

3kW 추적형 태양광발전시스템의 실증연구

최연옥, 김지훈, 변문걸, 이상일, 조금배
조선대학교

Demonstration Research of 3kW Solar Tracking PV System

Y.O. Choi, J.H. Kim, W.J. Bian, S.Y. Lee, G.B. Cho
Chosun University

ABSTRACT

This paper summarizes the results of these efforts by offering the PV generation system with solar tracking. The status of PV generation system with solar tracking components and interconnection and effects are summarized. Hence this paper discusses only points that might be useful for application.

1. 서론

최근 국제 유가가 여러 가지 요인으로 예측이 곤란할 뿐만 아니라 유가의 고공행진이 지속되는 가운데 향후 화석연료 고갈에 대비한 에너지원의 다변화가 절실히 필요한 실정이고 국제기후협약 등 국제적인 환경 규제에 대처하기 위한 핵심 기술로 친환경적인 태양광 발전의 중요성이 점차 증가하고 있다.

따라서 본 연구의 태양추적장치는 태양황도의 년중 변화와 지구 공전 및 자전 등을 고려한 태양추적식을 이용하여 현재의 시간과 설치장소에 따라 태양의 위치를 예측하여 추적장치와 태양을 법선 방향이 되도록 함으로서 기존의 방식에 비해 오차가 적고 설비를 소형화하여 시스템의 비용을 절감하였다. 또한 고장 및 소비전력을 감소시키기 위해 전지추적 제어법을 적용하여 기존의 추적방식에 비해 발전량 감소 없이 추적횟수를 줄일 수 있는 추적 알고리즘을 적용하였다. 이러한 3kW급 추적식 태양광발전시스템의 성능평가를 위해 실증연구단지에서 수행된 고정식 태양광 발전시스템과의 연간 발전량에 대한 분석을 통하여 발전효율을 비교하고자 한다^[1,2,3,4,5].

2. 시스템 구성

본 논문에서는 태양광 발전효율을 증대시키기 위해 태양추적장치를 사용하여 PV모듈과 태양이 법선방향이 되도록 제어하였다. 추적 장치는 큰 하중의 모듈을 움직이는데 큰 토크가 필요하기 때문에 7500 : 1의 이중 기어를 사용한 시스템을 적용하였다. 추적 장치의 구성은 몸체, 제어기, 구동장치, 센서 등으로 구성된다. 그림 1은 전체 시스템 구성도이다.

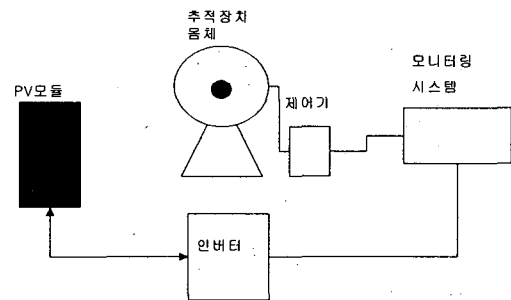


그림 1 전체 시스템 구성도

2.1 태양광발전시스템

시스템에 사용된 PV모듈은 75W 다결정 실리콘 모듈로 14%의 광전 변환 효율을 갖는다. 설치는 14개 직렬로 하여 42장을 설치하였다.

적용된 인버터는 계통연계형 인버터 3kW급으로, 입력은 $\pm 350V$ 이하 DC 이고 출력은 220V, 60Hz의 AC로 계통과 연계되어 전압과 주파수 및 위상이 동기 되도록 운전된다.

2.2 추적장치 몸체부

몸체부는 추적장치의 모듈을 지지하고 전체 시스템을 고정시키는 지지대와 실시간으로 태양과 연동하여 움직이는 구동장치로 구성된다. 지지대는 강판과 앵글로 구성되어 시스템이 받게 되는 하중을 지탱할 수 있도록 설계되었으며 태풍등 외압에 의해 고장을 일으키지 않도록 100톤 이상을 힘을 견딜 수 있도록 설계되었다.

그리고 본 추적장치는 방위각은 360도 추적이 가능하지만 고도각은 15도부터 90도 이하의 각을 추적할 수 있도록 되어 있다. 제어기는 태양의 위치를 실시간으로 연산하여 구동장치를 가동하거나 정지시킨다. 그리고 엔코더와 위치 센서로부터 신호를 받아 현재 위치를 계산하는 역할을 한다.

추적장치는 안전 동작을 위해 방위각 및 고도각에 각각 2개씩의 위치센서를 사용하고 있다. 따라서 센서중 1개가 고장이 나더라도 백업 센서가 동작하여 안전하게 동작할 수 있도록 시스템이 설계되었다. 리미트 센서로서 무 접촉의 근접센서를 사용하였고 위치 검출을 위해서는 구동장치와 직결하여 엔코더를 사용하였다.

그림 2는 제어기 및 엔코더의 형상을 보여주고 있고 그림 3은 추적식 태양광발전시스템의 전체 사진을 보여주고 있다.

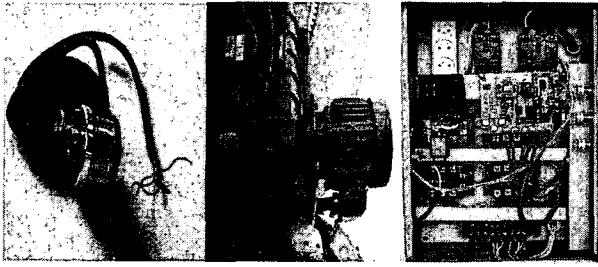


그림 2 제어기 사진

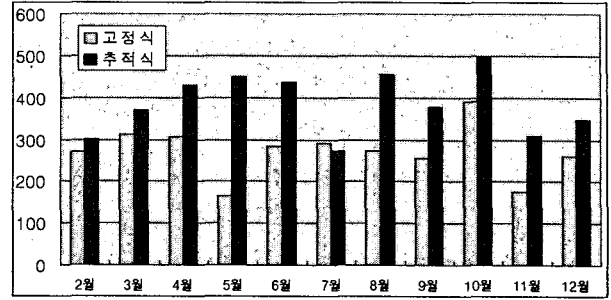


그림 4 월별 발전량 분포도



그림 3 추적식 태양광발전시스템

표 2는 월평균 일일 발전량 및 효율 데이터의 분석 비교표이고 그림 5는 월평균 일일 발전량 분포도를 보여주고 있으며, 그림 6은 월별 효율 특성 분포도를 보여주고 있다.

표 2 월평균 일일 출력량 및 효율 데이터

월 차	고정식 [단위:kWh]	추적식 [단위:kWh]	평균 발전효율
2월	10.04	13.13	30.90%
3월	11.56	16.17	40.10%
4월	11.77	18.74	59.10%
5월	10.38	16.07	54.90%
6월	9.43	15.07	54.00%
7월	9.70	14.32	47.90%
8월	10.54	16.29	54.70%
9월	9.07	13.07	49.30%
10월	12.61	17.82	41.40%
11월	7.61	11.07	45.60%
12월	8.42	11.19	32.80%
계	10.12	14.72	45.60%

3. 발전데이터 분석

데이터 수집 항목은 기존 시스템과 비교 검토가 용의 하도록 하기 위해 수집항목과 수집 시간간격을 동일하게 조정하였다. 데이터 수집시 6분 간격으로 데이터를 저장하고 실제 수집은 1분 이내에 수집하여 6분간 평균치를 저장하도록 하였다. 저장된 데이터는 다시 종합하여 1일 데이터를 생성하고 1일 데이터를 누적하여 월별 발전전력을 계산하였다.

본 논문에서는 추적식과 고정식 태양광 발전시스템의 2004년도 연간 발전량에 대해 비교 분석하였다. 표 1은 월별 총 발전량 데이터의 분석 비교표이고 그림 4는 월별 발전량 분포도를 보여주고 있다.

표 1 월별 총 발전량 데이터

월 차	고정식 [단위:kWh]	추적식 [단위:kWh]
2월	271 (27일)	302 (23일)
3월	312 (27일)	372 (23일)
4월	306 (26일)	431 (23일)
5월	166 (16일)	450 (28일)
6월	283 (30일)	437 (29일)
7월	291 (30일)	272 (19일)
8월	274 (26일)	456 (28일)
9월	254 (28일)	379 (29일)
10월	391 (31일)	499 (28일)
11월	175 (23일)	310 (28일)
12월	261 (31일)	347 (31일)
합 계	2984 (295)	4255 (289)

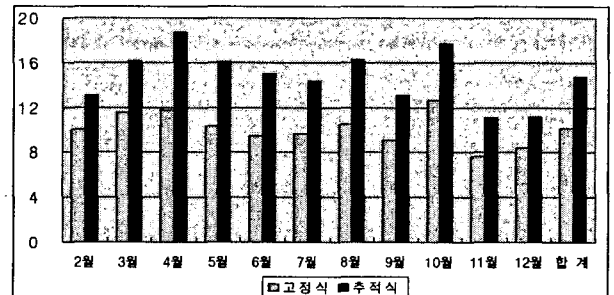


그림 5 월평균 일일 출력량 분포도

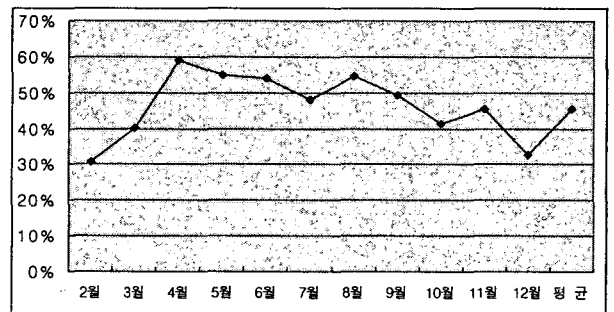


그림 6 월별 및 연간 효율 분포도

4. 결 론

본 논문에서는 태양황도의 년중 변화와 지구 공전 및 자전 등을 고려한 3kW급 태양추적식과 고정식의 연간 발전량에 대하여 분석하였으며 발전효율을 비교하였다.

실험분석 결과 추적식 태양광발전시스템은 고정식에 비해 45%정도 향상되는 것으로 나타났다. 설치비용이 약간 증가함을 감안 하더라도 고가의 모듈이나 인버터의 추가 없이 효율향상이 가능하고 모듈의 발전 특성이 개선되면 보다 높은 효율 향상이 가능할 것으로 판단된다.

아울러 태양추적장치는 발전원가 절감이 가능하고 향후 태양광 발전사업에 보다 유리한 것으로 분석된다.

참 고 문 헌

- [1] A. L. Fahrenbruch, R. H. Bube, "Fundamental of Solar Cells, Academic Press, New York, 1993.
- [2] P. J. Cession, W. J. Bonwick, "Experience with a sun tracker system", Solar Energy, Vol. 32 (1990). No. 1, 1984, pp. 3-11.
- [3] W. A. Lynch, M. Salameh, "Simple electro-optically controlled dual axis sun tracker", Solar Energy, Vol. 45 (1990), pp. 65-69.
- [4] E. A. barber, H. A. Ingley, C. A. Morrison, "A solar powered tracking device for driving concentrating collectors", Alternative Energy Source, Vol. 1 (1977), pp. 527-539.
- [5] B. P. Edwards, Computer based sun following system", Solar Energy, Vol. 21 (1998), pp. 491-496.