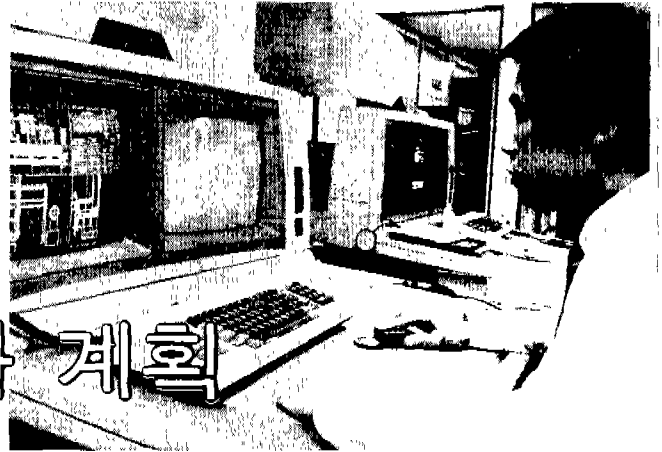


# 원자력발전소 종합설계기술 의 자립현황과 계획



The Technological Self-Reliance Plan for Nuclear  
Power Plant Architect Engineering

閔 景 植

한국전력기술주식회사 대표이사 사장

## 1. 서 론

우리나라의 에너지 수급은 대부분 석유와 석탄에 편중되어 있으며 이중 상당량을 수입에 의하여 충당함으로써 총 에너지의 수입의존도는 1991년에 연 85%, 2001년에는 연 90%로 날로 심화될 것으로 전망되고 있다. 특히 에너지 가운데 전력은 이용이 편리하고 효율이 높을 뿐만 아니라 공해문제가 없어 산업사회가 고도화되고 국민소득이 높아짐에 따라 그 수요가 타 에너지보다 급속히 증가하게 될 것이며 총 에너지에서 차지하는 전력의 비중도 1991년에 12%, 2001년에 16% 이상에 이를 것으로 예측되고 있다. 따라서 값싸고 질 좋은 전력의 안정적 공급은 국민 생활수준을 향상시키고 국내산업의 생산원가를 절감하여 국제 경쟁력을 제고시키는 데에 중요한 역할을 담당하는 요소라 할 수 있다.

이에 에너지자원이 빈곤한 우리나라의 실정에 알맞는 원자력발전소 건설의 필요성이 더욱 증

대되고 국가적으로 원자력 이용기술의 선진화를 이룩해야 하는 필요성에 따라, 한국전력공사를 중심으로 한 전력그룹사가 원자력발전기술의 업무를 분담하여 자립계획을 수립, 추진하게 된 것이다. 종합적인 기술자립 실천계획은 추후 한국전력공사에서 발표할 것이므로 여기에서는 우리나라의 원자력발전소 건설의 추진과정과 당사가 담당하고 있는 플랜트 종합설계부문의 기술자립 현황과 계획을 살펴보기로 한다.

## 2. 원자력발전의 신장

우리나라는 1962년부터 전원개발 5개년 계획을 수립하여 경제발전에 맞추어 발전소 건설을 추진하여 왔으나 대용량 발전소 건설은 주로 제 4차 전원개발계획(1977~81) 이후에 중점적으로 이루어졌다. 특히 탈석유 및 에너지 다원화 정책에 힘입어 종래의 외국주도의 Turnkey방식에서 벗어나 국내주도 Turnkey 방식 또는 Non-

Turnkey 방식으로 전환함으로써 국내기술진의 참여와 국산화율 증대의 계기가 되었다. 이때에 국내의 종합설계 용역회사가 발전소 설계기술자리를 겨냥하여 본격적으로 출범하였으며 기기제작을 위한 대규모의 제작회사도 설립되었다. 원자력발전도 이 기간에 경남 고리의 1호기가 건설되어 가동됨으로써 원자력발전시대의 장을 열게 되었다.

제 5차 전원개발계획(1982~87) 기간은 발전소 에너지원을 원자력과 수입유연탄을 주로 하는 것에 초점을 둔 기간으로서, 국내설계회사가 외국회사 주도의 설계업무에 참여하여 용역을 함께 수행함으로써 기술의 습득과 축적이 상당히 이루어진 기간이라 볼 수 있다.

이렇게 하여 이 계획이 끝나는 '87년말 현재 우리나라 총 발전설비는 표 1에서 보인 바와 같이 1900만 kW에 이르러 전력의 최대 수요시에 도 안정적 공급을 할 수 있게 되었고, 이 기간을 통하여 전력에너지 설비중 원자력발전설비부분이 총 발전설비의 30.1%를 차지하게 됨으로써 세계 10위에 해당하는 원자력 발전국이 되었으며, '87년도 발전량으로 볼 때도 총 발전량의 53.1%를 원자력 발전설비가 점하게 되어 우리나라 전력공급의 반 이상을 담당하는 중요한 전

〈표 1〉 '87년도 발전연료별 발전설비 및 발전량 비교표

발전연료	발전설비		발전량	
	용 량 (천 kW)	구성비 (%)	용 량 (백만kWh)	구성비 (%)
수 력	2,232	11.7	5,344	7.2
무연탄	1,020	5.4	2,671	3.6
유연탄	2,680	14.1	13,185	17.8
원자력	5,716	30.1	39,314	53.1
석 유	4,822	25.3	5,086	6.9
L N G	2,550	13.4	8,391	11.4
계	19,021	100.0	73,991	100.0

참고자료 : 원자력발전 편람, 1988. 3, 동력자원부

〈표 2〉 발전연료별 발전원가 비교표('87년 실적)

단위 : 원/kWh

	수 력	중 유	유연탄	L N G	원자력
고정비	24.63	82.35	18.89	14.69	23.31
연료비	-	30.05	14.67	27.27	4.10
계	24.63	112.40	33.56	41.96	27.41

참고자료 : 원자력발전 편람, 1988. 3, 동력자원부

력공급원으로 부상되었다.

이처럼 원자력발전설비가 짧은 기간내에 전력 생산의 높은 비율을 점하게 된 것은 표 2의 비교표에 나타난 바와 같이 발전소 건설원가가 타발전형에 비하여 경제적이고, 부존자원이 부족한 우리나라가 전력에너지 자립을 조속히 달성하기 위한 지름길이므로 국가시책으로 적극적으로 추진된 것이 큰 이유가 되었으며 현재 건설중인 울진원자력 1, 2호기의 상업운전시에는 그 비율은 더욱 커지게 되어 안정적 전력에너지 공급의 중요한 역할을 담당하게 될 것이다.

따라서 앞으로도 계속해서 건설될 원자력발전소에 대한 기술성과 생산성을 확보하기 위해서는 주로 외국기술에 의존해 오던 원자력 건설기술을 하루 빨리 국산화하여야 하는 것이 긴급한 과제인 것이다.

### 3. 원자력발전 기술자립의 역할분담

#### 가. 기술자립의 여건

원자력발전은 기술의존형 에너지중 경제성과 기술성이 입증된 에너지로서 관련 기술만 확보한다면 자원증식이 가능하므로 준국산 에너지라 할 수 있으며 타 산업으로의 기술파급효과가 크고 전력의 안정적 공급이 가능한 장점이 많은 에너지이다.

우리나라는 1978년의 원자력 1호기의 상업운전 개시이래 원자력 발전사업을 계속 추진하여

현재는 원자력발전소 7기가 운전중에 있고 2기가 건설 마무리 단계이며 2기는 '87년에 착수함으로써 모두 11기가 되며, 이중 9기는 모두가 외국 주도의 건설이었으나 나머지 2기인 영광 3, 4호기는 국내업체 주도로 건설 추진중이다.

그동안 습득하여 축적된 기술도 상당하지만 현재는 국제적으로 원자력 시장의 침체로 종전에 기술이전을 꺼려하던 선진외국들도 기꺼이 기술이전에 응하고 있는 상황임을 십분 이용하여 영광 3, 4호기 사업수행을 통한 기술전수를 효과적으로 실시하면 조기에 기술자립을 달성할 수 있으며, 이를 발판으로 하여 차세대 원자로(고식증식로, 핵융합로)의 기술개발에 까지 접근하기가 용이한 시점이라 할 수 있겠다.

#### 나. 기술자립의 역할분담

원자력발전산업은 종합기술산업이므로 기술의 자립은 관련산업의 균형있는 발전에서 시작된다고 볼 수 있다. 우리나라의 원자력산업은 한국에너지연구소의 설립이래 한국전력기술(주), 한국중공업(주) 등 많은 회사가 창립되어 사업주인 한국전력공사를 주축으로 표3에서 보는 바와 같이 그 역할을 분담하여 추진하고 있다.

이들 전력그룹사는 원자력기술자립이라는 공동목표 아래 내용이 광범위하고 고도의 기술이 요구되는 원자력기술에 대한 상호이해와 협조관계를 유지하면서 조기의 기술축적을 꾀하고 있

으며, 이를 보다 더 활성화적으로 추진하고 전력그룹사간의 의견수렴의 장으로서 '84년에 전력그룹협력회를 설치하여 운영해 오고 있다.

영광 원자력 3, 4호기를 국내 산업체가 주계약 수행키로 확정되면서 기술자립계획도 본격적인 궤도에 오르기 시작해서 1986년 3월에는 "원자력발전 기술자립 실천계획"이 구체화되어 발표되었다. 여기에는 국내업체 주도수행이 어려운 기술분야는 외국업체에 하청을 주어 공동수행하면서 그들이 소유하고 있는 선진기술을 우리가 이전받는 것을 전제로 하고 있다.

즉, 사업의 공동수행으로 취약한 경험기술을 습득하고 그들이 보유하고 있는 기술자료와 전산프로그램을 이전받는 한편 우리가 필요로 하는 취약한 기술분야는 교육훈련을 통해서 완전히 습득하는 방법을 통하여 기술을 자립하는 것으로 되어 있다. 이렇게 하여 영광 3, 4호기의 준공시점에는 전력그룹 회원사가 각자의 분담업무에 대한 기술자립을 달성하여 그 이후의 원자력발전소 건설은 극히 제한된 일부분의 외국자문을 제외하고는 순수한 국내기술로 수행할 수 있게 되는 종합계획이다.

이 계획은 영광 3, 4호기가 계약되기 이전에 작성된 계획이므로 계약 이후의 제반여건 등을 감안하여 미흡한 부문인 기술자립의 범위와 전제조건, 기술자립 평가방안 등을 보완하고 내용을 보다 구체화하는 개정작업이 한국전력공사에서 현재 추진중인 바 곧 확정 발표될 예정이다.

### 4. 플랜트 종합설계 기술자립계획

#### 가. 기술축적현황

플랜트 종합설계(설계엔지니어링) 기술은 1970년 중반 이후에 관련회사가 태동하기 시작하였으나 이는 고리 1호기 착공년도인 1971년보다도 5~6년 뒤진 상태였다. 이는 에너지원의 다변화, 석유의존의 감소 등이 당면한 시급한 과제로 등장함으로써 안정된 에너지 공급을 위하

〈표 3〉 원자력 건설업무 분담

회 사	분 담 업 무
한국전력공사	종합사업관리 및 시운전
한국에너지연구소	원자로계통설계 및 초기노심 핵연료설계
한국중공업(주)	원자로설비 및 터빈발전기의 설계제작
한국전력기술(주)	플랜트 종합설계
한국핵연료(주)	핵연료 제조
한국전력보수(주)	발전소 보수 및 예방점검

여 추진된 원자력발전 사업이 미처 국내의 기술 수준 현황과약과 기술자립에 대한 확실한 장기 계획의 수립없이 먼저 추진됨으로써 나타난 결과라고 볼 수 있다.

1970년대 후반에 들어와서 원자력발전소의 안전운전 및 관리에 대한 문제점이 부각되고 해외 의존으로 인한 국가 경제적, 산업적인 역기능이 노출됨에 따라 원자력기술자립의 중요성이 깊이 인식됨으로써 기술자립을 위한 시책이 체계적으로 추진되기 시작하였다.

그 이후 고리원자력 3, 4호기부터는 건설방법을 바꾸어 한국전력기술(주)의 기술인력을 설계에 참여토록 함으로써 기술과 경험을 부분적으로 축적할 수 있었으며, 그 이후의 영광원자력 1, 2호기, 울진원자력 1, 2호기에도 계속적으로 참여하여 온 결과 현재의 수준은 상당부분의 기술자립을 이룩했다(표 4 참조).

특히 상세설계부분은 독자적으로 수행할 수 있는 자립수준에 도달해 있으며, 필요한 요소기술과 핵심위약기술을 개발, 향상시키기 위하여 매년 매출액의 10% 이상을 투입하여 자체 기술개발을 추진해 온 결과 현재 진행중인 영광원자력 3, 4호기에는 75% 이상의 기술능력과 인력을 투입하여 수행하고 있다.

#### 나. 기술자립의 목표와 범위

한국전력기술(주)의 원자력발전 설계 엔지니어링 기술자립의 기본목표는 발전소 설계 엔지니어링 및 설계 엔지니어링 관리업무를 일부 외

국지원을 제외하고 우리 인력과 우리 설비로 자체수행할 수 있는 능력을 확보하는 것이다.

따라서 부가가치가 높은 기본설계의 핵심기술은 기술이전을 기피하려는 외국업체의 기술장벽으로 말미암아 자립정도가 아직 미흡한 상태이므로 영광원자력 3, 4호기의 설계 엔지니어링 부문 하청계약자인 미국 Sargent & Lundy사와 설계업무를 공동수행하면서 그들의 기술을 완벽하게 전수받아 우리의 기술로 습득, 소화해 나갈 계획이다.

설계 엔지니어링의 기술자립범위는 사업주의 요구사항인 안정성 확보, 설비의 신뢰성 보장, 계획공정 달성 및 사업비 절감을 목표로 하여 발전소 건설 및 시운전까지의 개념설계, 기본설계, 상세설계를 모두 포함하며, 설계 엔지니어링 관리의 기술자립 범위는 사업행정, 품질보증, 원가공정 등 사업을 지원하고 관리하는 역무를 모두 포함하여 추진하고 있다.

#### 다. 기술자립 추진전략

효과적인 기술자립의 수행방법은 그림 1과 같이 Know-why와 Know-how를 습득하고 이를 활용하기 위한 적절한 Tool의 확보에 있다고 할 수 있다.

Know-why는 이론기술로서 사업의 공동수행을 통하여 습득하는 경우도 있겠으나 취약한 기술분야에 대한 집중적인 교육훈련과 자체기술개발로 효과적 습득이 용이하며, 응용기술인 Know-how는 경험기술로서 유사한 어떤 프로젝트도

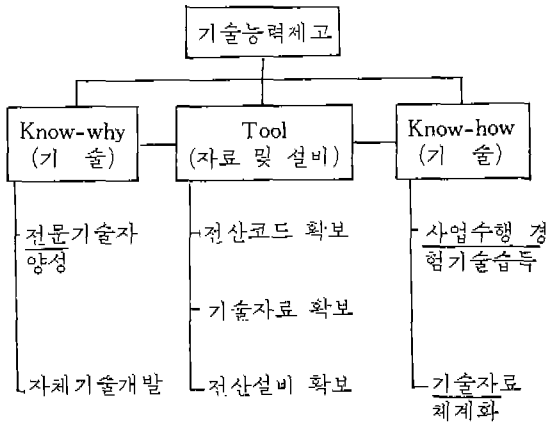
〈표 4〉 한국전력기술(주) 호기별 원자력 발전소 설계 엔지니어링 참여율 (M.H 기준)

호 기	고리원자력 3, 4	영광원자력 1, 2	울진원자력 1, 2	영광원자력 3, 4
참여율 (%)	37	44	46	75

주 : 영광원자력3,4호기는 설계수행의 기술내용 기준임.

〈표 5〉 기술자립의 범위

분 야	기술 자립 범위
설계엔지니어링	○개념설계
	○기본설계
	○상세설계
설계엔지니어링 관리	○사업행정
	○품질보증
	○원가공정



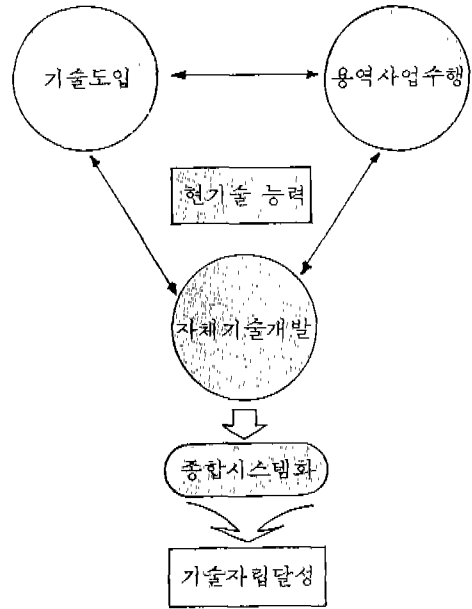
〈그림 1〉 효과적 기술능력 제고방법

자신있게 수행할 수 있는 경험의 체계화이므로 사업수행을 통한 습득이 가장 빠르고 효과적이라 할 수 있다.

Tool의 확보는 설계 엔지니어링에 필요한 각종 전산 프로그램과 전산설비 및 기술적 자료를 의미하는 것으로서 기술입무를 수행하는데 있어 없어서는 안될 수족과 같은 것이라 할 수 있다.

따라서 한국전력기술(주)의 기술자립 추진전략도 위와 같은 이론에 맞추어 기술도입, 용역사업의 공동수행 및 자체 기술 개발을 통하여 Know-why, Know-how 및 Tool을 습득 및 확보함으로써 현재의 기술능력을 선진국 수준까지 제고할 구체적인 방안을 설정하여 추진하고 있다.

그 첫째 방안인 기술도입은 교육훈련, 전산프로그램 도입 및 기술자료 확보의 3가지 방법으로 부족한 기술과 자료를 확보해 나가는 것이다. 이중 교육훈련은 49개분야 100명에 달하는 전문기술인력을 외국설계회사에 파견하여 Know-why에 대한 이론과 실습을 위주로 교육을 실시하는 전문기술자 과정과, Know-how 등 실무활용기술을 중심으로 국내강의실 교육 48개 과정 약 500명을 실시함으로써 전문기술인력을 양성, 확보하고 핵심취약기술을 소화, 흡수하는 데에 주안



〈그림 2〉 기술자립 추진전략

점을 두고 있다. 전산 프로그램은 원자력 발전소 건설의 설계 엔지니어링에 필요한 프로그램과 기타 필요한 프로그램을 일괄 도입받아 그 내용을 파악하고 활용기법을 습득한 후 소화, 개량을 통해 토착화하는 한편, 전문분야 표준자료와 참조발전소의 설계기준, 시방서, 계산서, 도면 등의 기술자료를 전수받아 용역수행결과를 반영하여 개선하고 이를 체계적으로 분류, 표준화 함으로써 기술수준을 선진화하고자 한다.

사업수행을 통한 경험기술의 습득이 두번째 방안이다. 영광원자력 3, 4호기의 개념 및 기본설계는 국내기술인력으로 단독 수행해 본 경험이 없는 관계로 외국회사 주도로 수행하되, 국내인력이 공동으로 참여하여 수행함으로써 그들이 가진 경험기술을 그대로 전수받는 것이다.

그러나 상세설계는 그동안의 기존호기 건설에 상당한 인력이 참여해 온 관계로 한국전력기술(주)이 주도하고 극히 한정된 부분에 국한하여 자문을 받아 수행함으로써 자립기반을 단단히 다지는 기회로 수행할 것이다.

원자력발전 기술은 고도의 종합기술로서 신기술의 도입응용이 필연적이라 하겠다. 이러한 신기술 및 핵심취약기술을 개발하고 체계적으로 연계시켜야 하는 자체기술개발이 세번째 방안이 된다. 한국전력기술(주)은 과거와 마찬가지로 기술자립시까지 매년 매출액의 10%이상을 자체 기술개발에 투입해 나갈 것이다.

## 라. 기술자립 세부 실천계획

### □ 토막뉴스 □

### 人造人間酵素生産成功

영국의 과학자들은, 만성췌장염뿐 아니라 유전질환인 낭포성섬유증(囊胞性纖維症)을 치료하는 데 하나의 열쇠가 될 것으로 생각되는 중요한 효소를 분리하여 무성(無性)번식시키는데 성공했으며, 곧 임상시험이 뒤따를 것으로 보인다.

이러한 증상을 앓는 사람들은 영양분의 지방을 소화하지 못하며, 그 결과 영양실조에 걸리게 된다. 췌장에서 분비되는 지방분해효소인 리파제 효소가 부족하기 때문이다.

현재의 치료법에서는 돼지의 췌장에서 추출한 리파제 효소제를 사용하고 있으나, 더 효과적이고 투여량도 적은 사람의 위(胃)림파제가 포함된 제품을 찾는 소리가 높았다.

그래서 산적(酸的)으로 안정되고, 따라서 소량을 복용할 수 있는 자연적으로 생기는 효소를 찾아내는 작업이 시작된 것인데, 췌장에서가 아니라 위에서 분비되는 그러한 효소가 존재한다는 설에 대한 논쟁이 여러 해 동안 계속되었다.

그러나 이제 런던 가까운 슬라우에 있는 Celletech 생물공학회사의 연구원들은, 그러한 효소가 사실상 존재한다는 것을 확인하고, 그것을 분리했을뿐 아니라 산적으로 안정되어 있다는 것을 알았으며, 대량생산을 위해 효모(酵母)에서 유전공학적으로 조작할 수 있는 단계로 끌어올려 놓았다.

Celletech사에서는, 다음 단계는 이 인조 인간효소의 첫 생산과 임상시험이 될 것이라고 밝혔다. 이 효소와 그 제조과정은 특허로 보호되고 있으며, 그 시장은 세계적으로 넓다.

앞에서 언급한 기술자립의 범위와 기술자립추진방안을 서로 어떠한 연계성에 의거 추진할 것인가 하는 것이 기술자립 세부실천계획으로서 이 계획에는 기술자립의 범위인 설계 엔지니어링에 관한 역무를 기술자립 관련분야(부서)와 연계시켜 이 역무를 독자적으로 수행하는 데 필요한 기술, 자료, 전산 프로그램 및 설비를 모두 찾아내어 그 하나하나를 어떠한 방법 즉, 사업수행을 통해 습득한다든지 기술도입을 통해 습득 또는 확보한다든지 아니면 자체 기술 개발을 통해서 습득한다든지 하는 자립방법으로 연도별, 관련분야별로 세부적인 계획을 수립하였으며 동 계획에 의한 추진실적을 정성적 및 정량적 방법에 의거 주기적으로 평가해 나갈 것이다.

## 5. 결론

한국전력기술(주)은 영광 원자력 3, 4호기가 준공되는 1995년에 완전자립에 가까운 95%의 설계기술자립을 목표로 하고 있다. 이는 극히 일부의 외국자문과 경제성이 없는 기술부문을 제외하고는 국내인력과 설비로 영광원자력 3, 4호기와 같은 발전소를 설계할 수 있는 수준의 기술능력이다.

이러한 목표를 계획대로 달성하기 위하여 회사내에 사장을 위원장으로 하는 기술자립추진위원회를 구성하여 기술자립의 기본방침과 전략을 정하고 전문분야별 기술자립실적을 정기적으로 평가, 분석하는 등 기술자립업무를 능동적으로 추진해 나가고 있다.

전력기술자립은 한국전력기술(주) 뿐만 아니라 한국전력공사를 중심으로 한 전 전력그룹사가 사명감을 갖고 총력을 경주하여 추진하고 있으므로 반드시 달성될 수 있을 것이며, 급속도로 발전하고 있는 우리나라 산업사회의 중요한 에너지원을 국산화함으로써 지속적인 경제발전과 관련산업발전에 이바지하고 나아가 풍요로운 사회건설에 크게 기여할 것이다.