

미국의 원자력산업 현황과 전망

Donald C. Hintz
미국원자력학회(ANS) 회장



우리 모두가 주지하고 있는 바와 같이 원자력은 범세계적으로 규모가 큰 산업 중의 하나로서 많은 영향을 미치고 있으며 미국에 있어서도 원자력산업이 활성화될 것으로 전망되고 있다.

사실, 지난 5년 동안 본인은 미국 원자력산업의 미래에 대해 강연할 때 우리는 급증하는 에너지 수요를 충족시키기 위한 새로운 전략들을 신중히 모색하기 시작했으

로 본인은 원자력의 제도약을 위한 기회 요소들에 대해 언급하였다. 그 요소들은 다음과 같다.

* 기존의 발전소들이 높은 안전 기준에서 잘 운전되고 있는 것.

* 발전 단가가 매우 경쟁력이 있게 된 것.

* 미국이 기저 부하 발전을 위한 요구가 급증한 것.

* 국민 대중의 지지가 사상 최고치인 것.

* 본인이 미국 원자력에너지협회(NEI) 회장으로 재직할 당시 미국 에너지법안이 의회에서 초당적인 지지로 통과되었던 것.

미국 에너지부(US DOE)는 미국의 전력 수요가 향후 20년간 50% 증가될 것으로 예측하였다. 달리 말하면 미국은 2020년까지 1,000개 이상의 신규 발전소 건설이 필요하게 될 것이다.

이를 위해서는 각 주마다 원전 1기를 건설해야 한다. 따라서 우리는 에너지의 추가 공급이 가능할 수 있도록 증명하기 위해 지금 노력해야 하며 최신의 원자력 기술과 함께 새로운 전원 개발을 위한 탐구가 필요할 것이다.

오늘날 우리는 '원자력 르네상스'의 한 가운데 와있다. 그러나 이러한 르네상스가 실현되도록 하기 위해 원자력 과학 기술에 헌신했던 전력 회사, 학계, 연구계, 산업계 및 기타 분야 간의 유기적 노력이 필요하다.

본인은 여러분들이 원자력 에너지의 동력화는 대중의 요청에 의해 다시 시작되었다고 말할 수 있을 거라고 생각한다.

미국에서는 지금 국민의 약 70%가 원자력의 이용에 대해서 호의적이다. 원전은 다른 산업 시설

부지보다도 기존의 부지에 설치하는 것이 더 쉽다. 원전 주변 주민들은 원전 기술을 신뢰하고 있을 뿐만 아니라 원전을 안전하고 엄격하게 운전하기 위한 관련 산업의 노력을 믿고 있다.

강한 영향력을 갖고 있는 미국원자력학회는 우리가 원전 시설을 지속적으로 안전하고 효율적으로 운영하고 있음을 보장하고 아울러 이로 인하여 지속적인 대중의 신뢰를 보장해줄 수 있는 그러한 노력들의 한 가지라고 할 수가 있겠다.

미국원자력학회 회장으로서 재직하는 동안 저는 민간 전력 회사들이 우리 학회가 추구하는 방향으로 활성화 되는 것에 중점을 두었다.

본인은 40년간 민간 기업에서의 활동 경험에 비추어 이러한 것이 우리가 활기있게 ANS와 그의 이상을 좀 더 강화시킬 수 있는 한 가지 방안이다.

미국인들은 그들이 에너지를 필요로 할 때 그 필요한 에너지의 이용이 가능할 수 있을 것으로 기대하고 있다. 그것은 사치품도, 필수품도 아니며 우리가 생활해 나가는 데 있어서 매우 중요한 목표과도 같은 것이다.

에너지의 다양화는 국가를 더욱 강하고 자주적으로 만든다. 한 가지 연료 자원이 그 해답이 되지 못하며 우리가 바람, 태양 및 열과 같은 재생 가능한 에너지 기술을 개발한 것처럼 내부적으로 생산된 모든 다른 연료 자원으로부터 전력을 얻어 내는 우리의 능력을 통하여 보다 더

큰 이익을 얻으려 하고 있다.

2008년도 대통령 연두 교서에서 부시 대통령은 국가의 석유 소비 절감과 원자력을 포함한 친환경 전력의 생산 확대를 강조하였다.

원자력은 안전하고 비용이 저렴하며 탄산가스 배출이 없는 가장 으뜸가는 에너지원이다. 원자력은 우리가 현재뿐만 아니라 미래에서도 얼마든지 이용할 수 있을 뿐만 아니라 외국으로부터의 에너지 수입 의존도를 낮출 수 있는 중요한 에너지이다.

현재 미국의 원자력 산업계는 점점 나아지고 있다. 2007년 원전 평균 이용률은 역대 최고치인 92%에 이르렀다. 그간에 이룩한 기술의 향상과 효율성 및 핵연료 재장전 기간 관리의 개선은 원자력 발전을 16%까지 증가시켰으며 이것은 1,000MWe급 신규 원자로 14기에 해당하는 수치이다.

2007년에서의 이러한 이용률은 8천억kWh 이상의 전기 생산량을 의미하는 것으로서 세계 최대 원자력 발전 국가인 프랑스의 약 2배, 일본의 약 2.5배에 해당하는 것이다.

미국에서 원자력은 그 시설 용량이 12%에 지나지 않지만 총 발전량의 20%를 공급하고 있음을 유지시키고자 한다.

산업에서의 효율성이 증진됨에 따라 전력 단가도 저렴해졌다. 2007년 미국에서의 전력 단가는 역대 최저치인 MWh당 \$16.80를 기록하였다. 원자력은 현재 미국에서 석탄이나 천연가스에 비해 가장

저렴하게 전력을 생산할 수 있는 에너지원이다.

이러한 추세는 신세대의 시대(A Time for New Generation)를 알리는 확실한 신호이다.

본인이 미국에서의 원자력의 미래 전망에 대해 말하고 싶은 3가지의 서로 다른 신세대(new generations)가 있다.

먼저, 연구 기관, 제작 회사 및 전력 회사는 안전성이 향상된 신세대의 원자로 설계(new generation of reactor designs)에 중점을 두어야 한다.

둘째, 우리는 원자력산업을 지속적으로 성장시키기 위해 신세대 연구 및 지식(new generation of research and knowledge)을 소유해야 한다. 우리는 모든 부문에서 계속해서 효율적으로 안전하게 운영해나가야 하며 향상 향상시킬 수 있도록 노력해야 한다.

셋째, 가장 중요한 것으로서 우리는 새로운 원자력 시설의 설계, 건설 및 운영을 담당할 신세대 인력들을 갖추어야 한다.

다음과 같은 사실들을 고려하기 바란다. 미국 이외의 국가들에서는 34기의 원전이 건설되고 있으며 향후 30년간 100기의 원전 건설이 국가의 개발 계획에 포함되었다.

미국에 있어서도 TVA의 Browns Ferry 1호기가 20여년간의 휴식 끝에 지난 5월 가동에 들어갔다. TVA 이사회는 필요한 1,200 메가와트의 깨끗하고 저렴한 전기를 얻기 위한 해결책으로서

Browns Ferry 원전을 가동시키기로 하였다.

미국 원자력산업계는 현재 가동 중인 104개의 원전으로부터 제2의 바람을 타고 있다. 총 48기의 원전이 20년의 인허가 갱신을 승인받았으며 15기의 원전이 NRC로부터 승인을 받기 위한 절차를 밟고 있다. 가까운 시일 내에 추가로 32기의 원전이 수명연장을 신청할 것으로 보인다.

또한 많은 발전소들이 출력 증강 확대에 대한 허가를 얻음으로 안전하게 발전 용량을 증가시킬 수 있게 되었다. 과거 수년 동안 미국 발전소에서 110회의 출력 증강을 통해 시설 용량에 4,800MWe의 전력을 추가하게 되었으며 이는 약 4기의 대용량 신규 원전 건설에 해당하는 수치이다.

기존 발전소에서의 계속 운전과 함께 17개의 미국 회사들은 현재 36기만큼의 많은 신규 원자로의 건설과 운전을 위한 인허가 신청을 준비하고 있다. 작년 이후 9개 회사들이 15기의 신규 원자로의 인허가 신청을 마쳤으며 현재 예상되는 총 35기의 원자로에 대한 인허가 신청을 포함하여 2008년과 2009년도까지 많은 인허가 신청이 있을 것으로 보인다.

2002년에 발표되었던 「원자력 2010년 프로그램」은 신규원전의 건설과 관련된 기술적, 규제적, 제도적 불확실성을 줄이기 위해 계획된 정부/산업 공동 비용 부담의 협력 체제이다.

이 프로그램은 the Early Site Permit 과정을 설명하기 위해 원자력 회사와 발전 회사들을 초청토록 하는 권장 사항을 포함하고 있다.

이러한 프로그램하에서 에너지 회사는 사전 승인된 발전소 설계에 대한 통합 건설 및 운영 인가를 훗날 NRC에 신청하기 위해 미래 사용을 위한 부지를 비축할지도 모른다. 이러한 Early Site Permit 절차 하에서 3개의 원전 부지가 승인되었다.

미국의 총발전량의 1/3은 탄산가스를 배출하지 않는 에너지원에 의해 생산된 것으로서 그중 원자력 에너지는 오염 물질이나 온실가스를 배출하지 않는 전원의 70% 이상을 공급하고 있다.

누가 원자력산업을 통제하려고 하는가? 우리는 어디에서 안전, 원자로 설계, 장기적 방사성폐기물 처분 방법과 같은 분야에서 돌파구를 발견해낼 미래의 건축가들 - 엔지니어, 운영자, 연구원, 관리자, 그리고 가장 중요한 창의적 사고자들 (creative thinkers) - 을 발견할 수 있는가?

본인은 산업이 2가지 문제점들에 직면하고 있기 때문에 이러한 사항들에 대해 질문하고 싶다.

지난 10년 동안 국가의 원자력 과학 및 공학 교육 구조는 침체일로에 있었다. 자주적인 원자력 공학 프로그램의 수와 대학교에서의 운영중인 원자로의 수는 1980년 중반 이후 모두 약 반으로 줄어들었다.

반대로 원자력 전문 인력에 대한

수요는 다시 증가되었으며 특히 많은 주요 원자력발전소들에서의 인허가 연장을 위한 계획들이 수립되었다. 금년에는 현재 원자력 종사자의 약 30%가 퇴직할 것으로 예측된다.

최근에 우리는 대학 쪽에서의 원자력 분야의 활성화 징후를 보았다. 새로운 10년이 시작된 이후 5년간 미국에서의 원자력공학과 대학생들의 등록이 약 2배가 되었다.

학생을 교육시키는 측이나 실질적으로 학생을 고용하는 측 모두 창의적인 방법으로 학생들에게 원자력 관련 분야에 대한 비전을 줄 수 있도록 함께 노력해야 한다.

물론, 다른 산업과 마찬가지로 원자력산업의 지속적인 성장을 위해서는 자본 투자가 요구된다.

원자력에 대한 절대적 지지자들도 이러한 산업의 목표가 실현되기 위해서는 원자력발전소가 충분한 예산과 함께 시기적절하게 건설될 수 있도록 정부가 재정 지원과 보증을 해주는 것을 전제 조건으로 하는 것에 동의하고 있다.

달리 표현하면, 원자력발전소의 첫 세대에 있어서 설명되고 전달되었던 위험문제는 안전문제였으나 지금은 예산 문제이다.

원자력 발전의 인센티브에도 불구하고 화력발전소나 가스발전소를 건설하는 것이 원자력발전소를 건설하는 것에 비해 비용이 매우 저렴하고 쉽다는 의견들이 지배적이다.

새로운 원자력발전소의 건설을

위해서는 보다 많은 투자 자본, 인적 자원, 인내가 필요하지만 그 수익과 혜택은 장기적이어야 하며 국가의 미래 에너지 수요를 충분히 충족시킬 수 있어야 한다.

또한 미국의 원자력폐기물의 장기 처분에 관한 문제는 불안정한 상태에 있다. 작년엔 에너지부(DOE)는 수 년 간 지체되어왔던 Yucca Mountain 저장소에 대한 인허가 신청서를 2008년 6월까지 NRC에 제출할 계획이라고 발표하였다. DOE의 '최적의 성취 가능한' 계획에 따르면 그 저장소는 최초 계획보다 거의 20년이 뒤쳐진 2017년에 가동될 것이다.

원자력산업은 짧은 기간에 이러한 문제들을 처리하기 위해 안전한 차선책을 모색하였으나 장기간의 폐기물 처분을 위한 안전하고 중앙 집중적이며 과학적으로 견고한 해결책의 부재는 신규 건설과 활성화의 가능성을 어렵게 하고 있다.

수 십년 전 원전 1호기가 가동되었을 때와 같은 원자력의 특색은 오늘날 여전히 가장 큰 판매 요인의 일부가 되고 있다.

원자력산업은 최고의 안전 기록을 갖고 있는 산업들 중의 하나이다. 원자력발전소는 일하기에 안전한 곳이며 원자력발전소 주변의 지역 사회는 생활하기에 안전한 곳이다.

사실 원자력의 필요 조건을 충족시키는 것은 그러한 지역 사회들로 하여금 급격한 기후 변화 및 기타 위기에 잘 대처할 수 있게 하는 것이다.

미국에서의 9/11 테러 공격은 원자력발전소의 안전에 대한 많은 의문을 갖게하였고 원자력산업은 엄격한 규제 조건을 충족시키기 위해 이미 안전성을 강화시킴으로써 이러한 근거있는 걱정들을 불식시켰다.

미국에서의 각 원자력발전소들은 2001년 이후 새로운 안전 대책을 위해 평균 100억 달러를 소비하고 있다. 그 결과 원자력발전소는 국가에서의 가장 안전한 산업 시설 중의 하나가 되었다.

실제로 우리는 많은 사람들이 원자력의 이익에 대해 교육받았다는 것과 원자력의 발전을 위한 그들의 많은 지지를 알고 있다.

그러한 사실은 2006년 깨끗하고 안전한 에너지 연합에 의해 시행되었던 여론 조사에서 나타났다. 사람들이 원자력발전소가 온실가스와 공기 오염 물질을 배출하지 않는다는 것을 알게 된 후 원자력에 대한 지지율이 40%를 넘었다.

기후 변화에 대해 매우 걱정하는 대중들은 최소한도 원자력 에너지가 깨끗한 공기 공급을 위해 기여하고 있음을 알고 있으며 따라서 원자력 에너지에 대해 조금은 호의적이다.

그러나 기후 변화에 대해 매우 걱정하는 사람들 가운데에는 원자력이 기후문제를 어떻게 처리하는지에 대해 들었던 것을 기억하거나 관련 기사를 읽어보았던 사람들은 그렇지 않은 사람들에 비해 원자력 에너지에 대해 매우 호의적이다.

또한 과거의 조사에서도 원자력 에너지의 혜택에 관한 정보를 접한 정도와 원자력 에너지에 대한 호의적인 태도의 증가 간에 확실한 상관 관계가 있음을 보여주었다.

그것이 바로 본인이 세계 원자력 옹호자들에게 가족, 친구, 이웃, 동료 및 모든 수준의 정치 지도자들의 원자력에 대한 교육과 인식의 수준을 높이도록 하며 그들의 지역사회에서부터 바로 이러한 일을 시작하도록 간청하는 이유이다.

교육자들과 에너지 회사들은 정확한 정보, 장학금, 현장 학습의 제공을 통하여 모든 연령의 학생들에게 다가가도록 서로 협력해야 한다.

국가 정치가 또는 법령이 원자력을 지지하도록 조장하는 것이 필요하며 세액 공제, 사용후연료 저장, 저장소의 재무 위험 보험, R&D 후원 등은 미국에서 시행되고 있는 그러한 사례들이다.

미국원자력학회는 회원들을 통하여 학계 및 정계 모든 부문에서 이러한 모든 노력들을 시행할 수 있다.

생태학적, 경제학적, 감성적 관점에서 든 간에 미국에서의 원자력 과학은 반세기 이상의 오랜 유산을 갖고 있으며 미국원자력학회는 원자력 과학 기술의 미래를 구체화하기 위하여 지속적으로 노력해 나갈 것이다.

변화는 미국원자력학회에게는 아무런 새로운 것이 아니다. 그러나 미국에서의 원자력계의 미래는 새로운 기회들로 충만해 있다. 