

農業用水を利用する螺旋水車について

環境機械材料強度研究室 1070122 有田真衣

1. 緒言

エネルギーの地産地消を考え「塵も積もれば山となる」という言葉の通り、身近にあるエネルギー資源を有効利用したい。ここでは地域住民の意識向上も期待できると考えた。よって、安定した水量を持つ農業用水路のエネルギーに注目した。そして平地でも有効活用できる「マイクロ水力発電」の水車の設計に取り掛かった。

2. 水車の設計・製作について

2.1 水車選定理由

研究では「螺旋水車」を選んだ。この水車は戦後機械化に伴い姿を消したが、低落差での発電が可能とあって再び注目を浴びている。また、水車が開放的なため魚が通り抜けることが可能、生態系への負荷を軽減させる。更にモニュメント効果を得ることで地域発展に貢献できると考え、螺旋水車に決定した。

2.2 農業用水の利用について

螺旋水車は従来斜面に設置されてきた。それによって水の運動エネルギーと位置エネルギーを得てきた。しかし、農業用水は平地である。そこで川に対して斜めに水車を設置することで川の運動エネルギーを効率的に利用できると考えた(Fig1)。

2.3 螺旋水車の設計

形状は土佐山田町農業用水路より水車の全長を 700mm、幅を 352mm と仮定し、ピッチと水車の軸を除いた半径より水車設置の傾き角度を決定した。よりエネルギーを得るために複数の水車設置を想定し、更に左右への広がり等を軽減させる効果も考え左右対称の水車を設計した (Fig2)。

2.4 螺旋水車の解析

設計した水車のフレームで水車を拘束し、水の力と水車の重さかけた際の荷重より安全率を調べた。材料は軽量化を考えアルミニウムを選定。その結果安全率は確保された。

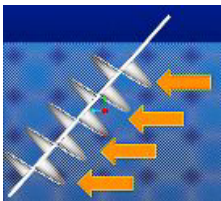


Fig1.Kinetic energy

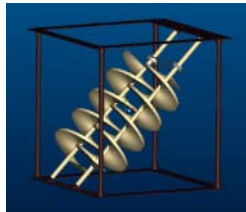


Fig2.Spiral waterwheel

3. 水中実験

3.1 試験モデル

試験モデルは水車の流れと回転を見ることを目的としているため簡単なものを鉄工所に依頼し製作を行った (fig.3)。

3.2 回流水槽実験

流速を調整でき、水車を目視できるということで広島県立西部工業技術センターの回流水槽を利用して実験を行った。目的は水車設置の最適角度を確認し、流れを見ることで、エネルギーロスが起こっていないかを調べた。その結果、水車は 0.4m/s から回転を始め平地での利用が可能であることを確認できた。さらに最適角度に関しては 25 度、45 度、60 度で実験を行った結果、最適角度に近いと考えられた 60 度で最も速い 171rpm が得られた。そして流れについては大きな乱流は確認されなかったのでエネルギーロスは少ないと考える。

3.3 フィールド実験

実際の農業用水路を利用してどれほどの回転数が得られるか、更に川の流れをせきとめることはないかを知るために実験を行った。その結果、流速 0.9556m/s で深さ 47cm、幅 1 m の設置場所で回転数約 360rpm を観測できた。更に流速についても水車の直後は 0.3m/s 程流速が落ちたものの、すぐにもとの流速に戻ったのでせきとめる事はないと判断できる (Fig4)。また測定時間は僅かであるが、その際に流れていたゴミは絡まることなく左右に分かれた。従って農業用水での利用は可能と考える。



Fig3.Manufactured model



Fig4.Field experiment

3.4 考察

これらの実験を踏まえて、螺旋水車の平地利用が可能だと分かった。しかし、実験で発生した流速では回転が速く軽いように見えた。ということは水車が得たエネルギーは少量であったことが分かる。従って、エネルギーをより多く吸収し、流速に合った羽の面積を考える必要がある。その際に乱流などによりエネルギーを変換しないような遮るものを設計しないことが重要である。

4. 結言と今後の予定

今回の研究を通してマイクロ水力発電の将来性を感じることができた。しかし、このマイクロ水力発電のみでは日本を、そして世界を支えることは不可能である。化石燃料からよりクリーンで持続可能なエネルギーに変換しながらも様々な資源を有効利用していくことを考える必要がある。

今後は発電機の取り付けを行い、これからの実験のための比較データとして発電量およびトルクを測定する。更に実際に発電機を取り付ける際の機構を考える。そして今後の研究に繋げたい。

参考文献、謝辞略