

세계의 원자력

美國

會社經營方針이 플랜트稼動率을 크게 左右

미국 원자로의 가동율은 원자로의 연령, 형식, NSSS 공급자 등의 물리적 요인보다는 회사기구와 외부적인 요인들에 의해 훨씬 더 큰 영향을 받고 있는 것으로 72기의 미국 플랜트를 연구조사한 결과 밝혀졌다.

「경영상의 차이점을 잘 파악하는 것이 미국의 플랜트 가동율 문제를 푸는 첩경」이라고 WH사의 Engel씨가 지난 5월 초 시애틀에서 열린 미 원자력학회 회의에서 밝혔다. 「현재 가동 중인 플랜트의 가동율을 향상시키는 것은 국가적인 優先과제」라고 그는 말하고 「그 이유는 미국 플랜트의 평균 이용율이 20% 증가해 80%가 된다면 이는 500억불 상당의 30GW의 신규 용량을 효과적으로 창출하는 것과 같은 결과를 가져오기 때문」이라고 했다.

Engel씨는 遡及統計 계산방식에 의해 1974년부터 1985년까지의 72개 미국 플랜트(PWR 48기, BWR 24기)의 실적을 조사 검토했다. WH사 조사팀이 답사한 플랜트는 Duke Power사의 McGuire, Catawba, Oconee; Commonwealth Edison사의 Zion, Quad Cities, Byron; Northern States Power사의 Prairie Island; Carolina Power & Light사의 Brunswick; Florida Power & Light사의 Tukey Point 등이다.

Engel 조사팀은 플랜트 가동율에 영향을 미치는 용인이 다음의 3가지라는 것을 알아냈다.

즉, 플랜트 설계 및 입지선정과 관련된 물리적인 요인, 플랜트와 회사 내부의 기구조직에서 오는 요인, 국가 규제기관인 NRC 및 INPO의 조치 등의 외부적인 요인 등이다.

LWR의 가동율에 영향을 미치는 물리적인 요인은 세가지인 것으로 연구 결과 나타났다. 즉, 鹽水와 淡水의 냉각수의 차, 電氣的인 定格容量 및 상업운전 년수이다. 미국 플랜트에 있어서는 플랜트 성능의 차이는 공급업자의 경험, 설계방식, 노형, NSSS 공급업자 및 복수 유닛 발전소에서의 유닛의 姊妹관계로 인한 효과 등과 같은 쉽게 접할 수 있는 특성에 원인이 있는 경우가 많다고 Engel는 말했다.

Engel팀의 자료에 의하면 복수기 냉각수로 鹽水를 사용하는 경우 가동율에서 연평균 3%의 손실을 가져오는 것으로 돼 있다. 이와 같은 손실은 연간 약 11일간의 플랜트 정지시간에 해당하며 이로 인해 연간 5백만불의 추가비용이 발생하는 것과 같은 것이다. 여기서 「자매 유닛」의 효과는 무시했는데 이는 일부 두번째 유닛들의 성능이 두 유닛 전체로 보았을 때보다 약간 좋았지만 몇몇 플랜트에서는 이것이 굉장히 차가 낮기 때문에 이러한 데이터를 왜곡시킬 우려가 있었기 때문이다.

600MWe급의 미국 플랜트들은 1,000MWe 플랜트 보다 가동율이 약 12% 높았다고 그는

말하고 대형 유니트는 더 많은 설비물을 갖고 있기 때문에 더 불리하게 되는 것으로 추측된다고 했다. 그러나 NSSS 밸브의 개수를 지표로 삼은 Engel팀의 데이터 상에는 이것이 나타나지 않고 있다. 조사대상이 되었던 플랜트에서는 대형 설비물의 높은 고장율과 더 긴 수리시간은 물론 설비의 복잡성이 큰 문제라고 말하고 있었다고 Engel씨는 말하고 더 오래 된 플랜트가 더 좋다는 지금까지의 통념은 정격용량의 효과를 반영해 분석치를 재조정해 본 결과 잘못된 것으로 나타났다고 했다.

기구조직에 의한 영향에 대해서 Engel씨는 보수의 품질, 종업원 이동을, 오버타임 이용 및 종업원들의 일에 대한 만족도 등이 효과적인 경영을 위해 가장 중용한 요소라고 그는 말하고 가동율이 높은 플랜트에서는 이러한 요소들이 반영돼 있었다고 했다. 또 답사했던 플랜트 중 일부에서는 특히 좋은 플랜트 실적을 내기 위한 어떤 문화 내지 경영방식을 발전시키고 있는 것 같이 보였다고 이 연구보고서는 말하고 「플랜트 목표의 설정 및 전달, 플랜트 성능과 결부된 실제적인 상여금 제도의 창출, 플랜트 정지계획 및 일일 운영계획의 개선, 의사소통의 개선, 그리고 최사간부들의 하급 종업원들과의 활발한 접촉 등의 좋은 운영방식이 모든 플랜트에서 시행되고 있는 것을 볼 수 있었다. 이러한 운영방침은 그들의 종업원을 매우 존중하고 있는 것으로 나타났으며 회사의 전 조직에 걸쳐 일종의 자부심을 길러 주었다」고 이 보고서는 말했다. 플랜트 실적에 따른 금전적인 인센티브에 관해 Engel조사팀은 Duke Power 사를 지적해 말했다. 이 회사는 1983년부터 플랜트 운영목표(가동율 포함)를 세워 성공적인 플랜트의 종업원들에 대해서는 普通株를 주어 포상했다.

Engel 조사팀은 조사결과 과대한 인원수가 가동율 향상에 장애요인이 되고 있다는 것을 알았다. 이에 대한 설명에서 이 보고서는 인원

수가 늘면 운영상의 부담이 커지고 협조와 의사소통이 잘 이루어지지 않으며 플랜트의 실적이 떨어진다고 말했다. 종업원의 이동에 문제가 있는 것으로 보이지만 실은 종업원 이동과 가동율 사이에는 아무런 관계가 없다는 것을 알았다고 Engel씨는 말했다.

플랜트 관리층이 규제기관, 회사 본사, 산업기관 및 공중 등의 외부적인 영향에 신경을 쏟으면서 정상운전 및 보수에 대한 주의력이 여기에 쏠려 가동율과 운전비용에 좋지 못한 영향을 줄 수 있다고 이 보고서는 말했다. 「NRC의 규제조항에 맞추기 위해 실시되는 플랜트의 개보수와 시험이 가동율에 나쁜 영향을 미친다는 것은 모든 전력회사를 간의 토론에서 명백히 들어나고 있다」고 Engel씨는 말했다. 그러나 NRC의 규제는 모든 플랜트에게 골고루 영향을 미치기 때문에 플랜트간의 가동율의 차이를 가져오는 요인으로 볼 수 없다고 이 보고서는 말하고 NRC의 규제에 따른 플랜트의 개보수나 또는 NRC 검사에서 기적된 사항을 시정하여 NRC의 승인을 받는 과정때문에 연료재장전/보수정지시간이 연장되는 경우가 많다고 했다.

경제적인 제약이 때때로 예방보수와 플랜트 설비개선의 장애요인이 되고 있다고 이 보고서는 말하고 있다. 「국가적인 차원에서 볼 때 대체로 전력회사간부들의 원자력발전의 중요성에 대한 인식이 부족하고, 플랜트 개선을 위한 투자는 플랜트 수명기간에 비추어 그 경제적인 이득을 평가해야 한다는 점을 중요시하지 않고 있는 것 같다」고 이 보고서는 밝히고 「이러한 것이 결국에는 수용가들에게 손해를 끼치는 것」이라고 했다.

電力會社 記錄電算化시스템 現況

미국의 모든 원자력발전업체에서는 예비품

의 재고관리 및 검사시험 추적에서 보수계획에 이르기 까지 모든 기록들을 전산화하게 됨에 따라 서류철들이 서서히 컴퓨터의 데이터베이스로 바뀌어 가고 있다. 그러나 이러한 전환과정은 가장 적게 기록전산처리되는 원자력플랜트 운전분야만 보더라도 전혀 통일돼 있지 않다고 전력회사와 서비스 업체의 전문가들은 말하고 있다.

많은 소프트웨어가 시판되고 있지만 대부분의 전력회사들은 이 제품들이 그들에게 적합치 않아 독자적으로 자신들의 프로그램을 개발했다. 그 결과 플랜트간에 시스템의 표준화가 거의 돼 있지 않은 상태이다. 또 가장 나중에 하게 되는 운전보수관계 기록시스템의 전산처리와 같이 일부 분야는 다른 분야보다 적게 기록전산처리되는 것으로 최근 조사에서 밝혀졌다. 마지막으로 전산화는 분명히 이득을 가져오는 것으로 밝혀졌지만 일부 전문가들은 나머지 시스템도 전산화시키는데 대해서는 이것이 충분한 경제적인 이득을 가져올 것인지를 알아내기가 점점 더 어려워지고 있다고 전문가들은 말하고 있다.

최근의 한 조사에 의하면 원자력플랜트 1기를 돌리는데 필요한 45가지의 일반적인 정보시스템의 약 75%가 이미 설치돼 있거나 원자로 현장에서 개발중에 있는 것으로 나타났다. 워싱턴 시에 본사를 둔 Utility Data Institute(UDI)에서 발표한 「원자력플랜트 정보시스템」 포제하의 조사보고서에는 56기의 원자로를 포함하고 있는 33개소의 미국 원자력발전시설에서의 전산화된 기록 유지에 관한 데이터가 수록돼 있다. 「기록전산화는 비교적 새로운 분야이다. 따라서 이를 적용하려는 경향이 있지만 이는 사람에 따라 많은 차이가 난다. 일부 사람들은 이것에 열중하고 있는 반면에 그렇지 않은 사람들도 있다」고 Carolina Power & Light사(C-P&L)의 Shearon Harris 발전소장인 Willis씨는 말하고 Harris 발전소는 미리 전산화된 설비

에 관한 데이터베이스, 검사시험 추적, 예비품 재고관리 등의 많은 운전보수관계 기록을 가지고 1987년에 상업운전을 시작했다고 했다.

Quadrex Computer System사의 프로젝트 매니저인 Gray씨는 「전산화에 대해서는 회사마다 다양각색이다. 기록의 99%를 종이 커피로 하고 있는 회사가 있는가 하면 이를 데이터베이스에 입력시키고 있는 회사도 있다」고 했다.

많은 회사들이 원자력발전소 기록 전산화를 위한 여러가지 프로그램을 전력회사에 오픈하기 시작했다. 가장 많이 사용되는 것으로 보수계획시스템이 있는데 이것은 작업지시를 입력으로 받아 어떤 주어진 보수작업에 소요되는 작업인원과 자재를 사전에 확보하고 해당되는 작업절차를 찾아내는데 사용된다. 이 시스템은 또 플랜트 설비물의 使用履歷을 데이터베이스에 수록하고 정기 보수작업 내용을 기록한다. 방사능 모니터링과 플랜트의 화학처리 추적도 전산화가 보편화돼 있는 분야이다. 방사능 모니터링 데이터베이스는 자동 모니터와 日日保健物理調査로부터 입력을 받아 보건물리 담당자로 하여금 플랜트내 여러장소에서의 피폭선량 표시도를 작성할 수 있게 한다. 이 피폭선량 표시도는 작업계획을 짜는데도 사용할 수 있다. 플랜트 화학처리 추적 데이터베이스는 연구소 분석치를 토대로 설비의 냉각수, 1차 및 2차측 냉각재의 화학변화를 파악하는데 사용된다.

「우리는 NSSS 공급자에서 차량수리공장 설계자에 이르기까지 모든 종류의 경합자들과 만나게 된다」고 Quadrex Computer사의 전력회사 담당 영업부장 Hurst씨는 말하고 「이 시장은 컴퓨터 응용 경험이 풍부한 일부 원자력관계 공급업자들 때문에 좀 분열돼 있다」고 했다. 그러나 NUS사의 플랜트 정보관리부장 Delaney씨는 「현재 제품의 판매경쟁이 심하다. 어떤 회사의 시스템이 다른 회사의 것 보다 월등히 낫다고는 볼 수 없다. 모든 제품이 똑같은 기본적

〈원전 전산화 시스템 보유현황〉

| 시스템 구분 | 시스템 보유 플랜트수 | | |
|-------------------------------|-------------|-----|----|
| | 사용중 | 개발중 | 미비 |
| Radiation Exposure Monitoring | 32 | 1 | 0 |
| Process Monitoring Computer | 31 | 0 | 2 |
| Inventory Control | 30 | 3 | 0 |
| Maintenance Planning | 29 | 0 | 2 |
| Master Equipment List | 24 | 2 | 3 |
| Design Document Status | 21 | 3 | 7 |
| Radioactive Waste Management | 21 | 2 | 10 |
| Plant Radiation Monitoring | 20 | 6 | 6 |
| Plant Chemistry Tracking | 20 | 4 | 9 |
| Operator Assistance | 19 | 2 | 12 |
| Operations Log Trend Analysis | 11 | 2 | 20 |
| Tool Control Accountability | 10 | 6 | 17 |
| Safety System Tagout Control | 9 | 9 | 14 |

주) 조사대상 플랜트수 33개소(총원자로수 56기)

기능을 가지고 있는 것으로 본다」고 했다.

원자력플랜트에 오피하는 대부분의 프로그램은 그 플랜트에 맞게 만들지 않으면 안 된다. Impell사 영업부장 Phipps씨는 「Impell사에서 는 각개 플랜트에 맞도록 프로그램을 만들고 있다」고 말하고 「일발적인 패키지 프로그램을 만들기는 어려우며 이는 이러한 패키지 프로그램을 개발한다해도 회사마다 각기 다른 데이터와 요구사항을 갖고 있기 때문」이라고 했다. NUS사의 Delaney씨도 자사에서 하는 모든 일에서 이 문제를 감안하도록 돼 있다고 했다.

CP&L 전력회사의 Willis씨는 회사에서 갖고 있는 패키지 프로그램을 조사해본 결과 회사 자체에서 설계하는 것이 더 용이하고 더 효과적이라는 것을 알았다고 말하고 「공급업자는 특정 전력회사를 상대로 제품을 개발하기 때문에 이것을 사서 쓸 수 없다」고 했다. 「Harris 플랜트의 사양에 맞게 만들어진 패키지 프로그램은 WH社 플랜트 전체에 해당되도록 만들어진 것이지만 지난 2년간 우리는 이것을 재작성했다」고 그는 말하고 「많은 패키지 프로그램은 실제적으로 전력회사에서 그 프로그램에 맞게 회사의 업무진행방식을 바꾸도록 강요했다」고

했다.

기록유지기능을 전산화한 대부분의 전력회사들은 같은 결론에 도달했다고 UDI사는 조사 결과 밝혔다. 즉, 기존 시스템의 3/4 이상이 회사 자체에서 독자적으로 개발했거나 공급업자와 공동개발한 것이고 공급업자 단독으로 개발한 것은 15%도 되지 않았다는 것이었다. 전력회사 자체에서 개발하는 경우 이에 대한 지원이나 개발에서 오는 이득에 대해 처리해야 할 일들이 많이 생긴다고 NUS사의 Delaney씨는 말했다. 「전력회사에서 그 자체인원을 일선에서 거 한다면 이렇게 만들어진 시스템은 더 성공적인 것이 될 것이다. 한 전산화된 기록유지 시스템을 개발하기 위해서는 일부인원에게 전적으로 이 일을 맡겨야 한다」고 Pacific Gas & Electric사(PG&E)의 컴퓨터 설계부장 Black씨는 말했다. PG&E사는 약 3년전부터 가장 개발된 종합 데이터베이스를 운영하고 있다.

UDI는 여러 원자력플랜트용으로 개발된 시스템들이 여유도가 매우 높았으며 조사했던 플랜트의 약 3/4가 그들의 시스템을 다른 회사들에게 제공할 용의가 있음을 시사했다고 말하고 그러나 회사들 간의 정보교환은 거의 없었다고 했다. 이 UDI 조사보고서는 또 이 문제를 해결함으로써 전력회사들은 일부 분야의 기록 전산화 비용을 상당히 줄일 수 있을 것이라고 했다.

전산화 정보시스템이 회사내부에서 개발되고 일반적인 응용기술이나 특수한 정보기술분야에 대해서는 공급업자나 컨설턴트의 도움을 받아 개발했을 경우 플랜트요원들은 이 시스템에 대단히 만족하고 있었다고 UDI는 밝혔다.

기록전산화는 널리 보급되었고 특히 자금관리, 행정지원, 자재관리 등 분야에 대해 많은 노력이 기울여졌다. 원자력플랜트 운전 및 엔지니어링 작업을 직접 지원하는 정보시스템은 가장 적게 전산화된다. UDI에서 운전보수(O&M) 지원용으로 지정한 8가지의 기록유지 시스템

중 57%만 전산화되고 11%가 개발되고 있다고 UDI의 Hannon사장은 말하고 원자력플랜트 엔지니어링 업무를 지원하는 8가지 시스템의 전산화는 이와 거의 같은 수준에 있다고 했다.

그외의 O&M관련 시스템 사이에는 전산화 정도에 있어 많은 차가 난다(별표 참조). 조사한 플랜트의 약 93%가 플랜트 프로세스 모니터링 시스템을 사용하고 있었고 88% 이상이 전산화된 보수계획 시스템을 갖고 있었다. 플랜트 화학처리 추적, 운전원 지원, 방사성 폐기물 관리 및 플랜트 피폭선량 모니터링은 각각 약 60% 전산화돼 있었다. 그러나 안전시스템 tagout, 공구관리 또는 운전기록 분석 시스템은 30%만 전산화돼 있었다.

Delaney씨는 시스템 전산화를 하지 않기로 한 전력회사들중에는 그 이유로써 제한된 수의 사람들에 의해서만 사용될 수 있으므로 전산화가 넓은 의미에서 이익을 가져올 수 없다는 점을 내세우는 경우가 흔히 있었다고 했다. 그는 또 UDI에서는 O&M와 별도로 취급되는 문서 관리, 설비의 마스터 리스트 및 재고관리를 위한 기록유지 시스템들은 원자력발전 플랜트 운전과 관련된 시스템 리스트에 포함시킬 수도 있다고 했다.

컴퓨터 데이터베이스 설치비용은 시스템에 따라 많이 다르지만 대체적으로 데이터 수집과 이의 입력설비에 소요되는 비용은 소프트웨어 비용의 약 10배가 된다. 「안전 tagout시스템의 총비용은 23만불이고 보수계획 또는 문서관리 시스템은 1백만불 이상 된다」고 Delaney씨는 말했다.

기록 전산화의 이득은 노력의 감소, 데이터의 정확도 향상 및 정보의 이용 증대 등에서 온다고 Duke Power사의 컴퓨터 엔지니어인 Andersen 씨는 말했다. 그는 미국전력연구소(EPRI)에서 1987년에 발표한 연구보고서 「적산컴퓨터 이용에 대한 가이드라인」의 선임 연구원중의 한 사람이다. 「대체적으로 자동화는 데이터를

찾아내서 종합하는데 요하는 시간과 노력을 줄임으로써 각 개인의 생산성을 향상시켰다」고 그는 말하고 「전산화 역시 계산시의 에러의 가능성을 줄인다」고 했다.

Delaney씨도 「전산화로 인해 보다 좋은 데이터를 얻고 기존 데이터에 쉽게 접촉할 수 있으므로 경영자로 하여금 잘못된 결정을 내리지 않도록 도움을 주게 되고 그 결과 헤아릴 수 없는 이득을 가져온다」고 말했다.

1970년대 초에 기록 전산화가 처음 시작됐을 때 전력회사들은 이 과정의 비용 효과면을 곧 알아 차렸다. Andersen씨는 「지금까지 큰 투자가 필요한 것들은 대부분 이루어졌다」고 말했다. 지금의 기록 전산화 과정은 1,2년 내에 투자 비용을 회수하도록 압력을 받고 있는데 그 이유는 이 기간내에 개량된 소프트웨어가 출현하던지 사용자들이 이를 바꾸려고 할지도 모르기 때문이다. 「지금은 많은 전력회사들이 데이터 베이스 통합 프로젝트를 통해 이미 성취한 모든 자동 시스템들을 통합함으로써 얻을 수 있는 이득에 대해 관심을 돌리고 있으며 이러한 시스템들의 통합은 생산성을 향상시키고 원가를 줄일 수 있는 많은 기회를 줄 수 있을 것」이라고 Andersen씨는 말했다.

發電中 安全밸브試驗實施로 停止補修期間 短縮

몇기의 PWR에서 처음으로 發電(Mode 1)中 安全밸브試驗이 실시되고 있다. 플랜트 관계자들은 이러한 시험절차의 변경으로 정지시의 크리티컬·패스·타임 중 몇일을 단축시킬 수 있다고 말했다.

지금까지 이러한 시험방법을 실시한 플랜트로는 D.C.Cook-1, 2, Callaway, Palo Verde-1, 2, 3, Diablo Canyon-1, 2, 등이 있다.

지금까지 전형적인 PWR의 18~20개의 主蒸氣安全밸브의 시험은 원자로는 임계상태이지

만 발전은 하지 않고 있는 상태(Mode 3)에서 실시해 왔다. 플랜트에서는 發電中の 밸브試驗을 망설이고 있는데 그 이유는 플랜트가 全出力으로 운전되고 있을 때 밸브가 열린 채로 固着돼 원자로를 트립시키지 않을까하는 우려때문이다. 그러나 Mode 3 운전하에서 시험을 하는 경우에는 유니트의 완전정지 보수작업을 위해 發電停止 직후 하루 24시간 작업으로 안정 밸브시험을 끝내야만 했다.

「우리 발전소에서는 3기의 유니트 모두에서 Model 1 운전하에 이 시험을 실시했으며 모든 사람들이 이에 찬성하는 것 같다」고 Palo Verde 발전소의 보수책임자 D'Amato씨는 말하고 「이 밸브시험을 크리티컬 패스상에 놓지 않아도 된다면 무엇때문에 그렇게 하느냐? 밸브 個數와 절차에 따라 다르겠지만 이 방법을 적용하는 경우 24시간 내지 72시간의 時間節約을 가져올 수 있을 것으로 본다」고 했다.

CE社, 새로운 給水流量測定方法 開發

給水流量과 증기발생기의 水分캐리오버를 정확히 측정하는 새로운 방법이 개발됨으로써 지금까지 많은 플랜트에서 실제적으로 97~98%의 출력을 100% 출력으로 착각하고 있었던 것으로 밝혀졌다. 이 방법을 개발한 CE사의 관계자들은 이 새로운 방법에 의해 일부 플랜트에서는 年 1백만불 이상의 판매전력을 더 낼 수 있을 것으로 보고 있다.

이 관계자들은 최근에 열렸던 한 산업회의에서 流量計 Venturi管에 결함이 있거나 증기발생기의 水分캐리오버가 過度한 원자로에서는 급수량이 부정확하게 측정되어 운전원들이 원자로의 熱出力레벨과 출력을 과대평가하고 있는 것으로 시험결과 나타났다고 말했다.

壓力트랜스미터에서 오는 급수의 유량, 속도, 압력의 측정치들은 일반적으로 열출력을 계산

하는데 사용되는데 이 열출력은 NRC의 운전허가 사항이 돼 있다. 만약 Venturi 관이 막히거나 水分캐리오버가 過度한 경우에는 압력 트랜스미터가 높은 측정치를 나타내 열출력을 過大評價하게 되므로 플랜트에서는 100% 출력으로 나타날 때까지 열출력을 줄이게 된다고 CE사에서는 말했다.

「급수량과 증기발생기의 수분 캐리오버는 플랜트의 열출력과 이에 따른 전기출력을 정하는데 중요한 역할을 하고 있다」고 CE사는 최근에 열린 미 원자력학회/기계학회 합동회의에 제출한 논문에서 밝히고 「Venturi관의 결함이나 과도한 수분 캐리오버를 감안하지 않는다면 전기출력의 상당한 감소를 가져올 수 있다. 급수량이나 수분 캐리오버에서 1%의 오차가 생기는 경우 전기출력에서는 각각 1%와 0.8%의 오차가 날 수 있다」고 했다.

Venturi관 결함에서 오는 오차를 피하기 위해서 증기발생기 급수배관에 화학적인 tracer를 주입하는 chemtrac 방법으로 실험해본 결과 100% 출력을 내고 있다는 플랜트가 실제로 이보다 15.4MW 적게 출력을 내고 있는 것으로 나타났다고 CE사 관계자들은 말했다. 이 CE사 관계자들은 이러한 실험을 한 플랜트의 이름을 밝히기를 거부했으나 이 회의에 참석했던 몇 사람은 그 원자로가 Northeast Utilities사의 870MW (net) CE-PWR인 Millstone-2호로일 것이라고 했다. Northeast사 대변인은 작년에 CE사가 이 Chemtrac 측정방식을 Millstone-2호로에 적용했는데 그 결과는 아직 검토중에 있다고 했다.

NRC, 不良파이프部品點檢 指示

NRC는 미국 원자력 플랜트의 약 반수가 표준규격 미달의 플랜지와 파이프 피팅을 구입했을지도 모른다고 보고 플랜트 운전면허나 건설

허가를 갖고 있는 모든 전력회사에 대해 이러한 의심스러운 재료들이 그들의 플랜트에서 사용되고 있는지 또한 사용되고 있다면 이것들이 표준규격에 맞는지 여부를 조사하도록 지시했다.

만일 이러한 재료들이 미국 기계학회(ASME) 표준규격에 맞지 않거나 그 용도에 적합치 않으면 교체할 것을 NRC는 지시했다.

널리 퍼져 있을 것으로 예상되는 이 문제는 NRC가 뉴저지주의 Piping Supplies사(PSI)와 West Jersey Manufacturing사(WJM)의 두 회사가 원자력산업계에 공급한 탄소강과 스테인리스 강 제품에 대한 檢證試驗보고서를 검사한 후 지난 5월초 문제화한 것이다. 이들 두 회사는 외국산 상업용 강철재료가 ASME 규격에 맞다는 것을 허위증명하기 위해 시험보고서에 미국내의 외국업체 명칭이 들어있는 용지를 사용했다고 NRC는 밝혔다. NRC는 이들 두 회사와 그들의 하도급업자들의 보고서에는 ASME 규정에 의한 시험을 실시한 것으로 돼 있지만 이를 뒷받침할 만한 증거가 없다고 했다.

이 회사들의 시험기록을 통해 NRC는 최소한 38개의 원자력플랜트가 이들 두 회사로부터 재료를 구입할 예정이었다는 것을 밝혀냈다. NRC의 제품검사부장인 Baker씨는 이 문제는 생각보다 더 광범위하게 퍼져 있을지 모른다고 말하고 「우리가 얘기하고 있는 이 문제는 모든 발전 플랜트의 약 반수에 해당할지도 모른다」고 했다.

제품시험을 실시한 증거가 없기 때문에 NRC는 이 두 회사의 제품이 ASME 규격에 맞지 않을 것이라고 보고 있지만 그들도 이 제품들이 실제로 화학적 및 기계적인 표준규격에 맞는지 여부에 대해서는 아직 모르고 있다. 그래서 NRC는 첫 단계로 전력회사들이 이러한 의심스러운 제품을 받았는지 여부를 가려내기 위해 그들의 구입기록을 점검하도록 지시를 내린 것이다. WJM사는 1979년부터, PSI사는 1985년

부터 각각 원자력산업계에 ASME 규격 제품을 납품해 왔다고 NRC는 밝혔다.

「이것은 추적해야 할 문제」라고 NRC 제품검사국의 Cilimberg씨는 말하고 「전력회사들은 추적 감사를 해야한다. 솔직이 말해 이 문제에서 가장 잘 나타나 있는 것은 감사가 철저히 시행되지 않고 있다는 점이다. 전력회사에서도 나와 마찬가지로 이 점에 놀랐을 것이다」라고 했다.

NRC 조사국도 이 문제에 대한 조사를 계속하고 있으나 NRC의 지역 담당 조사관과 NRC 대변인은 모두 이에 대해 언급을 회피했다.

Millstone 2號機, 崩산漏洩 事故原因은 容器 O-Ring破損

Northeast Utilities사 Millstone-2호기의 원자로용기 O-ring의 파손사고는 硼酸 沈積에 그 원인이 있었던 것으로 밝혀졌다. 이 유닛은 15일간의 O-링 교체작업을 마친 후 5월 24일 100% 出力을 낼 수 있을 것으로 기대된다.

제어요소 구동 메카니즘(CEDM) 냉각기상의 붕산 침적으로 상부 제어봉 gripper coil이 過熱되어 4월 초부터 제어봉이 노심으로 낙하하는 현상이 재발했다. 이 붕산 침적은 처음에는 원자로 냉각재 제어기 격리밸브의 사소한 팩킹 및 플랜지의 누설 때문에 일어난 것으로 추측됐었다. 그러나 이 붕산침적현상은 밸브의 팩킹을 교체했는데도 여전히 계속되었으므로 회사에서는 내부 및 외부 O-링이 모두 새고 있는 것으로 결론을 내려 5월 7일 플랜트를 정지해 원자로용기의 헤드를 제거하고 O-링을 교체했다.

「이것은 아주 드문 일」이라고 NRC의 Millstone-2호기(CE사 PWR) 담당 프로젝트 매니저 Jaffe씨는 말하고 「나는 이러한 사고를 본 일이 없다」고 했다.

Northeast Utilities사 대변인 Gallagher씨는

지금까지 연료재장전 정지시 마다 신품 O-링으로 교환해 왔으며 가장 최근에 교체한 것은 지난 2월에 끝난 연료재장전 정지시 였다고 말하고 O-링상의 소량의 녹(鏽)이 누설을 일으켜 CEDM 냉각기와 환기 슈라우드 위에 고온분말을 침적시켰는지 모른다고 했다. 「아주 작은 먼지 덩어리가 생겨 이것이 새는 틈을 만들었을 지도 모른다」고 그는 말했다.

Jaffe씨는 Millstone-2호기의 누설사고와 작년 3월에 일어났던 Turkey Point 플랜트의 硼酸結晶의 누적으로 인한 1차 냉각재의 누설사고와는 다르다고 했다. Turkey Point 플랜트의 누설은 爐內計裝튜브 셀의 파손에서 온 것으로 이 사고와 다른 4개의 미국 플랜트에서 일어나는 것과 비슷한 사고는 누적된 붕산이 低合金炭素鋼의 원자로 설비를 부식시켜 일어난 것이다. 이 사고로 당시 NRC는 모든 PWR 보유 전력 회사에 대해 1차계통의 작은 누설을 감시하기 위한 프로그램을 마련하도록 공문을 발송했다.

Indian Point 3號機, SG交替工事 來年初 實施

Indian Point-3호기의 4대의 WH사 44형 증기발생기의 교체공사가 이 유니트(1,013MW)의 연료재장전이 시작되는 1989년 2월부터 시작될 것이라고 New York Power Authority사(NYPA)가 밝혔다.

이로써 NYPA사는 당초의 PWR증기발생기를 교체하는 미국에서 다섯번째의 전력회사가 되었다. Consolidated Edison사도 자매 유니트인 Indian Point-2호기를 위해 4대의 교체용 증기발생기를 구입했지만 교체공사는 1992년 이전에는 시행되지 않을 것이라고 이 회사 대변인이 말했다.

3호기의 교체용 증기발생기는 WH사의 44F형인데 이것은 열처리된 인코넬-690의 튜브로

되어 있는 것이 특징이라고 NYPA사 대변인은 말했다. 현재의 증기발생기는 mill-annealing된 인코넬-600의 튜브로 돼 있으며 총 13,000개의 튜브중 14%가 플러깅돼 있고 26%가 슬리빙돼 있었으나 이로 인해 정격용량을 낮출 필요는 없었다. 이 교체공사는 약 4개월 걸릴 것으로 예상된다.

美·蘇, 原子力安全協力 覺書

L·제크 美原子力規制委員會(NRC) 위원장과 訪美한 A·프로첸코 소련원자력이용국가위원회(GKAE) 의장은 4월 26일 원자력 안전분야의 협력에 관한 각서에 서명했다. 이번의 각서는 美蘇 양국에 있어서 원자력안전분야에서는 최초의 것으로서 쌍방 모두 民間用 원자로의 안전성 강화와 규제활동의 개선으로 연관된다는 기대가 높아지고 있다. 또, 소련의 에너지 관계 담당자는 5월 2일 美에너지省(DOE)과의 사이에서 원자력평화이용협력협정의 갱신에 대해 양국정부에 권고하기 위한 협정원안에 서명했다.

이번 각서의 서명은 작년 10월 소련측의 제안을 받아들이는 형식으로 이루어진 것으로서 유효기간은 5년간이며, 그후 5년간 연장되도록 되어 있다.

구체적인 내용은 ① 원자로 안전연구, ② 규제활동에서의 방책, ③ 민간용 원자로의 설계, 건설, 운전, 훈련, 관리, ④ 민간용 발전로의 이용에 있어서 건강의 영향과 환경보호요건 등의 분야에서 협력과 정보교환을 하도록 되어 있을 뿐 아니라 인원과 기기의 교환도 계획되어 있다. 그리고 대상이 되는 정보는 기밀취급을 받고 있지 않는 것에 한정된다.

또 각서에 의하면 교환분야의 결정을 위해 민간용 원자로의 안전을 위한 합동조정위원회를 설치할 것을 결정했다. 이 합동위원회는 미

소 양국 모두 6명의 대표를 내게 되어 있으며, 미소에서 교대로 1년간에 1회의 비율로 회합을 개최한다. 미국측은 NRC와 DOE, 학회, 연구소의 대표자가 출석할 예정이다.

이번의 각서서명은 체르노빌사고를 계기로 하여 원자력의 안전분야에서 미국이 소련을 지원해 간다는 레이건대통령의 생각을 직접 계기로 하고 있으며, 고르바초프서기장과의 와싱턴 수뇌회담에서 확인되었다.

또, 제크NRC위원장은 미국측의 대표와 함께 8월에 訪蘇할 예정이다.

미소 양국간의 원자력평화이용협력협정은 1973년 6월 21일 당시의 닉슨대통령과 브래즈네프서기장과의 사이에 최초로 체결되었다. 동협정하에서는 주로 제어핵융합과 高에너지·핵물리분야에서 협력이 되고 있으며, 핵융합분야에서는 과학자그룹이 미소 도합 연간 6회정도, 高에너지분야에서는 12~24명의 과학자가 서로 방문을 해 오고 있었다.

이런 상황하에서 체르노빌, TMI와 같은 동서 양진영에서 상징적으로 사고를 일으킨 양대국이 원자력 안전분야에서 협력각서를 교환한 것은 주목할 가치가 있다고 보지만, NRC는 미국의 이런 동향은 체코 등 다른 동구제국에 파급될 것으로 생각한다고 지적했다.

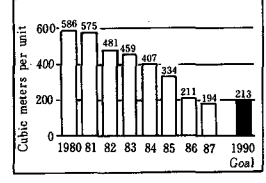
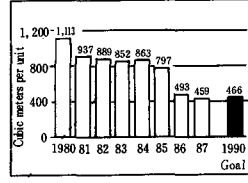
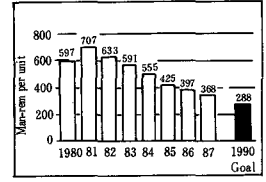
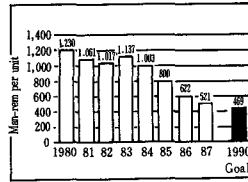
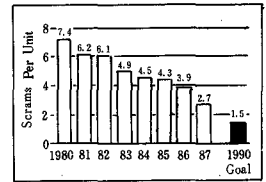
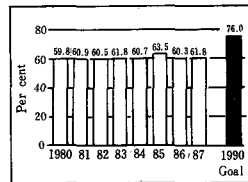
美國原電 運轉性能 向上

美國 原子力發電運轉協會(INPO)는 최근 10개 항목에 대한 美國 原子力發電所의 運轉性能을 보여주는 年例報告書를 발간하였다.

INPO는 1986년에 1990년까지의 운전성능 목표를 설정하고, 이에 대한 개선 진행상황을 조사하고 있다. 1987년도의 운전성능 지수는 1990년의 목표치를 향해 꾸준히 향상되고 있음을 나타내고 있으나, 利用率은 數基가 長期間 운전정지된 상태로 있어 나쁜 영향을 주었다.

INPO는 이밖에 安全系統性能, 熱性能, 核燃

料의 信賴度 등 새로 세가지 인자에 대해서 추적조사를 시작하였다.



Oconee 1號機, SG漏洩로 연속운전기록 更新失敗

증기발생기 누설사고로 Oconee-1호기가 4월 18일 정지됨으로써 PWR연속운전의 세계기록갱신의 꿈이 사라졌다. Duke사는 현재 Oconee-2호기가 1985에 세운 439일의 기록을 가지고 있다. Oconee-1호기의 이번 기록은 351일이었다. 이 회사 대변인은 이번의 증기발생기 누설 사고는 기술사양상에 문제가 있었던 것은 아니라고 말하고 이 유니트가 5월초까지는 계통병입될 것이라고 했다.

深刻한 電力不足 警告

美에너지啓發協議會(USCEA)의 H·Finger 이사장은 3월 7일 보스톤·로타리클럽에서 행한 강연에서 뉴잉글랜드는 장래 심각한 전력부족에 타격을 받을 것이라고 경고했다.

Finger이사는 예상을 상회하는 수요의 증가에 의해서 전력공급의 신뢰성이 저하되고 있으며, 1970년대 이후 동 지역의 뛰어난 경제적 실적을 유지할 수 없게 될 우려가 있다고 지적했다.

뉴잉글랜드의 총전력수요는 1982년 이후 28% 증가 했는데, 이것을 年率로 환산하면 평균 약 5%에 상당한다. 금년 겨울의 최대수요량은 1994년의 예상치와 같았다.

금년 겨울에는 뉴잉글랜드의 담당관이 세번이나 일반주민에 대해 전력절약을 요구해야만 했다고 Finger이사는 상기하고, 동시에 캐나다가 금년 겨울에 두번 뉴잉글랜드에 전력수출을 정지한 것을 지적했다.

뉴잉글랜드의 전력회사가 발전용량의 부족에 직면한 것은 이번으로 두번째이다. 뉴잉글랜드電力물은 1987년에 24회 「제4운전수속」을發動하지 않을 수 없었다. 이것은 뉴잉글랜드가 「정전의 일보직전」이었음을 의미하는데, 24회중 3회는 정전을 피하기 위해 전압을 내려야만 했다.

Finger이사에 의하면 전력은 수송을 포함하지 않으며 미국내에서 소비되는 쉰에너지의 약 절반을 차지하고 있다고 지적하고, 뉴잉글랜드의 전력수요가 1982년 이래의 증가율보다 低率로 증가하고 뉴햄프셔의 Seabrook 원자력 발전소가 운전을 개시한다고 가정해도 뉴잉글랜드의 경제에 대해 심각한 결과를 초래할 것으로 예상되고 있는 조사에 대해 언급했다.

예를 들면, 콘설턴트에 의한 1986년의 조사에서는 1995년에는 이 지역에서는 대형 원자력 발전소 3~5基분에 상당하는 전력공급력이 부족할 것으로 예상되고 있다. 이러한 전력공급의 부족은 뉴잉글랜드의 경제에 대해 GNP에서 5백억\$, 이익으로 하여 80억\$의 손실을 초래하고, 90만명이 직장을 잃게 된다. 또 州 및 지방자치단체의 稅收入은 약 70억\$ 감소된다.

Finger이사는 전력을 「차기 에너지의 위기」

라 칭하고, 이것은 석유위기보다 해결이 어려우며 시간도 걸린다고 말했다. 동 이사는 미국의 공업화 및 원자력이용의 파이오니아인 뉴잉글랜드가 이런 문제해결의 선구자가 되도록 강력하게 요구했다.

Finger이사는 연방 및 州次元에서 「극히 불투명」한 규제수속이 원인이며, 원자력의 장애가 미국내에서 불명확한 상황에 직면해 있음을 인정하고 이와 같이 불합리한 상황이지만 원자력은 미국에 있어서 에너지공급의 일부로서 필요한 것임에는 변함이 없다고 피력하였다.

蘇聯事故로 인한 死亡者增加 근거 없다

노벨의학·생리학 수상자로 뉴욕市 브론스 크 復員軍人廳病院의 주임의학조사관인 로자린·야로박사는 체르노빌사고가 미국의 사망자수를 증가시켰다는 두명의 원자력 반대파의 주장은 「년센스」라고 말했다. 미국에는 동 박사 외에도 같은 결론에 도달한 과학자가 다수 있다.

야로박사에 의하면 정책연구소의 J·골드박사와 E·스틴그라스박사의 주장은 매우 왜곡된 데이터에 근거한 것이며, 「일반 독자에게도 매우 명백하다」고 하였다. 골드, 스텐그라스 兩氏의 주장은 2월 8일자 월스트리트·저널紙에 게재되었지만 상세히 검토된 것은 아니었다고 야로박사는 지적했다.

야로박사는 1986년의 최종적인 死亡데이터가 밝혀지면, 그 해의 미국의 사망자수가 지금까지 최고라는 말이 될 것같으나 그것은 미국민이 노령화되고 있기 때문에 「예상되는 경향」이라고 지적했다.

미국의 사망자수는 1978년의 193만명에서 1983년은 202만명, 1985년은 209만명, 1986년에는 210만명으로 증가했다. 1986년의 미국의 사망자수 증가는 체르노빌사고 전의 평균증가율 보

다 현실적으로는 적었다고 동 박사는 말했다.

「연령조정을 하면 미국의 사망률은 계속 감소되고 있다」고 야로박사는 말했다. 그리고 전국건강통계센터에 의하면 미국의 사망률은 1986년이 최저였다.

야로박사는 더욱 골드, 스텐그라스 兩氏의 체르노빌사고후 미국의 우유중 요오드 131의 準位와 미국 사망자수의 증가를 결부시키는 논리에 반론을 제기했다.

요오드 131은 1986년까지는 미국에서 갑상선 질환의 진단을 위해 환자에 대해 널리 사용되고 있었다. 그러나 골드, 스텐그라스 양씨가 미국의 사망자수 증가와 결부시키고 있는 것보다 「수백만배 많은」線量을 받은 「200만명 이상」의 국민에게서 有害結果는 볼 수 없었다고 동 박

사는 말했다. 실제로 식료품 및 물 속의 자연방사능 변동은 골드, 스텐그라스 양씨가 설명한 準位의 數倍이다.

갑상선질환의 진단을 위해 사용되고 있던 요오드 131은 야로박사가 혈액 속의 갑상선관련 호르몬을 측정하는 Radioimmunoassay法을 발명한 것을 계기로 하여 사용이 중지되었다.

방사선의 리스크평가에 관한 과학적 방법에 대해 장기에 걸친 비판자임과 동시에 원자력 반대자인 J·고프만박사까지 골드, 스텐그라스 양씨의 주장을 지지하지 않았던 것을 상기하면 월스트리트·저널紙의 E·그래험기자는 이 기사에 의문을 가져야 했었다고 야로박사는 지적했다.

蘇 聯

原子力省, 플랜트稼動率向上 強調

원자력플랜트의 평균 운전실적을 향상시키기 위해 소련 원자력발전성은 「年少한」 원자력발전 유니트(가동년수 2~5년)의 운전신뢰성을 높이기 위한 캠페인을 벌이고 있다.

원자력발전성 장관인 Lesnoy씨는 소련의 원자력 플랜트는 평균 약 3~4회/유니트/년의 스크램 발생율을 기록하고 있고 「不時停止」의 평균 발생회수는 약 9회/유니트/연이며 이러한 정지사고는 비교적 연소한 유니트에 집중되고 있다고 했다. 실제 통계에 의하면 소련의 원자력플랜트는 운전개시 초년도에 이러한 不時 정지 또는 고장정지를 27회 겪었으며 2차~4차년도 사이에 이 수자는 처음에는 연간 약 15회, 그후에 연간 4회로 줄어들었지만 13차년도 이후에는 실비마모 때문에 다시 증가했다고 Lesnoy씨는 말했다.

원자력성내의 연방 원자력발전기술협회의 기술정보부장인 Lesnoy씨는 IAEA와 OECD 원자력위원회의 공동주최로 5월 16일 파리에서 열린 한 심포지엄에서 이와 같이 발표했다.

그는 이 협회가 체르노빌 사고후 소련 원자력발전소의 운전상태를 감시하기 위해 설립된 것으로 미국의 INPO에 해당한다고 말하고 설비, 설계, 시운전, 인원훈련, 보수 등의 품질을 높임으로써 플랜트 성능을 개선하려고 노력중이라고 했다. 이러한 노력의 일환으로 이 협회는 소련 원자력발전소 몇개소에 시뮬레이터/훈련 센터를 설계, 건설중인 것으로 알려졌다.

1964년의 거의 제로 상태에서 1987년 1,860억 KWH(소련 총공급량의 11.2%)로 원자력발전은 꾸준히 신장돼 왔다고 Lesnoy씨는 말했다. 원자력발전소의 출력은 작년에 前年對比