

한국의 차세대원자로 개발계획

지난해 발표된 장기전원개발계획에 의하면 우리나라는 2006년까지 총 18기의 원전을 추가 건설토록 계획하고 있으며, 韓電은 늘어나고 있는 원전기술수요를 충족시키고 원전의 안전성 및 경제성을 더욱더 향상시키기 위해 차세대원자로 기술개발을 추진중에 있다. 차세대원자로 기술개발사업은 원전기술자립계획에 따라 확보된 기술을 활용하고 응용함과 동시에 신설계개념을 지속적으로 연구개발하여 2000년대 초반 건설될 발전소에 적용하는 방향으로 추진하고 있어 이 사업을 통하여 원전의 안전성 및 경제성을 한단계 향상시킬 뿐만 아니라 우리나라의 원전기술을 선진국 수준에 진입시킬 수 있을 것으로 기대되고 있다. 이 글은 5월26일 ANS 한국지부 정기총회에서 한전 심창생 원자력안전실장이 발표한 내용이다.



심 창 생
한국전력공사 원자력안전실장

한국은 부존자원, 특히 1차 에너지원이 빈약한 국가로서 국내 에너지소비량의 80% 이상을 수입에 의존하고 있으며, 지구온실화현상과 산성비 등 환경문제에 대

한 지대한 관심으로 고품질에너지에 대한 필요성이 증대되고 있다.

해외 에너지자원에 대한 의존을 경감하고 경제적인 전기생산수단을 제공하기 위해 청정에너지로서 원

자력은 한국에서 가장 적합한 전원이다.

1978년 4월 최초의 원전인 고리 1호기의 상업운전 이래 원자력발전의 꾸준한 성장을 통하여 원자력발전사업은 급속한 성장을 하였으며, 현재 9기가 가동중에 있는 원자력 설비용량은 7,616MWe이며 전체 설비용량의 36.1%이다.

1991년 전기생산에 주요한 역할을 담당한 원자력발전은 전체발전량의 49.1%에 해당하는 56,600 GWh를 생산하였고, 특히 원전은 지난 3년동안 세계 평균이용률인 66%를 훨씬 능가하는 약 80%의 높은 이용률을 달성하였다.

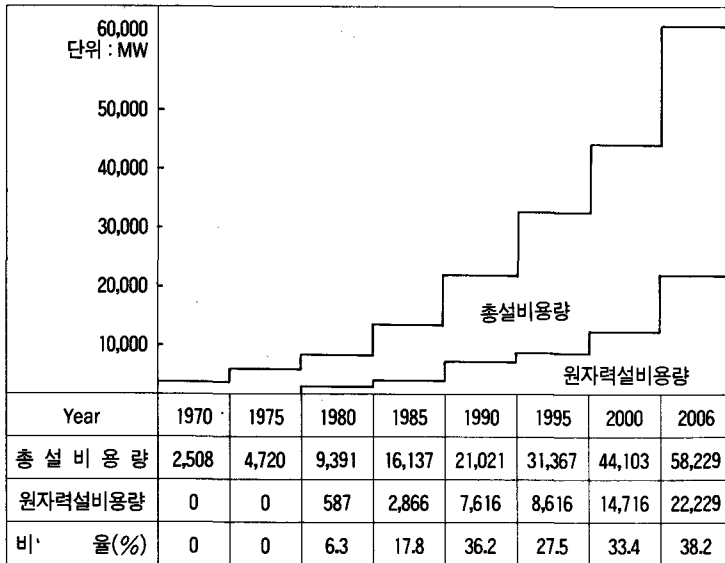
지속적인 경제성장으로 전기판매량은 지난 4년동안 연평균 13%씩 증가하였으며, 이러한 현상은 지속적인 에너지절약 노력에도 불구하고 당분간 지속될 전망이다. 전력수요에 대처하기 위해 작년에 정부는 2006년까지 현재 설비용량의 2.8배에 해당하는 총 37,600 MWe 규모의 발전소를 건설해야 하는 장기전원개발계획을 발표하였으며 이 계획은 매 2년마다 연동화하기로 되어 있다. 특히 장기전원개발계획은 18기의 원자력발전소의 추가 건설을 포함하고 있으며 원자력점유율이 약 30~40% 선을 유지하게 된다.

한국의 원자력개발계획

1. 원전개발단계

한국에서 원전개발단계는 기술개발정책과 밀접하게 연계되어 있는 건설사업 추진방법에 따라 3세대로

〈그림 1〉 총설비용량과 원자력설비용량



나누어 질 수 있다.

원전 1세대는 2기의 PWR인 고리 1, 2호기로 구성되며 그 당시 국내 경험과 기술의 부족으로 인해 Turnkey Basis로 건설되었고 국내 전력계통의 규모를 고려하여 600MWe급 용량으로 결정하였다.

그러나 어느 정도의 경험과 기술을 습득한 후 한전은 사업추진방향을 2세대인 Non-Turnkey Basis 즉 Component Approach로 바꿨다.

이 방법에 따라 950MWe급의 6기 PWR(고리 3호기, 고리 4호기, 영광 1호기, 영광 2호기, 울진 1호기, 울진 2호기)이 건설되었으며 건설, 사업관리, 발전소설계, 국산화분야가 많이 발전하였다.

기존의 원전건설과 운전을 통하여 얻은 경험을 기초로 한 3세대, 즉 발전소표준화작업이 영광 3, 4

호기 건설을 통한 기술자립을 달성하는 궁극적인 목표를 가지고 시작되었다.

1,000MWe급 PWR 표준발전소설계를 개발하기 위해 표준설계요건(SRED)과 표준안전성분석보고서(SSAR)를 작성하였고 첫번째 표준원전인 울진 3, 4호기에 적용하였다.

또한 원자력분야 기술자립을 달성하기 위해 외국 계약자와 기술전수계약을 포함한 다양한 형태의 계약이 이루어졌다.

2. 원전개발전망

지금까지 원자력은 외국기술을 주로 적용하는 방향으로 기술개발을 추진해 왔다. 그러나 원자력기

술개발에 있어서 국내 능력 및 외국의 개발동향을 고려해 볼 때 지금이 국내 자력기술로 개발할 수 있는 적기로 판단되고 있다.

첫째, 장기전원개발계획의 원자력발전수요를 충족하기 위해 신설개념을 도입하여 표준원전을 위한 설계요건 및 안전성분석보고서는 차세대원자로개발 전까지 PWR 8기에 적용하기 위해 지속적으로 보완되어야 한다.

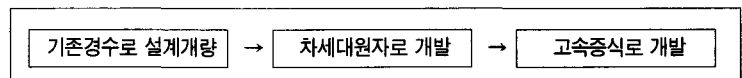
둘째, 2001년까지 차세대원자로 설계개발을 완료하기 위한 연구를 수행할 것이며, 차세대원자로의 최초 호기는 2007년경 상용화를 목표로 하고 있다.

장기적으로 한국은 고속증식로 기술을 가져야 할 것이다. 고속증식로의 기초연구를 수행하고 있지만 현재 국내 기술수준은 상당히 낮은 수준에 머물러 있으며, 고속증식로의 상용화를 대비하여 필요기술을 습득하기 위한 연구개발을 지속적으로 추진할 것이다.

우리농자원, 고속증식로 경제성, 외국의 개발동향을 고려해 볼 때 한국에서 고속증식로의 상용화시기는 2030년경으로 추측된다.

3. 중수로개발

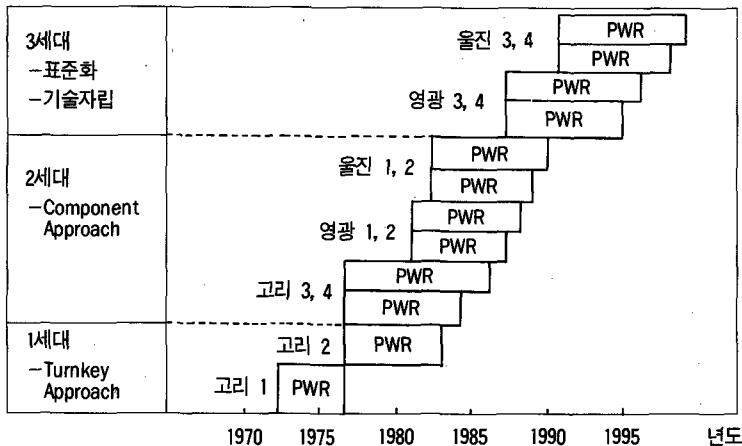
현재 PHWR은 주종 노형인 PWR을 보완하는 노형으로 간주되고 있다. 최초의 700MWe급 CANDU형인 월성 1호기는 83년 상업운전 이래 높은 이용률을 기록해 왔다. PHWR의 장점은 Tandem



〈표 1〉 원자력발전소 현황

발전소	용량 (MWe)	노형	상업운전일	비고
운전				
고리 1	590	PWR	78. 4	
월성 1	680	PHWR	82.11	
고리 2	650	PWR	83. 4	
고리 3	950	PWR	85. 9	
고리 4	950	PWR	86. 4	
영광 1	950	PWR	86. 8	
영광 2	950	PWR	87. 6	
울진 1	950	PWR	88. 9	
울진 2	950	PWR	89. 9	
건설				
영광 3	1,000	PWR	95.3	
영광 4	1,000	PWR	96.3	
월성 2	700	PHWR	97.6	
울진 3	1,000	PWR	98.6	
울진 4	1,000	PWR	99.6	
계획				
신규 중수로 1	700	PHWR	1998.6	
신규 중수로 2	700	PHWR	1999.6	
신규 경수로 1	1,000	PWR	2000.6	
신규 경수로 2	1,000	PWR	2001.6	
신규 경수로 3	1,000	PWR	2002.6	
신규 중수로 3	700	PHWR	2002.6	
신규 경수로 4	1,000	PWR	2003.6	
신규 중수로 4	700	PHWR	2003.6	
신규 경수로 5	1,000	PWR	2003.10	
신규 경수로 6	1,000	PWR	2004.6	
신규 경수로 7	1,000	PWR	2005.6	
신규 경수로 8	1,000	PWR	2006.6	
신규 중수로 5	700	PHWR	2006.6	

〈그림 2〉 원자력발전소 개발단계



Fuel Cycle, 원자력기술의 다변화 및 천연우라늄을 사용하는 것 등이 다.

따라서 월성 2호기와 신규 PHWR 1, 2호기는 월성 1호기와 같은 700MWe급 CANDU 형으로서 새로운 규제요건 및 신설계특성을 반영하여 건설 및 계획중에 있다. 후속 PHWR의 적용을 목적으로 안전성과 경제성이 향상된 신설계 개념을 적용하기 위한 계획을 검토중에 있다.

차세대원자로 개발

1. 배경

한국에서 원자력발전은 21세기에도 주종 전원으로서 역할이 지속될 것이다.

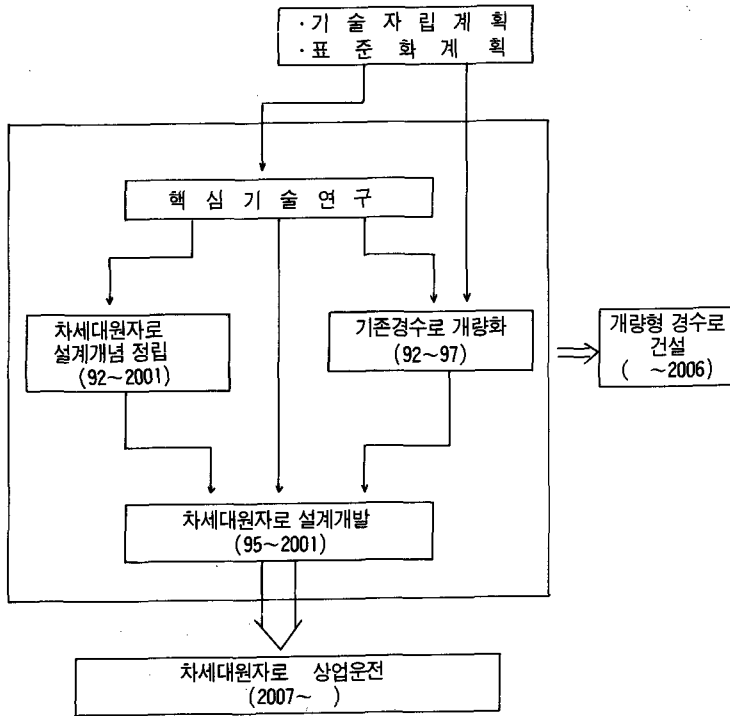
한편 원전의 안전성에 대한 대중의 관심이 증가함에 따라 더욱 안전하고 신뢰성 있는 원전의 개발이 요구되고 있다. 게다가 한국은 지금까지의 원전사업을 통하여 새로운 원전을 개발할 수 있는 능력을 배양해 왔다.

작년 정부는 21세기초 국내 기술을 선진국 수준으로 높이기 위해 14개 G7프로젝트의 하나로써 차세대원자로 기술개발을 선정했다.

또한 원자력기술을 2001년까지 선진국 수준으로 끌어 올리기 위해 6월경 원자력위원회 상정을 목표로 수립중인 중장기원자력연구개발계획과 연계하여 차세대원자로 기술개발사업을 추진할 것이다.

2. 기술개발 추진체계

차세대원자로 기술개발사업은 기



이러한 연구개발의 최종결과들은 2007년에 준공될 차세대원자로에 적용할 것이다.

3. 개발목표

차세대원자로개발은 안전성, 신뢰성 및 경제성향상을 목표로 하고 있다.

기존원전보다 더욱 향상된 안전성을 위해 운전원이 대처할 수 있도록 충분한 시간을 제공할 수 있는 안전여유도를 증진시키고, 인적요인을 감안한 Man-Machine Interface가 개선되어야 한다.

신뢰성증진을 위해 원전설계 및 건설에서 단순화 및 표준화가 적극적으로 추구되어야 하며, 발전소이용률증진을 위해 불시정지를 최소화하고 핵연료재장전기간의 연장이 필요하고, 또한 투자위험도를 줄이기 위해 차세대원자로개발에는 입증된 기술을 사용할 것이다.

차세대원자로로는 타 전원에 비해 경제성 우위를 확보해야 하며 경제성향상을 위해 원전수명기간의 연장이 필요하다. 인허가안정화를 통해 개발된 기술의 실제 사용이 보장되어야 한다.

4. 추진전략

차세대원자로개발을 추진하기 위한 기본전략은

- 첫째, 국내 기술로 개발
- 둘째, 국내 부족기술 및 기술자료확보를 위한 해외 ALWR개발프로그램 참여 및 국제협력추진
- 셋째, 기술자립계획과 연계추진
- 넷째, 국내보유자원 활용극대화를 위한 국가프로젝트로 추진

술자립계획 및 표준화계획을 통해 축적된 기술 및 경험을 바탕으로 추진될 것이며 크게 4가지로 구성된다.

첫째, 핵심기술연구는 원전설계개발에 필요한 신설계적용을 포함한 요소기술의 개발을 목표로 하고 있다.

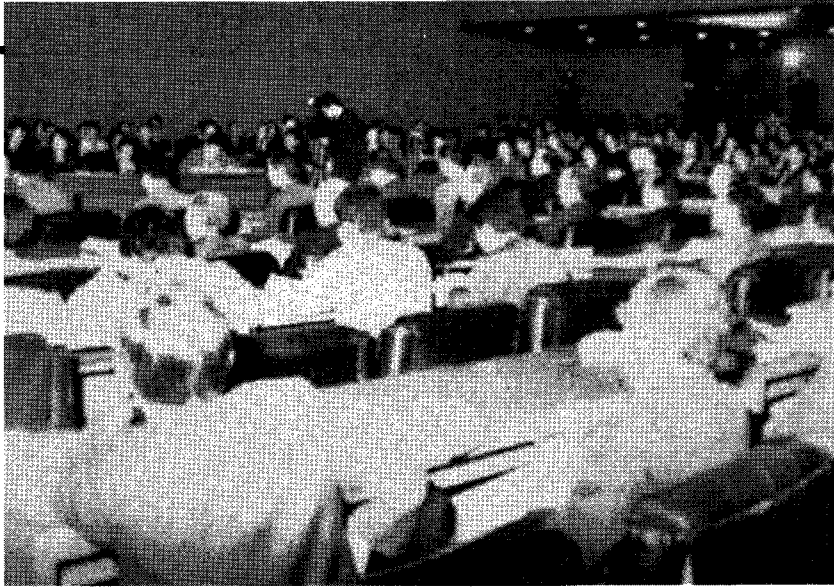
둘째, 기존경수로 개량화는 2006년까지 건설될 원전에 적용하기 위한 표준설계개선을 목표로 하고 있다. 92년부터 97년까지 수행될 기존경수로 개량화는 미국 EPRI URD 수준의 설계확보를 목표로 하여 안전성, 경제성 및 신뢰성을 증진시키기 위해 세부설계개선항목을 선정, 추진할 것이다.

셋째, 차세대원자로 기술개발 설계개념 정립은 연구개발의 최종목

적인 차세대원자로 기술개발설계를 개발하기 위한 중간과정이다. 차세대원자로개발은 국내에서 수행해본 경험이 없는 초대형 연구개발과제이므로 개발과정에서 많은 어려움이 예상된다. 따라서 국내여건을 감안한 설계요건 및 설계개념선정을 포함한 확고한 후속 연구개발방향을 설정하는 것이 필요하고 94년 말 차세대원자로 개발노형을 확정할 것이다.

넷째, 차세대원자로 설계개발은 95년부터 2001년까지 실질적인 설계업무를 수행하는 것이다. 이 단계의 주요업무는 다음과 같다.

- (1) 개념설계 및 기본설계
- (2) 안전성분석보고서 및 설계인허가 취득
- (3) 표준상세설계



다섯째, 국내 인허가규제기관과 긴밀한 협조체제 구축 등이다.

5. 추진조직

차세대원자로 기술개발사업은 정부의 종합관리하에 차세대원자로 기술개발사업단에서 추진할 것이

다.

한전, 한원(연), 한기(주), 신형원자로연구센터 등으로 구성되는 차세대원자로 기술개발사업단의 주요 임무는 사업추진과 기술개발재원확보이다. 기술개발사업을 주관하는 한전은 사업관리와 설계종합

을 책임지고 있다. 효율적인 추진조직의 운영을 위하여 참여기관의 기술인력 및 자료의 Pool제 운영을 고려하고 있고, 이 사업에 필요한 인력은 약 5,000,000 Man-Hour(250 Man/Year)로 추정되고 있으며, 기술개발예산은 정부지원하에 한전이 충당할 것이다.

차세대원자로개발에 국제협력은 한정된 자원의 이용을 극대화하기 위하여 매우 중요하다. 그러므로 국내 기술능력보완과 경험 및 정보교환을 위해 외국의 ALWR프로그램에 참여할 계획을 가지고 있다.

6. 추진일정

92년 4월말까지 4개월간 한전 주관으로 한원(연), 한기(주), 안전기술원, 신형로연구센터 등의 참여하에 차세대원자로 기술개발 연구기획을 완료하였다. 이를 바탕으로 사업추진세부계획이 정부와 한전의 승인을 얻기 위해 5월말까지 준비될 것이다. 92년 6월에는 참여조직간 계약을 체결하고 92년 7월 연구개발을 착수하여 2001년까지 사업을 완료할 예정이다. ▣

