

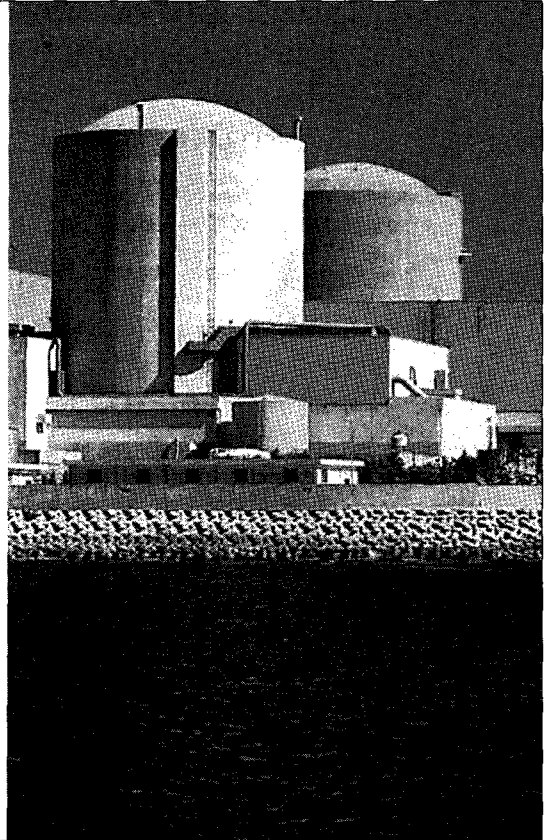
國內原電의 先導役割 擔當

古里 1호기 15년의 評價



성·락·문

한국전력공사 고리원자력본부 제1발전소장



고리원자력 1호기

1978년 4월29일 이 땅에 「제3의 불」인 원자력을 이용한 발전을 최초로 시작한 고리원자력 1호기가 지난 1993년 4월29일자로 상업운전 15년을 맞이하였다. 고리 1호기는 그동안 국가산업발전의 원동력이 되는 값싼 전력 약 525억kWh를 생산, 공급하여 석유파동으로 인한 에너지위기를 극복하는 데 큰 몫을 차지하였을 뿐만 아니라, 원자력발전의 선두주자로서 고리 1호기에서 축적된 기술과 경험은 우리나라 원자력산업 발전에 큰 역할을 하여왔다.

그러나 고리 1호기는 원자력발전사의 중추적인 역할을 수행해 오면서 숏한 고난과 어려움을 겪

어야 했다. 그 중에서도 특히 1991년도에는 불시정지가 다수 발생하여 운전지표가 위기상황까지 가는 어려움을 겪어야만 했다.

그러나 그동안 대대적인 설비보강을 통한 개선 등으로 이러한 난관을 극복한 후 1992년 5월18일부터 1993년 5월1일까지 349일이

고리 1호기 연혁

고리 1호기는 우리나라 초창기 원전사에서 중요한 위치를 차지하고 있으며 주요이력을 살펴보면 다음과 같다.

1970. 9. 1 : 현장 고리건설사무소 설립

1975. 2. 26 : 고온기능시험 수행

1977. 6. 19 : 초임계 도달

1977. 6. 29 : 최초 계통병입

1978. 7. 20 : 준 공

1981. 7. 13 : 100억kWh 발전

1988. 1. 15 : 10년차 대규모 계획에 방정비

1993. 4. 29 : 상업운전 15주년

1993. 5. 1 : 349일 연속운전 신 기록 달성 및 12/13 주기 계획에방정비 시작

〈표 1〉 국내원전 연속운전기록

호기명	기록일수	기 간	비 고
고리 2호기	387일	90. 3. 24~91. 4. 14	OCTF
고리 1호기	349일	92. 5. 18~93. 5. 1	
울진 2호기	333일	91. 12. 5~92. 11. 1	OCTF
월성 1호기	321일	89. 5. 16~90. 4. 1	
울진 1호기	310일	92. 4. 8~93. 2. 11	OCTF
고리 3호기	307일	92. 2. 18~92. 12. 21	OCTF
영광 1호기	296일	88. 10. 29~89. 8. 20	
영광 2호기	255일	91. 7. 3~92. 3. 14	
고리 4호기	188일	92. 6. 26~92. 12. 31	

*OCTF : One Cycle Trouble Free, 한주기 무고장 연속운전

한 각오와 의지가 그 바탕이 되었다고 할 수 있다. 〈표 1〉은 국내 원전의 호기별 연속운전기록을 요약한 것이다.

고리 1호기 운전이력

이용률 현황

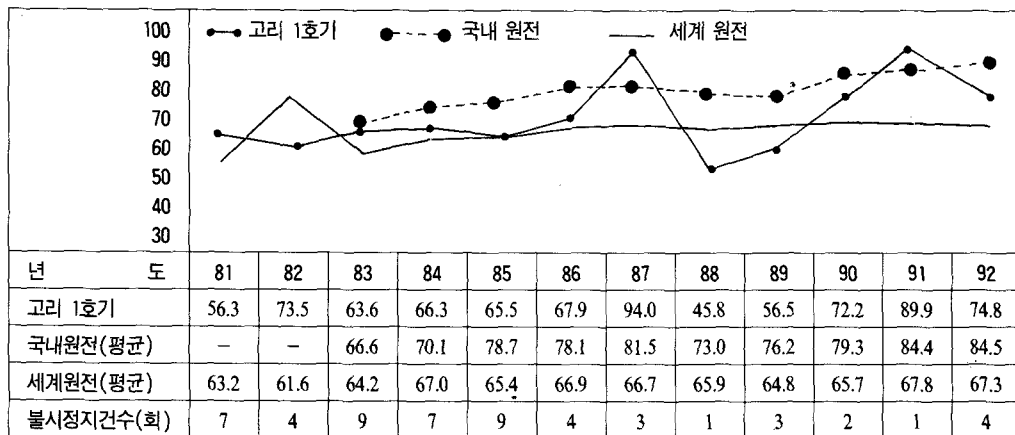
고리 1호기의 이용률을 국내 및 세계원전과 비교하여 나타내면 다음 〈표 2〉와 같다.

고리 1호기의 이용률이 매우 낮게 유지된 연도의 현황을 살펴보면 1988년 1월15일부터 약 6개월에 걸쳐 복수기, 급수가열기 교체 등을 포함한 10년차 대규모 계획예방정비를 수행함으로써 1988년도 이용률이 45.8%를 유지하였으며 1989년도 계획예방정비에는 증기발생기에 노즐댐설치가 개발되지 않은 조건에서 증기발

라는 자체 최장기 연속운전을 함으로써 국내 원전의 최고기록인 고리 2호기의 387일 무고장 연속운전에 이은 2번째의 기록을 달성하여 그동안의 잦은 불시정지에 의한 안전성 시비를 불식시킬 수 있는 계기를 만들었다.
고리 1호기의 과거 최고연속운전 기록은 258일로서 연평균 발

전정지 횟수가 6.5회였던 것에 비하면 상업운전 15주년을 맞이해 이번에 달성한 연속운전 신기록은 특별한 의미를 지닌다고 할 수 있다. 이번 신기록 달성은 한국전력공사 본사 차원의 적극적인 지원과 제 11/12주기 계획예방정비의 철저한 수행 및 무고장 연속운전을 위한 전 직원의 투철

〈표 2〉 고리 1호기 및 국내 원전/세계 원전과의 이용률 비교



주) 세계 원전 평균 참고자료(Nuclearnews Weeks, 93. 2. 17)

생기 전열관 재생작업(Sleeving)을 시행하여 공기가 많이 소요되어 이용률이 56.5%를 나타내었다. 표에서 보는 바와 같이 고리 1호기의 이용률이 세계원전의 평균 이용률과는 비슷하게 유지하고 있으나 국내의 평균 이용률보다 낮게 유지되고 있는 것은 국내 최초의 원자력발전소로서 자체적으로 개발한 정비기술 및 설비개선을 적극적으로 수용한 것에서 그 원인을 찾아볼 수 있겠다.

장기 연속운전 배경

계획예방정비의 철저한 수행

1991년 고리 1호기에 집중 반복된 불시정지의 발생으로 공사 내외의 원자력 사업추진에 대한 국민적 공감대 형성에 부정적 요인으로 작용하는 등 그 파급영향이 상당하여 전사적인 지원과 주변의 지대한 관심 속에 제11/12주기 계획예방정비를 수행하였다.

한전 본사에서는 원자력발전 및 정비, 방사선관리와 안전규제 관련부서의 적극적인 지원이 있었으며 특히 본사 정비기획실 및 기술연구원의 전문가 지원을 받아 발전정지에 영향을 미치는 중요설비와 취약설비에 대한 한전 기술연구원의 전문가 지원을 받아 발전정지에 영향을 미치는 중요설비와 취약설비에 대한 집중적인 정비 및 기술지원활동이 수행되는 등 3차례의 특별진단과

〈표 3〉 상업운전 이후 고리 1호기 주요 계획예방정비 실적

주기	착공일자	공기	주요작업 내용
1/ 2	79. 10.27	77일	-연료 결합 발전
2/ 3	81. 1.30	100일	-원자로 Baffle Peening -터빈 완전분해 점검 -원자로 격납용기 누설률시험
3/ 4	82. 4.17	73일	-연료 개조
4/ 5	83. 4. 7	58일	-고압터빈 케이싱 플랜지누설 정비
5/ 6	84. 7. 8	90일	-원자로개조(Up Flow Modification)
6/ 7	85. 8.14	80일	-증기발생기 전열관 판막음
7/ 8	86 10.11	66일	-습분분리재열기 내장품 교체
8/ 9	88 1.15	178일	-증기발생기 전열관 정비 -복수기 급수가열기 교체
9/ 10	89. 3.28	107일	-증기발생기 2차측 습분분리기 점검 -저압터빈 5단 동익 정비
10/ 11	90. 10.19	88일	-원자로 제어봉 건전성 검사 -저압터빈 동익 교체 -발전기 분해점검
11/ 12	91. 1. 1	73일	-국산핵연료 장전 -핵계측안내관 교체(26개) -격납용기 종합누설률 시험
12/ 13	93. 5. 1	68일예정	-증기발생기 전열기 검사 및 정비 -저압터빈(#1, 2) 8단 동익 교체 -주발전기 회전자 접지제거 정비

점검이 있었다.

예방정비 목표품질 기준정립 및 수행을 위하여 발전소 자체적으로 「예방정비 목표품질 확인지침」을 수립하여 시행함으로써 설비의 신뢰도를 높이는 데 주력하였다. 계획예방정비를 위한 사전 준비로서 불시정지의 주요원인이 된 설비들에 대한 설비개선과 성능열화 및 장기간 운전설비에 대한 진단기술을 도입하였으며 특히 계측제어설비에 대하여 중점적인 관리를 하여 전자제어카드 및 중요 계전기에 대한 교체, In Circuit Test, 발전기 자동전압 조정장치의 운전환경 개선, 중요 리드선 및 Terminal에 대한 전면교

체, 원자로 보호계통 전송기 교체, 2차계통 보호설비에 대한 집중적인 정비 및 검사가 수행되었다.

발전소에서는 자체적으로 설비 신뢰도의 관리기준을 개발하여 불시정지에 영향을 미치는 약 100개의 단위기기를 선정하였고 각 기기별로 신뢰도 평가를 수행하여 정비계획에 포함시켰다. 〈표 4〉는 앞서 언급한 1호기 발전설비에 대한 세 차례의 특별진단 및 점검내용을 나타낸 것이다.

11/12주기 계획예방정비의 기계, 전기, 계측분야 주요 정비내역을 살펴보면 다음과 같다.

기계분야는 증기발생기 전열관

〈표 4〉 특별진단 및 점검내용

점 검 명	목적 및 내용	점검기간	점검단
설비운영 특별점검	<ul style="list-style-type: none"> 발전설비 운영실태 점검 불시정지 발생원인 분석 및 근본적 해결 방안 수립 불시정지 예방 및 안전성 확인 위한 종합 대책 수립 	91. 6. 10 ~ 6. 15 (6일간)	한전 발전사업 단장 외 35명
과 기 처 특별점검	<ul style="list-style-type: none"> 꺾은 불시정지 및 고장으로 인한 국내 원전의 안전성과 운영진반에 대한 국민의 관심과 우려증대에 따른 실태점검 1호기 상업가동 후 13년간 가동에 따른 계통 및 기기의 경년열화 등 성능평가 및 진단 	91. 6. 24 ~ 7. 6 (13일간)	과기처 안전심 사관 등 26명
취약설비 예방진단	<ul style="list-style-type: none"> 꺾은 불시정지와 고장에 대한 대책수립 단기대책으로 제12차 계획예방정비 항목의 검토보완 불시정지 방지 및 안전성 확보 	91. 11. 15 (16일간)	한전 정비기획 실 기술연구원 사업소

에 대한 와전류 검사결과 정비대상 전열관 일부를 관막을 하였다. 확산천이부 및 ROW-IV-Bend 부문에 MRPC 검사를 수행하였으며 결함원인 정밀분석을 위해 고온관 전열관 일부를 발판검사하였다. 저압터빈의 경우 최종단 동익의 마모부분을 용접하였으며 일부 다이아프램의 침식부 및 디스크 하부의 균열부분을 정비하였다.

전기분야는 주발전기 내부를 점검 및 수명진단하였으며 자동전압조정기 전자기판을 25개 교체하였고 항온항습기 등 환경설비를 설치하였다. 순환수펌프, 주급수펌프, 송압펌프 등 대형 전동기에 대해 정밀점검을 수행하였다.

계측제어분야는 특히 관심을 기울인 분야였다. 원자로 보호계

통 회로를 점검하고 제어봉 제어계통의 트랜지스터를 예비카드교체(83개)하였으며, 전자카드류(PCB)의 소자를 회로소자 시험기를 이용하여 점검하였다. 터빈 조속기 제어회로기판의 경년열화에 대해 정밀점검하여 불량기판을 교체하였다.

공정제어계통의 경우 제어모듈의 경년열화를 정밀점검하여 불량기판을 교체하였으며 증기발생기 수위제어계통은 한국전력공사 자체 연구개발품인 디지털 제어설비를 설치하여 다중화시켰고 터빈 감시제측설비를 전면 교체하였다.

운영관리체제의 강화

정상운전 중의 운영관리체제를 강화하기 위하여 발전정지 관련 계통에 대한 주기적인 점검계획

개발 및 수행, 각 정비부서의 가동설비 안전점검, 주기적인 간부 현장 순시 등을 실시하였고, 설비 이상 및 운전장애를 해소하기 위하여 주제어실 1일 정비회의 실시 및 회의실에서 운전상황관리 회의를 실시하였다. 출력감발 및 발전정지 가능 정비에 대해서는 임시절차서의 작성 및 관련부서 검토와 보고, 승인 등 4중 점검체제를 유지하여 만일의 사태에 대비하였다. 재해에 의한 불시정지를 방지하기 위해서는 하절기 기상이변 대비 점검체제를 유지하고 옥외설비 및 해수취수설비, 발전설비건물 등에 대하여 주기적인 점검, 각 설비 축대점검, 동절기 동파방지를 위한 각 설비 상태점검, 보온설비 상태점검, 건물 적정온도 유지점검 등을 주기적으로 수행하였다.

각 제어설비의 신뢰성을 높이기 위하여 특히 주력한 분야는 환경개선분야로서 주제어실에 대해서는 4개의 전기집진식의 공기청정기를 설치하였고 외부공기 유입차단, 신발착용금지 등의 조치를 취하여 개선하였으며, 제어봉 제어설비와 Inverter가 설치되어 있는 MG Set Room에는 적정온도를 유지하기 위한 항온항습설비를 따로 설치하고 전기집진식 공기청정기를 2대 추가로 설치하였다. TBN 제어설비에는 단독 냉방설비를 설치하여 적정온도를 유지시켰고 꺾은 불시정지를 유발한 발전기 자동전압조정기 제어반은 제어반실을 새로 구축하

고 내부에 향온향습 설비를 설치하여 쾌적한 환경이 되도록 조치하였다.

인적실수를 적극 배제하기 위하여 주제어실 설비개선용역을 추진하였으며 그 결과에 따라 운전원 오조작 방지를 위해 지시계 및 기록계 교체, 경보판 등을 재배열하였다.

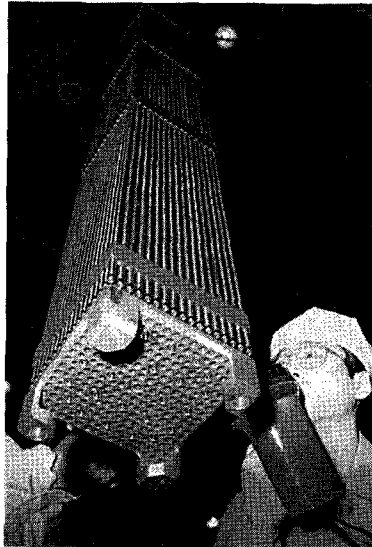
인적요인평가시스템(HPES)을 적극 활용하기 위하여 「중요관리작업」 관리제도 체계화, 운영절차서의 지속적 보완, 고장조사위원회의 운영 활성화 등을 통해 빈발하는 경상고장의 근본원인을 제거코자 노력하였다.

발전소부소장 및 각 분야별 전문가들로 「증기발생기 건전성 확보 전담반」을 운영하여 증기발생기 건전성 유지 및 중장기대책을 수립하였으며 이외에 「고리 1호기 수명관리 전담반」을 운영하여 분야별 설비 경년열화평가를 통한 수명유지방안을 수립하였다.

또한 직원 연구발표회를 개최하여 직원들의 연구의욕 고취는 물론 서로의 관심분야에 대한 의견교환을 꾀하였으며 타 발전소 운전 및 정비 경험자를 적극 활용하였다. 특히 INPO, WANO, NRC, 웨스팅하우스社 등 해외 원자력기관이 발행하는 기술정보는 물론 국내정보를 수집하여 심층분석 및 적용방안을 수립하고 활용하였으며, 해당 항목의 경우 계획예방정비 지속관리 항목으로 선정하여 추적관리하였다. <표 5>는 92년도에 처리한 국내외 기

<표 4> 국내외 기술정보접수및활용

구 분	국내	WH	NRC	INPO
접수건	62	23	3	431
활용건	61	10	3	142



원전연료다발을 점검하고 있는 모습

술정보의 접수 및 활용실적을 나타낸 것이다.

종사자의 주안정신을 함양하기 위하여 종사자 목표의식 정립과 일체감 및 협조체제 강화를 목표로 공동목표 및 당면과제 등에 대한 교육 실시, 분야별 추진목표 설정, 발전과장간담회, 발전소 확대간부회의 등을 실시하였으며 발전소 운전원에 대한 주기적인 정신교육, 각 교대근무 과별 Brain Storming에 의한 인적실수 사례발표 및 재발방지책 강구, 사기 진작을 위한 체육대회 실시, 운전원 전 가족의 발전소 방문을 통한 일체감 조성, 우수 운전원의

타 발전소 및 원전 관련업체 견학 등을 수행함으로써 공동목표 달성을 위한 최상의 분위기 조성에 최선의 노력을 기울였다.

맺 음 말

고리 1호기는 1978년 4월29일 상업운전을 시작한 최초의 국내 원자력 발전소로서 국내 원자력 산업계 뿐만 아니라 전력사업에 커다란 일익을 담당하였으며 국내 모든 발전소 중 가장 저렴한 발전단가로 국가 경제발전에 지대한 공헌을 하여왔다.

이번에 국내에서 2번째로 장기 연속운전기록을 수립한 자부심을 바탕으로 단기적으로는 93년도의 전력수급 안정에 적극 노력하여 예비율 확보에 기여하고 중기적으로 한전 내에서 전사적으로 추진 중인 95810계획의 중추적인 역할을 수행하여 장기적으로는 세계 최고의 발전소가 될 수 있도록 전 발전소 직원은 오늘도 구슬땀을 흘리고 있다.

이제까지의 어려움을 극복하고 발전소 안전성 및 신뢰성 향상은 물론 다음 주기에는 꼭 한주기 무고장운전(One Cycle Trouble Free) 기록을 달성하여 명실공히 국내 원전의 메카로서의 자부심 고취는 물론 운영기술을 한단계 올려 놓음으로서 새한전창달의 주역이 되기 위하여 전 종사원은 앞으로도 계속 최선의 노력을 다할 것이다.