

II-144 固定式波力発電システム(消波工型定圧化タンク方式)の基礎的研究(その1)

— エネルギー吸収装置の検討 —

株式会社 技術研究所

篠崎 守

株式会社 技術研究所

正会員 茅野 秀則

株式会社 技術研究所

正会員 田村 賢治

1. はじめに 波力発電は既存の電力網からの供給が困難な地域(離島等)の電力源,あるいは他の産業システムと組み合わせた複合システムとして利用することが考えられており,数多くの研究開発が進められている。そのなかで,消波工型定圧化タンク方式の波力発電システムは,定圧化タンクの利用により,質のよい安定した発電を行なうことができる有効な方式として考えられる。本方式について,基礎的な水槽実験を行ない,エネルギー吸収装置の基本的形状について検討を行なったのでここに報告する。

2. 消波工型定圧化タンク方式について

図-1にシステムの概念図を示す。システムを構成する要素(装置)は,エネルギー吸収装置,送気管,定圧化タンク,エアータービン・発電機,高圧貯蔵タンク,空気圧縮機である。

この発電システムは,波浪エネルギーを複数のエネルギー吸収装置で空気圧に変換して吸収し,その空気を送気管を通して定圧化タンクに集め,波浪による変動ある空気圧を一定圧力にする。この定圧化された空気をエアータービン・発電機に送り,発電するものである。

3. 水槽実験の概要 実験は,二次元造波水槽(長さ40m×幅4m×水深2m)に模型縮尺1/10のエネルギー吸収装置のモデル(図-2,塩化ビニール製)を一基設置し,φ10cmの送気管によって,定圧化タンクのモデル(外タンク1.5m×1.5m,内タンク1.1m×1.1m)と接続して行なった(図-3)。

エネルギー吸収装置のモデルは,図-4に示す3種の基本型モデルを用い,送気管,弁機構,3分力検出器,それぞれエネルギー吸収効率および作用する波力を測定して,エネルギー吸収装置に適した形状を検討した。

測定項目は,波高・周期(容量式波高計)とエネルギー吸収装置内空気圧(圧力変換器),モデルに作用する波力(3分力計),および定圧化タンクの内圧(圧力変換器),容量の変化(水位計)である。実験波の波高(H)は2.5cm~17.8cm,周期(T)は1.2sec~3.0secであり,定圧化タンクの内圧は $T_p = 3.0 \text{ g/cm}^2$ および 5.4 g/cm^2 に設定した。

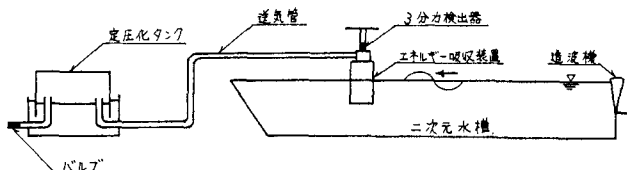


図-3 実験装置の概要

4. 形状によるエネルギー吸収効率の検討

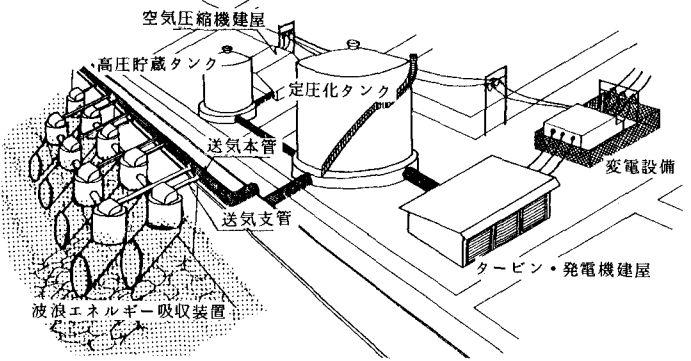


図-1 固定式波力発電システム

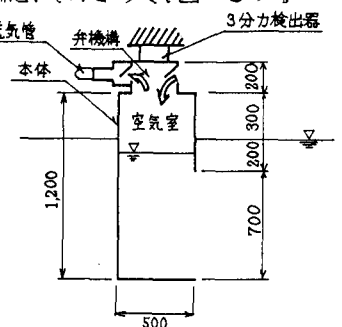


図-2 基本設置図

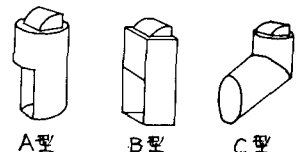


図-4 基本型モデル

図-5, 図-6は, 3種の基本型モデルのエネルギー吸収効率

η について H/h の関係で示したものである。 η はモデル幅(B)当りの実験波のエネルギー(E_w)に対する送気管を通して定圧化タンクに貯えられた空気エネルギー(E_T)の効率として次式で計算した。

$$\eta = E_T / E_w$$

$$\begin{aligned} \text{ここで } E_T &= \int_V T_p dV \\ E_w &= \int_{-h}^0 \int_0^{t+T} p \cdot u \, dt \, dz = \frac{1}{8} \rho g H^2 \cdot T \cdot \frac{\sigma}{2k} \left(1 + \frac{2kH}{\sinh 2kH} \right) \\ \Delta V &: \text{定圧化タンクの流入空気量} \\ p &: \text{波による変動圧力, } u: \text{波による水粒子の水平速度} \\ \sigma &= 2\pi/T, \quad k = 2\pi/L \end{aligned}$$

モデルA型とモデルB型はエネルギー吸収効率に、それほど差異はみとめられないが、モデルC型はA, B型に比較して高い効率を示しているのがみられる。なお、モデルは、3種の基本型の比較のために計画されたものであり、筒体内部の抵抗, 井の応答性などの細部の改良によって、さらに効率のよいエネルギー吸収装置が考えられる。

5. 作用波力の検討 図-7, 図-8は3種の基本型モデルについて、 $\pm F_x / w_0 \cdot h \cdot H$ の変化を、水深波長比(h/L)との関係で示したものである。

ここで、 $\pm F_x$ は最大水平力の水槽実験値、 w_0 は水の単位体積重量、 h は水深、 L は波長である。モデルA型とC型は、円筒形であり作用波力(水平力)にそれほど差異はみとめられないが、モデルB型はA型, C型に比較して、かなり作用波力を受けていることがわかる。

6. まとめ エネルギー吸収効率および作用波力の両側面から検討すると、エネルギー吸収装置の基本的な形状としては、エネルギー

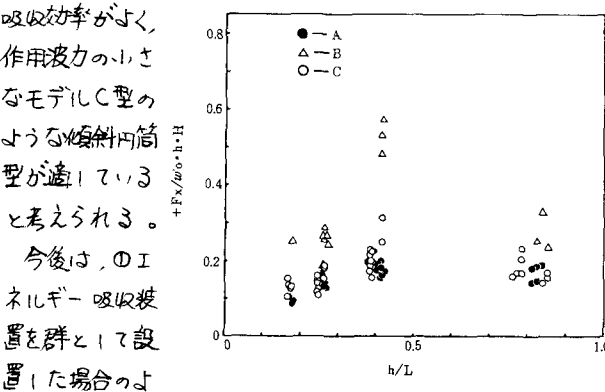


図-7 h/L と $+F_x / w_0 \cdot h \cdot H$ の関係

り適した形状の

検討, ②エネルギー吸収装置の消波工としての検討を行ない、エネルギー吸収装置の実用化を目指すものである。なお、本水槽実験を行なうにあたり、海洋科学技術センターの諸施設を利用させていただいたことに、感謝の意を表します。

参考文献 1) T. IPPEN: ESTUARY AND COASTLINE HYDRODYNAMICS, McGraw-Hill

2) 宮崎武晃・益田善雄・長崎治治: 波力発電装置「海明」の研究開発, 第26回海岸工学講演会論文集, pp.660~663, 1979

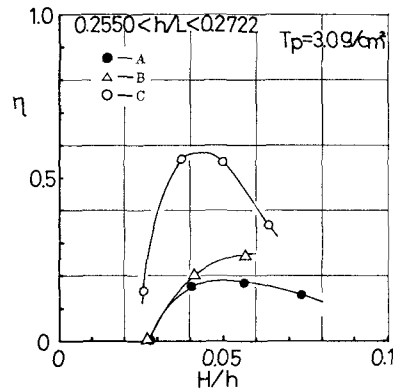


図-5 エネルギー吸収効率の比較(1)

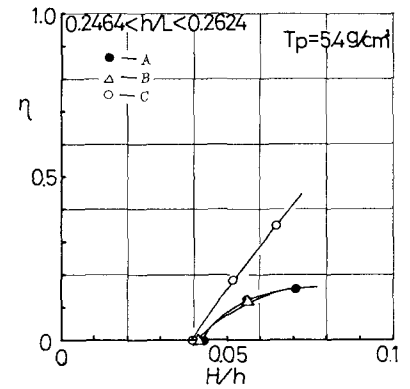


図-6 エネルギー吸収効率の比較(2)

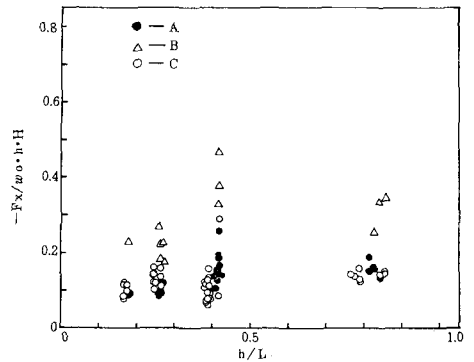


図-8 h/L と $-F_x / w_0 \cdot h \cdot H$ の関係