

新型波力発電装置の実用化に向けた開発

Study on the practical application of a new wave energy converter

気候変動の緩和策と適応策のための新たなエネルギー

カーボンニュートラルの実現のためには多様な再生可能エネルギーを導入していく必要がある。そのための取り組みの一つとして、東京大学との共同研究により波力発電の開発を進めている。本稿では、波力発電の開発状況と今後の展開について紹介する。



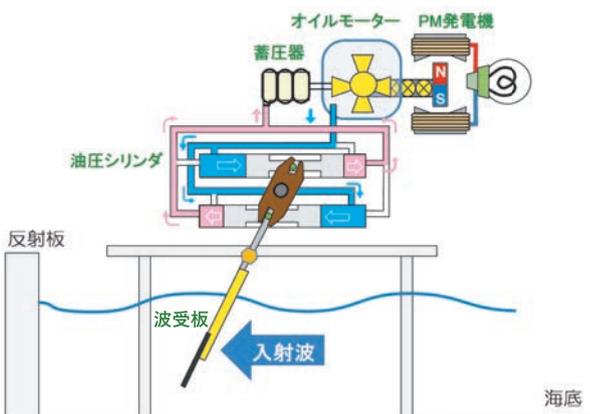
執筆者
電力技術研究所
土木グループ
小林 豪毅

1 はじめに

気候変動に伴う海面上昇や台風の強大化が進行すれば、世界中の海岸環境に深刻な影響が生じる。日本は特に影響が大きく、4°C上昇シナリオ (RCP8.5) では21世紀末に日本の砂浜の約8割が消失するとの試算もある。気候変動を緩和するためには化石燃料に代わる再生可能エネルギーの開発が不可欠であり、太陽光発電と風力発電についてはすでに実用化されている。しかし、有望と言われている波力発電についてはさまざまな方式が海域テストされているものの、世界的にも商用化には至っていない。そこで、東京大学を中心とする共同研究チームでは商用化を目指した新型波力発電装置の開発を進めており、中部電力も発電事業者として共同研究に参加している。本稿では、これまでの波力発電の取り組みと今後の展開について紹介する。

2 発電方式

新型波力発電装置の発電方式は1980年代に室蘭工業大学によって開発された振り子式波力発電装置をベースとしており、そこに新しい発電技術を導入して高効率化と低コスト化を図っている。共同研究チームではこの新方式の波力発電装置をWave Rudderと呼称している。Wave Rudderは波による波受板の往復運動を油圧シリンダでオイルの流れに変換し、それをオイルモーターで回転運動に変えてPM発電機を回す方式となっている(第1図)。油圧回路を用いる利点の一つは、さまざまな制御が容易なことである。



第1図 Wave Rudderの概要

例えば、発電所の要件として、異常時に安全に停止する必要があるが、Wave Rudderは異常を感知すると自動的に電力系統から切り離すとともに、流量調整弁を閉止してPM発電機を安全に停止できる。

3 ロードマップと開発状況

(1) ロードマップ

波力発電の商用化に向けて第2図に示す4段階の開発を予定している。開発は2012年度から開始され、第1段階は岩手県久慈市、第2段階は神奈川県平塚市で実施された。現在は第2段階までの経験を踏まえて新型油圧発電装置 (PTO) を開発しており、それを用いた第3段階の波力発電所の検討を進めている。これまでの開発状況を以下に示す。

2012~2016年度	2018~2021年度	2022~2023年度	2025~2028年度	2030年度~
文科省プロジェクト	環境省プロジェクト	共同研究	補助金プロジェクト (予定)	商用化 (予定)
第1段階 (プロトタイプ)	第2段階 (デモンストレーション)	新型油圧発電装置開発	第3段階 (プレコマercial)	第4段階 (コマercial)

久慈波力発電所 平塚波力発電所
第2図 商用化に向けたロードマップ

(2) 久慈波力発電所

第1段階 (プロトタイプ) の久慈波力発電所は、文科省事業として久慈湾内の玉の脇漁港防波堤前面に設置した(第3図)。当初から商用化を見据えて経産省の使用前検査を受けるとともに、商用系統に連系 (日本初) して発電所として稼働させた。高波浪時の変換効率は32%であり風力発電と同程度の変換効率で発電できることが確認された。



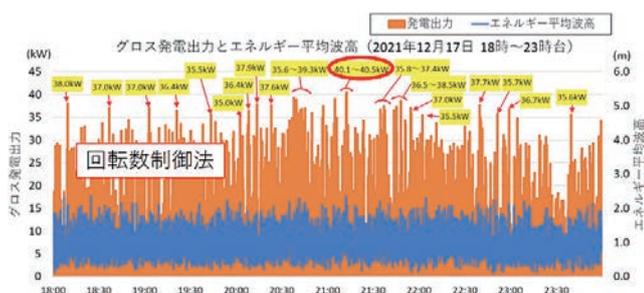
第3図 久慈波力発電所(2012~2016年度)

(3) 平塚波力発電所

第2段階(デモンストレーション)では、環境省事業として相模湾内の平塚漁港防波堤前面に改良型の平塚波力発電所を設置した(第4図)。平塚波力発電所は波受板を大きくするとともに、背後に反射板を設置することで出力を向上させた。波が斜めから入射したため目標の45kWには達しなかったが、40kW程度発電できることが実証された。



第4図 平塚波力発電所(2018～2021年度)



第5図 発電状況の例

(4) 新型油圧発電装置の開発

久慈波力発電所および平塚波力発電所では油圧回路として市販の油圧舵取機を用いていた。第3段階(プレコマercial)では小型化、高効率化、低コスト化を図るため、波力発電専用の油圧発電装置(PTO)を開発している。変換効率向上のため、油圧回路を閉回路として装置全体をシンプル化し、変換ロスの低減を図っている。今後、主流となる電気自動車のモータを発電機として利用することで、最新の技術の導入と低コスト化が期待できる。

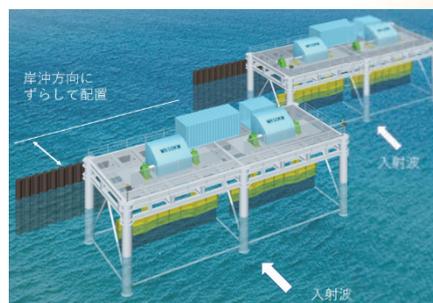


第6図 新型油圧発電装置の開発(2022～2023年度)

4 今後の展開

(1) ユニバーサル設計

Wave Rudderのコンセプトは「小さいものを大量生産」することであり、スケールメリットによる低コスト化を狙っている。台風時の高波浪は碎波するため、最大波高はほぼ水深に比例することからWave Rudderは設置水深4～5mを想定している。そのため、基幹部品(油圧発電装置、波受板等)については設置地点によらない普遍的な設計が可能である。第4段階(コマーシャル)ではWave Rudderを沿岸域に並列接続してウェーブファームを形成する(第7図)。



第7図 ユニバーサル設計のコンセプト

(2) 漁港施設への展開

国内には2,777ヶ所の漁港が存在するが(2023年度現在)、漁業者の減少と高齢化が進んでいるため、水産庁は漁港施設の有効活用を推進している。Wave Rudderは漁港や港湾と相性の良い方式であり、久慈および平塚でも漁港防波堤前面に設置し、漁港の近くの既存の電力系統から送電していた。発電した電力の一部を地産地消することもできるため、マイクログリッドとも相性の良い方式であり、国が推進している地域共生型の再エネとしても魅力的である。

(3) 海岸保全施設としての利用

Wave Rudderを沿岸域に設置することで来襲する波エネルギーを吸収することができる。したがって、消波ブロック構造物(離岸堤等)のような消波施設としても利用できるため、海岸前面に設置することにより気候変動に対する緩和策(CO₂削減、カーボンニュートラル)と適応策(海面上昇や台風強化による海岸侵食対策)の両方に貢献できる。

5 おわりに

本稿では、波力発電の実用化に向けた共同研究チーム全体の取り組みを紹介した。中部電力では2024年度から新型油圧発電装置の性能を踏まえて実現可能性調査(FS)を行い、地域実装の可能性を評価する予定である。なお、本稿で用いた図については東京大学生産技術研究所からご提供いただいた。ここに謝意を表す。