

대학교 기숙사의 전력소비량과 BIPV시스템의 발전효율 · 부하부담율에 관한 연구

A Study on the Power Consumption and the Generation Efficiency and Load Rate of the Building Integrated Photovoltaic System in University Dormitories

서원덕*
Seo, Won-Duck

이강국**
Lee, Kang-Guk

홍원화***
Hong, Won-Hwa

Abstract

This study examines building's power consumption unit cost and Building Integrated Photovoltaic (BIPV)'s generation efficiency and load rate with the subjects of university dormitory buildings in order to suggest foundational data for new and recycled energy use and management to plan and operate university dormitories afterwards. Thereby, this research gained the following findings. 1. The quantity of solar radiation and efficiency change in the BIPV system applied to the research subject buildings after the lapse of time was averagely 8.7%, and it is thought that temperature increase determines conversion efficiency with the influence of surrounding outside temperature and the module's temperature. 2. The generation efficiency of the BIPV system in the research subject buildings was averagely 10.9%. In May, it was 13.9%, and in January, it was the lowest as 10.25%. Considering the fact that power consumption reduces during an intermediate period, it will be necessary to establish measures for equipment and power consumption load balancing. 3. The monthly load rate of the BIPV system was averagely 4.09%. In May, it was the highest as 4.94%, and in July, it was the lowest as 3.24%. 4. It is intended to conduct constant follow-up research on estimating university dormitory building's power consumption unit cost and examining the generation efficiency and load rate of the BIPV system.

키워드 : 건물통합형 태양광 발전시스템, 태양에너지, 기숙사, 전력부하, 성능평가

Keywords : Building Integrated Photovoltaic, Solar Energy, Dormitory, Electric Power Loads, Performance Evaluation

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

현재 세계는 지구 온난화의 주된 요인으로 거론되는 CO₂ 발생량을 줄이는 동시에 유한한 자원 문제까지 해결할 수 있는 최적의 방안으로 태양열, 태양광, 풍력, 지열 등과 같은 자연 에너지의 이용이라 판단하여 국가의 연

구 및 정책방향을 신재생에너지의 이용 및 보급에 노력하고 있다. 이를 건축물에 적용시 외기에 노출된 지붕과 벽 등에서 건축물 외피가 내·외부 공간의 경계 기능을 수행하면서 자체 전력 생산을 통하여 소요 전력 수급의 일정부분을 담당하는 건물통합형 태양광 발전(BIPV: Building Integrated Photovoltaic)은 외장재와 PV패널 설치에 필요한 경비를 절감하는 특징을 가지면서 별도의 설치 공간이 필요하지 않으며, 친환경적이며 효율적인 저에너지형 건축물을 구현할 수 있는 시스템으로 사회 전반적으로 보급이 활발히 진행되고 있다¹⁾²⁾. 건축물의 첨단 기술 및 미래지향적 시설 등의 추구가 미래세대에 대한 교육의 의미도 매우 크다고 판단할 수 있는 대학교 건축물은 냉난방시설 및 에너지설비의 대용량화, 첨단화, 밀집화에 기인하여 전력소비량의 비중이 계속적으로 증가하고 있는 현실에 대학교 건축물의 에너지 소비와 전력원단위에 관한 연구가 상대적으로 초보단계에 있으며, 전력소비 원단위는 연구대상 건축물의 에너지 효율과 경

* 중부대학교 건축디자인학과 전임강사, 공학박사
(wdseo@joongbu.ac.kr)

** 교신저자, 경일대학교 도시문제연구소 연구교수, 공학박사
(ggvi@naver.com)

*** 경북대학교 건축학부 교수, 공학박사
(hongwh@knu.ac.kr)

이 논문은 2010년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2010-0024155)

1) Randall Thomas, Photovoltaics and Architecture, Taylor & Francis Group, 2001. 1, pp. 16~21

2) IEA PVPS website at www.iea-pvps.org.

제성을 판단하는 기준이며 기계설비나 신재생에너지의 용량 산정에 바탕이 된다. 또한, 대학교 건축물의 신재생 에너지 활용에 관한 연구는 기존의 전력소비절약과 이산화탄소 배출억제 등의 사회적 역할을 수행 할 수 있는 사례로 신재생 에너지 의무 사용유도와 활용모델 제시 차원에서 매우 중요하다고 판단된다.

이에 따라 본 연구는 대학교 기숙사 건축물을 대상으로 건축물의 전력 소비 원단위와 건물통합형 태양광 발전 시스템(BIPV)의 발전효율과 부하부담율 조사를 통하여 향후 대학교 기숙사 계획·운영 시 신·재생에너지이용 및 관리의 기초자료로 제시하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 태양광발전 벽면 부착형 태양광 발전시스템이 설치된 대학교 기숙사동 건축물을 대상으로 운전 현황 파악 및 에너지소비 실태를 발전량을 기준으로 성능평가를 조사하였다.

본 연구는 다음과 같은 방법으로 진행되었다.

첫째, 연구의 선행 단계로 에너지 소비원단위와 BIPV 시스템의 적용방식에 대하여 조사하였다.

둘째, 연구대상 건축물의 조건 및 전력 에너지소비량과 원단위에 대하여 조사하였다.

셋째, 연구대상 건축물의 발전전력특성과 발전효율·부하부담율에 대하여 조사하였다.

2. 에너지 소비원단위와 BIPV 시스템 적용방식

2.1 에너지 소비 원단위³⁴⁾

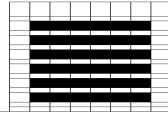
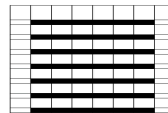
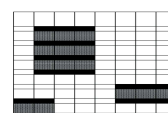
에너지소비 원단위란 건물용도별 단위면적, 단위시각에 대한 에너지소비량(난방, 급탕, 냉방, 전력, 증기, 가스 등)으로 정의되는데, 특히 특정건물에 관한 냉·난방소비량 등의 산정시에는 해당건물의 외피조건, 방위, 외기 조건, 일사량 및 실내거주자의 행동패턴 등 수많은 조건을 필요로 하며, 본 연구의 에너지(전력)소비 원단위와 부하율 산정을 위하여 조사한 에너지원은 1차적으로 건축물에서 사용되고 있는 전력, 가스, 유류이고, 이들의 계량단위는 kWh, m³, l 이다. 이에 따라 건축물이 소비하는 에너지량을 종합적으로 파악하고, 효율을 생각하는 경우에는 하나의 단위로 취급할 필요가 있으며 본 연구에서는 연구대상 건축물의 에너지소비 구성중 상당부분을 차지하는 전력 소비원단위와 전력 소비량 부하율만을 대상으로 산정하였다.

2.2 벽면 부착형 PV 모듈의 적용부위 및 부착방식

3) 조두상 외 2인, 학교건축물의 에너지소비 원단위화에 관한 연구, 대한건축학회 논문집(계획계), v.18 n.8(2002-08), pp. 209~215

4) 이강국 외 1인, Mesh Data를 활용한 도시 중심지역 에너지소비 유형분석, 대한건축학회 논문집(계획계), v.22 n.7(2006-07), pp 223~233

표 1. PV 모듈의 부착방식과 특성⁵⁾

부착 방식	주요 특성
 창문형 부착방식	<ul style="list-style-type: none"> · 창문 면적 전체에 PV 모듈을 설치함으로써 충분한 입사 면적 확보 · 모듈들에 의한 음영 발생 우려가 없음 · 외피 재료로 사용함으로써 재료비 경감 · 외부 조망 문제를 고려
 스팬드럴형 부착방식	<ul style="list-style-type: none"> · PV 모듈의 일사형 수평배열 · 모듈 면적의 상대적 부족하고 외피 디자인이 획일적으로 제한되는 단점 · 모듈들에 의한 음영 발생 우려가 없음 · 기존의 재료에 별도의 설비 없이 설치
 조합형 부착방식	<ul style="list-style-type: none"> · PV 모듈 면적을 계획적 확보 요구 · 조합방법에 따른 입면구성의 자유성 · 투명, 불투명 소재의 교차사용 시 일사 차단과 조망성 확보에 유리 · 초기 계획 수립시 필요 발전량에 따른 모듈의 면적 확보 요구

벽면 부착형 PV 모듈의 적용부위를 결정할 때는 주변 건물이나 수목에 의하여 발생할 수 있는 음영을 고려하여 태양광을 균일하게 입사할 수 있는 위치를 선정하여 모듈의 설치면적을 확보하는 것이 중요하다. 파사드에 설치하는 통합형 태양광 발전 방식을 채택함으로써 심미성 측면에서 별도의 거치대를 설치하는 시스템보다 유리하고 PV 모듈을 외장재로 사용함으로써 재료비 절감 차원에서도 대체 재료의 사용으로 특징을 가진다. 건축물 파사드에 PV 모듈을 설치하는 방식은 일반적으로 창문형, 스팬드럴형, 조합형으로 구분할 수 있다.

3. 연구대상 건축물의 조건 및 전력에너지 소비량

3.1 연구대상 건축물의 개요와 외기조건

(1) 연구대상 건축물의 개요

연구대상 건축물이 위치한 캠퍼스 내에는 연면적 5,000~10,000m²의 4~5층 내외의 소규모 건물이 대부분을 차지하고 있다. 본 연구를 진행하기 위한 연구대상 건축물은 2008년에 신축되었으며, 건축물 BIPV시스템은 스팬드럴형 부착방식으로 2009년에 설치되었으며 건축물의 개요는 다음과 같다.

표 2. 연구대상 건축물 개요

건물명	K대학교 기숙사동
규모	지하1층, 지상8층
연면적	6,317.38m ²
건물구조	철근콘크리트구조

5) Roberts., Simon., Guariento., Nicolo, Building Integrated Photovoltaics : A Handbook (A Handbook), Springer, 2009. 07, pp. 173-178

건축물의 냉·난방방식은 전기를 이용한 공기식으로 천정형 냉·난방기가 각 실에 적용되었다.

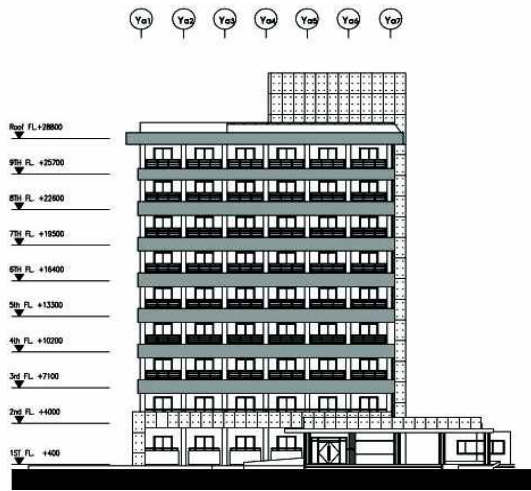


그림 1. 연구대상 대학교 건축물의 BIPV 시스템 입면도

본 시스템은 계통연계형 태양광 발전시스템으로 인버터와 계통으로부터의 전원공급을 통하여 전력을 공급하고 있다. 이 시스템에 설치된 태양전지로는 10직렬×13병렬 형태의 1개군으로 모듈 500개로 구성되어 최대 전력 25kW를 공급할 수 있는 직병렬형태로 구성되어 있다. 본 시스템의 사양은 다음과 같다.

표 3. 시스템의 사양

구	분	성능	수량
태양전지모듈 (다결정실리콘)	개방전압(V)	21	500EA
	단락전류(A)	3.30	
	정격전압(V)	17	
	정격전류(A)	3.02	
	정격용량(Wp)	90	
	외형크기(mm)	1200×600×38	
인버터 (3상PWM)	중량(Kg)	9	2EA
	정격용량(KVA)	15	
	선간전압(V)	310	
	상 전압(V)	220	
	입력전압(V)	DC 280~400	
	출력주파수(Hz)	60±2%	

(2) 연구대상 지역의 외기조건⁶⁾⁷⁾

BIPV시스템의 전력생산량은 모듈에 입사되는 일사량에 비례하여 직접적으로 영향을 받는다. 최대한의 전력을 생산하기 위해서는 2010년 연구대상 건축물이 소재한 지역의 일조시간과 일사량을 검토하는 것이 선행되어야 하며 이를 바탕으로 BIPV시스템의 효율을 검토하여야 한다고 판단하여 다음과 같이 산정하였다.

6) 기상청, 기상연감, 2010

① 연구대상 지역의 월별 일조시간 및 수평면 일사량

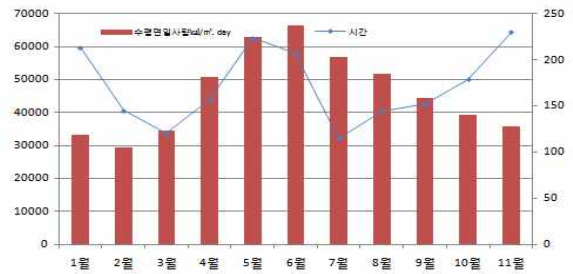


그림 2. 월별 일조시간 및 수평면 일사량

연구대상 지역의 2010년 년평균 일조시간은 173.425시간을 나타냈으며, 월별 일조시간은 11월이 230시간으로 최고를 나타내고 있으며, 7월이 115.1시간으로 최저의 월평균 일조시간을 기록했다. 이는 하절기의 장마로 인하여 상대적으로 일조시간이 부족함에 기인한다고 판단된다. 반면에 수평면일사량은 8월이 51594(0.01MJ/m²) Radiation로 가장 높았으며, 12월이 28518(0.01MJ/m²) Radiation로 가장 낮았다.

② 연구대상 지역의 시각별 일사량

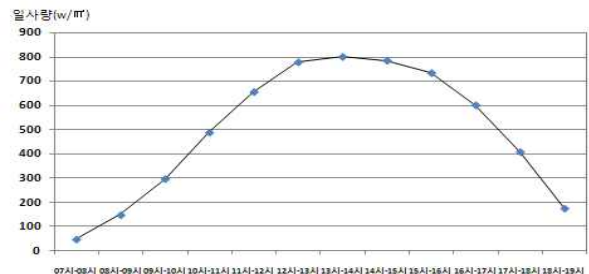


그림 3. 연구대상 건축물의 시각별 일사량

그림 3은 연구대상 지역의 2010년 연평균 시각별 일사량은 07시부터 08시 사이의 일사량이 49.3(w/m²)으로 가장 낮은 일사량을 나타내고 있으며, 13시부터 14시 사이의 일사량이 801.2(w/m²)로 가장 높은 일일 일사량을 나타내고 있다.

3.2 연구대상 건축물의 에너지시스템과 전력 소비량

(1) 연구대상 건축물의 에너지시스템

본 장에서는 연구대상 건축물의 에너지소비와 전력 소비원단위를 살펴보고 이를 대체하기 위한 에너지원으로서의 BIPV시스템의 타당성을 검토하고자 한다.

① 연구대상 건축물의 에너지시스템

연구대상 건축물의 에너지시스템 현황은 다음과 같다.

7) 일조시간(日照時間)은 태양의 직사광이 지표면에 비친 시간을 가리키는 단어이다. 일조시간은 구름의 양과 날씨의 한 지표가 되며, 일사량을 구하는 데 이용된다. 지평선을 기준으로 해가 떠서 질 때까지의 시간을 그 날의 가조시간이라고 하고, 가조시간에 대한 일조시간의 비를 일조율이라고 한다.

표 4. 연구대상 건축물의 에너지시스템 현황

구분	종류	용량
열원기기	온수보일러	400,000kcal
냉·난방	중앙집중식	-

연구대상 건축물의 에너지시스템은 열원기기로는 온수보일러와 중앙집중식 냉·난방을 사용하고 있다.

② 연구대상 건축물의 에너지소비 구성

연구대상 건축물의 에너지소비 구성은 전력이 56.30%로 가장 높은 비중을 차지하고 있으며, 가스 27.30%, 유류 16.40%를 차지하고 있다. 이러한 결과는 연구대상 건축물의 조명설비, 동력설비, 공기조화설비, 열원기기의 전력소비량에 기인한 것으로 판단된다.

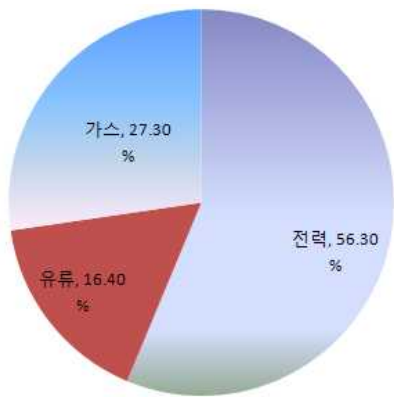


그림 4. 연구대상 건축물의 에너지소비 구성

(2) 연구대상 건축물의 전력 소비량

이러한 결과를 바탕으로 연구대상 건축물의 에너지소비를 상당부분 차지하고 있는 전력소비량에 대한 검토를 실시하고자 한다. 본 연구에서는 2010년 1월부터 12월까지의 전력소비량 데이터를 바탕으로 연구대상 건축물의 BIPV시스템 효율과 특성분석의 기초자료로 사용하였다.

① 월별 전력 소비량

2010년 기준 월별 전력 소비량을 분석한 결과 평균 17.8(kWh/m²·월)을 나타내고 있으며, 7월이 21.8(kWh/m²·월)로 가장 높은 소비량을 나타내고 있고, 1월이 15.8(kWh/m²·월)로 가장 낮은 소비량을 나타내고 있다.

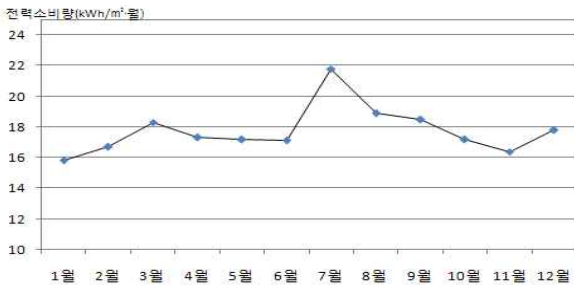


그림 5. 월별 전력 사용량

② 시각별 전력 소비량 부하율⁸⁾

연구대상 건축물의 시각별 전력 소비량 부하율은 06시부터 상승하여 07시에 6%로 오전 중 최고부하율을 기록하고, 차츰 낮아져 주간에는 3~4%로 일정비율로 유지하고 있으며, 18시부터 다시 상승하여 21시에는 7.4%로 하루 중 최고치를 기록하고 있다. 이는 오전 등교준비와 저녁 일과 마감관계로 전력 소비량 부하율이 상승하고 있음을 알 수 있다.

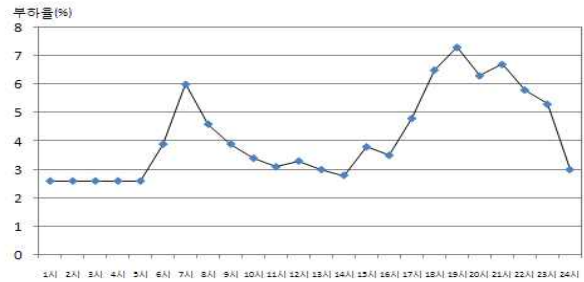


그림 6. 시각별 전력 소비량 부하율

4. BIPV시스템의 발전전력특성과 발전효율·부하부담율

본 연구에서는 연구대상 건축물의 일사량 데이터와 에너지 소비구성, 전력소비 원단위, 부하율 등을 바탕으로 BIPV시스템의 발전전력특성과 발전효율·부하부담율 산정을 실시하고자 한다.

4.1 BIPV시스템의 발전전력특성

(1) 월별 외기와 BIPV 모듈의 평균온도의 변화

연구대상 건축물의 2010년 외기 평균온도는 년평균 12.4℃로 8월이 27.2℃로 가장 높았으며, 1월이 -1.7℃로 가장 낮았다. 또한 BIPV모듈의 평균온도는 29.2℃로 8월이 41.3℃로 가장 높았으며, 1월이 16.1℃를 나타냈다. 또한 BIPV시스템 적용시 외기온도와 모듈온도는 전기를 발생시키는 과정에서 자체적으로 발생하는 열과 주변대기의 온도상태에 따라 온도가 변화하게 된다고 판단된다.

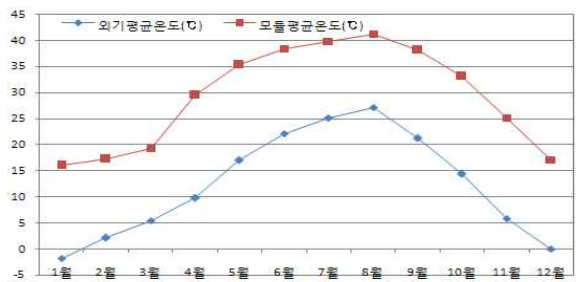


그림 7. 월별 외기와 모듈의 평균온도의 변화

8) 건축물의 전력 소비 부하율 산정은 2010년 기준 연구대상 건축물의 전력 소비량 실측 자료를 바탕으로 월별 전력 소비량과 시각별 부하율을 산정하였다. 부하율은 사용기간에 따라 일,월,연부하율로 나뉘며 사용기간이 길면 부하율의 값이 작아지고 변압기 및 수용가등에 따라 달라진다. 본 연구에서 적용한 부하율은 = (부하의 평균전력 ÷ 최대수용전력) × 100%로 산정하였으며, 향후 지속적인 연구대상 건축물의 에너지소비 원단위 및 부하율 조사를 통하여 우리나라 실정에 부합한 에너지 소비원단위 및 부하량을 도출하고자 한다.

(2) 시간에 따른 일사량과 효율⁹⁾¹⁰⁾

본 연구에서는 대학교 기숙사에 적용된 BIPV시스템의 변환효율분석을 위하여 건축물의 외기와 BIPV모듈의 평균온도를 바탕으로 변환효율에 대하여 조사하였다.

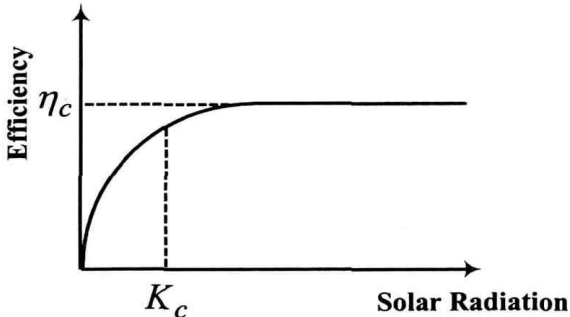


그림 8. 일사량에 의한 태양전지 어레이 변환효율

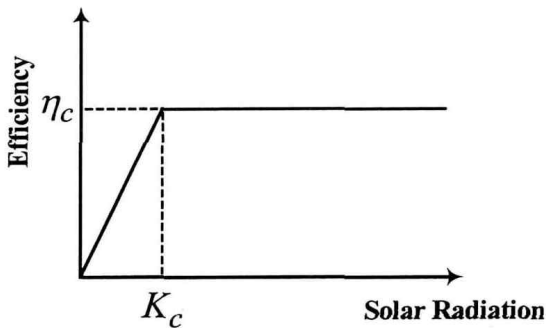


그림 9. 일사량에 따른 어레이 변환효율의 근사화

태양광 발전은 시스템 주변의 여건, 태양전지 어레이 효율, 기상상태에 따른 일사강도, 태양전지의 온도 등에 의해 효율이 제약된다. 또한 태양전지 어레이의 효율은 단위 일사량에 대한 태양전지 어레이의 출력전지의 비를 가지며, 항상 일정한 값이 아니라 일사량과 온도에 의해 변하는 특성이 있다. 이에 따라 그림 8과 같이 태양전지 어레이는 처음에는 작은양의 일사량으로도 어레이 효율을 급격히 변화시키는 상태를 보이지만, 일사량이 증가하여 특정 일사량 지점(K_c)을 지나면서 효율이 포화되는 변환효율 특성을 지니고 있다. 그때의 변환 특성점 (η_c)이라고 하면 그림 8의 곡선은 그림 9의 변환효율의 근사화처럼 2개의 곡선으로 근사화 할 수 있으며, 이에 따라 다음의 식을 적용하여 변환효율을 구하였다.

$$Eff_{BIPV}(\gamma) = \frac{\eta_c}{K_c} G_t (0 < G_t < K_c) \text{---(식-1)}$$

$$Eff_{BIPV}(\gamma) = \eta_c (G_t > K_c) \text{---(식-2)}$$

9) BIPV시스템의 모듈변환 효율은 1m²에 유입되는 태양빛과 외기온도의 영향이 전기로 변환되는 양을 수치화한 것으로 1m²에서 1000W의 전기가 발생할 때 100%로 표시된다.

10) Shahidehpour, M. Marwali, " Maintenance scheduling in restructured power system", Kluwer academic publishers Norwell, Massachusetts, 2000, pp 215~219

($Eff_{BIPV}(\gamma)$) : 변환효율,

η_c : 변환 특성점,

G_t : 일사량,

K_c : 일사량의 변곡점)

또한 효율을 근사화 할 경우 그림 9에서처럼 일사량이 0에서 변곡점(K_c)까지 범위 내에서는 일정한 기울기를 가지는 일차함수로 표현 될 수 있고, 일사량이 변곡점(K_c)이상일 때 에는 상수로 표현 될 수 있다.

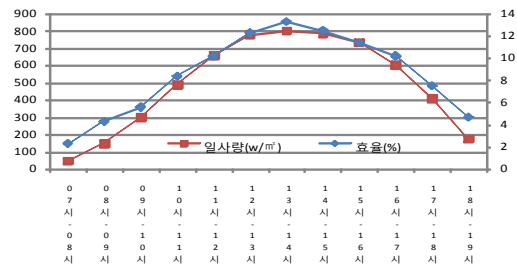


그림 10. 시간에 따른 일사량과 효율

연구대상 건축물에 적용된 BIPV시스템의 시간에 따른 일사량과 효율은 평균 8.7%를 나타냈으며, 13시~14시까지의 변환효율이 13.3%로 가장 높았으며, 07~08시 사이의 변환효율이 2.3%로 가장 낮았다. 이에 따라 BIPV시스템은 온도상승에 따라 주변 외기온도와 모듈자체 온도의 영향을 받아 변환효율이 결정되는 것으로 판단된다.

4.2 BIPV시스템의 발전효율과 부하부담율

본 장에서는 연구대상 건축물에 적용된 외기와 BIPV모듈의 평균온도와 변환효율을 바탕으로 태양전지발전량 대비 인버터 전력량과 발전효율·부하부담율을 산정하고자 한다.¹¹⁾

(1) 태양전지발전량 대비 인버터 전력량

① 월별 태양전지발전량 대비 인버터 전력량

연구대상 건축물의 2010년 1년간 월별 태양전지발전량 대비 인버터전력량을 살펴본 결과 5월이 최대치를 기록하고 있으며, 1월이 최소치를 기록하고 있다. 특히 하절기인 7, 8월의 태양전지발전량대비 인버터전력량이 중간기에 비하여 상대적으로 낮은 것은 하절기 장마철의 고르지 못한 일사량과 일조시간에 기인한 것으로 판단된다¹²⁾¹³⁾

11) 개별 태양광 모듈을 연결하여 얻어진 직류전기를 교류로 변환시키는 장치로 건물부하에 전력을 공급하고, 잉여전력은 계통에 공급하여 태양광발전의 안전성과 전력효율의 극대화와 발전효율에 중요한 요소이다.

12) 본 연구의 인버터전력량 특성 분석을 위하여 2010년 7, 8월의 연구대상지역의 기상자료를 확인 결과 동시기의 청천일은 7월이 9일, 8월이 2일이며, 강수일은 7월이 18일, 8월이 20일로 평균연도보다 강수일의 증가한 것으로 확인되었다.

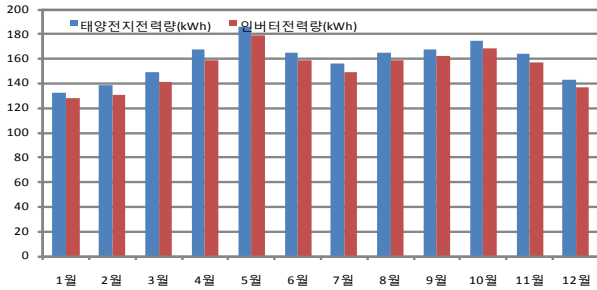


그림 11. 월별 태양전지발전량대비 인버터전력량

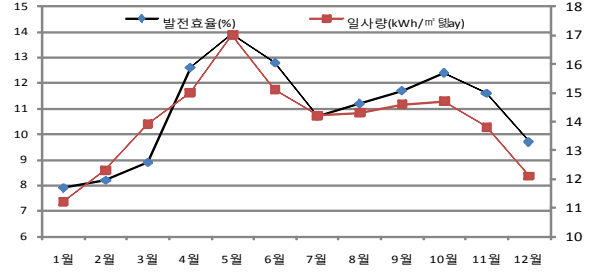


그림 13. BIPV시스템의 월별 발전효율

② 시각별 태양전지발전량대비 인버터전력량

이러한 결과에 따라 연구대상 건축물의 월별 태양전지발전량대비 인버터전력량이 최대치인 2010년 5월의 시각별 BIPV시스템의 태양전지발전량대비 인버터전력량을 살펴보면 13시~14시에 최대치를 기록하고 있으며, 태양전지발전량대비 인버터전력량의 효율은 94.3%를 나타내고 있다. 또한 07시부터 18시까지 전 출력범위에 거쳐 90% 이상의 태양전지발전량대비 인버터전력량 효율을 나타내고 있다.

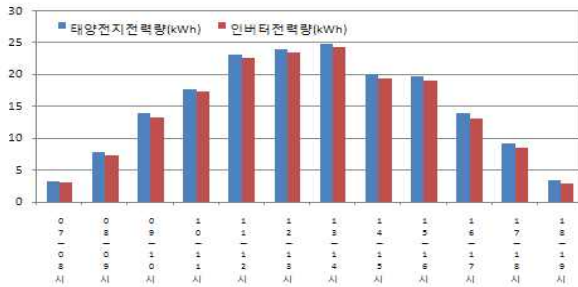


그림 12. 태양전지발전량대비 인버터전력량

(2) BIPV시스템의 발전효율과 부하부담율¹⁴⁾

① 월별 발전효율

본 연구대상 건축물의 BIPV시스템의 발전효율은 다음과 같은 식을 이용하여 산정하였다.

$$\text{발전효율(\%)} = \frac{\text{BIPV시스템의 총발전량(kWh/day)}}{\text{연구대상건축물의 일일 일사량(kWh/m}^2 \cdot \text{day)} \times \text{어레이면적(m}^2\text{)}} \times 100$$

---(식-3)

본 연구대상 건축물의 BIPV시스템의 월별 발전효율은 평균 10.9%를 나타내고 있으며, 5월이 13.9%를 나타냈으며, 1월이 10.3%로 가장 낮은 발전효율을 나타냈다. 이는 3.2에서 본 연구대상 건축물의 전력 소비원단위와 비교할 때 동일시기(중간기)에는 전력소비가 감소하는 것과 비교할 때 설비와 전력소비 부하균등화에 대한 대책이 필요한 것으로 판단된다.

② 월별 부하부담율

본 연구에서의 부하부담율은 연구대상 건축물의 BIPV시스템의 설치와 운영이 건축물 전체 전력사용량에 얼마나 기여하였는가를 판단하는 기준으로 부하부담율은 다음 식에 의하여 산정하였다.

$$\text{부하부담율(\%)} = \frac{\text{월별 BIPV시스템 총발전량(kWh)}}{\text{월별 연구대상건축물의 전력사용량(kWh)}} \times 100$$

---(식-4)

BIPV시스템의 월별 부하부담율은 평균 4.1%이며, 5월이 4.9%로 최고치를 나타냈으며, 7월이 3.2%로 가장 낮은 부하부담율을 나타냈다. 이는 5월의 경우 일사량과 외기조건의 상승으로 발전량의 증가와 상대적으로 중간기에 전력수요가 감소한 것에 기인하며, 7월의 경우 장마의 영향으로 발전량의 감소와 하절기 전력소비증가에 기인한 것으로 판단된다.



그림 14. BIPV시스템의 월별 부하부담율

13) 본 연구에서는 동절기(12, 1, 2월), 하절기(6, 7, 8월), 중간기(3, 4, 5, 9, 10, 11월)를 선정하여 연구를 진행하였다.

14) 대부분의 기존 태양광 발전 시스템을 평가하는 방법은 각각의 구성 제품에만 초점이 맞추어져 있기 때문에 전체의 시스템의 신뢰성을 평가하기에는 부족하다고 판단된다. 이에 따라 발전효율과 부하부담율 산정을 실시하고자 한다.

또한 향후 계속적인 대학 기숙사 건축물의 전력소비 원단위 산정과 BIPV시스템의 발전효율과 부하부담율에 대한 연구를 통하여 신·재생에너지 설비용량산정의 기초로 활용하고자 한다.

5. 결론

본 연구는 대학교 기숙사 건축물을 대상으로 건축물의 전력 소비 원단위와 건물통합형 태양광 발전 시스템(BIPV)의 발전효율과 부하부담율 조사를 통하여 향후 대학교 기숙사 계획·운영 시 신·재생에너지이용 및 관리의 기초자료로 제시하고자 하며, 본 연구의 결론은 다음과 같다.

1. 연구대상 건축물에 적용된 BIPV시스템의 시간에 따른 일사량과 효율은 평균 8.7%를 나타냈으며, 온도상승에 따라 주변 외기온도와 모듈자체 온도의 영향을 받아 변환효율이 결정되는 것으로 판단된다.

2. 본 연구대상 건축물의 BIPV시스템의 발전효율은 평균 10.9%를 나타내고 있으며, 5월이 13.9%를 나타냈으며, 1월이 10.3%로 가장 낮은 발전효율을 나타냈다. 이는 중간기에는 전력소비가 감소하는 것과 비교할 때 설비와 전력소비 부하균등화에 대한 대책이 필요한 것으로 판단된다.

3. BIPV시스템의 월별 부하부담율은 평균 4.1%이며, 5월이 4.9%로 최고치를 나타냈으며, 7월이 3.2%로 가장 낮은 부하부담율을 나타냈다.

4. 향후 계속적인 대학 기숙사 건축물의 전력소비 원단위 산정과 BIPV시스템의 발전효율과 부하부담율에 대한 연구를 진행하고자 한다.

참고문헌

1. 홍원화 외 1인, 종합대학의 에너지소비원단위 작성에 관한 연구, 대한건축학회 논문집(계획계) : v.24 n.11, pp 313~328
2. 홍원화 외 2인, 아파트에 적용된 태양광발전 시스템의 성능평가 및 개선방안에 관한 연구, 대한건축학회 논문집(계획계) : v.24 n.10, 2008. 10, pp 243~258
3. 홍원화 3인, 벽면 일체형 BIPV 시스템의 효율성 평가와 개선방안에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표대회 논문집 2007. 10, pp 1073~1076
4. 소재역 3인, 대구광역시 건축물 적용 태양광발전시스템의 경제성 및 환경성 평가에 관한 연구, 대한설비공학회 하계학술발표회 논문집, 2006. 06, pp 1032~1037
5. 이강국 외 1인, Mesh Data를 활용한 도시 중심지역 에너지소비 유형분석, 대한건축학회 논문집(계획계), v.22 n.7(2006-07), pp 223~233
6. 조두상 외 2인, 학교건축물의 에너지소비 원단위화에 관한 연구, 대한건축학회 논문집(계획계), v.18 n.8(2002-08)
7. 산업자원부, 건물통합형 태양광발전(BIPV)시스템의 최적화기법 개발(최종보고서), 2004
8. 기상청, 기상년감, 2010
9. M. Wigginton & J. Harris, Intelligent Skins, Elsevier, 2003
10. 한국 태양에너지 학회, 태양에너지 이용현황과 보급발전방향, 제

2권 제2호, 2002

11. C. Schittich, in Detail: Building Skins, Birkhauser, 2001, pp 46~52
12. Deo prasad & Mark snow, Designing with Solar Power, Images Publishing, 2005, pp 167~189
13. Sophia & Stefan behling, Sol Power, The Evolution of Solar Architecture, Prestel, 1996, pp 121~134
14. Randall Thomas, Photovoltaics and Architecture, Taylor & Francis Group, 2001. 1, pp. 16~21
15. IEA PVPS website at www.iea-pvps.org.
16. Roberts., Simon., Guariento., Nicolo, Building Integrated Photovoltaics : A Handbook (A Handbook), Springer, 2009. 07, pp. 173-178
17. Thomas Markqvart, Solar Electricity, John Wiley & Sons, ltd, 2000, pp 109~121
18. Shahidehpour, M. Marwali, "Maintenance scheduling in restructured power system", Kluwer Academic Publishers Norwell, Massachusetts, 2000, pp 215~219

투고(접수)일자: 2011년 5월 12일

수정일자: (1차) 2011년 9월 20일

(2차) 2011년 10월 13일

(3차) 2011년 11월 22일

(4차) 2011년 12월 6일

게재확정일자: 2011년 12월 9일