한국CAD/CAM학회 논문집
Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers

Vol. 21, No. 2, pp. 170-176. June 2016
DOI http://dx.doi.org/10.7315/CADCAM.2016.170

〈응용논문〉

pISSN 1226-0606
eISSN 2288-6036

기준정보 관리와 과제관리 및 품질관리 중심의 플랜트 PLM 혁신전략

명세현†
영산대학교 그린자동차학과

Innovation Strategy for Engineering Plant Product Lifecycle Management based on Master Data Management, Project Management and Quality Management

Sehyun Myung†
Dept. of Green Automotive Engineering, Youngsan Univ.

Received 18 September 2015; received in revised form 22 December 2015; accepted 31 December 2015

ABSTRACT

PLM system has been widely used in whole industry. Specially, in case of the company that constructs the engineering plant, PLM can be a key success tool for the innovation with ERP and Enterprise IT Systems. This paper describes the innovation strategy for engineering plant PLM including Master Data management, EPC project management, full 3D modeling and quality management.

Key Words: EPC, Innovation, MDM, Plant, PLM

1. 서 론

PLM(제품수명주기관리: Product Lifecycle Management)은 제조업에 있어서 기업의 얼굴이라 할 수 있는 '제품'의 연구/개발혁신을 위한 필수적인 솔루션으로 자리매김하고 있으며, 단순한 IT 시스템의 묶음이 아닌 하나의 철학으로 간주되고 있다. 특히, 글로벌 환경의 기업에서 효율적인 수평적 통합을 이루기 위해선, 실행통합을 중심으로 지식 통합, 감성통합, 소셜통합이 연계되어야 하는데 PLM은 실행통합의 중추적인 역할을 하게 된다[1].

†Corresponding Author, msh@ysu.ac.kr
©2016 Society of CAD/CAM Engineers

PLM은 다양한 산업군에서 적용되고 있는데, 자동차, 조선, 항공 등의 수송기계 분야, 전기/전자를 포함하는 하이테크 분야, 건축/플랜트 분야, 소비재(Consumer Goods), 생명과학 분야가 대표적인 PLM 적용 산업군이 되겠다.

단일 제품군을 제조하는 회사의 경우는 비교적 PLM 구축에 있어 다양한 제품군을 다루는 글로벌 회사 보다는 구축의 난이도가 쉽다고 할 수 있다. 하지만, 하이테크 분야의 경우 반도체, 생활가전, IT기기, 모바일 기기 등을 한 회사에서 제조하는 경우도 있고, 조선/플랜트업에 있어서도 조선과 해양플랜트/육상플랜트의 영역을 전체 비즈니스로 삼는 회사들이 존재하고 있는 실정인데 이런 경우는 구축의 난이도가 상당히 높다고 볼 수 있다. 각

각의 비즈니스 영역은 비슷하면서 다른 설계/제조 프로세스를 가지고 있고 다루어야 할 정보들과 모니터링할 KPI들이 다르다.

중소기업의 경우에도 제품의 성격상 설계/제조 프로세스가 다른 경우가 많다. 이런 경우에는 전사적으로 공통으로 가져가야 할 프로세스를 먼저 구축하고, 각 제품별 또는 사업부 별로 특화된 프로세스를 구축하는 것이 필요하다.

플랜트 부문에서는 육상(On Shore)과 해상(Off Shore)으로 나뉘어져 있고 육상플랜트에서도 화공, 화력발전, 원자력 발전, 철강, 산업환경 등 여러 분야로 분류된다. 이 분야들은 플랜트 산업군 외에서 볼 때는 비슷해 보일지 모르지만, 자세히 살펴보면 많은 차이를 가지고 있음을 알게 된다.

본 논문에서는 플랜트 부문의 PLM 시스템을 구축하기 위한 혁신전략을 수록하였으며, 이는 PLM의 정의 및 범위, PLM 시스템 구현과 적용프로세스, 플랜트 부문에 특화된 혁신전략을 포함한다.

2. PLM의 정의 및 범위

2.1 PLM의 정의

PLM은 2000년 다쏘시스템에 의해 그들의 연간 보고서에 처음 주창되었다고 알려져 있다[2]. 현재 PLM은 CAD/CAM/CAE/ERP/SCM과 마찬가지로 일반적인 명사로 취급되고 있으며, ERP, SCM과 더불어 제조업 전사 정보관리시스템의 트리니티(Trinity)를 구축하고 있다 해도 과언이 아니다.

PLM의 정의는 많은 회사/단체에 의해 정의되고 있는데, 정보 기술 연구 및 자문 회사인 ‘가트너’에 의하면 PLM은 기업과 협력업체들에게 가장 큰 비즈니스 가치를 전달하기 위해 개념에서 폐기까지 제품을 가이드하는 프로세스라고 정의된다[3].

PLM 전략 경영 컨설팅 기업인 ‘CIMdata’는 PLM은 제품의 개념정의에서 폐기에 이르기까지 전 과정에 걸쳐 관련되는 모든 제품정의 정보를 확장된 기업에 이르기까지, 사람과 프로세스와 정보를 통합하여 협업을 통해 생성하고, 관리하고, 유포하고 사용하도록 지원하는 일련의 일관된 비즈니스 솔루션들을 적용하기 위한 전략적 비즈니스 접근 방법으로 정의한다[4].

PLM 용어의 원조이면서 PLM 솔루션 개발사 ‘다쏘시스템’은 ‘PLM이란 회사가 목표로 하는 저가격, 고품질, 개발기간 단축에 대한 요구를 충족하면서, 제품에 대한 설계, 생산, 유지보수에 이르는 전 공정에서 필요로 하는 모든 어플리케이션과, 그에 따른 다양한 서비스를 함께 제공할 수 있게 하는 일련의 솔루션’으로 정의하고 있다[5].

PLM 솔루션 개발사인 ‘지멘스 PLM’은 PLM을 ‘통합 시스템으로 일관성이 있는 데이터구조를 가진 기업전략/정보전략’으로 정의한다[6].

PLM 솔루션 개발사인 ‘PTC’는 PLM을 ‘제품생성에서 소멸까지 전제품 수명주기를 통하여 회사가 성공적으로 정보를 관리하고, 정보공유를 위한 의사전달 체계를 촉진하기 위해 필요한 요구사항 및 능력을 제공하는 솔루션’으로 정의한다[7].

ERP 및 PLM의 솔루션 개발사인 ‘SAP’은 PLM은 ‘PDM의 확장되고 발전된 개념이며, 제품 수명주기 동안 일관된 비즈니스 프로세스를 지원한다’고 했다[8].

이러한 PLM의 여러 정의들을 문장내 빈도수에 따라 추려내게 되면 주요 단어들이 나타나게 되는데, PLM, Business, Product, Process, Definition, Information, Management 등이 그것이다. 이들 단어를 조합해서 의미를 살펴보면 PLM은 “비즈니스를 위해 제품과 프로세스를 정의하고 정보를 관리한다.”라고 정의할 수 있다.

PLM은 ERP, SCM 등과 더불어 글로벌 환경의 회사에서 효율적인 수평적 통합을 이루기 위한 실행통합의 중추적 솔루션으로써 활용된다[1].

2.2 PLM의 범위

초기의 PLM은 CAD, CAE, PDM 그리고 Digital Manufacturing 등 주로 제품의 설계 및 생산 데이터관리 솔루션의 모음으로 인식되어 왔다[9,10]. 그러나 최근에 이르러서 CAD, CAE는 PLM에 있어서 주요 영역이기 보다는 PLM 하이프 사이클에서 기술성숙도의 마지막 단계인 안정기[11]에 위치하고 있으며, 포트폴리오 관리, 요구사항 관리, MPM(Manufacturing Process Management), 통합 BOM 등 다른 기술들이 PLM에서 각광을 받고 있다.

경영진 관점에서 보면 상세 과제관리를 통한 개발비용의 분석 또한 PLM의 주요 역할로 주목 받고 있으며, PLM의 기능으로 간주되지는 않지만 전사 기준정보관리(MDM: Master Data Management)를 위한 기준정보 표준화는 PLM 구축에 앞서 선행되어야 할 필수과제이다.

PLM을 이루는 기능들은 여러 방법으로 정의되

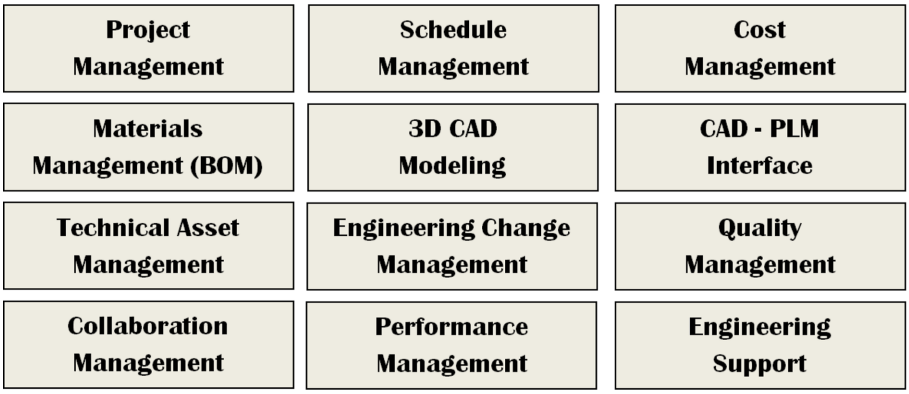

Fig. 1 PLM function blocks for plant engineering

고 있는데[12-15], 본 논문에서는 플랜트분야 설계부문에 특화된 12가지 기능 블록으로 이루어진 PLM을 정의하였다.

이러한 12개 기능 블록들은 과제관리, 일정관리, 원가관리, 물량관리(BOM), 3D CAD 모델링, CAD-PLM 인터페이스, 설계성과물관리, 설계변경관리, 품질관리, 협업관리, 성과분석, 설계지원 등이다.

이 12개 기능블록들은 기본설계와 상세설계 그리고 플랜트 수주 입찰에 대비한 프로포잘을 지원하게 된다.

Fig. 1에 12개 기능 블록을 도시하였다.

3. PLM 솔루션 선정 및 구현절차

PLM 시스템에 대한 범위가 결정이 되면 각 기능 블록에 대한 PLM 솔루션 벤더 선정을 해야 한다. PLM 벤더 선정에 대한 절차는 크게 4단계로 이루어지게 되는데 Fig. 2에 표시하였다.

PLM 범위 정의단계, 후보 벤더 선정 단계, POC 단계, 우선협상자 선정 단계가 그것들이다. 각 단계에서는 PLM 범위, 후보 벤더 리스트, POC 결과 보고서, 우선협상대상 업체가 결과물로 도출이 된다.

Fig. 2에 PLM 벤더의 4가지 선택기준을 표시하

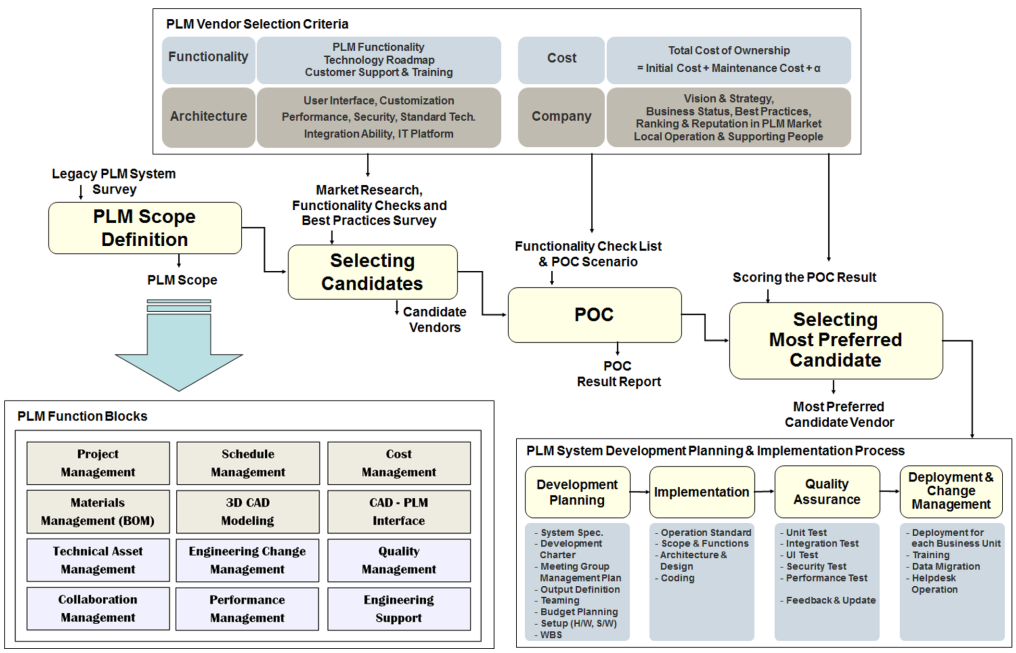

Fig. 2 The implementation process of the enterprise PLM system

였다. 기능성, 아키텍쳐, 비용, 회사비전 등이 선택 기준이 된다.

초기에 시장조사 및 기능분석, 고객사 분석을 통해 몇 개의 후보벤더를 선정한 뒤에는 기능 구현성을 검증하는 POC(Proof of Concept)를 실시하게 된다. 이전에는 솔루션 벤치마킹 테스트(BMT: Bench-Marking Test)라는 용어를 쓰기도 했지만, 최근에는 POC라는 용어를 쓰고 있다. POC를 실시하기 위해서는 RFP(Request for Proposal)를 작성하여 후보벤더에게 발송하여 제안서를 요청하는 단계를 거치게 된다.

RFP는 PLM 솔루션 벤더가 제안서를 작성하는 가이드가 된다. 여기에는 해당기업의 PLM 범위를 충족하는 기능 리스트와 시나리오가 담기게 된다. 기능 리스트는 Fig. 2에 도시된 12개 기능블럭의 상세 기능들이 주축이 되어 작성이 된다.

POC를 통하여 우선 협상대상 벤더가 선정된 경우에는 구현될 시스템과 솔루션간의 갭(Gap) 분석을 통하여 어떤 기능들이 솔루션을 통해 커버가 가능하고, 어떤 기능들은 추가로 개발해야 할 것인가를 파악하여 개발계획을 수립한다.

Fig. 2에는 개발계획, 구현, 품질관리, 적용 및 변화관리에 이르는 PLM 시스템 구현 절차를 도시하였다. 구현시에는 SOA(Service Oriented Architecture)[16], 최신 검색, 빅데이터 분석, 모바일기기 지원 기능 등 도입 가능한 최신기술이 검토되어 적용되어야 한다.

4. 플랜트 PLM 구축을 위한 혁신전략

플랜트 산업은 흔히 EPC 산업이라고 불린다. Engineering, Procurement, Construction의 첫 글자를 딴 EPC는 설계와, 조달 그리고 공사를 뜻한다. EPC 산업은 수주산업으로서 설계완료 후 생산이 진행되는 양산제조업과도 많은 차이를 보이고, 야드에서 생산이 진행되는 조선산업과도 다소 차이를 보인다.

EPC 산업은 설계와 조달 그리고 건설이 동시에 진행이 되는 Fast Track 방식으로 사업이 진행되면서, 격오지에 공장을 짓게 되는 험난한 비즈니스 환경을 갖는다.

최근 들어 국내 중공업 및 엔지니어링 업체의 수 조원대의 손실에 대한 뉴스를 접하게 된다. 손실의 원인은 명확하게 Lump Sum Turn Key (LSTK) 방식의 수주 때문이다. LSTK 방식은 사업주가 제시하는 ITB(Invitation To Bidding) 문서에 상세히 수록된 공사 스펙에 기반하여 입찰에 참여한 업체 중 최저가로 공사를 신청한 업체를 선정 후 공사계약을 하여 진행하게 되는데, 사전에 지정된 금액과 일정을 목표로 공사가 진행되지만, 사업주나 공사업체 모두 정확히 얼마의 비용과 시간이 들지는 알지 못한다. 그러므로 공사업체 입장에선 비용이나 시간이 계획된 것보다 더 투입이 될 수도 있는 위험요소가 매우 큰 셈이다.

이러한 위험을 줄이기 위해서 선진업체에서는 LSTK 방식보다는 필요한 비용은 사업주에서 부담하고 모든 공사를 마치고 일정 금액의 수수료를 받는 방식인 Cost & Fee 방식을 통해 공사를 진행하는 경우가 많다.

플랜트 산업의 이러한 상황이 PLM이 필요한 이유이다. 여러 부문에 걸쳐 PLM에 대한 연구가 진행되어 왔는데, Cimalore[17]는 플랜트 산업에서 PLM이 가지는 5가지 이점에 대해 설명하였으며, 시스템 통합을 통한 데이터 관리, 전사인원의 커뮤니케이션 및 협업 개선, 산업표준과 컴플라이언스 요건 충족, 시간과 비용절감을 통한 경쟁력 강화, 중소업체의 IT 비용절감 등이 그 이점들이다. Terzi[18]는 PLM의 역사와 미래에 대해 기술하였는데, 제품 전수명주기를 초기(BOL: Beginning-of-Life), 중기 MOL: Middle-of-Life), 말기(EOL: End-of-Life)로 구분하여 표현하면서, 초기와 중기에 집중된 PLM시스템이 차후에는 말기도 담당하면서 보다 지식집약적인 시스템으로 될 것으로 전망하였다. PLM시스템의 프레임워크와 방법론에 대한 연구도 많이 진행이 되었다[19-22].

본 논문에서는 플랜트 PLM을 위한 4가지 혁신전략을 제안하는데, 기준정보(Master Data) 관리, 엄격한 과제관리 수행, 전공종 3D 모델링 구현, 품질관리가 그 것들이다.

4.1 기준정보 관리

EPC를 관통하는 기준정보(Master Data)의 수립은 PLM 분만 아니라 전사 정보시스템 운영에서도 필수적인 것이다. 기준정보는 자재코드, 과제코드 등 전사 과제수행에 필요한 모든 정보가 대상이 된다. 기준정보는 한가지 스펙에는 단일코드 적용이라는 “One Specification One Code” 룰과 한번의 입력으로 모두에게 공유된다는 “One

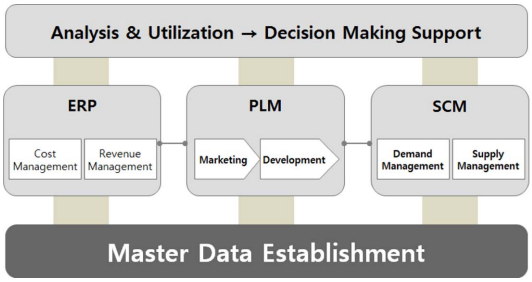

Fig. 3 PLM Master Data for ERP, PLM and SCM

Transaction One Entry" 룰을 가능하게 하는데 이것은 수주받은 모든 공사에 대해서 표준으로 적용되며, 공종 별로도 표준으로 적용된다. 적용대상은 업무, 자재, 벤더 코드 등이 된다. 또한, 필요에 따라서 사업주의 코드에 맞게 변환되어 사용된다. 이를 이용하여, EPC 업체는 전사 자원에 대한 표준관리가 가능하게 되어 업무효율의 향상을 이룰 수 있다.

Fig. 3에는 전사 정보시스템인 PLM, ERP, SCM에서 공용으로 사용되는 전사 기준정보의 아키텍쳐를 도시하였다. ERP는 비용관리와 매출관리, PLM은 마케팅과 개발, SCM은 수요관리와 공급관리에 대한 기준정보 생성을 각각 생성하게 되며 각 기준정보는 전사 정보시스템에서 수정없이 참조하여 사용하게 되어 일관성을 유지하게 된다.

4.2 엄격한 과제관리 수행

양산제조업의 과제관리와 수주업의 과제관리의 수준에 대해 이견이 많이 있으나, 추후 실적관리 수준의 과제관리가 아닌 엄격한 과제관리가 수행되어야 한다. 필드엔지니어는 이것에 대해 실현 불가능한 전략이라고 이의를 제기하겠지만, EPC기업이 살아남기 위해서는 구현해야 할 혁신 포인트이다.

과제관리는 작업분류체계(WBS), 조직분류체계(OBS), 플랜트분류체계(PBS)에 의거하여, 설계 및 조달 그리고 공사에 걸쳐 진척상황과 향후계획을 관리하여 과제수행 중 발생하는 모든 상황을 과제참여 전 인원이 알 수 있도록 하며, 위기발생이 대처할 수 있는 이점을 제공한다.

Fig. 4에는 EPC에 걸쳐 연계되는 과제관리의 실행연계를 도시하였다. 설계, 조달, 공사의 모든 일정은 상호 연계되어야 하며 각각의 기준 산출물들인 도면, 자재, 공사작업은 일정에 맞게 산출되어야 한다. 이를 위해선 설계공종과 공사공종들이 기본적인 설계/공사단위인 에이리어(Area)를 기준으로 산출되어야 하고, 설계 BOM과 공사 BOM이 소요자재를 중심으로 산출되어 관리되어야 한다.

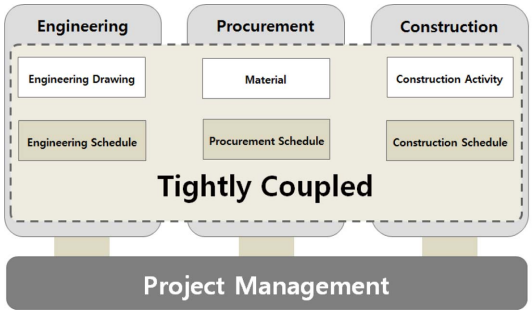

Fig. 4 Project Management through EPC Stages

4.3 전공종 3D 모델링 구현

플랜트산업은 공정, 토목, 건축, 기계, 배관, 보온, 도장, 전기, 제어, HVAC(공조) 등의 설계공종(Discipline) 이루어져 있다.

자동차, 항공, 전기/전자 산업 등에서는 90년대부터 시작하여 제품의 3D 모델링은 필수적인 개발산출물로 자리잡아왔지만, 플랜트산업의 경우 배관/건축을 제외한 공종에서는 3D 모델링이 등한시 되는 경우가 많다.

하지만, 플랜트산업에서는 전공종의 3D 모델의 구축은 필수적이며 이를 통해 정확한 물량산출 및 설계요건 검토가 이루어지며, 공사 후에 운영 및 유지보수 단계에서도 활용할 수 있게 되는 혁신전략의 하나가 된다.

전기/제어 공종의 경우 물량산출을 위해 전기선의 상세 3D 모델링까지 필요한 것은 아니며, 전기선의 경로가 되는 케이블 트레이의 3D 모델과 그 경로의 3D 라우팅 정보만 있으면 계산이 가능하다.

2D 도면에서 3D 모델로 1차원이 상승되면서 설계정보의 질은 향상되며, 계획이라는 시간의 차원이 들어간 4D 모델과, 시간과 비용이라는 차원이 들어간 5D 모델은 차후 혁신을 위한 목표가 될 것이다.

4.4 품질관리

품질관리는 EPC에서 설계인 E와 공사인 C를 아우르는 작업이 된다. 설계에선 30%, 60%, 90%의 설계 단계에서 사업주의 설계리뷰를 받게 된다. 이

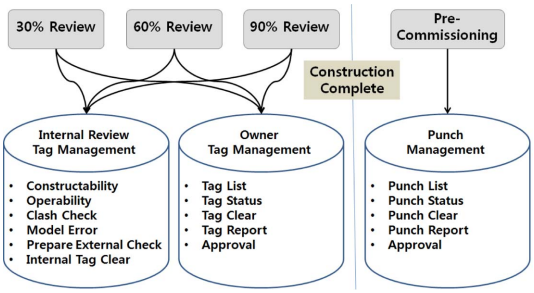

Fig. 5 3D based Quality Management for Plant Industry

리뷰에서 지적 사항인 Tag를 부여 받게 되고 설계부서는 이 Tag들을 모두 해결한 후에 다음 설계단계로 넘어가게 된다. 공사가 모두 끝난 뒤에는 시운전을 하면서 문제점을 기술한 펀치리스트를 작성하게 되는데 펀치리스트의 내용이 모두 해결되어야만 공사완료의 승인이 나게 된다.

이러한 태그리스트와 펀치리스트를 3D 플랜트 모델에 태그하여 운영하고 실패사례(Lesson Learned)로 등록하여 추후에 재발하지 않도록 하는 품질관리가 필요하다. 품질관리는 막대한 시간이 소요되는 태그리스트/펀치리스트 대응작업을 지원하게 되며, 설계시간 단축 및 빠른 공사 완료라는 이점을 가지게 된다.

Fig. 5에는 플랜트 산업에서의 3D 기반 품질관리 To-Be 모델을 도시하였다. 설계단계 30%, 60%, 90% 단계에서 내부 설계검증 작업과 사업주 설계검증 작업을 3D 모델기반으로 하고, 문제점인 Tag를 관리한다. 공사완료후 시운전시 발생하는 Punch들도 3D 모델 기반으로 관리하여 효율적으로 관리한다.

5. 결 론

본 논문에서는 PLM 범위, 플랜트 PLM의 기능블럭 정의, 솔루션 선정 절차, POC, PLM 시스템 구현과 적용을 포함하는 실제 전사 PLM 시스템 구현을 위한 프로세스를 기술하였으며, EPC 산업이라 불리는 플랜트 산업에서 PLM 구축을 위한 4가지 혁신전략인 EPC를 관통하는 기준정보(Master Data) 관리, 엄격한 과제관리 수행, 전공종 3D 모델링 구현, 품질관리에 대해 기술하였다.

이러한 주요 혁신전략을 동반한 PLM은 LSTK 방식 계약으로 과제운영에 어려움을 겪는 EPC 중심 플랜트산업의 혁신을 위한 솔루션이 되리라고 본다.

감사의 글

이 연구는 2016년 영산대학교 교내연구비의 지원을 받아 수행되었습니다.

References

1. Ghoshal, S. and Gratton, L., 2002, Integrating the Enterprise *MITSloan Management Review*, 44(1), pp.31-38.
2. Product Lifecycle Management, [Wikipedia], http://ko.wikipedia.org/wiki
3. Gartner Homepage, http://www.gartner.com
4. CIMdata Homepage, http://www.cimdata.com
5. Dassault Systemes Homepage, http://www.3ds.com
6. Siemens PLM Homepage, http://www.plm.automation.siemens.com/ko_kr/
7. PTC Homepage, http://ko.ptc.com/
8. SAP PLM Homepage, http://www.sap.com
9. Myung, S., Song, K. and Lee, J., 2002, Integration of DFM and Virtual NC Manufacturing Process, *CIRP ISMS 2002 Proceedings*, Seoul, KOREA, pp.175-180.
10. Myung, S., 2002, *Knowledge Based Parametric Design of Mechanical Assemblies Based on Design Unit*, Ph.D. Thesis, Department of Mechanical Engineering, KAIST.
11. Halpern, M., Hughes, A., Brant, K.F. and Rozwell, C., 2007, *Hype Cycle for Product Life Cycle Management* - 2007, Gartner.
12. Stark, J., 2005, *Product Lifecycle Management: 21st century Paradigm for Product Realisation*, Springer-Verlag, p.407.
13. Stark, J., 2007, *Global Product: Strategy, Product Lifecycle Management and the Billion Customer Question*, Springer-Verlag, p.119.
14. Antti Saaksvuori, Anselmi Immonen, 2004, *Product Lifecycle Management*, Springer-Verlag, pp.13-16.
15. Grieves, M., 2006, *Product Lifecycle Management: Driving the Next Generation of Lean Thinking*, New York, McGraw-Hill, pp.45-56.
16. Lee, T., Lim, J., Shin, J., Myung, S., Choi, M., Baek, S., Kim, J., Oh, J., Lee, D. and Han, Y., 2007, An Implementation Methodology of SOA Based PLM System, *International Conference on Product Lifecycle Management 2007*, pp.303-310.
17. Cimalore, C., 2013, Five Ways Manufacturers

Benefit from PLM. *Plant Engineering*, 67(1), 16-18. CFE Media.
18. Terzi, S., Bouras, A., Dutta, D., Garetti, M. and Kiritsis, D., Product Lifecycle Management – from Its History to Its New Role, *International Conference on Product Lifecycle Management 2010*, pp.360-389.
19. Marchetta, M.G., Mayer, F. and Forradellas, R.Q., 2011, A Reference Framework Following a Proactive Approach for Product Lifecycle Management. *Computers in Industry*, 62, pp.672-683.
20. Srinivasan, V., 2011, An Integration Framework for Product Lifecycle Management. *CAD Computer Aided Design*, 43, pp.464-478.
21. Xu, X., Fang, S., Gu, X., Xu, X.-S., Fang, S. and Gu, X.-J., 2006, A Framework for Product Lifecycle Management System. *Proceedings of the 2006 International Conference on Management Science & Engineering (13th)*, 1-3, pp.526-530.
22. Danesi, F., Gardan, N., Gardan, Y. and Reimeringer, M., 2008, P4LM: A Methodology for Product Lifecycle Management. *Computers in Industry*, 59(2-3), pp.304-317.

명 세 현

1991년 한양대학교 기계설계학과 학사
1995년 한국과학기술원 자동화 및 설계공학과 석사
2002년 한국과학기술원 기계공학과 박사
1999년~2005년 다쏘시스템 책임컨설턴트
2005년~2013년 삼성전자 책임/수석연구원
2013년~2014년 삼성엔지니어링 부장
2014년~현재 영산대학교 그린자동차학과 부교수
관심분야: Product Lifecycle Management, Intelligent CAD System, Knowledge-based Engineering, Digital Manufacturing, Smart Plant