한국에너지공학회(2001년도)
춘계 학술발표회 논문집 P253~260

해양 유전 개발 플랜트 시공의 PDM 응용 사례에 대한 연구

박찬국,[1] 정갑청,[2] 김철규,[2] 유호규[1]
[1] 고등기술연구원, [2] 대우조선공업

A Case Study on Application of PDM to Oil & Gas Production Platform Construction

C.C.Park,[1] G.C.Jung,[2] C.G.Kim,[2] H.G.Yoo[1]
[1] IAE, [2] DSME

개요

해양 플랜트분야는 다양한 제품의 생산을 위해 여러 종류의 CAD, CAE 시스템을 사용하고 있고 외부기관과의 정보교환을 위해 수많은 CAD 모델, 도면, 기술 자료를 주고 받으면서 생산을 위한 정보를 생성하게 된다. 이를 위해 컴퓨터내에서 쉽고 빠르게 제품을 모델링할 수 있는 기술, 이 기종 CAD간의 데이터변환기술이 필요하며 엔지니어링 전문회사, Owner, Maker, 용역회사, 플랜트 주설계팀간의 제품정보 교환을 위한 PDM 기술이 요구된다. 또한, 해양플랜트 생산과 관련된 제품정보를 체계적으로 관리하기 위해서 데이터베이스를 기반으로 하는 PDM(Plant Data Management) 기능을 적용하여 업무 Process 별로 변화하는 제품정보들의 체계적 분류기법을 제시하고 동시공학(Concurrent Engineering)환경을 설명하고자 한다.

1. 서론

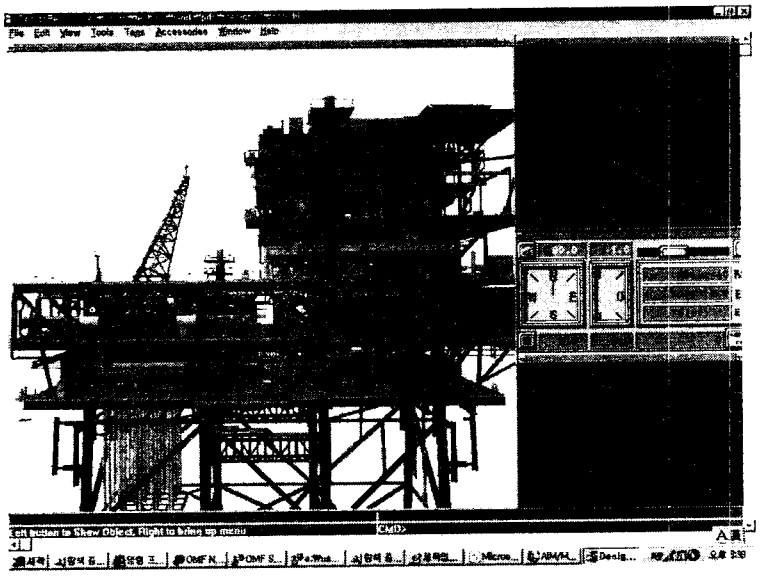
최근의 정보기술 및 컴퓨터의 발달로 인하여 신속한 제품정보 생성 및 변경이 가능하기 때문에 CAD/CAM/CAE 및 CIM 시스템은 기업에 있어서 필수 불가결한 요소로 인식되었으며, 제품정보를 생성, 사용 및 관리하는데 사용되어 왔다. 일반 사용자들은 관련 제품정보를 손쉽게 생성할 수 있지만, 문제는 생성된 정보가 이기종의 컴퓨터 및 포맷으로 저장되어 있으며, 파일, 종이 등의 여러 저장형태로 보관된다. PDM(Product Data Management)은 제품정보 및 개발 프로세스를 관리하는데 많은 잇점이 있는 도구로써 인식되어 왔으며, 제품 설계, 제작, 건설, 유지, 보수하는데 필요한 많은 양의 데이터 및 정보를 효율적으로 관리할 수 있다. PDM은 일반적으로 EDM(engineering data management), DM(document management), PIM(product information management), TDM(technical data management), TIM(technical information management) 등으로 알려진 기술의 보다 더 일반화된 개념이다. PDM은 전자문서 및 컴퓨터 파일, 데이터베이스 자료 등의 다양한 종류의 데이터를 관리할 수 있으며 제품정보간 연계를 중시하는 정보시스템이다. PDM시스템의 주요 사용자기능으로 1)부품정보, 제품구성, 문서, CAD 모델 등의 제품과 관련된 모든 정보 2)제품과 관련된 모든 워크플로우 프로세스 등이 있으며, 이러한 사용자 기능을 보완해 주는 전자메일 공지 기능, 이미지처리 기능과 같은 보조기능이 있다. 이밖에 시스템적인 기능으로는 이기종 분산환경 지원기능, 응용프로그램 통합개발기능 등을 들 수 있다. 이들 기능들은 대량의 정보를 조회하고 검색하는 정적인 정보관리기능과 정보가 조직 내에서 유통되고 변환되는 것을 추적 관리할 수 있는 동적 정보관리 기능으로 분류할 수 있다. 본 연구에서는 해양플랜트의 특징을 반영할 수 있는 분류구조에 따라서 플랜트 계층구조를 설계하고, 3차원 설계시 추출되는 CAD데이터를 PDM으로 변환하여 계층구조와 연계시켜 플랜트설계자

료를 관리할수 있는 기법을 제시하고자 한다. 이를 위해서 계층구조와 관련된 상속 클래스가 제안되고 CAD(PDS)-PDM간의 데이터 교환방법이 제시된다.

2. 해양플랜트산업의 설계 과정

일반적인 해양플랜트산업의 특징으로는 압력용기와 같은 특수기기와 많은 양의 표준화된 부품(밸브류, 배관, 강구조물 등)등의 구매 및 제작, 조립으로 말할 수 있다. 대부분의 프로젝트가 대형공사이며, 단발성이고, 고가의 프로젝트이며, 고정된 장소의 노출된 상태에서 장시간에 걸쳐서 진행된다. 일반적으로 설계 및 제작, Project Owner들이 지역적으로 멀리 떨어져서 프로젝트가 진행된다. 이와 같은 대형복합플랜트는 통상적으로 여러 다른 분야의 설계가 관여되며, 주 계약자가 많은 하부계약(subcontractor) 및 기기, 부품 공급망을 관리하게 된다. 플랜트 설계 및 건설은 수년간에 걸쳐서 진행되며, 통상적으로 설계가 완료되기 전에 시공 및 제작에 들어가기 때문에 기기구매나 제작자들은 부정확한 데이터를 가지고 프로젝트를 진행시키기는 경향이 있으며, 많은 설계변경이 있을 수 있다. 일반적으로 제작을 위한 주 계약자나 기기공급자는 프로젝트비용의 정확한 산정 및 Bidding이 플랜트 산업의 성공에 있어서 매우 중요하다.

해양플랜트의 특성은 많은 양의 부품 및 배관 자재 등으로 조립되는 복합구조물로써 방대한 자재정보 및 복잡한 설계과정, 해상의 좁은 설치 공간 등으로 특징지워 질 수 있다. 따라서, 일관된 설계업무 수행이 가능하며, 원활한 자재수급 및 정확한 생산지원체제를 조성하기 위한 제품정보관리(PDM)시스템의 구축이 필수적이다. 이와 같은 해양 유전개발의 사업특성상 해양유전개발 및 운영자 그리고 해양공사 발주자는 기초설계를 통하여 전체공사 및 석유 및 가스생산에 소요되는 총비용을 산출한 후 기본설계에 필요한 개략적 사양인 설계기준, 기초 P&ID 도면 등을 수주업체에 제공하고, 수주업체는 기본설계 전문 용역업체와 공동으로 사업의 타당성 검토후, 상세설계, 생산설계를 수행하는 것이 일반적인 해양플랜트공사의 일반적 특성이다. 본 연구에서 검토한 3D Model이 아래 그림에 보여진다. 상세설계 단계에서 3차원 CAD 시스템인 PDS 및 I-Struct를 사용하였으며, 모델링시 사용한 자재 카탈로그 및 Spec., 배관 설계정보, 구조물 설계정보 등을 PDM정보 구축에 이용하였다(Fig 1).



(Fig 1. 3D CAD Model Overview of Oil & Gas Production Platform)

3. 해양플랜트산업에의 PDM 적용기술

3.1 거대복합플랜트산업의 특징

▶프로젝트 진행 중 설계 데이터 신속한 생성 및 많은 설계 변경이 이루어진다. 프로젝트 참여자간에 많은양의 데이터 교환이 이루어지며, 아직도 종이로써 정보교환이 이루어진다. 일반적으로 각 회사간의 정보흐름이 프로젝트의 Critical Path가 되며, 정보흐름의 비효율성은 프로젝트 공기연장 및 클레임의 원인이 된다. 프로젝트의 모든 참여자가 공유할 수 있는 정보의 가시화를 향상시킬 필요가 있다. 정보흐름이 좀더 신속하게 이루어지고 좀더 제어할 수 있다면 생산성향상을 이룰 수 있다.

▶향상된 정보 시스템(PDM)은 설계 및 제작과정의 효율성 증대 및 기간단축으로 이어진다. 플랜트산업은 거대자본이 필요하며, 제작의 조기 착공으로 인한 금융비용 감소 효과를 기대할 수 있다. 대부분의 Overhead 비용은 프로젝트기간에 비례하므로 고정비용 계약(fixed-price contract)일 경우 조기 완공으로 많은 금융비용을 절약할 수 있다.

▶프로젝트 참여자간에 정보의 향상된 가시화(visibility)로 인하여 플랜트산업의 특징인 엄청난 설계변경의 횟수 감소 및 심각성을 획기적으로 감소할 수 있다. 이는 시간 및 자재 절감으로 이어진다. 특히, 플랜트산업에서는 설계변경자체보다 설계변경 영향평가가 더욱 중요하다.

▶As-designed 데이터의 주계약자에 정보 전달 및 As-built 데이터의 Owner-Operator에게 정보의 질은 현재 매우 취약한 상태이다. 대부분의 작업이 문서기준이며 정보 제공자의 목적에는 부적합한 상태이며 이 경우에도 PDM 시스템이 기여할 수 있다.

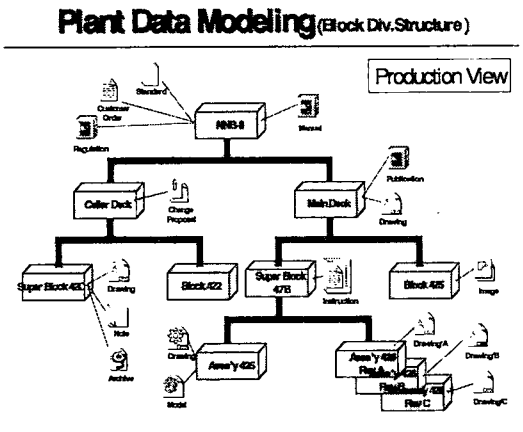
3.2 해양플랜트 분류 구조(PBS; Plant Breakdown Structure)

해양플랜트산업에 적용될 수 있는 PDM시스템은 플랜트 설계에서부터 건설, 운영, 유지/보수까지의 데이터를 제공할 수 있어야 하며, 예를 들면, P&ID, 3D Models, Drawings, vendor 정보, 각종 검사정보 등이다. 이러한 정보들을 통하여 현재 상태의 플랜트 설계 및 제작과정을 알 수 있으며, 프로젝트 진행과정을 효율적으로 관리할 수 있다.

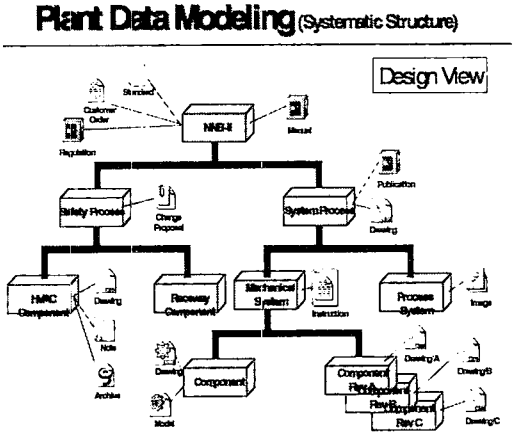
플랜트산업 환경에서 필요하고 적합한 데이터(자료)형태와 문서형태를 제공하여 줄 수 있는 플랜트 데이터 모델의 개발이 필요하다. 이러한 플랜트 데이터 모델은 객체 모델로써 표현될 수 있는데, 그러한 예를 들면 각종 도면, 계약서류, 각종 절차서, Specifications, Manuals, standards, 보고서 객체 등이며, 이러한 객체들을 Business Objects(객체)라고 정의한다. 플랜트 관련정보를 Business Objects와 연계시키기 위해서는 플랜트 모델의 객체화도 필요한데 location, area, building, equipment, plant, unit, system 및 instruments 등으로 객체화 시켜서 관련 정보를 연계하여 추적하는 시스템개발이 요구된다. 플랜트 객체분류와 더불어, 기기와 기기 사양서, 기기간의 조립절차서 등의 객체관계를 정의하여 주는 작업이 필요하다. 플랜트의 설계 및 생산과 관련된 업무흐름을 제어하는 모듈이 설계도면 작성, 검토, 승인, 생산도면 출도, as-built 출도와 관련된 프로젝트를 제어할 수 있는 모듈이 사용될수 있다.

플랜트 계층구조는 플랜트구조 및 그와 관련된 설계정보를 분류하는데 매우 중요하다. 왜냐하면 설계정보 검색에 있어서 논리적인 방법을 제공해 줄 수 있기 때문이다. 본 연구에서 구현 예로 제시한 고정식 해양 석유.가스 생산설비(Fixed Oil & Gas Production Platform)에 대해서 블록계층구조 및 시스템계층구조의 플랜트 계층구조로 분류하였다. 블록계층구조는 구조물의 제작 및 조립순서에 따라

서 분류될 수 있다. 또한, 제작단계별 형상분류에 따라서 데크, 슈퍼블록, 블록별로 구분될 수 있다. 블록내에서의 배관인 경우 배관제작 스풀(Spool)별로 계층구조를 세분화 할 수 있다. 또는 일반적으로 빌딩, Area, Zone기준으로 분류할 수 있다. 한편, 시스템계층구조는 프로세스별 시스템 및 배관, 구조, 전장 등의 discipline별 분류기준을 적용할 수 있다. 따라서 모든 플랜트 부품은 블록계층구조 및 시스템계층구조의 두 가지 분류체계에 포함되어 있다. 이러한 계층구조는 각기 맡은 역할에 따라서 제품 정보접근 방법이 달라질 수 있기 때문이다. 아래 그림은 설계 및 생산 관점에서 구성한 플랜트 구조계층도를 보여준다. 이렇게 체계화된 설계정보를 이용하여 설계업무흐름을 효율적으로 관리하고 설계자와 설계정보 리소스의 관리를 용이하게 하여 설계업무의 순서관리를 통해 비즈니스 프로세스의 최적화를 구현할 수 있다. 이러한 플랜트 분류방법은 시스템사용자로 하여금 플랜트 정보를 탐색하는데 매우 유용하게 쓰일 수 있으며, 플랜트 계층 구조를 구성하는 개체는 일반적으로 특정 설계정보를 가지고 있지 않지만, 배관제작도와 같은 하부단계의 개체는 유체코드(fluid code) 및 배관 스팩(Piping Specification Class)과 같은 속성치를 가질 수 도 있다. 본 연구에서 사용한 3차원 배관 CAD 시스템인 PDS를 사용하여 PDS내의 플랜트모델구조와의 정보 매핑을 아래 그림에 보여 준다.



(Fig2. 생산측면의 플랜트 계층구조)



(Fig3. 설계측면의 플랜트 계층구조)

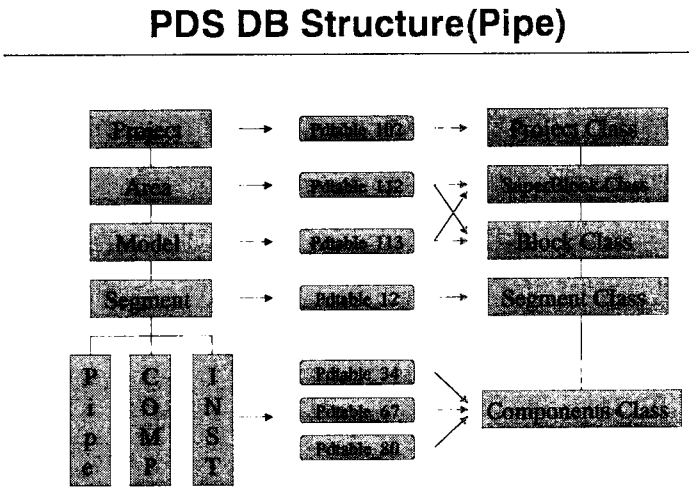
3.3 CAD(PDS) 및 PDM 데이터 교환

PDM이 지향하는 목적인 제품 개발시간 단축 및 정보공유라는 측면에서 CAD 시스템과의 정보교환이 중요한 이슈로 대두되었다. 이러한 정보 교환방법에는 정보 재입력 방법, 직접번역법, 중립파일 이용 또는 공용 데이터베이스 구축 등을 들 수 있겠다. 최근의 연구는 STEP(STandard for the Exchange of Product model data)을 이용한 중립파일 또는 Express 스키마를 이용한 공용 데이터베이스 등이 제안되어 연구가 진행되고 있다. 그러나, 본 연구에서는 고려하고 있는 시스템이 PDS(Plant Design System) 및 PDMS(Plant Design Management System), I-Struct 등과 같이 비교적 한정된 시스템만을 고려하기 때문에 비교적 간단하고, 정확하다고 알려진 직접번역법에 의해서 CAD 및 PDM 데이터 연결을 추구하였다. 추후에 사용시스템의 수가 많아지면 다수의 변역기와 그에 따른 개발, 유지비용을 고려하여 STEP과 같은 표준화 개념의 도입이 필요하다.

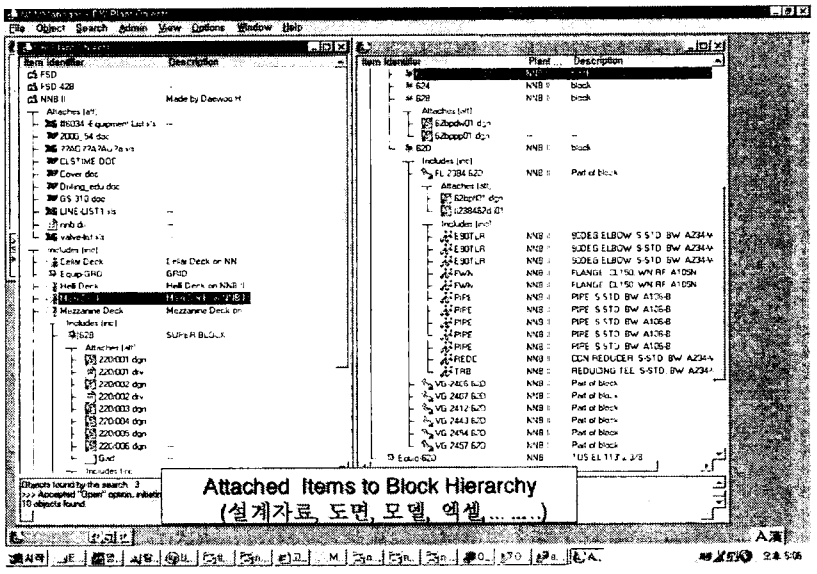
본 연구에 사용한 직접 번역법은 먼저 모델링에 사용한 자재 Catalog나 Spec. 데이터를 모델그래픽 데이터와 연관시켜 추출하여 사용하였다. 배관자재인 경우 모델링을 위한 각 테이블 속성을 파악하여, 추출된 속성을 PDM의 설계된 클래스속성과 매핑시키는 작업이 필요하다. 본 연구에서 사용한 PDS결과물 중 다음과 같은 정보형태의 전달이 가능하다.

· Process & Instrumentation Drawings/Process Flow Diagrams/ IDM(instrument diagram management) Documents/ Orthogonal Drawings/ Isometric Drawings/ Structural Drawings/ MTO Reports/ Design Review Models/ Equipment/Plot Plan/Piping/Structural/Electrical Raceway/HVAC Documents

아래 그림은 비쥬얼베이직을 이용하여 작성한 PDS-PDM 데이터교환기의 한 예이다.



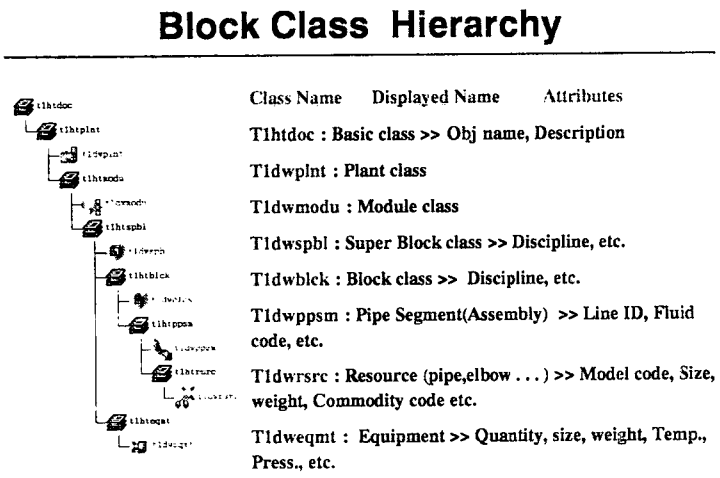
(Fig 4. CAD-PDM Data Conversion)



(Fig 5. Block Hierarchy Structure with attached Design Document)

3.4 객체지향 플랜트 데이터 모델

객체지향 기술은 실세계의 객체를 프로그램에서 객체화시킬 수 있다는 측면에서, 또한 소프트웨어 개발의 콤포넌트화, 객체의 재사용성, 객체 제어의 용이성 등으로 유연성과 적응력이 중요시되는 PDM시스템 개발언어로 적합하다. 본 연구에서 사용한 시스템도 SDRC의 Metaphase 객체지향 PDM엔진을 기본으로 인터그라프에서 개발한 AIM(Asset Information Management)이란 플랜트 전용 PDM 시스템이다. 해양 플랜트 전용 PDM을 구축할 수도 있겠지만 이럴 경우, 원천기술을 확보한다는 측면에서는 바람직하지만 기본적인 클래스부터 세부적인 클래스까지 모두 설계를 해야하므로 시스템구축시간이 상당히 길어질 수 있으며 개발에 따른 위험이 과다해질 수 있다. 본 연구에서처럼 상용 PDM을 사용할 경우 기본적인 클래스가 대부분 정의되어 있는 상태에서 클래스의 속성을 수정하거나 이들로부터 상속을 받아서 새로운 클래스를 정의하여 해양플랜트에 알맞은 데이터모델을 작성할 수 있다. 본 연구에서 새로 상속받아서 사용한 클래스를 아래그림에 보여준다.

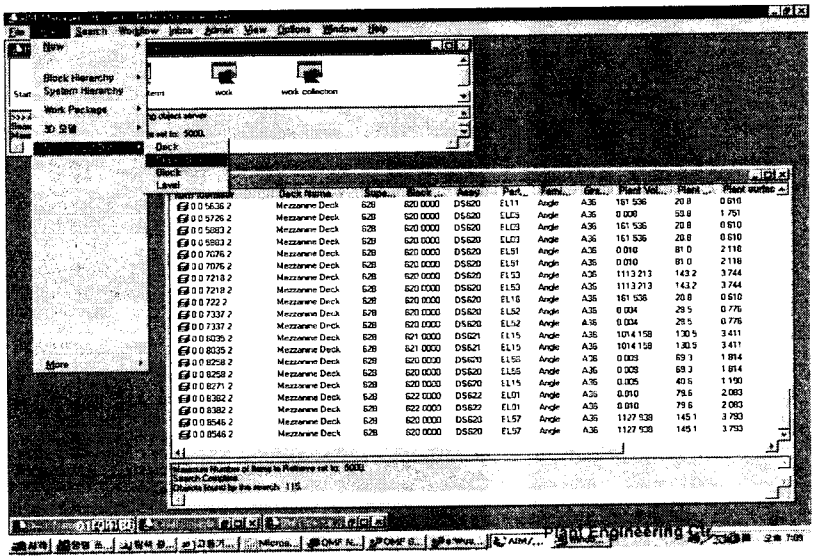


(Fig.6. New Derived Block Class Hierarchy and Attributes)

3.5 PDM내에서 설계 BOM Block별 처리

해양플랜트산업에 적용될 수 있는 PDM시스템은 플랜트 설계에서부터 제작에 필요한 데이터를 제공하는 것이 중요하므로, 해양플랜트의 특성상 블록중심의 설계 및 제작정보관리가 필수적이다. 본 연구에서는 블록별 BOM이 가능하도록 제품구성관리(Product Structure Management, PSM)를 구성하였다. PDM에서는 관리하고자 하는 모든 정보가 부품을 중심으로 연관 관계를 맺으면서 구성되어 있다. 때문에 제품구성관리(PSM)를 PDM의 중심이라고 할 수 있다. 이것은 PDM의 특징으로 분류될 수 있고, 이러한 이유로 PDM을 제품 중심이라고 부르고, EDMS를 문서 중심이라고 부르기도 한다. 제품구조란 여러 부품으로 구성된 제품의 상하관계 및 연결관계를 구축하고, 각 부품 및 어셈블리와 문서를 연결시킴으로

써 사용자(혹은 작업자)로 하여금 보다 필요한 정보를 쉽게 얻을 수 있고, 제품의 리비전 작성시 이용할 수 있다. PSM에서는 부품과 문서를 서로 연결시켜 부품에 관한 정확하고 상세한 정보를 얻을 수 있다. 즉 2차원 또는 3차원도면을 비롯한 각종 시험자료, 해석결과 등을 부품과 연결시켜놓으면 엔지니어는 각 부품에 대한 필요한 정보를 신속하고 정확하게 얻을 수 있다. 이런 식의 부품 및 문서관리는 제품개발 업무를 담당하고 있는 설계엔지니어들에게 기존 제품에 대한 정보의 접근을 용이하게 하여 결과적으로 업무수행능력을 향상시킨다. 즉 기존 제물의 구조와 관련된 문서들간의 연결고리를 통하여 원하는 정보에 대한 접근이 수월해진다. 이와 같이 부품과 제품간의 관계 및 각 부품과 문서와의 관계를 설정시켜 설계엔지니어가 원하는 정보를 신속하고 정확하게 만들어 낼 수 있고, BOM과 같은 문서로 추출하여 다음 단계의 엔지니어링에 사용할 수 있도록 하는 것이 제품구성관리의 목적이다. 아래 그림은 I-Struct로 모델링을 한 철구조물의 CAD 데이터를 직접번역기를 사용하여 PDM으로 자료 변환 후 특정블록에 속한 자재 정보를 보여 주는 그림이다.



(Fig7. Structure Part Information by Block)

4. 결론

대형 프로젝트의 설계 및 엔지니어링 단계에서 3차원 캐드 모델 및 그와 연관된 엔지니어링 데이터 응용 PDM 시스템의 사용은 플랜트의 설계 및 시공 운영 보수 유지에 있어서 효율적인 수단이 될 수 있다. 본 연구에서 적용대상이 되는 해양플랜트의 경우도 시간이 갈수록 누적되는 각종 정보와 다양한 자료 형태로 인한 보관 장소 및 관리 조직의 다원화, 출력체계의 비효율적 운용, 검색 체계의 상이함에 따른 검색 시간/비용 증대, 데이터의 재사용성 저하 등의 문제점을 해결하기 위해 PDM에 기초한 올바른 정보화 기반을 구축할 필요가 있다. 이를 위하여 복합 객체를 효율적으로 처리하며 지속성을 갖는 데이터베이스를 이용하여 객체지향적인 시스템을 기반으로하는 PDM시스템 구현과정을 제시하였다. PDM 시스템에서 얻어질 수 있는 플랜트 제품 데이터 모델링을 통하여 플랜트에 관한 정보를 어셈블리와 컴포넌트에 연결시켜 설계자(또는 엔지니어)들이 업무를 수행함에 있어 효율적이고, 정확한 결과를 얻을 수 있게 하고자 하였다.

또한 PDM 시스템은 여러 종류의 문서추출기능이 있어 사용자가 필요한 자료를 쉽게 얻을 수 있음을 제시하였다. 대형공사로 인하여 시간이 갈수록 누적되는 각종 정보와 다양한 자료 형태로 인한 보관 장소 및 관리 조직의 다원화, 출력 체계의 비효율적 운용, 검색 체계의

상이함에 따른 검색 시간/비용 증대, 데이터의 재사용성 저하 및 빈번한 설계변경을 최소화하고 신속하게 대처하기 위하여 체계화된 설계정보를 이용하여 설계업무흐름을 효율적으로 관리하고 설계자와 설계정보 리소스의 관리를 용이하게 하여 설계업무의 순서관리를 통해 비즈니스 프로세스의 최적화를 구현할 수 있다.

참고문헌

1. 윤덕영, 서홍원, 김형철, 임화규, 최형순, "조선 CIM 구축을 위한 구조설계 및 모델링 방법에 관한 연구", 대한조선학회논문집, 1996.2. v.33, n.1, 1996, pp.173-181 1225-1143

2. Komatsu, Yasuhiro, Ohta, Mitsutoshi et al.,"Plant CAD system construction of 3D model and it's utilization", 日立造船技報 The Hitachi Zosen Technical Review 大阪, 日立造船株式會社, 1995 v 56, n 2, Jul 1995, p 37-42

3. 양영태, 김재균,"관계형 데이터베이스를 이용한 PDMS/PDS의 통합 데이터 모델링에 관한 연구", 한국해양공학회지(Journal of Ocean Engineering and Technology) 1997, 08 v.11, n.3, pp.200-211 1225-0767