

# 不時停止率 減少方案과 그 實績



松谷和彦

關西電力(株) 原子力計劃課

## 일본의 원전운영역사

일본 원자력발전소의 상업운전은 1966년 도카이(東海)원전(GCR)에서 시작되었고 그후 1970년 쓰루가(敦賀) 1호기(BWR爐)와 미하마(美浜) 1호기(PWR爐)의 2기의 LWR爐가 상업운전을 시작했다.

1991년 7월말 현재 40기의 원전(총출력 32,059MWe)이 상업운전중이며 13기(총출력 13,849MWe)가 건설 또는 계획단계에 있다. 1989년의 원자력발전량은 163,817GWh로 전체발전량(590,294GWh)의 28%를 차지했다. 현재의 원전가동률은 70% 수준이다. 1989년에는 가동률이 정확히 70.0% 였는데 나머지 정지기간은 연차검사로 인한 것이 27.6%, 불시정지로 인한 것이 1.3%였다. 계획외 정지율과 자동정지율도 상당히 낮았다.

이같은 기록은 일본에서는 발전소정지가 필요없는 경미한 사고의 경우에도 발전소를 자발적으로 정지한다는 사실을 감안할 때 더욱 놀라운 것이다. 이러한 신뢰성이 있는 발전소실적은 설계·제작상의 품질은 물론 운전·보수작업의 품질이 높은데서 오는 것이다.

여기서 일본에서 실시하고 있는 신뢰성개선방안을 1. 보수기구조직, 2. 예방보수, 3. 인적요인 등의 3가지 부문으로 나누어 소개하기로 한다.

## 신뢰성개선방안

### 1. 보수기구조직

일본에서는 발전소제조업자, 설비공급자와 보수공사전문업체(이하 「보수회사」라고 칭함)가 발전소전수명기간을 통해 설비보수를 전담하게 되어 있다. 각 전력회사의 보수담당직원들이 보수작업의 계획, 조정, 품질관리를 맡고 보수회사들이 대부분의 현장작업을 맡게 된다.

원칙적으로 보수회사가 전력회사의 요구사항을 충족시키면 그들은 매년 같은 작업주문을 맡게 된다. 이같은 원칙은 보수회사와 그들의 계약자간에도 적용된다. 자체적인 작업훈련과정을 갖고 있는 대형발전소제조업체를 제외하고는 각 전력회사에서 소형회사의 교육과정에 적극 개입해 그들을 지원하고 그들의 기술수준을 향상시키고 동시에 이를 감시한다. 요약해서 말하면 특정한 설비에 대한 보수이력과 현



상태에 대한 지식을 갖고 있는 보수회사가 발전소의 전수명기간을 통해 지속적인 보수서비스를 제공하게 된다는 것이다.

최근에 새로 대두된 문제는 제조업체의 인력을 확보하는 문제인데 이는 현재의 경기상승과 발전소건설경기침체로 전반적인 인력난을 겪고 있기 때문이다. 훌륭한 보수는 유능한 엔지니어를 확보하는데 달려있다는 점을 감안할 때 이 문제는 현기술수준을 계속 유지한다는 차원에서라도 앞으로 해결하지 않으면 안 될 과제다.

## 2. 예방보수

일본의 기본적인 보수방침은 사후교정보수가 아닌 예방보수다. 발전소운전기간은 법으로 묶여있어 1년±1개월 이내로 되어 있고 각 운전기간말에 연차검사를 하게 되어 있다.

설비검사는 두가지로 나눌 수 있는데 규제당국(정부 또는 정부산하기관)에서 시행하는 것과 전력회사자체에서 시행하는 것이 있다. 후자의 경우는 전력회사자체에서 정한 설비검사기준, 검사범위, 검사회수에 따라 검사하는 것으로 검사결과는 운전·보수경험과 국내외의 큰 사건들을 감안하면서 재검토된다.

그러나 이같은 방법이 보수작업의 비용과 범위를 증가시키는 경향이 있어 반드시 경제적인 것만은 아니라고 밝혀져 전력회사에서는 보수방법을 변경할 것인지 여부에 따라 각 기기의 중요도를 분류하는 작업을 하고 있다.

## 3 인적요인문제

TMI사고(1979년 발생)와 체르노빌사고(1986년 발생)는 인적과실문제를 부각시켜 일본정부와 전력사업자협회(FEPC)가 주동이 되어 인적과실에 관한 연구를 시작했다. 연구작업분담은 정부가 인적요인에 관한 기본적인 연구와 이의 적용방법을 개발하는 일을 맡고 FEPC는 정부의 연구결과를 적용하는 문제를 검토해서 이를 원자력발전소간부들에게 통고하는 일을 맡았다.

예를 들어 정부는 認知, 판단, 행동 등의 인간의 기본적인 행위에 관한 연구를 원자력발전설계시험소에 의뢰했고 전력회사와 전력연구소는 근무자의 행동을 감시하는 설비와 운전·보수작업중에 일어나는 인적과실을 분석·진단하는 설비를 개발중이다.

Man-machine interface의 개선은 인간·기계·환경을 가장 적절하게 조화시키기 위한 것으로 다른 인적요인문제에 비해 비교적 다루기가 쉽다. 예를 들어 중앙제어실에 변경이 가해졌는데 이같은 변경은 신규발전소의 경우 특별히 배려됐으며 운전중인 발전소에 대해서는 경미한 변경에 그쳤다. 인간자체의 경우는 성격과 개성이 각기 다르기 때문에 효과적인 해결책을 찾아내기가 어렵다. 그러나 종신고용의 이점(장기적이고 체계적인 교육과정을 실시하고 있는 회사에 대해 강한 소속감을 가지고 있어 종업원의 사기가 높다)을 살려 운전·보수

설명서를 잘못 해석하는 일이 없도록 이를 간소화하는 등의 작업이 현재 진행중이다.

Man-man interface는 인간이 어떻게 중간 역할을 해야 할 것인지에 관한 사항이다. 여기서 가장 중요한 것은 발전소의 작업은 대부분 팀워크로 하기 때문에 강력한 지도력과 팀워크를 발휘하여야 한다는 것이다. Man-man interface와 관련된 과실은 대부분 오해와 잘못된 판단에서 오는 것이다. 적절한 설명서의 도움을 받으면서 건전한 인간관계를 형성하는 것이 Man-man interface와 관련된 과실을 방지하는 최선책이다.

신뢰성을 높이는 그외의 접근방법으로는 노후화대책과 국내외의 운전경험을 살피는 것 등이 있다. 일본의 원전운전경험은 20년도 안되기 때문에 충분한 데이터를 얻을 수는 없지만 설비열화현상을 파악해서 열화감시기술을 개발하기 위한 노력이 이루어지고 있다.

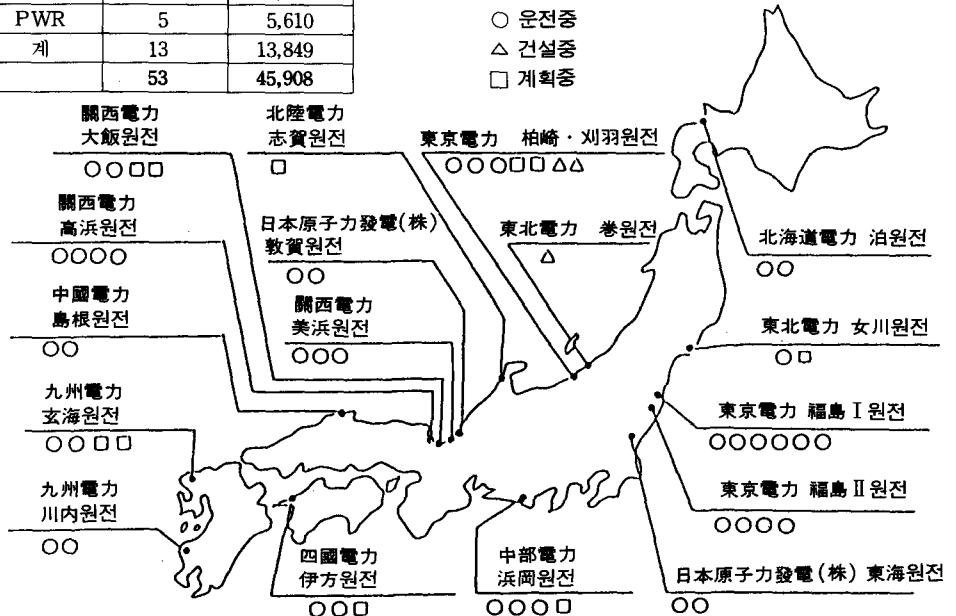
앞서 말한 바와 같이 일본은 국내외의 경험을 통해 많은 것을 배웠고 원자력발전의 신뢰성을 높이는데 힘쓰고 있다. 원자력기술선진국 중의 하나인 일본은 전세계에서 얻은 귀중한 교훈을 십분 활용하면서 안전성개선을 위해 부단한 노력을 기울일 것이다.

## 결 언

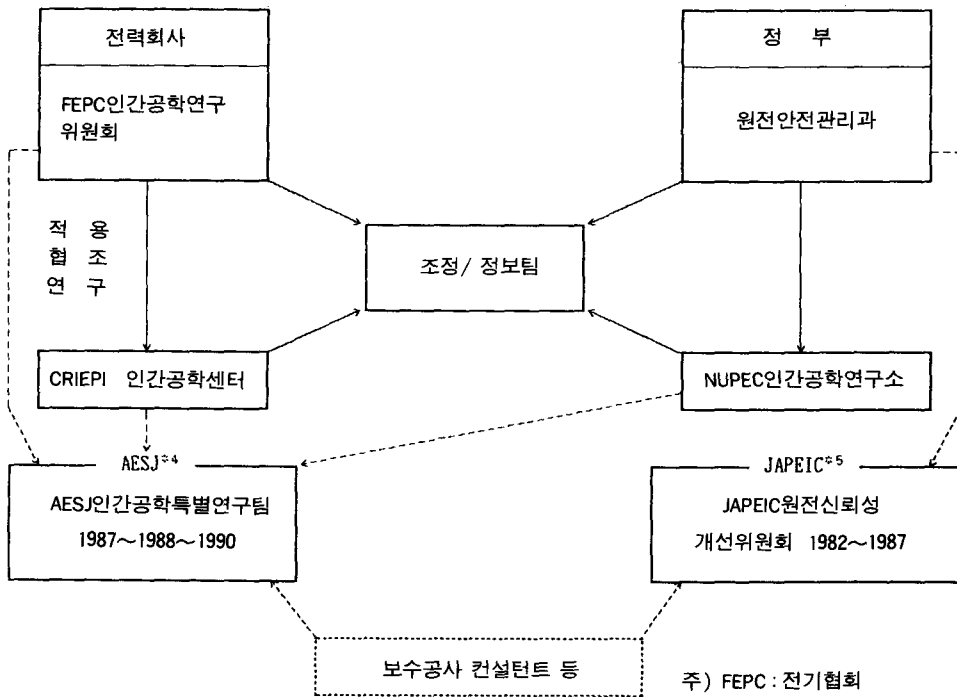
원자력발전은 일본에서 신뢰성이 있는 주요 발전원의 하나가 되었다. 이것은 장기간에 걸친 안정되고 신뢰할 수 있는 운전실적이 가져온 결과다. 원자력발전의 중요성에도 불구하고 아직도 반핵감정이 확산되어 있다. 원자력산업이 국민들로부터 그 필요성을 전적으로 인정받기 위해서는 안전성과 경제성을 높이기 위한 기술개발과 함께 안정되고 지속적인 운전이 무엇보다 중요하다.

|         | 형 식 | 기 수 | 출 령    |
|---------|-----|-----|--------|
| 운 전 중   | GCR | 1   | 166    |
|         | BWR | 21  | 18,137 |
|         | PWR | 18  | 13,756 |
|         | 계   | 40  | 32,059 |
| 건설/ 준비중 | BWR | 8   | 8,239  |
|         | PWR | 5   | 5,610  |
|         | 계   | 13  | 13,849 |
| 계       |     | 53  | 45,908 |

<그림> 일본원전분포도(1991년 7월 현재)



〈표〉 보수계획

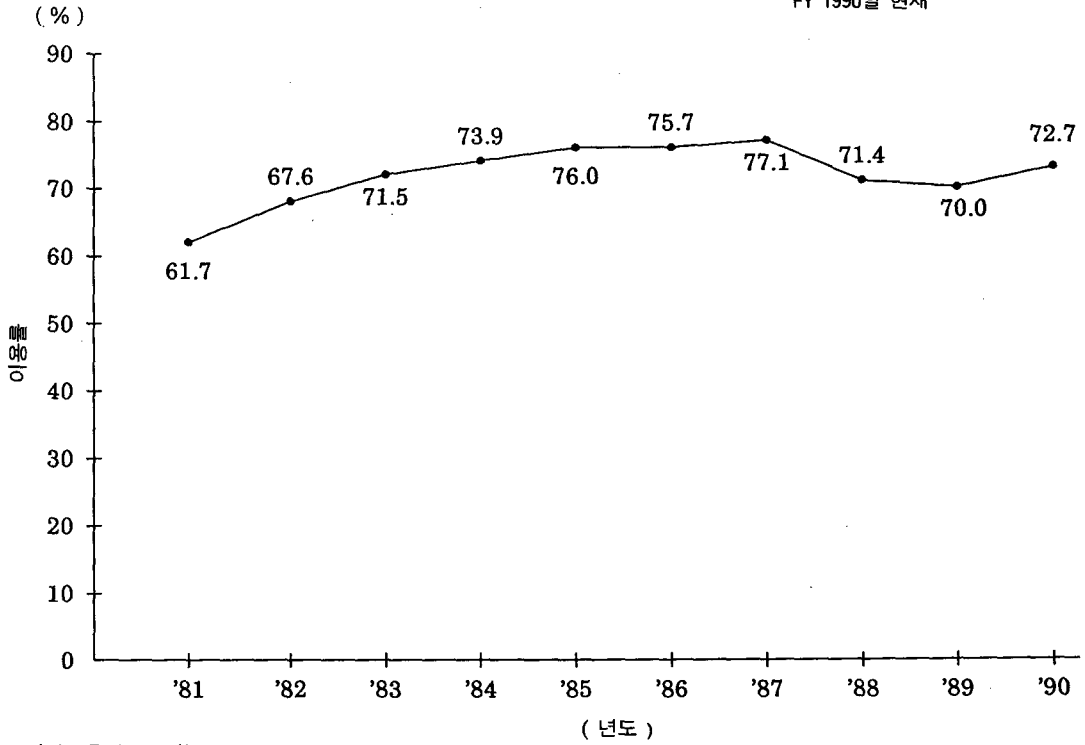


〈표〉 인적요인 연구현황

|     | FCPC<br>인적요인연구위원회  | CRIEPI<br>인적요인연구센터  | NUPEC<br>인적요인연구소  |
|-----|--|---|---|
| 구 성 |  | 1987년 7월 1일 설립<br>직원 : 14명<br>(4명은 전력회사에서 파견)   | 1987년 10월 1일 설립<br>직원 : 9명<br>(2명은 전력회사에서 파견)   |
| 기 간 |  | 1987~1991년(5년간)   | 1987~1993년(7년간)   |
| 임 무 | <ul style="list-style-type: none"> <li>정부·산업계의 역할·업무의 배정·조정</li> <li>정부·산업계간의 조정</li> <li>원전현황평가와 연구과제 결정</li> <li>전력회사간의 공동연구 협조</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>응용연구</li> <li>실적조사</li> <li>인적요인평가를 위한 조사양식 개발</li> <li>인적요인을 감안한 신뢰성평가방법의 적용과 검증</li> <li>산업계를 위한 데이터·베이스 개발</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>기본연구</li> <li>인간의 인식·결정·행동의 모델 연구</li> <li>인적요인을 감안한 신뢰성 평가 방법 개발</li> <li>다른 산업계와 외국의 활동조사</li> </ul> |

〈표〉 원전이용율

FY 1990말 현재



(회/유닛/년)

〈표〉 불시정지율

