

海洋科学技術センター 海洋利用技術部 正会員 堀田 平
同 上 正会員 宮崎 武晃
同 上 驚尾 幸久

1. はじめに

近年、エネルギー資源枯渇の危機から、自然エネルギー利用技術の開発が叫ばれており、とりわけ我国は四方を海で囲まれており、海の波の持つエネルギーを利用して発電する波力発電装置の開発が注目されている。著者らは、その一つとして振動水柱型空気タービン方式の装置について、浮体型式である海明を用いて大規模発電の実用化を目指し開発を行ってきた。一方、離島などの電力供給システムとしては、小規模ながらも海岸の自然地形を利用して設置できるコンパクトな装置の開発が必要である。そこで、波エネルギーを空気エネルギーに変換する空気室(堤体)およびそれを電気エネルギーに変換するタービン・発電機について、より効率が高く、耐久性が良く、安価であり、かつ使い易い電気を発電するシステムの実用化を目指し、模型実験・理論計算との相関を調べることも含め東海域での各種データを得る一方、装置の運転稼働状況を把握して沿岸における波力発電の可能性を調べ、その定性的・定量的知見を得るため、実機大装置を東海域に設置し、発電運転・各種計測を行った。

2. 装置の概要

2.1 設置場所

沿岸固定式波力発電装置は、日本海に面した山形県鶴岡市三瀬立岩地区の岩礁に、図1に示すように設置された。

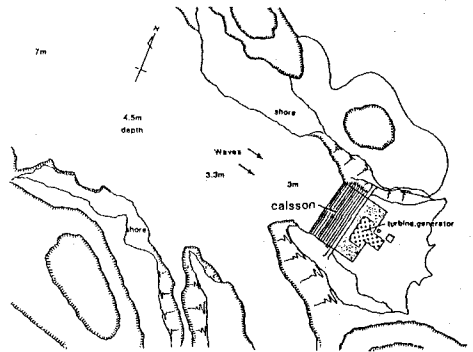


図1 設置場所概略図

設置場所は、西北西に湾口を開いた幅約20mの入り江の奥にあり、水深は湾口で約7m、設置場所で約3mである。なお、海底地質は砂であり、波浪および流れにより多少水深が変化することが観察された。また、この付近では冬期における波の多くは西から北西の範囲で進行して来るため、この湾内においても波はほぼまっすぐに進行し、装置に正面から入射する状態になっている。

2.2 空気室(堤体)

空気室(堤体)の寸法は、幅8.1m、奥行3.5~8m、高さ(静水面より)5.5mであり、その断面を図2に示す。なお、前面壁の没水深さは、現場水深を考慮し、波エネルギーを出来る限り取り入れ、かつ波面下降時にその下端が露出して空気室内圧力の低下を招かぬように、平均水面に対し0.65mとした。空気室は、設計波高を沖合最大波高12.4mとして、建造費を安価にし、また複雑な海岸地形に対して容易に設置できるようにH鋼にて補強された厚さ6mmの鋼板と鉄筋コン

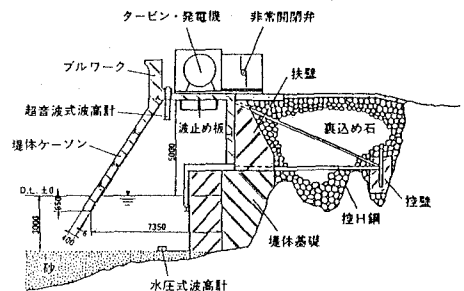


図2 装置断面概略図

クリートを組み合わせたハイブリッド構造としてある。また、その前面壁は厚さ400mmの鉄筋コンクリートで被覆され、約35°の傾斜を持たせてある。この空気室の岩礁への固定方法としては、まずケーソンを海中基礎に固定し、両側は岩礁とサイドサポートで固定したうえでコンクリートを充填し、後方は埋込鋼で控壁に根止めし裏込め石を詰め更に天端をコンクリートで被い、冬期の苛酷な海象にも十分安全であるようにしてある。

2.3 発電装置

発電装置には、空気タービンとして外径1.3m、ボス径1.0m、NACA0021-16枚翼、 GD^2 230 kg-m のタービンが発電機の両側に取り付けたタンデム・ウェルズ・タービンを用いた。これにより波運動によって生じる往復変動空気流に対して整流弁を用いることなく、また回転数の変動を小さく抑えて発電機を回すことができた。

一方、発電機は回転数範囲700~2260 rpm、定格出力40kw、定格電圧200Vであり、出力電圧は回転数が変動しても200V一定電圧となるようになっている。

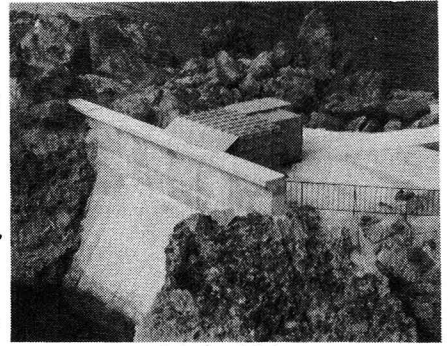


図3 空気室外観

3. 計測結果

発電運転および計測は、昭和58年9月より翌年3月までの間約6カ月間にわたって行われた。主な計測項目としては、空気室内圧力、空気室内水面(1点)、タービン回転数、発電出力などである。その結果として代表的な例について紹介する。

3.1 空気室内圧力

種々の海象下において約10分間ずつ計測された空気室内圧力変動の各ピーク値の平均値および1/3有義値に対してその時の平均発電出力との関係を図4に示す。図において、同程度の出力に対し平均値は有義値の約0.85倍であり、沖合波中で観測されるその比率に比べ大きくなっている。

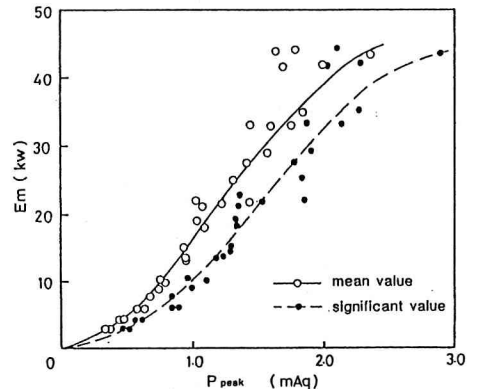


図4 空気室内圧力と平均発電出力

3.2 発電出力

沖合(水深約40m)における1/3有義波高とその時の平均発電出力の関係を図5に示す。タービンの回転を抑えない出力35kw以下においては、ばらつきはあるが、出力はほぼ沖合波高の二乗に比例して増大している。なお、期間中の最大出力は45kw、期間を通じての平均値としては沖合における1/3有義波が周期7秒、波高1.9mに対し出力は約11.3kwであった。

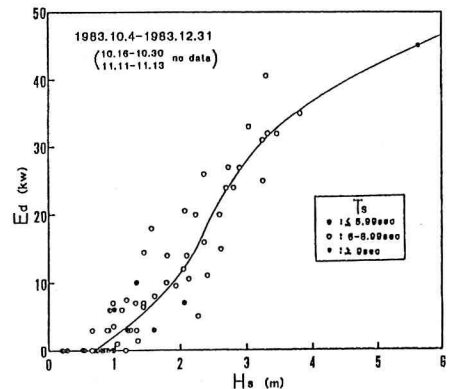


図5 沖合有義波高と平均発電出力

4. 主要な結論

- 1) 空気室(堤体)は、一部の改良点を除いて、本装置の構造で日本海の冬期の波浪に十分耐え得ることが確認され、また、これの岩礁への固定方法の有効性も明らかになった。
- 2) 冬期間における平均発電出力は11.3kwであり、本型式の波力発電装置の実用化へ目途を立てることができた。
- 3) 浅海波の持つ波エネルギーは、深海波に対する取り扱い方では求めることはできないことが確認された。

5. 謝辞

本装置は、海洋科学技術センターが新技術開発事業団に開発課題として申請し、それを受けて委託開発として三井造船株式会社および富士電機株式会社により建造されたものであることを付記し、山形県鶴岡市の関係者を含め、本研究を行うにあたりご尽力下された関係各位に厚く御礼を申し上げます。

6. 参考文献

- 1) 石井進一ほか；沿岸固定式空気タービン波力発電装置の発電試験報告，JAMSTEC試験研究報告第14号，1985