

BIM 기반 건축 시설물 유지관리 시나리오 효과 분석

강태욱*, 김지은, 최현상
한국건설기술연구원

Effectiveness Analysis of BIM-based Architectural Facility Management Scenario

Tae-Wook Kang*, Ji-Eun Kim, Hyun-Sang Choi
Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

요약 최근 공공공사의 BIM (Building Information Modeling)의 무 발주 추세와 더불어, BIM 정보를 효과적으로 활용하기 위한 시설물 관리 기술이 다양하게 연구되고 있다. 특히, BIM기반 시설물 관리에 필요한 BIM 정보 표준, BIM 모델링, BIM 서버, BIM-GIS 플랫폼 기술, 3차원 이미지 스캔 기반 역설계와 같은 기술들은 많은 발전을 거듭하고 있다. 하지만, BIM의 시설물 유지관리 적용 범위가 어디까지 될 수 있는 지, 시설물 관리 행위별 주체의 역할은 무엇인지, 기존 시설물 유지관리 시나리오와 BIM기반 시설물 유지관리 시나리오의 차이점과 효과는 무엇인지에 대한 연구는 매우 부족한 상황이다. 본 연구는 BIM 기반 건축 시설물 유지관리 시나리오를 연구하고, 그 효과를 확인한다. 이를 위해, 관련 연구 동향을 분석하고, BIM 기반 시설물 유지관리 적용 범위, 시설물 유지관리 행위별 주체의 역할 등을 분류한 후, 기존 시설물 유지관리 시나리오와 비교·분석을 통해, BIM 기반 시설물 관리 시나리오 효과를 분석하였다.

Abstract Recently, according to a public order with BIM regulations, various technologies of facility management (FM) have been studied to use BIM data effectively. The technology for BIM-based FM, such as BIM data standard, BIM modeling, BIM server, and BIM-GIS platform, reverse engineering based on 3D image scans is developing constantly. On the other hand, there has been little research on the range of FM based on BIM, the role of actors by management works, the difference, and difference in effects between original FM and BIM-based FM. This study examined the scenario of architectural FM based on BIM and confirmed the effect. For this, after analyzing the research trends, the range of FM applications and the role of actors by management works were defined, and the effectiveness analysis of a BIM-based architectural FM scenario was deduced.

Keywords : BIM, Facility Management, Business, Scenario, Maintenance

1. 서 론

건축물의 시설물 유지관리 분야는 시설물 노후화에 따른 유지보수 및 장수명에 대한 관심, 기후변화 및 자연 재해에 따른 시설안전, 첨단 IT 기술을 융합하는 스마트 빌딩 출현 등으로 시장의 규모가 지속적으로 증가하고

있다[1].

건축물의 유지관리를 위해서 필요한 정보는 기획단계 부터 설계, 시공, 준공의 모든 단계를 포함하는 건물의 전체 생애주기 동안 발생한다. 현재의 건축물은 기술의 첨단화로 인한 대형화, 고층화, 복합화, 비정형화 되고 있으며 그에 따라 발생하는 정보의 양도 지속적으로 증

본 연구는 한국건설기술연구원 2016년 주요사업(BIM/GIS 플랫폼기반 건설공간정보 통합운영기술 개발)의 연구비지원에 의해 수행되었음.

*Corresponding Author : Tae-Wook Kang(Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology)

Tel: +82-10-3008-5143 email: laputa99999@gmail.com

Received July 11, 2016

Revised (1st October 17, 2016, 2nd November 8, 2016)

Accepted November 10, 2016

Published November 30, 2016

가하고 있기 때문에 시설물이 완공된 후 데이터를 입력하거나 단계별 정보를 도면과 서류로 전달해 왔던 기존 유지관리 시스템의 방식은 정보의 소실 및 분산화로 한계점에 이르게 되었다.

이러한 문제점을 보완하기 위해 건물의 전 생애주기 동안 발생하는 정보를 하나의 통합모델로 입체적으로 구축하고 건물의 각 단계에서 이용하는 정보를 교환 할 수 있는 BIM(Building Information Modeling)을 유지관리 시스템에 도입하고 있다[2].

해외에서는 설계, 시공을 위한 BIM 사용과 기존 FM 시스템과 연계하기 위해 COBie 등의 표준 포맷을 활용하고 있으며, BIM 기술을 적용한 시설물 유지보수 시스템 구축 사례가 증가하고 있다. 국내는 한국건설기술연구원, 남극 세종기지 등이 BIM 기반 시설물 유지관리 기술을 시험적으로 적용하고 있다.

하지만, 실제로 BIM 기술을 적용하였을 때, 유지관리 적용 가능한 범위가 어디까지 인지, 유지관리 행위별 주체의 역할은 무엇인지, 기존 유지관리 시나리오와 BIM 기반 유지관리 시나리오의 차이점과 효과는 무엇인지에 대한 연구는 매우 부족한 상황이다.

본 연구에서는 건축 시설물 유지관리 업무에서 BIM 활용 목적, 운영 방법 및 효과를 도출하기 위해, 주제별 유지관리 업무를 파악하고, 기존 유지관리 시나리오와의 비교·분석을 통해 BIM 기반 시설물 유지관리 시나리오를 도출하고 효과를 분석하고자 한다.

2. 연구 방법 및 동향 조사

2.1 연구 방법

BIM 기반 건축 시설물 유지관리 시나리오 적용 시 효과를 도출하기 위해, 관련 연구 동향을 조사하고, 유지관리 활동의 범위 및 행위자 역할을 정의한다. 그리고 이를 바탕으로 유지관리 시나리오를 정형화하고, 기존 시설물 유지관리 시나리오와 BIM 기반 시설물 유지관리 시나리오를 특정 사례를 통해 비교해 봄으로써, 그 효과를 도출한다. 다음 그림은 연구 방법의 상세 흐름도이다.

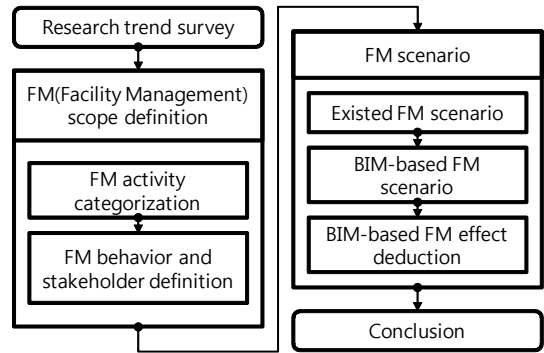


Fig. 1. Research Flow

2.2 연구 동향 조사

BIM 기반 시설물 비즈니스 시나리오 도출에 관한 연구 동향을 진행하였다. 대부분의 연구는 시설물 유지관리 시스템의 기초연구와 지침, 요소기술, 경제적 타당성 분석 등의 기타연구로 구분되었다. 해당 내용은 다음과 같다.

먼저 BIM 기반 시설물 유지관리 시스템에 관한 연구가 프로세스 개발, 요구사항 도출, 시스템 구축 등의 주제로 다양하게 수행되었다. Kim 외(2014)는 BIM 기반 도시 시설물 유지관리 시스템 요구사항을 도출하였다[3]. 이 연구는 스마트 유지관리 시스템에 필요한 고려사항 프레임워크 도출에 초점을 맞추고 있다. 이와 유사하게 Kang 외(2014)는 도시 시설물 관리를 위한 BIM 기반 참조 모델에 관한 연구를 수행하였다[4]. 이 연구는 BIM 기반 도시 시설물 관리를 위해 필요한 기술 및 요구사항이 무엇인지 도출하고, 이를 참조 모델로 개발하는 것에 초점이 맞춰져 있다. Park 외(2009)는 BIM 기반 초고층 주상복합시설 유지관리 시스템을 위한 기초연구를 진행하였다[5]. 이 연구에서는 초고층 주상복합시설 유지관리 시스템 개발을 위한 구성요소를 도출하고 있다. Jo 외(2008)는 BIM 기반 공공시설물 프로젝트 단계에 따른 유지관리 시스템을 연구하였다[6]. 이 연구는 기존 유지관리 시스템의 문제점 분석 및 유지관리 시스템 내 BIM 기술 도입을 위한 프로젝트의 전 생애주기별 유지관리 방법론 제시하고 있다. Go 외(2010)는 BIM 기반 CAFM 시스템 구축 프로세스 개발을 연구하였다[7]. 이 연구는 실제 사례를 바탕으로 기존 CAFM의 문제점을 분석하여 BIM 기반 CAFM 구축 방향 선정 및 어플리케이션 내 활용을 위한 프로세스 맵을 개발하는 것이 목적이다. John 외(2006)은 시설물 유지관리 산업에서 BIM

기술과 IFC 표준 활용의 장점을 분석하고 관련 소프트웨어를 소개하였다[8].

BIM 기반 시설물 시스템 관련 기타 연구동향은 다음과 같다. Lee(2012)는 사회기반 시설물 유지관리를 위한 BIM 모델의 LoD(Level of Detail) 분석에 관한 연구를 진행하였다[9]. 이 연구는 유지보수 정보를 통합 관리할 수 있는 LoD 수준에 대한 커버리지 분석에 초점이 맞춰져 있다. Kim 외(2014)는 BIM 기반 사회기반 시설물 유지관리 도입 시 경제적 타당성을 분석하였다[10]. 이 연구는 편익/비용 분석을 통해, 교량과 터널의 BIM 기반 유지보수 비용을 분석하고 있다. Ji 외(2013)은 BIM 기반 시설물 유지관리 표준화 지침에 대한 연구를 수행하였다[11]. 이 연구는 BIM으로 유지관리할 수 있는 시설물 부재, LOD 및 속성을 도출하고 있다. 이와 유사한 연구로, Han 외(2014)는 시설물 유지관리 대상물의 PBS(Product Breakdown Structural)기반 BIM 객체 분류 체계를 연구하였다[12]. 이 연구에는 마감재 분류에 대한 경우를 정의하고 있다.

앞서 조사한 연구동향을 확인해 보면, 아직까지 국내의 BIM 기반 시설물 유지관리에 대한 시스템 및 관련 기술의 현장적용 사례가 적어, 기초연구와 시스템 개발을 위한 개념, 유지관리 프로세스 등에 초점이 맞춰져 있다. 또한 관련 타 분야와의 연계에서 오는 데이터 호환, 유지관리 관련 BIM 요소기술, 향후 유지관리를 위한 분류체계 등이 기타 연구로 주로 수행되었다.

본 연구는 현재 연구사업에서 개발 중인 시스템의 실제 현장적용을 목표로, BIM 기반 건축 시설물 관리를 위한 업무 적용 범위와 상세 시나리오를 도출하고, 시설물 관리 프로세스 도입 효과를 분석하고자 한다.

3. 유지관리 업무 적용 범위

시설물관리 업무를 분류하는 기준은 사용자 요구사항 관점에 따라 다양할 수 있다[13]. Lee(2009)는 생활관리, 운영관리, 유지관리 등 3가지 유형으로 구분하였다[14]. Park(1989)은 건물관리, 단지관리, 운영관리, 입주자관리, 환경관리의 5가지 유형으로 나누고 있었다[15].

본 연구는, BIM기반 시설물 유지관리 프로세스 적용 시 효과를 분석하는 것이 목적이므로, BIM 정보로 효과적인 관리가 가능하다고 판단되는 공간관리, 시설관리,

보안관리, 입주관리 업무로 분류하였다. 이 장에서는 이를 대분류로 한 BIM 기반 시설물 유지관리가 가능한 업무 분야와 범위를 도출해 본다.

3.1 유지관리 업무분류

3.1.1 공간관리 업무

공간 운영에 관한 업무와 사무행정에 관한 업무로 분류한다. 공간운영은 시설물의 공간을 구분하는 공간 구분, 임대 계약 체결 및 임대료 및 관리비를 관리하는 임대 관리, 시설물의 홍보 및 광고를 담당하는 마케팅으로 세부적으로 분류하며 사무행정은 관리자, 기술자, 행정요원 등의 채용 및 배치 업무를 담당하는 인사관리, 문서 작성 및 보관을 담당하는 문서관리, 급여, 보험, 관리비, 장기수선 총담금, 세무, 예산결산 관리로 세부적으로 분류할 수 있다.

3.1.2 시설관리

기본시설물관리에 관한 업무와 환경관리 업무로 분류한다. 기본시설물관리는 준공 도면관리, 건설사 하자점무 및 처리사항을 관리하는 하자관리, 입주자 요청이나 근무자가 하자를 발견하는 일상점검, 월1회 점검표에 의해 주기적으로 점검하는 정기점검, 우기 및 월동기, 태풍 등의 특별한 상황 발생 시 점검하는 특별점검, 매 3년마다 갱신하는 장기 수선계획, 점검사항 중 보수를 요하는 일반수선, 성능개선을 위한 특별수선, 가스, 전기 시설물 등의 설비관리, 이를 정리하고 기록 보관하는 기록보관으로 분류할 수 있다.

3.1.3 보안관리

안전관리 업무와 방재관리 업무로 분류한다. 안전관리 업무는 안전계획을 수립하고 정밀 안전진단, 작업자 안전교육을 담당하며 방재관리는 비상방재, 소방, 방범, 차량 출입 관리 등의 업무를 담당한다.

3.1.4 입주관리

입주서비스 업무와 입주자 및 시설 이용자의 민원관리 업무로 분류한다. 입주 서비스 업무는 입주점검, 입주계획 및 절차, 입주자 실태 파악 등의 업무를 담당하고 민원관리 업무는 대민 봉사, 시설물 안내, 행정 및 민원안내 등의 홍보, 캠페인 업무를 담당한다.

3.1.5 업무분야별 내용

앞에서 분석한 시설물 유지관리 업무 분야를 BIM기반 유지관리 시나리오로 표현할 수 있도록, 대, 중, 소로 분류하였다. 분류 기준은 앞서 언급한 공간, 시설, 보안, 입주 관리로 구분하였다. Table 1은 이와 관련해 정의한 업무 상세 내용이다.

Table 1. Working contents of BIM-based space management & facility management

1st	2d	3rd	Working contents		
Space management	Operation	Space division	Space division or room((ex) partition)		
		Lease manag.	Rent management, Lease agreement		
		Marketing	Public relations, Ad		
	Administrative office	Personnel manag.		Recruit & arrangement of management member, engineer, personnel of administration	
			Document manag.	Build the classification system of documents Drawing up and storage of document	
			Pay	Calculation and payment	
		Insurance		Industrial accident, National health and pension, Unemployment insurance, Fire insurance	
			Maintenance cost	Calculation of maintenance cost and demand for payment, Payment of detailed costs	
		Long term repair reserve	Collection and management of long term repair reserve cost		
		Tax	VAT, tax on earned income, etc.		
		Settlement of budget	Budget calculation & reporting on closing accounts by each period		
		Facility management	Basic facility manag.	Drawing manag.	Storage and management of as-built drawing
				Defect manag.	Defects report of construction firm, Management of handling issues
Daily check	Check for occupant's requirement or problems found from worker				
Routine check	Routine check for checklist by a month				
Spatial check	Check after rainy season, wintering period, typhoon, etc.				
Long term repair program	Long term repair program with every 3 years				
General repair	Every part for the check point which is required the repair				
Spatial repair	Upgrade of facility for performance improvement				
Equipment manag.	Capacity check and management of gas, electricity, water supply facilities, etc.				
Storage of record	Storage of management resister/ check history/repair history of facility				

Environment manag.	Landscape manag.	Plantation, Management, Removal of weed
	Health manag.	Disinfection
		Septic tank cleaning(1 per year) & disinfection (1per month)
		Water analysis of tank(every 6 months), Cleaning and painting of feed tank
Cleaning	Cleaning of building inside/outside & toilet	
Facility protection	Playground, Street lights, park, etc.	

Table 2. Working contents of BIM-based security management & living-in management

1st	2d	3rd	Working contents	
Security manag.	Security check		Plan of security check	
			Routine check	
	Security education		Precision safety diagnosis	
			Security education for worker	
	Disaster management	Emergency disaster	Build the network of emergency contacts	
		Fire fighting		Inspection of emergency exit, shelter, fire extinguisher, hydrant
				Familiarity for operation trick of fire extinguisher Management of the take-in of smoke material
		Crime prevention		Check the security alarm system Defense business Management of key
			Understanding of long term generation going out	
	Vehicle	Verification of entering vehicle		
Living-in management	Living-in check		Check of every equipment, Exporting key	
			Reservation of management, Receiving the living-in program	
	Living-in plan & process		Movement management of living-in date	
			Composition of tenant generation service	
	Grasping of reality for occupant			
Civil affairs	Public service		Communication management with security office, janitor's office	
			Discharging management of waste Keeping the sign	
	Public relations, campaign	Notification for administrative management Office of public service		

3.2 유지관리 행위주체

건축물 유지관리 업무에서 행위주체는 사용자, 점검자(기술자), 관리자, 외부기술자, 분야 담당자로 구분할 수 있다.

사용자는 일상적인 생활에서 시설을 사용하는 사람이고, 점검자는 하자를 발견하거나 확인하는 사람이며, 내부 기술자는 시설물 자체수리를 할 수 있는 사람이다. 관리자는 점검자가 발견한 하자를 검토 및 확인하고 판단하는 행정담당자이다. 관리자는 하자 발생 시 자체적으로 수리가 가능하지 않다고 판단하거나 시설의 A/S가 가능 할 경우 해당 업체와 계약하여 분야별 전문가인 외부 기술자와 업무를 진행하고 점검자와 함께 시설물의 실제 유지보수작업을 진행하는 사람을 말한다. 분야 담당자는 도면, 품질 보증서 및 설명서, 수리 이력관리 문서 등을 보관 및 관리한다.

다음은 앞의 행위주체 업무 내용을 요약한 표이다.

Table 3. Working contents of actors

Actor	Working contents
Employer	They use the facility normally and when find the defect, then report it.
Inspector	They work the inspection of facility and repair them simply.
Manager	They review and decide from the contents of report and the briefing of inspector.
External enterprise engineer	They are the specialist from external enterprise and repair the defects.
Person in charge	They store and manage the documents like 2D drawing, manual, report history, etc.

3.3 유지관리 행위 정형화

유지관리 시나리오 상의 작업 단계는 다양할 수 있으나, 이를 일반화하면 이슈 발생, 이슈 등록, 이슈 처리, 이슈 검수, 이슈 종료 단계로 정형화할 수 있다.

- 1) 이슈 발생: 사용자가 일상생활 중에 시설물의 하자를 발견하거나 점검자가 정기점검이나 특별점검을 하여 시설물에서 하자를 발견하면 이슈가 발생이 된다.
- 2) 이슈 등록: 이슈 발생 신고를 접수하고 각 분야의 자료를 취합하여 수리여부 및 수리계획의 방향을 판단하는 과정을 말한다.

- 3) 이슈 처리: 이슈 등록된 하자의 수리완료까지의 실제적인 수리업무 방법 및 처리과정을 말한다.
- 4) 이슈 검수: 수리완료시 적합하게 수리하였는지 판단하는 과정을 말한다.
- 5) 이슈 종료: 적합하게 수리 되었다고 판단 될 경우 이력 문서를 작성 및 보관하고 이슈가 종료된다.

Table 4. Detailed contents by each phase

Phase	Detailed contents
Occurrence issue	Discover defects of facility
Registration issue	Accept report of occurrence issue and plan the repair schedule
Handling issue	Real repair for the conclusion of defect handling
Inspection issue	Check and decide whether issue is solved completely or not
Conclusion issue	Report and store the history document

4. 시설물 유지관리 시나리오 비교

본 장에서는 BIM 기반 시설물 유지관리 엔지니어링 분야 실무경력 5년 이상의 실무자 3명의 자문을 통해, 유지관리 시나리오를 조사하고, 분석한다. 자문 내용은 기존 시설물 유지보수 시나리오와 BIM기반 유지보수 시나리오의 액티비티, 행위주체 및 작업 내용이다. 참고로, 4.1장에서 4.3장은 자문을 통해 시나리오를 도출한 내용이며, 4.4장은 자문 내용을 바탕으로 효과 및 개선 사항을 분석한 내용이다. 분석을 통해, BIM기반 시설물 유지관리 시 유지보수 시나리오가 어떻게 개선될 수 있는지를 확인해 보았다. 이 시나리오에 대응되는 유지보수 사례는 천장 누수, 바닥 패널 교체, 조명 고장 및 교체, 설비 하자 및 부품 교체 같은 것이 될 수 있다.

4.1 기존 시설물 유지관리 시나리오

시나리오 비교를 위해 일반적인 시설물 유형의 설비 정전 및 고장과 관련된 기존 유지보수 시나리오를 실무자 인터뷰를 통해 분석하였다. 다음 표는 시설물 관리자, 시설물 관리 직원, 감사원, 담당자 등 시설물 관리 행위주체(actor) 간 작업 과정을 상세히 분석한 것이다.

Table 5. Example scenario: Detection the blackout of the area because of brownout (E-Employer, M-Manager, I-Inspector, P-Person in charge)

	Lev.	Activity	Actor	Note
O c c u r r e n c e	1	Occurrence of blackout	E	Occur blackout in daily life
	2	Confirm the situation and handle	E	Check total&part > Check circuit breaker > Use emergency light equipment
	3	Request to inspector	E	Call to management office for inspector
	4	Receive request	M	-
	5	Request site visit	M	Request site visit to inspector
	6	Receive visit	I	-
	7	Visit site	I	-
	8	Temporary measure on site	I	Measure for facility usage before detailed measure
	9	Understand cause	I	Worn out equipment > Short circuit > Increase amount of electricity used > Others
R e g i s t r a t i o n	10	Write report	I	-
	11	Report to manager	I	-
	12	Review	M	Review inspector's report
	13	Request related document	M	Request related data to person in charge by each field
	14	Receive document request	P	Gather and Send each document from requested phase (drawing/warranty /documents about repair history)
	15	Gather material	P	
	16	Transmit data	P	
	17	Receive data	M	-
	18	Check data	M	-
H a n d l i n g	19	Plan repair process	M	A/S possible : in charge of free of charge > A/S impossible : plan internal-repair process
	20	Request repair	M	Request repair to inspector
	21	Receive request	I	-
	22	Confirm inventory	I	-
	23	Plan repair process	I	If no stock, write the program of purchase
	24	Report repair process	I	-
	25	Approve report	M	-
	26	Visit site	I	Visit site with component and equipment/tool
	27	Repair	I	-
I n s p e c t i o n	28	Finish repair	I	-
	29	Confirm repair	I	After repair, check internal-inspection
	30	Report finished repair	I	-
	31	Confirm	M	-
	32	Report to user	M	-
	33	Transmit related document	M	-
	34	Receive related document	P	-
	35	Write history document	P	Write history document from finished repair report
	36	Store document	P	-

기존 시설물 유지관리 시나리오에서는 9번에서 18번 까지 유지보수와 관련된 자료 검색, 취합, 전송, 수신, 검토 시 각 유형 별 데이터를 관리하고 있는 부서나 시스템에 접근하여, 데이터를 접근해야 한다. 이런 과정은 이슈가 발생하고, 종료할 때까지 계속 반복된다.

앞의 표에서 제시된 시나리오는 부분 정전으로 인해서 한 구역의 조명기기가 소등되었을 때 발생하는 시나리오이며 직접 유지보수 업무를 진행하는 것으로 한다. 행위 주체는 사용자, 점검자, 관리자, 분야별 담당자로 한다.

기존 시나리오는 정전 발생 시 사용자 액티비티 (Activity)가 발생한다. 정전 발생 시 전체 전정 또는 부분 정전인지를 확인하고 차단기를 확인한다. 비상용 조명기기를 사용하여 안전을 확보한 후 관리자에게 연락한다. 또한 점검자는 현장 방문 후 사용자가 시설물을 이용할 수 있도록 임시조치를 진행하고 임시조치 후 상세조치를 진행하여 원인을 파악한다.

4.2 BIM 기반 시설물 유지관리 시나리오

BIM 기반 유지관리 시나리오는 기존 시나리오를 BIM 기반 시나리오로 전환 시 전개되는 시나리오이며 행위주체는 사용자, 점검자, 관리자이다. 이 시나리오에서는 모든 행위주체는 필요한 정보를 BIM기반 시설물 관리 통합 시스템을 통해 접근할 수 있다고 가정한다. Table 6은 BIM기반 시설물 유지관리 시나리오이다. 시나리오 각 단계에서 시설물 정보를 확인하고, 취득하여, 분석하는 시간은 단축되고, 비용은 절감될 수 있다. 4.3장에서 기존 시나리오와 차이점을 좀 더 상세히 분석한다.

Table 6. Example scenario: Management scenario based on BIM

	Lev.	Activity	Actor	Note
O c c u r r e n c e	1	Occurrence of blackout	Employer Manager	When blackout in daily life, manager can check it with monitoring
	2	Temporary measure	Manager	Temporary measure operating emergency electrical system
	3	Understand cause	Manager	Confirm defect from monitoring
R e g i s t r a t i o n	4	Research relating information	Manager	Research data from integrated BIM data - check inventory - check warranty and product brochure - check document for repair history
	5	Plan repair process	Manager	1) A/S possible : in charge of free of charge 2) A/S impossible : plan internal-repair process

H a n d l i n g	6	Request repair	Manager	Instruct repair to engineer	
	7	Receive request	Inspector	-	
	8	Confirm relating part	Inspector	Research data from integrated BIM data (sharing data with manager) - check inventory - check warranty and product brochure - check document for repair history	
	9	Plan repair process	Inspector	If no stock, write the program of purchase	
	10	Report repair process	Inspector	-	
	11	Approve report	Manager	-	
	12	Visit site	Inspector	Visit site with component and equipment/tool	
	13	Repair	Inspector	-	
	14	Finish repair	Inspector	-	
	I n s p e c t i o n	15	Confirm repair	Inspector	After repair, check internal-inspection
		16	Report finished repair	Inspector	-
		17	Confirm	Manager	-
	C o n c l u s i o n	18	Resister	Manager	Resister finished repair report and repair history at BIM data

4.3 기존 및 BIM 기반 시설물 유지관리 시나리오 차이점 분석

각 시나리오 단계별로 BIM 기반 건축물 유지관리를 하였을 경우 차이점을 분석해 보면 다음과 같다.

4.3.1 이슈 등록 및 처리 단계

이 단계는 수리 업무를 처리하는 과정으로 Table 6의 업체 선정으로 시작하여 수리 완료까지의 단계를 말한다.

이 단계에서 점검자나 외부 기술자의 자료 검색 방법은 기존 시나리오의 경우 관리자나 각 분야 담당자에게 자료를 수신 받고 BIM 기반 시나리오의 경우 통합된 모델에서 직접 데이터를 추출하여 검색한다.

이처럼 이슈 처리 단계의 기존 시나리오와 BIM 기반 시나리오의 가장 큰 차이점은 정보의 접근성이다. 기존 시나리오의 경우 정보를 얻는 방식이 분산되어 있으나, BIM 기반 시나리오의 경우 모델을 통해 통합된 정보를 직접 열람 할 수 있다. 이는 분산된 데이터를 검색, 확인

하기 위해, 여러 번 데이터 접근해야 하는 시간과 비용을 줄여준다.

점검자나 외부 기술자의 자료 검색 방법에 대해 기존 시나리오와 BIM 기반 시나리오와의 차이점은 다음과 같다.

- 기존 시나리오 : 관리자나 각 분야 담당자에게 자료를 수신 받음
- BIM 기반 시나리오 : 통합된 모델에서 직접 데이터를 추출하여 검색함

이슈 처리 단계에서 시나리오 간 가장 큰 차이점은 정보의 접근성이다. 기존 시나리오와 BIM 기반 시나리오와의 차이점은 다음과 같다.

- 기존 시나리오 : 요청-접수-취합-송신-수신의 과정을 거쳐 정보를 전달받음
- BIM 기반 시나리오 : BIM 모델을 통해 통합된 정보를 직접 열람함

4.3.2 이슈 검수 단계

이 단계에서는 점검자 또는 외부 기술자의 수리가 종료되면 적합하게 수리 되었는지를 점검자가 확인하고 관리자에게 보고 및 관련 이력문서가 BIM 정보와 연계되어 전달한다. 그러므로 관리자가 어느 공간이나 위치에서 시설물의 유지보수 여부를 직관적으로 확인하기가 편리하다. 기존 방식에서는 도면이 보관된 장소까지 이동하여, 유지보수 문제가 발생한 위치를 확인한 후, 이 위치에 해당하는 이력 정보를 다른 기록 문서에서 찾아야 한다. BIM은 이런 분산된 정보가 연계되어 저장될 수 있어, 검수 작업에 효과적일 수 있다.

기존 시나리오와 BIM 기반 시나리오와의 차이점은 다음과 같다.

- 기존 시나리오 : 점검이 완료되면 관리자는 이전 기록들을 확인하여 최종 현장을 확인함
- BIM 기반 시나리오 : 관리자가 BIM 모델에 해당 부분의 이력사항을 바로 확인하고 최종 현장을 확인함

4.3.3 이슈 종료 단계

이 단계는 이슈 검수 단계에서 관리자에게 수신된 이력 관련 문서를 등록하는 단계이다.

기존 시나리오의 경우 관리자가 각 분야별 담당자에게 이력 관련 문서를 송신하고 분야별 담당자는 수신한

문서를 등록 및 관리 업무를 하게 된다. BIM 기반 시나리오의 경우 관리자가 수신한 이력 관련 문서를 직접 네트워크에 등록을 하며, 이 작업에 대한 이력정보가 자동으로 기록된다.

기존 시나리오와 BIM 기반 시나리오와의 차이점은 다음과 같다.

- 기존 시나리오 : 관리자가 분야별 담당자에게 이력 관련 문서를 송신하고 분야별 담당자는 수신한 문서를 등록하여 관련 업무를 진행함
- BIM 기반 시나리오 : 관리자가 수신한 이력 관련 문서를 직접 네트워크에 등록하면 해당 작업에 대한 이력정보가 자동으로 기록됨

4.3.4 시사점 도출

자문에 응한 실무자들은 기존 시나리오의 9번에서 18번까지 데이터 검색, 취합 등을 위해 반복적으로 발생하는 작업 노력이 제한한 BIM 기반 시설물 통합 시스템 때문에 절감될 수 있음을 언급하고 있다.

만약, 설비 모니터링을 통해 부품고장, 합선 등의 원인을 빠르게 파악하고, BAS(Building Automation System)와 연계되었을 경우, 정전 발생 시 비상전력 가동 등의 임시 조치도 빠르게 진행 할 수 있다. 아울러, BIM과 BEMS(Building Energy Management System)를 연계하여 건물에너지의 생산·저장·분배·이용을 위해 에너지 통합시스템을 구축하여 에너지 이상 발생 등 모든 상황을 모니터링을 통해 관리자가 직접 확인 할 수 있다. 실제로 미국 NIST 관련 연구 사례의 경우, 시설물 유지관리 시스템을 BIM기반으로 통합하였을 때, 기술투자 대비 환수기간은 1.56년에 불과하다고 밝히고 있다 [16]. 다만, 이런 효과를 얻으려면, BIM기반으로 시설물 관리와 관련된 데이터 및 문서의 올바른 연계·통합·갱신·관리, 각 시설물 유형별로 적합하게 설계된 BIM기반 시설물 관리 프로세스 지침 및 적절한 훈련이 필요하다.

4.4 BIM 기반 건축 시설물 유지관리 시나리오 지원 시스템의 효과 및 개선사항

앞에서 분석된 내용을 바탕으로, BIM 기반 건축 시설물 유지관리 시 효과를 도출하면 다음과 같다.

첫째, 참여자 간 의사소통 개선의 경우, 유지보수 과정의 참여자 간 원활한 의사소통을 바탕으로 효율적인 업무가 가능하다. BIM 기반 시나리오는 통합된 모델에

서 쉽고 빠르게 정보를 공유 할 수 있다. 이는 정보 공유가 복잡한 기존 시나리오에 비해 사용자간 효율적인 의사소통을 기반으로 효율적인 업무를 가능하게 한다.

둘째, 업무 절차 간소화의 측면에서, 업무 절차가 간소화 된다. 효율적인 업무는 시간을 단축시킬 수 있다. BIM 기반 시나리오는 통합된 모델에서 체계적으로 정보를 관리하기 때문에 정보가 분산되어 있는 기존 시나리오보다 정보 습득 과정이 빠르게 진행된다. 이는 이슈 발생에서 이슈 종료까지의 유지관리 업무 절차의 간소화를 가능하게 한다.

이런 효과를 얻기 위해서는 다음과 같은 BIM 기반 건축물 유지관리 기술이나 환경을 개선할 필요가 있다.

첫째, 시설물 유지관리 데이터 표준화체계 마련이다. 통합 모델을 구축하기 위한 시설물 유지관리 데이터 표준화체계가 필요하다. 정보의 통합과 체계적인 관리를 위해 현 시설물 상황과 동일한 조건의 모델 데이터를 구축해야하며 기존의 2D 문서로 관리하였던 정보를 통합된 호환체계로 데이터베이스화 하는 작업이 필요하다.

둘째, 유지관리 업무 환경 지원 인프라가 요구된다. 새로운 유지관리 업무 환경이 필요하다. 구축된 모델을 활용 할 수 있는 소프트웨어, 클라우드 등의 다양한 형태의 디바이스가 요구된다.

아울러, N-스크린을 지원해, 통합된 정보를 스마트폰, PC, 태블릿 등 다양한 디바이스 기기를 통해 공유 할 수 있는 인프라 구축이 필요하다. 이를 통해, 전문지식을 가지고 있지 않더라도 해당 정보에 쉽게 접근하고 이해 할 수 있는 편리함을 제공하여야 한다.

셋째, 유지관리 작업 프로세스 변화를 위해 새로운 유지관리 업무 환경을 효율적으로 운용하려면 실제 시설물을 관리하는 절차가 변화되어야 한다.

5. 결 론

본 연구는 BIM 기반 건축 시설물 유지관리 시나리오 적용 시 효과를 도출하기 위해, 관련 연구 동향을 조사하고, 유지관리 활동의 범위 및 행위자 역할을 정의하였다. 그리고 이를 바탕으로 유지관리 시나리오를 정형화하고, 기존 시설물 유지관리 시나리오와 BIM기반 시설물 유지관리 시나리오를 특정 사례를 통해 비교해 봄으로써, 유지보수 데이터 검색, 취합, 활용 작업이 효율화될 수 있음을 분석해 보았다.

다만, 본 연구는 개선 효과 분석이 정량적이지 않은 한계가 있었다. 아울러, BIM기반 유지관리 시나리오 분석관 관련된 경력자가 많지 않은 관계로 인터뷰 실무자 수가 적은 한계가 있었다. 이를 보완하기 위해, 향후 연구에서는 BIM 기반 건축 시설물 유지관리 시스템 프로토타입을 개발하고, 그 효과를 정량적으로 분석할 계획이며, 시나리오에 대해서도 통계적 분석이 가능하게 인터뷰 수행할 계획이다.

References

- [1] James Sinopoli, Smart building systems for architects, owners, and builders, CIR, 2014.
- [2] IFMA, IFMA Foundation, BIM for facility managers, CIR, 2014.
- [3] J. E. Kim, H. S. Choi and T. W. Kang, "Derivation of System Requirements and Implementation of System Framework for BIM-based Urban Facility Maintenance System", Journal of the Korea Contents Association, vol. 14, no. 4, pp. 397-406, 2014.
DOI: <https://doi.org/10.5392/JKCA.2014.14.04.397>
- [4] T. W. Kang, J. H. Yoon, J. W. Kim and H. S. Choi, "A Study on BIM-based Reference Model for Effective Urban Facility Management", Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society, vol. 15, no. 3, pp. 1786-1794, 2014.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2014.15.3.1786>
- [5] J. H. Park, S. H. Yoon and J. H. Baik, "Preliminary Study of BIM based High-Rise Mixed-use Building Maintenance Management System", Journal of Architectural Institute of Korea, vol. 25, no. 6, pp. 35-42, 2009.
- [6] S. Jo, Y. Jo, W. H. Park, S. H. Yoon and J. H. Baik, "A Study on the Maintenance and Management System Using BIM in Whole Phases of Public Project", Proceeding of conference on Architectural Institute of Korea, Col.28, no. 1, pp. 697-700, 2008.
- [7] Y. H. Go and J. H. Ok, "Study on the Development of Process for BIM-Based CAFM System", Journal of Korean Society of Civil Engineers, vol. 26, no. 5, pp. 15-23, 2010.
- [8] M. John and S. Hans, "Building Information Modelling for FM using IFC", CRC Construction Innovation, <http://eprints.qut.edu.au/27188>, 2006.
- [9] J. H. Lee, "Analysis of level of detail in building information models for SOC facility maintenance", Master thesis, HanYang University, 2012.
- [10] J. H. Kim, S. G. Ji, T. H. Jung and J. W. Seo, "A Feasibility Study to Adopt BIM-based Infrastructure Management System", Journal of Korean Society of Civil Engineers, vol. 34, no. 1, pp. 285-292, 2014.
DOI: <https://doi.org/10.12652/Ksce.2014.34.1.0285>
- [11] S. G. Ji, J. W. Kim and J. W. Seo, "A Study on Standardization Guidelines for BIM-based Maintenance and Management of Civil Infrastructures", The Korea

Institute for Structural Maintenance and Inspection, vol. 17, no. 6, pp. 153-161, 2013.

- [12] J. T. Han, K. H. Park, Y. C. Chung and S. Y. Chin, "A basis study on a BIM information classification system of PBS-based for facility maintenance", Korea Institute of Construction Engineering and Management, vol. 11, pp. 253-257, 2014.
- [13] M. H. Kwon, S. J. Kim, "A Study on the Classification of Management of Multi-Family Housing", Journal of the Korean Hosting Association, vol. 24, no. 1, pp. 11-20, 2013.
DOI: <https://doi.org/10.6107/JKHA.2013.24.1.011>
- [14] S. Lee, J. Choi and W. Yeo, "Impacts of Smart Home Technologies on Housing Management Practices". Journal of Architectural Institute of Korea, vol. 25, no. 3, pp. 21-28, 2009.
- [15] H. Park, S. Kim and S. Che, "A Study on Classification of the Management Works in the Apartment House", Journal of Korean Home Economics Association, vol. 26, no. 3, pp. 125-134, 1998.
- [16] National Institute of Standards and Technology, "Cost Analysis of Inadequate Interoperability in U.S. Capital Facilities Industry", 2014.
DOI: <https://dx.doi.org/10.6028/NIST.GCR.04-867>

강 태 욱(Tae-Wook Kang)

[정회원]



- 2005년 2월 : 숭실대학교 소프트웨어공학 (공학석사)
- 2009년 3월 : 중앙대학교 건설환경공학 (공학박사)
- 2010년 6월 ~ 2011년 5월 : 중앙대 겸임교수
- 2011년 6월 ~ 2012년 6월 : 한길아이티 BIM본부장
- 2012년 7월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 수석연구원

<관심분야>

CAD, BIM, GIS, 3차원 역설계, 스마트시티

김 지 은(Ji-eun Kim)

[정회원]



- 2010년 2월 : 경희대학교 건축공학 과(공학사)
- 2012년 8월 : 경희대학교 건축학과 (공학석사)
- 2013년 12월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 ICT융합연구실 연구원

<관심분야>

BIM, GIS, 유지관리

최 현 상(Hyun-Sang Choi)

[정회원]



- 1998년 2월 : 경북대학교 대학원 (공학석사)
- 2002년 2월 : 경북대학교 대학원 (공학박사)
- 2002년 12월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 연구위원
- 2010년 5월 ~ 현재 : 한국공간정보학회 상임이사

<관심분야>

3차원 공간정보, BIM/GIS, u-City