

3kW급 일체형 계통연계 태양광발전 시스템 실증연구

조애옥*, 김지훈**, 나중덕**, 최문한**, 박수강**
 한국에텍*, 조선대학교**, 전기전자시험연구원**

Demonstration Analysis of 3kW Integrated PV System

A.O. Cho*, J.H. Kim**, J.D. Na**, M.H. Choi**, S.K. Park***
 H.T*, Chosun University**, Korea Electric Testing Institute***

ABSTRACT

Solar cell converts sunlight into the electricity that one of the most versatile forms of energy. It has been developed and applied on residential electric power system by urbanized countries as a alternative energy source to overcome energy problem after oil shock.

This paper summarizes the results of these efforts by offering a snapshot of the configuration of photovoltaic in residential applications. The status of PV system components and inter-connection and safety equipment will be summarized. Hence this paper discusses only points that might be useful for application.

1. 서 론

태양광발전시스템은 태양전지 모듈, 전력변환장치인 인버터, 설비 시공업체가 현재까지 모두 한 업체에서 일괄시공하지 않고 각 업체별로 개별시공을 함으로써 유지보수 및 사후 관리측면에 있어서 많은 문제점을 가지고 있다고 사료된다. 따라서 이러한 문제점 해소를 위해서 단일 업체에서 태양광발전시스템 시공을 일괄 수행하는 일체형 태양광발전 시스템 시공에 대한 설계기법 개발, 성능/시공 기준을 개발하기 위해서는 많은 엔지니어링 데이터의 실증시험 데이터가 있어야 한다.

본 논문에서는 태양광발전시스템의 성능향상, 안정성 및 신뢰성을 확립하기 위한 분석평가 및 최적설계기술들을 개발하기 위해서 3kW급 일체형 계통연계 태양광발전시스템의 실증시험을 수행하여 시스템의 운전데이터 및 기상 데이터를 수집하고 태양광발전시스템 성능특성을 비교분석하였다.

2. 시스템 구성

일체형 태양광발전시스템의 실증운전 및 시험을 위해서 경도 126.92°, 위도 35.1°에 위치하여 높은 일사량 분포를 가지고 있으며, 월별 일사량분포의 변화가 적은 조선대학교 실증연구단지에 실증시험용 일체형 태양광발전 시스템

을 설계 설치하였다.

그림1 은 실증연구를 위해 실증연구단지내에 설치된 실증시험용 일체형 태양광발전 시스템을 보여주고 있다.

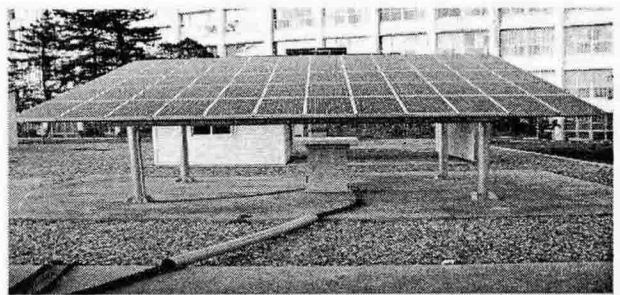


그림 1. 실증시험용 일체형태양광발전시스템

태양광발전 시스템의 실증시험에 의한 운전특성분석을 수행하기 위해서 태양전지 어레이의 정격출력을 3kW, 인버터의 정격출력을 3kW로 범위로 하여 태양광발전 시스템을 구성하여 설치하였다.

2.1 태양전지 모듈

본 실증연구에 적용한 태양전지 모듈은 (주)에스에너지에서 생산된 제품명 SM50을 설치하였으며 아래 표는 모듈의 사양을 나타내고 있다

표 1. 태양광 모듈 사양

Parameter	Value	Parameter	Value
최대전력(Pmax)	50Wp	NOCT	47± 2℃
최대전력시 전압(Vmp)	16.8V	모듈 무게(kg)	6.2kg
최대전력시 전류(Impp)	2.97A	모듈 Size(mm)	935×502×38
단락전류(Isc)	3.23A	Cell type	다결정 Si
개방전압(Voc)	21.0V	Cell Size(mm)	
단락전류의 온도계수	(0.065±0.015)%/℃	설치모듈수량	60개
개방전압의 온도계수	-(80 ± 10)mV/℃	어레이구성	20×3
전력의 온도계수	-(0.5 ±0.05)%/℃	어레이면적(m ²)	28.16

2.2 인버터 및 계통보호장치

실증운전 및 시험에 적용한 3kW급 계통연계형 인버터를 제작하여 설치하였으며 실증시험을 수행하였다.

아래 그림2는 실증연구단지에 설치되어 실증운전 및 시험에 적용된 인버터 구성도를 보여주고 있으며, 아래 표는 실증운전 및 시험에 적용된 계통연계형 인버터의 규격을 나타낸다

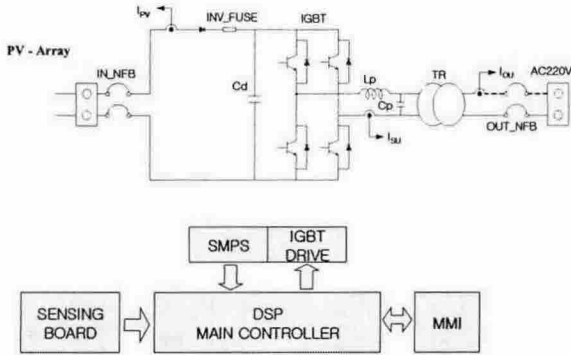


그림 2. 계통연계형 인버터 구성도

표 2. 인버터 사양

주회로 방식	PCS 방식	전압형 전류제어방식
	스위칭 방식	정현파 PWM 방식
	절연방식	저주파절연변압기 내장
제어 방식	전력제어	최대전력추종제어
	운전제어	PV 출력감시, 자동기동/정지
정격	정격입력전압	350[V _{DC}]
	운전가능 전압범위	194 - 450[V _{DC}]
	정격출력 용량	3[kW]
	정격출력 전압	220[V _{AC}]
성능	정격출력 주파수	60[Hz]
	변환효율	91[%]이상
	출력역률	99[%]이상
보호 기능	총합전류 왜율	3[%]이하
	계통보호	OV, UV, OF, UF 정전 및 단락보호

2.3 감시제어 시스템 구성장치

실증연구단지에 설치된 일체형 태양광발전시스템 실증 시험을 통해서 수집된 데이터 계측항목은 운전특성을 계산하고, 분석 및 평가하기 위해서 0.5~1초의 샘플링 시간 간격으로 시스템 구성요소기기의 입출력 정보 및 기상조건을 계측하여 수집하였다. 계측시스템에서는 17개의 계측항목을 계측하여 6분간격의 평균치로 계산하여 시간별, 일별 보고서로 작성하여 운전데이터를 자동으로 저장한다. 운전데이터 계측 및 수집에 사용된 측정기기는 기상조건 측정용 경사면 및 수평면 일사량계, 외기 온도센서와 태양광발전시스템 운전특성분석용으로 모듈표면 온도센서, 전기적 신호의 전력변환기와 입, 출력 운전데이터 처리를 위한 통신장치로 구별할 수 있다. 통신장치는 계측기기들에

대한 정보들을 수집하고 운용자의 조작 명령에 따라 전력 감시 및 제어 요소에 전달하는 원격단말기(Remote Terminal Utility)를 설치하여 RTU로부터 수집된 정보를 네트워크로 연결하여 실시간 분석, 처리, 보관하고 운전자와 정보를 교환하는 Data Server로 구성된다. 그림 3은 태양광발전시스템의 운전특성을 분석평가를 하기 위해서 실증연구단지에 실제 설계 구성하여 운전상태를 감시하고, 데이터의 수집 및 분석할 수 있는 감시제어시스템을 보여주고 있다.

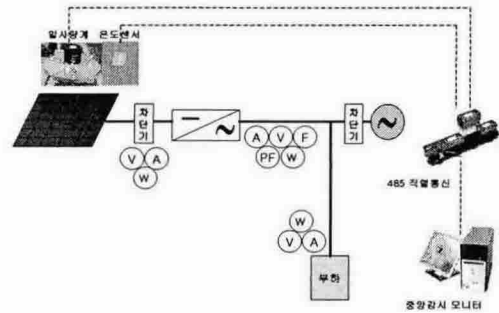


그림 3. 감시제어 시스템의 구성

3. 시스템 운전특성 분석

본 논문의 주요 과제인 태양전지, 인버터, 설비시공을 한 업체에서 시공한 일체형 태양광발전 시스템(이하 "일체형 시스템", "System 1"이라 함)과 기존에 실증연구단지 내에 태양전지, 인버터, 설비시공업체가 개별적으로 구축한 시스템(이하 "개별시스템", "System 2"이라 함) 5개중 평균적인 운전특성을 나타내고 있는 태양광발전 시스템을 선정하여 종합적인 운전특성 즉 태양전지 어레이 출력량, 인버터출력, 태양전지 어레이 변환효율, 인버터효율, 성능비 등을 분석기간 동안 수집된 운전데이터를 이용하여 두개의 태양광발전시스템의 운전특성들을 비교 분석하였다.

그림 4는 일별 일사량 변화 분포를 보여주고 있고 그림 5부터 그림 10은 실증운전을 통한 분석기간 동안 개별시스템과 일체형시스템에 대한 일별 태양전지 어레이 및 인버터 전력출력량, 각종 효율특성 등의 분포를 보여주고 있다.

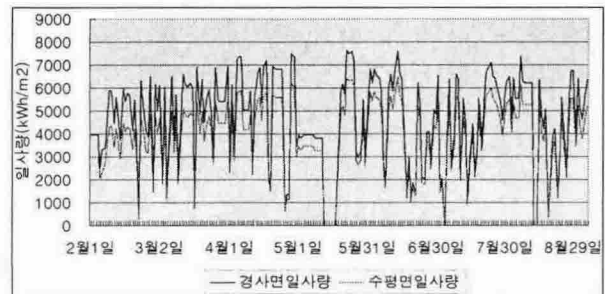


그림 4. 일별 일사량 변화분포

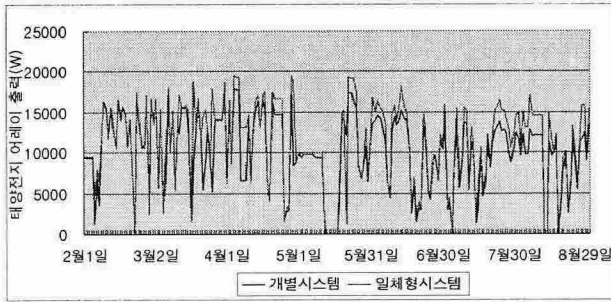


그림 5. 태양전지어레이 출력특성

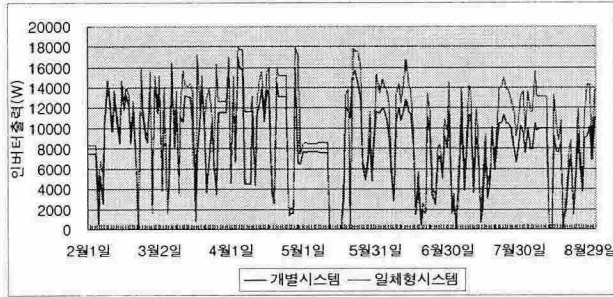


그림 6. 인버터 출력특성

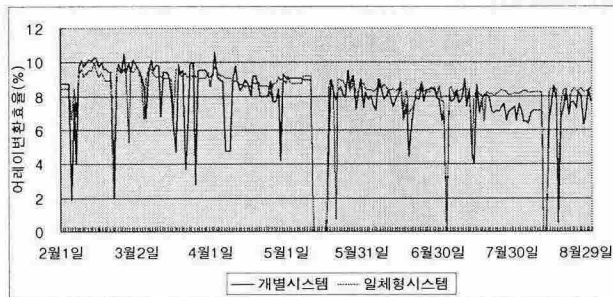


그림 7. 어레이변환효율 특성

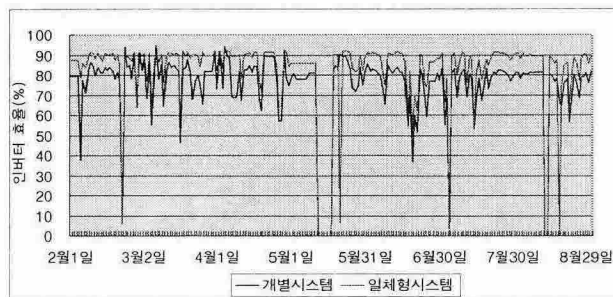


그림 8. 인버터 효율 특성

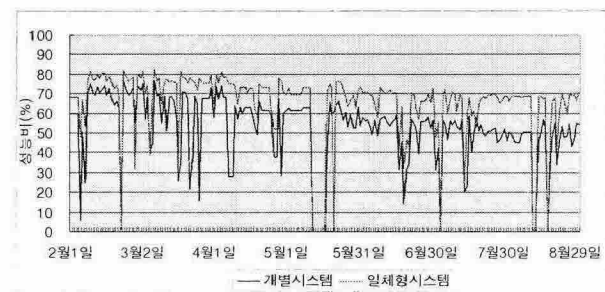


그림 9. 시스템 성능비 특성

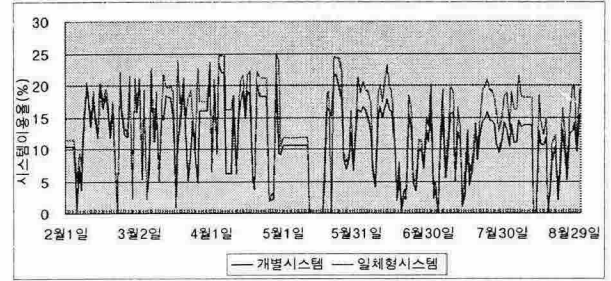


그림 10. 시스템 이용율 특성

4. 결 론

본 논문에서는 요소기술을 한 업체에서 모든 과정을 일괄적으로 수행하는 일체형 태양광발전 시스템을 설치하여 기존의 태양전지, 인버터, 설비시공업체가 각기 개별적으로 설치된 개별시스템과 동기간 동안의 실증데이터를 비교할 수 있도록 설치 운전함과 동시에 데이터를 계속하여 데이터베이스를 구축하였다.

운전특성 분석내용으로는 태양전지 어레이 출력량, 인버터 출력량, 어레이 변환효율, 인버터 효율, 성능비, 시스템 이용율에 대하여 일별, 월별 데이터로 나누어 일체형시스템과 개별시스템에 대하여 비교분석 하였다.

어레이 발전성능을 분석한 결과 개별시스템과 일체형 시스템을 비교한 결과 개별시스템의 경우 2.6kW이고 일체형은 2.8kW로 약간 우수하다고 할 수 있으나 이는 계측오차 및 환경조건의 변화를 고려한다면 발전성능에서의 차이는 거의 없다고 판단되며 태양전지 어레이의 배열 및 배선 등의 설치시공 있어서도 문제점이 없고 정상적으로 운전됨을 확인하였다.

표면온도가 높아질수록 어레이 출력전력이 감소됨을 확인하였으며 저일사강도(200/m²)이하에서는 어레이의 변환효율이 일체형시스템의 변동범위는 6%~10%, 개별시스템은 4%~10%로 나타났으며 저 일사강도(200/m²)이상에서는 일체형시스템은 8-10%, 개별시스템은 6-10%로 나타난 결과 전체적으로 일체형 시스템의 변동범위가 적게 됨을 알 수 있었고, 전력품질면에 있어서는 두 시스템 모두 전압변동을 및 주파수 변동율이 계통전압의 ±2%이내, 계통주파수의 ±1% 이내로 운전됨을 확인할 수 있었다.

앞으로도 지속적으로 기술진전의 시대에 적합하게 설비보완이 유지되어져야 할 것이라고 생각하고 있다.

참 고 문 헌

- [1] Kazuyoshi Tsukamoto, "Photovoltaic Power System Interconnected with Utility", Proceedings of the American Power Conference, Vol. 1(1990), PP.276~281.
- [2] Dr. F. Lasnier, Tony Gan Ang, "solar Photovoltaic Handbook", Energy Technology Division Asian Institute of Technology, Vol. 1(1998), pp. 10-50
- [3] 유권중, 정영석, 최주엽 "새로운 고효율 MPPT 제어 알고리즘 고찰" 한국태양에너지학회 Vol.22.2002.No3. pp11~20.
- [4] 강승욱의, "태양광발전시스템을 위한 단상 PWM 전압형 인버터", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp 443~449, 1995
- [5] J.H.R,Ensil, "Maximum Point Tracking:A cost Saving Necessity in Solar Energy System", IEE PESC'90, Vol 1(1990), pp.1073~1077.
- [6] N Kasa and T Iida,H Iwanmoto, Maximum Power Point Tracking with Capacitor Identifier for Photovoltaic Power System, IEE, 2000, pp. 130~135.