

新型波力水車の作成に関する研究

金沢大学工学部 正員○石田 啓

金沢大学工学部 学生 高橋太郎

金沢大学工学部 学生 松田耕治

金沢大学工学部 学生 森田博紀

金沢大学工学部 学生 南 利枝

1. はじめに

近年、文明の発達に伴う資源の減少と自然環境の悪化が深刻な問題となり、その打開策の一つとして、無尽蔵でクリーンな自然エネルギーの利用に大きな期待が寄せられている。自然エネルギーには、太陽光、風力、潮流力、波力あるいは地熱などがあり、それぞれに利用方法が考究され、ソーラ発電や風力発電のように、すでに実用化に成功しているものもある。しかし、これらのエネルギーは、水力発電のように「制御が容易で安定した供給が可能である」と言うものではなく、エネルギーの吸収効率や変換効率の問題が解決した場合でも、地域性や季節の影響を強く受ける不安定で不規則なものであり、汎用化のためには、今後の一層の開発研究が必要であろう。

波力エネルギーは、海に囲まれた我国には極めて豊富なことから、その有効利用が大いに期待され、特に冬季波浪の激しい日本海域において、すでに波力発電に関する現地実験が実行されているが、未だ実用化の域には達していない。従来、これらの実験に使用されている発電方法は、海面の上下運動による空気室の容積変化に伴う空気流を利用する空気タービン方式、および、波力による波受け板の振り子運動を油圧モーターの回転に変換する振り子方式に大別できるが、両者共に、獲得されるエネルギーは極めて小さい。

前者は、空気室の構築に莫大な費用を要するにもかかわらず、空気タービンによるエネルギー変換効率が極めて低く、後者は、波力エネルギーの吸収効率は良いが、波力伝達機構に用いる油圧システムによるエネルギー損失が大きく、また油による海水汚染の危険性が懸念される。したがって、波力エネルギーの実用化のためには、まず第一に、環境保全型の効率の良いエネルギー変換装置を開発しなければならない。

2. 波力水車

波による水粒子の往復運動を、一方向の回転力に変換するために、新たに作成した波力水車を図1および写真1に示す。これは、波力により生じる波受け板の水平軸回りの振り子運動により、この水平軸に固定した一対の大きなギヤ（第1ギヤ）が左右に回転し、この回転力が、第1ギヤに外接したワンウェイクッチ内蔵型の小さなギヤ（第2ギヤ）を回転させ、第2ギヤと同じ軸に固定されている弾み車を回転させる構造になっているが、図中左側の第1ギヤと第2ギヤの間には、回転方向を反転させるための補助ギヤを取り付け、第1ギヤの回転が左右いずれの方向であっても、弾み車に対しては一方向の回転力のみが伝達されるように工夫されている。

弾み車の回転速度は、波受け板に作用する波力特性に支配されるが、第1ギヤと第2ギヤのギヤ比を変えることによって調整することができる。波の条件が同一の場合、ギヤ比（＝第1ギヤの歯数／第2ギヤの歯数）を大きくするに伴い、第1ギヤの回転角度に対する第2ギヤの回転角度は大きくなるが、ギヤの回転に要するトルクも大きくなるため、来襲波から得られる波力のモーメントを考慮したギヤ比の選定が必要となる。波力のモーメントは、来襲波の特性および波受け板の形状や寸法に支配されるため、どのような波受け板を用いるかについて検討が必要であり、ここに示した一枚板の形式以外に、複数の板による扇型水車や円形水車が考えられる。また、水没型の水平軸を持つタービン形式についても、今後検討する予定である。

3. リニアクランクによる波力エネルギーの変換

波力水車により得られる回転動力は、通常は、電力に変換することが考えられるが、海洋環境と発電機との適合性の悪さに鑑み、本研究では、波力水車の回転軸を、直接、コンプレッサや真空ポンプなどの各種機

器の動力軸に連結することを目指す。この場合、エネルギー変換効率は最も高いが、一方、これらの機器では、通常、動力軸の回転運動をピストン運動に変えるためのクランク機構を使用することが多く、そのため、潤滑油などによる海洋汚染が懸念される。すなわち、図2に示す従来型のクランク機構では、必要な力であるピストンヘッド駆動力 F_y は、ピストンロッドに加わる力 F に対し $F_y = F \cos \theta$ の関係で減少し、エネルギー伝達効率の減少の一因となり、さらに、不要な分力である $F_x = F \sin \theta$ のため、横振動の発生とシリンダ内壁の摩擦が生じ、これらを緩和するため、潤滑油が必要となるが、海洋での油の使用はできるだけ避けなければならない。

図3に、この問題を解決するための新しいクランクであるリニアクランクを示すが、このクランクは、半径 R の円の内部を、半径 $R/2$ の小円が滑ること無く回転する場合、小円の円周上の一点は、外円の直径上を移動すると言うことを利用するものであり、回転運動をそのまま直線上の振動運動に変換することができる。したがって、ピストンヘッドとシリンダ内壁との摩擦力は、空気漏れを防ぐためのピストンリングの張り出し力以外には発生せず、潤滑油も不要となる。

ところが、小円として使用する遊星ギヤが高速で外円の内部を回転すると、不均一な遠心力のために、クランク全体が縦振動および横振動を生じ、さらに、小円に連結されているピストンの直線運動が縦振動の原因となる。

これらの振動は、図4に示すように、2個のカウンターバランスを付加してクランク全体の動的バランスを取ることであり、消去することが可能であり、海洋環境に適する装置が得られる。

本装置の利用方として波浪制御、流れの発生、湧昇流の発生、貧酸素海域の改善、漂砂制御、結氷制御などが考えられる。

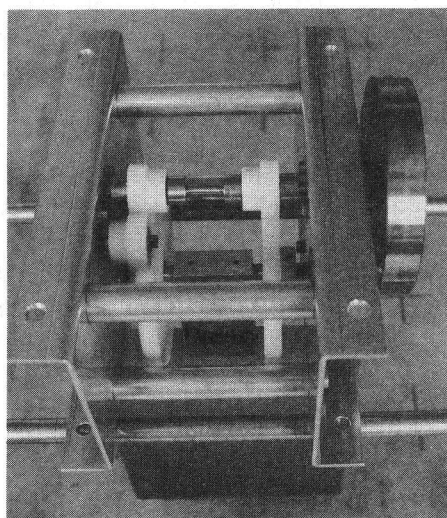


写真1 波力水車模型

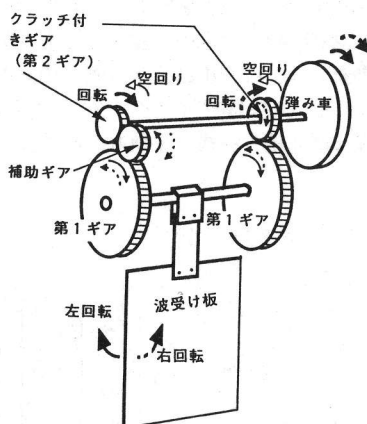


図1 波力水車概要

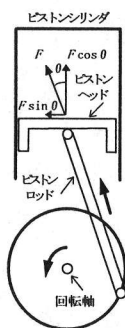


図2 旧クランク

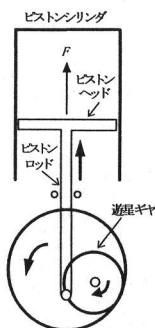


図3 新型クランク

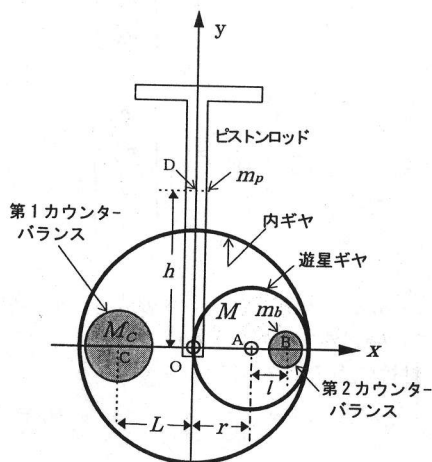


図4 リニアクランクの諸量の概要