

# 공동주택의 발코니가 열부하에 미치는 영향분석

박 용 승, 이 은 택\*, 홍 회 기†

경희대학교 대학원 기계공학과, \*삼성물산 건설부문 기술연구소, † 경희대학교 기계산업시스템공학부

## Effect Analysis on the Thermal Load by Balcony of Apartment House

Yong Seung Park, Eun-Tack Lee\*, Hiki Hong†

Department of Mechanical Engineering, Graduate School, KyungHee University, Yongin 449-701, Korea

\*Eng. & Con. Group, Samsung Corporation, Yongin 449-900, Korea

† School of Mechanical and Industrial System Engineering, KyungHee University, Yongin 449-701, Korea

**ABSTRACT:** The number of apartment houses in Korea has been increased in a very short period, taking about a half of total keeping-house. If energy evaluation and saving method for them are developed, a great deal of energy can be saved. In the present study, the cooling and heating load according to the kind of balcony usage was calculated by using TRNSYS. As a result in the heating load, there is a difference of 30~40 percent by sash window in balcony. It is recommended for energy saving and space application that the sash window is installed with keeping an existing window and wall.

**Key words:** Apartment house(공동주택), Sash window(새시유리), Balcony(발코니), Energy saving(에너지 절약), Thermal load(열부하), TRNSYS

### 1. 서 론

대규모 아파트단지의 조성으로 총 인구 중 아파트 세대가 절반을 넘고 있는 것으로 보고되고 있다. 한국의 아파트의 특징을 분석해 보면 온도에 의해 주로 난방이 이루어지고 있는 것을 들 수 있다. 이는 난방시 세대간의 열적 독립성이 이루어지지 못하는 면을 초래하기도 하나, 여기서는 고려하지 않는 것으로 하였다.

또 하나의 특징으로는 평형과 상관없이 아파트의 측면폭(전면에서 보아 깊이)이 거의 같다는 점이다. 따라서 면적이 넓어지면 한 세대당의 전면의 길이가 길어지고, 창문이 차지하는 비율이

증가하게 된다. 이는 넓은 평수의 아파트의 열부하가 발코니 혹은 창문에 지배될 가능성이 높음을 암시한다.

본 연구에서 주로 주목하는 특징은, 서비스 공간으로 제공되는 발코니 공간의 유효이용이다. 거의 대부분의 건설회사에서 앞뒤 발코니 형태로 제공되는 이 공간을 단순한 발코니의 역할로 사용하는 경우는 드물며, 현행법에 저촉됨에도 불구하고 외부에 또다른 새시 유리를 통하여 실내 공간의 개념으로 확장하여 사용하고 있는 것이 일반적이다. 심지어는 원래의 벽 및 유리를 제거하고 새시유리만을 사용하여 실내공간을 확장하는 극단적인 방법까지 동원됨으로써, 에너지 과소비와 내력벽의 제거로 인한 안전문제로 사회적 이슈가 된 적도 있다.

본 연구에서는 새시유리를 추가 설치함으로써 어느 정도의 에너지 절약 효과가 있고, 반면에

† Corresponding author

Tel.: +82-31-201-2925; fax: +82-31-202-8106

E-mail address: hhong@khu.ac.kr

내부 벽 및 유리를 제거함으로써 어느 정도의 에너지를 손실하게 되는지에 대해 시뮬레이션을 통해 분석하기로 한다. 물론 실험을 통해서도 이를 밝힐 수 있으나 동일한 환경에서 최소한 1년 이상에 걸친 실험은 실행이 쉽지 않고, 또한 발코니와 관련되는 파라미터들을 임의로 변경하는 것은 사실상 불가능하므로 동적 시스템 시뮬레이션 기법에 의존하였다.

## 2. 계산방법 및 내용

### 2.1 동적열부하계산

동적 열부하계산법은 응답계수(response factor)와 가중치 계수(weighting factor)를 기초로 하고, 건물 구조체의 축열 영향까지를 고려하여 부하를 계산하는 것이다.

따라서 동적 열부하 계산 프로그램에 사용되는 입력자료로는 외기조건(건구온도, 절대습도, 직달 일사량, 천공일사량, 구름량, 풍향, 풍속), 벽체의 구성재료, 건물 방위 등이 있다. 또한, 재실자수, 조명기구의 점등률 등과 같이 사용조건에 따라 변동하는 요소들은 스케줄 데이터에 의하여 지정하고, 블라인드의 개폐가 실내 온습도 조건 및 외기 도입량의 변동값을 지정하는 등 각종 제어 스케줄을 지정한다.

외기조건은 공기조화냉동공학회에서 발표한 HASP/ACLD형태의 표준기상자료를 TRNSYS에서 요구하는 형태로 재가공하여 사용하였다.

주어진 공간에 대하여 동적열부하를 계산하는 경우 설비를 포함시킬 것인지 여부에 따라 energy rate control과 temperature level control로 대별할 수 있다. energy rate control의 경우에는 설비 및 제어 특성과 무관하게 건물 자체만에 의해 열부하가 결정되므로 건물의 열성능을 비교하는 데 적합하다. 그러나 여기에 사용되는 냉난방설비는 이상적인 것을 사용하고 있으므로 실제의 열부하와는 다소 차이를 보이게 된다. 반면에 temperature level control의 경우에는 실제 냉난방기기에서 공급 혹은 제거할 수 있는 열량이 직접적으로 반영되므로 건물에 설비의 영향이 포함되는, 실제 상황의 열부하 및 운전모사가 얻어진다. 여기서는 건물 자체의 에너지평가가 목적이므로 energy rate control만을 대상으로 하였

Table 1 Simulation setting value

item	setting value	
room conditions	winter	20℃
	summer	28℃ (50%)
period of heating and cooling	heating	October ~ March 24hours continuous heating
	cooling	July ~ August 8 hours intermittent cooling (10a.m. ~ 20p.m.)
ventilation	winter	1.5times/hr
	summer	0.5times/hr

다.

### 2.2 해석모델의 설정

본 연구에서는 2000년 국내의 S 건설회사가 설계 시공하고, 서울에 위치한 단위세대의 전용면적이 각각 57m<sup>2</sup>(23평), 85m<sup>2</sup>(37평), 118m<sup>2</sup>(49평), 143m<sup>2</sup>(54평)이며 중간층, 축벽세대, 남향을 기준으로 열성능 평가를 수행하기 위한 해석모델을 설정하였다.

계산을 단순화하기 위하여, 37평에 대해서 Fig. 1의 실제도면과 Fig. 2의 단순화된 도면을 적용하여 열부하의 차이를 비교하고 타당성을 조사한 결과 3% 이내에서 일치하였으므로 계산의 편의성을 위하여 다른 모든 계산에 대해서는 단순화된 모델을 적용하였다. 여기서 모델의 단순화 원칙은 상면적이 동일한 것이 아니고 둘레의 길이가 같도록 설정함으로써 벽 및 창을 통하여 손실되는 양이 같도록 고려하였다.

Fig. 2에서 굵은 실선으로 표시한 해석모델의 우측에 인접한 단위세대와 상하의 인접세대는 동일한 실내설정온도를 갖기 때문에 인접세대간의 열교환은 없다고 가정하였다. 그러나 간벽의 축열효과는 존재하므로 간벽의 상세한 조건은 입력해야 한다. 그리고 계단실, 엘리베이터 공간 및 밀폐된 형태의 발코니는 비공조공간으로 설정하였다.

Table 2에 발코니의 활용방식에 따른 분류를 나타내었다

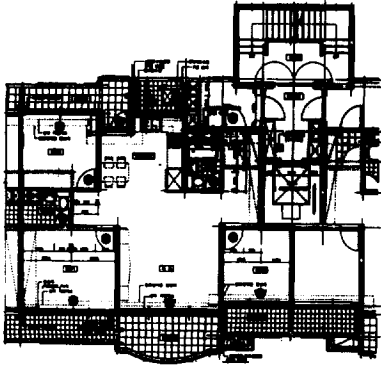


Fig. 1 The plan of real model

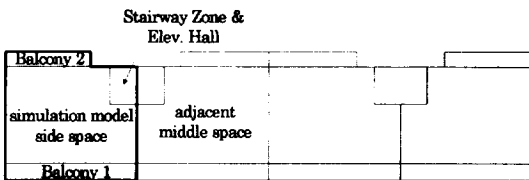


Fig. 2 The plan of simplified model

Table 2 Method of using balcony

Case <b>A</b>	Interior window and sash window (balcony is not an air-conditioning space)	
Case <b>B</b>	Interior window only (balcony is an outdoor space)	
Case <b>C</b>	Sash window only (balcony is an internal space)	

### 3. 계산결과 및 고찰

#### 3.1 실제모델과 해석모델의 열부하 차이

37평에 대해 실제모델(Fig. 1)과 단순화한 해석

모델(Fig. 2)에 대하여 부하량을 비교하여 본 결과 7월의 냉방부하에서 5.5%의 차이를 보였으나, 난방부하의 경우에는 3% 미만의 미소한 차이를 보였다. 계산의 편의성을 위해 나머지 단위세대 23평, 49평, 54평에 대해서도 단순화된 모델을 적용하여 3% 내외의 차이는 감수하였다.

#### 3.2 발코니 세시유리에 따른 영향

20~40평형대 국내 공동주택은 건물의 측면폭은 거의 동일하며, 주로 전면의 폭이 변화하게 된다. 따라서 세대간의 간벽을 통한열교환은 거의 없으므로 열부하는 전면쪽에 좌우된다. 또한 면적이 넓어진다는 것은 결국 전면폭이 길어진다는 것을 의미하므로, 전면비(=전면폭/측면폭)를 변수로 하여 부하량을 비교하여 보았다.

평가 결과 내외부에 유리를 한 Case A의 경우가 공간활용이나 열성능면에서 가장 유리한 값을 나타내었다. 그리고 중간 벽과 내부유리를 트고 외부에 새시유리를 한 Case C의 경우에는 공간이 넓어진다는 이점은 있으나 난방부하가 훨씬 더 높게 나타나 에너지 절약 측면에서는 상당히 부정적이다. 실제로 출시된 상태인 Case B의 상태로 거주하는 경우는 없으므로, Case C는 A에 비해 원래의 내측유리를 제거함으로써 35% 이상의 에너지손실을 초래하게 된다.

Fig. 3에서 54평형은 참고치로 같이 표현을 하였는데, 50평형이 넘게 되면 측면폭의 길이가 1m 이상 차이를 보여, 전면비로 처리하면 경향이 달라지게 된다. 그러나 54평형인 경우에도 Case A, B, C의 경향은 거의 그대로임을 알 수 있다.

냉방부하 역시 난방부하의 계산과 같은 경향으로 내외부에 유리를 한 Case A가 에너지 절약 및 공간활용에서 가장 좋은 결과를 나타내었다. 그러나 그 차이는 무려 3배 가까이 큰 차이를 보여 Case C의 에너지소비율이 엄청나게 큰 것을 알 수 있다.

이와 같은 결과는 냉방부하의 경우 내외부에 유리를 한 Case A에서 발코니의 공기층이 단열의 역할을 하며 냉방부하의 주된 원인인 태양열복사가 일차적으로 발코니 공간에서 차단된다. Case B에서 발코니는 일종의 차양역할을 하므로 역시 직사광선이 실내에 직접 유입하는 것을 막게 된다. 그러나, 내부유리를 제거한 Case C의

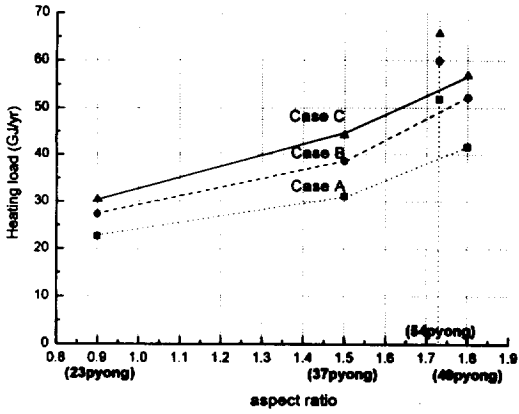


Fig. 3 Heating load vs. aspect ratio according to Case A, B and C

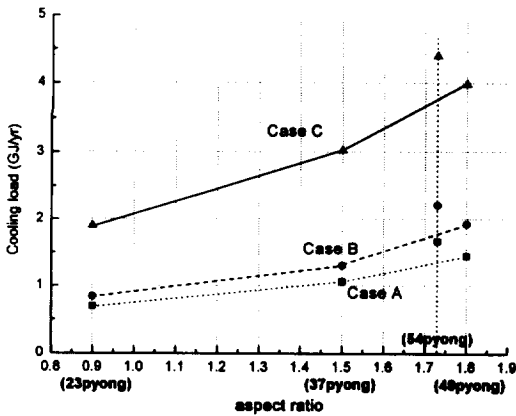


Fig. 4 Cooling load vs. aspect ratio according to Case A, B and C

경우 발코니의 차양효과가 없어지고 유입일사량이 직접적으로 냉방부하로 작용하며, 거주공간의 면적증가로 인한 환기횟수량의 증가 또한 냉방부하를 크게 하는 요인이 된다. 상대적으로 Case A와 B의 차이가 작은 이유는 양쪽 모두 공조공간에 직접적인 직사광선을 차단시켰기 때문이며, 약간의 차이는 발코니 공기층의 단열작용으로 간주할 수 있다.

### 3.3 방위에 따른 영향

Table 5로부터 37평형의 경우 동향의 난방부하가 Case A에서 약 6% 정도 커지는 것을 알 수 있다. 이는 겨울철의 경우 남향의 벽면에 투사되

Table 5 Heating load according to facing

facing	Case A	Case B	Case C
south(GJ/yr)	31.1	38.6	44.2
east(GJ/yr)	33.1(6%)	41.4(7%)	49.5(11%)

Table 6 Cooling load according to facing

facing	Case A	Case B	Case C
south(GJ/yr)	1.06	1.3	3.02
east(GJ/yr)	1.36(22%)	1.91(32%)	4.15(27%)

는 것이 다른 방향보다 훨씬 크기 때문이다. 따라서 난방부하가 감소하고 에너지소비량이 줄게 된다.

여름철의 경우에는 반대로 동서 방향의 벽면에 투사되는 일사량이 남북 방향보다 크며, 따라서 냉방부하를 증대시키게 된다. 앞서서도 지적하였듯이 냉방부하의 경우에는 일사량의 영향이 매우 크므로 Case A에서 약 20% 정도 차이가 나게 된다.

### 3.4 축벽에 따른 영향

Fig. 2에서 보인 외부축벽을 가지고 있는 세대는 중간에 위치한 세대와 비교하여 냉난방부하가 증대될 것이다. 37평형의 Case A, 남향에 대해서 총괄열전달계수의 값(단위:W/m<sup>2</sup>K)을 각각 기준축벽(0.43), 허술한 단열조건(1.28), 중간세대(3.37)에 적용하여 계산한 결과는 Table 7과 같다.

기준조건과 같이 단열효과가 우수한 벽체인 경우에는 축벽세대와 중간세대의 차이는 난방시 약 7%, 냉방시는 거의 차이가 없음을 알 수 있다. 그러나 벽체의 조건이 허술하게 되면 10% 이상 열부하가 증대될 수 있으므로 새시유리만큼 큰 영향을 미치는 것은 아니나 단열조건의 강화 역시 중요한 인자임을 알 수 있다.

이와 같이 발코니 새시유리의 에너지절약 효과가 다른 요인에 비하여 현저한 것을 알 수 있으며, 이에 주목하여 현재 보편적으로 사용되고 있는 2중유리 대신에 3중유리를 사용하는 경우에

Table 7 The cooling and heating load according to variation of side wall

(GJ/yr)	side space (basic conditon)	side space (poor insulation)	middle space
heating load	31.1	34.9(12.2%)	28.9(-7.1%)
cooling load	1.06	1.13(6.6%)	1.06(0%)

대해서도 시뮬레이션해 보았다. 37평의 경우 난방시 29.2GJ/yr로서 2중유리의 31.1에 비해 6% 정도 절감되는 효과를 보였다. 역시 고에너지절약형 아파트에서는 채용할 만한 가치가 있는 것으로 평가된다.

#### 4. 결론

실제로 출시된 상태인 Case B로 거주하는 경우는 없으므로, 에너지절약형인 Case A를 기준으로 에너지진단을 하는 것이 타당할 듯하다. 특히 발코니 새시유리를 한 상태에서 원래의 내부유리를 제거하는 경우 30~40% 정도의 난방부하 증대로 이어지므로 극력 억제할 필요가 있다. 냉방의 경우는 이보다 훨씬 심각하여 3배 가까이 차이가 날 수 있다.

현재 새시유리는 현행법의 저촉으로 건설회사가 아닌 영세업체에 의해서 시공되는 것이 일반적이므로 이에 대한 표준화 및 기술개발이 중요하다 할 수 있다. 이로 인하여 불량시공 및 불량 자재 사용을 제도적으로 막아야 할 것이며, 3중유리의 사용을 유도함으로써 추가적인 6%의 난방 부하절감 효과를 유도하는 것도 의미있는 일로 생각된다.

한편 축벽의 보강을 통하여도 10% 정도의 에너지절감 효과가 있으므로 건설회사에서는 이 부분에 관심을 기울일 필요가 있으며, 특히 중간세

대와의 격차를 줄여 세대간의 불만을 해소할 수 있을 것으로 본다.

#### 참고문헌

1. Duffie, J. A. and Beckman, W. A 1980, Solar Engineering of Thermal Processes, John Wiley & Sons, Inc.
2. TRNSYS manual, 1994, Solar Energy Lab. Rep., University of Wisconsin-Madison.
3. Min, M. G., 1997, Heating, Ventilating, and Air-Conditioning, Heejeungdang
4. Lee, T. S, 1997, Heat Transfer, SciTech
5. Japan Solar Energy Institution, 1979, solar energy basis and application
6. Kim, S. W, 1993, Air Conditiong Calculation Method, Keemundang.
7. Kim, H. K, 1986, The first middle Report "Study on the Standard Weather Data for Dynamic Air-Conditioning Load Calculation", Seoul National University.
8. Ryu, H. S, Development ot the Standard Computer Software and Weather Data for Cooling and Heating Load Calculation, 1996, Ministry of trade and industrial.
9. Refrigeration and Air Conditioning technique, 1998, KARSE.
10. Kim, Y. H, 1998, Newest Air Conditioning Equipment, Bomundang.
11. Lee, K. H, 1986, Architectural Enviroment Design, Munwoondang
12. Jung, D. W, 1996, A Study on thermal strage wall design of apartment house by simulation, MS thesis, Yonsei University, Seoul, Korea.