

# 고리 2호기 OCTF 달성의 의의와 과제

정 재 희

한전 고리원자력본부 제1발전소 소장



**‘외** 채, 부도, 실업, 구조 조정, 기업 인수 합병’ 요즘 신문지상을 가장 많이 장식하고 있는 단어들이다.

이러한 말들로 동방의 해 뜨는 조용한 아침의 나라가 일순간에 삭풍에 매달린 잎새처럼 온통 요동을 치고 있다.

우리는 그 동안 국제화, 세계화, 무한 경쟁이라는 어려운 단어들을 친숙하게 사용하면서 작금의 상황에 대하여 많은 준비를 해온 듯이 보였다.

그러나 산업 현장에는 어느새 3D

기피 현상으로 어렵고 힘든 자리는 외국인 근로자로 채워졌으며, 잔업을 당연시여겼던 노동 풍토가 개인의 희생으로 여겨지고 있다.

우리는 국제화, 세계화, 무한 경쟁을 위하여 단어를 종이에 쓰는 것 외에 진실로 무엇을 준비해 왔던가를 반성해 본다면, 지금의 어려운 상황은 어느 정도 예견되었던 불행이 아닌가 하는 생각이 든다.

결자 해지라고 현실은 우리 모두의 잘못된 과거 관행에서 시초된 것이다. 따라서 그것을 감당해야 하는 고통과 인내 또한 우리 모두의 책임이며 몫이다.

이 어려운 경제 국난의 현실은 원전 업계 종사자들에게도 묵묵히 책임과 의무를 다하여 우수한 원전 운영 실적을 보임으로써 국익에 보탬이 될 것을 요구하고 있다.

68년 정부는 에너지 다원화 정책과 급증하는 전력난의 타개책으로 원자력발전소 건설 계획을 발표하였으며, 같은해 5월 우리 나라 최초 원자

력발전소 건설 부지로 고리를 선정하였다.

## 원전의 성장 과정

### 1. 원자력 발전의 시작

69년 1월 고리 1호기의 계약 대상으로 미국의 웨스팅하우스가 선정되어, 71년 3월 계약자 주도 방식으로 기공식을 가졌다.

당시 국내 경제적 여건과 기술 수준을 감안한다면 원전 사업은 국가적인 모험이라고 할만큼 대역사였으나, 우여 곡절 끝에 가압 경수로형인 고리 1호기가 건설을 무사히 마치고 77년 6월 26일 전력 계통에 병입되어, 원자력을 이용하여 발전을 시작함으로써 이 땅에 원자력 발전 시대를 열었다.

### 2. 유류 파동과 후속기 건설

고리 1호기의 건설이 마무리되어 갈 즈음 고리 2호기가 77년 5월에 역시 계약자 주도 방식으로 웨스팅하우

(표 1) 에너지원별 발전량 추세

구분	수력	화력		원자력
		석탄	석유	
79	6.4	3.6	81.0	9.0
80	5.3	6.7	78.7	9.3
81	6.7	6.3	79.8	7.2
82	4.6	6.1	80.5	8.8
83	5.6	8.8	67.3	18.3
84	4.5	24.9	48.7	21.9
85	6.3	30.4	34.4	28.9
86	6.2	28.1	21.9	43.8
87	7.2	21.5	18.2	53.1
88	4.2	23.2	25.7	46.9
89	4.8	19.9	25.2	50.1
90	5.9	18.6	26.4	49.1
91	4.2	17.0	31.3	47.5
92	3.7	16.8	36.3	43.2
93	4.2	21.4	34.2	40.2
94	2.5	25.3	36.6	35.6
95	3.0	26.4	34.3	36.3
96	2.5	27.7	33.8	36.0

단위: %

스에 의하여 착공되었다.

78년에는 가압 중수로형인 월성 1호기가 또한 계약자 주도 방식으로 캐나다원자력공사(AECL)에 의해 건설 허가를 취득하여, 우리 나라는 본격적인 원자력 발전 시대를 열어가기 시작하였다.

78년 고리 1호기가 상업 운전을 시작하기 전, 국내 전력 공급은 대부분 석유 발전 설비에 의해 공급되고 있었으며, 전체 발전량의 89.3%를 석유 발전 설비가 점유하고 있었다.

석유 발전 설비가 주종을 이루어 에너지원의 대부분을 수입에 의존해야만 하는 국내 여건상 전력 공급 구조

는 아쩨 수 없이 국제 환경 변화에 따라 민감하게 영향을 받을 수밖에 없었다.

70년대 두 차례에 걸쳐 발생한 석유 파동시 급작스런 유가 상승으로 수출 주도 성장 정책을 추진하던 우리 경제가 심각한 영향을 받게 되자, 정부는 에너지 자립을 위해선 국내 부족량이 극소한 화석 연료로는 한계가 있음을 인식하여 에너지 다변화 정책으로 원전 사업을 보다 강력하게 추진하는 계기가 되었다(표 1).

결국 고리 3·4호기와 영광 1·2호기, 울진 1·2호기의 잇따른 후속기 준공으로 석유 발전 설비가 차지하는 비중이 80년 이후부터는 전체 발전량의 35% 정도만 담당하게 되어 안정적인 전력 공급 구조를 갖출 수 있게 되었다.

### 3. 국내 원전의 운전 현황

고리 1호기가 상업 운전을 시작한 78년에 국내 총발전 설비 용량은 약 8,000MWe로 이 중 원자력 발전 설비 용량은 587MWe로서 전체 발전 설비 용량 중 원전 설비 용량은 7.3%를 점유하고 있었다.

그 후 20년이 지난 현재에는 전체 발전 설비 용량은 41,040MWe(97

년말 기준)로 크게 증가하였으며 원전 설비 용량 또한 10,310MWe로 증가하여, 전체 발전 설비 용량 중 원전 설비 용량이 점유하는 비율이 25.1%로 높아지게 되었다.

97년말을 기준으로 국내에는 총 12기의 원전이 상업 운전중인데, 운전중인 원전의 노형별 구성을 살펴보면 가압 중수로(PWR)형이 10기가 운전중이고, 가압 중수로(PHWR)형이 2기가 운전중이다.

발전 용량에 있어서는 600MWe급 4기, 900MWe급 6기, 1,000MWe급 2기가 운전중이며, 원자로 공급자는 웨스팅하우스(미국)를 비롯하여 프라마툼(프랑스), CE(미국), AECL(캐나다) 등이 있으며, 현재 공급되는 원자로는 국내 업체인 한국중공업(주)가 공급하고 있다(표 2).

### 4. 국내 원전의 운영 실적

원전 사업 초창기 국내 기술 수준이 낙후되어 고리 1·2호기, 월성 1호기를 계약자 주도 방식으로 건설을 시작해야만 하였던 우리 원전 운영 능력은 고리 1·2호기와 월성 1호기 건설 및 운영 과정에서 축적된 경험과 기술을 바탕으로 고리 3호기 건설부터 사업자 주도 방식으로 사업을 관리하였다.

고리 1호기 운전 시작 후 20년이 지난 지금에는 여러 면에서 괄목할 만한 성장을 이루어 내었다.

설비 용량면에서는 97년 6월 30일

〈표 2〉 상업 운전중인 국내 원전 개요

구분	노형	용량 (MWe)	공급/계약			건설 허가일	상업 운전일	
			NSSS	T/G	A/E			
고리	1	PWR	587	WH	GEC	GAI	72. 5. 31	78. 4. 28
	2	PWR	650	WH	GEC	GAI	78. 11. 18	83. 7. 25
	3	PWR	950	WH	GEC	Bechtel	79. 12. 24	85. 9. 30
	4	PWR	950	WH	GEC	Bechtel	79. 12. 24	86. 4. 29
영광	1	PWR	950	WH	WH	Bechtel	81. 12. 17	86. 8. 25
	2	PWR	950	WH	WH	Bechtel	81. 12. 17	87. 6. 10
	3	PWR	1,000	한중/CE	한중/GE	KOPEC/S&L	89. 12. 21	95. 3. 31
	4	PWR	1,000	한중/CE	한중/GE	KOPEC/S&L	89. 12. 21	96. 1. 1
울진	1	PWR	950	Framatome	Alsthom	Framatome/Alsthom	83. 1. 25	89. 9. 10
	2	PWR	950	Framatome	Alsthom	Framatome/Alsthom	83. 1. 25	89. 9. 30
월성	1	PHWR	678	AECL	Parsons	Canatom	78. 2. 15	83. 4. 22
	2	PHWR	678	AECL	한중/GE	AECL/KOPEC	92. 8. 28	97. 6. 30

〈표 3〉 국내 원전의 한 주기 무정지 안전 운전 달성 기록

순서	호기	기간
1	고리 3호기	1987. 12. 10~1988. 10. 9(304일)
2	고리 2호기	1990. 3. 24~1991. 4. 14(387일)
3	울진 2호기	1991. 12. 5~1992. 11. 1(333일)
4	고리 3호기	1992. 2. 18~1992. 12. 21(307일)
5	울진 1호기	1992. 4. 8~1993. 2. 11(310일)
6	울진 2호기	1992. 12. 18~1993. 10. 7(298일)
7	영광 1호기	1992. 10. 7~1993. 11. 5(395일)
8	울진 1호기	1994. 3. 7~1995. 3. 23(382일)
9	고리 4호기	1995. 2. 8~1996. 4. 5(423일)
10	고리 1호기	1996. 3. 31~1997. 3. 30(365일)
11	고리 4호기	1996. 6. 8~1997. 9. 14(460일)
12	고리 2호기	1997. 4. 6~1998. 2. 2(303일)

월성 2호기가 발전을 개시함으로써 총 12기의 원전이 운전되어 원자력 발전 설비 용량이 10,000MWe을 돌파하여 세계 10위의 원전 대국으로 부상하게 되었다.

원전 산업 관련 기술 측면에서는 그 동안 원전 관련 기술의 자립화를 위하여 84년 7월에 정부 주도의 원전

관련 사업자별 '기술 자립 목표'를 수립하여 꾸준히 추진한 결과, 95년 7월 기준으로 95%의 원전 관련 기술 자립 목표를 실현하여 국내 기술진에 의해 설계·제작된 한국 표준형 원자로가 한반도에너지개발기구(KEDO)의 북한 지원 노형으로 선정되어 현재 북한 신포에 건설중이다.

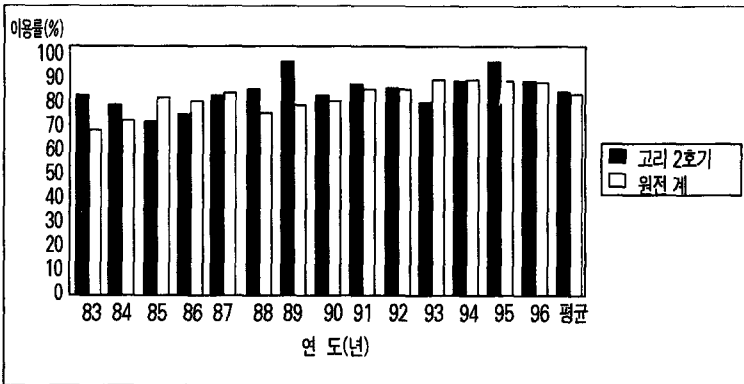
운영면에서도 원전 사업 도입기 운영 기술의 부재와 운영의 미숙, 운전 경험 부족과 관련 정보의 부재로 사업 초기 처음 5년간 호기당 평균 불시 정지 횟수가 10회나 달하였으나, 운전 경험이 축적되고 정비 및 운영 기술에 관한 노하우의 터득과 국내외 원전간 활발한 정보 교환으로 93년 이후부터는 호기당 연평균 불시 정지 횟수가 1.5회 미만의 안정적인 운전 실적을 보여주고 있으며, 이용률에 있어서도 고리 4호기와 영광 1호기가 연간 이용률 세계 1위 달성, 고리 2호기가 세계 2위를 달성하는 등의 원전 선진국에 조금도 손색없는 우수한 운영 실적을 보이고 있다.

이제 국내 원전 운영 기술은 연료를 장전하면 다음 연료 장전시까지 한 번도 고장으로 불시 정지되는 일이 없이 한 주기 동안 무정지 운전을 할 수 있는 정도까지 발전하였다.

지난 88년 고리 3호기가 국내 최초로 한 주기 무정지 안전 운전을 달성한 것을 시초로 올해 98년 고리 2호기까지 국내 원전은 모두 12회의 한 주기 무정지 안전 운전을 달성하였다.

이것은 어느 정도 운전 경험을 축적한 국내 대부분의 원전들이 한 번 이상의 무정지 안전 운전을 기록한 것으로 국내 원전 운영 능력이 상향 평균화되고 있음을 보여준다(표 3).

이는 각 원전의 개별 운영 능력뿐만 아니라 전 원전을 통합 관리할 수 있는 운영 능력, 기자재 제작, 정비



〈그림 1〉 고리 2호기 상업 운전 이후의 이용률 비교

등 원전 관련 협력 업체, 정부의 규제 등 전반적인 원전 산업이 이미 선진국에 진입하였음을 의미하는 것이다.

### 고리 2호기 운영 실적

#### 1. 에너지와 국가

에너지 수급 문제는 과거나 현재나 변함없이 국가 존폐를 결정하는 중요한 요인으로 다루어 왔다.

미래 또한 이것에 관한 한 별반 달라질 이유가 없어 보인다.

2차 세계 대전 당시 승승 장구하던 독일군 사령관 롬멜이 패한 결정적 요인도 석유가 떨어져 전차가 서 버렸기 때문이고, 이와 반대로 롬멜을 격퇴시킨 연합군 사령관 패튼은 석유가 충분히 비축되었을 때에만 전투를 하는 치밀함으로 승리할 수 있었다.

옛 소련과의 전쟁중 모스크바 전방에서 군대를 돌려 우크라이나를 공격할 것을 지시한 히틀러의 속셈도 원유 확보를 위한 치밀한 계산에서였다.

진주만 기습을 하달 받은 일본군 대장도 “명령이니 떠나지만, 우리에게겐 석유가 없다. 그래서 전쟁에서 질 것이다”라고 예측하였으며, 결국 일본은 예측대로 전투기에 급유할 기름마저 고갈되자 더 이상 버틸 여력이 없음을 파악하고 항복 선언을 하고 말았다.

우리 나라의 에너지 사정은 어떠한가?

석유도 나지 않는다, 석탄도 변변치 못하다, 그렇다고 개발할 수자원 또한 풍부한 것도 아니다.

한마디로 화석 연료는 전무한 편인 것이다.

우리 나라가 자원 빈국이라는 것은 누구나 다 공감하는 사실로서 필요한 에너지원의 95% 이상을 수입에 의존하고 있는 실정이며, 극심한 지역적 편중을 갖는 화석 연료를 대체하여 원전에서 전력을 공급하고 있다는 것은 그만큼 국내 에너지 문제를 외부 영향을 덜 받고 해결할 수 있다는 뜻

이다.

이것은 그 동안 꾸준한 에너지 다변화 정책으로 원전의 발전 비율을 높여 화석 연료에 의한 발전 비율을 낮춤으로써 가능하게 된 것이다.

현재와 같이 원화 상승으로 원유 도입이 국가 경제에 큰 부담이 되는 시기에는 원전의 이용률을 높여 원유 수입량을 줄임으로써 국가 경제에 큰 보탬이 되게 할 수 있는데, 이러한 의미로 고리 2호기의 한 주기 무정지 안전 운전 달성은 국가 경제 차원에서 중요한 의미를 갖는다.

#### 2. 고리 2호기 운영 실적

고리 1호기의 건설이 끝나 갈 즈음에 착공되어 83년 상업 운전을 시작한 고리 2호기는 현재까지 15년간 운전되면서 우리 원전사에 기록될 여러 가지 많은 실적들을 이루어 내었다.

85년 214일 연속 운전으로 국내 원전 최초로 200일대 연속 운전 기록을 세움으로써 100일 연속 운전도 힘이 겨웠던 당시 우리 원전 운영 능력에 자긍심과 자신감을 심어 주었다.

88년에는 327일 연속 운전으로 또 다시 국내 최초 300일대 연속 운전 기록을 수립하였고, 91년에는 387일 연속 운전으로 당시로서는 국내 최장기 한 주기 무정지 안전 운전 달성과, 이용률 세계 2위 달성 업적을 동시에 이루어 내었다.

이후에도 92년 331일 연속 운전, 93년 367일 연속 운전, 97년 246일

연속 운전 등의 우수한 운영 실적을 보이던 고리 2호기는 98년 2월 2일 연료 장전을 위해 발전 정지를 함으로써 303일간의 한 주기 무정지 안전운전을 또다시 달성하였다.

**OCTF 달성을 위한 노력**

고리 2호기는 한 주기 무정지 안전 운전 달성을 위하여 여러 가지 프로그램을 개발하여 수행하고 있다(그림 2).

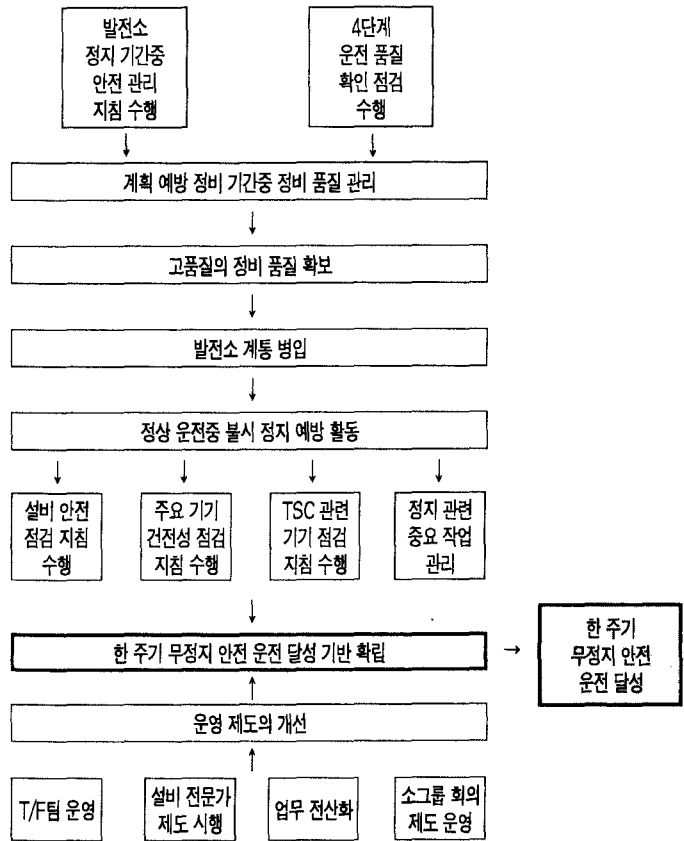
크게 계획 예방 정비 기간중 정비 품질 관리 프로그램, 정상 운전중 불시 정지 예방 프로그램들과 운영 개선 프로그램들로 구분하여 각 프로그램별로 세부 수행 지침에 의해 불시 정지 예방 활동을 강화하고 있다.

금번에 달성한 한 주기 무정지 안전 운전도 이러한 치밀한 계획하에 모든 종사자들이 목표 의식을 가지고 꾸준히 노력한 결과라고 생각된다.

**1. 계획 예방 정비 기간중 정비 품질 관리**

계획 예방 정비 기간중 수행되는 작업을 관리하기 위해 고리 2호기에서는 「발전소 정지 기간중 안전 관리 지침」과 「4단계 운전 품질 확인 점검」을 수행하여 안전을 최우선으로 하는 고품질의 정비 품질 확보를 추구하고 있다.

가. 「발전소 정지 기간중 안전 관리 지침」 제정·시행



(그림 2) 고리 2호기 무정지 안전 운전 달성 위한 프로그램 수행 흐름도

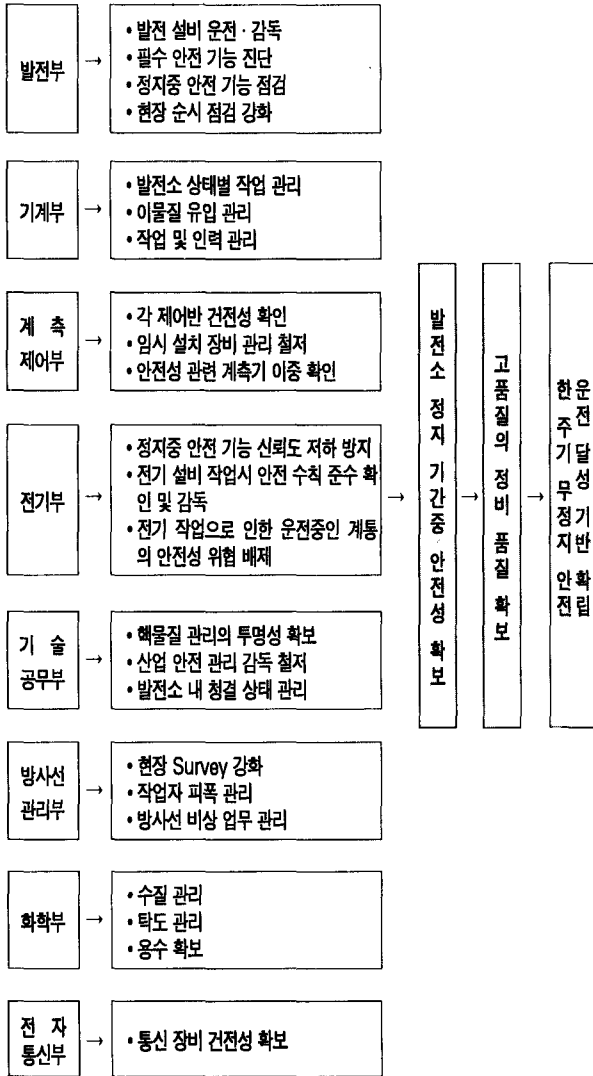
한 주기 무정지 안전 운전의 달성 여부는 계획 예방 정비시 수행되는 정비 품질의 질에 달려 있다고 해도 과언이 아니다.

그래서 모든 원전은 '어떻게 하면 수많은 분야에서 동시에 수행되는 모든 작업을 정해진 시간 내 고품질의 정비 품질이 이루어지도록 관리할 수 있는가'에 지대한 관심을 보이고 있는 것이다.

고리 2호기는 여기서 한발 더 나아가 '어떻게 하면 수많은 분야에서 동

에서 수행되는 모든 작업을 정해진 시간 내 고품질의 정비 품질이 안전하게 수행되도록 관리할 수 있는가'에 초점을 맞추고 「발전소 정지 기간중 안전 관리 지침」을 제정하여 수행하고 있다.

「발전소 정지 기간중 안전 관리 지침」은 계획 예방 정비 기간중 또는 발전 정지중 원자로 붕괴열 제거 능력 확보, 원자로 냉각재 재고량 확보, 전원의 운전 가능성 확보, 반등도 제어 등의 원자로 안전성 확보를 위한 지



(그림 3) 정지 기간중 부서별 안전 관리 활동 항목

침을 제공할 뿐만 아니라, 작업 승인 및 관리, 원자력 법규 중 보고 사항에 관한 사항, 일반 산업 재해를 방지하기 위한 관리 방안도 동시에 제시하고 있다.

나. 운전 품질 확인 점검 활동

발전소를 한 주기 동안 정지 없이 운전하려면 발전소를 구성하는 설비와 계통이 안전하게 운전되어야 하며, 또한 설비나 계통을 구성하는 기기들이 예기치 않은 고장을 일으키지 않아야 한다.

설비나 계통을 구성하는 기기의 신뢰성 문제는 계획 예방 정비 기간중 시행되는 정비 품질의 질에 의해 결정된다.

그러나 수많은 설비와 기기에 대하여 모두 점검한다는 것은 그리 간단한 일이 아니다.

계획 예방 정비 기간중 작업이 시행된 모든 설비나 기기에 대한 정비 상태를 확인하기 위해 4단계 운전 품질 확인 점검을 시행하고 있다(그림 4).

1단계는 계획 예방 정비 기간중 시행된 작업 상태를 단일 기기별로 점검하는 단계로서 원자로 냉각재에 충수가 시작되는 시점부터 점검이 시작되며, 주요 착안점은 원자로 임계를 위한 장애 요인 파악 및 기기들에 대한 내·외부 상태 점검이 주요 점검 대상이다.

2단계는 초기 운전 상태 파악 단계로서 발전소 계통 병입에 문제가 될 요인들을 사전 파악하여 정비하는 단계로서 활동 기간은 임계 후부터 계통 병입 전까지이며, 2단계에서 발견된 불만족 사항은 발전소 계통 병입 전에 재작업을 시행하여 정상화해야만 한다.

3단계는 계통별 운전 상태 파악 단계를로서 발전소 계통 병입 후 출력 100% 도달시까지가 활동 기간이며, 실제로 계통을 운전하여 정비가 시행된 단위 기기의 정비 품질뿐만 아니라 계통의 제어 상태 및 효율적인 측면까지 점검하도록 되어 있다.

단 계	1단계 사전 점검 단계	2단계 초기 운전성 확인 단계	3단계 계통별 운전 상태 파악	4단계 특별 안전 운전 단계
활 동 기 간	원자로 냉각재 충수 ~원자로 임계 전	원자로 임계 후 ~계통 병입 전	계통 병입 후 ~출력 100% 도달	출력 100% 도달 ~이후 100일
활 동 내 용	•작업 사항 정리 •작업 내용 분석 •임계 장애 요인 파악	•계통 운전 성능 파악 •계통 병입 장애 요인 파악 •재작업 여부 결정	•운전 변수 점검 •기기 운전 상태 점검 •계통 효율성 검토	•계통 상태 점검 •발전소 운전 상태 평가 •효율성 종합 검토
피드백	중점 관리 항목 점검 계획서 작성	불만족 사항은 계통 병입 전 재작업 수행	정비 품질이 기준에 미달 할 경우, 운전애 우리가 없더라도 조치	차기 정기 계획에 반영

〈그림 4〉 계획 예방 정비 기간중 운전 품질 확인 점검 활동

전 정지에 직접적인 영향을 미칠 수 있는 주요 기기들의 운전 변수를 주기적으로 점검·분석하여 고장 요인들을 사전에 정비함으로써 주요 기기들의 갑작스런 fail 방지를 목적으로 수행하고 있다.

점검 주기는 매월 2, 4주 목요일에 실시하며 점검 대상은 벨

점검 결과 계통은 무리 없이 운전 되더라도 본래 요구되는 기능을 충분히 수행하지 못한다고 판정되면 계통에 대한 분석을 실시하여 요구하는 기능을 충족시켜야 한다.

4단계는 발전소 전체의 운전 상태를 평가하는 특별 안전 운전 단계로서 출력 100% 도달 후 100일까지가 활동 기간이며, 단일 기기의 상태뿐만 아니라 계통별 운전 상태를 점검하고 발전소 전체의 효율적인 측면까지도 점검한다.

12차 계획 예방 정비 기간중 운전 품질 활동에 의해 정비가 시행된 기기에 대한 정밀 점검으로 한 주기 무정지 운전 기간 동안 1차측에 대하여서는 no leak을 실현하였다.

## 2. 정상 운전중 발전 정지 유발 요인 관리

발전소 정지 기간중 안전 관리 지

침에 의해 계획 예방 정비 작업이 안전을 최우선으로 하여 수행되면, 수행된 작업에 대한 정비 품질이 운전 품질 확인 지침에 따라 점검된다.

이후 운전 기간 동안 발전소 발진 정지 예방 활동은 「발전 정지 유발 요인 관리 방안」에 따라 수행된다(표 5).

발전 정지 유발 요인 기기들을 관리하기 위하여 「주요 기기 건전성 점검 지침」과 「발전 정지 민감 기기 관리 지침」을 주기적으로 수행하여 설비의 누적된 스트레스로 인한 갑작스런 fail을 사전에 예방하고 있으며, 운전중 발생된 발전 정지 관련 기기에 대한 작업을 관리하기 위한 「중요 작업 관리 절차」를 수행하여 작업중 발생할 수 있는 인적 실수 방지에 만전을 기하고 있다.

가. 주요 기기 건전성 점검 지침  
주요 기기 건전성 점검 지침은 발

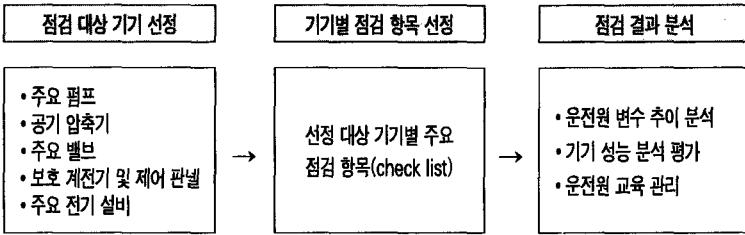
브, 펌프, 보호 계전기, 제어 판넬, 주요 전기 설비 등 발전 정지에 영향을 줄 우려가 있는 기기는 모두 점검하도록 되어 있다.

점검 대상 기기는 5개 주그룹으로 분류하여 발전 정지를 유발할 수 있는 116개의 기기 및 설비를 점검 대상으로 선정하였다.

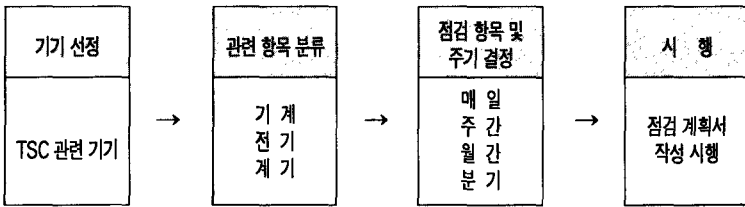
점검 대상으로 분류된 기기들에 대한 세부 점검 체크 리스트를 작성하여 정해진 주기에 따라 점검하도록 하고 있으며, 매 점검시 얻어진 기록들은 정상 운전 기록치 및 이전 점검 기록치와 비교·분석하여 상태를 평가하고 있다.

분석시 점검 기록이 상이할 경우 원인 분석을 하여 본래 요구하는 기능을 충족시키도록 하고 있다.

분석을 통하여 얻어진 모든 자료는 운전원 교육 자료로 활용하여 항상 기기의 성능을 파악하고 있도록 하고



(그림 5) 발전 정지 유발 요인 관리 방안



(그림 6) 발전 정지 민감 기기(TSC) 관리

있으며, 또한 이 자료는 기기 전문가에게 통보되어 기기의 이력 관리가 이루어지도록 하고 있다.

나. 발전 정지 민감 기기 관리 체계 정비

「주요 기기 건전성 점검 지침」은 발전부 운전원들이 수행하는 불시 정지 예방 지침이며, 이와는 별도로 정비 부서에서도 발전 정지 민감 기기(Trip Sensitivity Component, TSC) 관리 체계를 지침으로 정하여 불시 정지 예방 활동을 수행하고 있다.

운전원들은 발전 정지 유발 기기에 대하여 주로 운전 변수를 점검하여 기기 상태를 종합적으로 감시하고 있으며, 정비 부서에서는 기계·전기·계기를 분류하여 각 부서별로 점검 항목을 정하여 전문가적인 관점에서 세부적으로 발전 정지 유발 기기를

감시하고 있다(그림 6).

TSC 관련 기기들은 기계·전기·계기로 분류하여 각 파트별로 관리해야 할 기기들을 선정하여, 점검 항목과 점검 주기를 결정한 후 계획서에 의거 점검한다.

자동 전압 조절기(AVR)의 경우, 전기 파트에서 AVR Room Temp., Thyristor 냉각팬 운전 상태, 출력 전압, Balance Indicator 상태를 1일 점검 주기 항목으로 선정하여 점검하도록 되어 있다.

계기용 공기 압축기는 기계 파트에서 건조기 작동 상태 및 압축기 냉각 상태를 1일 점검 항목으로 선정하여 점검을 실시하고 있다.

TSC 관리의 목적은 설비나 계통을 구성하는 기기들이 장기간 동안 누적된 스트레스로 인한 갑작스런 fail을

예방하는 데 있다.

다. 정지 관련 중요 작업 관리 체계 정비

발전 정지를 유발하는 유형 중 인적 실수가 발생하는 경우는 정기 시험 수행 과정에서 발생하는 경우와 작업 과정에서 발생하는 경우, 그리고 운전원의 오조작에 의한 경우가 있다.

이러한 인적 실수를 방지하기 위하여 여러 가지 프로그램들을 개발하여 시행하고 있지만, 최근의 추세는 설비나 기기의 오동작에 의한 발전 정지 비율보다 인적 실수에 의한 비율이 높아지는 추세여서 조작과 정기 시험 및 작업시 철저한 관리가 요망된다(그림 7).

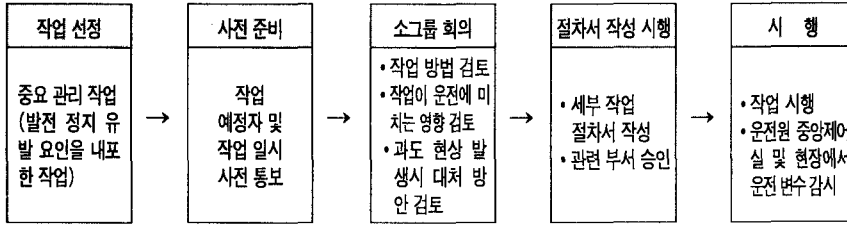
특히 작업중 발생한 발전 정지 사례를 분석해 보면, 작업자가 본인이 수행하고 있는 작업이 발전소에 어떠한 영향을 미치는지 이해하지 못하고 수행하는 도중 과도 현상에 의해 발생하는 것이 대부분이다.

작업자가 작업 내용을 운전원에게 통보하지 않고 작업을 시행하는 경우, 과도 현상 발생시 운전원이 조치할 여유가 없는 것도 주요한 발전 정지 이유 중의 하나이다.

이에 따라 발전 정지 관련 기기들에 대한 작업이 수행될 경우에는 인적 실수 방지를 위해 중요 관리 작업 절차를 작성하여 수행하도록 하고 있다.

중요 관리 작업으로 선정이 되면 작업 책임자는 작업 일시와 작업자를





(그림 7) 중요 관리 작업 관리 체계

방사선 관리 문제는 내 부적으로는 종사자 건강 과 직접적인 관련이 있을 뿐만 아니라 외적으로는 환경 문제, 대민 문제 등이 걸려 있는 사안으로 모든 원전이 총력을 다하여 관리하고 있는 항목이다.

〈표 4〉 97년 고리 제1발전소 방사선 관리 현황

항 목		단 위	97년 목표	97년 실적
종사자 방사선량		man-rem	320	249.5
방 사 성	고 체	드 럼	575	570
폐 기 물	액 체	mCi	5.0	2.868

고리 제1발전소도 '가능한 적격'의 원칙에 따라 종사자 피폭 저감화와 폐기물 발생 억제에 총력을 기울이고 있다.

지정한 후 작업과 관련된 책임자들을 모아 소그룹 회의를 개최한다.

회의에서는 작업 방법을 결정하고 발전소 운전에 미치는 영향과 과도 현상 발생시 대처 방안에 관하여 토의한 후 작업과 관련된 세부적인 절차서를 작성하고 승인을 얻는다.

중요 관리 작업은 사전에 운전원에 통보되어 작업중에는 현장과 중앙 제어실에서 항상 기기 및 계통의 운전 상태를 감시하게 되므로 과도 현상이 발생할 경우 조치할 여유를 준다.

과도 현상 발생시 운전원이 원인을 파악하고 즉각 대응 조치를 취할 수 있으나 없느냐의 여부는 불시 발전 정지 예방을 위한 중요한 요인이다.

라. 설비 안전 점검 지침 수행

태풍·홍수·폭설·해일 등의 자연 재해로 비롯되는 설비 피해를 예방하고, 피해 발생시 신속한 복구를 목적으로 「설비 안전 점검 지침을

제정하여 수행하고 있다.

설비 안전 점검 지침은 월별로 기상 상태를 분석하여 매달 발생 가능한 자연 재해를 파악하여 재해의 종류에 적절한 점검 항목들을 정하여 점검하고 있다.

동절기에는 동파 및 폭설에 주안점을 두고 점검하고 있으며, 하절기에는 태풍 피해 방지에 초점을 맞추어 지침을 수행하고 있다.

또한 설비 안전 점검 지침은 자연 재해 발생 가능성과는 무관하게 소내 파장급 이상 간부 조직을 9개팀으로 나누어 팀별 발전소 내 일정 구역에 대하여 주기적으로 설비를 점검하도록 하여 책임있는 설비 관리가 이루어지도록 하고 있다.

마. 방사선 안전 관리

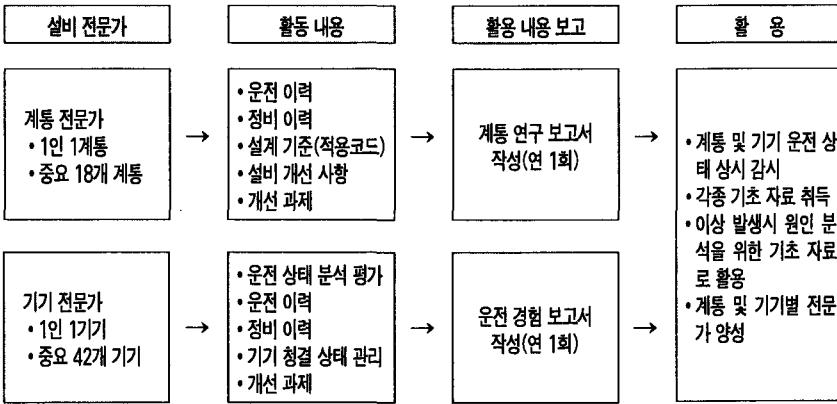
한 주기 무정지 안전 운전 달성 못지 않게 운전에서 중요하게 관리되고 있는 것이 방사선 관련 분야이다.

고리 제1발전소는 종사자 피폭 관리 전산 시스템을 개선하여 방사선 측정 및 관리 구역 출입 기록의 전산 처리, 개인 피폭 선량 판독 결과 자동 입력, 작업 허가서 자동 발급 등을 전산 처리토록 하여 업무의 간소화 및 기록에 대한 신뢰도를 증진시켰다.

또한 drumming station 크레인을 원격 자동화 설비로 교체하여 조작시 피폭 가능성을 배제하여 안전하고 능률적인 작업이 가능하도록 하였으며, 폐액 증발기의 성능 개선, 작업 용품 및 세탁 설비의 개선, 이동형 임시 정화 설비의 활용 극대화 등을 통하여 액체 방사성 폐기물 제로화를 추진하고 있다.

**발전소 운영 제도의 개선**

고리 제1발전소는 타 원전에 비하여 발전소 운영에 있어서 어려운 면이 많이 있다.



(그림 8) 설비 전문가 제도

기기 전문가는 발전소 설비 중 중요 기기 42개를 선정하여 1인 1기기를 담당하여 관리해 오고 있다.

기기 전문가는 담당 기기에 대하여 운전 상태를 추이 분석 그래프로 분석·평가하도록 되어 있으며 정비 이력, 운전 이력, 기기 청결 상태를 지속적으로 관리하여 기기가 최적의 상태를 유지하도록

운전 연수가 20년, 15년이나 되는 고리 1·2호기는 설비의 경년 열화가 가속화되어 많은 부분에서 설비 교체 및 설비 개선 작업이 쉽지 않게 되고 있으며, 복제 발전소로 구성된 타 원전과는 달리 설비들이 서로 상이하야 자재의 호환성이 없으며, 서로 상이하게 건설된 고리 1·2호기의 설비들은 인력 운영면에서도 많은 어려움을 안겨 주고 있다.

설비 노후화 문제를 대비하고 한정된 인력을 가장 효율적으로 운영하여 최대의 성과가 나타날 수 있도록 운영 제도 개선을 계속 추진하고 있다.

### 1. 설비 전문가 제도 실시

운전 연수가 증가됨에 따라 설비의 노후화 문제가 대두되어 기기에 대한 계속적인 감시가 요구되므로 이에 대한 대책으로 설비 전문가 제도를 시행하고 있다.

설비 전문가 제도는 계통 전문가와

기기 전문가로 나누어 각 단위별로 전문 지식을 습득할 수 있도록 유도함으로써, 운전원의 자질을 높이고 기기 상태 및 기기 운전 이력의 지속적인 관리로 문제 발생시 원인 파악을 쉽게 하고 정확한 운전 정보를 제공하여 무정지 안전 운전의 기반을 다지는 것을 목적으로 출발하였다(그림 8).

#### 가. 계통 전문가

계통 전문가는 발전소 계통 중 중요 계통 18개를 선정하여 1인이 1계통을 담당하여 관리해 오고 있으며, 매년 1회씩 계통 연구 보고서를 작성 제출하고 있다.

연구 보고서 내용에는 설비 개선 사항과 설계 기준 및 적용 코드, 계통에 설치된 기기들의 보수 이력 및 운전 이력 등이 포함되어 있어 문제 발생시 원인 파악을 위한 기본 자료로 활용되고 있다.

#### 나. 기기 전문가

관리하고 있다.

## 2. 소그룹 회의 제도 및 운영 개선타스키포스팀

고리 제1발전소는 업무의 효율성과 신속성을 목적으로 주요 사안에 대하여 소그룹 회의 제도와 태스키포스팀을 구성·운영하여 인력 운영의 효율성에 극대화를 꾀하고 있다.

소그룹 회의 제도는 수시로 발생하는 사안에 대하여 부서별 담당자가 모여 적절한 해결책을 모색하는 제도로, 회의 개최 공고나 회의 순서는 필요치 않으며 소그룹 회의를 필요로 하는 구성원이면 누구나 전화로 담당자에게 소집 통보함으로써 개최된다.

소그룹 회의 제도가 수시로 발생하는 사안들을 해결하기 위하여 운영되고 있는 반면, 운영 개선 태스키포스팀은 인력 운영의 효율성을 기하기 위해 고리 1·2호기 문서 단일화 작업을 추진하고 있다.

현재 기술 지침서 운영 개선 태스크포스팀을 비롯하여 설비 운영 관리 개선팀, 운전 자료 관리 및 비상 운전 절차서 개발팀, EOP 개선팀, 현장 교육 교재 개발팀, 안전 문화 추진팀이 활동하고 있으며 모든 문서의 통합화가 완성되면 인력 운영에 좀더 효율성을 기할 수 있을 것으로 기대된다.

### 3. 모든 절차서의 전산화

고리 1·2호기의 설비가 서로 상이하여 타 원전에 비해 업무량이 과중한 것들 중 하나가 절차서 관련 업무다.

고리 제1발전소가 관리하고 있는 절차서는 총 1,206개로서 타 원전에 비해 거의 2배에 달하고 있다.

이 많은 절차서들을 효율적으로 관리하기 위하여 그 동안 한글로 wordding 작업을 추진하여 모든 절차서에 대한 한글 입력을 완료하였으며, 97년말에 사내 전산망에 loading 완료하여 필요로 하는 절차서를 누구든지 실시간으로 검색할 수 있도록 하여 정보의 공유화와 업무의 간편화를 이루었다.

### 설비 개선

인적 실수 방지, 안전성 향상, 신뢰성 향상, 작업의 편의성 도모, 효율 향상, 노후 설비 개선을 위해 설비 개선을 검토할 필요가 있다.

고리 2호기는 이와 같은 사유로 주

정책 처원 임무	관리자 임무	종사자 임무
1. 안전 정책 수립 2. 안전 정책 관리 조직 3. 인력·예산 확보 4. 자체 규제 활동	1. 안전 책임 할당 2. 안전 관행 정착 3. 훈련 및 자격 관리 4. 포상 및 처벌 5. 감사·검토 및 비교	1. 항상 문제 의식을 가지는 직무 자세 2. 철저하고 신중한 직무 접근 방식 3. 활발한 안전 관련 정보 교류

〈그림 9〉 원자력 안전 문화의 주요 요소

요 설비의 설비 개선 타당성을 검토하고 작업을 계속 진행하여, 진동에 문제가 있었던 원자로 냉각재 펌프의 진동기 교체를 비롯하여 증기발생기 급수 분산 노즐 재질 변경, 가열기 습분 분리 재열기 내장품 교체, 제어봉 제어 계통 P/A 변환기 전원 공급 설비 개선 등의 중요 설비들에 대한 설비 개선 작업을 수행하였다.

특히 98년에는 터빈 로터의 crack 성장으로 안전 운전에 장애 요인이었던 저압 터빈 로터 교체를 13주기 계획 예방 정비 기간중에 계획하고 있어 공사가 성공적으로 완료되면 발전소 안전 운전에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다..

### 향후 추진 과제

한 주기 무정지 운전 달성은 국내 대부분의 원전이 경험을 갖고 있는 기록으로서 이제 그 자체가 큰 자랑거리가 될 수 없을 정도로 국내 원전 운영 능력은 원전 선진국 수준으로 상향 평준화되었다.

끊임없는 노력을 기울이지 않으면 국제 경쟁은 고사하더라도 국내 원전

간 경쟁에도 합류하지 못할 정도로 우리 원전 운영 능력은 매우 높은 수준에 와 있는 것이다.

고리 제1발전소는 한 주기 무정지 안전 운전 달성에 만족하지 않고 보다 나은 운영 실적을 위해 여러 가지 추진 과제를 선정하여 많은 노력을 전개하고 있다.

### 1. 안전 문화의 조기 정착

안전 문화란 '원자력발전소의 안전성을 최우선으로 고려하는 조직 및 종사자의 태도와 성향의 결집체(국제 원자력안전자문단, INSAG)'이다.

고리 제1발전소는 지난 94년부터 안전 문화 정착을 주요 추진 과제로 선정하여, 원자력 안전 문화 평가 지침에 따라 진단을 실시하고 연 단위 추진 계획을 수립하는 등 안전을 우선으로 하는 발전소 운영이 정착되도록 노력해 오고 있다(그림 9).

원자력 안전 문화는 이미 단위 발전소의 범위를 넘어 원자력 산업 전체는 물론이고 전사적으로 안전 문화 정착을 위한 노력들이 추진되고 있다.

원자력 안전 문화는 단기적인 추진

과제가 아니라, 우리 종사자들에게 습관처럼 몸에 배어야 하는 것이며, 부단한 작성과 자기 개발을 전제로 하는 것이다.

고리 제1발전소 종사자들은 정책 차원의 노력에 호응하여 관리자의 임무와 종사자의 임무를 다하여 국민에게 신뢰를 주는 원전상을 정립하는데 최선을 다할 것이다.

## 2. 원전 기자재의 국산화

운전 연수 증가에 따라 각종 부품의 공급에 많은 차질을 초래하고 있다.

일정 부품의 경우 공급사가 생산을 중단하거나, 심하면 공급사가 문을 닫은 사례도 있어서 이에 대한 대책이 필요한 실정이다.

이러한 사정은 국내 전원전으로 확대될 것으로 예상된다.

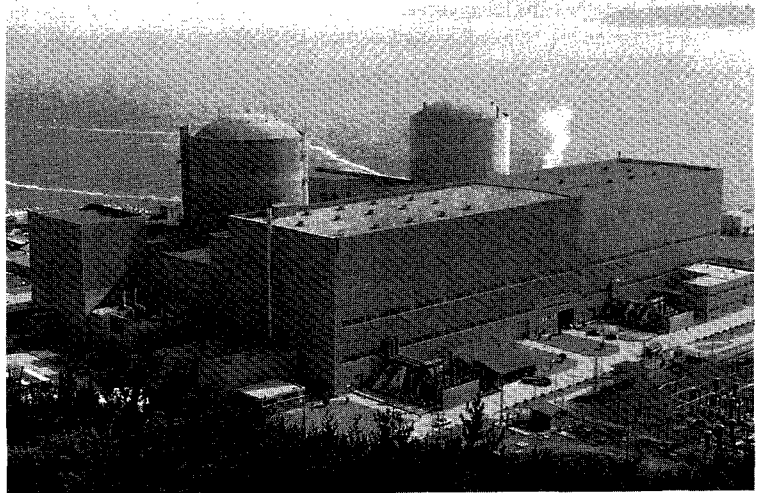
이에 따라 주요 기자재 및 각종 기기·부품의 국산화가 지속적으로 추진되어야 할 것이다.

## 3. 고급 인력의 양성

원자력발전소의 각종 설비는 최고의 품질 수준을 유지하고 있다.

원전의 운전·정비 및 관리 분야 종사자들 또한 이에 걸맞은 수준을 유지함으로써 원전의 안전성을 최대한 보장할 수 있도록 해야 할 것이다.

고리원자력본부는 종사자들의 자질을 높이기 위하여 각종 세미나, 교육, 대외 기관 교육은 물론, 전산 교



고리 1·2호기. 고리 2호기는 한 주기 무정지 안전 운전을 달성하기 위하여 계획 예방 정비 기간중 정비 품질 관리 프로그램, 정상 운전중 불시 정지 예방 프로그램들과 운영 개선 프로그램들로 구분하여 각 프로그램별로 세부 수행 지침에 의해 불시 정지 예방 활동을 강화하고 있다.

육, 어학 교육 등을 시행하여 국제화·정보화 시대에 대응할 수 있도록 하고 있다.

또한 현대 사회 고급 인력의 기준은 정보의 활용 능력에 있다고 판단하고, 정보 활용 능력을 극대화하는 한편, 필요한 정보를 접근하기 쉬운 곳에 배치하도록 추진하고 있다.

## 맺는말

지금까지 원전 산업의 역사와 고리 2호기의 운영에 대해 전반적으로 살펴 보았듯이, 그 동안 원전 업계는 종사자들로 하여금 자부심과 긍지를 느끼게 하는 실적들도 많이 쌓았으나, 원전 사업의 지속적인 발전을 위하여 해결해야 할 문제점도 동시에 노출시키고 있다.

핵심 기술의 완전 자립 실현, 주요 기자재의 국산화, 국민들의 합의점 도출 등 원전 사업이 계속 성장·발전하기 위하여 해결해야 할 많은 과제들을 남겨 놓았다.

더구나 작년에 밀어닥친 IMF 환파는 경제 분야뿐만 아니라 국민 생활 습관 전반에까지 영향을 미쳐 과거와는 다른 변화된 모습으로 시대에 응할 것을 우리 모두에게 요구하고 있는 것이다.

시대가 만들어 낸 변화의 원칙에 원전 업계라고 예외일 수는 없는 것이니, 우리 원전 업계 종사자들은 각오를 새로이 가다듬어 책임과 의무를 다함으로써 우수한 원전 운영 실적을 쌓아 경제 국난을 타개하는 데 보탬이 되도록 더욱더 많은 노력을 기울여야 할 것이다. ☸