

# 多段混合型水車における発電の有用性と今後の展望

村上秀隆<sup>†</sup> 重本昌也<sup>†</sup> 堀義則<sup>†</sup> 北風裕教<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 大島商船高等専門学校

## 1. はじめに

新時代の発電とされた原子力発電も相次ぐ安全問題により基数は減少し、現在では化石燃料を用いた火力発電に舵が修正されている。また、不足分を小規模ではあるが自然エネルギーで補う状況になりつつあり、特に耕作放棄地への太陽光発電装置や風力発電装置の設置は、市町村や一部企業の支援などによって現在では基数が増加している。しかし、悪天候による発電効率の低下の問題が残っていた。

我々の研究グループでは、これまでに自然エネルギーの中でも安定して発電を行えるダリウス翼とサボニウス翼を用いた潮流発電システムの開発に努めてきた。しかし、潮流発電は潮流のエネルギーに耐え得るだけの頑健な構造が必要であり、設置には膨大な工事と費用が必要となる。

そこで、本研究ではこれらの技術を応用して、小規模ながら安定した流れがあり、安価な装置でも発電が可能な小水力発電に着目し、川や農業用水路などの低速流れでも十分な発電を行えるようにダリウス翼とサボニウス翼を用いた多段混合型水車を開発し、その発電の有用性と今後の課題について検討したので報告する。

## 2. 発電システム

本研究で開発した発電システムの水車部であるダリウス翼とサボニウス翼、混合水車の詳細を以下に示す。

### 2-1 ダリウス翼について

ダリウス翼は揚力を利用して回転運動を行う翼である。ダリウス翼は基板の半径 $r$ (m)、翼の枚数を $N$ (枚)とし、ダリウス翼の弧長を $C$ (m)とした際に、ソリディティ $\sigma$ の値を0.3で効果的な回転力が得られる。計算式を式(1)に示す<sup>[1]</sup>。

$$\sigma = NC / (2\pi r) \quad (1)$$

本システムでは、翼の枚数を2枚にしたため、

$$0.3 = 2C / (2 \times \pi \times 0.15)$$

$$C = 0.141372 \text{ (m)} \quad (2)$$

(2)式より、最適な弧長は約0.14mとなる。

### 2-2 サボニウス翼について

サボニウス翼は抗力を利用して回転力を得る翼である。抗力を受ける面の面積が最大で、かつ軽量で強度もあることから、円筒形のアルミ材(厚さ5mm)を半分にしたものを利用する。

### 2-3 多段混合型水車について

ダリウス翼は自起動性に乏しいが、一度回転を始めれば流速よりも早く回転が可能となる。一方ダリウス翼は自

3相交流 1時間あたりの電力量 kw/h			
流速	混合	ダリウス	サボニウス
0.0	0.0	0.0	0.0
0.1	0.0	0.0	0.0
0.2	0.0	0.0	0.0
0.3	1.3	0.0	0.0
0.4	3.1	1.6	0.5
0.5	5.0	5.0	0.8
0.6	7.9	8.3	1.4
0.7	9.3	11.3	1.9
0.8	14.1	15.4	2.6
0.9	18.0	23.1	3.7
1.0	23.1	27.9	4.7
合計	81.7	92.6	15.5

図1 電力量の比較

起動性に優れているが、発電効率が悪い。これらは互いが反対の関係を持つため、混合型水車では、互いのバランスが必要になる。本実験では、サボニウス翼とダリウス翼を1段に2枚ずつ互いが垂直に交わるように配置し、それらを3段に位相が120°ずつずれるように配置した。

## 3. 発電実験

本校にある荒天航泊実験室の回流水槽を用いた実験を行った。ダリウス翼のみ、サボニウス翼のみ、混合型水車の場合で電圧の測定を行い、発電時の電力量を算出し比較を行った。流速は0.0m/sから1.0m/sの範囲とする。

潮流発電実験を行い、得られた電圧と使用した抵抗を元に電力量の計算を行った。結果を図1に示す。電力を計算する式は $P = 3 \frac{V^2}{R}$ であり、 $P$ は電力、 $V$ は電圧、 $R$ は抵抗を表している。そこから電力量を $W = P \times t$ で求める。ここで $W$ は電力量、 $P$ は電力、 $t$ は時間を表している。

この結果から、ほかの翼に比べ混合型水車は0.3m/s~0.5m/sの流速が弱い場合において有用性があることが明らかとなった。低速流れである小水力発電に非常に向いていると考えられる。しかし、0.6m/sからダリウス型水車のほうが他の水車に比べ発電量が高い結果となった。混合翼のサボニウス翼は初動が早くなった分、流速が速くなるにつれて抵抗となりダリウス翼の回転力を抑えた可能性が高い。

## 4. おわりに

0.3m/s~0.5m/sの低速流れの場合では多段混合型水車は効果的であることが確認できた。それ以上の流速の場合はダリウス翼のみが効果的である。今後の課題として、河川や農業用水路での実験を行いたいと考えている。

## 参考文献

- [1] 上野正樹 付加物による増速効果を利用したダリウス形水車の開発研究