

에너지 소비 원단위를 기초로 한 벽면부착형 BIPV 시스템의 성능평가에 관한 연구

- 대학교 강의동 건축물을 대상으로 -

Performance Evaluation of the Wall-Type BIPV System Based on the Energy Consumption Unit

- A Study for University Lecture Building -

이 강 국*

서 원 덕**

홍 원 화***

Lee, Kang-Guk

Seo, Won-Duck

Hong, Won-Hwa

Abstract

The building integrated photovoltaic(BIPV) system has a double advantage that it reduces costs for exterior materials and PV panels. It allows the construction of a low-energy building without the need for the additional installation space. At the construction planning stage, however, it requires sufficient evaluation on the efficiency and performance. This study was performed to promote the distribution of photovoltaic power generation system by estimating the potential photovoltaic power generation capacity of the BIPV system installed on the university lecture building and by evaluating the characteristics and performances of window, spandrel and combined attachment types via the simulation of generation capacity per unit area.

키워드 : 건물통합형 태양광 발전시스템, 에너지소비, 전력부하, 성능평가

Keywords : BIPV System, Energy Consumption, Electric Power Loads, Performance Evaluation

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

세계는 지금 기후변화로 상징되는 환경 위기와 고유가로 대표되는 자원 위기에 동시에 직면해 있다. 기후변화 문제는 기상재해를 유발하고 생태계 질서를 근본적으로 뒤흔들며 인류의 생존을 위협하고 있다. 또, 세계 10대 에너지 소비국이면서 에너지 수입 의존도가 97%에 이르는 우리나라는 건물분야 에너지 소비가 국가 총 에너지 소비의 25% 이상을 차지하는 자원 위기에 직접적으로 봉착해 있다¹⁾.

지구온난화의 주된 요인으로 거론되는 CO₂ 발생량을 줄이는 동시에 유한한 자원 문제까지 해결할 수 있는 최적의 방안은 태양열, 태양광, 풍력, 지열 등과 같은 신재생 에너지의 활용에 있다고 할 수 있다. 특히, 태양광 발전 시스템은 현재 건물에서 가장 쉽게 이용할 수 있는 방법이며 이미 상당 부분 기술 개발과 보급이 진행된 에너지 시스템이다. 태양광 발전 시스템 중 건물 외피가 내·외부 공간의 경계 기능을 수행하면서 자체 전력 생산을 담당하는 건물통합형 태양광 발전시스템(BIPV: Building Integrated Photovoltaic)은 외장재와 PV²⁾패널 설치에 필요한 경비를 절감하는 이중적 장점을 가지며 별도의 설치 공간이 필요하지 않는 저 에너지형 건축물을 구현할 수 있는 방법이다. 그러나 태양전지

* 정희원, 경일대 도시문제연구소 연구교수, 공학박사

** 정희원, 중부대 건축디자인학과 전임강사, 공학박사,
교신저자 (wdseo@joongbu.ac.kr)

*** 정희원, 경북대학 건축학부 교수, 공학박사

이 논문은 2009년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2009-353-D00025).

1) 에너지경제연구원, 에너지통계연보, 2011. 3

2) 태양광을 직접 전기로 변환시키는 PV시스템은 10cm×10cm크기의 PV셀들이 최소단위이고 이것을 직렬로 접속한 것을 PV모듈이라 한다. 실질적인 전력을 획득하기 위하여 PV모듈을 조합하여 패널화한 것을 PV어레이라 한다.

의 높은 제조단가에 비하여 상대적으로 낮은 변환효율이 상용화의 문제점으로 작용하고 있기에 계획 초기단계에서 효율 및 성능평가에 관한 충분한 검토가 필수적이다. 이에 따라 본 연구는 BIPV를 이용한 태양광발전 시스템을 대학교 강의동 건축물을 대상으로 연구대상 건축물의 태양광 발전 잠재량을 예측하고, 신축·재건축시 계획단계에서 설계자가 이용할 수 있는 기초자료로 제공하기 위하여 단위면적당 발전량 시뮬레이션을 통하여 창문형, 스펠드럴형, 조합형 부착방식의 특성과 성능평가를 통하여 태양광 발전 시스템의 보급을 활성화하는 데 목적이 있다.

2. BIPV 의 결합방법과 에너지 소비 원단위

2.1 BIPV(Building Integrated PV)의 결합방법과 파사드 설치방식³⁾⁴⁾

1) PV모듈의 건물 결합방법

BIPV(Building Integrated PV)건물통합형 태양광 발전에서 PV모듈의 건물 결합방법은 다음과 같다.

① 일체형 결합방식

기존의 건축 마감재 대신 PV모듈을 건물의 지붕 또는 벽의 외장 마감재로 사용하는 것으로 전기를 생산하는 본래의 기능 외에 건축적인 기능성을 갖는다.

② 매립 또는 부착형 결합방식

PV모듈을 지붕 또는 벽체와 같은 수준에서 건물의 외피와 평행하게 매립 또는 덧붙이는 형식으로 설치가 비교적 간단하고 건물에 주는 시각적인 이미지는 독립적 설치 방법처럼 두드러지지 않는 반면 최적의 설계각도를 유지할 수 없는 한계가 있다.

③ 단순거치형 독립식 결합방법

기존건물 등의 평평한 슬래브 지붕에 쉽고 간단하게 적용할 수 있는 방법으로, 태양광 시스템은 건물외피와는 별도로 구조물 상부에 부착하는 형태로 최적의 방향과 경사각을 주지할 수 있으나, 건축의장적인 측면에서 부정적인 효과를 갖는다.

④ 기타 차양장치 및 채광 등의 결합방식

건축물의 마감재를 대체하는 대신 캐노피, 오버행, 어닝 등의 차양재를 PV모듈로 대체하여 건물과 결합하는 방식

3) Prasad, Deo(EDT), Snow, Mark(EDT), Designing With Solar Power(A Source Book For Building Integrated Photovoltaics (BiPV)), StylusPubLlc, 2005

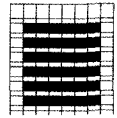
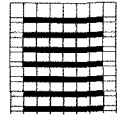
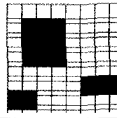
4) Solar Energy International, Photovoltaics Design And Installation Manual(Renewable Energy Education for a Sustainable Future), ConsortiumBookSales&Dist, 2004

으로 창호재를 대체하여 채광 및 조망이 가능하면서 발전도 하는 형태로 결합할 수 있다.

2) 건축물 파사드에 PV 모듈 설치방식

건축물 파사드에 PV 모듈을 설치하는 방식은 일반적으로 창문형, 스펠드럴형, 조합형 설치방식으로 구분할 수 있다.

표 1. PV 모듈의 설치방식과 특성

부착방식	주요 특성
 <p>창문형</p>	<ul style="list-style-type: none"> 창문 전체에 PV 모듈을 설치 모듈에 의한 음영발생 우려 없음 외피재료로 사용함으로 재료비 경감 효과 외부 조망 문제를 고려
 <p>스펠드럴형</p>	<ul style="list-style-type: none"> PV 모듈의 일자형 수평배열 모듈 면적의 상대적 부족하고 외피 디자인이 획일적으로 제한 모듈에 의한 음영발생 우려 없음 기존의 재료에 바로 설치
 <p>조합형</p>	<ul style="list-style-type: none"> PV 모듈면적을 계획적 확보요구 조합방법에 따른 입면구성의 자유성 확보 가능 투명, 불투명 소재의 교차 사용 시, 일사차단과 조망성 확보에 유리

창문형 부착방식은 입면에 노출된 창문면적 전체에 PV 모듈을 설치함으로 입사면적의 확보에 유리하고 모듈 상호간의 음영발생 우려가 적다. 그러나 조망권을 저해할 가능성이 있기에 적절한 면적 배분과 투명 모듈의 설치를 고려해야 한다. 스펠드럴형 부착방식은 PV모듈의 수평배열의 디자인이 결정될 수 있고 모듈면적의 확보에 신중을 기해야 한다. 그러나 기존재료 위에 바로 설치가 가능하여 시공성이 우수한 장점을 가진다. 조합형 부착방식은 대상 건물의 필요 발전량을 감안하여 면적을 확보해야 하지만, 조합방법에 따라 다양한 입면구성이 가능한 이점을 가진다. 또한, 투명, 불투명 소재의 교차사용으로 일사차단과 발전량, 조망성 확보가 가능하다.

2.2 기후변화에 따른 대학의 대응 및 에너지 소비 원단위

우리나라에서는 몇몇 대학에서 Eco-campus 운동으로 대학 내 에너지 소비 문제를 다루기도 했으나 실제 대학 구성원이 함께 참여해 주요 에너지 소비문제를 풀어나가는 사례는 손에 꼽힐 정도로 매우 드물다. Eco-campus 운동도 대학 내 녹지문제나 쓰레기 문제 등의 영역으로 한정되어 있고, 기후변화라는 에너지 절약, 에너지 소비 문제 등을 캠퍼스에서 대응한다는 인식은 아직 초보단계에 있

다. 그러나, 대학이라는 공간이 지역사회에서 갖는 의미가 점점 커진다는 점을 감안할 때, 기후변화에 대한 에너지 소비원단위 파악과 이에 대한 대응책은 매우 중요하다고 판단된다.

1) 기후변화에 따른 대학의 대응

기후변화에 대응방안이 일찍이 이루어진 국외의 많은 대학들은 자발적으로 세계적인 기후변화 저감노력에 참여하여 해당 캠퍼스의 온실가스를 저감시키는 정책들을 실시하는 “녹색캠퍼스(Green Campus)”, “깨끗한캠퍼스(Clean Campus)”, “지속가능한 캠퍼스(Sustainable Campus)” 등을 표방하고 있다. 미국 하버드대는 2006년을 기준으로 2016년까지 온실가스 30%를 감축한다는 방침에 따라 매년 3천t 이상 배출량을 줄이고 있다는 것이다. 이에 반해 우리나라 대학의 경우 환경 가치를 고려하는 에코캠퍼스를 표방하고 있으나, 현실에 있어서는 대학에서는 아직도 건물과 공간이 개발 중이고 공사가 끊이질 않는다. 대부분의 대학들이 녹지 공간인 산이나 구릉지를 개간하여 대학건물 등을 건설하여 왔다. 이는 흡수원인 녹지 공간을 제거하고 CO2 배출원을 만들어 내는 것이기 때문에 대기 중 CO2 농도를 이중으로 증가시키는 행위이다. 대학 건축물 에너지 소비측면에서도 친환경적인 요소보다는 과도한 조명 설치, 적정 온도 이상의 난방과 적정 온도 이하의 냉방, 다량의 폐기물 등 에너지 다소비적 요소들이 많이 존재하고 있다. 전기사용, 냉난방 및 수송으로 기후변화에 영향을 주는 대학은 반면에, 온실가스를 저감하는데 주도적인 역할을 감당할 수 있는 상반된 입장에 처해 있다. 현재 우리나라의 국정지표가 “저탄소 녹색성장”이란 구호가 무색하게 국내 주요 대학의 온실가스 배출량이 급격히 늘고 있는 것으로 나타났다. 2009년 국정감사자료에 의하면 국내 70개 대학으로부터 제출받은 국정감사 자료⁵⁾를 분석한 결과 다음과 같다. 전력사용량을 기초로 대학이 배출한 온실가스(이산화탄소)의 양을 추산한 결과, 2005년 54만1천t에서 2008년 70만8천t으로 3년 만에 무려 30%나 증가했다는 것이다. 같은 기간 국내 전체 온실가스 배출량은 79억772만7천t에서 87억246만t으로 7% 늘었다. 2005~2008년 4년간 가장 많은 온실가스를 배출한 대학은 31만2천950t을 내보낸 S대였고 P대(21만6천722t), Y대(14만3천66t), K대(13만4천959t) 등이 뒤를 이었다. 이 자료에 따르면 “전기사용량 자체가 많은 것보다 근본적인 감축노력이 부족한 게 문제”라며 “대학들은 온실가스 감축에 앞

장서 사회 전반에 기후변화의 심각성을 알리는 사회적 책무를 다해야 한다”고 주장했다.

2) 에너지 소비 원단위

에너지 소비 원단위란 건물용도별 단위면적과 단위시각별 부하량(난방부하, 급탕부하, 냉방부하, 전력부하, 가스부하 등)으로 정의되는데, 특히 특정건물에 관한 난방부하량, 냉방부하량 등의 산정시에는 해당건물의 외피조건, 방위, 외기조건, 일사량 및 실내거주자의 행동패턴 등 수많은 조건을 필요로 한다.

그러나 본 연구에서는 다음과 같은 일반적인 조건을 대상으로 에너지 소비 원단위를 작성하였다. 건물의 에너지 소비 원단위는 다음의 식에 의하여 산출하였다.

1. 연료 소비 원단위 = 연료연료사용량(ℓ , kg, Nm³) × 환산량(Mcal/ ℓ , kg, Nm³) / 연면적(m²)
2. 전력 소비 원단위 = 연간, 월별, 시각별 전력사용량(kWh) × 환산량(Mcal/kWh) / 연면적(m²) 이를 MJ로 환산하여 3과 같이 총 에너지원단위를 나타내었다.
3. 에너지 소비 원단위(MJ/m²·y) = 연료원단위(MJ/m²·y) + 전력원단위(MJ/m²·y)

본 연구의 에너지 소비 원단위와 부하량 산정을 위하여 조사한 에너지원은 1차적으로 건축물에서 사용되고 있는 전력, 가스, 유류이고, 이들의 계량단위는 kWh, m³, l이다. 이에 따라 건축물이 소비하는 에너지량을 종합적으로 파악하고, 효율을 생각하는 경우에는 하나의 단위로 취급할 필요가 있다. 또한, 연구대상의 건축물의 경우 에너지원의 대부분이 전력 에너지를 소비하므로 이를 중심으로 분석하였다.

표 2. 에너지 소비 원단위 Data항목

Data항목	조사내용
일반사항	<ul style="list-style-type: none"> • 건물용도 및 면적, 에너지수요량 • 에너지 사용의 년도별, 월별, 시각별 변동사항 • 기타 에너지 사용에 영향을 주는 인자

3. 강의동 건축물의 전력 에너지 소비현황 및 에너지 소비 원단위

3.1 조사대상 건축물의 실태 및 현황

본 연구는 조사대상으로 A대학교 교내 강의동을 설정하고 전력 에너지 소비량 실측 자료를 바탕으로 1985년부터 2010년까지의 20여 년간의 대한건축학회논문집, 각종 학위논문 등을 대상으로 기존 문헌 및 연구논문 조사를 보정·활용하여 건물의 전기, 에너지가스, 유류, 상수의 에

5) 서울연합뉴스, 2009-09-18, 국회 교육과학기술위원회 소속 한나라당 박영아 의원실 국정감사자료

너지 소비 원단위를 산정하였다. 한편, 개별 강의동 건물의 시각별 에너지 소비 원단위의 일부는 실측자료가 미흡하여, 일본에서 연구한 동일 유형의 건물 에너지 소비 원단위와 부하량을 바탕으로 본 대학의 강의동 건물의 에너지 소비 원단위와 부하패턴에 적용해 본 결과, 가장 근접한 일본의 자료⁶⁾를 사용하였다. 대상건축물 현황은 다음과 같다.

표 3. 적용대상 건축물 개요

건물명	A 종합대학교 강의동	
용도	교육연구시설	
규모	지하1층, 지상4층	
바닥 면적	지하1층	95.04m ²
	1층	1,669.50m ²
	2층	1,485.96m ²
	3층	1,485.96m ²
	4층	1,485.96m ²
용도별 면적	옥탑층	95.04m ²
	강의실	3,342.16m ²
	연구실	691.20m ²
	실험실	1,216.98m ²
	공용부분	1,067.04m ²
건물구조	철근콘크리트구조	

본 연구의 대상인 대학 내에는 5000m²미만의 소규모 건물이 대부분을 차지하고 있는데, 캠퍼스 전체 건물 중에서 개별 에너지 측정이 가능한 남향으로 배치된 강의동을 선정하여 에너지 소비 원단위로 개량화하였다.

3.2 강의동 건물 전력 에너지 사용량 현황

1) 연구대상 지역의 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 일사량은 8월이 51594(0.01MJ/m²) Radiation로 가장 높았으며, 12월이 28518(0.01MJ/m²) Radiation로 가장 낮았다.

연구대상 건축물 전력사용량은 1차 환산법을 이용하여 사용량을 측정하였다. 그 결과 2004년에는 18,465MWh 소비하였으나 2009년에는 22,846MWh를 사용하여 매년 전력 사용량의 증가를 보이고 있다. 특히 2008년 이후 전력사용

6) 尾島俊雄, 建築の光熱水原單位, 早稻田大學, 1995를 인용하였으며 본 일본 동경의 건축물 용도별 에너지 소비 원단위를 최근 40여년간 실측·기록하여 에너지 소비 원단위와 부하량, 소비특성 등에 대하여 분석하였다.

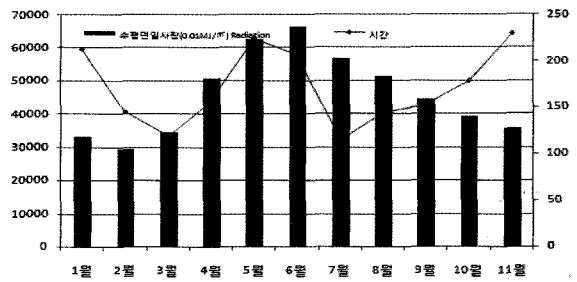


그림 1. 월별 일조시간 및 수평면일사량

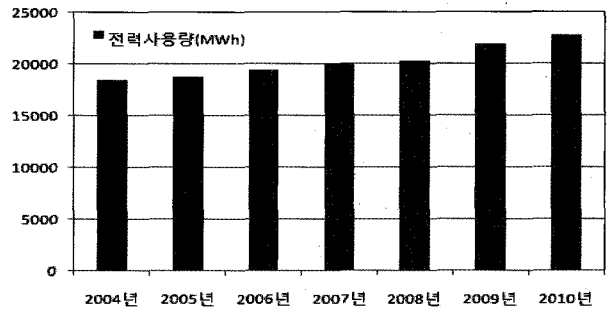


그림 2. 연도별 전력에너지 소비현황

량의 증가는 학교 강의동의 시설개보수를 통한 열원설비의 증가 및 냉난방 장치의 설비 등에 기인한 것으로 판단된다.

2) 월별 전력에너지 소비현황

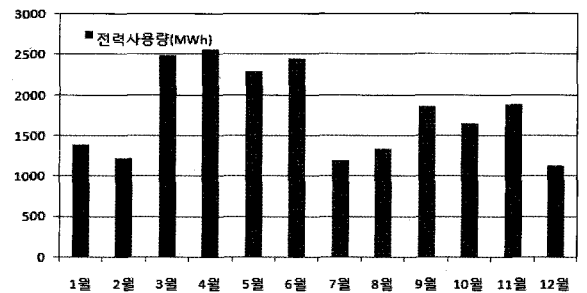


그림 3. 월별 전력에너지 소비현황

연구대상 건축물의 2010년 기준 월별 전력사용량을 조사한 결과 여름철과 겨울철에는 급격한 감소추세를 보이고 있다. 이는 특정건물(도서관, 연구동, 산학협력동)을 제외한 강의동에서는 건물 사용빈도수가 감소함에 기인하고 있다. 비슷한 소비량을 나타내는 것으로 보아 여름철 냉방과 겨울철 난방열원으로 전력이 큰 비중을 차지하고 있음을 알 수 있다. 또한, 전년도 대비 전력의 사용량이 대체로 증가했음을 볼 수 있다.

3) 연도별 전력 에너지 소비 원단위

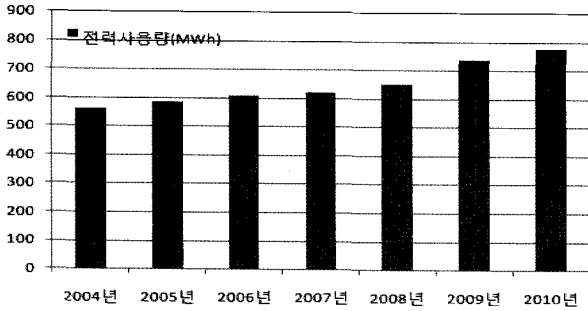


그림 4. 연도별 전력 에너지 소비 원단위

강의동 건축물의 연도별 전력 에너지 소비 원단위를 살펴보면 해마다 전력소비가 증가함을 알 수 있는데 2008년에서 2009년 사이에 그 증가폭이 현저함을 알 수 있다. 이는 앞서 설명한 바와 같이 학교 강의동의 시설개보수를 통한 열원설비의 증가 및 냉난방 장치의 설비 등에 기인한 것으로 판단된다. 전력 에너지 소비 원단위는 2004년 562MJ/m² 부터 2007년까지 623MJ/m² 로 점진적 증가를 보이다가 2009년에 768MJ/m², 2010년에 777MJ/m²로 현저한 증가를 나타내고 있다. 이는 건축물의 열원개보수 작업이 전력소비량에 영향을 준 것으로 파악된다. 또한, 거시적 측면에서는 2006년을 기준으로 우리나라의 석유와 석탄의 소비는 증가 폭이 미미하나 가스화 전력의 소비는 대폭 증가한 것으로 조사되었다. 이는 석유가격 상승과 환경규제의 강화 등으로 연료용 석유소비가 가스·전력으로 대체되면서 가스·전력의 비중이 크게 상승했기 때문인 것으로 판단된다.

4) 강의동 건물 월별 에너지 소비 원단위

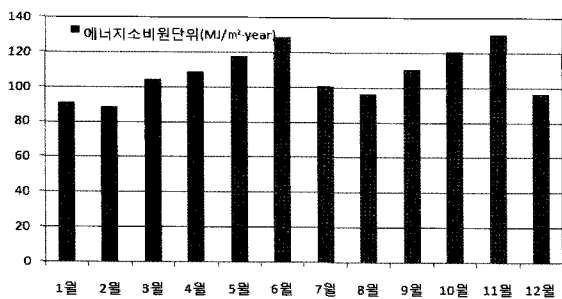


그림 5. 월별 전력 에너지 소비 원단위

강의동 건축물의 월별 에너지 소비 원단위는 학기 중인 중간기에 비교적 높은 것으로 나타났으며, 방학기간인 하절기와 동절기에는 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 이는 학기 중에는 연구와 강의를 위한 에너지수요가 방학기간에 비하여 상대적으로 높으며, 특히 겨울방학기간인 동절기가 하절기보다 높은 이유는 냉방 기간보다 난방기간이 길기 때문에 여름보다는 겨울철 에너지 소비가 많이

있음을 알 수 있다.

5) 강의동 건물 시각별 에너지 소비 원단위

전력 에너지 소비 원단위는 학생들의 등하교시간이 되는 오전 8시부터 오전 11시까지 급격히 증가하다가 13시부터 15시까지 피크를 이루고 있다. 이것은 강의동의 건물 사용특성에 맞는 에너지 사용 패턴에 기인하는 것으로 판단된다. 이후 17시 이후부터 급격한 감소를 보이며 전력사용량이 감소하고 있다.

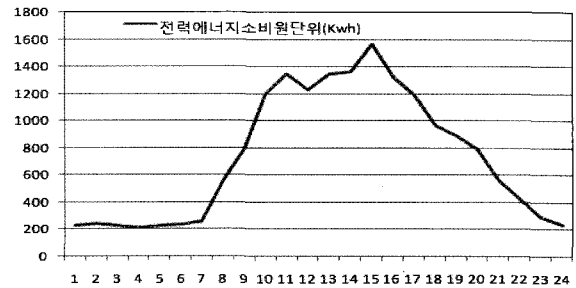


그림 6. 시간별 전력 에너지 소비 원단위

4. 벽면부착형 BIPV 시스템 성능평가

전절에서 서술한 강의동 건물 전력 에너지 사용량 현황 및 에너지 소비 원단위를 바탕으로 적정규모의 벽면부착형 BIPV시스템의 성능평가를 도출하기 위하여 동일한 면적을 기준하여 부착방식에 따른 태양광 발전시스템에 의한 획득 발전량을 산정하고, 태양전지의 표면적, 평균변환 효율, 평균모듈온도 그리고 경사각도별 일사량을 가지고 산출하였다.

단위면적당 발전량을 구하는 과정에서 PV 모듈은 'Poly-Si'타입을 선정하여 다음과 같은 표준값들을 이용하였다.

표 4. PV모듈 타입별 표준값

PV모듈타입	η_r (%)	NOCT(°C)	β_p (%/CENTIGRADE)
Mono-Si	13.0	45	0.40
Poly-Si	11.0	45	0.40
a-Si	5.0	50	0.11
CdTe	7.0	46	0.24
CIS	7.5	47	0.46

※ η_r (%) : 표준 온도시 PV 모듈의 효율

NOCT(°C) : 일반 발전시 CELL 온도

β_p (%/CENTIGRADE) : 온도변수

a-Si : amorphous silicon

CdTe : Cadmium-Telluride

Copper-Indium-Diselenide

4.1 창문형 부착방식

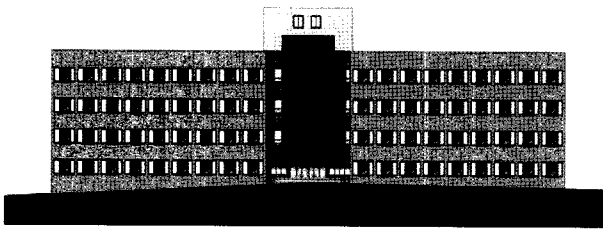


그림 7. 창문형 부착방식

1) 에너지 발전효율

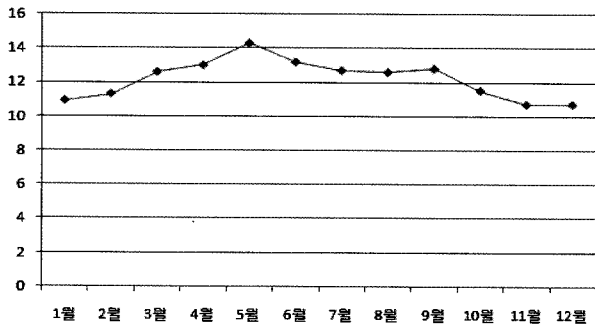


그림 8. 창문형 부착방식의 에너지 발전량

창문형 부착방식의 경우 5월이 14.3kWh/m²으로 가장 높았으며, 11월이 11.3kWh/m²로 가장 낮았다. 이는 연간 일사량의 영향이 에너지 발전량에 영향을 많이 미치고 있으며, 창문부착형식의 경우 태양고도에 대응하는 경사각의 제한이 많아 효율성 측면에서 고려가 필요한 것으로 판단된다.

2) 부하분담률

창문형 부착방식의 부하분담률은 에너지발전량이 가장 많은 5월이 28%를 나타냈으며, 이외의 시기에는 고른 부하분담률을 나타내고 있으나 동절기에는 상대적으로 낮은 분담률을 나타내고 있다.

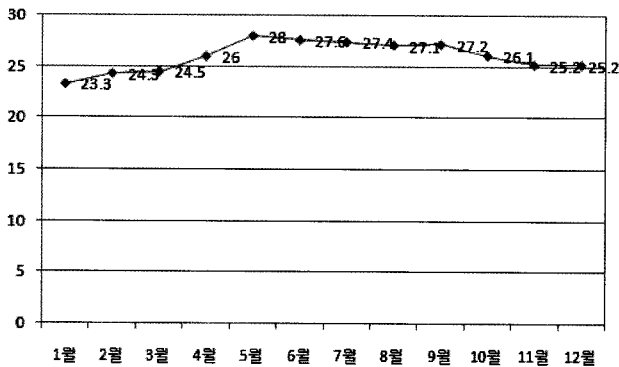


그림 9. 창문형 부착방식의 부하분담률

4.2 스펠드럴형 부착방식

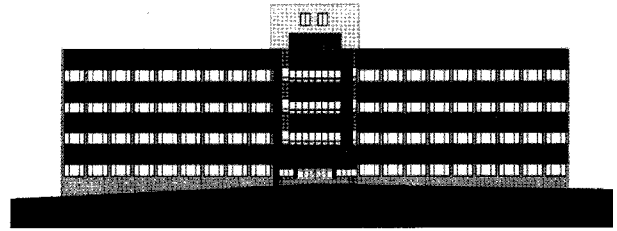


그림 10. 스펠드럴형 부착방식

1) 에너지 발전효율

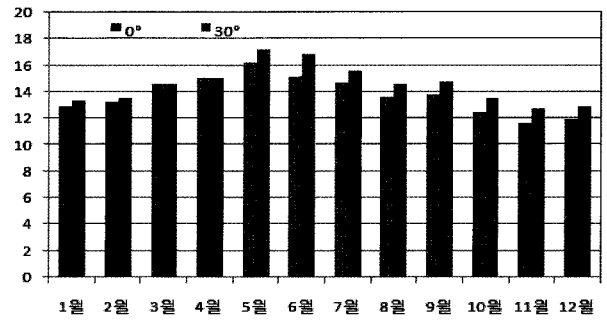


그림 11. 스펠드럴형 부착방식의 에너지 발전량

계절별, 월별 발전효율의 정도의 차이는 창문형 부착방식과 유사한 특징을 나타내고 있으나, 0°보다 30°에서 상대적으로 높은 발전효율을 나타내고 있다. 따라서 향후 스펠드럴 방식의 채택 시에는 부착각도에 대한 검토가 이루어져서 에너지 발전량을 증대시키는 방향으로 건축계획이 검토되어야 할 것으로 판단된다.

2) 부하분담률

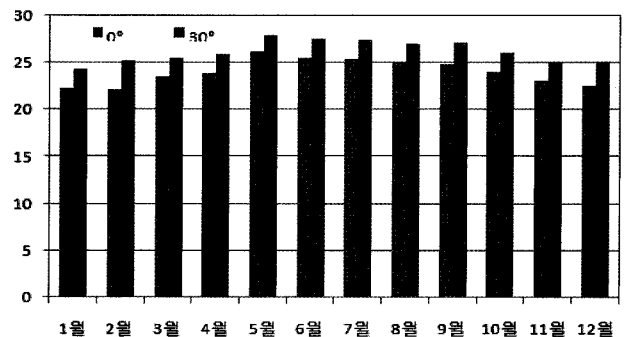


그림 12. 스펠드럴형 부착방식의 부하분담률

본 연구에 의한 스펠드럴방식의 부하분담률은 에너지발전량이 가장 많은 5월이 0°에서 26.2%, 30°에서 28%를 나타냈으며, 이외의 시기에는 고른 부하분담률을 나타내고 있으며 창문부착식보다는 높은 부하분담률을 나타내고 있다.

4.3 조합형 부착방식

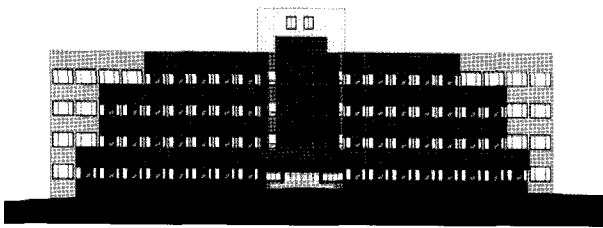


그림 13. 조합형 부착방식

1) 에너지 발전효율

조합형 부착방식의 경우 창문형과 스펀드럴형의 조합으로 건물의 외장이나 외피의 조건에 따라 계절별, 월별 발전효율의 정도의 차이는 차이를 보일 수 있지만 전체적으로 양호한 특징을 나타내고 있다. 특히 5월의 경우 17.3kWh/m²로 매우 우수한 효율을 나타내고 있다.

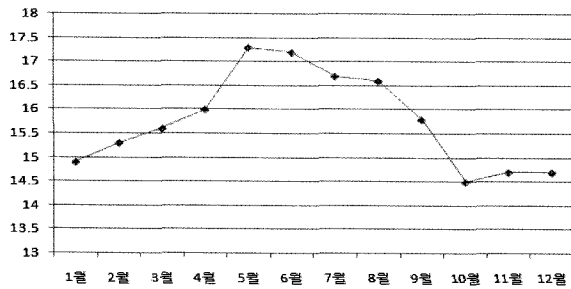


그림 14. 조합형 부착방식의 에너지 발전량

2) 부하분담율

조합형 부착방식의 부하분담율은 창문형이나 스펀드럴형보다 우수한 분담율을 나타내고 있으며, 건축물의 성능적 측면이나 심미적 측면에서 도입이 모색되어야 하며, 이를 경제성 측면에서도 분석하여 도입 타당성을 높이는 방향으로 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

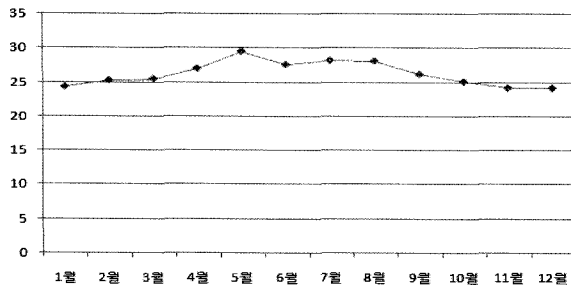


그림 15. 조합형 부착방식의 부하분담율

5. 결론

본 연구는 BIPV를 이용한 태양광발전 시스템을 대학교

강의동 건축물을 대상으로 연구대상 건축물의 태양광 발전 잠재량을 예측하고, 신축·재건축시 계획단계에서 설계자가 이용할 수 있는 기초자료로 제공하기 위하여 단위면적당 발전량 시뮬레이션을 통하여 창문형, 스펀드럴형, 조합형 부착방식의 특성과 성능평가를 진행하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같다.

첫째, 창문형 부착방식은 발전효율과 부하분담률에서 균일한 정도를 나타내고 있으나 설치각도의 제한에 따른 한계를 보이고 있다.

둘째, 스펀드럴형 부착방식은 부착각도의 자유성으로 인하여 창문형에 비하여 높은 효율과 분담률을 나타내고 있다.

셋째, 조합형 부착방식은 소요 태양전지 면적의 확보 및 부착각도의 자유성으로 우수한 효율과 분담률을 보이고 있다. 특히, 외피 디자인에 따라 획일적 파사드 디자인에서 탈피하여 건축물의 심미적 특성을 향상시킬 가능성을 가지고 있다.

현재 대학교 강의동 건물은 전력과 가스 사용이 해마다 증가하는 반면, 유류의 사용은 감소하는 추세이다. 또, 대학교내의 시설 개보수와 더불어 개별적으로 냉난방이 필요한 곳이 증가함에 따라 전력의 부하감소와 에너지이용의 효율화 측면에서 신재생 에너지의 사용을 적극적으로 모색해야 할 것이다.

참고문헌

1. 홍원화 3인, '벽면 일체형 BIPV 시스템의 효율성 평가와 개선방안에 관한 연구', 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 2007. 10
2. 산업자원부, '건물통합형 태양광발전(BIPV)시스템의 최적화기법 개발(최종보고서)', 2004
3. M. Wigginton & J. Harris, 'Intelligent Skins', Elsevier, 2003.
4. 한국 태양에너지학회, '태양에너지 이용현황과 보급발전방향', 제2권 제2호, 2002
5. 에너지경제연구원, 에너지통계연보, 2011. 3
6. C. Schittich, 'in Detail : Building Skins', Birkhauser, 2001
7. Deo prasad & Mark snow, 'Designing with Solar Power', Images Publishing, 2005
8. Sophia & Stefan Behling, 'Sol Power, The Evolution of Solar Architecture', Prestel, 1996
9. Prasad, Deo(EDT)., Snow, Mark(EDT), Designing With Solar Power(A Source Book For Building Integrated Photovoltaics(BiPV)), StylusPubLlc, 2005
10. Solar Energy International, Photovoltaics Design And

이강국 · 서원덕 · 홍원화

Installation Manual(Renewable Energy Education for a Sustainable Future), ConsortiumBookSales&Dist, 2004

접수 2011. 8. 16
1차 심사완료 2011. 9. 14
2차 심사완료 2011. 9. 26
게재확정 2011. 9. 26