

도약 준비중인 영국의 원자력산업

이상준

한수원 부장 / 해외경영자과정 교육요원(영국 맨체스터대)



현재 영국은 원자력산업 부흥을 위한 도약 단계에 있다. 정부는 신규 원전 도입 계획을 공식화하고 산업계·학계와 긴밀히 협조하면서 늦어도 2018년에는 신규 원전을 준공한다는 목표하에 제반 노력을 경주하고 있다. 최근 영국에서 진행 중인 일련의 움직임을 간략하게 살펴보고자 한다.

에너지 정책 및 수입

영국은 천연 자원이 부족한 우리나라와 달리 북해(North Sea)에 유전을 보유하고 있어 이곳에서 석유와 천연가스를 생산하고 있다.

그러나 1990년대 후반에 최고의 생산량을 기록한 이래 매장량이 감소하면서 생산 또한 지속적인 감소 추세에 있다.

2004년부터는 가스를 수입하기 시작하였고 석유도 2010년 이후부터는 수입이 예상되고 있다.

석탄의 경우는 매장량이 충분하여 국내 수요를 충족할 정도로 생산하고 있으나 석탄 산업에 대한 정부의 지원에도 불구하고 가격 경쟁력이 낮아지고 있다.

재생 에너지의 경우 바람이 많

은 자연 환경과 유럽에서 가장 긴 해안선을 가진 장점, 그리고 정부의 지원 덕분에 풍력 발전 증가율이 매우 높다.

영국의 2007년도 1차 에너지 원별 구성비는 <표 1>과 같다

영국 정부는 2007년 5월 향후의 에너지 정책 의지를 밝힌 백서(White paper on energy)를 발간하였다. 이 백서에서 밝힌 4대 에너지 정책 목표는 다음과 같다.

○ 2050년까지 이산화탄소를 현재 수준에서 60%를 감축하고 2020년까지는 실질적 진전을 이룸

○ 에너지 공급의 신뢰도 확보
○ 지속 가능한 경제 성장을 위한 전력 시장 경쟁 증진

○ 모든 가정에 저렴하고 안정

<표 1> 영국의 1차 에너지별 구성비(2007년도, 단위 : %)

에너지원	석유	천연가스	석탄	원자력	재생 에너지	계
구성비	38	37.7	16.7	5.8	1.8	100

<표 2> 영국의 주요 전력 회사

회사명	주요 업무 분야
Centrica	영국 내 최대의 가스 및 전력 판매 회사로 전체 시장의 20% 점유, 발전 사업 병행
EDF Energy	프랑스 전력사 EDF의 자회사. 발전, 배전, 전력 및 가스 판매
E.ON UK	독일 에너지 회사 E.ON의 자회사. 발전, 배전, 전력 및 가스 판매
National Grid	잉글랜드와 웨일즈 지방 송전망 소유 및 운영, 스코틀랜드 송전망 운영, 가스 공급망 운영. 영국과 네덜란드간 송전망 연계 사업 추진 중.
RWE Npower	독일 에너지 회사 RWE AG의 자회사. 발전, 배전, 전력 및 가스 판매
Scottishpower	스페인 에너지 회사 Iberdrola의 자회사. 스코틀랜드 송전망 소유, 발전, 배전, 전력 및 가스 판매

적인 난방 공급

또한 현재 영국이 당면한 과제로 기후 변화, 에너지 수요의 지속적 증가(2030년에는 현재의 1.5배 예상), 에너지 수입 증가(정치적으로 불안정한 지역, 공간적으로 점점 더 멀리 떨어진 지역으로부터), 향후 20년 이내에 수명이 종료되는 원자력발전소 및 석탄화력발전소 대체 문제(설비 용량으로 30~35 GW) 등을

겪고 있다. 이러한 과제를 해결하기 위해 정부는 다음과 같은 전략을 추구하고 있다.

- 기후변화에 대응하기 위한 국제적인 협력 체계 구축
- 법적인 구속력을 가진 탄소 배출 목표 설정 및 감축 추진 (Climate Change Bill)
- 세계 에너지 시장의 투명한 고도 전면적인 경쟁 도입
- 규제와 계몽을 통한 에너지

소비 절감

- 탄소 감축 기술에 대한 지원
- 저탄소 에너지에 대한 투자 환경 조성(투자의 불확실성 배제)

영국의 에너지 정책은 무엇보다도 저탄소 에너지원 확충에 중점을 두고 있다. 섬나라인 영국의 경우 기후 변화로 인한 해수면 상승에 민감할 수밖에 없기 때문에 저탄소 에너지원 확충은 무엇보다

〈표 3〉 발전 형태별 설비 용량(2006년도, 단위 W)

발전형태	스팀 터빈	복합가스 터빈	원자력	수력	재생에너지	기타	합계
설비용량	37,254	27,059	10,969	4,150	2,169	1,444	83,045
구성비(%)	44.8	33.1	13.2	5.0	2.6	1.7	100

〈표 4〉 발전원별 전력 생산 구성비(단위 :%)

연도	2001년	2006년
석탄	33.5	37.5
천연가스	37.0	36.0
원자력	22.0	18.0
수력/재생	2.5	4.5
석유	1.0	1.0
수입	3.0	2.0
합계	100	100

다도 중요하다고 할 수 있다.

정부가 신규 원전 건설의 재개를 추진하는 데는 산업 발전, 경기 부양 등 여러 가지 이유가 있지만 가장 큰 이유는 저탄소 에너지원의 안정적 확보에 있다고 할 수 있다.

전력 산업 현황

잘 알려진 것처럼 영국의 전력 산업은 1990년대 초반 마가렛 대처 정권에 의해 민영화가 추진되었다.

당시 발전, 송전 부문을 통합

운영하던 국영 CEGB(중앙전력 생산국)가 발전 부문, 송전 부문으로 각각 분리되어 민간에 매각되었다. 발전 부문은 National Power와 PowerGen 2개 회사로, 송전 부문은 National Grid, 배전 부문은 기존의 12개 지역전력국이 12개 민간회사로 발족되었다.

원자력 발전 부문은 민영화에서 제외되어 National Electric으로 발족되어 국영 체제를 유지하다가 2006년 BE(British Energy)로 민영화 되었다.

현재의 영국 전력 시장은 완

전 경쟁 체제로 진입하였으며 전력 회사가 가스 공급에 참여하고, 가스 회사가 전력 공급에 참여하는가 하면 수도, 통신 등 유사 분야에도 뛰어들어 우리에게는 다소 복잡해 보인다.

또한 배전 회사가 발전소를 인수하고 전력 공급까지 겸하게 됨에 따라 민영화 이전의 수직 통합이 이루어져 점차 대형화하는 추세가 나타나고 있다.

소비자 단체에서는 전력 시장이 일부 대형 회사의 영향권하에 놓이게 됨으로써 전력 요금이 인상될 수 있다는 것에 대하여 우려하고 있다.

또 하나 특징적인 것은 대형 전력 회사 중 상당부분이 외국계 기업에 인수되어 운영되고 있다는 것이다.

영국의 주요 전력 회사 현황은 〈표 2〉와 같다.

생산된 전력의 거래는 송전망 운영 회사인 National Grid에서 담당하고 있고, 거래 방식은 국내 전력거래소의 방식과 유사하다.

<표 5> 영국의 원자력발전소 현황

순번	발전소명	소유자	원자로형	호기수	총설비 용량 [Mw]	수명 종료 예정 시기
1	Hunterstone-B	BE	AGR (Advanced Gas Cooled Reactor)	2	1200	2016년
2	Hinkley point-B			2	1228	2016년
3	Heysham-1			2	1160	2014년
4	Heysham-2			2	1230	2023년
5	Dungeness-B			2	1090	2018년
6	Hartepool			2	1190	2014년
7	Torness			2	1250	2023년
8	Sizewell-B			PWR	1	1188
9	Wylfa	NDA	Magnox	2	980	2010년
10	Oldbury	NDA	Magnox	2	870	2009년
설비 용량 합계					11,386	

복잡한 전력 시장의 공정한 관리와 소비자를 보호하기 위한 독립적 규제 기관으로 OFGEM (Office of Gas and Electricity Market)을 운영중이다.

OFGEM의 직원은 약 300명으로 대부분이 경제 및 금융 분야 전문가로 전력 요금의 담합 등을 감시하고, 인허가 업무 수행 및 시장의 공정한 경쟁을 촉진하여 궁극적으로는 소비자를 보호하는 역할을 수행한다.

전력 생산은 석탄과 천연가스에 의해서 상당 부분이 충당되고 있으며, 원자력과 재생 에너지가 나머지를 담당하고 있다(<표 3>, <표 4>의 전력 통계 참조).

<표 4>에서 보는 바와 같이 원자력에 의한 전력 생산 비중은 원전의 수명 종료 등으로 감소되었으며, 수력/재생 에너지에 의한 비중은 5년 사이에 급증하였는데 풍력발전소(Wind farm)의 증가에 힘입은 바가 크다.

정부는 재생 에너지에 의한 전력 생산을 2010까지는 10%, 2020년까지는 20%로 증가시키는 것을 목표로 하고 있다.

재생 에너지에 의한 전력 생산을 정책적으로 지원하기 위하여 정부는 에너지 소비에 부과되는 기후변화분담금(Climatic Change Levy)을 재생 에너지에 대해서는 면제하여 주고 있다.

또한, 2004년 4월에는 재생 에

너지 의무 구매 제도(Renewable Obligation Order)를 도입하였다.

이는 전력 공급자로 하여금 재생 에너지에 의해 생산된 전력을 일정 부분 공급하도록 의무화한 것으로 풍력 발전 등 재생 에너지 분야 활성화에 크게 기여하고 있다.

스코틀랜드 지방에 기반을 둔 Scottishpower는 세계 최대의 풍력 발전 설비 용량을 보유하고 있다.

원자력 발전 전개 과정

영국은 1956년에 세계 최초의 상업용 원전인 콜더홀원전(2003년 수명 종료)의 운영을 시작한

<표 6> 영국의 원자력 발전량 (단위 : GWh)

연도	2002	2003	2004	2005	2006
전체 발전량	389,246	398,206	393,867	398,372	398,327
원자력 발전량	87,848	88,686	79,999	81,868	75,451
원자력 점유율(%)	22.6	22.3	20.3	20.5	18.9

[참고] 한국의 2006년도 발전량은 403,583GWh으로 영국보다 인구가 약 1,000만명이 적음에도 전력 생산(소비)은 약간 더 많다.

이래 1971년까지 11곳의 마그녹스 발전소를 건설하였다.

마그녹스 원전의 설계 수명은 20년이나 규제 기관의 승인을 얻어 약 40년간 이상 운전되었다. 그러나 잦은 고장과 낮은 이용률로 그다지 성공적으로 운영되지는 못하였다.

1965년에 정부는 마그녹스 원전의 뒤를 이어 개량형가스냉각로를 후속 원자로형으로 선정하고 5곳의 발전소(각 1200MW 용량) 건설을 추진하였다. 그러나 당초 4년의 건설 기간은 두 배 이상 연장되었고 설계 출력이 제대로 나오지 않는 등의 문제가 있었다.

1977년에 정부는 당시 미국에서 성공적으로 건설, 운영되고 있던 PWR 원전의 도입을 결정하였다.

1979년에 10기의 원전 건설 계획을 발표하였고, 우여곡절 끝에 영국 최초의 PWR 원전인

Sizewell-B가 1987년에 발주되었다.

그러나 10기 건설 계획은 4기로 축소되었고, 전력 산업 민영화 과정에서 그마저도 폐기되어 Sizewell-B(1995년 준공)가 영국 유일의 PWR 원전으로 남게 되었다.(참고 : 2008년 3월 제9차 연료 재장전을 위해 발전 정지를 하기까지 Sizewell-B는 516일 동안 무고장 운전을 달성하고 25일간이라는 짧은 기간동안 연료 재장전을 완료한 후 재가동함으로써 PWR 원전의 신뢰성을 대변해 주고 있다).

1996년 정부의 민영화 계획에 따라 총 15기의 원전(개량형가스냉각로 14기와 PWR 1기)으로 BE가 발주되었다.

그러나 2001년 이후 새로운 전력 거래 체제(NETA)가 도입되면서 전력요금에 인하됨에 따라 BE는 재정난을 겪으면서 부도 위기에 처해 정부의 지분 인수를 통

해 회생할 수 있었다. 그리고 BE는 지난 9월 하순에 EDF에 매각되는 것으로 결정되었다(매각 대금은 약 230억 달러).

BE의 정부 지분은 약 35%로서 정부는 매각 대금을 폐쇄된 기존 원전의 폐로 및 폐기물 처분에 활용할 계획인 것으로 알려져 있다.

2007년 말 현재 영국의 운영 원전은 19기이며, 설비 용량으로는 11,386MW이다. 영국 원전의 평균 이용률은 약 60% 정도인 것으로 알려져 있다(<표 5> 영국 원자력발전소 현황, <표 6> 원자력 발전량 참조).

<표 5>에서 알 수 있듯이 현재의 원전 설비 중 10.2GW가 2025년 이전에 수명이 종료된다. 정부는 신규 원전의 계획, 부지선정과 건설에 장기간이 소요됨을 고려할 때 원자력 발전에 관한 정책 방향을 시급히 결정하는 것이 필요하다고 판단하고 있다.

<표 7> 영국의 원자력 발전량 (단위 : GWh)

순번	추진 항목	일정
1	Justification (원전 건설의 정당성 평가)	2008.1 - 2009.6
2	Generic Design Assessment (설계 안전성 평가)	2007.9 - 2011.6
3	National Policy Statement (원전 건설 추진에 대한 정부 정책 방향 공표)	2008.9 - 2009.9
4	Strategic Siting Assessment+ Strategic Environment Assessment (부지 선정 평가 및 환경 영향 평가 기준 마련)	2008.4 - 2009.9
5	Waste and Decommissioning (방사성폐기물 및 폐로 관련 재원 확보 방안 마련)	2007.1 - 2009.9
6	Planning Application Process (건설 허가 신청 절차)	2010.6 - 2012.6
7	Licensing(건설 허가 심사)	2011.3 - 2012.6
8	Building of Nuclear Plants (원전 건설)	2013.3 - 2018.9

원자력 정책 방향

가장 최근에 준공된 Sizewell-B(1995년) 이후로 정부 차원에서 원자력 발전 정책을 추진하고자 하는 시도는 없었다.

정부는 2003년 에너지백서를 발간하였는데 원전 건설이 경제성 측면에서 바람직하지 않고, 방사성폐기물 처분 문제도 중요한 이슈로 남아 있다는 점 등을 들어 신규 원전 건설에 호의적이지 않은 내용을 담고 있다.

물론 저탄소 에너지원으로서 원자력 발전을 완전히 배제하고 있지 않지만, 잠재적인 재생 가능

에너지원 개발에 집중해야 한다는 정책 의지를 밝히고 있다.

그러나 2005년 당시의 토니 블레어 수상은 에너지 정책의 재검토를 지시하여 2006년 7월 에너지정책검토보고서가 발간되었다. 이 보고서의 주요 내용은 재생 가능 에너지원의 확충이 필수적이지만, 그 자체만으로는 충분한 공급의 신뢰성을 확보할 수 없기 때문에 신규 원자력 발전 사업이 추진될 필요가 있다는 점을 강조하고 있다.

반원자력 단체에서는 에너지정책검토보고서가 원자력 발전의 필요성을 정당화하기 위해 만들

어진 것이었다고 비판하였다.

2008년 1월 발간된 원자력백서(White paper on nuclear power)에서 정부는 원자력 발전의 필요성을 강조하고 신규 원전 건설을 위해 정부가 적극 지원하겠다는 의지를 천명함으로써 영국의 원자력산업은 도약할 수 있는 계기를 맞이하였다. 이 백서에서 정부는 신규 원전 건설 일정을 <표 7>과 같이 제시하였다.

이처럼 정부가 명확한 향후 일정을 제시한 것은 신규 투자에 대한 투자의 확실성을 확보하여 사업자의 불안을 없애주기 위한 조치로 풀이된다.

<표 8> 설계 안전성 평가 대상 원자로형 및 공급사

주요 사양	공급사			
	Areva+Framatom ANP	Westinghouse	GE+ Hitachi	AECL
원자로형	PWR(EPR)	PWR(AP1000)	BWR(ESBWR)	PHWR(ACR1000)
용량(MWe)	1600	1127	1560	1200
설계 수명(년)	60	60	60	60
건설기간(개월)*	42	36	36	42

* 건설 기간은 최초 콘크리트 타설에서 연료 장전까지 임 (공급사 자료)

이에 앞서 2007년 7월 정부는 주요 원전 공급사에 Generic Design Assessment(설계 안전성 평가)를 위한 사전 심사를 신청할 것을 요청하였다. 이에 대하여 4개 원전 공급사가 신청서를 제출하였다(<표 8> 설계 적합성 평가 대상 원자로형 및 공급사 참조).

평가 업무는 원자력 시설 규제 기관(Health and Safety Executive 및 Environment Agency)에서 수행중이며, 다음과 같은 4 단계로 진행된다.

- Step 1 : Design and Safety Case Preparation
- Step 2: Fundamental Safety Overview
- Step 3 : Overall Design Safety Review
- Step 4 : Detailed Design Assessment

2008년 1월 정부는 4개 원자로형 모두가 사전 심사를 통과하였음을 발표하였다. 이 중 AECL은 자국 내 원전 사업에 집중하기 위해 더 이상의 심사에 참여하지 않겠다는 의사를 밝혀 나머지 3개 원자로형에 대해 다음 단계의 상세 평가가 수행될 예정이다.

정부는 신규 원전 건설과 관련하여 사업의 편의성을 제고하기 위한 다각적인 방안을 강구중에 있다. 일례로, 투자의 불확실성을 최소화하기 위하여 사업자가 부담하여야 할 폐로 비용, 폐기물 처분 비용의 조성 방법과 규모, 관리 방법을 법제화(Energy Bill)할 계획이다.

또한, 규제 효율성 제고를 위한 방안도 강구중인데, 전력 사업 등 주요 국책 사업에 대한 계획 시스템 개선(Planning Bill), 부지 선정 평가 및 환경 영향 평가 기

준 마련 및 절차 개선, 설계 안전성 평가 개선 등이 그것이다.

정부는 신규 원전 건설을 통해서 점차 맥이 끊겨가고 있는 원자력 연관 기술을 보전 내지 발전시키고, 연구 수준을 향상시키며, 산업 발전과 경기 부양을 위한 전기로 삼고 있다.

이를 위하여 학계와 협력하여 원자력 관련 기술 인력 양성에 대한 지원을 계획하고 있고, 원전 건설에 소요되는 주요 설비와 부품을 자국 내에서 조달하기 위한 방안을 강구하고 있으며, 나아가 수출 산업으로 발전시킨다는 목표이다.

현재 영국 내에는 원자력공학 전공 과정이 개설되어 있는 11개 대학이 컨소시엄(Nuclear Technology Education Consortium)을 형성하여 탄력적인 교육 프로그램을 제공함으로써 산업계의 수

요에 대응하고 있다.

최근에는 런던의 임페리얼 칼리지에서 원자력공학 전공 과목 개설을 발표하는 등 원자력 정책 변화에 따라 대학도 원자력 기술 인력 공급을 확대하고 있다.

지난 10월 영국 정부 조직의 변경이 있었는데, 산업 및 규제개혁부 (Dept. for Business, Enterprise and Regulatory Reform)에서 총괄하던 에너지 정책 업무가 새로 발족된 에너지 및 기후변화부(Dept. of Energy and Climate Change)로 이관되었다.

원자력산업계 동향

이러한 정부의 방침에 대하여 전력 및 원자력산업계는 크게 환영하고 있으며 원자력 르네상스에 대한 기대감으로 들떠 있다.

영국 내 12개 전력사가 신규 원전 사업에 참여 희망 의사를 밝히고, 설계 안전성 평가 신청서를 제출한 3개 원자로 공급사와 협력 관계를 맺어 평가 업무를 지원하고 있다.

지난 9월 EDF가 BE 인수를 결정한 이유도 궁극적으로는 신규 원전 건설에 있음은 주지의 사실이다.

원자력산업계를 대표하는 원자

력산업협회(약 150개 회원사 소속)는 정부의 원자력 정책 결정 과정(예 : 에너지백서 및 원자력백서 발간 등)에서 정부의 자문에 응하며 산업계의 입장을 대변해 왔으며, 향후 신규원전 건설 과정에서 자국 내 연관 산업 발전을 위한 방안을 모색하고 있다.

최근에 원자력산업협회에서 발표한 「영국의 신규 원전 프로그램 수행 능력에 관한 보고서」에 따르면 원자로 압력용기, 터빈/발전기 등과 같은 대형 설비 제작 부분과 프로젝트 관리 부분을 제외하고는 신규 원전의 계획, 건설, 운영, 폐로, 폐기물 처분 등 전 분야를 영국 자체 기술로 해결할 수 있다고 평가하고 있다.

그러나 전 세계적으로 신규 원전 수요 증가로 인해 대형 설비 제작이 지연될 수도 있다고 밝혔다.

신규 원전 건설 참여 의사를 밝힌 3개 업체의 경우 건설에 필요한 설비 및 기자재 수요, 조달 방안 등을 구체적으로 제시하고 있기 때문에 영국 산업계는 자신들이 제공할 수 있는 서비스에 대해 보다 확실한 정보를 얻고 이에 대한 대비를 할 수 있게 되었다.

물론 원전 공급사가 기자재 및 서비스를 영국 내에서 구매해야 한다는 의무를 지고 있지는 않지

만, 산업계는 다양한 경로를 통하여 영국 내에서 많이 구매될 수 있도록 협의를 하고 있고 원전 공급사도 긍정적인 반응을 보이고 있다.

향후 전망

현재 유럽에서 원전 건설이 진행되고 있는 국가는 프랑스(프랑망빌에 1기), 핀란드(올킬루오토에 1기) 등 2개국이다.

그 동안 신규 원전 건설에 미온적인 입장을 보여 왔던 영국이 정책 전환을 통해 구체적인 추진 일정을 제시하고 적극 지원함에 따라 영국의 원자력산업, 나아가서 유럽의 원자력산업이 발전할 수 있는 전기가 마련되고 있다.

그러나 대부분의 국가에서와 마찬가지로 영국 내에서도 원자력 발전은 논쟁의 여지가 많은 주제로서, 신규 원전 건설은 반원자력 단체의 강력한 반발에 직면하고 있다.

또한 중·고준위 폐기물 처분 문제 등 아직 해결되지 않은 이슈가 남아 있어, 영국이 이러한 제반 문제를 해결해 나가면서 신규 원전 건설사업을 성공적으로 추진하는 데는 적지 않은 어려움이 예상된다 하겠다. ⊗