

# BIM 복합객체에 대한 속성정보의 통합관리

김가람<sup>1</sup> · 유정호\*

<sup>1</sup>광운대학교 건축공학과

## Integrated Information Management for Composite Object Properties in BIM

Kim, Karam<sup>1</sup>, Yu, Jungho\*

<sup>1</sup>Department of Architectural Engineering, Kwangwoon University

**Abstract :** Building information modeling (BIM)-based construction projects have increased and become more varied, and as such the management of BIM-based facility information is also increasingly important for facility maintenance. Information management, and specifically product data mapping, however, has some problems in the area of manual data entry and does not adequately consider the exchange requirements of facility maintenance. Therefore, it is necessary to introduce a method to improve the management of composite object information for BIM-based facility maintenance so that it can handle construction operation building information exchange (COBie) data for a composite object. Therefore, we present a method to map COBie data to related materials of a composite object. This research contributes to increasing the efficiency and accuracy of the required information mapping between a building model and product data using a BIM library through optimal BIM data adoption. Moreover, it allows for the creation and management of specific product data at the design development phase.

**Keywords :** BIM, Composite object, Product data, LOD

### 1. 서론

건설 프로젝트의 초기 기본설계 단계에서 실시설계를 거쳐 시공 및 유지관리단계까지 생성 및 관리되는 모든 BIM 정보는 앞 단계에서 생성된 정보가 다음 단계에서 효율적으로 활용될 수 있도록 정보의 원활한 전달이 보장되어야 한다. 하지만, 참여 주체별 및 업무 분야별로 BIM (Building Information Modeling) 정보를 생성하고 관리하는데 사용되는 도구와 방법에 차이가 있기 때문에, BIM정보의 전달이 프로젝트 단계별로 단절되어 여러 문제점이 발생할 수 있다 (Redmond et al, 2012).

BIM 정보 전달이 원활하지 않는 경우는 크게 세 가지로 구분할 수 있다. 첫 번째는 선행단계에서 생성된 정보가 후행 단계에서 요구되는 유형 및 양식으로 생성되지 않거나, 아예 생성되지 않아 후행단계로 전달되어도 이를 활용하지 못

하는 경우이다. 이는 선·후행 단계에서 생성, 관리, 활용되는 BIM정보간의 정보교환 표준 프레임워크(Information Delivery Manual 또는 Model View Definition 등)가 적용되지 않아, 해당 BIM정보들을 수정 또는 해당 단계에서 재생성해야 하는 비효율성이 발생한다(조현정 et al, 2013). 이로 인하여, 선행단계에서 생성된 정보에 대하여 후행단계에서 생성된 정보가 누락 및 변형될 소지가 있으며, 이에 따른 후행 단계에서의 업무 생산성도 저하될 수 있다.

BIM정보의 전달이 원활하지 못한 두 번째는 BIM정보가 선행단계에서 제대로 생성되었지만, 후행단계에서 활용되는 BIM기반 소프트웨어에서 이를 완전하게 불러올 수 없는 경우이다. 이는 BIM기반 소프트웨어 간의 호환성 부족으로 인하여 발생할 수 있는 문제점으로, 주로 설계분야와 엔지니어링(구조, 설비, 소방 등)분야에서 발생하고 있다(김인한 et al, 2014). 이에 따라 특정 BIM기반 소프트웨어 개발업체들은 해당 개발업체에서 관리되는 BIM정보의 호환성을 향상시키는 노력을 하고는 있으나, 이는 다양한 BIM기반 소프트웨어의 활용성을 저해할 수 있으며 특정 업체의 BIM기반 소프트웨어만을 추가로 구입하여 활용해야 한다는 한계점이 있다(최중식 et al, 2011).

\* Corresponding author: Yu, Jungho, Department of Architectural Engineering, Kwangwoon University, Seoul 139-701, Korea  
E-mail: myazure@kw.ac.kr  
Received January 8, 2015; revised February 24, 2015  
accepted February 25, 2015

세 번째 경우는 선행단계에서 BIM정보가 제대로 생성되었지만, 후행단계에 제대로 전달되지 않는 경우이다. 이는 프로젝트 단계별 BIM정보의 단절로 인하여, 후행 단계에서 요구되는 모든 BIM정보를 선행 단계로부터 전달 받을 수 없게 되어 후행 단계에서 해당 BIM 정보들을 재생성해야 하는 추가 작업이 요구된다. 이로 인하여, 선행 단계에서 생성되었던 BIM정보와 후행 단계에서 재생성된 BIM정보간의 차이로 인하여 발생할 수 있는 정보의 일관성 및 신뢰성이 저하될 수 있다(김가람 et al, 2013).

이러한 정보의 단절을 최소화하고, 생성 및 전달되는 BIM정보의 원활한 관리를 위하여, 현재 건축물 전 생애주기를 위한 정보교환 체계로 활용되고 있는 국제 표준으로는 COBie(Construction Operations Building Information Exchange) 체계가 있다(East et al, 2013). COBie는 시설물에 대한 비시각적 정보(non-graphic data)를 시설물의 전 생애주기에 걸쳐 전반적으로 공유 및 관리하기 위하여 2008년에 국제 표준으로 제정되었다. 이에 영국에서 유럽기준에 적합하도록 내용을 일부 개정하여 COBie-UK를 발표하였다. COBie는 건물의 운용을 관리하는 사람들이 시설물에 대한 정보를 완전하게 이해하고, 이를 효율적이고 정형화된 양식을 통하여 쉽게 공유할 수 있도록 하는 것으로 현재 미국 및 주요 유럽 국가들에서 COBie 데이터를 생성 및 관리하기 위한 다양한 소프트웨어가 개발되고 있다.

현재 건축물에 대한 모델링은 객체기반(object-based)으로 진행되며, 입력되는 속성정보 역시 객체기반으로 입력되고 있다. 여기서 객체는 다양한 여러 제품으로 구성될 수 있어, 하나의 객체에 여러 제품이 포함될 수 있다. 하지만, COBie 기반 데이터는 하나의 제품에 대하여 입력이 되고 있어, 여러 제품으로 구성된 복합적인 개념의 객체에 대해서는 해당 제품들의 속성정보가 통합적으로 관리되기 어려운 실정이다. 엑셀파일 기반의 COBie 데이터 시트에도 Assembly의 시트가 존재하지만, 여러 시범적인 프로젝트에서도 이를 제대로 활용하지는 않고 있다<sup>1)</sup>. 이로 인하여, 여러 제품으로 구성된 복합객체에 대한 속성정보는 COBie 데이터 생성을 위하여 다시 제품 단위로 분리되어 적용되어야 하며, 다시 객체단위로 조합하기 위해서는 적용된 제품을 건축물 모델파일에서 다시 검색하여 어떠한 조합으로 복합객체가 구성되는지를 확인하여야 하는 어려움이 발생할 수 있다.

이에 본 연구는 프로젝트 진행 단계별 BIM정보 전달과정의 비효율성을 최소화하고 복합객체에 대한 COBie기반 속성

정보의 통합적인 관리를 위하여, BIM기반 복합객체에 대한 속성정보의 통합관리 방안을 제안한다. 이를 위하여, 현재 국제 표준으로 활용되고 있는 COBie관련 연구개발 동향을 분석하고, 국내에서의 COBie기반 복합객체의 속성정보 통합관리 방안을 구축하여 예시 모델을 통한 검증과정을 수행하였다.

## 2. BIM기반 COBie 정보관리 동향

### 2.1 COBie기반 정보관리

설계단계에서 생성되는 건축물에 대한 일반정보, 공간정보, 객체정보는 시공단계에서 구체적인 제품정보에 대한 설치 및 설계변경이 반영된 객체정보가 추가되어 유지관리단계로 넘어가 운영 및 유지보수에 대한 정보가 추가되어 관리된다. 그러나 유지관리단계에서 해당 정보를 수작업으로 2D 기반 자료를 통하여 관리하는 것은 매우 비효율적이며, 이를 기반으로 컴퓨터를 활용한 시설물 유지관리 시스템(FMS, Facility Maintenance System)의 기초정보로 입력하는 데에도 많은 한계가 있다(Lucas et al, 2013, Maile et al, 2010). 이를 위하여 FMS의 기초정보를 효율적으로 관리하기 위하여 유지관리에서 요구되는 건축물 관련 정보의 표준체계를 정의한 체계로 COBie가 USACE(US Army Corps of Engineers)의 ERDC(Engineer Research and Development Center)에서 2007년에 개발되어 2008년에 국제 표준으로 제정되었고 현재 COBie 2.4버전이 개발되었다.

COBie는 건축물에 대한 비시각적(non-graphic) 정보를 건축물 전 생애주기에 대하여 전반적으로 공유 및 관리하기 위한 체계로써, COBie는 설계단계로부터 시설물(Facility)의 층(Floor), 공간(Space), 구역(Zone)에 대하여 해당 공간에 소속되는 시스템 항목(Component)을 입력할 수 있도록 한다. 또한, 시공단계에서는 유지관리를 위한 보유 제품(Spare), 업무(Job), 업무별 자원(Resource)에 대한 정보를 입력할 수 있으며, 공통(Common)적으로는 담당자의 메일주소(Contacts), 기타 관련 서류/Documents)를 해당 유형별 Data sheet에 입력하게 된다.

이에 따라, COBie 데이터를 생성 및 관리하기 위한 다양한 소프트웨어가 개발되어 그 활용성을 검증하는 과정에 있다. 영국의 NBS(National Building Specification)에서는 건설산업의 라이브러리 활용성 증가를 위하여 만들어진 표준 라이브러리 시스템으로 National BIM Library<sup>2)</sup>에 COBie-UK체계 기반의 속성정보를 반영하여 Uniclass 분류체계에 따라 제공되고 있다. 하지만, 유럽에서 주로 활용되고 있는 분류체계인 Uniclass에 포함된 Table J(Work Sections for

1) 미국의 NIBS (National Institute of Building Sciences)에서 제공하는 WBDG (Whole Building Design Guide)에서 소개되는 여러 COBie Challenges 사례에서는 Assembly 시트가 활용된 사례를 찾아볼 수 없다.

2) National BIM Library, <http://www.nationalbimlibrary.com/>

buildings)의 건축에 대한 공중분류(NBS, 2012)와, 미국에서 주로 활용되는 Omniclass의 Work Result Table(OCCS 2014)은 시스템과 제품들의 분류를 위하여 개발되었으며, 이는 시공과정에 초점이 맞추어진 분류체계이지만 해당 객체의 상위(high-level) 객체(예를들어, Complexes, Activities, Building Elements)에 대한 고려가 되어 있지 않아 설계단계에서의 정보입력 과정 등을 커버하지 못하는 한계점이 있다. 따라서, NBS에서는 National BIM Library를 3D-CAD(Computer Aided Design) 프로그램에서 설계-시공-유지관리 단계를 고려하여 연계된 분류체계 코드를 활용하는 NBS Create<sup>3)</sup> 프로그램을 개발하여 사용자가 쉽게 객체 정보를 입력할 수 있도록 지원하고 있다. Autodesk사에서는 BIM기반 모델링 도구인 Revit 프로그램에서 COBie에 입력되기 위한 매개변수(Parameter)를 관리하고 해당 정보를 입력하기 위한 Plug-in으로 COBie Tool Kit을 제공하고 있다. 이는 Revit을 통하여 생성되는 Room과 Space 정보를 유지관리에서 활용되기 위한 Zone으로 맵핑하는 도구와 함께, 객체 유형별로 COBie에서 요구되는 매개변수들의 속성정보 집합을 자동으로 생성할 수 있는 도구를 제공하여 사용자의 정보 입력 효율성을 향상시키고자 하였다.

하지만, 유지관리 요구정보의 입력과정은 전문가에 의하여 유지관리를 고려한 수작업의 개입이 요구되며, 단계별 및 주체별로 시설물 유지관리 요구정보의 입력항목이 구분되어 있지 않아, 실무에서 이를 모두 입력 하는 데에는 많은 어려움이 있다. 여기서 COBie 데이터는 IFC기반의 건물 모델파일과 직접적으로 연계될 수 있으나(이슬기 et al. 2012), 일반 사용자가 COBie 요구정보를 고려한 IFC 파일을 생성 하는 데에는 정보입력의 수준 및 범위에 대하여 한계가 있다(안효경 et al. 2012). COBie와 IFC의 연계성을 극대화하기 위한 연구가 계속 진행되고 있으며, 프로젝트 단계별로 입력이 요구되는 정보들에 대하여 IFC 엔티티를 정의하고 있으나, 모델링 과정에서 유지관리단계가 고려되지 않는 국내의 실정에서 적용하기에는 많은 한계가 있다. 또한, 유지관리 단계에서 COBie기반 데이터의 수정 및 관련 정보의 이력관리가 수행되더라도 이는 다시 IFC기반 모델파일에 반영되지 않기 때문에 추후 모델파일에 포함된 시설물 정보와 실제 사용하는 시설물의 상태가 상이하여 모델파일을 유지관리단계에서 직접적으로 사용할 수 없게 되는 상황이 발생할 수 있다. 또한, IFC기반으로 관리되는 모델파일은 객체기반으로 구성되어 있기 때문에, 여러 제품으로 구성된 복합객체에 대한 속성정보에 대한 관리가 제한적이다. COBie 데이터 시트에는 실제로 Assembly 시트에서 이러한 여러 제품으로 구성된 HVAC

시스템 또는 건축요소에 대한 정보를 관리할 수 있으나, 아직까지 수차례 진행된 COBie기반 시범 프로젝트에서는 해당 데이터 시트가 활용된 사례를 찾아보기 어렵다.

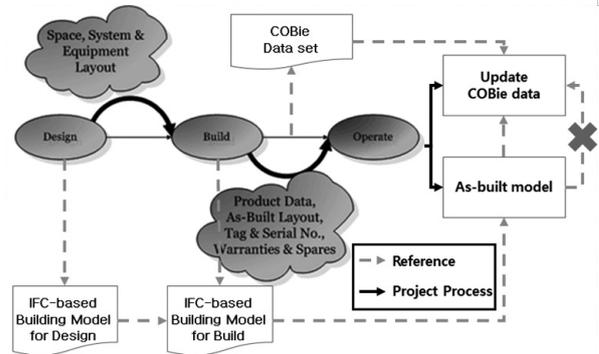


Fig. 1. Overall process of COBie and building model data

## 2.2 제품정보 관리를 위한 라이브러리 개발

한국건설기술연구원에서는 시설물 유지관리에 필요한 정보를 설계 및 시공단계에서 생성된 BIM 데이터로부터 전달 받아 활용할 수 있도록 기계설비 분야에 대한 BIM 데이터 유통체계를 2013년에 개발하여 제공하고 있다(한국건설기술연구원 2013). 여기서는 설계 및 시공단계에서 BIM데이터를 생성하는 설계사, 엔지니어링 업체, 시공사 및 자재업체 등의 공급인에 대하여 IFC 표준 포맷에 의하여 Revit 또는 ArchiCAD를 통하여 정보를 입력하는 방법 및 규격을 기계설비 분야에 대하여 정의하고 있으며, 입력되는 속성정보는 IfcPropertySet을 새로이 정의하여 입력이 가능하며, 입력되는 속성정보는 기계설비 장비의 경우 네 가지(장비식별속성, 장비설치속성, 장비사양속성, 장비점검속성)로, 기계설비 부재의 경우 두 가지(부재식별속성, 부재설치속성)로 분류하고 있다. 하지만, 연구의 범위가 기계설비에 대한 장비 및 부재에 대한 실시설계 이후의 설계정보 상세수준에 한정되어 있으며, 공간 및 건축요소에 대한 객체정보는 고려되지 않아 설계 초기단계에서부터 반영되기는 어려울 수 있다. 또한, 라이브러리에 활용되는 분류체계 코드는 국내의 국토교통부 건설정보분류체계 부위분류와 조달청 물품번호 목록을 적용하고 있어, Omniclass 및 Unicalss기반으로 제공되는 국내외 라이브러리와 연계성이 보장되지 못하는 한계점이 있다.

SPie(Specifier's Properties information exchange)는 수작업으로 진행되는 기존의 2D기반 시설물 유지관리 업무의 요구정보를 효율적으로 관리하기 위하여 2006년부터 개발된 COBie기반 제품 템플릿 집합(Product Template Set)이다(East 2011). 이는 수작업으로 수행되는 2D기반 유지관리 요구정보를 효율적으로 관리하기 위하여 2006년부터 개발된 프로젝트이다. 이는 하나의 도구 또는 하나의 프로그램으로 제품에 대한 유지관리 요구정보의 관리가 어렵

3) NBS Create, <http://www.thenbs.com/products/nbscreate/>

기 때문에 속성정보에 대한 표준적인 규격을 정의할 수 있는 템플릿을 구축하여 다양한 도구와 다양한 방법을 아우를 수 있는 도구를 개발하여 신뢰할 수 있는 제품 데이터를 공유하기 위하여 개발되었다. SPie 프로젝트는 2007년에 미국의 CSI(Construction Specifications Institute)와 SCIP(Specifications Consultants in Independent Practice)에 의하여 WBDG(Whole Building Design Guide)에 최초로 Product Guide로 제공되었다. 이어 2010년에 영국 AEC3의 ERDC(Engineer Research and Development Center)에서 BIM Service를 통하여 IFC/IFCXML파일을 COBie Sheet로 변경하기 위한 도구를 제공하기 시작하였다. 이어 2011년에 약 1,200여개의 Product Template가 개발되면서 처음으로 일부 제품유형에 대하여 유지관리에 대한 속성정보가 정의되어, Product Guide 2.0이 출시되며 3D PDF파일과 같은 몇 가지의 추가적인 출력 문서 포맷을 제공하기 시작하였다. 현재 SPie는 Unified Facility Guide Specifications와 COBie Guide의 두 가지 기준이 고려된 속성정보로 구성되어 있다.

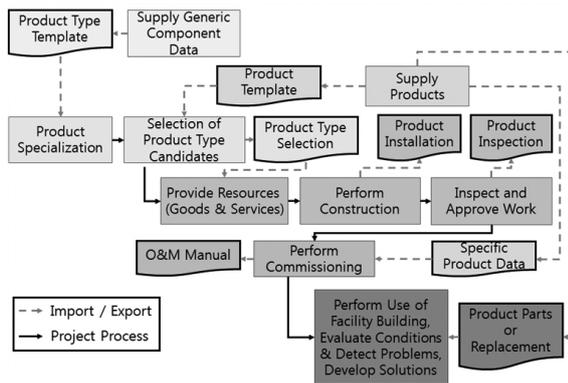


Fig. 2. Overall process of SPie on a construction project

하지만, Product Guide를 통하여 제공되는 Product Template는 복합객체가 고려되지 않은 단일 제품에 대하여 맵핑될 수 있도록 제공되고 있으나, 실제 BIM기반 모델링 환경에서는 다양한 제품의 조합으로 구성된 복합객체의 활용이 빈번하게 나타나고 있어, 이에 대한 Product Template의 활용성 및 개별 제품에 대한 속성정보의 조합 방안이 요구되고 있다.

### 2.3 LOD별 정보관리

미국의 AIA(American Institute of Architects)는 2008년부터 시설물 정보의 개발 수준에 따라 다르게 요구되는 객체의 표현에 대한 명세서를 개발하기 시작하여(AIA 2008) 현재 LOD(Level of Development) Specification 2013이 공식적으로 출간하고, 현재까지 지속적으로 연구개발을 통한 업데이트를 수행하고 있다.

여기서 LOD 100은 프로젝트 초기단계에서 개념적으로 해

당 객체를 모델에서 표현하기 위한 기호 또는 추상적인 형상정보로 구성되어 있으며, LOD 200은 추상적인 시스템 및 객체에 대하여 개략적인 크기, 형상, 위치 등에 대한 정보로 구성되며, LOD 300은 보다 구체적인 물량정보 및 형상정보와 함께 기하학 정보(geometry) 뿐만 아니라, 일부 non-graphic 정보도 함께 입력되며, LOD 400은 특정한 제품정보가 포함된 구체적인 물량정보 및 형상정보가 표현되며, 해당 객체의 생산, 조립, 설치에 대한 정보가 표현되며, 마지막으로 LOD 500에서는 객체를 구성하는 모든 제품정보에 대한 구체적인 정보가 모두 포함된다(추승연 et al, 2012, BIM Forum 2013).

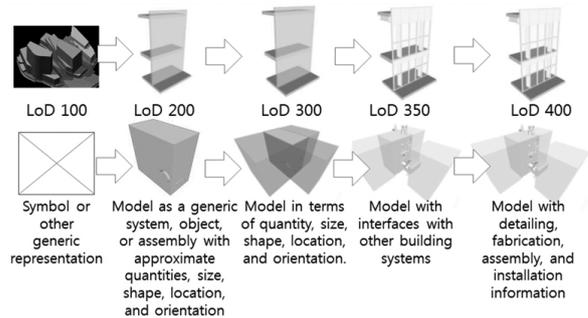


Fig. 3. Sample Object information through LOD

이에 따라, 프로젝트 단계별로 다르게 적용되는 LOD 기준이 고려된 Product 정보의 활용은 크게 세 가지로 적용될 수 있다. 먼저 프로젝트 초기단계의 의사결정에 활용되기 위하여 해당 객체의 의미를 구분하기 위한 Template 유형으로 적용될 수 있으며, 추상적 및 일반적인 정보를 포함하는 Generic 유형으로 설계단계에서 적용될 수 있으며, 구체적인 제품에 대한 실질적인 데이터가 입력되는 Product 유형으로 적용될 수 있다. 이에 따라 해당 제품정보를 제공하는 제조사는 프로젝트 단계별로 구분되어 활용될 수 있도록 제품에 대한 정보를 위의 세 가지 유형으로 구분하여 제공하도록 하고 있다.

Table 1. Definitions of the object type (BS 8541-1)

Information Type	Template	Generic	Product
Name, Description, Object type	Y	Y	Y
Classifications	Possible	General	Specific
Symbol	-	General	Specific
Shape and Measures	Notional	Typical	Actual
Specifying properties	Names	Typical	Actual

하지만, LOD에 따라 개발 수준이 향상될수록 해당 객체는 하나의 제품이 아닌, 다양한 여러 제품들의 조립체, 즉 여러 제품의 복합적인 형태로 표현되지만 현재 시설물 모델링 과정에서 주로 제공되고 있는 여러 제품정보는 개별 제품에

대한 정보만을 포함하고 있어, 제품 정보와 실제 모델링된 시설물 모델 파일과의 연계성이 확보되지 못하고 있다.

### 3. 복합객체 기반 제품정보 관리 체계

#### 3.1 복합객체와 제품정보 관계 정의

IFC로 출력되는 BIM기반 건축물 모델파일에서 건물을 구성하고 있는 건축물 부재(building elements)는 객체(object)로 표현된다. 이는 하나의 물리적인 건축물 부재의 구성요소를 기준으로 정의되며, 모델링 기준에 따라 구조체와 마감재로 구성되는 복합객체(composite object)로 구성될 수 있다(Kim et al, 2013). 여기서 하나의 객체는 다수의 자재, 즉 제품으로 맵핑될 수 있으며, 제품은 해당 속성정보에 대하여 단일 라이브러리로 맵핑될 수 있다. IFC기반 건축물 모델 파일에서는 기둥, 보, 벽, 슬라브등 건축물을 물리적으로 구성하는 부재들을 IfcBuildingElement 엔티티로 표현하고 있으며, 이에 대한 구성자재는 IfcMaterialLayerSet 엔티티로 해당 자재 정보를 구성하고 있으며, 각 자재별 속성정보는 IfcPropertySet으로 정의하고 있다(김가람 et al, 2011). 이는 본 연구에서 제안하는 복합객체 기반 제품정보 관리체계에서 IfcBuildingElement 엔티티는 복합객체로, IfcMaterialLayerSet 엔티티는 제품정보로, IfcPropertySet 엔티티는 속성정보 라이브러리로 매칭되어 표현될 수 있다. 여기서 제품별 속성정보는 해당 프로젝트의 단계별 LOD에 따라 다르게 적용될 수 있으며, 이는 SPie등의 표준 제품 라이브러리 프레임워크에 따라 여러 제조사들에게서 제공되며, 제공되는 정보에 따라 template, generic, product로 구분될 수 있다.

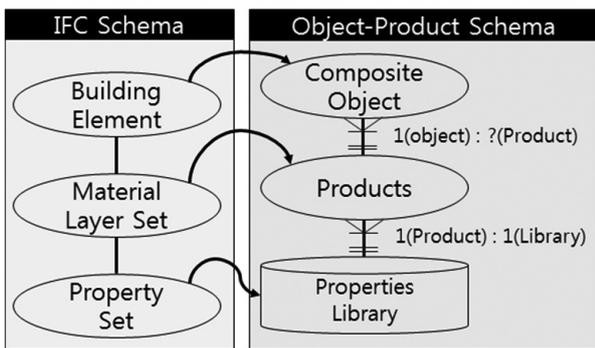


Fig. 4. Definition of relationships between IFC and product

#### 3.2 복합객체 기반 제품정보 관리 체계 개요

앞의 2장에서 언급된 개발상세수준의 LOD 100에서 LOD 500까지의 제품별 속성정보의 구분을 건설사업의 진행 단계에 적용하게 되면 크게 다섯 단계로 구분될 수 있다. 먼저, 제품에 대한 정보가 결정되지 않아, 해당 제품의 개념 및 분류체계등에 대한 정보가 추상적으로 입력될 수 있는 LOD

100에 대한 속성정보가 BIM기반 건축물 모델링 과정에서 template으로 입력되는 단계가 있다. 여기서는 제품에 대한 의미적인 개념을 확인할 수 있는 정도의 상세수준을 갖는 속성정보가 입력되므로, 입력되는 정보의 유형이 제한적이지만, 향후 사업이 진행되어 개발상세수준이 향상됨에 따라, 구체적인 제품 입력의 기준이 될 수 있도록 분류체계 또는 개념적인 의미를 내포하는 정보가 포함되어야 한다. LOD 200에서는 해당 제품의 개략적인 크기, 형상, 위치 등에 대한 정보가 포함되며, 설계단계에서는 해당 객체를 구성하는 제품들의 조합정보에 대한 의사결정이 이루어져, 프로젝트에 사용되는 개별 객체당 구체적인 제품 유형의 조합이 결정될 수 있다. 이를 위해서는 모델링과정에서 사용되는 제품에 대한 라이브러리가 해당 제품 유형에 대한 크기, 형상, 위치정보가 객체를 기준으로 구성되어 있으며, 구체적인 제품별 속성정보는 입력되지 않는다. LOD 300에서는 IFC파일이 생성되며, 해당 객체를 구성하는 제품유형이 결정되며, 제품별로 구체적인 속성정보가 일반적인 크기, 형상등과 함께 입력된다. 여기서 입력되는 구체적인 속성정보는 제조사에서 해당 제품의 유형에 대한 속성정보의 대표 값이 입력된다. 이후, 시공단계에서 해당 제품이 설치되면 관련 업무에서 생성 및 관리되는 정보가 해당 제품에 대하여 LOD 400으로 입력된다. 시공이 완료되면, 해당 IFC파일을 통하여 COBie 데이터 시트가 생성되고, 생성된 COBie 파일은 유지관리 단계에서 유지관리 시스템에서 활용된다. 여기서 업데이트되는 제품 정보는 LOD 500에 대한 속성정보를 포함하고 있으며, 유지관리 시스템에서 업데이트되는 COBie기반 데이터와 함께 건축물 모델에도 적용될 수 있다.

제조사에서는 위에서 언급된바와 같이, LOD 100에서부터 LOD 500까지 단계별로 요구되는 개발상세수준에 따라서 제품에 대한 속성정보를 구분하여 제공될 수 있으며, 제공되는 제품정보의 조합을 통하여 복합객체 기반 속성정보의 통합관리가 가능하다.

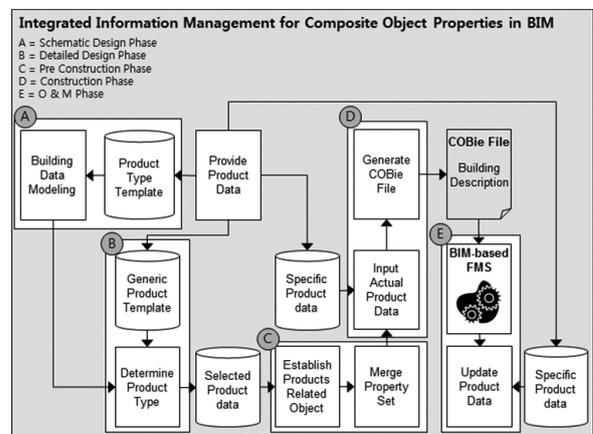


Fig. 5. Integrated Management for Composite Object in BIM

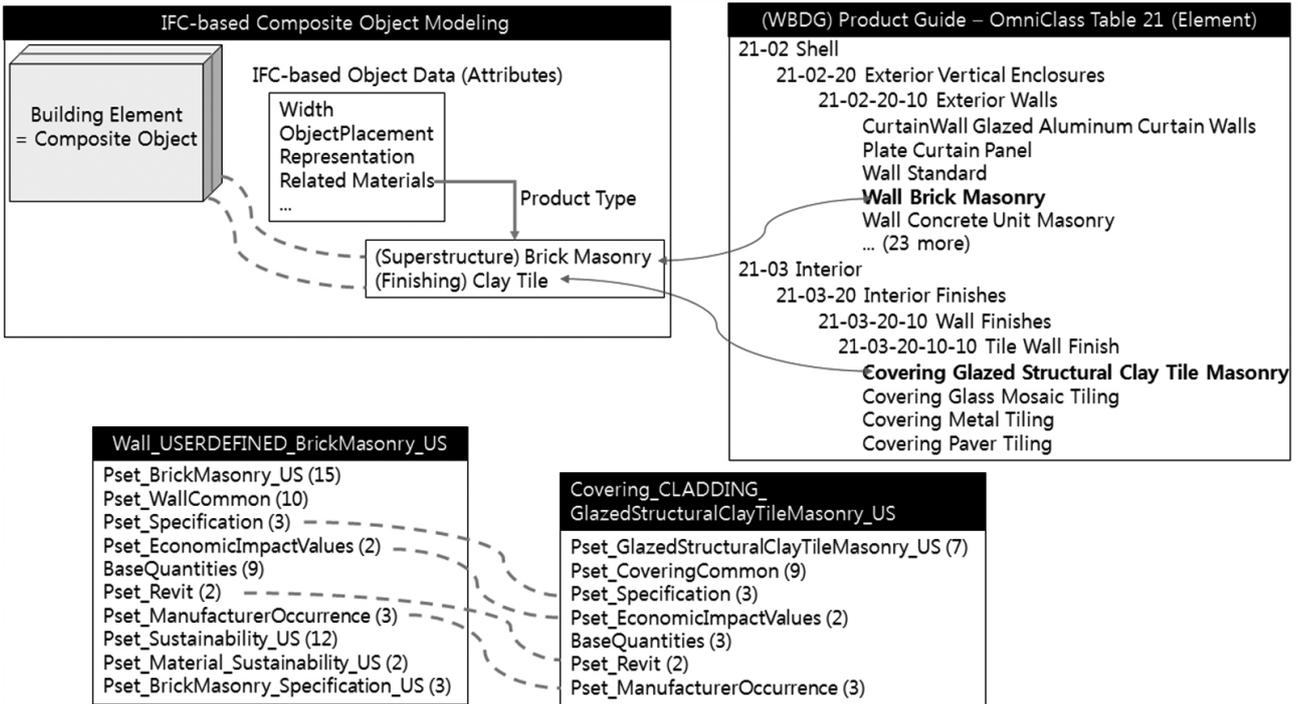


Fig. 6. Product type and property set of a case study

### 3.3 제품별 속성정보 통합관리 방안

현재 BIM기반 3D-CAD 소프트웨어를 활용한 모델링 과정에서는 객체기반 모델링이 수행되고 있으며, 해당 객체에 대한 속성정보를 생성 및 관리하기 위하여 라이브러리를 활용하고 있으며, 이를 통하여 IFC기반 IfcMaterialLayerSet으로 구성되는 개별 제품에 대한 정보가 입력될 수 있다. 하지만 현재 WBDG에서 COBie기반 데이터 관리를 위하여 제공되는 SPie에는 복합객체에 대한 속성정보의 통합관리가 고려되어 있지 않아, 해당 제품에 대한 속성정보만을 제공하고 있다. 또한, WBDG의 Product Guide 2.0에서는 약 1,200여개에 대한 제품 유형이 제공되고 있으며, 이는 미국에서 생성 및 검증된 데이터로 구성되어 있기 때문에, 국내 환경에서 생성된 BIM기반 건축물 모델에 포함된 모든 제품에 대한 속성정보를 일대일로 맵핑시켜 활용하지 못하는 한계점이 있다. 이 과정에서, IFC기반 건축물 모델파일에서 추출된 복합객체 및 개별 제품정보를 활용하여 SPie에서 제공되는 속성정보를 LOD별로 맵핑시켜 복합객체 기반의 제품정보에 대한 통합관리가 가능하다.

먼저, IFC기반 모델링 단위인 IfcBuildingElement 엔티티를 참조하고 있는 IfcMaterialLayerSet 엔티티에서 해당 복합객체를 구성하고 있는 제품정보를 추출할 수 있다. 여기서 추출된 제품정보는 제품 클래스 분류체계를 통하여 해당 제품에 대한 유형이 인식되고, 해당 제품 유형에 대한 특정 제조사에서 제공되는 구체적인 실제 제품에 대한 규격을 관리 할

수 있다. 또한, 해당 제품에 대한 속성정보는 건축물의 전 생애주기에 대한 속성정보를 통합적으로 관리 가능할 수 있도록 SPie에서 제공하는 프레임워크를 활용할 수 있다. 여기서 검색된 개별 제품에 대한 속성정보는 LOD별 제품에 대한 속성정보 조합알고리즘에 따라, 중복되는 항목을 없애고, 하나의 단일 복합객체에 대한 속성정보로 재구성되어 다시 복합객체 기반으로 IFC기반 건축물 모델파일에 제공될 수 있다. 또한, 제품 클래스 분류체계는 COBie기반 데이터를 효율적으로 맵핑시키기 위하여 COBie-US를 위한 Omniclass, 또는 COBie-UK를 위한 Uniclass를 적용하여 국내 뿐만 아니라 국제적인 기준에 부합할 수 있는 분류체계 코드를 활용할 수 있다.

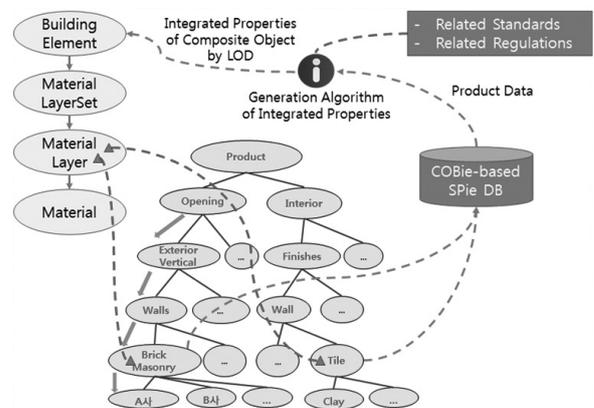


Fig. 7. Method of integrated properties for composite object

Table 2. Composite objects through LOD of a case study

Contents	LOD				
	LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 400	LOD 500
Object Types	Solid Mass Wall	Generic Wall Object	Composite Wall Object	Composite Wall Object with actual product data	Composite Wall Object with O&M data
Added Data	ID, Element Type, Schematic Size	Overall product type, overall size	Wall type, Generic product data	Actual product data, Installation data Warranty data	O&M data
Omni class	21-02 20	21-02 20 10	21-02-20-10 (Wall Brick Masonry) 21-03-20-10-10 (Covering Glazed Structural Clay Tile Masonry)		
3D Model					
P_Set	BaseQuantities Pset_Revit	-WallCommon -EconomicImpactValues -CoveringCommon	-Specification -BrickMasonry -BrickMasonry_Specification_US -GlazedStructuralClayTileMasonry_US	-ManufacturerOccurrence	-Sustainability -Material_Sustainability_US

#### 4. 사례연구

본 연구에서 제안하는 복합객체 기반 제품정보 관리체계를 검증하기 위하여 국내 실무 환경에서 BIM기반 설계 업무에 활용되고 있는 Revit 프로그램을 통하여 복합객체를 모델링하여 LOD 단계별 제품에 대한 속성정보의 통합관리 방안을 적용하였다. Revit 프로그램을 통하여 하나의 벽체에 대한 복합객체를 “Brick Masonry”, “Clay Tile”의 두 가지 제품으로 구성되도록 그림 7과 같이 모델링 하였다. 예시 복합객체의 분류체계 코드정보는 WBDG에서 제공되는 SPie 라이브러리와 의 맵핑을 위하여 Omniclass의 Table 21 (Element)을 적용하였다.

예시 벽체는 프로젝트 진행 단계별로, LOD 100에서부터 LOD 500까지 구분되어 입력되는 제품에 대한 속성정보를 구분하여 입력할 수 있다. 먼저, LOD 100에 따라 예시 벽체는 계획 설계단계에서 활용될 수 있도록 해당 벽체의 개략적인 형태만을 포함하고 있다. 또한, 객체의 분류를 위하여 ID, 객체 유형, 개략적인 크기에 대한 정보를 포함하고 있다. 이후 LOD 200에서는 일반화된 벽체로 정의되어, 해당 벽체의 추상적인 구성자재정보와 함께 추상적인 크기가 정의된다. LOD 300에서는 구성 자재에 대한 제품이 추상적으로 결정되고, 이에 해당하는 제품별 속성정보에 대한 대표 값들이 입력될 수 있다. 이후 LOD 400에서는 특정 제품에 대한 실제 속성정보 값과 설치 및 품질보증에 대한 데이터가 입력된다. 최종적으로 LOD 500에서는 운영 및 유지관리에 대한 속성 정보들이 각 제품별로 입력된다.

여기서, LOD 300이후 부터 구분되는 복합객체의 구성 제품별로 입력되는 속성정보는 복합객체 기반으로 통합관리

될 수 있다. 현재 WBDG에서 제공하는 Product Guide 2.0에서는 LOD 500을 기준으로 제품 유형별 COBie기반 속성정보를 제공하고 있다. 여기에 각 제조사별로 제공하는 특정 제품에 대한 실질적인 데이터를 입력하여 라이브러리로 제공하면 이를 복합객체 기반으로 조합하여 통합관리가 가능하다. 예시 벽체의 복합객체를 구성하고 있는 제품으로는 두 가지가 있으며, 이에 대한 속성정보는 다음 그림 6과 같이 제품별로 다르게 구성된다. “Brick Masonry”에 대해서는 벽돌 조적 벽체 유형에 대한 Pset(Property set)을 포함하여 약 10개 Pset에 약 61개의 속성정보가 포함되어 있으며, “Clay tile”에 대해서는 타일 마감재 유형에 대한 Pset을 포함하여 약 7개 Pset에 29개의 속성정보가 포함되어 있다. 여기에는 Pset\_Specification, Pset\_EconomicImpactValues, Pset\_BaseQuantities, Pset\_Revit, Pset\_ManufacturerOccurrence등 다섯 가지의 공통 Pset이 포함되어 있으며, 해당 속성정보는 모두 같은 항목으로 구성되어 있지만, 데이터 값은 모두 다르게 포함되어야 하므로, 복합객체 기반으로 해당 제품별 속성정보를 통합하는 과정에서는 해당 Pset명 뒤에 추가적으로 제품의 유형을 추가해 주는 알고리즘을 적용하였다.

이에 따라, 예시 벽체에 대한 복합객체기반 제품 속성정보의 LOD별 구분은 Table 2와 같이, Solid Mass Wall, Generic Wall Object, Composite Wall Object, Composite Wall Object with Actual Product Data, Composite Wall Object with O&M Data의 다섯 가지 유형으로 분류되어 관리될 수 있으며, 최종적으로 LOD 500에 대한 복합객체는 COBie 2.0에서 제공하는 요구정보를 모두 포함하고 있음을 확인할 수 있었다.

## 5. 결론

BIM기반 건설정보의 관리체계에서 프로젝트가 진행되는 단계별로, 라이브러리를 활용한 건축물 객체에 대한 속성정보를 관리하는 방법은 매우 광범위하게 사용 및 개발되고 있다. 하지만, 개발상세수준별로 요구되는 객체정보는 프로젝트 단계별로 차이가 있으나, 현재 제공되는 BIM 객체기반 라이브러리는 이에 대한 고려가 되어 있지 않으며, 다수의 제품으로 구성된 복합객체에 대한 제품별 속성정보의 통합관리에 한계가 있다. 건축물 전 생애주기에 걸쳐 생성 및 관리되는 정보의 통합관리를 위하여 국제 표준으로 널리 활용되고 있는 COBie기반 건축물 데이터 관리방안도 개별 제품에 대한 속성정보 관리는 가능하지만, 여러 제품의 집합체인 복합객체에 대한 속성정보 통합관리방안은 고려되고 있지 않으며, 이마저도 프로젝트 단계별 개발상세수준에 따른 속성정보의 구분활용이 고려되지 않아 복합객체 기반 제품 속성정보 관리에 한계가 있는 실정이다. 이에 따라 본 연구에서는 LOD별로 BIM 정보 전달과정의 비효율성을 최소화 하고, 복합객체에 대한 COBie기반 제품별 속성정보의 통합적인 관리를 위하여 BIM 기반 복합객체에 대한 속성정보의 통합관리 방안을 제안하였다. 이를 위하여, 현재 국제 표준으로 활용되고 있는 COBie 및 SPIe기반 제품정보 관리체계를 분석하고, LOD별 제품정보 인식 및 복합객체 기반 통합관리 방안을 구축하였다. 이에 대한 검증은 위하여 두 가지의 서로 다른 제품으로 구성된 복합객체를 예시로 모델링하여 제안되는 복합객체 기반 제품별 속성정보 통합관리 방안이 적용하여, LOD별로 COBie에서 요구되는 데이터의 구분 관리가 가능함을 확인할 수 있었다.

본 연구를 통한 건설산업에 대한 기여점은 다음과 같다. 먼저, 프로젝트가 진행됨에 따라 BIM 정보를 생성 및 관리하는 설계자 및 엔지니어를 포함한 모든 참여자간의 정보교환 과정에 BIM기반 모델링 과정에서 입력되는 속성정보에 일관성과 정확성을 확보할 수 있다. 또한, 단계별로 다르게 적용되는 BIM정보의 LOD에 따라 개별 제품정보를 통합적으로 관리하는 것이 가능하여, 단계별로 진행되는 BIM기반 데이터 분석과정에서 발생할 수 있는 속성정보에 대한 혼란을 제거하여 적절한 속성정보의 활용 및 분석결과의 신뢰성과 정확성을 확보할 수 있다. 또한, 다양한 건설관련 제조업체에서 제공하는 BIM기반 특정제품 라이브러리에 포함되는 속성정보를 표준화하여 정보 호환성을 확보할 수 있어 모델링 과정에서 해당 정보를 생성 및 관리하는데 보다 더 효율적으로 수행할 수 있다.

본 연구는 BIM기반 복합객체에 대한 속성정보 활용에 대한 개념적인 통합관리 방안을 제안하고 있기 때문에, 본 연구의 향후연구로써, 실무적 관점으로 실제 프로젝트에 기반한 복합객체 기반 속성정보 관리 방안의 검증과정이 요구된다.

이에 따라 건축물 전 생애주기 측면뿐만 아니라 각 단계에서 이루어지는 구조, 설비, 에너지 및 환경분석과 같은 엔지니어링 분야에 대한 복합객체 기반 속성정보의 통합적인 관리방안이 연구되어야 한다. 또한, LOD별 속성정보의 구분에 대하여, 실무적인 관점에서의 라이브러리 구축 및 개별 제품정보와 속성정보 데이터베이스간의 맵핑 기술에 대한 추가 연구와 이에 대한 지원도구 개발이 진행되어야 한다.

## 감사의 글

본 연구는 2014년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임. (NRF-2014R1A2A2A05006437)

## References

- American Institute of Architects (2008). "Building Information Modeling Protocol Exhibit." *AIA Document*, E202, pp. 1-9.
- An, H., Lee, S., Yu, J., Son, B., and Jang, H. (2013). "Analysis of Modeling Errors for BIM-based Facility Management Systems." *Korean journal of construction engineering and management*, KICEM, 14(4), pp. 35-45.
- BIM Forum (2013). "Level of development specification for building information models version 2013." Available online: [www.bimforum.org/lod](http://www.bimforum.org/lod) (2015.01.01.).
- Cho, H., Kim, Y., and Ma, Y. (2013). "A Study of LOD(Level of Detail) for BIM Model applied the Design Process." *Journal of Korean institute of building information modeling*, 3(1), pp. 1-10.
- Choi, J., and Kim, I. (2011). "Interoperability Tests of IFC Property Information for Open BIM based Quality Assurance." *Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers*, 16(2), pp. 92-103.
- Choo, S., Lee, K., and Park, S. (2012). "A Study on LOD (Level of Development) for Development of Green BIM Guidelines - Focused on Energy Performance Estimation -." *Journal of architectural institute of Korea*, 28(6), pp. 37-47.
- East, B. (2011). "Specifiers' Properties Information Exchange (SPIE)." *National Institute of Building Sciences Working Paper*, Available Online: [http://www.nibs.org/?page=bsa\\_spie](http://www.nibs.org/?page=bsa_spie) (2015. 01. 01).

- East, W., and Mangual M. (2013). "The COBie guide – a commentary to the NBIMS–US COBie standard release 3." *buildingSMARTalliance and National Institute of Building Sciences Working Paper*, 2013–03.
- Kim, I., and Choi, J. (2014). "A Study on the Construction of Object Library System and the Verification of Interoperability for Open BIM–based Energy Performance Assessment." *Journal of architectural institute of Korea*, 30(7), pp. 3–10.
- Kim, K., Kim, G., Yoo, D., and Yu, J. (2011). "Development of construction material naming ontology for automated building energy analysis." *Korean journal of construction engineering and management*, KICEM, 12(5), pp. 137–145.
- Kim, K., Kim, G., Yoo, D., and Yu, J. (2013). "Semantic material name matching system for building energy analysis." *Automation in Construction*, 30, pp. 242–255.
- Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology(KICT) (2013). "BIM guide for FM v1.0 – Mechanical–." *KICT Working Paper*, 2013–08.
- Lee, S., Yu, J., and An, H. (2012). "Improvement of Information Collection System in Design and Construction Phases for Efficient Facility Management." *Journal of architectural institute of Korea*, 28(5), pp. 33–42.
- Lucas, J., Bulbul, T., and Thabet, W. (2013). "An object-oriented model to support healthcare facility information management." *Automation in Construction*, 31, pp. 281–291.
- Maile, T., Fischer, M., and Bazjanac, V. (2010). "Formalizing Assumptions to Document Limitations of Building Performance Measurement Systems." *CIFE Working Paper*, WP125, Stanford, 2010–08.
- NBS (2012). "Uniclass–the classification for the construction industry." *Construction Project Information Committee*. Available online: <http://www.thenbs.com/uniclass/> (2015.01.01)
- OCCS development committee (2014). "Omniclass—a strategy for classifying the built environment", *Omniclass construction classification system*. Available online: <http://www.omniclass.org/index.asp> (2015.01.01.)
- Redmond, A., Hore, A., Alshwi, M., and West, R. (2012). "Exploring how information exchanges can be enhanced through cloud BIM." *Automation in construction*, 24, pp. 175–183.

---

**요약** : 건설산업에 BIM이 확대 적용되어 감에 따라, 건축물 유지관리에 BIM을 적용하기 위한 연구개발이 활발하게 진행되고 있다. 하지만, 건축물 전 생애주기를 고려한 BIM기반 건축물 요구정보의 입력과정은 초기 설계단계에서부터 전문가에 의하여 유지관리를 고려한 수작업의 개입이 요구되며, 단계별 및 주체별로 시설물 유지관리 요구정보의 입력항목이 구분되어 있지 않아, 실무에서 이를 모두 입력 하는 데에는 많은 어려움이 있다. 또한, 유지관리 요구정보는 IFC (Industry Foundation Classes)기반의 건물 모델파일과 직접적으로 연계될 수 있으나, 일반 사용자가 유지관리단계를 고려한 IFC 파일을 생성 하는 데에는 정보입력의 수준 및 범위에 대하여 한계가 있다. 이에 본 연구에서는 프로젝트 진행 단계별 BIM정보 전달과정의 비효율성을 최소화하고 복합객체에 대한 속성정보의 통합적인 관리를 위하여, BIM기반 복합객체에 대한 속성정보의 통합관리 방안을 제안한다. 본 연구를 통하여, 단계별로 다르게 적용되는 BIM정보의 개발상세수준에 따라 개별 제품정보를 통합적으로 관리하는 것이 가능하며, 단계별로 진행되는 BIM기반 데이터 분석과정에서 발생할 수 있는 속성정보에 대한 혼란을 제거하여 적절한 속성정보의 활용 및 분석결과의 신뢰성과 정확성을 확보할 수 있다.

**키워드** : BIM, 건축물 유지관리, 복합객체, 개발상세수준

---