

# 대형 건물의 연간 전기에너지 사용총량 및 전력원단위 분석에 관한 연구

(Recommended Practice for a Reasonable Power Density and Analysis of Power Consumption Capacity for the year in Large-scale Buildings)

김세동\* · 유상봉\*\*

(Se-Dong Kim · Sang-Bong Yoo)

## 요 약

업무용 건축물 분야에서의 초에너지절약형 시스템으로의 개선이 절실하다. 사무소용/병원/호텔 건물을 중심으로 시간대별 및 연간 전력사용량 등의 전력소비 특성을 조사하였고, 건물연면적, 계약전력, 최대수요전력 등을 조사 분석하였다. 조사된 자료의 전체 특징과 중심적인 경향을 알아 보기 위해서 평균값, 표준편차, 최대값, 최소값, 부하율 등의 특징과라메터를 분석하였다. 이를 토대로 연간 전기에너지 사용 총량과 에너지절약 성능의 관리기준을 나타내는 전력원단위를 분석하였고, 전기에너지 연간 사용총량 산정에 필요한 자료를 데이터베이스화하였다

## Abstract

This paper shows a reasonable power density, that was made by the systematic and statistical way considering actual conditions, such as investigated power consumption capacity for the year and peak power, contract power for the last 5 years of each customer for 23 general customers all data obtained by AMIR. In this dissertation, it is necessary to analyze the key features from the investigated data. It made an analysis of the feature parameters, such as average, standard deviation, median, maximum, minimum and load factor.

Key Words : Power Density, Power Consumption Capacity

## 1. 서 론

업무용 빌딩에 있어서 빌딩 기능이 점차 고도 정 보화됨에 따라 전력 소비가 증가하고 있다. 이와 같 은 전력다소비 건물은 전력의 효율적 이용에 의한 에너지 절감은 물론 전기에너지의 이용 합리화 촉진 이 더욱 요구된다.

전력다소비건물에서 효율적인 전기설비 관리를 위해서는 건물의 부하 특성에 적합한 합리적이고 통

\* 주저자 : 두원공과대학 전기과 교수  
\*\* 교신저자 : 용인송담대학 조명인테리어과 교수  
Tel : 031-8056-7167, Fax : 031-8056-7161  
E-mail : kimse@doowon.ac.kr  
접수일자 : 2009년 4월 2일  
1차심사 : 2009년 4월 27일  
심사완료 : 2009년 5월 13일

## 대형 건물의 연간 전기에너지 사용총량 및 전력원단위 분석에 관한 연구

계적인 전력원단위 관리 및 합리적인 에너지절약 성능 중심의 설계 기준이 필요하다. 그러나, 우리나라는 다소비건물의 부하 가동 특성 및 기후 특성, 냉난방설비 특성 등을 고려한 통계적인 자료가 매우 미흡한 실정이다[1-3].

또한, 에너지절약의 관리 기준으로 사용되는 '전력원단위'는 에너지관리공단에서 운영하고 있는 에너지절약 및 온실가스 배출 감소를 위한 "자발적협약(VA) 운영규정"에 의해 이행되고 있으나 전력다소비건물 부문에서 발표되는 데이터는 미흡하다. 정부에서는 공공 및 대형 건축물을 대상으로 에너지 절약적 설계 기법의 적극적 채용을 유도함과 동시에, 허가시 최종 에너지소비량 및 온실가스 배출량을 제시하게 함으로서 에너지 효율이 높은 건축물의 보급을 촉진하기 위하여 건축물의 에너지소비 총량제도에 관한 시범운영을 준비 중에 있다[4].

본 연구에서는 AMR(원격검침자료)을 통하여 사무소/호텔/병원 건물을 중심으로 5년간의 최대수요전력과 연간 전력사용량 등의 전력소비특성을 조사하였고, 건물연면적, 계약전력 등을 조사하였다. 조사된 자료의 전체 특징과 중심적인 경향을 알아보기 위해서 평균값, 표준편차, 최대값, 최소값, 부하율 등의 특징파라미터를 분석하였다.

이를 토대로 에너지절약 성능의 관리기준을 나타내는 전력원단위 현황 및 연간 전기에너지 사용 총량을 분석하였고, 전기에너지 연간 사용총량 산정에 필요한 자료를 데이터베이스화하였다.

## 2. 본 론

### 2.1 전력원단위 선행 연구자료

건축물 부문에서의 전력 원단위( $[kWh/m^2]$ )란 단위 면적당 전력사용량을 의미하며, 이를 비교 분석함으로써 전력사용량의 적정 여부를 판단할 수 있다. 표 1은 업종별 전력원단위 현황을 나타낸 것이며, 조사 대상 건축물의 평균 전력원단위는 1998년도 기준 203.4 $[kWh/m^2]$ 로 조사되었다. 공공건물과 병원, 기타 건축물의 원단위가 낮은 반면 전화국의 평균 원단위는 398 $[kWh/m^2]$ 로 나타났다. 그리고, 백화점, 호

텔, 은행 등의 건축물은 평균값보다 높게 조사되었다[5].

전화국은 특성상 순간정전도 허용하지 않는 전자동 교환시스템 등이 주요 부하기기이며, 이와 같은 부하기기의 안정적 전원공급을 위해서는 무정전전원장치 및 자동전압조정기의 사용이 필수적이다. 또한, 이들 전자기기의 보호를 위해서 항온항습 조건이 요구됨에 따라 계절에 관계없이 냉방사용이 연간 가동되며, 일반 업무용 건축물과는 달리 전력사용량이 많은 것으로 지적된다. 이와 같은 특수 용도의 건축물에 대해서는 심야전력을 이용한 빙축열시스템의 도입이 요구된다.

표 1. 업종별 전력원단위

Table 1. The actual result of power density by commercial buildings

구분	공공 건물	일반 건물	백화점	병원
평균원단위 ( $[kWh/m^2]$ )	117	163	217	127
조사 업체수	9	43	42	23
구분	호텔	은행	전화국	평균
평균원단위 ( $[kWh/m^2]$ )	202	200	398	203.4
조사 업체수	37	16	25	195

백화점의 경우에는 구매 촉진을 위하여 조명수준이 매년 20[%] 이상 증가되고 있는 실정이며, 연색성이 좋은 램프의 사용이 증가되고 있다. 또한, 이용고객에 대한 서비스 차원에서의 냉난방 가동 증가와 식품매장의 냉동기 가동으로 전력사용량이 많은 것으로 판단된다. 이러한 업종에는 흡수식 냉방기 또는 빙축열 냉방기, 고효율 조명기기, 고효율 전동기 등의 사용을 통한 전력사용 합리화를 유도할 필요가 있는 것으로 지적된다.

표 2는 일본의 업종별 전력원단위(1995년 기준)를 나타낸 것으로서, 우리나라에 비하여 전력원단위가 전업종에 걸쳐 높은 것으로 나타났다.

이의 원인은 사무자동화 및 빌딩자동화시스템 등이 도입되면서 전력사용 비율이 높기 때문인 것으로 지적된다[5].

**표 2. 일본의 업종별 전력원단위**  
**Table 2. The actual result of power density by commercial buildings in Japan**

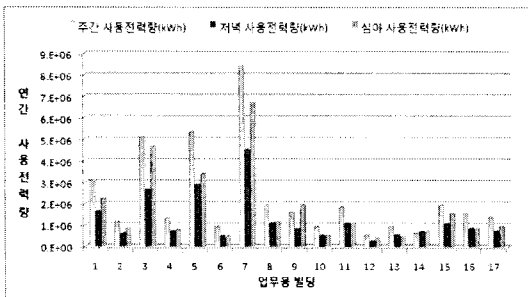
구분	사무실	백화점	상가	병원	호텔	학교	기타
평균 원단위 ([kWh/m <sup>2</sup> ])	166	238	224	196	186	64.3	222

**2.2 대형건물의 연간 전력소비 사용현황 및 전력원단위 분석**

**2.2.1 조사고객의 연간 전력소비 현황 분석**

전기공급약관에서 정하는 계약종별 중 일반용전력을 사용하는 고객(사무실, 호텔, 병원 기타 용도 빌딩) 23개소를 대상으로 하였으며, 단순확률 추출법에 의해 표본을 추출하여 AMR(원격검침시스템, 2005년도 기준)에 의해 자료를 조사 분석하였다.

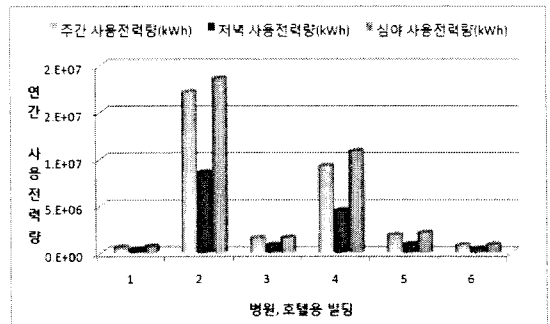
그림 1은 17개 업무용 다소비건물을 대상으로 주간(09:00~18:00), 저녁(18:00~23:00), 심야(23:00~09:00) 시간대의 사용전력량을 나타낸 것이다. 업무용 빌딩의 부하 가동 특성을 고려할 때 주간 시간대에 가장 많이 사용되었고, 다음으로는 심야 시간대, 저녁 시간대의 순으로 사용되고 있었다. 17개 업무용 다소비건물의 평균 부하율은 35.6[%]로 분석되었고, 다소 낮게 유지하고 있었다.



**그림 1. 업무용빌딩의 연간 전기에너지사용 현황**  
**Fig. 1. The actual result of power consumption capacity of commercial buildings for the year**

그림 2는 6개소의 병원 및 호텔 건물을 대상으로 주간(09:00~18:00), 저녁(18:00~23:00), 심야(23:00~

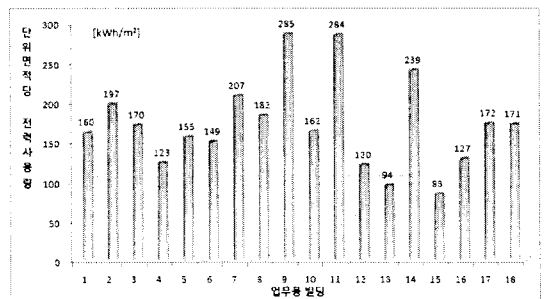
0~09:00) 시간대의 사용전력량을 나타낸 것이다. 병원 및 호텔의 부하 가동 특성을 고려할 때 심야 시간대에 가장 많이 사용되었고, 다음으로는 주간 시간대, 저녁 시간대의 순으로 사용되고 있었다. 6개소 병원 및 호텔 건물의 평균 부하율은 50.6[%]로 분석되었고, 17개 업무용 다소비건물에 비하여 15[%] 높게 유지하고 있었다.



**그림 2. 병원/호텔건물의 연간 전기에너지사용 현황**  
**Fig. 2. The actual result of power consumption capacity of hospitals and hotels for the year**

**2.2.2 조사고객의 전력원단위 적용실태 분석**

그림 3은 17개 업무용 다소비건물을 대상으로 전력원단위를 나타낸 것이다. 17개 업무용 다소비건물의 평균 전력원단위는 171[kWh/m<sup>2</sup>](18번은 평균값을 나타냄)로 분석되었다.



**그림 3. 업무용빌딩의 전력원단위 적용 현황**  
**Fig. 3. The present status of power density of commercial buildings**

빌딩의 구성 기기에 따라서 또는 전력사용 특성에 따라서 전력원단위의 평균값은 다르게 나타났으나,

## 대형 건물의 연간 전기에너지 사용총량 및 전력원단위 분석에 관한 연구

근래에 들어 고효율인증 전기기기의 보급과 에너지 절약 설계기준의 확대 적용 등으로 전기사용의 합리화를 도모하고 있는 것으로 판단된다.

그림 4는 병원 및 호텔 건물을 대상으로 전력원단위를 나타낸 것이다. 병원 및 호텔 건물(6개소)의 평균 전력원단위는 274[kWh/m<sup>2</sup>] (7번은 평균값을 나타냄)로 분석되었다. 병원 및 호텔 건물의 경우는 규모, 베드수 등에 따라 설비 구성 기기에 따라서 또는 전력사용 특성에 따라서 전력원단위의 평균값은 다르게 나타났으나, 표 2의 일본 자료와 비교하면 매우 높게 사용되고 있었다. 앞으로 호텔 및 병원과 같이 다소비건물에서는 효율적인 에너지절약 대책을 마련할 필요가 있다고 사료된다.

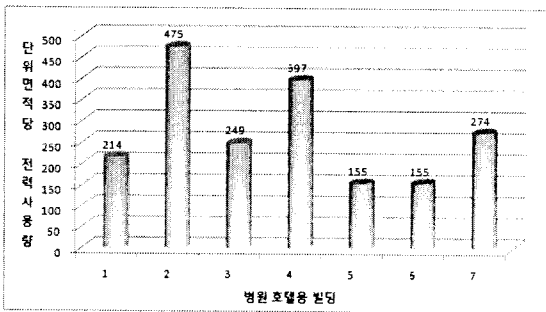


그림 4. 병원/호텔의 전력원단위 적용 현황  
Fig. 4. The present status of power density of hospitals and hotels

### 3. 결 론

본 연구에서는 에너지절약 성능의 관리기준을 나타내는 전력원단위 적용 현황 및 연간 전기에너지 사용 총량을 분석하였고, 전기에너지 연간 사용총량 산정에 필요한 자료를 데이터베이스화하였다. 주요 연구 결과는 다음과 같다.

- 17개소 업무용 다소비건물의 평균 부하율은 35.6[%]로 분석되었고, 업무용 빌딩의 부하가 동 특성을 고려할 때 주간 시간대에 가장 많이 사용되었다. 그리고, 평균 전력원단위는 171 [kWh/m<sup>2</sup>]로 분석되었다.
- 2) 6개소 병원 및 호텔 건물의 평균 부하율은 50.6[%]로 분석되었고, 병원 및 호텔의 부하가

동 특성을 고려할 때 심야 시간대에 가장 많이 사용되었다. 그리고, 평균 전력원단위는 274 [kWh/m<sup>2</sup>]로 분석되었다.

이를 토대로 에너지 성능 중심의 전력원단위 기준 (안) 및 연간 전기에너지 사용 총량 산정 방법의 기초 자료를 도출하고자 하며, 에너지성능 중심의 성능기준 개발을 위한 접근방법을 도출하고자 한다.

이 논문은 건설교통R&D정책 인프라사업, "성능중심의 건설기준 표준화"과제('06~'11) 연구결과의 일부입니다.

### References

- (1) 김세동, 최도혁 외, 전력관리 효율화 운용방안, 한국건설기술연구원, 1997.
- (2) 김세동, 업무용빌딩의 전력소비특성을 고려한 수용률/부하률의 적용에 관한 연구, 한국조명전기설비학회, Vol. 16, No.6, pp.74-79, 2002.
- (3) 김세동 외, 일반용전력사용고객의 변압기 최대이용률과 계약전력환산율 기준과의 비교 특성 연구, 한국조명전기설비학회, Vol.22, No.5, pp.80-85, 2008.
- (4) 건축물 에너지소비 총량제도에 관한 (시범)운영규정, 국토해양부, 2008.8.
- (5) 김세동, 자가용전기설비의 전력원단위 관리, 전기저널, No.10, pp.15-19, 1998.

### ◇ 저자소개 ◇

#### 김세동 (金世東)

1956년 3월 3일생. 1980년 한양대학교 전기공학과 졸업. 1986년 동대학원 졸업(석사). 2000년 서울시립대 전기전자공학부 대학원 졸업(박사). 1979~1984년 한국전력공사 근무. 1984년~1997년 2월 한국건설기술연구원 수석연구원 역임. 현재 두원공과대학 전기과 교수. 건축전기설비기술사. 본 학회 총무이사.  
관심분야 : 전력설비 진단 및 DSP, 최적 전기설비설계

#### 유상봉 (庾相鳳)

1954년 10월 26일생. 1980년 부산대학교 전기공학과 졸업. 1999년 한양대학교 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1979~1997년 쌍용양회공업(주) 및 쌍용엔지니어링(주) 근무. 1993~1996년 기술사(건축전기설비, 발송배전, 전기응용, 전기안전, 소방). 1998년~현재 용인송담대학 조명인테리어과 교수(조명·전기설비 전공). 본 학회 이사.

관심분야 : 조명·전기설비 설계, 전력설비 진단