

8. 신재생에너지 New & Renewable Energy

석호태 / 영남대학교 건축학부 교수
by Seok, Ho-tae

신재생에너지

오늘날 신재생에너지는 화석에너지의 고갈문제와 환경문제를 해결할 수 있는 가장 깨끗한 에너지로 평가받고 있다. 우리나라는 미래에 사용될 신재생에너지로서 11개 분야를 지정하였다. 이를 세분화하여 보면 수소, 연료전지, 석탄액화가스 등 3종의 신에너지와 태양열, 태양광, 바이오 에너지, 풍력, 수력, 지열, 해양, 폐기물 등 8종의 재생에너지가 포함되어 있다. 본 고에서는 신재생에너지 현황과 전망, 건축에서의 신재생에너지 활용, 건물일체형 신재생에너지의 현재와 미래에 대해 간단히 설명하고자 한다.

신재생에너지 현황과 전망

외국의 신재생에너지 현황

유럽 신재생에너지위원회는 2040년 세계 에너지 소비 중 신재생에너지 비중이 30~50%에 이를 것으로 전망하고 있으며, 미국 부시 대통령은 2007년 연두교서에서 대체에너지 사용 확대 등을 통해 2017년까지 연간 휘발유 소비의 20%를 감축하겠다는 계획을 밝혔다. 또한 유럽연합은 2010년까지 총 에너지소비의 12%, 총 발전량의 22%를 신재생에너지로 대체하고, 수송용 에너지의 5.75%를 바이오연료로 충당할 계획이다. 특히 스웨덴은 바이오에탄올 등의 사용으로 2020년까지 석유의존도 0%를 달성한다는 목표를 발표하였다.

2002~2006년 사이 풍력, 태양열 온수기, 지열, 독립형 태양광을 포함한 세계 신재생에너지 설비규모는 연간 15~30%의 성장세를 나타냈다. 같은 기간에 계통 연계형 태양광발전 설비는 연평균 60%의 성장세를 나

타냈다. 바이오연료 역시 급속한 성장세를 나타냈는데, 같은 기간 중 에탄올은 연평균 15%, 바이오디젤은 연평균 40%를 기록하였다. 또한 대규모 수력, 바이오매스 열병합, 지열발전 등을 포함한 기타 신재생에너지 설비는 연평균 3~5%의 성장세를 나타내 최근 전 세계 화력발전 설비 증가세인 2~4%에 비해 높은 증가세를 기록하였다.

우리나라의 신재생에너지 현황

국내 신재생에너지기술 중 태양열, 태양광, 바이오, 폐기물 에너지 분야의 핵심기술인 태양열 온수급탕기술, 독립형 태양광 발전기술, 바이오디젤, 폐기물소각 및 폐열회수 기술은 선진국 수준에 근접하여 실용화 내지 상용화단계에 진입한 반면 수소 저장·이용기술 등은 기초·응용연구단계로 기술수준이 낮은 편이다.

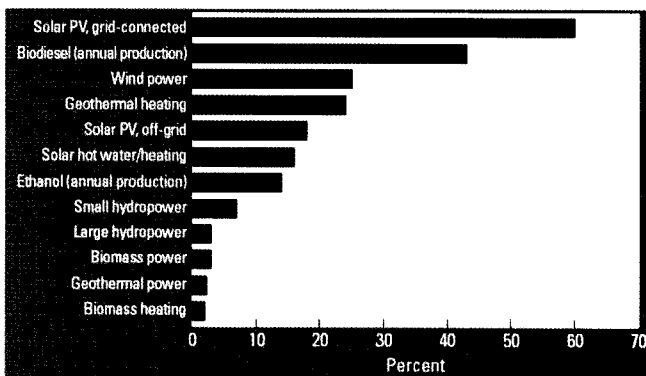
1988년 본격적으로 시작된 기술개발은 1997년 1월에 이용보급을 확대하기 위한 '제1차 신재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획'을 수립하여 2006년 기준 1차 에너지의 2%를 신재생에너지로 공급하겠다는 계획을 수립하였고, 2002년 12월에 제2차 국가에너지 기본계획을 수립하면서 에너지 상황변화를 고려하여 신재생에너지 개발·보급 목표를 2006년에 3%, 2011년에 5%로 공급목표를 설정하여 2003년 '제2차 신재생에너지 기술개발 및 이용·보급 기본계획'을 작성하였다.

정부에서는 2008년 '국가에너지기본계획'을 발표하고 저탄소 녹색성장을 위하여 신재생에너지 산업화를 유도하고 궁극적으로 2030년까지 전체 에너지의 11%를 신재생에너지로 공급하겠다는 계획을 제시하였다. 또한 제3차 신재생에너지 기술개발 및 이용보급 기본계획을 통해 이를 구체화할 계획이며, 신재생에너지의 비중을 점차 확대·보급하고 있는 상황이다.

신재생에너지 전망

신재생에너지는 과도한 초기투자의 장애요인에도 불구하고 화석에너지의 고갈문제와 환경문제에 대한 핵심 해결방안이라는 점에서 선진 각국에서는 신재생에너지에 대한 과감한 연구개발과 보급정책 등을 추진하고 있다.

태양열, 태양광, 풍력, 바이오매스 등 재생에너지 중 자연 에너지는 모두 태양에너지에서 출발하며, 그 잠재량이 어마어마하다. 또한 이러한 신재생에너지 개발은 막대한 부존량의 국산에너지, 청정에너지 확보라는 의미와 함께 미래 거대한 시장이 예측되는 새로운 성장동력을 육성한다는 측면에서도 또 다른 중요성을 가진다할 수 있다.



(그림 1) 세계 신재생에너지 설비 연평균 증가율(2002~2006)

(표 1) 우리나라 재생에너지 잠재량 (단위: 천 TOE)

구분	부존잠재량	가용 잠재량	기술적 잠재량	비고
태양열 에너지	11,159,495	3,483,910	870,977	태양열시스템 변환효율(25%) 고려
태양광 에너지			585,315	태양광시스템 변환효율(15%) 고려
풍력 에너지	육상	246,750	24,675	2MW급 육상용 국산기기 적용
	해상	220,206	44,041	22.021 3MW급 해상용 국산기기 적용
지열 에너지	2,352,800,000	160,131,880	233,793	삼부지열

- 주) - 부존 잠재량 : 한반도 전체에 부존하는 에너지 총량
 - 가용 잠재량 : 에너지 활용을 위한 실비가 입지할 수 있는 지리적 여건을 고려한 값
 - 기술적 잠재량 : 현재 기술 수준으로 산출될 수 있는 최종 에너지량을 나타낸 값

건축에서의 신재생에너지 활용

에너지 소비 분야 중 건물분야에서는 약 20~30%의 에너지를 소비한다. 따라서 건축에서의 신재생에너지 활용은 전체 에너지원의 개선 측면에서 볼 때 큰 비중을 차지하며 매우 중요하다고 할 수 있겠다.

신재생에너지 11개 분야 중에서 건축에서 에너지원의 접근이 쉽고 적용이 용이한 분야로서 태양열, 태양광, 지열 시스템이 현재 많이 보급 및 적용되고 있으며, 신에너지로서는 최근 연료전지가 상용화를 앞두고 시범 적용되는 사례가 있다. 최근 국가보급정책에 힘입어 건축에서의 신재생에너지 적용 사례가 크게 증가되고 있다.

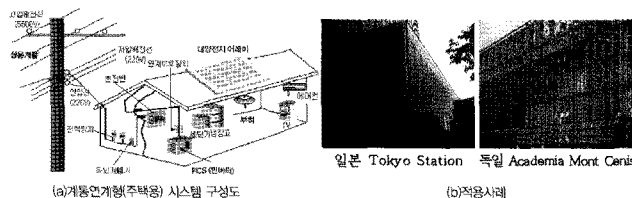
태양광

태양광 발전은 태양의 빛에너지를 변환시켜 전기를 생산하는 발전기술로서 햇빛을 받으면 광전효과에 의해 전기를 발생하는 태양전지를 이용한 발전방식이다. 태양광 산업은 지난 8년간 연평균 30% 이상 성장하였으며, 특히 최근 2~3년간은 약 40% 이상 성장했다. 건축에서도 국가정책 등에 힘입어 최근 활발하게 그 적용 및 이용 사례가 증가하고 있다.

태양광시스템은 크게 계통연계형시스템(grid-connected system)과 독립형시스템(off-grid)으로 나눌 수 있다. 현재 우리나라 대부분의 태양광시스템은 계통연계형시스템의 형태를 취하고 있으며, 이를 통해 사용하고 남은 잉여분에 대해서는 경우에 따라 전력선을 통하여 전력계통회사에 판매를 할 수 있으며, 흐린 날이나 전력 생산이 어려운 밤에는 전력계통회사로부터 전력을 공급받아 사용한다.

태양광시스템의 건축 적용방법에는 크게 건물 일체형 및 건물 부착/거치형으로 나눌 수 있으며, 적용 위치별로 지붕형 벽면형 등이 있다. 또한 대체 건자재 종류별로 투과형과 불투과형으로 나눌 수 있다.

태양광발전시스템을 건물에 적용하면 전력을 공급해 주는 역할 이외에도 건물 외장재로 사용하여 마감공정에서의 비용을 절감할 수 있고, 건물 냉난방 부하 감소에 따른 에너지 절감 및 건물의 가치를 높이는 디자인 요소로 이용될 수 있다. 특히 거주 가능면적이 적은 우리나라의 지형적 특성을 감안할 때 매우 유용하게 활용될 수 있는 기술이다.



(그림 2) 태양광 시스템 구성도 및 적용사례

태양열

태양열은 태양의 열에너지를 흡수·저장·열변환시켜 건물의 냉난방 및 급탕 등에 활용하는 기술이다. 우리나라는 1990년대 초 가정용태양열 온수기의 상업화가 이루어져 1997년 연간 77,000여대 규모의 시장이 형성되었으나, IMF 이후 심야전기온수기의 등장과 신뢰성 문제 등으로 보급이 거의 중단되었다. 현재 국내 태양열 시장은 주로 지방보급사업, 보급보조사업, 공공건물의무화사업 등 정부재원에 의존하는 대용량설비를 중심으로 시장이 형성되고 있으며, 2007년부터 집열면적 14m² 이상의 난방 급탕 겸용의 주택용 태양열시스템도 정부의 지원 대상이 됨으로 인해 소규모 태양열시스템의 보급도 점차적으로 회복되고 있다. 2004년 기준 국내 태양열 시장의 규모는 집열면적 기준 15,000m²로서 중국의 0.1%, 독일의 2%, 프랑스나 스페인의 10% 수준이다.

태양열시스템은 열매체의 구동장치(펌프나 환) 유무에 따라서 설비형태 양열시스템(active solar system)과 자연형태양열시스템(passive solar system)으로 구분된다.

자연형태양열시스템은 주로 건물의 구조물을 이용해서 태양열을 집열 및 축열해서 이용하는 방법으로 직접회득방식과 간접회득방식이 있으며, 트롬월(Tromb wall), 온실 등이 여기에 포함된다.

한편 설비형태양열시스템은 태양열 집열기를 이용하여 태양복사에너지를 열에너지로 변환하여 변환된 열에너지를 직접 이용하거나 별도의 축열장치에 적용하였다가 필요시 사용하는 시스템이다. 보통 태양열 집열기를 사용하는 태양열시스템이 여기에 포함되며, 최근에 온수급탕용이나 난방용으로 많이 보급되고 있다. 이 시스템은 일반적으로 <그림 3>에 나타낸 비와 같이 태양열을 집열하는 집열기, 집열된 열을 저장할 수 있는 축열조, 태양열이 없거나 부족할 경우 열을 공급하는 보조열원장치(보일러), 이용부와 이를 총괄적으로 제어하는 제어장치로 구성된다.



(그림 3) 태양열시스템(급탕용) 구성도 및 적용사례

지열

지열에너지는 물, 지하수 및 지중열 등의 온도차를 이용하여 냉난방에 활용하는 기술이다. 태양열의 약 47%가 지표면을 통해 지하에 저장되며, 이렇게 태양열을 흡수한 땅속의 온도는 지형에 따라 다르지만 지표면 가까운 땅속의 온도는 대략 10~20℃ 정도를 연중 유지해 열펌프를 통해 냉난방시스템에 이용할 수 있다.

지열 열펌프시스템은 일반적으로 토양열원 열펌프, 지하수열원 열펌프, 지표수열원 열펌프 그리고 하이브리드 지열 열펌프 시스템 등으로 구분되며, 현재 토양열원 열펌프 시스템이 국내에서 주를 이루고 있다.

토양 열원 열펌프시스템은 지중열교환기의 매설 형태에 따라 수직형과

(표 2) 연도별 지열 냉난방 시스템 보급 용량(2001~2006)

구분	2001	2002	2003	2004	2005	2006	합계
보급 용량(RT)	88	207	670	1,768	2,331	10,007	15,071

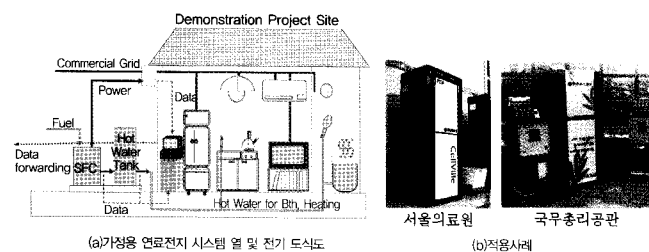
수평형 시스템으로 구분된다. 수직형 지중열교환기는 지중에 수직으로 매설되며, 시공부지의 제약이 상대적으로 적다. 또한 건물 냉난방부하와 부지조건에 따라 다양한 깊이로 시공할 수 있다. 반면 수평형 지중열교환기의 경우 시공비용은 수직형에 비해 상대적으로 저렴하며, 대상건물 주변에 수평형 지중열교환기 파이프를 매설할 수 있는 부지가 충분할 경우에 고려할 수 있는 시스템이다.

지열 열펌프시스템은 냉난방 겸용 시스템이기 때문에 기존 설비나 다른 신재생에너지 이용 시설에 비해 우수한 경제성을 갖는 특징이 있다. 하지만 기존 냉난방 설비에 비해 다소 높은 초기 투자비는 지열 시스템이 민간 시장에서 활발하게 보급되는 데 걸림돌이 되고 있다. 하지만 정부 주도 보급과 함께 시스템의 경제성과 건축물과 조화되는 시스템이라는 장점으로 민간 시장에 도입되는 움직임이 나타나고 있다. 지열 열펌프시스템은 2000년경에 국내에 도입되어 연간 100% 이상 지속적인 성장을 보이고 있다.

연료전지

연료전지는 수소와 산소의 화학반응으로 생기는 화학에너지를 직접 전기에너지로 변환시키는 기술이다. 또한 이때 발생하는 폐열을 회수하여 이용할 수도 있다. 연료전지는 연소과정이 없으며 발생하는 것은 전력과 물, 열 뿐이어서 저공해성이며, 폭발현상이 없어서 저소음성이다. 따라서 주거용, 업무용, 연구소나 병원 등의 전원설비로 적합하다. 또한 연료전지는 운전 장치 또는 열 손실 등을 감안한 실제 효율이 30~60% 이상으로서 발전효율이 매우 높은 장점이 있다.

연료전지는 발전과 동시에 열을 발생시키는 발전기로서, 일반 건축물에서는 이 열을 급탕기에 이용하면서 발전한 전기를 이용할 수 있다. 이 시스템에서는 도시가스, LPG, 등유 등을 연료로 사용하여 이들 연료를 개질해서 수소를 뽑아내어 연료전지에 공급한다. 주택 및 건물을 대상으로 한 연료전지는 일반적으로 천연가스를 연료로 사용한다. 이러한 연료전지는 전기와 열을 동시에 사용할 수 있어 기존 발전 전기변환 효율에 30% 정도 에너지를 절감할 수 있으며, 현재의 평균적인 수준으로도 기존 가스 보일러에 비해 약 15%의 에너지를 절감할 수 있다. 하지만 현재까지는 비교적 높은 제품가격 및 수명 등의 문제로 인해 상용화 단계로의 진입을 위해서는 이의 해결이 필요하다. 우리 정부에서는 현재 2012년까지 가정용 연료전지 1만기, 상업용 2,000기의 보급 목표를 세워 적극적으로 추진책을 마련하고 있다.



(그림 4) 연료전지 시스템 도식도 및 적용사례

건물일체형 신재생에너지의 현재와 미래

신재생에너지는 기존 화석에너지와는 달리 분산형 에너지 체계를 갖는 특징이 있다. 즉 기존 에너지 체제하에서는 모든 사람이 단지 에너지 소비자일 뿐이지만, 신재생에너지를 기반으로 하는 에너지 체제는 모든 사람이 에너지 소비자인 동시에 생산자가 되는 것이다. 따라서 신재생에너지의 보급·이용이 확대될수록 건축에의 적용이 중요한 문제로 대두된다. 선례의 경험에 미루어 볼 때 아무리 좋은 성능을 가진 시스템이라 할지라도 건물과의 조화가 우선시 되지 않으면 건축시장에 절대로 수용될 수 없다. 이러한 이유로 인해 전세계 신재생에너지 시장에서는 10여년 전부터 건물일체형의 중요성을 매우 강조해 왔으며 태양광 발전의 경우는 이미 건물일체형 태양광발전(BiPV: Building integrated Photovoltaics)이 시장을 주도하고 있다.

2000년대 초부터는 오스트리아, 독일, 스위스 등 유럽을 중심으로 태양열 시스템도 외벽에 일체화시키려는 건물일체형 태양열(BiST: Building integrated Solar Thermal) 시스템의 기술개발 및 보급이 매우 활발히 진행되고 있다.

한편 2005년을 기점으로 최근 몇 년 사이에는 풍력발전에도 건물일체화의 바람이 불어 분산형 소형 풍력발전시스템을 건물에 일체화 시키는 건물일체형 풍력발전(BiWP: Building integrated Wind Power) 시스템 또한 새로운 기술로 부상하고 있다.



(그림 5) 건물일체형 신재생에너지 적용사례

또한 우리나라와 같이 상대적으로 거주면적이 작고 밀도가 높은 곳에서는 신재생에너지의 적용을 위한 관련 설비 설치 부지 확보의 측면에서 건물일체형 신재생에너지의 중요성은 더욱 크며, 앞으로 건축에서의 신재생에너지 적용은 건물일체형으로 보급·이용이 확대될 것으로 전망된다. ■

참고문헌

1. 신·재생에너지 백서, 지식경제부, 신·재생에너지센터, 2008
2. 신·재생에너지, 김기석 외, 영남대학교 출판부, 2009
3. 신재생에너지 이용기술동향, 이홍원, 한국과학기술정보연구원, 2007
4. 국내 신·재생에너지 기술의 동향과 전망, 강용혁, 물리학과 첨단기술, 2007, pp.43~44
5. 신·재생에너지 가이드북, 에너지관리공단 신·재생에너지센터, 2009
6. 신·재생에너지 통계 2007, 에너지관리공단 신·재생에너지센터, 2008
7. 특집주제: 신재생 에너지의 건축응용 기술현황, 건축환경설비, 한국건축친환경설비학회, Vol.2 No.1, 2008, pp.5~58