

結晶 Si 太陽電池モジュールにおける 機械式荷重試験の劣化メカニズムの検討

Degradation mechanism of bending load cycle test for crystalline silicon photovoltaic modules

PVTEC¹, エスペック (株)², 産総研³, ○鈴木 聡^{1,2}, 棚橋 紀悟², 土井 卓也³, 増田 淳³
PVTEC¹, ESPEC Corp.², AIST³, °Soh Suzuki^{1,2}, Tadanori Tanahashi², Takuya Doi³,
Atsushi Masuda³

E-mail: so-suzuki@espec.co.jp

結晶 Si 系太陽電池モジュールの寿命を評価する技術は確立されておらず、長期信頼性に関する評価手法が求められている。IEC61215 等に規定されている試験ではスクリーニング要素が大きく、長期信頼性を担保出来ないと考えられている。そのため、長期信頼性を確保するためには時間を延長した試験が行われており、試験時間が長いことが課題である。前回の春季講演会では、1 点若しくは 2 点の曲げ荷重を繰り返し行える試験機の開発を行い、機械式荷重試験を実施した結果を報告した。機械式荷重試験においては、荷重をかける面や試験温度によって劣化モードが異なることが分かった[1]。

本稿では、機械式荷重試験時のセルとインターコネクターについて、応力分布シミュレーションを実施し、機械式荷重試験の劣化モードについて検討を行ったので報告する。応力シミュレーションには ANSYS を用いた。計算条件として、応力解析温度を -20 °C、23 °C、80 °C とした。力荷重は 0.5 kN とし、ガラス面からとバックシート面から荷重を与えた。また、熱収縮による応力も考慮し、ラミネート時の 150 °C の状態を応力フリーとし、そこから各部材の熱収縮をシミュレーションに反映させた。解析対象は多結晶 Si 太陽電池 3 セルモジュールとし、X-Z 平面に対して対称であるため 1/2 となるモデルを構築した。境界条件として、下側の両端から 1/4 の地点を支点とした。左側は X 軸と Z 軸の変位を 0 とし、右側は Z 軸の変位を 0 とし拘束した。対称境界面 Y 軸の変位も 0 とし拘束した。荷重は 1/2 対称モデルであるため、セルとセルの間に -0.125 kN を与えた。荷重のステップとして、熱荷重を与えてから、力荷重を与えた。(Fig.1)

変形量の計算結果の例を Fig. 2 に示す。熱荷重だけを与えた場合は、温度差が支配的であり、熱

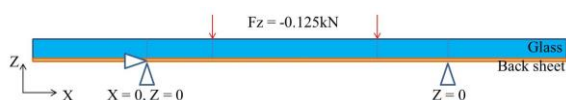


Fig. 1. Boundary conditions.

応力がフリーの状態から温度差が大きいほどモジュールの端部付近には大きな引張応力が働き、ガラス側に反っていることが分かった。(Fig. 2 a) 熱荷重+力荷重を与えた場合は力荷重が支配的になり、熱荷重と力荷重の和によって変形量が表されるため、荷重面と温度によって、変形量に差が見られることが分かった。(Fig. 2 b)

インターコネクターの最大応力点の計算結果の例を Fig. 3 に示す。-20°C と 23°C の時は、熱荷重だけの場合はガラス側のセル端部付近でかつ、接合していない部分に応力点があるが、力荷重を与えると力をかけているセル間の部分に応力点が移動することが分かった。80°C の場合は熱荷重と力荷重の応力点はほぼ同じで、力をかけているセル間の部分に応力点があることがわかった。また、荷重面と温度により伝わる応力の大きさが異なり、80°C におけるバックシート面からの荷重が今回の最大応力であることが分かった。これは、温度の上昇により EVA が柔らかくなったため、力荷重がインターコネクターに伝わり易かったことを示しており、曲げ試験機で得られた知見と一致することが示された。

謝辞

本研究は、新エネルギー・産業技術総合開発機構からの委託研究「発電量評価技術等の開発・信頼性及び寿命評価技術の開発」の一環として実施した。関係各位に感謝の意を表する。

[1] 鈴木 聡 他, 第 61 回応用物理学会春季学術講演会: 19a-E12-2 (2014).

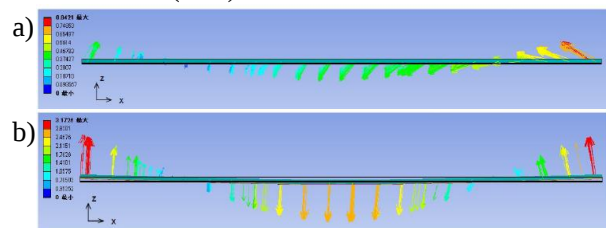


Fig. 2. Results of displacement. (-20°C)

a) only temperature b) temperature + stress

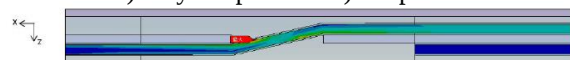


Fig. 3. Result of maximum stress point. (80°C)