액티비티 기반의 EVM - PMIS 통합모델 구축

The Establishment of an Activity-Based EVM - PMIS Integration Model

나 광 태*

Na, Kwang-Tae

강 병 희**

Kang, Byeung-Hee

Abstract

To establish an infrastructure for technology and information in the domestic construction industry, several construction regulations pertaining to construction information have been institutionalized. However, there are major problems with the domestic information classification system, earned value management (EVM) and project management information system (PMIS).

In particular, the functions of the current PMIS have consisted of a builder-oriented system, and as EVM is not applied to PMIS, the functions of reporting, analysis and forecast for owners are lacking. Moreover, owners cannot confirm information on construction schedule and cost in real time due to the differences between the EVM and PMIS operation systems. The purpose of this study is to provide a framework that is capable of operating PMIS efficiently under an e-business environment, by providing a proposal on how to establish a work breakdown structure (WBS) and an EVM - PMIS integration model, so that PMIS may provide the function of EVM, and stakeholders may have all information in common.

At the core of EVM - PMIS integration is the idea that EVM and PMIS have the same operation system, in order to be an activity-based system.

The principle of the integration is data integration, in which the information field of an activity is connected with the field of a relational database table consisting of sub-modules for the schedule and cost management function of PMIS using a relational database management system. Therefore, the planned value (PV), cost value (CV), actual cost (AC), schedule variance (SV), schedule performance index (SPI), cost variance (CV) and cost performance index (CPI) of an activity are connected with the field of the relational database table for the schedule and cost sub-modules of PMIS.

Keywords : Domestic Construction Information Classification Structure, Work Breakdown Structure, Earned Value Management, Project Management Information System, Activity, Data Integration

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

건설업체의 원활한 구조조정 및 해외경쟁력 강화 등을 위하여 1990년대 말부터 선진화된 건설정책 수립의 필요성이 제기되었다. 따라서 공공건설사업 효율화 종합대책, 건설사업관리 (construction management, 이하 CM)방식, 공정-공사비 통합 관리(earned value management, 이하 EVM,) 등과 같은 여러 시책들이 정부주도 하에 제정되어 시행되고 있다. 특히 상기 시책들의 일환으로 건설산업에 있어서 지식과 정보의 기반구조를 확립하기 위하여 계약자 통합기술정보서비스(contractor integrated technical information service, 이하 건설CTIS), 건축공사 수량산출기준, EVM, 프로젝트관리 정보시스템(project management information

system, 이하 PMIS), 통합건설정보 분류체계 적용기준(이하 건설정보 분류체계) 등과 같은 정보화관련 법규의 적용을 제도화하였다. 그러나 국내의 건설정보화는 실무 활용의 측면에서 다음과 같은 주요 문제점들을 내포하고 있다.

- 1) 현행 「건설정보 분류체계」는 대중분류까지만 공고되어 하위의 소분류항목이 없다. 그리고 공중분류는 건축공사 수량산출기준 지침서와 상이하여 서로 연계가 되지 않는다.
- 2) 국내의 EVM은 미국의 국가표준(ANSI/EIA-748 -1998)과 같은 활용을 위한 국가적 지침이나 표준절차 등이 아직 공식적으로 제시되지 않았다.
- 3) 현행 PMIS의 기능은 일정기간별로 발생된 현황자료를 취합하여 개인용 컴퓨터를 통해 가시화하는 형태로 되어 있다. 그리고 자료수집 기능과 의사소통의 도구로서만 이용되고 있으며, 시공자의 현장관리 위주의 시스템으로 되어 있다. 따라서 EVM과 같은 CM요소기술 등이 적용되지 않아 발주

* 정회원, 동아대 대학원 공학박사

** 정회원, 동아대 건축공학과 교수, 공학박사

자를 위한 보고, 분석, 예측기능이 매우 미비하다고 판단된다. 또한 상용 프로그램을 이용한 EVM의 운용체계와 PMIS가 서로 분리된 체계로 운용되고 있어, 실시간으로 공정 및 공사비정보를 확인할 수 없는 실정이다.

이에 본 연구에서는 PMIS가 EVM기능을 제공할 수 있는 방안과 사업 참여자들이 제반정보를 공유할 수 있는 방안의 일환으로서, PMIS를 계약관리의 핵심인 EVM을 제공할 수 있는 기능체계로 전환시키고자 한다. 따라서 EVM운용의 필수적 전제조건인 WBS의 구축방안과 EVM - PMIS의 통합운용이 가능한 PMIS의 기능모델을 제안하여 e-비즈니스업무환경 하에서 PMIS를 효율적으로 운용할 수 있는 틀(framework)을 제안하는 것을 연구의 목적으로 한다.

1.2 연구범위 및 방법

본 연구는 국내 건설산업에 있어서 웹(web) 기반으로 운용이 가능한 EVM - PMIS의 통합기능모델에 관련된 내용에 국한된다. 이에 따라 EVM과 연계가 가능한 PMIS의 기능구조에 대한 방법론으로서 틀을 제안하는 것이며, 그 방법 및 절차는 다음과 같다.

- 1) 관련문헌의 고찰과 현장 및 사례조사를 통해 국내 건설정보화의 제도적 현황과 문제점 등을 파악한다.
- 2) EVM - PMIS의 통합을 위한 전제적 필수조건인 작업분류체계(work breakdown structure, 이하WBS)를 구축하기 위하여 실제 공사프로젝트에 현행 건설정보 분류체계를 적용하는 방식을 통해서 액티비티(activity)를 생성한다.
- 3) 건설업계의 보편적 범위 내에서 PMIS의 기본기능을 미리 설정하고, 건설업체 본사의 통합관리 정보시스템과 PMIS의 연계구조를 밝혀 EVM-PMIS의 통합기반을 정립한다.
- 4) 데이터베이스 설계기법을 이용하여 관련정보 분석자료에서 개체(entity)와 속성(attribute)을 도출하여 통합모델의 기능구조도의 틀을 제안한다.
- 5) 상용프로그램을 사용하여 PMIS의 기능구현을 확인한다.
- 6) EVM - PMIS 통합모델의 예상되는 효용성을 밝히고, 통합모델의 운용을 위해 제도적 개선이 요구되는 현행 법규상의 문제점을 향후의 연구과제로서 도출시킨다.

2.. 국내 건설정보 관리제도의 문제점

2.1 건설정보 분류체계 적용상의 문제점

- 1) 분류체계의 항목은 대분류까지만 공고되어 하위의 소분류 항목이 정립되지 않았다.
- 2) 공종분류는 도급내역서 공종 및 작성방법의 표준화를 위해 제정된 건축공사 수량산출기준 지침서와 상이하여 서로 연계가 되지 않는다.

2.2 EVM 적용상의 문제점

- 1) 계약금액을 불변가로 하고 있어 물가상승이나 설계변경으로 인한 증액 시 관리기준에 잦은 변경을 가져와 일관적인 관리 기준을 지속적으로 유지하기 어렵다.
- 2) 국내 사업예산제도는 예비비를 고려하지 않고, 결과위주의 사업관리방식을 채택하고 있어 공사수행 중 문제점 발생에 따른 만회대책을 적기에 수행할 수 없다.
- 3) 공사비배정이 공정계획상의 관리기준공정표와 무관하게 연도별, 분기별로 편성되고 있어 공사진행 중 소요물량과 투입비용 사이의 비교분석에 의한 공사비 증감예측이 어렵다.
- 4) 국가계약법 중 장기계속계약제도의 연차별계약의 경우 당해 연도의 예산확보만을 규정하고 있어 EVM의 적용에 있어 전체공사비에 대한 공사비 배분이 사실상 어렵다.
- 5) 내역중심의 공사관리로 인해 현장에서는 기성금 신청항목과 공정관리를 위한 항목간에 차이가 발생하게 되어 공사진행 중 소요물량과 투입비용 사이의 비교분석에 의한 공사비 증감예측이 어렵게 된다.

2.3 PMIS 운용상의 문제점

- 1) EVM운용의 주목적은 실시간으로 공정 및 공사비정보를 확인하여 필요한 시기에 적절한 조치를 취하는 것이다. 그러나 현행 PMIS의 기능은 일정기간별로 발생된 현황자료를 취합해서 개인용 컴퓨터를 통해 가시화하는 형태로 되어 있고, 자료수집 기능과 의사소통의 도구로서만 이용되고 있다. 또한 그 기능구성은 시공자의 현장관리 위주의 시스템으로 되어 있다. 따라서 EVM과 같은 CM요소기술 등이 적용되지 않아 발주자를 위한 보고, 분석, 예측기능이 매우 미비하다.
- 2) 상용 프로그램을 이용한 EVM의 운용체계와 PMIS가 서로 분리된 체계로 운용되고 있어 발주자가 실시간으로 공정 및 공사비정보를 확인할 수 없는 실정이다.

3. EVM - PMIS 통합기반 정립

3.1 WBS 구축에 의한 액티비티 생성

효과적인 WBS의 구축 없이는 효과적인 EVM의 운용이 불가능하므로 실제 공사프로젝트에 현행 건설정보 분류체계를 적용하는 방법을 통해 EVM활용의 전제조건으로서 현행 건설정보 분류체계를 분석하여 문제점을 도출하고 선결과제로서의 WBS 구축방안을 제시한다.

3.1.1 대상프로젝트에 국내 건설정보 분류체계의 적용

우선 연구의 진행과정에 필요한 제반정보를 구하기 위하여 국내의 건축공사 프로젝트 1개소를 선정하였으며, 대상프로젝트의

공사범위를 WBS로 나타내고자 현행 「건설정보 분류체계」를 적용하였다.

3.1.2 적용결과에 따른 국내 건설정보 분류체계의 문제점

현행 「건설정보 분류체계」의 적용결과, 표 1에 나타난 바와 같이 문제점들이 도출되었다.

3.1.3 국내 건설정보 분류체계의 문제점에 대한 대응방안

현행 「건설정보 분류체계」는 소분류항목의 미비로 구체적인 공종 및 자원분류가 되지 않기 때문에 본 연구에서는 현행 번호체계를 따르지 않았고, 현행 「건설정보 분류체계」 적용시 나타나는 문제점들을 해결하고자 부위를 대부위와 소부위로, 공종을 대공종과 소공종으로 이분하여 정보위계를 「시설물-공간-대부위-대공종-소부위-소공종」으로 제안하였고, 소부위와 소공종을 연계하여 하나의 워패키지(work package, 작업단위)가 생성되도록 하였다.

3.1.4 대상프로젝트의 WBS 구축과정

대상프로젝트의 공사범위에 본 연구에서 제안한 정보위계를 적용하여 WBS를 구축하는 과정은 다음과 같다.

1) Level 1 (프로젝트 명칭)

최상위 단계인 레벨 1은 프로젝트명으로서 당해프로젝트는 진해정보시설 프로젝트이다.

2) Level 2 (시설물)

시설물이라는 분류관점(facet)으로 대상현장의 공사범위를 분류하면 기존건물(X0000)과 신축건물(N0000)로 구분된다.

3) Level 3 (공간)

공간이라는 분류관점으로 상위단계 시설물인 기존건물(X0000)을 분류하면 외부부지(X1000)와 건물(X2000)로, 신축건물(N0000)을 분류하면 외부부지(N1000)와 건물(N2000)로 구분된다.

표 1. 현행 건설정보 분류체계의 적용 시 문제점의 예

문제점	사례
소분류항목의 미비로 공종 및 자원의 연계관리 불가	소분류항목이 정립되어 있지 못하기 때문에 건교부에서 제시한 위계(시설물-공간-부위-공종-자원)에 따른 WBS의 작성이 곤란하며, 공종 및 자원의 연계관리가 되지 않는다. 예 : 벽돌공사의 경우 시멘트벽돌쌓기, 경량벽돌쌓기, 적벽돌 쌓기, 내화벽돌쌓기 등의 구분이 없다.
일부공종의 부재	외단열 마감공사(exterior insulation and finish system)에 대한 공종번호가 없다.
부호체계의 복잡성	설계도면에 대한 분류체계에는 적용가능하나 WBS에 적용시 시설, 공간, 부위, 공종에 대해 각각의 부호를 표기하므로, 복잡한 형태로 표현되어 인식 및 의미의 파악에 문제가 있다. 예 : 해군시설 신축건물 2층바닥 철근가공 및 배근의 표기 : F5233S136E241W3033

문제점	사례
구체적인 액티비티의 표기 불가	최하위단계인 워패키지에 속하는 각 액티비티들이 일부 공종에서 일률적으로 표기되기 때문에 공종 및 자원 분류가 되지 않는다. 예 ; 옥외부지 내에 있는 콘크리트 보도, 경사로, 받침대(Pad), 경계석 등에 대한 설치, 복구 또는 보수를 표기하는 경우 「W2108 도로공사 부대공」으로서 일률적으로 표기된다. (콘크리트보도설치→도로공사부대공, 콘크리트보도복구→도로공사 부대공, 콘크리트경계석설치→도로공사부대공, 콘크리트받침대설치→도로공사 부대공)
부위구분이 모호한 공종의 표현	경량철골 반자틀, 천정 석고판, 벽 석고판, 천정 흡음판 설치 등에 대한 공종표시는 부위구분이 안되는 「W3143 벽판설치 및 천정마감」으로 일률적으로 표기된다. (경량철골반자틀설치→벽판설치 및 천정마감, 천정석고판설치→벽판설치 및 천정마감, 천정흡음판설치→벽판설치 및 천정마감)

4) Level 4 (대부위)

기존건물 외부부지 공간(X1000)에 대한 공사범위는 기존 상·하수도관 및 오·배수관, 포장도로 등에 대한 해체공사이고, 기존 건물 공간(X2000)역시 목조건물에 대한 해체공사가 수행된다. 이것을 대부위라는 분류관점에서 보면 유틸리티부위(X1100)와 목조건물부위(X2100)으로 구분된다. 신축건물에 있어서 외부부지 공간(N1000)은 대부위의 분류관점에서 보면 유틸리티(N1100)로, 건물공간(N2000)은 지하기초(N2100), 지상골조(N2200), 외부마감(N2300), 내부마감(N2400), 지붕(N2500), 유틸리티(N2600) 부위로 구분된다. 이와 같은 방식으로 분류한 WBS는 표 2에 나타난 바와 같다.

3.1.5 대상현장의 액티비티 생성

일반적으로 WBS의 최하위단계에서 워패키지를 생성하고 하나의 워패키지는 하나 또는 그 이상의 액티비티로 구성된다. 본 연구에서는 소부위와 소공종을 연계하여 워패키지가 생성되도록 했고, 일대일 대응개념으로서 하나의 액티비티와 관리계정(control account, CA)을 갖도록 단순화 시켜서 WBS를 구축했다. 따라서 생성된 액티비티를 기준으로 하여 공정표가 작성되는데 동일한 식별부호 아래에서 공정과 공사비가 통합될 수 있도록 연계하였다. 또한 시설물-공간-대부위-대공종-소부위 단계까지 하향식으로 순차적 번호를 부여했고, 동일한 위계의 단계에서는 좌에서 우로 순차적 번호를 부여하였다. 소부위와 소공종이 연계되어 생성된 각 워패키지의 액티비티는 하향식이면서 좌에서 우로 순차적 번호를 부여하였다.

계층구조 형식으로 나타난 대상프로젝트의 WBS 중 외부부지의 일부분에 대한 예가 그림 1에 나타나 있다.

그림 1. 대상현장 WBS 위계표시의 예

3.1.6 PMIS로 통합되는 EVM의 액티비티 정보항목

본 연구에서는 PMIS로 통합되는 EVM의 정보항목을 계획공사비(planned value, PV), 달성공사비(earned value, EV), 실투입비(actual cost, AC), 공정편차(schedule variance, SV), 공사비 편차(cost variance, CV), 공정수행지수(schedule performance index, SPI), 공사비지출지수(cost performance index, CPI)로 설정하였다.

3.2 PMIS 기능구성의 기본방향 설정

3.2.1 EVM - PMIS 통합모델의 기본기능 모듈의 범위

본 연구에서는 EVM을 통합시키는 PMIS의 기본기능 모듈에 대해 보편적인 범위로서 사업관리, 계약행정관리, 공정관리, 공사비관리, 품질관리, 시공관리, 설계관리, 안전/환경관리의 8개 관리를 PMIS의 기능을 구성하는 기본모듈로 설정하였다.

3.2.2. e-비즈니스 기반의 통합정보관리시스템과

PMIS의 연계

최근의 e-비즈니스 업무환경에 따른 건설업체의 통합정보 관리 시스템은 그림 2에 나타난 바와 같이 경영진정보시스템, 지식 관리시스템, 공급망관리, 고객관계관리와 연계된 전사적 자원관리 시스템에 현장관리를 위한 PMIS가 추가되어 있다. 그리고 전사적 자원관리(enterprise resource planning, ERP)가 그 주축이 되는데 주요 정보기술체계는 다음과 같다.

- 1) 사용자 중심의 그래픽 사용자 인터페이스(graphical user interface, GUI)방식

- 2) 질의어로서 구조화 조회언어(structured query language, SQL)를 사용하는 관계형 데이터베이스 관리시스템
- 3) 데이터 모델링 도구, 프로젝트 관리도구 등을 내장한 컴퓨터이용 소프트웨어 공학 도구(computer-aided software engineering tool, CASE tool)의 기능 시스템
- 4) 클라이언트/서버구조(client/server architecture)의 개방형 시스템
- 5) 보안이나 보호유지를 위한 객체지향 시스템(object-oriented system)

표 2. 표 형식으로 나타낸 대상프로젝트의 WBS

시설물	공간	대부위	대공종	소부위	소공종	ACTIVITY CODE
X 0000 기존 건물	X1000 외부 부지	X1100 유틸 리티	X1110 해체공사	X1111아스팔트 포장도로	W001 해체공사	X1111W001
				X1112 콘크리트보도	W002 해체공사	X1112W002
				X1113 상수도관	W003 해체공사	X1113W003
				X1114 배수관	W004 해체공사	X1114W004
	X2000 건물	X2100 목조 건물	X2110 해체공사	X2111 지붕	W005 해체공사	X2111W005
				X2112 벽	W006 해체공사	X2112W006
				X2113 기초	W007 해체공사	X2113W007
N 0000 신축 건물	N1000 외부 부지	N1100 유틸 리티	N1110 콘크리트 공사	N1111 콘크리트 포장도로	W008 콘크리트타설	N1111W008
					W009 경사로설치	N1111W009
				N1112 콘크리트 보도	W010 보도설치	N1112W010
					W011 기존보도복구	N1112W011
					W012 경계석설치	N1112W012
					W013 기존경계석 복구	N1112W013
					W014 받침대설치	N1112W014
			N1120 포장공사	N1121 아스팔트 포장도로	W015 아스콘포설	N1121W015
					W016 주차선표시	N1121W016
			N1130 잡철물 공사	N1131 울타리	W017 철망울타리 설치	N1131W017
				N1132 난간	W018 철제난간설치	N1132W018
			N1140 전기설비 공사	N1141 옥외배전 설비	W019 토공사	N1141W019
					W020 전선관설치	N1141W020
					W021 가로등설치	N1141W021
					W022 전기맨홀설치	N1141W022
					W023 배선공사	N1141W023
					W024 변압기설치	N1141W024
				N1142 옥외통신 설비	W025 토공사	N1142W025
					W026 통신관설치	N1142W026
					W027 케이블매설	N1142W027
					W028 통신맨홀설치	N1142W028
			N1150 기계설비 공사	N1151 하수/오수 설비	W029 기존전주이설	N1142W029
					W030 기존CCTV 이설	N1142W030
					W031 토공사	N1151W031
					W032 오수관매설	N1151W032
			N1150 기계설비	N1152 옥외 배수설비	W033 오수맨홀설치	N1151W033
					W034 기존맨홀보수	N1151W034
					W035 토공사	N1152W035
					W036 배수관매설	N1152W036

시설물	공간	대부위	대공종	소부위	소공종	ACTIVITY CODE
N 0000 신축 건물	N2000 건물	N2100 지하 기초	공사	N1153 송수관로 설비	W037 배수맨홀설치	N1152W037
					W038 기존맨홀보수	N1152W038
					W039 토공사	N1153W039
					W040 상수도관매설	N1153W040
					W041 터파기	N2111W041
		N2100 토공사	N2110 토공사	N2111 줄기초	W042 되메우기	N2111W042
					W043 거푸집설치	N2121W043
			N2120 콘크리트 공사	N2121 줄기초판	W044 철근배근	N2121W044
					W045 콘크리트타설	N2121W045
					W046 거푸집설치	N2122W046
				N2122 줄기초벽	W047 철근배근	N2122W047
					W048 콘크리트타설	N2122W048
					W049 단열재설치	N2122W049
					W050 골재깔기	N2122W050
					W051 용접철망깔기	N2211W051
					W052 콘크리트타설	N2211W052
		N2200 지상 골조	N2210 콘크리트 공사	N2211 지반면 바닥판	W053 거푸집설치	N2212W053
					W054 철근배근	N2212W054
			N2212 1층벽	N2213 계단	W055 콘크리트타설	N2212W055
					W056 거푸집설치	N2213W056
					W057 철근배근	N2213W057
					W058 콘크리트타설	N2213W058
			N2214 2층바닥판	N2215 2층벽	W059 거푸집설치	N2214W059
					W060 철근배근	N2214W060
					W061 콘크리트타설	N2214W061
			N2216 지붕바닥판	N2217 2층벽	W062 거푸집설치	N2215W062
					W063 철근배근	N2215W063
					W064 콘크리트타설	N2215W064
			N2218 지붕바닥판	N2219 2층벽	W065 거푸집설치	N2216W065
					W066 철근배근	N2216W066
					W067 콘크리트타설	N2216W067
		N2300 외부 마감	N2310 외단열 공사	N2311 1층외벽	W068 외단열공사	N2311W068
					W069 외단열공사	N2312W069
				N2312 2층 외벽	W070 손스침설치	N2321W070
			N2320 잡철물 공사	N2322 지붕처마	W071 흙통공사	N2322W071
					W072 비닐타일 붙임	N2411W072
		N2400 내부 마감	N2410 수장공사	N2411 1층바닥	W073 석고판설치	N2412W073
					W074 반자틀설치	N2413W074
				N2413 1층천정	W075 석고판설치	N2413W075
					W076 흡음판설치	N2413W076
				N2414 2층바닥	W077 비닐타일 붙임	N2414W077
					W078 석고판설치	N2415W078
				N2416 2층천정	W079 반자틀설치	N2416W079
					W080 석고판설치	N2416W080
				N2420 타일공사	W081 흡음판설치	N2416W081
					W082 타일붙이기	N2421W082
			N2430 도장공사	N2431 1층	W083 타일붙이기	N2422W083
					W084 바닥강화제 바름	N2431W084
					W085 내벽도장	N2431W085

시설물	공간	대부위	대공종	소부위	소공종	ACTIVITY CODE
N 0000 신축 건물	N2600 유틸 러터	N2600 유틸 러터	N2432 2층	N2440 카펫공사	W086 내벽도장	N2432W086
					W087 카펫깔기	N2441W087
			N2450 창호공사	N2451 1층	W088 창호및유리 공사	N2451W088
					W089 창호및유리 공사	N2452W089
			N2500 지붕	N2510 기와공사	W090 단열재 설치	N2511W090
					W091 한식기와설치	N2511W091
			N2610 전기설비 공사	N2611 1층내부	W092 전선관설치	N2611W092
					W093 전력전선인입	N2611W093
					W094 전등전선인입	N2611W094
					W095 조명기구설치	N2611W095
				N2612 2층내부	W096 전선관설치	N2612W096
					W097 전력전선인입	N2612W097
					W098 전등전선인입	N2612W098
					W099 조명기구설치	N2612W099
			N2620 소방설비 공사	N2621 1층내부	W100 전선인입	N2621W100
					W101 감지기설치	N2621W101
					W102 기구설치	N2621W102
				N2622 2층내부	W103 전선인입	N2622W103
					W104 감지기설치	N2622W104
			N2630 통신설비	N2631 1층내부	W105 기구설치	N2622W105
					W106 통신선인입	N2631W106
				N2632 2층내부	W107 기구설치	N2631W107
					W108 통신선인입	N2632W108
					W109 기구설치	N2632W109
			N2640 기계설비 공사	N2641 1층내부	W110 공기조화배관	N2641W110
					W111 덕트설치	N2641W111
					W112 덕트보온	N2641W112
					W113 급수배관	N2641W113
					W114 급수관보온	N2641W114
					W115 오수통기관 설치	N2641W115
					W116 환풍기설치	N2641W116
					W117 위생기구설치	N2641W117
				N2642 2층내부	W118 공기조화배관	N2642W118
					W119 덕트설치	N2642W119
					W120 덕트보온	N2642W120
					W121 급수배관	N2642W121
					W122 급수관보온	N2642W122
				N2643 3층내부	W123 오수통기관 설치	N2642W123
					W124 환풍기설치	N2642W124
					W125 위생기구설치	N2642W125

6) 웹(web)기반의 전자자료 교환체계 및 CALS/EC 연계시스템
따라서 관계형 데이터베이스 관리시스템, 전자자료 교환체계
등으로 운용되고 있는 전사적 자원관리 시스템에 현장의 PMIS를
연계하려면 웹을 기반으로 하여 동일한 운영체제가 유지되어야
한다.

그림 2. e-business 기반의 통합정보관리 시스템

4. 액티비티 기반의 EVM - PMIS 통합모델 구축

4.1 EVM - PMIS 통합방안

4.1.1 통합의 핵심적 요소

WBS에서 생성된 액티비티를 가지고 EVM을 운용하는바, 액티비티 기반의 EVM을 PMIS에 연계하려면 근본적으로 운용체계가 서로 같아야 한다. 즉, EVM과 PMIS를 동일한 운용체계인 액티비티 기반으로 구성한다.

4.1.2 통합의 원리

EVM - PMIS 통합에 있어서 PMIS는 본래의 고유기능을 구현하면서 EVM의 액티비티 정보항목을 받아들여야 한다. EVM과 PMIS의 통합은 EVM이라는 방법론을 PMIS라는 체계에 접목시키기 위하여 EVM의 관리단위인 액티비티의 정보항목(데이터)을 관계형 데이터베이스 관리시스템을 이용하여 PMIS의 공정 및 공사비 관리기능의 하위모듈을 구성하는 데이터베이스 테이블의 각 항목으로 연계시켜 PMIS의 기능요소를 구성한다는 것을 의미하는 자료의 통합(data integration)이다. 이 개념은 EVM과 PMIS를 운용하는 각각의 프로그램을 통합한다는 의미가 아니다. EVM을 운용하는 액티비티의 정보항목은 계획공사비, 달성공사비, 실 투입비, 공정편차, 공사비편차, 공정수행지수, 공사비지출지수이다. 이 정보항목의 자료들은 아래의 그림 3에 나타난 바와 같이 PMIS 내에서 공정 및 공사비관리의 하위모듈을 구성하는 관계형 데이터베이스 테이블의 각 항목으로 연계되어 통합된다.

4.2 액티비티 기반의 PMIS 하위기능모듈의 도출

4.2.1 모듈 도출을 위한 관련정보의 수집 및 분석

EVM이 연계된 PMIS의 하위기능모듈을 도출하고자 관련정보

를 수집했다. 이를 바탕으로 PMIS의 기능구성에 필요한 기능요소를 파악하고 PMIS의 기능요소와 연계되는 공사관리업무의 절차와 방법을 분석하였는데 그 내용은 표 3에 나타난 바와 같다.

그림 3. EVM - PMIS 통합의 원리

표 3. PMIS 기능요소 도출을 위한 관련정보의 수집

구분	관련정보	분석내용
PMIS기능	국내 6개 프로젝트의 PMIS 사례	PMIS를 구성하고 있는 기본모듈
공사관리 업무	국내 1개 건설업체의 업무 프로세스 분석보고서, 저자의 선행연구에서 도출한 국내건설사업관리자의 관리 기능 요소	업무처리절차와 방법
데이터베이스 설계기법	데이터 모델링방식	실체관계도, 자료흐름도

4.2.2 도출방법 및 절차

EVM의 운용모델이 액티비티 기반이고 PMIS 모델도 액티비티 기반이면 상호연계가 가능하다는 전제조건을 충족시키고자 아래와 같은 방법과 절차를 통해 PMIS의 하위 기능모듈을 도출하였다.

- 1) 표 3의 분석자료를 바탕으로 데이터베이스 설계기법 중 데이터 모델링방식을 이용하여 우선적으로 하위모듈들을 도출한다. 그 방법은 그림 4에 나타난 바와 같이 정보를 관리할 필요가 있는 대상들을 개체로 도출하고, 각 개체마다 개체가 관리해야할 정보항목들을 속성으로 도출시킨 후 미리 설정한 PMIS의 기본기능 모듈별로 분류한다.

그림 4. 개체와 속성의 예

- 2) 기본모듈 명칭별로 분류된 개체들을 그림 5와 같이 공사관리 업무의 절차와 방법의 관점에서 순차적으로 개체[실체]관계도(entity relationship diagram, ERP) 형식으로 배열 및 전개한 다음 각 개체별로 주식별자(primary identifier)와 외래식별자(foreign identifier)를 확인한다.
- 3) 관계형 데이터베이스 시스템에 부합되는 형식으로 전환하기 위하여, 모든 개체들을 테이블(table)로 변환시키고 기본모듈 명칭별로 테이블 관계도를 작성하여 PMIS를 구성하는 하위모듈들을 설정한다.
- 4) 테이블 관계도에서 배열된 각 테이블들이 데이터베이스 시스템 내에서 연결되어 운용이 될 수 있도록 기본키(primary key)와 외래키(foreign key)를 설정하여 각 데이터베이스의 테이블을 완성시킨다.
- 5) 최종적으로 액티비티 기반의 모듈을 관계형 데이터베이스의 연계도 형식으로 도형화하여 EVM과 PMIS를 통합하는 하나의 틀을 제안한다.

그림 5. 공사관리업무의 절차와 방법에 따른 개체관계도의 예

그림 6. 관계형 데이터베이스 테이블관계도의 예

4.3 통합모델

4.3.1 PMIS 기본 기능모듈

기본 기능모듈은 미리 설정된 바와 같이 사업관리, 계약행정관리, 공정관리, 공사비관리, 설계관리, 시공관리, 품질관리, 안전/환경관리모듈이다

4.3.2 PMIS 하위 기능모듈

8개의 기본모듈이 갖는 각 하위모듈들은 그림 8에서 15에 나타난 바와 같이 테이블 명칭만을 가지고 연계도 형식으로 도형화 하였으며, 각 테이블이 갖는 기본키와 속성을 나타내는 항목

(field)은 표 4에서 공정관리기능모듈에 국한시켜 나타내었다. 본 연구의 데이터베이스의 표기방법은 데이터를 테이블로 나타내는 관계형 데이터베이스로서 그림 7의 예와 같다.

4.3.3 통합모델의 기능구조도

테이블 명칭만으로 나타난 프로젝트의 사업관리, 계약행정관리, 공정관리, 공사비관리, 설계관리, 시공관리, 품질관리, 안전/환경관리 기능모듈은 각각 그림 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15에 나타난 바와 같다.

구매표(Procurement)	테이블 명칭(Table Name)
프로젝트번호(Project Code) 공정번호(WBS Code) 회계관리번호(Accounting Code)	기본키(Primary Key)
품목(Item Name) 조달방법(Procurement Method) 조달금액(Procurement Amount) 조달일자(Procurement Date) 업체번호(Contractor Code)	항목(Field)

그림 7. 관계형 데이터베이스 테이블 표기의 예

표 4. 공정관리 기능모듈을 구성하는 테이블

테이블 명칭	기본키	항목
Activity	프로젝트 번호 공정번호	공정명, 계약일 시작일, 종료일 공정부호번호 공사번호, 계약차수 예상시작일, 예상종료일 당초금액, 특기사항
공사사진	날짜 공사사진일련번호 공정번호	프로젝트번호, 사진파일 내용
공정변경	프로젝트번호 업체번호 공정번호 변경차수	변경구분, 변경일자 변경요청자, 변경내역 반영여부, 검토의견 주요공정여부
공정내역	프로젝트번호 공정번호 공정일자	공정편차, 공정수행지수 공정지연일, 공정지연사유 공정만회대책
승인	승인번호 공정번호	프로젝트번호, 승인일자 승인형태, 승인요청일 승인요청내용, 승인여부 승인요청명, 첨부문서번호
도면변경	도면번호 도면변경차수 공정번호	변경일자, 변경요청자 변경사유, 승인번호 첨부문서번호
특별구매	프로젝트번호 발주번호 공정번호	구매희망일, 구매구입일자 구매항목명, 구매수량 구매단위, 구매금액 구매단위, 구매상태 첨부문서번호, 승인번호
입찰견적	프로젝트번호 업체번호 입찰견적번호 공정번호	입찰일, 전문분야 입찰결과, 입찰견적액 승인번호, 첨부문서번호
구매조달	프로젝트번호 공정번호 회계관리번호	품목, 조달방법 조달금액, 조달일자 업체번호
입찰견적 변경	프로젝트번호 업체번호 입찰견적번호 견적변경차수 공정번호	견적변경일, 견적변경사유 견적변경액, 승인번호 첨부문서번호

5. 프로그램에 의한 EVM -PMIS 통합모델의 기능구현

5.1 EVM -PMIS 통합모델의 프로그램화 및 구현

5.1.1 프로그램화

액티비티 기반의 EVM - PMIS 통합기능 구조도에 나타난 각 기능모듈의 데이터 테이블을 바탕으로 하여, 데이터베이스가 구축되고 상호 연계되어 기능구현이 되는지의 여부를 확인하였다. 이를 위하여, 본 연구에서는 .NET 2005의 C#언어를 기반으로 데이터베이스관리시스템을 구축하고 프로그램화 하였다. 데이터베이스 연결에는 Microsoft Access 프로그램을 사용하였다. 단, 본 연구에서는 제시된 PMIS의 8개 관리기능 모듈 중 공정관리 모듈에 국한하였다. 또한 대상현장의 WBS에 속하는 125개의 액티비티 중 N2621W102(1층내부 소방설비기구 설치)의 1개 액티비티의 자료를 입력하였다.

5.1.2 공정관리 기능모듈의 구현

- 1) 대상현장의 프로젝트번호 FY03C0046과 자료를 검색하고 자 하는 액티비티의 공정번호 N2621W102를 입력시키면 액티비티 관련정보의 기본모듈창이 열리며 해당 액티비티에 관련된 정보항목 등을 열람할 수 있다.
- 2) 공정관리 메뉴를 클릭하면 공정사진, 공정변경, 공정내역의 세 가지 하위메뉴들과 접속할 수 있다. 각 메뉴창의 정보내용은 그림 16, 17, 18과 같다.

그림 9. 계약행정관리의 기능모듈

그림 10. 공정관리의 기능모듈

그림 8. 사업관리의 기능모듈

그림 11. 공사비관리의 기능모듈

3) 공정메뉴는 승인과 도면변경의 하위메뉴를 가지고 있다. 하위메뉴 단추를 이용하여 아래와 같은 경우의 수를 클릭하여 계속 연계된 정보를 검색할 수 있다.

그림 12. 설계관리의 기능모델

그림 13. 시공관리의 기능모델

그림 14. 품질관리의 기능모델

그림 15. 안전/환경관리의 기능모델

- ③ 공정변경 → 승인 → 입찰견적
- ④ 공정변경 → 승인 → 입찰견적 → 구매조달
- ⑤ 공정변경 → 승인 → 입찰견적 → 입찰견적변경
- ⑥ 공정변경 → 도면변경
- ⑦ 공정변경 → 도면변경 → 승인 등

그림 16. 공정사진의 화면

그림 17. 공정변경 메뉴의 화면

각 메뉴의 창은 그림 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25와 같다.

- ① 공정변경 → 승인 (화살표는 연계순서를 나타냄)
- ② 공정변경 → 승인 → 특별구매

그림 18. 공정내역 메뉴의 화면

그림 21. 공정변경→승인→입찰견적으로 연계된 경우의 화면

그림 19. 공정변경→승인으로 연계된 경우의 화면

그림 22. 공정변경→승인→입찰견적→구매조달로 연계된 경우의 화면

그림 20. 공정변경→승인→특별구매로 연계된 경우의 화면

그림 23. 공정변경→승인→입찰견적→입찰견적변경으로 연계된 경우의 화면

그림 24. 공정변경→도면변경으로 연계된 경우의 화면

그림 25. 공정변경→도면변경→승인으로 연계된 경우의 화면

5.2 EVM - PMIS 통합모델 효용성 및 향후과제

5.2.1 기능구현방식에 따른 현행 PMIS와의 차이점

기능구현의 방식에 있어서 현행 PMIS와 액티비티 기반 PMIS의 주요 차이점은 다음과 같다.

1) 데이터베이스 해당항목에 직접접속 가능

현행 PMIS방식은 해당작업에 관련된 정보를 열람하기 위해 공사관리의 각종 절차, 절차서, 설계도서 등의 내용을 색인을 통해 페이지를 확인한 후 일일이 열람하는 것이다. 그러나 액티비티 기반의 통합모델 방식은 각 액티비티에 관련된 공사관리의 각종 절차, 절차서, 설계도서 등의 내용이 관계형 데이터베이스 시스템을 통해 연계되어 있으므로 데이터베이스의 해당항목에 직접 접속하는 것에 의해 바로 확인된다.

그림 26. 데이터베이스 항목내용 표기의 예

2) 데이터베이스의 연계기능으로 연쇄적인 정보관리 가능

현행 PMIS방식은 공정, 공사비, 품질, 안전 등 당해 기능에 국한된 정보만을 보여주기 때문에 다른 기능과 연계되어 있는 정보는 별도로 확인해야한다. 그러나 액티비티 기반의 통합모델방식은 공사관리업무의 절차나 방법의 관점에서 데이터베이스가 연계되어 있으므로 제반정보가 단절되지 않고 연쇄적으로 확인된다. 예를 들면, 그림 27의 공정관리 기능에서 나타난 바와 같이 공정변경이 발생한 경우, 공사관리 업무 중 변경관리의 절차에 따라 승인여부가 결정되고 승인에 따른 특별구매 품목의 발생이나 입찰견적 작업으로 이어져 연쇄적으로 관련정보가 제공되는 방식이다. 이것은 현행 PMIS 기능구성의 관점에서 보면 다른 기능범주(계약행정관리 등)로 취합되어 분류될 수도 있는 “승인”, “입찰견적”, “구매조달” 등의 개체들이 공사관리 업무의 방법이나 절차의 관점에서 연계되어 있는 것이다.

그림 27. 연쇄적인 정보연계의 예

3) 정보의 실시간(real time) 확인가능

현행 PMIS방식은 일정기간 발생한 현황자료를 공중별로 취합해서 보여주는 형식이다. 그러나 액티비티기반의 통합모델방식은 각 액티비티가 하나하나 완료될 때마다 바로 입력되어 실시간으로 정보를 보여주는 형식이므로 발주자나 건설사 경영진이 적기에 올바른 판단과 조치를 취할 수 있다.

4) 조직의 책임분장 및 관리의 용이

그림 28과 29에 나타난 바와 같이, 공사발주방식에 따른 제반 공사관리 절차와 연계되는 기능요소에 대하여 사업참여자간 책임과 역할을 명확히 정의하므로 조직의 책임분장 및 관리가 용이하다.

5.2.2 EVM - PMIS 통합모델의 효과예측

EVM - PMIS 통합모델의 운용을 통하여 향후 예측할 수 있는 효과는 다음과 같다.

- 1) 프로젝트 관리지수의 설정으로 경영 및 관리의 효율성 증진
액티비티 단위의 관리와 EVM의 적용에 따른 관리지수의 도출로 실시간 공정 및 공사비정보의 현황 파악이 용이하며, 발주자가 적기에 올바른 판단과 조치를 취할 수 있으므로 사업의 경영 및 관리의 효율성이 증진된다.

그림 28. 공사관리 절차와 기능요소의 연계

- 2) 통합정보 관리시스템과의 통합 용이로 실시간 현장정보의 본사제공 가능

최근의 e-비즈니스 시스템기반의 건설업체의 통합정보 관리시스템은 관계형 데이터베이스 관리시스템을 활용하며 전자자료 교환체제로 연계되어 있다. 따라서 전사적 자원관리에 PMIS를 연계시킬 때 액티비티기반의 통합 모델도 관계형 데이터베이스시스템을 활용하므로 e-비즈니스 시스템과의 통합이 용이하여 실시간으로 현장정보를 건설업체 본사에 제공할 수 있다.

- 3) 사업참여자간 의사소통의 원활로 업무의 효율성 증진
사업참여자 모두가 액티비티별 제반정보를 공유하므로 관련업무의 구체적 현황 파악이 용이하고 의사소통이 원활해져 업무의 효율성이 증진된다.

- 4) 제반업무의 표준화로 업무의 효율성 증진

수량산출, 견적, 실행예산의 수립, 공정계획, 공사가가 산정 등이 동일한 WBS에서 동일한 액티비티를 기반으로 표준화되어 수행되므로 제반업무의 효율성이 증진된다.

- 5) 실적자료의 재활용 가능

공사가가 실적자료를 축적하여 재활용함으로써 유사 공사의 건설정보 관리에 이용할 수 있다.

5.2.3 EVM - PMIS 통합모델의 향후과제

통합모델을 운용함에 있어서 대두되는 현실적인 과제로서 제도적 개선이 요구되는 현행 법규상의 문제점은 다음과 같다. 따라서 향후 이에 대한 제도의 개선이 필요하다.

- 1) 건설정보 분류체계의 소분류항목의 미비
- 2) 건설정보 분류체계와 건축공사 수량산출 기준서간의 연계성 부재
- 3) 국가예산 관리절차상의 문제
- 4) 도급내역서를 근거로 하는 기성관리중심의 현장관리체계

그림 29. 공사관리 절차에 따른 사업참여자간 책임분장의 예

6. 결 론

본 연구는 EVM - PMIS 통합을 위한 기반을 정립하고 통합모델을 구축한 후, 상용프로그램으로 기능구현을 하고 그 효용성을 분석하는 순으로 진행하였다.

첫째, 통합기반의 정립은 아래와 같이 하였다.

- 1) WBS의 구축을 위하여 대상프로젝트의 공사범위에 현행 건설정보 분류체계를 적용하였다. 그 결과 소분류항목의 미비로 WBS를 전개하기 어려운 점을 확인할 수 있었다. 문제점의 대응방안으로서 「시설물-공간-대부위-대공중-소부위-소공중」의 정보위계를 제안하여 액티비티를 생성하였다. 따라서 본 연구에서 제안한 정보위계를 가지고 현행체계의 문제점에 대응할 수 있음을 알 수 있었다.
- 2) PMIS로 통합되는 액티비티의 정보항목을 7개의 관리지수로 설정하였다.
- 3) PMIS의 기본기능 모듈의 범위를 8개로 설정하였다.
- 4) 건설업체 본사의 e-비즈니스 기반의 통합정보 관리시스템과 PMIS의 연계관계를 나타내었다.

둘째, 통합모델의 구축은 아래와 같이 하였다.

- 1) 본 연구의 통합원리를 바탕으로 하여, 수집된 관련정보의 분석 자료로부터 관계형 데이터베이스 설계기법을 이용하여 개체와 속성을 도출시켜 PMIS의 기본기능 모듈별로 분류하였다.
- 2) 도출된 개체들을 공사관리 업무의 절차와 방법의 관점에서 실체관계도 형식으로 순차적으로 배열한 후 관계형 데이터베이스 시스템의 테이블로 변환시켜 PMIS를 구성하는 하위 모듈로 설정하였다.
- 3) 액티비티 기반의 PMIS모듈을 관계형 데이터베이스의 연계도 형식으로 도형화하여 EVM과 PMIS를 통합하는 하나의 틀을 제안하였다.

셋째, 상용프로그램을 이용하여 통합모델의 기능을 구현하는 방법을 통하여, 제안된 통합모델의 기능구조도상에 나타난 관계형 데이터베이스 테이블들이 서로 연계되어 기능이 구현되는지의 여부를 확인하였다. 따라서 본 연구에서 제안한 통합모델의 기능구조도는 활용이 가능함을 알 수 있었다.

넷째, 통합모델의 효용성과 향후과제를 제시하였는데, 기능구현 방식에 따른 현행 PMIS와의 차이점과 통합모델의 효과예측을 통해서 그 효용성을 분석하였고, 통합모델의 운용상 현실적인 과제로서 제도적 개선이 요구되는 현행 법규상의 문제점을 향후과제로서 도출시켰다.

참 고 문 헌

1. 건교부, 건축공사 수량산출기준 지침서, 1999
2. 건교부, 공공 건설사업 효율화 종합대책, 1999
3. 건교부, 실적공사비 및 표준품셈 관리규정, 2004.1
4. 건교부, 제2차 건설기술진흥 기본계획 수정계획, 2000
5. 건교부, 통합건설정보 분류체계 적용기준, 2001.8
6. 건교부, 통합건설정보 분류체계 적용기준, 2001.8
7. 건교부, CM발주체계 및 조달시스템 개발연구보고서, 2000
8. 김용찬, e-business학 개론, p. 3, 형설출판사, 2001
9. 김인환 외1인, 건축건설분야의 정보기술활용(데이터베이스를 중심으로), 구미서관, 2006
10. 나광태 외 2인, 국내 건설사업관리 업무지침의 개선(안)에 관한 연구, 한국건축사공학회논문집, 제2권 제3호, 2002
11. 나광태 외 2인, 터키공사에서의 CM업무 정의에 관한 연구, 대한건축학회논문집 구조계 제18권 제3호, 2002
12. 나광태 외 2인, CM용역발주공사의 업무단계별 실무지침(안)에 관한 연구, 대한건축학회논문집 구조계 제17권 제3호, 2001
13. 문정호 외 1인, 건설산업의 PMIS 개발현황과 발전방향, 한국건설산업연구원, 2003
14. 박환표, 건설정보 분류체계의 발전방향, 한국건설기술연구원, 건설기술정보, 2000
15. 엄윤섭, 데이터베이스 설계, 도서출판 정일, 2005
16. 오세종, 데이터베이스 설계 및 구축, 생능출판사, 2005
17. 이현수와 4인, 건설회사 PMIS평가 및 발전전략체계 연구, 한국건설산업연구원보고서, 2005
18. 정영수, 건설정보 분류체계의 표준화, 한국건설산업연구원, 건설산업동향 제32호, 1998
19. 한국건설기술연구원, 건설정보 분류체계 매뉴얼, 1996
20. 한국전력공사 건설관리처, 미국 에너지부 공장-공사비 관리체계 기준서, 1985
21. Boong-yeol Ryoo외 2인, System Architecture for Integration of Construction e-Business Solution : A Model for ERP and Project Management System, Department of Construction Management, Florida International University, 2005
22. Construction Management Association of America, Standard Guidelines of CM Services and Practice, 2000
23. Department of Defense, USA, Department of Defense Handbook Work Breakdown Structure, MIL-HDBK-881, 1998
24. MasterFormat : Numbers & Titles, The Construction Specification Institute and Construction Specifications Canada, 2004
25. National Defense Industrial Association, ANSI/EIA-748-A Standard for Earned Value Management System Intent Guide, 2005
26. Project Management Institute, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, PMBOK, 2004
27. Quentin W. Fleming and Joel M. Koppelman, Earned Value Project Management, PMI, 2000

(접수 2009.12.22, 심사 2010.1.22, 게재확정 2010.1.29)

요 약

국내 건설산업에 있어서 기술과 정보의 기반구조를 확립하기 위하여 몇몇 건설정보관련 법규가 제도화되었다. 그러나 국내 건설정보 분류체계, 공정·공사비 통합관리(EVM), 프로젝트관리 정보시스템(PMIS)은 주요한 문제점을 내포하고 있다.

특히 현행 PMIS의 기능은 시공사 위주의 시스템으로 되어 있고, EVM이 적용되지 않아 발주자를 위한 보고, 분석, 예측기능이 매우 취약하다. 더욱이 EVM과 PMIS가 서로 분리된 체계로 운영되고 있어 발주자가 실시간으로 공정 및 공사비 정보를 확인할 수 없다.

본 연구의 목적은 PMIS가 EVM기능을 제공하고 사업참여자들이 제반정보를 공유할 수 있도록 WBS 구축방안과 EVM - PMIS 통합모델을 제안하여, E-비즈니스 업무환경하에서 PMIS를 효율적으로 운용할 수 있는 틀(framework)을 제공하는 것이다.

EVM - PMIS 통합의 핵심은 EVM과 PMIS가 액티비티 기반의 동일한 운영체계를 갖는 것이다. 통합의 원리는 액티비티의 정보항목(field)을 PMIS의 공정 및 공사비관리 기능을 위한 하위모듈을 구성하는 관계형 데이터베이스 테이블(table)의 항목과 연계시키는 것이다. 따라서 액티비티의 계획공사비(PA), 달성공사비(EV), 실투입비(AC), 공정편차(SV), 공정수행지수(SPI), 공사비편차(CV), 공사비지출지수(CPI)는 PMIS의 공정 및 공사비 하위모듈을 위한 데이터베이스 테이블의 항목으로 연계된다.

키워드 : 국내건설정보 분류체계, 작업분류체계, 공정·공사비 통합관리, 프로젝트 관리정보시스템, 액티비티, 자료통합