

대구시 공공건축물의 에너지 소비 원단위에 관한 연구

An Analysis on the Energy Consumption Unit of the Public buildings in Daegu

최정희* 김주영** 홍원화***
Choe, Jeong-Hui, Kim, Ju-Young, Hong, Won-Hwa

Abstract

An energy problem has become one of the many problems awaiting solution to human society. Energy needs to support not only industry, but also building in city. The types of residential building, office building and public building account for much proportion among the totally amount used energy. A public institution shows a fine example for an energy conservation in the present situation. But, the amount used energy of electricity, air-conditioning and heating is different from a building use and condition. Because the building data of the energy consumption by a load is insufficient, it is unable to select a proper energy source. According to this study, it analyzed an energy load by each building that had investigated the actual conditions of energy consumption about public buildings in Daegu City. In order to plan the efficient energy use both existing buildings and new buildings, this study will present the efficient energy use plan, which has operated to new buildings of a public institution at present.

키워드 : 대구시, 공공건축물, 에너지 원단위, 실태조사

Keywords : Daegu-city, Public buildings, Energy consumption unit, Questionnaire

I. 서론

1.1 연구 배경 및 목적

오늘날 인류의 지구환경 문제와 에너지 문제에 대한 심각성이 고조되면서 이러한 문제의 해결책으로 대체에너지원을 찾는 문제와 기존 에너지 시스템에 대한 고효율향상 등의 대안 마련으로 저 에너지 사회를 지향하는 방안이 다방면으로 모색되고 있다. 이러한 노력 중에서 국내 에너지 다소비 형태인 철강, 석유화학 등의 산업부분 다음으로 건물부분에서의 에너지 소비가 높게 나타나고 있어 이에 대한 대안 마련이 긴급한 당면과제로 대두되고 있다. 이에 우선적으로 공공건축물의 에너지 절약을 높이기 위하여 마련된 「공공기관 에너지 절약 추진지침」으로 인한 공공건축물의 에너지 고효율 제품의 사용을 의무화 하는 등, 에너지 절약을 위한 노력들이 행해지고 있다. 그러나 이러한 노력과 함께 합리적이고 적극적인 대책이 시급한 상황이라 말할 수 있다.

따라서 본 연구는 공공건축물을 대상으로 에너지 소비 특성을 조사, 분석하고 공공건축물 이용 유형별로 에너지 소비 원단위를 작성하여 에너지의 효율향상과 향후 신재생에너지 도입에 필요한 기초적 데이터 작성이 연구의 목적이다.

1.2 연구 내용 및 방법

본 연구는 문헌고찰 및 기존의 관련 논문들을 통하여 에너지 원단위에 대한 고찰과, 대구광역시에 위치한 공공건축물 중, 구청사, 총괄우체국사, 경찰서를 대상으로 설문지와 방문 히어링 조사를 통하여 에너지 소비 유형을 파악한 후, 조사된 자료를 바탕으로 에너지원별 소비 패턴을 분석하여 에너지 소비 원단위를 작성하였다.

II. 공공건축물의 정의 및 에너지 관련 현황

2.1 공공건축물의 정의

건축법 시행령에 의한 건축물의 용도 분류에서는 공공건축물의 정의가 명확히 명시되어 있지 않으나, '공공건축물의 설계도서 작성기준(안)'²⁾을 보면 ○○학교, 경찰서 및 파출소, 우체국사, 전화국사, 시청사, 구청사, 동청사 등을 적용범위로 규정하고 있다.

위의 공공건축물은 건축법 시행령 별표1에 다음과 같이 분류되어 있다. (표 1)

* 정희원, 경북대 대학원 석사과정
** 정희원, 경북대 대학원 박사과정
*** 정희원, 경북대 건축공학과 부교수, 공학박사

2) 건설교통부고시 제1998-189(98. 6. 20)

표 1. 건축법 시행령 건축물 용도 분류

건축통계 자료집 용도 분류	건축법 시행령 용도별 건축물의 종류	
상업용	제1종 근린생활시설	동사무소·경찰관파출소·소방서·우체국·전신전화국·방송국·보건소·공공도서관·지역의료보험조합 기타 이와 유사한 것으로서 동일한 건축물 안에서 당해 용도에 쓰이는 바닥면적의 합계가 1천제곱미터 미만인 것
공공용	업무시설	공공업무시설 : 국가 또는 지방자치단체의 청사와 외국공관의 건축물로서 제1종근린생활시설에 해당하지 아니하는 것
	공공용시설	교도소, 감화원, 군사시설, 발전소, 방송국, 전신전화국, 활영소, 통신용시설
문교·사회용	교육연구 및 복지시설	학교, 교육원, 직업훈련소, 학원, 연구소, 도서관, 아동관련시설, 청소년수련시설

2.2 원단위 개요

원단위란 건물 용도별 단위면적의 단위시각별 부하량(난방부하, 급탕부하, 냉방부하, 전력부하, 증기부하, 가스부하 등)으로 정의되는데, 특정 건물에 관한 난방부하량, 냉방부하량 등의 산정시에는 해당건물의 외피조건, 방위, 외기조건, 일사량, 실내거주자의 행동패턴 등 많은 조건들을 필요로 한다. 그러나 본 연구에서는 조사대상 건물의 일반적인 조건(표 5)을 대상으로 원단위를 작성하였다.

표 2. 환산기준표

구분	환산기준	
	단위	발열량
석유류	원유	kcal/kg 10,000
	휘발유	kcal/ℓ 8,300
	납사	kcal/ℓ 8,000
	등유	kcal/ℓ 8,700
	경유	kcal/ℓ 9,200
	방카 A 유	kcal/ℓ 9,400
	방카 B 유	kcal/ℓ 9,700
	방카 C 유	kcal/ℓ 9,900
	제트 A-1	kcal/ℓ 8,700
	J P - 4	kcal/ℓ 8,500
가스	프로판가스	kcal/kg 12,000
	부탄가스	kcal/kg 11,800
	도시가스	kcal/Nm ³ 7,000
	도시가스	kcal/Nm ³ 11,000
	도시가스	kcal/Nm ³ 15,000
	천연가스	kcal/Nm ³ 10,500
석탄류	천연가스	(kcal/kg) (13,000)
	무연탄	kcal/kg 4,500
	유연탄	kcal/kg 6,600
기타	코크스	kcal/kg 6,500
	전기	kcal/kWh 2,500
타	신탄	kcal/kg 4,500

1차적으로 건축물에 사용되는 에너지는 전력, 가스, 유류이고, 이들의 계량단위는 각각 kWh, m³, ℓ이다. 건물이 소비하는 에너지량을 종합적으로 파악하고, 효율을 생각하는

경우에는 하나의 단위로 취급할 필요가 있다. 따라서 널리 이용되고 있는 환산방법에는 열량환산과 Cost환산이 있으며, 본 논문에서는 열량환산을 이용하였고, 환산기준표는 위(표 2)³⁾와 같다.

2.3 건물 유형별 에너지 소비 원단위

아래의(표 3)⁴⁾은 에너지관리공단에서 건물의 에너지 소비 행태를 조사한 자료를 토대로 분석된 우리나라 건물의 유형별 평균 에너지 원단위(1m²당 소비되는 연간 에너지 소비량)를 나타낸 것이다.

표 3. 건물 유형별 에너지 원단위

건물유형 원단위	공공 건물	업무용 건물	학교	공동 주택	호텔	병원
전력원단위 (Mcal/m ² ·y)	213	283	225	95	353	320
연료원단위 (Mcal/m ² ·y)	113	151	139	208	366	294
에너지원단위 (Mcal/m ² ·y)	326	434	364	303	719	614

III. 에너지 소비 실태 조사

3.1 조사 대상 및 조사 내용의 개요

공공건축물의 에너지 소비 실태조사를 위하여 대구시의 구청사, 총괄우체국사, 경찰서를 대상으로 전력, 유류, 도시가스 등의 소비량을 조사하였다. 그러나 건물의 준공년도 및 에너지 사용현황에 대한 자료관리 정도가 건물별로 다르고, 조사대상 건물의 자료 보관의 미비로 조사대상 건물 전체에 대해 에너지 사용현황 자료를 모두 확보하기는 어려웠다. 따라서 표본현황은(표 4)와 같으며, (표 5)의 내용을 중심으로 설문지를 작성하여 조사를 실시하였다.

표 4. 표본 현황

구분	총조사대상 표본수	미회수 표본수	회수표본수
구청사	8	2	6
우체국사	8	5	3
경찰서	8	5	3

3.2 조사대상 시설의 건축 및 설비 현황

조사대상 건물의 일반적인 건축 현황을 살펴보면 다음(표 6)과 같다.

3) 에너지이용합리화법 제2조 관련

4) 에너지관리공단, 건물 용도별 전력원단위 통계분석, 2002

표 5. 설문조사 항목 및 조사내용

조사항목	조사 내용
건축부문	· 건물현황: 준공연도, 건물구조, 층수, 건물향, 층고, 건축면적, 연면적, 공조면적, 재실인수
설비현황	· 전기설비의 전력 및 전압, 회선방식, 발전기, 축전기 형식 및 용량 · 공기조화설비의 공조방식 및 온열원기 대수 및 출력합계, 냉열원기 대수 및 출력합계, 냉난방기간 및 시간, 저수조 용량
에너지 소비현황	· 2002년~2004년의 월별 전력(kWh), 경유(ℓ), 동유(ℓ), 도시가스(m ³), 가스(LPG), 기타 사용량
특기사항	· 기타 에너지 사용량에 영향을 줄 수 있는 인자

표 6. 조사대상 건물의 일반적인 건축 현황

조사대상	준공년도	층수	건물향	건물구조	연면적
A 구청	1992	지하 3층, 지상 15층	남향	SRC	17,618
B 구청	1986	지하 1층, 지상 5층	남향	RC	11,556
C 구청	1982	지하 1층, 지상 4층	남향	RC	13,088
D 구청	1972	지하 1층, 지상 4층	남동향	RC	9,194
E 구청	1984	지하 1층, 지상 5층	남향	RC	9,902
F 구청	1978	지상 4층	남동향	RC	7,797
G 우체국	1984	지하 1층, 지상 4층	북향	RC	3,265
H 우체국	1991	지하 1층, 지상 4층	서향	SC	5,495
I 우체국	1988	지하 2층, 지상 8층	남향	RC	8,577
J 경찰서	1991	지하 1층, 지상 4층	남향	RC	6,170
K 경찰서	1989	지하 1층, 지상 4층	남향	RC	6,818
L 경찰서	2001	지하 1층, 지상 4층	남향	RC	5,641

전기설비에 있어서 계약전력은 연면적이 증가함에 따라 계약전력의 정격출력도 증가하는 것으로 나타났다. 평균정격출력은 872kWh, 수전전압은 모두 22.9kV이며, 수전방식은 모두 일회선 수전방식이었다. 발전기는 연면적이 가장 적은 G우체국을 제외한 11개 건물에는 있으나 축전지는 7개 건물에 배치되어 있었다.

냉·온열원기기와 건물연면적과의 상관관계는 나타나지 않았다. 온열원기기의 구성방식에는 보일러가 가장 많이 사용되었으며, 냉열원기기의 구성방식으로는 에어컨을 가장 많이 사용하는 것으로, 이는 냉방의 경우 도시가스보다는 전기를 많이 사용하기 때문으로 사료된다.

3.3 조사대상 시설의 에너지원별 소비현황

조사대상 건물의 에너지원별 소비를 살펴보면, 냉방용으로는 전력과 도시가스를 사용하며, 난방용으로는 전력, 도시가스, 유류를 사용하였고, 온수를 위한 에너지원은 도시가스, 유류로 조사되었다.

에너지원별 소비구조는 전력이 75%, 도시가스가 21%, 유류가 약 4%로 나타났다.

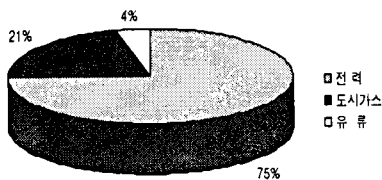


그림 1. 에너지 원별 소비구조 (2004년)

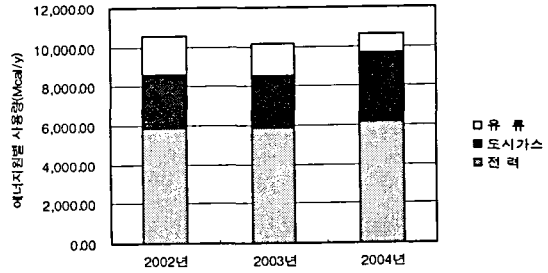


그림 2. 연도별 에너지원별 사용량 변화

IV. 에너지 소비 원단위 작성

조사대상 건물의 2002년에서 2004년까지의 월평균 에너지원별 소비 패턴을 분석하여 월별 및 연간 에너지 소비 원단위를 작성하였다.

4.1 에너지원별 소비 패턴

대구지역 조사대상 공공건축물의 월평균 전력, 도시가스, 유류의 사용량의 변화를 (그림 5, 6, 7)에서 볼 수 있다. 먼저 전력의 사용량을 보면 동절기와 하절기에 소비량이 높게 나타나는 패턴을 보이는데, 이는 동·하절기에 냉·난방기구의 사용으로 전기 소비량이 크게 증대된 것으로 사료된다.

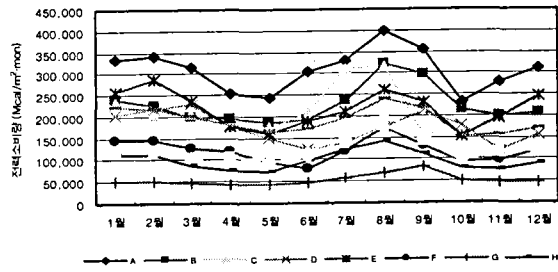


그림 3. 월별 전력 소비량

도시가스의 사용량은 조사대상 건물 중 7개 건물에서 사용량이 조사되었으며, 전력과 유사한 소비 패턴을 나타내는데, 이 또한 동·하절기에 전력과 함께 에너지원으로 사용됨을 짐작할 수 있다.

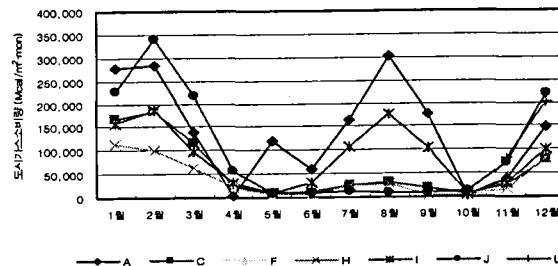


그림 4. 월별 도시가스 소비량

유류는 난방용과 일부 온수를 위한 에너지원으로만 사용하기 때문에 유류의 사용량은 일부 건물에서 동절기에 집중된 소비 패턴을 볼 수 있다.

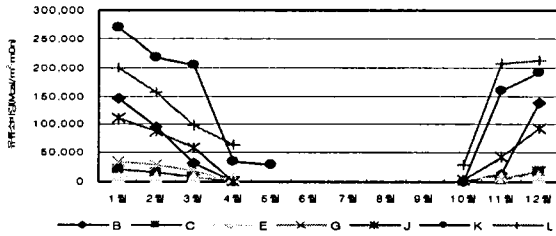


그림 5. 월별 유류 소비량

4.2 에너지 소비 원단위 작성

(1) 월별 에너지 소비 원단위

표 7. 월별 에너지 소비 원단위

구분	전력	연료	계
1월	20	38	58
2월	20	38	58
3월	18	25	43
4월	17	8	25
5월	15	6	21
6월	17	2	19
7월	21	7	28
8월	26	12	38
9월	22	6	28
10월	16	2	18
11월	16	16	32
12월	18	32	50
계	226	192	418

(표 7)에서 보여지는 것처럼 월별 에너지 소비 원단위는, 전력의 경우 월별로 비슷한 소비패턴을 나타내고, 8월에 원단위가 가장 높으며, 연료의 경우 동절기에 원단위가 높게 나타났다.

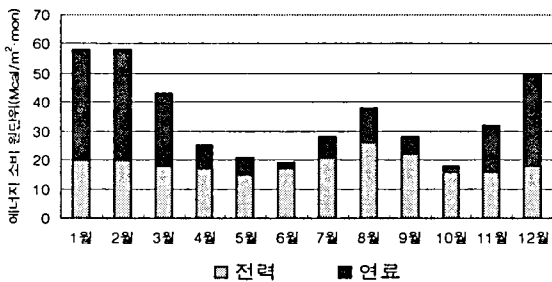


그림 6. 공공건축물의 월별 에너지 소비 원단위

(2) 연간 에너지 소비 원단위

대구시 공공건축물의 전력 원단위는 226Mcal/m²·y이고, 연료 원단위는 192Mcal/m²·y로 나타났다. 따라서 공공건축물의 연간 에너지 소비 원단위는 418Mcal/m²·y이다. (표 8)

표 8. 연간 에너지 소비 원단위

구분	전력	연료	계
원단위	226	192	418

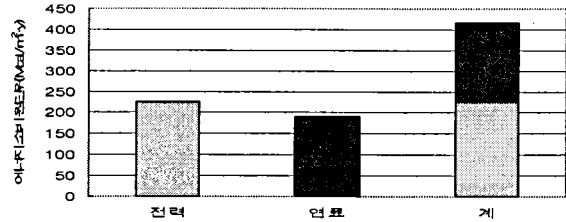


그림 7. 공공건축물의 연간 에너지 소비 원단위

V. 결론

본 연구는 공공건축물의 에너지원별 소비량을 분석하여 에너지 소비 원단위를 작성한 것으로 연구결과를 정리하면 다음과 같다.

- 1) 에너지원별 소비패턴을 보면 주로 동·하절기에 냉·난방기구의 사용으로 소비량이 높게 나타났다.
- 2) 전력 소비 패턴을 보면 동절기에 도시가스나 유류를 사용하여 난방을 함에도 불구하고 전력소비가 높게 나타났다.
- 3) 조사결과에 의한 에너지 소비 원단위는 전력, 연료가 각각 226Mcal/m²·y, 192Mcal/m²·y로 나타났으며, 그 중 전력소비가 더 높게 나타났다.

공공건축물의 에너지 소비 패턴을 분석함으로써 향후 경제적 운영을 위한 에너지의 효율적인 이용 방안에 대한 기준을 제시할 수 있을 것이다.

추후 공공건축물의 용도별 에너지 소비패턴 분석이 필요하며, 공공건축물의 에너지 효율 향상과 에너지 설비의 효율적인 관리를 위해 기초 통계 자료의 지속적인 확보가 이뤄져야 할 것이다.

참고문헌

1. 건물 용도별 전력원단위 통계분석, 에너지관리공단, 2002.
2. 산업자원부, 건물의 에너지원단위 기준(안) 연구에 관한 최종 보고서, 1999.
3. 이은혜, 대구시 오피스 빌딩의 규모별 에너지 및 상수소비 원단위화에 관한 연구, 경북대학교 석사학위논문, 2003.
4. 조두상, 학교건축물의 에너지소비패턴 분석 및 원단위화에 관한 연구-대구광역시 소재 초·중·고교를 대상으로-, 경북대학교 석사학위논문, 2002.