

STEP기반의 RC 구조물 통합시스템 데이터베이스 개발 Development of Database for Integrated Structural System of RC Buildings based on STEP

권 용 진* 천 진 호** 이 병 해***
Kwon, Yong-Jin Cheon, Jin-Ho Lee, Byung-Hai

ABSTRACT

This paper is study for database development for integrated structural system of RC buildings based on STEP. In order to develop database, CIS/2 product model and INDECON application were used. CIS/2 will be accepted STEP(The STandard for the Exchange of Product model data) AP230 and INDECON(INtelligent structural DEsign system) is a Integrated structural system of RC buildings. The paper focuses on application from CIS/2 to INDECON database.

1. 서 론

산업전반에 걸친 컴퓨터 응용분야의 비약적인 발전에 따라 Product Data Model은 점점 더 CIM (Computer Interface Management)환경의 중요한 도구로써 자리잡아 가고 있다. 또한 각 각의 개발환경에서 구현된 응용프로그램 상호간의 데이터 교환 가능성도 중요하게 부각되었고 이러한 요구에 부응하여 ISO 에서는 STEP 이라고 알려진 새로운 표준제품모델 (ISO 10303 Series) 을 개발하였고 또 일부 분야는 개발 중에 있다. 건설 분야에서는 최근 CIM steel LPM5 의 모델(CIS/2)을 ISO10303 AP230으로 적용할 것으로 알려졌다⁴⁾ 본 논문에서는 Steel Frame Works 의 모델로 개발된 CIS/2 모델을 분석하여 본 연구실에서 개발된 철근 콘크리트 통합설계 시스템(INDECON)의 데이터베이스로의 적용을 검토 개발하는 것을 목적으로 한다. 본 논문의 내용은 STEP(The STandard for the Exchange of Product model data) 의 구조에 관한 간단한 소개, CIS/2의 구조에 대한 분석, 본 연구실에서 자체 개발된 INDECON (INtelligent structural DEsign system)의 기본적인 자료구조, CIS/2에서 INDECON의 적용을 위해 수정되어야 할 모델의 일부, 개발된 데이터베이스의 구조, 개발과정을 통해 얻게 된 결론 등의 순으로 구성되어 있다. 개발 과정동안 사용된 프로그램으로는 STEP-Tool Developer 7.0, Visual C++ 5.0 등이 있다.

2. STEP의 구조 및 CIS/2의 개발 배경.

연구의 첫 단계로는 ISO 10303의 전체 구조를 이루고 있는 Product Data Representation 의 기본적인 구조를 파악하였다.

* 한양대학교 건축공학과 석사과정

** 한양대학교 건축공학과 박사과정

*** 한양대학교 건축공학과 교수

4) <http://www.aisc.org/>

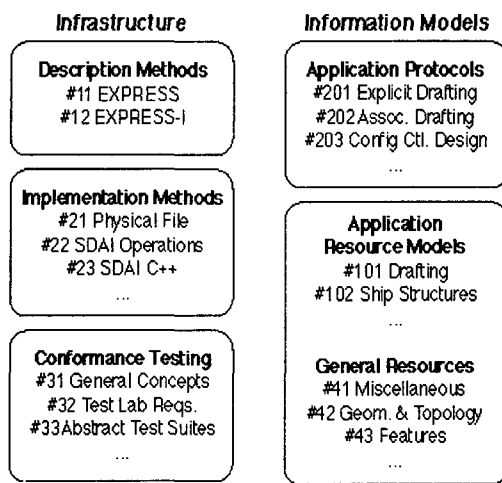


그림 1

Part100-Series는 Part40-Series를 기반으로 각 산업분야에서 요구되어지는 기본적인 데이터 모델 (Application Resource Models)에 대해 정의한다. Part200-Series에서는 실제 응용프로그램 사이의 프로토콜로 사용될 수 있는 표준화된 제품모델 (Application Protocols : APs)을 정의한다. Part200-Series의 Model 속에 포함된 Entity는 Part-40series와 Part100-Series에서 정의된 스키마 속의 기본적인 개체를 기반으로 하여 각 산업 분야에 맞는 제품 모델을 구성하게 되어 있는 것이다.

Issues	보완 및 추가된 사항들
project definition	지리적인 위치, zoning of project, building, structure
design	TYPE에 의한 구조부재 분류 및 묘사
analysis	동적해석, 3D solid 모델, 극좌표계 도입
part detailing	변단면부재, 다각형의 단면, library items
features detailing	비표준 형상, coating
joint detailing	complex joint system, pinned joint system
data management	data sharing, version control
other	제한된 범위 내에서의 비용 계산 및 project scheduling

표 1

그림 1에서 보듯이 STPE의 전체적인 구조는 다섯 단계로 골격을 이루고 있다. Part10-Series는 EXPRESS Model 언어의 문법적 특성 AIM (Application Interface Model)과 EXPRESS-I 언어 사이의 매핑방법 등에 대한 내용을 다룬다. Part20-Series는 자료의 입출력을 위한 파일 형식과 응용프로그램 구현을 위한 프로그램 언어 간의 자료구조 전이에 대한 방법론 등을 설명한다. Part40-Series와 Part100-Series는 STEP의 심장부라 할 수 있다. 이 부분은 위의 파트에서 정의된 문법과 형식을 가지고 실제적으로 스키마(Schema)를 구성하는 단계로써 응용 프로토콜에 쓰이는 기본적인 제품 모델에 대한 정보를 담고 있다. Part40-Series는 기하 정보, 위상 정보, 제품 특징 등에 대한 기본적인 데이터 모델(General Resources)을 정의하고

이러한 STEP의 통합화 접근 방법을 통하여 기계, 조선 분야의 응용프로토콜에 대한 연구와 개발 적용 사례 등은 상당 부분 정형화되어 가고 있고 실제 Program 개발현장에서도 사용되어지고 있지만 건설 분야에서는 근래까지도 CAD 시스템에서 사용될 수 있는 AP203(Configuration controlled design)만이 확정되어 관련된 응용 프로그램간의 기초적인 개발이 이루어지고 있는 상황이다⁵⁾ 구조해석, design제작자, 상세도면 작성자, 그리고 시공업자를 포함하는 설계와 시공 팀의 모든 구성원들간의 자료-프로젝트 도면, 설계 계산 값들, 그리고 접합부 설계 자료들 기타 관련 업무에 적용될 수 있는 Product Model은 아직 표준화된 모델을 확정하지 못하고 있는 상태였다. 건설업무에 관련된 AP200_series 중에서 AP228 (Building Service : Heating,

5) <http://www.kstep.or.kr/>

표준화일 (STEP,IGES)을 이용한 CAD 데이터 교환 국내 현황 <유상봉,한순홍,최영,김영일>

ventilation, and conditioning) 부분은 그 연구단계가 아직도 초기개발 상태를 벗어나지 못하고 있는 상태이고 AP225(Building element using explicit shape representation) 부분은 응용프로그램으로의 구현을 위해서는 추상적인 단계의 정의만으로 구성되어 있다 이 중 최근에 CIM steel에서 제안된 LPM5(Logical Product Model)가 조만간 AP230으로 채택되어질 예정이다. 이번에 채택되게 될 CIS/2 모델은 CIS/1(LPM4) 모델에서는 다루어지지 않았던 내용들을 추가하여 개발되어졌다 (표1). 전체 SCOPE에서도 그 규모가 방대해져서 전체 개체t수는 2배 가까이 증가하였다 이 중에서 가장 주목할 만한 변화는 Incremental Updating 이 가능하도록 한 Data Management 분야일 것이다 . 하지만 본 연구 목적 상 Data Management에 대한 모델링은 적용하지 않기로 한다.STEP의 다른 모든 APs가 그러하듯이 LPM5 역시 Open End 되어 있고 응용프로그램 의 구조 변화 등에 의해 영향 받지 않도록 독립적으로 모델링 되었다. 입력된 instance 역시 Part21에 의한 .STP 형식으로 입출력 될 수 있다.

3. CIS/2 구조에 대한 이해.

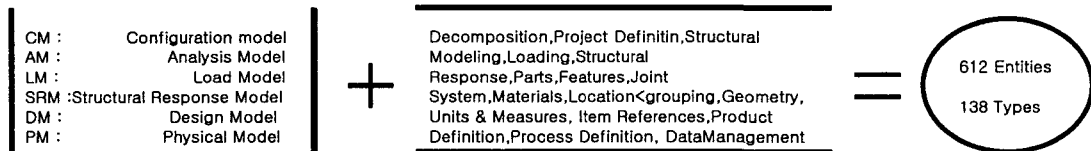


그림 2

CIS/2의 구조를 보다 이해하기 쉽도록 Schema에서 정의되어진 개체는 그대로 영문 표기(***bold italic***)하기로 한다. CIS/2는 626개의 개체와 138개의 type을 정의하여 전체 Product Model을 구성한다. 구성된 개체와 Type은 비 형상 요소와 형상 요소의 조합으로 이루어져 있고 그림2에서 볼 수 있듯이 5개의 적용분야에

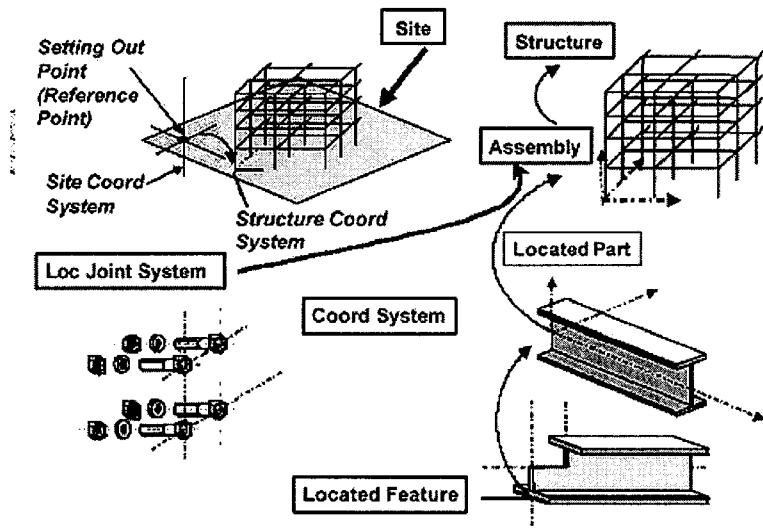


그림 3

대해 다시 그 기능 면을 고려하여 17개의 Subject Area로 분류 할 수 있다 CIS/2는 각 각의 Subject Area에 속한 Abstract 개체에서부터 상속된 하위 개체들 서로간이 Attribute로써 참조되는 구조를 통해 모델 전체의 유기적인 구조를 이루고 있다. < 그림3 >은 개체간의 개념적인 관계를 표현한다. *Site*는 *Coord_System*을 참조하여 *Site*의 *Coord_System*을 만들고 *Point*를 참조하여 *Setting_Out_Point*에서 좌표 계의 기준 점을 잡

는다. 이 방식과 동일하게 *Structure*의 좌표 계를 지정한 후 *Structural Member*의 위치는 *Located Part*로써, 접합부의 형태는 *Located Feature* 개체의 조합으로 정보를 표현한다. 디자인 디테일을 위해서는 *Manufacturing Assembly* 개체를 사용하며 *Manufacturing Assembly*는 *Located Part*와 *Located Joint System*의 조합으로 구성할 수 있다. 구조체 내에서의 멤버간의 연결은 *Assembly* 개체에 정보를 담고 있고 구조체 그룹의 연결은 *Group* 개체에서, 또 구조물간의 위치와 관계는 *Zone*과 *Grid*개체에서 정보를 담고 있고 이러한 제품 모델을 관리하는 주체에 대한 정보를 담고 있는 *Managed Data Transaction* 개체가 전체 모델의 최상위 계층에 있다. 보다 자세한 관계 구현은 <그림 4>에서 ARM(EXPRESS-G : Application Reference Model)으로 표현하기로 한다.

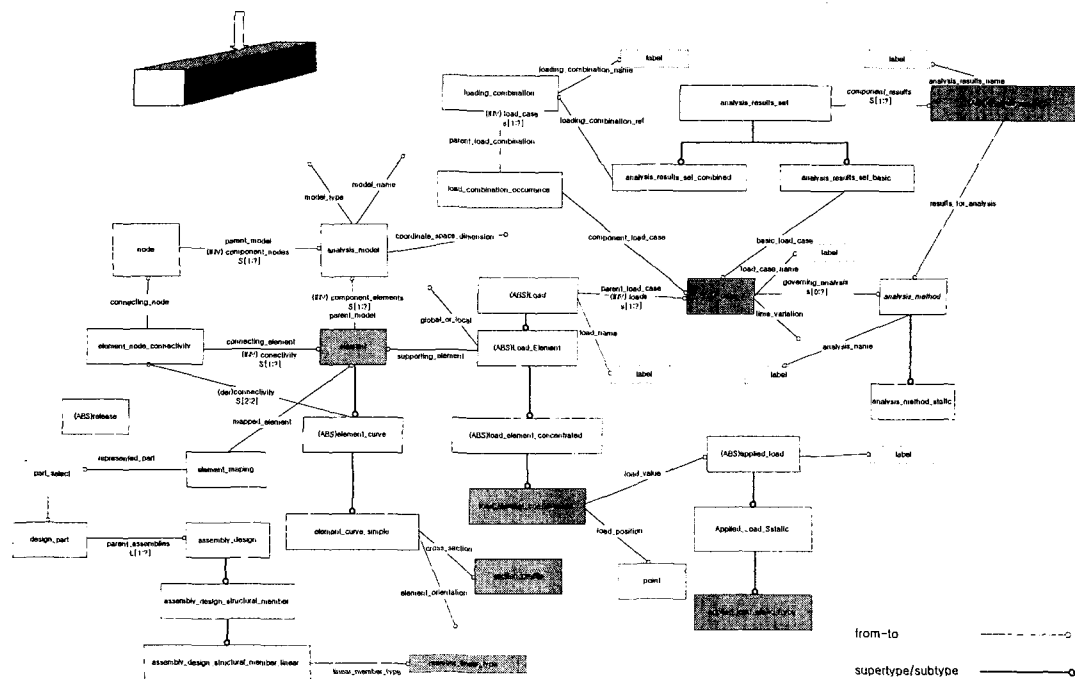


그림 4

위의 다이어그램은 하나의 부재를 설계하기 위한 과정에 필요한 데이터의 구조를 담고 있다. *Element*에서 상속된 *Element_Curve_Simple*은 *Load_case*의 Aggregation 된 하위의 *Load_Element_Concentrated* 연결되고 주어진 *Load_Case*의 해석을 위한 *Analysis_Method*와 *Applied_Load*에서 연결된 정보를 가지며 *Load_Combination*과 연결된 *Analysis_Result_Set*을 통하여 해석결과를 가지고 온다. 디자인을 위해서 *Element*는 *Structural_Frame_Item*에서 상속받은 *Assembly_Design_Structural_Member_Linear*의 *Linear_Member_Type*과 연결되어 멤버의 디자인 정보를 가지게 된다. 위의 Diagram에서는 생략되었지만 *Unit*와 *Coordination_System*까지 연결된 CIS/2 전체 Schema는 하나의 건물뿐만 아니라 건물 군에 대한 Product Model이 가능한 방대한 자료구조를 가지고 있다.

4. INDECON 의 자료구조 및 적용범위.

RC 구조물 통합 설계 시스템의 개발에 참여하여 선행 프로젝트로 수행되었던 INDECON 통합구조설계시스템은 C++ 언어를 통해 구현되었다. Database 모델은 Rumbaugh OMT을 ARM으로 하여 객체 지향 데이터베이스 모델링을 하고 ORACLE7.3을 통하여 데이터베이스를 구현하였으며 총 100여 개의 개체가 상속 및 연관관계를 통해 구성되어 있다. INDECON 시스템은 RC 구조물의 전처리 과정으로 부터 해석 완료된 결과를 가지고 단면 및 배근 디자인까지의 과정을 전문가 System과 데이터베이스를 통하여 최대한 자동화하는 것을 목적으로 개발되었고 격자형으로 정형화 된 중 저 층 규모의 RC구조물 디자인과 구조계산서, 대략적인 물량 산출까지를 그 적용범위로 한다. INDECON의 데이터 모델은 형상표현과 구조체의 관계를 연결하는 형상정보뿐만 아니라 전체적인 Process를 자동화 할 수 있도록 비 형상 정보에 대한 개념(ex: 지진하중, 풍하중의 자동화 산정)들도 전처리 과정의 데이터로 가질 수 있도록 모

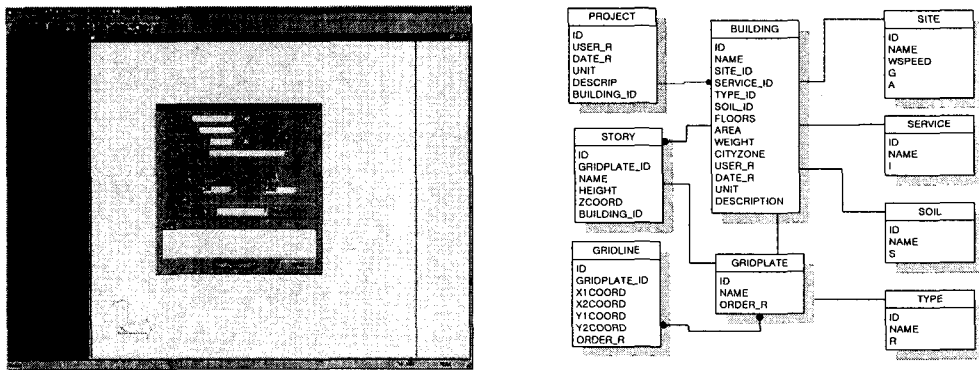


그림 5

델링 < 그림5 > 되어 있다. 좌측의 프로그램 입력 창에 의해 우측의 모델로 구현된 데이터베이스에 입력된 자료는 지진하중과 풍하중의 자동화 알고리즘에 의해 해석 프로그램의 하중데이터로 입력된다. 이러한 모델링 부분들은 CIS/2 의 모델을 통해 응용프로그램 사용자에게 의해 정의 될 수 있도록 수정되어지고 Application 의 입력창의 디자인도 변경된 DB 구조에 맞도록 수정한다. .

CIS/2는 철골 구조물에 대한 Product Model을 목적으로 하고 있기 때문에 콘크리트 통합 시스템으로 구현된 INDECON의 데이터베이스로 적용하기 위해서는 CIS/2의 모델구조를 조정하여야 하고 또한 다음과 같은 몇 가지의 사항들을 수정하여야 하였다.

- 전체적인 Data 구조는 Concrete Design 부분을 제외하고는 ISO10303이 규정한 STEP의 Application Protocol을 최대한 준수한다.
- CIS/2에서는 Product 모델의 부분으로 포함되고 있는 *Zoon*과 *Grid*에 관련된 개체는 본 INDECON의 모델에 불필요하므로 Working Set에서 제외시킨다.
- *Analysis_Method*에서 *Dynamic_Analysis* 와 *Geometric_Representation* 의 Shall요소, *Topological_Representation* ,*Coord_System*에서의 *Spherical*, *Cylindrical_Coord_System*은 적용범위를 벗어나므로 Working_Set에서 제외시킨다.

- STEP Part 21 Format을 지원하는 기타 상용 Application⁶⁾ 간의 데이터 호환성을 최대한 유지한다.

5. 데이터베이스 개발 방법론

4장에서 언급한 INDECON의 데이터베이스로써 CIS/2를 활용하기 위해서는 Structural_Frame_Item 의 하위 개체에 있는 개체 부분을 우선적으로 수정하였다. CIS/2 모델에서는 해석요소를 위한 *Element*를 Structural Member 디자인을 위한 통상적인 기둥, 보 등의 구분보다 상위 개념에 두어 *Element*의 해석 후의 디자인에 연결되는 *Assembly_Design_Structural_Member_Linear*의 *Member_Linear_Type*으로 구조부재를 인식 할 수 있도록 모델링 되어있다. 그러나 일반적인 AC 구조물의 해석 및 디자인에서는 구조부재의 해석을 위한 하위 개념으로 *Element*를 인식시키고 INDECON 또한 같은 방식으로 모델링 되어 있기에 *Structural_Frame_Item*에서 상속받은 *Structural_Frame_Product* 부분을 <그림 6>과 같이 *Structural_Member* 로 수정하고 철골접합부의 부재 끝부분을 나타내는 Feature, 위치를 나타내는 *Located_Item*, Managed Data를 위해 사용되는 *Project_Plan*, 접합부의 설계방법을 나타내는

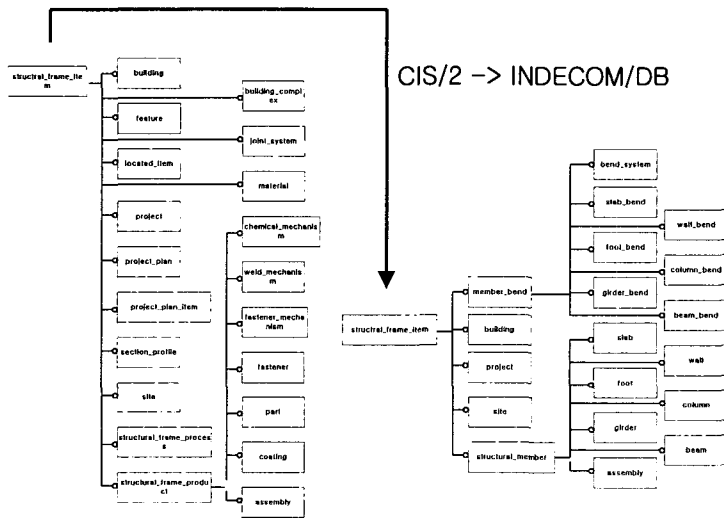


그림 6

*Structural_Frame_Process*등을 배제시키고 RC 구조체의 디자인 모듈로 통상 분류되는 *Slab, Foot, Girder, Wall, Column, Beam* 등의 새로운 개체를 정의한다. 또한 접합부의 정보대신 철근 배근의 제품 모델로 사용될 *Bend_System* 과 하위 개체를 새롭게 정의한다. 새로 정의된 콘크리트 디자인 개체의 속성과 관계들은 INDECON 데이터베이스에서 정리된 관계를 최대한 수용하여 구성한다.

다음단계는 추가된 개체들과

CIS/2 모델과의 유기적인 연결을 위해 개체 상호간의 참조 관계와 Attribute관계를 정의한다. 철근 배근에 대한 정보는 구조도면의 디자인을 위한 부분만을 고려하였다. 시공도면을 위한 자세한 정착, 연결부의 정보를 표시하기 위해서는 3D Solid Modeling을 통한 Geometry 정보와의 연결관계를 정의하여야 하지만 INDECON 프로그램이 Design 단계까지의 구조도면 출력까지를 목적으로 개발되었기 때문에 데이터베이스 모델 또한 2D 개념의 단순화된 배치모델을 적용하고 Application 구현 단계에서 length 개념을 가지는 구조도면 형태로 표현할 수 있도록 기본적인 데이터만을 데이터베이스에 적용한다. 이는 INDECON의 데이터베

6) 현재 step file (이하 .stp)을 지원하는 건축 분야의 프로그램으로는 Bentley사의 Microstation 과 Framework 와 STAARDPro2000 이 있다. Microstation 과 Framework는 AP203의 데이터를 import 하는 기능만을 가지고 STAARDPro2000은 LPM4(CIS/1)d의 일부 데이터만을 export 할 수 있다. GT-Strudl은 현재 Georgia Tech.의 Eastman 교수 팀에 의해 CIS/2를 database로 개발중이다. 현재의 상용 프로그램에는 아직 CIS/2/AP230)을 지원하는 프로그램이 없다.

이스 모델을 적용하는 것으로 해결 할 수 있다.

위에서 ARM 에 의해 작성된 모델은 EXPRESS 스키마로써 사용하기 위해 AIM(Application Interface

```
ENTITY Bar_Point:
  x_coord : Length_Measure_With_Unit ;
  y_coord : Length_Measure_With_Unit ;
  dist_comp : Length_Measure_With_Unit ;
  dist : Length_Measure_With_Unit ;
  bar_function : tension_or_compression ;
END_ENTITY;
```

```
ENTITY Girder_Bend
SUBTYPE OF (Bend_System):
  left_tension_lower_bar_num : INTEGER;
  left_tension_upper_bar_num : INTEGER;
  left_comp_lower_bar_num : INTEGER;
  left_comp_upper_bar_num : INTEGER;
  middle_tension_lower_bar_num : INTEGER;
  middle_tension_upper_bar_num : INTEGER;
  middle_comp_lower_bar_num : INTEGER;
  middle_comp_upper_bar_num : INTEGER;
  right_tension_lower_bar_num : INTEGER;
  right_tension_upper_bar_num : INTEGER;
  right_comp_lower_bar_num : INTEGER;
  right_comp_upper_bar_num : INTEGER;
  dist_center : Length_Measure_With_Unit;
  dist_end : Length_Measure_With_Unit;
END_ENTITY;
```

```
ENTITY Bend_System
SUPERTYPE OF (ONEOF
  (girder_bend,
  slab_bend,
  foot_bend,
  beam_bend,
  column_bend))
SUBTYPE OF (structural_frame_item):
  INVERSE
  member_in_bend : STRUCTURAL_MEMBER FOR BEND_DESIGN;
END_ENTITY;
```

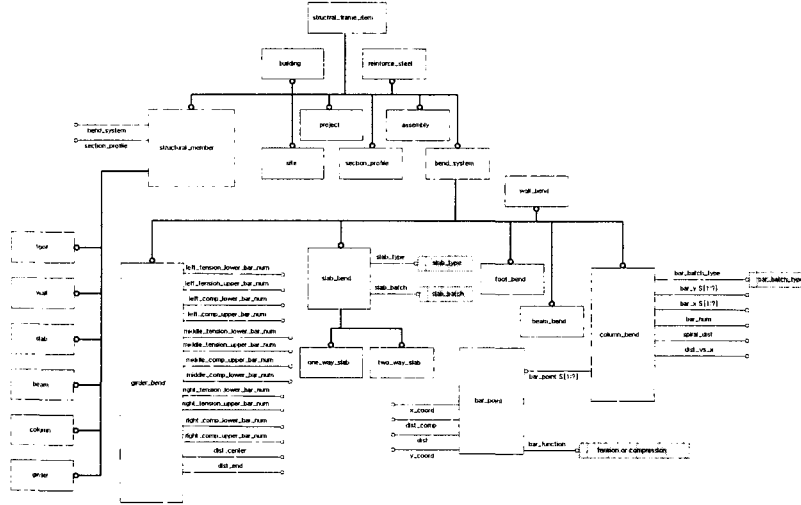


그림 7

Model)로 표현하여야 한다. STEP에서는 개념모델을 응용프로그램 개발을 위한 HCI(Human Computer Integration) 도구로써 EXPRESS 언어를 사용하고 있다. <그림 7>은 EXPRESS 언어로 정의된 *Bar_Point*, *Girder_Bend*, *Bend_System*에 대한 EXPRESS 표현 예를 보여준다. 다음단계로는 CIS/2의 SCHEMA Model에서 정의된 개체들을 4장에서 적용한 INDECON에 적용할 수 있도록 개체들을 선별하고 콘크리트 디자인모듈을 붙여 전체적인 별도의 스키마로 정의하는 작업을 하였다.

STEP모델을 지원하는 개발도구로써는 STEP Tools.사에서 개발한 ST-Developer 7.0을 사용하여 C++

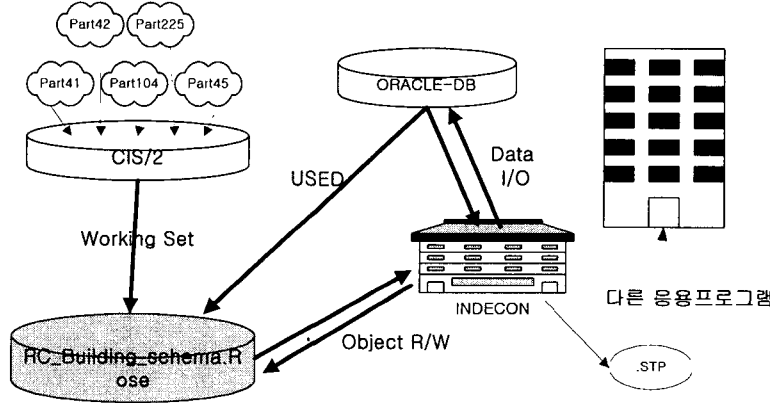


그림 8

Class로 Compile 하였고 Compile 된 Class로는 ROSE database를 이용하여 INDECON 시스템의 데이터베이스로 사용하였다. 완성된 데이터베이스 스키마는 RC_BUILDING_SCHEMA로 명명하였고 본 데이터베이스 모델을 통해서 AP203을 지원하는 step file (.stp)을 출력할 수 있고 RC Design 부분을 제외하고 제

한적으로 CIS/2 (AP230)을 지원하는 STEP 파일을 출력 할 수 있다. STEP 파일은 Part 21의 규준에 의해 Header File 부분과 Data File 부분으로 나눌 수 있는 데 현재의 적용단계는Header File 만을 생성할 수 있다. (그림 8) 본 연구를 통해 개발된 데이터베이스 모델은 CIS/2 와 INDECON 데이터베이스의 구조를 조

합하여 총 216개의 개체와 57개의 Type으로 구성되어 있고 EXPRESS 스키마는 RC_BUILDING_SCHEMA 이며 RC_BUILDING_SCHEMA.rose 파일에 데이터를 저장한다.

6. 결 론

본 연구는 표준화 과정에 있는 CIS/2 LPM 5 모델을 적용하여 프로그램 개발에 참여하였던 INDECON 통합구조설계시스템의 데이터베이스로써 적용 될 수 있도록 개발툴을 이용하여 STEP기반의 데이터베이스를 구현하는데 있다. 데이터베이스의 개발 과정에서 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, CIS/2 의 제품 모델 구조는 개발환경이 다른 여러 응용프로그램간의 기본적인 응용프로토콜로써 매우 만족스러운 표준을 제시한다. INDECON 프로그램의 구현을 위해 도입되고 적용되었던 많은 프로그래밍 기법 및 함수 구현, 연관 관계들은 CIS/2의 기본적인 구조 속에서 모두 적절하게 수용될 수 있다는 것을 발견할 수 있었다. 아쉬운 점이 있다면 CIS/2의 전체 자료구조가 방대하여 선별적으로 자료를 추출하고 모델링할 수 있는 보다 효과적인 툴의 개발이 요구되어진다는 점이다.

둘째 전체 612개에 이르는 개체들 모두를 응용프로그램 구현을 위한 데이터 구조로 처리하기보다는 각각의 개발환경에 맞는 적절한 선별작업을 통해 모델을 축소하여 적용하는 것이 효율적인 개발방법임을 확인할 수 있었다.

셋째 INDECON 시스템의 데이터베이스로 적용하기 위해 총 216개의 개체와 57개의 타입으로 정의된 RC_BUILDING_SCHEMA를 모델링 하였다.

넷째 차후 과제로는 개발된 데이터베이스 모델을 확장 보완하여 INDECON 프로그램에서 배제되었던 개념들을 수용 할 수 있는 프로그램으로 추가 개발하는데 있다. STEP에서 제안된 AP 모델은 웹 기반의 분산 데이터 베이스를 이용한 네트워킹이 지원되는 환경으로의 응용프로그램구현에 효과적인 응용프로토콜로써 자리잡게 될 것으로 사료된다.

참고 문헌

- [1] , 천진호, 「통합 구조 설계 시스템을 위한 설계 객체 모델 개발과 구현」, 한양대학교 예비 박사 발표 논문, 1999
- [2] ,천진호, 정윤철, 이병해 " 統合 構造設計 시스템 構築을 위한 中央 데이터베이스 모델 提示와 具現", 대한건축학회 논문집 제 15권 제 7호 통권 129호, 1999
- [3] , 이진우, 천진호, 김우범,이병해, 객체지향 기법을 이용한 RC 통합 구조설계 시스템의 후처리 모듈 개발 , 한국전산구조공학회 학술발표회 논문집 제 11권 제 2집 통권 제 21호, p352-361, 1998
- [4] , "LPM/5 EXPRESS-G DIAGRAMS" <http://www.steel-sci.org> , 1998
- [5] , "CIMsteel Integration Standards Release2 Volume 1- Overview" http://www.steel_sci.org , 1998
- [6] , "Efficient 데이터베이스 Implementation of EXPRESS Information Models" <http://www.steptools.com>, 1993
- [7] , Chuck Eastman, "REPRESENTATION AND MEASUREMENTS IN CIS/2" , 1998.9.13
- [8] , "LPM/5 Express 스키마 (Long Form) Formal Issue" <http://www.cis2.org> , 2000.1.27
- [9] , "ROSE Library Tutorial Manual" <http://www.steptools.com>, 1991-1999 STEP Tools, Inc
- [10] , "ROSE Library Reference Manual " <http://www.steptools.com>, 1991-1999 STEP Tools, Inc