

太陽電池モジュールの互換性に関する研究  
-ストリング間の開放電圧の違いによる逆電圧の発生状況-  
Study on Interrelationship of PV Modules

-Situation of Occurrence of Reverse Voltage by Difference in Open Circuit Voltage between Strings-

○常世田昌幸<sup>1</sup>, 蠟山成司<sup>1</sup>, 石澤崇晃<sup>1</sup>, 寺田卓史<sup>1</sup>, 高橋克弥<sup>2</sup>, 西川省吾<sup>3</sup>

\*Masayuki Tokoyoda<sup>1</sup>, Seiji Rouyama<sup>1</sup>, Takaaki Ishizawa<sup>1</sup>, Takushi Terada<sup>1</sup>, Katsuya Takahashi<sup>2</sup>, Shogo Nishikawa<sup>3</sup>

Abstract: Some PV modules were damaged, if it exchanges for the module which differs in an electrical property to a basic module when it is difficult to exchange for the module of the same electrical property, Different Module will usually have prevented reverse voltage with the bypass diode which were connected to the module, but when an element deteriorated and breaks down, reverse voltage is built over a different-species module, and there is danger of generation of heat and ignition. This paper reports the result of having investigated the influence which the difference in the open circuit voltage between strings has the situation of occurrence of reverse voltage.

1. はじめに

設置後長期間経過した太陽電池アレイの一部のモジュールが破損した場合, 同一型式のモジュール (以下, 基本モジュール) と交換することが困難な可能性がある. もし, 基本モジュールに対して電気特性の異なるモジュール (以下, 異種モジュール) と交換すると, 通常は逆電圧をモジュールに接続されたバイパスダイオードで防止しているが, ダイオードが故障した場合, 異種モジュールに逆電圧がかかり発熱, 発火の危険性がある. このため, 本研究ではどの程度まで性能の異なるモジュールを組み合わせても問題ないか判断基準を明らかにすることを目的とする.

本稿では, ストリング間の開放電圧の違いが逆電圧の発生状況に与える影響の調査結果を報告する.

2. 実施内容

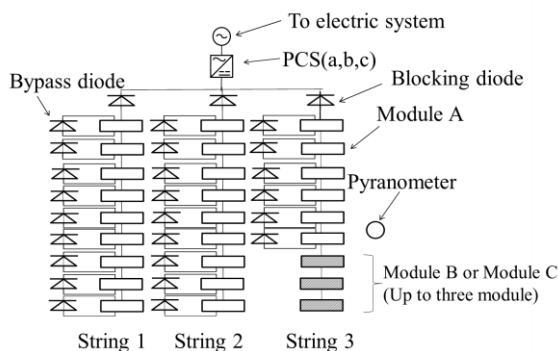


Figure 1. Figure of array composition

< 2. 1 > 試験設備

Figure1 に示すように試験設備はストリング 1, 2 には基本モジュール 9 枚を直列接続し, ストリング 3 は異種モジュールの枚数を 1~3 枚接続し, 基本モジュールと合わせて 9 枚直列になるように接続する. 基本モ

ジュールにはバイパスダイオードを接続し, 異種モジュールには接続していない. 各ストリングには逆流防止ダイオードを接続した. また, 今回は異種モジュール電圧を 1 秒間隔で計測したデータを用いた. パワーコンディショナ (以下, PCS) は a 社, b 社, c 社と 1 台ずつ切り替えて調査した.

< 2. 2 > モジュールの仕様

Table1 にモジュールの仕様を示す. また Table2 に基本モジュール(A)9 枚を接続した場合と異種モジュール(B, C)を接続した場合のストリング 3 の開放電圧を示す. ストリング 1,2 に対するストリング 3 の開放電圧の比を kv とし, 式(1)のとおり定義した.

Table 1. Specification of modules

	Module A	Module B	Module C
Use	Basic	Different ①	Different ②
Open circuit voltage [V]	25.61	32.70	50.90
Short circuit current [A]	8.21	5.50	5.57
Maximum power [W]	153	132	210

Table 2. Open circuit voltage of string 3

Constitution of String 3	Voc[V]	kv
Module A*9	230.49	1.00
Module A*8+Module B*1	237.58	1.03
Module A*8+Module C*1	255.78	1.11
Module A*7+Module C*2	281.07	1.22
Module A*6+Module C*3	306.36	1.33

$$kv = \frac{\text{Voc of the string3}}{\text{Voc of string1,2}} \quad (1)$$

< 2. 3 > 調査内容

逆電圧の発生確率を求める式を示す。逆電圧は大きさによらず 1 秒でも発生した場合に有効とした。

$$\frac{\text{逆電圧データ数}}{\text{異種モジュール電圧の全データ数}} \times 100[\%] \quad (2)$$

3. 結果

< 3. 1 > 逆電圧発生確率

Figure2 に各 PCS における kv の違いによる逆電圧発生確率を示す。

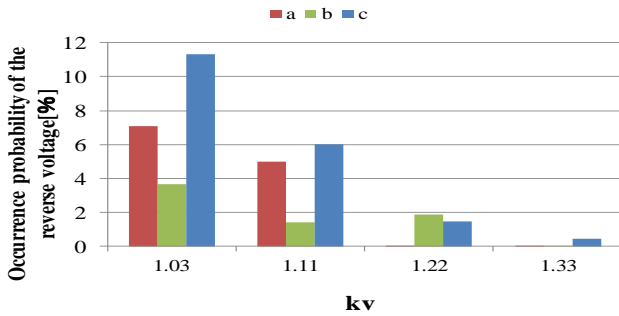


Figure 2. Occurrence probability of reverse voltage

Figure2 より、PCS ごとに見ると kv が 1.03 の時が逆電圧発生確率は一番高く、kv を増加させるごとに逆電圧発生確率は下がっていることが分かる。

Figure3 に kv が 1.03, Figure4 に kv が 1.22 の時の PCS (a) のアレイ全体の P-V カーブの例を示す。

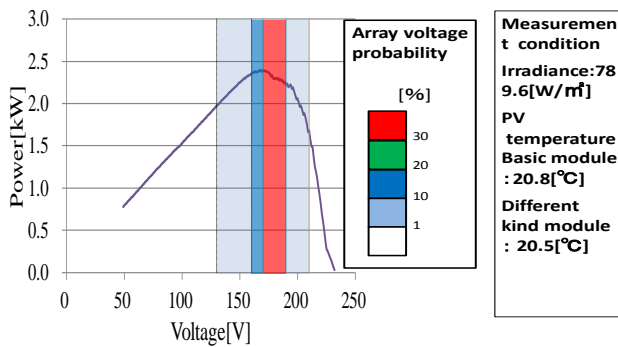


Figure 3. P-V curve (kv=1.03)

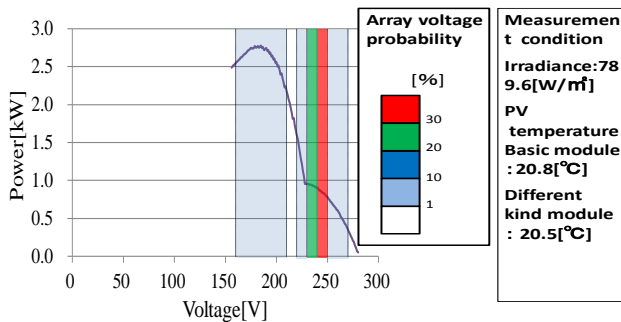


Figure 4. P-V curve (kv=1.22)

Figure3 よりストリング 1, 2 とストリング 3 に開放電圧の差がほとんどないため電力のピークは 1 つになるが、Figure4 のように開放電圧の大きい Module C を 2 枚接続した場合は電力のピークは高電圧側と低電圧側に分かれる。Figure 3 と Figure 4 から、電力のピークが 2 つある場合、高電圧側での制御が行われる確率が高いので、kv が大きくなるほど逆電圧の発生確率は減少することが分かる。

各 PCS を比較すると PCS (c) は逆電圧発生確率が高いことが分かる。これは PCS (a), PCS (b) に対し低電圧側で制御している確率が高いためである。

< 3. 2 > 出力の比較

Figure5 に kv が 1.22 の場合、出力を比較したグラフの一例を示す。低電圧側でのピーク出力は 2.75kW に対し、高電圧側ではピーク出力は 0.825kW であり、1.93kW の出力の差があるので発電量の観点から言えば単に開放電圧の高い異種モジュールを接続すればよいというわけではない。

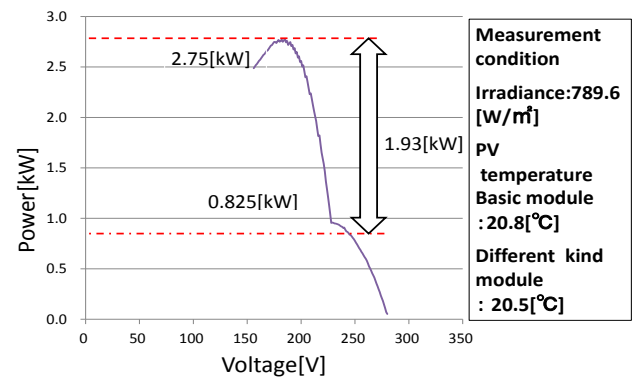


Figure5. Comparison of power

4. まとめ

各 PCS において kv を変化させるとストリング 3 の開放電圧が高くなるにつれて逆電圧の発生確率は減少していった。これは開放電圧の高い異種モジュールを接続すると電力のピークが高電圧側と低電圧側の 2 つになり、アレイ動作電圧の分布が赤いところで PCS が一番制御しており PCS は高電圧側で制御しているので電流は小さいため逆電圧の発生確率は減少した。

高電圧側と低電圧側で電力のピークが分かれた際、高電圧側で制御しているので逆電圧の発生確率は減少するが出力は大幅に減少するので開放電圧の高い異種モジュールを単に接続すればよいというわけではない。