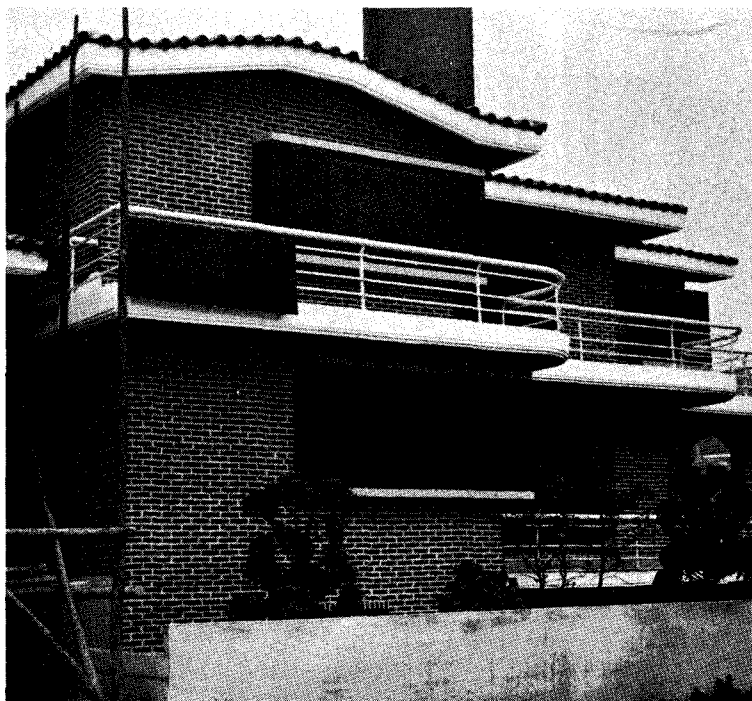


에너지
리포트

BATCH형 자연형 태양열온수급탕 시스템 실용화연구



본고는 한국동력자원부에서 지난 3년간 ('84~'86)에 걸쳐 연구개발한 BATCH형 자연형 태양열온수급탕 시스템을 전국 주요 5개도시에 시범설치, 실증실험을 통해 국내 보급가능성을 분석한 에너지관리공단 주도 '87기술개발 결과로서 이중 일부를 발췌, 게재한 것이다.(편집자주)

1. 서론

국내 부존자원의 부족으로 소요 에너지를 수입유류에 의존하고 있는 우리나라의 현실에서 볼 때 대체에너지원의 개발의 중요성이 보다 강조되어야 하며, 대체에너지원 중 가장 각광을 받는 분야는 태양에너지 이용분야이다. 태양에너지는 그 양, 질면에서 무한정 및 무공해이고 그 이용분야가 다양한 에너지원이다.

현재 태양열 이용분야중 가장 각광을 받는 가정용 급탕을 위한 태양열이용 시스템은 자연형과 설비형으로 크게 나눌 수 있다. 가정용 태양열 급탕 시스템중에서 설비형 태양열 시스템보다 자연형 태양열 시스템이 설계와 제작이 용이하며, 사용 및 작동의 간편성, 저가, 고효율등으로 보다 경제적이다.

자연형 태양열 시스템도 구조 및 작동원리에 따라 여러 형태가 있으나 그 대부분이 설비형 시스템과 같이 집열부와 축열부가 분리되어 있어 구조 및 배관상의 열손실 그리고 작동상의 난점 등으로 인해 보다 높은 효율과 경제성을 갖지 못한다. 그래서 요즘 관심의 대상이 되고 있는 자연형 태양열 시스템은 이러한 단점을 보완한 집열과 축열을 동시에 만족하는 일체식 구조를 갖는 batch형 자연형 태양열 급탕 시스템이다. 그러나 이 시스템의 단점은 지역적 차이는 있지만 야간열손실 및 동절기의 동파가능성이다. 이러한 단점은 격리커버(in-

sulation cover)의 설치와 같은 방법으로 보완이 되어 오고 있다. 우리나라의 경우 가정용 급탕을 위한 태양열 이용 및 보급에 있어 단지 몇개의 수입품에 의존할 정도로 부진한 편이다.

2. 측정결과 및 분석

1. 이론적 배경고찰

Batch형 시스템은 다른 태양열이용 시스템보다 오랜 역사를 가지고 있다.

시스템의 간단한 구조속에서도 시대와 지역 특성 및 기후조건에 따라 다양한 형태와 특성을 갖는 시스템으로 개선 발전되어 오고 있다.

최초의 태양열 온수기 상품이 미국에서 1891년 'Hot box'원리를 이용하여 선보인 이후 1973년 에너지파동중에 현대적 감각의 시스템이 최초로 개발되었다 'Hot box'원리란 검게 칠한 통에 물을 채우고 태양열로 가열하여 온수를 얻는 기본원리로 오늘날의 태양열 이용기기에 널리 적용되는 기본적인 것이다.

1980년대 들어 보다 널리 보급된 설비형 시스템의 단점과 일시적인 유가하락으로 인한 경제적인 이유 그리고 실사용자의 사용과 관리의 간편성때문에 batch형 시스템이 보다 각광을 받게 되었다. 이와같은 시스템의 개선은 이론적이고 실험적인 뒷받침아래 개선되었고 시스템의 열적해석에 대한 연구가 현재도 계속되고 있다.

<표 1> 재질에 따른 시스템 제작가 산정(부과세포함)

순번	BOX	재질				시스템본체 제작가 (Box+tank)	단열 cover 제작가	전체시스템 제작가
		Glazing		Insulation				
		Pair Glass (3+6A+3A)	Single Glass (5%)	우레탄 스프레이	우레탄 보드			
1	F.R.P	○		○		577,410	208,370	785,780
2			○	○		550,120		758,490
3	CAL Color Al	○		○		521,550	171,960	693,510
4			○	○		494,320		666,280
5	Color Steel Plate (갈라철판)	○			○	502,930	144,760	647,690
6			○	○		475,700		620,460
7		○		○		471,010	115,630	586,640
8			○	○		443,780		559,410
9		○			○	455,010	109,340	564,350
10			○		○	427,780		537,120

시스템의 구조상 설계 및 제작은 용이하나 박스의 형태와 탱크의 배열 및 연결등 기하학적 배치구조에서 오는 열전달 기계장치해석에 관한 연구가 다양한 방법으로 계속되고 있다.

3. 경제성 분석

1. 시스템 제작설치비 산정

태양열 온수급탕 시스템의 제작설치비용은 동일 규모, 동일 형태의 시스템일지라도 사용재료의 종류에 따라 차이가 난다.

실증실험을 위해 제작된 시스템은 <표 1>의 1번의 시스템으로 앞에서 언급한 바와같이 연구개발된 시스템의(3번) 재질구입의 어려움과 소량제작에 따른 홍보효과를 고려하여 F.R.P 재질을 사용하였다. 그리고 측정결과 연구개발시의 분석결과보다 효율면에서는 대동소이함이 밝혀졌고 실제 보급시 box, glazing, insulation 재질의 선택에 수명, 효율, 경제성을 고려하여 제작의 간편성을 향상시켜야 할 것이다.

<표 1>에서는 10가지 유형으로 구분하여 제작가를 산정하였고 이 산정가는 소량 주문 생산가이다. 단열커버의 가격이 전체 가격의 1/5~1/4을 차지하여 제작가의 상승요인으로 작용하고 실제 투자가치면에서 단열커버의 보온효과와 사용편이성이 훨씬 경제성 가치에 못미침으로 실제 보급시 단열커버의 설치는 심야전력을 이용한 보조히터의 설치 등으로 보완될 수 있으므로 안 하는 것이 보다 효율적이라고 사료된다.

단열커버의 사용편이성을 개선하기 위해 고려해 본 전동화는 현재의 단열커버와 같이 박스 외부에 설치하는 경우와 내부에 설치하는 경우 모두 설치상의 문제점 및 작동부위의 고장율등의 문제와 실제 이와같은 용도의 개발품이 없는 실정에서 초보적 고안에 의한 입의 선정 재료사용의 대략 제작가는 21만5천6백30원으로 산정되었다.

이 산정가는 보다 나은 설계 및 재료선정으로 감소될 수 있으나 단열커버성능의 경제적 가치가 낮아 경제적가치 상승요인이 없는 한 고려대상에서 제외함이 좋다고 사료된다.

그리고 F.R.P를 사용한 시스템의 경우 수지 금형값이 45만원으로 50대이상 제작이 가능하다

<표 2> 각 시스템별 태양의존율

대상	구분	Batch형 시스템	Sun Runner	Solahat
		태양의존율	태양의존율	태양의존율
50℃온수 200 l 를 사용할 경우		61.4%	57.5%	63.3%
		82.5%	77.3%	

* Batch형과 sunrunner는 측정치평균이고 solahat는 월별평균 기후치로 계산된 값임.

여 1,2번 시스템의 경우 해당 부담율분이 가산되었다.

설치비용은 재료와 인건비를 시스템 설치조건에 따라 차이가 있겠지만 약 2만5천원으로 산정하였고 보조히터의 설치기는 히터와 자동 온도조절장치등을 포함하여 4만원으로 산정되었다.

그리고 대량생산시 현재 산정한 소량 주문 생산가를 재료 구입가의 감소, 기계화에 따른 제작효율성 및 인건비감소로 줄일 수 있으며 대량생산시 보급가 산정을 위해 여기서는 대량생산시 소량 주문 생산가를 15% 줄일 수 있는 것으로 산정하였다.

그러므로 대량생산시 보급가는 시스템본체 제작가에 설치비, 보조히터 설치가를 더한 금액의 85%가격이다. 즉 예를들면 1번시스템은 약 55만원, 3번시스템은 50만원, 10번시스템은 약 42만원이다.

그러나 시스템이 실제 상업화될 때는 업체의 이윤 및 유통마진의 첨가가 예상된다.

2. 연간 연료절감량 비교분석

태양열 연료 대체비용은 태양열 연료 대체량에 연료가를 곱하면 된다. 연료가는 사용연료에 따라 결정되며 여기서 적용한 연료는 경유이다.

우선 batch형 시스템의 태양의존율을 sunrunner 와 solahat의 태양의존율과 측정기간('87.9~'88.2) 동안의 결과치로 비교한 결과는 <표 2>와 같다.

<표 2>에서 알 수 있듯이 태양의존율면에서는 solahat 가 제일 높았으며 같은 batch형의 외국산 제품인 sunrunner보다는 국내 개발품인 batch형 시스템이 높았다.

년간 태양의존율은 일사량, 집열면적, 시스템효율에 관계되며 실제 측정치와 연구개발중 측정치를 종합하여 산정하였다.

연료 및 각 대상별 연간 연료 대체량 및 비용은 <표 3>과 같다.

연료소모량 및 절감비 산정은 기존 보일러 시스템의 전체 효율에 따라 상당한 차이가 있으며 외국의 경우 보통 50~60%정도 보고 있으나 여기서는 50%를 기준으로 연료량을 산출한다.

연료발열량은 경유를 사용하므로 9200Kcal / l (동자부고시 제8534호)이고 유류가는 1988. 3월 현재 186원 / l이다.

특히 유류가는 태양열 시스템의 경제성 분석에 중요한 변수로 작용한다. 단열 cover에 의한 실제 보온효과, 동절기의 보온효과는 온수온도의 야간감소폭을 약 7.65℃ 줄일 수 있으며 년평균은 동자연 연구보고서의 결과를 참조하여 약 8.95℃ 정도임을 알 수 있다. 보온 효과에 영향을 주는 주요인자는 외기온으로, 단열커버의 보온효과가 타계절이 동계절보다 높음을 보여준다. 단열커버에 의한 연료절감량은 142 l로 현 유류가로 환산하면 2만6천4백

12원이다. 이 절감비를 단열커버 제작비와 비교하면 경제성가치를 간단하게 파악할 수 있을 것이다.

심야전력을 이용하기 위한 보조히터 사용의 경제성은 온수사용의 방식에 따라 달라지며 그 사용방식을 오전과 오후에 사용하는 것으로 구분해 <표 4>, <표 5>의 온수의 야간온도 변화에 따른 분석을 실시하였다.

<표 4>는 주간열적성능에 이은 야간의 평균 온수온도와 2차탱크온수온도의 변화를 보여주며 심야전력작동시간대의 온도와 실제 가동시의 시간 및 온도를 보여주고 있다. 2차탱크의 평균온수온도는 37.8℃에서 히터가 작동되고 1차탱크의 평균온수온도는 보조히터와 거의 무관하게 감소된다. 그리고 <표 4>의 경우 오후온수사용이 없이 오전 07:00에 사용할 경우 혹한기와 호린날을 제외하면 년중 별 어려움이 없음을 보여준다.

그러나 <표 5>에서 볼 수 있듯이 오후에 온수를 사용할 경우 체질에 관계없이 오전사용이 불가능한 것을 보여준다.

사용전력량의 산정은 오후에 가열 온수 전량을 사용할 경우 일사량, 외기온에 의해 23:00의 2차탱크 가열수온의 폭이 크고 실제 측정치가 많지 않아 정확한 산정은 힘든 실정이다.

그러나 외기온, 시수온도가 높은 6, 7, 8, 9월을 제외한 보조히터 사용시 일일사용 전력량을 5Kw 정도로 현 심야전력 전기료 27.95원을

<표 3> 연료소모량 및 절감량(Batch형 시스템)

대상	구분	Batch형 태양열 시스템				
		비태양열 연료소모량(l)	태양열연료소모량(l)	태양의존율	연료절감량	절감비율(%)
50℃ 온수 200 l를 사용할 경우	비태양열	584	196.2	66.4%	387.8 l	72,130
	태양열	425.3	37.5	91.2%	387.8 l	72,130

<표 4> 월별 평균온수온도 및 2차탱크온수온도의 야간변화(No heating)

월 · 일	최대온수온도되는시간		23:00 (heating 시작시간)		실제히터 가동되는 시간		다음날 오전 07:00	
	(℃) 평균온수온도	(℃) 2차 tank 온수온도	평균온수온도	2차 tank 온수온도	평균온수온도	2차 tank 온수온도	평균온수온도	2차 tank 온수온도
	시간		시간		시간		시간	
9.30	16:00		23:00		04:20		07:00	
	48.18	51.98	41.43	43.38	36.32	37.9	34.07	35.6
10.28	16:00		23:00				07:00	
	53.49	56.38	45.09	47.52			36.26	38.36
11.6	15:40		23:00		03:40		07:00	
	51.07	54.3	41.07	43.6	35.63	37.88	32.57	34.66
12.16	15:00		23:00		23:40		07:00	
	45.04	49.52	35.35	38.38	34.59	37.56	27.63	29.88
1.29	16:00		23:00		01:00		07:00	
	48.41	51.44	37.83	40.38	35.06	37.54	27.79	30.04
2.10	16:00		23:00				07:00	
	37.9	40.96	29.72	32.24			21.14	23.22

Kw로 계산하면 33,960원의 년총전기료가 들며 07:00의 2차탱크의 수온을 평균수온 37.8℃로 올리는 데 드는 연료가는 경유 153 l로 28,460원이다. 계산상으로 보조히터의 사용이 설치비와 전기료를 합해 년연료절감량을 훨씬 상회하나 단열커버와는 달리 사용편이성측면에서 보다 우수하며 경제적 측면에서도 단열커버보다 우수함을 알 수 있다.

이와같이 단열커버, 보조히터등의 설치로 사용편이성만을 강조한다면 기계적, 전기적 장치가 없어 고장율이 전혀 없는 batch형의 특성과 온수사용 형태의 변화를 가져오게 되어 이들의 설치에 신중하여야 하며 굳이 전기적 장치를 고집한다면 외부노출배관의 동파방지를 위한 열선의 설치 및 보조열원이 아닌 동파방지용 히터의 설치로 batch형 시스템의 특성을 최대한 유지하는 선에서 결정되어야 한다.

3. 경제성 분석결과

경제성 계수를 어느정도 정확하게 설정하는가에 따라 평가의 정확도도 달라지지만 여기서는 일단 부록에서 설정한 조건에 100% 자기자본일 경우와 100% 용자를 받을 경우로 나누어 분석하였다. 초기자본의 설정은 소량주문생산가로 하여 설치비, 보조히터 설치비를 더한 가격으로 정하여 분석하였다.

태양열 시스템의 투자가치를 평가하는 방법에는 손익분기기간(Break even period)에 의한 방법이다. 이것을 투자회수기간(Payback period)라고도 한다. 이것은 DPP법에 의해 구해진다. 표에서 알 수 있듯이 자기자본이든 용자든 간에 투자회수기간은 시스템 수명이내임을 알

수 있고, 자기자본인 경우가 용자를 받는 경우보다 투자회수기간이 짧음을 알 수 있다. 유류가 상승을 변화에 따라 차이는 있지만 시스템수명내에 초기투자비가 회수되므로 투자가치면에서는 경제적임을 알 수 있다.

일반적으로 다른 경우의 투자대상과 태양열 시스템을 비교하기에 가장 좋은 수치는 태양열 시스템의 내부수익율(IRR)이다. 표에서 알 수 있는 수치는 태양열 시스템에서 얻어지는 수익율로서 다른 투자대상에서 얻어지거나 예상되는 이익율과 비교함으로써 투자가치를 결정할 수 있다. 이 수치는 DCF법에 의해 구해진다. 내부수익율에 의해서는 용자의 경우가 자기자본으로 시스템을 구입하는 것보다 높음을 알 수 있고, 유류가 상승에 영향을 받지않은 행이자율보다 높음을 알 수 있다.

NPV법에 의해 구해진 값은 현재가로 환산된 순수익의 총액이다. 이경우는 자기자본의 경우가 투자회수기간에서와 같이 순수익의 총액이 많음을 알 수 있다.

4. 보급현황과 보급전망

현재까지의 태양열 급탕시스템의 국내현황은 <표 6>과 같으며 주요 선진국에 비하면 극히 부진한 보급실적이다. 즉 가장 실용화가 빨리 진행된 미국의 경우는 24만기이고, 우리나라

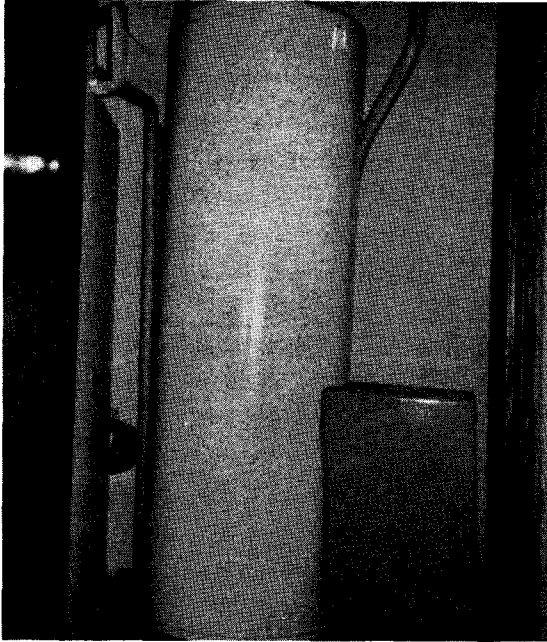
<표 6> 국내 태양열 이용시설현황

<'86년9월현재>

구분	설비형				자연열	총계
	주탕급탕	주탕난방	기타(목욕탕,골프장등)	소계		
개소	2,150	723	124	2,997	1,426	4,423

<표 5> 배수후 탱크내 수온의 야간변화

월·일	배수초기시간		배수량(l)	배수끝년시간		23:00		07:00		비고
	(℃) 평균수온	(℃) 2차 tank 수온		평균수온	2차 tank	평균수온	2차 tank	평균수온	2차 tank	
	온도	온도	온도	온도	온도	온도	온도	온도		
12.28	15:10		210 l	15:39		23:00		07:00		No heating
	34.05	35.62	29	16.64	23.08	10.9	12	10.24	11	
1.18	15:00		207 l	15:30		23:00		07:00		자동조절온도 50℃ setting 사용전력량 5.65 kw
	47.98	53.64	30	16.83	25.82	14.46	20.7	27.27	46.44	
1.20	15:00		167 l	15:30		23:00		07:00		자동조절온도 40℃ setting 사용전력량 3.4kw
	49.0	54.76	30	23.73	32.04	19.52	25.54	25.22	37.36	
2.8	15:20		222 l	16:05		23:00		07:00		heating No.
	41.69	44.8	45	13.36	20.34	11.35	16.18	6.98	9.96	



라와 일사량 조건이 유사한 일본의 경우는 3백 만기가 설치되었고, 프랑스의 경우는 1980년도 까지 2만기가 보급되었고 1990년까지는 60만 기가 보급될 것으로 전망되고 있다.

우리나라의 신재생에너지의 개발목표는 <표 7>과 같으며 이에따라 1991~2000년간 신규주택의 약 10%에 설비형 및 자연형 태양열 시스템을 도입하고 총주택의 10%에 급탕시설을 보급하여 실용화를 촉진할 경우 2001년에는 우리나라 총에너지의 3%수준을 신·재생에너지로 공급할 수 있을것으로 전망된다.

<표 7> 2001년의 신재생에너지의 개발목표

	1986	1991	2001	천Bb1 / 년
태양에너지이용				
• 설비형난방	1,500호	10,000호	500천호	5,300
• 급탕시설	3,000개소	30,000개소	1,000천개소	3,100
• 자연형난방	2,000호	50,000호	1,000천호	8,500
• 태양광발전	100kw	1,000kw	200천kw	460
메탄가스발생이용				
• 축산업가	1,000기	5,000기	30천기	120
• 산업(배정동)	5개소	10개소	50개소	470
풍력발전이용	-	500kw	7천kw	35
소수력이용	8.1천kw	24.2천kw	209천kw	2,000
Coal Slurry이용	-	1,000T / H	2,000T / H	2,400
도시폐기물이용	-	2,000T / D	9,000T / D	1,500
총년간석유환산량		2,300천Bb1 / 년	23,500천	Bb1 / 년

그리고 일본의 '75~'82년까지의 태양열 시스템 시공실적 및 집열기 판매실적과 미국의 '82년도 집열기 용도별 생산판매량을 <표 8> <표 9>에 나타내었으며, 태양열 이용분야중 급탕분야가 차지하는 비중이 가장 큰 것을 보여 준다.

유류가의 하락으로 다른 태양열 시스템과 마찬가지로 batch형 시스템의 경우도 획기적인 경제성을 갖지는 못하나 실증실험을 통하여 얻은 보급방향은 동절기의 사용편이성등을 앞에서 언급한 것과같이 개선한 후 대전이남의 남부지역에 보급을 추진하는 것이 시스템의 특성과 우리나라 기후여건상 타당한 것으로 나타났다.

또한 현재 시판되고 있는 외국수입품에 비해 성능은 뒤지지 않고 경제성은 월등히 높아 보급전망이 밝으며 수입대체효과도 얻을 수 있을 것이다.

그리고 batch형 시스템의 보급은 아파트보다도 단독주택이 설치 및 사용상 유리하며, 시스템 사용특성이 관공서, 학교, 군부대등 주간 사용건물의 오후온수사용 특성에도 부합되어 사용의 극대화를 꾀할 수 있는 보급방향도 고려해야만 한다.

보급물량 및 그에따른 에너지 절감량의 산정은 실증실험을 통한 연구결과, 실사용자의 경향, 관련업체와의 협의 그리고 관계기관의 정책적 지원등을 보다 면밀히 파악하므로써 가능하며 유류가변동등의 외적요인도 파악되어야 한다.

<표 7>에서 알 수 있듯이 우리나라 현재 태양열 시스템의 잠재 보급물량은 상당한 양이며 batch형 시스템의 보급은 개발목표를 앞당길 수 있을 것이다.

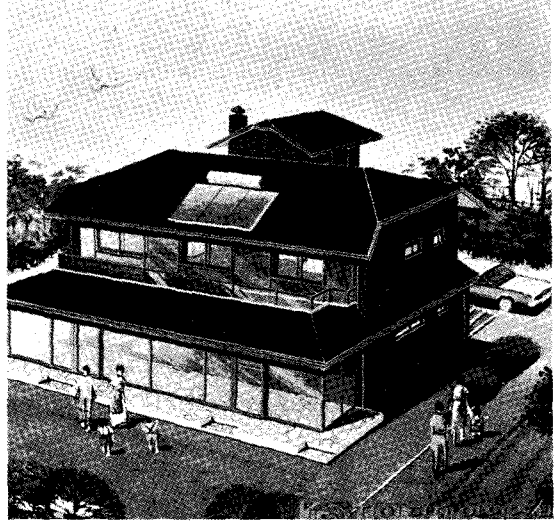
4. 결론

한국동력자원연구소에서 개발한 batch형 자연형 태양열 온수급탕시스템의 보급확대 가능성 검토를 위해 전국 5개 도시에 시범설치하여 실시한 실증실험을 통해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 시스템의 계절별, 지역별 열적특성은 이론치와 잘 부합되었으며 외국산 온수기에 비

해 효율의 우월성을 입증하였다.(sunrunner, solarhat)

2. 시범설치된 시스템의 지역별 열적특성 분석 결과 남부지방의 보급이 기후등의 여건상 보다 효과적임을 알 수 있었다.
3. 동절기 및 야간 열손실의 보안을 위한 실험 결과 단열커버보다 보조히터의 사용이 편리함을 알 수 있었으나 batch형 시스템의 경제성을 고려할 때 보조히터는 동절기 동파방지용으로만 사용되어야 할 것으로 사료된다.
4. 낮은 보급가를 위해 시스템 구조체 및 단열재질의 선정시 시스템 제작공정과 수명을 고려하여야 하며 보다 효과적인 열적성능 향상을 위해 선택흡수막(selective coating)의



<표 8> 태양열시스템의 판매 및 시공실적(일본)

1) 태양열시스템 시공실적

(단위:건)

용도별		년도	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	소계
단독주택	급탕	탕	134	188	424	833	2,177	24,119	30,454	50,350	108,679
	급탕	난방	0	11	146	75	110	283	63	76	764
	급탕	냉난방	2	1	8	18	15	16	8	2	70
	기타	타	0	0	0	1	3	2	0	0	6
	소계	계	136	200	578	927	2,305	24,420	30,525	50,428	109,519
공동주택	급탕	탕	0	0	6	9	11	56	35	61	178
	급탕	난방	0	0	0	0	0	2	2	1	5
	급탕	냉난방	0	0	0	4	0	2	0	0	6
	기타	타	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	소계	계	0	0	6	13	11	60	37	62	189
민생·업무용	급탕	탕	4	8	28	95	192	832	1,302	969	3,430
	급탕	난방	0	0	3	7	18	48	63	31	170
	급탕	냉난방	2	4	18	14	37	90	78	35	278
	기타	타	0	0	3	6	4	11	19	8	51
	소계	계	6	12	52	122	251	981	1,462	1,043	3,929
산업용	급탕	탕	0	1	2	3	6	47	38	23	120
	급탕	난방	0	0	0	1	0	3	5	0	9
	급탕	냉난방	0	0	0	1	1	8	1	3	11
	기타	타	0	0	1	7	6	11	11	6	42
	소계	계	0	1	3	12	13	69	55	32	185
소계	급탕	탕	138	197	460	940	3,386	25,054	31,829	51,403	112,407
	급탕	난방	0	11	149	83	128	336	133	108	948
	급탕	냉난방	4	5	26	37	53	116	87	40	368
	기타	타	0	0	4	14	13	24	30	14	99
	합계	계	142	213	639	1,074	2,580	25,530	32,079	51,565	113,822
공공용	급탕	탕	2	1	7	37	35	207	369	392	1,050
	급탕	난방	0	0	0	7	8	14	18	10	57
	급탕	냉난방	1	3	2	8	18	39	50	29	150
	기타	타	0	0	2	5	0	7	11	11	36
	소계	계	3	4	11	57	61	267	448	442	1,293

2) 집열기 판매실적

(단위: m²)

구분	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	소계
유효집열면적	2,603	3,946	16,309	28,635	61,276	237,413	306,696	385,151	1,042,029

<표 9> 집열기의 용도별 생산판매량(미국)

(단위: 천 sq. ft)

종류	용도별	수영장용	급탕용	난방용	냉방용	산업용	농업용	기타	소계
저온집열기(비금속)		6,211	90	315	0	0	53	1	6,669
저온집열기(금속)		314	79	398	0	0	16	1	807
중온집열기(공기식)		1	83	530	1	0	22	492	1,129
중온집열기(액체식)		473	6,775	1,073	20	210	16	792	9,359
특수 집열기		34	383	20	31	85	(B)	(B)	552
전공판식집열기		2	36	24	21	(B)	0	(B)	84
기타		(B)	(B)	1	0	0	0	15	16
합계		7,035	7,445	2,361	73	295	107	1,301	18,617

(A) 교육 및 연구용 포함

(B) 500 sq. ft. 이하

개발이 권장된다.

- 경제성 분석 결과 현 저유류가에서도 시스템수명내에 초기투자비가 회수되는 것으로 분석되었으며 현재 시판되고 있는 외국수입품에 비해서는 초기투자비의 저렴성등으로 경제성이 월등히 높아 보급가능성이 충분하였다.
- 시범설치된 시스템의 실사용자들은 시스템의 성능과 간편성에 대체적으로 만족을 나

타내었다.

이상과 같은 결론에서 시스템특성을 유지하면서 동파방지를 위한 최소한의 보조열원장치를 설치하고 낮은 보급가를 위한 시스템 재질을 선정하여 시스템 특성을 효과적으로 활용할 수 있고, 특히 남부지역에 보급된다면 batch형 자연형 태양열 온수급탕시스템의 실용화는 충분히 가능할 것이다.

유아카드 학습자료 시리즈



- 1 칙칙한글카드 (1권)
- 2 칙칙한글카드 (2권)

- 3 칙칙한글카드 (3권)
- 4 숫자놀이카드
- 5 영어놀이카드
- 6 빙고게임카드 (근간)
- 7 매트릭스퍼즐 (근간)
- 8 동화놀이카드 (근간)
- 9 유아미니퍼즐 (근간)
- 10 도형놀이카드 (근간)

* 계속 발행됩니다
* 각권 1,200원



영재용 학습자료는
영재문화사

서울·관악구 신림본동 1639-8
TEL : 887-3534