

結晶シリコン PV モジュールの高温高湿試験における劣化要因

Identification of Degradation Factors in Damp Heat Testing of c-Si PV Modules

エスベック¹, 産総研² 鈴木 聡¹、尾花 英一郎¹、増田 淳²、土井 卓也²、[○]棚橋 紀悟¹ESPEC CORP.¹, AIST², Soh Suzuki¹, Eiichiro Obana¹, Atsushi Masuda², Takuya Doi²,[○]Tadanori Tanahashi¹

E-mail: t-tanahashi@espec.co.jp

【緒言】

高温高湿試験法は、PV モジュール信頼性試験の開発当初より、屋外曝露試験を加速する試験方法として幅広く利用されてきている。この試験法を利用することで、85 °C/85% RH 試験条件での 1,000 時間試験が、フロリダでの屋外曝露：20 年に相当するとの研究成果が 1980 年代に発表されたことは有名である。

しかし、この高温高湿試験の劣化メカニズムについての明確な結論は得られていない。本検討では、最新のセルや部材により作製した PV モジュールについて、高温高湿試験による劣化要因の同定と定量化を試みた。

【試料と方法】

銅を芯材とするリボンを手付けした PV セル (156 x 156 mm²) を、ガラス・EVA・バックシート (T/P/T) によりラミネートした 1 セルモジュールを作製した (フレーム設置・エッジシールは行っていない)。この試料モジュールを、異なる温湿度条件 (65 °C/85% RH、85 °C/85% RH、95 °C/95% RH、105 °C/100% RH、120 °C/100% RH) に保持し、発電特性 (I-V パラメータ) を測定するとともに、EL 撮像を実施した。試験時間は、最大 1,000 時間とし、発電特性の大きな低下が生じた場合は中止した。

【結果と考察】

①発電特性変化

I-V 特性測定により得られた最大電力 ($P_{\max}$) は、各試験条件とも時間経過とともに減少した。また、温度ストレスの増大とともに劣化が増大することが確認された。ただし、120 °C/100% RH 条件においては、バックシートの崩落が生じることも観察され、過大な温湿度ストレス条件では異なる劣化メカニズムを含む可能性が示された。

この $P_{\max}$ 低下と他の I-V パラメータの低下を相関解析したところ、 $P_{\max}$ 低下と I_{sc} 変化および V_{oc} 変化は全く相関していないが、FF 低下とは極めて強い相関を示した。屋外曝露でも長

期間曝露を行った際には類似の劣化傾向を示すことから、高温高湿試験は長期信頼性確認の有力な方法である点が、改めて確認できた。

②劣化要因の定量化検討

上記した $P_{\max}$ 低下と FF 低下の強い相関について、直列抵抗成分と並列抵抗成分の分離を行い、温度ストレスに対するそれらの感受性を検討するために、直列抵抗成分として V_{pm}/V_{oc} を、並列抵抗成分として I_{pm}/I_{sc} を各々の指標として相関解析を実施した。その結果、温度ストレス変化に対して、並列抵抗成分が直列抵抗成分の約 2 倍の感受性を持つことが明らかとなった。

③EL 像変化

上記した 120 °C/100% RH 条件を除き、今回検討した高温高湿ストレス条件においては、EL 像の大きな変化は観察できなかった。これは、温湿度ストレスにより、セル・フィンなどには大きな劣化が生じていない可能性を示している。

【結論】

これらの結果から、高温高湿試験における温湿度ストレスは、その増大とともに PV モジュールの発電性能の低下を加速し、その劣化加速には FF 低下が大きく寄与していることが示された。また、温湿度ストレスの変化により、並列抵抗成分が直列抵抗成分に比して大きく変動することが示された。ただし、これら抵抗成分の変化の絶対値としての寄与は明らかにすることは出来ていない。今後は、直列抵抗成分が一定のオフセットを持つことで温湿度ストレス感受性が低下している可能性などを検討したいと考えている。

【謝辞】

本研究は、産総研「第Ⅱ期 高信頼性太陽電池モジュール開発・評価コンソーシアム」プロジェクトの一環として実施された。ご協力いただいた各位に深謝いたします。