

太陽光発電システムの建築的利用に関する研究

(その1) 部分日陰が発電特性に及ぼす影響評価

正会員 松川 洋^{*1}
同 塩谷 正樹^{*2}
黒川 浩助^{*3}
杉浦 忠敏^{*4}

太陽光発電 部分日陰 発電特性

1. はじめに

近年、太陽光発電システムの建築的利用の多様化に伴い、太陽電池アレイの一部に日陰が生じたり、同一システム内で複数の異なる傾斜角や方位角を持つなど、複雑な形状の太陽光発電システムがたびたび見られるようになった。このようなシステムでは、建築条件により発電特性に不均一が生じ、太陽電池アレイ内の個々のモジュールの出力が異なるため、モジュールの配線方法によっては発電特性が大きく低下する。本報では、実システムと電氣的に等価な縮小モデル実験と簡易な「I-Vカーブの重ね合わせ法」¹⁾を用いたシミュレーションを行い、太陽電池アレイに生じる部分日陰が発電特性に及ぼす影響を評価した結果について報告する。

2. 縮小モデル実験の概要

(1) 実験目的

太陽光発電システムの出力特性を把握するには、実際のシステムを利用して測定するのが最も妥当である。しかし、日陰などの影響による特性の測定、あるいは配線による影響を評価するには、実在するシステムでは困難な点が多く、再現性が乏しい。そこで、本報では、実際のシステムと電氣的に等価な小型モジュール(以下「2分割セルモジュール」)を用いた太陽電池アレイの縮小モデルを作成し実験を行った。

(2) 縮小モデルの基本構成

アレイの基本構成は、モジュール4直列2並列とした。図2に、測定に用いたモジュールの外観を示す。本モジュールは、1枚のセルを2分割し、直列接続した太陽電池である。これは、同一面積で2倍の電圧を得るためである。低電圧の場合、相対的にダイオードの損失が大きくなるため、少しでも高い電圧が必要となる。表1に2分割セルモジュールの定格を示す。

(3) 計測システム

各モジュールには熱電対が装着されており、マルチレコーダで全ての2分割モジュールの温度及び外気温を測定することが可能である。また、セル測定用の電子負荷式I-Vカーブトレーサを用い、各アレイの出力特性を測定できる。日射強度は、サーモパイル型日

射計(EKO MS-801)で計測した。I-Vカーブトレーサの制御はパソコンにより行っている。さらに、配線の変更やバイパスダイオード及びブロッキングダイオードの挿入も容易にできる構造になっている。図1に実験装置を示す。写真のようにアルミカバーでセルを覆うことで、数々の日陰パターンを模擬している。



図1 実験装置外観

表1 2分割セルモジュールの定格

短絡電流	1.2[V]
開放電圧	1.95[A]
最大電力	1.65[W]
最適動作電圧	0.95[V]
最適動作電流	1.75[A]
直列抵抗	0.08[Ω]
曲線補正因子	0.001[/]
電流の温度係数	0.001[A/ °C]
電圧の温度係数	-0.004[V/ °C]



図2 2分割セルモジュールの外観

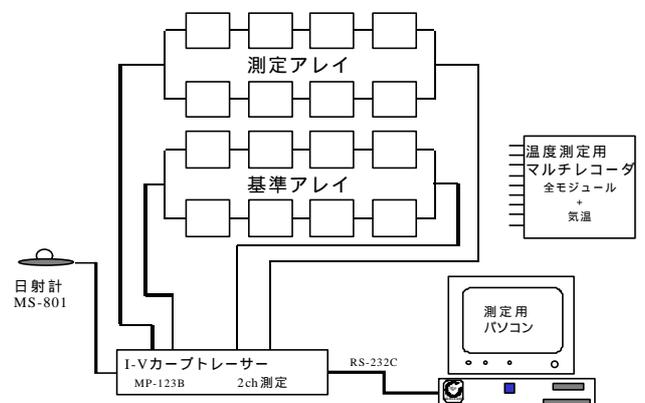


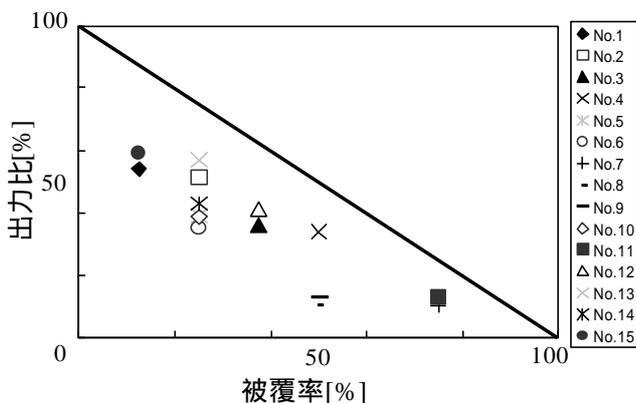
図3 計測システム

Research on architectural application of photovoltaic(PV) systems
(Part1)Evaluation of the relation between power outputs and partial shadowing

MATSUKAWA Hiroshi et al.

(3) 実験結果

太陽電池はアレイの日陰パターンによって、出力が大きく変わる。本実験では、2分割セルモジュールをアルミカバーで被覆し、全影と見なして15種類の日陰パターンについて測定を行った。アレイ面積に対するアルミカバーの面積の割合を「被覆率」と定義し、被覆率とアレイ出力比の関係を表した結果を図4に示す。図中の対角線を大きく下回った場合は、被覆率に対して出力が少ない事を示す。図5に、被覆率が同一(25%)で日陰位置の異なる場合の太陽電池出力を比較した結果を示す。同一ストリングスに部分日陰が生じた場合は、日陰面積に比例して出力が低下するが、複数のストリングスに横断して生じる場合は出力の低下が著しく、太陽電池アレイの結線に際して留意が必要である。



ここで、出力比 = 各パターンの P_{max} / 基準とした状態の P_{max}

図4 日陰パターンと太陽電池アレイ出力の関係

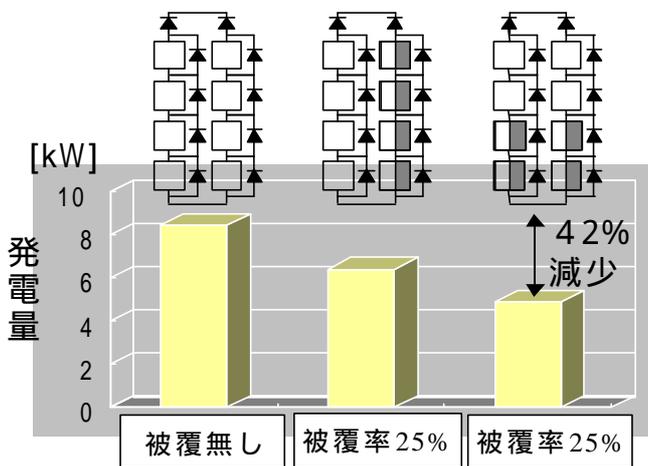


図5 日陰位置による出力比較(被覆率25%)

3. シミュレーション

(1) 手法の概要

本稿では、電流電圧特性(I-V特性)のシミュレーションを簡易的に行うことができる「I-Vカーブの重ね合わせ法」を用いた。以下に概要を示す。

入力パラメータは、モジュールの定格と、日射強度、モジュール温度である。プロットされたI-Vデータを入力することで計算できるが、I-Vデータが無い場合は、パラメータからI-Vカーブを発生させることもできる。また、バイパスダイオードやブロッキングダイオードを回路内に挿入する場合のダイオードの特性も考慮することが可能である。I-Vカーブを合成していく過程では、回路の構成に従って作図的にI-Vカーブを重ね合わせていくことで求めることが可能である。この手法では、単純に回路構成に従ったI-Vカーブの重ね合わせを行うだけなので、比較的正確かつ高速に計算できることが特徴である。

(2) 実測値による精度検証

図6に実測値とシミュレーションの比較、及び測定回路を示す。測定回路は、2分割セルモジュールのうち2枚をそれぞれ半分陰としたものである。なお、影は全影で2分割セルモジュール内にある2枚のセルを横断する形でかけたものである。グラフからも分かるが、最大電力点における誤差率が0.3%程度であり、精度の高いシミュレーションであると言える。

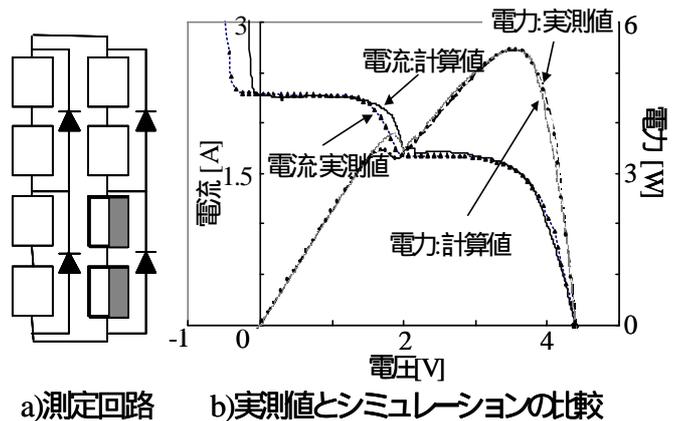


図6 実測値とシミュレーション結果の比較

5. まとめ

縮小モデル実験により、部分日陰による太陽光発電システム出力特性への影響が明らかとなった。また、「I-Vカーブの重ね合わせ法」によるシミュレーションでは、部分日陰がある場合でも比較的精度が高く推定できた。両者の結果を併せ、部分日陰を考慮した太陽電池アレイの配線方法に関する指針が得られた。

【謝辞】本研究における実験を行うに当たって、当時東京農工大4年の石川崇、登守利征両君には大変お世話になった。また、電子技術総合研究所の大谷謙仁研究官からは、多くのご助言を頂いた。記して謝意を表します。

【参考文献】1) 松川洋・中村洋之・杉浦忠敏・黒川浩助・石川直揮, 太陽電池を複数の方位角および傾斜角に設置した太陽光発電アレイのシミュレーション, (1998) 太陽/風力講演論文集

*1 東京農工大学工学研究科博士前期課程

*2 鹿島建設技術研究所 工博

*3 東京農工大学工学部電気電子工学科 教授・工博

*4 財団法人日本品質保証機構ソーラテクノセンター

Graduate Student, Faculty of Engineering, Tokyo Univ. of Agr. and Tech.

Kajima Technical Research Institute, Dr. Eng.

Prof., Faculty of Engineering, Tokyo Univ. of Agr. and Tech., Dr. Eng.

Solar Techno Center, Japan Quality Assurance Organization