



울진 1·2호기

국내 원전 중 최장 한 주기 무고장 운전 기록 달성

— 의의와 운영 현황 —

정 대 헌

한전 울진원자력본부 제1발전소장



울진 2호기가 1999년 12월 31일 463일간의 국내 최장기 한 주기 무고장 운전 신 기록을 수립하였다. 이번에 달성한 한 주기 무고장 운전은 동일 호기에 서만 네 번째로 지난 주기(8주기)에 이은 연속 한 주기 무고장 운전으로서의 의미도 크다 하겠다.

특히 1998년 국내 원전 중 최단 기간인 34일만에 계획 예방 정비를 완료한 후, 국내 최장기 연속 운전 기록을 달성함으로써, 그 동안 최단

기간 계획 예방 정비에 대한 의구심을 불식시키고, 우리의 원전 운영 기술이 원전 선진국과 어깨를 나란히 하고 있음을 보여준 계기가 되었다.

울진은 수려하고 뛰어난 자연 경관에 반하여 교통이 불편하며, 교육·문화·의료 시설 등 생활 환경과 사회 문화적 조건이 열악한 편이다.

그럼에도 불구하고 상업 운전 시작 이래, 울진 1호기는 평균 이용률 85.8%, 2회의 한 주기 무고장 운전 달성, 그리고 울진 2호기는 평균 이용률 88.6%, 4회의 한 주기 무고장 운전을 달성할 수 있었던 것은 울진 1발전소 종사자 모두 혼연일체가 되어 울진 1·2호기 안정 운전엔 혼신의 노력을 경주하여 이룩한 값진 성과라 할 수 있겠다.

그 동안 한 주기 무고장 운전 달성을 위하여 전직원이 한 마음으로 추진한 내용과 그 의의를 살펴보고, 향후 우리가 추진해야 할 과제에

대하여 기술하고자 한다.

울진 1·2호기 개요

1. 설비 특성

1988년 9월 10일과 1989년 9월 30일 각각 상업 운전을 시작한 울진 1·2호기는 프랑스전력공사(EDF)에서 개발한 프랑스 900MWe급 표준 가압 경수로형으로서 정격 용량은 각각 950MWe이며, 1차 계통 원자로 설비(NSSS) 설계 및 기기 공급은 프랑스 프라마톱사가, 그리고 2차 계통 터빈/발전기(TBN/GEN)는 같은 나라의 알스톱사가 공급하였다.

한편 국내 기업으로는 한국중공업이 기전 공사를 그리고 동아건설이 토건 공사를 담당하였으며, 국산화율은 설계 및 설비 등을 포함하여 42%였다.

울진 1·2호기가 국내 선행 호기와 다른 여러 가지 특징 중 몇 가



지를 살펴보면 다음과 같다.

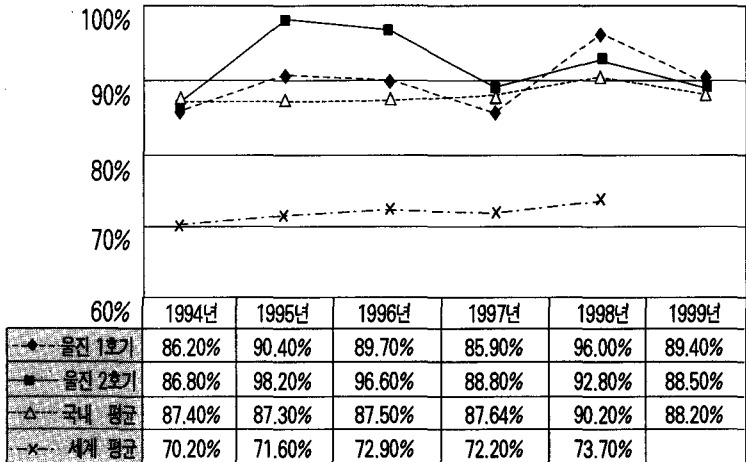
- ① 원자로 용기 덮개 다중 체결기와 같은 대형 중량물 및 장비의 원활한 이송을 위한 크레인과 레일을 갖춘 격납 용기 기 출입구 확대
- ② 터빈 건물 천정 크레인 이외 터빈·발전기 보수 편이를 위한 별도의 보조 크레인 설치
- ③ 잔열 제거 계통 등 원자로 냉각재 순환 계통 대부분을 격납 용기 내부에 설치
- ④ 별도의 구동력을 필요로 하지 않는 이중 차단 기능의 가압기 안전 밸브
- ⑤ 1차측 각 건물에 정비 작업 편의 및 기기 운반을 위한 크레인 설치
- ⑥ 증기 덤프 용량 증대(복수기 85%, 대기 15%)
- ⑦ 중앙 제어실 제어 보드를 계통별로 다른 색상으로 구분, 인적 실수 예방
- ⑧ 중앙 제어실에 Mimic 패널을 설치하여 운전 현황을 신속히 파악 가능

주요 운전 기록

상업 운전 이래 1호기는 두 번의 한 주기 무고장 운전(4주기 및 6주기), 그리고 2호기는 4번의 한 주기 무고장 운전(3, 4, 8주기 및 9주기)을 달성하였다.

〈표 1〉 올진 1·2호기 한 주기 무고장 운전 기록

순서	호기	운전 주기	기간	운전일수	비고
1	2	3주기	1991. 12. 05 ~ 1992. 11. 01	333	
2	1	4주기	1992. 04. 08 ~ 1993. 02. 11	310	
3	2	4주기	1992. 12. 16 ~ 1993. 10. 07	296	2주기연속
4	1	6주기	1994. 03. 07 ~ 1995. 03. 23	382	
5	2	8주기	1997. 06. 09 ~ 1998. 08. 23	441	
6	2	9주기	1998. 09. 25 ~ 1999. 12. 31	463	2주기 연속



〈그림 1〉 올진 1·2호기 및 국내외 연도별 이용률 비교

특히 2호기는 3주기 및 4주기 그리고 8주기 및 9주기 연속 한 주기 무고장 운전을 통하여, 계획 예방 정비를 위한 정지를 제외하고 각각 910일 및 984일 연속 운전이라는 새로운 기록을 수립하였다.

한편 운영 실적과 관리 측면에서 인정을 받아 1991년에는 미국 원자력 전문지인 <Power>지가 1991년도 최우수 발전소로 선정하였고 1993년에는 경향신문사가 주최하는 경향 전기 에너지상 대상을 수상

하였으며, 대내적으로는 1998년 한전 내 전사업장을 대상으로 한 품질 경영 평가에서 품질 경영 대상을 받는 등 국내외로부터 매우 우수한 발전소로 인정받고 있다.

발전소 운영·관리·기술 수준을 간접적으로 평가할 수 있는 발전소 이용률을 살펴보면, <표 2>에서 보는 바와 같이 세계 평균을 훨씬 상회하는 우수한 실적을 거두었으며, 2호기는 1995년부터 1997년까지 3년간 평균 이용률 부문에서 세계

〈표 3〉 올진 1·2호기 연도별 고장 정지 현황

호기	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
1호기	1	1	0	1	1	1	0	1
2호기	0	1	1	1	1	1	0	0

주 : 올진 1·2호기 평균 고장 정지 횟수 : 0.68 회/년

〈표 4〉 세계 원전 호기당 발전 정지 건수 비교(1998년)

국가	프랑스	대만	캐나다	미국	독일	스위스	일본
발전 정지	3.4	2.2	2.0	1.9	0.6	0.2	0.2

주 : 자료 - IAEA PRIS(Power Reactor Information System), 1998

2위(〈Nucleonics〉, 98년 2월호)를 차지하기도 하였다.

발전소 운영 및 관리 기술 수준을 평가할 수 있는 또 하나의 척도인 호기당 고장 정지 현황을 살펴보면 〈표 3〉에서 보는 것처럼 지난 1992년 이래 연간 평균 1회 미만으로서, 원전 선진국 수준의 실적이다.

한 주기 무고장 운전 달성을 위한 노력

한 주기 무고장 운전이란 연료를 교체하고 계통에 병입한 후 다음 연료 교체를 위해 계통 병해를 하기까지 단 한번의 발전 정지도 없이 연속 운전한 것을 말하는 것으로서, 수백만개의 부품 및 기기로 이루어진 발전소를 운전하면서 이를 달성하기란 쉽지 않다.

한 주기 무고장 운전 달성을 위하여 기기에 이상이 있음에도 불구하고 계속 운전한다는 일부 주장이 있지만, 이는 원전 운영에 있어서 안전

을 최우선으로 하고 있다는 사실을 잘 이해하지 못한 데에서 기인한다.

물론 한 주기 동안에 기기의 고장이 전혀 발생하지 않을 수는 없다. 하지만 이러한 고장은 운전 및 안전에 전혀 영향을 미치지 않는 경우이며, 또한 운전중 정비가 가능한 경우가 대부분이다.

올진 1·2호기의 안전성 확보는 물론이고 발전소를 효율적으로 운영하기 위하여 추진한 사항을 살펴보면 다음과 같다.

1. 인적 실수 제로화

첫째, 주요 안전 계통의 정·주기 시험 또는 정비 작업시 도상 훈련을 통하여 인적 실수 유발 가능성을 검토·대비하며, 인적 실수 유발 가능 설비에 대하여는 「주의 인식표」를 부착 활용하였다.

둘째, 운전원 교육 훈련 내실화의 일환으로 인적 실수 사례 분석 및 토의, 국내외 타원전과의 운전

경험 교환을 통해 운전원의 실수로 인한 비정상 상태 발생을 사전에 방지하고, 비정상 상태 발생시 즉각적인 조치를 할 수 있는 능력을 배양하였다.

셋째, 운전원이 근무에 임하기 전 운전원 준수 사항 10조를 한번 더 상기하여, 현장 점점 및 기기 조작시 운전원 개개인이 지켜야 할 사항을 항상 인식하여 기기 오조작을 방지하도록 하였다.

넷째, 주요 정비 작업시에는 정비 및 운전 부서가 합동으로 작업 계획을 수립, 관련 부서의 세밀한 검토를 거친 다음, 소장의 결재를 받은 후 작업에 착수하며, 실제 작업시에는 정비 및 운전 부서 간부가 직접 작업에 입회하여 작업중 정무원의 실수를 사전에 차단하도록 하였다.

2. 취약 설비 개선 및 신뢰도 증진

첫째, 기기 보수 및 점검 이력을 토대로 취약 설비를 파악, 유형별로 분류한 다음, 점검 및 부품 교체 시기 결정, 환경 및 설비 개선 등 취약 설비에 대한 효과적인 관리 방안을 수립, 시행하도록 하였다.

둘째, 지진 감시 계통 설비 개선 등 안전성 향상, 발전기 온도 감시 설비 개선 등 노후 설비 교체, 각종 운전 및 정비 편의 설비 설치 등을 위한 설계 변경 작업을 1999년도에 52건을 수행하는 등 기기 신뢰도



증진을 추진하였다.

셋째, 연간 예방 점검 계획을 수립하여 월간 점검, 주간 점검을 수행함으로써 이상 설비 조기 발견, 조치, 그리고 성능 저하 설비를 적기에 교체하여 모든 기기가 항상 최적의 상태를 유지토록 하였다.

넷째, 취수구로 해양 생물(해파리·새우·멸치 등)이 다량으로 유입됨에 따라 1997년도 한 해에만 발전 정지가 총 6회 있었으나, 해양 생물 유입을 방지하기 위한 그물망을 설치·운영하고, 연근해 어항 및 생태계 분석 자료, 동해안 해수 온도 등을 매일 입수하여 해양 생물 유동 상황을 예측할 수 있는 체계를 구축함으로써, 1998년 이후에는 이로 인한 출력 감발은 있었지만 발전 정지는 단 한 차례도 없었다.

3. 정비 품질 제고

첫째, 정비원의 책임을 강화하고 철저한 정비가 될 수 있도록 기기 정비 실명제를 실시하고 있다. 이는 개별 기기에 정비 책임자를 명시하는 것으로서, 정비원이 자기의 명예를 걸고 책임 정비를 수행하도록 유도하였다.

둘째, 해외 우수 원전의 정비 경험 검토 및 반영, 최신 정비 장비 및 고급 정비 기술 도입, 정비사례 발표 등을 통하여 자체 정비 능력과 정비 품질 향상을 도모하였다.

셋째, 정비 품질 확보가 안전 운

전의 필수 조건임을 인식하고, 전직원이 품질 관리 활동에 적극 참여케 함으로써 정비 불량률을 낮출 수 있도록 하고 있다.

4. 현장 순찰 정례화

전직원의 설비에 대한 관심을 고취시키고 각종 위해 설비 및 이상 징후를 조기에 발견, 조치하기 위하여 다음과 같은 현장 순찰을 정례화하여 시행하고 있다.

- 안전 운전 회의 전 부장 이상 간부 현장 합동 순찰 : 매일 08 : 00
- 협력 업체를 포함한 발전소 간부 합동 점검 : 호기별 5개 구역으로 구분하여 매일 실시
- 과장과 직원으로 구성된 점검 팀의 안전 순찰 : 매일
- 해당 설비 및 기기 담당자의 현장 순찰 : 주 1회 이상

5. 기기 이상 징후 통합 신고 제도 실시

발전소 직원 및 협력 업체 직원 누구라도 평소와 다른 이상 징후를 발견하였을 때는, 이를 간단하게 신고할 수 있도록 통합 신고함을 설치 운영하며, 신고가 접수된 이상 징후에 대하여는 전문가의 진단을 거쳐 조속한 조치가 이루어지도록 하고 있다.

한 주기 무고장 운전 달성의 의의

1. 정비 품질 향상

발전소 경년에 따른 설비 노후화는 불가피한 바, 이를 극복하기 위해서는 정비 품질 향상이 필수적이다.

2호기는 지난 98년 8주기 한 주기 무고장 운전을 달성한 후, 국내 원전 중 최단 기간인 34일만에 계획예방 정비를 완료하고, 9주기도 연속 한 주기 무고장 운전을 달성 함으로써 우리의 정비 품질이 상당한 수준에 도달하였음을 보여 주고 있다.

2. 국가 경제 및 환경에 기여

부존 자원이 부족한 우리나라로서 화석 연료를 대체하고 장기적으로 저렴하고 안정적인 에너지 확보 차원에서 추진한 원자력 발전은 최근 들어 그 중요성이 더욱 돋보이고 있다.

산유국의 석유 생산량 감소 합의로 유가는 하루가 다르게 인상되고 있는 시점에서 원자력은 상대적으로 저렴한 가격에 전력을 생산·공급함으로써 국가 경제에 기여한 공로가 크다고 하겠다.

2호기는 금번 463일간의 한 주기 무고장 운전 기간중 104억 3천 만kWh의 전력을 생산하였으며, 이는 같은 전력을 생산하기 위해 액화 천연 가스를 사용할 때보다 약

6,700억원 절감 효과를 의미한다.

또한 범세계적으로 환경을 보호하기 위한 국제 협약 및 활동이 활발해지고 있는 시점에서, 공해 가스를 배출하지 않는 원자력 발전은 환경 친화적인 에너지원이므로, 무고장 연속 운전을 통한 환경 보전에 기여한 공로가 매우 크다고 평가할 수 있겠다.

3. 국민의 원전에 대한 이미지 개선

지난해 10월 국정 감사 기간중 거론된 울진 2호기 발전기 수소 누설 문제로 인하여 사회적 물의를 일으킨 바 있으나, 중앙 정부·지자체·주민으로 구성된 합동 점검단이 수행한 울진 2호기 안전 점검 결과 안전 운전엔 전혀 지장 없음이 입증되었으며, 2호기가 금번 주기에 한 차례도 고장 정지 없이 연속 운전을 달성함으로써 국민의 원전에 대한 이미지가 크게 개선되었다고 생각한다.

4. 종사자의 자부심 고취

울진 2호기가 지난 주기에 이어 2주기 연속 한 주기 무고장 운전을 달성한 것은 울진 1발전소에 근무하는 모든 종사자 뿐만 아니라 원자력 관련 산업에 종사하는 모두의 자랑이라 해도 지나치지 않을 것이다.

특히 지난 몇 년간 동해안의 해양 특성 변화로 원자력발전소 냉각수로 사용되는 해수에 해양 생물이 다

량으로 유입되어 발전소 안전 운전엔 많은 어려움이 있었다.

심야에 빈번하게 취수구에 동원되어 교대로 해양 생물을 제거하는 일은 아무리 직업에 대한 사명감이 충실하다고 하더라도 반갑지 않았을 것인데도 불구하고 불평 없이 묵묵히 맡은 바 임무를 다하여 국내 원전 중 최다·최장 한주기 무고장을 달성함으로써, 우리도 하면 된다는 자부심을 가지게 되었다.

울진 1·2호기 향후 과제

1. 지속적인 한주기 무고장 운전 추진

국제 유가가 높게 유지되고 환경 보전에 대한 범세계적인 활동이 그 어느 때보다 활발한 시기에 원자력을 이용한 발전은 국가 경제에 대한 기여 뿐만 아니라 환경 보전 두 가지를 동시에 만족시킬 수 있는 현실적인 방안이라고 할 수 있겠다.

또한 고장 정지 없이 연속 운전을 달성하여 원전 운영 능력과 관리 기술의 우수성을 대내외에 홍보함으로써 일반 국민의 원전에 대한 신뢰를 획득하고 종사자의 자신감과 사기를 드높일 수 있도록 최선을 다해야 하겠다.

2. 종사자 기술력 향상

원자력발전소는 설계 단계에서부터 준공시까지 안전성을 최우선으

로 하여 건설하였지만, 이를 운영하는 종사자의 기술력이 뒷받침되어야만 안전 운전과 그 효율성을 증대시킬 수 있다.

종사자 개개인이 자기 개발에 전념할 수 있는 분위기를 조성하고, 업무 및 설비 전문가 제도를 지속적으로 추진하여 안전 운영을 위한 기반을 구축하도록 해야겠다.

3. 국제 협력 강화

전세계에서 운전중인 원자력발전소는 1998년 말 기준으로 422기이다. 미국 TMI-2 사고 및 체르노빌 원전 사고에서 경험했듯이 원자력 사고는 사고 발생 지역에 국한된 문제가 아니고, 그 영향이 현대에서 끝나지 않을 수 있는 중대한 문제이다.

이러한 사고를 사전에 예방하고 사고 확대를 최소화하기 위해서는 미국원자력발전협회(INPO), 세계 원전사업자협회(WANO) 등 국제 기구를 통하여 운전 경험 및 신기술 정보를 교환하고, 우수한 운영 실적을 유지하고 있는 원전을 벤치마킹하는 등 국제 협력 강화가 절실히 필요하다.

특히 울진 1·2호기와 동일한 프라마토크 원전을 소유한 전력 회사와의 각종 기술 정보 교환은 그 효율성이 더욱 크므로 이들과의 협력도 더 강화해 나가도록 해야겠다.



4. 종사자 사기 진작

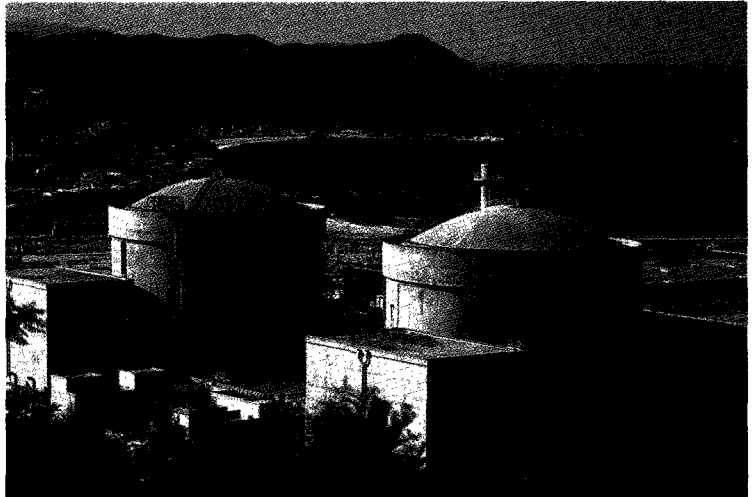
타지역에 비하여 교통·교육·의료 시설 및 문화 생활 등 생활 환경이 열악한 울진원자력본부는 같은 원자력 직원 사이에서도 덜 선호하는 곳이며, 특히 1·2호기는 국내 유일의 프라마툼형 원전인 관계로 상호 호환성이 낮아 운영 인력 확보가 어려운 실정이다.

원전 안전 합동 점검 결과 발표에서도 언급되었듯이 직원 복지 향상 및 인사 정채 해소 등으로 직원의 사기를 진작시켜, 이곳 종사자가 보람을 가지고 업무에 임할 수 있도록 하여야겠다.

5. 지역 사회와 유대 강화

NIMBY 현상의 확산으로 인해 위해 설비의 지역 유치를 반대하는 목소리가 거세지고 신규 원전 부지 확보가 어려운 상황에서, 원자력발전소가 위치한 지역 주민과의 유대 강화가 향후 원자력 산업 발전에 매우 중대한 영향을 미칠 것이다.

1990년부터 시행하고 있는 발전소 주변 지역 지원 사업(사업비 : 전년도 전기 판매 수입금의 1.1%)을 효과적으로 수행함은 물론이거니와, 발전소 운영 전반에 관한 정보를 신속히 제공하여 지역 주민의 원전 운영에 대한 불신을 불식시키고, 지역에서 시행하는 각종 행사에 적극 참여하는 등 지역 사회와의 유대를 강화해 나가야겠다.



울진 1·2호기. 상업 운전 이래 1호기는 두 번의 한 주기 무고장 운전(4주기 및 6주기), 그리고 2호기는 4번의 한 주기 무고장 운전(3, 4, 8주기 및 9주기)을 달성하였다. 특히 2호기는 3주기 및 4주기 그리고 8주기 및 9주기 연속 한 주기 무고장 운전을 통하여, 계획 예방 정비를 위한 정지를 제외하고 각각 910일 및 984일 연속 운전이라는 새로운 기록을 수립하였다.

맺음말

우리 나라는 1978년 고리 원자력 1호기를 시작으로 이 땅에 원자력 발전소가 도입된 이래 꾸준히 발전을 거듭하여 1999년 말 기준으로 16기가 가동중에 있으며, 4기가 건설중에 있다.

원자력 발전 설비 용량은 13,716 MWe로서 전체 용량의 29.2%를 차지하고 있으며, 1999년 원자력 발전량은 103,063,779 kWh로서 전체 발전량의 43.1%를 차지하는 등 원자력 발전의 역할이 점점 증대되고 있다.

최근 유가 인상으로 원자력 발전의 필요성이 부각되고 있으나, 일부

국민들은 아직까지 원전 안전에 대한 의혹을 떨쳐버리지 못하고 있으며, 반원전 단체의 활동은 계속되고 있다.

이러한 시기에 달성한 울진 2호기 국내 원전 최장기 한 주기 무고장 운전은 국가 경제 및 국민의 원전에 대한 신뢰도 증진에 기여하였을 뿐만 아니라, 그 동안 사기 저하로 침체되었던 원자력 종사자가 자부심을 가지는 계기가 되었다.

그러나 우리는 여기에 만족하지 않고 안전성을 최우선으로 하면서 울진 1·2호기의 또 다른 기록을 위해 끊임없이 도전할 것이다.

끝으로 울진 2호기 국내 최장기 한 주기 무고장 운전 달성에 도움을 주신 모든 분들께 깊이 감사드립니다.