

# 원자력발전소의 인적 오류 대응과 계획

정연섭 | 한국수력원자력(주) 원자력발전기술원 선임연구원\*



## 인적 오류 저감의 중요성

인류 문명 발달은 자원 활용과 궤도를 같이 한다. 삶의 여유와 편리함을 추구하는 인류는 끊임없이 자원 활용의 새로운 방법을 고안하여 왔다.

덕분에 인간의 수명도 늘어났고 많은 사람들이 문명의 혜택을 누리게 되었다.

그런데 문명의 이기는 어느 정도 반대 급부를 요구한다. 문명의 설비를 운영하기 위해 사람의 개입이 필요하다.

원자력발전소도 하나의 문명의 산물이기에 운영 인력이 필요하다. 발전소 하나당 약 500명의 종사자들이 근무하고 있는데 이들은 설비의 작동 상태를 감시하고, 조작하고, 고장난 기기를 유지 보수하고, 필요한 원료를 보충한다.

초 단위나 분 단위의 반복 조작들은 자동 제어기에 의해 대체되었지만 주요 조작은 여전히 인간의 손길을 필요하고, 간혹 인적 오류도 일어난다.

한국수력원자력은(이하 한수원) 20개의 원전을 운영하고 있다. 고리 1호기를 시작으로 30년의 원전 운영 실적을 지니고 있으며 우리나라 발전량의 약 40%를 공급한다.

90%인 원전 이용률도 세계 평균 80%를 훨씬 상회한다. 인적 오류나 기기 고장과 직접 관련이 있는 비계획 발전정지 횟수는 년 평균 0.5회 정도로 낮다.

원전에서 사건 사고가 발생하면 정보 공개 법령에 따라 각종 대중 매체에 발표되고 운영 호기가 많아 원자력 사건 사고 소식을 간혹 접하게 되지만, 절대적 원전 운영 지표는 해외 원전도 부러워하는 수준이다.

\* 서울대학교 화학과 학사, 석사 / LG 화학연구소, 한전 전력연구원 선임연구원 역임. 세계 3대 인명사전 등재(2006)

개인이나 조직이나 자만하는 순간부터 퇴보하기 시작한다는 것이 역사의 교훈이다.

비록 한수원의 원전 운영 지표가 우수하다고 하어도 여전히 개선점이 있다.

비계획 발전 정지 회수를 여전히 낮출 수 있으며, 발전 이용률도 여전히 높아질 수 있다.

수십 년간 원전의 통계 경향을 살펴보면 원전 운영 지표는 꾸준히 개선되어 왔기 때문이다.

원전의 운영 책임자는 자신의 재임 기간 동안 원전을 안전하게 운영하고자 하는 의욕을 지니고 있다. 인적 오류가 포함된 안전 성능 지표로 원전을 평가하기 하기 때문이다.

책임자는 인적 오류 예방을 강조하고, 수시로 기기를 점검하고, 조작할 때 두 번 세 번 확인하도록 운전원에게 당부한다.

노력에도 불구하고 인적 오류가 발생하면 종사자들은 허탈감에 빠진다. 자신의 의지와 노력에도 불구하고 사건이 발생하면 사람들은 사건 사고를 운으로 여기고 더 이상 노력을 기울이지 않는 포기 상태에 빠지기 쉽다.

안전에는 재해 우연, 원인 필연이라는 개념이 있다.

재해 우연은 사람의 부적절한 행위가 반드시 재해로 연결되지는 않는다는 뜻이다. 가령 평지에서 넘어지는 경우와 가파른 비탈길에서 넘어지는 경우에 전자의 경우에 탈이 없지만 후자의 경우에 부상을 입을 수 있다. 똑같은 행위임에도 불구하고 손실은 우연적 특성이 있다는 뜻이다.

원인 필연은 넘어지는 행위에는 반드시 원인이 있다는 뜻이다. 즉 병이나 과음이 그 원인일 수 있다.

원전 종사자들이 인적 오류 방지의 중요성을 인식하지만 재해 우연이라는 운명론에 머물 수는 없다. 원인 필연이라는 관점에서 인적 오류를 방지할 수 있고, 과학적으로 접근할 수 있다는 자신감으로 무장될 필요가 있다.

화학, 항공, 해양 등의 산업계 사고 원인을 분석하면 인적 오류 비율이 약 60% 정도 차지한다. 한수원

의 원자로 정지에 대한 인적 오류 비율은 20% 내외인데 최근에 30%까지 육박하고 있다.

사고 분류 코드 체계, 사고 당 하나의 원인으로 제한, 기기를 희생양으로 삼는 사람의 심리 등 조사 방법의 한계를 감안할 때 인적 오류 비율을 수치 그대로 믿기 어렵지만, 인적 오류는 드문 현상이 아니라 결론을 이끌어내는 통계 자료로는 충분하다.

한편 확률론적 안전성 분석(PSA)은 노심이 응용하게 될 확률을 계산하는 학문이다. 이 계산을 위해 연속된 단계로 구성된 시나리오를 작성하고 각 단계마다 성공 확률을 계산한다.

어떤 단계에는 기기가 큰 역할을 하고, 어떤 단계에는 자동화된 제어 논리가 중요하고, 어떤 단계에는 종사자가 개입한다.

그런데 흥미로운 사실은 이 중에서 사람이 실수하여 노심 응용에 이르게 될 비율이 60%에 육박한다는 점이다.

인간 신뢰도 계산에 논란이 없는 것은 아니지만 운전 작업에서 인적 행위의 중요성을 여실히 보여준 수치라 하겠다.

### 인적 오류 저감 전략

인적 오류 방지에서도 예방계획 수립, 시행, 검토의 보편적인 프로세스가 적용된다.

예방 계획에는 자기 진단 기법, 안전 수칙 준수 등 수없이 많은 방법이 있다.

검토 기법은 발생한 사고 조사를 통한 개선인데 원전에서는 인적 행위 개선 제도(HPES)가 대표적 제도이다.

예방 기법만으로 인적 실수가 방지될 수 있다면 더할 나위 없으나, 역사적으로 조직이나 사회는 특정한 사건에서 교훈을 얻어왔다.

특정한 사건을 철저히 분석 조사함으로써 그 조직이나 사회의 잠재된 문제를 발견하고 도약의 새로운 패러다임을 얻을 수 있었다.

예를 들어 TMI나 체르노빌 사고를 통하여 원자력

산업이 침체된 측면도 있지만 이를 계기로 원전의 안전 설비가 보강되고 인간공학도 원전 운영에 기여를 하게 되었다.

최근까지 누적된 원전 사고를 경향 분석한 흥미로운 NRC 보고서가 있다.

이 보고서에 따르면 하나의 심각한 사고는 평균 1개의 인적 오류와 평균 3개 정도의 설비 결함이 복합적으로 작용하여 발생한다고 한다.

일반적으로 1개의 실수가 사고로 귀결된다고 생각하기 쉽고, 또한 사고 조사에서도 1개의 원인을 찾고 그만두기 쉽다.

그러나 이 보고서는 설비나 조직이나 설비의 숨겨진 3개의 결함을 강조하고 있다.

1개의 오류는 운전원의 운전 중 실수를 의미하고, 잠재된 결함은 유지 보수 중에 숨겨진 설비 결함, 조직 내부에 숨겨진 결함, 정확하지 않게 작성된 문서를 의미한다.

이 잠재된 결함은 정상 운전 중에는 표면 밑에 죽은 듯 잠을 자다가 예외 상황이 발생되어 그 기능이 활성화되어야 하나 결함으로 인해 기능을 못하고 초기 사고를 악화시킨다.

인적 오류 저감 대책도 1개의 명시적인 오류를 줄이고 3개의 잠재된 결함을 줄이는 전략을 구사하여야 한다.

인적 오류에 관한 진리이면서 동시에 궤변이 있다.

사고의 원인으로 인적 오류를 지적하지만 그 인적 오류를 좀 더 근본적으로 추적하면 설비 결함으로 인해 그 인적 오류가 발생할 개연성이 있다.

그래서 인적 오류는 사고의 원인이기도 하지만 설비 결함의 희생물이기도 하다.

사고 분석은 결과→원인 1→원인 2→원인 3이라는 틀에 따른 끊임없는 추적 과정이며 그 사슬에서 볼 때 인적 실수는 사고의 원인이기도 하지만 또 다른 결함의 희생양이라는 궤변처럼 보이는 진리가 성립되기도 한다.

예를 들면 운전원이 제어반 조작을 잘못하였고,

그 제어반이 인적 오류를 유발하기 쉽게 제작되어 있으며, 그 제작사의 설계 검토가 불충분한 원인 추적 사슬이 있을 수 있다. 이 경우에 인적 오류→제어반 부적절→설계 검토 미흡의 원인 사슬이 형성된다.

전통적으로 안전공학은 위험물을 식별하고 이 위험물을 격리시키는 조치를 취한다.

대표적인 위험물로 고에너지원, 회전 기기, 위험한 작업환경이 있다.

그런데 자동화 수준이 높아지면서 원전 종사자를 위험물로 간주하는 시각이 있다. 현상 수배자처럼 보는 시각이 불쾌하지만 터무니없지는 않다.

설비를 안전하게 운전하려는 종사자의 열정을 인정하지만, 설비의 자동화 수준이 높아지면서 종사자들은 제한된 정보에 근거하여 판단을 하기 때문에 종사자가 위험 촉발자로서의 개연성은 존재한다.

더구나 사람들은 살아오면서 형성된 선입관 때문에 간혹 잘못된 판단을 내리기 쉽다. 영웅 심리, 체면, 자만, 속명론 등은 인간의 본성이다. 그래서 인간은 실수를 하고, 신은 용서한다는 격언이 있는지도 모른다.

인적 오류 방지에는 사람들의 안전 불감증을 변화시키는 대책도 포함해야 한다.

한수원은 사고 제로화의 가치를 내걸고 끊임없는 노력을 경주하고 있다.

그런데 인간은 실수할 수밖에 없는데 어떻게 이 목표가 달성될 수 있을까? 아래 방정식은 이 전략을 잘 표현하여 준다.

$$Re + Md \rightarrow 0E$$

Re는 Reduce Error, Md는 Manage Defence, 0E는 Zero Event의 약어이다.

인적 오류를 영으로 만들 수는 없지만 0 근처까지 최대한 줄이자는 의미가 내포되어 있다.

또한 만에 하나 인적 오류가 발생할 때 심층 방지벽이 사고로 이어지는 경로를 차단하겠다는 전략이

나타나 있다.

이 두 가지 전략에 의해 사고 제로화를 실현한다는 복안이다. 이 전략에는 완벽한 인간을 가정한 비현실적인 가정은 전혀 없다.

방지벽에는 여러 종류가 있다. 원전의 격납 용기, 공학적 안전 설비에서부터 문서의 검토 승인 제도, 자기 진단, 의사 소통 재확인 기법 등이 있다.

격납 용기들은 한 번 설치하면 그 신뢰성이 높은 장점이 있지만 도입 비용이 높다는 단점이 있고, 자기 진단은 비용이 들지 않지만 제대로 적용하는지 확인하기 곤란하고 신뢰성이 낮다는 단점이 있다.

한수원은 위험 요소를 사전에 파악하여 중요한 지점과 시점에 이런 방지벽을 구축하여 두고 있다.

인적 오류 저감을 위한 개선할 분야는 다양하다. 개인의 성격이나 행동 방식, 책임진 기기, 함께 일하는 동료, 내가 속한 조직, 작업 환경 등 모든 것들이 인적 오류에 영향을 미친다.

그래서 인적 오류의 저감은 다학문적 연구와 노력이 필요하다. 자신과 타인을 위한 심리학, 설비와 기기에 대한 전문 지식, 조직이나 동기 부여에 대한 경영학, 기기의 인터페이스에 대한 인간공학, 작업 환경에 대한 안전공학 등이 복합적으로 인적 오류 저감에 기여할 수 있다.

인적 오류 저감에 대한 목표를 수립하고 지속적으로 조직을 변화시키는 경영층의 의지는 매우 중요하다.

종사자들은 자신의 직업관에 따라 업무를 수행하기도 하지만 회사의 경영 목표와 자신의 목표를 일치시켜 가려는 경향이 있다.

만일 경영층에서 인적 오류 저감이나 안전에 대한 확고한 신념이 없다면 종사자들도 작업 중에 대충하려는 분위기가 팽배하게 된다.

한국에서 거칠게 운전하다가도 미국에 가면 좌회전시 멈추는 등 법규를 잘 지킨다고 고백하는 것 유학에도 돌아온 교수를 본 적이 있다.

안전 문화는 무의식 중에도 우리의 행위를 결정하며 경영층의 관심으로 조성된다.

인간공학은 사람의 한계나 능력을 고려하여 설비나 작업 방법을 개선하는 학문이다. 그런데 이 학문은 기기를 개선하지만 사람을 변화시키려고 시도하지 않는다.

사람의 변화를 목적으로 삼는 학문은 윤리이다. 대부분 윤리를 중등 교과 과정에서 배워 고리타분한 학문으로 기억하고 있을 것이다. 졸업 후에 대개 사람들은 사고를 목격하거나, 회사 생활을 하면서 자신이 변화되어 간다.

한수원은 체계적인 인성 변화를 위해 지도자 과정을 운영하고 있는데 이런 과정을 통하여 인적 오류의 중요성도 배우게 된다.

1차적으로 인적 오류는 사업자의 몫이지만 사업자를 둘러싸고 있는 규제 기관이나 국가의 관심도 중요하다.

사건 사고가 지역이나 국가에 미치는 영향을 고려하면 국가의 관심은 당연하다.

규제 기관은 사고 조사나 인적 오류 관련 기준을 제정하여 사업자의 인적 오류 저감 노력을 지원할 수 있다.

과기부령인 원자로 시설의 운영 등에 관한 규칙 57조에는 ‘인적 실수로 사고나 사고근접 사례가 발생하며 이를 분석하여 절차서나 설비에 반영하라’라는 조항이 있다.

이런 요건에 따라 원전에서는 인적 행위 개선 시스템(HPES)을 운영하고 있다.

미국 원전에서는 10CFR50 Appendix B에 근거하여 인적 오류를 관리한다. 이 부록은 품질 보증 규정이다.

원전의 품질 보증 규정은 관리해야 할 18개의 항목을 지정하여 놓고 있다.

그중에 16번째가 부적합 항목의 시정인데 이 조항으로 미국 원전은 인적 오류를 관리하고, 종사자들도 부적합 항목을 적극적으로 신고한다고 한다.

사업자가 이 조항을 잘 이행하면 NRC 심사가 어느 정도 경감되고, 원전 보험료율도 낮아지는 반대급부가 있다고 한다.

또 원전 종사자들이 안전하고 쾌적한 작업 환경을 위해 신고한다며 우쭐해 하는 미국 친구를 본 적이 있다. 이런 자랑에 근거가 없는 것은 아니지만 NRC 보고서에는 미국 원전도 사건 사고가 발생할 때 개인이나 부서의 불이익을 위해 신고를 꺼린다는 언급을 보고 그 친구를 만날 때 따져볼 심산이다.

사람의 본능이 미국이나 한국에서 어찌 다를 수 있겠는가? 자발적 신고를 위해 문책하지 않는 정책을 안전공학에서는 권장한다.

또한 최근에는 철저한 사고조사도 신고를 활성화시킨다고 한다. 즉 사건 사고 조사가 그 업무에 참여한 종사자를 정확히 가려낼 때 인적 오류를 숨기려는 유혹이 사라진다는 것이다.

규제 기관의 인적 오류와 관련된 기준으로는 인적 오류 조사, 인간 기계 연계 설계 기준 등이 있다.

사건 사고가 발생하였을 때 4M(Man, Method, Machine, Management)의 관점에서 부적절한 요인들이 없는지 조사하는데, NRC는 이것을 원자력발전소에 적용한 지침서를 발행하였다.

NUREG-0800은 기기를 설계할 때 어떻게 운전 경험을 반영하고, 자동화 수준을 결정하고, 평가하고 검증하며, 절차서를 작성하는지에 대한 프로세스를 정의하고 있다.

NUREG-0700은 인간 기계연계 설계에서 글자 크기, 제어기 배치, 지시계 배치, 환경 등 구체적인 규격을 제공하고 있다.

이런 업무 프로세스가 적용되고, 기술 규격들이 제대로 준수될 때 인적 오류의 발생확률은 낮아질 수 있다.

### 잠재된 인적 오류 유발 인자

인적 오류는 제대로 기능을 수행하지 못하거나, 하지 않아도 될 일을 수행하는 것으로 정의된다.

이 정의를 이해하려면 제대로 된 기능과 역할을 먼저 알아야 한다. 오류는 정상에 대한 반대 개념으로 파생되었기 때문에 정상에 대한 이해가 필수적이

다. 정상에 대한 이해를 높이지 않고 오류만을 열심히 연구하는 것 자체가 사상누각이 될 가능성이 높다.

원전에서 정상적인 작동은 기기에서 신호를 읽고, 운전원이 판단하여 조작하는 피먹임 과정이다.

과정을 좀 더 자세히 살펴보면, 운전원의 판단도 5감을 통하여 받아들이고 뇌에서 판단하여 손으로 조작하는 단계로 이루어져 있다.

이 신호의 전달 과정에 오류가 발생한다. 그런데 기기 설계자들은 발생 가능한 고장이나 실수를 고려하여 기기를 제작한다.

인체도 체내에 침입하는 병균에 대항하도록 B임파구, T임파구가 활동하고 있다. 정상 상태에서는 쓸모없지만 조직, 기기, 생체에는 비정상 상태를 위해 존재하는 것들이 있다.

고장이나 인적 오류는 정상을 이해한 후에 그 실체를 드러낸다.

업무 수행 환경에 인적오류를 유발시킬 만한 요소들이 곳곳에 잠재되어 있다.

일상 생활에서도 자주 접하는 전구 스위치의 어떤 위치가 끄는 기능인지 불명확 경우가 많다. 전구가 눈에 보이기 때문에 스위치를 조작하면 반대 방향으로 기능한다는 믿음과 한 두 번 조작한다고 문제될 것이 없다는 인식 때문에 여전히 일관성이 없는 스위치들이 설치되고 있다.

원전은 설계 당시부터 인간공학적 일관성을 매우 중요시한다.

스위치에서 오른쪽 선택은 열림이며 왼쪽 선택은 닫힘이고, 회전형 스위치에서 시계 방향으로 회전시키면 값이 증가하는 설계가 일관성이다.

대체로 이런 일관성 개념들이 잘 지켜지고 있지만 일부 계기에서는 위배되는 경우가 있다. 눈에 띄게 식별표를 부착하여 큰 문제는 없지만 설계 당시부터 일관성을 준수할 수 없었는지 반성하여 볼 필요가 있다.

이 문제를 심층적으로 따져보면 인간공학과 계측 제어 간의 적용 원리에 차이가 있음을 알 수 있다.

계측제어는 'Fail Safe' 개념으로 설계하고 인간공학은

'양립성' 개념을 요구하는데 불행히도 이 두 개의 개념이 서로 상충된다는 점이다.

그러나 최신 기기를 도입하면 두 가지 원칙이 동시에 만족될 수 있는 방법도 있으니 설계 때 인간공학의 검토가 중요하다고 하겠다.

계기 상태를 표시할 때 '열림' '닫힘'이라는 문구 외에 색상으로도 상태를 구별한다. 보통 상태 표시용 색채로는 녹색과 적색을 사용하고 있다.

색상의 적용 원리를 아는데 상당히 오랜 시간이 걸렸는데 밸브는 '열림'일 때 적색을, 차단기는 '닫힘'일 때 적색을 사용하기 때문이다. 문구는 다른데 동일한 색채를 사용하므로 도대체 원칙이 없어 보였다.

우연히 웨스팅하우스의 설계문건을 뒤지다 그 원칙을 발견하였는데, 적색은 '문구'에 따라 결정되는 것이 아니라 '에너지의 흐름'에 따라 결정된다는 것이다.

즉 기기를 통해 에너지가 흐르면 적색을 사용하는 원칙이다. 밸브가 열리면 유체가 흐르고, 차단기가 닫히면 전류가 흐르기 때문에 이 원칙은 타당하였다.

이것은 한 예에 불과하다. 발전소에는 다양한 상황들이 존재하고 그 속에 숨어 있는 원리를 발견하여 인간공학적 기준을 적용할 필요가 있다. 달면 삼키고 쓰면 뱉는 본능적 원리로는 숨겨져 있는 원칙을 찾을 수 없다.

기계 분야, 전기 분야, 계측제어 분야에서도 인적 오류 유발 인자들이 잠재되어 있다.

기계 재질은 부식에 의하여 노화되고 있다. 전기 전자 소자도 정해진 수명으로 인해 정기적으로 교체되어야 한다. 제어 논리 속에도, 소프트웨어 속에도 버그가 남아 있을 수 있다.

종사자들은 이런 잠재된 결함들이 운전에 영향을 미치기 시작하면 신속히 감지하여 대처하여야 인적 오류로 인한 사건 사고를 방지하거나 사고 악화를

방지할 수 있다.

한수원은 잠재된 결함을 끊임없이 제거하기 위하여 많은 제도들을 시행하고 있다.

사업자가 시행하는 가동중 검사, 가동중 시험, 주기적 안전성 평가가 대표적인 제도들이다. 규제 기관의 정기 및 수시 점검도 결함 제거에 기여한다.

최근에는 사회과학에서도 공학처럼 시스템 다이내믹스 이론으로 조직의 잠재된 결함 개수를 예측하고 있다.

결함은 세월이 흐름에 따라 생성되고 제거되는데 어떤 조직의 변수를 조절하면 결함 개수를 조절할 수 있다는 방정식이다. 또한 결함 개수에 따라 비계획 원자로 정지의 횟수도 결정된다고 한다.

이 방정식의 정확성은 차츰 검증되어야 하겠지만 그 아이디어만큼은 참신하다.

시스템 다이내믹스의 입력 인자는 아니지만 현재 시행중인 제도들이 발전소의 결함을 꾸준히 제거하는 훌륭한 제도임에는 틀림없다.

기기나 재료의 결함은 위의 방법으로 제거하는데 반하여 조직의 결함은 일상 감사, 품질 보증 감사, 국감, 내부자 고발 등에 의하여 제거된다.

역사적 교훈에서 알 수 있듯이 견제되지 않는 권한은 항상 부패한 방향으로 흐를 수밖에 없다. 이것은 사람의 인성과는 결코 상관이 없다.

변화를 시도하는 조직과 견제하는 조직 간에는 긴장을 유지하여 조직에 숨겨져 있는 결함들을 지속적으로 제거하여야 인적 오류도 방지될 수 있다.

절차서나 문서의 결함은 국제노동기구가 인적 오류를 이야기할 때 가장 강조하는 부분이다.

원전에서는 일찌감치 형상 관리 제도를 채택하여 설비와 문서를 일치시켜 왔지만 일반 산업계에서는 이런 노력이 미흡하였던 모양이다.

그렇지만 우리나라 원전도 Peer Review를 받아 보면 아직도 형상 관리가 부족하다는 지적이 나오고 있다.

앞으로 원전 운영 제도가 시행되면 형상 관리 주관 부서가 발족되어 형상 관리가 한층 강화될 것

로 예상되지만, 사실 형상 관리를 한 부서에게 위임할 사항은 아니다.

생존에 필요한 영양 섭취를 타인에게 기댈 수 없듯이 모든 부서에서 형상 관리에 관심을 지녀야 한다.

### 인적 오류 예방 도구

NRC 보고서는 잠재된 결함 외에 명백한 1개의 종사자 실수를 거명하고 있다.

이 실수는 줄일 수가 없는가? 사람은 부족한 존재라 변화될 수 없는가? 독자의 반 정도는 수긍하고 반 정도는 부정할 것이다.

그러나 항상 베스트셀러 위치에 인간의 처세술이 놓여 있는 것을 보면 사람도 변화될 것이라는 확신이 든다.

종교적 체험이든, 사고 후의 깨달음이든 여러 가지로 사람은 바뀌게 되는 것을 목격하지 않는가?

생각이 바뀌면 저절로 행동이 바뀐다는 말이 있다. 그런데 생각을 어떻게 바꿀 것인가?

심리학자들이 모두 동의하는 것은 아니지만 언어가 바뀌면 생각도 바뀐다고 한다. 무지개 색을 일곱 개로 표현하는 나라와 이보다 적은 수로 표현하는 원주민 사이에는 행동의 차이가 있다고 한다.

조선 성리학자들이 하찮은 주제로 논쟁을 벌이는 이면에는 자연의 원리를 기술하는 뉴턴 역학을 몰랐기 때문이라고 단정하면 논리의 비약이라고 비판하겠지만, 인적오류에서 파생된 관련 언어를 종사자들이 구사할 수 있다면 인적 오류도 저감될 수 있을 것이다.

추상적 껍질에 둘러싸인 인적 오류를 깨뜨리고 발아시키면 인적 오류 예방 도구가 구체적 싹으로 나타난다.

인적 오류 예방 도구는 미국 원전에서는 널리 사용되는 기법이다. 이 기법에는 자기진단, 동료 점검, 독립 확인, 절차서 준수, 방지벽 설치, 보수적 의사결정, 의사 소통 재확인 기법 등이 있다.

이들 내용을 찬찬히 들여다보면 별로 새로운 것이 없다. 그러나 이런 기법의 언어를 몸소 구사하는 사람과 아닌 사람에게는 인적 실수 유발 측면에서 큰 차이가 있을 수 있다.

이 기법이 일선 종사자들에게 주로 적용되지만 차츰 관리자나 감독자들에게도 적용하도록 하고 있다. 뿐만 아니라 지도자에게 알맞은 덕목을 발휘하여 생각의 언어를 확장하고 있다.

원전에서는 팀을 이뤄 작업하는 경우가 허다하기 때문에 팀 능력 향상도 중요하다.

팀은 개개인의 특성과 다른 면이 있다. 대표적인 것이 사회적 태만이다. 한 사람이 1의 힘을 낼 수 있는 사람 20명이 모여 줄다리기를 하면 20이라는 힘이 나오지 않는데 이것을 사회적 태만이라고 한다. 그 이유에는 무임 승차, 군중심리 등이 있다고 한다.

한수원은 팀의 특성을 파악하고 팀 능력을 향상시키는 언어를 개발하고 있다.

### 맺는 말

우리나라에는 서너 종류의 차 번호판이 사용되고 있다. 우리는 다양한 변경 사유 중에 미적 이유를 기억하고 있다.

인간공학적인 잣대로 원자력 발전소를 평가하기 시작하면 시시콜콜한 부적합 항목들이 나타난다.

이것을 시정하기 위해서 발전소를 설계 변경한다면 자원이 들고, 그 기간 동안 오히려 안전성이 위협받을 수도 있다. 즉 자동차 번호판처럼 쉽게 교체하지 못하는 제약이 있는 법이다.

그래서 모든 개선은 효과와 비용을 고려하여 결정될 수밖에 없다.

설비를 개선하면 좋겠지만 이것이 여의치 못하면 안전표지판이나 식별표를 부착해야 하고, 이것마저 어려우면 사용자 매뉴얼이나 절차서에 주의 사항을 추가하기도 한다.

마지막 수단으로 종사자를 교육 훈련시켜 실수를 예방하는 방법도 있다.



원전 중앙제어실

이처럼 개선 방법은 다양하다. 그러나 개선 방법에 제약이 있다고 잠재된 결함 발견에 소극적일 필요는 결코 없다.

잠재된 결함은 발견되고, 분류되고, 연구되면 나중에 다양한 모습으로 응용되기 때문이다.

인적 오류와 같은 안전을 강조하다보면 발전 종사자들은 거부감을 느낄 수도 있다.

어떤 조직이 사라지는 두 가지 이유가 있는데, 하나는 사고이고 하나는 파산이다.

안전을 소홀히 하면 사고가 발생하여 망하고 발전을 등한시 하면 파산하여 망한다. 그래서 안전과 발전을 균형있게 보는 자세가 중요하고 이럴 경우 발전과 안전이 상호 상승하는 선순환 모드로 진입한다.

원자력산업을 둘러싸고 있는 환경도 만만찮다. 사업자, 규제 기관, 환경 단체 등이 각각 자기에게 주어진 잣대로 원전을 보고 있다.

사업자는 규제 대상이기 때문에 방어적 자세를 취할 수밖에 없고, 외부 시각에 아쉬운 점이 있는 것도

사실이다. 특히 인적 오류를 포함한 사건 사고에 대한 외부 시선은 참으로 매섭다.

토인비가 역사는 도전과 응전의 과정이라고 주장한 것처럼 원전 사업자도 도전과 응전을 통하여 인적 오류를 저감할 수밖에 다른 대안이 없어 보인다.

안전에 대한 노력은 결정적 승리가 없는 게릴라 전쟁이라고 한다. 어제까지의 무수한 노력이 내일의 안전을 보장하여 주지 못하는 피곤하고 힘든 작업이다.

누구라도 이 게릴라 전쟁에서 벗어나고 싶으나 그 경우에는 삶의 터전마저 무너지고 만다. 어떤 사람들은 총을 들고 싸우고, 어떤 사람들은 탄알을 보급하면서 게릴라전에 참여하고 있다.

게릴라 전쟁 자체는 종전을 맞을 것 같지는 않지만 인적오류에 대해 다양한 경험과 연구가 축적되면 이 전쟁을 수월하게 치를 수가 있지 않을까? 