

태양전지 모듈의 열적 특성에 관한 연구

*김 종필¹⁾, 박 현우²⁾, **전 충환³⁾, 장 영준⁴⁾

A Study on the Thermal Characteristics of Photovoltaic Modules

*JongPil Kim, HyunWoo Park, **ChungHwan Jeon, YoungJune Chang

Key words : Photovoltaic Module(PV module, 태양전지 모듈), Thermal Characteristics(열적 특성), Power Drop(출력저하), Hot Spot(열화)

Abstract : The PV modules are affected by heat. The hotter the PV module, the lower the power output, then the life time will be short. If the cell temperature rises above a certain limit the encapsulating materials can be damaged, and this will degrade the performance of the PV module. This is called the 'hot spot' formation. This paper presents that the PV module temperature can be estimated by using a thermal analysis program, and demonstrates the thermal characteristics of the PV module.

1. 서론

태양광 발전은 반도체의 광기전력 효과를 이용하여 태양으로부터 발생하는 빛에너지를 전기 에너지로 변환하는 전력변환 및 제어 기술을 말한다. 하지만 태양에너지는 빛에너지뿐만 아니라 열에너지도 포함하고 있어 태양전지 모듈의 수명 및 출력에 적지 않은 영향을 미치고 있다¹⁾.

비, 바람, 눈 등 다양한 기후의 외부 환경에 노출되어 전력을 생산하는 태양전지 모듈의 수명은 약 20년으로 반영구적으로 사용 가능한 장점이 있다. 하지만 태양에너지의 열에너지로 인한 열화(Hot Spot)현상이 대표적이라 할 수 있다²⁾³⁾. 이는 모듈 내부에서 발생한 열화현상으로 인해 구조적으로 균열이 발생하거나 지속적인 스트레스에 의한 파괴로 접촉저항이 증가하게 되며, 시간이 지날수록 심화되어 모듈의 수명을 단축시키는 결과를 초래한다.

또한 태양전지 모듈에 입사되는 태양의 열에너지로 인해 내부 온도가 상승할수록 출력은 감소한다⁴⁾⁵⁾. 일반적으로 온도 1°C 상승시 약 0.5%의 출력이 감소한다고 알려져 있다⁶⁾. 출력의 감소는 에너지 변환효율의 감소를 의미한다⁷⁾.

따라서 태양전지 모듈에서 이러한 열적 특성이 어느 부분에서 얼마 정도의 온도가 상승하는지를 열적 특성을 확인하고자 한다.

2. 태양전지 모듈의 열적 특성

태양전지 모듈의 열적인 특성 해석은 태양에너지가 입사할 경우 대기온도의 변화에 따라 모듈의 온도가 어느 부분에서 얼마 정도의 온도가 상승하는지를 알아보기 위함이다.

열전달 해석 프로그램인 ANSYS를 사용하여 모듈의 일부분의 열적 특성을 구조적으로 해석하였다.

열적 특성 해석을 수행하는 과정은 태양전지 모듈의 구조를 모델링한 후 각 구조별 물성치를 설정하고 대기 온도에 따른 구조별 열적 온도 분포를 확인하였다.

-
- 1) 부산대학교 대학원 기계공학과
E-mail : kjfeel@pusan.ac.kr
Tel : (051)510-1417 Fax : (051)582-9818
 - 2) 부산대학교 대학원 기계공학과
E-mail : sunofb@pusan.ac.kr
Tel : (051)510-3035 Fax : (051)582-9818
 - 3) 부산대학교 기계공학부, 대학전력연구센터
E-mail : chjeon@pusan.ac.kr
Tel : (051)510-3051 Fax : (051)512-5236
 - 4) 부산대학교 기계공학부, 기계기술연구원
E-mail : changyj@pusan.ac.kr
Tel : (051)510-2332 Fax : (051)514-5236

2.1 태양전지 모듈의 구조 모델링

일반적으로 상용화 되어 있는 태양전지 모듈은 외부환경으로부터 보호하기 위해 저철분 강화유리와 충전재인 EVA Sheet, Back Sheet, 프레임재 그리고 실리콘 태양전지로 구성된다. 또한 적절한 용량의 출력을 생산하기 위해 여러개의 태양전지의 전·후면에 전극을 연결해 모듈의 구조를 형성한다.

태양전지 모듈의 열해석을 위해 사용한 모듈의 부분 구조는 Fig.1과 같이 기본적으로 사용하는 Back Sheet 형태의 모듈로서 Glass, EVA Sheet, Ribbon, Si Cell, Back Sheet으로 이루어졌다.

열해석에 사용한 각 구조의 두께는 Table 1과 같다.

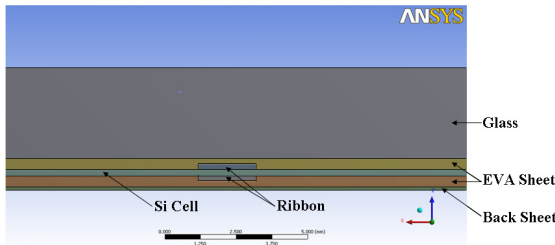


Fig. 1 열해석을 위한 태양전지 모듈 부분 구조

Table 1 모듈 부분 구조의 두께

구조	두께
Glass	3.0mm
EVA Sheet	0.4mm
Si Cell	0.2mm
Ribbon	0.2mm
Back Sheet	0.15mm

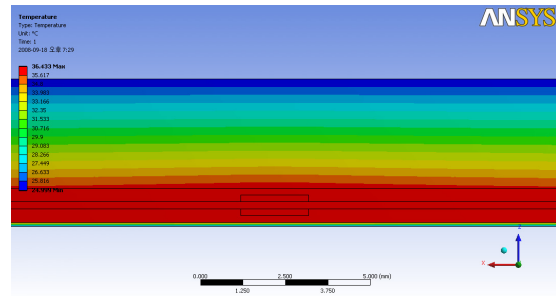
2.2 대기온도에 따른 열적 특성

태양전지 모듈의 열적 특성을 해석하기 위해 선 비, 바람, 눈 등 여러 가지 외부 환경을 고려할 수 있겠지만 여기서 대기온도의 변화에 따른 모듈 내부온도의 변화만을 고려하였다.

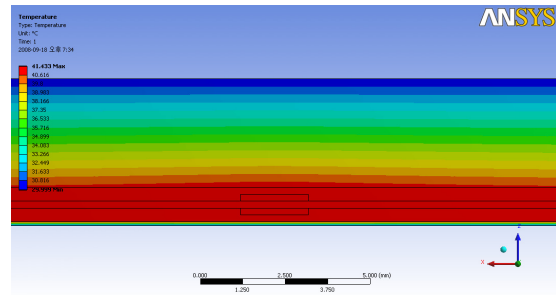
태양에너지가 태양전지 모듈에 입사할 경우 발전을 하고 있는 태양전지는 발열 작용을 한다고 가정하였다.

Fig. 2에서 보는바와 같이 대기온도가 25℃일 경우 발열 반응이 일어나지 않는 전면의 Glass는 대기온도를 유지하지만 내부의 전기에너지를 생성하는 태양전지와 전류가 흐르는 전극부분인 Ribbon 부분은 36℃ 이상을 나타내는 것을 알 수 있다.

마찬가지로 대기온도가 40℃일 경우 태양전지와 전극부분에서 51℃ 이상의 열이 발생하는 것을 확인할 수 있다.



(a) 대기온도 25℃



(b) 대기온도 40℃

Fig. 2 대기온도에 따른 모듈의 열적 특성

3. 결론

태양전지 모듈의 열적인 특성을 해석하기 위해 사용한 열전달 해석 프로그램은 정확한 예측을 하기 위해서는 한계가 있을 것이다. 여러 가지 모듈의 구조적인 차이와 각 구조의 물성치 값의 차이, 수시로 변화하는 대기온도, 습도, 바람 등의 기후 및 환경적인 차이 등이 그 요소라 할 수 있다.

태양에너지가 모듈에 입사해서 발전을 하고 모듈 내부 온도가 상승하는 구조적인 열해석은 예측할 수 있을 것이다.

따라서 태양전지 모듈의 외부 환경적인 조건에 따른 구조별 열적 특성을 파악하면 열화현상 등으로 인한 모듈의 수명 단축 문제를 해결하고 출력을 향상 시켜 모듈의 효율을 개선시킬 수 있을 것이다.

References

- [1] France Lasnier and Tony Gan Ang, 1989, "Photovoltaic Engineering Handbook", CRC Press(Taylor & Fancis Group), pp. 92-97.
- [2] H.L.Macomber, 1994, "Solar Electricity", John Wiley & Sons, pp. 84-85.
- [3] Tomas Markvart, 1986, "The Handbook of Photovoltaic Applications", The Fairmont Press, Inc., pp. 72-73.
- [4] Simon Roberts, 1991, "Solar Electricity", Prentice Hall, pp. 25-26.
- [5] H. S. Rauschenbach, 1980, "Solar Cell

- Array Design Handbook", Van Nostrand
Rrinhold Company, pp. 173-175.
- [6] W.D.Johnston, Jr., 1980, "Solar Voltaic
Cells", Marcel Dekker, Inc. New York and
Basel, pp. 68-71.
- [7] Roger A. Messenger, 2004, "Photovoltaic
System Engineering", CRC Press, pp.
47-52.