

L-12

太陽電池モジュールの互換性に関する研究
逆電圧と損失の発生状況

Study on Interchangeability of Photovoltaic Modules
Situation of Occurrence of Backward Voltage and Power Loss

○高橋克弥¹, 鴨居洋明², 西川省吾³

*Katsuya Takahashi¹, Hiroaki Kamoi², Shogo Nishikawa³

Abstract: When it constitutes photovoltaic array connected with different modules, backward voltage may occur in it. Usually, the bypass device connected to the module prevents backward voltage. The situation of the occurrence of the backward voltage is different according to the difference of the MPPT control of PCS. In this study, it aims at clarifying tolerance level of the difference in the performance of the module in which combination is possible. In this report, since a backward voltage and power loss were investigated, it reports, in order to estimate the danger of modular overheating and damage by fire.

1. はじめに

太陽光発電システムは、性能・安全性の観点から同一型式のモジュールで構成することが一般的である。したがってアレイ構成後、自然災害や人災等により一部のモジュールが破損した場合にも、同じ電気特性のモジュールと交換すべきであるが、生産終了や劣化による特性変化などにより異なる電気特性のモジュール(以下、異種モジュール)と交換する可能性がある。この場合、バイパスダイオード(以下、Db)が劣化等により正常に動作しないと異種モジュールに逆電圧が発生し、過熱・焼損の危険性が懸念される。

これまで筆者らは逆電圧の発生状況について調査し、パワーコンディショナ(以下、PCS)の最大出力点追従制御(以下、MPPT 制御)の違いが逆電圧の発生状況に影響を与えることを確認した^{[1][2][3]}。

本稿では、モジュールの破損・焼損の危険性を評価するため、モジュールの逆電圧と損失の発生状況について調査したので報告する。

2. 逆電圧発生原理

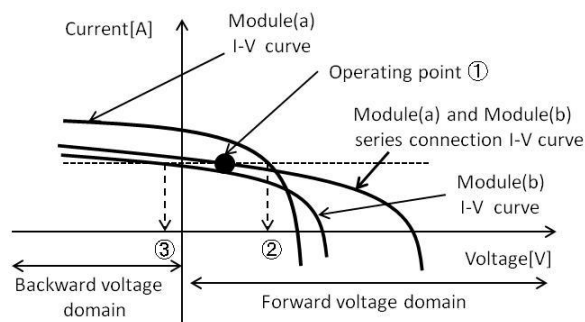


Figure 1. Backward voltade generating principle

Figure1 は Module(a)に対して短絡電流の小さい Module(b)を直列接続する場合の I-V カーブを示したものである。太陽電池の出力はこの I-V カーブ上の動作点の位置で決まり、直列回路の動作点が①にある場合、Module(a)には順電圧②が発生するが、短絡電流の小さい Module(b)には逆電圧③が発生する。

3. PCS の MPPT 制御

一般に PCS は太陽電池側の出力を最大限引き出すための MPPT 制御を行う。MPPT 制御とは動作電圧、動作電流より出力を計算し、最大出力点に動作点を变化させる制御である。

PCS(A)はアレイ電流の変化に対してアレイ電圧を緩やかに変化させる制御であるのに対し、PCS(B)、PCS(C)はアレイ電圧を急速に変化させる制御を行う特徴がある。このような MPPT 制御の違いにより逆電圧の発生状況が異なる^{[1][2][3]}。

4. 実施内容

<4・1> 実証試験設備

試験設備構成を Figure1 に、モジュール及び PCS の仕様を Table1,Table2 に示す。

モジュール 9 枚を直列接続したものをストリングとし、これを 3 並列接続した合計 27 枚のモジュールでアレイを構成した。なお、ストリング 3 には異種モジュールを 1 枚入れ、Db は取り外した。

計測項目は異種モジュール電圧、ストリング 3 電流であり、計測間隔は 1s である。

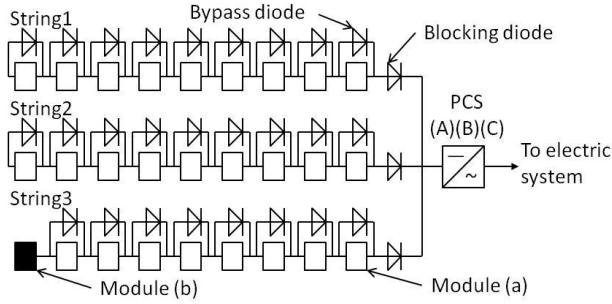


Figure 2. Configuration of test facility

Table 1. Specification of the module

	a	b
Open circuit voltage[V]	25.61	32.70
Short circuit current[A]	8.21	5.50
Maximum power[W]	153	132

Table 2. Specification of the PCS

	A	B	C
Rated capacity[kW]	4.0	4.0	3.3
Rated input voltage[V]	DC250	DC250	DC250
Range of input voltage[V]	DC100 ~370	DC70 ~380	DC115 ~380

<4・2> 調査方法

I 逆電圧の定義

大きさによらず 1s でも発生した場合は有効とした。

II 調査対象時間

比較的アレイ電流の大きい 10 時~13 時とした。

III 計算方法

i) 逆電圧別発生確率

逆電圧別発生確率を次式で定義する。

$$\frac{\text{逆電圧別のデータ数}}{\text{逆電圧の全データ数}} \times 100 [\%] \quad (1)$$

ii) 損失量別発生確率

損失量別発生確率を次式で定義する。

$$\frac{\text{損失量別のデータ数}}{\text{損失量の全データ数}} \times 100 [\%] \quad (2)$$

5. 結果

<5・1> 逆電圧別発生確率

逆電圧 V_d の発生確率を Figure3 に示す。

Figure3 より逆電圧は 20V 未満の範囲で多く発生した。特に PCS(A)及び PCS(C)ではほとんどの逆電圧が同範囲で収まった。一方, PCS(B)では確率が低いながら 20V 以上の範囲でも比較的多く発生した。これは各 PCS の MPPT 制御の違いによるものと考えられる。

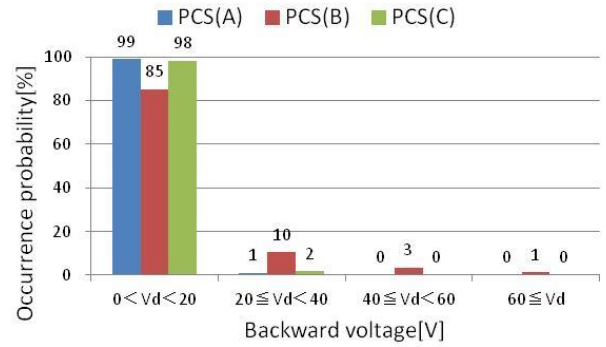


Figure 3. Occurrence probability of the backward voltage

<5・2> 損失量別発生確率

損失量 W の発生確率を Figure4 に示す。

Figure4 より PCS によらず損失量は 10Wh 未満の範囲で多く発生した。また、確率が低いながら 10Wh 以上の範囲で発生している場合もあり、最大損失量は PCS(A)では 36.9Wh, PCS(B)では 19.9Wh, PCS(C)では 9.8Wh を観測した。

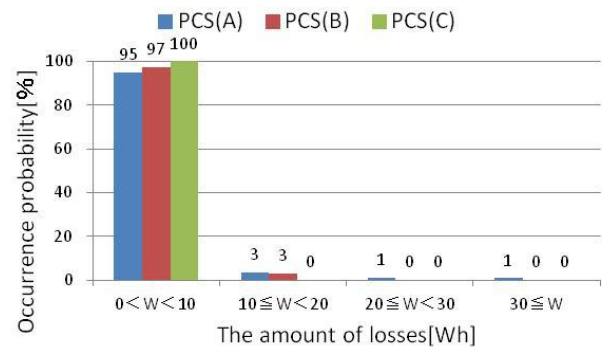


Figure 4. Occurrence probability of the amount of losses

6. まとめ

今回はモジュールの破損・焼損の危険性を評価するため、モジュールの逆電圧と損失の発生状況について調査した。

今後は損失量と温度上昇の関係を明らかにする。

なお、本研究は NEDO 技術開発機構の委託事業「太陽電池評価技術の研究開発」において検討したものである。

7. 参考文献

[1] 鴨居洋明 他:平成 22 年電気学会 電力・エネルギー部門 150
 [2] 鴨居洋明 他:平成 23 年電気学会 全国大会 7-041.
 [3] 鴨居洋明 他:平成 23 年日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会合同研究発表会 64