

공공부문 시공책임형 CM 사업의 시공이전단계 성과분석

박보성¹ · 김옥규^{2*}

¹충북대학교 건축공학과 박사과정 · ²충북대학교 건축공학과 교수

Performance Analysis of Pre-Construction Phase of CM at Risk Project in Public Sector

Park, Bo-sung¹, Kim, Ok-kyue^{2*}

¹Graduate Student, Department of Architectural Engineering, Chungbuk National University

²Professor, Department of Architectural Engineering, Chungbuk National University

Abstract : The CM at Risk project, which started with the aim of strengthening the global competitiveness of the domestic construction industry through innovation of ordering system, is being implemented in the form of pilot projects in the public sector. However, it seems that it is necessary to enact related laws and regulations to move to the formal ordering system, and the performance analysis of the project is still insufficient. In this paper, the effectiveness and reliability of the project were verified through the performance analysis of the Pre-Construction Service of the four pilot projects currently being implemented. The results of the study were analyzed in five areas including Team Building, Design Book, Construction Period, VE, and BIM. Through the interview survey, the problems were confirmed and improvement plans were presented. The results of this study are expected to be used as basic data for the legalization of ordering system to be implemented in the future.

Keywords : CM at Risk, Public Sector, Pilot Project, Pre-Construction Service

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

발주제도 혁신을 통한 건설산업의 글로벌 경쟁력 강화를 위하여 선진형 발주방식인 “시공책임형 CM” 입찰제도가 도입된지도 어느덧 4년이란 시간이 지났다. 2011년 건설산업기본법에 시공책임형 CM에 대한 정의 및 업무규정이 신설된 이후, 비록 정식 입찰제도가 아닌 국가계약법 시행령 제 42조(국고의 부담이 되는 경쟁입찰에서의 낙찰자 결정), 공기업·준정부기관 계약사무규칙 제2조(다른 법령과의 관계 등), 시공책임형 건설사업관리 시범사업 가이드라인(국토교통부)에 기반하여 공기업발주특례(기획재정부)로 만들어진 임시적인 제도이기는 하나, 기존의 발주방식이 가진 문제점, 즉, 설계-시공 분리 발주로 인해 설계정보가 시공사에게 충분히 전달되지 못하고, 설계도면의 시공성(Constructability)

결여로 잦은 재시공 및 설계변경, 가격 위주의 경쟁을 통한 단순 도급방식으로 민간의 선진 기술요소 반영이 곤란했던 점 등이 일정부분 해소되거나 개선되었다는 평가가 나오고 있다.

이러한 내·외부의 평가와 더불어 정부의 디지털 국가 혁신전략인 I-KOREA 4.0(2017.11.)과 건설산업 혁신방안 발표(2018.6.) 등의 정부정책에 힘입어, 시공책임형 CM 사업은 공공입찰시장에서는 한국토지주택공사(LH)를 중심으로, 민간에서는 금융 데이터센터 등 설계 및 시공의 난해로 인한 시공사의 기술적 노하우가 필요한 사업 위주로 그 범위 및 적용사업의 수가 점진적으로 늘어나고 있다. 국토교통부에서 운영하고 있는 건설산업지식정보시스템(KISCON) 자료를 보면, 2014년부터 꾸준히 실적집계가 이루어진 민간부문에 비해, 공공부문의 경우에는 2018년부터 실적집계가 이루어졌는데, 이것은 한국토지주택공사(LH) 주도의 시범사업 형태로 2017년도부터 사업이 진행되고, 착공 및 준공시점이 도래한 이후에 실적신고가 이루어지는 시간상의 착시효과로 인한 결과로 보여진다(Table 1).

그렇다면 시공책임형 CM 사업이 아직까지 시범사업의 형태로 머물러 있는 상황에서, 정식 발주제도로써 나아가기 위

* **Corresponding author:** Kim, Ok-kyue, Department of Architectural Engineering, Chungbuk National University, Chungbuk, Korea
E-mail: okkim@chungbuk.ac.kr
Received December 29, 2020: **revised** March 5, 2021
accepted March 8, 2021

Table 1. Domestic CM at Risk performance

(unit : million won)

Year	Total		Public sector		Private sector	
	Case	Price	Case	Price	Case	Price
Total	18	1,102,300	4	209,900	14	892,400
2019	2	72,100	1	69,200	1	2,900
2018	5	315,100	3	140,700	2	174,400
2017	3	167,000	-	-	3	167,000
2016	1	132,700	-	-	1	132,700
2015	3	278,000	-	-	3	278,000
2014	4	137,300	-	-	4	137,300

해서는 시공책임형 CM 사업에 대한 성과분석 및 문제점을 도출하고 개선할 필요성이 있다. 이는 현재 시행되고 있는 다수의 프로젝트에 대한 면밀한 모니터링 및 분석이 필요한 이유이다.

따라서 본 연구에서는 현재 시행되고 있는 국내 공공부문 시공책임형 CM 사업의 시공이전단계(Pre-Construction Service)에 대한 업무범위 및 성과, 문제점, 개선방안을 도출함으로써, 시공책임형 CM 사업의 법제화 및 제도정착에 기여하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 시공책임형 CM 사업의 업무범위중 시공이전단계 성과분석을 위해 객관적으로 확인 및 검증이 가능한 업무범위를 정하고, 이에 대한 성과를 분석하고자 하였다.

이를 위하여 2017년부터 2020년까지 시행된 총 38건의 한국토지주택공사(LH) 시범사업 중에서 시공이전단계 사업관리용역(Pre-Construction Service)이 끝난 4개의 프로젝트를 연구대상으로 하고, 이에 대한 연구방법은 다음과 같은 방법으로 진행하고자 한다. 첫째, 시공책임형 CM 현황, 업무수행절차, 선행연구 등 시공책임형 CM에 대해 이론적 고찰을 실시한 후, 둘째, 시공이전단계 성과분석 대상 및 범위를 고찰하며, 셋째, 팀빌딩(Team Building), 설계도서 정합성, 공기검토, VE, BIM 활용 등에 대하여 성과분석을 실시하고, 넷째, 프로젝트의 참여자를 대상으로 한 포커스집단면접(Focus Group Interview)을 통해 시공이전단계에서 개선되어야 하는 사항을 제시하고자 한다.

2. 이론적 고찰

2.1 시공책임형 CM 현황

시공책임형 CM의 법적정의는 “종합공사를 시공하는 업종을 등록한 건설업자가 건설공사에 대하여 시공이전 단계에서 건설사업관리 업무를 수행하고 아울러 시공단계에서 발주자와 시공 및 건설사업관리에 대한 별도의 계약을 통하여

종합적인 계획, 관리 및 조정을 하면서 미리 정한 공사 금액과 공사기간 내에 시설물을 시공하는 것을 말한다.”라고 건설산업기본법에서 정의하고 있다. 또한 한국토지주택공사(LH)의 경우에는, 시공책임형 CM을 “건설사업을 수행함에 있어 설계검토 등 사업관리역량 및 시공역량을 모두 보유한 종합건설업체를 실시설계단계에 조기 선정하여 발주자가 선정한 설계사와 협업을 통하여 설계를 수행하고 이후 종합건설업체와 시공계약을 체결하여 그 금액 범위 내에서 공사를 수행하는 사업방식”으로 정의하고 있다(시공책임형 CM 사업 입찰안내서). 용어상의 차이는 일부 있으나, 시공이전 단계에 건설사를 미리 선정하여 설계관리를 포함한 사업관리업무와 시공연계를 통한 사업진행방식에는 차이가 없다.

공공기관 중에서 가장 적극적으로 시공책임형 CM 사업을 추진하고 있는 한국토지주택공사(LH)의 경우, 2017년 3개 사업을 시작으로, 2020년까지 총 38건의 건축사업(공동주택, 일반건축물, 복합건축물)을 시행하고 있으며, 이러한 기준은 법제화가 될 때까지 지속될 것으로 예상된다(Table 2).

Table 2. CM at Risk order status (architectural field)

(unit : million won)

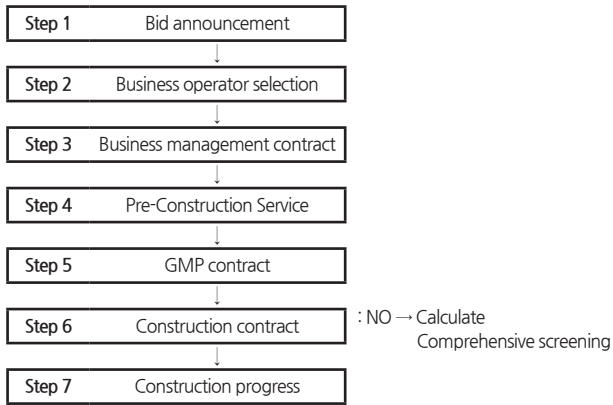
Year	Case	Price
Total	38	3,804,800
2020	12 (APT_7, Normal_1, Complex_4)	1,276,100
2019	12 (APT_12)	1,179,800
2018	11 (APT_10, Normal_1)	842,300
2017	3 (APT_3)	506,600

2.2 업무수행절차

시공책임형 CM 사업의 핵심은 시공이전단계에서의 건설사의 역할이다. 이것을 우리는 일명 프리콘서비스(Pre-Construction Service)라는 용어로 표현하는데, Kim (2020)은 미국 CMAA 기준으로 프리콘을 설명하고 있다. 즉, 건설 프로젝트 생애 주기 5단계 중 시공이전단계인 기획, 설계, 발주의 3단계를 총칭하며, 이 단계에서는 프로젝트 목표 수립, 설계도면 작성, 발주 관련 업무를 수행하고 시공을 준비하는 사전활동을 한다. 특히 원가, 일정, 품질에 관련된 제반사항을 시공전에 사전 검증하여 프로젝트가 계획에 따라 수행될 수 있도록 하는 사전활동을 종합하여 “프리콘”이라고 정의하고 있다.

한국토지주택공사(LH)를 기준으로 시공책임형 CM 사업의 업무진행 프로세스를 살펴보면, <Table 3>의 절차에 의해 입찰공고 이후 건설사 선정(사업관리계약), 프리콘서비스(사업관리용역), 시공계약, 시공단계가 진행됨을 알 수 있다.

Table 3. LH CM at Risk process



2.3 시공책임형 CM 관련 선행연구 고찰

시공책임형 CM과 관련한 국내의 선행연구에 대해 시공책임형 CM 시범사업이 시작된 2017년을 기점으로 이전과 이후로 나누어 분석해보았다. 먼저 2017년 이전의 선행연구를 살펴보면, Shin (2004)은 시공책임형 CM을 국내 공공건설시장에 도입하기 위한 방안으로 사업자 선정방식 및 제도의 개선, 도입에 대한 기대효과를 제시하였고, Byambadorj (2012)는 기존문헌 및 전문가 면담을 통해 시공책임형 CM 활성화 저해요인을 도출하고 이에 대한 대안을 제시하였다. 또한, Lee (2017)은 미국의 선진건설사 벤치마킹을 통해 시공책임형 CM의 경쟁력 확보 및 선진화를 위한 건설사의 시공이전단계 서비스 방법을 제시하였다. Koo (2017)는 GMP 계약을 위해 Fuzzy-FMEA 기반으로 리스크요인을 평가하고 위험도 순위를 제시하였다.

2017년 이후의 선행연구를 살펴보면, Koh (2018)는 시공책임형 CM을 포함한 주요 발주방식에서의 BIM 활용분야를 비교분석함으로써, 프로젝트의 특성과 발주방식에 따라 BIM의 적용범위와 수준을 전략적으로 수립할 수 있는 근거를 제시하였다. Han (2019)은 LH 시범사업 사례를 통해 시공책임형 CM 발주방식의 리스크를 도출하였다. 또한, Park (2019)은 국내 공공부문의 시공책임형 CM 사업자 선정을 위한 평가방식에 대해 LH 시범사업 및 민간사업을 비교함으로써, 평가방식 및 평가요소를 제시하였으며, Park (2020)은 시공책임형 CM에 대해 발주기관과 설계사, 시공사 관점에서의 문제점을 도출하고 개선방안을 제시하였다.

2017년 이전의 연구가 국내 시공책임형 CM 도입방안 및 기존문헌·해외사례를 통한 제도개선, 리스크요인 분석 등 간접적인 방식에서의 연구가 많이 이루어졌다면, 2017년 이후의 연구는 시범사업을 통해 나타나는 다양한 이슈와 문제점에 대해 실제적이고 검증이 가능한 방법으로 연구가 진행되고 있는 것을 확인할 수 있다. 이와 같은 내용을 아래의 <Table 4>에 정리하였다.

Table 4. Literature review

Year	Research contents
By 2017	Domestic introduction plan and system improvement CM at Risk activation method Pre-Construction Service benchmarking Risk factor analysis and evaluation
After 2018	Scope and level of application of BIM Risk identification through pilot projects Proposal of evaluation method for business selection A study on the problems and improvement of related subjects

본 연구는 시범사업을 통한 연구라는 점에서는 2017년 이후 기존 연구 방법론의 연장선상에 있다고 할 수 있지만, 시공이전단계(Pre-Construction) 업무에 대한 실제적인 성과 및 문제점을 분석하고 개선방안을 도출했다는 점에서 기존 연구와 차별된다.

3. 시공이전단계 성과분석 대상 및 범위

3.1 분석대상 및 범위 설정

본 연구의 시공이전단계 사업관리(Pre-Construction Service)에 대한 분석을 위해 2017년 이후 한국토지주택공사(LH)에서 시행하고 있는 4개 사업지를 <Table 5>와 같이 분석대상으로 선정하였다.

Table 5. Business site to be analyzed

Project	Separation	Contents
Uijeongbu OO	Announcement	July 2017
	Price	166,100 million won
	Pre-Construction Service period	180 days
	Construction period	935 days
Kyeryong OO	Announcement	July 2018
	Price	82,400 million won
	Pre-Construction Service period	180 days
	Construction period	927 days
Boryeong OO	Announcement	July 2018
	Price	98,300 million won
	Pre-Construction Service period	180 days
	Construction period	866 days
Yangju OO	Announcement	May 2019
	Price	190,600 million won
	Pre-Construction Service period	135 days
	Construction period	1,010 days

4개의 사업지를 특정하여 분석대상으로 선정된 이유는 4개 사업지 모두 공동주택으로 동일한 분석기준을 적용할 수 있고, 사업비 및 사업관리기간, 공사기간에 따른 성과의 차이를 비교해 볼 수 있기 때문이다.

한국토지주택공사(LH)의 사업공고시 입찰안내서에서 규

정하고 있는 시공이전단계 사업관리 업무수행 범위는 설계도서 정합성 향상, 시공BIM 구축, 공사비 관리, VE, 공정 계획 수립, 발주계획, 공사수행계획서 작성, 사업수행 단계 별 리스크 관리 등으로 규정하고 있으며, 세부적인 내용은 <Table 6>과 같다.

Table 6. Pre-Construction Service scope

NO	Scope
1	Improvement of design document consistency through BIM-based detailed design document error, interference, and constructability review
2	Construction BIM using detailed design BIM data
3	Establishment of work performance plan for BIM work in design and construction stage
4	Organized collaboration with orderers, designers and other participants
5	Construction cost calculation and construction cost change management
6	Discovery of cost reduction factors(VE activities)
7	Establishment and optimization of process plans through collaboration with professional partners
8	Establishment of manpower input plan
9	Subcontractor, materials, equipment selection, order plan establishment
10	Support for writing construction specifications
11	Preparation of construction performance plan
12	Establishment of quality, environment, and safety management plans in advance
13	Identifying expected risks by each stage of project execution and establishing response plans
14	Other matters necessary for performing project management services

그러나, <Table 6>에서 언급한 모든 업무수행범위에 대해 개량적으로 확인하고 그 성과를 분석하기에는 한계가 있어, 성과분석이 가능하도록 그 범위를 아래의 <Table 7>과 같이 5개의 항목으로 조정하였다.

Table 7. Performance analysis scope

NO	Separation	Scope
1	Team Building	Arrangement of project managers (construction companies, partners), collaboration during construction
2	Consistency of design books	Improvement of interference, errors, omissions, and inconsistencies
3	Construction period review	Estimation and reduction of proper construction period
4	VE	Cost reduction, errors, and improvement of missing items
5	Utilize BIM	3D, 4D, 5D, Design, construction, safety, environment, sharing

3.2 적용 도구 및 기법

한국토지주택공사(LH)에서 시행하는 시공책임형 CM 사

업의 경우, 입찰공고시 제시하는 입찰안내서상에 BIM 사용을 의무화하고 있다. 따라서 시공이전단계 사업관리를 위하여 BIM을 기반으로 관련 도구 및 기법들이 아래의 <Table 8>과 같이 사용되었다.

Table 8. Key tools and techniques

Separation	Key tools, techniques
3D Modeling	Revit, Navisworks
Schedule	Primavera P6, Process Mapping
Cost	BuilderHub, EMS, TVD Process
Environment	Sanalst(Sunlight), CFD(Flow of air)
Cloud	A360
Scanning	Drone_Angelswing
Collaboration	BIG Room, ZOOM

4. 성과분석

앞서 <Table 5>에서 선정한 4개의 현장에 대하여 <Table 7>과 같이 성과분석이 가능하도록 범위를 조정한 이후, 시공이전단계 사업관리기간 동안에 생성된 1) 사업수행계획서, 2) 주/월간보고서, 3) 사업관리완료보고서, 4) VE심사결과, 5) BIM 결과보고서 등을 토대로 성과분석을 진행하였다.

4.1 Team Building

각각의 사업지는 사업관리용역 계약의 체결일로부터 최소 14일에서 최대 21일 이내 합동사무실을 개소하여 건설사 및 협력업체 조직이 상주/비상주하여 업무를 진행하였다. 건설사의 경우에는 프리컨팅장(현장소장)을 포함하여 건축, 기계, 전기·통신, BIM, 토목, 조경 등 총 8명이 상주·비상주 투입되었으며, 전문협력업체의 경우 파일, 토목, 조경, 골조, 내장, 기계, 전기·통신, BIM 등 8개사가 비상주 투입되었다. 이와는 별도로 원 설계사도 건축분야를 중심으로 상주하였으며, 발주처 감독관도 비상주로 업무를 수행하였다.

입찰안내서에서 요구하고 있는 조직구성 및 시공시 연계성 여부에 대해 시공이전단계 사업관리기간 동안 생성된 사업수행계획서, 주/월간보고서, 사업관리완료보고서 분석을 통해, 그 활용정도에 따라 적극활용(O), 제한적활용(△), 미활용(X)으로 구분하였다. 타 사업지에 비해 의정부00의 합동사무실 개소와 협력업체 배치가 미흡하였는데, 이는 시범사업 초기에 따른 건설사의 준비부족과 업무프로세스의 미정립 때문인 것으로 파악되었다. 그리고 공통적으로 협력업체의 시공 연계성이 부족하였다. 이는 협력업체의 보유 기술 인력의 제한과 건설사의 경쟁입찰 유도가 영향을 미쳤던 것으로 확인되었다<Table 9>.

Table 9. Team Building

(O : Good △ : Insufficient)

Separation		Uijeongbu OO	Kyeryong OO	Boryeong OO	Yangju OO
Organization	Joint office	21 Days	14 Days	14 Days	14 Days
	contractor	△	O	O	O
	Subcontractor	△	O	O	O
Construction connection	designer	O	△	O	O
	contractor	O	O	O	O
	Subcontractor	△	△	△	△

4.2 설계도서 정합성

설계도서의 정합성을 확인하기 위한 방법으로 BIM을 통한 설계/시공성 검토내용을 분석하였다. 4개 사업지 모두 건설사 BIM 담당자 외에 공종별 담당자, 전문 협력업체와의 협업을 통해 설계검토 업무를 진행하였으며, 실시설계 진행 단계별 최대 30차례에 걸쳐 Issue Report를 통해 변경, 보완 사항들을 지속적으로 Up - Date 하였다.

NO	WORK	ITEM	WORK STANDARD	KEY MAP
200319-M003	Heating	Pipe	Architecture	
INTERFERENCE TYPE			Structure	
Object Interception			Civil	
BUILDING	LAYER	DRAWING	Landscape	
401	PIT-1	MF-058, MF-032	MEP ●	
3D			PIT HEATING PIPING	PIT FIRE FIGHTING PIPING
Review(20. 3. 19)			Consultation (20. 4. 17)	Result(20. 4. 27)
Interference of heating and firefighting piping			Moving heating piping	Drawing change, modelling modification

Fig. 1. BIM Issue report form

검토사항은 유형별, 분야별로 구분하여 반영여부를 확인할 수 있도록 하였으며, 사업일정 등으로 미반영된 항목은 시공단계에 반영될 수 있도록 조치하였다.

〈Table 10〉을 보면 검토내용은 세분화되어 객체간섭, 작성오류, 정보누락, 검토요청 등 4개항목으로 구분하였으며, 건축(A), 구조(S), 토목(C), 조경(L), MEP(M) 등 분야별로 검토가 진행되었다. 검토건수는 MEP, 건축, 구조 순으로 나타났는데, 이를 통해 복잡하고 변경사항이 많은 분야일수록, 기존 2D도면으로는 확인이 어려운 공종일수록 BIM을 통한 설계개선 효과가 크다는 것을 알 수 있다. 각 사업지마다 검토수에서 차이를 보이는 이유는, 원 설계도서의 정합도 수준 차이 외에, 관리기간의 상이, 참여자의 역량, 발주처 요구수

준, 인허가 기간 등에 기인한 것으로 분석되었다.

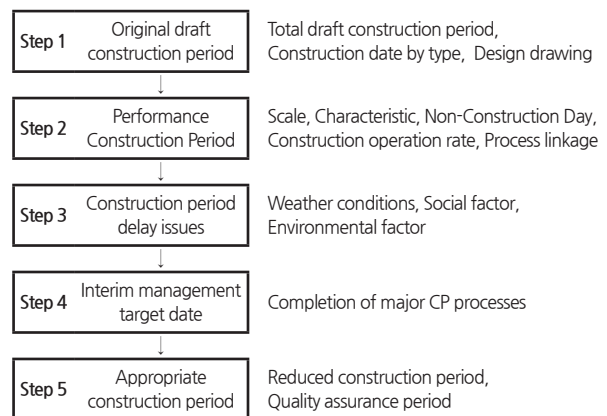
Table 10. Conformity review of detailed design

Project	Separation	Total	A	S	C	L	M
Uijeongbu OO	Object Interception	71	-	4	-	-	67
	Preparation error	129	42	37	-	-	50
	Missing information	14	2	6	-	-	6
	Request for Review	60	34	16	-	-	10
	Total	274	78	63	-	-	133
Kyeryong OO	Object Interception	25		2	1	-	22
	Preparation error	32	21	8	-	-	3
	Missing information	6	3	2	-	-	1
	Request for Review	42	10	10	-	-	22
	Total	105	34	22	1	-	48
Boryeong OO	Object Interception	87	1	14	-	-	72
	Preparation error	247	46	21	-	-	20
	Missing information	72	45	19	-	-	8
	Request for Review	80	34	29	-	-	17
	Total	326	126	83	-	-	117
Yangju OO	Object Interception	57	2	4	-	-	51
	Preparation error	78	30	40	-	-	8
	Missing information	52	11	38	-	-	3
	Request for Review	40	12	8	2	-	18
	Total	227	55	90	2	-	80
Average		233	73	64	2	-	94

4.3 공기검토

각각의 사업지에 대한 공기검토는 기본적으로 BIM을 활용한 3D 시뮬레이션과 공정관리 프로그램, 그리고 공사관련 구성원들간의 협의과정인 Process Mapping을 통해 최적의 공사기간을 산정하여 발주처에 제시하였는데, 그에 대한 세부 수행절차는 〈Table 11〉과 같다.

Table 11. Process Mapping



사업지의 공사기간을 산정시에는 발주기관별 산정기준이나 유사 프로젝트를 기준으로 삼는 것이 일반적이다. 그러나 시공책임형 CM 사업의 경우에는 Process Mapping이라는 기법을 활용함으로써, 각각의 사업지는 아래 〈Table 12〉에

서 정리한 내용과 같이 발주처의 제시공기 대비 최소 30일에서 최대 150일까지 공사기간을 단축할 수 있는 공정계획을 수립할 수 있었으며, 이를 통해 보다 효율적인 현장관리와 사업비 절감이라는 이중의 효과도 기대할 수 있게 되었다.

Table 12. Construction period by project site (unit : days)

Project	Construction scale	Original construction period (B)	Modified Construction Period (A)	Difference (A-B)
Uijeongbu OO	24F, 15Buildings	935	785	-150
Kyeryong OO	25F, 10Buildings	927	897	-30
Boryeong OO	21F, 6Buildings	866	836	-30
Yangju OO	29F, 12Buildings	1,010	920	-90

4.4 VE

시공책임형 CM 사업 시공이전단계의 다양한 프리콘활동(Pre-Construction Service)들이 물론 다 중요하지만, 그 중에서도 발주처는 VE를 통한 원가절감에 보다 높은 관심을 가진다. VE대상을 선정하는 기준은 사업공고시 입찰안내서에 동등이상의 품질확보 및 기능을 발휘한다는 전제로 제안하게 되어 있으며, 기본도면의 오류부분이나 누락된 사항도 VE 제안대상으로 하였다.

Table 13. VE Application status (unit : million won)

Project	Project price	VE			
		Savings amount	Error, Missing	Total	Saving (%)
Uijeongbu OO	165,400	11,500	-100	11,400	6.9
Kyeryong OO	82,100	2,100	-400	1,700	2.1
Boryeong OO	97,900	2,000	-200	1,800	1.8
Yangju OO	189,800	6,700	-2,600	4,100	2.2
Total	535,200	22,300	-3,300	19,000	(Average)3.6

〈Table 13〉의 자료를 통해, VE에 따른 공사비 절감효과를 확인할 수 있는데, 평균적으로 공사비 대비 3.6%(오류·누락분 제외시 4.2%)를 절감하였다. 2017년도 시행된 의정부OO 사업지 대비 3개 사업지의 절감율이 상대적으로 적게 나타났는데, 이것은 설계도서 수준과 VE 제안기준의 차이로 그 이유를 설명할 수 있다. 의정부OO이 기본설계 기준으로 VE를 통해 제안할 수 있는 범위가 상대적으로 컸던 반면에, 주차구획 기준 변경(계룡OO, 양주OO), 재투자비용 반영(계룡OO, 보령OO), 특화설계(계룡OO, 보령OO), 주거환경개선비용 반영(양주OO) 등의 입찰조건은 VE를 통한 공사비 절감에 제한요소로 작용했다. 그렇다 하더라도 VE활동을 통해 일정부분 공사비 절감효과가 있다는 것이 확인되었고, 양주OO 사업지의 경우를 보더라도 설계도서 오류·누락분에 대

한 개선효과(4개 사업지 총 33억) 또한 있음을 확인할 수 있었다.

4.5 BIM 활용

BIM의 3D 모델링 구축수준은 실시설계의 경우에 BIL 40, 시공단계 BIL 50 수준으로 설정되어 있다.

〈Fig. 2〉는 양주OO 사업지의 BIM 적용사례로 다양한 분야에 활용 가능성을 보여준다. 앞서 3.2 적용도구 및 기법에서 언급한 바와 같이, 시공책임형 CM 사업에서 BIM 사용의 의무화됨에 따라, 주요 업무범위인 설계도서 정합성, 공기검토, VE, 수량검토, 시공성검토 등과 BIM 간의 연계성에 대해 확인하고자 하였다.

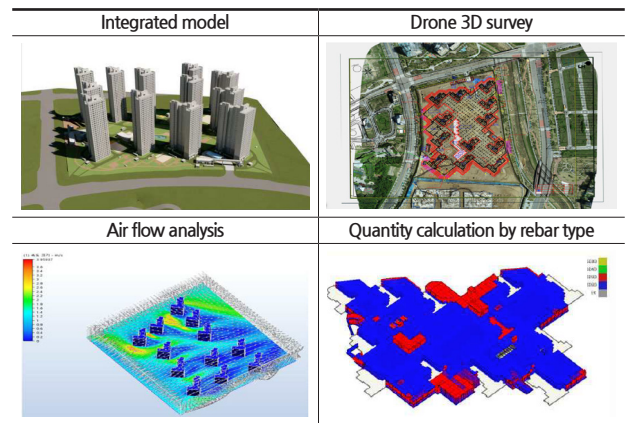


Fig. 2. BIM Application of Yangju OO

Table 14. BIM Application level

(O : Good △ : Insufficient X : Unapplied)

Separation		Uijeongbu OO	Kyeryong OO	Boryeong OO	Yangju OO
3D	Modeling	O	O	O	O
	VR	O	O	O	O
	3D Scanning	O	O	O	O
4D	Process linkage	O	O	O	O
	Construction sequence	O	O	O	O
5D	Con'c	O	O	O	O
	Reinforcing rod	X	X	X	O
	Finishing materials	X	X	X	△
Design	Review	O	O	O	O
Construction	Review	△	X	X	△
Safety	Risk assessment	X	X	X	X
Environment	Interval	O	X	X	O
	Sunlight	X	X	X	O
	Air flow	O	X	X	O
Collaboration	Cloud	O	O	O	O

※ 3D: Modeling 4D: 3D+Time 5D: 3D+Cost

〈Table 14〉는 시공이전단계 사업관리기간 동안 생성된 BIM 결과보고서, 사업관리완료보고서를 통해 사업지별 BIM 활용도를 분석한 자료이다. 활용정도에 따라, 적극활용(O), 제한적활용(△), 미활용(X)으로 구분하였다. 사업지의 여건에 따라 BIM 활용범위는 차이가 발생했는데, 의정부OO은 BIM 적용 최초 사업지로 구성원들의 업무미숙 및 프로세스 미정립으로 그 적용범위의 한계를 확인할 수 있었다. 계룡OO, 보령OO의 경우에는 실시설계 지연으로 인한 사업관리일정 부족으로 다양한 분야에 대한 검토가 진행되지 못하였다. 가장 최근에 수행된 양주OO은 가장 적극적으로 BIM을 활용하였는데, BIM 전문인력을 통한 관리와 설계사와의 협업을 통하여 마감수량, 안전 위험성평가 등을 제외한 대부분의 분야에서 우수한 활용도를 나타내었다. 안전 위험성평가의 경우에는, 현장 근로자를 대상으로 그 효과가 크다는 판단에 따라 활용시점을 시공단계로 조정하였다.

5. 표적집단면접에 의한 개선방안

시공이전단계 사업관리(Pre-Construction Service)에 대한 문제점 및 개선방안 제시를 위해, 상기 4개의 프로젝트에 실제로 참여했던 16명을 대상으로 표적집단면접(Focus Group Interview)을 실시하였다.

Table 15. FGI Survey Summary

Separation	Survey contents
Period	November 20th, 2020 to November 27th, 2020 February 18th, 2021 to February 19th, 2021
Interview	16 people(4 people by project)
Work	Field manager, Team leader, BIM manager
Research	Focus Group Interview

5.1 Team Building 강화를 위한 협력업체의 참여 의견 마련

시공책임형 CM은 참여자간 협업이 매우 중요한데, 4개의 사업지 모두 상대적으로 협력업체의 참여와 시공연계성이 부족하였다. 그 원인으로 협력업체의 제한적인 기술인력의 보유로 장기간 지속적인 참여가 어렵고, 시공단계시 경쟁입찰 유도로 인한 공사수주의 불확실성과 적정수익 미담보 등이 협력업체의 적극적인 참여를 저해하는 요인으로 분석되었다.

이에 따라 우수한 협력업체의 참여를 유도하기 위한 방안으로, 1) 역량 있는 협력업체의 참여를 전제로 인건비, 기술비 등 사업관리기간 협력업체 투입비의 사업비 반영, 2) VE 등 사업관리 성과에 대한 수익의 공유, 3) 시공단계 입찰참여 시 가산점 부여 또는 수익계약 등 공사참여가 가능하도

록 다양한 인센티브 검토가 필요한 것으로 조사되었다.

5.2 설계도서 정합성 향상을 위한 건설사와 설계사의 협업시스템 정착

시공책임형 CM 방식에서의 건설사와 설계사의 관계는 T/K나 기술제안방식의 수직적인 관계와 달리 발주자와 직접 계약하는 수평적 관계이다. 건전한 긴장관계 속에 상호 협력과 경쟁이 잘 이루어지면 다양한 시너지를 낼 수 있지만, 그렇지 않고 사업관리기간 내내 갈등관계가 지속된다보면 설계도서 정합성 향상이나 VE 등 애초에 설정한 목표를 달성할 수 없고, 사업의 지연 등 Risk 요인만 키울 수 있다. 따라서 상호 협의하에 초기 관계 및 업무협력범위를 정하는 것이 사업의 목표달성에 중요한 영향을 미친다. 설계진행은 설계사의 업무범위인데 반해 BIM은 건설사가 진행하고, VE는 건설사가 제안하는데 반해 도면화 작업은 설계사가 진행해야 하는 등 업무구분으로 인해, 4개의 사업지 모두 사업관리기간 초기 건설사와 설계사간의 관계설정에 어려움을 겪었다.

따라서 1) 사업관리단계 시작단계에서는 Work-Shop을 통해 공동의 목표설정 및 상호 간의 업무범위를 조율하고, 2) 진행단계에서는 Big Room 등 의사결정 Process를 통하여 업무공유 및 적기 의사결정을 유도함으로써 설계도서의 정합성을 높일 수 있도록 건설사와 설계사 모두 노력해야 한다.

5.3 VE 의사결정과정의 개선

VE는 발주처의 VE심사위원회 심사를 통해 최종 적용여부를 결정한다. 사업지별로 차이는 있겠으나, 제안후 VE 적용 확정까지 최소 1달 이상이 소요되었는데, 발주처 관련부서와의 협의지연과 신기술·신공법 적용에 대한 이견이 주요 지연사유였으며, 이는 전체적인 실시설계 진행일정에도 영향을 미치는 것으로 확인되었다.

이를 개선하기 위해서는, 1) 발주처 설계기준과 관련법령에 대한 이해를 토대로 VE제안을 적성하고, 관련부서 협의 필요여부를 사전에 확인하여 적기에 협의절차를 진행함으로써, 일정지연을 방지하여야 한다. 2) 신기술·신공법 제안 시에는 건설사는 물론 타당한 기술적 자료를 제시하여야 하고, 발주처는 자체 설계기준을 토대로 하지않은 제안항목이라 하더라도 다양한 기술검토자료와 사용실적 등을 토대로 보다 적극적으로 적용여부를 판단하여야 한다. 원가절감과 품질향상을 주된 목적으로 하는 VE가 오히려 사업일정을 지연시키는 요소로 작용되는 것을 최소화하여야 한다.

5.4 BIM 활용 확대를 위한 참여자의 역량 강화

앞서 <Table 6>에서 시공책임형 CM 사업의 시공이전단계 사업관리(Pre-Construction Service)에 대한 업무수행범위를 총 14단계로 나누었는데, 이 중 상당수의 항목이 BIM과 연계되어 있다. 현장에서의 활용도는 <Table 14>에서 확인된 바 있다. 그러나 BIM 전문협력사를 통해 주요 업무를 진행하다 보니, 실질적으로 건설사의 BIM 수행역량은 크게 개선되지 않았다. 또한, 전환설계라고 표현하는, 설계사가 2D로 작성한 파일을 BIM업체가 3D로 모델링하는 단계를 거치다 보니, 주어진 사업관리기간에 비해 BIM을 통한 설계검토 시간이 부족해지는 사례도 발생했다.

이를 개선하기 위한 방안으로는 1) 우선적으로 건설사의 자체 BIM 역량을 강화하여야 한다. 3D 모델링은 협력업체에서 진행한다고 해도, 이에 대한 관리는 건설사 자체 BIM 관리조직을 통해 이루어져야만 건설사의 실질적인 BIM 역량이 높아질 수 있다. 그래야 과정상, 결과상의 성과도 온전히 건설사의 노하우로 축적될 수 있다. 또한, 다른 측면으로 2) 발주자는 설계사 선정시에 BIM 설계 또는 검토를 업무범위에 포함함으로써 전환설계에 따른 일정지연을 방지하고 설계와 BIM의 연계성을 높일 수 있도록 해야한다.

6. 결론

국내 건설산업의 발주제도 혁신과 글로벌 경쟁력 강화를 목적으로 시작된 시공책임형 CM 발주방식에 대하여 아직까지 그 성과에 대한 분석은 제대로 이루어지지 않고 있다. 이에 한국도지주택공사(LH)에서 시행하고 있는 4개의 시범사업 프로젝트 수행자료와 참여자 면담조사를 통해 시공책임형 CM의 사업단계중 시공이전단계 사업관리(Pre-Construction Service)의 성과에 대해 알아보고, 문제점 및 개선방안을 도출하였다.

Team Building, 설계도서 정합성, 공기검토, VE, BIM 활용 등 총 5개의 항목으로 나누어 성과를 분석해본 결과, Team Building을 위해 사업자 선정후 최대 21일 이내 건설사, 설계사, 발주자, 협력업체가 참여하는 합동사무실을 개소하였다. 건설사와 협력업체는 건축 등 분야별 담당자 및 전문가가 상주 및 비상주를 통해 업무를 진행하였고, 시공단계까지 연계될 수 있도록 계획하였다.

설계도서의 정합성 측면에서는 BIM을 활용하여 Issue Report를 통해 설계 및 시공분야 간섭 및 오류, 누락사항 등이 실시설계도서에 반영, 수정되었으며, MEP 등 복잡하고 2D도면으로 확인이 어려운 분야일수록 BIM을 통한 설계개선 효과가 크다는 것이 확인되었다.

공기검토시에는 3D 시뮬레이션과 공정관리 프로그램, 구

성원들간의 협의과정인 Process Mapping을 통해 최적의 공사기간을 산정하고 공기단축을 제안함으로써, 효율적인 현장관리와 이에따른 공사비 절감의 효과를 기대할 수 있게 되었다.

VE는 공사비 절감과 오류·누락분으로 나누어 제안하였는데, 사업지별 설계진행수준 및 VE 제안기준의 차이에 따라 사업지별로 다소 차이가 발생했지만, 평균 3.6%(오류·누락분 제외시 4.2%)의 공사비 절감효과를 확인할 수 있었다.

BIM은 사업관리(Pre-Construction Service)에 대한 핵심도구로 사용되었다. 사업지별 적용에 차이는 있었지만, Cloud를 기반으로 3D, 4D(공정), 5D(골조 수량산출)를 비롯해 설계/시공성검토, 환경성 검토까지 그 영역을 확대하였다.

이러한 성과에도 불구하고 문제점 또한 확인되었다.

표적집단면접에 의한 분석결과, Team Building 시공단계의 연계성에 있어서 협력업체의 참여가 미흡하였는데, 이는 협력업체의 제한적인 기술인력 보유와 시공단계 공사수주의 불확실성에 기인한 것으로 분석되어, 협력업체와의 수익공유와 시공업체 선정시 우대 등의 인센티브가 필요한 것으로 분석되었다.

설계도서 정합성 측면에서 건설사와 설계사의 관계재설정 및 협업부족에 따른 문제점도 확인되었다. 이를 극복하기 위해서는 Work-Shop을 통해 공동의 목표설정과 업무범위를 조율하고 Big Room을 활용한 적기 의사결정 유도로 시너지를 극대화해야 한다.

VE가 발주처와의 협의지연으로 인해 실시설계 진행일정에 영향을 미치는 것에 대해서는 관련부서와의 적기협의를 신기술·신공법 제안에 대한 보다 적극적인 검토와 의사결정이 필요한 부분이다.

BIM 활용과 관련하여 협력업체에 의존한 BIM 운용으로 실질적인 BIM 역량 한계의 문제점에 대해서는 건설사의 자체 BIM 관리조직을 육성하고, 설계사 선정시 BIM 업무범위를 포함함으로써 건설사와 설계사의 역량강화와 더불어 설계, BIM간 연계성도 높일 수 있다.

본 연구의 대상을 시범사업으로 진행하고 있는 4개의 사업지로 한정하고, 시공이전단계에 국한해서 그 성과 및 문제점을 도출한 것인만큼 전체 시공책임형 CM 사업에 대하여 분석내용을 일반화시키기에는 한계가 있다. 그러나 본 연구를 토대로 좀 더 많은 사업지에 대한 분석과 시공단계와의 연계성, 용역형 CM (CM for Fee) 등 다른 발주유형과의 비교 등에 대한 연구가 이루어진다면, 현재 시범단계에 머물러 있는 시공책임형 CM 사업의 법제화와 더 많은 영역으로의 확대에 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

References

- Byambadorj, T. (2012). "A Study of Factors that Caused 'CM at Risk's Inactivity and Proposal for the System Improvement." *M.S. Dissertation*, Department of Architecture, Soongsil University, pp. 1-44.
- Cho, H.K. (2011). "Construction Management Services during Pre-Construction Stages." *M.S. Dissertation*, Department of Architectural Engineering, Sejong University, pp. 37-60.
- Han, J.H. (2019). "Risk Factors to Implement CM at Risk Pilot Project." *M.S. Dissertation*, Department of Construction Management, Hanyang University, pp. 19-47.
- Han, J.H., Kim, K.T., and Ahn, Y.H. (2018). "Major Risk Factors to Implement CM at Risk Pilot Project on the Public Sector." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 19(3), pp. 61-69.
- Han, T.H. (2018). "Innovation of Pre-Construction Service Based Construction Production Method." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 19(5), pp. 41-45.
- Han, T.H., and Park, J.H. (2017). "A Possibility of Pre-Construction Service and its Core Technologies in Domestic Construction Market." *建築*, AIK, 61(5), pp. 39-46.
- Kim, J.G. (2008). "The Strategy of the General Contractor Under the Circumstances of CM at Risk." *M.S. Dissertation*, Department of Architectural Engineering, Dong-A University, pp. 35-50.
- Kim, J.H. (2020). "PRECON." MID, pp. 113-234.
- Kim, J.H. (2010). "An Analysis about Factors Affecting Inactiveness of CM at Risk at Korean Construction Industry." *M.S. Dissertation*, Department of Construction Management, Hanyang University, pp. 13-39.
- Koh, S.H. (2018). "Comparison Analysis of BIM Use and Level in the Domestic and Overseas BIM Projects according to Project Delivery System." *M.S. Dissertation*, Department of Construction Management, Hanyang University, pp. 5-28.
- Koo, S.K. (2017). "Risk Factor Assessment for Guaranteed Maximum Price Contract in CM at Risk." *M.S. Dissertation*, Department of Construction Management, University of Seoul, pp. 38-94.
- Lee, C.J., Lee, S.H., and Ahn, Y.H. (2017). "Benchmarking of US General Contractor's Pre-construction Services for a CM at Risk Project to Improve Contractor's Competitiveness." *Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection*, JKSMI, 21(5), pp. 9-18.
- Lee, K.D. (2015). "A Study on the Analysis of main Barriers for the Activation of CM at Risk in the Domestic Construction Industry." *M.S. Dissertation*, Department of Architectural Engineering, Kyungpook National University, pp. 47-58.
- Park, H.K. (2011). "A Study on the Effect of Pre-Detecting Errors Using BIM in the Pre-Construction Phase." *M.S. Dissertation*, Department of Architectural Engineering, Yonsei University, pp. 50-75.
- Park, K.M., and Kim, C.D. (2016). "Improvement through Analysis of Current Open Book Policy for the Korean CM at Risk." *Korean Journal of Construction Engineering and Management*, KICEM, 17(2), pp. 3-11.
- Park, S.J. (2020). "Improving the Performance of Construction Projects Introducing CM at Risk." *M.S. Dissertation*, Department of Construction Management, Hanyang University, pp. 29-40.
- Shin, S.H. (2004). "A Plan for Application of CM at Risk to the Public Construction Sector in Korea." *M.S. Dissertation*, Department of Construction Management, University of Seoul, pp. 35-107.
- Son, K.N. (2018). "Importance Analysis of Obstacle Factors on the CM at Risk Projects using AHP Method." *M.S. Dissertation*, Department of Construction Management, Hanyang University, pp. 15-67.

요약 : 발주제도 혁신을 통한 국내 건설산업의 글로벌 경쟁력 강화를 목적으로 시작된 시공책임형 CM 사업이 공공부문에서 시범 사업의 형태로 시행되고 있다. 그러나 정식 발주제도로 나아가기 위한 관련 법령 제정까지는 시간이 필요해 보이며, 사업에 대한 성과분석도 아직까지 미진한 상황이다. 이에 본 논문에서는 현재 시행되고 있는 4개의 시범사업의 사업이전단계사업관리(Pre-Construction Service)에 대한 성과분석을 통해 사업의 효과와 신뢰성을 검증하고자 하였다. Team Building, 설계도서 정합성, 공기 검토, VE, BIM 활용 등 총 5개의 분야에 대해 성과분석을 진행했으며, 참여자 면담조사를 통해 문제점을 확인하고 그에 대한 개선안을 제시하였다. 본 연구의 결과는 향후 이루어질 발주제도 법제화에 대한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

키워드 : 시공책임형 CM, 공공부문, 시범사업, 사업이전단계 사업관리
