

농어촌 주택 표준모델의 냉난방에너지요구량 분석

이찬규¹, 김우태^{2*}

¹공주대학교 대학원 기계공학과, ²공주대학교 기계자동차공학부

Heating and Cooling Energy Demand Analysis of Standard Rural House Models

Chan Kyu Lee¹ and Woo Tae Kim^{2*}

¹Department of Mechanical Engineering, Kongju National University

²Department of Mechanical and Automotive Engineering, Kongju National University

요약 농어촌 주택 표준모델에 대한 연간 건물에너지요구량을 DesignBuilder를 사용하여 계산하였다. 실내설정온도, 외벽의 열관류율, 창호타입, 환기량을 변화시키며 건물의 설계/운영 변수들이 에너지요구량에 미치는 영향을 분석하였다. 건물의 크기와 상관없이 난방에너지요구량이 냉방에너지요구량보다 더 큰 것으로 나타났다. 단열재 두께를 증가시켜 외벽의 열관류율을 감소시키면 단열효과로 인하여 난방에너지요구량은 감소하지만 냉방에너지요구량이 증가한다. 하지만 외벽의 열관류율 조절을 통한 난방에너지요구량의 절감에는 한계가 있으므로 외부에 직접 노출된 외벽의 면적을 최소화하는 것이 더 효과적인 것으로 판단된다. 계산에 사용된 4가지 창호 중 일반 이중창호가 난방에너지요구량 측면에서 가장 유리한 것으로 나타났다. 침기량은 일정하게 유지하고 단위시간당 환기량을 증가시킨 경우 냉방 에너지요구량은 큰 변화가 없었으나 난방에너지요구량이 증가하였다. 실내의 공기질이 만족되는 범위 내에서 환기량을 최소화하는 것이 연간 건물에너지요구량을 줄이는데 유리한 것으로 판단된다.

Abstract The annual energy demand of the standard rural house models was analyzed using the DesignBuilder. Indoor temperature set-point, U-value of outer wall, type of window, and degree of ventilation were selected as simulation parameters. In all the simulation cases, heating energy demand was higher than cooling energy demand regardless of the building size. When the lower U-value of the outer wall was applied to account for the thicker insulation layer, heating energy demand was decreased while cooling energy demand was increased. However, it is better to reduce the area of outer wall which is directly exposed to outdoor air because reducing the U-value of the outer wall is not effective in decreasing heating energy demand. Among the four different window types, the double skin window is most favorable because heating energy demand is the lowest. For a fixed infiltration rate, higher ventilation rate resulted in an increased heating energy demand and had minor impact on cooling energy demand. As long as the indoor air quality is acceptable, lower ventilation rate is favorable to reduce the annual energy demand.

Key Words : Standard rural house model, BIM, Energy demand analysis, DesignBuilder

1. 서론

최근 바쁘고 복잡한 도시생활을 벗어나 자연으로 회귀하고자하는 흐름과 느낌의 문화가 유행하고 있다. 웰빙생활과 식품안전에 대한 관심은 농촌생활에 대한 관심으로

이어지고 있다. 따라서 정부에서도 귀농·귀촌을 안정적으로 지원하기 위해 2009년 4월 귀농·귀촌 종합대책을 발표하였다.[1] 또한 한국농어촌공사에서는 농어촌 주택설계에 드는 시간적, 경제적 부담을 덜어주기 위해 설계도서를 미리 작성하여 두고 건축하고자 하는 국민들의 취향

본 논문은 공주대학교 신입교수 정착연구비에 의하여 연구되었음. (공주대학교)

*Corresponding Author : Woo Tae Kim

Tel: +82-10-2877-5362 email: wtkim@kongju.ac.kr

접수일 12년 07월 19일

수정일 12년 08월 06일

게재확정일 12년 08월 09일

에 따라 이를 선택적으로 이용할 수 있도록 공고하고 있다.[2] 농어촌 주택 표준설계도서는 1995년부터 2010년까지 76개 유형이 발표되었으며 2009년에 이르러서 개발의 유형이 급속히 늘어나고 활성화 되었다.

우리나라의 에너지 해외의존도는 2007년 기준 약 97.2%로 필요한 에너지의 대부분을 해외에 의존하고 있다. 이러한 에너지 해외의존도는 국제유가 상승과 석유자원 고갈로 인해 국가존속에 큰 위협이 될 수 있기 때문에 에너지 절약이 중요해지고 있다. 또한 건물에너지 소비량은 전체에너지 소비량의 약 25%를 차지하고 있으며 생활수준의 향상, 세대수의 증가로 소비량은 향후에도 지속적인 증가추세를 보일 것으로 예상된다.[3] 건물에너지요구량 절감을 위해 건물용도별로 에너지 성능개선에 관한 많은 연구가 진행되었다.[4,5,6,7] Im et al.은 BIM(building information modeling) 도구를 통해 농촌 주택 모델을 대상으로 패시브 및 액티브 요소를 적용하고 건물에너지 절감율을 분석하였다.[4] Son and Kim은 공공기관 건물의 에너지 성능개선을 위해 창호, 벽체의 열관류율 강화, 차양장치 등 패시브 요소를 적용하여 에너지 성능을 분석하고 성능 개선을 위한 방안의 우선순위를 도출하였다.[5] Ma and Choo는 농어촌 주택 표준모델의 난방에너지를 절감하기 위해 다양한 형태의 온실을 적용한 BIM 해석을 수행하였다.[6] Lee and Kim은 건물에너지 해석프로그램을 사용하여 국내 기후조건과 식물공장 내부의 환경조건에 따른 에너지 소비특성을 분석하였다.[7]

국내 농어촌 주택 및 주거개선을 위한 연구현황을 살펴보면 주거환경개선과 에너지 효율 향상을 연계한 연구는 미비하고 주거실태조사와 인식도조사, 정책 필요성에 대한 연구에 치중하고 있다. 보다 효율적인 연구 수행과 정량적 데이터 값을 도출하기 위해서는 BIM 기술을 활용한 연구수행이 추가적으로 필요한 것으로 사료된다.[6] 본 연구에서는 귀농인구가 사용할 저에너지 친환경 주택인 농어촌 주택 표준모델의 연간 건물에너지요구량을 분석하였다. 실내설정온도, 벽면의 열관류율, 창호의 종류, 환기량의 변화가 건물에너지요구량에 미치는 영향을 기준모델과 비교분석하여 연간 에너지요구량의 절감 방안을 도출하는데 필요한 정량적 자료를 제시하였다.

2. 연구 방법

2.1 농어촌 주택 표준모델

농어촌 주택 표준모델의 형태별 유형은 장방형, 변장방형, 7자형, ㄷ자형, 조합형으로 구분될 수 있으며, 장

방형 배치의 주택이 64.47%이고, 평균면적은 94.13 m²이 가장 많은 분포를 나타내고 있다. 또한 84.21%가 단층 건물로 설계 되었다.[6] 최근 농어촌 라이프 스타일을 반영하는 2010년 평면에서 도면을 추출하고, 형태적으로는 단층형, 장방형 모델을 기준으로 하고 소형, 중형, 대형별 대표모델 3개를 해석대상으로 선정하였다.

그림 1은 농림-10-12-가 모델로 총 면적이 40 m², 높이 2.4 m이다. 각 실은 다용도실, 보일러실, 화장실, 현관, 안방, 거실, 주방으로 이루어져있다. 거주자가 주로 생활하는 공간을 하나의 난방 존(zone)으로 설정하고 공기조화 조건을 적용하였다. 난방 존의 면적은 24.6 m²이었다. 그림 2는 농림-10-26-가 모델이다. 총 면적이 86.2 m²로 안방, 거실, 주방 그리고 사랑방만을 난방 존으로 설정하고 나머지는 제외하였다. 난방 존의 면적은 63.5 m²였다. 그림 3은 농림-10-33-다 모델로 총 면적은 110.4 m²이다. 안방, 방 3개, 거실, 주방, 공용면적을 난방 존으로 설정하였으며 면적은 73.9 m²이다. 모델의 명칭은 각각 12형, 26형, 33형으로 표기하였다.



[그림 1] 표준형 주택모델 농림-10-12-가
[Fig. 1] Standard rural house model Nonglim-10-12-Ga



[그림 2] 표준형 주택모델 농림-10-26-가
[Fig. 2] Standard rural house model Nonglim-10-26-Ga



[그림 3] 표준형 주택모델 농림-10-33-다
[Fig. 3] Standard rural house model Nonglim-10-33-Da

2.2 DesignBuilder

본 논문의 계산에 사용된 DesignBuilder는 영국 DesignBuilder사에서 개발한 건축물 에너지 및 환경 시뮬레이션 프로그램으로서 미국 에너지성의 건물에너지 시뮬레이션 프로그램인 EnergyPlus와 연동하여 빛, 온도, CO₂ 등의 환경을 시뮬레이션하고 건물 열에너지에 영향을 미치는 요소를 동시에 고려할 수 있도록 되어 있어 건축 계획단계부터 환경을 배려한 에너지절약형 건물의 설계가 가능하며[8] ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers)의 기상데이터를 이용하여 간편하고 정확하게 에너지 계산을 수행할 수 있다.[9]

2.3 계산 조건

계산에 적용한 조건을 표 1에 나타내었다. 기후조건은 DesignBuilder가 공주대학교 천안공과대학이 위치한 천안의 EPW(EnergyPlus Weather)데이터[10]를 제공하지 않아 인근 지역인 평택의 날씨 데이터를 사용하였다. 실내 냉난방 설정온도는 정부에서 권장하는 온도인 난방 20℃와 냉방 26℃를 기준온도로 설정하였다.[11]

[표 1] 시뮬레이션 조건
[Table 1] Simulation conditions

Weather Data	Pyeongtaek 2002 EPW data
Temperature Set-point	Heating 20℃ Cooling 26℃
Resident Schedule	Week Day 18:00~08:00 Weekend 00:00~24:00
Glazing	Single Glass PPG Clear Glass 6 mm
Infiltration	0.5 ACH

[표 2] 단위세대 전용면적당 전기에너지 발열량
[Table 2] Electric heat gain of house model per unit area

모델	전용면적(m ²)	단위면적당 전기에너지량 (W/m ²)
12형	40.2	4.79
26형	76.2	4.02
33형	96.6	3.50

[표 3] 단위세대 인체 발열량
[Table 3] Human heat gain of house model

모델	전용면적 (m ²)	거주인수 (인)	인체발열량 (W)
12형	40.2	3.13	120
26형	76.2	3.69	141
33형	96.6	3.90	149

실내의 설정 스케줄은 기기발열 24시간, 재실자 발열은 주중 18:00~08:00, 주말 24시간으로 설정하였다. 기준 계산조건에서 PPG사의 6 mm 단일창호와 침기량은 0.5 ACH(Air Change per Hour)를 적용하였다. 실내발열량은 에너지관리공단의 건물에너지 효율 등급인증제도 운영규정[12,13]을 기준으로 전용면적당 전기에너지 발열량과 인체발열량을 표 2와 3과 같이 설정하였다. 모든 설정은 재실자가 주로 거주하는 난방 존에만 설정하였다.

3. 결과 및 토의

3.1 연간 냉난방에너지요구량 분석

농어촌 주택 표준모델의 설계도면을 기준으로 제작한 모델에 표 4의 외벽조건을 적용하여 연간 에너지요구량을 분석하였다. 연간 건물에너지요구량은 그림 4와 같이 계산되었다. 12형 모델의 경우 난방에너지요구량이 냉방 에너지요구량보다 약 3.6배, 26형 모델의 경우 약 6.9배, 33형 모델의 경우 약 5.8배 큰 것으로 나타났다. 26형 모델은 12형 모델에 비해 냉난방을 요구하는 면적이 넓기 때문에 난방에너지요구량은 약 5.2배, 냉방에너지요구량은 2.7배 증가한다. 하지만 33형과 26형 모델을 비교하면 면적 증가량에 비해 건물에너지 요구량의 증가는 크지 않았다. 난방에너지요구량이 약 2.5% 증가한데 반해 냉방에너지요구량은 약 22% 증가한 것으로 나타났다. 26형 모델에서 외부에 노출된 창호의 면적은 9.53 m²이었고 33형 모델에서 총 창호의 면적은 18.68 m²이지만 난방

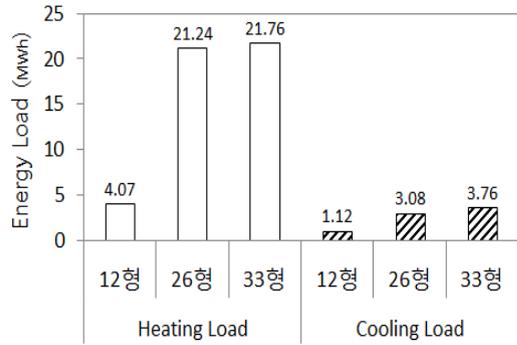
존에 있는 창호 중 면적이 넓은 창호가 온실과 버퍼 존에 접하고 있어 외부에 직접 노출된 면적은 4.75 m²로 26형 모델보다 작았다. Ma and Choo[6]의 연구결과에서 얻어진 온실의 영향과 동일하게 33형의 경우 온실과 버퍼 존의 영향으로 겨울철 실내의 열을 상대적으로 적게 잃게 되어 난방에너지요구량의 증가량이 적은 것으로 판단된다. 그림 5에서 33형의 월별 건물에너지요구량을 분석한 결과 겨울철 난방에너지요구량을 줄이는 것이 건물에너지요구량을 감소시키는데 유리한 것으로 판단된다. 그림 6, 7은 건물 실내 냉난방설정온도의 변화에 따른 건물에너지요구량의 분석결과를 나타낸다. 그림 6은 난방 존의 난방설정온도 20℃를 기준으로 18℃와 22℃로 변화시킨 결과이며 그림 7은 냉방설정온도를 24℃와 28℃로 변화시킨 결과이다. 난방설정온도가 높아지면 난방에너지요구량은 증가하고 냉방설정온도가 높아지면 냉방에너지요구량은 감소한다. 건물 실내설정온도의 변화에 따른 난방에너지요구량의 민감도가 냉방에너지요구량에 비해 더 큰 것으로 나타났다.

표준 주택모델별 단위면적당 연간 난방에너지요구량은 12형, 26형, 33형 순으로 약 102, 246, 197 kWh/m²yr으로 분석되었다. 12형을 제외한 26, 33형 표준 주택모델은 건물에너지효율등급 인증을 받은 238개 표준주택의 평균 난방에너지 소비량 135 kWh/m²yr[14]를 초과한다. 따라서 난방에너지요구량을 줄일 수 있는 요소를 적용하여 에너지를 절감할 필요가 있다.

[표 4] 건축재료의 특성치

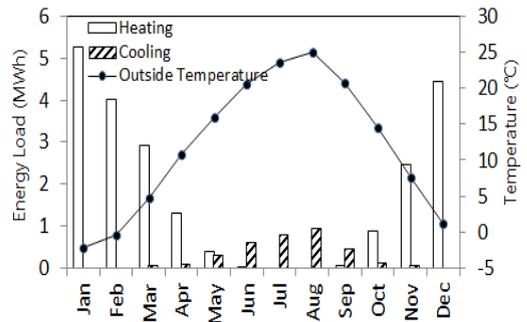
[Table 4] Properties of construction materials

구분	재질	Conductivity (W/m ² · K)	Thickness (m)
실외벽	WeatherBoard	0.14	0.100
	Wood-Pine	0.17	0.150
실내벽	Plaster	0.16	0.010
	Wood-Pine	0.17	0.100
	Plaster	0.16	0.010
지붕	Clay Tile	1.00	0.025
	MW Stone Wool	0.04	0.095
	Roofing Felt	0.19	0.005
바닥	External Rendering	0.50	0.025
	MW Stone Wool	0.04	0.075
	Timber Flooring	0.14	0.005
창호	PPG Clear Glass	1.00	0.006



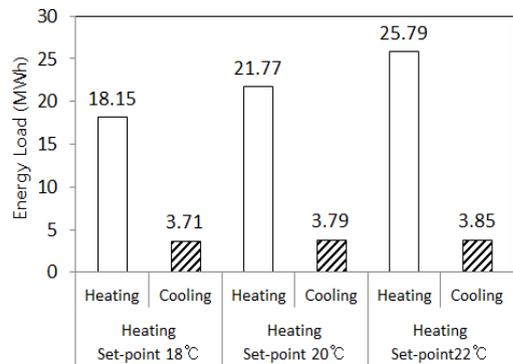
[그림 4] 3가지 모델별 연간 건물에너지요구량

[Fig. 4] Annual energy demand for three different models



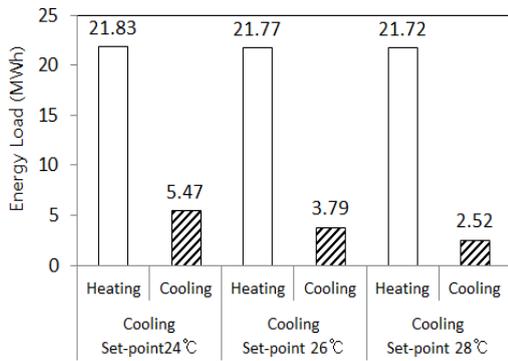
[그림 5] 33형의 월별 건물에너지요구량

[Fig. 5] Monthly building energy demand for 33-type model



[그림 6] 33형 난방설정온도별 건물에너지요구량

[Fig. 6] 33-type model building energy demand for different heating set-points



[그림 7] 33형 냉방설정온도별 건물에너지요구량
[Fig. 7] 33-type model building energy demand for different cooling set-points

3.2 벽면 열관류율 변화

벽면 열관류율은 건물 벽면을 통해 실내의 열이 외부로 손실되는 양을 나타낸 값으로 본 연구에서는 난방에너지요구량을 감소시키기 위해 외벽의 열관류율 변화에 따른 모델별 건물에너지요구량 변화를 계산했다. 표 5는 기존 벽면 재질과 교체한 벽면 재질의 특성을 비교한 것이다.

[표 5] 외벽 열관류율
[Table 5] U-values of outside wall

구분	두께 (mm)	열관류율 (W/m ² ·K)
기존 외벽	260	0.566
Case 1 (Polyurethane 10 mm)	260	0.487
Case 2 (Polyurethane 50 mm)	260	0.313
Case 3 (Polyurethane 80 mm)	260	0.247

[표 6] 외벽구조에 따른 연간 건물에너지요구량
[Table 6] Annual building energy demand for different U-values of outside wall (unit: MWh)

Type	Load	Ref.	Case1	Case2	Case3
12	Heating	4.07	4.05	3.88	3.80
	Cooling	1.12	1.21	1.35	1.38
26	Heating	21.24	21.17	20.83	20.66
	Cooling	3.08	3.27	3.48	3.51
33	Heating	21.76	21.54	21.50	21.35
	Cooling	3.76	3.77	4.32	4.37

외벽의 재질은 실외 측에 Weather Board 100 mm와 실내 측 Wood - Pine 150 mm으로 구성되어있다. 총 두께를 260 mm로 설정하고 외부재질과 내부재질 사이에 폴리우레탄을 단열재로 추가하였다. 단열재의 두께를 10 mm, 50 mm, 80 mm로 증가시키며 Weather Board 두께와의 합이 100 mm가 되도록 설정하여 벽면의 열관류율을 변화시켰다. 표 6은 열관류율 변화에 따른 연간 건물에너지요구량을 나타낸다. 열관류율이 작아지면서 모든 모델의 난방에너지요구량이 감소하고 냉방에너지요구량은 증가하는 패턴을 보인다. 외벽을 통해 내부의 열에너지가 외부로 빠져나가지 못해 난방에너지요구량은 줄어든다. 냉방의 경우 그림 5에서 월평균온도는 8월에 25.6°C로 가장 높으며 실내 냉방설정온도보다 낮다. 평균온도에 기반하여 건물의 열전달을 정성적으로 분석해보면 실내발열과 태양광 입사로 인해 공급되는 열에너지 중 건물외벽을 통해 제거하지 못한 부분만큼 냉방장치를 통해 제거하여야 한다. 외벽의 열관류율이 낮아질수록 건물 외벽을 통해 제거되는 열에너지가 감소하여 냉방에너지요구량이 증가하는 경향을 보이는 것으로 사료된다.

표준 주택모델에 가장 열관류율이 낮은 벽체를 사용할 경우 단위면적당 연간 난방에너지요구량은 약 95, 239, 193 kWh/m²yr으로 분석되었다. 벽체의 열관류율이 낮아지면서 기존 계산 모델보다 난방에너지요구량이 감소하지만 효율등급인증 기준에는 미치지 못하는 것으로 확인되었다. 따라서 외벽의 열관류율 조절을 통한 난방에너지요구량의 절감에는 한계가 있으므로 외부에 직접 노출된 외벽의 면적을 최소화하는 것이 더 효과적인 것으로 판단된다.

3.3 창호타입 변화

3가지 주택모델에 표 7과 같이 단일창호, low-e 창호 (low emissivity glass), 이중창호, low-e 이중창호 4가지 창호타입을 적용하여 에너지요구량을 계산하였다.

[표 7] 4가지 창호타입별 물성치
[Table 7] Properties of 4 different window types

구분	SHGC	열관류율 (W/m ² ·K)
Single Clear Glass (6 mm)	0.820	5.812
Single Low-e Glass (5 mm)	0.348	3.173
Double Clear Glass (6 / Air 12 / 6)	0.708	2.700
Double Low-e Glass (5 / Air 12 / 5)	0.262	1.200

[표 8] 창호타입에 따른 연간 건물에너지요구량
[Table 8] Annual building energy demand for 4 different window types (unit: MWh)

Type	Load	Single Glass	Low-e Glass	Double Glass	Double Low-e Glass
12	Heating	4.07	4.18	3.47	3.73
	Cooling	1.12	0.76	1.08	0.72
26	Heating	21.24	21.44	20.69	20.89
	Cooling	3.08	2.90	3.08	2.88
33	Heating	21.76	21.89	21.27	21.56
	Cooling	3.76	3.46	3.76	3.37

창호타입별 특성은 SHGC(Solar Heat Gain Coefficient)와 열관류율로 나타내었다. SHGC는 태양으로부터 창호를 통해 들어오는 태양열 취득량을 나타내는 값으로 창호를 통해 직접 들어오는 열의 양과 창호에 흡수되었다가 실내로 들어오는 열의 양을 합한 값이다.[15]

일반 단일창호와 low-e 창호를 비교했을 경우 단일창호 대비 low-e 창호의 SHGC 값은 약 42%, 열관류율은 약 54% 수준이다. 즉, 태양으로부터 받는 열취득량과 외부로 빼앗기는 실내열의 양이 절반정도라는 것을 알 수 있다. 따라서 low-e 이중창호가 일반 이중창호의 절반 정도의 태양열 취득과 실내 열 손실이 발생한다. 표 8은 창호타입에 따른 건물에너지요구량 계산 결과이다. 단일창호와 low-e 창호를 비교하고 이중창호와 low-e 이중창호를 비교해보면 열관류율 감소의 효과보다 SHGC 값의 감소가 더 큰 영향을 미쳐 냉방에너지요구량이 감소하고 난방에너지요구량이 증가하였다. 하지만 총 건물에너지요구량은 low-e 창호를 적용하여도 크게 변하지 않았다. 또한 표준 주택모델의 단위면적당 연간 난방에너지요구량을 분석한 결과 일반 이중창호의 난방에너지요구량이 가장 작았다. 따라서 난방에너지요구량을 저감하기 위해서는 일반 이중창호가 유리할 것으로 판단된다. 또한 low-e 창호가 일반창호에 비해 설치비용이 비싸기 때문에 일반 이중창호를 적용하는 것이 에너지 절감에 있어 low-e 이중창호와 비슷한 성능을 얻으면서 경제성 측면에서 유리한 것으로 판단된다.

3.4 환기량 변화

실내공기질 확보가 필요한 공동주택에서는 일반적으로 최소한 0.7 ACH보다 많은 환기량을 확보하는 것이 권장된다.[16] 환기량의 영향을 평가하기 위해 침기량을 0.5 ACH로 일정하게 유지하고 각각 0.3, 0.7, 1.0 ACH 3가지로 환기량을 변화시켜 건물에너지요구량을 표 9와 같이

분석하였다. 환기량은 난방 존에만 강제환기로 적용하였고 실내에 재실자가 있는 스케줄을 사용하였다. 연중 일정한 환기량 확보를 위해 팬을 이용해 강제환기를 하면 난방에너지요구량이 증가한다. 냉방에너지요구량은 12형의 경우는 약간 감소하고 25형과 33형은 약간 증가하지만 증가량은 무시할만한 수준이다. 강제 환기는 연중 일정하게 환기를 할 수 있어 공기의 질이 높아지지만 에너지 측면에서 난방에너지요구량을 증가시키는 요인이 된다.

[표 9] 환기량 변화에 따른 연간 건물에너지요구량
[Table 9] Annual building energy demand for 4 different ventilation rates (unit: MWh)

Type	Load	0.0 ACH	0.3 ACH	0.7 ACH	1.0 ACH
12	Heating	4.07	4.48	5.03	5.44
	Cooling	1.12	1.11	1.10	1.09
26	Heating	21.24	22.46	24.08	25.31
	Cooling	3.08	3.09	3.10	3.10
33	Heating	21.76	23.01	24.67	25.94
	Cooling	3.76	3.78	3.78	3.78

4. 결론

본 연구에서는 DesignBuilder를 이용하여 놓어촌 주택 표준모델 3가지에 대한 연간 에너지요구량을 계산하였다. 실내설정온도, 외벽의 열관류율, 창호타입, 환기량의 변화가 건물의 에너지요구량에 미치는 영향을 분석하였다.

- (1) 모든 계산 케이스에서 난방에너지요구량이 냉방에너지요구량보다 크게 나타났다. 이는 평택의 연중 평균 기온이 난방 설정온도인 20℃보다 낮기 때문이다. 따라서 표준모델의 경우 냉방에너지요구량 보다는 난방에너지요구량을 줄여야 연간 에너지요구량을 감소시킬 수 있는 것으로 나타났다.
- (2) 단열재 두께를 증가시켜 외벽의 열관류율을 감소시키면 단열효과의 증가로 난방에너지요구량은 감소하지만 냉방에너지요구량이 증가한다. 하지만 외벽의 열관류율 조절을 통한 난방에너지요구량의 절감에는 한계가 있으므로 외부에 직접 노출된 외벽의 면적을 최소화하는 것이 더 효과적인 것으로 판단된다.
- (3) 계산에 사용된 4가지 창호 중 일반 이중창호의 난방에너지요구량이 가장 작았다. Low-e 창호가 일반 창호에 비해 설치비용이 비싸기 때문에 일반 이

중창호를 적용하는 것이 에너지 절감에 있어 low-e 이중창호와 비슷한 성능을 얻으면서 경제성 측면에서 유리한 것으로 판단된다.

- (4) 침기량은 일정하게 유지하고 단위시간당 환기량을 증가시킨 경우 냉방에너지요구량은 큰 변화가 없었으나 난방에너지요구량이 증가하였다. 실내의 공기질이 만족되는 범위 내에서 환기량을 최소화하는 것이 연간 건물에너지요구량을 줄이는데 유리한 것으로 판단된다.

향후 건물에너지요구량 계산의 정확도를 높이고 실제 건물환경을 반영하기 위해서는 건물 내부 기류조건과 열 전달계수가 해석 시 고려되어야한다.[17] 이를 위해 건물 에너지 시뮬레이션과 복잡한 형상의 처리와 병렬컴퓨팅에 유리한 lattice Boltzmann method[18]을 적용한 전산유체역학 시뮬레이션의 연성해석을 추가로 진행할 계획이다.

References

- [1] Y. S. Song and D. Y. Hwang, "Current Status and Future Directions of Return to Farming Education", The Society of Korea Agricultural Education 2010 Annual Conference, pp. 95-121, 2010.
- [2] Korea Rural Community Corporation, "Standard Rural House Model", www.welchon.or.kr
- [3] J. H. Yoo, J. Y. Kim, and H. J. Hwang, "A Study on Establishment of the Basic Plan to Construct an Integrated Management System of National Building Energy", Land and Housing Institute Journal of Land, Housing, and Urban Affairs, Vol. 2, No. 4, pp. 379-385, 2011.
- [4] K. U. Im, B. N. Kim, J. H. Yoon., and K. I. Jin, "The Study on the Zero-Energy House Prototype of Country House", The Korean Solar Energy Society 2009 Autumn Annual Conference, Vol. 29, No. 2, pp. 185-190, 2009.
- [5] J. H. Son and S. Kim, "A Study on Energy Reduction of Passive Factor Apply for the Improvement of Energy Performance in Public Building", The Korean Solar Energy Society 2011 Spring Annual Conference, Vol. 31, No. 2, pp. 196-201, 2011.
- [6] J. Y. Ma and S. Y. Choo, "A Study on BIM based Energy-Efficient Design of Rural Community Standard Drawing and Specification in South Korea -Focused on Thermal Buffer-zone-", Journal of Architectural Institute of Korea, Vol. 28, No. 1, pp. 47-57, 2012.
- [7] C. K. Lee and W. T. Kim, "A Study on the Heating and Cooling Energy Load Analysis of the KNU Plant Factory", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 13, No. 4, pp. 1419-1426, 2012.
- [8] DesignBuilder, "DesignBuilder EnergyPlus Simulation Documentation for Design Builder v2.3", 2010.
- [9] ASHRAE., "ASHRAE Handbook —Fundamentals, Chapter 28, Climate Design Information", pp. 28.1-28.10, 2005.
- [10] U.S. Department of Energy, "Auxiliary EnergyPlus Programs - Extra Programs for EnergyPlus", 2010.
- [11] Korea Energy Management Corporation, "Guidelines for the Indoor Temperature to Save Electricity in Summertime", www.kemco.or.kr
- [12] Korea Energy Management Corporation, "Regulations for Building Energy Efficiency Rating and Certification", pp. 32700.1-32700.20, 2007.
- [13] C. Y. Jang, J. S. Lee, and H. S. Han, "Evaluation of Building Energy Rating System According to the Change of Building Element's Thermal Insulation Performance in Apartment", Journal of Architectural Institute of Korea, Vol. 55, No. 5, pp. 80-85, 2011.
- [14] C. H. Cheong, J. Y. Kim, T. Y. Kim, and S. B. Leigh, "Analysis on the Improvement Factor of Residential Building Energy Rating System in the Respect of Passive House", Journal of Architectural Institute of Korea, Vol. 26, No. 3, pp. 235-243, 2010.
- [15] W. K. Choi, "Energy Saving in Office Building, Resolved by the Glazing's SHGC", Journal of Architectural Institute of Korea, Vol. 55, No. 5, pp. 80-85, 2011.
- [16] C. H. Cheong, J. Y. Kim, S. H. Hwang, B. Y. Park, T. Y. Kim, and S. B. Leigh, "Verification of Natural Comfort Ventilation Performance by Operation Mode in Korean Apartment", Journal of Architectural Institute of Korea, Vol. 26, No. 1, pp. 331-339, 2010.
- [17] H. Jung, S. J. Lee, T. Y. Kim, and S. B. Leigh, "Analyze the Building Thermal Environment by BES-CFD Simulation Coupling Method", 2011 Architectural Institute of Korea Autumn Annual Conference, Vol. 31, No. 2, pp. 425-426, 2011.
- [18] S. Chen and G. D. Doolen, "Lattice Boltzmann Method for Fluid Flows", Annual Review of Fluid Mechanics, Vol. 30, pp. 329-364, 1998.

이 찬 규(Chan Kyu Lee)

[준회원]



- 2011년 2월 : 공주대학교 기계자동차공학부 자동차공학전공 졸업 (학사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 기계공학과 석사과정

<관심분야>

에너지공학, 열유체공학, 자동차공학

김 우 태(Woo Tae Kim)

[정회원]



- 2000년 8월 : 포항공과대학교 기계공학과 (공학박사)
- 2001년 11월 ~ 2002년 10월 : 워털루대학교 기계공학과
- 2002년 12월 ~ 2005년 9월 : 카네기멜론대학교 Data Storage Systems Center
- 2005년 10월 ~ 2009년 8월 : 삼성코닝정밀소재 기술연구소
- 2009년 9월 ~ 현재 : 공주대학교 기계자동차공학부 조교수

<관심분야>

열유체공학, 에너지공학, 전산유체역학, 연소공학