

## 실측자료 기반의 공동주택 시간별 전력소비 패턴 분석 연구

임경업\*, 윤종호\*\*, 신우철\*\*\*, 박재상\*\*\*\*, 김강식\*\*\*\*\*

\*한밭대학교 건축공학과 석사과정(84coramdeo@hanmail.net),

\*\*한밭대학교 건축공학과 교수(jhyoon@hanbat.ac.kr),

\*\*\*대전대학교 건축공학과 교수(shinuc@dju.ac.kr),

\*\*\*\* 대전대학교 건축공학과 석사과정(jensa85@naver.com),

\*\*\*\*\*한전전력연구원 녹색성장연구소(kimks@kepri.re.kr)

### An Analysis of Electricity Consumption Profile based on Measurement Data in High-rise Apartment Complex

Im, Kyung-Up\*, Yoon, Jong-Ho\*\*, Shin, U-Cheul\*\*\*, Park, Jae-Sang\*\*\*\*, • Kim, Kang-sik\*\*\*\*\*

\*Dept. of Architecture Engineering, Hanbat National University(84coramdeo@hanmail.net),

\*\*Dept. of Architecture Engineering, Hanbat National University(jhyoon@hanbat.ac.kr),

\*\*\*Dept. of Architectural Engineering, Daejeon University(shinuc@dju.ac.kr),

\*\*\*\*Dept. of Architectural Engineering, Daejeon University(jensa85@naver.com),

\*\*\*\*\*KEPCO Research Institute, KEPRI(kimks@kepri.re.kr)

#### Abstract

---

Worldwide, the building energy simulation becomes inevitable step for predicting the energy consumption in building. In simulation process, the expertise is required for the accurate analysis results. In Korea, however, most of user use the inconsistent data with Korea circumstance. In this step, we need to construct the standard input data matched building in Korea. In this study, electricity consumption of apartments in Daejeon is analyzed. The yearly data of 6 apartment complexes of 2009 are analyzed as monthly, daily(week and weekend), timely, and completion year. With this result, we are able to predict the demand pattern of electricity in a house and make the schedule by demand pattern. The results of this study are followed. The averaged amount of electricity consumption in winter is higher than summer because of the high capacity of heating equipment. All of the house has electric base load from 0.26kWh to 0.5kWh. The average of the electricity consumption of month is shown as 326.7kWh. A week is seperated as 4 part such as week, weekend, Saturday and Sunday. During week, the average of timely electricity consumption is shown as 0.442kWh. The Saturday consumption is 0,453kWh. The Sunday is 0.461kWh. .

Keywords : 전력사용량(Electricity Consumption), 공동주택단지(Apartment Complex), 수요패턴(Demand ), 실측자료(Measurement Data)

---

## 1. 서 론

전 세계적으로 건물의 에너지성능에 대한 다양한 평가가 이루어지고 있다. 이것은 건물 설계자들에게 건물에 대한 정확한 정보를 사전 예측하여 실내 환경성능 및 에너지 성능에서 중요한 자료로 활용할 수 있다. 이에 따라 다양한 종류의 에너지 성능 평가 시뮬레이션 프로그램이 개발되어 보급 및 활용되고 있다. 시뮬레이션 도구 사용자들의 불확실한 변수들에 대한 입력 값을 정의함에 있어 그 결과 값이 상이하게 나타나게 되는 문제점을 안고 있다. 건물 계획단계에서 계획 건물의 성능을 예측하고 그에 따른 대안을 구축하기 위한 시뮬레이션 프로그램을 구동하기 위해서는 입력 자료에 대한 전문적인 지식이 요구된다.[1] 현실적으로 수용 가능한 건물 에너지 해석 시뮬레이션을 위해 건물을 구성하는 환경 변수(재실자 패턴, 에너지 사용량, 제어조건 등)를 우리나라 실정에 적합하게 시뮬레이션에 적용하기 위한 분석과정이 필요하며 이를 표준화 하기위한 단계로 건물에서 사용되는 에너지 사용량에 대한 입력변수의 표준화가 필요하다.

본 연구에서는 다양한 표준입력조건 변수 중 공동주택의 전기사용데이터를 수집하여 공동주택 가구 내에서 사용되는 전기에너지 사용패턴을 분석하였다. 분별 실측되는 전기 사용량 데이터를 PCCS<sup>1)</sup>를 이용하여 수집하여 전기사용유형 분석 및 시뮬레이션의 스케줄 입력을 위한 표준 데이터를 구축하는데 그 목적을 두었다.

## 2. 단지별 전력사용량 실측조사

### 2.1 단지 분석 개요

공동주택의 표준 전력소비데이터 분석을 위하여 대전지역의 공동주택 단지 6곳을 선정하여 자료를 수집하였다. PCCS로 수집된

데이터의 구성은 그림 1과 같다.

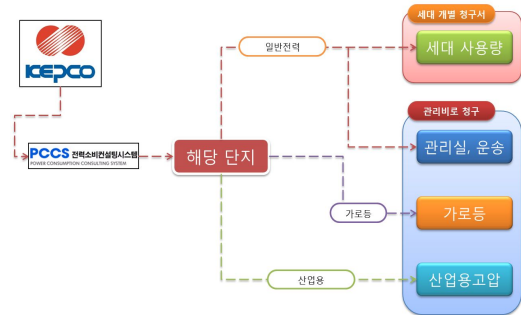


그림 3. PCCS의 전력데이터 구성

PCCS에서 수집된 공동주택단지의 전력 데이터는 가로등전력과 산업용전력의 고압부분, 그리고 일반용 전력으로 구분된다. 본 연구에서는 단지별 전력사용량 데이터 중 관리비로 청구되는 산업용 고압, 가로등, 관리실 및 운송에 대한 전력을 제외하고 순수 세대에서만 사용되는 전력사용량을 추출하여 통계 및 분석을 통한 시간별 변화량 프로파일을 작성하였다.

전기사용량 분석을 대상으로 선정된 6개 단지는 대전에 위치하고 있으며 준공년도는 1992년에서 2006년 사이이다. 총 6992세대에 대하여 2009년 1월부터 12월까지의 분별 전력사용 데이터를 수집하여 분석하였다.

우선적으로 단지별 전력사용량을 비교하였으며 이를 바탕으로 평균 전력사용 패턴을 추출하여 월별, 일별, 시간별 전력소비패턴을 분석하였으며 추가적으로 주중과 주말을 구분하여 시뮬레이션 입력 스케줄을 작성하기 위한 프로파일을 도출하였다. 각 단지에 대한 개요는 표 1과 같다.

## 3. 전력소비 유형 분석

### 3.1 단지별 전력사용량 분석

그림 2는 6개 단지의 가구단위 시간별 전력사용량은 단지별로 사용량패턴을 도식한

1) 전력소비컨설팅시스템 (<http://pccs.kepco.co.kr>)

그래프이다. 전체 6개 단지의 그래프 유형으로 봤을 때 모든 단지에서 연중 유사한 전력 소비패턴을 나타냈다. 최대 전력사용단지는 D 단지인 것으로 나타났으며 하절기 시간별 전력사용량이 약 900Wh 까지 피크사용량을 나타내었다. 1년 전체 사용량을 볼 때 모든 단지에서 약 260Wh에서 500Wh 까지 기저부하가 나타났으며 이것은 단지 가구 내에서 사용되는 최저부하로 실내 기기 외에

센서 및 플러그 등으로 소비되는 전력 사용량을 의미한다. 그림 3은 단지별 연간 누적 총에너지 전력 사용량 및 월간 평균 전력 사용량을 나타낸다. 분석결과 D 단지의 한 가구별 연간 누적 사용량이 4,827 kWh/세대로 가장 많은 사용량을 나타냈으며 최소 전력 사용량을 나타낸 D 단지의 경우 세대당 연간 누적 전력사용량은 3,229 kWh/세대로 나타났다.

표 1. 대전지역 전력사용량 조사 대상 6개 단지 개요

조사단지	A				B	C					D			E		F		
	1993				1998	1992					2006			1992		1998		
면적 (m <sup>2</sup> )	89	102	128	142	105	102	119	135	155	188	142	175	208	85	102	115	122	158
가구별 공급면적(m <sup>2</sup> )	89.2	102.4	128.9	142.1	105.7	102.4	119.0	135.5	155.3	188.4	142.1	175.2	208.2	85.9	102.4	115.7	122.3	158.6
가구별 전용면적(m <sup>2</sup> )	71.7	84.9	108.6	119.7	84.9	85.1	101.7	114.8	135.1	165.2	113.7	140.1	166.6	71.7	84.9	92.7	99.9	134.9
가구수(세대)	280	352	90	118	2200	96	456	480	360	240	261	248	98	162	300	432	411	408
가구별 비율(%)	33%	42%	11%	14%	100%	6%	28%	29%	22%	15%	43%	41%	16%	35%	65%	35%	33%	33%
총 세대수	840				2200	1632					607			462		1251		
전체가구별 공급면적(m <sup>2</sup> )	24992	36073	11603	16773	232738	9838	54268	65059	55933	45223	37101	43452	20410	13923	30744	49982	50269	6474
전체가구별 전용면적(m <sup>2</sup> )	20073	29902	9776	14131	186868	8168	46416	55123	48650	39652	29680	34762	16327	11621	25473	40081	41095	55039
전용비율(%)	80%	83%	84%	84%	80%	83%	86%	85%	87%	88%	80%	80%	80%	83%	83%	80%	82%	85%
열원 공급방식	개별난방, 도시가스				개별난방, 도시가스	중앙난방, 도시가스					개별난방, 도시가스			중앙난방, 도시가스		개별난방, 도시가스		

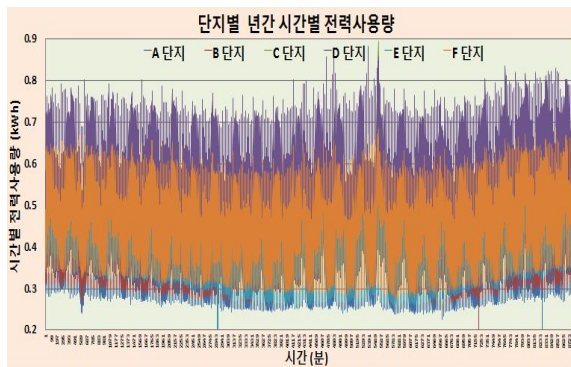


그림 4. 단지 가구별 연간 시간단위 소비전력분포

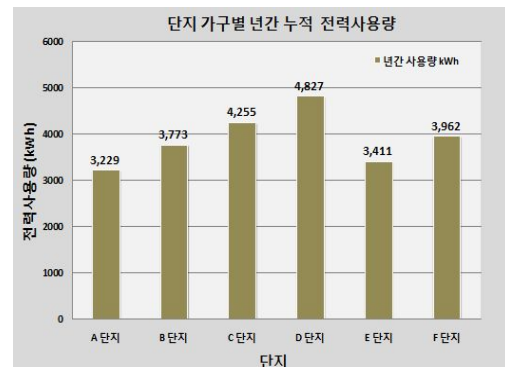


그림 5. 단지별 년 간 누적 사용량 (kWh)

### 3.2 월별 전력사용량 분석

표 2는 조사대상 6개 단지의 가구단위 월별 전력사용량을 나타낸다. 이는 일반전력 부분에서 공용전기사용량 부분을 제외한 순수 개별 가구 전력사용량으로 나타났다.

표 2. 단지별 가구단위 월별 전력사용량 (kWh/세대)

단지	A	B	C	D	E	F	평균
1월	290.9	336.7	382.1	416.6	324.0	362.1	352.1
2월	259.0	301.7	338.0	375.0	280.7	317.4	312.0
3월	273.4	317.8	358.8	404.2	294.6	335.0	330.6
4월	255.6	298.1	339.4	380.1	270.9	313.0	309.5
5월	259.2	304.6	348.1	391.4	268.2	319.4	315.2
6월	258.2	302.0	345.4	387.0	258.9	311.4	310.5
7월	277.2	323.6	373.7	415.5	277.3	330.5	333.0
8월	284.3	333.7	390.0	421.6	283.3	340.0	342.2
9월	253.3	296.4	342.6	384.6	258.6	310.6	307.7
10월	260.0	306.5	356.6	400.3	280.4	324.9	321.5
11월	270.9	317.0	362.3	411.4	293.9	335.6	331.9
12월	286.9	334.9	381.3	438.8	320.7	362.5	354.2
<b>평균</b>	<b>269.1</b>	<b>314.4</b>	<b>359.9</b>	<b>402.2</b>	<b>284.3</b>	<b>330.2</b>	<b>326.7</b>

월평균 최저 사용량을 나타낸 A 단지의 경우 269.1 kWh/세대의 최저사용량을 나타냈으며 D 단지의 경우 402.2kWh/세대 로 최대 평균 사용량을 나타냈다.

단지별 사용량을 비교해 볼 때 춘추분기의 각 4월의 309.5kWh/세대와 9월 307.7kWh/세대로 가장 낮은 전력소비현상을 나타냈다. 9월의 전력사용량은 년 중 최저 전력사용월로 세대별 전력 최저부하 기준으로 수립할 수 있다고 판단된다.

년 중 최저 전력소비 월인 9월 307.7kWh/세대를 기준으로 하절기의 경우 8월 342.2kWh/세대로 11%증가된 사용량을 보였으며, 동절기의 경우 12월 354.2kWh/세대로 14% 증가된 사용량을 나타냈다. 하절기와 동절기에 전력사용량이 증가하는 현상은 냉난방부하

로 인한 냉난방기기의 사용으로 인한 것으로 판단된다. 동절기가 하절기보다 높게 나타나는 현상은 전력거래소<sup>2)</sup>에서 조사[2]된 바와 같이 하절기 냉방기기(선풍기, 에어컨)의 사용시간이 길게 나타나지만 동절기 난방기기(전기장판, 전기히터, 열풍기 등)의 정격용량이 상대적으로 크기 때문에 이러한 결과가 나타는 것으로 사료된다.

그림 4는 6개 단지에 대한 월 전력사용량과 세대당 월 평균 사용량을 도식하였다.

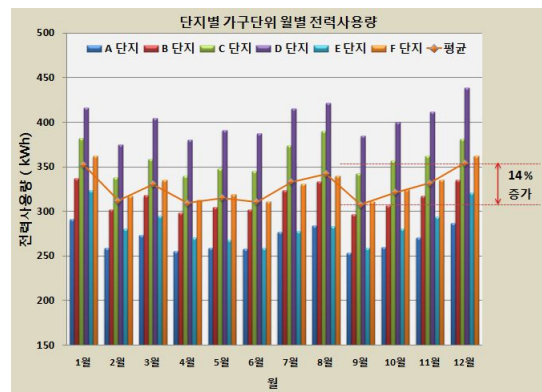


그림 6. 단지별 가구단위 월별 전력사용량

각 단지별 월 평균 전력사용량을 기초로 년 중 월평균 사용량을 평균할 경우 세대별 월평균 326.7kWh/세대의 값을 얻을 수 있다. 이는 총 6992세대의 월 평균 전력사용량을 평균한 값으로 표준적인 월평균 전력사용량으로 수립할 수 있다고 판단된다.

### 3.3 시간별 전력 사용량 분석

그림 5는 년 중 월별에 따른 시간별 가구단위 전력사용량을 나타내는 그래프이다.

그래프에서 알 수 있듯이 전력사용량의 분포는 크게 세부분으로 나눌 수 있다. 19시에서 23시 사이 최대 전력사용량을 나타냈으

2) 전력거래소에서 분석된 하절기 동절기의 냉난방기기 전력소비량을 시간과 정격용량을 분석하여 사용량을 비교하였다.

며, 7시에서 17시 사이 400Wh에서 550Wh사이의 전력사용패턴을 나타냈다. 또한 새벽시간인 03시에서 05시에는 최저 전력만을 사용하는 패턴을 나타냈다.

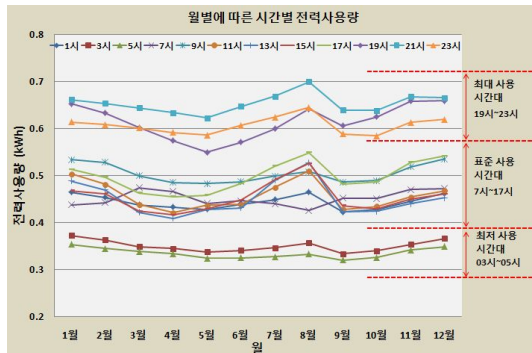


그림 7. 단지별 가구단위 월별 전력사용량

실내 재실자가 존재하는 오전과 저녁시간대의 하절기 경우 8월에 냉방기기 사용으로 전력소비량이 급격히 상승하는 패턴을 나타냈으며, 동절기의 경우는 11월부터 꾸준히 난방기기의 사용으로 2월까지 전력소비량이 증가되는 것을 알 수 있다.

### 3.4 주중, 주말 시간별 전력 사용량 분석

그림 6과 그림 7은 단지별 세대 평균 일 중 전력소비패턴을 주중과 주말로 구분하여 사용량을 나타낸 결과이며 그림 8과 그림 9는 주중, 주말에 따른 세대 평균 전력 소비 패턴을 나타내는 그래프이다.

본 데이터를 기반으로 통계·분석으로 사용된 그래프의 각 box 중앙 □기호는 각 사용량의 평균값을 나타내며 box는 표준편차 범위를 나타낸다. 그리고 box 외부의 I 기호는 최대 최소값의 범위를 나타낸다.

일 중 세대별 평균 전력사용 유형은 단지별로 유사한 패턴을 나타낸다. 새벽 4시를 기점으로 최저 전력사용량을 나타내며 기상 후 아침활동 기간 및 외출준비로 인하여 9시까지 사용량이 급증하는 것으로 나타났다.

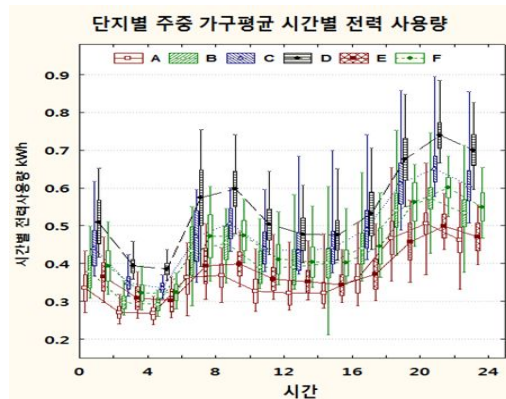


그림 8. 단지별 주중 시간별 전력사용량

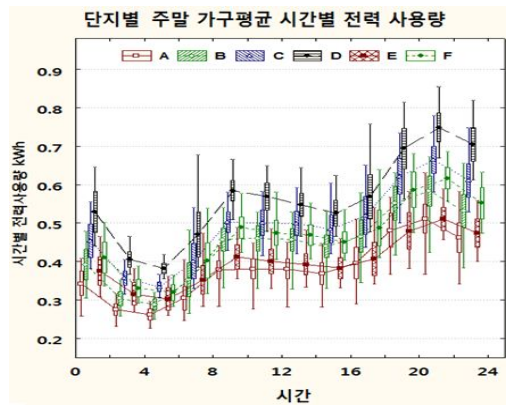


그림 9. 단지별 주말 시간별 전력사용량

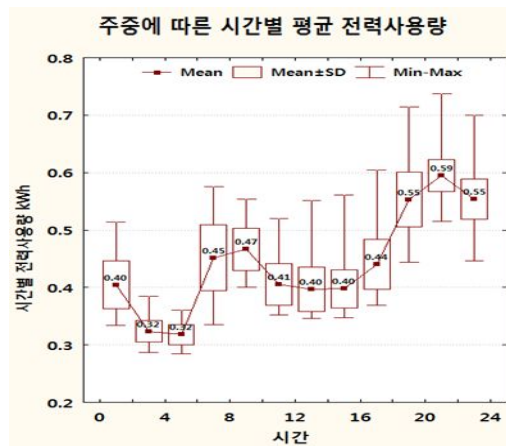


그림 10. 주중 세대평균 전력사용량

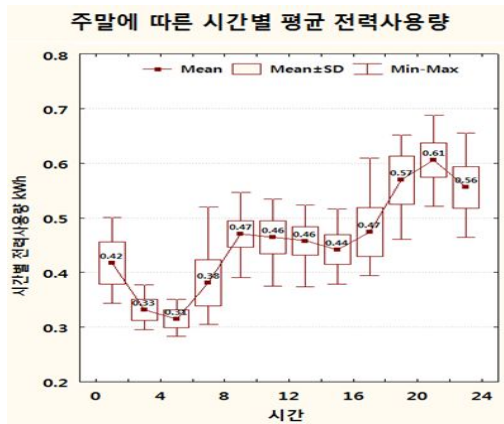


그림 11. 주말 세대평균 전력사용량

주중과 주말의 뚜렷한 차이는 낮 시간대에서 나타난다. 야외활동으로 재실인원이 적은 주중의 경우는 400Wh까지 감소하는 경향이 나타났지만 주말의 경우 지속적인 실내 활동으로 인하여 최소 440Wh 이상의 전력사용량이 지속되는 패턴을 보이고 있다. 또한 주중과 주말 모두 16시를 기점으로 전력 사용량이 증가하는 패턴을 나타냈으며 21시경 주중 595Wh, 일요일 626Wh의 사용량을 보이며 최고 전력사용 시간대로 나타났다.

표 3. 단지 평균 시간단위 전력사용량 (kWh)

시간	주중	주말	토요일	일요일
1	0.404	0.417	0.417	0.418
3	0.323	0.331	0.331	0.332
5	0.318	0.315	0.317	0.312
7	0.452	0.381	0.398	0.364
9	0.467	0.471	0.474	0.467
11	0.405	0.465	0.457	0.472
13	0.397	0.458	0.455	0.461
15	0.398	0.442	0.435	0.449
17	0.440	0.474	0.462	0.487
19	0.553	0.569	0.553	0.585
21	0.595	0.606	0.586	0.626
23	0.554	0.556	0.549	0.563
평균	0.442	0.457	0.453	0.461

표 3은 일별 전력 사용량 중 주말을 토요일, 일요일로 나누어 분석하여 주중과 주말에 대한 2시간 단위 프로파일을 작성하여 거

주자의 재실패턴을 예측 하도록 하였다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 건물에너지 시뮬레이션의 전기부하부분의 표준 입력값을 구축하기 위하여 대전지역의 6개 단지를 선정하여 가구별 전력사용량 데이터를 통계 및 분석하였으며, 이를 바탕으로 공동주택의 가구의 월별, 일별, 시간별 및 준공년도에 따른 전력소비 패턴을 분석하여 프로파일을 작성하였다. 그에 따른 본 연구의 결론은 다음과 같다.

- (1) 세대별 전력사용량 분석 결과 단지별 0.26kWh에서 0.5kWh까지 기저부하가 발생하는 것으로 나타났다.
- (2) 각 단지별 전체 가구의 월평균 전력사용량을 평균하여 분석한 결과 가구당 월평균 전력 사용량은 326.7kWh가 소비되는 것으로 나타났다.
- (3) 시간에 따른 가구별 전력사용량을 분석한 결과 17시에서 23시 시간대에 최대 전력이 소비되는 것으로 나타났다.
- (4) 평일과 주말을 구분하여 전력소비량을 분석하였을 때, 442Wh가 사용되는 평일보다 토요일은 11Wh, 일요일은 19Wh 증가된 사용량을 나타냈다.

#### 후 기

본 연구는 한국전력연구원 녹색성장연구소에서 실시되는 과제의 일환으로 수행되었음.

#### 참 고 문 헌

1. 건물에너지 평가 프로그램 소개 및 이를 이용한 사례분석. 홍구표. 2010.
2. 2009 가전기기 보급률 및 가정용 전력 소비행태 조사, 전력거래소, 2009.
3. 이준규, 에너지소비 데이터를 이용한 전전화 주택 도입시 에너지 사용량 분석, 2010.
4. <http://pccs.kepco.co.kr>