

로지스틱 회귀분석을 이용한 BIM 설계 검토에 의하여 발견된 설계 오류와 그 영향도간의 관계 분석

An Analysis on Relations between Design Errors Detected during BIM-based Design Validation and the Impacts Using Logistic Regression

원 종 성*

Won, Jongsung

Abstract

This paper aims to analyze relations between design errors prevented by building information modeling (BIM)-based design validation and their impacts in order to identify critical consideration factors for successfully implementing BIM-based design validation in the architecture, engineering, and construction (AEC) projects. More than 800 design errors detected by BIM-based design validation in two BIM-based projects in South Korea are categorized according to its causes and work types. The relations between causes and work types of design errors and project delay, cost overrun, low quality, and rework generation that can be caused by the errors are analyzed through conducting logistic regression. Characteristics of each design error are analyzed by conducting face-to-face interviews with practitioners in the two BIM-based projects. As the results, the impacts of design error causes on predicting project delay, cost overrun, low quality, and rework generation were the highest.

키 워 드 : 건설정보모델링, 설계 검토, 설계 오류, 로지스틱 회귀분석

Keywords : building information modeling (BIM), design validation, design error, logistic regression

1. 서 론

설계 오류와 시공 오류는 설계 과정, 시공 과정에서 재작업, 공기지연, 공사비 증가, 품질 저하를 유발할 수 있기 때문에 절감해야 한다. 하지만 건축 프로젝트의 형태 및 내부 설비가 복잡화됨에 따라 오류를 효율적으로 절감하기 어렵다. BIM (building information modeling)은 각 공종별 도면, 정보, 모델을 통합함으로써 시공 이전에 설계 및 시공 오류를 발견함으로써 현장에서 실제 발생하는 오류의 수를 절감할 수 있기 때문에 다수의 국내의 건축 프로젝트에 활용되고 있다. BIM 기반 설계 검토를 통한 오류 발생 건수 절감 비율 및 특징 분석, 재작업 절감, 건설폐기물 절감, 공사비 절감 등의 효과에 대한 분석은 다수 수행되었다. 하지만 시공 이전에 발견된 설계 및 시공 오류의 특징과 그 영향에 대한 통계적인 분석은 이루어지지 않았다. 따라서 본 연구에서는 BIM 기반 설계 검토를 통하여 절감된 설계 오류의 특징과 그 영향간의 관계를 로지스틱 회귀분석을 이용하여 통계적으로 분석하고자 한다. 이는 BIM 기반 설계 검토를 통한 공사비 및 공사 기간 절감, 품질 향상을 높이기 위하여 우선적으로 관리해야 하는 항목 도출을 위한 기초 연구이다. 이를 위하여 한국에서 수행되었던 두 개의 BIM 프로젝트에서 BIM 기반 설계 검토를 도입함으로써 발견되었던 약 800여건 이상의 설계 오류를 설계 오류 발생 원인별, 발생 공종별로 분류한다. 설계 오류의 분류와 설계 오류로 인한 재작업, 공사비, 공사기간, 품질에의 영향 여부는 해당 현장의 실무자와의 인터뷰를 통해서 분석한다.

2. 자료 분석

2.1 프로젝트 개요

본 논문에서 분석한 두 개의 BIM 기반 프로젝트는 설계 오류의 수를 줄이기 위하여 BIM 기반 설계 검토를 수행하였다. 첫 번째 프로젝트는 두 개의 주거용 건물과 하나의 상업용 건물을 포함 한다 (총 연면적: 350,247m²). 두 번째 프로젝트는 야구 훈련 시설과 클럽하우스를 포함한다 (9,995m²).

2.2 분석 결과

두 개의 프로젝트에서 BIM 기반 설계 검토를 통하여 발견된 설계 오류의 건수는 711개, 136개 (합계: 847개)였다 (표 1). 분석 결과, 도면 상이가 BIM 기반 설계 검토에 의하여 가장 많이 방지되었고 (약 48%), 구조 공종 (약 52%)에서 오류 감소에 가장 많은 효과를 보이는 것으로

* 한국교통대학교 건축공학과 조교수, 공학박사, 교신저자(jwon@ut.ac.kr)

분석되었다. 실무자와의 인터뷰를 통하여 설계 오류를 발견하지 못했을 때, 설계 오류가 시공단계에서 재작업을 유발했을 것으로 분석된 설계 오류 건수는 첫 번째 프로젝트에서 108건 (발견된 설계 오류의 약 15%), 두 번째 프로젝트에서 25건 (약 15%)이었다. 두 번째 프로젝트에서는 BIM 기반 설계 검토에 의하여 발견된 설계 오류에 대한 품질저하 유발여부에 대한 분석이 이루어지지 못했다. BIM 기반 설계 검토를 통하여 발견된 설계 오류 중 공사비 증가와 공기지연을 유발할 수 있는 건은 발견된 설계 오류의 약 70%, 71%로 분석되었다.

BIM 기반 설계검토를 통하여 사전에 발견된 각각의 설계오류의 특징과 (1) 공사비 증가여부, (2) 공사기간 증가여부, (3) 품질 저하 유발여부, (4) 재작업 유발여부 간의 관계를 로지스틱 회귀분석을 이용하여 분석하였다. 로지스틱 회귀분석은 해당 사건이 발생할 확률을 예측한다¹⁾. 로지스틱 회귀분석은 일반적으로 종속변수의 범주가 두 개인 경우에 적용되며, 로짓분석이라고도 불린다¹⁾. 즉, 설계오류의 발생원인과 발생공종을 분석함으로써 공사비 및 공사기간의 증가여부, 품질저하와 재작업 유발여부의 발생확률을 예측하였다. 분석결과는 표 2와 같다. 설계 오류의 발생원인과 발생공종 분석에 의하여 예측된 (1) 공사비 증가 확률, (2) 공기지연 발생 확률, (3) 품질저하 유발 확률, (4) 재작업 유발에 대한 예측 정확도는 각각 약 79%, 76%, 78%, 74%로 통계적으로 유의미한 관계가 있었다. (1) 공사비 증가여부는 건축 (p-value = .013), 설비 공종 (.001)에서의 오류 발생여부와 오류유형 (.000)과 통계적으로 유의적인 관계가 있다고 분석되었고, (2) 공기지연 여부는 설비 공종 (.014)과 오류유형 (.000), (3) 품질 저하여부는 건축 (.000), 구조 (.000), 설비 (.000) 공종과 오류유형 (.000), (4) 재작업 유발여부는 건축 (.007) 및 설비 (.043) 공종, 오류유형 (.000)과 통계적으로 유의적인 관계가 있었다. 설계오류 발생원인이 (1) 공사비 증가, (2) 공기지연, (3) 품질저하, (4) 재작업 유발의 발생예측에 가장 많은 영향을 주었다.

표 1. BIM 기반 설계 검토에 의하여 발견된 설계 오류 분류

사례	설계 오류 발생원인별				설계 오류 발생공종별				공사비 증가 유발 건	공기지연 유발 건	품질저하 유발 건	재작업 유발 건	
	비논리적 설계오류	도면상이	누락	계	건축	구조	설비	계					
(1)	건	155	363	193	711	286	457	98	841	553	566	552	108
	비율	22%	51%	27%	100%	34%	54%	12%	100%	78%	80%	78%	15%
(2)	건	78	40	18	136	32	75	76	182	37	37	-	25
	비율	57%	29%	13%	100%	17%	41%	42%	100%	27%	27%	-	15%
계	건	233	403	211	847	318	532	174	1023	590	603	552	133
	비율	28%	48%	25%	100%	31%	52%	17%	100%	70%	71%	65%	16%

표 2. BIM 기반 설계 검토에 의하여 발견된 설계 오류 분류

N	(1) 공사비증가 유발 건			(2) 공기지연 유발 건			(3) 품질저하 유발 건			(4) 재작업 유발 건		
	B	유의확률	Exp(B)	B	유의확률	Exp(B)	B	유의확률	Exp(B)	B	유의확률	Exp(B)
분류정확도	78.7%			76.3%			78.0%			74.3%		
구조	.205	.400	1.228	.067	.779	1.069	-2.264	.000	.104	.724	.051	2.064
건축	-.613	.013	.542	-.280	.245	.757	-3.233	.000	.039	1.062	.007	2.892
설비	-.980	.001	.375	-.686	.014	.504	-7.650	.000	.000	-.824	.043	.429
오류유형	-2.587	.000	.075	-2.235	.000	.107	-4.927	.000	.007	-1.626	.000	.197
상수항	3.591	.000	36.257	3.020	.000	20.489	14.821	.000	2732555.000	-.734	.260	.480

3. 결 론

본 연구에서는 BIM 기반 설계 검토에 의하여 방지된 설계 오류의 발생원인, 발생공종과 (1) 공사비증가, (2) 공기지연, (3) 품질저하, (4) 재작업 발생 여부간의 관계를 로지스틱 회귀분석을 이용하여 통계적으로 분석하였다. 이를 위하여 두 개의 국내 BIM 기반 프로젝트의 사례 분석을 수행하였다. 분석 결과, 설계오류 발생원인이 4개 항목의 발생예측 정확도에 가장 많은 영향을 미쳤고, 발생공종에서는 설비가 가장 많은 영향을 미쳤다. 향후에는 보다 많은 BIM 기반 프로젝트의 자료를 수집하고 추가적으로 설계 오류의 발생원인과 발생공종 외에 다른 항목에의 영향도를 분석하고자 한다.

감사의 글

본 논문은 2016년 한국교통대학교 지원을 받아 수행하였다. 분석 자료를 공유해 주신 연세대학교 이강교수님께 감사의 인사드립니다.

참 고 문 헌

1. 이학식, 임지훈, 사회과학 논문작성을 위한 연구방법론 - SPSS 활용방법, 집현재, 서울, 대한민국, 2014