

국내 공동주택의 에너지절약 설계기준 강화에 따른 냉난방설비 설계 기준 개선 방안

Improvement of Design Criteria in Heating and Cooling Equipment According to the Consolidation of Design Standard for Energy Saving in Apartment Buildings of Korea

임재한*† · 김성임** · 송승영***

Lim Jae-Han*† , Kim Sung-Im** and Song Seung-Yeong***

(Submit date : 2014. 4. 28., Judgment date : 2014. 4. 28., Publication decide date: 2014. 6. 20.)

Abstract : Recently design standard for energy-saving in apartment buildings has been consolidated gradually on the basis of evaluation and certification standards of energy efficiency of buildings, the energy-saving policy of building at home and abroad. Performance criteria for thermal insulation as well as fenestration has been progressively enhanced, and performance criteria for ventilation and airtightness of the building have also been re-developed. Therefore, heating and cooling load characteristics of the apartment building can be changed. For the design of the upcoming heating and cooling equipment in apartment buildings, it is necessary to evaluate the heating and cooling load characteristics according to the design strategies for energy saving in apartment buildings. As a result, in this study, it is intended to use as a resource for analyzing the impact that the adoption of energy-saving design variables for each of the apartment buildings, to predict the heating and cooling load characteristics in the apartment building.

Key Words : 공동주택 (Apartment building), 냉난방 설비(Cooling and Heating Equipment), 에너지절약 설계변수 (Design variables for energy-saving)

*† 임재한(교신저자) : 이화여자대학교 건축공학과
E-mail : limit0@ewha.ac.kr, Tel : 02-3277-6874

**김성임 : 이화여자대학교 건축공학과

***송승영 : 이화여자대학교 건축공학과

*† Lim Jae-Han (corresponding author) : Department of Architectural Engineering, Ewha Womans University.

E-mail : limit0@ewha.ac.kr, Tel : 02-3277-6874

**Kim Sung-Im : Department of Architectural Engineering, Ewha Womans University.

***Song Seung-Yeong : Department of Architectural Engineering, Ewha Womans University.

1. 서 론

현재 국내 에너지소비량의 약 22.3%, 온실가스 배출량의 약 25% 이상이 건물 분야에서 차지하고 있으며, 건축물 전체 에너지 사용량 중 주거건물이 53%를 차지하고 있다. 이에 정부에서는 ‘녹색건축물 활성화 비전 및 계획’에서 2017년까지 2005년 대비 60% 수준으로 냉난방에너지를 감축하기 위해 패시브하우스 수준의 주거용 건물을 보급하고, 2025년까지는 모든 신축주택을 제로에너지화하기로 에너지성능목표를 설정하였다. 이를 위해 정부에서는 건축물 에너지효율등급 인증기준 등 국내외 건물에너지절감 정책에 따라 건축물 에너지절약 설계기준을 점진적으로 강화하고 있다. 이로 인해 건축물에서 단열성능은 물론, 창호성능 기준이 점차 강화되고 있으며, 건물에서의 기밀성능 및 환기 성능기준도 재정비되고 있다. 따라서 국내 에너지절약설계기준에 따라 건설된 공동주택의 냉난방부하 특성

은 시대적으로 변하고 있다. 그러므로 공동주택의 냉난방설비 설계를 위해서는 냉난방부하 특성에 따른 냉난방설비의 용량산정기준을 개선해 나가는 것이 필요하다. 이에 본 연구에서는 패시브 제로에너지 건축물 설계기술을 고려하여 공동주택의 에너지절약 설계변수별 민감도를 분석하고, 공동주택의 에너지절감 수준별로 적정한 냉난방설비의 설계기준을 제시하고자 하였다.

2. 국내 공동주택의 냉난방설비 용량 산정 기준에 대한 예비적 고찰

2.1 국내 공동주택의 에너지절약설계기준 개정 추이

Table 1과 같이 1979년부터 우리나라에서는 주거용 건물에 대해 부위별 단열규정이 신설되어 최근까지 지속적으로 개정되어 왔다. 1984년 이후 제주도와 제주도 이외의 두 개 지역으로 단열기준을 구분하였으며, 규정된

Table. 1 Chronological changes of thermal insulation regulation according to building structure

개정년도		1979	1980	1984	1987	2001	2008	2010	2013	패시브 하우스
구조체 (중부)	외벽	1.05	0.58	0.58	0.58	0.47		0.36	0.270	0.15
	바닥	1.05	1.16			0.35		0.30	0.230	
	지붕	1.05	0.58			0.29		0.20	0.180	
	측벽	-	-	0.47	0.47	0.35		0.27	-	
	층간바닥	-	-	-	-	0.81				
구조체 (남부)	외벽	1.05	0.58	0.58	0.76	0.58		0.45	0.340	
	바닥	1.05	1.16			0.41		0.35	0.280	
	지붕	1.05	0.58			0.52		0.24	0.220	
	측벽	-	-	0.47	0.70	0.47		0.36	-	
	층간바닥	-	-	-	-	0.81				
구조체 (제주)	외벽	1.05	0.58	1.16	1.16	0.76		0.58	0.440	
	바닥	1.05	1.16			0.47		0.35	0.330	
	지붕	1.05	0.58			0.76		0.41	0.29	0.280
	측벽	-	-	0.93	0.81	0.58		0.45	-	
	층간바닥	-	-	-	-	0.81				
창호	중부	2.56	3.49	3.49	3.37	3.84	3.00	2.10	1.500	0.8
	남부				3.60	4.19	3.30	2.40	1.800	
	제주				5.81	5.23	4.20	3.10	2.600	

단열성능이 크게 강화되어 왔다. 1987년부터 중부, 남부, 제주도로 단열기준이 구분되어 규정되었으며, 2001년 개정안부터 단열부위를 외기에 직접 면하는 부위와 간접 면하는 부위, 바닥난방인 경우와 바닥난방이 아닌 경우로 구분되어 왔다. 또한 층간바닥에 대한 기준이 신설되고, 창호의 단열성능은 창틀 및 유리를 포함한 전체 열관류율로 적용되었다. 이 시점에서 중부와 남부지역의 창호 열관류율 기준이 개정전보다 완화된 것으로 보이나, 실제로 요구되는 창호 단열 성능은 더욱 강화되었다. 2010년 7월1일, 국토해양부고시 “건축물의 에너지절약설계기준”부터 건축부문에서 창호는 기밀성능 10등급(통기량 10m³/hm²) 이하인 창호를 적용하도록 의무화하였으며, 2013년 9월 1일 이후부터 거실의 외기에 직접 면하는 창호는 기밀성능 1~5등급(통기량 5m³/hm²미만)인 창호를 적용하도록, 보다 강화된 수준으로 개정되었다. 2013년 최근까지 구조체와 창호의 열관류율 성능 기준은 크게 강화되었으며, 향후에도 패시브하우스 설계 수준으로 점진적으로 강화될 것으로 보인다.

2.2 국내 공동주택의 냉난방설비 용량 산정 기준

Table. 2 Design heating load for district heating

구분	난방면적(m ²)	단위난방부하(W/m ²)			
		A	B	C	D
아파트	60 초과	63.8	61.5	56.8	52.2
	45~60 이하	66.9	64.5	59.6	54.8
	33~45 이하	68.2	65.8	60.8	55.8
	33 이하	70.2	67.6	62.5	57.4
연립주택	60 초과	70.2	67.6	62.5	57.4
	60 이하	77.1	74.4	68.7	63.1

A : 대전·충청지역, B : 수원·청주지역
 C : 서울 및 수도권, 인천, 안산, 전주, 광주, 대구, 강릉
 D : 부산·양산·김해·울산·여수·목포지역

Table. 3 Design cooling load according to KS C9306

기준 냉방 부하 Q _o			123 W/m ²			
차양	WR 80%	동 서 남 북	-11	14	10	-38
	WR 70%	동 서 남 북	-18	3	0	-43
	WR 60%	동 서 남 북	-27	-7	-10	-47
부하	최상층 아파트		40			
	연립주택		50			
	중간층		0			
보정값	조명		10 W/m ²			
	외기		0.4 CFM/m ²			
가전	TV		150 W/대			
	냉장고		300 W/대			
	마이크로 오븐		100 W/대			
	가스 오븐		900 W/대			

공동주택에서 냉난방부하 계산은 냉난방설비의 용량을 결정하고, 에너지성능평가 및 연간 에너지소요량을 산정하기 위한 기초 자료로서 활용된다. 현재 이용되는 냉난방부하 계산프로그램은 정상상태 계산방법은 물론, 동적 열해석 프로그램을 통해서 보다 정밀하게 계산이 가능하다. 일반적으로 냉난방부하 계산방법은 정부기관이나 관련 학회에서 공인된 것은 없으며, ASHRAE, SAREK 등에서 개발한 프로그램을 이용하고 있으며, TETD/TA 방법, CLTD/CLF방법, CLTD/ SCL/CLF방법, TFM방법, 열평형방법 등을 근간으로 하고 있다. 뿐만 아니라, 한국지역난방공사의 지역난방 열사용시설 규정에 따르면 Table 2와 같이 지역별로 난방면적(전용면적 기준)에 따른 단위난방부하 기준값을 제시하고 있다. 또한 지식경제부 고시(에너지사용계획 및 협의 절차 등에 관한 규정)에서도 전용면적이 60m² 초과되는 공동주택의 단위난방부하를 57.0W/m²로 규정하고 있다. 공동주택에서 적용되는 전기냉방기, 즉 패키지 에어컨의 용량은 주로 냉방능력에 따라서 결정되게 되는데, 이는

KS C 9306에 따라서 Table 3과 같이 기준 냉방부하를 123 W/m^2 로 하여 차양장치, 창면적비(WR, window ratio), 세대 위치, 조명 부하, 외기도입량, 기기 부하에 따라 가감할 수 있도록 규정하고 있다. KS에서 규정하는 기준 냉방부하는 기존 연구 결과¹⁾를 바탕으로 제시된 것으로서 지금까지 냉방능력이 8,100W이하인 냉방기에 대해서 장비용량을 산정하는 기준이 되고 있다. KS에서 제시된 냉방부하는 90년대 당시의 공동주택 단열 및 창호, 기밀 수준이 반영된 것으로서 현재 또는 향후의 패시브 제로에너지 건축물에서 요구되는 성능 수준에 비해서 다소 과도하게 산정되는 것으로 판단된다. 그러므로 향후 패시브 제로에너지 공동주택에서 에너지 효율적인 냉난방설비설계를 위해서는 에너지저감기술의 적용에 따른 냉난방부하 특성에 대해 먼저 평가하는 것이 필요하다. 이에 본 연구에서는 패시브하우스 설계기술을 고려하여 공동주택의 에너지절약 설계변수별 적용 수준에 따른 민감도를 동적 해석을 통해 분석하고, 공동주택 에너지절감 목표수준별로 냉난방부하특성을 분석함으로써 향후 패시브 제로에너지 공동주택에서의 냉난방부하 기준을 제시하고자 한다.

3. 국내 공동주택의 에너지절약 설계 요소별 민감도 분석

3.1 시뮬레이션 조건 및 방법

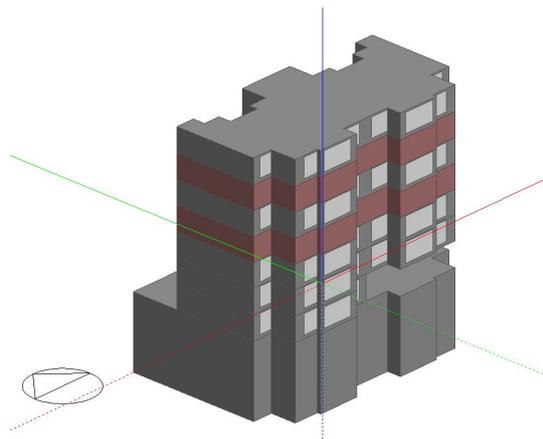
(1) 공동주택 모델링 조건

본 연구에서는 EnergyPlus를 해석모듈로 두고 있는 DesignBuilder 프로그램을 이용하여 Fig. 1과 같이 일반적인 국내 공동주택을

대상으로 모델링하여 연속운전 조건에서 건물의 냉난방부하 특성을 분석하였다. <건물에너지효율등급인증제도 운영규정, 2011>과 <친환경주택의 건설기준 및 성능>를 참고하여 전용면적 84m^2 (발코니 확장면적 102m^2)인 계단실형 공동주택을 기준모델로 설정하였으며, 동 단위의 전체 연면적은 $4,232.8\text{m}^2$, 전용면적의 합계는 $3,738.1\text{m}^2$, 층고는 기준층 2.9m , 최하층/최상층 3.0m 로 모델링하였다. 19층 규모에서 18개층은 층별 2세대로 구성하였으며, 1층의 필로티 1세대를 포함하여 총 37세대로 1개동을 모델링하였다.



(a) Typical building plan of apartment building



(b) Modelling result of apartment building

Fig. 1 Building plan and modelling result

1) 전기냉방기의 냉방면적 기준설정에 관한 연구, 산업 기술시험평가연구소, 1998.7

각 세대별 난방 및 냉방 설정온도는 각각 20°C, 26°C로 하였고, 기후데이터는 DOE에서 제공하는 서울지역(김포공항)의 자료를 이용하였다. 공동주택의 기준 모델은 단열열 공법을 적용하는 것으로 하였으며, 외벽과 바닥, 지붕의 열관류율은 각각 0.47W/m²K, 0.35W/m²K, 0.29W/m²K로 가정하였고, 창호의 열관류율 3.0W/m²K, SHGC 0.75, 직달일사 투과율(Direct solar transmission) 0.68, 가시광선 투과율(visible transmittance) 0.82로 가정하였다. 세대 내에 자연환기 0.7 ACH, 침기율은 5ACH(N₅₀)를 가정하였으며, 효율이 80%인 일반 가스보일러와 COP가 2.5인 개별 패키지 에어컨이 설치된 것으로 가정하였다. 인체, 조명, 기기 등 실내 발열량은 건축물에너지효율 등급인증제도 운영규정과 ASHRAE Standard 90.1-2010을 참고하여 각각 1.48W/m², 6.50W/m², 2.98W/m²으로 가정하였다.

하였다. 구조체성능과 창호성능의 최저수준은 2009년 <건축물의 설비기준 등에 관한 규칙> [별표 4]의 지역별 건축물 부위의 열관류율표 기준을 적용하였고, 최고수준은 패시브하우스 기준을 적용하였다. 그리고 환기성능의 최소 기준은 2009년 [별표1의3]에 따른 신축 공동주택 등의 기계환기설비의 설치기준 0.7ACH부터 2013년 기준 0.5ACH에 폐열회수환기장치(HRV)의 전열교환 효율을 75~90%까지 대안을 설정하였다. 기밀성능은 최저수준 5ACH₅₀을, 최고수준 0.6ACH₅₀로 적용하였다.

3.2 시뮬레이션 결과 분석

기준 모델에 대하여 난방기간은 11~3월, 냉방기간 6~9월로 하여, 최대 냉난방부하와 연간 냉난방에너지요구량을 산출하였다. 기준 모델에서 최대냉난방부하는 전체 시뮬레이션 결과값에 대하여 TAC 1%에 해당하는 값을 도출하였다. 기준 모델에 대한 분석 결과, 연간 난방에너지요구량은 68kWh/m²yr, 냉방에너지요구량은 29kWh/m²yr이고, 최대난방부하는 49W/m², 최대냉방부하는 51W/m²로 나타났다. 최대난방부하는 기존 지식경제부 고시(에너지사용계획 및 협의절차 등에 관한 규정)나 지역난방의 단위난방부하와 비교하여 조금 낮은 수준으로 나타났다. 최대냉방부하는 KS에서 제시하는 값이 비해 다소 낮은 수준으로 나타났다. 이는 KS 제정 당시의 부하 해석 대상 공동주택의 단열 및 기밀수준이 다소 열약하기 때문으로 판단된다. 그러나 최근 공동주택에서의 단열 및 기밀 성능수준, 거주 패턴을 감안할 경우, 최대냉방부하는 다소 줄어 들 것으로 판단된다.

설계 요소별 평가 대안에 대한 분석 결과, Table 4와 같이 구조체 단열성능을 강화함에 따라서 냉난방에너지가 7.4~11.6% 가량 절감

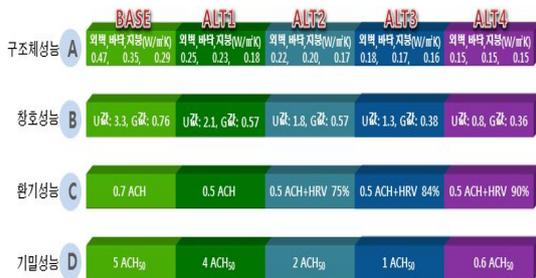


Fig. 2 Alternatives of design parameters

(2) 설계 요소별 평가 대안 구성

본 연구에서는 패시브하우스 설계기술을 고려하여 공동주택 에너지절약 설계 변수별 냉난방부하 특성을 분석하기 위해서, Fig. 2와 같이 구조체성능(단열)과 창호성능(단열), 폐열회수환기장치의 적용 및 기밀성능을 최고 및 최저수준으로 각각 설정하여 기준 공동주택 모델 대비 냉난방에너지 절감 수준을 평가

Table. 4 Simulation results for the alternatives of design parameters

	항목	base	alt1	alt2	alt3	alt4
구조체 성능	외벽 열관류율	내단열 0.47	내단열 0.25	내단열 0.22	외단열 0.18	외단열 0.15
	바닥 열관류율	내단열 0.35	내단열 0.23	내단열 0.20	외단열 0.17	외단열 0.15
	지붕 열관류율	내단열 0.29	내단열 0.18	내단열 0.17	외단열 0.16	외단열 0.15
	난방에너지요구량(kWh/m ² yr)	68	60	59	57	55
	냉방에너지요구량(kWh/m ² yr)	29	30	30	30	30
	에너지요구량(kWh/m ² yr)	97	90	89	87	86
	냉난방에너지 절감율(%)	-	7.4	8.0	10.6	11.6
	최대난방부하 (W/m ²)	49	44	44	41	41
	최대냉방부하 (W/m ²)	51	52	52	47	47
창호 성능	구성	5CL+8A+5CL	5CL+6A+5CL, 5CL+6A+5CL	3CL+13A+3CL +13A+3LE	3LE+13A+3CL +13A+3LE	3LE+13Ar+3CL +13Ar+3LE
	U-value	3.0	1.5	1.3	1.0	0.8
	SHGC	0.75	0.60	0.57	0.47	0.47
	Direct solar transmission	0.68	0.46	0.46	0.36	0.36
	light transmission	0.82	0.68	0.70	0.66	0.66
	난방에너지요구량(kWh/m ² yr)	68	60	58	57	55
	냉방에너지요구량(kWh/m ² yr)	29	27	28	25	26
	에너지요구량(kWh/m ² yr)	97	87	85	82	81
	냉난방에너지 절감율(%)	-	10.5	11.9	14.9	16.2
환기 성능	최대난방부하 (W/m ²)	49	42	41	38	37
	최대냉방부하 (W/m ²)	51	46	47	42	42
	자연환기율 (ACH)	0.7	0.5	-	-	-
	기계환기율 (ACH)	-	-	0.5	0.5	0.5
	폐열회수환기장치 효율(%)	-	-	75	84	90
	난방에너지요구량(kWh/m ² yr)	68	58	35	35	35
	냉방에너지요구량(kWh/m ² yr)	29	29	31	31	31
	에너지요구량(kWh/m ² yr)	97	87	66	66	66
	냉난방에너지 절감율(%)	-	10.1	31.3	31.7	31.9
기밀 성능	최대난방부하 (W/m ²)	49	44	32	32	32
	최대냉방부하 (W/m ²)	51	49	44	44	44
	침기율 (ACH ₅₀)	5	4	2	1	0.6
	난방에너지요구량(kWh/m ² yr)	68	64	53	50	49
	냉방에너지요구량(kWh/m ² yr)	29	29	29	29	29
	에너지요구량(kWh/m ² yr)	97	93	82	79	78
냉난방에너지 절감율(%)	-	4.4	14.9	17.9	19.7	
최대난방부하 (W/m ²)	49	48	42	40	39	
최대냉방부하 (W/m ²)	51	51	49	49	49	

되었다. 구조체 단열성능 향상에 따라서 난방 에너지는 감소하였으나, 냉방에너지의 감소량은 미미한 수준이었다. 이는 냉방에너지의 경우, 구조체 단열성능보다는 창을 통한 실내 일사유입과 내부발열 영향이 크게 작용하기 때문으로 판단된다. 창호성능 개선에 따라서 냉난방에너지가 10.5~16.2% 가량 절감되었고, 성능 수준이 개선됨에 따라 냉난방에너지는

감소하였으나, 냉방에너지는 G값으로 인해 실내에 유입되는 일사의 크기가 달라지기 때문에 약간의 경향 변화는 있었다. 환기성능 개선에 따라서는 냉난방에너지가 10.1~31.9% 가량 절감되었고, 폐열회수환기장치 적용에 따라 난방에너지가 현저하게 감소하였으나, 냉방에너지는 크게 감소하지 않았다. 이는 겨울철 난방 운전 시에는 실내외 온도차가 상대적

으로 큰 반면, 여름철에는 실내의 온도차가 작고, 현열부하보다 잠열부하가 크기 때문에 판단된다. 폐열회수환기장치의 효율에 따라서는 큰 차이가 없는 것으로 나타났는데, 이는 공동주택에서 필요환기량이 크지 않기 때문으로 판단된다. 기밀성능을 개선함으로써 4.4~19.7% 가량 냉난방에너지가 절감되었고, 성능수준을 개선함에 따라 난방에너지는 감소하였으나, 냉방에너지 변화량은 미미한 수준이었다. 4가지의 설계변수 중 환기성능에서 전체 냉난방에너지 절감 효과가 가장 크게 나타났다.

4. 공동주택 에너지절감 목표 수준별 냉난방부하 특성

공동주택의 에너지절감 목표 수준은 정부의 <녹색도시·건축물 활성화 방안>²⁾을 참고하여, 정부정책 기준에 따라 기준모델 대비 냉난방에너지 절감율 30%, 50%, 70% 수준으로 설정하였다. 본 연구에서는 에너지 설계변수별 민감도 분석을 토대로 에너지성능변수를 조합하여 각각 공동주택 에너지절감모델을 구성하였으며, 각 절감모델에 대한 냉난방부하 특성을 분석하였다. Table 5와 같이 공동주택 30% 절감형 건물 모델은 외벽, 바닥, 지붕의 열관류율을 각각 0.25W/m²K, 0.23W/m²K, 0.18W/m²K로 가정하고, 창호의 열관류율은 1.5W/m²K, SHGC는 0.60으로 가정하였다. 기계환기는 0.5ACH에 75%효율의 폐열회수환기장치를 적용하고, 침기율은 4ACH₅₀로 가정하였다. 공동주택 50% 절감형 모델은 외벽, 바닥, 지붕의 열관류율을 0.22W/m²K, 0.20W/m²K, 0.17W/m²K로 가정하고, 창호의 열관류율은 1.3W/m²K, SHGC는 0.57로

가정하였다. 기계환기는 0.5ACH에 75% 효율의 폐열회수환기장치를 적용하고, 침기율은 2ACH₅₀로 가정하였다. 공동주택 70% 절감형 모델은 외벽, 바닥, 지붕의 열관류율을 모두 0.15W/m²K로 가정하고, 창호의 열관류율은 0.8W/m²K, SHGC는 0.47로 가정하였다. 기계환기는 0.5ACH로서 효율이 90%인 폐열회수환기장치를 적용하고, 침기율은 0.6ACH₅₀로 가정하였다.

공동주택 30% 절감모델에서 냉난방에너지 요구량은 67kWh/m²yr로서 기준모델에 비해 약 37% 절감되는 것으로 나타났다. 공동주택 30% 절감모델에서 난방에너지요구량은 38kWh/m²yr이고, 냉방에너지요구량은 29kWh/m²yr로서 구조체와 창호의 단열성능 수준을 강화하고, 기밀성능을 다소 개선하는 경우, 난방에너지의 절감은 예상되지만, 냉방에너지는 큰 차이를 보이지 않을 것으로 판단된다. 그러나 현재 국내 공동주택에서 패키지어컨에 의한 냉방이 이뤄지고 있으며, 전기요금의 누진제 적용에 따라서 냉방기기의 사용이 극히 제한적으로 이뤄지고 있음을 감안할 때, 산출된 냉방에너지는 다소 차이가 있을 것으로 판단된다. 공동주택 30% 절감모델에서는 최대난방부하와 최대냉방부하가 각각 31W/m², 45W/m²로서, 기준 모델에 비해 각각 40%, 12% 가량 저감되는 것으로 나타났다. 공동주택 50% 절감모델에서 냉난방에너지요구량은 43kWh/m²yr로서 기준 모델에 비해 약 56% 절감되는 것으로 나타났다. 난방에너지요구량은 11kWh/m²yr, 냉방에너지요구량은 33kWh/m²yr로서 기준모델에 비해 난방에너지요구량은 84% 절감되었으나, 냉방에너지요구량은 14% 가량 증가한 것으로 나타났다. 공동주택 50% 절감모델에서 구조체와 창호의 단열성능 수준을 강화하고, 건물의 기밀수준을 개선하는 경우, 난방에너지는 크게 절감할 수 있지만, 냉방에너지에 대한

2) 2009년 대통령 직속 녹색성장위원회 6차 회의 국토해양부 보고

Table. 5 Simulation results for the alternatives of design parameters

항목		기준 모델	30% 절감 모델	50% 절감 모델	70% 절감 모델	
1	구조체 성능	외벽 열관류율(W/m ² K)	0.47	0.25	0.22	0.15
		바닥 열관류율(W/m ² K)	0.35	0.23	0.20	0.15
		지붕 열관류율(W/m ² K)	0.29	0.18	0.17	0.15
2	창호 성능	열관류율(W/m ² K)	3.0	1.5	1.3	0.8
		일사획득계수(SHGC)	0.75	0.60	0.57	0.47
3	환기 성능	자연환기율(ACH)	0.7	-	-	-
		기계환기율(ACH)	-	0.5	0.5	0.5
		폐열회수환기장치효율(%)	-	75	75	90
4	기밀성능	침기율(ACH50)	5	4	2	0.6
5	난방	보일러효율	가스보일러 (효율80%)	콘덴싱 가스보일러 (효율89%)	콘덴싱 가스보일러 (효율89%)	콘덴싱 가스보일러 (효율89%)
		난방에너지요구량(kWh/m ² yr)	68.2	38	11	0.4
		냉방에너지요구량(kWh/m ² yr)	28.6	29	33	31
		에너지요구량(kWh/m ² yr)	96.8	67	43	31.4
		최대난방부하(W/m ²)	49.1	31	17	2
		최대냉방부하(W/m ²)	51.2	45	41	28

요구는 다소 증가할 것으로 판단된다. 향후 공동주택의 단열 및 기밀성능 수준이 개선될수록 여름철 태양 일사의 유입과 내부발열에 의한 영향이 크게 나타나며, 기밀화된 건축물로 인해 실내 거주자들의 환기에 대한 필요성이 커질 수 있을 것이다. 그러나 현재 국내 공동주택에서 여름철 냉방기기 사용이 열대야 기간 등 극히 일부 조건에서만 운전되고 있는 현실을 감안할 때, 실제 냉방에너지 절감을 위해서는 패키지에어컨과 연계된 적절한 환기장치의 운전제어방안 등이 함께 고려되어야 할 것이다. 공동주택 50% 절감모델에서는 최대 난방부하와 최대냉방부하는 각각 17W/m², 냉방부하량은 41W/m²로서, 기준모델에 비해 각각 65%, 20% 가량 저감되는 것으로 나타났다. 공동주택 70% 절감모델에서 냉난방에너지요구량은 31kWh/m²yr로서 기준모델에 비해 68% 절감되는 것으로 나타났다. 난방에너지

요구량은 0.4kWh/m²yr, 냉방에너지요구량은 31kWh/m²yr로서, 난방에너지요구량은 99% 절감되었으나, 냉방에너지요구량은 7% 증가하는 것으로 나타났다. 그리고 최대난방부하와 최대냉방부하는 각각 2W/m², 28W/m²로서 기준모델 대비 97%, 45% 저감되었다. 최근 공동주택에서의 냉방기기 보급현황 증가 추이를 감안할 때, 거주자의 냉방에 대한 요구는 증대하고 있다. 국내 공동주택을 패시브하우스 수준으로 단열 및 기밀 성능을 향상하고 폐열회수환기장치를 적용하는 경우, 난방에너지는 크게 절감할 수 있지만, 냉방에너지는 다소 증가할 수 있을 것으로 판단된다. 따라서 국내 기후조건에서 구조체나 창호의 단열성능, 기밀성능 설계기준 강화만으로는 냉방에너지 저감에 크게 기여할 수 없으며, 정부의 전기요금 누진제 적용에 따라 공동주택에서 패키지에어컨의 사용시간이 늘어나면서 에너지

지비용이 다소 증가하고, 이로 인해 여름철 전력사용이 증가하여 전력피크수요에 적절하게 대응하지 못할 것으로 판단된다. 냉방에너지 소비량의 경우, 주간동안 창호나 구조체를 통한 일사 영향이 크고, 환기장치의 운전방식에 따라서 크게 달라질 수 있을 것으로 판단된다. 공동주택에서 냉방에너지의 저감을 위해서는 차양장치의 계획, 축열성능 강화, 야간환기, 제습냉방 등의 친환경건축계획이 추가적으로 고려되어야 할 것이라 판단된다. 이를 위해서는 향후에 국내 에너지절약설계기준에서 관련 기준에 대한 구체적인 설계수준 및 성능평가 방법이 수립되어야 할 것이다.

5. 결 론

본 연구에서는 국내 공동주택에서 에너지절약설계기준 강화에 따른 부하특성을 분석함으로써 공동주택 냉난방설비의 설계 기준을 평가하고자 하였다. 본 연구의 결론은 다음과 같다.

- (1) 최근까지 신축 공동주택을 대상으로 구조체와 창호의 단열성능을 중심으로 에너지절약설계기준이 점차 강화되고 있으나, 지역난방 열사용시설 규정이나 지경부 고시, KS C 9306 등 관련 기준에서 단위냉난방 부하는 90년대 이전의 단열 및 창호, 기밀 수준에 따라 산정되어 다소 과도하게 산정되어 있다.
- (2) 공동주택에서 구조체의 단열성능, 창호성능, 환기성능 및 기밀성능 개선 수준에 따른 에너지절감 특성을 분석한 결과, 환기성능을 개선하는 경우 가장 큰 냉난방에너지 절감효과가 나타나는 것으로 파악되었으며, 냉방에너지에 비해 난방에너지 절감이 크게 나타났다.
- (3) 최근 정부의 건물에너지정책에 따라 공동

주택 에너지절감 모델을 30%, 50%, 70% 수준으로 가정하여 냉난방에너지 절감 특성을 분석한 결과, 구조체 단열성능 및 창호성능, 기밀성능 수준을 향상함으로써 난방에너지는 크게 절감할 수 있으나, 냉방에너지는 다소 증가하는 것으로 나타났다. 냉방에너지 저감을 위해서는 적절한 차양장치의 계획, 축열성능 강화, 야간환기, 제습냉방 등의 친환경건축계획이 추가적으로 고려되어야 할 것이라 판단된다.

후 기

본 연구는 이화여자대학교의 Ewha Global Top 5 사업(2013) 지원으로 이루어짐.

Reference

1. Lee, K.N. et al., A Study on the Cooling Load Estimation for the Housing Unit of Apartment Building, Proceeding in architectural institute of Korea, Vol. 23, No. 2, 2003, pp. 873~876.
2. Shim, Y.H. et al., A study on the estimation of standard heating city gas consumption of apartment housing, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 26, No. 3, 2006, pp. 89~97.
3. Lee, Y.G. and Shin, C.W., The air leakage characteristics and airtightness performance of a newly built apartment, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 25, No. 11, 2013, pp. 606~611.
4. Kim, J.G. et al., Study about change of insulation standard in apartment and its effect, Journal of Architectural Institute of Korea, Vol. 11, No. 1, 2009, pp. 125~132.