

건축물 유지관리를 위한 COBie기반 건축정보교환체계 프레임워크 연구

강태욱

한국건설기술연구원 미래융합연구본부

COBie-based Building Information Exchange System Framework for Building Facility Management

Tae-Wook Kang

Department of Future Technology and Convergence Research, Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology

요약 COBie(Construction Operations Building Information Exchange)는 시설물 관리 프로젝트에 필요한 정보를 여러 경로에서 수집하고 문서화하는 표준정보포맷이다. 문서화된 COBie 정보는 엔지니어가 사용하는 시설관리시스템과 데이터를 교환하는 수단으로 이용할 수 있다. 시설물 관리 데이터 교환 프로세스는 COBie를 사용하여 사용자가 필요로 하는 목록과 정보를 정형화한 후 정보를 입력한다. COBie는 설계 및 시공 단계에서 운영, 유지 보수, 자산 관리 등을 지원하기 위해 정보를 획득하고 업데이트하는 방식을 개선하기 위해 개발되었다. 하지만, COBie를 사용하기 위해서는 이기종 데이터 모델과 정보연계, 품질검수 등에 많은 수작업이 필요하다. 이런 이슈들은 COBie 기반 시설물 관리 시스템 개발 시 장애요인이 된다. 이 연구는 시설물 관리를 위한 데이터 교환체계를 분석하여 BIM(Building Information Modeling)에 포함된 유지보수정보를 보다 쉽게 운영하기 위한 프레임 워크를 제안한다. 이 연구는 시설관리 정보제출 규칙, 품질점검, 프레임워크 컴포넌트 역할 정의, COBie 호환성 보장 및 정보연계 방안을 도출하였다. 프로토타입 개발을 통해 제시된 프레임워크를 기반으로 한 COBie DB 스키마 생성 시 효과적인 데이터 연계가 가능함을 확인하였다.

Abstract The Construction Operations Building Information Exchange (COBie) collects and documents a large amount of information from different paths in one place during design and construction projects. This documented information is readily available as a means of continuously transferring data to the facility management systems used by building engineers. In this process, the COBie Worksheet, an open standard form, is used to input the information by simplifying the list required by the user. As a result, COBie was developed to improve dramatically how relevant information is obtained and updated to support operations, maintenance, and asset management at the design and construction stages. On the other hand, to use COBie, a great deal of manual work is required for information linkage and quality inspection with heterogeneous data models. These issues become obstacles to COBie-based facility management system development. This study analyzed the COBie information system and defined the framework for simpler operating maintenance information from BIM (Building Information Modeling). Moreover, the rules for facility management information submission, quality inspection, role definition of framework components, and information linkage were derived. COBie DB schema and support data linkages could be generated effectively based on the proposed framework in prototype development.

Keywords : COBie, BIM, Facility, Management, Information Exchange, Framework

This research was supported by a grand from the Remote Scan and Vision Platform Elementary Technology Development for Facility and Infrastructure Management funded by KICT(Korea Institute of Civil Engineering and building Technology) and a grant (20AUDP-B127891-04) from the Architecture & Urban Development Research Program funded by the Ministry of Land, Infrastructure and Transport of the Korean government.

*Corresponding Author : Tae-Wook Kang(KICT)

email: ktw@kict.re.kr

Received May 21, 2020

Revised July 17, 2020

Accepted August 7, 2020

Published August 31, 2020

1. 서론

시설물 정보는 시간 흐름에 따라, 고객니즈(Needs)에 따라, 기능에 따라, 용도에 따라 지속적으로 변화한다. 비즈니스에서 지속적으로 변화하는 정보의 축적과 분석은 현시점에서 기업의 수익 창출뿐 아니라 미래 사업에 대한 준비를 가능하게 한다. 시설물 운영 및 유지관리는 전 생애주기 비용의 약 80%이상을 차지한다.

2000년대 초반 BIM기술이 건설산업에 적용되면서 BIM과 FM을 성공적으로 통합하기 위한 기술개발이 지속적으로 이루어고 있다. BIM은 연속적이고 지속적인 정보의 활용이 가능하다는 측면, 복잡한 시설정보를 시각적으로 쉽게 이해할 수 있다는 측면에서 시설관리 효율성을 크게 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다. 다만, BIM은 불필요한 형상정보가 포함될 수 있고, 데이터를 교환할 때 특별한 소프트웨어가 필요하며, 처리용량이 단점이 있다. COBie(Construction Operations Building Information Exchange)는 시설물관리에 필요한 정보교환을 위한 속성정보를 보관하기 위해 제안된 표준이다. COBie는 설계 및 건설 프로젝트동안 서로 다른 경로에서 오는 많은 정보를 한 곳에 수집해 문서화한다. 이 문서화 된 정보는 건축물 엔지니어에 의해 사용되는 시설물관리 데이터교환 방법으로 활용이 가능하다. 하지만, 아직까지 국내는 COBie 기반 데이터 교환 도구 부족, 데이터 품질 관리 및 연계 방안 문제 등으로 연구단계에 머무르고 있다.

본 연구는 BIM으로부터 보다 쉽게 유지관리 정보를 운영하기 위한 COBie 건축정보교환 프레임워크를 정의하고, COBie 개발을 위한 조건과 정보입력 의무사항, 제출물에 대한 품질체크 방법에 대하여 연구한다. 또한 COBie의 정보교환 체계 분석을 통해 시설물 유지관리 시스템과 연계 방안을 제시한다.

2. 연구 방법

건축물 유지관리를 위한 COBie기반 건축정보교환체계 연구를 위해 관련 연구동향과 COBie 정보교환체계를 조사하고 분석한다. 이를 바탕으로, COBie기반 정보교환 프레임워크를 설계하고, 정보교환체계가 수행되기 위한 계약 및 정보입력사항을 정의한다. 이를 통해, 제출물에 대한 규칙과 품질체크 방법을 정의하고, COBie 정보교환을 위한 시스템 연계 방법을 제안한다. Fig. 1은 연구 흐름을 표현한 것이다.

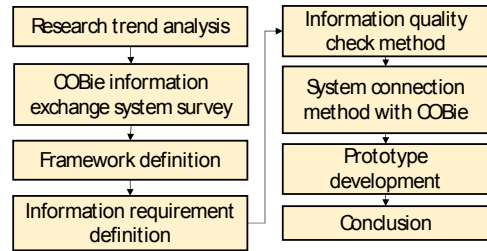


Fig. 1. Research Workflow

본 연구는 건축물 시설물 관리 목적의 COBie 기반 정보교환체계 프레임워크 개발에 초점을 맞춘다.

3. 관련연구

COBie기반 건축정보교환체계 프레임워크 연구를 위해 국외 연구 동향을 조사하였다.

국내의 경우, 효율적인 시설물 유지관리를 위한 설계 시공단계 정보수집 개선방안에 대한 연구가 있었다[1]. 이 연구는 COBie 체계를 벤치마킹하여 국내 시설물 유지관리체계의 문제점을 비교분석하고 개선방안 도출에 초점을 맞추고 있다. 이 연구에서 국내 시설물 관리용 데이터는 형식이 통일되어 있지 않고, 컴퓨터가 데이터를 해석할 수 있는 Machine-readable 형식이 아님을 지적하고 있다. BIM 복합객체에 대한 속성정보 통합관리에 대한 연구가 있었다[2]. 이 연구는 BIM정보의 개발상세 수준에 따라 개별정보를 통합 관리를 방법을 제안하고, BIM기반 데이터 분석과정에서 발생하는 속성정보에 대한 혼란을 제거하는 데 초점을 맞춘다. 이 연구는 COBie를 직접 다루고 있지는 않다.

개방형 BIM 기반 IFC 모델을 이용한 실내공간정보 시각화 도구개발 및 활용방안에 관한 연구가 있었다[3]. 이 연구는 실내공간정보 시각화 도구개발을 위해 IFC모델을 이용하고 있다. 이를 통해, 대규모 피난 시뮬레이션 등 다양한 활용 방안을 제안하고 있다. 다만, 이 연구는 시설물 유지관리에 특화된 연구보다는 BIM관점에서 시설물 관리 등을 포함한 다양한 활용사례 및 BIM 사용방법에 대해 초점을 맞추고 있다.

아파트 유지관리를 위한 COBie 개발에 관한 연구가 있었다[4]. 이 연구는 COBie 컨텐츠를 정의하고 이를 구현하기 위해 아파트 유지관리 데이터에 대한 COBie 작성 방법 개발에 초점을 맞추고 있다.

COBie 기반 철도 선로 유지관리 문서 생성에 관한 연구가 있었다[5]. 이 연구는 철도시설물 운영유지관리 문서의 생산성 효율을 향상하기 위한 방법으로 IFC기반 철도 선로의 As-built모델의 COBie 스프레드시트 생성 방법을 제안하고 있다.

BIM 기반 건축물 관리 지원을 위한 COBie 문서 프로토타입에 관한 연구가 있었다[6]. 이 연구는 건축물 공간 및 마감부재관리를 위해 필요한 데이터 항목을 도출하고, 이를 COBie 파라미터로 표현한 프로토타입을 제안하였다. 이를 기반으로 사례분석을 하였다.

BIM과 COBie 데이터베이스 활용의 효과에 대한 연구가 있었다[7]. 이 연구는 CMMS(Computerized Maintenance Management System)의 실제 데이터를 사용해 시설물 관리 시 작업 지시 작업 효율성을 연구하는 데 초점을 맞추고 있다. 이 연구에서는 조직 내 모든 건물에서 작업 데이터를 기록하기 위한 표준 규칙이 없다면 BIM을 사용하는 데 큰 효과가 없음을 확인하고 있다. 시설물 관리 정보와 BIM 데이터 통합에 관한 연구가 있었다[8]. 이 연구는 시설물 관리에 필요한 정보를 수집해 BIM에 통합하는 프로세스 모델을 제안하고 있다. 이 프로세스 모델은 데이터 입력, 통합, 표준 및 리포트 모델로 구분해 역할을 정의하고 있다.

시설물 관리가 가능한 BIM 개발을 위한 연구가 있었다[9]. 이 연구는 BIM과 FM간 상호운용성 방법 개발에 초점을 맞추고 있다. 이를 위해 As-built BIM 모델에서 유지관리에 필요한 자산을 추출하고 CMMS에서 활용하는 방법개발에 초점을 맞추고 있다. BIM과 시설물 관리용 유틸리티 센서 데이터 통합에 관한 연구가 있었다[10]. 이 연구는 COBie를 기반으로 무선 센서 네트워크에서 수집된 데이터를 통합하고 가상 모델을 통해 데이터를 확인하는 방법을 제안하고 있다.

COBie를 활용해 시설물증축공사 정보를 관리한 사례 연구가 있었다[11]. 이 연구는 Autodesk Revit 애드인 COBie 도구를 소개하고, 이 도구를 이용한 프로세스를 제안하고 있다. 이를 통해, 시간 절약과 정확성 개선을 추구하였다. COBie 기반 하수처리시설 유지관리 사례연구가 있었다[12]. 이 연구는 시설 관리에 필요한 정보가 COBie 항목과 어떻게 맵핑되어야 하는 지 부합성을 확인하고, COBie 한계를 지적하였다.

연구동향 조사결과 COBie 사례 연구를 통한, COBie 및 BIM 연동 이슈를 언급한 경우가 많았다. 해외에서는 주로 BIM시스템 연동 방법 등에 관한 연구가 많다. Table 1은 연구 범주와 목적을 기술한 것이다.

Table 1. Related Research Category and Scope

No	Category	Scope
1	Research on COBie information system analysis and design([2], [6])	COBie analysis and design
2	COBie-based domestic FM cases and issues([1], [4], [5], [11], [12])	FM using COBie case study
3	Linkage method between COBie and BIM([3], [7], [8], [9], [10])	Data exchange method

본 연구는 COBie 기반 건축정보유통을 위한 프레임워크 개발에 초점을 맞춘다. 프레임워크는 기존 건축물 유지관리를 위해 COBie가 활용되는 경우 필요한 기능적 관점에서 컴포넌트를 정의하고, 각 컴포넌트의 기능을 규정함으로써 COBie 시스템 구축 시 사용자 지침 역할을 한다. 이 연구는 COBie 데이터베이스 설계보다는 FM 시스템 구축 시 참조모델로서 필요한 기능적 정의에 초점이 맞춰져 있다. 이 연구는 건축물 유지관리 시 참조모델로서 프레임워크 구조를 제안하고, 연계 방법, DB 스키마 자동 생성방법과 정보교환체계를 제안하는 것에 목적이 있다.

4. COBie기반 건축정보교환 프레임워크

4.1 프레임워크 설계

본 연구와 관련된 연구 동향을 조사해 보면, 시설물 관리 사례에 따라 교환해야 할 정보와 프로세스가 달라진다는 것을 알 수 있다. COBie는 디자인부터 시공까지 데이터가 누적되므로, 처음 어떤 정보 유형이 되어야 하는지 결정하는 과정이 필요하다.

아울러, 기존에 시설물 관리 데이터가 있을 때, BIM과 같이 모델링된 데이터가 이미 존재할 때, 시설물 관리 관련해 필요한 데이터가 없을 때 등으로 COBie 구축 방법이 달라진다. 또한, COBie를 사용하는 시스템이 이기종이라면 연계할 수 있는 방법도 별도로 고려해야 한다. 그러므로, 시설물관리 정보교환을 위해서는 다음과 같은 사항을 고려할 필요가 있다.

- C1. FM 요구사항 정의
- C2. COBie 연계시스템 및 방법 정의
- C3. 데이터교환 프로세스 정의
- C4. COBie 메타데이터 정의
- C5. 데이터 품질관리방법 정의
- C6. 데이터 관리체계 정의

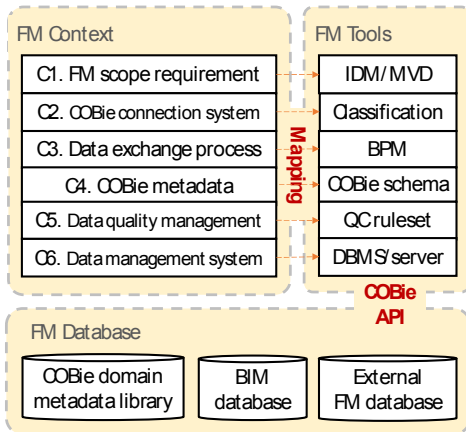


Fig. 2. FM CTD(Context, Tools and Database) Framework

이 고려사항은 시설물 관리 주체, 사용 시나리오에 따라 달라지는 FM 정보교환 방식과 관련된 이기종 시스템 간 상호운용성을 고려한 것이다.

이 부분을 COBie개발 전에 정의하지 않으면, 이후 개발되는 COBie데이터는 제대로 활용될 수 없을 것이다. C1-C6까지 고려사항은 FM 정보교환 컨텍스트(context)를 정의하고, 이를 위한 도구(Tools)를 마련하며, 정보교환에 관련된 데이터베이스로 그룹화하여 정의할 수 있다. 도구나 데이터베이스 그룹과 그 안의 컴포넌트 기능을 결정하는 것은 FM 컨텍스트에 의존되므로, 모든 COBie 데이터 개발 절차는 이 컨텍스트 정의에서 시작되어야 한다. 앞서 분석된 내용을 바탕으로 Fig. 2와 같이 프레임워크를 정의하였다.

프레임워크의 FM Context 그룹 컴포넌트는 FM Tools의 각 컴포넌트와 대응된다. Context가 FM 범위(scope)와 컨텍스트를 정의한 것이라면 FM Tools 그룹에서 이를 구현하는 방법을 구체적으로 제공해야 한다. FM Tools와 FM Database는 COBie와 Open API를 통해 상호운용성을 지원해야 한다. 앞서 정의된 프레임워크의 컴포넌트 역할은 Table 2에 기술하였다.

4.2 FM requirement와 IDM/MVD

FM Context에서 맵핑된 FM Tools 중에서 IDM/MVD는 시설물 관리 데이터 교환 요구사항, 프로세스와 그 범위를 규정하는 데 도움을 준다. FM 프로세스 과정에서 발생하는 정보를 상호운용하려면, 어떤 정보를 누가, 언제, 어떻게 만들어 전달할 지에 대한 정보를 전달할 방법을 명확히 규정해야 한다.

Table 2. FM CTD Framework Role Definition

Group	Component	Role
FM Context	FM scope requirement	Determine FM coverage and requirements.
	COBie connection system	Decide how to connect external systems with COBie.
	Data exchange process	Define the data exchange process.
	COBie metadata	COBie is used to define items, meanings, and formats for data exchange.
	Data quality management	Determine the criteria for checking COBie data quality.
	Data management system	Define FM data management measures. Decide which DBMS will store, extract, and retrieve COBie data.
FM Tools	IDM(Information Delivery Manual) / MVD(Model View Definition)	Within the FM context, you need to define how to communicate information, actors, and model views.
	Classification	For COBie worksheets, a taxonomy is required to retrieve each record. You should decide which classification system to use.
	BPM(Business Process Management)	The data exchange process is clearly described in BPM. The process is defined using standard BPMN (BPM notification).
	COBie schema	Defines schema that physically represents COBie metadata.
	QC(Quality Control) ruleset	Quality check rules and methods should be defined for QC.
	DBMS/server	You need to decide which DBMS and server will store and manage the COBie.
FM Database	COBie domain meta library	Develop ways to manage COBie domain's metadata.
	BIM database	If you have a BIM database, you need to decide what kind and how to query the data.
	External FM database	If you have an external FM database, you need to develop a connection method such as Open API, ETL(Extract, Transform and Load) etc.

IDM은 정보를 어떻게 만들어 누구에게 전달해 줄지에 대한 정보 교환 시나리오이며, 누구는 사람이나 시스템, 솔루션이 될 수 있다. MVD는 IDM 정보교환 시나리오 안에서 모델의 어떤 정보 항목을 교환할지 정의한 것으로 객체와 속성의 집합으로 표현된다.

정보의 상호운용성을 위해서는 IDM/MVD가 함께 표현되어야 한다. IDM은 처리 시퀀스(sequence) 관점이고 MVD는 정보 모델 활용의 관점에서 방법을 명시한 것

이다. IDM/MVD는 COBie 정보 구성을 바탕으로 정의 되어야 한다. COBie 정보의 구성은 시설물 정보를 Worksheet로 표현되는 시리트로 표현된다.

COBie 2.4버전은 총 18개의 Worksheet, 각 Worksheet 에서 세부적으로 요구되는 정보, 277개의 데이터 필드로 구성된다. COBie Worksheet 세부 정보는 프로젝트가 진행되는 단계에 따라, 참여자들의 정보입력 역할 분담에 따라 수집된다. COBie Worksheet 생성 프로세스는 기본설계, 상세설계, 시공 및 운영단계에 걸쳐 정보 입력 주체에 따라 채워지는 프로세스의 결과물이 된다. Figure 3은 이를 보여준다.

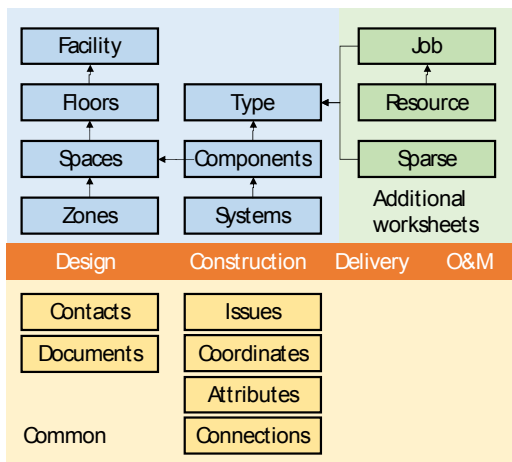


Fig. 3. COBie Worksheet

기본설계 단계에서는 설계자의 책임 하에 공간, 구역, 룸 등 Facility, Floor, Space, Zone의 4가지 공간요소 Worksheet가 구축되고, 상세설계 단계는 시스템, 제품 및 장비 등 Type, Component, System, Connection, Assembly의 5가지 설비요소 Worksheet의 데이터 입력이 수행되어야 한다.

시공단계는 시공자와 전문업체 책임 하에 일반 자산정보 및 시공 상세정보 등 Type, Component Worksheet가 추가된다. 시설물 인도 단계에는 Type Worksheet에서 장비 보증 (Warranty)정보가 추가된다.

운영단계에서는 운영관리의 책임자인 발주처 또는 위탁관리자가 유지보수 정보를 COBie Worksheet 또는 COBie 기반 운영관리시스템에 직접 입력하여 사용할 수 있도록 체계화되어 있다. COBie와 함께 개발된 COBie Specification에서는 프로젝트 단계별로 데이터입력이 필요한 특정 마일스톤(Milestone)을 지정하고 누가 어떤

정보를 입력해야하는지 정의한다.

4.3 COBie connection system과 Classification

데이터베이스에서 정보를 분류하고 검색하려면, 레코드에서 유일성을 갖는 PK(Primary Key)값이 있어야 한다. 유일성을 갖는 PK값은 크게 2가지 방법으로 얻을 수 있다.

하나는 GUID(Globally Unique Identifier)로 알려져 있는 키값으로, GUID는 해쉬(Hash)와 유사한 방식으로 생성되므로 오직 유일한 값이 생성된다. GUID는 데이터베이스에서 서로 다른 엔티티(entity) 테이블(table) 간의 관계가 있을 경우, 이 관계를 만들어 주는데 사용할 수 있다. 예를 들어, BIM 객체, COBie 레코드와 같은 이기종 데이터베이스 간에 관계를 맺을 때 사용된다. 하지만, GUID는 수학적 공식에 의해 만들어진 숫자와 문자열이므로, 검색으로 활용되기 어렵다.

또 다른 하나는 분류체계(Classification)을 이용하는 것이다. 분류체계는 정보검색에 필요한 관점에서 정보를 분류하는 방법을 제공한다.

COBie는 OmniClass를 분류체계로 사용한다. OmniClass 건축 산업에 대한 정보를 검색하는 데 사용되는 분류 시스템이며 ISO 국제표준이다. OmniClass는 15개 테이블로 구성되어 있고, 그 일부는 건물, 조경, 토목 및 프로세스 관점을 정의한다. 각 테이블은 독립적으로 사용하거나, 다른 테이블 항목과 결합하여 복잡한 주제 정보를 분류할 수 있다.

4.4 Data exchange process와 BPM

COBie기반 정보교환은 시설물 유지관리를 위한 정보들을 시공 완료 후 재생산 및 입력하는 것이 아니라, 설계(Design), 시공(Build), 시공 후 단계(Commissioning)의 프로세스의 대표 프로젝트 참여주체들이 생산해낸 정보를 추가해 가는 프로세스 기반 표현(Process-oriented representation)으로 운영되어야 한다. 이런 이유로, COBie기반 FM 데이터 교환 시 프로세스를 명확히 정의해야 한다.

COBie 데이터를 직접 추가할 필요가 있는 Actor는 자신이 담당하고 있는 업무와 관련한 테이블에 데이터를 추가해야 함을 명시해야 한다.

프로세스는 BPM에서 제안하는 BPMN 도구로 통일해 기술한다. BPMN은 프로세스와 데이터 교환을 기술할 수 있는 게이트웨이(Gateways), 액티비티(Activities),

데이터, 이벤트, 트랜잭션을 명확하게 정의할 수 있는 도구를 제공한다.

4.5 COBie 메타데이터와 스키마

FM Context에서 메타데이터는 FM 요구사항 범위에서 데이터를 COBie로 개발하기 전에 정의되어야 하는 데이터에 대한 기술서이다. 메타데이터는 기록된 데이터의 machine readable정보이다. 데이터가 처리되기 위해서는 데이터 유형, 포맷을 표준화해야 한다.

일반적으로 교환될 데이터항목의 유형은 정수, 실수, 문자열, 날짜, 시간, 리스트(list), 표(table) 및 비정형 정보 등으로 구분되며, 데이터 포맷은 사용자체별로 달라진다. 예를 들어, 숫자는 ###.## 형식으로 정수부와 실수부를 구분해서 표시할 수 있고, 날짜는 MM.DD 혹은 DD.MM.YY 식으로 표시할 수도 있다. 이를 미리 정의해 놓지 않으면, 데이터를 작성하는 측과 데이터를 사용하는 측에서 서로 다른 형태로 데이터를 사용하게 되고, 데이터는 정보로 사용할 수 없게 된다.

메타데이터는 데이터베이스에서 SQL(Structured Query Language)과 같은 스키마언어로 맵핑된다. 다음은 메타데이터 기술방법의 예를 보여준다.

```
metadata = {item*}
item = {name, type, format, value, description}
name = 이름
type = {integer, real, string, date, position2D, time, list, table, binary}
value = 기본값
description = item에 대한 의미 설명
* = multiple
```

4.6 Data quality management와 QC ruleset

데이터 품질 관리는 COBie 데이터가 작성된 후 데이터 무결성을 검증할 때 필요한 것이다. 데이터 품질은 앞서 정의한 COBie metadata와 더불어 명시적으로 관리되어야 한다. 정수, 실수와 같이 수치형은 해당 데이터가 표시하는 범위를 명시해야 한다. 예를 들어, 어떤 데이터 항목은 양수만 허용해야 한다면, 이를 기술해야 한다. 데이터 항목의 값은 미리 허용된 범위 내에서 관리되어야 하며, NULL과 같은 이상 값이 기록되지 말아야 한다. 다음은 이를 정의하는 방법을 보여준다.

```
QC = {type, range1D | range2D | list | logic}
range1D = {begin, end}
range2D = {begin:range1D, end:range1D}
```

```
begin = begin value
end = end value
logic = {condition, [op, condition]}
op = {and, or}
condition = {cond, [and | or, cond]}
cond = {v, [comp, v]}
comp = {'<' | '>' | '=' | '<=' | '>=' | '!='}
v = {value | '(, logic, ')}
```

예를 들어, QC는 다음과 같이 기록된 데이터 범위가 유효한지 품질 관리를 할 수 있다.

```
QC(area) = {real, (0.0, 100,000):range1D}
```

COBie 데이터 항목별로 품질체크할 수 있는 명확한 기준을 COBie 개발 전에 정의해야 데이터 무결성을 확보할 수 있다. 또한, 기술된 품질관리 규칙은 품질체크 도구로 자동화도 가능해진다.

4.7 COBie 데이터 관리와 데이터베이스

COBie는 데이터 입력 시 종류와 의미를 명확히 구분하여 관리할 수 있도록 COBie Worksheet를 위한 특정 규칙이 개발되었다. 이는 COBie 데이터 품질을 관리할 때 도움을 준다.

1) 색상 코딩 규칙

Worksheet와 필드 명칭, 필드 순서, 색상 코딩을 포함한 이러한 규칙들은 COBie 사용자들로 하여금 COBie 데이터 관리의 복잡성을 줄이도록 도와준다.

Worksheet들의 첫 번째 열은 그 Worksheet를 위한 기본적인 key로서 언제나 '명칭(Name)'이라는 세트로 시작된다. 색상 코딩은 노랑, 주황, 보라, 연두, 회색의 5가지 색상으로 분리한다. 노란색은 필수정보(Required), 주황색은 다른 시트를 참조하거나 목록에서 선택된다. 보라색은 외부참조 정보로 정보가 생성된 곳의 특정위치를 알려주는(External reference) BIM 모델연계 항목이다. 연두색은 필요에 따라 지정된 선택적 정보(if specified as required), 회색은 제품 데이터 보조 정보로 정의된다.

2) BIM 수행계획서의 COBie 요구사항 확인

모든 속성 정보가 BIM안에 있어야 하는 것은 아니다. 요구된 정보는 COBie 호환 파일에 저장된다. 프로젝트 팀은 어떻게 BIM 수행계획(Execution Plan)에서 COBie 요구사항을 따를 수 있는지 문서화하여야 한다.

3) COBie 데이터 작성 방법

COBie Worksheet들은 첫 번째 열에서 그 Worksheet를 위한 유일한 PK로 시작된다. 요구된 COBie 공간, 영역(Zone), 설비 데이터는 Record BIM 객체들과 연결되어야 하는데 공통 주요 키는 COBie와 모델 양쪽에서 속성과 객체를 연결시키기는 역할을 한다. 이 열은 특히 '명칭(Name)'이라고 라벨을 붙인다.

열의 다음 세트는 저작자 이력 정보를 담고 있고 CreatedBy와 CreatedOn 값을 갖는다. 이러한 값들은 COBie Worksheet 행에 있는 데이터를 생성한 사람이나 회사를 나타낸다.

네 번째 열은 데이터 행에서 발견되는 정보의 카테고리이다. COBie 파일에서 발견되는 많은 카테고리들을 위해 시설물 관리자는 이미 그 값들의 표준 세트를 가지고 있을 것이다. 이러한 값들은 시설물 관리자의 COBie 계약 언어나 전달과정에서 제공될 수 있다.

4) COBie 확장 방법

특정 COBie 정보의 세트는 고정되어 있지만 COBie 표준에서 COBie를 확장하기 위해 허용되어 있는 세 가지 방법이 있다.

첫 번째 방법이 COBie 예제 파일들에 있는 기본 분류 테이블(default classification tables)을 변경하는 것이다. COBie 표준에서는 기본적으로 OmniClass(Construction Specification Institute 2008) 분류체계 테이블이 사용된다. 만일 다른 표준 계획이 요구되면 현재의 세트로 값들을 교체하면 된다.

두 번째 방법은 특정 클래스의 Space, type, component entity를 위해 요구되는 속성 값들의 표준을 통하는 것이다. 이를 통해 자산들의 중요한 속성들을 인식하고 전달할 수 있게 된다.

세 번째 방법은 현재의 COBie Worksheet의 오른쪽에 추가적으로 정보 열을 포함하는 것이다. 기존의 COBie 열들의 오른쪽에 새로운 열을 추가할 수 있다.

5. 프로토타입 개발 및 고려사항 도출

앞서 제안된 건축물 유지관리를 위한 COBie 기반 건축정보 프레임워크의 C3, C4, C6을 프로토타입으로 구현해 보고 그 효과를 확인해 보았다.

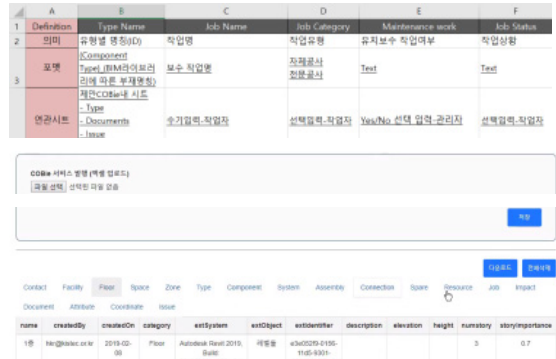


Fig. 4. COBie metadata definition worksheet and results in FM prototype system

COBie활용 FM 대상 건물은 지상 5층, 지하 1층의 공공건물이다. FM 프로세스 시나리오는 건축물 구조손상 검수 및 유지관리, 건축물 유지관리 정보 확인이었으며, 이를 위해 관련 FM 데이터를 기존 문서에서 수집하여 COBie로 개발하는 과정을 수행하였다.

C3에 해당하는 프로세스 정의는 BPMN으로 개발하였고, C4에 해당하는 메타데이터는 COBie 형식과 동일하게 사전정의하였다(Fig. 4). C6에 해당하는 데이터 작성 및 관리는 COBie 스프레드 시트를 파싱해 DBMS로 저장하는 프로그램을 개발하였다(Fig. 5, Fig. 6).

Name	CreatedBy	CreatedOn	Category	floorName	Description	ExtSystem	ExtObject	ExtIdentifier	RoomTag	Publicity	GrossArea	NetArea
101	system	2019-08-11	n/a	1층	n/a	n/a	n/a	n/a	층, 01.001.42.24		28784.93	n/a
102	system	2019-08-11	n/a	1층	n/a	n/a	n/a	층, 01.001.42.24			28784.93	n/a
103	system	2019-08-11	n/a	1층	n/a	n/a	n/a	층, 01.001.42.24			28784.93	n/a

Fig. 5. COBie data

Document	Attribute	Coordinate	Issue				
name	createdBy	createdOn	category	extSystem	extObject	extIdentifier	dt
1층	hkr@kistec.or.kr	2019-02-08	Floor	Autodesk Revit 2019, Build: 20180328_1600(x64)	Levels	e3e052f9-0156-11d5-9301-000006327ad-00000137	
2층	hkr@kistec.or.kr	2019-02-	Floor	Autodesk Revit 2019, Levels		3a02579c-bc24-	

Fig. 6. COBie data in DBMS

앞서 제안된 프레임워크를 기반으로 개발된 시스템이 FM 작업에 도움이 되는 지 확인해 보기 위해, 관련 분야 3년 이상 실무경력이 있는 전문가 7명을 통해 인터뷰를 수행하였다. 인터뷰 질문은 다음과 같다.

- Q1. 제안 방법이 FM 데이터 교환에 도움 되는가?
- Q2. 제안 방법이 FM 데이터 품질관리에 도움 되는가?
- Q3. COBie 기반 데이터교환 시 문제는 무엇인가?

실무자들은 제안하는 프레임워크에 의한 FM은 데이터 품질이 확보된 COBie를 기반으로 한 작업에서 시스템 개발 시 지침, 이기종 DB 연계에 긍정적인 영향을 미친다고 언급하였다. 아울러, 정의된 메타데이터에 의해 DBMS 스키마를 자동으로 생성하고, 데이터를 변환하는 것은 효과적이라고 답변하였다.

다만, 기존 FM 시스템에서 기록된 자료를 COBie로 추출하기 위해서는 많은 수작업이 필요하고, COBie에 정의되지 않은 항목이 있었으며, BIM 모델에 포함되어 있지 않은 외부 FM자료일 경우, 서로 연결하는 데 많은 노력이 들 수 있다고 언급하였다. 이는 COBie 사용 시 실무자들이 언급하는 장애요인이다.

6. 결론

본 연구는 BIM으로부터 보다 쉽게 유지관리 정보를 운영하기 위한 COBie 건축정보교환 프레임워크를 제안하고, COBie 개발을 위한 조건과 정보입력 의무사항, 제출물에 대한 품질체크 방법에 대해 연구하였다. 이를 통해 명시적인 건축 시설물 유지관리 정보교환 방안을 제시한다. 이를 위해, 건축물 유지관리를 위한 COBie 기반 건축정보교환체계 연구동향과 COBie 정보교환체계를 조사하고 분석하였고, COBie 기반 정보교환 프레임워크와 컴포넌트를 제안하고, 프로토타입 개발을 통해 효과를 확인하였다.

다만, 본 연구는 좀 더 다양한 FM시나리오와 대상물에 대한 COBie 개발 및 FM 시스템과 연계를 확인해 보지는 못하였으며, 사례수가 부족하여 정량적인 효과 분석에는 한계가 있었다. 향후, 이 연구를 바탕으로 좀 더 다양한 FM사례에 제한한 프레임워크를 적용하여 정량적인 분석을 시도할 계획이다.

References

[1] Lee, Seul-Ki., Yu, Jung-Ho., An, Hyo-Kyeong. "Improvement of Information Collection System in Design and Construction Phases for Efficient Facility Management" *Architectural Institute of Korea*, Vol.28, No.5, pp33-42, 2017.
DOI:https://doi.org/10.5659/AIK_PD.2012.28.5.33

[2] Kim, Karam., Yu, Jung-ho. "Integrated Information Management for Composite Object Properties in BIM" *Korea Journal of Construction Engineering and*

Management, Vol.16, No.2, pp97-108, 2015.

DOI:<http://dx.doi.org/10.6106/KJCEM.2020.21.3.020>

- [3] Jungnim, Ryu., Sonki, Mun., Seungyeon, Choo. "Study on the Development and Utilization of Indoor Spatial Information Visualization Tool Using the Open BIM based IFC Model" *Korean Spatial Information Society*, Vol.23, No.5, pp41-52, 2015.
DOI:<https://doi.org/10.12672/ksis.2015.23.5.041>
- [4] Shim, Jungah. "Development of COBie for apartment maintenance", *Chung-Ang University*, Master's Thesis, DOI:<https://doi.org/10.5762/KAIS.2019.20.12.60>
- [5] Kyung-Wan, Seo., Tae-Ho, Kwon. Sang Ho, Lee. "COBie Based Maintenance Document Generation of Railway Track", *Journal of Computational Structural Engineering*, Vol.30, No.4, pp307-312, 2017.
DOI:<https://doi.org/10.7734/COSEIK.2017.30.4.307>
- [6] Kyo-Jin, Koo., Sang-Hun, Park., Dong-Hyun, Cho. "COBie Document Prototype for supporting BIM based Smart Maintenance of Buildings" *Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society*, Vol.20, No.12, pp60-68, 2019.
DOI:<https://doi.org/10.5762/KAIS.2019.20.12.60>
- [7] Lavy, S., Saxena, N. Dixit, M. "Effects of BIM and COBie Database Facility Management on Work Order Processing Times: Case Study" *Journal of Performance of Constructed Facilities*, Vol.33, No.6, pp41-49, 2019.
DOI:[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CF.1943-5509.0001333](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CF.1943-5509.0001333)
- [8] Florez, L. Afsari, K. "Integrating Facility Management Information into Building Information Modelling using COBie: Current Status and Future Directions" *In ISARC. Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction*, Vol.35, pp1-8, 2018.
DOI:<https://doi.org/10.22260/ISARC2018/0116>
- [9] Pishdad-Bozorgi, P., Gao, X., Eastman, C. Self, A.P. "Planning and developing facility management-enabled building information model (FM-enabled BIM)" *Automation in Construction*, Vol.87, pp22-38, 2018.
DOI:<https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.12.004>
- [10] Suprabhas, K. and Dib, H.N. "Integration of BIM and utility sensor data for facilities management" *Computing in Civil Engineering*, pp26-33, 2017.
DOI:<https://doi.org/10.1108/14725960610702929>
- [11] Park, Kyong-jun., Lee, Seung-tack., Choi, Kwang-mo. "BIM operation applying COBie for building maintenance: Facility extension work of U.S.Army corps of engineers", *Magazine of KIBIM*, Vol.5, No.1, pp40-49, 2015.
DOI: <https://doi.org/10.6106/KJCEM.2013.14.4.035>
- [12] Choi, Jae-ho., Um, Dong-yong. "A Study on the Feasibility of COBie to the Wastewater Treatment Plant", *Journal of the Korean Society of Civil Engineers*, Vol.34, No.1, pp273-283, 2014,
DOI:: <http://dx.doi.org/10.12652/Ksce.2014.34.1.0273>

강 태 옥(Tae-Wook Kang)

[정회원]



- 2009년 3월 : 중앙대학교 건설환경공학 (공학박사)
- 2010년 6월 ~ 2011년 5월 : 중앙대 겸임교수
- 2011년 6월 ~ 2012년 6월 : 한길아이티 BIM본부장
- 2012년 7월 ~ 현재 : 한국건설기술연구원 연구위원

〈관심분야〉

CAD, CAM, BIM, GIS, Computer Graphics, SW공학