

## 技術開発賞 その後

## 波力発電ケーソン防波堤の開発

## DEVELOPMENT OF A WAVE POWER EXTRACTING CAISSON BREAKWATER

船越晴世\*・加藤久雄\*\*・斎藤辰三\*\*\*

高橋重雄\*\*\*\*・及川 研\*\*\*\*\*

Haruyo FUNAKOSHI, Hisao KATO, Tatsuzo, SAITO, Shigeo TAKAHASHI and Ken OIKAWA

\* 正会員 運輸省第一港湾建設局 新潟調査設計事務所長  
(〒951 新潟市白山浦 1-332)

\*\* 運輸省第一港湾建設局 新潟機械整備事務所長

\*\*\* 運輸省第一港湾建設局 酒田港工事事務所長

\*\*\*\* 正会員 工博 運輸省港湾技術研究所 水工部耐波研究室長

\*\*\*\*\* 正会員 工修 (財)沿岸開発技術研究センター第2調査研究部長

Key Words: wave power generation, caisson, breakwater, pumping system

## 1. 概 要

## ○波力発電の実用化

海洋土木技術者を長い間苦しめて続けてきた波。この波のエネルギーを、電力として本格的に利用することが可能になった。

従来、波のエネルギーを利用した発電は、海洋構造物の建設費が高くなるため、海上ブイ等の小規模な電源でしか実用化されていなかった。しかし、港を守っている防波堤を利用し、波を防ぐ機能と発電の機能を複合化することによって、経済的にも採算の合う本格的な波力発電を実用化することができた。

この防波堤は、酒田港の第2北防波堤の一部を利用し1988年より2年間で建設されたもので、最大出力60kW、冬期平均出力8~11kW、夏期平均出力3kW、1年間で180日の発電実績を達成できた。また、発電システムのトラブルもほとんどなく、メンテナンスも比較的容易で、非常に安定した発電施設となっている。発電量としては小さいが、今後の普及への期待は大きい(表-1)。

このような実績が認められて平成3年度の土木学会技術開発賞をいただいた。

○波力発電ケーソン防波堤は波に強く、海にやさしい  
波力発電ケーソン防波堤の特徴は、ケーソン前面に設けた空気室で(図-1)、これによって波の上下運動を空気の圧縮・膨張力に変換し、この力によってタービンを回し発電する。また、空気があることによって、防波堤に働く波の力(波力)が小さくなり、防波堤から反射する波も少なくなる。つまり、この防波堤は、波に強く(波力が小さい)、海にやさしい(反射波が少ない)防波堤となっている。

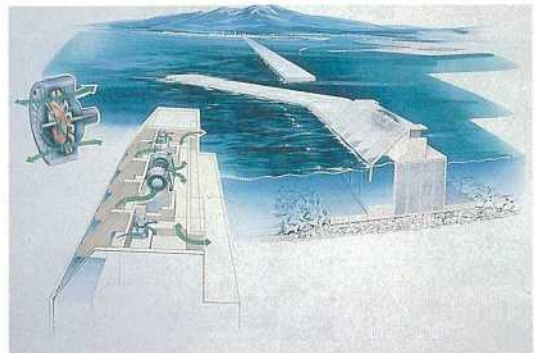


図-1 波力発電防波堤の仕組み

表-1 波力発電稼働実績(概要表)

年間発電日数	180日(1990年4月~1991年3月)
最大発電量	60kW
平均発電量	8~11kW(冬期)
	3kW(夏期)
	(参考) 一般家庭の平均使用電力は1.2kW程度
波エネルギーの利用状況	テレビ、ストーブ、トースター、扇風機、はんだこて等

## ○複合的な技術が必要。国と民間との共同で技術開発を実施

波力発電ケーソンの開発は、防波堤建設等の海洋土木技術と弁などの機械技術、発電のための電気・制御技術などが合わされた複合技術である。このため、土木・機械・電気などの様々な分野の専門家が知恵と技術を出し合う必要がある。そこで、運輸省第一港湾建設局と沿岸開発技術研究センターをはじめとした民間企業20社とが共同で技術開発に取り組むこととした。なお、開発に当たっては1982年から波力発電ケーソンの基礎的な研究を

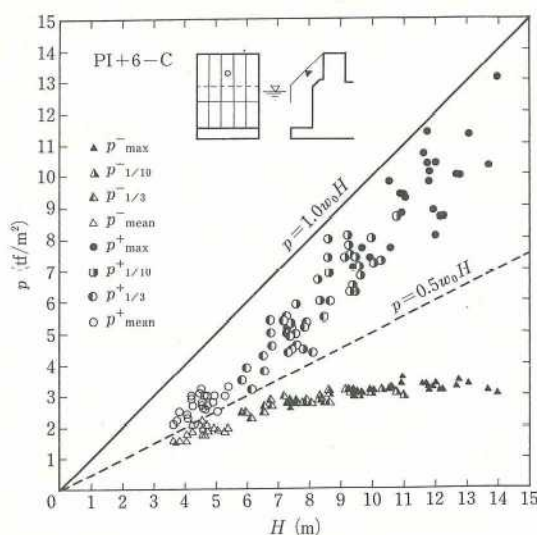


図-2 空気室壁面に働く波力



写真-1 施工状況



写真-2 揚水試験状況

行っていた運輸省港湾技術研究所の全面的な協力得た。このような共同研究により以下の成果が得られている。

- ① 防波堤（ケーソン）および空気室の設計法の妥当性を検証できた。
- ② 波力発電システムとしての実用性が明らかとなっ

た。

- ③ 波力発電ケーソンの施工方法の確認ができた。
- ④ 波力発電により生じた電力を利用できることが確認できた。

## 2. 技術開発受賞後

### ○利用とコスト低減へのさらなる挑戦

波力発電ケーソンの技術開発により、実用化が可能なことを検証できたが、より一層の経済性と効率的な利用システムを構築するため、平成4年度より3年間で第2段階の実験を行うこととしている。この第2段階の実験は以下のとおりとなっている。

#### ① 空気室の改良

波力発電ケーソンの空気室は、タービンの出力に対して余裕をもって大きめに作っていたため、波のエネルギーを必ずしも最適に利用できる発電システムではなかった。そこで、ケーソンの空気室（5室）のうち一部（2室）を閉鎖（図-3）して発電効率を調べることにし、経済性の向上と効率化を検討することとしている。

#### ② 利用増大のための揚水試験

発電された電力を効率的に利用したり、電力の蓄積をするために大型のポンプによる揚水試験を行っている。この試験は、波力発電された電力をポンプのモーターに直結してモーターを回転させる場合の問題点を明らかにするための試験で、電力を一定にするためのインバーターを使わないことになり、より効率的な仕事ができるシステムを開発するためのものである。

写真-2は揚水試験の状況を示すもので、小さなタンクから大きなタンクへ揚水を行っている。それぞれの容量等は表-2のとおりとなっている。図-4は直結運転した場合の発電電力、タービンの回転数、ポンプの圧力、モーターの回転数等の時間的変化を示したものである。これによると、タービンの回転数とモーターの回転数がほぼ同じになったことにより、直結運転が順調に進んだことを示している。ただし、この実験の一部でモーターの抵抗特性の影響により起動時にうまく直結運転できなかった場合も生じており、直結運転を行う場合のモーターの選定方法や直結までの制御方法など多くの知見を得ることができた。

#### ③ 一般電源への接続の検討

電力を広く利用するためには一般商用電源へ接続する必要があります。しかし、波力発電による電力はばらつきが大きく、また出力比較的大きいため、一般商用電源に悪影響ができる恐れもあります。そこで、一般商用電源へ接続するための問題点や実際に接続したときの影響について検討することとしています。

#### ○内外の感心と普及

自然のクリーンなエネルギーを利用した波力発電ケー

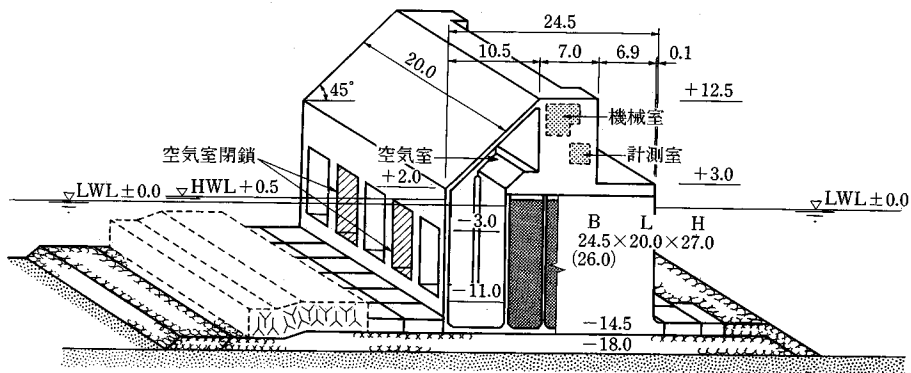


図-3 空気室の閉鎖状況

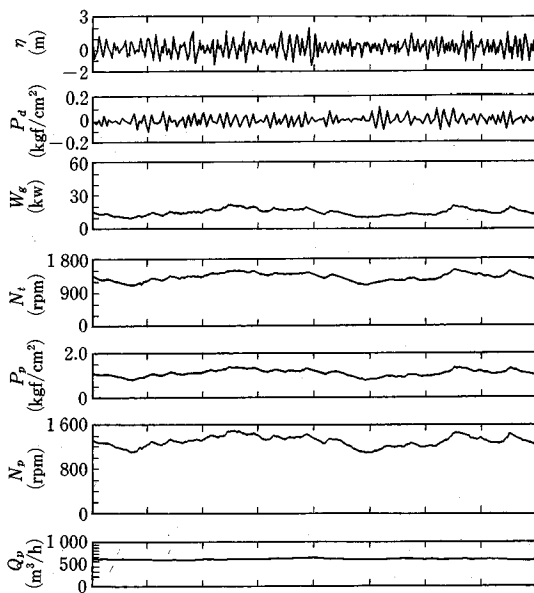


図-4 揚水時のアナログ記録

表-2 揚水システム機器構成

機器名称	仕様
誘導電動機	MLA 9252 D, 極数 6, 出力 0.055~55 kW, 5~50 Hz
ポンプ	SVA 250 M, 380 m³/h, 揚程 20 m, 1 750 rpm, φ 250
水槽 (I)	3.0 × 2.0 × 1.5 m
水槽 (II)	6.0 × 2.0 × 2.0 m
配管	φ 250 mm (全揚程)
バルブ	φ 250 用仕切弁

今回の技術開発の成果はできる限り公表することとしているので、気軽にご連絡をいただきたい。

最後に、波力発電ケーソンの開発にご協力いただいた多くの方々に心から敬意を表し、紙面を借りてお礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 中田博昭ほか：波力発電ケーソン防波堤の開発，土木会論文集，No. 453/VI-17, pp. 31~33, 1992. 9.
- 2) NAKADA, H., et. al. : Development test of wave power extracting caisson breakwater, Civil Engineering in Japan, JSCE, pp. 146~164, 1992
- 3) FUNAKOSHI, H., et. al. : Interim Report on the Second Stage of Field Experiments on a Wave Power Extracting Caisson in Sakata Port, ODEC, 1993, (投稿中).

(1993. 7. 15 受付)

ソンは地球環境問題への意識が高くなってきたこともあり、内外の多くの人々に感心を持たれている。イギリスのBBC放送や韓国のKBS放送などをはじめとして、多くの内外の報道機関や専門家などが酒田港に訪れ、このケーソンの取材をしている。こうした状況を単にブームに終らせることなく、今後、積極的に波力発電ケーソンの普及を進める必要があると考える。そうした意味で、