원자력발전기술의 개발방향과 국제협력

박 구 원
한국전력주식회사 신원전기술사업부장

서 론

1942년 Fermi에 의해 핵분열현상을 제어할 수 있는 원자로가 개발된 이래 원자로를 통한 원자력의 평화적 이용은 수송수단의 동력원, 전력생산 외에도 원자력기술의 진보와 더불어 그 이용분야가 점차 확대되고 있다. 이 중에서도 전력생산을 위한 원자력발전은 인류의 에너지문제해결이라는 측면에서 그 중요성이 인식되어 연구개발 및 실용화를 위한 많은 노력이 경주되어 왔으며 현재 전세계적으로 전력공급원으로서의 확고한 위치를 점하게 되었다. 즉 1990년말 현재 전세계적으로 상업운전중인 원전수는 424기로서 324,500MW의 설비용량을 갖추고 있으며 1990년 발전실적은 전세계발전량의 17%에 이르고 있다. 따라서 本稿에서는 원전기술의 개발방향 및 국제협력에 대하여 전력산업적 관점에서의 원자력발전기술 특히 기본적 설계개념측면에서 논의하고자 한다.

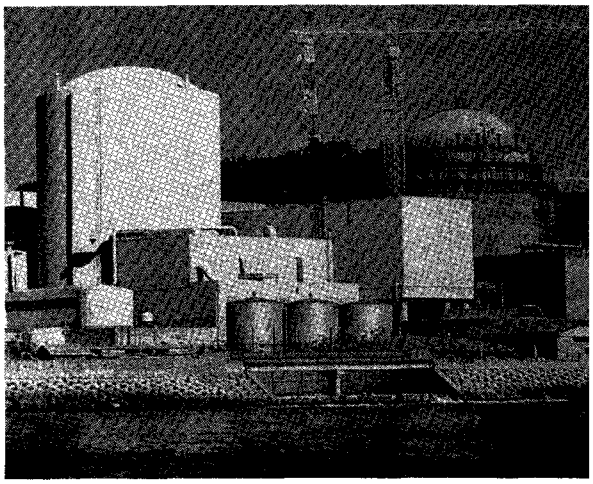
원자력발전기술은 거의 모든 과학기술분야가 종합된 기술로서 그 개발과정이 전반적인 과학기술의 발전과정과 궤를 같이하여 왔다. 원자력발전기술개발의 복합성과 에너지개발사업의 중요성 그리고 특히 국민건강에 대한 안전성을 고려하여 원자력발전기술의 개발은 원전사업에 관련된 규제와 더불어 국가차원의 개발노력이 진행되어 왔다. 최초의 상용원전인 미국 Shippingport원전건설 이후의 원자력발전기술개발은 경제발전에 따른 사회적 요구사항으로서의 원전안전성향상과 경제성확보를 위한 기술개발이 주 관심사항이었으며 특히 TMI와 Chernobyl원전사고 이래 원전안전성에 대한 대중의 우려가 심각히 대두됨으로써 원전산업의 활성화, 더 나아가 국가에너지확보측면에서 원전의 안전성과 경제성확보에 대한 노력이 전세계적으로 활발히 진행되고 있다. 또한 원전의 건설과 운전 외에도 폐기물처분과 부지 등의 문제도 Public Acceptance측면과 관련하여 원자력발전기술개발의 주요 대상으로 이의 해결을 위한 노력이 진행되고 있다. 세계의 원전 노형들은 원전개발국의 기술개발배경에 따라 다양한 형태로 개발되어 왔으나 지금까지의 원

전건설 및 운전현황에 의하면 경수로(PWR과 BWR)가 가장 보편적인 노형으로 개발되어 왔다. 따라서 원자력발전기술개발은 주로 경수로에 대한 설계 및 운전기술향상을 통한 안전성 확보와 경제성향상노력을 중심으로 진행되어 안정된 전력공급원으로서 원전의 산업화에 기여하였다. 그러나 일련의 원전사고는 원전안전성에 대한 불신감확대, 정부의 원전규제요건강화, 전력사업자의 투자위축 등으로 일부 국가들을 제외하고는 전세계적으로 원전산업이 침체하게 되었으며 일부국가에서는 원자력발전계획의 전면적인 수정을 가한 나라들도 있다. 이에 대응하여 1980년대중반부터 원전사업자들을 중심으로 침체된 원전산업의 활성화를 위한 다각적인 노력이 원전선진국들에서 진행되어 온바, 개량형경수로개발과 신형원자로개발이 그것이다. 이러한 노력의 결과는 온실효과와 산성비 등의 지구환경문제극복에 대한 국제적인 관심증가와 각국 정부의 화석연료고갈에 대비한 대체에너지개발노력과 더불어 점차 가시화되고 있다.

한편 한국의 원자력관련기술개발은 1960년대 초반 실험용 원자로를 이용한 기초실험 및 이론적 연구, 방사성동위원소 응용기술연구 등을 시발로 1978년 최초의 상용발전로인 고리1호기가 가동됨으로써 본격적인 원자력발전기술개발 및 산업화체제를 갖추기 시작하였다. 이후 지속적인 원전건설을 통하여 국내의 원자력발전기술개발은 선진기술의 습득과 이를 통한 설계 및 제작기술소화 즉 기술자립능력배양에 주력하여 왔다. 이리하여 1987년에 시작된 영광 3,4호기사업은 그동안 축적된 원전건설과 운전경험을 바탕으로 최초로 국내 원전산업체 주도하에 추진되고 있는 바 1983년부터 단계적으로 추진되어 온 한국형 표준원전개발사업과 연계하여 한국의 원자력발전기술개발의 토대를 마련하는 계기가 될 것으로 믿는다.

신기술개발동향

최근 원자력발전에 관련된 신기술개발은 첨



단요소기술을 원전설계의 개선 및 운영에 반영함으로써 원전성능향상을 추구하는 단기적이고 미시적인 기술개발과 원전전체에 대한 개념적 차원의 개선을 통한 원전산업활성화를 꾀하는 장기적이고 거시적인 기술개발로 대별할 수 있다. 전자의 경우 주로 가동중인 원전을 대상으로 기본적인 인허가규제요건을 만족시키면서 원전운전효율의 극대화를 달성하는 방안으로써 수명연장기술, 운전 및 보수기술개선, 핵연료개선 등이 포함되고 있으나 기본적 설계개념을 변경하지 않음으로써 한계를 가지고 있다. 후자에 속하는 기술개발은 새로운 노형개발로써 침체된 원자력산업현황을 고려하여 원전의 안전성확보와 경제성향상(화석연료에 대한 경제성유지)라는 목표하에 설계단계에서부터 모든 새로운 요소기술 및 개념을 반영하여 최적화시키는 종합적 기술개발로 이해될 수 있다. 현재 새로운 노형개발은 개발주체의 기술적 배경에 따라 다양한 형태로 추진되고 있으며 원전표준화와 연계되어 2000년대 주력노형개발이라는 측면에서 국제원자력산업계의 주요 관심사항이 되고 있다.

새로운 노형개발은 크게 기존 원전의 설계개선을 통한 개량형 원전개발과 기존원전의 기본적설계방식(NSSS설계 및 안전성확보방식)을 혁신한 신형 원전개발로 나눌 수 있다. 개량형 원전개발과 신형 원전개발은 모두 원전의 안전

성확보와 경제성향상을 목표로 하고 있는 데 개량형 원전은 주로 기존 경수로를 대상으로 점진적인 설계개선을 이루어 나가거나 최적의 개량화목표를 설정하고 개선항목들을 설계에 일시에 적용하는 방식으로 구분되고 신형 원전 개발은 기존 원전(주로 경수로)의 기본설계원리는 유지시킨 채 피동안전성개념을 도입한 피동형 원전과 원자로 및 NSSS의 설계개념을 혁신적으로 개선하여 NSSS 자체 내에서 안전성이 확보되도록 한 고유안전로로 구분된다. 현재 새로운 노형개발은 거의 모든 원전기술선진국들이 독자적으로 혹은 국제협력에 의해 활발히 추진되고 있다〈표 1〉.

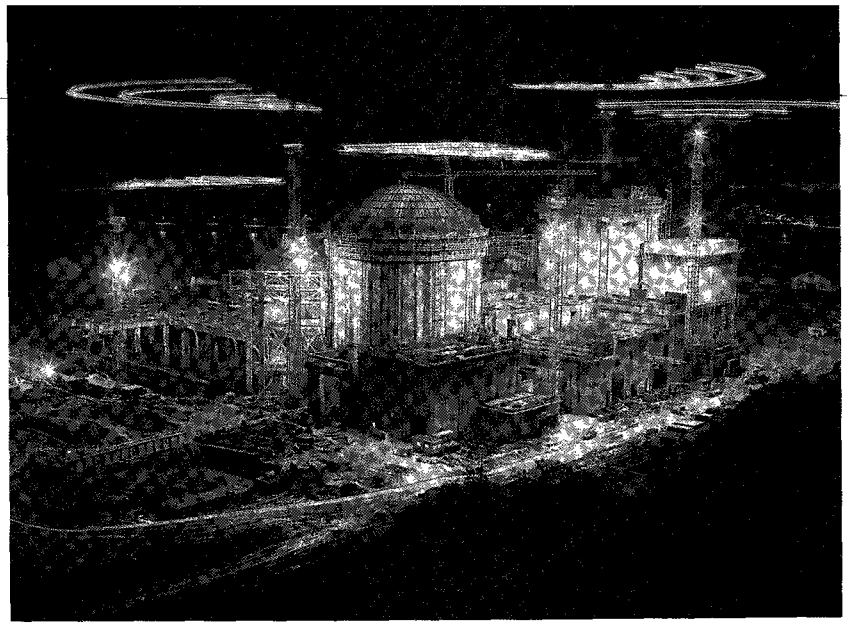
개량형 원전의 기술개발방향은 국가마다 접근방식에 있어 다소간의 차이는 있으나 설계특성의 대동소이하다. 즉 운전여유도의 증가, 계통의 단순화 및 신뢰도향상, 중대사고대응능력 확보, 운전 및 보수의 신기술적용, 설계수명연장 등을 포함하고 있다. 현재 미국에서 추진중인 Advanced Light Water Reactor(ALWR) Program이 개량형 원전개발의 대표적인 사업으로서 미국에너지성(DOE)의 지원 하에 EPRI 주도로 진행되고 있으며 전력회사, NSSS vendor, A/E회사 등 미국내 뿐만 아니라 해외의 원전사업자들도 개발사업에 참여하고 있다. ALWR 개발은 현재 기본설계단계로써 금세기 이전 상용화를 목표로 하고 있다.

프랑스는 자국내 원전표준화정책과 연계한 원전개량화를 70년대부터 꾸준히 추진하여 독자적인 개량형 원전인 N4를 개발하여 상용화하고 있으며 일본의 경우도 그들의 성공적인 경수형 원전개량화사업경험을 토대로 개량형 원전건설을 추진중이다.

현재 피동형 원전개발은 미국을 중심으로 추진되고 있으며 개량형 원전 이후의 신형 원전으로 기대를 모으고 있다. 피동형 원전은 기존 경수형 원전의 기본개념에 개량형 원전기술을 반영하고 피동안전개념, 즉 중력, 자연대류 등을 이용한 안전성확보개념을 도입함으로써 계통을 대폭 단순화한 중소형원전으로서 EPRI ALWR Program의 일환으로 진행되고 있으며 2000년대초 상용화를 목표로 하고 있다. 일본의 경우 현재 300~600MWe급의 피동형 원전이 검토되고 있으며 피동형 원전의 용량을 대형화하는 연구도 병행하여 추진하고 있다. 한편 Emergency Core Cooling System(ECCS) 등과 같은 안전계통 없이 사고시 원자로를 안전정지시키고 중대사고발생가능성을 극소화할 수 있는 고유안전로는 미국과 유럽 등에서 기술개발이 꾸준히 진행되어 왔으나 기술의 입

〈표 1〉 노형개발현황 및 특성

	Evolutionary Reactor	Passive Reactor	Inherently Safe Reactor
Operational Margin at Transients	◦ Low Power Density ◦ Increased Thermal Margin	◦ Low Power Density ◦ Increased Thermal Margin	◦ Low Power Density ◦ increased Thermal Margin
Reactor Control	◦ Conventional Control Rod Concept with Improved Reliability	◦ Conventional Control Rod Concept with Improved Reliability	◦ Passive Reactor Trip
Decay Heat Removal	◦ Conventional Active ECCS with Improved Reliabillity	◦ Passive Decay Heat Removal Concept Incorporated	◦ Passive Decay Heat Removal
Typical Design Model	◦ Sys. 80+ ◦ Sizewell-B ◦ N4 ◦ ABWR	◦ AP 600 ◦ SIR ◦ SBWR ◦ VVER-600 ◦ MS 300/600	◦ PIUS ◦ MHTGR ◦ PRISM



증, 인허가문제해결 등을 고려할 때 상업화까지는 앞으로 많은 노력이 기울여져야 할 것이다.

한편 위에서 언급된 원전의 건설 및 운전에 관련된 기술개발 외의 기술개발로써 고연소도 핵연료 및 MOX 핵연료기술개발, 방사성폐기물의 처리·처분기술개발 등의 핵주기관련 기술개발이 원전경제성향상과 Public Acceptance 확보 그리고 더 나아가 한정된 우라늄자원의 이용효율극대화와 지구환경보존측면에서의 중요성을 고려하여 전세계적으로 활발히 진행되고 있다. 또한 원자력에너지를 난방용으로 이용하는 지역난방로기술개발, NIMBY 현상으로 인한 원전부지난해결을 위한 해상원전기술개발, 폐로관련기술개발도 주요 관심사항으로 대두되고 있다.

한국의 원자력발전 추진현황 및 기술자립 실태

1. 추진현황

우리정부는 1962년 11월 원자력발전소개발을 위한 제반 조사활동을 착수하였으며 1967년 2월 국무총리 자문기관으로서 원자력발전소추진위원회를 구성하여 국제원자력기구(IAEA)의 기술협력을 받아 동년 9월에 전원개발 10개년계획으로 용량 100만KW(50만kW×2)의 원자력발전소건설계획을 수립하고 한국전력공사가 주체가 되어 추진키로 하였다.

이에 따라 국내 여러 지점에 대한 정밀지질조사후 1968년 5월 우리나라 최초의 원자력발전소건설지점을 경남 양산군 장안면 고리로 선정하였으며 사업추진으로는 발전소착공부터 준공까지의 모든 책임을 주계약자가 지는 일괄발주방식(Turn-Key)으로 수행키로 하였다.

이를 위한 주계약자선정을 위해 원자력발전건설경험이 풍부한 외국업체를 대상으로 국제입찰을 실시하여 1970년 미국의 웨스팅 하우스사와 60만kW급 가압경수로 공급계약을 체결, 1970년 9월에 착공하여 1978년 4월에 준공함으로써 우리나라도 세계에서 21번째의 원자력발전소 보유국이 되었다.

이후 고리 2호기 및 월성 1호기는 고리 1호기와 같이 외국계약자 일괄발주방식으로 계약하여 사업관리, 설계, 기자재구매, 시공 및 시운전 등 사업전반을 주계약자의 책임하에 건설하였다.

이러한 방식의 사업추진에 따라 우리가 참여할 수 있는 분야는 부지조성 및 건설관리, 노무인력의 공급 등으로 제한되어 원전건설기술자립측면에서는 커다란 진전을 볼 수가 없었다.

고리 3,4호기부터 울진 1,2호기까지는 종래의 일괄발주방식에서 진일보하여 분할발주방식을 채택함으로써 한국전력공사가 직접 사업관리를 담당, 국내업체의 참여폭을 확대하고 효율적인 비용관리, 품질보증, 기자재국산화율의

제고를 통하여 기술촉진 등을 할 수 있게 되었으며, 또한 한 부지에 동일한 발전소 2기씩을 건설하여 사업비용의 절감을 꾀하였다.

또한 1987년 4월 계약체결된 영광원자력 3,4호기는 원자력기술자립달성을 촉진하기 위하여 국내업체를 주계약자로 하고 외국업체를 하청계약자로 하는 국내 주도의 사업으로 추진함으로써 원전건설의기술자립기반을 구축, 후속기부터는 자력으로 원자력발전소를 건설한다는 목표로 추진하여 1991년 9월 현재 약 34%의 건설공정을 보이고 있다.

영광 3,4호기의 국내업체 주도수행경험을 바탕으로 하여 1991년 7월에 울진 3,4호기의 계약이 국내업체를 주계약자로 하여 체결되어 이제 설계업무를 착수하였다. 울진 3,4호기 설계를 통하여 한국형 표준설계를 완성할 예정이며 이 표준설계를 후속호기에 개량적용할 계획이다.

현재까지 완공된 고리 1호기부터 울진 2호기까지의 총 9기 시설용량은 7백61만5천kW로써 우리나라는 세계 제10위의 원자력발전설비를 갖추게 되었다.

이러한 원전설비는 우리나라 총 발전시설용량 2천100만2천kW('90년 12월 31일 현재) 중 36.2%를 차지하고 있으며 발전전력량으로는 1990년 전력생산량 1076억7천1백만kWh 중 49.1%인 528억8천7백만kWh를 공급하였다. 또한 원자력발전소의 이용률측면에서도 1984년 이후 6년간 계속 70% 이상을 유지하였고 특히 1987년도 이후부터는 80% 이상의 이용률을 기록하여 세계 원전보유국가 중 상위수준에 도달하고 있다.

우리나라 원자력발전소의 호기별 추진현황은 〈표 2〉와 같다.

2. 기술자립 실태

1970년대초기에 발주한 고리 1,2호기와 월성 1호기는 모두 일괄발주방식에 의하여 건설되었다. 외국의 주계약자에 설계, 제작, 시운전에 이르기까지 모든 권한과 책임을 일괄하여 맡기는 건설방식을 채택함에 따라 기술이전이나 국산화를 기대할 수가 없었다.

이러한 단점을 극복하기 위해 1970년대후반에 발주된 고리 3,4호기와 영광 1,2호기 및 울진 1,2호기 등에서는 사업주인 한전이 모든 책임을 지고 원자로계통, 터빈, 발전기, 보조기기를 부문별로 분할발주함으로써 국산화율을 40% 수준으로 끌어 올렸다. 특히 영광 3,4호기

〈표 2〉 원자력발전소 현황

UNIT	REACTOR TYPE	CAPACITY (MWe)	TYPE OF CONTRACT	SUPPLIERS		ENGINEERING	DATE OF C. O
				NSSS	T/ G		
KORI 1	PWR	587	Turn-key	W	GEC	GILBERT	April '78
KORI 2	PWR	650	〃	W	GEC	GILBERT	July '83
WOLSUNG 1	PHWR	678	〃	AECL	HPL/CAP	AECL	April '83
KORI 3,4	PWR	950	Component Approcah	W	GEC	BECHTEL	September '85
YONGGWANG 1,2	PWR	950	〃	W	W	BECHTEL	April '86 August '86 June '87
ULCHIN 1,2	PWR	950	〃	FRA	ALS	FRA/ALS	September '88 July '89
YONGGWANG 3,4	PWR	1,000	〃	KHIC/CE	KHIC/GE	KOPEC/S&L	March '95
WOLSUNG 2	PHWR	678	〃	AECL	KHIC/GE	AECL/KOPEC	March '96 June '97
ULCHIN 3,4	PWR	1,000	〃	KHIC/K ERI/CE	KHIC/GE	KOPEC	June '98 June '99

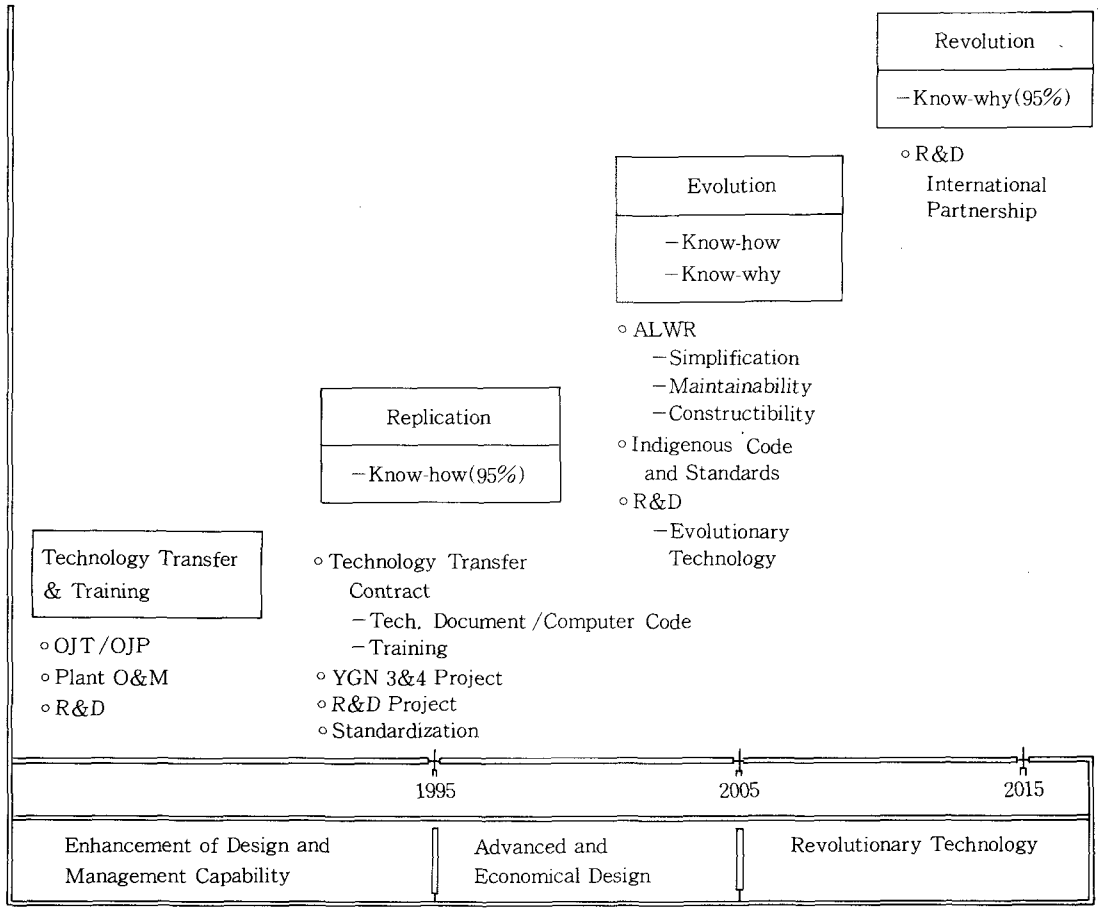
로부터는 설계, 엔지니어링과 원자로 등 기기의 국산화와 기술이전을 더욱 촉진하기 위하여 핵증기공급계통의 설계, A/E, 원자로 및 터빈·발전기제작공급분야에 대하여 주계약자와 건설업체를 각각 국내업체로 지정하고 외국업체를 하청업자로 고용하여 기술을 전수받는 건설방식으로 전환하였다.

한국은 영광 3,4호기의 완공을 통하여 기술자립을 이룰 것으로 기대하고 있는데 기술자립의 주요내용은 네가지로 요약된다. 첫째는 원자로계통 및 핵연료의 설계자립, 둘째는 A/E의 자립, 셋째는 원자로 등 주요 기자재의 국산화, 그리고 넷째로 원전사업관리기법의 자립성취이다.

우리나라의 원자력발전소기술자립 추진단계 및 현재까지의 추진실적은 〈그림 1〉 및 〈표 3〉과 같다.

3. 원전표준화

우리나라는 기술전수프로그램에 의한 원자력발전기술자립과 더불어 한국형 표준원전설계개발을 위한 원전표준화도 병행하여 추진하고 있다. 원전표준화는 단계별로 나누어 추진되며 〈그림 2〉 지금까지 추진된 원전표준화내용을 살펴보면 제1단계('83. 4~'85. 7) 업무에서는 표준화기본개념을 정립하였고, 제2단계('85. 9~'87. 8)에서는 국내 원전운전경험 및 해외설계개선사례 등의 분석을 통해서 표준원전에 적용가능한 설계개선사항을 도출하여 영광 3,4호기 설계에 일부 반영하였다. 금년 4월에 완료한 제3단계('89. 1~'91. 4)에서는 영광 3,4호기

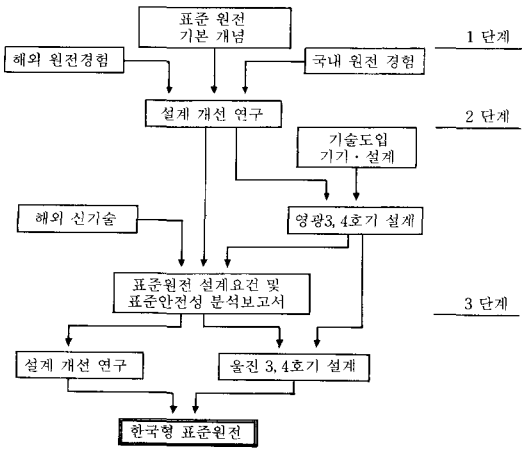


〈그림 1〉 기술자립 추진단계

〈표 3〉 기술자립 종합진도율

(%)

AREA	W.F	As of June '91		GOAL (1995)
		Plan	Actual	
Overall Project Management	0.15	93.00	93.00	98
DESIGN	0.3	82.66	82.61	95
MANUFACTURING	0.35	81.85	81.07	91
FUEL	0.03	80.49	80.39	100
CONSTRUCTION	0.17	97.89	97.89	100
TOTAL	1.0	86.45	86.16	95



〈그림 2〉 표준원전 개발흐름

를 통해서 축적된 기술능력을 바탕으로 해외 개량경수로개념을 반영하여 한국형 표준원전의 설계요건과 안전성분석보고서를 작성하였으며 이들은 최근에 시작된 울진 3,4호기 설계에 반영되고 있다. 그동안의 표준화추진계획에 따른 각종 결과들을 울진 3,4호기 설계에 반영함으로써, 울진 3,4호기 설계를 통하여 우리는 한국형 표준설계를 확보할 수 있게 되며 또한 이후 건설계획중인 8기의 후속원전에 표준원전설계를 계속반영하고 이의 개량을 점진적으로 추진하여 한국형 표준원전의 완성을 이룩할 계획이다.

원전설계에의 신기술적용 방안

1. 대상 신기술내용

우리나라는 1970년대초에 원자력발전소를 건설하여 운영하기 시작한 이래 현재 9기의 원전이 운전중에 있으며 5기의 원전이 건설 또는 설계중에 있다. 또한 계속적인 전력수요의 증가에 대응하기 위하여 2006년까지 13기의 원전이 추가건설될 계획이다. 원자력발전량이 전체 전력생산량의 상당한 비중을 차지하리라고 미리 예측한 우리정부는 원자력발전기술의 습득 및 기술자립을 위해 원자력발전소도입초기부터 이를 위한 꾸준한 노력을 경주함과 아울러 지속적인 원전표준화사업을 통하여 원전설계개량화와 안전성, 운전성 및 시공성향상을 위한 신기술의 도입 및 이의 적용을 추진하고 있다. 특히 1980년대중반부터 미국 DOE와 EPRI가 추진중인 개량형 경수로설계개발사업에 공동참여하여 해외의 원전신기술개발방향 및 내용 등을 습득하였으며, 이를 바탕으로하여 우리나라의 원전의 설계표준화사업이 추진되었다. 이 사업결과를 통한 설계개선사항은 울진 3,4호기에 반영되고 있으며 이것은 최초의 한국형 표준설계가 될 것이다.

울진 3,4호기 설계에 후속호기부터 점진적으로 검토하여야 할 신기술대상을 종합하면 다음과 같다.

(1) 원자로계통

① 노심감시기능 강화
② 운전여유도 및 출력제어기능 증대
③ 고연소도핵연료 채용
④ 최상의 재질 활용
⑤ 용접부위의 감소
⑥ 냉각재용량 증대 (과도대응시간 확보)
⑦ 냉각재펌프밀봉설계 개선

(2) 안전계통

① 안전주입계통 개선

㉮ 4 train SI (Safety Injection)

㉯ DVI (Direct Vessel InJection)

㉰ IRWST (In-Containment Refueling Water Storage Tank)

② 피동형 붕괴열제어설계개념 도입

㉮ Passive SIS

㉯ Passive Shutdown Cooling System

㉰ Passive Cavity Flooding System

㉱ Passive Containment Cooling System

(3) 계측제어계통

① 플랜트컴퓨터기능 확장

② 경보계통에 우선순위 부여, 개수축소 및 CRT화

③ 자동회로시험기능 부여

④ 신호전송의 Multiplexing화, 신호처리의 Digital화

⑤ Mock-up 및 Dynamic Simulator 활용에 의한 제어반설계

(4) 건설관리

① 설계종합관리

② 정보관리

③ 신공법 및 모듈설계

④ 건설성 연구

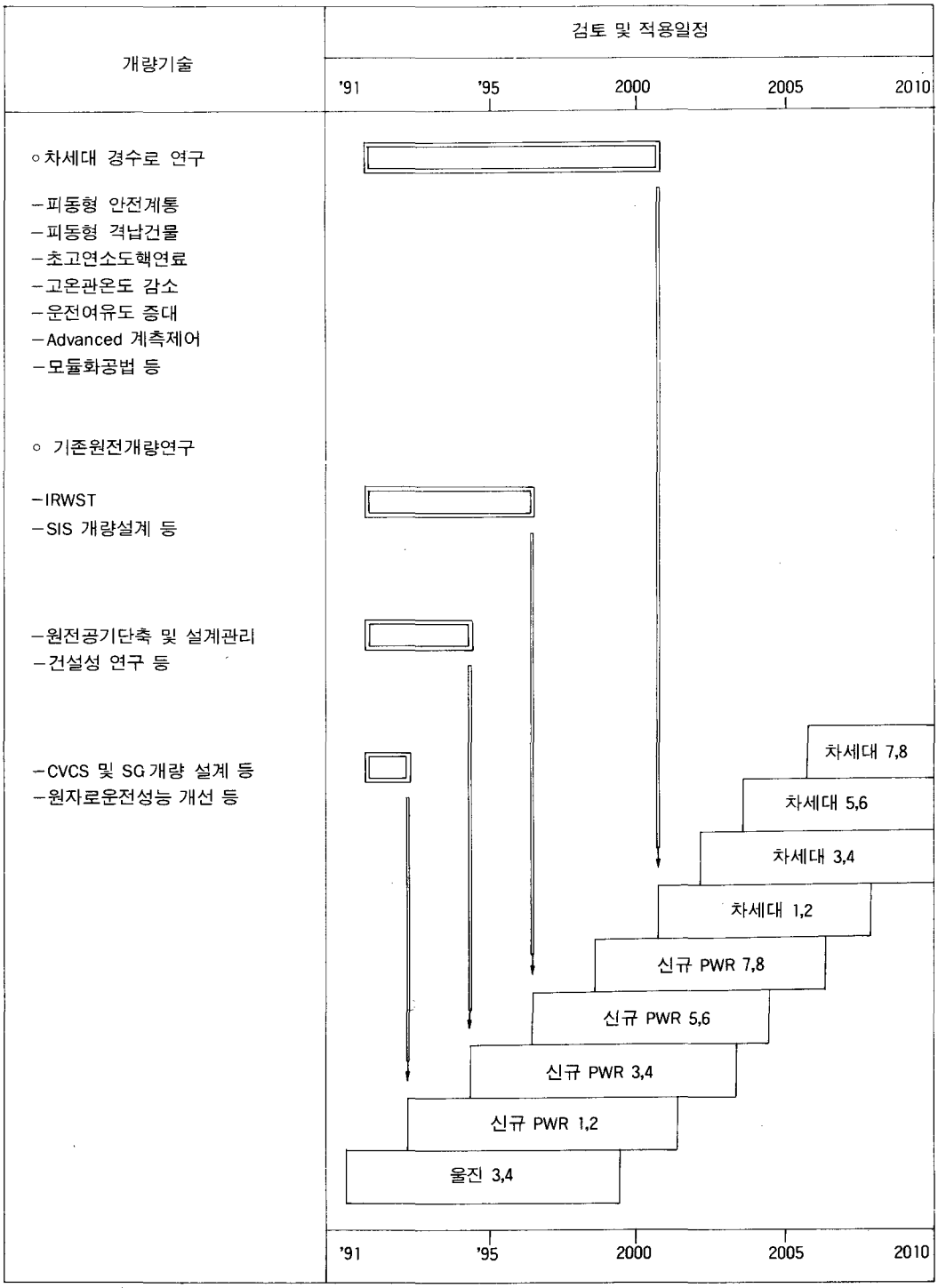
2. 적용방안

원전에서는 계통 및 기기의 설계, 운전보수, 시공기법 등 발전소 전반에 걸쳐 성공적으로 입증된 기술을 채택하고 있다. 이는 기존발전소들로부터 얻어진 폭넓은 경험을 활용함으로써 발전소 소유주에 대한 위험부담이 최소화되고 건설공정 및 비용관리에서의 효율성이 확증되기 때문이다. 한편 설계자는 기존의 원전설계에 새로운 인허가요구를 만족시키기 위해 또는 가동률, 이용률향상 등의 발전소운전성능요구를 충족시키기 위해 부단히 신기술을 개발하여 이를 발전소건설시 반영할 것을 요구받고 있다. 발전소의 성능향상과 안전성향상을 위해 신기술의 적용을 시도할 때 설계자는 항상 이의 입증기술여부를 판정해야 하는 도전에 직면하게 된다. 실제로 우리는 표준원전설계요건을 개발하고 이의 설계를 위해 신기술에 대한 입증여부 및 이의 확신을 갖게하는 데 상당한 노력을 소비한 경험을 갖고 있다. 이와 같이 원전에 신기술을 적용함에 있어서는 보다 깊은 사전검토가 선행되어야 하고 또한 상당한 정도의 상세설계 및 설계검증이 진행되어 있어야 한다. 우리는 이러한 기본개념하에서 신기술적용을 위한 자체 R&D 활동은 물론 해외 원전운영국들과의 긴밀한 정보교환 및 공동 R&D 활동을 꾀하고자 한다. 또한 2000년대초반까지 계속 이어지는 10기 이상의 원전건설을 통해 그동안 개발된 신기술설계를 각 호기에 적용하여 점진적인 원전개량화를 이루고자 하며 이러한 점진적 개량화를 거쳐 한국형 차세대원전의 기술기반을 구축코자 한다.

다음 〈그림 3〉은 신기술에 대한 후속호기 단계별 설계적용방안을 개념적으로 보여 주고 있다.

국제협력

70년대초까지의 원자력발전기술개발은 자국의 기술적 배경과 원전개발정책에 기초한 국가별 기술개발형태로 추진되어 왔으며 국제협력은 주로 학술회의 등을 통한 정보교환, 국가간의 기초기술에 대한 상호기술협력 그리고 원전개발도상국에 대한 선진국의 기술제공수준이었다. 그러나 이후 전세계적인 원전건설확산, 경수로기술로 대표되는 공통의 기술개발방향 등으로 원전기술의 국제협력에 대한 중요성이 증가되어 왔으며 특히 두차례의 원전사고로 인한 현재의 원전산업침체에 따라 원전기술개발은 어느 한국가의 문제가 아닌 전체 원전개발국가들의 문제라는 인식하에 국제협력이 활발히 진행되고 있다. 또한 원전산업의 전환기에 처한 최근의 기술개발방향은 안전성해석관련 프로젝트, 개량형 원전 및 신형 원전개발, 고속로개발, 핵융합로개발 등과 같이 다국간의 공동노력을 필요로 하고 있으며 이러한 추세는 향후



주 : 원전건설계획 및 항목별 적용방안은 수행과정중 변경될 수 있음

〈그림 3〉 단계별 신기술 적용개념

더욱 강화될 전망이다. 이러한 원전기술개발의 세계적 추세를 고려할 때 지속적인 원전건설을 추진중인 한국의 경우 한정된 기술 및 자원을 고려하여 핵심기술분야에 대한 국제협력을 더욱 강화함으로써 기술성확보를 통한 원전산업의 고도화를 달성하여야 할 것이다.

현재 한국에 있어서의 원전기술개발현황과 원전건설 및 운전경험을 토대로 고려할 수 있는 국제협력분야는 다음과 같다.

1. PWR 관련기술

(1) 핵주기기술
① 고연소도핵연료 및 MOX 핵연료
② 폐기물처리처분
③ 원전해체 및 원격제염
(2) 원자력안전기술
(3) 개량형 경수로기술
(4) 피동형 경수로기술
(5) 운전보수기술
① 방사선관리
② 구조재료
③ 신뢰도향상
④ 검사 및 보수
⑤ 수명연장

2. 신원전기술

(1) 지역난방로기술
(2) 고속로기술
(3) 핵융합로기술

상기 기술분야에 대한 국제협력은 국가간의 기술협정 또는 계약을 통해 기술분야의 특성에 따라 그 구체적 수행방안이 마련될 수 있을 것이나 현재로서 가능한 방법은 대체적으로 다음과 같다.

3. 기초과학적 협력

(1) 연구논문, 기초실험 및 분석자료 교환
(2) 실증실험관련 공동연구

4. 원전설계기술개발협력

(1) 기술훈련 및 기술인력 교류
(2) 전산프로그램교환 및 공동개발
(3) 설계자료제공

5. 정보교환체제구축

(1) 핵심기술문제관련 세미나개최 및 국제회의 공동참여
(2) 원자력비상체제구축 및 공동대처방안 모색
(3) 원전운전 data 및 사고기록교환

결 론

이상과 같이 원자력발전과 관련한 신기술개발동향을 살펴보고 한국이 그동안 추진해왔던 원자력사업 및 이에 대한 기술자립노력을 검토해 보았다. 한국의 특수성 및 현실성을 감안해 볼 때 원자력의 지속적인 추진이 필요하고 이를 위한 안전성 및 경제적확보가 필수적인 바 신기술의 점진적 접목을 통하여 계속적인 개량화사업을 단기적으로 추진하고 장기적으로는 차세대 원자로개발을 추진하도록 하는 것이 바람직한 것으로 사료된다. 또한 이와 병행하여 향후 200년대는 국경을 초월한 Global한 국제분업시대의 도래가 예고되고 있으므로 원전의 안전성확보와 동시에 경제성확보를 위해서는 국가간의 기술협력 및 공동개발이 필요하며, 또한 대규모 기술개발비를 서로 분담하는 국제협력체제가 필요할 것으로 예측된다.

원자력사고로 인한 위험성은 국지위험에 국한되지 않고 온 인류의 문제가 되므로 국제적인 공동대처가 필요함은 말할 것도 없다.

현대는 원자력신기술에 대한 부단한 도전, 이의 불확실성 제거 및 경제적 비용분담에 대한 국제협력이 요구되는 시기이며 지금의 대비가 2000년대의 기술선진국진입을 위한 초석이 될 것이다.