



공동주택 인동간격에 따른 세대내 일사 유입량과 난방부하에 관한 연구 - 판상형 아파트를 중심으로

Variation of Heating Load and Window Transmitted Solar Radiation Energy According to the Distance between Apartment

- Focused on Flat-Type Apartment

최광성* · 오준걸**

Choi, Kwang-Seong* · Oh, Joon-Gul**

* School of Architecture, Seoul National University of Science and Technology, South Korea (cks19910202@gmail.com)

** Corresponding Author, School of Architecture, Seoul National University of Science and Technology, South Korea (jgoh@seoultech.ac.kr)

ABSTRACT

Purpose: Building energy saving standard is being strengthened every year. But, there is not enough inflow solar radiation standard for saving heating load of residential part. The purpose of this study is to analyze the effect of the shadow according to the distance between apartment, to compare the Window Transmitted Solar Radiation Energy and the heating load. So as to do verify solar radiation and heat load, Design Builder simulation was conducted. The results of the this study are as follows. First, The Korean Building ACT and energy saving standard proposes the minimum building distance for sunshine, but, there is not enough standard about solar energy for heating energy saving. The solar standard is needed for is not daylight hour but solar radiation energy. Secondly, when the distance between apartment increased by 150%, solar radiation increased by 17 % and heating load was reduced by 15%. Finally, when the distance between apartment increased by 125%~150%, the middle floor is effective to reduce heating loads according to the solar radiation energy and lower floor is not effective. The lower floor is required other plan for reduce heating load

KEYWORD

공동주택 난방부하
인동간격
일사량
에너지 절감
에너지 시뮬레이션

Apartment heat load
Solar radiation energy
Saving energy
Energy simulation

ACCEPTANCE INFO

Received Oct 31, 2017

Final revision received Dec 19, 2017

Accepted Dec 24, 2017

© 2017 KIEAE Journal

1. 서론

1.1. 연구의 배경 및 목적

지속 가능한 건축에 관심이 높아짐에 따라 건축물의 에너지 절약을 위한 제도도 매년 강화되고 있다. 국내 에너지 소비량의 24%는 건물 부분이 차지하고 있으며 이중 가정부분이 54%를 차지하고 있다. 1) 특히 대표적인 공동 주거형태 중 하나인 아파트는 높은 거주밀도로 인해 일반 주거형태보다 더 많은 에너지를 사용하게 되므로 공동주택의 특성을 고려한 적합한 에너지 절약 계획이 필요하다. 현재 국내에서 적용되는 공동주택의 에너지절약 설계기준은 업무 시설보다 강화된 단열조건을 만족하여야 하며 외단열을 적용하거나, 신에너지 설비를 설치하는 등 고효율 주택을 위한 설계기준이 고시되어 있다. 하지만 난방 및 조명부하와 밀접한 연관이 있는 환경요소인 일조환경의 조성기준은 각종 법령 및 설계기준에서 미비하게 제시되어 있어 난방부하 저감을 위한 일사 유입량에 대한 기준은 부족하다.

아파트형 공동주택은 건축물의 특성상 저층부와 고층부의 균일한 일조조건을 만족하지 못하여 건축법에서는 최소한의 일조환경 조성을 위해 인동간격과 동지 일조수해시간을 규정하고 있다. 이러한 원인은 채광창 전면부에 배치된 대향동으로 인하여 발생하는 건축물의 음영이 원인이며 태양고도가 낮은 겨울철에 저층부와 고층부의 일사 유입량의 차이가 특히 심하게 나타난다. 이러한 일사 유입량의 차이는 난방에너지 소비량 증대에 영향을 준다. 따라서 본 연구의 목적은 음영으로 인한 세대내 일사 유입량의 차이가 난방부하에 미치는 영향을 확인하는 것으로, 공동주택의 인동간격에 따른 층별 일사 유입량과 난방부하 값을 분석 비교하는 것이다.

1.2. 연구의 방법

본 연구는 아파트형 공동주택의 인동간격에 따른 일사 유입량과 난방부하를 확인하기 위해 동적 분석방법인 에너지 시뮬레이션 도구 Design Builder²⁾ 프로그램으로 시뮬레이션을 진행하였다. 2장에서는 건축법 및 에너지절약 설계기준 등을 검토하여 아파트형 공동주택의 일조환경 조성기준을 확인하고 3장에서는 시뮬레이션에 반영할 조건인 공동주택의 기본 모델과 단열사항, 세대 채광창의 성능 및 변

수조건인 인동간격을 제시한다. 그리고 인동간격에 따른 음영을 분석한다. 4장에서는 Design Builder 설정 값과 분석결과 값을 제시하고 층별 공동주택 인동간격에 따른 일사 유입량과 난방부하의 연관성을 분석 비교한다.

2. 선행연구 및 공동주택 일조환경 관련 규정

2.1. 선행연구 분석

아파트형 공동주택의 일조환경과 난방부하 저감에 관한 선행연구는 다음과 같다. 김수정(2013)은 아파트 주동 형태에 따라 난방부하와 일사량을 평가하였지만, 주동의 형태별 배치계획이 서로 상이하고 창문을 통해 유입되는 일사량이 아닌 수평면 일사량을 제시하였으며, 이대형(2014)도 동일한 방법을 적용하여 창호를 투과하는 일사량에 대한 내용이 아님을 확인하였다. 노은아(2011)와 김경아(2013)는 창호 구성에 따른 난방부하 변동을 확인하기 위해 창면적비에 따라 난방부하가 변동되는 것을 확인하였으며, 정숙진(2015)은 인동간격과 방위각에 따른 일조환경을 분석하였으나 일사량이 아닌 일조 확보율을 분석하였다. 기존에 진행된 선행연구는 주로 일사량에 영향을 주는 음영, 창 면적비, 창호성능, 일조수혜시간 등을 대상으로 분석하고 있으며 세대별 채광창을 투과하는 일사량과 난방부하의 연관성에 대한 연구는 미비한 상태로 확인하였다.

Table 1. Preceding research (After 2010)

Research	Daylight hours	Horizontal plane solar energy	Windows transmitted solar energy	Window area ratio	Heating load
Noh(2011)	-	-	-	●	●
Kim. S(2013)	●	●	-	-	●
Kim. K(2013)	-	-	-	●	●
Lee(2014)	●	●	-	-	●
Chung(2015)	●	-	-	-	-

2.2. 일조환경 관련규정 고찰

Table 2. Elements of sun lighting by law

Division	Building ACT	Supreme Court judicial precedent	Housing ACT	EPI (Energy Perform Index)	Green home
Orientation	●	-	-	●	●
Set landline back	●	-	-	-	-
Distance between building	●	-	-	●	-
Daylight hours	●	●	-	●	-
Lighting rate	-	-	●	-	-
Renewable energy	-	-	-	●	●
Solar energy	-	-	-	-	-

아파트형 공동주택에 관한 법적 규정사항들은 세분화 되어 있으며 해당 규정과 기준들이 제시하는 일조환경 조성 요소는 Table 2와 같다. 관련 규정들이 제시하는 요소 중 난방부하 저감을 위한 일사 에너지

의 총량(kWh)을 검토하거나 만족하여야 하는 기준은 찾아볼 수 없으며 세부설계기준인 “건축물의 에너지절약 설계기준” 및 “에너지절약형 친환경주택 건설기준”에서도 일사 유입량을 최대한 확보하여야 하는 설계 방향만 제시되고 있다.

2.3. 건축법령 및 일조권 판례

건축법에서 규정하는 인동간격은 크게 두 가지로, 첫째는 채광창을 기준으로 하는 물리적인 건축물 이격거리와 둘째는 일조수혜시간에 따른 규정이다. 공동주택의 인동간격은 기본적으로 최소 0.5H를 규정하고 있으며, 별도로 지역별 건축조례에 따라 상향 적용하고 있다. 일조수혜시간의 기준은 같은 건축법 시행령 제86조 3항 2호에서 확인할 수 있으며 동지를 기준으로 9시부터 15시 사이 2시간 연속 일조를 확보할 수 있는 거리로 권장하고 있다. 공동주택의 일조권 검토는 건축법 기준보다 확대 적용된 대법원 판례³⁾를 기준으로 적용하고 있으며 판례의 내용은 건축법에서 제시하는 연속 일조시간을 만족하거나 8시부터 16시까지 총 4시간 이상 일조시간을 만족하여야 한다.

주택법에서는 제39조에 따라 1,000세대 이상 공동주택에 대해 주택성능등급 적용을 명시하고 있다. 주택성능등급의 일조환경을 확보하는 기준은 녹색건축 인증기준의 주택성능등급 「8.6 세대내 일조 확보율」 항목에서 확인할 수 있으며, 일사량에 관한 사항이 아닌 채광률을 산출하는 기준이며 개선을 위한 사항이 아닌 검토를 위한 평가항목으로 해당 산출 기준으로는 층별 세대의 일사 유입량을 확인할 수 없다.

2.4. 공동주택 에너지절약 설계기준

국내 공동주택에 적용되는 설계기준은 두 가지로, 「건축물의 에너지절약 설계기준」⁴⁾과, 「에너지절약형 친환경주택의 건설기준」⁵⁾으로 나뉜다. 첫 번째로 「건축물의 에너지절약 설계기준」은 국내의 대표적인 설계기준으로 에너지성능지표(Energy Performance Index)에 근거한 배점을 통해 건축물의 에너지 절약 성능을 평가하는 기준이다. 해당 기준의 설계권장 사항에서는 공동주택 지층부 일사 유입량을 확보하기 위한 방향만 제시되어 있으며 이외에 공동주택 일조환경과 연관이 있는 항목은 EPI 건축-11번 항목으로, 최소 1.0H 이상의 인동간격비를 확보하여야 0.6점의 점수를 획득할 수 있으며 최대 1.2H까지 확보할 경우 1점을 획득할 수가 있다. 두 번째로 「에너지절약형 친환경주택의 건설기준」은 2009년도에 제정된 「친환경주택 건설기준」으로 시작하여 2016년 1월 「에너지절약형 친환경주택의 건설기준」으로 개정되었다. 해당 기준에서는 「건축물의 에너지절약 설계기준」보다 강화된 단열조건을 제시하고 있으며, 2017년도부터 신재생에너지 설치를 위한 기준이 재정되었다. 그리고 국내 에너지소비량 평가제도인 건축물 에너지 효율등급 인증과의 연계를 권장하여 설계단계에서 주거시설의 에너지 사용량을 검토하고 있다. 사업승인대상의 모든 공동주택은 해당 기준의 설계조건들을 필수로 만족하여야 하며, 공동주택의 에너지 절감을 위한 공동주택의 최소 설계기준을 확인할 수 있지만 설계 당시 세대의 일사 유입량에 대한

3) 대법원 판례 98다 56997호 (2000.05.16.)

4) 국토교통부 고시 제2017-71호 (2017.01.20.)

5) 국토교통부 고시 제2017-442호 (2017.07.05.)

기준은 명시되어 있지 않다.

3. 일사 유입량 시뮬레이션 분석모델과 환경설정

3.1. 기상데이터 설정

대지의 기상데이터는 지역에 따라 고유한 특성이 있으며 매년 변화하는 값을 가진다. 기상데이터는 계절별 외기온도, 전일사량, 천공의 상태 등을 예로 들 수 있으며 신뢰성이 높은 결과를 도출하기 위해서는 분석지역에 따라 상세한 기후 데이터를 적용하여야 한다. Design Builder에서 제공하는 기상데이터는 미국 냉난방공학협회(ASHRAE)에서 약 20년간 측정된 시간별 데이터로, 6) 정밀한 결과 값을 얻기 위해 서울 지역의 기상 데이터를 적용하였다.

3.2. 공동주택 분석 모델

일사 유입량의 시뮬레이션을 진행할 공동주택의 주동은 판상형 공동주택을 대상으로 하였다. 주동의 유형은 2개의 코어와 4개 세대의 조합으로 이루어져 있으며, 각 단위세대는 동일한 평형을 적용하였다. 세대의 규모는 84㎡(32평형) 세대로 2015년 LH 표준주택을 이용하였으며 7) LH 84㎡형 표준 주택은 3Bay 및 확장형 구조로 세대의 평면은 아래 Fig 1 과 같으며 층고는 2.8m, 층수는 20층으로 설정하여 56m의 주동높이를 기준으로 인동간격비를 설정하였다. 음영의 원인이 되는 채광창 전면의 주동 형태는 분석대상과 동일 형태와 층수로 설정하였다. 구조체의 부위별 단열성능은 2017년 「에너지 절약형 친환경 주택의 건설기준」의 열관류율 기준에 따라 적용하였으며, 기준지역은 중부지역-2(서울)의 조건에 따라 적용하였다. 시뮬레이션에 반영될 단열사항은 아래 Table 5의 열관류율 기준을 맞추기 위해, 콘크리트와 단열재를 설정하였으며 외벽과 지붕, 바닥의 경우 콘크리트 200mm를 기준으로 하였으며, 층간바닥의 경우 콘크리트 150mm를 기준으로 단열조건을 설정하였다.

Table 3. General information of apartment

Apartment Shape	Number of unit	High	Width	Depth
Flat-type	4 EA	56 m	43.2 m	10.4 m

Table 4. Information of apartment unit

Orientation	Unit area	Space organization	Bay	Living room
South	84㎡	3L:D-K	3 Bay	Extended

Table 5. Construction insulation standard

External wall	External roof	Ground level slab	Interlayer slab
0.17 W/m ² ·K	0.15 W/m ² ·K	0.24 W/m ² ·K	0.81 W/m ² ·K

6) U.S. Department of Energy, EnergyPlus Auxiliary Programs Documentation, International Weather for Energy Calculation (IWEC), 2017.9.26, p82

7) LH 한국토지주택공사 주택개발단 개별 자료요청 및 수신, 2017.10.13

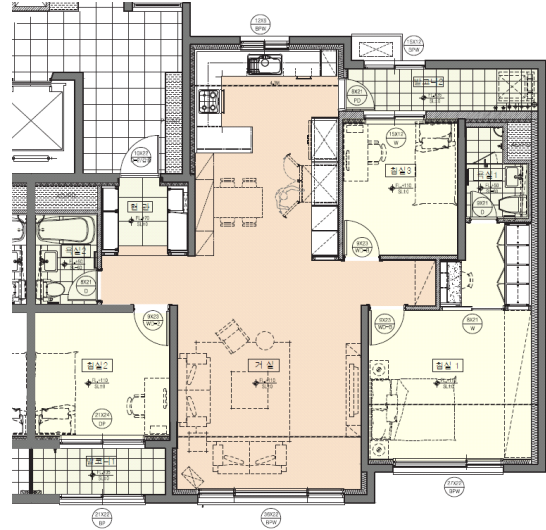


Fig. 1. LH Standard 84㎡ Unit floor Plan (2015)

3.3. 세대 창호의 구성과 성능

세대의 채광창은 실내로 유입되는 일사량과 직결되는 요소로서 창호의 구성에 따라 일사 유입량이 변한다. 신뢰성 높은 데이터를 도출하기 위해 창호의 구성과 이에 따른 일사 획득계수(SHGC, Solar Heat Gain Coefficient) 값을 설정하여야 하며 창호의 성능 기준은 2017년 「에너지 절약형 친환경 주택의 건설기준」에 따라 적용하였다. 해당 설계기준에는 창호의 열관류율 기준이 명시되어 있으며, 공동주택의 창호 열관류율 기준은 기타 건축물보다 상향된 열관류율 기준을 따르고 있다. 중부지역을 기준으로 공동주택 창호의 열관류율은 0.9~1.0 W/m²·K를 만족하여야 하며 기준에 준하는 창호는 Low-E 유리, 복층 유리 시스템, 글라스 코팅 등 창호의 열손실 방지 처리가 되어 있다. 창호의 구성에 따라 SHGC가 정해지는데 창호를 통해 들어오는 일사량을 분석하기 위해선 중요하게 고려될 요소다. SHGC는 g-value와 동일한 개념으로, 창호를 통해 유입되는 일사유입 정도를 계수로 나타낸 것이며 SHGC 값이 1에 가까울수록 일사투과율이 높은 유리를 뜻한다. 창호의 구성과 SHGC값은 인동간격 변화에 따른 Case에 동일하게 적용하였다.

Table 6. Window performance and area

Division		Contents	
U-Value	External	1.0 W/m ² ·K	
	Balcony	2.4 W/m ² ·K	
SHGC	External	0.556	
	Balcony	0.662	
Frame		PVC	
Glazing Element	External	CL 5mm + Air 12mm + CL 5mm	
		CL 5mm + Air 12mm + Low-E 5mm	
Balcony		CL 5mm + Air 12mm + Low-E 5mm	
Window Size/Area	Living room	3,600mm x 2,200mm	7.92 m ²
	Kitchen	1,200mm x 600mm	0.72 m ²
	Bed room-1	2,700mm x 2,200mm	5.94 m ²
	Balcony-1	2,100mm x 2,200mm	4.62 m ²
	Balcony-2	1,500mm x 1,200mm	1.80 m ²

* CL = Clear glass

3.4. 인동간격의 통계자료 및 변수조건 설정

건축법에서 규정하고 있는 공동주택의 최소 인동간격은 0.5H로 규정하고 있으며, 각 지자체의 건축조례에 따라 0.8H 이상 상향 적용하고 있다. 국내의 공동주택 중 법령보다 상향 적용된 사항을 확인하고자 허가 시 제출하는 에너지성능지표 건축-11번 항목의 통계를 확인하였다. 에너지성능지표 건축-11번 항목의 기준과 범위는 다음 아래 Table 7과 같으며 해당 항목은 모든 아파트 등에 대해 평가하며 법정규정 이상의 인동간격을 확보하여야 배점이 가능하다. 하지만 해당 기준은 의무사항이 아닌 선택사항이며, 에너지성능지표 중 가장 낮은 배점을 제시하고 있어 공동주택 계획 시 대부분 배점확보를 위한 별다른 검토는 진행하지 않는다.

Table 7. Distance between building ratio standard and number of score

Division	Contents				
	1 Point	0.9 Point	0.8 Point	0.7 Point	0.6 Point
Architecture-11 distance between building ratio standard	$H \geq 1.2$	$1.2 > H \geq 1.15$	$1.15 > H \geq 1.1$	$1.1 > H \geq 1.05$	$1.05 > H \geq 1.0$
Number of score*	39	7	14	15	54

* After October 2013

Table 8. Energy Performance Index submission statistics

Division	Aafter October 2013	Aafter September 2014	Aafter August 2015	Total
Number of EPI submit apartments	359	599	302	1,260

위 Table 7,8에 따라 건축법령에서 제시된 인동간격보다 상향 적용한 공동주택을 확인할 수 있으며 2013년도 10월부터 2017년 10월 초까지 계획된 아파트형 공동주택에서 1.0H 이상의 인동간격을 계획한 공동주택은 총 129건으로, 5층 이상 공동주택의 에너지절약계획서 검토건수인 1,260건 중 약 10%로 나타났다. 해당항목의 통계자료는 한국에너지공단에서 제작한 에너지절약통합포털⁸⁾의 사이트를 이용하였으며, 해당 통계자료로 대부분의 아파트형 공동주택이 1.0H 미만의 인동간격비를 적용하였음을 확인하였고, 해당 자료를 바탕으로 시뮬레이션에 반영할 인동간격을 설정하였다.

Table 9. Case classification

Division	Case-1	Case-2	Case-3	Case-4
Distance between building ratio (D/H)	0.8 H	1.0 H	1.2 H	None
Distance	44.8 m	56 m	67.2 m	None

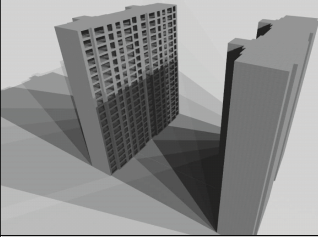
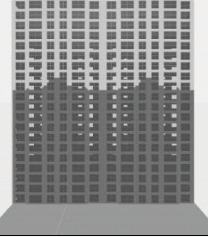
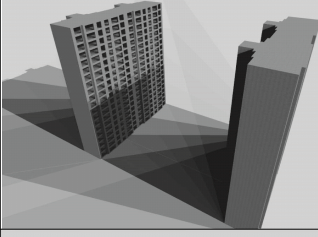
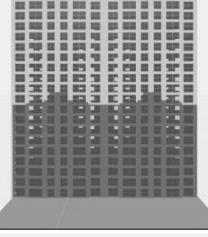
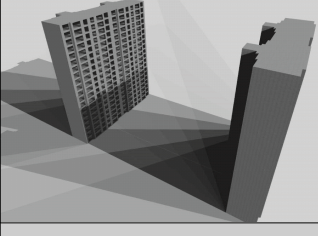
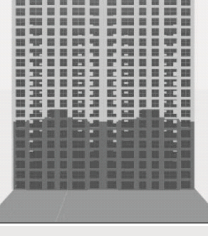
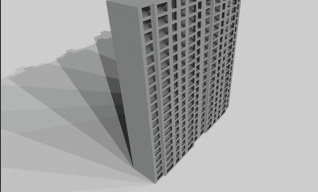
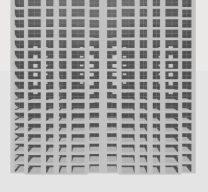
* Distance / Apartment height

시뮬레이션의 변수인 인동간격비는 각각 0.8H, 1.0H, 1.2H로 설정하였으며, Case-1은 지역별 건축조례에 따른 최소 인동간격비 0.8H로 적용하였고, Case-2는 EPI 최소 배점 기준인 1.0H로 적용하였다. Case-3의 경우는 법적 기준보다 상향된 인동간격비를 적용한 1.2H로 설정하였으며, Case-4의 경우는 단지내 최남측에 계획된 주동이나

채광창 전면에 고층건물이 없어 음영이 생기지 않는 주동을 고려하여 설정하였다.

Table 10의 누적음영 분석은 인동간격에 따른 음영의 정도와 1.2H의 높은 인동간격비를 적용하였을 경우 음영 생성 여부를 확인하기 위해 진행하였다. 분석기간은 태양고도가 가장 낮은 12월 동지(22일)를 기준으로 음영 분석도구는 Design Builder이며 시간마다 생성되는 음영 사진을 취합하여 일간 누적 음영을 보여준다.

Table 10. Shadow analysis of winter solstice period

Division	Continuous Shadow	PM 12:00 Elevation
Case-1 D/H 0.8H		
Case-2 D/H 1.0H		
Case-3 D/H 1.2H		
Case-4 D/H None		

인동간격별 생성되는 음영을 확인한 결과 0.8H의 경우 아파트의 중층에도 음영이 발생하는 것을 확인할 수 있으며, 1.2H의 높은 인동간격비를 적용 하여도 10층 미만의 층은 음영의 영향을 받는 것으로 분석된다. 해당 음영 분석은 태양의 고도가 가장 낮은 동지를 기준으로 분석하였지만, 난방부하가 큰 11월~2월은 지속적인 음영이 발생하는 것을 확인하였다. 이러한 음영은 난방 부하 증대에도 원인이 되지만, 공동주택의 주요 하자인 결로의 발생에도 영향이 있을 것으로 판단되며 누적음영이 발생하는 지층부 최소화를 위한 별도의 배치 계획이 필요하다.

8) <http://keps.energy.or.kr/>

4. 인동간격에 따른 일사 유입량과 난방부하

4.1. 일사 유입량 시뮬레이션 설정과 분석

대향동으로 인한 세대내 유입일사량의 변화를 확인하기 위해 Edit Calculation Option 메뉴에서 Include all buildings in shading calcs 항목을 체크하여 분석을 진행하였다. 해당 옵션을 체크할 경우 Shade calculation을 별도로 진행하여, 분석대상 건축물 주변에 음영요소를 모델링 한 경우 그 사항을 반영하여 산출된다. 그리고 순수하게 유입되는 일사량을 확인하고자 채광창 전면부의 건물과 대지에서 반사되는 일사량은 제외하였다. 시뮬레이션 결과는 Energy Plus의 결과값과 동일하게 출력되며 일사 유입량은 Window Energy Zone Summary Monthly에서 확인이 가능하다. 분석결과는 1개 층 4개 세대의 평균치로 나타내었으며, 12월의 일사 유입량과, 난방기간인 11월~4월의 전일사량을 나타내었다.

Table 11. Zone windows transmitted solar radiation energy result [kWh]

Division	December				During heating period			
	Total solar radiation energy				Total solar radiation energy			
	Case-1	Case-2	Case-3	Case-4	Case-1	Case-2	Case-3	Case-4
20F	546	546	546	546	3,771	3,771	3,771	3,771
19F	537	545	545	545	3,693	3,761	3,761	3,761
18F	528	541	545	545	3,610	3,725	3,760	3,760
⋮								
11F	240	501	531	545	2,703	3,538	3,645	3,758
10F	236	440	525	545	2,527	3,430	3,596	3,758
9F	235	338	514	545	2,412	3,204	3,575	3,758
⋮								
3F	229	301	336	545	2,105	2,601	2,926	3,758
2F	227	301	334	545	2,077	2,590	2,881	3,758
1F	227	301	331	545	2,071	2,590	2,836	3,758

최상층의 일사 유입량은 모든 인동간격에서 동일하게 유입되는 것으로 확인되며, 인동간격이 제일 좁은 Case-1의 경우, 12월 1층 일사 유입량은 227kWh로 최상층의 일사 유입량보다 41% 적은 일사가 유입되었으며 저층부의 일사 유입량은 인동간격이 넓어질수록 더 많은 일사가 유입되는 것으로 확인된다.

4.2. 난방부하 시뮬레이션 설정 및 분석

난방부하는 개별보일러를 이용한 바닥 난방구조를 적용하였으며, 세대별 난방시간은 Design Builder의 Residential Schedule를 이용하였고 실내 온도가 18℃일 경우 난방이 실행되도록 설정하였다. Zone의 설정조건 및 난방기기의 설정은 Table 12와 같으며 해당 설정조건은 난방부하의 변수를 제거하기 위해 세대별 차이가 심한 가전제품 및 인체 발열부하 요소 등을 제거하였으며, 기계식 환기장치의 경우 전 열교환효과(Return air)로 인한 부하변동이 예측되어 자연 환기로 적용하였다.

Table 12. Zone heating setting

Division		Contents
Heating	Type	Heated floor - Natural gas boiler Radiant/ Convective
	Efficiency	Seasonal CoP 0.85
	Schedule	AM 12:00 ~ PM 24:00 (All time)
Ventilation	Type	Natural ventilation/ Not return Air
	rate	5 ac/h

난방부하는 Zone Heating Summary Monthly Report의 Zone Air System Sensible Heating energy 값을 확인하였으며 12월과 연간 난방부하를 제시하였다. 결과 값은 난방설정 온도를 만족하기 위해 연간 필요한 에너지를 월별로 나타내주며 난방부하의 값은 1개 층 4개 세대의 평균치로 나타내었다. 최상층의 경우는 일사 유입량이 가장 많지만, 외기와 직접 맞닿는 면적이 넓어 난방부하가 크게 나타난 것으로 판단된다.

Table 13. Zone air system sensible heating energy result [kWh]

Division	December				Annual			
	Total sensible heating energy				Total sensible heating energy			
	Case-1	Case-2	Case-3	Case-4	Case-1	Case-2	Case-3	Case-4
20F	646	626	626	625	2,474	2,473	2,470	2,466
19F	462	449	448	447	1,624	1,618	1,614	1,607
18F	444	429	427	425	1,562	1,544	1,533	1,521
⋮								
11F	596	447	420	410	1,957	1,579	1,512	1,462
10F	622	489	423	409	2,088	1,657	1,521	1,456
9F	628	552	433	407	2,188	1,797	1,538	1,450
⋮								
3F	624	591	564	398	2,357	2,163	1,952	1,414
2F	622	590	564	400	2,385	2,183	1,979	1,424
1F	654	624	600	446	2,565	2,362	2,183	1,637

12월과 연간 난방부하 확인결과 인동간격이 넓어질수록 난방부하가 점차 감소하는 것을 확인할 수 있으며, Case-3과 Case-4의 연간 난방부하를 확인해 보면 최하층은 546kWh 차이를 확인할 수 있지만, 일사 유입량의 차이가 없는 최상층은 난방부하의 차이가 미미하게 나타난 것을 확인할 수 있다.

4.3. 일사유입량과 난방부하의 연관성 분석

최상층을 제외한 다른 층의 결과 값을 확인해 보면 일사 유입량이 커질수록 난방부하는 감소하는 것을 확인할 수 있으며, 위의 Table 11, 13의 결과 값으로 나타낸 그래프는 아래의 Fig. 2~5와 같다. 그래프를 살펴보면 인동간격비가 점차 커질수록 저층부의 일사 유입량이 증가하면서 난방부하도 감소하는 것을 확인할 수 있으며, 층별 유입 일사량과 난방부하의 차이가 줄어드는 것을 확인할 수 있다. 또한 1.2H의 높은 인동간격비를 적용하여도 10층 미만의 층은 음영의 영향으로 일사 유입량이 감소하는 것으로 나타났다.

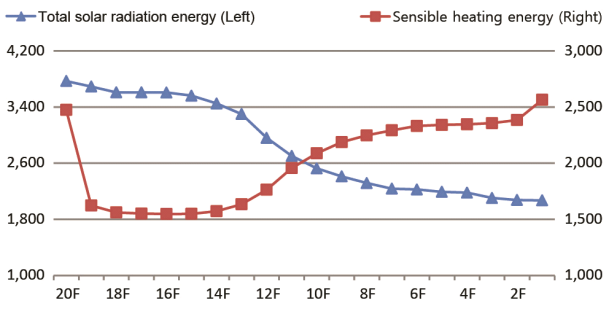


Fig. 2. Case-1 Solar energy and heating energy

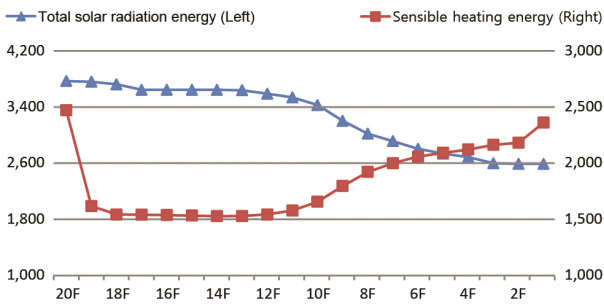


Fig. 3. Case-2 Solar energy and heating energy

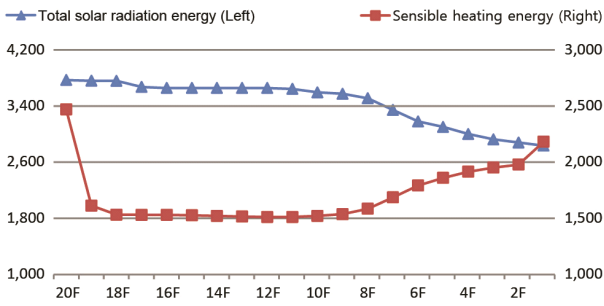


Fig. 4. Case-3 Solar energy and heating energy

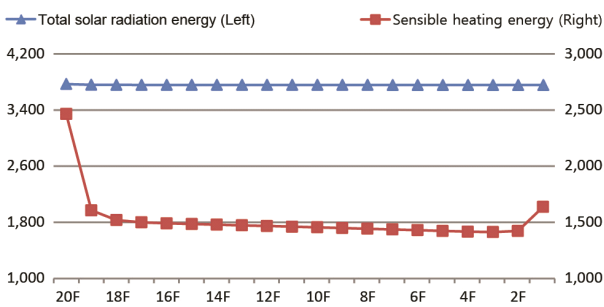


Fig. 5. Case-4 Solar energy and heating energy

Fig. 2~5의 Total solar radiation energy는 직달 일사량과 (Beam solar radiation) 확산 일사량의 (Diffuse solar radiation) 합으로 지면과 건물에서 반사되는 일사량은 (Reflected solar radiation)은 제외하여 분석을 진행하였다. 시뮬레이션의 결과 값을 확인한 결과 확산 일사량도 대향동의 영향을 받아 세대로 유입되는 일사량이 적어지는 것을 확인하였다.

일사 유입량이 난방부하 절감에 미치는 영향을 분석하기 위해 건

축조례에 따른 최소 인동간격비 0.8H를 기준으로 하여 층별 난방부하 절감률과 일사 유입 증가율을 비교해본 결과 Case-4의 경우 일사 유입량의 증가율에 따른 난방부하의 절감률을 확인할 수 있다. 하지만 1.0H, 1.2H의 저층부의 경우 일사 유입 증가율에 비해 난방부하 절감률이 낮은 것을 확인할 수 있다. 1층을 대상으로 1.0H를 확보했을 경우 일사 유입률은 20% 향상했지만 난방부하 절감률은 7.9%에 그치며, 1.2H의 경우 일사 유입은 27% 향상했지만, 난방부하 절감률은 15%로 확인되었다.

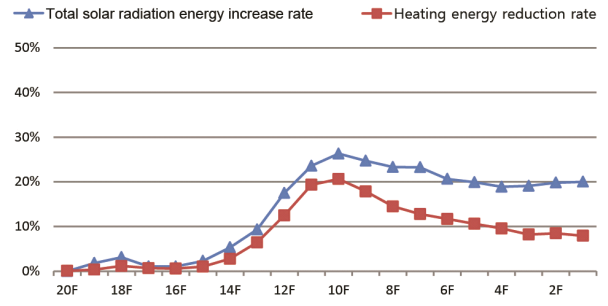


Fig. 6. Case-2 Variation rate of heating and solar energy

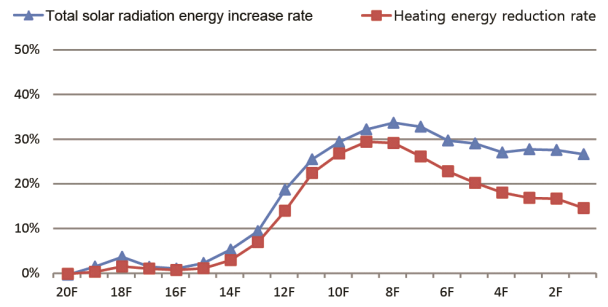


Fig. 7. Case-3 Variation rate of heating and solar energy

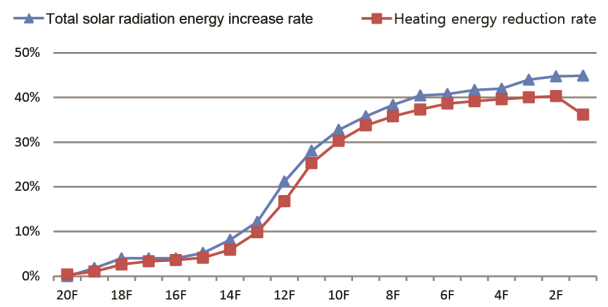


Fig. 8. Case-4 Variation rate of heating and solar energy

또한 1.0H 및 1.2H의 경우 일사 유입량 증가에 따른 난방부하 절감률이 가장 큰 층은 저층부가 아닌 10층 내외의 층으로 나타났다. 1.0H의 경우 10층에서 일사 유입 증가율 26% 대비 난방부하 절감률은 20%이며, 1.2H의 경우 9층에서 일사 유입 증가율 32% 대비 난방부하 절감률은 29%로 다른 층보다 일사 유입량에 대한 영향이 큰 것으로 분석된다.

5. 결론

본 연구는 Design Builder 시뮬레이션을 통하여 인동간격에 따른 층별 유입 일사량과 난방부하의 연관성을 확인하였다. 연구 결과 인동간격이 넓을수록 일조 유입량이 증가하면서 난방부하가 감소하는 것을 확인하였으며, 채광창 전면에 주동으로 인해 일사량의 영향을 받는 공동주택은 저층부보다 중층부에서 일사 유입으로 인한 난방부하 저감에 영향이 큰 것을 확인하였다.

첫째, 국내의 건축법령과 공동주택에 적용되는 에너지절약 설계 기준을 확인한 결과 난방부하 저감을 위한 일사 유입량에 대한 기준은 미비하다는 것을 확인하였다. 설계기준에서는 일조 유입량을 최대한 확보하여야 하는 설계방향을 제시하고 있으며 저층부 일조확보를 위한 설계기준은 인동간격비를 확보하는 기준만 있는 것을 확인하였다. 난방에너지 소모가 많은 주거시설에서는 난방부하 저감을 위해 일조수혜시간 보다 구체적인 일사량에 대한 기준이 마련되어야 한다.

둘째, 인동간격비 1.2H를 확보한 공동주택은 0.8H 공동주택 대비 난방기간 동안의 일사 유입량이 48,959kWh 증가하였으며 난방부하는 24,397kWh 감소하였다. 즉, 인동간격비가 1.5배 증가할 경우 일사 유입량은 17.78% 증가하였으며 이에 따라 난방부하도 15.1% 절감되었다. 해당 결과 값은 1개동에 대한 결과로 단지내 일사 유입량을 적절하게 확보한 주동이 많아질수록 더욱더 난방부하를 절감할 수 있을 것이다.

마지막으로, 인동간격비 1.0H, 1.2H의 경우 일사 유입량으로 인한 난방부하의 절감률이 가장 큰 층은 10층 내외의 중층부로 분석되었으며, 저층부는 일사 유입량의 향상 대비 난방부하의 절감률은 낮은 것으로 나타났다. 저층부의 경우는 일사 유입량의 추가 확보를 위한 주동 배치계획이나 적정 향에 대한 별도의 연구가 필요한 것으로 판단된다.

Reference

- [1] 김창성, “국내 공동주택 부분의 친환경건축 인증 평가 항목 및 사례 분석”, 한국생태환경건축학회. 2013 // (Kim, Chang-Sung, “The Analysis on the Evaluation Items of Korea Green Building Certification Criteria by the Case Studies of Collective Housing”, Journal of Korea Institute of Ecological Architecture and Environment, Vol.13, No.2, 2013)
- [2] 김수정, 김강수, “공동주택 단위주거의 일조 및 일사환경 평가에 관한 연구”, 한국태양에너지학회. 2013 // (Kim, Soo-Jeong, Kim, Kang-Soo, “Evaluation of Sunshine and Solar Radiation in Multi-family Apartment Unit”, Journal of The Korean Solar Energy Society, Vol.2013 No.4. 2013)
- [3] 김수정, “공동주택 일조일사환경 평가 및 세대별 난방부하 절감요소에 관한 연구”, 고려대학교 석사. 2013 // (“A study on evaluation of sunshine and solar radiation and saving elements of heating load according to the types of housing in multi-family apartments”, Korea Univ. 2013)
- [4] 김경아, “창호 구성 요소에 따른 난방에너지 절감을 예측에 관한 연구-공동주택을 중심으로”, 한국태양에너지학회. 2013 // (“Prediction of Heating Energy Saving Rate on the Window Type-Focus on the Apartment House”, Journal of The Korean Solar Energy Society, Vol.33 No.6. 2013)
- [5] 노은아, “공동주택 외피의 창면적비에 따른 에너지성능 평가”, 한국건축환경설비학회. 2011 // (“Energy Performance Evaluation of Apartment Building according to Window-to-wall ratio of Envelope”, Journal of KIAEBS, Vol.2011 No.10. 2011)
- [6] 이지은, 이강업 “아파트의 형태적 특징에 따른 친환경 성능 최적화 계획방안 연구”, 대한건축학회. 2013 // (“Optimal Design Method Depending on the Shape Characteristic for Apartments Incorporating Environmental Performance. Focused on the Sunlight and Thermal Environment”, Journal of The Architectural Institute of Korea, Vol.29 No.11. 2013)
- [7] 이지은, “아파트의 평면 형태에 따른 채광 및 에너지성능 비교”, 대한건축학회. 2014 // (“Comparison of Daylighting and Energy Performance According to Apartment Floor Shapes”, Journal of The Architectural Institute of Korea, Vol.30 No.3. 2014)
- [8] 김승희, “판상형 아파트와 탑상형 아파트의 이격거리와 주동배치에 따른 일조분석”, 대한건축학회지연협회. 2011 // (“A Sunlight Analysis according to Block Layout Pattern and Distance in Flat-type and Tower-type Apartment Housing”, Journal of AIRKRA, Vol.13 No.1. 2011)
- [9] 정숙진, 윤성환 “판상형 공동주택의 인동간격 및 배치 방위각이 일조-옥외 열환경에 미치는 영향 분석”, 대한건축학회지연협회. 2015 // (“Analysis of the Effects of Distance between Buildings and Orientation of Plate-Type Apartment Buildings on Sunlight Exposure and External Surface Temperature”, Journal of AIRKRA, Vol.17 No.6. 2015)
- [10] 박두용, 윤갑천, 감강수, “EnergyPlus와 eQUEST를 이용한 공동주택의 난방에너지소비량 비교분석에 관한 연구”, 한국태양에너지학회. 2013 // (“A Comparative Study on Heating Energy Consumption of Multi-Family Apartment using EnergyPlus and eQUEST”, Journal of The Korean Solar Energy Society, Vol.33 No.1. 2013)
- [11] 고종환, 허정호, “도시 밀집지역에서 인접건물의 음영을 고려한 냉난방 에너지부하 분석”, 대한건축학회. 2015 // (“Analysis of Cooling and Heating Loads considering the Impact of Solar Shading by Adjacent Buildings in Density Cities”, Journal of The Architectural Institute of Korea, Vol.31 No.7. 2015)
- [12] 김성은, 임시내, 이왕희, “공동주택단지 계획 시 주동배치에 따른 일사 차폐가 냉난방부하에 미치는 영향에 관한 연구”, 한국도시설계학회. 2013 // (“A study on the influence of the sunlight-block occurred by arrangement of apartment buildings on the heating and cooling loads in planning phase”, Journal of Urban Design Institute of Korea, 2015)
- [13] 박용규, 강규민 외 3인, “일사 차폐 장치가 있는 외피의 실내 유입 일사량 산출 방법”, 대한설비공학회. 2012 // (“Calculation Method of Indoor Solar Heat Gain in Building Envelope with Shading Device”, Journal of SAREK, Vol.2012 No.11. 2012)
- [14] 장희경, 김영탁 외 1인, “동적열부하시뮬레이션을 이용한 향변화에 따른 공동주택의 열적 불균형 검토”, 대한건축학회. 2009 // (“A Study on the Thermal Imbalance According to the Change of Direction Using Dynamic Heat Load Simulation in Apartment House”, Journal of The Architectural Institute of Korea, Vol.29 No.1. 2009)
- [15] 노상규, “공동주택의 일조환경이 난방에너지에 미치는 영향에 관한 연구”, 수원대학교 대학원 석사. 2001 // (“An Impact Analysis on the Heating Energy by Sunlight Environment of Apartment House”, The Graduate School of Suwon Univ. 2001)
- [16] 이대형, “일사량이 가변난방도일법의 연간 난방에너지 소요량 예측에 미치는 영향”, 한양대학교 공학대학원 석사. 2014 // (“Effects of the Solar Radiation on the Prediction of the Yearly Heating Energy Consumption in Variable Heating Degree Days”, Hanyang University Graduate School. 2014)
- [17] 신지욱, “인접 건축물 음영의 영향에 의한 겨울철 건물 에너지소비량의 분석 및 평가 연구”, 경원대학교 대학원 석사. 2008 // (“A Study on the Variations of Heating Energy Consumption due to the Solar shading by the Adjacent Building”, Gachon University Graduate School. 2008)
- [18] 여승기, “동절기 음영면적비를 이용한 공동주택 배치유형별 저층부 일조환경 평가 연구”, 한밭대학교 산업대학원 석사. 2006 // (“Overshadowing analysis of apartment building arrangement with winter average shading ratio of window”, Hanbat National University Graduate School. 2006)
- [19] 건축법 시행령 제86조 (2015.7.6., 개정)
- [20] 주택법 제39조 (2017.4.18., 타법개정)
- [21] 주택건설기준 등에 관한 규정 제58조 (2016.8.11., 개정)
- [22] 녹색건축 인증기준 (2016.06.13., 개정)
- [23] 건축물의 에너지절약 설계기준 (2017.01.20., 일부개정)
- [24] 에너지절약형 친환경주택의 건설기준 (2017.07.05., 개정)