

시설물 유지관리를 위한 BIM 데이터 입력기준 개발방안 : 건축 기계설비를 중심으로

Development Method of BIM Data Modeling Guide for Facility Management : Focusing on Building Mechanical System

원지선(Ji-Sun Won), 조근하(Geun-Ha Cho), 주기범(Ki-Beom Ju)[†]

한국건설기술연구원 ICT 융합연구실

ICT Convergence and Integration Research Division, KICT, Goyang 411-712, Korea

(Received February 8, 2013; revision received March 12, 2013)

Abstract Facility data is created throughout the design and construction phase. But the most facility managers bear significant costs that arise from the lack of interoperability with facility lifecycle. This paper is concerned with the way to collect facility data using BIM technology. The aim of this paper is to suggest BIM data modeling guide for the facility management using the information that need to be delivered from design and construction phase to operation and management phase. The BIM data modeling guide focus on the properties of mechanical equipment. It is to be hoped that this study will contribute to collect facility data from as-built BIM data and to build facility management system database without difficulty.

Key words Facility Management(시설물 유지관리), Building Information Modeling(건축정보모델), Mechanical System(기계설비), As-built Model(준공모델), BIM Guide(BIM 지침)

[†] Corresponding author, E-mail: kbju@kict.re.kr

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

시설물 전 생애주기에서 유지관리 단계는 가장 긴 시간을 차지하며, 소요되는 비용은 총 생애주기 비용의 약 85%를 차지⁽¹⁾한다. 이는 효율적인 유지관리 기술이 중요하며, 그 파급효과가 상당함을 의미한다. 현행 시설물 유지관리 시스템(Facility Management System, 이하 FMS) 구축과정에서 준공도서 및 시설물 인계서류로부터 유지관리에 필요한 데이터를 검색하고, 이를 검증하여 시스템에 입력하는데 소요되는 비용은 전체 유지관리 비용의 2/3를 차지⁽²⁾하는 것으로 알려져 있다. 준공도서가 인쇄물 또는 스캔파일 형태로 납품된 경우에는 이를 FMS에 입력하는 과정에서 오류발생의 우려가 있다. 이러한 현행 FMS 구축 프로세스의 문제점을 해소하기 위해서는 설계 및 시공단계의 정보가 유지관리 단계에 효율적으로 전달, 재활용되도록 디지털 파일 기반의 데이터 납품, 유통체계가 필요하다.

BIM(Building Information Modeling)은 초기 개념설계에서 유지관리 단계까지 건물 전 수명주기 동안 다양한 분야에서 적용되는 모든 정보를 생산하고 관리하는 기술⁽³⁾로서 건설단계간, 참여주체간 건설정보의 공유 및 재활용이 주요개념이다. 이러한 관점에서 현행 FMS 구축 프로세스 개선을 위해 BIM 기술을 접목하는 것이 적절하다고 판단된다.

BIM 기반 유지관리 기술에 대한 선행연구를 살펴보면, 솔루션 측면의 FMS의 BIM 도입방안 연구와 프로세스 측면의 유지관리 업무개선 연구가 주를 이룬다. 반면, BIM의 주요개념인 건설정보의 공유 및 재활용 측면에서 BIM 기반 유지관리 방안을 제시한 연구^(4,5)는 부족하다.

선행연구의 대부분은 BIM 데이터를 활용대상으로 바라보고 있다. BIM 데이터가 유지관리에 요구되는 데이터 항목을 포함하고 있는지 또는 그 데이터를 어느 단계에서 어떠한 방식으로 수집할 수 있는지는 다루고 있지 않다. 실질적인 BIM 기반 유지관리를 위해서는 BIM 데이터 활용방안보다는 유지관리 관점의 요구정

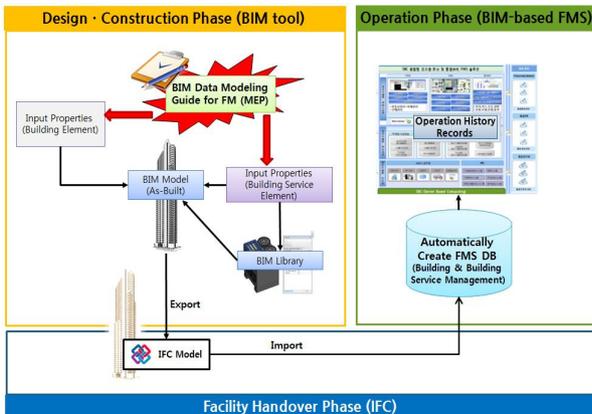


Fig. 1 Application scenario of BIM data modeling guide.

보가 입력된 설계 및 준공 BIM 데이터 확보방안 마련이 시급하다.

본 논문에서는 설계 및 시공정보 중 유지관리 단계로 전달이 필요한 요구정보를 선정하여 이를 유지관리를 위한 설계·준공 BIM 데이터 입력기준(안)으로 제시하고자 한다. 유지관리 단계 즉, FMS 구축에 활용 가능한 BIM 모델은 설계 및 준공 BIM 데이터 입력기준을 통해 확보가 가능하다. 본 연구를 통해 제안된 BIM 데이터 입력기준(안)은 현 시점에서 확보 가능한 국내사례를 기반으로 도출한 것이며 Fig. 1은 BIM 데이터 입력기준의 활용 시나리오를 표현한 것이다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 논문에서 유지관리 업무는 BIM 기반 FMS 환경에서 수행하는 것을 전제로 한다. BIM 기반 FMS의 주요기능으로 공간관리, 장비관리, 점검작업관리, 에너지관리 등이 있으나 본 연구에서는 장비관리 중 기계설비요소를 우선 연구대상으로 정하였다. BIM 데이터 입력기준 중 형상정보 부분은 범위 외로 하며, 객체별로 입력되는 속성정보를 중심으로 하였다. 속성정보 중 데이터 항목의 데이터 유형과 인스턴스에 대한 기준은 사례수준으로 제시하였다.

연구의 방법과 절차는 다음과 같다. 첫째, 유지관리 단계에서 요구되는 정보를 도출하였다. 요구정보의 도출방법은 크게 업무 프로세스 전개를 통한 방법과 실제 운영되는 시스템 분석을 통한 역공학(Reverse Engineering) 방식이 있다.⁶⁾ 본 연구에서는 국내 실무를 고려한 요구정보 도출을 위해서 역공학 방식을 채택하여 FMS 데이터베이스를 수집, 분석하였다. 둘째, 설계 및 시공 단계에서 생성되는 BIM 데이터 입력현황을 파악하기 위해 실무에서 작성된 BIM 라이브러리와 납품모델을

분석하고 설문을 통해 상용 BIM 소프트웨어에서 기본적으로 제공하는 속성 데이터 항목에 대한 입력빈도를 조사하였다. 셋째, 유지관리 요구정보 관점에서 국내 설계 및 준공 BIM 데이터 입력수준에서 전달될 수 있는 연계항목을 선정하여 BIM 데이터 입력기준(안)으로 제안하였다. 넷째, BIM 기반 FMS 지침을 시행 중인 미국 조달청의 데이터 납품 템플릿(Construction Operation Building Information Exchange, 이하 COBie)의 BIM 데이터 입력기준을 비교, 분석하여 향후 확장 가능한 항목을 검토하였다. 다섯째, 유지관리를 위한 BIM 데이터 입력기준을 보완하고 완성도를 높이기 위한 방안을 제시하였다.

2. 유지관리 요구정보 도출

국내 실정에 적합한 유지관리 요구정보를 도출하기 위해 주상복합, 학교, 오피스 시설에 대한 실운영 FMS 데이터베이스를 사례자료로 수집하였다. 각각을 분석한 결과, 주상복합의 자료가 가장 많은 데이터 항목을 보유하고 있으며, 학교 및 오피스 시설의 데이터 항목을 공통적으로 포함하고 있었다. 또한, 설비 관련 데이터베이스가 잘 구축되어 있어 유지관리 요구정보 표현 기반자료로 활용하였다. 국내 유지관리 요구정보는 추가적인 사례검토를 통해 지속적으로 확장시켜 나갈 예정이나 본 논문에서는 이를 현시점의 요구수준으로 가정하고 연구를 진행하고자 한다.

2.1 FMS 데이터베이스 분석

사례분석 대상시설은 지하 8층, 지상 34층의 업무/상업 복합시설로 약 4년째 운영되고 있다. 데이터베이스 중 기계설비와 관련된 ‘설비분류’, ‘속성정의’, ‘설비내역’, ‘점검기준’, ‘유지보수계획’ 테이블을 중심으로 데이터 항목을 분석하였다.

2.1.1 설비분류 테이블

설비분류 테이블은 전체 설비요소를 유지관리 관점에서 분류한 설비분류 코드목록이다. 설비분류 코드는 1자리의 대분류, 2자리의 중분류, 2자리의 소분류의 조합으로 구성된다. 대분류는 전기, 기계, 소방, 자동제어와 같은 분야분류를, 중분류는 공조, 냉방, 난방, 급탕과 같은 기능분류를, 소분류는 냉동기, 운수기, 냉각탑과 같은 장비분류를 의미한다. 공기조화설비는 ‘기계(M)’, ‘공조(01)’, ‘공기조화기설비(01)’가 부여되어 M0101이라는 코드로 식별된다. FMS에서 설비분류 코드는 시스템을 의미하며, 시스템은 BIM 모델에서 장비와 연결된 덕트, 배관, 연결재의 결합상태를 의미한다.

Table 1 Example of equipment specification

no.	property name	data type	length	unit
-	Equipment type	CHAR	30	
1	Heat Source	CHAR	30	
2	Air Flow	NUM	10	CMH
3	Cooling Capacity	NUM	10	Kcal/h
4	Heating Capacity	NUM	10	Kcal/h
5	Air Supply Motor Capacity	NUM	10	Kw
6	Ventilation Motor Capacity	NUM	10	Kw
7	Air Supply Motor Voltage	NUM	10	V
8	Ventilation Motor Voltage	NUM	10	V
9	Air Supply Motor Revolution	NUM	10	RPM
10	Ventilation Motor Revolution	NUM	10	RPM

2.1.2 속성정의 테이블

속성정의 테이블은 설비시스템 점검의 기준이 되는 장비사양 속성을 정리한 목록이다. 속성정의 필드는 속성명, 데이터 유형, 자리수, 단위로 구성된다. 속성명은 유효용량, 가열능력, 증기유량 등과 같이 장비별 점검에 필요한 사양을, 데이터 유형은 문자형, 숫자형, 날짜, 시간과 같은 데이터 타입을, 자리수는 데이터 길이를 의미한다. 속성정의 테이블은 전체 설비요소에 공통적으로 적용되는 속성을 취합한 것이다. 이 시설은 101개 속성으로 구성되며, 속성별로 일련번호가 부여되어 있다. 각 항목은 BIM 모델에서 객체별 속성정보 입력항목으로 대응될 수 있다. Table 1은 공기조화설비의 ‘장비 사양정보’ 사례이다.

2.1.3 설비내역

설비내역 테이블은 시설에서 설치, 운영하고 있는 장비객체 및 객체별 속성목록이다. 이 시설은 138개의 기계설비장비가 운영되고 있다. 설비내역은 장비관리 관점의 설치 및 운영 정보로 구성된다. 이는 Table 2와 같이 장비의 보증기간, 가동시작일, 제조국, 모델번호 등 15개의 속성 데이터 항목으로 구성되며, 이는 설비객체에 공통적으로 적용된다.

2.1.4 점검기준 테이블

점검기준 테이블은 장비상태 모니터링 업무에 필요한 속성정보를 정의한 목록이다. 측정의 종류, 측정지

Table 2 Example of equipment management

no.	property name	data type	length	unit
-	Equipment Name	CHAR	30	
1	Operative Date	DATE		
2	Expiration Date	DATE		
3	Total Weight	NUM	10	Kg
4	Size and Measurement	NUM	10	m ³
5	Operation Beginning Date	DATE		
6	Acquisition Date	DATE		
7	Manufacturer	CHAR	30	
8	Manufacturing Country	CHAR	30	
9	Manufacture Model Number	NUM	30	
10	Production Year	DATE		
11	Production Month	DATE		
12	Serial Code	CHAR	30	
13	Asset Code	CHAR	30	
14	Installation location	CHAR	30	
15	Description of Location	CHAR	50	

점의 명칭, 측정위치의 이상적인 상태값, 목표값에 대한 상한한계, 하한한계 등이 포함된다. 목표값 등은 절대값이 아닌 시설운영관리자의 판단에 의하여 변경될 수 있으며 상한한계, 하한한계 등은 장비 고유의 사양으로 설계 및 시공도면에서 장비일람표로 표현되는 정보이다.

2.1.5 유지보수계획 테이블

유지보수계획 테이블은 점검기준 테이블과 관련된 장비의 점검주기를 1주일, 1개월, 1년 등과 같이 부여한 목록으로 주기와 스케줄링 시작일 정보로 구성되어 있다.

2.2 국내 유지관리 요구정보 도출결과

FMS의 데이터베이스 테이블을 분석한 결과, 유지관리 요구정보는 설비시스템 및 장비에 대한 ‘객체정보’, ‘장비 사양정보’, ‘장비 설치정보’, ‘장비 점검정보’로 도출되었다. ‘장비 사양정보’과 ‘장비 점검정보’는 장비 특성별로 속성이 다르게 부여되므로 장비별 고유속성으로 정의된다. ‘객체정보’는 유지관리 관점의 설비요소 분류와 명칭으로 공통속성으로 정의된다. ‘장비 설치정보’도 시설 내 모든 설비요소가 갖는 공통속성으로 현 시점에서는 15개 항목으로 정의된다. 4가지

Table 3 Requirements for FM

no.	Requirements	property description	note
1	Object(System or Equipment)	object name, classification	common
2	Product Specification	Capacity, Grade (Table 1 reference)	specific
3	Product Installation	Warranty, Model Number (Table 2 reference)	common
4	Monitoring	Measuring Point, replacement cycle	specific

유지관리 요구정보 내 정의된 속성 데이터 항목은 추가적인 사례검토를 통해 늘어날 수 있으나, 현 시점의 요구정보는 Table 3과 같다.

3. 설계·준공 BIM 데이터 입력수준 분석

유지관리 요구정보 항목 중 BIM 모델에서 추출 및 재활용 가능한 항목을 선정하기에 앞서 설계 및 시공 단계에서 작성되는 BIM 모델의 데이터 입력항목 및 수준을 검토하였다. BIM 데이터 필수항목은 BIM 지침을 통해 확인할 수 있으나, 현행 조달청 시설사업 BIM 적용 기본지침서와 BIM 과업지시서는 MEP 분야 BIM 데이터 작성기준이 없는 실정이다. 따라서 실무에서 활용되고 있는 BIM MEP 라이브러리와 BIM MEP 모델 납품사례를 분석하여 국내 BIM 모델의 속성정보 입력항목 및 수준을 파악하였다.

3.1 BIM MEP 라이브러리 분석

한국설비기술협회는 국내 설비업계의 BIM 전문성 및 경쟁력을 높이고자 2009년 BIM위원회를 설립, 운영해오고 있다. BIM위원회는 BIM 도입을 위한 우선 수행과제를 국내 실정에 적합한 BIM MEP 라이브러리 구축으로 정하였다. 설계사와 제조사가 참여하여 2010년 “BIM MEP 라이브러리 1.0”을 제작, 발표하였다. 이는 공용 BIM 라이브러리와 제조사 BIM 라이브러리로 구성되어 있다.

3.1.1 피팅류 및 배관 부속류

공용 BIM 라이브러리는 특정 제조사에서 제작하기 곤란한 위생기구, 덕트 및 부속류, 각종 배관 피팅 등이다. 이는 BIM 위원회의 주관으로 전문제작업체를 통해 구축되었다. 공용 BIM 라이브러리에는 KS 및 국내 적용규격 등 유형별로 3D 모델과 2D 심벌 형상 그리고 Omniclass 코드 정보가 입력되어 있다. 형상정보 외

에 엔지니어링 정보 관련 속성정보는 제공하고 있지 않다.

3.1.2 장비류 및 밸브류

제조사 BIM 라이브러리는 실제 판매되는 제품을 대상으로 제작한 라이브러리로 장비 및 밸브가 이에 해당된다. 제조사 BIM 라이브러리는 제품 정보, 라이브러리 정보를 비롯하여 형상정보, 속성정보 등이 입력되어 있다. 형상정보는 3D 모델과 2D 모델 및 심벌로 제공되며 제품 종류에 따라 해당 장비와 덕트 및 배관과의 연결정보가 부가적으로 제공된다. 속성정보는 주로 제품의 사양정보이며, 일부 형상정보로부터 추출 가능한 크기 등의 규격정보가 포함되어 있다. 입력 속성정보 항목과 표기방식을 분석한 결과, 동종의 장비도 제조사별로 상이한 것으로 나타났다. 제조사별로 자율적으로 제공 가능한 정보를 입력한 것으로 파악된다. 국내의 제조사 BIM 라이브러리는 Fig. 2와 같이 ‘장비 사양정보’에 해당하는 속성정보를 많은 부분 제공하고 있다. 또한, 밸브류 중 일부는 최고사용온도, 최대허용배압 등 ‘장비 점검정보’에 해당하는 속성정보를 제공하고 있다.

3.2 BIM MEP 모델 납품사례 분석

3.2.1 BIM 기반 추출 일람표 분석

현행 대부분의 국내 설비분야 BIM 발주는 기존 2D 기반 설계에 BIM 모델작업을 병행 요구하는 방식으로 이루어지고 있다. 설비분야에서 BIM 모델의 제작 용도는 형상정보를 활용한 간섭체크와 시공성 검토가 주를

Geometry Data			
3D Model		2D Model	
		Symbol	
		X	
Connector	System	Information	Description
Connector 1:	Water Pipe	CU O.D 4 1/8" x 2	Cool Water Input
Connector 2:	Water Pipe	CU O.D 4 1/8" x 2	Cool Water Output
Connector 3:	Steam Air Pipe	CU O.D 4 1/8" x 2	Steam Air Input
Connector 4:	Steam Air Pipe	CU O.D 2 5/8" x 2	Steam Air Output
Connector 5:	Drainage Pipe	50A PT SOCKET	Drainage Pipe
Connector 6:	Duct	840mm x 1100mm x 2	SUPPLY DUCT
Connector 7:	Duct	770mm x 4380mm x 2	RETURN DUCT
Connector 8:	Duct	770mm x 4380mm x 2	OUTDOOR DUCT
Connector 9:	Power	Ø50 HOLE	MOTOR POWER
Property Data			
Category		Property	Description
Mechanic	Air Supply/Static pressure	1300CMM / 932Pa	
	Ventilator	Air Foil DS 5.5 x 2	
	Air-conditioning Coil	705.9Kw / 2024 lpm	
	Heating Coil	1164Kw / 1935kg/h	
	Filter	Pre / Medium	

Fig. 2 Manufacturer's BIM MEP library.

이론다. 설비업체로부터 수집한 BIM 납품모델에서 BIM 모델로부터 속성정보를 추출하여 장비일람표를 작성한 사례는 드물었다. 따라서 본 연구에서는 장비일람표는 BIM 입력수준 분석 용도로 활용하지 않고, 유지관리 단계에서 재활용 가능한 설계정보 연계 관점에서 분석하였다. 장비일람표는 유지관리 요구정보 중 ‘장비 사양정보’가 주를 이루었으며, 일부 ‘장비 점검정보’에 해당하는 상한, 하한 온도 등이 입력되고 있음을 확인할 수 있었다.

3.2.2 BIM 소프트웨어 속성 입력빈도 조사

BIM 프로젝트 수행실적이 우수한 회사 2곳을 대상으로 BIM 소프트웨어 속성 입력빈도에 대한 설문을 수행하였다. 국내 BIM MEP 설계에서 많이 활용되는 소프트웨어의 인터페이스를 분석한 결과, 13개의 설비 객체에 약 150개의 속성 입력항목을 제공하고 있음을 확인하였다. 그동안 BIM 프로젝트 수행경험을 바탕으로 필수, 선택, 미입력 항목을 선정하고 그 빈도를 평가해 줄 것을 요청하였다. 설문결과, 약 150개의 속성 정보 중 형상모델링을 통해 자동으로 채워지는 구축조건과 치수 관련 60개를 필수 입력항목으로 인지하고 있었다. 그 외 90개의 속성정보는 엔지니어링 정보로서 선택사항으로 인식하며 40개는 국내 실정에서 입력이 불가능하며 50개는 가능하다고 평가하였다.

다음 Fig. 3은 국내 실정에서 입력 가능한 50개의 선택 속성정보에 대하여 입력한 빈도가 높은 항목을 회색음영으로 표현하고, 빈도가 낮은 항목을 흰색으로 남겨둔 것이다. “o”로 표기된 항목은 전체 속성목록

Property Data			Object				
1	2	3	1	2	3	4	
Level 1	Level 2	Level 3	DUCT	Mechanical Equipment	Pipe	Plumbing Fixtures	
Properties	Mechanical	System Type	o	o	o	o	
		System Name	o	o	o	o	
		Insulation Thickness	o	o	o	o	
		Lining Thickness	o	o	o	o	
		Pressure Drop	o	o	o	o	
		Area	o	o	o	o	
		UPArrow					
		RightArrow					
		Left Arrow					
		Down Arrow					
		K coefficient Table					
		K coefficient					
		Flow					
		Flow State					
		Friction Factor					
	Velocity						
	Friction						
	Mechanical-Airflow	Flow					
		Velocity					
		Friction					
	Plumbing	Velocity Pressure	o	o	o	o	
		Flow Pressure					
	Type Properties	Identity Data	Key Note	o	o	o	o
			Model	o	o	o	o
			Manufacturer	o	o	o	o
Type Description			o	o	o	o	
URL			o	o	o	o	
Description			o	o	o	o	
Component Type			o	o	o	o	
Component Code			o	o	o	o	
Type Mark			o	o	o	o	
Cost			o	o	o	o	
Class Number		o	o	o	o		
Class Name		o	o	o	o		
Material and Finishes		Damper Material					
		Water Heater Material		o			
		Material				o	
	Roughness			o			
	Material			o			
Connection Type			o				

Fig. 3 Review of data frequency in BIM S/W.

중 객체별로 입력 가능항목을 나타낸 것이다. 빈도가 높은 44개의 항목은 유지관리 요구정보 중 ‘장비 사양정보’와 ‘장비 설치정보’에 해당한다. 빈도가 낮은 6개의 항목은 설비시스템 정보와 제품 재료 및 마감재 정보에 해당한다.

3.3 국내 BIM 데이터 입력수준 검토결과

한국설비기술협회의 BIM MEP 라이브러리는 현 시점에서 형상정보의 제공만으로 설계 효율성을 높이는 데 기여하고 있다고 판단된다. 특히, 제조사별 BIM 라이브러리는 속성정보에 대한 공통 입력항목과 기준이 없으나 공통적으로 유지관리 요구정보 항목을 모두 포함하고 있다. BIM 소프트웨어 속성 입력빈도 검토결과, 현실적으로 입력 가능한 항목은 ‘장비 설치정보’이며, 일부 ‘장비 사양정보’가 포함된 것으로 파악된다. 국내 BIM 데이터 입력 수준은 Table 4와 같이 유지관리 단계에서 활용될 수 있는 상당 수의 속성정보를 설계 및 시공단계에서 입력하고 있는 것으로 파악된다.

4. 유지관리를 위한 BIM 데이터 입력기준(안) 제안

4.1 국내 BIM 데이터 입력기준(안)

제 2장에서는 국내 유지관리 요구정보를 설비 시스템 및 장비에 대한 ‘객체정보’, ‘장비 사양정보’, ‘장비 설치정보’, ‘장비 점검정보’로 도출하였다. 제 3장에서는 국내 실무 BIM 자료분석을 근거로 설계 및 시공 BIM 데이터에서 유지관리 요구정보 속성항목으로 전달될 수 있는 항목과 수준을 도출하였다. 제 4장에서는 현행 시점에서의 BIM 데이터 입력기준(안)을 제안하고자 한다.

BIM 데이터 입력기준(안)은 객체별 속성정보목록과 그에 대한 데이터 입력주체, 기준 적용레벨을 구분할

Table 4 BIM Data Level Evaluation for FM

Design Const. BIM	FM Req.	Object (System or Equipment)	Product Specification	Product Installation	Monitoring
	BIM Library (Common)		●	○	○
BIM Library (Manufacturer)		●	●	●	●
BIM S/W		●	●	●	○
Evaluation	required	required	optional	required	recommend

Note) Data Frequency/● : High, ● : Middle, ○ : Low.

Table 5 Development Process of BIM Data Modeling Guide for FM

AHU	Property	Data Author			Application level		
		D	C	O	Reqd.	Opt.	Recom
Product Specification	Heat Source	C	R			✓	
	Air Flow	C	R			✓	
	Cooling Capacity	C	R			✓	
	Heating Capacity	C	R			✓	
	Air Supply Motor Capacity	C	R			✓	
	Ventilation Motor Capacity	C	R			✓	
	Air Supply Motor Voltage	C	R			✓	
	Ventilation Motor Voltage	C	R			✓	
	Air Supply Motor Revolution	C	R			✓	
	Ventilation Motor Revolution	C	R			✓	
Product Installation	Operative Date			C		✓	
	Expiration Date			C		✓	
	Total Weight	C	R			✓	
	Size, Measurement	C	R			✓	
	Operation start date			C		✓	
	Acquisition date			C		✓	
	Manufacturer	C	R			✓	
	Manufacture country	C	R			✓	
	Model Number	C	R			✓	
	Production Year	C	R			✓	
	Production Month	C	R			✓	
	Serial Code	C	R			✓	
	Asset Code			C		✓	
	Installation location	C	R			✓	
	Location descript.	C	R			✓	
Monitoring	Measuring point name			C		✓	
	property			C		✓	
	Measuring point property unit			C		✓	
	current status value			C		✓	
	Target Value			C		✓	
	upper control limit	C	R			✓	
	lowest control limit	C	R			✓	
	Monitoring cycle	C	R			✓	
	Monitoring start date	C	R			✓	

Note) Data Author/D : Designer, C : Constructor, O : Operator.

수 있도록 Table 5와 같이 정의하였다. 데이터 입력주체의 경우, 설계, 시공, 유지관리 단계별로 해당단계에 최초 생성(Create)되는 정보인 경우 “C”를, 변경(Revision)되는 정보인 경우 “R”로 표기하였다. 여기에서 시공단계에서의 설계변경과 유지관리단계에서의 장비교체로 인한 경우는 제외하였으며, 장비 구매단계에서 장비가 변경되는 경우는 포함하였다. 기준 적용레벨은 BIM 데이터 입력수준을 필수와 선택, 권장 3단계로 구분 제시하여 점진적으로 수준을 높이거나 발주자가 사업특성에 따라 선택 제시할 수 있도록 구성하였다. 현 시점에서는 ‘객체정보’와 ‘장비 설치정보’에 해당하는 속성은 필수 입력항목, ‘장비 사양정보’는 선택사항, ‘장비 점검정보’는 권장사항으로 제안하고자 한다. 유지관리 요구속성을 바탕으로 BIM 데이터 입력기준을 장비별로 정의한 사례는 Fig. 4와 같다.

5. 유지관리를 위한 BIM 데이터 입력기준 확장개발 방안

국내 BIM 데이터 입력기준(안)과 COBie의 BIM 데이터 입력기준을 비교하여 국내 기준을 보완하고 완성도를 높이기 위한 향후 확장 개발방안을 제시하였다

5.1 국외 BIM 데이터 입력기준 검토

5.1.1 COBie 개요

미국 GSA(General Services Administration)에서 시행 중인 유지관리 부문 BIM 지침과 COBie는 국제적으로 BIM 기반 유지관리 운영의 선진사례로 주목받고 있다. COBie는 설계와 시공단계에서 생성된 정보를 유지관리 단계로 전달하기 위하여 필요한 데이터 항목과 양식을 표준화한 엑셀 스프레드시트 형태의 템플릿이다. COBie의 데이터 항목은 IFC 스키마와 대응, 연계되

Item	NO.	Property	Data Type	Unit	Application Level			Author			
					Man.	Opt.	Auto.	D	C	F	
Equipment Identification	1	Equipment Name	Text	-	✓				C	R	
	2	Equipment Type Name	Text	-	✓				C	R	
	3	Classification Code	String	-	✓				C	R	
	4	GLID	Integer	-	✓				C	R	
	5	Description	Text	-	✓				C	R	
Equipment Installation	1	Operative Date	Date	-	✓						C
	2	Expiration Date	Date	-	✓						C
	3	Total Weight	Integer	kg	✓				C	R	
	4	Site Measurement	Date	S.I	✓				C	R	
	5	Operation start date	Date	-	✓				C	R	
	6	Acquisition date	Date	-	✓				C	R	
	7	Manufacturer	Text	-	✓				C	R	
	8	Manufact country	Text	-	✓				C	R	
	9	Model Number	String	-	✓				C	R	
	10	Production Year	Date (YYYY)	-	✓				C	R	
	11	Production Month	Date (MM)	-	✓				C	R	
	12	Serial Code	String	-	✓				C	R	
	13	Asset Code	String	-	✓						C
	14	Installation location	Text	-	✓			✓	C	R	
	15	Location descript.	Text	-	✓				C	R	
Equipment Specification	1	Heat Source	Text	-	✓				C	R	
	2	Air Flow	Integer	CMH	✓				C	R	
	3	Cooling Capacity	Integer	Kcal/h	✓				C	R	
	4	Heating Capacity	Integer	Kcal/h	✓				C	R	
	5	Air Supply Motor Capacity	Integer	Kw	✓				C	R	
	6	Ventilation Motor Capacity	Integer	Kw	✓				C	R	
	7	Air Supply Motor Voltage	Integer	V	✓				C	R	
	8	Ventilation Motor Voltage	Integer	V	✓				C	R	
	9	Air Supply Motor Revolution	Integer	RPM	✓				C	R	

Fig. 4 Example of BIM data modeling guide.

도록 개발되어 있다. BIM 소프트웨어에 탑재된 COBie 변환기를 활용하면, BIM 모델에 입력한 객체 및 속성 정보가 엑셀 워크시트 내 데이터 입력항목에 자동으로 채워지게 된다. BIM 소프트웨어를 사용하지 못하는 현장 또는 자재업체는 설계사로부터 전달받은 COBie 파일 또는 빈 COBie 파일에 유지관리 요구정보를 입력하여 건물인도에 필요한 준공도서를 작성하게 된다. 즉, 사업 수행주체가 BIM과 IFC를 구현하지 못하는 상황이라도 엑셀을 통해 정보가 전달될 수 있도록 제시한 현실적인 접근방식으로 보인다.

최신 COBie 스프레드시트는 2.4 버전으로 Table 6과 같이 18개의 워크시트로 구성된다. 설계단계에는 4가지 공간요소(Facility, Floor, Space, Zone)와 5가지 설비요소(Type, Component, System, Assembly, Connection) 워크시트에 대한 데이터 입력이 수행된다. 시공단계에는 Type 워크시트에서 제조업체 및 모델 정보가 추가되며, Component 워크시트에서 시리얼넘버와 태그 정보가 추가된다. 건물인도 단계에는 Type 워크시트에서 장비 보증정보가 추가된다. 본 논문에서는 설비요소 관련 워크시트 4종(Type, Component, System, Document)의 데이터 항목을 분석하였다.

5.1.2 Type 워크시트

Type 워크시트는 Table 7과 같이 시설 내 적용된 장비, 제품, 재료에 대한 규격정보를 담고 있다. 하나의 Type에 대해 한 개 이상의 Component가 존재한다. 총 35개의 Type 데이터 항목은 9개의 필수 항목과 15개의 선택 항목, 8개의 외부시트 참조 항목, 3개의 BIM 모

Table 6 COBie 2.4 worksheets

No.	Worksheet	Class	Phase
1	Contact	Reqd.	All
2	Facility	Reqd.	Design
3	Floor	Reqd.	Design
4	Space	Reqd.	Design
5	Zone	Opt	Design
6	Type	Reqd.	Design/Construction
7	Component	Reqd.	Design/Construction
8	System	Opt	Design
9	Assembly	recommend	Design
10	Connection	recommend	Design
11	Spare	Opt	FM
12	Resource	Opt	FM
13	Job	Opt	FM
14	Impact	recommend	Design
15	Document	Reqd.	All
16	Attribute	Opt	All
17	Coordinate	recommend	All
18	Issue	recommend	All

델연계 항목으로 구성된다. 필수 및 선택 항목은 BIM 모델의 형상과 입력속성으로부터 자동으로 채워질 수 있다. 외부시트 참조 항목이란, 타 워크시트에 기 입력된 정보로 별도 입력 없이 채워질 수 있는 것을 의미한다. BIM 모델연계 항목은 BIM 모델로부터 입력받는 값을 의미한다. Type 워크시트 내 입력되는 정보는 Component에 공통으로 적용되는 속성으로 제 3장에서 도출한 국내 유지관리 요구정보에서 ‘장비 설치속성’에 대응되는 항목이라 할 수 있다.

5.1.3 Component 워크시트

Component 워크시트는 Table 8과 같이 시설에 설치된

Table 7 COBie worksheet-type

No.	Class	Property
1	Reqd.	Name
2	reference external sheet	CreatedBy
3	Reqd.	CreatedOn
4	reference external sheet	Category
5	Reqd.	Description
6	reference external sheet	AssetType
7	reference external sheet	Manufacturer
8	Reqd.	ModelNumber
9	reference external sheet	WarrantyGuarantorParts
10	Reqd.	WarrantyDurationParts
11	reference external sheet	WarrantyGuarantorLabor
12	Reqd.	WarrantyDurationLabor
13	reference external sheet	WarrantyDurationUnit
14	linking BIM Model	ExtSystem
15	linking BIM Model	ExtObject
16	linking BIM Model	ExtIdentifier
17	Opt	ReplacementCost
18	Opt	ExpectedLife
19	reference external sheet	DurationUnit
20	Opt	WarrantyDescription
21	Reqd.	NominalLength
22	Reqd.	NominalWidth
23	Reqd.	NominalHeight
24	Opt	ModelReference
25	Opt	Shape
26	Opt	Size
27	Opt	Color
28	Opt	Finish
29	Opt	Grade
30	Opt	Material
31	Opt	Constituents
32	Opt	Features
33	Opt	AccessibilityPerformance
34	Opt	CodePerformance
35	Opt	SustainabilityPerformance

모든 장비, 제품의 목록을 의미한다. 총 15개의 Component 데이터 항목은 2개의 필수 항목과 7개의 선택 항목, 3개의 외부시트 참조 항목, 3개의 BIM 모델연계 항목으로 구성된다. 장비가 실제 설치된 실번호와 같은 공간정보가 포함된다. 설치시간과 보증시작일 등이 입력되며 장비점검 업무에 참조되는 자산관리번호, 태그 및 바코드 정보도 담을 수 있도록 구성되어 있다. Component 워크시트 내 입력되는 정보는 앞 절에서도 출한 국내 유지관리 요구정보에서 ‘장비 설치정보’에 대응되는 항목이라 할 수 있다.

System 워크시트는 시설에 설치된 설비시스템을 의미한다. 하나의 System은 한 개 이상의 Component의 집합으로 구성된다. Document 워크시트는 시설물인계 시 제출되는 서류목록을 의미하며, 주로 설치장비별 제품 카탈로그와 기자재 설치운영매뉴얼이 포함된다. 즉, 장비유형별로 장비 사양정보가 포함된 문서를 PDF 형태로 저장하여 납품하는 것으로 파악된다.

5.2 국외 BIM 데이터 입력기준 검토

국내 유지관리 요구정보는 크게 ‘설비분류’, ‘설비내역’, ‘장비 사양정보’와 ‘장비 설치정보’ 그리고 ‘장비 계측정보’로 구성되며, 공기조화기의 경우 36개의 속성정보가 필요하다. 미국 조달청의 유지관리 요구정보는 크게 Type, Component, System, Document로 74개의 속성정보가 필요하다. COBie에서 표현하고 있으나 국내 유지관리 요구정보에 없는 항목은 향후 검토를 통해 확장이 가능하다. 특히, 국내 유지관리 요구정보는 BIM 기반이 아닌 데이터베이스 기반으로 도출된 데이터 항목이므로 COBie의 데이터 항목 중 BIM 모델과 연계되는 항목은 국내 기준이 수용해야할 부분이다.

Table 8 COBie worksheet-component

No.	Class	Property
1	Reqd.	Name
2	reference external sheet	CreatedBy
3	Reqd.	CreatedOn
4	reference external sheet	TypeName
5	reference external sheet	Space
6	linking BIM Model	Description
7	linking BIM Model	ExtSystem
8	linking BIM Model	ExtObject
9	Opt	ExtIdentifier
10	Opt	SerialNumber
11	Opt	InstallationDate
12	Opt	WarrantyStartDate
13	Opt	TagNumber
14	Opt	BarCode
15	Opt	AssetIdentifier

COBie는 2007년 처음 개발되어 5년째 데이터 항목을 조정하고 있다. 앞서 언급하였듯이 국내 기준에 없는 부분은 항목을 추가하는 방안이 바람직하며, 국내 기준에만 존재하는 부분을 확인하기 위하여 국내 유지관리 요구정보를 기준으로 COBie의 데이터 항목을 비교해보았다.

공기조화기의 경우, 국내 기준은 36개의 속성정보를 입력항목으로 요구하고 있다. 이에 대해 COBie는 13개 항목을 요구하고 있다. 비교 결과, 장비사양 정보는 국내는 BIM 데이터 항목으로 담을 수 있다고 판단하고 있으나, COBie는 BIM 데이터가 아닌 BIM 데이터와 연결된 외부파일로 관리하고 있다. 이는 장비사양을 어느 포맷으로 관리하는지의 관점 차이이며, 이에 대한 검토가 향후 이루어질 예정이다.

‘장비 설치정보’의 경우, 국내 FMS는 제조국, 생산연도 등을 관리하고 있으나 COBie는 관리하고 있지 않다. 이 부분은 추가적인 사례검토를 통해 선정여부를 판단해나가야 한다. ‘장비 점검정보’의 경우, BIM 모델로부터 정보를 얻는 부분이 상한한계, 하한한계 정도로 작은 부분이므로 시설관리자가 직접 입력해서 처리하는 방식도 고려될 수 있다. ‘장비 사양정보’는 2D 설계환경에서 설비도면의 장비일람표 또는 장비 카탈로그 등을 통해 제출되는 정보이다. 이 정보를 BIM 기반 FMS에 전달하는 방안은 시공단계에서 BIM 모델의 속성정보로 직접 입력하는 방식과 BIM 모델의 객체형상과 장비 카탈로그를 연결시키는 등 외부참조로 두는 방안이 있다.

6. 결 론

실질적인 BIM 기반 유지관리를 위해서는 BIM 데이터 활용방안보다는 유지관리 관점의 요구정보가 입력된 설계 및 준공 BIM 데이터 확보방안 마련이 시급하다. 본 논문에서는 설계 및 시공정보 중 유지관리 단계로 전달이 필요한 요구정보를 선정하여 이를 유지관리를 위한 설계·준공 BIM 데이터 입력기준(안)으로 제시하였다. 본 연구를 통해 제안된 BIM 데이터 입력기준(안)은 현 시점에서 확보 가능한 국내사례를 기반으로 도출한 것으로 향후 추가 사례분석을 통해 BIM 데이터 입력기준 개발방안을 제시할 예정이다. 추후 IFC 등 데이터 납품 포맷연구를 수행하여 BIM 기반 FMS에 적용 및 검증을 수행할 계획이다.

연구의 한계점으로는 국내 유지관리 요구정보를 도출함에 있어 3개 시설의 FMS DB를 기준으로 도출하여 대표성이 다소 부족하다는 점이다. 향후 추가적인 사례연구와 함께 프로세스 전개 방식을 통한 요구정보를 검토하여 객관성을 확보하도록 추가 연구가 필요하다. 또한, 유지관리를 위한 BIM 데이터 입력기준(안)에서 제안한 데이터 입력주체와 기준 적용레벨은 IPD(In-

egrated Project Delivery) 등 BIM 발주방식과 일부 연관성이 있으며, 설계업체, 시공업체, 장비업체, 유지관리업체, 건물소유자간 합의를 이루어야 하는 부분이다. 따라서 기준(안)을 향후 확장 개발하는 과정에서 전문가의 의견수렴이 진행되어야 할 것이다. 향후 본 기준(안)이 발주자 지침 또는 설계 및 시공 과업지시서에 반영되어 설계 및 준공단계의 BIM 모델 작성기준으로 적용된다면, FMS 데이터 구축의 자동화를 지원하여 구축비용 절감 등 경제적 파급효과가 상당할 것으로 기대된다.

후 기

본 연구는 국토해양부 첨단도시개발사업의 연구비 지원(과제번호 : #09 첨단도시A01)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. Teicholz E., 2004, Bridging the AEC/FM technology

- gap, IFMA Facility Management Journal, pp. 1-8.
2. Gallaher, M. P., O'Connor, A. C., Dettbarn, J. L., Jr., and Gilday, L. T., 2004, Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry, NIST GCR 04-867.
 3. Kim, I. K., 2008, Based Technology For BIM Practical Applications BuildingSMART Korea, p. 13.
 4. Lee, S. K., Yu, J. H. and An, H. K., 2012, Improvement of Information Collection System in Design and Construction Phases for Efficient Facility Management, Journal of Architectural Institute of Korea Vol. 28, No. 5, pp. 33-42.
 5. Ko, Y. H., 2008, A Study on the Development of BIM-based Building Process of CAFM Basic Data, Master's Thesis, Seoul National University of Technology
 6. Building SMART International User Group, 2010, Information Delivery Manual Guide to Components and Development Methods Vol. 1/2, pp. 48-50.