

平成 29 年 8 月 18 日現在

機関番号：55301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26340109

研究課題名(和文)環境調和型マイクロ水力発電の実験的研究

研究課題名(英文) Experimental study of environmentally harmonized micro hydraulic generation

研究代表者

鳥家 秀昭 (Toya, Hideaki)

津山工業高等専門学校・その他部局等・特任教授

研究者番号：40311071

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：水車羽根が河川の水面に浮かんだ状態で回転する浮遊式水車の原理実証を目的として実験的研究に取り組んだ。平成28年度は、新たに実験機の設計製作を行った。水車羽根の材質をプラスチックに変更し、回転軸の直径を1.5倍程度、大径化して強度を増大するとともに、浮力体の横幅を20%増加して実験機の浮力を確保した。発電機の磁極数を12極から16極に変更して性能向上を図った。河川実験で得られた発電出力は26～27[W]で、目標値(30[W])を下回った。この要因は、流水条件(流速・流量)が降雨などの自然現象に支配されることが挙げられる。上記は、平成28年11月の国際会議(ICEMS2016)で講演発表を行った。

研究成果の概要(英文)： An experimental study was performed, which aims to demonstrate the principle of a floating type hydraulic turbine that is rotating on the water surface of the river. A new test machine is designed and made in 2008. The material of the water turbine blade was changed to plastic. The diameter of the rotating shaft was increased by about 1.5 times to increase the strength. The horizontal width of the buoyant body was increased by 20% to ensure buoyancy of the test machine. The number of the magnetic poles of the dynamo was increased from 12 to 16 poles to improve the generator performance. The river test proved the output power of 26 ~ 27[W] which was lower than the estimated output power of 30 [W]. The reason is deduced that the stream conditions (flow rate and flow rate) of the river are controlled by natural phenomena such as rainfall. The paper of the study described above was presented at ICEMS2016.

研究分野：Electrical engineering

キーワード：floating type buoyancy output power water turbine

1. 研究開始当初の背景

水力発電はクリーンエネルギー源の一つであるが、生態系への悪影響、対環境性の悪さなどの問題があり、大規模なダムなどの設備の建設に莫大なコストが必要である。そこで、近年ではこのような問題が比較的小さいマイクロ水力発電が注目されている。

2. 研究の目的

本研究では、図1に示すように水車の回転羽根（水車羽根）が水面に浮かんで回転するフロート式発電に着目し、河川に設置して実用化を念頭に有効性と適用性を検討する。フロート式発電の主な特徴は以下のとおり。（a）水車全体が回転する構造で、異物を巻き込み難く運転障害が発生しにくい。（b）同軸固定による無回転差がなく、左右の水車に回転数の差が生じないため安定性がある。（c）水車本体が水に浮き、水車本体を支持する必要がないため大規模な工事が不要で建設コストが安価である。（d）流速が速い水面付近で運転するので流れてくるゴミ等の異物の影響が少ない。

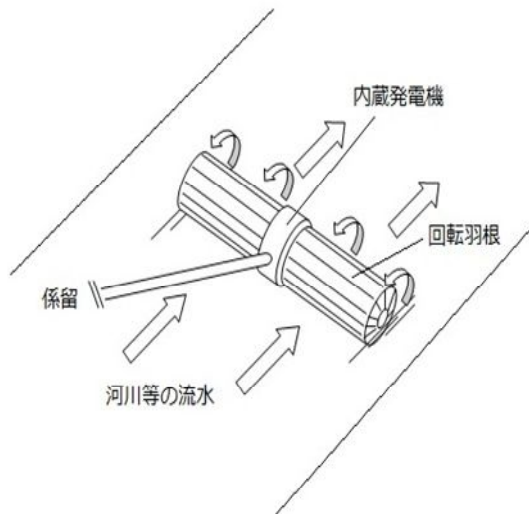


図1. フロート式発電の概略図

3. 研究の方法

フロート式発電機の小型モデルを用いた原理実証実験と有限要素法（FEM）解析ソフトANSYSを用いた流体解析を実施した。その後、実機モデルを用いて実際の河川実験により発電性能（発電出力と回転数）の検証を行った。試作した実験機の発電実験は、津山市横野川、鏡野町吉井川および鏡野町香々美川を利用して実施した。実験機を設置する際に河川の堰を利用するため、補助水路を製作した。

図2に、河川で実施したフロート式発電の実験風景を示す。実験結果から、実験機の発電出力と回転数の関係を求め、これより発電性能を検討した。



図2. フロート式発電の実験風景

4. 研究成果

先ず、ANSYSによる流体解析について述べる。汎用の有限要素法のプログラム（ANSYS）を用いて流体解析を行い、フロート式水車の有効な使用条件や適用性を調査した。

図3（a）、（b）に解析結果の例を示す。図において、流水は左側から右側に向かって流れている。赤色の部分が最大流速の領域を示す。解析結果から、次のように考えられる。（1）水面からおよそ水底までの半分の範囲で高流速である。（2）障害物があった場合でも水面付近の流速の変化は小さい。（3）（1）、（2）から、水面付近で水車を回転させることで、流水エネルギーをより有効に発電エネルギーに変換できる。

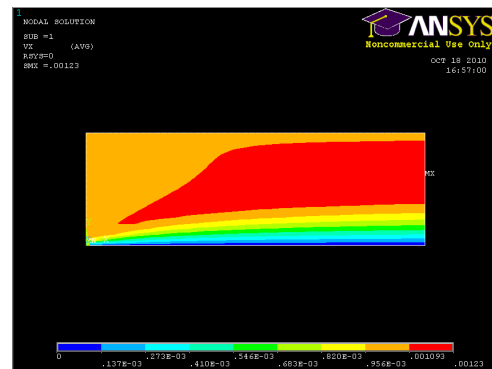


図3（a）. 一般的な水路の流速分布

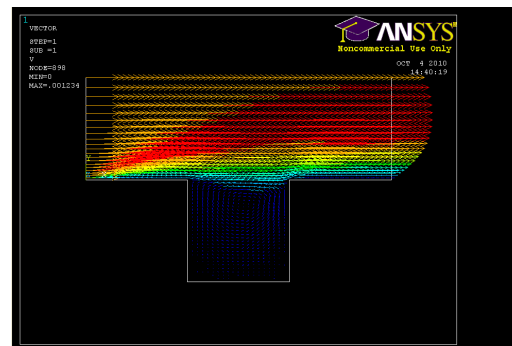


図3（b）. 障害物のある水路の流速分布

次に、フロート式発電の実機モデルを用い河川で実施した発電実験について述べる。

1号実験機の外観を図4(a)に、予備実験風景を図4(b)に、実験結果を図4(c)に示す。2号実験機については、図5(a)に外観を、図5(b)に実験結果(プロット)を示す。2つの実験機の概略サイズは、縦900、横860、高さ300[mm]で、質量は約6[kg]である。また水車羽根の外直径は300[mm]である。

図4(b)の予備実験風景から、1号実験機が、図1の概略図と同様に、河川の水面上に浮かんだ状態で運転できることが分かる。

図4(c)の1号実験機の実験結果から、発電出力は目標値の10[W](発電機の回転数は780[rpm])が得られた。



図4(a). 1号実験機の外観



図4(b). 1号実験機の予備実験

図5(b)から、2号実験機の発電出力は目標値30[W]の85~90%(発電機の回転数は880[rpm])である。

また、1号実験機のエネルギー変換効率について検討した。水車羽根に変換される流水パワー(P)は、

$$P = (1/2) \cdot \rho \cdot S \cdot V^3 \text{ [W]} \quad \dots \dots \dots (1)$$

である。(1)式において、 ρ は水の密度で $\rho = 1000 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ 、 S は2枚の水車羽根の面積で $S = 2 \times 0.0243 \text{ [m}^2\text{]}$ である。河川実験では流速(V)は測定できないので $V = 1.5 \text{ [m/s]}$ と仮定して流水パワー(P)を計算すると、 $P = 82 \text{ [W]}$ となる。

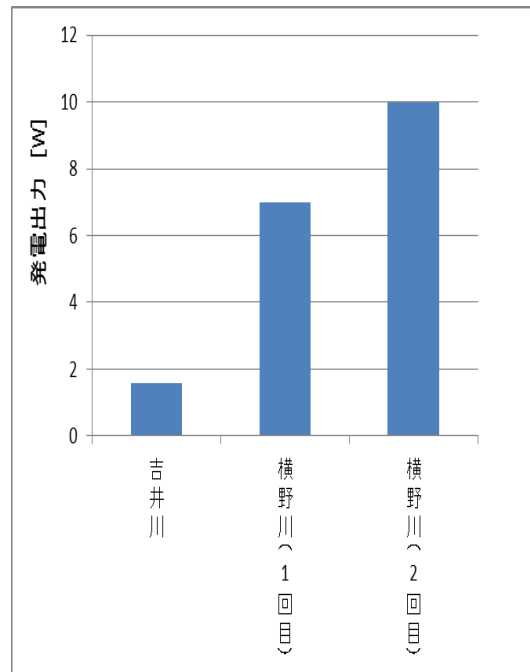


図4(c). 1号実験機の実験結果



図5(a). 2号実験機の外観

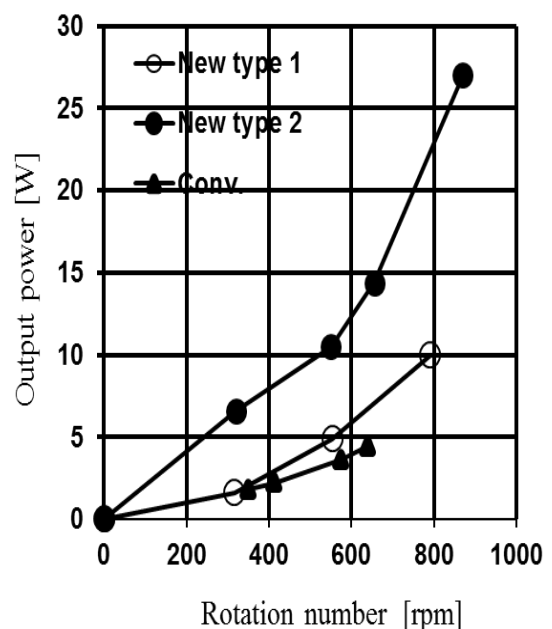


図5(b). 2号機の実験結果(プロット)

一方、河川実験の結果では、発電出力は $P = 10[W]$ である。従って、1号実験機のエネルギー変換効率 (η) は、

$$\eta = 10/82 = 0.12195 \text{ (12.2 [\%])} \dots (2)$$

となる。

本研究のまとめと今後の課題を述べる。ANSYSの解析により、フロート式発電の適用領域を調べ、水面付近が流速が速く有効に活用できる領域であることを確認した。次にベルトを使わないダイレクトドライブ型の実機モデルを試作して、河川実験により発電性能（発電出力と回転数）を検証した。2015年度の1号実験機は、発電出力として目標の10[W]を達成した。2016年度の2号実験機は目標（30[W]）の80～90%の発電出力だった。

今後の課題は、ルギーの変換効率の向上を図るとともに、可搬型マイクロ水力発電に研究を展開することである。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕(計 0件)

〔学会発表〕(計 3件)

・ H.Toya, T. Yuji and T. Kusakabe,

“Experimental Study on a Floating Type Micro Hydraulic Turbine”, Proc. of ICEMS2013, pp. 242-245 (2013).

・ H.Toya, M. Takebayashi and T. Yuji,

“Practical Study on a Floating Type Micro Hydraulic Turbine”, Proc. of 1st ACEIAT2014, pp. 242-245 (2014).

・ H.Toya, T. Ashida and T. Kusakabe

“Improvement of the Output Power of the Floating Type Micro Hydraulic Power Generator”, Proc. of ICEMS2016, pp. 68-71 (2016).

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

鳥家秀昭 (TOYA, Hideaki)

津山工業高等専門学校・その他の部局等・
特任教授

研究者番号：40311071

(2)研究分担者

()

研究者番号：

(3)連携研究者

()

研究者番号：

(4)研究協力者

()