

3차원 교량정보 모델링에 따른 IFC 기반 트러스교 구조해석정보 자동생성 모듈

Automatic Generation Module of IFC-based Structural Analysis Information Model Through 3-D Bridge Information Modeling

이진훈* · 김효진** · 이상호***
Yi, Jin-Hoon · Kim, Hyo-Jin · Lee, Sang-Ho

ABSTRACT

Automatic generation method of structural analysis model data for a truss bridge is presented through 3-D bridge information modeling based on Industry Foundation Classes(IFC). The mapping schema is proposed between a steel bridge information model based on STEP and a truss bridge information model based on the IFC. The geometry information from mapping is presented by IFC model, and SAP 2000 that can import the IFC file performs the structural analysis. Numerical analysis for a truss bridge is performed in this paper.

Keywords: automatic generation, IFC model, mapping, structural analysis

1. 서론

최근 들어 교량의 생애주기 동안 요구되는 정보의 상호교환을 위한 표준화된 정보모델 구현에 관심이 증가되고 있다. 이상호 등(2001), Lee와 Jeong(2006)은 ISO/STEP기반의 강교에 대한 설계 정보모델을 제공하였으며, Yabuki와 Li(2006)는 ISO산하 건설 분야 표준 정보공유를 위한 방법을 제공하는 IFC(Industry Foundation Classes)를 기반으로 하여 콘크리트교에 대한 제품 정보모델을 연구 중이다.

IFC 기반의 강교량 정보모델을 개발하고자 하는 연구의 일환으로 본 연구에서는 트러스교를 대상으로 3차원 교량정보모델을 이용하여 교량의 설계 및 유지관리단계에서 필요한 구조해석관련 3차원 해석정보를 최근 건설분야에서 활발히 사용되고 있는 IFC 모델로 생성하는 모듈을 개발하였다. 개발된 모듈은 교량의 계획 및 설계단계에서의 구조해석을 수행할 때에도 활용가능 할 뿐만 아니라, 유지관리단계에서 교량정보 데이터 베이스가 업데이트되는 시점에 맞춰 변경된 해석정보를 구조해석에 신속하게 적용하는데도 활용될 수 있다.

* 정희원 · 연세대학교 사회환경시스템공학부 석사과정 Email: jeffyi@csem.yonsei.ac.kr

** 정희원 · 연세대학교 사회환경시스템공학부 연구교수 Email: jinski@yonsei.ac.kr

*** 정희원 · 연세대학교 사회환경시스템공학부 정교수 Email: lee@yonsei.ac.kr

2. IFC의 계층구조

IFC의 계층구조는 Fig. 1과 Fig. 2에서 보는 바와 같이 크게 4가지로 구성되어 있다. Resource, Core, Interoperability, Domain 계층은 Fig. 2에서 보는 바와 같이 중력원리(Gravity principle)가 적용된다.

Resource 계층은 최하위 계층으로서 다른 계층의 클래스(class)들에 참조되거나 사용될 수 있다. Core 계층은 커널(Kernel)과 확장부(Extension)로 이루어지는데 커널은 모든 기본적인 개념들을 제공하는 Core 계층의 기초이며, 확장부는 커널에서 정의된 개념을 확장시키거나 전문화 할 수 있다. Interoperability 계층은 둘 또는 그 이상의 Domain 계층에 개념이나 클래스들을 정의하는 스키마를 보편적으로 제공한다. 마지막으로 Domain 계층은 AEC/FM(Architecture, Engineering, Construction, and Facilities Management)의 도메인 프로세스 또는 적용대상의 요구 범위 하에서 모델을 더욱 구체화 시킨다(임경일, 2006).

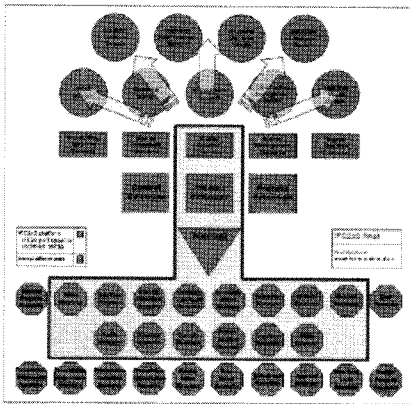


Fig. 1 Layer structure of IFC Model

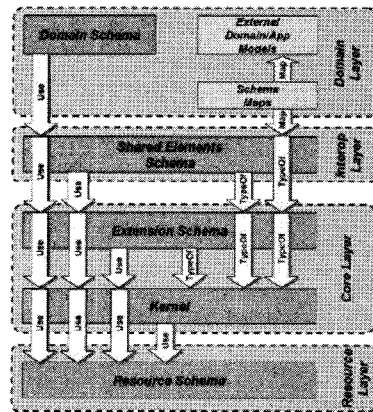


Fig. 2 Gravity principle of IFC Model

3. 트러스교 구조해석 정보 자동생성 방법

본 연구에서는 강교의 정보 모델을 이용하여 3D 모델링을 수행하고 개발된 모듈을 통해 IFC 데이터 모델로 변환하여 SAP 2000을 통해 구조해석을 수행하게 하였다. 교량의 정보모델로부터 구조해석정보를 자동 생성하기 위해서는 정보모델간의 매핑과정이 필수적이다. 아래의 Table 1은 STEP 기반의 강교 정보 모델(정연석, 2005; 정연석 등, 2006)과 IFC 기반의 정보 모델 간의 상관관계를 도시한 것이다. 이 항목들은 3차원 프레임 해석을 위한 모델을 구성할 때 기본적으로 필요한 사항들로서 프로젝트, 해석모델, 단위, 좌표계, 부재, 절점, 및 단면 정보이다. 재료의 특성, 경계조건 및 작용하중을 제외한 모든 정보 항목들은 Table 1과 같은 관계를 통해 생성할 수 있다.

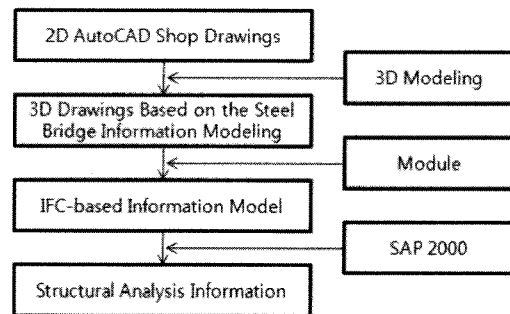


Fig. 3 Flow chart for generating structural information

일반적으로 토목 설계는 2D의 AutoCAD 작업으로 이루어진다. AutoCAD상에서 2차원의 line 정보는 본 연구를 통해 개발된 3D 변환 프로그램을 통해 단면을 갖는 하나의 부재로 바뀌게 된다. 더불어 부재의 물성치 속성도 부여함으로써 구조해석을 위한 요구 조건을 준비해 놓는다. 다음으로 3D 형상정보는 IFC기반의 입력파일로 저장되어, IFC file이 import가 가능한 SAP 2000을 통해 구조해석을 수행할 수 있는 형식으로 변경된다. SAP 2000을 통해 생성된 구조해석정보는 IFC 파일로 export되고 변환기를 통해 SAP 2000 형식에서 AutoCAD 형식으로 변환되어 사용자가 AutoCAD상에서 본 연구에서 개발된 대화상자를 통해 볼 수 있도록 변환된다. 본 연구에서 수행된 일련의 작업은 Fig. 3과 같이 표현될 수 있다.

Table 1 Mapping between steel bridge and IFC information model

Semantic	Steel Bridge Information model		IFC Information Model	
	Entity	Attributes	Entity	Attributes
Project	Project	project_name, description, contract, structure, designer, completion_date, launching_date, total_cost	IFCPROJECT	Global ID, OWNERHISTORY, name, description, ObjectType, LongName, Phase, RepresentationContexts, UnitsInContext
Analysis Model	bridge_outlines->bridge_outline	bridge_name	IfcProduct	name
Units	derived_unit.elements->named_unit	Optional	IFCSIUNIT	Dimensions, UnitType, Prefix, Name
Coordinate System	axis2_placement_3d	axis ref_direction	IFCAXIS2PLACEMENT3D	Location, Axis, RefDirection
Element	bridge_member->part	structural_type reference_shape	IFCBEAM	representation
Node	part.reference_shape->edge_curve	edge_start edge_end	IFCEXTRUDEDAREASOLID	Position ExtrudedDirection Depth
Section	part.cross_sections->shape=>simple_shape complex_shape	Optional	IFCPOLYLINE	Points

4. IFC 기반 구조해석 정보 생성 모듈 구현 사례

본 연구에서 개발된 프로그램은 AutoCAD상에서 사용자의 호출에 의해 로드되며 SAP 2000과 연계하여 트러스 구조물의 유한요소해석을 수행한다. Fig. 4는 2D 트러스 도면을 개발된 프로그램을 통해 3D 도면으로 전환시키는 대화상자를 보여주며 Fig. 5은 개발된 모듈에 의해 AutoCAD 3D 도면으로부터 변환된 IFC 파일을 보여주고 있다. 변환된 IFC 파일은 Fig. 6과 같이 SAP 2000에서 import되며 트러스 모델은 유한요소해석 수행 후 다시 IFC 기반의 출력 파일로 변환되어 저장된다. 이렇게 저장된 구조해석정보는 AutoCAD 상의 대화상자에서 사용자의 호출에 의해 쉽게 보여질 수 있도록 재구성된다.

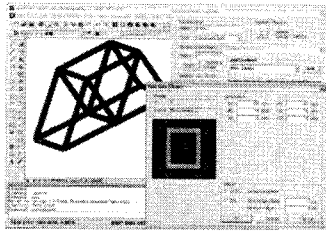


Fig. 4 Changed 3D model through Steel Bridge Information Modeling



Fig. 5 IFC data file generated by this study

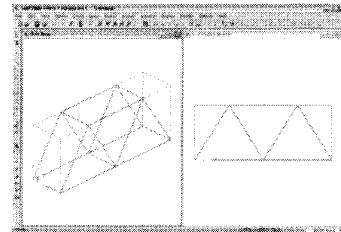


Fig. 6 Imported truss model at SAP 2000

5. 결론

본 연구는 강교에 대한 IFC 기반의 제품정보모델 개발의 첫걸음으로서 트러스교를 대상으로 IFC 기반의 3차원 정보모델 및 교량의 설계 및 유지관리단계에서 필요한 구조해석정보를 자동으로 생성하는 방법에 대해서 제안하였다. 본 연구에서 제안한 구조해석정보 자동생성방법은 교량의 계획 및 설계단계에서의 구조해석을 수행할 때에도 활용가능 할 뿐만 아니라, 유지관리단계에서 교량정보가 바뀔 때마다 신속하게 의사결정을 할 수 있게 해준다. 또한 확장성 및 호환성이 뛰어난 IFC의 특성으로 인하여 다른 형식의 교량에도 쉽게 적용 가능할 것으로 보인다.

감사의 글

이 논문은 2006년도 ㈜포스코건설(2006-T-G-0213)의 지원에 의하여 연구되었으며, 이 논문의 일부는 2007년도 교육인적자원부 BK21사업의 일환인 연세대학교 사회환경시스템공학부 미래사회 기반시설 산학연공동사업단의 지원을 받아 연구되었음.

참고문헌

- 이상호, 정연석, 임승완, 이영수 (2001) 강박스거터교 상부구조물의 상세설계정보 표현을 위한 데이터모델 정의, 2001년도 대한토목학회 학술발표회 논문집, CD Rom paper, 4 pages.
- 임정일 (2006) IFC 적용기술 개발동향. 한국건설기술연구원.
- Jeong, Y.-S. (2005) *System Integration Framework through Development of STEP-based Information Model for Steel Bridge*, Ph. D thesis, Yonsei University.
- 정연석, 김봉근, 정원석, 이상호 (2006) 구조해석모델 자동생성에 의한 교량의 구조물 안전성 평가, 2006년도 한국방재학회 학술발표대회 논문집, pp. 509~514.
- Lee, S.-H., Jeong, Y.-S. (2006) A system integration framework through development of ISO 10303-based product model for steel bridge, *Automation in Construction*, 15(2), pp.212~228.
- Yabuki, N., Li, Z. (2006) Development of new IFC-BRIDGE data model and a concrete bridge design system using multi-agents, *IDEAL2006*, pp.1259~1266.