

산업설비정보표준화 및 PLM(Product Lifecycle Management)

박찬국

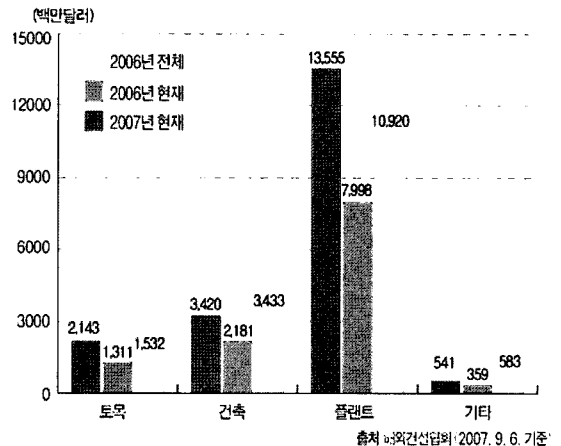
고등기술연구원(현, 건설교통기술평가원)(parkck@kictep.re.kr)

산업설비 PLM 개요

국내 대중매체에 보도된 자료에 따르면, 2007년도 해외건설수주가 고공행진을 지속하고 있는 가운데 8월말 현재 210억불을 수주하였으며 하반기에 30억불 수주가 예상되어 연말에는 해외건설 역사상 처음으로 240억불을 달성하여 최고조에 달할 전망이다. 이와 같은 해외건설 수주의 지속적인 증가는 세계건설시장이 회복되고, 특히 고유가에 따른 중동산유국의 발주물량 증가와 함께 IMF이후 약화되었던 우리업체들의 경쟁력이 살아나 적극적인 수주활동에 기인한 것으로 보인다. 특히, 해외수주 공정별로 보면 산업설비 즉, 플랜트건설이 135억불로 전체수주액의 71%를 차지하여 해외건설의 핵심분야로 자리잡아가고 있음을 알 수 있다. 이는 설비산업이 엔지니어링(engineering), 기계설비조달(procurement), 시공(construction) 등이 융합된 복합산업으로서, 국내산업의 고도화를 주도하고, 전후방 연관효과가 큰 고부가가치 산업임을 고려할 때 새로운 국내 경제의 신성장 동력으로 자리 잡았음을 의미한다고 할 수 있다. 이러한 산업설비 수주의 초호황국면은 국내업체로써는 산업설비 수출을 선진기업의 하도급 수주나 노동집약형 저가 플랜트 수주가 아닌 기술집약형의 고부가가치 프로젝트로 변모시킬 기회를 맞고 있다.

플랜트 제품이 20 ~ 30년 장기간의 제품생명주기를 고려할 때 플랜트 발주자 및 설계, 건설, 운영사 측면에서는 설계정보의 운영 및 보수유지를 위한 데이터 핸드오버(Hand-Over) 등을 포함한 PLM

(product lifecycle management)의 중요성이 날로 증가하고 있다. 이는 플랜트 산업이 전통적인 수주 산업이며 플랜트 발주처에서 처음부터 플랜트 PLM을 구현할 수 있는 도구인 플랜트데이터웨어하우스(PDW, Plant Data Warehousing)구축을 프로젝트의 요구사항 반영이 점증하고 있다. 이에 대한 기술적인 해결책중 하나로써 플랜트 산업에 관계된 많은 사람들이 플랜트 STEP, ISO 15926 등에 대해서 많은 관심을 표명하고 있다. 그러한 기술이 플랜트 정보 관리에 많은 변화를 가져올 것이라고 예측은 하지만, 플랜트 STEP과 같은 표준의 정확한 이해는 주요한 개념 및 정의 등을 명확히 이해하는 데 달려 있다고 할 수 있다. 예를 들면, STEP, ISO 15926, 데이



[그림 1] 공종별 해외건설 수주현황



터모델, 표준참조라이브러리(RDL, Reference Data Library) 등등의 약어로 구성된 개념적 용어는 가끔은 많은 혼란을 초래하기도 한다. 따라서, 본고에서는 이와 같은 플랜트 STEP과 같은 표준기반의 데이터 핸드오버 기본개념 및 플랜트 PLM의 이해를 구하고자 하며, 플랜트 STEP 및 PLM의 개발 현황 및 국내의 관련 프로젝트 등에 관해서 알아보고, 앞으로의 발전방향에 대해서 같이 고민해보고자 한다.

산업설비 PLM 및 정보표준화

제품수명주기관리(PLM)는 제품 설계를 위한 아이디어 단계부터 생산 이전까지 관련된 모든 정보를 효율적으로 관리하는 것을 의미하는 것으로써 주로 자동차나 전자 등의 제조업을 중심으로 발전되어 왔다. PLM 시스템을 통하여 회사 내부 직원뿐 아니라 외부 관계자들까지 모든 정보를 공유할 수 있어 효율적인 제품 개발이 가능하다. 전사자원관리(ERP)가 생산 과정에 초점이 맞춰져 있다면, PLM은 제품 개발과 설계단계 프로세스의 관리를 통합하는 것이다. 초기에는 주로 부품 정보 위주의 관리였으나 최근에는 마케팅·설계·제조·판매 단계에서 발생하는 각종 정보를 연결 관리하는 것을 포함하고 있다.

플랜트 산업의 경우에는 설계, 건설, 운전 및 폐기에 있어서 플랜트 정보 교환이 빈번하게 이루어지고 있다. 또한, 플랜트설계/건설시 EPC(Engineering, Procurement and Construction) 회사, 플랜트 오너와 기기 공급회사 간에 활발한 정보교환이 이루어진다. 물론, 기기 공급회사 혹은 제작사 간에도 필요에 의해 데이터의 정보 교환이 이루어지기도 한다. 또한 기자재 데이터는 기자재 자체의 설계 단계부터 플랜트의 특정 시스템에 대한 PFD(Process Flow Diagram), P&ID(Piping & Instrument Diagram), 3D 형상 등의 개념 및 상세 설계 단계 등에 실질적으로 그 정보가 활용된다. 그러나 데이터의 공유 혹은 교환을 위한 활동에는 실제적으로 하드카피를 통해 서로 교환되는 경우가 많으며, PDF와 같은 특정 전자 파일을 사용할 경우에도 플랜트데이터의 세부 정보를 사람이 직접 하드카피로 출력하여 파악하는 실정이다. 또한 프로젝트가 많은 EPC 회사 및 장비 제작사간의 협업으로 이루어지는 경우, 각각의 회사는 서로 고유의 소프트웨어 어플리케이션 시스템 패

키지를 사용하기 때문에 플랜트 설계정보가 전산화되어 있다 하더라도 그 협업작업에는 많은 문제가 야기된다. 그로 인하여, 발생하는 문제로는 높은 부대비용의 발생, 작업 스케줄의 연장, 사람의 수작업으로 인한 피할 수 없는 에러 발생 등을 들 수 있다.

서로 다른 시스템간의 정보의 교환 및 공유 문제를 해결하기 위해서 국제적으로 STEP(STandard for Exchange of Product model data, www.nist.gov, www.kstep.or.kr www.plantSTEP.or.kr)이라고 하는 ISO 10303을 ISO에서 제정 중에 있다. 이는 제품을 개발하고 생산할 때, 서로 다른 SW 자동화 시스템간에 제품정보를 교환 및 정보이양(hand-over)을 하는데 사용하는 공통의 언어 역할을 하는 인터페이스 기술이다. STEP을 응용하면 엔지니어링 데이터 베이스를 통해 생산 시스템을 통합하고, 인터넷을 통해 전자거래를 위한 제품 정보를 교환하는데 사용할 수 있다.

산업설비정보 국제규격

요람에서 무덤까지 사람의 일생동안에 그 사람에 대한 많은 데이터를 생성하고 또 사용한다. 사람들은 많은 다른 소프트웨어시스템을 사용하여 그러한 데이터를 취급하고 있으며, 각각의 시스템은 자기 자신의 사유화된 포맷으로 데이터를 관리하고 있다. 이러한 사실 때문에, 데이터 교환 및 통합은 점점 더 어려워지고, 비용이 많이 들게 된다.

이러한 사실은 서로 다른 언어를 사용하는 사람들 사이의 의사소통의 어려움에 비교될 수 있다. 그러한 경우에, 해결책은 영어나 스페인어, 러시아어 중국어 등과 같은 어느 하나의 공통 언어를 사용하는 것이다. 유사한 해결책이 플랜트 산업의 동일한 정보에 대해서 다르게 표현하는 시스템사이에 정보교환을 위해서 대비될 수 있으며, 동일한 정보에 대한 공통적인 표현을 사용하는 것이다.

플랜트 분야의 제품모델(product model) 표준화인 ISO 10303 즉, STEP은 여러 파트로 구성되어 있으며 산업계의 필요에 의해서 개발된 여러 개의 데이터 모델을 포함하고 있다. 이러한 응용데이터모델은 그림 2에 표시된 것과 같이 응용 프로토콜(Application protocols, AP)이라고 하는 응용모듈에 포함되어 구

성되어 있다.

ISO 10303에서는 형상 정보를 포함하는 플랜트 설계 정보와 설계뿐만이 아닌 장치의 플랜트 전 생애주기 동안에 사용되는 다양한 엔지니어링 정보를 관리하기 위하여 플랜트 분야의 제품 모델 규격을 위해서 AP221, AP227, AP231 등의 응용 프로토클이 개발되고 있다.

STEP AP221

AP221은 프로세스 플랜트에 대한 기능 데이터와 그들의 형상 표현에 대한 내용이다. 이 응용 프로토클은 플랜트의 아이템(items)이나 시스템에 대한 기능적인 데이터와 약간의 물리적인 데이터를 포함하고 있다. 그리고, P&ID와 데이터 시트들에 관한 형상 정보와 배관(piping), 밸브(valve), 베셀(vessel), 계장(instrumentation) 그리고 기계장치(equipment)들에 관한 표준 데이터 및 데이터 저장소에 대한 개념을 내포하고 있다. 이 규격의 구체적인 포함 범위는 프로세스 플랜트 내에 프로세스의 활동을 수행하거나 프로세스 활동 수행을 제어하는 시스템과 장비의 특성, 플랜트 시스템과 장비의 연관성, 플랜트 시스템과 장비의 분류 등이 있다. 보다 상세한 정보는 데이터 시트와 같은 문서의 텍스트 형식으로 표기된다.

STEP AP227

AP227은 플랜트의 공간 구성 정보의 정보 교환을 위한 규격이다. 공간 구성 정보로는 플랜트의 배관 시스템에 대한 형태, 공간 배치 등에 관한 내용을 들 수 있다. AP227 두 번째 개정판에서는 기존의 AP227 권고안에서 플랜트 시스템의 엔지니어링, 제작, 점검 및 설치 측면이 추가된 것이다. 구체적으로 배관 제작, 점검 및 설치, HVAC 설계 및 설치, 케이블 구성 설계 및 설치, 선박 배관 정보 등이 있다. 그리고 AP227은 플랜트의 설계에서 뿐만이 아니라 배관과 장비 제작 등의 플랜트 건축 단계에 사용된다. AP227이 포함하는 범위는 프로세스 플랜트 혹은 선박에서 시스템 내의 아이টে에 대한 형상 및 공간 구성, 시스템 혹은 컴포넌트(component)의 3D 형상에 대한 명시적 표현, 시스템과 장비의 3D 외부 형상의 명시적 표현을 다루고 있다.

STEP AP231

AP231은 주요 프로세스 장비에 대한 프로세스 시뮬레이션, 단위 동작과 개념적인 설계를 포함하고 있다. 즉 프로세스 플랜트의 설비에 대한 엔지니어링 및 개념적 설계 정보에 대한 교환을 위한 것이다. 프로세스 엔지니어링 정보는 프로세스 플랜트의 생애 주기 전반에 사용된다. 프로세스 엔지니어링 정보는 초기의 프로세스 설계 활동 중에 개념적인 최종 프로세스 설계와 프로세스 장비의 상세 엔지니어링 설계 명세를 포함한 정보를 생성한다. 프로세스 엔지니어링 정보는 장비 데이터 시트 상의 PFD, P&ID, 장비 및 도구 리스트와 프로세스 명세를 만드는 데 사용된다. 따라서, AP231은 연속적이고 일괄적인 프로세스, 프로세스 시뮬레이션, 흐름 데이터, 단위 동작, 주요 프로세스 장비에 대한 개념적인 설계 요구와 프로세스 제어를 전체 혹은 부분적으로 지원한다.

ISO 15926

ISO 15926은 석유 및 가스 생산시설의 생애주기정보를 다루는 국제규격으로써 분산환경 및 데이터 웨어하우스(data warehouse) 환경 하에서 시스템 개발에 알맞은 개념적 데이터 모델 및 참조데이터(reference data)에 관해서 규격화한 표준이다. 이 표준의 주요 목적은 프로세스 플랜트의 생애주기 동안에 필요한 각종 프로세스 및 업무를 뒷받침 해줄 수 있는 데이터 통합 방법을 제시하는데 있다. 이를 위해서, 플랜트에 관여하는 모든 엔지니어들이 데이터에 대해서 동일한 관점을 유지할 수 있게 해주는 데이터 모델을 이 표준을 통해 제시하고 있다.

외국의 플랜트 STEP R&D 현황

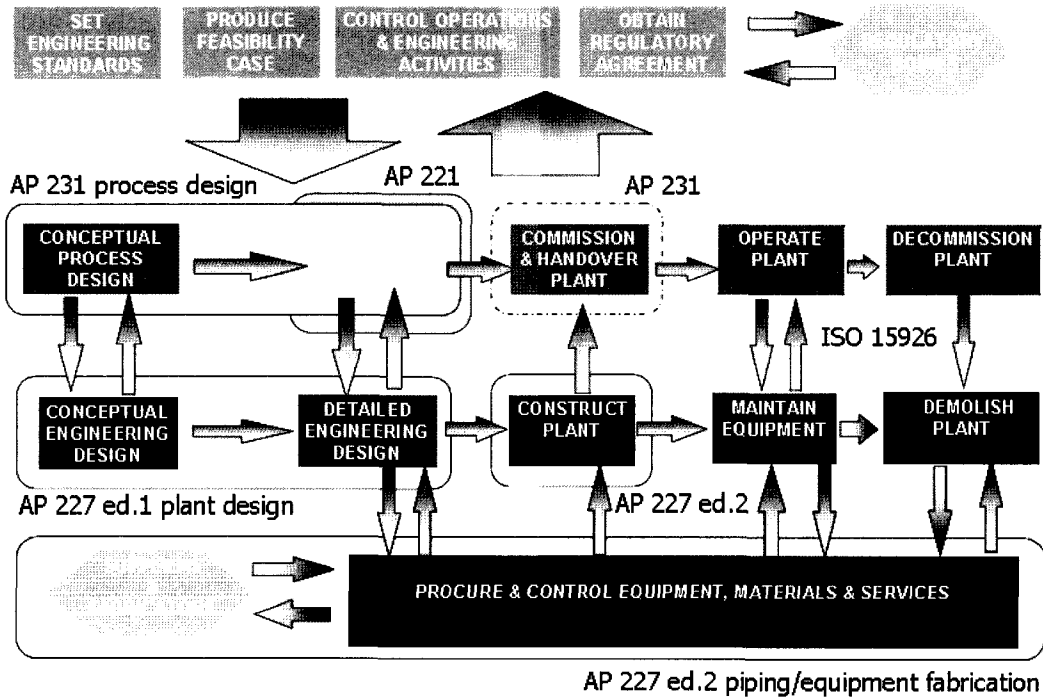
POSC Caesar

POSC Caesar는 1993년에 Caesar Offshore 프로그램이라는 이름하에 산업체에 의한 연구 개발 프로젝트로 시작되었다. 주요 스폰서로는 Norwegian Research Council, Aker, DNV, Norsk Hydro, Saga Petroleum, Statoil 등이 있다. 이 프로젝트의 목적은 Oil&Gas 산업에서 라이프사이클 정보에 대한 제품 모델 개발을 통한 이익을 도모하기 위함이다. 주요



<표 1> 플랜트 정보모델 ISO 규격

규격	이름	기능	
ISO 10303 (STEP)	AP 221	Functional data and their schematic representation	2-dimensional schematic diagrams (e.g. P&ID's) and equipment data (e.g. equipment datasheets)
	AP 231	Plant Spatial Configuration	3-dimensional representation of process plants
	AP 227 ed.1,2	Process Design and Process Specification of Major Equipment	Process stream information (e.g. as used by process simulation)
ISO15926 RDL	Industrial automation systems and integration of life-cycle data for oil and gas production facilities : Reference Data Library	플랜트 기자재 정보 교환 및 공유를 위한 데이터 모델, 방법론 제공	
ISO13584	Part Library	부품 라이브러리, 데이터의 교환과 표현에 관한 표준	



[그림 2] PISTEP의 플랜트 PLM 모델 및 그와 연관된 STEP AP's

사항으로 육지 혹은 해상에서의 Oil&Gas 생산 시설과 관련된 장비 혹은 설비에 대한 기술적 데이터 정의를 표준화하는 것이었다.

1994년에서 1996년 사이에 Caesar Offshore 프로그램은 휴스턴에서 POSC(Petrotechnical Open Software Cooperation) 프로젝트로 명명되었으며, 그

후 POSC Caesar 프로젝트로 다시 명명되었다, 하지만 POSC Caesar의 기술적인 업무는 계속적으로 ISO STEP 표준과 연관이 되어졌으며, EPISTLE라는 유럽 STEP 협의회, 즉 영국의 PISTEP과 네덜란드의 USPI 등과 같은 유럽 표준화 기구의 유사한 일에 영향을 주고 받았다.

그 후 1997년 11월 14일에 노르웨이에서 e-engineering 과 e-commerce를 위한 데이터, 소프트웨어와 그와 관련된 것들의 통합 및 상호운용을 위한 표준으로 사용될 수 있는 제품 데이터 표준을 개발을 촉진시키기 위한 전 세계적이며, 비영리 구성 조직으로써의 POSC Caesar라는 협의회가 발족되었다.

POSC Caesar는 특히, ISO 15926이라는 "Integration of life-cycle data for process plants including oil and gas production facilities"의 유지와 개발 촉진에 책임을 지고 있다. 조직은 유연하여 항상 구성원의 요구를 수용할 수 있는 활동을 전개하고 있다.

POSC Caesar는 유럽, 미국, 일본 등의 다른 표준 조직과 협동을 통하여 전세계적인 표준화 기구로 활동하고 있다. POSC Caesar를 구성하는 멤버는 표 2와 같다.

최종 목표는 ISO 15926이 Oil&Gas를 포함한 프로세스 산업 분야의 사실상의(de facto) 표준이 되는 것이다.

ISO 15926 적용 주요 프로젝트

• 데이터 시트-참조 데이터 라이브러리

본 프로젝트는 데이터 시트들의 정보 범위를 커버하는 것으로 데이터 시트의 라벨과 입력 필드 그리고 제품 데이터 사이의 연결을 포함하고 있다. 프로젝트는 35개의 데이터 시트 형태가 매핑된 NORSOK 기구 데이터 시트들을 포함하고 있다. 노르웨이의 세계에서 가장 큰 해양 개발인 Statoil의 Aasgard Oil & Gas 필드에 사용되는 표준 장비 및 Aasgard에 사

용된 표준 장비의 형태를 기술하는 데이터에 관한 것이다.

• 파이프라인 데이터 관리를 위한 산업체 표준 (ISPDM)

ISPDM은 EU를 지원을 받고 있는 프로젝트로 파이프라인 정보에 대한 웹 접근이 가능한 데이터 웨어하우스를 구축하기 위한 데이터 웨어하우스와 웹 기술 표준에 대한 접근이다. 이 프로젝트를 통해 데이터 관리에 대한 오픈 표준에 대한 장점을 검증하고 접속, 분석, 질의 데이터에 대한 테스트 어플리케이션을 작성하였다. 이 어플리케이션은 오픈 표준을 기반으로 하며 데스크탑과 유사한 환경에서 동작한다. 이러한 점은 데이터베이스에 쉽게 접근하여 재고와 GIS 어플리케이션을 많은 엔지니어들이 이용할 수 있게 한다. 이러한 어플리케이션의 간단한 예로 데이터베이스를 운영하는데 필요한 간단한 수정 작업으로 간단한 웹 브라우저를 통해 데이터에 대한 접근이 가능하다.

내용의 충실도는 기존의 다른 어떠한 시스템보다 뛰어나 아래와 같은 파이프라인 라이프사이클 활동과 관련한 개발 및 그 효율성을 크게 향상시킨다.

- 재고 관리
- 위험에 대한 무결성 평가 및 유지
- 남은 라이프사이클 공정에 대한 예상
- 동향/확률적 분석
- 공급 라인의 합리화
- e-commerce 기회 창출
- 환경 영향 및 안전 연구 및 제도

<표 2> POSC Caesar의 멤버 구성

분류	기관 및 기업
Associations	POSC, OLF
Consultants	CAESAR systems, CIMdata, Essence Associates, Eurostep, Exera, Gmsstep, Information Logic, POSC Consulting, daVinci
E-Content Providers	OFS Portal, Pearson & Harper, Tektonisk
Engineering	DNV, FMC, Foster Wheeler
Education/Research BI	UIO, NTNU, BI
Oil Companies	BP, Conoco Phillips, Norsk Hydro, Shell, Statoil
Solution providers	Aveva, EPM Technology, ESSI, Intergraph, iXIT Engineering Technology, VisiWorld



• 노르웨이 해양의 라이프 사이클 설비 정보 관리
OLF와 Norwegian Continental Shelf의 6개 메이저 회사가 지원한 프로젝트로 현재의 업무 처리 방법과 ISO 15926과 인터넷/SOIL을 사용하는 데에 기반한 개선에 대한 제안을 비교 연구하였다. 이 결과 생산 설비의 안정성을 높이고 건전성과 작업 상태를 향상시킬 수 있었다. 또한 전체적으로 매년 5 ~ 10%의 운영상의 잠재적 비용을 줄일 수 있었지만, 프로젝트 개발에 대해서는 5 ~ 10%정도의 잠재적 비용을 줄일 수 있었으며, 엔지니어링 분야는 30 ~ 40%를 줄일 수 있었다.

ISO 15926의 목적은 생산설비의 프로세스와 라이프사이클 활동을 지원하기 위한 데이터의 통합을 이루는 것이다. 이것을 위해 ISO 15926 국제 표준은 프로세스 엔지니어, 장비 엔지니어, 운영자, 유지 관리 엔지니어 및 다른 전문가가 설비에 대해 가지고 있는 모든 면을 지원할 수 있는 라이프사이클 정보의 의미를 단순한 표현으로 정의하는 데이터 모델을 정의한다. ISO 15926은 몇 개의 파트로 나누어지며, 각 파트의 내용과 현재의 표준 진행 상태를 표 3으로 나타낸다.

• 일본의 플랜트 STEP R&D 현황

일본에서는 구 STEP 추진 센터(현 JECALS, 기업간 전자 상거래 추진 기구)의 발전 플랜트 WG가 “General Plant Application Protocol(GAGP)” 나 “Super Model”의 개발을 위해 ISO TC184/SC4의 플랜트 관련 국제 회의에서 플랜트 STEP에 관한 표

준 제안을 행해 왔다. 또, 엔지니어링 진흥협회가 1990년부터 1996년까지 STEP/EnDIF 분과회를 구성해 플랜트 관련 국제 표준의 심의를 추진해 왔다. 화학 공업회에서는 화학 관련 플랜트 오너를 중심으로 구성된 프로세스 STEP 전문위원회가 프로세스 설계, 운전, 예방 및 보전 등의 표준화에 관한 검토를 하였다. 일본의 이러한 성과는 현재 개발 중인 ISO 10303 AP 221 혹은 AP 227에 반영되었다. 그러나 이러한 일본의 활동은 표준에 반영하는 당초의 성과는 거둘 수 있었지만, 모두가 자발적인 활동이며 충분한 대응은 이루어지지 못했다.

그 후 엔지니어링 진흥협회와 구 STEP 추진 센터, 화학공업회는 공동으로 통상 산업성이 정보 처리 진흥 사업 협회(IPA)를 통해서 추진한 “기업간 고도 전자 상거래 추진 사업”의 하나로 플랜트 CALS/STEP 실증사업 프로젝트(PlantCALS, P-CALS)를 1996년 7월에서 1998년 3월 사이에 실시했다.

특히 플랜트 EC 연구회에서는 1998년 4월에서 1999년 3월까지 “플랜트의 통합 데이터 웨어하우스의 구축과 이것을 기본으로 한 기업간 EC의 실증사업”이라는 프로젝트를 통해 EPISTLE나 POSC Caesar의 동향을 주시하며 플랜트 통합 데이터 웨어하우스의 표준화(General Plant Model, GPM) 및 플랜트 통합 데이터 웨어하우스의 구축 및 실증 실험을 추진하였다.

최근에는 히타치 제작소를 중심으로 플랜트 EC 연구회에서 표준화한 데이터 모델 및 데이터 웨어하우스를 바탕으로 실제 원전에 적용하는 VIPNET 프로

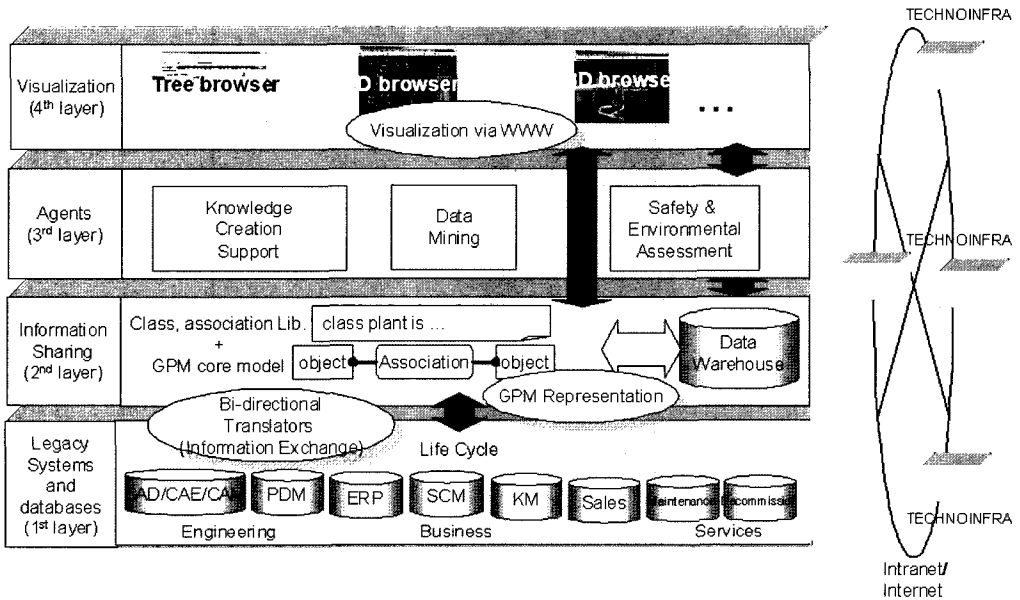
<표 3> ISO 15926 각 파트의 내용 및 표준 진행 상태

파트	내용	표준 진행 상태
ISO 15926-1	ISO 15926의 개요	2004년 2월에 ISO에 ISO 제출됨
ISO 15926-2	Oil & Gas 생산 설비의 라이프사이클 각 면에 대한 일반적 (generic), 개념적 데이터 모델	2004년 2월에 ISO에 ISO 제출됨
ISO 15926-3	데이터 모델의 공간 파트(Geometry and Topology, Ontology)	2005년 6월에 ISO에 NWI/CD로 제출됨
ISO 15926-4	Oil & Gas 생산 설비에 대한 표준 참조 데이터의 초기 집합	2005년 6월에 ISO에 CD로 제출 예정
ISO 15926-5	참조 데이터의 등록 및 유지를 위한 프로시저 정의	2005년 6월에 ISO에 CD로 제출
ISO 15926-6	ISO 15926 참조 데이터 라이브러리에 라이브러리를 추가할 때 필요한 범위 및 정보	2005년 6월에 ISO에 CD로 등록
ISO 15926-7	XML 적용 템플릿(Templates)	2005년 9월에 ISO에 NWI/CD로 제출됨

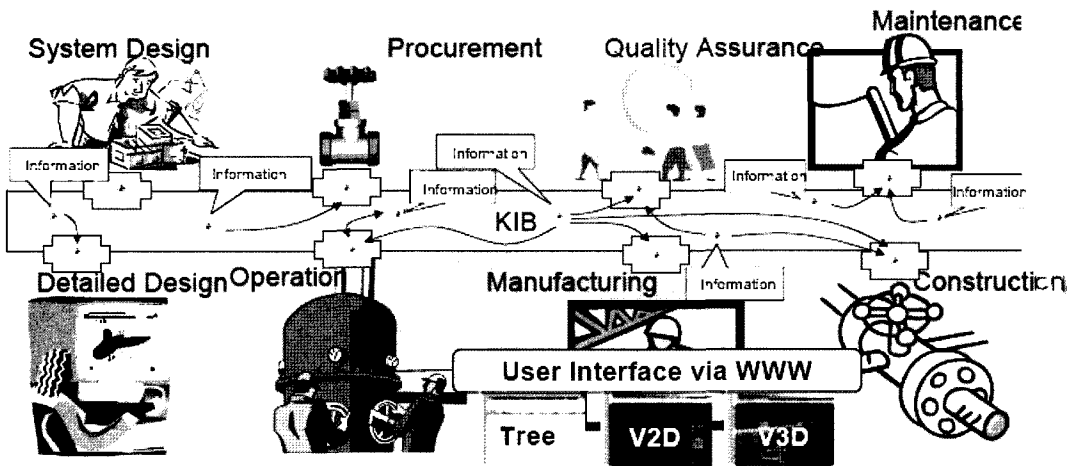
젝트가 진행되고 있다. 이 프로젝트에서는 현재 건설 중인 원자력 플랜트의 실제 데이터를 바탕으로 데이터 웨어하우스를 구축하고 이를 바탕으로 다양한 응용 프로그램을 개발하고 있다. 한 가지 예로 특히 건설단계에 현장 근무자가 실제 건설하고 있는 분야의 데이터 웨어하우스에 구축된 2D 혹은 연관되어 있는

3D 도면을 확인하며 건설을 진행하고 있다.

유화 및 제약 플랜트 분야에서 국제 표준 플랜트 데이터 모델을 응용해서 각국에서 파일럿으로 수행한 결과의 산업 현장적용 효과를 나타내면 표 4와 같다.



[그림 3] 플랜트 PLM개발을 위한 VIPNET 기술 계층도



[그림 4] 가상 기업체의 생애주기 관리(PLM)



<표 4> 산업현장 적용 효과

회사명	산업 분야	Activity와 효과	이익
Merck	제약	운반기간중의 개선 20% 설계 15%, 건설 10%	
Shell	석유정제, 판매	Life cycle 전반	\$15M~\$150 M/year
Bechtel	Engineering (\$ 100M의 Process Plant)	기기제작 0.1%	\$100K
		개념설계 0.15%	\$150K
DuPont	화학	상세설계 0.5~1%	\$500K~\$1M
		배관제작 0.25~0.4%	\$250K~\$400K
		합계 1~1.65%	\$1M~\$1.65 M
		사업계획 10%	\$10M
		제품계획 3%	\$ 3M
		건설 2%	\$ 2M
		합계 15%	\$15M
		운반(20년) 2%	\$18M
		보전(20년) 20%	\$10M
		Data 운반(20년) 10%	\$10M
		합계	38M

<표 5> 플랜트의 PLM 단계별 이해관계자 그룹의 상호운용성 비용

이해 관계자	설계	시공	운영 / 유지보수	합계 (백만 \$)
종합설계사	1,007.2	147.0	15.7	1,169.8
종합건설사	485.9	1,265.3	50.4	1,801.6
특수 제작자와 공급자	442.4	1,762.2	-	2,204.6
소유자와 운영자	722.8	898.0	9,027.2	10,648.0
합계	2,658.3	4,072.4	9,093.3	15,824.0

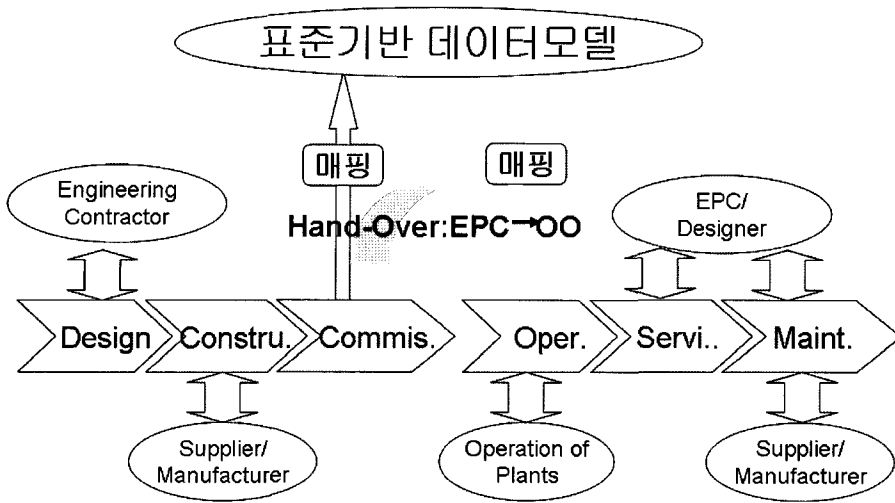
• 미국의 CFIHG 핸드오버 사례

미국의 CFIHG는 대규모 설비(산업설비, 상업적, 공공단체 설비와 주거 설비) 프로젝트에서 정보 이전과 데이터 교환을 위해 지침, 절차, 소프트웨어의 개발을 목적으로 하는 웹 기반 공동연구 공익사업이다. 이 사이트 한 부분으로 PIEBASE에서 발간하고 ERDL(Epistle Reference Data Library)을 바탕으로 분류 정의한 Capital Facilities Information Handover Guide(CFIHG, <http://www.infoweb.ws/>)가 있다. 대규모 설비 프로젝트는 10만건에서 50만건 이상의 문서가 생성되고 세분화된 요구사항으로 소유주/운영주가 많은 비용을 지불한다. CFIHG는 EPC's(Engineering, Procurement, Construction)와 벤더사 사이에 동일한 discipline 내

부 간, 다른 discipline 사이에 수많은 설비 변경이 요구되고 많은 정보를 완전하게 분류하는 것은 어려워서 정보 이전 시점에서 수십만 건 이상의 문서 지침을 제시한다.

미국 NIST(National Institute of Standards and Technology)에서 수행된, 플랜트 산업의 부적절한 상호운용성으로 인한 비용 문제에 관한 연구에 의하면, 표 5와 같이 2002년도 미국 내 플랜트 산업에서의 상호운용성 비용이 158억 달러로 추정되었다.

추정된 비용 중 대부분은 플랜트의 소유자와 운영자에 의해 발생되었다. 플랜트 운영 및 유지보수 단계 이전에 생성되는 상류 정보의 관리와 접근성 문제가, 플랜트의 효율적인 운영 및 유지보수를 방해하기 때문에, 운영 및 유지보수 단계가 다른 생애주



[그림 5] 표준기반의 PLM 적용을 위한 Data Hand-Over

기 단계에 비하여 관련 비용이 높게 나타난다. 소유자와 운영자에게 2002년도 전체 비용의 약 2/3에 해당되는 106억 달러의 비용이 발생했다. 미국 NIST의 연구 결과에서 알 수 있는 것과 같이, 소유자와 운영자들이 부적절한 상호운용성 문제로 인해서 많은 비용을 부담하게 된다. 앞 단계인 설계 및 시공 단계에서 생성된 여러 정보를 제대로 관리하지 못하거나, 종이 도면과 같은 비효율적인 정보 전달 방식으로 인해서, 운영 및 유지보수 단계에서 많은 비용을 부담하게 된다.

국내의 플랜트 STEP 연구동향

플랜트 산업의 대외경쟁력을 제고할 수 있는 국내의 플랜트 STEP에 대한 연구는 타 분야의 STEP 연구와 비교해서 아직 활성화되어 있지 않은 편이다. 석유화학 및 정유공장에 많이 쓰이는 열교환기나 증류탑 Tray와 같은 기기 등에 대해서 STEP표준에 의한 형상 및 설계데이터 모델링에 대한 연구가 화학공정 중심의 연구가 국내에 발표되었다. 해외에서 상당한 연구가 진척된 심해유전개발에 사용되는 오일 및 가스 플랜트에 대한 연구결과가 국내에 일부 소개는 되고 있으나 체계적인 연구는 거의 전무한 실정이다. 국내 조선산업의 국제적 위상으로 볼 때, 심해유

전플랜트분야도 국내의 주요한 고부가가치의 사업 분야가 될 것이 확실하므로 이 분야의 STEP에 대한 연구가 필요하다. 석유화학 및 발전 플랜트와 같이 해외에 활발히 진출하고 있는 플랜트의 경우는 대부분이 해외기업과의 컨소시엄 구성으로 프로젝트를 수행할 필요성이 있으므로 데이터 교환 및 공유의 필요성이 크다고 할 수 있다(표 6).

플랜트정보 온톨로지(ontology)

컴퓨터시스템이 정보의 내용을 이해함으로써, 정보를 보다 정밀하게 선별하고 지능적인 분류 및 검색이 가능한 시멘틱웹을 실현하기 위하여 필요한 수단이 바로 온톨로지이다. 온톨로지에 대한 정의는 여러 가지가 있지만 Gruber는 온톨로지를 “공유화된 개념화(shared conceptualization)에 대한 정형화되고 명시적인 명세(formal and explicit specification)” 이라고 정의하였다.

플랜트제품의 생애주기 동안의 업무를 지원하는 여러 시스템들이 개발되어 업무의 효율화를 도모하여 왔지만 이러한 시스템들은 서로 독립되어 연계성을 갖지 못하고 있다. 특히 장주기의 내구 수명을 가지는 원자력발전소와 같은 플랜트의 경우 전 생애주기 동안의 제품 정보를 관리하기 위한 지능적인 기술 정



<표 6> 국내의 플랜트 STEP 연구동향

기 관	내 용
STEP연구회	1994년부터 KAIST를 중심으로 STEP연구회를 조직하여 EXPRESS 등의 공통기반기술과 Parts Library에 관해 R&D 활동 중
한국해양연구원	조선분야는 한국해양연구원에서 선급-조선소간 설계승인정보 분석, STEP ATS 318 WD 초안 개발, 선체 중앙부 데이터에 대한 AP 218 번역기 개발 등에 관한 연구를 수행중임
한국건설기술연구원 경희대학교	건설 분야는 건설 CALS 체제 구축을 위한 요소 기술에 관한 연구, 한국 건설제도 기준 표준안에 관한 연구, 국제 표준인 STEP과 국제 산업 표준인 IFC에 관한 응용 연구, 도면정보 표준화에 관한 연구 등이 한국 건설기술연구원 및 경희대학교를 중심으로 연구활동 중이며 공공건설사업에 CALS 적용을 목표로 추진하고 있음
고등기술연구원	플랜트 STEP에 대한 연구는 고등기술원, 선경건설, (주)세피안 등이 3차원 CAD를 이용하여 설계전산화, PLM을 추진 중임
전자상거래 표준화 통합 포럼	ECIF주관으로 STEP기술 개발 로드맵을 매년 작성·발표하고 있으며, 제품모델 기술위원회의 WG(Working Group)은 STEP, PLIB, PLCS, 공통요소기술 분야들을 망라되어 있음
전자통신연구원	전자통신연구원에서는 2002년부터 CPC(collaborative product commerce)라는 대형 국가 정책과제를 중심으로 국제표준화기반의 PDM 스키마개발 및 협업체계에 대한 연구를 수행 중임

<표 7> 플랜트 정보 온톨로지

응용 사례	내 용
IMS-VIPNET	플랜트 분야의 일종의 온톨로지 형태를 지닌 데이터 모델 및 데이터를 원자력 플랜트를 대상으로 하여 원자력 플랜트의 운전 및 유지/보수 단계의 정보를 지식화하는 움직임이 IMS(Intelligent Manufacturing System)-VIPNET(Virtual Production NETwork)라는 프로젝트를 통해 일본에서 진행 됨
FIATECH (Fully Integrated and Automated TEChnology)	미국의 플랜트 및 제조 관련 업체, 정부, 학계를 중심으로 구성된 FIATECH 컨소시엄을 통해 온톨로지 형태의 정보 인프라스트럭처를 구축하고, 산업 정보의 교환 및 통합, 그리고 생애주기 전반에 걸친 정보 자산 관리 시스템에 대한 개발을 추진
Gellish	ISO 10303에서 정의된 STEPlib 및 AP221, ISO 15926에서의 표준 레퍼런스 데이터들을 통합해 플랜트 공통 영역에 대한 지식기반 정보 기술 언어인 Gellish의 개발을 들 수 있다. Gellish는 2만개 이상의 개체 타입, 속성 타입, 관계 타입을 지원함으로써 자연언어와 같이 풍부한 의미 표현을 가능하게 하고, 객체 지향성이 아닌 fact(인자) 지향의 구조를 갖는 특성을 갖고 있다.
석유 및 가스 플랜트 분야의 온톨로지 모델	POSC/CAESAR 및 유럽의 플랜트 컨소시엄 등에서는 ISO 15926에서 제안된 ECM(EPISTLE Core Model) 기반의 RDL(Reference Data Library)을 이용해 석유 및 가스 플랜트 분야의 PLM적용을 위한 온톨로지를 개발하고 있다. 유럽의 EuroSTEP, Caesar systems, Det Norske Veritas와 같은 플랜트 연구기관에서는 RDL을 이용해 설비 및 기기들에 대한 플랜트 온톨로지 모델을 구축하고 있다. 이러한 RDL은 석유 및 가스 플랜트에 한정하지 않고 플랜트 전 분야에 걸쳐 보다 명시적인 온톨로지를 개발하기 위한 연구도 진행 중에 있다.
RDF 기반의 STEP 데이터 온톨로지 표현 지침	설계 데이터에 대한 효율적인 검색과 접근을 위하여 STEP 데이터를 RDF 기반의 온톨로지 언어로 표현하기 위한 지침을 전자 상거래 표준화 통합 포럼에서 표준화하였다. 이것을 통하여 제품 데이터의 검색 및 동시 공학/협력 설계 실험, 가상 기업 구축, e-Manufacturing 구현, 지능형 전자 거래 에이전트 구현, 지능형 제품 데이터 레포지터리 구현에 활용할 수 있다.

보 인프라가 필요하다. 따라서 표준 기반의 제품 모델을 개발하고, 여러 시스템들 사이에서 정보 교환이 용이한 온톨로지를 구축하여 시스템 레벨에서 정보의 공유 및 교환이 가능하도록 지식화해야 한다. 온톨로지 방법론을 적용하여 플랜트의 형상 및 속성 정보를 포함한 설계 정보와 유지 보수 정보등의 데이터 구조 개발에 대한 연구가 필요하다(표 7).

플랜트 PLM 의 향후전망 및 결언

플랜트의 설계 및 시공, O&M 등의 이기종 데이터의 호환성 등의 응용 문제들을 해결하기 위해서는, 데이터 표준기반의 호환성 기술과 제품 정보의 연속성유지, 플랜트정보의 원활한 핸드오버를 위해서 플랜트의 표준제품모델 개발 및 표준화기반의 플랜트 PLM 응용시스템개발이 가장 중요한 핵심기술이다. 국제표준화기구(ISO)를 중심으로 개발되고 있는 STEP (ISO 10303 및 13584, 15926) 방법론을 기반으로, 플랜트의 형상정보를 포함한 설계정보와 O&M 정보를 표현하는 정보들의 구성요소 및 그 데이터 구조를 개발하는 것이 필요하다. 예를 들면, 기존 플랜트의 데이터(legacy data)의 재사용성(re-use)을 증가시키고 플랜트의 전 생애 주기에 걸친 데이터를 효율적으로 핸드오버를 하기 위해서는 모든 플랜트 정보를 STEP과 같은 표준기반으로 규격화시킴과 동시에 다양한 응용 프로그램에서 사용할 수 있도록 Data Mapping 응용프로그램의 개발이 요구되며, XML 및 자바기반의 유연한 형태의 독립적인 PLM 시스템 설계 및 구현이 필요하다.

해외의 경우, ISO 10303 및 ISO 15926 등의 표준 연구 및 표준화 활동을 통해 제품모델 교환에 XML, 온톨로지, RDF 등을 적용하기 위한 노력을 하고 있다. 온톨로지에 대한 연구는 국내 및 국외에서 체계적인 자산관리, 전자상거래, 지식기반 지능형 시스템 개발 등의 분야에서 핵심 기술이자 필수 기술로 인식되고 있으며, 다양한 분야에서 온톨로지에 대한 활용 방안을 활발히 연구하고 있다.

미국의 플랜트 및 제조 관련 업체, 정부, 학계를 중심으로 구성된 FIATECH(Fully Integrated and Automated TECHNOlogy) 컨소시엄을 통해 플랜트 PLM 적용을 위한 온톨로지 형태의 정보 인프라스트

럭처를 구축하고, 산업 정보의 교환 및 통합, 그리고 생애주기 전반에 걸친 플랜트 PLM시스템에 대한 개발을 추진하고 있다. 유럽에서는 플랜트 온톨로지연구는 ISO 10303에서 정의된 STEPlib 및 AP221, ISO 15926에서의 표준 레퍼런스 데이터들을 통합해 플랜트 공통 영역에 대한 지식기반 정보 기술 언어인 Gellish의 개발을 들 수 있다. Gellish는 2만개 이상의 개체 타입, 속성 타입, 관계 타입을 지원함으로써 자연언어와 같이 풍부한 의미 표현을 가능하게 하고, 객체 지향이 아닌 fact(인자) 지향의 구조를 갖는 특성을 갖고 있다.

하지만, 국내 플랜트 온톨로지 구축과 관련된 연구 활동은 없는 상태이며 향후 이러한 온톨로지의 구축 및 지능형 PLM 시스템은 플랜트 산업의 고도화 및 국제 경쟁력을 향상시키는 필수요소가 될 것이다.

참고문헌

1. ISO 10303-221 : Application protocol : Functional data and their schematic representation for process plant.
2. ISO 10303-227 : Application protocol : Plant spatial configuration
3. ISO 10303-231 : Application protocol : Process engineering data : Process design and process specifications of major equipment
4. 한순홍, 문찬국, 김인한, 윤태성, 박찬국, 한병섭, 양정삼 "STEP 방법론을 이용한 원자력 플랜트 모델의 공유 방안", 2004 한국 CAD/CAM학회 학술대회, 2004. 2
5. 한순홍, "Standard way of sharing product data for nuclear power plants in Korea", PELC (Plant Engineering Life Cycle Conference) 2005, Hague, Netherlands, 2005.04
6. 김인한, 서종철, "Finding a Common Ground for the Emerging Industry Model Standard(IFC) & ISO Model Standard(STEP) for the Global Construction Industry", The World IT Conference for Design & Construction, INCITE 2004, February 2004
7. 김인한, 이순정, Development of an Interoperability



- Model for Different Construction Drawing Standards Based on ISO 10303 STEP, Journal of Automation in Construction, In Press, Corrected Proof, Elsevier Publisher, ISSN 0926-5805, Available online(<http://www.sciencedirect.com>) 19 February 2005
8. Duhwan Mun, Soonhung Han, Chan-Cook Park, Youngju Kang, Inhan Kim, Jaero Yoon, Taesung Yoon, "Constructing a neutral data warehouse for sharing product data of nuclear power plants", PLM06 Conference, 2006
 9. 김형진, 박찬국, 최광현, 김인한, 윤재로, 플랜트 설계 정보의 정보 이양을 위한 Generic Product Model 기반 데이터 인터페이스, 2006 한국 CAD/CAM학회 학술발표회, 2006년 2월
 10. 최광현, 박찬국, 한순홍, 김인한, 김형진, Generic Product Model 기반의 플랜트 온톨로지 모델링 : 원자로 냉각제 펌프, 2006 한국 CAD/CAM학회 학술발표회, 2006년 2월
 11. 김형진, 최광현, 박찬국, 강영주, 한순홍, 원자력 발전소 생애주기기간 설계 정보 이양을 위한 데이터 모델 및 ERP 인터페이스 개발, 한국 에너지공학회 2006년도 춘계학술발표회, 2006년 5월