

東京電力(株) 石井 敏雅

1. はじめに

近年、地球規模での資源面および環境面の制約からクリーンな自然エネルギーの利用技術の開発に対する社会的要請が高まっている。自然エネルギーの一つである海流エネルギーは、比較的エネルギー密度が高く、わが国が四方を海に囲まれていることにより、その利用技術の開発メリットは、諸外国に比べて大きいものと考えられる。本研究は、海流発電のひとつであるダリウス型水車方式に着目し、ダリウス型水車の無拘束回転数と最大静止トルクを実験により測定し、効率について検討したものである。

2. ダリウス型水車の概要

ダリウス型水車は、G.J.Darrieusによって発明されたダリウス型風車を水車として変形し応用したものである。ダリウス型水車は図-1に示すように水車軸の回りに翼を同じ向きに等間隔に数枚配置した水車であり、従来の垂直軸水車のような抗力型ではなく、揚力型であるため流速以上の周速度が得られ、効率も良い。また、回転方向は流れの方向に無関係に一定である。翼に作用する力は、図-2、図-3に示すように相対速度(V_r)の直線上に働く抗力 D と垂直に働く揚力 L に分解でき、翼に働く回転力 F は、この揚力と抗力の翼弦方向成分の差によって決まり、次式のように表される。

$$F = L \sin \alpha - D \cos \alpha \quad (1)$$

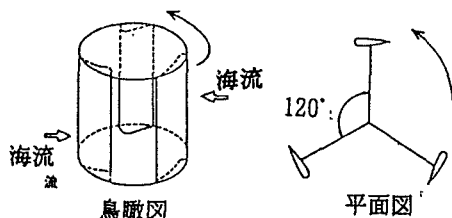


図-1 ダリウス型水車

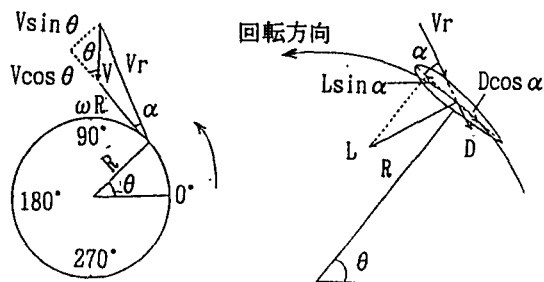


図-2 翼に対する流れ 図-3 翼に働く回転力

3. 実験概要

ダリウス型水車の効率は、既往の研究によるとソリディティ(回転円周長に対する翼弦長合計の比)によって良く表されるとされている。また、水車の効率は、無拘束回転数および最大静止トルクとはほぼ比例関係にある。そこで、ソリディティとダリウス型水車の無拘束回転数、最大静止トルクの関係について調べるため、翼弦長60mmと30mmの翼各6枚の組合せを変えて水車に取り付けることにより、表-1に示すようにソリディティを0.048~0.430まで15ケース変化させて実験を行っ

表-1 翼の組合せケース

ケース	1	2	3	4	5	6
60mm翼(枚)	0	2	0	3	0	4
30mm翼(枚)	2	0	4	0	6	0
ソリディティ	0.048	0.095	0.095	0.143	0.143	0.191

ケース	7	8	9	10	11	12
60mm翼(枚)	3	5	6	4	5	6
30mm翼(枚)	3	0	0	4	5	6
ソリディティ	0.215	0.239	0.286	0.286	0.382	0.430

ケース	13	14	15
60mm翼(枚)	0	0	2
30mm翼(枚)	3	5	2
ソリディティ	0.072	0.119	0.143

た。実験は、図-4に示す大型水路（幅2m、深さ2m、長さ60m）を用い、曳航台車に水車を固定し、水路静水中を移動させることにより、相対的な流れを発生させることにより実験した。実験で使用したダリウス水車模型は、図-5に示すように長さ300mmの翼とそれを固定する直径400mmの2枚の円盤からなっており、上端に回転計およびトルク計を取り付けるようになっている。翼は、図-5に示すように弦長60mmおよび、30mmの円弧翼（翼形NACA633-018、ステンレス製）を用いている。流速は、1.0m/s、1.5m/s、2.0m/sの3ケースとした。

4. 実験結果と考察

図-6～図-7に流速2.0m/sのソリディティとダリウス型水車の無拘束回転数および無回転時の最大静止トルクの関係を示す。これらの図より、次のことがわかる。①ソリディティが同じであっても翼の大きさによって無拘束回転数、最大静止トルクが異なる。②3種類の翼の組み合わせのうち60mm翼の回転数が最も大きく、特にソリディティ0.286（6枚翼）の場合が最も良くなっている。③

最大静止トルクと無拘束回転数はソリディティの増加とともに比例する傾向にあるが、そのピークは、必ずしも一致していない。これは、一方が静的性質であるのに対し、一方は、動的性質であるためと考えられる。

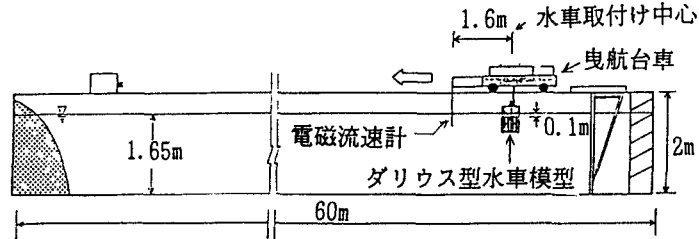


図-4 実験水路

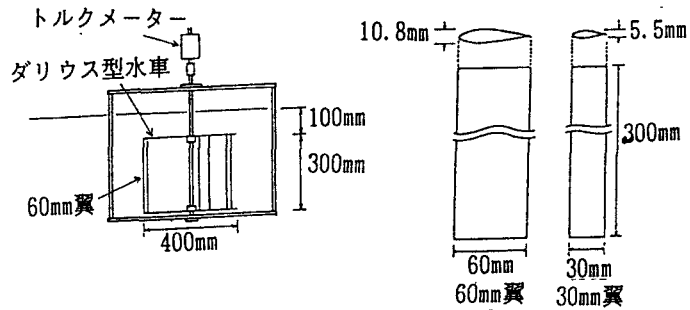


図-5 ダリウス型水車模型

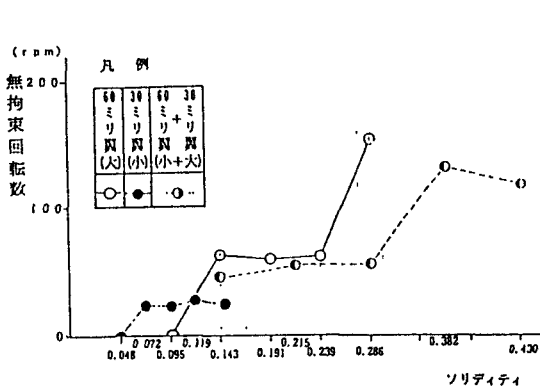


図-6 回転特性（流速2.0m/s）

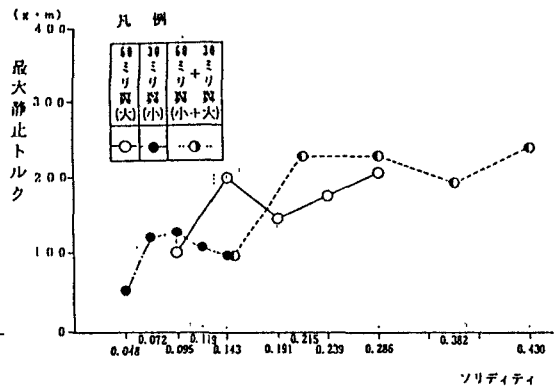


図-7 静止トルク特性（流速2.0m/s）

（参考文献）1）木方：潮流による発電の実験研究 S&T April Vol.1.2 No.2

2）木方他；ダリウス型水車による潮流発電 電気学会全国大会（昭和58年）