

小水力発電を組み合わせたハイブリッド PV モジュールの提案

A Proposal of Hybrid PV Module Power Generation System Combining Small Hydropower

児玉速汰

指導教員 米盛弘信

サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 産業応用研究室

キーワード：地球温暖化, 再生可能エネルギー, 河川

1. はじめに

現在、地球温暖化が深刻化し、世界各地で「脱炭素化」に向けた取り組みが行われている^[1]。地球温暖化の原因として、発電のために石油や石炭等の化石燃料を燃焼することが挙げられる。近年では、世界各地で地球温暖化を抑止するため、再生可能エネルギーの普及が広がっている。

しかし、この再生可能エネルギーにも問題点がある。それは気候によって発電量が大きく異なり、電気の供給を安定させることが難しいことである。この問題に対して、筆者らは、複数の再生可能エネルギーの発電を組み合わせることで、効率よく発電できるのではないかと考えた。

本稿では複数の発電方法を組み合わせた発電装置を提案と、試作した水車の出力特性の評価を行う。

2. 問題点の抽出

本章では、提案装置に組み入れる太陽光発電、温度差発電、小水力発電の3方式の問題点の抽出を行う。まず太陽光発電の問題点は、PV モジュールが高温になることで、発電効率が低くなってしまふことが挙げられる。次に温度差発電の問題点は、温度差を保ち続けなければ、発電量が得られない点である。最後に小水力発電の問題点としては、設備に枝やゴミなどが溜まることから、維持管理を定期的に行ななければならない点である。以上の問題点を受けて、各問題点を補う発電システムの提

案を行う。

3. 提案方法

図1に提案する発電システムを示す。発電を行う場所は、常に水が流れる河川における落差工または段差である。水が段差へ落ちる前に水路を繋ぎ、水が落ちる力によって、水車を回して発電する。本研究では試作しやすい自転車のハブダイナモを用いて、小水力発電装置を構築した。温度差発電では熱電変換素子を用いる。熱電変換素子とは、素子に温度差を与えることで電気が生じるゼーベック効果を有する素子である。図1のように熱電変換素子の片側に、PV モジュール（輻射熱を受けた高温側）を配置し、反対側にはヒートシンク（水冷されている低温側）を取り付け、水路に設置する。PV モジュールを高温側として取り付けた目的は、輻射熱の影響で高温になる性質を活かせるからである。低温側は、河川の水を用いることで、熱が水温を上昇させることもないため、温度差を保ち続けながら発電を行うことができる。また、太陽光発電のPV モジュールが高温になることによって、発電効率が低くなる弱点を補う方法として、河川の水温で冷えたヒートシンクによってPV モジュールを若干冷やすことができれば、発電効率を上昇する期待ができる。PV モジュールが夏場等に高温になった場合でも、PV モジュールと水温の温度差によって、温度差発電が行え、PV モジュールの発電量を補うことが期待できる。

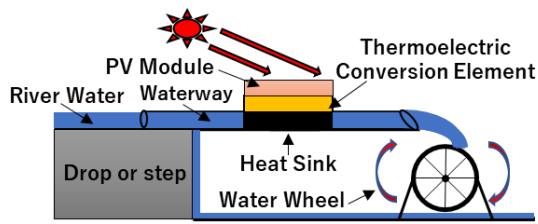


図1 提案する発電システム

4. 実験方法

本章では水車の出力特性の測定方法について述べる。図2に本研究で使用した水車の外観を示す。本来は水力で発電電力を測定するが、本実験では、室内で行うため、プーリにモータを取り付け、プーリと水車をVベルトで繋げ、モータを回すことで測定する。また測定条件として、①：回転数を固定し、負荷抵抗を $10\Omega \sim 25k\Omega$ まで可変させた場合、②：①で最大電力を測定した時の負荷抵抗を固定し、回転数を $60\text{rpm} \sim 240\text{rpm}$ まで可変させた場合の2パターンを測定する。供試装置ではダイナモを2台用いて発電するが、本稿の水車の出力特性については、ダイナモ1台の出力特性を測定する。

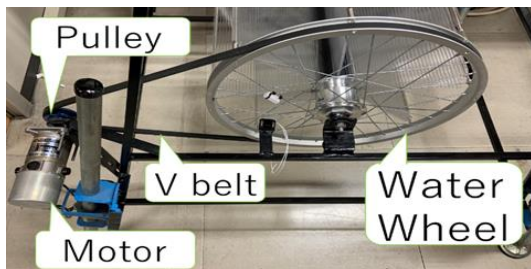


図2 水車の概要

5. 結果

負荷抵抗を可変した際の出力測定は、60、120、180、240rpmの4パターンを測定したが、代表例として120rpm時の結果を図3に示す。図4は負荷抵抗(50Ω)固定で、回転数を可変させたときの出力特性を示す。

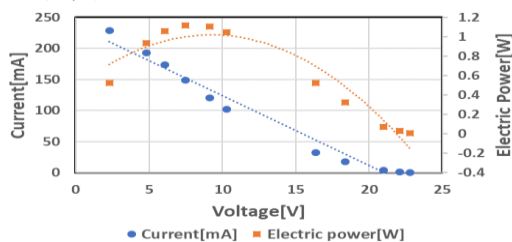


図3 負荷抵抗を可変した時の出力

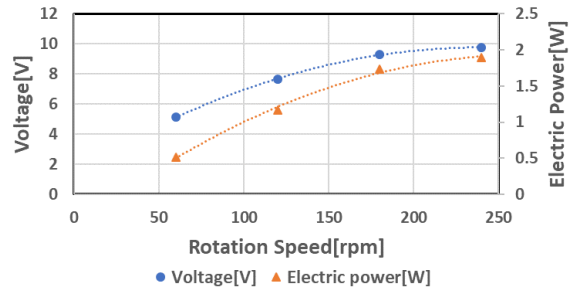


図4 回転数を可変した時の出力

図3より、120rpm時では、負荷抵抗が 50Ω 時に最大電力の 1.104W を得た。また、図4より回転数を可変させた時の出力電力は回転数を上げるごとに上昇したが、60rpm-120rpm間の ΔW は 0.65W である。しかし、180rpm-240rpm間の ΔW は 0.164W とほぼ電力が上昇していないことから、これ以上の回転数を上げたとしても、得られる電力の上昇はほぼないと予想できる。

結果から得られたダイナモ1台の最大出力電力は約 1.9W であった。供試装置ではダイナモを2台使用しているため、合計で 3.8W 得られると予想できる。今後使用するPVモジュールの最大出力は 3.5W のため、PVモジュール以上の出力が得られる事がわかり、提案したシステムにおける水車の発電量が予測できた。

6. まとめ

本稿では複数の発電方法を組み合わせた発電装置の提案と試作した水車の出力特性の評価を行った。川の流れを想定した回転数であれば、負荷抵抗 50Ω 時に最大電力を得られることが分かった。

今後の展望として、河川に発電装置を設置し、水車から得られる出力特性及び、熱電変換素子とPVモジュールを設置した場合の出力特性、本稿で提案した3つの発電を組み合わせた発電装置の有効性について明らかにしたいと考えている。

参考文献

- [1] 池原庸介：“脱炭素社会に向けた世界の動向と国家アクターによるイニシアティブ”、環境管理、7月号、vol. 55、p. 39-41 (2019)