

코어 위치와 종횡비 및 방위에 따른 건물 에너지 부하 분석

김진호[†], 박우평, 신승호, 민준기*, 김동훈*

삼성물산(주) 건설부문 기술연구센터 친환경에너지팀, *(주)삼우종합건축사사무소 친환경설계팀

An Analysis on Building Energy Load along Core Position, Area Ratio and Orientation

Kim, Jin-Ho[†], Park, Woo-Pyoung, Shin, Seung-Ho, Min, Joon-Ki*, Kim, Dong-Hoon*

Green Technology Team, Construction Technology Center, Samsung C&T Corporation, Seoul 137-956, Korea

*Sustainable Team, Samoo Architect & Engineers, Seoul 138-240, Korea

Abstract

In this Study, effect of core position, area ratio and orientation of building on energy load is examined using TRNSYS17. This parameters are major parameters of the conceptual design stage. Reference model is square floor plan(1,444m²), centered core and 29% core area ratio. As the results, without considering the building orientation, the annual heating load of central building with 1:1 area ratio is lowest (10.33 kWh/m²yr) and the annual cooling load of off-central building with 1:1 area ratio is lowest (59.27 kWh/m²yr). As area ratio is bigger, cooling load is lower and heating load is higher. But if we consider building orientation, orders of heating load and cooling load are changed for area ratio and orientation.

Key words: Building Energy Load(건물 에너지 부하), Core Position(코어 위치), Area Ratio(종횡비), Orientation(건물 방위)

1. 서론

최근 온실가스 증가와 기상변화로 인한 에너지 절약에 관한 사회적 요구가 증가하고 있으며, 특히, 건물의 에너지효율화에 대한 관심은 크게 증가하고 있다. 이는 건물부분이 국가 에너지 소비량의 20~40%를 차지하고 있어 산업 및 수송부분에 비하여 큰 비율을 차지하고 있고, 또한 그 사용비율이 선진국이 될 수록 증가하고 있기 때문

이다. 이에 따라 세계 각국은 건물에너지 효율화에 관한 정책을 경쟁적으로 제시하고 있다.

우리나라는 최근 시행된 “녹색건축물 조성지원법”^[1]에 따라 공공건물에 대한 에너지 절약과 그에 따른 에너지 성능평가기법에 대한 관심이 점차 증가되고 있다. 법의 시행이후, 녹색건축물의 기본계획 및 조성계획을 수립하여 녹색건축물 조성을 촉진하기 위해 건축물 온실가스 배출량 감축과 녹색건축물의 확대를 위한 제도적 장치가 마련되고 있다. 이에 따라 민간부문에서도 건물의 에너지 절약에 대한 관심이 증가하고 있어, 신축 건물의 저에너지 건물의 실현과 기존 건물의 에너지 절약 및 그린 리모델링에 필수적인 에너지 소비량 추정, 에너지절약 설계지침, 에너지 절약 기술 및 시공 노하우 등의 필요성은 빠르게 증가

[†] Corresponding author

Tel.: +82-2-2145-7640, Fax: +82-2-2145-6456

E-mail: jinho.s.kim@samsung.com

접수일 : 2013년 1월 10일

심사일 : 2013년 1월 28일

채택일 : 2013년 2월 8일

할 것으로 예상된다.

서울특별시 주택본부^[2]의 ‘2030 그린디자인 서울 건축물 설계기준’에서, 서울시는 건축부문의 적극적, 구체적인 에너지 절약 추진 계획을 수립하고, 2011년 7월 에너지 총량제를 시행하기 위하여 5년 단위의 단계별 에너지 사용량 기준을 제시하였다. 또한 설계도서를 기반으로 에너지 사용량 기준의 적합여부를 판단할 수 있는 에너지 소비총량 예측 프로그램을 개발하였다. 2009년 지식경제부^[3]에서는 ‘기후변화대응을 위한 건물에너지효율등급 표시제도 개발’ 연구에서 정부정책에 의거하여 공동주택, 신축 및 기존 비주거용 건물의 에너지 소비를 획기적으로 절감하기 위한 건물에너지 효율등급 표시제도 도입 및 기준을 개발하였으며, 이러한 연구는 기존 건물의 에너지 소비량 예측 방법론에 관한 연구 및 개별 설계요소들이 건축물의 에너지 부하에 미치는 영향에 관한 연구들이 많이 이루어졌다.^[4-7] 특히, 건물의 에너지 부하는 외기온과 태양의 일사가 많은 영향을 미치고 있기 때문에 이 두 가지와 관련이 많은 외벽의 단열, 창외 단열 및 SHGC 그리고, 차양에 관한 많은 연구^[5-7]가 이루어졌다.

석호태^[8]는 2인자 교호작용분석방법을 이용하여, 여러 가지 설계인자들이 사무소 건물의 에너지 부하에 미치는 영향을 분석하고, 설계지침을 제시하였다. 건물의 에너지 사용량은 건물의 기획 단계에서의 결정인자들, 예를 들어 코어위치나 방위, 중횡비 등의 영향을 크게 받지만, 위에서 언급한 석호태의 연구를 제외하면, 찾아보기 힘들다. 최근에 한국의 에너지 관련 정책이 시행되면서, 건물에 있어서 외피의 고사양화가 이루어지고 있으며, 외피의 고사양화에 따른 에너지 부하의 저감 및 이에 따른 건축 계획적인 측면에서의 연구는 찾아보기 힘들다.

이에 따라 본 연구에서는 최근의 제도에 적합한 외피조건하에서 계획단계에서 중요한 요소인 코어의 위치, 중횡비 및 건물 방위에 따른 건물 에너지 부하의 변동을 살펴보았다.

2. 연구의 방법

건물의 에너지 부하에 대한 코어위치, 중횡비

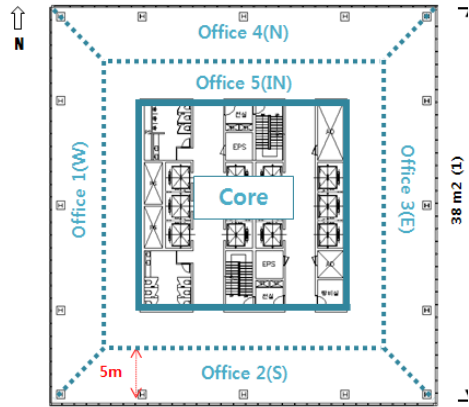


Fig. 1 Reference Model

Table 1 References Values

Parameters		Value	Reference
Climate		KR-Seoul-471080.tm2	
Size	Floor Area	1,444m ²	
	Plan	Square	
Shape & Plan	Area Ratio	1:1	
	Orientation	South	
	Core Type	Central/Off-central	Off-central : north side(no window)
Section	Floor Height	3.9 m	Reference 3
	Ceiling Height	2.7 m	
	Plenum Depth	1.0 m	
	Wall Ratio	60%	
	Window Ratio	40%	ASHRAE 90.1-2007
Wall U-value	Wall	0.365	ASHRAE 90.1-2007
	Roof	0.273	ASHRAE 90.1-2007
	Slab/Ceil	0.214	ASHRAE 90.1-2007
Window	u-value	2.84	ASHRAE 90.1-2007
	g-value	0.4	ASHRAE 90.1-2007
Tightness	Infiltration	0.3 ACH	Reference 9
	People	0.1 per/m ²	Reference 9
Internal Heat Gain	Lighting	12 W/m ²	ASHRAE 90.1-2007
	Equipment	16 W/m ²	Reference 9
	Heat Gain	-	E-Quest; Office
Schedule	Heat/Cool	-	ASHRAE 90.1-2007

및 건물 방위의 영향을 알아보기 위하여 기준모델이 필요하고, 기준 모델에는 형상적인 요소들과 건물 운영과 관련된 기본 조건이 필요하다. 본 연구에서는 건축적인 기준모델은 Fig.1과 같이 평면

의 장단변비를 1:1, 중심코어, 코어의 면적 비율은 29.4%로 설계하였다. 기준 건물의 전체 설계값 및 선정기준은 표 1과 같다.

표 1에서 보여주고 있는 기준들은 ASHRAE 90.1-2007/2010 zone4 SEOUL을 기준으로 하되, 기준이 없는 항목에 대해서는 국내기준과 미국 DOE에서 정한 E-Quest 기준을 적용하였다. 기준 건물의 재실밀도 및 스케줄은 TRNSYS 17.0(ISO 7730) No. 02 Seated. very light writing(Office, Hotel, Apts), 조명밀도 및 스케줄은 ASHRAE 90.1-2007, 기기밀도 및 스케줄, 공조시스템 및 스케줄은 에너지 관리공단에서 발행한 건축물의 에너지 절약 설계기준 해설서^[9]의 기준을 활용하고, 일부 기준은 혁신도시 공공청사 에너지 절약 설계 가이드라인^[10]을 참조하였다. 기준모델의 에너지 부하를 예측하기 위하여 기존연구에서 많이 사용하고 있는 TRNSYS 17을 사용하였다.

중심코어인 기준모델과 비교대상으로 중형비별로 중심코어 및 편심코어를 Table 2와 같이 설정하였다. 각 경우들은 4가지 방위에 대하여 에너지 부하를 계산하였다. 에너지 부하는 열원, 반송 및 공조시스템의 COP와 효율을 고려하면, 에너지 사용량으로 환산될 수 있다.

3. 결과 및 토의

3.1 기준 모델의 에너지 부하

기준모델의 월별 에너지 부하를 Fig 2.에 나타내었다. 그림에서 볼 수 있듯이 난방에너지 부하는 1월이, 냉방에너지 부하는 8월이 가장 크다. 동절기에는 잠열부하가 거의 없으며, 하절기의 잠열 부하는 상당히 크다. 봄/가을의 경우에는 외기온도가 적정하여 부하가 거의 없는 일반적인 패턴을 보이고 있다. 또한 오피스 건물의 특성상 주간 시간대에만 사용하기 때문에 일사의 영향을 많이 받으며, 이 영향으로 인하여 냉방부하가 필요한 기간이 길고, 난방부하가 필요한 기간은 짧은 일반적인 특성을 보이고 있다.

연간 난방에너지 부하와 냉방에너지 부하는 각각 10.33 및 63.86 kWh/m²yr이며, 이 값은 기존연구에 비하여 난방부하는 크게 감소했으나, 냉방부

Table 2 Area Ratio and Core Position

Ratio	1:1	1:1.5/1:2
Reference / ALT3		
ALT1/4		
ALT2/5		

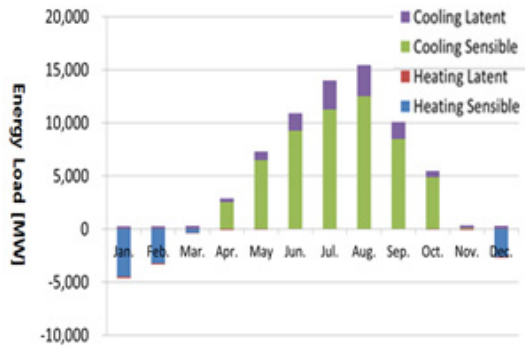


Fig. 2 Monthly Energy Load

하는 변환은 적다. 이것은 외피 단열설계의 강화와 OA 기기 사용량의 증가에 따른 내부 발열의 증가 등의 원인에 의한 것으로 판단된다.

3.2 코어 위치가 에너지 부하에 미치는 영향

기준 모델의 코어 위치가 에너지부하에 미치는 영향을 Fig. 3에 나타내었다. 그림에서 보듯이 냉방부하는 형태 측면에서는 중앙코어인 경우가 가장 크고, 위치측면에서는 코어가 북쪽일 경우가 가장 작다. 중앙코어의 경우, 코어가 외벽에 위치

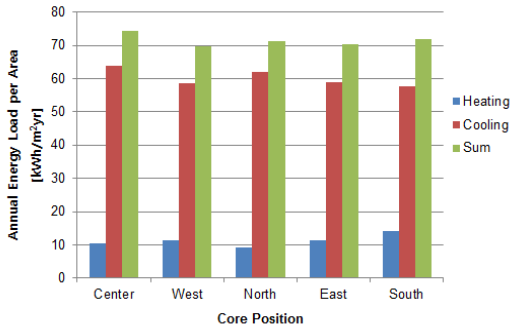


Fig. 3 Annual Energy Load along core position

하는 경우에 비하여 창호면적이 크기 때문에 창호를 통하여 들어오는 일사 증가가 원인으로 사료된다. 업무시간 중 태양의 위치가 남측인 시간이 길기 때문에 남측에 코어가 있는 경우에 냉방 부하가 가장 작다. 코어가 남측에 있는 경우, 일사 취득이 감소하여 난방 부하가 크고, 북측에 있는 경우, 북측으로의 열손실이 최소화되어 난방부하가 가장 작은 경향을 보이고 있다.

3.3 코어 위치 및 방위가 에너지 부하에 미치는 영향

코어위치 및 건물 방위의 변화에 따른 에너지 부하를 Table 4에 나타내었다. 표에서 보여지는 개략평면의 방위는 아랫방향이 남이며, 각도는 Alts에 있는 평면을 시계방향으로 회전시키는 각도를 의미한다. 향에 관계없이 난방에너지 부하가 가장 작은 건물은 종횡비가 1:1인 중앙코어 건물이며, 향을 고려하면, 종횡비 1:1인 동향의 편심코어 건물이다. 즉, 종횡비가 1:1인 건물의 난방에너지 부하가 적다고 판단할 수 있다. 이것은 외부와의 열손실 통로인 외주부(perimeter)의 길이가 짧기 때문이라고 사료된다.

향에 관계없이 냉방에너지 부하가 가장 작은 건물은 종횡비가 1:2인 편심코어 건물이며, 이 중에서 동향건물이 가장 작다. 이것은 냉방시기라 하더라도 외기 온도가 실내 목표온도(26℃)보다 낮은 시간이 많으며, 이때는 내부 발열을 외부로 제거해야 하며, 이 경우 외주부의 길이가 긴 종횡비가 긴 건물이 유리하기 때문이라고 사료된다.

Table 4 Energy Load along Core Position and Orientation [kWh/m²·yr]

Alts		Orientation				Ave.	
		0°	90°	180°	270°		
Ref.		Heat	10.33			10.33	
		Cool	63.86			63.86	
		Sum	74.19			74.19	
1		Heat	11.96	12.12		12.04	
		Cool	59.16	60.02		59.59	
		Sum	71.12	72.14		71.63	
2		Heat	11.22	9.24	11.27	14.27	11.50
		Cool	58.48	62.13	58.92	57.53	59.27
		Sum	59.70	71.37	70.19	71.80	68.27
3		Heat	12.12	12.60			12.36
		Cool	58.98	60.35			59.67
		Sum	71.10	72.95			72.03
4		Heat	14.95	13.17	10.93	13.21	13.07
		Cool	57.12	59.59	60.61	59.91	59.31
		Sum	72.07	72.76	71.54	73.12	72.37
5		Heat	11.02	11.50	12.06	14.88	12.37
		Cool	54.87	59.55	55.14	56.74	56.58
		Sum	66.89	71.05	67.19	71.63	69.19

표에서 종횡비가 1:1인 Alt2의 향을 돌려가며 비교해보면, 난방부하는 북향일 경우가 가장 크게 요구되며, 남향일 경우가 가장 작게 요구된다. 이는 동절기 태양일사를 많이 받을 수 있기 때문이다. 동향이나 서향일 경우는 거의 차이가 없음을 볼 수 있다. 하지만, 종횡비가 1:2인 Alt5를 살펴보면, 난방부하가 가장 큰 경우는 종횡비가 1:1인 경우와 같게 북향일 경우이지만, 동/서/남향의 경우는 경향이 다르게 보인다. 즉, 동향과 서향의 영향은 종횡비가 같을 때는 거의 없지만, 종횡비가 달라지게 되면, 그 영향이 크게 된다. 또한, 남향과 동/서향을 비교해 보면, 남향일 경우에 남쪽으로 면한 외피의 면적이 좁고, 동/서향일 경우에는 남쪽으로 면한 면적이 넓기 때문에 이러한 영향이 복합적으로 작용하여 동/서/남향일 경우 종횡비가 1:1인 건물과 다르게 나타나게 사료되며, 이에 대한 좀더 심도있는 연구가 필요하다.

종횡비가 1:1.5인 Alt4의 향의 영향은 위에서 언급한 두가지 영향의 중간 정도의 영향을 보인다

다. 즉, 북측 코어인 경우(남향)가 가장 작은 난방 에너지 부하를 보이며, 북향(남쪽코어)인 경우 가장 큰 난방에너지 부하를 나타내며, 동/서향인 경우에는 중횡비가 1:1인 건물과 유사한 영향을 보이지만, 그 값은 상호 비교해보면, 중횡비 1:1인 동서향의 난방에너지 부하는 북향의 에너지 부하에 가까운 반면, 중횡비 1:1.5인 동서향의 난방에너지 부하는 남향의 에너지 부하에 좀더 가깝게 된다. 이것은 중횡비가 커짐에 따라 동서향의 난방에너지 부하가 증가하며, 이는 태양일사의 영향을 많이 받는 남쪽과 열손실이 가장 큰 북쪽의 면적이 감소함에 따라 남/북 향의 영향이 감소하고, 상대적으로 동/서쪽의 영향(일출과 일몰시)이 증가하기 때문이라고 사료된다.

4. 결 론

본 연구에서는 최근의 제도에 적합한 외피조건 하에서 건축물 계획단계에서 중요한 요소인 코어의 위치, 중횡비 및 건물 방위에 따른 건물의 에너지 부하의 변동을 살펴보았다.

결과에 따르면, 향을 고려하지 않는 경우, 중횡비가 1:1인 중앙코어의 연간 바닥면적당 난방에너지 부하는 $10.33 \text{ kWh/m}^2\text{yr}$ 로 가장 작으며, 중횡비가 1:1인 편심코어의 연간 바닥면적당 냉방에너지 부하가 $59.27 \text{ kWh/m}^2\text{yr}$ 로 가장 작다. 중횡비가 커지면 냉방에너지 부하가 감소하며, 난방에너지 부하는 증가한다. 그렇지만, 향을 고려하면, 중횡비와 향에 따라 난방에너지 부하와 냉방에너지 부하의 순서가 바뀌게 된다.

참고문헌

1. Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, 2013, Green Building Construction Support Law.
2. Seoul city, 2011, 2030 Green Design Code for Buildings in Seoul.
3. KICT, KIER, Hanil MEC, 2007, The Study of the Development of Energy Performance Assessment Method and Policy in Buildings.
4. H.-W. Lee, 2008, Performance-Based Energy Standard of the Total Annual Energy Use in Office and Apartment Building, J. Korean Soc. Living Environ. Sys., Vol. 15, No. 4, pp. 596-602.
5. B.-S. Kim, J.-S. Kim, O-Y Uim, 2004, Optimal Windows Transmittance by Energy Performance Analysis and Subjective Evaluation in Office Building, J. of Korean Solar Energy Society, Vol. 24, No. 3, pp. 73-83.
6. Hwang, Jang Seung, Kim, Kang-Soo, 2009, Energy Performance Evaluation of a Office Building using DOE-2 Simulation Program, KIAEBS Conference, pp. 238-242.
7. Yoo, Ho-Chun, Kang, Hyun-Gu, 2011, Study on Energy Consumption according to Building Envelope Performance and Indoor Temperature, J. of Korean Solar Energy Society, Vol 31, No. 3, pp. 101-108.
8. H.-T. Seok, 1995, A Study on the Development of Load Prediction Equation and Design Guidelines for the Energy Conservation of Office Buildings, Ph. D. Thesis, Seoul National University.
9. Korea Energy Management Corporation, 2011, Explanation of Energy Saving Design Standard in Buildings.
10. Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs, 2010, Energy Saving Design Guideline for Public Office in Innovation City.