



사회 경제적 환경에서의 원자력 안전 규제

Jeffrey S. Merrifield

미국 원자력규제위원회(NRC) 위원

서론

현재 미국에서 원자력에 대한 사회 경제적 환경을 구체화시키는 주요 인자는 점진적인 미국 에너지 시장의 규제 완화, 부시 대통령의 국가 에너지 계획, 원자력의 규제 환경 개선에 목표를 둔 의회의 법안 등이다.

미국의 원자력산업계는 현재의 환경 변화에 잘 적응할 수 있는 태세를 갖춘 것으로 보이며 결과적으로 원자력의 전망 또한 최근 수 십년 이래 가장 밝은 상태이다. 안전성 신뢰도 또는 경제성 성능 지표에 따르면 미국 내에서 가동중인 103개의 원전은 그 어느 때보다도 우수한 운영 실적을 보이고 있다.

원자력 발전 사업자들은 건설한 정비 및 시정 조치 프로그램을 개발해왔으며, 운전원의 자질 및 훈련 프로그램 향상, 상당한 절차상의 개선, 연료 교체 정비 기간의 단축을 이루어왔고 결과적으로 상당한 원

전 안전성 향상 및 발전량 증가를 달성해왔다.

이러한 성능 향상은 기존 가동 원전만으로도 1,000MW급 신규 원전 23기에 해당하는 발전량 증가를 가져왔을 뿐 아니라, 미국 내에서 현재 진행중인 에너지 구성원 논의에서 원자력을 중요한 요소로 자리매김 하도록 하였다.

NRC는 원자력의 사용을 규제하기 위한 독립 기구로 창설되었으며, 핵물질의 사용에 있어 일반 국민의 건강과 안전이 보호받는 것을 보장하기 위한 임무를 띠고 있다. 그럼에도 불구하고 원자력 규제는 산업계의 운영 환경에 상당한 영향을 미치기 때문에 NRC의 활동은 결국 원자력산업계의 경쟁력에도 확실한 영향력을 행사하고 있다.

한가지 결론은 원자력의 안전 운영이야말로 원자력 설비의 경제적 가치를 유지하는 토대라는 사실이다.

만약 안전성과 경제적 가치가 상

호 배타적으로 추진되어야 할 목표라고 믿는다면 이것은 지난 역사를 통해 산업계에게 교훈을 주어진 현실을 무시하는 것이다.

빈약한 안전 성능은 결국 경쟁 체제의 에너지 시장에서 심각한 경제적 결과를 수반하게 될 열악한 발전소 신뢰성과 성능 실적 저하로 나타나게 될 것이다.

에너지 시장의 구조 개편

미국의 원자력산업은 추가 경쟁력을 확보하도록 규제 완화, 또는 구조 개편이 진행되고 있는 미국 에너지 시장에서 경쟁을 하고 있다.

미국의 에너지 시장을 이해하기 위해서는 비록 미국 연방 정부가 국가 에너지 정책을 수립하지만 각 주 정부가 자체 지역 내에서 전기 요금에 대한 통제권을 보유하고 있음을 이해하여야 한다. 아울러 각 지역별 수요 차이 때문에 발전 용량과 송전 계통도 각 주별로 상이하며 미국 전



역 내에서 전기 요금 또한 각기 불균형을 이루고 있다.

예를 들어 1998년 구조 개편 초기에 뉴욕의 소비자들은 켄터키주 주민보다 2.5배의 전기 요금을 지불해야 했으며, 마찬가지로 구조 개편 움직임도 각 주별로 상이하게 진행되었다.

미국 에너지부(DOE)는 2002년 3월 현재 24개 주가 소매 경쟁을 시행하기 위한 규제 명령을 발효했거나, 가능토록 하는 법률안을 제정했다고 보고했다. 비록 절반 정도의 주는 어떤 형태로든 구조 개편 계획을 갖고 있지만, 이들 모든 주가 이들 계획을 실행한 것은 아니며, 17개주는 적극적 프로그램을 갖고 있는 반면, 7개주는 어느 정도까지는 프로그램의 시행을 연기시켰고 캘리포니아주는 그 계획 자체를 보류시켰다.

캘리포니아주는 자신의 구조 개편 프로그램을 통해 상당한 문제점을 경험했는데, 1998년 소매 경쟁이 도입되었을 때 전기 요금은 3배로 인상되었고 공급상의 문제를 반복해서 경험하게 되었다. 2001년에는 전력 공급 부족 문제가 너무 심각해짐에 따라 발전 사업자들은 전력 계통망의 건전성을 보장하기 위해 순차적 단전까지 강제로 시행할 수 있는 조치를 취하기까지 했다.

캘리포니아의 주요 전력 공급업자인 PG&E사와 SCE사는 무시무

시한 재정상의 곤경에 처했는데, 일부 읍서버들은 캘리포니아주의 어려움은 결국 주 자체의 독특한 구조 개편 계획과 해당 지역 내 절대적인 발전 용량 부족의 결과라고 결론을 내렸다. 캘리포니아주의 경험은 많은 다른 주들로 하여금 자신의 구조 개편 계획을 재고려하도록 만들었으며, 일부 주에서는 구조 개편 노력이 완전히 중단되기도 하였다.

원자력 규제자로서 NRC는 각 주의 원자력발전소 운영에 대한 영향을 예측하기 위해 각 주의 구조 개편 계획을 감시해왔다.

전력 시장의 규제 완화(Deregulation)는 원자력 사업자들이 하여금 인허가 이전을 필요로 하는 시간 인수 합병, 신규 원전과 출력 증강 요구 등과 같이 추가적으로 규제기관의 검토를 필요로 하는 항목 외에도 NRC의 효율적이고 효과적인 인허가 방법 보장 요구 등 많은 새로운 시도를 하도록 만들었다. 아울러 보다 예측 가능한 규제와 원자력 발전에 대한 긍정적 경제성 전망은 이번에는 사업자들이 하여금 인허가 신청 붐을 조장하게 된다.

인허가 이전

전력 산업의 규제 완화는 실물 경제에서 원자력 자산의 인수 합병 바람을 불어오게 하였다. 가장 주목할 만한 합병은 Unicom사와 PECO

에너지사가 Exelon사로 합병된 것으로서, 이로 인해 17개 호기의 10개 원전을 거느린 미국에서 가장 큰 원자력 회사가 새로이 탄생되었다.

또한 규제 완화는 전력 회사로 하여금 발전 부문을 매각토록 하였는데, 1998년 이후 12개 원전이 매각되었거나 진행중이며 이러한 발전 자산들은 6개 호기를 보유한 Dominion사나 9개 발전소를 보유한 Entergy사와 같은 업계 선두 회사들에 의해 인수되는 결과를 낳게 되었다.

또한 규제 완화는 원자력발전소 운영 인허가를 받은 기존 회사들에게도 구조 개편(Restructuring)을 하도록 만들게 된다. 예를 들어 Nuclear Management사는 8개 발전소를 운영하고 있지만 소유하고 있지는 않다. 또 다른 경향은 운영 인허가를 받은 회사들 사이에 협력 협정을 맺게 한 것인데 STARS 그룹 소속 11개 발전소간의 협력 협정이 그 예이다.

NRC 입장에서 이러한 인수·합병·구조 조정 노력은 중대한 규제상의 부담을 가져왔다. 이제 인허가 이전 업무는 소유권의 변화가 유효한 것인지를 판단해야 할 필요가 있게 되었다. NRC는 새로운 인허가 요청사가 원자력 설비의 보유, 운영에 대한 재정적·기술적 자격을 보유하고 있는지 여부를 확인하기 위한 인허가 이전 검토를 실시하고 있

다. 2000년 1월부터 2002년 3월까지 41건의 인허가 이전 신청에 대한 검토 작업을 마무리하였는데, 이러한 이전 신청 중 절반인 23건은 2000년에 시행되었으며, 이후로 인허가 이전 신청은 점차 줄어들고 있는 추세다.

새로운 지주 회사와 다수의 자회사간의 복잡한 조직 구조를 포함하는 인허가 이전 작업은 원자력 발전 회사를 보다 큰 크기로 묶어 고려하도록 하는 새롭고 독특한 현안 사항을 제기하기도 하였다.

NRC는 산업계의 현상향을 고려해 볼 때, 인허가 이전 신청에 대한 NRC의 신속하고도 효율적인 검토와 아울러 효과적인 일반 대중 참여와 커뮤니케이션 절차 구축을 산업계가 요구할 것이라는 것을 인지하였다. 이에 대응하여 NRC는 합리적인 판정 절차를 새로이 개발하고 신청서를 검토할 새로운 직원들을 투입하였으며, 이러한 노력의 결과로 인해 인허가 이전 검토 업무를 시기 적절하고도 효과적으로 수행할 수 있었다.

산업계의 합병에 의해 탄생된 거대 규모 회사는 경영상의 전문 능력이나 재정 자산을 운용하는 데 많은 이점을 가지고 있어 이전 수준보다 높은 성과를 달성하게 되었으나, 이러한 거대 규모 회사들이 직면하고 있는 도전은 그들의 자원(Resources)층이 충분하다는 것을

보장해야 한다는 것이다.

거대 회사는 그들 소유의 모든 발전소가 안전한 운전을 보장하도록 관리되고 재정적으로 잘 운영되고 있다는 것을 보증할 필요가 생겼으며 또한 편협되게 운영되지 않을 것 이란 사실도 입증하여야 한다. 본인은 원자력산업계에게 자신의 조직 밖에서 해결책을 찾고 우수 사례에 대한 정보를 공유하는 것의 가치를 깨닫도록 주지시킨 바 있다.

출력 증강

원자력발전소의 경제성을 높이기 위해 출력 증강이 업계에서 급속히 확산되고 있다. 아울러 출력 증강 신청은 NRC 자원의 지속적인 증가를 요구하고 있다. 출력 증강은 산업계 입장에서는 최소 비용으로 발전량을 늘릴 수 있는 수단이다.

지금까지 NRC는 74건의 출력 증강 신청을 검토 완료하였으며 이로 인하여 3,470MWe의 출력 상승을 가져왔고, 2001년 한 해에만 NRC는 22개 발전소의 출력 증강 신청을 검토하였다.

출력 증강 신청 증가는 NRC로 하여금 중대한 도전을 가져왔는데 이러한 도전은 과거의 신청과는 규모가 다른 출력 증강 요청에 의해 복잡해지고 있다. 예전에는 대개 2~7% 정도의 출력 증강 신청이 전 부였으나 최근 들어 몇몇 회사들은

발전 설비의 중대한 수정을 가져오는 15~20% 출력 증강 신청서를 제출하고 있다. 몇몇 산업 분석가들은 발전 회사들이 수 년 안에 8,000~12,000MWe 까지 출력 증강을 할 것으로 내다봤다.

출력 증강 신청이 공중의 건강과 안전을 충분히 보호하면서 적기에 검토되기 위해 NRC는 검토 절차를 지속적으로 개선하고 있다. 가장 최근에는 급수 유량 측정 기술 향상 등을 통해 얻어지는 소규모 출력 증강에 대한 인허가조차도 그 검토 절차가 위험도에 비해 지나치게 과도하다는 비평에 따라 그 절차를 개선하였다.

NRC는 최근에 Duane Arnold, Quad Cities와 Dresden 원전에서 신청한 출력 증강 신청 검토를 완료하였으며, Clinton 원자력발전소에 대한 20%의 출력 증강 신청도 승인한 바 있다. 이러한 실적은 이제까지의 출력 증강 신청 중 최대 규모로서, 신청서 제출일로부터 1년 내에 승인 완료되었다.

원자로 감시 프로세스

출력 증강(Power Uprate)과 같은 원자력산업계의 여러 진취적인 시도들이 산업계의 경쟁력 향상에는 기여하였으나, 원자력산업계가 계속해서 경쟁력을 유지하기 위해서는 투명하고 예상 가능한 위험도

기반 규제(RIR: Risk-Informed Regulation)가 필요하며, NRC는 이를 위해서 원자로 감시 프로세스(ROP: Reactor Oversight Process)를 개발하였다.

원자로 감시 프로세스는 NRC가 현재의 경쟁 체제하에서 원전의 안전성을 충분히 유지하고 그 안전성을 일반 국민들에게 알리기 위해서 필수적인 도구이다.

원자로 감시 프로세스는 NRC의 검사 결과 지적 사항(Inspection Findings)과 사업자가 보고하는 성능 지표(PI: Performance Indicators)들을 분석하여 원전 성능을 평가하는 것으로서, 그 안전성 중요도에 따라 색깔로 분류된다. 이러한 지표를 이용하여 일반 대중은 원전의 안전성을 평가할 수 있으며, 동 지표들은 이와 함께 안전성 변화 추이를 전망할 수 있는 효과적인 도구로 이용될 수 있다.

원자로 감시 프로세스는 일반 대중뿐만 아니라 산업계로부터도 충분한 의사를 수렴하여 개발되었는데 NRC는 원자로 감시 프로세스를 이전의 규제 방법으로부터의 의미 있는 진전으로 평가하고 있다. 그러나 ROP의 평가 작업(Assessments)은 시간이 많이 소요될 뿐 아니라, ROP의 체계 또한 NRC의 지역 사무소(Regional Offices)와 조화를 이루지 못하고 있다는 비판을 함께 받고 있다.

NRC는 ROP에 대한 검토를 실시하는 동시에 동 프로그램에 대한 의견을 수렴하기 위해서 사업자와 협력 관계를 유지하고 있으며, 비록 NRC가 기타 여러 프로그램에 있어서도 상당한 규모의 도전에 직면하고는 있지만, 이러한 문제들로 인해서 NRC가 원자로 감시 프로세스라는 매우 중요한 프로그램의 안전성을 추가로 향상시킬 수 있는 기회를 놓치는 것은 매우 무책임한 처사라고 믿고 있다.

인허가 갱신

규제 완화 노력과 함께 NRC의 위험도-기반 규제 적용 노력에 이어 가장 중요한 진전 중 하나는 많은 사업자들의 원전 수명 연장 신청 열망이다. 미국 내에서 원전은 통상 40년의 수명 기간 동안 운영 허가가 주어지나 사업자들은 추가로 20년의 수명 연장 인허가 갱신을 신청할 수 있다. 원자력산업계의 수명 연장 열망은 원전의 경제적 가치가 증가하였다는 것을 보여주는 명백한 지표이다.

NRC는 1998년 최초로 2건의 인허가 갱신 신청을 접수한 이래 8건의 신청을 추가로 접수하였으며 2005년 4월까지 16건의 추가 신청이 예상되고 있다.

2000년 3월 최초로 수명 연장 신청을 승인한 이래, 현재까지 3개

발전소가 추가되어 총 8기의 원전에 대한 수명 연장을 승인하였는데, 이러한 활동 수준을 고려시 인허가 갱신 신청은 규제 기관에게도 상당한 도전으로 비춰진다.

동 프로그램을 우리가 효과적으로 관리하는 데 성공하게 된 것은 부분적으로는 우리의 사업자들이 발전소의 노화 관리와 아울러 높은 수준의 인허가 갱신 신청서를 제출할 수 있는 건실한 프로그램을 개발하기를 원하는 우리 규제 기관의 기대 결과일 것이다.

우리의 초점은 안전성이란 결코 발전소의 경제적 가치 향상을 위해 타협될 수 있는 그러한 것이 아니라는 것을 보장하는 것이다.

우리는 인허가 갱신 신청서를 검토해야 할 책임이 있지만 그것을 승인해야 할 책임이 있는 것은 아니다. 우리는 또한 우리의 검토 절차가 가능한한 효율적이고 신속하게 수행되도록 보장해야 할 책임이 있다고 믿는다.

우리는 이러한 중요 프로그램이 온전한 궤도를 유지하도록 필요한 시간과 자원을 지속적으로 지원할 뿐만 아니라 추가적인 절차상의 개선을 이루기 위해 초기의 경험을 통해 얻어진 교훈을 반영해야 한다.

신규 원전 인허가

에너지 시장에 대한 규제 완화가

실시되면서 지난 2년간 원자력에 대한 정치권의 자세도 큰 폭으로 변화되었다. 이 중 가장 괄목할만한 것은 미국의 향후 에너지 정책에 원자력을 포함시킨 부시 대통령의 결정이다. 의회는 원자력의 경쟁력 향상과 차세대 원전의 전망과 관련된 광범위한 내용을 포함하고 있는 여러 에너지 법안을 제출하였다.

2001년 2월, 에너지부(DOE)는 2010년까지 미국 내 신규 원전 건설을 목표로 한 「Nuclear Power 2010」 계획을 공개하였으며, 동 프로그램은 신규 원전 건설 가능성 있는 부지의 사전 확보를 위한 DOE와 민간 사업자의 협력, 주요 NRC 인허가 쟁점 확인, 원자력 분야 R&D 등의 내용을 포함하고 있다.

원자력산업계는 이러한 정치권의 변화에 계속해서 대응하고 있다. <Nucleonics Weeks>는 몇 주 전, Dominion Energy사가 2003년 9월 까지 Virginia주에 위치한 North Anna 원전 부지에 대한 조기 부지 허가(ESP: Early Site Permit) 신청을 계획하고 있다고 밝힘으로써 향후 신규 원전 건설 가능성이 있는 부지 조사를 발표한 미국 내 첫 원자력 산업자가 되었다고 보도하였다. Exelon Generation사와 Entergy사 역시 2003년 6월까지 조기 부지 허가를 신청하겠다고 밝힌 바 있지만 아직 명확하게 부지 위치를 공개하지는 않고 있다.

NRC는 이러한 움직임과 관련하여 긴밀하게 대응하고 있지만 신규 원전 인허가 신청과 관련한 결정은 전적으로 사업자에 달려있다. NRC의 임무는 신규 인허가 요구로 인해 부각될 안전성 관련 현안을 검토할 수 있도록 만반의 준비를 갖추는 것이다.

신규 원전 인허가 움직임은 규제 당국에게도 커다란 도전일 수 있다. NRC가 마지막으로 신규 원전 인허가를 발급한 지 이미 여러 해가 지났으며, 비록 신규 인허가 신청에 대비하여 과거 몇 년 동안 많은 노력을 기울였지만 아직 그 준비 상태가 완벽하지는 않은 상태이며, 앞으로 NRC는 많은 수의 연구 인력, 기술 인력, 법 및 공공 정책 부문 전문가들을 필요로 할 것이다.

현재 NRC는 고도로 숙련된 각 분야 인력을 확보하고 있지만 앞으로 가까운 미래에 가장 숙련되고 많은 경험을 가진 전문가들이 퇴직을 하게 될 것이며, 반면 이렇게 생기는 공백을 메우기 위해 원자력 분야에 입문하는 학생들의 숫자는 계속해서 줄어들고 있는 형편이다.

NRC의 커뮤니케이션 노력은 새로운 원자로 설계 및 건설에 대한 세부 사항을 일반 대중들에게 전달하는 것인데, 어떠한 신규 인허가 신청에 따라 검토를 실시하는 동안에도 NRC는 고준위 방사성 폐기물 처분 시설 건설 인허가 검토를 포함

하여 가동중인 원전의 안전성 및 NRC에 부과되는 규제 요구에 대한 모든 책임을 완수할 것이다.

이를 위해서 NRC는 현행 규제가 새로운 원자로에 대한 인허가 검토를 실시하는 데 적합한지를 확인하고 있으며, 또한 NRC가 현재 확보하고 있는 기술 인력에 대한 검토를 통해 부족 인원을 확인하여 향후 인력 채용 방침을 결정할 예정이다.

NRC는 의회에 NRC 인력 채용을 보다 매력적인 옵션으로 만들기 위한 법안 채택을 요청하였으며, 여러 NRC 위원들이 대학들을 방문하여 학생들이 원자력 분야에 입문하도록 격려하기도 하였다.

신규 원전 인허가 신청은 NRC에 상당한 충격을 줄 것이며, 아울러 충분히 준비하지 못한 어떠한 실패도 엄청난 결과를 초래할 수 있다는 사실은 의심할 여지가 없다.

결론적으로, 우리가 현재 원자력 역사상 새로운 장을 여는 시작에 서 있다는 사실은 분명하다. 비록 이러한 시도가 원자력의 르네상스로 이어질지 혹은 현상태 유지로 그칠 것인지는 분명하지 않지만, NRC와 원자력산업계는 현재 가동중인 원전의 안전성 확보가 우리의 최우선 목표로 남아있음을 분명하게 밝힐 필요가 있다. ☉

*본고는 제35차 일본원산 연차 대회에서 발표한 것임.