RESEARCH ARTICLE

소방 업무시설 에너지 효율화 리모델링에 따른 재실자 만족도 및 에너지 사용 특성 분석

임수진[1] · 조가영[2†]

[1]서울연구원 기후변화연구실, 연구원
[2]서울연구원 기후변화연구실, 부연구위원

Analysis of Occupant Satisfaction and Energy Use Characteristics of Fire Fighting Facilities Based on Energy Efficiency Remodeling

Im Su Jin[1] · Cho Ga Young[2†]

[1]Researcher, Division of Climate Change Research, The Seoul Institute
[2]Associate Research Fellow, Division of Climate Change Research, The Seoul Institute

[†]Corresponding author: bestronggy@gmail.com

Abstract

In this study, after applying passive and active remodeling technologies to firefighting facilities, we analyzed their energy use characteristics by analyzing tenant satisfaction and energy use patterns. According to the satisfaction survey, occupants were most satisfied with the use of new and renewable energy-based hot water among the remodeling elements and the building insulation performance. According to the seasonal energy use analysis, electricity use increased in winter compared to that before remodeling owing to the use of air conditioning and heating, and electricity use decreased in summer compared to that before remodeling owing to better electric heat pump efficiency. By analyzing the 24 h energy use patterns, we found different energy use patterns according to the characteristics of the space based on the daily schedule of firefighters. Based on this, firefighting facilities are characterized by high energy use for seasonal air conditioning and heating. Therefore, when remodeling firefighting facilities in the future, designing them by prioritizing air conditioning efficiency, hot water supply, and insulation performance is necessary.

Keywords: 공공 건물(Public Building), 소방 업무시설(Fire fighting facilities),재실자(Occupant), 건축물에너지(Building Energy), 그린리모델링(Green Remodeling), 탄소중립(Net Zero), 온실가스 감축(GHG Reduction)

OPEN ACCESS

Journal of the Korean Solar Energy Society
Vol.44, No.1, pp.103-115, February 2024
https://doi.org/10.7836/kses.2024.44.1.103

pISSN : 1598-6411

eISSN : 2508-3562

Received: 12 December 2023

Revised: 28 December 2023

Accepted: 28 December 2023

Copyright © Korean Solar Energy Society

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution NonCommercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서 론

2020년 산업통상자원부[1)] 조사 결과에 따르면 국내 전체 에너지 소비량 중 건물 부문 에너지 소비량은 약 20%이며 서울시[2)]에서는 2020년 건물 부문 온실가스 배출량이 전체의 70.7%를 차지하고 있다. 건물 부문 탄소중립 달성을 위해 국토교통부에서는 제로에너지

건축물 의무화 로드맵을 제시하였고 이에 따라 현재 공공 500 m^2 이상, 공공 공동주택 30세대 이상 건축 시 제로에너지건축물 인증 기준이 적용되고 있으며 2024년부터 30세대 이상 민간 공동주택도 의무화 대상이 된다[3]. 그러나 제로에너지건축물 의무화 제도는 신축 건물을 대상으로 하고 있어 기존 건물은 의무화 대상에 해당하지 않아 노후화된 기존 건물의 건물 에너지 효율 개선 방안 마련이 필요하다.

2021년 기준 준공 후 20년 이상 지난 노후 건축물은 전국 59.6%로 과반수를 차지하고 있으며 30년 전 지어져 단열 수준이 취약한 건축물은 약 37%로 건물 부문 에너지 사용량에 큰 영향을 미치고 있다[4]. 또한 서울시 내 건물 총 60만 동 가운데 2022년 기준 30년 이상 된 건물은 52.1%로[5] 에너지 효율 개선이 시급하며 노후화된 건물은 단열재의 성능 저하뿐만 아니라 창호의 낮은 단열 및 기밀성능, 기계설비 효율 저하 등으로 에너지 손실이 있어 기존 건축물의 성능 개선은 매우 중요하다.

서울시 내 노후 기존 건축물 중 소방 업무시설은 대부분 20년이 지난 노후 건축물로 리모델링이 필요하며[6,7] 특히 24시간 에너지를 사용하고 있어 에너지 효율 개선을 고려해 리모델링 기술을 적용하면 건물 에너지 효율화에 기여도가 높을 것으로 예상된다.

따라서 본 연구에서는 소방 업무시설(119 안전센터)을 대상으로 리모델링 기술 적용 후 재실자 만족도와 소방업무시설 에너지 사용 특성에 관한 연구를 진행해 향후 소방 업무시설 에너지 효율 개선을 위한 리모델링 시 고려 사항을 제시하고자 한다.

2. 소방 업무시설 리모델링 적용 기술 및 운영 현황

2.1 리모델링 전·후 현황 및 적용 기술

Target building name	H Fire Station
Location	Seodaemun-gu, Seoul
Year of completion	1992
Structure	Reinforced concrete structure
Total floor area	662.67 m^2
Number of floors	B1 F, 3 F
Air-conditioning and heating	Air conditioning, condensing boiler
Lighting	LED
Window	PVC and aluminum
Wall	0.58 W/m^2K
SHGC / ACH 50	0.68 / 40.6

Fig. 1 Building characteristic and view of H 119 Fire Station

본 연구는 1992년 준공 된 서울시 소재 노후 소방업무시설을 대상으로 진행하였으며 연면적 662.67 m^2, 지상 3층 지하 1층으로 구성된 철근콘크리트조 건물이다. 리모델링 전 건물 에너지 효율 진단 결과 Fig. 1과 같이 벽체 단열성능은 0.58 W/m^2K로 1992년 준공 기준 설계 열관류율인 0.446 W/m^2K에 비교해 성능이 저하되어 있

었으며 창호 기밀성도 ACH 50 기준에서 40.6회 수준의 성능으로 측정되어 전반적으로 건물이 노후되어 있어 건물 에너지 효율 개선이 필요하였다.

H 소방업무시설의 건물 에너지 효율 개선을 위해 Table 1, Fig. 2와 같이 패시브·액티브 기술을 적용하였다. 패시브 기술 중 벽체 외단열은 RC 외벽 건식 외단열 시스템을 적용하였고 특히 내단열은 소방차가 출동해 공사가 어려운 전면부에 진공 단열재를 적용해 단열을 강화하였다. 창호는 에너지 소비효율 2등급의 고성능 경량 창호 기술을 적용하여 기밀과 단열성능을 개선하였다. 액티브 기술로는 태양광열 에너지원과 급탕, 냉난방 기능을 융합한 재생에너지 기반 다기능 융합 히트펌프 시스템을 적용했으며 주요 재실 공간인 1층 사무실에는 IoT 기반 전열 교환 환기 시스템을 설치하였다.

Table 1 Comparison between the before and after the application of remodeling of H Fire Station

	Before remodeling	After remodeling
Wall	0.58 W/m^{2}K	0.123 W/m^{2}K
Window	0.68 W/m^{2}K	0.989 W/m^{2}K
Window ratio	12%	12%
ACH50	None	0.21 m^3/hm^2
Vacuum insulation	None	0.002 W/mK
Air-conditioning and heating	Air conditioning	Convergence heat pump system based on renewable energy application (cooling COP 4.4, heating COP 5.55)
Floor heating	Condensing boiler	Electric heating, Condensing boiler
Ventilation system	None	IoT based total heat exchanger (cooling 59%, heating 70%)

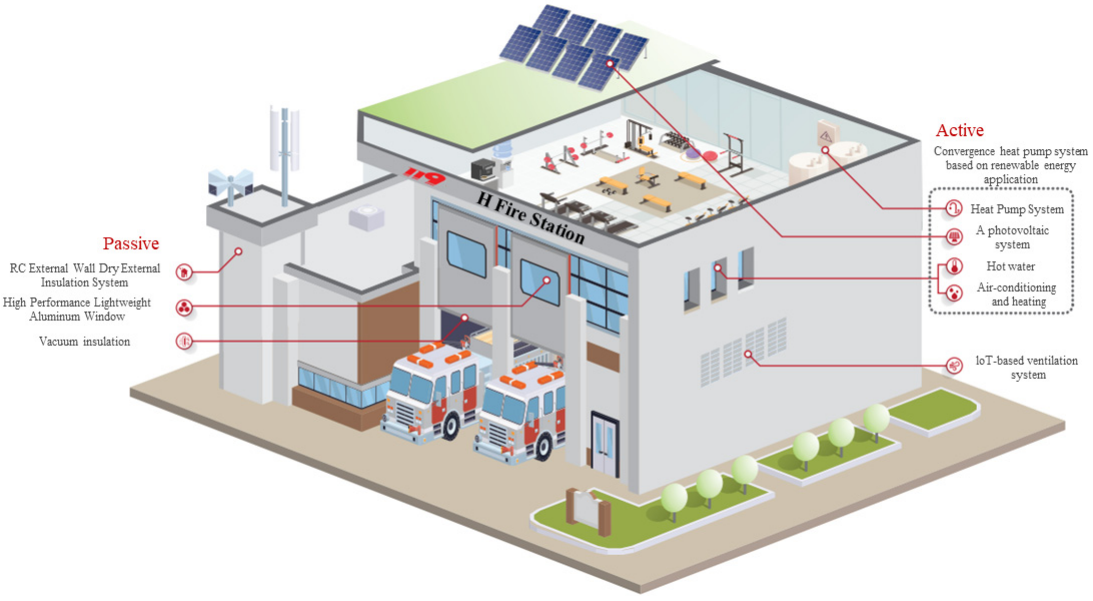

Fig. 2 Remodeling Technology Applied to H Fire Station

2.2 소방 업무시설 층별 사용 현황

H 소방업무시설은 총 4층으로 구성된 건물이며 리모델링 후 층별 도면은 Figs. 3 ~ 6과 같다. 층별 주요 공간과 사용 용도는 Table 2과 같이 1층은 일상 업무 수행 및 출동 대기 2층은 휴식 및 출동 대기 3층은 센터장 사무공간 및 식당이며 4층은 발코니로 이루어져 있으며 지붕은 돔 형태이다.

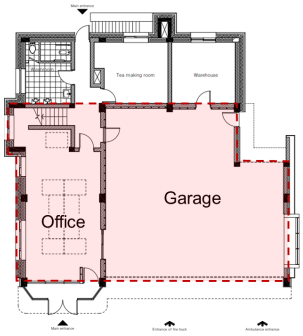

Fig. 3 1F floor plan

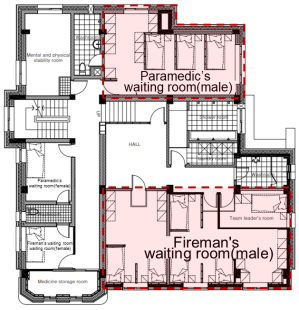

Fig. 4 2F floor plan

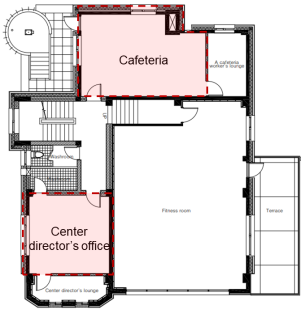

Fig. 5 3F floor plan

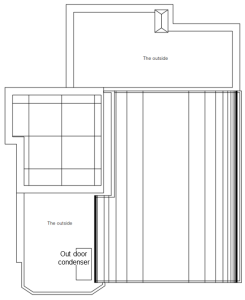

Fig. 6 4F floor plan

Table 2 H Fire Station Main Space and Purpose of Use by Floor

Floor	Main space	Purpose of Use
1F	Office, Garage	Daily tasks and waiting for emergency dispatch
2F	Paramedic's waiting room, Fireman's waiting room	Rest and waiting for emergency dispatch
3F	Center director's office, cafeteria	Daily duties of the head of the center and meals of firefighters
4F	Roof	Out door condenser

3. 리모델링 기술 적용에 따른 사용자 설문조사

리모델링 기술 적용 전·후 에 대해 건물 실사용자를 대상으로 설문조사를 실시하였다(2023년 3월). H 소방업무시설에 근무하는 소방대원을 대상으로 리모델링 후 근무 환경에 대한 만족도와 리모델링 전과 비교하였을 때 개선 정도에 대해 설문하였다. 재실자 전원 총 31명 중 성비는 남성 96.8% (30명) 여성 3.2% (1명), 연령대는 20대 6.5% (2명), 30대 29% (9명), 40대 38.7% (12대), 50대 25.8% (8명)이 응답하였다.

3.1 근무 환경 만족도

리모델링 후 근무 환경 만족도는 "전반적인 근무 환경", "건물 단열성능", "창호 성능", "태양광열 연계 급탕", "실내공기 질", "바닥 전기난방", "에너지 사용량 개선"으로 응답 항목을 구성하였다. 만족도 조사는 응답 항목별로 "매우 만족"은 5점, "만족"은 4점, "보통"은 3점, "불만족"은 2점, "매우 불만족"은 1점 리커트 척도로 조사

하였다[8]. 기술통계 분석 결과는 Table 3과 같으며 응답 항목 중 소방관의 온수 급탕을 위한 태양광열 연계 온수 시스템에 대한 만족도가 4.52점으로 가장 높았다. 건물단열성능과 창호 성능에 대한 만족도 중 창호 성능에 대한 만족도가 4.52점으로 더 높았으며 에너지 성능 개선 정도에 대한 응답으로는 45% (14명)가 "조금 만족"으로 응답하였고 "매우 만족"이 35%, "보통"이 16% 순으로 응답해 사용자 대부분이 에너지 사용량 개선에 대해 만족하고 있음이 나타났다.

Table 3 Results of work environment satisfaction analysis

Response Item	Average	Standard deviation
Working environment	4.52	0.77
Building Insulation Performance	4.26	0.89
Window performance	4.52	0.72
Solar-powered hot water supply	4.55	0.62
Indoor air quality	4.52	0.72
Floor electric heating	3.94	1.15
Improvement in energy use	4.13	0.81

3.2 리모델링 전·후 개선 정도

리모델링 전·후 개선 정도는 "근무 쾌적도", "겨울철 체감온도", "소음", "겨울철 창문 찬기"로 응답 항목을 구성하였고 항목별로 Table 4와 같이 항목에 따라 1 ~ 5점 리커트 척도로 조사하였다[9].

응답 항목별로 기술통계 분석 결과는 Table 5와 같으며 설문 항목 중 "겨울철 체감온도"가 리모델링 전·후 평균값이 1.32 차이로 개선도가 가장 높게 나타났다.

Table 4 Score Scale by Response Item

Response Item	1point	2point	3point	4point	5point
Work comfort	Very unpleasant	A little unpleasant	In general	Pleasant	Very pleasant
Winter sensible temperature	Very cold	A little cold	In general	A little warm	Very warm
Noise	A loud noise	A bit of noise	In general	A little quiet	Very quiet
Winter window-cooling	Very cold	A little cold	In general	Warm	-

Table 5 Results of analysis of the degree of improvement before and after remodeling

Response Item	Before remodeling	After remodeling
Work comfort	2.94	3.74
Winter sensible temperature	2.97	4.29
Noise	2.94	4.16
Winter window-cooling	2.39	3.26

4. 소방 업무시설 리모델링에 따른 에너지 사용량 분석

4.1 동·하절기 월별 에너지 사용량 분석

리모델링 후 동절기인 2022년 12월, 2023년 1월 두 달 동안의 에너지 사용량을 최근 5년(2017 ~ 2022년) 에너지 사용량과 분석하였다. 리모델링 후 동절기 두 달간 월평균 6,736 kW/h, 일평균 198.8 W/h의 전력을 사용하였고 가스는 월평균 9,751 kW/h, 일평균 314 kW/h의 에너지를 사용하였다.

이를 최근 5개년 동절기 에너지 사용량과 비교한 결과 Tables 6 ~ 7, Figs. 7 ~ 8과 같이 전기 에너지는 리모델링 전 5개년 평균(3,005 kW/h) 대비 약 두 배(6,739 kW/h) 정도 사용량이 증가하였고 가스 사용량은 감소하였다. 특히 리모델링 전 동절기에는 주로 난방으로 가스 에너지를 사용해 가스 사용량이 전기 사용량보다 더 많았으나 리모델링 후에는 전기 에너지 사용량이 급증한 반면 가스 에너지 사용량은 최근 5년 중 사용량이 가장 적었다. 이는 리모델링 시 추가된 바닥 전기난방과 온수 급탕용으로 사용되던 가스가 전기로 대체되어 이러한 현상이 나타난 것으로 보인다.

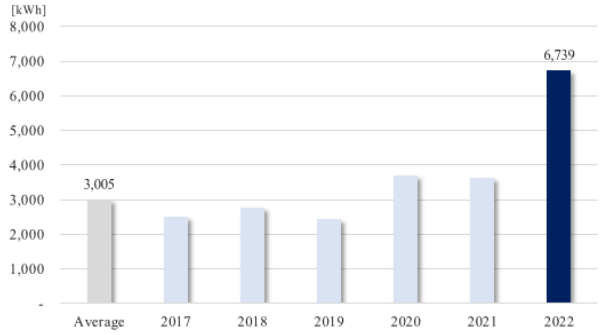

Fig. 7 Electricity consumption in December

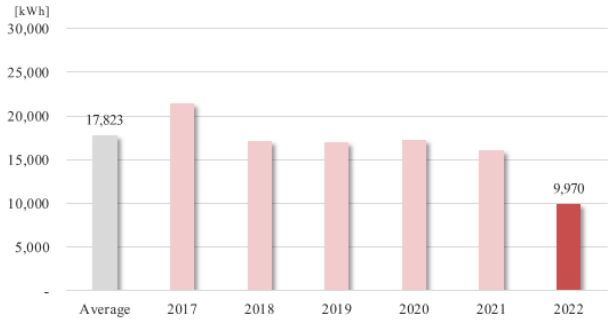

Fig. 8 Gas consumption in December

Table 6 Electricity consumption in the winter season

Year	December	January
2017	2,508 kW/h	-
2018	2,762 kW/h	2,450 kW/h
2019	2,431 kW/h	3,083 kW/h
2020	3,683 kW/h	2,474 kW/h
2021	3,641 kW/h	4,452 kW/h
2022	6,739 kW/h	4,608 kW/h
2023	-	6,733 kW/h

Table 7 Gas consumption in the winter season

Year	December	January
2017	21,490 kW/h	-
2018	17,133 kW/h	24,507 kW/h
2019	17,059 kW/h	15,476 kW/h
2020	17,390 kW/h	17,185 kW/h
2021	16,152 kW/h	24,328 kW/h
2022	9,970 kW/h	14,611 kW/h
2023	-	9,305 kW/h

하절기의 경우 2023년 7, 8월 에너지 사용량을 최근 5년(2018 ~ 2022년) 에너지 사용량과 분석하였다. 리모델링 후 하절기 두 달간 월평균 4,742 kW/h, 일평균 134 kW/h의 전력을 사용하였고 가스는 월평균 242

kW/h, 일평균 6.7 kW/h의 에너지를 사용하였다.

이를 최근 5개년 하절기 에너지 사용량과 비교한 결과 Tables 8 ~ 9, Figs. 9 ~ 10과 같이 전기 에너지는 리모델링 전 5개년 평균(6,272 kW/h) 대비 약 22%정도 사용량이 감소(4,842 kW/h)하였고 이는 리모델링을 통한 EHP 냉방 효율 개선으로 하절기 냉방에 사용된 에너지가 감소한 것으로 판단된다. 가스의 경우 하절기에는 주로 급탕을 위한 용도로 사용되어 매년 여름철에도 사용량이 일정 부분 있었으나(리모델링이 진행된 시기인 2022년은 제외) 리모델링 이후 급탕 히트펌프 사용으로 가스 에너지 사용량은 줄어들었다.

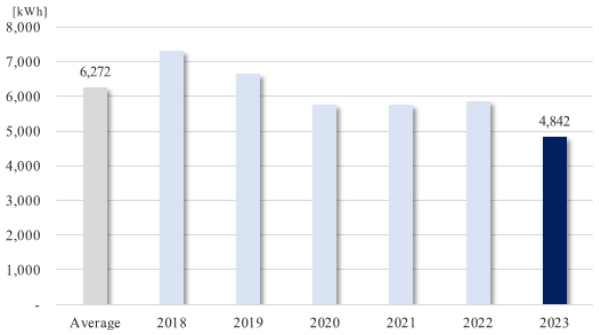

Fig. 9 Electricity consumption in August

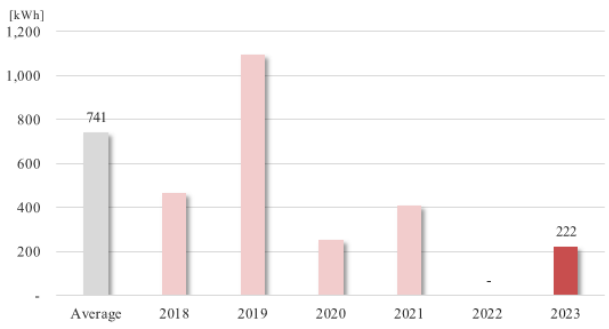

Fig. 10 Gas consumption in August

Table 8 Electricity consumption in the summer season

Year	July	August
2018	7,294 kW/h	7,327 kW/h
2019	5,543 kW/h	6,650 kW/h
2020	3,999 kW/h	5,750 kW/h
2021	6,531 kW/h	5,757 kW/h
2022	6,352 kW/h	5,874 kW/h
2023	4,643 kW/h	4,842 kW/h

Table 9 Gas consumption in the summer season

Year	July	August
2018	917 kW/h	464 kW/h
2019	1,287 kW/h	1,097 kW/h
2020	221 kW/h	253 kW/h
2021	443 kW/h	411 kW/h
2022	-	-
2023	264 kW/h	222 kW/h

4.2 동·하절기 24시간 에너지 사용량 분석

다음으로 주요 재실자인 소방대원의 근무 일과를 고려해 24시간 동안 전기·가스 에너지 사용 패턴을 분석하였다. 전기 사용 패턴은 층별로 나누어 분석하였으며 소방대원의 근무일과는 「소방공무원 근무규칙」의 제6조 3항에 참고하여 Table 10과 같이 재실스케줄 반영하였다.

Table 10 A daily schedule for Firefighters

Time	Work details	Time	Work details
08 : 40 ~ 09 : 00	Shift inspection	17 : 40 ~ 18 : 00	Equipment inspection
09: 00 ~ 10 : 00	Equipment operation training	18 : 00 ~ 19 : 00	Dinner
10 : 00 ~ 12 : 00	Daily work	19 : 00 ~ 21 : 00	Equipment Operation Training, Fire Fighting Training, Hazard Prevention Training
12 : 00 ~ 13 : 00	Lunch	21 : 00 ~ 23 : 00	Daily work
13 : 00 ~ 14 : 00	Daily work	23 : 00 ~ 07 : 00	Patrol and dispatch preparedness at night
14 : 00 ~ 16 : 00	Fire control training, Lifesaving training, First aid training	07 : 00 ~ 08 : 00	Breakfast
16 : 00 ~ 17 : 40	Daily work	08 : 00 ~ 08 : 40	Daily work

(1) 동절기 24시간 에너지 사용량 분석

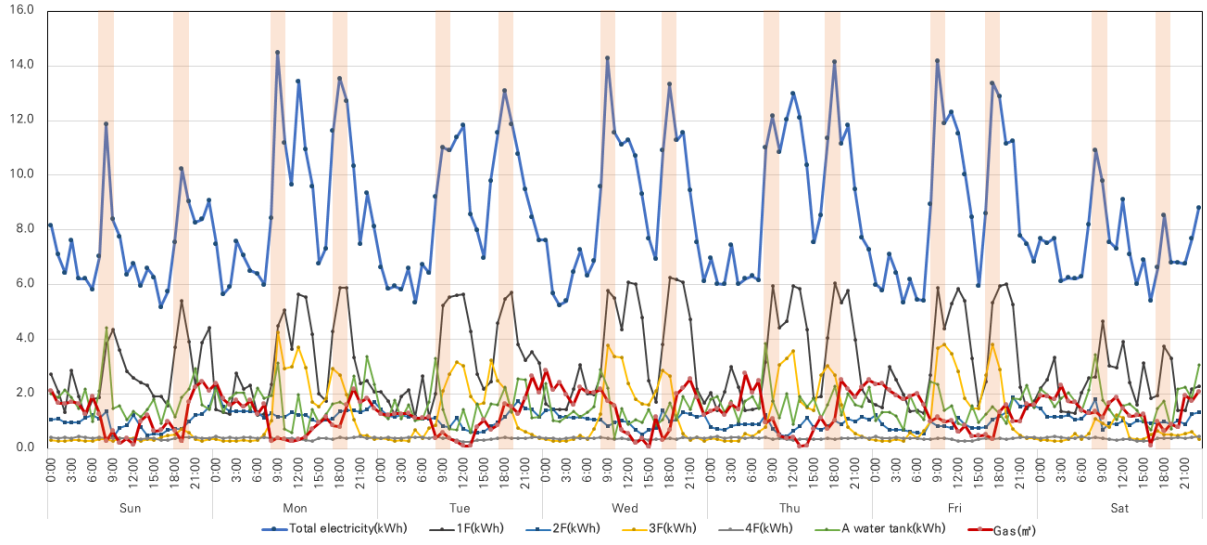

Fig. 11 Energy consumption in winter season

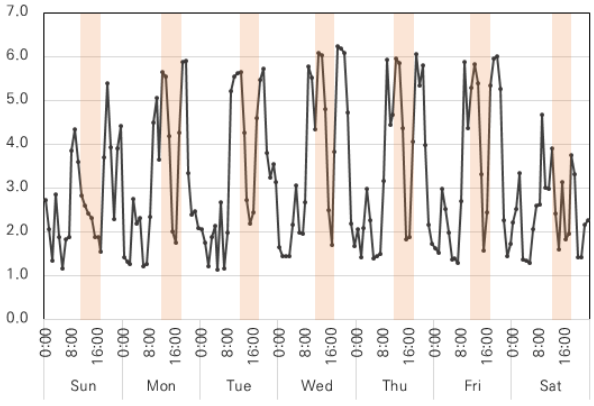

Fig. 12 1F Electricity Usage Pattern (kW/h)

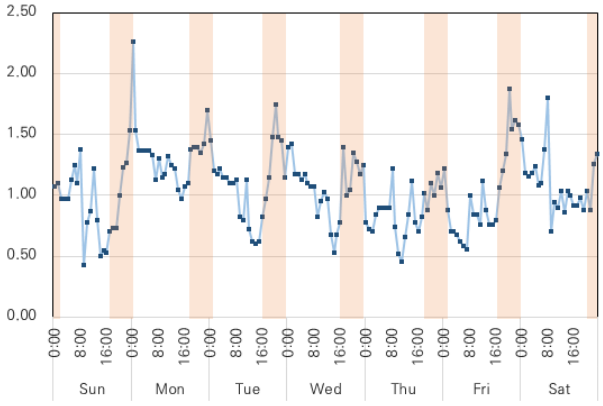

Fig. 13 2F Electricity Usage Pattern (kW/h)

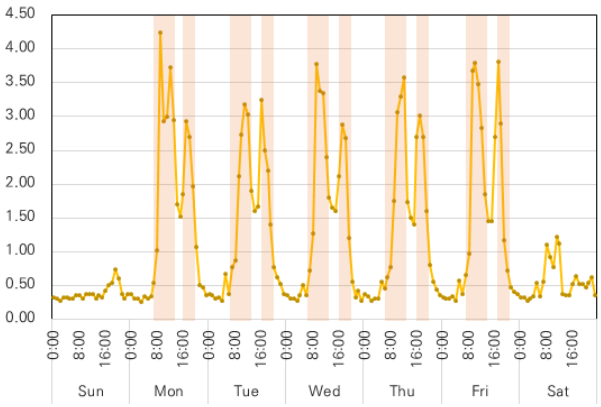

Fig. 14 3F Electricity Usage Pattern (kW/h)

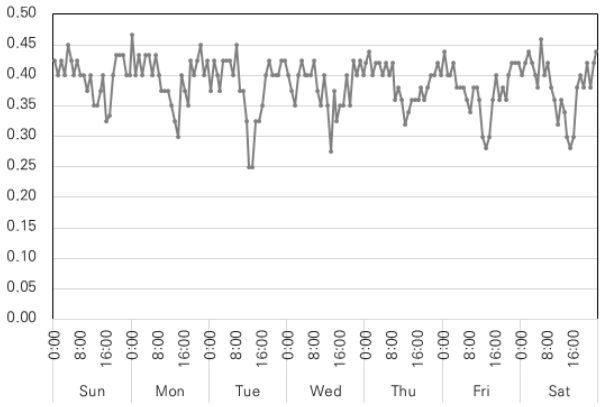

Fig. 15 4F Electricity Usage Pattern (kW/h)

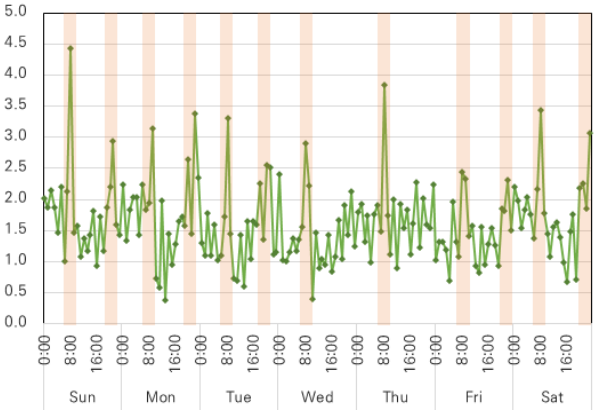

Fig. 16 Water tank Electricity Usage Pattern (kW/h)

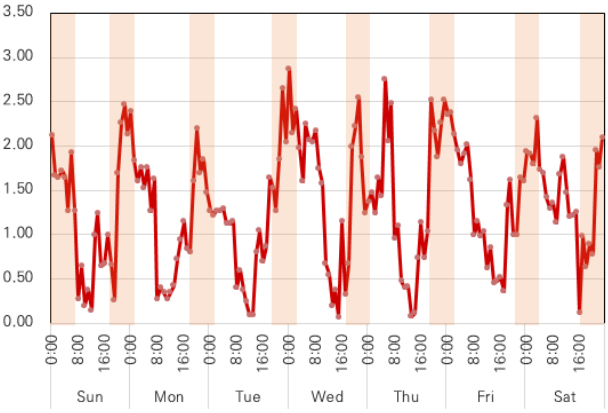

Fig. 17 Gas Usage Pattern (m^3)

리모델링 후 동절기인 2022년 12월과 2023년 1월의 24시간 에너지 사용량을 기준으로 분석하였다. 24시간 동절기 전기 사용 패턴은 Fig. 11과 같이 전반적으로 평일과 휴일의 전기 사용 패턴은 비슷한 형태이며 매일 교대 시간인 아침 9시경과 저녁 훈련 시간대인 19시경에 전기 사용량 피크가 나타난다. 이를 층별로 분석한 결과는 다음과 같다.

(1) 1층은 Fig. 12와 같이 주로 12시 이후 전기 사용량이 급감했다가 16시 이후 급증하는 형태를 보이는데 이는 Table 10에 따라 12 ~ 16시까지 점심 식사 및 오후 교육 및 훈련을 진행에 따른 에너지 사용 패턴이 나타나는 것으로 보인다.

(2) 2층은 휴식 및 야간 출동 대기를 위해 Fig. 13과 같이 21시 이후 야간 난방에 에너지가 주로 사용되며 주간에는 사용량이 줄어드는 형태이다.

(3) 3층에는 식당이 있어 Fig. 14과 같이 평일에는 점심, 저녁 준비 및 식사 시간인 09 ~ 13시와 17시 ~ 19시에 에너지 사용이 증가 하나 그 외의 시간과 센터장과 식당 근로자가 출근하지 않는 휴일에는 에너지 사용량에 변화가 크게 나타나지 않는다.

(4) 4층은 재실 공간 없이 발코니 공간에 실외 EHP가 설치되어 있고 동절기에는 EHP로 난방을 사용하지 않아 Fig. 15와 같이 사용량이 거의 없다.

(5) 물탱크실 전기는 Fig. 16과 같이 09시 교대 이전과 21시 이후 야간순찰 및 출동 준비 시간대에 사용량이 급증한다. 이는 오전 교대 준비와 야간 출동 준비 시간에 급탕 온수를 사용하기에 이런 패턴이 나타나는 것으로 보인다.

층별 전기 사용 패턴 분석 결과 동절기에는 주로 1·2층, 물탱크실에서 사용하는 전기 사용량이 가장 많았고 이는 1층 차고 내 소방차와 소방수 동파 방지를 위해 EHP 난방 상시 가동과 2층 바닥 전기난방, 급탕 온수 사용을 위해 이러한 현상이 나타난 것으로 보인다.

가스 사용 패턴도 Fig. 11과 같이 전반적으로 평일과 휴일의 전기 사용 패턴은 비슷한 형태이다. 주로 08시 이전과 21시 이후에 주로 사용해 주야간 모두 사용량을 보이는 패턴이 나타나는데 08시에는 온수 21시 이후 야간에는 온수 및 난방을 위해 가스를 사용하여 Fig. 17과 같은 패턴을 보인다.

동절기 24시간 에너지 사용량 분석 결과 주야간에 난방과 급탕을 사용하기에 전기와 가스 모두 난방과 급탕(온수) 사용을 위해 주로 사용하였다. 따라서 동절기 에너지 사용 변화에는 난방과 급탕(온수)이 주요 요인인 것으로 판단된다.

(2) 하절기 24시간 에너지 사용량 분석

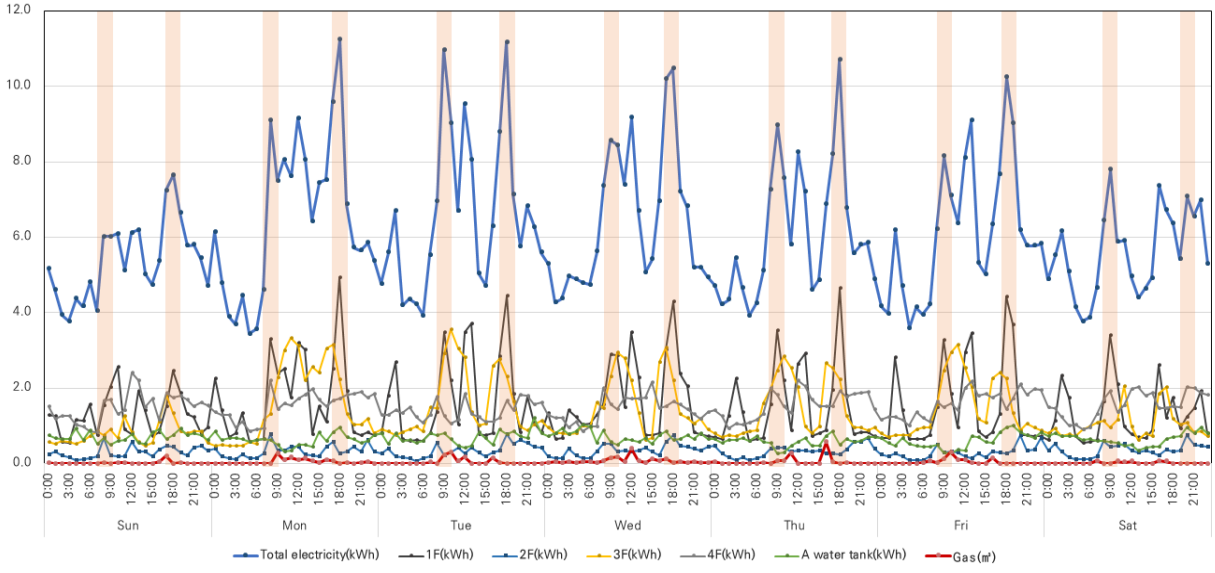

Fig. 18 Energy consumption in summer season

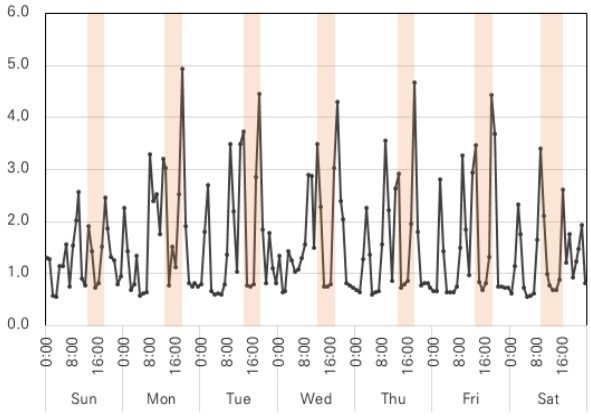

Fig. 19 1F Electricity Usage Pattern (kW/h)

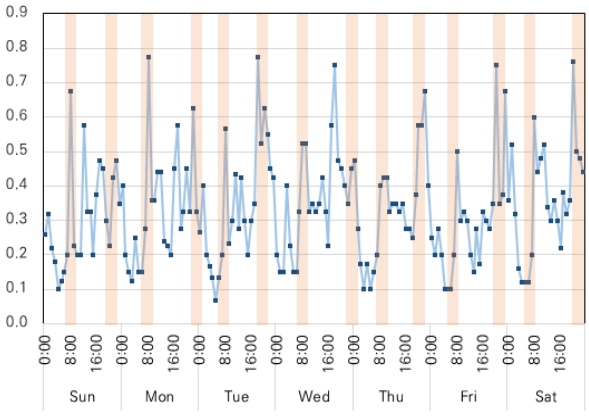

Fig. 20 2F Electricity Usage Pattern (kW/h)

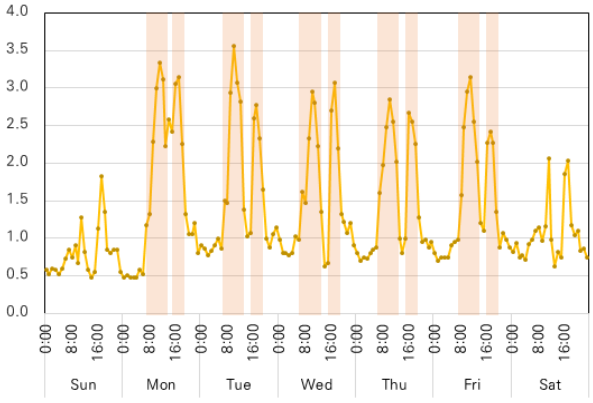

Fig. 21 3F Electricity Usage Pattern (kW/h)

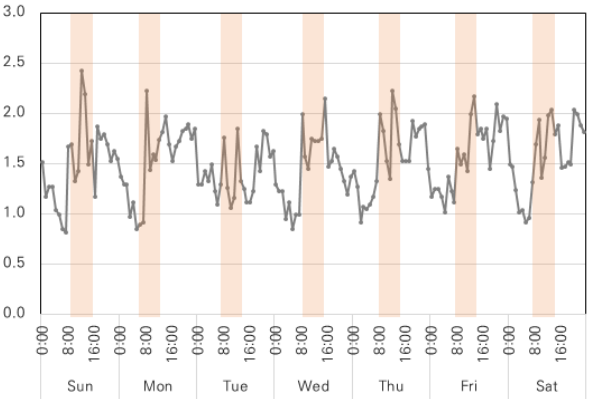

Fig. 22 4F Electricity Usage Pattern (kW/h)

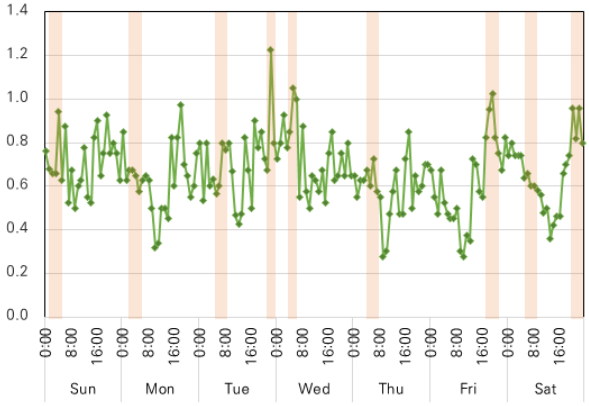

Fig. 23 Water tank Electricity Usage Pattern (kW/h)

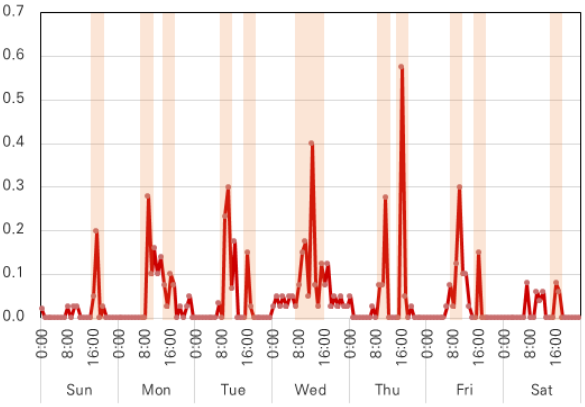

Fig. 24 Gas Usage Pattern (m^3)

리모델링 후 하절기인 2023년 7, 8월의 24시간 에너지 사용량을 기준으로 분석하였다. 하절기에도 Fig. 18과 같이 전반적으로 전기 사용 패턴과 피크 전기 수요 발생 시간대는 동절기와 비슷한 형태이고 이를 층별로 분석한 결과는 다음과 같다.

(1) 1층은 Fig. 19와 같이 주로 12시 이후 전기 사용량이 급감했다가 16시 이후 급증하는 형태를 보이는데 이는 하절기에도 Table 10에 따라 12 ~ 16시까지 점심 식사 및 오후 교육 및 훈련을 진행하여 이러한 에너지 사용 패턴이 나타나는 것으로 보인다.

(2) 2층은 Fig. 20과 같이 하절기에는 주야간 냉방 가동하여 전기를 사용하는 패턴을 보이며 21시경 사용량이 급증했다가 감소하는 형태가 나타난다.

(3) 3층은 Fig. 21과 같이 하절기에도 마찬가지로 평일에는 식사 시간대에 사용량이 증가하나 휴일에는 에너지 사용량이 적다.

(4) 4층 EHP는 Fig. 22와 같이 주간 냉방 가동으로 에너지를 사용하고 야간에 감소하는 형태이며 소방대원의 주간 주요 재실 공간인 1층과 유사한 사용 패턴을 보인다.

(5) 물탱크실 전기는 동절기와 달리 사용량이 거의 없으나 Fig. 23과 같이 하절기에도 09시 교대 이전과 21시 이후 야간순찰 및 출동 준비 시간대에 사용량이 다소 증가한다.

층별 전기 사용량 분석 결과 하절기에는 주로 1, 3, 4층에서 사용하는 전기 사용량이 가장 많았고 세 층 모두 냉방을 위해 에너지를 사용해 이러한 현상이 나타난 것으로 보인다.

가스 사용 패턴도 전반적으로 평일과 휴일의 전기 사용 패턴은 비슷한 형태지만 동절기와는 달리 전체 사용량은 줄어들었고 주로 08시 이전과 21시 이후에 온수를 사용해 Fig. 24와 같은 패턴을 보인다.

하절기 24시간 에너지 사용량 분석 결과 하절기에는 주야간 모두 급탕보다는 냉방을 위해 전기를 주로 사용하였다. 따라서 하절기 에너지 사용 변화에는 냉방이 주요 요인인 것으로 판단된다.

5. 결 론

본 연구는 노후 소방 업무시설에 패시브 기술은 RC 외벽 건식 외단열, 고성능 창호. 진공 단열재를 액티브 기술은 태양광열 기반 다기능 융합 히트펌프 시스템, IoT 기반 전열 환기 시스템을 적용 후 재실자 설문조사와 건물 에너지 사용 패턴을 계절별로 비교 분석하였고 결과는 다음과 같다.

(1) 리모델링 이후 근무 환경 만족도 조사한 결과 적용 기술 중에 재생에너지 기반 급탕 온수 설비에 대해 4.52점으로 가장 만족도가 높았으며 단열성능과 창호 성능 만족도도 각각 4.26, 4.52점으로 높게 나타났다.

(2) 리모델링 기술 적용 전·후 개선 정도를 조사한 결과 리모델링 이전에 비해 겨울철 체감온도가 가장 많이 개선되었다고 응답하였다.

(3) 에너지 사용량 분석 결과 동절기에는 난방과 온수 급탕용으로 사용되던 가스가 전기로 대체되어 동절기에는 전기 사용량이 증가하였으나, 하절기에는 EHP 효율 개선으로 인해 주로 냉방으로 사용하던 전기 사용량이 감소한 것으로 나타났다.

(4) 24시간 전기 에너지 사용량 분석 결과 사무공간의 경우 계절에 영향을 받지 않고 소방공무원 근무 일과표에 의해 주로 훈련 및 교육, 장비 점검 시간에는 전반적으로 사용량이 줄어드는 패턴을 보여 소방 업무시

설만의 에너지 사용 특징을 가진다.

(5) 24시간 가스 사용 패턴을 분석한 결과 동절기에는 난방과 온수 사용을 위해 주야간 모두 소비되었으나 하절기에는 교대 시간과 야간 일부 시간을 제외하면 주야간 모두 거의 사용되지 않았다.

연구 결과 H 소방 업무시설 리모델링 후 재실자는 겨울철 체감온도가 가장 많이 개선된 것으로 느끼고 계절별 냉난방과 동절기 급탕 온수 사용을 위한 에너지 소모가 크다는 특징을 보인다. 따라서 이러한 분석 결과를 통해 향후 소방 업무시설 리모델링 시 냉난방 효율과 급탕, 단열성능을 먼저 고려해야함을 시사점으로 제시하고자 한다.

본 연구는 에너지 사용량 분석 시 월별 고지서와 실시간 모니터링 데이터를 기반으로 분석 후 계절별 사용 특성을 제시하였다. 하지만 동절기와 하절기를 대상으로 연구를 진행하였기에 추후 간절기를 포함하여 전 기간에 걸친 에너지 사용량을 분석하고자 한다.

후 기

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구과제입니다(No. 20202020800360).

REFERENCES

1. Ministry of Trade, Industry & Energy, 2020 Energy Consumption Survey, 2022.
2. Seoul Metropolitan Government, 2020 Environment of Seoul, 2023.
3. Korea Energy Agency, Zero Energy Building Certification System. https://zeb.energy.or.kr/BC/BC00/BC00_01_001.do. last accessed on the 31th December 2023.
4. Ministry of Land, Infrastructure and Transport, 2022. https://www.molit.go.kr/USR/NEWS/m_71/dtl.jsp?id=95086569. last accessed on the 31th December 2023.
5. The Seoul Research Data Service, Notable Current Status of Seoul (2022). https://data.si.re.kr/data/%EB%AA%A8%EB%8B%88%ED%84%B0%EB%A7%81-%EB%A6%AC%ED%8F%AC%ED%8A%B8/65362. last accessed on the 31th December 2023.
6. Yoo, J. H., Cho, S. W., Lee, S. R., and Cho, G. Y., A Case Study of the 24hours Public Building in Relation to Energy Consumption and Improvements of Remodeling - Focused on Fire Station Facilities, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 42, No. 1, pp. 23-31, 2022, https://doi.org/10.7836/kses.2022.42.1.023.
7. Cho, G. Y. and Yoo J. H., Energy Performance Assessment for Remodeling Decision-Making based on Energy Usage Data of Existing Public Buildings in Seoul, Journal of the Korean Solar Energy Society, Vol. 41, No. 4, pp. 63-72, 2021, https://doi.org/10.7836/kses.2021.41.4.063.
8. Lim, J. H., Han, H. G., and Kang, D. R., Analysis on Geen Remodeling Status, Satisfaction and Energy Saving Effect - Focusing on Window Replacing of Residential Buildings -, Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction, Vol. 33, No. 9, pp. 75-80, 2017, https://doi.org/10.5659/JAIK_SC.2017.33.9.75.
9. Kim, H. J., Seo, D. H., Kim, T. Y., Oh, S. A., and Choi, Y. J., Improvement Suggestions Based on Energy Analysis of Physical Environmental Changes and Occupancy Evaluation of Public Buildings Targeted by Green-Remodeling Projects, Journal of the Architectural Institute of Kore, Vol. 39, No. 1, pp. 205-216, 2023, https://doi.org/10.5659/JAIK.2023.39.1.205.