

Simulation Tool을 이용한 어레이 설치 방법에 따른 태양광발전시스템 비교

임지혜*, 문은아*, 박정민*, 김대곤**, 조금배*, 백형래*
 조선대학교*, 전남과학대학**

Comparison Photovoltaic Power System for Installation Method of the Array using Simulation Tool

JH Im*, EA Moon*, JM Park*, DG Kim**, GB Cho*, HL Baek*
 Chosun University*, Chunnam Techno College**

Abstract - The world has problem of petrification energy exhaustion and environment pollution. We are looking up various solution plans regarding this problem. Solar power is one of the solution to solve the energy shortage problem. But solar power is affected by insolation. So we study tracking solar power system for the generation of electricity more.

In this paper, we compared fixed solar power system with horizontal and vertical tracking solar power system. Two method were on he Maximum Power Point(MPP) using Solar pro.

1. 서 론

태양광발전은 공해가 적은 친환경 녹색에너지로 무한한 에너지원과 설치 후 관리가 편하다는 점에서 신재생에너지 가운데서도 활발한 개발이 이루어지고 있다.

태양광발전시스템은 일사량, 온도, 그림자에 따라 태양전지 출력에 영향을 준다. 태양전지에 입사되는 일사량이 많을수록 출력되는 출력량이 증가하여 효율이 좋아진다. 그러므로 태양전지에 입사되는 일사량의 양을 최대화 하여 발전효율을 극대화하기 위해 태양의 직사광선이 항상 태양전지 어레이에 수직으로 입사되도록 수직 수평으로 이동하여 태양의 위치를 추적하는 추적형 태양광발전시스템이 개발되고 있다.^[1]

태양광발전시스템의 어레이 설치 형태에 따라 고정형 태양광발전시스템과 반고정형 태양광발전시스템, 추적형 태양광발전 시스템으로 분류된다. 추적형 태양광발전시스템은 다시 추적 방향에 따라 단방향 추적식과 양방향 추적식으로 나뉘며, 추적 방식에 따라 감지식 추적법과 프로그램 추적법, 혼합식 추적법으로 분류된다. 태양광발전의 효율의 향상을 위해 효율이 더 좋은 추적형 태양광발전시스템의 발전에 집중하고 있다.

본 논문에서는 고정형 태양광발전시스템과 수직 수평으로 추적이 가능한 추적형 태양광발전시스템을 Solar pro를 이용하여 같은 조건에서 출력량을 비교하여 추적형 태양광발전시스템이 고정형 태양광발전시스템 필요성과 앞으로의 발전 방향을 알아보고자 한다.

2. 본 론

2.1 태양전지의 어레이 설치형태에 따른 분류

2.1.1 고정형 태양광발전시스템

고정형 태양광발전시스템은 어레이 설치방법중 지지형태가 가장 안정된 구조로 설치하는데 있어 가장 경제적이며, 비교적 원격지역에 설치면적의 제약이 없는 곳에 많이 이용된다. 특히 도서지역과 해안가와 같이 풍속이 강한 곳에 설치하는 것이 좋다.

그러나 추적형 태양광발전시스템에 비해 낮은 발전효율을 나타낸다. 하지만 초기 설치비용이 저렴하고 보수 관리에 따른 위험이 없어서 상대적으로 많이 사용되는 어레이 설치방식이다.^[2]

2.1.2 추적형 태양광발전시스템

추적형 태양광발전시스템은 발전효율을 극대화하기 위한 방법으로 태양전지에 직사광선이 항상 수직으로 입사할 수 있도록 구동장치 및 광센서 등을 이용하여 태양의 위치를 추적해 가는 방법이다.

추적형 태양광발전시스템은 추적방향과 추적방법에 따라 분류할 수 있다. 추적 방향에 따라 분류하면 단방향 추적식과 양방향 추적식으로 나눌 수 있다. 단방향 추적식은 상하 또는 좌우 하나의 방향으로만 움직여 태양을 추적해 가는 방식으로 고정형 태양광발전시스템 방식보다 발전량은 증가하나 양방향 추적식에 비하여 발전량은 작게 된다. 양방향 추적식은 상하좌우의 움직임이 동시에 이루어져 태양전지에 입사되는 일사량이 최대가 되도록 태양의 위치를 추적해 가는 방식으로 고정형과 단방향 추적식과 비교하면 발전량이 연평균 40~60% 정도 증가한다.

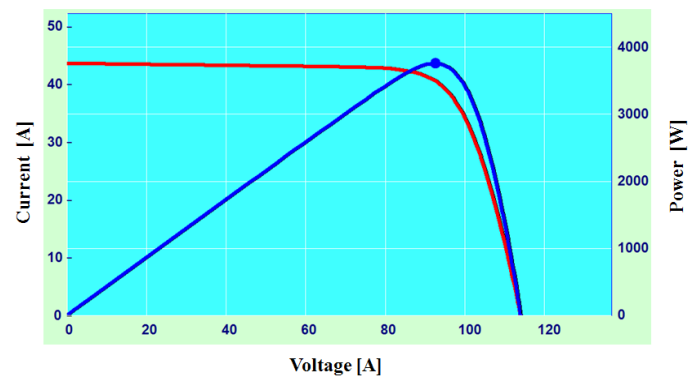
추적 방법에 따라 분류하면 감지식 추적법과 프로그램 추적법, 혼합식 추적법으로 나눌 수 있다.^[3]

2.2 시뮬레이션

본 논문에서는 250[W] 태양전지 모듈을 사용하였다. 한 개의 어레이는 250[W] 모듈을 직렬로 5개, 병렬로 3개로 연결하여 구성하였다. 구성된 어레이를 그림자의 영향을 받지 않을 정도의 거리를 주어 5개를 설치하여 고정형 태양광발전시스템인 경우와 추적형 태양광발전시스템 중에서 양방향 추적식을 사용하여 Solar Pro 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 일사량이 1[kW/m²]으로 입사될 경우 1년간의 발전량을 비교하여 추적형 태양광발전시스템을 사용할 경우 고정형 태양광발전시스템을 사용하여 발전할 때와 비교하여 어느 정도의 발전량의 증가가 일어나는지 알아보려고 한다. <표 1>은 시뮬레이션을 위해 사용한 하나의 태양전지 모듈의 파라미터 값을 나타내고 있으며 그림 1은 <표 1>의 파라미터 값을 적용한 직렬로 5개, 병렬로 3개 연결한 하나의 어레이의 특성곡선을 시뮬레이션을 통해 나타낸 것이다.

<표 1> 태양전지 모듈 파라미터 값

Parameter	Value
Peak Power (Pmax) ± 3%	250 [W]
Maximum Power Voltage (Vmp)	30.8 [V]
Maximum Power Current (Imp)	8.12 [A]
Short Circuit Current (Isc)	8.71 [A]
Open Circuit Voltage (Voc)	38.0 [V]
Dimensions (mm)	1,636*982*35 [mm]



<그림 1> 시뮬레이션을 이용한 태양전지 어레이 특성곡선

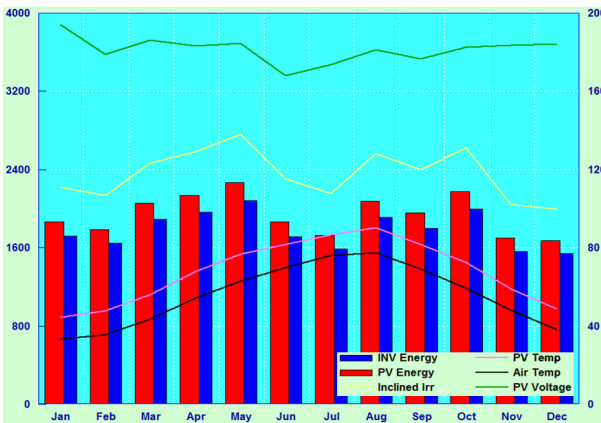
2.2.1 고정형 태양광발전시스템 시뮬레이션

고정형 태양광발전시스템 실험을 위하여 <표 1>의 파라미터 값을 이용해 설계한 모듈을 사용하였다. 시뮬레이션을 위하여 모듈을 직렬로 5개와 병렬로 3개로 연결하여 구성된 한 개의 어레이를 5개를 설치하였다. 어레이 설치 위치는 광주광역시 위치인 북위 35도 8분, 경도 126도 55분으로 설정하였다. 그리고 어레이의 방향이 남쪽을 향하도록, 어레이의 설치 각도는 45도로 설정하여 주었다. 그리고 입사하는 일사량의 크기를 1[kW/m²]로 설정한 후 시뮬레이션을 하여 보았다. <표 1>은 고정형 태양광발전 시스템의 월별 평균 발전량을 표를 이용해 나타낸 것이며, 그림 2는 1년간 월별 시뮬레이션 결과를 그래프로 비교한 것이다.

<표 2>와 그림 2를 통하여 5월에 2084.29[kWh]로 가장 큰 발전량이 생성되고 12월에 1539.06[kWh]로 가장 적은 발전량이 발전되는 것을 알 수 있다. 고정형 태양광발전시스템을 사용하는 경우 250[W] 태양전지 모듈을 직렬로 5개 병렬로 3개 연결한 한 개의 어레이를 5개 설치하여 발전하게 되면 1년간 생성된 발전량은 214.10[MWh] 정도 생성되는 것을 알 수 있다.

<표 2> 고정형 태양광발전시스템의 월별 평균 발전량

Month	Value
1월	1717.92 [kWh]
2월	1643.69 [kWh]
3월	1894.11 [kWh]
4월	1962.07 [kWh]
5월	2084.29 [kWh]
6월	1713.43 [kWh]
7월	1585.37 [kWh]
8월	1908.60 [kWh]
9월	1800.32 [kWh]
10월	1998.15 [kWh]
11월	1563.19 [kWh]
12월	1539.06 [kWh]
합계	21410.2 [kWh]



<그림 2> 고정형 태양광발전시스템의 월별 평균 발전량 그래프

2.2.2 추적형 태양광발전시스템 시뮬레이션

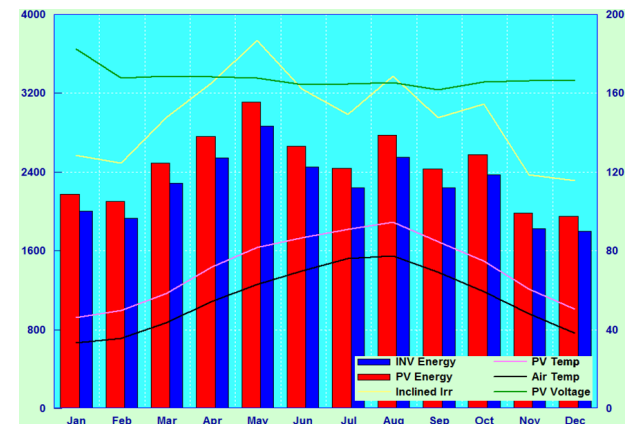
추적형 태양광발전시스템 시뮬레이션을 위해 고정형 태양광발전시스템 시뮬레이션과 같은 조건인 <표 1>의 파라미터 값을 사용한 태양전지 모듈을 직렬로 5개 병렬로 3개를 연결하여 하나의 어레이를 만들고 이러한 어레이를 5개 연결하여 이용하여 북위 35도 8분, 경도 126도 55분을 어레이 설치 지역으로 설정하고 어레이의 설정을 추적형 모드로 설정해 준다. 입사하는 일사량 역시 동일하게 1[kW/m²]으로 설정하여 시뮬레이션을 하였다. <표 3>은 추적형 태양광발전시스템으로 시뮬레이션 하였을 경우 발전된 발전량을 표를 통해 나타낸 것이며, 그림 3은 <표 3>의 발전량을 그래프를 통하여 비교하여 나타낸 것이다.

<표 3>과 그림 3을 통하여 5월에 2863.86[kWh]로 가장 큰 발전량을 생산되며 12월에 1795.49[kWh]로 가장 적은 양의 발전량이 생성되는 것을 알 수 있다. 추적형 태양광발전시스템을 이용하여 250[W] 태양전지 모듈을 직렬로 5개 병렬로 3개 연결한 한 개의 어레이를 5개 설치하여 발전하게 되는 경우, 1년간 생산되는 발전량은 271.00[MWh]정도 발전되는 것을 알 수 있다.

추적형 태양광발전시스템의 1년간 생성된 발전량인 271.00[MWh]은 위에서 나타난 고정형 태양광발전시스템에서 1년간 생성된 발전량인 214.10[MWh]과 비교해 보았을 때, 추적형 태양광발전시스템이 고정형 태양광발전시스템에 비하여 56.90[MWh]정도 발전량이 더 많이 생성되어 고정형 태양광발전시스템에 비하여 추적형 태양광발전시스템의 발전 효율이 더 높음을 알 수 있다.

<표 3> 추적형 태양광발전시스템의 월별 평균 발전량

Month	Value
1월	1999.90 [kWh]
2월	1931.12 [kWh]
3월	2289.24 [kWh]
4월	2541.29 [kWh]
5월	2863.86 [kWh]
6월	2450.24 [kWh]
7월	2241.96 [kWh]
8월	2549.77 [kWh]
9월	2239.17 [kWh]
10월	2371.41 [kWh]
11월	1826.76 [kWh]
12월	1795.49 [kWh]
합계	27100.23 [kWh]



<그림 3> 추적형 태양광발전시스템의 월별 평균 발전량 그래프

3. 결 론

태양광발전시스템은 어레이 설치방법에 따라 고정형 태양광발전시스템과 추적형 태양광발전시스템으로 나누어진다. 태양의 직사광선이 태양전지 어레이에 수직으로 입사하는 경우 많은 양의 전력이 생성되므로 태양의 남중을 향해 고정된 고정형 태양광발전시스템에 비하여 태양의 움직임을 추적하여 항상 태양의 직사광선이 태양전지 어레이에 수직으로 입사되는 경우 더 많은 전력이 발전된다.

본 논문에서는 어레이의 설치방법에 따라 분류되는 고정형 태양광발전시스템과 추적형 태양광발전시스템의 발전되는 연간 발전량을 Solar Pro 프로그램을 이용하여 시뮬레이션을 통해 비교하여 보았다. 고정형 태양광발전시스템은 연간 214.10[MWh] 정도의 발전량이 생성되며, 추적형 태양광발전시스템은 연간 271.00[MWh] 정도의 발전량이 생성되어, 추적형 태양광발전시스템이 고정형 태양광발전시스템에 비하여 56.90[MWh] 정도의 더 많은 발전량이 생성되는 것을 알 수 있다. 하지만 Solar Pro 프로그램은 이상적인 경우의 추적형 태양광발전시스템을 나타내므로 실제 제작에 있어서는 여러 주변 환경과 사용하는 센서의 정확성을 고려하여 제작하여야 한다.

[참 고 문 헌]

- [1] Hatta, H, "Study of energy management for decreasing reverse power flow from Photovoltaic power systems", Sustainable Alternative Energy (SAE), page(s) 1~5, 2009
- [2] Tejwani, R., "360° sun tracking with automated cleaning system for solar PV modules", Photovoltaic Specialists Conference (PVSC), 35th, 002895~002898, 2010
- [3] 최동진, "태양광 발전시스템에서 모듈설치각도와 어레이간격의 비교 연구", 조명·전기설비학회논문지, 제23권 제1호, pp. 162~168, 2009년 1월