

EDM을 이용한 발전소 정보관리시스템 개발

이숙형, 박찬국
고등기술연구원

Plant Configuration System by using Electrical Document Management System.

SookHyung Lee, Chan-Cook Park
Institute for Advanced Engineering

개요

설계 및 엔지니어링 단계에서 설계정보 전자문서관리 시스템을 통한 지식 수집과 축적의 방법을 제시한다. EDM을 이용한 클라이언트/서버 형태 및 웹 버전의 데이터베이스 인터페이스를 설계하며 이를 통한 발전소 정보의 접근, 저장, 버전별로 관리 및 이관/복구/백업하도록 하는 시스템 구현방법에 대해 기술한다. 또한 3차원 캐드 뷰어와 연동된 자료의 효율적인 관리 방법에 대해 설명한다.

1. 서론

발전소 설계는 개별 단계에 있어 문서와 업무흐름에 데이터 규격화를 통한 동시공학을 적용할 경우 그 기간을 현격히 줄일 수 있으며 자동화 기술을 시뮬레이션 코드와 결합하여 운전원 제어 및 모니터링 시스템에 적용할 수 있으며 발전소 전 생명주기동안 지속적으로 사용되어질 수 있다. 발전소 및 설비가 사이트에 건설되기 전에 무수히 많은 데이터와 문서들이 생성되어지는데, 이 자료들은 기존 형태 플랜트일 수도 있고 아직 건설되어지지 않은 플랜트일 수도 있다. 이 플랜트 관련 정보는 체계적으로 관리되어야하며 발전소 전 주기에 걸쳐 유용하도록 지속적으로 갱신되어야하고, 현장을 포함하여 장소에 구애 없이 어디에서든지 접근 가능해야한다.

발전 플랜트는 각종 기계, 배관에서부터 전기계, 계측제어 그리고 심장부인 노심에 이르기 까지 극히 여러 갈래에 걸쳐있다. 맨 먼저가 설계이고 다음이 건설, 각 기기의 제조, 시운전으로 이어지는데 가동 후에도 50년 이상의 보수, 점검이 계속된다. 그러므로, 제품의 기획, 개발에서 보수에 이르기까지 막대한 양의 데이터를 통일적으로 관리하는 것은 생산성을 위해서 매우 중요한 사항이었다. 이에 따라 플랜트 부문에서 체계적인 정보의 관리가 절실히 요구된다.

기존의 발전소들은 오래 전에 건설되어 운영되어지고 있고 이 중 많은 플랜트들의 자료들은 하드카피 형태로 존재한다. 이런 정보들은 발전소들이 점점 복잡해지고 전 세계에 걸쳐 운영되어지고 있어 정보관리에 많은 경제적 부담이 가해지고 있다. 플랜트 생명주기 각 단계에서 자료들은 지속적으로 바뀐다. 이러한 자료들은 각 단계에 걸쳐 체계적으로 관리되어야 하는데 이러한 자료들은 다른 산업계와 비교할 때 더 다양한 양식으로 존재한다.

Process Flow Diagrams, P&IDs, Equipment Lists, Instrumentation Data, Operating and

Maintenance Instruction 및 스케줄링 자료 중 PFDs와 P&IDs 는 특별히 잘 관리되어야 한다. 3D 모델은 플랜트 개조시 사용되고, 조사 과정에서 갱신된다. 플랜트 레퍼런스 데이터 모델은 웹을 통해 관계 규제 기관 및 응용 프로그램에서 접근 이용되어야 하며, 단순한 파일의 교환을 통한 정보 공유 이상의 데이터웨어하우스를 통한 진정한 데이터 공유가 이루어져야 한다.

플랜트 데이터의 향상된 관리를 통해 잘못된 정보의 사용에 따르는 비용 절감효과를 거둘 수 있다. 빠른 설계 및 건설이 빠른 설계 비용 절감보다 더 중요한 경우가 있고 건설기간을 단축하여 이윤이 돌아오는 시기를 앞당길 수 있다. 한편, 효과적인 데이터 관리 및 적절한 절차관리를 통해 모든 규제들을 만족시켜 이윤 창출 기간을 앞당기고, 플랜트의 유지 보수 기간을 단축하여 운용 비용을 절감시킨다.

따라서 본문에서는 발전소 통합관리시스템의 근간이 되는 데이터베이스 구축 및 2차원/3차원 사용자 뷰어(viewer) 화면의 구성, 검색 절차 및 알고리즘이 제시된다. 이러한 데이터베이스를 근간으로 하여 클라이언트/서버 및 인터넷 버전의 사용자 인터페이스 완성되어졌다. 이 통합관리시스템은 문서관리시스템과 연동되어, 구축된 설계관련 엔지니어링정보 및 멀티미디어정보에 대하여 사용자가 접근하여 관련 정보를 검색하고 수정, 보완 등의 관리를 체계적으로 한다. 또한, 인텔리전트한 관리시스템을 구축하고자 3차원 캐드뷰어와 연동된 데이터 입력 방법을 구축하였다. 위에서 열거한 시스템 구축 방법론, 발전소 통합관리시스템 사용자 인터페이스가 되는 뷰어 화면 및 검색 방법에 대한 연구와 구현방법을 제시하고자 한다.

2. 설계정보 통합관리 시스템

본 연구원은 94년, 95년 2개년간 (주)대우건설, 캐나다의 AECL과 공동으로 CANDU형 원자력 발전소의 3차원 CAD Modeling 프로젝트를 통해 획득한 결과물을 바탕으로, 설계정보 통합관리 시스템을 구축하기 위한 기본 데이터베이스를 구축하였다. 설계정보 통합관리 시스템 개발을 위한 데이터베이스 구축을 위해 데이터베이스 기본구조를 갖추기 위한 데이터베이스를 설계하였다.

구축된 설계 데이터베이스 시스템으로 사용자가 접근하여 관련 정보를 검색하고 수정, 보완 등의 관리를 원활히 하기 위한 사용자 인터페이스가 되는 뷰어 화면 및 검색 방법에 대한 연구와 구현이 이루어졌는데, 사용자는 클라이언트/서버 형태 및 웹 버전의 인터페이스를 통해 원하는 정보에 접근하게 하였다.

2.1 시스템 구성

본 연구의 수행 내용은 데이터베이스 구축, 대화형 전자 기술교범 예 구축, 클라이언트/서버 사용자 인터페이스 구현 및 웹 브라우저 사용자 인터페이스 구현으로 나뉜다.

데이터베이스화할 항목들을 설정하여 발전소 설계 및 건설 정보시스템을 구축하였는데, 대상 발전소인 CANDU형 월성 원자력 발전소 3,4호기 건설현장을 방문하여 그곳에 비치되어 있는 여러 문서 및 자료들을 취합 정리하여 이들로부터 발전소 설계정보 관리시스템의 데이터 관리 항목들을 도출하였으며, 사용자 요구 사항에 따라 도출된 세부의 관리항목을 단순화시켜 불필요하다고 판단되는 세세의 항목들을 커다란 범주 안으로 포함시켜 각종 설계정보자료들을 획득, DB화하였다.

FSAR에서 추출한 자료들을 BSI Number 분류 체계에 따라 (1) 설계 양상(Design Aspect) (2) 설계 조건(Design Criteria) (3) 계산 (Calculation) (4) 발전소 지역 (Plant

Zone) (5) 다이어그램 (Diagram) (6) 과거 변동 사항 (7) 변동 사항 (8) 도면 (9) 메뉴얼로 구분하였다.

2.2 시스템 상세 설계

(가) 기본 테이블

기본 테이블인 BSI 테이블은 원자력 발전소 계통 분류법(BSI, Basic Subject Index)을 근간으로 한 시스템 데이터베이스이며, 시스템의 전체적인 개괄에서부터 보조 테이블들의 각종 설계정보에 대한 연결 키를 갖고 있다. BSI 체계는 발전소 전체 관리를 용이하게 하기 위해 시스템들을 기능별로 번호를 붙여 구분함으로써 설계자나 건설 종사자들의 작업의 편의성을 돕는 것이다. BSI는 업무를 수행하는 과정에서 관련계통을 올바르게 식별하는데 중요하게 사용되며, 원자력 발전소 제반 업무에 적용되어진다. 이 계통 번호를 기본 테이블에 데이터베이스화한 후 이 계통에 따라 각 시스템의 개괄 및 설계에 이르는 상세 자료를 보조 테이블들에 데이터베이스화하여 사용자가 체계적으로 데이터에 접근하게 하며, 데이터베이스 관리자의 관리를 용이하게 한다.

BSI 계통 분류 번호(BSI Number)는 다섯 개의 수로서 이루어지는데, 첫 번째수는 BSI 분류를 명확하게 하는 대분류이며, 두 번째수는 주요한 계통 또는 그 계통에 관련된 것을 알려주며, 세 번째 수는 하부조직에 관련된 것들을 알려주고, 네 번째수와 다섯 번째 수는 구성 등에 관한 것을 알려준다.

BSI 분류는 모든 기술계획 및 이에 관련한 경영활동에 해당하는 분류0, 발전소 위치를 나타내는 분류1, 건물구조 및 설비의 분류2, 증기 발생기에 필요한 장치에 해당하는 분류3, 전 시, 응축수 회수 및 증기 수송에 관련된 장치를 나타내는 분류4, 모든 전기적 출력계통들과 관련된 장치, 계통에 해당하는 분류5, 모든 설비의 제어에 사용되는 장치 및 계통의 분류6, 원자력발전소의 운전을 위해 사용되는 보조 계통을 나타내는 분류7, 발전소 건설중에 필요한 임시 반영구 설비나 용역에 해당되는 분류8 및 기타 추가 요구사항의 분류9의 0-9까지로 구성된다.

예를 들어 정화계통(Purification System)의 BSI Number를 살펴보면, 대분류와 계통분류, 하부조직의 분류가 증기발생기에 필요한 장치 3에 해당되고 구성은 전기적 출력계통들과 관련 장치를 나타내는 5에 해당하는 33350으로 분류된다.

원자로의 연료 채널 어셈블리에 대한 BSI 체계에 따른 발전소 분류 체계를 예를 들면 아래와 같다.

31000 REACTOR

- 31100 Fuel Channel Assemblies
 - 31110 Pressure Tubes
 - 31120 End Fittings
 - 31130 Shield Plugs
 - 31140 Channel Closure
 - 31150 End Fiting Bearings
 - 31160 Pressure Tube To Calandria Tube Spacers
 - 31170 Feeder Couplings

31180 Channel Annulus Bellows

위의 BSI 분류체계는 BSI_Table 이라는 데이터베이스 테이블로 저장되어있다.

(나) Information Navigator 프로그램

Information Navigator의 초기 화면은 메뉴에서 각종 Viewer를 구동시킬 수 있도록 되어

있다. 이들 Viewer들은 Intelligent P&ID, 이미지 Viewer, GA 도면 Viewer, 단품 Viewer, 배관 데이터 및 3차원 검색 시스템 등으로 구성되어 있다.

이 프로그램은 기본적으로 위에서 설명한 BSI 앞의 세 수에 근거하여 발전소를 System, Sub-System, Detailed System으로 나누어서 순차적으로 대분류에서 하부조직의 정보에 접근하는 것을 원칙으로 한다. 따라서 이와 같은 순차적 접근에 따라 하부조직의 개괄적인 정보가 상세 검색 전에 주어져 사용자의 정확한 시스템 이해를 돕는다.

배관 데이터 및 3차원 검색 시스템은 다음과 같은 기능을 가지고 있다:

- 시스템 별 데이터베이스 조회
- 시스템 별로 분류된 항목에 따라 3차원 검색
- 시스템 별 CAD 도면 디스플레이
- 시스템과 관련된 동영상 디스플레이
- 승인, 참조, 검토 등의 작업을 위한 CAD 파일 통신용 전자우편
- 원자로 모사 코드와의 연동

2.3 문서 및 도면 정보

발전소를 건설하는데 필요한 설치 절차에는 많은 문서 및 도면 정보가 포함된다. 이 문서들은 문서의 성격에 따라 Flow Sheet(FS), General Arrangement(GA), Detail Drawing(DD), Pipe Support List, Pipe Support, Seal Plate Details, Seal Plate Bills of Material, Line Lists(LL), Bills of Material, Equipment Anchoring, Manufacturer's DWGS 등의 문서로 분류관리된다.

한편, 이러한 문서 자료를 체계적으로 관리하기 위해 전자문서관리 시스템을 도입하여 효율적인 문서관리의 틀을 제공함으로써 플랜트 통합정보 관리시스템의 기능을 더욱 견고하게 하고자한다.

(가) 전자문서관리 시스템의 주요 기능

문서관리 시스템의 기본기능을 살펴보면 다음과 같다.

① 버전 제어

버전 제어 기능은 문서관리 시스템에 저장된 문서의 변경 이력을 관리하는 기능을 제공한다. 최종 버전을 체크아웃 하여 문서내용을 변경한 후 체크인 하였을 경우 새로운 버전이 생성된다.

② 체크아웃, 체크인

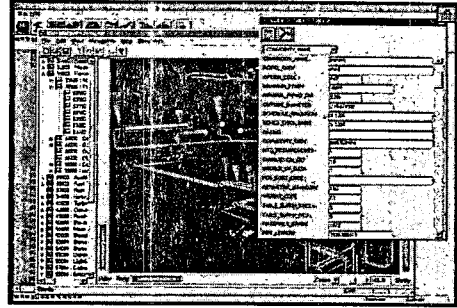


그림 1. 부품 데이터 디스플레이

SYSTEM NO	COMPONENT NO	COMPONENT NAME	MATERIAL	SPECIFICATION	QUANTITY	UNIT	STATUS	ACTION
2510000	0000	Support	SPCC	114.2X30X3.0	1	개	완료	
2510006	0001	Support	SPCC	114.2X30X3.0	1	개	완료	
2510007	0002	Support	SPCC	114.2X30X3.0	1	개	완료	
2510008	0003	Support	SPCC	114.2X30X3.0	1	개	완료	
2510009	0004	Support	SPCC	114.2X30X3.0	1	개	완료	
2510010	0005	Support	SPCC	114.2X30X3.0	1	개	완료	
2510011	0006	Support	SPCC	114.2X30X3.0	1	개	완료	
2510012	0007	Support	SPCC	114.2X30X3.0	1	개	완료	
2510013	0008	Support	SPCC	114.2X30X3.0	1	개	완료	
2510014	0009	Support	SPCC	114.2X30X3.0	1	개	완료	
2510015	0010	Support	SPCC	114.2X30X3.0	1	개	완료	
2510016	0011	Support	SPCC	114.2X30X3.0	1	개	완료	
2510017	0012	Support	SPCC	114.2X30X3.0	1	개	완료	
2510018	0013	Support	SPCC	114.2X30X3.0	1	개	완료	
2510019	0014	Support	SPCC	114.2X30X3.0	1	개	완료	
2510020	0015	Support	SPCC	114.2X30X3.0	1	개	완료	
2510021	0016	Support	SPCC	114.2X30X3.0	1	개	완료	
2510022	0017	Support	SPCC	114.2X30X3.0	1	개	완료	
2510023	0018	Support	SPCC	114.2X30X3.0	1	개	완료	
2510024	0019	Support	SPCC	114.2X30X3.0	1	개	완료	
2510025	0020	Support	SPCC	114.2X30X3.0	1	개	완료	
2510026	0021	Support	SPCC	114.2X30X3.0	1	개	완료	
2510027	0022	Support	SPCC	114.2X30X3.0	1	개	완료	
2510028	0023	Support	SPCC	114.2X30X3.0	1	개	완료	
2510029	0024	Support	SPCC	114.2X30X3.0	1	개	완료	
2510030	0025	Support	SPCC	114.2X30X3.0	1	개	완료	
2510031	0026	Support	SPCC	114.2X30X3.0	1	개	완료	

그림 2. 배관 데이터베이스 디스플레이

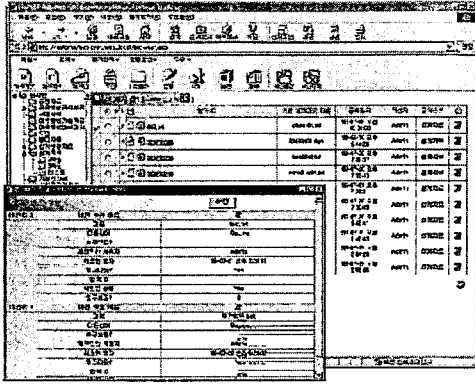


그림 3. 문서관리시스템 문서버전관리 화면

체크아웃, 체크인 기능은 문서의 동시 변경에 의한 문서 내용에 대한 무결성을 보장하기 위한 기능이다. 즉 문서 내용을 변경하고자 하는 사용자는 문서를 체크아웃 하면, 다른 사용자는 체크아웃할 수 없도록 하고 체크아웃한 사용자가 문서를 변경한 후 체크인을 한 후에 해당 문서를 체크아웃할 수 있도록 한다.

③ 보안

문서 파일에 대한 접근 방지, 문서 파일을 포함한 모든 문서 속성 접근 제어, 폴더 접근 권한 제어, 시스템 사용 권한 제어를 통해 기반 운영체제에서 제공하는 보안기능이외의 문서 보안 기능을 추가한다.

④ 문서관리

전자문서관리 시스템은 문서의 버전이나 보존 기간에 따른 자동문서 이관 또는 폐기 기능을 제공함으로써 문서의 분류체계 관리 및 문서의 생명 주기 관리를 한다.

⑤ 문서 검색

폴더 및 제목, 작성자, 작성일자, 주석문 및 문서의 속성을 이용하여 문서를 검색한다,

⑥ 복제

다중 서버간 분류체계, 문서 정보 등을 복사하여 공유하는 기능으로 이 기능을 이용함으로써 지역적으로 분산된 다중 서버간에 자원을 공유하고 검색 등의 작용 시 성능을 향상시킬 수 있다.

이와 같은 기능을 제공하는 문서관리시스템을 플랜트 통합정보 관리시스템에 도입함으로써 각종 기술자료 접근, 보관, 분배 등을 용이하게 하고자한다. 현재 이 문서관리시스템은 개별적인 모듈로 작동하지만 곧 위에서 언급한 "Information Navigator"와 연동되어 문서 및 도면 자료들을 관리할 것이다.

2.3 3차원 캐드 자료 관리

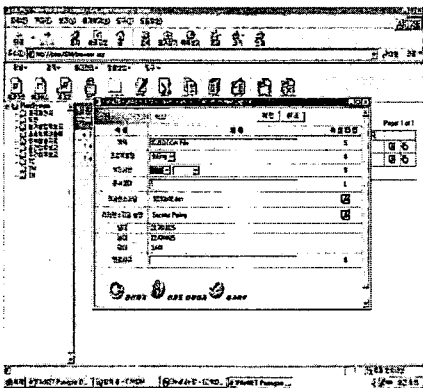


그림 4. 3차원 캐드 정보 자동 입력

문서관리 시스템에 문서를 저장하고자 할 때에는 문서의 속성을 아래 그림과 같이 입력하여 문서 속성을 문서관리 DB에 저장한다. 이러한 입력 작업을 최소로 하면서 문서의 정보를 최대한 체계적으로 관리하여 업무의 효율을 극대화하고자 한다.

이를 위해 설계업무에서 가장 중점적으로 관리 되어져야하는 CAD 문서의 관리를 Intelligent 하게 하고자 본 연구과제의 산물인 DGN 뷰어의 연결을 시도하였다. 문서의 확장자가 .dgn 일 때 그 문서를 저장하고자 할 때 아래의 그림처럼 DGN 파일의 레퍼런스파일, 레퍼런스파일 설명, 넓이, 높이 및 길이 값이 사용자의 입력

없이 문서관리 DB에 저장된다. 이 기능은 BOM(Bill of Material)을 작성하는 모듈에 적용될 것이다.

3. 결론

본 연구를 통해 발전소 설계 및 건설 정보들을 효율적으로 관리하는 관리 시스템의 체계를 작성하였으며 이를 문서관리 시스템과 연동 하여 Implementation하였다. 서류나 2차원 도면으로 관리되어 온 발전소 설계 및 건설 정보들을 데이터베이스화하였고, 일반 사용자가 필요한 정보를 찾아보는데 소요되는 노력 및 시간을 줄이고, 인간이 수동으로 관리함으로써 발생할 수 있는 오류를 줄여, 정보의 정확도를 높이는 효과를 거둘 수가 있었다. 또한 기존에는 단지 2차원의 도면으로만 보여진 발전소의 형상을 3차원의 모형으로 직접 보여줌으로써 수많은 오류를 줄이고, 사용자의 발전소에 대한 이해를 훨씬 더 빠르고 정확하게 할 수 있도록 도와주며 이로 인해 작업의 효율성을 극대화하였다. 한편, 플랜트 문서 및 도면을 안전하고 효율적으로 관리하고자 문서관리 시스템을 플랜트 종합정보 관리시스템에 접목하고자 하였다. 사용자에게 문서관리 기능이 별도의 부담을 주지 않으면서 문서를 라이프사이클 동안 체계적으로 통합관리하여 플랜트 문서의 이용 가치를 충분히 증대시키고자 발전소 설계 정보 관리의 주요 관리 대상인 3차원 캐드 자료의 관리의 효율을 극대화하는 방법을 모색하였다. 이에 따라 본 연구실에서 개발한 3차원 캐드 뷰어와 관리 시스템을 연동 하였다. 이는 인텔리전트한 관리 시스템으로 이를 통해 발전소 정보 관리 시스템을 넘어선 견고한 발전소 지식 관리 시스템으로 확대가 가능해진다.

참고문헌

- [1] Ki Sig Kang, Han Gon Kim, Soon Heung Chang, Hee Kyo Jeong and Sang Douh Park, "Development Strategies on an Integrated Operator Decision Aid Support System for Nuclear Power Plants. IEEE Transactions on Nuclear Science. Vol. 40, NO 4, August 1993.
- [2] Advancements in Nuclear Plant Maintenance Programs, Mark C. Maras & Ahmed E. Meligi, Sargent & Lundy Engineering Conference Spring 1993
- [3] S.M.Klein, "Fundamental Attributes of a Practical Configuration Management Program for Nuclear Plant Design Control", NRC FIN B8762, June 1988.
- [4] EDMS Korea Conference'97 세미나 자료, 한국 소프트웨어산업협회 EDMS 위원회, 1997
- [5] 원전 설계 및 기술자료 통합관리 개발 계획서, (주)대우 건설 전산팀, 1997
- [6] Pepi Edlinger, "Importance of Data Exchange Standards for Process Industry", ASCE Journal of Computing in Civil Engineering, Volume 11, Number 1, January 1997.
- [7] FileNet GuideBook, 1998
- [8] Stefan Joblonski, Christop Bussler, "Workflow Management", International Thomson Computer Press, 1996
- [9] David J. Wilson "An Incremental Approach to EDMS/PDM", Kahltoff EDM/PDM Vision 1995
- [10] David J. Wilson "Paper integration with CAD and EDM Drives Business Re-investment", Synergis Technologies Newsletter Fall 1995