



발전소 프로젝트의 라이프사이클 (IV)



민 종 선/부회장
minjos@iwest.co.kr

한양대학교 기계공학 석사
서울대 고급경영자과정 수료
PMP(Project Management Professional, 美)
(현) 한국서부발전 건설처장
(전) 한국서부발전 평택발전본부장
(전) 사단법인 한국발전교육원장
(전) 한국서부발전 태안발전본부 제2발전처장

□ 연재순서

I 부

1. 에너지산업의 새로운흐름과 전력산업
2. 발전 프로젝트

II 부

3. 수요예측과 전원개발계획

4. 입지선정 및 조사

5. 환경영향평가

III 부

6. 대관 인 · 허가
7. 타당성 조사
8. 건설기본계획

IV 부

9. 건설세부추진계획
10. 설계기술용역
11. 기자재구매
12. 시공 및 건설관리
13. 시운전 및 준공

총 3회의 연재를 통해 필자는 기본계획을 확정하는 단계까지 소개하였다. 이번호에서는 기본계획을 바탕으로 건설세부추진계획, 설계기술용역, 기자재구매, 시공 및 건설관리, 시운전과 발전소 인계인수를 소개함으로써 발전소 프로젝트의 라이프사이클이라는 제목의 긴 여정을 마무리짓고자 한다.

9. 건설세부추진계획

건설기본계획의 승인으로 프로젝트가 착수되면 가장 먼저 해야 할 일은 건설세부추진계획의 수립이다. 건설기본계획이 발전소 건설 프로젝트에 대한 회사의 기본방침, 즉 큰 밑그림이라면 건설세부추진계획은 본그림이다. 통상 기본계획이 확정된 이후 2개월 내에 세부추진계획을 수립한다.

9.1 건설세부추진계획의 내용

세부추진계획에서는 프로젝트의 핵심 의사결정 사항인 설계기술용역 · 주기기 · 시공발주방안 및

계약 · 인허가 · 시공 추진일정 등을 확정하여야 하며 프로젝트 추진 과정에서 성과측정의 기준이 되는 주요 마일스톤, 사업예산, 분야별 · 단위공사별 기준공사비를 확정하여야 한다. 세부추진계획의 수립을 통해 프로젝트의 주요사안에 대한 실무적 기준이 확정된다. 세부추진계획을 통해 기본계획에서 수립된 내용은 더욱 구체화되고 현실성을 갖추게 된다. 전원별로 건설세부추진계획에 포함하여야 할 최소한의 내용은 표 15에 정리하였다.

9.2 세부추진계획 고려사항

세부추진계획에서는 다음 사항을 충분히 고려하여 의사결정을 한다.

(1) 종합 성능 및 경제성

발전소 성능개선, 투자비 절감방안 등 프로젝트 핵심 추진방향 등을 검토하여 사업에 참여하거나 참여할 모든 이해당사자가 사업추진의 청사진을 이해할 수 있도록 하여야 한다.



(2) 주요설비

주요설비는 발전소 총공사비의 약 50%를 차지하고 발전소의 성과와 직결되므로 최근의 기술발전을 반영하여 신기술 도입 등을 적극 추진하여 신뢰성이 확보되고 성능이 우수한 발전

소를 건설할 수 있도록 해야 한다.

(3) 환경영향

발전소 건설로 인한 주변 환경영향을 이유로 인근주민들의 발전소 건설반대의 목소리가 점점 증대되어가고 있어 이에 대한 대비가 필요하다. 대기·수질오염, 소음·진동 방지를 위한 환경보전설비 계획이 구체화되어야 한다.

<표 15> 전원별 건설세부추진계획 내용

화력발전소	양수발전소
<ul style="list-style-type: none"> • 사업 개요 • 용지 확보 • 주기기공급, 기술용역 및 시공계약 <ul style="list-style-type: none"> - 입찰안내서 발급 - 응찰서 접수, 평가 - 제작 공급 기간 • 투자 계획 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 자금 조달 - 연도별 투자계획 수립 • 보조기기 구매 및 공급 <ul style="list-style-type: none"> - 입찰안내서 발급 - 응찰서 접수, 평가 - 계약 체결 및 발효 - 제작 공급 기간 • 대관 인·허가 • 주요 공정 <ul style="list-style-type: none"> - 부지정지 착수 - 기초굴착 착수 - 기초 콘크리트 타설 착수 - 보일러 철골 입주 - 압력부 설치 착수 - 수전 - 정화 - 통기 - 발전개시 • 준 공 	<ul style="list-style-type: none"> • 사업 개요 • 용지 확보 • 주기기공급, 기술용역 및 시공계약 <ul style="list-style-type: none"> - 입찰안내서 발급 - 응찰서 접수, 평가 - 제작 공급 기간 • 투자 계획 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 자금 조달 - 연도별 투자계획 수립 • 보조기기 구매 및 공급 <ul style="list-style-type: none"> - 입찰안내서 발급 - 응찰서 접수, 평가 - 계약 체결 및 발효 - 제작 공급 기간 • 대관 인·허가 • 주요 공정 <ul style="list-style-type: none"> - 대비공사 착수 - 진입 및 모선터널 기초굴착 착수 - 지하발전소 기초굴착 착수 - 지하발전소 구조물 착수 - 천정 크레인 설치 착수 - 펌프터빈 설치공사 착수 - 발전등기(發電動機) 설치공사 착수 - 발전개시 • 준 공

(4) 공사비

건설세부추진계획에서는 건설기본계획에서 확정된 준공년도 경상가¹⁾ 기준의 총사업비(공사비)를 기자재비, 시공비, 설계기술 용역비, 사업주 제경비, 외자조작비, 건설이자 등으로 분할 확정하여야 한다. 공사비는 발전소를 건설하여 상업운전을 하는데 까지 소요되는 모든 자본적 지출을 의미한다. 여기에는 기자재비와 시공비를 포함한 직접공사비, 설계기술용역비, 시운전비용을 포함한 사업주 제경비, 외국 기자재조달에 따른 운송, 보험, 통관수수료 등 외자조작비, 건설이자 등의 간접공사비가 포함되어 있다.

기존발전소부지에 건설하는 50만kW급 석탄 화력발전소의 건설공사비 구성비율을 표 16에 소개한다. 기자재비가 총공사비의 약 50%를 차지하고 시공비는 약 27%에 이른다.

(5) 대관 인·허가

대관 인·허가 추진계획은 공사 착공 전에 정

<표 16> 태안 7, 8호기 건설공사비 구성비율

[단위 : %]

직접공사비										간접공사비					총공사비			
기자재비				시공비						탈황 설비	대비 공사	계	설계 기술 용역비	사업 주체 경비	외자 조작비	건설 이자	계	-
보일러	터 빈	보조 기기	계	기계 공사	전기 공사	토목 공사	건축 공사	계										
20.3	11.4	18.9	50.6	9.8	3.5	4.5	9.3	27.1	6.6	0.1	84.4	3.8	3.8	0.9	7.1	15.6	100	

1) 준공년도 경상가 : 기간중의 이자 및 물가상승을 포함한 가격



부 중앙부처로부터 취득하여야 할 것으로는 환경, 교통, 재해에 관한 영향평가법에 의한 환경영향평가협의, 전기사업법에 의한 전기사업허가 및 공사계획인가, 에너지이용합리화법에 의한 에너지사용계획 협의, 그리고 건축법에 의하여 지방자치단체로부터 취득하여야 할 건축허가 일정 등을 검토하여야 한다.

(6) 발주방안

발주방안의 경우는 기본방침, 설치조건부 기자재 구매, 시공(토목/건축/기계/전기공사) 일괄발주 여부 및 설계기술용역, 주기기, 보조기기, 시공 등 분야별 발주일정 등을 포함하며 프로젝트 경영 계획에 최적 방안을 수립한다.

(7) 공정계획

핵심대상인 공정관리에 대해서는 실질적, 효율적 관리를 통한 비용발생 억제를 위한 추진전략과 확정 공사비(사업비)내 사업예산 운영을 위한 추진전략 등을 포함하여 작성 한다.

10. 설계기술용역

발전소 설계는 전문적인 설계기술용역사를 선정하여 수행하게 된다. 기획/설계/구매/시공/시운전의 전과정에 걸쳐서 엔지니어링과 설계도서 작성 등 기술 지원업무를 총괄할 수 있는 유능한 회사를 선정하여 용역계약에 의거 수행토록 하는 것이다. 설계기술용역사가 직접 만드는 청사진도 있고 공급업체에서 만들어 온 청사진을 프로젝트 설계의 큰 틀에 상호 부합되도록 통합하는 일을 맡는다.

10.1 설계기술용역의 주요역무

(1) 기본설계

기본설계(Basic Design) 역무에서는 이미 수

행된 타당성 조사결과 및 건설기본계획에 의거 발전소 설계에 대한 기본개념 및 분야별 설계기준을 정립하고, 단위기기의 형식, 용량, 기술규격을 확정하며, 설비의 여유도, 자동화범위 등의 설계업무에 대한 설계기준을 수립해야 한다. 주요업무는 건물배치도 및 기기배치도 완성, 기계/전기/토목/건축과 같은 분야별 기본설계 완성, 보일러 터빈 보조기기/석탄하역설비와 같은 계통별 설계기준의 정립, 보일러/터빈발전기와 같은 주기기의 기술규격 확정 등이다.

(2) 상세설계

상세설계(Detailed Design)란 최적으로 도출된 기본설계 결과에 따라 보조기기 기술규격 확정, 주요 배관 응력해석, 건물구조해석 등의 업무와 시공을 위한 도면 및 설계서 작성 업무를 말한다. 주요추진업무는 보조기기 기술규격서 확정, 기자재제작 도서의 검토 및 승인, 보일러 및 터빈발전기의 기초설계, 본관건물의 구조해석 및 설계, 주요배관의 응력해석 및 설계계산과 설계도서 작성, 상세시공도면 및 설계서 작성, 건설 및 시운전을 위한 계통설명서 작성 등이다.

10.2 각종 설계도서

(1) 설계기준서

발전소 입지조건과 이에 따른 각종구조물의 설계하중, 기기의 여유도, 안전계수 등 발전소 전체설계에 공통으로 적용되는 발전소 일반설계기준과 각 분야별, 계통별로 적용되는 기준을 구분 작성하여야 하며, 각 계통의 운전조건과 조작순서를 고려하고 계통을 정확히 구분하여 설계기준을 정립하여야 한다

(2) 계통설명서

계통설명서 구성은 계통별 기능, 설계기준, 일



반개요 및 운전요구사항, 계통 및 부품설명, 설계과정에서 수정/보완되고 확정되어야 할 미결사항과 참고도서 등으로 하며 부품설명은 기기별 형식 및 수량과 상세사항을 기술하되 추후 결정될 내용은 “Later(추후표기)”로 표시하고 기자재공급자 선정 후 규격이 결정되는 대로 보완 확정한다.

(3) 열평형도

제시된 각 부하 조건별(복수기 진공도, 보충수량 및 기타조건)로 작성 한다

(4) 계통흐름도

계통의 주요조건, 유형 및 설계변수와 기기상호간의 운전 관련 사항 등 주요내용을 도시하고 기술하되 계통의 특성에 따라 기술 한다.

(5) 배관 및 계측장치도

발전소 각 계통구성을 가장 상세하게 나타내는 설계의 기본 도면으로서 계통 설명서와 흐름도에 명시된 제반사항과 각종 기기장치 및 제어계통을 정확히 파악할 수 있도록 세밀히 작성한다.

(6) 단선도 및 삼선도

주전력 및 소내 전력계통과 해당 계통에 포함된 주요기기와의 관계 및 주요 기기들의 정격사항을 도시하여 교류와 직류계통으로 구분하여 작성한다.

(7) 기기배치도

발전소 배치기준에 의해 설비 또는 기기간 상호간섭 사항이 없도록 배치계획을 작성하고 지상층, 중간층, 운전층 등 각 층별 평면도와 보조기기의 위치 또는 좌표와 함께 주요배관 및 덕트, 그레이팅, 계단, 핸드레일, 건물내외의 벽체, 차폐벽, 방호벽, 운전층 정비구역, 환경오

염방지 설비 등을 표시한다.

(8) 기술규격서

기술규격서는 기자재 품목이나 용역의 구매를 위한 구매서류의 일부가 되며 구매에 필요한 제반 기술사항을 기술한다. 기술규격서는 공통으로 적용하여야 할 일반 설계조건과 세부기술규격서로 구성된다.

(9) 건설용도면

도면이라 하면 제작 및 건설 대상물을 도시하는 것으로 설계자와 제작자, 발주자와 공급자와의 사이 등에서 정확한 정보를 전달하도록 해야 한다.

건설 비용을 획기적으로 줄이기 위해서는 설계단계에서 과거 건설에서 취득한 지식을 피드백 시켜야한다. 시공단계의 건설 비용을 줄이려면 건설의 기본틀이 확정되는 설계단계에서 역량있는 설계기술용역사를 선정하는 것은 매우 중요한 일이다.

11. 기자재 구매

11.1 기자재 구분

기자재는 건설용 기자재와 발전소 건설공사 준공 후 유지정비용 예비품(Spare- Parts) 및 특수공구(Special Tools)로 대별할 수 있으며 이는 다시 저장품의 구분에 따라 저장품목과 비저장품목(공사용 대기자재, 요수리품, 불용품), 예비품목(수리부분품, 예비화품목)으로 구분된다.

발전소 건설용 기자재는 비저장품목에 속하며 주기기(보일러, 터빈/발전기)와 보조기기(보일러 급수펌프, 복수기, 집진기 등)로 구분되고, 이는 다시 재원에 따라 내자와 외자로 분류된다. 조달방법에 따라서는 사급자재와 지입자재로 대별되며, 사급자재는 구입자재와 재고자재로 구분된다.



11.2 기자재 구매 주요품목

발전설비는 전기생산의 주체인 발전기와 이를 구동하는 터빈 그리고 터빈에 필요한 증기를 생산하는 보일러 등으로 크게 분류되며 이들 기기의 성능을 최대한 발휘할 수 있도록 보조하는 설비인 보조기기 등으로 구분할 수 있다. 이해의 편의를 위하여 500MW급 석탄화력발전소의 구매 품목을 표 17에 나타내었다.

12. 시공 및 건설관리

건설관리는 착공에서 준공까지의 좁은 의미에서의 CM(Construction Management)을 말한다. 이는 다시 시공기술관리(Construction Engineering)과 프로젝트 통제(Project Control)로 나눌 수 있다.

12.1 시공기술관리(Construction Engineering)

건설과 관련된 각종 기술관리를 말한다. 발전소의 건설과 관련된 각종 법규, 코드 및 표준, 엔지니어링, 업계의 기술개발 현황, 건설산업의 여건분석 등을 통해 해당 프로젝트의 건설을 효과적으로 추진

하게 된다. 적용가능한 최고효율과 최신기술을 동원해서 주어진 도면 및 규격서에 따라 구조물 축조 및 설비의 설치업무를 수행하는 것으로 주어진 기간과 품질 비용 등에 대한 관리업무를 수행한다. 프로젝트의 추진방식에 따라 다르겠지만 대부분의 건설은 토건분야와 기전분야의 계약자가 분리되거나 통합 혹은 컨소시엄 방식으로 추진된다. 그리고 각 전문업체가 분야별 하도급 업무를 수행하고 있다.

시공기술관리는 발주자 관리업무와 계약자 관리업무로 구분되며 주요 사항은 다음과 같다.

- 발주자 : 시공공정관리, 품질관리, 공사비관리, 안전관리, 시공관리 및 감독, 공법개선, 현장자재관리 등
- 계약자 : 계약자 관리업무도 발주자와 유사하며 대부분 발주자보다 하부 레벨의 상세업무 위주의 관리가 된다. 특히, 시공자가 관리해야 할 사항으로는 시공장비관리, 인력관리, 공법개선, 지입자재관리, 자재저장관리 등이 있다.

12.2 프로젝트 통제(Project Control)

공정, 공사비, 자재, 자료, 사업번호체계, 종합보

<표 17> 500MW 석탄화력 기자재 분야별 구매품목

구분	구매품목	
주기기	보일러	보일러 및 석탄저장소, 철골 보일러 압력부(수냉벽, 절단기, 과열기 및 재열기) 보일러 순환펌프, 고압 바이패스 설비 및 제매 설비 연소설비 및 통풍설비 자동제어 설비
	터빈발전기	고압, 중압 및 저압터빈 저압 바이패스 설비 및 주급수 펌프 구동용 보조터빈 발전기 본체 및 여자기 계통 고정자 및 회전자 냉각계통 설비 터빈 발전기 제어설비
보조기기	기계분야	복수기 및 열교환기, 보일러 급수펌프, 석탄취급설비, 회처리설비, 집진설비, 순환수펌프, 보조보일러, 복수펌프설비, 수처리설비, 폐수처리 설비, 공기압축기, 각종 밸브류, 염소주입 설비, 탈황설비, 탈질설비
	전기분야	전력용 변압기, 고압차단기, 저압차단기, 비상발전기, 축전지, 발전기모선, 가스절연개폐설비, 무정전전원장치, 전기설비 주제어반, 전력용 케이블
	제어분야	현장제어기기, 주제어반, 실험실 기기, 수위측정기기 등



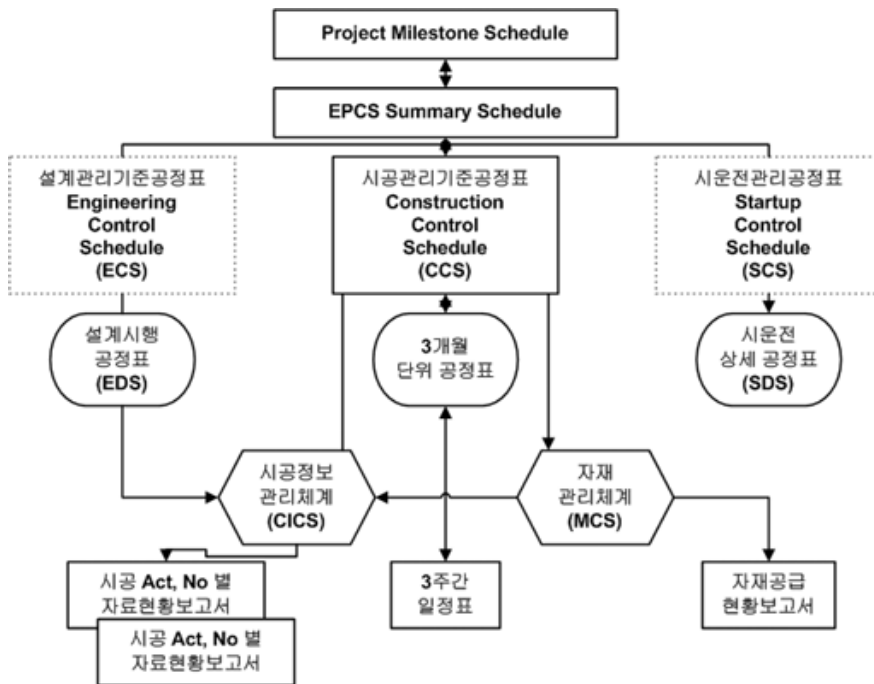
고 등에 대한 효율적인 관리와 분야간의 유기적인 관계 및 종합관리가 가능하게 하는 제반행위라 할 수 있다. 프로젝트 통제를 위해서는 사업관리전산시스템과 같은 관리도구가 있어야 한다. 분야별 통제업무에 대해서 간략히 알아보기로 하자. **그림 6**은 공정관리체계를 한눈에 파악할 수 있도록 나타낸 것이다. 주어진 한정된 시간내에 프로젝트를 완성할 수 있도록 유기적 협조와 관리는 공정관리라는 체계를 통해 달성된다.

(1) 공정관리

공정관리는 프로젝트의 주요공정 (Milestone) 을 준수하고 프로젝트의 모든 업무가 주어진 공기 내에 적절하고 합리적으로 수행될 수 있도록 설계, 구매, 시공 및 시운전단계별 업무를 구분하고 이에 대한 책임한계를 주어 사업에 참여하는 모든 조직이 각각의 업무수행을 쉽게 처리할 수 있도록 관리체계를 수립 시행해야

한다. 즉, 공정표의 상세도에 따라 상하 계층체계를 유지하고 각 레벨(Levl) 별 관리책임을 구분하여 참여조직으로 하여금 언제 무엇을 해야 하는지 일목요연하게 나타내 준다.

- 공정관리절차 수립
공정계획 수립에서부터 공정표 수정 및 보완, 진도율 관리, 시공정보관리 등에 대한 구체적인 사항과 책임한계를 표시하며 관리업무 수행기준과 절차를 기술한다.
- 공정표 작성
공정표는 레벨별로 I, II, III, IV단계로 구분하여 관리조직의 사용목적에 적합하게 작성되며, 세분하면 다음과 같다.
- ◆ 기본공정표 (Level I, Project Milestone Schedule)



[그림 6] 공정관리체계



설계, 구매, 시공, 시운전 등 전체업무를 약 70 항목으로 구분하여 호기당 한 페이지로 한 눈에 볼 수 있게 작성한다. 주요 공정 (Milestone)과 주요 설비의 설계, 구매·제작, 시공 및 시운전 업무구분 및 연계성을 부여한다. 주로 PM이 참고하는 공정표로서 하위 공정기준을 제시한다.

◆ 종합공정표 (Level II, Summary Schedule)
기본공정표와 유사한 형태로 그 상세정도를 보다 달리하여 설계, 구매, 시공, 시운전 등 전체업무를 약 200 항목으로 구분하는데 중간관리자가 보는 공정표로서 관리기준공정표의 작성기준이 된다.

◆ 관리기준공정표 (Level III, Control Schedule)
시공관리 위주의 네트워크 공정표 (CPM)로 개발하여 공정관리 실무사용으로 활용된다. 관리특성에 따라 전산화 또는 수작업 형태의 관리기준공정표를 작성·운영한다.

◆ 시행공정표 (Level IV, Detailed Schedule)
계약자별로 상세 일정 계획을 수립하여 사업주 승인하에 운영한다.

- 엔지니어링 시행공정표 (도서목록 포함)
- 구매시행공정표
- 건설공정표 : 3 months rolling schedule, 3 weeks daily schedule
- 시운전시행공정표

이 밖에 현장에서는 예정공정표를 작성 활용한다. 이는 공정진도율 및 기성관리를 위하여 시공단위 공사별로 공종별 가중치, 물량, 일정, 관리 포인트 등이 포함되어 있는 공정표로서 단위공사 착수시점에 작성하여 운영한다.

(2) 진도율 관리

진도율 관리는 설계, 구매, 시공, 시운전분야

로 구분하여 각 분야별 특성에 따라 관리 대상별 관리기준을 정하여 계획진도율과 실적진도율을 산정하는 개념이다. 대부분의 프로젝트에서 설계 및 시공진도율에 대한 관리체계(절차 및 전산시스템)를 수립하여 관리하고 있으나 구매진도율관리는 제작회사의 월간진도보고서를 활용한다. 설계진도율은 지불항목 기준의 설계결과물을 대분류로 하고 설계의 형태별로 세분하여 관리 포인트를 정하여 진도율을 관리하며, 시공진도율은 시공패키지별로 주요 공종을 분류한다. 벌크(Bulk) 자재는 물량기준으로, 개별자재는 관리 포인트를 정하여 진도율을 관리한다.

(3) 시공정보관리

시공정보관리는 시공에 필요한 도면, 기술규격서 등의 기술자료 생산현황과 기자재 구매 추진현황을 시공공정계획과 연계하여 시공시점별 관련정보현황을 추적관리를 위해 활용하며 시공정보 중 기술자료는 설계용역사의 설계시행공정표와 연계하여 관련보고서를 생산하고, 기자재 구매현황은 자재관리시스템과 연계하여 부서별, 시공패키지별, 단위작업별 보고서를 생산하여 관계부서에 배부·활용한다.

(4) 지연Activity 관리

관련 기준공정표를 기준으로 매주 또는 매월 지연 Activity (Total Float가 "0"이하인 Activity)List를 생산하여 시공부서에 통보, 이에 대한 원인분석, 대책, 조치결과를 추적하고 미조치 사항에 대해서는 공정회의시 재협의, 조치한다.

(5) 공사비 관리

공사비관리는 사업에서 요구되는 총공사비를 산정하고 산정된 공사비를 기준하여 예산을 수립하여 집행하고, 프로젝트 진행단계별 공사비



산정결과와 집행실적, 예산 및 공사비경향을 비교, 분석하여 총공사비 및 예산을 수정한다. 공사비관리는 주어진 공정과 품질요건을 만족 시켜주는 조건하에 최소의 비용이 소요되도록 관리하는 것으로, 프로젝트 추진과정에서 불필요한 요소를 제거하고 공사비로 인한 문제점을 사전에 파악, 조치할 수 있어야 한다. 공사비관리를 공사비산정과 공사비운영체제로 구분하여 기술하면 다음과 같다.

• **공사비산정(Cost Estimate)**

일반적으로 공사비산정은 프로젝트 단계별로 개념공사비 산정, 사업기준공사비 산정, 확정공사비 산정으로 구분하고 예산 수립시 반영토록 되어 있으나 대부분의 프로젝트에서는 기본계획 수립 당시 산정한 개념공사비를 총공사비로 확정하고, 주기기 공급계약후 사업기준공사비를 산정하여 이를 기준하여 연간예산을 수립 및 운영하고 있다.

• **공사비운영(budget control)**

◆ **예산관리**

사업수행을 위한 총예산은 기본계획공사비를 기준으로 설정되어 있으며, 사업기준공사비를 기준으로 공사비운영계정별로 공정계획(건설종합표)의 계획 진도율에 따라 월별, 분기별, 연도별 예산이 수립된다. 또한, 연도별 예산계획, 매년말 공사비 집행실적과 경향 등을 고려하여 차년도 예산을 조정하여 확정한다.

◆ **계약공사비관리**

체결된 모든 계약에 대하여 공사비운영계정(계약패키지)별 공사비를 편성하여 설계기술용역 및 구매계약공사비는 본사에서, 시공계약공사비는 현장에서 관리한다.

◆ **공사비집행실적관리**

공사비집행실적은 현금지급여부에 관계없이 예산집행시점 기준의 금액을 원칙으로 하며, 본사 발생분은 본사에서 집계 입력하고 현장 발생분은 현장공사비 관리부서에서 집계 입력하되 예산, 회계결산 및 공사비실적 관리 정보가 일치하게끔 관리해야 한다.

◆ **공사비분석 및 차년도 예산반영**

금년도 공사비 집행실적과 예산을 비교 분석하고 공사범위 증감 및 물가인상 등 제반여건을 고려하여 공사비분석을 실시하고 그 결과를 차년도 예산수립 시 반영한다.

(6) **자재관리**

자재에는 지입자재와 사급자재가 있다. 지입자재는 시공사의 책임으로 공급되는 자재이다. 지입자재는 계약자가 직접 관리하는데 구매규격 및 공급현황을 사업주에게 보고하여 승인받고난 뒤 자재가 현장에 도착하면 검수 받은 뒤 현장에 투입한다. 여기서는 사급으로 공급되는 발주자 책임의 자재관리업무에 대해 설명하기로 하겠다. 자재관리업무는 두 분야로 대별할 수 있다. 첫째, 자재물량 산출에서부터 규격서 작성, 입찰, 계약, 제작, 공급, 인수, 저장, 불출, 설치 및 시운전 전단계에 대한 현황을 추적관리하여 자재의 공급현황을 관리 및 독려하는 것이고, 둘째, 자재의 현장 도착에서부터 통관, 인수, 저장, 불출하는 현장자재관리업무로 분류할 수 있다. 이어서 자재현황 추적관리와 현장자재관리에 대해 간략히 기술하겠다.

• **자재현황 추적관리**

앞서 설명한 바와 같이 프로젝트 전 과정을 통해 자재의 구매공급 현황을 추적관리하기 위해 전산시스템을 개발하고 아래와 같은 자재의 종류별 현황을 각 담당 부서별로 입력하



여 관련보고서를 생산한다.

◆ 대상자재

- Equipment, valves, pipespools, instruments, hanger/supports.
- Bulk material (S/B pipes, cables, 철골 등).

◆ 관리요소

- 설계단계
 - 기자재의 설계 및 기술관련정보로서 자재 식별번호, 기술규격서번호, 도면번호, 시공 단위 작업번호, 수량 등.
- 구매단계
 - 기자재 구매계약 및 납기 관련정보로서 구매주문서번호, 구매항목번호, 계약납기 일자, 예상납기일자, 선적일, 송장번호, 공급자 등.
- 현장인수 및 저장단계
 - 기자재 인수 및 저장관련정보로서 자재인 수보고서 번호, 인수일자, 불출일자, 불출서번호, 저장위치, 저장조건 등.
- 시공 및 시운전 단계
 - 기자재 설치 및 시운전관련정보로서 설치 일자, 설치상태, 설치량, 시운전인계일자, 시운전시스템번호 등.

◆ 보고서

- 자재구매현황 보고서.
- 시공단위공사별, 단위작업별 자재현황보고서(부서별).

• 현장자재관리

현장의 자재관리는 자재의 통관, 인수, 저장 관리 후 설치시점에 불출하는 것으로, 이와 같은 업무추진을 체계적으로 수행하기 위하여 관련절차서 및 저장계획을 수립, 시행해야 하며, 외국으로부터 공급되는 자재는 운송수단

및 기간 등을 고려하여 적기에 공급될 수 있도록 계약사 및 관계부서와 긴밀한 협의를 해야 한다. 이와 같이 저장관리되는 자재는 설치시점에서 시공자에게 불출되어 설치된다.

(7) 자료관리

프로젝트의 자료관리는 현장에 자료관리실을 설치하여 사업 수행중에 발생하는 모든 자료를 집중 관리할 수 있도록 관련절차 및 전산시스템 등을 수립, 운영한다. 즉, 건설기간 중 생산되는 모든 자료의 접수, 발송, 분류, 배분, 보관 등을 수행함으로써 모든 자료의 유실을 방지하고 관련부서의 활용이 용이하도록 하며, 준공 후 유지보수 및 운전시 효율적으로 사용될 수 있어야 한다. 주요자료는 교신문서, 도면, 기술자료, 참고자료등으로 이들 각각에 대한 제반현황 정보를 입력하여 쉽게 자료현황정보를 확인할 수 있도록 한다. 또한 시공과 관련하여 현장에서 생산되는 모든 기술문서철을 자료관리실에 등록하여 종합적으로 관리할 수 있도록 제도화하여 운영하는 것이 바람직하다.

12.3 회의체 운영

회의체는 운영목적 및 필요성에 따라 회의종류, 주관자, 참석자, 운영주기등 운영방안이 확정되며, 건설에 관련된 모든 조직이 참여하여 사업추진에 장애가 되는 현안사항을 도출하고 연계사항을 협의, 책임한계를 구분하며 해결방안을 모색하여 조치토록 함으로써 지연공정이 발생되지 않고 원활하게 사업이 추진될 수 있도록 하는 제반 활동을 말한다. 상설로 운영되어야 할 회의체는 다음과 같다.

- 사업추진회의(PRM, Project Review Meeting)
- 사업관리 책임자 회의
- 주간 공정회의

이밖에도 프로젝트와 관련하여 문제를 해결하기



위한 각종 임시 회의가 활발히 운영된다. 위에서 언급한 분야 이외에도 건설관리는 현장의 모든 분야를 총괄하는 종합적인 관리이다. 모든 계획이 건설과정에서 구체화되므로 관리의 필요성도 집중되는 시기이다.

13. 시운전 및 준공

시운전은 설치가 완료된 단위기기 및 장치에 대하여 상태 확인, 예비점검, 기동, 시험 및 조정작업 등 단독 시운전을 거쳐 전 단위기기 및 장치가 하나의 종합 플랜트로 조합되어 정상운전상태에 이르기까지의 기간동안 행해지는 일련의 운전조작과정을 말한다.

이 단계에서는 시운전 요원들에 대한 교육훈련, 시운전 절차 및 조작방법 확립, 기기의 규격과 설치상태 적정여부 확인 및 기능시험, 단위기기와의 계통별 예비점검을 거쳐 시험운전과 조정 기록, 각종 기기와 배관계통의 세정 및 누설시험, 종합 시운전, 보증 성능시험 및 설비상의 문제점 도출과 시정업무가 수행된다.

13.1 시운전 체계

시운전 책임자는 건설책임자와 독립하여 시운전 업무를 주관하여 실시하며 본 업무와 관련하여서는 발전소 완공 후 발전운영 총책임자의 지휘를 받는다. 시운전업무에 관하여 시운전관계 책임자 및 요원(이하 "시운전요원"이라 한다)을 지휘 감독하고 건설부서 및 계약자와의 업무협조체계를 유지해야 한다. 발전소 시운전 체계는 아래와 같이 각 부서별 역무를 통해 이해하는 것이 쉽다.

1) 시운전 공무부서

- 종합시운전 계획 수립 및 공정관리
- 시운전요원 교육계획 수립 및 시행
- 시운전자료의 작성, 접수, 배부 및 시운전기록 유지

- 발전실적, 효율 및 정지관리 및 제반 공무
- 설비의 가인계인수

2) 시운전 부서

- 시운전과 직접 관련된 시험, 점검 및 운전 조작
- 시운전절차 수립, 교육자료 개발 및 교육시행관련 업무 협조
- 시운전과 관련된 급전연락 및 정비부서 발족전 시운전정비 관련업무

3) 환경 및 화학부서

- 화학, 환경설비의 시운전 및 운용
- 발전용수, 연료 및 윤활유 등의 분석
- 환경오염방지대책 확보 관리

4) 정비부서

- 시운전 정비대책 수립 추진 및 경상정비업체 관리
- 예비 부품(Spare Part) 및 장비 확보현황 파악 및 관리
- 정비 필수자료 수집 및 관리
- 시운전기간중 발생 문제점 파악 및 대책 수립
- 기타 향후 유지정비와 관련된 제반 업무

13.2 시운전 계획

원활하고 안전한 시운전을 위하여 단독시운전 개시 전에 아래 사항이 포함된 시운전계획을 수립하여야 한다.

- 시운전 조직구성 지휘체계, 업무분장, 인력투입계획
- 시운전요원 교육훈련 계획
- 시운전 공정계획
- 시운전절차서 작성 및 시운전 자료확보 및 관리계획
- 시운전 정비대책
- 공해방지 대책
- 안전사고 예방대책 등



13.3 시운전 공정

시운전공정표는 종합공정표, 월간공정표 및 주간공정표로 구분하며 시운전부는 이에 기초하여 일일 시운전공정 계획을 수립 운용한다. 시운전공정의 계획 대 실적을 수시로 검토 분석하여 부진 항목 또는 지연이 예상되는 항목에 대한 대책을 관계자와 협의 수립함으로써 공기지연을 사전에 예방해야 한다.

13.4 시운전요원의 교육훈련

실시내용에 따라 해외훈련, 자체교육, 연수원교육, 제작사교육, 사내외 위탁 및 파견교육으로 구분하며, 그 실시단계에 따라 기초이론교육, 해당설비교육, 현장적응교육 및 실무능력향상교육으로 구분 실시하는데, 해외훈련 및 연수원교육은 본사 차원에서 총괄하여 시행하며 기타 교육은 본사의 지원 하에 현장 사업소에서 실시한다. 교육교재로는 해외연수보고서, 자체개발교안, 계약 자체출 운전지침서 및 유사발전소 참고자료를 활용한다. 단계별 교육내용 및 강사의 선정은 교육요원의 전입일자, 자질, 전공, 경력 등을 감안하여 정한다. 교육결과는 주기적으로 평가분석하고 부진한 분야에 대해서는 재교육을 실시한다.

13.5 시운전

시운전부서는 시운전계획에 따라 제작자등 건설 관계자들과 협의하여 다음과 같은 각 단계별 시운전 실시 요령서등을 작성하여 시운전 요원에게 교육, 숙지시키고 공정에 따라 시운전을 실시하게 된다.

- 각종 단위가 단독시운전 및 시험요령서
- 최초점화시험요령서
- 화학세정 및 증시세척요령서
- 보일러 안전밸브 및 터빈 보호장치시험요령서
- 터빈 발전기 기동, 무부하시험, 최초발전개시 시험요령서
- 조속기시험, 제어계통 동특성 시험, 종합연동 시험, 성능시험실시요령서

13.6 가인계인수

가인계인수는 단위계통을 구성하는 기기별 단독 시운전이 완료되고 앞으로 계속 운전함에 지장이 없음이 확인되었을 때, 단위 설비별 또는 계통별로 행한다. 가인계인수를 할 수 있는 단위계통의 구분은 발전설비의 특성에 따라 시운전책임자가 결정할 수 있다(예 : 물처리설비, 냉각수 취수설비, 소내 변전설비, 연료저장 및 이송설비, 공기압축기 계통 등). 건설공사 담당부서장은 가인계를 함에 있어 시운전부서에 가인계의 범위, 조작방법, 미비사항의 유무 및 그 조치계획 등에 대하여 상세히 설명해야 하며 필요한 경우 가인계인수서에 그 내용을 기록해야 한다. 시운전부서에서는 경미한 미비사항을 제외하고는 안전운전에 지장이 없다고 판단될 경우 시운전책임자의 승인을 득한 후 설비를 가인수 운영하게 된다. 가인수 후부터 해당설비의 운전조작 및 일상적인 점검정비는 시운전책임자의 지휘하에 수행된다.

13.7 발전소의 인계인수

발전소의 인계인수는 모든 계약상의 시험 및 시운전이 완료되어 만족스런 상업운전이 개시된 후 문서로 행한다. 인계인수서에는 건설과정에서 수행된 다음과 같은 모든 관련 자료를 첨부해야 한다.

- 사용개시(상업운전) 보고서, 대관청 인허가 목록
- 각종 검사필증 및 보고서
- 정비자재 및 저장품 목록, 공구 목록, 설비 목록, 도서 도면 목록
- 공장시험 보고서 목록
- 미비사항과 조치계획 및 잔여업무 목록
- 성능시험결과 보고서, 건설 및 시운전 실적 공정표
- 업무용 비품 및 차량, 증기 목록

뿐만 아니라 앞으로 운전 정비에 필요한 다음 사항도 함께 발전소에 인계하므로써 신뢰성 있는 정비가 이루어질 수 있도록 가능한 상세한 자료



를 기록하고 이관할 수 있도록 적극 협조하여야 한다.

- 주기기 건설 및 설치조립 내용
- 당초 계약구격의 변경사항, 현장시험 내용
- 경보 제어장치 조정내용
- 기타 필요한 사항

13.8 계약종결

계약종결 업무절차는 발전소 건설을 위해 체결한 시공도급계약 및 기자재 공급계약에서 약정 계약내용의 이행상태를 확인한 후 그 결과에 따라 설비를 계약자로부터 인수하고, 동 내용을 계약자에게 공식적으로 통보하기까지의 업무처리 과정이다.

(1) 시공도급 계약의 종결

시공도급 계약상의 역무는 “종합 준공검사”를 필하는 것으로 종결된다. 단, “단위공사 준공검사”를 필함으로써 종결되도록 계약된 경우는 개별 계약에 따른다. 시공도급 계약의 단위공사로 구분되는 공사의 준공검사는 “종합 준공검사” 이전에 필해야 한다. 여기서 “단위공사”란 시공도급 계약서상에 단위설비 또는 계통별로 구분하여 계약서상에 명시된 소단위 공사를 말한다.

(2) 주기기등 공급 계약 종결과 준공검사

주기기 공급계약 역무는 “인수통보서” 발급으로 종결되는데 “인수통보서”는 해당 기자재가 계약서상에 약정된 제반 보증요건에 부합됨을 종합성능시험으로 확인한 후 각 호기별로 발급한다. 보조기기 물품공급계약 역무 역시 “인수통보서” 발급으로 종결되며 개별 또는 종합성

능시험 후 발급한다. 공급된 기자재가 계약서상의 보증요건에 부합되지 않거나 계약납기보다 지체되어 공급된 경우 관련 계약조항에 따라 계약자 측에 배상 조치를 하여야 한다.

종합준공검사는 전체 단위공사 완료후 계약자가 발주자 측에 문서로 요청하는데 종합준공일자는 계약에 따라 하자보증 기간 신청 및 지체상금 부과 기준일이 된다.

지금까지 총4회의 연재를 통하여 발전 플랜트의 지점조사 및 타당성조사를 거쳐 기본계획을 확정하는 사전준비단계부터 세부추진계획을 수립하고 부문별 설계, 부지확보, 시공, 기자재구매 등 사업준비단계를 거쳐 수많은 기자재 제작과 설치, 시운전 및 발전소 준공까지 하나의 발전소가 건설되는 전 과정을 비교적 상세히 소개하였다.

현재 우리나라의 발전기술축적은 한국의 급속한 경제발전과정에서 최상 품질의 전력을 저렴한 가격에 공급함으로써 경제발전의 초석인 안정적 전력공급을 위한 정부의 확고한 의지가 있었고 전력관계자들의 헌신적인 노력이 있었기에 가능한 것이었다.

필자는 전력 수급계획, 발전소 건설 및 운영능력 뿐 아니라 연관분야의 기술자립이라는 목표를 달성하는데 혁혁한 발자취를 남긴 선배들의 소중한 유산을 정리하여 소개하였다. 미비하고 모자라는 부분이 많이 있을 것으로 생각된다. 본고에서 미처 기술하지 못한 내용이나 문의 또는 제언사항은 필자에게 연락주시기를 당부드리며 국내전력 산업 규모의 한계를 극복하고 지속적인 경제성장을 위하여 우리의 발전산업이 세계로 도약하기를 바라는 마음 간절하다. (KIPEC)