# 深さ方向に変化する浮体水路による下掛け水車への出力向上効果

## 長井 弘志\*1, 筒井 壽博\*1 Effect of Depth-changed Floating Channel on Undershot Waterwheel Velocity

## Hiroyuki NAGAI<sup>\*1</sup>, Toshihiro TSUTSUI<sup>\*1</sup>

\*1 National Institute of Technology, Yuge College

### Abstract

Boat mill can also be used at sea to recover the surface-tidal current energy. However, some improvements should be required, because the open typed undershot waterwheel is set on the floating body like a catamaran. From the previous results of author's experiments, when the width of the floating channel is changed to widen it in the flow direction, the flow velocity in the channel becomes larger than the tank velocity. For example, the unloaded waterwheel speed is approximately 1.3 times that of it installed in uniform flow field. On the other hand, if the water depth is about 10 m, it is possible to give enough change of height and/or slope angle to the bottom of the floating channel. But, in this case, the flow situations and surface shapes within the floating channel are not well known. In this paper, we installed two models in which the bottom height of each floating channel changed from shallow to deep and form deep to shallow in stepwise. And the flow situations were observed and compared with each other using unloaded waterwheel speed.

Key words : Open typed undershot waterwheel, Depth-chaged floating channel, surface shape, Boat mill

## 1. 緒 言

筆者らは船水車のような河川や水路などの表層の流動エネルギーを回生するための機構を海上に転用すること を検討している(Nagai, et al., 2021). これまでの回流水槽実験の結果から浮体水路幅を流れ方向に拡幅するよう 変化させると水路内を通過する流速が迎え流速を大きく上回り,設置した開放型下掛け水車の無負荷回転速度は 一様流れ場に設置した水車回転速度に対し1.3 倍程度になることを確認した(長井他, 2024).

一方,水深10m程度の海域でも浮体水路の床面の高さや傾斜に変化を加えることが可能であるが,その場合の 浮体水路内の流況についてはよく知られていない.

そこで、本論文では浮体水路の床面高さをステップ状に浅くした模型と深くした模型を回流水槽に設置し、そ れぞれの流況を観察し、また、通過流速を無負荷水車の回転数にて比較する.これらの実験結果から、水車出力 向上効果について幅方向に変化する浮体水路と深さ方向に変化する浮体水路との差異を確認する.

#### 2. 実験装置と方法

床面をステップ状に変化させた浮体水路(図1)は、後流が深くなるように設置した場合(Ch-A)と後流が浅 くなるように設置した場合(Ch-B)との流況を比較するために、図2に示すように4カ所のジャッキにて静止水 位(h<sub>1</sub>=71 mm)を調整できるように回流水槽に渡したフレームから吊り下げる.

下掛け水車(外径 206 mm)は図3に示すように軸トルクの計測システムと一体化し同じフレームから吊り下げ(ho=24 mm)る.また,負荷トルクはバネ荷重にて調整し,その大きさは精密電子天秤にて読取ることができる.

原稿受付 2024年12月5日

<sup>\*1</sup> 国立弓削商船高等専門学校(〒794-2593 愛媛県越智郡上島町弓削下弓削 1000 番地)

E-mail of corresponding author: tsutsui@yuge.ac.jp



Fig.1 Floating channel with stepwise changed bottom



Fig.2 Schematic diagram of experimental setup



Fig.3 Setup diagram of waterwheel with torque measurement system

#### 実験結果と考察

#### 3・1 浮体水路内の流況に及ぼす深さ変化の影響

後流が深くなる Ch-A と後流が浅くなる Ch-B との水面形状の観察結果を表1に示す. Ch-A では入口直後から急激水位が低下し跳水のような水面形状が定在するが,一方の Ch-B では入口を通過すると水面は上昇し,水深の浅い領域では出口から反射したかのような水面波が定在する状態がそれぞれ観察された.

これは後者では後流の水深の浅い範囲に向けてステップ状に床面が変化するため堰上げのような効果が 現れていると考えられる.前者では後流の水深の深い範囲に向けて拡流効果が現れているものと考えられ る.

#### 3・2 浮体水路内の通過流速と水車軸出力に及ぼす深さ変化の影響

図4に示す各断面での流速を無負荷水車の回転速度にて比較してみるとCh-Aでは入口側で流速が高く出 口側で流速が低いことが示唆された.これは前節にてCh-Aでは拡流効果により入口付近に射流状の水面形 状を示すことを裏付けると考えられる.

一方, Ch-B では浮体水路の中央付近で最大流速を示しているが,これは堰上げ効果により最大水位が中央より入口側にあるため,水深の浅い領域に掛かけてヘッド差が流速に変換されているためと考えられる.

無負荷水車の回転速度による比較では、Ch-A、Ch-Bとも迎え流速より減速していることが確認された が、水路幅を変化させた場合(長井他,2024)と異なり、後流で水路断面積が小さくさる水路の方が大き な増速効果が得られている.今後、表面流速の絶対値をカンチレバー式表面流速計(長井他,2024)にて 確認するとともに迎え流速による増速率の変化について調査をすすめる予定である.





Fig.4 Wheel speed at each section of floating channel (U=0.4 [m/s])



Ch-Aの断面①とCh-Bの断面②に設置した下掛け水車の軸出力特性を図5に示す.Ch-Bに搭載した場合, Ch-Aよりも約1.4倍大きな出力を発生しており,また発生トルクもCh-Aに対し約1.5倍程度大きな値を示した.一方,Ch-Aは通過流速では減速を示したものの軸出力では浮体水路を用いずに広い回流水槽にそのまま設置した場合と顕著な差異はなかった.これらのことは堰上げ効果によるヘッドの上昇が有効に作用していると考えられ,浮体水路の設計にあたり,深さ変化と幅変化を組み合わせた形状において更なる出力向上が期待できることが示唆された.

#### 4. 結 言

(1) 深さ方向に断面積が変化する浮体水路では、後流が浅くなる場合の方が大きな通過流速が得られる.このことは幅方向に断面積が変化する浮体水路とは逆の傾向を示した.

(2)後流が浅くなる水路では後流が深くなる水路に対して発生軸出力,軸トルクとも大きく上回ることが 確認され,逆に,後流が深くなる水路では浮体水路を用いない場合と比較し顕著な差異は示さなかった.

### 文 献

- H., NAGAI, T., TSUTSUI, Practice of Isolated Island Engineering by using self-propelled field machine For business feasibility of surface-tidal power generation systems -, Proceedings of the International Conference on Business and Technology Transfer/Technology and Society (ICBTT/TS 2021), pp. 98-103.
- 長井弘志, 筒井壽博, 高藤圭一郎, 表層潮流エネルギー回生機構における浮体水路幅変化による下掛け水車の増 速効果, ターボ機械, Vol.52(2024), No.6, pp.355-366.