

미국의 신규 원전 건설 추진 현황과 전망

J. Scott Peterson

미국 원자력에너지협회(NEI) 부회장



개요

본인이 아시아를 처음으로 방문했던 것은 지난 1997년 교토에서 개최된 유엔 기후변화 컨퍼런스에 참석하기 위해서였다. 나는 당시 한국, 일본, 미국과 유럽, 캐나다의 원자력 발전 산업계 대변자들이 유엔포럼에서 온실가스를 줄이는 데 있어 원자력의 역할에 대해 처음으로 폭넓은 인식을 받기 시작하였다

고 기억한다.

그로부터 10년이 지난 작년에 유엔 기후변화에 관한 정부간 패널은 원자력을 현재와 미래에 온실가스를 저감하는 주요 도구로 열거하였다.

기후 변화에 대처하기 위한 기술 기반의 솔루션으로 인정받기 위해 원자력 산업계의 상당한 노력이 필요했다.

그러나 오늘날, 과거 어느 때보다도 원자력의 친환경적인 장점은 세계 각국에서 의미 있는 역할을 하고 있다.

이산화탄소 비배출원에 의한 전력 생산은 미래 에너지원으로 원자력을 고려하고 있는 개도국들에게 선호도가 높은 옵션이다.

일반 대중과 정책 입안자들의 원자력에 대한 지지 확대를 포함해서 몇 개의 요인들이 원자력의 부

활을 촉진하고 있다. 이러한 선호도 증가의 중요한 촉진 인자는 다음과 같다.

1. 안전하고 효율적인 원자력발전소 운영
2. 이산화탄소 배출 감소
3. 에너지 안보
4. 기저 부하 공급 필요성
5. 에너지원 다중성
6. 경제적인 전력 생산

위의 요인들은 1970년대 초 중동의 석유 파동 후에 세계 각국과 미국 원자력 발전의 급속한 확대를 이끌었던 것과 같은 요인이기도 하다.

전력 사업의 펀더멘탈이 신형 원전 건설을 필요로 하고 있기 때문에 미국 에너지 회사들은 다시 신형 원전 건설을 고려하고 있다.

신규 기저 발전 설비 수요는 명백하게 존재한다. 실제로 미국의 4

개 지역은 전력 예비율이 허용치 이하이다.

게다가 전력 분야의 천연가스의존 소비자들을 불필요한 가격 상승에 노출시키고 있고, 전력 회사들에게 정치적인 스트레스와 규제 압력을 주고 있다.

기후 변화 문제를 해결하기 위한 책임을 피할 수 없기 때문에 화석 연료 발전은 향후 이산화탄소 배출 조절의 불확실성으로 어둠의 그림자를 드리우고 있다.

미국 산업계가 신규 원전 건설을 추진하면서 정책 입안, 재정 분야 지도자들이 신규 원전 건설의 사업적 리스크에 대해 세부적인 견해를 공유하는 것이 중요하다. 신규 원전 건설을 예산 범위 내에서 지연 없이 건설하기 위해서는 많은 과제가 있을 것이다.

미국의 많은 운영 원전에서 비용 상승과 건설 지연을 유발하는 많은 조건들이 더 이상 존재하지 않고, 남아있는 리스크들은 적절히 다루어지고 있고 산업계는 이에 대해 조치를 취해오고 있으며 리스크를 관리할 수 있는 메커니즘을 만들고 있다.

본고에서 중점적으로 다루는 것은 장기 에너지 안보와 환경 보호를 위한 미국의 정책과 전략, 그리고 이러한 목표를 달성하기 위한 원자력의 역할에 관한 것이다.

본인은 지난해 미국 원전의 운영 실적을 간단하게 요약하고 원자력에 대한 일반 대중의 지속적인 지지, 또 그를 바탕으로 한 미국의

신규 원전 건설 계획 및 미래 목표에 대해 설명하고자 한다.

2007년도 미국 원전 운영 실적

미국 원자력 산업계는 신규 원전 건설 사업을 리스크 관리 방식으로 접근하여, 신규 원전 건설과 관련한 비즈니스 리스크를 규정하고 이해한 후 이를 관리하기 위해 지난 수 년간 함께 일해 왔다.

비록 우리가 비즈니스 리스크를 상당 부분 제거하였지만 아시는 바와 같이 모든 리스크를 제로로 만드는 것은 불가능하다.

2007년에 미국 원전은 뛰어난 운영 실적을 기록했다. 미국 원전의 평균 이용률은 매우 높은 수준에서 유지되고 있다. 예비 자료에 따르면 미국 전체 원전의 평균 이용률은 역대 최고인 92%를 기록하였다. 이러한 실적은 발전소 관리 및 운영과 계획 예방 정비 분야의 우수성에 따른 것이다.

총발전량은 8천7십억kWh로 이는 주로 높은 이용률로 기인한 것일 뿐만 아니라 지난해 5월 브라운스 페리(Browns Ferry) 원전 1호기 재가동과 기타 원전의 출력 증가에 따른 발전 설비 용량 추가에 힘입은 것이다.

비록 원자력 발전은 전체 전력 설비 용량의 약 10%에 불과하지만 104기의 미국 원전은 미국 전력의 20%를 생산하고 있다.

이러한 높은 발전량은 경제성 향상도 가져와 지난해에 1MWh의

전력을 생산하는 데 사상 최저인 16.18달러의 생산 단가를 기록했다. 따라서 미국 원전은 상당한 수입을 얻고 소유자들에게 이익을 주고 있으며 이는 지속될 것이다.

원전의 안전성과 친환경성 인식으로 일반 대중의 지지 확대

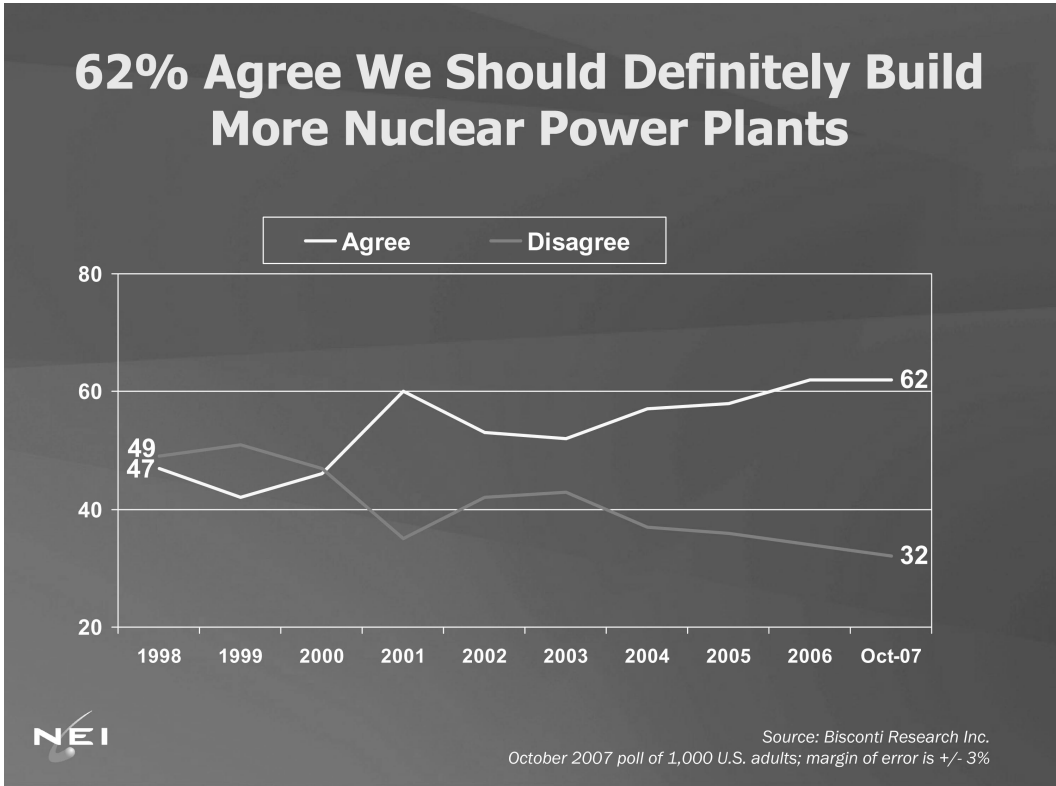
이러한 미국 원전의 안전하고 효율적인 운전은 원자력에 대한 일반 대중과 정책 입안자들의 지지에 토대가 되고 있다.

미국원자력협회가 최근 실시한 여론 조사 결과에 따르면, 10명 가운데 8명의 미국인들은 원자력이 향후 에너지원으로 중요한 역할을 하게 될 것이라고 믿고 있고, 또한 미국 규제자들이 안전 기준에 맞은 원전의 운영 허가를 신규로 발급해 주어야 한다고 믿고 있는 것으로 조사되었다.

향후 전력 생산 분야를 보면, 응답자의 3/4이 전력 회사가 신규 원전 건설을 준비하는 것을 지지하였다. 실제로 원자력규제위원회에 접수된 9개의 인허가 신청에 대해 현재까지 조직화된 반대가 거의 없다.

신규 원전의 경우 62%의 응답자들이 전력 회사가 확실히 신규 원전을 건설해야 한다는 데 동의하였다.

우리는 원자력에 대한 대중의 지지도를 측정하기 위해 특정한 질문을 했는데 거의 10명 중 6명이 그들이 살고 있는 기존 원전 부지



에 신규 원전을 건설하는데 동의한다고 밝혔다.

안전 문제와 관련하여 53%의 응답자는 미국 원전에 대해 가장 높은 점수인 5~7점(7점 만점)을 주었는데 원자력에 대한 높은 점수를 주는 응답자 비율이 2005년에 66%에서 감소한 것이 약간의 우려 사항으로 밝혀졌다.

이 슬라이드는 신규 원전 건설에 대한 최근 몇 년간의 꾸준한 지지 증가 추이를 보여주고 있다. 변화 트렌드가 원자력에 대한 지지도와 유사한 추이를 보이고 있다.

또한 원자력발전소에 가까이 살수록 일반 대중이 원자력에 대해 선호도를 갖고 있는 것으로 나타났다. 지역 주민들은 발전소에 근무하는 사람들을 알고 발전소가 가지는 경제적인 이점과 지역 사회에 관련된 작업자들을 알고 있다.

59%의 응답자는 그들이 살고 있는 발전소 인근 부지에 신규 원전을 건설하는 것에 동의하였다. 미국 원전에서 10마일 이내에 살고 있는 거주민들 가운데 71%는 그들이 살고 있는 지역 사회에 원전을 건설하는 것에 동의하는 것으

로 밝혀졌다.

발전소 인근 지역 주민의 86%가 그들의 거주 지역에 인근한 원전에 대해 찬성 의견을 갖고 있는 것은 놀라운 일이 아니다.

신규 원전 건설 : 전개와 기대

미국 원전은 차세대 원전을 건설하기 위한 확실한 입장을 가지고 있다. 미국원자력 산업계의 입장과 향후 수 년간의 기대 목표는 다음과 같다.

17개 전력 회사 또는 컨소시엄

이 31기 이상의 신규 원전 인허가 신청을 준비 중이다. 건설을 위한 9기의 통합 인허가 신청이 미국 원자력규제위원회에 지난 4월 초 접수되었고 나머지 7~11건 정도는 올해 안에 접수될 것으로 기대된다.

현재 2010년 후반이나 2011년 초에 최초의 신규 원전 인허가 승인을 예상하고 있다. 2개의 신형 원전 설계는 원자력규제위원회의 인증을 받았다. 2개의 신형 원전 설계는 지난해 인증을 위한 신청을 접수했고 1개는 금년에 접수되었다.

미국에서 원자력 발전의 르네상스는 시간을 두고 서서히 펼쳐질 것으로 전망된다. 미국 원자력계는 2016년경까지 4~8기의 신규 원전이 상업 운전을 할 것으로 기대하고 있다.

신규 원전이 몇 기나 건설될 것인가는 물론 향후 전력 시장의 가격, 기저 발전 기술 투자 비용, 물가, 화석 연료 발전의 환경 비용, 천연가스 가격, 전력 수요 성장 등 여러 가지 변수에 의존한다.

만일 첫 번째 신규 원전 프로젝트가 지연 없이 주어진 예산으로 인허가의 어려움 없이 건설된다면 첫 신규 원전들이 상업 운전에 들어가면 두 번째 원전들은 건설중에 있을 수 있다.

첫 번째 신규 원전 프로젝트의 성공에 따라 얻은 자신감은 다음 후속 프로젝트 추진을 위한 의사 결정을 지원하게 될 것이다.

신규 원전 건설 사업 리스크 관리

오늘날 미국 원전을 운영하는 원전 운영사들과 향후 10년 이내에 신규 원전건설을 준비하는 회사들은 보다 높은 수준의 기준을 운영 중이다.

오늘날 원자력 산업계는 과거의 원전 운영 경험과 우수 사례로부터 교훈을 받았고 그러한 교훈들을 반영하여 프로젝트를 추진하고 있다.

미국 산업계는 신규 원전 건설의 사업적 리스크를 규명하기 위한 체계적인 프로그램을 지난 수년간 시작해왔고 그러한 리스크들을 관리하거나 제거하는 방법을 개발하는 등 성장을 위한 기본 토대를 갖추어 왔다.

인허가와 같은 일부 분야에서 미국은 수 백명의 산업계 인력을 원자력규제위원회의 새로운 인허가 절차를 검토하기 위해 투입했으며 그러한 노력으로 설계와 부지는 승인될 수 있고 통합 인허가를 받을 수 있다.

이러한 검토 작업을 통해 모호함과 잠재적인 불확실성을 검토하고 이를 제거하기 위한 기술을 개발했다. 그 결과 신규 원전 인허가 및 건설을 위해 안정되고 실행 가능한 토대를 구축했다.

지난해 원자력규제위원회는 신규 원전 인허가 규제 지침 작성을 마무리했으며 개정 사항들은 원자력 산업계를 포함한 모든 이해 당사자의 검토를 받을 것이다.

파이낸싱 등 다른 분야에서도 동일한 접근법을 따를 방침

산업계에 대한 2005년 에너지법의 채무 보증은 신규 원전의 파이낸싱을 위해 중요하다. 산업계의 수많은 전문가들이 2000년 이래 최선을 다해 신규 원전 건설의 리스크를 관리하기 위한 프로그램과 기술 및 도구들을 개발해왔다.

원자력 산업계는 인허가, 규제, 파이낸싱, 건설 관리, 정책 현안, 홍보, 공급망, 인력 분야에서 전문가를 모집하였다.

신규 인허가 절차는 과거와는 현저하게 다르다. 개편된 인허가 절차는 설계, 안전, 부지 선정 및 일반 대중과의 관계 등 모든 주요한 현안을 회사가 신규원전 건설을 시작하기 전에, 즉 리스크를 안고 수십억 달러를 투입하기 전에 해결할 것이다.

규제는 아주 세부적인 부분까지 규정되었고 안정적이며 실행 가능함과 동시에 잘 이해되고 있다.

중요한 것은 원자력규제위원회의 직원들과 산업계가 규정과 조건들을 어떻게 이행해야 할지에 대해 상호 이해를 공유하는 것이다.

동일한 설계의 원자로를 건설하기 위한 인허가 신청서는 부지 특성 변수를 제외하면 거의 문자적으로 동일할 것이다.

NRC 직원이 통보서를 발행하면 그 통보서를 다음 신청자는 다시 검토하지 않아도 되어야 한다. 이것은 규제의 확실성을 가져오게 된

다.

신규 인허가 절차에는 원자력규제위원회와 프로젝트 스폰서가 발전소가 설계에 따라 건설되었는지를 검증할 수 있도록 하는 시스템을 포함하고 있다.

건설이 진행되면 프로젝트 스폰서는 허용 기준에 일치하는지의 여부를 증명해 보기 위해 필요한 시험을 수행하고 이러한 취지로 원자력규제위원회에 공식 문서를 발송한다.

최종적으로 원자력규제위원회로부터 통합 인허가가 승인되어 건설이 시작된 후에는 외부의 간섭을 최소한으로 줄였다.

원자력규제위원회는 인허가 신청이 승인되기 전과 주요한 투자가 되기 전에 일반 대중이 의무적으로 시행해야 하는 공청회에서 NRC가 내린 결론을 검토할 수 있도록 기회를 제공해야 한다.

발전소가 연료 장전과 시운전 공정이 가능해졌을 때 두 번째 공청회를 열게 된다. 그러나 이 공청회는 개최되더라도 다루는 범위가 작고 위원회는 자체적으로 발전소가 다음 단계로 넘어갈 수 있는지의 여부를 결정하기 위해 주요 사항을 검토한다.

신규 인허가 절차는 건설 공사가 부적절하게 지연되지 않도록 하여 프로젝트 스폰서를 보호하는 동시에 일반 대중에게는 참여를 위한 적절한 기회를 제공한다.

신규 원전 추진에서 중요한 한 가지는 산업계의 단기 수요를 만족

시킬 수 있는 적절한 공급망과 노무 인력 인프라가 있는가 하는 것이다. 시장 조사 결과 제조 공급망이 신규 원전 발전소 건설을 위해 적절해야 한다고 밝혀졌다.

원자로 압력 용기 제작에 사용되는 초대형 설비 단조는 가장 가치적인 제약 요소이고 가장 주목을 받고 있는 문제이다.

미국에서 향후 건설될 제1기 신규 원전들을 위한 초중량 단조물은 이미 제작되고 있고 제작 회사들은 충분한 제조 라인을 보유하고 있다.

관련사들은 원자력급 기기 제작을 위한 미국의 능력을 회복하기 위한 첫 단계에 착수했다. 많은 회사들이 원자력급 기기와 부품 생산, 원전 건설을 수행하기 위한 인증을 받기 위한 조치들을 취하고 있다.

원자력 전문 인력 양성

미국 산업계는 연방정부와 주정부, 대학, 지역 대학, 고등학교, 노조, 전력사, 다른 각급 협회 및 전문가 조직은 인력 수급 문제를 해결하기 위해 노력하고 있다.

미국 원자력계는 젊은 청년들을 고용하고 우수한 인재를 원자력계에 고용하기 위해 노력하고 있는 성과를 보이고 있다. 대학의 경우 원자력공학과에 등록하는 학생 수가 4배가 증가했다. 방사선 방호, 운전, 정비 분야에서는 과거 3년간 청년들을 원자력계에 활용

하기 위해 17개 산·학 협력 훈련 프로그램이 시행되었다.

또한 숙련 인력을 고용하고 적절한 훈련과 교육을 시키기 위해 산업계는 주정부, 산업계 및 학계로 구성되는 10개의 컨소시엄 또는 협회에 참여하고 있다.

결론 : 도전과 변화 관리

미국의 새로운 발전 설비와 같이 신규 원전의 투자비에 대해서도 불확실성이 있다. 본질적으로 오늘날의 모든 프로젝트와 같이, 산업계는 기본 제품과 인력에 대한 투자 환경 변화에 대해 대처하고 있다.

원자력이나 석탄의 신규 기저 발전 시설은 대규모 투자비가 소요되는 프로젝트이다.

재정 분석에 따르면 2016년에 상업 운전을 개시할 신규 원전은 연방정부로부터 채무 부담이나 국가 수준의 비용 지원 정책 등의 지원이 있을 경우를 가정했을 때 1메가와트당 70~80달러 범위에서 전력을 공급할 수 있는 것으로 나타났다.

미국원자력협회와 관련 기관의 분석에 따르면 이것은 석탄과 석유 발전과 비교하여 경쟁력이 있는 것으로 나타났다. 미국원자력협회의 일부 회원사의 분석에 따르면 원자력 발전은 향후 10년간 대규모 전력 생산에서 가장 경제성이 있는 옵션임이 증명되었다.

미국 원자력 산업계가 나아가

야 할 방향은 다음과 같다.

다른 산업계와 같이 미래 에너지 수요 관련 사업에는 불확실성이 많다. 신규원전 인허가 절차가 체계화가 잘 되어 있고 계획대로 잘 운영될 것이라는 확신이 높지만 아직 실행해 본 일이 없으므로 리스크를 제로로 둘 수 없다.

내년에는 새로운 미국 대통령이 선출되고 의회 선거가 있어 미국 정부에 많은 변화가 있을 것이다.

그리고 발전 회사, 원자로 공급사, 엔지니어링 및 자재 조달, 건설 계약사가 세부적인 계약 조건에 이르기 어렵게 가격 변화가 많다.

2020년까지 미국은 전력 산업 분야 확대와 환경 보존 기술 분야에서 1조달러 이상의 투자를 준비해야 하므로 창의적인 파트너십과 합작 벤처 등이 요구된다.

한편으로 우리는 불확실성이 관리 가능하다고 생각한다. 우리는 초당적인 정치적 지지와 일반 대중의 강력한 지지를 원한다.

일부 지역 사회에서 시설 유치를 위한 신조어인 핼비(Please In My Back Yard)가 신규 원전 건설을 지지하는 심볼로 등장하였다.

국민들로부터의 지지는 처음으로 정치적 성향에 따라 거의 고르게 분산되었다. 이것은 원자력과 기후 변화 해결책 사이에 증가하는 연관성을 보여준다.

기후 변화와 이산화탄소 배출

우려로 인해 환경 커뮤니티에서 원자력의 수용도가 증가하고 있음을 볼 수 있다.

인허가 절차는 미국에서 마지막 원전이 건설되었을 때 보다 논란의 여지없이 아주 효율적이고 예측 가능하다.

우리는 과거에 어떠한 것이 잘못 되었는지를 알고 있고 그러한 리스크를 제거하거나 완화하기 위한 조치들을 취해 왔다.

그리고 미국이 신규 기저 발전 시설을 필요로 한다는 것은 의심의 여지가 없다. 미래에 대한 우리의 전망은 긍정적이고 현실에 기초하고 있다.

우리는 신규 원전 건설과 관련한 리스크를 이해하고 있다. 산업계는 단계를 밟고 있고 프로그램을 이행하고 있으며 필요한 곳은 리스크를 제거하거나 완화하기 위해 시스템 전체를 전면 개선하고 있다. 우리는 신규 원전 건설에 체계화된 접근 방식을 채택할 것이다.

우리가 보기에는 원자력과 관련된 불확실성은 다른 기저 전력 옵션들이 직면하고 있는 리스크들보다 더 크지 않다. 신규 석탄 발전 시설은 그들만의 과제를 갖고 있고 그 가운데 일부만이 규명되고 해결된 상태이다.

그러나 신규 원전 건설은 서서히 전개되고 회사들이 이산화탄소 배출의 향후 제약 요소들을 예측할

수 없기 때문에 전력 수요를 맞추기 위해 천연가스 소비가 증가할 전망이다.

더 많은 가스 발전을 추진하여 천연가스 공급에 더 많은 제약을 추가하고 해외 화학 산업 분야에 더 많은 일자리를 만드는 것은 미국에게 이상적인 에너지 정책이 아니다.

우리가 신규 원전 건설을 추진하면 주주와 소비자들은 두 가지를 고려할 것이다.

첫째는 현재 우리가 운영하고 있는 원전의 안전하고 신뢰성 있는 운영을 지속하기 위한 우리의 헌신을 유지해야 하는 것이다.

둘째는 기후 변화에 관한 정책이 지속적으로 개발되면 원자력은 온실가스 배출 감소와 에너지 안보의 목표를 동시에 해결하기 위해 에너지 구성비에서 중요한 위치를 차지하게 될 것이라는 점이다.

전 세계의 비즈니스 리스크에 관한 2008년도 세계경제포럼 보고서를 보면 안정적이고 합리적인 가격의 에너지 확보와 온실가스 배출 감소 문제는 서로 닿지 못하고 상충하는 것으로 보인다.

만일 우리가 에너지 안보를 확보하고 이산화탄소 배출 감소를 위한 명백하고 포괄적인 정책 개발에 실패하게 된다면 이러한 목표 달성은 실패할 수밖에 없을 것이다. 