

3kW 건물일체형 태양광발전시스템의 출력특성

(The Output Characteristics of 3kW BIPV System)

김지훈*, 김평호**·임양수**, 조금배*·백형래*·오금곤*

조선대학교*, 서강정보대학**

(Ji-Hoon Kim*, Pyoung-Ho Kim·Yang-Su Lim**, Geum-Bae Cho·Hyung-Lae Baek·Geum-Gon Oh*)
(Chosun University*, Seokang College**)

Abstract

BIPV(Building Integrated PV) system can expect dual effects that reduce expenses for establishment of PV system by adding new function as outer covering material of building expect producing the electricity.

But, there are many generation differences according to the exterior environmental facts(solar cell array, design and installation condition of interactive inverter system) Therefore, it is difficult to optimum design. Consequently in advance design system, we experiment 3kW BIPV(Building Integrated PV) generation. We concrete PV system efficient application of variable. BIPV system that is proposed in this paper, was established in Solar Energy research center of Chosun University, composed with system. This research is a basic study for application of building integrated photovoltaic system for building.

1. 서론

태양광을 이용하여 전기를 생산하는 태양광발전은 날이 발전을 거듭하여 전력뿐만 아니라 태양전지(PV : Photovoltaic)를 건물재료의 일부로서 외피 마감재로 대체하는 일체화된 건물일체형 태양광발전시스템 BIPV(Building Integrated Photovoltaic) 개발이 최근 우리나라뿐만 아니라 여러 선진국을 중심으로 관심과 개발이 되고 있다.

건축물의 외피로 적용된 PV시스템을 일체화하여 적용하면 물론 PV 모듈을 통해 자체 전력발생을 통해 전력수급의 효과를 나타낼 수 있다. 그 뿐만 아니라 외피로 쓰이는 PV모듈은 건축물의 재료비용과 건설비용의 절감효과와 디자인의 효과를 얻을 수 있다. 또한 빛 투과가 가능한 태양전지를 창호에 적용한다면 더 이상 건물에서 인공조명에만 의존 하는게 아닌 자연채광을 얻을 수 있어 에너지 절감효과도 얻을 수 있다.

그러나, 아직까지 BIPV시스템 개발의 여러 가지 어려운 점이 있는게 사실이다. 아직까지 고가의 셀 가격으로 인한 높은 초기 투자비로 시장형성이 어려운 실정이다. 따라서 PV시스템이 적용된 건물에 초기 투자비를 낮추기 위한 방식으로 셀 가격의 인하와 셀의 효율을 높이기 위한 연구가 활발히 진행 중이다.

그리고 PV셀의 효율을 최대한 높여야 한다. 이에는 최대의 일사량을 획득하고 PV패널의 후면의

환기를 통해 PV시스템의 효율을 높이기 위한 시도도 이루어지고 있다.

PV시스템의 성능은 일반적으로 설치방법에 따라 많은 차이를 나타내며 특히 건물에 일체화하여 적용되는 BIPV시스템의 효율은 여러 가지 요인들과 관련이 있다. PV모듈의 일사량 획득과 관련이 있는 방위와 경사도, 먼지 등에 의한 PV모듈 표면의 오염, 인근 건물이나 기타 설치물에 의한 부분 음영의 발생 등을 포함한다. 또한 PV셀의 온도가 중요한 요인이 되기도 하며, 특별히 PV모듈 온도 상승은 PV시스템의 성능을 저하시키는 요인이 된다. 그러므로 BIPV시스템에 영향을 주는 일사량과 PV모듈온도에 영향을 미치는 요인들에 대한 분석이 필요하다.

본 연구에서는 3kW 건물일체형 태양광발전시스템의 발전량을 관측·분석함으로써 향후 태양광발전시스템의 적용화 가능성을 활용하고자 한다.

2. 이론적 고찰

2.1. BIPV의 원리

건물에 대해 photovoltaic을 적용한 것은 1970년대 미국에서 처음 시작되었는데, 일반적으로 전력 생산업체와 멀리 떨어진 건물에 알루미늄 프레임의 PV모듈을 고정시켜 사용하면서 발전되었다. 그 후 점차 발전해 1990년대부터 PV모듈이 건물외피 내에 일체화 되어 디자인되면서 BIPV 시스템이

상업적으로 널리 이용되기 시작되었으며 현재까지 주거용, 상업용, 산업용 그리고 공공기관 건물에 다양하게 적용되고 있다.

BIPV(Building Integrated Photovoltaic)시스템은 PV시스템이 건물에 통합되어 일체화 된다는 의미로, 기존의 PV시스템이 건축물의 지붕이 벽면에 가대 등을 세워 덧붙여 설치하는 방식과는 달리 PV모듈을 건물 외피재료로 대체하여 적용하는 개념이다. 이러한 PV시스템은 전기를 생산하는 동시에 지붕이나 벽면, 차양, 채광창 등과 같은 건물외피의 기능을 부여함으로써 시스템의 경제성을 확보할 수 있는 다기능 건물재료로 PV를 좀 더 효율적으로 적용할 수 있다.

2.2. 적용유형

2.2.1 지붕적용

일사확득이 가장 쉬운 기법으로 제일 많이 쓰인 방법이다. 주거용의 단독건물, 학교 같은 공공건물에 많이 이용되고 있다. 지붕적용은 두 가지로 나눌 수 있다. 하나는 지붕마감재료인 아스팔트 지붕이나 타입으로 제작된 PV모듈을 적용하는 경우(그림1) 이고, 또 하나는 기존의 PV모듈을 지붕구조에 통합하는 방식(그림2)이 있다.



<그림 1>



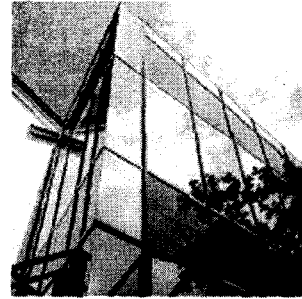
<그림 2>

2.3.2 벽면요소적용

이 방법은 건물벽면요소로 PV시스템을 적용하는 방식으로 커튼월로 결합하는 것이다.(그림3)

최근 유리재를 이용한 커튼월 공법을 주로 사용하는 상업용 건물에서 많이 적용되어 가는 추세이다. 특히 광선투과가 가능한 투명 반투명 모듈을

이용하면 자연채광을 실내에서 얻을 수 있어, 조명과 에너지절감효과에도 큰 효과를 볼 수 있다.

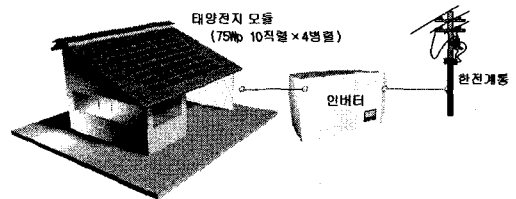


<그림3>

3. 설치한 BIPV시스템

3.1 시스템 설치 사양

본 논문에서는 75Wp급 건물일체형 태양전지 모듈 40장을 직병렬 연결하여 3kW 태양광발전시스템을 설치하였다. 어레이 설치조건은 우선 국내에 널리 보급되어 있는 일반 주택들의 지붕 경사각을 고려하여 18°로 하였고, 방위각은 발전효율이 가장 우수한 정남향으로 하였다. 그림 4는 지붕일체형 태양광발전시스템의 구성도를 보여주고 있다.



<그림 4> 지붕일체형 태양광발전시스템 구성도

표 1에서는 설치된 지붕일체형 태양광발전시스템의 사양을 나타내고 있다. 표 2에서는 본 지붕일체형 태양전지 모듈의 전기적, 구조적 일반 특성을 나타내고 있다.

표 1 지붕일체형 태양광발전시스템 사양

항 목		규 격
PV어레이	모 들	SM-75(75Wp)
	설치수량	40매
	직병렬수	10직렬×4병렬
	최대용량	3kWp
	설치방위각	0°
인버터	설치경사각	18°
	인버터 모델	Sanrex(4kW)
설치방식		경사지붕방식

표 2 지붕일체형 태양전지 모듈 특성

구분	규격
Model	SM-75R
최대출력(Pmax)	75W
최대전압(Vmp)	17.3V
최대전류(Imp)	4.35A
개방전압(Voc)	21.8V
단락전류(Isc)	4.75A
Voc 온도계수	$-(80\pm 10)\text{mV}/^\circ\text{C}$
Isc 온도계수	$(0.065\pm 0.015)\%/^\circ\text{C}$
Cell 온도계수	$47\pm 2^\circ\text{C}$
출력온도계수	$-(0.5\pm 0.05)\%/^\circ\text{C}$
최대 시스템 전압	600V
크 기	584×1205×38mm
중 량	약 8.5kg

표 3은 지붕일체형 태양광발전시스템에 설치된 계통연계형 인버터의 전기적 사양을 나타내고 있으며, 그림 5는 설치된 지붕일체형 태양광발전시스템의 전경을 나타내고 있다.

표 3 계통연계형 인버터 사양

항 목		규 격
인버터 제 어	PCS방식	전압형전류제어
	스위칭 방식	정현파 PWM방식
	절연방식	절연변압기 없음
	상 식	1상 2선식
인버터 입 력	단독운전방지	수동적, 능동적
	정격전압	DC 173V
인버터 출 력	운전전압범위	DC 100~220V
	정격주파수	60Hz
	정격용량	4kW
	변환효율	93.5% 이상
	출력역률	95% 이상
	총합왜율	5% 이하
	각차왜율	3% 이하

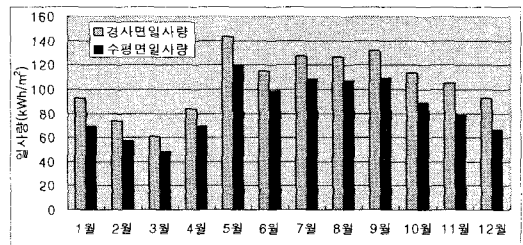


<그림 5> 지붕일체형 태양광발전시스템

3.2 시스템의 출력특성

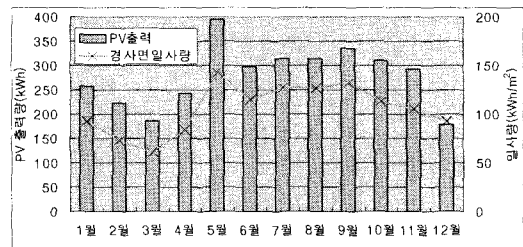
그림 6~11은 태양광발전시스템의 일사량, 발전량, 인버터 발전량과 변환효율, 어레이 변환효율 그리고 시스템 이용율을 나타낸 것이다. 참고로 본 시스템이 설치되어 있는 단지공사(2월~3월)로 인해 2월과 3월의 데이터 값이 각각 저조함을 미리 알려둔다.

그림 6은 태양광의 일사량을 나타낸 것으로, 위 그림을 분석하면, 5월에 가장 높은 일사량을 보여 줌을 알 수 있다. 7월~9월에도 상당히 높은 일사량이 나옴을 알 수 있다. 그러나 상대적으로 2월과 3월에는 저조한 일사량이 나옴을 알 수 있다.



<그림 6> 태양광의 일사량

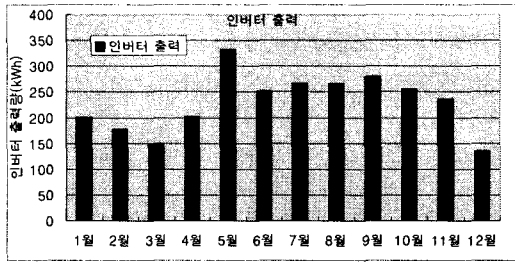
그림 7은 태양광발전량을 나타낸 것으로, 봄에 해당하는 4월과 5월 그리고 가을에 해당하는 9월과 10월에 가장 많은 발전량을 나온 반면에, 겨울에 1월, 2월 그리고 눈이 많았던 12월에는 낮은 발전량을 보여주는 등 그림 6(태양광의 일사량)과 비례하게 태양광발전량 측정값이 나옴을 알 수 있다.



<그림 7> 태양광 발전량

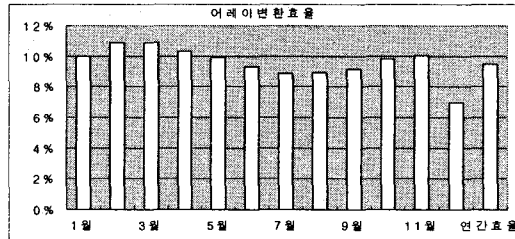
그림 8은 인버터발전량을 나타낸 것으로, 태양광 발전량이 많은 5월에 가장 많은 발전량을 보여주고 있다. 7월과 9월에도 상대적으로 좋은 발전량을 나옴을 알 수 있다.

그러나 겨울에 해당하는 12월~1월에는 셀 주변의 낮은 온도와 눈, 서리 등의 발전량을 저해하는 기상조건들로 인해 낮은 발전량이 나온 것으로 판단이 된다.



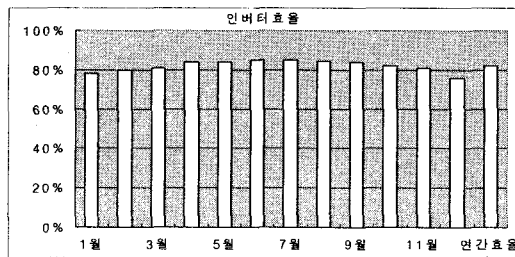
<그림 8> 인버터 발전량

그림 9는 어레이 변환효율을 나타낸 것이다. 봄에 해당하는 3월과 4월에 가장 높은 어레이 변환효율을 보여준다. 상대적으로 12월에 가장 낮은 어레이 변환효율을 나타내는데, 이것 역시 12월에 경이적으로 내렸던 폭설과 낮은 온도로 인해 저조한 효율을 나타낸 것으로 분석이 된다.



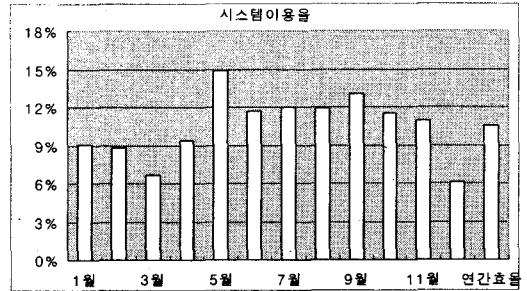
<그림 9> 어레이 변환효율

그림 10은 인버터효율을 나타낸 것으로, 1월과 12월을 제외하곤 평균적으로 골고루 분포된 값이 나올 수 있었다. 연간 효율도 80%를 넘는 수준이라는 것도 알아 낼 수 있었다



<그림 10> 인버터 효율

그림 11은 시스템 이용율을 나타낸 것으로 5월과 9월에 가장 높은 이용율을 보여주고 있다. 그런 반면에 3월과 12월에는 저조한 이용율을 보여준다.



<그림 11> 시스템 이용율

4. 결론

본 연구에서는 3kW BIPV 태양광발전시스템의 신뢰성을 분석, 평가하였고, 2005년의 운전 데이터에 대하여 살펴보았다.

위 자료를 통해 4,5월에는 발전량과 이용률이 좋았지만, 상대적으로 여름철과 겨울철에는 현저히 줄어들음을 알 수 있었다. 그리고 12월에는 폭설과 낮은 온도로 인버터 발전량, 인버터 변환효율이 급격히 낮음을 알아낼 수 있었다.

향후 여름철의 온도상승으로 인한 셀 온도의 상승은 태양전지 시스템의 효율과 더 나가서는 수명까지 급격히 낮게 한다. 아울러 겨울철의 발전량을 방해하는 요인들의 대한 분석이 필요하다.

아울러 경사도, 먼지 등에 의한 PV모듈 표면의 오염 등 여러 기타 문제들이 BIPV 건물 설립 경우 인근 건물이나 기타 설치물에 의한 부분 음영의 발생 등으로 인한 여러 가지 문제들이 BIPV효율과 성능에 영향을 미치는 부분은 더욱 더 연구를 필요할 것이다.

향후 BIPV시스템의 적절한 시스템의 연구를 통해 지금보다 더욱더 높은 효율과 전력을 얻도록 기여하도록 연구하고자 한다.

[참고 문헌]

- (1) 임종욱, 오민석, 김희서 "BIPV 건물 외피시스템 개발", 대한건축학회 논문집, 20권 2호 2004년 2월
- (2) 박경은, 김진희, 김준태 "학교건축에 대한 BIPV시스템의 성능 평가" 한국교육학회논문지 제 11권 제 5호
- (3) 김현일, 서승직 "BIPV 시스템의 응용", 한국태양에너지학회 추계학술발표대회 논문집
- (4) Arnulf Jager-Walddui, Status of PV
- (5) Freidrich Sick, Photovoltaics in Buiding, IEA, James & Jmes Ltd, 1996
- (6) Staiss F, Photoltaic, Viewer & Shon, Braunschweig/Wesb aden, p. 12~15, 1995
- (7) 김현일, 서승직 "BIPV 시스템의 응용", 한국태양에너지학회추계학술발표대회논문집, 138~142
- (8) 日本太陽光發電協會 編, "太陽光發電システムの 計劃と 施工", ohmsha, 2000