

조선대학교 기숙사 50kW 계통연계형 태양광발전시스템 효율 분석

박정국* 박정민* 이강연* 임홍우** 조금배* 백형래*
조선대학교* 전기전자시험연구원

Analysis of Operating Efficiency for 50kW Utility Interactive Photovoltaic System in Chosun university

Zheng-Guo Piao* Jeong-min Park* Kang-Yeon Lee* Hong-Woo Lim**
Geum-Bae Cho* Hyung-Lae Baek*
Chosun Univ* Electric testing institute

ABSTRACT-This paper presents experimental operation with utility interactive 50kw photovoltaic generation system. And that describe configuration of utility interactive photovoltaic system which power supply for dormitory.

The status of photovoltaic generation system components and interconnection and safety equipment will be summarized.

This paper discusses property operation state which system endure division of power for dormitory.

1. 서 론

태양광발전은 환경문제가 대두되고 가까운 미래의 심각한 에너지고갈문제의 대체방안으로 무한정, 무공해의 태양에너지자를 이용하기 때문에 연료비가 불필요하며 대기오염이나 폐기물 발생이 없고, 특히 발전부위가 반도체 소자나 전자부품이므로 진동과 소음이 없고, 전반적인 시스템을 반자동화 또는 자동화시키기에 용의한 장점을 가지고 있어 대체에너지 중 관심이 고조되고 있는 분야이다.

주택형 3kW 태양광발전시스템이 많이 보급되고 있으며 또한 100kW 나아가서는 MW급으로 설치하여 에너지 수요가 급증하는 여름철의 피크전력을 분산하는 한 방편으로 일반주택이나 대형빌딩으로의 보급은 상당한 전력분산효과를 가져올 것으로 기대되고 있다.^[1,2,3,4]

본 논문에서는 50KW급 계통연계형 태양광발전시스템의 운전특성과 기숙사 전원으로 사용되고 있는 시스템의 구성에 대해 기술하고 실부하에 공급하는 한전계통으로부터의 전력과 태양광발전 전력량을 살펴보았으며 인버터의 안정적인 동작 등을 실증운전을 통한 실험결과를 제시하고자 한다.

2. 태양광발전시스템 구성

그림 1은 기숙사전원용 25kW급 계통연계형 태양광발전시스템의 전체구성도를 나타낸 것으로 조선대학교 기숙사는 25kW급 2기를 기숙사 2개동의 옥상에 설치하여 최대전력 50kW를 공급할 수 있는 시스템으로 계통연계형 인버터와 계통으로부터의 전원공급을 통해 전력을 공급하고 있다. 또한 실시간 데이터를 저장하고 운전감시 시스템이 완비되어 부하에 따른 운전상태를 분석하고 실시간 모니터링 통해 전력의 안정적인 공급을 살피고 있다.

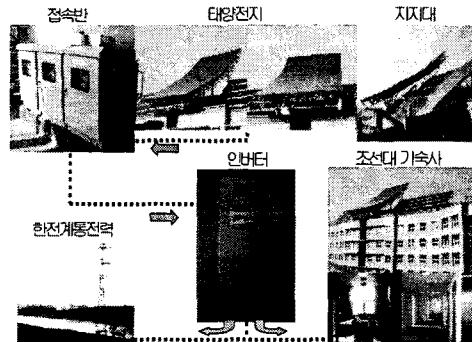


그림 1. 50kW 계통연계형 태양광발전시스템
전체구성도

이 시스템에 설치된 태양전지로는 각동에 20직렬 × 8병렬 형태의 2개군과 20직렬 × 9병렬 형태의 1개군으로 모듈 500개로 구성되어 2개동에 1000개의 모듈로 구성되어 최대 50kW를 출력할 수 있는 직병렬형태로 구성되어 있다.

표 1. 시스템 사양

| 품명 | 구분 | 성능 | 수량 |
|----------------------|-------|---------------|--------|
| 태양전지 모듈 (단결정 실리콘) | 개방전압 | 21.0V | 1000EA |
| | 단락전류 | 3.35A | |
| | 정격전압 | 17.4V | |
| | 정격전류 | 3.04A | |
| | 정격용량 | 53Wp | |
| | 외형크기 | 1291*328*35mm | |
| 인버터 (3상 PWM) | 중량 | 6.2Kg | 2EA |
| | 정격용량 | 25KVA (계통연계형) | |
| | 선간전압 | 380V | |
| | 상전압 | 220V | |
| | 입력전압 | DC280~430V | |
| | 출력주파수 | 60Hz ± 2% | |

2.1 시스템 계통도

제어시스템은 주택보급용 계통연계형 태양광발전 시스템과 같이 시스템으로 구성되었다. 그림 2는 태양전지 어레이로부터 DC입력을 받아, 인버터에서 제어하는 계통도를 나타내며, PC로 태양전지 발전량, 부하량, 일사량 및 외기온도 등의 데이터를 전송하고 실시간 모니터링 시스템을 통해 동작상태 및 고장내용을 점검할 수 있도록 시스템이 구성되어 있다.

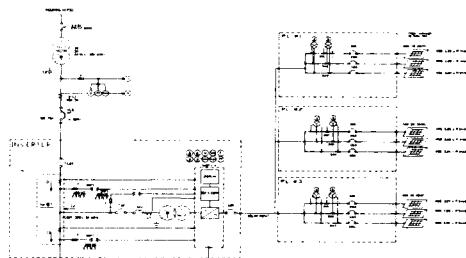


그림 2 시스템 계통도

2.2 태양광발전시스템 발전특성 분석

표 2는 2년 동안의 연간 출력량을 데이터화 한 것이고 그림 3~그림 8은 2003년 및 2004년 2년 동안의 PV시스템의 월별 출력특성을 보여주고 있다.

표 2에서는 남-여 기수사 2동에서 소모되는 전력이 태양광발전시스템에 대한 의존도는 조금씩 차이는 있겠지만 약 10%정도임을 알 수 있다. 또한, 전반적으로 2004년의 연간 일사량이 좋으므로 PV출력 및 인버터 출력이 더 많으며 효율도 더 좋다는 것을 알 수 있다.

표 2. 2년간 출력데이터

| | 일사량 (kW/m ²) | PV어레이 출력량(kWh) | 인버터 출력량(kWh) | 한전전력량 (kWh) | 의존도 (%) |
|-------|-----------------------------|-------------------|-----------------|----------------|------------|
| 2003년 | 1382 | 62146 | 55929 | 523473 | 10.68 |
| 2004년 | 1668 | 70455 | 64066 | 654099 | 9.79 |
| | 발전효율 (%) | 어레이 변환효율(%) | PCS효율 (%) | 시스템 이용율(%) | 성능비 (%) |
| 2003년 | 8.28 | 9.20 | 90.00 | 12.77 | 74.59 |
| 2004년 | 8.99 | 9.89 | 90.93 | 14.63 | 81.02 |

그림 3에서는 2년 동안 월별 일사량에 따른 PV어레이 출력특성을 보여주고 있다. 일사량이 좋은 봄, 가을에 출력이 많고 여름에는 장마에 의한 일사량 저하 및 외기온도 상승에 의해 출력이 저하되고 겨울에는 눈 등에 의한 낮은 일사량부족으로 출력이 저하됨을 알 수 있다.

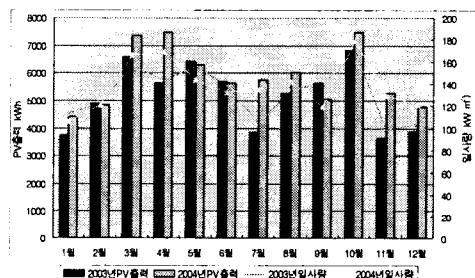


그림 3. 월별 일사량 및 PV어레이 출력특성

그림 4에서는 어레이변환효율을 보여주고 있다. 태양전지어레이 변환효율은 일사량의 저하에 따라 낮아진다. 2004년 1월, 2월, 5월, 6월, 9월의 일사량이 2003년보다 낮으나 효율은 2003년보다 높은 이유는 2003년에 구름이 많은 날이 많았고 2004년에는 흐린날이 많았으나 개인날이 2004년에 더 많았기 때문이라는 것을 알 수 있다.

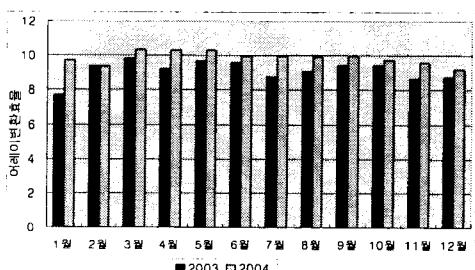


그림 4. 월별 어레이변환효율 특성

그림 5에서는 태양전지의 출력량이 많을수록 인버터의 효율이 높다는 것을 알 수 있다. 태양전지의 출력이 정격출력의 30%이하일 경우 인버터의 효율은 현저히 저하한다. 2003년 7월에 효율이 현저히 떨어지는 이유는 정격출력의 30%이하에서 많아 운전되었음을 알 수 있다.

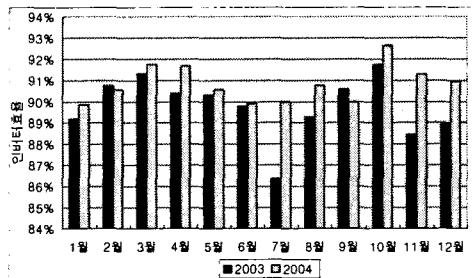


그림 5. 월별 인버터효율 특성

그림 6~8에서는 성능비, 시스템 이용률 및 발전 효율 특성을 보여주고 있다. 이는 모두 어레이변환 효율 혹은 인버터효율에 의해 결정되므로 모두 2004년에 효율이 더 높음을 알 수 있다.

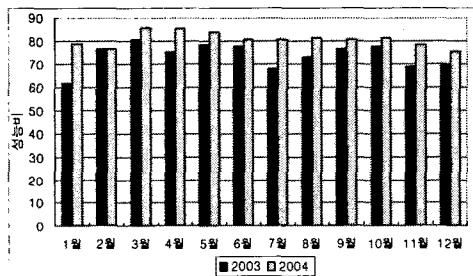


그림 6. 월별 성능비 특성

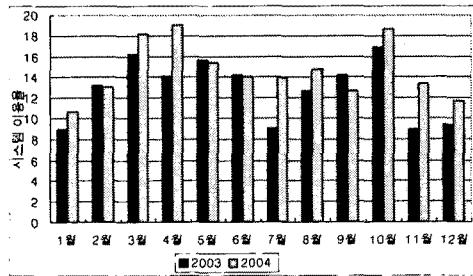


그림 7. 월별 시스템 이용률 특성

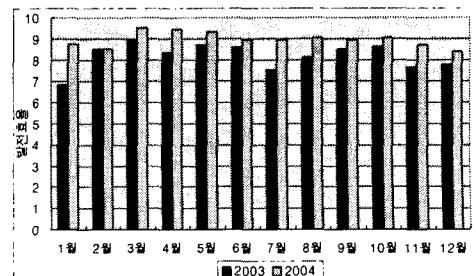


그림 8. 월별 발전효율 특성

3. 결 론

본 논문에서는 기숙사 2개동에 설치되어 있는 50KW급 태양광발전시스템을 계통과 연계하여 기숙사 전원용으로 사용한 운전중인 시스템에 대한 전체 구성도와 계통도에 대해 기술하였고 2003년 및 2004년의 2년 동안의 운전 데이터에 대하여 살펴보았다.

기숙사 전원용으로 사용하는 태양광발전시스템은 전체부하 중 약 10%를 담당하지만 이는 여름철에 주로 나타나는 전력피크대책중의 한 방법으로 적용될 수 있을 것으로 생각된다.

또한 년별 및 월별 자료를 통해 일사량이 저하되면 어레이변환효율도 떨어지고 정격출력의 30%이하로 떨어지게 되면 인버터효율 또한 현저히 저하됨을 알았다. 따라서 시스템의 각종 효율이 모두 저하됨을 알 수 있었다.

향후 태양광발전시스템과 연계운전시 계통사고에 대한 적절한 시스템의 연구를 통해 보다 안정적인 전력을 공급하고 태양광발전시스템의 이용을 극대화하는데 기여하도록 연구하고자 한다.

참 고 문 헌

- [1] 김동희, “신경망 제어기법을 이용한 에어컨 구동용 태양전지의 MPPT 제어특성”, 조선대학교 공학박사학위논문, 1998
- [2] Dong. H. Sugimoto, "A New Utility Interactive Photovoltaic Power Conditioning System And Its Maximum Power Tracking Control", IPEMC97 , PP238-243, 1997
- [3] C. Hua, C. Shen, J. Lin, "Implementation of a DSP-Controlled photovoltaic System with peak Power Tracking", Proceeding of the 23rd International Conference on Industrial Electronics, Control, and Instrumentation Vol 2, 1997
- [4] 백형래의 5, “방위각과 경사각에 따른 계통연계형 태양광발전 시스템”, 대한전기학회 전기기기 및 에너지시스템부문 춘계학회, 2001