

國內外 태양열건축의 개발과 보급현황

李 鍾 鎬

(韓國동력자원연구소 설비형太陽熱연구실장)

산업혁명 이후 물질 문명의 발전이 인류에게
안녕과 편리함을 가져다 준 반면에 기계 문명의
발달과 함께 자연은 파괴되어 갔고, 태초 이래
조상들이 써 왔던 것보다 더 많은 양의 천연자
원을 최근 수백년 동안에 써버려 거의 모든 천
연자원이 동이 난 상태에 이르고 있다.

한 학자의 보고에 의하면 이러한 현 소비추세
가 계속된다면 화석 연료의 매장량은 2000년대
까지의 에너지 수요를 충당하기에도 충분치 못
하며 정책적으로 화석 연료의 소비를 억제한다
해도 2020년 경이면 실제로 고갈상태에 들어서
리라 전망이다.

따라서 다가오는 에너지 위기에 대체 에너지
및 새로운 에너지 자원의 개발은 그 중요성을
더해가고 있다. 그중에서도 태양에너지는 새로
운 에너지원을 찾은 것이 아니고 지구의 존재와
함께 존재하여 왔고 지구의 모든 생물에 생명을
공급하고 있는 태양을 그대로 또는 변형하여 이
용하자는 것이므로 태양은 고갈되지 않는 한 무
한한 에너지원인 것이다.

특히 일반적으로 에너지 위기는 1973년 중동

산유국의 유가상승에 의하여 일어났다고 알려져
있으나 세계적으로 볼 때 실은 제3차 에너지 위
기라 함이 옳다.

제1차는 산업혁명 당시 석탄의 수요가 급증
하므로 석탄이 고갈될 것에 대비하여 대체 에너
지 개발을 서둘러야 하는 뜻에서 태양 에너지
연구에 대한 열이 고조 뉴턴, 라보아제 등 대학
자들이 연구하였으나 경제성이 없어 더 진전을
보지 못하였다.

제2차는 1800년말 석유의 실용화가 촉진됨
으로 1차때와 동일한 이유로 태양에너지 개발
붐이 일어났으나 1910년경 천연가스를 이용할
수 있는 방안이 개발되어 대체 에너지 개발이
위축되었다가 1973년 다시 제3차 에너지 위기
를 맞게 되었다. 그러나 제3차 위기에는 석탄
석유등 화석연료 자체가 모두 고갈된다고 강조
하는 것이 특징이다. 그러므로 현재 사용되고
있는 태양 에너지 이용기술은 1970년대 부터 갑
자기 개발된 것이 아니라 19세기말 제2차 에너
지 위기때 개발된 것이 대부분이라 해도 과언이
아니다. 자연형 시스템도 이 당시 이미 정립되
었고 설비형 시스템중 집광형이 아닌 평판형 집
열기가 이 당시부터 보편화되었다.

태양에너지 이용분야는 크게 태양열 이용과
태양광 이용으로 나뉘어진다. 태양광 이용 분야
는 태양 전지를 사용하는 것으로 가까이는 손목
시계, 전산기 등에 이미 보편적으로 보급되어
있으며 인공위성, 우주선 등의 자원으로도 태양
전지가 실용화되어 있고 태양광 발전소의 실용
화도 추진중에 있다. 태양열 이용은 다시 크게
두가지로 나뉘어 건물의 냉·난방 및 급탕, 건
조등 태양열을 직접 이용하는 것과 태양열 발전
해수, 담수화등 태양열을 간접적으로 이용하는
것으로 분류된다. 그중에서도 건물에 태양열을
직접 이용하여 냉·난방 및 급탕을 하는 것은
쉽게 실용화할 수 있고, 기술적으로 어려운 문
제점이 없는 분야도 국내외적으로 가장 많이 보
급되어 있다.

태양에너지 이용 현황

외국 보급현황

세계적으로 볼 때 신·재생 에너지개발 현황은 각국의 특성에 따라 다소 차이는 있으나 그중 태양 에너지 이용이 가장 활발히 추진되고 있다해도 일부 분야를 제외하고는 경제성 및 기술부족 등으로 총 에너지 수급으로 볼 때는 미미한 비중이며 대규모 이용에도 관계가 있을은 부인할 수 없다. 특히 세계 석유가의 인하 및 선진국 그중에서도 미국 레이건 행정부의 신 에너지정책 전환(단기적으로는 부존 에너지 자원의 최대 생산 및 활용)과 재정적자 해소를 위한 건축정책으로 태양 에너지에 대한 개발이 1973년 제 1차 에너지 쇼크 당시에 대해서는 다소 느린감이 있다. 그러나 일반주택을 비롯한 각종 건물의 난방이나 급탕기술은 이미 성숙단계에 있으며 현재에는 산업공정열 공급기술과 발전, 건물의 냉방 및 열펌프 응용기술, 잠열재 개발을 통한 열저장기술개발 등에 주력하고 있다.

미국의 경우 태양의 집이 6만채 이상 태양열 급탕·시설이 24만채로서 90년까지는 80년 불변 가격으로 난방용 21억불, 급탕용 17억불의 미국 내 시장 수요를 전망하고 있다.

일본의 경우는 3백만채 이상이 태양 에너지를 이용하여 냉·난방 및 급탕을 해결하고 있다. 특히 대형 건물인 경우 고층빌딩이 아니면 태양열을 이용하여 냉·난방을 해결하는 추세이며 일본 총 에너지의 0.2%를 태양에너지로 해결하고 있으며 이양을 한국 에너지 소비량으로 환산하면 2.5~3%에 해당하는 막대한 량이나 일본에서는 이보다 더욱 대체에너지 이용 사업을 확대 1990년까지 전체에너지의 2.5%, 원유환산 700~1200만KI를 대체할 계획으로 있다.

독일, 프랑스, 영국에서도 각각 5만채 이상이 보급되어 있으며 이스라엘 같은 나라는 1/3 이상의 건물이 의무적으로 태양에너지를 이용하고 있는데 특히 독일에서는 2000년까지 전주택의 50%에 태양에너지 이용기기 설비 계획(총 1차에너지 소비의 2~3%)을 추진중에 있다. 그밖에 식품가공 및 살균, 축사, 온실등 농업 분야 공기유통 조절, 가습, 건조, 염분제거 및

정수, 건조 및 탈수, 조명, 저온 및 고온열을 이용하는 공정열 시스템이 실용화되어 있고 5~10MW급의 태양열 발전소가 가동중이다.

태양광 발전의 경우 현재 광전환효율이 13% 정도인 태양전지가 W당 10달러로 매우 비싸편이나 1990~1995년에는 1달러 정도로 감소되어 기존 발전방식과 경쟁이 가능할 것으로 추정하고 있다. 특히 DOE와 NASA가 공동으로 위성 발전 시스템의 기술적, 경제적 및 환경적인 가능성을 검토하고 있는데 태양전지를 이용한 위성발전 시스템은 일반적으로 5,000MW~10,000MW 규모가 적정선으로 잡고 있다. 이 시스템을 개발하기 위하여는 거대한 지상시스템 및 우주산업을 동시에 개발해야 하는데 소규모 지상 실험에서 에너지를 마이크로파로 송전 가능하다는 것이 기술적으로 입증되어 90년대 말에는 실현될 것으로 예측된다.

○국내 보급현황

국내에서의 태양에너지 이용은 1970년대부터 거론되다가 1970년말부터 본격적으로 보급되어 1985년 말 현재 전국적으로 약 4,000 개소에 다다른다. 그러나 태양전지 사용을 제외한다면 분야에서는 거의 모두 설비형 태양열 시스템을 이용한 태양의 집에 국한되었다(표-1 참조).

설비형 시스템이란 집열기를 건물의 지붕, 벽 혹은 건물과 구분하여 설치하고 이에 부수되는 저장 및 제어시스템을 겸비토록 한 것이다. 그러나 태양열을 집열하는 용도의 집열기라는 고가의 기계 일종을 필수적으로 사용하여야 하므로 전반적으로 태양열 시스템이라 하면 가격이 비싸고, 시스템 단순화 부족으로 인한 기술적 문제점, 유지관리 미숙으로 인한 고장 등이 야기되고, 또한 건물의 외부, 즉 태양을 많이 받을 수 있도록 집열기가 노출되어야 하므로 상대적으로 건물의 미관을 해치는 문제가 일어났다. 따라서 이러한 문제점들이 원인이 되어 일반인들의 인식이 흐려지게 되었고 자연히 일부분을 제외하고는 태양 에너지의 보급이 둔화되었다. 그러나 정부에서는 이와같은 문제점을 해결하기 위하여 성실한 업체를 중심으로 제품, 시

공, after service를 일괄 책임하여 수행토록

〈표-1〉 우리나라 태양에너지 이용현황

구분	내 용	83까지	84보급	계
설비형	주 택	700	22	722
	급탕시설	1,275	145	1,420
	관 사	7		7
	골 프 장	3	6	9
	공중목욕탕	24	1	25
	기타(파출소, 양어장) 콘도, 수영장, 사무실 등	64	4	68
	소 계	2,073	178	2,251
자연형	주 택	36	290	326
	교 실	269	133	402
	기타(출장소, 군사막 등)	32	2	34
	소 계	337	425	762
태양광	유·무인 등대	263	65	328
	전화전원용	185	169	354
	우량축정용	78		78
	소형발전	5	9	14
	소 계	531	243	774
합	계	2,941	846	3,787

유도하는 방안으로 ①하자보증 보험제도 도입 및 after service의 보증 ②운전 관리 지침 제공 ③시공확인 절차(에너지관리공단)을 기하고 있다.

또한 지금까지 건물에서의 에너지 절약 개념은 건물의 지붕 또는 벽에 충분한 단열재를 사용하여 실내의 열을 최대한 외부로 손실되는 것을 막아주도록 함으로써 에너지 절약을 도모하였으나 이러한 것은 역으로 생각하면 태양열을 비롯한 외부로부터의 일질의 열을 차단시켜 외부의 열이용 측면에서는 바람직하지 못하다.

따라서 단열효과와 병행하여 건물 자체가 집열 역할을 할 수 있는 구조 집열 개념을 도입하여 지붕 및 벽에 쏟아지는 많은 태양열을 실내로 들어오지 못하게 할 것이 아니라 실내에서 필요하면 실내로 유입, 이용하고 실내에서 필요치 않을 경우는 실내로의 유입을 차단하여 건물 구조체가 다목적으로 이용됨으로 에너지 절약

효과를 기할 수 있는 새로운 개념의 에너지 이용 방법이 개발 실용화 단계에 있다.

한편 자연형 난방 시스템이란 취득된 태양열이 건물의 내부에서 이동함에 있어 별도의 기계장치나 동력을 필요로 하지 않도록 구성된 태양열 난방 방식을 말한다. 자연형 시스템의 내부에서는 열 혹은 유체의 흐름이 “자연적인 방법”에 의하여 일어난다. 여기서 “자연적인 방법”이라 함은 복사(radiation), 전도(conduction) 및 자연대류(natural convection)을 뜻한다. 자연형 시스템에서는 건물에 어떤 난방 시스템을 설치한다는 개념보다는 건물 자체를 하나의 집열·축열시스템이 되도록 설계·시공한 것으로 보는 것이 타당하다.

건물의 난방에너지를 절감하기 위한 방안으로서의 자연형 시스템은 이제 우리나라에서도 어느 정도 알려져 있기는 하지만 그 개념의 파악에 있어서는 아직 전반적으로 약간 이해가 부족한 듯하다. 이는 기존의 건물과 태양열 건물은 엄격하게 구분된다는 선입관 때문인 것으로 생각된다. 현재 우리나라에서는 연구소, 대학 등의 여러 연구기관에서의 활발한 연구로 말미암아 개인주택은 물론 연립주택, 학교건물 등 대형 건물에 대하여도 표준설계도와 설계 시공 지침서가 마련되어 있어 자연형 건물을 설계하는데 있어서 많은 도움을 주고 있다. 하지만 설계자가 설계·시공지침서만 의존하여 자연형 건물을 설계할 경우는 설계의 경직성이 문제가 된다. 즉 지침서에는 나와 있지 않는 인자, 예를들면 지역 특성에 따른 건축재료, 양식이라든지 경제성에 영향을 미치는 인자들이 변화할 경우에 대한 고려가 불충분하게 될 우려가 있으며, 설계자가 어떤 창의성을 발휘하여 대담하게 새로운 형태의 건물을 짓는 데에도 많은 제한이 가해질 수 있는 것이다.

실제로 기존건물 혹은 근래에 와서 일반화된 단열건물은 여러 형태로 설계자의 재량에 따라서 외형과 실용성이 뛰어난 건물이 설계되고 있지만, 자연형 건물에 있어서는 아직 그다지 많이 보급되지는 않았지만, 설계에 있어서 확실성

이 나타나고 있는 듯 하다. 단열건물이란 간단히 얘기하여 건물의 난방하부를 줄이기 위하여 벽체, 천정, 바닥에는 단열재를 사용하고 개구부에는 이중창, 덧문을 사용하여 열의 전도 및 무건풍(infiltration)에 의한 열손실을 막도록 한 것을 말한다. 또 근래에는 태양의 복사에너지를 이용하고자 하는 방향으로도 연구 실용화가 진행되고 있다. 그렇다면 단열건물과 자연형건물의 차이점은 어디에 있는가 하는 문제가 당연히 대두되는데 이는 한마디로 말하여 예열공간(preheated space)의 유무에 있다고 할 것이다. 집열창을 통과한 태양의 복사에너지는 건물내부 어딘가의 표면에 입사되어 열로 바뀐다.

막연히 이 열이 난방에 이용된다고 보면 이는 단열건물의 범주에서 벗어나지 못한 것 이지만 출열제를 두어 여분의 열을 지정하고 시스템의 유형(직접획득형, 간접획득형, 분리획득형 등)에 따라 달라지는 집열창과의 위치 형태상의 관계에 의하여 여러 방식으로 열을 흡수, 저장, 방출, 전달, 이용 하고자 하는 것은 자연형 시스템이라고 할 수 있다. 집열창과 축열체 사이의 공간을 예열공간이라 부르며 시스템의 유형은 곧 예열공간의 유형에 의하여 결정된다. 자연형 시스템의 설계에 있어서는 이 부분의 설계가 가장 중요한 포인트가 된다. 일반적으로 자연형 시스템이란 단열건물에서 태양열을 보다 많이 받고 밖으로의 손실을 억제하는 개념을 보다 적극적으로 도입한 것으로 일부 학자에 따라서는 자연형 시스템을 건축의 한 특정 시스템으로 구분하지 않고 에너지절약 방안의 일반 고려 사항으로 보는 견해도 있다. 그러므로 태양에너지 보급의 보다 근원적인 방안으로 년중 이용도가 높고 경제성이 양호하여 시스템이 단순하여 유지관리가 용이한 급탕시설 및 구조집열 시스템으로 설비형 태양열 시스템을 중점적으로 보급하고 축열이 필요없고 주간에만 사용하는 사무실, 학교 등에는 자연형 태양열 시스템 적용을 권장하고 있다.

결 론

에너지를 절약할 수 있는 방안으로는 크게 ① 불필요하게 낭비, 소모되는 에너지 소비를 억제하고 ②에너지 기자재의 효율을 향상시켜, 단위 이용율을 높이거나 ③ 단위 이용율은 비록 떨어지지만 보다 많은 부위에 이용될 수 있도록 하는 3 가지로 대분된다.

그러나 첫번째의 에너지 소비를 억제하는 데에는 한계가 있으므로 절대적이 될 수 없고 둘째의 효율이 좋은 기자재를 이용한다는 것은 바람직하나 개발하는데 시간이 많이 걸리고 상대적으로 가격이 비싸지는 단점이 있다. 그러므로 태양에너지와 같이 취약성을 갖고 있는 경우에는 세번째 방법인 비록 효율은 약간 떨어질지 모르지만 많은 부위에 이용될 수 있도록 하여 상대적인 경제성을 높이면서 에너지 절약 효과를 얻도록 하는 것이 바람직하며 건물에 태양 에너지를 이용하는 것도 같은 맥락에서 이루어져야 한다.

요사이 석유가가 인하됨으로서 다소 대체에너지 개발이 주춤하여진 경향이 있다고는 하나 에너지 위기가 근래에 다시 도래할 것이라는 것은 이미 주지의 사실이다.

그러므로 비록 태양에너지 분야는 태양 자체가 간헐적이고 밀도가 희박한 취약성이 있어 기술 개발에도 유한성이 필연적으로 대두되기는 하나 그중에서도 건물에 태양에너지 이용은 가장 경제성이 있고 또 비교적 단순하므로 보다 많은 사용자를 유도하여 각 건물의 이용도에 따른 기여도는 비록 작지만 국가적으로 보아 커다란 이용 효과가 있는 방안을 강구하여야 할 것이다.

이에 비추어 건물을 설계하고 시공, 관리할 때의 기초 고려사항으로 태양에너지를 이용하여 에너지를 절약하는 방법을 건물의미, 동선 등과 마찬가지로 고려하여 건물에 있어서 에너지 소비를 근본적으로 절약토록 한다면(우리나라 총에너지 소비의 40% 정도를 건물에서 사용하고 있음) 앞으로 도래될 에너지 위기는 슬기롭게 대처될 수 있을 것이다.

(大韓建築學會誌 제 131호에서 전재)