IFC 기반 건축 구조설계 정보 교환 방안에 대한 고찰

A Review on Exchange of Building Design Information based on IFC

정 종 현*
Jung, Jong-Hyun

요 약

IFC는 건축물의 전체 생애주기에 걸친 모든 정보들을 신속하고 정확하게 관련 참여자들과 교환 및 공유하기 위해서 개발된 중립적인 포맷, 즉 정보모델로서, 현재 많은 건축 관련 분야의 소프트웨어들이 지원하고 있다. 최근 BIM의 개요, 효과, 필요성 등이 널리 인식되면서 건물에 대한 정보를 표현, 저장, 교환, 공유하기 위한 표준적인 정보모델인 IFC의 중요성이 더욱 커지고 있다. 하지만, 건축물의 구조해석 및 구조설계 분야에서는 IFC를 적극적으로 활용하지 못하고 있는 실정이다. 이러한 현상에 대한 원인은 다양하지만, 가장 직접적인 원인은 IFC에 구조해석 및 구조설계 분야에서 필요한 정보모델이 완전하게 포함되어 있지 않기 때문이다. 비록 IFC에 구조분야에 필요한 정보모델이 일부 포함되어 있지만 아직 발전시켜야 할 부분이 많이 있으며, 동적해석이나 비선형해석에 필요한 정보모델은 아직 개발되어 있지 않다. 이에 본 연구에서는 IFC의 구조분야 정보모델을 분석하고 그 활용사례 등을 검토하여 현황, 한계 및 문제점, 향후 기대사항 등을 고찰하고자 한다.

keywords : IFC, 건축 구조설계 정보, 정보교환

1. 서 론

International Alliance for Interoperability(IAI)에서는 건축물의 전체 생애주기(life cycle)에 걸친 모든 정보들을 관련 참여자들이 신속하고 정확하게 교환 및 공유할 수 있도록 Industry Foundation Classes(IFC)(IAI, 1996)를 개발하였다. IFC는 AEC/FM 분야에서 활용되는 컴퓨터 소프트웨어(software)들이 건축물에 대한 모든 정보들을 유연하게(seamlessly) 교환할 수 있는, 즉 소프트웨어들이 상호운용 가능한(interoperable) 중립적인(neutral) 정보모델(information model)이며, STEP(ISO, 1994)의 EXPRESS(ISO, 1999)를 이용하여 정보모델을 표현하며 정보들은 파일(file)이나 데이터베이스(database)의 형태로 저장 및 교환될 수 있다. 1996년에는 IFC 1.0이 발표되었으며, 그 이후 IFC 파일을 import/export할 수 있는 AEC/FM 분야의 소프트웨어들이 점차 늘어났고 2007년에는 IFC 2x3(IAI, 2007)이 발표되어 현재에 이르고 있다. 이와 동시에 최근 BIM (building information model, 건물정보모델)의 개요, 효과, 필요성 등이 널리 인식되면서 건축물에 대한 정보를 표현, 저장, 교환, 공유하기 위한 표준적인 정보모델로서 IFC의 중요성이 더욱 증가하고 있다.

1996년에 발표된 IFC 1.0은 건축물에 대한 정보의 표현에 필요한 기본적인 정보모델 개발에 초점을 맞추었다. 가장 하위에는 기하학적 형상, 단위, 행위자(actor), 비용, 일정 등을 표현할 수 있는 정보모델이, 그 위

* 정회원 • 경남대학교 건축학부 조교수 ironbell@kyungnam.ac.kr

에는 프로젝트, 건물, 층, 부재, 설비, 마감, 재료, 개구부, 창, 현장, 공간, 그리드 등을 표현할 수 있는 정보모델이, 가장 상위에는 두 하위의 정보모델을 이용하여 건축(architecture), 설비(HVAC), 시설관리(FM) 분야의 정보모델이 포함되어 있다. 가상 상위의 각 분야별 정보모델은 지나치게 간단하여 실제는 아직 포함되지 않은 것과 같은 수준이었으며, 건축구조 분야의 정보모델은 제외되어 있었다. 2007년에 발표한 IFC 2x3에서는 이전의 기본적인 정보모델을 개선했을 뿐 아니라 건축, 설비, 시설관리 분야의 개선 및 발전된 정보모델도 포함시켰다. 그리고 건축구조 분야의 정보모델도 추가되어 있다. 하지만 여기에는 건축구조 분야의 일부만이 포함되고 있으며 아직 개선해야 할 부분이 적지 않은 것으로 판단된다. 그러므로 다른 분야 뿐 아니라 건축구조 분야 내에서도 소프트웨어들의 상호운용성은 매우 제한되어 있는 실정이다.

이에 본 연구에서는 IFC를 활용하여 구조해석 및 구조설계에 관련되는 정보들을 교환하여 건축구조 분야 뿐 아니라 다른 건축분야의 소프트웨어와도 상호운용성을 높일 수 있는 방안을 제안하고자 한다.

2. IFC의 건축구조 분야 정보모델의 적용 가능성

IFC 2x3의 건축구조 분야 정보모델은 Structural Elements Domain과 Structural Analysis Domain에 각각 10개, 27개 엔터티(entity)가 정의되어 있다. 이와 관련하여 Lipmon(2009)은 철골구조물의 구조해석, 구조설계, 제작을 위한 정보모델인 CIS/2와 IFC의 연계를 위하여 철골 단면, 설계 모델, 상세 모델, 구조해석 모델의 측면에서 가능성을 검토하였고 이를 바탕으로 IFC의 구현과 개선방안을 제안하였다. Hassanien(2008)은 STEP, IFC, CIS/2를 바탕으로 동적해석과 유한요소해석에 대한 정보모델을 제안하였다. Jeong(2009)은 IFC를 이용하여 프리캐스트 콘크리트(precast concrete) 구조물에 대한 정보모델을 표현하고 교환하는 benchmark test를 수행하였고, 이 과정에서 IFC를 프리캐스트 콘크리트 구조물에 대한 정보모델로 이용함에 있어서 개선할 사항을 도출하였다.

IFC 2x3과 이상의 기존 연구들을 구체적으로 검토해본 결과 IFC를 이용하면 정적 구조해석(static structural analysis), 철골구조물의 구조설계 및 제작과 관련된 정보를 표현하고 교환하는 것이 어느 정도 가능한 것으로 판단된다.

3. IFC 기반의 상호운용성 개선

3.1. 정적 구조해석

정적 구조해석을 수행하기 위해서는 매우 다양하고 복잡한 정보들을 다루어야 한다. 본 절에서는 Lipmon(2009)의 연구결과를 바탕으로 정적 구조해석을 수행할 때 필요한 정보들을 정의할 수 있는 IFC 2x3의 엔터티들을 표 1과 같이 정리하였다. 주목할 사항으로는 첫째 요소를 보, 기둥, 벽체, 슬래브(slab) 등을 정의하는 IfcBeam, IfcColumn, IfcWall, IfcSlab 엔터티가 아니라 IfcStructuralCurveMember, IfcStructuralSurfaceMember 엔터티로 정의해야 한다는 점이다. IFC에서 IfcBeam, IfcColumn, IfcWall, IfcSlab 등은 구조와 관련된 정보를 정의하기 위한 것이 아니고 물리적인 형상을 정의하기 위한 것이다. 둘째는 그럼에도 불구하고 구조설계를 수행하거나 건축구조가 아닌 타 분야와 정보교환을 하려면 각 요소별로 그에 해당되는 IfcBeam, IfcColumn, IfcWall, IfcSlab 등도 정의하고 이를 IfcRelConnectsStructuralElement 엔터티를 이용하여 요소 엔터티와 연결시켜야 한다는 점이다. 셋째는 요소 엔터티에 절점을 직접 연결하지 못하고 IfcRelConnectsStructuralMember 엔터티를 통해서 연결해야 한다는 점이다.

표 1 정적 구조해석에 필요한 정보를 정의할 수 있는 IFC 엔터티

구분	IFC 엔터티
요소	IfcStructuralCurveMember
	IfcStructuralSurfaceMember
절점	IfcStructuralPointConnection
요소-절점 연결	IfcRelConnectsStructuralMember
단면	IfcStructuralSteelProfileProperties
	IfcStructuralProfileProperties
	IfcStructuralLoadSingleForce
재료	IfcMechanicalMaterialProperties
	IfcMechanicalConcreteMaterialProperties
	IfcMechanicalSteelMaterialProperties
경계조건	IfcBoundaryNodeCondition
정적 하중	IfcStructuralLoadSingleForce
	IfcStructuralLoadLinearForce
	IfcStructuralLoadPlanarForce
하중 경우(load case), 하중조합	IfcStructuralLoadGroup
해석 결과	IfcStructuralPointReactiont

3.2. 구조설계

구조설계를 수행하기 위해서는 부재에 가해지는 부재력, 응력도, 처짐 외에도 인접한 부재와의 연결관계도 정확히 파악해야 한다. 그리고 구조설계 결과는 부재의 단면이나 접합부의 세밀한 형상이다. IFC에서 앞의 정보들은 구조해석의 요소 엔터티에 저장된다. 그리고 설계된 결과는 IfcBeam, IfcColumn, IfcWall, IfcSlab 엔터티에 저장된다. 따라서 구조설계를 수행하기 위해서는 하나의 부재에 기본적으로 두개씩의 엔터티를 정의하고 이 두 엔터티에 저장되어 있는 자료를 지속적으로 참조해야 하므로 정보의 관리나 소프트웨어의 구현이 복잡해 질 수 있다.

3.3. 구현

IFC는 건축물의 전체 생애주기와 해당 업무를 대상으로 하기 때문에 그에 포함되는 정보의 종류나 양이 매우 방대하고 대단히 일반적인 개념이나 사물 등을 정의할 수 있어야 한다. 따라서 그 결과로서 IFC에는 정보들이 구체적으로 분해되어 많은 수의 엔터티로 정의되어 있으며 그 관계를 다양하게 정의할 수 있게 되어 있다.

이에 따라 다음과 같은 문제들이 발생한다. 첫째 엔터티의 수가 많고 그 이름이 길고 복잡해질 수 있다. 이는 IFC 정보모델을 파악하는 데에 큰 어려움을 수반한다. 둘째 단일한 하나의 개념이나 사물을 표현할 때에도 여러 엔터티에 있는 자료들을 복잡하게 연결 및 조합해야 하는 경우가 많이 발생할 수 있다. 셋째 정보들이 중복될 수 있으며, 특히 하나의 결과물을 얻을 수 있는 여러 가지 방법을 제공하게 되어 정보모델의 전체적인 체계가 손상될 수 도 있다. 이러한 문제들은 모두 정보모델이나 소프트웨어의 개발 및 관리하는 데에 큰 장애가 된다.

4. 결론

IFC는 건축물의 모든 정보들을 관련들과 교환 및 공유하기 위해서, 즉 상호운용성을 높이기 위해서 개발된 정보모델인데, 구조해석 및 구조설계 분야에서 필요한 정보모델이 아직 개선할 사항들이 있으므로 구조해석 및 구조설계 분야에서는 IFC를 적극적으로 활용하지 못하고 있는 실정이다. 이에 본 연구에서는 IFC의 구조분야 정보모델을 분석하고 그 활용사례 등을 검토하여 현황, 한계 및 문제점, 향후 기대사항 등을 고찰하였다.

그 결과 현재의 IFC 2x3은 정적 구조해석, 철골 구조물의 구조설계 및 제작과 관련된 정보를 표현하고 교환하는 것이 어느 정도 가능한 것으로 판단된다. 그리고 IFC 기반의 상호운용성을 높이기 위해서는 정적 구조해석에 필요한 정보를 정의할 수 있는 IFC 엔터티를 적절히 활용해야 하며, 구조설계를 위해서는 구조해석 뿐 아니라 물리적인 형상을 표현하는 엔터티도 정의해야 한다. 또한 IFC에 포함된 정보의 종류나 양이 방대하기 때문에 발생할 수 있는 문제점들을 잘 이해해야 정보모델과 이에 기반한 소프트웨어의 개발 및 관리를 효과적으로 수행할 수 있을 것이다.

참고문헌

Changfeng Fu, Ghassan Aouad, Angela Lee, Amanda Mashall-Ponting, Song Wu (2006) IFC model viewer to support nD model application, *Automation in Construction*, 15, pp.178~185.

IAI (2007) IFC2x Edition 3 Technical Corrigendum 1, International Alliance for Interoperability, http://www.iai-tech.org/ifc/IFC2x3/TC1/html/index.htm.

IAI (1996) *Industry Foundation Classes Volume III IFC Model Exchange Specification*, International Alliance for Interoperability.

ISO (1994) *ISO 10303-1 IS 1994: Industrial Automation Systems and Integration - Product Data Representation and Exchange - Part 1: Overview and Fundamental Principles,* ISO TC 184/SC4, Geneva.

ISO (1999) *ISO 10303-11 IS 1999: Industrial Automation Systems and Integration - Product Data Representation and Exchange - Part 11: Description Methods: The EXPRESS Language Reference Manual*, ISO TC 184/SC4, Geneva.

Jeong, Y.S., Eastman, C.M., Sacks, R., Kaner, I. (2009) Benchmark tests for BIM data exchanges of precast concrete, *Automation in Construction*, In press.

Lipmon, R.R. (2009) Details of the mapping between the CIS/2 and IFC product data models for structural steel, *Journal of Information Technology in Construction*, 14, pp.1~13.

M. Hassanien Serror, Junya Inoue, Yoshinobu Adachi, Yozo Fujino. (2008) Shared Computer-Aided Structural Design Model for Construction Industry (Infrastructure), *Computer-Aided Design*, 40, pp.778~788.

Yanga, Q.Z. and Zhangb, Y. (2006) Semantic interoperability in building design: Methods and tools, *Computer-Aided Design*, 38, pp.1099~1112.