

# 3kW 태양광발전시스템 실증연구 I

(The Field Demonstration Study of Residential 3kW PV System)

김형석\*, 박정국, 임흥우, 조금배, 백형래, 최창주

(H. S Kim, J. G Park, H. W Lim, G. B Cho, H. R Baek, C. J Choi)

## Abstract

Total six units of 3kW photovoltaic system and data acquisition system (DAS) are constructed for analyzing performance of PV system at field demonstration test center of Gwang-Ju in Korea. As climatic and irradiation conditions are varied, operation characteristics of the PV system are collected and analyzed in data-acquisition system. Furthermore, not only performance test of each PV system component such as PV module and power conditioning system but also performance of total PV system e.g. system efficiency power and loss factor at the site are reviewed.

## 1. 서론

무한하면서도 깨끗한 에너지원인 동시에 지역적인 편재도 없다는 우수한 특징을 가지고 있는 태양에너지는 오늘날 인류가 직면한 가장 큰 문제인 화석연료를 대체할 수 있고 환경 친화적인 에너지로 분류된다. 이러한 우수한 장점을 가지고 있는 태양에너지 이용의 기술보급을 위해 대체에너지용 인버터 시스템 개발과 계통연계용 태양광발전시스템에 관한 연구가 각 분야에서 활발히 진행중이며 시범보급 사업에 의해 국내에서도 여러 곳에 설치되어 실증 운전중이다. 국내 연구개발 및 관심이 증가되고 있는 가운데 시스템의 신뢰성 및 안정성 확보를 통한 최적화 기술개발에는 아직 미약하다고 할 수 있다. 태양에너지 관련 이용기술의 보급을 확대하기 위하여 기존 에너지와 가격 경쟁력을 확보하고, 가격 저감을 위한 대량 생산기술이 확립되어야 하므로 기술개발 성과를 활용한 실증연구를 추진함으로써 신뢰성, 유효성 있는 시스템을 구축하기 위하여 실증연구를 실시하고 있다.

본 논문에서는 다양한 실증실험으로 내구성을 확보하고 제품의 상용화를 위한 실제규모의 적용시험 및 성능 유지와 운전기법 등으로 시스템의 신뢰성과 효율을 향상하며, 시스템의 신뢰도 확립 및 제품의 규격화, 표준화를 도모하고 기술성능평가를 통한 차등화를 꾀할 것이다. 또한 실증운전에서 발생하는 시스템의 손실 요인들과 문제점들에 대해 고찰해 보고자 한다.

## 2. 본론

### 2.1. 실증연구개요

그림 1은 실증연구단지의 시스템 구성도를 나타내고 있다.

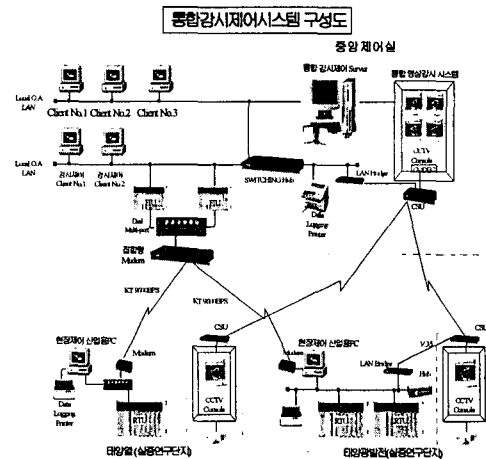


그림 1 태양광발전시스템의 통합감시제어 구성도

태양광발전시스템의 이용 보급의 확대를 위해 국내 PV시스템의 실용화 및 상용화를 위한 기술개발 및 확립을 위해 실증연구단지에 국내외의 PV시스템을 설치, 장기간의 실증시험을 통해서 시스템 구성요소기 및

통합 시스템의 안정성 및 신뢰성 기술 확보 등의 실용화 기술들을 개발하기 위해서 실증연구를 수행하였다. PV 시스템 구성요소기기의 운전특성 및 통합시스템의 운전 특성들을 비교 분석하기 위해서 장기간의 운전데이터의 수집 및 분석이 필요하여 실증연구단지에 온라인 감시 계측시스템을 설계 구성하였고, 설치된 감시계측시스템으로 각 PV시스템의 운전특성을 실시간으로 모니터링 하고, 운전특성 분석을 수행하기 위해서 PV시스템의 운전데이터를 수집하여 데이터베이스를 구축하였다.

## 2.2. 시험주택

PV시스템 실증운전 및 시험을 위해서 경도 126.92°, 위도 35.1°에 위치하여 높은 일사량 분포를 가지고 있으며, 월별 일사량 분포의 변화가 적은 조선대학교 실증연구단지에 실증시험용 시험주택을 설계 설치하였다. 시험주택의 설치조건은 국내에 보급된 일반 주택들의 지붕경사각을 고려하여 계산한 결과를 토대로 지붕 경사각을 약 18°로 설계하였다. 시험주택의 설치 방위각은 일사량 분포를 고려할 경우, 발전효율이 가장 양호한 정남향으로 하여 장시간의 실증운전을 통해 환경조건 변화에 따른 PV시스템의 발전성능, 신뢰성, 안정성 등의 운전특성을 비교 분석하기 위해서 실증연구를 수행하였다. 그림 2는 PV시스템의 실증연구를 위해 실증연구단지 내에 설치된 실증시험용 시험주택을 보여주고 있다.

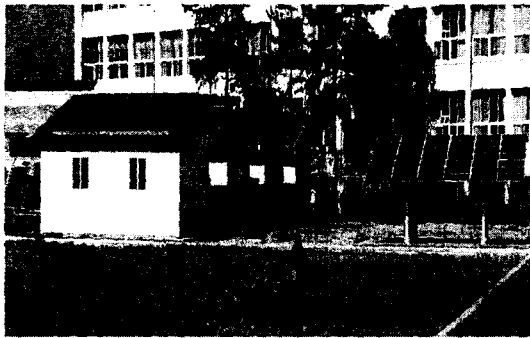


그림 2 실증시험용 시험주택

## 2.3. 운전결과

실증연구단지에 설치된 PV시스템의 실증운전을 통해서 2003년 1월부터 2003년 9월까지 수집된 운전데이터를 데이터베이스화하여 월별 DC출력전력량, AC출력전력량, 인버터 효율 등의 운전특성을 분석 평가하였다.

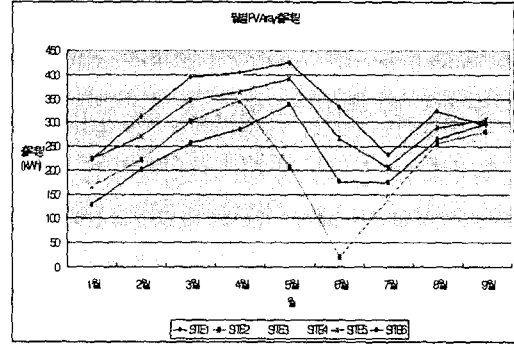


그림 3 월별 PV Array 출력전력량(kWh)

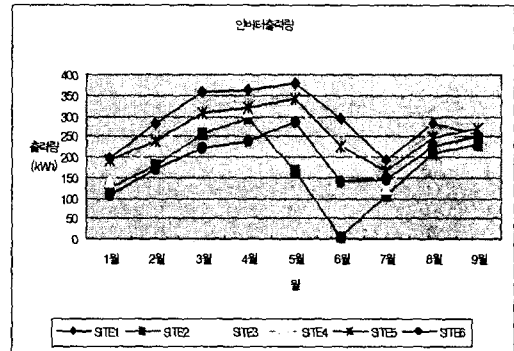


그림 4 월별 인버터 출력전력량(kWh)

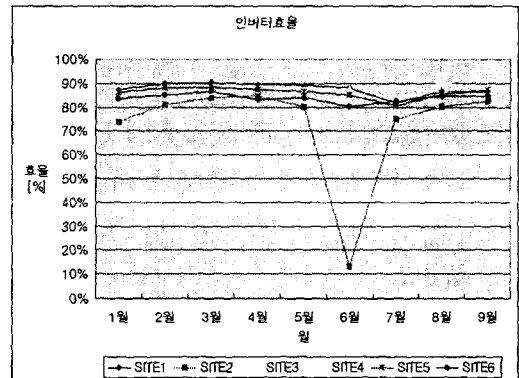


그림 5 인버터 효율

그림 3 은 월별 PV Array의 출력전력량으로서 직류출력에 따른 업체별 순위는 SITE 1, SITE 4, SITE 5, SITE 3, SITE 6, SITE 2 순으로 나타났으며, 또한 그림 4는 월별 인버터 출력전력량을 나타낸 것으로서, 을 기준으로 한 경우에는, SITE 1, SITE 4, SITE 5, SITE 3, SITE 6, SITE 2 순으로 나타났다. 그림 1, 2에서 보는 바와 같이 Array출력량이 증가함에 따라 인버터의 효율도 증가함을 알 수 있다. 그러나 그림 3, 4에서 보

면 SITE 2의 경우, 4월까지 SITE 6보다 출력 전력량이 높았지만, 4월 초반이후에 급격히 DC출력전력량이 떨어지는 것을 볼 수 있는데, 이것은 태양전지 어레이의 결선문제 및 인버터의 고장, 성능개선 등으로 분석기간동안의 운전시간이 적어지면서 인버터의 출력전력량이 다른 SITE에 비해 현저하게 감소했고, 그림 5에서는 인버터 효율을 나타내고 있는데 SITE 1, 2, 3, 4, 5, 6의 인버터 효율은 각각 87.7%, 72.7%, 87%, 83.5%, 86.1%, 83.8%로 나타났다. SITE 2의 경우 인버터 효율도 급격히 떨어지는 것을 볼 수 있다.

또한 SITE 1, SITE 2, SITE 4, SITE 5의 경우에는 기상조건 변화시 균일한 변환효율의 특성을 가졌으며, SITE 2, SITE 3, SITE 4, SITE 5의 경우에는 저일사강도에서 변환효율 특성에 변화가 있음을 알 수 있었다.

PV 시스템의 주요 손실요인으로는 일사량변동에 의한 손실, 그늘 발생에 의한 손실, 온도변화에 의한 효율 변동, 직·병렬 접속의 불균형 직류회로 손실, 최대출력 동작점에서 차이에 의한 손실, 인버터 손실 등으로 나타났다.

### 3. 결론

본 논문에서는 2003년 1월부터 9월까지 운전되고 있는 3kW급 계통연계형 태양광발전시스템의 실증시험 운전 결과를 분석하여 시스템의 신뢰도에 대한 검토를 수행하고자 하였으며, 현재 실증연구단지에 시범 운영되고 있는 설치물에 대하여 측정치를 살펴보았다. 경제성 분석을 함에 있어 여러 가지 요소가 필요하지만 본 자료에서는 직류출력량과 인버터의 출력량만을 제시하고 있어 이에 따른 출력량을 비교하여 분석하였다. 정확한 경제성 분석을 하기 위해서는 업체별로 정확한 요소별 원가분석이 이루어져야 하며, 설치 후 사후관리와 관련된 투입 원가를 파악하여 실시해야 한다. 본 경제성 분석의 한계로는 첫째, 기간이 짧아서 계절성 등을 고려할 수 없고 둘째, 업체별 원가분석 자료의 미흡에 있으며, 셋째 정확한 전력단가 제시의 미흡으로 단가 비교는 실시하지 못한 점이 있다. 그러나 모든 조건이 동일한 경우라며 출력량에 따라서 모든 것이 동일하게 나타날 것이므로 원가 차이가 없는 한 특별한 의미는 부여하기 곤란할 것으로 사료된다. 추후 분석에 있어서는 이러한 점을 고려하여 경제성 분석을 실시하고 새로운 경제성 분석 TOOL을 개발하고, 각 업체별로 출력량을 높이기 위한 방안을 모색함과 동시에 인버터의 효율적인 관리방안을 개선하는 노력을 경주하고자 한다.

### 참 고 문 헌

- [1] Didier Thevenard, Performance monitoring of a northern 3.2kWp grid-connected photovoltaic system, IEEE, pp.1711-1715, 2000
- [2] E. E. Van Dyk, E. L. Meyer, F. J. Vorster and A. W. R. Leith, Long-term monitoring of photovoltaic devices, Renewable Energy, vol. 25, Issue 2, pp. 183-197, February 2002
- [3] T. Sugiura, T. Yamada, H. Nakamura, M. Umeya, K. Sakura, and K. Kurokawa, residential PV system by Japanese monitoring program, Solar Energy Materials & Solar Energy Materials & Solar Cells, Vol 75 Issues 3-4, pp. 767-779, February 2003.
- [4] M. Sidrach-de-Cardona, and U. Mora Lopez, Performance analysis of a grid-connected photovoltaic system. Energy, vol. 24, Issue 2, pp. 93-102, February 2003
- [5] B. Decker, and U. Jahn, Performance of 170 grid connected PV plants in northern germany analysis of yields and optimization potentials
- [6] T. Erge, V. U. Hoffmann, and K. KIEFER, The German experience with grid-connected PV system. Solar Energy, vol. 70, no. 6, pp. 479-487, 2001.