선형중심 객체 관리를 위한 확장된 IFC 기반 철도 궤도부 정보모델링 방안

권태호¹ · 박상일¹ · 서경완¹ · 이상호^{1*}

¹연세대학교 토목환경공학과

The Information Modeling Method based on Extended IFC for Alignment-based Objects of Railway Track

Tae Ho Kwon¹, Sang I. Park¹, Kyung-Wan Seo¹ and Sang-Ho Lee^{1*}

¹School of Civil & Environmental Engineering, Yonsei Univ., Seoul, 03722, Korea

Abstract

An Industry Foundation Classes(IFC), which is a data schema developed focusing on architecture, is being expanded to civil engineering structures. However, it is difficult to create an information model based on extended IFC since the BIM software cannot provide support functions. To manage a railway track based on the extended IFC, this paper proposed a method to create an alignment-centered separated railway track model and convert it to an extended IFC-based information model. First, railway track elements have been classified into continuous and discontinuous structures. The continuous structures were created by an alignment-based software, and discontinuous structures were created as independent objects through linkage of the discretized alignment. Second, a classification system and extended IFC schema for railway track have been proposed. Finally, the semantic information was identified by using the property of classification code and user interface. The availability of the methods was verified by developing an extended IFC-based information model of the Osong railway site.

Keywords : building information modeling(BIM), industry foundation classes(IFC), railway track, IFC extension

1. 서론

최근 건축, 엔지니어링 및 건설 산업에서는 참여자들의 협업, 손실없는 효율적인 정보관리, 건설 과정의 예상 문제점 확인 등을 통해 산업 효율성을 향상하기 위하여 Building Information Modeling(BIM)을 적용하기 위한 노력이 진행되고 있다. 미국, 싱가포르 등의 국가에서는 일정 규모 이상의 대형 건설프로젝트에 BIM 적용을 의무화하고 있으며, 국내에서도 2020년까지 300억 이상의 프로젝트에 BIM 적용을 의무화하기 위한 지침서가 발표되었다(Public Procurement Service, 2016).

장기간의 생애주기 동안 많은 관계자가 참여하는 건설 프로젝트는 필연적으로 다양하고 방대한 정보들을 발생시키는데

이를 관리하기 위해서는 참여자들의 공통의 이해를 바탕으로 한 신뢰도 있는 정보 표현방식 즉, 데이터 표준이 필요하다. Industry Foundation Classes(IFC)(ISO-TC184/SC4, 2013)는 BIM을 위한 데이터 표준으로 buildingSMART International의 Model Support Group(MSG)이 주관하여 개발된 개념적 모델로서 개방형을 지향함으로써 상호 운용성을 확보하는 것을 목표로 하고 있다. 그러나 지금까지 IFC는 건축물을 대상으로 발전해 왔으며, 최근 발표된 IFC4Add2에서 토목 정보 요소를 포함시켰으나, 일부 요소에 국한되어 있기 때문에 토목구조물의 의미 정보를 표현하기에 적합하지 않다. 이에 따라 도로, 철도, 터널 등 토목구조물에 IFC 스키마를 적용하기 위한 IFC 요소를 확장하려는 시도가 늘어나고 있다(Lee and Kim, 2011; CRBIM, 2015; Lee *et al.*,

* Corresponding author:

Tel: +82-2-2123-2808; E-mail: lee@yonsei.ac.kr

Received October 11 2018; Revised October 22 2018;

Accepted October 23 2018

©2018 by Computational Structural Engineering Institute of Korea

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

2016). 그러나 확장 IFC 기반 정보모델 생성과정에서 확장 IFC 기반의 3차원 선형기반의 토목구조물의 정보모델을 생성하는 방법이 정립하지 않아 어려움이 있다. Lee 등(2013)은 기존 IFC 요소를 유지하면서 토목구조물의 정보모델을 생성하는 방법론을 제시하였고, Lee 등(2017)은 요소모델의 물리적, 공간적 정보를 user-defined property set에 입력하여 기존 IFC 기반의 모델을 확장 IFC 기반의 모델로 변환하는 방법론을 제시하였다. 이러한 방식은 사용자가 IFC 모델을 직접 변환하기 때문에 사용자의 많은 시간과 높은 숙련도가 요구된다. Zhou 등(2018)은 실드터널의 단면 세그먼트(segment)를 표현하기 위하여 형상을 만드는 방법론을 제시하였고, 확장 IFC 기반의 정보모델을 생성하였다. 이러한 방식은 기존 BIM 소프트웨어를 그대로 사용할 수 없어 모델 생성과정에서 어려움이 있다.

따라서 본 연구에서는 기존 소프트웨어를 활용하여 3차원 선형을 중심으로 건설되는 철도 궤도부의 요소모델을 생성하는 알고리즘을 제안하였고, 표준 형식을 통해 공간적, 물리적 정보를 표현하기 위하여 확장 IFC 기반의 정보모델을 생성하는 방법론을 제시하였다. 이를 위하여 철도 궤도부의 요소를 연속 구조물과 비연속 구조물로 분류하고, 선형정보 연계를 통해 모델을 생성하였으며, 기존 IFC 기반으로 궤도분야의 물리적, 공간적 요소를 확장하고, 이를 라이브러리로 생성하여 정보모델 생성과정에서 활용하였다.

2. 기존 소프트웨어를 활용한 철도 궤도부 모델 생성

철도인프라 시설물은 건설 계획 과정을 통해 최적화된 수평 선형과 수직선형의 결합인 3차원 선형에 기반을 둔 구성요소의 나열로 표현할 수 있다. 수평선형에는 원곡선과 3차 곡선, 클로 소이드 등의 완화곡선이 활용되고, 수직선형은 종곡선을 활용하여 생성된다. 이러한 3차원 선형에 따라 배치되는 방식을 기준으로, 철도 궤도부 요소는 연속 구조물과 비연속 구조물로 분류할 수 있다. 연속 구조물은 레일, 도상과 같이 철도선형에 따라 Sweep solid 방식으로 생성되는 요소를 의미하고, 비연속 구조물은 침목, 이음부와 같이 선형에 따라 특정한 간격으로 배치되는 요소를 의미한다. 배치가 완료된 구조물들은 선형기반 구조물의 특징인 캔트를 표현하기 위해 전자는 선형을 따라 형상이 변화되고, 후자는 선형과 수직방향을 기준으로 단일 값으로 회전된다. 이때, 다른 방식으로 생성된 구조물들이 맞닿을 수 있도록 캔트정보를 공유하도록 하는 제한조건이 필수적이다.

기존 BIM Authoring Tool(BAT)은 건물의 층에 대한 정보를 다루기 위한 높이를 기준으로 표현하는 형태로 개발되어 수평, 수직 방향으로 변동되는 3차원 선형과 이를 반영하는 연속 구조물을 생성하기는 어려우나 건축물의 벽체, 기둥,

보와 같은 비연속 구조물의 모델링은 용이하다. 따라서 BAT를 통해 3차원 선형을 기준으로 배치되는 철도인프라 구조물의 표현하기 위해서는 모델러 개인의 경험과 노하우에 의지할 수밖에 없으며 많은 시간이 소비된다.

선형기반 모델링 소프트웨어 툴(alignment-centered modeling tools, AMT)은 3차원 선형을 따라 특정 간격으로 표준횡단을 배치한 후, 횡단 형상점을 연결하는 방식으로 선형기반 모델을 생성한다. 이 방식에서는 선형을 따르는 연속 구조물의 표현에는 유리하나 비연속 구조물이 연속 구조물과 같이 연결된 방식으로 표현되는 한계가 있다. 따라서 선형 소프트웨어를 통해 생성된 궤도 모델에서는 침목과 같은 비연속 구조물을 구분할 수 없기 때문에 부재의 종류에 따른 물량의 산출이나 비연속 구조물에 대한 정보관리가 불가능하다.

이에 본 연구에서는 연속 구조물과 비연속 구조물이 통합된 궤도부 모델 생성을 위하여 Fig. 1과 같이 AMT와 BAT를 연계한 모델링 프로세스를 제안하였다. BIM의 개념에 맞는 정보모델 생성을 위하여 AMT와 BAT 두 가지 모델링 소프트웨어를 사용하였으며, 연속 구조물은 AMT에서 재생성된 3차원 선형을 기준으로 표준횡단을 지정하고, 선형에 따라 표준횡단을 배치하고, 횡단점을 연결하여 연속 구조물을 생성하였다. 궤도 모델의 통합을 위하여 연속 구조물을 Solid로 변환하고, 이를 BAT에 전달하였다. 비연속 구조물은 AMT에서 생성한 연속 구조물과 선형정보를 연계하여 BAT에서 파라메트릭 모델링 방법을 이용하여 표현될 수 있다(Kwon *et al.*, 2017). 파라메트릭 모델링은 정보를 변수로 설정하고 변수간의 관계를 형성하여 사용자가 목적에 맞는 모델을 생성하는 방법이다. BAT에서 파라메트릭 모델링을 통해 비연속 구조물을 생성하기 위해 구조물의 배열과 관련된 정보가 BAT에 입력되어야 한다. 층을 중심으로 개발된 BAT에서 3차원 철도선형은 표현이 불가능하기

Fig. 1 Modeling process for track structure

철도 궤도부 정보모델에 적용하기 위한 스키마는 Lee 등 (2016)의 연구를 바탕으로 CRBIM(2015) 및 한국철도시설공단 분류체계(2015)를 참고하여 확장하였다. Fig. 2는 확장 IFC에 대한 EXPRESS를 그림으로 표현하는 EXPRESS-G를 활용하여 나타낸 것이다. 확장 IFC 요소는 크게 궤도요소의 정보를 가지고 있는 물리적 요소와 궤도요소가 포함된 공간에 대한 정보를 포함하고 있는 공간적 정보로 구분할 수 있다. 물리적 요소는 IFC4에서 토목요소 확장을 위해 생성해둔 *IfcCivilElement* 하위에 *IfcTrackElement*로 표현하였으며, 공간적 요소는 *IfcCivilSpatialStructureElement* 하위의 *IfcTrackStructureElement*로 표현하였다. 세부적으로 물리적 요소에는 *IfcTrackFastening*, *IfcTrackBallast*, *IfcTrackSleeper*, *IfcTrackTurnout*, *IfcTrackRail*를 포함시켰다. 각 요소들은 궤도의 필수요소인 체결부, 도상, 침목, 분기부, 레일을 의미한다. 확장된 물리적 요소는 재질을 표현하는 속성인 *PredefinedType*와 형태를 표현하는 속성인 *FunctionType*을 요소내의 속성(attribute)으로 추가하였다. 공간요소에는 전체 구간을 표현하는 *IfcTrack*, 일부 구간을 표현하는 *IfcTrackPart*로 구분하여 확장하였다. 철도 궤도부의 설계정보 중 사용목적, 궤간, 슬랙은 단일 물리적 요소에서 표현하기 부적합하여 공간정보인 *IfcTrackPart*내의 속성으로 *PredefinedType*, *TrackGauge*, *Slack*을 추가하였다.

3.2 BIM 소프트웨어를 활용한 확장 IFC 기반의 궤도부 정보모델 생성

확장 IFC를 기반으로 IPF(IFC physical file) 형태의 .ifc 파일을 생성하는 과정에 있어서 중요하게 고려해야 하는 사항은 AMT와 BAT에서 각각 생성된 모델 객체의 공간적 개념을 반영한 모델 통합에 있다. 이에 따라 본 연구에서는 통합된

모델을 관리하는 BAT 환경에서 확장 IFC 기반 정보모델을 생성할 수 있는 export 모듈을 개발하였다. Export 모듈은 크게 BAT에서 형상 및 속성 정보를 추출하고 객체 배치를 위한 좌표변환 정보를 획득하는 과정과 이를 관리하는 외부 참조 파일을 생성하는 과정, 그리고 외부 참조 파일을 통해 확장 IFC 기반의 IPF 파일을 생성하는 과정으로 구분할 수 있다 (Fig. 3 참조).

본 연구에서는 BAT로 Autodesk Revit을 사용했으며, Revit의 Application Programming Interface(API)를 통해 궤도부 모델이 포함하고 있는 객체 식별자, 형상 및 그 객체가 포함하고 있는 속성을 추출하여 외부 참조파일에 저장하였다. 외부 참조파일은 계층정보를 포함할 수 있도록 하기 위해 XML 파일을 활용하였다. 외부 참조파일은 모델의 각 객체 단위 요소(element)를 생성하였으며, 이 요소는 계층정보와 함께 객체의 속성과 IPF 파일 생성 시 활용하기 위한 적절한 확장 IFC 요소의 정보도 포함하고 있다. 적절한 IFC 요소는 1) 전술한 바와 같이 모델 객체가 포함하고 있는 속성(분류체계 번호)에 기반하여 자동으로 매핑하는 방법과, 2) 사용자 인터페이스(user-interface, UI)에서 end-user가 직접 적절한 IFC 요소를 선택하는, 두 가지의 방법을 활용하였다(Fig. 4 참조). 형상 생성을 위한 추출정보는 솔리드 객체의 삼각화(tessellation)를 통해 이를 구성하고 있는 면의 식별자 및 면을 구성하고 있는 점의 기하학 정보를 대상으로 하였다. IPF 생성 모듈은 STEP Tools(TM)의 ST-Developer를 활용하여 컴파일한 클래스 라이브러리를 통해 개발하였다. 전술한 확장 IFC에 대한 EXPRESS 코드를 ST-Developer를 통해 Java 클래스 라이브러리로 생성하고, IKVM.NET을 통해 Revit API와 동일한 C# 클래스 라이브러리로 변환하였다. 이때의 입력 파일은 이전과정에서 생성한 외부 참조파일이며, 외부 참조파일의 하나의 요소가 확장 IFC의 하나의 요소로 생성된다. IFC

Fig. 3 Extended IFC-based information modeling process of the railway tracks using BIM tool

Fig. 4 User-Interface to manage the model object of spatial, physical, and hierarchical information

요소 간의 관계는 외부 참조파일의 계층정보를 활용하였는데, 동일 계층의 공간요소와 공간요소의 연결은 *IfcRelAggregates*, 공간요소와 그 공간요소가 포함하고 있는 물리요소와의 연결은 *IfcRelContainedInSpatialStructure*, 공간 또는 물리요소와 그 요소가 포함하고 있는 속성과의 연결은 *IfcRelDefinesBy Properties* 요소를 통해 연결될 수 있도록 하였다.

4. 확장 IFC 기반의 정보모델 생성방법 적용을 통한 활용성 검토

본 연구에서는 확장 IFC 기반의 철도 레도부 정보모델 생성을 위한 2개의 방법론을 제시하였다. 2장에서 제시한 기존 소프트웨어 연계를 통한 철도 레도부 정보모델 생성방법과, 3장에서 제시한 생성된 정보모델을 확장 IFC 기반의 철도 레도부 정보모델로 변환하는 방법이다. 제시된 방법론들을 적용하여 실제 철도 레도부의 설계문서를 바탕으로 확장 IFC 기반 정보모델을 생성하였다. 대상 시설물은 한국철도시설공단 주관으로 실제 시공과정에 있는 충청북도 오송군에 위치한 철도중합시험선로를 선정하였다. 정보모델 생성 범위는 총 12.989km의 구간 중, 완화곡선과 곡선구간을 포함하는 9km에서 11km사이로 선정하였다. 사용한 소프트웨어는 Autodesk사의 Revit과 Civil3D를 BAT와 AMT로 활용하였으며, 2장에서 제시한 모델링 방법론을 적용하기 위하여 Autodesk사의 Dynamo Studio를 활용

하였다. Dynamo Studio는 Python 언어를 기반으로 변수를 포함하는 다이어그램을 생성하여 사용자가 원하는 결과를 도출하고, Revit의 API에 접근하여 모델에 반영할 수 있는 Visual Programming Environment를 제공하는 툴이다. IPF의 생성은 3.2절에서 서술한 개발 모듈을 활용하였다.

Fig. 5는 2장에서 제시한 방법을 활용하여 Civil 3D에서 생성한 도상, 레일 모델을 Revit에서 생성한 침목모델과 통합한 모델이다. 선형모델은 선형정보와 설계도면을 참조하여 원곡선과 완화곡선을 포함하도록 2km의 길이로 생성되었다. 설계문서를 참고하여 표준형단을 생성하였으며, 이를 선형모델에 따라 배치하고 각 형상점을 연결하여 연속 구조물을 생성하였다. Revit에 선형 정보를 연계하기 위하여 생성된 선형을 1m 간격으로 이산화하여 2,001개의 3차원 점 데이터를 생성하였다. 생성된 점 데이터를 기반으로 Revit에서 선형을 재생성하였으며, Dynamo를 통하여 2장의 방법론을 구현하여 3,400개의 침목의 위치점을 생성하였다. 침목 객체는 같은 형상으로 배치되기 때문에 미리 생성된 형상 라이브러리를 사용하였다. 침목의 위치점과 선형정보를 이용하여 캔트를 포함한 침목의 회전변수를 계산하였다. 침목의 'Dimensions' 속성정보에 회전변수인 θ_x (x-angle), θ_y (y-angle), θ_z (z-angle)이 -0.218° , 13.493° , 122.627° 로 계산되어 있는 것을 확인할 수 있다 (Fig. 5(a) 참조).

3장에서 제시한 방법론을 통해 확장 IFC 기반의 정보모델을

Fig. 5 Integrated information model and properties of railway track

Table 2 IPF of extended IFC-based sleeper model

Object	IFC model data
Sleeper-1	<pre> ... #10=IFCTRACK('g12xD33Df00SMcfMeXQIPA',\$,'Track_9-11km','',\$,\$,\$,\$,\$.COMPLEX.); #11=IFCRELCONTAINEDINSPATIALSTRUCTURE('8UBCh9ZZt06yQPuB+G0IRg',#1419392, 'Station1',\$,(#566038,#566039,#1419393,#1419394,#2195945,...),#2199347); #542169=IFCRELDEFINESBYPROPERTIES('0Q7TgGNB2EaeJtOwGdmgcA',#1419392,\$,\$, (#2195945),#2172077); #870442=IFCPRODUCTDEFINITIONSHAPE(\$,\$,(#873856)); #2172039=IFCRELAGGREGATES('IEfakPELQkqvscvYEO+o/A',#1419392,'Site',\$,#2172046,(#10)); #2172040=IFCRELAGGREGATES('15ps4odFwkOz2oxFRsAuzg',#1419392,'Track_9-11km',\$, #10,(#2199347,#2199348,#2199349)); #2172046=IFCSITE('LF48Xx6oO0+esS//+ImT0Q',#1419392,'Site','',\$,#566044,\$,\$,\$, (42,21,31,181945),(-71,-3,-24,-263305),0.0,\$,\$); #2172077=IFCPROPERTYSET('YeN0EY8yQE+pZX0Z03P0uQ',#1419392, 'Identity Data (Type)',\$(... #2199439,#2199440,#2199441)); #2195945=IFCTRACKSLEEPER('PzotOBByD02TLa4nPuk3wA',#1419392,'sleeper','',\$, #566044,#870442,\$,\$.CONSLEEPER...MONOBLOCK.); #2199347=IFCTRACKPART('WSunyNlgV0mnF8dyoJ6mVg',\$,'Station1','',\$,\$,\$,\$.MAINTRACK,1435,0.0); #2199440=IFCPROPERTYSINGLEVALUE('TechnicalStandard',\$,IFCTEXT('KS'),\$); ... </pre>

생성하는 과정에서 객체의 식별을 위하여 '시설물분류체계 (PBS)'라는 속성정보를 추가로 생성하였으며, 분류코드를 참고하여 침목은 분류코드 'BA202'를 추가하였고, 도상 및 레일은 'BA301', 'BA101'를 추가하였다(Fig. 5(b) 참조). 공간정보는 *IfcSite* 하위에 *IfcTrack* 요소로 'Track_9-11km'을 생성하였고, 목적을 기준으로 'Track_9-11' 하위에 *IfcTrackPart* 요소로 토공구간인 'Station1'과 'Station3', 교량구간인 'Station2'를 생성하였다. 또한 3.2절에서 개발된 모듈을 활용하여 확장 IFC 요소의 속성정보들을 정의하였다. 예를 들어, 침목을 표현하는 *IfcTrackSleeper*내의 속성인 *PredefinedType*와 *FunctionType*을 각각 CONSLEEPER, MONOB-

LOCK으로 정의하였으며, *IfcTrackPart*내의 속성정보인 Pre-definedType, TrackGauge, Slack을 각각 MAINTRACK, 1435, 0으로 정의하였다. 확장 IFC 요소의 속성에 포함되지 않는 설계정보는 Property를 추가하여 표현하였다. 예를 들어 침목 모델에 설계기준을 표현하는 'TechnicalStandard'를 추가하였고 값은 'KS'로 설정하였다(Fig. 5(c) 참조). Table 2는 3장의 방법론을 이용하여 확장 IFC 기반으로 생성된 모델의 일부를 나타낸다.

‘Sleeper-1’ 객체의 경우, 물리적 정보는 *IfcTrackSleeper* (#2195945)를 통하여 표현되며, 전술한 대로 물리적 요소내의 속성인 *PredefinedType*과 *FunctionType*은 CONSLEE-

Fig. 6 IFC4-based model in solibri model checker

PER, MONOBLOCK로 정의되어 있음을 확인할 수 있다. 'Sleeper-1'의 형상정보는 *IfcProductDefinitionShape*(#870442)를 통하여 표현된다. 또한, *IfcTrackSleeper*(#2195945)은 *IfcRelContainedInSpatialStructure*(#11)을 통하여 'Station1'을 표현하는 *IfcTrackPart*(#2199347)와 결합된다. 이때, 전술한 대로 'Station1'의 공간적 요소내의 속성인 *PredefinedType*, *TrackGauge*, *Slack*이 MAINTRACK, 1435, 0.0으로 정의되어 있음을 확인할 수 있다. 'Station1'를 표현하는 #2199347은 *IfcRelAggregates*(#2172040)을 통하여 'Track_9-11km'를 표현하는 *IfcTrack*(#10)과 결합되며, 또한 'Track_9-11km'는 정보모델의 전체 공간을 표현하는 *IfcSite*(#2172046)와 *IfcRelAggregates*(#2172039)를 통해 결합된다. 모델링 과정에서 추가된 'Identity Data(Type)'는 *IfcPropertySet*(#2172077)으로 표현되며 *IfcRelDefinesByProperties*(#542169)를 통하여 *IfcTrackSleeper*(#2195945)와 결합된다. 속성세트인 'Identity Data(Type)'은 속성인 'TechnicalStandard'을 표현하는 *IfcPropertySingleValue*(#2199440)와 연결되고, 값은 'KS'임을 확인할 수 있다. 생성한 확장 IFC 기반의 철도 궤도부 IPF의 syntax 및 확장 개발한 EXPRESS와의 적합성은 ST-Developer에서 제공하는 Generic AP Checker를 통해 오류가 없음을 확인하였다.

Fig. 6은 생성된 확장 IFC 기반의 모델을 변환하여 Solibri Model Checker에서 표현된 철도 궤도부의 형상정보와 Sleeper-1의 속성정보이다. 기존 소프트웨어에서는 확장 IFC 기반의 모델을 입력할 수 없기 때문에 물리적 요소는 *IfcBuild-*

*ingElementProxy*로 변환하였고, 공간적 요소는 *IfcBuilding*, *IfcBuildingStory*로 변환하였다. 전술한 대로 공간정보인 'Track_9-11km'하위에 'Station1', 'Station2', 'Station3'가 포함된 것을 확인할 수 있다. 또한 Property를 이용하여 표현된 'TechnicalStandard'의 값인 'KS'가 표현되어 있는 것을 볼 수 있다. 그러나 철도 궤도부요소의 의미정보를 식별할 수 없고, 확장 IFC 요소인 *IfcTrackSleeper*에 종속된 속성정보인 *PredefinedType*, *FunctionType*는 기존 IFC에서는 표현하기 불가능하기 때문에 정보가 손실되는 것을 확인할 수 있다.

5. 결 론

본 연구에서는 3차원 선형을 중심으로 생성되는 철도 궤도부의 정보관리에 BIM을 적용하기 위하여 소프트웨어간의 정보연계를 통한 요소모델을 생성 방안을 제시하고 이를 확장 IFC 기반의 정보모델로 변환하는 방안을 제시하였다. 이를 위하여 첫째, 이산화된 선형정보 연계를 통하여 캔트가 반영된 연속 구조물과 비연속 구조물 모델을 생성하였다. 둘째, 요소별 분류체계를 생성하고 철도 궤도부를 표현하기 위한 분류체계와 IFC 스키마를 확장하였다. 셋째, 분류체계 코드를 식별자로 확장 IFC 요소와 매핑하였으며, 확장 IFC 라이브러리를 통하여 하여 IFC 모델을 생성하는 방법론을 제시하였다. 이를 실제 철도 궤도부 설계정보에 적용하여 확장 IFC 기반의 정보모델 생성이 가능함을 확인하였다.

토목시설물의 생애주기에서 생성되는 정보를 관리하기 위해서는 요소가 독립적으로 표현되어 관리할 수 있는 정보모델이 필요하다. 서로 다른 토목시설물의 요소모델을 단일 소프트웨어에서 생성하기에는 어려움이 있어, 다수의 모델링 소프트웨어를 사용하여 표현하고 통합하는데, 이때 소프트웨어간의 상호운용성을 확보하여야 한다. 이를 위해 IFC 스키마를 활용하면 복수의 소프트웨어를 활용하기 위한 상호운용성을 확보할 수 있다. 그러나 토목구조물에 대한 항목이 부족하여 IFC 스키마 확장이 불가피하다. 본 연구에서 제시한 방법론은 기존 소프트웨어들의 기능을 활용할 수 있고 선형정보 연계를 통해 캔트가 반영된 철도 궤도부의 정보모델을 생성하고 이를 확장된 스키마 기반의 정보모델로 변환할 수 있기 때문에 도로 등 다른 선형 기반 토목구조물의 정보모델 생성과정에서도 효과적으로 활용할 수 있는 방안이 될 것이라고 기대된다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 철도기술연구사업의 연구비지원(18RTRP-B104237-04)에 의해 수행되었습니다.

References

- China Railway BIM Alliance (CRBIM) (2015) *Railway BIM Data Standard Version 1.0, China Railway BIM Alliance.*
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K. (2008) *BIM handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*, John Wiley and Sons, Hoboken, NJ.
- ISO-TC184/SC4 (2004) *ISO 10303-11: 2004 Industrial Automation Systems and Integration - Product Data Representation and Exchange - Part 11: Description Methods: The EXPRESS Language Reference Manual.*
- ISO-TC184/SC4 (2013) *ISO 16739:2013 Industry Foundation Classes (IFC) for Data Sharing in the Construction and Facility Management Industries.*
- Korea Rail Network Authority (2015) *Procedures of Project Management for Railway.*
- Kwon, T.H., Park, S.I., Shin, M.H., Lee, S.-H. (2017) Information Modeling of Railway Track using Information Linkage of Railway Alignment and Alignment-based Objects, *J. Comput. Struct. Eng. Inst. Korea*, 30(6), pp.507~514.
- Lee, S.-H., Kim, B.G. (2011) IFC Extension for Road Structures and Digital Modeling, *Proc. Eng.*, 14, pp.1037~1042.
- Lee, S.-H., Park, S.I., Park, J. (2013) BIM and Its Application to Civil Engineering: How to Overcome the Limitations of Current BIM Technologies, *Civil Engineering Conference in Asia Region: Embracing the Future through Sustainability*, Jakarta, Indonesia, pp.K42~K55.
- Lee, S.-H., Park, S.I., Park, J. (2016) Development of an IFC-based Data Schema for the Design Information Representation of the NATM Tunnel, *KSCE J. Civil Eng.*, 20(6), pp.2112~2123.
- Lee, S.-H., Park, S.I., Kwon, T.H., Seo, K.-W. (2017) Civil Infrastructure Information Modeling Method based on Extended IFC Entities using BIM Authoring Software, *J. Comput. Struct. Eng. Inst. Korea*, 30(1), pp.77~86.
- Public Procurement Service (2016) *Basic BIM Guide for Facility Version 1.31.*
- Zhou, Y., Wang, Y., Ding, L., Love, P.E. (2018) Utilizing IFC for Shield Segment Assembly in Underground Tunneling, *Autom. Constr.*, 93, pp.178~191.

요 지

건축물을 중심으로 개발된 데이터 스키마인 Industry Foundation Class(IFC)를 토목구조물에 적용하기 위하여 IFC 요소를 확장하는 노력이 진행되고 있지만, BIM소프트웨어에서 확장 IFC 기반의 정보모델을 생성하는 방법이 충분하지 않아 어려움이 따른다. 본 연구에서는 정보관리가 가능한 확장 IFC 기반의 철도 궤도부 정보모델을 생성하기 위하여 독립적인 선형중심의 철도 궤도부 요소모델을 생성하고, 생성된 모델을 기반으로 확장 IFC 기반의 모델을 생성하는 방법론을 제시하였다. 이를 위하여 첫째, 철도 궤도부 요소를 연속적 구조물과 비연속적 구조물로 분류하였다. 연속적 구조물은 선형 기반 소프트웨어에서 생성하였고 이산화된 선형정보 연계를 통해 비연속 구조물을 독립적인 객체로 생성하고 이들을 통합하여 철도 궤도부 정보모델을 생성하였다. 둘째, 철도 궤도부의 정보관리를 위한 분류체계 및 확장 IFC 스키마를 제시하였다. 마지막으로 속성정보와 User-interface를 활용하여 객체의 의미정보를 식별하여 확장 IFC 요소와 매핑하였다. 제시한 방법론을 통하여 오송 철도중합시험선로를 대상으로 정보관리가 가능한 확장 IFC 기반의 정보모델을 생성됨을 확인하고 실용성을 검증하였다.

핵심용어 : building information modeling(BIM), industry foundation classes(IFC), 철도 궤도부, IFC 확장