

실비정산 비용지불 방식에 적용 가능한 건설 프로젝트 정보관리 시스템

Information System for Managing Cost Reimbursable Construction Projects

강 남 희 송 호 정 김 현 중 최 재 현*

Kang, Namhee Song, Hojeong Kim, Hyunjung Choi, Jaehyun*

Department of Architectural Engineering, Korea University of technology and education, Choan-an, Chungnam 333-708, Korea

Abstract

The project management information system (PMIS) has recently been developed by using the information technology(IT) in order to implement advanced information management technology to construction industry in Korea. The PMIS has been applied not only to domestic construction projects, but also to some overseas projects executed by Korean construction companies. This study was performed to develop the PMIS that is tailored to the US construction IT market. It has been monopolized by the US-based IT companies, but other companies are recently emerging with competitive technology and market strategy. As a preceding study, existing commercially available systems were analyzed, and the required features of the PMIS were identified by analyzing the core elements of contract, process and cost management about construction projects in the US. Then, the PMIS was developed based on the aforementioned analysis results. The system includes the document management module with an internal electronic approval system, the cost-plus-based automatic labor cost calculation module, and the progress management module to support the integrated project cost management. In addition, the functionality of the developed system was verified by experts about construction management in the US via questionnaire survey. The developed PMIS, in this study, is expected to be applied not only to the US construction IT market as a system specialized for the US construction industry, but also to other oversea markets in the future.

Keywords : project management information system, united state construction market, information technology, construction project management, cost reimbursable contract

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 건설산업의 프로젝트 관리 효율화를 위해 프로젝트 관리기술을 첨단 IT(Information Technology)기술과 접목하여 프로젝트 생애주기 동안 생성, 운용, 유지되는 프로젝트 정보의 관리 고도화 및 생산성 향상을 위한 다각

적인 노력이 산업전반에 확산되고 있다. 프로젝트 관리방식에 있어 기존의 경험위주의 방식에서 체계적이고 검증된 지식기반의 방식으로 전환하기 위해서 건설 프로젝트 관리에 IT기술의 활용은 핵심적인 기술 요소로 부각되고 있다. 따라서 프로젝트의 성공적인 수행을 위해서 기획, 설계, 시공 등 프로젝트 전 생애주기를 연계할 수 있는 통합관리 시스템이 개발/적용되고 있으며 건설 사업관리 시스템(Project Management Information System, PMIS)이 국내의 대표적인 사업관리 시스템으로 운용되고 있다.

기존의 PMIS는 일부 대형건설기업 중심으로 자체개발을 통해 사용하고 있으며, 최근 전문 건설IT 기업은 건설 프로젝트별로 특화된 시스템을 개발하여 건설 현장에 도

Received : January 5, 2015

Revision received : January 14, 2015

Accepted : February 3, 2015

* Corresponding author : Choi, Jaehyun

[Tel: 82-41-560-1336, E-mail: jay.choi@koreatech.ac.kr]

©2015 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

입시키고 있다. 다양한 주체들이 참여하는 건설 프로젝트에서의 PMIS 도입은 참여자들 간의 원활한 의사소통 및 협업을 지원하며, 신속한 의사결정을 가능하게 하는 장점이 있어 국내 건설기업을 중심으로 적용이 확대되었다.

그러나, 국내 건설 및 건설IT기업에 의해 개발된 PMIS의 활용은 국내 건설기업에 의해 수행되는 일부 해외 프로젝트에 제한적으로 적용되어 왔기 때문에 해외 시장 진출 및 활성화 방안에 대한 모색이 시급하다. 특히, 해외시장 진출의 활성화 측면에서 미국은 세계 건설 IT 시장의 약 40% 이상의 점유율을 차지하고 있기 때문에 긍정적 진출 대상국으로 볼 수 있다. 미국 내 건설 IT시장은 주로 미국 기업에 의해 개발된 제품들이 선점하고 있으나, 최근 차별화된 기술 경쟁력 및 시장전략을 통해 시장을 확보해 나가는 기업이 증가하고 있다. 따라서 국내 PMIS의 해외 진출 가능성을 제고하기 위하여 국내에서 검증된 PMIS를 미국 건설 산업에 적용시키기 위한 방안이 필요하다.

한편, 미국의 건설 산업은 공사비 지불방식에 있어 총액 계약방식을 주로 사용하고 있는 국내 보다 실비정산 계약방식이 높은 비율을 차지하고 있다는 점에서 국내 건설 산업과 큰 차이점이 있다. 건설 프로젝트는 계약방식에 따라 발생하는 문서와 비용 처리 방식이 다르기 때문에 국내 건설 현장을 위해 개발된 PMIS를 미국 건설 현장에 적용하더라도 효과적인 프로젝트 관리를 기대하기 어렵다. 이에, 본 연구는 미국의 건설 산업 및 기존에 상용화된 시스템을 조사, 분석하여 실비정산 비용 지불방식에 적용 가능한 PMIS를 개발함으로써, 국내 건설IT 시장의 미국시장 진출 방안을 마련하고자 하였다.

1.2 연구의 방법 및 범위

건설 PMIS는 서비스 방식에 따라, ASP(Application Service Provider, 이하 ASP)와 SI(System Integration, SI) 방식으로 구분된다. ASP방식은 Application형식의 개발된 시스템 서비스를 기업에게 제공하는 것으로 소프트웨어 사용 시, 특정기간 동안 매월 일정금액을 지불하여 임대하는 방식이다. 반면, SI방식은 시스템의 기획부터 개발, 설치, 운영, 보수에 이르는 전 과정에 대한 구체적인 서비스를 제공하는 방식이다. 이에 본 연구에서는 미국 건설현장에 적용 가능한 ASP기반의 PMIS 개발로 범위를 한정하여 연구를 수행하였다. 연구목적 달성을 위한 연구절차 및 방법은 아래와 같다.

- 1) 관련 선행연구 및 문헌을 통한 국내·외 기술현황 및 유사 건설 PMIS를 분석하여 기존 시스템의 한계와 문제점을 도출하였다.
- 2) 실비정산 계약 방식이 보편화된 미국 건설업무 특성 및 관리방식을 분석하여 건설 PMIS에 요구되는 주요 기능들을 정립하였다.
- 3) 정립된 요구기능들을 시스템에 적용하여 미국 건설 현장에 특화된 PMIS를 개발하였다.
- 4) 미국 건설현장의 프로젝트 전문 관리자를 대상으로 설문조사를 실시하여 개발된 시스템에 대한 타당성을 검증하였다.

2. 이론적 고찰

2.1 기존 연구 현황

기존연구 조사결과, 건설 PMIS에 관한 연구는 크게 시스템개발 및 적용사례에 관한 연구와 시스템 기능분석을 통한 개선 및 평가에 대한 연구로 분류할 수 있다.

국내 연구 중 시스템 개발을 통한 적용사례에 관해서는 RFID기술을 이용한 노무관리기능 향상에 관한 연구[1]와 국내 건설사업을 대상으로 사업의 특수성을 고려하여 구축된 PMIS의 현장 적용성 검토와 관련된 연구들이 기 수행되었다[2,3]. 시스템 기능분석을 통한 개선 및 평가에 대한 국내·외 연구로는 사용자체에 따른 PMIS 운영상 영향요인 및 평가방법에 관한 연구[4]와 기존 시스템 평가방법론과 PMIS 전략수립에 관한 연구[5] 등이 수행되었다.

국외 연구에서는 시스템 개발에 관하여 건설 프로젝트 관리를 위한 웹 기반 데이터 교환이 가능한 정보시스템 개념 모델을 제시한 연구[6]가 수행되었으며 실제 적용사례를 바탕으로 PMIS가 성공적인 프로젝트에 미치는 영향에 관한 연구[7], 그리고 시스템의 활용이 전체 프로젝트 비용에 미치는 영향에 관한 연구[8]가 수행되었다. 시스템 기능 분석을 통한 개선 및 평가에 관한 연구로는 웹 기반 사업관리 시스템의 잠재적인 성공요인과 실패요인을 도출한 연구[9], 그리고 건설 프로젝트에서의 정보시스템 상관관계에 관한 연구[10]등 다양한 연구가 진행되어 PMIS의 발전방향을 제시하였다.

기존의 수행된 국내·외 연구들은 건설산업에서의 효율적인 시스템 개발을 목표로, 기능적, 제도적 개선방안과 적

용에 대한 결과들을 제시하였으나, 건설 프로젝트 수행 시 계약방식의 다양성을 반영한 시스템 개발 및 관련 연구는 부족한 실정이다. 건설 프로젝트는 계약방식에 따라 건설 업무 및 관리방식이 달라지기 때문에 이를 지원하는 시스템의 유연성이 요구된다. 따라서 국내 건설 산업에 특화된 건설 PMIS의 해외진출을 위해서는 해외 건설 산업의 특징을 고려한 시스템 개발 및 적용에 대한 연구가 필요하다.

2.2 건설 사업관리 정보 시스템의 정의

건설 사업관리 정보시스템, 즉 PMIS란 건설 사업에 대한 세부현황을 관리하는 각 분야별 단위시스템으로부터 사업정보 관리레벨에 부합하도록 정보를 분류, 추출, 종합하여 건설 프로젝트의 생애주기 전반에 대한 현황과약을 용이하게 하고 프로젝트 참여자간 각종 정보의 흐름을 원활히 하여 사업 전반에 걸쳐 체계적인 정보를 관리하는 시스템이다[2]. 프로젝트 생애주기 단계별 다양한 건설 관리 업무의 처리 및 의사소통을 위한 것으로, 시공사의 현장 및 본사 조직에서 주로 사용하는 정보의 수집·저장·배포 등의 기능을 수행하는 개별 정보 시스템들의 집합체로 규정할 수 있다[11]. 프로젝트의 단계 및 관리업무, 참여 주체에 따라 다양한 형태로 활용되기 때문에 사업 수행 시 발생하는 각종 정보들의 체계적인 관리와 주요안건에 대한 신속한 의사결정을 지원하여 성공적인 사업수행이 가능하다.

2.3 국내·외 시스템 분석

2.3.1 국내 기술현황

국내 건설사업의 통합 정보화 체계를 구현하기 위해 추진되어 온 건설 CALS(Continues and Acquisition Life Cycle Support)사업으로 인해 2003년 CITIS(Contractor Integrated Technical Information Service) 시스템이 공공건설공사에 적용되었다. 이를 기점으로 PMIS에 대한 개발 및 연구가 활발히 진행되었으며 현재, 일부 대형건설 업체는 자체적인 PMIS를 구축하여 지식관리를 진행하고 있고, 건설 솔루션을 제공하는 전문기업들은 독자적인 시스템을 개발하여 건설 프로젝트에 공급하고 있다. 국내 전문기업에 의해 개발된 PMIS는 적용되는 프로젝트의 관리범위에 따라 지원하는 기능이 다르다. 건설관리 시스템 지원은 인허가 및 사업비 관리, CM·감리 업무 등이며,

현장관리 시스템에서는 자원, 출역, 물류 관리 등을 지원한다.

국내 건설 PMIS의 시스템은 기업 내 지식관리를 위하여 자체적으로 개발한 일부 대형 기업과 상품화를 위한 전문적인 시스템 개발업체에 의해 이루어져 왔다. 대형 건설 기업의 자체 개발 시스템은 전사적 자원관리(enterprise resource planning, ERP)를 위한 경영정보 시스템의 일환이며, 지식관리 시스템과 통합하여 사용한다. 반면 전문적인 솔루션 개발업체의 시스템은 독자적 도입이 어려운 중소기업 공급을 목적으로 하고 있다. 국내에서 개발된 건설 PMIS는 프로젝트 관리 항목을 포함한 설계, 시공 등의 공사 단계별 분리된 업무처리를 하나의 통합 시스템으로 구축하여 공사 전반에 대한 관리를 수행한다. 또한 RFID, BIM, 4D 등 다양한 기술들을 기존 PMIS와 접목하여 효율적인 공사수행에 일조하고 있다.

2.3.2 국외 기술현황

해외에서 상용화된 정보관리 시스템은 최근, 임대 서비스 방식인 ASP방식을 선호하고 있으며, 대부분 Web Cloud 서비스를 제공한다. 건설공사 수행으로 산출되는 다양한 정보가 Cloud Server에 저장되기 때문에 인터넷 접속이 가능한 매체를 통하여 수시로 정보를 확인할 수 있으며, 주요 항목에 대한 관리기능이 제공된다. 특히 시스템과 연동되는 Mobile application은 대부분의 해외 시스템과 연동되어 활용하고 있으며, 이를 통한 정보의 공유, 요청, 승인을 실시간으로 지원하여 업무의 효율성을 높이고 있다.

미국의 건설 IT 분야에서 프로젝트 관리를 위한 Web 기반 형식의 시스템 개발은 국내보다 먼저 시작되었다. 이후 프로젝트를 포괄적으로 관리할 수 있는 시스템뿐만 아니라, 계약관리나 비용관리, 혹은 문서관리 등 프로젝트에서의 비중이 큰 주요 관리 분야에 대하여 독립적 업무지원이 가능한 개별 관리시스템이 등장하기 시작하였다.

국외에서 상용화된 대표적인 시스템은 Table. 1과 같다. 이 중 호주에 본사를 두고 있는 A사는 문서관리에 특화된 솔루션을 제공하여 종전의 우편이나 택배 요금, 인쇄와 관련된 비용을 절감할 수 있는 시스템을 보유하고 있으며, 현재 전 세계의 70개 이상의 국가에서 16만개 이상의 프로젝트에 활용되고 있다.

Table 1. Current state of project management system in the world

System	Features	Distribution	Industry
Aconex	Document Control Contract Control Field Inspections	Online Mobile	Construction Infrastructure Energy & Resources
Procore	Document Control Cost Control Contract Control Scheduling	Online Mobile	Construction
Prolog	Document Control Cost Control Field Administration	SI Online Mobile	Construction

2.4 미국의 건설 산업에 대한 분석

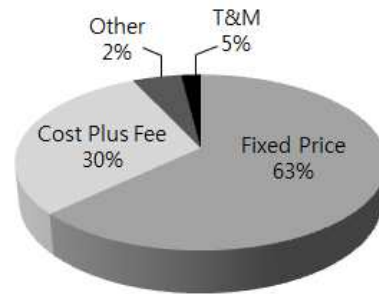
본 연구에서 미국의 건설 산업에 대한 분석은 국내와 큰 차이를 보이는 계약방식 중 공사비 지불방식으로 인해 변동되는 계약 및 원가관리부분에 대해 수행하였다.

2.4.1 공사비 지불방식

미국은 국내보다 공사비 지불 방식에 있어 실비정산계약이 전체 계약 중 높은 비율을 차지한다. 2000년도 비용 지불방식에 따른 계약유형별로 계약의 규모가 Cost plus fee계약은 약 710억 달러, T&M계약이 약 80억 달러였으나[12] Figure 1에 의하면 2010년도는 Cost plus fee계약이 약 1620억 달러, T&M계약이 약 280억 달러로 크게 증가하였다. 또한 Fixed price계약방식이 전체 계약 중 62%를 차지하고 있는 반면, Cost plus fee계약은 30%, T&M계약이 약 5%로 실비정산방식에 해당하는 계약이 전체의 약 35%를 차지하고 있으며 이는 지속적으로 증가하는 추세이다[13].

실비정산계약방식이란 실소요 비용인 원가를 정산하고 서비스 수행에 따른 보수를 약정 기준에 따라 지급하는 것을 뜻한다. 실소요 원가 정산 시, 계약자는 하도급과 관련된 모든 거래 내역을 공개할 의무가 있으며, 공사기간의 준수 여부에 따라 보수에 대한 보상비가 책정된다. 원가 및 실비에 대한 약정 기준을 정하기 위해서 프로젝트 초기 단계부터 계약 당사자가 서로 협의가 이루어지며, 발주자는 원활한 공사비 지급을 위해 원가의 내용과 범위를 사전에 명확히 정의한다. 시공자는 공사비에 구속받지 않고 공사 수행이 가능하지만 공사비 증가에 대한 부담이 발주자에게 있으며 과도한 공사비가 책정될 수 있다.

실비정산계약방식이 가지는 공사비 증가의 위험에도 불구하고 미국에서 그 규모가 지속적으로 증가하는 이유는 최근 전체 공사비를 예측하기 어려운 프로젝트가 증가하고 있으며, 체계적인 프로젝트 관리와 초기단계부터 이루어지는 계약자간의 협의를 통하여 원가 및 공기절감, 품질향상과 같은 공동의 목표를 달성할 수 있기 때문이다.



(Unit : Billion)

	Fixed Price	Cost plus fee	Time & Material	Other
Contract Amount	\$333.84	\$162.23	\$28.41	\$11.36
% Total	63%	30%	5%	2%

Source : Executive office of the president (2011)

Figure 1. Contract amounts by contract type

2.4.2 계약관리

일반적인 계약절차는 Table 2와 같다. 발주자는 작업분류체계(Work Breakdown Structure, WBS)를 통해 요구사항 및 범위를 명확하게 정의하고 계약자가 수행해야 할 업무를 구체화하여 작업기술서(Statement of Work, SOW)를 작성한다. 공공공사의 경우, 입찰공고 이후 발주자의 자체적인 견적(Independent Government Cost Estimates, IGCE)을 통하여 입찰에 참여한 계약자의 금액 추정치의 공정성과 합리성을 평가하고 계약자는 발주자의 제안요청서(Request for proposal, RFP)에 대해 WBS와 SOW를 구체화하여 제안한다. 발주자와 계약자의 협상과정을 거친 후 WBS와 SOW를 확정하여 최종계약이 이루어진다. 이처럼 발주, 입찰, 계약에 이르는 과정에서 프로젝트의 요구사항과 계약자의 작업범위를 명확하게 정의하고 있기 때문에, 실비정산계약방식에 따라 원활한 계약절차가 이루어질 수 있다. 확정된 WBS와 SOW는 사업 진행 과정에서 발생할 설계변경이나 공사범위변경에 대해 명확하게 대처할 근거 자료로 활용한다.

Table 2. Contract process

Contract Step	Key Tools
Develop Requirement	<ul style="list-style-type: none"> • Program WBS (Work Breakdown Structure) • Preliminary Contract WBS • SOW (Statement of Work)
Cost Estimation	<ul style="list-style-type: none"> • IGCE (Independent Government Cost Estimates)
Select Contractor	<ul style="list-style-type: none"> • RFP (Request for Proposal) -Preliminary Contract WBS -SOW • Contract WBS • Contract SOW
Negotiate Terms	<ul style="list-style-type: none"> • Contract -WBS -SOW

2.4.3 비용관리

건설공사에 직접적으로 투입되는 비용은 크게 자재비, 장비비, 노무비, 경비로 분류할 수 있다. 자재 및 장비비, 경비는 명확한 기준 금액이 있는 반면, 노무비는 작업 종류 및 근무시간에 따라 다르게 책정된다. 또한 전체 공사비에서 약 30~40%의 비중을 차지하는 노무비는 인력에 의존하여 진행되는 건설공사에서 주요한 관리 항목이다.

WAGE RATE CALCULATIONS							EFFECTIVE PERIOD OCT 07-SEP08	
PROJECT CONSTRUCT PUMP PLANT							OPERATIONAL SHIFTS 1/10-5 DAY WEEK	
LOCATION RT.BANK, RM 13, SPRUCE RIVER				ESTIMATOR JSMITH			CHECKED BY J CODE	
LABOR COST								
CRAFT DESCRIPTION	BASIC HOURLY WAGE RATE	OVERTIME		TAXES & INS		FRINGE BENEFITS	TRAVELOR SUBSIST	TOTAL HOURLY COSTS
		% OF	AMT	% OF	AMT			
X-CARPENTER 4/M	\$ 20.49	8.33	\$ 1.70	38.7	\$ 8.72	\$ 5.55	\$ 2.00	\$ 38.46
X-CARPENTER	\$ 18.49	8.33	\$ 1.54	38.7	\$ 7.87	\$ 5.55	\$ 2.00	\$ 35.45

Overtime rate calculation	
Regular time = 40.00 Hours	Equivalent straight time = 48.00+4.00 = 52.00 Hours
48 hours at straight time = 48.00 Hours	
Overtime = 48.00-40.00 = 8.00 Hours	
8 hours at 1/2 time = 4.00 hours paid	Overtime Rate ($\frac{52 \text{ Hours Paid}}{48 \text{ Hours Workd}}$) = (1.0833) -1 x 100% = 8.33%

Figure 2. Wage rate calculations (UFC, 2010)

미국 공공공사의 경우, 공사의 발주자가 계약자에게 또는, 계약자가 협력업체에게 실비정산으로 노무비용을 지불할 경우 다양한 요율이 명시되어있다. 미 국방부 통합관리 시설 기준인 UFC(Unified Facilities Criteria)에 의

하면 노무비는 시간 당 기본비, 추가근무수당, 제반비용, 부가급여, 경비로 구성된다. 추가 근무수당의 경우, 하루 노동 8시간을 기준으로 초과된 근무시간에 대한 1/2시간 과 실제 근무시간을 더한 값을 총 근무시간으로 계산하여 요율을 책정한다.

예를 들어 하루 8시간 주 5일 근무를 기준으로 48시간을 근무 시 초과된 8시간의 1/2 값인 4시간을 추가하여 총 52시간을 근무한 것으로 인정하여 노무비를 산정한다. (Figure 2) UFC 기준 뿐만 아니라, 미국 정부를 비롯한 주요 기관들은 노무비 구성항목 및 노무자의 근무 날짜, 작업 내용에 따라 다양한 요율 및 산정방법을 명시하고 있다.

3. 미국 건설현장 관리용 건설 사업관리 정보 시스템 개발

본 연구는 앞서 수행된 기존 국·내외 PMIS의 문제점을 도출하고, 미국 건설 IT산업에 대한 계약제도 및 업무절차의 특성에 대한 분석을 토대로 미국 건설현장에 특화된 PMIS를 개발하였으며, 시스템 화면은 Figure 3과 같다.

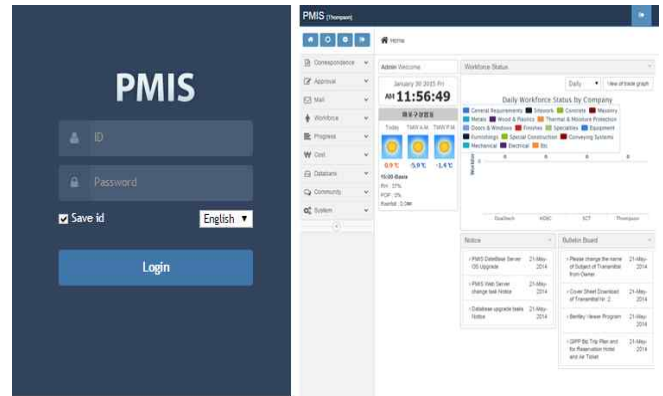


Figure 3. The screen of login and main page in PMIS

3.1 개발 환경

기본적인 기술개발 프레임워크는 마이크로소프트 닷넷 프레임워크 4.0을 기반으로 개발되었으며, DataTier에는 iBatis.Net, UI에는 JQuery PlugIn 컨트롤과 CSS3.0, Bootstrap등의 최신 웹 기술을 적용하여 사용자 편의성 향상과 향후 모바일 지원이 용이하도록 구성하였다. (Figure 4)

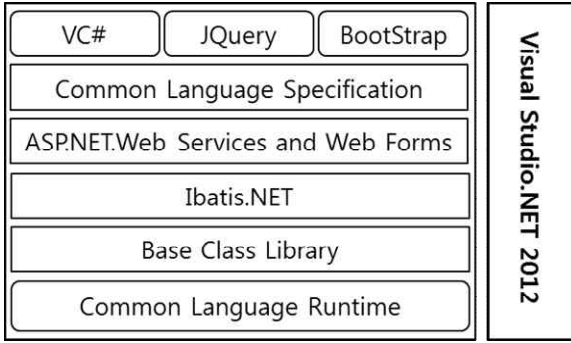


Figure 4. System development framework

3.2 실시간 협업을 위한 체계적인 문서관리 모듈

다양한 주체들이 참여하고 있는 건설 프로젝트는 주체들 간의 협업 및 빠른 의사결정을 위한 지원이 필요하며, 이는 원활한 프로젝트 수행에 있어 핵심적인 요소이다. 건설 현장에서는 협업 및 의사결정을 위한 방법으로 각 주체별 상호 수·발신하는 수많은 문서가 생성되며, 그 종류와 형식 또한 다양하기 때문에 문서와 관련된 업무는 체계적이고 효율적인 관리가 필요하다.

건설공사 수행 시 발생하는 다양한 문서들의 수집 및 생애주기 관리를 위하여 PMIS 내에서의 온·오프라인 문서관리 시스템으로 분류하여 구축하였다. 온라인 문서관리의 경우, 공사수행 주체들 간의 각종 관련문서를 온라인 문서로 수·발신 할 수 있도록 기능을 구성하고 문서번호의 규칙을 개별적으로 부여하여 관리할 수 있도록 하였다. 또한 문서의 종류 및 형식에 따른 제약이 없도록 Change Order·Request, Design Change, NCR(Non conformance report), Punch List, Transmittal 등의 일반적인 문서들과 사용자가 직접 설정을 통하여 양식 및 헤더를 자유롭게 생성할 수 있는 특정 문서들로 분류하여 개발하였다. 오프라인 문서는 PMIS를 사용하지 않는 주체들을 고려한 것으로 문서 제목, 번호, 발신자, 수신자, 회신일 등을 등록하여 관리할 수 있도록 문서관리 시스템을 구축하였다. 이 밖에, 기존의 직접결재 방식으로 인한 공사 지연 문제의 해결을 위하여 시간과 장소에 구애받지 않고 의사결정을 지원 할 수 있는 내부 문서관리의 전자결재 기능을 도입하여 검토 및 문서 송부가 가능하도록 하였다. 위에서 언급된 기능들이 포함된 문서관리 시스템의 업무 절차는 Figure 5와 같다.

구축된 문서관리 시스템은 프로젝트 진행과정에 발생하는 산출물들에 대한 신속한 의사결정 지원과 체계적인 문

서관리 및 실시간 협업을 가능하다.

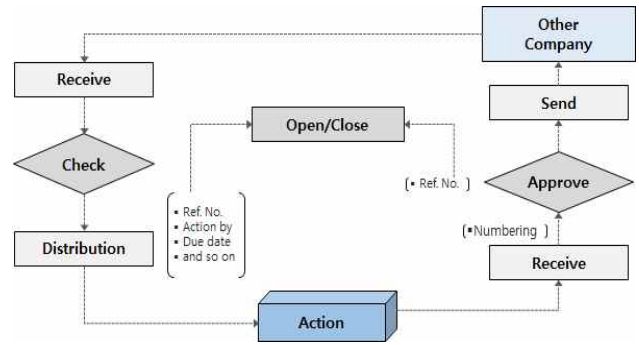


Figure 5. Process of document management

3.3 RFID 기술 기반의 출역관리를 통한 노무비 자동 산정 모듈

미국의 기존 출역관리 시스템의 개인별 노무정보는 안전관리 및 노무관리 등의 관리되어야 할 항목이 많음에도 불구하고 현장출역정보에 해당하는 단순 출·퇴근 시간 정보 입력·전송이라는 극소적인 범위에서만 활용되는 한계가 있다[14]. 이러한 한계를 극복하기 위하여 본 연구에서는 정보 위주의 단순 출역관리 뿐만 아니라, 노무자 개인에게 발생하는 노무 안전 등의 추가 정보들을 통합관리할 수 있

도록 RFID 기술 기반의 출역관리를 통한 노무비 자동 산정 기술 시스템으로 구축하였다.

노무자 출역관리 시스템은 RFID카드 Tagging으로 수집된 노무자의 출역현황 기록을 기간별, 회사별, 공종별 등 다양한 형태의 시각화로 제공하였다. 출역관리의 대상이 되는 노무자의 정보는 개인별 노무비 단가, 소속회사, 공종, RFID 번호, 경력사항 등의 구체적인 항목으로 구성되어 있어, 노무자 및 회사에 대한 세부정보 파악이 가능하다.(Figure 6)

수집된 노무자의 출역정보를 기반으로 노무자의 노무비 산정 자료 및 추가근무시간 관리에 활용하였다. Figure 7과 같이 출역정보를 토대로 노무비 산정방식에 따른 기본수당이 계상되고, 추가근무 시간에 대한 특정 요율이 적용되어 노무비 자동 산정 절차에 따른 각 노무자별 기성금액을 책정한다. 지급된 기성금액의 정보는 비용관리의 지급 현황에 자동 전송되어 지급비용을 실시간으로 확인하고 관리할 수 있다. 구축된 RFID 기술 기반의 출역관리를 통한 노무비 자동 산정기술 시스템은 노무자 출역현황 관리는

Contract No	Work Package	Approved Budget	Awarded Contract	Contract to be Awarded	Total Contract to be Awarded	Approved Variations	Anticipated Variations	Total Estimated Variations	Latest Cost Estimate	Budget Variance	Payment Certified	%Paid
A101	Soil Investigation	1,389,000	1,389,000	-	1,389,000	-	-	-	1,389,000	-	-	0.00
B101	Test Piling	3,864,000	3,694,150	-	3,694,150	169,099	-	169,099	3,863,249	751	-	0.00
B202	Piling	67,213,000	37,287,894	-	37,287,894	26,900,582	3,000,000	29,900,582	67,188,476	24,524	66,111,000	98.40
C0101	Main Contract	937,702,000	928,748,690	-	928,748,690	682,000	4,985,928	5,667,928	934,416,618	3,285,382	513,748,000	54.98
C0301	Fire Shutter	6,332,000	-	6,332,000	6,332,000	-	-	-	6,332,000	-	-	0.00
C0701	Curtain Wall	162,624,000	162,623,009	-	162,623,009	-	9,042,833	9,042,833	171,665,842	9,041,842	-	0.00
C1001	BMU	3,810,950	3,810,950	-	3,810,950	-	-	-	3,810,950	-	-	0.00
D101	Mock-up Rooms - Guestrooms	8,000,000	1,837,517	-	1,837,517	-	6,268,483	6,268,483	8,106,000	106,000	-	0.00
D101-2D-1	Mock-up Rooms - Office	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.00
E0101	E&M Main Contract	463,819,000	493,766,280	-	493,766,280	-	12,820,000	12,820,000	506,586,280	42,767,280	-	0.00
E0301	ELV	27,600,000	-	-	-	-	-	-	-	27,600,000	-	0.00
E0601	AV System	14,000,000	-	14,000,000	14,000,000	-	-	-	14,000,000	-	-	0.00
F0101	Roadworks and Pavings	3,471,000	-	3,471,000	3,471,000	-	-	-	3,471,000	-	-	0.00
E2301	Laundry Equipment	7,000,000	-	7,000,000	7,000,000	-	-	-	7,000,000	-	-	0.00

Figure 9. Example of the project cost subsection

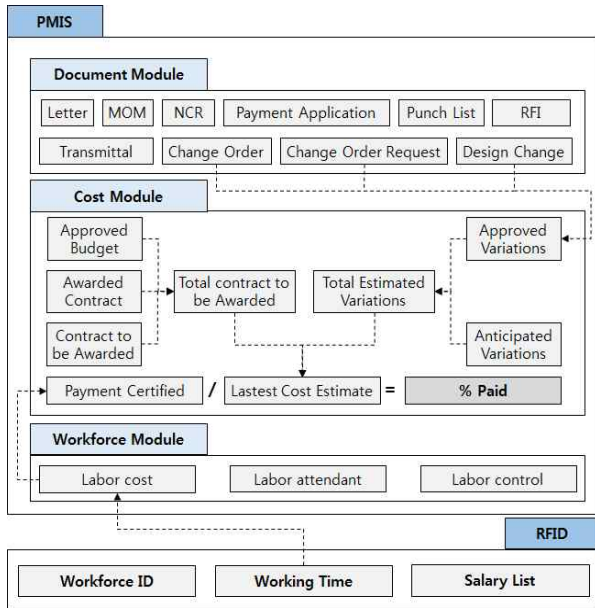


Figure 10. Process diagram of project cost management

또한 기본적인 인터넷 메일 시스템의 기능들과 동일하게 작성, 전달, 회신, 전체회신, 프린트 등의 다양한 기능들을 지원한다.

3.6.2 Databank

Databank는 자료실 개념의 기능으로 웹하드 기능을 대체해서 사용 할 수 있다. 프로젝트가 진행되면서 발생하는 각종 자료들을 종류별로 구분하여 축척 할 수 있으며, 축척된 다양한 건설정보들은 후속 건설 프로젝트에 활용할 수 있다.

3.6.3 Community

Community는 건설 사업관리 정보 시스템을 사용하는 공사 주체별 상호간의 공지나 토론을 할 수 있는 기능으로

Notice와 Bulletin board 메뉴로 구성되어 있다. Notice 항목은 프로젝트에 대한 공지사항을 등록·관리하며 이를 사용자에게 알리기 위한 알림 및 메일이 가능하다. 알림 대상자를 지정할 수 있고 설정을 통해 로그인시 팝업창으로 공지사항 전달이 가능하다. Bulletin Board는 게시판의 기능으로써, 프로젝트에서 일어나는 여러 안전들에 대하여 내용을 공유하거나 토론을 할 수 있는 기능이다. 댓글, 열람자, 열람자의 열람일시 조회 등의 기능을 제공하며, 하나의 주제에 대한 상호간의 토론을 진행 할 수 있는 토론 게시판도 구성하였다.

4. 시스템 유효성 검증 및 기대효과

4.1 시스템 유효성 검증

개발된 PMIS의 미국 건설 현장에 적용에 앞서 타당성을 검증하기 위하여 15년 이상 경력의 현지 사업관리 전문가 3명에게 시스템의 시험버전을 사용하게 한 후 설문조사를 실시하였으며, 5점 척도방식을 이용하였다. (Table 3) 설문내용은 일반사항, 문서관리, 노무관리, 프로젝트관리, 휴대 및 용이성의 5가지 범주에 해당하는 10문항으로 구성하였다.(Figure 11)

Table 3. Summary of survey

Purpose	validation test and usability inspection
Survey period	25-29, August, 2014
Survey target	3 project manager in US construction field (over 15 years of experience)
Method	Five-point scale (Excellent-Good-Average-Poor-Very Poor)
Result of survey	Total 258 point (average= 86point)

General
1. Evaluate overall user interface of the PMIS system. 2. Evaluate overall functionality of the PMIS system. 3. Evaluate the efficiency of the system compared to other fragmented software products on market.
Document Control
4. Evaluate the function that users can define document numbering structure, document templates, and approval process based on pre-defined project responsibility matrix. 5. Evaluate the function that PMIS will automatically send out notices to the responsible team or individuals
Workforce
6. Evaluate vein recognition and/or picture-taking function built into the gate pass system in terms of site safety and security management. 7. Evaluate the function of PMIS that can calculate labor hours based on user definable classification
Project Control
8. Evaluate the integrated function with Primavera P6 program. 9. Evaluate automated, real-time based labor hour calculation function of the PMIS system.
H/W-equipment
10. Evaluate overall design of gate pass system (hardware) in terms of size, mobility, and durability.

Figure 11. Questionnaire survey

설문조사 결과, 시스템의 UI(User Interface)와 전체적인 만족도 84%, 문서 서식, 번호체계, 내부 결제 시스템 만족도 87%, 노무자 출역처리 만족도 83%, 공정관리 소프트웨어와의 데이터 호환성 및 노무비 자동 산정을 통한 공사비산출 만족도 93%, RFID관련 장비의 만족도 80%로 조사되었다. 공정관리 소프트웨어의 데이터 활용 부분과 노무비 산정 기능에 대한 만족도가 가장 높게 측정되었으며, 전체 항목에 대하여 평균 85% 이상의 만족도를 나타냈다.(Figure 12)

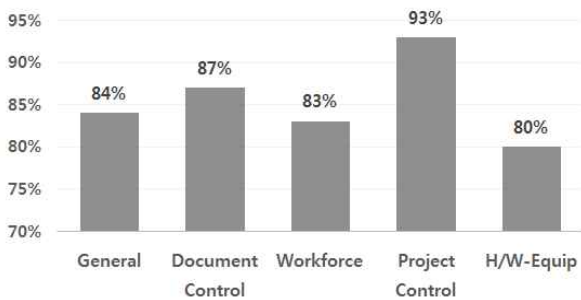


Figure 12. Survey result for measuring user satisfaction

추가적으로 이러한 만족도와 더불어 실제 미국 내 건설사에서 시스템의 구매가 이루어졌으며 이에 따라 본 연구를 통해 개발된 PMIS의 만족도 및 유효성이 검증되었다. 조사된 설문지는 Figure 13와 같다.

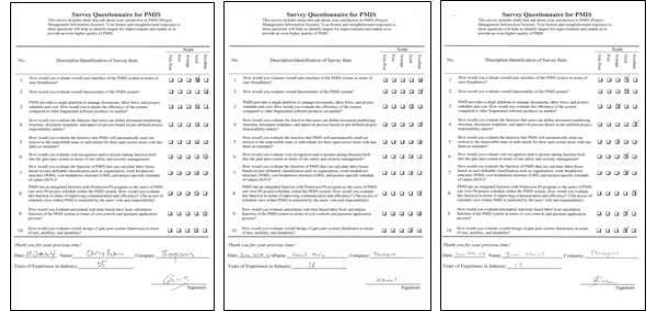


Figure 13. Data collection of signed survey

4.2 기대효과

본 연구를 통한 기대 효과는 아래와 같다.

4.2.1 미국 건설 IT 시장 신규 진출

기존 국내 건설기업의 수주지역이 대부분 중동과 아시아권에 편중되어 있었으나, 미국 시장의 진출로 인하여 시장 점유율이 낮은 북미지역의 점유율을 확대 할 수 있는 기회가 된다. 또한 신규 시장에 대한 진출로 인하여 국내 기업들의 해외 시장 진출 경로가 다양해질 것으로 예상된다.

4.2.2 수요처 기업의 건설관리 효율화

개발된 PMIS에 대한 사용자의 교육과 시스템 유지관리가 지속적으로 이루어질 경우, 수요처 기업은 효과적인 프로젝트 관리 및 고도의 건설 사업관리 기술을 보유할 수 있다. 기존 기술에서 진보한 RFID를 통한 노무자의 현황 파악, 기성비 책정은 노무관리에 대한 업무와 노무비 계산에 필요한 업무의 자동화 및 다양한 문서의 체계적인 통합관리 시스템을 제공하여 기업 내 자체적인 지식관리가 용이해질 것으로 판단된다. 따라서 수요처 기업의 후속 건설 프로젝트 수행 시, 본 연구의 PMIS를 활용함으로써, 축적된 다양한 건설정보의 활용을 통한 사업관리 효율화를 증대시킬 수 있다.

4.2.3 국내 건설 IT 기업의 해외 수요처 확대

건설 PMIS는 다양한 프로젝트 참여주체들에 의해 다르게 활용되어지기 때문에 본 연구에서 개발된 미국 현장관리 PMIS를 활용하여 개별 주체들을 위한 각각의 목적에 부합하는 시스템으로 수정·보완함으로써 적합한 기능을 제공할 수 있다. 또한 프로젝트 수행 시 다양한 참여관계자들과의 소통에 따른 홍보효과를 기대할 수 있어 추후 미

국 시장 확보의 기회를 마련할 수 있다.

5. 결 론

건설 프로젝트 전 생애주기의 효율적인 관리를 위한 PMIS 시스템 구축 시 해당 프로젝트의 특성 뿐 아니라 다양한 환경적 영향요소가 고려되어야 한다. 본 연구를 통해 미국 건설 프로젝트 관리 시스템 및 절차를 분석하고, 국내에서 주로 개발된 시스템과 해외에서 상용화된 유사시스템의 비교분석을 통하여 미국 건설현장에 특화된 기능을 탑재한 PMIS를 개발하였다. 개발된 PMIS의 영역별 관리 모듈들은 다양한 문서 생성 및 전자결제 기능을 시스템 내 포함하여 실시간 협업 및 체계적인 문서관리를 가능하게 하며, 공정관리 소프트웨어의 데이터를 시스템에 연계하여 진도현황을 실시간으로 파악할 수 있다. 마지막으로 문서관리 및 비용관리를 연계하여 통합 사업비 관리가 가능하도록 지원하고 있다. 개발된 시스템에 대한 설문조사 결과 기존의 정형화된 서비스를 제공하는 국외의 시스템보다 체계적이고 효율적인 프로젝트 관리가 가능할 것으로 판단된다. 본 연구결과로 개발된 PMIS를 통해 미국 및 해외 건설 IT시장 진출의 점진적인 확대를 기대할 수 있다. 향후 연구방향으로 해외 현장에 적용된 본 시스템의 평가 및 개선방안에 관한 연구가 필요하다.

요 약

최근 국내 건설 프로젝트 수행과정에서 발생하는 정보 관리 기술의 고도화를 위해 IT기술을 활용한 건설 사업관리 정보시스템(Project Management Information System, PMIS)이 개발되어 활용되고 있다. 국내에서 개발된 PMIS는 국내 건설 프로젝트뿐만 아니라 국내 건설 기업이 수행하는 일부 해외 프로젝트에도 제한적으로 적용되고 있다. 본 연구는 국내 기술로 개발된 PMIS를 미국 건설IT 시장에 특화된 시스템으로 개발하는 것을 목적으로 수행되었다. 미국 건설 IT시장은 주로 미국 기반의 IT 기업에 의해 개발된 제품들이 독과점으로 선점하고 있으나, 최근 차별화된 기술 경쟁력 및 시장전략을 통해 시장을 확보해 나가는 기업이 증가하고 있다. 시스템 개발을 위한 선행연구로 국내와 해외에서 상용화된 시스템을 분

석하였고, 미국 건설 프로젝트 수행 시 계약, 공정, 원가 관리의 핵심요소를 분석하여 PMIS의 요구기능을 정립하였다. 이를 바탕으로 개발된 PMIS는 내부 전자결제 시스템을 포함한 문서관리 모듈과 실비정산 기반의 노무비 자동 산정 모듈, 진도관리 모듈을 통해 통합 사업비관리를 지원한다. 또한 개발된 시스템을 현지 건설 사업관리 전문가를 대상으로 설문조사를 실시하여 타당성을 검증하였다. 본 연구를 통해 개발된 PMIS는 미국 건설 산업에 특화된 시스템으로써 미국 건설 IT 시장 뿐 아니라, 해외 타 수요처 적용 측면에서 점진적 확대를 기대한다.

키워드 : 건설 사업관리 정보시스템, 미국 건설 시장, 정보기술, 건설 프로젝트 관리, 실비정산 비용지불

Acknowledgement

This research was supported by the research fund from the Korea University of Technology and Education, 2013.

References

1. Han JG, Kwon SW, Cho MY. Development of Labor Management System Based on RFID Technology for Construction Field. Proceedings of Korea Institute of Construction Engineering and Management; 2007 Nov 9–10; Busan, Korea, Seoul (Korea): Korea Institute of Construction Engineering and Management; 2007. p. 853–8.
2. Park HK. A Case Study on Developing and Applying Web-Based PMIS system to SOC Project. The Journal of Korean Society of Civil Engineers. 2005 Jun;25(2D):297–304.
3. Yoon JH, Moon YI. The Study of Project Management Information System Establishment for Construction. Korean Journal of Construction Engineering and Management, 2002 Jun;3(4):132–8.
4. Lee SW, Park SH, Han SH, Kim DY. Evaluating the Performance of Owner 's Project Management Information System. Proceedings of Korea Society of Civil Engineers; 2006 Oct 12–13; Gwangju, Korea, Seoul (Korea): Korea Society of Civil Engineers; 2006. p. 962–7.
5. Yoo WH, Lee HS. A Case Study on the Development Strategy of Project Management Information System. Proceedings of

-
- Korea Institute of Construction Engineering and Management; 2004 Nov 6; Seoul, Korea, Seoul (Korea): Korea Institute of Construction Engineering and Management; 2004, p. 127–34.
6. Chan SL, Leung NN. Prototype Web-Based Construction Project Management System, *Journal of Construction Engineering and Management*, 2004 Dec;130(6):935–43.
 7. Raymond L, Bergeron FO. Project Management Information System: An Empirical Study of Their impact on Project Managers and Project Success, *International Journal of Project Management*, 2008 Feb;26(2): 213–20.
 8. Vaughan JL, Learnin ML, Liu M, Jaselskis E. Cost-Benefit Analysis of Construction Information Management System Implementation: Case Study, *Journal of Construction Engineering and Management*, 2013 Aug;139(4): 445–55.
 9. Nitithamyong P, Skibniewski MJ. Success/Failure Factors and Performance Measures of Web-Based Construction Project Management Systems: Professionals' Viewpoint, *Journal of Construction Engineering and Management*, 2006 Jun;132(1):80–7.
 10. Doloi H. Rationalizing the Implementation of Web-Based Project Management Systems in Construction Projects Using PLS-SEM, *Journal of Construction Engineering and Management*, 2014 Jun;140(7).
 11. Yu JH, Lee HS. Success Factors for Implementing Construction Project Management Information Systems (PMIS) based on the Characteristics of Construction Management Tasks, *Journal of Architectural institute of Korea*, 2004 May;20(5):103–10.
 12. Cutting waste and saving money through contracting reform [Internet]. Office of federal procurement policy; 2010 July[cited 2010 July 7]. 2p. Available from:
http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/omb/assets/blog/Update_on_Contracting_Reforms.pdf
 13. Cost reimbursement contracting by executive agencies report to congress [Internet]. Office of federal procurement policy; 2011 July[cited 2011 July 8]. 9p. Available from:
<http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/omb/procurement/reports/cost-reimbursement-contracting-by-executive-agencies-report-to-congress.pdf>
 14. Chang SH, Song NH, Lee CS. The State of Art of RFID Technology for Construction Project in Korea, *Proceedings of Korea Institute of Construction Engineering and Management*; 2007 Nov 9–10; Busan, Korea, Seoul (Korea): Korea Institute of Construction Engineering and Management; 2007, p. 819–22.