

Project Management System 전산프로그램 개발

(하)

김진원
한국전력기술(주) 공정관리처 기술전산팀장

2. 본 론

다. PMS 기본 설계

(1) 개념 및 기본구조

(가) PMS 설계개념

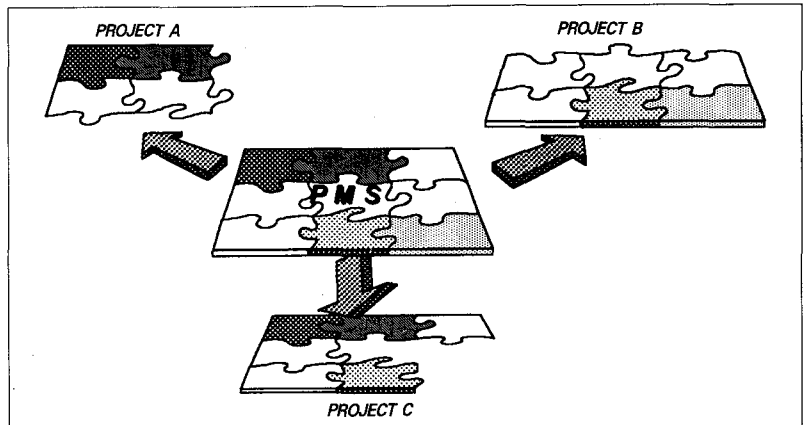
프로젝트관리 시스템(PMS)의 개발은 Turn Key 사업수주에 대비한 프로젝트관리 능력을 보유하고, 국내 건설업과 추후 해외사업에의 참여에 대비하여 국내 및 국제적으로 적용 가능한 프로젝트관리 업무절차를 확립하고 이를 지원할 수 있는 프로젝트 관리용 통합DB 및 전산 Tool을 개발하는 것이다.

그러므로 최근의 프로젝트관리 환경을 고려하여 최신의 관리기법을 반영하고, 사용자의 편의성을 고려하여 보다 단순화되고 쉽게 사용할 수 있도록 전산측면에서 NETWORK화되고 On Line으로 연계되어 정보의 전달이 용이하고 자료의 공유 및 통합운영이 가능하도록 시스템을 구축한다. 또한 그림

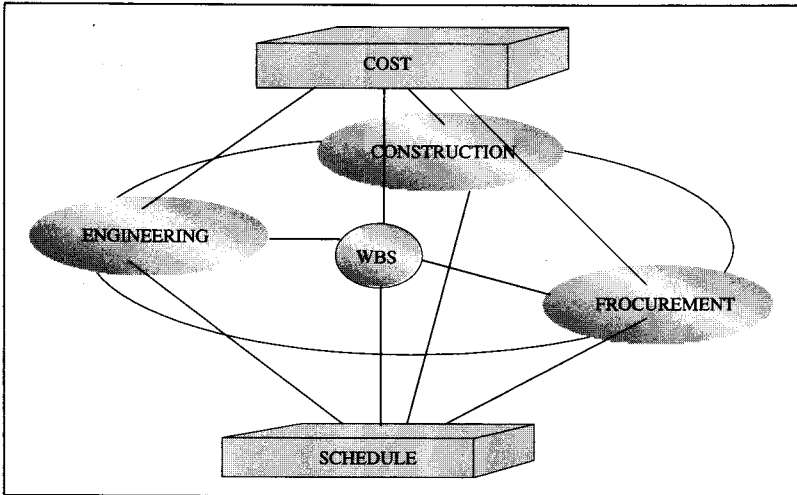
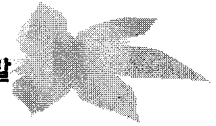
3에서와 같이 전산화된 모든 기능은 모듈별 개별운영은 물론 프로젝트의 특징에 따라 불필요한 기능을 제외하고 재구성하여 사용할 수 있도록 이식성이 고려된 시스템으로 개발한다

(2) PMS 기본구조

PMS의 기본구조는 다음 그림과 같이 업무단계별 3개의 모듈(Engineering, Procurement, Construction)과, 관리대상 즉 업무관점을 나타내는 상하의 Schedule 및 Cost모듈로 구성된다. 이들의 관리대상물인 프로젝트



〈그림 3〉 PMS의 Project 이식성



<그림 4> PMS 기본구조도

는 WBS모듈에서 정의되고 관리된다. 또한 각 모듈간에는 WBS(Work Breakdown Structure)를 통하여 연계하여 모든 관련정보를 추출 확인하며, 추적 관리할 수 있도록 한다.

(3) PMS의 Sub Module 구성

프로젝트 관리 업무는 프로젝트 수행 단계인 Engineering, Procurement, Construction 단계와 프로젝트 관리 요소인 Scope, Cost, Schedule을 조합하여 다음의 표로서 그 수행범위를 나타낼 수 있다(표 1 참조).

<표 1> 단계별 업무수행 범위

	Engineering	Procurement	Construction
Scope	0	0	0
Cost	0	0	0
Schedule	0	0	0

상기의 수행범위의 구분에 따라 프로젝트 관리 시스템 Sub Module을 구성하면, 먼저 Scope Management는 설계, 구매, 시공의 프로젝트 업무 수행범위를 WBS를 이용하여 관리하는 업무로서 Project Information

Module에서 처리한다. 여기에 프로젝트 수행시에 공통으로 사용하는 각종 Code 및 Cost Account 등을 정의할 수 있도록 하며, 또한 향후 프로젝트의 사업현황 및 문제점을 파악할 수 있는 사업정보시스템도 여기에서 같이 수행하도록 한다.

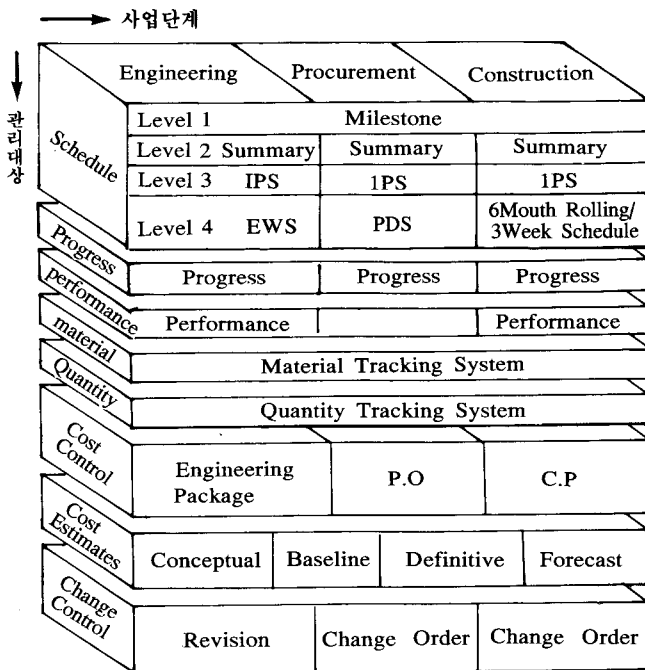
Cost Management는 설계, 시공, 구매의 전과정 업무를 업무성격상 설계, 구매, 시공에 소요되는 모든 비용을 업무단계별로 Conceptual Estimates, Baseline Estimates, Definitive Estimates를 산정하는 Cost Estimate Module과 이를 비용집행 단위인 Work

Package로 구분하여 예산, 계약, 집행실적, 기성 등을 관리하는 Cost Control Module로 구분한다.

Schedule Management는 설계, 구매, 시공 단계를 하나의 Schedule로 구성할 수도 있지만 각 단계별로 관리대상 및 관심사항이 다르므로 Engineering Schedule, Procurement Schedule, Construction Schedule로 분리하고 상세정도에 따라 4 Level의 계층구조로 구축하며, 서로 연계시켜 Interface를 관리하고 관련 업무를 수행할 수 있도록 한다. 즉 Engineering Control Module에서는 Engineering Schedule Control업무 외에 Progress, Performance, M/H 관리 및 Output Control Log 관리 등의 업무를 포함시켜 설계관리 전반에 관한 업무를 수행하도록 하며, Procurement/Material Control Module에서는 Procurement Schedule Control 업무에 구매업무와 Material Tracking 업무 및 Warehouse Control 업무 등 자재관리 관련 모든 업무를 수행하도록 한다. 또한 Construction Management Module에서는 초기 Construction Plan 수립과 인력 및 장비 등의 Resource를 Schedule과 연계하여 관리하며, Construction Schedule Control 업무에

Quantity Tracking System과 Construction Information Control System (CICS)을 포함시켜 시공관리에 관련된 모든 업무를 수행하도록 한다.

상기의 Sub Module의 업무는 사업수행 범위에 따라 구분하였지만 내부적으로는 서로 연계되고 설계, 시공, 구매 등 사업단계 전반에 걸쳐 발생한다. 예를 들면 Quantity Tracking System은 Cost Estimates Module로부터 산정된 추정물량에서 설계가 진행됨에 따라 확정되는 설계물량, 구매단계에서 필요한 구매물량, 시공단계에서의 설치물량 등 시운전으로 이관될 때까지의 최종물량을 관리하는 업무로서 실질적으로는 Cost Estimates Module, Procurement Module, Construction Module 등 모든 Sub Module간에 연계되어 운영되는 체계이다. 이와 마찬가지로 설계, 구매, 시공 등 사업단계 전반에 걸쳐 발생하는 프로젝트 관리 대상항목을 나타내면 다음과 같다.

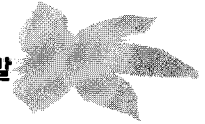


〈그림 5〉 프로젝트 전 사업기간 PMS 관리항목

(4) 전산화 대상 및 범위

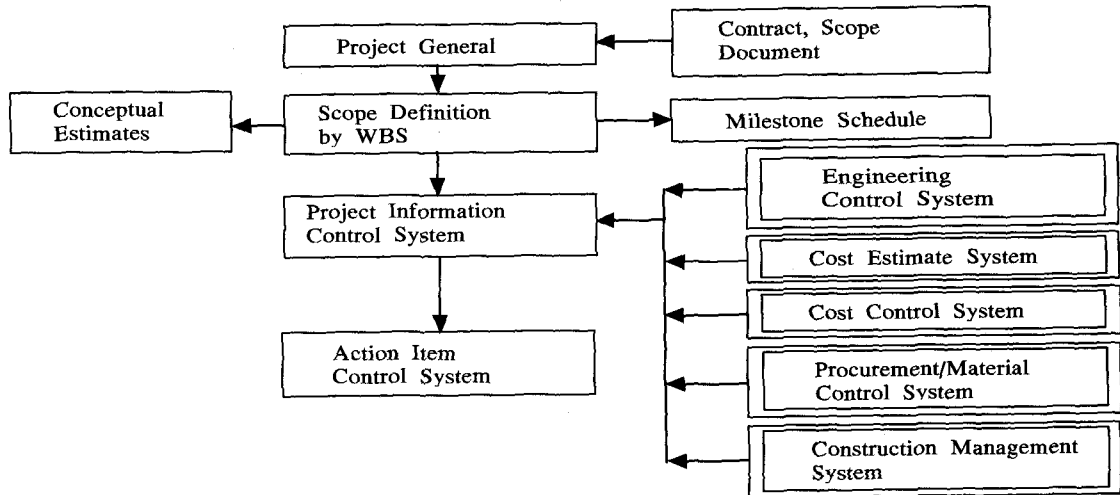
〈표 2〉 Module별 주요 기능 및 전산화대상 범위

SUB MODULE	전산화 대상 범위
PROJECT INFORMATION	<ul style="list-style-type: none"> Project General Information Project Milestone Schedule(P3 or CAD) Project WBS Project Organization Project Information Control System <ul style="list-style-type: none"> Total Progress/ Performance Other Project Status Action Item Control
COST ESTIMATES	<ul style="list-style-type: none"> Code 관리(COA, Craft, Crew, Commodity등) Unit Rate Definition Quantity Estimates Project Estimation By COA Escalation Contingency AFUDC Cash Flow Forecasting Recast To Budget
COST CONTROL	<ul style="list-style-type: none"> Budget Controls Commitment Control Contract Control Change Control Payment Control Trend Analysis Actual & Forecasts Cash Flow Control
ENGINEERING CONTROL	<ul style="list-style-type: none"> Baseline Engineering M/H & Budget L.O.E Control Engineering Schedule Control(P3) Engineering Detail Schedule Control Earned Value & Progress Measurement Performance Analysis
PROCUREMENT/MATERIAL CONTROL	<ul style="list-style-type: none"> Bidder/Supplier Index General Information Scheduling & Monitoring Tag/Bulk Material Index Purchasing Planning Delivery Control Sub-Component Control Expediting Control Inspection/Receive Warehouse/Inventory
CONSTRUCTION MANAGEMENT	<ul style="list-style-type: none"> Quantity Tracking System Construction Information Control System Construction Schedule Control Field Man hour Control System(Optional) Progress Tracking Productivity Analysis(Performance) Construction Equipment Safe Control(Optional) Start-up Control



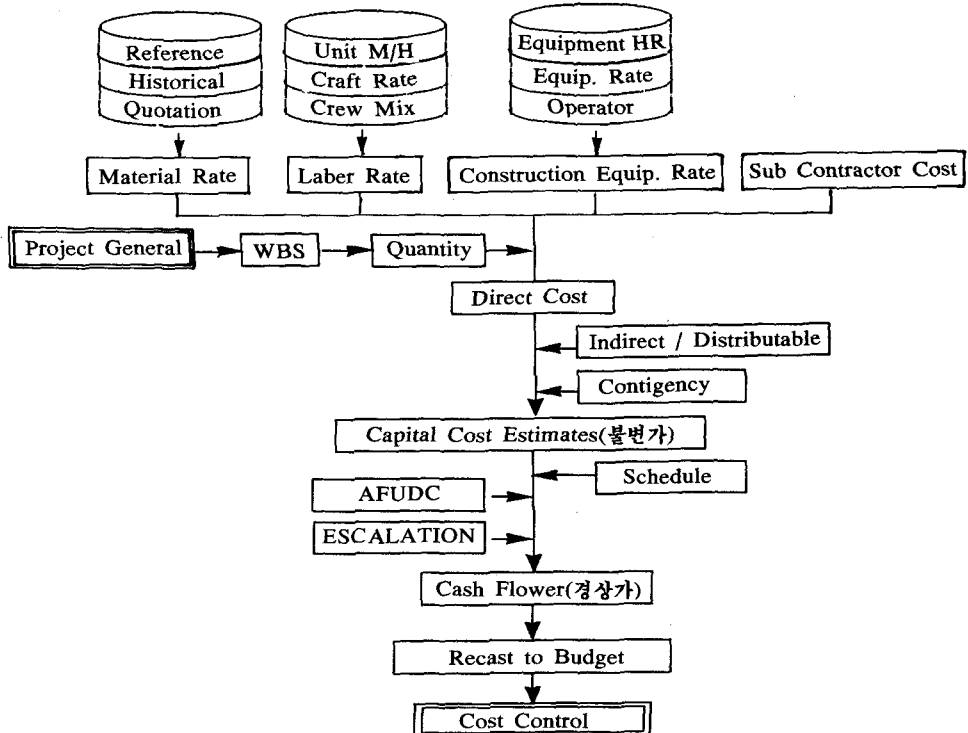
(5) 업무흐름도(WORK FLOW CHART)

◆ Project Information 업무흐름도



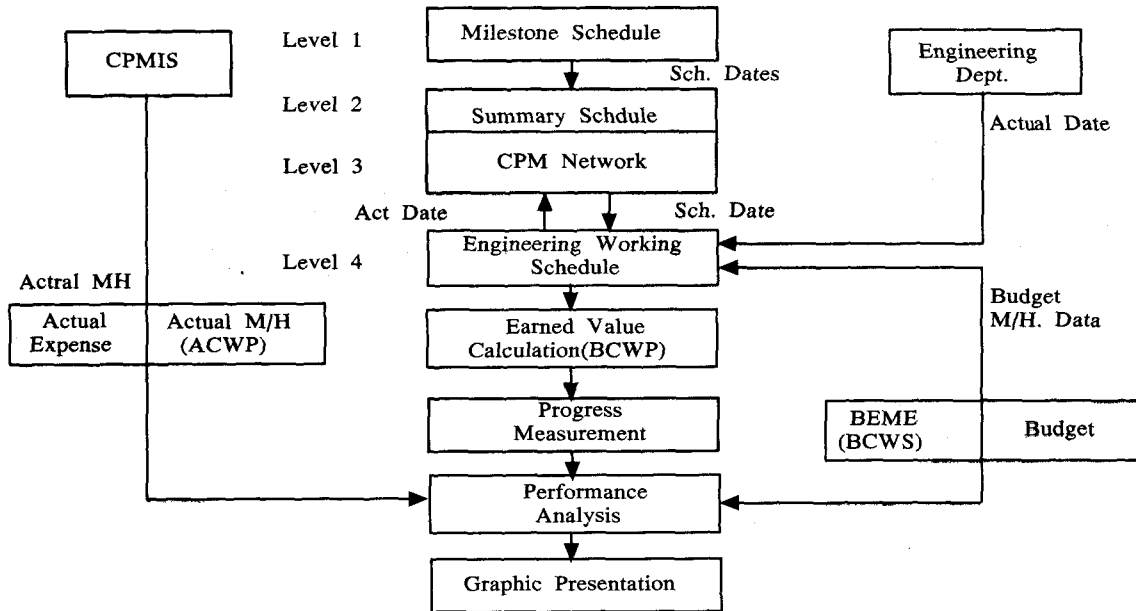
〈그림 6〉 Project Information Work Flow

◆ ESTIMATION



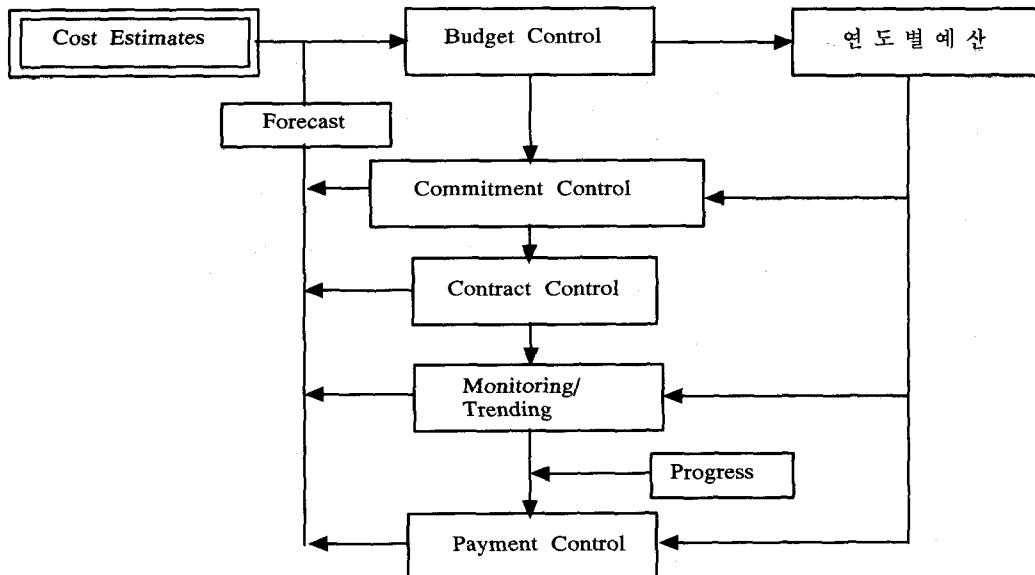
〈그림 7〉 Cost Estimates Work Flow

◆ Engineering Control System



〈그림 8〉 Engineering Control Flow

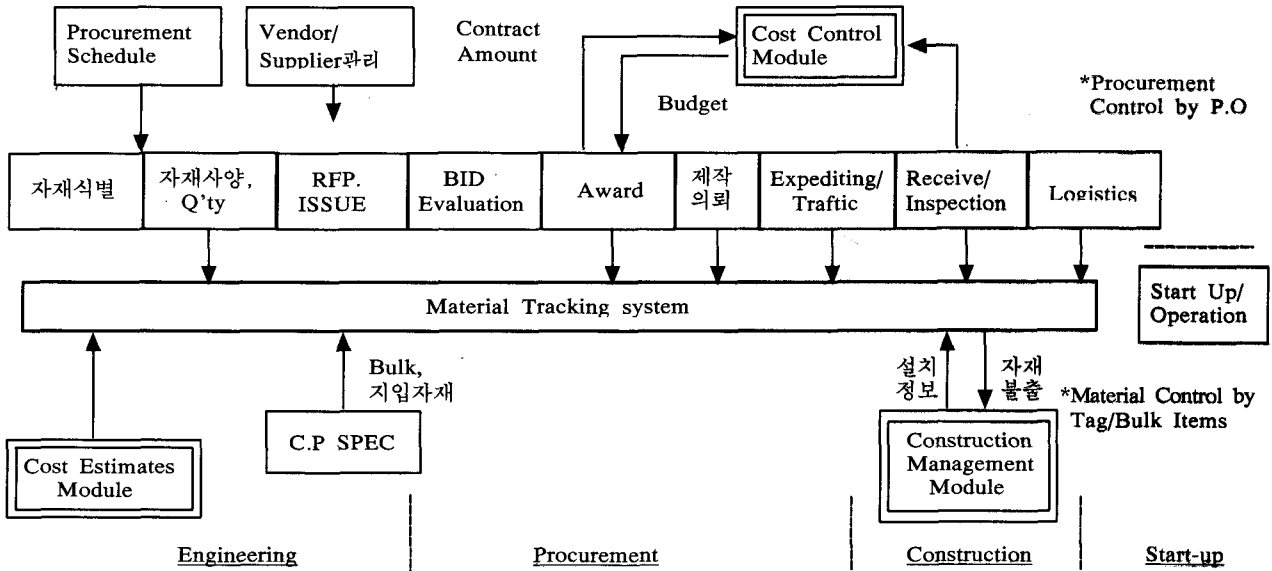
◆ COST CONTROL



〈그림 9〉 Cost Control Flow

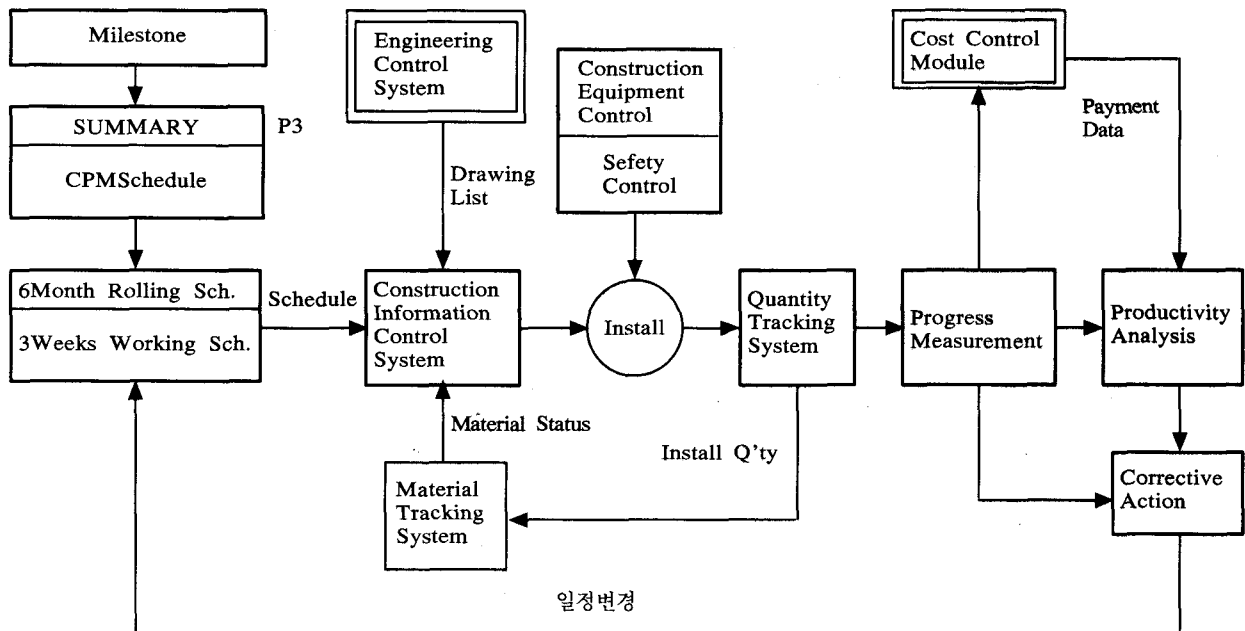


◆ PROCUREMENT & MATERIAL



〈그림 10〉 Procurement/Material Work Flow

◆ CONSTRUCTION



〈그림 11〉 Construction Work Flow

(6) PMS 전산 메뉴 구성

(가) 메뉴구성의 기본 요건

PMS의 메뉴 구성시에는 다음의 기본요건을 기준으로 구성하였다.

- Project 업무단계에 따라 순차적으로 나열하며
- 입력/수정/조회 기능별로 분리 메뉴방식을 배제하고 가능하면 동일 화면에서 동시 처리가 가능하도록 하며
- 동시에 여러 창을 배열할 수 있도록 하여 타 분야의 필요한 정보를 동시 작업으로 조화가 가능토록 하며
- 메뉴의 단계는 최소한으로 줄여 최하위가 3단계 이상을 넘지 않도록 메뉴구성을 단순화 함으로써 사용자들의 접근을 용이하게 한다.

(나) PMS Sub Module 메뉴구성

PMS의 설계개념에서 분류한 6개의 Sub모듈로 구성하였으며, 화면의 기본형태는 WINDOWS의 형태를 유지하도록 하며, 하나의 메뉴를 선택하여 업무를 수행하

면서 다른 메뉴의 선택이 가능하여 Multi-WINDOWS 상에서 동시 작업이 가능하도록 설계하였다.

또한 PMS를 실행하면 프로젝트 관리 정보의 보안을 위하여 User ID와 Password를 입력하도록 하여 PMS 전체 혹은 일부분의 기능을 사용자별로 제한할 수 있도록 하였다.

1) Project Information

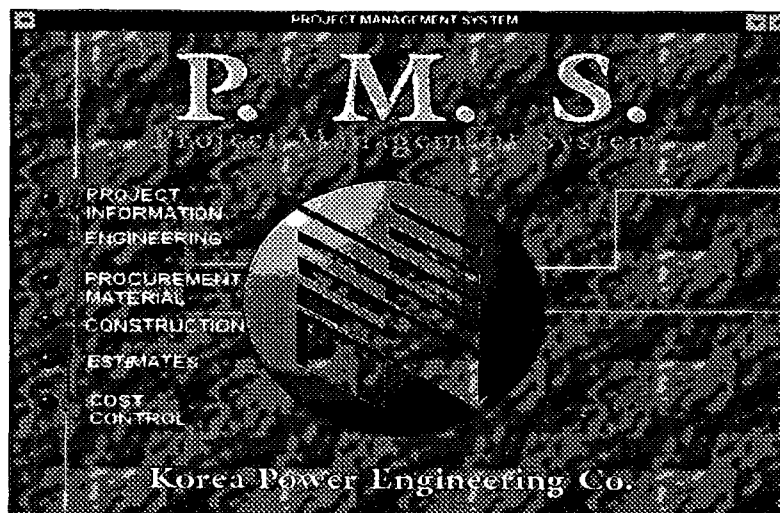
Project의 개요 및 특기사항을 나타내는 일반적인 정보를 제공하고 프로젝트 계약단계 혹은 시행초기 단계에 필요한 Project Schedule/Cost의 정보, 프로젝트의 전산운영에 필수적인 번호체계를 정의하여 업무범위의 설정하고, 부문별 관리현황을 집계하여 최근의 진행현황을 요약하여 알 수 있도록 한다(그림 13 참조).

- PROJECT GENERAL

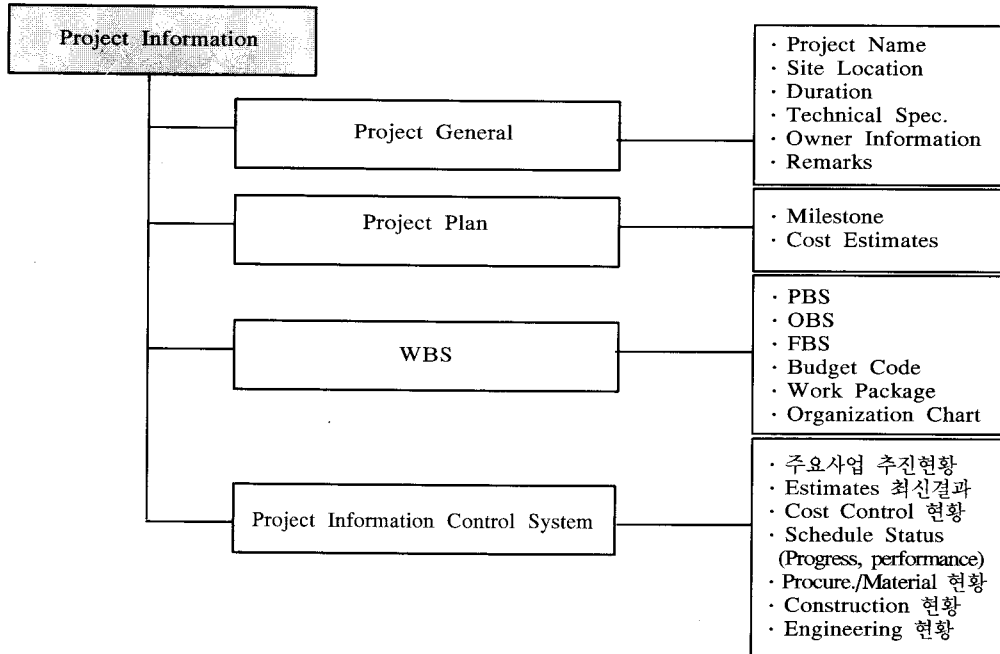
계약서상에 나타나는 프로젝트의 개요 및 수행기간 등 일반적인 정보화 설비용량 및 기술적인 정보를 관리한다.

- PROJECT PLAN

사업 착수 시점에 작성되는 MILSTONE 및



〈그림 12〉 PMS Main Menu



〈그림 13〉

SUMMARY SCHEDULE의 관리 및 계약금액에 따른 공사비 투입계획 등을 관리

- PROJECT WBS

PROJECT에서 공통으로 사용하는 PBS, OBS, FBS 등 번호체계를 입력하고 관리하여 다른 모듈에서 번호체계 사용시 일관성을 유지하도록 유지보수 업무수행

- Organization Chart

- Project Information Control System

· Project 전반에 걸친 현황과 각 Sub module 별의 종합적인 정보를 요약하여 보여주는 시스템으로서 각각의 Sub module 별 Database로부터 필요 정보를 추출, 요약, 종합하여 관리자, 경영자 등 사용자가 보고자 하는 정형화된 다양한 정보를 보여주는 프로그램으로 주요 내용은 다음과 같다.

- 종합사업 추진현황

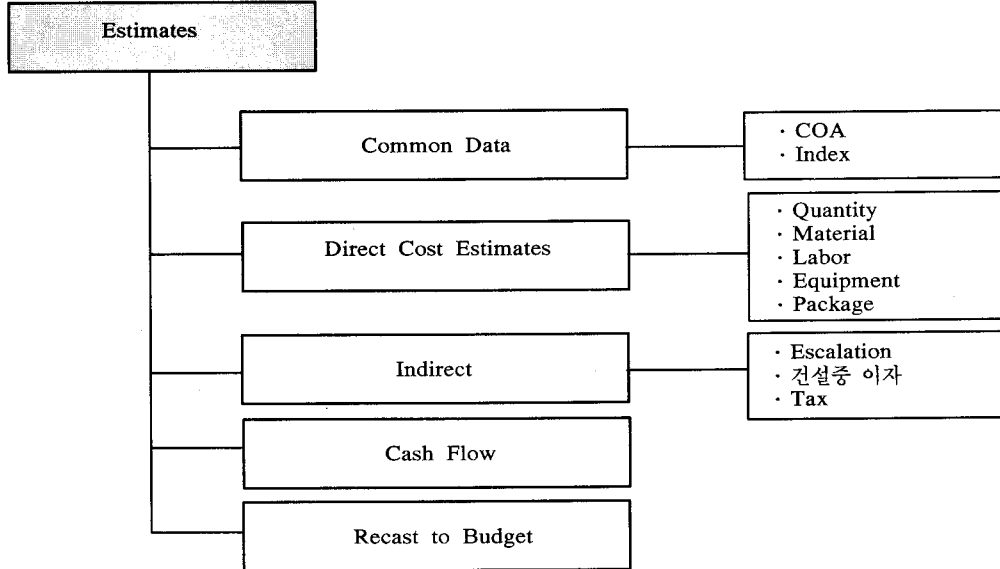
- 주요사업 추진경위
- 분야별 사업정보현황
- Estimates 결과
- Cost Control 현황
- Schedule 현황
- Procurement / Material 현황
- Construction 현황
- Engineering 현황

2) COST ESTIMATES

Estimates 업무는 사업의 단계 또는 목적에 따라 Conceptual, Baseline, Definitive Estimate 및 Forecast 업무로 구분하여 적용하며, Conceptual 단계에서 상위 Level별 Estimates는 Project General Module에서 Project Planning의 Cost Estimate 현황에서 나타낸다(그림 14 참조).

- Common Data

Cost Estimate를 위한 코드 및 공통자료를 정의



〈그림 14〉

하는 곳으로 Code of Account (COA), 국내외 물가지수, 물가상승 계산공식, 노임단가, 환율실적 및 전망, 물량추정단위, 품목/공종 코드 (Commodity), EEDB 계정번호, 사업비 예산계정 등의 자료를 입력할 수 있도록 한다.

- Direct Cost Estimates

프로젝트의 기술적 사양 및 수행범위에 따라 정해지는 COA별 물량자료를 기준으로 직접공사비를 산정하며 자재구매단가, 시공공량 및 인건비 산정, 소요장비 및 시공제비용, P.O Package, C.P별 Estimates업무를 수행하며 직접공사비를 산정한다.

- Indirect

직접비에 추가해야 할 제반 간접비용 항목을 산정하는 곳으로 사업주비용, 제세공과금, Tax 등을 포함하여 불변가격 기준으로 Overnight Cost Estimates를 산정한다.

- Cash Flow

Schedule 자료와 연계하여 건설중 이자, 물가상승비를 포함한 경상가격기준 기준별 소요금액을 산정한다.

- Recast to Budget

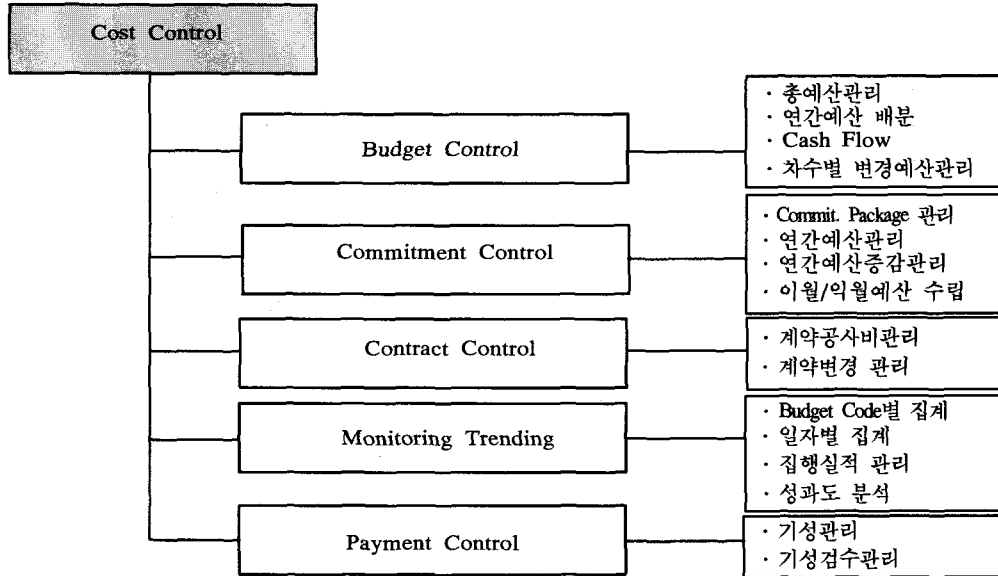
이상의 Estimates결과를 예산관리단위로 집계하여 Cost Control 예산편성의 기준자료로 활용될 수 있도록 한다.

3) COST CONTROL

Cost Control 업무는 Estimates의 결과를 예산으로 확정된 후 프로젝트 수행에 따라 계약 및 예산 집행이 예산 범위 내에서 이루어지도록 관리하는 전산 체계로서 다음의 업무를 수행할 수 있도록 한다(그림 15 참조).

- Budget Control

프로젝트에 소요되는 사업비를 Cost Estimates Module에서 예산 관리 Code별로 재분류하여 예산으로 확정되면 필요에 따라 공정예산과 사업내부 예산으로 구분하여 관리한다.



〈그림 15〉

- Commitment 관리

예산계정별 사업내부 예산으로부터 당해년도 분을 배분, 집계 연간예산을 수립하고, 연도기간중 예산 변경에 따른 예산 증감사항을 관리하고 집행실적을 대비 분석하여 익년도의 이월예산으로 편성하는 업무를 수행할 수 있도록 한다.

- 계약관리

프로젝트 예산에 따라 사업수행중 체결되는 용역계약, 구매계약 및 시공계약 등을 관리하며 계약 후 업무수행변경에 따른 계약변경에 대해서도 관리한다.

- Monitoring / Trending

예산코드별 집행실적을 집계하여 예산과 대비하여 집행률을 관리하며 Earned Value 및 Performance Analysis 결과와 함께 추이분석을 수행하여 필요시 예산변경을 조회할 수 있도록 한다.

- Payment Control

기성지불의 적절함을 관리하고, 기성지불 현황을

집계하는 기능으로 계약단위별로 기성지급 기준에 따라 적절한 기성 지급여부를 검수하며 지급항목별로 예산을 초과집행하지 않도록 관리한다.

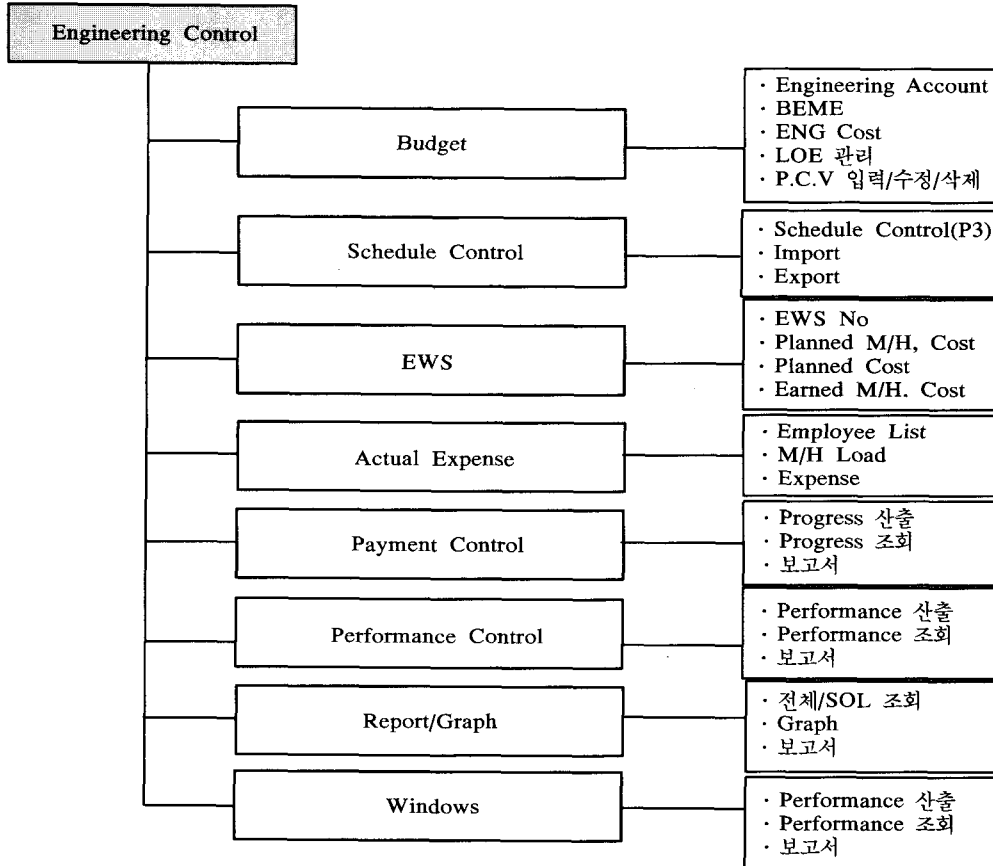
4) Engineering Control System(ECS)

Engineering Control System은 현재사용중인 시스템에서 WINDOWS 환경으로 전환하고, 기술부서와 분리 운영하는 방식에서 기술부서에서 직접 실적을 입력하고 관리할 수 있는 체계로 전환하여 타분야와 연계 운영 등 업무절차를 개선하여 다음과 같이 하부기능을 구성하도록 한다(그림 16 참조).

우선 Project General에서 이미 정의되어 있는 WBS 구조를 이용하여 Engineering에서 사용할 모든 BEME, EWS, Deliverable No.를 정의하고 Progress 계산에 필요한 %Complete배분 Template를 정의한다.

- ENG BUDGET

계약 후 각 ENG Account별 M/H를 배분/관리하



〈그림 16〉

고, 기성 및 설계 진도율을 측정할 수 있도록 C.P Value를 관리할 수 있도록 한다.

- ACTUAL EXPENSE

프로젝트에 투입된 직원의 관리와 작성된 실적 Timecard M/H를 CPMIS로부터 직접 연계하여 자료를 전송받으며, 이 자료는 Progress 계산의 실적(ACWP)계산의 기초자료로 활용되며, 비용으로 계산되어 실투입 비용과 함께 Actual Expense를 산정할 수 있다.

- ENG CPM SCHEDULE

설계 Activity의 계획/예상/실적의 자료를 관리하고 모든 Schedule에 관련된 자료의 기초자료로 활

용된다.

- ENG DETAIL LOG

ENG CPM Schedule을 기초로 각 Deliverable의 상세 일정을 Log형태로 관리하며 모든 설계정보의 결과물 즉 도면, 계산서, 보고서, 절차서 등 최하위 관리단위에 대한 계획 일정과 실적을 관리한다.

- PROGRESS & PERFORMANCE

ENG. Detail Control에서 집계된 설계정보의 실적치를 이용하여 설계진도율을 산정한다. BCWS와 BCWP는 Budget 및 EWS Detail LOG에서 집계되고, ACWP는 Actual Expense에서 집계되



며 상세정도는 각 ECOA별, 분야별 집계 가능한
도록 설계한다.

- Report / Graph

현재 진행되고 있는 대상체에 관련되는 M/H,
Schedule/Actual Date, Timecard 등의 설계관
련 모든 정보의 조회가 Report 및 Graph의 형태
로 출력되도록 설계하며 특히 ECS의 여러 기능이
조합된 종합 Report의 생성이 가능하도록 한다.
또한 Oracle의 SQL Plus를 이용한다.

5) PROCUREMENT/MATERIAL Control System

구매/계약업무에 필요한 P.O.C.P별 지불항목 관리,
Procurement Schedule 및 Material관리를 포함한
다. 각 P.O에 포함된 자재의 Cost정보는 Cost
Control에서 운영하는 Budgets DB를 이용하며
Quantity 등 설계정보는 Engineering에서 관리하는
설계자재정보를 이용한다(그림 17 참조).

- DEFINITION

설계단계에서 구매사양이 확정되어 Spec이 작성되
고 구매단계가 되면 Spec관련 구매정보의 초기화
작업을 수행할 수 있도록 한다. 즉, P.O , C.P No
의 등록업무 등을 수행할 수 있다.

- Schedule

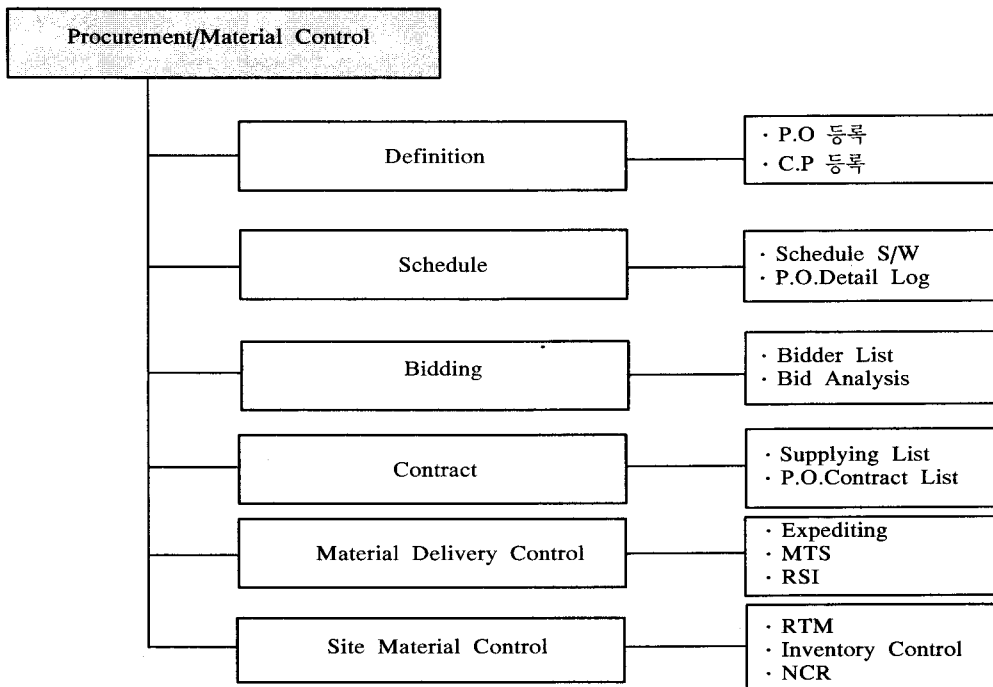
구매관련 CPM Schedule의 작업을 수행하고 이
Schedule을 근거로 P.O/C.P별 계획일자를 Log
형태의 파일로 실적을 유지한다.

- Bidding

Bidding에 관련되는 입찰자 및 입찰항목의 정보와
Budgets과 입찰금액의 비교검토가 가능토록 설계
한다.

- Contract

계약자 선정 후 필요한 공급자 정보 및 Item별 납
기 계획 및 계약금액 관리



〈그림 17〉

- Material Delivery Control

계약서내의 납기일정에 따른 각 Equipment의 납기일정을 관리하며 현장에 Equipment가 도착한 후에는 해당 Equipment 관리업무를 시공업무로 이관시킨다.

- Site Material Control

현장에 도착한 자재의 불출, RTM의 발행, 창고 재고관리, 부적합 자재의 관리와 시공에 투입되어 설치되어 시운전으로 인계될 때까지의 자재관리 업무를 포함한다.

6) CONSTRUCTION

Schedule에 관련된 업무는 상용프로그램(P3 또는 ARTEMIS 등)에서 수행하도록 하고 기타 다른 분야와 관련된 Resource정보(자재, 인력, 장비)는 통합DB를 구축하여 공용으로 활용할 계획이며 P3와의 정보연계는 Import/Export 기능을 이용하여 수행시킨다(그림

18 참조).

- DEFINITION

Activity의 Scope정의와 번호체계 적용업무를 수행

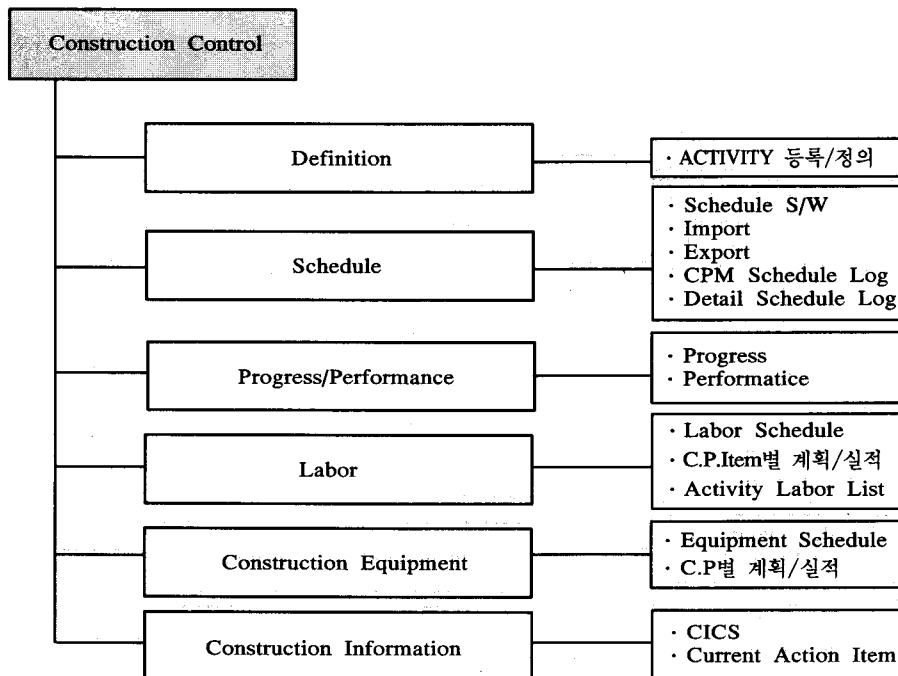
- SCHEDULE

Schedule Application(P3)을 이용하여 CPM Schedule을 관리하고, 시공정보 DB로부터 연계시켜 필요한 Date정보를 Import/Export하여 다음의 업무를 수행한다.

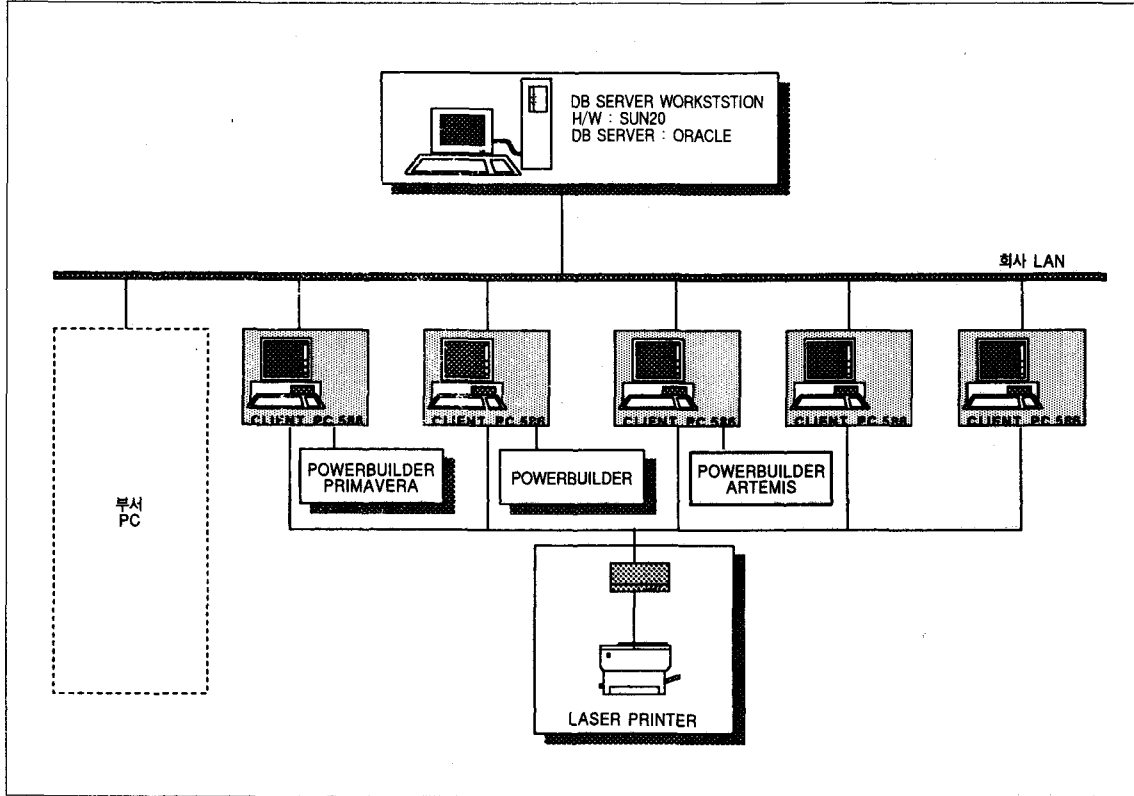
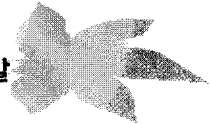
- Time Analysis/Resource Analysis
- Resource Installation Curve
- Labor Installation Curve
- Progress & Performance
- Forecast

- PROGRESS & PERFORMANCE

각 시공 Activity별 공정률 계산 및 집계는 P3에서 수행하고 계산 결과를 DB로 Import하여 다른



<그림 18>



<그림 19> 시스템 구성도

분야에서 진도 현황을 조회할 수 있도록 설계

- LABOR
초기 Labor정보는 Definitive Estimates 결과를 이용하여 집계된 자료를 각 시공 Activity로 재집계하여 입력하고, P3를 이용하여 Labor Installation Schedule을 수립한 뒤 Labor DB와 실적치를 비교 검토하여 입력수급을 관리한다.
- EQUIPMENT
이 메뉴 또한 Labor와 동일한 절차를 거쳐 Equipment DB를 구축하고 실적치와의 비교를 통하여 건설장비 관리업무를 수행한다.
- Construction Information
현재 진행중인 Activity를 중심으로 이와 관련된 모든 시공정보 즉 자재정보, 설계정보, 일정정보,

물량정보의 관리업무를 수행한다. 그 내용은 기존의 CICS(Construction Information Control System)와 유사한 기능을 수행하며 추가로 공사비 관련정보까지 지원하도록 설계한다.

라. 적용 H/W 및 S/W

(1) H/W 및 S/W 구성도

- 서버 : SUN ULTRA 2 W/S
- DBMS : ORACLE Ver 7.x (Con. 8 User용)
 - 프로젝트관리 시스템은 타 시스템과 연계되어 개발되어야 하므로 Network상의 자료공유 등을 고려하여 RDBMS인 ORACLE을 선정



하였으며 User수는 시스템개발 및 시범운영을 고려하여 동시사용 8 User용으로 선정하였음.

- 개발 Tool : Power Builder
- 공정관리용 Tool : P3(PRIMAVERA), ARTEMIS, CA-Superproject

PMS는 하나의 Schedule S/W와의 연계에 한정시키는 것보다는 국내 대부분의 시장을 점유하고 있는 PRIMAVERA와 ARTEMIS를 동시에 지원할 수 있도록 병행 연결하는 것이 추후 발전소 이외의 프로젝트 참여시에도 유리할 것으로 판단됨.

3. 결 론

최근에 프로젝트 관리 업무는 복잡하고 기술 집약적인 대형 프로젝트를 수행하면서 많은 관심을 받기 시작한 영역으로서 기본원리는 같지만 그 관리 방법 및 절차 등이 표준화되어 있지 않아 실제 사업에 적용될 때에는 프로젝트에 따라 혹은 프로젝트 관리자에 따라 그 절차와 방법에 차이가 있을 수 있다. 즉 회사마다 프로젝트관리 경험을 바탕으로 프로젝트별로 지리적, 경제적 환경요인을 고려하여 관리방식과 중점 관리대상이 약간씩은 달라지게 된다. 국내에서 원자력, 화력 및 대형 국책사업에 적용하였던 프로젝트관리 시스템은 부분적으로 전산화되어 있지만 전문야를 전산화하지 못해 정보연계 및 공유에 한계가 있었으며 따라서 활용면에서도 비효율적인 요소가 많았다. 또한 급변하는 새로운 전산환경을 수용하기에는 한계가 있다고 할 수 있다.

이번에 수행한 프로젝트관리 시스템의 기본설계 업무는 현재까지의 프로젝트 관리 경험과 기술을 바탕으로 국내외 프로젝트관리 분야에서 선도적 역할을 수행하기 위해서 국내외의 건설여건과 정보화시대에 맞는 최신의 전산시스템을 개발하고자 그 개발목표와 방향, 포함내용, 사용자요건 등을 정리하여 프로젝트관리 시스템이

보유해야 할 최소한의 요구사항을 기술하려고 하였다. 또한 프로젝트관리 업무절차를 정립하고 이에 따라 전산화 대상범위를 설정하고 전산시스템의 기본구조와 메뉴를 설정하였으며 각각의 Sub System별로 업무흐름을 분석하여 보유해야 할 주요 기능들을 제시하였다. 이로서 장기간에 걸쳐 단계적으로 개발되는 프로젝트관리 시스템의 각각의 Sub System의 연계성과 일관성을 유지할 뿐 아니라 다른 연관분야와의 인터페이스 처리에 도움이 될 것으로 판단된다.

대형 Turn Key 사업에 대비하는 프로젝트 관리 시스템은 당장 사업에 전반적으로 적용할 수는 없지만 향후 Turn Key사업 수주에 따른 프로젝트 관리 업무를 준비하는 것은 물론 현재 수행중인 업무에도 개선사항을 최대한 반영하여 개발함으로써 업무 효율 증대에 도움이 될 것으로 판단되며, 앞으로도 개발중인 Project Management System의 많은 부분을 보완하여 체계적이고 실제적인 종합사업관리(PM/CM)를 수행할 수 있는 최신의 시스템을 개발하고자 한다. ❏

■ 참고 문헌 ■

1. 9-006-X426-511, 울진 원자력 3,4호기 설계공정관리 전산프로그램 기본설계서, 한국전력기술(주), 92. 8
2. 1-0B1-X482-002, 수도권 신국제공항건설 사업관리 절차서, 신공항건설공단, 95. 4
3. H-II-1-33, 김순래외 6, 공무해위여행 귀국보고서, 한국전력공사, 1993.
4. MAX WIDEMAN, PROJECT MANAGEMENT BODY OF KNOWLEDGE (PMBOK), PMI, 87. 10
5. JUDY H. AUGUST, JOINT APPLICATION DESIGN (JAD), YOURDAN PRESS COMPUTING SERIES, 1991
6. 9-005-X425-101, 영광원자력 5,6호기 시공정보관리 절차서, 한국전력공사, 96. 4
7. 박남규, 소프트웨어 프로젝트 수행방법론, 도서출판 한국실리콘, 96.3
8. 양해술, 노환주편저, 구조적 시스템 분석과 설계, 상조사, 91.1