

## PMBOK Guide 지식영역 적용 사례 - 원전종합설계를 중심으로 -

A Case on Application of the PMBOK(Project Management Body of Knowledge)  
Guide in Nuclear Power Plant Architect Engineering

임재민 한국전력기술 사업관리기술그룹, 부장, PMP  
김성수 한수원 중앙연구원 플랜트건설기술연구소, 차장

### 1. 배경 및 내용

#### 1.1 배경

오늘날 사업관리는 국내외 다양한 분야의 선진기업들이 프로젝트(또는 프로그램, 포트폴리오) 관리에 있어 PMBOK(Project Management Body of Knowledge Guide, PMI이하 “PMBOK Guide”) 지식영역의 프로세스를 광범위하게 적용하고 있는 반면에 어떠한 방법으로 어떻게 적용되고 있는지 실증적인 자료는 드문 예이다.

본 사례는 현재 수행중인 “데이터기반 원전건설 통합화/자동화 기술개발과제”에서 부터 시작되었다.<sup>1)</sup> 해당 과제는 글로벌 시장의 공통적 표준을 모색하는 과정에서 “PMBOK Guide”의 적용 방향성을 검토할 수 있는 기본 동기를 부여하게 되었다.

이에 따라 원전 건설관리 선진화의 일환으로서 프로세스 개선을 위한 글로벌 기준으로서 PMBOK Guide를 설정하고 그 지식 영역의 실제 적용 현황과 수준을 소개하고자 한다.

#### 1.2 내용

본 자료는 원전 생애주기 중 설계단계를 예로 하여 PMBOK 지식영역에 대한 해당 지식 영역의 적용 사례를 중심으로 고찰하였다. 해당 지식영역별 사례는 다음과 같다.<sup>2)</sup>

1) 1 한국에너지기술연구원, www.ketep.re.kr (과제 발주기관, 지식경제부 산하). 3개 세부과제로 추진.

2) 통합관리는 특정한 영역을 넘어, 설계관리 프로세스 전반에 걸쳐 적용되고 있는 것으로 조사됨

### 2. PMBOK Guide 지식 영역별 적용 사례

본 장에서는 생애주기 기반의 원전 건설관리 선진화 영역과 PMBOK Guide의 지식영역을 원전 종합설계분야와 매칭시켜 범위, 시간, 원가, 품질, 리스크, 인적자원, 의사소통, 조달의 8개 지식 영역별 사례를 소개하기로 한다.

#### 2.1 범위 관리(Scope Management)

범위관리의 기본 도구인 WBS/PNS는 일반 범주와 특정 범주로 구분하여 일반 범주에는 발전소(건물) 호기와 시설(설비) 분류 체계(Physical Breakdown Structure)를 정의하고, 특정 범주에는 기기번호, 활동 번호(Activity Number), 도면 및 문서 번호 체계를 적용하여 구성하도록 정의하고 있다.

일반적으로 원전산업계에서는 계약자가 번호체계를 개발하고 사업주(발주자)가 승인하여 관련 번호체계를 사업 생애주기 전 단계에 걸쳐 사용하게 된다. WBS(Work Breakdown Structure)는 사업 초기에 상위 문서인 사업관리 지침(Project Procedures Manual)에 따라 설계 및 시공 단계 등에서의 업무 패키지(Work Package) 구성이 가능하고 효율적으로 관리될 수 있도록 지침적 성격을 제공하여 준다.

WBS는 1985~1986년에 개발되어, 영광 원자력발전소 3,4호기 이후 적용되었으며, 당시 상당 부분이 국내 실정을 반영하여 대폭 수정 적용한 것으로 파악되었다. 사업번호체계(PNS, Project Numbering System)는 각 프로젝트별 각종 번호(Number)들 간의 논리적 연계를 통한 관련 업무 전

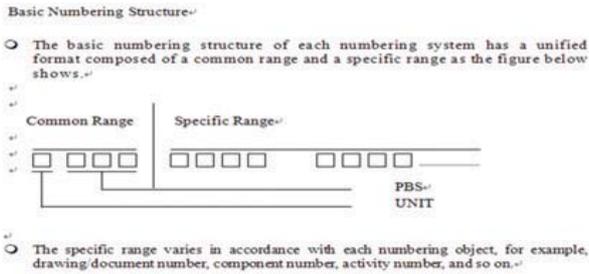


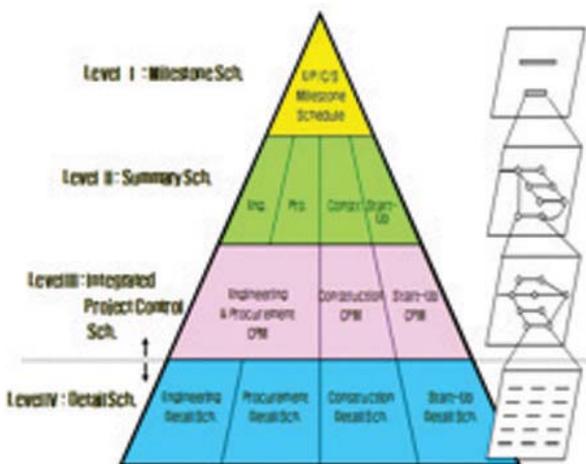
그림 1. PPM상의 기본 번호체계(Basic Numbering System)<sup>3)</sup>

산화 및 자동화 차원에서 작성 추진되고 있다. 프로젝트 업무분류체계 내지 번호체계는 향후 글로벌 프로젝트의 특성에 따라 발주요건에 맞춘 탄력적 변용이 예상된다.

## 2.2 시간 관리(Time Management)

일정(공정)관리의 주요 업무는 표준사업관리절차서(또는 공정관리절차서)에 따라 공정표 작성 및 운영, 공정률 관리와 타 시스템과의 연계로 구분되고 있다. 원자력발전소 건설 사업에 사용되는 공정표는 사용주체 및 운영목적에 따라 단계별로 작성, 운영되며 분야 간 업무수행의 연계성은 물론 상하위 공정표간 위계체계(Hierarchy)를 고려하여 세부 공정계획을 수립, 운영 및 전산화된 시스템에 의해 관리 및 운영된다. 국내원전의 경우 기본공정표, 분야별공정표, 관리기준공정표, 설계/구매시행공정표는 A/E(종합설계)가 작성하

3) 프로젝트(사업)관리 지침, Project Procedures Manual, 한국전력기술



(국내원전)

고 사업주가 이를 승인하여 운영하며, A/E는 자체적으로 설계시행공정표를 운영한다.

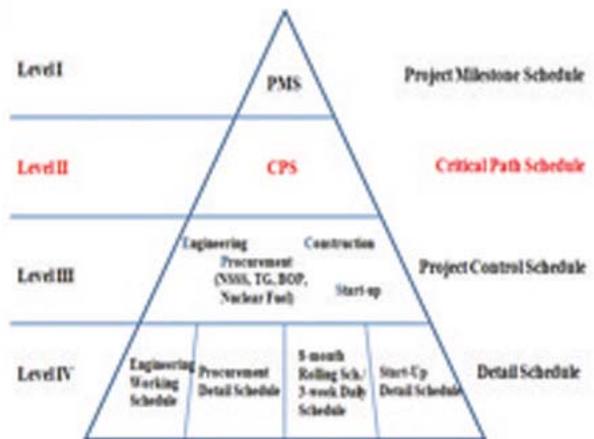
해외원전 (UAE)의 경우에는 기본공정표, Critical Path Schedule(CPS), Project Control Schedule(PCS), 설계시행공정표와 구매시행공정표가 수립되고, A/E는 설계 PCS와 설계시행공정표를 운영한다.

원전 건설사업의 공정률은 CPM 네트워크 공정표인 관리기준공정표(IPS)에 의한 일정계획을 참조하고 설계/구매/시공/시운전 분야별로 수립된 공정률 산정기준을 적용하여 공정 계획 및 실적 산정을 수행한다. 한편 계획 대비 실적 공정률 산정을 위하여 공정률 산정 프로그램이 개발 및 운영되고 있다.

## 2.3 원가 관리(Cost Management)

원전설계 등 초기 M/H(Manhour) 예산은 설계분야별 소요인력을 추정하고 성과측정을 위한 기초 데이터를 제공하기 위해 설계관리기준공정표의 개발과 병행하여 편성한다. 예컨대 설계단위작업에 알맞도록 역무(업무)분류체계(WBS)를 적절히 조합하여 설계 업무관리 계정 번호(ECOA: Engineering Code Of Account)를 구성하고 설계관리기준공정표 단위작업과 연계하여 초기 사업기준 M/H 산정(BEME: Baseline Engineering M/H Estimate)을 한다.

사업(관리)책임자는 기성 M/H(EV)와 실제비용(AC)을 비교 분석함으로써 지금까지 완료된 업무들에 투입된 M/H와 그 업무들에 계획된 M/H와의 차이를 알 수 있다. 이러한 차



(해외원전, UAE)

그림 2. 사업공정표 체계(Hierarchy)

이를 발생시킨 요소로는 초기 예산편성의 결함, 인적자원 능력의 차이, 기술적인 어려움으로 인한 추가 자원투입 및 기타 복합적인 요인들을 들 수 있다. 성과분석 결과물을 통하여 프로젝트(종합설계) 수행에 아래와 같은 목적으로 활용한다.

- 사업 계획 대비 기성고의 결정 및 자원사용에 대한 계획 수립
- 예상 완료일자 예측 및 효율적 작업 진행 여부 평가
- 문제 분야의 조기 발굴 및 시정조치

성과분석보고서는 상위수준의 설비 분류 체계(PBS), 기능 분류 체계(FBS), 조직 분류 체계(OBS)를 기준으로 작성하여 관리목적으로 활용할 수 있다. 또한 성과분석 지표들을 사업수행기간 대비 그래프로 작성하여 그 추세를 쉽게 알 수 있다.

### 2.4 품질 관리(Quality Management)

품질관리는 전사적인 품질경영절차서를 중심으로 각 본부별 프로젝트/사업별 품질관리 절차서를 구성하고 이에 따라 사업 설계관리절차서 및 사업설계 지침서를 발행하여 업무를 수행하도록 품질체계를 구성, 유지하고 있다.

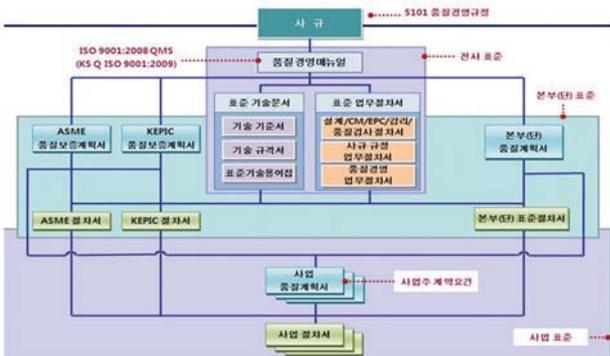


그림 3. 한국전력기술 사업절차서 위계

각 프로젝트에서는 사업별 품질목표를 설정하고 기간별 목표 달성도를 측정하여 이를 보고(Project Manager)하며 해당 정보를 전산시스템에 등재함으로써 프로젝트 참여원들에게 공유되고 있다. 본부별 주요성과지수(KPI, Key Performance Index)에 품질활동 관련 지수를 포함시켜 성과를 측정(measure)한다.

- 기술적 측면에서는 결과물의 발행에 따른 오류율과 변경률이 적을수록 높은 점수가 부여되며(2.5 “리스크 관

리” 참조)

- 서비스 측면에서는 관련사(Project Entities)간 관련 업무 수행도에 따라 점수가 분포한다(2.6 “의사소통 관리” 참조).

표 1. 프로젝트 품질 목표 종합 평가 예

분류	구분	기준치	현재치	평가치	최종평가치	
기술	변경률	0	0.89	10.79	0.00	
	오류율	95	0.01	99.96	34.63	
	LAP	10	0.00	0.00	0.00	
	과목	10	1.00	100.00	10.00	
사업	설계준용률	15	1.00	100.00	15.00	
	품질관리서 개관률	10	0.90	90.04	9.00	
	품질관리서 개관률	FCM	2.5	0.88	87.72	2.19
		MCR	2.5	0.94	93.75	2.34
		SDOH	2.5	0.85	85.19	2.13
		OPM	2.5	0.66	66.13	1.65
	수계/평균	10	0.83	83.20	8.30	
	사건관리서 개관률	10	1.00	100.00	10.00	
	총 계		100.00		88.196	

### 2.5 리스크 관리(Time Management)

프로젝트의 리스크 원인 사업단계(생애주기중) 및 특성에 따라 다양하고 광범위한 유형이 논의 될 수 있으나, 설계단계와 밀접하면서 발생개연성이 높은 순위로 (표 2)에 예시하였다. 아울러 이들 대책은 예시적 설명으로서 실질적으로는 이러한 검토가 이루어지도록 각 프로젝트별 내부 절차서에 명시하여 리스크 예방 내지 최소화를 도모하고 있다.<sup>4)</sup>

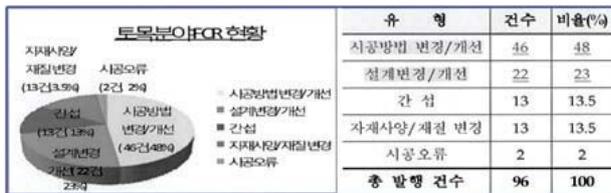
표 2. 설계리스크 원인 및 유형 예

	설계리스크 원인 및 유형	대안
외적 요인	- 최초 설계 적용 개념 등에 대한 설계 완결성 부족 - 초기 설계 관련 구매 단계 Input정보의 미확정 또는 불충분에 따른 설계 변경 - 국기별 발주 요건상이에 따른 불확실성 (글로벌 해외사업 진출시)	- 최초 건설 초기 경험의 후속(Nth) 초기 반영(피드백) - 최초 설계 또는 최초 적용 기기의 경우 충분한 Lead Time을 고려하여, 적기 정보관리가 되도록 관련 입찰, 제작 추진 - 관련국/발주 요건(Special Code & Standards) 사전 철저 분석
내적 요인	- 불확실한 설계 입력 자료 등에 따른 설계 오류 - 상위 요건 해석의 미흡에 따른 하위 설계 오류 - 분이간 검토 미흡에 따른 설계 결함	- 최초 설계시부터 입력 정보의 정확성을 담보할 수 있는 장치(시스템) 마련 - 요건간 상호 연계될 수 있는 프로세스 정립 및 관련 절차의 충분한 교육 훈련 - 분이간 검토 강화(전문 Checker 확대 양성) 및 프로세스 개선

4) 한기 사업설계관리절차서 “설계, 시공 및 운전경험의 반영”/사업설계 지침 6.26-1 “설계개선사항, 경험자료 및 변경사항 관리”

변경(설계)사항 관리에 따른 리스크영향을 최소화하는 프로세스로서는 품질실사와 경향분석을 들 수 있으며, (표 3)은 설계 및 시공과정에서의 변경사항 측정 예를 나타낸다.

표 3. 변경사항 경향분석 사례



## 2.6 의사소통 관리(Communication Management)

개념적 측면에서 의사소통 또는 인터페이스 관련 이해관계자(stakeholder)는 사업주와 설계사, 제작사, 시공사 등 모든 사업참여자(Project Entities)로 간주된다. 원전 건설 단계(국내)는 기획 단계에서부터 (기)자재 제작 및 설치, 시공 등 일정 범주의 구성원이 참여하고 있으며 이는 그 간 수십 호기 원전 건설에 거쳐 조직화된 형태를 지니고 있다.

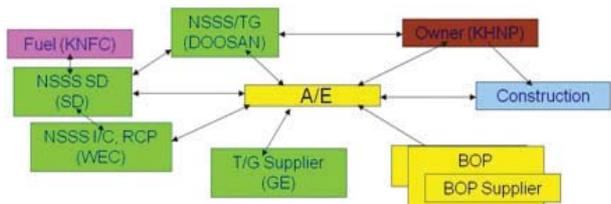


그림 4. 원전 사업 참여 조직

참여 조직간의 요구사항에 대한 인터페이스 관리의 의사소통과 불가분의 관계를 지닌다. (그림 4)는 이들 관계를 보여주고 있으며, 각 화살표는 의사소통 채널(Channel)을 의미한다. 의사소통 및 인터페이스 관리에 대한 절차를 예로 들면 다음과 같다.<sup>5)</sup>

- 외부인터페이스(External Interface)는 통상적으로 해당 계약서 및 사업관리지침서(Project Procedures Manual) 등에 따라 관리되고, 이에 규정되지 않은 외부 인터페이스는 서신이나 회의록 등의 형태로 식별, 관리
- 내부인터페이스(Internal Interface)는 사내 관련 규정/

절차서에 따라 관리되고, 여기에 규정되지 않은 내부 인터페이스는 회사 내에서 사용되는 협조건, 메모 등 통신 및 공문서나 회의록 등의 형태로 식별 및 관리

- 설계인터페이스와 관련된 각종 설계문서의 검토 및 배포는 해당 사업 (프로젝트) 설계관리절차서에 따라 수행

## 2.7 인적자원 관리

### (Human Resources Management)

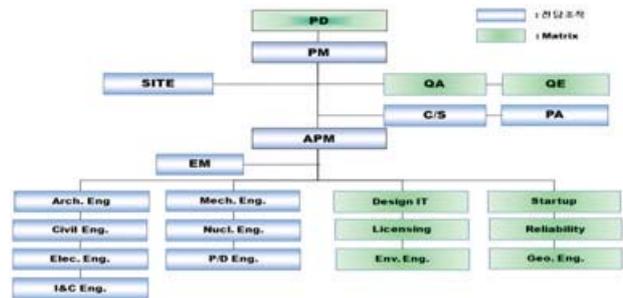


그림 5. 종합설계 프로젝트(사업) 조직도

(PD: Project Director, PM: Project Manager, APM: Assistant Project Manager, EM: Engineering Manager, C/S: Cost and Schedule Supervisor, SM: Site Manager)

사업조직의 기능과 책임, 사업수행 직위자에 대한 업무부여, 사업수행요원의 투입, 사업문서승인권한 위임전결, 교육훈련과 상벌 등은 관련 절차서에 규정, 관리되고 있다. 사업조직도는 그림[2-6]와 같이 프로젝트(사업) 전담조직과 매트릭스조직으로 구성된다. 사업(관리)책임자(PM)는 사업수행인력을 지휘 감독하여 사업을 총괄하며 그 하부에 기술업무를 책임 수행하도록 사업부책임자(APM)와 기술조정책임자(EM)를 둔다. 또한 기술업무를 제외한 기타 업무를 책임수행토록 하기 위하여 사업행정 책임자(PA)와 공정 관리 책임자(C/S), 현장 업무를 총괄하는 현장소장(SM, 건설소/현장)을 둔다. 이상과 같은 인적 자원관리는 프로젝트 특성 및 사업주의 요건에 따라 탄력적 변용을 통하여 건설단계별 투입인력 등 조직구조 변화가 이루어진다. 다른 한편으로는 프로젝트 참여 인력에 대한 참여사별 지속적인 교육훈련을 통하여 이행되고 있다.

5) 한기 사업설계관리절차서("6-17 설계 인터페이스 관리").

## 2.8 조달 관리(Procurement Management)

원전 건설사업은 특성상 제작기간이 장기간 소요되는 장기 구매품목(Long lead item)과 주문 제작 형태의 기자재가 많다. 이러한 특성으로 인해 설계 및 구매 단계에서의 철저한 사전 관리가 필요하고 기자재가 적기에 현장에 도착할 수 있도록 독려하는 업무를 포함한다. 또 하나의 특징은 사급자재(사업주가 구매하여 제공하는 자재)가 타 사업에 비하여 많다는 점이다. EPC 사업단계로 추진되는 원전 건설사업에서의 구매관리는 설계와 시공(설치)을 연계한다는 중간 단계라는 점에서도 체계적이고 심도 있는 관리가 필수적이며, 보조기 기자재 구매업무 프로세스를 (표 4)의 단계별로 수행하고 있다. A/E(종합설계)는 구매 구격서 작성 및 입찰서 기술평가 외에 공급자문서 독려를 통한 조달관리의 한 부분을 수행한다. 사업주는 이를 제외한 단계별 구매 업무 프로세스를 주관하여 수행한다.

표 4. 보조기 기자재 구매업무 프로세스

입찰구격서		구입요청		입찰서 접수		기술평가			계약서 작성		계약 이행		도면 제공		선박		납기	
발행	접수	발행	접수	요청	접수	평가	결과	계약	작성	이행	이행	이행	이행	이행	이행	이행	이행	이행
A/E	사업주	사업주	사업주	사업주	사업주	A/E	사업주	사업주	A/E	사업주	사업주	사업주	사업주	사업주	사업주	사업주	사업주	사업주

## 3. 결론

이상과 같이 원전 종합설계분야의 지식영역 적용현황을 통하여 이미 한국의 원전 건설사업 관리에 관련 지식 영역과 도구들이 관련 프로세스를 통하여 적용되고 있음을 알 수 있었으며, PMBOK Guide의 지식 영역이 이론적인 내용에 그치지 않고 실제의 프로젝트에 적용됨을 시사해준다. 다만 연구의 범위와 지면의 한계상, 관련된 전체 지식 영역을 소개하다 보니 개별적인 사례를 모두 열거하지는 못하였음을 지적해 둔다.

## 참고 문헌

1. 프로젝트 관리 지식체계 지침서, 제4판, 한국프로젝트경영협회
2. Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) Fourth Edition, PMI (U.S.)
3. Managing Successful Projects with PRINCE

- (Projects in Controlled Environments) 2<sup>TM</sup>, OGC(Office of Government Commerce, U.K.), 2009
4. 전사적 리스크 관리 체계 구축, 한국전력기술주식회사
  5. 사업관리지침(Project Procedures Manual), 한국전력기술주식회사, 2012
  6. 사업설계관리절차서(Engineering Procedures Manual), 한국전력기술주식회사, 2012
  7. 사업설계지침서(Project Engineering Guideline), 한국전력기술주식회사, 2012
  8. 원전건설 경쟁력 제고방안(종합설계/구매분야), 2007, 한국전력기술주식회사
  9. 발전소 건설관리지침, 한국전력공사, 1993

## Abstract

Nowadays the Project Management is increasingly adapted into almost all the fields in business management processes among leading companies both in Korea and overseas. However its actual practices are rare to be found. Among the Project Life Cycle, this report covers the real cases of the PMBOK knowledge areas in NPP Architect Engineering. The areas of the Construction, Start-up and Operation will be exception of the cases.

By way of analyzing the KEPCO ENC's Processes/Procedures/Systems and the ones in PMBOK Guide, this report will show the contents in the PMBOK Guide is rather practical than theoretical. Meanwhile, implications whether the conclusions of this report might be applied to other industries such as general construction, non-nuclear plants, etc. should be left behind to follow-up studies.