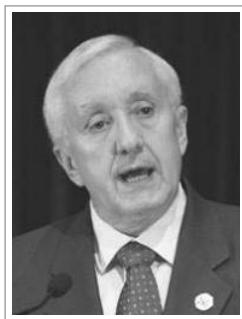


원자력공학 공동체의 미래 도전 과제

데일 클라인

Dale Klein

미국 원자력규제위원회(NRC) 의장



금년의 ICONE 회의(International Conference on Nuclear Engineering)¹⁾가 일본기계공학회와 중국원자력학회와 미국의 기계공학회와 공동으로 개최되어 기쁘게 생각한다.

나는 작년 일본 그리고 금년 초 중국 방문길에서 깊은 인상을 받았다. 많은 사람들이 미국의 소위 원자력 르네상스 혹은 '재탄생'을 언급하였지만, 다른 많은 나라들도 원전 건설을 중단한 적이 없음을

이 여행은 나에게 일깨워주었다.

따라서 이번 여행에서 나는 미국의 원자력산업 대표들에게 내가 종종 하는 말, 즉 국제 협력은 반드시 필요하며 이것은 여러 나라들이 서로에게서 많은 걸 배울 수 있기 때문이라는 점을 확신하게 되었다.

나는 오늘 우리가 당면하고 있는 두 가지 큰 도전 과제에 대해 말하려고 하는데, 지구적 원자력 공급체인(chain)의 품질 보증에 대해 그리고 미래의 인적 자본의 개발에 대해 말하려고 하는 것이 아니다.

그러한 이슈들은 아직도 유효하지만 오늘 내가 말하려는 것은 핵공학 공동체들의 이해와 관련된 두 가지 미래 이슈이다.

첫째는 현재의 원자로들의 노화에 의해 초래되는 기술적 도전 과제이다. 두 번째는 언제 미국의 상업용 원전이 수동형 설계인 Gen-

III-plus 경수로를 넘어서기 시작할 것이냐, 그리고 그 가능성에 대비하기 위하여 무엇을 하는 것이 필요한가 하는 것이다.

분명히 이러한 두 가지 이슈는 연관되어 있다. 사실상 첫 번째 도전 과제를 다루는 것은 두 번째 과제의 일부를 해결하는 것을 도와줄 것이다.

최근 원자력발전소 현황과 수명 연장 이슈

현재 미국 원전의 절반 이상이 20년의 인허가 갱신을 이미 받았거나 아니면 그 신청 절차가 진행 중에 있다. 아마도 오늘날 상용 원전들의 대부분이 향후 20년간 더 운전될 것이다.

그러면 우리는 무엇을 해야 할 것인가?

1) 2008년 5월 11일-15일 미국 플로리다주 올란도의 Disney's Contemporary Resort에서 개최되었다.

NRC에서 현재 진행 중인 가장 도전적인 과제는 이들 원전들이 과연 60년간 안전하게 계속 운전될 수 있을 것인가 하는 질문일 것이다. 우리는 사실상 이러한 원전들의 기술적인 운전 제한 요건이 무엇인지를 모른다. 그것이 핵심이다.

지난 2월에 NRC는 에너지성(DOE)과 공동으로 60년을 넘어서 원전들이 수명을 연장하는 데 대하여 고려하기 위해서 우리가 답변하여야 할 질문들이 무엇인지 파악하기 위하여 회의를 개최한 바 있다.

우리는 지금 초기 단계에 있지만 지금까지 우리가 면밀하게 조사하여야 할 분야들이 있음을 알아내었다. 그것들은 다음과 같다.

- 중성자 취화
- 원자로 용기의 어닐링 분석
- 열피로 현상
- 부품의 환경 검증
- 화학 제어 프로그램
- 디지털 계측 제어로의 전환

의심할 여지없이 우리는 일을 진행하면서 배워나갈 것이다. 그리고 우리가 나아감에 따라 그 리스트에 다른 이슈들이 추가될 것이다.

그러나 이 리스트는 이 이슈들이 얼마나 복잡한 것인지를 알려줄 것이며 이는 적어도 나에게서는 매력적인 일이다. 우리는 이제 막 이 과정을 시작했다. 나는 여기서 다른 관점을 추가하려고 한다.

과학이 궁극적으로 우리를 60년

이후 수명 연장의 실현 가능성에 대해 결론을 어떻게 내리든 문제가 되지 않는다.

나는 이 이슈에 대해 미리 판단하지 않을 것이며 우리는 중요한 정보들을 지속적으로 축적해 나갈 것이다.

우리가 수집하는 자료들과 우리가 답변하는 과학적 공학적 질문은 인허가와 규제를 위한 위험도 정보 기반 그리고 성능 기반 규제 방법을 시행하기 위한 NRC의 지속적인 노력에 기여할 것이라고 본다.

우리들의 확률론적 위험도 평가를 더욱 다듬고 개선하는 것은 우리가 미래의 원전을 훨씬 더 효과적으로 이해하고 인허가를 발급하며 규제할 수 있도록 할 것이다.

NRC의 위험도와 규제에 대한 접근 방식에 대해서는 원자력공학자들도 항상 잘 이해하고 있지는 않다. 그러므로 이 주제에 대해 몇 마디 덧붙이려고 한다.

여러분들은 아마 몇 주 전에 FAA가 검사 업무를 더욱 엄격하게 강화하여서 몇몇 항공사들이 수백 대의 항공기를 지상에 머무르게 한 마스크 보도를 보셨을 것이다. 이는 많은 사람들로 하여금 위험도를 어떻게 적절하게 평가하고 규제할 것인지를 생각하게 만들었다.

NRC에서는 가장 위험도가 높은 분야에 주의를 집중하도록 하기 위하여 우리들의 규제 접근법을 알리는 데 있어서 오랜 동안 위험도 평가 방법을 사용하여 왔다.

시정 조치 관점에서 이것이 의미

하는 바는 우리가 모든 위반 사항을 동등하게 다루지는 않지만 평가 프로그램을 통하여 안전성 심각도가 의미하는 것에 대해 더 가중치를 부여한다는 것이다.

NRC 요건에의 부합성 여부가 안전성이 유지되고 있다는 NRC의 확신을 제공하는 데 중요한 역할을 하는 한편, 부합하지 않는 경우에도 만일 그 비부합 사항이 위험도의 관점에서 중요하지 않고 공중의 건강과 안전에 부당한 위험을 끼치지 않는다면 NRC는 계속운전을 허용하기 위하여 재량권을 행사할 수도 있다.

부가하여 말하자면 NRC의 정책은 우리 사업자들이 어떤 잠재적 이슈에 대하여 이를 신속하고도 효과적으로 해결하기 위하여 자체 보고와 자체 교정 활동을 착수하는 것에 인센티브를 제공하고 있다.

요컨대 우리는 우리 규제 권한을 엄격하게 결정론적인 방법으로 사용하지 않으며 지속적으로 변화하고 또 복잡한 여러 이슈들을 해결하기 위하여 다양한 수단과 기술을 동원하고 있다.

차세대 원전 프로젝트(NGNP)

이제 현재 운전 중인 원전으로부터 미래의 운전으로 주제를 옮겨서 차세대 원전 프로젝트(NGNP)에 대해 말씀드리려 한다.

아시다시피 선진 가스냉각로 설계를 사용하여 고온 프로세스를 통한 수소 생산을 실증하기 위한 에

너지정책법 2005가 차세대 원전 프로젝트(NGNP)를 시작하였다.

NRC는 미국 에너지성(DOE)과 함께 이 특별한 인허가 수요를 충족시키기 위하여 인허가 체계를 개발하고 있으며, 우리는 오늘날 2005년의 에너지정책법에서 요구하고 있는 대로 금년 8월까지 우리의 인허가 전략을 의회에 전달한다는 목표를 따라가고 있다.

그러나 DOE가 수 주 전에 발간한 이해 관계의 요청(Solicitation of Interest)에 대한 의견의 제출을 받고 있어서 당장 여러분들과 많은 의견을 공유할 수는 없겠다.

NRC는 오래 전에 가스냉각로를 인허가해 주었고 그 인허가 검토 과정에 참여했던 많은 인력들은 이미 은퇴하였다.

이 사실은 재료과학, 기술의 진보와 그 동안 이루어진 코드 개발과 결합하여 우리들이 실제 적용할 수 있는 과학을 다시 배우고 우리들이 안전 검토를 수행하는 데 필요한 실무 역량을 다시 취득하여야 한다는 것을 의미한다.

오늘날 차세대 원자로에 대하여 준비하는 것의 필요성은 1980년대의 수동형 설계 원자로에 대한 NRC 계획과 유사한 것처럼 보인다.

그것은 인허가 갱신을 위하여 효과적이고 신뢰성 있는 절차를 완비하는 것과 디지털 I&C를 설치하기 위하여 중요한 단계들을 추진하는 것을 NRC가 일관되게 추구하여 왔기 때문이다.

사용후연료의 재순환(recycle)과 연관될 수 있는 도전 과제

차세대 원전 프로젝트 이후에 우리는 사용후연료의 재순환(recycle)과 연관될 수 있는 도전 과제에 대하여 생각하는 것이 필요할 것으로 본다.

다른 나라들은 사용후연료를 재순환하기로 선택하였는 바, 만일 미국이 어떤 시점에서 재순환을 시작하기로 결정한다면 NRC는 그러한 가능성에 대비하고 있어야 할 것이다.

NRC의 장기적인 업무 우선 순위의 하나는 강력하게 핵비확산 의제를 추진하면서 이들 시설들을 어떻게 인허가 할 것인지, 그리고 어떻게 높은 수준의 안전과 보안을 유지할 것인가를 규명하기 위한 준비를 시작하는 것이다.

우리가 당면한 도전 과제는 첫째 상업용 원자력시설에 대한 규제 체제의 발전, 두 번째로 인허가 신청자에 대한 지침 제공, 세 번째로 적시에 NRC가 인허가 심사를 수행하는 것을 지원할 NRC의 유능한 인력의 육성, 그리고 네 번째로 효과적인 검사 프로그램을 유지하는 일이다.

물론 우리가 순환 핵주기에 착수할 경우에는 이러한 역량을 개발하기 위하여 국제 기구들뿐 아니라 사용후연료 재처리를 계속해온 다른 원자력선진국들의 규제 기관들과도 협력하여야 하는 것은 명확하다. NRC는 영국, 프랑스, 그리고 일본으로부터 규제 경험을 얻어내

어 큰 이익을 볼 수 있을 것으로 생각한다.

미국의 원자력 사업자들은 현재에는 고속로에 우선 순위를 두고 있지 않지만, 여러 나라들에서는 이미 그에 대한 정치적인 그리고 재정적인 약속을 하고 있음을 알고 있다. 미국이 아직 이 길로 가지는 않는다 하더라도 나는 NRC가 이에 대한 국제적인 규범과 기준을 수립하는 데 참여하기 위하여 어떠한 역할을 지속적으로 유지하는 것이 필요하다고 믿고 있다.

중국과 일본의 원자력공학 관련 기관들이 이 회의를 공동 주최하여 주신데 대하여 나는 다시 NRC가 국제 사회에서의 여러 동료들과의 접촉과 협력을 소중하게 생각한다는 점을 강조 드린다.

우리의 목표는 정보를 교환하고 우수한 관행들로부터 배우는 것일 뿐 아니라 또한 원자력의 안전과 보안을 향상시키는 데 있어 책임 있는 파트너가 되는 것입니다.

미국에서 진행 중인 소위 원자력 르네상스가 성공한다면 이는 규제자와 원전 소유자들과 운전자들이 미래를 내다볼 것을 요구할 것이지만, 한편으로는 우리들에게 기존 원자력 시설들의 안전과 보안을 확증하는 데 계속 집중할 것을 요구할 것이라고 생각한다.

나는 강력한 원자력 규제 체제와 건설적인 해외 협력 그리고 국내에서의 주도면밀한 계획이 원자력을 확실하게 감시하는 데 도움이 된다고 믿는다. 