

**웹상에서 STEP의 응용프로토콜을 이용한
강교량 정보운용에 관한 연구**
A Study on Information of Steel Bridges
Using Application Protocols of STEP on the Web

이 상 호* 정 연 석** 임 승 완***
Lee, Sang-Ho Jeong, Yeon-Suk Lim, Seung-Wan

ABSTRACT

New information technology developments continue to have a significant impact on civil engineering fields. The objective of this study is to develop STEP-based database which will be able to store and manipulate the information of steel bridges over the life cycle. In this study, there are three steps to fulfil the objective to build database and develop the application module for that data model practically and effectively. To begin with, STEP methodology for a development of data model has been used for modelling data structure. And then the data model for a steel bridge's shape and structural analysis information has been made up by using AP203 (configuration controlled design) and AP209 (composite and metallic structural analysis and related design) which are the international standard in STEP. Lastly, the application module for an access to information of steel bridges has been developed by means of already made database. This study show efficiently the prototype of developing information system with the existing standard technology in civil engineering fields.

1. 서 론

각 산업분야에서는 응용프로그램 개발을 통한 통합 환경 구축과정에서 표준화된 정보를 기반으로 한 데이터베이스의 필요성이 증대되고 있다. 건설산업에서도 시스템 통합을 위한 핵심기술인 데이터베이스를 토대로 응용프로그램을 구현하고 있으나 표준화된 엔지니어링 정보의 부재로 인해 실질적인 구현은 어려운 실정이다. 이와 같은 문제점을 극복하기 위해서는 건설산업의 각 분야별로 제품정보에 대한 표준 개발을 통한 응용프로그램 구축이 단계적으로 이루어져야 한다. 그러나 각 분야별 제품정보 표준 개발을 단기간 내에 구축한다는 것은 현실적으로 어려울 뿐만 아니라 각 분야별로 독립적인 표준을 개발하여 사용하게 되면 응용프로그램 간에 정보의 공유와 호환성 측면에서 많은 문제점을 야기시킬 수 있다. 건설산업은 대상구조물의 계획 및 설계와 시공을 통한 구조물의 완공 그리고 공용중 유지관리까지 매우 복잡하고 유기적인 업무과정이 수반되며 각 업무과정에서 이미 수행된 업무에 따른 정보의 사용 빈도수가 매우 높다. 따라서 현재 건설사업에서는 대상 주체가 되는 구조물에 대하여 설계자동화 및 검토시스템, 시공관리시스템, 유지관리시스템 등의 업무 자동화 시스템을 사용 중에 있거나 개발이 진행되고 있다. 그러나 이러한 응용프로그램들이 표준화된

* 정희원 · 연세대학교 토목공학과 부교수
** 연세대학교 토목공학과 박사과정
*** 삼성물산 건설부문 사원

데이터베이스를 기반으로 하는 것이 아니라면 구조물의 건설 및 운용의 각 단위업무에서 발생하는 물리적 데이터의 실질적인 활용과 동시공학적 접근이 가능한 업무진행은 사실상 어렵게 될 것이다.

따라서 본 연구에서는 제품모델 정보에 대한 국제표준인 STEP (STandard for the Exchange of Product model data)을 기반으로 강교량 구조물에서 발생하는 정보의 저장 및 운용이 가능한 데이터베이스를 구축하고, 구축된 데이터베이스가 실제 업무에서 적용될 수 있도록 응용모듈을 개발하였다. 본 연구에서는 연구목표를 크게 세부분으로 구성하였다. 첫째, 강교량의 발생정보를 저장 및 운용하기 위한 데이터베이스를 구축하기 위해서 STEP에서 제시하는 데이터모델 개발 방법론⁽¹⁾을 강교량 건설의 기본계획 단계에서 발생하는 정보모델 구축에 적용하여 데이터모델을 개발하였다. 둘째, STEP에서 제공하는 응용프로토콜 중에서 AP203⁽²⁾과 AP209^{(3),(4)} 데이터 스키마를 강교량 구조물의 형상정보와 구조해석정보 표현을 위한 스키마와 연계하여 데이터모델을 개발하였다. 셋째, 개발된 데이터모델을 구조로 가지는 데이터베이스를 구축하여 강교량 구조물의 생애주기 (life-cycle) 상에서 구조물의 형상과 구조해석정보를 웹상에서 접근할 수 있는 응용모듈을 개발하였다. 이와 같은 연구수행을 통해서, 본 연구는 토목분야에서 기존 표준을 이용하여 정보화 체계를 보다 효율적으로 구축할 수 있는 사례를 제시하고자 한다.

2. 적용된 요소기술

2.1 데이터모델 정의를 위한 STEP 방법론

STEP은 제품정보에 대한 표준이면서 데이터모델을 개발하기 위한 방법론⁽¹⁾이다. 그림 1은 STEP 구조 (architecture)를 이루는 상위 레벨의 요소를 표현한 것으로 다이어그램의 화살표 방향은 존재 의존성 (existence dependency)을 나타낸다. 즉, 화살표의 꼬리 부분의 오브젝트는 머리 부분의 오브젝트에 의존적이다. 그림 1에서 나타난 바와 같이, STEP 방법론은 데이터모델을 개발하기 위해서 크게 세 개의 모델로 구분하여 단계별로 정의한다. 첫 번째 모델은 적용범위와 요구사항을 정의하는 AAM (Application Activity Model)으로서, 제품정보에 대한 데이터모델을 구축하기 위해서 제품의 생애주기 동안에 발생하는 정보의 흐름을 분석한 모델이다. STEP 방법론은 정보의 흐름을 분석하기 위한 방법으로 IDEF0 방법론을 사용한다. IDEF0 방법론은 활동 (activity)을 정의하고 활동 간의 관계를 ICOM (Input, Control, Output, Mechanism) 컨셉 (concept)을 이용해 모델을 정의한다. 여기서, 컨셉은 활동을 통해 생성되거나 사용되는 정보이다. AAM은 제품의 개발 주기에서 관련되어지는 응용 타입간의 정보흐름을 식별하기 위해 사용되어지고, 특히

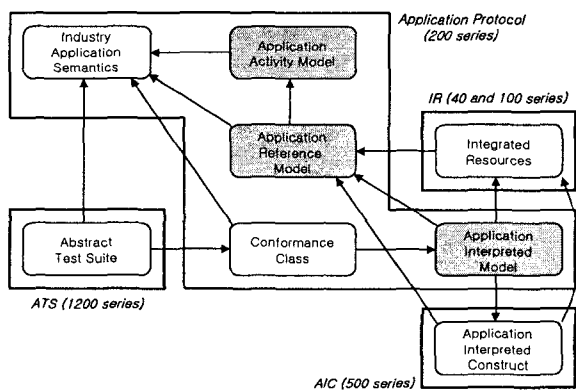


그림 1 STEP의 주요 엘리먼트 구조도

입력과 출력 컨셉은 단위기능 (Units of Functionality)으로 추출되어 ARM (Application Reference Model)의 범위와 요구사항으로 사용된다. 두 번째 모델은 정보요구사항을 정의하는 ARM이다. ARM은 산업분야마다 이미 존재하고 있는 산업의 실무프로세스 및 시스템의 기초를 이루는 데이터를 추출하는 모델로서, AAM에서 정의된 단위기능을 엔지니어의 관점에서 응용오브젝트 (application object)로 생성시키고 제약조건 및 응용오브젝트의 위계 (hierarchy)를 IDEF1X나 EXPRESS-G 방법을 통해 그래픽적으로 표현한 모델이다. 세 번째 모델은 ARM에

서 분석된 정보 요구사항을 적합한 STEP 통합자원을 기초로 데이터 사양을 구성한 AIM (Application Interpreted Model)이다. AIM은 ARM을 통해 정의된 정보 요구사항을 해석하고 이를 STEP 통합자원의 근처에 있는 개념과 연결하여 EXPRESS 스키마로 정의한 모델로서 STEP의 물리적 파일과 DBMS (Database Management System)의 데이터구조로 적용된다. 따라서 본 연구는 교량구조물의 계획단계에서 발생하는 정보를 데이터베이스로 구축하기 위해서 STEP에 따른 데이터모델 개발 방법론을 적용하였다.

2.2 적용된 STEP의 응용프로토콜

본 연구에서는 강교량 구조물의 형상과 구조해석정보를 상용 DBMS에 저장, 관리 및 운용하기 위한 데이터베이스의 물리적 데이터구조로 STEP에서 제공하는 AP203과 AP209 스키마가 적용되었다. 본 연구에 적용된 두 응용프로토콜은 STEP에서 국제표준 (IS) 등급으로 인준되어 CAD/CAE/CAX와 관련한 응용프로그램에 채택되어 STEP 파일을 제공하기 때문에 기존의 응용프로그램에서 발생하는 정보를 획득하는 것이 가능하였다.

채택된 응용프로토콜 중, AP203은 3차원 형상을 가진 제품정보 및 제품정보의 구성을 제어하는 데이터 스펙이다. 그림 2는 AP203 스키마를 EXPRESS-G 다이어그램⁽²⁾으로 표현한 것이며, 다이어그램에서 shape_representation 엔티티는 강교량 정보에 대한 데이터모델에서 형상정보와 연결되는 엔티티 (entity)이다. Shape_representation 엔티티를 상속 (inheritance) 받은 advanced_brep_shape_representation 엔티티는 강교량 구조물의 3차원 형상정보를 경계표현 (B-Rep) 방식의 솔리드모델 (solid model)로 표현한 엔티티이다.

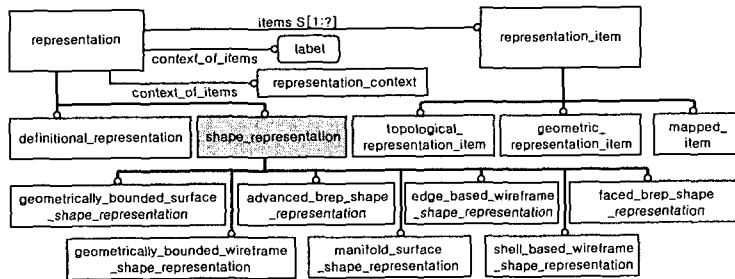


그림 2 형상정보 표현을 위한 AP203 EXPRESS-G 다이어그램

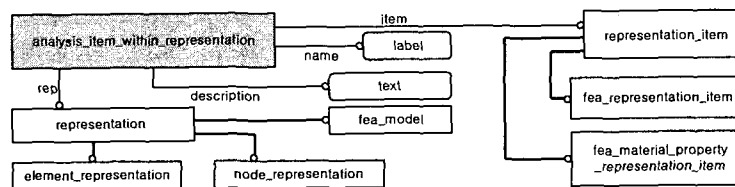


그림 3 구조해석정보 표현을 위한 AP209 EXPRESS-G 다이어그램

AP209는 유한요소해석 방법을 이용하여 구조물의 설계 시에 요구되는 정보와 범위를 정의한 데이터 스펙이다. 그림 3은 AP209 스키마를 EXPRESS-G 다이어그램⁽³⁾으로 표현한 것이며, 다이어그램에서 analysis_item_within_representation 엔티티는 강교량 정보의 데이터모델에서 구조해석정보와 연결되는 엔티티이다. 그림 3에서 표현된 것처럼, 구조해석정보는 유한요소해석 모델, 요소, 절점 및 재료특성 정보를 포함한다.

2.3 STEP 파일 변환기 개발 방법

본 절은 강교량 구조물의 형상 및 구조해석정보의 데이터 획득을 자동화하기 위한 변환기 개발방법을 나타내었다. 데이터 획득을 위한 변환기는 AP203과 AP209의 EXPRESS 스키마를 데이터구조로 가지는 STEP 파일을 관계형 데이터베이스 시스템 (RDBMS)으로 업로드 하기 위한 것으로서 Steptools사에서 제공하는 툴인 ST-Oracle⁽⁵⁾을 이용하여 개발하였다. 그림 4는 STEP 파일 정보를 Oracle DBMS로 변환하는 과정을 도식화하여 표현한 것으로 크게 6개의 단위부분으로 구성된다. 첫번째로, "EXPRESS Schema"는 강교량의 계획정보, 형상 및 구조해석정보를 EXPRESS 언어로 정의한 데이터모델이다. 두번째로, "STEP Compiler"는

"EXPRESS Schema"에서 정의된 데이터모델을 컴파일하여 메타데이터 (metadata)를 생성한다. 생성된 메타데이터는 ST-Oracle에서 RDBMS의 데이터구조를 정의할 때 사용된다. 세번째로, "Template Files"는 ST-Oracle의 환경설정에 필요한 파일들이다. 네번째로, "ST-Oracle"은 STEP 파일을 Oracle DBMS에 업로드 및 다운로드가 가능한 변환기를 생성한다. "ST-Oracle"은 "STEP Compiler"에서 생성된 메타데이터를 이용하여 Oracle DBMS에서 테이블 및 관계를 정의하는 DDL (Data Definition Language) 구문을 생성한다.

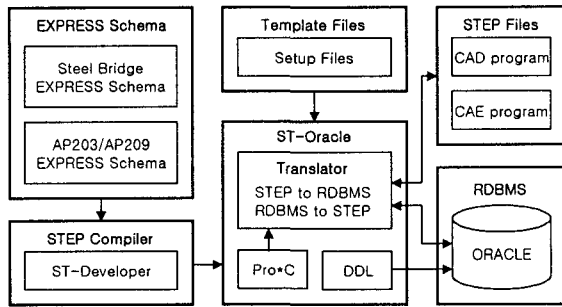


그림 4 ST-Oracle을 이용한 변환기 개발 개념도

그리고 "Template Files"에서 생성된 Pro*C 코드를 컴파일하여 변환기를 생성한다. 다섯번째로, "STEP Files"는 CAD/CAE/CAX 관련 응용프로그램에서 생성하는 표준 파일이다. 마지막으로, "RDBMS"는 STEP 파일을 변환하여 Oracle DBMS에 업로드한 정보를 운용하는 데이터베이스 시스템이다. 이러한 과정을 통해 개발된 변환기는 교량구조물의 각종 응용 프로그램에 의해 생성되는 형상 및 구조해석 정보에 대한 데이터 획득을 용이하게 한다.

3. 교량정보 표현을 위한 데이터모델 정의

강교량 구조물에서 발생하는 정보를 상용 데이터베이스 시스템을 이용하여 통합 운용하기 위해서는 데이터모델이 정의되어야 한다. 따라서 2장을 통해 분석된 STEP의 데이터모델 개발 방법론을 실제 교량구조물을 대상으로 순차적인 단계를 거쳐 상용 데이터베이스 시스템에 적용할 수 있는 데이터모델을 정의하였다.

3.1 범위 및 요구사항 정의

본 절은 강교량 구조물에서 발생하는 정보에 대한 데이터모델을 구축하기 위해 정보의 요구조건 및 범위를 정의하는 단계로서, 강교량 건설의 계획단계에서 발생하는 업무흐름⁽⁶⁾을 토대로 정보의 흐름을 분석하였다. 그림 5와 6은 업무의 활동분석 틀인 IDEF0을 이용하여 강교량 건설을 위한 업무흐름을 분석한 AAM이다. 분석된 모델의 입력과 출력 컨셉에서 project_plan, bridge_designs, project_technical_specifications, planning_condition, bridge_location의 단위기능을 추출하였다.

3.1.1 Project_plan 단위기능

Project_plan 단위기능은 그림 5에서 표현된 것처럼 basic planning (A1) 활동을 통해 생성되고 design (A2), construction (A3) 및 maintenance (A4) 활동에 의해 요구되어진다. 이 단위기능은 초기의 개념설계의 근간을 이루는 정보와 발주자 (client)의 요구사항과 관련한 정보로 구성된다. 이러한 정보는 수치적 정보 보다는 묘사적 정보이다. Project_plan 단위기능은 교량구조물의 설계를 위한 프로젝트 개요, 가교위치, 교량형식 및 등의 정보로 구성되었다.

3.1.2 Bridge_design 단위기능

Bridge_design 단위기능은 그림 6에서 표현된 것처럼 design (A2) 활동을 통해 생성되고 construction (A3) 및 maintenance (A4) 활동에 의해 요구되어진다. 강교량 구조물의 설계 정보에 포함되는 정보 표현을 위해서 STEP에서 제공하는 응용프로토콜을 이용하였다. 따라서 bridge_design 단위기능은 유한요소해석정보를 포함하는 구조해석정보와 3차원 솔리드 정보로 이루어진 기하학적 형상정보로 한정하여 구성되었다. 즉, 강교량 구조물의 생애주기 (life cycle) 상에서 각종 CAD/CAE/CAX 관련 응용프로그램에서 발생하는 정보를

포함할 수 있도록 강교량 구조물의 설계정보를 구성하였다.

3.1.3 Project_technical_specification 단위기능

Project_technical_specifications 단위기능은 그림 5에 표현된 것처럼 basic_planning (A1) 활동을 통해 생성되고 design (A2), construction (A3) 및 maintenance (A4) 활동에 의해 요구되어진다. 그리고 이 단위기능은 교량구조물의 설계, 시공 및 유지관리업무에서 요구되는 각종 기준, 지침서, 시방서 등의 각종 설계기준 및 기술서 정보로 구성되었다.

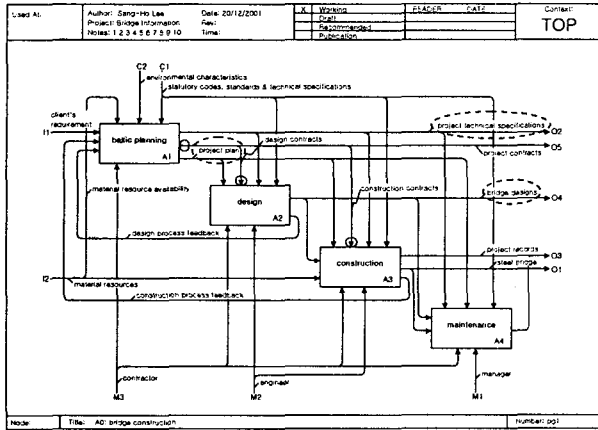


그림 5 강교량 건설의 전체업무 활동모델

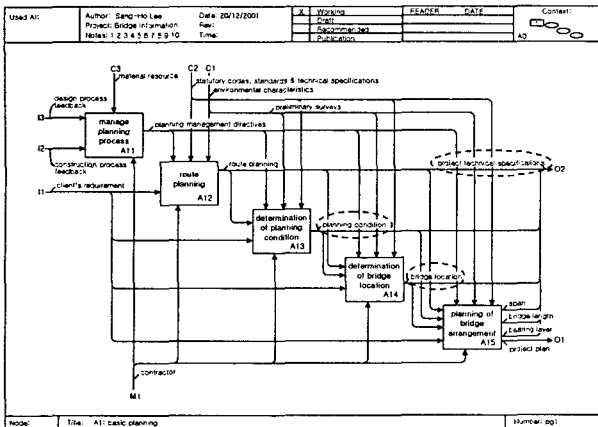


그림 6 강교량 건설의 기본계획단계 활동모델

3.2 정보 요구사항

강교량 구조물의 정보요구사항은 AAM에서 범위와 요구사항으로 정의된 5개의 단위기능별로 해당되는 정보를 추출하고, 추출된 정보간의 관계 (relation) 정의를 통해 결정된다. 정보요구사항을 정의하기 위한 ARM은 강교량 구조물에서 발생하는 정보를 결정짓는 단계이므로 각종 자료와 엔지니어와의 인터뷰 등을 통해 구축되었다. 추출된 5개의 각 단위기능에 해당되는 응용오브젝트들이 표 1에 정의되었다. 본 연구에서는 강교량 건설의 기본계획 단계에서 발생하는 계획정보와 설계단계에서 발생하는 구조해석정보 및 3차원 형상정보를 대상으로 응용오브젝트를 정의하였으며, 추출된 응용오브젝트는 EXPRESS 언어로 표현된 데이터모델

3.1.4 Planning_condition 단위기능

Planning_condition 단위기능은 그림 6에 표현된 것처럼 planning condition (A13) 활동에 의해 생성되고 bridge location (A14)과 planning of bridge arrangement (A15) 활동에 의해 요구되어진다. 계획조건은 교량계획 단계에서 각종조사, 자료수집 및 관계기관과의 협의에 의해 설정된다. 따라서 계획조건에서는 도로규격, 교량등급과 설계하중, 평면선형, 종단선형 등의 도로계획조건과 지형, 지질, 토질 및 바람 등의 자연조건 및 환경조건에 관한 정보로 구성되었다.

3.1.5 Bridge_location 단위기능

Bridge_location 단위기능은 그림 6에 도시된 것처럼 bridge location (A14) 활동에 의해 생성되고 planning of bridge arrangement (A15) 활동에 의해 요구되어진다. 가교위치의 결정은 철도, 하천과의 관계 및 하천에 설치되어 있는 다른 구조물과의 영향을 고려하여 위치를 선정한다. 이러한 bridge_location 단위기능은 위치좌표와 site 정보로 구성된다. 여기서, 위치좌표는 향후 GIS와 연계 시에 교량의 위치를 인식할 수 있도록 해주며, 또한 교량 구조물에서 발생하는 각종 위치좌표의 원점 (origin point)으로 사용된다.

의 엔티티 요소로 정의된다. 추출된 응용오브젝트 간의 관계를 정의하는 application assertion은 응용해석모델에서 나타내었다.

표 1 교량정보 표현을 위한 응용오브젝트의 정의

Units of Functionality	Application Objects
project_plan	project, bridge_outline, bridge_info, site, address, phase, person, organization, bridge_type
bridge_design	shape_representation, analysis_item_with_representation, phase, coordinate, geometric_representation_item, fea_representation_item
project_technical_specification	document, technical_specification, applied_standard, code
planning_condition	design_load, material_property, bridge_outline, investigation
bridge_location	site, coordinate_system, placement, address

3.3 응용해석 (application interpretation)

STEP 표준에서 제공하는 AP203과 AP209를 이용하여 강교량 구조물에서 발생하는 형상정보와 구조해석정보를 통합 운용할 수 있도록 두 개의 응용프로토콜이 그림 7과 같이 연결되었다. 그림 7의 EXPRESS-G 다이어그램은 강교량 구조물의 가설위치, 지간, 폭원, 구조물 형식 및 적용규준 등의 계획업무 단계에서 발생하는 정보로 구성된 AIM이다. 개발된 AIM에서 교량의 총 길이를 표현한 bridge_outline 엔티티의 length 속성 (attribute)값은 EXPRESS 언어에서 제공하는 유도속성(derive attribute)을 이용하여 데이터 구조를 정의하는 단계에서 무결성을 확보하였기 때문에 저장되는 데이터 값의 신뢰성 확보가 가능하다. 또한, bridge_type 속성은 강교량 구조물의 구조형식을 열거형 (enumeration type)으로 정의하여 구조형식을 규정하고 제한할 수 있다. 교량구조물의 발생정보와 3차원 형상정보와의 연결은 가설위치와 형상정보를 포함하는 bridge_info 엔티티에 정의되었다. bridge_info 엔티티의 bridge_with_shape 속성값은 AP203에서 형상정보를 표현하기 위한 최상위 엔티티인 shape_representation과 연결하였기 때문에 응용프로그램에서 교량구조물의 3차원 형상을 표현한 솔리드 모델 정보가 STEP파일로 제공될 수 있다. 강교량 구조물의 정보와 AP209에서 제공하는 구조해석정보와의 연결은 강교량 구조물의 생애주기 상에서 발생하는 정보로 확장하기 위한 phase 엔티티의 속성을 상속 (inheritance)받은 analysis 엔티티에서 정의되었다. 그리고 analysis 엔티티의 analysis_model 속성값은 다양한 구조해석 결과를 포함할 수 있도록 analysis_item_with_representation 엔

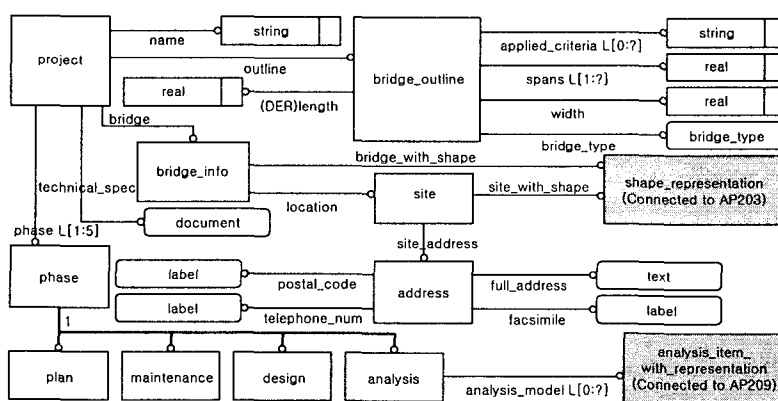


그림 7 강교량 구조물의 정보 표현을 위한 데이터모델

티티가 리스트 (LIST) 타입으로 정의되었다. 구축된 응용해석모델은 EXPRESS언어로 표현되어 교량구조물의 발생정보를 표현하는 스펙으로 사용되며 또한, 데이터베이스의 물리적 데이터구조를 정의하기 위해서 SQL (Structured Query Language) 언어로 표현하여 스키마로 사용될 수 있다.

4. 응용모듈의 구현

4.1 응용모듈의 구현 개념

본 절은 구축된 데이터베이스를 활용하여 강교량 구조물의 생애주기 상에서 대상 구조물 정보에 접근 가능한 응용모듈의 구현방법을 제시하였다. 본 연구에서 제시된 응용모듈의 구현방법은 강교량 구조물에 국한되어 적용되는 것이 아니라 건설산업 각 분야에 적용되어 기존 표준과 요소기술을 이용하여 데이터 획득, 관리, 운용 및 접근이 가능하도록 구성되었다. 그림 8에 나타난 바와 같이, 응용모듈 구현을 위한 구조(architecture)는 크게 세부분으로 구성되었다. 먼저, 교량구조물에서 발생하는 정보에 대한 데이터획득은 기존에 사용 중인 CAD/CAE/CAX 관련 응용프로그램에서 STEP 및 XML (eXtensible Markup Language)과 같은 중립포맷의 원시데이터를 통해 처리하도록 구성되었다. 다음으로, 개발된 변환기를 이용해 중립포맷의 원시데이터를 데이터베이스 시스템으로 변환함으로써 강교량 구조물의 원시데이터 값을 상용 DBMS 상에서 운용이 가능하였다. 마지막으로, 구축된 데이터베이스를 실제 업무에서 활용할 수 있도록 웹 기반의 응용모듈을 개발하였다.

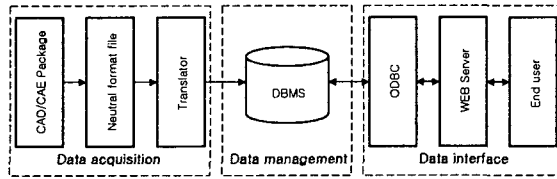


그림 8 응용모듈 구현을 위한 개념도

4.2 응용모듈의 구축사례

본 절은 구축된 데이터베이스와 응용모듈 구현방법을 적용하여 강교량 구조물의 형상정보와 구조해석결과를 웹상에서 가시적으로 제공할 수 있는 응용모듈을 개발하였다. 강교량 구조물에 대한 3차원 형상정보의 데이터 획득을 위해서 건설분야에서 널리 사용하는 CAD 소프트웨어인 AutoCAD 2000을 이용하여 트러스교의 형상을 3차원 솔리드 모델로 표현하였다. 현재 AutoCAD 2000에서 생성된 솔리드 모델 정보는 AP203 EXPRESS 스키마를 구조로 하는 STEP 파일을 생성할 수 없기 때문에 ACIS 포맷으로 출력하여 AP203 EXPRESS 스키마를 구조로 가지는 STEP 파일로 변환하여 사용되었다⁽⁷⁾. 다음으로, 2.3절에서 제시된 변환기 개발방법을 토대로 STEP 파일을 관계형 데이터베이스 시스템인 Oracle DBMS로 원시데이터 값을 업로드할 수 있는 변환기를 개발하였다. 이와 같은 절차를 통해 강교량 구조물의 3차원 솔리드 정보를 데이터베이스 시스템으로 변환함으로써 사용자가 강교량의 형상정보를 보다 용이하게 획득하는 것이 가능하였다. 웹 브라우저 상에서 그래픽스 정보를 가시화할 수 있는 VET 엔진을 이용하여 그림 9와 같이 Oracle DBMS에 저장된 트러스교의 형상정보를 표현하였다. Oracle DBMS에 저장된 정보로부터 웹 3D 기술인 VET 엔진을 이용하여 교량의 형상정보를 가시화하기 위해서는 VET 엔진의 입력파일 포맷인 ASE 파일을 생성하여야

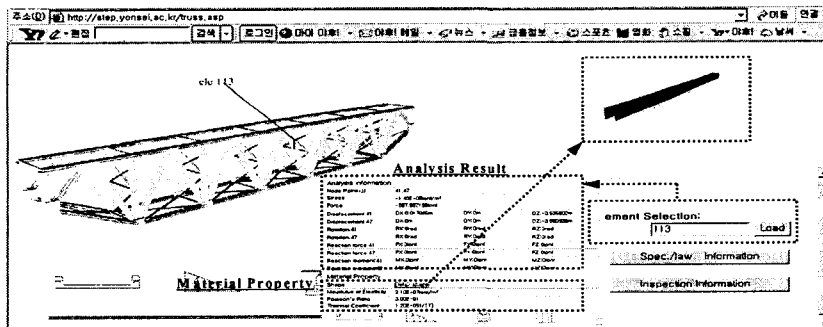


그림 9 웹상에서 교량의 형상 및 구조해석정보 가시화를 위한 응용모듈

한다. 따라서 본 연구에서는 DBMS로부터 강교량 구조물의 기하형상을 표현하는 정보를 추출하여 ASE 파일을 생성하고 웹 브라우저에 장착된 VET 엔진을 이용하여 가시화하였다. 형상정보를 가시화하기 위한 응용모듈은

ASE 파일 생성과정에서 VET 엔진의 오브젝트를 부재단위로 구성하였기 때문에 교량구조물의 부재단위별 접근이 가능하였다. 강교량 구조물의 형상정보와 연계하여 구조해석정보 즉, 거시적 거동이나 응력의 변화와 같은 정보가 웹상에서 교환 및 공유되기 위해서는 형상정보를 데이터베이스 시스템에 저장하는 방법과 동일한 절차를 수행하여 획득하였다. 구조해석정보는 MSC사의 상용구조해석 프로그램인 PATRAN을 이용해 AP209 EXPRESS 스키마를 데이터 구조로 하는 STEP 파일로 생성하여 Oracle DBMS에 저장되었다.

5. 결 론

본 연구에서는 교량구조물의 형상 및 구조해석정보에 대한 데이터베이스 구축을 통해 웹기반의 응용모듈 개발이 가능하였으며, 연구결과는 다음과 같다.

- (1) STEP에서 제시하는 데이터모델 개발 방법론을 적용하여 교량구조물에서 발생하는 계획정보, 형상정보 및 구조해석정보에 대한 데이터베이스를 구축하였다. 구축된 데이터베이스는 교량구조물의 생애주기 상에서 발생하는 각종 응용프로그램의 결과물을 효과적으로 저장함으로써 기존 정보에 대한 보관, 관리 및 재사용이 가능하였다.
- (2) 기존 표준을 이용하여 교량구조물의 데이터모델을 정의함으로써, 구축된 데이터모델은 타 정보와의 일관성 (consistency)을 확보할 수 있었으며, 토목분야에서 기존 표준을 이용하여 정보화 체계를 보다 효율적으로 구축할 수 있는 사례를 제공하였다.
- (3) 구축된 데이터베이스를 활용하여 실제 업무에 적용할 수 있는 응용모듈의 구현은 웹과 같은 인터넷 매개체를 통해 사용자의 시간, 장소 및 전산환경에 상관없이 접근권한에 따른 정보 제공이 가능하여 보다 실질적인 정보의 활용이 가능하였다.
- (4) 본 연구에서 개발한 교량구조물의 데이터모델은 현재 교량의 상세설계정보, 시공 및 유지관리에 대한 부분이 제외되었으며 이러한 단계에서 발생하는 정보에 대한 데이터모델 개발이 단계적으로 추진 중에 있다.

감사의 글

본 연구는 한국건설기술연구원 (KICT)의 연구비 지원에 의해 수행되었으며, 이에 깊은 감사를 드립니다.

참고 문헌

1. Julian, F., *STEP Architecture and Methodology*, PDT Solutions, UK, 1996.
2. ISO TC184/SC4, *Application Protocol: Configuration Controlled Design*, ISO, Switzerland, 1994.
3. ISO TC184/SC4, *Integrated Application Resource: Finite Element Analysis*, ISO, Switzerland, 1996.
4. Keith, A.H., Adnan, Y., *Recommended Practices for AP 209*, PDES Inc., USA, 1999.
5. Loffredo, D., Karama, R., Raphvan, V., *ST-Oracle Version 7.0 Manual*, STEP Tools Inc., USA, 1999.
6. Mikami, I., Tanaka, S., Kubota, S., Ishii, Y., "Database of Highway Bridges Product Data Models Using STEP", *Proceeding of the 7th East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering & Construction*, Kochi, Japan, Vol.2, 1999, pp.590~601.
7. Charles, S., John, C.K., Kinzo, H.L., "Client/Server Framework for On-Line Building Code Checking", *Journal of Computing in Civil Engineering*, ASCE, Vol.12, No.4, 1998, pp.181~194.