상호운용성 확보를 위한 IFC 기반의 터널 계측 정보 모델링

IFC-based Interperable information modeling of tunnel monitoring

안현정* · 이진훈** · 김효진*** · 이상호****

An, Hyun Jung · Yi, Jin Hoon · Kim, Hyo-Jin · Lee Sang-Ho

Abstract

This study presents an IFC-based information model for standardized and integrated information management system of tunnel monitoring. Information items of tunnel monitoring were extracted from the Tunnel Design Standard of Ministry of Construction and Transportation. Then, the information items were compared with components of IFC 2x Edition3 model. Two main entities are added into the IFC model for generic representing of monitoring devices and data. IfcMonitoringElement which is composed of IfcMonitoringLogger and IfcMonitorinSensor is proposed to represent physical information of data loggers and sensors, and relationship between data logger and sensors. Besides, as an additional resource of IFC model, IfcMonitoringData is provided to express measured data from sensors and warning histories.

key words : Tunnel, Monitoring, Safety management, Information model, IFC

1. 서 론

사회기반시설물의 생애주기 중 경제적, 시간적으로 많은 관심과 주의를 요하는 단계는 공용단계이다. 그러나 공용단계에서의 유지관리 부주의 속에 붕괴사고 등과 같은 크고 작은 재난이 발생하고 있다. 특히 터널은 사고 발생 시 그 피해 규모가 큼에도 불구하고 완공 후에 위험 요소가 감소하고 환경변화가 적은 지중에 건설되므로 타 구조물에 비해 유지관리에 대한 인식이 부족하다. 이에 대해 국내에서는 우종태와 이송(2002)이 터널의 유지관리 계측 실태를 분석하고 유지관리 시스템 구축 방안에 대한 연구를 하였으며, 한국건설기술연구원(2004)에서는 터널 재해 예방 계측 기술을 개발 하였다. 그러나 개별적으로 구축된 시스템들은 상호간 데이터 교환의 문제를 안고 있다. 잘 구축된 시스템과 그로부터 측적된 정보는 긴급하고 위험한 상황에 대한 즉각적이고 정확한 의사결정 및 대처에 결정적인 역할을 하게 되므로 시스템에서 발생하는 정보의 효율적인 공유 및 상호교환을 위한 정보 체계가 필요하다.

이와 같은 상호 정보 호환성을 증대하기 위한 정보모델 개발이 건설 분야에서 활발히 이루어지고 있다. Lee and Jeong(2003)은 국제 표준인 ISO(STandard Exchange of Product Model Data) AP203과 209를 이용한 교량에 대한 형상정보, 물성정보, 구조해석 정보 등을 표현하여 교량에 대한 정보모델을 제시하였고, 박재남 등(2007)은 국제 표준인 IFC(Industry Foundation Classes)를 이용하여 터널의 설계정보를 표현한 정보모델을 제시하였다. IAI에서 개발되고 있는 IFC는 건축 구조물을 중심으로 활용되고 있는 산업표준으로 ISO/STEP 기준과 함께 공식적인 표준으로 자리 잡고 있지만 현재까지는 건축물인 빌딩을 중심으로 개발되어 왔다. 그러나 토목 분야의 적용은 아직 미흡한 실정이고, 토목 시설물 뿐 만 아니라 빌딩 구조물에 대한 유지관리 분야의 적용이 이루어지지 않고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 터널의 생애주기 동안 관련된 다양한 참여주체들이 계측정보를 상호운용 할 수 있도록 하기 위해 국제표준인 IFC를 사용하여 터널의 계측 정보 정보모델을 제시하고자 한다.

* 비회원 · 연세대학교 사회환경시스템공학부 토목환경공학전공 · 석사과정 · E-mail: ahj38@csem.yonsei.ac.kr
** 학생회원 · 연세대학교 사회환경시스템공학부 토목환경공학전공 · 석사과정
*** 정회원 · 연세대학교 사회환경시스템공학부 토목환경공학전공 · 연구교수
**** 정회원 · 연세대학교 사회환경시스템공학부 토목환경공학전공 · 정교수

2. 터널의 안전관리 계측 항목 및 IFC 모델의 적용성 검토

건설분야 표준인 IFC 모델을 이용하여 터널의 안전관리 정보를 다루기 위해서는 우선 터널의 유지관리를 위한 계측 항목과 IFC 모델과의 비교분석이 필요하다. 따라서 건설교통부제정 터널설계기준(1999)에서 9.3계측 절에 대한 분석을 하였으며, IFC 로의 적용 가능성 검토를 위하여 IFC의 기본 구조에 대해 분석하였다.

2.1 터널 구조물 계측 항목의 분석

대한터널협회에서 발간한 건설교통부제정 터널설계기준(1999)에 따르면 터널의 안전관리를 위한 계측은 계측항목, 계측위치, 배치간격, 계측기기의 선정과 설치시기, 측정 빈도, 결과 정리 및 분석 방안이 제시되어야 하며, 계측 항목은 표1 같다. 계측은 일상적인 시공관리를 위한 일상계측과 지반거동의 정밀분석을 위한 정밀계측으로 구분된다. 일상적인 계측은 일상적인 시공관리상 반드시 실시해야 할 항목을 말하며 정밀계측은 지반조건 또는 주변 여건에 따라 정밀한 지반 및 구조물의 거동을 관찰 할 목적으로 일상계측에 추가하여 선정하는 항목이다. 계측 항목은 터널의 용도, 규모, 지반조건, 주변 환경, 시공 방법 등을 고려하여 터널의 굴착에 따른 지반 및 주변 구조물의 거동을 파악하고 각종 지보재의 효과를 확인하는 데 적합하도록 선정하여야 하며, 계측위치 및 배치간격은 터널의 규모, 지반조건, 시공방법 등을 고려하여 계측 목적에 부합되어야 하며 각 계측 항목 사이의 상호 관련성을 파악 할 수 있어야한다. 또한 계측기기의 선정을 위해서 설계자는 터널 안정관리상 요구되는 기기의 정도와 내구연한을 제시하여야 한다.

표 1. 터널 구조물 유지관리 계측 항목

계측항목	
일상계측	터널내 관찰조사
	내공변위
	천단침하
	지표침하
정밀계측	지중변위
	록볼트 축력
	숏크리트 응력
	지중침하

2.2 기존 IFC 모델의 터널 안전관리에 대한 적용성 검토

그림 1 은 IFC 2X Edition3 모델의 기본 구조이다. 점선안의 역T자 모양의 Platform 부분은 ISO/PAS 16739로 승인받은 부분으로서 국제표준인 IFC의 2X 버전이 유지동안 안정적이고 변하지 않는 부분이며 하위버전과 호환성을 유지하게 된다. 플랫폼은 커널(kernel), 재질, 특성자원, 세부적인 건물요소 등을 포함한다.

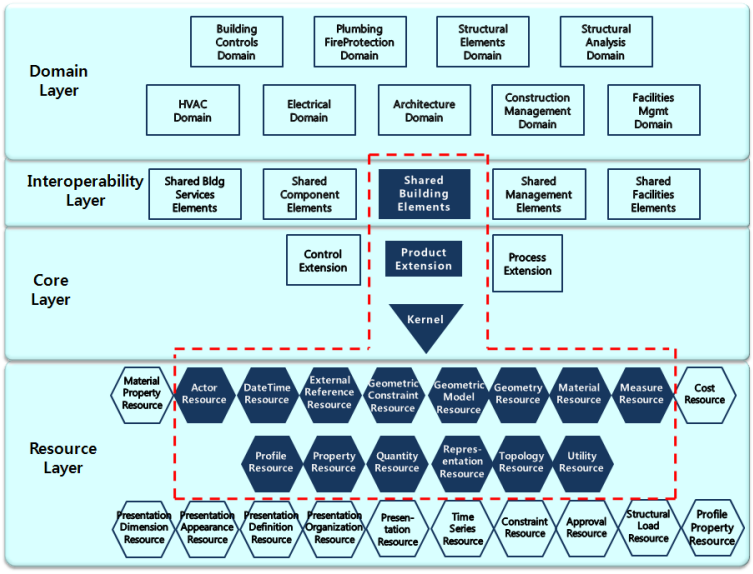

그림 1. IFC 2X3의 기본구조

그림 1에서 보는 것과 같이 현재 IFC에는 유지관리에 대한 항목이 존재하지 않고 있다. HVAC Domain, Facilities Domain, Construction Domain과 Plumbing Fire Protection Domain에서 일부 유사성을 찾을 수는

있으나 현재 터널의 유지관리를 위한 계측 시스템과 비교 했을 경우 상이하기 때문에 적용하기에는 무리가 있다. 따라서 터널의 안전관리를 위한 IFC 모델의 새로운 항목 추가가 필요하다.

3. 터널 안전관리를 위한 IFC 모델 개발

터널의 계측을 위한 센서 및 로거의 정보를 담기위해서 기존의 IFC 구조에 IfcProduct의 하위타입인 IfcElement의 하부타입으로 터널 안전관리 항목인 IfcMonitoringElement를 추가 하였다. 계측 시스템을 분석하여 추출한 속성들인 센서코드, 센서 모델명, 정적/동적 여부, 센서타입과 로거 이름, 정적/동적 여부, 보정계수, 초기값, 백터값, 로거타입을 속성(attribute)로 추가하였다.

센서코드, 센서 모델명, 로거 모델명은 문자열(STRING), 로거의 보정계수, 초기값, 벡터값은 실수형(REAL)으로 값을 입력 받는다. 센서와 로거의 정적/동적 구분은 둘 중에 하나 선택하는 것이므로 Static 또는 Dynamic으로 표현하여 처리하도록 하였다. 또한 센서와 로거의 종류는 각각 IfcSensorTypeEnum, IfcLoggerTypeEnum로 정의하여 여러 종류 중에서 선택할 수 있도록 하였다. 그림 2는 추가한 IfcMonitoringElement 엔터티와 그 속성들을 EXPRESS-G로 표현한 것이다.

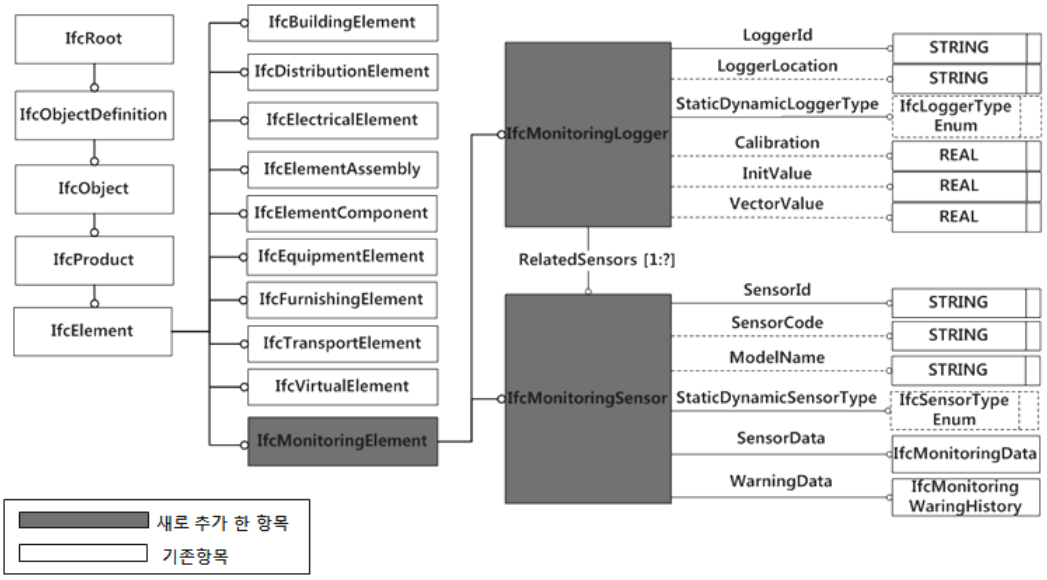

그림 2. IfcMonitoringElement의 EXPRESS-G Diagram

계측 데이터 정보는 관리자 정보나 센서 및 로거 정보가 저장될 뿐만 아니라 센서 및 로거로부터 읽어지는 데이터가 저장되는 공간을 만들기 위한 것으로 향후 모니터링 데이터베이스 구축을 위한 스키마로 작용하게 된다. 계측 데이터 정보를 담기 위한 IfcMeasureData 정의하여 추가하였고 하위타입으로 모니터링 데이터 저장을 위한 공간(IfcMonitoringData)과 위험수위에 대한 경고 데이터(IfcMonitoringWarningHistory) 저장을 위한 공간을 추가하였다.

모니터링 데이터 공간에는 로그ID와 채널ID를 두어 어느 센서로부터 어느 로거를 통해 입력된 값인지를 판별할 수 있도록 하였으며 그 데이터가 생성된 시각을 표시하기 위하여 최종 수정된 일시를 IfcDateTimeSelect 개념을 이용하였다. 계측의 종류에 따라 정적 계측일 경우 최대값, 최소값, 평균값을 모듈을 통해 산정하여 원시 데이터와는 별도로 그 값들을 저장할 수 있는 공간을 만들었다. 이상사태 발생 시에는 발생 로거ID와 채널ID로 어느 센서가 부착된 부위에서 발생하였는지 위치정보를 추적할 수 있게 하였으며, 발생날짜와 시간을 체크하게 하였다. 그림3은 IfcMeasureData에 대해 EXPRESS-G로 표현한 것이다

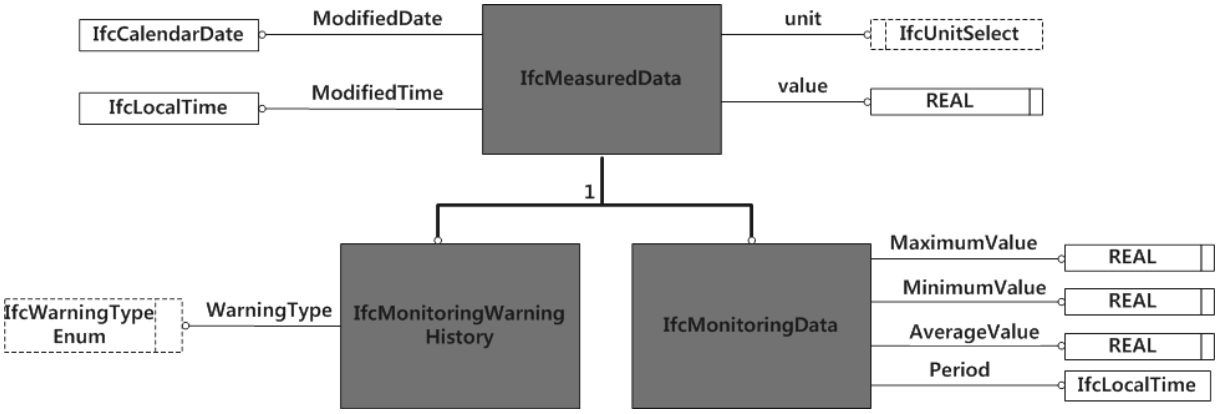

그림 3. IfcMeareData의 EXPRESS-G Diagram

4. 결 론

본 연구에서는 터널의 유지관리를 위한 계측 항목을 분석하고 이를 국제표준인 IFC 기반의 정보모델로 개발하였다. IfcElement 하위타입으로 IfcMonitoringElement를 제시하였고 터널의 계측에 필요한 IfcMonitoringeLoggor, IfcMonitoringSensor 엔터티(Entity)들을 추가한 모델을 제시하였다. 이와 같은 표준 정보모델은 각 터널의 유지관리 시스템의 상이한 정보체계를 표준으로 통합하여, 정보의 공유 및 상호교환에 대해 효율적으로 운용할 수 있을 것이라 기대된다. 또한 IFC는 확장성을 갖는 표준 체계로서 향후 터널 뿐 만이 아니라 교량 등 사회기반 시설물의 안전관리로 확장하여 기여 할 수 있을 것이라 기대된다.

감사의 글

본 연구는 2006 건설기술혁신사업 중 도로시설물 DB구축 및 정보공유 시스템개발(과제번호 06-B05)의 지원에 의하여 연구되었으며, 이 논문의 일부는 2007년도 교육인적자원부 BK21사업의 일환인 연세대학교 사회환경시스템공학부 미래사회기반시설 산학연공동사업단의 지원을 받아 연구되었음.

참고문헌

1. 우종태, 이송 (2002) 터널 유지관리 계측의 실태 및 개선방안. **한국구조물진단학회논문집**, 한국구조물진단학회, 제6권, 제3호, pp. 14-21.
2. 박재남, 김봉근, 이진훈, 이상호 (2007) NATM공법이 적용된 도로터널 구조물의 IFC 기반 제품정보모델 표현방법. **2007 대한토목학회 정기학술대회논문집**, 대한토목학회, pp. 683-686.
3. Lee, S.-H. and Jeong, Y.-S. (2002) STEP-based database for information management of steel bridge. *IABSE Symposium 86: pp. 74-75.*
4. 한국건설기술연구원 (2004) **터널재해 예방 계측 기술 개발.** 연구보고서, 한국건설기술연구원.
5. 대한터널협회 (1999) **터널설계기준.** 대한터널협회.