

揚水水車の周速度に影響を及ぼす要因の解明

Clarification of influential factor of circumferential velocity of Irrigation Water Wheel

○廣瀬 裕一* 後藤 眞宏**

Yuichi HIROSE, Masahiro GOTO

1. 背景と研究目的 揚水水車を利用するためには、水車を設置する水路（以下、水路）の水利条件と水車に設置する筒の容積や水車の寸法等（以下、水車諸元）から揚水量を推定できることが重要である。揚水量は水車に設置する筒の容積と水車の回転数を乗じた値に、筒の容積に対する実揚水量の割合である揚水効率を乗じて算定できる。本研究では、回転数を周速度に置き換え、水車諸元の違いによる周速度と断面平均流速（以下、流速）の関係を、実規模水車を用いた実験によって明らかにする。

2. 研究方法 実験に用いる揚水水車（図1）は、揚水効率の最大値がH型（0.6~0.7）より大きいV型（0.7~0.8）を対象とし、直径は2.0mとした。水受板は高さが400mmとし幅が400, 600, 800mmとした。筒は長さ400mmで口径は表1の3種類とし、設置角度は45°とした。この揚水水車を水路幅1.0mの実験水路に、水路床と揚水水車の間に150mmの隙間をあけて設置した。流量と水深は変化させ、流量は0.23, 0.32, 0.41 (m³/s)の3種類、水深は水受板の水没深（図1）が200, 300, 400 (mm)となる350, 450, 550 (mm)の3種類とした。

3. 実験水路の流速と水車の周速度の関係 まず、筒の口径の違いが周速度に及ぼす影響を見る。図2に水車幅が800mmで水没深が400mmでの、筒の寸法別の流速と周速度の関係を示す。口径が小さく筒の容積が軽いほど同じ流速で利用しても周速度が速くなること、流速の増加量に対する周速度の増加量は筒の口径に拘わらずほぼ同様であることが示された。

次に水車の水没面積（=水受板の水車幅×水没深）の違

表1 筒の実験条件

Experimental condition of bucket

筒の口径	容積 (L/1個)
VU50	0.98
VU75	2.16
VU100	3.59

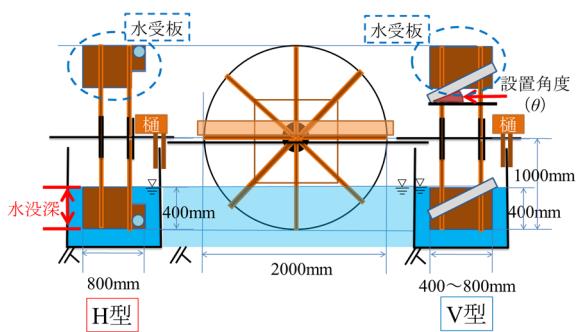


図1 水利模型実験で用いた水車の概要

Irrigation Water Wheel (IWW) using experiment

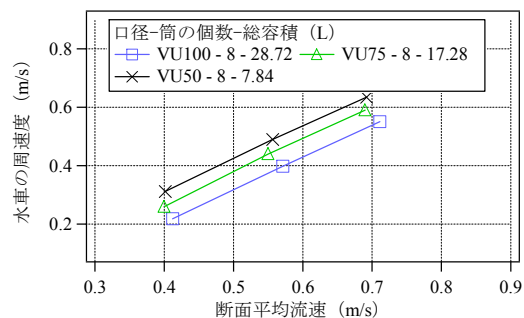


図2 断面平均流速と周速度の関係

Relationship between the cross sectional average flow velocity and circumferential velocity

*農研機構 西日本農業研究センター (Western Region Agricultural Research Center, NARO)

**農研機構 農村工学研究部門 (Institute for Rural Engineering, NARO)

キーワード: 揚水かんがい, 揚水性能, 自然エネルギー利用

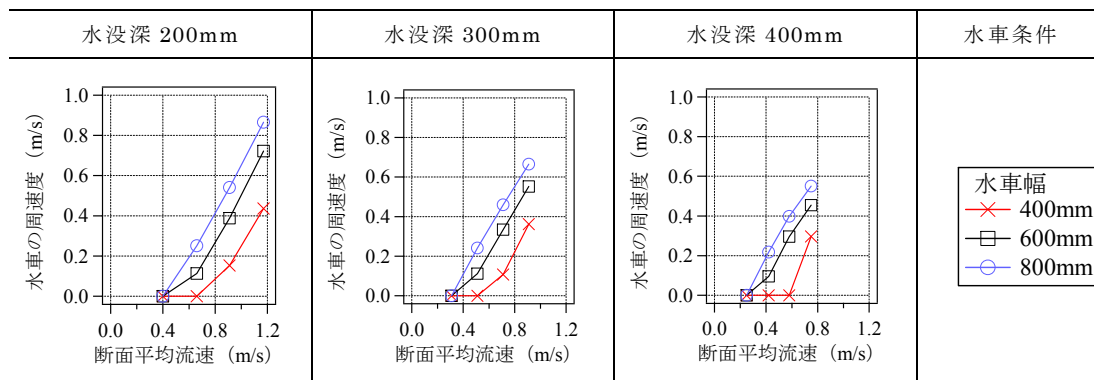


図3 水車幅別の断面平均流速と周速度の関係 (VU100)

Relationship between the cross sectional average flow velocity and circumferential velocity.

いが周速度に及ぼす影響を見る。口径 VU100 の流速と周速度の関係を水車幅別 (図 3) と水没深別 (図 4) にそれぞれ見ると、水理条件が同じであれば水没深に拘わらず水車幅が 400mm から 800mm と広がるほど周速度が速くなることが明らかになった。同様に、水没深が 200mm から 400mm と深くなるほど周速度が速くなった。つまり、水受板の水没面積が大きいほど同じ水理条件で利用しても周速度が速くなった。

4. 水車が回転を開始する条件 水車直上流と直下流の間の比エネルギー差 (有効落差と定義; 図 5) を見ると、水受板の水没面積に拘わらず平均値で VU100 が 22mm, VU75 で 18mm, VU50 で 11mm となり、筒の口径が大きく容積が大きいほど水車の回転に必要な有効落差も大きくなることが示された。水車が回転する流速の最小値と流積に対する水受板の水没面積の割合である水没面積比の関係 (図 6) を見ると、口径が大きいほど水車が回転する流速の最小値が大きくなり、水没面積比が大きいほど水車が回転する流速の最小値が小さくなった。

5. 周速度に影響を及ぼす要因 周速度は、a) 筒の容積と b) 水車の水受板の水没面積、の 2 点に影響することが明らかになった。前者は容積が大きいほど回転に必要な有効落差が大きくなることや周速度が遅くなることが、後者は水没面積が大きいほど小さい流速でも水車の回転に必要な有効落差が得られることがそれぞれ明らかになった。周速度と流速の関係を明らかにするためには、水車に設置する筒の容積と水車の水受板の水没面積を変数として使用することが有効と考えられる。

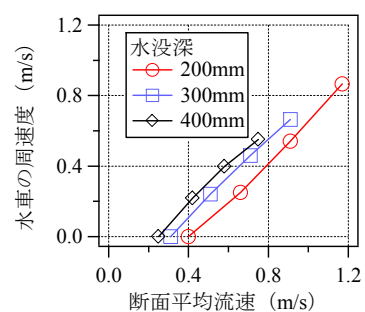


図4 水車幅 800mm での水没深別の断面平均流速と周速度の関係 (VU100)

Relationship between the cross sectional average flow velocity and circumferential velocity.

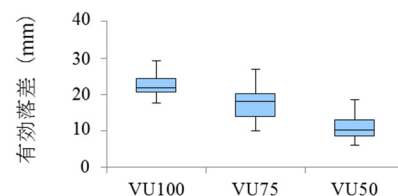


図5 水車回転時の有効落差

Effective head when IWW is rotated

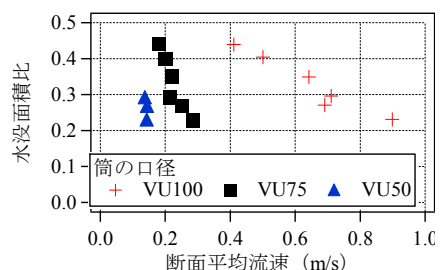


図6 水没面積比と水車が回転する流速の最小値の関係

The minimum cross sectional average flow velocity on revolving IWW