

V型揚水水車の基礎的な揚水特性の解明

Clarification of Primary Pumping Characteristic of Irrigation Water Wheel of V-type

○廣瀬 裕一* 後藤 眞宏* 上田 達己* 浪平 篤*

Yuichi HIROSE Masahiro GOTO Tatsuki UEDA and Atsushi NAMIHIRA

1.背景と研究目的 灌漑用揚水水車（以下、揚水水車）は現在でも西日本を中心に稼働している。若村¹⁾は揚水水車を筒の設置形状からV型とH型に大きく分類し、V型については、越智ら²⁾が熊本県川原谷地区の揚水水車を事例に模型実験から揚水特性を検討した。しかし、越智らは水車の周速度が約0.31m/s以下の条件で検討しており、それ以上の周速度における揚水特性は不明である。本研究は、十分に明らかにされて

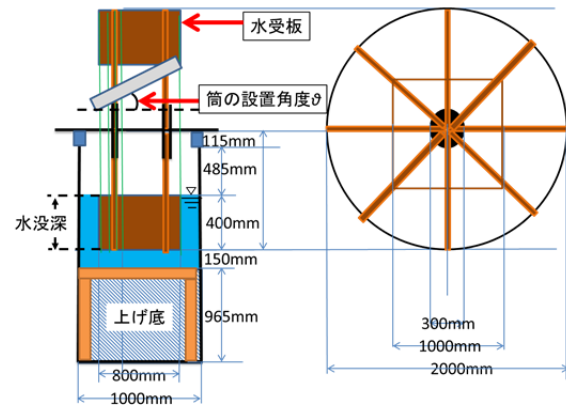


図1 模型水車の水路への設置状況

いないV型揚水水車の基礎的な揚水特性を明らかにすることを目的に、模型実験を行った。

2.研究方法 揚水水車の模型実験は、倉敷市祐安地区で稼働している揚水水車をモデルに、直径2.0m、幅0.8mとし、8つの筒（容量；2.16L/個）を外周部に装着した。この揚水水車を図1、図2のように既設のコンクリート製水路に設置した。上げ底頂部から水路側壁頂部までの実際の水路側壁高は1.15mである。実験条件は、流量を0.14、0.23、0.32、0.41、0.50(m³/s)、各流量における水深を上げ底面から250～600mmまで50mm間隔で設定した。この条件下での流速は、約0.23～2.00(m/s)である。また、筒の設置角度を25～55°まで5°間隔で変化させた。その上で回転数、揚水量及び水深（図2）を測定した。

3.結果 設定した水深と流量ごとに測定された、回転数と揚水量及び揚水効率の関係を図3に示す。ここで揚水効率は、筒に入った水が全てくみ上げられた場合の理論上の揚水量に対する実際の揚水量の割合と定義する。揚水効率 η_w は(1)式で計算できる。

$$\eta_w = Q_o / Q_c \dots \dots (1) \quad Q_o : \text{実際の揚水量}(m^3/s) \quad Q_c : \text{理論上の揚水量}(m^3/s)$$

図3のように、揚水水車の回転数と揚水量および揚水効率の関係は、水車の水受板が水没する深さ（以下、水没深）によって特性が異なる。具体的には、揚水量は水没深が浅い

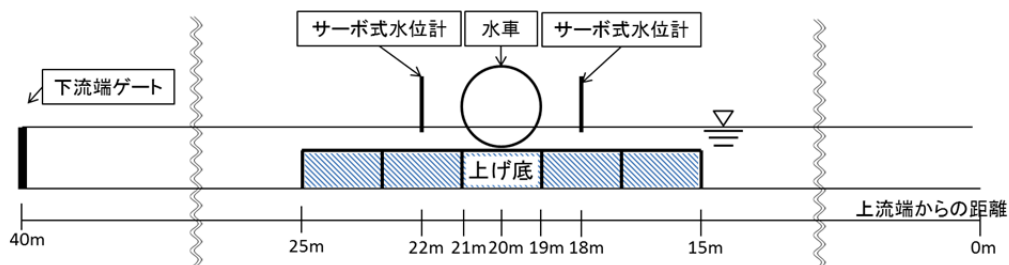


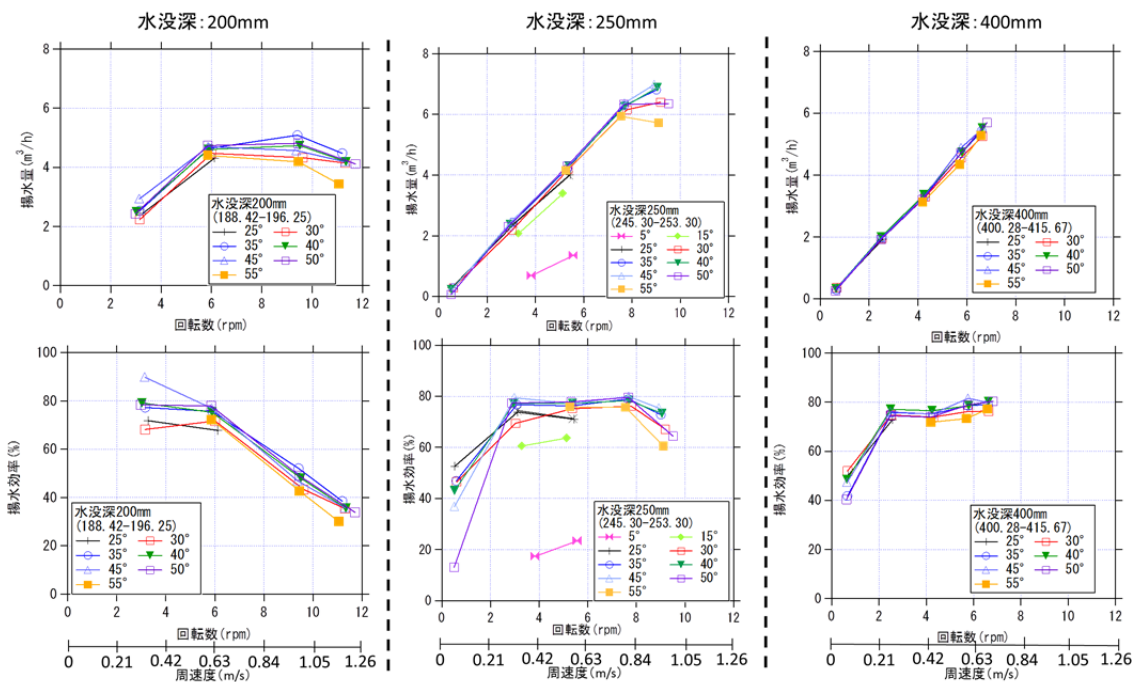
図2 実験水路の側面図

*農研機構農村工学研究所（National Institute for Rural Engineering）

キーワード：揚水水車，揚水特性，揚水灌漑

200mm では最大で約 5m³/h で、水没深が 250mm 以上での最大約 7 m³/h より相対的に少なかった。これは、水没深が浅すぎると、単位時間あたりに水没する筒の数が少なくなり筒に水が十分に入らなかったためと考えられる。水没深が 250mm 以上では、揚水量は回転数の増加に伴って増える傾向が示された。揚水効率も、水没深の浅深に拘わらず、最大で 75~80% であった。但し、水没深で多少違いはあるものの、回転数がおよそ 3~8rpm を外れると、回転数に関係なく効率が低下することが示された。このうち回転数が多い場合では、筒の水をうける樋に、筒の水が完全に落水しなかったことが原因と考えられた。また筒の設置角度は、おおむね 35~50° の時に、相対的に良好な揚水性能を発揮した。

4.まとめと考察 本実験結果から、揚水水車の揚水特性として、「筒の設置角度によって揚水性能に差が発生する」、「回転数の増加によって揚水量も増加するが、回転数が多すぎると揚水量は減少に転じる」、「水車の水受板の水没深が浅いと揚程は得られるが、浅すぎると筒に水が十分に入らず揚水量や揚水効率が低下する」ことが示された。但し、本実験では筒の最適設置角度は 35~50° であったが、越智ら²⁾は 15° と報告し違いが見られた。そこで、水没深 250mm において、設置角度が 5° と 15° についても見たところ、25° 以上より良い性能は得られなかった。これは、越智らは本実験で用いた筒より細長い筒を用いており、筒の形状によって、最適設置角度が変化することが示唆された。このように、揚水水車の揚水特性は、筒の種類や形状及び設置数等が影響すると推察され、V 型揚水水車の性能を一般化するためには、他の条件での実験が必要である。



図の見方 各水没深の上段が回転数と揚水量の関係 | 水没深の状態
 下段が回転数と揚水効率の関係 | 200mm: 板が高さ方向に最大で半分水没
 400mm: 板が高さ方向に最大で全て水没

図 3 回転数と揚水量・揚水効率の関係

引用文献：1) 若村国夫（1988）：中国地方における揚水用水車の構造、分布及び伝播経路、岡山理科大学紀要 B(24), pp.195-220. 2) 越智廣志、池森 寛、末次敏明（1986）：熊本県川原谷の揚水水車群について、西日本工業大学紀要.理工学編（16）, pp.45~54.