

아파트의 太陽熱 給湯 實驗研究

李 明 進 *

I. 研究目的

1978年 7月 18日 주택연구소에서在美科學者 및 國內 科學者들이 모여 태양열 이용 방안에 대한 세미나를 가진바 있다. 그때 國內外 科學者들은 주택에서 태양열 이용의 가능성이 가장 큰 것은 公共建物 등에 給湯利用이라는 결론을 얻었다. 國內에서는 당시 태양열을 給湯에 利用한 시설이 없었고 단지 外國의 시설을 예로 들어 推論한 것 뿐이었다.

그 당시 先進外國에서는 太陽熱利用 技術開發이 활발히 진행되고 있을 뿐만 아니라 給湯에의 利用은 現實化되어 많이 보급되어 있었다. 그러나 우리 나라에서 태양열 給湯利用이 실제 가능한지의 여부는 쉽게 판단하기 어렵다.

本 연구의 目的은 아파트에서 태양열을 이용한 給湯設備의 實用 可能性을 판단하고 이에 따른 諸般 問題點과 設計資料를 획득하는 데 있다.

II. 태양열 급탕시설의 개요

1. 연구의 推進經緯

同 研究는 1979年의 태양열 연구과제로 선정되어 1979年 2月 28日 研究 전담반이 설치된 후 同年 7月末 實施設計가 완료되고 給湯 實驗設置 場所는 서울 滙村洞 住公아파트 7.5

평형 10 세대를 선정하였다. 設置作業은 同年 9月初에 착공되어 12月末에 竣工되었다.

設計 및 施工에 특별히 어려운 점은 없었으나 國內 최초의 실험장치이므로 경험에 의거한 신뢰성 있는 설계자료의 부족과 시공경험의 부족으로 다소 많은 시일이 要하게 되었으며 本 설계도를 作成하는 데는 KAIST 등 관련 기관의 관계자들로부터 많은 도움을 받았다.

2. 給湯設施의 概要

同 太陽熱 給湯 實驗設施은 서울 滙村洞 住公아파트 7.5 평형 1棟 10戶를 대상으로 설치되었다.

아파트 옥상에 國內제품(한국솔라)인 4'×8' 크기의 태양열 집열판 20枚를 5매씩 4열로 설치했는데 간격은 집열판 상호간의 그늘을 고려하여 7m로 하였다. 지하실에는 3ton 크기의 蓄熱탱크 및 自動制御장치를 설치하고 集熱 및 태양열에 의한 給湯供給이 不可能할 때를 대비하여 太陽熱給湯管은 自動溫度 調節瓣을 설치한 기존給湯管(기름연소에 의한 급탕관)과 연결되게 하였다.

蓄熱탱크 및 各種 配管에서의 열손실을 방지하기 위해 保温에 특히 유의하였으며 器機는 可能な 限 國內 생산제품을 使用토록 하였다.

同 給湯設備가 實驗研究用인 만큼 각종 自動器機가 必要한 部分에 설치되어 自動連續測定, 記錄이 가능하게 하였다.

* 正會員, 대한주택공사 주택연구소

Ⅲ. 태양열 급탕 시스템

1. 시스템 설계 개요

本 실험장치를 設計하는데 신뢰성 있는 설계 자료가 부족하였으나, 당 公社에서 최초로 건립, 실험한 태양열 실험주택의 실험결과와 관련 연구 보고서의 자료를 참고하였다.

시스템 주요부분은 集熱部, 蓄熱部, 補助熱源部, 配管(給湯供給)部로 되어 있으며 必要한 모든 조절은 자동제어기에 의하여 자동 조절되도록 하였다.

給湯供給方式은 그림 Ⅲ-1.1 과 같이 집열된 열이 蓄熱槽내의 시수와 熱交換方式에 의하여 供給토록 되어있고 蓄熱槽내 온수의 온도가 설계급탕 온도보다 떨어질 경우는 기존 급탕관과 混合하여 給湯토록 설계하여 태양열을 최대한 이용토록 설계하였다.

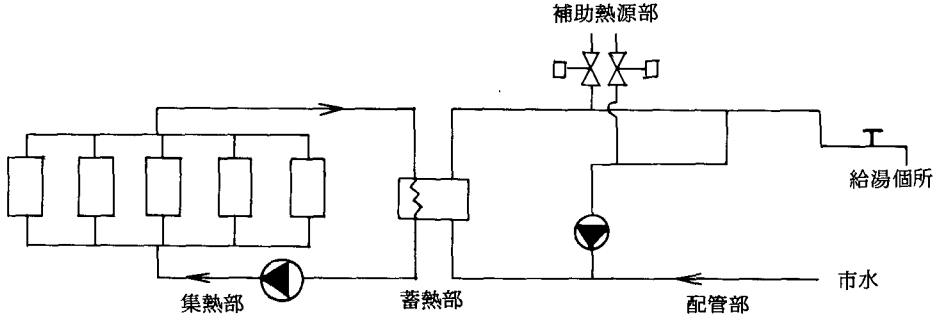


그림 Ⅲ-1.1 給湯시스템

겨울의 冬破를 위한 대책으로는 효율은 약간 떨어지나 安全한 不動液 方式을 채택하였다.

設計를 하는데 설계의 기본방침은 다음과 같다.

1. 서울 遁村洞 賃貸아파트 7.5 坪 10 戶에 가. 設計諸元

태양열을 이용한 給湯

2. 給湯溫度: 50°C
3. 使用集熱器: 銅板製 平板集熱器 4'×8'
4. 補助熱源: 既存給湯과 混合
5. 給水源: 上水道(溫度 5°C)
6. 集熱板傾斜: 45°C
7. 45°C 傾斜面 平均 日射量
 - 여름철(6月~9月): 2,700 kcal/m²·일
 - 여름외의 季節: 3,000 kcal/m²·일
8. 全效率: 31%
9. 給湯 所要熱量에 대한 태양열 이용율: 80%
10. 冬破防止對策: 不凍液使用(프로필렌 글리코올)
11. 시스템運轉 自動制御
 - 태양열 순환펌프: 差溫溫度調節器에 의한 방법
 - 2-way 밸브 및 급탕순환펌프: 蓄熱槽上

段의 限界溫度調節器에 의한 方法

2. 設計諸元 및 主要使用資材

集熱板, 蓄熱槽, 순환펌프 및 各種器機의 明細 및 設計諸元을 요약하면 다음과 같다.

區 分	項 目	設 計 值
COLLECTOR 20 枚	集 熱 量 設 置 角 度 設 置 間 隔	여름 2,700 kcal/m ² ·日, 겨울 3,000 kcal/m ² ·日 45 度 7 M

아파트의 太陽熱給湯 實驗研究

區 分	項 目	設 計 值
COLLECTOR 20 枚	設 置 面 積	50 坪(屋上面積 150 坪)
	平 均 面 率	31 %
	集 熱 器 內 最 高 溫 度	70 °C
蓄 熱 槽 및 給 湯 條 件	容 量	3,000 ℓ
	TANK 保 溫	150 mm 두께 GLASS WOOL
	熱 交 換 用 COIL	105 M, 9 mm φ 銅管
	給 湯 對 象 人 員	20 名, (10 戶)
	給 湯 供 給 量	1,500 ℓ/日 (1 人當 75 ℓ/日)
	給 湯 溫 度	50 °C
	市 水 溫 度	5 °C
其 他	太 陽 熱 依 存 率	80 %
	太 陽 熱 循 環 水	178 ℓ
	不 凍 液	390 ℓ 프로필렌 글리콜
	太 陽 熱 配 管	25 mm φ
	太 陽 熱 配 管 保 溫	50 mm THK GLASS WOOL
	50 °C 까 지 加 熱 時 間	3 時 間
	50 °C 까 지 循 環 回 數	50 回
	1 迴 轉 時 마 다 溫 度 上 昇	1 °C
	太 陽 熱 펌 프 溫 度 差	△T 5 ~ 10 °C에서稼動 △T 1 ~ 3 °C에서 停止

나. 주요사용자재

品 名	數 量	規 格	備 考
集 熱 器	20 枚	銅板, 4' × 8' 58 m ²	
蓄 熱 槽	1 基	銅板製, 3,000 ℓ, 1.5 日分	
不 凍 液	390 ℓ	프로필렌글리콜	
太 陽 熱 循 環 펌 프	2 EA	PW-403, 1/2 HP, 50 ℓ/min 30mH	
給 湯 循 環 펌 프	2 "	PB-40, 1/20 HP, 35 ℓ/min 4mH	
排 水 펌 프	2 "	PW-128, 1/6 HP, 22 ℓ/min 20mH	
DISPENSOR	1 "	SP-2, 25 mm φ	
熱 量 計	2 "	SVME-60, 25 mm φ	
콘 트 롤 VALVE	2 "	M 945, 2WAY 25 mm φ	
換 風 機	1 "	D=250mm	
콘 트 롤 Box	1 "	SC-T 40	
白 熱 燈	2 "	60 W	
積 算 電 力 計	1 "	1 φ 2 W 110 V 10 (5)A	

IV. 실험방법

1. 실험측정방법

측정할 필요가 있는 모든 요소는 거의 自動測定記錄計에 의해 측정 기록되는데 나머지는常住하고 있는 연구원이 직접 측정 기록한다.

계측기는 太陽熱 給湯 공급대상 세대중의 하나인 1층 1세대에 설치되어 연속 측정 기록이 가능토록 되어있고 계측기 설치 세대에는 담당 연구원이 상주하고 있다.

실험기간은 1次, 2次로 나누었는데 1次는 1980. 1~1980年 12月末까지, 2次는 1981. 1~1982年 6月末까지 실험할 계획이다.

本 실험장치에서 측정하고 있는 사항은 다음과 같다.

- 1) 日射量
- 2) 集熱熱量
- 3) 給湯 소모열량 및 給湯量
- 4) 給湯 및 熱媒溫度
- 5) 蓄熱槽 內部溫度
- 6) 太陽熱施設의 電力使用量
- 7) 室內外 溫度
- 8) 市水溫度

2. 實驗系統圖

本 시스템의 실험 계통도는 그림 VI-2.1과 같다. (다음 페이지에 별도로 부착하였음)

3. 實驗用測定器具

本 실험에서 사용된 측정기기는 III VI-3.1과 같다.

表 VI-3.1 實驗用測定器具

器機名	數量	規 格	備 考
自動日射量測定機	1 EA	MODEL PSP EPLAB NO. 655-1, NO. 665-2	日 射 量
自動溫度記錄計	1 "	ET 2200 12 P (打點式)	給湯 및 熱媒溫度 測定
熱量計 (流量計包含)	2 "	SVME-60° 25 mm φ	太陽熱量, 給湯熱量 및 熱媒循環量 測定
溫度計	2 "	0 °C ~ 150 °C	給湯溫度 測定
流量計	10 "	溫水用 13 φ	給 湯 量
壓力計	1 "	0 ~ 15 kg/cm ²	TANK 內 壓力
積算電力計	1 "	1 φ 2W 110 V 10(5)A	電力使用量

V. 실험결과

1. 실험연구사항

本 시스템의 타당성 여부를 판단하고 기술자료를 획득하기 위한 실험장치이므로 가장 중요한 것은 시스템 효율을 정확히 판단하는 것이다.

이 효율판단을 위한 측정요소는

- (1) 日射量 分布 및 기후조건 (2) 취득 및 소모

열량 (3) 蓄熱槽 適正容量 檢討 등이다. 各 要因을 자세히 분류해 보면,

첫째 요인에서는 일사량을 前述한 試驗器機를 使用하여 自動으로 測定 記錄하고 外氣溫度는 建物外部에 溫度感知器를 設置하여 측정하였다.

둘째 요인의 취득 및 소모 열량을 알기 위해서 熱媒循環量, 給湯消耗熱量, 熱媒溫度, 給湯溫度, 市水溫度를 측정하고,

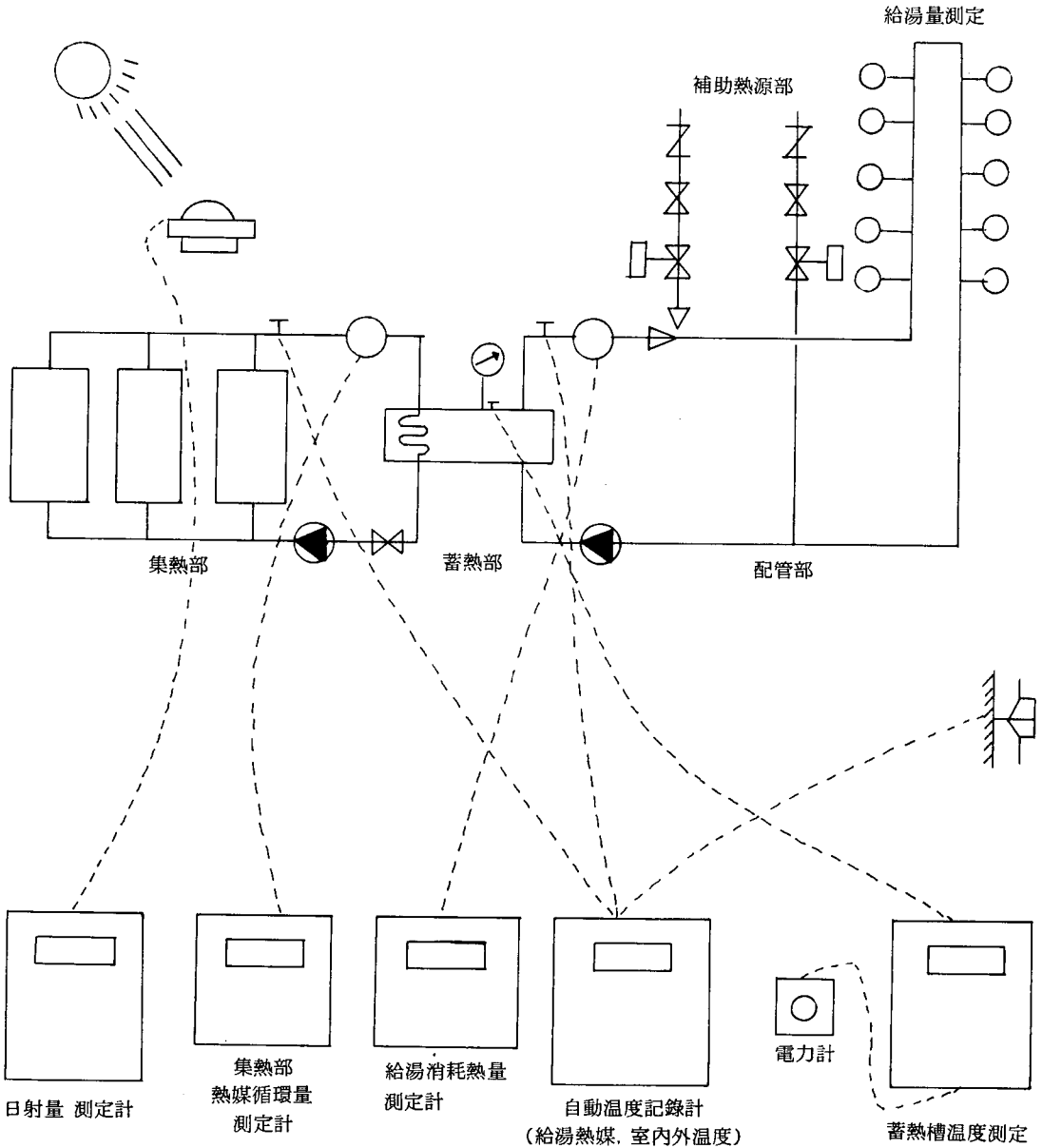


그림 VI-2.1 實驗系統圖

세번째 要因에서 蓄熱槽 適正容量 檢討를 위해서는 蓄熱槽 溫度, 給湯量, 蓄熱槽 壓力를 測定하여 一定한 間격으로 自動記錄된다.

위의 세가지 要因의 測定值를 검토 分析하여 經濟性 검토, 시스템의 타당성 및 문제점을 파악하였다.

2. 실험결과 및 분석

가. 太陽熱 給湯裝置 稼動現況

현재 급탕장치의 가동 현황, 즉 市水溫度, 熱媒溫度 및 熱媒의 最高溫度, 축열조 온도, 급탕 온도, 給湯量, 熱媒循環量 正常稼動日數를 조사해서 平均, 정리한 것이 表 V-2.1 이다.

表 V-2.1 太陽熱 給湯裝置 稼動現況

項目 月	市水溫度 (°C)	熱媒溫度(最高 溫度) (°C)	蓄熱槽溫度 (°C)	給湯溫度 (°C)	給湯量 (ℓ / 日)	熱媒循環量 (ℓ / 日)	正常稼動日數 (日)
5	23.9	25.1(60.5)	49.8	44.9	1,421	8,101	18
6	27.3	29.5(59)	54	49.6	1,104	6,852	12
7	24.7	29(53.7)	46.8	53.7	953	6,575	16
8	24.8	30.6(61)	52	47.8	1,223	6,495	16
9	23.1	27.9(72.2)	54.7	50.7	1,272	6,324	23
10	17	22.9(66.7)	53.3	49.3	1,479	5,843	20
11	10.5	16.6(68.9)	36.2	28.5	1,803	3,579	23

정상가동 일수가 5월에 18일 밖에 되지 않는 것은 團地工事が 계속됨으로 인한 잦은 停電사고로 인해 펌프가 作動되지 않아 集熱板內의 熱媒가 계속 증발이 된 상태에서 전기가 들어오면 펌프가 空회전을 계속하다 過負荷로 인한 고장횟수가 잦기 때문이고 6~8월은 장마 및 흐린날이 많았고 9~11월은 대체로 정상적으로 가동이 되었다고 본다.

各 部位에서의 熱媒溫度를 보면 11월에 들어와서는 현저히 떨어지는데 이것은 太陽日射量 및 外氣溫이 현저하게 낮아지는 氣象現狀이 原因이다.

集熱板內 熱媒溫度는 年中 最高가 9월의 72.2°C이고 축열조 온도 평균치의 최고도 9월의 54.7°C이며 급탕온도도 9월이 50.7°C로서 가장 높은 범위이다. 또한 11월의 축열조 온도는 40°C 미만인 36.2°C로서 태양열에 의한 給湯효과가 미약한 것으로 보인다.

이렇게 볼때 아파트의 태양열 급탕장치는 겨울보다 봄, 가을에 有用한 것이고 겨울에는 給湯溫度 未達, 여름에는 給湯需要 未達로 큰 效

과가 없는 것으로 판단된다.

나. 日射量

일사량은 集熱板 上部에 自動日射量計인 피라노메타(Pyranometer - Epply Precision Spectral Pyranometer)를 설치하고 이곳에서 일사량을 感知하여 室內에 설치된 電子式 積分機(Epply Electronic Integrator)로 보내어지면 10분 간격으로 積分되어 自動記錄計(Digital Display Printer)에서 기록되어 진다.

이 측정치는 水平面 일사량으로서 空氣調和, 冷凍工學 1976. Vol. 5, No 3 9215 "태양열과 흡열판의 設置角變位"(李聖允)를 참고하여 집열판 설치각도인 40° 경사면으로 補正하였다. 표 V-2.2는 給湯장치가 설치된 곳의 月別 時間에 따른 水平面 日射量, 日平均 水平面 및 45° 경사면 일사량을 분석 정리한 것이다.

다. 集熱效率

태양열 집열효율은 집열판에 내리쬐는 일사량에 대한 축열조에 축열되는 열량으로 定義한 것으로서 集熱板效率 × (1 - 배관손실율)

※ 집열판에서 축열조까지의 배관

表 V-2.2

時間別 水平面 日射量

(kcal/m²·H)

時間 月	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	kcal/ m ² 日 水平面	kcal/ m ² 日 경사면
1	-	7.74	56.76	146.2	248.54	337.98	388.72	337.12	294.98	196.94	93.74	11.18	-	2,120	2,203
2	-	11.18	98.04	221.88	314.76	388.72	443.76	437.74	366.36	262.3	147.92	38.7	-	2,731	3,810
3	-	62.78	179.74	297.56	444.62	511.7	556.42	525.46	458.38	366.36	243.38	104.92	19.78	3,771	3,507
4	15.48	113.52	233.06	348.3	485.9	546.1	586.52	575.34	512.56	398.18	269.18	137.6	96.12	4,258	3,176
5	74.82	204.68	327.66	490.2	645.86	659.62	659.62	627.8	540.94	416.24	346.58	218.44	82.56	5,308	3,498
6	73.1	182.32	298.42	469.56	580.5	589.1	608.02	613.18	540.08	448.06	324.22	231.34	154.8	5,143	2,885
7	48.16	122.98	236.5	417.1	527.18	527.18	541.8	530.62	449.78	373.24	304.44	163.4	78.26	4,338	2,545
8	39.56	134.16	274.34	416.24	491.92	511.7	519.44	476.44	417.96	368.08	259.72	152.22	66.22	4,134	2,515
9	13.76	82.56	190.92	334.54	475.58	499.66	537.5	489.34	440.32	336.26	232.2	99.76	13.76	3,746	3,591
10	2.58	40.42	142.76	273.48	392.16	495.36	498.8	454.08	374.96	256.28	137.6	24.94	-	3,093	3,918
11	-	15.48	93.74	174.58	279.5	327.66	364.64	317.34	253.7	168.56	57.62	2.58	-	2,055	2,980
12	-	2.58	49.02	142.76	240.8	291.54	294.12	287.24	239.08	155.66	61.06	2.58	-	1,479	3,057

로 표시될 수 있다. 그러나 본 실험연구에서 集熱板 효율은 測定個所 不足으로 계산할 수 없고 集熱板 설치 각도인 45° 경사면의 日射量에 대한 蓄熱槽에 蓄熱되는 熱量比로 계산한 것이다. 축열조에 축열되는 열량은 集熱部測 탱크 입관에 熱量計를 설치하여 月別 총열량을 합산한 것이다. 이 측정치를 分析한 것이 표 V-2.3으로서 평균 집열효율이 10% 정도이다. 이것은 설치 위치가 5층 아파트여서 配管 길이가 길고, 實驗期間 中 둔촌아파트 단지조성이 끝나지 않아 전기공사가 계속됨으로 인한 잦은 停電事故로 熱媒 순환이 정지하고 이로 因해 熱媒 증발 현상이 일어나 펌프고장을 일으켜 시스템 作動이 원만하지 못한데 低효율의 原因이 있는 것으로 본다.

라. 利用率

태양열 이용율은 集熱板에 내려지는 열량에 대한 給湯으로 소모되는 열량비와 總급탕량에 대한 태양열로 인한 給湯量比의 두 가지로 정의할 수 있는데 본 실험연구에서는 기존 라인에서의 給湯量과 태양열 라인의 급탕량 구분이 잘 되지않고 여름의 給湯費用의 부과상 문제가 있어서 급탕량 산정의 정확성이 낮기 때문에 전자를 적용해서 분석한 것이다.

表 V-2.3 太陽熱集熱效率

	45° 일사량 (KWH/52 m ² ·月)	집 열 량 (KWH/月)	효 율 (%)
1월	4,458	-	-
2월	7,708	-	-
3월	7,096	-	-
4월	6,425	-	-
5월	7,077	690	9.75
6월	5,837	440	7.54
7월	5,149	520	10.1
8월	5,089	560	11.0
9월	7,266	990	13.62
10월	7,927	930	11.7
11월	6,030	300	4.97
12월	6,185	10	0.16

전자에 의한 이용율을 도식화해보면

집열판효율 × (1 - 배관손실율) × 열교환효율

※ 집열판에서 축열조까지의 배관로 표시할 수 있겠지만 열교환효율 및 集熱板 효율은 측정할 수 없고 탱크 주변 給湯라인에 설치된 열량계의 월총계치를 일사량으로 나누어 값이 표 V-2.4이다. 이 표에서 보면 8월의 경우 태양열 집열효율과 이용율을 비교해 보면

열교환 효율이 거의 100%이고 배관 손실이 거의 없다는 것을 의미하는데 이것은 여름철이어서 더운물 사용량이 적어 더운물이 축열조에 오래 머물러 있음을 의미한다.

表 V-2.4 太陽熱利用率

	일사량 (KWH/52 ㎡·月)	급탕소모 열량 (KWH/月)	이용율 (%)	비고
1월	4,458	-	-	
2월	7,708	-	-	
3월	7,096	-	-	
4월	6,425	-	-	
5월	7,077	550	7.8	
6월	5,837	410	7.0	
7월	5,149	460	8.9	
8월	5,089	550	10.8	
9월	7,266	760	10.5	
10월	7,927	780	9.8	
11월	6,030	270	4.5	
12월	6,185	-	-	

本 시스템에서는 태양열 이용율을 높이기 위해 두 개의 Two-Way 발브를 사용해서 기존 라인측의 자동 발브를 한계 온도 센서(Limit Sensor)에 의해 축열조 온도가 40°C 이하가 되면 열리게 해서 온도가 미달되는 태양열 라인과 혼합시켜 給湯을 공급하게 되었다.

本 시스템의 시험결과 태양열 집열효율과 이용율을 비교 정리하면 표 V-2.5 와 같다.

마. 전력소모량

本 시스템 작동에 소모되는 전력량은 열매순환펌프, 급탕순환펌프, 배수펌프, 지하실 환풍기稼動으로 인한 것이다.

열매순환펌프는 집열판內 열매온도와 축열조 온도와의 차에 의해서 작동되는데 온도차가 5°

表 V-2.5 太陽熱給湯裝置 集熱效率과 利用率 現況

	일사량 (KWH/58 ㎡·月)	집열효율 (%)	이용율 (%)	전력소모량 (KWH/月)
80.1	4,458	-	-	-
2	7,708	-	-	67.35
3	7,096	-	-	93.95
4	6,425	-	-	51.05
5	7,077	9.75	7.8	64.6
6	5,837	7.54	7.0	40.6
7	5,149	10.1	8.9	53.6
8	5,089	11.0	10.8	56.35
9	7,266	13.62	10.5	79.3
10	7,927	11.7	9.8	62.05
11	6,030	4.97	4.5	67.8
12	6,185	-	-	-
평균	6,354	9.81	8.47	63.67

~10°C 이상일때 작동되고 2°~3°C 이하일 때는 작동되지 않도록 조정되어 있으며 온도차는 계절에 따라 조정이 가능하다. 적산전력계로 측정된 월별 전력 사용량은 표 V-2.6 이다. 이 전력사용량에 따른 전력요금은 상당한 것으로서 연간 절약되는 기름값보다 전력요금이 상당히 적어야 경제성이 있기 때문에 전력 소모량은 경제성 판단의 주요 요인이 된다.

바. 蓄熱槽 性能

축열조內의 급탕온도 평균은 5월부터 11월까지의 태양열 급탕장치 가동현황에서 볼 수 있듯이 최저 36.2°C(11월) 최고 54.7°C(9월)이고 11월을 제외한 4~10월까지는 태양열로 인한 급탕이 가능하지만 11월 이후는 급탕온도가 40°C에 미달하므로 효율성이 낮다.

축열조의 열손실은 유리면 10cm의 보온을 했

表 V-2.6 電力消耗量

	1월	2월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월	계
KWH	-	67.35	93.95	51.05	64.6	40.6	53.6	56.35	79.3	62.05	67.8	-	636.65

음에도 1°/12 시간 정도로서 3,000 kcal / 12 시간 에 해당된다.

3. 시스템상의 문제점

가. 태양열 시스템과 기존 급탕 시스템과의 상호관계상 문제점

태양열로 인한 급탕으로 100% 충족할 수 없기 때문에 축열조 온도가 40°C 미만일때는 기존 라인의 자동 발브가 열려서 태양열에 의한 온도가 낮은 물과 혼합되어 급탕이 되도록 설계되어 있다.

그러나 혼합이 필요한 경우 기존급탕 라인과 태양열 급탕라인의 압력 밸런스가 맞지 않기에 태양열에 의한 온도가 낮은 물과 기존 급탕라인의 더운물이 잘 혼합되지 않아 민원이 발생한다.

이를 시정하기 위해서는 두 라인의 압력이 잘 조정되도록 시스템을 수정해야 할 것이다.

나. 태양열 부속 既資材 性能不良

고온의 熱媒나 부동액이 포함된 열매를 순환시키는 집열 순환 펌프의 고장이 잦은 이유는 펌프내의 부속품이 고온이나 화학약품(부동액)에 강한 펌프 생산이 되지 않기에 때문이다.

집열판 상부의 자동공기변의 작동이 불량하여 공기변에서 욱상으로 물이 계속적으로 넘쳐 민원 발생의 원인이 된다.

체크밸브의 작동이 불량하여 집열 순환펌프가 멈출때 집열판내의 열매가 보충조로 내려와 집열판내에 공기가 차들어가기 때문에 次期 집열순환 작동이 어렵게 된다.

Control Box 내 부속품중 센서의 온도감지에 의하여 전기 접속을 시켜주는 Relay의 성능 불량으로 시스템 작동이 불량하게 된다.

4. 經濟性 판단

경제성 분석법에는 投資費回收率法(rata of return on investment) 償還期間法(payback period) 절약비용의 現在價換算法(present value of net life savings)의 3가지가 있는

데 본 보고서에서는 費用의 現在價換算法으로 계산해 보았다.

이 분석에 적용된 식은

$$C \frac{(1+r)^n}{(1+S)^n} + \sum_{k=0}^{n-1} M \frac{(1+r)^k}{(1+S)^k} + \sum_{k=0}^{n-1} E \frac{(1+r)^k}{(1+S)^k} \frac{(1+f)^{n-k}}{(1+S)^{n-k}} < \sum_{k=0}^{n-1} E' \frac{(1+r)^k}{(1+S)^k} \frac{(1+f)^{n-k}}{(1+S)^{n-k}} + B$$

여기에서

r	: 은행이자율	19.5 %
C	: 초기투자비	9,760,000
M	: 연간설비보수비	292,800
	M=C의 3%	
E	: 연간광열비절약액	160,000
E'	: 연간추가전력비	84,000
S	: 물가상승율	20 %
f	: 연료가상승율	32%(70년대평균)
n	: 상각년수	
B	: 태양열시스템의 n년후 잔존가액	976,000
	B=C의 10%	

으로서 n을 15년으로 생각하면

$$\text{좌변} : 9,167,474 + 3,972,446 + 2,520,764 = 15,660,684$$

$$\text{우변} : 4,801,456 + 976,000 = 5,777,456$$

으로서 급탕설비의 수명이 15년이 된다고 해도 경제성은 전무하다. 그러나 현재 상태로 보아 태양열기자재의 수명이 15년이 되리라는 확실한 보장도 없기 때문에 결과적으로 아파트의 태양열 급탕시설의 경제성은 전무하다.

5. 結 論

1년 동안의 짧은 실험기간을 통해서 본 급탕설비의 실용성을 파악하기란 어렵지만 실험 결과의 분석치인 태양열 집열효율, 이용율, 전력소모량, 경제성 분석 등을 볼 때 아파트에 태

양열 급탕설비를 한다는 것을 배관길이가 길고
기존라인과의 연결시 자동제어기기등 고장이 빈
번하여 실효용가치가 적다고 판단된다.

태양열주택 보급전망에서 볼 때는 집열효율을

높이기 위해 주요자재의 성능향상 뿐만 아니라
부속기자재가 태양열 설비를 위해 특별히 개선
되어야만 시스템 작동이 원활히 되리라 본다.

(溫度計測과 制御 前號 繼續)

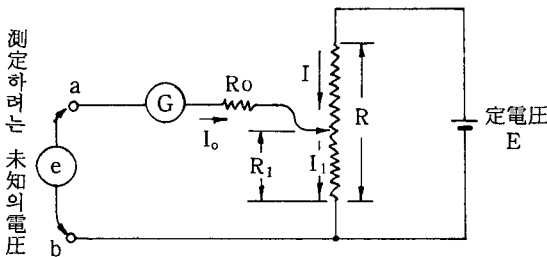


그림 12-3 電位差計의 原理圖

測定하려는
未知의 電壓

그러므로 $I = I_1$ ①

또 $I = \frac{E}{R}$, $I_1 = \frac{e}{R_1}$ 이므로 ①식은

$$I = I_1 = \frac{E}{R} = \frac{e}{R_1} \dots\dots\dots ②$$

$$\therefore e = \frac{R_1}{R} E \dots\dots\dots ③$$

여기서 $\frac{R_1}{R}$ 은 슬라이드抵抗에 눈금을 표시함
으로써 정확히 알 수 있다. ③式에서 이 電位
差計에 의한 측정법은 피측정측의 저항 R_0 의
영향을 전혀 받지 않음을 알 수 있다. 이것은
配線이 길어지는 遠隔測定에 유리하다.