


부하 형태에 따른 전력패턴 분석

황미용¹, 조승준², 이순형³, 최용성^{2,3} 

¹ 조선대학교 문화학과

² 동신대학교 전기전자공학과

³ 동신대학교 전기공학과

Analysis of Power Pattern According to Load Types

Mi-Yong Hwang¹, Seung-Joon Cho², Soon-Hyung Lee³, and Yong-Sung Choi^{2,3}

¹ Department of Culture Studies, Chosun University, Gwangju 61459, Korea

² Department of Electrical and Electronics, Dongshin University, Naju 58245, Korea

³ Department of Electrical Engineering, Dongshin University, Naju 58245, Korea

(Received April 12, 2023; Revised April 18, 2023; Accepted April 19, 2023)

Abstract: In this paper, we compared and analyzed the power load patterns of dormitory buildings and office buildings to use them as basic data (demand analysis and capacity design) for the design and operation of microgrids for multi-use facilities, and the following conclusions were got. During the daytime on regular weekdays, the power consumption load pattern of office buildings was relatively large at 264.0~332.3 kWh, and during the evening hours, the power consumption load pattern of dormitory buildings was relatively large at 233.0~258.3 kWh. In the case of vacation, during the daytime on weekdays, the power consumption load pattern of office buildings was relatively large at 279.1~407.4 kWh, and in the evening, the power consumption load pattern of dormitory buildings was relatively high at 280.1~394.1 kWh. During the daytime on regular weekends, the power consumption of dormitory-type buildings was relatively high at 133.5~201.6 kWh, and it was found that the power consumption of dormitory-type buildings appeared relatively high at 187.5~252.1 kWh. During a vacation in the daytime on weekends, the power consumption of dormitory-type buildings was found to be 186.5 kWh~ and 218.6 kWh. The increase in power consumption during a vacation (December-February) compared to normal (April-June) was thought to be due to an increase in electricity demand, and the reason for the higher power consumption in dormitory buildings during the vacation was due to reduced working hours in office buildings.

Keywords: Load pattern, Demand analysis, Office-type building, Dormitory-type building, AMI (advanced metering infrastructure)

1. 서론

최근 국내 최대전력은 매년 증가하고 있으며 우리나라의 최대전력은 1970년대 연도별로 36만 kW, 약 15%씩 증가하였으며 2000년대에는 연간 300만 kW 이상, 약 6%대의 증가율을 나타내었다. 1980년대부터 2000년 중반까지

✉ Yong-Sung Choi; yschoi67@dshu.ac.kr

Copyright ©2023 KIEEME. All rights reserved.
This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

는 15시에 하계 최대전력이 발생하였으며 기상의 변동에 따라 여름과 겨울에 최대전력이 증가되는 추세이며 최대 전력 발생에는 시간별 부하패턴이 다양하게 나타나고 있다. 1970, 80년대에는 연간이나 월간 부하패턴이 평균전력에 비하여 변동폭이 컸으나 2000년 이후에는 변동폭이 상당히 작게 나타나고 있다. 이는 최대전력뿐만 아니라 전력소비량이 꾸준히 증가하여 부하가 평준화되고 부하율이 높아진 것을 나타내며 연중, 일간 최대전력 발생 시점도 다양하게 나타나고 있으며 [1-4] 최근에는 마이크로그리드를 이용하여 최대전력을 낮추는 연구가 이루어지고 있다 [4].

전력 수요 관리는 에너지 절약 및 친환경적인 에너지 이용을 위해 중요한 요소이다. 전력 사용 패턴을 이해하고 분석하는 것은 전력 수요 관리를 위한 핵심적인 작업이다 [5-7]. 예를 들어, 대학교의 경우 학생들이 사용하는 기숙사와 교직원이 근무하는 사무실에서 많은 전력이 소비된다. 그러나 이러한 공간들에서 발생하는 전력 사용 패턴을 정확하게 파악하는 것은 어렵다. 이에 따라, 전력 사용 패턴을 분석하여, 전력 수요를 예측하고 이를 기반으로 효율적인 에너지 관리 계획을 수립할 수 있다.

전력 사용 패턴 분석을 위해서는 전력량 측정이 필요하다. 기존에는 기계식 전력계량계를 사용하여 전력 사용량을 측정하였으나, 일정 시간 간격으로만 측정되므로 상세한 전력 사용 패턴을 파악하기 어려웠다. 이에 따라, advanced metering infrastructure (AMI)을 이용하여 실시간으로 전력 사용량을 측정할 수 있다 [8]. AMI을 이용하면, 전력 사용량을 높은 정확도로 측정할 수 있으며, 이를 기반으로 실시간으로 전력 사용 패턴을 분석할 수 있다. 이를 통해 전력 사용량을 줄이는 대책을 수립할 수 있으며, 친환경적인 에너지 이용을 실현할 수 있다.

전력 수요 관리는 친환경적이고 효율적인 에너지 이용을 위해 중요한 요소이다. 대학교의 경우, 학생들이 사용하는 기숙사와 교직원이 근무하는 사무실에서 많은 전력이 소비된다. 그러나 이러한 공간들에서 발생하는 전력 사용 패턴을 정확하게 파악하는 것은 어려우므로, 전력 사용 패턴을 분석하여 전력 수요를 예측하고 이를 기반으로 효율적인 에너지 관리 계획을 수립할 필요가 있다 [9-11].

특히, 전력 수요 예측은 전력 회사 및 전력 공급자에게 매우 중요하다. 전력 수요 예측을 통해, 전력 생산 계획을 수립할 수 있으며, 이를 기반으로 전력 생산량을 조절할 수 있다. 이는 전력 회사 및 전력 공급자의 수익을 증대시키는 것뿐만 아니라, 전력 수요를 조절함으로써 에너지 절약 및 친환경적인 에너지 이용을 실현하는 데에도 큰 역할을 한다.

전력 사용 패턴 분석을 위해서는 전력량 측정이 필요하며 AMI을 이용하여 실시간으로 전력 사용량을 측정할 수

있다. AMI를 이용하면 전력 사용량을 높은 정확도로 측정할 수 있으며 이를 기반으로 전력 사용 패턴을 분석할 수 있다. 이를 통해, 대학교의 사무실과 기숙사에서 발생하는 전력 사용 패턴을 파악하고, 효율적인 에너지 관리 방안을 제시하여, 전력 수요를 예측하고 조절할 수 있는 기초 자료를 마련할 수 있다 [11].

따라서 본 논문에서는 다중이용시설용(사무형 건물, 기숙형 건물) 마이크로그리드 설계의 기초자료(수요분석과 용량설계)로 사용하기 위하여 AMI에 의하여 측정된 전력량을 부하패턴별(기숙형, 사무형)로 비교, 분석하였다. 부하패턴은 상시(학기 중)와 비상시(방학 중)로 구분하였고 이를 다시 일간(시간별, 평일, 공휴일), 월간으로 구분하여 부하패턴을 비교, 분석하였다 [12].

2. 실험 장치 및 실험 방법

2.1 실험 장치

최대전력 및 전력량 측정용 AMI는 (주)디엠파워사의 교류 3상4선식, 220/380 V, 5 (2.5) A, 60 Hz, 1.0급 규격의 CT (current transformer)부 계기를 사용하였다. CT는 LIGHTSTAR사의 제품이며 1차측 전류는 400 A, 2차측 전류는 5 A이고 1.0급을 사용하였다.

표 1은 건물 형태별 부하 상황을 나타낸 것으로 기숙형 건물의 전등부하는 17,400 W이고 동력부하는 7,530 W로 전체 24,930 W의 부하가 설치되어 있으며 사무형 건물의 전등부하는 25,420 W이고 동력부하는 19,220 W로 전체 44,640 W의 부하가 설치되어 있다.

AMI에서 측정된 데이터의 축적 및 관리용 EMS 관련 장치는 Workstation, PC, 모니터, 외장하드로 구성되었으며 운영서버의 OS는 CentOS 6.5 (× window), Java 1.8.0_65 Tomcat 8.0×4, 메모리는 32 GB, 16 GB ×3이고 백본 스위치 장비의 제조사는 Huawei (Model S7706)이다 [12].

2.2 실험 방법

측정 대상 건물인 기숙형 건물과 사무형 건물에 CT와 AMI를 각각 설치하였다. 4월 4일 00시 00분부터 6월 21일 24시 00분까지, 12월 11일 00시 00분부터 익년 2월 28일 24시 00분까지 기숙형 건물과 사무형 건물에서 각각 사용한 전력량을 AMI를 통해 서버에 저장하였으며 다중이용시설인 기숙형 건물과 사무형 건물의 전력량을 상시, 비상시로 구분하고 이를 다시 평일, 주말, 공휴일, 주간 평일, 주말 및

Table 1. Load conditions according to building types.

	Dormitory-type building		Office-type building	
	Load number	Load (W)	Load number	Load (W)
Lamp load	32 W/2	150	103	6,592
	20 W/4	30		2,400
	36 W/3		136	14,688
	EL 20W	270	207	4,140
	Sub-total			17,400
Power load				7,530
Total				24,930

Table 2. Power consumption for dormitory-type building.

Date	Total power [kWh]	5 min	10 min	15 min	20 min	25 min	30 min	35 min	40 min	45 min	50 min	55 min	60 min
040400	22.3	1.848	1.800	1.644	1.668	1.680	1.716	1.812	2.076	2.088	1.980	1.932	2.028
040401	18.7	2.124	1.860	1.740	1.740	1.740	1.716	1.608	1.296	1.284	1.212	1.212	1.164
040402	12.8	1.212	1.176	1.116	1.044	1.044	1.056	1.044	0.996	0.984	1.068	1.068	1.008
040403	7.8	0.744	0.636	0.636	0.672	0.660	0.684	0.624	0.624	0.672	0.624	0.624	0.624
040404	7.5	0.636	0.624	0.660	0.636	0.624	0.636	0.600	0.612	0.612	0.612	0.612	0.624
040405	8.7	0.660	0.648	0.660	0.708	0.780	0.864	0.936	0.876	0.876	0.000	0.864	0.864
040406	9.8	0.960	0.744	0.744	0.732	0.696	0.696	0.732	0.792	0.864	0.876	0.972	0.972
040407	10.7	0.864	0.900	0.816	0.720	0.852	0.900	0.900	0.984	0.888	0.852	1.056	0.984
040408	17.7	1.056	1.308	1.464	1.680	1.524	1.884	1.740	1.464	1.428	1.452	1.344	1.404
040409	14.9	1.356	1.236	1.224	1.368	1.440	1.308	1.332	1.212	1.188	1.296	1.032	0.936
040410	15.0	0.912	1.032	1.128	1.044	0.924	1.140	1.248	1.332	1.404	1.416	1.476	1.908
040411	17.4	1.932	1.776	1.716	1.692	1.824	1.452	1.296	1.488	1.320	1.008	0.936	0.960
040412	10.8	1.008	1.056	1.092	0.000	1.056	1.056	0.960	0.948	0.936	1.008	0.900	0.804
040413	15.0	0.816	0.900	1.140	1.476	1.488	1.548	1.428	1.452	1.284	1.176	1.164	1.080
040414	13.2	1.056	0.996	0.900	0.900	0.924	0.900	0.984	1.476	1.248	1.248	1.296	1.272
040415	11.4	1.176	1.104	0.996	1.116	0.972	0.876	0.828	0.840	0.996	0.864	0.792	0.804
040416	11.7	0.792	0.768	0.780	0.840	0.984	0.996	1.104	1.224	1.200	1.104	0.972	0.960
040417	14.7	0.924	0.888	0.960	1.224	1.380	1.512	0.000	1.560	1.368	1.572	1.704	1.572
040418	17.2	1.728	1.632	1.608	1.500	1.464	1.368	1.356	1.284	1.224	1.320	1.332	1.344
040419	23.2	1.416	1.512	1.872	1.956	2.076	2.028	1.824	2.040	2.244	2.196	2.088	1.944
040420	25.8	1.896	1.968	1.992	2.064	2.064	1.920	1.920	2.280	2.724	2.376	2.316	2.304
040421	29.3	2.460	2.340	2.364	2.412	2.256	2.268	2.556	2.544	2.436	2.460	2.712	2.484
040422	29.2	2.412	2.412	2.520	2.484	2.640	2.376	2.328	2.268	2.292	2.328	2.556	2.616
040423	34.8	2.652	2.772	2.544	2.556	2.940	3.180	3.288	2.976	2.976	2.916	3.048	2.952
Total	399.6												

공휴일, 월간, 연간으로 구분하였으며 부하패턴 예상값과 실측값을 비교, 분석하였다 [12].

3. 결과 및 토의

3.1 평일 전력량

표 2는 4월 4일 0시 00분부터 4월 4일 24시 00분까지 기숙형 건물의 5분 간격으로 측정된 전력량이고 4월 4일 0시 00

분부터 4월 4일 1시 00분까지 전력량의 합은 22.3 kWh이며 동일한 방법으로 4월 4일 23시 00분부터 4월 4일 24시 00분까지 전력량의 합은 34.8 kWh이었으며 일일 전력량은 399.6 kWh이었다 [12].

한편, 4월 4일 0시 00분부터 4월 4일 1시 00분까지 사무형 건물의 전력량의 합은 12.4 kWh이며 동일한 방법으로 4월 4일 23시 00분부터 4월 4일 24시 00분까지 전력량의 합은 13.1 kWh이었으며 일일 전력량은 416.4 kWh이었다.

그림 1(a)는 표 1의 전력량을 1시간 간격으로 합하여 상시 평일에 기숙형 건물과 사무형 건물의 전력량을 비교한

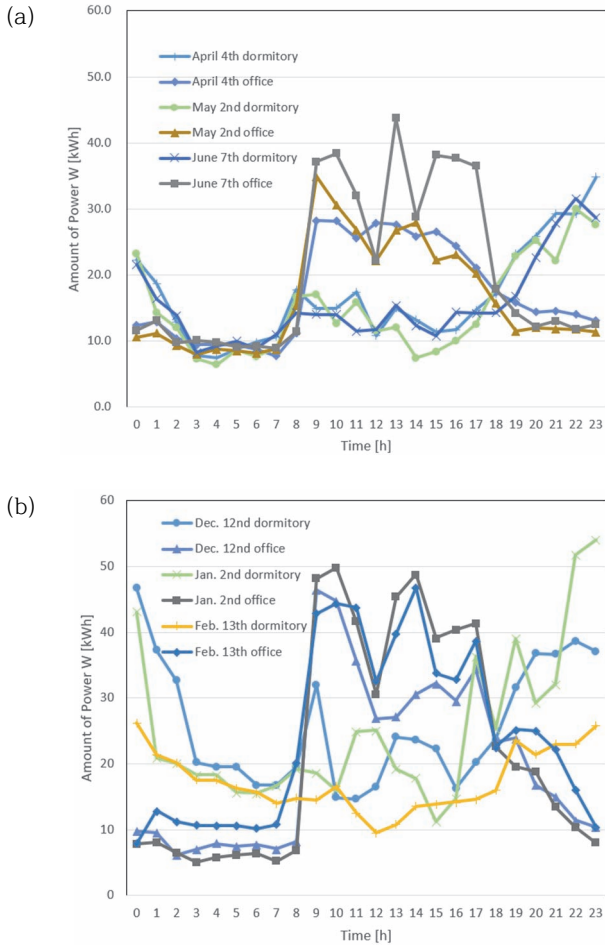


Fig. 1. Amount of power consumed on weekdays. (a) Semester and (b) vacation.

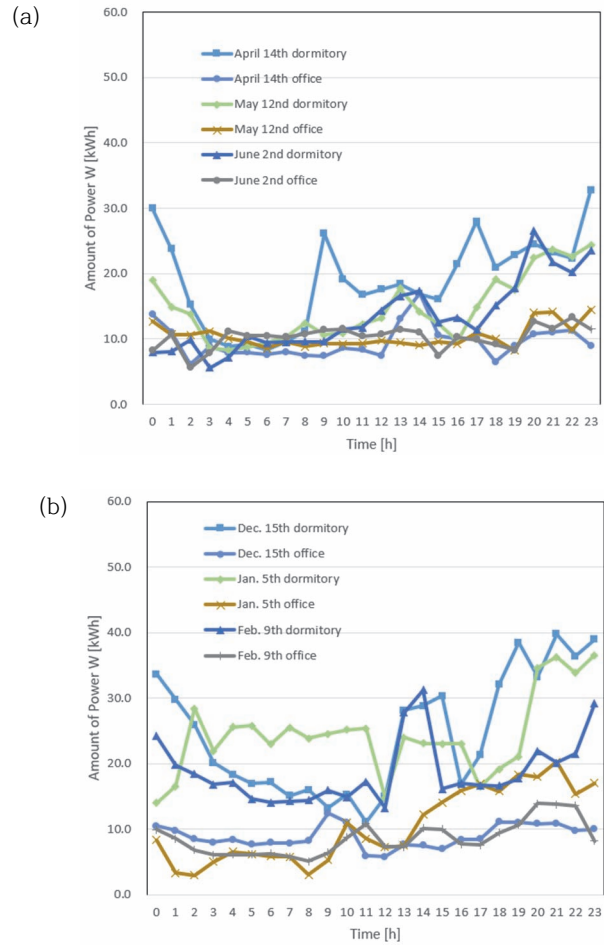


Fig. 2. Amount of power consumed on weekends. (a) Semester and (b) vacation.

결과이다. 그림 1(a)에서 낮시간에 사무형 건물의 전력량이 예상된 부하패턴 [1]을 보이며 기숙형 건물의 전력량보다 264.0~332.3 kWh로 많이 나타났고 저녁시간에는 기숙형 건물의 전력량이 전형적인 부하패턴 [1]을 보이며 233.0~258.3 kWh로 많이 나타남을 알 수 있었다.

그림 1(b)는 비상시 평일에 기숙형 건물과 사무형 건물의 전력량을 비교한 결과이다. 그림 1(b)에서 낮시간에 사무형 건물의 전력량이 예상된 부하패턴 [1]을 보이며 279.1~407.4 kWh로 많이 나타났고 저녁시간에는 기숙형 건물의 전력량이 전형적인 부하패턴 [1]을 보이며 280.1~394.1 kWh로 많이 나타남을 알 수 있었다. 또한, 그림 1(a)의 상시보다 그림 1(b)의 비상시 전력량이 많이 나타나는 것은 전력수요 등으로 인한 것으로 생각된다.

3.2 주말 전력량

그림 2(a)는 상시 주말에 기숙형 건물과 사무형 건물의 전력량을 비교한 결과를 나타낸다. 그림 2(a)에서 낮시간에 기숙형 건물의 전력량이 사무형 건물의 전력량보다 133.5~201.6 kWh로 많이 나타났고, 저녁시간에도 기숙형 건물의 전력량이 187.5~252.1 kWh로 많이 나타남을 알 수 있었다. 그림 2(b)에서 비상시 주말에 기숙형 건물과 사무형 건물의 전력량을 비교한 결과, 낮시간에 기숙형 건물의 전력량이 186.5~218.6 kWh로 많이 나타났고, 저녁시간에도 기숙형 건물의 전력량이 264.0~380.1 kWh로 많이 나타남을 알 수 있었고 상시보다 비상시 전력량이 많이 나타나는 것은 전력수요 등으로 인한 것으로 생각된다.

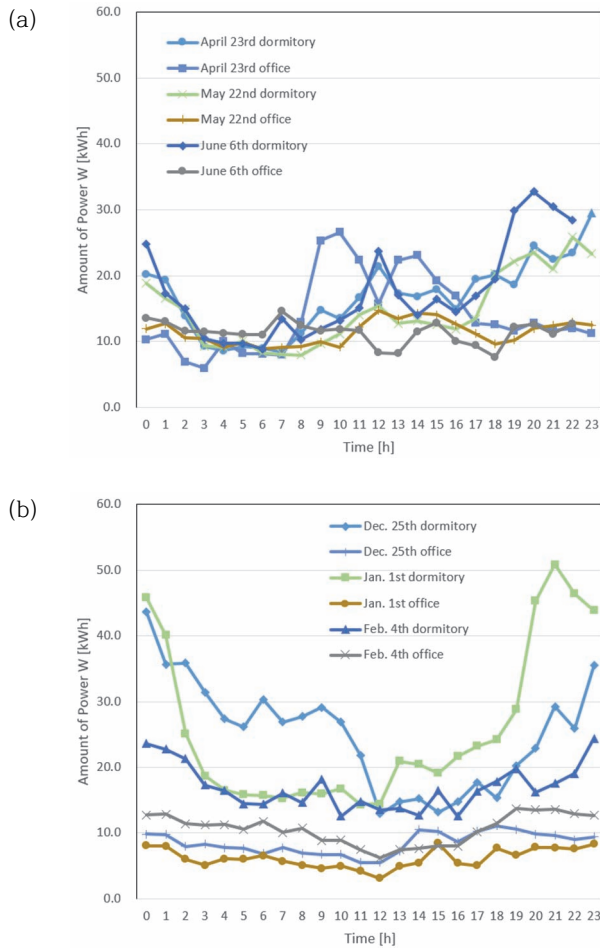


Fig. 3. Amount of power consumed on holidays. (a) Semester and (b) vacation.

3.3 공휴일 전력량

그림 3(a)는 4월 23일(월요일) 상시 공휴일에 전력량을 1시간 간격으로 합하여 기숙형 건물과 사무형 건물의 전력량을 비교하여 나타낸 결과이다. 그림 3(a)에서 낮시간에 기숙형 건물의 전력량이 105.6~162.0 kWh로 다소 많게 나타났으며, 저녁시간에도 기숙형 건물의 전력량이 187.5 kWh~252.1 kWh로 많게 나타남을 알 수 있었다. 또한, 그림 3(b)에서 비상시 공휴일에 기숙형 건물과 사무형 건물의 전력량을 비교한 결과, 낮시간에 기숙형 건물의 전력량이 148.7~190.8 kWh로 많게 나타났으며, 저녁시간에도 기숙형 건물의 전력량이 257.6~424.4 kWh로 많게 나타남을 알 수 있었다. 상시보다 비상시 전력량이 많이 나타나는 것은 전력수요로 인한 것으로 생각된다.

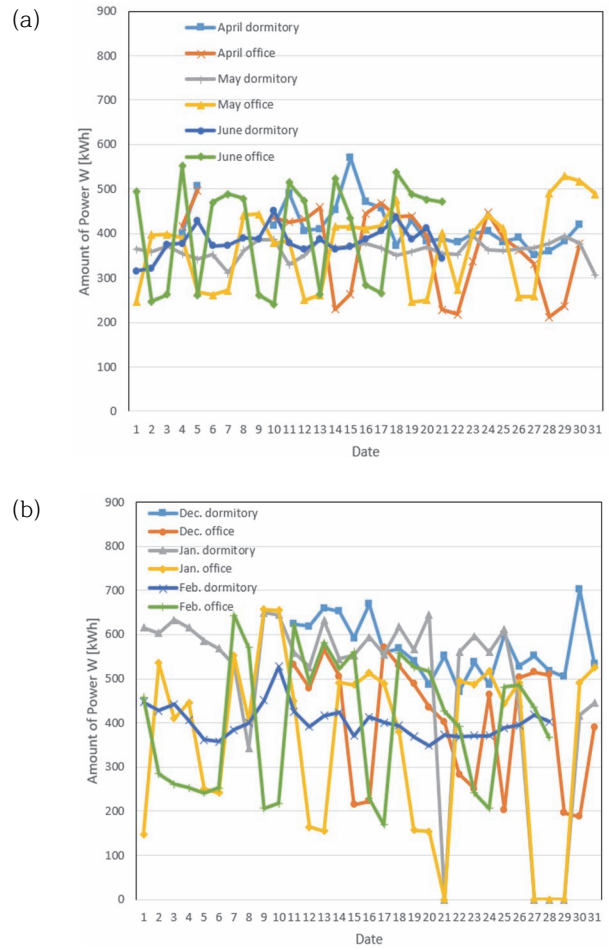


Fig. 4. Amount of power consumed on months. (a) Semester and (b) vacation.

3.4 월간 전력량

그림 4(a)는 4월, 5월, 6월 1개월간 기숙형 건물과 사무형 건물의 전력량을 비교하여 나타낸 결과이며, 4월 기숙형 건물의 전체 전력량은 9,630.0 kWh이고, 사무형 건물의 전체 전력량은 8,484.2 kWh로 기숙형 전력량이 많게 나타났다. 5월 1개월간 기숙형 건물과 사무형 건물의 전력량을 비교하여 나타낸 결과이며, 기숙형 건물의 전체 전력량은 11,240.1 kWh이고, 사무형 건물의 전체 전력량은 11,493.8 kWh로 사무형 전력량이 많게 나타났다. 6월 1개월간 기숙형 건물과 사무형 건물의 전력량을 비교하여 나타낸 결과이며, 기숙형 건물의 전체 전력량은 8,027.4 kWh이고, 사무형 건물의 전체 전력량은 8,490.5 kWh로 사무형 전력량이 많게 나타났다.

그림 4(b)는 12월, 익년 1월, 2월 1개월간 기숙형 건물과 사무형 건물의 전력량을 비교하여 나타낸 결과이며, 12월 기숙형 건물의 전체 전력량은 11,959.7 kWh이고, 사무형 건물의 전체 전력량은 8,448.2 kWh로 기숙형 전력량이 많게 나타났는데, 이는 사무형 건물의 단축근무로 인한 것으로 생각된다. 익년 1월 1개월간 기숙형 건물과 사무형 건물의 전력량을 비교하여 나타낸 결과이며, 기숙형 건물의 전체 전력량은 15,212.9 kWh이고, 사무형 건물의 전체 전력량은 11,187.3 kWh로 기숙형 전력량이 많게 나타났다. 익년 2월 1개월간 기숙형 건물과 사무형 건물의 전력량을 비교하여 나타낸 결과이며, 기숙형 건물의 전체 전력량은 11,242.4 kWh이고, 사무형 건물의 전체 전력량은 11,200.3 kWh로 기숙형 전력량이 많게 나타났다.

그림 4(a)에서 상시 월간 전력량을 합하여 기숙형 건물과 사무형 건물의 전력량을 비교한 결과, 기숙형 건물의 전력량이 8,027.4~11,240.1 kWh로 많게 나타났다. 그림

4(b)에서 비상시 월간 전력량을 합하여 기숙형 건물과 사무형 건물의 전력량을 비교한 결과, 기숙형 건물의 전력량이 11,242.4~15,212.9 kWh로 많게 나타났으며, 상시보다 비상시 기숙형 건물의 전력량이 많이 나타나는 것은 전력수요로 인한 것으로 생각된다.

3.5 상시 및 비상시 전력량

그림 5(a)는 상시인 4월 4일부터 6월 21일까지 기숙형 건물과 사무형 건물의 전력량을 비교하여 나타낸 결과이며, 기숙형 건물의 전력량은 28,897.4 kWh이고, 사무형 건물의 전력량은 28,468.5 kWh이며 기숙형 건물의 전력량이 428.9 kWh 많이 나타났다. 그림 5(b)는 비상시인 12월 11일부터 익년 2월 28일까지 기숙형 건물과 사무형 건물의 전력량을 비교하여 나타낸 결과이며, 기숙형 건물의 전력량은 38,415.0 kWh이고 사무형 건물의 전력량은 30,835.8 kWh이며, 기숙형 건물의 전력량이 사무형 건물에 비하여 7,579.2 kWh 많이 나타났다. 상시보다 비상시 전력량이 증가한 것은 전력수요 증가로 인한 것으로 생각되고, 비상시 기숙형 건물의 전력량이 더 많이 나타난 것은 사무형 건물의 단축 근무로 인하여 기숙형 건물보다 전력을 적게 사용한 것으로 생각된다.

4. 결론

본 논문은 다중이용시설용(사무형 건물, 기숙형 건물) 마이크로그리드 설계 및 운영의 기초자료(수요 분석과 용량 설계)로 사용하기 위하여 기숙형 건물과 사무형 건물에 대하여 상시와 비상시의 일간(시간별, 평일, 주말, 공휴일), 월간, 연간으로 구분하여 AMI로 측정된 전력량의 부하패턴을 비교, 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 상시 평일 낮시간에 사무형 건물의 전력량이 예상되는 부하패턴과 같이 264.0~332.3 kWh로 비교적 많게 나타났고, 저녁시간에는 기숙형 건물의 전력량이 예상되는 부하패턴과 같이 233.0~258.3 kWh로 비교적 많게 나타남을 알 수 있었다. 비상시 평일 낮시간에 사무형 건물의 전력량은 예상되는 부하패턴과 같이 279.1~407.4 kWh로 비교적 많게 나타났고, 저녁시간에는 기숙형 건물의 전력량은 예상되는 부하패턴과 같이 280.1~394.1 kWh로 비교적 많게 나타남을 알 수 있었다.
- 2) 상시 주말 낮시간에 기숙형 건물의 전력량이 133.5~201.6 kWh로 비교적 많게 나타났으며, 저녁시간에도 기

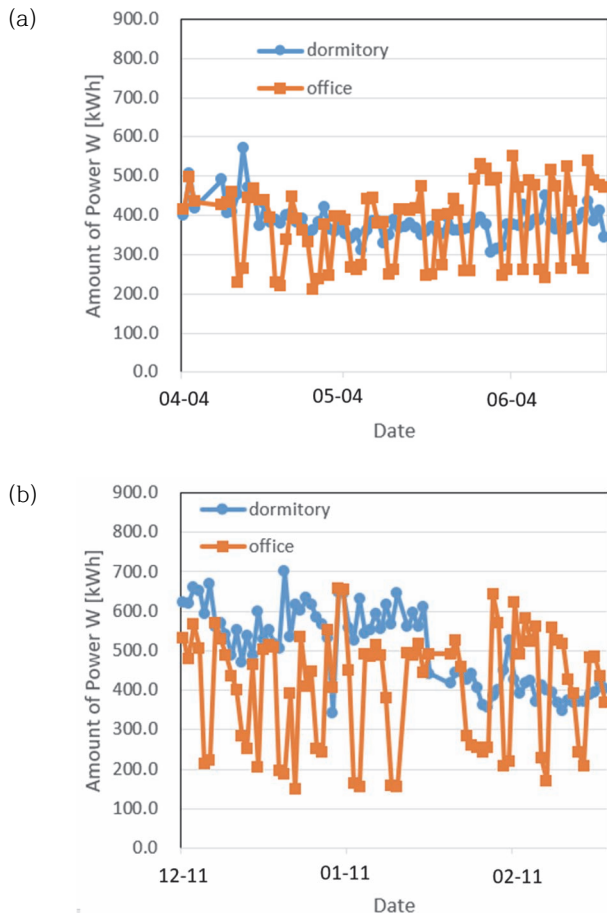


Fig. 5. Amount of power consumed during semester and vacation. (a) During semester and (b) during vacation.

숙형 건물의 전력량이 187.5~252.1 kWh로 비교적 많이 나타남을 알 수 있었다. 비상시 주말 낮시간에 기숙형 건물의 전력량이 186.5~218.6 kWh로 많이 나타났으며, 저녁시간에도 기숙형 건물의 전력량이 264.0~380.1 kWh로 많이 나타남을 알 수 있었다.

- 3) 상시 월간 전력량을 합하여 기숙형 건물과 사무형 건물의 전력량을 비교한 결과, 기숙형 건물의 전력량이 8,027.4~11,240.1 kWh로 많이 나타났으며, 비상시 월간 전력량을 합하여 기숙형 건물과 사무형 건물의 전력량을 비교한 결과, 기숙형 건물의 전력량이 11,242.4~15,212.9 kWh로 많이 나타났다.
- 4) 상시(4~6월)보다 비상시(12~2월) 전력량이 증가한 것은 전력수요 증가로 인한 것으로 생각되고, 비상시 기숙형 건물의 전력량이 더 많이 나타난 것은 사무형 건물의 단축 근무 등으로 인하여 기숙형 건물보다 전력을 적게 사용한 것으로 생각된다.

본 논문의 결과는 특정 용도로 사용하고 있는 건축물의 마이크로그리드를 설계하고 운영하는 데 기초자료(수요 분석과 용량 설계)로 사용할 수 있을 것으로 생각되며, 추후 ESS 등을 사용하여 수요전력에 따른 합리적인 전력공급 등의 연구에 활용될 수 있을 것으로 생각된다.

ORCID

Yong-Sung Choi

<https://orcid.org/0000-0003-2904-2813>

REFERENCES

- [1] S. H. Choi, J. E. Kim, and Y. U. Park, *Trans. Korean. Inst. Elect. Eng.*, **59**, 40 (2010). [DOI: <https://doi.org/10.5370/KIEEP.2010.59.1.040>]
- [2] S. S. Park, H. S. Shon, D. G. Lee, E. M. Ji, H. S. Kim, and K. H. Ryu, *J. KSIS*, **11**, 177 (2009). [UCI: G704-001397.2009.11.2.003]
- [3] B. C. Chang, C. J. Moon, Y. H. Chang, T. S. Park, and M. S. Jeong, *J. Korea Inst. Electron. Commun. Sci.*, **10**, 1271 (2015). [DOI: <https://doi.org/10.13067/JKIECS.2015.10.11.1271>]
- [4] H. S. Chang, C. J. Kim, and S. W. Park, *Trans. Korean. Inst. Elect. Eng.*, **66**, 7 (2017). [DOI: <https://doi.org/10.5370/KIEEP.2017.66.1.007>]
- [5] S. Cho and K. Chung, *KIPS Trans. Comput. Commun. Syst.*, **4**, 369 (2015). [DOI: <https://doi.org/10.3745/KTCCS.2015.4.11.369>]
- [6] Y. I. Kim, J. M. Ko, J. J. Song, and H. Choi, *Trans. Korean. Inst. Elect. Eng.*, **59**, 1712 (2006). [UCI: G704-000119.2010.59.10.002]
- [7] Y. B. Lim, D. W. Kim, S. Jin, and S. Cho, *J. Korean Inst. Intell. Syst.*, **26**, 409 (2016). [DOI: <https://doi.org/10.5391/JKIS.2016.26.5.409>]
- [8] J. H. Jung and C. K. Seo, *J. Korean Inst. Commun. Inf. Sci.*, **43**, 1311 (2018). [DOI: <https://doi.org/10.7840/kics.2018.43.8.1311>]
- [9] Y. I. Kim, J. J. Song, D. E. Oh, N. J. Jung, and I. K. Yang, *Trans. Korean. Inst. Elect. Eng.*, **58**, 2269 (2009). [UCI: G704-000119.2009.58.11.006]
- [10] J. H. Shin and K. H. Lee, *Trans. Korean. Inst. Elect. Eng.*, **56**, 848 (2007). [UCI: G704-000119.2007.56.5.010]
- [11] Y. H. Kim, S. M. Woo, B. M. Back, and J. H. Yeon, *J. Energy Eng.*, **18**, 22 (2009). [UCI: G704-001268.2009.18.1.007]
- [12] S. J. Cho, Master Thesis, *A Study on the Analysis of Power Pattern by Load*, p. 1-49, Dongshin University, Naju (2020).