

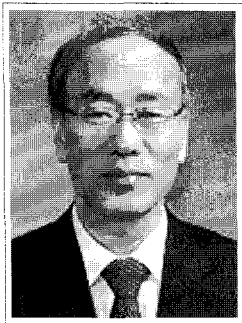


# 안전 최우선 원전 운영과 최상의 설비 신뢰도 확보

총발전량 1,477.7억kWh, 이용률 91.7%, 고장정지 0.3건/호기

## 이 태 호

한국수력원자력(주) 발전처 처장



고려대 전기공학과 졸업  
부산대 대학원 전기공학과 석사  
서울대 행정대학원 과학기술정책과정 수료  
고려대 정책대학원 최고위정책과정 수료  
한전 기술기획처 기술기획부장

한수원(주) 원자력정책처장, 안전기술처장,  
정비기획처장, 발전처장(2009~)  
세계원전사업자협회(WANO) 동경센터 이사  
미국원자력발전협회(INPO)국제자문위원회  
(IPAC) 위원  
원자력발전안전위원회(KNRP) 위원장

**국** 제 유가의 상승과 더불어 세계 경제의 회복과 개도국의 경제 발전, 특히 중국과 인도의 경제 발전은 각국의 에너지 자원 확보 경쟁을 더욱 치열하게 만들고 있다. 그리고 지난해 말 덴마크 코펜하겐에서 개최된 제15차 유엔기후변화회의에서는 지구 기온 상승이 산업화 이전에 비해 2℃가 넘지 않도록 억제하고, 선진국의 온실가스 감축 의무 강화를 포함해 감축의무국에 미국을 참여시키는 코펜하겐 협정(Copenhagen Accord)을 채택하는 등 온실가스 감축에 대한 규제는 더욱 강화될 전망이다.

이렇게 급변하는 국제 에너지 환경 변화 속에서 원자력 발전은 에너지 효율성과 저탄소 배출에 따른 녹색 에너지 생산 방식으로 인해 전 세계적으로 주목받고 있다.

특히 지난해 말 우리나라가 미국, 프랑스, 일본 등 원자력 강국을 제치고 상업용 원자로를 아랍에미리트(UAE)에 첫 수출한 데 이어 연구용 원자로를 요르단에 수출하기로 함에 따라 국내 및 세계 각 언론이 우리의 원자력산업에 이목을 집중하고 있다.

한국이 UAE 원전 사업을 수주한 성공 요인에는 짧은 건설 공기와 낮은 건설 비용도 있지만, 안전을 최우선으로 하는 경영 방침을 필두로 세계 최고의 원전 안전성을 확보하고 운영 기술 선진화와 발전 운영 효율 향상을 통해 달성한 운영 실적의 우수성이 크게 기여하였다.

2009년에도 국내 원전은 총1,477.8억kWh의 전력을 생산하여 전 원전 평균 이용률 91.7%, 고장정지 호기당 0.3건이라는 우수한 실적을 달성하였다.



〈표 1〉 발전 설비 용량 변화 추이

(단위 : 만kW)

구분 \ 연도	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
총발전 설비 용량	4,697	4,845	5,085	5,380	5,605	5,996	6,226	6,551	6,826.8	7,249.1	7,347.0
원자력 설비 용량	1,371.6	1,371.6	1,371.6	1,571.6	1,571.6	1,671.6	1,771.6	1,771.6	1,771.6	1,771.6	1,771.6
점유율(%)	29.2	28.3	27.0	29.2	28.0	27.9	28.4	27.0	26.0	24.4	24.1

〈표 2〉 국가별 원전 설비 용량 및 발전 현황

(2008년 기준, 〈Nucleonics Week〉 2009. 3. 5)

구분 \ 순위	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
국가명	미국	프랑스	일본	러시아	독일	한국	캐나다	우크라이나	영국	스웨덴
가동기수	104	58	55	31	17	20	21	15	19	10
설비용량 (백만kW)	107	66	50	23	21	18	15	14	13	10
발전량 (억kWh)	8,424	4,386	2,517	1,623	1,487	1,509	941	898	394	639

운영 실적

1. 설비 용량 및 발전량

2009년 말 국내 원자력발전소 설비 용량은 1,771.6만kW로 전체 발전 설비 용량 7,347.0만kW 대비 24.1%를 점유하였고, 1,477.7억kWh의 전력을 생산하여 전체 발전량의 34.1%를 차지하였다.

원자력발전소 설비 용량의 변화 추이(〈표 1〉)를 살펴보면 설비 용량은 1999년 1,371만 6천kW에서 2009년 1,771만 6천kW로 증가, 10년 동안 약 29%의 설비 용량 증가를 가져와 세계 6위의 원자력 발전국으로 성장하게 되었다. 〈표 2〉

정부에서 발표한 제4차 전력수급기본계획(2008. 12)에 따르면 경제 성장 및 국민 생활 수준의 향상에 따라 전력 소비가 지속적으로 증가할 것으로 전망되며, 저탄소 녹색 성장의 기조에 맞춰 경제성과 환경성이 우수한 원자력 발전의 비중을 점차 높여 저탄소·고효율 에너지 소비 구조를 실현한다는 방침을 세웠다.

이에 2022년까지 총 12기의 원전이 추가 건설되

어 원자력 발전 설비 용량은 3,292만kW, 전체 발전 설비 대비 점유율은 33%로 확대될 전망이다.

〈표 3〉과 〈그림 1〉은 국내 원자력 발전량의 변화 추이를 나타낸 것으로, 1999년 이후부터는 전체 발전량 대비 30~40% 이상의 점유율을 나타내었고, 이후 다소의 증감은 있었지만 원자력 발전은 꾸준히 우리나라의 주력 발전원으로서 안정적인 전력 공급에 크게 기여해 왔다.

〈표 4〉는 국내에서 가동 중인 원자력발전소 현황을 나타내고 있는데, 원자로 형식에 따라 구분하면 한국표준형 원전을 포함한 가압경수로형이 16기(1,493만7천kW), 가압중수로형이 4기(277만 9천kW)로 구성되어 있다.

〈표 5〉는 2009년도 한 해 동안의 호기별 발전량을 나타낸 것으로서 설비 용량 및 계획 예방 정비 수행 여부 등에 따라 발전소 간 발전량에는 다소 차이가 있다.

2. 고장 정지 0.3건/호기 달성

고장 정지는 정상 운전 중 기기 고장 또는 인적 요



고리 원전

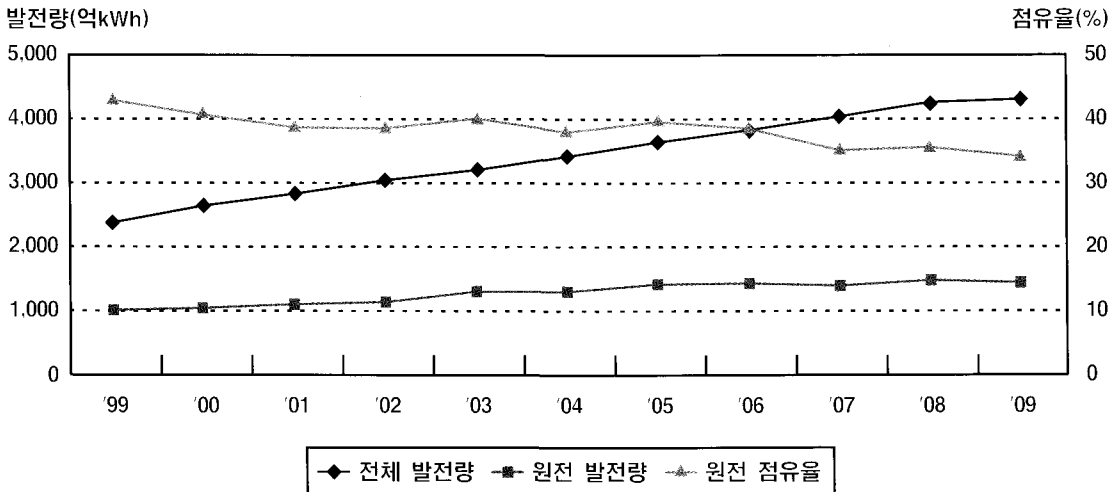


월성 원전

〈표 3〉 원자력 발전량 변화 추이

(단위 : 억kWh)

구분 \ 연도	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
전체 발전량	2,393	2,663	2,852	3,062	3,223	3,422	3,646	3,810	4,034	4,244	4,333
원자력 발전량	1,030	1,090	1,121	1,191	1,297	1,307	1,468	1,488	1,429	1,510	1,477
점유율(%)	43.1	40.9	39.3	38.9	40.2	38.2	40.3	39.0	35.4	35.6	34.1



〈그림 1〉 원자력 발전량 변화 추이

인에 의해 발전소가 불시 정지된 건수를 의미하는데, <표 6>과 <그림 2>에 나타난 바와 같이 1999년 이후 운영 경험과 관련 기술의 축적으로 호기당 1건 이내의 낮은 고장 정지율을 유지하고 있으며 2009년도에는 총 고장정지 건수가 6건, 호기당 0.3건으로 역

대 최고의 우수한 실적을 달성하였다.

### 3. 한 주기 무고장 안전 운전 노력

원자력발전소가 연료 교체를 완료하고 발전을 시

〈표 4〉 국내 원자력발전소 현황

구분 호기	설비용량(만kW)	원자로형	위 치	상업운전
고리 #1	58.7	가압경수로	부산광역시 기장군	1978. 4.29
고리 #2	65	가압경수로	부산광역시 기장군	1983. 7.25
고리 #3	95	가압경수로	부산광역시 기장군	1985. 9.30
고리 #4	95	가압경수로	부산광역시 기장군	1986. 4.29
월성 #1	67.9	가압중수로	경북 경주시	1983. 4.22
월성 #2	70	가압중수로	경북 경주시	1997. 7. 1
월성 #3	70	가압중수로	경북 경주시	1998. 7. 1
월성 #4	70	가압중수로	경북 경주시	1999. 10.1
영광 #1	95	가압경수로	전남 영광군	1986. 8.25
영광 #2	95	가압경수로	전남 영광군	1987. 6.10
영광 #3	100	가압경수로	전남 영광군	1995. 3.31
영광 #4	100	가압경수로	전남 영광군	1996. 1. 1
영광 #5	100	가압경수로	전남 영광군	2002. 5.21
영광 #6	100	가압경수로	전남 영광군	2002.12.24
울진 #1	95	가압경수로	경북 울진군	1988. 9.10
울진 #2	95	가압경수로	경북 울진군	1989. 9.30
울진 #3	100	가압경수로	경북 울진군	1998. 8.11
울진 #4	100	가압경수로	경북 울진군	1999.12.31
울진 #5	100	가압경수로	경북 울진군	2004. 7.29
울진 #6	100	가압경수로	경북 울진군	2005. 4.22
계	1,771.6	-	-	-

〈표 5〉 2009년도 국내 원전 호기별 발전량

(단위 : 억kWh)

호기	고 리				영 광						월 성				울 진						합 계
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	
발전량	50.9	55.0	78.6	80.9	76.8	86.7	91.7	80.6	83.3	90.1	12.7	60.6	60.8	59.1	78.5	86.7	85.7	83.6	83.5	91.7	1,477.7

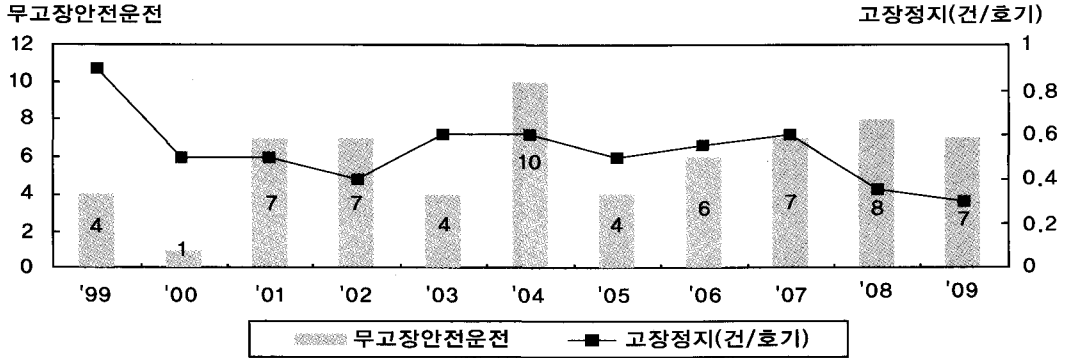
작하여 다음 연료 교체까지 정지 없이 연속 운전하는, 즉 ‘한 주기 무고장 운전’을 2009년 한 해 동안 7개 호기에서 달성하였다.

고리 1호기가 상업 운전을 시작한 1978년 이후 지금까지 국내 원전은 ‘한 주기 무고장 운전’을 총 82회 달성했다. <그림 2>

4. 원전 이용률 91.7% 달성

발전소 이용률은 연간 최대 가능 발전량에 대한 실제 발전량의 백분율로서 발전 설비 이용의 효율성과 활용도를 나타내는 지표이다. 설비의 건전성 및 운영 인력의 우수성 등 발전소 운영 기술 수준을 평가하는 직접적인 척도가 된다.

<표 7>은 1999년 이후 국내 및 세계 원전의 연도



〈그림 2〉 무고장 안전 운전 및 고장 정지 현황

〈표 6〉 국내 원전 발전 정지 현황

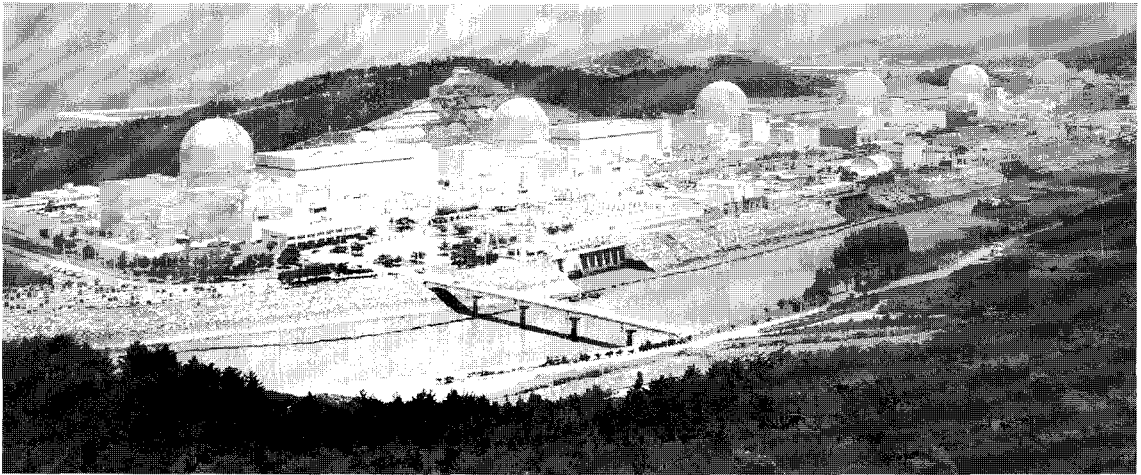
(단위 : 건)

연도		연도										
		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
고리	1 호기	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
	2 호기	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	1
	3 호기	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0
	4 호기	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0
영광	1 호기	1	0	0	1	3	0	0	0	1	0	0
	2 호기	3	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0
	3 호기	3	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0
	4 호기	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
	5 호기	-	-	-	1	1	1	0	0	1	0	1
	6 호기	-	-	-	-	0	1	1	0	0	1	0
월성	1 호기	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1
	2 호기	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
	3 호기	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
	4 호기	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
울진	1 호기	1	0	2	3	0	0	0	1	0	2	0
	2 호기	0	0	3	0	1	1	0	0	2	0	0
	3 호기	1	1	0	0	0	0	3	3	0	2	0
	4 호기	0	1	1	1	1	3	0	1	2	0	1
	5 호기	-	-	-	-	-	1	2	0	1	0	0
	6 호기	-	-	-	-	-	-	1	1	0	0	0
합 계		13	8	8	8	11	12	10	11	12	7	6
운전 기수		16	16	16	18	18	19	20	20	20	20	20
평균		0.9	0.5	0.5	0.4	0.6	0.6	0.5	0.55	0.6	0.35	0.3

별 이용률 현황으로 2009년 국내 원전의 이용률은 91.7%(2009년 4월부터 장기 계획 예방 정비를 수행중인 월성1호기 제외시 94.1%)로 2000년 이후 연속해서 90% 이상의 높은 기록을 달성하였으며, 세계 원전 이용률 평균인 79.4%(2008년)와 비교하면

약 12%를 상회하고 있어 국내 원전 운영 기술이 원전 선진국 수준임을 보여주고 있다.

이렇듯 국내 원전이 우수한 운영 실적을 기록할 수 있었던 주요 요인으로는 1978년 고리 1호기 상업 운전 이후 축적된 운영 경험과 계획 예방 정비 최적화,



영광 원전

정비 체제의 선진화 등을 지속적으로 추진하고, 세계 각국의 우수 기술을 벤치마킹, 우리 실정에 맞게 조정하여 운영하는 등 기술 선진화 노력의 결과라고 할 수 있다.

하여 안전 운영의 기본인 원전 운영 규정 및 절차를 철저히 준수하고 안전을 최우선으로 하는 보수적인 의사 결정의 업무 자세를 정착하여야 한다.

한수원은 국제원자력기구의 안전 점검 (IAEA OSART) 및 세계원전사업자협회의 안전 점검 (WANO Peer Review)을 통해 운영 능력 못지않게 세계 최고 수준의 원전 안전성을 유지하고 있음을 평가받은 바 있다.

2010년 운영 계획

“Zero Defect! World Best KHNP, 2010 Target : 9302!”

한수원은 지난해 월성 1호기 압력관 교체를 위한 장기 계획 예방 정비 등 어려운 여건 속에서도 우수한 원전 운영 실적을 달성했다. 가동중인 국내 원전 20기 전 원전 평균 이용률 91.7%를 달성하였으며, 안전성의 척도인 고장정지 건수도 호기당 0.3건이라는 역대 최고의 성적을 거뒀다.

원자력 발전 설비의 안전 운영을 담당하고 있는 한수원은 보다 나은 성과를 달성하기 위해 2010년에는 이용률 93%, 호기당 고장정지 0.2건 이하인 ‘Zero Defect! World Best KHNP, 2010 Target : 9302’를 운영 목표로 내걸고 아래와 같은 운영 방침을 정하여 매진하고 있다.

기본과 원칙에 충실한 안전 문화 정립과 리스크 정보를 활용한 의사 결정 체계의 정착 등 각 분야에서 지속적으로 안전 운영 대책을 수립하여 나갈 것이다.

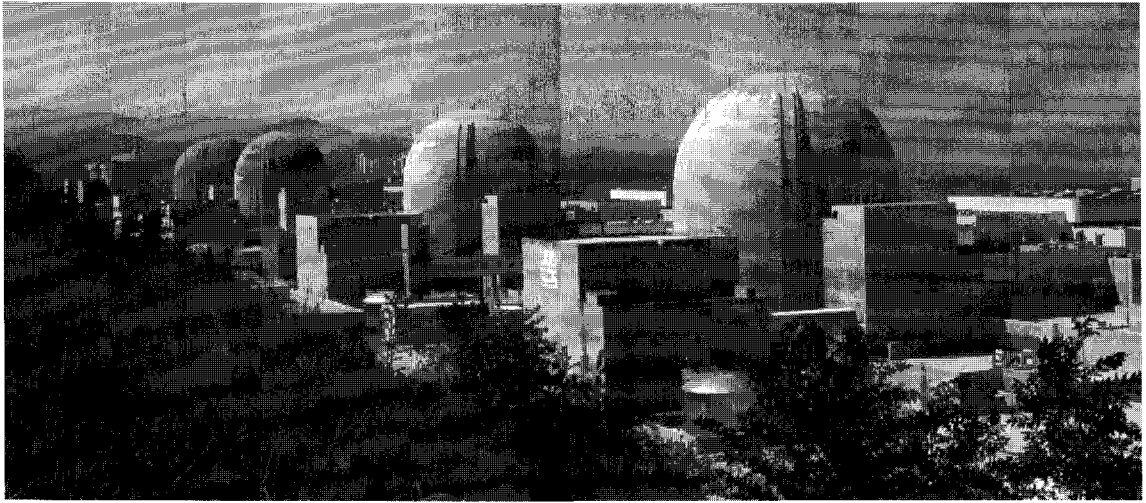
2. 최상의 설비 신뢰도 확보

최고의 원전 운영 실적과 신뢰도 제고를 위해 설비 관리 체계의 선진화를 계속 추진하고 있다. 정비 효과 감시(MR) 제도 및 발전 정지 유발 기기(SPV)의 신뢰도 개선을 위한 특별 대책을 수립하는 등 선진 설비 관리 시스템 정착 노력과 더불어 엔지니어링 역량을 강화해 나갈 것이다.

발전기와 주변압기, 증기발생기 등 주요 설비의 성능을 개선하고 발전소 경년열화에 대비하는 선제적 설비 개선을 체계적으로 수행하고 있으며, 현재 월성 1호기 압력관 교체, 영광 1,2호기 및 울진 1,2호기 출력 증강의 성공적 추진을 통해 장기 가동 원전 가치 증대 및 성능 향상을 추진하고 있다.

1. 안전 최우선 원전 운영

원전의 안전 운영 및 이를 위한 모든 노력은 어떠한 경우에도 최우선적으로 고려되어야 한다. 이를 위



울진 원전

〈표 7〉 국내 및 세계 원전 연도별 평균 이용률

(단위 : %)

구분 \ 연도	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
국내 평균	88.2	90.4	93.2	92.7	94.17	91.38	95.46	92.32	90.3	93.4	91.7
세계 평균	75.6	76.4	78.9	78.9	76.5	79.0	79.3	79.5	77.8	79.4	-

※ 이용률 계산시 기준 변경(2006년) : 설비 용량 → 평균 출력으로 변경

### 3. 원전 운영 인프라 고도화

원전의 해외 수출 기반 구축을 위해 원전 운영 프로세스 표준화를 위한 정상 운전 및 O/H 업무 프로세스를 최적화하고 원전 운영절차서 등 각종 운영 규정을 표준화하여 명실상부한 국제 경쟁력을 갖추어야 할 때이다.

지난해 선발한 '100대 핵심 직무 전문가'의 지식·정보 공유 체계를 활성화하고, 분야별 중장기 전문가 육성 계획을 차질없이 추진하는 것이 중요한 방안이다.

또한 직원들의 글로벌 역량 제고를 위해 영어 능력 강화 특별 프로그램을 운영하고, 창조적인 연구 및 업무 개선 노력과 운영 경험을 공유하기 위한 기류 문화 정착 시스템을 구축, 운영할 예정이다.

### 4. 신나는 직장분위기 조성

한수원은 창조 미래 에너지인 원자력의 안전을 지

키며, 종사자 모두가 자긍심을 가지고 일할 수 있도록 활기찬 직장 분위기를 조성하고 있다.

특히 원전 사업의 동반자인 협력 회사와 파트너십을 강화하는 등 모든 종사자들이 상호 존중하고 사랑하는 분위기 속에서 일할 수 있도록 다양한 프로그램을 개발, 운영하고 있다. 더불어 친환경 발전소 운영을 통해 지역 사회와 함께하는 사업장 건설에 앞장서고 있다.

녹색 산업으로서의 원전이 국가의 대표적인 수출 산업으로 새롭게 주목받고 있는 지금, 원전의 안정적인 운영이 우리의 가장 중요한 책임을 명심하고 무결점 안전 운영에 매진하여 국민의 지속적인 신뢰를 받아야 한다.

원자력 발전이 우리나라가 녹색 성장 선진국으로 도약하는 디딤돌이 되도록 원자력 발전 종사자 모두가 열정과 정성을 다할 것이다. 