

原電技術自立的 意義



鄭 汶 奎

〈韓國에너지(研) 原電事業本部長〉

1. 序 言

상식적인 이야기지만 진정한 경제자립과 자주 국방의 실현을 위해서는 국가동력인 에너지자립은 필수적인 구비조건이 아닐 수 없다.

미·소·중국과 같이 방대한 국토에 다양한 에너지부존자원을 가진 나라들은 에너지문제에 한하여는 근원적으로 해결의 토대를 가지고 있지만, 우리나라와 같이 좁은 국토에 그나마 에너지 부존자원이 거의 없는 나라에서는 에너지자립이라는 과제는 나라의 존망이 걸리다시피한 중요사항이 아닐 수 없다.

구주 각국이나 미국과 캐나다간의 관계에서 보듯이 언어나 기타 사회·역사적 측면에서 연유하였다고 볼 수 있는 상호 의존적인 국가와 국가간에는 에너지 수수라는 일도 가능하겠지만, 우리나라의 지리적 여건이나 항시 주변 강대국의 침략을 받아왔던 역사적 현실에서 볼때 에너지의 타국의존이란 곧 주권의 진정한 자립을 유지한다고 볼 수 없다고 하겠다.

그런 의미에서 일국의 에너지자립전략의 적부여하는 실로 중요한 뜻을 지니고 있다고 아니할

수 없다.

에너지자립에서 비중이 커져가고 있는 원전기술자립을 목표로 한 전략에는 몇가지 유형이 있는데 일본, 프랑스, 서독 등 서방선진국에서 볼 수 있는 미국으로부터 도입한 기술의 소화·발전에 의한 자기기술화라는 개방형 내지 기술교류형과 주로 소련, 중국, 인도에서 볼 수 있는 자력개발형 내지 폐쇄형을 볼 수가 있다.

물론 국가체제가 어떤 특정의 개발전략을 선택하지 아니할 수 없게 되겠지만, 결과적으로는 기술교류형의 전략이 훨씬 효과적이었음은 부인할 수 없을 것이다.

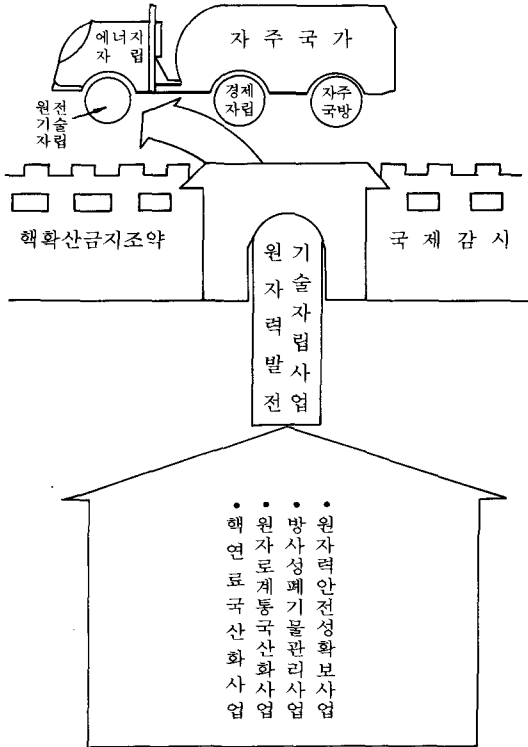
2. 우리나라의 原子力 核心技術 自立戰略

표1에서 보듯이 원전기술의 소위 핵심기술은

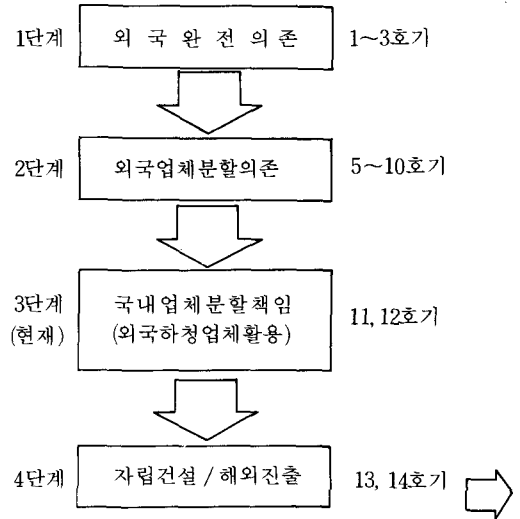
- 핵연료 설계 / 제조기술
- 원자로계통 설계기술
- 원전 안전성 확보기술
- 방사성 폐기물 관리기술

등으로 대변할 수 있으며, 이들이 조화있게 개발

〈표 1〉 원자력 핵심기술 자립전략



〈표 2〉 원전 기술자립 방향



로는 현재 건설중인 영광 3, 4호기의 경우처럼 <국내업체 주도형>인 3단계로 이어진다. 바로 이 단계가 지나면 거의 기술자립을 이루어 최종 단계인 <독자기술·해외진출>단계로 진입하게 되는 것이다.

이와 같은 개발전략은 무지개 꿈과 같은 구상의 단계가 아니라 이미 원전 표준사업의 착수로 <독자설계>의 최종단계는 막이 올려졌다.

3. 爐型 戰略

주지하는 바와 같이 원자로형에는 가압경수로, 가압중수로, 비등수로(BWR) 등 상용로형이 있으며, 제각기 장·단점이 있으나 실적면에서는 가압경수로가 단연 선두주자이다. 이 말은 건설이나 운전면에서 경제성 및 안전성에 있어 경험적 입증을 나타내는 것이라 하겠다.

그리하여 우리나라는 가압경수로로 주로, 가압중수로로 종으로 하는 로형전략을 택하였고, 그 결과 월성 1호기(원전 3호기)를 제외하고는 나머지 10기가 모두 가압경수로이며, 앞으로

되어야 함은 또한 중요한 사항이다.

한편 우리나라가 서방 자유민주주의 국가의 일원으로서 원자력의 평화적 이용에 국한하고자 하는 국가의지는 아무 저항없이 원자력의 국제감시를 받아들이고 핵확산금지조약에 조인하는 개방적 개발정책을 취하였고, 이와 같은 정책은 선진기술의 도입을 용이하게 하는 기반을 형성하여 주었다.

이와 같은 기초에서 에너지원으로서의 원전기술의 도입이 시작되었는데, 앞서 언급한 일본, 프랑스, 서독과는 달리 중공업기반이나 저변기술이 상대적으로 빈약한 우리나라로서는 오직 “잘 교육된 인력”만을 밑천으로 표2에서와 같은 단계적 개발전략을 구사할 수 밖에 없었다.

즉, 원전 1~3호기에서 대변되는 <외국 완전의존형>의 1단계, 이어서 원전 5~10호기의 도입에서 보는 <외국업체 분할의존형>의 2단계, 다음으

순전히 우리 손으로 설계·건설될 원전 13, 14 호기도 물론 같은 가압경수로이다.

한가지 여기서 언급하고 싶은 것은 같은 가압 경수로이기는 하지만 우리나라 기존 원전의 공급 선이 제각기 달라 구성계통의 차이로 기술자립이 나 운전·보수에 문제점이 있다는 비판의 소리도 없지는 않다.

물론 사건이기는 하지만, 이들 주장이 전적으로 그르다고 단언하지는 않겠다.

예를 들어, 계통이 다르면 부품의 호환성에 문제가 있다고 하겠고, 운전방식도 다소는 다를 것은 사실이겠지만, 우리가 원전 기술자립, 바꾸어 말하면 한국 고유MODEL의 우리 원전을 개발한다는 시각에서 본다면, 우리가 경험한 각 원전이 그 골격은 같으나 지엽적으로 다소 변화가 있음으로 해서 오히려 장점만을 취하여 우리 것을 만드는데 적지않이 기여하였다고 믿고 있다.

4. 技術自立 Drive의 時期選擇

전투에서 아무리 전략이 뛰어났다 하더라도 막강한 전력을 구비한 적의 대군이 전면에서 도사리고 있을때 공격을 감행한다면 우군의 손실이 커짐은 당연하므로 시기, 즉 상황의 선택은 전략의 승패를 좌우하는 주요한 요인의 하나가 될 수 밖에 없다.

우리가 원전기술자립전략을 이미 ALL COURT DRIVE하기 시작한 시점은 마침 세계의 원전 시장이 SELLER'S MARKET에서 BUYER'S MARKET으로 바뀐 시기가 가장 유리한 조건으로 해외 선진기술을 끌어올 수 있었다는 사실이다.

현재 대다수의 전문가가 예측하듯이 1990년대 후반부터는 다시 원전의 부활이 예상되고 있어 우리가 택한 것과 같은 호기는 가까운 장래에는 다시 없을 것으로 생각한다.

5. 技術自立 役割分擔

기술자립을 위한 실천전략에서 빼놓을 수 없는 것이 “역할분담”이라 하겠다. 기술자립의 절호의 시기를 맞아 최단시일에 소기의 목적을 효율적으로 활용하려면 국내에 이미 정착된 기술과 인력을 최대한으로 활용하여 중복됨이 없이, 즉 낭비됨이 없이 사업을 추진하는 일이며 이래서 생겨난 것이 전력그룹사간의 역할분담이다.

표3에서 보듯이 한전은 그동안 원전의 도입·운전과정에서 상당한 수준의 종합관리능력을 이미 갖추고 있고, 에너지연구소는 관련 첨단기술분야에서의 그간이 기술축적이, 한기는 A/E 분야에, 한중은 기기제작에 경험이 축적되고 있어 영광 3, 4호기 사업추진에 있어서는 완벽한 역할분담방식으로 진행되고 있어 효율의 극대화가 이루어질 것이다.

〈표 3〉 분야별 기술자립 역할분담 체제

기관별 구분	한 전 (공)	에너지 (연)	핵연료 (주)	한 중 (주)	한 기 (주)
종합관리	○				
플랜트종합설계					○
핵중기공급계통 (NSSS)					
○계통설계		○			
○기기설계				○	
핵연료					
○실계		○			
○제조			○		
터빈발전기 (T/G)				○	

6. 基本構想 실천세부

기술자립의 최종단계, 즉 독자개발단계에 이르려면 분야별 소요기술 전부를 확보해야 함은 물론

론, 다기다양한 전문기술을 종합하고 평가·판별할 수 있는 기술관리능력 및 공정관리·개발능력의 확보, 설계도구로서의 전산 CODE 등의 확보, 실증시험시설의 구비 등이 필수적이며 이러한 제반 구비요건은 영광 3, 4호기 사업을 외국 전문업체와 공동수행하고 R & D도 역시 공동참여함으로써 실현되도록 계약으로 보장되어 있다.

그 대략을 소개하면 다음과 같다.

- 기술인력의 훈련…… 설계업무 공동수행을 통한 설계전문인력의 확보
- 향후 10년간의 모든……개량경수로 및 개량 핵연료 관련자료 확보, 개발과제 결과물 자료입수
- 설계 CODE 전량 입수·설치……설계수단의 확보
- 중간관리자의 현지 OJT와……First line manager의 확보, Design Center의 국내 이전

영광 3, 4호기 사업과는 별도로 추진되고 있는 다목적연구로의 자력건조는 미래를 향한 첨단기술 확보와 실증시험시설의 확보라는 또다른 측면을 보장하여 주고 있다.

이렇게 하여 추진하여온 결과로 얻어진, 또는 가까운 장래에 얻어질 것으로 예상되는 몇가지 사례를 도표화하면 다음과 같다.

7. 韓國型 標準原電의 實現과 그 以後

영광 3, 4호기 사업 종료시점에서의 기술자립도는 분야에 따라 다소 차이는 있으나 95~100% 수준에 이르러 명실공히 기술자립이 실현된다.

다음 호기인 원전 13, 14호기는 영광 3, 4호기를 모형으로 삼고, 국내 기존원전 운전에서 얻은 경험과 해외의 개량경수로 개발에서 도출된 설계개선사항을 선별 수용하여 최초의 한국형 표준원

전을 탄생시킬 계획이며, 이미 이를 위해 '89년부터 표준화 3단계사업이 진행중에 있다.

표준화 3단계사업에서는 설계개선사항을 도출하며, 이들을 수용할시의 안전성 확보를 다짐하는 안전성 분석을 실시하도록 되어 있으며 '90년초에 사업을 종료함과 동시에 후속기 설계에 착수할 예정으로 있다.

개량표준화사업은 원전 13, 14호기에서 종료될 성질의 것은 아니며, 기술기준의 변경, 계속 개발되는 첨단기술의 수용, 규제당국의 규제요건 변경 등 여러 설계변경 요인이 있으므로 계속 연구과제로 추진하고 그 결과물을 후속기에 계속 반영하여야 할 것이다.

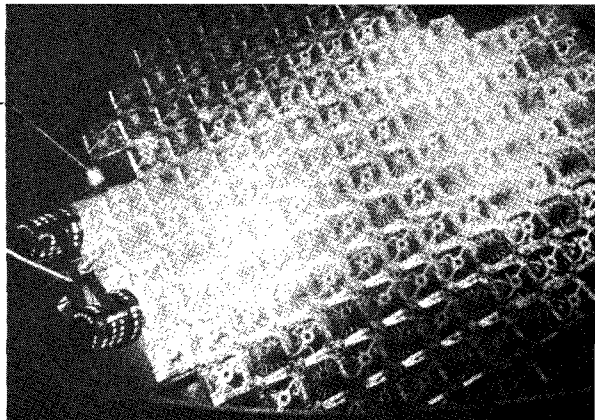
요즈음 관심의 대상인 고유안전로나, 나아가서는 고속증식로와 핵융합로의 개발도 각기 동작원리가 다르다고 하나 근본적으로는 핵에너지의 활용이라는 공통점에서 오는 기술적 유사성이 차이점 보다는 더 많으므로 한국형 원전의 실현을 보는 기술수준에 이르면 이들 신형원자로의 독자개발도 충분히 가능한 단계에 도달한다고 생각한다.

8. 技術自立과 研究開發과의 관계

연구결가가 활용이 안된다거나 활용할 수 없는 것이라면 한낱 휴지통의 휴지더미 부피를 늘릴 뿐이요, 산업사업이 연구개발의 결실을 수용할 능력을 갖추지 못한다면 발전의 생명력과 경쟁력을 잃어 마침내는 도태되고 만다.

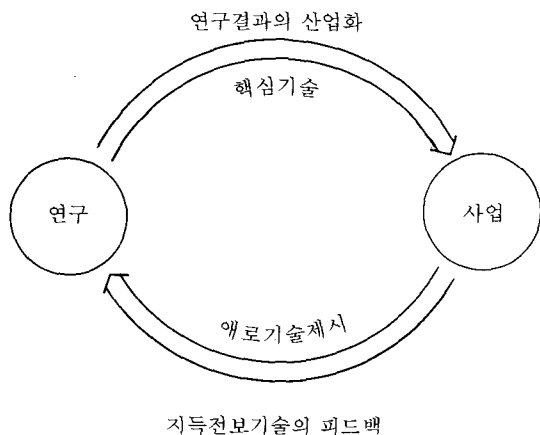
이와 같은 연구와 사업과의 불가분의 관계는 요즈음 반도체소자산업에서 극명하게 보여주고 있지만, 타 산업분야에서도 마찬가지이며, 특히 고도의 안전성을 유지하기 위하여 각종 첨단기술이 요구되는 원자력분야에서는 연구개발과 산업사업과의 상호유대가 더욱 절실하다.

그러므로 원자력발전기술과 핵연료주기기술의 기술자립을 촉진하기 위해서는 표4에서와 같이



연구결과가 산업에 수용되고, 또 사업에서는 애로기술에 봉착하였을때 이를 전문연구집단에 toss함으로써 지득기술과 정보의 feedback cycle을 유지시켜 핵심기술의 조기토착화를 달성해야 할 것이다.

〈표 4〉 연구소 연구개발성과의 산업화와 요소 핵심 기술의 확보를 통하여 원자력발전기술 및 핵연료주기기술 기술자립 촉진



문제는 정책당국이나 연구개발 또는 사업기관의 경영층에서 어느 정도의 이해와 의지를 가지고 앞에서 기술한 바와 같은 feedback cycle system을 키워나가는가에 기술자립 실현의 완급이 달려 있다 하겠다.

다행히도 원자력분야에서는 관계 각사가 전력그룹협력을 매체로 긴밀하게 각종 사항을 협의하고 있으며, 특히 기술자립의 중요성을 이미 깊이 인식하고 있어 전력그룹협력회에 기술자립 분과위를 두어 조직적, 체계적으로 기술자립 관련 현안을 심의하여 그동안 많은 기여를 하였음을 지적해 두고자 한다.

기술자립 측면에서 볼때 전력그룹협력회 각사 중에서도 한국에너지연구소는 기관의 성격으로 볼때 매우 unique한 위치를 차지한다.

원전 핵심사업 추진에서의 각사의 역할분담에서 알 수 있듯이 에너지연구소는 핵심기술중에서

도 가장 두뇌집약적이라 할 수 있는 분야를 맡게 되었으니 그 사업들이 바로 핵연료 설계사업, 원자로계통 설계사업 등으로 대표된다. 주지하는 바와 같이 NSSS설계비는 원전 총 건설비의 약 3%에 불과하지만 원전의 핵심기술은 바로 NSSS에 있으며, 이것이 black box로 남아있는 한 진정한 기술자립은 이룩되지 않으므로 이것을 조속히 glass box화 시키기 위해서 연구소의 고급두뇌를 집중투입하여 공략하게 되었다.

연구소가 관례의 기초연구 위주의 체제에서 벗어나 연구와 사업수행이라는 현실참여를 병행시킴으로써 앞서 말한 연구-사업간의 feedback cycle이 공고히 되어 연구는 연구대로 활성화되고, 사업은 사업대로 항시 연구결과물을 굴절없이 수용하게 되어 개량에 개량을 거듭하게 되었다.

다음에 몇가지 사례를 들음으로써 이해를 돕고자 한다.

개량 핵연료 개발 : 에너지연구소는 1978년부터 중수로핵연료의 독자적인 성형·가공사업에 착수하여 1982년에는 설계기술을 확립하고 이어서 1984년에는 시제품을 월성 1호기에의 장전, 1987년에는 소요량 100톤 전량을 공급하기에 이르렀다.

이 사업수행에서의 축적된 기술은 1986년부터 시작된 경수로 핵연료 국산화 기술확립의 토대가 됨으로써 당초의 기술목표를 앞당기는 결과를 가져와 후속기(원전 13, 14호기)의 초기로심설계는 100% 우리기술로 이루어질 뿐 아니라 이미 소내의 관련 연구부서와 공동으로 우라늄의 이용도를 향상시킴으로써 핵연료비를 10%절감시킬

수 있는 한국형 개량핵연료 개발에 착수하고자 하고 있다.

중수로 핵연료 생산규모 확대 : 연구소 사업 부서에서는 그간의 자력개발 성과를 토대로 중수로형 발전로의 추가건설에 따르는 핵연료 생산시설의 확장을 100% 독자기술로 성취할 수 있을 뿐 아니라, 연구부서와 공동으로 핵연료의 경제성, 안전성을 제고시키는 개량화를 시도하고 있다.

원전표준화사업 : 최초의 한국형 표준경수로가 될 원전 13, 14호기의 설계, 건설에 대비하여 추진되고 있는 원전표준화 3단계사업은 에너지연구소, 한기가 공동참여하여 개량경수로 설계를 위한 설계요건 (design requirement) 도출과 안전해석 (SAR) 을 수행중이며, 가혹사고 (severe accident) 에 대비한 설계개량, 인간공학 측면에서의 개량, 안전여유도의 증대, 보수용이성의 제고 등 다각도로 개량을 시도하고 있는 바, 여기에는 연구부서에서 개발한 최신해석기법 등 여러 연구과제를 활용하고 있으며, 사업자체를 공동수행하고 있다.

표준화사업의 결과물이 반영될 원전 13, 14호기는 우리나라 고유의 모델이 될 것이며, 이는 바로 설계결과물의 소유권이 우리에게 있음을 뜻하며 앞으로 해외진출을 용이하게 한다.

비록 비공식적이기는 하나 한국과 공동으로 원전의 해외진출 이야기가 있음은 매우 고무적이라 아닐 수 없다.

개량표준화는 표준화 3단계사업이나 후속기인 원전 13, 14호기에서 끝나는 것은 아니다.

기술기준의 고도화, 안전성 향상을 위한 규제측의 변경, 부하추종능력 등 운전이나 경제성 제고에서 요구되는 허다한 사항들은 당장은 수용이 안되더라도 연구·개발을 지속시키어, 적기에 그리고 안전하게 상용로에 반영할 수 있도록 계속 연구과제로 존속시키고 있으며 또 그렇게 하여야 할 것이다.

신형로의 개발 : 차세대 원전이라 불리우는 고유안전로나, 미래의 꿈의 동력로나 할 수 있는 핵융합로는 아직은 공학적 실증단계에 있어 사업성은 없지만 에너지연구소에서는 꾸준히 해외기술추적과 실험용 Tokamak 를 건조하여 실험연구를 계속하고 있다.

재래식 원자로와는 유사성이 많기 때문에 현재 우리가 보유하고 있는 기술의 연장상에서 기술자립이 이루어질 것으로 본다.

고속증식로는 이미 상용로까지 나와있는 단계이지만 아직 대폭 상용화까지는 기술성·경제성에 진일보를 가져와야 한다.

그간 에너지연구소는 주로 국제협력을 통하여 기술추적을 위주로 연구를 진행시켜왔으나 1989년 부터는 Sodium Technology 와 같은 핵심기술은 직접 실험을 통하여 경험을 축적해 나갈 것이다.

변환 및 재변환사업 : 연구실에서 생산현장으로 연결된 또하나의 기술자립 성공사례이다. 1988년 부터는 중수로핵연료분말을, 1990년 부터는 경수로형 핵연료분말 전량(200톤)을 자력개발한 생산방식으로, 자력설계하여 설치한 생산시설에서 생산·공급하게 된다.

9. 結 論

상기와 같이 몇가지 사례를 들어 연구와 “산업화로 연결된 기술자립”에 대하여 살펴보았는데, 여기에 인용된 사례에 국한된 것이 아니라 방사성폐기물관리기술, 조사후시험기술, 폐로기술 등 주요기술 뿐만 아니라 모든 원전기술 자체가 자립을 이루려면 상기와 같은 개발 패턴을 가져야 할 것이다.

특히 원자력은 첨단기술이기 때문에 우리나라에서와 같이 제한된 인력으로 해외선진국과 경쟁하여 승자가 되려면, 연구와 사업간에 단절이 없도록 각별히 유의해야 할 줄 믿는다.