

사무소건물의 용도 및 측정기간에 따른 에너지 소비 특성

박 병 윤[†], 정 광 섭^{*}

[†] 수원과학대학 건축과, ^{*}서울산업대학교 건축학부

Characteristics of Energy Consumption in an Office Building located in Seoul

Byung-Yoon Park[†], Kwang-Seop Chung^{*}

Department of Architecture, Suwon Science College, Hwasung 445-742, Korea

**School of Architecture, Seoul National University of Technology, Seoul 139-743, Korea*

(Received September 20, 2004; revision received November 26, 2004)

ABSTRACT: The purpose of this study is to suggest the characteristics and actual state of energy consumption by the analysis of energy consumption data in an office building. This study examines and analyzes daily and monthly energy consumption of an office building located in Seoul, Korea regarding type of load and business classification within a building. The results are as follows. 1) Energy consumption of office building for each type of load show similar consumption patterns, regardless of seasons such as cooling period and heating period. 2) Out of all annual energy consumption, consumption for lighting took about 43 %, general electric power about 23 %, emergency power 25 %, computer center 5 % and cooling power 4 %, showing that the consumption for lighting was highest, and the percentage of energy consumption for cooling power for operation of cooling facilities took the lowest percentage. 3) Annual gas consumption used for heating and hot water supply were 38, 36 % for officetel and office respectively, and 26 % for arcade. 4) Electricity consumptions used for cooling power for each use of building, office and officetel recorded in July and August of cooling seasons. Even though it shows different patterns for each month, energy consumption showed unique pattern throughout the cooling seasons.

Key words : Energy consumption(에너지 소비량), Type of heat load(부하종류), HVAC system(공기조화시스템), Energy conservation(에너지 절약), Energy source equipment(열원기기)

1. 서 론

지속적인 국가경제의 발달과 산업화, 건축물의 대형화, 복합화 등으로 인하여 건물의 에너지 소비량은 점차적으로 증가하고 있다. 국내 전체 에

너지 사용량 중 건물부문에서 사용되는 양은 약 30% 가 될 정도이다. 일반적으로 건물은 건물사용자가 자신이 사용하는 건물의 에너지 절약기술을 직접 선택하는 경우가 매우 드물어 재실자의 절약의지에 의해 에너지를 절약할 수 있는 데는 한계가 있다고 할 수 있다. 따라서 건물의 에너지 절약을 위해서는 건물의 계획 초기 단계에서부터 에너지 절약을 위한 각종 요소를 고려하고

[†] Corresponding author

Tel.: +82-31-350-2295 fax: +82-31-350-2295

E-mail address: bypark@ssc.ac.kr

이를 최적화하기 위한 노력이 요구되고 있다.⁽¹⁾

건물의 에너지 소비량의 절약을 위해 고려해야 할 사항 중 다른 어떤 것보다 중요한 한 가지는 건물에서 에너지가 어떠한 방법으로 소비되는지 아는 것을 파악하는 것이다. 즉, 에너지가 건물의 어느 부문에서 어느 정도 소비되는가를 파악하는 것이 건물에서 사용되는 열원기기의 용량 및 종류를 파악하거나, 건물이 얼마나 많은 창유리, 단열 혹은 조명시스템을 갖추고 있는 가를 파악하는 것에 못지않게 중요하다. 따라서, 건물에서 에너지 소비실태를 정확히 파악하는 일은 무엇보다 중요하며, 건물의 에너지 표준소비량도 이에 근거하여 설정되어야 할 뿐 아니라, 필요에 따라 건물의 시간별, 일별, 월별, 연별 에너지 소비량을 연속적으로 조사하여 정확한 소비실태를 파악하여야 한다.⁽¹⁻³⁾

본 연구에서는 사무소 건물의 에너지 절약적인 관리에 필요한 자료의 제시를 위하여 서울에 위치한 J빌딩을 선정하여, 일별, 월별 및 부하종류별과 실의 사용 용도별로 각각 분류하여 1년 동안의 에너지 소비실태 및 특성을 평가하였다.

2. 건물 개요 및 측정방법

본 연구의 조사대상 건물은 서울시에 위치하고 있는 지하 7층, 지상 20층 규모의 복합용도 건물로서, 지하 2층~지하 6층은 주차장, 지상 2층~10층은 일반 사무실, 지상 11층~20층은 오피스텔 용도로 사용되고 있다. Table 1은 조사대상 건물의 개요이며, Table 2는 열원기기의 형식과 용량을 나타낸다.

본 연구에서는 건물에서의 에너지 사용량을 분석하기 위하여, 1년간에 걸쳐 각종 열원기기에서 사용되는 전기에너지 소비량 및 가스 소비량을 건물의 부하 종류별 및 용도별로 측정하였다. 또한, 1년을 난방기(11-2월), 중간기(3, 4, 10월) 및 냉방기(5-9월)로 분류하여, 각 기간별에 따른 에너지 소비량을 측정하였다. 측정은 각종 열원기기별로 매시간 측정하였으며, 또한 건물의 용도별로 분리하여 에너지 소비량을 측정하였다. 본 연구에서 전기 사용량 및 가스의 소비량은 매월 육안으로도 검침을 실시하였다.

본 연구에서 일반 동력은 공조 및 냉난방용이며, 비상동력은 소화설비, 급·배수설비, 비상등

Table 1 Building descriptions

Building location	Seoul, Korea
Site area	2,505 m ²
Building area	1,126 m ²
Gross floor area	37,708 m ²
Uses	Office, officetel & arcade
Structure	Steel, reinforced concrete structure
Floor information	B7 : machinery area B6 ~ B2 : parking lot B1 ~ F1 : arcade F2 ~ F10 : office F11 ~ F20 : officetel
Building coverage	45 %
Rate of building volume	891 %
Year of completion	July. 1. 1993

Table 2 Capacity and form of energy source equipments

Items	Capacity	Type	Remark
Chiller	R-1(8 USRT)	reciprocating	for basement
	R-2(120USRT)	reciprocating	1nd~3th floor
	R-3(260USRT)	1 step turbo	4nd~10th floor
	R-4(350USRT)	1 step turbo	11~20th floor
Boiler	B-1(0.6ton/h)	through flow	for basement
	B-2(1.0ton/h)	through flow	1nd~3th floor
	B-3(1.5ton/h)	through flow	4nd~10th floor
	B-4(3.0ton/h)	overhead fire tube	11~20th floor
	B-5(3.0ton/h)	overhead fire tube	11~20th floor

및 제연설비용으로 구분하였다.

3. 결과분석 및 고찰

3. 1 외기온도에 따른 에너지소비량

Fig. 1은 조사대상 건물에서 사용된 에너지 소비량을 최저 외기온도에 따라 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 최저 외기온도가 낮아질수록 사용되는 에너지소비량이 증가됨을 알 수 있다. 최저 외기온도가 -10℃인 경우 사용되는 에너지는 약 10,600 kWh이며, 외기온이 0℃인 경우에는 약 9,800 kWh 정도의 에너지를 소비하고 있음을 알 수 있다. 이 때 에너지 소비량과 최저 외기온도와의 상관계수(r^2)는 약 0.65이다.

3. 2 부하종류별 전기사용량

Fig. 2는 난방기간 중 전기소비량이 가장 많은 1월의 부하종류별 일 전기소비량을 나타낸 것이다. 그림으로부터 알 수 있는 바와 같이, 토·일요일을 제외한 주중 전기소비량은 전등용 조명동력, 일반동력 및 비상동력이 각각 평균 4,981, 2,198, 2,487 kWh를 나타내면서 일정한 소비 패턴을 나타내고 있다. 그림에서 1월의 마지막 주일에 전기소비량이 급격히 감소한 것은 우리 고유의 민속 명절인 구정이 끼여 있기 때문인 것으로 판단된다. 한편, 전산실의 전기소비량은 일평균 461 kWh로 계절에 관계없이 거의 일정한 값을 나타내고 있다.

Fig. 3은 중간기 중 전기소비량이 가장 많은 5월의 부하종류별 일 전기소비량을 나타낸 것이다. 그림에서, 토·일요일을 제외한 주중 전기소비량은 전등용 조명동력, 일반동력 및 비상동력이 각각 평균 4,228, 2,208, 2,726 kWh를 나타내고 있다. 또한, 특기할만한 것으로서 전등용과 비상동력을 제외한 일반동력용 전기소비량은 매우 불안정한 패턴을 보이고 있는 것으로 나타나고 있다. 이것은 변동이 심한 외기온도의 영향을 받아 공기조화설비를 약간만 가동하거나 혹은 가동하지 않는 날이 많기 때문인 것으로 사료된다. 이 때의 전산실 전기소비량은 일평균 498 kWh를 나타내고 있다.

Fig. 4는 냉방기간 중 전기소비량이 가장 많은 8월의 부하종류별 일 전기소비량을 나타낸 것이다. 토·일요일을 제외한 주중 전기소비량은 전등용 조명동력, 일반동력, 비상동력 및 냉방동력이 각각 평균 4,666, 5,410, 3,768, 2,092 kWh를 나타내면서 일정한 소비 패턴을 나타내고 있다. 전산실의 전기소비량은 일평균 437 kWh로 계절에 관계없이 거의 일정한 값을 나타내고 있다.

Fig. 5는 일반 사무소 건물에서의 요일에 따른 전기소비량을 계절별로 나타낸 것이다. 그림에서와 같이 근무 기간 중인 월요일부터 금요일까지의 평균 전기소비량은 난방기 10,428 kWh, 중간기 10,283 kWh, 냉방기 16,848 kWh로 계절에 따른 차이는 다소 나타나고 있는 반면, 요일에 따른 차이는 거의 보이지 않고 있음을 알 수 있다. 토요일의 전기에너지 소비량은 평일에 비하여 다소 저하되어 평일의 전기 사용량에 비하여 약

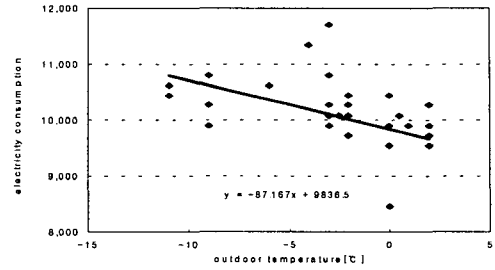


Fig. 1 Energy consumption based on outdoor temperature.

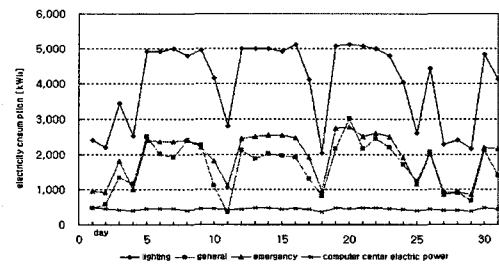


Fig. 2 Daily electricity consumption for each type of load in heating seasons.

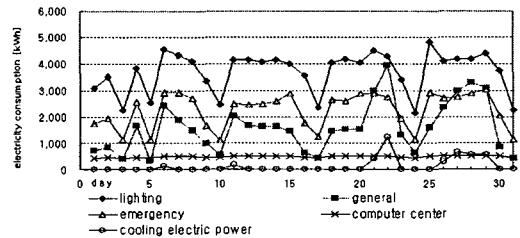


Fig. 3 Daily electricity consumption for each type of load in middle seasons.

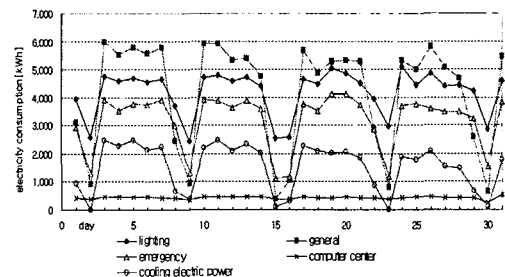


Fig. 4 Daily electricity consumption for each type of load in cooling seasons.

78 %만을 사용하고 있음을 알 수 있다. 또한, 요일별로는 평일인 월요일에서 금요일까지 유사하고 일요일은 평일의 50 % 정도로 계절에 관계없이 유사한 경향을 보이고 있다.

Fig. 6~Fig. 8은 부하종류별 전기 소비량의 구성비를 계절별로 나타낸 것이다. 부하종류별 전기소비량의 구성 비율을 계절별로 비교하여 보면 난방기인 1월의 경우 전동용 소비량이 전체의 약 50 %를 차지하고 있으며, 일반동력 및 비상동력이 각각 20 %, 24 %를 차지하고 있다. 중간기의 경우, 전체 전기소비량 중 일반동력이 차지하는 비율이 가장 많아 50 %를 차지하고 있는데, 이는 난방기와 비교할 때 전체 소비되는 전기에너지의 양은 작으나, 외기 온도에 따라 냉방을 위하여 부분적으로 공조기를 가동하는 경우가 발생하여 일반동력이 차지하는 비율은 크게 나타난 것으로 생각된다. 냉방기인 8월의 경우, 냉방을 위한 전기 소비량의 증가로 인하여 일반동력의 구성 비율이 난방기에 비하여 커지며, 이에 따라 운송 및 급배수설비에 사용되는 비상동력의 구성 비율이 다른 계절에 비하여 상대적으로 작아짐을 알 수 있다.

Fig. 9는 부하종류별 연간 전기소비량의 구성비를 나타낸 것이다. 연간 소비량의 구성비를 살펴보면, 전동용이 약 43 %, 일반동력 23 %, 비상동력 25 %, 전산실용 5 % 및 냉방동력 4 %로서, 전동용이 가장 많고 냉방기의 가동만을 위한 냉방동력의 비율이 가장 작은 것으로 나타났다.

3. 3 사용용도별 가스소비량

Fig. 10은 난방기간 중 건물 사용용도별 난방 및 급탕용으로 사용되는 가스소비량을 나타낸 것

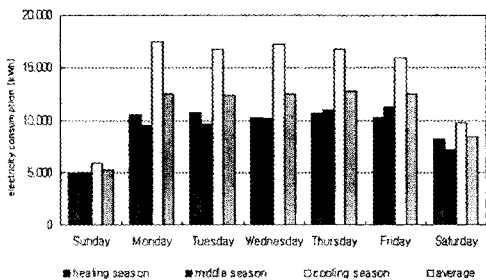


Fig. 5 Electricity consumption for each day of the week.

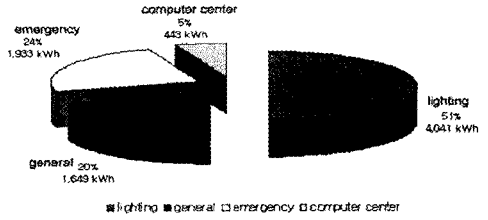


Fig. 6 Electricity consumption for each type of load in heating seasons.

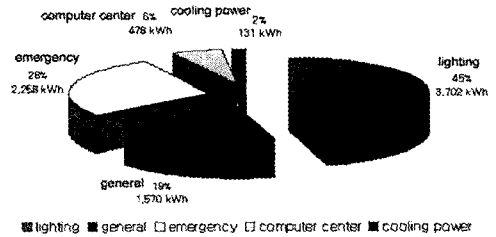


Fig. 7 Electricity consumption for each type of load in middle seasons.

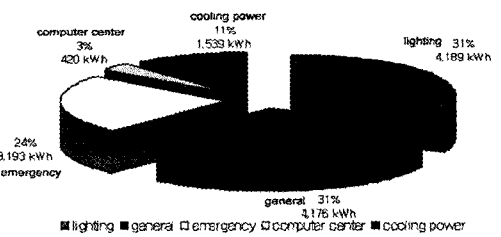


Fig. 8 Electricity consumption for each type of load in cooling seasons.

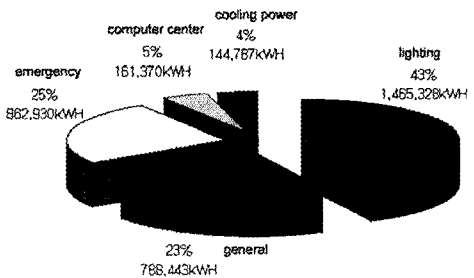


Fig. 9 Annual electricity consumption for each type of load.

다. 오피스는 난방기 중 12월에 소비량이 17,175로 가장 많이 가스를 소비하고 있고, 오피스텔은 1월에 17,700 m³로 가장 많이 소비하고 있으나, 이와는 달리 아케이드는 월평균 3,330 m³로 난방기간 전체에 걸쳐 균등하게 소비하고 있는 것으로 나타나고 있다.

Fig. 11은 사용용도별 난방 및 급탕용으로 사용되는 가스소비량을 월별로 나타낸 것이다. 난방기간 중의 가스소비량은 Fig. 10과 마찬가지로 값을 보여주고 있지만, 3월부터 10월까지의 기간 동안에는 아케이드를 제외하고는 급탕이 공급되지 않는 것을 파악할 수 있다. 즉, 오피스텔은 여름에는 물론 중간기에도 난방은 물론 급탕도 하지 않고 냉수만 공급하고 있는 것으로 나타나고 있다.

Fig. 12는 난방 및 급탕용으로 사용되는 연간 전체 가스소비량을 건물 사용용도별 구성비로 나타낸 것이다. 그림으로부터, 오피스텔과 오피스는 각각 38, 36 %로 난방 및 급탕용 가스를 소비하고 있고, 아케이드는 26 %를 차지하고 있다.

Fig. 13은 건물 사용용도별 냉방동력용으로 사용되는 전기소비량을 나타낸 것이다. 오피스와 오피스텔은 각각 냉방기 중 7, 8월에 소비량은 평균 약 24,500 kWh와 23,000 kWh로 가장 많이 에너지를 소비하고 있고, 6, 9월에는 평균 약 9,800와 12,600 kWh의 에너지를 소비하고 있는 것으로 나타나고 있다. 그림에서 알 수 있듯이, 월별 분포에는 차이를 보이고 있지만, 냉방기간 전체에 걸쳐 일정한 패턴을 보이면서 소비하고 있는 것을 파악할 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 대한민국 서울특별시에 위치한 1개의 사무소건물을 대상으로 1년간 일별, 월별 및 부하종류별과 실의 사용 용도별로 에너지소비량 소비실태를 조사·분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 사무소건물의 부하종류별 에너지소비량은 냉방기, 난방기 등 계절에 관계없이 유사한 유형의 소비특성을 나타낸 것으로 파악되었다. 부하종류별 전기소비량은 난방기인 1월의 경우 전통용 소비량이 전체의 약 50 %를 차지하고, 일반동력 및 비상동력이 각각 20 %, 24 %로 나타났다.

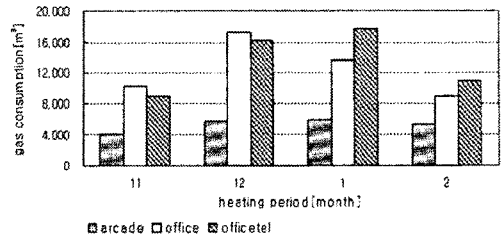


Fig. 10 Gas consumption for each uses of building in heating seasons.

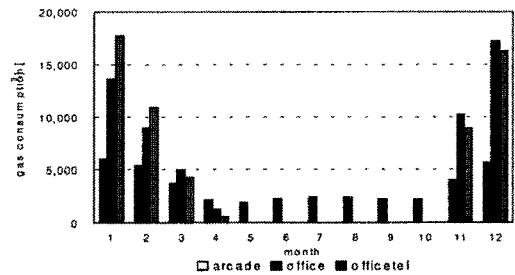


Fig. 11 Gas consumption for heating and hot water supply for each uses.

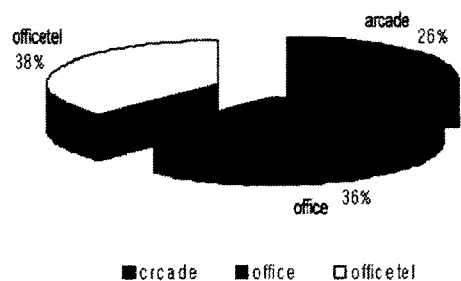


Fig. 12 Annual gas consumption of each use of building.

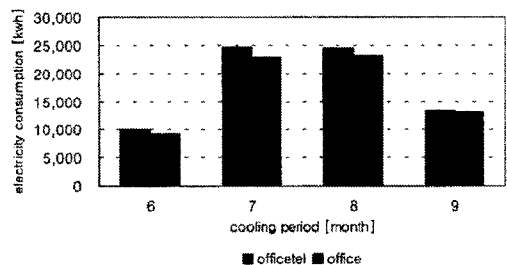


Fig. 13 Electricity consumption for cooling power for each use of building.

중간기의 경우, 전체 전기소비량 중 일반동력이 차지하는 비율이 가장 많아 50 %로 난방기와 비교할 때 소비되는 전체 전기에너지의 양은 작으나 외기온도에 따라 냉방을 위하여 부분적으로 공조기를 가동하는 경우가 발생하여 일반동력이 차지하는 비율은 크게 나타난 것으로 생각된다. 냉방기인 8월의 경우, 냉방을 위한 전기소비량의 증가로 인하여 일반동력의 구성 비율이 난방기에 비하여 크고, 이에 따라 운송 및 급배수설비에 사용되는 비상동력의 구성 비율이 다른 계절에 비하여 상대적으로 작아짐을 알 수 있다.

(2) 부하종류별 연간 전기소비량의 구성비를 나타낸 것이다. 연간 소비량의 구성비를 살펴보면, 전등용이 약 43 %, 일반동력 23 %, 비상동력 25 %, 전산실용 5 % 및 냉방동력 4 %로서, 전등용이 가장 많고 냉방기 냉동기의 가동만을 위한 냉방동력의 비율이 가장 작은 것으로 나타났다.

(3) 난방 및 급탕용으로 사용되는 연간 전체 가스소비량은 오피스텔과 오피스는 각각 38, 36 %로 난방 및 급탕용 가스를 소비하고 있고, 아케이드는 26 %로 나타났다.

(4) 건물 사용용도별 냉방동력용으로 사용되는 전기소비량은 오피스와 오피스텔은 각각 냉방기 중 7, 8월에 소비량은 평균 약 24,500 kWh와 23,000 kWh로 가장 많이 에너지를 소비하고 있고, 6, 9월에는 평균 약 9,800와 12,600 kWh의 간 전체에 걸쳐 일정한 패턴을 보이면서 소비하여너

지를 소비하고 있는 것으로 나타나고 있다. 월별 분포에는 차이를 보이고 있지만, 냉방기고 있는 것을 파악할 수 있다.

참고문헌

1. Lee, Sang-Hyung et al., 1998, A Study on the Energy Consumption in Office Buildings, Journal of the Architectural Institute of KOREA Planning & Design, Vol. 14, No. 11, pp. 379-386.
2. Kim, Jong-Tae et al., 1999, A Case Study for Estimation on the Actual Energy Consumption and Equipment Loads in Office Buildings, Proceeding of the AIK Annual Conference, Vol. 19, No. 2, pp. 1003-1008.
3. Sung-Hwan Cho et al., 2003, Effect of Measuring Period on Predicting the Annual Heating Energy Consumption for Building, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 15, No. 4, pp. 287-293.
4. Susan Roaf, and Mary Hancock, 1992, Energy Efficient Building-A Design Guide, Blackwell Scientific Publications, Oxford.
5. S. M. Kim, and H. G. Kang, 2000, Understanding Statistics with Microsoft Excel, Doo-Nam, Seoul.