

流雪溝の水流を利用した簡易発電装置による街路灯の製作

山形大学工学部技術部

田村 恒一 情報科学科

1. まえがき

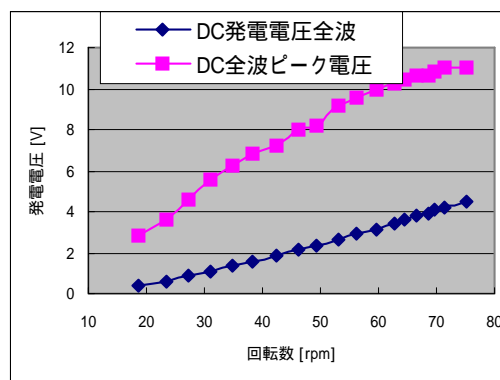
近年クリーンな自然エネルギーが見直されて、多様な新エネルギー開発の取り組みが展開され始めている。北陸や東北の日本海沿岸に面した地域では、毎冬の日常生活を維持するために様々な雪処理対策が実施されている。その設備の一つに大き目の水路を市街地に巡らし、雪を投入して雪処理を行うための流雪溝というものがある。住人にとっては、日常的に雪処理が可能であるために有効な処理手段となっている。流雪溝は冬期間には有用な設備であるが、雪が無い期間には殆ど活用されていないのが現状である。そこで、冬季を除いた期間の有効利用の一つとして設置、取り外しの容易な簡易型の水力発電装置を試作し、街路灯に利用することを検討した。

2. ハブダイナモの基礎特性

発電装置の設置や台数の増設を容易にするためには、低コストが最も重要な条件の一つである。この研究における発電装置では、安価な自転車用の発電機（ハブダイナモ）に水かき用の翼を付けて水車を作製した。自転車部品を活用することによって、機構部品を少なくできるだけでなく、一定の防水性も得られる利点がある。ハブダイナモは自転車用発電機であり、比較的少ない回転数で灯火用ランプを点灯できる実用的な発電電圧が得られる特徴がある。

ハブダイナモの無負荷時の発電電圧特性は、交流（実効値）、直流（全波整流）、直流（倍電圧整流）の3種類の電圧のいずれも、回転数に比例する。抵抗負荷（60 Ω ）を接続した時の特性のでは、出力電流が流れることにより、発電

機には負荷がかかる。発電電圧は、無負荷時と同様に、交流、直流双方とも回転数に比例して上昇する。発電電圧（交流）を全波整流したときの電圧値は回転数が70[rpm]でも6Vに達していないが、交流成分のピーク値はその2~3倍の値を示しており、蓄電池(6V)の充電も十分可能であることが確認された。

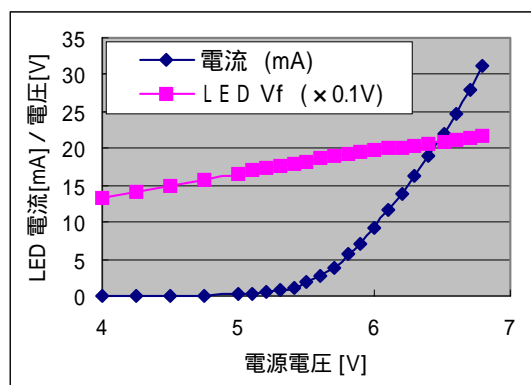


【図1】ダイナモの回転数と発電電圧（60 Ω 抵抗負荷時）

3. 高輝度LEDの基礎特性

この研究では水力によって発電した電力を街路の照明に利用することを想定している。自転車用の発電機であるハブダイナモの規格は一般的なもので6V、2.4Wであり、豆電球1個分の小さな発電電力である。そこで、発光体には電球ではなく熱損失が少なく、比較的輝度が高く、寿命の長いLEDを使用した。ここでは、高輝度LEDに分類される(TLYH157P)を用い、その基礎特性の測定を行い、LEDの電流を制御するための抵抗の値を決定した。図2はその電圧電流特性である。測定では、LED 3個と電流制御用の負荷抵抗(R=99.7 Ω)を接続直列したものに、直流電圧を印加し、その電圧を変化させた。電圧が5V付近までは電流がほとんど流れ

ず、さらに電圧を上昇させると電流が流れ始め、その後の電流は負荷抵抗で制限され印加電圧に比例して増加する。



【図2】LED (TLYH157P) のV - I 特性

4. 水車発電機の構造

ハブダイナモの基礎特性で分るように、電流を取り出すと電流の増加に比例して負荷が増し、回転数が抑えられる。従って、水車の構造は翼の数、水圧を受ける翼の面積、アーム長のいずれもが大きい方が水力を効率よく取り出すことができるが、流速が同じ場合にアーム長が長くなると回転数は小さくなる。実証実験用としての試作機は、水かき翼の枚数を6枚、水流を受ける一枚の翼面積を195mm×85mm、回転中心から翼先端までを150mmとして製作した。ハブダイナモと水かきしている翼の接続では、12角形のアルミ板と塩ビパイプを用いて行った。

また、実験を行った水路の表面流速は平均で約0.7m/sであった。この流速では発電機の水車の回転数は45rpm程度しか得られない。そこで、さらに発電効率を上げるために導水枠を水車の前に設置し、水量を水車の水かき翼に集まるようにした結果、回転数が70～80rpmまでに増加させることができた。

実際の水路において実用化を進める上で、検討が必要となる課題としては、時間的な水量の変化に対応する方法や浮遊してくるゴミ対策がある。実験を行った水路の上流には鉄製の柵があり、多くのゴミがそこでせき止め

られていた。しかし、晩秋には、落葉が水車の枠に多量に絡まっていたが、水車の回転に大きく影響することはほとんどなかった。

照明用に試作したLEDアレーは、LED3個直列×5列(1ユニット)を用いて実験を行った。昼夜連続点灯実験で、昼でも50m以上離れた地点からも十分な発光が確認された。昼間時の充電電力を利用するとLEDアレー2ユニット(LED30個)以上の発光の発電電力を確保できることが確認された。



【図3】実水路での実証実験(導水枠付き)

5. まとめ

小水路の水流を利用した簡易発電装置、照明用LEDアレーについて基礎的な特性測定を行った。その結果、蓄電池の充電も可能であり発電電力の有効活用ができると思われる。

また、照明用に電球ではなく、LEDの3個直列型アレーを用いることにより、蓄電池の過放電を自動的に防止できる効果も明らかになった。今後は、発電機の回転をさらに上げるための改良と目的に適した照明器具のデザインを検討する。

謝辞 日頃からご理解と有益な助言をいただいている情報科学科田村安孝教授、柳田裕隆助手に感謝申し上げます。水路使用手続き等に便宜を図っていただいた工学部事務担当ならびに装置製作でアドバイスをいただいた方々にお礼申し上げます。

