



미국 원자력산업계의 혁신과 번영을 위한 전략 American Imperative

Maria Korsnick

미 원자력협회(NEI) 회장



“

원자력발전소는 훌륭한 수출 상품이다. 중국, 인도, 한국, UAE 등 세계 각지에서 원자력 산업이 놀라운 성장세를 보이고 있다. 대부분의 국가가 안정적이고 풍요로운 에너지원이 라는 원자력의 장점을 인식한 결과이다.

”

미국의 30개 주의 60여 부지에 위치한 99개의 원자력발전소는 세계 최고 수준으로 가동되며, 상시 안정적이며 청정한 기저 전력을 지역 기반시설에 공급하고 있다. 총 설비용량 98,673MWe의 미국 원전은 전년도에 800TWh가 넘는 전력 공급을 기록했다.

하지만 전력 수요 침체와 천연가스(LNG) 가격 하락으로 미국 원자력 산업계는 큰 위기를 겪고 있다. 또한 주 정부 및 연방 정부가 LNG를 비롯한 다른 발전원에 많은 인센티브를 제공하면서 기저전력 발전은 '기울어진 운동장'에서 경쟁하고 있는 실정이다.

전력 수요가 낮은 야간의 경우 특정 지역은 발전 비용이 가격보다 낮은 원전 운영자가 손해를 감수해야 하는 상황이 발생하기도 한다. 전력 시장의 반 이상이 민영화된 미국에서 상당수의 발전소가 적자를 면치 못하고 있다.

2016년 이후 미국 총 설비용량의 10%에 달하는 7,167MW 규모의 원자력발전소가 퇴역할 예정이다. 현재 가동 중지된 원전까지 포함하면 11,000MW 규모의 원자력발전소가 중단될 것이다.

하지만 장기적 전망은 이보다 긍정적이다. 국제적으로 환경 오염에 대한 경각심이 상승할 것이며, 국내 전기자동차의 보급이 확대되며, 개발도상국의 전력 수요가 꾸준히 증가할 것으로 예측한다. 미국의 기업은 현재 수요 증가에 대처할 수 있는 역량을 보유하고 있다.

이러한 과제에 당면하여 미국 원자력산업계는 4단계의 '국가 원자력 전략'을 도입하였다. 이 전략은 현재 원자력발전소의 '현상 유지', 규제 체계 개선을 통한 산업계의 지속 가능한 '발전', 기술 개발과 경제성 향상을 통한



‘혁신’, 그리고 해외 시장 진출 기회 확대를 통한 ‘번영’의 4단계로 이루어져 있다.

현상 유지

국내 가동중인 원자력발전소를 유지하는 것은 원자력발전소가 국가 전력 수급 체계에 기여하는 바를 증명하는 중요한 수단이다.

현재 전력 시장은 심각하게 왜곡되어 있다. 전력 시장은 전력 및 설비에 대한 비용만을 지급하며 다른 모든 제반 사항은 무시하고 있는 것과 다름없기 때문이다.

전력 가격은 발전 주체의 수입 중 상당량을 차지하지만 상당 기간 침체되어 왔다. 이는 대부분의 발전소의 수입원인 설비 용량에 비례한 비용 지급의 필요성을 부각한다.

오랜 기간 동안 LNG 발전소와 원자력발전소는 동일한 비율의 비용을 지급받았다. 하지만 동일한 설비 용량일 때 원자력발전소의 경우 18개월에서 24개월까지 연료를 사용할 수 있다는 점에서 더 가치 있다고 할 수 있다.

반면에 천연가스 공급은 기상 악화 등으로 수요 및 공급에 차질을 겪을 수 있는 점 등을 고려할 때 안정성이 낮다. 원자력발전소의 안정적인 전력 공급은 정당하게 보상받아야 한다.

최근 미국의 기상 이변은 원자력의 가치를 입증했다. 미국은 ‘극소용돌이(Polar Vortex)’라고 부르는 기상 현상을 겪은 바 있다. 극소용돌이는 극지방의 대기가 대류권에 머물게 되는 현상이다.

2014년의 극소용돌이 발생 시 단독주택 및 아파트의 가스 수요가 급증하였고, 사용 가능한 모든 가스 자원을 동원하였다. 석탄과 석탄을 운송하는 컨베이어 벨트가 얼어버리는 악재까지 겹치면서 상당수의 발전

소가 가동이 정지되었다.

원자력발전소는 설비용량 대비 평균 95%의 발전율을 기록하며 타발전원과 차별되는 강점을 부각했다.

또한 최근의 태풍 피해 사례도 되짚어볼 가치가 있다. 태풍 하비(Harvey)가 텍사스 남부 전역을 덮쳤을 때 텍사스의 2기 원전은 최대 발전량을 정상 가동했다. 태풍 이마(Irma)가 걸프만 인근 지역에 큰 피해를 끼쳤을 때 역시 지역 내 위치한 원전은 정상 가동했다. 기상 이변은 전 세계적으로 지속될 것이며, 안정적 전력 공급원인 원전의 가치를 간과할 수 없다.

이미 일부 전력 시장은 안정적인 전력 공급원의 가치를 인식하고 이에 대한 합당한 보상을 지급하고 있다. 미국 에너지부 장관은 지난해 9월 미 연방에너지 규제위원회에 90일 이상 연료 교체 없이 가동 가능한 발전소에 대한 보상금 지원을 요청했다. 무려 500건 이상의 관련 논쟁이 쏟아졌으며, 결과가 아직 불확실함에도 연방 정부 차원에서 발전원 간 상관 관계를 인식하고 발전원별로 적합한 보상에 대한 논의를 열었다는 점은 긍정적이다.

또한 원전은 연료 및 발전 기술에 다양성을 불어넣는다. 이는 연료 가격 및 공급 변동으로 인한 리스크를 최소화하는 효과가 있다. 안정적이며 탄력적인 에너지 공급의 중요 요건은 발전원의 다양성이다. 최근 컨설팅 업체 IHS는 ‘다양성’의 가치를 약 1,1140억 달러로 평가한 바 있다.

마지막으로, 뉴욕 및 일리노이 주는 원전의 낮은 탄소 배출량을 감안해 추가 지원금을 지급하기로 결정했다. 코네티컷 주 역시 10월에 신규 법안이 발의되면 동일하게 지급할 가능성이 있다.

뉴저지, 오하이오, 펜실베이니아 3개 주는 현재 전력 시장의 문제점을 해결하기 위한 논의를 진행 중이다. 풍력, 태양열, 원자력발전소를 비롯해 탄소 배출량이

낮은 발전소에 대한 지원 확대에 대해 비중 있게 논의되고 있다.

지속 가능한 발전

원전의 효율적 가동은 안전에 중점을 둔 규제 시스템의 확립하에 가능하다. ‘원자력의 약속(Delivering Nuclear Promise)’이라는 프로그램에서 NEI는 연간 10억 달러 이상의 비용을 절약할 수 있는 개선 방안을 명시한 바 있다. 개선 방안 중 일부는 원자력산업계 전체의 협력을 통해 실현 가능하다.

예를 들어 정전 위기 시 단기 근로자 훈련 과정을 표준화함으로써 직원 교육 과정을 간소화할 수 있다. 다른 개선 방안의 경우 각 발전소 재량에 따라 실현 가능하다.

또한 원자력규제위원회와의 체계적인 운영 측구가 필요하다. 성문화된 규제 법령과 실제 안전 시스템 내 중요도에 대한 고찰이 필요할 것이다.

원전 운영 주체 측 역시 규제기관의 효율적인 관리를 위한 협조의 일환으로 설비 및 제어시스템의 현대화가 필요하다. 디지털 I&C 시스템을 수용하는 데 10년 이상이 소요되었으며, 아직도 관련 규제가 확립되지 않았다. 이러한 규제는 산업 혁신을 가로막는 걸림돌이 될 수 있다.

또한 원전은 높은 온도에도 안전하며 수소 생산을 억제할 수 있는 안전한 신연료 사용을 통해 발전할 수 있다.

혁신

현재 원자력발전소를 유지하는 것은 ‘신기술을 통한 혁신’이라는 새로운 단계로 나아가는 데 있어 필수 조

건이다. 현재 기업가와 ‘기술 혁신가’들은 원전의 경량화 및 첨단화를 위해 열정적으로 일하고 있다.

‘기술 혁신가’들은 미국 에너지부(Department of Energy, DOE)와 R&D 및 기술 육성 분야에서 긴밀한 협력 관계를 구축하고 있다. 또한 캐나다, 영국, 중국, 러시아 등을 비롯한 국제 파트너들과 기술 발전 및 설계 인증 등의 분야에서 협력하고 있다.

‘초소형 원자로’ 혹은 비싼 디젤 연료를 대체할 수 있는 원자력 배터리부터 설비용량 1000MW 이상의 대형 원자로 등 다양한 규모와 유형의 원자로에 혁신적 기술이 적용되고 있다.

이러한 기술 혁신은 원자력의 새로운 역할을 확대시킬 것이다. 풍요롭고 안전하며 안정적인 전력을 세계 낙후된 지역 어디에도 공급할 수 있을 것이다. 발전 과정에서 발생하는 열 에너지를 전달할 수도 있고, 바닷물을 담수화하여 물 부족 지역에 공급할 수도 있으며, 풍력 및 태양열 발전에도 기여할 수 있다.

기술 혁신의 최전방에 NuScale의 소형 원자로가 서 있다. 이 원자로는 전력 생산량을 신재생에너지 등의 불안정한 전력 공급에 맞추기 위해 실시간으로 조정할 수 있다. 사측에서 2개에서 12개까지 설치할 수 있는 원자로 모듈은 전력뿐만 아니라 수증기 형태의 열에너지까지 전달할 수 있다. 공기냉각이 가능한 버전도 출시되어 있어 전 세계 어디에도 설치가 가능하다.

NuScale은 2016년 말에 특허를 신청하였다. 이미 고객(미국 서부 지자체)과 장소(아이다호 주 소재 주립 연구소), 그리고 2020년도 중반을 목표로 해 건설 계획까지 짜여져 있다.

고온 원자로 및 사용후연료를 재사용하는 원자로에 대한 연구도 활발히 진행 중이다. 또한 반감기가 긴 악티늄 등의 폐기물을 소각하여 장기간 사용후핵연료 처리가 가능하게 하는 기술 역시 연구중이다.



안정적이고 충분한 R&D 분야에 대한 지원, 규제 및 인증 제도 체계화, 신규 원전 건설시 재무 안전성 등이 보장되어야 이러한 혁신적 기술이 실체화될 수 있다.

번영

원자력발전소는 훌륭한 수출 상품이다. 중국, 인도, 한국, UAE 등 세계 각지에서 원자력산업이 놀라운 성장세를 보이고 있다. 대부분의 국가가 안정적이고 풍요로운 에너지원이라는 원자력의 장점을 인식한 결과이다.

또한 원자력은 경제 발전 및 우수한 인적 자원 확보, 탄소 배출량 감소(국가 차원의 목표 달성뿐 아니라 지구 전체의 환경 보호에 기여), 대기 오염 감소로 인한 삶의 질 향상 등 다양한 방면에서 인류의 번영에 기여하고 있다.

미국 역시 계속하여 글로벌 원전 경쟁에 참여할 것이다. 현재 미국은 경쟁력 있는 수출 품목을 확보하기

위해 인증 절차 개선, 수출 규제 개혁, 지적 재산권 확보, 수출 시장 접근 등의 노력을 계속하고 있다.

미국의 원자력 관련 기술 및 원자력사업자들이 보유한 기타 기술은 아직도 전 세계의 표준이 되고 있다. 미국은 아직도 전 세계에서 가장 많은 원전을 보유하고 있으며, 가장 오랜 시간 동안 안전하게 원전을 운영한 경험이 있다.

이런 전문성과 함께 오랜 기간 동안 다양한 국가들과의 협력 관계를 구축하였으며 가장 철저한 핵확산방지조약 관련 표준을 보유하고 있다. 원자력산업의 후발 주자들이 자국의 원자력산업을 육성하는 과정에서 미국의 경험과 표준을 공유하는 것은 매우 중요하다.

미국은 국제 원자력산업 공급망 내에서 미국의 영향력을 확대하기 위한 노력을 멈추지 않을 것이다. 미국은 끊임없이 성장하고 역동하는 이 산업에 계속 참여할 것이다. 🌐

〈Nuclear Engineering International〉 Vol 62 No.760

