

# 원전 운전의 안전성 제고

## -WANO의 역할-

R. 칼

세계원전사업자협회 회장



“ WANO 회원사들 중 그 누구도 그들 자신의 개별적인 세계에 더 이상 머물기를 원하지 않으며, 바로 그러한 자세가 또 다른 사고 발생 확률이 크게 줄어들고 있다는 사실의 확인이 됩니다. ”

### 원인

자력 안전성은 명백한 두 가지 측면을 가지고 있다. 첫 번째는 설계와 기자재 품질이고, 두 번째는 직원 능력, 절차의 적정성 및 현행 안전 문화 차원의 발전소 운전 품질이다.

이들 두 가지 요소는 서로 보완 관계에 있다.

즉 아무리 훌륭하게 설계된 발전소라 할지라도 운전원들이 훈련을 잘못 받았거나 잘못 수립된 운전 절차에 따르게 되면 고장이 난다.

이와 같이 아무리 능력있는 운전원들이라 할지라도, 부적절한 기계 사용이나 설계에 하자가 있다면 운전을 잘 할 수 없는 것이다.

원자력의 안전성 확보를 위해서 이러한 이중적 접근 방법을 통해 세계원전사업자협회(WANO)가 기여하는 목적은 운전 품질의 향상을 도모하는데 있다.

95년말 현재 전세계의 운전원들은 436기의 원자로를 운전하고 있는데, 이는 실제로 과거 수년간 운전되어온 원자로와 같은 수이다.

그러나 이들 원자로가 95년에 생산한 발전량은 약 2,225TWh로 이는 과거 어느 해보다도 더 많은 양이며 전세계 발전량의 17%를 공급하였다.

### 원자력 현황

원자력의 이러한 기여가 없었더라면 95년도에 전세계는 9억4천만 톤이나 더 많은 석탄을 소모하여, 다른 용도로 연소된 석탄으로 인해 발생된 공해 물질에 더하여 18억 톤이나 되는 이산화탄소가 더 배출되었을 것이다.

10년 전 체르노빌 사고가 발생된 이후 현재까지 원자력 중대 사고는 단 한 건도 발생되지 않고 있다.

95년에는 여러 국가에서 신규 원자

력발전소가 성공적인 시운전을 거쳐 상업 운전에 들어갔다.

인도에 있는 Kakrapar 2호기가 2월에 계통 병입되고, 8월에는 일본에서 비등수형 원자로 오나가와 2호기가 상업 운전에 들어 갔으며, 또한 극동에서는 한국이 호기당 용량 100만 kW인 영광 원전 3·4호기가 상업운전을 개시하였다.

유럽에서도 영국의 첫 번째 가압경수로인 사이즈웰B 원전이 7월 NE사에 의해 가동되었다.

우크라이나에서는 Zaporozhe 원전 6호기가 계통에 병입되고, 아르메니아의 Metsamor, 그리고 일본의 가시와자키 가리와 원전과 몬주 원전이 시운전에 들어갔다.

이처럼 상업 운전에 들어가는 원자로의 수를 보면, 몇몇 국가에서는 그들의 전력 수요 증가에 대응하기 위해 안전하고도 경제적이며 환경 친화적 수단인 원자력을 꾸준히 선택하고 있다.

한편 부정적인 측면에서는 정치가들과 언론에서 원자력의 품질과 위험에 대해 계속 의문을 던지고 있다.

또 어떤 국가에서는 재처리와 플루토늄 재활용, 그리고 무엇보다도 폐기물 같은 사안에 대한 논의가 계속되고 있다.

분명히 이러한 원자력에 대한 공격들은 원자력을 완전히 무력화하기 위한 의도로 볼 수 있으며, 유럽 의회에서 토의들은 현재 반원전 형태를 특

별히 잘 묘사하고 있다.

이산화탄소 배출을 억제하기 위한 우리 의무를 최선으로 다하기 위한 방안이라는 European Commission이 작성한 문서를 보면, 우리 지구상에서 이산화탄소 배출을 강력히 억제할 수 있는 원자력의 능력을 의도적으로 무시하고 있다.

원자력발전소는 95년도에 다른 어느 해보다 많은 약 2,225TWh를 공급하였다.

새로운 원자력발전소 프로젝트가 없으므로 사업자들은 그들의 관심을 현재 보유하고 있는 발전소의 수익을 극대화하는 데 돌리고 있다.

따라서 우리는 발전소 수명 연장, 발전 손실 감소화, 발전소 출력 향상 그리고 비용 절감과 같은 주제에 흥미를 가지고 있다.

80년 이후 한국은 매우 성공적으로 에너지 자립 달성 정책을 추구해 오고 있다.

이러한 노력은 수입 연료 자립 뿐만 아니라 외국 기술과 기자재에 대한 의존도를 줄이는 데도 적용되었다.

한국이 오늘날 핵증기 발생 설비 설계 및 제작 기술의 자립도를 높이 달성하였다는 사실은 한국내 모든 산업계에 커다란 만족감을 주고 있음에 틀림없다.

더욱이 한국 기업들은 현재 1차 계통의 공급을 위한 해외 합작 사업도 추구하고 있다.

95년도 한국의 원자력 발전량은

670억kWh로서, 총발전량 1,850억 kWh 중 36.2%를 차지하고 있으며 94년 대비 0.7% 증가한 양이다.

지난해 상업 운전중인 10기의 원자력발전소 설비 용량은 8,600MW로서 한국 총발전 설비의 27%에 해당한다.

17기의 신규 원전이 2010년까지 건설될 계획인데 그 중 5기는 20세기 말 이전에 건설될 것으로 보이며 2010년이면 총원자력 발전 설비 용량이 약 2,000MW에 이를 것으로 전망된다.

한국 원자력의 이러한 발전상은 화석 연료가 부족한 국가들에게 깊은 인상을 줌과 동시에 원자력 가치를 새롭게 하는 사례가 되고 있다.

그것은 또한 세계 어느 곳에서든지 원자력의 안전에 대한 결함을 이유로 원자력 개발이 지장을 받지 않도록 하는 일을 수행하는 WANO 같은 국제기구들에 대한 하나의 도전을 의미하기도 한다.

### WANO의 역할

옛 소련의 붕괴가 동서 관계에 있어 광범위한 과학과 산업 활동에 새로운 비전을 제시하였다는 데는 의심할 여지가 없다.

이것은 체르노빌 사고와 연계되어 89년 원자력 안전성 향상이라는 단일 목표를 가지고 있는 전력 회사들의 국제적인 기구인 WANO를 결성하기에

이르렀다.

넓은 장벽들은 일소되고 그 자리는 노형에 구분없이 모든 원자로 사업자 들간의 협력과 협조 정신으로 매꾸어 질 것이다.

상업적·정치적 압력이 없으므로 정보와 발전소 운영상 노하우의 광범위한 교환은 범세계적 원자력 안전성 향상의 실질적 핵심 요소가 되고 있다.

WANO의 결성은 TMI 사고 이후 미국원자력발전협회(INPO)가 결성된 것처럼 체르노빌 사고에 대한 산업계의 대응이다.

89년 당시만 해도 단지 상호 협조와 지원만을 바탕으로 하면서 여러 다양한 문화와 전통과 기술적 체계를 수용하는 국제적 기구가 성공할 것이라고 확신하는 사람은 거의 없었다.

INPO와 함께 WANO의 결성은 전력 회사들간에 존재하는 상호 의존 관계를 공식적으로 인정한 것이며, 모든 원자력 발전 사업자가 현재 WANO의 회원이 되고 있음이 그것을 말해주고 있다.

WANO의 회원수는 130개사가 넘으며 런던에 있는 본부(coordinating center)를 위시하여 아틀란타·모스크바·파리·도쿄에 있는 지역 센터(regional center)를 통해 그 기능을 수행한다.

WANO의 사명은 회원사간에 정보 교환과 커뮤니케이션 증진, 그리고 비교 경쟁력 제고를 통한 원자력발전소

운영의 안전성과 신뢰성을 극대화하는 것이다.

따라서 원전 사업자간의 운전 경험 공유를 촉진하기 위한 일련의 프로그램을 수립하였는데, 이에는 기술 교환 방문, 워크숍과 세미나, 발전소 운전 상황 비교를 위한 지표들, 타 발전소 직원들로 구성된 팀의 발전소 운영에 관한 자발적인 안전 점검 수행 및 그 밖에 안전을 위한 실무 관행들이 포함된다.

WANO는 원전 운영상의 안전성과 신뢰성을 향상시킨다는 취지에서 주요 공익 기구로서의 신뢰를 쌓아오고 있다.

원자력발전소를 운영할 것인가 정지시킬 것인가 하는 결정은 분명히 각국 정부와 그 국가의 원자력 규제 기관에서 결정할 사항이지만, WANO의 역할은 원자력발전소가 가능한 한 안전 운전을 확립하도록 도와 주는 데 있다.

우리는 옛 소련 설계 원자로에서 커다란 발전이 있었음을 알고 있다. 많은 운전상 결함들이 극복되었고 안전 문화의 현저한 개선과, 시뮬레이터의 활동도 보다 증대되고 있으며 더욱 만족할 만한 규제 절차도 마련되었다.

그럼에도 불구하고 서구로부터 하드웨어의 공급과 기술 전수의 국제화 속도가 늦어지고 있는 것은, 공급자들에 대한 타당성 검토의 선행, 너무 많은 소규모 계약 체결, 제3자 책임 배상 문제, 그리고 어쩌면 가장 중요한

지도 모르는 공직자들의 업무 처리 지연 관행과 같은 여러 문제점에 기인한다.

### WANO의 프로그램들

안전성 제고를 위한 산업 발달의 고찰에 앞서 원자력 안전성을 향상시키기 위해 전세계에 걸쳐 수립되어 있는 사항부터 인정하여야 한다.

그러나 오늘날 상황은 현재 상업 운전중인 원자력발전소를 보유하고 있는 세계 30개국 이상의 국가가 원자력 안전성 확보를 위해 WANO 이외에도 많은 요인의 영향을 받고 있다.

이러한 요인에는 운영중인 전력 회사, 국가 규제 기관과 국제 기구, 특히 국제원자력기구(IAEA)와 같은 국제적인 조직들의 활동도 포함된다.

동유럽 국가에서 연구 향상에 필요한 재원은, 여러 국가들의 기부금 뿐만 아니라 유럽 연합(EU)과 재건설 및 개발을 위한 유럽 은행과 같은 그 밖의 기관 등의 양면의 지원을 받아서 조달되는데, 이들 자원 조달 기관은 원자력 안전성에 적극적인 영향력을 행사하기를 바라고 있다.

WANO에게는 원자력발전소를 운영하고 있는 국가들에 엄연히 존재하고 있는 경제적 불균형을 줄일 능력이 없다.

그러나 이 불균형은 보조 기기, 보수 유지 자재, 그리고 전문가의 수와 자질같은 원전 사업자에게 필요한 자

원 획득에 영향을 미칠 수 있다.

그러나 WANO는 회원사들로 하여금 서로를 잘 관찰하며 기술과 문화의 차이점을 평가하고 품질 개발을 위한 경험을 공유함으로써 마침내 최고 수준의 안전성을 가능한 한 향상시킬 수 있도록 독려한다.

WANO 프로그램의 기본 목적은 기술 교환 방문과 세미나 같은 활동을 통해 직접 만나서 정보를 교환하는 것이며, 또한 전자 수단을 이용하여 그러한 사업에 동참하고 교훈을 배우며 경험을 교환하는 데 있다.

Nuclear Network(원자력 국제 온라인 정보 교환 체제)라는 전자 커뮤니케이션 시스템은 INPO에 의해 처음부터 WANO가 활용할 수 있도록 만든 것으로, 모든 WANO 회원사들로 하여금 각 지원 센터의 어떤 회원과도 대화를 할 수 있게 하여, 많은 회원사들이 그들의 발전소와 이 강력한 시스템을 연결시켜 놓고 있다.

이 프로그램의 근간은 사건·사고 보고 프로그램(event reporting programme)으로, 이것을 통해 회원사들이 경험한 사고에 관한 정보를 교환하게 된다.

특별히 제정한 지침에 따라 모든 사고가 보고되면 지역 센터에서는 이를 배부하고 분석하게 된다.

이렇게 함으로써 WANO는 목적하는 바대로 어디서든지 유사한 사고가 재발되지 않기를 바라는 마음에서 사고를 보고한 회원사가 제공하는 교훈

## 레미 칼 WANO 회장 인터뷰

### “전세계 원전사업자들은 안전원칙을 철저히 준수하고 있다”

제11회 한국원산/원자력학회 연차대회에 참석, 특별강연을 한 레미 칼 세계원전사업자협회(WANO) 회장은 연차대회 기간중인 4월 12일 서울 인터컨티넨탈 호텔에서 과거처 출입기자들과 기자회견을 가졌다. 다음은 기자회견 요지이다.

- WANO는 어떤 조직인가.

“지난 86년 옛 소련의 체르노빌 원전사고 이후 원전의 안전성 확보를 위해 민간차원의 국제협력기구로 설치된 비정부 비영리 단체이다. 전세계 120여 원자력발전사업자가 회원이며 한국에서는 한전이 가입돼 있다. 본부는 런던에 있으며 4개의 지역센터를 두고 있다.”

- WANO가 하는 일은.

“원전 운전중 비정상적인 일이 일어나면 각국에서 차출한 10~12명의 전문가를 파견, 사고원인과 취약점을 검토해 수정토록 하고 있으며 안전관련 정보를 전자우편을 통해 상호 공유하고 있다.”

- 원전사고에 대한 불안감이 가시지 않는데.

“체르노빌사고와 같은 참사는 다시 일어나지 않을 것이다. 체르노빌사고는 잘못된 원자설계와 안전원칙을 무시한 운전태도에서 비롯됐다. 현재 전세계 원전사업자들은 이 부문에 대한 안전원칙을 철저히 준수하고 있다. 동유럽 국가가 보유하고 있는 원자로가 서구의 안전기준에는 미치지 못하고 있으나 적어도 체르노빌사고를 야기시켰던 원인은 제거됐다고 확신한다.”

- WANO의 안전조사와 결과를 원전회사에 강제로 적용할 수 있는가.

“전문가 검토작업은 자율적인 것이다. 검토내용은 외부에 공개하지 않는다. 전문가 검토 및 권고사항은 그러나 시간이 지나면 도덕적인 강제성을 띠게 될 것이다.”

칼 회장은 프랑스원자력청(CEA) 프랑스전력공사(EdF) 등 원자력관련 정부 부처 및 재계 요직을 두루 거쳤으며 93년 2대 WANO 회장에 선임됐다.

을 다른 회원사가 배우도록 그러한 정보를 모든 회원사에게 제공하는 것이다.

WANO가 탄생한 이후 95년말까지 거의 300여 차례의 기술 교환 방문(exchange visit)이 있었으며 현재는 연간 약 40회 정도 이루어지고 있다.

기술 교환 방문은 처음 시작하였던 때보다 더 비중을 차지하고 있으며, 매우 광범위하게 발전소 운영에 관한 주제를 다루고 있다.

각 발전소간에 일단 처음 기술 교환 방문이 이루어지면 차츰 정기적인 관계로 발전되어 왔는데 우리는 이러한 관계를 'twinings(짝짓기)'라고 부른다.

우리가 방문 교환시 다룬 주제로부터 피드백할 자료와 함께 기술 교환 방문 주선의 효과를 얻음으로써 다음 교환 방문과 워크숍 그리고 그 밖에 행사 계획 수립에 반영할 수 있게 된다.

현재 약 80여 개의 기술 교환 방문이 추진중에 있다.

오늘날 행해지는 대부분의 기술 교환 방문은 필요시 이를 주선하는 역할을 하는 WANO 지역 센터와 함께 발전소간에 이루어진다.

지역 센터들은 여러 형태의 원자력 발전소에서 수행된 우수 사례에 관한 정보를 꾸준히 수집·보관하고 있다.

워크숍은 몇몇 회원사들이 관심을 가지고 있는 주제에 관한 정보를 직접 만나 교환할 수 있는 수단이 된다.

지역 센터에서는 회원들의 필요에 응해 여러 가지 성격의 워크숍을 지속적으로 주최해 오고 있다.

예를 들면 파리 지역 센터 같은 데에서는 추천된 우수한 업무 처리 방식을 도입하기 위해 소규모 전문가 그룹으로 하여금 특별 부문의 문제를 토의케 하여 이들 자료를 수집하는 일에 성공을 거두고 있다.

또 한편으로 도쿄 지역 센터에서는 가장 잘 개최된 WANO 행사에 관한 기록도 보관하고 있다.

쓰루가의 일본원자력회사(JAPC)와 공동 개최한 「지역 사회에서 원자력발전」이란 지역간 세미나는 일반에게도 공개되었다.

동 세미나에는 450명 이상의 사람들이 참가하였는데 이는 원자력발전 에 관한 국민들의 높은 관심도를 반영하는 것이다.

또한 현행 WANO 프로그램 중에는 원전 운전 지표(performance indicator) 프로그램이라는 것이 있어 회원사간에 정한 바에 따라 10개 운전 지표를 1세트로 보고하는데, 여기에는 안전성과 신뢰성을 측정하기 위한 일반적 수단을 나타내는 변수들이 있다.

개별적인 원전 운전 데이터는 현재 그 자료를 제공한 전력 회사의 비밀 사항으로 되어 있으나 그렇다고 그 데이터의 효용도를 줄이는 것은 아니다.

발전소에서는 그들 자체의 원전 운전 지표와 모든 원자력발전소 또는 특

정 노형의 발전소의 지표와 비교할 수 있으며 또 그러한 정보를 그들의 경쟁수단의 하나로 활용하고 있다.

더욱이 최근에는 원전 안전 점검(peer review) 프로그램이 도입되었는데 이는 또 다른 하나의 경험을 교환하는 형태다.

원전 안전 점검 프로그램에서는 WANO팀이 회원사 원자력발전소에 초청되어, 그 발전소 직원들이 근무 시간은 물론 일일 근무 과정에서 사용하고 있는 일상 업무 처리 방식이나 절차서 같은 것을 관찰하면서 2주간을 보낸다.

이들 WANO팀은 또한 발전소에 있는 카운터 파트와 토론을 하며 서로 별개의 문화적 배경으로부터 광범위한 국제적 경험을 함으로써 최우수 국제적 업무 처리 방식에 대한 객관적인 평가도 내릴 수 있다.

그 평가 결과는 비밀로 하여 발전소 소장에게 보고되는데, 이에겐 그 발전소의 강점과 함께 개선할 사항은 물론, WANO팀 구성원들이 그들이 속한 발전소에 가져갈 많은 우수한 아이디어도 포함된다.

기술 교환 방문과 안전 점검은 발전소의 강점을 강화시키고 우수 업무 수행 방식을 확립하는 계기를 부여하며 또한 사건·사고 보고 프로그램(event reporting programme)과 함께 일반적으로 문제가 되는 분야에 관한 정보를 제공하기도 한다.

우수 업무 수행 사례(good prac-

tice) 프로그램에서 우리가 목적으로 하는 것은 일반적으로 문제가 되는 분야와 우수 사례를 서로 조화시키는 데 있다.

필요에 따라서 WANO는 회원사의 요청에 의해 WANO의 공식 프로그램 업무 내용에 포함되지 않을 수도 있는 특별 사업도 수행한다.

EU가 자금을 댄 Kozloduy 사업자에 대한 WANO의 지원은 옛 소련과 동유럽에서 WANO가 수행한 특별 사업의 가장 좋은 한 예이다.

이의 후속 사업으로 WANO는 옛 소련의 VVER과 RBMK 원자로에 대한 자문위원회(advisory committee)를 설립하였는데, 동 위원회의 역할은 EU의 현장 지원(on-site assistance) 프로그램을 통해 습득한 경험을 교환케 하는 것이다.

동 위원회는 파리와 모스크바 지역 센터 공동 주관하에 EU의 자금 지원을 받아 운영된다.

이러한 업무 수행의 틀 내에서 서방 원자력발전소에서 파견된 구성원들은 WANO의 우산 아래서 Kalinin, Kola, Leningrad, Smolensk, 그리고 Rovno 등과 같은 원자력발전소 현장에서 일을 하고 있다.

93년에는 소련 설계 원자로 이용자 그룹(A Users Group for Soviet Designed Reactors)이 WANO 지원을 받아 설립되어 각 원자로 설계에 필요한 개선점에 대한 공동 전망을 개발하였는데, 동 전망은 현재 서구 금

용 기관에 제출되어 있다.

WANO의 활동규모는 95년말까지 약 1,300건의 사건·사고 보고가 데이터베이스에 저장되었으며, 수천 명의 기술자가 관여된 거의 300여 차례의 기술 교환 방편이 이루어졌고, 또 110회의 워크숍과 세미나도 개최되었다.

이들 커뮤니케이션을 통해 약 136건의 우수 사례가 도출되었고, 현재 원전 사업의 99%가 7건 이상의 원전 지표를 보고하고 있으며, 그 밖에 24개의 안전 점검도 수행된 바 있다.

물론 이들 WANO의 활동들이 과연 효과적이었나 하는 의문에 대해서 답변을 해야 한다.

만약 안전성이 향상되었다면 어느 정도까지 향상되었는지를 측정하기 위해 WANO의 프로그램에서 원용한 데이터를 어떻게 우리가 사용할 수 있는가하는 것이다.

WANO의 프로그램 중에서 두 가지는 전력 회사 상호간에 서로 배울 수 있는 기회를 제공하는 것과 프로그램으로부터 나온 변수들을 추적할 수 있는 데이터를 제공하는 것이다.

사건·사고 보고 시스템과 원전 운전 지표 프로그램은 적극적·소극적 또는 정지 추세치를 확인하는 데 사용할 수 있다.

### 운전 변수의 변동 추세

사고는 단일 발전소 고장이나 한 사

람의 운전원 실수의 결과로 인해 독립적으로 단순히 발생하는 것이 아니라 증거는 대단히 많다.

이는 다른 산업에 있어서도 마찬가지로 사실이다.

그것은 운송 과정에서 발생하는 재난, 특히 그 고유의 복잡성과 다양성 그리고 숙련된 운전원들이 있는 원자력산업에도 마찬가지로 적용된다.

따라서 우리가 사고를 줄여서 마침내 제로화할 것으로는 아무도 기대하지 않겠지만, 경미한 사건·사고의 발생 건수나 중요성을 줄임으로써 사건·사고가 환경면이나 주요 경제적 결과를 초래할 사고 가능성을 현저히 줄일 수 있는 것이다.

동시에 중대 사고와 경미한 사고를 구분하는 방법, 즉 사고의 동기와 원인을 우리 동료들이 이해할 수 있도록 분석하는 방법을 배우고, 또 이들 사고를 전자 우편 방식(E-mail)을 통해 토의하고 그 속에 있는 교훈을 공유하는 방법을 배우는 것이 안전 문화 향상에 이르는 최선의 길이라 생각한다.

그렇다고 사건·사고 보고를 많이 한다고 안전성 향상의 청신호가 될 수는 없으며, 오히려 너무 적게 할 때 안전 문화가 결여되었다고 지적될 수 있다.

그래서 이 사건·사고 보고 프로그램은 우리에게겐 필요불가결한 것이다.

사건·사고 보고 시스템 수립과 관련된 WANO를 처음 결성하였을 때부터 지금까지 WANO에 보고된 사건·사

고의 숫자가 전세계에 걸쳐 줄어들고 있다.

우리는 그 효과가 현실적이며 이렇게 중요한 정보를 공유한다고 해서 WANO 회원사들의 흥미가 줄어드는 것은 아니라는 것을 논리적으로 확신한다.

예를 들면 가장 중대한 사고를 파악하기 위해 고안된 국제 원자력 기관들의 사고 보고 시스템과 국제원자력기구(IAEA)의 국제 원자력 사고 평가법은 둘 다 비슷하게 활발한 활동을 하고 있다.

미국에서는 원자력규제위원회(NRC)가 10년 동안 미국 원자력발전소에서 발생한 중대 사고를 10배나 적게 보고하여, 사고 건수가 2.4건/호기·년에서 0.24건/호기·년으로 줄어들었다.

WANO의 1차적인 목적은 아니지만 원전 운전 지표(performance indicators) 역시 원자력산업의 발전 상황을 어느 정도 나타내고 있다.

WANO는 현재 사용하고 있는 10개 지표의 어느 것에 대해서도 지금까지 목표치를 설정하지는 않았는데, 이는 이들 지표들이 세계 여러 곳에서 서로 다른 규제 및 기타 외부 제약 요건하에서 적용되고 있다는 부분적인 이유 때문이다.

또한 어떤 발전소에는 도전적인 목표가 다른 발전소에서는 쉽게 달성할 수도 있으나, 제3의 발전소에서는 아예 달성이 불가능한 목표일 수도 있기

때문이다.

따라서 우리는 발전 사업자로 하여금 그러한 목표치를 설정하는 대신 그들 자신만의 도전적인 목표를 설정할 것을 권유해 오고 있다.

지표 중의 하나인 비계획에 의한 이용 손실률(unplanned capability loss factor)의 중요성은 발전소 운전과 유지 보수의 품질을 측정하는 수단이라는 데 있는데, 95년 중반에 2.3%로 떨어졌다.

가장 좋은 발전소는 훨씬 더 낮은데, 현재 발전소의 25% 정도가 이 비계획에 의한 이용 손실률이 0.6% 미만이다.

원자로의 긴급 정지(scram)의 경제적 손해를 떠나서 긴급 정지를 최소화하는 것이 좋은 업무 처리 관행인데, 이는 발전소 안전 계통을 위협하기 때문이다.

긴급 정지 감소는 극적으로 개선되어 온 분야이다.

이 분야의 운전 실적이 가장 나쁜 발전소에 지속적인 개선 노력을 특히 독려하고 있는데, 이는 긴급 정지가 과거 10년 동안 원자력 발전 산업에 의해 달성된 많은 개선 실적의 선두가 되었기 때문이다.

예를 들면 80년도 초기에는 긴급 정지를 보는 것이 힘든 일이 아니어서 심지어 우수한 운전 실적을 보유하고 있는 몇몇 발전소의 경우에도 연간 7~8차례나 긴급 정지가 발생하였다.

가압 경수로 발전소의 방사선 집적

선량 지표(collective radiation exposure)의 추세는 긍정적이다.

가압 경수로형 발전소의 방사선 집적 선량은 5년 동안 20% 이상 감소되어 왔으며 지난해 중간값은 호기당 연간 1.30man-Sv였다.

원자로의 집적 피폭 선량의 중간값은 가압 경수로형의 값과 매우 유사하며, 가장 나쁜 4분위값이 수렴되고 있음은 실적이 가장 나쁜 발전소들이 개선되고 있는 상태를 보여준다.

산업 안전 사고율(industrial safety accident rate)도 모든 발전소가 동일한 정의를 내리고 있다고는 확신할 수 없지만, 가장 나쁜 4분위값과 중간값으로 비근무 일수와 같은 사고율의 전반적인 경향은 하향 추세에 있다.

그러나 가장 우수한 발전소(상위 4분위값)가 중간 수준의 발전소보다 5배나 더 우수한 것을 고려할 때 아직도 개선할 여지가 많다.

안전 계통 고장률 지표는 비상 교류 전원 시스템(emergency AC power system)의 이용 불가능 상태를 나타내는 것으로 중간값과 가장 나쁜 4분위값이 수렴되고 있다.

이 지표의 개념을 이해하기엔 애매한 부분이 많지만 그럼에도 불구하고 중요한 지표이다.

지표군으로도 말할 수 있는 이 지표는 비정상적인 사건이나 사고에 주요 안전 계통이 얼마나 신속하게 반응하는지를 모니터링한다.

다른 소형의 발전소에서는 다른 시스템이 모니터된다.

WANO는 저준위 방사성 폐기물량 (low-level radwaste), 열소비율 (thermal performance), 핵연료 신뢰도(fuel reliability) 및 화학 물질의 지표(chemistry index)와 같은 많은 다른 지표들도 모니터하고 있다.

이들 지표 역시 개선되고 있음을 볼 수 있다.

호기당 이용률(unit capability factor)은 발전소가 계통에 전기를 공급할 수 있는 최대 발전량의 백분율로, 발전소 운영 상태를 관리 목적의 효율로 통제되고 있다.

따라서 이 이용률은 발전소 운영에 있어 매우 중요한 지표이다.

경제적 관심이 점점 더 큰 시기에는 이 분야에 있어서 우수한 실적을 결코 과소 평가해서는 안된다.

물론 우리는 이용률이나 가동률 수준을 가지고 안전성과 혼동하지 말아야 한다.

우리가 명심해야 할 것은 특별히 우수한 이용률을 가지고 있는 발전소에서도 사고가 발생한다는 것이다.

그러나 이러한 모순도 안전 문화 수준이 낮다는 징후가 될 때는 문제가 된다.

그러나 WANO가 발전소 방문을 통해 얻은 경험이라면 우수한 실적들이 안전을 희생해 가면서 얻어지는 것이 아니라는 사실이다.

오히려 안전성을 제고하기 위한 개

선 노력의 결과로 얻어지며 우수한 안전 문화가 우수한 가동률을 낳게 된다.

95년은 이용률의 중간값이 82%를 상회하고 있다.

그러므로 모든 이러한 데이터에 대한 결론은 대체적으로 전세계의 모든 원전 사업자들이 그들이 처한 경제적·문화적 또는 원자로 타입이 무엇이든 간에 안전성을 향상시키고 있음을 우리가 확신할 수 있다는 것이다.

### 미래 예측

우리 모두는 OECD가 향후 16년에 걸쳐 2배의 원자력이 개발될 것으로 전망한 많은 국가들, 특히 아시아 있어서의 원자력 장기 계획을 알고 있다.

일본의 에너지경제기구가 발표한 보고서에 의하면 현재 설비 용량이 40,000MW에 비해 2020년이 되면 최고 75,000 내지 100,000MW의 원자력이 개발될 것으로 결론을 내리고 있다.

대만은 Lungmen 프로젝트를 위한 입찰서를 검토하고 있는가 하면, 파키스탄은 중국의 지원을 받아 600MW 급 후속기 건설 논의와 함께 300MW 급 가압 경수로를 건설중에 있다.

중국은 중국형 설계의 가압 경수와 함께 프랑스 원자력 산업체와 합작으로 원자력 설비 개발을 위한 대규모 사업을 추진중에 있다.

인도는 인도형 설계의 가압 중수로 개발을 계속하고 있는데, 향후 10년 이내에 착수될 예정으로 있는 후속기 건설 계획과 함께 5기의 원자력발전소가 현재 건설중에 있다.

동유럽에서는 러시아와 우크라이나에 있는 많은 원자로를 완공시킬 계획을 가지고 있으며, 슬로바키아에 있는 Mohovce 원전의 완공에 관해서도 논의중에 있다.

체코슬로바키아에서는 Temelin에 있는 2기의 원전 마무리 공사가 한창이다.

한편 Cernavoda에 있는 루마니아 1호기는 사업 착수 단계에 있고 2호기 건설도 추진중에 있다.

서유럽 내에서도 프랑스에 있는 4기의 신규 발전소 이외에 새로운 건설 움직임이 있고, 2020년경에 착수할 프랑스-독일간 EPR 설계에 근거한 원자력발전소도 건설키로 최근 합의한 바 있다.

남아메리카에서의 원자력 개발 사업에 있어 아르헨티나의 Atucha 원전 2호기와 브라질의 Angra 원전의 완공 전망도 밝아졌다.

국제원자력기구(IAEA)의 정보에 의하면 95년말 현재 39기의 원자로가 건설중에 있는데, 이들 원자로가 성공적으로 완공되기를 바라며, 그렇게 함으로써 21세기까지 원자력 건설이 지속되고 또 그때 가서는 정치가들은 물론, 원자력발전이 에너지 수요에 부응할 것으로 기대하는 사람들의 원자력



에 대한 인식도 보다 증진되기를 바란다.

그리하여 방대한 양의 이산화탄소나 질산화물과 황산화물질의 배출없이 환경을 깨끗이 할 수 있기를 희망한다.

이러한 대안이 실행 가능토록 하기 위해서는 우리는 적어도 원전 운전의 안전성을 유지하고 오히려 원전 운영 안전성 기준을 향상시키는 데 경계를 늦추어서는 안된다.

나는 종종 여러분들이 선호하고 있을지도 모를 원전의 격리나 외부와의 차단 위험성에 대해 언급한 바 있는데, 나는 그것이 얼마나 중요한지 재삼 강조하고자 한다.

원전 운전원들은 자기 일에 대한 직업적 긍지를 가지고 있는 전문 기술자들이며, 대다수의 사람들은 가능한한 그들의 일에 대해 최선을 다한다.

그러나 만약 그들이 감시자들이나 같은 계통에 종사하는 동료들로부터 격리되어 있다면 해외에서 그들이 하고 있는 일과 자신들의 일을 어떻게 비교할 지도 모르고 나머지 전세계 다른 나라 사람들이 그들을 무시했는지 안했는지조차도 모른다.

드리마일 아일랜드와 체르노빌 사고도 분명히 부분적이거나 그러한 격리 정책에 기인하였다고 본다.

전자의 경우는 상업적인 이유에 기인하며, 후자는 개별 생존자들로 하여금 동 사고 내용을 완전한 비밀에 붙여줄 것을 요구하는 그런 정치적 제도에

기인하고 있는 것이다.

그러나 우리 모두는 외부와의 차단이 어찌면 사고가 아니라 안전성 또는 경제적 퇴보로 이어지거나 남들이 앞서 가는데도 제자리에 담보하고 있는 회사로 만든 사례를 알고 있다.

초우량 기업들의 특징은 그들이 최우수 위치에 있다고 마음 속에 생각하고 있을지라도, 지속적으로 개선을 추구함과 동시에 다른 회사의 사례로부터 배움으로써 최우수를 유지하는 것이다.

우리 WANO 회원사 가운데는 그런 자세를 견지하는 회사가 많으며 또 날마다 그 수가 증가하고 있다.

WANO 회원사들 중 그 누구도 그들 자신의 개별적인 세계에 더 이상 머물기를 허용치 않으며, 또 바로 이러한 자세가 일어나서는 안될 또 다른 사고 발생 확률이 크게 줄어들고 있다는 사실을 확인할 수 있는 매우 중요한 이유이기도 하다.

WANO가 견지하고 있는 입장은 특정 발전소의 구체적 안전성 수준을 판단하는 것이 WANO의 사명이 아니라는 것이다.

국가의 안전 당국은 국제적으로 인정된 안전 전문가들과 협조하여 자국의 발전소 개선과 재건설은 물론 발전소 폐지 여부까지 판단할 책임이 있다.

이들 안전 당국을 대신하지는 않지만 WANO는 원전 사업자들로 하여금 그들 소유 발전소의 안전성과 관련이

있는 취약점에 대해 주의를 기울이도록 유도한다.

우리 회원사는 개별적은 물론 공동 노력을 통해 세계 어느 곳에 있든 운전중인 발전소의 안전성에 부정적이 영향을 미칠 수 있는 자기 만족과 폐쇄적 태도를 배제해야 한다.

지금까지 이룩되어 온 국제 협력이 없었더라면 오늘날의 범세계적인 원자력 발전 체계는 없었을 것이다.

우리들의 동료인 시민들도 이 사실을 알아야 하며 원자력 안전성이 어떻게 향상되고 있는지도 알 필요가 있다.

비록 모든 점에서 완벽하지 않더라도 우리가 성취한 내용과 날마다 지속적으로 성취해 나가는 일들을 시민들에게 납득시키는 일에 너무 소극적이어서는 안된다.

WANO 내부에는 몇 가지 유용한 도구들이 있다.

우리 회원사간의 정보 교환과 커뮤니케이션의 촉진은 물론, 비교 경쟁을 통하여 원자력발전소의 운전상 안전성과 신뢰성을 극대화한다는 우리의 사명을 추구하기 위해, 더 많은 정열과 신념 그리고 용기를 가지고 이를 지속적으로 활용해 나갈 것이다.

전세계 원자력계가 그 자신의 고유 활동 분야에서 그렇게 할 것이며, 또한 우리 원자력발전소의 운영상 안전성이 전세계적으로 더욱 향상되었음을 정당한 절차에 따라 입증할 수 있을 것으로 믿어 의심치 않는다. ☺