

円錐形状浮体の送水特性と波力発電装置の開発

東海大学大学院

(株)水圏科学コンサルタント

東海大学海洋学部

東海大学研究員

学生員 ○鈴木 厚志

正会員 住田 哲章

正会員 田中 博通

非会員 淀川巳之助

1. はじめに

消波機能と閉鎖性水域の貧酸素状態を改善するための送水機能を兼ねた写真 - 1 に示す円錐形状浮体を開発した。円錐形状浮体は、斜面を遡上した波が装置中央部に設置された穴に流入し、下方へと伸びたホースを通して下層への表層水が送水される仕組みである。

波エネルギーの賦存量は全国平均 6kW/m であり、日本の海岸線の総延長は約 3 万 5000km であることから、かなりのエネルギー総量が見込まれる。今回はこの波エネルギーを有効に使うために、円錐形状浮体を用いた波力発電システムについて実験的研究を行った。



写真 - 1 円錐形状浮体

2. 実験方法

波の運動エネルギーを位置エネルギーに変換することで、装置中央部の穴にプロペラと導水羽、発電機を連結させた発電実験用タービンを設置し、発電を可能にする波力発電装置の開発を行った。波力発電装置開発にあたり、波力発電装置のプロペラと導水羽の組み合わせにより、発電装置の回転数とトルクを求めることで、効率の良い発電方法を検討した。

円錐形状浮体送水実験用送水柵(縦 0.92m × 横 1.82m × 高さ 0.8m) に発電実験用タービンを接続し、写真 - 2 に示すようにそれぞれの計測器を設置した。送水柵に送水用ポンプにて水を流入させ、測定水位差を替えて各水位差で負荷を変化させ、実験に際しては、回転数とトルク出力を連続記録した。また、浮体下部のホースに電磁流速計(2 方向)を取り付け、同時に流速も記録した、プロペラの枚数、導水羽の枚数をそれぞれ下記の条件で組み合わせて実験を行った。

i : 導水羽の枚数(1 : 10 枚, 3 : なし), ii : プロペラ羽の枚数(A : 10 枚, B : 5 枚), iii : 水位差(15 : 15cm, 20 : 20cm, 25 : 25cm, 30 : 30cm, 35 : 35cm, 40 : 40cm, UP : 水深変化), iv : 負荷(0 : ブレーキのみの負荷, 2 : 負荷 2, 3 : 無負荷, U : 負荷変化)である。

表 - 1 ファイルネーム

1. A. 15. 0 . CSV
↑ ↑ ↑ ↑
i ii iii iv



写真 - 2 トルク計測システム

3. 実験結果及び考察

図-1 は発電機を発電実験用タービンに接続し、モーターにより回転を与えた時の回転数と出力電圧の関係をグラフにしたものである。図-1 の結果において実験値が理論値より電圧が高い、これは今回の実験では電圧を直流で計測したものであり、交流で計測した理論値は、発電機自体が電圧を制限しているため直流より電圧が低くなる。また、図-1 から回転数が大きくなると電圧が上昇し、回転数が上がるにつれて電圧の上昇率が小さくなっているのがわかる。図 - 2 ~ 図 - 5 は、それぞれのケースごとにおいて、水位(cm)、トルク(kgf・cm)、流速(cm/s)、回転数(r/min)の平均値を取ったものである。今回のケースでは送水用ポンプの定格容量により、図 - 3, 4, 5 の実験条件ではそれぞれ水位が 35, 30, 20cm までが限界となった。

図 - 2, 図 - 3 において導水羽 10 枚でプロペラ 10 枚と 5 枚の場合を比較すると無負荷の場合、プロペラ 5 枚の方が全てのケースにおいて流速、回転数は大きく、トルクの数値は小さくなったが、ブレーキのみの負荷と負荷 2 の場合、プロペラ 10 枚の方が水位 15~20cm において回転数は大きくなった。同様に図 - 4, 図 - 5 において、導水羽なしでプロペラ 10 枚と 5 枚の場合を比較するとプロペラ 5 枚の方が全てのケースにおいて流速、回転数は大きく、トルクの数値は小さくなった。このことからプロペラ 10 枚と 5 枚では、プロペラ 5 枚の方が通水性に優れ、水が流れやすいことがわかる。また、低水位においては導水羽 10 枚でプロペラ 10 枚の方が、効率が良いことがわかる。これは低水位では流速が小さく、プロペラにあたる力が小さいためプロペラの枚数が少ないと、その分、プロペラに力が働かずプロペラが回転することなく隙間を水が通り貫けると考えられる。つまり、流速の値が小さい時はプロペラの枚数は多い方がよいと考えられる。

図 - 2, 図 - 4 においてプロペラ 10 枚で導水羽 10 枚、なしで比較すると、導水羽 10 枚のほうが全てのケースにおいて回転数、トルクの数値は大きく、流速の数値は小さくなった。図 - 3, 図 - 5 においてプロペラ 5 枚で導水羽 10 枚、なしで比較すると、1B200~1B203 と 3B200~3B203 においてブレーキのみの負荷と負荷 2 の場合、導水羽 10 枚の方が回転数

キーワード 円錐形状浮体, 送水特性, 波力発電装置
連絡先 東海大学海洋学部海洋建設工学科(〒424-8610 静岡県静岡市清水区折戸 3-20-1)

は大きく、ブレーキなしの時は導水羽 10 枚の方で回転数が大きかった。図 4 において 3B200 と 3B202 を比較するとブレーキの負荷を大きくしたが回転数が大きくなっている。これは実験中のブレーキの負荷のかけ方に問題があると考えられる、よって、ブレーキがない状態で考えると、導水羽の枚数が増えると流速は小さくなるが、回転数の数値は大きくなる。つまり、導水羽の枚数が増えることにより水の流れに変化が生じ渦流となり、プロペラに効率よく力があたることで回転数が大きくなることがわかる。また、導水羽なしの場合は流速が大きくなるが水が直接排水されてしまうため、プロペラにうまく力が働かず回転数が小さくなることが考えられる。

今回のケースで水位 15～35cm において回転数で比較すると、最も効率の良かったのは導水羽 10 枚でプロペラ 5 枚のケースで、最も効率の悪かったのは導水羽なしでプロペラ 10 枚のケースとなった。また、流速について比較すると最も流速が早くなる傾向があるのは、導水羽なしでプロペラ 5 枚のケースで、最も流速が遅くなる傾向があるのは、導水羽 10 枚でプロペラ 10 枚のケースのときとなった。

4. あとがき

今回行ったケースでは導水羽 10 枚、なしとプロペラ 10, 5 枚のケースを組み合わせで行った。今後の課題としては、導水羽とプロペラの関係が回転数の数値に大きく影響することから、プロペラ、導水羽の枚数や形状を検討する必要がある。また、今回の実験結果を基に、今後、実海域で実験し、プロペラ形状の開発を含め、効率の良い波力発電システムを開発する計画である。

最後に、本研究を行うにあたり実験に協力してくださいました東海大学海洋学部学生 米谷英晃氏、宗方雅伸氏に感謝いたします。また、本研究は、科学研究費の補助を受けて行ったものである。

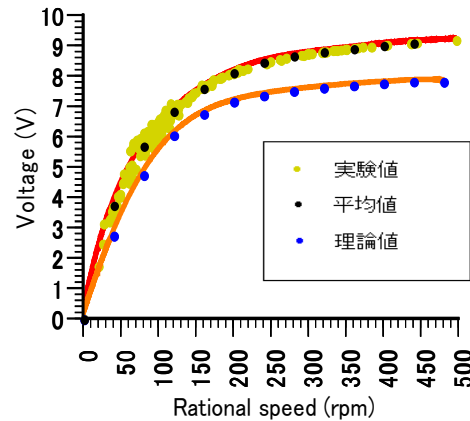


図 - 1 回転数と出力電圧特性

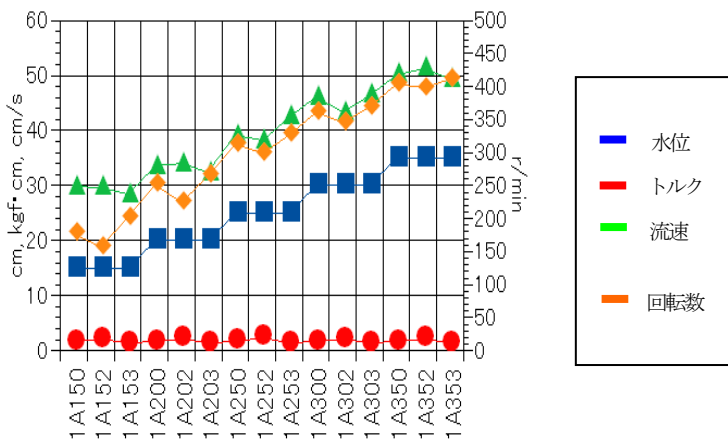


図 - 2 水位差, トルク, 回転数, 流速の関係

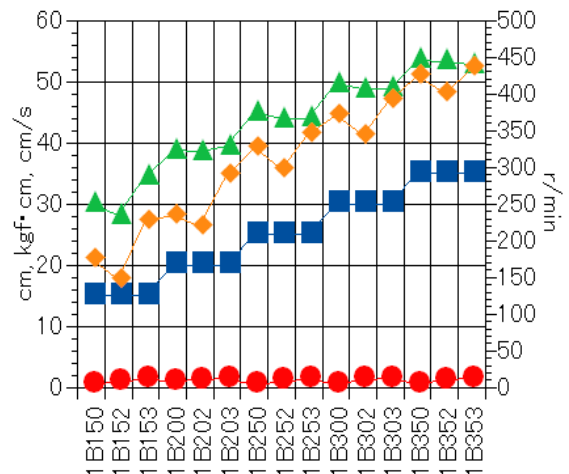


図 - 3 水位差, トルク, 回転数, 流速の関係

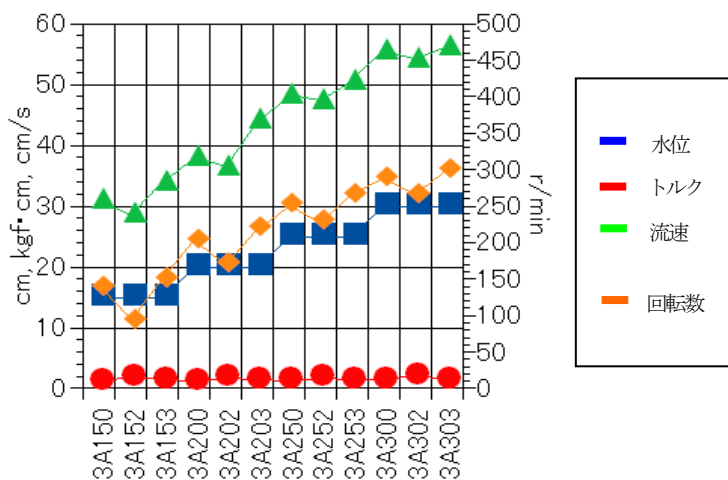


図 - 4 水位差, トルク, 回転数, 流速の関係

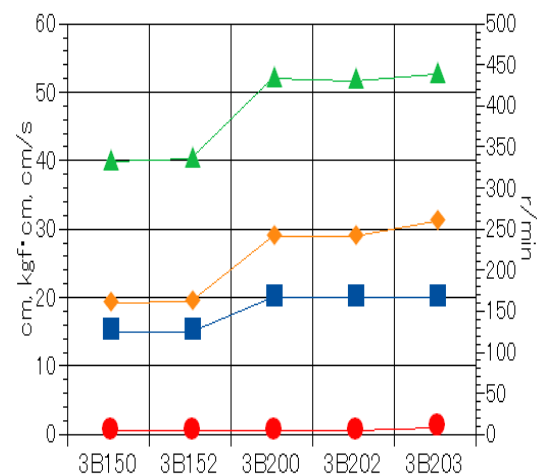


図 - 5 水位差, トルク, 回転数, 流速の関係