'一石二鳥'의 시화호 조력 발전, 에너지 역사를 새로 쓰자

- 25만 200 kW 규모로 건설, 연간 86만 배럴의 원유 수입 대체 효과 기대 -

인류가 편안한 생활을 하고 고도의 경제 활동을 할 수 있는 기반은 에너지이다. 그러나, 현재의 에너지 소비율을 감안할 때 화석 연료의 가채 연수는 석유 40여 년, 천연가스 60여 년, 석탄 200여 년 등에 불과할 것으로 전망되고 있다. 2001년 국내 발전 설비 용량은 화력 66 %, 원자력 27 %, 수력이 7 %를 점하고 있고, 에너지 수입액은 337억 달러, 에너지 해외 의존도는 97.3 %에 달하는 것으로 알려지고 있다. 에너지 해외 의존도가 큰 우리나라는 OPEC 등 산유국의 생산량 여부에 따라 국가 경제 및 국민 생활에 막대한 영향을 받고 있다.

온실 가스 감축 압력 가중될 듯

더욱이 미국과 이라크 전쟁 등 국제 정세가 불안하고 고유가가 유지되고 있는 현재와 같은 상황에서는 에너지 수급에 큰 어려움을 겪을 수밖에 없는 실정이다. 또한, 1994년 UN 기후 변화 협약이 발효되고 제8차 당사국 회의에서 교토의정서가 최종 채택됨에 따라 우리나라도 온실 가스 감축 의무를 부담하도록 하는 압력이 가중될 것으로 예상된다. 따라서, 에너지 자급도 제고는 물론, 화석 에너지 고갈에 대비하고 UN 기후 변화 협약에 적극 대처하기 위해서는 대체 에너지 개발이 시급히 추진되어야 한다.

선진국은 이미 저만큼 앞서가

대체 에너지는 태양 에너지, 풍력, 조력, 소수력, 지열, 폐기물 에너지, 바이오 에너지, 연료 전지 등의 지속 가능하고 재생 가능한 환경 친화적인 청정 에너지로서, 화석 에너지 고갈과 UN 기후 변화 협약 이후 국제 환경 규제의 강화로 향후 주요 에너지원으로 부상할 전망이다. 선진국에서는 기후 변화 협약과 관련하여 온실 가스(CO_2 등) 감축 의무를 준수하고 지속 가능한 경제 발전을 위한 대체 에너지 개발 및 보급 목표를 설정하여 중점 지원하고 있다. 유럽의 경우 2010년까지 대체 에너지 사용 비중을 12 %까지 확대하고, CO_2 배출량을 1990년 대비 15 % 감축하는 정책을 시행하고 있다. 미국은 주택 100만호 Solar Roofs Program을 마련하여 2010년까지 300만kW의 태양광 전력을 생산할 계획이며, 일본도 New Sunshine 계획(1993 2020) 등의 대체 에너지 기술 개발에 전력을 다하고 있다. 따라서, 최근 태양광, 풍력 등 대체 에너지 세계 시장은 연평균 20 30 %씩 급성장하고 있으며, OECD 국가의 대체 에너지 비중은 1993년 3.9 %에서 2010년 4.7 %로 증가할 전망이다.

주요국별 대체 에너지 공급 비중(1998년)

국가	덴마크	프랑스	미국	일본
공급률(%)	8.5	4.5	4.1	2.1

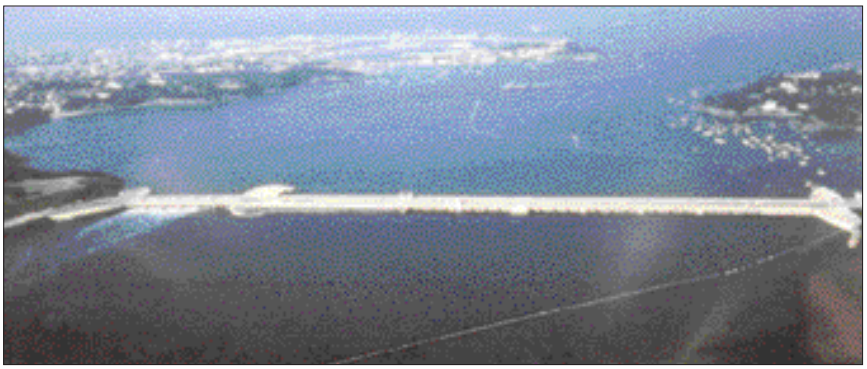
자료 : Energy Balances of Countries(2000), IEA.

자연이 주는 무공해 청정 에너지

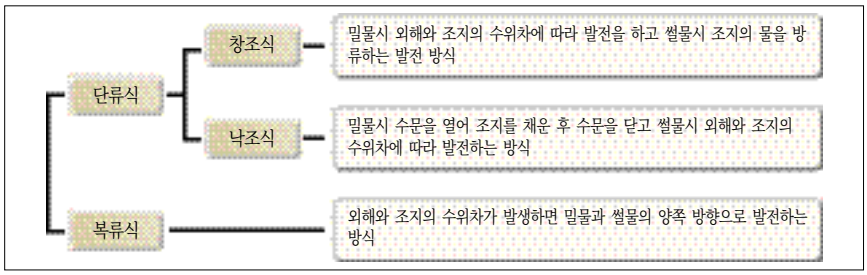
태양 에너지는 이용 방식에 따라 태양빛을 전기 생산에 이용하는 태양광 발전과 태양 에너지를 집열 장치에 모아 난방용이나 온수용 열을 생산하는 태양열 장치로 나뉜다. 태양광 발전은 태양 에너지를 직접 전기 에너지로 변환시키는 기술로 대기 오염이나 폐기물, 소음이 없으며 수명이 20년 이상이지만 광전지 효율이 15 % 정도로 낮고 초기 투자비가 많이 든다는 단점이 있다.

풍력은 설치가 용이하고 가격이 저렴해 전 세계적으로 가장 많이 사용되고 있는 대체 에너지 중 하나이다. 현재 풍력 발전은 용량이

프랑스 Rance 조력 발전소 전경.



조력 발전 방식



10 W에서 2 MW 에 이르기까지 아주 다양한 규모로 개발되어 있으며, 앞으로도 풍력 발전 개발은 지속적으로 성장할 것으로 보인다. 일부에서는 풍력 발전이 경관을 저해하고 새들의 비행을 방해한다고 지적하기도 하지만 화력이나 원자력 등 대규모 발전소 건설로 인한 환경 피해를 감안한다면 우려할 만한 정도는 아닌 것 같다.

서남해안, 천혜의 조력 에너지원

조력 에너지는 해양의 조석 간만의 차를 이용하여 자연으로부터 얻을 수 있는 무공해 청정 에너지로서, 일단 개발이 되면 태양계가 존재하는 한 해양 에너지가 고갈될 염려가 없으므로 무한한 이용이 가능하고, 다른 대체 에너지원에 비하여 대규모 발전이 가능하다는 장점을 가지고 있다. 이러한 점에서 조력이 에너지원으로 주목을 받아 왔으며, 특히 우리나라 서·남해안은 조석 간만의 차가 커 세계적으로 조력 발전의 개발 적지로 알려져 왔으나, 그간 경제성 측면 등에서 다소 불리하여 개발이 보류되어 왔다.

그러나, 최근 전 세계적인 고유가 추세 및 기술 발전 등으로 경제성이 높아지고, 온실가스 등 환경 오염 방지에 대한 관심이 높아짐에 따라 세계 여러 나라에서 조력 에너지의 개발 및 실용화에 박차를 가하고 있다.

프랑스의 경우 현재 세계 최대 규모인 시설 용량 24 만kW 의 Rance 발전소를 1966 년에 건설하여 현재까지 성공적으로 운영하고 있으며, 캐나다의 경우 Annapolis 에 시험 발전소를 1984 년부터 설치(시설 용량 2만 kW) 운영하고 있고, 러시아는 1968 년 Kislaya Guba 에 시험 발전소(400 kW 급)를, 중국은 1980 년부터 Jiangxia 에 시험 발전소(3,200 kW 급)를 운영하고 있다. 이 밖에도 조력 에너지 실용화를 추진하고 있는 국가로는 미국, 영국, 인도, 아르헨티나, 호주, 스웨덴, 독일 및 네덜란드 등이 있다.

조력 발전은 조석을 동력원으로 하여 해수면의 상승 하강 현상을 이용하여 전기를 생산하는 발전 방법으로 일정 중량의 부체가 받는 부력을 이용하는 부체식, 조위의 상승 하강에 따라 밀실에 공기를 압축시키는 압축 공기식, 방조제를 축조하여 해수 저수지(조지, 潮池)를 형성하여 발전하는 조지식을 나눌 수 있다.

그러나, 현재 실용화된 조력 발전 방법은 조지식으로, 강한 조석이 발생하는 큰 하구나 만에 방조제를 설치하여 조지를 만들고 외해 수위가 조지 내의 수위차를 이용하여 발전을 하게 된다. 이 외에 조석을 동력원으로 하되 지형적인 특성에 따라 강한 조류가 발생하는 곳에서는 조류로부터 에너지를 추출하는 조류 발전 방법을 이용할 수 있다.

조력 발전 방식은 일반적으로 단조 지식과 복조 지식으로, 조석의 창조·낙조 이용 방식에 따라 단류식과 복류식으로 나누고 있으며 이에 대한 개념은 다음과 같다.

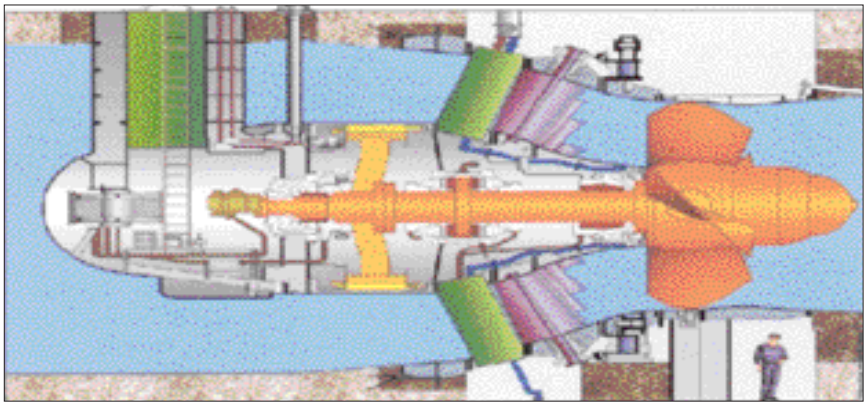
조력 발전의 원리는 수두차, 즉 유체의 위치 에너지를 운동 에너지로 변화시켜서 발전을 하는 하천에서의 수력 발전과 동일하므로 수력 발전과 유사한 형태의 수차 발전기를 이용하게 되는데 그 이용 가능 낙차가 수 미터에 불과하여 하천 소수력 정도이다.

일반적으로 이러한 형태의 발전 방식에서 발전 비용은 낙차와 직접적으로 관련되므로 저낙차에 대해 효율이 좋은 수차의 개발이 필요하며 그 일환의 하나로 개발된 것이 벌브형 수차로서, 프로펠러형의 러너(runner)를 사용하고 있으며 수차의 내부에 동일 회전축을 가진 발전기(generator)를 내장하고 있다. 이 수차는 구조적으로 콤팩트하기 때문에 토목 구조물을 최소화할 수 있고 해수에서의 적용은 1966 년 프랑스의 La Rance 발전소에서 채택된 이후 현재까지 30 년 이상 가동되고 있어 그 실용성이 입증되고 있다.

시화호 조력 발전, 세계 최대 규모로

시화호 조력 발전은 시화호 수질 개선을 위한 시화호 종합 관리 계획의 일환으로 시화호를 담수호에서 해수호로 전환함에 따라 조석 간만의 차를 이용한 해수 순환을 통하여 수질 개선을 도모하는 한편, 대체 해양 에너지를

Rance 벌브식 수차 단면도.



개발하여 국가 에너지 자급도 향상에 기여할 목적으로 추진하게 되었으며, 타당성 조사 및 기본 계획을 시행하고 지난 1월 10일에는 COEX 컨퍼런스센터에서 시화호 조력 발전 건설 사업의 성공적 수행을 위한 국제 심포지엄을 개최한바 있다.

시화호 조력 발전은 기존 완공된 시화 방조제를 이용하므로 방조제 건설 비용을 절감할 수 있어 경제성 확보는 물론 세계적으로도 최적지로 평가되고 있다.

시화호 조력 발전은 시설 용량 25만 2,000 kW 급으로 세계 최대 규모가 될 것이며, 발전 방식은 시화호 관리 수위를 고려해 바닷물이 유입되었다가 유출시 발전을 하는 창조식 단류 발전 방식으로 계획하였다. 앞으로 기본 및 실시 설계 과정에서 선진 국내외 신기술·신공법을 적극 도입하여 최적의 시설 계획은 물론 환경 친화적인 설계를 추진하고 약 5년여에 걸쳐 토목·전기 등 각 분야별 공사가 본격 시행되고, 완공시 세계 최대의 조력 발전소로서 조력 발전의 역사를 다시 쓰는 기념비가 될 것이며 국내 조력 발전 기술을 크게 향상시킬 것이다.

시화호 조력 발전소가 건설되면 연간 5억 5,200만kWh의 전기를 생산함으로써 연간 86만 배럴(약 287억원/년)의 유류 수입 대체 효과가 기대된다. 또한, 연간 약 550억 m^3의 해수가 유통되어 시화호 수질 개선은 물론, 무공해 청정 에너지 개발로 대기 환경 오염 저감에도 크게 기여함으로써 UN 기후 변화협약에 적극 부응할 수 있는 계기가 될 것이다. 특히, 세계 최대 규모의 시화호 조력 발전소가 들어서면 국내는 물론 국제적으로 과학 관광적 가치가 막대하여 새로운 관광 명소로 자리잡게 될 것으로 예상되며 이로 인한 국가 및 지역경제 활성화에도 크게 기여할 것이다.

이종세
한국수자원공사 과장

신바람 에너지, 풍력 발전의 미래

박원호 하우엔지니어링 전무이사·기술사

1970년대 오일 쇼크 이후 다시 전 세계적으로 풍력 발전에 대한 관심이 고조되고 있다. 이들 대부분의 기술들은 유럽이나 미국을 중심으로 단위 마을이나 소규모 시설에 전력을 공급하는 풍력 단지(wind farm) 또는 풍력 발전소(wind power plants), 즉 풍력 발전기의 집합 시설을 건설하는 방향으로 진행되고 있다. 수십 년 간 풍력 발전을 가동 및 연구 개발해 오는 동안 최근에는 풍력 발전도 기존의 화력이나 수력 등의 발전 단가에 상당히 근접하고 있다.

재생 가능하고 무한정한 에너지

풍력 발전은 선풍기의 원리를 거꾸로 적용한 것이다. 즉, 바람의 힘으로 날개를 돌리면 날개의 수평축이 발전기의 회전자 역할을 함으로써 전기가 발생하게 된다. 풍력 발전기의 형식은 일반적으로 두 종류가 있다. 첫 번째는 풍차와 같이 날개의 축이 수평을 이루고 있는 수평축 방식이고, 두 번째는 풍향계처럼 국자를 방사선 형태로 여러 개 달아 놓은 듯한 교반기형 방식이다. 효율 면에서 월등한 수평축 형식이 압도적으로 채택되고 있다.

풍력 발전은 발전기 한두 개로는 발전량이 미미하기 때문에 대개 10 20개 이상으로 그룹을 지어 풍력 단지 형태로 건설된다. 풍력 발전기의 개별 용량은 50 kW 750 kW 정도이며 소형 발전기는 발전 용량이 50 kW 이하이다. 여기서 생산된 전기는 송전 시설을 통하여 수요 지역으로 공급된다.

풍력 에너지의 가장 큰 장점은 재생 가능하고 무한정하다는 것이다. 그리고 대기 오염이나 온실 효과가 없는 청정 에너지이다. 또한 풍력 발전 시설은 건설 비용이 저렴하고 기간이 짧으며 산정 등을 활용함으로써 토지 이용률을 증대시킨다. 아울러 기존 발전 방식에 비해 고용 창출 효과가 큰 편이다. 그러나 초기 투자비가 과다하며 소음 발생 등의 단점도 있다.

유럽이 전 세계 풍력 발전량의 70 % 점유

세계 각국이 다투어 풍력 발전 분야로의 진출을 서두르고 있다. 미국 에너지부의 자료에 의하면, 전 세계 풍력 발전량은 1994년 이래 매년 30 %의 성장을 거듭하고 있다. 2000년 현재 지구 전체의 풍력 발전량은 17,600 MW를 넘어섰고, 미국만으로도 1,800 MW에 이른다. 풍력 발전 분야는 아직은 유럽이 전 세계 풍력 발전량의 70 %를 점유하는 선발 주자이며, 미국, 캐나다, 인도, 중국 등이 후발로 기술 개발에 나서고 있다. 경제적이고 고효율의 풍력 발전을 위해서는 회전 날개의 경량화, 내구성 향상, 기어 박스의 개량 등 해결해야 할 기술적 과제들도 많다.

생태계 훼손 저감 방안 강구해야

우리나라에서도 1990년대 초반부터 한국에너지연구원 등에서 제주 중문, 전남 무안 등지에 소규모 풍력 발전기를 설치하여 운영해 왔으며, 최근에는 강원도 대관령에 국내외 합작 법인 형태로 풍력 시범 단지를 건설 중에 있다. 대관령 풍력 단지는 대관령 매봉산 선자령 일대 750 KW급 75기, 1.5 MW급 발전기 25기 규모로 건설 중인데 완공 후 발전뿐만 아니라 관광 단지로의 활용도 가능하다.

그러나 지난 2002년 4월 각 환경 단체들이 환경 훼손을 이유로 대관령 풍력 단지 건설을 반대 성명을 발표하고 풍력 발전 단지를 추진하고 있는 강원도 등 지방자치단체는 대안 에너지 개발의 당위성과 환경 피해를 최소화할 수 있다는 논리를 들어 서로 심각한 대립을 표출한 바 있다. 생태계를 비롯한 환경 훼손을 저감하는 방안을 강구해야 할 것이다.