

고리 1호기 계속 운전 추진 현황

이종태

한수원(주) 고리원자력본부 고리 1호기 계속운전추진실장

우리나라 최초의 원자력발전소인 고리 1호기가 2007년 6월 18일, 설계 수명인 30년(1977. 6. 19. ~ 2007. 6. 18.)에 도달함에 따라 사업주인 한국수력원자력(주)는 지난 6월 16일 고리 1호기 계속 운전을 위한 안전성 평가서를 과학기술부에 제출하였다. 과학기술부는 원자력법에 따라 1년 6개월 이내에 고리 1호기에 대한 안전성을 심사하여 계속 운전 여부를 결정하게 된다.

고리 1호기 개요

1. 고리 1호기는

우리나라 최초의 원자력발전소인 고리 1호기는 58.7만kW 용량으로 1977년 6월 19일 최초 임계에 도달하였으며, 1978년 4월 상업 운전을 시작한 이후 현재까지 6번째 한 주기 무고장 안전 운전(OCTF, One Cycle Trouble Free)*을 기록하며 안정적으로 운영되고 있다.

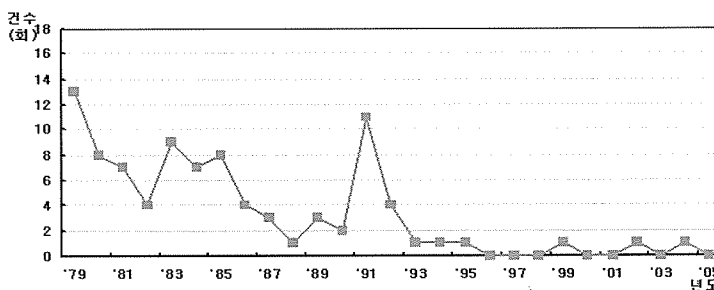
또한 지속적인 설비 개선과 풍부한 운전 경험을 바탕으로 최근 5년간 평균 고장 정지 건수를 0.4회로 현저히 감소시키고, 5년간 평균 이

용률도 90.7%로 향상시켜 운영 실적에 2005년 세계 평균(79.25%)을 월등히 상회하고 있다.

고리 1호기는 고리 2,3,4호기와 함께 부산광역시 기장군에 위치한 고리원자력본부에 속해 있으며, 고

<표 1> 고리 1호기 고장 정지 현황

연도	1978~1990	1991~2000	2001~2005
연평균 건수(회)	6.6	1.9	0.4



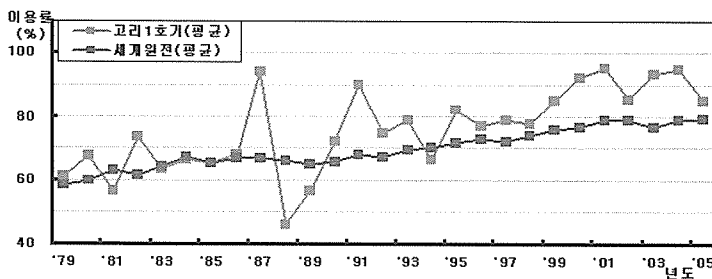
* 한 주기 무고장 안전 운전(OCTF)이란 연료 교체 후 계통 병입한 다음부터 차기 연료 교체를 위한 계통 병해까지 고장 정지 없이 연속 운전을 하는 것으로 원전의 관리, 운영 능력 수준을 보여주는 지표다.

〈표 2〉 고리 1호기 연평균 이용률

연도	1978~1990	1991~2000	2001~2005
연평균 이용률(%)	64.3	80.3	90.7

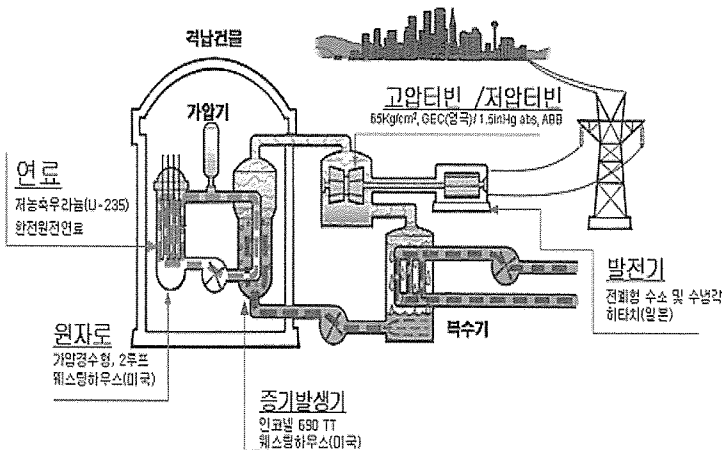
☞ 이용률 : 일정 기간의 발전량을 설비 용량과 기간을 고려한 발전량으로 나눈 값의 백분율

☞ 세계 연평균 이용률 (2005년 기준) : 79.25%



〈표 3〉 고리 1호기 기술 제원

구분	내용	비고
원자로 형식	가압경수로	
설비 용량	587 MW	
주변압기	345kV	
원전 연료	저농축우라늄(U-235)	121다발



〈그림 1〉 고리 1호기 설비 구성

리본부는 총 313.7만kW용량으로 우리나라 전기 생산량의 약 7%를 공급하고 있다. 이는 부산, 울산 총 전기 사용량의 약 80%에 해당되는 것이다.

2. 고리 1호기 일반 현황

고리 1호기는 웨스팅하우스의 가압경수로형으로 저농축(2~4%) 우라늄을 원료로 사용해 전력을 생산하고 있다. 58.7만kW 용량의 고리 1호기는 최근 5년간 90% 이상의 이용률과 연간 0.4건의 발전 정지만을 기록하며 운영 초기와 비교해 매우 안정적이고 효율적인 운영 실적을 보여주고 있다.

고리 1호기 계속 운전

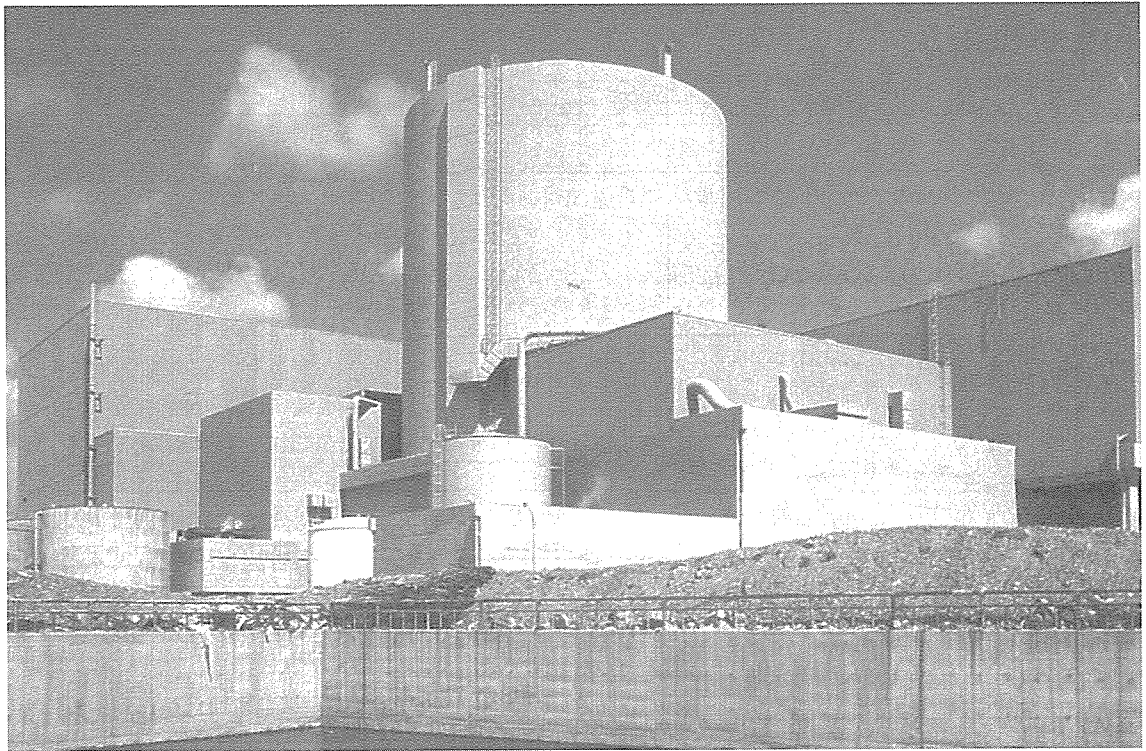
1. 계속 운전이란

설계 당시 예상한 수명에 도달한 원전에 대해 안전성을 평가하여 기술 기준을 만족할 경우, 원전의 운전을 계속하는 것을 계속 운전이라고 한다.

최근 과학 기술의 발전에 따라 원전 설계시 예상한 수명을 재평가한 결과, 설계 당시에 과도한 여유도를 부여하였다는 점과 정비, 유지 기술의 발달로 인해 설계 수명 이후에도 충분한 안전성 확보가 가능하게 됨으로써 선진국에선 이미 계속 운전을 허가하고 있다.

2. 계속 운전의 필요성 및 효과

국가 자원을 효율적으로 활용하



고리 1호기

<표 4> 고리 1호기 주요 이력

일 자	내 용
1971. 11. 15.	본공사 착공(본관 기초 굴착 공사 착수)
1977. 6. 19.	원자로 초임계 도달
1978. 4. 29.	상업 운전
1988. 1. 15.	10년차 대규모 계획 예방 정비 실시
1998. 6. 19.	20년차 대규모 계획 예방 정비 실시
1999. 9. 5.	한 주기 무고장 안전 운전 3주기 연속 달성
2004. 7. 1.	발전량 1,000억kWh 달성(상업 운전 이후)
2006. 5. 5.	6번째 한 주기 무고장 안전 운전 달성

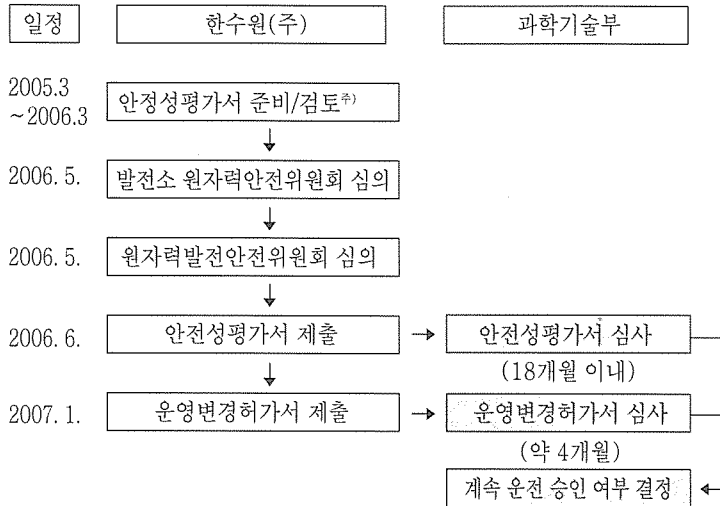
<표 5> 발전원별 이산화탄소 배출량

발전원	원자력 발전	풍력 발전	태양광 발전	가스 발전	석유 발전	석탄 발전
배출량(g/kWh)	9	11	30	460	689	890

고 안정적인 에너지 수급을 위해, 안전성이 입증된 장기 가동 원전 설비를 최대한 활용하는 것은 세계적인 추세이다.

특히 부존 자원이 절대적으로 부족한 우리나라의 에너지 수급 현실과 신규 발전 설비 부지 확보 및 건설 비용, 환경 부담 비용 등을 고려할 때, 안전성이 입증된 장기 가동 원전 설비를 최대한 활용하는 것이 필요하다.

원자력 에너지는 신고유가 시대를 맞은 현상황에서 자원 보유국의 정책 변화, 세계 유가 변동 등 외부의 영향을 가장 적게 받는 효율적인 발전 방법이 될 수 있다.



주) 안전성평가서 : 주기적안전성평가보고서(PSR), 주요기기 수명평가보고서, 방사선환경영향평가보고서

〈그림 2〉 계속 운전 인허가 절차

또한 인류 생존을 위해 환경 문제가 세계 각국의 공동 관심사로 떠오른 지금, 이산화탄소 발생이 현저히 낮은 원전의 활용도를 높이는 것은 세계적인 에너지 정책에 부응하는 것으로, 기후변화협약에 따른 온실가스(CO₂) 배출 감축 비용을 절감하는 장기적 친환경 프로젝트를 실현해 나가게 되는 것이다.

3. 계속 운전 관련 법규

가. 관련 법규

○원자력법 시행령(제42조의 2 제4항)

사업자는 계속 운전을 하고자 할 경우 '주기적 안전성 평가 보고서' 제출

그 후 매 10년 주기로 제출

○원자력법 시행령(제42조의 3 제2항)/시행규칙(제19조의 2) 사업자는 '주요 기기 수명 평가' 및 '방사선 환경 영향 평가' 보고서 제출

○원자력법 시행령(제42조의 5 제1항)

정부(과학기술부)는 18개월 이내 심사 및 결과 통보

나. 인허가 절차(〈그림 2〉 참조)

4. 계속 운전 추진 경위

□ 2001. 6. 원전 수명 관리 연구 (I), (II) 수행(1993. 11.~2001. 6.)

□ 2001. 9. 화재 안전 정지 분석(SSA)(1999. 6.~

- 2001. 9.) 화재 위험도분석(FHA)(1996. 12.~1998. 4)
- 2002. 11. 확률론적 안전성평가(PSA) 수행(1999. 11~2002. 11)
- 2002. 11. 주기적안전성평가(1차) 수행(2000. 5~2002. 11.)
- 2005. 9. 원자력법 시행령, 시행규칙 개정 공포
 - 설계 수명 이후 계속 운전 또는 영구 정지 규정 신설

□ 2005. 3. 고리 1호기 계속 운전 안전성 평가서 준비/심의

~2006. 5. ○주기적안전성평가 보고서

○주요기기수명평가보고서
○방사선환경영향평가보고서

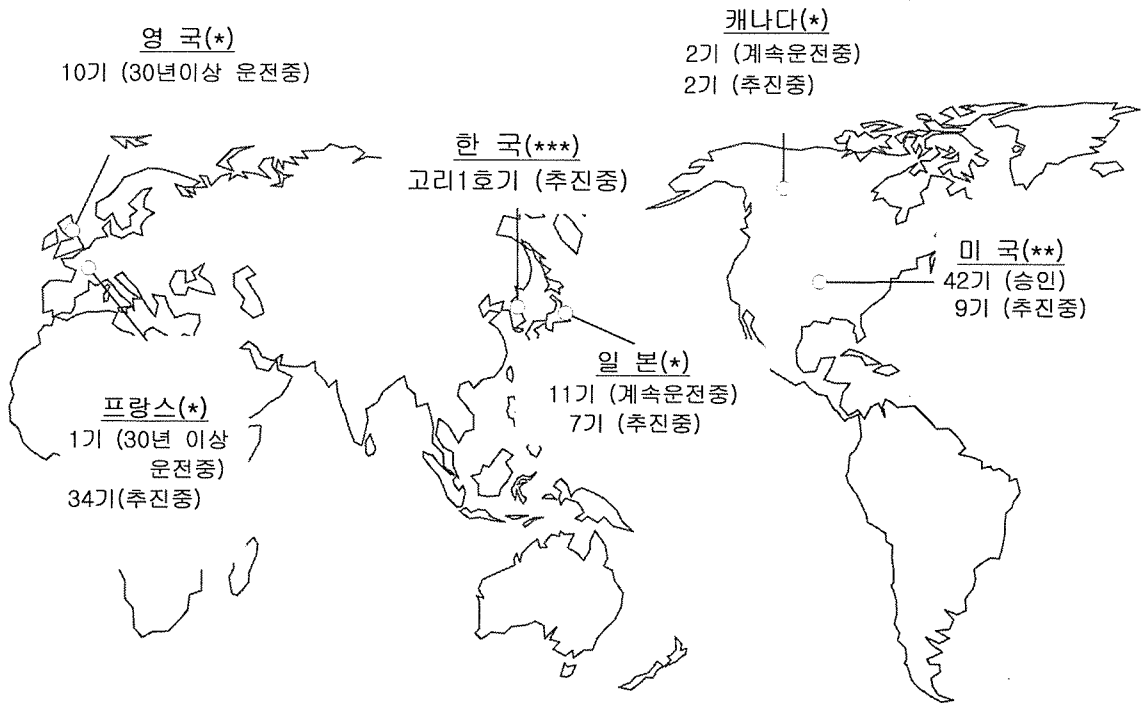
□ 2006. 6. 8. 계속 운전 기자 설명회 개최

□ 2006. 6. 12. 계속 운전 주민 설명회 개최(무산)

□ 2006. 6. 16. 계속 운전 안전성평가서를 과학기술부에 제출하였으며 과학기술부는 이를 심사하고 있다.

5. 주요 설비 개선 실적 및 계획

고리 1호기는 상업 운전 이후부터 발전소의 안전성 및 신뢰성을 제고하기 위하여 지속적으로 설비 개



〈그림 2〉 해외 원전 계속 운전 현황(2006. 6. 기준)

선을 시행하여 현재까지 약 300여 건의 사업을 완료하였으며, 화재 방호 설비 개선, 내진 및 내환경 검증, 격납 건물 재순환 집수조 성능 평가, 축전지 가용 시간 증대, 고압 차단기 교체, 전동기 제어반 교체 등은 현재 사업별 세부 계획을 수립하여 추진 중에 있다.

가. 주요 설비 개선 실적 (1992~2005)

- 원전 운전 지원 컴퓨터 설비 (OACS) 신설
- 사고 후 시료 채취 계통 신설
- 원격 정지 제어반 신설

- 저압 터빈 회전자 교체
- 증기발생기 교체
- 공정 제어, 보호 감시 설비 교체
- 터빈 조속기 설비 개선
- 주변압기 교체
- 충전 펌프 설비 보강
- 보조 변압기 교체
- 원자로 냉각재 펌프 내장품 교체
- 주발전기, 여자기 및 상분리모선 교체

나. 주요 설비 개선 계획 (2006~2007)

- 화재 방호 설비 개선
- 내진 및 내환경 검증

- 격납 건물 재순환 집수조 성능 평가
- 축전지 가용 시간 증대
- 재순환 운전 자동화
- 고압 차단기 교체
- 전동기 제어반 교체

6. 외국의 계속 운전 현황 (2006년 6월 기준)

미국, 일본, 영국 등 에너지 선진국들은 운영 허가 기간이 만료된 원전에 대해서 경년 열화 평가 등 안전성을 심도 있게 평가하여 안전성이 입증된 경우에는 계속 운전을 승인

해주고 있는 추세이다.

유럽과 일본의 경우는 주기적 안전성 평가 제도를 이용하며, 미국의 경우는 운영 허가 갱신 제도를 이용하여 계속 운전을 하고 있다.

1991년부터 운영 허가 갱신 제도(License Renewal)를 채택하여 운영하고 있는 미국의 경우는 초기 운영 허가 기간을 40년으로 하고 20년 단위로 계속 운전을 승인해주고 있다.

현재 42기가 운영 허가 갱신 승인을 획득한 상태이고, 9기에 대한 갱신 심사 과정을 거치고 있다.

국제원자력기구(IAEA)에서 개발한 주기적 안전성 평가(PSR)를 활용하고 있는 일본은 총 60년까지 계속 운전이 가능하다는 노후 원전 기본 정책 성명을 1996년에 발표하고 미하마(Mihama) 1호기 등 11기의 원전이 설계 수명(30년) 이후 계속 운전중에 있다.

주기적 안전성 평가(PSR) 수행 결과를 활용해 계속 운전을 허용하고 있는 영국은 현재 가동중인 23기 원전 중 30년 이상 운전중인 원전은 올드베리 원전 등 10기가 해당된다.

프랑스의 경우 주기적 안전성 평가(PSR)을 통해 계속 운전 여부를 결정짓고 있다.

현재 90만kW급 34기에 대해 3차 PSR 평가를 진행중이며, 이 결과에 따라 30년 이상 운전 여부를 결정할 예정이다.

이외에도 캐나다, 스위스, 독일, 체코 등에서 계속 운전을 시행중이

거나 추진중에 있다.

가. 계속 운전 인허가 적용 방식

① 주기적 안전성 평가
(Periodic Safety Review)

원전의 설비 및 운영 전반에 대해 10년 주기로 발전소 안전성을 총체적으로 평가, 심사하는 제도로서 유럽과 일본에서 적용하고 있다.

② 운영 허가 갱신 제도
(License Renewal)

운영 허가 기간 이후의 계속 운전 대비하여 설비의 경년 열화 및 방사선 환경 영향을 중심으로 안전성을 평가하고 확인하는 제도로서 미국에서 적용하고 있다.

③ 한국은 '주기적 안전성 평가' 방식에 '운영 허가 갱신 제도'를 추가 적용하여 한층 더 강화시킨 제도를 운영하고 있다.

나. 해외 원전 계속 운전 현황
(2006년 6월 기준)
(〈그림 2〉 참조)

맺음말

최근 국제 유가는 배럴당 75달러를 넘나들며 사상 최고치를 경신중이어서 에너지 해외 의존도가 97%인 우리나라의 경우 올해에도 반도체와 자동차의 수출 금액을 합한 것보다도 많은 석유 수입 비용을 지불해야 할 것으로 예측되고 있다.

더구나 2005년 발효된 교토의정서(온실 가스 규제 규약)를 통한 온실 가스의 국제적 감축 노력과 러시아의 대유럽 천연 가스 공급 중단 등

에너지를 무기화하는 냉엄한 국제 사회에서 에너지 안보를 위한 장기적인 해안을 위해서나 에너지 수입 비용을 줄이는 동시에 안정적이고 지속적인 전력 공급을 위해서도 약 40%의 전기를 원자력으로 제공하는 현실을 인식하면 고리 1호기 계속 운전은 우리가 선택할 수 있는 최선의 대안으로 검토될 수 있다.

그러나 이를 위해서는 무엇보다도 안전성의 확보가 최우선 명제가 되어야 하므로 여러 전문 기관에서 작성한 안전성 평가서에 대해 정부는 충분한 시간을 가지고 신뢰성 있게 심사하여야 하며, 검토 및 심의 단계 과정의 객관성과 투명성을 확보하여야 할 것으로 생각한다.

또한 사업주는 지역 공동체 경영이라는 경영 이념에도 부합하는 허심탄회한 의견 수렴의 장을 지속적으로 마련하여 지역 주민의 다양한 의견을 겸허히 수렴해야 할 것이며, 지역 주민도 계속 운전을 위한 안전성 확보가 제대로 준비되고 실행되는지를 확인할 수 있도록 올바른 알 권리를 요구하여야 한다.

정부는 객관적으로 신뢰할 수 있는 공정한 평가를 수행하고 지역 주민과 사업주는 이러한 정부의 결정을 믿고 1년 6개월 후의 계속 운전 또는 영구 폐로 결정의 수용을 위한 준비를 하여야 한다.

가장 현실적인 국가의 미래 에너지인 원자력의 올바른 활용을 위해 지역 주민, 정부, 사업주 간의 상생의 지혜가 필요한 시점이다. ☉