

# 건설공사 사후평가 기반 BIM 성과 평가 방안 개발

엄미영<sup>1</sup>, 박승화<sup>2</sup>, 김현승<sup>3</sup>, 원종성<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>연세대학교 건축공학과, <sup>2</sup>한국건설기술연구원, <sup>3</sup>(주)서영엔지니어링, <sup>4</sup>국립교통대학교 건축학부

## BIM Performance Evaluation Method based on Post-Construction Evaluation

Miyoung Uhm<sup>1</sup>, Seung-Hwa Park<sup>2</sup>, Hyeon-Seung Kim<sup>3</sup>, Jongsung Won<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Architecture and Architectural Engineering, Yonsei University

<sup>2</sup>Department of Future and Smart Construction, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

<sup>3</sup>BIM Development Department, Seoyoung Engineering Co., Ltd.

<sup>4</sup>Department of Architectural Engineering, Korea National University of Transportation

**요약** BIM 도입 이후 BIM 프로젝트의 성과를 측정하기 위한 정량적 성과지표가 부족하고, 공공 건설 프로젝트의 성과 평가를 위한 건설공사 사후평가 체계와도 이원화되는 경향이 있어 건설 프로젝트 성과 평가 체계의 혼란이 예상된다. 특히, 기존의 프로젝트 기반 BIM 도입 효과 측정 방식은 프로젝트의 성공 요인이 BIM 적용에서 기인한 것인지를 명확히 하는데 한계가 있고, BIM 미 적용 우수 성과 프로젝트의 성공 요인과의 차이를 구체화하는데 어려움이 있다. 따라서, 건설 프로젝트에서의 BIM의 성과를 명확히 구분하고, 정량적으로 측정하기 위해서는 BIM 도입 및 미도입 프로젝트 그룹 간의 비교를 통한 효과 측정 방안이 필요하다. 이에 본 연구는 BIM 적용 건설 프로젝트의 성과 측정 방안을 모색하기 위해, BIM이 적용되지 않은 건설 프로젝트 사후평가 항목과 BIM 프로젝트 성과 평가 관련 기존 연구 분석을 통해 두 프로젝트 그룹 간 공통적으로 적용이 가능한 7개 항목-공사비, 공사비 예상액, 시공 기간, 공사 착수 시기 예측, 프로젝트 스케줄, 재작업량, 안전-을 도출하여, BIM 프로젝트 성과 평가 방안으로 제시하였다. 연구의 결과는 기존의 건설공사 사후평가 제도를 활성화하고, 건설 프로젝트에서의 BIM의 성과를 더욱 명확하게 평가하는데 기여할 것으로 기대한다.

**Abstract** Since the introduction of Building Information Modeling (BIM), accurately measuring BIM project outcomes has been challenging because of a lack of suitable quantitative performance indicators. This issue is compounded by the divergence of these indicators from traditional evaluation systems in public construction projects, leading to potential confusion. A fundamental limitation of current methods is their inability to attribute the success of a project decisively to BIM implementation. In addition, distinguishing success factors in high-performing non-BIM projects is difficult. Overcoming these challenges will require a new method to make a clear and quantitative assessment of the impact of BIM. This method should involve a comparative analysis of projects with and without BIM. This study addresses this need by analyzing non-BIM post-construction evaluation criteria and existing BIM performance research. It identifies seven key performance indicators applicable to BIM and non-BIM projects: construction cost, estimated construction cost, construction duration, predicted start time, project schedule, rework volume, and safety. These indicators provide a comprehensive framework for evaluating the performance of BIM projects. They are expected to enhance the clarity and accuracy in assessing the effectiveness of BIM in construction projects and to stimulate the existing construction evaluation policy.

**Keywords** : BIM Implementation, Construction Projects, Post-Assessment, Evaluation Indicators, Development Strategy

본 논문은 2022년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2022R1I1A1A01063934).

\*Corresponding Author : Jongsung Won(Korea National University of Transportation)

email: jwon@ut.ac.kr

Received April 11, 2024

Revised May 2, 2024

Accepted May 3, 2024

Published May 31, 2024

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

건설 산업의 노력에도 불구하고 건설 산업의 낮은 생산성 문제는 여전히 도전 과제로 남아있다. 2022년 한국 건설산업연구원의 보고서에 따르면, 2011년 104.1이었던 건설 산업의 노동생산성 지수는 2021년에 들어서 94.5로 떨어졌으며, 다른 산업과의 격차도 커지고 있다 [1]. 이 문제를 해결하기 위해 정부는 미국 건설산업연구소(Construction Industry Institute, CII)에서 개발한 체크리스트 형태의 건설사업 측정 도구인 '건설공사 사후평가 제도'를 도입하여, 프로젝트별 생산성을 측정하고, 이를 공공 건설 프로젝트의 생산성 향상 전략 수립의 기초로 활용하고 있다[2]. 또한 정부는 Building Information Modeling(BIM) 도입을 통해 건설 공정 시각화, 업무 효율성 향상, 오류 감소 및 자원 최적화를 통한 공사 비용 절감과 공정 단축을 목표로 하고 있다 [3]. 이러한 모든 노력은 프로젝트 단위의 성과는 물론 건설 산업 전체의 생산성 향상을 목적으로 한다.

그러나, 건설 프로젝트에서 BIM 적용의 실질적 효과를 측정하기 위한 평가 방안은 여전히 부족한 상황이다. 현재 BIM을 적용하지 않은 공공 건설 프로젝트는 '건설공사 사후평가 제도'를 통해 평가되는 등 BIM 적용 프로젝트와 이원화되어 있고, BIM을 적용한 경우 프로젝트 단위로 성과를 측정하고 있어 BIM 프로젝트의 성과를 명확히 측정하는데 어려움이 있다. 더욱이 BIM 프로젝트 성과 측정 방식이 참여자들의 경험적 추정이나 기대치, 또는 최고의 사례(Best practice) 등 정성적 지표를 사용하고 있어 BIM 도입의 효과를 객관적으로 비교하는데 한계가 있다[4].

이러한 건설 프로젝트의 BIM 적용 평가 방안의 부재는 BIM 기술 및 건설 산업의 생산성에 대한 왜곡된 평가를 가져올 우려가 있다. 따라서, BIM 적용의 효과를 명확히 측정하기 위해서는 BIM 적용과 미적용 프로젝트를 2개 그룹으로 나누어 BIM의 효과를 측정할 필요가 있다. 이는 BIM 도입의 긍정적인 효과를 식별하고, 향후 BIM 기술 도입 수준과 전략을 결정하는 데 중요한 전제가 된다. 이에 본 연구는 이미 개발되어 사용되고 있는 '건설공사 사후평가 지표'를 BIM 미적용 프로젝트 비교 대상으로 간주하고, 건설공사 사후평가 지표를 기반으로 BIM 프로젝트 성과를 비교할 수 있는 BIM 성과 평가 방안을 제시하고자 한다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 Fig. 1과 같이 BIM 프로젝트 (B) 성과 평가의 비교 대상으로 건설공사 사후평가 항목(A)으로 간주하고, BIM 프로젝트와 BIM 미적용 프로젝트에 모두 적용 가능한 성과 평가 방안을 도출하고자 하였다. 이를 위해 건설공사 사후평가 항목(A)을 수집해 분석하였고, DBpia와 Google Scholar에 'BIM KPI' 혹은 'BIM Evaluation', 'BIM Criteria'를 키워드로 하는 최근 5년(2019~2024년) 내 게재된 논문을 수집해 분석하였다. 8건의 논문이 수집되었으며, 기존 논문의 주요 결과인 BIM 프로젝트 평가 항목 및 평가 방법을 분석하여 건설공사 사후평가와 비교하여 공통 적용 항목을 도출하였다.

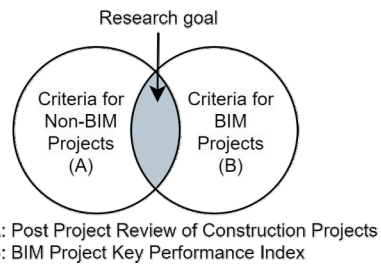


Fig. 1. Research goal

## 2. 기존 연구 고찰

### 2.1 건설공사 사후평가

미국 CII의 건설사업 측정 도구를 기반으로 하는 건설공사 사후평가 항목은 2000년부터 국내에 도입되었으며, 도로, 항만 등의 토목구조물부터 주택, 교육시설 등의 건축구조물에 이르는 21개 시설물에 적용된다[5]. 이 제도는 건설 전 기획 단계의 내용과 건설 프로젝트 수행 후의 내용을 비교하여, 차후 유사 사업을 추진할 때 발주청의 시행착오를 줄이는 것을 목적으로 한다. 총공사비 300억 이상의 건설 프로젝트에 적용되며 2021년 기준 건설사업 정보 시스템에 축적된 사후평가 결과는 총 945건에 해당한다[6]. Table 1은 평가 항목은 공사비 및 기간 증감률, 안전 강도율, 재해율, 설계변경 공사비 계수, 총재시공 비용 계수, 재시공 시간계수 등이 포함되며, 완공 이후 주민 호응도, 사용자 만족도, 각 건설 단계에서 발생하는 정보 및 조치계획 등이 평가된다. 일괄입찰이나 대안입찰로 수행된 경우, 건설공사의 추진 성과, 민원 및 하자 발생량, 건설로 인한 주변 환경 변화 및 영향, 재

원 조달의 타당성 등의 항목이 추가된다. 사업의 수행성과는 준공 후 60일 이내에 평가되며, 건설공사의 특성에 따라 전체 공사 준공 후 5년 이내에 추가 평가가 이루어지기도 한다. 이러한 건설 프로젝트는 각 단계에 입력되어야 하는 데이터의 내용에 BIM이나 적용 기술 유무에 대한 기준이 없고, BIM 적용 프로젝트의 경우 발주기관에서 규정한 기준에 따라 진행되기에 본 연구는 건설공사 사후평가 데이터를 BIM 미적용 프로젝트로 간주하였다.

Table 1. Indicators for the post project review of construction projects

Indicator	Measurement
Intensity Rate (%)	$\text{Work loss days} \div \text{Annual work days}$
Accident Rate (%)	$\text{Number of accidents} \div \text{Annual work days}$
Design Change Cost Ratio of Construction	$\text{Design change cost} \div \text{Actual cost}$
Total Rework Cost Coefficient	$\text{Rework cost} \div \text{Actual cost}$
Rework Time Coefficient	$\text{Rework time} \div \text{Actual time}$
Construction Cost Variation Rate	$(\text{Final}-\text{Actual}) \text{ amount} \div \text{Contract amount}$
Construction Period Variation Rate	$(\text{Actual}-\text{Contract}) \text{ period} \div \text{Contract period}$

## 2.2 BIM 프로젝트 핵심 평가 지표

핵심 평가 지표(Key Performance Index, KPI)는 개인이나 조직의 성과를 객관적으로 평가하는 데 사용되는 중요한 기준 혹은 척도이다[7]. 이는 조직 내 목표와 범위에 따라 다양한 방식으로 활용된다. 건설 분야에서는 미국의 CII를 시작으로 건설 프로젝트 평가 항목 개발에 적용되기 시작했으며, 이후 캐나다와 호주 등 다른 국가로 확대되었다[8]. 이 방식은 건설 프로젝트에서 BIM 도입의 효과를 평가하는 데에도 사용되며, 다수의 연구를 통해 현재는 그 핵심 평가 지표가 지역적 요구나 프로젝트 특성에 따라 세분화되는 경향을 보인다. 예를 들어, Khanzadi, M et al. [9]는 이란 건설 산업의 특징을 고려한 BIM KPI 도출을 위해 기존 문헌 검토와 두 차례의 델파이 연구를 통해 결과 품질 개선, 지속 가능한 시공, 건설 비용 절감을 BIM 적용을 통한 주요 혜택으로 정의하고, 프로젝트 조정, 충돌 감지, 4D 및 5D BIM이 이란의 건설 프로젝트 KPI에 대한 BIM의 후속 효과임을 밝혔다. Mandićák, T., Spišáková, M. [10]는 슬로바키아, 슬로베니아, 크로아티아 지역 내에서의 BIM KPI 분석을 통해 BIM은 건설 프로젝트의 안전과 산업 안전 보

건 관리 비용 절감에 긍정적인 영향을 미치는 것을 확인하였다. Bapat, H., Sarkar, D., Gujar, R. [11] 또한 이란 지역에서의 BIM 프로젝트 분석을 통해 정보 접근성 및 정확성, 실시간 데이터 액세스 용이성, 데이터 상호운용성 및 호환성, 클레임 및 분쟁 최소화를 4개의 핵심 지표로 선정하였다. Bapat, H., Sarkar, D., Gujar, R.[12]은 문헌 검토와 전문가 의견을 거쳐 24개의 핵심 성과지표 목록을 생성하고, 가장 영향력 있고 중요한 4가지 BIM 프로젝트의 KPI로 정보 접근성 및 정확성, 실시간 데이터 액세스 용이성, 데이터 상호운용성 및 호환성, 클레임 및 분쟁 최소화를 선정하였다.

이러한 BIM KPI는 Best Practice 분석을 포함한 사례연구, 기존 문헌 분석, 전문가 의견 분석 방법을 종합적으로 사용한다. Olugboye, O. et al. [13]는 Scopus 등 학술 데이터베이스에 게재된 50건의 연구를 분석하여, 8개의 KPI를 도출하였고, Ardani, J. A. et al. [14] 또한 최근 10년 동안 발표된 16건의 연구를 분석하여 정량적 BIM KPI 측정에서 비용 지표의 사용을 확인했다. 그 외에는 BIM KPI 개발에 설문, 전문가 인터뷰, 사례연구가 주요 연구 방법으로 활용되고 있다.

BIM 성과 평가는 프로젝트의 지역적, 국가적 요구 및 프로젝트의 특성에 따라 달라질 수 있으나, 정량적 분석을 위해 비용 측면에 초점을 맞추는 경향이 확인된다. 그러나, BIM 성과 평가와 관련한 연구들 대부분이 BIM 프로젝트 단위로 제한되어 있어 BIM을 사용하지 않는 프로젝트와 BIM 프로젝트 간의 비교를 통한 BIM의 성과를 측정하기 위한 지표로 사용하는데 한계가 있다.

## 3. 사후평가 기반 BIM 성과평가 항목 도출

건설공사 사후평가에 기반한 BIM 성과평가 항목 도출을 위해 DBpia 및 Google Scholar에 게재된 논문 중 'BIM KPI' 및 'BIM Project Evaluation' 및 'BIM Criteria'를 검색어로 게재된 최근 5년 이내 (2019~2024년) 논문을 검색한 결과 총 8개의 논문(B1~B8)이 수집되었으며, 수집된 논문은 아래 Table 2와 같다. 8건의 논문은 모두 BIM KPI 도출을 목적으로 하지만, KPI 도출을 위한 방법이나 범위에는 차이가 있다. KPI 도출은 기존 문헌조사[9,11-13], 사례조사[10,15], 설문조사[16], 전문가 대상 인터뷰[12], 계층화 분석법(analytic hierarchy process, AHP)[9], 및 전문가 패널 대상 델파이 분석[9]이 사용되었으며, 특정 국가[9] 혹은 시설물

의 유형[11,12], 안전 등과 같은 특정 범위[10,15]를 대상으로 한 분석 등이 포함되었다.

Table 2. Studies for BIM KPIs

Indicator		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
		[9]	[11]	[12]	[10]	[15]	[16]	[13]	[14]
Aim	BIM KPI	X	X	X	X	X	X	X	X
Method	AHP	X							
	Delphi	X							
	Fuzzy	X	X						
	Expert Interview			X					
	Literature Review	X	X	X				X	
	Case Studies				X	X			X
Range	Questionnaire						X		
	National Level	X							
	Facility Type		X	X					
	Specific Domain				X	X			
	None						X	X	

본 연구는 BIM 프로젝트 평가 지표 도출 결과를 포함하는 이들 논문으로부터 BIM 평가 지표와 평가 방법을 분석하고, 건설공사 사후평가(A)와 비교하여 공통으로 적용될 수 있는 평가 항목을 도출하였다.

Table 3은 평가 항목 분석 결과로, BIM 적용 프로젝트와 건설공사 사후평가 지표는 크게 8개 그룹(비용, 시간, 설계변경, 재작업, 품질, 프로젝트 관리, 시공 관리, 및 만족도)으로 구분할 수 있다. 건설공사 사후평가(A) 항목은 프로젝트 관리 항목 지표가 BIM 성과지표(B)보다 7건이 많은 반면, BIM 성과 측정(B)에 관한 연구들은 시공 관리 지표가 건설공사 사후평가(A)보다 상세히 구성되어 있다.

Table 3. Indicators for the post project review of construction projects

Indicator	A	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
	[2,6]	[9]	[11]	[12]	[10]	[15]	[16]	[13]	[14]
I. Cost	4	1	1	1	2	4	2	1	1
II. Time	3	1	1	1	2	-	-	-	-
III. Design Change	2	-	-	-	-	-	-	-	-
IV. Rework	1	-	1	1	-	-	-	-	-
V. Quality	-	2	-	-	-	2	1	2	-
VI. Project Management	7	1	-	1	-	-	-	-	1
VII. Construction Management	1	4	3	3	1	-	6	-	-
VIII. Satisfaction	-	-	1	1	-	-	1	3	-

Table 4의 내용과 같이, 건설공사 사후평가(A)와 BIM 프로젝트 평가에 요구되는 항목을 도출한 기존 연구(B1~B8) 내용 분석을 통해 총 14개의 비용 그룹(Cost)과 관련 세부 지표 항목으로 비용절감, 조달비용,

공사비, 유지관리비, 간접 및 대체비, 생애주기비용, 이익, 비용 성과, 비용산정, 계약자 귀책 발생 비용, 보상비, 결함비, 예방비용, 및 전반적인 생애주기비용 영향 정도를 도출하였다. 이 중 공통적으로 적용되는 항목은 2개로, 공사비(Construction cost)와 예상 공사비(Cost estimation)이며, Table 4에서 'X'로 표현하였다.

Table 4. Cost related indicator

Indicator	A	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
	[2,6]	[9]	[11]	[12]	[10]	[15]	[16]	[13]	[14]
Cost Saving									X
Procurement Construction Cost							X		
Construction Cost	X					X			
Maintenance Cost						X			
Cost of Interventions and Replacements						X			
Life Cycle Cost (50yr)						X			
Profitability							X		
Cost Performance								X	
Cost Estimation	X	X							
Cost Caused by Contract	X								
Compensation Rate	X								
Defect Costs					X				
Prevention Cost					X				
Effect on Overall Life Cycle Cost			X	X					

Table 5는 공기(Time)와 관련된 항목으로, 공사기간, 정시납품, 기간예측, 건설 및 조달의 속도, 프로젝트 스케줄, 공기성도가 있으며, 공사기간(Construction time), 기간예측 (Time predictability), 건설 및 조달의 속도 (Speed of Construction and Delivery), 프로젝트 스케줄(Project schedule)의 4개 항목이 BIM 프로젝트와 BIM 미적용 건설 프로젝트 모두 적용된다.

Table 5. Time related indicator

Indicator	A	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8
	[2,6]	[9]	[11]	[12]	[10]	[15]	[16]	[13]	[14]
Construction Time	X						X		
On-time Delivery									X
Time predictability	X						X		
Speed of Construction and Delivery			X	X					
Project Schedule	X	X							
Time Performance								X	

재 작업(Rework)의 양은 BIM 프로젝트와 BIM 미적용 건설 프로젝트 모두에 적용된다 (Table 6).

Table 6. Rework index

Indicator	A [2,6]	B1 [9]	B2 [11]	B3 [12]	B4 [10]	B5 [15]	B6 [16]	B7 [13]	B8 [14]
Amount of Rework	X		X	X					

아래 Table 7과 같이 시공 관리(Construction management)는 15개 세부 항목으로 구성되며, 안전(Safety) 1개 항목만이 공통으로 적용된다.

Table 7. Construction management related indicator

Indicator	A [2,6]	B1 [9]	B2 [11]	B3 [12]	B4 [10]	B5 [15]	B6 [16]	B7 [13]	B8 [14]
Project Coordination		X							
Construction Monitoring		X							
Prefabrication		X							
Safety	X	X					X		
Improvement in Productivity			X	X					
Resource Optimization by Collaboration			X	X					
Progress Monitoring Efficiency			X	X					
Average Time to Resolution of Issues					X				
Project Management							X		
Material Ordering, Handling and Management							X		
Risk Management							X		
Productivity							X		
Human Resource Management							X		
Project Efficiency									X
Collaboration Effectiveness									X

Table 8은 건설공사 사후평가에 기반한 BIM 성과평가 항목 도출의 결과로, 공사비, 공사비 산정액, 시공 기간, 공사 착수 시기 예측, 프로젝트 스케줄, 재작업량, 안전이 BIM 성과평가 항목으로 도출되었다. 이 결과는 건설공사 사후평가 지표(A)와 BIM 성과평가에 관한 기존 연구들(B1~B8)에서 제기한 성과 측정 항목의 정의 및 측정 항목이 포함하는 세부 항목과의 비교를 통해 도출되었다.

Table 8. Seven final index

Index	A [2,6]	B1 [9]	B2 [11]	B3 [12]	B4 [10]	B5 [15]	B6 [16]	B7 [13]	B8 [14]
Construction Costs	X					X			
Cost Estimation	X	X							
Construction Time	X						X		
Time Predictability	X						X		
Project Schedule	X	X							
Amount of Rework	X		X	X					
Safety	X	X					X		

그 외 설계변경의 건수와 설계변경으로 인한 비용 증감, 간섭 및 충돌 등 설계의 품질과 관련된 항목이나 데이터의 상호운용성이나 데이터 통합, 데이터 정확도 등은 BIM 프로젝트(B)에서만 적용된다. 반면, 민원 발생 건수, 민원 처리 건수, 하자발생 건수, 하자 처리 건수는 건설공사 사후평가(A)에만 적용되는 차이가 있다.

#### 4. 결론

건설 프로젝트의 BIM 적용 성과 측정을 위해서는 BIM 미적용 건설 프로젝트와의 정량적 비교가 필요함에도 불구하고, 현재 건설 프로젝트의 성과 평가 방안은 건설 프로젝트를 중심으로 하는 건설공사 사후평가와 BIM 사례 간의 비교 방식인 BIM KPI로 이분화되어 있다. 이에 본 연구는 건설공사 사후평가 항목과 최근 BIM KPI 항목 개발 연구와의 비교를 통해 BIM 적용 및 미 적용 건설 프로젝트에서 모두 사용되는 공통 지표 7개 - 공사비, 공사비 산정액, 시공 기간, 공사 착수 시기 예측, 프로젝트 스케줄, 재작업량, 안전 - 를 도출하였다.

이 7개 평가 항목은 이미 수집된 945건의 건설공사 프로젝트의 데이터베이스를 재활용할 수 있으며, 동시에 BIM 프로젝트 평가를 위한 재작업을 방지하는 효과가 있다. 예를 들어, 건설공사 사후평가 제도에 근거해 데이터베이스에 입력된 공동주택 프로젝트 그룹의 공사비용 데이터는, 공동주택 프로젝트에 있어 BIM의 비용 감소 효과를 확인하고자 하는 경우 BIM 프로젝트 그룹과의 비교 데이터로 활용될 수 있다. 이러한 평가 방안은 프로젝트 단위가 아닌 프로젝트 그룹 단위로 평가가 이루어지기에 데이터가 축적될수록 그 평가 결과가 명확해질 수 있는 장점이 있다. 이러한 평가 방안은 우수 사례를 벤치마킹하는데 한계가 있었던 기존의 Best Practice 방식의 한계를 극복하고, 건설 산업 전반에 걸친 BIM의 성과 측정을 가능하게 한다.

본 연구가 제안하는 BIM 성과 평가 방안은 기존 건설공사 사후평가 제도를 활성화시키고, 수집된 데이터의 가치 있는 활용 가능성을 제시하는 동시에 BIM 프로젝트를 평가하기 위한 구체적인 지표를 제공하는데 의미가 있다. 그러나, 본 연구에서 제시한 7개의 공통 지표에 대한 정의와 측정 방법은 연구자나 적용 기관에 따라 다를 수 있어, 이를 보다 명확하게 구체화하는데 한계가 있다. 예를 들어, 프로젝트 일저이 발주처의 요구나 불가피한 상황에 따라 달라지는 경우, 이를 어떻게 고려할 것인지,

또한 현장 내 발생하는 안전사고의 건수를 사망사고나 재해로 분류할지에 대한 기준은 연구자나 기관마다 다르므로, 평가의 범위나 방법을 보다 명확히 하기 위해서는 추가적인 연구가 필요하다. 향후 연구에서는 BIM 성과 평가를 위한 보다 세부적인 측정 방법 개발하여 BIM 성과 평가 방안의 개선에 기여하고자 한다.

## References

- [1] Sung, Y., Yoo, W. Analysis of Productivity in the Korean Construction Industry, Technical Report, Construction and Economy Research Institute of Korea, Korea, pp. 1-33, 2022. Available From: <http://cerik.re.kr/report/issue/detail/2679> (accessed Apr. 02, 2024)
- [2] Mun, J., Yun, S. "Analyzing planning performance of road construction projects using preliminary feasibility analysis data.", Korean Journal of Construction Engineering and Management, Vol.24, No.1, pp. 3-11, Jan. 2023.  
DOI: <https://doi.org/10.6106/kicem.2023.24.1.003>
- [3] Bryde, D., Broquetas, M., Volm, J. M., "The project benefits of building information modelling (BIM)", International Journal of Project Management, Vol.31, No.7, pp.971-980, Oct. 2013.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.12.001>
- [4] Won, J., Lee, G., "How to tell if a BIM project is successful: A goal-driven approach", Automation in Construction, Vol. 69, pp. 34-43, Set. 2016.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.05.022>
- [5] Hyun, O., Yang, S., "Development of the construction post-evaluation system in public construction projects", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol.15, No. 12, pp.7364-7371, 2014.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2014.15.12.7364>
- [6] Lee, K., "Development of a performance analysis framework for post-evaluation of construction projects", Proceeding of the Conference of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Jeju, Korea, pp.1000-1001, July 2022.
- [7] Setijono, D., Dahlggaard, J. J., "Customer value as a key performance indicator (KPI) and a key improvement indicator (KII)", Measuring Business Excellence, Vol.11, No.2, pp.44-61, Jun. 2007.  
DOI: <https://doi.org/10.1108/13683040710752733>
- [8] Rayan H. Assaad, Islam H. El-adaway, Makarand Hastak, Kim LaScola Needy, "Key factors affecting labor productivity in offsite construction projects". Journal of Construction Engineering and Management, Vol.149, No.1, 04022158. Nov. 2023.  
DOI: <https://doi.org/10.1061/JCEM4.COENG-12654>
- [9] Khanzadi, M., Sheikhhoshkar, M., & Banihashemi, S., "BIM applications toward key performance indicators of construction projects in Iran", International Journal of Construction Management, Vol.20, No.4, pp.305-320, 2020.  
DOI: <https://doi.org/10.1080/15623599.2018.1484852>
- [10] Mandičák, T., Spišáková, M., "BIM technology and impact on safety KPIs in construction projects in Slovakia, Slovenia, and Croatia" Proceedings of CEE 2023: Civil and Environmental Engineering and Architecture, Lviv-Košice-Rzeszów, Poland, Springer, Cham: Springer Nature Switzerland. pp.242-250. Sep. 2023.  
DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-031-44955-0>
- [11] Bapat, H., Sarkar, D., Gujar, R. "Evaluation of key performance indicators of integrated project delivery and BIM model for infrastructure transportation project in ahmedabad, India through decision-making approach", Journal of The Institution of Engineers (India): Series A, Vol.102, No.4, pp. 995-1011. Sep. 2021.  
DOI: <https://doi.org/10.1007/s40030-021-00568-3>
- [12] Bapat, H., Sarkar, D., Gujar, R., "Application of multi-criteria decision making for evaluation of key performance indicators of integrated project delivery and BIM model for an infrastructure transportation project in Western India", International Journal of Construction Management, Vol.23, No.12, pp. 2077-2086, 2023.  
DOI: <https://doi.org/10.1080/15623599.2022.2040077>
- [13] Olugboyega, O., Edwards, D. J., Windapo, A. O., Omopariola, E. D., Martek, I., "Development of a conceptual model for evaluating the success of BIM-based construction projects", Smart and Sustainable Built Environment, Vol.10, No.4, pp.681-701. Jun. 2021.  
DOI: <https://doi.org/10.1108/SASBE-02-2020-0013>
- [14] Ardani, J. A., Utomo, C., Rahmawati, Y., Nurcahyo, C. B., "Review of previous research methods in evaluating BIM investments in the AEC industry", Proceedings of the 5th International Conference on Sustainable Civil Engineering Structures and Construction Materials, Springer, Singapore, Kuching, Malaysia, pp. 1273-1286, December. 2020.  
DOI: [https://10.1007/978-981-16-7924-7\\_83](https://10.1007/978-981-16-7924-7_83)  
(<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85128773243&origin=inward&txGid=89ff2a210b5f3704efa77c696daedb79>)
- [15] Matos, R., Rodrigues, H., Costa, A., Rodrigues, F., "Building condition indicators analysis for BIM-FM integration", Archives of Computational Methods in Engineering, Vol.29, No.6, pp.3919-3942, Dec. 2022.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102186>
- [16] Mesároš, P., Mandičák, T., Behúnová, A., "Use of BIM technology and impact on productivity in construction project management", Wireless Networks, Vol.28, pp.855-862, Mar. 2020.  
DOI: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11276-020-02302-6#citeas>

엄 미 영(Miyoung Uhm)

[정회원]



- 2012년 2월 : 연세대학교 건축공학과 (공학석사)
- 2017년 8월 : 연세대학교 건축공학과 (공학박사)
- 2022년 1월 ~ 2024년 2월 : 연세대학교 건설환경공학과 연구교수
- 2024년 1월 ~ 현재 : 연세대학교 건축공학과 박사후연구원

<관심분야>

BIM, 건축물 및 인프라 유지관리

원 종 성(Jongsung Won)

[정회원]



- 2009년 8월 : 연세대학교 건축공학과 (공학석사)
- 2014년 8월 : 연세대학교 건축공학과 (공학박사)
- 2014년 10월 ~ 2016년 8월 : 홍콩과학기술대학교 토목공학과 박사후연구원
- 2016년 9월 ~ 현재 : 국립한국교통대학교 건축공학과 교수

<관심분야>

BIM, 건설관리

박 승 화(Seung-Hwa Park)

[종신회원]



- 2015년 2월 : 경희대학교 일반대학원 건축공학과 (공학박사)
- 2013년 12월 ~ 2016년 2월 : (사)빌딩스마트협회 선임연구원
- 2015년 6월 ~ 2016년 2월 : 경희대학교 건축학과 연구교수
- 2016년 3월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 BIM클러스터 수석연구원

<관심분야>

건설정보기술, BIM/GIS기반 디지털트윈, 건설 LLM

김 현 승(Hyeon-Seung Kim)

[정회원]



- 2009년 2월 : 경상대학교 건설공학부 토목공학 (공학사)
- 2011년 2월 : 경상대학교 대학원 토목공학과 (공학석사)
- 2016년 2월 : 경상대학교 대학원 토목공학과 (공학박사)
- 2018년 6월 ~ 현재 : ㈜서영엔지니어링 BIM개발팀 차장

<관심분야>

건설관리, BIM, 설계자동화