

## 화공플랜트 프로젝트에서 통합관리 소프트웨어 적용에 관한 연구

김 윤, 이 동 언, 유 호 선\*†  
대림산업(주), \*승실대학교 기계공학과

### A Study on the Application of an Integrated Management Software for a Petrochemical Plant Project

Yoon Kim, Dong-Eon Lee, Ho-seon Yoo\*†

*Daelim Industrial Company Limited, Daelim, Seoul 100-732, Korea*

*\*Department of Mechanical Engineering, Soongsil University, Seoul 156-743, Korea*

(Received March 23, 2010; accepted June 11, 2010)

**ABSTRACT :** In this paper, an integrated management software is developed to promote the business competitive power. The interoperability among the software accounts for an ever growing performance of petrochemical plant project. If the interoperability is built up, company has taken advantages of quality, schedule, cost, and safety by active communication. The advantage of an integrated management software is examined in three aspects. In efficiency aspect, It takes advantage of the saving about the various information and the standard of project performance procedure. In quality, the integration gave aid to a quality improvement through team collaboration and data management within project life cycle. In cost, poor communications between systems waste 30% of project costs. If information could be inputted once and used by all, reductions in delivery time up to 40% were possible. Therefore, 10% savings of engineering cost was also possible.

**Key words :** 상호운용성(interoperability), 통합관리 소프트웨어(integrated management software), 효율성(efficiency), 사업경쟁력(business competitiveness)

#### 1. 서론

2000년대 이후부터 국내 플랜트 시장은 점점 축소되어 가고 있는 반면, 세계 플랜트 시장은 중동지역을 주축으로 급속하게 증가하고 있다. 이에 따라 국내 플랜트 건설업체들은 국내 플랜트 시장뿐만 아니라 해외 플랜트 시장에도 적극적으로 대응하고 있다.<sup>[1, 2]</sup> 국내 기업의 해외 플랜트 공사 비중이 점차 증가하고 프로젝트의 대형화에 따라 프로젝트 관리 및 수행에 많은 어려움을 겪고 있다.<sup>[3]</sup> 이러한 어려움을 해결하

고자 설계, 조달, 시공 및 사업관리에 여러 소프트웨어를 접목시키려는 공감대가 커지고 있다. IT 기술을 프로젝트에 적용시키면서 프로젝트 사업경쟁력의 제고 효과를 보고 있다.

현재 사용하고 있는 각 분야의 소프트웨어들은 1980년대부터 개발되어 프로젝트에 사용되어 왔다. 지금까지 소프트웨어의 발전을 통해 편리성이 강화되었지만 각 소프트웨어를 연결시켜줄 끈은 존재하지 않았다. 결국 각 소프트웨어간의 상호운용성이 없었던 것이다. 상호운용성이 결여된 소프트웨어를 사용하면 부서 간 소통을 하기 위한 업무 시간이 늘어나고 업무 효율화 및 경제성이 떨어진다. 따라서 기존 소프트웨어를 하나로 묶은 통합관리 소프트웨어를 구축하여 프로젝트에 접목시키려고 노력하고 있다.<sup>[4]</sup>

† Corresponding author

Tel.: +82-2-820-0661; Fax +82-2-820-0668

E-mail address: hsyoo@ssu.ac.kr

국내외 IT 기술의 발전에 따라 모든 화공 플랜트 프로젝트에서 통합관리 소프트웨어를 개발하여 사용하고 있다. 통합관리 소프트웨어는 업무 효율성 측면에서 큰 역할을 담당하고 있다. 이는 사용자 측면의 업무 편의성뿐만 아니라 Man Hour 절감을 통하여 생산성 향상, 즉 원가절감에 많은 영향을 끼치며, 리스크 관리를 강화시킬 수 있다.<sup>[6]</sup> 또한 통합관리 소프트웨어를 도입함으로써 부서 간 협업 중에 발생하는 불필요한 업무시간을 단축시켜 전체 프로젝트의 공기에 영향을 미쳐 성공적인 프로젝트 수행이 가능하다. 그리고 한 단계 더 발전하여 통합관리 소프트웨어를 발주처에 이관시켜 향후 공장 운전 관리의 효율성을 극대화시킬 수 있다.

본 연구에서는 기존의 다양한 소프트웨어의 현 상황을 짚어보고 그 문제점들을 보완시키기 위해 기존 소프트웨어를 하나로 묶는 통합관리 소프트웨어를 개발하였다.

기존 소프트웨어에서는 자료 공유가 어렵거나 정보의 상호운용성이 결여되어 있다. 통합관리 소프트웨어에서는 자료 공유기능 및 정보의 상호운용성을 극대화시켰다. 이로써 발주처와 계약사 그리고 하청업체가 하나의 프로그램을 통해 서로 의사소통을 할 수 있고 프로젝트에 적용되는 모든 자료 및 정보도 공유할 수 있다. 또한 통합관리 소프트웨어에서는 검색 기능이 강화되고 성과품의 자동화가 이루어지면서 쓸모없는 시간 낭비를 상당히 절약하게 되었다. 그리고 설계, 조달, 시공 및 사업 관리 등 각각 사용되고 있는 소프트웨어의 기능을 하나의 소프트웨어로 묶어 편리성을 극대화시켜 나갔다.

이러한 자료 또는 정보의 상호운용성이 강화되고

엔지니어간의 의사소통이 이루어질 수 있는 통합관리 소프트웨어를 통하여 앞으로 화공플랜트 프로젝트의 성공적인 수행 및 프로젝트 관리 역량을 키우고자 한다.

## 2. 개별관리 소프트웨어

### 2.1 개별관리 소프트웨어의 종류

1980년대 중반부터 화공 플랜트에 대한 대규모 투자와 정보 기술의 발달로 인해 수작업으로 진행하던 도면 작업을 프로그램을 통해 하면서부터 업무 효율화는 점점 높아졌다. Table 1에는 엔지니어링 분야에서 사용하고 있는 소프트웨어들을 정리하였다. 그중 대표적으로 1980년 중반 Autocad라는 프로그램의 출현으로 도면 작업이 수작업에서 컴퓨터 작업으로 진화되어 상당한 시간적 절약을 할 수 있었다. 1980년 후반 마이크로스테이션의 개발로 2D CAD 분야에서 Autocad와 양대 산맥을 이루고 있다. 1990년에는 2D CAD에서 3D CAD로 한 단계 발전시킨 PDS(Plant Design System) 프로그램이 개발되어 설계도면의 입체화가 가능하게 되었다.<sup>[4]</sup>

Table 2에는 조달 분야에서 사용하고 있는 소프트웨어들이다. 정보보완에 신중하고 있는 점들을 감안하여 자체적으로 개발된 소프트웨어가 대부분이다.

Table 3에는 시공 분야에서 사용하고 있는 소프트웨어이다. 현재 시공 진행 척도 및 문제점들을 공유함으로써 성공적인 프로젝트 수행이 가능하도록 하며 향후 다른 프로젝트에 도움이 된다.

Table 4에는 프로젝트를 수행하면서 필요한 소프

Table 1 Engineering programs of individual management software

Categories	Programs
2D CAD	Microstation, Autocad, Smart Sketch
3D CAD	PDS, PDMS
3D Model Review	Smart Plant Review
Equipment Datasheet	Zyqad, Excel
Instrument	Smart Plant Instrumentation
Electrical	Etap, SPEL

Table 2 Procurement programs of individual management software

Categories	Programs
Procurement & MMS (material management system)	PSR, DMCS, E-Procurement

Table 3 Construction programs of individual management software

Categories	Programs
Construction Management	CIMS

Table 4 Project control programs of individual management software

Categories	Programs
Data Control	EDMS, VPCS, CCS
Project Control	Primavera, EPMS, PPMS, CPMS, O-Mis, EVMS

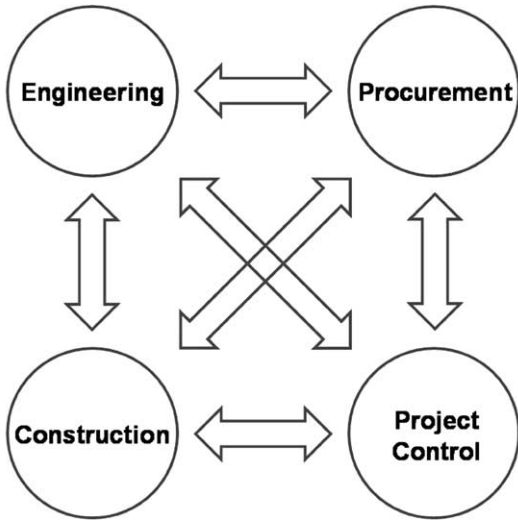


Fig. 1 Information flow diagram of individual management software

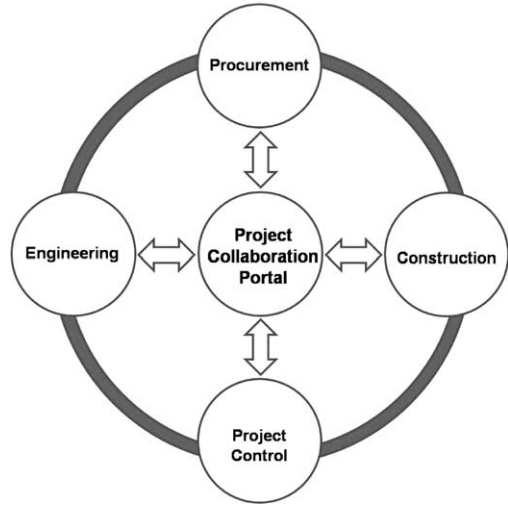


Fig. 2 Information flow diagram of integrated management software

트웨어들이다. 각 설계, 조달 시공분야의 정보들을 관리 측면에서 분류시켜 프로젝트를 전반적으로 관리하고 수행하는데 필요 정보를 저장하는데 목적이 있다. 령게 나열한 프로그램들은 프로그램 중의 일부이다. 이러한 다양한 프로그램들의 개발로 인해 각 회사마다 운용하고 있는 소프트웨어들은 다양하다.

### 2.2 개별관리 소프트웨어의 문제점

십 년간 국내외 플랜트 프로젝트를 수행하는데 사용되었던 소프트웨어들은 필요한 시기에 하나씩 개발되어 사용되어 왔다. 최근 들어 해외 프로젝트가 급격하게 늘어나면서 해외와 국내간의 네트워크 환경도 프로젝트를 수행하는데 영향을 끼치는 원인중의 하나이다. NIST(National Institute of Standards and Technology) 2003<sup>[6]</sup>, ISEIT(International Symposium for Engineering Information Technology) 2006<sup>[7]</sup>, Daratech 2007<sup>[8]</sup> 등과 같은 외부보고서에 따르면 자료검색 기능의 중요성이 부각되어 있다. 기존 소프트웨어의 가장 큰 약점이 바로 자료검색 기능이 없거나 빈약하다는 것이다.

또한 프로젝트를 수행하는 데 있어 내부 의사소통의 주된 수단이 이메일 중심으로 되어있다. 이메일 중심으로 의사소통이 이루어지기 때문에 문서 체계화가 이루어지지 않았다.

Fig 1과 같이 각 분야에서 사용되는 소프트웨어간의 중간 매개체가 없어 정보의 체계적인 저장이 어렵

고 정보 교환을 하는데 있어서도 혼란을 가중시키고 있다. 이런 문제점으로 인해 기존의 소프트웨어들은 최근에 발주되는 대규모 글로벌 프로젝트를 수행하기에는 여러 가지 비효율적인 면을 가지고 있었다. 따라서 각 분야에서 사용되는 소프트웨어간의 중간 매개체 역할을 수행하는 통합관리 소프트웨어의 개발이 시급한 과제였다.

Fig 2에는 설계, 조달, 시공 및 사업관리의 중간 매개체 역할을 하는 소프트웨어의 역할이 그려져 있다. 결국 단위 업무만을 위한 소프트웨어가 아니라 모든 업무를 하나의 프로그램 안에서 수행할 수 있고 정보 공유가 가능한 소프트웨어의 구축이 필요하다고 나타난 것이다.

결국 프로젝트 조직의 글로벌화에 대응하고 해외 발주처와의 의사소통을 원활히 할 수 있는 기능이 가미된 소프트웨어가 필요하다. 그리고 체계적인 통합 문서 관리 및 다양한 검색 기능 그리고 실시간 업무 수행 정보를 추가하여 정보시스템의 역량을 극대화시켜 프로젝트 수행 중의 의사소통에 대한 어려움을 해소하고 실시간 업무 수행을 체크하여 시간 활용에 대해 체계적으로 대응할 수 있는 소프트웨어가 필요하다.<sup>[9]</sup>

### 3. 통합관리 소프트웨어

### 3.1 통합관리 소프트웨어의 정의

통합관리 소프트웨어는 하나의 프로젝트에 연관된 엔지니어들이 설계, 조달, 시공 현황 및 프로젝트 진행 척도를 곧바로 확인할 수 있다. 또한 의사소통의 강화, 자료의 통합, 협업의 강화를 통해 통합관리 소프트웨어의 효율성을 높이고 상호운용성의 이점을 부각시키고 있다.

## 3.2 통합관리 소프트웨어의 구성

### 3.2.1 설계관리

통합관리 소프트웨어 내의 설계관리 탭은 게시판, 파일 폴더, 문서데이터관리 등으로 구성되어 있다. 계기판(dashboard)은 웹상의 한 화면에서 다양한 정보를 중앙 집중적으로 찾을 수 있도록 하는 사용자 인터페이스기능을 가진 곳이다. 문서 수발함은 팀 및 개인의 업무 흐름을 파악하고 다른 팀과의 의사소통 관리에 중점을 가지고 만든 탭이다. 통합관리 소프트웨어의 파일 폴더는 기존에 사용한 팀별 네트워크 파일 폴더를 대체하는 기능을 가진다. 그리고 프로젝트를 수행할 때 모든 작업 파일을 사용하는 향상된 웹하드와 같은 역할을 한다. 또한 컴퓨터의 하드 디스크처럼 데이터나 파일 따위를 저장해 놓을 수 있는 인터넷상의 저장 공간을 만들어서 저장용량의 제한을 없앴다.<sup>[10]</sup> 각 팀별로 제공되는 웹 파일 폴더인 팀 폴더, 하청업체와 파일을 공유하기 위한 웹 폴더인 서브콘 폴더, 기기제작도면 및 제작사와의 자료교환용 웹 폴더인 벤더 폴더, 입찰서나 계약서등을 저장할 수 있는 프로젝트 공용 파일 폴더인 프로젝트 폴더, 사업주에게 제출한 성과품을 저장하는 폴더인 제출 폴더 등으로 구성되어 있다. 이외 추가로 폴더를 추가하여 프로젝트를 수행하는데 데이터들의 체계적인 관리를 하는데 이용한다.

### 3.2.2 조달관리

통합관리 소프트웨어에서는 구매관리시스템과 연동시켜 프로젝트에 연관된 엔지니어들이 한 눈에 볼 수 있게 하였다. 구매관리시스템에서는 벤더등록, 견적, 구매업무를 수행할 수 있다. 구매관리시스템을 통하여 구매업무를 진행하기 위한 조회(inquiry)를 날 짜별로 일목요연하게 나열이 가능하고 만기일까지 설정하여 업무 진척도까지 확인이 가능하다. 그동안 설계 엔지니어들이 자신들이 설계한 품목들에 대한 구매 주문서를 보내기만 하고 중간에 일어나는 일련의 구매 업무에 대해서는 무관심했지만 구매관리시

스템이 통합관리 소프트웨어내에서 연동되면서 관심을 가지게 되고 실제 선적이 일어나기 전에 오류가 발생했을 시의 상황에 대처가 빨라졌다.

### 3.2.3 시공관리

설계, 조달 및 사업관리 업무자들은 시공 업무의 진척도를 파악하기 위해서는 현장으로 출장을 가야한다. 통합관리 소프트웨어에서는 시공업무를 관리해주는 프로그램을 연동시켜 프로젝트에 연관된 엔지니어들이 확인할 수 있도록 하였다.

통합관리 소프트웨어에 연동된 시공관리시스템에는 각 시공 분야마다의 공사 진척도를 확인할 수 있도록 연결되어 있고 자재 수급 동향도 파악할 수 있으며 시공불량정보를 저장시켜 프로젝트를 수행하는데 도움을 주고 있다.<sup>[10]</sup>

### 3.2.4 사업관리

사업관리에 있어 가장 중요한 것은 설계 자료에 대한 검토 및 회신이 잘 이루어져야한다. 이러한 설계 자료에 대한 검토 및 회신을 할 수 있는 탭은 Dynamic data and document search engine인 Vnet을 기반으로 개발된 것으로 통합 문서/데이터 관리 기능을 가지고 있다. 이 탭을 통해 팀 폴더, 프로젝트 폴더, 기기제작도면, 전자문서관리시스템(Electronic Document Management System, EDMS), 데이터총괄시스템(Correspondence Control System, CCS)에 등록된 문서, 도면 및 정보를 검색하고, 검토 및 회신한 후 Email로 회신 내용을 연관된 엔지니어에게 송부하는 기능을 가지고 있다.<sup>[10]</sup> 통합관리 소프트웨어에서는 사업관리 측면에서 모든 문서 및 데이터의 들어가고 나감을 저장시켜 관리하는 시스템을 구비하였다. 문서데이터관리시스템라고 통칭하고 전자문서관리시스템, 데이터총괄시스템, 기기제작도면관리시스템으로 구성되어 있다. 이 시스템을 통해 전자문서에서 기기제작도면에 이르기까지 한 눈에 파악할 수 있다.

프로젝트 사업의 행정처리 및 데이터를 총괄하는 시스템이 데이터 총괄시스템이다. 데이터총괄시스템에서는 발주처와 계약사, 그리고 하청업체 사이에서 주고받은 공문서를 관리하고 메시지 전송 처리를 눈으로 확인하여 업무 누락을 사전에 방지할 수 있다.

프로젝트와 관련된 모든 팀에서 기기제작도면의 진척 상황을 파악할 수 있는 것이 기기제작도면관리시스템이다. 등록된 기기제작도면은 관련된 엔지니어가 검토하여 개정을 하게 되면 해당 담당자에게 이메

일을 통해 연락이 취해진다. 이처럼 프로젝트에 연관된 엔지니어들은 이 시스템을 통해 프로젝트 진행 상황을 파악하고 계획을 세워 수행할 수 있으며 문서의 이동없이 웹상에서 최근의 기기제작도면을 받아 보고 자신의 업무에 반영할 수 있다. 예전처럼 복사된 기기제작도면을 들고 관련된 부서를 찾아가는 일은 일어나지 않으며 이러한 기능을 추가하면서 종이 절감 뿐 만 아니라 업무 시간까지도 단축하는 효과를 가져왔다.

### 3.2.5 인도관리

근래 화공플랜트 프로젝트는 글로벌화, 대형화이면서 턴키수행방식으로 진행된다. 프로젝트의 성공은 플랜트를 잘 설계하고 정확한 시공을 하는 것이지만 사업주 입장에서 좋은 품질의 제품이 나오게 하고 공장 유지보수비용도 적게 발생하는 것이 아주 중요한 요소 중의 하나이다. 이러한 요소를 잘 유지하기 위해서는 프로젝트를 수행했을 때 발생된 모든 정보들이 매우 중요하다. 따라서, 통합관리 소프트웨어에서는 프로젝트 수행 도중 발생했던 모든 정보를 저장하고 관리해주는 프로그램을 연동시켜 사업주에게 이관해 줄 수 있다.<sup>[10]</sup> 이 시스템은 공장을 지어주는 것으로 끝내는 것이 아니라 공장가동 후 유지보수 하는데 필요한 정보를 저장함으로써 사업주에게 유지보수비의 절감을 가져다주고 공장가동의 문제점을 빠르게 찾아내고 손쉽게 대처할 수 있는 장점이 있다.

### 3.3 통합관리 소프트웨어의 장점

효율성 측면의 장점으로서는 프로젝트 수행절차를 표준화하고, 산발적인 프로젝트 관련 정보들을 한 곳에서 저장 관리할 수 있다. 그리고, 긴급한 정보를 손쉽게 공유할 수 있으며 프로젝트 수행시에 단 하나의 소프트웨어에 의존하면서 효율성을 극대화 할 수 있다.

품질 측면으로는 설계 시에 협업의 효과를 극대화 하면서 설계 품질을 향상 시킬 수 있으며 상대방의 요구나 의견에 즉각적인 대응이 가능하다. 품질경영 시스템 인증서인 ISO 9001 취득에 좋은 영향을 끼쳐 고객 만족을 이끌어 낼 수 있다. 또한 프로젝트 생애 주기 동안 데이터 관리를 할 수 있어 품질 향상에 큰 도움을 준다.

비용 측면으로 설계 Man Hour의 40%에 해당하는 정보 검색 시간의 단축을 통해 비용 절감 효과가 있다. 그리고, 하청업체 및 사업주의 프로젝트 정보의 접근성이 쉬워지고 검색 시간도 단축된다. 또한 의사소통을 위한 출장을 최소화 할 수 있어 사업관리 비용의 절감 효과도 발생 한다.

## 4. 통합관리 소프트웨어의 적용효과

기존 다양한 소프트웨어의 난립에 따른 단점을 극복한 통합관리 소프트웨어를 국내의 대형 화공플랜트 프로젝트에 적용해 보았다. 프로젝트에 적용해보니 정량적인 효과와 정성적인 효과를 가져왔다. 통합관리 소프트웨어는 제일 먼저 정성적인 효과로 프로젝트 프로세스의 개선을 가져왔다. 기존 다양한 소프트웨어의 난립으로 복잡했던 프로세스의 흐름을 통합관리 소프트웨어의 적용으로 간단하고 명료하게 바꾸었다. 이에 뒤따른 효과는 내외부의 고객만족을 이끌었다. 내부 고객인 프로젝트에 연관된 엔지니어들은 개선된 프로세스로 인해 업무의 효율화 및 프로젝트의 흐름을 파악하기 쉬워졌다. 업무의 효율화를 통해 불필요한 시간을 아낄 수 있었고 프로젝트의 흐름을 파악하면서 프로젝트에 대한 이해도가 커지면서 통합관리 소프트웨어의 만족도는 컸다. 그리고 외부 고객인 사업주 및 하청업체는 통합관리 소프트웨어를 통해 자료의 통합이 가능해졌고 프로젝트의 이해도가 커지면서 좋은 평가를 받았다. 이렇게 프로젝트에 적용하다보니 통합관리 소프트웨어에 대한 의문점이 생겨나고 부족한 기능에 대한 욕구도 커졌다. 현재 적용되지 못한 기능들은 향후 앞으로도 개선해 나갈 계획이다.

이렇게 통합관리 소프트웨어를 프로젝트에 적용하면서 나타난 정량적인 효과는 공기의 단축이다. 문서 주고받는 시간 및 데이터 찾는 시간을 단축시키면서 설계기간을 단축시켰고 이에 따라 전체 프로젝트의 공기도 단축시켰다. 통합관리 소프트웨어의 검색 및 Markup 기능이 가장 효과가 컸다. 이 효과에 대한 원가절감 효과를 Table 5에 수치화하였다. 실제 프로젝트에 들어간 내,외부 설계비용은 300억이었다. 설계비용은 인건비와 소요시간으로 계산되기 때문에 시간이 바로 비용이다. 실제 데이터 검색에 소요되는 시간이 전체 설계 시간의 40%에 해당한다.<sup>[6]</sup> 따라서 이 40%에 해당되는 시간을 줄이는 것이 설계비용을 줄이는 방법이다. 통합관리 소프트웨어를 통해 데이터 검색 시간의 25%를 절감할 수 있으므로 전체 설

Table 5 Expectation of the saving cost

Engineering cost (Million won)	Cost saving (Million won)
30,000	3,000

계비용의 10%, 즉, 30억을 절감할 수 있다. 매 프로젝트마다 절감효과가 발생하므로 앞으로의 원가절감 효과는 크다고 할 수 있다. 또한 통합관리 소프트웨어의 문서, 데이터 관리 시스템을 통해 종이사용 및 물류비용을 상당부분 줄일 수 있다. 통합관리 소프트웨어가 적용되기 전에는 모든 기기제작도면 및 관련 서류들을 출력하여 주고받았다. 그러나 통합관리 소프트웨어 내에서는 모든 기기제작도면에 대한 회신 및 확인을 할 수 있어 종이사용 및 물류비용을 연간 \$300,000을 절감하였다. 그리고 녹색성장 시대에 종이사용 및 물류비용을 절감하면서 탄소절감 효과까지 얻을 수 있다.

## 5. 결론

본 연구에서는 기존 다양한 소프트웨어의 단점을 보완한 통합관리 소프트웨어를 개발하였다. 그리고 대형 화공 프로젝트에 통합관리 소프트웨어를 적용한 결과 다음과 같은 사업경쟁력 제고효과를 보았다.

- (1) 지금까지 임기응변식으로 각 분야별 소프트웨어 개발에 치중하여 각 소프트웨어간의 자료 또는 정보의 상호운용성이 부족하였다. 이러한 문제를 해결하기 위해 새로운 통합관리 소프트웨어를 개발하여 실용화함으로써 대형 화공 플랜트 프로젝트에서의 업무 효율성을 현저히 개선시켰고 데이터 검색 시간을 25% 절감하였다.
- (2) 기존 프로젝트에 적용한 결과 통합관리 소프트웨어가 실용화되면서 모든 기기제작도면에 대한 회신 및 확인을 통합관리 소프트웨어내에서 할 수 있어 종이사용 및 물류비용을 연간

\$300,000을 절감하였다.

- (3) 통합관리 소프트웨어에서는 검색 기능이 강화되고 성과품의 자동화가 이루어지면서 시간낭비를 상당히 절감하였다. 통합관리 소프트웨어를 대형 화공플랜트 프로젝트 수행에 적용시킨 결과 설계비용의 10% 절감 및 사업관리비용을 절감하는 결과를 얻었다.

## 참고문헌

1. 해외건설협회, 2008, 해외건설종합정보서비스.
2. 이복남, 이영환, 2003, 해외건설시장 경쟁 패러다임의 변화와 시사점, 건설산업연구원.
3. 오영호, 2005, 성장동력의 재발굴-플랜트산업, 한국플랜트학회 초청세미나.
4. 대림산업(주), 2005, 지식창고 학습팀 자료.
5. 유홍석, 이재현 공저, 2006, 플랜트 엔지니어링과 프로젝트 매니지먼트.
6. NIST, 2003, Cost Analysis of Inadequate Interoperability in the U.S. Capital Facilities Industry.
7. ISEIT, 2006, "Educating the Engineers and Designers of the Future".
8. Daratech, 2007, "Plant Design/Plant Management Automation Strategy".
9. 심형보, 2007, "설계·엔지니어링 분야의 정보화와 기업성과의 상관관계 분석", 한국건설관리학회, 한국건설관리학회논문집.
10. 대림산업(주), 2007, Project Portal Program Manual.