

2025년 추계학술발표대회 : 일반부문

가정용 연료전지 시스템 최적 용량 선정을 위한 공동주택의 연간/시간대별 에너지 사용량 프로파일 구축

Establishing annual and hourly energy usage profiles for apartment complexes
to determine the optimal capacity of a fuel cell system for home use.

○김 용 인*
Kim, Yong-In

Abstract

The purpose of this study is to establish annual and hourly electricity and heat usage profiles in apartment complexes, which can serve as a baseline for improving the operational efficiency of residential fuel cell systems. The results of this study will be used to develop optimal capacity design and efficient control logic for fuel cell systems.

The study calculated the average monthly energy consumption per occupant by time zone, reflecting the rate of increase in electricity usage, based on 2019 data from the “Korea Detailed Building Energy Information System based on in-situ measurements (KDBEIS)”.

키워드 : 가정용 연료전지, 에너지 사용량 프로파일
Keywords : Residential Fuel Cells, Energy Usage Profile

1. 서론

신재생에너지 공급의무 비율의 지속적으로 증대됨에 따라 일반 건물에서 설치 공간 확보 등의 문제로 연료전지를 적용하는 비율이 급격히 증가하고 있다. 우리나라 가정용 연료전지는 2010년 정부의 보급지원사업을 시작으로 초기 도입 단계에 진입하여 1kW급 연료전지가 일부 보급되었으나, 현재는 정체 상태로 실제 1kW급 연료전지 생산과 보급은 전혀 이루어지고 있지 않다. 가정용 연료전지가 보급되지 않는 가장 큰 이유는 경제성이 극히 낮기 때문이다. 이를 극복하기 위해서는 정부의 지원정책과 전력요금 체계가 중요한 영향을 미치겠지만, 근본적으로는 연료전지 시스템의 생산단가를 낮추고 이용 효율을 높이는 것이 필요하다.

본 연구는 가정용 연료전지 시스템의 운영효율을 높이기 위한 연료전지 시스템의 최적 용량 설계와 효율적 제어 로직 개발을 위한 기초 자료로 시스템 해석 시뮬레이션에 활용할 공동주택의 연간/시간대별 전기 및 열사용 프로파일 구축하는 것을 목적으로 한다.

2. 공동주택의 연간/시간대별 에너지 사용량 프로파일 구축

2.1 공동주택 에너지 사용량 프로파일 구축 방법 및 절차
공동주택의 연간/시간대별 에너지 사용량 프로파일의 구축 방법 및 절차는 다음과 같다.

계측기반 건물 상세 에너지정보 시스템(KDBEIS)**에서 “공동주택 세대-용도별-시간별 일간 에너지사용량 원단위 평균값”과 “공동주택 세대-용도별-월별 연간 에너지사용량 원단위 평균값”을 활용하여 2019년 기준 대표 월(1, 4, 7, 10월)의 시간대별 에너지사용량 원단위를 산정한다. 에너지사용량 원단위는 전용면적당, 거주자수당의 자료가 있으며, 본 연구에서는 실제 에너지 사용량에 가장 큰 영향을 미치는 거주 인원을 기준으로 분석하였다.

세대 용도별 에너지로는 난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기, 전기기기, 취사로 구분되며, 이중 연료전지 시스템 분석에 사용될 열에너지는 난방, 급탕으로 구분하였으며, 전기 에너지는 냉방, 기타 전기(조명+환기+전기기기)로 구분하여 분석하였다.

○ 상기 1차 처리된 데이터 중 열에너지에 해당하는 난

* 나우셀비기술(주) 대표이사

(Corresponding author : NOW Consulting Engineers Co., Ltd.,
kyi@nowcel.co.kr)

이 연구는 2025년도 국토교통과학기술진흥원 연구비 지원에 의한 결과의 일부임. 과제번호:RS-2025-02309164

** 국토교통과학기술진흥원 “저에너지 건축물 보급 및 확산을 위한 건축물 에너지 통합지원시스템 개발(2014.4~2020.6) 연구결과.
<http://www.kdbeis.net/siteMainPage.do>

방과 급탕의 에너지사용량은 변화가 없는 것으로 가정하였으며, 전력사용량은 냉방수요의 증대 및 전기 취사 증대 등 생활 패턴의 변화에 따라 전력사용량 증대 폭이 클 것으로 판단하여 전력사용량 증대비율을 반영하였다.

전력사용량 증대비율은 전력데이터 개방 포털 시스템*의 자료를 활용하여 2019년 대비 2024년의 월별 증대비율 산정하여 반영하였다. 월별 증대비율은 포털에서 제공되는 연도별/월별 주택용 전력 사용량과 고객호수 자료를 근거로 호당 월별 전기사용량을 산정하여 반영하였다.

상기와 같은 절차로 2024년 기준 대표월의 거주 인원당 시간대별 평균 월별 에너지사용량 원단위 평균값을 산정하였으며, 기타 월의 경우 월별 에너지원별 사용량과 전력 사용량 증가율을 반영한 후 시간별 에너지사용량 분배는 12, 2월은 1월 기준, 3, 5월은 4월, 6, 8월은 7월, 9, 11월은 10월의 시간별 에너지사용량 비율을 반영하여 산정하였다.

2.2 전력사용량 증가 비율 산정

전력데이터 개방 포털시스템의 2010년1월 ~ 2024년12월의 전국 주택용 전력 사용량 데이터를 정리하여, 2024년과 2019년의 호당 월별 전력 사용량과 증가비율 연평균 전력 사용량 증가율을 분석한 결과는 다음의 표1과 같다.

표 1 호당 전력사용량 증가량

구분		연간	1월	4월	7월	10월	8월
세대당 전력 사용량 (kWh/월)	2024년	453.4	453.8	396.9	469.4	446.7	648.1
	2019년	391.2	420.7	375.6	375.4	361.2	506.2
전력 사용량 증가율 (%)	‘24÷’ 19	115.90	107.87	105.66	125.05	123.67	128.02
	‘19~’ 24 연평균	102.27	101.82	101.49	102.98	102.85	104.65
	‘10~’ 24 연평균	100.74	102.29	102.02	105.03	105.22	103.33

2.3 월별/시간대별 에너지 사용량 프로파일 구축

2.1 공동주택 에너지 사용량 프로파일 구축 방법 및 절차에 따라 2024년 기준 거주 인원당 시간대별 평균 월별 에너지사용량 원단위 평균값을 산정하였다. 다음의 표2는 이 중 10월의 결과를 예시한 것이다.

3. 결론

이상과 같이 가정용 소형 연료전지 시스템의 운영효율 향상을 위한 연료전지 시스템의 최적 용량 설계와 효율적 제어 로직 개발을 위한 기초 자료로 시스템 해석 시뮬레이션에 활용할 공동주택에서의 연간/시간대별 전기 및 열

사용 프로파일 구축하였다.

향후 이들 자료를 바탕으로 연료전지 시스템의 저장 탱크 용량 산정 등 시스템 최적화와 제어 로직을 개발할 예정이다.

표 2 월별/시간대별 에너지 사용량 프로파일 구축 결과(10월)

시간	열 사용량(Wh/h인)			전기 사용량(Wh/h인)		
	난방	급탕	열 합계	냉방	기타전기	전기합계
0시	63.1	30.6	93.7	0.2	150.9	151.1
1시	51.6	14.8	66.4	0.2	129.4	129.6
2시	50.8	11.3	62.1	0.2	120.7	120.9
3시	50.5	9.3	59.8	0.2	117.3	117.5
4시	75.9	23.6	99.5	0.2	117.5	117.7
5시	82.5	25.8	108.3	0.2	120.9	121.1
6시	91.0	85.1	176.1	0.2	135.6	135.8
7시	106.9	139.2	246.1	0.2	165.3	165.6
8시	71.2	135.0	206.2	0.2	170.0	170.2
9시	61.0	86.3	147.3	0.2	153.5	153.8
10시	44.6	73.7	118.3	0.2	145.4	145.6
11시	37.4	62.9	100.2	0.2	139.9	140.2
12시	38.4	59.5	97.8	0.3	144.0	144.3
13시	32.9	43.6	76.5	0.2	138.4	138.7
14시	33.1	41.0	74.1	0.2	133.8	134.0
15시	35.0	40.7	75.7	0.2	135.6	135.8
16시	36.2	38.1	74.3	0.3	144.7	144.9
17시	73.6	61.8	135.4	0.3	169.2	169.5
18시	99.0	88.9	187.9	0.2	192.9	193.1
19시	112.9	117.3	230.2	0.3	205.5	205.7
20시	121.8	122.2	244.0	0.2	202.0	202.2
21시	114.6	124.3	238.9	0.2	202.7	203.0
22시	95.6	97.3	192.9	0.2	190.9	191.2
23시	74.2	58.7	132.9	0.2	171.7	171.9
합계	1,653.7	1,591.2	3,244.9	5.5	3,697.7	3,703.2

참고문헌

1. 김수덕, 가정용 연료전지의 최적운전방법론 및 경제성 평가, 학위논문(석사)아주대학교 일반대학원 :에너지시스템학부,2011. 8
2. 김형택, 최적운전모형을 이용한 주택용 1-kW 연료전지의 경제성평가, 학위논문(박사)아주대학교 일반대학원 : 에너지시스템학부,2013. 2
3. 류승현, 김수덕, 가정용 연료전지 시스템의 경제성평가, 한국신재생에너지학회 2010년도 추계학술대회 초록집
4. 김호석, 주택용 연료전지 관련 자료, 2020. (주)아크로랩 사내 자료

* 한국전력공사, 전력데이터 개방 포털 시스템

<https://bigdata.kepco.co.kr/cmsmain.do?scode=S01&pcode=000171&pstate=L&redirect=Y>