

T
692-1

김남奎
第64回 碩士學位 請求論文
指導教授 李 彦 求

1985. 11.
11/2/6/1

중앙대학교



42626

T0050737

비난방 공간의 열적 완충성에 관한 연구

- 집합주택을 중심으로 -

Thermal Performance of Unheated Space in Apartment Houses



中央大學校 大學院

建築學科 建築學專攻

金 南 奎

1985. 11.

비난방 공간의 열적 완충성에 관한 연구

－집합주택을 중심으로－

Thermal Performance of Unheated Space in Apartment Houses

指導教授 李 彦 求

이 論文을 碩士學位 請求論文으로 提出함.

中央大學校 大學院

建築學科 建築學專攻

金 南 奎

1985. 11.

金南奎의 碩士學位 論文을 認准함.

審查委員長

審查委員

(印)

審查委員

(印)

1985. 11.

中央大學校 大學院

목 차

그림 목차	iii
도표 목차	iv
국문초록	v
제 1 장 서 론	1
1 - 1 연구 목적	1
1 - 2 연구 방법 및 범위	2
제 2 장 본 론	6
2 - 1 비 난방 공간의 정의	6
2 - 2 지붕밀 공간 Attic)	6
2 - 3 크롤 스페이스 (Crawl Space)	11
2-3-1 지면과 접하는 경우	13
2-3-2 크롤 스페이스 또는 지하층이 있는 경우	14
2 - 4 발코니 (Balcony)	19
2-4-1 판류에 의한 난방부하	19
2-4-2 일사량을 고려한 난방부하	21
2 - 5 계단실	22
2-5-1 편복도형일 경우	23
2-5-2 계단실형일 경우	24
2 - 6 기타 비 난방 공간	25

제 3 장 비 난방 공간의 효율적 배치에 따른 열성능 분석	28
제 4 총 결 론	30
* 영문초록	32
* 참고문헌	33
부록 1. ASEAM 에너지 분석 프로그램	34
2. 구조체의 열관류율	51

그 림 목 차

그림 1. 지붕구조의 단열재 위치	7
그림 2. 지붕의 온도분포	8
그림 3. 지붕구배에 의한 열손실	10
그림 4. 보온재 두께에 따른 열손실	11
그림 5. 바닥구조의 분류	12
그림 6. 1층 바닥을 통한 온도분포	12
그림 7. 지중을 통한 열흐름도	14
그림 8. 지하깊이에 따른 지중벽의 열손실	17
그림 9. 단위세대의 크기	18
그림 10. Crawl Space 또는 지하층의 단면	18
그림 11. 지하공간을 통한 열손실	18
그림 12. 발코니를 통한 온도분포	20
그림 13. 61 m^2 형 단위세대 평면도	21
그림 14. 발코니를 통한 열의 이동	21
그림 15. 계단실이 인접한 경우	23
그림 16. 계단실이 인접하지 않은 경우	23
그림 17. 계단실이 북측에 면한 경우	24
그림 18. 계단실이 남측에 면한 경우	24
그림 19. 비난방 공간의 온도분포	26
그림 20. 비난방 공간의 이용에 따른 평면도	29

도 표 목 차

표 1. 지붕을 통한 열손실	8
표 2. 바닥을 통한 열손실 계수	13
표 3. 지하바닥을 통한 열관류율	16
표 4. 지중벽을 통한 열관류율	16
표 5. 1층 바닥을 통한 열손실	17
표 6. 판류에 의한 열손실	20
표 7. 일사량을 고려한 난방부하	22
표 8. 편복도형에서의 열손실	23
표 9. 계단실형에서의 열손실	25
표 10. 비난방 공간을 통한 열손실	27
표 11. N · S 형의 난방부하	29

초 록 (抄 錄)

건축물의 실내 폐적 열환경을 유지하면서 에너지 소비를 절감할 수 있는 방안의 하나로, 외부와 주거 공간사이에서 열적 완충역할을 하는 비난방 공간의 활용 문제가 대두되고 있다. 본 연구에서는 집합주택을 대상으로 비난방 공간의 에너지 성능을 정량적으로 분석하고 이들 비난방 공간의 효율적 배치를 통하여 건물의 에너지 소비를 줄일 수 있는 건축 계획적 방안을 제시하고자 하였다.

본 연구에서 살펴 본 비난방 공간의 종류와 분석 내용은 다음과 같다.

- 지붕 밑 공간 (Attic) : 평지붕인 경우와 박공지붕 (천장 단열인 경우와 지붕 단열인 경우) 인 경우를 비교하였다.
- 크롤 스페이스 (Crawl Space) : 지면과 접하는 경우 (Slab on Grade) 와 크롤 스페이스 (Crawl Space) 및 지하층 (Basement : 비난방 공간) 이 있는 경우를 비교하였다.
- 발코니 (Balcony) : 기존의 외부와 개방된 발코니를 유리로 차단시켰을 때의 열성능을 분석하였다.
- 계단실 : 편복도형 및 계단실형에서의 계단실 위치에 따른 열성능을 분석하였다.
- 기타 비난방 공간 : 창고, 보일러실, 화장실, 불박이 장등이 외벽과 면했을 때의 열성능을 분석하였다.

연구의 정량적인 분석 방법으로는 각 비난방 공간에서의 외벽 단위 면적당 열손실 부하분석과 비난방 공간의 배치에 따르는 세대,

또는 주동의 난방부하 분석을 병행하였는데, 난방부하 분석에서는 BIN 방식을 이용한 Computer Program을 활용하였다.

본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 평지붕 보다는 Attic Space를 이용한 지붕구조가 유리하며, 이 때 단열재의 위치는 천장이 좋다.

2. Crawl Space의 높이는 낮을 수록 좋으며 열대류 현상이 일어나지 않는 범위여야 한다. 또한 지중벽의 보온은 에너지 절약에 매우 효율적이다.

3. 발코니를 비 난방 공간으로 활용할 경우, 판류에 의한 열손실을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 남측 발코니의 경우 일사량을 고려 할 때 연간 난간부하를 약 60 %이상 절감할 수 있다.

4. 계단설형 주동형태에서 계단실의 위치는 남측보다 북측에 두는 것이 연간 난방부하를 약 20 % 절감할 수 있다.

5. 창고, 보일러실, 화장실, 불박이 장등 기타 비 난방 공간이 외벽에 면해 있는 경우에는 외벽만 있는 경우에 비해 벽체를 통한 열손실을 단위면적당 약 10 %이상 줄일 수 있다.

6. 전형적인 집합주택에서 기존 비 난방 공간의 효율적 배치는 주동 전체를 고려 할 때 연간 약 20 %이상의 에너지 소비 절감 효과를 피할 수 있다.

따라서 집합주택에서의 에너지 절약을 위하여는 비 난방 공간의 성격과 열적 완충공간으로서의 성능을 충분히 이해하여 이를 효과적으로 배치하는 건축계획적 방법이 설계과정에서 충분히 반영되어야 할 것이다.

제 1 장 서 론

1 - 1 연구목적

경제성장과 더불어 생활수준의 향상은 꽤 적한 생활환경에 대한 욕구를 더욱 증가시켰다. 이러한 현상은 건축물에서 가장 두드러지게 나타났는데, 특히 실내의 꽤 적 열환경의 유지는 이에 따른 에너지 소비증대라는 측면에서 가장 큰 문제로 대두되었다.

더구나 1970년대의 수차례 결친 에너지 파동 이후 에너지 문제의 심각성은 에너지 절약을 위한 여러가지 방안을 모색케 하였는데, 일반적으로 건축물에서 꽤 적 열환경을 유지하면서 에너지 소비를 절감하기 위해서는 건축계획적인 측면에서 에너지 절약형 건축물을 설계하는 방법과 설비적인 측면에서 열효율의 증대를 통한 방법으로 대별할 수 있다. 이들은 상호 보완적 관계에 있지만 열효율의 한계성과 함께 열의 수용 및 보존이라는 의미에서 볼때, 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 비난방 공간의 열적 완충성을 이용한 에너지 성능을 정량적으로 분석하고 이를 비난방 공간의 효율적 배치를 통하여 건물의 열성능 향상을 폐할 수 있는 건축계획적 방안을 제시하고자 한다.

1 - 2 연구방법 및 범위

○ 연구범위 : 집합주택 (아파트) 을 대상으로 비난방 공간의 열성능을 분석한 것으로 1984년도 대한주택공사에서 시공한 기존의 아파트를 대상으로 하였다. ¹⁾

· 저층형 : $43 \sim 65 m^2$ (7세대 : 연탄보일러)

· 고층형 : $61 \sim 84 m^2$ (7세대 : 중앙난방)

비난방 공간으로는 지붕밀 공간 (Attic), 크롤 스페이스 (Crawl Space), 발코니 (Balcony), 계단실, 그리고 세대내 비난방 공간으로 화장실, 창고, 다용도실, 불박이장등이 외부와 주거공간사이에 위치할 경우의 열성능을 겨울철 난방부하를 중심으로 분석하였다.

○ 연구방법 : 본 연구의 정량적인 분석 방법으로는 각 비난방 공간에서의 외벽 단위면적당 열손실 부하분석과 비난방 공간의 배치에 따르는 세대 또는 주동의 난방부하 분석을 병행하였는데, 각 비난방 공간의 열성능 분석은 비난방 공간의 온도를 먼저 구한 다음, 실내와의 온도차 (Δt) 에 의해 계산하였으며, 최대 및 연간 난방부하 분석은 BIN방식을 이용한 Computer Program²⁾을 활용하였다. 본 열성능 분석에 따른 조건은 다음과 같다.

· 위치 : 서울 (북위 37.5°)

· 온도조건 : 실내온도 : 20°C

주 1) 84 '주택의 기본계획 및 설계' 대한주택공사, 1984.

2) ASEAM (A Simplified Energy Analysis Program)
Computer Program : 부록 1 참조.

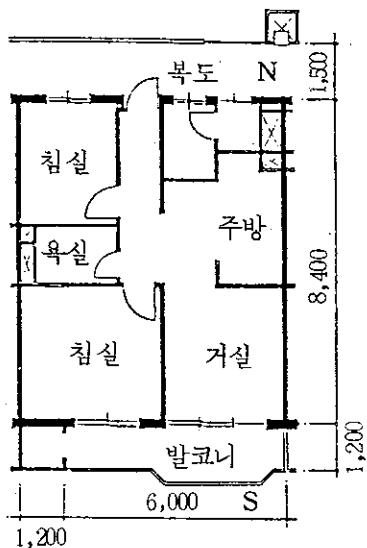
: 외기온도 : 비 난방 공간의 열성능 분석을 위한 1 월

평균기온 : -4°C

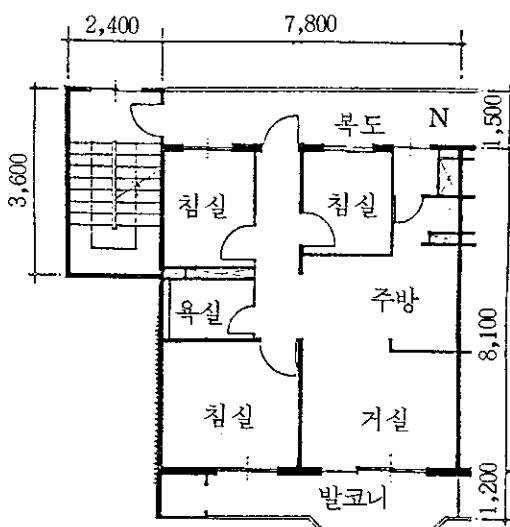
: 최대 난방부하 계산을 위한 설계 외기온도 : -11.9°C
(TAC 2.5 %)

: 연간 난방부하 : Modified Bin Method에 의해 산출
(부록 1 참조)

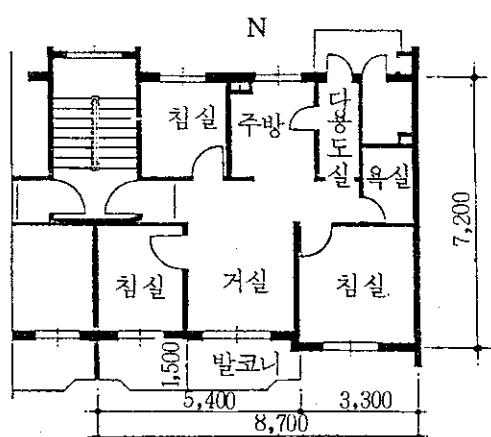
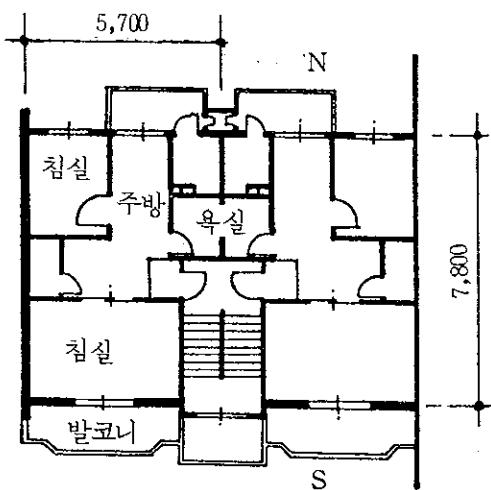
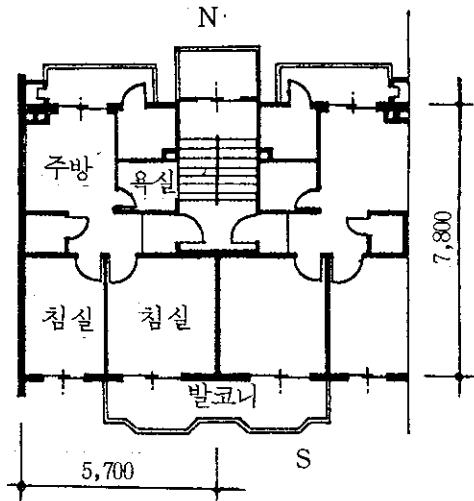
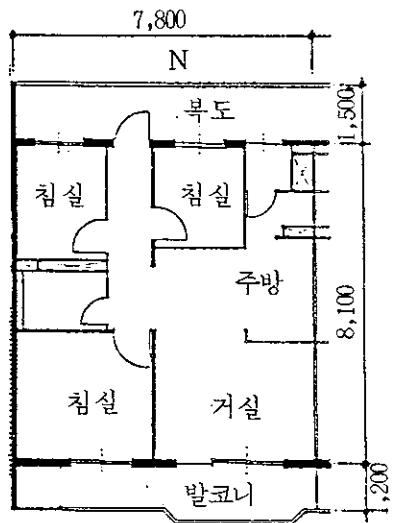
- 열관류율 : 부록 2 참조
- 조사대상 주동의 기준세대평면

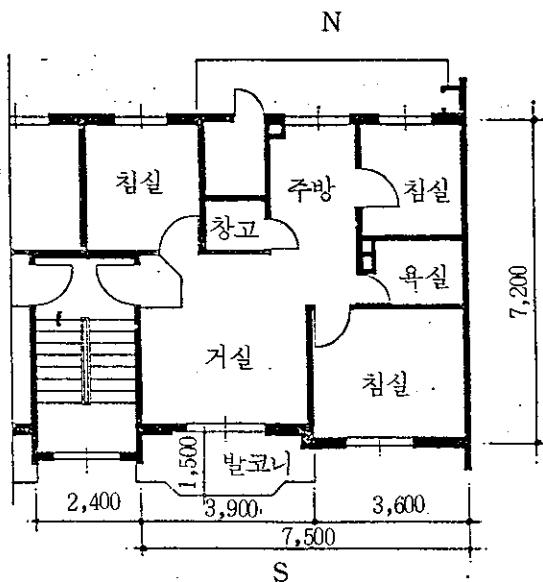


도면 1. $61 m^2$ 단위평면도



도면 2. $64 m^2$ 단위평면도





제 2 장 본 론

2 - 1 비 난방 공간의 정의

집합주택에서 비 난방 공간이란 함은 다용도실, 창고등 단위 세대의 전용공간중 난방설비가 되어 있지 않은 비주거공간과 지붕 및 공간 (Attic)이나 크롤 스페이스 (Crawl Space)와 같은 구조체 내부의 빈 공간 및 계단실과 같이 공용공간중 외기와 차단된 공간을 말한다. 이와 같은 공간들은 외벽과 난방공간 사이에 위치하는 경우, 열적 완충공간의 역할을 하게 되어 에너지 절약에 큰 봇을 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)

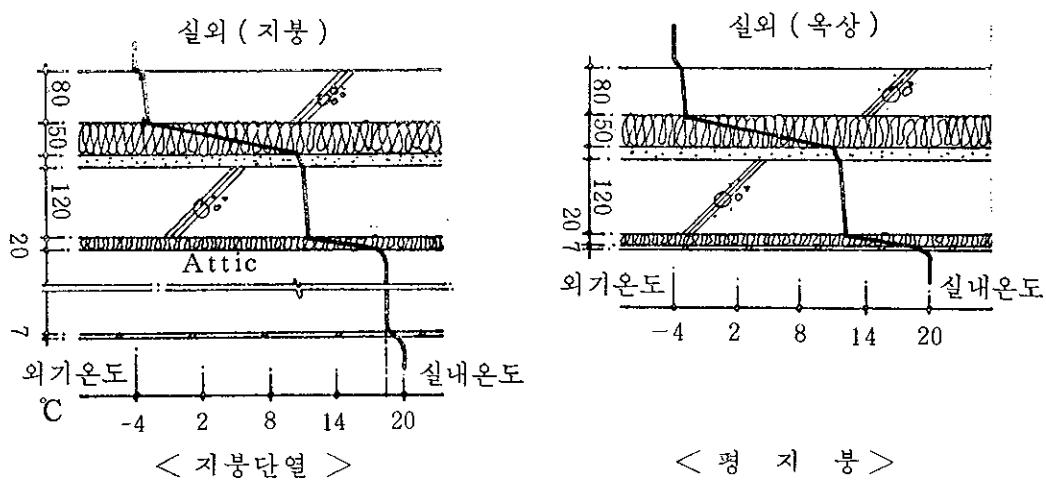
지붕 단열은 천장의 열판류율이 크게 되므로 결과적으로 Attic 을 난방하는 것이 되고 지붕 단열재의 하측에 방습층을 설치하여도 방습층의 미세한 틈에서 습한 공기가 단열재 한쪽으로 침입하여 지붕하면 (下面)과 접촉하면 겨울철에는 여기에 결로가 생기기 쉽다.¹⁾

주 1) 기존주택의 에너지 절약을 위한 연구, 연구보고서, 박상동외,
한국동력자원연구소, 1982.

반면에, 천장 단열은 지붕안을 환기하면 여름엔 더워진 공기를 배출시킬 수 있고, 또 겨울에는 습도가 낮은 저온의 위기를 도입함으로써 지붕안의 결로를 방지할 수 있다.²⁾



그림 1. 지붕구조의 단열재 위치



주 2) 기존주택의 에너지 절약을 위한 연구, 연구보고서, 박상동외,
한국동력자원연구소.

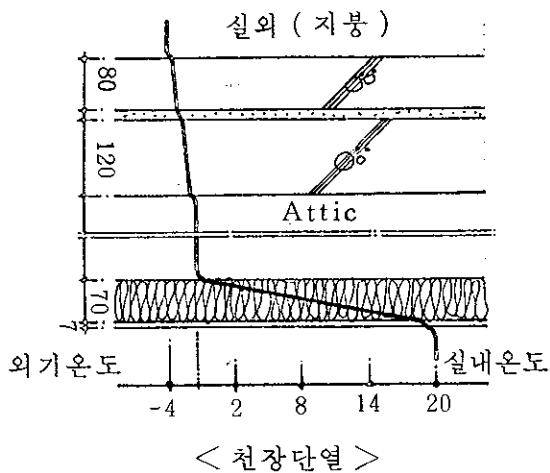


그림 2. 지붕의 온도분포

표 1. 지붕을 통한 열손실

부 류		지 붕		천 장		내부 온 도 °C	열손실 kcal/ $m^2 h$	비 율
		R $m^2 h^{\circ}C /$ kcal	K $m^2 h^{\circ}C /$ kcal	R $m^2 h^{\circ}C /$ kcal	K $m^2 h^{\circ}C /$ kcal			
Attic 이 있는 경우	지붕단열	2.516	0.397	0.202	4.950	18.1	9.18	0.98
	천장단열	0.328	3.049	2.390	0.419	-1.2	8.89	0.95
Attic 이 없는 경우(평지붕)		2.574	0.389	-	-	-	9.34	1.00

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

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. 천장 단열시 Attic의 온도는 외기온도에 가까우므로 Attic을 창고등으로 사용할 때는 적절한 온도를 유지하기 위해 천장 및 지붕의 동시단열도 고려할 수 있다.

열손실량은 Attic과 실내의 온도차에 의한 천장의 열판류율로 계산하였고 (식 2-1), Attic의 온도 계산은 식 (2-2)에 의하였다.

$$Q = Kc \cdot Ac \cdot (Ti - Ta) \quad \dots \quad (\text{식 } 2-1)$$

$$Ta = \frac{Ac \cdot Kc \cdot Ti + To (0.288 \cdot V \cdot R + Ar \cdot Kr + Aw \cdot Kw + Ag \cdot Kg)}{Ac \cdot Kc + 0.288 \cdot V \cdot R + Ar \cdot Kr + Aw \cdot Kw + Ag \cdot Kg} \quad \dots \quad (\text{식 } 2-2)^3)$$

단, Q : 순실열량 (kcal/hr)

Ta : 실내온도 (°C)

Ti : 외기온도 (°C)

Ac : 천장의 면적 (m^2)

Kc : 천장의 열판류율 (kcal/ $m^2 h$ °C)

Ar : 지붕의 면적 (m^2)

Kr : 지붕의 열판류율 (kcal/ $m^2 h$ °C)

주 3) ASHRAE HANDBOOK 1985 FUNDMENTALS.

A_w : 벽체의 면적 (m^2)

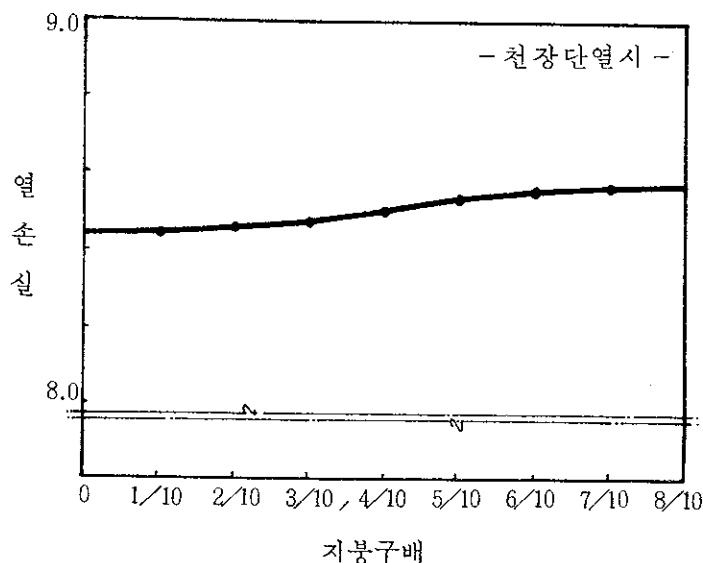
K_w : 벽체의 열 관류율 ($kcal/m^2 h^\circ C$)

A_g : 창의 면적 (m^2)

K_g : 창의 열 관류율 ($kcal/m^2 h^\circ C$)

V : 실의 용적 (m^3)

R : 환기 회수



* 지붕 열 관류율

$K : 3.049 \text{ kcal}/m^2 h^\circ C$

* 천장 열 관류율

$K : 0.419 \text{ kcal}/m^2 h^\circ C$

그림 3. 지붕구배에 의한 열손실 ($\text{kcal}/m^2 h$)

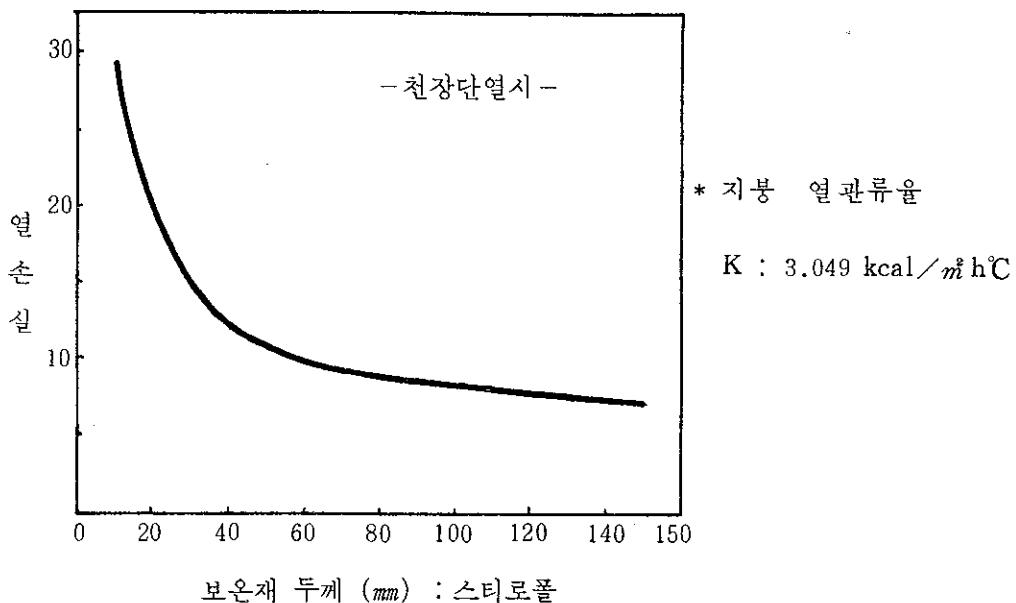


그림 4. 보온재 두께에 따른 열손실 ($\text{kcal}/\text{m}^2 \text{h}$)

그림 3 은 천장 단열시 지붕구배에 따른 열손실의 증가를 나타낸 것으로 지붕의 경사도가 급할 수록 열손실이 크다.

이는 외부에 면한 지붕면적의 증가에 기인한 것이다.

그림 4 역시, 천장 단열시 단열재 (스티로폴)의 두께에 따른 열손실을 나타낸 것으로 40 mm까지는 열손실이 급속히 감소되며, 100mm 까지는 완만하고, 100 mm 이상은 매우 완만함을 알 수 있다. 이러한 현상은 지붕 단열이나 평지붕의 경우도 동일한 형태를 나타낸다.

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 비교하였다.

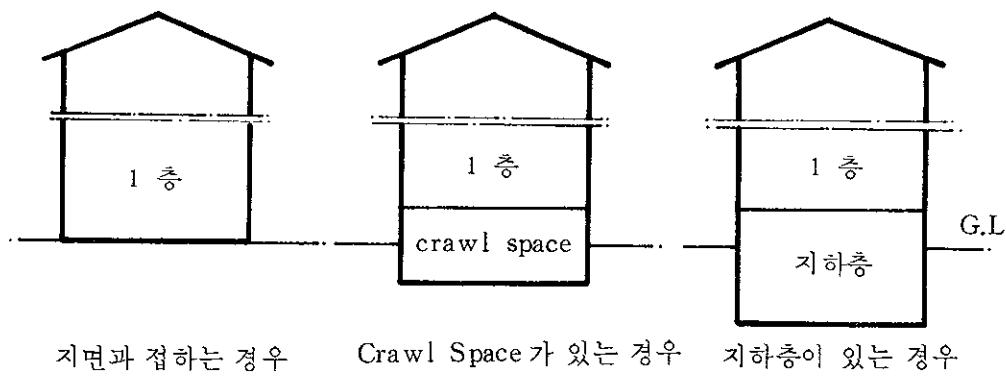


그림 5. 바닥구조의 분류

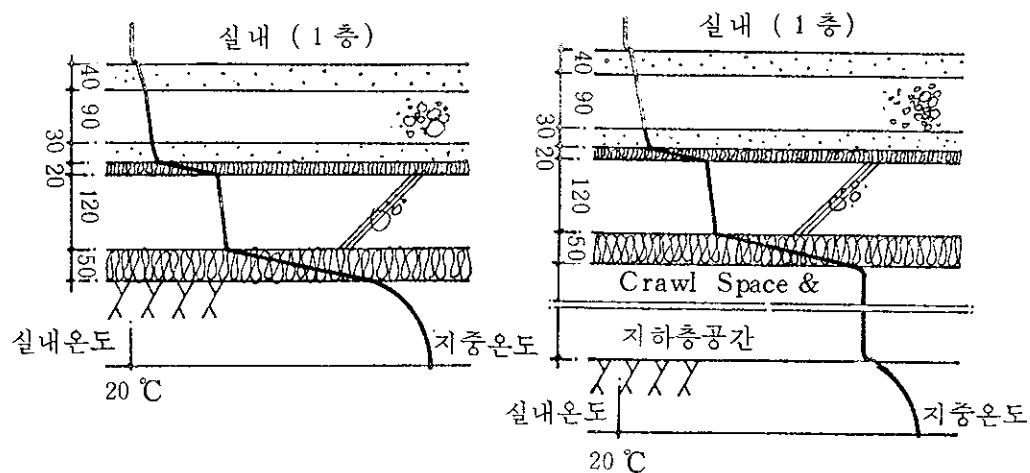


그림 6 1 층 바닥을 통한 온도분포

2-3-1 지면과 접하는 경우

지면과 접하는 경우 (Slab on Grade)의 열손실은 바닥을 통한
지중으로의 열손실보다는 대부분 바닥의 외주부를 통하여 이루어진
다. 따라서 총열손실은 바닥면적보다 외주벽 길이에 거의 비례한다.

$$q = F_2 \cdot p (T_i - T_o) \quad \dots \dots \dots \quad (\text{식 2-3})^4)$$

단, q : 외주부를 통한 총열손실량 (kcal/hr)

F_2 : 손실계수 ($\text{kcal}/\text{hr} \cdot \text{m}$)

P : 외벽길이 (m)

T_i : 실내온도 ($^\circ\text{C}$)

T_o : 외기온도 ($^\circ\text{C}$)

표 2. 바닥을 통한 열손실 계수 (F_2)⁵⁾ ($\text{kcal}/\text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}$)

구조	보온	난방도일 18°C 기준 (65°F 기준)		
		4129(7433)	2972(5350)	1638(2950)
200 mm 시멘트블록벽	보온하지 않을 경우	3.03	3.32	3.52
+ 시멘트벽돌 (전면)	$R = 1.1$ (기초까지)	2.34	2.44	2.73
100 mm 시멘트블록벽	보온하지 않을 경우	3.91	4.10	4.54
+ 시멘트벽돌 (전면)	$R = 1.1$ (기초까지)	2.30	2.39	2.64
메탈 스터트벽 (Metal stud wall), stucco	보온하지 않을 경우	5.62	5.86	6.54
ncrete) 벽, 바닥외주부에 난방용 배판	$R = 1.1$ (기초까지, 실내쪽으로 $0.91 m$ 까지)	2.49	2.56	2.83
콘크리트 (poured concrete) 벽, 바닥외주부에 난방용 배판	보온하지 않을 경우	8.98	10.35	13.33
	$R = 1.1$ (기초까지, 실내쪽으로 $0.91 m$ 까지)	3.13	3.52	4.39

* 외기온도가 18°C 보다 낮은 난방기간동안의 난방용 배판의 평균온도는 43°C 로 가정하였음.

주 4), 5) ASHRAE HANDBOOK 1985 FUNDMENTALS.

2-3-2 크롤 스페이스 (Crawl Space) 또는 지하층이 있는 경우

집합주택에서 Crawl Space 나 지하층은 대피호 (지하층인 경우), 설비공간 또는 바닥을 통한 습기방지등으로 필요한 공간이다. 이들은 열적 완충공간의 역할도 하게 된다.

1층 바닥을 통한 열손실은 지하공간의 온도를 먼저 구한 다음 실내와의 온도차에 의한 바닥의 열관류율로 계산하였다. 이 때 지하 공간의 온도는 환기, 난방용 배관, 발열기기 등에 영향을 받는다.

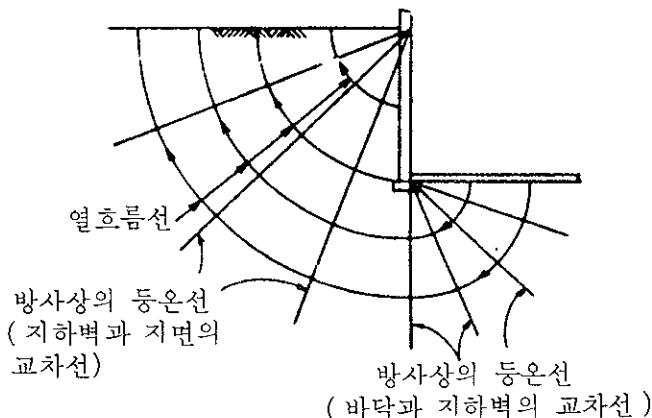


그림 7. 지중을 통한 열흐름도⁶⁾

지하공간의 온도를 구하는 데는 다음의 평형식을 이용하였다.

$$q_f = q_p + q_g + q_a \quad \dots \dots \dots \quad (\text{식 } 2-4)^7)$$

단 q_f : 1층 바닥을 통한 열손실 (kcal/hr)

q_p : 지하공간의 벽체를 통한 열손실 (kcal/hr)

주 6), 7) ASHRAE HANDBOOK 1985 FUNDMENTALS.

q_g : 지하공간의 바닥을 통한 열손실 (kcal/hr)

q_a : 지하공간의 환기에 의한 열손실 (kcal/hr)

$$\text{여기서 } q_f = (T_i - T_c) \cdot A_f + K_f$$

$$q_p = (T_c - T_o) \cdot A_p \cdot K_p$$

$$q_g = (T_c - T_g) \cdot A_g \cdot K_g$$

$$q_a = (T_c - T_o) \cdot V_c + 0.288 \cdot n$$

단 Tc : Crawl Space 또는 지하층 온도 (°C)

T_i : 실내온도 (°C)

T_0 : 외기 설계온도 (°C)

T_g : 지중온도 (°C)

Af : 1 층 바닥면적 (m^2)

Kf : 1 층 바닥의 열판류율 ($\text{kcal}/m^2 \text{h}^\circ\text{C}$)

Ag : 지중벽의 면적 (m^2)

Kg : 지중벽의 열관류율 ($\text{kcal}/\text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}$)

V_c : Crawl Space 또는 지하층의 용적 (m^3)

n : 환기회수

표 3. 지하바닥을 통한 열관류율 ($\text{kcal}/m^2 \text{h}^\circ\text{C}$)⁸⁾

지하 바닥의 깊이 (m)	단위평면의 폭 (m)			
	6.0	7.3	8.5	9.7
1.5	0.155	0.138	0.125	0.112
1.8	0.146	0.125	0.120	0.103
2.1	0.138	0.125	0.112	0.103

표 4. 지중벽을 통한 열관류율 ($\text{kcal}/m^2 \text{h}^\circ\text{C}$)⁹⁾

깊이 (m)	보온하지 않을 경우	R = 0.73	R = 1.47	R = 2.2
0 ~ 0.3	2.00	0.74	0.46	0.33
0.3 ~ 0.6	1.08	0.57	0.39	0.31
0.6 ~ 0.9	0.76	0.46	0.33	0.26
0.9 ~ 1.2	0.58	0.39	0.29	0.23
1.2 ~ 1.5	0.46	0.34	0.26	0.22
1.5 ~ 1.8	0.39	0.29	0.23	0.20
1.8 ~ 2.1	0.34	0.26	0.22	0.18

주 8), 9) ASHRAE HANDBOOK 1985, FUNDMENTALS.

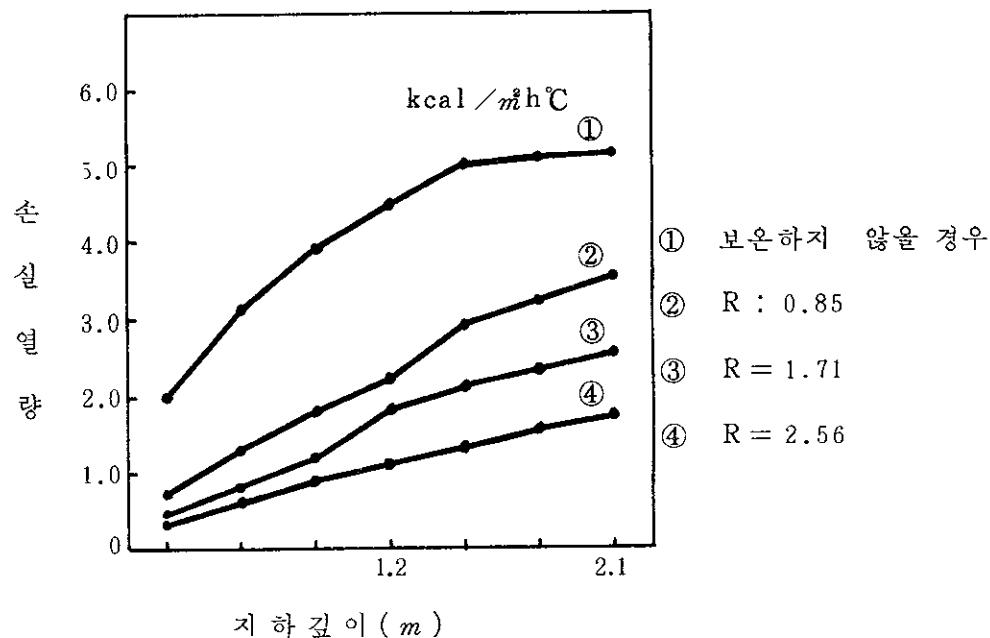


그림 8. 지하깊이에 따른 지중벽의 열손실

표 5. 1층 바닥을 통한 열손실

분류	1층 바닥		내부온도 °C	열 손실 kcal/ m ² h	비율
	R m ² h°C / kcal	K kcal / m ² h °C			
지면과 접하는 경우	2.54	0.393	-	9.70	1.48
Crawl Space	2.54	0.393	3.2	6.55	1.00
지하 층	2.54	0.393	2.6	6.79	1.04

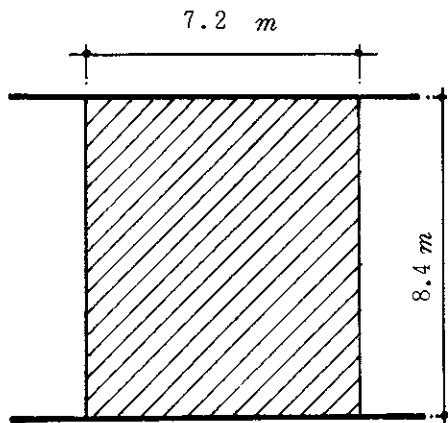


그림 9. 단위 세대 크기

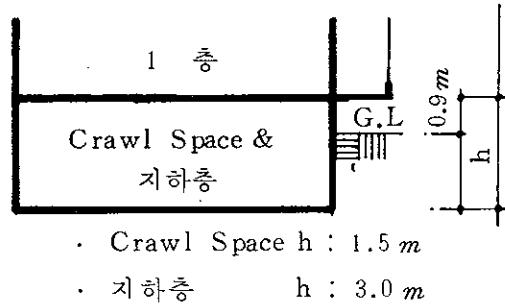


그림 10. Crawl Space 또는 지하층의 단면

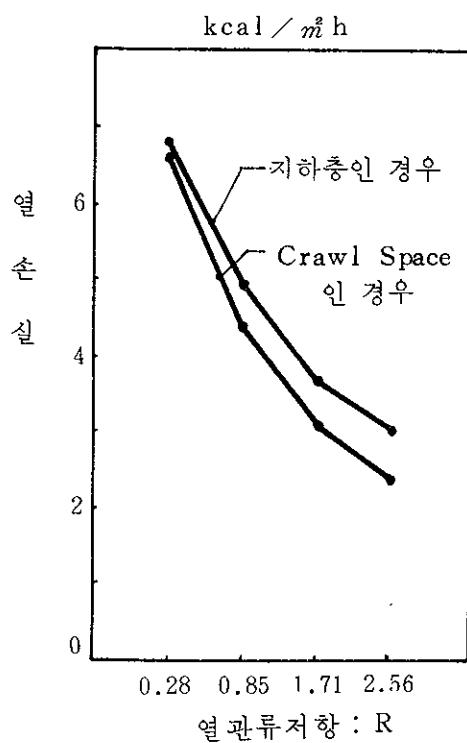


그림 11. 지하공간을 통한 열 손실

표 5에서 Crawl Space 와 비교해 볼때 보온을 하지 않을 경우에 지면과 접하는 경우 (Slab on Grade) 의 48 % 손실부하의 증가는 1층 바닥의 외주부를 통한 외부로의 열손실이 크기 때문이며, 지하층인 경우는 지중의 깊이에 따라 열손실이 커지기 때문에 (그림 8) Crawl Space 에 비하여 열손실의 증가를 가져온다. (그림 11)

그림 8 은 보온의 유무 (有無)에 따른 지중벽 길이 1 m 당 손실 열량을 나타낸 것이다. 따라서 지중벽의 적정 보온은 보온을 하지 않을 경우에 비해 약 2 ~ 3 배의 열손실을 줄일 수 있다.

2 - 4 발코니 (Balcony)

기존의 개방된 발코니를 유리창으로 차단하여 열적 완충 공간으로 활용함으로써 열관류 및 틈새바람으로 인한 열손실을 줄일 수 있다. 이러한 발코니의 차단은 태양열의 일사량을 증가시킴으로써 열손실향을 크게 줄일 수 있으며 공간의 적극적인 활용이라는 측면에서도 바람직한 것이다.

2 - 4 - 1 관류에 의한 난방부하 (북측 발코니)

표 6 은 발코니에서의 관류에 의한 열손실을 나타낸 것으로 실제 단위세대의 모든 발코니를 비난방 공간으로 활용할 경우, 창 면적비를 북측 (배면) 15 %, 남측 (전면) 50 %로 가정할때 창과 벽체의 면적을 고려한 평균치로서의 관류에 의한 손실열량은 북측 $14.47 \text{ kcal/m}^2\text{h}$, 남측 $22.20 \text{ kcal/m}^2\text{h}$ 로서 설치하기 전 (북측 $17.90 \text{ kcal/m}^2\text{h}$, 남측 $31.80 \text{ kcal/m}^2\text{h}$) 보다 발코니를 통한 열손실을 북측은 19 %, 남측은 30 %를 줄일 수 있다.

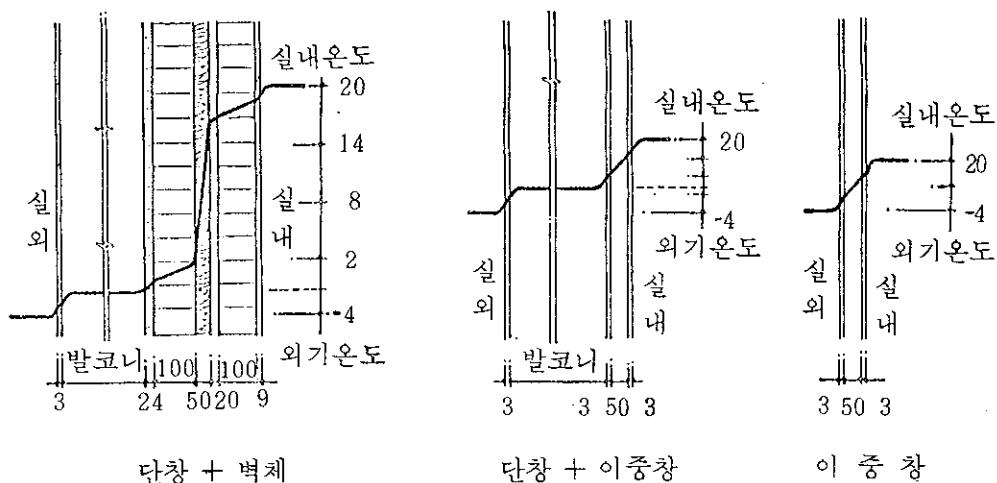


그림 12. 발코니를 통한 온도분포

표 6. 판류에 의한 열손실

분류	발코니창 (단창)		내부창또는 벽체		내부온도 °C	열손실 kcal/ $m^2 h$	비율
	R $m^2 h °C /$ kcal	K kcal / $m^2 h °C$	R $m^2 h °C /$ kcal	K kcal / $m^2 h °C$			
단창+이중창	0.215	4.65	0.465	2.15	3.59	35.28	0.68
이중창	-	-	0.465	2.15	-	51.60	1.00
단창+벽체	0.215	4.65	2.008	0.498	-1.68	10.80	0.90
벽체	-	-	2.008	0.498	-	11.95	1.00

2-4-2 일사량을 고려한 난방부하 (남측 발코니)

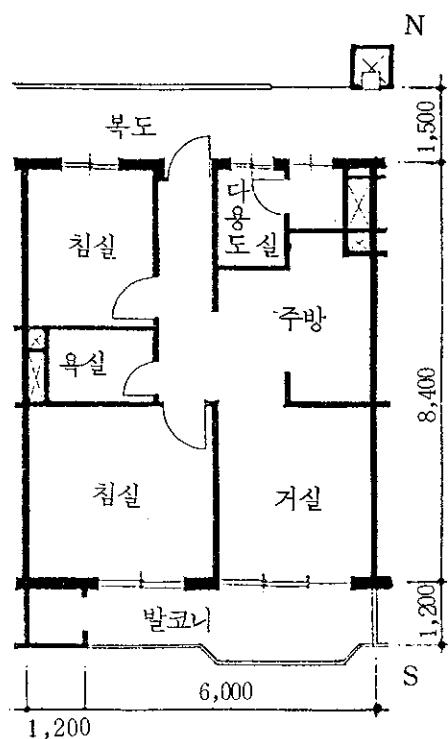
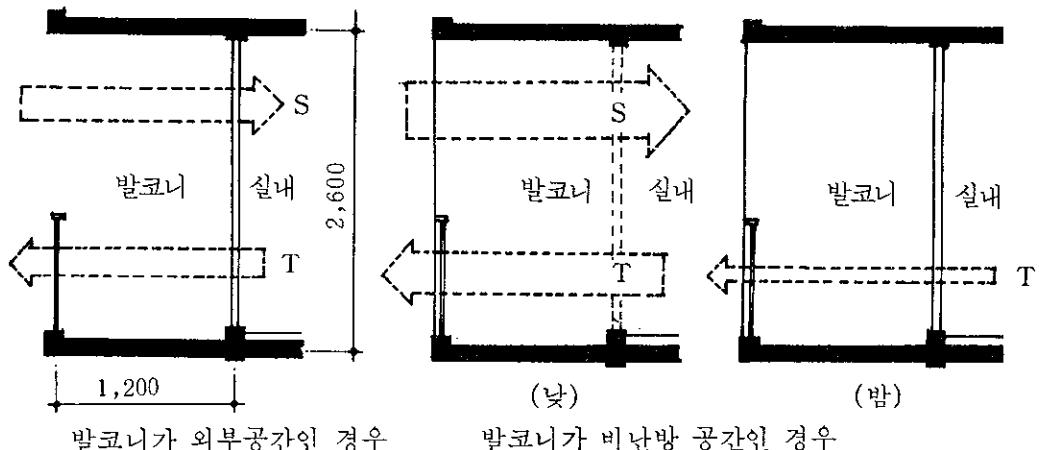


그림 13 61 m^2 형 단위세대 평면도



· S : Solar Radiation에 의한 열회득

· T : Transmission에 의한 열손실

그림 14. 발코니를 통한 열의 이동

표 7. 일사량을 고려한 난방부하

분류	최대난방부하 kcal/h	비율	연간난방부하 kcal/m ² yr	비율
발코니가 외부공간인 경우	1,758	1.00	18,319	1.00
발코니가 비난방공간인 경우	1,394	0.79	6,811	0.37

표 7은 전형적인 아파트에서 발코니를 비난방 공간으로 활용할 때 태양열의 일사와 열판류를 동시에 고려한 것으로 이 경우에는 연간 약 60%이상의 에너지를 절약할 수 있다. 이와 같은 분석에서는 발코니의 외부창으로부터의 틈새바람(Infiltration)에 의한 열손실을 계산하지 않은 것으로 실제의 에너지 절약효과는 창의 재료, 구성 및 시공에 따른 기밀성의 차이에 따라 크게 변하게 될 것이다.

따라서, 발코니의 비난방 공간 이용에는 외부창의 기밀화가 우선되어야 한다.

한편, 발코니의 비난방 공간으로의 활용과 더불어 자연형 태양열 시스템의 원리를 이용하여 외벽 및 바닥을 축열 및 전열에 적합한 구조로 할 경우에는 에너지 절약 효과를 더욱 향상시킬 수 될 것이다.

2 - 5 계단실

계단실의 위치에 따른 난방부하를 비교하면 다음과 같다.

2-5-1 편복도형 일 경우

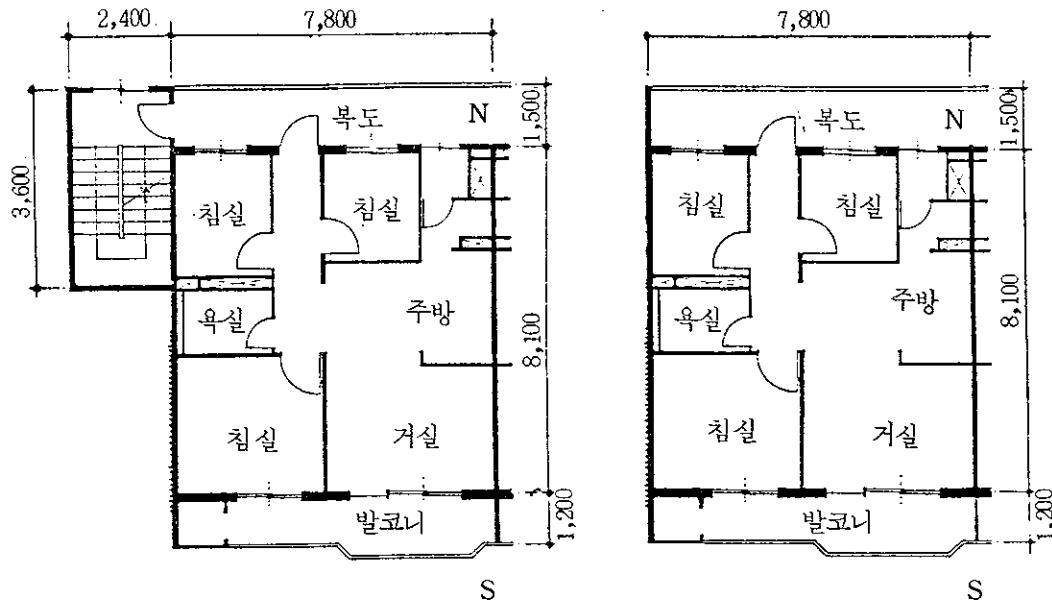


그림 15. 계단실이 인접한 경우 ($64 m^2$ 형) 그림 16. 계단실이 인접하지 않은 경우 ($64 m^2$ 형)

표 8. 편복도형에서의 열손실

분류	외벽		내벽		내부온도 °C	열손실 kcal/ $m^2 h$	비율
	R $m^2 h^\circ C / kcal$	K kcal/ $m^2 h^\circ C$	R $m^2 h^\circ C / kcal$	K kcal/ $m^2 h^\circ C$			
계단실에 인접한 경우	0.233	3.534	2.556	0.391	-1.6	8.45	0.90
계단실에 인접하지 않은 경우	-	-	2.556	0.391	-	9.40	1.00

편복도형 주동에서 계단실은 단부세대의 외벽에 위치함으로써 계단실이 없는 경우보다 벽체 단위면적당 약 10 %의 열손실을 줄일 수 있다.

이는 아파트의 단부세대가 중앙부 세대에 비해 연간 난방부하가 약 1.6 배¹⁰⁾ 이상 되는 것을 감안할 때 단부세대의 계단실 활용은 에너지 절약에 효과적이다. 부하계산은 계단실 온도를 먼저 구한 다음 실내와의 온도차로 계산하였다.

2-5-2 계단실형 일 경우

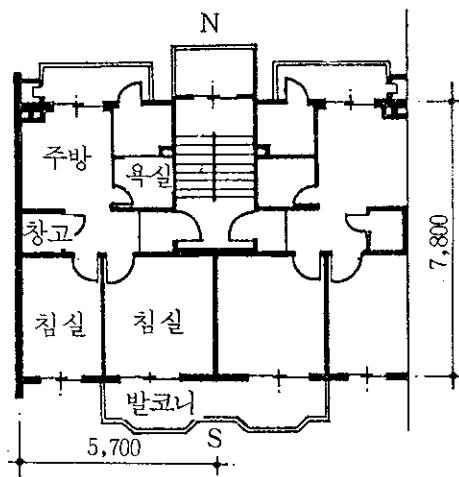


그림 17. 계단실이 북측에 면한 경우 ($45 m^2$ N형)

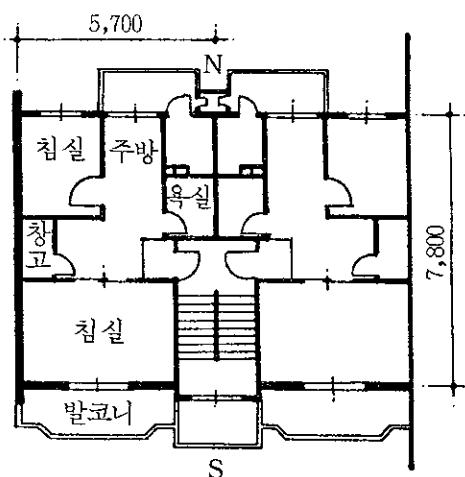


그림 18. 계단실이 남측에 면한 경우 ($45 m^2$ S형)

주 10) 고층아파트의 냉난방부하 및 외피요소의 열적 특성에 관한 연구, 윤동원, 한양대학교 대학원, 1985.

표 9. 계단실형에서의 열손실

분류	연간 난방부하 kcal/ m^2 yr	비율
계단실이 남쪽에 면한 경우	36,406	1.20
계단실이 북쪽에 면한 경우	30,414	1.00

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

표 9에서 보는 바와 같이 계단실이 남쪽보다 북쪽에 위치하는 경우, 주동 전체의 난방부하를 고려할 때 단위 면적당 연간 약 20 % 에너지를 절약할 수 있다.

2 - 6 기타 비난방 공간 (화장실, 창고, 다용도실, 불박이 장등)

단위 세대내 각 비난방 공간을 외벽에 면하게 배치함으로써 열적 완충성을 이용하여 열손실을 줄일 수 있다.

이들은 실제 단위 세대내에서 주로 배면에 위치하고 있으며, 불박이장을 외벽에 설치함으로써 비난방 공간의 효과를 얻을 수 있다.

비난방 공간이 외벽에 면해 있는 경우에는 외벽만 있는 경우에 비하여 벽체를 통한 열손실을 약 15 % 줄일 수 있고, 불박이장을 이용하는 경우는 약 12 %를 절약할 수 있다. 따라서, 단위 세대내 비난방 공간의 이용은 약 10 % 이상의 열손실을 막을 수 있다.

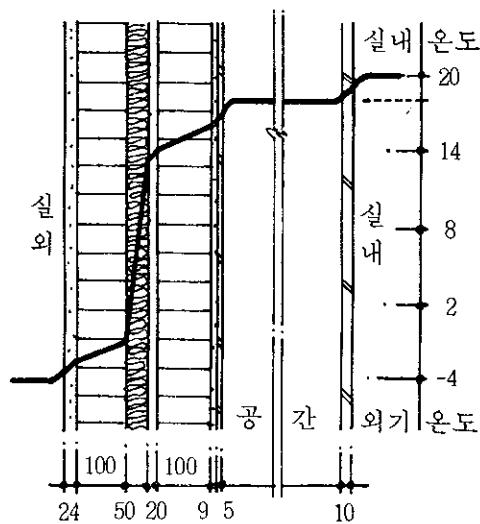
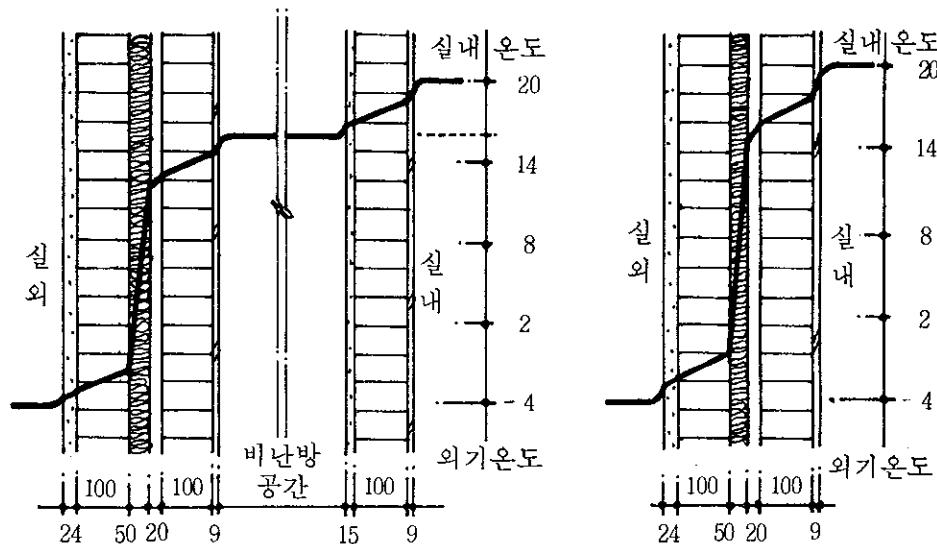


그림 19. 비 난방 공간의 온도분포

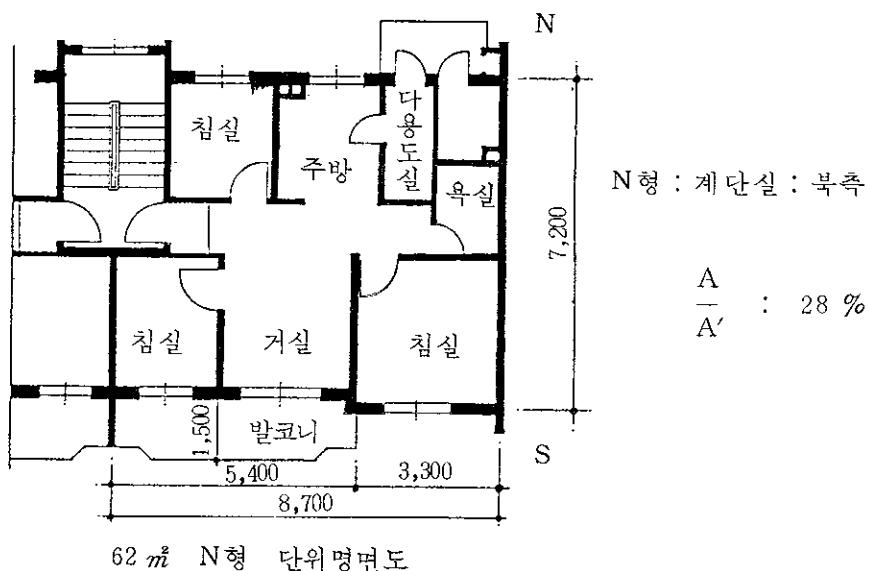
표 10. 비 난방 공간을 통한 열손실

분류	외 벽		내 벽		내부온도 °C	열손실 kcal/ $\text{m}^2 \text{h}$	비율
	R $\text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}/\text{kcal}$	K $\text{kcal}/\text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}$	R $\text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}/\text{kcal}$	K $\text{kcal}/\text{m}^2 \text{h}^\circ\text{C}$			
비 난방 공간이 있는 경우	2.007	0.498	0.353	2.830	16.4	10.2	0.85
불박이장이 있는 경우	2.043	0.489	0.248	4.032	17.4	10.5	0.88
비 난방 공간이 없는 경우	2.007	0.498	-	-	-	12.0	1.00

제 3 장 비 난방 공장의 효율적 배치에 따른 열성능 분석

위에서 살펴 본 바와 같이 개개의 비 난방 공간은 그 열적 완충성으로 인하여 건물의 에너지 소비 절감에 커다란 역할을 한다. 그러나 비 난방 공간을 외벽에 배치하는 데에는 집합주택의 채광이나 환기 및 공간 구성등에 따르는 제약이 많으므로 이를 건축 계획시 충분히 고려하여 적절한 설계를 하여야 할 것이다.

그림 20은 한 단지내에 실제로 지어진 같은 크기 ($62 m^2$)의 단부 단위세대를 비교한 것이고, 표 11은 두세대간의 난방부하의 차이를 나타낸 것이다. 표에서 보는 바와 같이 아파트S형은 아파트N형에 비하여 연간 난방부하가 20%이상 증가하게 된다. 즉 똑같은 요구조건으로 설계된 두세대에서도 비 난방 공간의 효율적 활용 여부에 따라 열성능은 커다란 차이를 보여주고 있다.



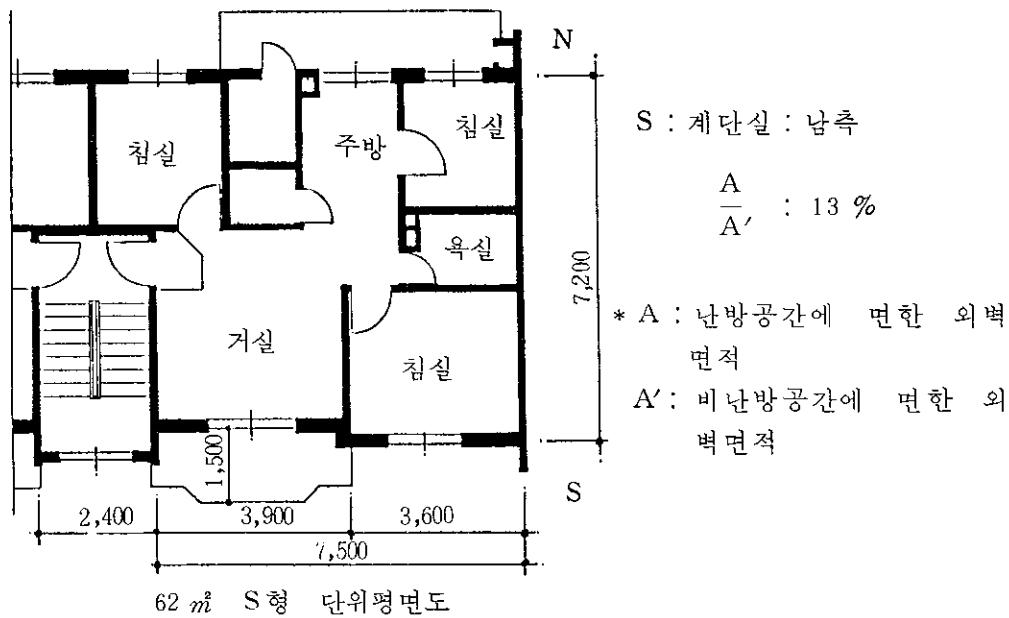


그림 20. 비 난방 공간의 이용에 따른 평면도.

표 11. N, S형의 난방부하

분류	최대 난방부하 kcal / hr	비율	연간 난방부하 kcal / m^2 yr	비율
N형	1,922	1.00	25,619	1.00
S형	1,988	1.03	31,613	1.23

제 4 장 결 론

본 연구는 건축물의 에너지 소비를 절감할 수 있는 방안의 하나로 집합주택을 대상으로 비난방 공간의 에너지 성능을 정량적으로 분석하고 이를 비난방 공간의 효율적 배치를 통하여 건물의 에너지 소비를 줄일 수 있는 건축계획적 방안을 제시하고자 하였다.

본 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 평지봉보다는 Attic Space를 이용한 지붕구조가 유리하며, 이 때 단열재의 위치는 천장이 좋다.
2. Crawl Space의 높이는 낮을 수록 좋으며 열대류 현상이 일어나지 않는 범위여야 한다. 또한 지중벽의 보온은 에너지 절약에 매우 효율적이다.
3. 밭코니를 비난방 공간으로 활용할 경우, 관류에 의한 열손실을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 남측 밭코니의 경우, 일사량을 고려할 때 연간 난방부하를 약 60% 이상 절감할 수 있다.
4. 계단실형 주동형태에서 계단실의 위치는 남측보다 북측에 두는 것이 연간 난방부하를 약 20% 절감할 수 있다.
5. 다용도실, 화장실, 창고, 냉박이 장등이 외벽에 면해 있는 경우에는 외벽만 있는 경우에 비해 벽체를 통한 열손실을 단위 면적당 약 10% 이상 줄일 수 있다.
6. 전형적인 집합주택에서 기존 비난방 공간의 효율적인 배치는 주동전체를 고려할 때 연간 약 20% 이상의 에너지 소비절감 효과를 폐할 수 있다.

따라서, 집합주택에서의 에너지 절약을 위하여는 비난방 공간의 성격과 열적 완충공간으로서의 성능을 충분히 이해하여 이를 효과적으로 배치하는 건축계획적 방법이 설계과정에서 충분히 반영되어야 할 것이다.

A B S T R A C T

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.

참 고 문 헌

1. 기존주택의 에너지 절약을 위한 연구, 연구보고서, 박상동외, 한국동력자원연구소, 1982.
2. '84 주택의 기본계획 및 설계', 대한주택공사, 1984.
3. 표준공기조화, 김교두편저, 도서출판 금탑, 1983.
4. 공기조화 위생공학 편집Ⅱ, 도서출판 금탑, 1983.
5. 한국의 기후 (The Climate in Korea), 김광식외, 일지사.
6. 공조·위생 설비실무 핸드북, 도서출판 형제사, 1982.
7. 건물의 부위별 성능 및 설비기준(안) - I, 연구보고서, 한국동력자원연구소, 1982.
8. 건축설비핸드북(上), 井上宇市外편집, 김교두역편, 도서출판 금탑, 1982.
9. 지중온도 예측을 위한 방법론 연구, 정수일, 박윤성, 대한건축학회지, 1984. 8.
10. ASHRAE HANDBOOK 1985 FUNDMENTALS, (미국 공기조화
냉동 공학회, 1985)
11. Modern Air Conditioning Practice, Harris, 1983.
12. Architectural Interior Systems, John E. Ely n, Arthur W. Segil, Van Nostrand Reinhold Company, 1970.
13. Cooling and Heating Load Calculation Manual, Dr. William Rudoy, Joseph F. Cuba, ASHRAE GRP 158, 1982.

부록 1. ASEAM 에너지 분석 프로그램

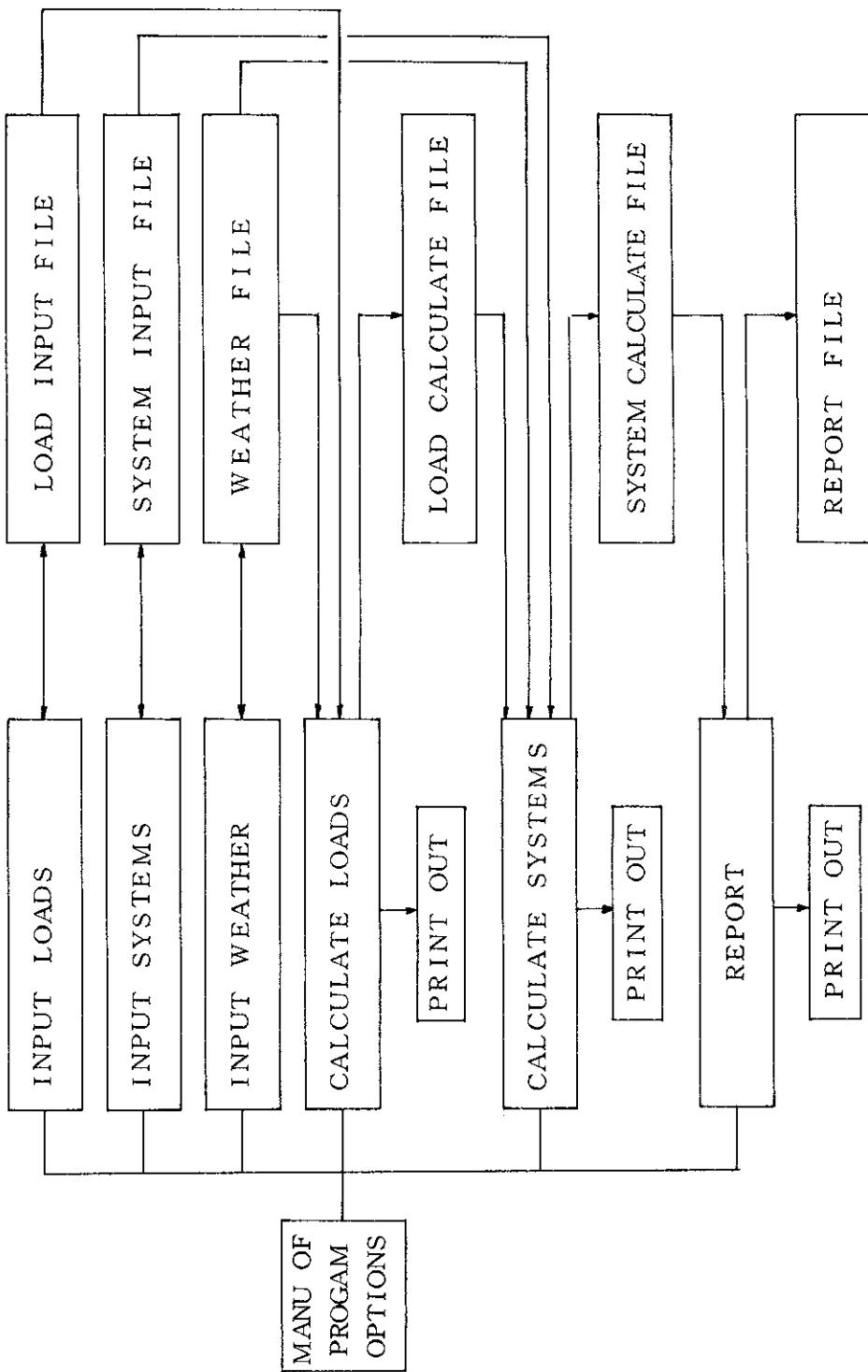
1 - 1 ASEAM 프로그램의 개요

본 연구에서 집합주택의 에너지 분석을 위하여 사용된 전산 프로그램은 미국 에너지 성 (DOE)의 용역으로 1983년에 개발된 ASEAM (A Simplified Energy Analysis Program의 약자) 프로그램이다.

이 프로그램은 미국 공기조화 냉동 공학회 4.7 기술분과 위원회 (ASHRAE TC 4.7)에서 제안한 Modified Bin Method를 이용한 건물의 열부하 계산 방법을 미국 에너지 성에서 개발한 동적열부하 계산의 DOE-2 프로그램과 비교하기 위하여 만든 것으로 HVAC 시스템과 냉·난방의 Algorithm은 W.S. Fleming & Associates에서 개발하였으며, 중소규모의 건물에서는 그 결과가 DOE-2와 거의 일치하는 것으로 나타났다.

따라서 이 프로그램은 대규모 용량의 Main Frame 컴퓨터를 사용하지 않고 APPLE이나 IBM-PC와 같은 마이크로 컴퓨터를 사용하여 비교적 정확한 에너지 분석을 해낼 수 있다. 특히, 이 프로그램은 건물의 에너지 소비에 영향을 미치는 수 많은 변수 중에서 어느 한가지나 몇가지 요소를 변화시킴으로써 일어나는 에너지 소비 변화를 이에 해당하는 입력자료만 바꿔줌으로써 바로 예측해낼 수 있는 특징을 갖고 있는데 이와 같은 Sensitivity Study를 통하여 에너지 절약 설계를 위한 디자인 도구로서도 널리 사용될 수 있다.

ASEAM 컴퓨터 프로그램의 LOGIC FLOW CHART는 다음과 같다.



1 - 2 ASEAM 프로그램의 배경

ASEAM 프로그램에서 사용되는 전물의 열부하 계산은 미국의 T. Kusuda 와 I. Sud의 연구 보고서인 "A Simplified Building Energy Calculation Procedure"에 발표된 내용과 T. Kusuda의 보고서인 "A Comparison of Energy Calculation Procedure"를 근거로 한 것이다. 이 프로그램이 채택한 Modified Bin Method는 분석하고자 하는 건물이나 Zone의 순부하 (net load)를 계산한 것이다. 즉 일반적인 단순열 부하 계산방식에서 와는 달리 이 방식은 난방기간중 전물에서 일어나는 내부 열 발생과 태양열 획득을 함께 계산하여 외부로의 열 손실부터 이를 뺀 값으로 부하계산을 하게 된다. 따라서 전물의 규모나 기능에 따라서는 죠닝을 해주지 않을 경우 실제로 난방이 필요한 경우에도 계산결과는 냉방부하가 생길 수 있다.

따라서 이 프로그램에서는 전물의 적절한 죠닝계획에 따라 구분하여 부하계산을 하는 것이 필요하다. ASEAM 프로그램에서 사용한 Modified Bin Method의 내용을 간단히 살펴보면 다음과 같다.

2 - 1 부하계산 방식

Modified Bin Method는 4 가지 서로 다른 외기 조건에서 평균부하 혹은 "다면 부하 (Diversified Load)"를 계산하게 된다. 이들 외기조건은 기후 조건과 전물의 사용에 있어서 중요한 기점이 되는 온도 BIN의 중간값으로 다음과 같다.

- 최대 냉방 (Tpc) : 일반적으로 연 최고기온이 나타나는 BIN의 중간값을 택한다.

- 중간 냉방 (T_{ic}) : 이 온도는 건물에서 열판류와 틈새 바람의 영향만으로 냉방하부가 발생하는 최저 BIN의 중간값으로 건물에 따라 그 값이 다르지만 대개 25 °C (77.5 °F)로 한다.
- 중간 난방 (T_{ih}) : 건물의 순 부하가 냉방에서 난방부하로 바뀌는 BIN의 중간 온도로써 대개 12 °C (52.5 °F)로 한다.
- 최대 난방 (T_{ph}) : 일반적으로 연 최저기온이 나타나는 BIN의 중간 값을 택한다.

Modified Bin Method에 의한 열 부하계산에서는 다음과 같은 기본적인 가정을 전제로 한다. 즉, 첫째로 모든 외부로부터의 부하 (판류, 태양열등)는 외기온도 변화에 정비례한다는 가정과 둘째는, 내부로 부터의 부하 (인체 열발생, 조명등)는 공간이 점유된 기간 (Occupied Period)과 비점유된 기간 (Unoccupied Period) 동안 각각 이에 알맞게 평균되어 나타난다는 가정이다.

중요한 부하의 계산방법은 ASHRAE Fundamentals에 의한 냉·난방부하 계산 방식에 따르며 4 가지 기본 온도조건에서의 다변부하 (Diversified) 계산이 끝나면 그 사이 온도조건에서는 정비례의 보간법으로 각각 부하를 결정한 후 BIN의 연간 빈도수를 점유시간과 비점유시간에 따라 곱하면 건물의 연간 냉·난방부하가 계산된다.

대표적인 부하의 계산 방식은 다음과 같다.

(a) 태양 복사열 부하 (Solar Load)

Solar Load의 계산은 기본적으로 다음식에 의한다.

$$\cdot \text{최대부하} (\text{Clear Day Solar Load}) = \frac{\text{SHGF} \times A \times \text{SC}}{\text{CLF}}$$

SHGF : 표준 일자 취득 열량 (Maximum Solar Heat Gain Factor)

A : 유리창의 면적

SC : 차폐계수 (Shading Coefficient)

CLF : 축열계수 (Cooling Load Factor)

$$\cdot \text{다변부하} (\text{Diversified Solar Load}) = \text{최대부하} \times \text{가조율} (\%, \text{Sunshine})$$

(b) 관류열 부하 (Transmission Load)

냉방기간 중의 관류형 부하의 계산에서는 벽체를 통한 태양열 취득의 영향을 고려하여 다음의 계산식을 따른다.

$$\cdot \text{관류열 부하} (\text{Transmission Load}) = K \times A \times \text{CLTD}$$

K : 벽체의 열 관류율

A : 벽체의 면적

CLTD : 유효 온도차 (Cooling Load Temp. Diff.)

여기서 CLTD = (CLTDF + t_o - t_i) × R로 계산한

CLTDF : 24시간 평균 유효 온도차

t_o : 외기온도

t_i : 실내유지온도

R : 벽의 색채를 고려한 복사열 흡수율

한편 난방기간 중의 관류열 부하에서는 태양 복사열의 영향이 냉방 기간에 비하여 미미하므로 단지 실내의 온도차로 계산하고 있다.

(c) 내부 부하 (Internal Load)

일반적으로 내부 부하의 계산은 입주자／사용자의 수나 기구의 연결부하로 하게 되나 실제로 이와 같은 부하가 100% 모두 내부 발생으로 나타나는 경우는 드물다.

Modified Bin Method에서는 이를 고려하여 최대부하의 일정한 비율만을 내부 부하로 계산하고 있다.

$$\cdot \text{내부부하 (Internal Load)} = \text{최대부하} \times \text{환산계수} \times \text{다변계수}$$

최대부하 (Maximum Load) : 조명설비나 각종 기구의 연결부하, 혹은 입주자의 수

환산계수 (Conversion Factor) : 최대부하를 열량으로 환산하기 위한 계수

다변계수 (Diversity Factor) : 최대부하에 대한 비율로 표시된 점유기간 혹은 비점유기간중 평균 사용량 이와 같은 내부부하는 점유기간 (Occupied Period)과 비점유기간 (Unoccupied Period) 동안 각각 별도로 계산된다.

1 - 3 BIN 기후자료

ASEAM 프로그램을 사용하여 정확한 에너지 분석을 하기 위하여는 건물의 위치에 맞는 정확한 기후자료를 사용하여야 한다. 이 기후자료는 연간 분포를 시작별로 정리한 후 일정한 온도간격 (BIN)에 따라 빈도로 나타내야 하며 이와 같은 BIN에 상응하는 절대습도나 습도온도 자료도 잠열부하의 계산을 위하여 필요하다.

본 연구에서는 육군사관학교 김두천교수가 정리한 서울지방의 기

후자료를 토대로 5 °F (2.8 °C) 간격의 BIN 자료를 정리하였다.
이 자료는 1971년부터 1980년까지 10년간의 총빈도수를 10으로
나눈 값으로 10년 평균 기후자료이다.

JANUARY

FEBRUARY

MARCH

APRIL

MAY

JUNE

JULY

BIN °F	TIME			TIME																								
	1- 8	9- 16	17- 24	A L	M W	C B	1- 9	9- 16	17- 24	A L	M W	C B	1- 8	9- 16	17- 24	A L	M W	C B	1- 8	9- 16	17- 24	A L	M W	C B				
100 - 104																												
95 - 99																												
90 - 94																												
85 - 89																												
80 - 84																												
75 - 79																												
70 - 74																												
65 - 69																												
60 - 64																												
55 - 59	5	1	6				5	1	6				5	1	6				15	1	16							
50 - 54				33	17	50				9	92	48	149						77	27	104							
45 - 49				25	179	79	283			50	228	167	445						2	240	136	378						
40 - 44				46	261	219	576			80	277	225	582						340	539	578	1,457						
35 - 39				255	468	480	1,203			405	506	558	1,469						342	365	464	1,171						
30 - 34				515	520	577	1,612			497	429	522	1,448						295	603	569	1,467						
25 - 29				375	310	345	1,030			334	251	250	835						351	58	133	542						
20 - 24				510	374	416	1,300			366	250	297	913						270	12	32	314						
15 - 19				400	210	224	834			345	138	134	617						173	5	20	198						
10 - 14				200	90	105	395			123	55	50	228						351	58	133	542						
5 - 9				87	25	17	129			51	6	2	59						270	12	32	314						
0 - 4				17	5	22				4	3	7						173	5	20	198							
-5 - -1																												
TOTAL	2,480	2,480	2,480	7,440	2,264	2,264	2,264	6,792	2,480	2,480	2,480	7,440	2,400	2,400	2,400	7,200	2,480	2,480	2,480	7,440	2,400	2,400	2,400	7,200	2,480	2,480	2,480	7,440

AUGUST

SEPTEMBER

OCTOBER

NOVEMBER

DECEMBER

TOTAL (10 YRS)

ANNUAL TOTAL

BIN °F	TIME			TIME			TIME			TIME			TIME			TIME			TIME								
	1— 8	9— 16	17— 24	T A L	W B	C W B	1— 8	9— 16	17— 24	T A L	W B	C W B	1— 8	9— 16	17— 24	T A L	W B	C W B	1— 8	9— 16	17— 24	T A L	W B	C W B			
100 — 104																											
95 — 99	8	1	9																								
90 — 94	221	63	284																								
85 — 89	1	383	198	582			44	6	50																		
80 — 84	108	898	671	1,677			361	98	459				24	6	30												
75 — 79	1,121	621	969	2,711			95	827	474	1,396			148	29	177												
70 — 74	617	204	387	1,208			214	517	593	1,324			1	266	93	360											
65 — 69	549	133	175	857			872	477	810	2,159			80	602	347	1,029											
60 — 64	84	12	16	112			754	135	339	1,228			286	631	728	1,645											
55 — 59	353	31	66	450			742	423	690	1,855			103	470	335	908											
50 — 54	103	8	14	125			690	231	318	1,259			387	466	565	1,418											
45 — 49	9	9					386	90	168	644			535	346	457	1,338											
40 — 44	149	42	57	248			332	185	199	716			33	126	77	236											
35 — 39	120	20	38	178			345	312	298	955			391	506	497	1,394											
30 — 34	23	3	6	35			324	199	278	801			471	456	534	1,461											
25 — 29							179	76	104	359			336	267	289	892											
20 — 24							134	37	43	214			427	283	340	1,060											
15 — 19							32	4	5	41			354	132	129	615											
10 — 14							4		4				64	28	49	141											
5 — 9							56	23	17	96			114	54	36	284	5										
0 — 4							11	3	3	17			32	11	3	46	1										
-5 — -1							4		4				4	4	4	-4	0										
TOTAL	2,480	2,480	2,480	7,440			2,400	2,400	2,400	7,200			2,480	2,480	2,480	7,440			2,224	2,224	2,224	7,672		2,920	2,920	2,920	8,760

1 - 4 프로그램의 입력 및 계산결과

1 - 4 - 1 부하계산용 입력자료

*** ASEAN PROGRAM ***
*** SUMMARY OF LOADS INPUT ***

*** BUILDING INFORMATION ***

BUILDING NAME: STAIR-N
BUILDING LOCATION: SEDUL
PROJECT NUMBER: PROJECT
RUN NUMBER: 001
RUN DATE: 8/20/85

*** ZONE DATA ***

NUMBER OF ZONES ON THIS SYSTEM: 1
GROSS TOTAL BUILDING AREA: 26660 SQ.FT.

*** % SUNSHINE / HOURS ***

SUMMER PEAK: 33%
SUMMER INTERMEDIATE: 55%
WINTER PEAK: 50%
WINTER INTERMEDIATE: 49%

NUMBER OF SUMMER OPERATING HOURS: 24
NUMBER OF WINTER OPERATING HOURS: 24

NUMBER OF OCCUPIED HOURS PER DAY
FOR HOUR ENDING TIME PERIOD

MON THRU FRI
01:00 TO 08:00= 8
09:00 TO 16:00= 8
17:00 TO 24:00= 8
SAT
01:00 TO 08:00= 8
09:00 TO 16:00= 8
17:00 TO 24:00= 8
SUN, HOL
01:00 TO 08:00= 8
09:00 TO 16:00= 8
17:00 TO 24:00= 8

*** DESIGN TEMPERATURES (DEG. F) ***

PEAK SUMMER: 97

PEAK WINTER: 2

INTERMEDIATE SUMMER: 77

INTERMEDIATE WINTER: 52

SUMMER THERMOSTAT SETPOINT: 78

WINTER OCCUPIED THERMOSTAT SETPOINT: 68

WINTER UNOCCUPIED THERMOSTAT SETPOINT: 68

*** LIGHTING ***

LIGHTING WATTS/SQFT FOR OCCUPIED PERIODS: .9

LIGHTING WATTS/SQFT FOR UNOCCUPIED PERIODS: .9

*** LIGHT FIXTURE TYPE ***

1) -- SUSPENDED FLUOR.

*** EQUIPMENT / PEOPLE ***

EQUIPMENT WATTS/SQFT FOR ALL PERIODS:

OCCUPIED: .4

UNOCCUPIED: .4

SENSIBLE HEAT GAIN/PERSON: 230BTUH

LATENT HEAT GAIN/PERSON: 190BTUH

*** DIVERSIFICATION ***

AVERAGE DIVERSITY DURING OCCUPIED PERIODS

LIGHTS: .4

EQUIPMENT: .3

PEOPLE: .5

AVERAGE FOR UNOCCUPIED PERIODS: .2

*** ZONE AREA - SQ.FT. ***

ZONE # 1 AREA 22360

** GLASS EXPOSURES WITH SOLAR GAIN ** ZONE # 1 **
NUMBER OF EXPOSURES: 2

** EXPOSURE #: 1 SOUTH-GLASS **
SOLAR HEAT GAIN FACTOR:

SUMMER: .39

WINTER: .151

GLASS AREA (SQ.FT.): 3203

GLASS SHADE COEFF.: .75

24 HR. TCF: 6.44

** EXPOSURE #: 2 NORTH-GLASS **
SOLAR HEAT GAIN FACTOR:

SUMMER: .39

WINTER: .22

GLASS AREA (SQ.FT.): 1260

GLASS SHADE COEFF.: .75

24 HR. TCF: 11.6

** TRANSMISSION SURFACES **
** ZONE # 1 ** NUMBER OF DIFFERENT TRANSMISSION SURFACES: 9

** SURFACE #: 1 SOUTH-WALL **

NET AREA (SQ.FT.): 8762

'U' VALUE: .087

THE CLTDF: -1

COLOR CORRECTION FACTOR: .8

** SURFACE #: 2 NORTH-WALL **

NET AREA (SQ.FT.): 6246

'U' VALUE: .087

THE CLTDF: -5

COLOR CORRECTION FACTOR: .8

** SURFACE #: 3 EAST-WALL **

NET AREA (SQ.FT.): 1084

'U' VALUE: .079

THE CLTDF: 4

COLOR CORRECTION FACTOR: .8

\\ SURFACE #: 4 WEST-WALL \\
NET AREA (SQ.FT.): 1084
'U' VALUE: .079
THE CLTDF: 9
COLOR CORRECTION FACTOR: .8

\\ SURFACE #: 5 INTER-WALL \\
NET AREA (SQ.FT.): 2300
'U' VALUE: .03
THE CLTDF: 0
COLOR CORRECTION FACTOR: .8

\\ SURFACE #: 6 ROOF \\
NET AREA (SQ.FT.): 5332
'U' VALUE: .079
THE CLTDF: 11
COLOR CORRECTION FACTOR: .8

\\ SURFACE #: 7 BASEMENT \\
NET AREA (SQ.FT.): 5332
'U' VALUE: .03
THE CLTDF: 0
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

\\ SURFACE #: 8 GLASS \\
NET AREA (SQ.FT.): 4463
'U' VALUE: .65
THE CLTDF: -11
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

\\ SURFACE #: 9 DOOR \\
NET AREA (SQ.FT.): 1221
'U' VALUE: .32
THE CLTDF: -5
COLOR CORRECTION FACTOR: 1

*** OCCUPANCY ***

NUMBER OF PEOPLE IN ZONE
DURING OCCUPIED AND UNOCCUPIED PERIODS:

ZONE # 1 OCCUPIED: 160
UNOCCUPIED: 480

*** HUMIDITY RATIOS ***

AVERAGE DESIGN HUMIDITY RATIO (LB(H₂O)/LB(AIR))=.011
MINIMUM HUMIDITY RATIO (LB(H₂O)/LB(AIR))=.5E-03

1-4-2 시스템 입력자료

*** A,B,E,A,M. ***

** SUMMARY OF SYSTEM INPUTS **

=SYSTEM TYPE= PACKAGE TERMINAL A/C

** SYSTEM PARAMETERS **

MIN SUPPLY AIR TEMP (F)=60

OUTSIDE AIR (%)=20

ECONOMIZER=N

S/A RESET BY DISCRIM =N

HUMIDIFICATION =N

SYSTEM AIR PRESIZED =N

SYSTEM SUPPLY AIR (CFM) =0

FREHEAT =N

=HEATING TYPE= DIST STEAM OR HW

HOT WATER PUMP (KW)=0

=COOLING TYPE= DIRECT EXPANSION

LO TEMP COOL START (F)=78

HI TEMP HEAT START (F)=68

CHILLED WATER PUMP (KW)=0

TOWER FAN & PUMP (KW)=0

1-4-3 BIN부하계산

*** A.G.E.A.M.
*** LOAD-CALC***
*** BUILDING NAME : STAIR-N***
*** PROJECT NAME : PROJECT***
*** RUN NUMBER : 001***
*** DATE : 8/20/85***

ZONE NAME : STAIR-N NUMBER : 1

SOLAR LOAD (GLASS) (BTU/DAY)

CLEAR DAY:

SUMMER	1030867.11
WINTER	2577207.59

DIVERSIFIED SOLAR LOAD (BTU/HR)

PEAK

SUMMER	14086.8
WINTER	53664

INTERMEDIATE

SUMMER	23701.6
WINTER	52546

INTERNAL LOADS :

	OCCUPIED (BTU/HR)	UNOCCUPIED (BTU/HR)
PEOPLE (SENSIBLE)	18400	22080
PEOPLE (LATENT)	15200	18240
EQUIPMENT	9157.76	6105.17
LIGHTS	27473.28	13736.64
TOTAL (SENSIBLE)	55031.04	41921.81

TRANSMISSION LOADS :

	OCCUPIED (BTU/HR)	UNOCCUPIED (BTU/HR)
PEAK		
SUMMER	58806.8	
WINTER	-334282	-334282
INTERMEDIATE		
SUMMER	-36446.8	
WINTER	-81166.8	-81166.8

*** TOTAL ZONE 1 SENSIBLE LOADS ***

	TEMP (F)	OCCUPIED (BTU/HR)	UNOCCUPIED (BTU/HR)
PEAK			
SUMMER	97	127899.2	
WINTER	2	-225612.4	-238804.8
INTERMEDIATE			
SUMMER	77	42260.4	
WINTER	52	26384.8	13192.4

*** TOTAL ZONE SENSIBLE LOADS ***
ZONE NAME : STAIR-N ZONE NUMBER : 1

BIN (F)	OCCUPIED LOAD (BTU/HR)	UNOCCUPIED LOAD (BTU/HR)
97	127899	0
92	106489	0
87	85079	0
82	63670	0
77	42260	0
72	39085	0
67	35910	0
62	32735	0
57	29559	0
52	26384	13192
47	1185	-12008
42	-24015	-37208
37	-49215	-62407
32	-74415	-87607
27	-99614	-112807
22	-124814	-138006
17	-150014	-163206
12	-175214	-188406
7	-200414	-213606
2	-225613	-238805

1-4-4 연간 난방부하

*** A.S.E.A.M. ***
 *** SYSTEM ENERGY REPORT ***

BUILDING NAME = STAIR-N
 PROJECT NAME = PROJECT
 RUN NO. = 001
 DATE = 8/20/85
 ZONE FILE = STAIR-N-
 SYSTEM TYPE = PACKAGE TERMINAL A/C
 SYSTEM FILE = APART-FC
 WEATHER CITY = SEOUL-W

OCCUPIED PERIOD

BIN (F)	FREQ (HR)	COOL (KBTU)	COOLING TYPE = DX		HEATING TYPE = DSH		FANS	
			PRIMARY	AUX	PRIMARY	AUX	SUPPLY	RETURN
			COOL	HEAT	HEAT	FAN	FAN	
97	5	710	0	0	5	0	6579	0
92	62	6837	0	0	62	0	6579	0
87	130	9756	0	0	130	0	6579	0
82	482	30307	0	0	482	0	6579	0
77	901	0	0	0	901	0	6579	0
72	635	0	0	0	635	0	6579	0
67	913	0	0	0	913	0	6579	0
62	735	0	0	0	735	0	6579	0
57	703	0	0	0	703	0	6579	0
52	679	0	0	0	679	0	6579	0
47	641	0	0	0	641	0	6579	0
42	462	0	0	-12339	0	462	0	6579
37	738	0	0	-44522	0	738	0	6579
32	630	0	0	-62796	0	630	0	6579
27	344	0	0	-49795	0	344	0	6579
22	372	0	0	-72748	0	372	0	6579
17	217	0	0	-54704	0	217	0	6579
12	79	0	0	-24834	0	79	0	6579
7	28	0	0	-10706	0	28	0	6579
TOTAL		9736	47610	0	-332444	0	8756	0
0	0	0						

부록 2. 구조체의 열관류율

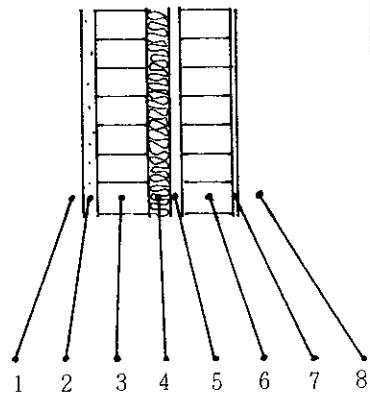
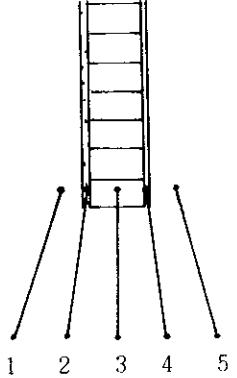
다음의 자료는 본 연구에서 사용한 1984년도 대한주택공사의 집
합주택설계에 포함된 각 부위의 열관류율을 정리한 것이다.

구조체의 열관류율 *

구조	명칭	두께 mm	열전도율 kcal/ m ² h°C	열관류 저항 m ² h°C/ kcal	열관류율 kcal/ m ² h°C
지붕	외부열저항	—	—	0.033	
	콘크리트	80	1.4	0.057	
	스티로폴	50	0.032	1.563	
	아스팔트방수	—	—	0.041	
	콘크리트	120	1.4	0.086	
	스티로폴	20	0.032	0.625	
	내부열저항	—	—	0.111	
	R			2.516	0.397
지붕	외부열저항	—	—	0.033	
	콘크리트	80	1.4	0.057	
	스티로폴	50	0.032	1.563	
	아스팔트방수	—	—	0.041	
	콘크리트	120	1.4	0.086	
	스티로폴	20	0.032	0.625	
	집섬보드(천 장지)	7	0.12	0.058	
	내부열저항	—	—	0.111	
	R			2.574	0.389

* '84 주택의 기본계획 및 설계' 대한주택공사, 1984, 참조.

천장	1	내부열저항	-	-	0.111	
	2	스티로폴	70	0.032	2.188	
	3	집섬보드(천장지)	7	0.12	0.058	
	4	내부열저항	-	-	0.111	
	R				2.468	0.405
지붕	1	외부열저항	-	-	0.033	
	2	콘크리트	80	1.4	0.112	
	3	아스팔트방수	-	-	0.041	
	4	콘크리트	120	1.4	0.086	
	5	내부열저항	-	-	0.111	
	R				0.383	2.611
바닥 (1 층)	1	내부열저항	-	-	0.111	
	2	시멘트몰탈	40	1.3	0.031	
	3	자갈	90	1.2	0.075	
	4	누름몰탈	30	1.3	0.023	
	5	스티로폴	20	0.032	0.625	
	6	콘크리트	120	1.4	0.086	
	7	스티로폴	50	0.032	1.563	
	8	내부열저항	-	-	2.111	
	R				2.625	0.381

외 벽 	<ul style="list-style-type: none"> · 외부열저항 · 시멘트몰탈 · 시멘트벽돌 · 스티로폼 · 공기층 · 시멘트벽돌 · 석고판 · 내부열저항 	— — 0.033 13 1.3 0.01 100 1.3 0.077 50 0.032 1.563 20 — 0.05 100 1.3 0.077 9 0.12 0.075 — — 0.143 R 2.028 0.493
외벽 (계단실) 	<ul style="list-style-type: none"> · 외부열저항 · 시멘트몰탈 · 시멘트벽돌 · 석고판 · 내부열저항 	— — 0.033 13 1.3 0.01 100 1.3 0.077 9 0.12 0.075 — — 0.143 R 0.338 2.959

외 벽 (측면) 	<ul style="list-style-type: none"> · 외부열저항 · 시멘트몰탈 · 콘크리트 · 스티로폴 · 석고판 · 내부열저항 <p>R</p>	<p>—</p> <p>13</p> <p>150</p> <p>70</p> <p>9</p> <p>—</p>	<p>—</p> <p>1.3</p> <p>1.4</p> <p>0.032</p> <p>0.12</p> <p>—</p>	<p>0.033</p> <p>0.01</p> <p>0.107</p> <p>2.188</p> <p>0.075</p> <p>0.143</p>	<p>2.556</p> <p>0.391</p>
-----------------------	---	---	--	--	---------------------------

감사의 글

인간의 삶에는 항상 매듭이 있고 그 매듭을 짓기까지에는 주위에서 도움을 준 고마운 분들이 있기 마련입니다.

지난 2년의 생활을 마무리 함에 있어서도 가슴속에 새기고 싶은 고마운 분들이 있습니다.

학문의 걸파 스승의 길을 몸소 보여주신 이연구 교수님과 인연을 맺고 그 가르침을[✓] 직접 받았음을 매우 뜻깊게 생각하며 다시 한번 감사드립니다.

학문의 영역을 넓혀주신 이명호 교수님과 이현호 교수님을 비롯한 여러 교수님께 감사드립니다.

그동안 많은 지도와 전축설비에 인연을 맺어주신 건국대학교 윤홍택 교수님과 진학에 깊은 배려를 해주신 삼신설비연구소 황원택 소장님께 깊은 감사를 드립니다. 또한 직원들께도 고마움을 표합니다.

아울러 대학원 학우들과 환경연구실의 정중, 정찬, 재호에게 고마움을 표하며, 그동안 깊은 관심과 조언을 해준 권영규형제도 감사합니다.

어려운 가운데 보살펴 주신 부모님과 가족들께 감사와 함께 안녕을 빌어드립니다.