

## 커튼 월에 적용하는 플렉시블 태양전지의 모양에 따른 성능 비교

김재진\*

### *Comparison of Performance of Flexible Solar Cells construction applied to Curtain Walls*

Kim Jaejin

#### 〈Abstract〉

In this paper presents comparison of performance of flexible solar cells construction applied to curtain walls.

The proposed paper compares power generation for curtain walls of various shapes using flexible PV. Through the comparison of performance, the power generation was compared by installing various types of flexible PV on the air layer of double windows. By comparing the measured power generation, it is possible to find an optimal flexible PV shape that can be applied to a curtain wall. Flexible PV installation was divided into diagonal, S and W shapes. As a result of comparison, the amount of power generation when there was no flexure of flexible PV was large. Also, as the angle with the light source increased, the power generation decreased.

Therefore, it is necessary to study the structure which can fix the PV more than the flexible PV and to be able to direct the sun without distortion.

Key Words : Flexible PV, Curtain Wall, PV Structure, Power Generation, Angle

### I. 서론

우리나라 에너지 공급 구조는 에너지 안보 및 기후 변화 대응에 상당히 취약하며, 신재생에너지 활용실적이 극히 미흡하다. 이에 정부는 2035년까지 현재 약 2.7%에 머물러 있는 태양광의 비중을 14.1%까지 확대 설치한다는 제4차 재생에너지 기본계획의 비전 및 목표를 발표하였다[1].

또한 정부는 신기후체제에 대비하기 위해 에너지 신산업에 대한 기업의 과감한 투자 촉진을 위해 2030

년 미래 비전을 포함한 '에너지 신산업 중장기 확산 전략'을 수립하였다[2]. 신산업 모델로 2025년부터 신규 건축물 대상으로 제로에너지빌딩 의무화를 적용하는 방안이 추진되고 있다[3].

에너지를 생산할 수 있는 시설들 중에서 커튼 월(curtain wall)은 BIPV(Building Integrated Photo-voltaic)에서 사용되는 발전시스템의 한 종류로서 일반적으로 2중창의 유리 외 유리 사이에 태양전지를 설치하여 사용된다.

커튼 월은 장막벽 이라고도 하는 비내력 외 주벽으로, 철근콘크리트조, 철골조, 철골 철근콘크리트조 등

\*강동대학교 전기전자과 교수

의 구조에서 기둥, 보, 바닥판으로 형성되는 구조부(frame)의 외부를 금속재 또는 무기질 재료로써 공간의 수직방향으로 막아대는 비 내력벽(non bearing wall)을 말한다. 초고층 건축공사에 있어서 커튼 월 공사는 건축물의 외주 벽을 구성하는 비 내력벽으로서 구조체에 파스너(fastner)로 부착시키는 공법으로 외주벽 커튼 월의 주목적은 비와 바람으로부터의 보호이므로 내풍압과 접합 수밀성이 중요한 기능요소가 된다[4].

커튼 월의 발전효율은 건물의 외장재로써의 역할을 하며, 건물의 열 성능에 영향을 주게 된다. 직접적으로는 외피의 U-value에 영향을 주고, 간접적으로는 일사 및 광 유입량을 다르게 하여 냉방부하 및 난방부하와 조명부하에 영향을 준다[3, 5]. 따라서 발전량에 영향을 주는 직·간접적인 원인에 대한 개선 연구가 활발히 진행되고 있다.

그러나 커튼 월에 설치되는 태양전지의 구조나 모양에 따른 발전량에 대한 연구가 부족하여 세부적인 커튼 월 설비에 대한 정보가 부족하다. 따라서 본 논문에서는 커튼 월에 사용될 수 있는 여러 형태의 태양전지 모양을 플렉시블(flexible) 태양전지를 이용하여 발전량을 비교하여 효율적인 모양을 찾을 수 있도록 연구하였다.

## II. 관련연구

### 2.1 PV 발전량

PV 모듈은 태양광을 이용한 광전효과를 통해 전력을 생산하며, 식 (1)과 같은 샘플 모델을 이용해 발전량을 예측한다. 샘플 모델에서 PV 패널의 발전량은 PV 표면으로 입사되는 일사량과 비례하며, 여기에 PV 셀의 효율, 생산되는 직류전력을 교류로 변환하는 인버터의 효율을 반영하여 계산할 수 있다[3].

$$P = A_{surf} \cdot f_{activ} \cdot G_T \cdot \eta_{cell} \cdot \eta_{inverter} \quad (\text{식 1})$$

$A_{surf}$  : PV 모듈의 면적( $m^2$ )

$f_{activ}$  : PV 모듈의 이용률

$G_T$  : 표면에 입사하는 일사량

$\eta_{cell}$  : 셀의 효율

$\eta_{inverter}$  : 인버터의 효율

### 2.2 커튼 월

BIPV의 설계 방식들 중에서 창호형으로 구성된 커튼 월로서 자연채광이 가능한 건물 외장재 및 창호재로 활용되며 대부분 90° 경사각을 가지고 있다[6].

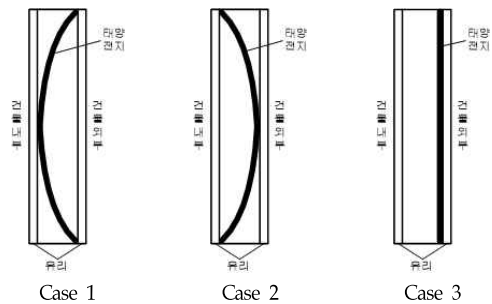
창호 구조에서 태양전지를 부착한 전면의 유리와 후면 유리와는 12~20mm의 공기층이 존재한다.[7, 8]

공기층을 이용하여 플렉시블 태양전지의 여러 모양을 만들어 발전 효율을 비교하여 최적의 발전효율을 찾고자 한다.

## III. 플렉시블 태양전지를 이용한 커튼 월

플렉시블 태양전지의 모양을 3가지로 형태로 변환시켜 발전량을 연구한 논문으로는 [6]이 있다.

실험에 사용한 플렉시블 태양전지의 모양은 <그림 1>과 같다. 단순 곡선과 일자형의 기본 형태만을 가지고 발전량을 나타내었다.



<그림 1> 태양전지 휨의 모양[6]

<그림 1>의 태양전지 휨 모양은 3가지로 나누워지며 Case 1은 휨의 중앙이 실내 쪽으로 휘어진 모양으로 오목렌즈와 유사한 모양이다. Case 2는 Case 1과 반대로 휨의 중앙이 외부 쪽으로 휘어진 볼록 렌즈의 모양이다. Case 3은 현재 사용되고 있는 형태로서 일자형으로 부착된 모양이다.[6]

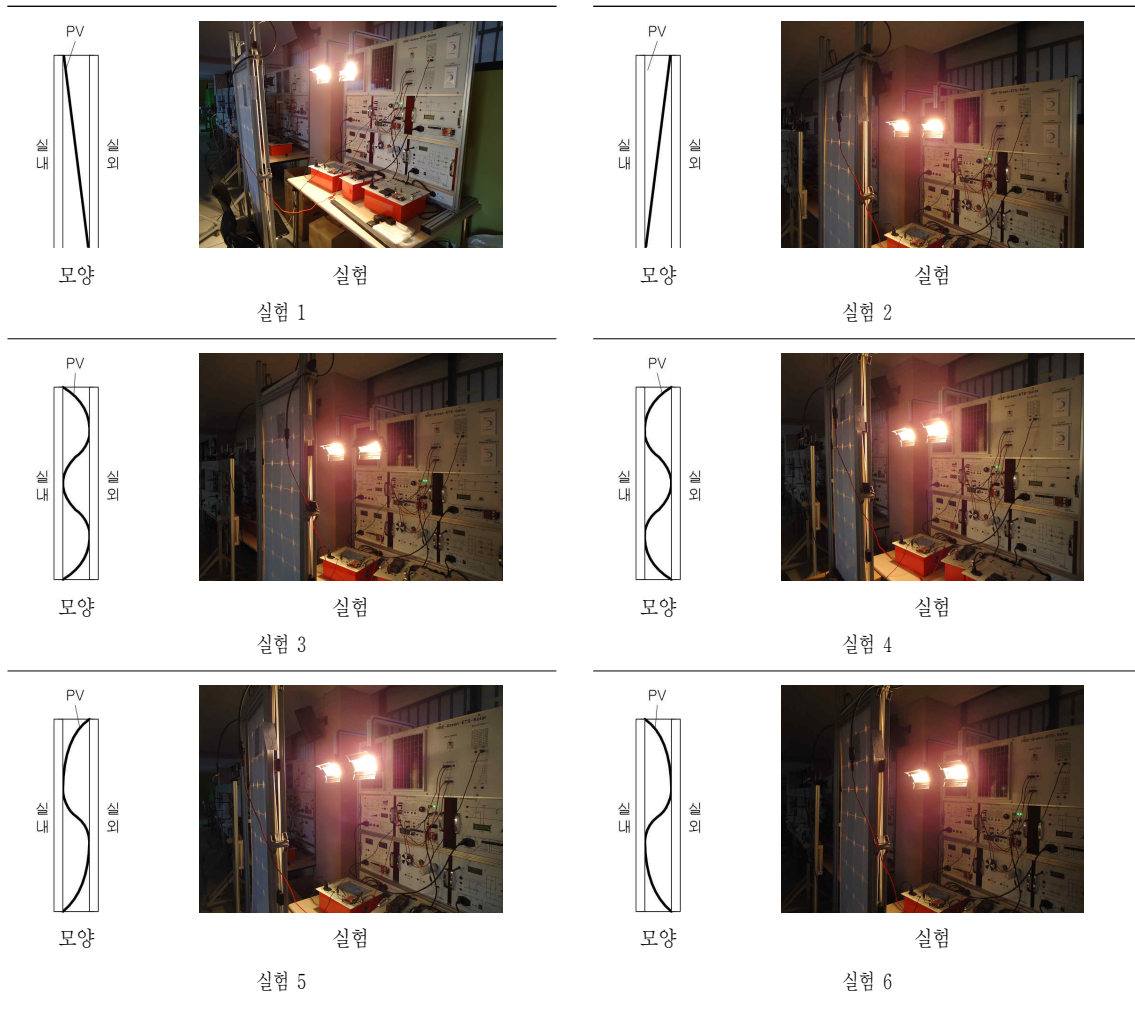
<표 1>은 [6]의 실험 결과이다.

본 논문에서는 [6] 논문에서 실험한 3가지 모양 외에 플렉시블 태양전지가 가질 수 있는 여러 형태의

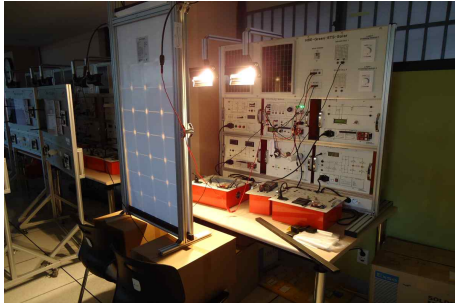
<표 1> [6] 실험결과

	발전량	
	1일(W)	1달(W)
Case 1	243	7,268
Case 2	209	6,277
Case 3	223	6,702

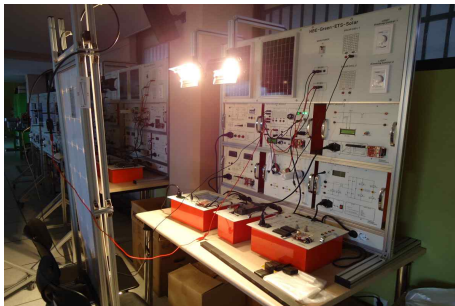
모양을 이용하여 발전량을 분석하여 최적의 모양을 가질 수 있도록 구성하였다.



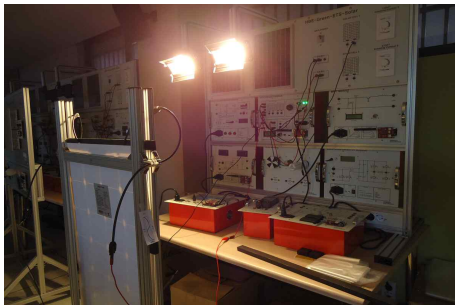
<그림 2> 모양에 따른 실험



30°



45°



60°

<실험 3> 각도에 따른 실험

<표 2> 플렉시블 태양전지 사양[9]

Model No.	SGM-FL-100W
Cell Brand	SunPower
Cell type	Monocrystalline
Peak power(Pmax)	100Wp
Power tolerance range(%)	±5%
Open circuit voltage/Voc(V)	20.8
Max.power voltage/Vmp(V)	17.6
Short circuit current/Isc(A)	6.14
Max.power current/Imp(A)	5.68
Maximum System Voltage(V)	100V DC
Dimensions(mm)	560×1200×3

<표 2> 플렉시블 태양전지에 대한 실험은 한백전자의 HBE-Green-ETS-Solar의 Data Collector Module과 MPPT Module을 이용하여 실험하였다.[10] 플렉시블 태양전지의 모양에 따른 발전량 실험은 <그림 2>에 나타내었으며, 30°와 45°, 60°의 각도차를 이용한 실험은 <그림 3>에 나타내었다. 1일 발전량 4시간을 기준으로 하루의 발전량과 30일을 1달로 설정하여 실험한 결과는 <표 3>에 나타내었다.

<표 3>의 실험결과에서 실험1과 실험2의 모양으로 30°의 각도를 가지는 경우가 가장 많은 발전량을 보였다. 발전량이 가장 작은 것은 실험 6의 60° 모양으로 실험1과 실험2의 30° 모양에 비해 1일 기준으로 약 16% 감소된 발전량을 나타내었으며, 1달 기준으로 약 10.1% 감소된 결과를 나타내었다.

또한 [6]에서 실험한 결과와의 비교에서 1일 발전량은 본 논문의 실험 1과 실험2가 가장 높은 결과를 나타내었다. [6]의 Case1에 비해 약 0.44% 증가된 결과를 나타내었다. 그러나 1달 발전량에서는 [6]의 Case1이 약 0.47% 높은 결과를 나타내었다.

[6]의 실험과 본 논문에서 제안한 실험 결과 플렉시블하게 모양을 낸 태양전지가 설치된 커튼 율보다 태양과의 각도를 작은 단순 모양의 커튼 율의 발전량이 높은 것으로 나타났다.

#### IV. 실험 결과

플렉시블 태양전지의 휨 모양을 6가지로 구분하여 발전량을 실험하였다. 또한 각각의 모양에 광원과의 각도를 30°와 45°, 60°로 각도를 변환하여 실험하였다. 실험에 사용된 플렉시블 태양전지는 <표 2>와 같은 사양으로 [6]에서 실험한 결과와 비교하기 위해 동일한 태양전지를 사용하였다.

<표 3> 실험 결과

		발전량	
		1일(W)	1달(W)
실험1	30°	244.08	7,234.07
	45°	222.36	6,933.71
	60°	213.85	6,866.69
실험2	30°	244.08	7,243.07
	45°	224.4	6,997.32
	60°	214.86	6,898.93
실험3	30°	243	7,211.03
	45°	222.36	6,933.71
	60°	212.85	6,834.46
실험4	30°	240.84	7,146.93
	45°	223.38	6,965.51
	60°	212.85	6,834.46
실험5	30°	238.68	7,082.83
	45°	220.32	6,870.1
	60°	205.82	6,608.79
실험6	30°	237.6	7,050.78
	45°	219.3	6,838.29
	60°	202.81	6,512.08

## V. 결론

본 논문에서는 커튼 월에 적용하는 플렉시블 태양전지의 모양에 따른 성능을 비교한 논문으로서, 플렉시블 태양전지를 이용하여 여러 가지 모양을 가진 커튼 월의 발전 효율을 비교하였다. 또한 광원과의 각도를 다양하게 변화하여 발전량도 실험하였다. 실험 결과를 [6]의 실험결과와도 비교하였다. 실험결과 다양한 모양의 커튼 월의 발전 용량의 차이는 크게 16%에서 적게는 0.44%까지의 발전 용량 차이를 나타내었으며, S와 W 등의 형태 변환이 된 경우보다 대각선이나 단순한 모양으로 광원과의 각도가 작은 경우가 발전량이 높은 것으로 나타났다.

커튼 월에서 대각선이나 약간의 휨이 있는 모양에서 가능한 많은 양의 셀(cell)을 설치하여 발전량을 높

일 수 있는 효율적인 모양을 찾는 연구가 지속되어야 할 것이다.

## 참고문헌

- [1] 제4차 신·재생에너지 기본계획, 산업통상부, 2014.
- [2] 2030 에너지 신산업 확산 전략, 정부부처합동 발표, 2015.
- [3] 이상문, "Mock-up 분석을 통한 BIPV 발전량 예측 알고리즘 개발," 서울시립대학교 대학원, 2017.
- [4] 서원석, 커튼 월 개요 및 이해, 쌍용 건설기술, 2006
- [5] 박재범, "PV 시스템이 적용된 커튼 월 사무소 건물의 발전 특성에 관한 연구," 서울시립대학교 대학원, 2012.
- [6] 김재진, "BIPV에서 Flexible PV의 각도 조절을 이용한 MPPT 추적 알고리즘 연구," 디지털 산업 정보학회지, 제13권, 제3호, 2017, pp. 27-33.
- [7] 고성능 신개념 창호시스템 <http://blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=sbsim68&logNo=130079206332>
- [8] 오현수, 김덕수, 윤혜경, "건물일체형태양광시스템을 활용한 건물입면 디자인 계획 연구," 대한건축학회 춘계학술대회논문집, 제36권, 제1호, 2016, pp. 175-178.
- [9] 'SGM-FL-100W', <http://a3.leadongcdn.com/attachment/7mioKbnkRiiSjimipiRiwS77gwb3znp/ETFE-flexi.pdf?dp=GvUApKfKKUAU>
- [10] 'HBE-Green-ETS-Solar manual', 한백전자, [http://www.hanback.co.kr/insiter.php?design\\_file=1143.php&category\\_1=D&search\\_value=&PB\\_1446318362=1&article\\_num=53](http://www.hanback.co.kr/insiter.php?design_file=1143.php&category_1=D&search_value=&PB_1446318362=1&article_num=53)

■ 저자소개 ■



김 재 진  
Kim Jaejin

2001년 3월~현재  
강동대학교 전기전자과 교수  
2003년 2월 청주대학교 전자공학과(공학박사)  
1995년 8월 청주대학교 전자공학과(공학석사)  
1993년 2월 청주대학교 전자공학과(공학사)

관심분야 : 저전력알고리즘, CAD,  
신재생에너지  
E-mail : dkimjj@gangdong.ac.kr

논문접수일 : 2018년 10월 30일
수 정 일 : 2018년 12월 4일
계 재 확정일 : 2018년 12월 17일