

# 합판 벽체의 단열성능

박 준 철 · 홍 순 일  
(강원대학교 산림과학대학)

## 1. 서론

우리나라는 근래에 국민생활의 향상과 더불어 주거생활에도 많은 변화가 생겼다. 삭막하고 획일화된 기존의 생활방식에서 벗어나 자연과 함께 하는 전원생활을 추구하고 있다.

현재 전원생활을 꿈꾸는 사람들이 선호하는 목조주택의 원료인 목재는 친 환경적인 소재이며, 재생 가능한 자원으로 21세기를 맞아 그 수요가 계속 증가할 전망이다. 목조주택의 경우 주택의 미적 요소와 공간의 실용성뿐만 아니라 주택 관리 면에서 에너지절감에도 관심을 가지게 되었다.

건물의 에너지 절감이라든가 거주성 향상 등의 목적으로 재료를 선택할 때에는 기능별 분류를 하는데 그 분류를 살펴보면 구조재료, 마무리재료, 단열재료, 흡음재료, 차음재료, 차광재료, 방수재료, 조습재료, 불연재료, 접합재료로 분류할 수 있다.

그리고 주택의 시공 시 건축재료는 천연재료를 인공 재료로 하는 공장제품화, 가공도의 증가, 시공 시간의 콘트롤, 고성능화, 고급화, 불연화·난연화 등으로 향상되었다. 특히, 건축물에 소비되는 에너지의 양은 국가 총 에너지소비량의 1/3을 차지하고 있으며 다른 선진국들과 비교할 때 매우 높은 비율을 나타내고 있으므로 에너지 절약방안을 수립할 필요성이 있다.

이에 본 실험은 기능별 분류의 하나인 황토를 이용한 단열 벽체를 제작, 사용하여 기존의 단열재를 사용한 벽체와 비교하여 성능을 검토하였다. 단열재란 물체에 흐르는 열의 열전도 저항을 크게 하여 열 흐름을 적게 하는 것으로 즉, 열전도율이 낮은 재료를 의미하며 통상  $0.05(\text{kcal}/\text{mh}^\circ\text{C})$  이하의 열전도율을 가진 재료를 말한다. 단열재는 특히 태양의 직사광선에 노출되어 있는 지붕과 벽체 표면으로부터의 열의 유입을 방지하게 위해서 사용하므로 난방비나 냉방비를 절감하는데 크게 도움이 된다.

목조주택의 경우 콘크리트에 비해 낮은 열용량과 내화성, 그리고 높은 열저항성 때문에 여름에는 쾌적하지만, 겨울에는 불리하고, 온도의 일일 변동량은 콘크리트건물보다 2배나 크다는 단점을 가지고 있다.

본 실험은 황토를 이용한 단열재료를 사용하여 단열재를 만들고 단열재의 성능을 타 단열재와 비교하여 황토의 단열성능을 알아보는데 목적이 있다.

## 2. 재료 및 실험방법

### 2.1. 공시재료

본 실험에 사용된 frame의 부재로는 소나무(*Pinus densiflora* S. et Z.)를 사용하여 frame을 제작하였으며 단열재료는 황토보드, 황토·톱밥 혼합, 집성재, 스티로폼, 유리섬유를 사용하였다. 벽체는 합판을 사용하여 제작하였다.

### 2.2. 실험방법

#### 2.2.1. 열관류 측정

열관류 측정에 사용된 벽체는 그림 1과 같이 총 4개의 열 감지 센서를 부착하였다. 큰 합판

에 각기 다른 단열재로 제작된 벽체를 부착하여 항온건조기의 크기에 맞는 하나의 벽체를 제작하였다.

제작된 벽체를 항온항습기에 고정시켜 온도의 변화에 따른 열 관류를 측정하였다. 항온항습기의 실내 습도는 60%의 일정한 조건으로 실험하였다.

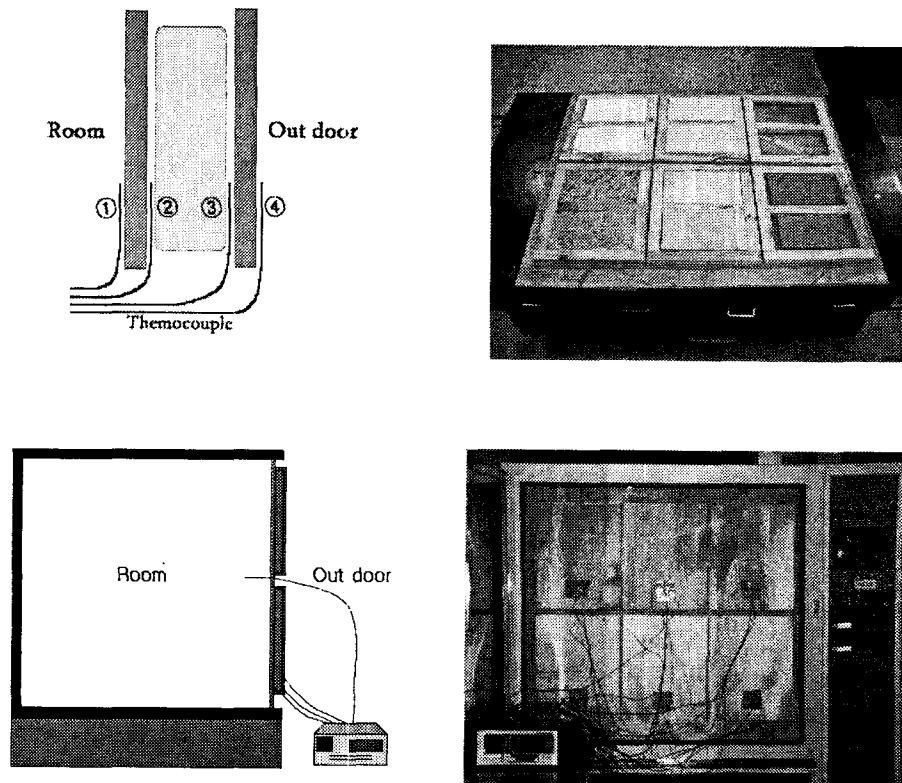


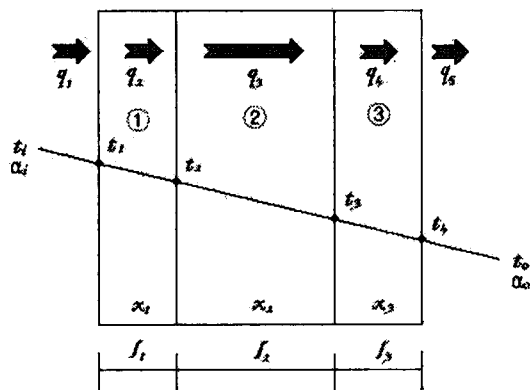
Fig. 1. Preparation of test specimens.

### 2.2.2. 모형주택을 이용한 단열성능 평가

각각의 단열재를 이용하여 조그만 벽체를 제작한 후 모형주택을 제작하여 모형주택의 벽체 내 온도, 실내온도, 실외온도를 측정하였다. 또한, 모형주택을 항온항습기에 설치하고 인위적으로 온도 변화를 주어 온도 변화에 따른 단열효과를 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 열관류율



$$k = \frac{1}{\alpha_i} + \sum_{i=1}^n \frac{l_i}{x_i} + \frac{1}{\alpha_o}$$

$$[\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{k}]$$

$$Q = KS(t_i - t_o) [\text{W}]$$

Table 1. Changes of temperature at various measuring point in wall panel.

	$t_i$	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_o$
Yellow soil	18.7	17.8	15.2	12.3	9.8	5.9
Yellow soil and saw	18.7	17.9	15.4	10.9	8.8	5.9
Wood	18.7	18.2	16.2	11.3	8.8	5.9
Styrofoam	18.7	18.8	17.3	10.9	9.3	5.9
Glass wool	18.7	18.7	17.6	11	8.9	5.9
None	18.7	18.5	15.6	12.6	10.6	5.9

Table 2. Comparison of heat-transfer coefficient.

	$k$ [ $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{k}$ ]	$Q$ [W]
Yellow soil	3.15	8.06
Yellow soil and saw	3.12	8.00
Wood	2.20	5.63
Styrofoam	1.21	3.09
Glass wool	1.23	3.14
None	2.76	7.05

열류는 스티로폼과 유리섬유가 낮았으며 황토 board와 황토·톱밥이 높았으며 열이 통과하는 양은 스티로폼과 유리섬유가 가장 적은 것으로 나타났다.

용적비열은 목재가 가장 높았으며 황토와 황토·톱밥의 혼합도 높은 값을 나타내었다. 반면, 스티로폼과 유리섬유는 매우 낮은 값을 보였다.

### 3.2. 모형주택의 온도변화

#### 3.2.1. 실외온도변동

실외의 온도 변동을 보면 개시 후 20시간 이후부터는 온도가 급격히 상승하여 40시간경과 후엔 최고온도 9.1℃였고, 37시간 경과했을 때 최저온도 -2℃였다. 실외온도의 평균값은 3.6℃였다.

황토보드(type 1)와 집성목(type 3)을 이용한 벽체의 온도는 한 시간 후 각각 11.9℃와 13℃로 다른 type의 벽체에 비해 가장 높았다. 그리고 황토·흙밥(type 2)은 실외온도가 상승 또는 하강 할 때마다 다른 type의 벽체 온도에 비해서 외기 온도에 민감한 반응을 보였다. 반면에 개시 후 실외 온도가 -2.2℃와 -1.6℃로 가장 낮아졌을 때에도 황토보드와 유리섬유(type 5)는 비교적 낮은 변동을 보였다.

#### 3.2.2. 실내온도변동

오전 7시부터 오후 6시까지를 낮(daylight)이라고 하고 오후 6시부터 오전 7시까지를 밤(night)이라고 하여, 최초개시 후 13~24, 44~48시간 경과된 지점을 낮, 0~12, 24~36, 48~60시간 경과된 지점을 밤으로 구분하였다.

낮시간에는 유리섬유(type 5)의 실내 온도가 가장 높았고, 집성목(type 3)의 실내온도가 가장 낮게 나타났다. 또한 밤 시간에는 유리섬유의 실내온도가 가장 높았고, 집성목의 실내온도가 가장 낮게 나타났다. 그러나 낮의 경우 유리섬유와 집성목의 온도차가 큰 반면에 밤의 경우에는 비교적 작은 온도차를 보였다. 즉, 유리섬유의 경우 외부온도 변화에 쉽게 변동되어 일교차가 크게 나타나지만 집성목의 경우는 온도가 쉽게 변동되지 않으므로 단열성능이 좋게 나타났다. 황토보드의 경우 집성목 다음으로 단열성능이 좋게 나타났다.

#### 3.3.3. 인위적 온도 변화에 따른 온도변화

항공항습기를 이용한 인위적인 온도 조작으로 측정 한 결과이다. 5℃와 20℃ 사이의 온도를 설정하여 두 번 반복한 결과 저온 상태에서는 유리섬유와 스티로폼이 낮은 온도를 보였으며 황토와 집성목이 높은 온도를 나타내었다. 반면, 고온에서는 유리섬유와 스티로폼이 높은 온도를 나타내었고 황토와 집성목의 온도가 낮았다. 이 결과 유리섬유와 스티로폼의 온도 변화의 폭이 큰 것에 비해 황토와 집성목의 온도 변화 폭은 작았으며 특히, 황토 board의 온도 변화의 폭이 가장 작았다.

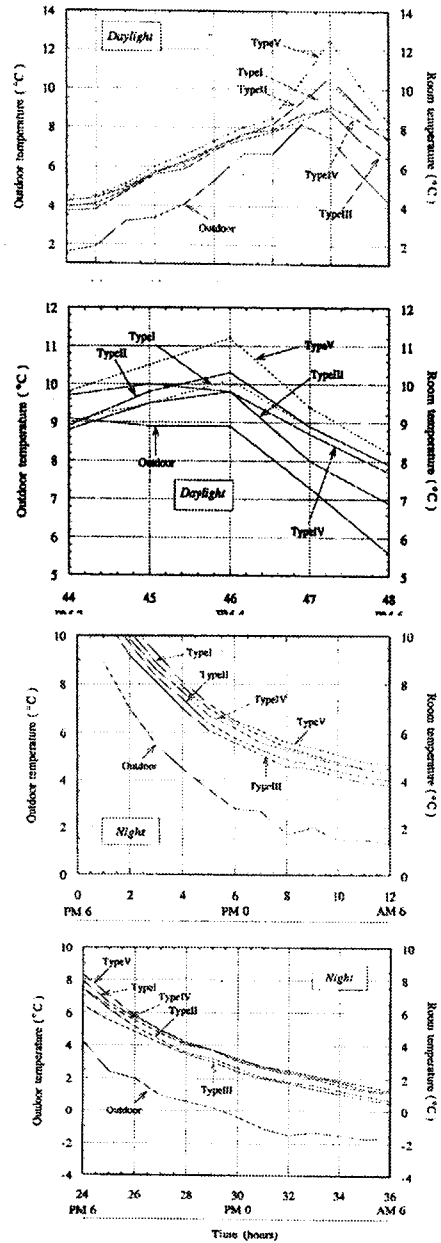


Fig. 2. Variation of temperature for the room in the each type model.

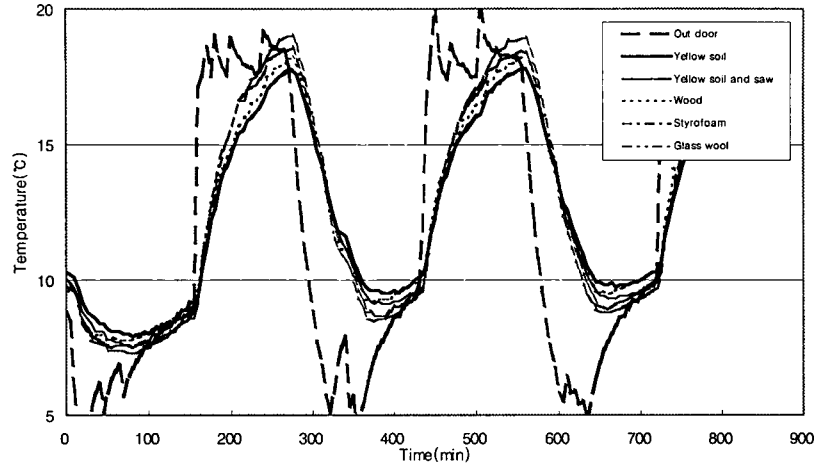


Fig. 3. Variation of temperature for the room in the each type model.

#### 4. 결론

열관류 실험과 모형주택을 이용한 실험을 한 결과 열관류 실험에서 스티로폼과 유리섬유의 열류는 작게 나타났고 용적비열은 낮은 값을 나타내었으며 황토와 집성목의 경우에는 반대로 열류가 크고 용적비열 역시 높은 값을 보였다.

실제 실온에서 실행한 실험과 항온항습기를 이용한 실험에서 벽체 온도와 실내온도의 진폭 감쇠율을 통해 알아본 온도 변화는 실제로 스티로폼과 유리섬유가 외부 온도 변화에 따라 쉽게 변화했으며 집성재와 황토board, 황토·툽밥의 경우는 온도 변화에 낮은 반응을 보였다.

실험 결과 단열성능은 열류보다는 용적비열에 더 큰 영향을 받는 것을 알 수 있었다. 이 같은 성향으로 볼 때 열류가 작은 유리섬유나 스티로폼보다 용적비열이 상대적으로 높은 황토board와 황토·툽밥, 집성목의 경우가 단열 성능이 우수한 것으로 나타났다.