

原電管理의 要員訓練

다음 내용은 지난 3월 16일에서 4월 24일까지 6주간 미국 알콘원자력 연구소와 캐나다 원자력공사에서 공동 주최한 「IAEA 원전 안전운전과정」에서 특별연사로 초청된 Wisconsin Public Service社의 S. Burstein 부회장이 강의한 것이다.

이 과정에 참가했던 과학기술처 허남 과장이 제공한 자료를 원자력안전 센터 은영수 박사가 완역했다.

원자력발전 사업을 추진하고 있는 여러 나라들은 현재 그들 나름대로의 복잡한 상황에 처해 있다. 전세계적으로 과거에 원자력발전 사업에 주어졌던 제반여건들이 지금에 와서는 현저하게 달라져 있다. 민간원자력산업이 태동하던 1945년경에는 많은 기회가 주어졌다. 그러나 1959년 경에는 그렇게 많던 사업들이 상당히 제한을 받게 되었고, 1989년에는 더욱 제한될 것으로 전망된다.

이와같이 전 세계적으로 원자력 산업계에 주어지는 여건들이 크게 변화함에 따라 현재 원자력발전 사업을 추진하고 있는 개발도상 국가들은 미국, 불란서, 독일과 같은 원자력 선진국의 경험을 도입하여 자국의 실정에 맞는 원자력 정책을 수립하는데 있어서도 많은 어려움을 당하고 있다. 따라서 우리가 미국에 있어서의 원자력발전 사업의 성공 및 실패 사례 또는 원자력발전 사업 전반에 걸친 경험에 대하여 논의할 때는 그것들이 그대로 개발도상국가에 적용될 수 없다는 점을 특별히 유의해야 할 것이다.

1. 原子力發電所의 安全性 確保

원자력발전소를 안전하게 운전하기 위하여 우리는 무엇을 할 것인가를 요약하면 다음과 같다.

첫째 : 원자력 발전 사업에 투입된 엄청난 국가 재산을 보호하기 위하여 정성을 바친다면 안전성은 자동적으로 확보된다.

원자력발전소는 국가적 공지의 상징이며, 이를 건설하는데는 엄청난 자본과 인력이 투입된다. 이러한 원자력 발전 사업을 책임지고 있는 국가기관이나 사업자가 최선을 다하여 원자력 시설을 보호하고 나아가서는 더욱 육성, 발전시키겠다는 의지를 가지고 임무를 수행한다면 원자력발전소의 안전 운전은 물론 대중의 건강과 안전은 자동적으로 성취될 것이다. TMI 사고는 재산면에서 볼때 엄청난 재산손실의 한 예로 볼 수 있다. TMI 사고로 10억불 규모의 피해가 발생하였고, 담당회사는 경제적으로 거의 파산 위기에 처하게 되었다. 그러나 근본적으로 TMI 사고로 인한 인명피해는 없었다.

둘째 : 원자력 발전의 설계, 건설 및 운영의 전반에 걸쳐서 최우수성을 추구하고 유지한다면 안전성은 성취될 수 있다.

이 세상에는 두가지 안전한 원자력발전소가 있다. 하나는 운전하지 않고 정지되어 있는 원자력발전소이며 이는 절대적으로 안전하다. 다른 하나는 아무런 문제없이 정상적으로 전출력을 내며 가동하고 있는 발전소이다. 그러나 원자력발전소의 높은 신뢰도, 높은 이용률 및 안전 운전을 성취하기 위하여는 우선적으로 발전소의 설계가 우수해야 한다는 것을 잊어서는 안된다. 한편, 아무리 원래의 설계가 우수하다고 해도 그의 후속기에 있어서는 필연적으로 설계 변경이 있기 마련이며 발전소를 수명 기간동안 운전하다 보면 수많은 변경을 하게 되는 것이 현실이다. 한가지 명심하여야 할 사항은 발전소는 설계된 대로 운전된다는 사실이다. 여기에 발전소 설계의 중요성이 존재한다.

한편, 우수한 설계목적을 실현시키기 위하여는 건설단계에 있어서 충실을 기하여 완벽한 공사를 해야 하며, 운전단계에 들어가서는 신중한 운전 및 철저한 보수가 수행되어야 한다. 이러한 모든 분야에 있어서 최우수성을 확보하기 위한 노력을 한다면 발전소의 안전성은 성취된다고 믿는다.

2. 우수한 人力의 確保

원자력 발전 사업을 원활히 추진하기 위하여 우리는 필요한 모든 자원이 갖추어져 있어야 한다. 이를 위하여 재정적인 자원 및 부존자원도 중요하지만 그보다 더 중요한 것은 인적자원의 확보라 할 수 있다. 인력이 갖추어 지지 않고서는 아무것도 성취할 수 없다는 사실을 우리는 잘 알고 있다. 원자력발전소를 건설하기 위하여 우리는 Westinghouse, GE, Framatome 혹은 KWU와 간단히 계약을 체결할 수 있다. 또한 우리는 상기 제작자들에게 똑같은 사양을 제시하고 똑같은 조건하에서 계약을 맺을 수도 있으며, 우리는 어떤 것이라도 우리가 원하는 것을 돈을 주고 살 수도 있다. 그러나 결과적으로 볼때 중요한 것은 어떤 발전소는 다른 발전소보다 더 잘

건설되고 더 잘 운전되고 있다는 사실이다. 이러한 점은 사업에 참여하는 사람들이 얼마나 우수하며 성의를 다하여 맡은바 일을 수행하는가에 따라 크게 차이가 나고 있다. 따라서 우리는 원자력 사업을 추진함에 있어서 모든 자원, 특히 인적 자원을 확보하여 집중적으로 투입하여야 하며 이러한 노력이 없이는 발전소의 신뢰성 및 안전성은 성취할 수 없다. 이를 위하여 특히 제반 자원을 조직하고 관리하며 우리의 목적을 성취할 수 있는 방향으로 집중하여야 한다.

3. 실증된 設計 및 技術의 重要性

원자력발전소를 신규 건설할 때나 혹은 발전소의 설계를 변경해야 하는 경우 실증이 되지 않은 새로운 설계나 설비를 도입하는 것은 언제나 위험부담이 존재한다. 충분한 사전 시험이나 실제 운전을 통하여 실증된 설계나 설비를 도입하는 것이 안전하다. 그렇게 함으로써 기술적인 면에서 보면 최첨단 기술을 도입하지는 못하겠지만 좀더 신뢰성 있고 안전한 발전소를 소유하게 될 것이다. 그후에, 그러니까 원자력발전소에 대하여 충분히 경험을 축적하고 실력을 기른 연후에 좀더 새로운 기술 및 설계를 시도해 보는 것이 현명한 방법이다. 특히 소수의 원자력발전소를 보유하고 있으며 그들이 국가 전체의 이익에 크게 영향을 줄 수 있는 경우 실증된 설계 및 기술을 활용하는 것은 상당히 중요하다고 판단된다.

4. 發電要員의 사전 확보 및 訓練

원자력발전소의 건설이 완성되면 운전요원에게 발전소를 넘겨주게 된다. 그러나 이 과정에서 우리는 큰 문제점을 안고 있다. 발전소의 설계 및 건설과정에 발전소의 운전 및 보수를 담당할 요원들을 참여시키지 않았다는 사실이다. 따라서 이들이 새로운 시설의 운전 및 보수를 담당할 것인가가 상당히 중요한 문제로 대두된다. 따라서 발전소의 운전 및 보수요원은 가능한한

사전에 확보하여 설계 및 건설에 참여시키는 것이 중요하다. 우리 발전소의 경우 운전 및 보수 관련부서장 및 선임급 요원을 건설시작 이전에 선발하여 모든 계약서를 검토하도록 하였고, N SSS, 터빈 및 배전반 공급자들과 토의하도록 하였다.

5. 運轉 및 보수의 事前 計劃

발전소의 설계 및 건설 단계에서 가능한한 모든 운전 및 보수와 관련된 사항들을 반영시키는 것은 매우 중요하다. 예를들어 PWR을 건설할 때 PWR설계의 가장 취약한 부분중의 하나인 증기발생기의 교체문제가 대두되었다. 그 당시 우리는 궁극적으로 증기발생기를 교체해야 한다면 처음 설계할 때부터 이를 고려해야 한다고 결정하였다. 이 결정에 따라 우리는 장비 출입구를 처음부터 증기발생기가 출입할 수 있도록 크게 설계하여 설치하였다. 15년이 지난후 실제로 증기발생기를 교체하여야 했을때 우리는 격납용기를 파괴하지 않고 장비 출입구를 사용하여 6개월 동안에 2대의 증기발생기를 손쉽게 교체할 수 있었다. 물론 원래 설계보다 더큰 장비 출입구를 설치하기 위하여 추가 비용이 지출되기는 했지만 충분히 더큰 이익을 얻은 것이다. 예를들어 FP & L의 경우 우리와 같은 사전 계획을 세우지 않았기 때문에 정작 증기발생기를 교체해야 되었을 때 보호벽을 헐고 증기발생기의 출입을 위하여 격납용기에 큰 구멍을 뚫어야 했으며 그 후 모든 손상부위를 복원하고 다시 안전성 검사를 받아야만 했다. 그 결과 FP & L은 우리가 지불한 경비의 2배 이상을 지불해야만 했다. 따라서 처음 발전소를 설계할 때부터 운전성과 보수성을 고려하여 필요한 조치를 취하는 것이 궁극적으로는 훨씬 현명한 방법이라고 판단된다.

6. 契約條件

발전소의 설계 및 건설 시공자와의 계약은 매

우 중요하다. 계약자들은 성능보장이 되고 계약이 만료되면 발전소를 떠나지만 발전소 운영자는 계속 남아서 발전소를 운전해야 된다. 따라서 발전소를 운전하는 우리는 계약자와의 모든 분야에 참여하여야 한다. 특히 운전 및 보수요원들은 용역 및 기자재의 구매는 물론 기술사양서 작성 및 계약서 작성에까지 참여함으로써 무슨 작업이 어떻게 수행되고 있는지 숙지하도록 해야 한다.

7. 試驗 및 檢査

발전소의 설계 및 건설면에 있어서 가끔 간과되고 있는 면이 있다면 그것은 곧 계통에 대한 시험 및 검사의 가능성이라 할 수 있다. 계통을 훼손시키지 않고 검사를 수행할 수 있도록 설계가 되고 건설이 되어야 한다. 예를 들어 3 feet의 콘크리트로 가려져 있을때 격납용기 Liner의 건전성을 확인하기 위한 용접검사를 어떻게 수행할 것인가 등이 문제가 된다. 또한 격납용기에 설치된 텐돈의 Wire가 부러졌는지, 부식이 되었는지 확인하기 위한 검사를 수행할 수 있겠는가? 이들은 일단 설치되고 나면 검사불가능 설비가 되고 만다. 이들에 대하여 안전검사를 할 수 있는 기술개발이 필요하다. 한편 시험 및 검사의 필요성이 가장 강조되는 계통은 계측제어계통이다. 이를 위하여는 계통에 대하여 전문지식을 갖춘 엔지니어가 필요하다. 자격을 갖춘 우수한 운전원 및 엔지니어라면 담당 계측제어계통의 기기들을 보고 발전소의 상태를 파악할 수 있어야 한다. 운전 및 보수에 있어서 특히 주의할 사항은 모든 설계 및 시설의 변경은 즉각적으로 또한 정확하게 계통 도면에 반영되어야 한다는 것이다.

계통도면의 관리는 매우 중요하며 전담반을 두어 관리하도록 하여야 한다. 발전소의 모든 계통, 구조, 배선, 계측제어, 배관 및 기타 주요사항들이 언제나 최신도면에 정확하게 기록되도록 주의해야 한다.

8. 工程計劃 및 管理

공정을 계획할때 흔히 모든 사람들이 계획담당 혹은 관리담당이 된듯한 인상을 받을때가 많이 있다. 그러나 공정을 계획하고 관리할 때는 현실성을 무시해서는 안된다. 얼마전 한 발전소에서는 밸브가 누설되기 때문에 발전소를 정지시켜야만 했다. 그 당시 보수담당 직원들은 누설의 원인을 알고 있었으며 다만 Flange의 Gasket만 교체하면 된다는 것도 알고 있었고 Gasket는 창고에 보관되어 있었다.

또한 그들은 Gasket을 교체하는 방법도 잘 알고 있었다. 그러나 그들은 작업을 할 수 없었다. 왜냐하면 공정계획 및 관리담당 직원들이 필요한 보수절차서를 작성해야만 되었기 때문이다. 따라서 보수절차를 완성하기까지 하루 반이 소요되었고 그동안 발전소는 정지상태로 있었다.

Gasket교체 작업은 고작 2시간 반이 걸렸다. 그러나 이러한 사소한 보수문제로 인하여 발전소는 전체적으로 이틀 반을 정지해야만 했다. 이러한 문제해결 방법이 결코 안전성과 신뢰성을 높이기 위한 합리적인 방법이라고 판단되지는 않는다.

9. 運管 技術指針書

운영기술지침서(Tech. Spec.)는 반드시 운전요원들에 의하여 작성되어야 하며 모든 절차서들은 운전 및 보수요원들에 의하여 작성되어야 한다. 이러한 운영지침서 및 제반 절차서들을 설계자가 작성해서는 안된다. 설계자는 운전 제한조건 및 발전소가 설계대로 작동하기 위하여 필요로 하는 압력, 온도 및 유량 그리고 발전소의 안전을 보장하기 위한 제반 주요 안전인자들을 설정할 수는 있다. 그러나 실제의 기술 사양서는 운전 및 보수요원들에 의하여 작성되어야 하며 그 후에 물론 설계자 및 규제기관의 심의를 받는 것은 당연하다.

10. 建設中인 발전소 運轉要員 활용

누가 발전소 건설 감독요원으로 최적격이냐고 질문한다면 그들은 다름 아닌 발전소를 맡아 운전할 사람들이라고 대답할 수 있다. 발전요원들은 건설이 완료된 후 발전소를 맡아서 운전을 해야될 입장이기 때문에 건설과정에 있어서 모든 것이 완벽하게 수행되기를 누구보다도 원한다. 우리 회사에서는 건설 초기부터 발전요원들을 건설현장에 투입했다. 건설현장에 사무실을 차려놓고 주요 운전 및 보수요원들을 배치한후 그들에게 일과의 50%는 현장에 나가서 공사 진행과정을 점검하도록 했고, 나머지 50%의 일과는 운영기술 지침서를 작성하는데 사용하도록 지시했다.

왜냐하면 일단 발전소가 완성되어 운전이 시작되면 우리가 다시는 볼 수 없는 기기 및 계통들이 많이 있기 때문이다. 이렇게 운전 및 보수요원을 건설현장에 배치하여 건설과정을 주의 깊게 관찰하게 하는 것은 그들에게 좋은 현장교육을 제공할 수 있다고 믿었기 때문이다. 우리는 건설요원들이 지극히 복잡한 발전소 계통을 완성한 후 우리에게 와서 열쇠를 주면서 “자! 이제 운전해 보시오”하고 말할 때까지 기다릴 필요가 없는 것이다.

細部事項

1. 發電所 要員의 상호협력

발전소의 설계 및 건설중의 하자를 교정할 수 있는 능력을 갖춘 운전 및 보수요원을 확보하고 있다는 것은 참으로 바람직한 일이다. 이렇게 함으로써 발전소의 잘못된 부분을 발견하여 이에 대하여 논의하고 교정할 수가 있다. 일반적으로 볼 때 발전소 계통의 설계 요원은 그들 나름대로의 고집을 가지고 있으며 이러한 고집은 운전요원, 규제요원 및 검사요원의 경우에도 마찬가지다. 이들은 서로 “이것은 당신이 관여할 문제

가 아니다. 우리가 볼 때는 아무런 문제가 없다”라고 고집한다. 그러나 일반적으로 타당한 질문을 하였을 때 이들의 대부분은 건설적인 자세를 취하며 업무수행 방법 또는 교정의 필요성에 모두 합의한다. 수년전 영국의 체스터필드경이 다음과 같이 말한 것이 기억난다.

“교정이 필요하지 않을 때는 교정을 할 필요가 없다” 우리는 발전소 운전원이 “나는 이런 방법으로 운전할 수 없다”고 말한다고 하여 발전소의 운전 절차를 변경시킬 수는 없다. 발전소의 운전 및 보수 요원들도 발전소의 설계자, 부품공급자, 검사 및 규제자로부터 필요한 것을 배우겠다는 적극적인 자세를 취하여야 한다. 왜냐하면 우리는 언제나 다른 분야의 사람으로부터 배울수 있기 때문이다. 우리는 궁극적으로 발전소의 안전 운전을 책임지고 있는 수개 분야 요원들의 우수성 및 중요성을 강조하지만 실질적으로 보면 원자력발전소에 관계된 모든 사람들이 안전운전에 대한 책임이 있다. 발전소에 관련된 모든 사람들이 공통목표를 가지고 있다면 우리는 서로 의견을 교환할 수 있어야 하며 발전소 설계의 미비점 및 문제점을 협동하여 해결할 수 있어야 한다. 과거에 배관계통에 일하던 사람이 설계사무실을 찾아와 담당자에게 “배관계통을 잘 조사해 보니까 상부에 배기장치가 설치되어 있지 않습니다. 따라서 이 배관속의 기포나 증기를 빼낼 방법이 없습니다. 이 문제를 어떻게 해결하면 좋겠습니까?” 하고 물었다. 이러한 경우 담당자들의 협의에 의하여 문제는 손쉽게 해결될 수 있다. 그러나 이 경우 담당자에게 “어떤 멍청이가 이 배관에 배기장치를 빼먹었어?”라고 거칠게 대들었다면 설계 담당자는 정반대의 반응을 보였을지도 모른다. 원자력발전소와 관련된 모든 사람들은 발전소의 안전 및 신뢰도 확보에 매우 중요한 배기 및 배수 장치가 가깝은 배관도면에 정확하게 나타나 있지 않은 경우가 있다는 것을 알고 있다. 특히 컴퓨터를 사용하여 도면을 작성할 때 이런 일이 흔히



원자력 발전의 건설사업 초기에 자격을 갖춘 요원을 선발하는 것보다 더 중요한 것은 없다. 이는 원자력 사업을 추진하는데 있어서 최상의 요원들을 채용할 수 있도록 직원 채용절차를 수립해야 한다는 것이다.



발생한다. 왜냐하면 컴퓨터는 실제 배관을 직접 보거나 경험한 적이 없기 때문이다. 기존 발전소를 새로 설계하려고 하지 말고 있는 그대로를 우선 이해하도록 노력하여야 한다. 우리는 운전원 또는 검사 및 규제자로서 현 발전소에 대하여 숙지할 수 있도록 하여야 하며 발전소가 왜 이렇게 설계되었는지를 이해하려고 노력해야 한다. 물론 설계변경을 할 필요가 있을 때는 이를 수행하여야 한다. 그러나 꼭 변경할 필요가 없을 때는 변경해서는 안된다.

2. 發電所要員 確保 및 選拔

우리는 발전소요원 문제에 대하여 논의했지만 이 문제는 원자력 발전소 전반에 걸친 주요한 문제이다. 능력 있고 자격을 갖춘 발전소요원 확보야말로 안전운전을 보장하기 위한 최선의 방법인 것이다. 우리는 지금까지 원자력 발전소의 설계 및 건설요원 특히 운전, 보수요원 및 기타 발전소요원들을 적시에 모집하여 업무를 수행하여야 한다고 말해 왔다. 원자력 발전의 건설사업 초기에 자격을 갖춘 요원을 선발하는 것보다 더 중요한 것은 없다. 이는 다시 말하면 원자력 사업을 추진하는데 있어서 최상의 요원들을 채용할 수 있도록 직원 채용절차를 수립해야 한다는 것이다.

직원 채용시험을 실시하여 개개인의 능력을 평가함으로써 똑똑한 인재를 채용하도록 하여야 한다. 왜냐하면 결국 그들이 최고가의 국가 재산을, 모든 대중의 관심의 대상이 되고 있는 사

업, 그리고 전력 공급계통중 가장 민감한 부분을 담당하기 때문이다. 이렇게 중요한 발전소의 설계를 누구에게 맡길 것이며 누구에게 넘겨줄 것인가를 생각해 보라. 그들은 바로 우리가 발견할 수 있는 최고급 인재여야 한다. 따라서 채용과정에서는 그들의 능력, 특기, 심리적 안정도 그리고 다른 사람과 협동하여 일할 수 있는가를 평가해야 한다. 우리들 각자는 어느 누구보다도 업무수행을 위한 자격을 갖추고 있어야 한다고 본다. 우리는 저질의 직원을 채용해 가지고서는 아무 일도 수행할 수가 없다. 따라서 최고급 인재를 뽑도록 노력해야 한다. 그러나 다른 직원들과 협동하여 일할 수 있는 능력은 더욱 중요하다. 특히 원자력 분야에서 훌륭한 엔지니어가 되기 위하여는 첫째, 동료 직원들과 잘 어울려야 하며 둘째, 문제가 발생하였을 때 신속히 결정을 내려야 하며 셋째, 올바른 결정을 내려야 한다. 다시 말하면 우리가 동료 직원들과 좋은 인간 관계를 갖는다는 것은 기술적으로 완벽한 것보다 더 중요한 것이다. 또한 현재 발전소에 문제가 생겼을 때 10년동안 연구하여 해결책을 내놓는다고 하자. 과연 그것이 유용한 해답이 될 수 있을 것인가? 그렇게 해답을 얻었을 때는 이미 때가 너무 늦어 그 해답은 쓸모가 없게 될 것이다. 또한 우리는 검사자, 규제자, 설계자, 경제인, 법조계 사람들, 인허가 관련자 및 일반대중과 공존할 수 있어야 한다.

일반 대중들 중 일부는 원자력에 대하여 두려워하고 반대하는 경우가 많이 있다. 그러나 그것은 원자력에 종사하는 우리들이 대중에 대한 홍보가 부족했기 때문이라고 생각한다. 우리는 우리가 채용하는 사람들이 협력하여 일할 뿐 아니라 전세계의 모든 사람들과 공존하여야 한다는 사실을 언제나 의식해야 한다. 우리는 능력이 있고 적성에 맞으며 정서적으로 안정되어 있으며 협동심이 있는 사람들을 선발한다. 그러나 상기의 목표를 달성하기 위하여 이렇게 선발된

사람들 개개인의 특징 및 성격에 대한 대비를 소홀히 해서는 안된다.

3. 教育 및 訓練

발전소 요원이 대수학 또는 화학 및 기본 기술이 부족하다면 그들에 대한 교육 및 훈련을 실시하여야 하는 것은 당연하다. 발전소요원들은 적어도 2년간의 대학교육 또는 그와 상응하는 교육을 통하여 기초과학분야, 물리 및 화학, 수학 등에 대한 지식을 갖추어야 한다. 또한 기술분야 직원들의 보고서 작성 능력을 좀 더 개발할 필요가 있다. 좀더 실제적인 훈련을 위하여 발전소의 운전 및 보수관련직원들은 현재 운전중인 동종의 발전소에 적어도 6개월에서 1년간 근무하게 하는 것이 바람직하다.

만약 그들이 전혀 원자력 발전의 운전 및 보수 경험이 없다면 그들로 하여금 가동중인 발전소 현장에서 실제 참여를 통한 현장 훈련을 받을 수 있도록 사업추진계획 및 훈련계획을 작성하는 것이 바람직하다. 다른 발전소의 운전 및 운영조건이 그들이 담당할 발전소의 운전 및 운영조건과 일치하지는 않겠지만 다른 발전소에서 운전절차 및 설계특성 등에 대한 경험을 얻은 후에 그들의 발전소 운전에 활용할 수 있기 때문에 이보다 더 좋은 훈련은 없다고 본다.

미국에서 처음요원자력발전 사업을 시작할 때 대학이 건설한 실험용 원자로를 제외하고는 우리 스스로가 우리의 발전소를 건설하고 시운전해 가면서 경험을 쌓았다. 그 당시 임계실험 및 기타 약간의 다른 실험을 할 수 있는 장치가 몇 개 있기는 했지만 실제적으로 운전 및 보수 경험을 얻기는 거의 불가능한 상태였다. 다른 회사에서 어떻게 발전소를 운전하고 보수하며 운영하는지 살펴 보고 차이점을 찾아 보는 것은 유익하다.

한편 한 발전소에서의 안전운전은 모든 발전소의 운전원에게 도움을 주며 한 발전소에서의 사고는 모든 발전소에서의 사고와 같다는 점을 강조해 두고

자 한다. 우리 모두는 TMI 사고 책임에서 벗어날 수 없으며 체르노빌 및 Windscale 사고 책임에서 벗어날 수가 없다. 그러나 이러한 모든 경험이 원자력의 발전에 기여해 왔다. 여러분들도 나와 같이 훌륭한 발전소를 갖는 것이 곧 나에게도 유리하다고 생각한다. 이러한 점에서 여러분들이 나의 발전소에 와서 현장경험을 얻는 것을 환영한다. 물론 한번에 27명을 받을 수는 없지만 한 교대조당 1명, 보전물리에 1명, 방사화학에 1명, 자재관리에 1명 등 이런 식으로 받을 수는 있다.

유사한 발전소를 운영하고 있는 다른 회사에서도 이러한 기회를 환영할 것으로 판단한다. 왜냐하면 이러한 기회를 제공하는 측에서나 기회를 얻는 측에서나 모두 도움을 받을 것이며 더 나아가서는 원자력 사업에 참여하는 모든 사람들이 이러한 활동을 통하여 도움을 받을 수 있기 때문이다.

4. Simulator 教育

실제 발전소에서 훈련을 실시하고 경험을 얻어서는 안될 것이 한 가지 있다면 그것은 바로 실제 사고를 통한 사고 대비 훈련이다. 따라서 이러한 사고 대비 훈련은 Simulator를 통하여 실시하여야 하며 모든 사고의 진행 과정을 거치는 것이 중요하다. 현재 미국에서는 실제 발전소의 배전반과 똑같은 Simulator를 설치하도록 압력을 받고 있다. 실제의 배전반과 모든 것이 똑같아야 한다. 모든 지시 등과 밸브 및 경보장치 등이 배전반에서와 똑같은 모양으로 똑같은 위치에 설치되어야 하며 이러한 Simulator에서 실제 배전반에서의 모든 기술을 배우도록 되어 있다.

그러나 나는 이러한 Simulator를 특별히 좋아하지는 않는다. 왜냐하면 운전원들은 생각하고 판단할 수 있어야 하며 계통의 기능에 대하여 이해를 해야 된다고 믿기 때문이다. 단순한 계기가 어떤 계기로부터 3번째에 위치해 있

“ 사고 대비 훈련은 Simulator를 통하여 실시하여야 하며 모든 사고의 진행과정을 거치는 것이 중요하다. 현재 미국에서는 실제 발전소의 배전반과 똑같은 Simulator를 설치하도록 압력을 받고 있다. ”

고, 여기에 붉은 지시등이 켜지면 저기에 있는 스위치를 돌린다는 식으로 훈련을 받아서는 안 된다. 운전원들은 무엇을 할 것인가를 알기 전에 왜 그것을 해야 되는가를 알아야 한다. 분명히 운전원들이 각 이상 상태에서 그들의 발전소가 얼마나 민감하게 반응하는가를 이해하는 것은 매우 중요하다. 예를 들어 Once-Through형 증기발생기를 가지고 있는 발전소는 과도상태에 대하여 특정한 민감도를 가지고 있다. 그러나 재고량이 큰 재순환형 증기발생기를 가지고 있는 발전소는 그렇지 않다.

전자의 경우 열제거원 상실까지 약 2분이 소요되는 반면 후자의 경우 2시간 이상의 시간을 갖고 있다. 따라서 각 발전소의 과도상태에 대한 운전원의 대응 조치는 차이가 나며 특정발전소의 설계 및 구조에 따라 그에 맞는 조치를 취해야 한다. 따라서 원자력발전소 모형에 관계없는, 전형적인 Simulator를 설치하는 것도 좋으며 배전반과 똑같은 Simulator를 반드시 설치할 필요는 없다.

또한 각 발전소마다 연수용 Simulator를 발전소 현장에 설치하는 것보다는 중앙연수원 시설을 설치하는 것이 좀더 유리하고 경제적이라고 본다. 지난번 NBC TV에서는 “프랑스에서의 원자력 발전 사업”에 관하여 1시간짜리 프로그램을 방영한 적이 있다. 이 프로그램에 의하면 프랑스에서는 원자력 발전 사업이 활발히 추진되고 있으며 프랑스 당국은 표준화된 900MW급 1300MW급 PWR을 건설 및 운영하고 있다. 또

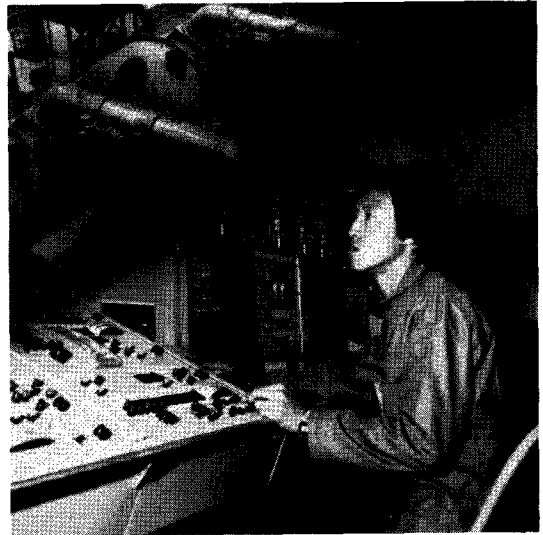
한 그들은 국가적인 노력으로 발전소 운전원에 대한 훈련을 표준화시켰으며 중앙연수원을 설립하여 보다 경제적이고 효과적인 운전원 훈련을 실시하고 있다. 이러한 국가적인 노력은 기타 여러 분야에서도 비슷하게 수행되고 있다. 국가에 따라서는 이와 같은 프랑스 방식의 운전원 훈련 계획을 채택하기가 어려울 수도 있겠지만 프랑스 방식을 고려해 보는 것은 여러면에서 유익할 것이라고 생각한다. 많은 사람들은 모든 교육 및 훈련이 발전소 현장에서 수행되어야 한다고 생각한다. 그러나 발전소 현장에서의 인원은 가능한 한 적게 유지하는 것이 중요하다.

5. 再教育 및 補修教育

나의 발전소에서는 전통적으로 5개의 교대조를 운영해 왔다. 그러나 수년전 부터는 1개 교대조를 증설하여 현재 6개조를 운영하고 있다. 이러한 근무조 편성에서 6번째 근무조는 정상 교대 근무중 재교육을 받도록 하고 있다. 발전소를 운영하다 보면 새로운 규제 요건의 변화에 따라 각종 절차서, 운영기술지침서를 개정하고 기기 및 장비의 설계변경을 수행해야 할 필요가 있다. 따라서 이러한 업무를 원활히 수행하기 위하여는 정상적인 운전 및 보수 기능의 중단없이 발전소 요원들에게 지속적인 교육 및 훈련의 기회를 마련해 주는 것이 필요하다. 새로운 교대조를 신설함으로써 발전소 직원의 수가 증가한다. 나는 근본적으로 발전소 직원수를 증가시키는 것을 반대하지만 상기의 목적을 위하여 직원수를 늘리는 것은 가치가 있다고 생각한다. 따라서 다른 발전소에서도 이러한 지속적인 교육 및 훈련의 필요성을 인식하고 직원들에게 기회를 줄 것을 강조한다.

6. 運轉員 자격요건(학위)

현재 미국에서는 NRC 위원장을 선두로 하여 교대 근무조를 책임지는 SRO의 자격요건으로서 최소한 원자력 관련 분야의 학사학위를 소지



할 것을 요구하려는 움직임이 있다. 확실한 것은 모르지만 NRC 위원장의 그러한 주장은 그의 해군군무경험에 근거를 두고 있는 것 같다. 해군의 모든 지휘 및 관리책임자들은 장교들이며 이들은 해군사관학교나 또는 동급의 대학에서 학위를 취득하고 있다. 나는 교대 근무조의 발전 과정이 반드시 공학적인 분석이나 심사에 참여해야 한다고 믿지 않는다. 발전과정은 훈련과정에서 배운대로 발전소의 상황에 대처하고 그의 판단력과 훈련 경험을 이용하여 즉시 대응조치를 취할 것인가 또는 후로 미룰 것인가를 결정하고 또 왜 그렇게 해야 하는가를 이해해야 한다고 믿는다. 어떤 사람들은 TMI사고시 운전원들이 어떠한 조치를 취할 것인가를 모르고 또한 왜 그런 조치를 취해야 하는지도 모르고 이 펌프를 작동시키고 저 펌프를 정지시키는 등의 운전조작을 할 것이 아니라 오히려 아무런 조치를 취하지 않았더라면 발전소는 좀더 빨리 안전한 상태로 진행되었을 것이라고 말한다. 물론 공학적 분석을 수행해야 할 때도 있고 상황에 대처해야 할 때도 있다. 그러나 나는 비행기를 조종하기 위하여 내 자신이 항공공학의 대가가 되어야 한다고 생각하지 않는다. 물론 비행기 조종에 관한 훈련을 받아야 하고 자격을 갖추어야

한다. 그러나 모든 항공이론 및 비행기 설계의 세부사항, 기체역학을 고려한 엔진설계 및 출력 등에 관한 모든 것을 알 필요는 없다. 이러한 관점에서 볼 때 우리는 발전소 운전원에게 무엇을 요구할 것인가에 대하여 주의해야 한다. 그렇다고 해서 나는 교대 근무조에 전문요원을 배치하지 않거나 혹은 필요시에도 근무조에 기술자문을 제공할 필요가 없다고 주장하는 것은 아니다. 다만 운전을 직접 담당하는 교대 근무조 요원들이 반드시 학위를 소지해야 된다고 생각하지 않을 뿐이다.

7. 運轉員에 대한 보수

운전원들이 발전소의 운전이 필요한 자격을 갖추었을 경우 그들에게 좋은 보수를 지급해야 한다. 어떤 사람들은 년봉 500불짜리 2명을 쓰는 것보다는 년봉 10,000불짜리 1명을 쓰는 것이 오히려 더 효과적이라고 말한다. 원자력 분야에 종사하는 사람들이야 말로 원자력발전소의 안전설계, 건설 및 운전을 위하여 가장 예민하고 가장 중요한 사람들인 점을 고려해 볼 때 그들에게 그에 상응하는 보수를 지불해야 하며 기본급료를 잘 주어야 한다고 믿는다. 나는 운전원들에게 기본급료만을 주고 있으며 안전운전에 대한 보너스를 지불하고 있지 않다. 작년에 우리는 불시정지를 한번도 당하지 않았지만 그렇다고 해서 나는 운전원에게 보너스를 지불하지 않았다. 왜냐하면 그들은 당연히 그렇게 발전소를 운전해야 하기 때문이다. 또한 나는 운전원과 내가 사전에 합의한 사항 이외의 어느 것도 요구하지 않으며 임의적으로 목표를 정하고 그에 대한 성과에 맞춰서 급료를 지불하지도 않는다. 모든 것은 기본급료에 포함되어 있다. 그러나 전원이 RO 면허를 취득하면 면허수당을 지급하고 SRO 면허를 취득하면 그에 해당하는 수당을 추가로 지급하고 있다. 그 뿐만 아니라 그 정도의 책임과 업무를 담당하는 사람들이 당연히 받아야 하는 모든 특혜를 제공하고 있다.



원자력 분야에 종사하는 사람들이야 말로 원자력발전소의 안전설계, 건설 및 운전을 위하여 가장 예민하고 가장 중요한 사람들인 점을 고려해 볼 때 그들에게 그에 상응하는 보수를 지불해야 하며 기본급료를 잘 주어야 한다고 믿는다.



원자력에 종사하는 사람들은 결코 허술하게 대우해서는 안된다.

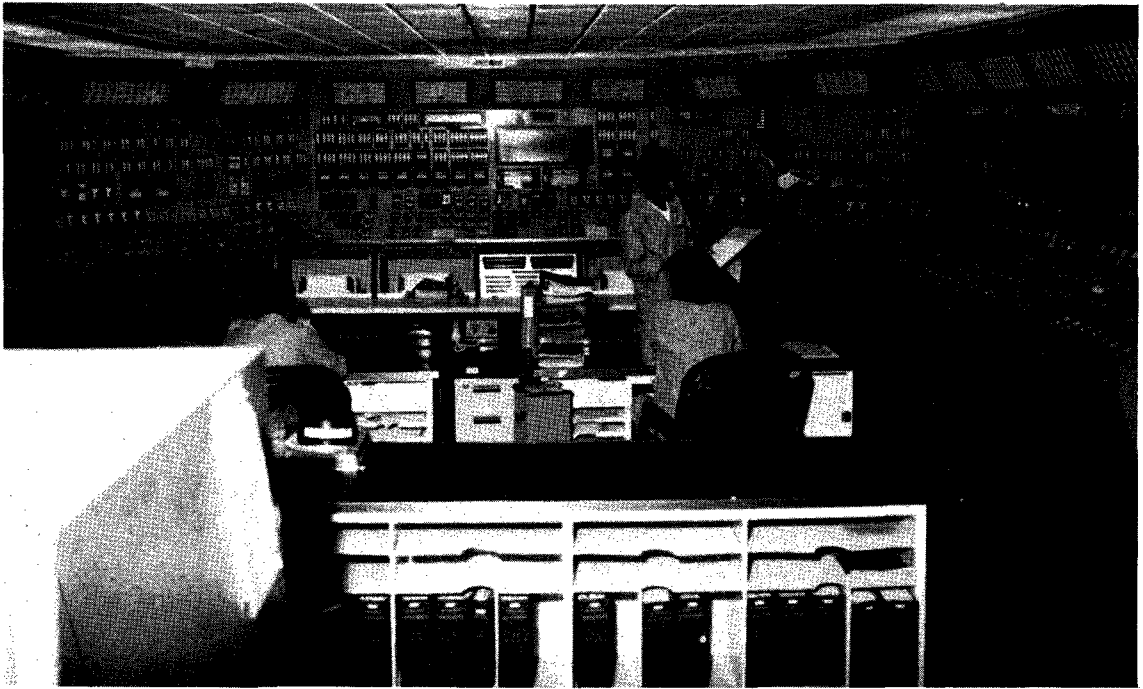
다시 말하면 다른 직업에 종사하는 동급의 사람들과 비교하여 급료를 적게 준다거나 낮게 대우해서는 안된다.

8. 運轉員의 地位 및 처우

발전소 운전원들은 내 회사의 경영진에 속하며 면허를 소지한 운전원들 및 발전소 현장이나 본사의 간부직원들은 노동조합에 속해있지 않다.

그들은 앞으로의 진로에 대하여 분명한 보장을 받고 있다. 30세 또는 35세 된 원자로 운전원에게 앞으로 은퇴할 때까지 원자로 운전직을 맡기지는 않는다. 그들을 오히려 운전원 교육 및 훈련 업무로 전보시키거나 발전소의 설계 또는 검사업무 등으로 전보시켜 앞으로 그들의 경험 및 지식을 활용하도록 하는 것이 바람직하며 그들 또한 지나친 긴장과 과중한 업무로 인하여 Burn-out되지 않고 의욕을 가지고 다른 분야에서 일할 수 있도록 적당한 기회를 갖는 것이 필요하다. 이를 위하여 나는 그들을 기회가 있을 때마다 여러 사람들이 모이는 회의에 참석시킨다.

운전원들은 원자로조종자협회에 가입시키고, 보건물리요원은 보건물리학회에 가입시키고 회비를 지불해 준다. 또는 그들을 발전소 설계 및 운전에서 매우 중요한 Codes & Standards 개발 분야에 참여시킨다. 이렇게 그들로 하여금 다른 발전소에서는 어떻게 운영하고 있고 어떠한 일이 일어나고 있는지 알도록 함으로써 우리는 원



자력산업 전체를 위하여 무엇인가 유익한 것을 기여할 수 있다고 믿는다.

9. EPRI와 INPO의 役割

TMI사고 결과로 미국에서는 2개의 기구가 탄생되었다. 하나는 NSAC이고 다른 하나는 INPO이다. NSAC은 EPRI산하에 설립되었으며 발전소의 문제점을 좀더 잘 이해하기 위하여 주요 고장 및 사고원인을 분석하고 필요한 연구를 수행한다. 한 예로서 가압열충격을 들 수 있다.

이것은 매우 심각한 문제로서 과거에 우리는 한 두번 경험한 적이 있다. 900MW급 B & W 설계인 Rancho Seco 발전소에서 발생한 가압열충격을 보면 계통의 심한 과도상태로 인하여 냉각계통의 온도가 급격히 떨어졌고 이러한 온도의 급강하는 원자로 용기벽에 심한 충격을 주었다.

문제는 이러한 과도상태가 고압이 걸려 있는 원자로 용기의 건전성에 어떠한 영향을 주었는

가이다. NSAC가 이 문제를 맡아서 과학적이고 공학적인 검토 및 분석을 신속히 행하였으며 그 결과는 상당히 만족스러운 것이었다.

한편 INPO는 원자력 발전소 운전의 우수성을 성취해 보자는 목표를 내걸고 탄생되었다. 문제는 "왜 어떤 발전소가 다른 발전소보다 더 잘 운전되고 있는가?"이다. 나는 2-루프의 Westinghouse 발전소를 운영하고 있다. 또한 Rochester Gas & Electric 회사도, Wisconsin Public Service도, 그리고 Northern State Power Co.도 같은 발전소를 운영하고 있다. 이들은 근본적으로 같은 설계이며 모두 1965년에서 1972년 사이에 건설되었다. 이들의 주요 계통 제작자는 Westinghouse이지만 A/E 회사는 Bechtel, Pioneer Services, 그리고 S & L 등으로 서로 다르다. 물론 설계도 전부 복사한 것같이 똑같지는 않고 건설에 있어서도 분명히 차이가 있고 각자의 운전 및 보수 방법 또한 다르다. 물론 발전소 운전원도 다르다. 그 결과 이들 발전소는 서로 다른 운전경험을 보여주

“미국에서 불시정지의 50%는 NRC가 요구하는 감시시험 때문에 발생한다고 주장하는 사람이 있다. 현재 발전소에서는 매달마다 원자로 정지회로가 정상적으로 작동하는지를 확인하기 위하여 이러한 시험을 실시하고 있다. 때로는 미숙련된 I & C 운전원이 수천개의 배선이 얽혀 있는 배전반 뒤에서 점검을 잘못하여 원자로가 정지되기도 한다.”

고 있으며 운전결과 또한 크게 차이가 나고 있다. INPO는 이러한 차이점들을 찾아내고 이러한 차이점의 원인이 무엇인가를 규명하기 위하여 설립되었다. 가동률이 저조한 발전소를 가동률이 우수한 발전소 수준으로 끌어올릴 수 있을 것인가? 우리는 지금도 그 해답을 찾고 있다. 그러나 나는 그 해답이 바로 “우수한 인재의 확보”에 있다고 믿는다. 미국에도 가동률이 아주 우수한 발전소들이 있다. 지난번 이런 사람들이 각 원자력발전소의 불시정지 횟수를 연간 3회 미만으로 낮출 수 있도록 INPO에서 목표 설정을 해야 한다고 주장한 적이 있다. 나는 그 사람들 보고 내 발전소에는 오지도 말라고 했다. 왜냐하면 내 발전소에는 작년에 불시정지가 한 건도 없었기 때문이다. 왜 3회로 규정하는가? 미국 전체평균이 연간 7회이기 때문인가? 그것은 정말로 숫자적이고 추상적인 목표에 지나지 않으며 실질적인 목표가 될 수 없다. 따라서 우리는 개선을 위하여 목표를 설정할 때는 그 방법에 있어서 특히 주의해야 한다. 정말로 왜 우리는 년평균 7회의 불시정지를 당해야 하는가? 그것의 근본적인 원인이 무엇인가를 찾아내야 한다. 미국에서 불시정지의 50%는 NRC가 요구하는 감시시험 때문에 발생한다고 주장하는 사람이 있다. 현재 발전소에서는 매달마다 원자로 정지회로가 정상적으로 작동하는지를 확인하기 위하여 이러한 시험을 실시하고 있다. 때로는 미숙련된 I & C 운전원이 수천개의 배선이 얽혀 있는 배전반 뒤에서 점검을 잘못하여

원자로가 정지되기도 한다. 그러나 이는 설계상의 잘못으로 생각되며 감시시험을 손쉽게 수행할 수 있도록 설계시에 모든 면을 고려해야 한다고 생각한다. 또한 감시시험계획을 수립하고 절차서를 작성할 때에도, 예를 들어 월 1회 수행하는 안전계통시험, 원자로를 전출력으로 부터 트립시켜 심각한 과도상태를 유발시키지 않도록 각별히 유의해야 한다. 우리는 지난번 상기시험 요구사항을 충족시키기 위한 설계변경을 기존발전소에 Backfitting한 적이 있다. 이와 같은 Backfitting은 그 나름대로의 위험도를 가지고 있다.

TMI와 같은 중대한 사고의 결과로서 특정한 감시시험을 수행하고자 할때는 발전소 계통에 불필요한 부담과 과도상태를 주지 않도록 주의해야 한다. 이점은 규제기관과 사업자 모두가 관심을 가져야 할 사항이다.

Browns-Ferry 발전소 화재이후 우리는 개선된 화재방호계통을 설치하는 과정에서 두, 세번 발전소를 트립시킨 경험이 있다. 상기 발전소의 화재가 발생한지 12년이 지난 현재까지도 우리는 정확한 대책을 수립하느라고 노력하고 있다. 한편 새로운 설계의 발전소에 적용할 사항들을 오래된 기존 발전소에 적용할 때는 특히 주의해야 한다. 이 경우 특히 사고의 위험도가 높다. 전반적으로 평가해 볼때 INPO는 여러 면에서 우리의 경각심을 일깨웠다고 판단된다. 그러나 INPO의 목적과 중요성을 이해하는 것은 여전히 각 사업자의 자세에 달려 있으며 INPO의

조치가 없더라도 스스로 알아서 자신의 문제를 해결하는 것 또한 각 사업자의 자세에 달려있다. 나는 INPO가 또 하나의 NRC가 되는 것을 원하지 않는다.

10. 人力確保를 위한 投資

원자력 발전소를 건설할 때 필요한 요원들을 사전에 충분히 확보하는 것은 아무리 강조하여도 지나치지 않다고 생각한다. Yankee-Rowe 발전소는 미국에서 처음으로 건설한 상업용 PWR로서 1960년에 운전해 들어갔으며 동북부 지방의 전력회사들로 구성된 조합에 의하여 건설되었다.

발전소 설계는 1954년경에 수립되었으며 그 당시 핵연료를 소유할 수 있었던 기관은 연방정부였기 때문에 의회에서 상기 발전소 건설을 위한 법안을 통과시켜야만 했다. Yankee-Rowe 이전의 미국은 1949년에 Shippingport 발전소를 건설하기로 결정하였다. Shippingport는 미해군의 설계로 사실상 Rickover제독의 발전소였으며 어느 면에서 보면 원자력 잠수함용 원자로를 개발하기 위한 시험모델이라고 말할 수 있다. 1950년 Yankee-Rowe 발전소를 건설하겠다고 나선 사람들은 “원자력 이야 말로 우리가 발전소에서 지금까지 사용해온 석유, 가스 및 석탄과 같은 화석연료를 대신할 수 있는 에너지원”이라고 주장했다. 따라서 전력회사들은 엔지니어들을 선발하여 Argonne 연구소, Idaho 연구소, Hanford 연구소 및 Oakridge 연구소 등으로 보내 원자력에 관하여 배우도록 했다.

이것은 Yankee-Rowe 발전소가 상업운전을 시작하기 10년전 일이며 발전소를 설계하고 건설 계획을 수립하기 4년전 일이다. 우리는 그 당시 단순히 새로운 기술을 익히며 그 효력을 이해하기 위하여 엔지니어들을 모집하여 훈련을 보낸 것이다. 그 당시 한 전력회사의 사장이 “이렇게 크게 일을 벌여 놓고 또 여러 사람들을 보내 핵분열과 핵물리 등에 관한 교육을 받게 한 후

에 발전소를 건설하지 않기로 결정한다면 얼마나 손해를 볼 것이라고 생각합니까?”라고 나에게 물었다. 나는 그에게 거의 손해 볼 것이 없다고 대답했다. 직원 몇 사람을 교육시키기 위하여 투자한 것은 결국 되돌아 오며 또한 그들은 현재 수행하고 있는 사업분야 이외에 새로운 사업분야를 추가하게 된다. 만약 그것이 당신 회사에서 불가능하다면 그들은 그러한 사업을 추진하려고 결정한 다른 회사에 도움을 줄 수도 있는 것이다. 우리는 원자력 사업의 가장 중요한 분야에 조기에 투자하여야 하는데 그것은 바로 우수한 인재를 확보하고 교육 및 훈련을 시키는 것이다.

11. 補修 및 修理

어떻게 발전소를 수리하고 또 어떻게 예방보수를 계획하고 수행할 것인가에 대하여 많은 방법론이 나올 수 있다. 그 중 하나의 방법론은 “완전히 부숴지지 않았으면 고치지 말라”이다. 한편 많은 사람들은 보수를 할 필요가 있든 없든 간에 현장에 들어가서 모든 것을 살펴보아야 한다는 입장을 취하고 있다. 당신의 발전소에서는 어떠한 방법론을 채택하고 있는지 스스로 판단해 보는 것이 좋을 것이다. 왜냐하면 원자력발전소에서 사용하고 있는 대부분의 기기들은 화력발전소나 다른 일반 공장에서 사용하는 것들과 똑 같기 때문이다. 펌프, 배관, 밸브 및 Fitting들은 똑 같고 수질관리 및 근본이론은 약간 다르다. 원자력발전소는 초고압에서 초고온으로 운전되는 것이 아니라 우리가 잘 알고 있는 조건 및 영역에서 운전된다. 따라서 원자력발전소는 우리가 전통적인 화력발전소에서 쌓은 경험을 토대로 하여 운전되고 보수되어야 한다. 그리고 시험 및 분석은 제작자의 자료를 충분히 사용하여 수행하여야 한다. 우리 발전소에서는 정기 보수계획을 수립할 때 컴퓨터프로그램을 사용하지 않는다.

정기보수의 각 단계를 책임지고 있는 직원들

“ 나는 발전소의 운전데이터를 분석하여 보수가 필요한 분야를 선정하고 이에 입각하여 보수계획을 수립한다.

컴퓨터가 제공하는 이점은 한없이 많다. 그러나 나는 컴퓨터가 나의 노예가 되기를 원하지 않고 나의 주인이 되는 것도 원하지 않는다. 가끔 우리는 이미 사전에 수립된 계획속에 모든 것을 집어 넣고는 그 계획자체가 업무를 끌고 나가도록 한다. ”

에게 그들 스스로 작업계획을 수립하라고 지시하며 필요한 것은 나에게 말해 달라고 지시한다. 그러면 나는 그러한 사항들을 전체계획에 포함시킨다. 나는 또한 그들로 하여금 다른 전력회사의 경험을 배우도록 시킨다. 모든 기기수리는 제 때에 하도록 하며 문제를 발견할 수 있고 문제의 근본원인을 이해할 수 있으며 또한 간단히 고칠 수 있는 것이라면 문제가 심각하게 될 때까지 기다려서는 안된다.

예를들어 우리는 2 주전에 발전소를 정지시켰다. 왜냐하면 격납용기내에서 누설이 발견되었기 때문이다. 누설이 심각한 정도는 아니었다. 습도가 약간 증가했을뿐 방사선 문제도 심각하지 않았다. 그러나 누설을 정지시키기 위하여 가압기상부의 밸브 하나를 격리시키기만 하면 된다고 생각했다. 그러나 누설이 계속된다면 어차피 발전소를 정지시켜야 하고 그 때에는 피해가 훨씬 더 클 것으로 판단했다. 따라서 우리는 제때에 발전소를 정지시키고 보수를 시작한 결과 4 시간만에 보수를 완료하고 다시 운전을 계속할 수가 있었다. 나는 492일 연속운전과 같이 운전기록을 세우는 데는 관심이 없다. 우리가 정기보수기간중 필요로 하는 모든 보수를 수행하고 어느 분야에 좀 더 많은 노력을 경주할 것인가를 예상한다면, 그러한 운전기록은 저절로 성취된다.

나는 발전소 전체를 다시 건설하려고 하지도 않고 핵연료 재장전만을 위하여 정기보수기간을 짧게 잡고는 모든 것을 서둘러서 해치우지도

않는다. 나는 발전소의 운전데이터를 분석하여 보수가 필요한 분야를 선정하고 이에 입각하여 보수계획을 수립한다.

컴퓨터가 제공하는 이점은 한없이 많다. 그러나 나는 컴퓨터가 나의 노예가 되기를 원하지 않고 나의 주인이 되는 것도 원하지 않는다. 가끔 우리는 이미 사전에 수립된 계획속에 모든 것을 집어 넣고는 그 계획자체가 업무를 끌고 나가도록 한다.

수년전 내가 잘 알고 있는 프랑스 표준협회 회장이 Codes & Standards의 사용에 대하여 말한 적이 있다. “나는 표준규격을 사용하기를 좋아하며 못을 박을 때는 망치를 사용하기를 좋아한다. 그러나 나는 노파를 살해 하는데 망치를 사용하는 것을 반대한다”고 그는 말했다. 그가 말한 바와 같이 망치는 못을 박는데 사용하는 것이 당연하다. 이와 마찬가지로 우리는 컴퓨터를 그 용도에 어울리게 사용하여야 한다. 절대로 계획 및 공정 자체가 작업을 이끌고 나가도록 해서는 안된다. 반대로 작업요구량이 계획 및 공정활동을 이끌고 나가도록 해야 한다.

12. 組 織

가. 본사 조직

분명히 조직은 우리가 현재 보유하고 있는 자원을 활용할 수 있도록 짜여져야 하며 사업의 목적을 달성할 수 있도록 구성되어야 한다. 가장 필요한 조직을 구성하면서 당하는 문제들 중의 하나는 그것이 기본조직과 조화있게 맞아

들어가지 않을 것이라는 것이다. 따라서 우리는 현 상황에 슬기롭게 대처해 나가야 한다는 것을 느끼게 된다. 한 곳에서 효과적으로 운영되는 조직이 다른 곳에서도 언제나 잘 운영될 것이라고 믿어서는 안된다. 그러나 원자력분야에 종사하는 모든 사람들은 원자력 기술이 다른 기술과 달라, 좀더 많은 주의를 요한다는 것을 이해해야 하며 조직 관리면에 있어서도 다른 분야와는 다르다는 것을 이해하는 것이 중요하다.

우리는 많은 사람들이 어려움을 겪는 것을 보게 되는데 이는 원자력발전을 단순히 증기를 만드는 또 하나의 방법 또는 또 하나의 발전방법으로 취급하는데서 온다고 생각한다. 원자력은 그렇게 간단한 기술이 아니다. 원자력은 계속 발전하는 첨단기술이며 원자력발전소의 건설은 국가적인 위신과 이익이 직결되어 있으며 또한 어느 산업보다도 대중의 관심의 대상이 되고 있으며 대부분의 국가에 있어서 원자력발전소는 가장 값비싼 사업이다. 따라서 원자력발전 사업을 수행하기 위하여 회사의 이사회 또는 정부기관을 납득시키는데 있어서 이러한 모든 사실들이 가장 중요하다. 원자력사업을 위한 조직을 구성할 때는 새로운 조직을 회사내의 기존조직과 어떻게 연결시킬 것이며 외부기관 사람들과 어떻게 연결시켜 사업을 추진할 것인가를 면밀히 검토해야 한다. 이 점은 원자력 사업을 정부기관에서 수행하든 또는 개인회사가 수행하든 관계없이 똑같이 적용된다. 검사자 역할 및 규제자의 역할은 원자력사업 조직 구성에 중대한 영향을 준다. 그러나 다시 한번 강조하지만 모든 규제자 및 검사자들은 운전원들과 똑같은 임무를 지니고 있다는 것을 알아야 한다. 우리 모두의 목표는 똑같다. 그것은 안전하고 신뢰성있는 원자력발전소를 건설하고 운영하는 것이다. 따라서 원자력사업 조직은 관계된 모든 사람들에게 이해되고 수용되어야 하며 그렇게 함으로써 소기의 목적을 달성할 수가 있는 것이다. 전통적인 대부분의 미국 발전회사들의 조직을 보

면 다음과 같은 3개의 주요 부서들을 발견하게 된다.

첫째, 기술부에서는 기계, 전기, 토목, 송배전분야는 물론 변전소 및 발전소의 모든 엔지니어링 임무를 담당하며 이러한 모든 엔지니어링 기능은 한 곳에 집중되어 있다. 둘째, 발전부에서는 수력발전소, 화력발전소 등 모든 발전소의 운영을 담당하고 있다. 셋째, 구매 및 조달부에서는 모든 구매 및 계약을 담당한다.

예를들어 연료구입을 위한 계약을 맺는 것도 여기에서 담당한다.

오랜 기간 걸쳐서 미국의 전력회사들은 이러한 조직을 발전, 유지시켜 왔으며 오늘날 우리는 엔지니어링분야, 발전소분야 및 구매분야의 전문가들을 확보하고 있다. 이러한 주요부서 이외에 발전회사 조직으로 법률담당, 보험담당 및 인사담당 부서 등을 열거할 수 있다. 따라서 이러한 기존 조직속에 원자력사업을 위한 조직을 추가할 경우에는 기술부에 원자력공학과를 신설하고 발전부에 원자력발전과를 신설하면 될 것이다. 기타 모든 부서는 기존 조직으로서 운영될 수가 있다.

그러나 많은 전력회사의 운영경험에서 우리는 원자력사업 조직을 일반 수화력 발전사업조직과 분리하여 운영하는 것이 유리하다는 것을 배웠다. 따라서 원자력 사업을 분리하여 운영할 경우, 원자력공학과와 원자력발전부를 만들고 필요하면 원자력사업지원부를 둘 수 있을 것이다. 한편 법률담당 및 회계담당 부서를 독립부서로 운영할 필요는 없을 것이다. 그러나 원자력사업 관련예산 및 기획업무를 담당할 독립부서는 필요하다. 이러한 조직 및 체계를 갖추어서 집중적으로 원자력 사업을 추진할 수 있으며 또한 최고 경영진과 실무진간의 거리를 좁힐 수 있을 것이다. 전통적인 전력회사 조직을 보면 원자력은 수·화력과 같이 취급되고 운영되기 때문에 경영진과 실무진간의 거리가 멀고 따라서 원자력 발전의 특수성에 대한 관심도가

“발전소 소장은 발전소에서 발생하는 모든 문제에 대하여 권한과 책임을 담당하는 유일한 사람이 될 수 있도록 조직을 편성해야 한다. 제반엔지니어링, 설계변경, 인·허가, 품질관리 및 훈련 등을 현장에서 수행할 수도 있겠지만 발전소 현장문제는 현장에서 수행되어야 한다.”

낮아진다. 바로 이러한 이유 때문에 나는 원자력 발전은 한개의 전담조직에서 전적으로 책임을 지고 운영되어야 한다고 믿고 있다.

나. 현장 조직

원자력발전소의 현장 조직에도 앞에서 언급한 본사 조직의 기본개념이 공통적으로 적용된다. 현재 발전소 현장에서는 기본업무인 운전 및 보수와 직접적으로 관련이 없는 일들을 많이 하고 있다. 예를들어 발전소 보안 업무, 엔지니어링 업무, 기기 및 계통의 설계 변경업무 등을 많이 수행하고 있다. 본사에 엔지니어링 기능 및 원자력사업 지원기능을 두는 이유는 좀더 발전소를 안전하고 신뢰성 있게 운영하기 위함이지 새로운 발전소를 설계하기 위한 목적도 아니고 다른 기존 부서와 경쟁하여 운영예산을 더 많이 확보하기 위한 목적도 아니다. 우리는 다만 최고의 발전소를 만들겠다는 오직 하나의 목표를 가지고 서로 경쟁할 뿐이다.

어떤 발전회사에서는 화력발전이 원자력과 비교하여 좀더 중요한 위치를 차지하는 경우도 있다. 이 경우 화력과 원자력은 서로 좀더 능력있는 사람을 끌기 위하여 서로 경쟁하게 된다. 왜냐하면 앞에서 언급한 바와같이 원자력발전소와 화력발전소는 같은 계통이 많이 있기 때문이다. 예를들어 계측제어시스템 엔지니어는 물론 배관 지지대를 설계하는 엔지니어는 화력발전소나 원자력발전소에 공히 일할 수 있다. 또한 원자력발전소의 보건물리 요원은 수질관리분야로 보직을 바꿀 수도 있다. 왜냐하면 두개 분야가 전적

으로 다르지 않기 때문이다. 한편 명령계통을 간소화하면 중간 결재과정이 줄어들어 안전성 관련문제를 신속하고 심도있게 다룰 수가 있다.

발전소 소장은 발전소에서 발생하는 모든 문제에 대하여 권한과 책임을 담당하는 유일한 사람이 될 수 있도록 조직을 편성해야 한다. 제반 엔지니어링, 설계변경, 인·허가, 품질관리 및 훈련 등을 현장에서 수행할 수도 있겠지만 발전소 현장 문제는 현장에서 수행되어야 한다. 예를들어 발전소 보안 요원은 발전소에 상주하는 보안책임자에게 보고하여야 하고 화학부요원은 발전소의 화학부장에게 보고하여야 하며 구매 및 창고관리자는 발전소 현장의 책임자에게 보고하여야 한다. 나는 앞에서 언급한 바와 같이 교육 및 훈련은 소외에서 실시하는 것이 좋다고 생각한다. 그러나 소내에서 실시하여야 할 훈련이 반드시 있는 것이며 이러한 소내 훈련은 발전소장의 책임하에서 수행되어야 한다. 따라서 발전소 현장조직을 편성할 때는 소장이 발전소에서의 모든 문제에 대하여 전적으로 책임질 수 있도록 하여야 한다. 이것이 매우 어려운 것처럼 보이지만 실제로 그렇게 어려운 것은 아니다.

먼저 소장을 임명하고 그 밑에 실제업무를 수행할 부서들을 편성한다. 예를들어 발전부를 만들고, 발전소에 따라 다르기는 하겠지만, 그 밑에 발전소의 운전 및 보수를 담당할 교대 근무 조 요원 10~12인을 임명하는 것이다. 발전소는 일반적으로 매일 매일의 보수 및 수리에 필요한

인원을 배정하지, 핵연료장전 및 정기보수 등 연중 업무를 고려하여 인원을 배정하지 않는다. 따라서 이러한 작업을 수행할 인원들은 다른 발전소나 기타 소외 기관에서 지원을 받고 있다. 그러나 그들이 일단 발전소에 도착하면 관련 부서의 책임하에 들어가야 하며 따라서 발전소장의 지시를 받아야 한다.

계측 및 제어 업무는 독립된 부를 만들어 운영하는 것이 효과적이며 물론 소장 관할로 해야 한다. 또한 발전소에서는 노물리 요원, 안전해석 요원, 방사화학 및 보전물리 요원, 교육 및 훈련 요원, 발전소 보안요원들이 필요하다. 그 외에도 더 많은 요원들을 발전소에 배정할 수도 있겠지만 나는 발전소 현장요원의 수가 적을수록 발전소는 좀더 효율적으로 운영된다고 믿고 있다. 미국의 한 발전소는 동일 부지에 3기를 운영하고 있는데 발전소 현장의 총인원이 1,600명 정도가 된다. 나의 발전소는 2기를 운영하고 있는데 현장 총 인원이 300명이 채 못된다. 물론 현장인원 수는 발전소의 기기 및 설비의 구조와 배치에 따라 차이가 난다. 만약 3기를 운영하는 발전소가 3개의 독립된 주제어실을 갖고 있다면 1개의 중앙제어실에서 2기를 제어하는 발전소와 비교해 볼 때 발전소의 구조 및 배치가 물론 다를 것이고 또한 필요한 인원 수도 다를 것이다. 우리는 필요한 요원들을 선발하고 적극적인 교육 및 훈련을 실시하여 그들의 질을 높임으로써 현장 인원수를 줄여야 한다. 왜냐하면 인원수가 많을수록 발전소장 및 부서장들은 그들의 급여문제, 인사문제, 상벌 문제, 휴가문제, 병가문제 등에 많은 시간을 소비하여야 하기 때문에 필요한 업무수행에 정신을 집중할 수가 없다.

이러한 잡무처리를 위하여 컴퓨터를 활용한다면 좋은 성과를 얻을 것으로 생각한다. 그러나 원칙적으로 발전소에 기본업무 이외의 잡무로 지나친 부담을 주어서는 안된다. 따라서 나는 우리가 할 수 있는 안전성 분석이나 핵연료 구

매, 핵주기 분석 및 재장전 노심설계 등을 본사에서 수행케하고 있다. 품질관리는 되도록이면 현장에서 수행토록 하고 있다. QA 업무는 본사와 현장 모두에서 수행하고 있지만 외부의 독립 기관으로 하여금 감독하도록 하고 있다.

나의 회사에서는 인사문제를 가급적 본사에서 처리하고는 있지만 발전소장이나 적어도 그가 일할 부서의 부서장과 면담을 통하지 않고는 신규 입사원을 원자력발전소에 배치하지 않고 있다. 전혀 생면부지의 사람을 발전소에서 받으라고 강요하지 말라. 간혹 정부나 회사의 정책상 그러한 요원 배치가 불가피한 경우가 있다는 것을 나는 알고 있다. 그러나 우리가 발전소장으로 하여금 발전소의 안전 및 신뢰성에 대한 책임을 지라고 요구할 때는 발전소장에게 그가 필요한 요원을 선발할 수 있는 기회를 주어야 한다고 생각한다. 나는 원자력발전소 및 지원 부서들이 오직 한가지 목표 즉, 운전안전성 확보를 달성하기 위하여 모든 업무를 집중하여야 한다고 믿고 있다. 원자력사업에 종사하는 우리에게 그 이외의 목표가 있을 수 없다. 혹자는 내가 운영비를 절감하기 위하여 발전소 요원수를 줄였다고 말하지만 실제 그렇지 않다. 나는 직원 개개인에 대하여 다른 회사보다 더 많은 보수를 지급하고 있으며 내 회사의 전체 급여 지급액은 우리보다 직원수가 더 많은 다른 회사의 전체 급여 지급액보다 더 많다. 다시 한번 강조하지만 양보다 질이 더 중요하다.

13. 監 査

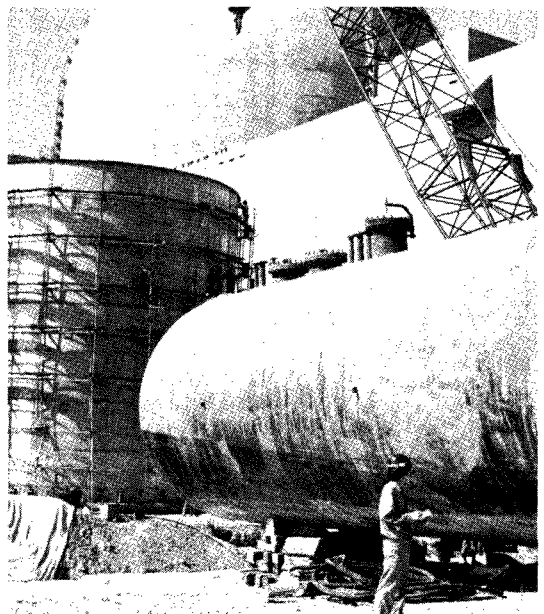
기술감사 개념은 좋은 착상이라고 생각한다. 몇년전 우리는 회사 자체적으로 기술감사를 실시해 본 결과 서로 너무나 인정이 이끌리게 되고 또한 서로 너무 밀접한 관계가 있기 때문에 기술감사의 효과가 없다고 판단되었다. 따라서 나는 우리 발전소와 아무 관계가 없는 독립적인 위치의 전문가를 초빙하는 것이 좋겠다고 생각하게 되었고 외부의 몇몇 전문가와 기술자문 용

역을 맺었다. 첫째, 부근 대학에서 방사선 피폭 영향에 대한 전문가인 교수 한분을 초빙하여 우리 발전소의 방사선 피폭관리 및 방사성물질의 소의 방출에 대한 감사를 담당하도록 하였다. 둘째, 다른 두 전력회사와 협의하여 발전소 운전 전문가를 데려 왔다. 셋째, 우리 회사내의 다른 발전소 소장들을 심의회 위원으로 위촉하였다. 또한 우리는 현재는 다른 분야에서 일하지만 과거에 당 발전소에서 근무한 경험이 있는 사람 2명을 초청하였다. 그리고 회사 사장이 본 위원회의 의장이 되었다. 그러나 대부분의 위원들은 외부 인사들로 선출하였다. 본 위원회는 적어도 1년에 3회 회합을 가졌으며 회의는 수일동안 계속되었다.

본 회의에서 우리는 모든 운전관련 사항 및 보고서들을 검토하였으며 발전소에 대한 검사를 수행했다. 그리고 검사중 적어도 1회는 정기보수 기간중에 실시하도록 계획을 세워 격납용기 내부도 점검하도록 하였고 정기 보수기간중의 제반 작업 과정을 확인하도록 하였다. 처음에는 상당히 효과가 좋았다. 그러나 해가 갈수록 효과가 감소되는 것을 발견하였다. 왜냐하면 우리는 서로 점점 친숙하게 되고 따라서 감사자나 피감사자 사이에 구별이 없어졌기 때문이다. 결국 우리는 다시 새로운 위원을 임명했지만 언제나 이것이 문제로 대두되고 있다. 그러나 당신이 성취하고자 하는 것이 무엇인가를 이해할 수 있고 또한 적격의 전문가를 구할 수만 있다면 이러한 기술감사는 매우 효과적이라고 생각한다.

14. 地域住民關係

앞에서 나는 인원확보 시기에 대하여 말하면서 발전소 요원들을 되도록 건설초기에 뽑아서 현장에 투입하는 것이 좋다고 말했다. 이와 관련하여 강조하고 싶은 것은 발전소 요원들이 발전소 인근 지역으로 이사하는 것이 빠를수록 인근 지역사회의 주민으로 동화되는 시간이 빠르



며 따라서 지역주민과 서로 믿을 수 있는 관계를 수립하는 시간이 빠르다. 바로 이것이 중요한 점이다. 발전소 규제요원이나 검사요원 그리고 가끔 방문하는 기타 다른 사람들과 원만한 관계를 수립하는 것 뿐만이 아니라 발전소 수명기간 동안 당신과 같이 살아갈 지역 주민들과 밀접한 관계를 수립하는 것도 매우 중요하다고 생각한다.

지역사회의 일원이 된다는 것은 다시 말하면 당신의 인격, 능력 및 자신감이 주위 사람들에게 신뢰감을 주어 원만한 관계를 수립하였다는 것을 의미한다. 그렇게 되면 만약 무슨 일이 일어나거나 문제가 발생하였을때 그들은 당신을 위하여 이로운 증언을 해줄 것이다. “나는 그 사람을 잘 압니다. 그는 내 동네 사람이고, 나는 그 사람의 관심거리가 무엇인지 알고 있지요. 그 사람은 나의 건강과 안전을 걱정해 줍니다. 과속으로 자동차를 모는 따위에는 전혀 흥미가 없는 사람이에요. 그 사람은 오직 안전하고 신뢰성있게 원자력발전소를 운전하는데 관심이 있습니다.” 이것이야말로 당신에게 큰 도움을 주는 것이다.