

집합주택을 중심으로 본 비 난방공간의 열적 완충성  
Thermal Performance of Unheated Space in Apartment Houses

○金南奎\* 李彦求\*\*  
Kim, Nam Gyu Rhee, Eon Ku

ABSTRACT

The objectives of the research are to investigate the energy performance of unheated spaces as thermal buffers between living spaces and outdoors and to determine their contribution to energy savings in apartment houses.

The study concludes that the effective placement of unheated spaces can save more than 20% of energy consumption in a typical apartment.

1. 서론

건축물의 주거공간에서 쾌적 열환경을 유지하면서 에너지 소비를 절감하기 위해서는 건축 계획적인 측면에서 에너지 절약형 건축물 설계하는 방법과 설비적인 측면에서 열효율의 증대를 통한 방법으로 대별할 수 있다.

이들은 상호 보완적 관계에 있지만 열효율의 한계성과 함께 열의 수용 및 보존이라는 의미에서 볼 때 계획의 초기 단계부터 에너지 소비를 극소화 할 수 있는 건물의 설계가 가장 효과적이다.

에너지 절약을 위한 계획적 요소에는 건물의 배치, 형태, 공간 및 건축재료등 여러가지가 있으나 본 연구에서는 집합주택을 대상으로 비 난방 공간의 열적 완충성을 이용한 에너지 절약을 정량적으로 분석하고 이의 효율적 배치를 통하여 건물의 열성능 향상을 꾀할 수 있는 건축 계획적 방안을 제시하고자 한다.

2. 본론

2-1. 비 난방 공간의 정의

집합주택에서 비 난방 공간이란 합은 다용도실창고 등 단위세대의 전용 공간중 난방설비가 되어 있지 않은 비 주거 공간과 지붕 밑 공간(Attic)이나 크롤스페이스(Crawl Space)와 같은 구조체 내부의 빈 공간 및 계단실과 같이 공용 공간 중 외기와 차단된 공간을 말한다. 이와 같은 공간들은 외벽과 난방공간 사이에 위치하는 경우, 열적 완충공간의 역할을 하게 되어 에너지 절약에 큰 몫을 차지하게 된다.

2-2. 지붕 밑 공간(Attic)

지붕 밑 공간(Attic)의 구조는 단열재의 위치에

따라 a) 지붕 단열 b) 천장 단열 c) 지붕 및 천장 단열로 분류할 수 있다.(그림 1)

지붕 단열은 천장의 열 관류율이 크게 되므로 결과적으로 Attic 을 난방하는 것이 되고 지붕 단열재의 하측에 방습층을 설치하여도 방습층의 미세한 틈에서 습한 공기가 단열재 안쪽으로 침입하여 지붕 하면과 접촉하면 겨울철에는 여기에 결로가 생기기 쉽다. 반면에 천장 단열은 지붕안을 환기하면 여름엔 더워진 공기를 배출시킬 수 있고 또 겨울에는 수증기가 포함되지 않은 저온의 외기를 도입함으로써 지붕안의 결로를 방지 할 수 있다.



그림 1. 지붕구조의 단열재 위치

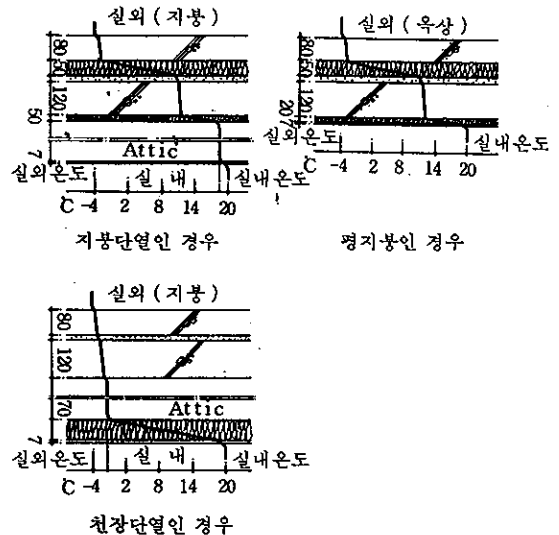


그림 2. 지붕의 온도분포

\* 正會員, 中央大學校 大學院

\*\* 正會員, 中央大學校 助教授, 建築學博士

표 1. 단열재 위치에 따른 지붕의 열손실

R: m<sup>2</sup>h<sup>2</sup>C / Kcal K: Kcal / m<sup>2</sup>h<sup>2</sup>C

분 류	지붕	천장		내부 온도		비율
		R	K	R	K	
Attic 이 있는 경우	지붕 단열	2.516	0.397	0.202	4.95	8.1 9.18 0.98
	천장 단열	0.328	3.049	2.39	0.419	-1.2 8.89 0.95
Attic 이 없는 경우	지붕	2.574	0.389	-	-	- 9.34 1.00

\* 보온재의 두께 및 재료는 동일하며 지붕 구배는 3/10 으로 계산하였음.

표 1에서 보는 바와 같이 Attic이 있을 경우 평지붕에 비해 열손실이 감소된다.

또한 Attic이 있는 경우에도 천장 단열보다 지붕 단열의 열손실이 큰 것은 Attic의 온도 상승으로 인해 지붕을 통한 열손실이 상대적으로 크기 때문이다. 열손실량은 Attic과 실내의 온도차에 의한 천장의 열관류율로 계산하였고 Attic의 온도 계산식 (2-1)에 의하였다.

$$T_a = \frac{A_{ck} \cdot T_i + T_o (0.288 \cdot V \cdot R + A_{rkr} + A_{wk} + A_{gk})}{A_{ck} + 0.288 \cdot V \cdot R + A_{rkr} + A_{wk} + A_{gk}} \dots \text{식 2-1}$$

2-3. 크롤 스페이스 (Crawl Space)

Crawl Space의 열적 완충공간으로의 기능을 Crawl Space가 없는 경우 (Slab on Grade)와 지하층 (비 난방 공간)이 있는 경우를 비교하면 다음과 같다.

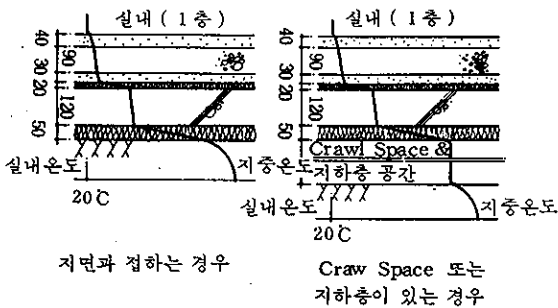


그림 3. 1층 바닥을 통한 온도분포

- ① 보온하지 않을 경우
- ② R: 0.85 ③ R=1.71
- ④ R: 2.56

그림 4. 지중벽을 통한 손실 부하

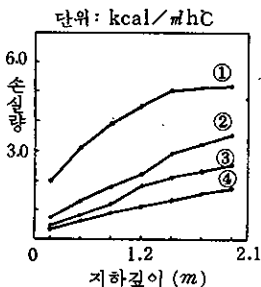


표 2. 1층 바닥을 통한 열손실

분 류	1층바닥		내부 온도	kcal/m <sup>2</sup> h	높이 (m)	비율
	R	K				
지면과접하는 경우	2.54	0.393	-	9.70	0	1.48
Crawl Space	2.54	0.393	3.2	6.55	1.5	1.00
지 하 층	2.54	0.393	2.6	6.79	3.0	1.04

표 2에서 Crawl Space와 비교해 볼 때 지면과 접하는 경우 (Slab on Grade), 손실 부하의 48% 증가는 1층 바닥의 외주부를 통한 외부로의 열손실이 크기 때문이며 지하층인 경우는 지중벽의 깊이에 따라 열손실이 커지기 때문에 (그림 4) Crawl Space에 비하여 손실량의 증가를 가져 온다. 열 손실량은 지하 공간의 온도를 구한 다음, 실내와의 온도차에 의한 바닥의 열관류율로 계산하였다.

\* Crawl Space 및 지하층인 경우

$$(T_i - T_o) A_f \cdot K_f = (T_c - T_o) A_p \cdot K_p + (T_c - T_g) A_g K_g + (T_c - T_o) V_c \cdot H_c \cdot n \dots \text{식 2-2}$$

\* 지면과 접하는 경우

$$q = F_2 \cdot P \cdot (T_i - T_o) \dots \text{식 2-3}$$

2-4. 발코니 (Balcony)

기존의 개방된 발코니를 유리창으로 차단하여 열적 완충공간으로 활용함으로써 열관류 및 틈새바람으로 인한 열손실을 줄일 수 있다. 이러한 발코니의 차단은 태양열의 입사량을 증가시킴으로써 열 손실량을 크게 줄일 수 있으며 공간의 적극적인 활용이라는 측면에서도 바람직한 것이다.

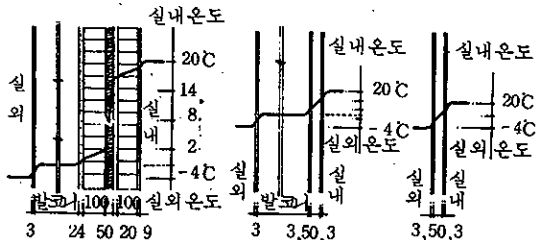


그림 5. 발코니의 온도 분포

표 3. 관류에 의한 열손실

분 류	발코니창 (단창)		내부창 또는 벽체		kcal/m <sup>2</sup> h	비율
	R	K	R	K		
단창+이중창	0.215	4.65	0.465	2.15	35.28	0.68
이 중 창	-	-	0.465	2.15	51.60	1.00
단창+벽체	0.215	4.65	2.008	0.498	9.12	0.76
벽 체	-	-	2.008	0.498	11.95	1.00

표 4. 입사량을 고려한 난방부하 (남측 발코니)

분 류	최대난방부하 kcal/hr (비율)	연간난방부하 kcal/m <sup>2</sup> yr (비율)
발코니가 외부 공간인 경우	1.758(1.00)	18.319(1.00)
발코니가 비난방 공간인 경우	1.394(0.79)	6.811(0.37)

표 3는 발코니에서의 관류에 의한 열손실을 나타낸 것으로 실제 단위세대의 모든 발코니를 비난방 공간으로 활용할 경우, 창 면적비를 북측(배면) 15%, 남측(전면) 50%로 가정할 때, 창과 벽체의 면적을 고려한 평균치로서의 관류에 의한 손실열량은 북측 12.13 kcal/m<sup>2</sup>h, 남측 22.20 kcal/m<sup>2</sup>h로서 설치하기 전(북측 16.7 kcal/m<sup>2</sup>h, 남측 31.8 kcal/m<sup>2</sup>h)보다 발코니를 통한 열손실을 북측은 27%, 남측은 30%를 줄일 수 있다.

표 6은 전형적인 아파트에서 발코니를 비 난방 공간으로 활용할 때 태양열의 입사와 열관류를 동시에 고려한 것으로, 이 경우에는 연간 약 60% 이상의 에너지를 절약할 수 있다.

이러한 절약 효과는 단일 발코니 부분을 태양열의 집열 및 축열에 적합한 구조로 설계하였을 경우에는 더욱 증가하게 될 것이다.

2-5. 계 단 실

계단실의 위치에 따른 난방 부하를 비교하면 다음과 같다.

표 5. 편부도형에서 계단실의 위치에 따른 열손실

분 류	외 벽		내 벽		kcal/m <sup>2</sup> h	비율
	R	K	R	K		
계단실에인접한 경우	0.233	3.534	2.556	0.391	7.22	0.77
계단실에인접하지않은 경우	-	-	2.556	0.391	9.40	1.00

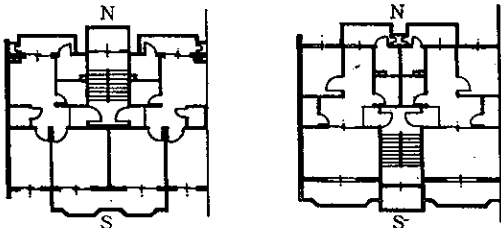


표 6. 계단실형에서 계단실의 위치에 따른 연간난방부하

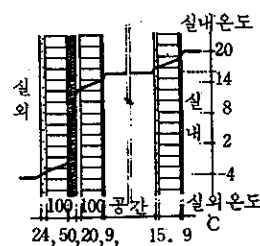
분 류	연방난방부하 kcal/m <sup>2</sup> yr	비 율
계단실이남측이면한 경우	36,406	1.20
계단실이북측이면한 경우	30,414	1.00

편부도형 주동에서 계단실은 단부세대의 외벽에 위치함으로써 계단실이 없는 경우 보다 벽체 단위 면적당 23% 열 손실을 줄일 수 있다. 이는 아파트의 단부세대가 중앙부 세대에 비해 연간난방부하가 약 1.6배 이상 되는 것을 감안할 때 단부세대의 계단실 활용이 에너지 절약에 매우 효과적인 것을 보여준다.

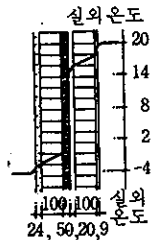
계단실형 주동의 경우에는 계단실의 위치를 북쪽에 두는 것이 태양열 취득에 유리한 남측 벽면을 주거공간으로 더 많이 이용하게 되므로 계단실이 북쪽에 위치하는 것이 보다 유리하다.

표 6에서 보는 바와 같이 계단실이 남쪽보다 북쪽에 위치하는 경우 주동 전체의 난방부하를 고려할 때 단위 면적당 연간 20%의 에너지를 절약할 수 있다.

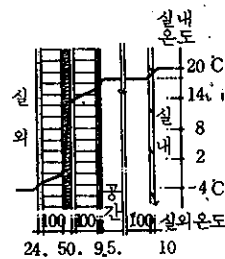
2-6. 기타 비 난방 공간 (화장실, 창고, 다용도실, 불박이장등)



비난방공간이 있는 경우



비난방공간이 없는 경우



불박이장이 있는 경우

그림 6. 비 난방 공간의 온도 분포

표 7. 비 난방 공간을 통한 열손실

분 류	외 벽		내 벽		kcal/m <sup>2</sup> h	비율
	R	K	R	K		
비난방공간이 있는 경우	2.007	0.498	0.353	2.83	10.2	0.85
불박이장이 있는 경우	2.043	0.489	0.248	4.032	10.5	0.88
비난방공간이 없는 경우	2.007	0.498	-	-	12.0	1.00

비 난방 공간이 외벽에 면해 있는 경우에는 외벽만 있는 경우에 비하여 벽체를 통한 열손실을 약 15% 줄일 수 있고, 불박이장 장을 이용하는 경우는 약 12%를 절약할 수 있다.

3. 비 난방 공간의 효율적 배치에 따른 열성능 분석  
 위에서 살펴본 바와 같이 개개의 비 난방공간은 그  
 역적 완충성으로 인하여 건물의 에너지소비 절감에 커  
 다란 역할을 한다. 그러나 비 난방 공간을 의벽에 배치  
 하는 데에는 집합주택의 채광이나 환기 및 공간의 구  
 성등에 따르는 제약이 많으므로 이를 건축계획시 충분  
 히 고려하여 적절한 설계를 하여야 할 것이다.

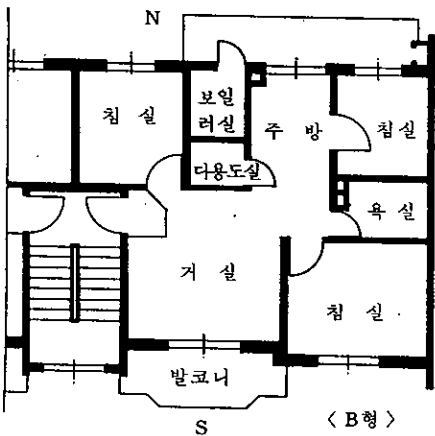
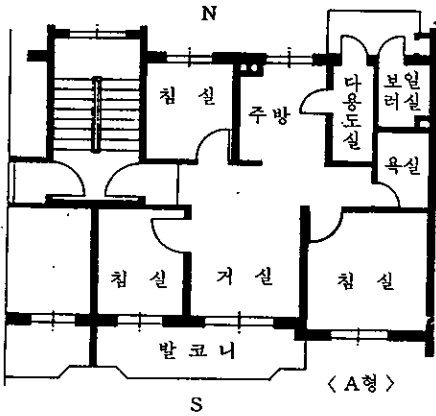


그림 7은 한 단지내에 실제로 지어진 같은 크기  
 (62㎡)의 단부 단위세대를 비교한 것이고 표 8은 두  
 세대간의 난방부하의 차이를 나타낸 것이다. 표에서  
 보는 바와 같이 아파트 B형은 아파트 A형에 비하여  
 연간 난방부하가 23%까지 증가하게 된다. 즉 똑같은  
 요구조건으로 설계된 두 세대에서도 비 난방공간의 효  
 율적 활용 여부에 따라 열성능은 커다란 차이를 보여  
 주고 있다.

#### 4. 결 론

비 난방공간의 열적 완충성 및 그 활용에 따르는 에  
 너지 절약 효과를 정리하면 다음과 같다.

1) 평지붕보다는 Attic Space를 이용한 지붕구조  
 가 유리하며, 지붕구조에서 단열재 위치는 천장이 좋  
 다.

2) Crawl Space의 높이(H)는 적을 수록 좋으  
 며, 열 대류현상이 일어나지 않는 범위여야 한다. 또  
 한 지중 벽의 보온은 에너지 절약에 매우 효율적이다.

3) 발코니를 비 난방공간으로 활용함으로써 유리창  
 을 통한 관류에 의한 열손실을 크게 줄일 수 있고 특  
 히 일사량을 고려할 경우, 남측 발코니의 비 난방공간  
 활용은, 일반 집합주택의 연간 난방부하를 60% 이상  
 절감할 수 있다.

4) 비 난방공간의 효율적 배치에 따라 같은 요구조  
 건으로 설계된 실제 두 단위세대간의 에너지 성능은  
 약 20% 이상의 차이를 나타낸다.

따라서 집합주택의 설계에 있어서 비 난방공간의 성  
 격과 열적 완충공간으로서의 성능을 충분히 이해하고  
 이를 건축계획적으로 배치한다면 에너지 소비량을 크  
 게 절감할 수 있을 것이다.

#### 참 고 문 헌

1. ASHRAE HANDBOOK 1985 FUNDAMENTALS,  
 (미국공기조화 냉동공학회' 1985)
2. 기존주택의 에너지절약을 위한 연구, 연구보고서,  
 박상동의 한국동력자원연구소, 1982.
3. '84주택의 기본계획 및 설계' 대한주택공사,  
 1984.

그림 7. 비 난방공간의 이용에 따른 평면 예.

표 8. A·B형의 난방부하

분 류	최대 난방부하 kcal/hr (비율)	연간 난방부하 kcal/m <sup>2</sup> yr (비율)
A 형	1,922 (1.00)	25,619 (1.00)
B 형	1,988 (1.03)	31,613 (1.23)