

한국에너지공학회(2004년도)  
춘계 학술발표회 논문집 P389-394

## 원자력 플랜트의 배관 시스템 STEP 데이터모델 개발에 관한 기초연구

구여운, 박찬국, 조광중, 안호준, 신영균, 한순홍\*  
고등기술연구원, 한국과학기술원(KAIST)\*

### A study on STEP data model of the piping system applicable to nuclear power plant

Yeowoon, Koo, Chancook, Park, Kwangjong, Cho, Hojun, Ahn, Youngkyun, Shin, Soonhung, Han\*  
Institute for Advanced Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology \*

#### 1. 서론

원자력 플랜트 분야의 배관 시스템의 설계, 시공 또는 운전/보수 등에 이르는 생성에서 소멸까지 발생하는 모든 정보를 효율적으로 유지, 관리를 위해서는 개별적인 설계 및 관리 시스템이 서로 연결되어 설계 및 시공정보를 교환하고 공유할 수 있는 규격이 필요하다. 이러한 규격은 해당 산업에서 사용되는 제품 정보의 효율적인 교환으로 산업 경쟁력을 향상시킬 수 있다. 현재 플랜트 분야의 표준 제품모델 규격인 ISO 10303-STEP의 형상정보 및 프로세스 플랜트에 대한 기능 데이터를 나타내는 AP221 및 AP227에 표현되어 있다. 본 연구는 원자력 플랜트에서 AP221과 AP227을 기반으로 하는 배관 시스템 데이터 모델의 개발에 필요한 사전연구를 수행하였다. 그리고 사전연구를 통해 향후 원자력 플랜트 분야의 배관 시스템 데이터모델 개발의 방향을 제시한다.

#### 2. 원자력 플랜트 분야의 배관 시스템 제품모델규격

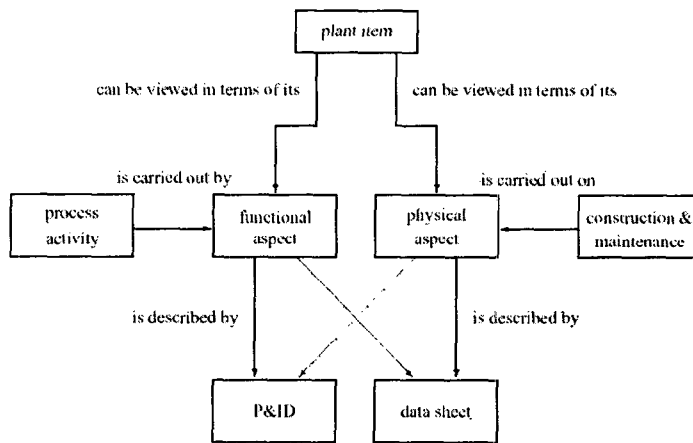
최근 플랜트 분야의 정보교환을 위한 제품모델 기술의 중요성은 더욱 증대되어 왔다. 플랜트 분야는 플랜트의 형상 정보를 포함함 플랜트 설계 정보와 설계뿐만이 아닌 장주기인 플랜트의 전 생애 주기 동안 사용되는 다양한 엔지니어링 정보를 관리하기 위한 플랜트 분야의 제품모델규격으로 몇 가지의 STEP 응용 프로토콜이 개발되었다. 원자력 플랜트 분야에 적용될 수 있는 STEP의 응용 프로토콜은 다양하지만 배관정보에 관련된 AP221과 AP227에 대해 분석하였다.

AP 221은 프로세스 플랜트에 대한 기능 데이터와 그들의 형상 표현에 대한 내용이다. 이 응용 프로토콜은 플랜트의 아이템(items)이나 시스템에 대한 기능적인 데이터와 몇 개의 물리적인 데이터를 포함하고 있다. 그리고 P&ID와 데이터 시트들에 관한 형상 정보와 배관(piping), 밸브(valve), 베셀(vessel), 전계장(instrumentation) 그리고 몇몇의 기계장치(equipment)들에 관한 표준 데이터, 마지막으로 데이터 저장소에 대한 개념을 내포하고 있다.

AP 227은 플랜트의 공간 구성 정보에 대한 정보 교환을 위한 규격이다. 공간 구성 정보로 플랜트의 배관 시스템에 대한 형태, 공간 배치 등에 관한 내용이다. AP 227 ed.2는 기존의 AP 227 ed.1에 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.

## 2.1 AP 221의 분석

AP 221 응용 프로토콜의 범위는 프로세스 플랜트의 기능 데이터와 그 형상에 대한 표현이다. AP 221은 [그림 1]과 같은 각 플랜트 아이템에 대한 기능적인 면과 물리적인 면에 대한 것으로 이러한 플랜트 아이템에 대한 서로 다른 면은 각기 다른 활동과 연관이 있다. 그리고 P&ID, 데이터 시트와 같은 문서로 표현된다.



[그림 1] 플랜트 아이템의 기능적인 면과 물리적인 면

프로세스 플랜트 생애주기의 상세 프로세스 설계 단계동안 생성된 데이터는 플랜트의 전 생애주기 동안 접근 가능할 뿐만 아니라 갱신 가능하다. AP 221은 초기 설계 데이터와 이 데이터의 변경 데이터에 대한 교환을 가능하게 해준다. 그러나 프로세스 플랜트의 건설이나 운영 동안 생성되는 운영 및 유지 데이터에 대해서는 데이터 교환을 지원하지 않는다.

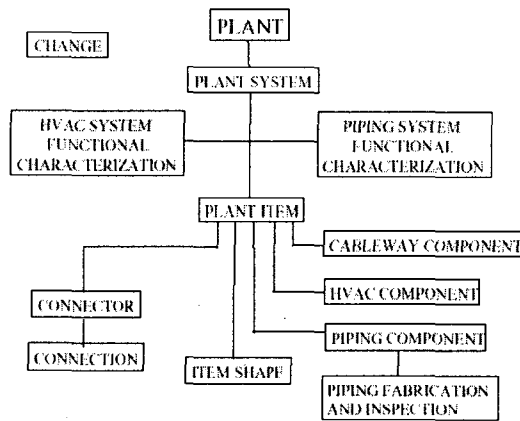
이러한 정보의 교환은 프로세스 설계 응용 소프트웨어 시스템 간, 프로세스 설계 데이터베이스 간 및 응용 소프트웨어 시스템과 데이터베이스 간에 가능하다.

## 2.2 AP 227 ed. 2 의 분석

AP 227은 프로세스 플랜트, 플랜트 시스템과 선박 시스템의 공간 구성 정보에 대한 교환을 명시하고 있다. 이 정보는 배관, HVAC와 케이블 시스템 요소의 형태 및 공간 배치와 연결

특징은 물론 다른 플랜트 시스템(측정 도구, 제어와 구조 시스템)에 대한 형태 및 공간 배치 특징을 포함하고 있다. 이러한 표준의 이용자는 플랜트 설계와 배관, HVAC와 케이블 시스템의 설계에 대한 주요 원리 및 개념을 이해해야 한다.

AP 227은 배관 컴포넌트와 배관 시스템의 설계, 분석, 제작 및 설치 시 필요한 정보와 제작된 배관에 대한 점검 정보에 대한 교환을 위한 표준이다. AP 227은 HVAC 컴포넌트와 HVAC 시스템의 설계, 분석 및 설치 시 요구되는 정보에 대한 교환을 명시하고 있다. 또한 케이블 컴포넌트와 케이블 시스템의 설계 및 설치 시 필요한 정보에 대한 교환을 명시하고 있다. 그리고 HVAC와 배관 컴포넌트 및 시스템에 대한 기능적 특성에 대한 정보 교환을 명시하고 있다.



[그림 2] 데이터 계획 모델

[그림 2]는 기본적인 데이터 개념 간의 관계뿐만 아니라 응용 프로토콜이 요구하는 높은 수준의 묘사를 제공하는 데이터 계획 모델을 보여주고 있다. 데이터 계획 모델은 플랜트 아이টে으로 구성된 플랜트와 플랜트 아이টে에서 연결자를 이용하여 다른 것과 연결 가능한 플랜트 아이টে을 나타내고 있다. 데이터 계획 모델은 배관 시스템의 기능적인 모습을 보여주는 P&ID과 플랜트 아이টে 중의 하나인 배관 요소와 같은 중요한 개념을 설명하고 있다. 플랜트 아이টে의 형태나 공간 구성은 아이টে 형태로 표현된다. 형태 표현은 CSG(Constructive solid geometry), B-rep(solid boundary representation)과 와이어프레임(wireframe) 및 이들 간의 조합이다. 플랜트 아이টে의 형태는 상세 설계 표현에 감춰진 다양한 수준의 추상으로 표현된다. 데이터 계획 모델은 이 응용 프로토콜에서 변화의 개념에 대한 요구를 보여주고 있다. 변화는 각각의 플랜트 아이টে, 플랜트 아이টে 간의 관계와 플랜트 아이টে의 그룹에 적용가능하다. 데이터 계획 모델에서는 모든 개념이 적용가능하다.

### 3. 원자력 플랜트 분야의 배관 시스템 데이터모델 개발 방향

플랜트의 배관 시스템 표준 데이터모델 개발에는 플랜트의 구성요소와의 연결을 모두 포함하여야 한다. 플랜트 분야의 구성을 체계적으로 분류하고 관련된 표준 데이터모델의 분석을 통해 플랜트의 배관 시스템의 표준 데이터모델을 구성할 수 있다. 본 논문에서는 우선 여러 배관 시스템 개체 중에서 piping의 특성을 나타낸 piping\_system\_component에 대해서 연구하였다.

#### 3.1 개념적인 배관 시스템 모델의 구성

AP 221은 각 부분 사이의 교환이나 공유에 필요한 사전 동의 없이 객체의 특성에 관한 정보를 교환하거나 공유할 수 있는 표준 클래스 라이브러리를 정의하고 있다. 라이브러리 내의 각각의 표준 클래스는 응용 객체 클래스의 개체이다. 표준 개체는 표현 및 사용에 대한 테이블로 나누어진다. [표 1]은 piping\_system의 표준 개체 테이블과 이에 해당하는 단위 기능을 보여주고 있다.

[표 1] piping\_system의 표준 개체 테이블

표준 개체	단위 기능
Class_of_facility for piping_and_insulation	classification_of_plant_item
Class_of_material for piping_and_insulation	classification_of_plant_item
Class_of_material for piping_and_insulation	classification_of_plant_item
Class_of_material for plants_and_systems	classification_of_plant_item
Class_of_material for valves	classification_of_plant_item
Class_of_material for valve_components	classification_of_plant_item

AP 227의 기능적인 구성은 연결, 순서, 컴포넌트의 크기, 스케줄과 플랜지 클래스를 수반한다. 그리고 장비 태그 수와 설계의 기능적인 표현과 물리적인 표현 사이의 일관성을 체크에 대한 요구와 같은 다른 정보 또한 포함한다.

AP 227의 기능 단위 중 piping\_system의 기능 단위는 [표 2]와 같다.

[표 2] AP227 piping\_system기능단위 설명

piping_component_characterization	플랜트 내의 Piping_system의 개별 요소에 대한 정의. Piping_component 객체는 pipes, fittings, valves, in-line 장치와 Piping_system의 유체물 통제, 제어 및 진단하는 요소를 포함
piping_inspection	Piping_component 객체와 Piping_spool 객체를 위한 점검(검사) 정보와 점검 문서 정의
piping_system_functional_characterization	Piping_system의 기능적연결성과 그러한 시스템에서Piping_item 사이의 기능적 연결성 정의

#### 3.1 piping\_system\_component의 응용객체

플랜트에서 Piping\_system의 개개의 요소에 대한 것을 나타낸다. Piping\_component 객체는 배관(pipes), 장치(fittings), 밸브(valves), in-line equipment와 piping\_system의 유체를



본 논문에서는 원자력 플랜트 분야의 배관 시스템의 표준 모델의 개발을 추진하기 위한 기초연구로 현재 플랜트 분야의 표준 제품모델 규격인 ISO 10303-STEP의 형상정보 및 프로세스 플랜트에 대한 기능 데이터를 나타내는 AP221 및 AP227을 이용한 원자력 플랜트 배관 시스템 모델의 개발 방법을 연구하였다. 그리고 분석된 자료를 통해 향후 원자력 플랜트 분야의 배관 시스템 데이터모델 개발의 방향을 제시하였다. 향후에는 이 분석 결과를 토대로 원자력 발전소의 배관정보를 적용하여 실제적인 데이터모델의 개발을 추진하도록 연구 방향을 이끌어 나가야 할 것이다.

## 5. 참고문헌

1. ISO 10303-221: Industrial automation systems and integration-Product data representation and exchange - Part 221: Application protocol: Functional data and their schematic representation for process plant.
2. ISO 10303-227: Industrial automation systems and integration-Product data representation and exchange - Part 227: Application protocol: Plant spatial configuration.
3. 박찬국, 조광중, 한순홍, "STEP을 이용한 원자력플랜트 설계정보의 교환과 공유", 전자거래학회, 2003
4. 전자상거래 표준화 통합포럼 규격, "석유가스와 플랜트분야의 제품모델규격 적용 지침", 2003
5. 건설CALS 표준 및 요소기술 응용방안 연구 (1998.7.16 ~ 1998.11.15 , 한국건설기술연구원)
6. STEP 국내 적용 지침(2003 전자상거래 표준화 통합포럼 규격(ECIF))
7. 안경익, 김인한, 한순홍, "한국 CAD/CAM 학회, 원자력 시설물의 토목 및 건축 데이터 모델 개발에 관한 기초연구", 2004
9. Alain Zarli, Virginine Amar, "Integrating STEP and CORBA for Applications Interoperability in the Future Virtual Enterprise Computer-based Infrastructures", 1997
10. D. Schenk & P. Wilson, "Information Modeling the EXPRESS Way", Oxford University Press, 1994