

# 3kW급 태양광발전시스템의 경년변화특성

박정국, 박정민, 이강연, 김평호\*, 임양수\*, 조금배, 오금곤  
조선대학교, 서강정보대학\*

## Secular Variation Characteristics of 3kW Photovoltaic System

Z.G. Piao, J.M. Park, K.Y. Lee, P.H. Kim\*, Y.S. Lim\*, G.B. Cho, G.K. Oh  
Chosun University, Seokang College\*

### ABSTRACT

본 논문에서는 태양에너지 실증연구단지에 설치된 서로 다른 2기 3kW급 태양광발전 시스템에 대한 5년간의 데이터 분석을 통하여 시스템 구성요소인 태양전지와 인버터의 효율 특성 및 시스템의 운전특성의 경년변화에 대하여 비교분석하였다.

A 시스템의 경우 PV 어레이 변환효율은 2004년 이후 약 0.2% 정도로 지속적으로 떨어지는 추세를 나타내고 있으며, B 시스템의 경우 인버터의 효율은 약 0.5% 정도로 지속적으로 떨어지는 추세를 나타내고 있다. 2기의 PV 시스템의 발전효율, 이용율 및 성능비는 모두 2004년 이후 지속적인 효율저하를 나타내고 있음을 확인 하였다.

### 1. 서 론

지구환경문제와 화석에너지의 고갈, 원자력발전소의 증설로 인한 폐기물처리와 위치선정 문제로 인하여 신·재생에너지에 대한 관심이 고조되고 있으며 최근 몇 년 사이에 태양광발전산업분야의 규모는 태양전지의 저가화가 실현되면서 매년 30% 이상의 증가율을 보이며 세계시장이 확대되어가고 있는 실정이다.

태양전지의 변환효율이나 인버터 효율 향상에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으나 태양광발전시스템의 장기 운전에 의한 효율 저하 또는 파손에 관한 데이터 분석은 되어 있지 않다.

본 논문에서는 태양에너지 실증연구단지에 설치된 서로 다른 2기 3kW급 태양광발전 시스템에 대한 5년간의 데이터 분석을 통하여 시스템 구성요소인 태양전지와 인버터의 효율 특성 및 시스템의 운전특성의 경년변화에 대하여 비교분석하고자 한다.<sup>[1],[2],[3]</sup>

### 2. 본 론

#### 2.1 시스템 구성

태양에너지 실증연구단지는 경도 126.92°, 위도 35.1°에 위치하고 있으며, 2기의 3kW급 태양광발전시스템은 우리나라에 보급된 일반 주택들의 지붕경사각을 고려하여 계산한 결과를 토대로 경사각은 18°로 되어 있고 방위각은 일사량 분포를 고려할 경우, 발전효율이 가장 양호한 정남향(0°)으로 설치되었다. 표 1은 2기 시스템에 적용된 태양전지 모듈 사양이고 표 2는 인버터 사양이며 2기의 인버터는 모두 저주파 절연변압기를 사

용하였다. 그림 1은 시스템의 기본 구성도를 나타내고 있다.

실증운전에 의한 특성분석을 위하여 모니터링 시스템이 구축되어 있어 운전데이터는 실시간으로 PC에 저장되도록 되어 있다. 또한 기상측정기기를 설치하여 태양광발전시스템의 운전 특성분석에 있어서 중요한 분석항목인 수평면 및 경사면일사량을 측정하도록 되어 있다. 측정데이터의 오차를 최소화하여 태양광발전시스템의 운전특성분석 결과에 대한 신뢰성, 정확성을 확보하기 위해 Eppley사의 보정용 일사량계를 사용하여 경사면 및 수평면 일사량을 측정하여 실증연구단지에 설치된 일사량계에서 측정된 값과 비교하여 보정계수를 사용하여 측정오차를 최소화 하였다.

Table 1. PV module specifications

Solar Cell	A	B
Cell Type	Mono	Mono
Pmax [W]	53	73
Isc [A]	3.35	4.7
Voc [V]	21.7	21.2
Im [A]	3.05	4.2
Vm [V]	17.4	16.2
Module size [mm]	1291*328*35	1200*527*35
Module Quantity [EA]	60	44
Array (series*parallel)	20*3	22*2
Array capacity [kW]	3.18	3.212
Array area [m <sup>2</sup> ]	25.41	27.83

Table 2. Inverter specifications

Inverter		A	B
DC input	V <sub>PV</sub> (V)	340	350
	Operating voltage rage (V)	280-430	194-450
AC output	Efficiency (%)	91	91
	Power factor (%)	98	99
	Total harmonic distortion (%)	3	3
	Max. single harmonic (%)	3	3

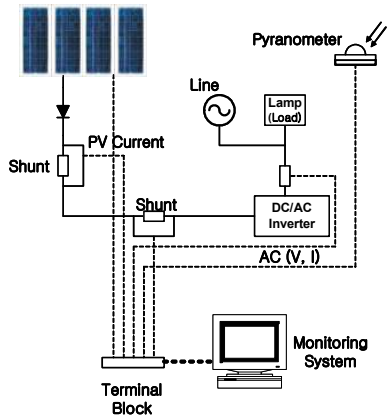


Fig. 1 Photovoltaic Connection

## 2.2 시스템 운전특성

본 논문에서는 태양에너지 실증연구단지에 설치된 2기의 3kW급 태양광발전시스템의 2003년부터 2007년까지 5년간의 운전데이터를 토대로 경년변화에 따른 종합적인 운전특성을 비교 분석하였다.

표 3은 5년간 태양전지어레이와 인버터 출력, 시스템 발전효율, 시스템 이용율, 시스템 성능비 등 종합운전데이터를 보여주고 있다. 각 효율 산출식은 다음과 같다.

$$\text{발전효율} = \frac{\text{인버터 출력량}}{\text{일사량} \times \text{PV 어레이 면적}} \times 100\%$$

$$\text{이용율} = \frac{\text{인버터 출력량}}{\text{시스템 설비용량} \times \text{가동시간}} \times 100\%$$

$$\text{성능비} = \frac{\text{인버터 출력량}}{\text{일사량} \times \text{PV 면적} \times \text{어레이 변환효율}} \times 100\%$$

설치 초기 2003년에 잦은 운전 정지 등 원인으로 전체 효율이 일정하게 떨어지며, A 시스템의 정격용량이 B 시스템에 비하여 적고 또한 PV 어레이 변환효율도 0.4% 정도 낮음으로서 PV 어레이 발전량은 큰 차이를 나타내고 있으나 A 시스템의 인버터 효율이 약 87%로 안정적으로 운전되고 있는 반면 B 시스템의 경우 83%에서 80% 이하까지 저하됨으로서 두 시스템의 인버터 발전량 차이는 크게 나타나지 않았다.

A 시스템의 경우 PV 어레이 변환효율은 2004년 이후 약 0.2% 정도로 지속적으로 떨어지는 추세를 나타내고 있으며, 인버터는 아직 효율저하는 나타나지 않고 있다. 시스템의 발전효율, 이용율 및 성능비도 PV 어레이의 효율저하 원인으로 2004년 이후 지속적인 효율저하를 나타내고 있다.

B 시스템의 경우 PV 어레이는 아직 효율저하를 나타내고 있지 않으며, 인버터는 약 0.5% 정도로 지속적으로 떨어지는 추세를 나타내고 있다. 시스템의 발전효율, 이용율 및 성능비도 인버터 효율저하의 원인으로 2004년 이후 지속적인 효율저하를 나타내고 있다.

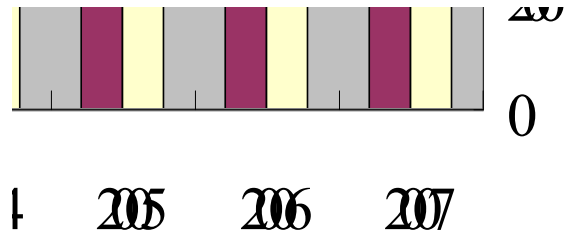


Fig. 2 PV array output power

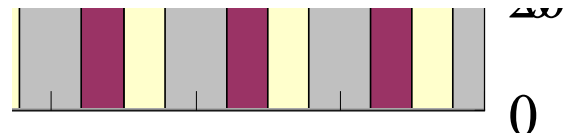


Fig. 3 Inverter output power

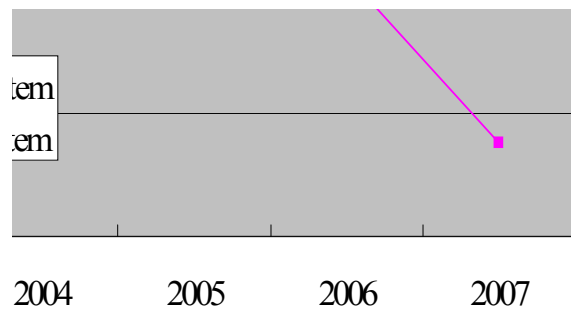


Fig. 4 PV array conversion efficiency

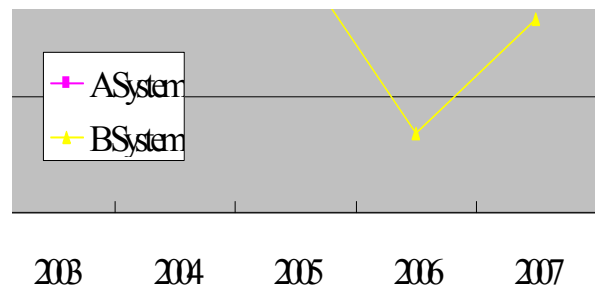


Fig. 5 Inverter efficiency

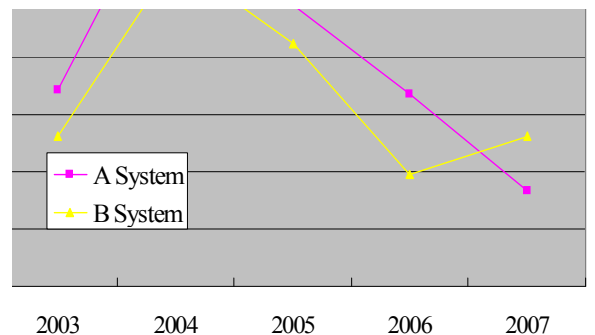


Fig. 6 Generation efficiency

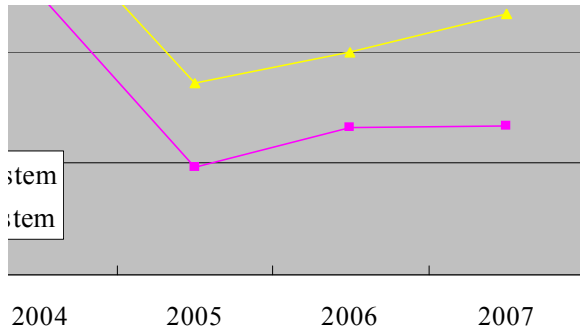


Fig. 7 Utilization ratio

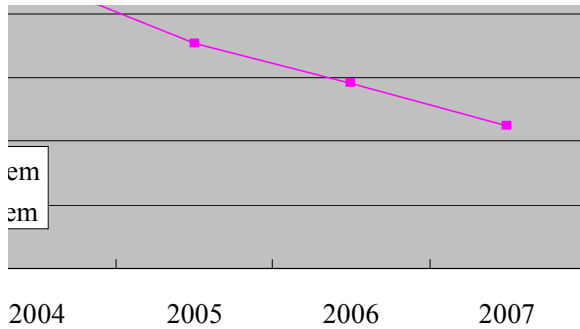


Fig. 8 Performance ratio

Table 3 Characteristics of PV system

	Date	Irradiation	PV output (kWh)	Inverter output (kWh)	PV array conversion Efficiency
A	2003	1,216	2,764	2,393	8.94%
	2004	1,410	3,359	2,916	9.38%
	2005	1,267	2,927	2,541	9.09%
	2006	1,130	2,593	2,222	9.03%
	2007	1,337	2,973	2,571	8.75%
B	2003	1,216	3,133	2,594	9.26%
	2004	1,410	3,746	3,127	9.55%
	2005	1,267	3,348	2,759	9.50%
	2006	1,130	3,010	2,389	9.57%
	2007	1,337	3,504	2,850	9.42%
	Date	Inverter Efficiency	Generation Efficiency	Utilization ratio	Performance ratio
A	2003	86.60%	7.74%	11.08%	61.88%
	2004	86.80%	8.14%	11.51%	65.04%
	2005	86.80%	7.89%	9.97%	63.05%
	2006	85.71%	7.74%	10.33%	61.83%
	2007	86.45%	7.57%	10.33%	60.47%
B	2003	82.80%	7.66%	11.89%	66.39%
	2004	83.48%	7.97%	12.22%	69.06%
	2005	82.41%	7.83%	10.72%	67.79%
	2006	79.37%	7.60%	10.99%	65.80%
	2007	81.32%	7.66%	11.34%	66.37%

### 3. 결론

본 논문에서는 태양에너지 실증연구단지에 설치된 4기의 3kW급 태양광발전시스템의 2003년 ~ 2006년 4년간의 실증운전 데이터를 이용하여 경년변화 특성에 대하여 알아보았다.

A 시스템의 경우 PV 어레이 변환효율은 2004년 이후 약 0.2% 정도로 지속적으로 떨어지는 추세를 나타내고 있으며, B 시스템의 경우 인버터의 효율은 약 0.5% 정도로 지속적으로 떨어지는 추세를 나타내고 있다. 2기의 PV 시스템의 발전효율, 이용율 및 성능비는 모두 2004년 이후 지속적인 효율저하를 나타내고 있음을 확인 하였다.

향후 시스템의 효율변화에 대한 분석은 계속 필요하며 효율저하 원인 및 효율저하 요소에 대한 분석도 필요할 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] Jung Hun Soa, Young Seok Jung, Gwon Jong Yu, Ju Yeop Choib, and Jae Ho Choi, "Performance results and analysis of 3 kW grid-connected PV systems", *Renew Energy* 31 (2006 ) pp.1129-1138
- [2] Danny H.W. Li, Gary H.W. Cheung, and Joseph C. Lam, "Analysis of the operational performance and efficiency characteristic for photovoltaic system in Hong Kong" *Energy Conversion and Management* 46(2005) 1107-1118
- [3] Jayanta Deb Mondo, Yigzaw G. Yohanis, and Brian Norton, "Comparison of measured and predicted long term performance of grid a connected photovoltaic system", *Energy Conversion and Management* 48 (2007) 1065-1080