

博士論文

太陽光発電パネル用バックシートフィルムの
耐久性評価および部分放電による劣化評価方法の検討

井口 昭則

要 旨

太陽光発電システムは実用化されてから既に 20 年以上の歴史があり、地球温暖化対策のひとつとしてドイツやスペインを中心とした欧州連合 (EU) では再生エネルギー買い取り制度の導入によって、太陽光発電システムの設置が急激に増加し、世界的にかつてないほどの急激な普及を遂げてきている。日本においても、家庭用はもとより学校はじめ図書館などの公共施設に太陽光発電システムが次々に導入されてきた。更に、2011 年に発生した東日本大震災による「脱原子力発電政策」等による再生エネルギーの 20 年間の固定価格買い取り制度(2012 年)の導入によって家庭用、公共施設は元より、工場などの産業用まで幅広く太陽光発電システムが検討されており、産業用では企業内にメガソーラ事業を興すなど大規模な太陽光発電システムが次々と導入され、2050 年には設備容量が 2 億 kW に達すると予想されている。一方、太陽光発電システムは一般に 20 年以上の寿命が要求されているが、壁面や屋根の上に設置される場合が多く、日常点検や管理は容易でない上に、使用中に発電量の低下したものが発生している。しかし、この低下が日照時間等の天候によるものなのか、太陽光発電パネル (以下 PV パネルと略す) の性能低下によるものなのか判断することは困難である。太陽光発電の計測データを解析すること以外で、その性能低下を判断する方法がほとんどないのが現状である。

そこで、本研究では、発電量の低下の原因の第一要因である PV パネルを構成するバックシートの損傷、劣化の原因究明と健全性を確認するための非破壊による診断方法を確立し、設置現場でパネルの健全性評価に資することを目的とした。

本論文は、全 5 章で構成され、各章の構成は以下の通りである。

第 1 章では緒論として、本研究の背景、目的と意義、そして本研究に至った経緯を述べた。

第 2 章では、まず実際に実用化されて 3~6 年間現場に設置されていた PV パネルの発電性能を調査した。約 3 年間の現場設置ですでに発電性能が初期性能の 82~87 % に低下していることがわかっている PV パネルを入手した。更にそれらの PV パネルから採取したバックシートから試験片を切り出し、バックシートの材料強度の低下を引張試験等にて確認した。SEM にて引張試験後の破断面の観察を行い、さらに FT-IR 測定装置、DSC 測定装置およびレーザーラマン分光測定装置を用いて、バックシートの加水分解の程度や結晶化の進展からその劣化度合いを評価した。その結果、3 年間設置されたバックシートは、外表面側から内表面側へ加水分解が進行していることがわかった。また、外表面側より内表面側から結晶化が進行していたことも明らかとなった。現場設置された稼働中の PV パネルのバックシートは、実使用環境での劣化度を評価することが可能であることを示した。

第 3 章では、実際に現場に 8 年間設置された PV パネルのバックシートと市販されている PV パネル用のバックシートを用いて、温水浸漬試験および高温高湿試験による促進劣化を行い、それらの機械的特性および部分放電開始電圧と部分放電回数について検討した。その結果、現場に 8 年間設置された PV パネルのバックシートの劣化度合いに対して市販の PV パネルバックシート材料である PET フィルムの促進劣化評価試験法が有用であることを示した。

第 4 章では温水浸漬試験および高温高湿度試験の促進劣化試験評価法の妥当性について検討した。その結果、PV パネルのバックシートの材料である PET フィルムの加水分解劣化が進行すると、フィルム内部に微細な空洞やき裂が生じて絶縁抵抗および部分放電開始

電圧が低下し、部分放電容量が最大となるピーク電圧も低下することを明らかにした。また、PET フィルムの引張試験による破断強度や破断伸び等の機械的評価、部分放電による電氣的評価、および熱分析・分光分析による物性と構造との関係を明らかにした。

第 5 章では、本論文の結論を述べた。