

# BIM 적용사업 대상의 국내 발주문서 및 기준 간 연계전략 도출

## - 싱가포르 요구사항 지시서 분석을 통한 국내 철도분야 BIM 전면설계 발주문서 활용방법 제안 -

### Derivation of Linkage Strategies for Domestic Order Documents and Standards for BIM Application Projects

#### - Proposing BIM Design Procurement Use Guides for Domestic Railway Field by Analyzing Singapore Requirements Documents -

정희건<sup>1)</sup>, 김도영<sup>2)</sup>, 홍창희<sup>3)</sup>, 이재욱<sup>4)</sup>, 문현석<sup>5)</sup>

Chong, HeeGun<sup>1)</sup> · Kim, Do-Young<sup>2)</sup> · Hong, Chang Hee<sup>3)</sup> · Lee, Jaewook<sup>4)</sup> · Moon, Hyeonsuk<sup>5)</sup>

Received August 14, 2022; Received September 25, 2023 / Accepted October 06, 2023

**ABSTRACT:** Recently, mandatory BIM design has been enforced in the civil engineering field, focusing on public projects, and inducement measures to actively participate in BIM by participating subjects are required. The BIM ordering documents must reflect the characteristics of the BIM project, current construction standards and laws, and environmental conditions of domestic participants. In this study, we analyze the ordering documents used in domestic and overseas civil engineering BIM projects to determine whether they meet the purpose of BIM. In the future, items that consider the existing heterogeneous data linkage and compatibility, the connectivity with the current construction guidelines and laws, the cost of the designer and the input personnel are prepared for the part that does not meet the BIM purpose. Furthermore, the written order documents are verified through interviews with experts who have experience in BIM projects. Through the results of this study, I would like to propose a consultation system strategy to prepare and present items according to the purpose and type of project by client.

**KEYWORDS:** BIM, Procurement, Project Specific Requirements (PSR), Request for Proposal (RFP), Data interoperability, Common Data Environment (CDE)

**키워드:** 건설정보모델링, 발주, 과업지시서, 요구사항 지시서, 데이터 상호운용성, 공통데이터환경

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

건설사업에서 BIM (Building Information Modeling, 혹은 건설정보모델링)은 객체기반의 데이터 모델을 넘어서서 필수적으로 활용되어야 할 정보전달 체계를 의미한다. 국토교통부 (Ministry of Land, Infrastructure and Transport, MOLIT)는

2030 건축 BIM 활성화 로드맵과 BIM 기본지침의 발표('20)에 이어서 시행지침을 공개('22)한 바 있다(MOLIT, 2020c; MOLIT, 2022). 이 지침의 내용은 초기에 BIM을 2D 도면 중심의 의사소통 방식과 동시에 활용되도록 유도하는 내용에서 시작되었으나 BIM 기반 의사결정을 의무화하는 것으로 변화되고 있다.

건설사업에서 실질적으로 BIM을 활성화하기 위해서 국가 차원에서 제도 개선과 지원체계의 확충이 선행되어야 한다. BIM

<sup>1)</sup>학생회원, 성균관대학교 글로벌스마트시티융합전공 박사과정 (heegun27@skku.edu)

<sup>2)</sup>정회원, 한국건설기술연구원 연구원 (realkim0123@gmail.com) (교신저자)

<sup>3)</sup>정회원, 한국건설기술연구원, 연구위원 (chhong@kict.re.kr)

<sup>4)</sup>정회원, 한국건설기술연구원, 수석연구원 (juklee@kict.re.kr)

<sup>5)</sup>정회원, 한국건설기술연구원, 연구위원 (hsmoon@kict.re.kr)

관련 지침의 내용은 건축사업뿐만 아니라 대규모의 토목사업에도 BIM을 활용할 수 있도록 하기 위해 발주자, 실무자의 관점에서 개선되어가고 있다. 토목사업은 공공발주를 중심으로 시장이 형성되어 있기 때문에 BIM 기술적 노하우가 다년간 축적되어온 건축분야에 비해 공공발주처의 역할이 더 중요하다.

BIM 활성화 전략에서 선진적인 국외 사례를 토대로 현지화된 체계를 정립하는 것이 관건이다. 싱가포르의 국내 토목사업과 유사한 조건을 갖추고 있으며 활성화 가이드라인과 발주처별 지침들과 기준들을 보유하고 있다(BCA, 2012; BCA, 2013; BCA, 2021). 싱가포르의 현행 정책과 국가상황에 대응하여 시행착오를 기반으로 BIM 관련 기준들을 보완하고 있다는 점에서 시사하는 바가 크다. 싱가포르는 BIM기반 건설생산성을 향상시키기 위해 기존 건설기술과 첨단분야(로보틱스, 사물네트워크, 인공지능 등) 간 긴밀한 협의를 수행하고 있으며 결과적으로 BIM 활성화 전략을 보완하기 위한 방법으로 상위 지침, 기준, 기본 절차서 뿐만 아니라 지속적인 협의를 추진함으로써 BIM 생태계 조성에 관한 기준(예: Common Data Environment, 이하 CDE) 들을 발표하고 있다.

이에 비해 국내 건설사업은 BIM 의무화 정책시행에도 불구하고 제도 재정비에 들어섰다(Kim, 2022; Kim, 2021). BIM 사업과 관련된 실무자들은 정부 주도의 BIM 적용전략과 대처방안을 기대하고 있는 상황이다(Kim, 2015). 현재까지 공표된 BIM 기본지침과 시행지침은 BIM 사업이 갖추어야할 조건과 절차 수행방법 등에 관하여 유익한 정보들을 포함하고 있다. 이러한 지침들이 국내 건설 생산성으로 연결되기 위해 정부부처, 발주처 측의 요구사항 뿐만 아니라 이러한 기준을 기반으로 BIM 사업을 수행할 수 있도록 절차를 유도하는 것이 필요하다.

국가 지침과 부속서들은 BIM 기반 사업의 시행을 돕기 위한 매개체로서, 국가 정책과 전략을 기반으로 정부의 법령과 관련 정보들을 제공하기 위한 목적으로 개발된다(MOLIT, 2022). 기존 스마트건설로드맵, 디지털 전환전략과 국가법(예: 데이터기본법, 데이터산업법 등)의 변화는 이러한 맥락에서 개발된 것이다. BIM사업의 변화를 선도해온 선진국(예: 미국, 영국, 싱가포르 등)은 국가이슈에 대응하기 위해 다학제적인 분야의 협업체를 운영하고 있다. 국내에서 BIM 융합 동맹(BIM alliance) 관련 내용을 추진(MOLIT, 2020a)하기로 하였으나 구체적인 성과에 대한 언급은 시기상조이다.

BIM 프로젝트가 도입단계인 만큼, 전반적인 사업운영의 관점에서 BIM이 적용됨으로 인해 발생하는 의무와 효과, 목표를 이해할 수 있는 수준의 문서 혹은 체계가 준비되어야할 필요가 있다. 발주, 입찰, 계약, 수행, 완료가 진행되는 과정에서 각 기관에서 요구하는 사항들이 가이드, 가이드라인, 지침 등의 문서로 공개된다. 이 문서들이 하나의 사업운영의 차원에서 어떤 역할

과 기능을 전제로 공표가 되는 것인지 각 요구사항들 간의 연계체계를 설명함으로써 BIM 기반 수행방법을 강화할 수 있도록 계도방법이 필요하다. 예를 들어 기존 BIM 기반 지침(예: 조달청 지침, 국토교통부 가이드)은 건축분야에 초점을 맞추고 있거나 BIM 제출 및 성과품 납품이 주로 언급되어 있다(Kim, 2017). BIM 전면설계를 목표로 한 지침은 BIM 프로젝트의 특성, 현행 건설 기준, 국내 업체들의 수행능력이 반영되어야 한다.

본 연구의 목적은 BIM 전면설계를 목표로 하는 국가사업에 대응할 수 있도록 하기 위해 발주자, 실무자가 활용하는 지침의 방향을 제시하고자 한다. BIM 전면설계의 핵심은 통상적인 설계 지침과 비교하였을 때 분야간 연계성을 통한 데이터 활용성을 극대화하는 데에 있다. 사업의 발주시 공표되는 발주문서 외에 입찰참여를 위한 준비, 계약 후 운영방법, 성과품의 활용방법이 포함되어야 한다. 본 논문에서 BIM 전면설계와 관련된 문서들 간의 연계전략들을 제안하고자 한다.

## 1.2 연구방법 및 범위

본 연구에서 현 발주문서의 구성요소와 발주문서와 연계된 지침, 법령 등의 관련기준의 활용방법을 제안하고자 한다. BIM 전면설계는 기존의 분리되어 있는 설계와 시공단계의 데이터가 연계됨을 의미한다. BIM 사업의 발주처들은 ISO 19650과 같은 국제표준을 기반으로 변화하고 있다. ISO 19650은 최근 “정보전달”과 “정보를 기반으로 한 의사소통”, “정보 기반의 의사결정 요소 및 효율성” 등이 강조되고 있다. 그러나 현재 BIM 가이드라인의 내용들은 통상적인 수행절차에 BIM의 개념을 포함하고 있으나 건설데이터의 실질적 연결 및 활용을 기준으로 기술되어 있지 않다(Lee et al., 2018). 따라서 BIM 전면설계를 지향하며 발주문서를 지속적으로 갱신하고 있는 국외 발주처의 문서들을 분석함으로써 국내 발주문서의 내용과 연계구조를 보완하고자 한다. BIM 전면설계를 기반으로 한 발주문서는 BIM을 통해 강조하고자 하는 “데이터 연계” 및 “정보전달에 대한 협의”과정을 고려할 뿐 아니라 BIM을 추가과업으로 인식하고 있는 실무자들의 인식을 고려하여 재구성될 필요가 있다.

본 논문의 연구프레임워크는 다음과 같다.

첫째, BIM 전면설계에 관하여 통용되고 있는 국제적 기준과 실무자 의견을 기반으로 BIM 발주문서의 요구사항을 정립하고 BIM 프로젝트 경험이 있는 전문가들의 의견을 수렴(2장)한다. 둘째, 2장에서 정립된 요구사항을 토대로 국내 철도분야의 BIM 발주문서의 사례 보완안을 제안(3장)한다. 셋째, 현 발주문서의 활용성을 높이기 위한 BIM 발주문서들 및 관련 기준 간의 연계 전략을 제안(3장)한다.

## 2. BIM 전면설계 발주를 위한 요구사항 정립

### 2.1 국외 발주문서 사례의 구성요소 분석

본 연구에서는 BIM 발주지침에 대한 국제적인 흐름을 반영하기 위해 싱가포르 철도사업의 요구사항 지시서를 분석하였다.

싱가포르 철도사업의 요구사항 지시서를 선정한 이유는 다음과 같다. 싱가포르는 공공사업에서 BIM의 도입을 선도적으로

진행하고 있을 뿐 아니라, 대규모 인프라 사업에서 BIM을 발주한 실적도 다수 보유하고 있다. 발주 요구사항이 포함된 문서 중 하나인, 요구사항 지시서는 국내 철도분야 BIM 전면설계의 활성화를 위해 발주처에서 참고할만한 상세 항목들을 파악하는데 적절하다.

싱가포르 발주청 중 육상교통청(Land Transport Authority, 이하 LTA)의 요구사항지시서(Project Information Require-

Table 1. Changes of PIR clauses (LTA, 2015; LTA, 2018; LTA, 2020)

| Num | 2015   | 2018   | 2020  |
|-----|--|--|---|
| 1   | Introduction   | Objective  | Objectives  |
| 2   | General  | Definitions  | Definitions   |
| 3   | BIM execution plan   | General  | General   |
| 4   | BIM objectives, responsibilities and deliverables              | BIM deliverables   | Ownership and rights to BIM deliverables                              |
| 5   | Provision of modelling services to SWC                         | Ownership and rights to BIM deliverables                         | LTA BIM model content requirements and standards                      |
| 6   | CCSM submission  | BIM execution plan   | BIM deliverables  |
| 7   | Clash detection management                                     | BIM collaboration with interfacing parties                       | Model quality assurance (QA) & quality control (QC)                   |
| 8   | Ownership and rights to BIM deliverables                       | Construction and shop model                                      | BIM software versions and file formats                                |
| 9   | BIM specification and level of detail                          | Provision of modelling services to system-wide contractors (SWC) | BIM roles and responsibilities  |
| 10  | BIM modelling requirements                                     | Coordinated combined services model (CCSM)                       | Hardware and BIM software   |
| 11  | BIM software and formats for exchange and submittal            | Clash detection management                                       | User support for BIM tools  |
| 12  | BIM process and procedures                                     | As-built model   | BIM annex A - model development diagram                               |
| 13  | Integration with maintenance management system (MMS)           | Asset model and as-built asset model (ABAM)                      | BIM annex B - CCSM BIM requirements                                   |
| 14  | BIM roles and responsibilities                                 | BIM process and procedures                                       | BIM annex C - trackwork (TWK) CCSM BIM requirements                   |
| 15  | Hardware   | Level of detail for BIM models                                   | BIM annex D - 4D simulation BIM requirements                          |
| 16  | Annex 1 - the project BIM objectives and responsibility matrix | Model quality assurance & control                                | BIM annex E - 5D quantity take-off (QTO) and costing BIM requirements |
| 17  | -  | Data management: file naming and folder naming convention        | BIM annex F - 6D asset information BIM requirements                   |
| 18  | -  | BIM authoring software and formats                               | BIM annex G - static terrestrial laser scanning BIM requirements      |
| 19  | -  | Integration with maintenance management system (MMS)             | -   |
| 20  | -  | BIM roles and responsibilities                                   | -   |
| 21  | -  | Hardware   | -   |
| 22  | -  | 3D laser scanning for existing Choa Chu Kang station             | -   |
| 23  | -  | BIM training   | -   |

ment, 이하 PIR) 사례를 활용하였으며 발주청이 계약대상에게 의무사항으로 명시하는 요구사항 지시서를 분석하였다(Table 1). 싱가포르의 BIM 전면설계를 적용해왔고, 수많은 시행착오를 기록해왔기 때문에, 계약대상에게 BIM을 요구하는 방식과 내용이 세분화되었을 것이다.

이러한 가정에 따라 LTA 요구사항 지시서를 연도별(LTA, 2015; LTA, 2018; LTA, 2020)로 분석하였다. 실제로 2015년 문서에 대비하여 신설된 항목과 삭제된 항목이 있음을 확인하였다. 2020년 요구사항 지시서(이하 '20 문서)에서 BIM 모델 콘텐츠 요구사항 및 표준 항목이 신설되었다. 2018년 문서(이하 '18 문서)의 목차에 포함되어 있던 <BIM 모델> 항목과 <데이터 관리> 항목을 통합하여 기술하였다. 이는 BIM 모델을 단일 콘텐츠로만 보지 않고 다수의 참여자로 인해 관리되어야 할 대상으로 해석한 것으로 추측된다. 또한, 정보의 전달력을 강화하기 위해 문서의 구조를 간략화하고 세부사항은 부록으로 분할한 것으로 풀이된다.

최근 문서('20 문서)에서 특정 항목이 삭제된 이유는 BIM을 위해 강조하고자 하는 가치가 변화하였기 때문으로 해석된다. 삭제된 항목은 LOD (Level of Detail)와 BIM 수행계획서, 두 가지이다. LOD의 경우 BIM 국제 표준인 ISO 19650을 고려하여 해당 내용이 삭제된 것으로 해석된다. ISO 19650에서 LOD를 대신하여 LOIN (Level of Information Need)을 정의한 바 있는데, 이는 단순 정보의 상세화보다는 정보활용성의 향상을 강조하고 있다는 측면에서 기존 LOD와 차이가 있다. BIM 수행계획서의 경우 ISO 19650에서 포함된 교환정보 요구사항(Exchange Information Requirement, 이하 EIR)과 동일하다.

**Table 2. PIR analysis of Singapore civil project (LTA, 2020)**

| Num | Content   | Detail   |
|-----|---|--|
| 1   | Definition  | Foundation and elaboration of definitions of words   |
| 2   | Regarding the cooperation                           | Contents about cooperation are added to definition, contents about cooperation are added to general information and BIM roles and responsibilities |
| 3   | Regarding the standard and interoperability of data | Contents about the standard of data for objective and definition are reinforced  |
| 4   | Ownership, rights                                   | Reinforce content regarding ownership, rights, and violation of rights   |
| 5   | Plan for use of BIM deliverable                     | Requirements for use of BIM deliverable are stated in detail   |

우선 상술한 내용들을 Table 2와 같이 정리한다. (1) 15년도 문서의 목차에 존재하지 않았던 정의 항목은 18년도 문서에 비해 20년도 문서에서 정의하는 항목의 수가 증가했으며, BIM 성

과품의 정의 위주에서 도면, 설계 모델 뿐만이 아닌 소프트웨어, 공통 데이터 환경(CDE, Common Data Environment), ICE (Integrated Concurrent Engineering) 회의, 3D 조정 등 협업에 중요한 항목들이 추가되었다. 협업에 중요한 요소들이 정의 항목에 추가된 것 뿐만 아니라, 일반 사항 항목에서도 관계자들과의 조정 관련 내용이 강화되었으며, BIM 역할 및 책임 항목에서 협업을 위한 BIM 매니저 및 코디네이터의 책임 항목의 내용이 증가되어 (2) 문서 전체적으로 협업에 관련된 내용이 강화되었다. 그리고 문서의 목표 항목에서 “해당 문서의 목적이 최신 버전의 ISO 19650을 준수하도록 보장하는 것”이라고 선언하였으며, 정의 항목에 IFC (Industry Foundation Classes)가 추가되는 등 (3) 데이터 상호운용성을 위한 데이터 표준에 대한 내용이 강화되었다. 20년도 문서의 경우 (4) BIM 성과품에 대한 소유권과 관리에 대한 내용이 이전 문서들의 내용에 비해 명확해졌다. 구체적으로는 소유권은 당국(발주처)이 가지지만 성과품을 사용하도록 승인하는 재량권은 엔지니어가 가지도록 변화하였으며, 써드 파티 모델의 무단 사용, 콘텐츠 무단 수정 등 분쟁에 관련된 규정이 신설되었다. 마지막으로 20년도 문서에서는 부록을 통해 4D 시뮬레이션 BIM, 5D BIM 수량 산출, 6D 자산정보 BIM 등의 구체적인 요구사항을 명시하여 (5) BIM 성과품의 활용 방안에 대한 요구사항들이 구체화되었다.

국내 철도분야 BIM 발주 문서를 보완하기 위해 BIM 국제 표준인 ISO 19650 표준을 따르는 싱가포르 PIR 문서 사례에서 확인한 결과, 분야별 협업을 정보 혹은 데이터를 기준으로 하고 있으며, 이에 대응 가능한 기준/법령과의 연계성이나 사용자 간 분쟁을 고려한 협의 기준이 마련되어 있다. 즉 설계에서 시공으로 이어지는 BIM 설계 과정의 정보 전달과, 정보 전달로 인해 발생할 가능성이 있는 권리 침해에 대한 내용이 존재한다. 그러나 국내 BIM 지침(고속도로 스마트 설계지침(Korea Expressway Corporation, 2020), LH Civil BIM 업무 지침서(가이드라인)(Korea Land and Housing Corporation, 2018))에서는 건설산업에서 발생하는 지적재산권, 데이터 관련 분쟁에 관한 법령의 명시가 부족하고 지침에 근거로 포함되어 있지 않다. 따라서 국내 철도분야 BIM 발주 문서의 보완을 위해서는 (1) 정보전달과 이 과정에서 침해될 수 있는 (2)권리의 보장에 대한 내용이 강화되어야 한다.

## 2.2 국내 발주문서 참조기준 분석

철도분야 BIM 전면설계 발주문서가 참조하고 있는 지침, 법령, 기본계획 등의 내용을 고찰함으로써 발주문서를 보완하기 위한 방향을 탐구하고자 한다.

BIM 활성화를 위한 발주문서는 BIM 프로젝트 진행 시 고려되는 여러 분야에 관련된 법령에 대한 연계 방안이 필수적으로 고려

되어야 한다. BIM 발주문서들은 분야별 BIM을 기반으로 하는 국가 지침과 법령(예: 기본지침, 시행지침, 적용지침 등)의 내용들을 다수 참조하고 있다. 이뿐만 아니라 6차 건설기술 진흥계획, 5차 건설사업정보화(Continuous Acquisition & Life-cycle Support, 이하 CALS) 기본계획, 스마트 건설기술 로드맵, 건설 엔지니어링 발전 방안 등에도 “BIM”의 개념이 포함되어 있다(Figure 1).

건설산업 BIM 기본지침과 연계된 법적 장치로서 건설산업기본법이 있다. 건설산업 BIM 기본지침의 일부 내용을 참조하고 있는 기본계획으로 제6차 건설기술 진흥계획('18~'22)과 제5차 CALS 기본계획 ('18~'22)이 있다. 제 6차 건설기술진흥기본계획은 인프라 BIM 활성화 추진에 따라 BIM 가이드라인과 활성화 방안이 필요한 근거와 추진계획을 포함하고 있다. 이외 근거로 국토부에서 발행한 스마트 건설기술 로드맵(MOLIT, 2018), 건설 엔지니어링 발전 방안(MOLIT, 2020)이 있다. 스마트 건설기술

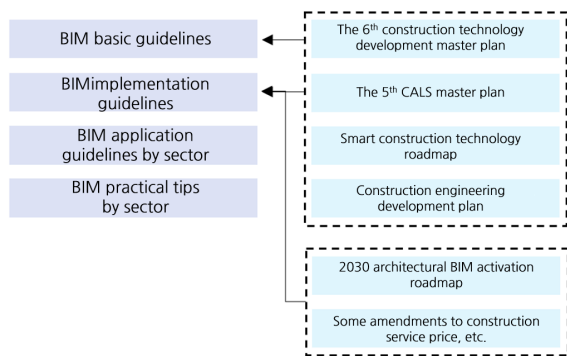


Figure 1. Hierarchy and basis of BIM guidelines

로드맵과 건설 엔지니어링 발전 방안은 스마트 건설기술의 핵심인 BIM을 시장 전반에 확산시키기 위한 방향과 공공사업에 BIM의 의무화를 추진하는 실행단계를 제시하였다.

국내 BIM 지침의 근거 법령 내용의 확인 결과, 국내 기본계획, 로드맵 및 발전방안 등 정부 차원의 BIM 전략은 이종분야간의 협업을 규정하고 있으며, 지침이나 기본계획 상 현재 BIM 전략에서 잘 수행되지 못하고 있는 부분을 극복하기 위한 과제들을 제시하고 있다.

지침과 법령의 개정된 내용을 통해 본 결과, “BIM”은 국가전략에 필수적인 요소로 기술되어 있다. 단, BIM 모델의 지적재산권에 대해 명시하고 있으나 BIM 모델의 활용 및 정보 전달의 과정에서 예상되는 권리 침해에 대해서는 구체적으로 명시하고 있지 않다.

실제 토목분야 BIM 전문가들의 인터뷰를 통해 국내 토목사업 공고 시 공유되는 문서와 참조기준의 수준을 파악할 수 있었다. 이 전문가들은 BIM 사업에 다년(5년 이상)간 참여하였거나 국제 사업에 대한 지원경험이 있는 건설전문가들이다. 전문가들을 통해 BIM 사업수행 시 발생하는 시행착오들과 현재의 발주문서 및 참조기준의 관련성을 파악할 수 있었다.

전문가들은 BIM 전면설계를 위해 발주문서들이 상당부분 개선되었음을 인정하였으나, 아직 정보 전달과 권리 보장을 위한 내용이 부족함을 지적하였다(Table 3).

BIM 국가지침에는 BIM 설계업무 수행을 위한 최소한의 요구 조건부터 분야별, 기관별 세부조건들을 설정하는 방법이 개념적으로 정의되어 있다. 발주문서 중 하나인, BIM 과업지시서는 통

Table 3. Opinions on the results of improvement of order documents

| Name | Affiliation             | Experience field                          | Contents  | Classification |        |
|------|-------------------------|---|---|----------------|--------|
|      |                         |   |   | Data delivery  | Rights |
| A    | Engineering corporation | ENG (civil engineering)                   | ① Most of the procurement documents didn't include clear, specialized contents regarding BIM operation            | ○              |        |
|      |                         |   | ② Contents that presents cooperation for designers, builders, and professional business is needed                 | ○              |        |
| B    | Engineering corporation | ENG (civil engineering)                   | ③ There may be disagreements regarding LOD, and consultation is required through consultative bodies              | ○              |        |
|      |                         |   | ④ In the case of special construction methods, BIM professionals perform their tasks                              |                | ○      |
| C    | Public institutions     | Orderer (civil engineering)               | ⑤ Need of guideline for civil engineering in housing field  | ○              | ○      |
|      |                         |   | ⑥ Complaints of difficulty in civil engineering BIM procurement in the case of housing filed                      | ○              |        |
| D    | Engineering corporation | Professional business (civil engineering) | ⑦ In the case of turn-key, the design is finished relatively lately, so it is necessary to improve the BIM system | ○              |        |
| E    | Construction company    | Constructor (civil engineering)           | ⑧ It's not easy to increase productivity with BIM   | ○              |        |
|      |                         |   | ⑨ Few ENG companies have separate BIM organizations, and there are a few excellent BIM specialists.               |                | ○      |

상적인 건설프로젝트의 과업지시서와 동일하게 사업정보(분야, 예산 등)뿐 아니라 적용 대지 및 요구공정 등의 주요사항을 포함할 수 있다. 그러나 현재까지 BIM 과업지시서는 “특별과업지시서”로 명명되며 일반 과업지시서와 구분된다. 단, “BIM”의 개념을 포함하고 있을 뿐 기존 건설정보와 기준과 연계되는 부분이 나 과업을 입증할 수 있는 수단이 명확하게 기술되어 있지 않다.

과업지시서는 사업공고 시 제시되는 계약문서에 해당되기 때문에 싱가포르 요구사항 지시서와 유사한 효력을 갖는 것이 합당하다. 그러나 계약서로 효력을 갖기 위해 기존 과업에 대응된 해석과 기준에 대해 보완이 필요해 보인다.

토목분야 엔지니어링 회사 소속의 전문가 A는 대부분의 발주 문서에 BIM 과업에 대한 명확화, 특수성 내용이 반영되어있지 않다는 의견을 내었다. 설계사, 시공사, 전문업체가 원활하게 협업하기 위한 내용이 필요하다는 의견을 내었으며 이는 BIM 설계 수행 과정에서의 정보 전달과 관련된 내용이다.

마찬가지로 토목분야 엔지니어링 회사 소속의 전문가 B는 LOD와 관련해서는 이견이 있을 수 있어 협의체를 통한 협의가 필요하다는 의견을 내었다. 특수 공법의 경우 관련 회사가 BIM 업무를 수행한다고 언급하였다. LOD 지정을 위한 협의는 BIM 설계 과정의 정보 전달과 관련된 내용이며, 특수 공법을 수행하는 회사가 BIM 업무를 수행하는 경우에는 BIM 성과물의 저작권 및 사용 권리에 대한 논의가 필요할 것으로 보인다.

공사 소속의 C 전문가의 경우 주택사업에서 토목 BIM 발주 시 어려움이 있음을 언급하였다. 통상적으로 활용되는 BIM 지침이 건축분야에 적절하게 용어와 사례를 기술하고 있을 뿐 아니라 정보전달의 명확화 및 구체화 방법에 대해 언급이 없는 데에서 기인함을 공감하고 있다. 그리고 토목분야 주택 관련 지침이 없다는 언급에서 BIM 성과물의 저작권 및 사용 권리와 관련하여 문제가 발생할 수 있음을 예상할 수 있다.

토목분야 전문업체 소속의 D 전문가의 경우 턱키의 경우, 설계가 상대적으로 늦게 끝나 BIM 모델링 시간이 부족하다고 언급하였으며, 이를 통해 BIM 프로젝트 수행 시의 제도 개선을 통하여 설계사와 시공사간의 정보 전달을 원활히 할 필요성이 있음을 알 수 있었다.

마지막으로 시공사 소속의 E 전문가의 경우 현재 BIM을 통해 생산성 향상이 쉽지 않으며, 시공사 내 별도 BIM 조직을 갖춘 곳이 거의 없고 BIM 전문업체가 존재한다고 언급하였다. BIM을 통한 생산성 향상의 어려움은 프로젝트 수행 과정에서의 정보 전달의 미흡과 연관 지을 수 있으며, BIM 전문업체를 통한 BIM 프로젝트 수행 시 BIM 성과물의 저작권 및 사용 권리와 관련하여 문제가 발생할 수 있음을 예상할 수 있다.

결론적으로 BIM 발주 경험이 있는 전문가 인터뷰를 통하여, 국내 건설 분야별 BIM 프로젝트 발주와 관련된 문제들은 주로

BIM 프로젝트 수행 과정의 정보 전달 및 사용 권리와 관련됨을 확인할 수 있었다. 전문가들의 의견 중에서 가장 관심을 끌고 있는 “LOD”(③)의 문제를 보아도 위와 같은 맥락의 내용들을 확인할 수 있다. LOD의 요구수준은 분야, 공구, 과업, 단계에 따라 다르다. 이러한 특성에 의해 LOD에 대해 일률적인 기준을 적용하기보다는 정보 전달 및 사용 권리에 대해 사전협의할 수 있는 체계가 뒷받침되어야 함을 시사한다.

### 3. BIM 과업지시서 보완 및 연계전략 제안

#### 3.1 BIM 과업지시서의 비교

국내 철도분야 BIM 발주문서인 ‘철도공단의 과업지시서’(Korea National Railway, 2021)를 보완하고자 한다. 철도공단은 도로공사와 함께 해외의 선진사례를 벤치마킹함으로써 공공 BIM 사업발주체계를 개선해나가고 있는 중이다. 최근까지 활용되어온 과업지시서와 싱가포르의 최신 요구사항 지시서를 비교·분석하였다. 이 두 문서를 비교하는 데 있어, 각 항목의 내용을 언급된 정도에 따라 내용에 단계(숫자)를 부여하였다.

싱가포르 요구사항지시서의 항목을 ISO 국제표준을 기반으로 한 BCA의 가이드 및 기준(BCA, 2012; BCA, 2013; BCA, 2021)에서 다루고 있는 BIM의 조건들을 중심으로 설명의 상세화 정도에 따라 단계를 구분하였다(Table 4).

Table 4. Standard to compare sample document with PIR of Singapore civil project (LTA, 2020)

| Level | Not described      | Described |                          |   |   |
|-------|--------------------|-----------|--------------------------|---|---|
|       | Not even described | Described | An example for reference | Detailed standard or international standard example | Requires specific standard to comply (should apply) |
| 1     | 2                  | 3         | 4                        | 5   |   |

해당 항목에 대해 구체적 내용을 서술하지 않은 경우는 1단계, 해당 항목에 대해 서술이 있는 경우는 2단계로 정의하였다. 해당 항목의 내용을 언급하며 작성 시 참고할 예시를 제시한 경우 3단계, 해당 내용을 수행하기 위한 명확한 기준이나 국제 표준을 명시한 경우 4단계로 정의하였다. 특정 기준을 명시할 뿐 아니라 준수하지 않는 경우에 대한 불이익에 대해 명시하는 경우를 5단계로 정의하였다.

위에서 서술한 비교 기준에 따라 철도공단 문서와 싱가포르 요구사항지시서 문서의 내용을 비교·분석하여 정리하였다 (Table 5).



Table 5. Comparison of PIR documents (Korea National Railway, 2021; LTA, 2020)

| Content   |  | Details  | KR order of task (ord)<br>KR execution plan (ex)   |                             | 2020 Singapore<br>Project information requirements  |                                       |
|---|--|--|--|-----------------------------|---|---------------------------------------|
|   |  |  | Stage  | Reference document and page | Stage   | Reference document and page           |
| Definition (A)  |  | (exist or not)                                       | There is not a definition of terms   |                             | There is a definition of terms in the beginning   |                                       |
| Regarding the cooperation (B)                           | General (information)                  | (contents)   | BIM-based design, drawing and standard of quantification, detailed levels, ownership, secondary drawings, and reference to railway infrastructure BIM guidelines, etc (ex) pp. 2 - 3 |                             | Contractor's various obligations and responsibilities in BIM outputs and cooperation pp. 9 - 11 |                                       |
|   | Qualification and roles of participant | BIM manager and engineers' role and responsibility   | 3  | (ex) p.5                    | 4   | p. 19 - 22                            |
|   |  | BIM manager's qualification                          | 3  | (ord) p.12                  | 4   | p. 19, 21                             |
| Regarding the standard and interoperability of data (C) |  | International standard                               | -  | -                           | 5   | p. 6                                  |
|   |  | Contractor's accountability for information loss     | 1  | (ord) p. 14                 | 2   | p. 18                                 |
|   |  | Inter-operability and compatibility of BIM models    | -  | -                           | 3   | p. 18                                 |
| Ownership and right (D)                                 |  | Orderer's ownership for BIM deliverable              | 2  | (ord) p. 2                  | 3   | p. 12                                 |
|   |  | Possibility of the ascription for the right of using | 2  | (ord) p. 2                  | 2   | p. 12                                 |
| Plan for use of BIM deliverable (E)                     | Quantity take-off                      | Detailed operation record of quantity take-off       | 3  | (ord) p. 8<br>(ex) pp. 2-3  | 4   | pp. 39 - 41                           |
|   |  | Standard of quantity take-off                        | 4  | (ord) p. 8                  | 4   | p. 11                                 |
|   |  | Standard of cost estimation                          | 1  | -                           | 4   | pp. 39 - 41                           |
|   | Construction review                    | Process review                                       | 3  | (ord) p. 7                  | 3   | p. 11                                 |
|   |  | Construction simulation                              | 3  | (ord) p. 7                  | 4   | pp. 34 - 38                           |
|   | Maintenance                            | Submission for as-built model and, etc.              | 2  | (ord) p. 9                  | 3   | p. 6, pp. 14 - 15, pp. 17 - 18, p. 44 |
|   |  | Use of as-built model and purpose                    | 1  | -                           | 2   |                                       |

(A) “BIM 정의(Definition)” 항목에 관하여 싱가포르 문서의 경우에는 문서에 사용된 다양한 용어들에 대한 정의가 문서 초반에 존재한다. 그러나 철도공단 문서는 BIM 정의 항목이 포함되어 있지 않았다. 이는 과업지시서가 아닌 별도의 참조문서를 통해 정의내용을 기술했을 것으로 보이나 통상적인 과업지시서와의 구분을 위해 키워드 제시는 필요해 보인다.

(B) “협업(Cooperation)”과 관련된 항목의 경우, 싱가포르 요

구사항지시서 문서에서 협업에 중요한 참가자들의 자격 및 책임에 대한 내용을 설명하였다. 그러나 철도공단 문서는 산출물인 BIM 모델을 중심으로 설명하며, 참여자의 자격과 책임에 대해 예시가 존재하나 명확한 기준이 포함되어 있지는 않았다.

(C) “데이터 상호운용성(Standard and interoperability of data)” 항목에 관하여, 싱가포르 요구사항지시서는 BIM 국제 표준인 ISO19650 표준의 준수 의무가 포함되어 있다. 특히 ‘최신

버전의 BS EN ISO 19650을 준수하도록 보장'한다는 내용이 기술되어 있다. 그리고 IFC의 개념 정의뿐 아니라, 계약자의 책임을 명시하고 있다. 예를 들어 BIM 성과품의 품질 관리의 과정에서 파일 변환으로 인한 정보 손실, BIM 모델의 통합 및 상호운용성에 관한 책임이다. 이에 비해 철도공단 문서는 BIM 국제 표준에 대한 언급 및 준수 필요성에 대한 내용이 미흡하다. 물론 BIM 소프트웨어가 IFC를 지원해야 한다는 언급은 있었다. 또한 다른 포맷으로 변환 시 손실이 발생하지 않도록 노력함을 명시한 명확한 주체에 대한 언급이 없다. 즉 BIM 모델의 상호운용성 및 호환성의 책임에 대한 언급이 없다.

(D) “성과물의 소유권 및 권리(Ownership and right)”항목에 관하여, 싱가포르 요구사항지시서 문서는 BIM 성과품의 소유권이 당국에 있으나 BIM 성과품을 사용하도록 승인하는 권리는 엔지니어에게 있음을 명시하였다. 써드 파티(3rd party) 모델의 무단 사용 및 수정으로 인해 발생하는 문제에 대해 책임 소재를 분명히 하고 있다. 이에 비해 철도공단 문서는 BIM 성과품의 소유권과 사용권 부여 가능성이 언급되고 있으나, 저작권 침해의 책임에 대해서는 소극적으로 표현되고 있었다.

마지막으로 (E) “성과물의 활용(Plan for use of BIM deliverable)” 항목에 관하여, 싱가포르 요구사항지시서 문서의 경우 시공 시뮬레이션, 물량 산출, 준공 모델을 활용한 유지관리, 등 BIM 성과품을 활용하는 방안들에 대해 구체적으로 명시한 바가 있다. 이에 비해 철도공단 문서는 준공 모델의 제출 여부 및 방법에 대한 언급은 있었으나, 준공 모델의 구체적인 활용 방안 및 목적에 대한 내용은 포함되어 있지 않았다.

### 3.2 철도분야 BIM 발주문서 보완안 제안

철도공단 문서의 보완안을 제시하면 다음과 같다.

(A)의 경우, 철도공단 문서 내에 철도 인프라 BIM 가이드라인 (Version 1.1)의 참조에 대해 언급하고 있으므로 추가로 설명을 하지 않은 것으로 판단된다. 그러나 BIM 프로젝트의 경우 기존 2D 기반 설계에서 사용되는 용어에 더하여 철도 분야 고유의 신재료 및 신기술 용어가 사용되고 있다. 따라서 BIM 과업에 대한 명확화와 특수성을 반영하기 위해 철도 분야 BIM 프로젝트의 용어들을 재정립할 필요가 있다.

(B)의 경우, 사업 별 각 주체의 역할은 상세 계약 문서에서 명시되기 때문에 구체적이지 않은, 비교적 포괄적인 표현으로 언급된 것으로 판단된다. 그러나 사업 참여자간의 원활한 협업을 위해 BIM 매니저, 엔지니어의 자격과 역할에 대해 구체적으로 명시할 필요가 있다.

(C)의 경우, 디지털 전환과 관련된 정책의 변화가 있는 과도기이기 때문인 것으로 판단된다. 국내의 경우 데이터와 관련된 법령인 ‘데이터기본법(2021)’이 제정된 지 얼마 지나지 않았다. 그러나 통상적인 건설과업과 차별화되기 위해서 발주 문서에서 BIM 데이터와 관련된 표준과 데이터의 상호운용성에 대한 책임에 대한 강조가 필요하다.

(D)의 경우, 철도공단 문서는 계약 문서가 아닌 가이드라인이기 때문에 저작권과 관련한 책임소재에 대해 언급 시 강제성을 가지지 않으며, 때문에 구체적으로 언급되지 않은 것으로 판단된다. 그러나 BIM 데이터 사용 중에 발생할 수 있는 권리 침해 예방을 위해 저작권 및 사용 권리에 대한 구체적인 강조가 필요하다.

(E) 성과물 활용과 관련하여 준공 모델의 활용 방안에 대해서는, 2장의 전문가 자문 결과에서 확인할 수 있듯이, 시공 및 유지관리 단계에 대한 BIM 성과물 활용체계를 적용하기에 아직 시기상조인 것으로 판단된다. 그러나 BIM 활용의 근본적인 목적이 건설산업 전 생애주기의 체계적인 관리를 위한 것이므로 장기적으

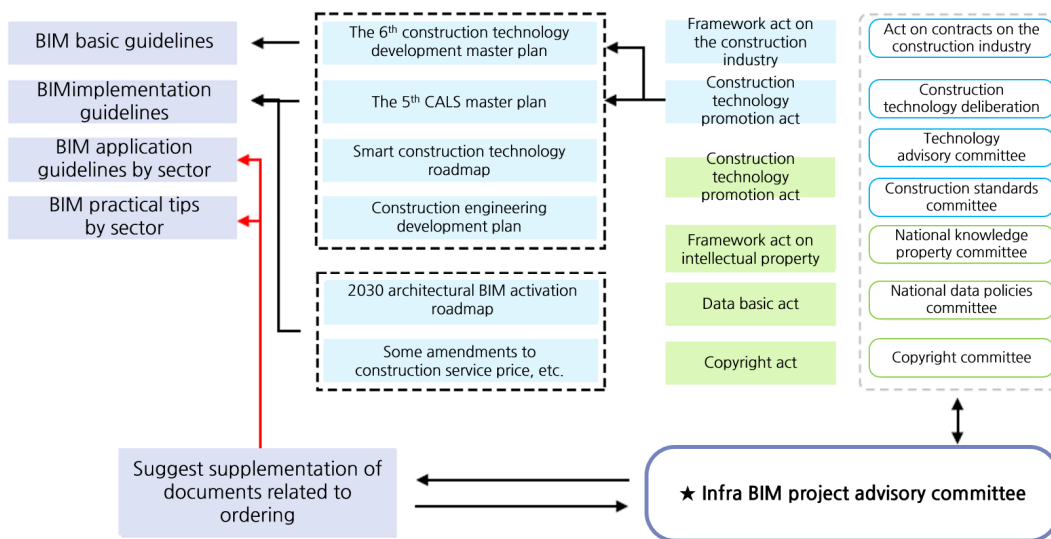


Figure 2. Linkage strategy between proposed procurement paper supplementation and domestic laws



로 BIM 모델을 활용할 수 있는 방안을 명시하는 것이 필요하다.

### 3.3 문서 및 관련 기준 연계를 위한 전략 제안

앞서 제시한 BIM 과업지시서 보완 및 적용을 위해서는, 국내 실정에 적절한 체계를 구축할 수 있도록 여러 부처간 협력이 뒤따라야한다. 이에 상술한 내용과 철도공단 문서와 싱가포르 요구사항지시서 문서를 비교 분석함으로써 발주문서가 실질적으로 적용되기 위해 다양한 기준들과 협의회가 운영되어야 한다 (Figure 2). Figure 2는 본 연구에서 제안하는 발주 문서 보완안의 역할, 위계, 그리고 기존 법령과의 연계 전략을 보여준다. 더불어 국토교통부와 협력할 수 있는 BIM 사업의 수행주체 뿐 아니라 BIM 사업의 발전방법을 논의할 수 있는 전문가 그룹(Infra BIM advisory committee)의 설립이 필요하다. 해당 자문 위원회는 상술한 다른 위원회들의 분야를 전부 포함하는 산/학/연의 전문가들로 구성되며, 각 분야별로 분과위원회를 가진다. 기존에 운영되고 있는 위원회들과의 논의를 통해 철도분야 BIM 전면설계 발주 문서를 보완해 나아가는 역할을 하게 될 것이다. 뿐만 아니라 각 프로젝트별 심의/분쟁 사항 발생 등의 경우에 대해 소집요청, 협의, 심의의견을 취합·전달하는 역할을 하게 될 것이다.

## 4. 결론

본 연구에서는 국내 철도분야 BIM 발주문서와 싱가포르의 요구사항지시서를 분석함으로써 국내 BIM 발주문서의 보완안을 제시하였다. 또한 변화하는 국가 정책과 국제적인 흐름에 대응하여 장기적으로 발주문서를 보완해나가기 위해 참조 기준 및 위원회 간 협의체계를 제안하였다.

BIM 발주를 선도해온 싱가포르의 요구사항 지시서의 장점 중에 국내에 차용할 필요가 있는 사항을 탐구하였다. 첫째 BIM 관련 핵심어 정리를 통해 통상적인 건설사업과 차별화될 수 있는 부분을 명확하게 정의할 필요가 있다. 둘째, BIM 성과물뿐만 아니라 BIM 협업 프로세스를 중심으로 요구사항을 서술하고 협업환경인 CDE에 대해 구체적으로 요구할 필요가 있다. 셋째, BIM 국제 표준인 ISO19650 준수를 요구하며 데이터 상호운용성에 대한 의무사항이 명시되어야 한다. 넷째, BIM 성과물에 대한 소유권과 저작권뿐만 아니라 성과물의 무단 사용으로 인한 문제 발생에 대한 책임 소재를 분명히 할 필요가 있다. 다섯째, 발주자 관점에서 BIM 성과품 활용 방안을 구체적으로 제시함으로써 입찰자(계약자)가 효율적으로 과업에 참여할 수 있도록 하여야 한다.

추후 다양한 유형의 프로젝트와 발주처에 적합한 BIM 과업지시서에 대한 탐구를 수행함으로써 BIM 과업지시서의 자동화가 가능해질 것으로 기대해본다.

## 감사의 글

본 연구는 국토교통부 BIM 기반 인프라 설계 프로세스 디지털 협업 체계 개발사업(R&D, 과제번호: RS-2022-00143371) 연구비 지원에 의해 수행된 연구임.

## References

- Building and Construction Authority of Singapore (BCA) (2012). Singapore BIM Guide, Version 1.0, 5 Maxwell Road, Tower Block MND Complex, Singapore 059110
- Building and Construction Authority of Singapore (BCA) (2013). Singapore BIM Guide, Version 2.0, 5 Maxwell Road, Tower Block MND Complex, Singapore 059110
- Building and Construction Authority of Singapore (BCA) (2021). Common Data Environment (CDE) Data Standards.
- Kim, H. J. (2017). Analysis of BIM Utilization in Construction Sites, *Construction Technology*, Ssangyong, 74, pp. 68–73.
- Kim, T. H. (2021). Public Ordering Agency Launches Reorganization of BIM Delivery Standards, *Daehan economy*, <https://www.dnews.co.kr/uhtml/view.jsp?idxno=202109271054342680953> (Apr. 28, 2022).
- Kim, T. H. (2022). “Smart Construction Shooter” BIM Idling ... be in a hurry to fix the system (In Korean), *Daehan economy*, [https://m.dnews.co.kr/m\\_home/view.jsp?idxno=202202151101211330509](https://m.dnews.co.kr/m_home/view.jsp?idxno=202202151101211330509) (Apr. 28, 2022).
- Kim, Y. H. (2015). Advantages and Development Direction of Civil Engineering BIM (In Korean), *Korea Association of Construction Engineering & Management News [Article]*, pp. 40–43.
- Korea Expressway Corporation (2020). Expressway Smart Design Guideline, <http://smartconstruction.kr/library/article/view?idx=213> (Apr. 28, 2022).
- Korea Land and Housing Corporation (2018). LH Civil-BIM work instruction.
- Korea National Railway (2021). Project Information Requirements [Official Document], <https://ebid.kr.or.kr/>
- Land Transport Authority (LTA) (2015). Project Information Requirements [Contract Document], Singapore.
- Land Transport Authority (LTA) (2018). Project Information Requirements, Contract Document, Singapore.
- Land Transport Authority (LTA) (2020). Project Information Requirements, Contract Document, Singapore.
- Lee, G. P., Jung, J., Choi, H. L., Shin, M. H. (2018). A Study

- on the Development of BIM based Railway Infrastructure Information Management System for the Analysis of BIM Applications in Government and Public Agencies, Journal of Korean Institute of Building Information Modeling, 8(1), pp. 1–14.
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT) (2018). Smart Construction Technology Roadmap (in Korean), [https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m\\_71/dtl.jsp?lcmstage=1&id=95083436#](https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?lcmstage=1&id=95083436#) (Apr. 28, 2022).
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT) (2020a). Construction BIM Basic Guidelines (in Korean), [https://www.molit.go.kr/USR/policyData/m\\_34681/dtl.jsp?id=4516](https://www.molit.go.kr/USR/policyData/m_34681/dtl.jsp?id=4516) (Apr. 28, 2022).
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT) (2020b). 2030 Architectural BIM Activation Roadmap, [http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m\\_71/dtl.jsp?id=95084979](http://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95084979) (Apr. 28, 2022).
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT) (2020c). Construction Engineering Development Plan (in Korean), [https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m\\_72/dtl.jsp?id=95084415](https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_72/dtl.jsp?id=95084415) (Apr. 28, 2022).
- Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT) (2022). Construction BIM Orderes/Builders/Designers (in Korean), [https://www.molit.go.kr/USR/policyData/m\\_34681/dtl.jsp?id=4634](https://www.molit.go.kr/USR/policyData/m_34681/dtl.jsp?id=4634) (Apr. 28, 2022).