

대형 건물의 연간 전기에너지 사용총량 및 전력원단위 분석에 관한 연구

김세동*, 이광식, 최은혁
두원공과대학*, 영남대학교

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

Se-Dong Kim*, Kwang-Sik Lee, Eun-Hyeok Choi
Doowon Technical College*, Yeungnam University

Abstract - 에너지 다소비산업구조로 되어 있는 국내 산업시설 및 건축물 분야에서의 초에너지절약형 시스템으로의 개선이 절실하다. 전력다소비건물을 중심으로 대형건물의 시간대별 전력사용량과 연간 전력사용량을 조사하였고, 연면적, 계약전력, 최대수요전력 등의 전력소비 특성을 조사 분석하였다. 조사된 자료의 전체 특징과 중심적인 경향을 알아 보기 위해서 평균값, 표준편차, 최대값, 최소값, 중앙값 등의 특징파라미터를 분석하였다. 이를 토대로 에너지 성능 중심의 전력원단위 기준(안) 및 연간 전기에너지 사용 총량을 분석하였고, 전기에너지 연간 사용총량 산정에 필요한 자료를 데이터베이스화하였다.

1. 서 론

업무용 빌딩에 있어서 빌딩 기능이 점차 고도 정보화됨에 따라 전기 소비가 급격히 증가하고 있다. 이와 같은 전력다소비 건물은 전력의 효율적 이용에 의한 에너지 절감은 물론 전기에너지의 이용 합리화 촉진이 더욱 요구된다.

전력다소비건물에서 효율적인 전기설비 설계를 위해서는 다 소비건물의 부하 특성에 적합한 합리적이고 통계적인 전력원단위 관리 및 합리적인 에너지 성능 중심의 설계 기준이 필요하다. 또한, 설계기준으로 사용되는 수용률, 부동률, 부하밀도 등의 적용값에 따라 전력용변압기 용량 산정에 중요한 요인으로 작용된다. 특히, 전력회사와의 계약전력 및 송배전설비, 발전설비의 용량 결정에 까지도 영향을 미치는 매우 중요한 요인이기도 하다. 그러나, 우리나라는 다소비건물의 부하 가동 특성을 고려한 에너지 성능 중심의 설계 기준과 이를 제정하기 위해 필요한 우리나라의 통계적인 자료가 매우 부족하여 외국의 데이터를 이용하고 있는 실정이다.[1][2]

에너지 성능 중심의 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 매우 미흡하다.

특히, 에너지 다소비산업구조로 되어 있는 국내 산업시설 및 건축물 분야에서의 초에너지절약형 시스템으로의 개선이 절실하다.

본 연구에서는 전력다소비건물을 중심으로 대형건물의 시간대별 전력사용량과 연간 전력사용량을 조사하였고, 연면적, 계약전력, 최대수요전력 등의 전력소비 특성을 조사 분석하였다. 조사된 자료의 전체 특징과 중심적인 경향을 알아 보기 위해서 평균값, 표준편차, 최대값, 최소값, 중앙값 등의 특징파라미터를 분석하였고, 회귀분석을 통한 선형적인 방법과 비선형적인 방법으로 그 경향을 추정하여 곡선으로 나타내었다.

이를 토대로 에너지 성능 중심의 전력원단위 기준(안) 및 연간 전기에너지 사용 총량을 분석하였고, 전기에너지 연간 사용총량 산정에 필요한 자료를 데이터베이스화하였다. 그리고, 에너지성능 중심의 성능기준 개발을 위한 접근방법을 도출하고자 한다.

2. 본 론

2.1 국내외 에너지성능기준 관련 제도 및 선행 연구 결과 검토

2.1.1 건물에너지효율등급제도

건물에너지효율등급인증제도는 효율 등급제를 운영 중인 자동차차나 에어컨 등의 전자제품처럼 건축물도 소비자가 에너지

절약 정도를 판단하여 선택할 수 있도록 1-3등급의 인증을 부여하는 제도로 2001년 8월말부터 시행 중에 있다.

건물에너지효율등급인증제도를 통하여 건물의 에너지 성능이나 주거환경의 질 등과 같은 객관적인 정보를 제공받고, 건물의 가치를 인정 받음으로써 건설사업주체, 소유주체, 관리 주체 및 건물 사용자 등 건물과 관련된 모두에게 이익이 돌아가기 위한 제도이다. 또한, 건물 부문에서의 합리적인 에너지 절약을 위한 건물에서 사용되는 에너지에 대한 정확한 정보를 제공하여 에너지 절약기술에 대한 투자를 유도하고 경제적 효과를 가시화하여 에너지절약 인식을 제고함과 동시에 편안하고 쾌적한 실내 환경을 제공하기 위한 목적으로 계획에 의거 에너지소비가 많은 공동주택(18세대 이상의 신축 공동주택)에 대하여 이 제도를 도입하게 되었다.

이는 건축법에서 정하고 있는 기준 이상의 에너지효율을 가진 건축물에 대해서 에너지효율등급 인증 마크를 부여함과 동시에 제반 인센티브를 부여함으로써 건축물 에너지절약의 극대화를 도모할 수 있다. 이를 통해서 건축물의 에너지효율화를 위한 자발적 참여를 유도하며, 기후변화협약 등 향후 국제사회가 요구하는 환경부하 저감에 효과적으로 대처할 수 있다.

- 이에 대한 제도시행 관련 근거는 다음과 같다.
- 건물에너지효율등급 인증에 관한 규정(산업자원부 고시, 제2001-100호)
- 에너지이용 합리화를 위한 자금지원 지침(산업자원부 공고, 제2001-163호)
- 건물에너지 효율등급 인증제도 운영기준

2.1.2 건축물 에너지절약 설계기준

에너지의 해외의존도가 높은 현실을 감안하여 에너지 다소비형 건축물에 대하여 에너지절약 설계기준을 정하여 건축설계시 반영하도록 하고 있다.[5]

에너지절약설계기준 작성에는 에너지성능지표(EPI)에 준하여 작성하도록 되어 있으며, 에너지절약기준에서 제시된 모든 에너지절약 설계지침을 설계에 반영한 건축물의 EPI는 100이 되며, 60 이상을 취득하기 위하여 어떤 에너지절약 기법을 도입해야 하는지를 쉽게 판단할 수 있게 된다는 점이 특징이다.

이 기준은 새로운 에너지절약 설계기법의 개발과 에너지절약 기술의 발전, 새로운 설비나 재료의 출현 및 에너지정세의 변화 등에 따라서 손쉽게 수정 및 보완이 가능하므로 앞으로 총량규제방식에 의한 건축물 에너지절약 정책의 일환으로 폭넓게 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

전기설비 분야에서는 의무사항 항목으로 8가지 항목이 있으며, 권장사항 항목이 14가지 항목이 반영되어 있다.

2.1.3 지속가능한 건축물 인증프로그램(LEED)

지속가능한 건축물 인증프로그램(LEED)은 미국 친환경 건축위원회(USGBC)가 만든 친환경 건축물 등급의 기준으로 1998년도에 개발하여 2000년부터 시행되었다. 자발적으로 에너지효율을 높이고 물 사용량을 줄이며 실내 공기의 질을 높인 건축물을 유도하고 있다.[4]

현재 LEED 시스템 부여를 위한 최대 점수는 69점이다. 26점 이상을 받으면 인증등급이 되며, 점수가 높아질수록 실버등급, 골드등급, 플래티넘등급으로 구별된다. 표 1은 LEED의 평가 항목 및 배점을 나타내고, 표 2는 LEED의 등급별 점수를 나타낸다.

〈표 1〉 LEED의 평가항목

평가 분류	배점	필수 적용 사항
지속가능한 대지	14	비산먼지억제, 건설과정에서 오염방지대책
물 효율성	5	물사용량 저감방안
에너지와 대기환경	17	에너지 효율성, 오존파괴 냉매 사용금지
자재와 자원	13	연면적 대비 재활용 폐기물 저장공간 확보
실내환경의 질	15	미국설비학회 기준에 따른 공기질 확보, 담배연기 환경 통제
혁신적인 디자인	5	새로운 기술, 디자인 적용 여부
계	69	

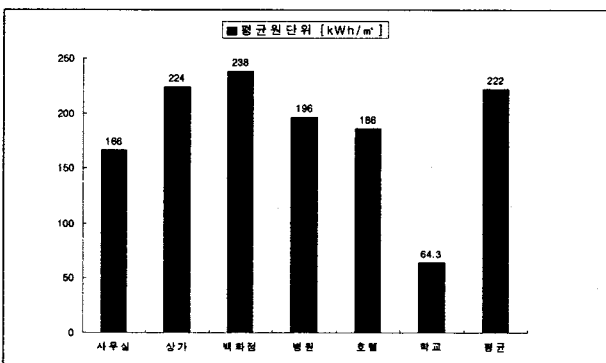
〈표 2〉 LEED의 등급별 점수

기본 인증등급	26-32점
실버 등급	33-38점
골드 등급	39-51점
플래티늄 등급	52-69점
0 조명 분야 : 빛 간섭의 최소화, 광센서를 이용한 조명 제어, 자연채광 도입 등, 배점 : 4점	
0 공사비 증가 : 약 2-10 % 정도 상승	

2.1.4 전력원단위 보고 자료

건축물 부문에서의 전력 원단위(kWh/㎡)란 단위 면적당 전력 사용량을 의미하며, 이를 비교 분석함으로써 전력사용량의 적정 여부를 판단할 수 있다. 그림 1은 일본의 업종별 전력원단위를 나타낸 것이며, 사무실용 건축물에서는 166 kWh/㎡, 백화점용 건축물에서는 238 kWh/㎡, 병원 건축물에서는 196 kWh/㎡, 호텔 건축물에서는 186 kWh/㎡로 조사되었다.〔3〕

백화점의 경우에는 구매촉진을 위하여 조명수준이 매년 20% 이상 증가되고 있는 실정이며, 연색성이 좋은 램프의 사용이 급증되고 있다. 또한 이용 고객에 대한 서비스 개선차원에서 냉난방 가동 증가와 식품매장의 냉동기 가동으로 전력사용량이 많은 것으로 판단된다.



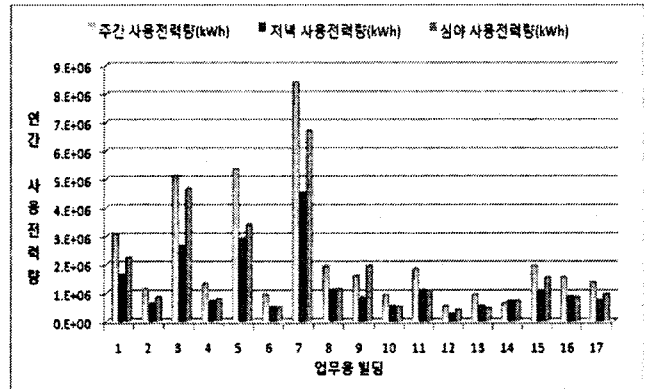
〈그림 1〉 일본의 업종별 전력다소비건물의 전력원단위

2.2 대형건물의 연간 전기에너지 사용현황 및 전력원단위 분석

2.2.1 조사고객의 적용실태 분석

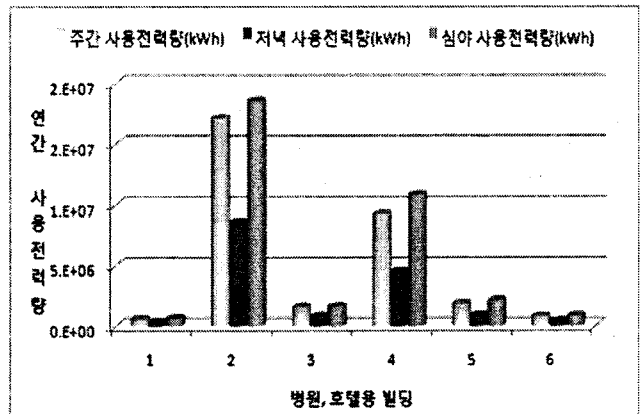
전기공급약관에서 정하는 계약종별 중 일반용전력을 사용하는 고객(사무실, 호텔, 병원 기타 용도 빌딩)을 23개소를 대상으로 하였으며, 단순확률 추출법에 의해 표본을 추출하여 AMR(원격검침시스템, 2005년도 기준)에 의해 자료를 조사 분석하였다.

그림 2는 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 2〉 업무용빌딩의 연간 전기에너지사용 현황

그림 3은 6개 병원 및 호텔용 다소비건물을 대상으로 주간(09:00 ~ 18:00), 저녁(18:00 ~ 23:00), 심야(23:00 ~ 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. 6개 병원 및 호텔용 다소비건물의 평균 부하율은 50.6 %로 분석되었고, 17개 업무용 다소비건물에 비하여 15 % 높게 유지하고 있었다.



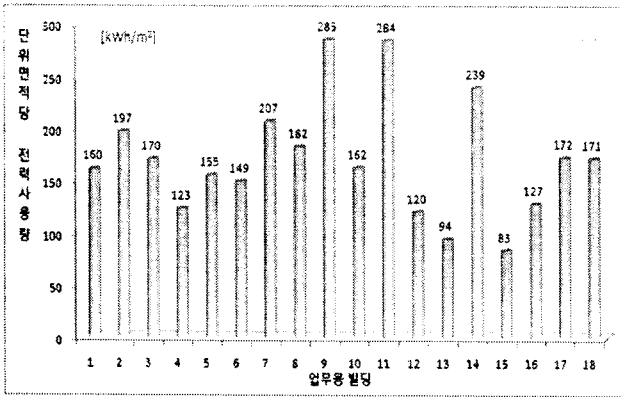
〈그림 3〉 병원/호텔용빌딩의 연간 전기에너지사용 현황

2.2.2 조사고객의 전력원단위 적용실태 분석

그림 4는 17개 업무용 다소비건물을 대상으로 전력원단위를 나타낸 것이다. 17개 업무용 다소비건물의 평균 전력원단위는 171 kWh/㎡(18번은 평균값을 나타냄)로 분석되었으며, 그림 1에서 살펴본 일본의 자료와 비교하면 5 kWh/㎡ 높게 사용되고 있었다. 근래에 들어 고효율인공 전기기기의 사용 급증과 에너지절약 설계기준의 확대 보급 등으로 에너지절약 효과가 나타나고 있는 것으로 판단된다.

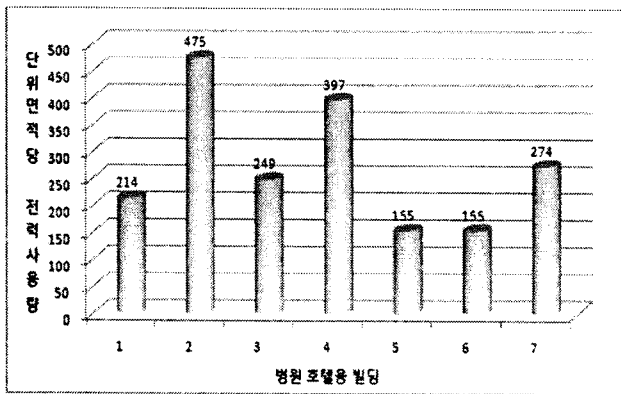
[참 고 문 헌]

[1] 김세동, 업무용빌딩의 전력소비특성을 고려한 수용률/부등률의 적용에 관한 연구, 한국조명전기설비학회, Vol.16, No. 6, pp.74-79, 2002
 [2] 김세동 외, 병원용건물의 부하종별 전력소비특성 분석 및 수용률기준 정립에 관한 연구, 한국조명전기설비학회, Vol.21, No.6, pp.77-84, 2007
 [3] 건축물에너지절약설계기준 설명회, 한국건설기술연구원, 2001
 [4] 녹색건물을 위한 기준 강화 -LEED, <http://cafe.naver.com/ArticleRead.nhn?>
 [5] 2008년 산업체 에너지관리연수, 에너지관리공단, pp. 13 4-137, 2008



<그림 4> 업무용빌딩의 전력원단위 적용 현황

그림 5는 6개 병원 및 호텔용 다소비건물을 대상으로 전력원단위를 나타낸 것이다. 6개 병원 및 호텔용 다소비건물의 평균 전력원단위는 274 kWh/㎡(7번은 평균값을 나타냄)로 분석되었으며, 그림 1에서 살펴본 일본의 자료와 비교하면 병원은 196 kWh/㎡, 호텔은 186 kWh/㎡에 비하면 매우 높게 사용되고 있었다. 앞으로 호텔 및 병원과 같이 다소비건물에서는 효율적인 에너지절약 대책을 마련할 필요가 있다고 사료된다.



<그림 5> 병원/호텔의 전력원단위 적용 현황

3. 결 론

본 연구에서는 에너지성능 중심의 전력원단위 적용 현황 및 연간 전기에너지 사용 총량을 분석하였고, 전기에너지 연간 사용총량 산정에 필요한 자료를 데이터베이스화하였다. 주요 연구 결과는 다음과 같다.

- 1) 17개 업무용 다소비건물의 평균 부하율은 35.6 %로 분석되었고, 업무용 빌딩의 부하 가동 특성을 고려할 때 주간 시간대에 가장 많이 사용되었다. 그리고, 평균 전력원단위는 171 kWh/㎡로 분석되었다.
- 2) 6개 병원 및 호텔용 다소비건물의 평균 부하율은 50.6 %로 분석되었고, 병원 및 호텔의 부하 가동 특성을 고려할 때 심야 시간대에 가장 많이 사용되었다. 그리고, 평균 전력원단위는 274 kWh/㎡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 건설 기준 표준화"과제('06-'11) 연구결과와 일부입니다.