

# 철도 인프라 BIM 협업 전략에 관한 연구

## - 싱가포르 사례 및 국내 전문가 설문조사를 기반으로 -

### A Study on the Building Information Modeling Collaboration Strategy for Railway Infrastructure

#### - Case Study and Survey -

김성아<sup>1)</sup>, 김진만<sup>2)</sup>, 신민호<sup>3)</sup>

Kim, Seong-Ah<sup>1)</sup> · Kim, Jin-Man<sup>2)</sup> · Shin, Min-Ho<sup>3)</sup>

Received December 08, 2022; Received December 16, 2022 / Accepted December 17, 2022

**ABSTRACT:** Building Information Modeling, which was applied mainly in the construction sector, is expanding to the road sector, and the government recently recommends preparing individual application guidelines considering the characteristics of detailed fields such as railways, ports, and complexes through BIM implementation guidelines. Compared to general construction projects, a lot of the works such as signals, electricity, and power, and the railway BIM 2030 roadmap has been presented to apply BIM to railway construction projects that require business consultation and work environment review with various local governments, and pilot projects are in operation. Unlike a general building, in which the construction begins after the detailed design is completed, in the railway project, the detailed design of other works proceeds along with the roadbed construction. Because construction and design work together, railways need to coordinate detailed engineering interfaces such as trajectories, signals, and power, and the application of BIM in design interface coordination has the advantage of maximizing the effectiveness of pre-review. Overseas railway construction projects actively used BIM to adjust design interfaces and had a collaboration process to modify BIM models and create construction details from the revised models through regular meetings with suppliers. Therefore, this study aims to derive the factors necessary for establishing a BIM collaboration environment based on a survey of practitioners as a preliminary step for establishing the BIM collaboration process of the railway construction project.

**KEYWORDS:** Building Information Modeling, Collaboration Environment, Case Study, Survey

**키워드:** 건설정보모델, 협업환경, BIM 적용사례, 설문조사

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경과 목적

2019년 글로벌 BIM(Building Information Modeling) 시장 규모는 52억 달러를 달성하였으며, 과거 연평균 14.5%의 성장률을 감안할 때 2025년 글로벌 BIM 시장은 10조원 규모로 성장할 것으로

기대되고 있다(Global BIM Market, 2021). 과거 건축분야를 중심으로 적용되던 BIM은 도로분야로 확대되면서, 2010년 국내 건설 산업 BIM 지침이 발표된 이후 지속적인 지침의 재·개정과 세부 지침 재정을 통해 국가차원의 BIM 활성화를 추진하고 있다. 최근 개정된 건설사업 BIM 시행지침에 따르면, 건축, 도로, 철도, 항만, 단지 등 사업 분야별 특성을 고려한 개별 적용 지침 마련을 권고

<sup>1)</sup> 정회원, 우송대학교 연구교수 (seongah84@gmail.com)

<sup>2)</sup> 정회원, (주)한울씨앤비 부사장 (jin4295@hanulcnb.com)

<sup>3)</sup> 정회원, 우송대학교 철도건설시스템학과 교수 (minhoshin57@wsu.ac.kr) (교신저자)

하고 있다. 또한 정부는 스마트 건설지원 센터 내 건설정보모델링 관련 전담기구인 "건설 정보 모델링팀 (BIM 클러스터)"을 신설함으로써, 도로, 철도, 수공, 건축분야의 시범사업 BIM 운영을 통한 성과를 공유하고 애로사항 및 협력방안을 논의하고, BIM관련 융복합 기술 연구 개발, 제도 및 정책 지원, BIM 관련 표준화 및 교육 사업을 통한 인력양성 등을 추진, 공공기관 발주 사업의 BIM 발주 지원 등을 추진하고 있다(KICT, 2021). BIM 실무 정착을 위해서 국가차원의 계획과 정책, 표준, 지침 등이 뒷받침되어야 한다는 의견이 제기되었던 과거에서 국가차원의 세부 시행 지침이 발표되고 전담기구가 설립된 현재, 국내 발주기관 종사자 3명 중 1명은 BIM 사업 발주 경험이 있음에도 불구하고, 여전히 BIM 수행 능력 평가는 낮거나 보통으로 평가되고 있다.

국내 BIM 관련 연구는 2007년 이후 건축분야를 중심으로 증가하였으며, 최근까지 국제 표준 BIM 파일 형식인 IFC(Industry Foundation Class)를 통한 정보 교환 문제 해결과 설계단계와 시공단계 연계성 강화와 관련된 BIM 협업 연구가 지속적으로 발표되었다(Kwon et al., 2018; Seo & Lee, 2019). 개방형 BIM을 지원하는 IFC는 여러 BIM 프로그램에서 작성된 데이터를 다른 프로그램에서 열람 가능하도록 데이터 교환을 지원하는데, 데이터 교환 과정에서 데이터 누락 문제가 발생되고 있다. 특히, 수직구조물인 건축을 중심으로 IFC 부재정보가 정의되었기 때문에, 선형 구조물에 관한 정보를 정의하는데 한계가 있어 철도 IFC 정의에 대한 필요성이 제기되고 있다. 그 밖에 구조해석, 건적, 에너지 분석 등 다른 분야간 원활한 정보교환을 위한 BIM 협업 도구가 개발되었으며 (Park & Ock, 2019, 2022), 토목과 마찬가지로 철도에서는 BIM과 GIS(Geographic Information System)간의 정보 교환이 협업의 주요 이슈로 대두되고 있다(Kurwi et al., 2021). 최근에는 증강현실 기술을 이용하여 잦은 설계변경과 작업자간 의사소통 혼동을 예방하기 위한 협업 도구로 활용하는 방안이 제시되었으며(Hwang et al., 2020), 동일한 가상공간에서 여러 참여자들이 접속하여 실제와 동일한 공간감을 체험하는 몰입형 환경에서의 협업에 대한 방식이 제시되고 있다(Truong et al., 2021; Zaker & Coloma, 2018).

BIM 적용은 구조물의 간섭과 치수 불일치와 같은 설계오류를 사전에 쉽게 발견하고 도면 변경과 치수 수정이 용이하기 때문에 설계변경에 쉽게 대응할 수 있는 이점을 가지고 있으며, 철도 건설사업에서도 비용편익분석을 통해 BIM 적용 이점이 확인된 바 있다(Shin et al., 2018). 5단계 BIM 적용 로드맵을 통해 철도 건설사업에서의 BIM 적용이 추진되고 있으며, 기획이나 설계단계에서 사전검토, 사업적정성 검토, 환경영향평가, 주민공람, 지자체 협의 등에 BIM을 활용하는 방안이 제시되었다(KRRI et al., 2017). 철도 건설사업에서 BIM 적용 프로젝트는 BIM을 적용하지 않은 프로

젝트의 공사비와 비교하였을 때 2.9% 생산성 향상 효과를 보였으며, 103.5일의 공기 단축 효과가 있음이 확인되었다(Jung et al., 2021; Shin et al., 2022). 또한 설계시공 일괄입찰 공사에서 세부 BIM 평가 기준이 제시된 바 있다(Son et al., 2021). 상용화된 BIM 도구에서 철도 터널과 같이 선형 구조물(철도 터널)모델 작성의 제약을 해결하고, 철도 인프라를 대상으로 BIM 라이브러리 구축 방안이 제시되었으며(Choi et al., 2019; Kim et al., 2022; Park & Seo, 2017), 시공성 검토를 위한 장비운영 시뮬레이션(Park et al., 2018), BIM 성과물의 납품 프로세스와 생애주기 통합관리시스템 구축에 관한 연구가 진행된 바 있다(Choi et al., 2021; Shin et al., 2021). BIM 적용효과, 성과측정, BIM 적용 사업 발주를 위한 평가 기준, 모델 작성 및 활용, 성과물 납품 시스템에 관한 연구가 각각 진행되었으며, 각각의 요소들을 결합한 철도 건설사업의 BIM 적용 방향에 관한 연구가 필요한 실정이다.

선로, 역사, 차량운행을 위한 전력공급 시설 등을 포함하는 철도 건설사업은 일반 건축물에 비해 공중 수가 월등히 많고, 선로 및 철도 차량을 보수, 정비하기 위한 선로 보수 기지, 차량 정비 기지 및 차량 유치 시설, 철도의 전철 전력 설비, 정보통신설비, 신호 및 열차제어 설비, 노선간 또는 다른 교통수단과 연계운영에 필요한 시설 등이 포함된다. 또한 도로공사와 같이 공사구간이 물리적으로 길어지는 특징을 가지고 있으며, 여러 지자체와 업무 협의가 필요한 환경적 요건도 수반한다. 그러므로 본 연구는 철도보다 먼저 BIM을 적용한 건축, 토목의 적용 현황 비교와 함께 철도 건설사업의 BIM 적용 방안을 구체화하기 위해, 철도 BIM 적용 사업에서 참여자간 원활한 협업환경 조성을 위해 실무 전문가의 의견을 기반으로한 요구사항 분석과 함께 철도 BIM의 추진방안을 모색하고자 한다. 본 연구에서 제시되는 철도 BIM 적용 전략은 국토부에서 발표한 BIM 기본지침과 시행지침의 하위 지침의 기초로 활용될 수 있으며, BIM 적용 사업의 실패요인 점검에도 활용될 수 있을 것이다.

## 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 국내외 문헌고찰, 싱가포르 철도 BIM 적용 사례 조사를 통해 BIM 적용 및 협업환경 조성에 필요한 요인들을 정리하였으며, 협업 요인을 바탕으로 국내 전문가 대상 BIM 협업환경 설문 조사를 위한 설문지를 설계하였다. 국내 전문가를 대상으로 조사된 설문 결과 분석을 통해 철도를 포함한 국내 건설산업의 BIM 협업 현황을 파악하고, 실무자 요구사항이 반영된 BIM 협업 전략을 제시함으로써 BIM이 스마트 건설의 핵심적인 기술로 정착될 수 있도록 기반을 마련하고자 한다. 또한 응답자 유형을 세분화하고, 세분화된 응답자 유형에 따른 교차분석을 통해 토목, 철도, 건축 분야간의 BIM 적용에 관한 의견 차이도 조사하였다.

## 2. BIM 협업 요인 도출

### 2.1 국내외 BIM 지침에서의 협업 프로세스

국토교통부에서 발간한 건설산업 BIM 기본지침과 시행지침의 시공자편(p.38)에서 발주자, 건설사업관리자, 설계자 및 시공자, 유지관리자의 단계별 협업기준을 간략하게 제시하고 있다. 발주자는 단계별 구체적인 요구사항을 제시하고, 수급인이 제출한 성과물을 검토해야 한다. 건설사업관리자는 BIM 모델을 검토하고, BIM을 활용한 회의를 주관하고, 발주자 요구사항 및 운영계획에 부합하는지 등을 검토해야 한다. 설계자, 시공자, 유지관리자는 발주자 요구사항에 따른 BIM 업무 수행, 지속적인 설계검토 및 BIM 모델 수정, 준공 및 유지관리 모델 제작 등과 같은 역할을 수행하는 것을 언급하고 있다. 그러나 모든 참여 주체가 BIM을 활용하지 않는 현업에서 해당 기준을 준수하는 것은 한계가 있다. 입찰단계에 제출하는 BIM 수행계획서(BIM Execution Plan)를 중심으로 참여 주체간 역할과 협업 프로세스가 정의되고 있다. BIM 수행계획서는 LOD(Level of Detail)를 포함한 업무범위, 조직구성, 기술환경, 협업환경, 정보교환방식, 성과품 제출, 보안 및 저작권에 대한 내용이 포함된다. 그 밖에 BIM 시행지침에서는 정보 분류체계 및 라이브러리 작성, BIM 조직구성, 성과품의 품질관리, 공통 데이터 환경(CDE, Common Data Environment)에 대한 항목을 언급하고 있으며, 상시 협업 가능한 물리적 공간 확보를 위해 BIG Room을 정의하고 있다. BIG Room은 프로젝트 규모, BIM 데이터의 활용 목적, 수행방법에 따라서 발주자와 협의하여 결정할 수 있다.

국제적으로 합의된 BIM 정보관리 표준인 ISO 19650은 영국 UK 1192 시리즈를 기반으로 영국 표준 협회(BSI), 영국 BIM Alliance 및 CDBB(Centre for Digital Build Britain) 등 주요 기관이 BIM 사업에 참여하는 조직의 낭비되는 활동을 최소화하고 비용과 시간에 대한 예측 가능성을 높이기 위해 규정되었다. ISO 19650은 BIM 적용 수준 2단계에 맞춰서 프로세스 관점에서 정보관리를 위해 정보제공자와 수신자 모두 참고해야 하는 요소들을 정리하고 있다. BIM 적용 수준 1단계는 2차원과 3차원이 공존하는 즉, BIM 전할설계라고 부르는 현재를 의미하며, BIM 적용 수준 2단계는 국가적인 표준과 공통데이터 환경을 사용하고 데이터 분류체계 등이 적용된 수준을 의미한다. ISO 19650에서 발주기관을 비롯한 계약 당사자간의 협업 프로세스를 살펴보면, 국내 BIM 지침과 마찬가지로 발주기관은 명확한 요구사항을 정보교환 방식에 맞춰서 설계사와 시공사에게 요청할 것을 권고하고 있다. 설계사와 시공사, BIM 전문업체는 CDE에서 BIM 모델 작성자(modeler)가 작업중인 파일과 작업이 완료된 파일을 공유, 배포하여 BIM 모델에서 발견된 문제를 해결하고, 해결된 파일을 단계별로 구분하고, 최종 저장(Achieve)된 파일을 발주기관에 전달하는 프로세스를 제시하고 있다(Figure 1). 해당 프로세스에서 발주자의 요구사항은 조직, 프로젝트, 자산, 정보교환

등으로 구분되고, 정보전달주기, 수행 조직의 역량, 정보 전달 계획, 협업적 생산관리, CDE 솔루션 및 작업흐름 등에 관한 내용으로 구성된다.

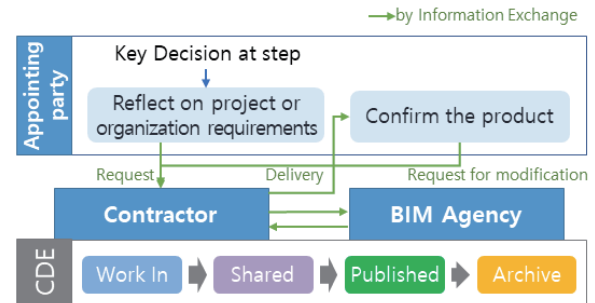


Figure 1. Collaboration process in ISO 19650

### 2.2 싱가포르 철도종합시험센터 BIM 협업 사례

도심철도에 특화된 시험 시설인 철도종합시험센터 (integrated train testing center, ITTC) C190은 공사기간 60개월, 공사비 5500억원 규모의 도로와 철도를 포함하는 설계시공 일괄발주 방식으로 진행되고 있는 건설사업이다. 1987년부터 운영된 싱가포르의 지하철(MRT)은 기존 노화된 차량의 정비 및 교체 시험, 신규 차량 도입의 호환성과 적합성을 시험하기 위해 C190 건설사업이 추진되었으며, 완공 후에는 기존 선로의 운영 여부와 관계 없이 24시간 시험, 유지보수 및 갱신 작업이 가능한 장점이 있다. 현재 싱가포르는 6개의 지하철 노선이 운행되고 있으며, 선로당 차량 수가 3, 4, 6, 8차량 4가지 종류가 운영되기 때문에 모든 종류의 차량 시험이 가능하고, 모든 종류의 차량 성능 시험에 대한 호환성을 확보해야 하는 시설이다. 노선마다 차량 공급사 및 신호 통신 시스템이 다르기 때문에, C190 사업에서 계약된 신호 통신 시스템은 Thales, Zemen, Alstom, Bombardier 등 5만 종이 다. 5만종의 차량 공급사 및 신호 통신 시스템에 대한 시험이 가능한 시설을 완성하기 위하여 C190 사업은 BIM의 사전 검토 기능을 활용하여 제조사들과 매주 정기적인 설계 인터페이스 조정 회의를 진행하고 있다. 매주 월요일에 제조사들이 BIM 모델을 업로드하고, BIM 전문업체에서는 제조사들이 업로드한 모델의 통합, 간섭체크를 통해 문제점을 발견하고 매주 수요일에 개최되는 설계 인터페이스 회의에서 문제점을 공유하고 관련 제조사별로 해결방안을 제시하거나 논의하는 방식으로 협업이 진행된다. 인터페이스 조정 결과, 확정된 모델로부터 각 제조사들이 시공상세도(Shop Drawing)를 작성함으로써 BIM 협업 결과가 시공에 반영되는 프로세스를 갖추고 있다(Figure 2).

방문 및 면담 조사에 의해 해당 사업의 참여진은 설계 인터페이스 조정회의는 반드시 정기적으로 수행되어야 하며, 주기적인 BIM 협업을 위해서 BIM 모델 갱신이 역시 정기적으로 진행되

여야 함을 강조하였다. 그리고 본 사업에서 5만종의 차량 공급사 및 신호 통신 시스템 시험 시설을 갖추기 위해 설계 인터페이스 조정회의에 정기적으로 참석하는 인원만 40~50여명으로 대규모 회의공간의 필요성도 강조하였다.

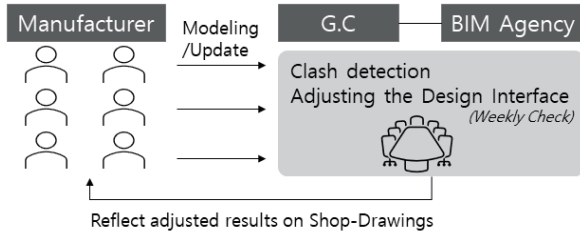


Figure 2. Collaboration process in ITTC C190 project

### 2.3 싱가포르 남북횡단도로건설 BIM 협업 사례

ITTC C190 사업의 방문조사와 함께, 수평적으로 공사구간이 긴 철도와 유사한 도로사업이 진행되고 있는 N115 현장의 BIM 협업 프로세스에 대해서도 조사한 결과는 Figure 3과 같다. 싱가포르 N115 현장은 2027년 완공 예정인 길이 21.5km의 터널과 교가교를 포함하는 도로건설사업으로, 싱가포르 정부의 도로사업을 주관하는 LTA(Land Transport Authority)의 요청에 의해 BIM을 활용하여 매달 LTA에 공정 및 진도 보고가 진행되고 있다. LTA 및 시공사의 요청에 의해 3차원 검토가 필요한 부분에 관해서 간섭체크를 수행하고, 시공사는 BIM 협력업체와 함께 공정 시뮬레이션 결과를 프로젝트 참여 주체들과 공유하여, 참여 주체들의 검토 결과를 시공에 반영하는 방식으로 BIM을 활용하고 있다. LTA를 포함한 다른 참여자들이 CDE에 접속하여 BIM을 검토하는 것이 아니라, 시공사나 BIM 전문업체에서 BIM 작업의 결과물(영상)을 메일로 공유하고, 메일로 검토 결과를 이미지 파일이나 문자로 회신한다. BIM 전문업체는 회신된 이미지와 문자로부터 검토내용을 파악하여 BIM 모델에 반영하고, 동일한 과정을 반복함으로써 협업이 진행된다.

특히, 싱가포르 건설사업에서 실질적인 감리 역할을 수행하는 QPs(Qualified Persons)에서 BIM으로 작성된 성과품 및 결과물을 다룰 의무가 없기 때문에, 기존 pdf 형식의 도면을 전달받길 원한다. 싱가포르 정부에서는 BIM 적용 사업에 정보교환 방식 규정을 권장하고 있지만, 실제 참여 주체들은 BIM을 다룰 의무가 없기 때문에 기존 방식을 고수함으로써 BIM 전문업체가 BIM으로부터 기존 방식으로 도면을 재생성해야 하는 문제가 발생하는 것으로 조사되었다. 그리고 N115 현장의 실무자 면담에서 특이한 사항은 LTA에서 비공식적으로 요구하는 BIM 성과물의 파일 용량에 제한이 있다는 것이다. LTA에서 요구하는 파일 용량에 맞추기 위하여 BIM 통합 모델을 유닛 파일로 분류하는데 한달정도 작업시간이 소요되는 것으로 나타났다.

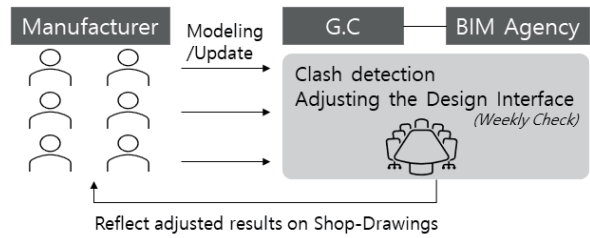


Figure 3. Collaboration process in N115 project

서론에서 언급한 선행연구와 국내외 BIM 지침서에서 요구되는 항목과 선행연구에서 개발된 내용을 정리한 결과는 'Table1'과 같다. BIM 관련 선행연구 고찰 결과, 철도 구조물 모델 및 라이브러리, 분류체계 작성방안, 협업 공간 조성, 정보교환, CDE 사용을 위한 데이터 표준 구축, 성과측정, BIM 역량평가, 품질검토, 전자납품 및 통합관리 시스템에 관한 연구들이 진행된 것으로 나타났다. 그리고 실제 BIM을 적용하고 있는 해외사업에서는 정기적인 협업 미팅 개최 및 모델 갱신, 대규모 회의 공간 확보, 프로젝트 참여자들간의 정보교환 방식 및 CDE 사용 등이 중요한 협업 요인으로 나타났다.

Table 1. literature review

Previous Studies		BIM Guides
Modeling, Library, Classification	Choi et al., 2019; Park & Seo, 2018, Kim et al., 2022; No & Noh 2020	Workscope, LOD
Physical space for collaboration	Seo & Park 2017; Shin & Beak, 2020	Technical and collaborative environment, Security and Copyright
Data Exchange	Kwon et al., 2018; Park & Ock, 2020	
CDE (airport facility)	Jung et al., 2021	Organization
Performance Measure	Shin et al., 2018; Shin et al., 2022	
Assessment BIM capability	Son et al., 2021	Product
Quality Check of Product	Kang et al., 2022	
Delivery BIM Product	Choi et al., 2021; Shin & Beak, 2020	

### 3. BIM 협업 전략 도출을 위한 설문 설계

본 연구는 구조화된 설문설계를 위해 선행연구, 싱가포르 철도 BIM 적용 사례, 국내외 BIM 지침에서 BIM 협업 환경에 필요한 요인들을 도출하고, 해당 요인을 설문지 설계에 반영하였다.

설문 문항은 응답자 일반사항, BIM 기술환경, 협업환경, 조직 구성, 발주지침, 수행 평가에 대한 항목으로 구성되어 있으며, 총 22개 문항으로 설계되었다(Table 2). 설문 분석 과정에서 명목척도가 많은 문항의 교차분석을 통해 보다 의미있는 결과를 얻기 위해 응답자 일반사항은 소속(Q1), 분야(Q2), 직무(Q3), 경력(Q4),

BIM 사업 참여 횟수(Q5), 응답자의 업무에 BIM이 활용되는 정도(Q6)로 세분화하여 구성하였다. BIM 기술환경은 BIM Room, BIM 코디네이터, 소프트웨어와 하드웨어, 기능으로 구분하여, BIM Room 구축의 필요성(Q7), BIM Room의 크기(Q8) 및 배치(Q9), BIM 코디네이터 상주의 필요성(Q10), 코디네이터의 소속(Q11), BIM 소프트웨어 제공 및 운영 주체(Q12), BIM Room 구축에 포함되어야 하는 장비(Q13), BIM Room에서 수행되어야 하는 업무(Q14)에 관한 문항이 포함된다. BIM 협업환경 부문에서는 데이터 표준이 필요한 정도(Q15), CDE 구축 및 개발 방향(Q16)을 포함하였으며, 조직구성에는 소속기관의 현황(Q17), 향후 조직구성 방향(Q18)으로 구성하였다. BIM 적용사업의 발주와 관련해서는 수급인의 평가방식(Q19)과 가이드의 개발방향(Q20)을, 과업 종료 후 운영 평가에 관해서는 평가의 필요성(Q21), 평가방식과 기준(Q22)에 대한 항목으로 구성하였다.

25개 문항에 대한 측정은 명목척도와 어의차이척도를 사용하여 설계하였다. 명목척도의 범주는 선행연구 고찰에서 언급된 항목과 설문 결과분석에 응답자 유형화를 위한 항목을 중심으로 설계하였으며, 특정 요소에 관한 중요성과 필요성 묻는 항목은 어의차이 척도로 설계하였다. 어의차의 척도(semantic differential scale)은 두개의 서로 상반된 형용사적인 표현을 양 방향의 끝점에 표시하고, 응답자로 하여금 해당하는 항목에 표시하도록 하는

방법으로 매트릭스 척도의 한 종류이다. 일반적으로 매트릭스 척도는 응답자가 제시한 문항에 대해 얼마만큼 동의하는지 표시하는 리커트 척도를 많이 사용하지만, 어의차이척도는 '필요하다'와 '필요하지 않다' 상반된 두 의견 중에서 응답자가 본인의 생각과 가까운 느낌을 해당하는 위치에 표시할 수 있기 때문에, 긍정과 부정의 의견 차이가 구분된다. 척도를 측정하는 방식에는 3, 5, 7 점 척도가 있는데, 측정 대상과 목적이 특수한 경우 3점을 사용하고, 7점으로 갈수록 긍정과 부정 의견에 대한 변별력이 생긴다. 응답자의 업무에 BIM이 활용되는 정도를 묻는 Q6는 5점 어의차의 척도(1=매우 낮음, 3=보통, 5=매우 높음)를, 분석과정에서 변별력이 중요하지 않은 BIM Room과 BIM coordinator 상주 인력의 필요성에 관한 질문(Q7, Q10)에는 3점 어의차의 척도를 적용하였다. BIM Room과 BIM coordinator 상주 인력의 필요성은 '예'와 '아니오'로 구분된 명확한 응답 결과를 얻기 위해서 3점 척도를 적용하였으며, 응답자의 업무에 BIM이 활용되는 정도(Q6)는 아직 BIM 적용 사업 발주가 본격적으로 진행되지 않은 철도사업 현황과 응답의 편의성을 감안하여 3점 보다는 세분화되고, 7점 보다 응답이 용이한 5점 척도를 적용하였다. 그리고 BIM Room 구축을 위한 원격 회의장비, VR/AR장비, 고성능 PC, 빔프로젝터, 전자칠판의 필요성에 관한(Q13)는 각 장비에 대한 변별력을 부여하기 위해 7점 척도를 적용하였다.

Table 2. A questionnaire designs for survey

Question		No.	Scale	Choice for response					
Basic information	Affiliation	Q1	Nominal	a) Government	b) Designer	c) Contractor	d) Academic	e) Ect.	
	Field	Q2	Nominal	a) Civil	b) Rail	c) Arch.	d) Ect.	-	
	Work type	Q3	Nominal	a) Operation	b) Construction	c) Design & Inspection	d) BIM Service	e) Ect.	
	Career	Q4	Nominal	a) Below 5yrs	b) 5-10yrs	c) 11-20yrs	d) 21-30yrs	e) Over 30yrs	
	No. of participating in BIM	Q5	Nominal	a) None	b) 1-2	c) 3-5	d) 6-10	e) Over 10	
	BIM level used for work	Q6	5points	a) Very high	b) High	c) Middle	d) Low	e) Verry low	
Technical Environment	BIM Room	Setting BIM Room	Q7	3points	a) Not necessary		b) Neutrality	c) Absolutely necessary	
		Size of BIM Room	Q8	Nominal	a) 5 persons	b) 10 persons	c) 20 persons	d) 30 persons	e) Ect.
		Placement near by	Q9	Nominal (Multiple Choice)	a) Government	b) Designer	c) In Site	d) BIM agency	e) Anywhere
		Need for full-time	Q10	3points	a) Not necessary		b) Neutrality	c) Strongly necessary	
	Coordinator	Allocated to	Q11	Nominal	a) Government	b) Designer	c) Contractor	d) BIM agency	-
	Software	License provider assigning to whom	Q12	Nominal	a) Government		b) Designer or Contractor		c) BIM agency
		Hardware	devices necessary to BIM Room	Q13	7points for each choice	a) Videoconferencing Devices	b) VR/AR Devices	c) Workstation	d) Projector
	Function		Tasks to be performed in	Q14	7points for each choice	a) Design Review	b) Design Interface	c) Quality Check	d) Simulation
	Collaborative Environment	Define data standards	Q15	7points	Not necessary - Neutrality - Strongly necessary				
		CDE platform development	Q16	7points	a) Cloud service	b) Specialized in Govt.	c) Commercial Solution	d) Wed, Mobile Access	
Organization	Current situation	Q17	Nominal	a) Existing part responsible		b) Another part by reorganization	c) Not assigned		
	Future Expectation	Q18	Nominal	a) Necessary BIM team		b) Outsourcing to BIM agency	c) Temporary with BIM agency		
Procurement Guide	Assessment of BIM capability	Q19	Nominal	a) Company	b) Manager	c) BIM agency		d) Temporarily to the agency, expanded to BIM team	
	developing guidelines	Q20	Nominal	a) Must include organization, responsibilities, roles		b) Organization, roles in the terms of reference		c) Early incule establish	
Performance Assessment	Need for assessment	Q21	7points	Not necessary - Neutrality - Strongly necessary					
	Assessment process and criterion	Q22	7points	a) Establishing criteria	b) Organize a committee	c) Objective and quantitative	d) Qualitative	e) Weighted	



명목적으로 설계된 대부분의 문항은 단일 응답으로 설계하였으나, BIM Room의 설치 위치를 묻는 Q9은 각 항목마다 긍정과 부정을 응답할 수 있는 복수선택으로 설정하였다. 응답자가 오직 하나의 항목만 체크하는 단일 응답은 객관식 보기에 대한 응답자 비율로 응답항목에 대한 상대적 비교가 가능하지만, BIM Room의 설치 위치는 프로젝트 참여자간 협의에 의해 결정할 수 있는 부분으로 각 응답 항목에 대한 선호도 분석이 필요하다. 응답 항목간의 상대적 비교가 아닌, 각 응답 항목(정부부처, 설계사, 시공현장, BIM 전문업체)에 대한 선호도 조사를 위해 BIM Room의 설치 위치는 복수선택형 질문으로 구성하였다.

## 4. 조사 및 분석

### 4.1 설문조사 결과

건축, 도로, 철도 분야 종사자를 대상으로 설문조사는 2022년 6월부터 8월까지 두 달간 이메일과 SNS를 통해 온라인에서 진행되었으며, 조사 결과 총 54명의 응답이 회수되었다. BIM 관련 설문 조사를 수행한 선행연구에서 응답자 수가 적게는 25명~40명, 많게는 80~100명으로 나타났기 때문에(Kim et al., 2022; Kim et al., 2015; Shin et al., 2018; Seo & Ju 2012; Son et al., 2021), 본 조사에서 회수된 응답자수가 적은 것은 아닌 것으로 분석되었다. 설문 집계는 온라인 설문조사 프로그램이 제공하는 기능을 활용하였으며, 구체적인 분석을 위해서 통계 프로그래밍 언어인 R을 사용하여 문항별 교차분석, 상관분석을 수행하였다. 설문조사 결과 분석을 수행하기 전에 수집된 데이터 중에서 이상치를 제거하기 위하여 전체 25개 문항 중에서 답안이 작성되지 않은 미응답율을 집계한 결과, 응답율이 50% 미만인 응답자가 5명 발견되어, 분석에 반영한 응답자는 총 49명이다. 총 응답자 54명에서 응답율 50% 이하인 응답자 5명은 설문조사 결과 분석에서 제외하였기 때문이다. 설문조사 결과 문항별 응답수는 Table 3과 같으며, 각 문항의 응답 유형(a, b, c, d, e)은 Table 2에서 확인할 수 있다.

Table 3에서 명목적으로 설계된 문항은 응답수로 정리하였으며, 7점 척도로 설계된 문항은 응답수와 함께 평균값을 표기하였다. 그리고 복수응답으로 설계된 Q9은 Table 3의 괄호 안에 숫자가 원본 데이터이며, 분석에 반영된 데이터는 응답자 1명이 a, b, c 세가지를 선택한 경우, 1에서 선택한 문항의 개수를 나눈 0.3의 가중치로 반영하였다.

응답자 현황 파악을 위해 소속기관(Q1), 분야와 직무에 관한 문항(Q2 and Q3)을 교차분석한 결과는 'Figure 4'와 같다. 응답자의 소속(Q1)은 공공발주를 담당하는 정보산하기관, 설계 및 엔지니어링사, 시공사, 학계, 기타로 고르게 분포되어있으며, 토목, 철도, 건축 분야의 응답자를 운영, 시공, 설계 및 감리, BIM으로 담당업무로

Table 3. Number of responses by question

No.	a)	b)	c)	d)	e)	Non	total	-
Q1	6	11	9	15	8	-	49	
Q2	17	10	13	9	-	-	49	
Q3	5	10	6	11	17	-	49	
Q4	22	9	12	5	1	-	49	
Q5	15	19	9	2	4	-	49	
Q6	11	13	12	7	6	-	49	
Q7	0	10	38	-	-	1	49	
Q8	8	2	2	15	22	-	49	
Q9	13 (36)	21 (28)	32 (17)	13 (36)	4 (45)	-	49 (162)	
Q10	2	16	31	-	-	-	49	
Q11	16	8	14	11	-	-	49	
Q12	12	18	19	-	-	-	49	
Q17	17	17	13	-	-	2	49	
Q18	23	10	14	-	-	2	49	
Q19	15	12	5	15	-	2	49	
Q20	22	21	4	-	-	2	49	

No.	1	2	3	4	5	6	7	total	Mean	
Q13	a)	-	-	-	18	9	12	10	49	5.286
	b)	1	2	1	7	9	11	18	49	5.571
	c)	-	-	-	6	4	11	28	49	6.245
	d)	1	-	3	19	7	12	7	49	4.939
	e)	-	-	1	10	10	5	23	49	5.796
Q14	a)	2	-	1	12	13	4	17	49	5.327
	b)	1	-	-	11	10	8	19	49	5.633
	c)	1	-	-	12	13	6	16	48	5.458
	d)	2	-	2	13	13	6	13	49	5.143
Q15	e)	-	-	-	13	9	10	17	49	5.633
	a)	-	-	-	6	7	8	28	49	6.184
	b)	-	-	-	5	9	9	25	48	6.125
Q16	c)	-	-	1	17	7	9	15	49	5.408
	d)	1	1	-	14	9	9	13	47	5.298
	e)	-	-	-	6	5	15	22	48	6.104
Q21	a)	-	-	2	8	16	7	12	45	5.422
	b)	-	-	2	12	14	9	8	45	5.2
Q22	c)	-	1	2	13	12	8	10	46	5.174
	d)	-	-	2	9	14	8	13	46	5.457
	e)	-	-	4	11	9	9	13	46	5.348
	a)	1	1	2	8	10	13	11	46	5.348

교차분석한 결과 Figure 4의 막대 그래프와 같이 분포된 것으로 나타났다.

응답자의 경력, BIM 적용 사업에 참여한 횟수, 본인의 업무에 BIM이 활용되는 정도를 질문한 설문 문항 Q4~Q6를 대상으로 상관분석을 실시한 결과는 'Table 4'와 같다. 응답자의 경력은 BIM 사업 참여 횟수와 유의미한 관계가 있으며, BIM 사업 참여 횟수는 BIM 활용정도와 유의미한 관계가 있는 것으로 나타났다. 그러므로 경력이 많을수록 BIM 사업 참여 횟수가 많아지고, BIM 사업 참여 횟수가 많을수록 본인의 업무에 BIM을 활용하는 정도가 높아지는 것이다. 그런데 경력에 따른 BIM 활용도는 유의미한 관계가 아닌 것으로 나타났다.

BIM 적용 사업에 참여한 횟수를 질문한 문항(Q5)에서 응답자의 분야(Field)와 교차분석한 결과(Figure 5), 건축분야의 응답자가 도로, 철도 분야의 응답자보다 BIM 적용 사업에 참여한 횟수가 많은 것으로 나타났다. 이는 건축분야의 BIM 적용이 도로, 철도 보다 선

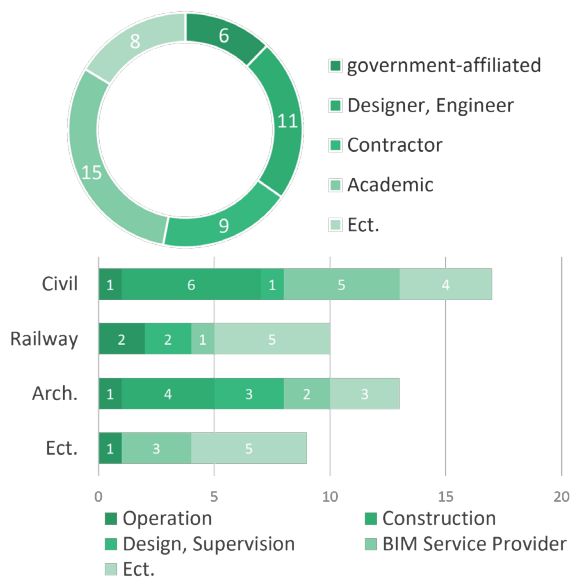


Figure 4. Overview of respondents (Q1 ~ Q3)

Table 4. Correlation analysis of Q4 to Q6

r	Q4	Q5	Q6
Q4	1.000	-	-
Q5	0.519	1.000	-
Q6	0.167	0.511	1.000

행되었기 때문으로 분석된다.

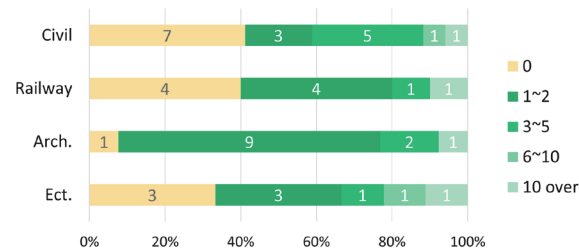


Figure 5. Result on the number of participating in BIM(Q5)

## 4.2 분석 결과

프로젝트 참여자들의 의견조율(Coordination), 협업(Collaboration)을 위해 별도 BIM Room(전용 공간)이 필요한지에 관한 문항(Q7)은 철도, 도로, 건축 분야간 이견없이 79%(38명)가 BIM Room이 반드시 필요하다고 응답하였다. BIM Room의 적정 수용인원(Q8)은 10인 내외가 45%(22명), 20인 내외가 31%(15명)으로 10~20인 수용 가능한 크기의 공간확보가 필요한 것으로 나타났다. 그리고 BIM Room은 시공현장과 가까운 곳에 배치되어야 한다는 의견이 38.5%(32건/83건)로 가장 많은 것으로 나타났으며, 설계사(합사)는 25%(21건/83건), 발주처는 15.6%(13건/83건)으로 나타났다(Q9).

BIM 코디네이터의 상주 여부를 질문(Q10)한 결과, 응답자의 63%(31명/49명)는 상주해야 하고, 잘 모르겠다는 의견이 약 33%(16명/49명)로 나타났다. 그리고 BIM 적용사업 참여횟수, 분야, 소속기관에 따른 교차분석을 수행한 결과, 응답자 그룹에 따른 응답 결과에 큰 차이 없이 '상주해야 한다'의 응답 비율이 높았기 때문에, 분야, 경력, 업무에 관계없이 VDC 코디네이터 상주를 선호하는 것으로 분석된다. BIM 코디네이터를 어떤 조직에 소속된 참여자에게 할당할 것인가에 대한 질문(Q11)에는 발주처 32.6%(16명), 시공사 28.6%(14명), BIM 전문업체 22.5%(11명), 설계사 16.3%(8명) 순서로 집계되었다. 응답자 유형에 의한 교차분석에서도 특정 조직의 비율이 높지 않은 것을 고려할 때, BIM 코디네이터는 발주처, 시공사, BIM 전문업체 각 조직마다 필요한 역할로 해석된다. BIM 적용사업 참여 횟수에 의한 교차분석에서는 큰 차이가 없는 것으로 나타났으나, 토목, 철도, 건축 분야별로 구분한 응답 분포에서 토목분야의 응답자 47%(17명 중에 8명)는 발주처에 BIM 코디네이터를 할당하는 것을 선호하고, 건축분야 응답자의 54%(13명 중에 7명)은 시공사에 BIM 코디네이터를 할당하는 것을 선호하는 것으로 나타났다. 응답자의 소속기관에 따른 교차분석 결과, 시공사의 66.7%(9명 중에 6명)는 시공사에 BIM 코디네이터를 할당하는 것을 선호하고, 정부산하단체나 건설엔지니어링사는 발주처에 VDC 코디네이터를 할당하는 것이 약간 더 높은 것으로 분석되었다(Figure 6).

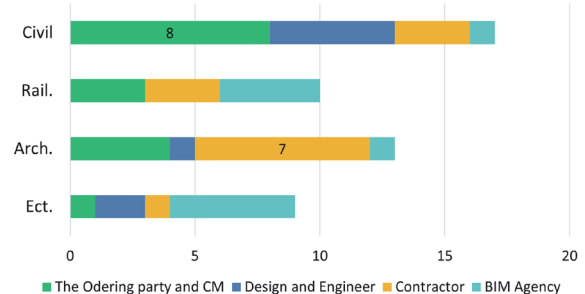


Figure 6. Result on allocating BIM coordinator(Q11)

BIM 저작도구의 라이선스(Q12)는 전반적으로 BIM 전문업체가 과업기간 동안 제공 및 운영하거나(39%, 49명 중에 19명), 설계사 또는 시공사가 과업기간동안 제공 및 운영하는 것(38%, 49명 중에 18명)을 선호하는 것으로 나타났다. 응답자 유형에 따른 교차분석에서도 전반적인 응답 분포와 비슷한 경향을 보였기 때문에, 분야나 BIM 사업 참여경험에 관계없이 발주처가 BIM 저작도구의 라이선스 제공은 비교적 선호하지 않는 것으로 조사되었다.

BIM Room 구축에 필요한 장비(하드웨어)를 조사(Q13)한 결과, 원격 회의장비, VR/AR장비, 고성능 PC, 빔프로젝터, 전자칠판 모두 필요한 것으로 나타났으나, 응답자의 88%가 긍정으로 응답한 고성능 PC의 필요성이 가장 크고, 상대적으로 VR/AR 장비나 전자칠판에 대한 필요성은 크지 않은 것으로 나타났다(Figure 7).

고성능 PC와 함께 응답자의 88%가 긍정적으로 답변한 빔 프로젝트의 경우, 8%의 부정의견이 다소 존재하기 때문에, 빔 프로젝트는 BIM Room이 아니어도, 회의 공간에 필수적으로 설치되는 자재이기 때문에 필요성이 크지 않은 것으로 분석된다.

또한 BIM Room 구축에 필요한 장비(하드웨어)의 필요성을 질문한 문항(Q13)은 7점 어의차이 척도로 설계되었으며, 보통에 해당하는 4점을 기준으로 1~3점은 부정, 5~7점은 긍정에 해당한다. 4점 보다 낮은 1~3점과 4점보다 높은 5~7점의 응답자 비율을 합산하여 그래프로 작성되었다. 예를 들어, BIM ROOM 구축을 위해 원격 회의장비가 필요한지에 관한 질문(Q13-1)에 전혀 필요하지 않다는 1점에 응답자 0명, 2점은 0명, 3점은 1명, 4점(보통)은 10명, 5점은 10명, 6점은 5명, 7점은 23명으로 집계된 경우, 4점(보통)을 기준으로 필요하지 않다는 응답자가 1명, 보통은 10명, 필요하다는 응답자가 38명으로 계산된다. 이를 응답자의 비율로 환산하면, 전체 49명 중에 원격 회의장비가 필요하지 않다는 의견이 1명으로 약 2%, 보통은 20%, 필요하다는 의견이 약 78%로 계산되어 Figure 7의 첫 번째 막대와 같이 표기된 것이다. 해당 문항(Q13) 이외에 7점 어의차의 척도로 설계된 문항은 Table 2의 Q14에서 부터 Q16, Q21, Q23~Q25이 있으며, 이들 문항에 대한 분석 역시 Q13과 같은 방식으로 분석하였다.

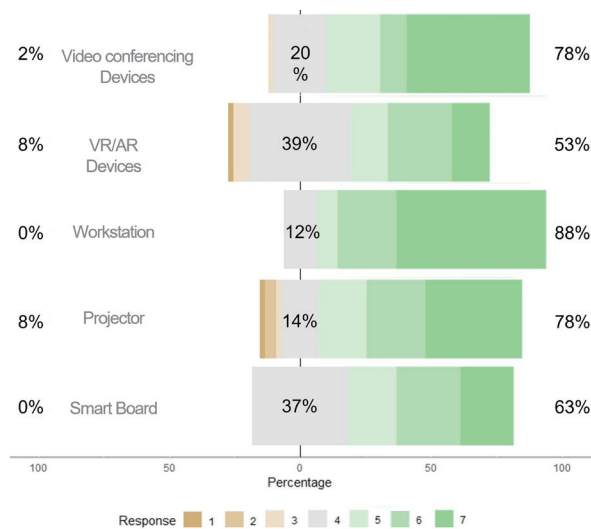


Figure 7. Result on necessary of BIM room devices (Q13)

BIM Room에서 수행되어야 하는 업무(Q14)는 설계 인터페이스 조정이 76%, BIM 데이터 및 품질 검토가 73%, 사전 시공 검토에 해당하는 프리콘(Pre Construction) 서비스가 73% 순서로 집계되었다. 다른 업무들에 비해 4D, 5D 시뮬레이션과 VE분석이 상대적으로 낮은 응답 비율을 보인 이유는 BIM Room에서와 같은 협업이 아닌 개인 공간에서 수행가능한 업무이기 때문인 것으로 분석된다.

BIM 협업환경 부문에서는 데이터 표준이 필요한 정도(Q15)는 88%가 필요하다는 긍정에 응답하였으며, 이중 65%(28명)은 반드시 필요하다는 7점에 응답하였다. 해당 문항에 대한 교차분석 결과, 응답자 유형에 따라 큰 차이 없이 대부분 데이터 표준이 필요하다고 응답하였다. CDE(공통 데이터 환경) 개발 방향(Q16)에 대해서는 응답자의 90%가 클라우드 기반 데이터 저장 방식을 선호하는 것으로 나타났으며, 웹, 모바일 환경 제공을 선호하는 것으로 나타났다. 응답자 유형에 따라 발주기관은 시공사와 BIM 업체보다 발주처에 특화된 CDE 솔루션 구축을 다소 선호하는 경향이 있었으며, BIM 업체는 다른 조직에 비해 글로벌 CDE 솔루션 사용을 선호하는 것으로 나타났다.

응답자가 소속된 기관의 BIM 조직구성 현황에 관한 질문(Q17)에서는 응답자 36%(47명 중 17명)가 사내 BIM 업무 담당을 위한 별도 조직을 구성하였다고 응답하였으며, 또 36% 응답자는 기존 부서가 BIM 업무를 수행한다고 답변하였다. 이는 현재 BIM 조직이 별도 부서를 개설하는 것과 기존 부서에서 BIM 업무를 담당하는 것이 공존하는 것으로 분석된다. 해당 문항을 BIM 적용 사업 참여 횟수, 분야, 소속기관 유형별로 교차분석 결과, 큰 차이가 발견되지 않았으므로, BIM 조직 구성은 특정한 방향이 아닌, 조직의 특성을 고려하여 다양한 방면으로 시행되고 있는 것으로 파악된다.

프로젝트 내 BIM 전문업체의 조직구성(Q18)에 관해서는 "건설 사업관리자, 수급인(설계사, 시공사 등) 등은 발주자가 요구하는 목표 수행을 위해 상시 협업 가능한 자체 BIM 조직을 반드시 구성해야 한다."는 의견이 49%(47명 중에 23명)로 가장 많았으며, "한시적으로 외부 BIM 전문 수행업체로 조직을 구성하는 것을 허용하되 향후 자체 BIM 조직을 갖추게 의무화한다."가 30%(14명), "건설사업관리자, 수급인(설계사, 시공사 등) 등은 해당 BIM 협업 업무수행을 위해 외부 BIM 전문수행 업체로 조직을 대신할 수 있도록 허용한다."가 21%(10명)로 나타났다. 그러므로 프로젝트 내 상시 협업을 위한 자체 BIM 조직이 필요하며, 한시적으로 외부 전문업체를 구성하는 것을 허용하는 방향이 선호되는 것으로 분석된다.

BIM 프로젝트에 참여하는 수급인(설계사 및 시공사)의 평가방식(Q19)에 관해서는 설계사 또는 시공사의 BIM 수행 역량을 평가해야 한다는 의견이 32%(15/47), 한시적으로 BIM 전문업체의 역량 평가를 허용하나, 향후 참여 조직 전체의 BIM 수행 역량으로 평가해야 한다는 의견이 32%(15/47)로 동일하고, 설계사 또는 시공사 내 BIM 담당자의 수행 역량을 평가해야 한다는 의견이 25.5%, BIM 전문업체의 수행 역량을 평가해야 한다는 의견이 가장 낮은 11%로 나타났다(Figure 8) BIM 적용 사업의 평가에서는 BIM 전문업체의 역량을 평가하는 것 보다 프로젝트 내 BIM 조직 전체의 역량을 평가하거나, BIM 담당자의 역량을 평



가하는 방식을 선호하는 것으로 나타났다. 분야별 교차분석에서는 토목분야는 56% 응답자가 한시적으로 BIM 전문업체의 역량을 평가하고, 향후 프로젝트 참여 조직 전체로 역량 평가를 확산하는 방향(D)을 선호하고, BIM 적용 이력이 가장 오래된 건축분야는 61%(8/13) 응답자가 수급인의 BIM 수행 역량 평가(A)를 선호하는 것으로 나타났다. 그리고 철도 분야는 다른 분야에 비해 외부 BIM 전문업체의 수행 평가(C)를 더 선호하는 경향을 보였으며, 설계사 또는 시공사의 BIM 수행 역량 평가(A), 설계사 또는 시공사 BIM 담당자의 역량 평가(B), 한시적으로 외부 BIM 전문업체의 역량 평가를 허용하지만 향후 전체 참여 조직으로 역량 평가가 수행되어야 한다(D)는 의견이 고르게 분포되는 경향을 보였다. 이는 토목과 건축에 비해 BIM 적용 경험이 부족하고 시범사업이 외부 BIM 전문업체에 의해 진행되고 있기 때문인 것으로 분석된다.

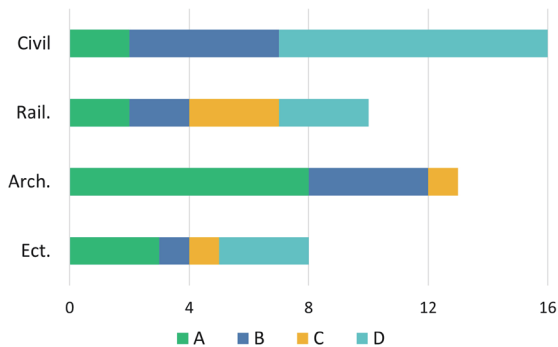


Figure 8. Result on an assessment of BIM capability(Q19)

BIM 가이드의 개발 방향(Q20)은 반드시 최소 조직 구성과 담당 업무, 역할이 포함되어야 한다는 의견이 47%(47명 중에 22명), 과업지시서에 해당 내용을 포함해야 한다는 의견은 45%로 나타났다. 응답자 유형에 따른 교차분석에서 토목, 철도, 건축 분야간 의견 차이는 크지 않았지만, 발주처, 설계 및 엔지니어링사, 시공사와 같은 산업계는 과업지시서에 조직구성 및 역할이 포함되어야 한다는 의견이 각 66%, 45%, 75%로 높았다. 반면 BIM 전문업체는 BIM 가이드에 조직구성 및 담당 업무, 역할을 포함하는 것이 시기상조라고 생각하는 경향이 27%로 발주처, 설계 및 엔지니어링사, 시공사에 비해 0~11% 더 높은 것으로 나타났다.

과업 종료 시점에 BIM 수행 평가의 필요성(Q21)은 전체 49명 중에 무응답 4명을 제외한 45명 중에서 35명(78%)이 필요하다고 응답했으며, 이 중 4점 보통에 가까운 5점의 응답 비율이 36%(16명/49명)로 가장 높았다. 반면, BIM 전문업체는 다른 조직에 비해 보통(4점)에 가까운 응답 분포를 보임으로써 다른 조직에 비해 BIM 전문업체는 다소 부정적인 의견을 가지고 있는 것으로 분석되었다(Figure 9).

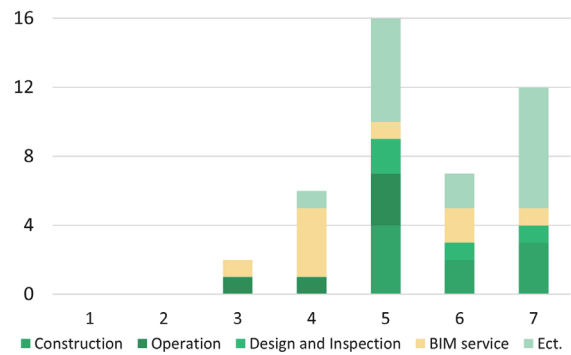


Figure 9. Result on necessary of BIM assessment (Q21)

BIM 수행평가 방식(Q22)은 공정하고 객관성, 전문성 있는 내외부 평가위원 구성 및 평가(65%)는 내부 BIM 수행 평가 기준 마련을 통해 사업 수행 단계별로 VDC 업무수행을 자체적으로 평가하는 것(69%)에 대한 긍정 비율이 약간 높은 것으로 나타났다. 다만, 학계를 제외한 산업계 응답자의 의견을 분리하기 위해 응답자 전문분야별로 재분류한 결과, BIM 업체를 포함한 산업계 응답자들은 4점(보통)에 근접하거나, 4점부터 7점까지 고른 분포를 보이는 것으로 나타났기 때문에, 명확하게 요구되는 수행평가 방식이 있기보다는 발주자 내부 평가 기준에 의한 객관적인 평가를 약간 더 선호한다고 해석할 수 있다. BIM 수행평가 기준(Q22)은 BIM 수행계획 대비 달성도를 객관적, 정량적 기준에 의해 평가하는 것이 가장 높은 긍정 비율(76%)로 나타났으며, BIM 수행효과, 참여자들의 만족도, 수행 역량 향상 등을 정성적으로 평가하는 것은 다소 낮은 비율(67%)로 나타났다. 평가 방식에 있어서 뚜렷하게 선호하는 방식은 드러나지 않았지만, 업계에서는 평가 위원에 의한 평가보다는 평가 기준에 의한 자체 평가를 선호하는 것으로 조사되었다.

이러한 설문조사 결과를 종합적으로 정리하여 BIM 적용 전략을 도출한 결과, 아래 여섯가지로 정리되었다.

- 1) BIM 기술환경 구축을 위해 프로젝트 참여자들의 의견 조율 및 상시 협업을 위한 물리적 공간인 BIM Room을 마련해야 한다.
- 2) BIM Room 구축에는 고성능 PC와 원격회의 지원 장비가 포함되어야 하고, BIM Room에서는 주로 설계 인터페이스 조정 회의가 진행되어야 한다.
- 3) 발주처, 시공사, BIM 전문업체는 각각 BIM 코디네이터가 필요하지만, 토목분야는 발주처에 BIM 코디네이터를, 건축분야는 시공사에 BIM 코디네이터 할당을 선호한다.
- 4) CDE는 클라우드 기반 데이터 저장과 웹/모바일 환경에서 접근 가능한 솔루션을 선정해야 하고, BIM 전문업체는 상용화된 솔루션 적용을 선호하지만, 발주자의 필요시 특화된 솔루션을 선호하는 것으로 나타났다.

루션 개발을 검토할 수 있다.

- 5) 현재 사내 BIM 조직은 별도 부서를 개설하거나, 기존 부서에서 BIM 업무를 담당하거나 어떤 방식이든 편중되지 않았지만, 프로젝트 내에서는 상시 협업 가능한 자체 BIM 조직을 구성해야 한다.
- 6) BIM 수행평가에 대해서는 긍정적인 평가 보다는 객관적이고, 정량적인 평가 기준을 선호하고 있고, BIM 전문업체는 다른 참여 주체에 비해 BIM 수행평가에 다소 부정적인 의견을 가지고 있다.

## 5. 향후 연구 진행 방향 및 결론

본 연구는 산업계 BIM 적용 현황 및 실무자 의견 반영을 통한 BIM 협업 전략을 제시하기 위해 국내외 BIM 지침에서의 협업 프로세스 분석과 싱가포르 철도 BIM 적용 사례를 통해 BIM 적용에 필요한 요인들이 도출하였으며, 도출된 요인을 기반으로 설문지를 작성하여 철도, 토목, 건축 종사자 50여명을 대상으로 설문 조사를 수행하였다. BIM 기술환경, 협업환경, 조직구성, 수행 평가 부문에 관해서 설문조사 실시, 응답자 그룹의 교차분석에 의해 철도, 토목, 건축 분야간 의견 차이를 도출함으로써 BIM 적용 전략을 도출하였다. BIM 기술 환경 구축을 위해서는 상시협업 가능한 BIM ROOM이 마련되어야 하고, BIM ROOM에서는 설계 인터페이스 조정 회의를 중심으로 진행되어야 한다. BIM 협업 환경 조성을 위해서는 발주처, 시공사, BIM 전문업체 각각 BIM 코디네이터가 할당되어야 하고, 클라우드 서버에 의해 웹과 모바일에서 모두 접근가능한 CDE 사용이 권장된다. BIM 조직 구성은 프로젝트 내에서 상시 협업 가능한 자체 조직을 구성하는 것에는 모든 참여자가 동의하지만, 건축분야에 비해 BIM 적용이 오래되지 않은 토목과 철도 분야에서는 한시적으로 BIM 전문업체를 중심으로 BIM 수행조직을 구성하는 방식을 선호하는 것으로 나타났다.

특히, BIM 사업 참여횟수가 높을수록 BIM 활용도가 높은 것으로 분석되었기 때문에, BIM 조직의 역량 평가시 조직 내 참여자의 과거 BIM 수행 이력을 참고하여 높은 수준의 BIM 활용을 기대할 수 있다. 또한 철도 건설사업에서도 BIM 적용사업의 횟수를 늘리고, 지속적인 기술 개발 및 인력 양성에 대한 노력을 통해 BIM 활성화를 추진해야 한다. BIM 사업 참여자들은 설계 인터페이스 조정 및 협업의 중심이 되는 BIM 코디네이터 필요성을 제기하고 있기 때문에, BIM 지침에서 BIM 코디네이터 할당을 권고할 필요가 있다. 발주기관은 설계사 및 시공사 내부에 BIM Coordinator를 임명하도록 과업 내용에 포함하고, BIM Room에서 정기적인 미팅이 이루어지는지 점검해야 한다. 본 연구에서 설문조사 결과를 통해 제시된 BIM 협업 전략은 BIM 적용 효과

향상을 위한 환경 구축의 수단으로 활용될 수 있으며, 다수의 참여자에 의한 다중 인터페이스 작업을 지원하는 초석이 될 것이다. 또한 철도 건설사업의 특성을 반영한 협업환경 조성을 통해 BIM 전환설계가 통용되는 현 시점에서 안정적인 BIM 기술 정착 및 활성화를 유도하는데 기여할 수 있을 것이다. 비록 본 연구는 설문조사 결과를 바탕으로한 적용 전략 제시에 국한되었지만, 연구 결과는 향후 철도 BIM 지침의 작성 방향을 설정하는데 활용될 수 있으며, 향후 연구진은 철도 BIM 적용 시범 사업을 통해 구체화된 BIM 적용지침을 제시할 예정이다.

## 감사의 글

본 연구는 국토교통부 2022년도 철도기술연구사업 (22RBIM-C158185-03)의 연구비 지원에 의한 결과임.

## References

Choi, G., Kim, J., Choi, H., Kim, L. (2021). A study on the Electronic Delivery Process and the Configuration Functional Modules of railway Infrastructure BIM Digital Model. KIBIM Magazine, 11(3), pp. 55-66.

Choi, H., Jang, K., Kim, H., Lee, M., Park, M. (2019). Algorithmbased Railway Tunnel BIM Design Considering RailwayAlignment. KIBIM Magazine, 9(1), pp. 1-10.

Global Building Information Modeling (BIM) Market. (2021). Fortune Business Insights Pvt. Ltd. Fortune Business Insights Pvt. Ltd.

Hwang, I. G., Park, S. J., Ryu, R., Kim, Y. S. (2020). A Study on the Guidelines of XR Collaboration System at the Interior Work of Construction Sites through 3D Scanning. Korean Journal of Computational Design and Engineering, 25(3), pp. 329-341.

Jung, E., Kimm, K. W., Choi, Y. C. (2021). Development of Common Data Standard for Airports Facilities based on Building Information Modeling (BIM). JOURNAL OF THE KOREAN SOCIETY FOR AERONAUTICAL AND FLIGHT OPERATION, 29(3), pp. 100-110.

Kang, J., Mobeen, H. S., Min, J., An J., Choi J. (2022). Rule-based Review and Automated Quality Management Process of BIM deliverables for Railway Infrastructures. KIBIM Magazine, 12(1), pp. 23-34.

- KICT. (2021). BIM trend report vol.2.
- Kim, D., Lee, S., Nam, J., Kim, B., Kim S. (2022). Strategies for Activating BIM-data Sharing in Construction - Based on cases of defining practical data and a survey of practitioners -. KIBIM Magazine, 12(1), pp. 72-80.
- Kim, Y., Kim, H., Kang, L. (2015). A Study of BIM Delivery Model for Railway Construction Project using BIM Function Breakdown tructure. JOURNAL OF THE KOREAN SOCIETY FOR RAILWAY, 18(4), pp. 344-353.
- Kim, Y., Moon, S., Yoon, H., Park, Y., Kim, J. (2022). Development of Automation Technology for Modeling of Railway Infrastructure using BIM Library. KIBIM Magazine, 12(3), pp. 18-29.
- KRRI, Yonsei Univ., Korea National Railway, & Ministry of Land Infrastructure and Transport. (2017). Railway 2030 BIM Roadmap.
- Kurwi, S., Demian, P., Blay, K. B., Hassan, T. M., Loprencipe, G. (2021). Collaboration through Integrated BIM and GIS for the Design Process in Rail Projects:Formalising the Requirements. Infrastructures, 6(4), p.52.
- Kwon, T. H., Park, S. I., Seo, K. W., Lee, S. H. (2018). The Information Modeling Method based on Extended IFC for Alignment-based Objects of Railway Track. Journal of the Computational Structural Engineering Institute of Korea, 31(6), pp. 339-346.
- No, G., Noh, J. (2020). A Study on the BIM Library System for Unit Space Design through the Case of BIM Design in Hong Kong Railway Station. journal of the regional association of architectural institute of korea, 22(6), pp. 99-106.
- Park, H. J., Seo, M. B. (2017). A Development of Railway Infrastructure BIM Prototype Libraries for Roadbed and Track. Journal of the omputational Structural Engineering Institute of Korea, 30(5), pp. 461-648.
- Park, J., Lee, S., Kim, S., Won, J., Yoon, Y. (2018). BIM-Based Virtual Construction Simulation for Steel Girder Installation Crossing the High-Speed Railway. Journal of the Korean Society of Safety, 33(2), pp. 76-85.
- Park, J., Shin, M., Lee, G., Yoo, M., Lee, G. (2018). Strategy for BIM Adoption from Korean Railroad Public Owner's Perspective. JOURNAL OF THE KOREAN SOCIETY FOR RAILWAY, 21(8), pp. 786-799.
- Park, K. J., Ock, J. H. (2019). A Study on the Design Change History Management for BIM-based Architecture-Structure Collaboration. THE KOREAN SOCIETY OF SCIENCE & ART, 37(3), pp. 135-145.
- Park, K. J., Ock, J. H. (2020). A Study on Development of BIMbased Collaboration Support Tool using Open Source. THE KOREAN SOCIETY OF SCIENCE & ART, 38(4), pp. 153-164.
- Park, K. J., Ock, J. H. (2022). A Study on How to Securing Information Continuity During the Architectural Design BIM Collaboration Process. Journal of the Architectural Institute of Korea, 38(8), pp. 43-52.
- Seo, M. G., Lee, U. K. (2019). Recent Research Trends Analysis of Building Information Modeling using WordCloud through Comparison of Korean and International Journals. Journal of the Korea Institute of Building Construction, 19(1), pp. 95-103.
- Seo, M., Ju, K. (2012). Strategies to Revitalize BIM(Building Information Modeling) by the Survey Questionnaires from Design Experts in Field of Civil Engineering. The Journal of the Korea Contents Association, 12(11), pp. 446-457.
- Seo, M., Park H. (2017). Development of Virtual Reality Multi Screen Simulation System based on BIM. J.Comput. Struct. Eng. Inst. Korea, 30(3), pp. 231-238.
- Shin, M. H., Jung, J. H., Kim, H. Y. (2022). Quantitative and Qualitative Analysis of Applying Building Information Modeling (BIM) for Infrastructure Design Process. Buildings 2022, 12(9), 1476.
- Shin, M. H., Lee, H. K., Kim, H. Y. (2018). Benefit-Cost Analysis of Building Information Modeling (BIM) in a Railway Site. Sustainability 2018, 10(11), p. 4303.
- Shin, M., Beak J. (2020). Design and Construction of Rail Infrastructure BIM Integrated Management System for Systematic Management of Rail Infrastructure BIM Design Performance Products. JOURNAL OF THE KOREAN SOCIETY FOR RAILWAY, 23(9), pp. 886-894.
- Shin, M., Kim, J., Beak, J. (2021). Study on UI Standards When Building a BIM-Based Integrated Life Cycle Management System for Railway Infrastructure. JOURNAL OF THE KOREAN SOCIETY FOR RAILWAY, 24(8), pp. 746-755.

Son, S., Lee, G., Jung, J., Moon, W. (2021). A Proposal Research of Assessment Standards for Ordering BIMbased Projects in Railway Infrastructure: Case Study on Application of Existing Projects. KIBIM Magazine, 11(4), pp. 10-19.

Truong, P., HlttOtto, K., Becerril, P., Turtiainen, R., Siltanen, S. (2021). Multi-User Virtual Reality for Remote Collaboration in Construction Projects: A Case Study with High-Rise Elevator Machine Room Planning. Electronics, 10(22), p. 2806.

Zaker, R., Coloma, E. (2018). Virtual reality- integrated workflow in BIM-enabled projects collaboration and design review: a case study. Visualization in Engineering, 6(1), pp. 1-15.