

II-500 潮流発電用ダリウス型水車の水理特性について

鹿島建設㈱ 正員○吉原裕美 正員 小池 司 正員 秋山義信
東京電力㈱ 正員 鈴木英世 生方利明 正員 石井敏雄

1. まえがき

筆者らは、自然エネルギーの有効利用の一貫として、風力発電での実績があるダリウス型水車を、潮流や海流等で発電用水車として利用するための検討を行っている。ダリウス型水車は、円板円周上に複数の翼を固定したもので、流れの作用方向によらず、常に一定の方向に回転し、また、比較的低流速でも流速以上の水車回転周速度が得られる高効率の水車である。筆者らは、ダリウス型水車の実用可能性についてソリディティ（弦長合計が回転円周上を占める割合）の違いによる回転特性の実験を行い、良好な結果が得られたことを報告した¹⁾。本報では、ダリウス型水車の最適設計のための基礎データを得ることを目的として、その基本特性である起動トルク特性および無拘束状態における翼の取り付け角度が回転特性に及ぼす影響を把握するための実験を実施したので、その結果について報告する。

2. ダリウス型水車回転原理

流れが作用することにより、水車円板円周上に固定された翼に、抗力と揚力が発生する。これら2つの力の円周方向分力が、水車を回転させる回転力（起動トルク）となり、回転運動が生じる（図-1）。

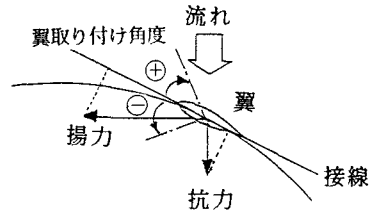


図-1 水車回転原理

3. 実験概要

3.1 実験方法と実験模型

実験では、長さ60m、幅2m、高さ2mの水路を用いた。水路天端部のレールの上を走行する曳航台車下部に、ダリウス型水車を没水した状態で取り付け、曳航台車を一定の速度で走行させることにより、相対的な流れを水車に作用させた。作用流速は、1.0、1.5、2.0m/secの3種類とした。図-2にダリウス型水車の模型を示す。高さ30cmの翼（NACA63、0018形状、弦長6cm）を径40cmの円盤に取り付け、回転軸の上部に取り付けた回転計で水車の回転数の計測を、トルク計で水車の起動トルク（回転力）の計測を行った。

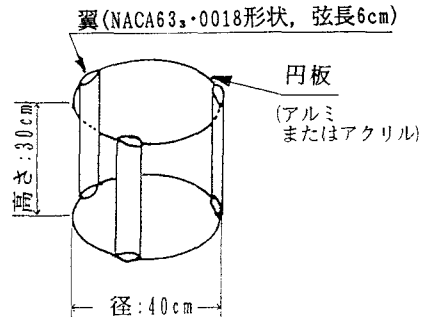


図-2 ダリウス型水車模型概要

3.2 実験項目

①起動トルク特性実験

一枚翼（6cm翼）の円周の各位相位置における起動トルクを計測した。

②翼の円板への取り付け角度による回転特性実験

図-2に示す3枚翼の、翼の取り付け角度を変化させた時の、回転数を調べた。翼の前端部と後端部を結んだ線が円板の接線と交わる角度を取り付け角度とし、前端部が円弧の外側に向く側を+とした（図-1）。アクリル円板およびアルミ円板の水車について、取り付け角度を-2°～+5°に変えて実験を行った。

4. 実験結果

図-3に、一枚翼の円周上の各位相位置における起動トルクの実験値並びに計算値を示す。計算値は、既存の直線翼の抗力及び揚力係数の、流れに対する迎え角の変化のデータを基に、円周上の各位相位置での起動トルク（回転力）を算定したもので、複数翼の場合には、一枚の翼に作用する各位相角での起動トルクを、翼間の取り付け角を考慮して足しあわせた。翼が一枚の時、実験値と計算値は概ね一致しているといえる。これより、回転力は、概ね抗力と揚力から発生していることが確認できた。また、複数翼の計算値より、翼

の枚数が2枚以下では、位相角によって、負のトルクが働くが、3枚以上になると、全位相角において、正のトルクのみが働く。これより、翼の枚数が3枚以上であれば、安定した回転力が得られる水車の設定が可能となるものと考えられる。

図-4に、翼の取り付け角度を変化させたときの回転数を示す。縦軸は回転数、横軸は取り付け角度である。アクリル円板では、流速1.0～2.0m/sec, 取り付け角度が0～3°で、アルミ円板では、流速1.0～1.5m/sec, 取り付け角度が3～4°で回転数が増大する。また、アクリル円板の流速1.0m/secの場合、及びアルミ円板の流速1.5m/secの場合には、翼取り付け角度3～4°で回転数が増大するものの、それ以上に大きくなると、回転数は減少する。一方、重量の小さいアクリル円板の方が、アルミ円板に比べ、比較的低流速時でも取り付け角度により高回転が得られる結果となる。

図-5に、台車走行方法を変化させた場合の、相対流速および水車の回転数の時系列を示す。(A)は、一旦2m/secの流速に加速した後に1m/secの定常速度に緩やかに移行させた場合、(B)は、なめらかに1m/secの定常速度に加速した場合である。(A)及び(B)の回転数は、定常走行時で各々80r.p.m, 25r.p.mであり、同じ定常流速に対して回転数が異なる特性がみられる。これは、主として、水車回転時の発生トルクが、水の粘性の影響により変化するためと推定される。

4. まとめ

ドリウス型水車の水理特性として、以下のことがわかった。

- ①翼が3枚以上の水車では、全位相角において正の起動トルクのみが発生するため、安定した回転運動が可能である。
- ②翼の取り付け角度の実験では、3～4°のときに回転数が増加する傾向となるが、取り付け角度が大きくなりすぎると回転数が減少する傾向となり、翼により、最適な取り付け角度があるといえる。
- ③円板の材質が軽いアクリル板の方が、アルミ板よりも低流速時でも高回転が得られる傾向がみられた。
- ④水の粘性の影響により水車回転特性が変化することが確認された。

謝辞 日本大学 木方靖二講師には、貴重な助言をいただいたことを、ここに記して感謝致します。

参考文献 1) 石井敏雄：ドリウス型水車の効率に関する実験的研究，第19回関東支部技術研究発表会，1992

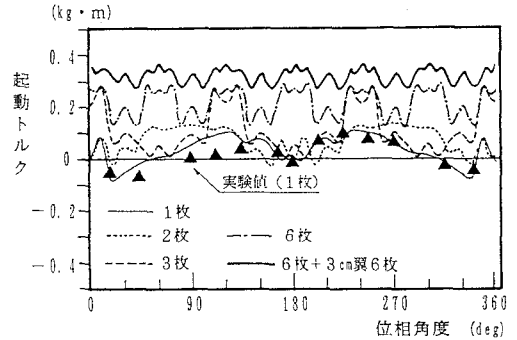


図-3 位相位置による起動トルク

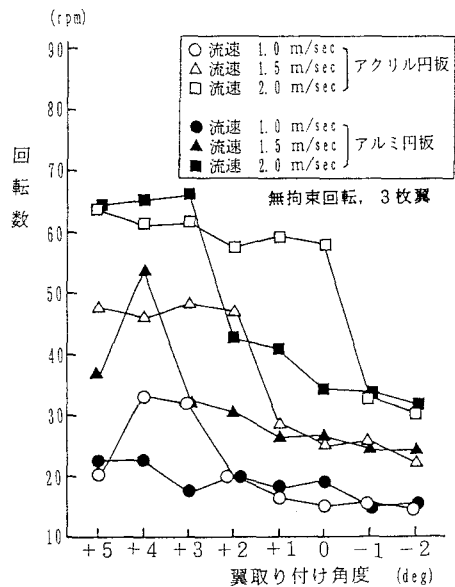


図-4 翼の取付角度による回転特性

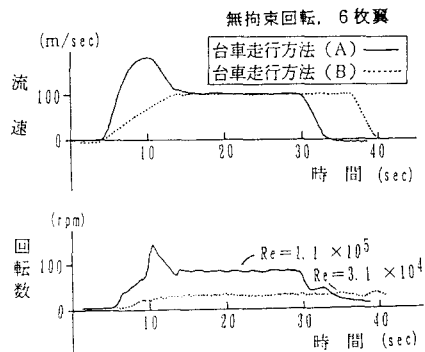


図-5 台車走行方法による回転特性