

新方式振動水柱型波力発電システムの提案

山口大学大学院 学生会員 ○松岡克弥 フェロー会員 羽田野袈裟義
正会員 種浦圭輔 学生会員 Pallav Koirala

1. はじめに

地球温暖化対策や化石資源枯渇の問題から、再生可能エネルギーの開発が切望されている。著者らは、可動物体（浮体）型波力発電システムを開発中である。この方式では、水面下降時のみ発電する場合と常時発電する場合とは、エネルギー利得がほぼ同じである。

本研究ではこの結果に着目し、二方向タービンが効率面で不利であることを考慮し、一方向タービンとラチェット機構を組み合わせた新方式の振動水柱型波力発電システムを提案する。

2. 振動水柱型波力発電システムの現状

従来の振動水柱型波力発電では、二方向タービンを用いる。これは空気の往復流から同一方向に回転する軸の動力を得るものであるが、前述のように二方向タービンは一方向タービンに比べて効率がかなり悪い。またこの方式では、水面上昇時と下降時の両方の時間帯で発電を行い、水面上昇時には空気室内に衝撃的な加圧状態が生じ、大きな浮力が作用する。そのため、空気室の隔壁を厚くし重量を上げることが必要である。このように高コストで非効率が問題である。

ここで、二方向タービンの効率を既往の文献¹⁾より引用してその実態を紹介する。二方向タービンには、「ウエルズタービン」と「衝動タービン」がある。図-1は、各種の二方向タービンの効率を示している。

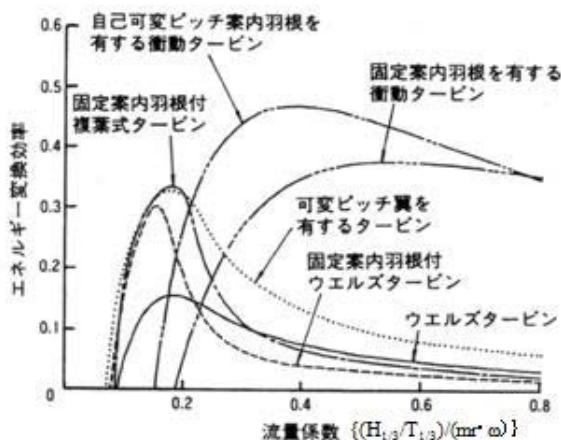


図-1 各種の二方向タービンの効率

図よりウエルズタービン、衝動タービンとも流量係数すなわち $H_{1/3}/T_{1/3}$ （有義波高と有義波周期の比）が小さい領域では発電ができないことが分かる。また、ウエルズタービンは流量係数が比較的小さな値から有意に発電をするが、効率は流量係数の特定の領域で高い値（最高値で30%強）を取るだけである。一方衝動タービンは、相対的に流量係数の大きい範囲で発電し、効率が40%~50%程度で比較的安定している。しかしながら前述のように一方向タービンの効率に比べるとかなり低い。

3. 本提案の動力変換装置

(1) 原理

本提案の動力変換装置の概念図を図-2に示す。この装置は、一方向タービンとラチェット機構を組み合わせたことにより空気の往復流から一方向の回転の動力を獲得して発電機を回す。これにより空気室内が、加圧状態または減圧状態のいずれかの時間帯だけエネルギーを変換する。すなわちエネルギー変換は間欠的に行われる。従って、利得電力の平滑化のためには、軸を一方向回転に変換した後段にフライホイールを装着することが推奨される。前述のように空気室内が、加圧状態または減圧状態のいずれかの時間帯だけエネルギーを変換する。この場合、従来方式の問題点である空気室内の衝撃的な加圧状態を避けるため、空気室内が減圧状態の時だけエネルギー変換するようにする。

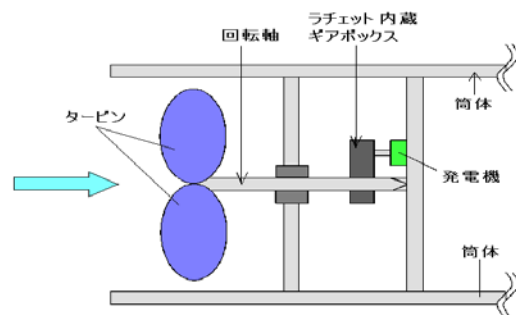


図-2 本提案の動力変換装置の概念

次に、エネルギー利得のポテンシャルとも言うべき空気室内の水面上下動のストロークについて述べる。図-3は、従来方式で水面が上昇する時と下降する時の両方の

キーワード：波力発電，振動水柱型，一方向タービン，ラチェット機構，低コスト，高効率

連絡先：〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2-16-1 山口大学大学院 水圏環境動態システム工学研究室 TEL0836-85-9353 FAX0836-85-9301

時間帯で動力変換する場合と、本方式で水面下降時のみ動力変換する場合の空気室内の水面上下動のストロークの比較を概念的に示す。原理的に動力変換を行うとその分だけ空気室内の水面上下動は、空気室外の水面上下動に比べて減少する。従来方式では、空気室内の水位変動は上昇下降とも抑えられる。一方本提案の方式では、水面上昇時は空気室内の水位が空気室外の水位と同程度まで上昇し、水面上昇の抑圧は生じない。

エネルギー利得は、上記のストロークの他に稼働時間を考える必要がある。本提案の方式は、従来方式と比べてストロークが大きいが、稼働時間は約半分になる。著者らの可動物体型波力発電システムについて、上記と同じような2つの稼働状態で、一周期の平均発生電力を見積もると、ほぼ同程度であった。従って、この場合も利用できるエネルギーは同程度と考えられる。

(2) 優位性

本提案の振動水柱型波力発電システムの優位性は、①空気室内に衝撃的な加圧状態を作らず空気室に作用する浮力が小さいため、空気室をコンパクト・低コストにすることができる。②一方向タービンの効率が二方向タービンに比べて高いので、発電量の増加が見込まれる。

4. 日本近海の波浪について

図-1は、タービンの効率を流量係数に対して示している。横軸の流量係数の内、 $H_{1/3}/T_{1/3}$ を国土交通省全国港湾海洋波浪情報網(ナウファス)の2007年観測データ²⁾から求め、この頻度分布を図-5に示す。図より日本海側の玄界灘では、 $H_{1/3}/T_{1/3}$ の頻度が高い順に夏では0.10m/s、0.15m/sで、冬では0.15m/s、0.20m/sとなっており、冬期では $H_{1/3}/T_{1/3}$ の大きい値が、比較的頻繁に発生している。従って、冬期の暖房用電力需要を賄うことが期待できる。一方、太平洋側の潮岬では、 $H_{1/3}/T_{1/3}$ の頻度の高い順に夏では0.15m/s、0.10m/sの順で、冬期は0.10m/s、0.15m/sの順となっており、 $H_{1/3}/T_{1/3}$ の大きい値が発生する頻度は、冬期と夏期で同程度である。

5. まとめ

以上、従来の振動水柱型波力発電システムの費用対効果の弱点を克服した新方式の振動水柱型波力発電システムを提案した。今後の実用化に向けて、研究開発をしていく予定である。

【参考文献】

- 1) 瀬戸口俊明：「波浪エネルギー利用技術の動向」，火力原子力発電，Vol.50, No.9, 1999, pp.1054-1061.
- 2) 国土交通省全国港湾海洋波浪情報網(ナウファス)：
<http://nowphas.mlit.go.jp/>

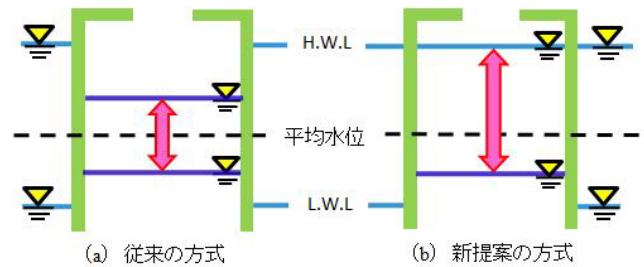


図-3 空気室内の水面上下動のストローク比較

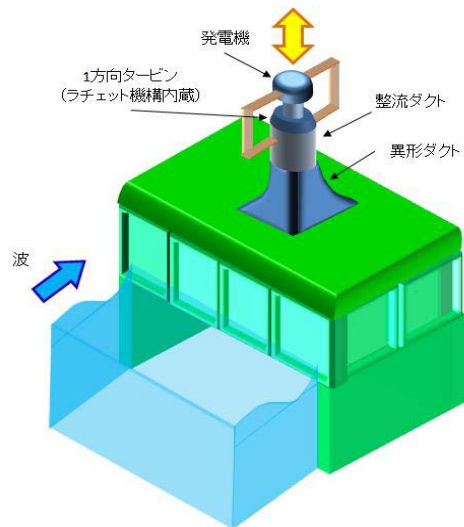
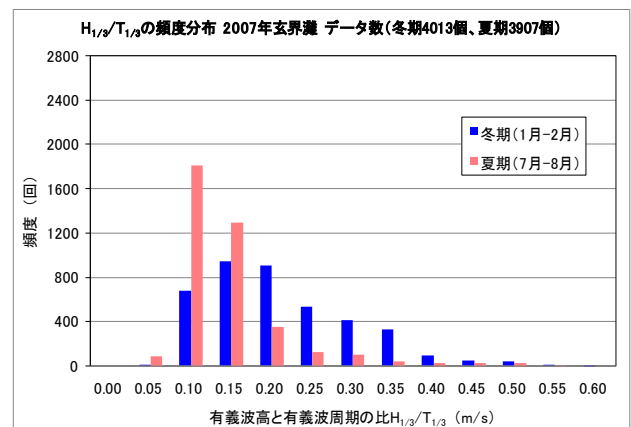
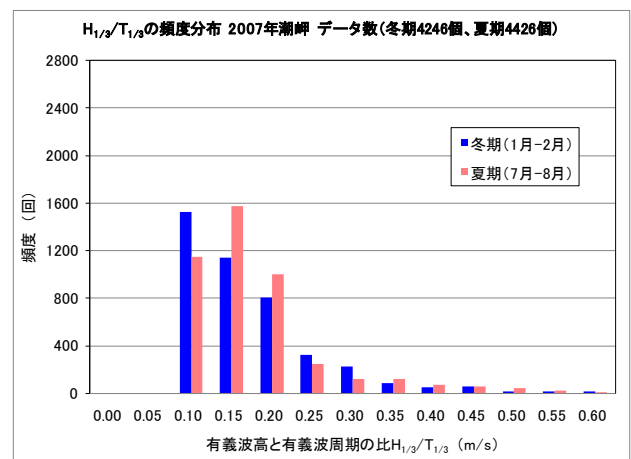


図-4 本提案のシステムの全体構成図



(a) 玄界灘（日本海側）



(b) 潮岬（太平洋側）

図-5 冬期と夏期の $H_{1/3}/T_{1/3}$ の頻度分布