

C-PLM: 토목 프로젝트 관리를 위한 PLM 시스템 설계 및 구축

강형석*, 이상석*, 노상도**, 이광명***

C-PLM: Design and Implementation of a PLM System for Effective Management of Civil Projects

Hyoung Seok Kang*, Sang Seok Lee*, Sang Do Noh** and Kwang Myoung Lee***

ABSTRACT

PLM(Product Lifecycle Management) is one of innovative manufacturing paradigms which leverages e-business technologies to allow a company's product content to be developed and integrated with all company business process through the extended enterprise. In these days, most construction companies also make an effort to enhance their systems for creating, sharing and managing information to improve business efficiency through entire lifecycle of project execution. Because of different needs, business process and diverse engineering activities such as design, structural analysis, installing simulation, documents and data managements, a new paradigm for construction companies is needed to manage and share the entire workflow, and information in total project lifecycle. In this paper, we conducted user requirement and business process analysis of constructions to design C-PLM system which is a PLM system for effective management of civil project and engineering activities. Also, we implement C-PLM system based on commercial PDM system, and applied it to civil project as case studies.

Key words : C-PLM (Construction Project Lifecycle Management), Civil Project, PLM (Product Lifecycle Management)

1. 서 론

최근 토목 산업 분야의 프로젝트들은 기본설계, 실시설계, 시공계획과 준비, 시공, 완공, 운영유지, 해체와 같은 업무를 수행함에 있어서 민첩성과 효율성을 향상시켜야만 하며, 세계 곳곳에서 변화하는 고객의 요구에 대응하기 위해 프로젝트에 참여하는 여러 기업들의 프로젝트 수행에 소요되는 시간과 비용을 절감하기 위하여 노력하고 있다. 그러나, 토목 프로젝트 수행 시 기획단계에서부터 구조물 설계와 해석, 시공 시뮬레이션, 실제 시공과 유지 보수 운영 단계 등 전체 프로젝트의 규모와 참여 기관들 사이의 광범위하고 복잡한 협력 관계로 인해 관련된 정보와 프로젝트

수행을 효과적으로 관리하고 있지 못한 실정이다.

PLM(Product Lifecycle Management)은 e-비즈니스 기술을 수단으로 하여 제품이 그 회사의 모든 비즈니스 프로세스와 함께 개발되고, 통합되도록 하는 혁신적인 제조 패러다임으로 제품과 제조공정과 자원, 공장 등의 제품 포트폴리오의 완벽한 이해를 바탕으로 비즈니스 의사결정을 가능하게 한다^[1]. 특히 제조업 분야에서는 PLM의 도입을 적극 추진함으로써, 제품개발에서부터 생산에 이르기까지 다양한 정보 및 업무 프로세스들을 효과적으로 관리하기 위해 노력하고 있다. 토목 산업에서도 이러한 정보의 통합적 관리 및 효과적인 협업 체계를 구축함으로써 비용과 시간을 절감하기 위하여, 제조업과 마찬가지로 PLM의 구축이 요구된다.

토목 산업에서 PLM을 성공적으로 구축하기 위해서는 토목 구조물에 대한 계획 단계부터 시공 후 유지 보수까지 일련의 과정에서 발생하는 필요한 모든 기술 및 사업관련 자료들을 최신 IT 기반으로 관리하고, 토목 구조물의 라이프사이클에서 프로젝트 참여

*학생회원, 성균관대학교 대학원 산업공학과
**교신저자, 종신회원, 성균관대학교 시스템경영공학과
***비회원, 성균관대학교 사회환경시스템공학과
- 논문투고일: 2009. 10. 08
- 논문수정일: 2010. 02. 05
- 심사완료일: 2010. 02. 16

자들 간에 적극적인 협업을 지원할 수 있는 시스템을 기반으로 토목 공사 프로젝트의 생애주기 동안 생성되고 관리되는 많은 자료에 대한 구조화, 체계화 작업을 통하여 엔지니어링 데이터 교환이 필수적으로 요구된다.

현재 토목 분야에서는 IT 기술의 접목을 통해 CAD(Computer-Aided Design) 시스템이나 프로젝트 일정 관리를 위한 시스템은 이미 많은 토목 분야의 엔지니어링 분야에서 사용되어 왔다. CAD 시스템을 통해서 2D 도면이나 3차원 형상을 구축하고 이를 구조적인 해석을 위해 사용되어진다. 하지만 구축된 CAD 모델에 대한 관리 및 협업 관계자 간의 정보 공유를 위한 일반적인 시스템이나 방법론에 대해서는 관련 연구가 충분하지 못한 실정이다. 마찬가지로 프로젝트 일정 관리 시스템은 해당 프로젝트의 기본적인 일정 관리 측면에 초점이 맞춰져 있고, 실제 엔지니어링 업무 및 시공 단계에서 발생하는 각종 정보들의 효과적인 관리는 지원하지 못하고 있다.

따라서 본 연구에서는 토목 산업을 대상으로 PLM을 구축하기 위하여 사용자 요구 분석 기반으로 아키텍처를 설계하고, 업무 분석을 수행하여 상용 PDM 엔진 기반으로 토목 분야 프로젝트를 지원하는 C-PLM(Construction Project Lifecycle Management S) 시스템을 설계하고 구축하였다. 또한 토목 프로젝트 수행 시 발생할 수 있는 3가지 시나리오를 작성하여 구축된 C-PLM 시스템을 실제 적용하여 그 효용성을 입증하였다.

2. 연구 배경

2.1 PLM & PDM 시스템

PLM은 기업의 제품 콘텐츠를 개발하게 하고, 확장한 기업 내의 모든 기업비즈니스 프로세스(예를 들어, ERP, CRM, SCM)에 통합 되도록 해주는 e-business 기술들에 대한 혁신적인 패러다임이다. 모든 기업들은 고객과 공급자들, 그리고 기업 내 자원들과 서로 의사소통하고, 정보를 공유할 필요가 있으며 엔지니어링 업체 역시 그들의 제품에 대한 정보를 개발하고, 관리하며, 다른 부서들과 서로 의사소통해야 할 필요가 있다. PLM은 제품과, 프로세스, 리소스, 공장들을 포함한 제품의 포트폴리오를 완벽히 이해하여 비즈니스 결정을 하도록 하는 능력을 제공한다. Fig. 1은 PLM의 개념을 나타낸다^[2].

PLM의 개념이 나오기 이전에는 CAD, CAE, CAM과 같은 어플리케이션들은 기업에서 독립적으로

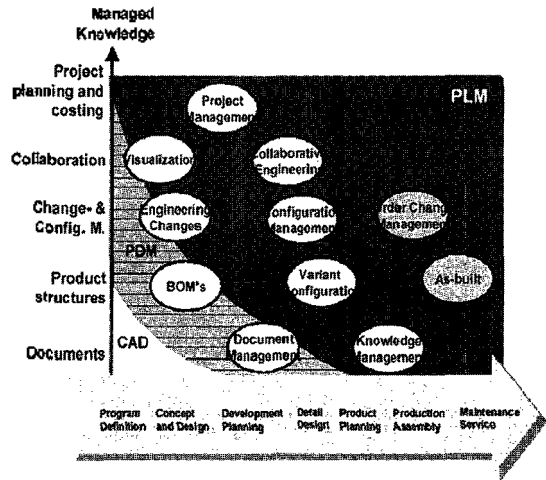


Fig. 1. PLM의 개념^[2].

사용되었다. 이러한 어플리케이션을 통해 설계 엔지니어들은 제품 개발에 있어 3차원 제품 모델에 관한 풍부한 정보를 얻을 수 있었으나 그 이외의 다른 부서에서는 이러한 정보에 대한 접근이 쉽지 않았다^[3]. PLM은 CAD/CAM이나 PDM과 같은 어플리케이션에서 시작되었지만, 우리는 PLM을 이러한 어플리케이션들과 사람 그리고 공정들 간의 통합된 환경으로 인식할 필요가 있다. PLM의 핵심은 제품 정보나 지식에 보다 효율적으로 접근할 수 있도록 이러한 정보들을 통합적으로 관리하는 데 있다. 따라서 성공적인 PLM 개발을 위해서는 제품과 연관된 모든 정보들을 통합하고 관리하는 데 초점을 맞추어야 한다^[4].

PDM(Product Data Management)은 설계에서 생산, 구매 및 마케팅에 이르기까지 제품에 관련된 모든 정보를 관리하는 것으로 이를 통해 제품 전 수명주기에 걸쳐 다양한 정보들을 공유하고 활용하는 데 기초적 환경을 제공한다. 또한 PDM은 제품 정보와 작업 흐름을 관리하는 시스템으로 PLM 개발에 있어 없어서는 안 될 중요한 요소이며, 개념 설계부터 제품의 정의, 분석, 제조공정, 작업 활동, 리소스 등 제품의 전 수명주기에 걸친 거의 모든 분야를 관리한다. PDM은 설계, 출시, 정보공유, 공정순서변경, 설계관리와 같은 분야에 정밀한 지원을 해주며 자원 활용의 효율성, 정보에 대한 접근성, 설계 정보 재사용, 리드타임의 감소와 같은 이점을 제공해준다. PDM은 많은 수의 작업자들이나 분산되어 있는 작업자들 사이에 협업이 가능한 환경을 제공해 줌으로써 기업의 경쟁력 향상에 도움을 준다. 실제로 이러한 협업을 통해 리드타임이 감소한 가시적인 효과를 나타내었다^[5]. 이

러한 PLM 페러다임을 지원하는 상용 PDM에는 SmarTeam, Teamcenter, Winchill, MatrixOne 등이 있다¹⁶⁾.

2.2 건설 산업 및 토목 프로젝트 수행 프로세스

건설 분야 프로젝트는 크게 대상 구조물에 대한 기획, 설계, 시공, 유지관리 단계로 진행된다. 건축 및 토목 분야 프로젝트 대상 구조물 혹은 계약 및 진행 방식과 참여 기업들에 따라 약간씩 달라지지만 대체적으로 아래와 같은 흐름을 따라 진행된다.

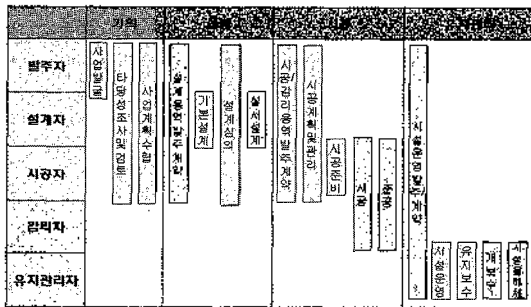


Fig. 2. 일반적인 건설 프로젝트 프로세스.

Fig. 2는 발주자, 설계자, 시공자, 감리자, 유지관리자 등의 건설 프로젝트 참여 주체에 따라서 각 세부 프로세스가 진행되는 일반적인 과정을 도식화한 것으로 각 프로세스의 진행 단계에 따라 참여하는 주체는 달라진다. 제조업에서는 하나의 원청업체와 여러 하청업체의 관계처럼 제품 개발 및 생산 프로세스 상에서 주로 수직적 협업 관계를 형성함과 달리, 건설 프로젝트에서는 전체 프로젝트를 수행함에 있어서 각 주체들 사이에 주로 수평적인 협업 관계를 형성하고 있다. 또한 각 단계마다 업무 성격에 따라서 하청업체가 추가로 참여할 수 있으며 이로 인하여 프로젝트 참여 업체들간에 광범위하면서도 복잡한 관계가 형성된다. 이는 서로 다른 참여 주체 간에 통합적으로 관리되어야 하는 업무 프로세스 및 정보 관리의 어려움으로 드러나고 결과적으로 전체 건설 프로젝트의 수명주기 동안 다양한 정보들을 효과적으로 관리하고 참여 주체 간에 공유함에 있어서 문제점들이 발생하고 있다.

2.3 기존 관련 연구 및 현황

건설 분야 프로젝트 수행을 위한 프로세스 및 정보 관리에 대한 기존의 움직임이 없었던 것만은 아니다. PMIS(Project Management Information System), CALS(Continuous Acquisition Lifecycle Support),

CIC(Computer Integrated Construction) 등의 시스템을 개발 및 구축해왔다.

윤재호 등은 건설 프로젝트마다 개별적으로 구축되는 PMIS의 문제점을 보완하고자 효율적인 PMIS 구축 방향을 제안하였다. 발주자용 시스템, 사업관리자용 시스템, 사업자용 시스템을 별도로 구축하였으며, 이를 통해 공사정보, 공사관리, 기술관리가 연계되도록 하였다¹⁷⁾. 이 외에도 다양한 연구들이 PMIS를 구축 및 활용하기 위하여 수행되었으며 또한 건축 분야 설계 단계, 현장 사업 관리 혹은 유지 보수 측면에 초점을 두고 진행되었다¹⁸⁻¹⁹⁾.

또한 이태식 등은 건설 분야 기술문서를 비롯한 기술 정보관리 시스템을 개발하였다. 지식관리시스템 기반의 데이터베이스를 중심으로 통합 뷰어 및 검색 기능이 부여된 시스템을 개발함으로써 여러 형태의 건설 프로젝트 관련 기술 문서를 다양한 환경에서 활용할 수 있도록 하였다²⁰⁾.

위와 같이 많은 연구들이 건설 분야 프로젝트를 수행함에 있어서 업무 프로세스에서부터 공사 일정, 관련 기술 정보들을 관리하고, 전체 프로젝트 수명 주기 동안 참여 주체들 간의 의사소통과 정보 공유를 지원하기 위한 방법론과 시스템을 개발 및 구축하기 위하여 진행되어 왔다. 하지만 PMIS는 보다 사업관리적인 성격이 강하고 공학적 관리 요소가 약하며, 시공 단계에서 현장 작업자들이 공사 자체의 관리를 하는 것에 초점을 두고 있다. 또한 다른 연구들도 그 대상 적용 분야에 있어서 기술 정보와 같이 한정되어 있는 것이 사실이다. 또한 이외에 많은 연구 활동들은 주로 건설 산업에서도 건축 분야를 대상으로 하는 경우가 많고 토목 분야에서는 이러한 움직임이 미약하다.

따라서 본 논문에서는 건설 분야 전체를 대상으로 하되, 기본적으로 토목 분야에 적용할 수 있는 시스템을 PLM 기반으로 구축하였다. 이를 통해 프로젝트 수행 전반에 걸친 업무 프로세스를 관리하고 각 프로세스 마다 관련된 정보들을 관리 및 공유할 수 있도록 하는 기반, 즉 토목 PLM 시스템(C-PLM)을 구축하였다. 특히 설계 단계에서의 업무 및 정보관리를 초점을 두고 이를 시공 단계와 연계될 수 있는 기반을 구축함으로써 보다 효율적인 토목 프로젝트 관리가 가능하도록 하였다.

3. 토목 PLM 시스템 설계

3.1 사용자 요구사항 및 업무 분석

C-PLM 시스템을 구축하기에 앞서, 먼저 실제 시스

Table 1. 사용자 요구사항 분석의 예

ID	이름	설명
PDM-CFR-001	3차원 형상모델 기반 자료관리	3차원 형상 모델 기반의 전자화된 자료 관리 기능이 제공되어야 한다.
PDM-CFR-002	자료검색 및 권한관리	구조물의 수명주기 동안 생성되는 자료를 검색, 관리, 활용할 수 있어야 한다.
PDM-CFR-003	관련자료 연계	저장되는 자료들은 3차원 형상모델 및 등록 자료들과 연동되어야 한다.

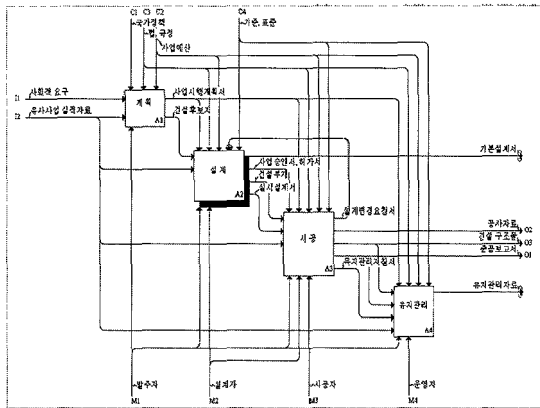


Fig. 3. 토목 분야 업무 프로세스 분석.

템을 사용하게 될 사용자들의 요구사항을 분석하고 프로젝트 수행을 위한 업무진행 방식의 현황을 분석하였다.

요구사항 분석 단계는 요구사항을 수집하고, 수집된 요구사항들을 핵심기능요구사항(CFR, Critical Functional Requirement)과 사용자 기능요구사항(UFR, User Functional Requirement)으로 구분하여 분석하였다. 분석된 핵심기능요구사항과 사용자 기능요구사항으로부터 사용자 요구사항(UR, User Requirement)을 도출하였다.

Table 1은 사용자 요구사항 분석 결과물의 한 예로써, 핵심기능요구사항에 해당한다. 이로부터 요구사항 정제의 과정을 거쳐 총 43가지의 요구사항을 도출하였다. 또한 현재 업무 흐름을 파악하기 위해서 토목 분야 업무 프로세스를 Fig. 3과 같이 토목 프로젝트 수행 시 정보 및 프로세스 관리에 초점을 두고 현재 업무 수행 흐름을 분석하였다.

Fig. 4는 개략적으로 토목 분야 설계 업무를 도식화한 것이며, Fig. 5와 Fig. 6은 토목 분야 프로젝트 수행에 있어서 설계 단계에 업무 흐름을 IDEF0를 통해 모델링 한 것으로, 특히 토목 분야에서는 설계 데

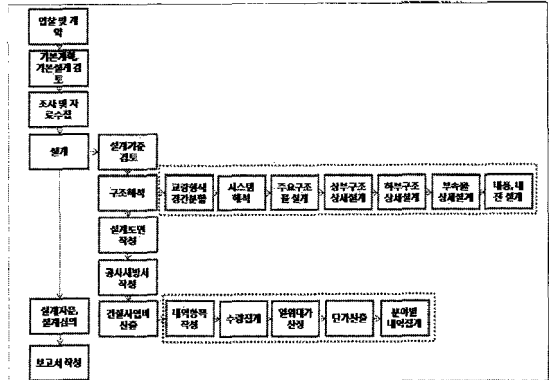


Fig. 4. 토목 분야의 개략적인 설계 업무 도식화.

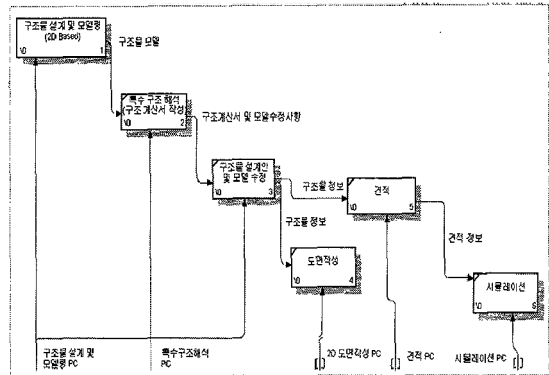


Fig. 5. 토목 분야 설계 업무 흐름.

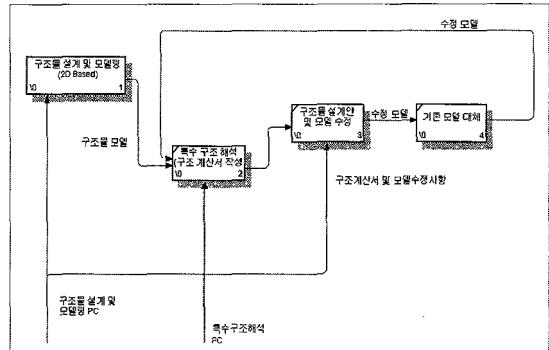


Fig. 6. 토목 분야 상세 업무 흐름의 예(특수 해석).

이터에 대한 이력관리, 분류체계 관리, 일반 자료 관리 등이 수행되지 않고 있으며 정보 및 업무 흐름 관리 시스템의 부재로 인한 문제임을 알 수 있다.

사용자 요구사항과 업무 프로세스의 분석의 결과들은 C-PLM 시스템의 개념과 기능을 정의하기 위한 핵심적인 기초가 되며, 이로부터 도출된 C-PLM 시스템의 고유한 특징은 다음과 같다.



Fig. 7. C-PLM 시스템의 주요 기능.

- 1) 프로젝트 수행과 다양한 엔지니어링 활동을 프로젝트 전체 수명주기에 걸쳐 지원한다.
- 2) 각 공급 사슬 사이에서의 협업을 위한 환경을 제공한다.
- 3) 상용 PDM 엔진을 기반으로 유연하고, 확장성이 있으며, 신뢰성 있는 시스템이다.
- 4) 시공 전 뿐만 아니라, 시공 후까지 전체 수명주기를 지원한다.
- 5) 이기종의 상용 어플리케이션들과 사내 소프트웨어 간의 상호운용성을 제공한다.

3.2 상용 PDM 기능 검토를 통한 시스템 기능 도출
 앞서 분석된 결과를 상용 PDM 시스템들이 일반적으로 가지는 기능과 비교 및 검토하여, 이를 바탕으로 본 논문에서 구축된 C-PLM 시스템은 아래와 같다.

C-PLM 시스템은 기본적으로 3차원 CAD 모델과 PDM 시스템과의 통합이 가능하고 이를 기반으로 3차원 CAD 모델 데이터뿐만 아니라 엔지니어링과 관련된 모든 문서들에 대한 통합 관리 기능을 가진다. 이

를 통하여 설계효율 증대 및 향후 토목 분야 전체에 적용 가능한 PLM 시스템으로의 확장을 위한 기반을 제공하고자 한다.

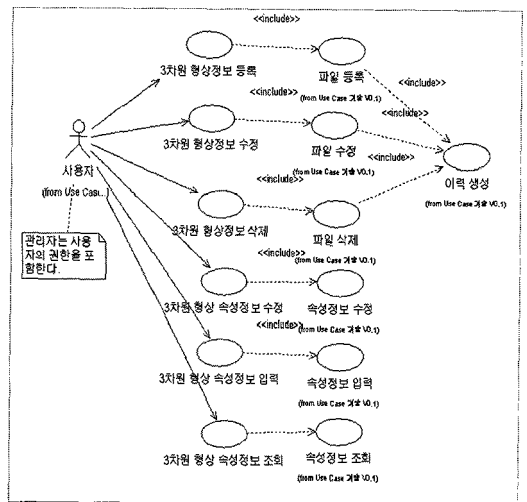


Fig. 8. 3차원 형상관리기능: Use-Case 다이어그램.

Fig. 7은 C-PLM 시스템의 주요 기능을 도식화 한 것으로 C-PLM 시스템은 하나의 의사결정지원체계로서 다양한 건설 프로젝트, 특히 토목 프로젝트의 업무 프로세스 및 정보 관리를 위한 여러 기능들을 포함한다.

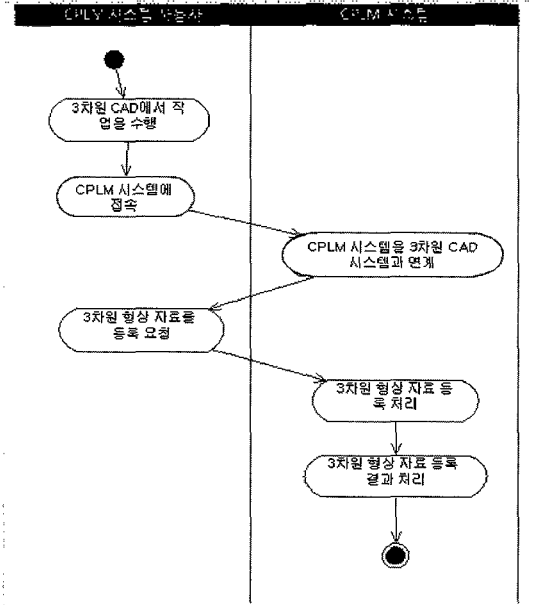


Fig. 9. 3차원 형상정보 등록: Activity 다이어그램.

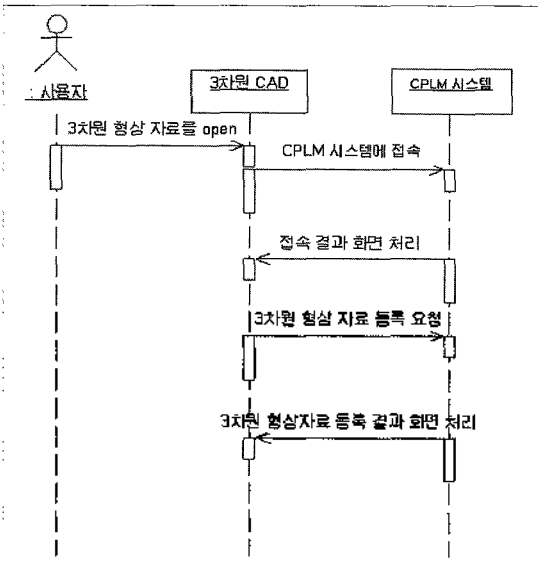


Fig. 10. 3차원 형상정보 등록: Sequence 다이어그램.

Fig. 8과 Fig. 9, 그리고 Fig. 10은 C-PLM 시스템의 주요 기능 가운데 3차원 형상정보 관리 기능 및

하위의 3차원 형상정보 등록 기능을 각각 UML (Unified Modeling Language)의 Use-Case 다이어그램과 Activity 다이어그램, Sequence 다이어그램으로 도식화 한 것으로 실제 시스템 구현을 위한 세부 기능들을 기능의 흐름에 따라 정의 및 표현하였다. 또한 3차원 형상정보 관리 기능 외에도 C-PLM 시스템을 통해 구현하고자 하는 모든 기능을 세부 기능 별로 정의하였다.

4. 토목 PLM 시스템 구축

4.1 시스템 구성

본 논문에서는 C-PLM 시스템을 상용 PDM 시스템의 엔진을 기반으로 구축하였으며, 엔진으로는 Dassault System의 SmarTeam을 적용하였다. SmarTeam의 경우 타 PDM 시스템보다 적용 분야의 특성에 따른 수정, 보완 및 적용이 편리하여 토목 분야의 기본적 정보들, 즉 시공 WBS(Work Breakdown Structure), 공정표, 구조물의 2차원/3차원 모델, 물량 정보 등을 관리할 수 있는 정보 구조를 생성하고 이를 토목 프로젝트의 주요 업무 흐름 모델 기반으로 수행할 수 있도록 구현하였다. 또한 일반 제조업의 프로젝트와 달리 계약 방식과 대상 구조물의 특성에 따른 프로젝트 관리가 요구되어 관련된 정보들을 관리할 수 있도록 이를 시스템에 반영하였다.

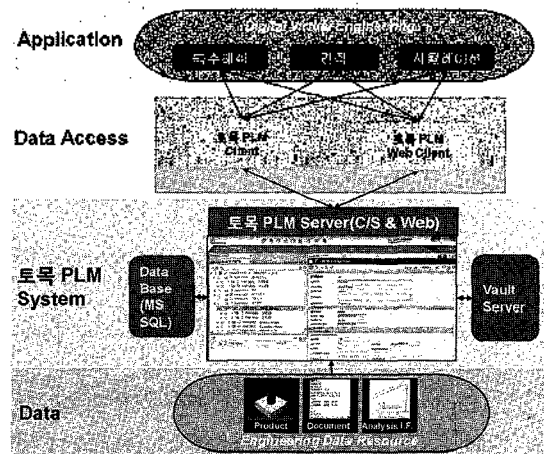


Fig. 11. 전체 시스템 구성도.

Fig. 11은 전체 시스템 구성을 도식화한 것으로 주요 엔지니어링 정보들은 여러 가지 형태로 토목 PLM 시스템에서 관리될 수 있다. 토목 PLM 시스템은 C/S 버전과 Web 버전을 모두 지원하는 메인 서버와 데이

터베이스, 그리고 실제 물리 파일을 저장하는 Vault 서버로 구성된다. 토목 PLM 시스템을 활용하기 위해서 작업자는 C/S 버전이나 Web 버전의 클라이언트를 활용하여 엔지니어링 작업을 수행하게 되고 특수구조 해석, 전적 및 시뮬레이션 등의 개개의 업무를 진행할 수 있다.

4.2 시스템 기능 구현

본 논문에서는 앞서 3장에서 제시된 토목 PLM의 주요 기능들을 상용 PDM 시스템 엔진을 기반으로 구축하였다. 따라서 추가적으로 개발이 요구되는 부분 중심으로 기능 구현을 수행하였다. 아래는 그 세부 내역을 보여준다.

4.2.1 분류 체계 관리 기능

토목 분야 프로젝트 수행에 있어서 다양한 참여 주체들의 업무 수행을 위한 기본 구조 정의는 매우 중요한 요소에 해당하다. 따라서 본 논문에서는 이러한 업무 수행의 기본 구조를 템플릿 기반 분류 체계 관리가

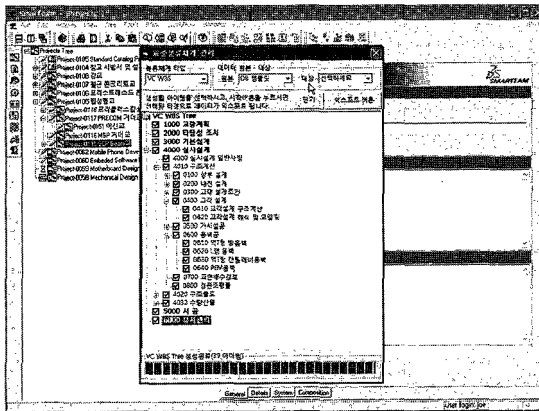


Fig. 12. 업무 분류 체계 등록 및 수정 화면.

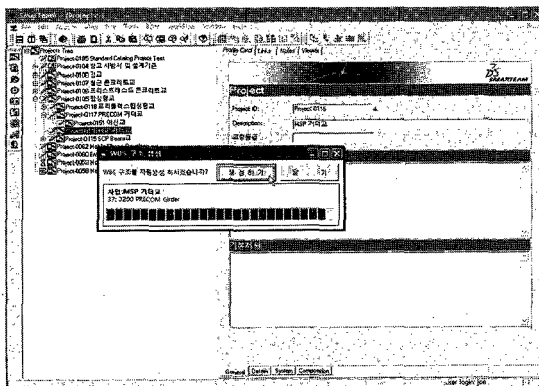


Fig. 13. 업무 분류 체계 생성 화면.

가능하도록 하였다. 대상 구조물의 특성에 따라 다른 업무 분류 체계를 미리 정의하고 이를 시스템에서 수정 및 보완하여 반영할 수 있도록 하였다.

Fig. 12와 Fig. 13은 구현된 분류 체계 관리 모듈의 적용 화면을 보여주는 것으로 프로젝트를 처음 시작할 때 관리자는 기존의 템플릿을 수정 및 보완하여 사용하거나 새로운 템플릿을 등록하여 사용할 수 있다.

4.2.2 프로젝트 기본 프로파일 정보 수정

토목 분야 프로젝트는 대상 구조물에 따라 다른 주요 정보들을 관리 할 수 있어야 한다. 본 논문에서는 토목 분야의 교량 구조물을 관리할 수 있도록 토목 PLM 시스템의 프로젝트 오브젝트에 대한 프로파일 카드를 수정 및 적용하였다. Fig. 14는 수정된 프로젝트 프로파일 카드의 화면으로 발주처, 관리 담당, 진행 기간, 시공 장소 등에 대한 정보들이 담겨 있다.

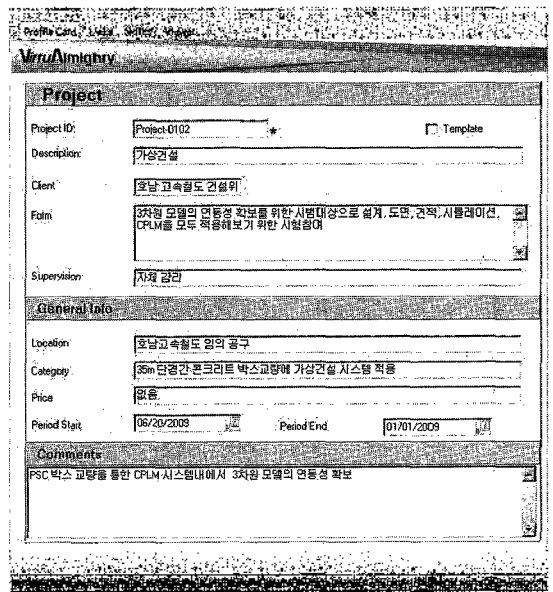


Fig. 14. 프로젝트 프로파일 카드 수정.

4.2.3 업무 흐름 관리 모델 적용

일반적인 업무 흐름 관리시스템은 사용자가 업무 흐름에 대한 정의, 프로세스 및 업무 실행, 흐름 제어 변경이 가능해야 한다. 업무 흐름 관리 시스템은 업무 프로세스 모델링, 사용자 정의, 데이터의 소유 및 접근 권한, 데이터의 프로세스 상 위치, 데이터 저장 방법을 정의하고, 진행 상황을 체크할 수 있는 기능을 제공하여야 한다. 또한 해당 업무 규정에 정의된 정형화된 업무 흐름뿐만 아니라 신규 프로세스를 정의할

수 있어야 한다. 설계 및 개발 업무는 정형적인 데이터가 업무 흐름을 따라 전달되고, 참여자가 의사 결정을 하는 일종의 프로세스이다. 이 과정에서 문서, 도면 그리고 정보가 생성되며, 변경 또는 공지되기도 한다. 이러한 일련의 과정을 설계 및 개발의 업무 흐름(workflow)으로 정의한다. 업무 흐름이 수작업으로 이루어질 경우에는 프로세스 진행 상황, 데이터의 유일성 및 소유권, 수정 및 개정 사항 반영이 원활하게 수행되기 어려우며, 제품의 기준 데이터 유지가 어렵게 된다.

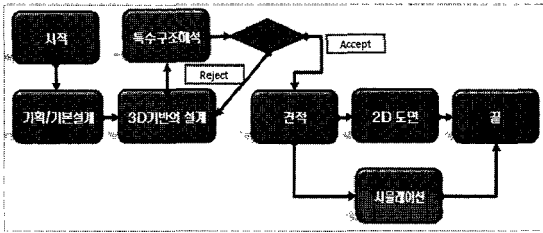


Fig. 15. 설계 업무의 워크 플로우 모델.

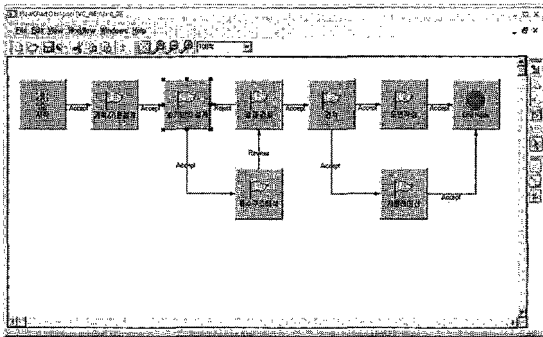


Fig. 16. C-PLM 시스템 상의 워크 플로우 모델.

본 논문에서는 토목 분야 프로젝트 수행을 위해서 기본적으로 수행되어야 할 업무들을 각각의 세부 업무와 담당자별 업무 흐름도, 즉 워크 플로우 모델을 적용하였다. 대상은 토목 분야 프로젝트에서 상세 설계 부분에 초점을 두었으며 일반적인 설계 변경 관리 등을 추가로 적용하였다. Fig. 15와 Fig. 16은 설계 업무의 워크 플로우 모델과 이를 C-PLM 시스템에 반영한 화면을 보여준다. 실제 프로젝트 수행 시, 작업자는 이 워크 플로우 모델에 따라 작업을 수행하게 된다.

4.2.4 기타 구현 내용

본 논문에서는 앞 절에서 언급된 내용 외에도 사용자 관리를 위해서 프로젝트 참여 수행자에 대한 역할

정의와 역할에 따른 시스템 상에서 사용 가능 범위를 적용하였으며, 기본적인 자료 관리 기능에서부터, 시스템 일반 기능 관리, 데이터 이력 관리, 3차원 모델 관리, Web 기반 시스템 사용을 위한 Web Viewer 서버 및 Web 서버의 구축 및 시험을 수행하였다.

5. 토목 프로젝트 적용 사례 및 효과

5.1 C-PLM 시스템 적용 사례

본 논문에서는 구축된 C-PLM 시스템을 호남고속철도 PSC 박스 교량 프로젝트에 적용해 보았다. 기본적으로 프로젝트 수행에 관련된 참여자들의 사용자 정보를 생성하고, 프로젝트 수행에 필요한 워크 플로우 모델을 적용하였으며, 교량을 대상으로 한 프로젝트 수행을 위한 업무 분류 체계를 생성하였다.

Fig. 17부터 Fig. 20까지는 실제 사례에 대하여 각 관리 기능의 적용 사례 화면을 보여준다. 물량 산출 내역 등은 일반 데이터관리 범주에 포함되며, Viewer

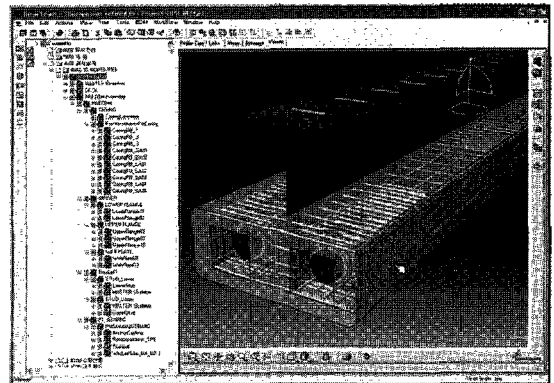


Fig. 17. 3차원 CAD 모델 관리 화면의 예.

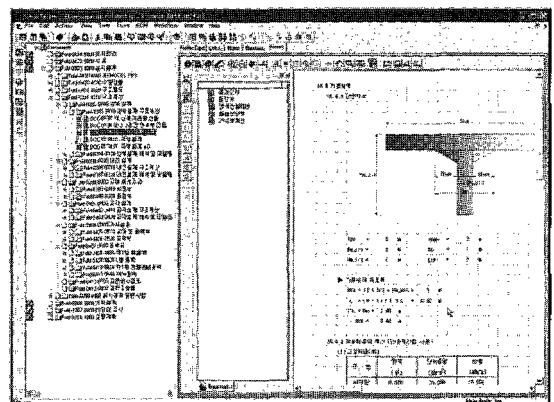


Fig. 18. 일반 데이터 관리 화면의 예.

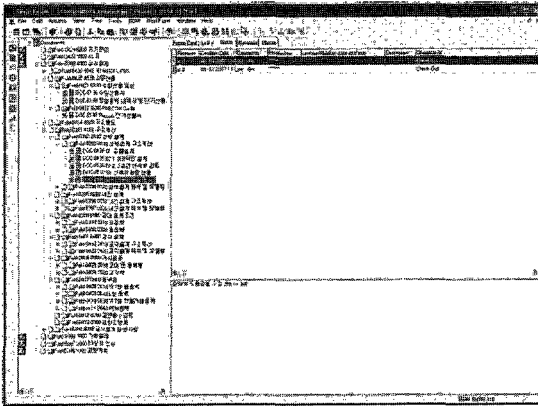


Fig. 19. 이력 관리 화면의 예.

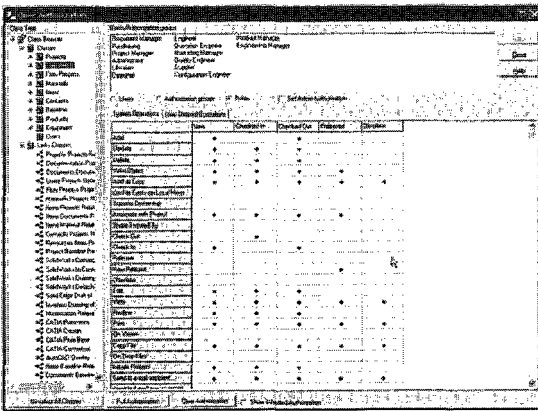


Fig. 20. 사용자 정보 관리 화면의 예.

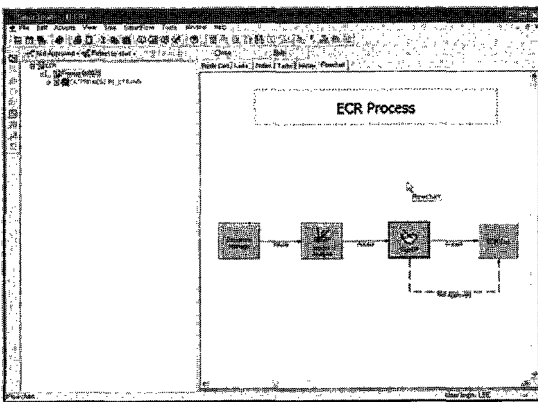


Fig. 21. 워크 플로우 관리 화면의 예.

를 통해 작업자는 실시간으로 데이터를 확인할 수 있다. 또한 이력 관리 기능을 통해 수정된 데이터는 기존 데이터를 지우지 않고 프로젝트 수행을 위한 데이터로 등록된다.

5.2 토목 프로젝트 시나리오 적용 사례

본 논문에서 구축된 C-PLM 시스템을 프로젝트 수행 시, 발생할 수 있는 3가지 시나리오를 대상으로 적용해보았다. 3가지 시나리오는 설계 변경 업무 프로세스, BOM 재구성 업무 프로세스, 특수구조해석 프로세스로 구성된다.

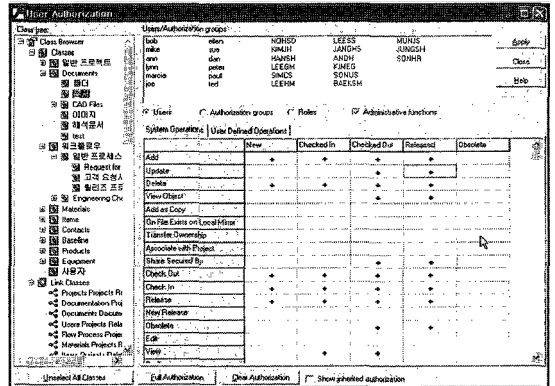


Fig. 22. 설계 변경 업무 참여자 권한 설정.

5.2.1 시나리오 1(설계 변경 업무 프로세스)

구축된 C-PLM 시스템에서 관리되는 프로젝트에 대하여 설계변경 업무가 발생했을 경우 Fig. 22는 설계 변경 참여자 업무권한 설정을 Fig. 23은 과업이 할당된 설계변경 업무 흐름 수행을 Fig. 24는 설계변경 업무 완료 보고서를 시스템에 등록한 것을 보여준다.

5.2.2 시나리오 2(BOM 재구성 업무 프로세스)

구축된 C-PLM 시스템에서 관리되는 토목 구조물의 구조부재를 결정하는 과정에서 구조부재의 선택 사양 및 구성을 제품 구성 관점에서 정의하여야 한다. 또한 기존 구조물의 BOM 구조의 재활용이 가능해야 한다. 이를 위해서는 제품 계층구조 및 BOM 구

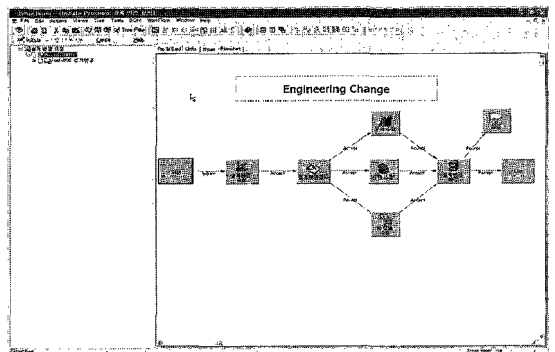


Fig. 23. 설계 변경 업무 흐름 수행.

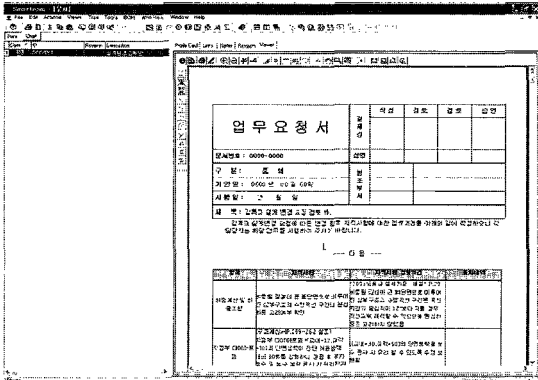


Fig. 24. 설계 변경 업무 완료 보고서 등록.

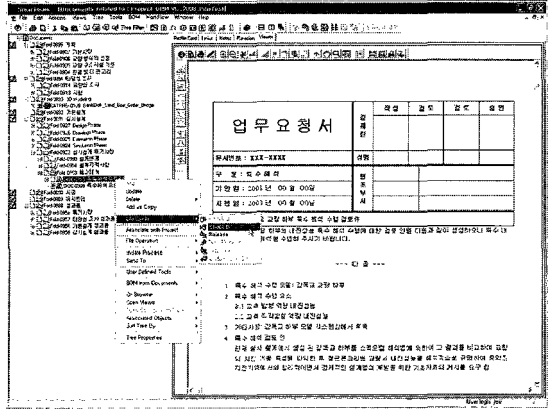


Fig. 27. 특수구조해석요청사항 생성 및 등록

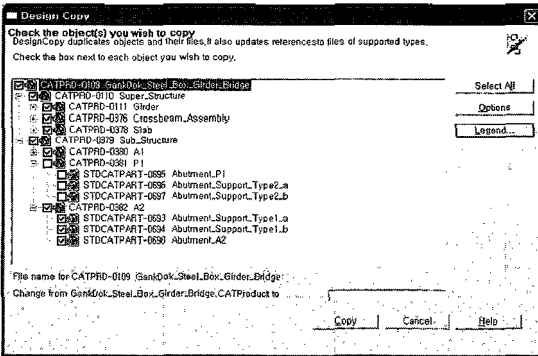


Fig. 25. BOM 재구성을 위한 구조 복사.

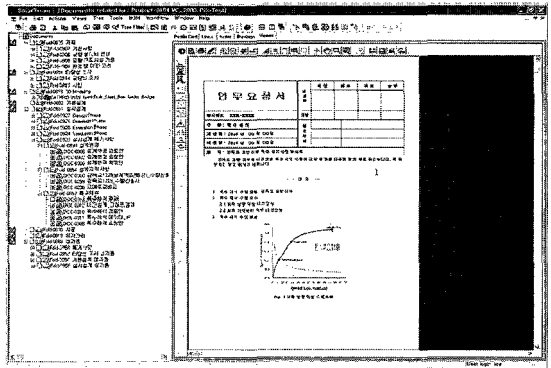


Fig. 28. 특수구조해석 결과 등록.

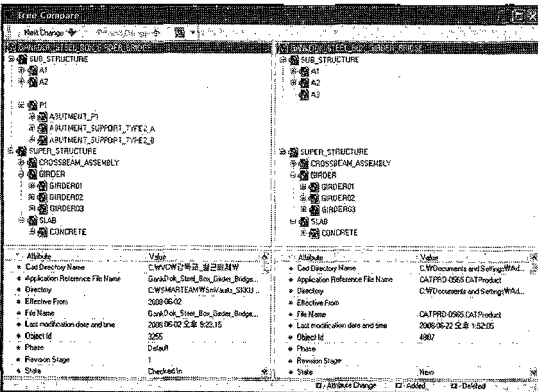


Fig. 26. 재구성한 BOM 구조 비교 및 확인.

조를 재구성하여야 한다. Fig. 25는 BOM 재구성을 위한 구조 복사를, Fig. 26은 재구성한 구조물의 BOM 구조를 재확인하고 원본 구조물의 BOM 구조와 비교하는 화면을 나타낸다.

5.2.3 시나리오 3(특수구조해석 프로세스)

구축된 C-PLM 시스템에서 관리되는 프로젝트에 대

하여 특수구조해석 업무가 발생했을 경우, Fig. 27은 특수구조해석요청사항을 생성하고 등록하는 화면을, Fig. 28은 특수구조해석 수행 결과를 등록한 화면을 보여준다.

5.3 C-PLM 시스템 적용 효과

본 논문에서는 구축된 C-PLM 시스템을 실제 토목 프로젝트 수행에 적용한 결과는 다음과 같이 크게 3가지로 효과로 정리될 수 있다.

첫째, C-PLM 시스템을 기반으로 안정적이고 정확한 데이터 관리가 가능하다. 실제 토목 분야 설계 업무의 경우 많은 엔지니어들이 데이터를 작업 컴퓨터나 별도의 저장장치로만 관리하고, 작업 데이터를 타 작업자가 필요로 할 경우에도 이메일을 통한 전송방식을 취하고 있기 때문에 데이터가 유실되고 기존 작업물과 최종 작업물에 대한 이력관리가 전혀 이뤄지지 않는 실정이다. C-PLM 시스템을 통해서 기본적인 자료 관리부터 관련된 추가 메타 정보의 관리, 그리고

이력 관리 기능을 통해 보다 안정적인 데이터 관리가 가능할 것이다.

둘째, 프로젝트 수행 업무 흐름 자체의 효율성이 증대된다. PMIS처럼 프로젝트가 시작할 때 발주 단계 혹은 현장에서 시공단계의 공정표만 관리되는 것이 아니라 구조해석, 견적, 2차원 도면 생성 및 시물레이션에 이르기까지 다양한 업무들을 시스템 기반으로 관리하고 해당 업무마다 세부 업무들과 담당자를 명시하고 다음 업무로 이관 될 수 있도록 연결 관계를 정의하여 보다 효율적인 업무 수행이 될 수 있는 기반을 제공하였다.

셋째, 프로젝트 수행을 위한 다양한 업무 환경을 지원한다. 토목 분야 프로젝트는 계약 방식에 따라 혹은 프로젝트 대상 구조물에 따라 다양한 환경에서 수행할 수 있어야 한다. 특히 현장 사무소 작업자의 경우 Web 기반의 작업 환경이 매우 중요한 요소가 된다. 또한 프로젝트 특성상 사용될 수 있는 응용 프로그램도 달라질 수 있으며, 기존의 2차원 기반 업무 수행 방식 외에도 최근 건축 및 토목 분야에서 화두가 되는 BIM 기반 프로젝트 수행을 위해서 3차원 모델까지도 관리될 수 있는 환경을 지원한다. 본 논문에서 설계, 구축된 C-PLM 시스템은 이처럼 다양한 환경에서 프로젝트를 수행할 수 있는 환경을 제공한다.

6. 결 론

본 논문에서는 제조업에서 일반적으로 적용되고 있는 패러다임인 PLM을 기반으로, 토목 분야 프로젝트를 수행함에 있어서 관련 정보 및 프로세스 모델을 관리할 수 있는 토목 PLM(C-PLM) 시스템을 구축, 적용하였다.

C-PLM 시스템을 구축하기에 앞서, 시스템에 대한 사용자 요구사항과 현재 프로젝트 수행 업무 프로세스를 분석하였으며, 이를 기반으로 상용 PDM 시스템의 기본 기능을 비교하여 C-PLM 시스템의 기능과 구성을 설계하였다. 또한 상용 PDM 시스템인 SmarTeam을 사용하여 앞서 제시된 3차원 모델 관리, 이력 관리 등의 주요 기능들을 구축하였으며, 별도의 업무 분류 체계 관리 모듈을 개발하고 프로젝트 수행 업무 흐름 관리를 위한 워크 플로우 모델을 정의 및 구현하였다.

본 논문에서 구축된 C-PLM 시스템을 토목 분야 프로젝트의 설계 업무를 대상으로 적용해 봄으로써 여러 업무들에 대한 지원 가능성을 검토하였고 실제 적용 사례가 아닌 업무에 까지 확장성을 검토하였고

이를 기반으로 기존에 관리되지 못하던 토목 분야 프로젝트 수행 시 주요 정보 관리 및 공유 환경의 구축, 워크 플로우 모델 기반의 업무 수행의 효율성 증대, Web 환경 제공 및 다양한 정보 관리의 확장성 확보로 인하여 다양한 환경에서 프로젝트 수행이 가능하도록 크게 3가지의 효과를 확인하였다.

요컨대, 본 논문에서는 구축된 C-PLM 시스템을 기반으로 토목 분야의 프로젝트를 보다 효과적으로 관리하고 관련된 정보와 프로세스를 관리할 수 있는 환경을 제공함으로써, 보다 짧은 시간을 통해 기획, 설계 업무 등이 수행되고, 다양한 엔지니어링 의사결정에 있어서 효율적이고 체계적인 환경을 제공하여, 보다 개선된 토목 프로젝트 수행에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁 시행한 건설기술혁신사업 (과제 번호: 06첨단융합E01)의 지원으로 이루어진 것으로, 본 연구를 지원해주신 국토해양부와 한국건설교통기술평가원에 감사드립니다.

참고문헌

1. UGS PLM Solutions, "P3R and PLM", UGS User Conference, 2003.
2. IBM, "Product Lifecycle Management", IBM PLM User Conference, 2002.
3. Steve Shoaf, "Innovation that Moves Markets", IBM PLM Solutions, Dec., 2000.
4. Steve Shoaf, "IBM PLM: Build New Markets", IBM PLM Solutions, Feb., 2001.
5. John Stark, "Product Lifecycle Management - 21st Century Paradigm for Product Lifecycle Realisation", Springer, 2005.
6. UGS PLM Solutions, "Product Descriptions: Team-center", 2 Aug., 2005.
7. 윤재호, 문영일, "건설사업관리 정보시스템(PMIS) 구축에 관한 연구", 한국건설관리학회논문집, 제3권, 제4호, pp. 132-138, 2002.
8. 탁승원, 전제일, "건설공사 현장에서의 PMIS와 3D Simulation 적용에 관한 연구", 한국건설관리학회 학술대회논문집, pp. 967-970, 2007. 11
9. 신정렬, 박기준, 안태기, 이호용, 김길동, "도시철도 토목·보선시설물 유지보수 정보화시스템에 대한 연구", 한국철도학회 추계학술대회 논문집, 제2권, pp. 391-396, 2003. 9.
10. 이근형, 진상윤, 김재준, "IFC를 이용한 설계정보관

- 리시스템 핵심부 구축”, 한국건설관리학회논문집, 제 1권, 제2호, pp. 98-107, 2000.
11. 신승식, 천진용, 김대진, 우성권, “현장 중심의 건설 사업 관리시스템의 개발”, 한국건설관리학회 학술대회논문집, pp. 545-548, 2003.
 12. 이재영, 한치근, 김인한, 조찬원, “XML을 이용한 건축정보관리 시스템 설계”, 한국CAD/CAM학회 논문집, 제9권, 제3호, pp. 238-245, 2004.
 13. 안경익, 김인한, “AEC 시설물 공통모델(ISO 10303 AP-241)의 생애주기 지원 모듈 개발”, 한국CAD/CAM학회 논문집, 제13권, 제5호, pp. 352-361, 2008.
 14. 이태식, 이동욱, 전영준, “건설 기술문서 관리 도구 개발에 관한 연구”, 한국철도학회 학술발표대회논문집, pp. 45-49, 2006. 11.



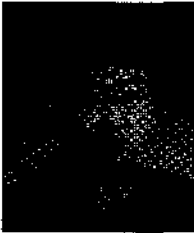
강형석

성균관대학교 시스템경영공학과 학사
 성균관대학교 산업공학과 석사
 현재: 성균관대학교 공과대학 산업공학과 박사과정
 관심분야: Digital Virtual Manufacturing, Simulation, PLM, XML, Virtual Construction



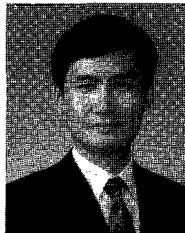
이상석

경기대학교 산업공학과 학사
 현재: 성균관대학교 산업공학과 석사과정
 관심분야: Digital Virtual Manufacturing, Simulation, PLM



노상도

한국과학기술원 기계공학과 학사
 서울대학교 기계설계학과 석사, 박사
 고등기술연구원 생산기술센터 선임연구원
 현재: 성균관대학교 공과대학 시스템경영공학과 부교수
 관심분야: Concurrent & Collaborative Engineering, 디지털 가상생산, PLM, CAD/CAPP/CAM



이광명

서울대학교 토목공학과 학사, 석사
 MIT, Dept. of Civil & Env. Eng., Ph. D.
 한국 콘크리트 학회 콘크리트 표준화위원회 위원장
 현재: 성균관대학교 공과대학 사회환경 시스템공학과 교수
 관심분야: Digital Virtual Construction, 고성능 콘크리트, 콘크리트 내구성, 건설자재 표준화