

〈응용논문〉

pISSN 1226-0606  
eISSN 2288-6036

## 표준도 기반의 토목구조물 BIM 라이브러리 개발 -국토교통부 표준도를 대상으로

문현석 · 주기범<sup>†</sup>

한국건설기술연구원 SOC 성능연구소 ICT 융합연구실

### Development of BIM Library for Civil Structures based on Standardized Drawings-Focused on 2D Standard Drawings of The MOLIT

HyounSeok Moon and KiBum Ju<sup>†</sup>

ICT Convergence and Integration Research Division, Korea Institute of Construction Technology

Received 23 September, 2013; received in revised form 23 December, 2013; accepted 10 January, 2014

#### ABSTRACT

In architecture projects, BIM library has widely been using for prefabrication of products and design process. However, since the shape of structures is different by each project in civil engineering projects and a shape representation system is complicated, it is not easy to develop a standardized BIM library. To solve these issues, this study develops BIM library based on standardized 2D shop drawings for civil structures. The standardized shop drawings, which are the targets of the BIM library model, should be first selected. Besides, in order to define modeling scope with the level of general and shop drawings for each structure, LOD(Level of Detail) and breakdown structure are determined, and development methods of families of 3D object type including 2D profile and rebar through commercial software are established. With these, properties of BIM library are configured, and a utilization model of the BIM libraries is constructed for 3D modeling and a simulation using the BIM library. Therefore, this study can identify properties that are necessary when IFC schema is configured for civil engineering projects. For future, it is expected that easiness of BIM design for the civil engineering projects and generation, management, and analysis system of BIM library for road projects will be secured.

**Key Words:** BIM, Civil structure, Library, LOD (Level of Detail), Parameters, Specification, Standardized drawings

## 1. 서 론

### 1.1 BIM 라이브러리 개발 개요

기존의 BIM(Building Information Modeling)라

이브러리는 주로 한옥 부재, 배관 및 건축물 요소 등의 건축산업을 중심으로 진행되고 있어 토목분야의 BIM 라이브러리 개발 사례는 미흡하다. 이는 토목이 갖는 선형 기반의 설계 특성에 기인하며, 구조물을 포함한 도로선형의 정형화된 형상이 각 구간마다 서로 상이하여 표준화가 어렵기 때문

<sup>†</sup>Corresponding Author, kbju@kict.re.kr  
©2014 Society of CAD/CAM Engineers

에 3D 라이브러리의 구축이 곤란한 것이 주요 원인이다. 또한 BIM 환경에서 3D기반 설계를 수행하기 위한 정책적, 실무적 환경의 구축이 미흡한 것도 주요 이유가 될 수 있다. 게다가, 건축분야에서는 민간분야의 활성화로 관련 설계회사들이 자체적인 3D 라이브러리 체계를 구축하여 활용할 수 있는 환경을 갖고 있으나, 토목은 공공적 특성으로 인해 관련 모델링 지침이나 3D 라이브러리 콘텐츠(Contents)들은 국가가 초기에 제공해야 하는 한계를 갖는다.

이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구에서는 토목 분야의 주요 표준도인 국토교통부에서 발간한 암거, 옹벽, 국도설계실무요령 및 소규모교량 표준도를 기반으로 BIM 라이브러리를 구축하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 국토교통부에서 발간한 자료를 기반으로 표준도를 분석하여 BIM 라이브러리 대상 시설의 선정 및 형상표현 LOD(Level of Detail)를 구성한다. 또한 대상 라이브러리의 주요 형상표현 파라미터를 정의하고 상용 소프트웨어를 통한 BIM 라이브러리를 개발한다. 특히 이의 실무적 활용을 위해 주요 도로선형의 BIM 모델을 사례모델로 구성하여 개발된 라이브러리를 기반으로 신속설계 지원체계를 구축하여 제시된 방법의 실효성을 검증한다.

따라서 본 연구는 정부에서 발간한 2D 표준 상세도를 기반으로 구축하므로 향후 국가에서 제시하는 표준화된 3D 라이브러리 기준모델로 활용될 수 있을 것이다. 또한 토목시설 BIM 라이브러리를 생성, 관리 및 축적함으로써 설계의 용이성 및 자동화된 물량산출 기반을 확보하고 타 토목시설의 표준 라이브러리의 확장 토대를 마련할 수 있다. 특히 설계단계의 BIM 기반 품질검토를 위한 참조 모델<sup>12)</sup>로 활용될 수 있다. 향후 국가 중심의 BIM 라이브러리 모델링 및 실무적용 지침의 개발 시 주요한 참조자료가 될 수 있을 것으로 기대한다.

### 1.2 BIM 라이브러리 연구 및 구축 현황

국내외적으로 BIM 라이브러리는 대부분 건축 시설에 한정되어 있다. 주로 한옥 부재<sup>11)</sup>, 책상, 의자, 전등, 설비용 기계장치, 전기기기, 유닛모듈러 주택<sup>13)</sup> 및 시공객체<sup>14)</sup> 등에 대해 객체의 스케일(Scale)을 조정하거나 형상의 변형이 없이 해당 Layout 위치에 설계요소로 손쉽게 배치하도록 하

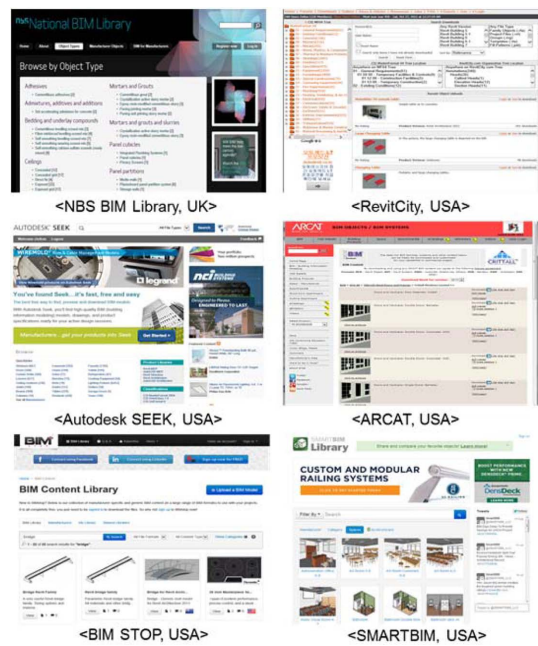


Fig. 1 Development cases of BIM library in overseas countries

고 있다. 또한 건축부재의 Co2 평가를 위한 라이브러리<sup>15)</sup> 및 이의 IFD 활용체계<sup>16)</sup>를 구성하고 있다. Fig. 1은 국외의 BIM 라이브러리 구축 사례를 나타낸 것이다.

영국의 NBS(National BIM Specification)에서는 건축시설에 대하여 NBS 표준의 BIM 콘텐츠 자원을 건설산업을 위해 자유롭게 활용, 공유 및 배포할 목적으로 국가적 차원의 BIM 라이브러리 포털(Portal)을 운영하고 있다<sup>17)</sup>. 대부분 건축부재나 재료 요소들에 대한 라이브러리를 구성하고 있으나 콘크리트, 모르타르 및 배수 등 일부 요소의 경우 토목 형상에 제한적으로 활용할 수 있도록 하고 있다.

RevitCity<sup>18)</sup>라는 웹사이트는 건축물의 구조물 상세부재, 장비 및 부품 요소들에 대하여 14,229개의 Revit Family를 제공함과 동시에 모든 BIM 라이브러리들은 Masterformat에 의하여 구조화되어 있다. Autodesk Seek<sup>19)</sup>도 타 BIM 라이브러리 포털과 같이 BIM 설계를 위해 필요한 건축요소들에 대하여 무료 라이브러리를 제공하고 있다. 특히 미국의 분류체계 표준인 Masterformat 2004를 기준으로 분류화되어 계층별로 각 모델을 제공하고 있어, 해당 코드와 연결된 설계 및 시공요소의 손쉬운 접근을 통해 활용할 수 있도록 하고 있

다. 이와 함께, OmniClass 1.0과 UniFormat2도 제공하고 있다. 일부 Curb와 Gutter 같은 토목시설 요소를 객체가 아닌 Section 형태로 제공하고 있어 프로파일을 활용할 경우 각 Section을 라이브러리로 활용하여 개략적 수준의 3D 객체를 생성할 수 있다. 이 외에도 ARCAT, SMARTBIM, 및 BIMSTOP 등의 건축용 BIM 라이브러리 포털이 구축되어 있다.

국내의 경우 buildingSMART Korea에서는 2011년 건축요소에 대한 BIM 라이브러리 시범 버전 v0.9(KBIMS, 2011)를 공개하였다. 이는 Autodesk Revit과 Graphisoft사의 ArchiCAD용으로 구축되었다. 현재 실무검증 및 보완을 거쳐 정식버전을 공개할 예정이다. 희림종합건축사사무소에서는 2010년 BIM 설계시 요구되는 건축 설계 요소의 효율적 관리 및 활용을 위해 “HEERIM BIM LIBRARY BROWSER” 소프트웨어를 개발하여 건축용 BIM 라이브러리를 범용적으로 공유 및 무료 배포하고 있다. 개별 라이브러리의 속성 확인이 가능하고, 파일 선택을 통해 Revit Architecture와 Structure 소프트웨어로의 직접적 접근에 의한 신속한 활용이 가능하다. 이 외에도 경희대학교에서는 한옥의 부재를 통합적으로 관리하기 위한 Library Browser를 개발한 바 있다.

반면에 토목용 BIM 라이브러리는 국내의 구축 현황 분석결과 관련 사례가 부족한 실정이다. 해외에서는 일부 민간(BIM Stop Co. 2012)<sup>10)</sup>에서 교량, 장비 및 철도 트랙에 대해 Revit 패밀리를 이용한 개략적 모델을 공개하고 있으나 그 형상이 표준화되어 있지 않아 단지 형상의 시각적 타입을 확인하는데 활용될 뿐, BIM 설계를 위해 교량 라이브러리로서의 활용에 제약을 갖는다.

## 2. BIM 라이브러리 특성 및 구축 방법

### 2.1 건축 vs. 토목 BIM 라이브러리 특성 분석

상기의 사례와 같이 국내외의 기존 BIM 라이브러리는 건축 분야의 자재, 부품, 부재 및 한옥 등 건축물을 대상으로 구축되고 있어 토목분야의 BIM 라이브러리 콘텐츠(Contents)가 적으며, 이를 토목 설계 실무에 활용하는데 제약이 있다. 일부 요소(Curb, Gutter)들은 토목용으로 활용할 수 있으나 추가적인 단면도의 분석이나 콘텐츠의 확

장이 요구된다. 또한 건축요소는 주로 자재 생산자가 중심이 되어 해당 콘텐츠의 확장이 용이하지만, 토목분야는 이를 확장할 수 있는 생산자가 부족하다.

특히 건축은 주로 3D 객체 형상으로서 다수의 패밀리 구성 가능하고 설계시 이를 활용하여 신속하게 설계 및 배치가 가능하도록 하고 있다. 그러나 교량, 터널 및 도로 등의 토목구조물은 주로 중심 선형요소와 밀접하게 연관되어 있으며, 단면의 변동성으로 인해 정형화된 형상으로 표준화하기 어렵다. 이러한 이유로 3D 라이브러리를 통한 설계가 용이하지 않은 단점이 있다.

이러한 측면에서 본 연구에서 개발하는 토목구조물의 상세표준도 기반 BIM 라이브러리는 제시된 주요 이슈를 해결하기 위한 3D 객체 기반의 개선된 설계방식으로 변화될 것이다. 또한 건축 중심의 BIM 환경이 토목분야로 확장되는 것을 고려하면 본 연구에서 제시하는 방법이 중요한 개발 방안으로 활용될 수 있다.

### 2.2 표준도 기반 BIM 라이브러리 구축 방법

토목용 BIM 라이브러리는 선형 프로파일에 의해 결정되는 3D 모델과 단일의 형상객체로 모델링 되는 두 가지 타입의 라이브러리를 구축할 수 있다. Fig. 2는 토목구조물의 표준도를 대상으로 BIM 라이브러리를 구축하기 위한 개략적인 절차를 나타낸 것이다.

우선 토목시설의 BIM 라이브러리 구축을 위한 대상시설을 선정하기 위해 국내에 공개된 2D기반의 표준 상세도를 선정하고 BIM 라이브러리의 모델링 수준을 결정한다. 여기서 2008년 국토해양부에서 발간한 암거, 옹벽 표준도와 교량 및 국도설

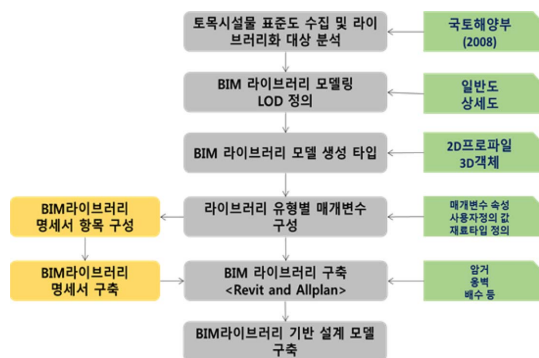


Fig. 2 A development process of BIM library

계요령에서 구성한 표준도를 선정한다. 이들이 결정되면 개별 라이브러리 모델의 표현 가능 범위인 LOD 수준을 결정한다. 이때 프로파일 형태로 표현할 것인지 일반도 및 상세도 수준에서 표현할 것인지에 대한 라이브러리 형상표현 수준을 결정한다. 각 대상 모델의 LOD가 결정되면 해당 3D 라이브러리 모델의 개별 기하 파라미터(Parameters) 및 해당 객체의 특성을 나타내는 속성을 정의한다. 이들은 분석된 2D 기반 표준 상세도에 표현된 주요 형상 표현 값을 그대로 적용한다. 실제 설계시 해당 라이브러리 단면의 형상은 유지되도록 하고 배치될 위치나 그 크기에 따라 규모를 적절히 변경할 수 있도록 한다. 그런 다음 정의된 각 형상의 파라미터 값을 활용하여 Revit에서 패밀리 형상 모델링 기능을 통해 각 변수를 정의한다. 이러한 절차를 통해 개별 3D 라이브러리를 생성한다.

### 2.3 토목 BIM 라이브러리 구축 고려사항

토목시설을 대상으로 BIM 라이브러리를 구축하는 경우 민간에서 구축한 표준도는 특정 프로젝트에 대해서만 적용하므로 공공적 활용에 제약이 있다. 따라서 토목시설에 대한 BIM 라이브러리 대상은 정부에서 발간한 2D기반의 표준상세도를 활용해야 한다. 이에 대한 라이브러리 구축 체계가 완료될 경우 특정 프로젝트에서 구성된 2D 표준 상세도에 대해 손쉬운 확장이 가능하다. 또한 BIM 라이브러리 모델링은 Autodesk Revit에서 제공하는 기능에 제약을 갖는다. 따라서 상세도 수준에서는 소프트웨어에서 제공하는 기능을 중심으로 표현 가능한 범위 내에서 철근모델을 포함하도록 한다. 철근이 포함된 라이브러리 모델은 사용자 정의에 의한 단위길이의 변화 시 객체의 생성이 용이하도록 해야 하며, 모델 내부에 포함된 철근 배근 상태가 배근 조건을 만족하도록 하여 자동적으로 철근 배근이 이루어지도록 해야 한다.

특히 라이브러리는 그 형상의 개별 치수가 상호간의 구속조건을 고려하지 않고 변하게 되면 원래 자체 형상이 갖는 고유의 라이브러리 특성을 상실하게 되므로 이는 BIM 라이브러리로서 활용성을 갖지 못하게 된다. 그러므로 단면의 형태는 변화 없이 일관성을 갖도록 유지되어야 한다.

### 2.4 BIM 라이브러리 구축 범위

BIM 라이브러리는 기본적으로 설계단계에서는 기본설계와 상세설계 수준으로 구분하여 활용할 수 있다. 기본설계의 경우 개략적인 설계형상을 파악할 수 있다. 상세설계에서는 철근을 포함한 물량산출과정에 활용할 수 있다. 시공단계에서는 라이브러리 LOD에 따라 기본설계의 상세도 수준으로 활용할 수 있으므로 철근을 제외한 시공부위에 따른 공정을 시뮬레이션 할 수 있다. 본 라이브러리는 다양한 설계목적에 따라 범용적으로 활용할 수 있도록 요구되는 속성 정보를 대부분 포함하고 있다. 제원속성을 통해 3D 라이브러리 기반의 설계를 수행할 수 있으며, 물량산출 속성을 활용하여 실적공사비 산출과정에 활용할 수 있다. 특히 IFC<sup>1</sup> 속성을 통한 라이브러리의 상호운영성 정보를 포함하게 되고 COBie<sup>2</sup> Parameter를 통해 해당 설계 라이브러리의 유지관리에 필요한 속성을 포함하므로 토목 생애주기 분야에 광범위하게 활용할 수 있다. 이러한 활용성 및 적용단계의 수준을 확장하기 위해 라이브러리 상세수준의 추가 분할, 철근모델의 반영 및 물량의 정확성을 검토할 필요가 있다. 이 외에도 추가 활용 목적을 갖는다면 해당 목적에 맞도록 기 구축된 라이브러리 모델을 유연하게 수정함으로써 새로운 라이브러리 모델을 만들 수 있으며, 관련 속성을 추가하여 새로운 관리요소에 적극 활용할 수 있다.

<sup>1</sup>IFC는 Industry Foundation Classes의 약어로 AEC/FM 산업에서 정보공유를 위한 방법을 제공한다. 이는 건설정보 호환을 위한 표준통합모델로서, 기획에서부터 디자인, 시공, 운영, 유지관리 등 생명주기에 걸쳐 건설 프로젝트 참여 조직체들이 사용하는 어플리케이션들 간에 원활한 정보의 유통을 위해 개발되었다. 또한 건축 프로젝트 전과정에서 처리되는 모든 정보를 단일의 구조화된 Framework에 체계적으로 표현하고, 프로젝트의 진행에 따라 참가자들이 공통적으로 활용하고 갱신(Update)할 수 있는 정보공유 및 상호연동을 위한 기반을 제공한다. 현재는 2013년 4월 ISO에 정식으로 표준으로 등록된 IFC4가 개발되었으며, 토목분야에서는 현재 확장 중이다.

<sup>2</sup>COBie는 Construction Operations Building Information Exchange의 약자이며, 기하학적 모델링이 아닌 유지관리 분야의 건설정보 교환을 중심으로 건설정보모델 Subset을 표현하는 데이터 포맷이다. 이는 2011년 12월 NBIMS-US표준 파트로서 NIBS에 의해 정식 승인되었고 Spreadsheet 형태의 Template으로 제공된다.

### 3. 토목시설 표준도 분석 및 LOD 구성

**3.1 토목 BIM 라이브러리 표준도 선정 및 분석**  
 본 연구에서는 도로시설의 주요 표준도를 조사하여 라이브러리 모델링 대상을 선정한다. 수집된 표준도 목록으로는 Fig. 3과 같이 국토해양부에서 발간한 표준도를<sup>[11,12]</sup> 대상으로 한다.

연구에서는 2008년 국토해양부에서 책자로 발간한 국토건설공사설계실무요령, 도로암거 및 옹벽 표준도와 소규모교량 표준도(2010)를 선정하여 우선적으로 라이브러리화 하기로 결정하였다.

상기의 표준도 목록은 정부에서 발간한 자료로서 공공적 성격을 가지면서 도면활용의 저작권에서 자유로우며, 토목 BIM 라이브러리 구성을 위한 주요 시설물로서 활용될 수 있으므로 선정하였다. 이 외에도 한국도로공사, LH공사 및 수자원공사에 발간한 자체 표준도가 있으나 이는 특정기관에서 수행하는 프로젝트를 대상으로 표준도를 구성하였으므로, 연구의 범위에서 제외하였다. 향후 본 연구에서 구성하는 BIM 라이브러리 개발 방법론을 기반으로 각 기관에서 자체적으로 확장할 수 있을 것이다.

#### 3.2 암거시설의 표준도 분석 예시

다음은 암거 표준도에서 1련 암거에 대한 주요 분석 항목을 나타낸 것이다(Fig. 4).

토목 구조물에 대한 BIM 라이브러리 대상 도면은 상기와 같이 크게 주요 2D 도면, 철근 및 부재의 재료표 속성이 포함된다. 암거의 경우 일반도, 표준단면도, 상부슬라브, 하부슬라브, 측벽, 주철근 조립도, 철근 상세, 재료표 및 철근 재료표가 구성된다. 일반도에서는 해당 구조물의 단면형상 표



Fig. 3 Collection of standardized drawings for civil facilities

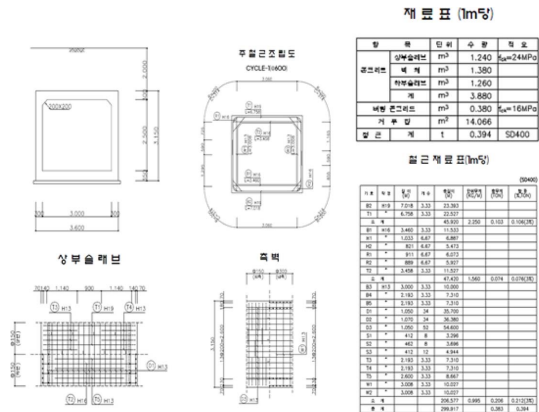


Fig. 4 Configuration of Standardized Drawings for Culvert

현과 주요 기하 제원을 포함하고 있으며, 상세도에서는 시공단위를 포함하므로 상부, 하부, 측벽으로 분할될 수 있고 각 부위별 철근 배치상태와 철근 제원을 확인할 수 있다. 재료표에서는 콘크리트 및 거푸집 물량을 포함하고 있으며, 철근 재료표는 철근 타입과 철근량을 표현하고 있다. 이는 철근을 포함한 일반도 및 상세도 수준에서의 BIM 라이브러리 구축을 위한 주요 구성항목으로 정의된다.

#### 3.3 토목 BIM 라이브러리 LOD 및 타입 구성

본 라이브러리 유형은 해당 표준도의 표현 수준에 따라 일반도와 상세도 수준으로 구분한다(Fig. 5). 이는 물량산출 가능 여부 및 시공단계 표현 수준의 두 가지 항목을 기준으로 분류하였다.

일반도의 경우 주요 구조물의 단순 형상을 중심으로 표현된다. 이는 시공관리 단위로의 활용에 제약이 있으며, 소요되는 상세 재료 표현에 한계를 갖게 되어 정확한 물량산출에 제약이 따른다. 반

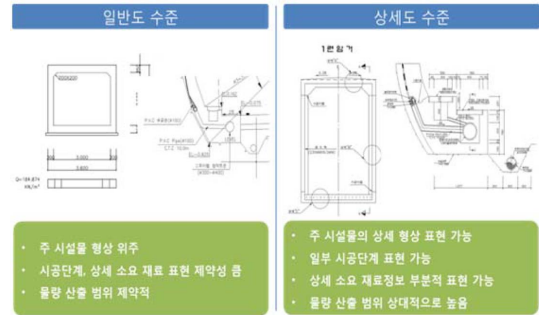


Fig. 5 LOD of BIM library for civil elements



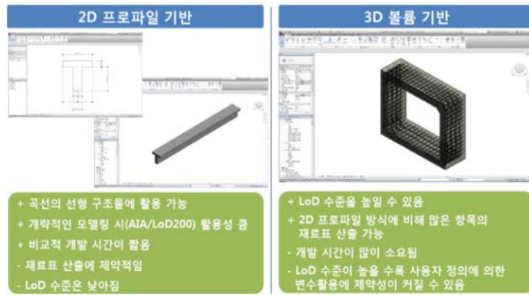


Fig. 6 BIM library types

면에 상세도 수준의 표준도는 주요 구조물의 상세한 형상 표현이 가능하고 시공이음에 따른 구조물의 분리 위치를 구분하고 있어 시공단계에서 구조물 시공순서를 반영할 수 있다. 특히 해당 구조물의 상세한 재료정보를 부분적으로 표현할 수 있어 물량산출 범위가 상대적으로 높은 장점을 갖는다. 이는 BIM 라이브러리 구성을 위한 난이도가 높은 단점이 있으며, 철근을 포함하는 경우 시물레이션 단계에서의 기술적 적용에 대한 어려움을 가질 수 있다.

또한 표현되는 모델의 수준 및 형상특성에 따라 BIM 라이브러리의 종류는 앞서 언급한 바와 같이 2D 프로파일과 3D 객체 기반으로 분류된다(Fig. 6).

2D 프로파일의 경우 직선을 포함한 다양한 곡선형태의 중심선형을 참조하는 선형구조물에 적용될 수 있다. 이는 표준도의 상세 단면을 주요 라이브러리 형상으로 정의하고 있어 비교적 개발 시간이 짧다. 그러나 재료표를 산출하는데 제약을 갖는다. 3D 볼륨기반의 라이브러리는 해당 모델 표현의 상세 수준이 높아 철근 배근도를 반영한 상세설계 수준의 BIM 모델로 활용될 수 있다. 2D 프로파일 방식과 비교하여 많은 재료 항목에 대해 재료표의 산출이 가능하다. 또한 라이브러리의 LOD 상세 수준이 높으므로 사용자 정의에 의한 변수 활용에 제약성이 커질 수 있는 단점이 있다. 그러나 한번 구축되면 반복적 재사용이 가능하고 유사한 형태로의 라이브러리 형상 변경을 통해 새로운 타입의 라이브러리 객체를 구성할 수 있다.

#### 4. 토목 BIM 라이브러리 파라미터 및 명세서 구성

##### 4.1 토목 BIM 라이브러리 파라미터 정의

BIM 라이브러리의 속성은 크게 식별정보, 형상

Category	Items
라이브러리 객체 종류 식별	<ul style="list-style-type: none"> <li>구조물/시설물 명칭</li> <li>구조물/시설물 규격</li> <li>건설정보분류체계                             <ul style="list-style-type: none"> <li>F, E, W 파셋: 이름, 코드</li> </ul> </li> <li>관련 표준도 이름(년도)</li> <li>해당 표준도 번호</li> <li>라이브러리 버전(년도)</li> </ul>
형상에 관한 치수	<ul style="list-style-type: none"> <li>형상 매개변수 (구조물/시설물에 따라 가변적)</li> <li>사용자 변경 가능한 변수 및 초기값</li> </ul>
재료표 항목에 대한 물량	<ul style="list-style-type: none"> <li>표준도의 재료표 항목 (표준도 제공 내용에 따라 가변적)</li> <li>실적공사비 공중 이름</li> <li>실적공사비 공중 코드</li> </ul>
재료 성질	<ul style="list-style-type: none"> <li>주 재료 종류 (강재, 콘크리트, 철근콘크리트 등)</li> <li>주 재료 강도</li> </ul>
IFC parameters	<ul style="list-style-type: none"> <li>IfcExportType</li> <li>IfcExportAs</li> </ul>
COBie parameters	<ul style="list-style-type: none"> <li>NBS의 COBie parameters 적용</li> </ul>
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>제작기관 이름, URL</li> <li>배포기관 이름, URL</li> <li>제조사 이름, URL</li> </ul>

Fig. 7 Main parameters of BIM library

치수 정보, 재료성질 및 재료물량 정보, IFC 및 COBie parameters와 기타 정보의 7가지 대분류로 구분할 수 있다(Fig. 7).

라이브러리 식별정보는 개별 라이브러리를 구조화하는 분류체계, 참조된 표준도, 라이브러리의 상세 규격 및 명칭정보를 포함한다. 형상치수 정보는 표준 상세도의 각 도면 유형별로 정의된 치수(매개변수) 및 사용자 정의가 가능한 매개변수 등이 포함된다. 재료정보로는 각 라이브러리 형상의 강도 및 재질 등 표준도에 표기된 재료 정보를 포함한다. 물량에 관한 정보로는 표준도에서 일반도 수준의 물량을 포함하도록 하기 위해 재료표 정보와 형상수치에 의해 계산되는 산출식 정보를 구성한다.

IFC Parameters는 BIM 라이브러리가 Export될 경우 필요한 IFC Entity 타입 속성이 포함되고 COBie Parameters는 NBS(UK)의 Parameters를 참조한다. 기타 항목에는 제작, 배포 기관의 정보 등이 포함된다. 이들 항목은 주요 기하 파라미터들과 함께 기본적으로 개별 BIM 라이브러리 객체가 가져야 할 속성들이며, 이는 라이브러리 구성시 Default Item으로 활용하도록 기본적으로 입력해야 한다.

예를 들어, 1련 암거의 경우 Fig. 8과 같이 암거의 단면형상을 결정짓는 파라미터로는 현치 치수(a), 외측높이(H), 하부슬라브 두께(H1), 내공 높이(H2), 상부 슬라브 두께(H3), 외측 폭(B), 외측 벽 두께(B1)와 사용자 정의 파라미터인 길이(L)로 구

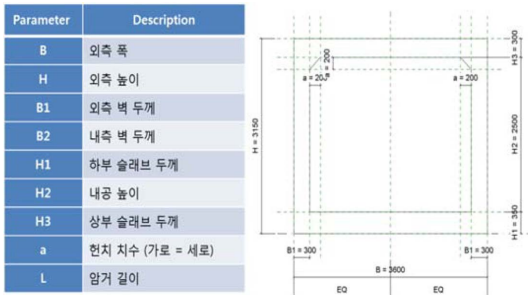


Fig. 8 Shape parameters of a culvert (Partial)

진다. 여기서 암거와 옹벽의 길이(L)는 mm 단위로 입력하여 개별 유형을 결정한다. 이러한 파라미터 정의를 통해 주요 물량(체적)계산을 위한 참조속성으로 활용된다(Fig. 10). 이는 각 표준도에 구성된 재료표의 각 수량을 자동적으로 계산하기 위한 값으로 구성된다. 이러한 경우 표준도의 재료표 물량과 BIM 라이브러리 객체의 물량을 상호 비교하여 개별 라이브러리의 모델링 정확성을 검증할 수 있다. 이와 같이 구성된 속성 항목을 참조하여 BIM 라이브러리 명세서를 구성할 수 있다.

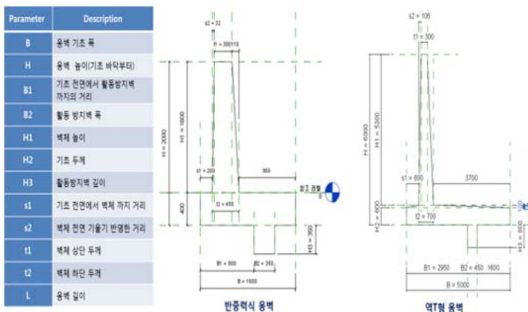


Fig. 9 Shape parameters of a retaining wall (Partial)

성된다. 역T형 옹벽의 경우 단면형상의 주요 파라미터는 Fig. 9의 왼쪽 표와 같이 구성될 수 있다. 대부분의 옹벽 유형은 상기의 파라미터 범위에서 표현되며, 타입에 따라 활용되는 파라미터가 달라

### 4.2 토목 BIM 라이브러리 명세서 구성

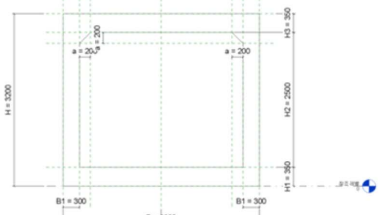
토목분야 BIM 라이브러리 명세서 구성을 위해 상기에 분석된 개별 라이브러리의 공통 속성 항목들의 분석이 필요하고 이로부터 명세서의 활용 목적에 맞도록 적절한 명세서 항목을 추출해야 한다. 이는 방대한 BIM 라이브러리 객체 중에서 해당 설계에 필요한 요소를 적시에 호출할 수 있으며, 선택된 객체의 주요 특성항목을 손쉽게 조회할 수 있도록 하기 위해 구성된다. 명세서 카테고리리는 객체 식별자 및 설명정보(Object Identification & Descriptions), 라이브러리 설명정보(Library Descriptions), 라이브러리 활용 항목(Library Usage), 설계조건 정보(Library Notice) 및 라이브러리 관리 항목(Library Management)으로 크게 5개의 범주로 정의할 수 있다. 이들 개별 명세서 항목(Items)

	B	H	B1	B2	H1	H2	H3	a
P1-1	3600	3150	300	3000	350	2500	300	200
P1-2	3600	3200	300	3000	350	2500	350	200
P1-3	3600	3350	300	3000	450	2500	400	250
P1-4	3800	3550	400	3000	550	2500	500	300
P1-5	3900	3700	450	3000	600	2500	600	300

### 재료표 (1m당)

항목	단위	수량	적요
콘크리트	상부슬래브	m <sup>3</sup>	1,240 f <sub>ck</sub> =24MPa
	벽체	m <sup>3</sup>	1,380
	하부슬래브	m <sup>3</sup>	1,260
계	m <sup>3</sup>	3,880	
바탕 콘크리트	m <sup>3</sup>	0,380	f <sub>ck</sub> =16MPa
거푸집	m <sup>2</sup>	14,066	
철근	t	39.9	6D400

### 유형별 자료 관리



### 표준도 단면 치수에 대한 매개변수 정의

표준도 재료표에 대한 물량 계산식

구분	물량	계산식
상부슬래브 물량	1,415	$B \cdot H1 \cdot L$
상부슬래브 물량	1,596	$(B \cdot H3) \cdot (B1 + a + B1) \cdot a \cdot L$
벽체 물량	1,551	$B1 \cdot (H2 + a) \cdot L \cdot 2$
거푸집 면적	15,923	$(H + 2 \cdot (H2 + a)) \cdot 2 \cdot (a + 1,414) \cdot L$
계	4,000	
L	1124.0	
H3	350.0	
H2	2500.0	
H1	350.0	
H	3200.0	
B2	2600.0	
B1	300.0	
B	3600.0	

Fig. 10 Definition of parameters for cross-section measurement in standardized drawing (Culvert)

들은 속성의 범주(Category)내의 항목들을 상기의 5개 범주 항목으로 상호 참조하여 해당 항목으로 구성되도록 정의할 수 있다. 라이브러리 속성의 식별자 정보는 명세서의 Object Identification & Description 범주의 항목들로 매핑(Mapping)될 수 있고, 형상에 관한 치수, 재료표 항목에 대한 물량 및 재료 성질에 대한 속성 항목들은 명세서의 Library Usage 범주 항목들로 매핑될 수 있다. 또한, 제작기관, 배포기관, 제조사 등에 관한 기타 정보는 Library Management 항목으로 구성된다.

## 5. 토목구조물 BIM 라이브러리 모델 구축

### 5.1 BIM 라이브러리 Family 구성 방법

암거 및 옹벽에 대한 BIM 라이브러리는 손쉬운 방법으로 신속한 모델링이 가능하도록 Autodesk Revit을 활용하여 패밀리 형태로 구성한다. Revit의 특성상 패밀리 구성과정은 기존 3D 모델링 소프트웨어에서의 모델링 방식과 2D CAD 도면 작성 방식을 복합적으로 활용한다. 우선 Revit의 패밀리 작성 기능을 통해 라이브러리가 생성될 패밀리 템플릿 파일을 선택한다. 이때 솔리드의 모델링 형태(돌출, 회전 등)를 선택 후 템플릿의 참조 평면에서 암거나 옹벽의 2D 표준상세도를 그리거나 종이도면의 치수를 참조하여 단일 유형에 대하여 단면 모델(프로파일)을 완성한다.

각 표준 단면 모델의 경우 개별 기하치수를 작성하고 이에 대한 매개변수를 설정한다. 입력된 치수를 선택하고 레이블 매개변수 추가 기능을 통해 단면의 모든 매개변수에 대한 이름 데이터를 정의한다. 이는 Naming 규칙에 따라 지정할 수 있으나 연구에서는 참조된 표준도의 유형 이름을 지정한다. 이러한 과정이 완료되면 해당 수치 값은 매개변수 이름으로 변경된다. 만약 동일한 매개변수 값을 지정해야 한다면 정의된 매개변수를 선택하여 정의되도록 한 후 솔리드 모델링 형태 구성을 완료한다. 이때 각각의 설계 파라미터를 입면 참조 평면에 정렬한다. 그리고 상기에서 구성된 개별 BIM 라이브러리의 속성 항목을 정의하고 개별 값을 입력한다(Fig. 11).

여기서 사용자 정의인 길이값(L)을 입력하면 단일 패밀리의 개별 유형에 대한 3D 라이브러리 (\*.rfa)를 완성하게 된다. 그러나 Revit에서는 철근

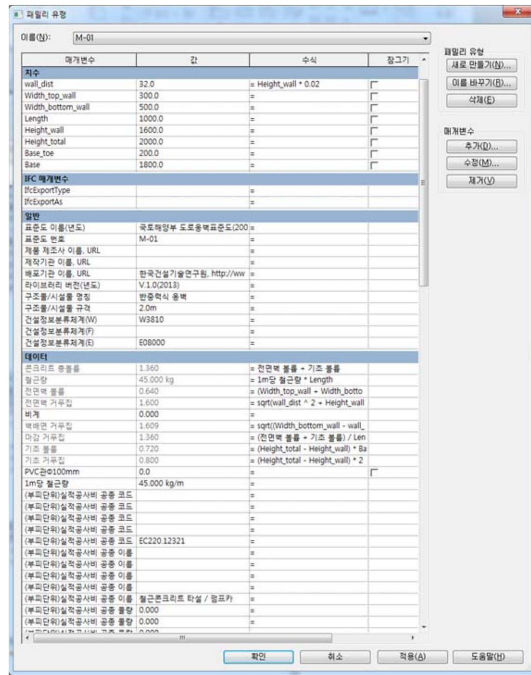


Fig. 11 Definition of parameters for culvert in Autodesk Revit

에 대한 패밀리의 구성이 불가능하여 별도의 프로젝트 파일형태로 철근 배근도를 작성하여 라이브러리로 배치되는 과정을 수행해야 한다. 이러한 과정을 통해 다수의 유형으로 라이브러리를 구성할 수 있다.

### 5.2 암거(일반도 + 철근) BIM 라이브러리 구축 예

Fig. 12는 사용자 정의 값인 길이변화(L)를 통해 철근이 배근된 콘크리트 암거 구조체 라이브러리 생성 예를 나타낸 것이다.

우선 작성된 기본 타입의 패밀리 유형을 호출하여 배치될 위치를 확인한다. 이때 패밀리 유형별 매개변수인 사용자 정의(L) 값을 생성하고자 하는 길이에 따라 입력하면 해당 길이만큼 라이브러리 형상이 생성된다. 기본적으로 Revit에서는 기능적으로 철근을 패밀리 형태로의 모델링이 어렵다. 그러므로 프로젝트 파일로 배포 가능하도록 일반도 수준의 패밀리를 화면에 호출한 상태에서 단위길이 타입에 대한 철근 배근도를 생성한다.

### 5.3 옹벽 BIM 라이브러리 구축 예

연구에서는 Revit과 함께 토목설계에서 범용적으로 활용되는 Nemetschek Allplan을 활용하여



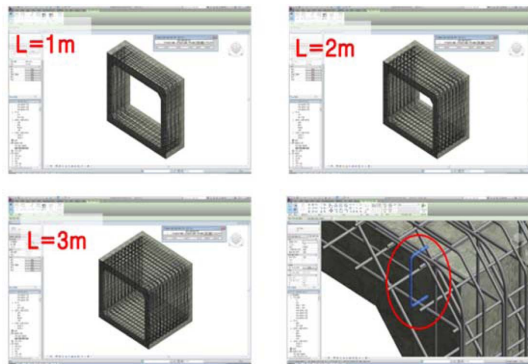


Fig. 12 Generation sample of simple library models with user-defined 'L' value for a culvert

BIM 라이브러리를 구성하였다. Allplan에서는 기본적으로 설계객체를 3D 라이브러리화 할 수 있는 Smartpart라는 모듈을 탑재하고 있다. 본 모듈에서는 Script 기반의 3D 라이브러리 구성 기능을 제공하고 있다. Fig. 13은 Allplan에서 구성된 옹벽 라이브러리 화면을 나타낸 것이다.

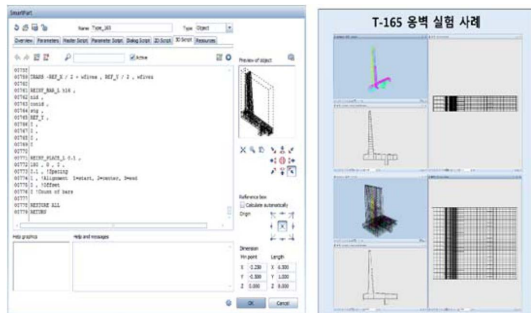


Fig. 13 Example of BIM library for retaining wall (T-165) in Allplan

Smartpart를 통한 BIM 라이브러리 모델링은 모든 설계요소를 Script로 구성해야 하며, 이를 위한 프로그래밍 능력이 요구된다. 이러한 BIM 라이브러리는 설계특성에 따라 모든 설계요소가 상호 구속조건을 갖고 있어 하나의 기하 파라미터가 변할 경우 이와 연관된 다수의 파라미터들도 동시에 변하게 된다. 이때 형상의 변동에 따라 자동적으로 배근의 변화상태를 확인할 수 있다.

#### 5.4 BIM 라이브러리 기반 설계 모델 구축

이와 같이 토목분야 표준도를 활용하여 설계되는 구조물은 복잡한 모델링 과정이 없이 해당 라이브러리 유형을 지형 및 부위에 배치하고 길이 값이나 정의된 선형의 정의만으로 신속하게 설계를 수행할 수 있다. 본 연구에서는 지형을 포함한다로 프로젝트를 가상적으로 구성(Fig. 14)하여 구축된 토목시설의 BIM 라이브러리 기반 설계 프로세스를 수행하였으며, 이를 통한 주행 시뮬레이션을 확인하였다. Fig. 14에서 배치된 주요 3D 라이브러리의 참조 표준도면을 확인할 수 있다. 이는 단일의 패밀리에 따라 다수의 Type으로 구성된다. 특히 해외의 사례와 마찬가지로 모든 BIM 라이브러리 객체들이 통합건설정보분류체계 기반으로 분류되어 효율적으로 관리 및 조회할 수 있도록 하였다.

이와 같이 다수의 BIM 라이브러리 모델을 신속하게 호출하고 배치될 위치에 거치한 후 모델의 최소 제원 수정에 의한 Dimension Control을 통해 신속하게 모델링을 수행할 수 있음을 확인하였다. 본 사례 프로젝트는 모든 시설이 직선구간일

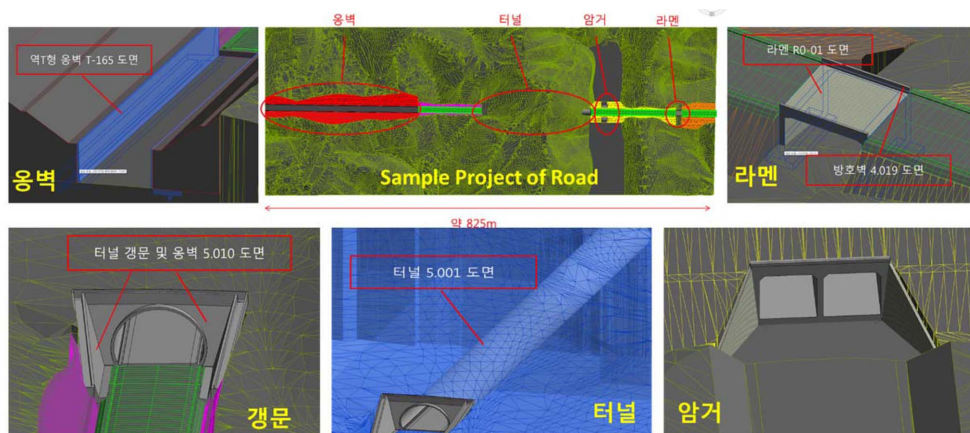


Fig. 14 A design layout and simulation example by BIM library

경우를 가정하고 있지만 만약 선형을 통한 모델을 구축한다면 단면 프로파일을 라이브러리로 정의하고 설계 화면에서 해당 선형의 선택을 통해 선형시설을 손쉽게 생성할 수 있다.

본 사례모델은 프로젝트별 BIM 라이브러리 구성을 위한 기반으로 활용할 수 있는 체계를 제공한다. 설계사나 시공사가 축적한 프로젝트 별 2D 도면을 기반으로 새로운 BIM 라이브러리를 구축할 수 있으며, 유사 프로젝트의 수행시 최소의 파라미터 변경만으로 효율적이며, 신속한 설계를 수행할 수 있도록 한다.

현재의 표준도 기반 BIM 라이브러리 모델은 참조된 2D 표준도를 3D 모델로 전환설계하고 이에 요구되는 다양한 속성을 라이브러리에 독립적으로 포함한 것으로서 둘 사이의 연동체계 확보에는 제약을 갖는다.

2D 도면이 3D 모델과 연동체계를 갖기 위해서는 둘 사이의 기하속성과 일반적 객체 속성이 상호 연계되어 있어야 하나 단일의 3D 객체에서는 상호 연동이 곤란한 점이 있다. 단지 3D 모델에서 2D 단면을 추출하고 이를 2D 표준도와 품질검토를 통해 일관성을 확인할 수 있다. 이때 변환된 3D 모델의 기하속성에 따라 추출된 2D 단면도의 정보의 손실이 발생하지 않도록 하였다. 이러한 연동체계는 2D 도면을 3D 모델로 자동적으로 변환할 수 있는 기술의 개발과 함께 해결될 수 있다.

특히 3D 모델링기반 설계는 2D 도면에서는 갖지 못하는 신속설계 지원 및 2D 도면을 추출할 수 있어야 하며, 다양한 속성정보를 통해 공정관리, 비용관리, 리스크관리 및 에너지 분석 등 건설 생애주기 프로세스에 활용할 수 있어야 한다. 또한 3D로 모델링 된 프로젝트의 경우 기존 2D 기반의 KOSDIC 도면납품체계를 3D 기반으로 전환할 필요가 있다. 이에 따라 새로운 도면납품 분류방식과 추가되는 정보의 형태가 달라질 수 있으며, 납품되는 3D 모델의 품질을 검증하기 위해 새로운 Converter, Viewer 및 Checker 등도 동시에 개발될 필요가 있다.

## 6. 결론 및 논의

본 연구는 기존 건축중심의 BIM 라이브러리 체계를 토목분야의 시설로 확장하고 신속한 설계를 지원하기 위해 표준도 기반의 BIM 라이브러리를

개발하였다. 이를 위해 국가에서 발간한 다양한 유형의 표준도를 분석하여 일반도 및 상세도 수준의 라이브러리 LOD를 구성하였다.

라이브러리 LOD 분석 후 각 유형에 대해 매개변수를 정의하였다. 매개변수는 사용자 정의 값인 길이 값(L)을 제외한 나머지에 대해서는 상호간에 변경이 일어나지 않도록 제약을 둘 필요가 있다. 특히 각 라이브러리 유형의 명칭은 표준도의 도면 명칭을 그대로 활용하였다. 도면 타입 정의만으로도 어떠한 라이브러리 타입인지 확인하기 어려우므로 표준화된 라이브러리 유형 명칭의 정의가 요구된다. 또한 개별 라이브러리 정보들의 모델링 품질에 대한 검증이 필수적이다.

상기 절차를 통해 토목 구조물의 표준도에 대한 라이브러리를 구축하였다. 현재는 상용 소프트웨어의 기능 제약으로 원하는 모든 모델 유형에 대해 라이브러리화 하기는 어렵다. 일반도 수준에서는 모든 라이브러리화가 가능하지만 상세도 수준에서는 철근과 상세치수 표준의 제약으로 일부 유형들에 대해서만 라이브러리를 구축하였다.

이러한 BIM 라이브러리는 표준도에 근거하여 토목 프로젝트에 범용적으로 활용할 수 있으며, 3D 기반 설계환경으로 변환될 것을 고려하면 그 활용성은 높아질 수 있을 것이다. 일반적으로 토목공사의 터키보고서에 BIM 모델링을 포함하도록 하거나 시공성 검토 및 개략 4D 시뮬레이션 수행사례도 있으므로 일반도 수준에서의 BIM 라이브러리 기반 3차원 설계비중이 확대될 수 있다. 프로젝트 별로 상이한 토목 구조물 3D 설계는 개발된 라이브러리를 기반으로 프로젝트 라이브러리를 생성할 수 있으며, 이러한 방법이 정착이 된다면 다양한 형상으로서의 유연한 설계환경을 제공할 수 있을 것이다.

향후, 주요 자재 및 부품 공급업체들은 BIM의 확산추세에 맞춰 모든 토목용 자재에 대해 BIM 라이브러리화가 가능할 것이다. 이를 공공제적 성격으로 콘텐츠를 공개하여 모든 설계사 또는 시공사의 신속 설계 및 자재 조달 지원 기반을 마련해야 할 것이다. 이를 위해서는 국가가 이의 관리, 공유 등을 위한 관련 라이브러리 구축 지침을 마련해야 한다. 또한 모든 사용자가 웹으로 접속하여 라이브러리를 활용할 수 있도록 Web Framework를 개발하고 웹 기반의 공유시스템을 통해 BIM 라이브러리의 공공적 확산을 모색해야 한다. 향후

유사한 공사에 대해 자체 표준 라이브러리에 의한 BIM 설계의 용이성을 확보할 수 있다.

## 감사의 글

본 연구는 한국건설기술연구원의 주요사업인 “(13주요-임무) Infra BIM 정보모델 표준 및 검증 기술 개발” 과제의 지원으로 수행되었습니다. 또한 BIM 라이브러리의 개발을 위해 도움주신 ㈜태성에스엔아이의 김봉근 박사님께 감사드립니다.

## References

1. Kim, I.H., Park, S.H., and Lee, J.A., 2012, A Study on the Feature-based Modeling of Hanok and the Development of a Parametric BIM Library Browser, *Journal of Architecture Institute of Korea*, 28(5), pp.87-94.
2. Kwon, O.C., Jo, J.W. and Jo, C.W., 2013, BIM Quality Assurance for DFS in Design Phase, *Transactions of Society of CAD/CAM Engineers*, 18(5), pp.348-358.
3. Lee, C.J. and Lim, S.H., 2011, A Study on Development of BIM Library for Unit Modular Housing-Focused on Small-sized Urban-life-housing, *Journal of the Korean Housing Association*, 23(6), pp.11-20.
4. Jun, K.H. and Yun, S.H., 2011, Developing Construction Object Library for BIM based Building Construction Planning, *Journal of Architecture Institute of Korea*, 27(9), pp.143-151.
5. Hong, S.W. and Lee, B.H., 2013, A Study on the Development and Application of BIM-Based Standard Library for LCCO2 Assessment and the Green Building Certification-Centered on the Building Material Level, *Journal of Architecture Institute of Korea*, 29(6), pp.271-278.
6. Jo, D.W., Kim, I.H., Seo, J.C. and Kim, J.H., 2011, A Study on Usage of IFD of Open BIM-Based Library, *Transactions of Society of CAD/CAM Engineers*, 16(2), pp.137-145.
7. NBS, [www.nationalbimlibrary.com](http://www.nationalbimlibrary.com), 2013, UK.
8. RevitCity, [www.revitcity.com](http://www.revitcity.com), 2013, USA.
9. Autodesk SEEK, [seek.autodesk.com](http://seek.autodesk.com), 2013, USA.
10. BIM STOP Co., [www.bimstop.com](http://www.bimstop.com), 2013, USA.
11. MOLIT, Standardized Shop Drawings of Culvert, 2008.
12. MOLIT, Standardized Shop Drawings of Retaining Wall, 2008.



문 현 석

2004년 경상대학교 토목공학과 학사  
 2006년 경상대학교 토목공학과 석사  
 2009년 경상대학교 토목공학과 박사  
 2009년~2010년 영국 Teesside University CCIR연구센터 방문 연구원  
 2011년 경상대학교 공학연구원 선임연구원 및 토목공학과 시간강사  
 2011년 부산대학교 토목공학과 시간강사  
 2012년 미국 University of Michigan (Ann Arbor) LIVE연구소 Post-Doc.  
 2013년~현재 한국건설기술연구원 ICT융합연구실 수석연구원  
 관심분야: Building Information Modeling, Virtual Construction, 4D CAD, Process Optimization, Construction Management, 건설 CALS, Human Motion Modeling



주 기 범

1992년 단국대학교 건축공학과 학사  
 1997년 단국대학교 건축공학과 석사  
 1992년~현재 한국건설기술연구원 ICT융합연구실 실장/연구위원  
 관심분야: BIM, Construction Information, 건설 CALS