

그림자 영향에 따른 태양전지의 출력특성에 관한 연구

박정국*, 최석조*, 최문한**, 이성길***, 김용재*, 조금배*, 백형래*
 조선대학교*, 기람엔지니어링**, 광주보건대학***

A Study on the Solar Cell Output characteristics by shadow effect

Z.G. Piao*, S.J. Choi*, M.H. Choi**, S.K. Lee***, Y.J. Kim*, G.B. Cho*, H.L. Baek*
 Chosun University*, KIRAM Engineering**, Gwangju Health College***

Abstract - 태양전지 발전량은 온도와 일사량에 의존하고 또한 태양전지 어레이의 이격거리에 따라 일출 및 일몰시에 어레이에 그림자가 발생할 수 있으며 이는 태양전지 발전량의 감소원인이 되기 때문에 본 논문에서는 이격거리에 따른 그림자 영향과 태양전지 모듈의 출력특성을 시뮬레이션을 통하여 고찰하였다.

어레이 이격거리를 정확하게 산출하기 위하여 12월 20일 9:30부터 오후 15:30시 태양고도를 기준으로 이격거리에 따른 그림자영향에 대하여 시뮬레이션 한 결과 이격거리의 배율을 2이상으로 선정하면 양호하다고 사료된다. 또한 그림자 영향을 받으면 출력전류가 현저히 저하됨으로서 발전량이 현저히 저하됨을 알 수 있었다.

1. 서 론

태양광발전(PV : Photovoltaics)은 기존의 화력발전방식과는 달리 자연의 태양빛을 이용해 전력을 발생시키므로 이산화탄소 배출과 같은 대기오염이 없을 뿐만 아니라 현지에서 생산이 가능하므로 에너지의 수송에 의한 손실이 적고 유지보수가 거의 필요 없으며 설치가 쉽다는 것이 큰 장점이다. 하지만 일사량이 낮은 구름, 비, 눈과 같이 흐리거나 어두운 밤의 경우 발전효율이 현저히 저하되거나 발전을 할 수 없게 된다.

또한, 대부분의 태양광발전시스템은 낮 시간동안 일정시간이나 부분적으로 그림자 영향이 미친다. 이것은 특히 도시지역에 설치된 태양전지 어레이에서 자주 나타나는데 특히, 겨울에 임의의 시간에서 매우 높게 나타난다. 이것은 태양의 고도에 기인하여 나타나고 또한 이웃한 빌딩의 크기, 형태, 위치 그리고 나무와 같은 장애물에 기인하여 나타나기도 한다. 이러한 부분음영은 기본적으로 태양전지를 직렬 연결하여 구성하는 태양전지 모듈의 출력에 큰 영향을 미친다.^{[1][2][3]}

따라서 본 논문에서는 이격거리에 따른 그림자 영향과 태양전지 출력특성에 대하여 시뮬레이션을 통하여 고찰하고자 한다.

2. 본 론

2.1 이격거리

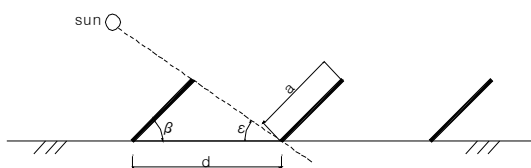
일반적으로 여름에는 태양고도가 높기 때문에 그림자 영향이 적게 나타나고 겨울철 일출 직전시간에 증가한다. 이러한 손실범위는 대략 5%에서 많게는 20%까지 나타나고 이는 어레이의 구조에 의존한다.

어레이의 최적의 경사각은 정남향에서 설치위도의 90°이다. 그림 1은 어레이간의 이격거리를 계산하기 위한 각도를 정의한 것이다. 어레이간 그림자의 영향을 피하기 위한 이격거리 계산은 식 1과 같다.

$$d/a = \cos \beta + \frac{\sin \beta}{\tan \epsilon} \quad (1)$$

단, 여기서 $\epsilon = 90^\circ - \delta - \phi$

- a : 모듈길이
- β : 모듈경사각
- δ : 23.5°
- d : 이격거리
- ϕ : 위도
- ϵ : 양각



<그림 1> PV 어레이 이격거리

2.2 그림자 영향

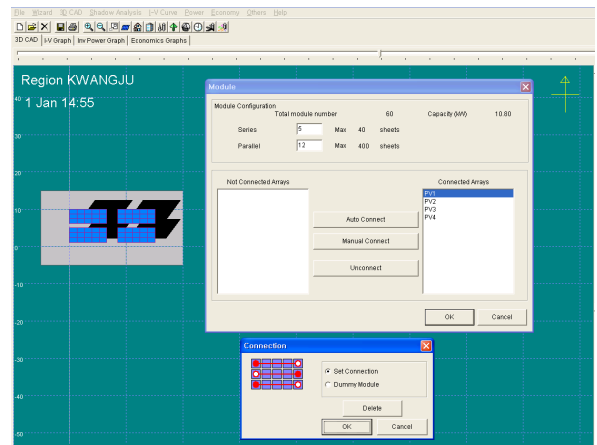
2.2.1 시뮬레이션 파라미터

본 논문에서는 태양전지 모듈에 대한 그림자 영향에 대하여 고찰하기 위하여 SANYO사의 HIP-180B2 태양전지 모듈을 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 표 1은 태양전지 모듈의 파라미터를 나타내고 있다.

<표 1> 태양전지 모듈의 파라미터

Parameter	Value
Cell Type	Mono crystalline Si
Cell Efficiency	17.8 [%]
Maximum power (Pmax)	180 [W]
Max. power voltage (Vmp)	54 [V]
Max. power current (Imp)	3.33 [A]
Open circuit voltage (VOC)	66.4 [A]
Short circuit current (ISC)	3.65 [A]
Module Efficiency	15.3 [%]
Module Size	1,319×894 [mm]

시뮬레이션 파라미터 조건은 광주광역시 의경도 126.55°와 위도 35.8°로 하였으며 태양전지는 5직렬 3병렬을 어레이 단위로 4개의 어레이군을 구성하여 10kW 태양전지 어레이를 구성하였다. 그림 26은 본 논문에서 구성한 10kW 태양광발전시스템의 시뮬레이션 화면으로서 태양전지 모듈의 직병렬 상태 및 어레이 배치를 나타내고 있다.



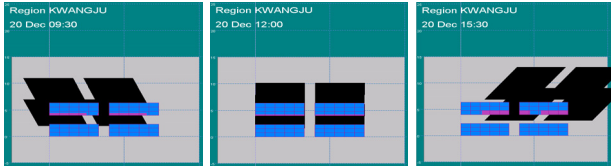
<그림 2> 10kW PV 어레이 구성도

2.2.2 시뮬레이션 결과

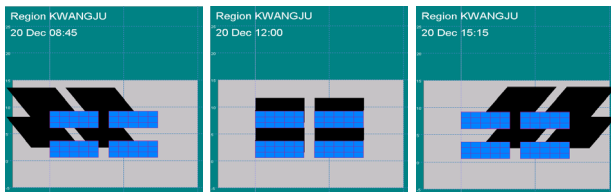
본 논문에서 시뮬레이션을 수행한 10kW 태양전지 어레이 4개군을 그림 2와 같이 2*2로 배열 하였다. 따라서 앞뒤 어레이간의 이격거리에 의하여 뒤 어레이 2개군에 그림자 영향이 미칠 수 있다.

기준에는 그림자 영향을 동지 12:00일 때 태양고도를 기준으로 적용하였으나 태양광발전시스템의 발전량이 어느 정도 양호한 동지 9:30부터 오후 15:30시 일 때 태양고도를 기준으로 이격거리를 산출하여야 한다.

본 논문에서는 12월 20일을 기준으로 그림자 영향에 대한 시뮬레이션을 통하여 이격거리를 산출 하였다. 그림 29는 이격거리에 따른 그림자 영향에 대한 시뮬레이션 화면을 나타낸다. 그림 3 (a)는 어레이의 이격거리가 4m($d/a=1.5$)시 그림자 영향에 대한 시뮬레이션을 나타내고 있으며, 뒤 어레이 2개군은 정오 12:00에도 앞 어레이에 의한 그림자 영향을 받고 있음을 알 수 있다. 그림 3 (b)는 어레이의 이격거리가 5.5m($d/a=2$)시 그림자 영향에 대한 시뮬레이션을 나타내며, 그림자 영향을 약 오전 8:45분부터 받지 않으며 오후 15시 15분 정도부터 그림자 영향을 받기 시작함을 알 수 있다. 따라서 어레이간의 이격거리를 5.5m($d/a=2$) 이상으로 선정하면 양호하다고 사료된다.



(a) 이격거리 4m

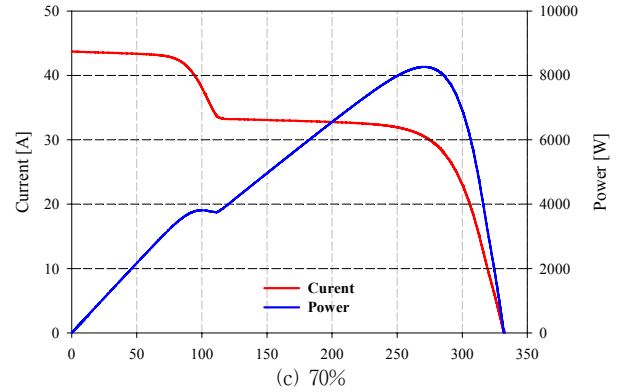


(b) 이격거리 5.5m

〈그림 3〉 이격거리에 따른 그림자 영향

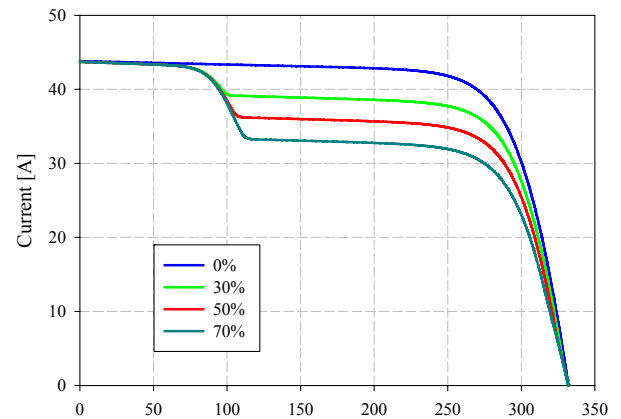
전체 60장의 태양전지 모듈 중 그림자의 영향을 받는 태양전지모듈이 12장이고 이때 그림자의 음영 농도를 30%, 50%, 70%로 하여 그림자 영향에 대한 시뮬레이션을 수행하였다.

또한 그림자 영향에 의한 태양전지 어레이의 출력특성을 시뮬레이션 하였으며 그림 4와 그림 5는 그림자 영향에 따른 태양전지 어레이의 출력특성을 나타내고 있다. 태양전지 어레이는 그림자 영향을 받으면 출력전류가 현저히 저하됨으로서 발전량이 현저히 저하됨을 알 수 있다. 어레이 출력량은 정상시 10.8kW이고 그림자 음영 농도가 30%시 9.8kW, 50%시 9.0kW, 8.3kW 로 저하됨을 알 수 있다.



(c) 70%

〈그림 4〉 그림자 영향에 따른 태양전지 어레이 출력특성



〈그림 5〉 그림자 영향에 따른 태양전지 I-V특성

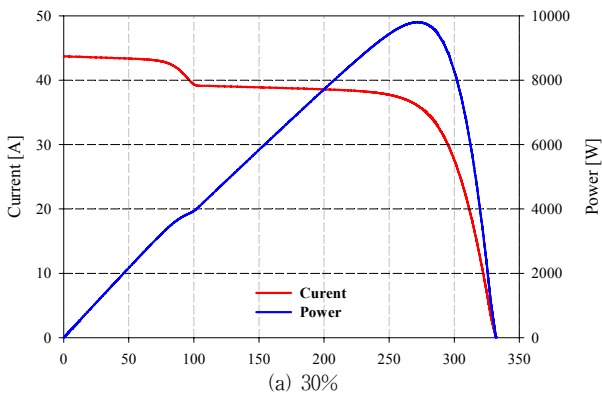
3. 결 론

본 논문에서는 이격거리에 따른 그림자 영향과 태양전지 모듈의 출력 특성을 시뮬레이션을 통하여 고찰하였다.

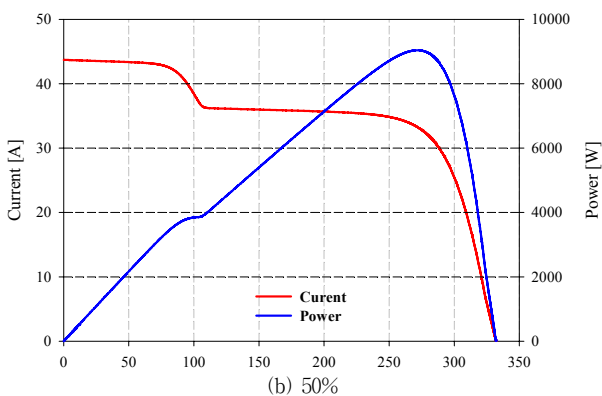
이격거리를 정확하게 산출하기 위하여 12월 20일 9:30부터 오후 15:30 시 태양고도를 기준으로 이격거리에 따른 그림자영향에 대하여 시뮬레이션 한 결과 이격거리의 배율을 2이상으로 선정하면 양호하다고 사료된다. 또한 그림자 영향을 받으면 태양전지 어레이의 출력전류가 현저히 저하됨으로서 발전량이 현저히 저하됨을 알 수 있었다.

[참 고 문 헌]

- [1] Tomas Markvart "Solar Electricity", October 2000, John Wiley & Sons, LTD
- [2] Dr.F.Lasnier, Tony Gan Ang, "Solar Photovoltaic Handbook", Energy Technology Division Asian Institute of Technology, 1988.
- [3] Fumio Harashima and seiji Kondo, "Optimal Power Flow Control of Photovoltaic Solar Energy System", Institute of Industrial Science, University of Tokyo, 7-22-1, Roppong, Minato-ku, Tokyo 106, JAPAN



(a) 30%



(b) 50%