

## 추적식과 고정식의 태양광발전시스템의 운전효율분석

박정국\* 김지훈\* 김대곤\*\* 서진연\*\*\* 김동휘\*\*\* 조금배\* 백형래\*  
조선대학교\* 전남과학대학\*\* 한영대학\*\*\*

### The operating efficiency Analysis of PV System Using Tracking and Fixed Method

Z.G. Piao\* J.H. Kim\* D.G. Kim\*\* J.Y. Seo\*\*\* D.H. Kim\*\*\* G.B. Cho\* H.L. Baek\*  
CHOSUN University\* Chonnam College\*\* HanYeong College\*\*\*

#### ABSTRACT

The arrangement technique of solar cell and module is accomplished quickly with development of power semiconduc-tors. It reached to a practical cost linearly. Photovoltaic power system increases constantly. There are 3kWtracking photovoltaic system and fixed photovoltaic system in Chosun University. This paper compares operating characteristics of the fixed photovoltaic system and the tracking photovoltaic system with shows the efficiency.

#### 1. 서 론

전력용 반도체 등의 발전으로 태양전지 및 모듈의 배열 기술의 진보가 급속히 이루어지고 있다. 또한 태양전지 자체도 거의 실용화 가격에 이르렀다. 따라 태양광발전 시스템은 부단히 늘어나고 있는 추세이다.<sup>[1,2,3]</sup>

태양광발전시스템의 효율을 높이기 위하여 일반적으로 태양전지 셀 자체의 효율을 높이거나 변환기의 변환효율 및 MPPT 제어를 하여 높이는 방법, 태양이 항상 법선을 이루면서 태양전지 모듈에 입사되게 하는 방법 등을 이용하고 있다.

셀 자체의 효율은 현재 최대 24% 정도까지 개발이 되어 있다. 그러나 자체의 효율을 높이는 방법은 발전단가를 높이는 주 요인이다. 그러므로 현재에 있어서 효율성이 다소 떨어진다. 또한 변환기의 효율은 국내나 국외의 경우 효율이 90%이상이므로 수 %의 효율을 높이기란 난해한 문제가 된다.<sup>[4,5]</sup>

그러므로 현재 태양이 항상 법선을 이루면서 태양전지 모듈에 입사되게 하는 태양 추적식 시스템을 연구 개발하고 있다. 현재 국외의 경우 1 MWp 이상의 대규모 태양광 발전소의 발전효율을 높이기 위해 대형 추적식 태양전지 어레이를 사용하고 있다. 국내에서는 에너지기술 연구소에서 400 Wp 급 양방향 추적장치를 자체적으로

개발한 적이 있다. 또한, 현재 조선대학교 태양에너지 실증연구단지에는 3KW급 규모의 소형 태양전지 모듈용 추적시스템이 설치되어 있다.

조선대학교 태양에너지 실증연구단지에는 3kW급 추적식 태양광발전시스템과 고정식 태양광발전시스템이 설치되어 있다. 본 논문에서는 두 시스템의 실제 운전특성을 비교분석하였으며 그 효율성을 보여주고자 한다.

#### 2. 시스템 구성

고정식 태양광발전시스템의 태양전지 어레이 설치조건은 지붕 경사각을 약 18°로 설계하였다. 이것은 국내에 보급된 일반 주택들의 지붕경사각을 고려하여 계산한 결과를 토대로 하였다. 설치 방위각은 발전효율이 가장 양호한 정남향으로 하였다. 그림 1은 고정식태양광발전시스템을 보여준다.

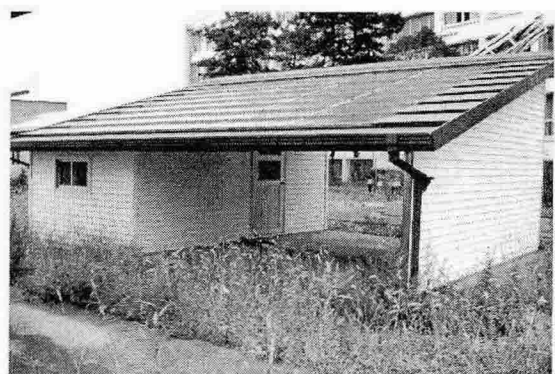


그림 1. 고정식 태양광발전시스템  
Fig. 1 Fixed photovoltaic system

추적식 태양광발전시스템은 아침 6시 고도각 3도 32분 05초, 방위각 68도 38분 08초를 시작점으로 저녁 7시 6도 51분 16초, 방위각 288도 50분 04초를 끝점으로 회전하도록 되어 있다. 저녁 8시에는 다시 원 상태로 돌아가도록 되어 있다. 모터는

750W 유도전동기 2대를 사용한다. 그림 2는 추적식 태양광발전시스템을 보여준다.

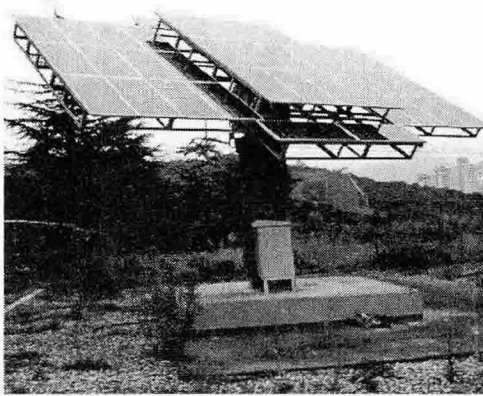


그림 2. 추적식 태양광발전시스템  
Fig.2 Tracking photovoltaic system

두 시스템은 모두 75W 다결정 실리콘의 태양전지 40장을 직병렬 하여 3kW급 시스템으로 설치되어 있다. 아래 표는 두 시스템의 모듈사양을 보여 주고 있다.

표 1. 모듈사양  
Table.1 Module Spec

	고정식	추적식
$P_{MAX}(W)$	75W	75W
$V_{OC}(V)$	20.7V	21.5V
$I_{SC}(A)$	4.97A	4.8A
$V_{MP}(V)$	16.5V	17.6V
$I_{MP}(A)$	4.54A	4.4A
Cell Type	다결정Si	다결정Si
Cell Size(mm)	125×125	125×125
모듈무게(kg)	7.7	7.7
모듈 Size(mm)	1204×538×50	1204×538×50
설치모듈수량	40	40
어레이구성	20×2	20×2
어레이면적(m <sup>2</sup> )	25.91	25.91

### 3. 실험

#### 3.1 태양전지 어레이 특성

그림 3과 그림4는 두 시스템의 어레이 출력전압과 전류 특성을 보여주고 있다. 그림 3에서 고정식의 태양전지어레이는 적절히 운전되고 있음을 보여주고 있다. 그림 4에서 추적식 태양전지어레이는 전압에서 약간 리플이 생기는 것을 볼 수 있다.

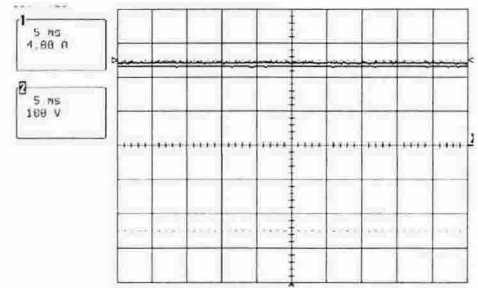


그림 3. 고정식 태양전지어레이 출력특성  
Fig.3 Output characteristics in fixed system

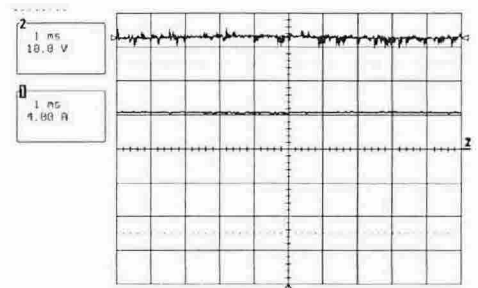


그림 4. 추적식 태양전지어레이 출력특성  
Fig.4 Output characteristics in tracking system

#### 3.2 PCS 운전 특성

두 시스템의 태양전지 어레이의 정격출력은 2.8kW~3.0kW, PCS의 정격출력을 3~4.2kW 범위로 하여 시스템이 구성되었다.

고정식의 PCS는 최대전력 추종제어를 하는 전압형 전류제어방식을 사용한 저주파절연변압기가 없다. PCS의 정격용량은 4kW 이고 정격 입력전압은 200V로서 93.6% 이상의 변환효율을 가지고 있다.

추적식의 PCS는 최대전력 추종제어를 하는 전압형 전류제어방식을 사용한 고주파절연변압기가 내장되어 있다. PCS의 정격용량은 3kW 이고 정격 입력전압은 224V로서 90% 이상의 변환효율을 가지고 있다.

그림 5와 그림 6은 두 시스템의 PCS 출력특성을 보여주고 있다. 그림에서는 두 시스템의 PCS가 모두 적절히 운전되고 있음을 보여주고 있다.

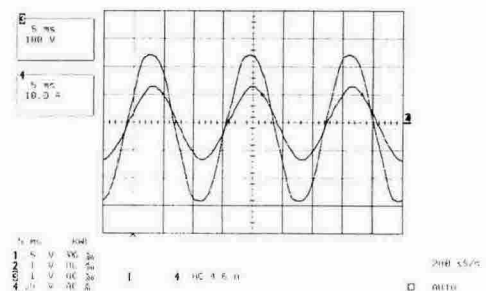


그림 5. 고정식 PCS 출력특성  
Fig.5 Fixed power conditioning system

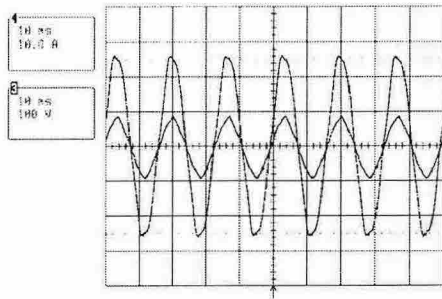


그림 6. 추적식 PCS 출력특성  
Fig.6 Tracking power conditioning system

### 3.3 발전전력 특성비교

그림 7은 임의의 날씨가 화창한 날 같은 정격출력을 내는 어레이로 고정식과 추적식 시스템의 발전량을 데이터화한 것이다. 고정식은 추적식보다 최대 700W 이상 차이가 남을 알 수 있고 태양전지 법선의 기울기가 크면 클수록 고정식보다 추적식 시스템의 발전 출력이 현저히 큼을 알 수 있다.

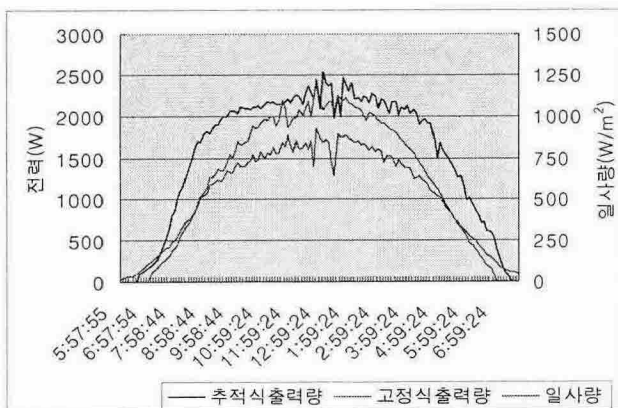


그림 7. 일사량과 두 시스템의 발전량  
Fig.7 Power generation of two systems

## 4. 결론

본 논문에서는 고정식과 추적식 태양광발전시스템의 운전특성을 비교분석하였다. 태양전지어레이 출력은 추적식시스템에서 전압이 리플이 조금 생기는 것을 보여 주었다. 고정식시스템은 적절히 운전되고 있음을 보여 주었다. PCS는 두 시스템 모두 적절히 운전되고 있음을 보여 주었다. 하지만 발전 전력 특성에서는 추적식이 고정식에 비하여 20% 이상의 발전출력을 증가시킬 수 있음을 실험데이터를 통하여 입증하였다.

태양을 추적하여 더 많은 햇빛을 받게 하여 태양전지의 효율을 높이기 위하여 추적장치를 설치하였다. 향후 태양위치추적의 모니터링 시스템을 구

축하여 지속적으로 발전 효율에 대하여 연구를 진행하고자 한다.

## 참고 문헌

- [1] P. L. Swart, J. D. Van Wyk, "Source tracking and power flow control of terrestrial photovoltaic panels for concentrated sunlight", 12th IEEE Photovoltaic Specialists Conference, Vol. 1 (1998), pp. 700-705.
- [2] P. O. Carden, "Steering A Field of Mirrors Using a shared Computer-based Controller", Solar Energy, Vol. 20 (1998), pp. 351-356.
- [3] R. Zogbi, O. Laplaze, "Design and construction of a sun tracker", Solar Energy, Vol. 33 (1984), pp. 369-372.
- [4] P. Baltas, M. Tortoreli, P. E. Russell, "Evaluation of power output for the fixed and step tracking photovoltaic arrays", Solar Energy, Vol. 37 (1986), pp. 147-163.
- [5] H. J. Noh, D. Y. Lee, D. S. Hyun, "An improved MPPT converter with current compensation method for small scaled PV-applications", IEEE IES, Vol. 2 (2002), pp. 1113-1118.