

韓國의 原子力發電 長期需給計劃



홍 주 보
한국전력공사 울진원자력본부장

한국의 원자력발전 프로그램은 TMI나 체르노빌과 같은 원자력발전소 사고에도 불구하고 장기계획에 따라 계속적으로 실행되어 최근 수년간 한국의 원자력발전량은 전체 전력생산량의 약 50%를 차지하게 됐다. 한국은 비교적 짧은 원자력발전소 운전경험을 가지고 있지만 원전의 운전기수 증가와 더불어 지난 14년동안 운영 및 기술개발 향상에 모든 노력을 기울여 왔다. 그 결과로 한국의 원자력발전소 운영실적은 주목할 만큼 개선되어 만족할 만한 성과를 나타내고 있다.

韓國의 원자력발전 현황

우리나라의 원자력발전 사업은 꾸준한 성장을 계속하여 현재 9기의 원전이 가동중이며 5기의 원전이 건설중에 있다(표 1).

현재 운전중인 원자력발전소의 시설용량은 7,616MW로서 전체 시설용량의 36.1%이며, 1991년에는 원자력발전이 전체 발전량의 약 48%를 점유하여 우리나라 전력생산의 주도적인 역할을 담당하고 있다.

원자력발전소의 안전성 제고라는 궁극적인 목표 아래 설비의 신뢰성과 경제성을 높이기 위한 이용률 향상 노력을 그간 지속적으로 추진한 결과 운전중인 원전의 이용률은 1991년 평균 84.4%라는 높은 이용

률을 달성하여 1982년 이후 계속적으로 세계 원전 평균 이용률보다 약 10% 정도 양호한 수준을 유지하고 있다(그림 1).

한국은 원자력발전소의 평균 이용률을 매년 점차적으로 향상시켜 96년도에 88.3%를 달성하는 것을 목표로 하여 원전 이용률 향상을 위한 종합대책을 수립하여 효과적으로 추진하고 있다. 이 목적을 달성하기 위한 여러가지 방안들이 있지만, 950MW PWR 경우 62일을 목표로 한 계획예방정비기간의 단축, 18개월의 장주기운전 도입, 운전원 교대근무의 6조3교대 전환 등을 실행로 들 수 있다.

한국 원전의 불시정지는 운전경험 및 기술의 축적으로 주목할 만큼 감소되어 최근 3년간 평균 2회를 기록하였으나 여전히 개선의 소지가 상당히 있어, 한국전력공사는 불시정지건수를 호기당 1건 미만으로 줄이는 것을 목표로 모든 노력을 기울이고 있다.

한국에서는 최근 한주기 무정지(OCTF, One Cycle Trouble Free)를 원전 운영의 모토로 설정하여 적극 추진하고 있다.

원자력발전 장기수급계획

1. 전력수요전망

국가 경제성장과 특히 86년 이후 지속적인 전기요금 인하의 영향 등으로 전력 판매량은 88년부터 91년까지 최근 4년간 연평균 12.9% 증가했다. 이러한 증가추세를 감안할 때 향후 전기 판매량은 단기적으로 92~96년까지 연평균 9.1%의 증가

〈표 1〉 Nuclear Operation & Construction Status

Plant	Unit	Reactor Type	Capacity (MW)	Manufacture		Commercial Operation	Remark
				Reactor	T/ G		
Kori NPP	1	PWR	578	W (USA)	GEC (UK)	78. 4	TK
	2	PWR	650	W (USA)	GEC (UK)	83. 7	TK
	3	PWR	950	W (USA)	GEC (UK)	85. 9	NTK
	4	PWR	950	W (USA)	GEC (UK)	86. 4	NTK
Wolsong NPP	1	PHWR	678.7	AECL (Canada)	NEI /Parsons (Canada/UK)	83. 4	TK
	2	PHWR	700	KHIC / AECL (Korea / Canada)	UK KHIC / GE (Korea / USA)	(97. 6)	NTK
Yong-gwang NPP	1	PWR	950	W (USA)	W (USA)	86. 8	NTK
	2	PWR	950	W (USA)	W (USA)	87. 6	NTK
	3	PWR	1,000	KHIC / CE (Korea / USA)	KHIC / GE (Korea / USA)	(95. 3)	NTK
	4	PWR	1,000	KHIC / CE (Korea / USA)	KHIC / GE (Korea / USA)	(96.3)	NTK
Ulchin NPP	1	PWR	950	Framatome (France)	Alsthom (France)	88. 9	NTK
	2	PWR	950	Framatome (France)	Alsthom (France)	89. 9	NTK
	3	PWR	1,000	KHIC / CE (Korea / USA)	KHIC / GE (Korea / USA)	(98. 6)	NTK
	4	PWR	1,000	KHIC / CE (Korea / USA)	KHIC / GE (Korea / USA)	(99. 6)	NTK

-TK : Turnkey
 -NTK : Non - Turnkey
 -KHIC : Korea Heavy Industries and Construction Co., LTD

가 예상되며, 그후 2006년까지는 연 4.5~6% 정도의 수요성장이 예상된다(표 2).

한편 단기적인 전력수요의 급증에 대처하기 위해 수요자측 부하조절인 시간대별 차등요금제 개선 및 에너지절약 홍보 등으로 수요관리를 강화하고, 건설중인 발전소의 공기를 준수하는 한편 기존 발전설비를 최대한 가동할 계획이다.

한국의 현재 장기전력수급계획은 91년에 확정된 것으로서 기본방향은 다음과 같다.

(1) 전력공급의 신뢰도와 경제성의 조화

(2) 환경영향의 최소화 및 향후 환경규제 강화에 대비

(3) 최대수요 관리 및 에너지절약을 통한 신규설비 투자규모 최소화

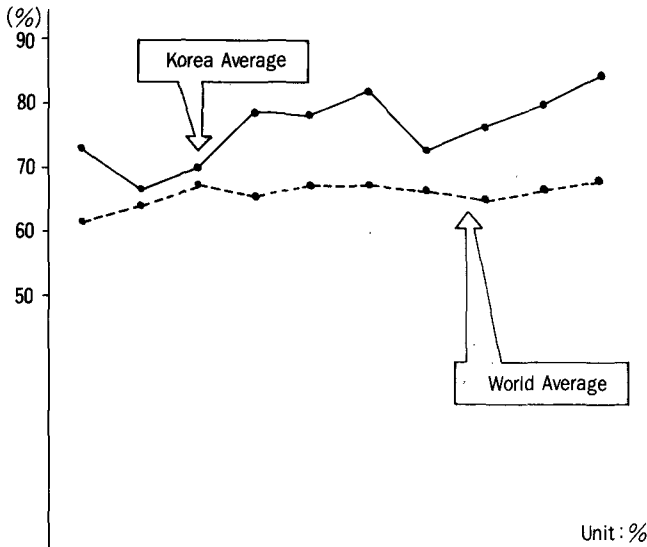
(4) 지역간 수급균형을 위한 전원입지 안배 및 송전계통 구성

(5) 미래의 경제여건 및 수요의 불확실성 고려

(6) 원자력과 유연탄을 주력으로 하는 발전원의 다양화

현재 장기전력수급계획의 개략적인 내용은 증가되는 미래의 전력수요에 부응하기 위하여 2001년까지 원자력 9기(8,100MW)를 포함하는 57기(27,805MW)를 건설하고, 2002~2006 기간중에는 원자력발전소 9기를 포함한 22기(16,900MW)를 건설할 계획이다(표 3).

이와 같이 건설할 경우 2006년도의 총 발전설비는 58,699MW로서 이 중에 원자력은 39.6%인 23,229MW(27기)가 되며, 발전량 구성비는 52.1%가 될 것으로 전망된



〈그림 1〉 Korea and World Average Capacity Factor of Nuclear Power Plant

〈표 2〉 Electricity Demand Forecast

	Electricity Power Sales		Peak Demand	
	Electricity Power(GWh)	Increase Rate(%)	Peak Demand (GWh)	Increase Rate(%)
1991	104,374	11.0	19,124	10.9
1992	115,585	10.3	20,438	6.9
1993	126,798	9.7	22,688	11.0
1994	138,244	9.0	24,758	9.1
1995	149,656	8.3	26,775	8.1
1996	161,578	8.0	28,752	7.4
1997	172,282	6.6	30,617	6.5
1998	182,854	6.1	32,532	6.3
1999	193,708	5.9	34,353	5.6
2000	204,600	5.6	36,336	5.8
2001	215,917	5.5	38,409	5.7
2002	226,675	5.0	40,199	4.7
2003	237,088	4.6	42,122	4.8
2004	247,603	4.4	44,072	4.6
2005	258,372	4.3	46,078	4.6
2006	269,494	4.3	48,155	4.5

다〈표 4〉.

2. 노형전략

한국에 있어서의 노형전략은 크게 3단계로 기존 경수로 개량, 차세대원자로 개발, 고속증식로 개발로 구분될 수 있다.

첫째로, 2006년까지는 기존 경수로의 점진적 개량화의 일환으로 지금까지 원전 건설과 운전을 통해 축적된 경험을 바탕으로 한 한국의 실정에 알맞는 표준원전의 설계와 기술자립을 위한 계획이 수립됐다. 표준원전 설계는 1,000MWe급의 PWR형 원전으로서 영광 3, 4호기 원전설계를 거쳐 올진 3, 4호기 건설을 통해 표준원전이 실현될 예정이다. 이를 위해 영광 3, 4호기 건설계획에는 기술이전계획과 함께 국내 기술능력의 증진을 겨냥한 기술적인 노하우 이전계획도 포함되어 있다. 또한 주종인 PWR형 원전에 대한 보완 역할로 높은 이용률을 기록한 CANDU형(PHWR)인 700MWe급 월성 3, 4호기가 건설되며 PHWR 원전의 후속기를 위해 기존의 CANDU형 원전의 설계를 개선하는 계획도 고려중에 있다.

둘째로, 미래의 사회경제적 상황에 알맞고 안전성이 한층 증대된 차세대원자로를 고속증식로가 상용화되기 이전인 2007~2025년까지 주력 노형으로 건설할 계획으로, 과학기술 선진화를 위한 정부 G7 프로젝트와 연계하여 산, 학, 연 합동으로 한국전력공사 주관하에 추진중에 있다. 현재 단계별 추진계획을 수립하여 94년말까지 차세대

〈표 3〉 Long-Term Plan for Nuclear Power Development

Plant	Capacity (MW)	Commercial Operation Year	Plant	Capacity (MW)	Commercial Operation Year
Yonggwang #3	1,000	1995	PWR #3	1,000	2002
Yonggwang #4	1,000	1996	PHWR #3	700	2002
Wolsong #2	700	1997	PWR #4	1,000	2003
Ulchin #3	1,000	1998	PHWR #4	700	2003
PHWR #1	700	1998	PWR #5	1,000	2003
Ulchin #4	1,000	1999	PWR #6	1,000	2004
PHWR #2	700	1999	PWR #7	1,000	2005
PWR #1	1,000	2000	PWR #8	1,000	2006
PWR #2	1,000	2001	PHWR #5	700	2006

〈표 4〉 Composition Ratio by Plant Capacity and Generation

Unit : MW(%), GWh(%)

Plan \ Year		1991	1993	1996	2001	2006
Nuclear	Capacity (MW, %)	7,616 (36.1)	7,616 (28.1)	9,616 (27.9)	15,716 (33.5)	23,229 (39.6)
	Capacity (GWh, %)	56,311 (47.5)	53,905 (37.9)	65,171 (36.0)	104,379 (43.3)	156,868 (52.1)
Coal-fired	Capacity (MW, %)	3,700 (17.6)	5,260 (19.5)	9,940 (28.9)	15,160 (32.3)	17,760 (30.2)
	Capacity (GWh, %)	20,140 (17.0)	29,305 (20.7)	55,965 (31.0)	84,600 (35.1)	97,247 (32.3)
Oil-fired	Capacity (MW, %)	4,800 (22.7)	6,973 (25.8)	5,786 (16.9)	4,831 (10.3)	1,731 (3.0)
	Capacity (GWh, %)	27,182 (22.9)	42,767 (30.1)	30,281 (16.7)	22,311 (9.2)	8,946 (3.0)
LNG-fired	Capacity (MW, %)	2,550 (12.1)	4,667 (17.3)	5,967 (17.3)	6,767 (14.4)	9,980 (17.0)
	Capacity (GWh, %)	9,935 (8.4)	12,303 (8.7)	25,787 (14.3)	25,996 (10.8)	33,961 (11.3)
Hydro	Capacity (MW, %)	2,445 (11.6)	2,500 (9.3)	3,104 (9.0)	4,469 (9.5)	5,969 (10.2)
	Capacity (GWh, %)	5,051 (4.2)	3,659 (2.6)	3,666 (2.0)	3,923 (1.6)	4,048 (1.3)
Total	Capacity (MW, %)	21,111 (100.0)	27,016 (100.0)	34,413 (100.0)	46,943 (100.0)	58,669 (100.0)
	Capacity (GWh, %)	118,619 (100.0)	141,939 (100.0)	180,870 (100.0)	241,209 (100.0)	301,070 (100.0)

원자로 노형 및 설계개념 확정, 98년말까지는 기본설계단계, 2001년까지는 상세설계단계로 구분하여 개발중에 있다.

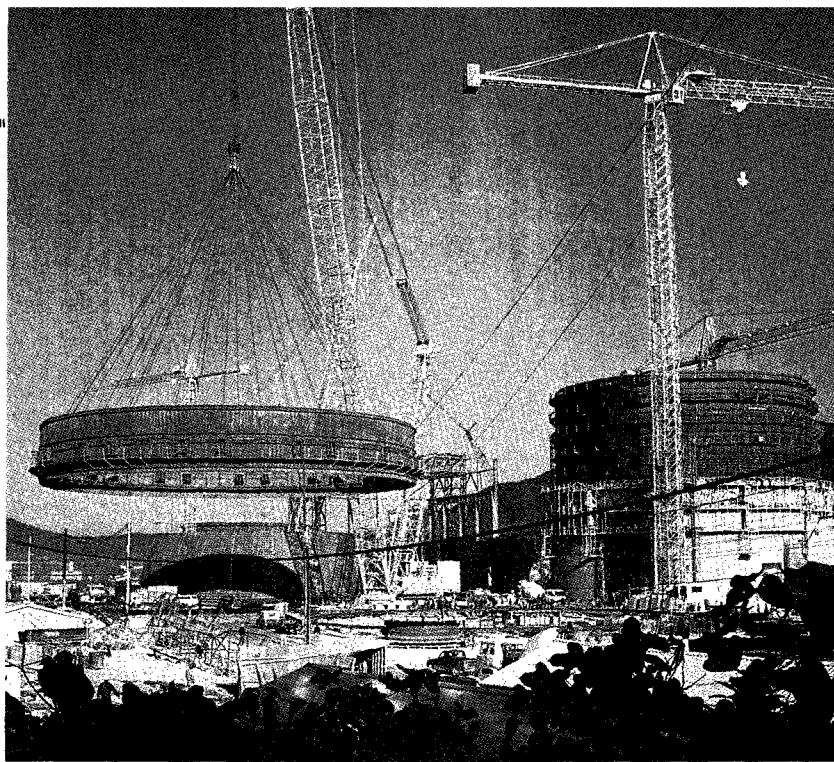
셋째로, 장기적인 관점에서 볼 때 한국은 FBR형 원전기술을 보유할 것으로 전망된다. 그러나 우리나라 자원에 대한 판단, FBR형 원전의 경제성, 외국의 연구개발계획의 동향 등을 기본으로 고려할 때, 한국은 2025년 실용화를 목표로 하여 현재 기초기반기술을 중점 개발하고 있다.

원자력연구개발 중장기계획

정부와 한국전력공사는 92년 6월 26일에 「원자력연구개발 중장기계획(1992~2002)」을 확정하고 2000년대 초 원자력기술 선진국 진입과 원자력발전 기술의 자립 및 고도화를 통한 국가에너지 자립기반 구축을 목표로 하여 금년 하반기부터 본격적으로 추진키로 했다. 이에 따라 앞으로 10년간 약 2조원의 연구개발비를 투자하여 고속증식로의 개발, 원자력 안전성 연구 등 정부 주도 20개 과제와 차세대원자로 개발, 방사성폐기물 관리 등 산업체 주도 14개 과제를 중점 추진할 계획이다.

1. 원자로

기존 원자로 개량화를 위해 올진 3, 4호기를 참조발전소로 하고 미국 전력연구소(EPRI) 설계요건을 수용, 신설개념 및 규제요건을 반영할 예정이며, 개량형 중수로 개발을 위하여 국제공동연구를 통



해 중수로 기반기술을 구축할 예정이다. 차세대원자로 개발을 위한 연구과제에는 국내 기술능력 평가, 엔지니어링 능력 보강, 노형 확정에 필요한 노형 비교평가방법, 안전규제기술 개발 등이 포함되어 있다. 고속증식로 개발은 국가차원에서 자체 개발과 국제공동연구를 병행 추진할 예정이며, 90년대는 기반기술 및 핵심요소기술을 중점으로 개발하여 기본설계를 완성하고 2011년까지 150MWe급 실증로를 건설할 계획이다.

2. 원자연료주기

원자연료주기기술 분야에 있어서는 기존의 경수로용 원자연료 개발화단계를 거쳐 경수로에서 사용한 원자연료를 중수로에 재활용하는 경, 중수로 연계 원자연료를 개발하고, 2000년대 이후에는 후속 원자로 노형정책에 따라 이에 맞는 미래형 원자연료를 개발 추진할 계획이다.

경수로용 고연소도 개량 원자연료 개발은 산, 학, 연 공동으로, 중수로용 개량 원자연료는 한국, 캐나다 공동연구 및 기반기술 개발을 토대로 추진될 예정이다. 또한 경, 중수로 연계 원자연료는 한국, 미국, 캐나다의 3국간 국제공동연구로 93년까지 기술개발방안을 확정할 것이다. 미래형 원자연료에 대해서는 90년대에는 기초연구와 기반기술 개발에 중점을 둘 예정이며, 이와 함께 경수로용 혼합원자연료 개발도 병행 추진할 계획이다.

3. 방사성폐기물 관리

저준위폐기물 처분을 위한 영구 처분장 설계, 운영 및 처분기술의 개발을 95년까지, 사용후연료 중간저장을 위한 수송기술 개발 및 방사선 환경관리기술을 포함한 사용후연료 중간저장관리기술을 97년까지 개발할 예정이다.

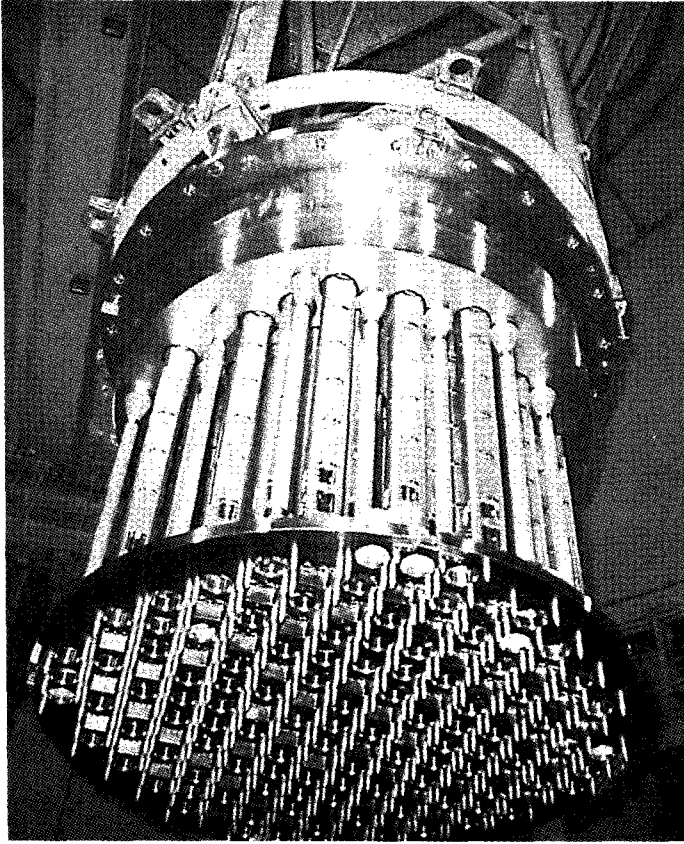
또한 사용후연료 영구처분에 대

해서는 후행 원자연료주기 정책결정에 대비할 수 있도록 당분간 영구처분시설의 건설 및 운영에 관한 기초, 기반기술 개발에 주력할 방침이며, 더 나아가 사용후연료 기반기술 개발도 주력연구 중 하나가 될 것이다.

4. 원전운영기술

이 분야는 운영기술 개선을 통한 지속적인 경제성 향상 및 안전관리기술의 고도화를 통해 원전시설의 완벽한 관리로 안전성 향상을 추구하는데 그 목적이 있다. 주요 기술 개발항목들을 살펴보면

- (1) 원전 안전성향상기술
- (2) 운전기술 고도화
- (3) 설비 유지 및 정비기술
- (4) 방사선 안전관리기술
- (5) 원전 계측제어기술 및 원전 유지보수용 로봇 개발
- (6) 원전 수명관리 및 폐로기술
- (7) 종합 데이터베이스체계 구축 기술 등이 되겠다.



5. 원자력 안전성 연구

원전 안전성 연구는 안전성 평가 기술, 사고관리기술, 미래 원전의 안전성기술 등을 포함하고 있다. 안전성 평가기술 부문에서는 최적 평가방법론, 확률론적 안전성 평가 기술, 원전사고현상 모의실험연구 등을 96년까지 수행 예정이며, 사고관리기술 부문에는 사고방지 및 완화용 안전성평가체제 개발과 사고완화를 위한 노내의 실험적 연구를 2001년까지 추진할 계획이다. 더 나아가 미래 원전의 안전성기술 확보를 위하여 중대사고 종합시험과 고속중수로 안전성평가기술을 연구할 예정이다.

또한 안전규제기술의 자립화 및 선진화를 위하여 지속적인 연구개발을 수행할 방침이다.

맺음말

원자력발전소의 장기수급계획을 원활히 추진하기 위해서 한국에서는 원자력 홍보활동과 발전소 주변지역에 대한 지원에도 힘을 기울이고 있다. 원자력에 대한 국민들의 불필요한 오해와 불신을 해소시키고 원자력의 올바른 실상을 국민들에게 알리기 위한 홍보활동을 적극적으로 전개하고 있다. 이 사업의 일환으로 매년 2회에 걸쳐 지역주

민들에게 해외 원전 견학기회를 제공하고 있는데 日本이 견학의 주대상국이다. 또한 발전소 주변지역에 대한 효율적인 지원사업으로 전원개발을 촉진하고 발전소의 원활한 운영을 도모하기 위하여 제정된 「발전소 주변지역 지원에 관한 법률」에 따라 소득증대사업과 공공시설사업 및 육영사업 등으로 지역사회를 지원하고 있다.

원자력산업의 역사가 짧은 우리나라는 국제기술협력사업을 통해 원자력 선진기술을 조속히 도입하고 소화하여 원자력기술자 립을 이룩할 목적으로 원자력 선진국인 미국, 프랑스, 캐나다 및 日本 등과 활발한 기술협력사업을 추진하고 있다.

지난 6월 브라질에서 지구온난화 방지조약과 동식물 및 천연자원 보전협약을 토의하기 위한 지구환경 정상회의가 열렸다. 가까운 장래에 온실가스 배출제한이 부가될 것이며, 오염자 부담원칙하에서 오염자가 그 부담을 져야 될 것 같다. 이런 관점에서 원자력의 선택은 경제적 에너지와 깨끗한 환경을 보장하는 보다 나은 해결방안이다. 우리는 환경과 조화를 이룬 원자력을 통해 지구를 보호하는 선봉장 역할을 해야 할 것이며, 미래에 우리 후손들에게 지구를 보전하기 위한 우리의 몫을 원자력으로 했다고 자랑스럽게 이야기할 수 있어야 하겠다. ▣