

結晶系太陽電池モジュールの互換性に関する実験的検討

- 気象条件の違いが逆電圧発生状況に与える影響 -

Study on Interchangeability of Crystalline PV Modules

Influence of Difference of Weather Conditions

○コウエイ¹, 粕谷彰紀¹, 山中直紀², 高橋克弥², 西川省吾³

*Ei Ko¹, Akinori Kasuya¹, Naoki Yamanaka², Katsuya Takahashi², Shogo Nishikawa³

Abstract: When other constitutes photovoltaic array connected with different modules, backward voltage may occur in it. 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, we show the influence to the occurrence probability of backward voltage when the weather conditions were different.

1. はじめに

長期間設置された太陽電池モジュールが、自然災害等で破損した場合、生産終了などで設置当初のモジュールと同じ電気特性のものを用意できない可能性がある。

元のモジュール（以下、基本モジュール）に対して交換したモジュール（以下、異種モジュール）の短絡電流（以下、Isc）が小さいと、異種モジュールに逆電圧が発生し、過熱や発火などの危険性がある。

本研究の目的は、このような危険性を抑えて、交換可能なモジュールの電気特性の許容範囲を実証試験により明らかにすることである。

本稿では、気象状況の違いが逆電圧発生状況に与える影響と逆電圧発生時のアレイ電圧動作分布について、調査した結果を報告する。

2. 実施内容

< 2. 1 > 試験設備と仕様

Figure1 に実証試験設備を示す。9枚のモジュールを直列接続したものをストリングとし、ストリングを三並列してアレイを構成した。ストリング3の1枚を異種モジュールに入れ替え、バイパスダイオード(以下、Db)を取り外した。主な計測項目は、傾斜面全天日射強度、アレイ電圧、アレイ電流、異種モジュール電圧などである。

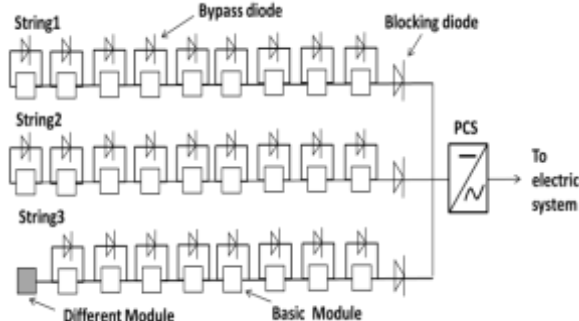


Figure 1. Configuration of test facility

次に、Table1 と Table2 に各モジュールとパワーコンディショナ（以下、PCS）の仕様を示す。

Table 1. Specification of the modules

Use	a	b	c
	Basic	Different	
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

ここで、Module(a)は基本モジュールで、Module(b),(c)は異種モジュールである。

Table 2. Specification of the PCSes

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

< 2. 2 > 調査方法

< 2. 2. 1 > 日射強度別の逆電圧発生率の調査

逆電圧は負電圧と定義し、1秒でも発生した場合有効とした。調査時間は、日射強度が比較的強い10時~13時とした。逆電圧発生率の計算方法は次式である。

$$\frac{\text{逆電圧のデータ数[個]}}{\text{異種モジュール電圧の全データ数[個]}} \times 100[\%]$$

日射強度 400W/m²未満を低日射、400W/m²以上を高日射として、上式を使って、逆電圧発生率を比較した。

3. 結果

Figure2 を見ると、日射強度が大きい時の方が、逆電圧発生率が高いことがわかる。

PCS(A)の場合、日射強度が大きい時、逆電圧発生率が桁違いに高くなる。また、PCS(B)の場合、逆電圧発生率の差が他のPCSと比較して小さく、逆電圧が発生しにくい。一方、PCS(C)の場合、日射強度が大きい時小さい時とも

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

に逆電圧発生率は高い。

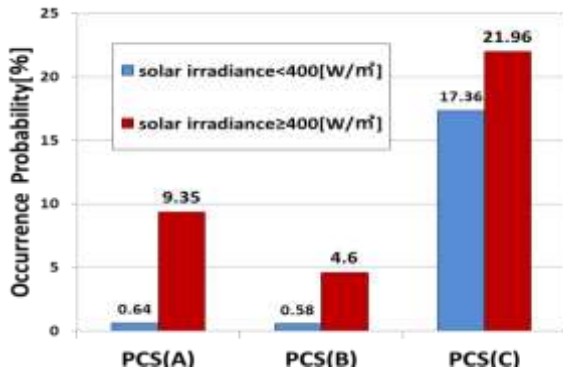


Figure 2. Occurrence probability of the Module(b)'s backward voltage

Figure 3 と Figure 4 は、逆電圧が発生した時のアレイ電圧動作分布である。Figure 3 は低日射の時、Figure 4 は高日射の時である。動作電圧は、低日射の時のほうが低い、高日射の時は高い。モジュール別で比較すると、Module(b)の方が動作電圧は高く、Module(c)の方では、動作電圧は低い傾向が見られる。

Figure 5 と Figure 6 は、各種 PCS で逆電圧が発生した時のアレイ電圧動作分布の比較である。Figure 5 は低日射の時、Figure 6 は高日射の時である。こちらも動作電圧は低日射の時のほうが小さく、高日射の時は大きい。PCS 別で比較すると、PCS(B)は他と比較して作動電圧が高く、PCS(A)と PCS(C)は作動電圧が低いことがわかる。

Figure 2 の逆電圧発生確率と照らし合わせると、PCS(A)と PCS(B)は低日射時の作動電圧がある程度の範囲でままとまっているのに対して、PCS(C)は低日射時、高日射時共にまばらになっていることがわかる。

この変化の差は、PCS による最大出力点追従制御 (以下、MPPT 制御) の違いによるもので、PCS (B) の MPPT 制御の速度は速く、PCS (C) の制御速度は遅いからと考えられる。

4. まとめ

今回は気象条件の違いが逆電圧発生状況に与える影響、逆電圧発生時のアレイ電圧動作分布について調査した。

アレイ動作電圧は、低日射の時は低い傾向にあり、高日射の時は高い傾向であるであることを明らかにした。また、逆電圧が発生する時は、アレイ電圧が低い傾向にあり、特に低日射時に動作電圧が低いことを明らかにした。

5. 参考文献

[1] 高橋克弥他：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，平成 24 年，日本大学理工学部学術講演会

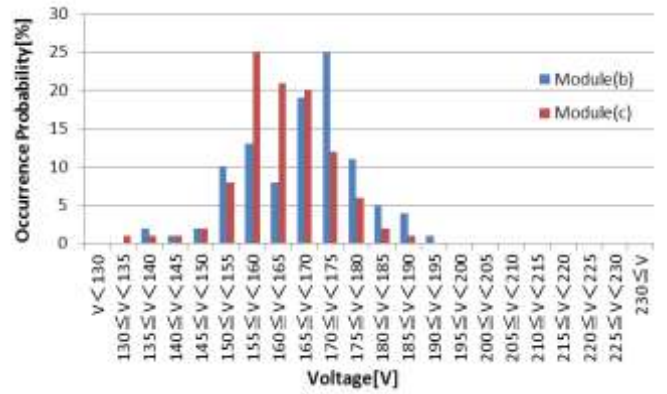


Figure 3. Distribution of the array voltage when the backward voltage occurred (PCS(B) solar irradiance $\le 400 [W/m^2]$

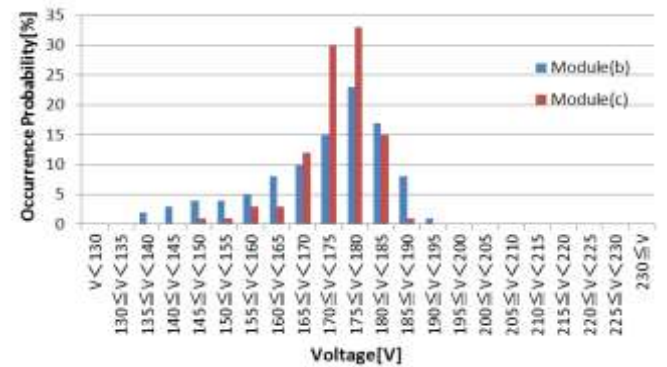


Figure 4. Distribution of the array voltage when the backward voltage occurred (Module(b) solar irradiance $\ge 400 [W/m^2]$

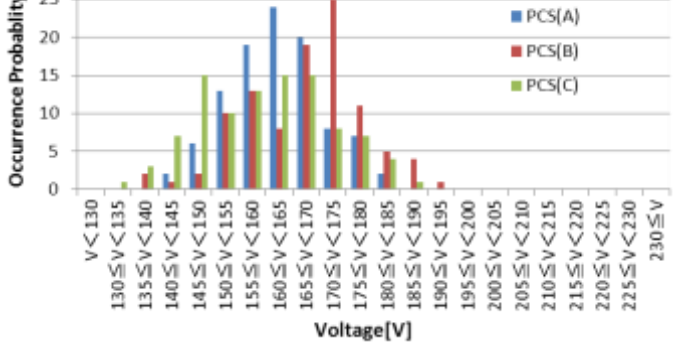


Figure 5. Distribution of the array voltage when the backward voltage occurred (Module(b) solar irradiance $\le 400 [W/m^2]$

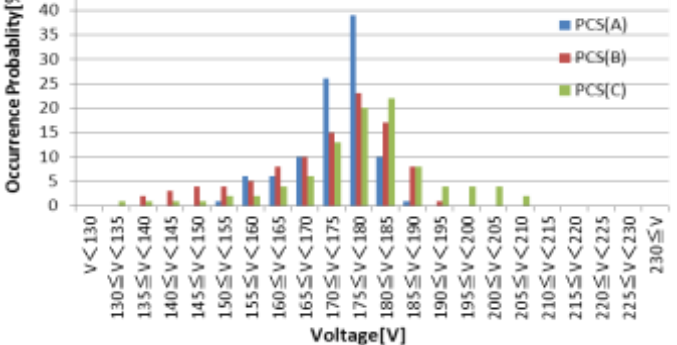


Figure 6. Distribution of the array voltage when the backward voltage occurred (Module(b) solar irradiance $\ge 400 [W/m^2]$