

공학석사 학위논문

도로공사를 위한 일정 · 비용의
통합관리체계 구축방안

2002년 8월

부경대학교 대학원

건설사업관리공학협동과정

장 창 환

공학석사 학위논문

도로공사를 위한 일정 · 비용의
통합관리체계 구축방안

Development of Integrated Time · Cost System for Earned Value
Management for Road Construction Project

지도교수 김 수 용

이 論文을 工學碩士 學位論文으로 提出함

2002년 8월

부경대학교 대학원

건설사업관리공학협동과정

장 창 환

張彰桓의 공학석사 학위논문을 인준함

2002년 6월 29일

주 심 농 공 학 박 사 이 영 대 ㉠

위 원 공 학 박 사 이 종 출 ㉠

위 원 공 학 박 사 김 수 용 ㉠

목 차

제1장 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적	1
1.2 연구의 방법 및 구성	2

제2장 예비적 고찰

2.1 일정과비용의 통합방법론	4
2.2 일정 · 비용통합모델	9
2.3 통합관리를 위한 분류체계의 형성	9

제3장 공정 · 원가의 통합관리계획

3.1 현장활용 통합관리모델의 구축방향	19
3.2 공정과 원가의 통합 효율성	25
3.3 실적관리기법	27

제4장 통합관리모델의 실적진도관리

4.1 통합관리계획의 수립	31
4.2 공정 · 원가의 통합관리에 의한 실적진도관리	39

제5장 결 론 42 |

참 고 문 헌 43 |

Abstract 46 |

그 립 목 차

그림 1. Teicholz Model	5
그림 2. Hendrickson Model	6
그림 3. Ibbs and Kim's Model	7
그림 4. Work Package Model	8
그림 5. 분류방식에 따른 형태 비교	12
그림 6. 통합 건설정보 분류체계	13
그림 7. 작업분류체계(WBS)와 원가분류체계(CBS)	17
그림 8. 작업분류체계(WBS)와 조직분류체계(OBS)	18
그림 9. 도로공사 건설프로젝트에 대한 작업분류체계	23
그림 10. 내역서항목의 구성체계	24
그림 11. 실적진도관리기법 적용절차	28
그림 12. 해당 프로젝트의 공사현장전경	32
그림 13. 프로젝트의 작업분류체계의 작성	33
그림 14. ○○교량에 대한 작업상세도표	35
그림 15. 공정관리프로그램에 의한 공정과 원가관리	36
그림 16. 바차트(Gantt Chart)로 작성된 교량의 일정계획	37
그림 17. 공정과 원가의 통합개념에 의한계획과 실적의 비교관리	41

표 목 차

표 1. 복합작업시트(Work Package Sheet)	15
표 2. 작업분류체계 참조표(WBS Dictionary)	16
표 3. 건설단계별 주요내용	20
표 4. 공정 및 원가에 대한 관리기능요소	27
표 5. 실적관리기법의 용어정의	28
표 6. ○○지방도로 건설 사업계획	32
표 7. 도로설계 구간 내 교량형식	34
표 8. 공사 실행예산내역	38
표 9. 실적진도(EV) 측정방법	39

제 1 장 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근의 국내 건설산업은 건설시장의 개방, 건설경기의 후퇴에 따른 수주 환경의 악화, 관리체계부실에 따른 생산성저하 등으로 인하여 많은 어려움을 겪고 있다. 그중 부실한 관리체계는 건설업 전반에 비효율성을 초래하였고, 경쟁력상실을 가중시키는 한 원인이 되었다. 이러한 위기상황을 극복하고 경쟁력을 높이기 위해 최근 건설업계는 첨단관리기술의 도입과 건설정보화를 위한 시스템의 개발에 많은 노력과 비용을 투자하고 있다. 특히, 건설관리의 효율성제고와 주먹구구식의 관리를 탈피하여 철저한 계획을 바탕으로 프로젝트관리가 이루어질 수 있도록 건설정보시스템의 개발에 많은 노력을 경주하고 있으며, 이와 더불어 공정과 비용을 통합, 프로젝트의 실적진도를 효과적으로 관리할 수 있는 방안에 대해 활발한 연구가 진행 중에 있다. 하지만, 국내의 실정은 공정과 원가관리가 이원적으로 관리되는 것이 보편적이며, 공정관리는 그 중요성에 비해 아직까지는 그 체계가 미흡하고 상대적으로 낮게 평가되고 있다. 특히, 내역위주의 실행예산체계를 중시하는 원가중심의 관리방식으로는 프로젝트의 진행상황과 수행성과에 대한 정확한 파악이 어려우며, 이에 따른 공기연장, 공사비 증가, 생산성저하 등의 문제를 야기할 가능성이 매우 크다. 그러므로 프로젝트의 승패를 좌우하는 핵심적인 관리요소인 공정과 원가의 통합관리를 통하여 프로젝트 수행과정의 정확한 모니터링과 성과측정에 대한 명확한 관리방안을 수립하는 것이 요구된다.

이에 본 연구에서는 대형건설공사 중 교량과 도로공사를 주 대상으로 일

정과 비용을 통합하여 프로젝트를 관리할 수 있는 체계를 구축하는 방안
에 대하여 연구하고자 한다.

1.2 연구의 방법 및 구성

2001년 8월에 발표된 건설사업관리업무지침에 따라 앞으로 500억원 이상
의 대형공사에는 계획과 실적을 비교하여 프로젝트의 진도를 관리해야한
다. 실적관리와 관련한 국내의 연구는 주로 건축분야를 중심으로 많은 연
구가 이루어져 왔으나 토목분야는 아직까지는 그 규모나 중요성에 비해
활발한 연구가 이루어지지 못하고 있다. 그러나 대부분의 토목공사가 건
설사업관리업무지침에서 정한 관리기준 공사금액보다 훨씬 크고, 규모에
있어서도 일반 건축공사보다 대형으로 장기간을 요하는 프로젝트이므로
체계적인 관리가 무엇보다 요구되어진다. 물론 장기간에 걸쳐 방대하게
이루어지는 토목공사의 특성상 여러 내·외부요인들에 의해 많은 제약과
영향을 받기 때문에 지속적이고 체계적인 관리를 유지한다는 것은 쉬운
일은 아니다. 하지만, 중점적인 관리기술의 개발 및 첨단화와 더불어, 이
러한 대형건설공사를 체계적이고 효과적으로 관리할 수 있는 방안에 대해
많은 연구와 적용이 이루어진다면 국내 건설관리기술의 경쟁력증대와 커
다란 생산성의 향상을 기대할 수 있을 것이다.

그러므로, 본 연구에서는 이러한 대형건설공사 중 가장 일반적이고 많은
부분을 차지하는 교량 및 도로공사를 중심으로 실적진도관리가 국내건설
풍토에 맞게 적용될 수 있도록 일정과 비용의 통합관리체계를 효과적으로
구축할 수 있는 방안을 제안하고자 한다.

본 연구의 수행절차와 방법은 다음과 같다.

- 1) 일정과 비용통합관련 모델들에 대한 기존의 관련연구자료를 검토하여 연구방향과 문제점을 도출하고,
- 2) 대형토목공사 현장실사를 통해 국내 현실에 적합한 비용·일정통합모델 구축방안에 대하여 고찰하며,
- 3) 각종 설계도서와 분류기준들을 참조하여 교량공사와 도로공사에 대하여 비용과 일정을 효과적으로 동시에 관리할 수 있는 통합모델을 수립한다.

제 2 장 예 비 적 고 찰

2.1 일정과 비용의 통합방법론

기존의 일정과 비용의 통합관리에 관한 연구들은 다양한 측면에서 문제 해결을 위한 대안을 제시하고 있다. 그 중 매우 포괄적인 분석과 함께 통합방법을 제시한 Rasdorf와 Abudayyeh(1991)의 연구는 관련연구에 많이 인용되고 있다. 이들의 연구에서는 네 가지형태의 통합관리방법론이 언급되고 있는데 가중치 분배를 이용하여 공정과 원가를 통합하는 방법과 작업요소를 두 가지 공통분모(Common denominator)를 사용하여 통합을 시도하는 방법, 설계개체까지 포함시켜 통합관리를 시도하는 방법, 그리고 마지막으로 Work package를 이용하여 일정과 비용을 통합하는 방법에 대하여 소개하고 있다. 본 장에서는 이러한 기존에 소개된 공정과 비용의 통합관리모델에 대하여 고찰하여 새로운 대안에 대한 접근방법을 숙고하고자 한다.

2.1.1 Teicholz model(1987)

Teicholz는 작업분류체계와 비용분류체계 사이에 존재하는 상세수준(Level of Detail)단계의 불일치를 지적하였으며, 이를 해결하기 위해 작업분류체계와 비용분류체계간의 연결Mechanism을 제안하였다. 이 Mechanism은 하나의 비용계정(Cost account)을 하나 혹은 그 이상의 작업에 연결시키는 방법으로, 비용할당(percent allocation)의 개념을 이용한다. 이에 대하여 Abudyyeh는 두 가지의 서로 다른 관점을 물리적으로 통합하지 않음으로써 원가와 공정요소의 불일치가 발생할 수 있다고 지적하고 있지만, 비율

할당(percent allocation)의 개념은 일정과 비용정보를 통합하는 과정에서 표준적으로 통합가능한 대부분의 값들 외의 예외적인 요소가 발생하였을 경우에는 현실적으로 필요하다. 이 모델이 일정과 비용정보를 따로 관리하는 이중적인 작업이 여전히 존재하는 문제는 있으나, 비율할당과 같은 중요한 개념을 제시하였다는 점에서 의의가 있다.

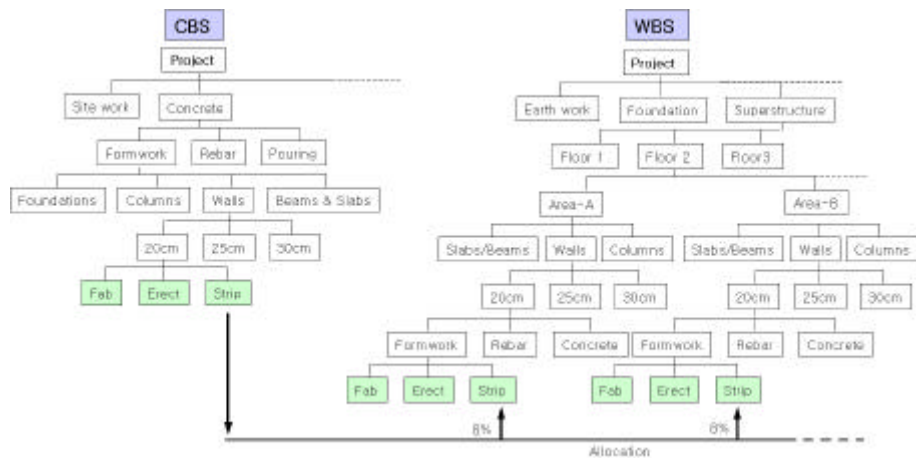


그림1. Teicholz model

2.1.2 Hendrickson model(1989)

Hendrickson과 Au는 통합을 위한 작업요소(Work element)의 개념을 제시하였다. 작업요소는 작업분류체계(WBS)의 Work package와 비용분류체계(CBS)의 비용계정(Cost account)의 매트릭스(Matrix)에 의하여 정의되는 관리계정(Control account)이다. 이 작업요소는 WBS와 CBS사이의

연계고리를 제공하게 되며, 하나의 원가계정이 다수의 Activity에 연계될 수 있으며, 역으로 하나의 Activity가 다수의 비용계정(Cost account)과 연계될 수 있다. 여기서 작업요소는 통합을 위한 Common denominator로서 사용된다. Hendrickson과 Au는 효과적인 프로젝트관리를 위한 데이터의 획득과 유지관리를 위하여 Common denominator가 필요함을 인식하고 있었다. 그러나 이 데이터들의 양이 너무 많아 수집과 저장의 데이터 베이스화의 문제가 해결되어야만 프로젝트의 성공적인 관리가 가능하다. 또한 일정과 비용의 두 가지 관점이 여전히 존재하여 분리된 관점에서 프로젝트 데이터의 유지관리를 위한 작업이 가중될 수 있는 단점을 가지고 있다.

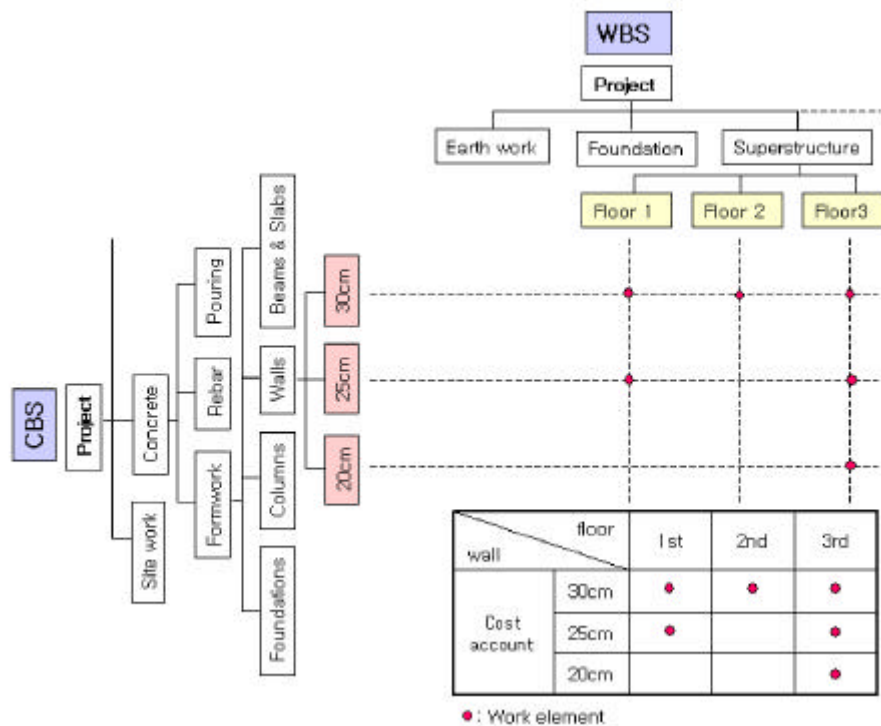


그림2. Hendrickson model

2.1.3 Ibbs and Kim 's model(1989)

Ibbs and Kim's model은 객체지향(Object-oriented)프로그래밍 방법론을 사용하여 전산데이터모델을 개발하였다. 여기서는 일정과 비용뿐만 아니라, 디자인 데이터까지 포함하고 있다. 이는 BOD(basic construction operation required by a design object)라고 하는 새로운 요소를 제시하고 있다. 이 BOD는 특정한 설계요소를 만들기 위한 최소레벨의 작업으로서 정의하고 있는데, 이는 BOD는 설계요소와 그에 상응하는 시공작업의 관리기능(WBS와 CBS)에 대한 연계 mechanism을 제공한다. Abuddyyeh는 이 모델에 대하여 데이터를 수집하는데 문제가능성을 제기하고 있으며 더불어 WBS와 CBS의 두가지 공사관리 관점을 그대로 유지하고 있다는 점을 언급하였다.

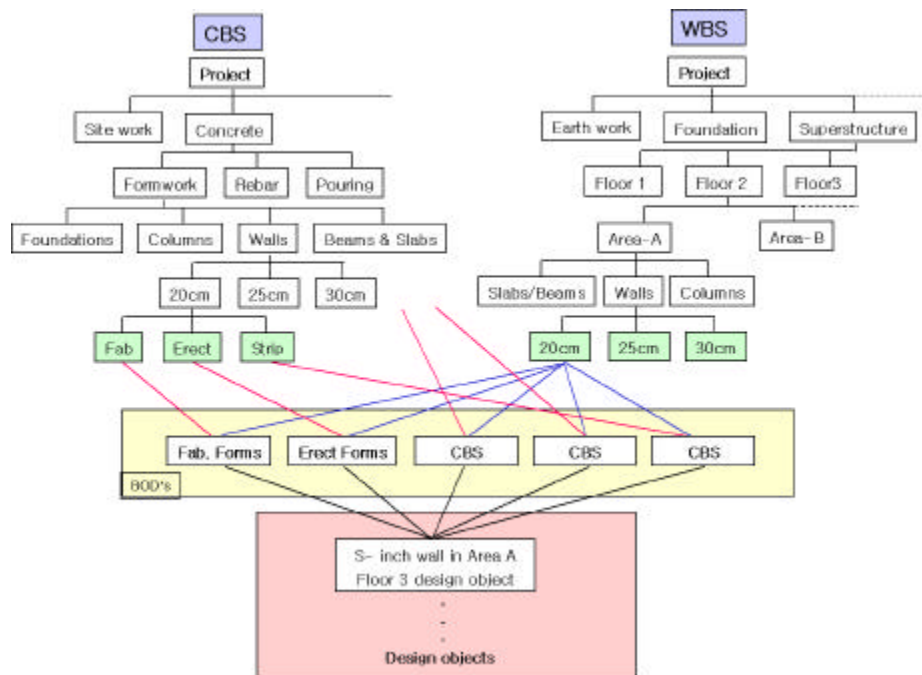


그림3. Ibbs and Kim 's model

2.1.4 Work package model(1987)

Work package model은 미국정부가 국방성(DOD)을 중심으로 에너지성(DOE), 항공우주국(NASA)등의 정부기관에서 발주하는 구매프로젝트를 관리하기 위해 개발한 일정과 비용의 통합관리모델이다. 이 Work package model은 작업분류체계(WBS)를 기초로 프로젝트의 관리대상의 최하수준인 Work package를 집중 관리한다는 개념을 바탕으로 하고 있다. 또한, 이 모델에서는 Activity 기반의 비용계정(cost account)의 개념을 사용하고 있다. Work package들은 하나 이상의 작업(task)으로 이루어진 패키지인데, 작업분류체계(WBS)의 실제 작업수행수준(level)이라 할 수 있다. 이 Work package들은 WBS에 의해 분류된 상위수준의 부위별 혹은 공종별 작업들을 WBS dictionary를 참조하여 작업에 대한 설명과 함께 직접적인 단위보고가 이루어질 수 있는 수준으로 작성한다.

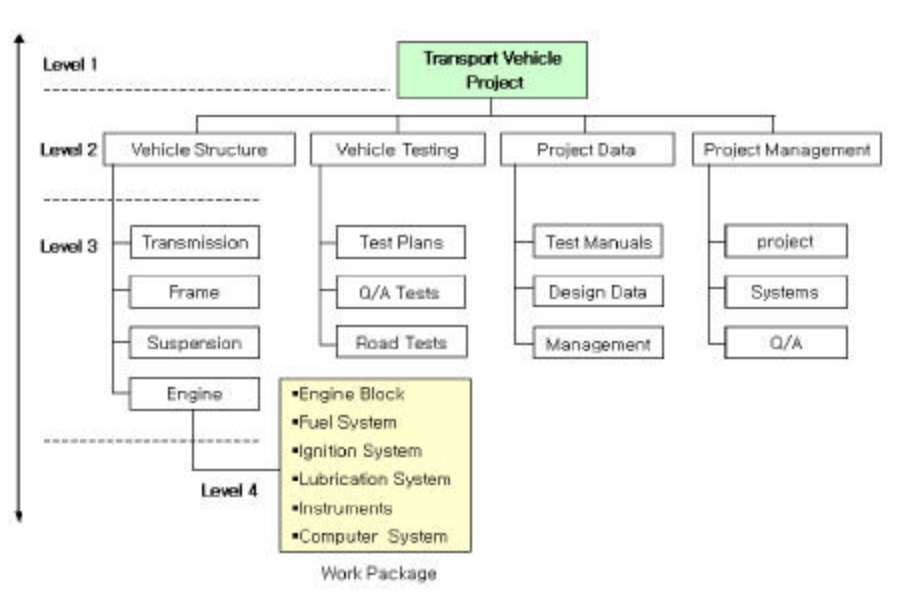


그림4. Work Package Model

2.2 일정 · 비용통합모델

실적관리(EVMS)와 관련하여 국내외 많은 논문들이 Work Package model을 이용한 형태의 일정과 비용의 관리모델을 제안하고 있다. 하지만, 우수한 통합관리모델로 제안되고 있는 Work Package Model이나, 여타 통합관리모델에 대한 장단점과 국내의 현장여건을 감안할 수 있는 방향으로 적합성에 관한 검토를 통해 보다 현실적이고 실무적인 형태의 통합관리모델을 구축하는 것이 필요하다.

일정과 비용을 통합한 관리모델에 대한 기존의 논문들은 Rasdorf and Abudayyeh(1991), Fleming and Koppleman(1996) 등의 논문을 바탕으로, 일정 · 비용의 통합모델에 대한 소개와 문제점등에 대해 논하고 있으며, 가장 타당한 형태의 일정 · 비용 통합관리모델로서 Work Package model을 널리 활용할 것을 제안하고 있다. 이후 일정과 비용의 통합관리에 관한 연구는 정보화의 발달과 함께 국내외적으로 많은 연구가 이루어져 복잡하고 많은 데이터를 동시에 처리할 수 있는 전산시스템을 바탕으로 하는 통합관리시스템의 개발에 대하여 많은 연구가 이루어지고 있다.

2.3 통합관리를 위한 분류체계의 형성

본 절에서는 Work package model에 적합한 표준분류체계의 수립과 관리계정의 구성에 대한 방법론을 중심으로 관련업무와 연계시키는 부분에 대하여 고찰하고자 한다.

2.3.1 표준분류체계의 수립과 활용

공정과 원가의 통합관리를 위해서는 관리대상을 선정하고 정의하는 기준의 제시가 분명하게 이루어져야 한다. 체계적인 통합관리운용을 위해서는 표준분류를 정해서 관련정보의 상호호환과 응용이 손쉽게 이루어지는 것이 무엇보다 중요하다. 이는 국가적인 표준분류체계의 도입을 추진하는 상황아래서 전산프로그램을 바탕으로 공정과 원가의 효율적인 통합관리를 위해서는 작업분류체계(WBS)등과 같은 표준적인 분류와 코드가 장려되는 것이 필요하다는 것을 의미한다. 이를 통해 내역상의 항목과 현장의 공정관리가 실질적으로 연계되기 위한 수준으로 분류가 이루어질 수 있어야 하며, 현장의 관리수준에 맞추어 프로젝트가 통제될 수 있도록 중점관리계정수준 등에 대하여 정의가 이루어지는 것이 필요하다.

2.3.2 건설정보분류체계

건설정보 분류체계는 복잡한 프로젝트의 계획과 관리를 효율적으로 조직화하기 위하여 비용정보, 설계정보, 공정정보, 자재정보 등의 모든 관련정보들을 담고 있는 정보분류코드체계를 수립하여 일관성있게 프로젝트를 관리하는 것이다. 정보를 분류하는 방식은 주로 특성별분류방식(Faceted Classification)과 계층적 분류방식(Hierarchical Classification)등을 사용하고 있으며, MasterFormat, CI/SfB(Construction Industry/Samarbetskpmitten), ISO의 Uniclass 등이 사용되고 있다. 특성별분류방식은 분류대상이 가지는 여러 가지 특성을 한 가지 관점에서 분류할 수 없기 때문에, 각각의 특성을 별도의 관점에서 분류하고, 그러한 여러 분류체계를 조합분류 함으로

써 분류대상의 여러 가지 특성을 표현, 정의하는 분류방식이다. 또한 계층적 분류방식이란 가계도와 같이 대, 중, 소분류순으로 위에서부터 아래로 계층적으로 분류하는 방식을 말한다. 이러한 계층적 분류방식의 특징은 분류대상을 일정한 규칙에 따라 위에서 아래로 일관성 있게 분류할 수 있고, 집계와 분석이 용이한 장점이 있다.

(1) MarsterFormat

MarsterFormat은 북미에서 사용되고 있는 대표적인 건설시스템에 대한 정보분류체계로 16영역으로 나누어져 있고, 자재 및 시공법을 중심으로 프로젝트관련 정보를 분류하고 있다.

(2) CI/SfB

CI/SfB는 스웨덴에서 개발된 것으로 부위, 공사, 자재의 3가지 개념으로 나타내는 건축정보 분류방식인 SfB를 기초로 용도 및 기능과 설계, 생산 조건의 두가지 분류를 새로이 더한 구성을 갖는다. SfB는 MasterFormat과 달리 부위별 분류로서 부위마다 건축비용을 비교하는데 유용하나, 시공단계에서의 건축생산을 공사별로 파악하는데 있어서는 한계를 가진다.

(3) Uniclass

Uniclass는 ISO에서 제시한 정보분류체계를 기본으로 1997년 영국의 National Building Specification(NBS)에 개발한 것으로, 토목·건축 두 분야를 모두 포함하고 있으며, CI/SfB를 대체하며 건설정보의 국제적인 표준 분류체계로 자리잡고 있다. 특히, Uniclass는 공사분류뿐만 아니라 관련도

서, 공사관리정보, 자재 등의 분류를 포함하고 있으므로, 통합건설정보체계구축을 위한 표준분류체계로서의 활용성을 가지고 있다.

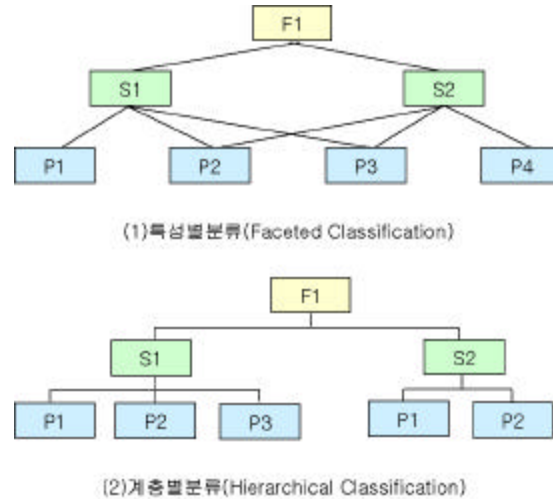


그림5.분류방식에 따른 형태 비교

2.3.3 통합정보분류체계 및 토목수량산출기준

건설교통부는 건설공사의 제반단계에서 발생하는 건설정보를 체계적으로 분류하는 기준을 정하여 건설정보의 상호교류를 촉진하고자 다년간의 정보분류체계에 대한 연구를 바탕으로 통합건설정보분류체계(2000)를 발표하였다. 이는 공공건설공사의 기획단계에서부터 설계, 시공, 유지관리 등의 전 단계에 걸쳐 발생하는 정보, 즉 설계도서 및 공사비 내역서, 관련문서작성 시 통합정보분류체계를 기준으로 작성하라는 것이다. 건설통합정보분류체계는 시설물, 공간, 부위, 공종, 자원분류 등의 5개의 Facet으로 구성되어있다.

토목수량산출기준(1999)은 공종별 물량산출과 내역을 작성하고자 일반적 분류기준을 정한 것으로 공종분류체계와 수량산출방법, 단가정의에 대한 내용이 수록되어있다. 이는 대, 중, 소, 세분류의 형태로 상세하게 나누어 지도록 되어있고, 각각의 코드조합을 통해 코딩이 이루어지도록 하고 있다.

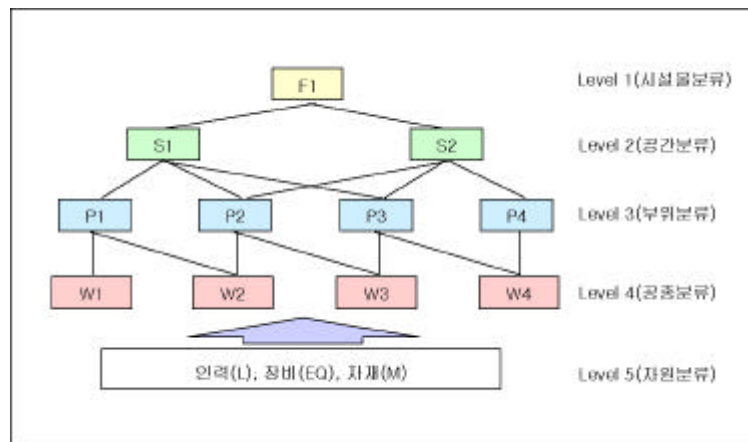


그림6. 통합건설정보분류체계

2.3.4 프로젝트 분류체계의 형태

(1)작업분류체계(Work Breakdown Structure: WBS)

1960년대 초, 프로젝트 관리자들은 프로젝트를 효율적으로 관리하기 위해 새로운 도구를 개발할 필요가 있다고 생각하여 기업의 조직도(organization chart)와 유사한 개념의 나무형태의 분류체계를 만들어 내었다. 작업분류체계(WBS)란 프로젝트의 모든 작업항목(Work items)을 하향식(Top-Down)으로 분류하고, 각각의 작업들간의 범위를 명확하게 하고자

체계적인 계층구조(Hierarchy Structure)형태로 나타낸 것으로, 프로젝트의 관리를 위해 다양하게 활용될 수 있다. 특히, 공정과 비용 등을 통합관리하기 위한 시스템(integrated management control system)에 필수적으로 요구되는 것으로 다양한 수준에서 공정과 원가에 대한 계획수립과 보고가 이루어질 수 있다. 일반적으로 프로젝트의 발주자는 프로젝트의 완성 정도에 따라 기성지급의 기준이 되는 시점(Milestone)등을 지정하는데 이를 위해 이 작업분류체계(WBS)를 사용, 프로젝트를 2~3수준으로 분할한 후 명확하게 정의하여 프로젝트담당자에게 제시한다. 또한 프로젝트담당자 역시 무작정 작업을 수행할 것이 아니라 작업과 비용, 일정의 통합관리가 이루어지도록 발주자가 제시하는 자료를 토대로 세부적이고, 기술적인 하위수준의 사업시행자용 작업분류체계를 가지는 것이 필요하다. 작업을 어느 정도 세분화하여 운영할 것인가가 중요한데, 이는 프로젝트의 운영상의 적정관리수준의 설정을 의미하는 것으로 가장 효과적으로 프로젝트의 분석과 대응이 이루어질 수 있는 수준, 즉 관리가능한 수준(manageable level)으로 프로젝트를 계획하고 수행한다는 것을 의미한다.

작업분류체계(WBS)의 활용을 통해 프로젝트의 발주자측과 본사에서는 상위 수준에서 공정과 원가에 대한 성과의 파악이 용이하며, 각 지역 및 담당부서별 책임자는 하위수준에서 자신들의 수행성과에 대한 상세한 평가가 가능하다. 특히 컴퓨터를 이용한 통합정보시스템(computer integrated information System: CIIS)를 이용하여 프로젝트의 데이터를 운용하면 하위수준의 세부적인 사항들을 일괄적으로 파악이 가능하며, 이를 바탕으로 하는 요약정보들을 일관성있게 상부에 전달할 수 있다.

① Work package

Work package란 하나이상의 작업(task)들로 이루어진 복합작업으로, 작업분류체계(WBS)상의 최하 분류수준에 해당되며, 실제 작업이 수행되는 수준(level)이다. 이 Work package들은 WBS에 의해 분류된 상위수준의 부위별 혹은 공종별 작업들을 WBS dictionary를 참조하여 작업에 대한 설명과 함께 직접적인 단위보고가 이루어질 수 있는 수준으로 작성하게 된다. 실적진도관리(EVM)에서는 중점관리대상으로 관리계정(CAP)을 설정하게 되는데, 실질적으로 이 Work package를 바탕으로 프로젝트의 공정을 운용하고, 보다 상위수준인 관리계정(CAP)수준으로 통합관리를 시도하는 것이 바람직할 것이다.

표1. 복합작업시트(Work Package Sheet)

복 합 작 업 시 트 (Work Package Sheet)				
작 업 명 (Description)	철근 및 보강재공사	코드 NO.	C01.04.002	
작업개시일 (Start Date)	2001-3-20	작업종료일 (Finish Date)	2001-3-22	
세 부 내 용				
투입자원명	수 량	단 위	단 가(천원)	총비용(천원)
철근공	10	명/일	120	1,200
RE-BAR (D22)	5	Ton	310	1,550
Bracket	40	EA	5.3	212
비용요약 (Cost Summary)		2,962 천원	비 고	

② WBS dictionary

작업분류체계(WBS)는 작업의 범위를 정의하는데 아주 유용한 도구이다. 또한 이 WBS의 최하단위인 Work package는 실제작업이 수행되는 단위수준으로 여겨진다. 그러나 WBS에 의해 분류된 Work package들이 명확한 구분이 이루어졌더라도 각각의 단위작업의 범위에 대한 상세한 설명을 담고 있지는 않다. 이를 위해 WBS dictionary를 사용하는데, 이 WBS dictionary는 전문 혹은 기술 시방서와 같은 것으로 프로젝트의 수행작업들에 대하여 “기술적 설명(statement of work: SOW)을 담고 있다. 또한 이 WBS dictionary는 작업분류체계에 의해 정의한 작업과 실제 작업을 수행 할 프로젝트-매트릭스(project-matrix organization)과 연관시키는데 사용되어진다.

표2. 작업분류체계 참조표 (WBS Dictionary)

Work Breakdown Structure Dictionary								사 업 자 명	계약번호	작 성 일	
Line NO.	WBS 요소 (Elements)						X X 계발부	C12-3		1998-3-25	
	수준(Level)						내용(Title)	WBS Code	예산 (Budget)	단계 (Phase)	비고
	1	2	3	4	5	6					
1	●						• X X 지방도로공사	P1	50,500,000원	C	
2		●					• 구조체공사	P1.02		C	
3			●				• Steel Box교	P1.02.01		C	
4				●			• 가설공사	P1.02.01.1		C	
5				●			• 도 공 사	P1.02.01.2		C	
6											
7											
8											
9											
10											

(2) 원가분류체계(Cost Breakdown Structure: CBS)

프로젝트의 원가관리측면에서 발생한 비용들에 대하여 WBS와 같이 체계적, 논리적으로 정의하는 것이 필요한데 이를 위해 사용되는 것이 원가분류체계(CBS)이다. 특히, 실적진도관리(EVM)에서는 일정과 비용을 통합 관리하기 위하여 작업분류체계에 의해 분류된 각각의 관리수준에 해당 고유코드를 부여함으로써 원가상호간의 식별이 용이하고, 프로젝트의 성과를 효과적으로 측정할 수 있도록 하고 있다. 또한, 이 원가분류체계(CBS)는 상향식(bottom-up)으로 개별 작업품목의 원가를 합산하여 프로젝트의 총원가를 산정한다. 국내의 경우, 업체마다 프로젝트의 통합관리를 위해 부분적으로 이러한 방식의 원가분류체계를 사용하고 있지만, 기본적으로 내역서상의 항목들을 기초로 분류되어 코드가 부여되었기 때문에 그 구분이 매끄럽지 못하고, 프로젝트 공사금액이 상향식 누적이 아니라 각각의 단위작업에 강제적으로 배분하여 관리하고 있다.



그림7. 작업분류체계(WBS)와 원가분류체계(CBS)

(3) 조직분류체계(Organization Breakdown Structure: OBS)

조직분류체계(CBS)는 어떤 작업구성요소들이 어떤 조직단위에 할당되어 프로젝트가 관리되고 있는가를 파악하기 위해 사용된다. 이는 작업분류체계(WBS)를 통해 정의된 각각의 작업과 프로젝트 업무를 실제 담당하는 조직과 연계시키는 것으로, 담당부서별 또는 책임자별로 프로젝트의 진행상황을 파악할 수 있다.

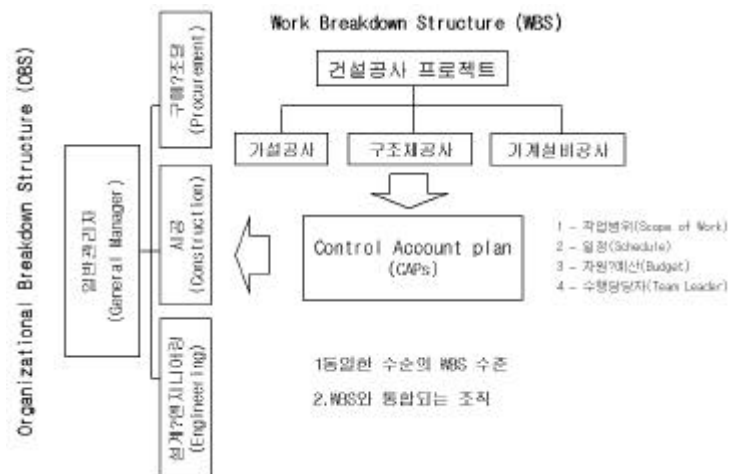


그림8. 작업분류체계(WBS)와 조직분류체계(OBS)의 조합

제 3 장 공정 · 원가의 통합관리계획

3.1 현장활용 통합관리모델의 구축방향

3.1.1 통합 건설정보 분류체계에 따른 구성

국내 실정에 맞게 효과적으로 공정 · 원가를 통합한 공정관리가 이루어지고, 얻어진 경험정보들을 차후 발생하는 동일한 형태의 건설현장에 용이하게 활용하기 위해서는 논리적이고 통일된 분류체계의 활용이 필요하다. 특히, 관리기술의 발달로 전산화된 관리시스템을 갖추어서 공정과 원가관리가 이루어지고 있는 시점에서 일관성을 가지는 건설정보분류체계를 활용하는 것은 무엇보다 중요하다. 본 논문에서는 국가적으로 장려되고 있는 통합건설정보분류체계(2001)를 바탕으로 프로젝트를 분할하여 각각의 관리수준에 맞추어 분류하고, 이를 공정과 원가의 통합관리를 위한 기본정보로 활용하고, 또한 전산화를 위한 코딩자료의 기본바탕으로 사용하고 자 한다.

건설공사의 공사분류는 특정한 목적의 시설물을 나타내는 시설물분류에서 시작되며, 각각의 시설물은 수 개의 단위구조물로 구성되고, 이들 구조물을 여러 시설물에 공통적인 구조형식을 갖고 있다. 이러한 점에서, 건설공사의 기능구분은 특정한 목적의 시설요소와 각각의 시설요소 내에서 공간적인 구성을 나타내는 구조물수준의 공간요소로 구분할 수 있다. 또한 공간요소를 구성하는 각 구조물단위는 단일 구조물별로 구조물내의 부위를 나타내는 부위요소로 구분될 수 있다. 이들 세 구분을 조합하면 시설물의 기능구분에 따른 구조물의 위치를 명시할 수 있게되며, 결국 기능구분은

특정한 건설구조물을 지칭하게 된다. 기능 구분내의 개별 구조물들은 시공과정에 사용하는 자원이나 공정에 따라 작업내용을 달리하고, 같은 재료는 여러 다른 구조요소에 사용되고 있으며, 또한 같은 재료를 사용하더라도 공종을 달리할 수 있다.

(1) 시설물분류수준

건설산업의 수명주기(Life cycle)는 계획, 설계, 시공, 유지관리, 해체 등을 통해 하나의 시설물이 그 역할을 다하게 된다. 초기 계획단계에서부터 많은 건설정보가 다수의 조직과 업무를 통해 나타나고, 자원을 활용하여 건설의 최종목적인 시설물을 생산하게 된다.

이 시설물은 건설공정의 최종 목표이며, 이 최종목적물을 생산·유지관리하기 위해서는 표3과 같은 단계를 거치게 된다.

표3. 건설 단계별 주요내용

구 분	계획단계	설계단계	시공단계	유지관리단계
내 용	공간, 기능계획	공간기능배치 시설모델제시	생산자원투입	기능유지
주 체	발주자, 설계자	설계자	시공자, 감리자	발주자(사용자)

통합건설정보분류체계에는 운송·교통시설, 환경처리시설, 자원공급시설, 주거 및 상업시설 등의 항목으로 분류가 이루어지고 있으며, 토목공사에

서의 대표적인 최종시설물로는 도로, 교량, 터널, 항만, 철도 등이 있다.

(2) 토목공사 공종분류의 특성

공정이 반복적으로 되풀이되면서 비교적 한 장소에서 수직적인 시공이 이루어지는 건축공사와는 달리 토목시설물공사는 반복적이고, 수직적이거나 보다는 수평적이고 넓은 지역에 걸쳐 방대하게 이루어지는 특징을 가지고 있다. 또한 건축공사가 건물이라는 공통적인 형태요소에 의해 제작이 이루어지는 반해, 토목시설물에 대한 공사는 도로, 교량, 터널, 항만, 발전소등 그 형태가 매우 다양하게 나타난다. 이러한 특성은 건설공사를 계획하고 관리하는데 있어서도 많은 영향을 미치게 된다. 구조형식이나 지역적으로도 일정한 범주 내에서 일어나는 건축공정의 경우, 한번 관리 기준을 수립하면 공통적인 공사형태로 이전의 건설정보에 대한 활용효과는 크다. 그러나 앞서 언급한 다양한 형태의 토목시설물공사의 경우, 대규모의 건설공사가 각각의 건설형태에 맞추어 각기 계획을 수립하고, 관리 기준들을 설정하여야 한다. 이러한 경우 동일한 형태의 건설공사일 경우에만 정보의 활용이 가능하고, 비교적 제한적인 정보활용을 기대할 수 있겠다.

공정관리를 위한 공종분류에 있어 분류기준이 하나로 자재를 선택할 수 있는데, 이는 두 가지측면에서 매우 유리한 점을 제공한다. 철강재, Concrete, 벽돌, 유리, 목재와 같이, 사용되는 자재가 서로 다르면, 그 자재로 수행하는 각각의 공종이 중복되지 않아 대응되는 공종이 비교적 명확하게 구별된다. 또한, 분류항목간에 상대적인 무게중심의 파악이 가능하다는 것이다. 이는 빌딩공사에서 콘크리트공사나 철골공사가 창호공사나

도장공사에 비해 상대적으로 차지하는 비중을 비견할 수 있다. 그러나 이와 달리, 토목공사에서는 조금 다른 방향에서 접근이 이루어지는 것이 필요하다. 왜냐하면, 도로, 교량과 같은 토목공사의 주요자재는 토사, 콘크리트, 철강재 등으로 공정이 매우 단순하고, 한정적이며, 블록, 유리등과 같은 자재는 공사기간, 투입인력, 작업과정 어느 측면에서 살펴보아도 부대공정에 그친다. 따라서, 건축부문과 같이 상위에서 자재별 분류를 실시할 경우 토공사, 콘크리트공사, 철골공사 등의 단순하고 큰공종별분류상태로 관리가 되어져야 하므로 사실상 의미가 없는 형식적인 수준에 그치게 된다. 따라서 토목공정에서 효과적으로 관리가 이루어지기 위한 분류체계는 작업목적으로, 동일한 콘크리트공사일지라도 현장타설말뚝공사와 일반구조물공사, 포장공사로 목적에 맞게 나누어 분류한다.

(3) 투입자원에 대한 분류체계

건설공정에 투입되는 자원에 대한 분류는 크게 자재, 장비, 인력으로 구분할 수 있다. 이러한 세 가지 형태의 자원들은 다양하게 결합하여 하나의 공종을 형성하는데 하나의 자원이 단일적으로 사용될 수도 있고, 세 가지 자원 모두가 사용될 수도 있다. 이러한 구성요소들은 건설공사의 원가정보에 대한 기본구성요소이고, 관리의 핵심이 되는 요소이다. 이 세 가지형태의 적절한 운용은 건설생산성에 커다란 영향을 미칠 것이다.

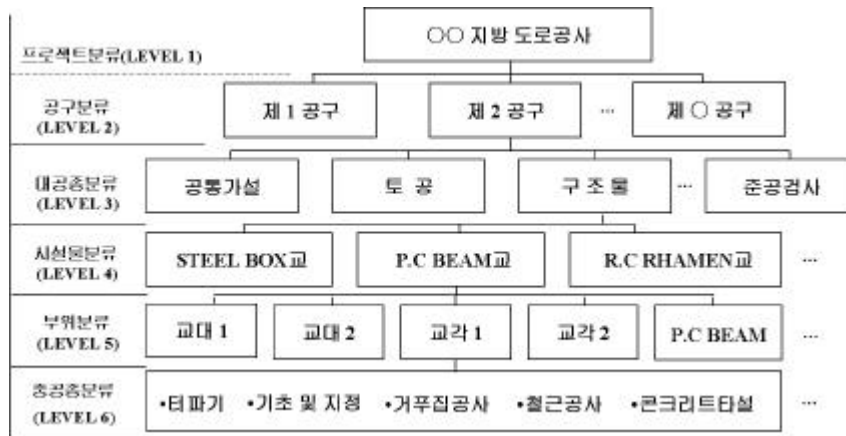


그림9. 도로공사 건설프로젝트에 대한 작업분류체계(WBS)

3.1.2 통합관리를 위한 내역체계의 개선

공정과 원가의 통합관리를 이루는데 가장 큰 장애요인은 비용정보로 구성된 내역서의 항목과 공정도표상의 작업항목간의 불일치라 할 수 있다. 그러므로, 통합관리에 대한 방향설정은 내역항목과 작업항목을 일치시키는 것이 핵심(Key point)이라 할 수 있다.

내역서란 일정한 항목체계에 따라, 시공에 요구되는 모든 물량 또는 단가를 공사 수행 이전에 추정·산출한 것으로, 총공사 규모를 사전에 파악할 수 있도록 하며, 공사 진행에 따라서는 공사대금 지불의 기준이 된다. 내역서 상에는 각 공종별 작업물량이 제시되어 있고, 공종명, 항목, 규격, 수량, 단위, 단가, 금액 등으로 구성되어 있으며, 일반적으로 수량산출기준서, 단가산출기준서 또는 일위대가표에 따라 작성한다.



그림10. 내역서 항목의 구성체계

(1) 현행 내역체계상의 문제점

한국건설기술연구원에서 연구를 수행한 “내역서 작성방식 개선 기초연구 - 도로공사를 중심으로(1992)”에 의하면 현행 국내 내역서의 문제점으로 내역항목 선정의 경직성, 비체계성, 시방서와의 연계성 미흡, 내역항목 용어의 상이성 등에 대하여 지적하고 있다. 이는 현행 국내 내역서의 구성 및 분류체계가 각 발주처뿐만 아니라 동일 발주처에서도 상이하며 그 구성이 비체계적으로 나타나는 것은 공공공사의 발주를 위한 표준적이고 체계적인 내역서 작성방식이 미흡하다고 분석하였다.

(2) 내역항목의 개선방향

공정·원가 통합관리기법에 따라 공사금액을 구성하기 위해서는 기존의 내역항목에 따른 분류방식과 달리, 작업분류체계(WBS)와 같은 작업항목들에 대한 분류를 바탕으로 관리수준에 대한 실제 공사물량이나 금액을

할당하여 이를 누적·합산하여 전체적인 공사금액을 구성하여야 한다.

그러나 현행의 방식과 같이, 내역체계를 바탕으로 공정과 비용의 통합관리를 이루기 위해서는 초기계획 및 설계단계에서 구성되었던 내역항목들이 시공단계에 이르러, 실제 공정중심으로 작성된 공정계획에 맞추어 다시 한번 더 재작성해야 하는 과정이 필요하다. 따라서 원활한 통합관리를 위해서는 가급적 수량산출 시 공정요소를 고려하여 동일 또는 유사하게 내역체계를 설정하는 것이 필요하다.

3.2 공정과 원가의 통합효율성

건설사업내의 관리기능사이에는 다양한 형태로 많은 자료들을 공유하게 된다. 특히, 공정과 원가사이에는 그 특성상 자료의 많은 부분들을 공유하게 되며, 두 관리요소 모두다 정기적인 반복업무이기에 통합의 효율성을 기대할 수 있다. 이러한 이유로 일정과 비용의 성공적인 통합은 수행건설 프로젝트에 대해 높은 효율성과 전반적인 생산성의 향상을 가져다 줄 것이다. 더군다나, 최근 건설현장의 대형화, 복잡화로 인해 공정과 원가의 업무영역이 넓어져 공무담당자의 업무가 더욱 가중되는 추세이고, 현장상황이 좋은 경우일지라도 공정전담자와 원가담당자를 따로 두어 관리함으로써 이중의 비용발생이 생기므로, “관리의 효율”측면에서 커다란 성과를 기대할 수 있을 것이다.

3.2.1 공정중심의 통합관리체계

최근에 업계를 중심으로 연구되어져 온 공정과 원가의 통합관리기법들은 공정관리요소보다는 원가를 더욱 중시하였기에 내역중심의 통합관리 방식 위주로 개발되어져 왔다. 그러나 건설프로젝트에 대해 보다 투명하고 철저하게 관리와 분석이 이루어지기 위해서는 공정중심의 계획수립과 그에 따른 실적관리, 그리고 얻어진 정보를 분석하여 프로젝트의 미래상황에 적절하게 대처할 수 있는 능력을 가지는 것이 필요하다.

3.2.2 공정과 원가의 관리기능 요소

공정관리 기능의 일반적인 요소는 관리기준공정표의 작성, 공정조정 및 보고, 성과측정, 향후 공정예측, 그리고 공정 검토와 갱신(Up-date)등이 있다. 또한 효율적인 원가관리를 위한 일반적 요소로는 공사물량 및 금액의 산출, 기성의 관리, 성과측정, 원가예측 및 건적 검토, 예비비관리, 그리고 자원 및 인력투입계획 등이 있다.

표4. 공정 및 원가에 대한 관리 기능요소

Federal Transit Administration(FTA)		Project Management Institute(PMI)	
공정관리 요소	원가관리 요소	공정관리 기능	원가관리 기능
▪ 관리기준공정표작성 ▪ 공정조정 및 보고 ▪ 성과측정 ▪ 향후 공정예측 ▪ 공정검토 및 갱신	▪ 관리기준예산확립 ▪ 회계관리 ▪ 성과측정 ▪ 원가예측/ 건적검토 ▪ 예비비관리 ▪ 자원 · 인력투입계획	▪ 액티비티 정의 ▪ 액티비티 조정 ▪ 액티비티 기간산정 ▪ 공정표 작성 ▪ 공정표 관리	▪ 자원계획 ▪ 원가건적 ▪ 예산책정 ▪ 원가통제

3.3 실적관리기법(Earned Value Management: EVM)

3.3.1 실적관리기법의 정의

실적관리기법이란 프로젝트의 일정과 비용을 통합하여 수립한 계획에 대하여 투입된 실제비용과 실적을 비교함으로써, 프로젝트의 진도를 측정, 관리하는 것을 의미한다. 이 실적관리기법에 대하여 Fleming and Coppelman(1996)은 “상세히 작성된 작업계획에 실제작업을 계속적으로 측정하는 것으로, 이를 통하여 프로젝트의 최종사업비용과 일정을 예측할 수 있는 관리방법”이라고 정의하고 있다. 이러한 정의에서 보듯이 이 실적관리기법은 건설사업에 있어 공정과 비용요소들을 통합하여 “계획 대비 실적”을 관리하며, 이를 통하여 당면 문제의 분석, 만회대책의 수립, 그리고 향후예측기능까지 수행하게 된다.

이 기법은 이미 30여 년 전부터 미국방성(DOD)을 중심으로 개발되어져 왔으며, 미정부발주 구매조달프로젝트에 대해 적용되다가 'EVMS'라는 이름으로 미국의 국가표준으로 확장되었으며, 건설프로젝트를 관리하는 기법으로서 호주, 캐나다, 영국 등을 중심으로 국제적으로 널리 사용되기 시작하였다. 국내의 경우, 실적관리기법에 대한 연구가 학계를 중심으로 이미 많이 연구되기 시작하였으며, 건교부에서 발표한 “건설사업관리업무지침(2001.8)”에 500억원 공사 이상에 이 실적관리를 적용하여 관리할 것을 규정하고 있다.

표5. 실적관리기법(EVM)의 용어정의

구 분	용 어	약 어
계획공사비	Budget Cost for Work Scheduled	BCWS
실적진도	Budget Cost for Work Performed	BCWP
실투입비용	Actual Cost of Work Performed	ACWP
공정차이	Schedule Variance	SV
비용차이	Cost Variance	CV
공정성과지수	Schedule Performance Index	SPI
비용성과지수	Cost Performance Index	CPI
잔여성과지수	To Complete Performance Index	TCPI
최종예상공사비	Estimate at Completion	EAC
목표(계약)공사비	Budget at Completion	BAC
최종공사비편차	Variance at Completion	VAC
관리계정	Control Account Plan	CAP
실행측정기준선	Performance Measurement Baseline	PMB

3.3.2 실적관리기법의 적용 절차

실적관리기법에서의 계획수립절차는 다음과 같다. 먼저, 사업의 범위에 대해 작업분류체계를 사용하여 작업에 대한 설명과 범위를 정의하고, 작업을 담당할 수행조직과 연계시킨다. 다음으로, 정의된 작업범위에 대해 계획을 수립하고, 세부적인 복합작업 또는 단일작업수준으로 네트워크 다이어그램을 이용하

여 공정계획을 수립한다. 마지막으로, 프로젝트에 요구되는 자원들을 견적하고, 공식적인 프로젝트 예산으로 반영한다. 프로젝트가 진행되면, 수립된 관리기준선을 바탕으로 계획과 실적을 비교하며 진도관리를 수행하고, 그 분석결과를 바탕으로 향후 프로젝트의 전개를 예측한다.

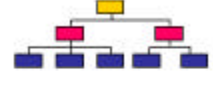
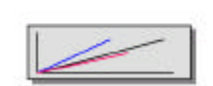
	프로젝트 범위정의 (Define the Project Scope)	• 작업 분류체계(WBS) • 시범서열제도서(SOW) • 조직 분류체계(OBS)
	작업의 계획과 일정수립 (Plan and Schedule the Work)	• CPM을 이용한 공정계획수립
	투입자원의 분배 (Allocate the Resources)	• 소요자원예전의 수립과 승인 (Estimate and authorize budget)
	프로젝트관리기준선의 형성 (Form the Project Baseline)	• 관리계상(CAPs)의 집계 (Sum of the CAPs)

그림 11. 실적진도관리기법(EVM) 적용절차

3.3.3 공정관리프로그램을 이용한 일정계획

공정과 비용을 통합관리는 실적진도관리기법(EVM)을 이용하여 건설프로젝트를 관리할 경우 무엇보다 일정계획을 정확하게 수립하는 것이 필요하다. 특히, 실적진도관리기법에서는 CPM(Critical Path Method)개념의 네트워크 다이어그램을 이용하여 공정계획을 수립할 것을 제안하고 있는데, 최근의 건설공사들은 대부분 대규모로 장기간에 걸쳐 진행되는 실정므로 이를 효과적으로 관리하는 도구가 필수적이다. 따라서, 액티비티 수가

수 천개가 넘는 공정표를 관리하고 계속적으로 갱신(Up-date)하기 위해서는 전산화된 공정관리 프로그램을 이용하여 지속적으로 관리하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 다양한 프로그램 중 Microsoft사의 프로젝트관리 도구인 MS Project2000과 엑셀, 그리고 정부발주 도로공사를 관리하기 위해 도입된 도로사업관리 전산시스템을 이용하여 프로젝트를 관리하는 방법에 대해 소개하고자 한다.

제 4 장 공정·원가를 통합한 실적진도관리

4.1 통합관리계획의 수립

본 장에서는 현재 공사관리 수행되고 있는 지방도로공사의 도로 및 교량 부분에 한하여 일정과 비용을 통합하여 실적진도관리를 수립하는 계획과정과 이를 토대로 얻어진 자료를 분석하는 방법에 대하여 소개하고자 한다.

4.1.1 사업현장 일반개요

본 사업은 국도 5호선 중 ○○시 관내를 통과하는 노선으로 날로 증가하는 교통량의 급증과 차량의 대형화로 교통혼잡이 극심한바, 이를 해소하고 경북북부지방에 발생하는 물동량 수송에 원활을 기하므로 지역개발 촉진 및 국토의 균형발전을 도모하고자 계획되었다. 총 연장 5.44 km로 국도 5호선 상의 연장노선으로 ○○시 ○○동을 시점으로 설계구간 내에 총 6개의 교량계획이 포함되어져 있다. 총공사금액(당초 설계금액기준)이 50,500백만원으로 ○○지방국토관리청에서 발주하였으며, 현재 22%의 공정률을 보이고 있으며 ○○종합건설(지분을 51%) 외 1개 업체가 참여하고 있다. 특히, 본 논문의 주요 대상인 교량공사는 총 연장이 90m인 중소형교량 1개소와 30m 내외의 소형교량 5개소로 이루어져있고, 교량의 구조형태는 교량가설위치의 선형조건과 지역상황, 지질상태 등을 감안하여 경제성, 시공성, 미관 및 유지관리 측면, 장래확장계획 등을 종합적으로 고려하였다.



그림12. 당 프로젝트의 공사현장전경 (현 공정율: 22%)

표6. ○○지방 도로건설 사업개요

구 분	세 부 사 항
공 사 명	▪ ○○시 관내 국도대체 우회도로 건설공사
설계연장	▪ 총 연장 5.44 km
공사기간	▪ 2000. 12. 28 - 2004. 12. 27 (절대공기는 48개월)
시·종점	▪ 경북 ○○시○○동 - ○○시 ○○면 ○○리
시공업체	▪ ○○종합건설(주)외 1개사

4.1.2 통합관리계획의 수립

실적진도관리를 위한 공정과 원가의 통합계획을 수립하기 위해 가장 먼저 해야 할 일은 프로젝트를 단계별로 분류하는 것이다. 이는 작업들간의 중복을 피하고, 원활하고 명확한 과업정의 및 체계적인 관리가 이루어지도록 해준다. 그림 13에서는 정보분류체계상의 분류방식과 수량산출기준서의 분류기준에 의해 본 도로건설공사에 대한 프로젝트분류체계를 수립하는 과정에 대해 설명하고 있다.

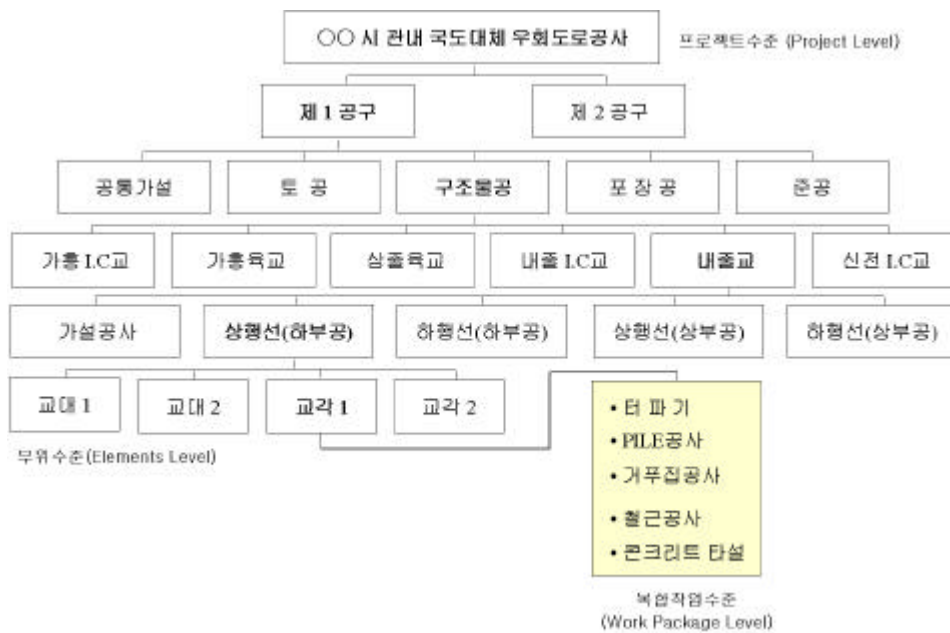


그림 13. 프로젝트의 작업분류체계(WBS)의 작성

표7. 도로설계 구간내 교량형식

교량명	연장(m)	상부구조형식	특징	기초형식
가흥I.C교	40.000	PRE-FLEX BEAM	-형하공간에 제약받는 경우 -장대 Span이 요구되는 경우 -유지관리에 문제가 있는 경우	▪ Pre Drilling ▪ 강관 Pile
가흥육교	25.312	P.S.C BEAM	-높이가 높은 하천교 -I.C육교 및 지방도, 국도통과 부로서 미관이 요구되는 경우	▪ Pre Drilling ▪ 강관 Pile
상줄육교	10.000	R.C BEAM	-높이 10m 이하 -기초의 부동침하가 없을 때 -군도와 하천을 동시 횡단 시	▪ Pre Drilling ▪ 강관 Pile
내줄I.C교	30.351	P.S.C BEAM	-높이가 높은 하천교 -I.C육교 및 지방도, 국도통과 부로서 미관이 요구되는 경우	▪ 직접기초
내줄교	90.120	P.S.C BEAM		▪ A1: Pre Drilling 강관 Pile ▪ A2: 직접기초
신전I.C교	30.085	P.S.C BEAM		▪ Pre Drilling ▪ 강관 Pile

일정과 비용을 통합하기 위한 부분으로 공정표와 내역서 상의 분류 중 가장 유사한 수준인 중공종단위를 관리계정으로 분류하였다. 또한, 공종수준으로 공정표를 작성하여 프로젝트를 운용하기 곤란하므로, 원활한 공정관리를 위해 이보다 한 단계 낮게 세부적으로 작성된 Work Package수준을 공정표상의 단위요소로 선정하였고, 공정관리전산프로그램의 입력을 위해 코드를 부여하였다.



그림 14. ○○교(L=90m)에 대한 작업상세도표

4.1.3 세부공정계획의 수립

작업분류체계(WBS)에 의해 정의된 작업들은 프로젝트의 진행에 따라 관리가 이루어질 수 있도록 공정표에 반영한다. 작업분류체계상의 상위수준은 기성지급 등과 같이 프로젝트의 진행정도를 평가하는 기점(Milestone)으로 활용이 가능하므로 대공정표(Master Plan Chart)로 작성하고, 작업분류체계의 최하위수준으로 단위작업의 형태로 분류한 Work Package들을 공정표상에 액티비티(Activity)로 반영하며, 전산입력이 가능하도록 위계에 따라 코드를 부여한다.

또한, 작성된 액티비티(Activity)들은 CPM의 네트워크다이아그램의 형태로 작성될 수 있도록 공정관리소프트웨어를 이용하여 공정계획을 수립

한다. 본 도로건설 프로젝트 상에 발생한 Activity 개수는 약 800여개 수준으로 수작업이 거의 불가능하므로, 효율적인 자료(Data)관리와 갱신(Update)을 위해 대표적인 프로젝트 관리도구인 Microsoft사의 MS Project 2000을 이용하여 공정계획을 수립하였다. 이는 대부분의 현장공무 업무가 주로 EXCEL 프로그램을 이용하는 점과 정부발주 도로공사관리 프로그램의 입력이 EXCEL과 호환되도록 의도된 점을 고려한 것이다.

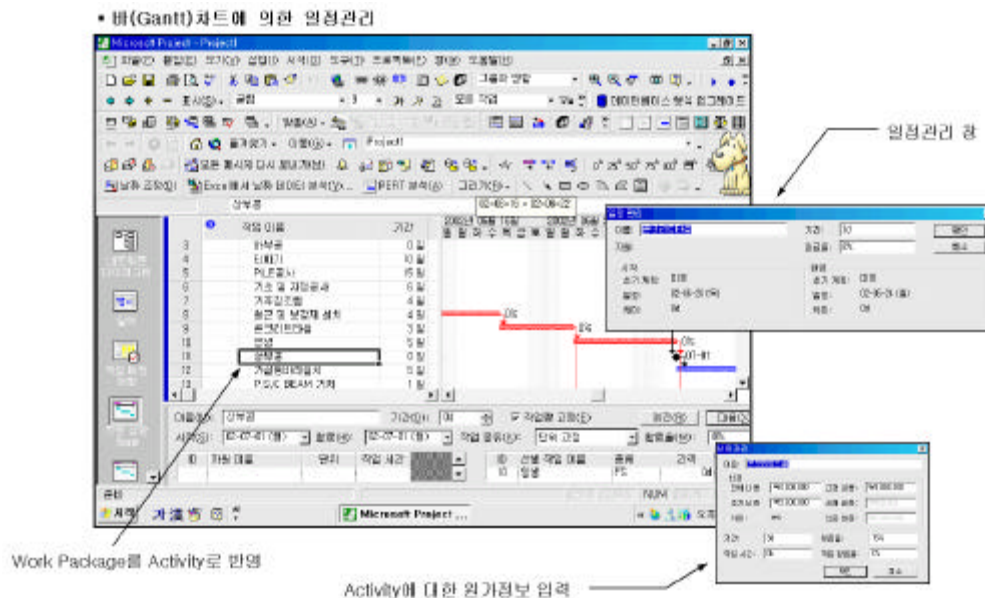


그림 15. 공정관리프로그램(MS Project2000)에 의한 일정과 원가관리

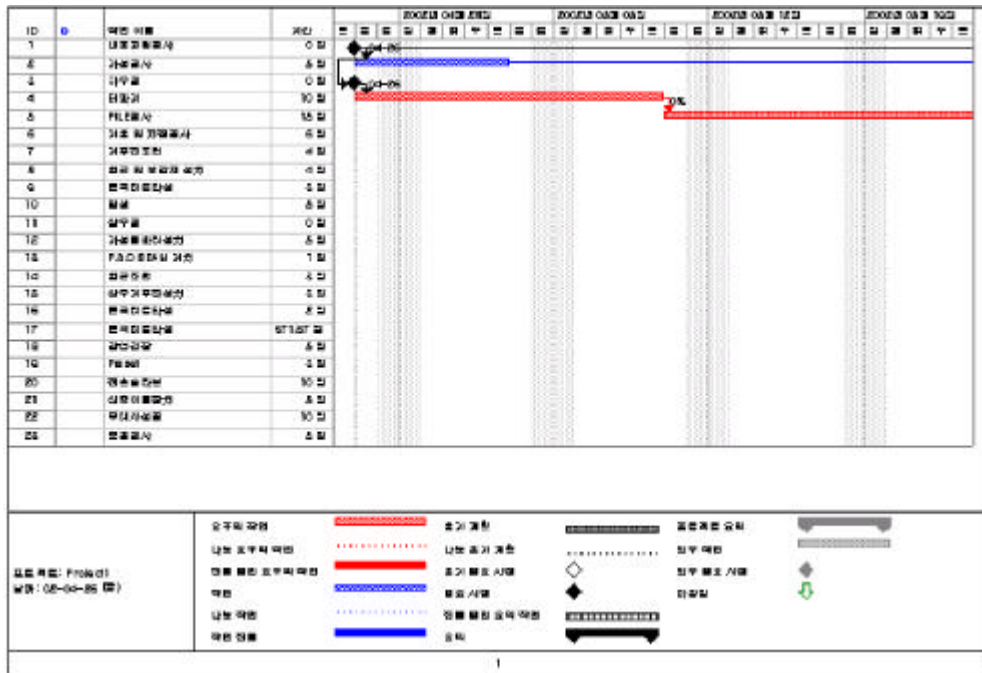


그림 16. 바차트(Gantt Chart)로 작성된 교량의 일정계획(내줄교)

4.1.4 원가분류체계의 수립

공정과 원가를 통합하여 관리하는 실적진도관리기법에 있어서 작업정의 및 공정계획이 세워지고 나면, 다음으로 수행되어야 할 일은 기 수립된 물량산출과 실행예산계획에 따라 공사비를 분배하는 것이다. 달리 말한다면, 본 단계는 작업분류체계에 의해 상세화된 작업들에 대해 공사 내역서상의 항목들과의 연계하는 과정이라 볼 수 있다. 이는 작업분류체계와 교차점인 관리계정들을 중점적으로 관리함으로써, 프로젝트의 원가를 관리한다는 개념이다.

표5에 나와 있는 내역서를 바탕으로, 작업분류체계상에 분류된 관리계정수준에 맞추어 공사비를 분배 및 조정을 한다. 그리고, 원가의 정의가 모호한 경우, 공정분류상의 가장 유사한 항목에 반영하도록 한다.

표8. 공사 실행예산 내역

○○시 도로공사 실행예산 내역			
행 목	실행예산	행 목	실행예산
토 공	₩ 12,395,516,722	관점노무비	₩ 895,503,057
배 수 공	₩ 4,551,090,831	신재보험료	₩ 334,348,277
교량공	₩ 10,189,113,328	고용보험료	₩ 83,135,247
구조물공	₩ 2,350,686,376	안전관리비	₩ 397,984,416
포 장 공	₩ 7,905,351,918	기타경비	₩ 856,760,055
안전시설공	₩ 3,088,344,510	원적공제부금비	₩ 122,928,146
부대공	₩ 5,978,292,084	점거안전점검비	₩ 47,845,033
직접공사비 계	₩ 46,458,395,769	시후환경영향평가비	₩ 200,000,000
일반관리비(현장관리비)		소계	₩ 2,938,504,231
공사손해보상료		이윤	
부가과세	₩ 2,829,690,000	총공사금액	₩ 52,226,590,000

4.1.5 프로젝트 성과 측정기준선(PMB)의 형성

작업분류체계(WBS)에 의해 분류된 최하수준인 Work Package는 원가를 관리하는 요소로는 너무 상세하므로, 관리하기에는 필요이상의 노력이 요구되어 비효율적이다. 따라서, 보다 상위요소 중 내역체계의 분류와 비슷한 중공종수준에서 비용분류체계(CBS) 및 조직분류체계와 만나는 교차점

을 관리계정(Control Account)로 설정하여 이를 관리하도록 한다. 이러한 관리계정들은 각각의 단위공사금액을 가지게되며, 프로젝트의 일정에 따라 누적 합산하여 프로젝트의 성과측정기준선(Performance Measurement Baseline: PMB)을 형성하게 된다.

4.2 공정 · 원가의 통합관리에 의한 실적진도관리

4.2.1 프로젝트의 실적진도 측정

통합관리 개념에 의해 수립된 사업계획은 실제 프로젝트가 진행됨에 따라 얻어진 실적을 계획과 비교하면서 관리해나간다. 그러나 실제로 얻어진 실적은 정확하게 측정할 수가 없다. 전통적으로 이 실적을 측정하는 방법으로 표9와 같이 약간은 주관적이지만 정량적인 평가가 가능하도록 다양한 측정방식을 적용하도록 하였다.

표9. 실적진도(EV) 측정방법

NO.2 토 공 사(Control Account Plan)								
Work Package	실적측정방법 (EV Method)	영 목 (ITEM)	3월					BAC
			1주	2주	3주	4주	5주	
광 열 공 사	가중미원스톤 (Weighted Milestones)	계획(PV)	750	500	500	750	500	3,000
		실적(EV)						
		누적(AC)						
흙막이공사	확정비율 (Fixed Formula)	계획(PV)	200	600	200	600	200	3,000
		실적(EV)						
		누적(AC)						
단열공사	추정완료율 (Percent-Complete Estimated)	계획(PV)	100	100	100	100	100	6,000
		실적(EV)						
		누적(AC)						
벽체공사	완료율+미원스톤 (Percent-Complete With W/S rates)	계획(PV)	100	100	100	100	100	6,000
		실적(EV)						
		누적(AC)						
Total CAP	N/A	계획(PV)	3,310	3,300	2,700	3,550	2,700	18,000
		실적(EV)						
		누적(AC)						

4.2.2 실적평가 및 경영분석

실적진도관리기법(EVM)에서의 실적평가는 공정과 원가의 관점에서 계획 대비 실적을 파악하여 실진도율과 기성을 산정하는 것이다. 또한, 얻어진 자료(Data)를 토대로 향후 프로젝트의 전망 및 프로젝트 의사결정을 위한 경영분석 자료로 활용된다.

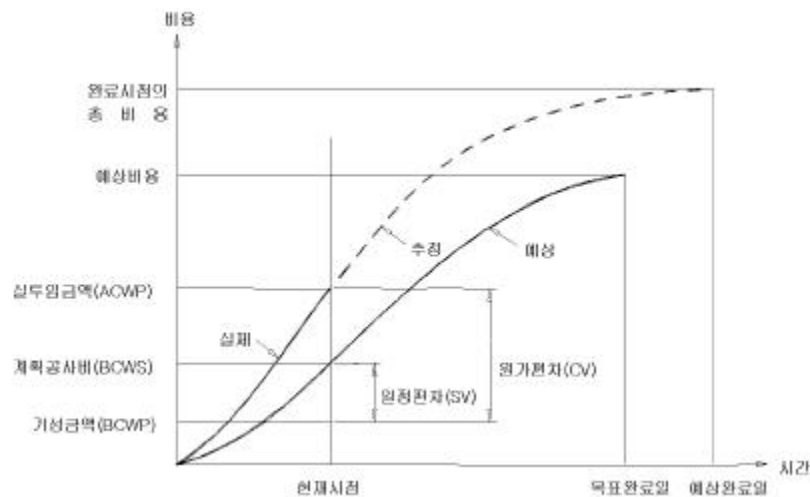


그림 17. 공정과 원가의 통합개념에 의한 계획과 실적의 비교관리

(1)공정지수(Schedule Performance Index: SPI)

공정지수(SPI)는 프로젝트가 계획(Planned Value)에 비하여 얼마나 실적(Earned Value)을 얻었는가를 평가하는 지표이다.

$$SPI = \frac{\text{실적진도}(E\text{arned Value})}{\text{계획공사비}(P\text{lanned Value})}$$

(2)비용성과지수(Cost Performance Index: CPI)

비용성과지수로 사용되는 CPI는 실제비용(Actual Cost)과 실적진도(Earned Value)를 비교하여 투입한 비용에 대한 비용성과효율을 계산한 것이다.

$$CPI = \frac{\text{실적진도}(E\text{arned Value})}{\text{실투입공사비}(A\text{ctual Cost})}$$

(3) 최종공사비예측(EAC)

EV 개념의 장점 중의 하나는 프로젝트의 진도가 15% 정도에 이르렀을 때부터 프로젝트 EAC와 공정결과를 예측할 수 있다는 것이다. 이 EAC는 낙관 또는 비관적인 관점에 따라 그 최종 값이 달라진다. 이 EAC는 추정을 통해 얻은 예측값이므로 정확한 값이라 판단 할 수 없다.

$$EAC = A\text{ctual Cost} + \frac{(BAC - EV)}{Cumulative CPI}$$

④ TCPI(To Complete Performance Index)는 프로젝트를 완성하기 위해 남아 있는 작업에 대하여 앞으로 얼마의 비용성과 지수를 가지고 프로젝트를 진행해야 하는 것을 의미한다

$$TCPI = \frac{(BAC - EV)}{BAC(\text{or } EAC) - AC}$$

제 5 장 결 론

본 연구에서는 도로건설현장에서의 공무관리에 대한 효율성을 제고하기 위하여 공정정보와 원가정보를 통합, 일원화하여 건설 프로젝트를 효과적으로 관리할 수 있는 방안에 대하여 연구하였다. 통합에 있어서 가장 중요한 부분은 공정정보를 중심으로 내역으로 대표되는 원가항목들을 연계하는 것이다. 이를 위해 정보분류체계와 수량산출서 등을 이용하여 작업 분류체계(WBS)를 수립, 프로젝트를 정의하고, 공정관리프로그램을 이용하여 일정계획을 수립한다. 또한, 공정과 비용의 통합을 위해 분류된 공정 요소들에 공사금액을 할당하고, 각각에 코드를 부여하여 원가관리계정으로 설정하여 프로젝트의 진행과 함께 프로젝트의 진도를 관리한다.

공정과 원가의 통합에 관한 연구는 학계와 업계를 중심으로 현재까지 많이 이루어져왔다. 그러나, 대부분의 통합관리기법에 대한 연구는 건축공사를 위주로 이루어졌으며, 토목공사에 대한 적용연구는 그다지 활발하게 이루어지지 못하였다. 이는 공사의 특성상 다양하고 장기간에 걸쳐 전개되므로 효과적인 관리를 이루기에는 많은 한계가 뒤따르기 때문이다.

그러나, 대부분의 토목공사가 건축공사에 비해, 관리절감효과가 큰 점을 고려하여 공정·원가의 통합관리기법과 같이 우수하고, 첨단화된 관리기법들을 개발하여 우리 건설현장에 적용한다면, 커다란 생산성의 향상뿐만 아니라 국가경쟁력을 제고하는 밑바탕이 될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

1. 건설교통부, “건설사업관리업무지침”, 2001
2. 건설교통부, “토목공사 수량산출기준”, 2000
3. 김경래, “건설공사의 비용/공정통합관리기준 씨스팩”, 건설관리 및 경영, 한국건설산업연구원, 보성각, pp. 310-311
4. 김양택, 현창택, “Work Packaging Model의 개선을 통한 공정 - 공사비 통합모델구축”, 건설관리학회지 한국건설관리학회, 제1권 제4호, 2000, pp.82-90
5. 김정기, “공정 · 공사비 통합관리를 위한 Activity 및 WBS 구축방안 - 교량공사 예시”, 석사학위논문, 부경대학교, 2002
6. 김재준, “프로젝트 통합전산관리체계”, 제3회 프로젝트관리기술회 정기 심포지움 논문집, 한국프로젝트관리기술회, pp. 157-159
7. 이교선, 구재동, 박환표, 원승원, “건설정보 분류체계 표준화 연구”, 한국 건설기술연구원, 1995
8. 이양호, “MRP를 이용한 EVMS의 복합작업 · 자원계획”, 석사학위논문, 부경대학교, 2002
9. 이유섭, “건설공사 EVMS적용방안“, 한국건설기술연구원, 2001
10. 정영수, 이영환, “EVMS의 이해와 활용방안, 한국건설산업연구원, 1999
11. 정철원, 이점수, 오규환, 장진식 “EV개념에 의한 통합건설공사관리 시스템”, 한국건설관리학회 추계학술대회, 2001

12. 최윤기, “일정과 비용을 통합한 건설공사 진도를 산정 시스템”
박사학위논문, 서울대학교, 1999
13. 한국전력공사 건설관리처, “미국에너지부 공정·공사비 관리체계기준서”,
한국전력공사, 1985
14. Abba, Wayne F., "Cost/Schedule Control System Criteria White Paper", Program Manager, 15:45-47, 1986
15. Abudayyeh, Osama Y. and Rasdorf, William J., "Cost and Schedule Control Integration: Issue and Needs", Journal of Construction Engineering & Management, ACSE, 117(3), pp.486-502, 1991
16. Amaral, Juan H., "Effect of Feedback on Cost Performance Report Utility", Masters Thesis, Air Force Institute of Technology(AU), Wright - Patterson, AFB, Ohio, 1989
17. Ahuja, Hira N. and Dozzi, S. M. Abourizk, "Project Management"(2nd), JOHN WILEY & SONS, INC. 1994
18. Christensen, David S., "Using The Earned Value Cost Management Report to Evaluate the Contractor's Estimate at Completion, Acquisition Review Quarterly, pp.283-291, 1999
19. EIA Engineering Dep, "Earned Value Management Systems (ANSI/EIA-748)", EIA(Electronic Industries Alliance), 1998
20. Fleming, Quentin W. and Koppelman, Joel M., "Earned Value Project Management: A Powerful Tool For Software Projects." Crosstalk:The Journal of Defense Software Engineering, pp.19-23, 1998

21. Fleming, Quentin W. and Koppelman, Joel M., "The Earned Value Project Management Body of Knowledge." Proceedings of the 14th World Congress on Project Management, pp.793-798, 1998
22. Fleming, Quentin W. and Koppelman, Joel M., "Earned Value Project Mangement", Project Management Institute, 2000
23. Lipke, Walter H. and Mike Jennings, "Software Project Planning, Statistics, and Earned Value." CrossTalk-The Journal of Defense Software Engineering, 13:10- 14, 2000
24. Nevins, Daniel P., Ronald J. Zabilski, and Bridget E. O'Reilly., "Integrated Network Planning and Scheduling with 3D Construction Models." AACE Transactions C.10., 1993
25. PMBOK, "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", Project Management Institute, 2000
26. Primavera Korea, "P3 Manual", Primavera, 2000
27. Postula, Frank D., "WBS Criteria for Effective Project Control." AACE, Transactions, I.6., 1991
28. Wake, Steve, "Earned Value Booklet" 3rd Edition. Palmer Green, London: Steve Wake Projects, Limited, 1998

Development of Integrated Time · Cost System for Earned Value
Management for Road Construction Project

Chang-whan Jang

Interdisciplinary Program of Construction Engineering and Management
Graduate School Pukyong National University

Abstract

It is essential to integrated time and cost to measure work performance exactly and forecast total cost to complete the project, but now cost and time have been managed separately in our domestic construction industry. It is general that we regard time control as a less important element than cost management.

Especially, current cost management focused on budget and item often causes problem that is difficult to evaluate the construction project status exactly.

As employing Earned Value Management based on integrated time and cost system to our construction industry, we should develop suitable integrated time and cost control system for our domestic construction market.

Therefore, we suggested how to integrate time and cost to handle road construction project effectively.

감사의 글

논문을 마무리하면서 지나갔던 시간을 되돌아보니 대학원 생활의 소중한 추억과 기억들이 되살아나는 듯 합니다.

직장생활에 바쁜 저를 독려해주시고 배려해주신 김수용 교수님의 은혜에 감사드리며, 이영대 교수님, 이종출 교수님, 이수용 교수님, 옥영석 교수님께도 깊은 감사 드립니다.

그리고 현장생활을 하면서도 학업을 계속할 수 있도록 도와주신 하현수 소장님과 현장직원들에게 감사드리며, 저와 같이 학업을 시작한 김성환 단장님, 문휘영전무님, 박혁과장님, 이진휘단장님, 정정만사장님, 박종규소장님, 조형규소장님, 이양호군에게도 감사를 드리며, 후배인 양진국, 박은진, 신정희에게도 고마움을 전합니다.

마지막으로 저를 계속 지켜봐 주시는 부모님과 가족의 사랑에 감사드리며, 이 논문을 집사람에게 바칩니다. 사랑합니다.

2002년 7월

장 창 환