

らせん水車の動力特性

An Experimental Study on Performance of Spiral Turbine

瀧本裕士，宮崎平三

Hiroshi TAKIMOTO, Heizo MIYAZAKI

1．背景と目的

戦前までらせん水車は，重要な農業動力源として脱穀作業や藁加工作業に用いられてきた．この水車は富山県の急流農業用水の特徴を巧みに利用した水車で，簡便性と経済性に優れた移動型動力源または定置動力源として全国に普及が進み使用されてきた．しかし，戦後になって機械化の進展に伴い，らせん水車の数は減退した．ところで，地球環境の保全に向けたエネルギー確保は深刻な課題であるが，その一環として，自然エネルギーの利用も重要である．そこで，産業遺産であるらせん水車をマイクロ発電機として復活させたいと考えている．ここで，取り組むべき課題としては2点ほどあげられる．第1は水車自体の水理学的，動力学的性能把握であり，第2にはらせん水車に最適な発電機の開発である．特に第1の課題については，過去の文献等を調べてみても水理学的な研究は皆無である．したがって，本報告では，らせん水車の水理学的特徴を把握するために，水路勾配と流量を可変条件とし，実験を通じてらせん水車の動力特性について検討することにした．

2．研究方法

本研究で対象としたらせん水車は，らせん羽根と回転軸を特殊金具で連結した鉄心式と言われる型式の水車である．このらせん水車について，1/2 サイズモデルの実験装置を製作し，可変勾配水路に設置した．今回の実験のポイントは，羽根が水流をどの程度キャッチするのかを調べることである．そこで，羽根の面がフラットな水車（以下 Type1）と羽根の面に溝をつけた水車（以下 Type2）の2種類を用意し，動力特性の比較を行った．実験では，水路勾配，流量 Q を変化させながら，らせん水車を稼働させ，回転数 n と軸トルク T を測定した．そして，回転数と出力の関係を求め，両タイプの性能比較を行った．

3．実験概要

実験装置全体の総寸法は，最大高さ 5,200mm，最大長さ 9,000mm，最大幅 3,000mm である．実験に使用したらせん水車の大きさは羽根直径 450mm、水車全長 1,000mm であり、羽根ピッチ 125mm の 4 重巻き羽根である．水路は幅 720mm，高さ 800mm の長方形断面であり，水平から最大傾斜 30 度まで 5 度ピッチの傾斜可変型開水路である．本研究では，水路勾配が 10°，20°，30° の 3 パターンについて調べた．流量は循環型ポンプから供給し，超音波流量計で測定した約 290 L/min ~ 970 L/min までの流量値を可変条件とした．軸トルク T はプロニープレーキとトルクメータにより測定した．プロニープレーキの負荷が最も軽い状態を初期値とし，それ以降徐々に負荷を増やしていき，回転数 n と軸トルク T の関係を求めた後，出力 P を算定した．なお，出力 P は次式により算定した．

$$P = \frac{2\pi T n}{60} \quad (1)$$

ここで、 P :出力(W), T :軸トルク(kgf·m),
 n :軸回転数(rpm)である。

4. 実験結果

4.1 回転数と出力の関係

図1は Type2 の場合における水路勾配 = 10°, 流量 $Q=972$ l/min の時の例であり、縦軸に出力 P 、横軸に回転数 n をとっている。図より回転数が 40rpm 以下(低回転領域)では、

馬力の変動が 40rpm 以上(高回転領域)と比べてフラットになっていることがわかる。これはらせん水車に対して回転数が 40rpm 程度になるぐらいの負荷をかけるのが出力を最大限に発生させる最も理想的な条件であることを意味する。なお、水車にそれ以上の負荷をかけても発生する出力は変わらず、また水車の回転が非常に不安定になり、よい結果が期待できなかった。このことは他の条件下においても同様の傾向であった。

った。

4.2 Type 1 と Type 2 の最大出力の比較

Type1 と Type2 について、図1に示したような回転数と出力の関係から最大出力を求め、水路勾配と流量によって最大出力がどのように変化するかを調べてみた。その結果を図2に示す。図から水路勾配が 10° では、Type1 と Type2 に違いは見られなかった。しかし、水路勾配が 20°, 30° になると、流量が大きくなるにつれ Type2 の出力が Type1 に比べ増加する傾向が見られた。これは、急勾配、高流量の状況下では、羽根の面に溝のある Type2 がフラットな羽根の面をもつ Type1 に比べ水流を多くキャッチしているためであると考えられる。流況を観察すると、フラットな面では水流がはじき飛ばされており、エネルギーのロスが確認された。

5. まとめと今後の課題

らせん水車で大きな動力を得たい場合には、水流をできるだけ多くキャッチできる構造が望ましい。今後の課題として水のエネルギーを無駄なく動力に変換できるような水車の構造について検討していきたいと考えている。

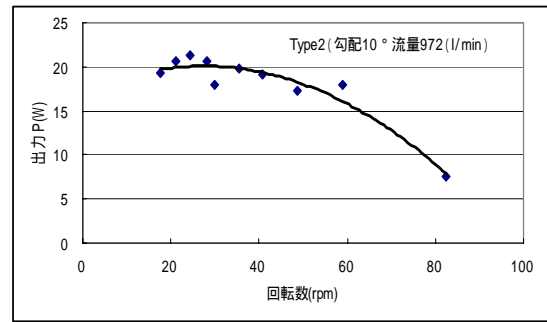


図1 回転数と出力の関係

Figure1 Example of Performance curve

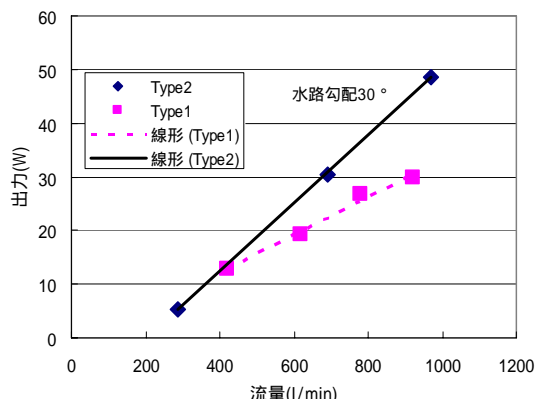
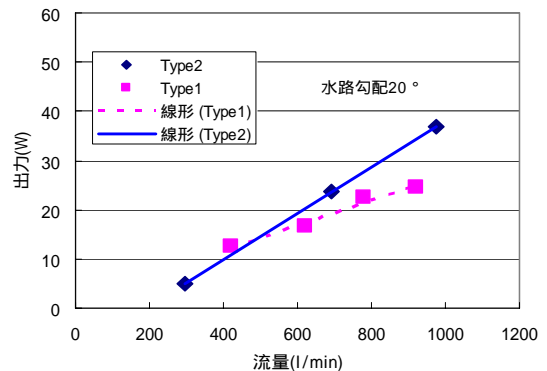
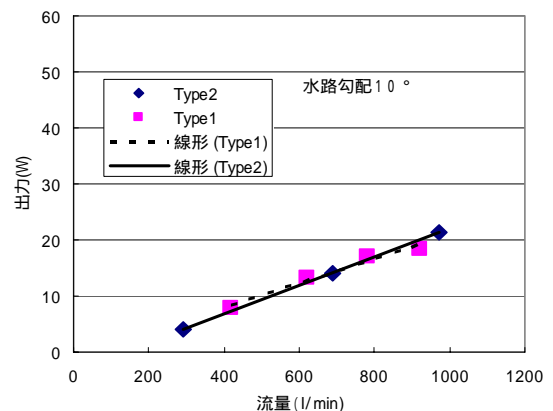


図2 流量と出力の関係

Figure2 Relationships between discharge and maximum outputs