

한국의 원자력개발 현황과 전망

최 장 동

한국전력공사 원자력사업단장

오 늘날 원자력이 전력을 비롯하여 의학과 농업 그리고 첨단 산업 분야에 이르기까지 널리 이용됨으로써, 인류 문명의 발달과 복지 증진에 크게 이바지해 오고 있는 것은 너무나 명백한 사실이다.

그 가운데에서도 원자력 발전은 석유 대체 에너지원으로 세계 전체 발전량의 17%를 공급하여 전력의 수급 안정뿐만 아니라, 화력 발전에 의한 이산화탄소의 배출을 대폭 감소시킴으로써, 지구 환경의 보전에도 크게 이바지하고 있는데, 이에 대하여 새로운 평가가 이루어져야 한다고 생각한다.

그럼에도 불구하고 최근 세계의 원자력 발전 사업은 아시아 지역 외의 대부분의 국가에서 에너지 수급 사정 과 정치 및 사회적 이유 등으로 원자력의 신규 개발이 정체 상태에 있

는 것 또한 사실이다.

국내 부존 에너지 자원이 부족하여 에너지 수요의 97%를 수입에 의존하고 있는 한국은, 지난 70년대에 석유 파동을 거치면서 대체 에너지 개발의 일환으로 원자력 개발에 주력한 결과, 현재 11기의 원전이 가동중에 있다.

원전 가동 기수의 증가와 운영 능력의 향상으로 한국은 70년대까지 지속되었던 만성적인 전력난을 극복하고, 80년대 이후에는 전력 수급과 전력 요금의 장기적인 안정을 유지함으로써, 국가의 경제 발전에 견인차적 역할을 담당할 수 있게 되었다.

원전의 운영 현황 및 실적

한국의 원자력 발전은 고리 1호기가 78년 4월 상업 운전을 개시한 이래 지속적인 발전을 거듭하여, 지난

해와 금년 1월에 각각 상업 운전에 들어간 영광 3·4호기를 포함하여 현재 총 11기의 원전이 운전중에 있다 <표 1>.

95년말 현재 원자력 발전 설비 용량은 861만6천kW로 전체 설비의 26.8%를 점유하고 있으며, 발전량 기준 36.3%의 점유율을 차지하고 있다 <표 2>.

95년도 한국 원전의 평균 이용률은 87.3%로서 세계 평균 이용률 71.6%를 크게 상회하였으며, 91년 이래 줄곧 80% 이상을 유지해오고 있다.

95년에는 특히 2월 20일 원자력 누계 발전량이 5천억kWh를 돌파하였다.

한국은 17년의 원전 운영 기간 동안 한건의 중대 사고 없이 이러한 발전 실적을 올림으로써, 경제 발전과 환경 보전에 기여할 수 있었다.

〈표 1〉 원자력발전소 현황

호 기	원자로형	설비 용량 (MWe)	공 급 사		상업 운전	
			원자로	터빈/발전기		
고 리	1호기	PWR	587	W	GEC	78. 4. 19
	2호기	PWR	650	W	GEC	83. 7. 25
	3호기	PWR	950	W	GEC	85. 9. 30
	4호기	PWR	950	W	GEC	86. 4. 29
월 성	1호기	PHWR	679	AECL	NEI-Parsons	83. 4. 22
영 광	1호기	PWR	950	W	W	86. 8. 25
	2호기	PWR	950	W	W	87. 6. 10
	3호기	PWR	1,000	한중/CE	한중/GE	95. 3. 31
	4호기	PWR	1,000	한중/CE	한중/GE	96. 1. 1
울 진	1호기	PWR	950	Framatome	Alsthom	88. 9. 10
	2호기	PWR	950	Framatome	Alsthom	89. 9. 30

장 정지 빈도를 일본과 같이 제로화 하는 것이 당면 과제로 제기되고 있다.

원전 건설 기술 자립

95년은 우리 나라 원전 건설 역사 상 큰 획을 긋는 한 해로서 영광 3·4호기의 준공과 함께 원전 건설 기술 자립 목표 95%를 달성하였다.

한국의 원전 건설 사업은 초기의 turn-key 방식과 제2단계인 국내 업체 부분 참여의 non turn-key 과정에 이어 국내 업체 주도하의 기술 자립을 구축하는 단계를 거쳐왔다.

발전소 건설과 기술 자립 계획의 병행 추진 전략에 따라 준공된 영광 3·4호기는 한국 표준형 원전의 기본 모델로서 향후 후속 원전에 기여하는 바가 클 것으로 기대되며, 영광 3·4호기 준공을 토대로 한국의 원전 건설 기술 수준은 국제적으로 인정받는 계기가 되었다.

특히 영광 3·4호기는 북한 원전 건설 사업이 본격화되고 있는 시점에서 한국이 대북 경수로 지원의 중심적 역할을 할 수 있는 기틀을 마련한 것으로 평가되며, 효율적인 사업 추진에도 크게 기여하게 될 것이다.

또한 영광 3·4호기는 <파워 엔지니어링>지에 의해 95년도 세계 최우수 프로젝트로 선정됨으로써, 국내외적으로 우수성이 입증되어 우리 원전 기술의 해외 진출에도 큰 성과를 가

〈표 2〉 발전원별 설비 용량 및 발전량 구성 현황(95년말 현재)

발 전 원 별	설비 용량(MW, %)	발전량(GWh, %)	
원 자 력	8,616 (26.8)	67,029 (36.3)	
화 력	석 탄	7,820 (24.3)	48,813 (26.4)
	유 류	5,919 (18.4)	42,045 (22.8)
	가 스	6,736 (20.9)	21,296 (11.5)
수 력	3,093 (9.6)	5,478 (3.0)	
합 계	32,184 (100.0)	184,661 (100.0)	

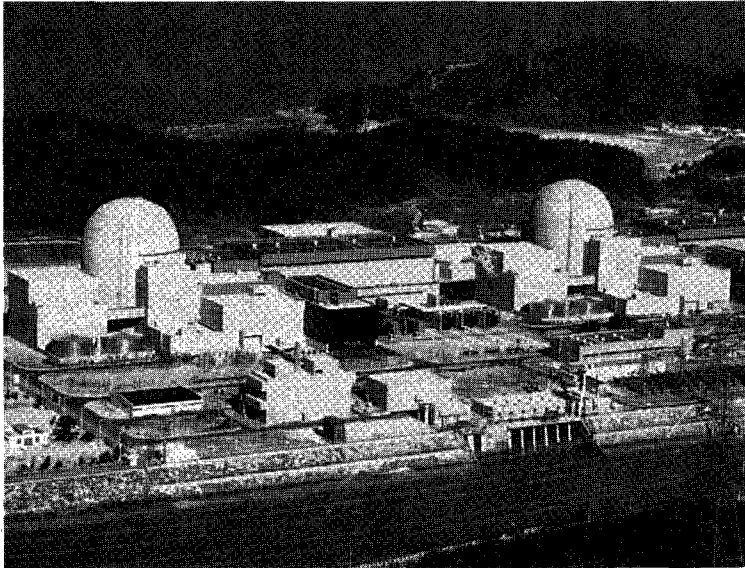
국내 원전의 고장 정지 추세는 운전 경험의 축적에 따라 계속 감소되어 94년도에는 처음으로 호기당 평균 0.9건을 기록하였으며, 95년도에는 1.1건으로 다소 증가하였으나, 이는 상업 운전 첫해인 영광 3호기에서의 고장 정지가 포함된 것이다.

한편 불시 정지로 인한 발전 정지 시간은 총 254시간, 건당 평균 23시간으로 94년도의 평균 25시간에 비해 2시간 단축되었으며, 장주기 연료 채택 후 처음으로 고리 4호기가 423

일간 한주기 무고장 연속 운전을 달성하여, 18개월 장주기 연료 운전의 안전성과 효율성을 입증하였다.

88년 고리 3호기가 국내 원전 중 처음으로 한주기 무고장 연속 운전을 기록한 이래, 지금까지 총 9회의 한주기 무고장 연속 운전을 달성하였으며, 이는 설비 개선과 정비 품질 확보 노력의 결과라고 말할 수 있다.

그러나 고장의 경중에 관계없이 원전의 고장 정지가 원자력 PA에 미치는 영향은 상상 이상으로 큰 만큼, 고



한국 표준형 원전의 기본 모델인 영광 3·4호기. 영광 3·4호기의 준공으로 한국의 원전 건설 기술 수준은 국제적으로 공인받았다.

저울 것으로 기대되고 있다.

방사성 폐기물 관리 사업

한국의 방사성 폐기물 관리 사업은 당초 후보지로 선정된 굴업도 일원에 대한 부지 특성 조사 과정에서 활성 단층이 발견됨으로써, 95년 12월 동 지역에 대한 지정 고시를 해제하고, 방사성 폐기물 관리 시설 부지 선정 작업은 다시 원점으로 돌아가게 되었다.

원전의 가동 기수 증가와 방사성 동위원소 이용 기관수의 증가로 인하여 국내 중·저준위 방사성 폐기물 및 사용후 핵연료 발생량은 지속적으로 늘어나고 있으나, 그 동안 계속된 방사성 폐기물 관리 시설 부지 확보

내 저장 능력 확장 작업을 계속하고 있다.

95년말 현재 48,000드럼의 중·저준위 방사성 폐기물과 2,600톤의 사용후 핵연료를 원자력발전소 내에 저장중이며, 현재의 저장 시설과 처리 기술을 기준으로 할 때 중·저준위 폐기물의 포화 연도는 2010년 이후이며, 사용후 핵연료의 포화 연도는 90년대말로 예상되고 있다<표 3~4>.

그러나 현재 개발이 활발하게 추진되고 있는 중·저준위 폐기물에 대한 고온 용융 유리화 기술과 조밀 저장, 이송 저장, 건식 저장 기술 등 사용후 핵연료 저장 능력 확보 기술로 인하여 방사성 폐기물 관리 시설의 건설 시급성은 과거에 비해 크게 완화되고

지연에 따라 이에 대한 대책으로서 한국전력공사는 원자력발전소 부지

<표 3> 사용후 핵연료 발전소내 저장 현황(95년말 현재)

(단위 : MTU)

부 지	호기수	저장 용량	누계 저장량	예상 포화 연도
고 리	4	1,423	817	1999
영 광	2	632	371	1998
울 진	2	849	249	2008
월 성	1	1,440	1,186	1997
합 계		4,344	2,623	

<표 4> 중·저준위 방사성 폐기물 발전소내 저장 현황(95년말 현재)

(단위 : 200 l 드럼)

부 지	호기수	저장 용량	누계 저장량	예상 포화 연도
고 리	4	50,200	30,603	2014
영 광	2	23,300	7,949	2014
울 진	2	17,400	6,874	2010
월 성	1	9,000	2,365	2018
합 계		99,900	47,791	

있으며, 사용후 핵연료의 경우 현재의 저장 능력 확보 사업이 마무리되면, 2000년대 중반까지 소내에 수용할 수 있을 것으로 보인다.

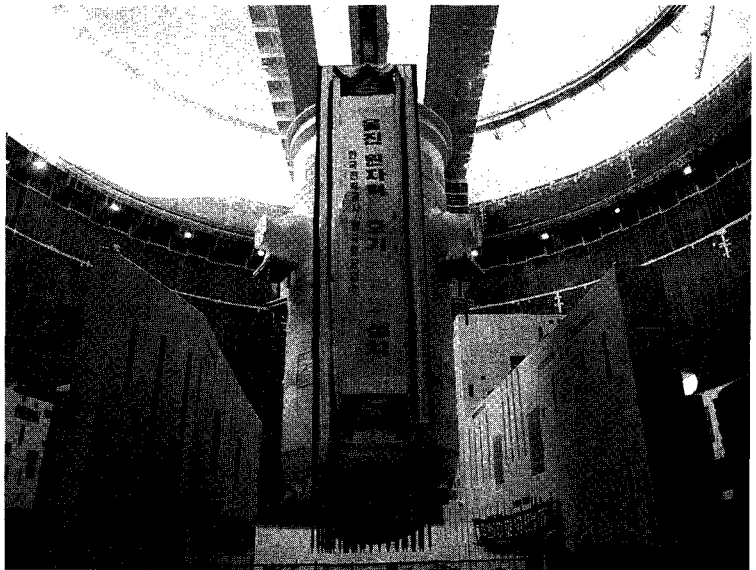
한편 금년 6월 한국 원자력위원회의 결정에 따라, 지금까지 한국원자력연구소에서 수행해 온 방사성 폐기물 관리 사업이 한국전력공사로 이관됨으로써 새로운 계기를 맞이하게 되었다.

향후 방사성 폐기물 처리 부지 확보를 위하여 그간의 경험을 토대로 보다 합리적인 사업 추진 계획을 마련한 후, 지역 주민 및 지방 자치 단체와 합리적인 의견 수렴을 거쳐서 재추진할 예정이며, 이 시설이 가동되기 전까지 원전에서 발생하는 방사성 폐기물은 원전 부지 내에서 저장·관리될 것이다.

장기 전원 개발 계획

한국은 지속적인 경제 규모의 확대에 따라 지난 5년 동안 전력 수요가 연평균 11.6%씩 증가하여 왔으며, 이러한 증가 추세는 앞으로도 당분간 지속될 전망이어서, 공급 설비의 확충과 함께 전기의 효율적 이용에 힘을 기울여야 할 실정이다.

따라서 정부 당국과 한국전력공사는 이와 같은 전력 수요의 증가에 대비하여 95년 12월에 새로이 장기 전력 공급 계획을 수립하여, 2010년까지 발전 설비를 현재의 2.5배로 확충



울진 원자력 4호기의 원자로 설치 장면(95. 11. 23). 장기전력수급계획사업이 순조롭게 추진되면 2010년 말에는 원자력 설비가 2,633만kW로 확충된다.

하되, 이 가운데 1,771만kW의 설비는 원전 17기의 신규 건설로 충당할 것을 계획하고 있다.

이 계획 사업이 순조롭게 추진되면 목표 연도인 2010년말에는 원자력 발전 설비의 33.1%를 차지함으로써, 원자력이 계속 우리나라의 주력 전원으로 확고한 자리 매김을 하게 될

것이다(표 5).

이와 같은 원자력 개발 계획에 따라서 한국에서는 현재 5기의 원전 건설 공사가 진행중에 있는데, 최초의 한국 표준형 원전인 울진 3·4호기와 CANDU인 월성 2·3·4호기로 구성되어 있다.

금년도에는 영광 5·6호기 2기가 추가로 착공될 예정이다.

(표 5) 장기 전원 개발 계획

(단위: MW, %)

발전원	1995	2000	2005	2010
원자력	8,616 (26.8)	13,716 (26.0)	18,716 (27.5)	26,329 (33.1)
석 탄	7,820 (24.3)	15,825 (30.0)	22,025 (32.4)	21,700 (27.3)
가 스	6,736 (20.9)	14,201 (26.9)	16,214 (23.9)	22,014 (27.7)
유 류	5,919 (18.4)	5,135 (9.8)	5,495 (8.1)	3,525 (4.4)
수 력	3,093 (9.6)	3,878 (7.3)	5,483 (8.1)	5,983 (7.5)
합 계	32,184 (100.0)	52,755 (100.0)	67,933 (100.0)	79,551 (100.0)

장기 원자력 개발 계획에 따른 주요 추진 노형은 100만kW급 한국 표준형 경수로와 130만kW급 한국형 차세대 경수로가 될 것이며, 90만kW급 CANDU 또한 대안으로 고려 될 것이다.

차세대 원자로 기술 개발

한국은 이러한 전원 개발 계획과 병행하여 92년에 확정된 원자력 연구 개발 중장기 계획에 따라, 기존 경수로 기술을 고도화하여 안전성과 경제성이 더욱 향상된 차세대 원자로를 국내 주도로 개발하는 연구 사업을 활발히 진행하고 있다.

이 연구 사업은 지난해부터 제2단계 사업에 착수함으로써 2001년까지는 표준 상세 설계를 개발하여, 2007년과 2008년에는 130만kW급 차세대 원자로 4기가 순차적으로 전력 공급 계통에 추가될 예정이다.

차세대 원자로 기술 개발은 이미 확보된 상용로 기술 바탕 위에 해외 선진 기술을 접목하고, 한국의 원자력 산업계 및 학계가 보유한 자원의 활용을 극대화하도록 추진되고 있다.

국내의 기술 수준과 안전성·경제성 등을 종합 검토하여 개발 노형을 개량형 가압 경수로로 결정하였으며, 전기 출력 135만kW의 원전 2기를 기준으로 하여 단순화, 입증 기술 사용 및 설계 여유 확보 등의 설계 원칙

을 적용하고 있다.

이 차세대 원자로 기술 개발 사업은 연구 개발과 발전소 건설 사업을 연계 추진함으로써 R&D 실효성을 증대하고 있으며, 건설될 차세대 원전은 고속 증식로의 상용화가 예상되는 2030년까지 한국의 주력 건설 노형이 될 것이다.

대북 경수로 사업 추진

금년은 한국의 원자력사에 영원히 기록될 특별한 한 해가 될 것이다.

이미 알려진 바와 같이 지난 3월 20일 한반도에너지개발기구(KEDO)는 북한에 공급하는 한국 표준형 원전 건설의 주계약자로 한국전력공사를 지정하는 합의문에 공식 서명함으로써, 한국전력공사는 이 사업 추진 주체로서의 법적 지위를 확보하고 사업 전반에 걸친 종합 관리를 담당하게 되었다.

주계약자 합의에 따라 KEDO와 한국전력공사는 100만kW급 한국 표준형 원전 2기를 turn-key base로 2003년을 목표로 하여 북한에 제공하기 위한 주계약 체결 교섭에 들어갔으며, 지난 4월부터 뉴욕에서 통행·통신 등 사업 추진에 필요한 기본적 사항에 관한 협의가 진행되고 있다.

현재 한국전력공사는 사업전 용역으로서 부지 조사를 시행하고 있으며, 후속 협상의 결과에 따라 올해

안에 사업 착수를 위한 건설 기반 시설 조성 및 부지 정지를 계획하고 있다.

경수로 발전소의 건설에는 거의 10년이라는 기간이 소요되며, 그 기간 동안 많은 일이 일어날 수 있고, 또한 그만큼 불확실성을 내포하고 있는 것을 부인할 수는 없다.

이 사업은 단순히 북한의 핵시설 동결을 대가로 에너지난을 덜어준다는 목적 외에도 남북 관계의 개선에 이바지하고, 특히 한국의 원자력계가 남북 협력의 새 장을 여는 일에 앞장선다는 데 큰 의미가 있다고 하겠다.

특히 탈이데올로기와 개방화의 세계적 추세에도 불구하고, 아직도 고립과 폐쇄의 사슬에 묶여 있는 북한에 원자력 평화 이용의 실체를 심는 일은, 자유의 가치를 신봉하는 우리 원자력인이 힘 모아 기필코 이룩해야 할 일이라고 생각한다.

이 기회를 빌어 동 사업에 대한 일본 원자력 산업계의 지속적인 관심과 협조를 부탁드립니다.

원자력 개발의 장애 및 대책

유감스럽게도 그간의 원자력에 대한 안전성과 경제성 향상 그리고 PA 증진 노력에도 불구하고, 원전에 대한 불안 심리는 사라지지 않고 있다.

과거 미국의 TMI 원전 및 옛 소련의 체르노빌 원전 사고는 국민의 원

전에 대한 인식을 악화시켜, 원전 주변 지역의 주민과 후보지 지역 주민들에게 원전의 안전성에 대한 우려를 증가시켜, 주민들이 원전의 가동 중지 및 후보지 해제를 요구하는 움직임이 일고 있다.

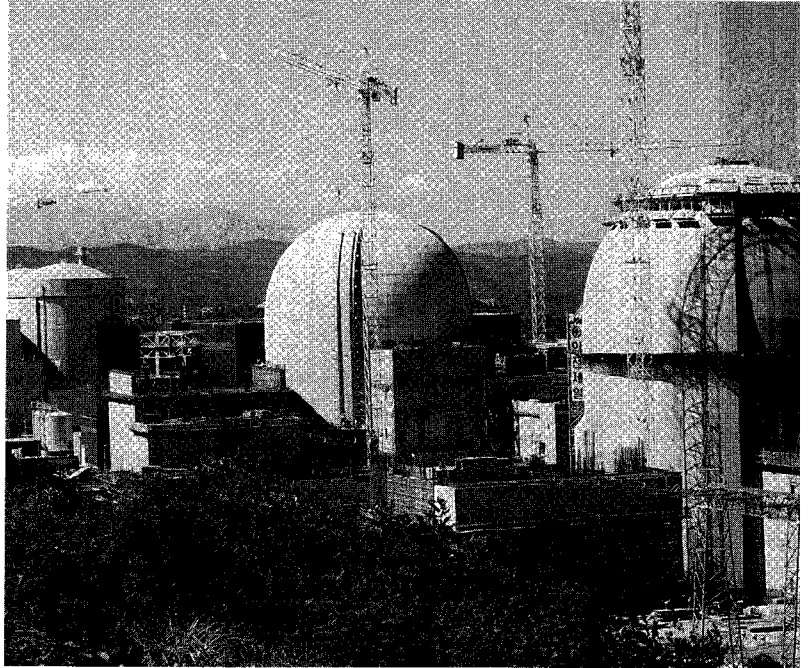
특히 최근 몇년 사이에 한국에서는 지방 자치제 실시에 따른 남비 현상이 두드러지고, 일부 환경 단체의 반핵 운동이 겹쳐 원자력 관련 시설의 입지난이 갈수록 가중되고 있어 원자력 사업의 추진에 중대한 장애 요인이 되고 있다.

따라서 향후 전력 수급 안정은 무엇보다도 전원 입지의 확보가 관건이므로, 이를 위하여 국민 이해를 바탕으로 한 입지 확보를 정책의 최우선에 두어야 할 것이다.

우선 장기 전력 수급 계획의 수립 단계부터 입지 확보 대책도 포함하고, 이를 정책적으로 추진해 나가기 위하여 원전의 안전성·필요성에 대한 중장기적인 홍보 계획을 수립·시행해야 할 것이다.

또한 정부 및 지방 자치 단체의 각종 국토 이용 계획에 전원 입지를 사전 반영함은 물론, 원전 건설을 지방 자치 단체의 개발 계획과 연계토록 하여 지역 발전을 도모해야 할 것이다.

아울러 원전의 투명성과 공개성을 제고하도록 건설 과정의 모든 상황과 가동중인 원전의 운전 및 고장 내용을 신속 정확히 공개함으로써 안전에



한국 표준형 원전인 울진 3·4호기의 건설 모습

대한 국민의 의혹을 없애는 한편, 신뢰성 제고에도 힘을 기울여야 할 것이다.

결론

우리 나라의 원자력 사업이 앞으로 착실하게 발전을 지속하기 위해서는 원자력에 대한 국민적인 이해와 합의가 무엇보다도 시급한 과제로 부각되고 있으며, 이러한 사실은 세계의 모든 원자력계가 다함께 극복해야 할 공통의 과제라고 생각한다.

그리고 이같은 국제적 공동의 과제를 타개하기 위해 이제 원자력 사업

은 국가적인 차원을 넘어서 원자력 기술의 세계화와 함께 국제간의 협력을 더욱 강화해야 하겠으며, 이 길만이 21세기에 다시 원자력 산업의 르네상스를 실현할 수 있는 지름길이라고 믿는다.

끝으로 한·일 양국의 분야별 전문가 여러분이 한 자리에 모인 이 기회에 우리들 공통의 과제를 해결하기 위한 토의가 활발하게 이루어짐으로써, 금번 한·일 원자력 산업 세미나가 양국 원자력 산업의 새로운 부흥을 촉진하고 상호 협력을 공고히 다질 수 있는 뜻깊은 한 마당이 되기를 기대한다. ☞