

공동주택의 에너지 부하량 저감을 위한 블라인드 운영스케줄 검토 Blind Optimal Operating Schedule for Reviewing the Energy Load Reduction of Apartment House

마췌차오* · 이준기** · 김성훈*** · 이갑택**** · 이경희*****†
Jun-ChaO Ma*, Jun-Gi Lee**, Sung-Hoon Kim***, Gab-Taek Lee****
and Kyung-Hee Lee*****†

(Received 27 May 2016, Revision received 26 July 2016, Accepted 27 July 2016)

Abstract: In this study, through portion of the blind control which the user can adjust the deration and the main loads, night for energy reduction during the review of the energy difference between the cooling and heating load periods in order to present the best operation schedules of the blind control. The result, Cooling period, the venetian blind is installed the day or the day and night CASE adjusted to 0° was identified as optimal for the operating schedule. Heating period, the day, without installed the blinds, the Venetian blind is installed only at night CASE adjusted to 0° or 45° angle of the slats, which have been identified as optimal for the operating schedule.

Key Words : Apartment House, Design Builder, Energy Load, Energy Plus

1. 서 론

2015년 12월 프랑스 파리에서 개최된 기후변화 협약 당사국총회(COP21)에서 한국은 온실가스 배출전망치(BAU)인 8억5천60만 톤 대비 37%인 3억 1천4백만 톤을 2030년까지 감축 목표로 발표하였다. 이는 환경부에서 2014년 1월 발표한 온실가스 배출전망치 7억7천6백만 톤 중 30%인 2억3천3백만 톤을 2020년까지 감축 목표로 설정한 것보다

약 8천1백만 톤 증가한 것이다. 또한, 국토교통부는 2025년 제로에너지주택 공급 목표를 자체적으로 수립하고, 에너지 절약 및 선제적인 기후변화 대응을 위해 ‘친환경주택의 건설기준 및 성능’을 2009년부터 시행하고 있으며, 2015년 3월부터는 신축공동주택의 에너지 의무 절감률을 30%에서 40%(전용면적 60 m² 이하는 25%에서 30%)로 상향조정하였다. 공동주택에 관한 연구는 집합주택(현 공동주택)의 세대 위치를 9곳으로 구분하여

***** 이경희(교신저자) : 부산대학교 건축공학과
E-mail : samlgh@pusan.ac.kr, Tel : 051-510-7630
*마췌차오 : 부산대학교 건축공학과 대학원
**이준기 : 부산대학교 건축공학과 대학원
***김성훈 : 부산대학교 건축공학과 대학원
****이갑택 : 부산대학교 건축공학과 대학원

*****† Kyung-Hee Lee(corresponding author) : Department of Architecture Engineering, Pusan National University.
E-mail : samlgh@pusan.ac.kr, Tel : 051-510-7630
*Jun-Chao Ma : Department of Architecture Engineering in the Graduate School, Pusan National University.
**Jun-Gi Lee : Department of Architecture Engineering in the Graduate School, Pusan National University.
***Sung-Hoon Kim : Department of Architecture Engineering in the Graduate School, Pusan National University.
****Gab-Taek Lee : Department of Architecture Engineering in the Graduate School, Pusan National University.

이론적으로 열환경을 검토한 것¹⁾을 시작으로 집합주택의 냉방부하는 최하층에서 시간최대부하 및 일 총부하량이 가장 높고, 동향에서 최상층에서 시간최대부하 및 일 총부하량이 가장 높은 것으로 확인되었으며²⁾, 비 확장형 공동주택의 세대 위치에 따른 냉·난방 에너지 부하량을 검토하여 외피단열성능 향상이 에너지 부하에 미치는 영향을 연구하였다.³⁾ 특히 공동주택의 세대 위치에 따른 에너지 부하량 차이를 정량적으로 검토하고, 에너지 부하량이 가장 적은 세대만큼 다른 세대에서 에너지 부하량을 저감시키기 위한 방안을 검토한 결과, 창호의 기밀성 향상이 가장 효과적인 것으로 확인되었다⁴⁾. 이 외에도 공동주택 인동간격에 따른 저층부의 조명 부하량 차이를 검토⁵⁾하는 등 에너지 부하에 관한 연구가 진행되고 있다. 공동주택의 냉방기간 동안 일사부하를 차단하기 위하여 블라인드 차양을 내장시킨 차양 일체형 창호 시스템으로 단열성능 및 일사차단 효과를 확인하였으며⁶⁾, 확장형 발코니에서 블라인드 설치 위치 및 슬랫 각도에 따른 실내 조도 변화를 실험을 통해 검토하여 슬랫 각도 45°에서 실내의 균조도가 높은 것으로 확인되었다.⁷⁾ 또한 건물의 방위가 남향에 가까울수록 슬랫의 각도가 90°인 블라인드를 외부에 설치하는 것이 연간 에너지 절약 측면에서 유리한 것으로 검토하여 균조도와 다른 결과 값을 확인하였다.⁸⁾ 기존의 연구들은 공동주택의 배치유형 및 형태, 세대 위치에 따른 에너지 부하량을 검토하거나 에너지 부하량을 저감시키기 위하여 건물의 열관류율 향상에 관한 연구가 진행되어왔으나, 에너지 저감을 위해 실 사용자가 조절할 수 있는 부분에 대한 연구는 부족한 것으로 사료된다.

본 연구에서는 에너지 부하량 저감을 위해 기간 및 주·야간으로 사용자가 조절할 수 있는 부분인 블라인드 조절을 통해 냉·난방기간 동안의 에너지 부하량 차이를 검토하고, 최적의 블라인드 운영 스케줄을 제시하고자 한다.

2. 시뮬레이션 개요

본 연구는 Energy Plus(V.7.0)를 해석엔진으로

사용하고 있는 Design Builder(V.3.20) 프로그램을 이용하여 냉·난방기간을 주간(일출 ~ 일몰)과 야간(일몰 ~ 일출)으로 구분하여 블라인드 설치에 따른 에너지 부하량을 시뮬레이션 하였다.

시뮬레이션을 위한 냉방기간은 6월 1일부터 9월 30일까지, 난방기간은 12월 1일부터 3월 31일까지 설정하였으며, 기상 데이터는 한국패시브건축협회에서 제공하는 부산지역 기상 데이터를 적용하였다. 실내 설정온도는 에너지관리공단에서 규정하는 건축물의 에너지절약 설계기준을 따라 난방 20℃, 냉방 26℃로 설정하였으며, 재실 인원은 4인, 기기 발열량은 8.48 W/m², 조명 발열량은 7.68 W/m², 환기는 시간당 0.5회, 실내 평균 조도 값은 300 lx로 설정하였다. 재실 스케줄은 주중(08:00 ~ 18:00: 1인, 그 외 4인 재실) 주말(토 : 09:00 ~ 17:00 1인, 그 외 4인 재실, 일 : 4인 재실)로 설정하였다.

3. 해석모델의 설정 및 경계조건

본 연구에서는 판상형 공동주택(전용면적 : 85 m², 창면적비 : 43%)을 해석모델로 선정하였다.

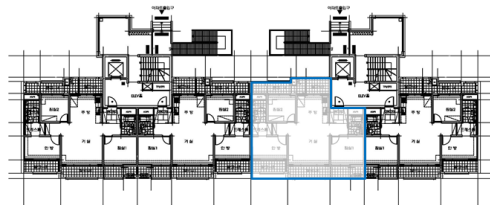


Fig. 1 Floor Plan of Analysis Model

Table 2 Heat Transmission Coefficient Standard of Regions Building Location

Unit : W/m²·K

Location		Heat Transmission	
		Apply	Standard
Wall	External	0.258	0.260less
	Internal	0.350	0.370less
Floor	Between	0.279	0.220less
	Ground	0.210	0.220less
Door		1.910	2.000less
Window		1.350	1.400less

평면은 Fig. 1과 같고, 구조체의 구성 요소는 지역별 건축물부위별 열관류율 기준 중 남부지역 열관류율 기준을 적용하였으며, 기준을 만족하기 위한 열관류율 값은 Table 2와 같다.

블라인드 설정 조건은 공동주택 외부에 블라인드가 없는 경우, 슬래트의 각도가 블라인드 전체가 0°인 경우, 블라인드의 상부 1/3 h지점까지는 슬래트의 각도가 45°, 90°이며, 하부 2/3 h지점까지는 슬래트의 각도가 0°인 블라인드로 설정하였으며(Fig. 2), 블라인드의 조건은 Fig. 3과 Tabel 3에 나타내었다.

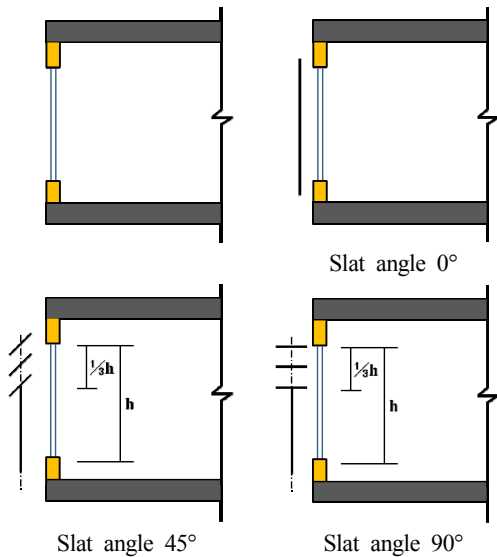


Fig. 2 Blind Setting of the Analysis Model

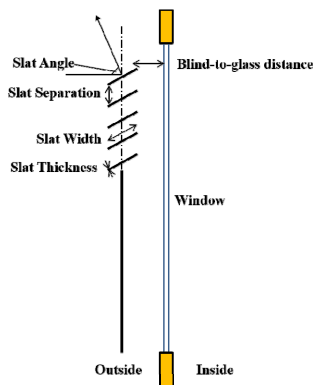


Fig. 3 Blind Components

Table 3 Characteristics of the Blinds

File	Value	Unit
Blind to Glass Distance	50	mm
Slat Separation	48	
Slat Width	48	
Slat Thickness	2	
Slat Conductivity	0.9	W/m·K
Slat Infrared Emissivity	0.9	-

또한 냉·난방기간의 블라인드 운영조건에 따른 시뮬레이션 CASE 설정은 Table 4 ~ 5와 같고, Table에서 C는 냉방, H는 난방, X는 블라인드를 설치하지 않은 것, D는 주간, N은 야간을 뜻한다.

Table 4 CASE setting of the Heating period

Simulation CASE		Heating period	
		Day	Night
Slat angle 0°, 45° and 90°	H-X	×	×
	0°-H-D		
	45°-H-D	○	×
	90°-H-D		
	0°-H-N		
	45°-H-N	×	○
	90°-H-N		
	0°-H-DN		
	45°-H-DN	○	○
90°-H-DN			

Table 5 CASE setting of the Cooling period

Simulation CASE		Cooling period	
		Day	Night
Slat angle 0°, 45° and 90°	C-X	×	×
	0°-C-D		
	45°-C-D	○	×
	90°-C-D		
	0°-C-N		
	45°-C-N	×	○
	90°-C-N		
	0°-C-DN		
	45°-C-DN	○	○
90°-C-DN			

4. 시뮬레이션 결과

4.1 난방기간 동안의 에너지 부하량

난방기간 동안의 블라인드의 슬랫 각도 및 블라인드 운영스케줄에 따른 난방 및 조명 부하량은 Fig. 4~6과 같다.

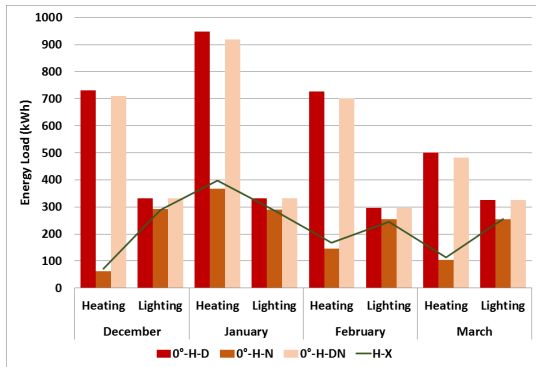


Fig. 4 Heating and Lighting of the Slat angle 0°

블라인드를 설치하지 않은 H-X에서의 난방기간 동안 평균 난방 부하량은 187 kWh로 나타났고, 평균 조명 부하량은 269 kWh로 확인되었다. 블라인드를 주간에만 설치하는 0°-H-D에서는 평균 난방 부하량은 727 kWh, 조명 부하량은 321 kWh로 나타나 H-X보다 난방 부하는 약 539 kWh 이상, 조명 부하량은 52 kWh 이상 증가하는 것으로 확인되어 주간에 블라인드를 설치하는 것은 난방 측면에서 불리한 것으로 확인되었으며, H-DN에서도 0°-H-D와 비슷한 난방 부하량 값이 확인되었다. 다만, 0°-H-DN에서는 야간에 실내에서 실외로 빠져나가는 열을 블라인드가 차단시켜 0°-H-D보다 약 23 kWh의 부하량을 저감시킬 수 있는 것으로 판단된다. 야간에만 블라인드를 설치하는 0°-H-N에서는 H-X 보다 평균 난방 부하량은 약 18kWh 저감되는 것으로 나타났고, 조명부하량은 4 kWh 증가하는 것으로 나타나 0°-H-N에서 난방기간 동안 에너지 부하량을 저감시킬 수 있는 것으로 확인되었다.

45°-H-D에서는 평균 난방 부하량은 690 kWh, 조명 부하량은 309 kWh로 나타나 H-X보다 난방

부하량은 약 502 kWh, 조명 부하량은 약 40 kWh 증가하는 것으로 확인되었으나, 실내로 유입되는 일사량의 증가로 0°-H-N보다는 난방 부하량은 37kWh, 조명 부하량은 12 kWh 저감되는 것으로 확인되었다. 45°-H-DN의 난방 및 조명 부하량 또한 45°-H-D와 비슷한 것으로 확인되었다. 45°-H-N에서 난방 및 조명 부하량은 각각 170 kWh, 273 kWh로 나타나 0°-H-D에서의 난방 및 조명 부하량과 같은 결과를 얻는 것으로 확인되었다. 이는 야간에 슬랫의 각도가 0° 및 45°일 때 실외로 빠져나가는 열을 차단하는 능력이 같다는 것을 의미한다.

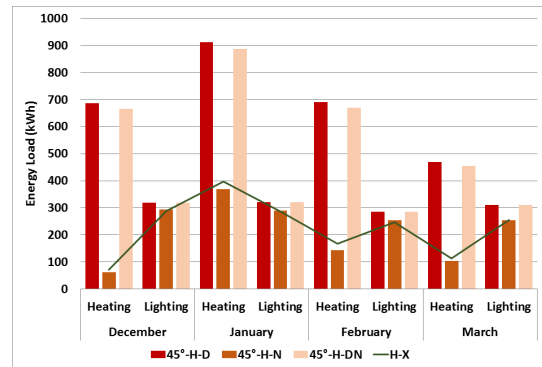


Fig. 5 Heating and Lighting of the Slat angle 45°

90°-H-D에서는 평균 난방 부하량은 625 kWh, 조명 부하량은 302 kWh로 나타나 다른 0°, 45°에 비해 유입되는 일사량 및 일조량이 많아 에너지 부하량은 저감되나 블라인드를 설치하지 않은 H-X보다는 에너지 부하량은 많은 것으로 확인되었다. 또한, 90°-H-N에서도 비슷한 결과를 얻을 수 있었다. 90°-H-N에서는 H-X보다 난방 부하량은 15kWh 저감되고, 조명 부하량은 3 kWh 증가하는 것으로 나타나 전체 에너지 부하량은 저감되는 것으로 확인되었다. 난방기간의 난방부하를 저감시키기 위해서는 주간에는 최대한 많은 일사량 및 일조량을 유입시켜야 하고, 야간에는 실내의 온도를 외부로 빼앗기지 않아야 한다. 따라서 난방기간 동안의 주간에는 블라인드를 설치하지 않고, 야간에만 블라인드를 설치하는 H-N이 유리

한 것으로 확인되었으며, 슬래트의 각도는 0° 및 45°에서 에너지 부하량이 저감되는 것으로 확인되어 최적의 운영스케줄은 0°-H-N 또는 45°-H-N으로 확인되었다.

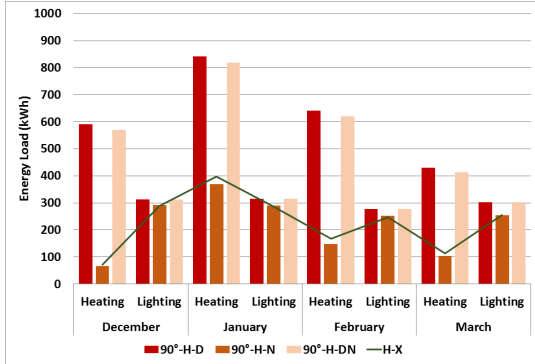


Fig. 6 Heating and Lighting of the Slat angle 90°

4.2 냉방기간 동안의 에너지 부하량

난방기간 동안의 블라인드의 슬래트 각도 및 블라인드 운영스케줄에 따른 냉방 및 조명 부하량은 Fig. 7 ~ 9와 같다. 블라인드를 설치하지 않은 C-X에서 평균 냉방 부하량은 328 kWh, 조명 부하량은 232 kWh로 나타났고, 이는 난방 부하량 보다 냉방 부하량이 최대 141 kWh 증가하는 것으로 확인되어 냉방 기간 동안 에너지 부하량을 저감시키는 것이 중요한 것으로 판단된다.

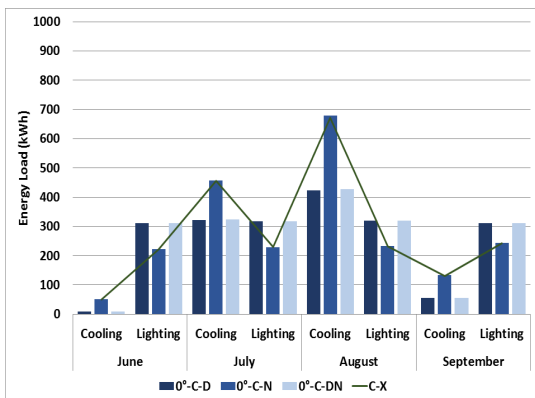


Fig. 7 Cooling and Lighting of the Slat angle 0°

C-X 보다 0°-C-D에서 냉방 부하량은 평균 126

kWh 저감되는 것으로 나타났고, 조명 부하량은 83 kWh 증가되는 것으로 나타났다. 0°-C-DN에서는 냉방 부하량은 평균 124 kWh 저감되며, 조명 부하량은 83 kWh 증가하는 것으로 나타났다. 반면, 0°-C-N에서는 냉방 부하량은 2 kWh 증가하고, 조명 부하량은 변화가 없는 것으로 나타나 주간의 일사량 및 일조량을 최대한 차단할 수 있는 0°-C-N이 가장 유리한 것으로 확인되었다. 슬래트의 각도가 45°일 때, 슬래트의 각도 0° 보다 실내로 유입되는 일사량 및 일조량이 증가하여 45°-C-D, 45°-C-DN의 조명 부하량은 약 15 kWh 저감되나, 일사량 및 일조량 증가는 냉방 부하에 영향을 미쳐 냉방 부하량은 약 14 kWh 증가하게 되었다.

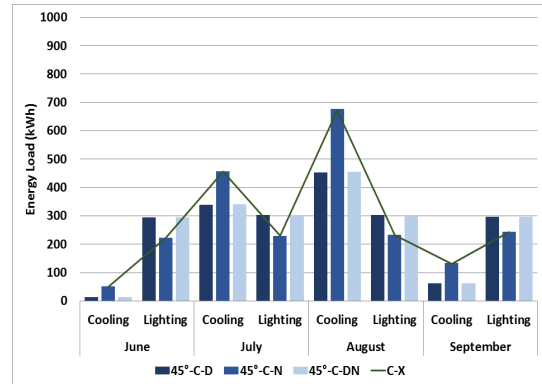


Fig. 8 Cooling and Lighting of the Slat angle 45°

반면, 45°-C-N의 경우 냉방 및 조명 부하량은 각각 330 kWh, 232 kWh로 0°-C-N의 냉방 및 조명 부하량과 같은 결과 값을 나타내었다. 이는 앞서 난방 부하에서 언급한 것과 같이 슬래트의 각도가 0° 또는 45°는 실내에서 실외 또는 실외에서 실내로의 열 이동을 차단하는 능력이 같다는 것을 의미한다.

블라인드의 슬래트 각도가 45°에서 90°로 변경되면 상대적으로 실내로 유입되는 일사가 증가하게 되어 냉방기간 동안에는 일사유입을 차단하는 것이 중요하나 무조건적인 일사유입 차단은 조명 부하의 증가 및 실내 쾌적성에 불리할 것으로 판단된다.

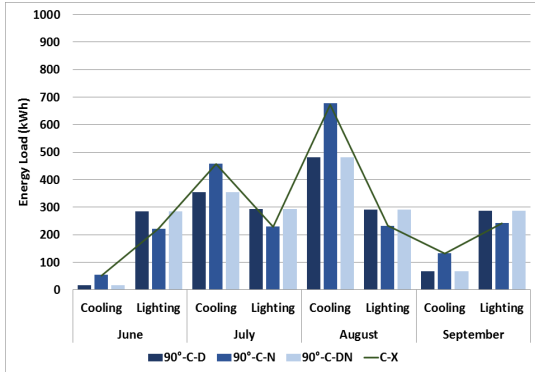


Fig. 9 Cooling and Lighting of the Slat angle 90°

5. 결 론

본 연구는 확장형 공동주택을 대상으로 냉·난방 기간 동안 에너지 부하량을 저감시키기 위한 방안으로 블라인드 슬랫의 각도 조절 및 운영 스케줄(주간, 야간)에 따른 에너지 부하량을 검토하고, 최적의 운영 스케줄을 제시하고자 하였으며, 그 결과 다음과 같다.

1) 냉방기간에는 주간 또는 주간 + 야간에 블라인드를 슬랫 각도 0°로 조절하여 설치한 CASE 0°-C-D, 0°-C-DN이 최적의 운영 스케줄로 확인되었다.

2) 난방기간에는 주간에는 블라인드를 설치하지 않고, 야간에만 블라인드를 슬랫 각도 0° 또는 45°로 조절하여 설치한 CASE 0°-H-N, 45°-H-N이 최적의 운영 스케줄로 확인되었다.

후 기

이 논문은 부산대학교 기본연구지원사업(2년)에 의해 연구되었음.

Reference

1. U. H. Han, 1988, "A Study on the improvement of the thermal environment in apartment houses", DC thesis, Keimyung University, Daegu, Korea.
2. G. W. Park and K. H. Lee, 2001, "A Study on the Cooling Load in Relation to Directions of the Apartment Houses", Journal of the Architecture Institute of Korea, Vol. 17, No. 1, pp. 121-128.
3. S. H. Yoon, H. K. Jang and Y. T. Kim, 2009, "Analysis on the Characteristics of Thermal Load Classified by the Household in Apartment House", Journal of the Architecture Institute of Korea, Vol. 25, No. 10, pp. 289-296.
4. S. H. Kim, J. G. Lee, Y. T. Kim and K. H. Lee, 2016, "Energy Load according to the Units of Apartment House", Journal of the Korean society for Power System Engineering, Vol. 19, No. 2, pp. 78-83.
5. D. W. Lee, J. G. Lee, G. T. Lee, Y. T. Kim and K. H. Lee, 2015. "The Study on Lighting Load of Lower-part in Apartment Houses", Journal of the Korean Society for Power System Engineering. Vol. 20, No. 1, pp. 63-68.
6. G. S. Choi and J. Y. Sohn, 2010. "Energy Performance Evaluation of Apartment Building in Case of Applying a Blind Integrated Window System", Vol. 22, No. 7, pp. 429-435.
7. D. S. Hwang, 2012. "The Study on the Affection of Indoor Thermal Environment by Blind Location and Angle in Apartment House", MS thesis, Pusan National University, Busan, Korea.
8. J. G. Lee, G. T. Lee and K. H. Lee, "Comparison of the Energy Load according to the Balcony Types and Blind Installation", Journal of the Korean Society for Power System Engineering. Vol. 19, No. 3, pp. 63-68.