



21세기의 원자력 성장

Corbin A. McNeill, Jr.*

예측에는 항상 위험 부담이 있는데, 예측이 맞을 경우에는 극소수 사람이 이를 기억하지만 틀린 경우에는 극소수 사람만이 이를 잊어버린다. 한 예로, 1900년 11월에는 어느 누구도 전력 산업이 100년 후 세계에서 가장 활발한 사업이 될 것이라고 상상하지 못했다.

어느 누구도 1933년 러더포드(Rutherford)가 “핵의 붕괴로 인해 얻어지는 에너지는 미미한 것이고 핵의 천이가 에너지의 원천이라고 기대하는 사람의 말은 헛소리로 간주된다.” 라고 언급한 예언을 기억하고 싶어하지 않는다. 그러나 그 헛소리가 현재 전세계 440개 원전으로부터 전력 소요량의 17%를 생산하게 되었다.

나는 기꺼이 두 가지 예언을 하고자 하는데, 첫째는 미국 내에서도 신규 원전이 건설될 것이고, 둘째는 반원전 운동에도 불구하고 향후 수

십년간 원자력 발전의 점유 비율은 증가할 것이다.

이와 같은 낙관적인 전망의 이유를 이해하는 데는 반드시 원자력 기술자·사회 과학자 또는 사업가일 필요는 없다. 즉 새로운 기술의 사용으로 세계 경제는 지속적으로 성장하므로 전력 수요도 증가하기 때문이다.

전력 수요 증가

전력 수요가 증가함에 따라 신규 수요 및 건설된 지 40~50년이 경과한 노후 발전소를 대체하기 위해 발전소 건설이 증가할 것이다. 일반적으로 신규 발전소는 환경에 해를 주지 않아야 할 것이며, 이러한 점이 원자력 발전 찬성론자의 강력한 지지 기반을 만들어 줄 것이다.

전세계를 통틀어 사람들은 좀 더 쾌적한 환경을 요구하고 있으며, 가장 중요한 질문은 좀더 쾌적한 환경

을 어떻게 정의하는가이다.

연구자들이 심층 조사한 바에 따르면, 대부분 사람들은 그들의 공기와 물이 깨끗하기를 원하는 것이라고 판명되었다. 미국 내 일반인 및 전세계에 걸쳐 환경의 오염 확산을 반대하는 사람이 증가하고 있다.

지구 온난화는 주요 사안으로서 뉴스 보도에 따르면 북극의 얼음이 녹아 호수가 된다는 것이 이러한 관심을 더 한층 높여주고 있다.

일반인들은 온실 효과를 유발하는 가스(온실 가스)인 황산화물과 질산화물의 준위 감소가 지구 온난화를 감소시키는 중요한 단계로 보고 있다.

1997년의 한 가지 통계를 인용해 보건대, 미국에서 원자력발전소 대신 화력발전소를 운영하였다면 황산화물 및 질산화물 배출량이 각각 300만 톤, 210만 톤 더 증가하였을 것이다. 이 숫자를 가시적으로 나타내면 210만 톤의 황산화물과 질산

* 미국 PECO 에너지 사장

화물을 배출하기 위해서는 석탄을 가득 실은 약 5만대의 화물 객차가 필요하다.

만약 불행하게도 미국 내 103개 원자력발전소가 내일 당장 가동이 중단되어 화력 발전소로 대체된다면 현재의 가스 배출량 수준을 유지하기 위해 국도에서 9,000만대의 자동차를 없애야 할 것이다. 이는 현재 도로상에 운전중인 2억대의 자동차 중 거의 절반에 가까운 숫자이다.

태양력 및 풍력 발전소를 더 많이 건설하는 것도 온실 가스 방출을 줄이는 방안 중의 하나이며 향후 20년간 좀 더 많은 태양력 및 풍력 발전소가 건설될 것이나, 이는 향후 수십 년간 증가할 전력 수요를 충족하기에는 부족하다.

연료 전지와 같은 다른 기술도 일조를 할 것이나 현재체를 대신할 수는 없을 것이다.

전력 수요를 충족하면서도 환경을 보존할 수 있는 유일한 방법은 원자력 발전뿐이므로 원자력발전소 운영자는 원전 수명 연장을 위해 발전소를 정비해야 하며 신규 발전소를 건설해야 할 것이다. 그러나 21세기에 원전을 건설한다고 말할 때는 경쟁이라는 요소를 고려해야 한다.

1950년대부터 1980년대 사이에 건설된 원전은 오래된 '통제된 계약' 하에서 이루어졌으며, 이 개념은 지정된 특정 지역 내 소비자

요구하는 전력을 모두 공급하고, 대신 허용된 수입을 보장받는 독점 공급 체제였다.

규제 완화

독점 체제의 전력 회사들은 부시 대통령이 에너지 정책 법안에 서명한 1992년 여름에 변화하기 시작하였다. 이 법안은 도매 시장에서의 전력 판매를 개편하였으며, 수년 내에 절반에 가까운 주에서 소매 시장 수준에서 전력 판매에 대한 규제 완화를 시작하였다.

소매 시장 규제 완화 운동을 선도하는 주는 펜실베이니아·캘리포니아 및 뉴욕주였으나, 조만간 북동부와 중서부 지역의 약 24개 주가 이에 참여할 것이다. 소매 시장 규제 완화는 미국 전력 산업에 일대 변혁을 가져왔으며, 영국보다 수 년 정도 빨리 시행된 것이고 유럽연합(EU)은 현재 진행중에 있다.

새로이 변모된 시장 여건에서 원자력 발전이 경쟁력을 갖기 위해서는 원가를 절감해야 하기 때문에 원전 운영자는 효율성 향상을 위해 다각도로 방안을 모색했으며 마침내 성공하였다.

1990년도 미국 내 평균 예방 정비 기간이 75일이었으나 1990년대 말에는 평균 42일로 단축되었으며, 아직도 줄어들고 있다. 원전의 좀더 효율적인 운전 및 보수 방안이 발견

됨에 따라 원자력 발전은 미국 전원의 56%를 점하는 석탄 발전과 경쟁할 수 있는 발판을 마련하였다.

향후 전원 점유율을 높이기 위해서는 추가 원가 절감 노력이 필요할 것이다.

원전 운영자에게 직면한 문제 중 하나는 대부분 전력사가 몇 개 원전만을 운영하고 있으므로 이들 원전이 소규모 조직에 따른 과도한 간접비용(Overhead)으로 인해 석탄 발전과의 경쟁이 가능한 정도까지 원가 절감이 불가능하다는 것이다.

이런 사유로 미국의 전력 회사는 새로이 규제가 완화된 시장을 헤쳐갈 수 있는 방안으로 향후 몇 년간 기업 흡수 합병(M&A)의 물결에 직면할 것이다.

결과적으로 PECO Energy사 및 몇 개 전력 회사는 원전 구매를 모색하고 있으며, 현재까지 PECO(Philadelphia Energy)사와 BE(British Energy)는 합작사(Amer-Gen Energy)를 통해 일리노이주·펜실베이니아주 및 뉴저지주 소재 3개의 원전을 구매했다.

다른 경쟁력 강화 방안은 최근 극적으로 확대되고 있는 전력사간 합병이다. PECO Energy사는 시카고주 소재 Unicom사와 합병하고 있으며, 모든 분야의 합병이 완료되면 양사는 새로운 자회사(Exelon Generation) 아래 원자력 발전 조직을 재정비할 예정으로, 합병한 회

사는 미국 내에서 가장 큰 원전 운영 회사이며 세계적으로는 세 번째 규모이다.

경비 절감을 위해 몇 개 원전을 지역적으로 묶어 ROGS(Regional Operation Groups)을 결성해 해당 원전에 필요한 예방 정비·보수 및 행정 업무를 제공하고 있다. 간접 비용이 줄어들어 따라 발전 원가가 현저히 낮아져 석탄 발전과 경쟁이 가능해졌다.

운영 전략으로 원전의 경쟁력이 확보되어 공개 시장에서 효과적인 경쟁력을 하며, 동시에 화석 연료 발전에 비해 원자력 발전이 갖는 환경 측면의 강점으로 우리의 관심을 끌 수 있다.

1998년 제 33차 UI 연차 세미나에서 Caroline Varley와 John Paffenbarger에 의해 발표된 「전력 시장의 경쟁과 원자력 발전」이라는 논문에서 보면, 가스 복합 발전의 건설비가 저렴하더라도 운영 비용이 원자력보다 훨씬 높아 발전 원가는 원자력에 비해 불리하다. 가스 복합 발전이 안주하고 있고 운영 비용이 높아짐에 따라 원자력 발전은 전력 시장에서 유리한 가격으로 전력을 판매할 수 있게 될 것이다.

현재의 원자력 발전이 화력 발전과 충분히 경쟁할 수 있다는 데는 의심할 여지가 없다. 원전 효율성 향상 및 수명 연장을 하더라도 21세기의 초기 20년 동안 신규 원전



IAEA 총회. 21세기 원자력의 잠재력에 대한 낙관론은 충분한 근거가 있으며, 전력 수요의 증가 및 환경 보전에 대한 관심의 증가 등은 20세기의 어떤 산업도 구가하지 못했던 성장 가능성을 보여주고 있다.

이 필요한 날이 올 것이다.

지난 10년간 미국 및 다른 국가에서는 예상치 못한 경제 성장을 이룩하였으며, 이런 성장 기간 동안 신규 기술에 의한 전력생 산성 향상으로 전력 수요 증가를 소화하였다.

여러 방면에서 컴퓨터가 우리 생활의 필수 부분이 아니었던 시절을 기억하기는 쉽지 않다. 10년 전만 하더라도 노트북 컴퓨터는 실제 적으로 잘 알려지지도 않았고 무게도 10파운드가 넘었다. 아무도 당신이 E-mail 주소를 갖고 있지 않기 때문에 물어보지도 않았고, 휴대용 컴퓨터는 개발되지도 않았으며, 대부분 컴퓨터는 워드 프로세서 기능, 즉 컴퓨터는 High-tech Typewriter로만 사용되었다.

불과 10년만에 모든 것이 바뀌었다. 지속적인 경제 성장은 수백만 명의 생활 수준을 향상시켰으며, 이는 곧 전력 수요의 증가로 직결됐

다. PC를 보면 컴퓨터와 프린터가 가정용 냉장고와 비슷하게 전력을 소비하고 있다. 산업계에서도 모든 종사자는 컴퓨터를 통해 일을 하고 있다.

전력 산업에 종사하는 사람은 누구나 전세계적으로 성장 잠재력을 알고 있다. 미국 에너지성은 1995년부터 2020년에 걸쳐 전세계적인 전력 수요가 12조kWh에서 23조 kWh로 증가할 것으로 예측하고 있으며, 불과 4반세기 내에 100% 증가하는 것이다.

신규 수요의 일부는 원전 건설을 통해서만 충족될 수 있다. 이러한 원전을 건설하는 최적의 방안을 위해 우리는 단지 국내 원전 건설업자에게만 시선을 돌릴 필요가 없다. 즉 우리는 세계 경제 속에 살고 있으며 지구 어디서 개발된 것이든 신 기술을 채택해야 한다. 원전 소유자는 국적에 구애받지 않고 새로운 원

전 건설 회사와 협력하는 데 주저하지 않아야 한다.

PBMR

이런 연유로 PECO Energy사는 최근 남아공 국영 전력 회사인 ESKOM사가 개발하는 PBMR (Pebble Bed Modular Reactor) 사업에 750만불을 투자한다고 발표했다.

이 새로운 원전 설계는 향후의 이득을 보장할 수 있는 원자력 기술로서 전세계의 주목을 끌고 있으며, 설계·건설 및 운전을 하여 기술적·경제적 잠재력을 실현하는 데 앞으로 5년이 걸릴 것이다. 이것은 확실한 잠재력을 가지고 있는 차세대 기술에 PECO Energy사가 연구 및 개발에 투자하는 것이다.

남아공에서 설계된 PBMR은 비용이 효율적이고 실용 가능한 기술로서 타당성이 입증되면 미국의 전력 산업 및 해외 수출 품목에 포함될 것이다. 이 기술의 특징은 소규모의 모듈러 타입으로 100MW 내외의 헬륨 냉각 원자로이며 고유 안전로로서 어떤 상황에서든 핵연료 용융은 발생하지 않는다. 결과적으로 다른 원자로에 비해 발전소 설계가 단순하고 건설 투자비가 저렴하다.

PBMR은 탄화 실리콘으로 도포된 이산화우라늄 입자가 골프공만

한 크기의 구형 흑연에 혼합된 연료로부터 열을 내고 있다. 이는 기존의 원전 부지에 하나 또는 여러 개의 원자로를 설치할 수 있으며, 이 기술의 가장 큰 장점은 운전중 연료 교체가 가능한 것이다.

이 원자로와 연료 기술은 PECO Energy사가 1967년부터 1974년까지 운전한 Peach Bottom Atomic Power Station 1호기의 고온가스 냉각로(HTGCR)와 유사하나, 독일이 1980년대에 가스원자로에 대해 많은 설계 개선을 하였다.

전력 회사가 미국 내에 PBMR의 건설 타당성을 결정하기 위해서는 보다 많은 노력을 기울여야 할 것이나, 현재로서는 PBMR이 기존의 노후화된 폐쇄 원전을 대체할 수 있으며 더욱이 향후 원자력산업의 확충에도 기여할 수 있을 것으로 본다.

원자력산업의 미래

전세계에 걸쳐 원자력산업의 미래가 낙관적이라는 데는 여러 가지 이유가 있으나, 원자력 발전을 축소 내지는 폐쇄하려는 그룹에 대한 경계를 게을리해서는 안된다. 원자력 산업에 종사하는 우리들로서는 이들의 견해를 무시할 수는 있으나, 원자력을 반대하는 정치적인 세력은 쉽게 무시할 수 없다.

이미 유럽 지역 몇몇 국가에서는

원자력의 사용을 금지하려고 시도하고 있다. 1979년 TMI 사고 및 1986년 체르노빌 원전 사고로 인한 국민들의 우려는 현실적으로 상당한 것이었다. 향후 25년간 전세계의 전력 공급에 원자력이 중요한 역할을 할 것으로 확신하는 우리들로서는 방관자로 있으면 안되고, 적극적으로 의사를 표명하면서 원자력 반대론자와 맞서야 한다.

우리들은 전세계의 입법 단체가 우리들의 의견을 경청할 수 있도록 활동을 개시할 필요가 있다. 소수이지만 정예화된 원자력 종사자들이 실망하여 잠재력이 있는 원자력 산업이 몰락하는 것을 방관하지 않아야 할 것이다.

일반 국민들과 정치 지도자들에게 원자력의 안전성 및 사용후 연료 저장 시설 문제와 원자력에 대한 두려움은 근거 없는 것이라고 알려줘야 할 책임은 우리에게 있다.

21세기 원자력의 잠재력에 대한 낙관론은 충분한 근거가 있으며, 전력 수요의 증가 및 환경 보전에 대한 관심의 증가 등은 20세기의 어떤 산업도 구가하지 못했던 성장 가능성을 보여주고 있다.

우리는 이러한 기회를 놓쳐서는 안되며, 21세기는 원자력이 전세계에 걸쳐 인류의 생활 수준을 개선하고 생산성을 향상시킬 수 있는 잠재력을 갖고 있다고 국민들이 인식할 수 있는 시기가 될 것이다. ☞