

# 창호의 단열성능에 따른 공동주택 냉난방 부하량 변화

송수빈, 김영탁\*, 윤성환\*\*†

부산대학교 건축공학과, \*삼성물산(주) 건설부문 기술연구소, \*\*부산대학교 건축학부

## The Change of Heating and Cooling Load according to the Thermal Insulation Performance of Window for an Apartment House

Su-Bin Song , Young-Tag Kim\* Seong-Hwan Yoon\*\*†

Department of Architectural Engineering, Busan National University, Busan 609-735, Korea

\*Institute of Construction Technology, Samsung Engineering & Construction, Seoul 137-857, Korea

\*\*School of Architecture, Busan National University, Busan 609-735, Korea

**ABSTRACT:** Windows have an great effect on annual building load because windows are the weakest parts of building envelope thermally. To reduce the consumption of building energy, the thermal performance of window has to be improved in first place. Therefore this research aims to make a quantitative analysis of the heating and cooling load according to the window thermal performance using the heat load simulation program. As a result of the simulation, annual heat load is down 38% according to the decrease of U-value of window, 1.00 W/m<sup>2</sup>K. and annual heat load is up 10% according to the decrease of shading coefficient, 0.20. The annual load of the window with Low-E glass is 15% lower than the window with pair glass.

**Key words:** Window(창호), Thermal insulation(단열), Heating and cooling load(냉난방부하)

### 1. 서론

기후변화협약 및 교토 의정서 발효로 선진국을 중심으로 온실가스 배출 및 에너지 소비 감소를 위한 합리적인 기준의 강화가 이루어지고 있다. 우리나라도 오는 2013년부터 교토의정서 2차 의 무국에 들어갈 가능성이 높은 것을 감안하면 그 에 대한 대책이 시급한 실정이다.

에너지 소비에 있어서 건축 부문이 차지하는 비율은 25%에 달하며, 수송이나 산업 등 다른 분 야에 비해 연간 에너지 소비 증가율이 큰 추세이

다. 때문에 건물에 있어서의 에너지 소비 감소를 위해서 건물의 단열기준 강화 및 그에 따른 외피 성능 향상이 필요하다.

건물의 외피 가운데 창호는 열적으로 취약한 특성으로 인해 겨울철 관류로 인한 열손실이 많 이 발생하고, 여름철의 경우 창을 통한 일사 유 입으로 인한 난방부하 증가의 주요인이 된다. 특 히 주택의 경우 전체 열손실의 20~40%, 오피스 건물의 경우 13~35%가 창을 통해 발생하고 있 고<sup>(1)</sup>, 이 수치는 창의 면적이 커질수록 증가하게 된다. 하지만 창호는 건물에 있어서 환기와 채광 을 담당하는 필수적인 요소로 실내 환경 조절 기 능을 지니므로 법적으로 바닥면적의 1/10 이상 창을 설치하도록 규제하고 있다.

이와 같은 창의 특성은 창이 외피 가운데 건물 의 실내 환경을 개선하고 에너지 절감을 꾀할 수

† Corresponding author

Tel.: +82-51-510-2355; fax: +82-51-514-2230

E-mail address: yoon@pusna.ac.kr

있는 일차적인 접근방안임을 알려준다. 즉 건물 전체의 에너지 성능을 높이기 위해서는 창호의 열적 성능에 대한 연구가 선행되어야 하며 창호의 사양과 종류에 따른 열성능 평가가 제대로 이루어져 설계단계에서의 적합한 창호의 선택이 가능해야 한다.

이에 본 연구에서는 동적 열부하 계산을 이용하여 창호의 단열성능에 따른 연간 냉난방 부하 절감효과를 정량적으로 분석한 뒤 각 창호에 대한 열적 성능을 평가하고자 한다.

## 2. 동적 열부하 계산을 위한 모델링

### 2.1 동적 열부하 계산방법

본 연구에서는 수치 해석을 위한 범용 입력틀인 AE-CAD(CAD System for Architectural Environment)와 열·환기 계산 프로그램인 Sim-Heat(Simulation Program for Heat Load)를 이용하여 연간 냉난방 부하를 계산하였다. 타 열부하 계산 프로그램이 대류 열전달과 복사 열전달을 합친 표면 열전달을 이용해 열부하를 계산하는데 비해 SimHeat의 경우 표면 열전달율을 대류성분과 복사성분으로 분리하여 복사난방 조건에서도 부하계산이 가능하도록 설계되어 있다<sup>(2)</sup>.

### 2.2 대상지역 및 주택모델의 선정

시뮬레이션 대상지역은 서울로 정하여 서울지역 표준기상데이터를 이용하였다. 총 계산기간은 1년을 대상으로 하고 냉방기간은 6월 30일에서 8월 31일까지 약 2개월간 난방기간은 9월 30일에서 5월 18일까지 약 8개월간으로 설정하였다.

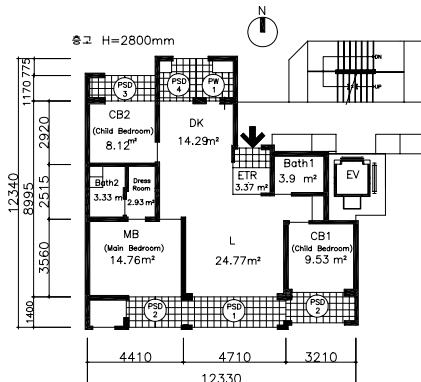


Fig. 1 Standard housing model

시뮬레이션을 위한 대상 주택은 Fig. 1과 같이 전용면적 85m<sup>2</sup>, 층고 2.8m, 코어형 3베이 형식, 3LDK의 표준주택모델로 설정하였다. 대상 평면에서 창호의 위치는 남측으로 PSD1(3900mm\*2400mm) 1개소, PSD2(2400mm\*2400mm) 2개소가 위치하고, 북측으로 PSD3(2300mm\*2400mm), PSD4(1600mm\*2400mm), PW1(900mm\*500mm)이 각각 1개소씩 위치하고 있다.

본 연구에서는 외기에 직접 면한 외피면적이 넓어서 다른 세대에 비해 열적으로 불리한 위치에 있는 최상층 측벽 세대를 대상으로 시뮬레이션을 행하였다. 벽체의 단열조건은 2001년 건축물의 에너지 절약 설계기준에서 규제한 조건에 만족하는 단열 조건으로 설정하였고 그 결과 각 부위의 단열사양은 Table 1과 같이 정리되었다.

Table 1 Thermal insulation specifications of envelope

Part	U-value [W/m <sup>2</sup> K]	Criterion [W/m <sup>2</sup> K]
Sidewall and Outer wall exposed to the air directly	0.406	OK(≤0.47)
Sidewall and Outer wall exposed to the air indirectly	0.553	OK(≤0.64)
Roof(top floor) exposed to the air directly	0.267	OK(≤0.29)
Slab (heating from slab)	0.780	OK(≤0.81)

### 2.3 재실자 스케줄 입력

주택 모델을 이용하여 동적 열부하 계산을 하기 위해서는 냉난방 기기의 운전 패턴뿐만 아니라 실내의 내부부하 발생 요인인 재실자 및 조명 기구나 냉장고, 컴퓨터와 같은 전기기구의 운전 스케줄에 대한 고려도 필요하다. 본 연구에서는 설문조사를 통해 공동주택 재실스케줄을 정리한 연구사례<sup>(3)</sup>를 기초 자료로 활용하여 세대 구성원이 가장, 전업주부, 2인의 초등학생 자녀로 구성된 4인 가족으로 설정하였다. 냉난방 스케줄은 기기 스케줄에 따라 on/off되는 것으로 설정하였고 난방방식은 표면온도 30℃의 바닥 복사난방으로, 냉방방식은 각 실에 설치된 에어컨을 이용해서 온도 26℃, 상대습도 50%로 제어하고 실온이 26℃ 이상 되면 창을 통한 배열환기가 이루어지도록 설정하였다(Fig. 2~3). 실별 기기 및 조명시설의 실내 발열량은 세대별 최소구성으로 하였다.

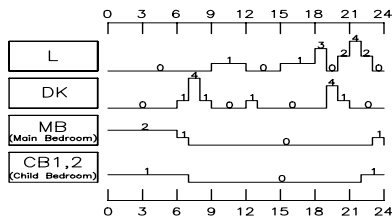


Fig. 2 Resident schedule in each room

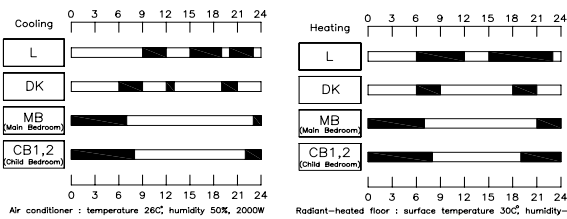


Fig. 3 Cooling and heating schedule in each room

### 3. 창호 단열성능에 따른 냉난방부하 변화

#### 3.1 표준주택모델의 연간 냉난방 부하

열관류율 2.3 W/m<sup>2</sup>K, 차폐계수 0.74의 창호를 적용하였을 때 월별 냉난방 부하는 Fig. 4와 같다.

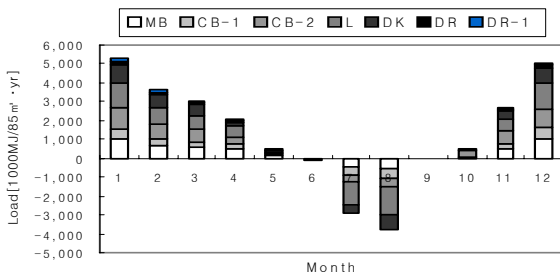


Fig. 4 Monthly change of cooling and heating load

연간 평균기온 최저달인 1월의 최대 난방 부하 5,285 MJ, 연간 평균기온 최고달인 8월의 최대 냉방부하 3,747 MJ로 나타나 냉난방 부하는 외기 온과 밀접한 관계가 있음을 알 수 있었다.

또한 연간 총 난방 부하는 22,758 MJ로 연간 총 냉방 부하 6,752 MJ의 세 배 가량으로 나타나 주택의 에너지 절감을 위해서는 난방에너지 절감을 위주로 한 대책이 필요함을 보여준다. 이는 주택에서의 냉방설정이 재실자의 스케줄에 따른 간헐냉방인 경우가 많고, 창을 통한 배열환기가 함께 이루어질 경우 그렇지 않은 경우와 비교했을 때 냉방부하가 절반 이하로 감소하기 때문인 것으로 판단된다.

#### 3.2 창호의 차폐계수와 열관류율에 따른 냉난방 부하 변화

차폐계수는 유리에 직접 투과된 태양열과 유리 내부로 흡수한 태양열이 실내로 방사되어 전달되는 정도를 나타내며 차폐계수가 낮을수록 실내로 들어오는 열선의 영향이 감소하므로 이에 따른 냉방부하도 감소하게 된다.

Fig. 5는 창호의 열관류율을 2.30 W/m<sup>2</sup>K으로 고정한 채 차폐계수에 따른 연간 냉난방 부하 계산 결과를 그래프로 나타낸 그림이다. 차폐계수가 0.50에서 0.84로 0.34 증가하면 냉방부하량은 큰 차이가 없는 반면 난방부하량은 28 MJ에서 22 MJ로 감소하여 연간 냉난방 부하량이 약 20% 정도 감소하는 것으로 나타났다. 이론상으로 차폐계수가 증가하면 냉방부하도 함께 증가하는 것으로 나타나야 하지만 본 연구에서는 냉방 스케줄을 간헐냉방으로 입력하고 배열환기가 이루어지도록 설정하였기 때문에 여름철 냉방부하가 상대적으로 적으면서 차폐계수에 따른 차이가 거의 없는 것으로 나타나게 되었다. 또한 겨울철의 경우 창을 통한 일사가 겨울철 난방부하 절감에 유리하게 작용하므로 난방부하가 냉방부하에 비해 3~4배 가량 큰 주택의 경우 차폐계수 증가에 따른 연간 총 냉난방 부하는 감소하게 된다.

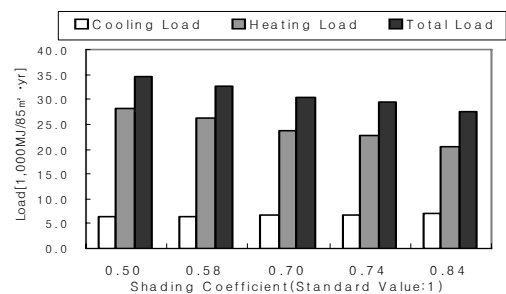


Fig. 5 Cooling and heating load with SC

열관류율은 단열성능을 평가하는 중요한 척도로 Fig. 6은 창호의 차폐계수를 0.70로 고정한 채 열관류율에 따른 연간 냉난방 부하 계산 결과이다. 열관류율이 1.11 W/m<sup>2</sup>K에서 3.11 W/m<sup>2</sup>K로 2.00 W/m<sup>2</sup>K 증가하면 냉방부하는 큰 변화가 없는 반면 난방부하의 경우 14 MJ에서 30 MJ로 증가하여 연간 총 냉난방 부하는 약 76% 증가함을 볼 수 있다. 이는 창호의 열관류율이 증가할 때 냉방부하의 경우 배열환기 설정으로 큰 변화가 없지만 겨울철 난방부하의 경우 관류로 인해 실내의 열손실이 증가하므로 결과적으로 연간 총

냉난방 부하량은 증가하는 것이다.

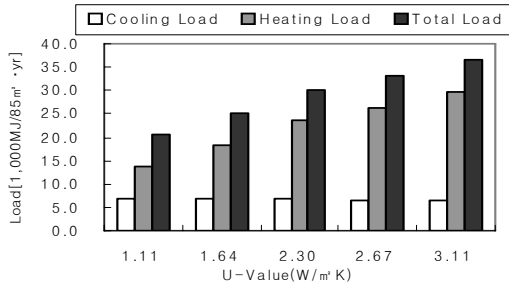


Fig. 6 Cooling and heating load with U-value

### 3.3 로이유리 사용에 따른 냉난방 부하 변화

앞서 계산한 결과 주택의 총 냉난방 부하량은 창호의 차폐계수와는 반비례 관계, 열관류율과는 정비례 관계에 있고, 차폐계수보다는 열관류율에 따른 영향이 더 큰 것으로 나타났다. 하지만 창호의 차폐계수와 열관류율은 독립적으로 변화할 수 있는 요소가 아닌 창호의 로이코팅 유무나 저방사 코팅 유무 등에 따라 함께 변화하는 부분이므로 정확한 냉난방 부하 계산을 위해서는 두 요소를 동시에 고려해야 한다.

Fig. 7은 복층유리를 사용한 열관류율 2.70 W/m²K, 차폐계수 0.83의 창호와 로이복층유리를 사용한 열관류율 1.80 W/m²K, 차폐계수 0.70의 창호를 표준주택모델에 적용한 경우 연간 냉난방 부하량을 비교한 그래프이다. 로이 복층유리를 사용한 경우 일반 복층유리를 사용한 경우에 비해 냉방 부하는 큰 변화가 없지만 난방 부하가 약 5MJ 감소하여 총부하량이 약 15% 감소하는 것을 볼 수 있다. 로이코팅을 적용하게 되면 차폐계수와 열관류율이 동시에 감소하게 되는데 연간 냉난방 부하량에 더 큰 영향을 미치는 열관류율의 감소정도를 따라 전체 냉난방 부하량은 감소하게 된다.



Fig. 7 Comparison of Cooling and heating load according to Low-E glass

차폐계수와 열관류율에 따른 냉난방 부하 분석 결과, 난방부하량이 상대적으로 큰 주택의 연간 냉난방 부하를 감소시키기 위해서는 로이유리를 사용하되 동일한 열관류율이라면 차폐계수가 큰 유리를 사용하는 것이 총 냉난방 부하 절감에 유리한 것으로 나타났다.

### 4. 결론

본 연구에서는 창호의 단열성능에 따른 연간 냉난방 부하 절감효과를 정량적으로 알아보기 위해 동적 열부하 계산 프로그램인 Sim-Heat를 이용하여 차폐계수 및 열관류율에 따른 창호의 열적 성능을 분석하였다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 표준주택모델을 대상으로 동적 열부하 시뮬레이션을 행한 결과 열관류율을 2.30 W/m²K로 고정한 경우, 차폐계수가 0.2 높아짐에 따라 연간 부하는 약 10% 감소한다.
- 2) 차폐계수를 0.7로 고정한 경우 열관류율이 1.00 W/m²K 낮아짐에 따라 연간부하는 약 38% 증가하는 것으로 나타났다.
- 3) 24 mm로이복층유리를 사용한 창호의 경우 24 mm일반복층유리를 사용한 창호와 비교했을 때 연간 냉난방 부하가 약 15% 감소하였다.

### 참고문헌

1. Jang. C. Y., et all. 2007, Development Strategy of High Insulation Super Window, Proceedings of the KIEAE 2007 Annual conference, Vol.7, No.1, pp.349-354
2. Kim. Y. T., 2005, A Study on the Development of the Representing Day Heating Load Model for the Estimation of Energy Consumption in an Apartment House, Architectural Institute of Korea, Vol.21, No.11, pp.287~294
3. Kim. K. H., et all. 1999, A Study on the Analysis of Retrofit Effects in the Apartment House, Proceedings of the AIK Spring Annual conference, Vol.19, No.2, pp.925~930