

수동형 태양열 축열벽의 활용

田 燦 珍

(喜雲建築設計事務所)

1. 태양열 이용의 현실화.

태양열의 이용이 현실화 단계에 있고 집열판을 이용한 주거, 공공시설이 건축되고 있으며 이에대한 기술적인 진보가 상당히 진전되어 왔다. 그러나 별다른 부속시설을 갖출필요가 없으며 그 성능이나 내구적 건축계획적 측면에서 상당히 우월한 수동형(Passive Solar System) 태양열 이용에 관하여는 그 계량적인 분석과 실험이 큰 진전이 없는것은 안타까우며 에너지 소비절약을 모토로 정부에서 보조하는 지원금의 혜택도 수동형의 태양열 주택에서는 그 부분이 모호하여 이에대한 연구검토와 개발이 요청된다. 또한 태양열 주택의 개념도 능동형(Active Solar System)에 대한것이 일반화되어 있어 수동형

(표-1)

동기 평균 외기 온도	(조적재) 축열벽 면적 / 난방면적*			
	36° N/L	40° N/L	44° N/L	48° N/L
(1)				
20° F(-6.6°C)	· 71	· 75	· 85	· 95
25° F(-3.8°C)	· 59	· 63	· 75	· 84
30° F(-1.1°C)	· 50	· 53	· 60	· 70
(2)				
35° F(1.6°C)	· 40	· 43	· 50	· 55
40° F(4.4°C)	· 32	· 35	· 40	· 44
45° F(7.2°C)	· 25	· 26	· 30	· 33

(표-2)

동기 평균 외기 온도	(물) 축열벽 면적 / 난방면적*			
	36° N/L	40° N/L	44° N/L	48° N/L
(1)				
20° F	· 52	· 55	· 65	· 80
25° F	· 45	· 47	· 55	· 64
30° F	· 36	· 39	· 45	· 55
(2)				
35° F	· 28	· 31	· 35	· 40
40° F	· 23	· 25	· 29	· 32
45° F	· 17	· 18	· 20	· 24

(자연순환식) 태양열 주택의 설계에 기초적 자료 및 디테일의 수집분석과 적용에 대하여 검토하여 불 필요가 있음을 느낀다. 국내의 실험치는 기초적인 자료에 불과하므로 외국의 실험결과치와 설계자료를 수집정리 하였다. 또 수동형의 여러방식 전체에 대하여는 약간 광범위한 느낌이 있으므로 건축 계획적으로 좋은 효과를 얻을수 있고 비교적 간단히 적용할수 있는 축열벽(Thermal Storage-Wall)에 대하여 설계의 기본방법과 실제 실험결과, 디테일을 검토하였다.

*난방 면적은 주택의 연면적중 난방이 필요한 순면적임.
**축열벽에 수평으로 거울이나 금속재의 반사재를 부설한 경우 위표 수치의 67%, 야간에 열차단막을 부설한 경우 위표수치의 85%, 두개를 모두 설치한 경우 위수치의 57%의 비율로도 가능하다.

축열벽의 설계.

축열벽은 남향의 2중유리로 막힌 부분이 태양열을 받도록 설계되며 이때 필요에 따라 실내채광을 위하여 창을 낼수 있다. 축열재는 물이나 조적재등 어떠한 재료도 가능하며 실내마감 재료도 제한할 필요는 없다.

실례(1) 북위42° L에 위치한 지역으로 1월평균 기온이 31.4° F인 경우 물축열벽을 적용한다면 난방면적 1m² 당 0.41m²의 축열면적이 필요하다.

1) 축열벽의 면적산정

이중유리로 피복된 축열벽이 태양열을 흡수하여 충분한 양의 열량을 복사 대류로 전달하기 위해서 필요한 면적은 다음표(표-1)에 의해 산정할수 있다. 이때 유리면에 의한 단열정도는 열 손실이 8Btu/day/sq. ft. fl/°F 이의 경우이며 이보다 열손실이 적을 경우에는 적용수치를 조정할 수 있다.

2) 축열벽의 재료 및 상세.

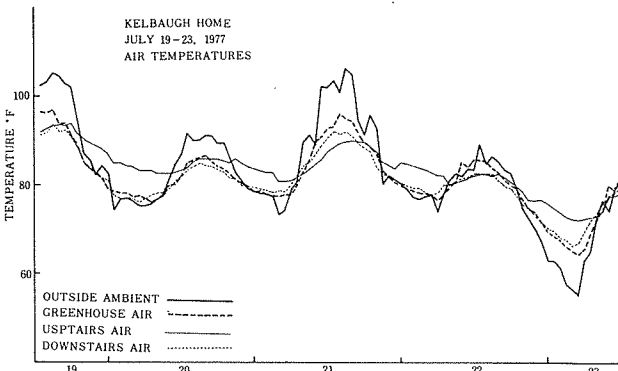
축열벽의 면적은 위표에 의해서 구하여 진다고 볼수 있으나 난방장치로서의 효율은 벽두께, 재료, 표면색채에 좌우된다. 축열벽이 너무 얇으면 주간에는 과열되고 야간에는 냉각되어 버릴것이고 너무 두꺼우면 열원으로서의 축열벽의 효율이 떨어질것이다.

1) Kelbaugh House.

설계 Doug Kelbaugh, Sangjoon Lee.
 건물주 Doug Kelbaugh
 주거형식 Single family, 1 unit
 면적 $\frac{1,850\text{ft}^2 \text{ (Base ment } 200\text{ft}^2)}{(170.6\text{m}^2 - 18.44\text{m}^2)}$
 축열형태분류 Trombe wall & green house.
 위치 Princeton New Jersey
 위도 $40^\circ 21' N$
 고도 100 feet
 기후조건 Heating dd : 5,100
 Design Temp : $0^\circ F$
 Insolation(Jan, day) : 638 Btu/ft²

켈보우씨 주택은 트롬 축열벽을 사용한 전형적인 수동형 태양열 주택으로서의 좋은 실례를 제시하고 있다.

1975년 입주하여 생활하면서 축열벽의 성능과 효과에 대한 실험치가 구체적으로 제시되었고 이에대한 개선점도 그 자신에 의해 언급되었다.



(FIG - 1) 1977년 7월19~23일의 온도기록표.

2) 켈보우씨 주택의 구조 (Dia - 1 참조)

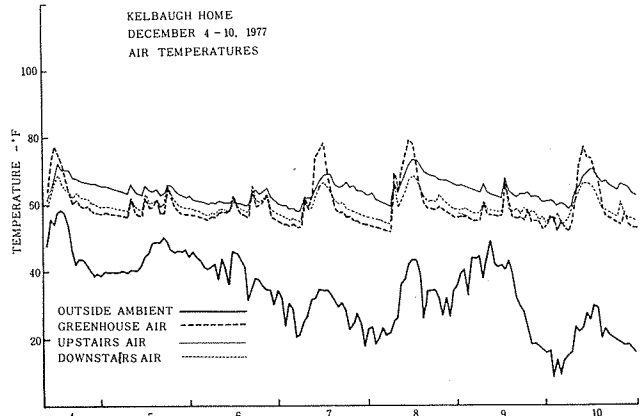
집열면적 - 남측에 면한 약3/4의 면적이 이중 유리로 된 집열면적으로 쓰인다. ($615\text{ft}^2 - 56.7\text{m}^2$)
 일층의 반정도는 온실로 되어 있고 이 면적은 남측벽의 양단부분을 포함하여 약 313ft^2 (28.85m^2) 이다.

축열 - 15" (38' cm) 두께의 현장타설 콘크리트로 된 트롬식 축열벽이 태양열에 의해 더워져서 축열되는 것이 주 열원이 된다. 콘크리트 스타브와 온실바닥 스타브 온실에 있는 8개의 드럼통에 있는 물이 보조 축열조 역할을 한다.

보조장치 - ●개스 온풍로 ●벽난로 ●육실전용 250 watt 적외선 히타 3개.

온수공급 - 온수는 개스바나를 쓰는 온수공급장치에 의해 공급되며 태양열 장치와는 별개로 되어 있다.

조절장치 - 하절기에 과열을 배출시키기 위한 뱀피와 전기팬·온풍노는 자동온도조절장치로 조정.



(FIG - 2) 1977년 12월 4~10일 온도기록표.

열공급과 축열벽의 작동-동절기에 낮게 뜬 태양은 이중유리로 피복된 15" 두께의 축열벽을 거의 직각으로 쬐인다. 특수 흑색도료로 칠하여진 축열벽에 흡수된 태양열중의 일부는 태양열의 파장보다 더큰 파장으로 재 복사된다. 이때 우리는 저주파의 열을 잘 통과시키지 않으므로 재복사된 열의 약 2/3는 유리면과 축열벽사이의 공간에 남아있게 된다. 이렇게하여 더워진 공기는 연돌효과에 의해 실내의 찬공기를 끌어들이고 상부의 개구부를 통해 실내로 들어간다.

이러한 대류의 연속이 실내온도를 상승시키고 콘크리트의 온도를 내벽쪽까지 상승시킨다. 더워진 콘크리트는 실내쪽의 낮은 온도쪽으로 열을 방출하고 야간에도 복사열은 실내온도를 계속 유지시킨다.

대류현상을 실제 육안으로 확인하기 위하여 상부 개구부에 얇은 포리에틸렌 필름을 부착하여 관찰한 결과 벽면에서 약 50° 정도 벌어지는 활발한 현상을 보였다.

우기에나 흐린날이 계속 될때는 온풍로가 작동하여 열을 공급하는데 3면의 외벽의 단열이 잘되어 있어 ($U=0.05$) 온풍로의 크기는 작아도 된다.

하절기의 태양의 고도가 높아 집열면에 쬐이는 태양열은 일차 반사되고 축열되는 열은 지붕에 장치된 환기팬으로 배출된다. 야간에 식은 축열벽은 주간 실내의 열을 흡수 방출함으로써 실내온도를 일정하게 유지하여 준다.

온실은 하절기에는 가려주어야하고 내부에 설치한 드럼통의 물이 온실내의 열을 흡수 야간에 방출시킴으로써 과열을 막아 준다. (*)