

温度差発電を取り入れたハイブリッド PV モジュールの伝熱改善

Improving Heat Transfer in Hybrid PV Modules Incorporating Thermoelectricity

安藤貴之¹⁾

指導教員 米盛弘信¹⁾

1) サレジオ工業高等専門学校 専攻科 生産システム工学専攻 産業応用研究室

キーワード: PV モジュール、熱電変換素子、太陽光発電、温度差発電

1. 緒言

近年、地球温暖化が問題となっており、温室効果ガスの排出が少ない太陽光発電の普及が進んでいる。同発電システムには、高温時に発電効率が低下する問題がある。先行研究では、この問題を解決するために PV モジュール(以下:PV)と熱電変換素子を組み合わせたハイブリッド PV モジュール(以下:HPV)を製作し、熱電変換素子部分の発電特性を確認した^[1]。しかし、想定された発電電力よりも低いという問題が生じた。

本稿では、先行研究^[1]で生じた問題の原因抽出と改善を行い、HPV における熱電変換素子の発電量を報告する。

2. ハイブリッド PV モジュールの概要

太陽光が照射された PV モジュールは、表面が黒色なため輻射熱によって表面温度が高温になり、発電効率が低下する。従来法では、発電効率の低下を抑制するために、PV モジュールの表面に水を散布して気化熱により冷却している。しかし、この方法では散布された水が蒸発すると、PV の冷却機能を失ってしまうため、常に冷却を可能とする方法を提案する必要がある。そこで筆者らは、常時冷却を行い、発電効率が低下した場合、発電量を補完するシステムを提案した^[1]。図 1 に提案したシステムを示す。同システムは、PV モジュールの背面にヒートシンクを取り付け冷却するとともに、PV が高温化した際に熱電変換素子のゼーベック効果を用いて、発電量を補完する装置である。

3. 問題の原因抽出と改善

先行研究^[2]では、加圧不足により、熱電変換素子の接触面における不具合が生じたため、伝熱が不十分になり発電量が低下した。そこで、加圧不足が生じた要因を調査した結果、PV が湾曲していることが判明した。図 2 は締結点の変更箇所と加圧方法を表したものである。

上述した課題を改善する手法としてねじ止め箇所を 6 箇所から 10 箇所へと増加させた。また中心部の加圧が行えるように、角パイプを増設した。図 2(a)は従来の加圧方法であり、図 2(b)は、締結箇所を 10 箇所とした図である。そして、図 2(c)は、(b)に角パイプ 3 本を用いた加圧、図 2(d)は、(b)に角パイプ 2 本を用いた加圧方法を示す。

4. HPV を模擬した装置による

熱電変換素子における発電電力の測定

測定実験では、角パイプで加圧するため PV を使用せず、HPV を模擬した装置を製作して実験を行った。PV の代わりにラバーヒータを用いて熱電変換素子に熱を与えて高温にし、ヒートシンクで冷却して熱電変換素子に温度差を与える。その際に、図 2 に示す加圧方法を試験し熱電変換素子の発電特性を測定して平均値をとる。

図 3 は加圧方法を変化させた際の熱電変換素子の発電特性である。図 3(a)において、最大電力点は 147mW となり、(b)では 168mW、(c)では 189mW となった。これらの結果から、締結点 10 箇所かつ角パイプ 2 本を用いた加圧が、図 3 に示す 3 つの加

圧方法の中で最も高い発電効率が得られた。先行研究^[2]では、図 2(a)のように締結点 6箇所かつ角パイプ 1 本による加圧方法を実施した。その際の熱電変換素子の発電電力が 290mW であった。そのため、今回の加圧方法では発電電力が増加しない結果となった。

5. 中心部への加圧不足

HPV の内部には 7 個の熱電変換素子が取り付けられている。そこで 1 個ずつ熱電変換素子の電圧を測定した結果、中心部の素子の電圧が外側の素子と比較して 400mV ほど低い結果となった。そのため、締結点を増加したことで外側の荷重が増加し、中心部への加圧が不十分になったと考えられる。

6. 結言

本稿では、HPVにおける熱電変換素子の発電電力を報告した。その結果、装置の外側にかかる加圧が増加し、中心部の加圧が不十分になったと考えられる。今後、上部の加圧から中心部及び外側に荷重が均等にかかるよう改善を行う。

参考文献

- [1] 安藤貴之、米盛弘信:「熱電変換素子を組み合わせたハイブリット PV モジュールの特性改善」、電気設備学会学生研究発表会要項集、pp.33-34(2020)
 - [2] 安藤貴之、米盛弘信:「熱電変換素子を組み合わせたハイブリッド PV モジュールの評価」電気設備学会全国大会講演論文集、pp.211-212、E-1(2021)

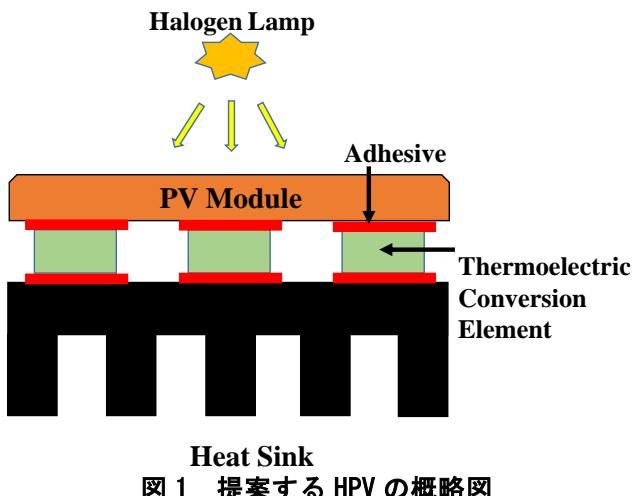


図 1 提案する HPV の概略図

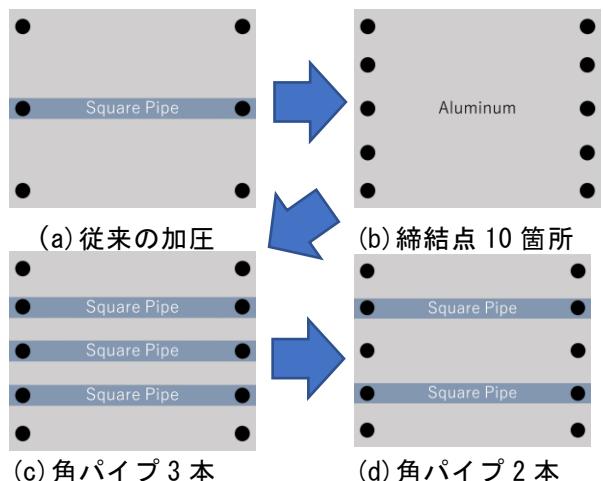
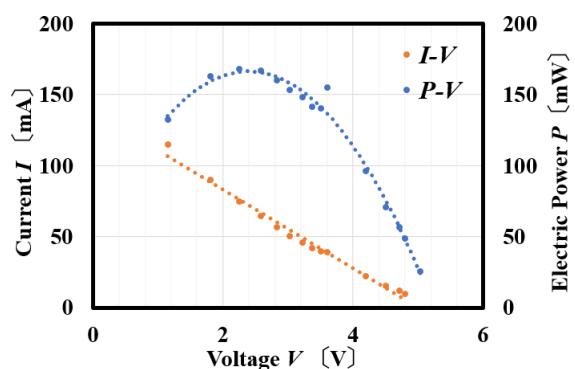
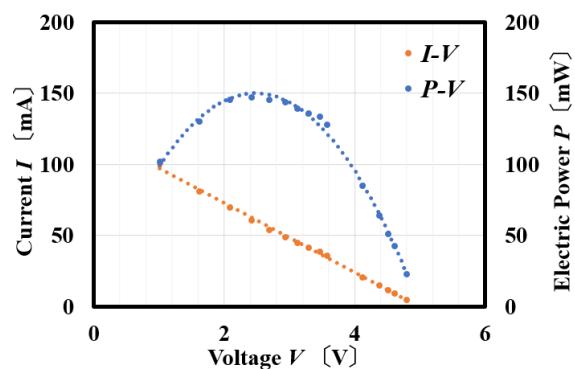


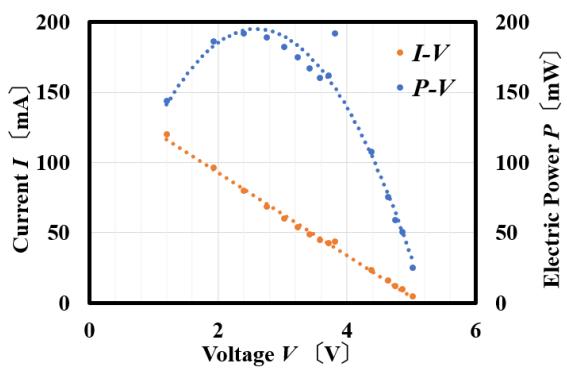
図2 加圧方法



(a) 締結点 10 箇所で加圧



(b) 締結点 10 箇所(角パイプ 3 本)による加圧



(c) 締結点 10 箇所(角パイプ 2 本)による加圧

図3 加圧方法に応じた熱電変換素子の発電特性