

## 안전성에 초점을 둔 원자력 규제 의 이점

Nils J. Diaz

미국 원자력규제위원회(NRC) 위원

**세** 계적인 산업화의 가속과 시장 경제의 확대는 원자력 발전을 포함한 모든 부문에서 노력을 경주하기 위한 기회와 도전을 창출하기 시작하였다. 변화는 여기에도 존재하며 또한 모든 곳에도 존재하고 있다.

경제적인 규제 완화는 현재 미국 뿐만 아니라 세계 모든 곳에서 시행되고 있다. 미국에서 원자력발전소를 가동하고 있는 31개주 중 16개주는 이미 규제 완화된 전력 공급을 결정하였다.

원자력발전소의 지속적인 성능 개선, 인허가 갱신, 기존 발전소의 매각 및 합병은 주요 기사로 대두되고 있다. 바로 이러한 것에 규제의 변화가 있는 것이다.

따라서 문제는 단순히 변화에 있는 것이 아니며 이 나라뿐만 아니라 다른 나라를 위해서 이익이 되도록 어떻게 변화시킬 것인가에 있는 것이다.

이러한 규제의 변화에 대해 “어둡고 물살이 거친 강에서 어부가 이익을 얻는다”는 스페인의 전해오는 옛말을 상기시키고 싶다.

1997년 6월 18일자 <월 스트리트 저널>의 한 기사에는 원자력발전소의 조기 폐쇄 조치와 관련하여 원자력발전소의 안전성과 경제성의 두 가지 주요 문제점이 제기되었다. 그것은 원자력발전소의 규제 완화와 비용 문제에 대한 평가였다. 안전성이 결여되고 또한 비경제적인 24기 원자력발전소의 조기 폐쇄는 다수에 의한 예측이었으며 일부에서는 전원자력발전소의 50%까지의 폐쇄를 예측하였다.

그러나 <월 스트리트 저널>은 “Nils Diaz 원자력위원회(NRC) 위원은 원자력발전소 12기만의 조기 폐쇄를 예상하고 있다.”고 보도하였으나 폐쇄된 원자력발전소는 총 6기였다.

한편 1999년 10월 28일자 <월 스트리트 저널>의 기사는 다른 견해를 나타내고 있다.

그러나 처음 문구는 “한순간이라도 원자력의 낮은 경제성과 높은 위험성에 대비한 종래의 모든 지혜를 비축해 두라”고 시작함으로써 예전과 같은 주제를 상기시키고 있으며, 그 기사는 현재의 합병-매입의 재무 현황을 나타내고 있다.

본인은 이미 더 중요한 변화를 알고 있다. 1997년의 원자력발전소의 폐쇄로 인허가 갱신의 붐(boom)이 일게 되었으며 compliance orientation은 안전성에 초점을 둔 규제에 대체되었다.

원자력발전소에 있어서 취약점인 비용 부문은 더 이상 곤란하지 않게 되었다. 투자 회사인 Moody's Investors Services는 원자력의 비용을 3년 전의 1,300억달러에서 현재의 100억달러로 변경하여 평

가하였다.

부채의 할부 상환 비율은 많은 발전소의 비용이 향후 수년 내에 발전 단가에 도달하리라는 전망하에 합리적으로 진척되었다. 그리고 NRC는 모든 투자자들을 위하여 예측 능력과 책임을 증진시키며 규제 제도를 변경하여 왔다.

본인은 두 개의 독립 요소인 안전성과 가격 경쟁성이 원자력과 원자력 기술의 실행 가능성(실제로는 생존 능력)을 결정한다는 것을 제기하고 싶다. 그것들은 필수적인 것이며 대부분의 문제점에 대한 결정 요소들을 포함하고 있다.

안전성과 가격 경쟁은 동력인 변수들로서 정책 결정에 적용되도록 쉽게 조율된다. 그것들이 함께 작용하는 것은 필수적인 것으로서 이러한 작용은 산업계의 특권인 것이다.

본인은 미국의 시장과 규제 개혁에 있어서 정당한 방식으로 원자력 안전성과 비용을 연계시키는 것을 제안하고자 한다. 안전성은 가격 경쟁을 수용하는 가장 첫 번째 요소이며, 안전성을 의식한 비용의 고려는 안전성을 더욱 강화시킨다.

이러한 연계는 평균적 안전성과 비용 집행 요소에 치중할 때 더욱 명백해지며 그것은 우수한 시행자들에게 극적인 요소가 된다.

미국에서 가장 안전한 원자력발전소가 석탄 화력발전소나 수력발전소 보다 낮은 매우 경쟁력 있는

발전 단가로 전력을 생산하고 있다는 것은 의심의 여지가 없다.

NRC는 더이상 시장에 있어서 영향력을 행사하는 구속자로서의 역할을 하지 않는다. 산업계는 현재 더욱 정밀하게 실제적인 안전성, 인허가 및 규제 요건에 초점을 맞출 수가 있다.

사고 발생 비율을 줄이고 전반적인 작업 수행을 향상시킴으로써 처음으로 NRC의 정책 방향에 변화를 가져오게 할 수 있었던 것은 산업계이다.

안전성과 비용은 산업의 신뢰성을 결정하는 요소이며 과장되어 표현될 수 없는 요소이다. 안전성과 비용은 상호 상승 작용 관계에서 시행되어야 한다.

그리고 규제자가 국민의 건강과 안전에 대한 적절한 보호를 보증하는 신뢰할 수 있는 과정을 갖는 것은 필수적이다.

기존 설비에 대한 점검은 신뢰할 수 있는 산업 없이는 신뢰할 수 있는 규제자가 있을 수 없으며, 신뢰할 수 있는 규제자가 없이는 신뢰할 수 있는 산업이 있을 수 없음을 보여주고 있다.

이러한 변화들은 'level playing field'가 가까운 곳에 있다는 것을 의미하지는 않는다. 원자력과 다른 방사선의 산업적 이용자들은 어느 순간이라도 곧 level playing field를 얻으려 하고 있지 않다.

언론 매체와 지방 및 주 정부 그리고 연방 기관에 의하여 발표된 상충되는 의견과 영향력 있는 정당 가운데 피드백 영향에 의해 영향받은 위험과 경제성에 대한 대중 인식은 고르지 않은 필드를 지킬 것이다.

그러므로 본인은 원자력과 방사선의 산업적 이용자들은 많이 개선되어야 한다는 것을 명백히 밝히고자 한다.

'개선(better)'이란 매우 선명하게 안전성에 초점을 맞추는 것을 의미한다. 또한 본인은 산업계에 대해서 '개선'이란 경제적으로 경쟁적인 것을 의미한다. 국민은 덜 개선된 것에 안주하지 않을 것이다.

본인은 NRC의 규제 변화에 대한 논의에 앞서 여러분들에게 과거 수년간 안전성과 비용간의 원인과 결과를 나타낸 그래프를 보여주고자 한다. <그림>은 미국 원자력발전소들의 운전 및 유지 보수(O&M: 연료는 제외) 부분의 비용을 보여주고 있다. 여러분들은 값비싼 교훈이 되었던 TMI와 체르노빌 원자력발전소 사고의 영향과 아울러 차후에 산업계의 회복에 주목하라. 또한 1996년 Millstone 회의의 결과에 주목하라.

비용의 높은 증가율은 안전성에 초점을 맞추지 않은 규제 제도의 결과였으며 미국 국민들은 그 비용을 치뤄야 했다.

전성에 초점을 둔 규제에 대한 현재의 NRC 주도권은 1997년 여름에 시작되었고 전반적으로 1998년 여름에 시작되었다. 그 사이에 오랜 규제 폐지의 비용은 비용 경쟁적 시장에서는 받아들일 수 없게 되었다.

안전성은 경제적 성능에 필수적이다. 적절한 보호를 위하여 필요한 원자력의 안전성 향상은 비용을 고려하지 않고 요구되어야 하며 NRC는 계속해서 그렇게 할 것이다.

NRC의 진행중인 규제 변화는 무엇이 실제의 안전 문제인가하는 것에 대한 더욱 철저하고 객관적인 결정을 토대로 한다.

본인은 우리가 5,778여건의 인허가 획득자 문제 해결에 관해 설명했던 첫 번째 Millstone 위원회 회의를 기억하고 있다. 그들 중 약 190건은 NRC에게 중요한 문제들이었다.

본인은 그것들이 어느 정도의 안전에 관한 문제들인지를 물었다. 침묵은 계속되었다. NRC와 인허가 소지자들 어느 누구도 그 때 대답을 할 수 없었다. 나중에야 실제의 안전성에 대한 문제에 초점이 맞춰짐에 따라 Millstone 회의는 그 의미를 되찾을 수 있었다.

물론 Millstone 회의는 전체 문제점을 흐리게 하여 치유가 필요한 일부 중대한 행정적 문제점을 가졌었다. 되돌아보면 일부 안전성 문제들이 표면화되었지만 Millstone 회

의 조직 내부로는 확산되지 못하여 그 값을 톡톡히 치뤄야만 했다.

궁극적으로 본인은 불필요하게 엄격한 기준은 부정적인 경제적 영향을 줄 것이며 반면에 충분히 엄격하지 않은 기준은 안전성에 부정적인 영향을 줄 것이라고 믿는다.

### 규제의 변화

본인은 미국 국민의 삶의 질을 향상시키는 것은 우리 규제 기관을 위한 성공의 기초요 조화이며 수단이 라고 굳게 믿고 있다.

민주주의와 시장(market place)은 level playing field를 위하여 작용하고 있는 2가지 주요 요소이다.

규제자로서 본인은 우리가 봉사하고 있는 국민의 인생의 질을 향상시키기 위한 우리의 규제 활동을 하나의 의무와 기회로 여기고 있다. NRC는 자신의 규제를 바꾸는 것과 안전이 최상이라는 데에 의심의 여지가 없도록 빠른 흐름 속에서 그 자신의 갈 길을 주의 깊게 선택하는 데에 있어서 설득력이 있어야 하며 신뢰할 수 있어야 한다.

사실 안전성은 향상되고 있다. NRC는 방심하지 말아야 하며 그것이 구성하고 있는 안전 구조의 강도에 의존해야 한다.

NRC의 변화 과정은 다음의 4가지 목표 또는 우리가 일컫는 것과 같이 성과에 의해 측정되어진다.

- 안전성 유지 관리 및 향상
- 규제의 효율성과 효과의 향상
- 불필요한 부담의 절감
- 대중의 신뢰 증대

이러한 성과들을 위하여 합법화된 요소들은 객관성과 예정된 과정, 책임과 명확, 견실한 기술적·합법적 토대에서의 작업들이다.

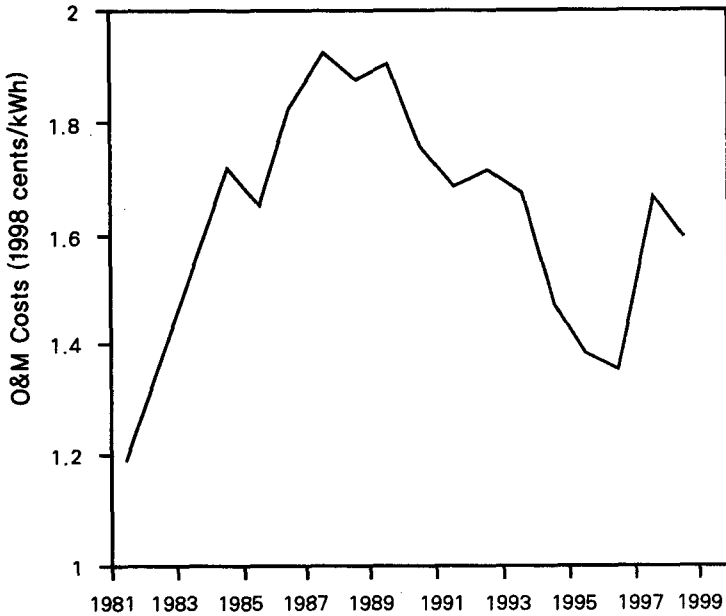
이러한 목표들의 결합된 요건을 충족시키는 것은 우리가 위험 평가 기준(risk-informed regulation)이라고 일컫는 수단의 체계적 이용 없이는 매우 어려울 것이다.

사실 규제 변화의 중요한 조종자(driver)가 인허가 소지자들이 위험 평가 결정을 할 수 있도록 위험 평가 기준의 틀에 대한 약속과 능력이었다는 것은 의심의 여지가 없다.

위험 평가 기준(Risk-informed regulation)은 질적·양적으로 지식의 토대를 증대시키는 한 세트의 결정론적 기준, 운전 경험, 심층 방호, 공학적 평가 및 확률론적 위험도 평가이며 안전에 초점을 맞춘 정책 결정에 이바지 한다.

위험 평가 기준은 만병 통치약이 아니다. 대부분의 사람들이 지금 하고 있는 것을 바꾸지 않을 것이지만, 이는 안전성에 초점을 맞추는 것에 있어서 능률적이며 효과적이다.

운전자들은 계속해서 운전할 것이며 기계공과 전기공들은 계속 유지 보수를 할 것이며 기사들은 계속 하여 공사를 감독할 것이지만, 거기



〈그림〉 미국 원자력발전소의 운전 및 유지 보수(O&M) 비용

에는 정책 결정 능력을 제공하는 새로운 경계와 범위가 있을 것이다.

그리고 만약 여러분들의 실행이 위험 평가 기준 제도와 조화를 이룬다면 그 때 NRC는 그것이 필요한 정보를 갖게 될 것이며, 인허가 소지자들은 무엇이 요구되는지 그리고 그것에 대해 무엇을 해야 되는지를 알게 될 것이며 대중은 정보를 얻게 될 것이다.

본인은 규제의 틀에서 철학적 변화(shift)을 강조하면서 신속하게 개선된 영역을 지금 검토하고자 한다.

본인은 이러한 규제 변화가 공개 및 참여 과정을 통하여 이루어질 수 있음을 지적하고자 한다.

### 10 CFR 50.59

원자로 조종 면허 소지자가 그 시설에 대해 변화시킬 수 있는 근본적인 과정은 '제로 인수'에 의하여 규제되었다.

확실하게 안전성을 향상시키지 않는 어떤 변화나 변경은 1996년의 추종 성향(compliance mentality)의 희생이 되었다.

즉 위험도에 있어서 제로 증가는 국가의 법칙이었다. '검토되지 않은 안전성 문제'라는 용어는 최고의 위치에서 군림하였다.

약 2년 전 본인은 수학 용어에 있어서 '제로 인수(zero factor)' 즉 zero=10-∞의 문제를 제기하였다.

위험도 제로는 이 세상에 존재할 수 없으며 무한대도 아니다. 본인은 여러분에게 NRC가 '제로 인수'를 제거했으며 실제로 안전성에 영향을 주지 않는 최소한의 변화를 수용했음을 알리게 됨을 기쁘게 생각한다.

새롭고 기능적인 규칙은 수립되었으며 앞으로 시행될 예정이다. 이러한 규칙이 안전성에 초점을 맞추게 함으로써 안전성을 증가시킬 것으로 믿는다.

### 유지 관리 규칙

10 CFR 50.65는 위험 평가(risk-informed) 및 성능 중심(performance-based)의 기준으로서 1991년에 공포되었다.

NRC와 면허 소지자는 그러한 규칙에 대한 준비를 하지 못하였고 사실 규칙의 범위는 위험 평가 기준(risk-informed regulation)과 위험 평가 유지관리(risk-informed maintenance)의 필수적인 전제에 반대된다.

실제로 위험 평가 기준(risk-informed rule)은 무엇이 risk-significant structure, systems 및 components(SSCs)이며 결정된 사항이 어떻게 그들에게 영향을 미치는지 결정하는 것에 근거를 두어야 한다.

1999년에 규칙의 주요범위를 변경하지 않는 동안 risk-informed 평가 과정에 의해 결정된 임의의 범

위를 벗어나지 못하는 구성 평가를 허용하면서 새로운 항목인 50.65(a)(4)가 확정되었다.

본인이 이러한 과거 문제에 대해 언급하고 있는 이유는 유지 관리의 중요성과 확률론적 안전성 평가(PRA)의 질(quality)이 향후 예상되는 지침(guidance)을 충족시켜야 하는 중요성 때문이다.

범위 감축의 근거는 PRA 질에 놓일 것이며 안전성에 주안점을 둔 정책 결정에 대한 또 다른 확신은 PRA 질에서 발견될 것이며 양적 결정에 대한 이익도 PRA 질에 근거할 것이다.

산업계에 대한 한 가지 권고사항이 있는 바 여러분이 그것을 아직 하지 않았다면 기능적이고 양질의 PRA를 완성하고 그것을 이용하는 방법에서 여러분들의 직원을 훈련시키라는 것이다. 한 가지 작은 규제 또는 예방 가능한 발전소 폐쇄는 이러한 PRA 유형을 위하여 많은 시간을 소비케 할 것이다.

**원자력의 감독**

원자력산업의 안전성 규제 기구 설립 외에도 NRC는 규제가 그 기능을 충족시키고 있는지를 조사하기 위한 효과적인 방법을 필요로 하고 있다.

우리가 이것을 하기 위한 근본적인 방법은 효과적으로 적절한 보호

체제를 지원해주는 우리의 감독 과정을 통하는 것이다.

원자력발전소의 성능 향상과 일관되도록 NRC는 평가하고 있는 발전소 성능에 대한 보다 세밀한 위험도 규제 방법(risk-informed method)에 대한 감독 과정을 바꾸고 있다.

이러한 변화들은 잠재적인 위험도가 가장 큰 활동에 대한 검사에 초점을 맞추므로써 그리고 언제나 가능한 발전소 성능의 객관적인 측정을 이용함으로써 합리화된 검사·평가 및 시행의 결과에서 비롯될 것이다.

기존의 평가 과정은 적절한 대중의 건강과 안전을 보호하려는 NRC의 임무에 끼치는 자체의 영향과 관련하여 분석되었다.

정부 기관(agency)의 공공 및 산업 투자자(stakeholder)와 긴밀하게 작업을 하고 있는 NRC의 검사 및 평가 전담 전문 그룹은 원자력발전소에서의 안전 성능의 기초를 제공하는 7가지의 기본 이념을 확인하였다.

각 기본 이념에서의 면허 취득 기관의 성능 평가를 지원해주는 정보는 발전소의 성능 지수와 NRC의 검사로부터 파생될 것이다.

기준선 검사 프로그램은 성능 지수에 의해 다루어지지 않은 분야를 검사할 것이며, 면허 취득 기관의 성능 지수의 정확성을 조사할 것이

고 문제점을 발견하고 수정하는 면허 취득 기관의 능력에 관한 종합적인 검토를 제공할 것이다.

이러한 평가 목적은 NRC가 자신의 관심과 자원을 집중시켜야 할 곳을 결정하기 위함이다.

**사실에 관한 두 가지 문제**

성능 지수 (performance indicators)는 모든 관심을 끄는 반면에 데이터 수집과 처리에 있어서 불평 사항들이 있다.

평가 과정은 공개되어야 하고 정기적으로 시행되어야 하며 다수의 투자자들에 의해 평가되어야 하기 때문에 평가 과정은 매우 중요하다.

이러한 과정은 새로운 것으로서 2000년 4월에 시행될 것이며 폐지되지는 않을 것이다. NRC는 이러한 과정의 시행을 위임받았다.

**시행**

검사와 평가 과정에 대한 변화와 병행하여 NRC의 시행 정책은 안전에 중점을 둔, 예측할 수 있는, 그리고 일관된 방식으로 위법에 대해 대응할 수 있도록 지속하여 개정되고 있다.

시행은 검사와 평가 과정의 성과가 있도록 적절하게 개편되었다. 이것은 제기된 문제점들에 대한 안전의 중요성에 관계없이 시행이 자주

검사와 평가를 물고 갔던 예전의 상황과는 대조적이다.

사실 1998년 봄에 이러한 과정에 대해 본인이 제안한 내용들의 하나로서 언급했던 것처럼 자세한 정보에 입각한 시행 정책은 여러 규제 방법 중의 하나이며 추진력 있는 평가 활동은 아닌 것이다.

**Risk-Informing Part 50**

본인은 1997년 11월에 NRC의 빈번한 미봉적인 규제 조직은 더 이상 수습될 수 없음을 언급하였다. 본인은 모든 Part 50은 위험에 대한 자세한 정보에 입각하여야 함을 제안하였다.

처음에 회의적이었던 NRC와 산업계는 모두 확신하게 되었다. risk informing Part 50에 관한 작업은 가속되고 있으며, 보다 효율적이고 보다 안전한 규제 방법을 위한 값진 약속을 지켜나가고 있다.

본인은 시행 준비가 다 되어있는 원자력 한 분야, 즉 규제 기술이 있다는 것을 지적하고자 한다. 규제 기술을 사회의 이익을 위한 규제와 기술에 있어서 변화를 초래하는 사회-정치적 억압 기능으로서 뿐만 아니라 과학적·공학적·기술적인 지식과 규제 요건을 결합시키는 과학과 실행의 기능으로서 규정짓고자 한다. 진실로 도전적인 세계 기술은 규제 기관의 유일한 세력 범위가

가 되어서는 안된다.

NRC는 위험에 대한 통찰력은 원자력 기술의 평화적 적용 측면에서의 유익한 방사선 방호의 국면을 조정할 수 있는 촉매가 될 수 있음을 인정하였다. 그것은 안전성에 주안점을 둔 것이며 중요한 정책 결정 도구이다.

NRC는 원자력발전소 규제를 위한 향상된 규약과 정책에 있어서 위험 정보(risk information) 제도를 적용해 오고 있으며 위험 정보 기술의 확산을 계속해오고 있다.

이러한 경험을 구축하면서 NRC는 방사성 동위원소의 의학적 이용, 고준위 폐기물, 특정 핵물질의 국내 사용에 대한 인허가, 오염된 방사성 물질의 제거 및 일반적으로 인허가된 장치를 위한 규제적 감독을 포함한 핵물질에 대한 규제에 있어서 위험정보 제도의 이용을 확대시키고 있다. 이러한 위험 정보 제도의 여러 개발 단계에 규제가 있는 것이다.

그리고 세계적인 기회와 도전에 대해 말하자면 몇몇 원자력 프로그램에서의 안전성과 경제성 결여는 다른 모든 원자력 프로그램의 소멸시킬 수 있다는 것이 지배적인 의견이다.

이러한 자명한 사실은 ‘어느 한 곳에서의 원자력 사고는 모든 곳에서의 원자력 사고’의 의미로서 전 세계에 알려졌다. 이것은 사실이며 과장된 것이 아니다.

본인은 범세계적으로 원자력 기술의 질은 가장 큰 자산이라고(또는 될 것으로) 믿고 있다.

질과 양적인 곳에 강함이 있으며 이것은 특히 원자력에 있어서 자명한 사실이다.


따라서 본인은 여러분들에게 이러한 생각들을 다음과 같이 전하고자 한다.

“어느 한 곳에서의 원자력 안전성의 향상은 세계 모든 곳에서의 원자력 안전성의 향상과 같다.”

“어느 한 곳에서의 원자력 규제 향상은 세계 모든 곳에서의 원자력 규제의 향상과 같다.”

최근 <USA Today>의 한 기사는 20세기 환상가인 로널드 레이건 대통령이 어떻게 하여 사람들이 사업에 대해 생각했던 방법을 바꾸게 하였고 어떻게 시장의 활력과 매력을 찬양했으며 어떻게 공무원들에게 기업가처럼 생각하도록 역설하였는지에 대해 논하고 있었다.

레이건은 “다른 사람들이 오직 문제점만 보는 곳에서 가능성을 보라.”고 하였다.

본인은 여러분에게 안전에 초점을 둔 규제와 아울러 위험에 대한 자세한 정보에 입각한 정책 결정으로부터 이익을 얻는 가능성에 대해 생각할 수 있기를 역설코자 한다. 

ANS Winter Meeting, 1999