太陽電池モジュールの接続不良検出技術の基礎検討

Basic examination of detection technology having poor connection of PV modules

-Impedance measurement of connector between PV modules

○木村太一1,長尾力2,西川省吾3

*Taichi Kimura¹, Chikara Nagao², Shogo Nishikawa ³

Abstract: A water proof connector is used for the connection between PV modules, but all the connection work is performed on site. And connection points may be over 10,000 in a large-scale PV system. The risk such as overheat with increase of contact resistance by inundation is concerned about when the connection of the connector is insufficient. We focus on poor connection of PV modules in this study, and we measured vector trace of the impedance changing a contact rate of the connector. Purpose is development of fault detection technology from vector trace. In this report, we show the summary which we investigated a change of the impedance of the connector simple substance and the connector between PV modules by the poor connection of connector by experiments.

1. はじめに

一般的に太陽電池(PV)モジュール間の接続には防 ホコネクタが使用されているが,接続作業は全て現地 で行われる.そして,メガソーラーにおいては接続箇 所が1万を超えることもある.もし,コネクタの接続 が不十分であると浸水や接触抵抗の増加に伴う発熱 などの危険性が懸念される。⁽¹⁾

本研究では PV モジュールの接続不良に注目してコ ネクタの接触率を変化させた時のインピーダンスの ベクトル軌跡を測定し,その結果を用いて故障検出技 術を開発するのが目的である。

本稿では、コネクタ単体とモジュール間のコネクタ の接続不良によるインピーダンスの変化を実験によ り調査した概要を示す。

2. 実施内容

コネクタ単体の接触率を変化させた時と2直列に したモジュール間のコネクタの接触率を変化させた 時のインピーダンスのベクトル軌跡を測定した。 <2.1> コネクタ, PV モジュールの仕様

Гa	bl	le l		S	peci	ficat	ic	ns	of	the	cor	nnec	tor
----	----	------	--	---	------	-------	----	----	----	-----	-----	------	-----

Short circuit current	Length of a conductor [mm]	Diameter of a conductor [mm]		
MAX 30A	11.50	4.00		



Figure 1. The appearance and the enlarged section of a connector

コネクタの仕様を Table1,外観及び断面を Figure1 に示す.またモジュールの仕様は Table2 に示す。今回 使用したコネクタは、電極部分が薄く、プラスチック で覆われていることが特徴である。

Table2. Specifications of the PV module

Maximum output [W]	100
Nominal open-circuit voltage [V]	15.4
A nominal short-circuit current [A]	8.6
Maximum output operating voltage [V]	12.4
Maximum power current [A]	8.07
Number of cells	25

<2.2>測定方法

接触率の変化によるコネクタ単体と2直列のモジ ュール間のコネクタのインピーダンスの変化をLCR メータを用いて調査した。測定回路はそれぞれFigure2, 3に示す。実験では、コネクタの接触率をFigure1の ように導体の差し込む長さによって100%,46%,14% とし、周波数を1m~50kHzに変化させた時の各接触 率のインピーダンスを測定した。またモジュールの測 定では、Figure2の仕様のモジュール2枚を直列に接 続して、モジュール間のコネクタの接触率を変化させ、 インピーダンスの周波数特性を調査した。



Figure2. Experiment circuit of connector

1:日大理工・学部・電気 2:日大理工・院(前)・電気 3:日大理工・教員・電気



Figure3. Experiment circuit of string

3.結果

<3.1>コネクタ単体のインピーダンス変化 コネクタ単体の各接触率におけるインピーダンス のベクトル軌跡を Figure4 に示す。



 $(f=1m\sim 50kHz)$

Figure4 より,周波数 f=1m~30Hz の範囲では接触率 14%の時の抵抗が 3.09m Ω と最も高くなり,接触率 46%の時が 2.47m Ω , 100%の時が 2.39m Ω とほとんど 同じとなった。これはコネクタを引き抜くことでコネ クタ間の接触抵抗が増加してしまうためである。周波 数 f=1m~30Hz の場合は周波数が高くなると抵抗は常 に一定となり,リアクタンス成分は不規則に増加・減 少した。周波数 f=50m~50kHz の場合は周波数が高く なると抵抗,リアクタンス共に周波数に比例して増加 することがわかる。また接触率 46%の場合は抵抗成分 が最も大きく変化した。周波数 f =50kHz 時の接触率 46%の抵抗は 10.1m Ω ,接触率 100%の抵抗は 3.47m Ω である。

<3.2>2直列モジュールのインピーダンス変化

2 直列にしたモジュール間のコネクタの接触率を変 化させた時の 2 直列モジュールのインピーダンスの ベクトル軌跡を Figure5 に示す。Figure5 より,周波数 が高くなるにつれて抵抗,リアクタンス共に減少して いる。そして最終的に 0Ωに収束し,ベクトル軌跡が 半円となっていることがわかる。このベクトル軌跡の 特徴より,モジュールは Figure6 のような抵抗 R とキ ャパシタンス C の並列回路で構成されていることが 考えられる。測定開始直後の周波数 f=1mHz の時は各 接触率共にインダクタンスが 0Ωに近い値となった。 高周波数帯と低周波数帯を比較してみると,高周波数 帯では各接触率の抵抗,リアクタンス値が同じとなり 接触率ごとの差を見つけることができなかったが,低 周波数帯 f=1mHz の時の各接触率の抵抗成分は14%が 3180Ω,46%が2980Ω,100%が2720Ωとなり,低周 波数帯では各接触率の抵抗成分の値に違いが見られ た。





また Figure4,5 を比較するとコネクタに比べてモジ ュールのインピーダンスが大きく,Figure5 ではコネ クタの接触率を変化させてもインピーダンスのベク トル軌跡の形状に変化を確認することができなかっ た。 Besistance



Figure6. RC Parallel circuit

4.まとめ

コネクタの接続不良検出技術の検討のため, コネク タ単体の接触率を変化させた時と2直列にしたモジ ュール間のコネクタの接触率を変化させた時のイン ピーダンスのベクトル軌跡の測定を行った。その結果 より, コネクタ単体の測定では,低周波帯で各接触率 の抵抗の差があまり見られず,高周波数帯で周波数が 高くなるにつれて接触率46%と100%の抵抗の差が最 も大きくなることがわかった。2直列モジュールの測 定では,周波数が高くなるにつれて抵抗,リアクタン ス共に減少していき0Ωに収束していくことがわかっ た。2直列モジュールのベクトル軌跡は半円となり, ベクトル軌跡の性質より,誘導性リアクタンスである ことがわかった。また低周波数帯は高周波数帯に比べ て各接触率の抵抗値に違いが見られることがわかっ た。

5. 参考文献

[1] 山中直紀、高橋克也、西川省吾「PV モジュールコ ネクタの接続不良による影響」平成 25 年 電気学会 全国大会 7-063