

공동주택 세대 위치에 따른 에너지 부하량 Energy Load according to the Units of Apartment House

김성훈* · 이준기** · 김용태*** · 이경희****†
Sung-Hoon Kim*, Jun-Gi Lee**, Yong-Tae Kim***,
and Kyung-Hee Lee****†

(Received 09 February 2015, Revision received 06 April 2015, Accepted 06 April 2015)

Abstract: In Korea, multi-housing in one of the most common types of residential space due to its easy management and convenience. In particular, south-facing plate-type(一) multi-housing has attracted a great deal of public interest because it consumes less energy compared with other types of multi-housing, making it advantageous from an energy-saving perspective. Although there have been many studies on the annual energy consumption of multi-housing in relation to building shape and area of window, there have not been sufficient research on the annual energy consumption of multi-housing in relation to individual units of the multi-housing. The purpose of this study is to propose a strategy for reducing energy consumption in plate-type(一) multi-housing, taking the units with the lowest energy consumption as the standard. The result, Standard Models's energy load was as 4000 ~ 5600kWh, and Passive Houses's energy load was less than Stand Models at the 1600kWh.

Key Words : Plate-Type multi-housing, Energy Load, Energy Plus, Design Builder

1. 서 론

국토해양부(현 국토교통부)는 2025년 제로에너지주택 공급 목표를 자체적으로 수립하고, 에너지 절약 및 선제적인 기후변화 대응을 위해 신축공동주택의 에너지 의무 절감률을 20%에서 30%로 상향조정하는 안을 2012년 발표하였다[1]. 또한, 2014년 1월 발표된 환경부의 자료에 따르면, 2020

년 온실가스 배출전망치 7억7천6백 만 톤 중 30%인 2억3천3백만 톤을 감축 목표로 설정하였고, 그 중 건물부문의 감축은 4천5백만 톤에 이른다[2].

이처럼, 건물부문에서 에너지 절약의 중요성은 증가하고 있지만, 공동주택은 단독주택처럼 하나의 세대가 거주하는 것이 아니라 동일 건물 내에서 서로 독립적인 세대가 공동으로 거주하므로 공동주택 내 각 세대별 위치에 따라 열 환경 조건이

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

* 김성훈 : 부산대학교 건축공학과 대학원

** 이준기 : 부산대학교 건축공학과 대학원

*** 김용태 : 부산대학교 건축공학과

****† Kyung-Hee Lee(corresponding author) : Department of Architecture Engineering, Pusan National University.

E-mail : samlgh@pusan.ac.kr, Tel : 051-510-7630

*Sung-Hoon Kim : Department of Architecture Engineering, Pusan National University.

**Jun-Gi Lee : Department of Architecture Engineering, Pusan National University

***Yong-Tae Kim : Department of Architecture Engineering, Pusan National University.

다르게 나타난 것으로 생각되어진다. 특히, 동일 공동주택의 최하층 및 최상층 세대는 중간층 세대에 비해 직접 외기에 접하는 면적이 증가하고, 증가한 면적만큼 에너지 손실이 더 발생하므로 에너지부하가 전 세대에 동일하게 이루어지지 않는 문제점이 발생할 것으로 사료된다.

한운호(1988)는 집합주택의 열환경을 검토하기 위해 세대 위치를 9곳으로 구분하여 이론적으로 검토하였다[3]. 박근우(2001)는 집합주택의 냉방부하를 검토하기 위해 HASP/ACLD/8501 프로그램을 활용하였으며, 최하층에서는 시간최대부하 및 일층부하량이 가장 높고, 동향에서는 최상층에서 시간최대부하 및 일층부하량이 가장 높은 것을 밝혔다[4]. 윤성환(2009)은 비 확장형 공동주택의 세대 위치별 냉·난방 부하를 검토하고, 외피단열성능을 향상하여 에너지부하 차이를 연구하였다[5]. 김수정(2013)은 공동주택 배치유형에 따른 일조시간 및 세대별 에너지 부하량을 검토하였다[6]. 윤성민(2014)은 공동주택의 주동 유형을 구분하고 창면적비에 따른 에너지 부하량을 검토하였다[7].

기존의 대부분 연구들은 향에 따른 냉방부하만을 검토하거나 비 확장형 공동주택에서의 냉·난방 부하를 검토하여 외피단열성능의 향상에 따른 에너지부하 차이를 비교하여 각 세대 위치별 동등한 에너지 부하 조건을 조성할 수 있는 방안에 대한 연구는 미비한 편이다.

본 연구에서는 판상형 공동주택에서 에너지 부하량이 가장 적은 기준세대와 비교하여 열적으로 불리한 세대와의 연간 냉·난방에너지 부하를 검토하여 동일한 열환경 조건을 만들 수 있는 방안을 Energy Plus 프로그램을 통해 제시하고자 한다.

2. 시뮬레이션 개요

2.1 시뮬레이션 평가도구

본 연구는 시각적인 표현이 가능한 Design Builder(V.3.40)프로그램을 활용하여 Modeling하였으며, 부하계산은 Energy Plus(V.7.0) 프로그램을 활용하여 공동주택의 세대 위치별 냉·난방 에너지 부하량을 검토하였다.

2.2 시뮬레이션 입력조건

국내의 부위별 열관류율을 기준은 Table 1과 같고[8], 패시브건축의 부위별 열관류율 기준은 Table 2와 같다[9]. 본 연구에서는 남부지역 부위별 열관류율 기준을 적용하였다.

Table 1 Heat Transmission Coefficient Standard of Regions Building Location

Unit : W/m²·K

Location	Heat Transmission Coefficient		
	Central	Southern	Jeju-do
Roof	0.180less	0.220less	0.280less
External Wall	0.270less	0.340less	0.440less
Ground Floor	0.230less	0.280less	0.330less
Window	1.500less	1.800less	2.600less

Table 2 Heat Transmission Coefficient Standard of Passive House

Unit : W/m²·K

Location	Heat Transmission Coefficient
Roof	0.110
External Wall	0.150
Ground Floor	0.130
Window	0.800

2.3 시뮬레이션 방법

본 연구에서는 시뮬레이션 검토를 위한 기상데이터는 한국 패시브 건축협회에서 제공하는 부산 지역 10년(2001년~2010년) 평균 기상데이터를 적용하였다. 냉·난방기간 설정 중 냉방은 6월~9월, 난방은 12월~3월로 설정하였다.

또한, 실내 설정온도는 에너지관리공단의 건축물의 에너지절약 설계기준을 따라 난방 20℃, 냉방 26℃로 설정하였으며, 재실자 인수는 4인, 기기 및 조명의 발열량은 각각 8.48W/m², 7.68W/m²으로 설정하였다. 또한, 환기는 시간당 0.7회로 설정하였으며, 실내 조도 값은 100lx로 설정하였다. 시뮬레이션 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 설정하여 시뮬레이션 하였다.

3. 해석모델의 설정 및 경계조건

3.1 해석모델의 설정

공동주택은 크게 판상형과 탑상형으로 구분할 수 있으며, 본 연구에서는 전 세대가 균일한 일조를 받을 것으로 예상되는 남향의 판상형(→)공동주택(세대 바닥면적 : 85m², 창면적비 : 43%)을 해석모델로 선정하였다. 해석을 위한 세대의 위치는 Fig. 1-2와 같이 최상층 및 중간층, 최하층으로 구분하고, 각 층별 3개의 지점을 선별하여 총 9개 지점으로 설정하였다.

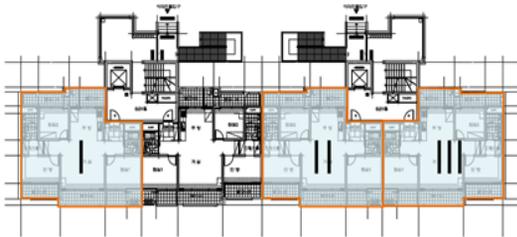


Fig. 1 Floor Plan of Analysis Model

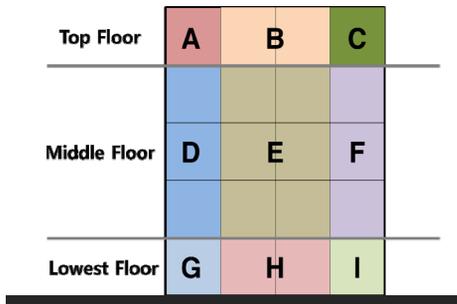


Fig. 2 Elevation of Analysis Model

3.2 해석모델의 경계조건

3.2.1 기본해석모델의 경계조건

공동주택의 세대 위치별 에너지 부하량 검토를 위해 남부지역 부위별 열관류율 기준을 만족하는 열관류율을 적용하였으며, Table 3과 같다.

3.2.2 패시브건축의 경계조건

현재 패시브건축의 열관류율 기준은 국내의 기준은 제정되지 않아 독일의 기준을 따르고 있어 독일의 패시브건축 열관류율 기준을 만족하는 열관류율 값을 적용하였으며, Table 4와 같다.

Table 3 Setting of Standard Analysis Model

Location	Building	Thickness [mm]	Heat Transmission Coefficient
Roof	Concrete	100	0.217
	EPS	60	
	Concrete	180	
	EPS	100	
External Wall	Concrete	200	0.301
	EPS	100	
	Finishing	95	
Ground Floor	Mortar	40	0.279
	Concrete	50	
	EPS	50	
	Concrete	210	
	EPS	50	
Window	24mm Low-E Glass	6mm clear glass	1.750
		12mm air	
		6mm PLA113	

Table 4 Setting of Passive Architecture Analysis Model

Location	Building	Thickness [mm]	Heat Transmission Coefficient
Roof	Concrete	100	0.103
	EPS	60	
	Concrete	180	
	EPS	400	
External Wall	Concrete	200	0.129
	EPS	250	
	Finishing	95	
Ground Floor	Mortar	40	0.126
	Concrete	50	
	EPS	300	
	Concrete	210	
	EPS	50	
Window	30mm Low-E Glass	8mm clear glass	0.750
		14mm air	
		8mm PLA113	

4. 시뮬레이션 해석결과

4.1 기본해석모델의 에너지 부하량

남부지역 건축물부위의 열관류율 기준을 만족하는 기본해석모델의 에너지 부하량을 시뮬레이

선 한 결과는 Fig. 3과 같다.

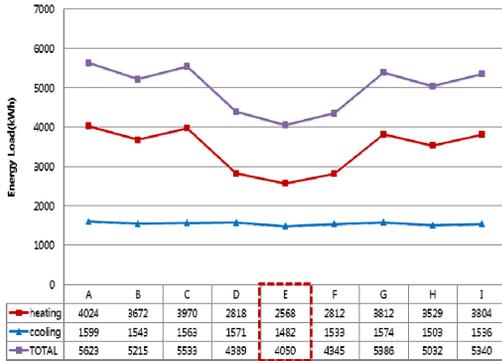


Fig. 3 Energy Load According to the Standard Analysis Model

난방 에너지 부하량은 세대 위치에 따라 큰 차이를 나타내지 않는 것으로 확인되었고, 난방 에너지 부하량은 E세대는 2568kWh로 가장 적고, A세대에서 4024kWh로 가장 많은 것으로 나타났다. E세대와 A세대의 난방 에너지 부하량 차이가 약 1456kWh로 세대 위치에 따라 상대적으로 큰 차이를 나타내는 것으로 확인되었다. 층별 에너지 부하량 차이를 비교하였을 때, 최상층 > 최하층 > 중간층 순으로 난방에너지 부하량이 많은 것으로 확인되었고, 위치별 에너지 부하량 차이는 서측 > 동측 > 중간 순으로 많은 것으로 나타나 중간층의 중간에 위치한 세대가 난방에너지 부하량이 가장 적은 것으로 나타났으며, 다른 세대보다 최소 100kWh 적은 것으로 확인되었다.

기본해석모델의 에너지 부하량 검토 결과를 바탕으로 에너지 부하량이 가장 적은 중간층의 가운데 세대인 E세대를 기준세대로 선정하였다.

4.2 패시브건축의 에너지 부하량

에너지 부하량이 가장 적은 기준세대(E세대)만큼 에너지 부하량을 저감시키기 위해 건축물 부위별 열관류율을 패시브건축 기준으로 만족시킨 Table 4의 에너지 부하량은 Fig. 4와 같다(기준세대 E세대는 기본해석모델의 열관류율 기준의 에너지 부하량).

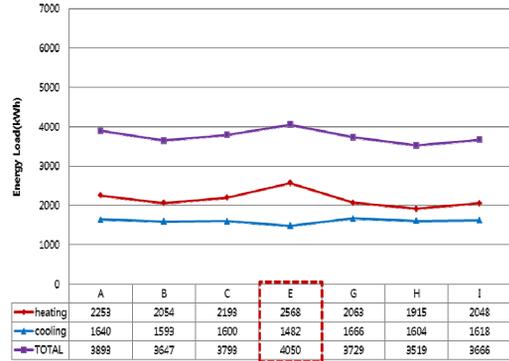


Fig. 4 Energy Load According to the Passive Architecture Analysis Model

패시브 건축의 난방 에너지 부하량은 기본해석 모델 보다, A세대는 약 1700kWh(42%), B세대는 약 1600kWh(44%), C세대는 약 1700kWh(45%), G세대는 약 1700kWh(46%), H세대는 약 1600kWh(46%), I세대는 약 1700kWh(46%) 저감되는 것으로 나타났고, 난방 에너지 부하량은 A세대는 40kWh(3%), B세대는 약 60kWh(4%), C세대는 약 30kWh(2%), G세대는 약 92kWh(6%), H세대는 약 100kWh(7%), I세대는 약 82kWh(5%) 증가하는 것으로 나타났다.

전체적으로 난방 에너지 부하량은 약 1700kWh(44%) 저감되는 것으로 확인되었고, 난방 에너지 부하량은 약 67kWh(5%) 증가하는 하는 것으로 확인되었다.

단열성능의 고 기밀 및 창 의 열관류율 향상은 겨울철에는 난방 에너지 부하량을 효과적으로 저감시키는 것으로 판단되나, 여름철에는 난방 에너지 부하량을 미량이지만 증가시키는 것으로 확인되어 과도한 단열성능의 고 기밀 및 창 의 열관류율 향상은 난방 에너지 부하량 저감에 불리한 것으로 판단된다.

4.3 세대 위치별 에너지 부하량 개선방안

건축물의 각 부위별 열관류율이 패시브건축의 기준을 만족하는 경우인 Table 3과 Table 4를 비교해 보면, 패시브건축의 모델의 단열재 두께는 기본해석 모델의 각 부위별 단열재의 두께보다

최대 300mm 증가하는 것으로 확인되어 과도한 단열재의 두께 증가는 시공성 및 경제성에 있어 불리하다고 판단되며, 이를 개선할 방안이 필요로 하는 것으로 사료된다.

기준세대 만큼 에너지 부하량을 저감시키기 위해 단열재의 두께 증가보다는 창 의 열관류율을 향상시키는 방안을 채택하여 검토하였으며, 그 기준은 Table 5와 같다(D, F세대의 경우, 축벽의 단열재 두께만을 100mm 증가시켰을 때, 기준세대만큼 에너지 부하량이 저감되는 것으로 확인되어 개선방안인 창 의 열관류율 향상에서 제외하였다).

Table 5 Improvement Plan

Location	Insulating Material Thickness [mm]			
	Standard Model	Unit A, C	Unit D, F	The Rest
Roof	100	200	100	200
External Wall	100	200	200	200
Ground Floor	50	50	50	150

Location	Heat Transmission Coefficient [W/m ² ·K]			
	Standard Model	Unit A, C	Unit D, F	The Rest
Window	1.750	0.500	1.750	0.750

Table 5를 기준으로 각 세대별 에너지 부하량을 검토한 결과, A, C 세대의 난방 에너지 부하량은 Fig. 5와 같고, 기준세대보다 저감되는 것으로 확인되었으며, 냉방 에너지 부하량은 미량이지만 증가하는 것으로 나타나 창 의 열관류율 향상은 냉방 에너지 부하량을 증가시키는 것으로 확인되었다. B, C, H 및 I세대 또한 기준세대보다 난방 에너지 부하량은 저감되는 것으로 확인되었다(Fig. 6).

공동주택의 최상층의 서측(A세대)과 동측(C세대)에 위치한 세대는 냉·난방 에너지 부하량을 저감시키기 위한 창 의 열관류율 향상은 동일 층의 B세대 보다 0.250 더 필요한 것으로 확인되어 공동주택의 세대 중 가장 불리한 세대인 것으로 판단된다.

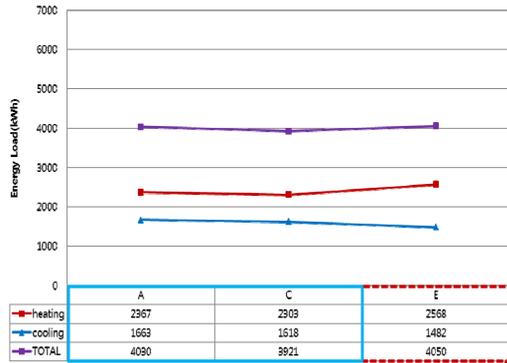


Fig. 5 Energy Load According to the Improvement Model(Unit A, C)

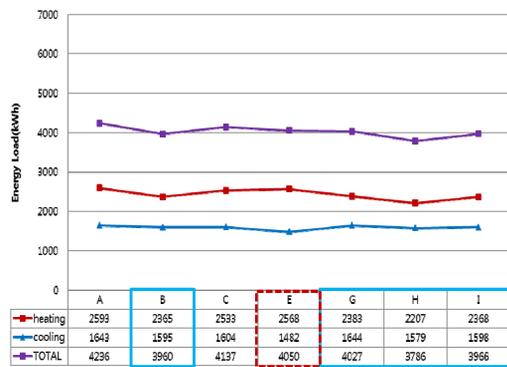


Fig. 6 Energy Load According to the Improvement Model(Unit B, G, H and I)

5. 결 론

본 연구는 판상형 공동주택을 대상으로 세대별 연간 냉·난방 에너지 부하량을 검토하여 세대 위치별 에너지 부하량 차이와 불균등한 에너지 부하량을 해소하기 위해 EnergyPlus 프로그램을 활용하여 제시하고자 하였으며, 그 결과 다음과 같다.

1) 남부지역의 건축물부위별 열관류율 기준을 만족하는 기본해석모델의 냉·난방 에너지를 검토한 결과, 중간층의 가운데 세대인 E세대가 4050kWh로 다른 세대에 비해 최소 300kWh (6.8%), 최대 1500kWh(26%) 적은 것으로 확인되었으며, 최상층의 A 및 C세대의 에너지 부하량은

가장 많은 것으로 확인되었다.

2) 패시브건축에서 기준세대인 E세대까지 에너지 부하량 저감 방안을 검토한 결과, 최상층의 A, C세대는 지붕 및 측벽의 단열재 두께를 기본해석 모델보다 100mm 증가시킨 후 창 의 열관류율을 0.50으로 향상시켰을 때 기준세대(E세대)만큼 저감되는 것으로 확인되었으며, 중간층의 D, F세대는 측벽의 단열재를 기본해석모델에서 100mm만 증가시켰을 때 기준세대만큼 에너지 부하량이 저감되는 것으로 확인되었다. 최상층의 B세대와 최하층의 G, H, 및 I세대는 단열재의 두께(B세대 : 지붕 100mm, 최하층 전세대 : 바닥 100mm)를 100mm 증가시킨 후 창 의 열관류율을 0.75로 향상시켰을 때 기준세대만큼 에너지 부하량이 저감되는 것으로 확인되었다.

공동주택의 세대 위치별 불균등한 열 환경을 개선하기 위한 방안으로 단열재의 두께 증가와 창 의 열관류율 향상 중 단열재의 두께 증가보다 창 의 열관류율 향상이 공동주택의 에너지 부하량 저감에 시공성 및 경제성에 있어 효율적인 방안으로 확인되었으며, 창 의 열관류율 향상은 미세하지만 냉방에너지 부하량을 증가시키는 것으로 확인되어 추후 연구를 통한 확인이 필요할 것으로 사료된다.

후 기

이 논문은 부산대학교 자유과제 학술연구비(2년)에 의하여 연구되었음.

References

1. Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs(Ministry of Land, Infrastructure and Transport), press release, 2012
2. Ministry of Environment, press release, 2014
3. U. H. Han, 1988, "A Study on the improvement of the thermal environment in apartment houses", DC thesis, Keimyung University, Daegu, Korea.
4. G. W. Park, 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.
5. S. H. Yoon, H. K. Jang, 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.
6. S. J. Kim, D. Y. Park, K. S. Kim, 2013, A Study on Solar Radiation Analysis and Saving Elements of Heating Load according to the Location Type of Housing in Multi-family Apartments, Journal of the Korea institute of ecological architecture and environment, Vol. 13, No. 1, pp. 47-55.
7. S. M. Yoon, K. H. Lee, Y. H. Ahn, Y. T. Kim. 2014, Cooling and Heating Load Analysis According to Building Type of Apartment House, Journal of the Korean Society for Power System Engineering, Vol. 18, No. 1, pp. 45-50.
8. Building Energy Conservation Design Standards [Asterisk 1], Law of Architecture
9. The Passive House - definition, Passive House Institute Korea