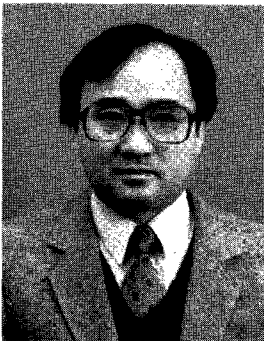


울진원전을 통해 본 우리나라 원전건설의 현주소



양 태 은
한국전력공사
원자력건설처
부처장

I. 경수로 원전 건설사업 발전과정

1978년 4월 고리원자력 1호기 상업운전을 시작으로 우리나라는 원자력발전 시대에 돌입하였다.

현재까지 가동중인 원자력발전소는 9기로 7,616MW의 시설용량을 보유하고 있어 국내 전체설비의 27.5%를 차지하고 있으며, 발전량 기준으로는 40%를 점유하고 있는데, 7기는 현재 건설중이며, 4기는 건설계획중이다.

20여년간 우리원전사업은 비약적으로 발전해 왔으며, 이에 따라 계약 방식도 외국 의존형에서 국내 주도형으로 변천해 왔다.

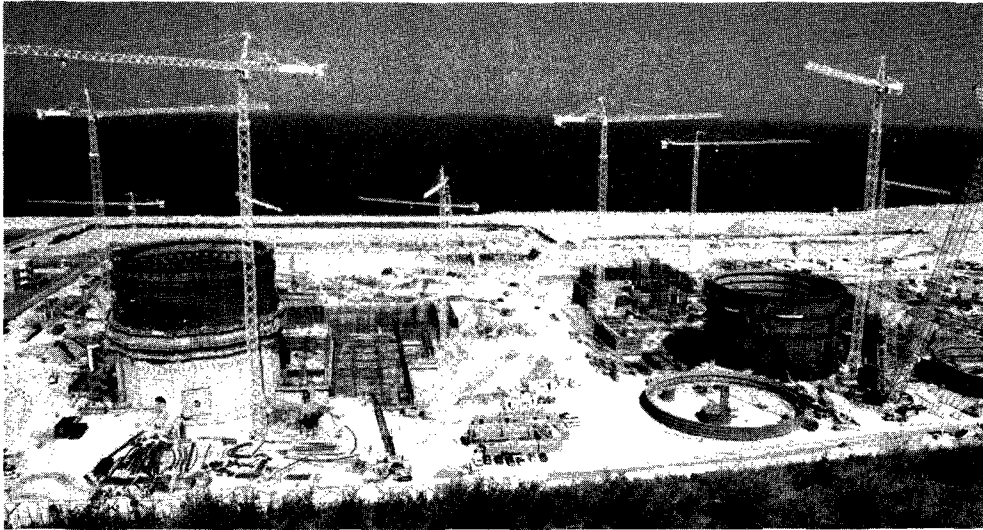
그 변천과정을 살펴 본다.

1. 일괄발주(Turn-Key)방식

공사비관리, 품질관리, 공정관리 등 프로젝트 일체를 주계약자(주로 NSSS공급자)책임하에 수행하며, 시운전을 거쳐 상업운전 단계에서 사업주에 인계하는 방식이다.

70년대 초 우리나라 원전건설 초창기인 고리1,2호기 및 월성 1호기가 이에 해당된다. 이 시기를 통칭 원전 1세대라 한다.

이 당시에는 원자력발전소 건설을 주도할 만큼 충분한 경험과 기술을 보유하기 때문에 국내 관련업체는 주계약자의 하도급자로 참여할바 있으며, 이 시기에 얻은 기술과 경험을 토대로



한국표준형 경수로 발전소이며, 국내 전문업체가 주계약자로 참여하고 있는 울진 3, 4호기 공사현장 전경.

건설방식의 전환이 필요하였다.

2. 분할발주(Non-Turn Key)방식

일괄발주보다는 향상된 계약방식으로 사업주가 종합사업관리를 수행하며 주기기, A/E, 보조기기, 시공 등 분야 별로 분리계약을 추진하였다.

① Component Base

플랜트종합설계, 원자로 설비, 터빈 발전기, 보조기기 및 시공 등으로 분류하여 계약, 설계, 제작을 행한다.

일반적으로 플랜트종합설계자(A/E)가 주기기를 제외한 발전소 전체 설계 업무를 수행한다.

② Island Base : 별도의 플랜트 종합설계 용역계약이 없으며 1차계통(Nuclear Island)과 2차계통(Con-

ventional Island)으로 구분하여 계약을 체결한다. 각 계통별 계약자가 주기기는 물론 연관되는 보조기기 설계업무까지 수행한다.

'80년대 분할발주로 추진한 원전은 고리 3,4호기, 영광 1,2호기 및 울진 1,2호기가 여기에 해당하며, 이 시대를 원전 2세대라 칭한다.

사업관리는 한전에서 직접 관리하며, 국제경쟁입찰에 의해 우수한 품질의 기자재를 확보하고, 설비의 국산화를 40%까지 증대하여, 국내 산업계의 기술능력 확충에 기여한 바도 있다.

3. 국내업체 주계약자 방식

외국업체에 분할발주하는 방식으로

는 원전기술 자립에 한계가 있을 수밖에 없다는 공감대가 광범위하게 정부 및 원자력산업계에 확산되었다.

'80년대 후반에 착수한 원전 3세대 초기의 영광 3,4호기부터는, 국내 최초로 주계약자를 국내업체로, 외국업체는 하도급자 체제로 추진하여 참여업체별 기술자립 역할을 분담, 본격적인 기술자립의 기반을 구축하였다.

기술자립의 범위는 원전설계, 기자재 구매, 시공, 시운전, 인허가 등 원전건설 전 분야에 해당되며, '95년까지 원전건설 기술능력(Replication) 자립을 95%를 목표로 하고 있다.

원전 3세대는 국내산업의 참여폭을 확대하여 설비 국산화를 75%까지 확대 추진하였다(2세대 설비 국산화율:40%).



'88년도에 상업운전을 시작한 이래 '91년에는 Power International로부터 세계 최우수 발전소상을 수상하기도 한 울진원전 1, 2호기 전경

건설비용의 외자 의존율도 크게 감소하여 원전 2세대의 영광 1,2호기의 경우 42%에서, 영광 3,4호기는 17% 정도 되었다.

또한 국내 산업계는 원전사업을 통해 기술수준이 크게 향상되어, 현재는 중국 광둥원전에 우리기술을 수출하고 있으며, 터키 및 필리핀 등에도 진출할 계획이다.

비기술을 중국 광둥원전에 수출하고 있으며, 품질기술 분야는 울진 현장에서 중국 원전요원들에게 기술전수를 실시한 바 있다.

1. 울진원전력 1,2호기 운전현황

- ① 시설개요:
- 시설용량 : 950MW×2기

- 주기기 공급자 :
 - 원자로 : 프랑스 프라마툼社
 - 터빈/발전기 : 프랑스 알스툼社
- 시공자 :
 - 기전공사 : 한국중공업(주)
 - 토건공사 : 동아건설(주)
- 상업운전 개시일
 - 울진 1호기 : 1988년 9월
 - 울진 2호기 : 1989년 9월
- ② '94년도 발전실적 및 '95년도 발전계획 : 표 1

3. 울진원전력 3,4호기 건설현황

본격적인 한국표준형 경수로 발전소로서 국내 전문업체들이 영광 3,4호기 사업을 통해 축적한 기술 및 건설경험을 바탕으로 미국전력연구소(EPRI)와 공동으로 개발한 새로운 선진 설계요건을 반영하여 현재 건설이 활발히 진행되고 있다.

- ① 시설개요
 - 시설용량 : 1,000MW×2기
 - 공사기간 :
 - 3호기 : '92. 5 ~ '98. 6.
 - 4호기 : '92. 5 ~ '99. 6.

II. 울진원전 현황

울진 1,2호기는 아시아권에서는 우리나라가 최초로 도입한 프랑스 100만 KW급 표준형 원전으로서 우수한 가동실적을 보유하고 있다.

여기서 쌓은 우리의 원전운영 및 정

표1. '94년도 발전실적 및 '95년도 발전계획

구 분	'94년도 발전실적		'95년도 발전계획	
	발전량(kWh)	이용률(%)	발전량(kWh)	이용률(%)
울진 1호기	71억 7,494만	86.2	72억 5,951만	87.2
울진 2호기	72억 1,939만	86.8	79억 5,633만	95.6

- 종합사업관리 : 한국전력공사
- 주기기 공급자 : 한국중공업(주)
- 플랜트종합설계 : 한국전력기술(주)
- 원전연료 : 한국원전연료(주)
- 시공자 :
 - 기전공사 : 한국중공업(주)
 - 토건공사 : 동아건설(주)
- 종합공정율 : 42.23%('94. 10 월말 기준)

Ⅲ. 울진원전의 특성

1. 사업특성

울진 3,4호기는 국내 주도형 원전으로서 발전소 건설 주계약자가 국내

전문업체이며, 해당분야에 대한 제반 성능보증 책임을 지고 사업을 수행하고 있다.

영광 3,4호기에 비해 외국업체의 참여범위가 상당히 축소되었다.

2. 설계특성

① 한국표준형 경수로 발전소는 최신 안전규제요건과 기술을 적용하며, 동급의 가동중인 미국의 발전소 보다 안전성이 우수하다.

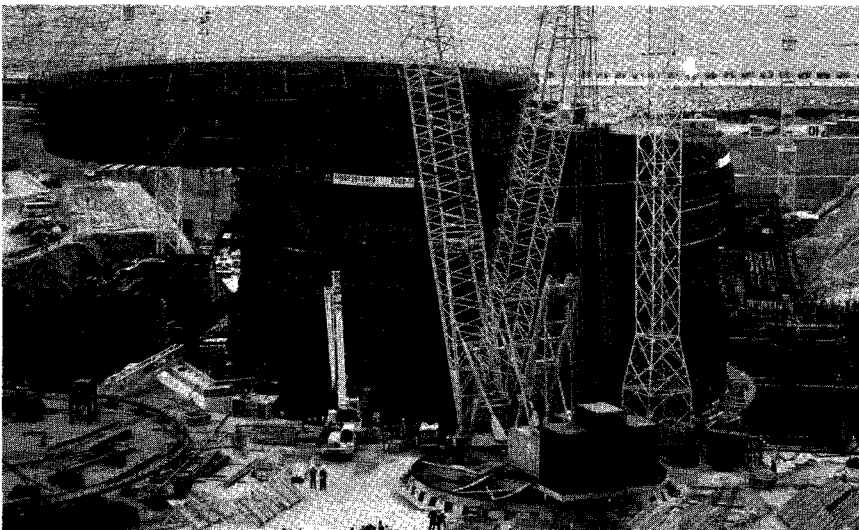
② 중대사고시 원자로내 연료용융 확률(Core Damage Frequency)이 참조 발전소인 미국의 팔로버디 발전소의 1/10 수준에 불과하여 안전성을 보강하였다.

③ 발전소 외부 정진사고 발생시 발전소가 안전하게 정지 가능토록 별도의 비상 디젤발전기를 보유하고 있다.

④ 가압기 용량을 크게 하여 가동중 운전원의 대처 능력을 향상시키고 안전 감압계통을 추가했다.

⑤ 각종 안전설비를 다중화하고 물리적으로 격리시켜 배치함으로써 화재나 안전사고로 한쪽 설비에 고장이 발생해도 다른쪽 설비는 안전하게 기능을 발휘하도록 설계되었다.

⑥ 계통의 신뢰도를 향상시키기 위해, 보조급수계통은 2트레인으로 구성하여 각 트레인당 100%용량 펌프를 2대씩(전동기 구동 1, 터빈구동 1), 기기냉각계통은 종전 50%용량×3대에서 100%×2대로, 복수펌프 계통은



'92년도에 착공하여 '99년에 준공할 예정인 울진원전 4호기 건설현장

33%×4대에서 100%×3대로 변경하여 신뢰도를 향상시켰다.

⑦ 터빈건물에 보조크레인을 추가 설치하여 운전 및 정비성을 향상시켰으며, 염분을 함유한 해수 취급설비들은 최대한 바닷가에 인접하여 배치함으로써 해수에 의한 발전소건물 침수를 방지하고 정비가 용이도록 하였다.

IV. 한전 및 국내업체의 위상

원전에서 한국전력은 종합사업관리, 시운전 및 발전소 운영을 담당하고 있다.

종합사업관리는 건설 공사비관리, 건설 공정관리, 품질관리, 자재관리, 자료관리, 전산운영, 분야별 교육훈련 등을 포함하여 20년 이상의 경험과 기술축적으로 거의 100% 자립도를 유지하고 있다.

한전기술(주)에서 수행하고 있는 플랜트종합설계 분야는 '86년말 자체 기술자립도 60%에서, 올진 3.4호기부터는 주계약자로 참여하고 있다.

그동안 기술전수, 인력양성 및 사업수행 경험 및 기술(Know-How)과 전산프로그램, 전산설비 및 기술자료 표준화(Tool)로 취약기술을 보완하여, 도입기술의 활용과 자체기술개발(Know-Why)로 '95년 까지 95%의 기술자립 목표로 추진하고 있다.

한국중공업(주)를 중심으로 한 원자로 설비 및 터빈발전기 설계 및 제

작성면에서는, 원자로내 구조물과 계측제어 분야인 제어봉 구동장치(CEDM) 및 2차측 제어장치 등을 제외한 원자로, 증기발생기, 가압기, 터빈발전기, 열교환기 등 대부분의 기자재를 국내에서 제작, 공급하고 있다.

원전연료 제조는 '89년 1월부터 생산하기 시작하여 경수로 및 중수로 원전연료를 제작하고 있으며, 기술자립 완성기인 '95년에는 100%의 제조기술능력을 확보할 예정이다.

시공분야는 30년 이상의 풍부한 경험과 자립을 보유하고 있다.

최근에는 원전건설시 인력확보의 어려움을 해결하고 또한 시공성을 향상키 위해 장비의 기계화 시공을 확대했다.

건설시 Modularization방법으로 시공기간을 단축하며 기술경험의 Feedback System 운영 등으로 100%의 기술자립도를 유지하고 있다.

V. 원전건설시 어려운점

원전건설시 가장 어려운 점은 발전소 부지 확보이다.

특히 최근 지방화 시대를 맞이하여 지역에서 각양각색의 요구사항이 제기되고 또한 지역민원이 수시발생되고 있다.

“다른지역은 몰라도 내집 앞마당은 안된다”는 NIMBY논리의 목소리도 드높다.

원전의 부지는 그 선정시 고려사항으로, 지질이 견고하며, 지진학적으로 변동이 일어날 가능성이 희박하고, 지역에 거주하는 일반인에게 이상사고시 주민의 소개 등 적절한 조치를 취할 수 있는 지역으로, 기상조건과 수리조건, 자연현상들을 고려하여야 한다.

원전지역의 주요민원은 전력사업에 의한 영향보다는 주로 지방자치단체 소관사항인 공공사업분야에 대한 시설설치 요구사항이 많은 편이다.

반원전 단체들과 연대한 반원전 활동이 많아 지역주민에게 원전의 안전성을 홍보하는데 어려움도 있지만, 적극적인 지역협력을 통해 지역주민과 함께하는 원전이라는 긍정적인 인식을 심어주어야 할 것이다.

정부는 발전소 인근지역에 대한 지원사업을 추진키 위해 「발전소 주변지역 지원에 관한 법률」을 제정한 바 있다.

한전은 1990년부터 전기판매 수입금의 일부를 지역지원 사업비로 각출하여, 주로 공공시설사업, 소득증대사업, 육영사업을 시행하고 있다.

'94년에는 관련법령 개정을 정부에 건의하여, 지원규모를 '95년 부터는 대폭 향상, 발전소 인근지역 주민에게 전기 사용량 월 100kWh이내인 경우 전액보조할 계획이다.

또한 원전주변지역에 산업체를 유치하기 위해 산업용 전력요금도 일부 보조하며, 지역복지 기금제도를 신설

하여 지역주민에게 사업자금도 지원할 계획이다.

아울러 한전직원 공채시 지역주민 자녀에게 가점제도를 실시중이며, 발전소 주변지역에 10년이상 거주한 직계자녀를 대상으로 일정기간 교육과정을 거쳐 발전설비 운전원으로 양성하여 채용하고 있다.

VI. 원전의 앞으로 나아가 할 방향

최근 산업의 발전과 국민문화수준 향상으로 에너지 소비는 매년 늘어나고 있다.

특히 '94년도 최대전력수요는 폭염으로 인하여 '93년 최대치 보다 무려 460만kWh나 증가되어 안정적인 전력공급에 어려움이 많은 해였다.

우리나라는 부존 에너지 자원이 빈약하여 보유자원이라고는 저품질의 무연탄과 소용량의 수력발전이 고작이다.

'93년의 경우 우리나라 에너지의 해외 의존도는 약 94.6%였다.

자국내 에너지자원이 부족한 프랑스, 일본 등에서는 전력의 안정적인 공급을 위해서 원자력을 전력원의 주종으로 개발 및 건설하여 현재 운영중인 원전은 각각 56기, 46기에 이른다.

우리나라도 지속적인 원전건설로 에너지원의 다변화를 이루어, 값싸고 질 좋은 전력을 안정적으로 공급함으로써 국가 산업발전 및 국민 생활에 기여하여야 하겠다.

또한 원전산업은 기계, 금속, 전기, 계측제어, 전자분야의 선진 최첨단 산업으로 국내 산업에 대한 파급효과는 대단하다.

우리나라는 이제까지 축적된 원전의 건설 및 운영분야 경험과 확보된 기술로, 북한에 한국표준형 경수로 발전 소건설 지원시 설계, 제작, 시공, 운영 등 전분야를 지원할 수 있는 많은 성장을 이룩 하였다.

아울러 다가오는 '97년 1월 부터 정부간 조달협정에 따라 국내시장이 개방될 전망이어서, 국내업체들은 외국의 유수업체와 치열한 경쟁체제로

돌입할 전망이다.

이제까지는 정부의 산업합리화 정책에 따라 국내 전력설비 주요 대상업체를 보호, 육성키 위해 경쟁상대가 없이 수의계약 방식으로 수주가 추진되어 대외 경쟁력이 다소 취약한 면도 있었다.

앞으로는 우리업체도 외국의 유수업체와 기술성 및 경제성에 대해 동등하게 경쟁하여야 한다.

이를 위해서는 우리 원전 산업계도 현실에만 안주하던 이제까지의 관습의 굴레를 과감히 벗어 버려야 한다.

경쟁에서 살아남기 위해서는 기업의 최고 경영자부터 현장의 근로자까지 허리띠를 바짝 졸라매고 끊임없는 기술개발로 제품의 품질향상과 노동생산성을 증가시켜 나가야 할 것이다.

또한 기업체질을 대폭 개선함은 물론 기술능력을 선진수준화 하여 국제 경쟁력을 확보하고, 나아가 원전산업의 해외진출을 적극 추진해야 할 것이다.