

저온 태양열 이용기술 및 현황

이 글에서는 온수급탕 및 난방 등에 활용되고 있는 저온 태양열 이용기술과 국내외 보급현황을 소개하고자 한다.

이동원 / 한국에너지기술연구원 신재생에너지연구부 저온태양열연구센터장 · 책임연구원
e-mail : dwlee@kier.re.kr

화석연료를 대체할 수 있는 신재생에너지원 중 가장 손쉽게 얻을 수 있으며 이용효율이 상대적으로 높은 것이 태양열이다. 태양열로부터 100℃ 이하의 열에너지를 얻고자 하는 저온 태양열 시스템은, 비교적 간단한 구조의 태양열 집열기를 통해 태양열을 집열하여 축열조에 저장하였다가 온수급탕이나 난방에 이용하는 설비이다. 쉽게 볼 수 있는 저온 태양열 시스템은 건물의 옥상이나 지붕에 설치된 태양열 온수기인데, 보통 3장의 집열기와 그 상단에 설치된 축열조로 구성되어 태양열을 온수급탕에 이용하는 대표적인 설비라고 할 수 있다.

태양열 에너지는 무공해이며 그 양이 거의 무한하다는 점에서 인류생존을 위한 영원한 에너지원으로서 인식되고 있다. 그러나 지역에 따라 또는 계절 및 기후에 따라 지표면에 입사되는 태양열 에너지의 양(일사량)이 달라지기 때문에, 이를 이용하기 위해서는 장기간에 걸친 자원량 조사가 필요하다. 국내 주요 지역에서 측정된 연평균 수평면 일사량은 하루에 약 3,040 kcal/m²로서, 우리나라 면적을 감안하면 연간 약 110억 TOE의 태양 에너지를 얻을 수 있는 것으로 단순 계산할 수 있다. 하지만 모든 지역을 태양열 집열판으로 덮을 수는 없기 때문에 이용가능량은 약 9,700TOE로 추정하고 있으며, 이는 우리나라 연간 에너지 소비량인 약 2억 TOE의 50%에 육박하는 거대한 양이다.

태양열 집열기 및 축열조

태양열 에너지는 그 에너지 밀도가 낮기 때문에 태양열을 집열하는 집열기의 역할이 매우 중요하며, 태양열 집열기는 크게 평판형, 진공관형, 집중형으로 구별된다. 비교적 저온을 얻고자 하는 경우에는 평판형 집열기를, 그리고 300℃ 이상의 고온을 얻고자 하는 경우에는 집중형 집열기가 이용된다. 태양열 집열기에서의 에너지 전환은 흡열판에 태양 복사에너지가 흡수되어 흡열판이 더워지면 흡열판 내부를 흐르는 전열매체로 이 열이 전달되고, 전열매체의 열이 축열조로 이동되는 과정을 거친다.

저온 태양열 시스템에서 사용하는 평판형 집열기는 직달 및 분산 일사량 성분 모두를 이용할 수 있으며 태양을 추적하지 않아도 된다는 장점이 있다. 그러나 집열기 전체에 흡열판이 존재하므로 외부로의



대표적 태양열 이용설비인 태양열 온수기

열손실이 많아 100℃ 이상의 열원을 얻기는 어렵다는 단점이 있다. 평판형 집열기는 검은색으로 코팅된 흡열판에 열전달 매체가 흐를 수 있는 도관이 설치되어 있고, 흡열판 밑에는 단열재가 흡열판 위에는 투과체가 있어 외부로의 열손실을 최대한 억제하는 구조로 되어 있다.

축열조는 태양열 에너지의 수요와 공급 사이에 발생하는 시간적, 양적, 질적 차이를 극복하는데 필요하다. 축열조가 일반적으로 갖추어야 하는 조건은 단위부피 또는 단위질량당 저장할 수 있는 열에너지가 커야 하며, 열을 저장하는 매체가 인체나 환경에 무해하고 경제적이어야 한다는 점 등이다. 일반적으로 저온 태양열 시스템에서는 물을 열 저장매체로 이용하는 데, 공기식 태양열 시스템의 경우는 자갈 등을 이용하기도 한다. 축열조 내 온도상승화도 전체적인 효율에 미치는 영향이 크므로 이에 대한 고려도 충분히 이루어져야 한다.

태양열 설비의 효율

태양열 설비의 효율은 태양열 집열기의 효율과 시스템 효율, 그리고 이용 효율 등으로 구분할 수 있다. 태양열 집열기 효율은 집열기가 얻은 열량을 집열기에 입사된 총 일사량으로 나눈 값으로 정의되는데, 여기서 집열기가 얻은 열량은 흡열판에서 흡수한 에너지로부터 주위로 손실된 에너지를 빼주면 된다. 따라서 집열기의 효율은 그때그때의 기상상태와 집열기로 유입되는 전열매체의 온도 등에 따라 달라져서, 하나의 값이 아니라 운전상태에 따라 수시로 변할 수 있는 값이라고 할 수 있다. 따라서 최고효율이 우수한 집열기를 이용하는 것보다는 최상의 효율을 갖는 조건에서 태양열 시스템이 운전되도록 하는 것이 보다 중요할 수 있다.

한편 태양열 시스템 효율은 태양열 시스템이 획득한 열량을 기준으로 산정된 효율이다. 집열기에서 얻어진 열은 축열조에 저장되었다가 이용하는 경우가 일반적이므로, 이 과정을 모두 고려한 후 태양열 시스템이 얻은 열량을 기준으로 효율을 산정하는 것이다. 가장 일반적인 시스템 효율 분석방법으로는 교반

시험이 있다. 일출 전 축열조 내 물을 교반하여 초기 온도를 측정하고 일출 후 다시 교반하여 최종온도를 측정해서, 그 온도차와 축열조 내 물의 양을 이용하여 태양열 시스템이 얻은 열량을 구하게 된다. 이 시스템 효율 또한 외기조건에 영향을 받으며, 따라서 일사량과 외기온이 정해진 기준 내에 부합되는 날에 측정하도록 정해져 있다. 우리가 흔히 볼 수 있는 태양열 온수기의 경우 이 시스템 효율은 대략 50% 수준이다. 그러나 이 시스템 효율은 매우 청명한 날에 측정된 것이기 때문에 일반적인 기후조건에서 얻을 수 있는 열적 성능은 아니다. 따라서 최근에는 일사량과 외기온을 변수로 하는 2원 일차방정식으로 시스템의 효율을 표현하는 것이 일반적인 추세이다. 중대형 태양열 시스템의 경우는 시스템 효율에 미치는 인자가 태양열 온수기보다 더욱 많기 때문에 효율을 일률적으로 말할 수 없다.

한편 이용 효율은 소비자가 이용하는 열량을 기준으로 산정된 효율이다. 집열되어 저장된 열이라고 해서 모두 이용하는 것은 아니기 때문에 이용 효율은 시스템 효율보다 작은 값을 갖게 된다. 이용 효율은 전술한 외기조건 외에 소비자의 열이용 방법, 축열조의 형태, 보조열원의 위치 등에 따라 또 달라지기 때문에 더욱 일률적으로 말할 수 없다. 따라서 시험 조건을 열거하고 그러한 상태일 때 어느 정도의 효율을 갖는다고 표현할 수밖에 없다.

보급 현황 및 확대 방안

현재 국내에 설치되어 있는 태양열 설비로는 가정용 태양열 온수기 약 20만 대가 거의 전부라고 할 수 있으며, 이를 통해 얻는 에너지는 연간 약 4만 TOB에 불과한 실정이다. 우리나라와 에너지 사정 및 기후조건이 유사한 일본에서는 400만 기 이상의 태양열 온수기가 설치되어 이용되는 점에 비추어 보면, 우리나라에서의 태양열 이용실태가 너무 빈약하다는 것을 알 수 있다. 이러한 문제점을 인식하여 정부에서는 태양열 시스템의 보급 확대에 노력하고 있다. 에너지관리공단에서는 집열기 및 태양열 온수기에 대한 인증제도를 두어 소비자가 보다 신뢰성 있는

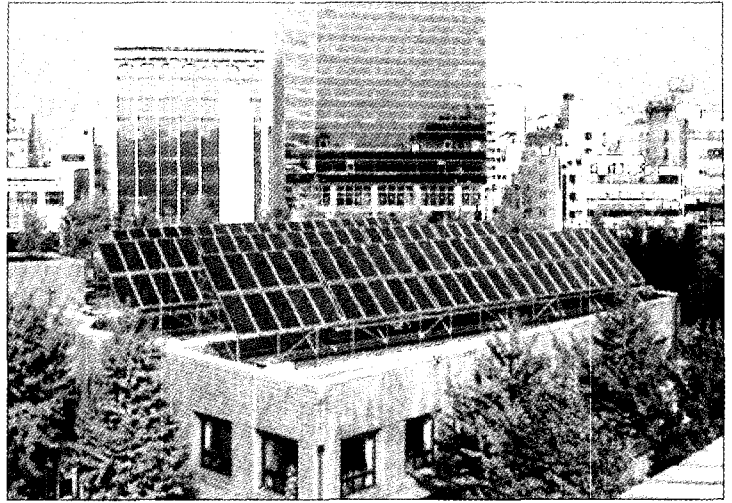


제품을 선택할 수 있도록 도와주고 있으며, 지역에너지 사업이나 시범사업 등을 통하여 중대형 태양열 시스템 보급에 주력하고 있다. 관련 업계에서도 기술개발이 이루어져 현재는 기술선진국과 거의 동등한 수준의 효율과 신뢰성을 갖는 균일한 품질의 제품을 생산하고 있으며, 중대형 태양열 시스템에 대한 시공능력도 많이 향상되었다.

태양열 시스템은 제품 생산 과정에서의 업계 노력과 함께 사용자의 유지관리 여부에 의해서 그 신뢰성이 달라질 수

있다. 태양열 시스템의 전열매체로는 겨울철 동파방지를 위하여 부동액을 사용하고 있는데, 이러한 부동액에 대한 사용자의 관리가 대표적인 예라고 할 수 있다. 또한 집열되는 열에 비해 이용하는 열이 적은 여름철에는 간혹 집열기가 과열되는 경우가 있는데, 이러한 현상을 방지하기 위한 사용자의 노력도 필요할 수 있다. 간혹 태양열 온수기를 난방 보조기기로 활용하려는 예가 있으나, 이러한 시도는 집열기를 통한 외기로의 열손실을 유발하여 태양열 온수기의 효율을 급격히 저하시킬 수 있으므로 피해야 한다. 태양열 시스템을 이용한 난방이 물론 가능하지만, 집열기 3장 정도의 태양열 온수기를 이용해서 난방 보조를 한다는 것은 얻는 것보다 잃는 것이 더 많기 때문이다.

정부는 2011년까지 태양열 시스템을 기존 보급량의 10배 이상 보급하려는 목표를 갖고 있는데, 이를 통해 약 40만 톤의 원유를 대체하고 약 30만 톤의 이산화탄소 저감효과를 얻을 것으로 기대하고 있다. 이러한 목표를 달성하기 위해서는 정부 및 연구기관, 그리고 민간부문 모두에서 적극적인 노력이 필요하다. 특히 정부에서는 관련 업계의 현실을 감안하여 다양한 지원방안과 보급체계 구축을 위한 노력에 힘을 기울여야 할 것이며, 정부지원이 있는 실증시범



시범사업을 통해 학교에 설치된 저온 태양열 시스템

사업과 지역에너지사업 등을 보다 확대할 필요가 있다. 가장 문제가 되고 있는 태양열 시스템의 사후관리 역시 영세한 관련 업계에게만 그 책임을 지우기에는 현실적 어려움이 있을 수밖에 없다. 따라서 관련 업계는 물론 정부가 관여하는 사후관리 지원체계를 확립하여 수요자의 불안감을 해소할 필요가 있다.

저온 태양열 시스템은 목욕탕이나 기숙사 또는 집단 수용시설과 같이 연중 온수를 많이 이용하는 곳에 설치하면, 높은 효율을 유지한 상태에서 운전될 수 있고 이용효과도 극대화시킬 수 있다. 따라서 정부가 이러한 곳에 태양열 시스템의 설치를 강력 추천하는 것이 필요하며 이에 따른 지원도 요구된다. 정부의 이러한 지원과 간섭이 자칫 규제철폐와 민간 자율성 확대라는 대세에 역행하는 것으로 비춰질 수 있지만, 전반적으로 경쟁력이 미흡한 신재생에너지 설비의 보급확대를 위해서는 불가피한 측면이 있다고 판단된다. 태양열은 약간의 기술향상과 경제적 지원이 보완되면 그 보급이 대폭 확대되어 화석연료 사용 억제와 에너지 자립화에 기여하는 바가 큰 분야이기 때문이다. 2011년 신재생에너지 5% 보급 목표를 달성하기 위해서는, 설치비용 대비 에너지 발생량 기여도가 높은 저온 태양열 시스템을 우선적으로 보급·지원하는 것이 필요할 것이다.