 높이고 비용을 절감하기 위해서는 설계사가 프로젝트 초기 단계에서부터 BIM 기반 3D 설계 프로세스를 전면적으로 적용하는 전략이 필수적이라고 주장한다.

향후 연구에서는 BIM을 적용한 프로젝트 사례 조사의 확대를 통해 더 객관화된 설계오류 이슈 유형과, 이슈 발견에 대한 BIM 기여도 분석이 필요할 것이다. 또한 BIM 기반 3D 설계 프로세스의 현재 적용 상황과 적용 저해요소에 대한 연구가 추가적으로 필요하다고 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부의 U-City 석·박사과정 지원 사업에 의해 지원되었습니다.

References

Chin, S. Y. (2015). Is BIM Hazardous or Beneficial? Why Do Design Firms Still Hesitate to Adopt BIM?, The Architectural Culture News, March 1st, 2015.

Choi, C. H. (2012). What Kind of BIM Do Your Company Use?, CAD&Graphics, April, 2012, pp. 42-43.

Choi, J. S., Kim, I. H. (2013). Development of Check-list for BIM Based Architectural Design Quality Check, Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers, 18(3), pp. 177-188.

Chun, J. Y., Oh, S. J. (2003). Constitutional Directions of Decision Support Process for Cooperative Design in Architectural Design Phase, Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design, 19(11), pp. 173-180.

Her, B. (2011). Design Error Classification and Causation in BIM Design, Master's Thesis, Sejong University, Seoul, Republic of Korea, 81 pages.

Ju, H. W., Kim, B. J., Chin, S. Y. (2015). A Study on CM Business Direction in the Design Phase through the Analysis of BIM Checklist, The Korea Institute of Building Information Modeling Conference, 5(1), pp. 105-106.

Kang, H. K., Lee, Y. H., Lee, J. Y., Kwon, O. S., Park, S. J., Lee, A. Y. (2010). Case Study for the Design Review Process Using BIM in CM Project, Korea Institute of Construction Engineering and Management Conference, pp. 393-394.

Kim, B. J., Jung, C. W., Kim, B. J., Kim, I. C., Oh, H. J., Chin, S. Y. (2016). A Study of the Issue Type of BIM Conversion Design Project, The Korea Institute of Building Information Modeling Conference, 6(1), pp. 89-92.

Kim, B. S., Kim, K. J., Chun, J. K., Kang, L. S. (2004). A Study on Reduce Scheme of Design Error in Turn-Key Projects, Journal of the Korean Society of Civil Engineers, 24(2), pp. 275-283.

Kim, J. H. (2008). The Constitution Plan of Design Error Management System in Construction Projects, Journal of the Regional Association of Architectural Institute of Korea, 10(3), pp. 231-238.

Kwon, O. C., Jo, C. W. (2011). Proposal of BIM Quality Management Standard by Analyzing Domestic and International BIM Guides, Journal of Korea Institute of Building Construction, 11(3), pp. 265-275.

Lee, N. J., Son, M. J., Kim, J. H., Ji, S. M., Hyun, C. T. (2011). Development of Construction Documents Checklist for Preventing Error of Design Process in Public Construction Projects, Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction, 27(2), pp. 149-158.

Lee, S. I., Han, J. S., Jo, C. W. (2015). A Basic Study on Property Structure Standardization based on BIM Information Framework, Journal of the Architectural Institute of Korea Planning & Design, 31(5), pp. 77-85.

Lopez, R., Love, P., Edwards, D., Davis, P. (2010). Design Error Classification, Causation, and Prevention in Construction Engineering, Journal of Performance of Constructed Facilities, 24(4), pp. 399-408.

Park, K. H. (2011). A Study on the Effect of Pre-Detecting Errors Using BIM in the Pre-Construction Phase, Ph.D. Thesis, Yonsei University, Seoul, Republic of Korea, 96 pages.

Public Procurement Service. (2007). Construction Delivery Handbook, Public Procurement Service, December, 2007.

Public Procurement Service. (2015). (2014-9) Expansion of BIM Application for Customized Services (Proceeding), 〈http://www.pps.go.kr/bbs/selectBoard.do?boardSeqNo=61&boardId=PPS109〉, June 1st, 2015.

Seo, J. C., Kim, H. J., Kim, I. H. (2012). Open BIM-based Quality Control for Enhancing the Design Quality in the Architectural Design Phase, Korean Journal of Construction Engineering and Management, 13(4), pp. 3-15.

Yang, H. M., Lee, S. H., Jun, H. J. (2011). A Study on the Development of BIM Template Prototype for small and medium sized Architectural Design Firms, Info Design Issue, 10(6), pp. 105-120.