

BIM 기반 건축물 스마트 유지관리 지원 COBie 문서 프로토타입

구교진, 박상현, 조동현*
서울시립대학교 건축공학과

COBie Document Prototype for supporting BIM based Smart Maintenance of Buildings

Kyo-Jin Koo, Sang-Hun Park, Dong-Hyun Cho*
Department of Architectural Engineering, University of Seoul

요약 효과적인 시설물 유지관리를 위해서는 유지보수공사 이력정보, 자재정보 등 다양한 유지관리 정보의 수집과 관리가 요구된다. 대형화, 복잡화 추세인 건축물들의 많아진 유지관리 업무량 해소를 위한 정보관리기술 및 시스템들의 도입에도 불구하고 유지관리정보들이 제대로 활용되지 않고 있다. 대안으로 BIM의 도입 및 활용 연구가 지속적으로 수행되고 있지만 설계단계에서 생성된 BIM 모델의 건축 유지관리 정보 미비로 인하여 실무에서 활용되지 못하고 있다. 본 연구는 건축물 관리자가 수행하는 BIM 기반의 스마트 유지관리 업무를 지원하기 위한 COBie 문서 프로토타입을 제안하였다. 다양한 유형의 유지관리 프로젝트 업무절차를 정형화하기 위해 BIM 기반 유지관리 기본 프로세스 모델을 점검업무와 유지보수업무로 구분하여 제시하고 단계별 유지관리 필요정보를 도출하였다. 설계단계에서 생성된 BIM 모델의 속성정보들 중 기본 프로세스 단계별 유지관리 필요정보에 해당하는 파라미터들을 도출하였으며, 이를 바탕으로 7개 스프레드시트로 구성된 COBie 문서 프로토타입을 제안하였다. 사례적용을 통해 유지관리 정보가 미포함된 KBIMS 라이브러리 기반의 설계단계 BIM 모델을 유지관리 단계에서 활용 가능한 것으로 확인하였다.

Abstract For effective building maintenance, the collection and management of various maintenance data such as work history information and material information is required. Despite the introduction of information management technologies and systems to reduce the amount of maintenance work of buildings, which have become larger and more complex, the maintenance information is not being utilized properly. As an alternative, research on the introduction and utilization of BIM is being conducted continuously. However, the BIM models generated at the design phase are not utilized in practice due to a lack of architectural maintenance information. This study proposed a COBie document prototype to support BIM-based smart maintenance tasks performed by building managers. In order to formalize various types of maintenance work procedures, a BIM-based maintenance process model is presented in two categories: inspection and maintenance. Among the BIM attribute data of the BIM model generated at the design phase, the parameters corresponding to the maintenance necessary information for each basic process are derived. Based on this, we proposed a COBie document prototype consisting of seven spreadsheets. The results of a case study confirmed that the KBIMS library-based BIM model created at the design phase without the maintenance information can be used at the maintenance phase.

Keywords : Multiple Buildings, Architectural Maintenance, BIM, COBie, Information Management

본 연구는 국토교통부 도시건축 연구개발사업의 연구비지원(19AUDP-B127891-02)에 의해 수행 되었습니다.

*Corresponding Author : Dong-Hyun Cho(University of Seoul)

email: dh_cho@uos.ac.kr

Received September 20, 2019

Revised October 28, 2019

Accepted December 6, 2019

Published December 31, 2019

1. 서론

다수 건축물들의 유지보수 프로젝트를 발주하고 관리하는 조직 또는 조직에 속한 관리자는 건물의 성능유지 및 수시로 발생하는 요구사항들을 처리하기 위해 다양한 유지보수업무를 수행한다[1]. 효과적인 시설물 유지관리를 위해서는 유지보수공사 이력정보, 자재정보 등 다양한 유지관리 정보의 수집과 관리가 요구된다. 특히 2020년 시행예정인 '건축물관리법'에 따라 관리자는 건축물 준공 이후 생애주기 동안의 안전 및 사용가치가 적절하게 관리될 수 있도록 건축물관리 관련 정보를 기록, 보관 및 유지해야 할 의무가 있다. 그러나 관리자가 설계 성과품으로부터 유지관리에 필요한 정보를 선별하여 활용하는 것은 비용과 시간이 많이 소요되어 어려움이 있다[2].

최근 건축물들이 대형화, 복잡화되면서 유지관리 업무량 또한 증가되고 있다. 이에 따라 관리자의 다양한 유지관리업무 지원을 위한 정보관리 기술 및 시스템이 도입되어 활용되고 있다. 국내의 경우 대표적으로 교량, 터널, 항만 등 사회기반시설물과 일부 건축물의 경우 시설물의 안전관리에 관한 특별법에 의하여 한국시설안전공단(의 시설물정보관리종합시스템(Facility Management System, 이하 FMS)이 활용되고 있다. 안전 및 유지관리 계획, 설계도서 등 관련 서류 외 다양한 시설물의 정보들이 FMS를 통해 관리되고 있다[3]. 그러나 FMS에 입력된 시설물 유지관리 정보들을 향후 의사결정의 기초자료로 적극 활용하는 관리주체는 많지 않다[4]. FMS 뿐만 아니라 다양한 유지관리 업무지원 시스템들을 통해 축적되는 방대한 유지관리정보들이 제대로 활용되고 있지 못한 실정이다.

다양한 목적의 건설 도메인 정보들의 생성과 관리, 어플리케이션 간 호환성 확보를 통한 업무 효율성 증대를 목적으로 Building Information Modeling (이하 BIM) 및 Industry Foundation Classes (이하 IFC) 활용과 관련된 연구가 지속적으로 수행되었다[5-7]. IFC 관련 연구들은 다양한 BIM 어플리케이션 사이의 정보연계 방안으로서 유의미한 결과들을 제시하였다. 그러나 IFC는 유지관리 실무에서 범용적으로 활용되기는 어렵다. 또한 일반적으로 건축물의 BIM 모델은 설계단계에 작성되고 있기 때문에 유지관리에 필요한 수준의 정보가 모델에 포함되지 않은 경우가 대부분이다. 유지관리 실무자가 필요로 하는 업무와 직·간접적으로 관련된 정보들은 매우 다양하며 많다. 그러나 BIM 모델에 이러한 모든 정보를 포함시키는 것은 관리 및 활용 측면에서 관리자 및 작업

자의 추가적인 업무 부담이 증가할 여지가 있다. BIM 정보 및 유지관리 정보의 연계와 관리를 위한 방안이 필요하다.

본 연구의 목적은 건축물에 대한 유지관리업무를 지원할 수 있는 정보관리 수단으로서 스프레드시트 기반의 Construction Operations Building information exchange (이하 COBie) 문서 프로토타입을 제시하는 것이다. 연구의 범위는 다수의 이용자들에 의해 다양한 유지관리 이슈가 생성되고 서로 다른 유형의 정보관리가 발생하는 복수의 건물로 구성된 시설단위를 대상으로 한다. 정보관리대상인 유지보수공사의 범위는 복합공종이며 관리되어야 할 정보의 양과 다양성이 많기 때문에 중점적인 정보관리가 필요한 건축마감으로 선정하였다.

2. BIM 기반 유지관리 정보연계

BIM 기반의 정보연계 모델은 대표적으로 개방형 표준인 IFC가 있다. IFC는 다양한 참여주체간의 BIM 모델 교환을 위한 국제 표준이다[8]. IFC는 BIM 어플리케이션간의 엔터티 및 데이터가 원활하게 교환되게 하는 상호 운용성을 실현하는 데 중추적인 역할을 담당한다[9]. BIM 활용 유지관리 업무에는 As-Built BIM 데이터뿐만 아니라 자재 및 비용정보, 문서 등 다양한 유형의 유지관리 정보가 요구된다[10]. 국내의 경우 시특법에 의거하여 시설물의 효과적이고 체계적인 운영 및 유지관리를 위해 설계 및 시공단계에서 생성된 시설물 정보는 시설물정보관리 종합시스템을 통해 관리되고 있다. 시설물 정보구성 체계 확립은 '시설물의 안전관리에 관한 특별법' 제16조에 근거한 2009년 운영규정인 '시설물정보관리종합시스템 운영규정'에 그 활용근거가 마련되었으며, 기능적인 측면에서도 점차 확장되어 왔다[11,12]. 유지관리에서는 준공 도서를 활용하여 유지관리 대상 시설의 관리정보로 활용하고 이를 통해 시특법에 규정한 정기점검 및 정밀진단을 정기적으로 수행하게 되며 이때 도면, 유지관리 이력정보, 절차, 기준, 시방서 등이 활용된다[13]. 그러나 시설물의 유지관리에 필요한 정보들이 설계단계로부터 공유되지 못하고 있다[14].

설계 또는 시공단계에서 작성된 BIM 모델에 포함된 속성정보를 유지관리 단계에서 활용하기 위해서는 규격화된 가이드라인을 통해 모델 작성 시에 이를 고려하여야 한다. 조달청에서 배포한 '시설사업 BIM 적용 기본지침서'의 경우 BIM 데이터의 시공 및 유지관리단계에서의

활용을 명시하고 있지만 구체적인 정보 모델링에 대한 내용은 포함되어 있지 않다[15]. 기계설비 분야에 대한 BIM 정보 모델링 방안이 제시되었으나[16], 건축 분야 유지관리 단계에서의 활용을 고려한 BIM 정보모델링에 대한 가이드라인은 미흡하다. 교량/터널을 대상으로 디테일 수준을 포함한 시설물의 BIM 모델링 작성 가이드라인이 제시되었다[17]. 그러나 기본적인 시설물의 정보 이외에도 예측데이터 및 손상 정보, 보수·보강 관련 정보 등 다수 건축물을 대상으로 모델에 포함시키기에는 너무 많은 정보를 모델에 담으려 하였다. 또한 현장 직접 점검 등에 의한 점검결과 뿐만 아니라 유지관리 계획에 필요한 수선주기 등이 누락된 한계가 있다.

COBie는 시설물 정보교환을 위한 데이터포맷이며 소프트웨어 간 정보의 직접 교환을 지원하는 IFC 참조표준인 동시에 필요 데이터 수집에 활용 가능한 스프레드시트 템플릿이다[18]. COBie는 2.4 버전 기준으로 Instruction을 제외한 19개의 스프레드시트로 구성되어 있다. 토목·산업시설 분야에 COBie 적용성 검토 및 유지관리 문서 생성과 관련된 연구가 일부 진행되었다 [2,19]. 유지관리에 필요한 정보항목들을 규명하고 COBie 기반의 관리 가능성 검토가 이루어졌다. 그러나 기존 유지관리 시스템 및 관리체계에서의 COBie 활용이 전제되어있고, 건축물 대상 BIM 기반 유지관리를 위해 필요한 설계정보 중심으로 구축된 BIM 모델과 COBie와의 연계는 다루지 못한 한계가 있다.

3. BIM 활용 유지관리 업무 프로세스

3.1 유지관리 시스템 활용 및 BIM 도입 현황

기존 유지관리 지원 시스템 활용 및 BIM 도입 현황을 조사하기 위해 공공 및 민간 기관의 유지관리 실무자 23명을 대상으로 선정하였다. 선정대상자들의 유지관리 실무 평균경력력은 14.5년으로 조사되었다. 공공기관의 경우 지하철 시설관리 담당부서 직원 및 학교시설 유지관리 업무 유경험자이며, 민간기관은 문화재단 소속으로 공연장 시설관리 전담부서 직원과 종합병원 시설관리 직원과 BIM 업체 임원을 대상으로 선정하였다. 설문조사 내용은 크게 두 부분으로서, 1) 사용 중인 기존 유지관리 관련 시스템의 실무활용성과 2) 유지관리 BIM 도입 의견수렴으로 구성된다. 조사방식은 직접방문 후 설문지 작성 또는 E-Mail을 통한 회신으로 동시에 진행하였다. 소속 기

관에서 사용 중인 유지관리업무와 관련된 정보관리시스템의 실무활용성에 대하여 5점 리커드 척도로 조사한 결과는 Table 1과 같다. 조사대상 23명 중 기존 시스템 사용 경험이 있는 19명의 시스템 실무활용성 평균이 2.4로서 저조한 것으로 나타났다. 활용도가 낮은 이유는 1) 다양한 현장별 상황을 표준화하기 어렵고, 2) 공사이력 등 다양한 정보들의 수집과 업데이트에 한계가 있으며, 3) 부정확한 데이터 때문인 것으로 조사되었다. 민간보다 공공에서 상대적으로 활용도가 높은 것은 다수의 건축물 또는 시설물을 관리하는 공공기관의 업무 특성상 시스템 활용이 기본적인 사항이기 때문인 것으로 분석되었다. 23명 중 2명만이 유지관리 업무에 BIM을 활용한 경험이 있었으며 유지관리 분야로의 BIM 도입에 매우 긍정적인 반면 경험하지 못한 나머지 21명의 경우 평균 2.7로 나타나 도입에 소극적인 것으로 조사되었다. 이는 현행 유지관리시스템과 별도로 BIM기반의 정보입력 업무 추가 발생에 대한 우려에 기인한 것으로 분석되었다.

Table 1. Result of expert survey

No.	Institution type*	Expert	Career (Year)	Practical Use of FMS	BIM		
					Experience	Adoption	
1	Public	A	10	3.0	×	4.0	
2		B	4	4.0	×	1.0	
3		C	14	2.0	×	5.0	
4		D	1	3.0	×	3.0	
5		E	20	1.0	×	2.0	
6		F	3	2.0	×	2.0	
7		H	12	3.0	×	2.0	
8		I	10	3.0	×	3.0	
9		J	21	4.0	○	5.0	
10		K	3	3.0	×	4.0	
11		DOE	L	25	4.0	×	3.0
12			M	11	2.0	×	2.0
13	MDN	N	4	-	×	5.0	
14		O	2	-	×	2.0	
15		P	21	2.0	×	2.0	
16		Q	25	3.0	×	2.0	
17	Private	R	23	-	×	4.0	
18		S	21	1.0	×	1.0	
19		FMP	T	20	2.0	×	1.0
20			U	21	2.0	×	2.0
21			V	26	1.0	×	1.0
22		FMH	W	12.0	2.0	×	3.0
23		BIM	X	23.0	-	○	5.0
Average			14.05	2.36	-	2.68	

* PPS: Public corporation for subway
 DOE: District office of education
 MDN: Maintenance department of national university
 FMP: Facility Management department of performing arts center
 FMH: Facility Management department of general hospitals
 BIM: BIM company

3.2 유지관리 프로세스 기본 모델

다수의 건물에서 발생하는 다양한 유지관리 요구 공사들을 효과적으로 처리하기 위해서는 개별 프로젝트들로부터 피드백 된 유지관리 정보와 이를 수행하기 위한 기타 지원정보들이 체계적으로 관리되어야 한다. 이를 위해서는 다양한 유형의 유지관리 업무절차를 정형화할 필요가 있다. 국토교통부에서 건축물 유지관리에 대해 개정·고시한 매뉴얼[20]에는 유지관리 점검 절차 및 각 단계별 관련주체의 역할이 명기되어 있다. 항목별로 점검자의 역할이 구체적으로 설명되어 있으나 기본적으로 BIM 환경이 고려되지 않은 한계가 있다. 본 연구에서는 BIM 활용 유지관리 기본 프로세스 모델을 점검업무(정기, 수시, 정밀, 긴급)와 유지보수업무로 구분하여 제시하였다. 다양한 유형의 유지관리 공사를 모두 커버하는 COBie 문서는 사실상 개발하기 어렵기 때문에, 기본 프로세스 모델을 바탕으로 COBie 문서 프로토타입을 제안하고자 한다.

BIM 기반의 유지관리 기본 프로세스의 각 단계별 정보를 표시하기 위하여 미국 Computer Integrated Construction Research Program의 프로세스 모델의 정보표기 방법을 준용하였다[21]. 각 프로세스 단계들은 프로세스명, 프로젝트 단계, 책임주체, 그리고 상세단계 표기를 위한 코드를 포함한다. 또한 각 프로세스를 수행하기 위해 필요한 입력정보와 해당 단계 수행을 통해 산출되는 출력정보를 표기한다. 각각의 세부 프로세스는 참조정보와 관련 정보교환모델 정보를 가진다. 참조정보는 점검결과보고서, 보수보강 작업결과 내역, 도면, 내역서 등 설계도서 등 BIM 모델을 이용한 업무수행에 있어 필

요한 정보자원을 의미한다. 실제 유지관리 업무 워크플로우를 반영하여 수립한 BIM 활용 유지관리 업무 기본 프로세스 모델은 Fig. 1과 같다. 유지관리 업무를 계획점검 업무와 사용자요청 및 보수보강업무로 구분하여 대상 업무를 예비, 계획, 수행, 완수의 4단계 개략단계로 구분하였다. 기본 프로세스 모델은 점검결과에 따라 발견된 결함의 진행성 여부, 발생 시기, 결함의 형태나 발생위치와 원인 등에 대한 정보를 포함한다.

4. 건축물 스마트 유지관리 지원 COBie 문서 프로토타입

4.1 COBie 문서 프로토타입 개발

BIM 유지관리에서는 다양한 유지관리와 관련된 데이터 및 정보들의 연계체계를 구축하여 효율적으로 저장하고 활용하는 것이 중요하다[22]. 또한 프로그램 수준의 유지관리를 위해서는 BIM 중심으로 운용되는 유지관리 프로세스 간의 정보연계 방안이 필요하다. BIM 연계건축 유지관리 프레임워크[10]를 바탕으로 COBie문서를 통해 각 유지관리 프로세스 단계별 정보들을 BIM을 통해 실무자가 활용가능하다. 프로그램 레벨로 수립된 유지관리 장기계획 하에서 프로젝트 레벨의 계획점검 또는 보수보강 업무에 대해 적시에 담당실무자에게 관련 업무내용 및 유지관리정보를 제공하는 것을 ‘스마트 유지관리’로 정의하였다[1].

본 연구에서는 유지관리 관리자가 유지관리 단계에서 별도의 속성정보 입력 없이 BIM 모델을 활용할 수 있도록

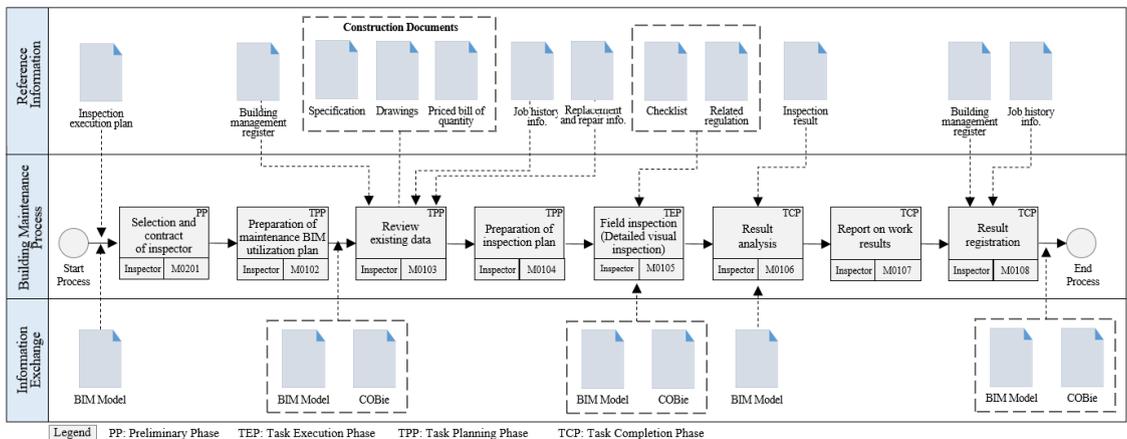


Fig. 1. BIM-based Maintenance Base Process Model - Planned Inspection

록 지원하는 COBie문서 프로토타입을 제안하였다. BIM 모델은 빌딩스마트협회에서 2017년에 공개한 Autodesk의 Revit 2017로 작성된 샘플모델을 활용하였다(Table 2). 샘플모델은 빌딩스마트협회에서 2015년부터 시범버전으로 구축하여 제공 중인 KBIMS 라이브러리 1.02 버전을 활용하여 작성되었다[23]. KBIMS 라이브러리는 설계단계 BIM 활성화를 목적으로 개발되어 다양한 속성정보가 포함되어 있지만 유지관리 단계가 고려되지 않은 한계가 있다. 따라서 BIM 샘플모델을 유지관리 단계에서 활용하기 위해서는 유지관리 필요정보를 모델에 포함된 설계정보와 매핑하는 과정이 필요하다. 이를 위해 우선 유지관리 이슈 처리과정에서 저장 및 활용되는 정보 항목들을 정의하였다. 이 정보 항목들은 관리자가 COBie를 통해 관리 및 활용 가능한 정보들로서 3장의 기본 프로세스 모델을 바탕으로 도출되었다. 이를 바탕으로 Table 3의 Field 열과 같이 유지관리를 위한 COBie 문서 프로토타입의 필드들을 정의하였다.

본 연구에서 제안된 COBie 문서 프로토타입은 Contact, Facility, Floor, Space, Type, Job, Document의 7개 스프레드시트로 구성되며 각각의 시트는 최소 1개에서 최대 12개의 필드로 이루어져 있다. COBie를 활용한 BIM 기반의 스마트 유지관리를 위해서는 건물의 층 또는 실 정보, 부위정보, 마감정보 등 유지관리에 필요한 정보가 정의되어야 한다. Floor 및 Space 시트를 통해 유지관리를 위한 건축 마감정보를 구성할 수 있도록 하였다. KBIMS 라이브러리에서 건축 마감정보는 단일마감과 복수의 단일마감으로 구성되는 복합마감으로 구분되며 이를 관리하기 위해 Type 시트를 활용하였다. 또한 유지관리 이력정보 관리를 위해서 Job 시트를 활용하였다. COBie 문서 프로토타입은 템플릿으로

Table 2. Overview of sample model

Perspective	Project information	
	- Floor	BF2/6
	- Structure	RC
	- Site area	717.7 m ²
	- Building area	400.4 m ²
	- Gross floor area	3,217.9 m ²
	- Floor area ratio	269.3 %

서 각각의 필드에 해당하는 정보는 BIM 샘플모델로부터 익스포트 되어야 한다. 이를 위해 COBie 문서의 필드와 이에 해당하는 객체별 속성정보와 매핑하였다. 예를 들어, 샘플모델의 룸 객체에는 Fig 2와 같이 실명, 실 번호 등 다양한 설계정보가 입력되어 있다. COBie 문서 프로토타입 Space 시트의 바닥 마감정보인 'FinishF' 필드의 경우 룸 객체의 속성정보 중 '실재내료마감-바닥(F)'과 매핑하였다. 시트별 각 필드에 매핑되는 샘플모델의 속성정보는 Table 3의 Mapping parameter 열과 같다.

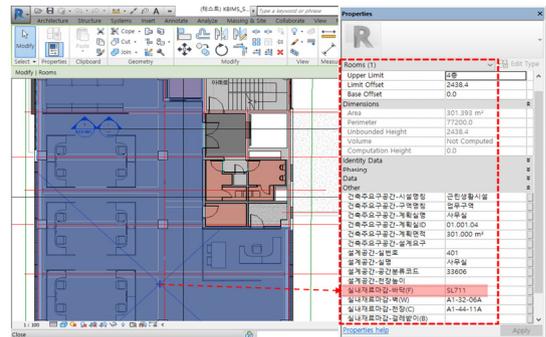


Fig. 2. Properties of 4F room object of sample model

Table 3. COBie spreadsheet · column and mapping parameter of sample model

Sheet Name	Field	Definition	Mapping parameter	Reference sheet
COBie.Space	Name	Space name	'Floor_name'	-
	FloorName	Floor name	-	Floor.Name
	RoomName	Room number	'Design space-room number'	-
	RoomCode	Room code	'KBIMS-Space ID'	-
	FinishB	Baseboard	'Interior Material Finishing-Dustboard'	-
	FinishF	Floor finish	'Interior Material Finish-Floor(F)'	-
	FinishW	Wall finish	'Interior Material Finish-Wall(W)'	-
∴	∴	∴	∴	∴

Text : Required Text : Reference to other sheet Text : added as user defined columns

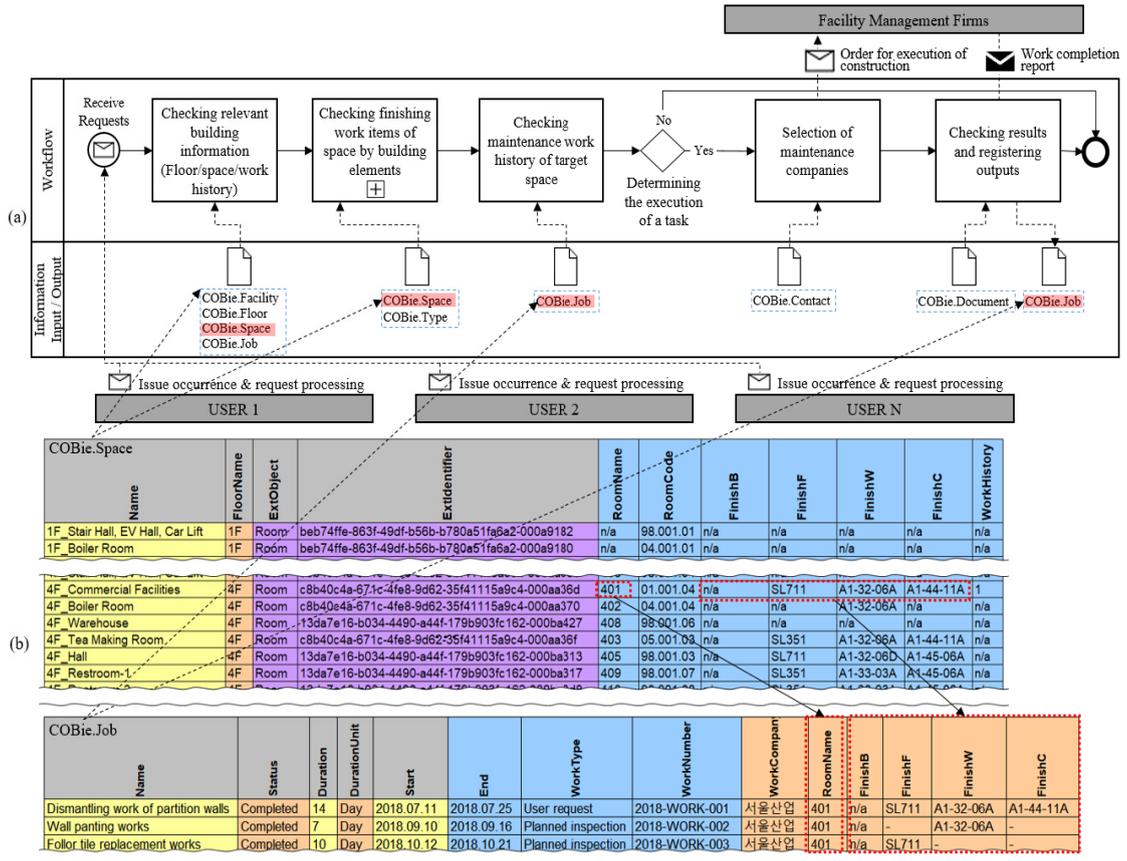


Fig. 3. Business process model for case study and COBie export results
 (a) BIM based Smart maintenance project scenario (b) Export results of Space and Job sheet

4.2 사례적용

사례적용의 첫 번째 목적은 제시된 매핑 파라미터들을 바탕으로 샘플모델로부터 COBie 문서 생성이 가능한지 여부를 확인하는 것이다. 이는 생성된 시트 간의 참조된 정보 항목들이 제대로 반영되어 있는지를 포함한다. 두 번째는 관리자 입장에서 유지관리 프로세스에서 활용이 가능한지 여부를 확인하는 것이다. 이를 위해 유지관리 기본 프로세스 중 '사용자요청 및 보수보강 업무 프로세스'를 대상으로 선정하고, 서로 관련 있는 단계들의 그룹화를 통해 단순화하였다(Fig. 3의 (a)).

3장에서 도출한 샘플모델용 매핑 파라미터들을 Autodesk의 'BIM Interoperability Tools for Revit 2017'을 사용하여 입력하였다. COBie 문서를 생성한 결과를 살펴보면 지하 2층부터 6층 및 지붕 층까지 층 정보와 각 층을 구성하는 실 정보, 각 실의 부위별 마감정

보가 추출되었음을 확인할 수 있다. 그러나 마감정보의 경우 4층 일부에서만 추출되었는데, 이는 매핑 파라미터의 오류는 아니며 해당 객체의 속성정보가 누락되어 있는 것으로 분석되었다. 생성된 COBie 시트들 중 SPACE와 JOB 시트가 상호 참조되는 방식은 Fig. 3의 (b)와 같다. Space 시트로 추출된 마감정보들은 RoomName을 기준으로 Job 시트의 유지관리 공사정보(Job.FinishB 등)로 참조되어 이력관리에 활용될 수 있다. 예를 들면, 401호의 벽마감은 A1-32-06A인데 Job 시트를 통해 칸막이벽 해체공사에 관련되어 있음을 확인할 수 있다. 이 코드는 KBIMS 라이브러리의 '복합라이브러리-벽' 중 '시멘트 모르타르(미장용), 수성페인트(실내용) 마감(18mm)'를 의미하며 Type 시트를 통해 확인할 수 있다.

본 연구에서 제시한 BIM 기반의 스마트 유지관리 기본 프로세스와 COBie 문서 프로토타입에 대한 면담을

실시하였다. 면담 대상자는 2개의 그룹으로서 그룹1은 3장의 실태조사 대상 실무자들과 동일한 인원이며, 그룹2는 추가로 섭외한 5명의 시설관리 및 건설관리 전문가로 구성하였다. 면담을 통해 유지관리 기본 프로세스와 이를 바탕으로 제시된 COBie 문서 프로토타입이 현행 업무를 적절히 반영하고 있는지와 향후 BIM이 도입되었을 때의 활용가능성에 대하여 조사하였다. 1(미흡)~5(아주 우수)의 5단계 리커트 척도를 통해 면담항목에 대한 평가의견과 보완의견을 E-Mail을 통해 회신한 결과는 Table 4와 같다.

Table 4. Result of expert interview

Institution type (Number of experts)		Practice reflection	Practical utilization	
Group 1	Public	PPS (10)	3.6	3.2
		DOE (2)	4.0	3.5
		MDN (4)	3.5	3.3
	Private	FMP (5)	2.2	2.0
		FMH (1)	4.0	3.0
		BIM (1)	5.0	4.0
Group 2	Private	Professor (2)	4.5	3.5
		Researcher (1)	3.0	3.0
		CM company (2)	3.5	4.0
Average		3.70	3.28	

실무반영성 및 BIM 실무활용 가능성에 대한 총 28명의 평균 척도는 평균 약 3.42로 나타났다. 그러나 민간부분 공연장 시설관리 실무자들로부터 2.0~2.2의 평가를 받았는데 관련 근거를 요약하면 다음과 같다. 장비관련 유지보수가 많은 공연장시설의 특성상 건축물을 대상으로 하는 스마트 유지관리 기본 프로세스가 적합하지 않다는 의견이었다. 또한 기존 시설물에 대한 BIM 모델 구축이 불필요하다는 의견과 BIM 운용에 대한 추가적인 업무부담 우려가 원인으로 도출되었다.

5. 결론

본 연구에서는 설계단계에서 작성되는 BIM 모델과 유지관리에 필요한 다양한 정보들을 연계할 수 있는 매개체로서 COBie 프로토타입 문서를 제안하였다. 유지관리 프로세스를 모델링하여 단계별 필요정보들을 도출하고 이를 바탕으로 COBie 문서 프로토타입의 필드들을 정의하였다. 각 필드에 해당하는 정보들을 KBIMS 라이브러

리로 구축된 샘플모델로부터 COBie 문서로 추출하기 위한 파라미터 매핑항목을 제시하였다. 사례적용을 실시하여 제시된 매핑 파라미터에 의해 샘플모델로부터 COBie 문서가 생성 가능함을 확인하였다. 이는 유지관리 단계에 필요한 정보들을 구조화하여 KBIMS 라이브러리 기반의 설계단계 BIM 모델과 연계함으로써 유지관리 단계에서 활용 가능함을 의미한다. 또한 COBie 문서 프로토타입을 통해 BIM 모델에 포함하기 어려운 유지관리 정보들의 체계적인 관리가 가능할 것으로 기대할 수 있다.

유지관리 기본 프로세스와 COBie 문서 프로토타입의 현행 실무반영 여부 및 BIM 실무활용 가능성에 대한 면담을 실시하여 각각 3.70 및 3.28로 평가되었다. COBie 문서 프로토타입이 관리자의 업무 프로세스만을 대상으로 하여 작업자의 필요정보를 포함하지 못한 한계가 있다. COBie 문서와 기존 유지관리시스템의 연계가 유지관리 업무 개선에 미치는 영향에 대한 평가가 추가로 필요하다.

References

- [1] H. Y. Chae, D. H. Cho, S. H. Park, C. J. Bae, K. J. Koo, "Program-level Maintenance Scheduling Support Model for Multiple University Facilities", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.19, No.12, pp.303-312, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.12.303>
- [2] K. W. Seo, T. H. Kwon, S. H. Lee, "COBie Based Maintenance Document Generation of Railway Track", *Journal of the Computational Structural Engineering Institute of Korea*, Vol.30, No.4, pp.307-312, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.7734/COSEIK.2017.30.4.307>
- [3] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Regulation on Operation of Integrated Facility Information Management Framework [Internet], Available From: <http://www.law.go.kr/admRulLsInfoP.do?admRulSeq=2100000110907> (accessed Sep. 18, 2019)
- [4] J. Kim, S. Ji, T. Jeong, J. Seo, "A Feasibility Study to Adopt BIM-based Infrastructure Management System", *Journal of The Korean Society of Civil Engineers*, Vol.34, No.1, pp.285-292, 2014.
DOI: <https://doi.org/10.12652/Ksce.2014.34.1.0285>
- [5] N. Gui1, C. Wang, Z. Qiu, W. Gui, G. Deconinck, "IFC-Based Partial Data Model Retrieval for Distributed Collaborative Design", *Journal of Computing in Civil Engineering*, Vol.33, No.3, 04019016, 2019.
DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.0000829](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000829)
- [6] I. H. Kim, J. S. Choi, "A Study on the Construction of

- Object Library System and the Verification of Interoperability for Open BIM-based Energy Performance Assessment", *Journal of the architectural institute of Korea : Planning & design*, Vol.30, No.7, pp.3-10, 2014.
DOI: http://dx.doi.org/10.5659/JAIK_PD.2014.30.7.3
- [7] J. H. Jung, J. C. Lee, C. K. Kim, "Representation of the Shape and Layout of Rebars using IFC at Construction Document Phase", *Journal of the architectural institute of Korea : Structure & construction*, Vol.30, NO.1, pp.31-38, 2014.
DOI: http://dx.doi.org/10.5659/JAIK_SC.2014.30.1.031
- [8] J. Schein, "An information model for building automation systems", *Automation in construction*, Vol.16, No.2, pp.125-139, 2007.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2006.07.006>
- [9] J. Choi, H. Kim, I. Kim, "Open BIM-based quantity take-off system for schematic estimation of building frame in early design stage", *Journal of Computational Design and Engineering*, Vol.2, No.1, pp.16-25, 2015.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcde.2014.11.002>
- [10] D. H. Cho, S. H. Park, C. J. Bae, K. J. Koo, "Program-level BIM based Smart Architectural Maintenance Framework", *Spring Annual Conference of AIK*, Architectural Institute of Korea, Seoul, Korea, Vol.39 No.1, pp.438-441, April 2019.
- [11] Special Act on the Safety Control of Public Structures, No. 13799 (2013), Article 16.
- [12] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, General Regulations on Facility Information Management System [Internet], Available From: <http://www.law.go.kr/admRulLsInfoP.do?admRulSeq=2100000003323> (accessed Sep. 18, 2019)
- [13] H. S. Nah, W. S. Choi, N. G. Kim, H. S. Moon, M. B. Seo, "A Method of Facility Management based on BIM", *Proceedings of the Korea Contents Association Conference*, The Korea Contents Association, Daejeon, Korea, Vol.19, No.1, pp.435-436, May 2013.
- [14] J. K. Song, G. H. Cho, J. S. Won, K. B. Ju, S. H. Bea, "Object Classification List for BIM-based Maintenance Information Modeling in Electrical and Telecommunications Field of Architecture", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.15, No.5, pp.3183-3191, 2014.
DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2014.15.5.3183>
- [15] Public Procurement Service, BIM Application Basic Guidelines for the Public Procurement Service in Korea, p.193, 2017.
- [16] J. S. Won, G. H. Cho, K. B. Ju, "Development Method of BIM Data Modeling Guide for Facility Management : Focusing on Building Mechanical System", *Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering*, Vol.25, No.4, pp.216-224, 2013.
DOI: <https://doi.org/10.6110/KJACR.2013.25.4.216>
- [17] J. E. Kim, H. S. Choi, T. Y. Gang, "Derivation of System Requirements and Implementation of System Framework for BIM-based Urban Facility Maintenance System", *The 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>
- [18] S. K. Lee, J. H. Yu, H. K. An, "Improvement of Information Collection System in Design and Construction Phases for Efficient Facility Management", *Journal of the architectural institute of Korea : Planning & design*, Vol.28, No.5, pp.33-42, 2012.
DOI: https://doi.org/10.5659/JAIK_PD.2012.28.5.33
- [19] J. H. Choi, D. Y. Um, "A Study on the Feasibility of COBie to the Wastewater Treatment Plant", *Journal of The Korean Society of Civil Engineers*, Vol.34, No.1, pp.273-283, 2014.
DOI: <https://doi.org/10.12652/Ksce.2014.34.1.0273>
- [20] J. H. Wang, B. S. Cho, J. S. Kim, S. H. Kim, T. H. Kim, et al, Building Maintenance and Management Inspection Manual, p.615, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2013.
- [21] J. Messner, C. Anumba, C. Dubler, et al, BIM Project Execution Planning Guide, p.158, Computer Integrated Construction Research Program, The Pennsylvania State University, 2011.
- [22] U.S. General Services Administration, GSA BIM Guide for Facility Management, BIM Guides, USA, p.82, 2011.
- [23] buildingSMART Korea, KBIMS Library v1.02 [Internet], Available From: <http://kbims.or.kr/sub/Default.aspx> (accessed Sep. 18, 2019)

구 교 진(Kyo-Jin Koo)

[정회원]



- 2000년 12월 : University of Wisconsin-Madison (공학박사)
- 2002년 3월 ~ 현재 : 서울시립대학교 도시과학대학 건축학부 교수

〈관심분야〉

BIM, 설계·시공 통합관리, 문서·지식 관리, 유지관리

박 상 헌(Sang-Hun Park)

[정회원]



- 2013년 2월 : 서울시립대학교 일반대학원 건축공학과 (공학석사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 서울시립대학교 일반대학원 건축공학과 (박사과정)

〈관심분야〉

BIM, 원기관리, 공정관리

조 동 현(Dong-Hyun Cho)

[정회원]



- 2009년 2월 : 서울시립대학교 일반대학원 건축공학과 (공학석사)
- 2011년 2월 ~ 현재 : 서울시립대학교 일반대학원 건축공학과 (박사과정)

〈관심분야〉

BIM, 문서·지식 관리, 유지관리