

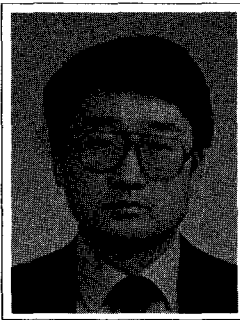


고리 원전 4호기

3주기 연속 무고장 안전 운전 달성 - 그 의의와 전망 -

조 철 행

한전 고리원자력본부 제2발전소 소장



원전 운영을 세계 수준으로 끌어올려 원자력이 명실공히 경제성·안전성 면에서 어느 에너지원보다도 가치가 있음을 입증하는 노력이 요구되고 있는 요즘이다.

이러한 어려운 여건 속에서 96년에 이어, 97년 9월 460일간(96. 6. 12~97. 9. 14)의 국내 최장기 한 주기 무고장 안전 운전(OCTF)을 달성했던

고리 4호기는 올해에도 446일간(97. 11. 7~99. 1. 26)의 OCTF를 달성하여 3주기 연속 1,329일간의 무고장 안전 운전을 하는 기록을 세웠다.

그 동안 국내 원전이 달성한 OCTF는 이번 고리 4호기의 기록을 포함해서 총 18번이며, 이 중 고리원자력본부에서 달성한 기록은 지난 88년 고리 3호기가 국내 최초로 달성한 이래 총 10번째가 된다(표 1).

이러한 기록은 원자력발전소를 구성하고 있는 수백만개의 기기들이 주어진 기능을 정상적으로 발휘할 수 있도록 발전소의 전직원들이 기본에 충실한 준비와 완벽한 마무리를 한 결실로, 원전 사업에 대한 국민적인 이해를 구하는 데 작은 보탬이 되리라 생각하며, 그 동안 연속 3주기 무고장 안전 운전을 위해 고리 제2발전소가 추진해 온 운영 경험을 소개하고자 한다.

원자력발전소 현황

1. 설비 현황

부존 자원이 없는 우리로서 전력 소비의 급성장과 에너지의 해외 의존도 증가에 대한 에너지 안보 차원의 대책으로 시작된 원자력 사업이 78년 4월 고리 1호기 준공으로 '민족 중흥의 핵 불'로 밝혀졌다.

그후 20년이 지난 98년 9월 올진 3호기가 준공되면서 우리의 기술로 개발한 한국 표준형 원전 시대를 맞이하게 되었고, 국내 가동중인 원전은 총 14기로 늘어났다.

고리원자력본부에는 총 4기의 원전이 운영중에 있다(표 2).

4기 모두 원자로 계통은 미국의 웨스팅하우스사가 공급하였고, 터빈 발전기 계통은 영국의 GEC사가 공급하였다.

1세대인 고리 1호기는 시설 용량 58만7천kW, 고리 2호기는 65만kW이며, 2세대인 고리 3·4호기는 2기 모두 95만kW급으로 선행 호기들의 발주 방식인 일괄 발주(Turnkey) 방식과 달리 사업주인 한국전력공사가 사업을 직접 관리하고 주기기, A/E, 보조 기기 및 시공 등을 분리 계약하는 분할 발주(Non-Turnkey) 방식을 채택하여 건설되었다.

이에 따라 각 분야에 많은 국내 업체를 참여케 함으로써 종합 설계 국산화율과 기자재 국산화율을 끌어올리는 데 크게 기여하였다.

2. 운영 실적

지난 20년 동안 우리 나라의 원전 운영 실적은 꾸준한 발전을 하여 지난해에는 14기의 가동중인 원전에서 약 900억kWh의 전력을 생산하여 유연탄 대비 1억4천5백만달러, 액화 천연가스 대비 6억6천8백만달러의 수입 대체 효과를 거두어 외화 절감에 크게 기여하였다.

평균 이용률 또한 90.2%의 실적을 올려 세계 평균치(97년 72.2%)보다 18% 정도 높은 실적을 달성하였다(표 3).

원전의 신뢰성을 나타내는 고장 정지는 6회가 발생하여 원전 1기당 연간 고장 정지율 0.4회를 기록하여 선진국(97년 미국 2.0회, 프랑스 3.0회)보다 훨씬 낮은 실적을 보이고 있다.

고리 제2발전소의 경우 지난해 3·

4호기에서 약 160억kWh의 전력을 생산하였으며, 이용률은 95.8%(3호기 : 86.47%, 4호기 : 105.26%)를 달성하여 국내 원전의 평균 이용률을 높이는 데 일조하였다.

OCTF의 달성 의의

원자력발전소(PWR)는 다른 발전소처럼 전기를 생산할 때마다 연료를 공급할 수 없어 일정 기간 사용할 연료

〈표 1〉 국내 원전의 한 주기 무정지 안전 운전(OCTF) 달성 실적

호 기	달 성 일 (기간)	호 기	달 성 일 (기간)
고리 3호기	88. 10. 9 (304일)	고리 1호기	97. 3. 30 (365일)
고리 2호기	91. 4. 14 (387일)	고리 4호기	97. 9. 14 (460일)
울진 2호기	92. 11. 1 (333일)	고리 2호기	98. 2. 2 (303일)
고리 3호기	92. 12. 21 (307일)	영광 3호기	98. 3. 31 (366일)
울진 1호기	93. 2. 11 (310일)	고리 3호기	98. 5. 16 (407일)
울진 2호기	93. 10. 7 (296일)	고리 1호기	98. 6. 19 (377일)
영광 1호기	93. 11. 5 (395일)	울진 2호기	98. 8. 23 (441일)
울진 1호기	95. 3. 23 (382일)	영광 4호기	98. 12. 24 (387일)
고리 4호기	96. 4. 5 (423일)	고리 4호기	99. 1. 26 (446일)

〈표 2〉 고리 원전의 설비 개요

구 분	1 호기	2 호기	3 호기	4 호기
시설 용량(MW)	587	650	950×2	
원 자 로 형	가압경수형			
기 기 공 급	원자로	웨스팅하우스(미국)		
	터빈 발전기	GEC (영국)		
건설 방식	계약자 주도형		한전 주도형	
상업 운전	78. 4. 29	83. 7. 25	85. 9. 30	86. 4. 29

주 : 3·4호기는 ABB사 저압 터빈으로 교체(97~98)

〈표 3〉 원자력발전소 연도별 이용률 실적 비교

구 분	91	92	93	94	95	96	97	98
세계 평균	67.8	67.3	69.4	70.2	71.6	72.8	72.2	-
국내 평균	84.4	84.5	87.2	87.4	87.3	87.5	87.6	90.2
고리 평균	81.0	82.1	83.8	83.7	84.7	87.7	83.7	89.2
고리 4호기	79.6	83.1	85.5	93.2	91.5	83.5	87.8	105.2

* 자료 : (Nucleonics Week)

단위 : %



를 한 번에 장전하고, 이 연료가 다 소모되면 다시 새로운 연료로 교체하여야 하는데, 이 기간을 한 주기(One Cycle)라 한다.

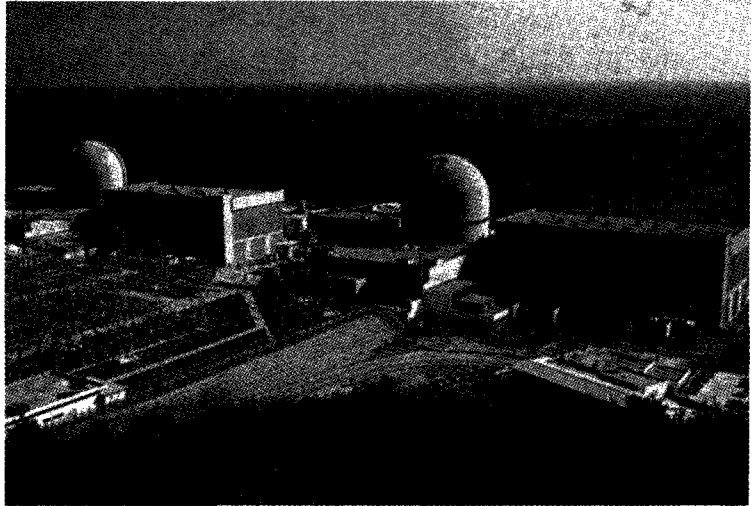
한 주기는 장전되는 연료량에 따라 보통 10~16개월 정도이며, 이번 고리 4호기에 장전되었던 연료는 전출력으로 운전시 약 15개월을 운전할 수 있는 양이었다.

계획 예방 정비(O/H) 기간 동안 각종 설비와 기기를 점검하고 시험하여 그 기능이 다음 정비시까지 정상적으로 발휘될 수 있도록 정기적인 정비 - 계획 예방 정비 - 를 실시한다.

한 주기 무고장 안전 운전(OCTF, One Cycle Trouble Free)은 이 기간 동안 고장 정지 없이 운전된 것을 의미하는 것으로, 원전의 안전성과 운영·정비 능력의 우수성을 동시에 달성하였다는 의미를 담고 있다.

즉 기본에 충실한 준비와 완벽한 마무리로 수백만개의 부품으로 구성된 발전 설비가 한 주기 동안 제 기능을 발휘할 수 있었다는 것을 의미하며, 그만큼 안전하게 운전되었다는 것을 실증해 주는 것이다.

90년대 들어 80%대를 유지하던 이용률이 지난해는 90%대로 진입하였고, 호기당 불시 정지 역시 1건 이하로 유지할 수 있었던 국내 원전의 운영 능력은, 우리 나라 원전 기술을 해외로 수출할 수 있는 기반을 구축해 주고 있을 뿐만 아니라, 북한에 지원할 경우로 한국 표준형 원자료가 추진되는 데



고리 3·4호기. 96년에 이어, 97년 9월 460일간(96. 6. 12~97. 9. 14)의 국내 최장기 한 주기 무고장 안전 운전(OCTF)을 달성했던 고리 4호기는 올해에도 446일간(97. 11. 7~99. 1. 26)의 OCTF를 달성하여 3주기 연속 1,329일간의 무고장 안전 운전을 하는 기록을 세웠다.

도 큰 밑거름이 되고 있다고 하겠다..

이번 3주기 연속 무고장 안전 운전 기간(95. 2~99. 1. 26, 1,329일) 동안 고리 4호기는 약 312억kWh의 전력을 생산하여 유연탄으로 환산시 약 1,123만톤(5,730억원), 액화 천연 가스로 환산시 약 527만톤(1조6,800억원)의 수입 대체 효과를 거두었다.

그리고 유연탄 대비 약 285만톤의 탄산 가스 발생량을 줄여 외화 부담 경감과 환경 보호에 크게 기여하여 에너지 수입 의존도가 97%를 넘는 우리나라 에너지 여건에 비추어 볼 때 원전 운영 역사의 새로운 도약의 이정표를 만들었다 하겠다.

가장 중요한 것은, OCTF는 당연히 할 수 있어야 한다는 원전 운영 문화를 구축하여 안정되고 안전한 원전 이미지 제고에 크게 기여하고 있다는

점이다.

OCTF 달성을 위한 노력

고리 4호기가 96년 국내 최초로 장전된 장주기(18개월) 노심으로 OCTF를 달성한 데 힘입어 '하면 된다'는 자신감을 얻었고, 그 결과 97년에 이어 올해에도 OCTF를 달성하게 되어 3주기 연속 OCTF를 달성하는 성과를 거둘 수 있었다.

이러한 결실은 원전의 안전성과 설비 운영의 신뢰성을 동시에 확보해야 하는 원전 운영의 특수성을 감안한 원전 품질 보증(NQA) 활동을 통해 국민 신뢰의 기반 위에 값싸고 질 좋은 전기를 안정적으로 공급하는 '세계 수준의 원전 운영'을 목표로 최선을 다한 결과라고 생각한다.

〈표 4〉 제일·개혁·제로(FIZ) 운동

운 동	세부 실천 항목
제일 (First)	사람 제일, 안전 제일, 품질 제일, 신뢰 제일, 방사선 제일
개혁(Innovation)	의식 개혁, 행동 개혁, 행정 개혁, 교육 개혁, 환경 개혁
제로 (Zero)	고장 제로, 실수 제로, 누설 제로, 방출 제로, 불능 제로

1. 안전·품질 마인드의 정착

가. 올바른 안전 의식 함양

올바른 원자력 안전 문화의 정착과 세계 수준의 원전 운영은 불가분의 관계에 있다.

즉 원전은 안전성이 확보된 바탕하에서만 운영이 가능하다.

원전에 종사하고 있는 사람이라면 “잘못될 수 있는 일은 언젠가는 잘못된다”는 경구(警句)를 마음속에 새겨, 항상 자문하면서 일해야 한다.

우리는 우리 주위에서 이 말에 걸맞은 일을 보게 될 때마다, 사전에 조치를 취했어야 하는데 하는 아쉬움을 가지게 된다.

물라서 어쩔 수 없이 겪는 일은 그 령다 하더라도, 알면서 소홀히 하여 당하는 일은 안타까운 일이 아닐 수 없다.

잘못된 습관을 고치는 일을 행동으로 옮기는 습관을 길러야 한다.

효율적인 안전 업무를 위한 전문 지식도 중요하지만, 보다 중요한 것은 우리의 업무 추진 습관이다.

잘못된(잘못될 소지가 있는) 일은 그 근원부터 제거하는 사전 관리 노력이 필요한 만큼, 예방에 보다 많은 노력을 쏟아야 한다.

이를 위해서는 무엇보다도 설비를 관리하는 종사자들의 마음가짐이 중요하다. 따라서 전직원의 이름으로 ‘안전 제일 추진을 위한 우리의 결의’라는 결의문을 채택하여 발전소 전역에 부착하는 한편, ‘제일·개혁·제로(FIZ)’라는 정신 운동을 전개하여 각종 규정의 준수를 생활화하고, 경쟁력 있는 사고와 습관을 증진하도록 하고 있다(표 4).

나. 품질 마인드의 확산

품질 마인드를 가지는 것은 OCTF의 첫 걸음이다.

모든 구성원들이 품질 마인드를 가지고 자신이 담당하는 설비는 물론, 주변의 모든 설비와 모든 제도의 개선을 위해 함께 참여하고 함께 해결하려는 의식이 구축되어야 한다.

① 운전품질보증계획서의 철저한 이행

품질보증계획서는 효율적인 품질 경영 활동을 위하여 원자력법, 사규(품질보증규정), 공사(公社) 품질보증 계획서 및 원자력운영품질보증계획서의 제반 요건들의 이행을 위한 기본 사항을 제공하고 있다.

따라서 이 계획서의 제반 요건 준수를 위해 품질 방침을 이행하는 기본 도

구로 설정하여 품질 문화의 구축과 운영, 곧 ‘원자력 안전 기반 위에서 원전 운영의 경쟁력 제고’를 위한 기반 구축과 운영을 주도하고 있다.

② 시스템 지향과 일상 업무

문명의 현주소를 놓고 선진국과 후진국의 차이가 어디에 있는지 생각해 보면, 한마디로 시스템 지향과 일상 업무의 시스템화 수준에서 찾을 수 있으리라 본다.

오늘날 경영 관리자가 되는 길은 좁게는 몸담고 있는 조직 내에서의 일상 업무의 시스템을 지향하는 사고(思考)의 수준에서 결정된다.

또한 전문 지식을 필요로 하되, 이들을 묶어 체계를 구축하고 운영하는 능력이 요구된다.

따라서 조직의 팀웍이 시스템에 의해 배가될 수 있도록 노력하고 있다.

③ 방침 관리와 기능 전개

오늘날 국가 경쟁력은 기업의 경쟁력으로 평가된다.

기업의 경쟁력은 조직을 구성하고 있는 개개인들의 능력을 어떻게 결집·운영하느냐에 의해 결정된다. 즉, 팀웍이다.

이야기하는 사람과 일하는 사람의 생각이 따로 따로 움직여서는 안된다.

발전소장의 경영 방침과 운영 목표, 추진 전략이 일선에서 일하는 직원에 까지 체계적으로 전달되기 위해 발전소장 및 각 부서장 방침을 정립하고, 방침의 효율적인 추진을 위한 기능을 전개토록 하여 구성원들의 힘을 한 곳



으로 모으고 있다.

2. 설비의 제 기능 확보

가. 완벽한 계획 예방 정비

발전소의 설비 중 전기 생산과 직접 관련이 있는 주요 설비는 대부분 발전기를 정지하지 않고서는 운전중에 정비를 할 수 없으므로, 계획 예방 정비가 OCTF에 미치는 영향은 가히 절대적이다.

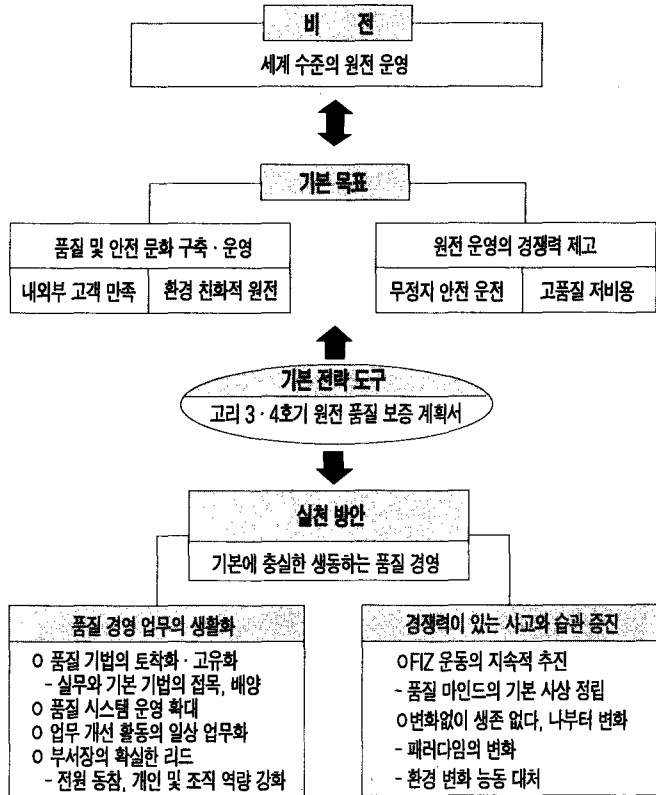
그 중요성을 새롭게 인식하여 정비 대상 기기의 선정에서부터 완벽한 성능 보장의 확인시까지 모든 분야의 설비를 미세하게 관리하는 전방위 체계, 즉, 「0」 ppm 도전 정신」을 통해 OCTF의 기초를 다져오고 있다

① 제로 기준 정비 대상 기기 선정
원전을 구성하고 있는 설비는 발전을 하면서 정비가 가능한 기기와 정비가 불가능한 기기로 대별된다.

이 중 운전중 정비가 불가능한 기기는 한 주기 동안 고장이 발생해서는 안 된다.

따라서 터빈/발전기 계통, 주급수 계통 및 우회 설비나 여분의 기기가 없는 단일 계통은 물론, 국내외 원전의 경험, 취약 설비의 개선, 운전중 결합, 공통 상실(Common Failure) 유발 기기 및 환경 개선 등 결합이 예상되는 전기기 및 계통까지 정비 범위를 확대 시행하는 미세 관리를 하고 있다.

② 전자 제어 카드의 차별화 정비
원전은 발전 정지를 직접 유발하는 기관만도 약 210매 - 7300 공정 제어



(그림 1) 고리 원자력본부의 원전 운영 마인드 시스템

계통(12매), 원자로 보호 계통(80매), 제어봉 제어 계통(47매), 반도체식 논리 계통(71매) - 가 될 정도로 수많은 전자 제어 기관이 설치되어 있다.

이 중 하나라도 고장이 나면 발전 정지를 일으키게 된다.

실제 4호기의 경우 91년과 93년 사이에 전자 제어 카드의 오동작에 의한 발전 정지가 4차례나 발생한 경험이 있다.

따라서 계측 제어 설비의 전자 회로 기관을 중요도에 따라 차별화 - 발전

정지 직접 관련 기관은 1등급, 출력 변동 가능 기관은 2등급, 다중화된 인터록으로 구성된 보호 및 제어 계통 기관은 3등급, 단일 회로의 경미한 계통 및 경보/지시 관련 계통 기관은 4등급 - 하여 정비를 하고 있다.

③ 취약 설비 및 정비 환경 개선
지금까지 고리 원전에서 발생한 불시 정지 원인 중 절반 이상이 원자로 보호 기능과 무관한 주급수 계통과 주급수 계통의 고장으로 나타났다.

따라서 단일 채널로 구성된 이 계통

〈표 5〉 고리 3·4호기 설계 변경 현황

단위: 건

연도	설비 개선	정비 품질	운전 편이	기 타	계
94	24	1	22	7	54
95	19	2	4	2	27
96	38	5	2	4	49
97	32	4	4	4	44
98	34	9	10	1	54

의 전자 회로 기판과 전원 공급 계통을 이중화하여 발전 정지 위해 요인을 근본적으로 제거하고 있다.

또한 분리형 스템의 취약점 보강을 위해 주증기 차단 밸브의 스템을 일체형으로 교체하여 신뢰도를 향상시키는 등 구조적인 취약 설비와 노후 설비를 개선하였다.

한편 각종 정비 편의 시설을 설치하여 불안정한 작업 조건을 개선하고, 주요 작업용 신개발 장비·공구를 제공하여 정비의 질을 높이는 한편, 현장의 모든 지역에 대한 조명 상태를 조사하여 작업 수행에 필요한 조도를 만족시킬 수 있도록 조명등을 보강하여 작업 인력과 작업 시간이 최적화되도록 하고 있다.

④ 협력 업체 종사자 교육

정비를 직접 수행하는 사람은 협력 업체의 직원들이지만 이들은 원자력발전소를 구성하고 있는 계통에 대한 이해도가 상대적으로 낮다.

따라서 계획 예방 정비 전에 한전기공(주), 삼창기업(주), 한일원자력(주) 등 협력 업체 직원에 대한 계통 교육을 실시하여 자신이 수행하는 일의 중요

도를 알게 하고 있다.

⑤ 정비 품질의 확보

정비의 최종 목표는 정비한 기기가 다음 계획된 정비시까지 주어진 기능을 정상적으로 발휘토록 하는 것이다.

따라서 정비 품질의 단계별 목표를 설정하여 작업의 계획에서부터 작업이 끝나 성능이 보증될 때까지 확인토록 하여 정비 품질을 확보하고, 발전 설비의 고장은 대부분 계통의 물리적 상태가 변화하는 과정에서 발생하므로 기동·부하 증발 기간중에는 부서별 집중 관리 항목을 선정하여 담당 설비의 운전 환경을 점검, 확인토록 하고 있다.

통계상 발전 정지는 계획 예방 정비 후 3개월 이내에 집중 발생하는 것으로 나타나, O/H 종료 후 100일간을 기기와 설비의 운전 상태가 안정되는 특별 관리 기간으로 정하여 운영하고 있다.

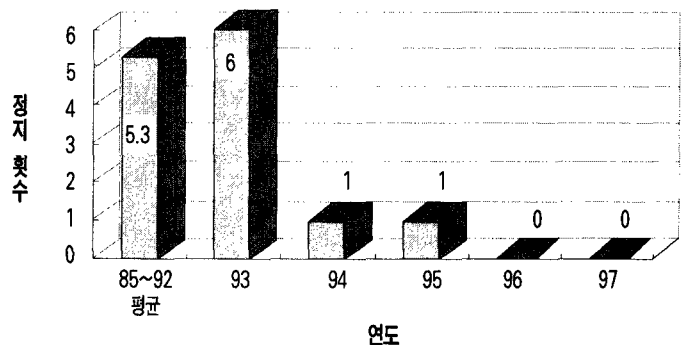
나. 안전 제일주의의 설비 관리

① 운전 변수의 예측 관리

모든 설비는 이상이 발생되기 전에 반드시 그에 상응하는 증세가 나타난다.

그러나 초기 증세는 외관상으로 잘 나타나지 않아 설비의 상태를 간접적으로 예측할 수 있는 운전 변수의 철저한 분석에 의해서만 발전이 가능하다.

이를 위해서 발전소 안전성과 고장 정지에 직·간접적으로 관련이 있는 주요 운전 변수(호기당 110여개)에 대해서는 운전원·감독자·관리자가 3단계로 매일 분석·평가하고, 연속적인 추적 관리가 필요하다고 판단되는 항목은 일근조 운전원으로 하여금 별도로 관리하게 하였다.



〈그림 2〉 고리 제2발전소의 연도별 불시 정지 현황



또한 경향 분석이 요구되는 시안에 대해서는 특수 계측기를 설치하거나 운전 지원 전산 설비(OACS)를 이용하여 예측 관리하였다.

특히 95년 개발한 「발전소 운전 상태 감시 시스템」을 이용하여 부서장들이 발전소의 운전 상태를 상시 감시하는 체계를 구축·운영하고 있다.

이와는 별도로 경험이 풍부한 간부(협력 업체 포함)들의 현장 순시를 정례화하고, 일일 업무 회의를 현장 주재 여실에서 시행하여 지원 부서의 사무실과 현장간의 거리감을 좁히도록 노력하였다.

또한 연말 연시, 계획 예방 정비 후 100일간, 하절기 및 자연 재해가 예상되는 기간에는 특별 순시를 통해 핵심 및 취약 설비에 대한 관리를 강화하여 발전 정지를 예방하고 있다.

② 발전 정지 요인 사전 제거

고장은 정도의 차이가 있을 뿐 어떤 형태이든 인간의 행동과 직·간접적인 관계가 있다.

과거 기기의 탓으로 돌렸던 발전 정지 원인이 최근에는 인적 실수에 의한 원인으로 분류되는 비율이 증가하고 있는 추세이다.

따라서 정비원의 오류를 방지하기 위하여 제어·보호 회로의 단자를 색깔로 구분(발전 정지: 적색, 출력 감발/정지 유발: 청색, 주요 기기 동작: 황색, 경보: 백색)하고, 운전원의 오류를 방지하기 위하여 주제어실 경보의 그룹별 재배치, 경보창의 색깔 구분



저압 터빈 로터 인양 작업. 고리 4호기는 96년 국내 최초로 잠전된 장주기(18개월) 노심으로 OCTF를 달성한 데 힘입어 '허먼 펀드'는 자신감을 얻었고, 그 결과 97년에 이어 올해에도 OCTF를 달성하게 되어 3주기 연속 OCTF를 달성하는 성과를 거둘 수 있었다.

및 용어 통일, 현장의 발전 정지 경험 기기와 중요 기기에 대한 조작 주의 카드를 제작 부착하여 인적 실수의 가능성을 제거하고 있다.

한편 그 동안 고리 제2발전소에서 발생한 불시 정지 원인 중 절반 이상이 주중기 계통과 주급수 계통에서 발생한 것을 감안, 이들 계통에 대한 설비 개선을 집중적으로 실시하여 발전 정지 위해 요인을 최소화하는 등 취약 설비 개선에 많은 노력을 기울이고 있다.

3. 설비 환경 보존과 위기 관리 능력 향상

가. 주요 설비의 환경 보존
앞에서 몇 차례 언급했듯이 국내 원전에서 발생한 발전 정지 원인의 약 70%가 기기 고장으로 나타났다.

특히 보호·제어 계통에 설치된 전

자 회로 기판에는 약 4만개의 저항·다이오드·콘덴서 등과 같이 민감한 소자들로 구성되어 주변 환경, 즉 공기 중의 온도·습도·염분 및 이물질 등에 의해 영향을 받기 쉽다.

실제로 지난 91년 이후 전자 회로 기판 오동작에 의한 발전 정지가 수 차례 발생하였고, 해안에 설치된 국내 원전의 지리적 환경과 여름철 고온 다습한 환경에 노출될 수밖에 없는 여건을 고려해 볼 때, 제어 카드의 신뢰성 확보를 위한 환경 보존은 그 어떤 과제보다 우선되어야 할 것으로 판단되어 제어 카드가 집중적으로 설치되어 있는 주제어실과 현장의 환경 보존에 주안점을 두고 있다.

① 주제어실 환경 보존

발전 정지와 관련된 대부분의 전자 제어 기판은 주제어실에 설치되어 있

다.

따라서 원격 조정 장치를 이용하여 주 제어실 공기 정화 계통의 닥트 내부에 쌓여 있는 먼지를 깨끗이 제거하고, 이동형 공기 정화기를 설치하여 주 제어실 공간에 존재할 수 있는 각종 부유물을 완전히 제거하였다.

그리고 진공 청소기를 이용한 청소 방법을 채택하여 전자 제어 기판들이 설치된 캐비닛 내외부의 먼지를 말끔히 청소하는 한편, 주 제어실 내의 공기 중 먼지 및 염분 농도를 주기적으로 분석·평가하여 공기 조화 계통의 필터 교체 시기를 조정하고, 주 제어실 내에서의 전면적인 금연 운동을 전개하여 주 제어실 내부의 공기 청정도를 유지하고 있다.

② 현장 환경 개선

현장의 기기 환경 조건은 주 제어실에 비하여 매우 열악하다.

특히 자연 환경에 노출된 터빈 건물의 공기는 바다에서 발생한 해무가 직접 유입되므로 공기 흡입구를 미로형으로 개선하여 바다로부터 직접 유입되던 염분과 수분의 양을 줄이도록 노력하였다.

인버터나 자동 전압 조정기(AVR)와 같은 주요 기기실에는 항온항습기를 설치하여 온도·습도·염분 및 진동 등으로부터 영향을 줄일 수 있도록 운전 환경을 개선하였다.

아울러 전자 회로 기판 캐비닛 내부에 냉각팬 및 최고·최저 온도 감시용 계기를 설치하여 일일 최고 온도 및 운

〈표 6〉 원전 고장 조치 능력 제고를 위한 모의 훈련

분 류	훈련 방법(도상 훈련)	훈련 실적	참여 부서
복합 사건	관련 부서 합동 훈련	3회	운전/정비 부서
단독 사건	부서별 자체 훈련	61회	각 부서

전 상황을 점검토록 하여 온도 상승에 의한 이상 징후를 조기에 파악하도록 현장 점검 체제를 운영하고 있다.

나. 직원의 위기 관리 능력 향상

설비가 아무리 완벽한 기능을 가지고 있어도 결국은 그 설비를 유지·관리하는 사람에 의해 기능을 보장받을 수 있다.

인간이 편익을 위해 만든 모든 물질은 그에 상응하는 어려움을 수반한다.

이러한 어려움은 대부분 비정상적인 상황에서 다가오고, 위기를 어떻게 관리하느냐에 따라 그 정도는 달라진다.

예상되는 재해에 대해 효과적으로 대응하는 위기 관리 능력이 설비의 안전성은 물론 효율성을 높일 수 있다.

이러한 재해는 크게 자연 재해와 기술 재해로 나눌 수 있으며, 이에 대한 대응 자세를 항상 갖추고 있어야 한다.

① 자연 재해에 대한 대비

위기 관리란 한마디로 재해로 인한 손실을 최소화하기 위한 모든 활동이다.

인간의 능력으로 극복하기 어려운 재해로 분류되고 있는 자연 재해 역시 사전에 어떻게 대비하고, 어떻게 대응하느냐에 따라 그 결과가 크게 달라진다.

특히 국내 원전은 냉각수로 해수를 사용하고 있기 때문에 태풍·해일과 같이 바다에서 일어나는 자연 재해에 큰 영향을 받게 되므로 하절기 전력 수급 안정을 위해 취수구 회전망의 전담 부서제 시행, 취수구 내 그물망 설치, 발전소 주변 대청소, 비상 대비 체제 유지 등 자연 재해에 대비한 사전 관리 체계를 수립·시행하고 있다.

그 외에도 전기 설비의 과열 개소 유·무, 및 열교환기의 성능 등에 대한 사전 점검과 확인을 통해 외기 온도의 상승 및 환경 변화에 대한 대응 조치 계획을 사전에 수립·시행하고 있다.

② 인적 실수에 대한 대비

원전은 고도의 기술 집약적 산물로 다양한 형태의 비정상적 상황이 일어날 수 있다.

이러한 상황은 잘 갖추어진 자동 설비에 의해 제거될 수 있으나 이를 확인하고 판단하는 일은 결국 사람에게 의해 이루어진다.

따라서 긴박하게 변화하는 상황에 대응할 수 있는 능력을 갖춘 인력과 체계가 갖추어져야 하므로 가상 시나리오에 의한 모의 훈련을 주기적으로 실시하여 비정상 상황에 대응할 수 있는 잠재 능력을 배양하고 있다.

그리고 세상에서 일어나는 모든 사



건을 직접 경험할 수는 없으므로 다른 사람이 겪은 경험을 함께 나누는 일은 매우 중요한 재산이 된다.

따라서 각자가 체험한 운전 및 정비 경험을 발표토록 하여 직접 경험하지 못한 직원들에게도 간접 경험의 기회를 제공하여 유사 사건에 대한 대응 능력 배양을 하는 한편, 기기 전담제 및 계통 전문가 제도를 도입하여 주요 기기에 대한 전문 지식을 배양해 하여 기기의 신뢰도와 정비 신뢰도를 향상시키고 있다.

원전 운영의 향후 과제

지난해 세계 도처의 기후는 많은 이변을 낳았다.

양쯔강 유역에 대홍수를 가져왔을 뿐 아니라 최근 유럽에서는 영하 50도까지 떨어지는 한파가 닥치기도 했다.

이러한 기상 이변은 우연히 나타나는 현상이 아니라 지속적으로 계속되는 경향을 보이고 있어 국제 환경 기구는 지구 환경을 저해하는 화석 에너지 사용을 억제하는 수단을 모색하고 있다.

그러나 우리 나라의 에너지 해외 의존도는 97%를 상회하고 있는 반면, 에너지 소비 증가율은 경제 성장률을 상회하고 전기 에너지 소비 증가율은 에너지 소비 증가율을 상회하여 왔다.

지난해 가동중인 원전에서 생산한 발전량은 약 900억kWh로 국내 총전력량의 41.7%를 차지할 정도로 전력

에너지 공급에 중추적인 역할을 해 왔으나, '국민과 함께 하는 원전 정책'에 따라 입지 확보 단계에서부터 주민의 의사를 충분히 고려해야 하는 어려움을 안고 있다.

따라서 기술적·경제적 문제점의 개선은 물론이고, 원자력에 대한 올바른 이해의 기반을 확보하는 일이 앞으로 해결해야 할 최우선 과제라 하겠다.

1. 기본에 충실한 안전 문화 정착

원자력이 다른 에너지원에 비하여 많은 장점을 가지고 있으나, 사고가 발생할 경우 그 특성상 피해 영역이 넓고 오랫동안 지속되는 특성이 있으므로 운전중인 원전의 안전성 확보가 그 무엇보다 중요한 과제이다.

이를 위해서는 기본에 충실하는 마음 자세를 가져야 한다.

몇 해 전 발생했던 성수대교 붕괴 사고, 삼풍백화점 붕괴 사고와 같은 대형 사고의 원인에서도 우리는 기본에 충실하는 것이 얼마나 중요한가를 알고 있다.

일반 국민들은 아직도 원전 안전에 대한 확실한 믿음을 갖지 못하는 것이 현실이다.

그러나 일반 국민들이 원전을 보는 시각이 어떠한지, 원전에 종사하는 우리들은 원전의 안전성 확보를 위해 내가 하는 일 중에 '기본에 맞지 않는 일들을 무심히 보아 오지는 않았는지', '결과에만 집착하여 과정에 충실해야 할 일상 업무를 소홀히 하지는 않았는

지'를 들여켜 보고 업무의 완급을 생각하여 기본에 충실하는 업무 환경을 만들어 나가야 하겠다.

특히 설비를 실제 운전하고 있는 운전원의 기술 지침서 준수와 이들을 관리하는 관리자들과의 보수적인 의사 결정, 즉 안전을 최우선으로 하는 관리가 이루어질 때만 신뢰받는 원전이 얻을 수 있는 것이다.

2. 올바른 이해 기반 구축

'지역 사회와 더불어 사는 원전', '깨끗한 환경을 지켜 주는 원전'이 공해 시설과 함께 넘비 현상을 유발하는 표적이 되고 있는 데는 어떠한 문제가 있을까?

여러 가지 이점이 있을 수 있으나 바른 홍보가 가장 큰 과제라 하겠다.

우리는 좋은 일을 하고도 그 결과를 잘 전달하지 못하여 오해를 받는 경우가 있다.

OCTF 역시 그 중의 하나라고 보여진다.

'OCTF를 하게 되면 안전이 무시되는가?', '원자력의 중요성은 안전성에 있는가, 경제성에 있는가?' 등과 같은 질문을 기자들은 물론 의외로 많은 사람들이 하고 있는 것을 보면 놀라지 않을 수 없다.

즉 일반인들은 OCTF가 원자력 안전에 영향을 미친다는 생각을 가지고 있는 것이다.

일찍이 원자력발전소 건설을 시작하면서 우리는 국제 관행인 신용의

TOOL, 즉 '품질 보증 시스템'을 업무 관행으로 사용해 오고 있다.

이러한 보증 제도의 바탕하에서 안전성을 기본으로 완벽한 정비, 지속적인 설비 개선을 시행할 때 OCTF는 가능한 것이다.

따라서 OCTF의 달성은 원전의 운영 기술 향상으로 안전성이 제고되고 있음을 말하는 것이라 해도 과언이 아니다.

우리는 원전 운영의 기본틀이 무엇이고, 우리 생활과 업무 속에 어떻게 살아 움직이고 있는지 바로 알고, 우리의 실상을 투명하게 국민들에게 알릴 필요가 있다고 판단한다.

전문적인 것이라 해도, 쉽게 이해하고 올바른 비판을 할 수 있도록 우리 주위에 엉뚱한 오해나 잘못된 시각이 없는지 살펴보고 개선해 나가야 하겠다.

이것이 이루어질 때만 '지역 사회와 더불어 사는 원전'을 실현할 수 있을 것이다.

3. 설계·기술 능력의 제고

원전 기술을 해외에 수출할 수 있을 정도로 우리의 기술이 발전했지만 아직도 핵심 설계 기술과 주요 설비의 일부 핵심 기자재는 수입에 의존하고 있는 것이 현실이다.

고리 1호기 가동 이후 20년 동안 우리는 전문 기술 지식을 우리 것으로 하기 위해 많은 노력을 기울여 왔으나, 이러한 기술을 우리 것으로 만드

는 데는 아직도 미흡한 부분이 많다.

과거 쉽게 얻을 수 있던 정보도 요즘은 모두가 돈이고, 어느 경우에는 돈을 주고도 살 수 없는 것이 현실이다.

기술 정보의 체계적인 관리가 향후 경쟁 시대에 있어서 기업의 사활을 좌우할 것은 자명한 일이므로, 홍수처럼 쏟아지는 정보들을 귀하게 여겨 고유의 지적 자산이 되도록 2차·3차 정보로써 가공하고, 원전을 기술 자립 정책 일환으로 건설·운영하면서 익힌 기술을 재산으로서 어떻게 증식시켜 나갈 것인가가 과제이다.

특히 자신이 경험한 기술이 혼자만의 정보가 되어 사장되지 않도록 경영·기술 관리 측면에서 인적 재산과 함께 각종 기술 자료들이 함께 공유되어 값지게 이용될 수 있도록 노력하여야 한다.

원전 운영의 경우, 국내 관련사들의 참여 기능이 취약하다.

구조 조정의 여파 속에서도 NSSS, AE, BOP, T/G 분야 설계 기술들이 원전 운영 기술과 연계되어 발전 사업자의 고객 만족 차원에서 재검토, 보완되어야 한다.

종합적인 접근에서 계통 설계자(SD), 기기 설계자(CD), 기자재 공급자(ES)들간의 연계 효율성이 발전 사업자의 Needs를 만족시켜 나가는 방향에서 함께 조직 기능이 살아날 때 원전 운영의 지속적인 개선은 더욱 힘을 얻을 것이다.

맺는말

'지역 사회와 더불어 사는 원전', '깨끗한 환경을 지켜 주는 원전'이 공해 시설로서 넘비 현상을 유발하는 표적이 되고 있는 데는 여러 가지 요인이 있을 수 있으나, 고장 없이 안전하게 운영하는 것이 원전의 안전성에 믿음을 심어줄 수 있는 첫째 과제이다.

원전을 아무리 자연적 재해와 인위적 재해가 적은 장소를 선정하여 지었다 하더라도, 제반 우려를 없애기 위해서는 지진·홍수·해일·태풍 등 자연 재해는 물론, 화재와 같은 인위적 재해에 대한 철저한 사전 준비와 대응 능력 배양으로 만에 하나 일어날 수 있는 일에 대비할 때 그것이 가능하다.

그래서 원전은 이의 만족을 위해 설계적으로, 운영적으로, 지속적으로 모든 노력이 경주되고 있다.

이 만족 여부가 가시적으로 나타나는 것은 국내의 원전 전문가들이 인정해 주는 일이고, 이번과 같이 실제로 운영 실적을 보여 주는 것이다.

이번 기록이 모든 국민에게 바르게 전달되어 이해되도록 하는 기회가 되었으면 한다.

자만하지 않고 안전성을 최우선으로 하는 운영·관리를 통해 원전에 대한 국민적인 믿음을 얻는 데 가일층 노력할 것을 다짐하면서, 그동안 고리 4호기 무고장 안전 운전에도 도움을 주신 모든 분들께 감사를 드린다. ☺