

도로분야 BIM 적용을 위한 IFC 변환기 프로토타입 시스템 개발

서명배[†] · 주기범

한국건설기술연구원 ICT융합연구실

Development of IFC Converter Prototype for Applying BIM in the Road Field

MyoungBae Seo[†] and KiBeom Ju

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

Received 4 March 2014; received in revised form 30 September 2014; accepted 1 October 2014

ABSTRACT

IFC converters and viewers, applicable in the construction field, are being actively developed while, in the civil engineering field, IFC schemata are being developed. To prove the IFC schema grammatically, the existing ISO 10303 30s' pre-processors and post-processors may be used. However, to visually prove the IFC model, the existing commercial 3D modeling software should be converted into the IFC schema of civil engineering field, and a viewer is needed to view it. Thus, this study developed a IFC converter and viewer prototype system to apply BIM in the road field. To express the road line, LandXML was analyzed, and IFC suitable for expressing shapes in the road field was designed. Also, an IFC suitable for bridges with focus on representative bridge structures such as abuts, piers and decks was designed. Further, a converter was developed using AutoCAD's Civil3D and Revit's 3rd party tools, and software was also developed designed to combine each converted IFC model into one IFC. In addition, a viewer designed to view IFC in the road field was developed to prove the converted IFC. Eight major verification and examination items were selected and used in testing the converted model, and it was confirmed that the viewer normally viewed the IFC schema in the road field. The proposed IFC converter is expected to be used as a visual IFC verification tool in the road field.

Key Words: BIM(Building Information Modeling), Civil engineering, Converter, IFC(Industry Foundation Classes), Interoperability, Road

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 건설분야에서 BIM(Building Information Modeling)은 건설사업 전 단계에서 설계품질 향

상, 원가절감, 생산성 제고 등을 위한 새로운 패러다임으로 부각되고 있으며 건축분야에서 벗어나 점차 사회기반시설물로 범위가 확장되고 있다. 건축분야에서는 BIM을 활용하여 자동물량을 산출하거나 CO₂ 배출량 산정, 에너지 성능평가, 가이드라인 개발, 시설물 유지관리 활용방안 등 다양한 분야의 연구들이 진행중이다. 이러한 연구들이 현업에서 활용되기 위해서는 건설프로세스 중 각

[†]Corresponding Author, smb@kict.re.kr
©2014 Society of CAD/CAM Engineers

단계에서 사용되는 정보들의 통합을 반드시 필요로 하고 프로세스 간 정보들이 공식적으로 정의되거나 표준화 되어야 한다. 이를 통해 다양한 업종 간의 협업이 가능할 수 있으며 이를 위해서는 정보교환을 위한 중립포맷이 반드시 필요하다.

이러한 사회적인 요구에 따라 국제 표준화기구인 BuildingSmart International에서는 정보모델 교환표준으로 STEP(Standard for the Exchange of Product model) 기반의 IFC(Industry Foundation Classes)를 제시하였다. IFC는 미국과 유럽에서 BIM 표준으로 자리잡고 있으며 건설진반에 발생하는 데이터를 표현할 수 있도록 개발되었다. IFC를 통해 다른 BIM 소프트웨어와의 상호 호환성을 극대화하고 건축디자인, 시공, 설비, 유지관리 등 생애주기 동안 발행하는 정보의 상호교환 및 품질을 향상시키고 있다(BuildingSmart, 2013).

하지만 건축분야와 달리 토목분야는 토공 등 비정형이 많아 표준화가 어렵고 발주처에서 BIM을 활용하기 위해 필요한 지침이나 가이드라인 등 관련 기준이 마련되어 있지 않다. 더불어 BIM을 활용하기 위한 전문 기술인력이 부족한 실정이며 일부 공공발주공사 및 시공사에서 설계공정의 시각화 및 공정관리에 BIM을 도입하고 있으나 건축공사에 비해 광범위하고 수평적이어서 활용은 극히 제한적이다(Cho *et al.*, 2011). 더불어 토목시설물은 건축에 비해 적용대상이 너무나 방대하여 표준화된 정보모델을 개발하는 것이 매우 어렵다. 이러한 문제들 때문에 최근에 발표된 IFC4에도 토목분야의 내용이 반영되어 있지 않다.

때문에 국내외적으로 IFC를 토목분야로 확장하기 위한 연구가 진행중에 있으며 이러한 연구는 기존 IFC 스키마에 토목과 관련된 형상 및 속성 정보들을 추가하고 전문가 검증을 통해 스키마를 보완하는 작업들을 통해 진행되고 있다(KICT, 2013). 이런 연구들을 통해 확장된 스키마는 표준 데이터로의 변환 및 다양한 이해당사자간의 자료 공유 및 교환을 목적으로 다양한 BIM 모델링소프트웨어를 통해 확장된 스키마로의 변환이 가능해야 한다. 하지만, 이를 위한 적절한 변환도구 및 검증도구 등이 개발되지 않아 개발된 스키마를 시각적으로 검증하기에 어려움이 있다.

본 연구에서는 도로분야 IFC스키마의 효과적인 검증하기 위해 토목설계용 소프트웨어에서 도로선형 및 토목시설물을 모델링하고 타 설계소프트

웨어에서도 데이터 손실없이 컴퓨터가 시각적으로 인식할 수 있도록 동일한 스키마 구조로 형상 정보를 변환하기 위해 중립스키마를 지원하는 도로분야 IFC 변환기 프로토타입 시스템을 개발하고자 한다. 이를 위해 도로형상정보 및 속성정보를 표현하고 검증할 수 있는 최소의 확장 스키마를 정의하고 기존 BIM 지원 소프트웨어에서 모델링 된 도로, 교량 등과 같은 정보를 정의된 확장스키마로 변환할 수 있는 변환기를 개발하였으며 뷰어 등을 통해 변환된 파일을 검증할 수 있도록 하였다.

2. 이론적 고찰

2.1 IFC 관련 연구

IFC를 활용한 연구들은 다양하게 진행되고 있는데 IFC를 활용한 일조분석 연구(Lee *et al.*, 2011), IFC를 활용한 건물에너지 성능 분석 프로그램 개발과 관련된 연구(Joo *et al.*, 2011), IFC 포맷을 활용한 BIM 소프트웨어 건물정보모델 교환방법론 연구(Lee *et al.*, 2009), IFC를 이용한 기본설계단계의 철근배근 표현방법에 대한 연구(Jung *et al.*, 2012), IFC 3차원 건축모델 표준과 ISO/STEP AP202 도면표준의 2차원 형상정보 연계방안 연구(Won *et al.*, 2006) 등이 진행되었다. 건축분야에서 IFC를 활용한 사례가 많은 반면 토목분야의 연구는 시작단계로 최근 토목시설의 표준상세도 기반 BIM 라이브러리 개발 및 활용에 관한 연구(Moon *et al.*, 2013), 건설공간 정보모델링을 위한 토목 BIM 묘사 중립 라이브러리 개발방향에 관한 연구(Kang *et al.*, 2012), 지형공간정보기술 기반의 항만구조물 토목-BIM 구축을 위한 표준화 연구(Min *et al.*, 2012) 등이 진행중에 있으나 객체화 및 정형화가 비교적 용이한 토목 구조물 중심의 연구들이 활발히 이루어지고 있다.

IFC 확장모델의 개발에 관한 연구로는 복합엔지니어링 분야의 3차원 2차원 정보간의 정보 표현 체계 및 도구개발에 관한 연구(김인한, 2007), IFC 포맷을 이용한 건물의 전 생애주기 동안의 디자인 및 관리방법의 개발에 관한 연구(Christophe, 2008) 등이 진행되었다. IFC 호환성 테스트 관련 연구로는 상용 BIM Tools(Revit, ArchiCAD)를 대상으로 하는 IFC 호환성 테스트 연구(Lim *et al.*, 2008), 상용 BIM Tools(ADT/AllPlan, ArchiCAD)를 대상

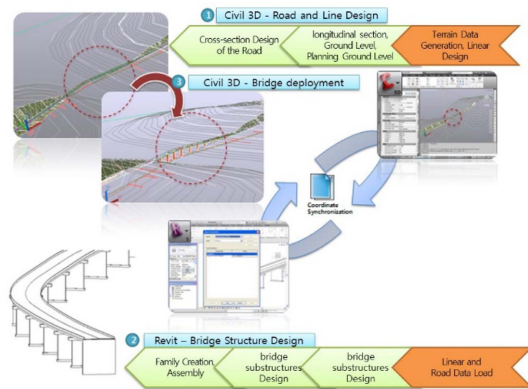


Fig. 2 Road and Bridge Modeling Process

3.3 변환기 개발방법 설정

BIM 설계시 다양한 소프트웨어를 이용하여 모델링 작업이 수행된다. 각 BIM 설계용 소프트웨어는 각 자체 저장 포맷을 사용하여 파일로 저장되고 다양한 표준 포맷으로 출력을 하고 있다. 이러한 포맷 중 IFC나 LandXML 등은 대표적인 표준포맷이라 할 수 있으며 이러한 도구들을 지원하는 저작도구 및 전용뷰어 등 다양한 소프트웨어들이 개발되어 있다.

하지만 이러한 표준 포맷을 지원할 때 각 소프트웨어에 따라 객체의 유실이나 객체 정보의 손실이 발생하고 형상정보에 대한 왜곡이 발생하기도 한다. 가장 효과적인 변환기의 개발은 해당 소프트웨어가 지원하는 Open API(Application Programming interface) 및 SDK(Software Development Kit)를 이용하여 각 객체에 직접 접근하여 요구되는 해당 정보를 추출하는 것이라 할 수 있다. 하지만 이러한 방법은 해당 소프트웨어의 SDK에 대한 높은 이해도가 필요하고 해당 소프트웨어의 업그레이드 등으로 지속적인 유지보수 비용을 발생시킬 수 있는 단점을 가지고 있다.

또 다른 방법은 각 BIM 소프트웨어로 Export한 표준파일(IFC, LandXML 등)을 파싱하고 이를 수정하여 확장된 IFC로 변환하는 방식이다. 이 방법은 각 BIM 소프트웨어 제공되는 표준파일의 품질에 영향을 받을 수 있지만 해당 소프트웨어의 업그레이드나 변경에 대해 종속성이 없이 변환기를 개발할 수 있는 장점이 있다. 또한 각 BIM 소프트웨어의 다른 API 구조를 이해할 필요없이 기존 표준 파일의 분석과 매핑 과정을 통해서 변환이 이루어질 수 있어 개발이 용이하다.

본 논문은 변환기 상용소프트웨어 개발이 목적이 아니고 토목분야로 확장된 IFC의 검증이 주요 목적이기 때문에 두 번째 방법으로 진행하였다.

3.4 변환기 객체 정의 및 클래스 설계

3.4.1 구조물(교량)

토목구조물 모두를 대상으로 변환기를 만드는 것은 시간과 비용이 너무 많이 발생하기 때문에 본 연구에서는 토목구조물 중 객체화가 용이하고 BIM 적용 연구가 활발하게 진행중인 교량으로 대상을 한정하였고 교량도 형식에 따라 부속시설물의 종류가 너무 많기 때문에 교량 부속시설물 중에서 대표시설물인 Deck, Abut, Pier로 대상을 한정하였다. 선정된 구조물의 형태는 Fig. 3과 같다. 이러한 구조물은 IFC 스키마 중 IfcElement로부터 상속받은 IfcCivilElement의 부모를 생성하고 각각 IfcAbut, IfcPier, IfcDeck으로 정의하여 Fig. 4와 같은 구조를 가지도록 설계하였다. 실제 도로분야 확장을 위한 IFC 구조는 이와 다를 수 있으나 본 연구는 기존 IFC에 없었던 교량 구조물과 관련된 스키마를 추가하고 이를 중립포맷으로 변환하는 변환기 개발이 목적이므로 기존 IFC에서 유사성이 높고 클래스를 선정하여 하위에 추가하였다. 향후 추가되는 구조물들은 하위클래스 구조와 위치만 달라지기 때문에 확장 개발이 용이할 것으로 예상된다.

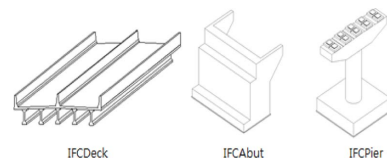


Fig. 3 Target Object of Bridge

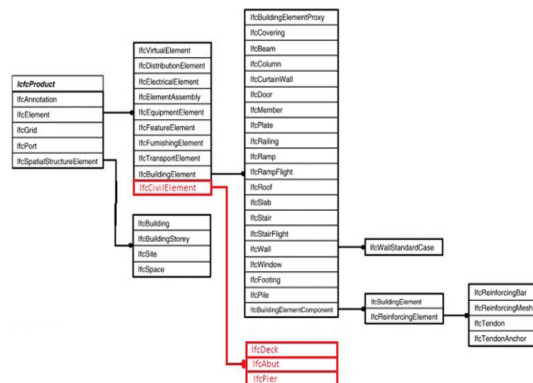


Fig. 4 Extended IFC Objects of Bridge Structure

3.4.2 도로 및 선형

도로 및 선형의 클래스 설계를 위해서 LandXML의 Tag 자료를 분석하여 필요한 정보를 도출한 후 변환 될 IFC Class를 정의하였다. LandXML은 측량, DTM, 선형, 횡단 객체를 엔지니어링이 가능한 정도로 표현한 정보모델로 Autodesk에 의해 개발되었으며 Civil3D에서 출력이 가능한 포맷이다. LandXML을 분석하여 도로선형을 표현할 수 있는 Tag를 도출하였으며 이를 근간으로 도로선형 표현시 반드시 필요한 클래스를 정의하였다. 도로선형의 경우 토공량 산출 등을 위해 도로를 일정한 거 나눈 객체정보로 표현이 가능해야 한다. 이

LandXML Tag	IFC Class
Alignments	IFCAlignments
Alignment	IFCAlignment
CoordGeom	IFCAlignmentCoordGeom
Line	IFCAlignmentLine
Curve	IFCAlignmentCurve
Spiral	IFCAlignmentSpiral
CrossSects	IFCAlignmentCrossSects
CrossSect	IFCAlignmentCrossSect
DesignCrossSectSurf	IFCAlignmentDesignCrossSectSurf
CrossSectPnt	IFCAlignmentCrossSectPnt
Profile	IFCAlignmentProfile
ProfSurf	IFCAlignmentProfileAlign
ProfAlign	IFCProfileEntity
PVI	IFCAlignmentProfilePVI
ParaCurve	IFCAlignmentProfileParaCurve

Fig. 5 Class Mapping Table

를 위해서는 도로 Station 등 특징점을 선정하고 이를 기준으로 선형 프로파일을 적당히 분배한 후 이를 객체화해야 하나 현재 Civil 3D에서는 토공 객체를 표현할 수가 없다. 이에 도로형상정보를 기준으로 LandXML의 Tag를 정리하였고 이와 맵핑되는 IFC 클래스를 정의하였다(Fig. 5).

선형 및 도로에 대한 정보는 평면선형, 종단선형, 횡단면도 세가지 분류로 정의된다. 평면선형은 직선, 곡선, 복합곡선(클로소이드)으로 구성되고 종단선형은 직선과 포물선의 요소가 정의되면 횡단은 각 도로중심선을 기준으로 X 방향의 떨어진 거리와 Z 방향의 높이를 가진 요소로 정의된다.

정의된 각 클래스는 객체지향적인 개념에 따라 종속성을 가지고 부모객체와 자식객체를 정의하여 UML 형식으로 표현하였으며 IfcCivilElement로 상속받은 IfcAlignment 클래스를 추가하고 세부 설계를 수행하였다. 설계된 클래스 계층도는 Fig. 6과 같다.

4. 변환기 프로토타입 개발

4.1 변환기 작동 프로세스

변환기는 C++ 언어를 사용해 Win32 프로그램으로 제작하였다. 또한 다양한 BIM 소프트웨어와 쉽게 연동할 수 있도록 Console 명령에서 인자를 전달받아 출력할 수 있는 구조로 설계되고 제작되

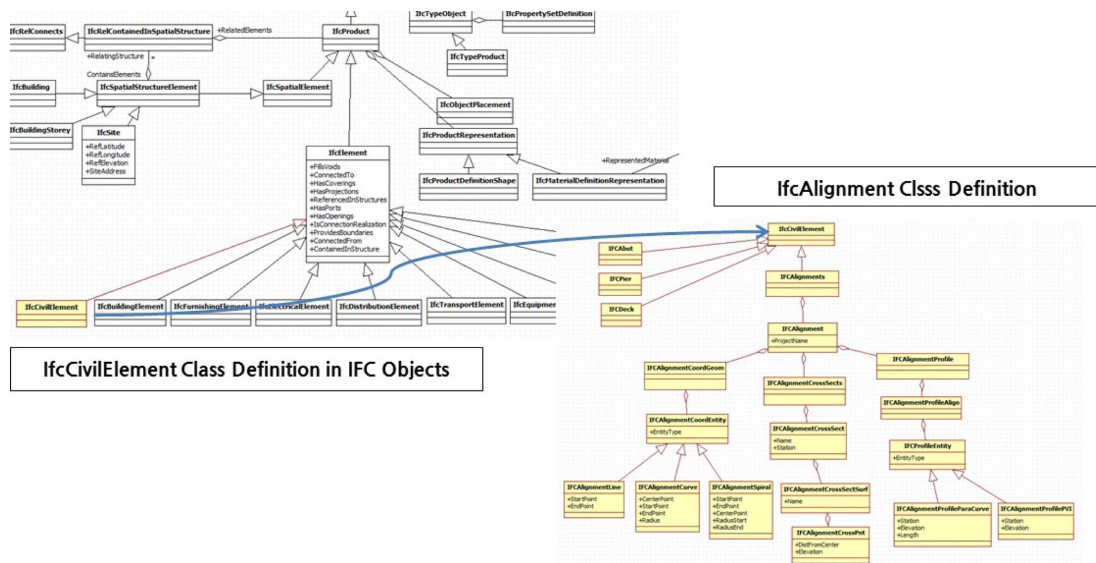


Fig. 6 IFC Object Definition

었다. 변환기의 동작은 다음과 같이 크게 3단계 방식으로 진행된다.

4.1.1 선형 및 도로 모델 변환 프로세스(1단계)

Civil3D에서 출력된 LandXML을 도로분야로 확장된 IFC로 변환을 수행한다. 이때 각 Tag별로 데이터 파싱을 하고 필요한 데이터를 추출한 후 정의된 새로운 IFC 클래스로 맵핑하는 작업을 수행한다.

4.1.2 구조물 모델 변환 프로세스(2단계)

레빗에서 출력된 IFC를 구조물로 확장된 IFC로 변환을 수행한다. 레빗에서 패밀리로 제작된 구조물은 출력될 때 IfcBuildingElementProxy 객체로 저장된다. 이 요소는 일반적으로 분류되지 않는 객체를 정의하기 위한 클래스로 토목객체는 건축부재와 달리 IFC에서 정의된 객체가 존재하지 않기 때문에 대부분이 이러한 객체로 출력이 된다. 이러한 객체의 속성을 검사해 검사한 객체의 종류에 따라 IfcAbut, IfcPier, IfcDeck 요소로 분리하여 재생성된다. 이때 속성을 부여하는 원칙은 미리 정의된 가이드라인에 따라 모델링 단계에서 미리 속성이 부여되어야 한다.

4.1.3 파일 병합 프로세스(3단계)

1단계와 2단계에서 생성된 파일을 병합한다. 병합된 데이터는 선형, 도로, 구조물이 결합된 하나의 IFC 파일로 출력이 된다. 이러한 작업은 Civil3D에서 동작하는 AddOn 프로그램으로 제작하였다.

4.2 변환기 구현

LandXML 객체는 다양한 속성정보를 가지고 있다. 본 변환기 구현에서는 선형을 구성하기 위해 반드시 필요한 정보만을 선정하여 추출하였다. XML 파싱을 통해서 추출한 속성정보는 다음과 같다.

- ① 평면선형(IfcAlignments) : 평면 선형의 명칭, 직선선형일 경우 시작점과 종료점, 곡선선형일 경우 시작점, 종료점, 중심점, 반경, 크로소이드 선형에서는 시작점, 종료점, 회전 중심점, 시작 곡선 반경, 종점 곡선반경
- ② 종단선형(IfcAlignmentProfile) : 기준 스테이션, 종단의 각 변곡점, 종단 곡선길이
- ③ 횡단면(IfcAlignmentCrossSects) : 횡단의 스테이션 정보, 횡단의 명칭, 도로 중심선을 기준으

로 각 횡단의 떨어진 횡단 거리 및 높이

이렇게 추출된 정보는 맵핑되는 객체의 클래스를 먼저 생성하고 해당 속성정보를 저장하게 된다. 구현단계 소스에서 해당 메소드는 ImportLandXML_OnLine, ImportLandXML_OnProfile, ImportLandXML_OnSection에 해당한다.

구조물 객체의 변환기 구현은 먼저 해당 IFC 파일을 메모리에 로드한 후 해당 객체를 순환검색을 통하여 검색을 실시한다. 특히 IfcBuildingElementProxy 객체에서 getName() 메소드를 통하여 객체의 명칭을 추출하고 해당 명칭의 정보가 교대, 교각, 교량상부의 명칭과 동일한지를 비교한 후 종류에 따라 해당 생성 메소드 생성으로 분기한다. 각 생성 메소드에서 기존의 IfcBuildingElementProxy의 속성정보를 복사하고 해당 맵핑 객체를 생성한 후 복사 전 객체는 메모리에서 삭제하는 절차로 구현된다. 이때, 기존 객체의 연결 속성정보 복원을 최종적으로 수행하도록 한다.

변환기의 작동방법은 Civil 3D를 통해 선형 및 도로 모델링을 수행한 결과를 LandXML로 Export한 결과와 Civil 3D에서 모델링 된 선형 정보를 Revit Structure에서 불러와서 구조물 모델링을 수행한 후 이를 IFC로 Export한 결과를 변환기에서 병합하는 형태로 진행된다. Fig. 7은 이를 단계별로 도식화하여 나타내었으며 Fig. 8은 변환기를 통해 도로선형과 구조물이 병합된 확장 IFC 내용의 일부이다. Fig. 7을 살펴보면 본 연구에서

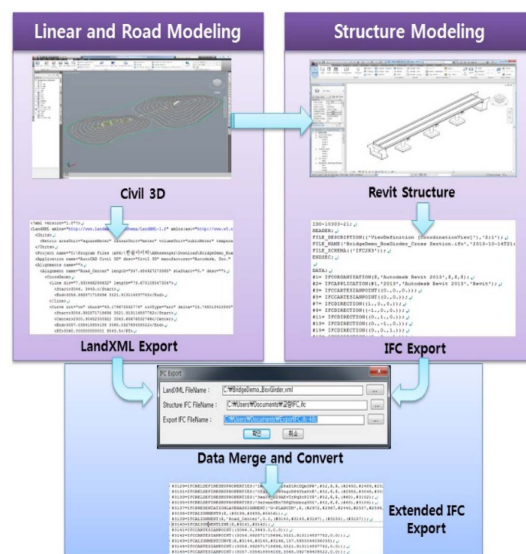


Fig. 7 Converter Process

```
#3139=IFCALIGNMENTS($, (#3139,#3633,#5616));
#3139=IFCALIGNMENT($,'Road Center',0,0, (#3140,#3143,#3147), (#3150), (#3157));
#3140=IFCALIGNMENTLINE($, #3141, #3142);
#3141=IFCARTESIAMPPOINT ((3046.0,3443.0,0.0));
#3142=IFCARTESIAMPPOINT ((3056.992871718696,3521.913114837782,0.0));
#3143=IFCALIGNMENTCURVE($, #3144, #3145, #3146, #3146, 157.5955544036055);
#3144=IFCARTESIAMPPOINT ((3056.992871718696,3521.913114837782,0.0));
#3145=IFCARTESIAMPPOINT ((3057.035418954158,3565.092769408522,0.0));
#3146=IFCARTESIAMPPOINT ((2900.90452355922,3543.65676532766,0.0));
#3147=IFCALIGNMENTLINE($, #3148, #3149);
#3148=IFCARTESIAMPPOINT ((3057.035418954158,3565.092769408522,0.0));
#3149=IFCARTESIAMPPOINT ((3026.5,3787.5,0.0));
#3150=IFCALIGNMENTPROFILE($, (#3151));
#3151=IFCALIGNMENTPROFILEALIGN($, (#3152, #3153, #3154, #3155, #3156));
#3152=IFCALIGNMENTPROFILEPVI($, 0,0,20.844956772334);
#3153=IFCALIGNMENTPROFILEPVI($, 119.436303369017, 21.467863130325);
#3154=IFCALIGNMENTPROFILEPVI($, 211.871946897583, 21.881362154764);
#3155=IFCALIGNMENTPROFILEPVI($, 292.29060076572, 22.755071629703);
#3156=IFCALIGNMENTPROFILEPVI($, 347.484627273368, 24.111306569261);
#3157=IFCALIGNMENTCROSSECTS($, (#3158, #3177, #3196, #3215, #3234, #3253, #3272, #3291, #3311, #3158, #3159, #3160, #3161));
#3158=IFCALIGNMENTCROSSECTS($, '0+000.00', 0,0, (#3159, #3215, #3234, #3253, #3168, #3171, #3174));
#3159=IFCALIGNMENTCROSSECTS($, '1', (#3160, #3161));
#3160=IFCALIGNMENTCROSSECTS($, 0,0,0.0);
#3161=IFCALIGNMENTCROSSECTS($, 3.5, -0.0525);
#3162=IFCALIGNMENTCROSSECTS($, '2', (#3163, #3164));
#3163=IFCALIGNMENTCROSSECTS($, 3.5, -0.0525);
#3164=IFCALIGNMENTCROSSECTS($, 3.5, 0.0475);
#3165=IFCALIGNMENTCROSSECTS($, '3', (#3166, #3167));
#3166=IFCALIGNMENTCROSSECTS($, 3.5, 0.0475);
#3167=IFCALIGNMENTCROSSECTS($, 7.0, 0.0825);
#3168=IFCALIGNMENTCROSSECTS($, '4', (#3169, #3170));
#3169=IFCALIGNMENTCROSSECTS($, 0,0,0.0);
#3170=IFCALIGNMENTCROSSECTS($, -3.5, -0.0525);
```

Fig. 8 Extended IFC Sample by Converter

도로선형 표현을 위해 정의된 IfcAlignment, IfcAlignmentLine 클래스들이 기존 IFC에 확장되어 있는 모습을 확인할 수 있다.

5. 검증

변환된 IFC가 제대로 구성되었는지 확인하기 위해 뷰어를 추가로 개발하였다. 개발은 기존에 공개된 IFC 뷰어 소스들을 일부 수정하여 본 논문에서 추가로 확장된 IFC 정보를 확인할 수 있도록 보완 개발하였다.

변환기에 의해 출력된 파일을 3D 화면에서 가시화하는 과정에서 중요하게 검증이 필요한 부분은 객체의 요소가 정확한 클래스의 속성을 가지고 있는가와 형상정보의 왜곡이나 손실이 발생하는지에 대한 사항, 그리고 필요한 정보가 올바르게 변환되어 손실없이 가시화 되었는가에 대한 사항일 것이다.

이에 본 연구에서는 IFC 스키마에 문법적인 검증보다는 시각적인 검증에 중점을 두었기 때문에 이를 근간으로 다음과 같은 8개 검증항목을 선정하였고 결과 데이터를 검증하였다.

- ① 변환된 파일에서 변환되지 않은 IfcBuildingElementProxy 객체의 존재 유무
- ② 해당 객체 구조물이 IfcAbut, IfcPier, IfcDeck으로 변환되고 형상 정보의 연결이 올바르게 된 상

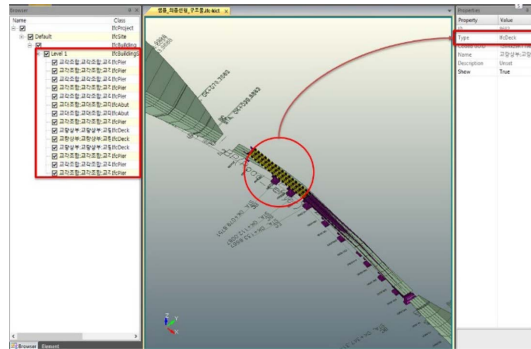


Fig. 9 Extended IFC Viewer

태 확인

- ③ 객체 연결 속성정보가 파괴되어 IFC 파싱 오류가 발생하는지에 대한 여부
- ④ 각 객체의 속성정보가 손실없이 전달이 되었는가?
- ⑤ 선형에 대한 IP의 좌표가 일치하는지에 대한 여부와 BP, EP 등의 선형정보의 일치
- ⑥ 화면에 나타난 Station 정보가 기존의 Civil3D의 정보와 일치
- ⑦ 횡단면의 Station 일치 여부와 형상이 Civil3D에서 나타난 형상과의 일치
- ⑧ 종단의 형상이 기존 정보와의 일치 여부

8가지 항목에 대한 검증을 위해 기작업된 도로 선형의 3차원 샘플자료를 Civil 3D에서 불러와서 새롭게 정의된 도로선형 IFC 스키마의 속성정보를 입력하고 개발된 변환기를 통해 IFC로 Export 하였다. 또한 Revit에서 샘플 교량을 불러와서 Deck, Abut, Pier 객체를 선택한 후 속성정보를 입력하여 변환기를 통해 Export한 후 두개 파일을 하나의 파일로 병합한 후 병합된 파일을 뷰어에서 로드하였다. 뷰어로 확인한 결과 8가지 항목을 모두 만족하고 있음을 확인할 수 있었다.

Fig. 8의 결과를 뷰어에서 로드한 화면은 Fig. 9과 같으며 왼쪽 상단을 보면 현재 선택된 IfcDeck 객체의 정보를 정확히 표현하고 있음을 알 수 있다. 또한 도로선형상에 교량이 정확히 표현되어 있음을 확인할 수 있었다. 확장된 IFC에서 별도로 좌표를 정의하지 않았지만 뷰어상에 도로와 교량이 정확한 위치에 나타나고 있는 것으로 보아 Civil 3D와 Revit이 같은 AutoDesk 제품군이어서 상호 호환이 가능한 것으로 판단된다.

6. 결론 및 논의

토목분야로 IFC를 확장하기 위한 다양한 연구들이 진행중이나 확장된 IFC를 시작적으로 검증할 수 있는 변환기나 관련 소프트웨어 등이 부족하여 연구성과 검증에 어려움을 겪고 있다. 이를 해결하기 위해 본 논문에서는 도로분야 BIM 지원 변환기 개발을 위해 도로선형 및 교량의 IFC 객체를 저장할 수 있는 표준 포맷 및 관련 클래스를 정의하여 도로와 교량이 통합된 IFC 변환기를 개발하였다. 또한 도로설계 소프트웨어에서 변환된 LandXML과 구조물 설계 소프트웨어에서 변환된 IFC 등 서로 다른 두개의 파일을 활용하여 확장된 IFC 하나의 파일로 통합될 수 있도록 하였고 파일 통합시 도로와 교량을 동시에 표현할 수 있도록 IFC 클래스를 확장하여 정의하였다. 또한 이를 시각적으로 검증할 수 있도록 뷰어도 개발하였으며 속성이 제대로 로딩됨을 확인하였다.

본 논문에서 선정된 대상은 토목분야로 IFC를 확장하기 위해서는 극히 일부라 할 수 있으며, 좀더 확장된 IFC 표준파일을 위해서는 더 많은 클래스의 설계가 필요할 것으로 예상된다. 또한 교량은 객체로 표현한 반면 도로는 객체가 아닌 LandXML 기반의 형상표현 중심이라 활용도 제한적일 수 있다. 교량과 같은 토목구조물의 경우 구조물간의 위계와 클래스를 잘 정의하면 IFC로 확장이 비교적 용이할 것으로 판단된다. 하지만 도로의 경우는 표현방식이 선형중심이고 기존 도로설계 소프트웨어에서도 토공물량 산정 등을 위해 필요한 절도 및 성도와 같은 부분을 객체로 표현하고 있지 않아 토목분야로 확장된 IFC를 공정 및 공사비 관리 등에 활용하기 위해서는 도로를 객체화 할 수 있는 다양한 방법들의 추가 연구가 필요한 상황이다. 또한 본 논문에서는 시각적인 검증을 위해 형상정보 중심의 IFC 스키마 확장을 검토하였으나 향후 4D, 5D와 같은 부분에서 활용하기 위해서는 IFC 스키마 확장시 속성정보를 포함할 수 있도록 고려되어야 할 것이며 현재의 상용 3D 모델링 소프트웨어에서는 이러한 속성을 추가할 수 없기 때문에 Add-in 프로그램 개발을 통해 토목속성정보를 쉽게 추가할 수 있는 인터페이스 개발 등도 필요할 것으로 판단된다.

본 논문에서 제시한 도로와 구조물을 동시에 표현할 수 있는 IFC 변환기는 향후 도로분야 IFC의

시각적인 검증도구로 활용될 수 있을 것이라 판단된다. 또한 건축분야의 IFC 변환기는 다양하게 개발되고 있는 반면 토목분야의 IFC 변환기 개발에 대한 연구는 이루어지고 있지 않아 본 연구를 활용한 다양한 연구사례가 발표되길 기대한다.

감사의 글

본 연구는 한국건설기술연구원의 주요사업((13주요-임무) Infra BIM 정보모델 표준 및 검증 기술 개발)의 일환으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

References

1. Chae, K.S. and Lee, G., 2011, "A Study on the Problems and the Measurements for Improving Representations and Drafting Methods of Architectural Drawings by Adopting BIM", *Transactions of the Architectural Institute of Korea*, 27(10), pp.67-74.
2. Cho, H., Cho, Y.R., and Kim, H.S., 2011, Application of Construction Management Integrated System based on BIM in Civil Engineering Project, *Journal of Korea Society of Civil Engineers*, 59(2), pp.36-42.
3. Joo, J. S., Lee, G. I., Lim, D. H., Kim, I. Y., and Kim, M. S., 2011, Development of Analysis Program for Energy Performance of Office Building Using IFC Format, *Journal of Architectural Sustainable Environment and Building Systems*, 5(4), pp.194-200.
4. Jung, J.H., Kim, C.K., Lee, J.C., Kim, J.H. and Kim, M.S., 2012, Representation of Rebar Using IFC at Schematic Structural Design Stage, *Journal of Architectural Institute of Korea*, 28(1), pp.59-67.
5. KICT, 2013, *Development of Infra BIM Standard and Verification Technology*, Korea Institute of Construction Technology, pp.19-62.
6. Kim, I.H., 2006, Development of IFC Model Extension and Drawing Representation Expression System for nD Model-Based Transposition of Complex Engineering Products and Services, *Proceedings of the Society of CAD/CAM Engineers Conference*, 11(6), pp.393-402.
7. Moon, H.S. and Joo, K.B., 2013, Development of BIM Library for Civil Structures based on Standardized Shop Drawings, *Proceedings of the Society of CAD/CAM Engineers Conference*,

- pp.150-156.
8. Kang, T.U., Lee, J.W., Lee, W.S. and Choi, H.S., 2012, A Study on Civil BIM Description Neutral Library Development Direction for modeling the Construction Spatial Information, *Journal of Korean Society for GeoSpatial Information System*, pp.145-151.
 9. Lee, B.J., Lee, K.I., Jeong, I.Y. and Kim, M.S., 2011, Development of Sunshine Analysis Interface Module Using IFC(Industry Foundation Classes) File Format, *Journal of Architectural Sustainable Environment and Building Systems*, 5(3), pp.161-167.
 10. Lee, J.Y., Seo, M.R. and Son, B.S., 2009, A Study on the Exchange Method of Building Information Model between BIM Solutions using IFC File Format, *Journal of Architectural Institute of Korea*, 25(3), pp.29-38.
 11. Lim, J.I., Kim, J.W., Kwon, H.D., Yoon, S.W., Kwon, S.W. and Chin, S.Y., 2008, IIFC Test between Commercial 3D CAD Application Using IFC, *Journal of Construction Engineering and Management of Korea*, 9(3), pp.85-94.
 12. Min, B.G., Park, D.H., Jang, Y.G. and Kang, I.J., 2012, A Study on Standardization for Civil-BIM Construction of Harbor Structure based on Geo-Spatial Information Technique, *Journal of Korean Society for GeoSpatial Information System*, pp.83-90.
 13. Renaud, V., Christophe, N. and Christophe, C., 2009, IFC and Building Lifecycle Management, *Automation in Construction*, 18, pp.70-78.
 14. Tomaž, P. and Žiga, T., 2008, Interoperability in practice : Geometric Data Exchange using the IFC Standard, *ITcon*, 13, pp.362-380.
 15. Won, J.S., Lim, K.I. and Kim, S.S., 2006, Harmonization of IFC 3D Building Model Standards and ISO/STEP AP202 Drawing Standards for 2D Shape Data Representation. *Proceedings of the Society of CAD/CAM Engineers Conference*, pp.933-942.
 16. IFC 2x4, 2013, BuildingSmart International.



서 명 배

1999년 2월 조선대학교 전자계산학과(학사)
 2001년 2월 조선대학교 전자계산학과(이학석사)
 1999년~2002년 (주)사람과사람 그래픽소프트웨어 개발팀장
 2003년 2월~현재 한국건설기술연구원 ICT융합연구실연구원
 관심분야: CALS, BIM, 3D 프린터, 영상처리



주 기 범

1992년 2월 단국대학교 건축공학과(공학사)
 1997년 9월 단국대학교 건축공학과(공학석사)
 1992년 7월~현재 한국건설기술연구원 ICT융합연구실연구위원
 관심분야: BIM, 유지관리, CALS