

BIM 기반 건설산업 발주방식 개선을 위한 의사결정 프로세스 제안

이재욱, 이종호*, 김도영, 문현석
한국건설기술연구원

Decision-Making Process to improve the BIM-based Project Delivery in Construction Industry

Jae-Wook Lee, Jong-Ho Lee*, Do-Young Kim, Hyun-Suk Moon
Korea Institute of Civil Engineering & Building Technology

요약 본 연구의 목적은 BIM 기반 프로젝트 발주방식에서 의사결정 프로세스를 제시함으로써 스마트 건설의 활성화를 통해 건설 산업의 생산성을 향상시키는 것에 있다. 따라서 발주 의사결정 과정을 제안하는 과정에서 크게 세가지 단계로 연구를 수행한다. 우선 기존 발주방식의 종류 및 이에 따른 장단점을 소개한다. 그리고 설문조사를 통하여 BIM 기반 새로운 발주방식의 도입을 위한 개선방향을 제시한다. 마지막으로 BIM 기반 건설산업 발주방식 개선을 위한 의사결정 프로세스를 제안한다. 이 과정에서 발주를 진행하는 과정에서 고려해야할 사항들을 체크리스트 형태로 정리한다. 연구의 수행결과는 다음과 같이 요약될 수 있다. 첫 번째로 선행연구를 검토하면서 현재의 연구 경향을 확인할 수 있었다. 특히, Integrated Project Delivery(IPD)를 포함하여 국내에서 추진 검토되고 있는 프로젝트 수행방식의 내용을 소개하였다. 설문조사를 통해 BIM 전문가의 관점에서 국내 프로젝트 수행방식의 문제점과 개선방향을 조사하였다. 마지막으로 건설 산업에서 의사결정과정을 기반으로 BIM 기반의 프로젝트 수행방식을 선정하기 위한 방법론(체크리스트)을 제시하였다.

Abstract This paper presents a decision-making process for improving a BIM-based project delivery method to increase the productivity of the construction industry by activating smart construction. In the process of presenting the decision-making process, preliminary research analysis and surveys were conducted. In particular, the advantages of IPD compared to the existing project delivery method and the problems and limitations of domestic introduction are summarized. In addition, this study analyzed the characteristics of the project delivery method that is newly discussed in the public sector. In the case of the survey, the problems of the project delivery method and improvement directions are discussed based on the surveys of BIM experts. Based on this, this paper reviews the decision-making process and presents a checklist of the project delivery method. The analysis can be summarized as follows. First, the current research trend could be confirmed while examining previous research. In particular, the contents of the project delivery method newly promoted in Korea, including IPD, are summarized. Second, through the survey, the problems of the domestic project delivery method from the perspective of BIM experts and the direction for improvement were investigated. Lastly, a methodology (checklist) for selecting a BIM-based project delivery method was presented based on the decision-making construction process.

Keywords : Building Information Modeling, Checklist, Construction Process, Construction Management, IPD

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

*Corresponding Author : Jongho Lee(KICT)
email: leejongho@kict.re.kr

Received August 5, 2022

Revised October 31, 2022

Accepted November 4, 2022

Published November 30, 2022

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

세계 건설산업은 4차 산업혁명 기술 융·복합을 통해 디지털화된 스마트 건설 체계로 전환을 추진하고 있으며 이에 따라 건설산업 생산성 향상 및 시장 주도를 위해 치열한 경쟁을 진행하고 있다[1]. 그러나, 국내 건설분야는 낮은 생산성 및 디지털화, 고령화에 대한 대응이 미흡하고 비대면 업무 확대에 기존 건설 업무 방식의 변화가 요구된다. 특히 건설산업의 디지털화 지수는 농업, 제조업, 정보통신 등 타 분야에 대비하여 낮게 나타난다[2]. 또한 인프라 기술자 평균연령은 점차적으로 증가하는 추세에 있으며, 이와 더불어 생산가능 인구 자체도 감소할 것으로 예측된다[3]. 게다가 COVID-19에 따른 비대면 업무 확대에 실감기술(XR, Extended Reality), 인공지능(AI, Artificial Intelligence), 사물인터넷(IoT, Internet of Things), 블록체인(Blockchain) 등 가상과 현실이 융합된 메타버스(Metaverse)를 활용한 건설산업의 변화가 시작되고 있다[4].

건설산업의 전통적이고 기본적인 수행과정은 설계와 시공을 구분하고 이는 다시 각 하도급으로 세부적으로 분리되면서 발전되어 왔다. 이 과정에서 다양한 조직 또는 팀이 참여하게 되므로 건설산업의 수행과정은 복잡하고 업역이 분리되어진다. 이런 현상에 따른 주요한 문제점으로 생산성 저하, 정보의 분절·단절, 그리고 기술력 저하가 나타난다[5]. 특히 발주단계에서, 설계·시공 분리 발주를 주로 진행하면서, 설계 정보·결과물의 시공단계 연결이 불가하고, 참여자에게 이중 업무 부과로 효율성 저하가 발생한다. 게다가 기존 발주방식으로 인한 성과물의 상호 연계 활용이 미흡하고 주체 간 협업과 의사소통 부재로 위험요소에 대한 대응에 한계가 발생하고 있다.

2020년 건설산업 BIM 기본지침이 발표되고 2022년 BIM 기반 디지털 전환 로드맵이 발표되면서 정부 및 공공기관 주도로 BIM의 활성화를 위한 세부 전략들이 제시되고 있다. 국가가 BIM 기반 디지털 전환을 강조하면서 이에 걸맞은 건설산업의 발주방식의 변화가 요구되고 있다. 세계 건설산업 측면에서도 디지털 전환에 따른 건설 생산성 향상을 위해 다양한 발주방식을 도입하고 있다. 특히 세계 주요국의 정부와 산업계는 발주방식 개선을 위해 법·제도 및 기술을 유기적으로 연계하기 위해 노력하여 왔으며 이런 노력들은 Integrated Project Delivery(IPD)와 파트너링, 그리고 얼라이언싱 등의 새로운 발주방식으로 나타나게 되었다[6].

건설산업의 생산성을 높일 수 있는 주요한 방안으로 건설산업의 전체 프로세스의 효율성 증대가 필연적이다. 특히 BIM 및 4차 산업혁명 기술이 발달하면서 발주단계에서부터 정보의 단절 및 분절 문제를 해결하는 방안들이 제시되고 있다. 그 변화가 매년 가속화되는 상황에서 발주방식의 개선은 가장 필요한 항목 중 하나이다. 게다가 해외에서는 기술 기반 다양한 발주방식을 제도화하고 도입 및 실행하고 있다. 이에 따라 발주방식을 결정하고 제도화하는 과정에서 의사결정 프로세스를 구분하고 표준화하는 과정이 필수적이다. 이를 바탕으로 발주방식을 개선하고 정보의 단절·분절 극복, 기술력 향상을 바탕으로 건설산업의 생산성을 향상시키는 기반을 제공할 수 있다. 이에 본 연구는 발주관련 법·제도·절차, 선진 발주 사례, 그리고 BIM 관련 기술들을 조사하고 분석하는 것을 바탕으로 발주방식의 의사결정 프로세스를 검토하여 체크리스트를 제시하고 BIM 기반 건설산업 발주방식을 개선할 수 있는 방안을 모색해보고자 한다.

1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구는 아래와 같이 세 단계로 진행한다.

첫 번째는 기존연구의 고찰이다. 현재 국내 건설산업에서 시행되고 있는 다양한 발주방식의 장단점을 조사하고 해외에서 진행되는 새로운 방식의 발주방식을 분석한다. 이 과정에서 각 연구들이 목표로 했던 키워드들을 분석하여 발주방식에 관한 선행연구 내용을 표로 나타낸다.

두 번째로 전문가들을 대상으로 설문조사 및 자문을 진행한 내용을 소개한다. 특히 BIM 활성화로 인한 새로운 발주방식의 형태 및 고려사항에 대하여 분야별 전문가들의 의견을 분석한다.

마지막으로 이런 기존의 연구사례 및 전문가들의 설문·자문을 바탕으로 BIM 기반 건설산업, 발주방식 개선을 위한 의사결정 프로세스를 도출한다. 이 과정에서 발주방식 의사결정 프로세스의 체크리스트 및 BIM 적용 시 고려사항을 제시한다.

2. 기존 연구 고찰

2.1 발주방식의 이해

건설산업에서 발주방식(Project Delivery System)이란 “건설공사의 성공적인 완성을 위하여 설계 및 시공 단

계를 대상으로 공사수행방식, 계약방법, 경쟁방식, 입찰방식, 낙찰자 결정방식, 공사비 지불방식 등을 모두 포함하는 의사결정을 말하는 행위 중심의 정의와 건설공사의 각 참여자들에게 구체적인 권한과 책임을 부여하고 참여자들 사이의 관계를 규정하는 주체 중심의 정의로 분류할 수 있다[7].

일반적으로 건설공사 발주단계에서 발주자의 의사결정은 아래 Table 1과 같이 공사수행방식(Project Delivery Method), 입찰방식(Bidding Method), 낙찰방식(Evaluation Method), 계약방식(Contracting Method) 순으로 이루어진다.

Table 1. Decision making components in construction project delivery system classification

Classification	Components
Project Delivery Method	-Design-Bid-Build -Design-Build -Integrated Project Delivery (IPD)
Bidding Method	-Optional Contract -Competition Contract
Evaluation Method	-Lowest Price -Qualification/ Comprehensive assessment
Contracting Method	-Confirmation contract/ Estimate contract -Total contract/ Unit price contract -Sole contract/ Joint contract

“공사수행방식”은 일반적으로 설계·구매·시공을 통합 혹은 분리하여 주문하는 방식이다. “입찰방식”은 발주 대상을 선정하기 위해 주문자에게 요구하는 방식으로 기술과 가격을 분리 혹은 통합하는 방식, 지명 혹은 공개입찰 또는 수의 협상방식 등으로 구분할 수 있다. “낙찰방식”은 발주자가 요구한 사항에 대해 입찰자가 제시한 기술이나 가격을 중심으로 평가한 후 계약 대상을 선정하는 방식이다. 대상자 선정은 가치 중심이거나 최저가(Best or Lowest) 혹은 각 방식이 결합된 방법으로 이루어질 수 있다. “계약방식”은 서비스에 대한 대가를 지급하기 위해 발주자와 계약당사자 간에 체결하는 계약방식으로 총액계약, 실비정산계약, 단가계약 등 다양한 방식이 존재한다.

2.2 IPD (Integrated Project Delivery)

IPD는 기획, 설계, 시공, 유지관리 등 분절된 단계마다 서로 다른 계약자가 업무를 수행하는 전래적인 건설공사수행체계에서 벗어나 프로젝트를 수행하는 단계와

참여자의 구성, 프로젝트 운영방식을 총체적으로 통합하여 운영하는 방식이다[8]. 특히 협력을 통해 모든 참여자의 능력과 통찰력을 이끌어내고, 결과적으로 프로젝트 성과의 최적화, 발주자의 가치증대, 설계·시공과정의 효율성 극대화 등을 이루는 것이 목표이다. 게다가 BIM을 IPD의 핵심도구로 활용할 수 있는데, 프로젝트 초기단계에서부터 IPD 주요 참여자들이 BIM을 중심에 놓고 설계와 엔지니어링을 조율하고 설계검토와 시공성 분석을 수행하는 등, 정보를 교환하고 의사소통의 효율성과 정확성을 높일 수 있기 때문이다[9].

IPD는 건설 발주방식에서 적용할 경우 다양한 장점들이 있다. 우선 건설산업의 기술력을 향상시키는 것이 가능하다. IPD 발주방식의 주요한 특징 중에 하나는 과거의 사업수행경험, 실적 및 기술력을 통하여 기술적으로 우수하다고 판단되는 특정 기업을 선정하는 것이다. 결과적으로 기업은 불필요한 가격 경쟁에서 벗어나 기술력 향상을 도모할 수 있다. 이 과정에서 스마트 건설 및 BIM의 적용이 원활하게 이루어진다[10]. 두 번째로는 건설 생산성의 향상이다. IPD는 설계 초기단계부터 종합 및 전문 건설사들이 참여하게 되며 이에 따라 초기에 설계의도를 반영하면서 최적의 공법이 적용될 가능성이 높아진다[11]. 또한 시공단계의 경험과 지식이 설계에 선반영되므로 공사비를 절감할 수 있다. 이 과정에서 공기단축과 원가절감에 따른 인센티브를 제공함으로써 건설 프로세스 전반의 경제성을 향상시킬 수 있다[12].

IPD는 단순한 발주방식의 개선이 아니라 전반적인 건설 프로세스와 연관이 있으며, 이와 관련한 다양한 이유로 국내 도입은 거의 이루어지지 않은 상황이다[13]. 따라서 IPD가 가진 많은 장점에도 불구하고 국내에 적용되지 못하는 문제점들을 기존 문헌들을 바탕으로 조사하였고 이를 아래 Table 2와 같이 정리하였다. IPD의 한계 및 문제점은 크게 네 가지; 정책(Policy), 인력 및 교육(People), 기술(Technology) 및 기타사항(Etc)으로 분류하였다.

IPD의 국내 활성화의 걸림돌로 가장 많은 의견이 나오는 부분이 정책관련 사항들이다. 이런 정책 관련 사항들은 다시 네 가지 분야: 일반사항, 계약, 연구, 인식으로 나눌 수 있다. 일반적으로 갑을문화가 고착화되어 있는 국내 발주자들의 의식체계에서 같은 조직의 동료의식을 가지고 전문분야의 계약자들에게 리더십을 양보하고 공동의 의사결정을 따르는 등의 IPD의 사업수행방식을 받아들이기 어려울 수 있다[14]. IPD는 발주자가 경험적으로 우수한 것으로 판단되는 기업을 사업초기부터 선정하

여 설계에 참여시키므로 현재 관점에서 기존의 IPD 방식으로 국내에 도입하는 것 자체가 불가능한 측면이 존재한다. 또한 IPD의 주요한 특성이 다중계약을 중심으로 진행되는 과정에서 관련 계약체계를 위한 법, 제도에 관한 준비가 미흡한 상황이다. 게다가 이에 따른 IPD의 적용을 위한 전반적인 검토가 산·학·연을 통해서 이루어질 필요가 있다. 마지막으로 IPD의 계약방식인 수익계약에 대한 전반적인 인식의 전환이 요구된다[15].

인력 및 교육과 관련해서는, IPD를 효율적으로 운영할 수 있는 전문가 및 리더가 부족하다. 또한 관계기관의 구성원별 IPD에 대한 이해도 및 성숙도의 수준이 상당히 차이가 난다. 따라서 IPD의 효과적 수행을 위한 전문가 육성 및 관련 교육이 필요하다.

Table 2. Limitations and Problems for Domestic Application of IPD

Classification	Details
Policy	-(Contract) Inadequate preparation of contract system related to IPD Problems with the legal system and culture for multiple contracts -(General Details) Rigid institutional system unfavorable to IPD application Very stingy about offering incentives The question of who is responsible for the risk -(Research) Insufficient review of the overall system and work environment -(Social stigma) Negative view on private contracts in Korea
People	-(Lack of manpower) Lack of experts and leaders for efficient IPD operation -(Level difference) Different skill levels of members participating in IPD
Technology	-(Data) Lack of data building and use cases -(Smart technology) Inactivation of related smart construction technologies such as BIM -(Price and technology) Lack of price competitiveness compared to technology
Etc	-(Infringement of autonomy of designers) Design proposals may be continuously rejected by other participants due to issues such as constructability and cost -(Risk transfer) Fears that the designer's risk will be passed on to the contractor -(Increase in cost) Overhead increase due to early joining of construction companies and professional contractors -(Public construction) There is no case of IPD application for public projects in the United States, and it mainly targets special buildings such as hospitals.

마지막으로 기술에 관한 부분이다. IPD 자체에 추가

적인 기술이 필요한 것은 아니지만, IPD를 적용할 때 가장 효과를 볼 수 있는 것은 스마트건설 및 4차 산업혁명 기술과의 연계에 있다. 특히 BIM은 건설 프로세스에서 정보의 분절·단절을 효과적으로 극복할 수 있는 가장 중요한 도구이며, IPD의 경우 BIM을 활용하면서 건설 참여자들이 협업 및 본 업무를 진행할 수 있게 도움을 받을 수 있다[16]. 따라서 현재 BIM이 국내 건설시장에서 얼마나 활성화 수준이 타 선도 국가 대비 낮기 때문에 IPD 도입과 함께 BIM의 기술발전 및 이에 따른 의무화·활성화가 필요하다[17]. 또한 IPD를 적용하면서 함께 도입될 다양한 기술력 대비 ROI가 높지 않다는 인식 및 관련 데이터가 부족하다[18]. 따라서 다양한 기술이 활용될 수 있게 선진 사례를 적극적으로 검색하고 공유하는 것이 필요하다. 또한 IPD 실행 후 건설 프로세스상에서의 데이터 확보 및 분류 기술에 대한 검토가 선행되어야 한다[19].

2.3 엔지니어링 기반 발주방식

국토교통부에서는 건설산업의 낮은 생산성을 개선하기 위해서 건설 엔지니어링(설계)을 활성화하고 스마트 건설기술을 개발하기 위해 노력을 하고 있다. 이 과정에서 공공기관 사업을 중심으로 선진 발주방식을 시험 중인 상황이다. 국내에서 도입을 검토, 시범사업 진행, 혹은 개선을 검토 중인 발주방식을 분석하였다.

새로운 발주방식의 형태는 주요한 목적에 따라 두 가지로 나눌 수 있다. 첫 번째는 엔지니어링사의 시공역량의 강화이다. 이 과정에서 엔지니어링사의 역할을 확대하고 능력을 배양하는 것을 목표로 한다. 우선 Project Manager(PM) 도입을 통하여 PM이 발주자의 권한을 전부 혹은 일부 위임받아 프로젝트의 성공적 수행관리를 할 수 있게 지원하는 방법을 도입할 수 있다. 엔지니어링사가 설계 업무를 진행하면서 동시에 PM까지 수행할 수 있다. 또한 엔지니어링사 공동도급 방식을 통해서 엔지니어링사 주도로 건설사와 한 팀을 꾸려 해당 사업을 진행하는 구조이다. 마지막으로 엔지니어링사 단독 도급 방식이다. 이는 엔지니어링사가 설계와 시공을 동시에 추진하는 방안이지만, 비교적 선호도가 낮게 나타나는 경향이 있다.

두 번째는 시공사의 사업 관리능력 강화이다. 이 과정에서 시공사가 가지는 시공에 대한 노하우를 설계에 반영하거나, 건설 프로세스 전반에 관리능력을 배양하는 것을 목표로 한다. 우선 시공책임형 CM을 통해 종합건설사가 설계단계에 참여해 설계요류 등 최소화하는 방안이 검토될 수 있다. 이런 책임형 CM을 시범사업 형태로

진행하고 성과에 대한 평가 및 제도화를 마련하는 것이 필요하다. 또한 스마트 또는 BIM 턴키제도를 개선하여 진행할 수 있다. 이 과정에서 스마트 턴키 적용기준을 완화해서 BIM 등 스마트 건설기술이 일부 공정에 중점 적용된 공사까지 턴키 발주를 허용하는 방안이 있다. 이를 통하여 스마트 건설기술의 현장작용이 확대되고 결과적으로 건설산업 생산성 향상을 도모할 수 있다.

3. 설문조사 분석

3장에서 수행한 설문조사는 스마트건설 및 디지털화가 진행 중인 건설산업에서 기존의 발주방식의 문제점을 알아보고 개선방향을 찾는 것을 목표로 진행하였다. 또한 BIM이 활성화되면서 추진가능한 새로운 발주방식과 제도 개선 방향에 대하여 알아보았다. 조사내용을 통해 국내 실무 현장에서의 BIM 도입현황, 기술수준, 이슈사항 등을 파악하고, 향후 BIM을 중심으로 한 건설산업 디지털 전환 및 BIM 기반 건설산업 발주방식 개선을 위한 기초자료로서 활용할 수 있다.

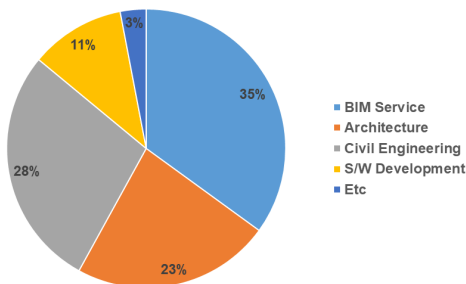


Fig. 1. Survey respondents chart

설문 분석을 위하여 건설사업 전반에 활동하고 있는 전문가들을 대상으로 선정하였다. 특히 BIM 전문 서비스(35%), 토목(28%), 건축(23%), S/W 개발(11%) 분야의 국내 건설분야 전문가 90명이 참여했으며 그 분포는 Fig. 1과 같이 나타난다.

건설산업에서 “16년 이상” 경력의 응답자가 가장 많았고, “11년~15년”, “6년~10년”, “5년 이하” 경력의 응답자 순이었다. 반면, BIM 관련 업무 경력은 “5년 이하” 전문가가 가장 많았으며 Fig. 2와 같이 나타난다.

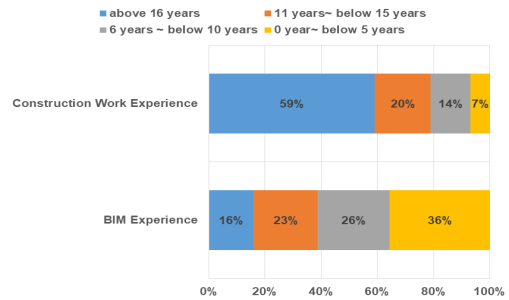


Fig. 2. Survey respondents' experience with construction work and BIM

설문에 대한 분석은 “BIM 활성화에 따른 제도 및 정책 요구사항”, “BIM 기반 발주방식 검토”로 나누어 진행하였다.

BIM의 도입으로 인하여 실무자, 발주자를 포함하는 건설산업 전반의 업무 프로세스가 변화하고 있기 때문에 이를 지원할 수 있는 제도의 마련 및 운영은 중요하다. BIM 기반의 실무 정착 및 확산을 위해서는 “기존 2D 방식 발주방식(67%)”, “대가기준(59%)”, “국가 차원의 시행지침(51%)” 등이 우선적으로 마련되어야 한다고 응답했으며 Fig. 3과 같이 나타난다. 따라서 많은 전문가들이 발주방식의 개선과 BIM의 활성화는 건설 프로세스에서 밀접한 관련이 있다고 판단하였고, 이런 두 가지 측면이 유기적으로 연결되어 검토 및 개선이 필요하다고 응답했다.

Fig. 4에서는 대다수의 전문가가 국내 BIM을 최적화할 수 있는 발주 방식으로 IPD(Integrated Project Delivery, 프로젝트통합발주)가 가장 적절하다고 응답했다(64%). 하지만 2.2장에서 분석한 바와 같이 국외에서 적용하고 있는 IPD 방식 그대로 국내 건설산업에 적용하기는 어려운 실정이다.

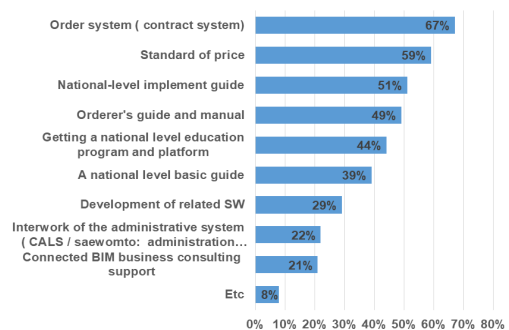


Fig. 3. Requirements for Laws/policies to settle and expand BIM business

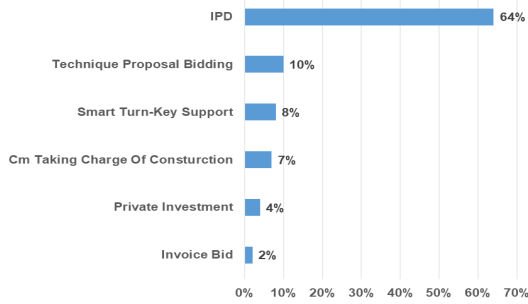


Fig. 4. Appropriate BIM delivery method

Fig. 5에서는 국내 건설산업에 IPD의 적용을 저해하는 요인으로는 “발주자의 전문지식 미흡(67%)”, “상호 평등하지 못한 계약구조(60%)” 등이었다. 즉, 발주자의 BIM 관련 전문지식 향상을 위한 방안이나 불평등한 계약 구조의 근본적 개선이 요구된다.

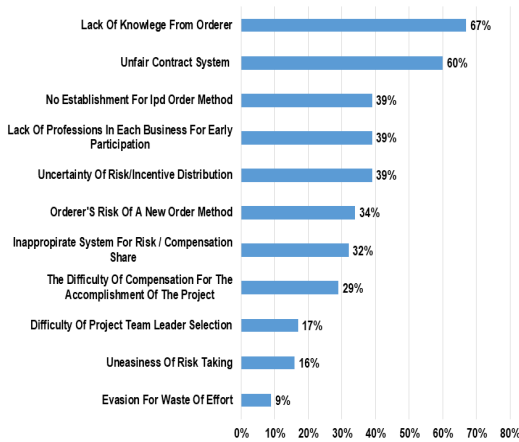


Fig. 5. Obstacles when applying the IPD delivery method in the Korean construction industry

4. 발주방식 의사결정 체크리스트

4.1 발주 관련 의사결정 프로세스

건설공사의 발주는 해당 공사에 대한 여러 가지 특성과 상황 등에 대한 분석을 통해 결정되어야 하지만 공공 건설공사의 경우 공사비(추정가격)에 따라 관련 법규와 규정 그리고 지침에 의해 발주방식이 정해지고 있다. 공공건설공사 조달은 예산절감, 품질보증, 공정 경쟁과 기회균등을 원칙으로 하고 있기 때문이다. 따라서 현재는 기술 평가 등의 정성적인 평가 방법보다는 정량적으로 평가하여 공정성을 확보할 수 있는 방향으로 발주방식들

이 구성되어 있다.

이에 반해 민간공사의 경우에는 발주자의 사업 목적과 요구사항, 해당 공사의 용도와 특성, 사업기간과 예산 확보, 공사 내용 등에 따라 다양한 발주방식을 조합해 이루어지고 있다. 민간공사 발주자의 최종 목표는 “투자 대비 효율성(Value for Money)”에 두고 있기 때문에 단순 최저가 방식 보다는 다양한 발주방식을 조합해 프로젝트 특성에 맞는 최적의 계약 상대자를 선정하기 때문이다.

건설공사의 발주방식 결정은 프로젝트 성공을 위한 최적의 계약 상대자를 찾는 의사결정 과정이라 할 수 있다. 이러한 의사결정 과정의 중심에는 발주자가 있다. 민간 공사에서는 발주자가 모든 의사결정의 주체가 되지만, 공공공사에서는 국가 또는 지자체의 재정 집행이라는 성격으로 인해 발주자의 책임과 재량권보다는 중앙기관으로 일임해 공정성을 확보하는 것을 우선 시 하다 보니 관련 법령과 제3자(심의위원회 등)에 의해 발주방식이 결정되는 구조를 가지고 있다.

4.2 건설공사 발주 관련 규정

공공과 민간 건설공사의 용역, 공사 발주방식 선정에 영향을 미치는 관련 법령과 규정은 아래의 Table 3 및 Fig. 6과 같다. 현재 공공건설공사에서 발주방식을 결정하는 가장 중요한 기준이 되는 것은 공사비다. 타당성조사, 기본계획 수립대상이 아닌 건설공사에 대해서는 자체 심의위원회나 규정에 의해 집행되거나 일정금액 이상 사업에 대해서는 조달청에 기술검토 요청을 통해 발주방식이 결정되는데 이는 대부분 설계 시공 분리 발주방식이며 관련 규정에 따라 입찰방식, 낙찰자결정방식, 계약방식이 결정된다.

기본계획 수립 대상인 대형공사는 건설기술진흥법 시행령 제70조 ‘공사수행방식의 결정’ 규정에 따라 기본계획을 수립·고시한 후 건설기술심의위원회(중앙, 지방)를 거쳐 기타공사(설계시공 분리), 일괄입찰방식, 기술제한 방식, 대안 입찰 방식 등을 결정해야 한다.

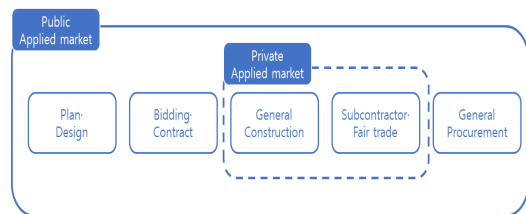


Fig. 6. Applied Market of Public and Private

Table 3. Related Acts affecting the decision of the project delivery method

Classification	Related legislation	
Plan·Design	National Finance Act	
	Local Finance Act	
Bidding·Contract	State institution	State contracts legislations → Contract(accounting)revising → Public procurement service execution standard
	Local government	Local contracts legislation → Contract revising → Autonomy regulation
	Government office	Contract office rules, Regulation on management of contract office(other government offices)
General Construction	Basic laws of the construction industry	Type of construction business, Work scope, Subcontract, etc
	Construction industry promotion Act	Design, Management of construction, Construction engineers, Quality control
	Construction law	Design of structures, Construction supervision
	Housing Act	Apartment Housing Design, Construction supervision
Subcontractor·Fair trade	Monopoly Regulation and Fair Trade Act Act on the Fairness of Subcontracting Transactions	
General Procurement	Procurement Service Act: Request for contracts to the Public Procurement Service of more than 3 billion won in state agencies Act on the Utilization and Promotion of Electronic Procurement	

4.3 발주방식 주요 검토사항 및 체크리스트

발주방식의 의사결정 구성요소를 분석하여 BIM의 특성을 반영한 BIM 발주 체크리스트를 작성하였다. 이를 위해 건설사업 발주 진행 단계를 바탕으로 아래의 Fig. 7 및 Table 4와 같이 주요 내용과 이에 따른 BIM 적용에 따른 주요 검토사항을 표현하였다.

우선 사업시행결정 및 추진계획 수립 단계에서는 해당 사업 프로젝트의 목표를 설정하고 알맞은 재정예산을 확보하는 것이 필요하다 이 과정에서 BIM을 적용하는 목적을 명확하게 해야 한다. 특히 BIM을 활용했을 경우 얻게 되는 장점들인 공사비 절감, 공기단축, 품질개선 등 중에서 해당 프로젝트가 추구하는 방향에 맞게 설정할 수 있다. 또한 이런 BIM의 특성을 고려한 사업 예산을 수립하는 것도 중요하다. 따라서 사업의 목적 및 필요성에 따른 BIM의 활용방안을 정리하고 관계자 협력계획 수립 및 예산 및 공사비 검토를 통한 기본계획안 확정을 진행해야 한다.

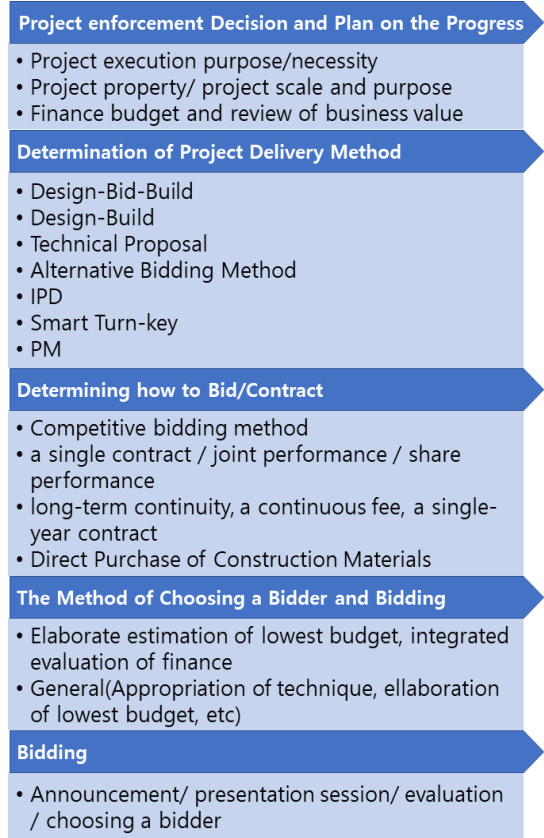


Fig. 7. Project Delivery Process

Table 4. BIM-based project delivery checklist

Stage	The major consideration applying BIM
Project enforcement decision and plan on the progress	BIM application purpose(cut building budget, Duration reduction, Quality improvement, Demo business, etc) Plan
	BIM feature considered the project budget establishment
	BIM authorities (orderer / designer / constructor) establish a cooperating plan
	Review bidding guide method reflecting BIM features
	Breakdown system of construction budget considering BIM features
Determination of project delivery method	Establish a basic plan to amplify advantages of BIM
	Check if BIM features are considered when choosing a bidder(maximize BIM advantage and business value)
	Check if the cooperation system is appropriate for the designer and constructor
	Clarify the boundary of responsibility of BIM risk and data

Determining how to bid/contract	Bidding and contract determination based on construction cost and contract subject
	Consideration of the scope of application of appropriate regional restrictions in consideration of the protection of contractors and revitalization of the local economy in the construction site
Decide the method of choosing a bidder and bidding	Effect of participating project (design, construction, quality control) to quality of quality/duration/budget
	Effect of applying BIM on achieving project's goal

두 번째로는 사업 발주방식의 결정이다. 이 과정에서 검토해야 할 주요 사항으로는 엔지니어링과 시공간 관계를 정리하는 것이다. 엔지니어링과 시공을 일괄로 진행할 것인지, 분리를 할 것인지를 장단점 비교를 통하여 선택해야 한다. 또한 기술제한 방식을 얼마나 받아들일 것인지, 스마트 턴키 제도를 통해서 어떤 스마트 기술을 어떻게 적용할 것인지도 확인해야 한다. 또한 IPD가 적용 가능한지, 만약 불가능하다면 어떤 측면의 IPD가 가지는 장점을 활용하면 좋을지 검토해야 한다. 마지막으로 PM 방식이 적용이 가능한 것인지, 가능하다면 발주청·PM·엔지니어링·시공 간 관계를 어떤 식으로 구성할 것인지 확인해야 한다.

세 번째로는 입찰·계약 방식의 결정이 필요하다. 이 과정에서는 공사비 관련하여 어떤 입찰 방식을 사용할 것인지, 계약은 누구와 어떤 식으로 진행할 것인지, 그리고 단기 혹은 장기 계약 방식 등을 선택해야 한다.

네 번째는 낙찰자 선정방식의 결정이다. 이 과정에서는 발주방식과 연계하여 검토하는 것이 필요한데, 발주방식에서 제시한 방법 중에서 가격 혹은 기술력을 어떤 식으로 평가할 것인지, 또한 낙찰자를 선정하는 과정에서 공정성을 어떻게 확보할 수 있는지 검토해야 한다.

마지막으로는 입찰의 시행이다. 이 과정에서 공고·현장설명회·평가·낙찰자 선정의 과정을 거치게 되는데, BIM 기반 스마트 건설이 효과적으로 적용될 수 있게 진행되어야 한다.

5. 결론

본 연구에서는 BIM을 활용한 스마트 건설의 활성화를 위한 BIM 기반 발주과정 의사결정 프로세스를 제공하는 것을 목표로 한다. 건설산업의 시작 단계인 발주 과정 및 단계에 따른 체크리스트를 제시하였다. 이를 위하여 우

선 선행연구를 통하여 발주방식의 정의, 분류, 장단점을 비교하였다. 또한 전문가 설문을 바탕으로 해외와 비교하여 국내 발주과정의 현황에 대한 분석과 개선점에 대하여 조사하였다. 마지막으로 건설산업 발주방식의 의사결정 프로세스를 제시하고, BIM 기반 발주를 시행할 때 원활한 의사진행 및 결정을 위하여 체크리스트를 제공하였다. 본 연구를 통해서 확인하고 정리한 내용은 다음과 같다.

(1) 기존 연구 고찰하면서 관련 분야에 대한 연구동향을 확인하였다. 첫 번째로 발주방식의 정의 및 단계를 분석함으로써 건설산업 발주제도 및 절차에 대하여 알아볼 수 있었다. 또한 해외 건설분야에서도 적극적으로 활용하고 있는 BIM 기반 IPD 발주방식의 장단점을 살펴보고, 국내에 적용하는 과정에서 문제점을 확인하였다. 또한 건설 생산성 향상과 스마트 건설기술의 적용을 위해 국내에서 추진하고 있는 발주방식을 분류 및 정의하고 이에 따른 장단점을 기술하였다.

(2) 설문조사를 통하여 BIM 전문가들이 바라보는 국내 발주방식의 문제점과 개선방향에 대하여 알아보았다. 특히 BIM의 활성화는 건설 전반 프로세스를 개선할 수 있는 발주방식의 개선과 유기적으로 이루어질 수 있다는 것을 확인하였고, 국내에 BIM 활성화를 위한 발주방식 개선 방향에 대하여 정리하였다.

(3) 발주방식의 의사결정 프로세스를 검토하면서 BIM 기반 발주방식을 선정하는 방법론을 제시하였다. 첫 번째로, 다양한 발주 관련 의사를 결정할 수 있는 요소들을 분류하였고, 의사결정의 일반적인 기준을 확인하였다. 두 번째로, 건설공사의 발주 관련 법·제도·규정을 발주방식의 프로세스에 따라 확인하였고 단계별 주요한 특징을 기술하였다. 마지막으로, 발주방식의 의사결정 프로세스 상에서 BIM 기반 발주방식 선정의 체크리스트를 제시하였다. 건설 프로세스를 진행하면서 어떤 부분을 어떻게 고려하고 검토해야 하는지를 각 단계별로 체크리스트를 제공함으로써 발주청, 설계사(엔지니어링사), 시공사 등이 각자의 역할을 어떻게 수행해 나갈 수 있는지 제안하였다.

본 연구에서 분석한 발주제도의 특성별 분류 및 의사결정 프로세스 기반 체크리스트를 바탕으로 스마트 건설을 위한 발주제도 의사결정에 도움이 된다는 점에서 시사하는 바가 명확하다. 건설산업의 정보화, 지능화, 자동화를 위하여 다양한 발주제도가 도입되어야 하며, BIM이 활성화되면서 발주방식 및 선정과정에서 본 연구의 결과가 유용하게 활용될 수 있다.

향후 연구에서는 BIM을 활용한 발주제도 개선을 위하여 발주문서의 자동화와 디지털화에 대한 연구를 수행할 계획이다. 발주문서의 양식을 국제표준 및 기준에 맞추어 표준화하고 워크플로우를 정의하는 과정이 진행될 것이다. 또한 다양한 발주문서를 인공지능 기반 의사결정 프로세스 및 평가가 필요하다.

References

- [1] M. Štefanič, and V. Stankovski, "A review of technologies and applications for smart construction.", *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Civil Engineering*, Vol. 172, No. 2, pp.83-87, 2019.
DOI: <https://doi.org/10.1680/jcien.17.00050>
- [2] C. H. Lee, I. S. Kim, C. Y. Lee, J. M. Shin, and C. H. Kang, "Application of Smart Construction Technology for Quality and Productivity Improvement", *Korea Concrete Institute*, 33, 6, pp.67-72, 2021.
- [3] Statistical Office, Production age population (15-64), *Statistical Office*, [cited 2022 June 5], Available From: https://kosis.kr/visual/populationKorea/PopulationByNumber/PopulationByNumberMain.do?mb=Y&menuId=M_1_4&themald=D02 (accessed Nov. 3, 2022)
- [4] C. Boje, A. Guerriero, S. Kubicki, and Y. Rezgui, (2020). "Towards a semantic Construction Digital Twin: Directions for future research.", *Automation in Construction* 114, pp.1-16, 2020.
DOI: <https://doi.org/10.1016/i.autcon.2020.103179>
- [5] A. Q. Gbadamosi, L. Oyedele, A. M. Mahamadu, H. Kusimo, & O. Olawale, "The role of internet of things in delivering smart construction.", *CIB World Building Congress*, pp. 1-10, 2019.
- [6] S. Z. S. Zuber, N. M. Nawi, and F. A. A. Nifa, "Construction procurement practice: A review study of integrated project delivery (IPD) in the Malaysian construction projects.", *Int. J. Suppl. Chain Manag.*, 8, pp.777-783, 2019.
- [7] A. Engebø, O. Lædre, B. K. Young and P. F. Larssen "Collaborative project delivery methods: A scoping review.", *Journal of civil engineering and management*, 26, 3, pp.278-303, 2020.
DOI: <https://dx.doi.org/10.3846/jcem.2020.12186>
- [8] S. Glick, and A. Guggemos. "IPD and BIM: benefits and opportunities for regulatory agencies.", *Proc., 45th Associated Schools of Construction National Conference*, 2009.
- [9] I. Ahmad, N. Azhar, & A. Chowdhury, "Enhancement of IPD characteristics as impelled by information and communication technology.", *Journal of Management in Engineering*, 35, 1, pp.219-236, 2020.
DOI: [http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000670](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000670)
- [10] R. Cheng, & A. Johnson, "Motivation and means: How and why IPD and lean lead to success.", 2016.
- [11] S. W. Yun, "Considerations for Introducing IPD from a Construction Company's Perspective", *Construction Engineering and Management*, 16, 2, pp.19-20, 2015.
- [12] Y. S. Jeong, "Suggestions on the Direction of IPD for Domestic Construction Companies", *Construction Engineering and Management*, 16, 2, pp.10-13, 2015.
- [13] S. E Yoo, T. W. Kim, and J. H. Yu, "Effect of Multyparty Contract in IPD Project Case study of USA and Korean Projects.", *Construction Engineering and Management*, 18, 1, pp.3-16, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.6106/KJCEM.2017.18.1.003>
- [14] U. Y. Kim, and G. P. Gwang, "BIM and IPD, and modular construction.", *Construction Engineering and Management*, 13, 5, pp.31-33, 2012.
- [15] J. H. Kim, "Integrated Project Delivery (IPD) - Tools for Principles and Applications.", *Construction Engineering and Management*, 16, 2, pp.14-18, 2015.
- [16] Y. S. Kim "New Paradigm of Project Delivery System for BIM Based Construction Projects: Integrated Project Delivery(IPD) System.", *Review of architecture and building science*, 54, 1, pp.37-40, 2010.
- [17] J. S. Lee, J. T. Han, S. M. Paik and W. R. KIM "A Method for the Application of IPD to Domestic Construction Industrythrough SWOT Analysis.", *Architectural Institute of Korea Structure & Construction*, 28, 3, pp.99-106, 2012.
DOI: https://doi.org/10.5659/JAIK_SC.2012.28.3.99
- [18] U. Y. Kim, "Re-interpretation for the introduction of IPD in the domestic construction industry.", *Construction Engineering and Management*, 16, 2, pp.3-6, 2015.
- [19] M. W. Jang, W. J. Sim, and Y. S. Ahn., "A Study on the Solution of Focused Restraints for Introduction of IPD for BIM Efficient Utilization in Domestic Construction Industry.", *Architectural Institute of Korea Structure*, 15, 4, pp.93-99, 2013.

이 재 욱(Jae-Wook Lee)

[정회원]



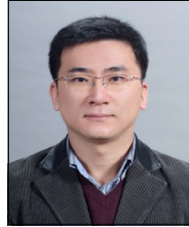
- 2012년 2월 : 한국건설기술원 건설 및 환경공학과 (공학석사)
- 2020년 8월 : 일리노이대학교 건축학과 (건축학박사)
- 2020년 12월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 수석연구원

<관심분야>

BIM, 설계자동화, 건축환경

문 현 석(Hyun-Suk Moon)

[정회원]



- 2006년 2월 : 경상대학교 토목공학과 (공학석사)
- 2009년 8월 : 경상대학교 토목공학과 (공학박사)
- 2009년 8월 ~ 2011년 1월 : Teesside University (UK), CCIR 센터 선임연구원
- 2012년 2월 ~ 2013년 1월 : University of Michigan, Post-Doc.
- 2012년 12월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 BIM클러스터장

<관심분야>

BIM, 건설관리, 드론, 인공지능, 프로세스 최적화

이 종 호(Jong-Ho Lee)

[정회원]



- 2015년 8월 : 연세대학교 일반대학원 건축공학과 (공학석사)
- 2019년 3월 ~ 현재 : 연세대학교 일반대학원 건축공학과 박사과정
- 2015년 8월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 전임연구원

<관심분야>

BIM, 건축제도

김 도 영(Do-Young Kim)

[정회원]



- 2013년 2월 : 성균관대학교 일반대학원 건축학과 (건축학석사)
- 2018년 2월 : 성균관대학교 일반대학원 건축학과 (건축학박사)
- 2019년 1월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 박사후연구원

<관심분야>

BIM, 건설절차, 데이터연계