

波力エネルギー変換装置について

山口大学工学部	正 員	○羽田野 袈裟義
	学生員	岩 本 充 宏
日本文理大学工学部	正 員	樋 田 操
青木建設	正 員	尾 崎 哲 二

1. はじめに

化石燃料の枯渇や火力発電所の排出ガスの地球規模環境の及ぼす影響などエネルギーをとりまく現状は厳しいものがある。このような現状でクリーンエネルギーに大きな期待がかかっている。波力は、クリーンエネルギーの中では、水力、風力ほどには実用化が進んでいない。しかしながら、エネルギーの分布密度や安定性の面で明らかに風力に比べて有利である。本研究は、複数の浮体を用いて波力エネルギーを回転エネルギーに変換するシステムを提案し、その基礎実験結果を報告するものである。

2. 従来の主要な方式と新しい提案

波力エネルギー変換の方式は、①振動水柱型、②可動物体型、③受圧面型に大別される¹⁾。うち、③の受圧面型は海底部の構造物となるため設置や維持管理の問題が多く大規模なエネルギー変換には適さないとされている。①と②の方式の概要と利害得失は次のようである。①の振動水柱型は、容器を逆さにして海面に伏せた形式で、水面波により容器内外の圧力差をつくり、これにより空気流を起こしてタービンを回すものである。この方式は可動部をもたないため、構造体としての強度上の問題が少なく大規模なエネルギー変換法として現時点では最も期待されており、実用化も進んでいる。反面、大規模なエネルギー変換を期待して広い区域の水面変動のエネルギーを抽出するには容器を多数の気密性・水密性の空気室に分割しなければならず、大量の材料と大がかりな加工を必要とする。特に、防波堤設置型では空気室が潮汐による水面変動の範囲をカバーすることが必要で重大な問題である。また、エネルギー利得は容器内の水面変動に直接依存するが、容器内の水面変動が水面波と容器内外の圧力差に応じて複雑に変化するためこれを波の波高や周期から算定することは現時点で困難である。②の可動物体型は、ソルター・ダックに代表されるが、水面位置に置かれた物体が水面波により運動することを利用してこれを回転運動に変換するものである。この方式では、浮力の変動からエネルギーを抽出するのでエネルギー利得効率が高く、しかも周期と波高からエネルギー利得が算定される。反面、可動部をもつため、構造体としての強度やメンテナンスの問題がある。そして、水位変動や波の進行方向によっては可動物体とその支承部に有害な拘束力を生じさせるという問題がある。

本研究で提案する方式は上記の分類では可動物体型に属するが、その概要は次のようである。浮体と釣合錘を引張部材の両端に取り付けておき、引張部材をプーリに巻きかけて吊り下げると、水面の昇降によりプーリは交番回転運動をする。ラチェット機構を用いてこの運動を互いに逆方向の1対の定方向回転運動に変換し、2つの出力軸の運動として取り出す。これを基本要素とし、複数の基本要素を連結する。そして、すべての基本要素からの回転エネルギーを総和したのち、一つの向きの回転運動にまとめた上で変速機により増速して発電機を回す。この方式では、設置場所や波の進行方向の制限がない上、可動物体型のネックである有害な拘束力の発生を回避できる。また、強度上の問題は基本的に引張部材、プーリ支持部分、系全体の支持部分についてクリアすればよい。

3. 水槽実験とその結果

上で提案した方式の模型を製作し、簡単な性能試験を行った。実験は日本文理大学海洋工学実験場の平面造波水槽で行なった。模型は4基本要素からなり、前記1対の回転運動のうちの一つの運動のエネルギーを取り出すようにしている。装置平面図の概略を図-1に示す。浮体は外寸0.51m×0.51m×0.45mの正方

形底面の直方体を基本とし、この外側に補助浮体を取り付けて浮体の喫水面を $0.51\text{m} \times 1.11\text{m}$ に変更し得るようにした。水面上昇時と下降時にエネルギー利得を同一にするため、浮体と釣合錘の重量比を2:1に設定した。実験は、補助浮体の有無と釣合錘重量を変化させ、水面波の周期 $T = 1\text{秒} \sim 8\text{秒}$ 、波高 20cm 以下で行なった。いずれの実験でも利得電力はゼロと極大値の間で変動した。このため、波の状態がほぼ定常になったのち、20波について極大値の平均をとり利得電力とした。

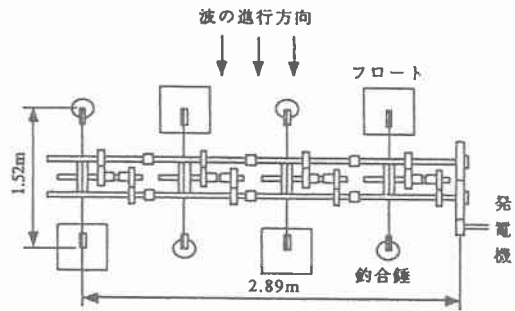


図-1 実験装置概略図

図-2は利得電力を波高 H に対してプロットしたものである。図では、補助浮体の有無と釣合錘重量でプロットを区別し、プロットの傍らに水面波の周期 T (S)を記した。図には実海域で使用されている水柱振動型²⁾の $T = 2.8\text{S}$ のデータをも記入した。概して波高が高いほど利得電力は大きい、波高による利得電力の増大は補助浮体の有無や釣合錘重量によりまちまちである。つぎに、効率を、利得電力/[エネルギーフラックス(W/m) $\times$ 浮体有効幅]で評価した。浮体有効幅は、1対の回転運動のうち一つだけにより発電機を回すから常時2基本要素からエネルギーを抽出するとして 1.02m と評価した。また、このシステムの効率に関与する量として、波高換算水重量 W_H ($W_H = \text{水の単位重量} \times H \times \text{喫水面積}$)と釣合錘重量の比(以下、 R_w で表示)を考えた。効率と R_w の関係を図-3に示す。データの散乱はあるが、 $T = 1\text{S}$ のデータを除けば効率は R_w により増加しており、この整理法の有効性が示唆される。今後、水面変動、浮体上下動、利得電力の時系列データを取り、機械力学的な検討を加える予定である。

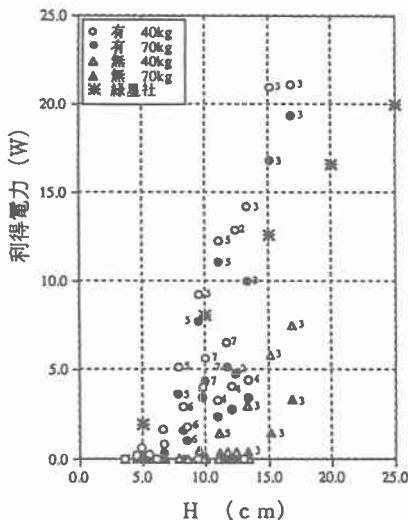


図-2 利得電力と波高の関係

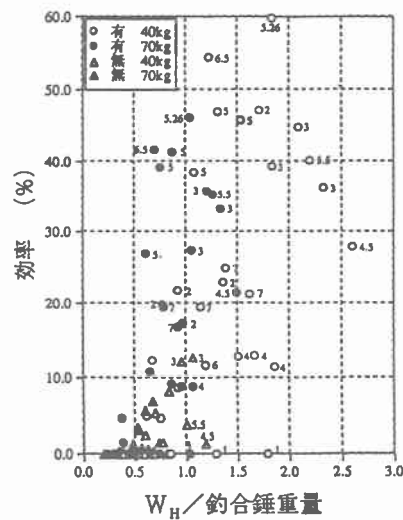


図-3 効率と W_H /釣合錘重量の関係

謝辞：本実験に際し、日本文理大学植田研究室の学生諸君の熱心な協力を得た。深謝する次第である。
参考文献：1) 前田・山下(1982)：波浪エネルギー一次変換装置、日本造船学会誌第637号別冊、pp.10-31
2) 築貫・矢作(1986)：航路標識用波力発電システム、資源・エネルギー、Vol.7、No.6、pp538-545