

A Conversion Process to IFC Files for Integrated Use of Open and Web-based BIM Quantities, Process, and Construction Costs in Civil Engineering

Jae-Hong Lee*, Hee-Suk Hwang*

*BIM Business Manager, Glotech Company, Seoul, Korea

*CEO, Glotech Company, Seoul, Korea

[Abstract]

This paper designs and proposes a file conversion process to IFC file, the international standard file format for BIM, in order to ensure mutual compatibility and manageability among users of commercial BIM modeling and design softwares in the civil engineering area. The proposed process insert additional properties consisting of the properties of quantity calculation codes and properties of CBS/OBS/WBS standard classification scheme, to the three dimensional object shape information of the converted IFC files, using add-in converters for commercial BIM modeling softwares. In addition, a process of integrated use of IFC files for open web-based quantity, process(4D), and construction cost(5D) management is additionally designed and implemented. Based on these works, the ultimate goal of this study is to propose a novel process for integrated use of open web-based quantity, process(4D), and construction cost(5D), from the design stage of BIM modeling to the final construction stage in the civil engineering area.

▶ **Key words:** BIM(Building Information Modeling), IFC, Open BIM, Process BIM, Web-based BIM, IFC Converter

[요 약]

본 연구에서는 토목분야의 다양한 상용 BIM 모델링 설계 소프트웨어의 사용자들에게 상호 호환성과 상호 운용성을 보장하기 위해 BIM 국제 표준 파일 포맷인 IFC 파일로의 파일 변환 프로세스를 새롭게 설계하여 제시한다. 제안된 프로세스는 상용 BIM 모델링 소프트웨어를 위한 add-in 방식의 컨버터(Converter)를 사용하여, 변환되는 IFC 파일의 3차원 객체 형상 정보에 수량 산출식 코드 속성과 토목 분야 CBS/OBS/WBS 표준분류체계 속성으로 구성되는 추가적인 속성들을 삽입한다. 또한, 개방형(Open) 웹 기반 수량, 공정(4D) 및 공사비(5D) 관리를 위한 IFC 파일의 통합 활용 프로세스를 추가로 설계하고 구축한다. 이러한 작업을 통해 토목 분야의 BIM 모델링 설계 단계에서 최종적인 시공 단계에 이르는 개방형 웹 기반 수량, 공정(4D) 및 공사비(5D)의 연계적 활용에 대한 새로운 프로세스를 제시하는 것이 본 연구의 궁극적인 목적이다.

▶ **주제어:** 빌딩정보모델링, 아이에프씨, 개방형 빔, 프로세스 빔, 웹기반 빔, 아이에프씨 컨버터

- First Author: Jae-Hong Lee, Corresponding Author: Jae-Hong Lee
- *Jae-Hong Lee (jhlee3d@mjsoft.com), BIM Business Manager of Glotech Company
- *Hee-Suk Hwang (hhs@mjsoft.com), CEO of Glotech Company
- Received: 2019. 10. 07, Revised: 2019. 10. 24, Accepted: 2019. 10. 24.

I. Introduction

1. The background and purpose of Research

본격적인 4차 산업 혁명시대에 발맞추어 현재 건설 분야에서 활발히 수행되고 있는 3차원 설계를 기반으로 한 BIM(Building Information Modeling) 모델링 설계와 활용에 의한 설계에서부터 유지관리 단계까지의 생애주기(Life-cycle) 관점의 전체 건설 프로세스에 대한 근본적인 변화를 요구하고 있다.

하지만 현재 건설 분야에서 이루어지고 있는 BIM 모델링 설계와 활용의 사례는 아직은 전체 프로세스 관점의 유기적인 BIM 활용보다는 프로세스 각 단계별로 BIM 모델링 설계와 활용의 극대화를 위한 BIM 활용이 대부분이다.

따라서 향후 중장기적인 관점에서 건설 분야 BIM 모델링 설계와 활용의 올바른 정착을 위해서는 생애주기 관점에서 BIM 설계와 활용에 대한 유기적인 전체 프로세스에 대한 올바른 정립이 반드시 선행되어야 할 때이다.

올바른 BIM 모델링 설계와 활용을 위한 전체 프로세스에 대한 정립을 위해 설계사, 시공사, 엔지니어링사, 발주처 등의 모든 BIM 관련 건설 프로젝트 참여자들에게 협의되고 합의되어야 할 것들이 있다.

본 연구와 관련한 것 들은 아래와 같다.

첫째, 다양한 상용(Commercial) BIM 모델링 설계 소프트웨어에 대한 국제 표준 공통 파일 포맷인 IFC(Industry Foundation Classes) 파일에 대한 BIM 모델링 설계 단계에서의 명확하고 표준화된 변환에 대한 프로세스 정립이다.

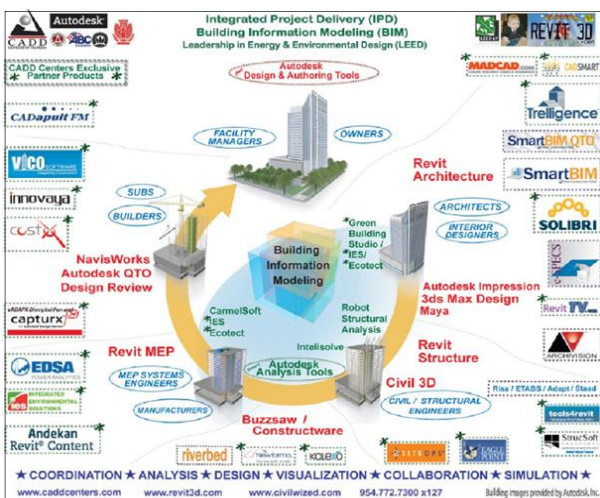


Fig. 1. Various commercial BIM modeling software for BIM life-cycle process

즉, 기존의 다양한 상용 BIM 모델링 설계 소프트웨어 사용자들에게 BIM 모델링 설계 시 어떠한 정보를 담아서

떻게 IFC 파일로 변환(Convert)해야 이를 국제 표준에도 맞추고 기존 국내 납품체계에 대한 검증 등을 통과할 수 있는 지에 대한 설계사나 시공사 등을 위한 구체적인 변환 프로세스 정립이 필요하다.

둘째, IFC 파일로 변환된 파일을 활용하여 수량-공정(4D)-공사비(5D) 산출 등의 BIM 모델링 설계 후 연계활용 프로세스의 정립이 또한 필요하다.

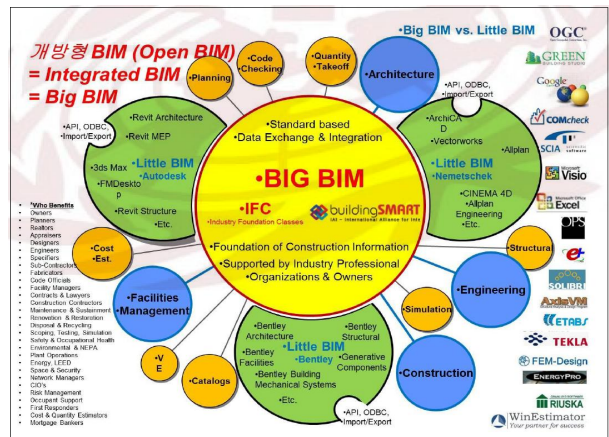


Fig. 2. Definition of Open BIM [6][21]

즉, 기존의 2D CAD기반의 건설사업 정보화시스템(CALS, <https://www.calspia.go.kr>)과 같은 웹 기반의 건설정보 관리시스템 등에 BIM 공통 파일 포맷인 IFC 파일을 매개체로 수량-공정-공사비 등에 대한 연계산출 등의 BIM 활용 결과 데이터를 어떻게 연계 활용하여 BIM 건설 프로젝트 참여자들 간에 올바른 협업(Cooperation)을 수행할 수 있게 할 것인지 등 구체적이고 표준화된 방식의 전체 활용 프로세스 정립이 필요하다.

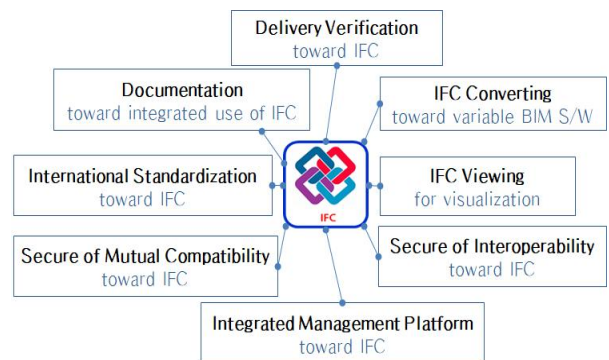


Fig. 3. Current IFC-related principal topics

따라서 본 연구에서는 토목분야 BIM 설계 단계에서의 IFC 파일 변환 프로세스를 새로이 설계/정립하고 이를 제시하고자 한다. 또한 새롭게 정립된 IFC 파일 변환 프로세스를 통해 변환된 IFC 파일을 납품 검증과정을 거쳐 웹 서

버에 업로드 하고 이를 웹 기반의 수량-공정-공사비 연계 활용 모듈에서 어떠한 구성으로 어떻게 활용되게 할 것인지의 IFC 파일 연계활용 프로세스를 추가적으로 새롭게 설계/정립하는 것을 주요 연구내용으로 하고자 한다.

마지막으로 마무리는 앞선 두 가지 관점인 사용자 관점의 BIM 공통 파일 포맷인 IFC 파일에 대한 표준화된 사용자 프로세스 정립과 BIM 건설 프로젝트 참여자 관점의 On/Off-line의 수량-공정-공사비 연계활용에 대한 전체 프로세스가 정립되었을 경우 이를 향후 실용화 기술로 활용하기 위해 추가적으로 검토되어야 할 과제들을 논하는 것으로 본 논문의 전체 내용을 구성하고자 한다.

II. Preliminaries

건설 분야에서 BIM 프로젝트를 설계 구축하기 위하여 사용되는 다양한 상용 BIM 모델링 설계 소프트웨어 간 상호 호환성에 대한 문제를 해결하기 위하여 buildingSMART 국제기구는 IFC 표준규격을 제정하고 이를 권장하고 있다.

하지만 IFC 파일의 구조형식은 EXPRESS 언어 형식의 STEP 스키마 모델 구조이다. 따라서 IFC 파일 내의 3차원 객체 형상을 확인하기 위해서는 IFC 파일을 파싱(Parsing)하는 과정이 있어야 하고, 3차원 객체 형상간의 상속 구조와 상호 연관성, 3차원 위치 정보 값과 같은 3차원 객체 형상정보에 따르는 객체형상 구성 처리과정이 반드시 필요하다[1][11-12]. 그런데 이러한 IFC 파일이 파싱되는 과정에서의 정보 손실과 함께 다양한 상용 BIM 모델링 설계 소프트웨어를 통해 IFC 파일 포맷으로 변환하는 과정에서 기존 상용 BIM 모델링 설계 소프트웨어의 3차원 객체 형상정보의 손실로 형상 변환이 잘 되지 않는 등의 IFC 파일 변환과정의 문제점이 발생하고 있다.

또한 IFC 파일의 문자열로 되어 있는 숫자 정보를 파싱하여 숫자형으로 변환하는 과정에서의 처리시간이 많이 걸리는 등의 문제점이 발생하고 있다.

하지만 IFC 파일에 대한 파싱 과정에서의 정보손실과 처리 속도 개선을 위한 다양한 후속 연계 연구가 현재도 지속적으로 이루어지고 있으므로 이에 대한 개선은 반드시 이루어 질 것이라 본다.

IFC 파일의 용량에 따른 처리 속도와 호환성 개선 등과 관련한 선행연구에서 첫째, IFC 파일 내에 기술되어 있는 BIM 모델링 데이터의 3차원 형상정보를 경량화 데이터 구조의 형상 모델(LFM : Light-weight Feature Model)로 설계하고, 이기종의 디바이스에서 검토할 수 있는 3차원

Web 가시화 기법([1][12])에 대한 연구가 있었다.

본 연구에서는 선행연구의 IFC 파일 변환을 통한 웹 가시화 기법의 관점 보다는 BIM 설계 단계의 IFC 파일의 변환 프로세스 구축과 변환된 IFC 파일을 웹상에서 수량-공정-공사비 등의 연계활용을 어떻게 할 것인지 전체 IFC 파일 변환 및 활용 프로세스 관점에서 이를 적용하여 다루고자 한다.

둘째, IFC 파일의 호환성과 관련하여 BIM 업무 프로세스상 다양한 분야의 협업을 통해 업무가 진행되며 분야별 다양한 BIM 설계 소프트웨어간의 호환을 위해 현재 IFC(IndustryFoundationClasses) 등의 중립 파일을 통한 데이터의 호환이 이뤄지고 있다. 하지만 데이터 교환 시 소프트웨어 마다 차이가 있지만 기존 데이터가 손실되는 등 완벽한 지원이 불가능한 상태이다. 때문에 BIM 모델링 방법에 따라 IFC 변환 시 어떠한 오류가 발생이 되는지도 검증[10][13]하고자 한 연구가 있었다.

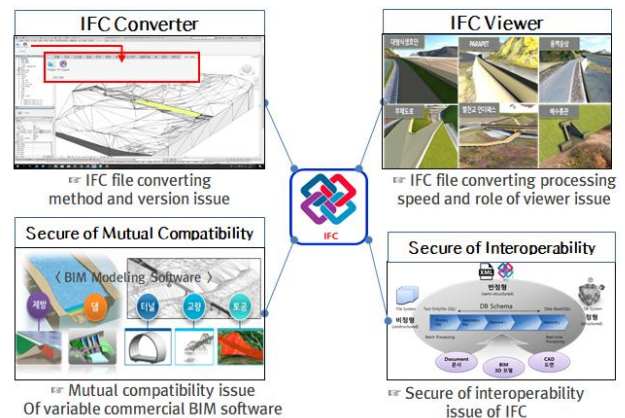


Fig. 4. Recent IFC-related principal issue subjects

본 연구에서는 앞선 두 개의 연구와는 다른 방향에서 IFC 파일에 추가적인 수량관련 속성 정보와 토목 분야 CBS/OBS/WBS 표준분류체계 정보를 연계하고 이를 활용하여 웹 기반의 수량-공정-공사비를 산출 하는 등의 IFC 파일에 대한 설계 단계 정보 구축과 이후의 웹에서의 연계 활용 프로세스를 새롭게 정립하고자 하는 관점에서 본 연구를 진행하고자 한다.

즉, 시간과 공간의 제약성을 탈피한 BIM 건설 프로젝트 참여자간의 올바른 협업을 위한 IFC 파일이 연동되는 개방형(Open) 웹 기반 수량-공정-공사비 연계활용을 위한 전체 프로세스를 새롭게 정립하고자 하는 것이 본 연구의 시작 배경이라 할 수 있다.

IFC 파일을 활용한 On/Off-line 수량 및 공사비 산출과 관련한 IFC 파일을 활용한 견적관련 선행연구는 이미 몇 가지가 있다.

첫 번째 관련 선행연구에서는 IFC 파일에서 물량속성을 자동 추출하고 이를 내역과 연계하는 방안을 수립하고자 객체분류체계에 의한 물량산출 및 내역품목과의 매핑 체계를 제안하였다[2][4-5].

두 번째 관련 선행연구에서는 IFC 파일의 개방형 BIM 기반 견적업무를 효율적으로 수행하기 위해 IFC 데이터 모델을 어떻게 구축할 것인지에 관한 연구로써 IFC 파일에 대한 개방형 정보교환의 효율성을 위하여 IFC/IDM/MVD/IFD 등의 다양한 IFC 관련 용어를 통해 이를 새롭게 정의하였다 [6][22].

IFD(International Framework for Dictionaries) : 건설 분야 공통용어사전 체계로서 IFD 라이브러리의 적용을 통해 소프트웨어 간 개방형 BIM 데이터의 의미론적 호환을 가능하게 한다[6][22].

IDM(Information Delivery Manual): 건설 프로세스의 분야 간 정보의 유통 및 교환에 관한 요구사항을 명시한 정의서이다[6][22].

MVD(Model View Definition): IDM의 정보교환 요구사항에 부합하는 IFC 관점과 구현에 필요한 스펙을 명시한 정의서이다[6][22].

IFC, IFD, IDM, MVD 등의 IFC 관련 데이터 모델에 대한 용어적인 정의와 함께 효율적인 IFC 파일을 통한 개방형 BIM 기반 견적업무를 위한 데이터 모델 구축방안을 제시하였다[6][23].

세 번째 선행연구에서는 개방형 BIM 데이터의 관리·유통을 위한 표준인 IDM/MVD/IFD에 관련된 연구가 국/내외적으로 활발히 진행되고 있으나 아직 연구단계로서 표준을 실무에 적용하여 활용하기 위해서는 많은 추가 연구가 필요한 실정인 것으로 파악되었다[3][100].

본 연구에서는 건축 분야에 적용되었던 이 선행연구를 토목 분야를 대상으로 IFC 파일의 표준화를 위해 어떠한 물량 속성을 어디에 어떻게 담고 이를 웹 기반 수량-공정-공사비 연계활용 시스템에서 어떻게 효율적으로 연계활용할 수 있게 할 것인지, 토목 분야의 개방형 웹 기반 수량-공정-공사비 연계활용의 과정 전체를 BIM 모델링 설계 및 활용의 프로세스 관점에서 새롭게 정립하고자 한다.

즉, '토목 분야 BIM 건설 프로젝트의 생애주기 관점에서 IFC 파일의 처리과정을 어떻게 하는 것이 효율적인 IFC 파일을 활용한 개방형 On/Off-line 수량-공정-공사비 연계활용 프로세스로 정립하는 것인가' 하는 관점에서 본 연구를 진행하고자 한다.

이상과 같은 IFC 파일 관련 선행연구와 향후 진행될

IFC 파일 관련 연구를 통해 IFC 파일의 표준화를 통한 상호 호환성 문제와 IFC 파일 연계활용 시스템의 처리 속도 문제 등은 향후 개선될 수 있을 것으로 판단된다.

따라서 본 연구의 최종 목적은 다양한 기존 토목 분야 상용 BIM 모델링 설계 소프트웨어에 대한 BIM 국제 표준 공통 파일 포맷인 IFC 파일로의 변환에 대한 BIM 설계단계에서의 새로운 변환 프로세스를 분석 및 설계하고자 하는 것이다.

또한 본 연구의 범위는 변환된 IFC 파일을 활용한 BIM 설계 단계에서 시공 단계에 이르는 생애주기 관점의 개방형 웹 기반 IFC 파일 연계활용 프로세스를 설계 및 정립하고 이를 최종적으로 제시하는 것을 포함한다.

그러므로 BIM 건설 프로젝트 참여자들에 의해 후속적으로 준비되어야 할 사항들을 정리하여 제시하는 것으로 연구를 마무리하고자 한다.

본 연구의 범위와 방법을 더욱 구체적으로 정리해보면 아래와 같다.

첫째, 기존 토목 분야 상용 BIM 모델링 설계 소프트웨어의 IFC 파일에 대한 상호 호환성 및 상호 운용성 등의 문제점을 분석하고 이를 개선하기 위해 각각의 상용 BIM 모델링 설계 소프트웨어 마다 별도로 IFC 파일 컨버터(Converter)를 신규 개발하여 이를 통해 구체적인 BIM 모델링 설계 단계의 IFC 파일 변환 프로세스를 분석/설계하고 정립하여 이를 제시한다.

둘째, BIM 모델링 단계에서 새롭게 구축할 변환 프로세스 상에 수량산출을 위한 수량관련 속성과 토목 분야 CBS/OBS/WBS 표준분류체계 속성 등 IFC 변환 파일에 부여하기 위해 이를 왜, 어떻게, 어떠한 내용으로 부여할 것 인지를 제안하는 프로세스를 설계하고 제시한다.

셋째, 최종 변환된 IFC 파일과 연동되는 개방형 웹 기반 수량-공정-공사비 연계활용 모듈과 BIM DB의 XML 파일들, IFC 뷰어(Viewer) 등 웹 기반 구성 요소들 간의 연계 활용 프로세스를 최종 분석/설계하고 이를 제시한다.

마지막으로 IFC 연동 웹 기반 수량-공정-공사비 연계활용 전체 프로세스가 실제 구현되어 활성화되기 위한 생애주기 관점의 토목 분야 BIM 건설 프로젝트 참여자들이 협의하고 합의해야할 향후 남은 과제들에 대해 정리한다.

III. The Proposed Scheme

1. The consideration of necessity need of desirable conversion process of IFC files in civil engineering area BIM modeling design stage.

1.1 The consideration of necessity need of desirable conversion process of IFC files in civil engineering area BIM modeling design stage.

토목 분야에서 사용되고 있는 3차원 상용 BIM 모델링 설계 소프트웨어는 크게 두 가지로 나뉜다.

하나는 도로 설계와 같이 위에서 본 평면 선형과 입면에서 본 종단 선형의 조합으로 3차원 평면 지형위에 수학적 곡률을 가진 도로 선형을 설계하여 입체적으로 도로와 지형을 설계하는 BIM 선형설계 소프트웨어와 교량, 터널, 부대시설 등과 같은 토목 구조물을 3차원으로 BIM 모델링 설계를 구축하는 소프트웨어의 두 가지 분야로 나눌 수 있다.

두 가지 분야의 토목 분야 상용 BIM 모델링 설계 소프트웨어는 또한 각각의 분야에 맞는 기능을 제공하고 있다.

이러한 다양한 상용 BIM 모델링 설계 소프트웨어 간에 공통으로 사용되고 운용되기 위한 표준화된 BIM 모델링 설계 기준의 정립과 함께 BIM 국제 공통 파일 포맷인 IFC 파일을 매개체로 한 상호 호환성과 운용성을 확보하는 것은 개방형 BIM 모델링 설계 구축 및 활용을 위한 필수불가결한 요소라 할 수 있다.

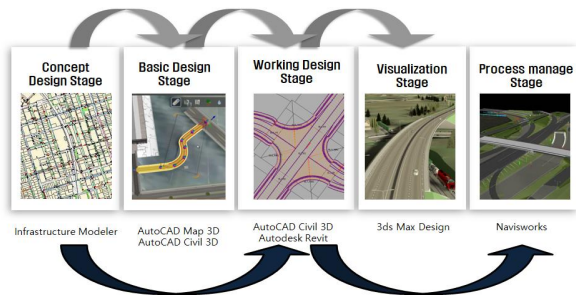


Fig. 5. BIM modeling design process in Civil Engineering by Autodesk company Civil BIM software solution

Autodesk사 BIM 소프트웨어 솔루션을 통한 생애주기 관점의 토목분야 3차원 설계는 위 그림 <Fig. 5>와 같은 과정으로 수행이 된다.

개념설계 단계의 GIS 정보를 활용한 도로계획 측면의 개략 설계, 기본 설계 단계에서의 지형과 도로 선형에 대한 기본 설계, 시공단계를 고려한 도로 선형에 대한 실시 설계 단계, 3ds Max 툴 등을 활용한 시각화 설계 단계 그리고 마지막으로 유지관리 단계를 고려한 프로세스 관리 단계로 이루어진다.

이러한 토목분야 3차원 설계 과정에 대해 Autodesk사 외의 다른 다양한 상용 BIM 소프트웨어 사에도 비슷한 과

정의 BIM 설계 소프트웨어 제품군들을 제공하고 있다.

따라서 BIM 공통 파일 포맷인 IFC를 통해 이러한 다양한 상용 BIM 모델링 설계 소프트웨어의 상호 호환성과 운용성을 확보하고 이를 통해 생애주기 관점의 개방형 BIM 모델링 설계 구축 및 활용 프로세스를 새롭게 정립하는 것은 다른 무엇보다 선행되어야 할 BIM 활성화의 핵심 요소라 할 수 있다.

IFC 파일과 관련한 선행연구에서 개방형 BIM 표준규격은 국제적으로 국제 buildingSMART에서 개발을 주도하고 있다. 현재까지 발표된 개방형 BIM 표준규격은 IDM (Information Delivery Manual), MVD (Model View Definition), IFC (Industry Foundation Classes), IFD (International Framework for Dictionaries), 그리고 IFG (IFC for GIS)로 나열 될 수 있어 이를 도입하는 것이 타당하다. 또한 개방형 BIM 표준은 지속적으로 개발 중이므로 공식표준이 아니더라도 BIM 기술의 구현에 필요한 표준규격은 기타 규격으로 추가하는 것이 필요하다[5][39].

개방형 IFC 파일과 관련한 앞선 선행연구 등에서 각 상용 BIM 모델링 설계 소프트웨어 간 상호 호환성을 위해 국제표준의 다양한 IFC 파일 표준을 정의하고 이에 대한 사용을 권장하고 있다.

하지만 하나의 표준화된 IFC 파일을 통하여 다양한 상용 BIM 모델링 설계 소프트웨어 간 양방향의 유기적인 상호 호환 사용은 각 상용 BIM 모델링 설계 소프트웨어마다 가지고 있는 IFC 내보내기(Export) 기능에 의한 IFC 파일의 변환 버전(Version)의 차이와 호환성 등으로 인해 상용 BIM 모델링 설계 소프트웨어 간의 IFC의 파일 상호 호환이 잘 이루어지지 못하고 있다.

따라서 아래 그림 <Fig. 6>과 같이 다양한 상용 BIM 모델링 설계 소프트웨어에 의한 단방향(One-way)의 IFC 파일 변환에 따른 IFC 파일 변환 프로세스를 구축하여 준수하는 것이 필요하다 할 수 있다.

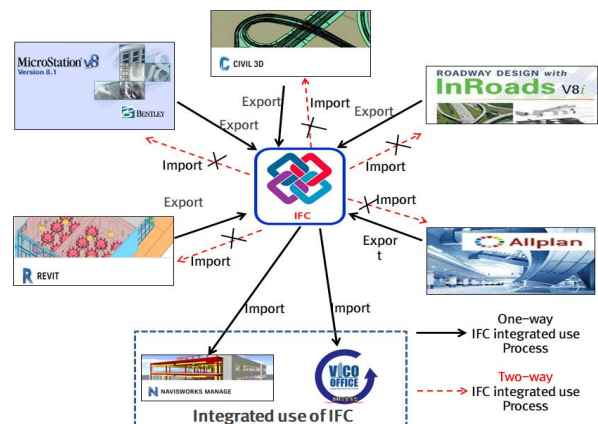


Fig. 6. One-way and two-way process of IFC integrated use of existing commercial BIM modeling design software

이와 관련한 선행연구에서 현재의 표준 IFC 관련 기술적 수준에서 IFC는 외부 데이터 또는 데이터베이스와 연계하여 실제 건설정보를 활용 및 관리할 수는 있으나 응용 소프트웨어들 간의 양방향(Two-way) 데이터 교환을 위해서는 IFD가 추가적으로 필요하다고 제시하고 있다 [4][5-6]. 아쉽게도 IFC 파일에 의한 상용 BIM 설계 소프트웨어 간 양방향의 데이터 교환을 위해 새롭게 정의된 표준화된 IFD에 대한 정의는 아직은 없다.

IFC 파일 변환에 의한 BIM 모델링 설계 단계에서의 IFC 파일 변환 프로세스가 양방향성이 아닌 단방향으로 설계되어 구축되어야 하는 이유에는 각 상용 BIM 모델링 설계 소프트웨어의 내보내기에 의한 IFC 파일 변환 버전의 차이와 호환성 문제도 있지만 IFD와 같은 국제 표준 규격에 맞추기 위한 표준화가 선행되지 못하고 있는 것이 또 하나의 이유가 될 수 있다.

또한 IFD에 대한 표준화가 선행되더라도 이에 따른 다양한 각 상용 BIM 모델링 설계 소프트웨어 제작사마다 IFC 파일 변환 버전의 업데이트 수정이 뒤따라야 하기 때문에 이러한 BIM 모델링 설계 단계에서의 양방향 IFC 파일 변환 프로세스는 현실적인 IFC 파일 변환에 의한 IFC 파일 활용 프로세스가 될 수 없다.

따라서 다양한 토목 분야 상용 BIM 모델링 설계 소프트웨어에 의한 BIM 모델링 설계 데이터를 각각의 상용 소프트웨어에서 위 그림 <Fig. 6>과 같이 단방향의 IFC 파일 변환과정으로 활용하는 것을 BIM 모델링 단계의 IFC 파일 변환 프로세스로 설계 반영하게 되었다.

1.2 The proposal of conversion process to IFC files in civil engineering area BIM modeling design stage.

토목 분야에서도 본격적으로 IFC 파일을 통한 BIM 모델링 설계 표준화와 BIM 모델링 설계 결과 데이터의 IFC 표준 변환에 의한 On/Off-line 개방형 BIM 환경에서의 IFC 파일 변환 및 활용에 관한 연구가 활발히 진행되기 시작하였다.

이와 관련한 선행연구에서는 도로분야의 표준 정보모델 구축을 목표로 도로 부대시설을 대상으로 IFC 스키마를 확장 개발하였다.

도로분야 정보모델 표준구축에 대한 연구의 일환으로 도로의 부대시설에 대한 IFC 스키마의 확장 개발을 목적으로 연구결과를 검증하기 위해서 도로 BIM 모델을 IFC로 변환하기 위한 IFC 파일 컨버터와 이를 시각적으로 확인하기 위한 IFC 뷰어를 개발하였다.

IFC 스키마 외부에서 제시하는 프로퍼티 및 이에 대한

집합인 PSet(PropertySet)으로 속성을 제시하도록 하였다. 현재 IFC의 대부분의 객체는 외부의 프로퍼티를 통해 속성정보를 제시하고 있다[8][7-8].

위 선행연구에서는 아래 그림<Fig. 7>에서와 같이 Autodesk 사의 대표적인 BIM 모델링 설계 소프트웨어인 Revit 소프트웨어에 Add-In 되는 방식의 IFC 파일 컨버터를 별도로 개발하여 이를 통해 Autodesk 사 Revit 소프트웨어를 대상으로 IFC 표준 스키마 정의에 따른 IFC 관련 속성을 반영한 IFC 파일 변환 과정을 새롭게 정의하였다.

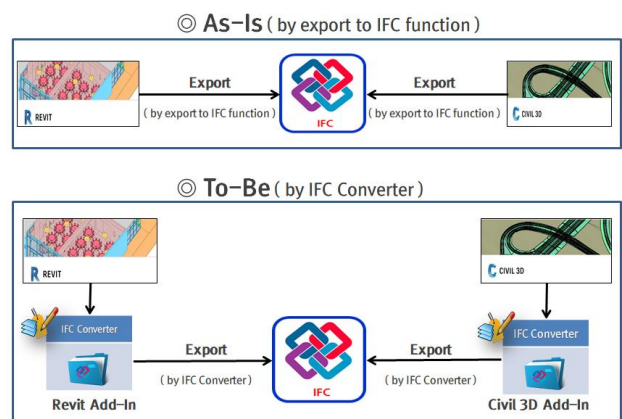


Fig. 7. Comparison of existing converting process with Revit and Civil 3D add-in software in civil engineering

Autodesk 사 Revit 소프트웨어가 가지고 있는 IFC 내 보내기 기능을 통한 IFC 파일 변환과정에서 IFC 파일 버전과 호환성의 문제도 있다.

만일 IFC 파일 컨버터와 같은 Revit 소프트웨어에 맞는 IFC 파일 컨버터 Add-In이 없을 경우 국제 표준의 IFC 파일로 변환하기 위해 새로이 정의된 토목 분야 IFC 스키마 구조에 따른 관련 IFC 파일 속성들을 BIM 모델링 소프트웨어를 통해 BIM 모델링 사용자가 하나하나 별도로 속성을 입력해야 하는 번거로움이 남게 된다.

이 과정에서 IFC 파일 관련 속성정보 입력오류와 같은 휴먼 에러(Human Error)가 발생 할 수 있게 된다.

따라서 이러한 Revit 소프트웨어에 대한 Add-In 방식의 IFC 파일 컨버터 구축을 통한 IFC 파일 변환 프로세스는 BIM 모델링 설계 사용자가 IFC 파일에 대한 국제 표준을 맞추기 위한 IFC 표준화 관련 속성을 좀 더 쉽고 편리하게 입력하고 이를 IFC 파일로 변환하게 하기 위한 것이다.

따라서 본 연구에서는 상용 BIM 소프트웨어 간의 호환성에 따른 양방향 활용이 잘 이루어지지 못하고 있는 현실을 고려하여, 아래 그림 <Fig. 8>과 같이 각각의 상용 BIM 모델링 설계 소프트웨어마다 별도의 IFC 파일 컨버터를

두는 방식의 BIM 모델링 설계 데이터에 대한 IFC 파일 변환 프로세스를 설계하고자 한다.

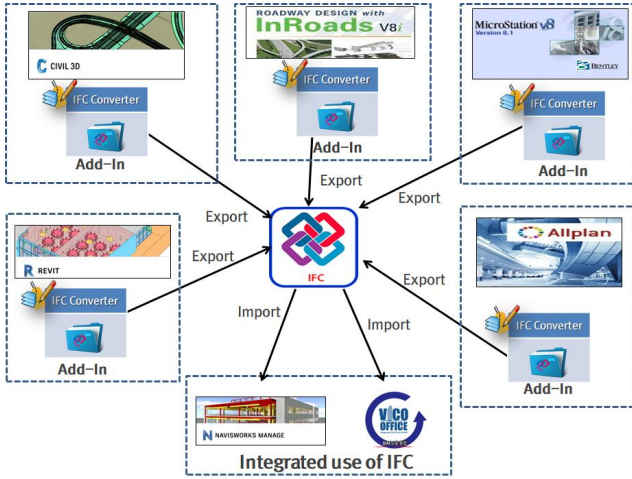


Fig. 8. IFC converting process by IFC add-in converters for each commercial BIM modeling design software in civil engineering

IFC 파일을 국제 표준에 맞추기 위해 새롭게 정의되고 있는 토목 분야의 IFC 스키마 구조를 반영한 속성 정보는 두 가지로 구분할 수 있다.

하나는 BIM 모델링 설계 데이터의 형상 속성에 토목 분야 해당 BIM 프로젝트의 일반적인 정보 속성을 정의하고 연계하는 PSet(Property Set) 표준 속성이며 다른 하나는 해당 BIM 모델링 설계 데이터의 형상의 수량관련 속성을 정의하고 연계하는 QSet(Quantity Set) 수량산출 속성이다.

이러한 두 가지 IFC 표준화 관련 속성을 부여한 IFC 파일 변환 프로세스는 아래 그림 <Fig. 9>와 같이 설계 반영하였다.

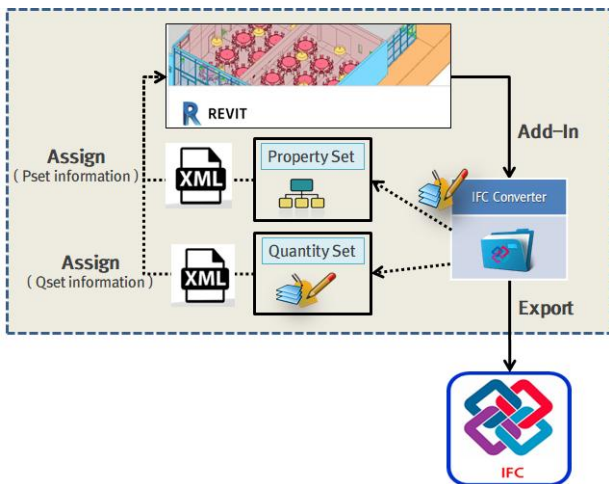


Fig. 9. IFC converting process including Pset and Qset IFC schema structure information

따라서 본 연구에서는 상용 BIM 모델링 설계 소프트웨어마다 Add-In 방식으로 개발되는 IFC 파일 컨버터를 통해 BIM 모델링 설계자가 이 두 가지 PSet 표준 속성과 QSet 수량산출 속성을 미리 정의된 Template 형식의 XML 파일을 호출하여 각 상용 BIM 모델링 설계 데이터 형상에 IFC 국제 표준을 맞추기 위한 IFC 관련 속성을 보다 쉽게 입력 관리 할 수 있는 기능을 추가한 토목 분야 BIM 모델링 설계단계의 IFC 변환 프로세스를 아래 그림 <Fig. 10>과 같이 설계/구축하고자 한다.

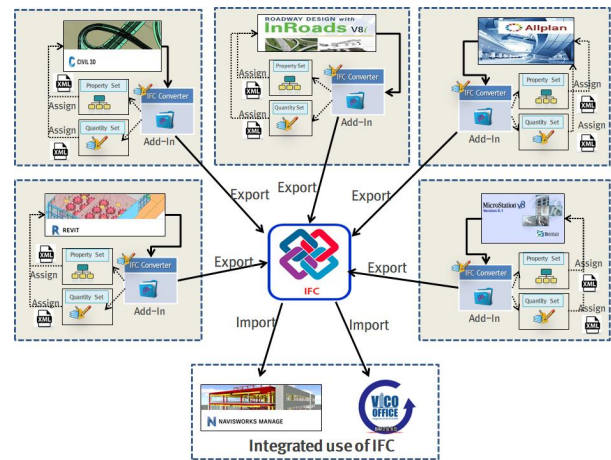


Fig. 10. IFC converting process with Pset and Qset template xml files in civil engineering planning stage

이상으로 각각의 상용 BIM 모델링 설계 소프트웨어에 의한 BIM 설계 데이터에 대해 IFC 국제 표준을 맞추기 위한 BIM 모델링 설계 사용자 관점에서 각각의 상용 BIM 모델링 설계 소프트웨어에 Add-In 되는 방식의 IFC 파일 컨버터를 활용한 단방향의 IFC 파일 변환 프로세스를 설계하고 이를 최종 정립하였다.

1.3 The additional properties consisting of IFC files integrated use of the civil engineering area BIM modeling design stage.

토목 분야 BIM 모델링에서 단방향의 IFC 파일 변환 프로세스가 설계/정립되었다면 이제 추가적으로 최종 변환되는 IFC 파일을 활용한 수량-공정-공사비 산출 등의 연계활용에 대한 프로세스를 분석/설계하고 정립할 단계이다.

즉, BIM 모델링 단계를 넘어 시공사, 발주처 등의 사용자를 고려한 BIM 설계 이후의 IFC 파일의 활용을 위한 프로세스를 새롭게 정립할 단계이다.

일반적으로 BIM 모델링 설계 단계에서 IFC 파일로 변환하기 전에 미리 IFC 파일 변환 이후의 활용 단계를 고려하는 경우에는 BIM 모델링 데이터의 시공 단계 활용이나

안전관리, 유지관리 단계 등의 활용 목적에 따라 필요한 관련 속성을 BIM 모델링 설계자가 직접 추가적으로 형상 속성에 부여하게 된다.

이러한 IFC 파일 활용 단계를 고려한 목적에 맞는 IFC 파일변환 과정에서 관련 속성 정보 추가 시 불필요한 속성 정보의 중복을 피하고 정보의 양을 최소화해야 한다.

이는 IFC 변환 파일의 속성 정보량과 파일의 용량의 크기가 되도록 작아야 그만큼 IFC 파일 연계활용 단계에서의 IFC 파일에 대한 처리 속도 저하 등의 문제가 발생하지 않기 때문이다.

이와 관련한 선행연구에서도 이러한 지적이 있었다. 모든 정보는 추가 속성정보로 정의하여 BIM 모델에 입력할 수 있지만, 무분별한 추가 속성정보의 정의는 BIM 모델의 데이터를 크게 만들며, 정보의 활용성이 떨어져 데이터 낭비를 초래한다[7][6,16].

따라서 본 연구에서는 앞선 과정에서 정립된 단방향의 IFC 파일 변환 프로세스 상에 향후 수량-공정-공사비 연계산출 등을 위해 추가적으로 담아야할 속성을 두 가지로 최소화하여 정의하고 이를 IFC 파일 변환 프로세스에 연계하는 것으로 분석/설계하고 이를 반영하고자 한다.

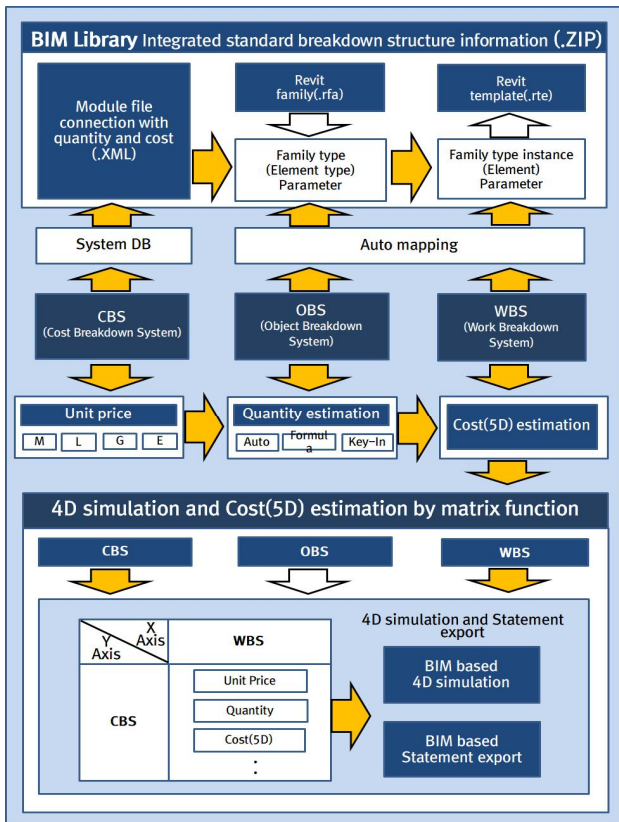


Fig. 11. Off-line system flowchart connection with road and river BIM-based quantity-schedule(4D)-cost(5D) [11][133]

토목 분야 BIM 모델링 단계의 IFC 파일 변환 프로세스 상에서 연계활용 단계를 고려하여 첫 번째로 추가할 속성은 토목 분야 CBS(Cost Breakdown System) 비용분류체계와 OBS(Object Breakdown System) 객체분류체계 그리고 WBS(Work Breakdown System) 작업분류체계 속성 정보이다.

이와 관련한 선행연구는 위 그림 <Fig. 11>과 같이 본 연구에 앞서 2019년 2월 선행되어 진행되었다. 토목 분야 CBS 비용분류체계와 OBS 객체분류체계 그리고 WBS 작업분류체계 등의 정보를 Revit 소프트웨어의 패밀리(Family) 형상 속성에 담아 BIM 형상정보와 표준분류체계 정보가 연계된 라이브러리 DB기반 표준분류체계 연동 토목 분야 수량-공정-공사비 연계활용 시스템 구축을 위 그림 <Fig. 11>과 같이 Off-Line 시스템으로 구축하였다[11][130-140]

앞선 그림 <Fig. 11> 선행연구의 내용을 본 연구의 토목 분야 BIM 모델링 단계의 IFC 파일 변환 프로세스에 연계하여 구축하게 되면 아래 그림 <Fig. 12>과 같은 프로세스로 연계 구현이 된다.

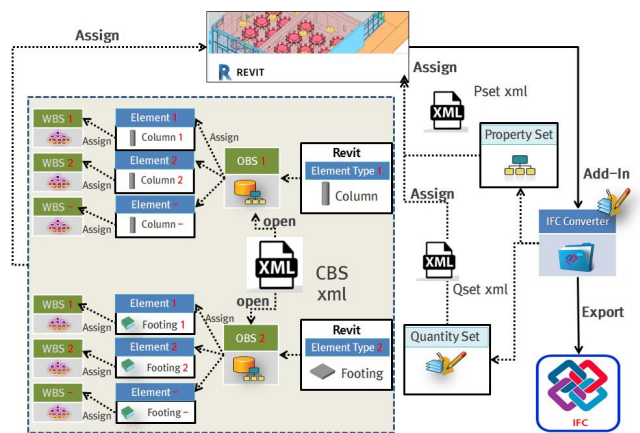


Fig. 12. IFC converting process including BIM-based CBS/OBS/WBS standard breakdown structure by Autodesk Revit software

선행연구([11][132-136])에서는 형상 속성에 토목분야 CBS/OBS/WBS 표준분류체계 속성이 부여되어 상용 BIM 모델링 설계 소프트웨어에 의한 수량-공정-공사비 연계활용이 이루어 졌다.

위 그림 <Fig. 12>에서와 같이 IFC 파일의 Pset과 Qset 속성 부여와는 별개로 IFC 컨버터의 속성 부여 기능이나 해당 상용 BIM 모델링 설계 소프트웨어의 속성 부여 기능을 활용하여 그림 <Fig. 11>에서와 같은 선행연구의 내용대로 패밀리 유형(Element type)과 패밀리 유형 인스턴스(Element) 속성에 표준분류체계 속성을 담아 이를 IFC 파

일로 변환하는 IFC 변환 프로세스를 추가로 정립하여 이를 반영하였다.

두 번째로 추가할 속성 정보는 IFC 파일 활용단계에서 수량 산출을 수행하기 위한 수량 산출식 코드 속성이다.

수량산출을 위한 수량관련 속성들을 정의하고 이들 중 반드시 필요한 속성인 OBS 분류체계 코드와 연동 되는 OBS_Code 속성과 OBS_Code에 따른 수량 산출식을 연계하기 위한 OBS Calculating_formula_Code 속성을 패밀리 유형별로 아래 그림 <Fig. 13>과 같이 추가적으로 부여하는 프로세스로 설계하여 반영한다.

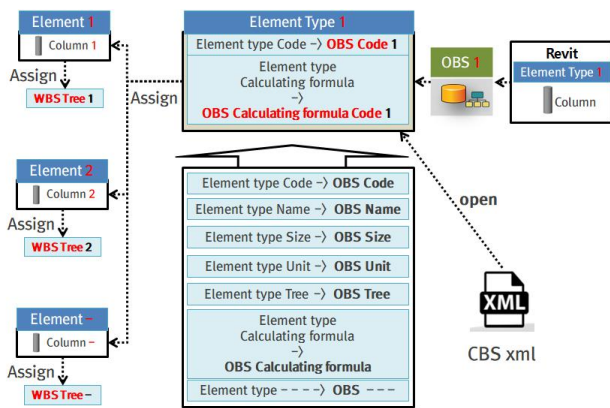


Fig. 13. IFC converting process included quantity calculating formula code information by Revit

여러 가지 수량산출 관련 속성 중 위 그림 <Fig. 13>에서와 같이 OBS Code 와 OBS Calculating formular Code 두 가지 속성만을 정의하여 이를 OBS 분류체계 단위의 패밀리 유형 속성에 부여하고 이를 IFC 파일 변환 프로세스에 연계 반영한 것은 변환되는 IFC 파일의 경량화를 위한 것이다.

나머지 수량산출 관련 속성들은 IFC 파일 변환 단계를 거치지 않고 웹 기반 IFC 파일 연계활용 단계에서 웹 서버에 XML 파일에 미리 담아 IFC 파일의 OBS_Code와 OBS_Calculating_formula_Code 속성을 키 값으로 서로 연동되어 수량산출을 수행하게 되도록 이를 설계하여 프로세스에 반영하였다. (아래 그림 <Fig. 17> 참조)

OBS_Calculating_formula_Code 속성과 관련한 선행연구에서는 당초 패밀리 유형 속성에 여러 줄 단위의 수량산출을 위한 수량 산출식 정보(11][136], 아래 그림 <Fig. 14> 참조)를 담고 있었다. 본 연구에서는 이를 단순한 수량산출식 관련 코드 정보만 입력하여 OBS_Calculating_formula_Code 속성 정보로 간략화 하여 속성 값을 부여하도록 IFC 파일 변환 프로세스에 반영하였다.

여러 줄 단위의 수량 산출식 정보는 또한 별도의 XML 파일에 담아 IFC 파일 활용 단계의 연계활용 시스템 BIM DB로 구축하고 향후 IFC 파일 활용단계에서 해당 IFC 변환 파일을 호출 할 경우 해당 IFC 파일 형상정보의 수량 산출식 코드와 연계활용 시스템 BIM DB에 저장된 XML 파일의 여러 줄 단위의 수량 산출식 속성 정보를 연동 호출하여 IFC 파일의 형상 객체단위의 수량산출이 수행될 수 있도록 설계하고 이를 반영하였다.

단순한 OBS_Calculating_formula_Code 정보만 IFC 파일의 추가 속성으로 정의하고자 하는 이유는 아래 그림 <Fig. 14>에서와 같은 여러 줄 단위의 수량 산출식 정보를 패밀리 유형 속성에 모두 담게 되면 그만큼 IFC 파일로 변환될 파일의 용량이 증가하고 향후 IFC 파일 연계활용 단계에서 시스템의 IFC 파일 처리 속도가 저하될 수 있기 때문이다.

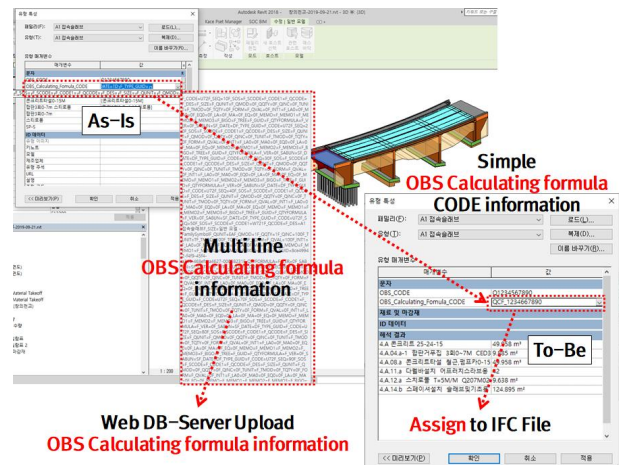


Fig. 14. Improving many line calculating formula to simple calculating formula

따라서 IFC 파일의 경량화 측면에서 위 그림 <Fig. 14>에서와 같이 여러 줄의 수량 산출식 정보를 하나의 수량 산출식 코드 속성 정보로 입력하는 방식의 토목 분야 BIM 모델링 단계의 IFC 파일 변환 프로세스를 최종 설계/정립하게 되었다.

이상과 같이 토목 분야의 CBS/OBS/WBS 표준분류체계 정보 속성과 수량 산출식 코드 속성 관련 두 가지를 속성을 추가로 부여한 IFC 파일 연계활용을 고려한 최종적인 BIM 모델링 설계 단계의 IFC 파일 변환 프로세스를 아래 그림 <Fig. 15>와 같다.

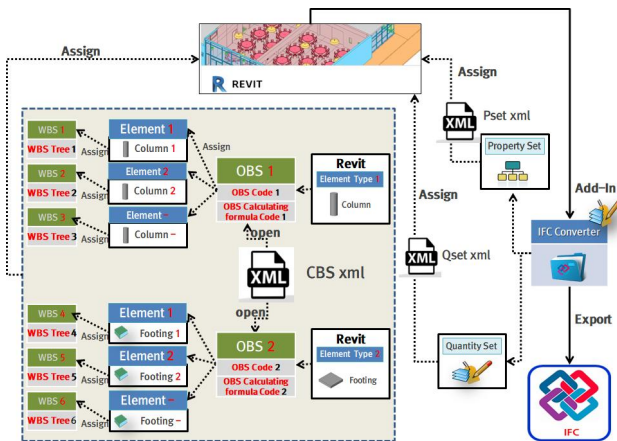


Fig. 15. Final structure of the total IFC converting process of Revit software

토목 분야 BIM 모델링 설계 데이터에 두 가지 추가 속성을 IFC 파일 속성에 부여한 BIM 설계 단계의 IFC 파일 변환 프로세스를 구축하는 목적은 IFC 파일 변환 이후 BIM 형상 속성에 추가된 OBS_Calculating_formula_Code 수량 산출식 관련 속성과 토목 분야 CBS/OBS/WBS 표준분류체계 속성 정보를 향후 개방형 웹 기반 수량-공정-공사비 산출단계에서 연계활용하기 위한 것이다.

건축 분야에서는 이러한 개방형 웹 기반 BIM 활용과 관련한 선행연구가 아래 그림 <Fig. 16>과 같은 건축법규 관련 속성을 연계활용 하는 프로세스 관점에서 진행이 되고 있다.

국내외에서 BIM 모델의 법규검토에 관한 각종 연구들이 진행되었으며, 해당 연구들에서는 개방형 BIM 표준인 IFC에 담겨진 건축정보를 이용하여 법규검토에 활용하였다. 주로 IFC의 스키마에 포함된 기본정보를 활용하였으며, 필요에 따라 추가속성정보를 정의하여 활용하였다[7][6].

건축 분야의 관련 선행 또는 진행 연구에서는 상용 BIM 모델링 설계 소프트웨어의 기존 형상 속성 중 건축법규 관련 속성을 이용하거나 별도로 건축법규 관련 속성을 추가 부여하고 이를 IFC 파일로 변환하여 납품단계에서 IFC 변환 파일의 검증과정을 통해 BIM 기준의 건축법규 기준을 통과한 IFC 변환 파일을 이후 수량-공정-공사비 산출 등의 연계 활용에 쓰일 수 있도록 IFC 파일 변환 및 활용 프로세스를 구축하고 이에 대한 연구를 계속 진행하고 있다.

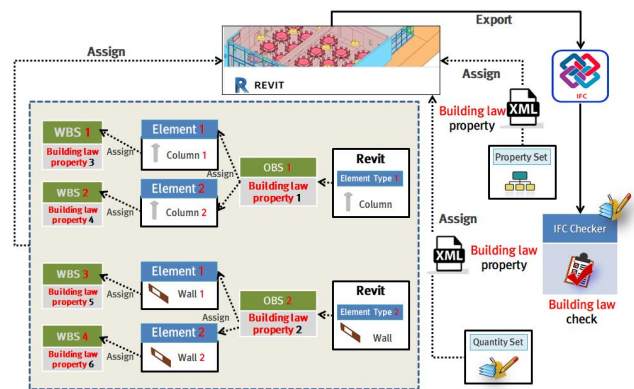


Fig. 16. IFC delivery verification process including the building law property information in architecture engineering by Revit software

2. The proposal of IFC Files for Integrated Use of Open and Web-based BIM Quantities, Process, and Construction Costs in Civil Engineering.

앞선 과정을 통해 토목 분야 BIM 모델링 단계에서의 다양한 상용 BIM 모델링 소프트웨어에 대한 BIM 국제 공통 파일 포맷인 IFC 파일 변환에 대한 세부적인 프로세스를 정립하였다.

IFC 변환 파일을 활용하여 시간과 공간의 제약성을 탈피한 토목 분야 BIM 건설 프로젝트 참여자 간의 효율적인 협업을 위한 환경을 구축하기 위해서는 개방형 IFC 파일 연동 웹 기반 수량-공정-공사비 산출 시스템 구축이 추가적으로 필요하다.

IFC 파일을 활용한 웹 환경에서의 연계활용 시스템 구축이나 통합 플랫폼 구축과 관련한 선행연구는 아래와 같다.

개방형 BIM 환경에 필요한 총체적 표준골격인 표준프레임워크를 설정하고 표준프레임워크에 의한 표준요소별 확보방안을 마련하며 표준간의 연계적 발전방향을 제시함으로써 미래 BIM 설계환경이 요구하는 정보표준의 기반을 제시함을 목적으로 한다[5][14-15].

위 선행연구에서는 개방형 BIM 표준프레임워크 설정을 통한 실제 BIM 기반 개방형 통합 플랫폼 구축까지는 해당 BIM 건설 프로젝트 참여자간 협의되고 합의된 노력이 필요하다 하였다. 또한 해당 BIM 건설 프로젝트 참여자간의 올바른 협의와 합의가 필요한 중장기적인 관점의 쉽지 않은 과제이다.

개방형 IFC 파일 연계활용 시스템 구축과 관련하여 앞선 그림 <Fig. 11>에서와 같이 이미 Off-line용으로 상용 BIM 모델링 소프트웨어인 Add-In 방식으로 개발/구축된 토목 분야 수량-공정-공사비 산출 시스템은 본 IFC 파일 변환 및 활용 프로세스 연구와 병행하여 별도로 웹 기

반 수량-공정-공사비 산출 시스템으로 현재 개발 구축 진행이 이루어지고 있으며 여기에 BIM 공통 파일 포맷인 IFC 파일이 연동되는 개방형 웹 기반 시스템으로 구축을 진행하고 있다.

하지만 본 연구의 최종 목적과 범위는 토목 분야의 BIM 모델링 설계에서의 IFC 파일 변환 프로세스 정립과 이를 통한 IFC 변환 파일을 연동한 개방형 웹 기반 수량-공정-공사비 산출 등의 생애주기 관점의 IFC 파일 변환 및 활용 프로세스에 대한 제안에 있다.

따라서 기 선행연구에서 구축된 기존 Off-line용 연계 활용 시스템을 어떠한 방법으로 웹 기반으로 전환 설계하고 이를 어떠한 시스템으로 구축하는 지는 본 연구의 수행 내용에서는 제외하고자 한다.

본 연구에서는 토목 분야 BIM 모델링 단계를 거쳐 변환된 IFC 파일이 새롭게 웹용으로 전환 구축 중인 개방형 웹 기반 수량-공정-공사비 산출 시스템에 어떻게 연동이 되고 이를 통해 어떠한 연계활용이 이루어지는지 토목 분야 IFC 변환 파일의 개방형 웹 기반의 연계활용에 대한 프로세스 설계/정립 관점에서 본 연구를 마무리 하고자 한다.

2.1 The process design of IFC files for Integrated Use of Open and Web-based BIM Quantities, Process, and Construction Costs in Civil Engineering.

IFC 파일의 웹에서의 연계활용을 위한 파일 교환 방법에 관한 선행연구는 아래와 같다.

IFC 파일을 교환하는 방법은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 첫 번째는 파일기반의 교환 방법이고 두 번째 방법은 웹 기반의 모델 서버를 이용한 교환 방법이다.

파일기반 교환 방법은 참여자 간에 IFC 모델이 필요할 때마다 IFC 모델을 주고받는 방법이다.

웹을 통한 데이터 저장을 통해서 다양한 사용자가 시간과 장소에 구애 받지 않고 데이터 공유가 가능해졌다.

웹 기반의 데이터 저장 및 공유 기술은 데이터 재생산의 불필요, 데이터 교환 시간의 감소 등으로 건설 산업의 데이터 호환성을 높여서 데이터 교환에 불필요한 시간을 감소 시켜 건설 산업의 생산성 향상을 가져올 것이다 [9][11-12].

본 연구에서는 최종 변환된 IFC 파일을 웹 서버에 저장하고 공유하는 방식으로 이를 IFC 연계활용 프로세스에 반영하고자 한다.

아래 그림 <Fig. 17>은 IFC 변환과정을 거친 IFC 파일의 납품검증 단계를 거쳐 웹 서버에 저장 되어 토목 분야 해당 프로젝트 별 웹 서버에 저장 관리되는 IFC 프로젝트

파일과 이와 연동되는 BIM 서버의 XML 파일들, 수량-공정-공사비 산출 모듈 그리고 IFC 뷰어 등으로 구성된 토목 분야 IFC 파일 연동 개방형 웹 기반 수량-공정-공사비 산출 시스템의 프로세스 구성도이다.

BIM 모델링 설계에서 IFC 컨버터에 의해 변환되어 웹 서버에 저장 된 해당 IFC 프로젝트 파일을 수량-공정-공사비 연계산출 모듈에서 호출 하였을 경우 IFC 파일의 형상 속성에 연동되어 토목 분야 재료비/노무비/경비/장비비 등의 기초단가 DB에 의한 CBS 비용분류체계 별 일위대가 DB로 구성된 CBS DB관련 XML 파일이 수량 산출식 XML 파일과 연동 호출되어 IFC 파일 형상별 공사비 산출을 수행하게 된다.

또한 IFC 파일의 객체 형상 정보와 수량 산출식 코드 정보가 연동되어 수량 산출식 XML 파일이 연동 호출되어 IFC 파일의 객체 형상별 수량 산출이 이루어지게 된다.

마지막으로 IFC 파일의 객체 인스턴스 별 형상 정보와 IFC 뷰어가 연동되어 IFC 뷰어에 해당 IFC 파일의 객체 형상을 표출하고 IFC 파일 객체 형상과 연계된 수량 및 공사비 산출과 관련 속성 정보 등을 수량-공정-공사비 산출 모듈을 통해 확인 할 수 있게 된다.

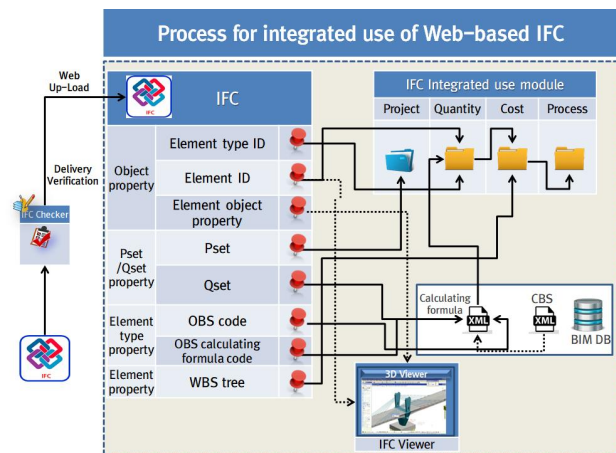


Fig. 17. Process for integrated use of Web-based IFC

2.2 A Conversion Process to IFC Files for Integrated Use of Open and Web-based BIM Quantities, Process, and Construction Costs in Civil Engineering

BIM 모델링 설계에서의 IFC 변환 파일에 대한 개방형 웹 기반 수량-공정-공사비 연계활용 과정에 대해 세부적인 IFC 파일, BIM DB의 CBS 비용분류체계관련 XML 파일 정보와 수량산출을 위한 수량산출식 관련 XML 파일 정보, IFC 뷰어와의 연계 프로세스 설계/정립을 통해 IFC 파일 변환 및 활용 프로세스를 최종 설계/정립하였다.

최종적인 토목 분야 IFC 파일 변환과 활용을 위한 웹 기반 수량-공정-공사비 연계활용의 최종 정립된 프로세스는 아래 그림 <Fig. 18>과 같다.

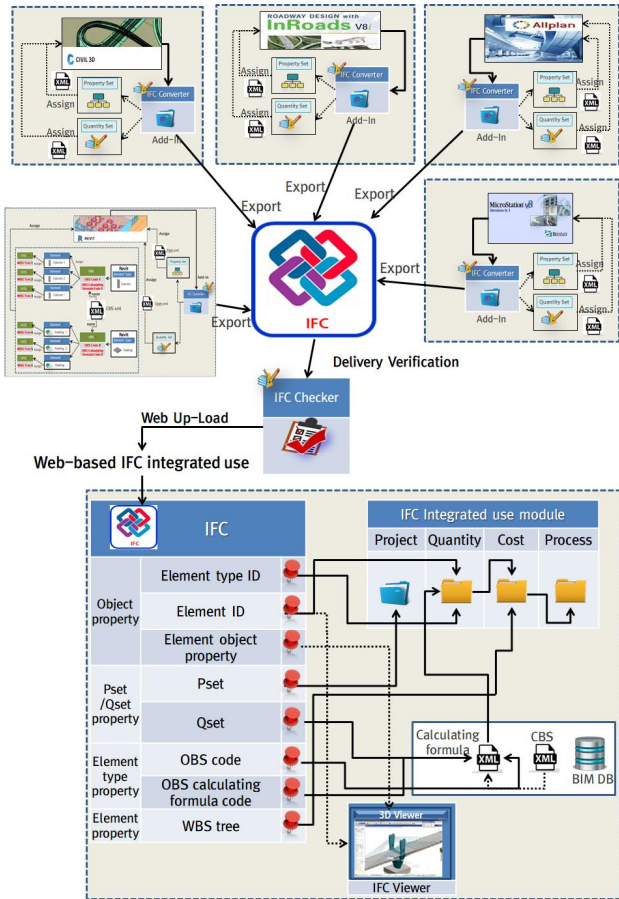


Fig. 18. Total process of integrated use of IFC

IV. Conclusions

본 연구의 성과는 BIM 국제 공통 파일 포맷인 IFC 파일을 통한 토목분야 BIM 모델링 설계 단계에서부터 시공 단계까지의 웹 기반의 수량-공정-공사비 산출 프로세스를 처음 새로이 정립하고 이를 제시하였다는 데 의미를 두고자 한다.

하지만 본 토목 분야 IFC 파일 변환 및 활용 프로세스 정립 제안 연구의 향후 남은 과제는 Revit 소프트웨어에 국한되어 진행되고 있는 IFC 파일 변환 및 활용에 대한 실용화 연구를 토목분야 타 상용 BIM 모델링 설계 소프트웨어에도 모두 동일하게 확대 적용하는데 있다고 할 수 있다.

이를 통해 실효적인 토목 분야 개방형 BIM 모델링 설계 구축 및 활용분야의 선도적인 역할을 수행한 초석이 되는 연구가 되기를 기대한다.

따라서 본 연구에서 제안한 IFC 파일 변환 및 연계활용 프로세스 방안과 이를 통한 토목 분야 개방형 BIM 활용 시스템이 On/Off line 단계에서 유기적으로 활용될 수 있기 위해서는 실제 토목 분야 BIM 프로젝트에 대한 적용 및 검증이 반드시 필요하다.

즉, 토목 분야 BIM 프로젝트에 대한 실증 검증을 통해 본 연구를 통해 새롭게 정립된 IFC 파일 변환 및 연계활용 프로세스 상에서 개선되거나 추가되어야 할 요소들이 무엇인지, 사용자 관점의 편리성을 고려한 추가적인 요소들이 무엇이 있는지 이에 관한 실증 검증을 통한 최적화 설계/정립 반영이 반드시 필요하다.

이러한 BIM 프로젝트 실증 검증 과정을 거쳐 토목 분야 IFC 파일 연동 개방형 웹 기반 연계활용 프로세스의 실질적인 확립이 가능하게 될 것이다.

따라서 향후 본 연구에 이은 후속 연구에서는 시공 단계 BIM 모델링 설계가 적용된 “설악-청평” 구간의 BIM 프로젝트를 대상으로 하여 본 연구의 최종 IFC 파일 변환 및 연계활용 프로세스 제안 연구에 대한 실증 검증을 진행할 예정이다.

마지막으로 다양한 실증 검증으로 새롭게 정립된 토목 분야 IFC 파일 변환 및 연계활용 프로세스를 더욱 공고히 하기 위해 BIM 건설 프로젝트 참여자들에 의해 협의되고 합의되어야 할 남은 BIM 활성화를 위한 요소들에 대해 정리하며 본 연구를 마무리 하고자 한다.

첫째, 토목 분야 3차원 BIM 모델링 설계 구축에 따른 기존 2D CAD 방식의 도면 납품체계의 변경이다. 3차원 BIM 모델링 설계 구축 이후의 수량-공정-공사비 연계활용 등의 BIM 활용 단계의 활성화를 위해 선행되어 정립되어야 할 핵심요소로서 이러한 기존 2D 방식 도면 납품 프로세스에 대해 새로운 BIM 모델링 설계 구축 환경에 맞는 근본적인 변화가 요구되고 있다.

둘째, IFC 파일을 활용한 개방형 BIM 활용 단계의 활성화를 위해 BIM 모델링 설계와 활용에 의한 납품 성과물에 대한 문서 간소화와 표준화가 필요하다. 기존 2D 방식의 건설관리 측면의 문서관리체계를 3차원 BIM 모델링 설계 방식에 그대로 적용하는 것은 현실적으로 가능하지 않는 비효율적인 성과품 활용 프로세스를 이를 3차원 BIM 설계 방식에 맞는 표준화된 방식의 문서 간소화가 반드시 이루어져야 하는 것은 2D에서 3차원 BIM 방식의 설계 방식 변화에 따른 필수불가결한 요소라 할 수 있다.

셋째, 마지막으로 위와 같은 3차원 BIM 설계 구축 환경에 맞는 외부의 제도적 측면의 변화도 필요하지만 BIM 건

설 프로젝트 모든 참여자 스스로 기존 2D 방식을 벗어나 새로운 BIM 모델링 설계 구축 및 활용 환경에 맞추고자 하는 철저한 준비와 대비가 필요하다.

위와 같이 본격적인 BIM 모델링 설계 구축 및 활용의 활성화를 위해 향후 선행되거나 병행되어야 할 요소들이 BIM 건설 프로젝트 참여자 간에 협의되고 합의되었을 때 본 연구를 통해 제시된 토목 분야 BIM 모델링 설계에 대한 IFC 파일 변환과 이를 통한 개방형 웹 기반의 수량-공정-공사비 연계활용 프로세스 정립 제안이 빛을 발할 수 있을 것이라 본다.

ACKNOWLEDGEMENT

"This work is supported by the Korea Agency for Infrastructure Technology Advancement(KAIA) grant funded by the Ministry of Land, Infrastructure and Transport (Grant 19SCIP-C121389-04)

REFERENCES

- [1] LEE. D. J. IFC-based Data structure design and Web visualization, Master's Thesis, In-Ha University, pp. 11-12. February 2017
- [2] UM. S. G. An Implementation of a Prototype Estimates System by IFC based Quantity Mapping, Master's Thesis, Kyung-Hee University, pp. 4-5, February 2015
- [3] KANG. J. S. A Study on the Development of Architectural Administration for Code Checking Support System in Open BIM Environments (Focused on Technology of the BIM Data Management), Doctor's Thesis, Kyung-Hee University, pp. 66-87, pp. 100. February 2013
- [4] JO. D. W. A Study on Representation of Open BIM-based Construction Material Information (focus on utilizing a IFD), Master's Thesis, Kyung-Hee University, pp. 5-6, pp. . August 2011
- [5] JO. C. W. A Study on Developing Standard Framework for Implementing Open BIM (A Proposal for Developing Practical BIM Standard in Korea), Doctor's Thesis, Kyung-Hee University, pp. 14-15, pp. 39, pp. 64. August 2012
- [6] KIM. H. J. The Development of Data Model for Open BIM-Based Estimates (Focused on Construction Type for Actual Cost of Public Projects), Master's Thesis, Kyung-Hee University, pp. 21-23. August 2012
- [7] KIM. Y. H. Development of Open BIM Extension Property Structure for Code Checking at Architectural Design Phase, Master's Thesis, Kyung-Hee University, pp. 6, pp. 16. February 2015
- [8] JU. K. B. Extension of the IFC Schema for Road Subsidiary Facility, Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society Vol. 15, No. 12 pp.7-8. 7385-7392, December 2014. DOI: 10.5762/KAIS.2014.15.12.7385
- [9] KANG. H. S. A study of efficient Web-based BIM data exchange and sharing (Focused on development of an Object-Relational IFC Server), Master's Thesis, Yon-Sei University, pp. 11-12. July 2009
- [10] KIM. Y. J. A Study of BIM based estimation Modeling data reliability improvement, Master's Thesis, Sung-Kyun-kwan University, pp. 13. October 2011
- [11] LEE. J. H. A Development of Unified and Consistent BIM Database for Integrated Use of BIM-based Quantities, Process, and Construction Costs in Civil Engineering, Journal of The Korea Society of Computer and Information Vol. 24, NO. 2, pp. 130-140, February 2019. DOI: 10.9708/jksoci.2009.24.02.127

Authors



Jae-Hong Lee received the B.S. degrees in Architecture Chung-Ang University, Korea, in 1994. Jae Hong Lee is currently a Team Leader Of BIM Business in the Glotech Company. He is interested in BIM Program Operation and BIM Solution.



Hee-Suk Hwang received the B.S. degrees in Civil Engineering Korea University, Korea, in 1. Hee-Suk Hwang is currently CEO of the Glotech Company. He is interested in convergence between BIM and civil engineering.