

남향과 동향 집합주택의 냉방부하에 관한 연구

A Study on the Cooling Load of South and East Facing Apartment Houses

박근우* 이경희**
Park, Geun-Woo Lee, Kyung-Hee

Abstract

This study is about the difference of South and East facing Cooling load of Apartments Houses using Dynamic Heat-flow Calculation.

Therefore, the purpose of this study is come in to use Material for the Thermal Environments of Apartment Houses.

The results of the analysis are below.

- (1) For the peak load of degree hour; The highest load is "I" unit and the next high load is H, F, E, C, B, G, D and A unit for the south facing Apartment houses.
The highest load is "H" unit and the next high load is I, E, F, B, C, G, D, A Unit for the east facing Apartment houses.
- (2) For the total load of degree day; The highest load is "I" unit and the next high load is H, G, F, E, C, B, D and A Unit for the south facing Apartment houses.
The highest load is "H" unit and the next high load is I, G, E, F, B, C, D, A Unit for the east facing Apartment houses.
- (3) For the total load of degree day; The highest load is "H" Unit for the east facing Apartment houses and the Lowest load is "A" Unit for the south facing Apartment houses.

키워드 : 동적열부하 계산, 집합주택, 냉방부하

Keywords : Dynamic Heat-flow Calculation, Apartment Houses, Cooling load

I. 서론

1. 연구배경 및 목적

집합주택의 경우 최근 들어 단열성능이 많이 향상되어 에너지 소비량이 상당히 절약되고 있다. 그러나 건물전체의 에너지 사용량이 절약된 것은 사실이지만 집합주택의 열 환경은 다른 건축물과는 다른 점이 많다. 집합주택은 독립된 여러 개의 주택이 집합되어 하나의 큰 건축물을 이루므로써 외관은 하나의 건물이지만 내용은

서로 독립된 소규모건물의 집합체로 볼 수 있다. 따라서 건물전체에 대한 열 환경을 생각하기에 앞서 독립 단위주거 개개에 대한 열 환경을 고려하여야 한다. 즉, 동(棟)전체의 에너지 사용량의 절약도 중요하지만 또 한가지 중요한 조건은 각각 독립되어 있는 Unit(단위주거)의 열 환경을 같게 만들어 주어야 하는 점이다.

건축 열환경 조절은 건물의 형태, 체적과 표면적비, 건물의 방위, 개구율, 일사, 단열 등을 이용하여 환경요소를 조절하는 건축적 방법과 설비시스템, 기기효율, 제어 등의 설비적인 방법을 이용하여 실내 열환경을 쾌적하게 유지하는

* 정회원, 밀양대 대학원 석사과정

** 정회원, 밀양대 건축공학과 교수, 공학박사

방법이 있다. 이러한 열환경 중에서 실내 열환경을 쾌적하게 유지하는 방법 및 범위에 관한 연구는 많지만, 집합주택 각 Unit(단위주거)의 위치 및 향별에 따른 열적 특성을 분석하여 효율적인 에너지사용에 관한 연구는 많지 않았다. 또 일반적으로 집합주택의 건축계획시 적용되는 수계산에 의한 냉방부하계산은 초과 위험률(1~5%)을 이용하여, 정상전열해법에 의한 시간최대 냉방부하의 극한값을 부하량으로 도출하고 있다. 그러나 정상전열해석방법에 의한 최대 부하값은 건물의 실제 부하량과 정비례하지 않아 부하량의 예측지표로는 부적절하게 나타나는 경우가 많았다.

따라서 본 연구에서는 비정상전열해법을 이용한 동적 열부하 계산프로그램인 HASP/ACLD/8501을 이용하여 모델로 선정한 집합주택의 각 Unit에 대하여 S향과 E향의 시간최대부하 및 일(日) 총부하량을 시뮬레이션에 의해 도출하여 집합주택의 건축설계에 대한 기초자료를 제시하고자 한다.

2. 연구의 범위 및 방법

집합주택의 열부하에 있어서 기존의 연구들은 주로 방위에 따른 상당온도차, 일사열 취득량 등을 고려한 정적열부하 계산을 이용해 부하량을 예측하였다.

이러한 계산방법은 실내외온도차에 의한 전도열량과 일사에 의한 복사열량만을 고려하여 미리 계산되어 수치화 한 것으로, 설계에 적용시 계산대상인 건물의 벽체가 열적으로 가장 유사한 것을 적용하여 사용하며, 또 벽체의 축열부하, 풍속 및 스케줄에 의한 재실자수(在室者數), 조명부하 등을 고려하지 않아 현실과는 다른 부하량 예측이 불가피 했다.

본 연구에서는 집합주택의 냉방부하에 있어서 실내의 취득열량에 영향을 미칠 수 있는 요인들을 검토한 후 32평형 집합주택을 선정하여 동(棟)내의 부하가 다를 것으로 예측되는 9개의 Unit별로 프로그램(HASP/ACLD/8501)을 이용하

여 남향과 동향에 대해 시간최대부하와 일(日) 총부하를 Simulation을 실시한 후 도출한 부하량을 각각 비교, 검토한다.

II. 모델선정

1. 해석모델의 유형

해석대상 모델은 경남 밀양시에 위치한 집합주택 중에서 비교적 공신력이 있고 유형이 다양한 D사의 아파트를 Model로 하였으며, 96년에 착공하여 1999년에 완공한 아파트의 기본형 중에서 15층, 32평형을 선정하였다.

Model의 Unit(단위주거)는 크기와 구조가 동일하며, 아파트의 유형과 평면은 아래 <표 1>, (그림 1)과 같다.

표 1. Model 아파트의 유형

| 규모(평) | 구조 | 전용면적 | 서비스면적 | 층고 | 천장고 |
|-------|-----|--------------------|-------------------|------|-------|
| 32 | RC조 | 84.88㎡ (25.676) | 26.51㎡ (8.019) | 2.6m | 2.35m |

()는 평

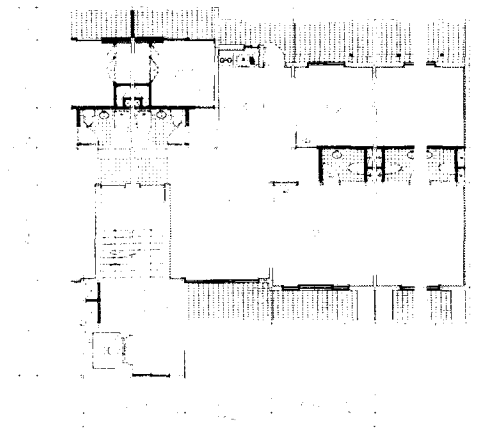


그림 1. Model의 평면

2. Unit의 위치별 분류

(그림 2)는 Type을 분류하기 위한 아파트의 대략적인 형태이며, Model 아파트의 전면(Facade)이 정남향인 경우 Unit별로 외기에 면한

부분이 다른 Type을 (그림 2)와 같이 A, B, C, D, E, F, G, H, I의 9가지로 분류하였다.

“A” Unit의 경우는 양측벽 및 천장, 바닥은 공조실과 접하고 있는 것으로 가정하여 침입부하가 없고, 외기에 면한 남북측으로부터 부하가 발생된다. “B” Unit는 남북측 및 좌측 측벽으로부터 부하의 발생이 예상되며, “C” Unit의 경우는 남북측 및 우측 측벽으로부터의 부하가 발생된다고 볼 수 있다. “D” Unit는 “A” Unit에 바닥부하만큼의 부하가 더 발생되고, “E” Unit는 “B” Unit에 바닥부하만큼, “F” Unit는 “C” Unit에 바닥부하만큼의 부하가 발생된다고 볼 수 있다. “G” Unit는 “A” Unit의 발생부하에 천장부하를 포함한 부하가, “H” Unit는 “B” Unit에 천장부하만큼, “I” Unit는 “C” Unit에 천장부하를 더한 부하가 총 부하가 된다.

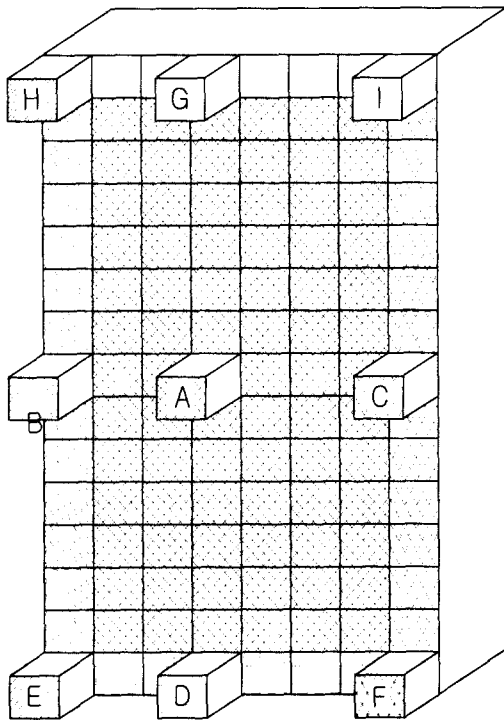


그림 2. Unit의 분류

Ⅲ. 냉방부하계산 조건

1. 모델의 각 구조체 단면

(1) 남북측 외벽1

| 구조체 단면 | 관련 Unit | 재료명 | 두께(m) |
|--------|---------|-------|-------|
| | A · B | 벽 돌 | 0.19 |
| | C · D | | |
| | E · F | 단 열 재 | 0.04 |
| | G · H | 석고보드 | 0.009 |

그림 3. 남북측 외벽1

(2) 남북측 외벽2

| 구조체 단면 | 관련 Unit | 재료명 | 두께(m) |
|--------|---------|-------|-------|
| | A · B | 콘크리트 | 0.15 |
| | C · D | | |
| | E · F | 단 열 재 | 0.04 |
| | G · H | 석고보드 | 0.009 |

그림 4. 남북측 외벽2

(3) 동서측 측벽

| 구조체 단면 | 관련 Unit | 재료명 | 두께(m) |
|--------|---------|-------|-------|
| | B · C | 콘크리트 | 0.18 |
| | E · F | 단 열 재 | 0.05 |
| | H · I | 석고보드 | 0.009 |

그림 5. 동서측 측벽

(4) 욕실측 측벽

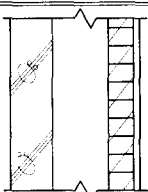
| 구조체 단면 | 관련 Unit | 재료명 | 두께(m) |
|---|---------|-------|-------|
|  | B · C | 콘트리트 | 0.15 |
| | E · F | 공기층 | 0.2 |
| | H · I | 벽돌 | 0.09 |
| | | 물탈 | 0.02 |
| | | 세라믹타일 | 0.003 |

그림 6. 욕실측 측벽

(5) 계단실측 간벽

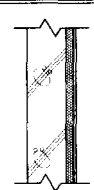
| 구조체 단면 | 관련 Unit | 재료명 | 두께(m) | | |
|---|---------|------|-------|------|-------|
|  | A · B | 콘크리트 | 0.15 | | |
| | C · D | | | | |
| | E · F | | | 단열재 | 0.03 |
| | G · H | | | 석고보드 | 0.009 |
| | I | | | | |

그림 7. 계단실측 간벽

(6) 지붕

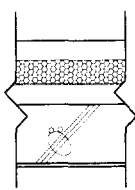
| 구조체 단면 | 관련 Unit | 재료명 | 두께(m) |
|---|---------|--------|-------|
|  | A · B | 누름콘크리트 | 0.05 |
| | C · D | 스티로폴 | 0.06 |
| | E · F | 시트방수 | 0.003 |
| | G · H | 고름물탈 | 0.05 |
| | | 콘크리트 | 0.15 |
| | I | | 0.009 |

그림 8. 지붕

(7) 1층 바닥

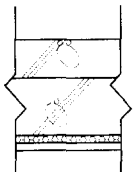
| 구조체 단면 | 관련 Unit | 재료명 | 두께(m) |
|---|---------|--------|-------|
|  | B · C | 경량콘크리트 | 0.1 |
| | E · F | 콘크리트 | 0.15 |
| | H · I | 단열재 | 0.02 |
| | | 암면스프레이 | 0.02 |

그림 9. 1층 바닥

(8) 기 타

- 1) 12mm Pair glass(보통유리3mm+공기층6mm+보통유리3mm)
- 2) 18mm Pair glass(보통유리6mm+공기층6mm+보통유리6mm)
- 3) 현관문(철관 후레쉬문)

2. 모델의 각 구조체 면적

냉방부하를 구하기 위한 구조체 각 부분의 면적은 <표 2>와 같다.

표 2. Model 각 구조체의 면적

| Unit Type | 방위 | 구조체 | 가로(m) × 세로(m) | 면적 (m ²) | |
|-----------|------|--------|--------------------------|----------------------|------|
| A | S | 유리창 | 3.0×2.34+2.7×1.8 | 11.88 | |
| | S | 외벽 | 9.8×2.6-11.88 | 13.40 | |
| | N | 유리창 | 2.1×2.34+0.6×0.5+1.5×1.5 | 7.47 | |
| | N | 목재문 | 0.9×2.08 | 1.87 | |
| | N | 외벽1 | 2.32×2.6 | 6.03 | |
| | N | 외벽2 | 9.8×2.6-7.47-1.87-6.02 | 10.12 | |
| | | 내벽 | 현관문 | 1.0×2.2 | 2.20 |
| | 계단측 | 내벽 | 3.8×2.6 | 9.88 | |
| B | E(W) | 욕실측 측벽 | 1.4×2.6 | 3.64 | |
| C | E(W) | 측벽1 | 10.7×2.6-3.64 | 24.18 | |
| D | | 바닥 | | 84.88 | |
| G | | 지붕 | | 84.88 | |

3. 부하계산 조건

각 Unit별 냉방부하 산정을 위한 조건은 아래 <표 3>과 같다.

(1) 외기온, 절대습도

표 3. 외기 온·습도조건

| 시간 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 온습도 | | | | | | | | | | | | |
| 건구온도(°C) | 25.9 | 25.9 | 26 | 26.4 | 26.9 | 27.5 | 28.1 | 28.8 | 29.6 | 30.5 | 31.5 | 32.3 |
| 절대습도 (g/kg) | 19.4 | 19.5 | 19.6 | 19.8 | 20.1 | 20.3 | 20.5 | 20.6 | 20.9 | 20.9 | 20.9 | 20.9 |
| 시간 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 온습도 | | | | | | | | | | | | |
| 건구온도(°C) | 33.1 | 33.5 | 33.6 | 32.7 | 31.4 | 29.9 | 28.4 | 26.9 | 25.6 | 24.9 | 24.5 | 24.3 |
| 절대습도 (g/kg) | 21.0 | 21.0 | 21.0 | 21.0 | 20.7 | 20.6 | 20.4 | 20.4 | 20.2 | 20.0 | 19.9 | 19.8 |

- (2) 실내기온은 하계 실내의 쾌적 범위인 26℃로 한다¹⁾.
- (3) 실내의 상대습도는 50%로 한다.
- (4) 주거의 가구당 인원수는 7시~19시까지는 2인으로 보고, 20시~익일 6시까지는 4명이 거주한 것으로 한다.
(현열 : 54kcal/h·인, 잠열 : 59kcal/h·인)
- (5) 조명부하는 20시~24시까지는 20W/m²를 적용하고, 그 외의 시간대에는 소등한 것으로 본다.
- (6) 극간풍으로 인한 부하량 산정시 환기횟수(n)는 시간당 1.0회로 본다.

IV. 향별에 따른 Unit의 부하량 비교

1. 향별 Unit의 시각별 부하량 비교

(그림 10)~(그림 18)에서 보는 바와 같이 9가지 Unit 모두 향별에 따른 시각별 부하량은 다소 차이를 보이고 있다.

남향(S)에서는 시각대 부하량이 오전7~8시경부터 점차 증가하기 시작하다가 13~14시경에 Peak(3,727~3,855kcal/h)를 보였고, 그 이후 다시 감소하기 시작하였으며, 이런 현상은 9가지 Unit 공히 이런 흐름을 보이고 있다.

동향(W)에서는 9시경(kcal/h)까지 부하량이 증가하다가 그 이후 다시 감소하였으며 15시경 Peak(3,812~3,944kcal/h)를 보였고, S향과 마찬가지로 모델의 9가지 Unit 공히 같은 흐름을 보이고 있으며, 이런 시각별 부하량은 태양의 고도, 방위와 함께 일사에 의한 외벽의 축열부하의 많은 영향을 받고 있는 것으로 사료된다.

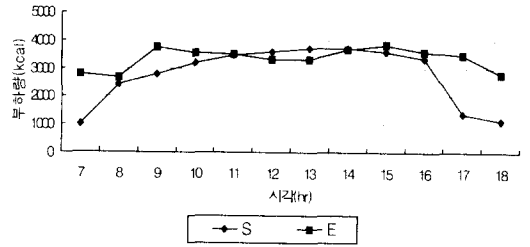


그림 10. A Unit 시각별 부하

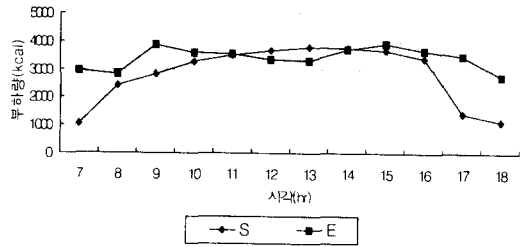


그림 11. B Unit 시각별 부하

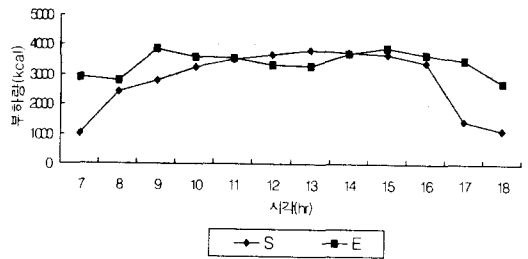


그림 12. C Unit 시각별 부하

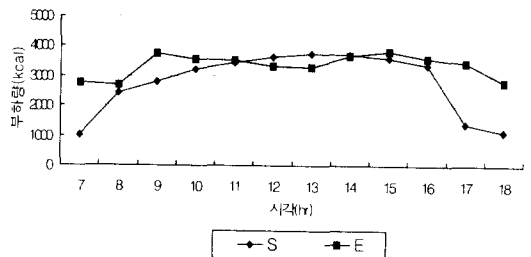


그림 13. D Unit 시각별 부하

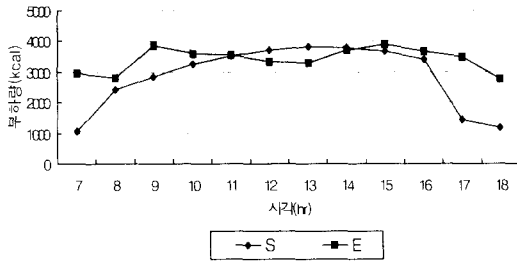


그림 14. E Unit 시간별 부하

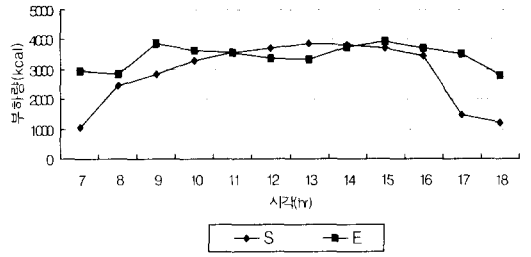


그림 18. I Unit 시간별 부하

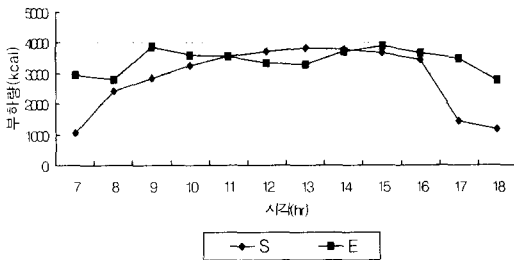


그림 15. F Unit 시간별 부하

2. 향별 Unit의 일(日) 총부하량 비교

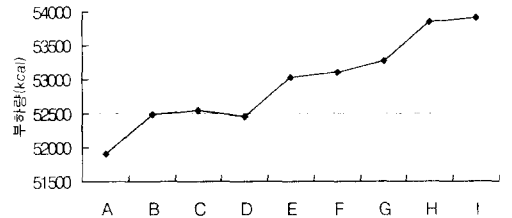


그림 19. 남향(S) 일(日)부하

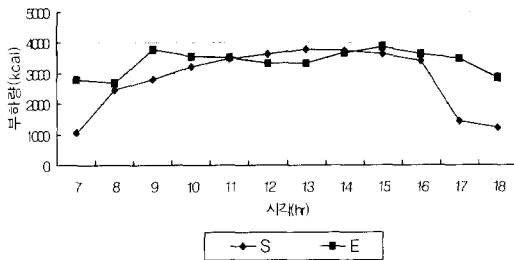


그림 16. G Unit 시간별 부하

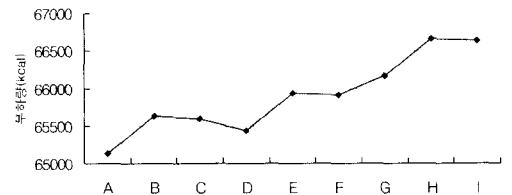


그림 20. 동향(E) 일(日)부하

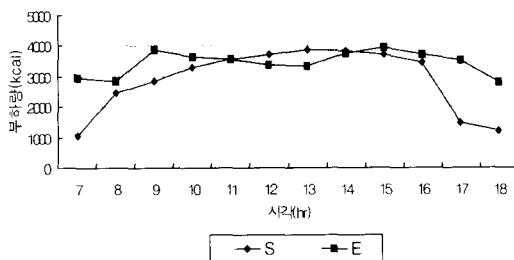


그림 17. H Unit 시간별 부하

(그림 19)에서 남향(S)의 일(日) 총부하를 Unit별로 비교해 보면, "A" Unit(51,905kcal/h)가 부하량이 가장 적게 나타났고, 다음이 D, B, C, E, F, G, H, I Unit 순서로 유리하게 나타났으며, 가장 불리한 Unit는 "I" Unit (53,914kcal/h)로 나타났다.

(그림 20)에서 동향(E)의 일(日) 총부하를 Unit 별로 비교해 보면, "A" Unit(65,132kcal/h)가 부하량이 가장 적게 나타났고, 다음이 D, C, B, F, E, G, I, H Unit 순서로 유리하게 나타났으며, 가장 불리한 Unit는 "H" Unit(66,656kcal/h)로 나타났다.

향별로 보면, 가장 유리한 남향(S)향의 “A” Unit와 가장 불리한 동향(E)향의 “H” Unit의 시간 최대 부하량의 차이는 약 14,751kcal/h정도로 동향(E)이 높게 나타났다.

3. 향별 Unit의 시간최대부하량 비교

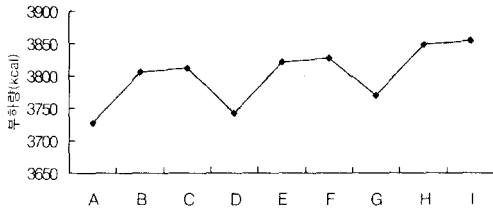


그림 21. 남향(S) 시간최대부하

(그림 21)에서 남향(S)의 시간최대부하를 Unit 별로 비교해 보면, “A” Unit(3,727kcal/h)가 시간 최대부하량이 가장 적게 나타났고, 다음이 D, G, B, C, E, F, H, I Unit 순서로 유리하게 나타났으며, 가장 불리한 Unit는 “I” Unit (3,854kcal/h)로 나타났다.

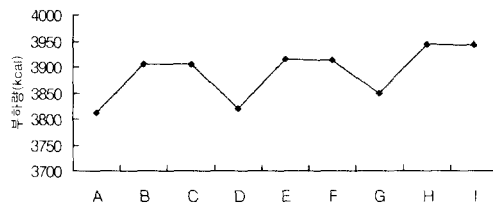


그림 22. 동향(E) 시간최대부하

(그림 22)에서 동향(E)의 시간최대부하를 Unit 별로 비교해 보면, “A” Unit(3,812kcal/h)가 시간 최대부하량이 가장 적게 나타났고, 다음이 D, G, C, B, F, E, I, H Unit 순서로 유리하게 나타났으며, 가장 불리한 Unit는 “H” Unit (3,944kcal/h)로 나타났다.

향별로 보면, 가장 유리한 남향(S)의 “A” Unit와 가장 불리한 동향(E)의 “H” Unit의 시간 최대부하량의 차이는 약 216kcal/h정도 동향(E)이 높게 나타났다.

4. 검토

시간최대부하와 일(日)부하량을 비교해 본 결과 다음 (표 4)와 (표 5)와 같은 결과를 얻었다.

표 4. 남향(S) 및 동향(E)의 Unit별 시간최대 부하량 비교 (kcal/h)

| Unit | | 시간 최대부하량 | |
|------|-----|--------------|--------------|
| | | S | E |
| A | 부하량 | 3727 | 3812 |
| | % | 100 | 102.3 |
| B | 부하량 | 3806 | 3906 |
| | % | 102.1 | 104.8 |
| C | 부하량 | 3813 | 3905 |
| | % | 102.3 | 104.8 |
| D | 부하량 | 3742 | 3820 |
| | % | 100.4 | 102.5 |
| E | 부하량 | 3821 | 3915 |
| | % | 102.5 | 105.0 |
| F | 부하량 | 3828 | 3913 |
| | % | 102.7 | 105.0 |
| G | 부하량 | 3770 | 3849 |
| | % | 101.1 | 103.3 |
| H | 부하량 | 3848 | 3944 |
| | % | 103.2 | 105.8 |
| I | 부하량 | 3855 | 3942 |
| | % | 103.4 | 105.8 |

표 5. 남향(S) 및 동향(E)의 Unit별 일(日)부하량 비교 (kcal/h)

| Unit | | 일(日)총 부하량 | |
|------|-----|--------------|--------------|
| | | S | E |
| A | 부하량 | 51905 | 65132 |
| | % | 100 | 125.5 |
| B | 부하량 | 52484.0 | 65625 |
| | % | 101.1 | 126.4 |
| C | 부하량 | 52550 | 65599 |
| | % | 101.2 | 126.4 |
| D | 부하량 | 52454 | 65438 |
| | % | 101.1 | 126.1 |
| E | 부하량 | 53036 | 65936 |
| | % | 102.2 | 127.0 |
| F | 부하량 | 53102 | 65912 |
| | % | 102.3 | 127.0 |
| G | 부하량 | 53269 | 66159 |
| | % | 102.6 | 127.5 |
| H | 부하량 | 53849 | 66656 |
| | % | 103.8 | 128.4 |
| I | 부하량 | 53914 | 66632 |
| | % | 103.9 | 128.4 |

(표 4)와 (표 5)는 남향(S)과 동향(E)의 각 Unit별 시간최대부하 및 일(日) 총부하량의 값과, "A" Unit를 기준으로 각 Unit별 부하비를 나타낸 표이다. 가장 부하량이 적은 Unit는 남향(S)의 "A" Unit이었고, 가장 불리한 Unit는 동향(E)의 "H" Unit로 나타났다.

시간최대부하의 경우 측벽으로 부터의 취득열량으로 인해 세대의 중심에 위치한 A, D, G Unit보다 B, C, E, F, H, I Unit가 상대적으로 높게 나타났다며, 같은 층에서의 "B" Unit와 "C" Unit, "E" Unit와 "F" Unit, "H" Unit와 "I" Unit에서는 남향의 경우는 거의 같은 부하량이 나타났고 동향의 경우는 측벽이 북쪽에 면한 B, E, H Unit가 약간 높은 부하량이 나타났다. 그리고 일(日) 총부하량은 측벽의 취득부하보다 지붕부하와 바닥부하의 영향이 큰 것으로 나타났으며, 특히 지붕부하를 받고 있는 G, H, I Unit의 부하량이 높게 나타났다. 이는 Unit별 일사량에 따른 측벽의 축열부하, 풍속, 운량 등이 원인으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구에서는 집합주택의 냉방부하에 있어서 Unit별 공간적, 위치별로 조건이 다른 9가지 Unit로 나누고, 동적열부하 계산프로그램인 HASP/ACLD/8501 프로그램을 이용하여 남향(S)과 동향(E)의 Unit별 시간최대부하 및 일(日) 총부하량을 도출한 결과는 다음과 같다.

- (1) 향을 중심으로 모델의 Unit별 시간최대부하를 비교해 보면, 남향(S)은 "I" Unit가 가장 높게 나타났으며, 다음이 H, F, E, C, B, G, D, A Unit순으로 높게 나타났다. 동향(E)의 경우는 "H" Unit가 가장 높은 부하량이 나타났으며, 다음이 I, E, F, B, C, G, D, A순으로 높게 나타났다.
- (2) 향을 중심으로 모델의 Unit별 일(日) 총부하량을 비교해 보면, 남향(S)은 "I" Unit가 가장 높게 나타났으며, 다음이 H, G, F, E, C, B, D, A순으로 높게 나타났다. 동향(E)의 경우는 "H" Unit가 가장 높게 나타났으며, 다음이 I,

- G, E, F, B, C, D, A Unit순으로 높게 나타났다.
- (3) 일(日)부하량의 경우 가장 부하량이 높은 동향(E)의 "H" Unit(66,656kcal/h)는 가장 부하량이 낮은 남향(S)의 "A" Unit (51904.86 kcal/h)에 비하여 약 22.13%정도 높게 부하량이 나타났다.

본 연구에서는 집합주택에 있어서 하나의 모델을 지정한 후, 동적 열부하 계산용 프로그램을 이용해 Simulation을 실시하여 남향(S) 및 동향(E)에 따른 시간 최대부하 및 일(日)총 부하량을 도출해 보았다. 그리고 실험조건 즉, 일사량, 환기횟수 등의 변화에 따라 다소 차이가 나타날 수 있으며, 향후 좀더 다양한 방위, 구조의 모델, 지붕형태 및 경사각의 변화에 따른 부하량의 변화 등이 검토되어야 할 것으로 사료된다.

주

- 1) 건축설계자료집 환경계획편, 대한건축학회, 1994, p.45

참 고 문 헌

1. 강제식·안태경, 공동주택의 난방에너지 소비 특성에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 11권 7호, 1995.7.
2. 강제식 외 3명, 건물외피의 열성능 현장 측정 시스템 개발에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 14권 10호, 1998.10.
3. 곽현철, 집합주택의 난방부하량 산정에 관한 이론적 연구, 영남대 석사학위논문, 1999.
4. 박봉성, 건축환경, 기문당, 1996.1.
5. 손정영, 하계 집합주택의 냉방부하에 관한 연구, 영남대학교 석사학위논문. 1997.
6. 신차웅, 공기조화 설비, 기문당, 1994.
7. 정홍영, 집합주택의 단열에 관한 연구, 영남대 박사학위논문. 1988.
8. 한윤호, 집합주택의 열환경에 관한 연구, 계명대, 박사학위논문. 1988.
9. ASHRAE Standard Handbook, 1985,

Fundamentals.

10. ASHRAE Standard 55 - 1992, Thermal Environmental Conditions for Human.
11. The Architect's Journal, Energy and Building, 1976.5.