

## 시설관리 분야에서의 효율적 BIM 활용 방안



김가람 광운대학교 건축공학과 박사  
유정호 광운대학교 건축공학과 교수

### I. 머리말

2015년 기준의 국내 건축물 현황 (국토교통부 통계누리, 2015)을 살펴보면, 소유 구분별로 전체 6,986,913 (약 7백만)개 동에 대하여 국공유 시설이 약 2.5%로 176,664개 동이며, 법인 소유가 5.8%로 405,097개 동으로 구성되어 있으며, 국내 건축물의 약 79.5%를 차지하는 5,557,646개 동은 개인이 소유하고 있는 것으로 나타났다. 또한, 용도별로 구분하면, 주거용 건축물이 전체의 약 65.4%로 대부분을 차지하고 있지만, 상업용, 공업용, 문교사회용 건축물의 비율도 각각 17.2% (1,198,932), 4.2% (293,051), 2.7% (186,721)로 구성되어 있으며, 전체 시설물의 수도 1980년대 대비하여 꾸준한 증가 추세를 보이고 있다. 이는 국내 경제활동에 많은 신장이 이루어 졌음을 간접적으로 나타내고 있으며, 상업용 건축물의 경우도 신설되는 택지 개발지구등의 주거지역에서 상업용 건축물이 지속적으로 신축되어 증가현상을 나타내고 있는 것으로 나타났다. 하지만, 2009년부터의 국내 신축공사 건수의 증가율이 약 1%내외로 감소하고 있는 추세를 보이고 있으며, 개인소유 건물임에도 불구하고 정다수가 사용하게 되는 용도를 갖는 건축물의 경우에도, 국내 시설물안전관리특별법 또는 재난 및 안전관리 기본법으로 제정된 시설물 유지관리 대상 건축물에서 제외될 경우 개인 소유주가 시설관리에 대한 주도권을 가지고 특정한 기준 및 제도의 기반이 미비한 상태로 시설관리가 수행되고 있다. 이에 따라, 해당 건축물의 시설관리 미흡으로 야기될 수 있는 안전사고 및 피해가 다수의 일반에게 미칠 수 있는 영향을 감안할 때, 시설관리에 대한 중요성 및 필요성에 대한 인식제고가 요구되는 실정이다.

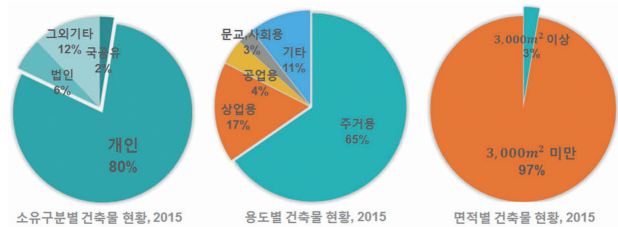


그림 1. 관리 유형별 국내 건축물 현황 (국토교통부, 2015)

시설물의 운영 단계는 전체 시설물의 전 생애주기에서 가장 큰 부분을 차지하고 있으며 이 단계에서 소요되는 비용은 전체의 약 80%이상을 차지하고 있다. 이러한 시설물 운영 단계에서 시설물 및 시설물 서비스의 효율적인 활용과 사용자체의 주요 비즈니스를 경영하는데 요구되는 업무 등을 효과적으로 지원하기 위한 시설관리 업무를 효율적으로 수행하기 위해서는, 해당 업무에서 생성 및 요구되는 정보가 명확하게 정의되고 이를 체계적으로 관리하여야 한다. 이에 따라서, 1990년대에 들어서부터 전 세계적으로 시설물의 전 생애주기에 대하여, 각 단계별 관련 산업에서는 해당 업무에서 생성 및 요구되는 정보의 체계적인 관리에 보다 나은 효율성을 추구하기 시작하였다. 이상적으로, 건설 프로젝트의 초기 기본설계 단계에서 실시설계를 거쳐 시공 및 유지관리단계까지 생성 및 관리되는 모든 시설물관련 정보는 앞 단계에서 생성된 정보가 다음 단계에서 효율적으로 활용될 수 있도록 정보의 호환성 및 연계성이 보장되어야 한다. 하지만, 참여 주체별 및 업무 분야별로 시설물 정보를 생성하고 관리하는데 사용되는 도구와 방법에 차이가 있기 때문에, 시설물 관련 정보의 전달이 프로젝트 단계별로 단절되어 여러 문제점이 발생할 수 있다 (Redmond 외, 2012). 이러한 정보의 단절을 최소화하고, 생성 및 전달되는 시설물 관련정보의 원활한 관리를 위하여, 2000년대 중반부터 BIM (Building

Information modeling)이 시설물 전 생애주기 전반적으로 도입되었으며, 운영단계의 FM 요구정보를 효율적으로 생성 및 관리하기 위한 표준 및 기술적 방안이 지속적으로 연구개발되고 있는 실정이다.

하지만, 최근 시설물 관리자들을 대상으로 수행된 설문조사에 따르면 (RICS, 2013), 전체 시설물 관리자의 10%도 안되는 수준에서 BIM이 활용되고 있으며, 이마저도 대부분이 BIM기반 FMS의 시범적용 사례이거나 또는 전반적인 FM업무에서의 폭 넓은 사용이 아닌 부분적으로 해당 시설물의 준공된 상태를 3D기반으로 가시화 하는 데에만 제한적으로 사용하고 있는 실정이다 (Volk 외, 2014). 따라서, BIM 정보가 운영단계에서 FM 업무수행을 지원하기 위해 어떻게 응용되고, 또한 BIM적용에 대한 효과를 실무적 관점에서 검증하기 위한 연구가 선행되어야 현실적인 BIM기반의 FM 업무수행이 가능하다.

## II. BIM기반 시설관리 정보의 효율적 활용 방안

### 1) BIM기반 시설관리 정보의 활용 동향

BIM이 시설물의 전 생애주기에 응용되어, 해당 시설물에 대한 물리적 또는 기능적 요소들에 대한 정보가 BIM기반의 통합 모델파일을 통하여 관리되기 시작하였다. 이는 BIM기반의 각 요소객체의 매개변수 (Parameter)가 BIM 객체기반의 속성정보로 관리되어, 다양한 엔지니어링 분석과정에서 BIM기반의 속성정보가 객체를 중심으로 활용될 수 있는 기반을 제공하게 되었다. 여기서, BIM정보의 개방형 정보호환성 확보를 위한 국제표준파일 포맷인 IFC (Industry Foundation Classes) 스키마를 통하여 단계별 또는 분야별로 정보교환을 가능하도록 하고 있다. 여기서, IFC 스키마를 기반으로 하는 BIM정보는 객체를 중심으로 해당 객체에 대한 다양한 속성정보가 상호 연계되어 있으며 (ISO 12006-2), 이는 다시 시설관리로 연계되어 다양한 FM업무에 사용될 수 있다 (Becerik-Gerber 외, 2012).

현재 수행되고 있는 FM업무를 직접적으로 지원하기 위하여 해당 FM 업무를 수행하고 있는 FM조직은 정보관리 시스템으로써 FMS를 도입하여 활용하고 있지만, FM 업무수행에 있어 FMS의 활용성은 그다지 높지 않은 실정이다. 이는 FMS를 통하여 생성 및 관리되는 FM 요구정보가 FM 업무에 사용되고 있지 않다는 의미이며, 이는 초기 운영단계에서 FMS의 DB를 구축할 때 입력되는 FM 요구정보가 충분한 신뢰성을 확보하고 있지 못하기 때문이다.

일반적으로 시설물의 준공이 완료되어 FM 요구정보를 해당

시설물 관리자에게 전달 (Handover)할 때 설계 및 시공단계에서 생성 및 관리되었던 FM관련 정보들을 함께 넘겨주게 된다. 여기서 설계 및 시공단계가 BIM기반으로 수행되어 FM 관련 정보가 BIM기반 COBie (Construction Operation Building Information Exchange) 데이터시트를 통해 관리되면, FM 정보의 효율적인 연계성을 일부 확보할 수 있지만, IFC기반 BIM 정보와 COBie 데이터시트가 별개의 독립적인 형태로 관리되기 때문에 상호 연계성이 고려된 활용에 한계가 있다.

현재 시공단계에서 FMS로 전달되는 주요 BIM 정보로는 IFC기반 BIM 모델파일과 COBie 데이터시트 등이 있으며, 각각 개별적으로 생성 및 관리되고 있는 FM 요구정보를 연계하여 FMS를 구축하게 되면 추후 전략 및 전술레벨에서의 계획변경에 따른 시설물 관련 변경사항이 발생하거나, 관련 FM 업무 수행 시 필요한 정보를 즉각적으로 통합 검색하여 획득할 수 있어 FM 요구정보의 활용성을 극대화시킬 수 있어 운영단계에서의 데이터 기반 FM 업무 수행수준이 향상될 수 있다.

운영 초기단계에서 FMS에 입력되는 IFC 파일과 COBie 데이터시트는 모두 각각의 서로 다른 데이터 구조를 가지고 있으며, 이는 각각의 독립적인 유형별로 포함된 데이터간에 유기적으로 연계되어 있음을 의미한다. 여기서, IFC기반 BIM정보는 COBie 데이터시트를 생성하는데 활용될 수 있으나, 이러한 프로세스는 일반적으로 IFC기반 BIM정보로부터 기 정해진 데이터 맵핑 스키마에 의하여 추출된 특정 데이터만이 COBie 데이터시트에 입력되고 있다. 즉, COBie 데이터시트를 IFC기반 BIM정보로부터 한번 생성했다고 할지라도, 해당 BIM정보 (시설물 및 시설물 서비스 정보)의 변경사항이 기 생성된 COBie 데이터시트에 직접적으로 반영되지 않는다. 또한, IFC기반 BIM정보로부터 생성된 COBie 데이터시트도 모든 FM 요구정보가 채워지는 것이 아니기 때문에, IFC 스키마와 COBie 데이터구조가 직접적으로 완전히 연계되어 있다고는 볼 수 없다. 또한, 시설물을 물리적으로 구성하고 있는 바닥, 벽, 기둥이나 보와 같은 구조물 유형의 객체정보는 COBie 데이터시트와 연계되지 않아, 해당정보는 기존의 방식대로 준공도서에서 검색하거나, BIM정보를 검색 및 관리하기 위한 추가적인 도구를 활용해야만 하는 한계점이 있다.

또한, IFC기반 BIM정보의 경우, 설계 및 시공단계에서부터 생성되었던 매우 방대한 데이터가 IFC 스키마에 따라 포함되어 있기 때문에 이를 운영단계에서 시설물 관리자가 기타 운영단계에서 생성 및 관리되는 FMS상의 데이터와 연계하여 활용하기에는 사람의 판단에 의하여 수행 된다는 부분에서 한계가 있

다. 이로 인하여, 현재 상용화 되고 있는 BIM기반 FMS에서도 모든 BIM정보를 다루기보다는 특정 기능 및 목적에 따라 데이터의 추출 범위를 정의하여 부분적인 BIM정보를 효율적으로 활용하는데 초점을 맞추고 있는 실정이다. 여기서 FM을 위한 BIM기반 모델파일의 요구정보의 기준으로서 BuildingSMART에서 2009년에 제안한 'Handover to Facility Management'의 IFC기반 MVD (Model View Definition)이 주로 활용되고 있으나, 이는 IFC 스키마 내에 포함되어 있는 데이터를 대상으로 하고 있으며, 이와 연계가 요구되는 다른 데이터와의 호환성까지 고려하지는 못하고 있는 실정이다.

IFC는 EXPRESS 스키마로 정의된 데이터간의 연계 구조를 가지고 있으며, 이러한 연계구조는 상호 의미적 관계로 구성되어 있다. 또한, IFC를 통해 생성 및 관리되는 정보가 가지는 의미적 연계성을 확보하기 위하여 1999년부터 개발되어 2007년에 국제 표준 ISO 12006-3으로 제정된 IFD (International Framework for Dictionaries)가 활용되고 있다. 이는 일종의 정보의 의미기반 용어사전으로 설명될 수 있으며, 사람만이 이해할 수 있는 정보의 의미적 연계성을 컴퓨터가 인식할 수 있도록 정의하여 프레임워크로 구조화 한 것이며, 이를 통해 정보호환성의 확보과정을 컴퓨터를 활용하여 자동화 할 수 있는 기반이 될 수 있다. 따라서 IFC 스키마를 기반으로 의미적 데이터 추론을 위한 온톨로지가 설계 및 시공단계의 다양한 엔지니어링 분야에 대하여 개발되고 있으며, 국제 빌딩스마트를 중심으로 관련 표준을 제정하기 위한 노력이 계속되고 있다. 이러한 노력을 통하여 최근, IFC의 스키마 구조를 OWL (Web Ontology Language)로 정의한 ifcOWL이 발표되었으며, 이는 IFC파일에서 기 정의된 시멘틱 구조에서 보다 확장성을 가질 수 있도록 의미적 정보호환성을 향상시키기 위한 목적으로 현재까지 업데이트 되고 있다. ifcOWL은 기존 IFC 스키마로 정형화된 시멘틱 구조에서 다양한 엔지니어링 분야에서 요구되는 정보간의 의미적 관계의 확장을 위한 기본 구조로써 의미를 갖게 된다. 즉, 특정 단계에서 시멘틱 정보관리의 체계를 구성하기 위한 목적으로 ifcOWL을 직접적으로 적용하는 것 보다 해당 분야의 추가적인 요구사항과 IFC 이외의 데이터 간 연계성을 정의할 수 있도록 확장성을 부여하여 적용하는 것이 BIM정보의 실질적인 활용성을 극대화 시킬 수 있는 방법이 될 수 있다.

## 2) BIM기반 시설관리 정보의 연계성 확보 방안

현재 국내에서 수행되고 있는 FM 업무를 지원하기 위하여 활용되고 있는 FMS는 해당 업무를 위하여 요구되는 정보를 생

성 및 관리하는 과정에서 다음과 같은 특징이 있다. 먼저, 해당 시설물 및 시설물 서비스를 사용하고 있는 사용자에게서 결함이나 문제가 발생하게 되면, 시설물 관리자는 해당 시설물에 대한 정보를 수집하게 되지만, 이 과정이 일반적으로 작업자 중심의 수작업기반으로 수행된다. 여기서, 시설물 관리자는 당해 유지보수 업무요청에 대하여 기 수행되었던 업무 중에서 유사한 업무에 대한 이력을 검색하게 되는데, 유지보수 업무에 대한 이력관리가 좋지 기반 수작업으로 또는 체계적으로 전산화되어 관리되지 못하는 경우, 효과적인 검색이 수행되지 못하여 필요한 정보가 있음에도 불구하고, 획득하지 못하게 되는 경우가 발생한다. 이로 인하여, 해당 유지보수 업무에서는 FM 요구정보를 충분히 제공받지 못하여, 모든 정보를 다시 재생산해야 한다는 비효율성이 있다. 또한, 유지보수 업무에 대한 이력이 전산화되어 관리되고 있다고 할지라도, 정확하게 같은 공간 또는 같은 객체에 대한 작업이력만이 유지보수 이력에서 검색결과로 제공되어, 유사 객체 및 유사 공간에 대한 작업이력을 참고할 수 있음에도 불구하고 현장에서는 쉽게 활용될 수 없다는 한계점이 있다.

다른 주요 문제점으로는, 당해 유지보수 업무의 담당자가 현장에서 해당 유지보수 업무에 대한 정보를 검토할 때 참조되는 정보의 데이터베이스가 연계되지 않아, 정보의 검색이 독립적 및 개별적으로 수행되어야 한다는 데에 있다. 이는, FM 업무의 대상이 되는 공간 또는 객체가 명확하게 인지되고 이에 대한 조치 방안이 확실할 때에는 큰 문제가 되지 않지만, 결함의 원인이 되는 객체 또는 공간이 분명하지 않거나, 조치 방안이 명확하지 않을 시에는 해당 요구정보를 검색하는데 매우 많은 시간과 비용이 소요될 수 있다. 특히, 결함의 원인이 하나의 객체 또는 공간이 아니라 여러 객체 및 공간이 복합적으로 연계되어 있을 시에는, 독립적인 개별 검색과정으로는 해당 유지보수 업무에 요구되는 정보들을 충분히 확보하는데 매우 제한적으로 검색결과가 나온다는 한계점이 있다.

이에 따라, FM 업무를 수행하는 과정에서 요구되는 시설물 관련 정보를 효과적으로 검색하거나 활용하기 위해서는, 해당 데이터들이 FMS등의 정보 시스템을 활용하여 체계적으로 관리되어야 한다. 대체적으로 국내에서 FM 용역업체를 수행하고 있는 기관 및 업체들은 자체적으로 구축하거나 현재 상용화되어 제공되고 있는 FMS의 기능 및 범위를 커스터마이징하여 활용하고 있다. 이를 통하여, FM 업무와 관련하여 생성 및 관리되는 모든 데이터를 전산화하여 관리함으로써, 해당 업무 프로세스를 수작업 기반 작업자 중심의 업무프로세스로부터 데이터

기반 객체 중심의 업무 프로세스로의 개선을 다양하게 시도하고 있는 실정이다.

일반적으로 하나의 시스템으로 구성된 FMS의 DB는 FM과 관련된 다양한 업무분야를 지원하기 위하여 구조적 또는 기능적으로 연계되어 활용되고 있으나, 관리되는 데이터의 양 및 항목 수가 증가하게 되면, 각 데이터별로 그 관계를 연계시키는데 한계가 발생한다. 따라서, 데이터의 입력과정에서 데이터의 양이나 항목에 제한을 설정하거나 편의에 따라 하나의 항목에 다수의 데이터를 입력하는 등으로 관리하게 되지만, 이는 FMS의 DB에서 관리되는 데이터의 활용성을 저하시키는 주요 원인이 된다.

따라서, FM관련 업무에서 요구되는 모든 FM 요구정보를 하나의 DB 체계에 따라 관리하는 것이 비효율적일 수 있으며, 각 독립적으로 자체 스키마에 의하여 관리되는 데이터들 간에 현실적으로 관리 가능한 관계만을 최적화하여 정의하여 관리하게 되면 보다 효율적인 데이터 관리가 가능하다. 한편, 온톨로지는 실재하는 지식을 컴퓨터에 반영하고, 이를 기반으로 하는 정보와 그 관계를 컴퓨터가 이해할 수 있는 프로그래밍 언어로 코드화하여 사람이 개입되어야 하는 일련의 추론과정을 자동화 할 수 있도록 한다. 또한, 온톨로지를 통하여 지식을 공유하고 정보를 재활용할 수 있도록 하여 단계별로 생성되는 관련정보의 재입력 및 누락 등의 오류를 미연에 방지 할 수 있다.

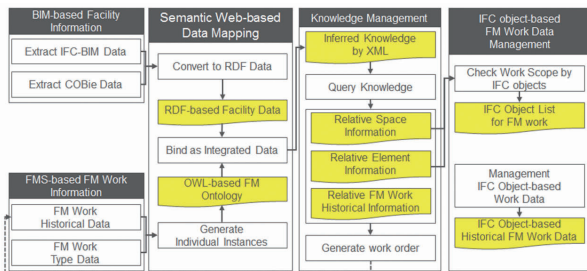


그림 2. 운영단계에서의 시맨틱 웹 활용 프로세스

이에 따라, 각 FM 요구정보의 통합관리를 위하여 컴퓨터가 추론할 수 있는 OWL기반 온톨로지를 정의하여 FM 요구정보의 상호 연계성을 확보할 수 있다. 온톨로지를 구축하는 것은 FM 요구정보를 구성하고 있는 지식체계를 전반적으로 통합하고, 이를 종합적으로 관리하는 과정을 컴퓨터가 이해할 수 있는 코드화된 관계로 정의함으로써 사용자가 보다 쉽고 체계적으로 정보 및 지식을 관리할 수 있도록 하며, 검색 및 추론과정의 자동화를 통한 정보의 통합 및 그 활용을 보다 용이하게 할 수 있는 기반을 제공할 수 있다 (Lima 외, 2005). 또한, 개방형 BIM

기반의 국제표준으로 활용되고 있는 IFC 스키마는 객체와 그 매개변수간의 관계를 개념화하여 직접적으로 온톨로지에 적용할 수 있어 IFC기반의 BIM정보를 활용하게 되는 기타 엔지니어링 분야의 온톨로지에 확장되어 통합될 수 있다. 또한, IFC 스키마와 일부 호환되는 COBie 체계 또한 기 정의되어 있는 데이터 연계성을 온톨로지로 개념화 하여 정의하는데 용이하게 활용할 수 있는 이점이 있다.

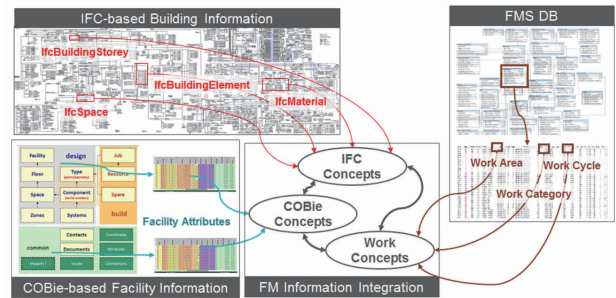


그림 3. BIM정보와 FMS의 작업정보 연계 개요

### III. 맺음말

기존 운영단계의 FM 업무수행과정에서 요구되는 FM 정보를 검색하는 과정은 독립적으로 존재하는 다양한 관련 정보들을 개별적으로 검색하거나, 정보 접근성이 충분하지 않은 경우 해당 정보를 확보하지 못한 상황에서 요구되는 FM 업무를 수행하는 경우가 일반적 이었다. 이에 따라, FM 산업에서 BIM기반 FM요구정보가 차차하고 있는 비중 및 가치가 저하되고, 운영단계 초기에 많은 시간과 비용을 들여 FM업무를 지원하기 위한 FMS를 구축하였다 할지라도 그 활용성이 충분히 확보되지 못하는 실정이었다. 이를 위하여 시맨틱 추론을 기반으로 BIM기반 FM정보를 의미적으로 연계하여, FM 업무수행에 있어 BIM 정보의 활용성을 극대화 시키고 이를 기반으로 수행되는 업무 결과에 대한 정확성 및 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

또한, 운영단계에서 기존의 작업자 중심의 수작업 기반 유지보수 업무처리 방식이 주를 이루고 있으나, 이는 유지보수 작업정보의 효율적인 이력관리 및 예방적 차원의 시설관리 계획수립 과정에 매우 제한적으로 정보를 제공하게 된다. 이에 따라, 컴퓨터를 활용한 데이터기반 업무처리 방식을 적용하여, 기존에 수행되었던 작업이력 정보의 당해 업무과정에 대한 활용성을 극대화 시킬 수 있으며 당해 업무처리 과정에서의 다양한 시설물 정보를 BIM기반 FM 요구정보로부터 효율적으로 접근 가능하다. 또한, 시설물 정보의 변경내용이 IFC 객체기반으로 관

리되어, 시설물 및 시설물 서비스에 대한 정보의 변경관리에 능동적으로 대처할수 있다.

국내에서 수행되고 있는 FM 업무는 FM조직 유형별 및 관리 대상 시설물의 용도별로 주로 수행되고 있는 FM업무가 다양하게 구성되어 있다. 하지만, 일반적으로 BIM정보는 3D기반의 시설물에 대한 형상정보만을 참조 하는 용도로만 제한적으로 활용되고 있으며, 다양한 시설물 및 시설물 서비스 관련 BIM정보들이 충분하게 활용되고 있지 못하고 있는 실정이다. 이에 따라, 시멘틱 웹을 활용한 BIM기반 FM 요구정보 통합관리 기술을 활용하여, BIM기반 FM요구정보를 통합하여 제공함으로써, IFC기반으로 제공되는 공간 및 객체의 다양한 속성정보를 다양한 시설관리 관련 시뮬레이션 및 분석과정에 활용하여 해당 FM업무의 수행수준을 향상시킬 수 있다.

### 참고문헌

김가람, “시멘틱 웹을 활용한 BIM기반 FM 요구정보 통합관리,” 광운대학교 건축공학과 박사학위논문, 2016.

K. Kim and J. Yu, “Improvement of facility condition assessment processes using BIM data,” Construction Research Congress 2016, pp. 2432–2442, 2016.

A. Redmond, A. Hore., M. Alshwi, and R. West, “Exploring

how information exchanges can be enhanced through cloud BIM.” Automation in construction, Vol. 24, pp. 175–183, 2012.

B. Becerik–Gerber, F. Jazizadeh, N. Li, and G. Calis, “Application Areas and data requirements for BIM-enabled facilities management”, Journal of construction engineering and management, Vol. 138, pp. 431–442, 2012.

C. Lima, T. El-Diraby, and J. Stephens, “Ontology-based optimisation of knowledge management in e-construction”, ITCon, Vol. 10, pp. 305–327, 2005.

P. Pauwels and W. Terkaj, “EXPRESS to OWL for construction industry: towards a recommendable and usable ifcOWL ontology”, Automation in Construction, Vol. 63, pp. 100–133, 2016.

R. Volk, J. Stengel, F. Schultmann, “Building Information Modeling (BIM) for existing buildings—Literature review and future needs”, Automation in construction, vol. 38, pp. 109–127, 2014.

RICS, “RICS BIM Survey Results”, The Royal Institute of Chartered Surveyors, London, 2013.

- 김가람 E-mail: karamiz@kw.ac.kr
- 유정호 E-mail: myazure@kw.ac.kr