

極低容量水力発電システムの研究

機械システム課 金森直希 上野 実 羽柴利直 電子技術課 佐山利彦

若い研究者を育てる会 コーセル(株) 住和大輔

1. はじめに

近年、マイクロ・ピコ水力発電システムの研究開発が盛んに行われているが、より小さな小水路や排水管路等の極低容量の水エネルギー源は、発電コストや水量の安定性の観点からほとんど利用されていない。しかし、使用場所や用途を限定すればこれら未利用の水エネルギー源の活用法を見出すことができると考えられる。そこで、本研究では、50W 程度の極低容量水エネルギー源を活かすことができる用途・状況を検討し、具体的な水力発電装置の試作・試験を通して、極低容量水エネルギー源の活用可能性や将来の発電装置の改良に向けた問題点を抽出した。

2. 使用場所・用途および試作水車の検討

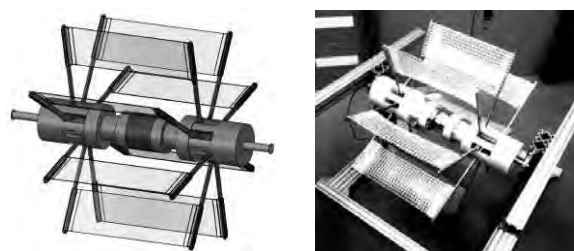
毎秒2.6リットルの水が1mの落差を流れ落ちる際の仕事率である50W程度の水エネルギーの使用場所、用途、発電機へ接続する負荷について検討した。常設ではなく一時的に水力を利用する状況に活路があると考え、沢があるキャンプ場や災害避難所付近の小川において、携帯電話の充電や最低限の照明に使う必要最小限の電源として出力2Wを目標とした。そこで、水車の設置・撤去の容易さおよび可搬性の高さが重要であると考え、軽量・小型かつ収納・展開が容易な「モバイル水車」を提案し、試作・試験を行った。

3. モバイル水車の試作・試験

搬送・移動および収納・展開時の利便性から、収納時の水車の大きさがA4サイズ以下かつ重量1kg以下を目標として、水車タイプ、発電機、収納・展開機構を検討した。その結果、超低落差・超低流量に適し、上掛け・下掛けの両方の使い方が可能で、かつ比較的単純な形状である開放ホイール型の水車タイプを選択し、発電機には自転車用ハブダイナモを用いることとした。収納・展開機構については、主に三次元CADを使って検討を進め、最終的にFig. 1(a)に示す機構に至り、Fig. 1(b)に示す水車を試作した。水車骨材は扇子のように畳むことができ、羽根板には柔軟膜材を用いている。想定出力を式(1)で求めると2.76Wであった。

$$P = \rho HWv^3 \eta_w \eta_e \quad (1)$$

ここで、 ρ は水の密度で 1000kg/m^3 、 v は流速で 0.8m/s 、



(a) 3D-CAD model

(b) Prototype

Fig. 1 Overview of the unfolded water wheel.

η_w は下掛け水車の効率で0.3、 η_e は発電機の発電効率で0.6とした。羽根板の水車半径方向長さ H および水車軸方向長さ W は、それぞれ、0.1mおよび0.3mとした。

水車収納時の主要部品をFig. 2に示す。これらすべての主要部品はA4サイズ内に収めることができ、羽根膜付き水車骨材部の重量は0.89kgであった。

流速約1m/sの実際の水路にて発電試験を行った(Fig. 3)ところ、負荷 30Ω のとき出力0.5Wとなり、目標の2Wには届かなかった。羽根膜へ水流を誘い込む流入部の開発および発電機の開発が今後の課題であることがわかった。

(詳細は、平成25年度若い研究者を育てる会「研究論文集」p.20~25を参照。)



A4 Paper

(a) Folded state of the wheel parts.



A4 Paper

A4 Paper

(b) A Power generator and extension shafts.

(c) Fixed parts.

Fig. 2 Major parts.



Fig. 3 Experiment of power generation.