

振り子運動を利用した小規模な波力発電における外枠形状の影響

秋田大学 正会員 ○齋藤 憲寿

秋田大学 非会員 高橋 圭太

秋田大学 非会員 秋永 加奈

秋田大学 正会員 渡辺 一也

1. はじめに

近年、光や熱など周囲環境に存在する微小なエネルギーを電力へ変換する技術（エネルギーハーベスティング¹⁾）が注目されており、これまで小規模な発電は用途が限られていたが、電子機器の省電力化技術の進歩に伴い用途が広がりつつある。特に、水中は人が立ち寄り難い環境であるためエネルギーハーベスティングのニーズが高く、著者らは水中で使用するIoTセンサの駆動や通信に不可欠な自立電源への適用を想定し、振り子運動を利用した小規模な波力発電装置²⁾の開発を行っている。本研究では発電実験を行い、装置の外枠形状が発電へ及ぼす影響について検討した。

2. 発電の仕組み

図-1に発電装置の概要、表-1に振動発電デバイスの物理的性質を示す。波が発電装置に衝突すると、回転軸を中心に、波の衝撃力と発電装置の浮力（復元力）に伴う振り子運動が行われる。そして、振り子運動と連動して振動発電デバイスが変形することにより、運動エネルギーを吸収して電気エネルギーへ変換する。

表-2に実験で用いる発電装置の外枠形状を示す。3Dプリンターで作製した円柱、四角柱および三角柱の3種類とし、高さおよび容積を統一した。

3. 実験概要

図-2に発電実験の概要を示す。可傾斜変動水槽（長さ12000mm、幅300mm、高さ500mm）の中央に発電装置および波高計を設置し、水深を220mm一定として波高20mm、周期2sの波を発生させた。そして、0.01ms毎に波高、発電装置の角度および角速度、電力を計測した。なお、三角柱および四角柱の平面を造波板側へ向けて設置している。



図-1 発電装置の概要

表-1 振動発電デバイスの物理的性質

寸法(mm)	75×20×0.43
共振周波数(Hz)	3300
共振抵抗(Ω)	300
静電容量(nF)	110
出力電圧(V)	±80
出力電流(μA)	100

※おもり47.7g使用

表-2 発電装置の外枠形状

形状	円柱	四角柱	三角柱
直径または1辺の長さ(mm)	68	61	93
高さ(mm)	120		
容積(mm ³)	400		

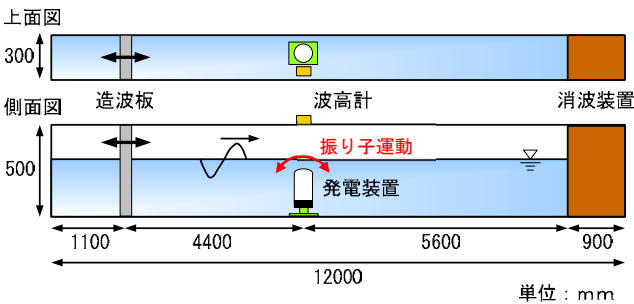


図-2 発電実験の概要

4. 実験結果および考察

図-3に時間と振り子運動の角度および波高の関係を示す。波1周期分の発電装置の挙動を見ると、外

杵形状に関係なく波の峰が発電装置へ到達する前にマイナス（造波板）側へ傾きはじめ、波の谷が到達した後はプラス（消波装置）側へ傾いていた。しかし、傾くタイミングは外杵形状によって異なっていた。

図-4 に時間と振り子運動の角速度および波高の関係を示す。円柱は波の峰が発電装置へ到達する前、四角柱は到達時、三角柱は到達した後に角速度が最大となった。また、最大値を比較すると円柱は 1.29 rad/s 、四角柱は 0.73 rad/s 、三角柱は 0.70 rad/s と異なっていた。これは四角柱および三角柱の平面が水の抵抗となり、振り子運動を阻害していたことが要因と考えられる。

図-5 に時間と電力および波高の関係を示す。図-4 と同様に、円柱は波の峰が発電装置へ到達する前、四角柱は到達時、三角柱は到達した後に電力が最大となった。また、最大値を比較すると円柱は $9.55 \mu\text{W}$ 、四角柱は $4.79 \mu\text{W}$ 、三角柱は $3.99 \mu\text{W}$ であった。

図-6 に外杵形状の違いによる発電量の比較を示す。1sあたりの発電量に換算すると、円柱が3つの形状の中で最も発電量が大きくなった。また、四角柱および三角柱の最大電力は異なっていたが、発電量はそれぞれ円柱の69%となり、両者の差は見られなかった。

5. まとめ

本研究は、振り子運動を利用した小規模な波力発電装置の外杵形状が発電へ及ぼす影響について検討し、以下の知見を得た。

- 1) 振り子運動の角速度および電力が最大となるのは、円柱が波の峰が発電装置へ到達する前、四角柱が到達時、三角柱が到達した後であった。
- 2) 発電量が最も大きくなったのは円柱であった。四角柱および三角柱はそれぞれ円柱の69%となり、両者の差は見られなかった。

謝辞: 本研究は（公財）中部電気利用基礎研究振興財団の助成により行われたことを付記し、ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 竹内敬治: エネルギーハーベスティングの最新動向, 表面技術, Vol.67, No.7, pp.334-338, 2016.
- 2) 齋藤憲寿, 高橋圭太, 秋永加奈, 渡辺一也: 振り子運動を利用した小規模な波力発電装置の開発: 混相流シンポジウム, No.0031, 2020.

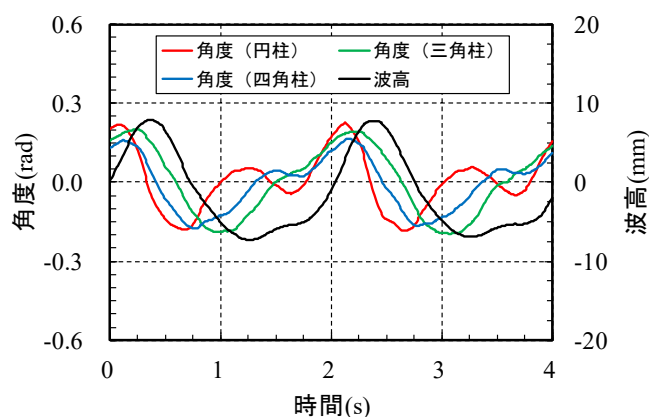


図-3 時間と角度および波高の関係

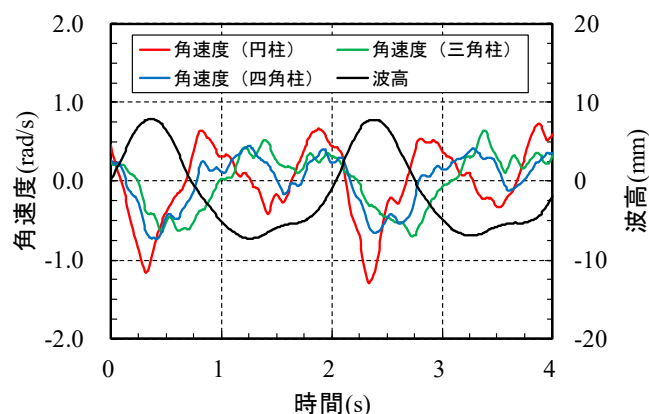


図-4 時間と角速度および波高の関係

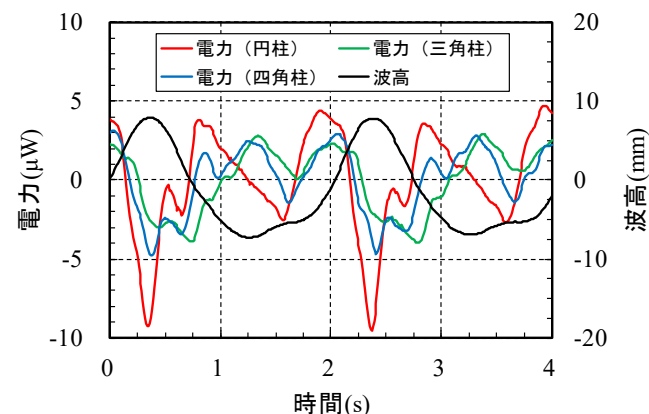


図-5 時間と電力および波高の関係

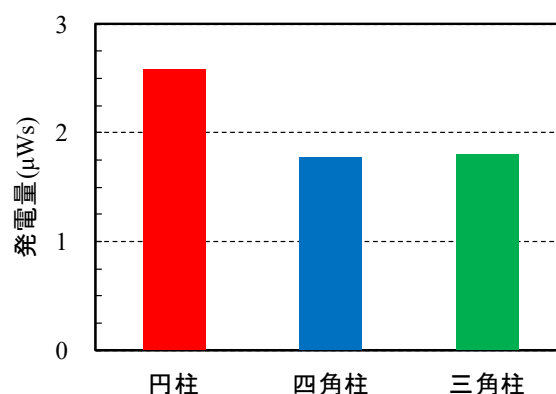


図-6 外杵形状の違いによる電力量の比較