

# 原子力發電과 環境安全



(4)

韓國電力公社 原子力安全室 제공

## 第 3 章 運營管理

### I. 概 要

前章에서 원자력 발전설비가 얼마나 안전하게 설계되고 제작 건설되었으며 또한 안전성이 어떻게 평가되고 확인되는지 살펴보았다. 이와 같이 원자력 발전소 준공까지의 과정은 주로 技術指向的 要素를 바탕으로 한 안전관리 체계이다. 그러나 발전소가 준공되면 가동을 하게 되는데 이 과정에서 안전관리는 주로 人的要素를 바탕으로 한 안전관리 체계로 전환된다.

원자력발전소의 최종 목적인 전력을 생산하기 위해 이루어지는 모든 인적행위를 원자력발전소의 운영이라고 정의를 하면 운영은 원자력발전소의 안전성을 확보하는데 있어 설비자체의 안전성보다도 더욱 중요한 요소라고 볼 수 있다. 이는 대단히 잘 설계, 제작된 자동차라 하더라도 이것을 운전하는 사람, 고장이 나면 수리하는 사람, 교통경찰, 보행자 등 자동차와 관련된 사람들 각각의 技術水準이나 安全意識에 따라 자동차의 안전성도 그만큼 높아질 수 있다.

원자력발전소는 전력을 생산하기 위하여 건설하였으나 전력생산을 최우선목표로 할 경우 안전성이 희생될 수 있다. 따라서 원자력발전소는 安全性을 最優先 目標로 하고 있으며 안전성이 전제된 바탕 위에서 경제성을 추구하는 것이 기본 운영개념이

다.

원자력발전 설비 운영은 일반산업 생산설비에 비하여 안전성을 위하여 많은 인력과 경비를 지출하고 매우 엄격하게 관리하고 있다.

원전이 여타 산업설비보다는 훨씬 안전하게 건설, 운영되고 있으나 절대적일 수는 없는 것이 사실이다. 따라서 원전의 안전성을 확보하기 위해서는 원전 종사자 개개인의 기술적 전문성 확보는 물론 각종 규정과 지침을 준수하겠다는 의지와 기술능력에 대한 신뢰성이 요구되고 있다. 이를 위해 종사원에 대한 교육과 훈련을 반복하고 있으며 조직과 제도 등의 꾸준한 개선을 모색함으로써 완벽한 원전의 안전관리를 추구하고 있다.

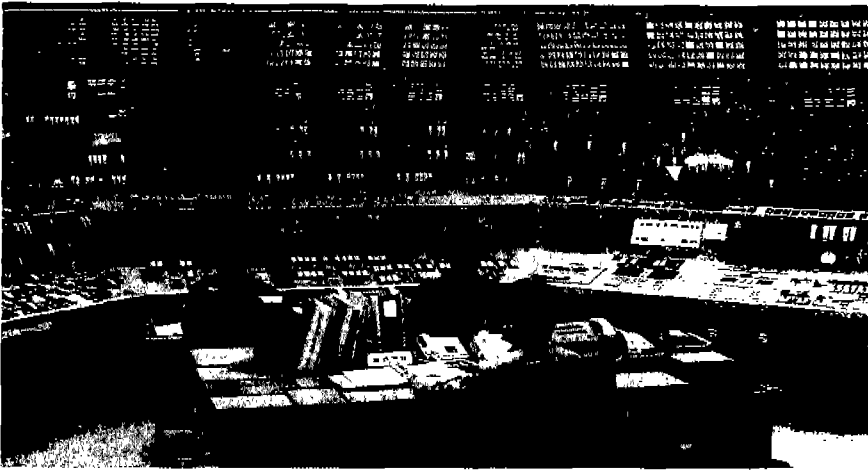
다음 各節에서 원전 운영관리 각 분야별로 안전성 보장을 위하여 원자력발전소가 어떻게 운영되고 있는지를 살펴 보고자 한다.

### II. 設備 運轉

#### 1. 運轉概要

운전은 넓은 의미에서 發電設備를 가동하는데 필요한 모든 행위라고 말할 수 있으나 여기서는 좁은 의미의 운전, 즉 설비를 가동시키고 이를 監視 制御하는 활동에 국한하여 기술하고자 한다.

원자력발전소의 안전성은 무엇보다도 안전하게



〈그림 1-6〉 原子力發電所 中央制御室 全景

운전되어야 확보될 수 있는 것이다. 미국 TMI사고나 체르노빌사고의 원인도 결국은 무리한 운전행위 또는 운전원의 판단 잘못에 기인한 것으로 볼 수 있다. 아무리 완벽하게 설계되고 건설된 설비라 하더라도 운전원의 운전능력이 부족하거나 각종 법규를 준수하지 않을 경우 사고의 위험성이 높아질 수 있다. 따라서 원자력발전소 운영의 안정성을 논할 때 가장 먼저 운전이 거론되는 것은 당연하다.

## 2. 運轉員 資格管理

최신 과학기술로 설계된 원자력발전소는 그 구성기구나 부품수에 있어 다른 어느 산업설비보다 복잡할 뿐 아니라 그 구성기기도 高度의 精密性을 가지고 있어 이를 운전하는 데는 풍부한 관련지식을

물론 신속 정확한 판단력 등을 요구한다. 또한 원자력 발전소를 운전하는 데는 운전에 적용되는 각종 규정이나 절차서를 준수하여야 하므로 운전원의 성실성과 책임감이 요구된다.

따라서 훌륭한 자질을 갖춘 운전원을 확보하여 이들을 교육시키고 기술을 유지 발전시키는 것이 원자력발전 사업자에게 주어진 매우 중요한 책임중의 하나이다.

운전원으로 보직되기 위해서는 10주의 新入社員 基礎教育 이수후 고리원자력연수원에서 原子力理論 教育 및 원자력系統 實務教育을 각각 10주 이수하여야 하며, 이후 발전소 현장에서 3~4주간의 現場 適應教育을 받은 후 3개월간의 운전원 기초실무교육을 받아야 비로소 가장 업무가 간단한 운전직무에 보직될 수 있다.

〈표 1-1〉 原子爐 操縱免許 所持者現況

단위:명

區 分	輕 水 爐		重 水 爐	合 計
	60만 kW 級	90만 kW 級	60만 kW 級	
原子爐操縱士	50	140	19	209
原子爐操縱監督者	61	94	18	173
計	111	234	37	382

교육기간중 교육성적이 불량하거나 운전이 부적격자로 판정되는 경우에는 운전원으로 보직될 수 없음은 물론이다.

운전원은 1개조가 12~14명으로 구성되는데 각 개인별로 담당보직이 정해져 있으며 上位職務에 보직되기 위해서는 前補職에서 일정기간의 경험을 쌓은 후 관련교육과 소정의 시험을 거친후 보직될 수 있다. 특히 中央制御室 운전원으로 보직되기 위해서는 고리연수원에서 20주간의 模擬操從 훈련과정을 필수적으로 이수하여야 한다.

원자력법은 운전조마다 원자로조종감독자(SRO) 면허와 원자로조종사(RO) 면허소지자 각 1명 이상이 근무하도록 규정하고 있다.

SRO와 RO 면허관리는 과학기술처가 주관하고 있으며 이를 취득하기 위해서는 일정기간 이상의 원자력발전소 운전경력을 가진 자가 필기시험·실기시험 및 면접시험에 통과하여야 한다.

1989년말 현재 한전내 SRO면허소지자는 173명, RO면허소지자는 209명으로 법적 요건을 충분히 만족시키고 있으며 운전원 자질 향상 측면에서 면허 취득을 더욱 장려하고 있다.

### 3. 運轉員 再教育

운전원으로 보직되기 위해서는 전술한 바와 같이 여러단계의 교육을 받아야 한다. 그러나 일단 일정수준에 도달하여 운전직무를 수행한다 하더라도 운전중 경험하지 못하였던 상황이 발생할 때 충분한 對處 能力을 갖기 위해서는 항상 현재의 기술적 능력을 유지 또는 향상시키는 것이 요망된다. 따라서 운전원은 매년 일정기간 이상의 재교육을 받도록 되어 있으며 이 기간중 理論教育과 模擬操縱訓練施設에서 사고 및 이상상태를 대비한 실무운전 훈련을 받게 된다.

모의조종훈련시설은 발전소 중앙제어실과 똑같은 형태로 제작되었으며 운전원의 기기조작 결과가 실제 발전소와 똑같이 나타나게 되므로 운전원은 실제상황과 마찬가지로 모든 운전상황을 반복 훈련할 수 있다. 모의조종훈련시설을 통해 상상할 수 있는 모든 假想事故에 대해 반복 훈련함으로써 실제 어떤 상황이 발생하여도 발전소를 안전하게 운전하거나 정지시킬 수 있는 능력을 보유하게 된다.

또한 원자로조종감독자(SRO) 및 원자로조종사

## ○ 原子力 뉴스 ○

일본 미쓰비시중공업과 코오베대학 의학부는 '91. 7월 의료용 원자로시설의 개념설계를 완료하였다고 발표하였다.

치료전용 원자로는 발전용 원자로와 농축우라늄 연료, 경수냉각재를 쓰는 점은 같지만 노심크기(높이 약62cm, 직경 약51cm)는 양팔로 꺼안을 수 있는 규모이다. 노심냉각은 자연순환 Pool 방식이므로 노심내부 압력은 대기압수준으로서 극히 안전한 상태를 유지한다.

수평, 수직방향의 조사공(照射孔)이 뚫려 있어 각각 표면 및 심부암(深部癌)을 치료하는데 사용되며 한꺼번에 환자 3명을 치료할 수 있다.

'붕소 중성자 포착요법'을 이용하여 원자로로부터 나오는 열중성자를 쬐어 악성흑색종(피부암)과 뇌종양을 파괴하는 것으로서, 이 중성자

치료는 보통의 치료로는 완치가 어려운 환자에 대하여 시술되며 현재까지 116명이 치료를 받고 있다.

붕소 중성자 포착요법은 암세포에 붕소원소가 집결되는 성질을 이용하며 붕소를 체내에 주입하고 중성자를 쬐어 암세포를 파괴하는 방법으로서 다른 정상세포를 손상하지 않는 특징이 있다.

통상의 치료방법에서는 3밀리미터를 넘는 피부암의 생존가능성은 30%뿐이었으나 중성자요법에 의한 완치율은 아주 높으며 다른 부작용도 없다고 한다.

또 뇌종양 때문에 세계적으로 매일 1,700명이 사망하고 있는 형편에서 아직 시설이 부족한 점이 안타깝다고 현재까지 연구용 원자로를 이용하여 치료를 해 온 의사가 밝히고 있다.

일본, 노심냉각, 이온교환, 치료용 원자로, 아톰

〈표 1-2〉 模擬操縱訓練施設現況

區 分	訓練施設Ⅰ	訓練施設Ⅱ	訓練施設Ⅲ
운전원 대상	고리 1,2호기	고리 34 영광.1,2	울진 1,2호기
체 작 자	미국 EAI사	미국 웨스팅하우스	프랑스 톰슨사
기준발전소	미국 Surry	영광 1,2호기	울진 1,2호기
설치 일자	1979. 7	1986. 12	1990. 2

(RO) 면허 소지자는 과학기술처 장관이 정하는 바에 따라 한국원자력연구소에서 보수교육을 받도록 되어 있다.

#### 4. 運轉節次

자격과 경험을 갖춘 운전원이라 하더라도 임의 판단에 의한 기기조작은 예기치 않은 실수를 유발할 가능성이 있으므로 운전원의 모든 행위는 정상·비정상시를 막론하고 이미 검토 승인된 운전절차서에 따라 수행하도록 되어 있다. 이러한 운전절차서에는 正常運轉節次, 非正常運轉節次, 非常運轉節次 등이 있으며 각 운전 절차 단계마다 절차 수행후 운전원이 확인 서명하고 다음 단계의 절차를 수행하도록 구성되어 있다.

따라서 모든 운전은 절차서에 따라 수행하게 되므로 운전원의 임의 판단에 의한 기기 오조작 등을 방지하고 안전하게 운전할 수가 있는 것이다. 그러나 운전원이 절차서를 따르지 않을 경우 안전을 저해할 우려가 있으므로 운전원 교육은 이론 및 실기교육과 함께 각종 규정 준수를 위한 精神教育을 중요시하고 있다.

절차서는 처음 제정당시 기술적인 타당성이나 안전성이 확인되었다 하더라도 설비변경, 최신기술의 도입 등으로 개정사유가 발생할 수 있으므로 모든 절차서를 주기적으로 재검토하고 개정시는 발전소 原子力安全委員會에서 개정내용에 대한 심의를 거치도록 되어 있다.

#### 5. 運轉勤務

운전원은 정신적·신체적으로 건전한 상태에서 근무할 수 있도록 제도적으로 보장되어 있다. 원자

력발전소는 24시간 연속가동하게 되므로 交代勤務 형태로 근무를 하게 되는데 운전원 근무는 5조 3교대제를 채택하고 있으며, 1일 8시간 이상 근무를 하지 않도록 되어 있다. 또한 1개조는 휴무토록 되어 있으며 1개조는 재교육을 받게 된다. 한전은 운전원의 교육강화와 함께 좀더 많은 휴식과 인력운영의 탄력성을 부여하기 위해 현 5조 3교대 근무제를 6조 3교대를 근무제로 전환할 계획으로 있다.

운전원은 근무시간중 연속적으로 담당 기기를 巡廻點檢하고 기기의 이상을 발견할 경우 즉각적으로 보수작업의뢰서를 발부, 보수토록 하고 있다.

한편, 중요한 기기스위치나 밸브 등은 임의조작을 방지하기 위해 자물쇠로 감그고(Lock) 열쇠는 발전과장의 엄격한 통제하에서 허가를 받아 사용하고 있다. 또한 정기점검, 시험, 보수시 조작해서는 안될 기기에는 적색꼬리표를 부착하여 판단착오에 의한 오조작을 방지하고 있다.

#### 6. 運轉補助設備

중앙제어실에는 운전보조를 위한 도면 및 절차서, 각종 운전 지침서 등이 구비되어 있으며 최신 電算機가 설치되어 있어 발전소 운전상황을 일목요연하게 운전원이 판단할 수 있도록 되어 있다. 또한 중앙 제어실과 현장 운전원과의 의사소통의 원활을 기하기 위해 多重의 通信設備(페이징폰, 인턴폰, 전화, CCTV 등)를 갖추고 있다.

한편 해외 원자력발전소의 주요 운전경험 등 각종 최신 해외기술정보는 인공위성을 통하여 각 원자력 발전소에서 직접 수신하여 운전원에게 제공함으로써 운전엔 필요한 최신 해외기술 정보를 신속히 운전엔 활용할 수 있는 체계를 구비하고 있다.

〈다음호에 계속〉