

원자력 발전소 생애주기기간 설계 정보 이양을 위한 데이터 모델 및 ERP 인터페이스 개발

김형진, 최광현, 박찬국, 강영주*, 한순홍**

고등기술연구원 엔지니어링 정보기술센터, *한국수력원자력(주), **한국과학기술원

Development of Data Model and ERP Interface for Design Data Handover during Nuclear Power Plant Lifecycle

Hyoung Jean Kim, Kwang-Hyun Choi, Chan-Cook Park, Young-Ju Kang*,
Soonhung Han**

Institute for Advanced Engineering, *Korea Hydro & Nuclear Power Co.,

**Korea Advanced Institute of Science and Technology

1. 서론

원자력 발전소와 같은 대형 플랜트의 경우 플랜트를 구성하는 장비 및 부품에 대한 설계 정보는 설계 단계에서만 아니라 플랜트 생애주기 동안 연속적으로 시공 및 유지보수 단계로까지 이양되어 활용된다. 하지만 다양한 설계 업체가 이기종의 다양한 설계 시스템과 데이터 포맷을 사용해서 작성된 설계 정보를 그대로 플랜트 시공자나 운영자에게 이양하게 되면 설계 업체와 동일한 시스템을 갖춰야만 이양된 정보를 활용할 수 있게 된다. 이와 같이 상당한 비용을 지불해야 해결되는 데이터 상호 운영성 문제를 해결하는 방안으로 데이터 표준화, 데이터 공유, 데이터 교환 및 데이터 인터페이스와 같은 방법론이 연구되고 있다. 본 논문에서는 Generic Product Model(GPM) 데이터 모델과 원자력 발전소 유지보수 업무용 ERP 시스템을 연계할 수 있는 데이터 인터페이스와 관련 시스템을 구현하여 데이터 상호 운영성 문제의 해결 방안을 제시하고자 한다.

2. GPM과 전력 ERP 시스템 소개

2.1 GPM 소개

Generic Product Model(GPM)이란 일본 히타치사에서 개발한 자사의 원자력 발전소에 대한 데이터 모델로서 향후 확장되어 모든 사물을 개체(object)와 관계(association)으로 기술할 수 있도록 개발되었다. GPM은 국제 표준 데이터 모델인 ISO 10303(STEP) 및 ISO 15926을 기반으로 설계되었다. 본 연구에서는 전력 ERP 시스템과의 연계를 위하여 GPM 레퍼런스 클래스 라이브러리를 분석하였다. GPM 레퍼런스 클래스 라이브러리는 원자력 발전소라는 대상 시스템에 대한 체계적인 데이터 모델을 라이브러리화한 것이며 각 클래스에는 플랜트의 구성 체계와 플랜트 구성 요소인 장비 등에 대한 속성이 정의되어 있다. GPM 시스템은 GPM 데이터 모델 기반의 참조 클래스 라이브러리, CAD 파일의 GPM 파일로의 번역기, GPM DB로의 데이터 Uploader, 데이터베이스, 브라우저 등으로 구성되어 있다.

2.2 전력 ERP 시스템 소개

우리나라 원자력 발전소의 소유주이자 운영자인 한국수력원자력(주)는 2002년초부터 2003년말까지 2년에 걸쳐 SAP Enterprise 버전을 전면적으로 적용하여 전력 ERP 시스템을 설계, 구현 및 안정화시켰다. 전력 ERP 시스템의 핵심 모듈은 발전 운영, 건설 관리, 설비 관리, 품질 관리, 구매/자재, 방사선/환경, 도면/자료, 관리/재무/회계, 인사/노무 등으로 구성되어 있으며 다양한 핵심 모듈중에서 원자력 발전소 현장에서 발전소의 유지보수와 가장 깊이 관련된 모듈은 Fig. 1과 같이 설비관리 모듈이라고 할 수 있다.

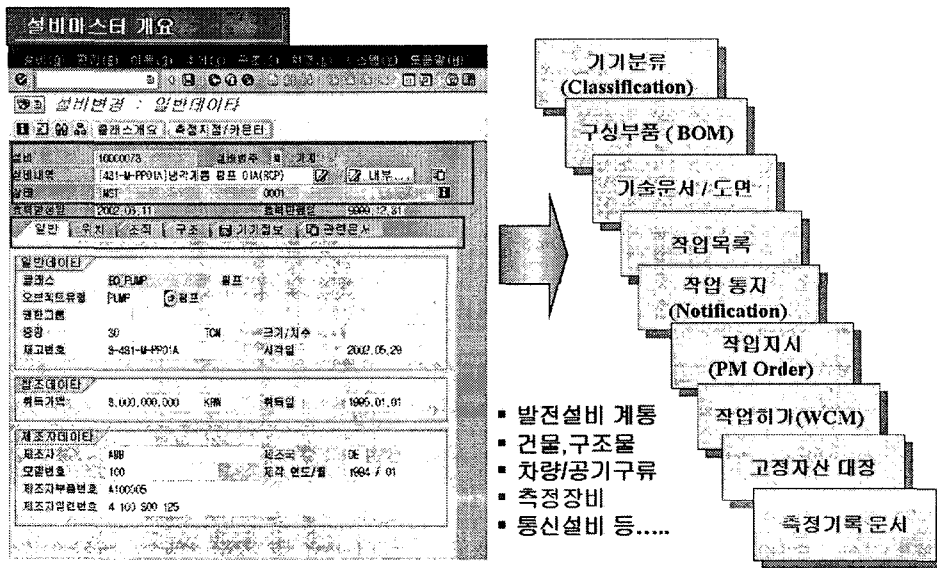


Fig. 1 전력 ERP 시스템의 설비 관리 모듈

2.3 테스트용 전력 ERP 설비 관리 모듈 구축

본 연구에서는 테스트용 전력 ERP 설비 관리 모듈을 구축하였다. 설비 마스터 데이터베이스는 한국수력원자력(주)에서 하드카피 형태로 제공한 샘플 데이터베이스 테이블 및 데이터를 기본으로 하여 역공학(Reverse Engineering) 방법으로 추정하여 작성하였다. Fig. 2는 테스트용 전력 ERP 설비 마스터 데이터베이스 스키마이며 크게 유지보수 관련 테이블과 기자재 관련 테이블로 나뉘어진다. 유지보수 관련 테이블로는 유지보수품목, 유지보수계획, 작업목록Group, 작업목록이 있으며 기자재 관련 테이블은 설비, 클래스, 속성, 설비별속성, 품질등급, 설비제작정보, 운영및정비부서정보, 조사정보가 있다. 전체 테이블중에서 GPM을 통해 타 시스템 데이터베이스로부터 정보 이양을 받을 수 있는 테이블은 설비, 클래스, 속성, 설비별속성 테이블이다.

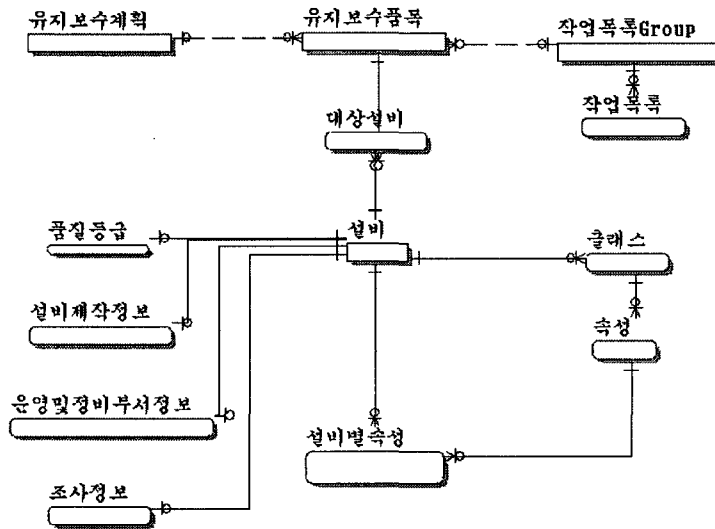


Fig. 2 테스트용 ERP 설비 마스터 DB의 ER 다이어그램

3. GPM 시스템과 전력 ERP 시스템의 연계

3.1 GPM DB에서 ERP DB로의 정보 이양 규칙

설계 데이터가 GPM DB에 저장되고 이 데이터가 다시 ERP DB로 이양되기 위해서는 다음과 같은 규칙을 따른다.

1. GPM DB 분석

GPM DB에서 ERP로 연계 가능한 테이블은 ASSOCIATIONINSTANCE 테이블이며 실질적인 구현을 위해 IMSINSTANCE 테이블과 IMSSET 테이블을 참조한다. 이는 이들 테이블들에 실제 데이터가 들어있기 때문이며 타 테이블들은 데이터베이스 관리 용도 등으로 만들어진 테이블들이다.

2. ASSOCIATIONINSTANCE 테이블의 구조

- equipment GPM 클래스를 상속받는 인스턴스 데이터의 예(Fig. 3)

'SG002@N431-001'은 'equipment'이고

'equipment number'가 'SG002'이고 'system number'가 'RC'인 속성을 가진다.

OBJECTNAME	ASSOCIATIONNAME	ASSOCIATIONNUMBER	ROLEPOSITION	ROLETYPE	ROLEOBJECT
SG002@N431-001	is_a	0	1	1	equipment
SG002@N431-001	is_placed_on	1	1	2	KR_1-schematic_location-N431-001
SG002@N431-001	is_placed_on	1	2	2	KR_1_axis2_placement_2d_N431-001
SG002@N431-001	is_represented_by	2	1	2	KR_1-N431-001_2d_shape_44
SG002@N431-001	-is_assembled_from	3	1	2	RC
SG002@N431-001	has_property_of	4	1	1	equipment
SG002@N431-001	has_property_of	4	2	1	number
SG002@N431-001	has_property_of	4	3	5	"SG002"
SG002@N431-001	has_property_of	5	1	1	system
SG002@N431-001	has_property_of	5	2	1	number
SG002@N431-001	has_property_of	5	3	5	"RC"
SG002@N431-001	possesses	6	1	3	AAAAAAAAELT

Fig. 3 ASSOCIATIONINSTANCE 테이블의 구조

3. 전력 ERP 설비 관리 모듈로 정보 이양이 가능한 GPM 클래스 선정

RCS 계통내의 주요 기기 및 주변 기기(파이프, 엘보우)를 나타내는 GPM 클래스 선정 2D의 경우 'equipment' GPM 클래스, 3D의 경우 'straight_pipe', 'elbow' GPM 클래스

4. GPM DB 데이터 선정

2D의 경우 'equipment', 3D의 경우 'straight_pipe', 'elbow' GPM 클래스를 상속받는 인스턴스(is_a)와 그 인스턴스가 가지는 속성 데이터(has_property_of)를 정보 이양 대상으로 함

5. RCS의 주요 기기들인 Reactor Vessel, Pressurizer, Steam Generator, Reactor Coolant

Pump는 모두 equipment 클래스를 상속받고 별도의 독자적인 GPM 클래스가 없으므로 이들을 구분하기 위해서는 Fig. 4와 같이 각 주요 기기의 인스턴스 데이터에서 속성에 대한 데이터를 분석하여 문자열 패턴을 찾아내어 구분한 후 ERP DB에 정보 이양을 할 수 있다. 예를 들면 속성 데이터중에서 'equipment name'이 'SG002'이면 이것은 'SG'라는 문자열 패턴을 찾아내어서 이것이 Steam Generator라는 것을 유추할 수 있다.

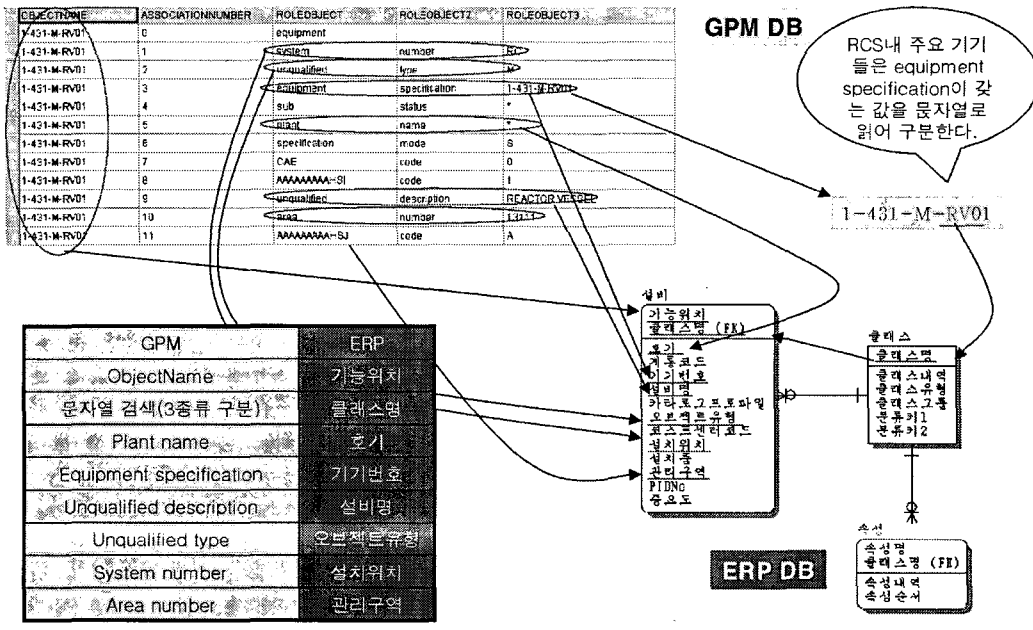


Fig. 4 2D 데이터 equipment에 대한 패턴

3.2 GPM 시스템에서 전력 ERP 시스템으로의 정보 이양 구현

Fig. 5는 GPM DB에 저장된 설계 데이터가 3.1절의 정보 이양 규칙에 의거하여 전력 ERP DB로 이양됨을 구현한 모습이다.

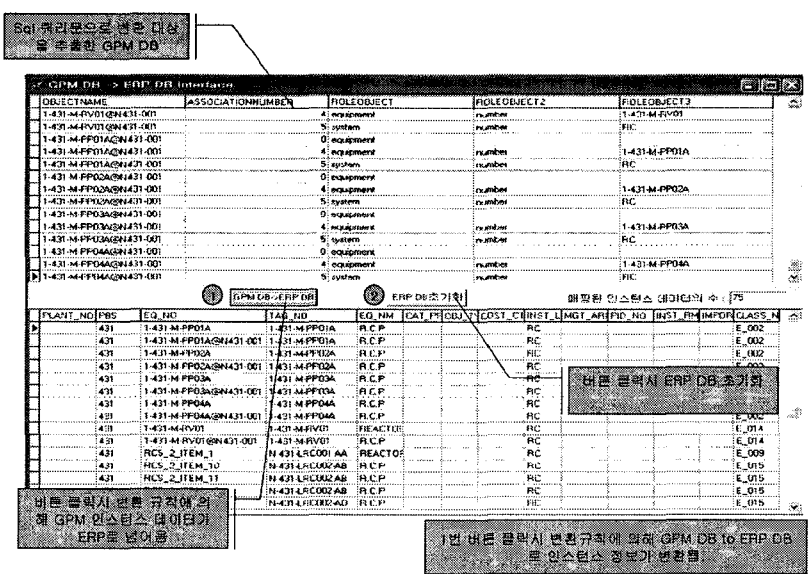


Fig. 5 GPM DB로부터 ERP DB로의 인스턴스 데이터 이양

3.3 전력 ERP 시스템과 IMS 브라우저의 연동

Fig. 6과 같이 전력 ERP 시스템은 Java Web Start 기술을 활용하여 IMS 브라우저 자동 설치 및 호출이 가능하다. 호출된 IMS 브라우저를 통하여 전력 EPR 시스템에서 검색된 플랜트 아이টে에 대한 2D/3D 정보 가시화가 가능하다.

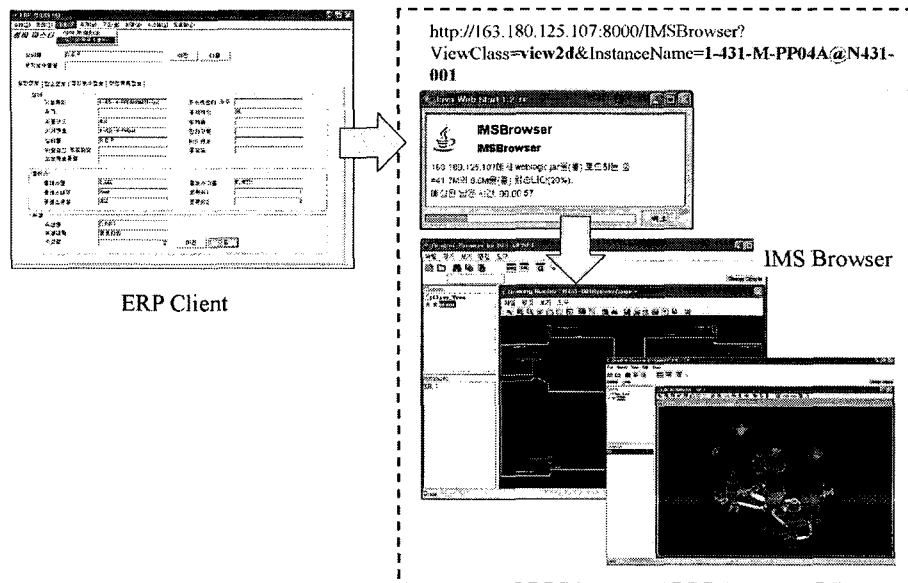


Fig. 6 전력 ERP 시스템과 IMS 브라우저의 연동

4. 결론

원자력 발전소 설계 정보의 유지보수 단계로의 이양 과정에서는 현업에서 사용되는 이기종의 다양한 설계 시스템과 데이터 포맷으로 인해 충분하고 정확한 데이터 이양이 이루어질 수 없게 된다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해서는 표준화된 데이터 저장소를 가지고 벤더 독립적으로 데이터를 통합할 수 있어야만 한다. 특히 원자력 발전소와 같은 기간 산업에서는 안전성이 최우선이기 때문에 이러한 문제로 인해서 발생할 수 있는 데이터 건전성(Integrity) 훼손 방지가 중요하다. 본 논문에서는 원자력 발전소를 Generic Product Model(GPM)을 사용하여 모델링하여 표준화된 데이터 공유 및 교환 방법을 제시하였으며 설계 데이터가 운영자에게 원활히 이양되어 유지보수 데이터로서 활용될 수 있는 전력 ERP 시스템의 설비관리 모듈을 설계 및 구현하였다. 또한 GPM을 기반으로 한 원전 기술 정보 인프라 시스템과 원전 플랜트 유지보수 업무를 관리하는 ERP 시스템을 연계하기 위한 인터페이스와 관련 시스템을 개발하였다. 본고에서는 원자로 냉각 계통(RCS)만을 대상으로 하여 GPM 데이터 모델의 인터페이스의 성능 실험을 하였으며 원전 전체 시스템에 대한 GPM-ERP 인터페이스는 향후 추가적인 연구가 필요하다. 향후에는 단순하고 정적인 플랜트 데이터 모델의 온톨로지화를 통한 지능화, 논리화, 자동화 방안을 연구함으로써 범용의 인터페이스를 개발할 수 있을 것으로 기대하며 인터페이스의 정보 이양 성공률도 높아질 것으로 전망된다.

5. 참고문헌

1. FIATECH, "Capital Project Technology Roadmapping Initiative", October 2004.
2. Yoshimi Oota, Toshiaki Yoshinaga, Koji Kawamura, Koichi Shibao, "Establishment of the Integrated Plant Data Warehouse", CALS/EC Japan, 1998.
3. <http://openknow.com/vipnet/>, IMS-VIPNET, Open Knowledge 2. ISO 10303-221: Application protocol: Functional data and their schematic representation for process plant.
4. Lean, D., "ISO 15926 "Life Cycle Data for Process Plant": An Overview", Oil and Gas

- Science and Technology-Rev. IFP, Vol. 60, No. 4, pp. 629-637, 2005.
5. Christiansen, T., "Implementing the ISO 15926 Core Data Model in Protégé-OWL", DNV, June 2005.
 6. 한국전력기술주식회사, "Shinkori Nuclear Power Plant Units 1&2 Project Procedures Manual", October 2002.
 7. <http://www.plantstep.or.kr/>, "국제 표준 기반의 원자력발전소 데이터 모델 및 응용 시스템 개발" 과제 홈페이지.

감사

본 연구는 산업자원부 산하 전력기반조성사업센터에서 지원하는 "국제표준(ISO10303 STEP, ISO13584 PLIB) 기반의 원자력발전소 데이터 모델 및 응용 시스템 개발" 과제의 일환으로 진행되었습니다. 지원에 감사드립니다.