浮遊渚(円錐形状浮体)の送水特性に関する実験的研究

東海大学大学院　学生員　○住田　哲章
東海大学海洋学部　正会員　田中　博通
大洋プラント株式会社　非会員　真鍋　安弘

1. 研究目的

日本沿岸の波エネルギーの賦存量は，全国平均で 6kW/m と推測されているが，この波エネルギーは我が国ではほとんど利活用されていないのが現状である．著者達は，5 年間に渡り消波機能と送水機能（ポンプ機能）を兼ね備えた浮遊渚(円錐形状浮体)を開発し，用途に合った改良を重ねてきた．[1), 2)]

本研究では，図-1 に示す様な浮遊渚を開発した．形状は波向に左右されにくい円錐形で，斜面に中央部より等間隔に放射状に延びた収斂堤，越波した水が入る受水枡，装置下部に水粒子の運動エネルギーを散逸することを目的としたスカートと頂部の穴から下方に伸びた送水管で構成されている．現象的には，浮遊渚が上下運動するポンプ作用によって波エネルギーを位置エネルギーに変換し，その落差によって送水する装置である．また，ウエイトで越波揚程を調節することで，各波高に対する消波率と送水効率を最適にすることが可能である．

今回は斜面勾配を 1:1 の急勾配にした図-1 に示す受水枡の容積を大きくした 3 号機(斜面勾配 1:1)を開発し，越波揚程と波高，波の周期を変化させたときの送水量と効率を求めるとともに，送水管に 2 次元流速計を取り付けパイプ内の中心流速を測ることによってパイプ内の流量を求め，水槽で求めた流量との比較検討を行った．波エネルギーを利活用したこのような装置が実用化されることによって，閉鎖性海域等の水質改善に役立つとともに，更には送水量が増加することにより波力発電装置へ展開できるものと考えられる．

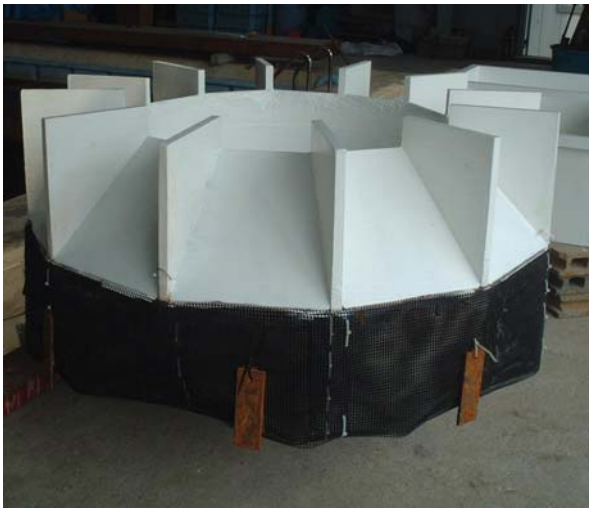

図-1　浮遊渚模型（3 号機）

表-1　入射波条件

波高$H_{1/3}$ (cm)	5.0, 8.0,10.0
周期$T_{1/3}$ (s)	1.00,1.25,1.50,1.75,2.00

2. 実験方法

送水特性実験は図-1 に示す直径 1.53m(縮尺 1/17)の 3 号機 1 基を用いて行った．実験条件は表-1 に示す入射波条件で，不規則波による実験を行った．越波揚程は，2cm から 8cm まで 2cm きざみで変化させた．送水量の計測は浮遊渚と連結した水槽に設置した波高計と送水管に取り付けた 2 次元流速計から求めた．入射波エネルギーと送水エネルギー及び効率は式(1)より算出した．

また，送水管内の中心における平均流速 $\bar{u}$ から求めた送水流量を Q_t とした．

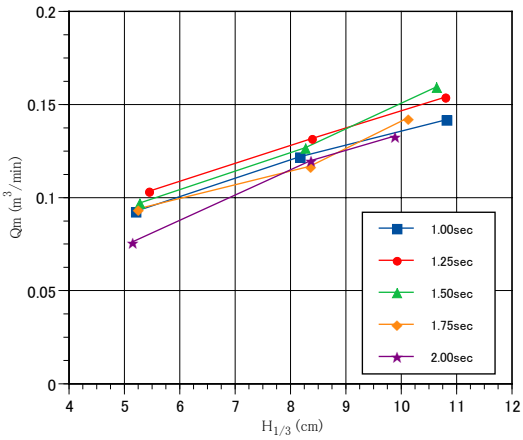

図-2　波高と送水量の関係(揚程 4cm)

キーワード　　浮体，波エネルギー，波力ポンプ，送水特性，閉鎖性水域
〒424-8610 静岡県静岡市清水区折戸 3-20-1 東海大学大学院海洋学研究科海洋工学専攻 TEL:0543-34-0411

$$\left.\begin{aligned} P_w &= 0.44H_{1/3}^2 \times T_{1/3} \times B \\ P &= g \times Q \times h \\ \eta &= P/P_w \end{aligned}\right\} \quad \cdots(1)$$

ここで，B:浮体幅(m)，Q:送水流量(m^3/s)，h:揚程(m)，P_w:入射波エネルギー(kW)，P:送水エネルギー(kW)，η:エネルギー効率である．

3. 実験結果および考察

本研究により得られた結果は下記の通りである．

(1)図-2 は，揚程 4cm の場合の周期をパラメータにしたときの波高と送水量との関係である．どの周期においても波高が高くなるにつれ流量が増加する傾向となった．

(2)図-3 の波高と効率の関係から，どの周期においても波高 5cm のときの効率が最大であり，周期が短い場合において効率が高いことがわかる．これは波高が揚程より高くなりすぎると受水枡を越波してしまうため，効率が下がったと考えられる．今回の実験では，揚程 8cm，波高 8cm，周期 1.00sec のときに効率は 33.25%となった．

(3)図-4 は，波高 5cm，周期 1.25s における浮遊渚近傍の入射波と流速の時系列である．流速 u と波高 $H_{1/3}$ がほぼ同じ波形となっており，従って，送水流量は入射波の波高と周期に関係する．

(4)図-5 は，揚程をパラメータにしたときの水槽から実測した流量 Q と送水管中心流速から求めた Q_t の関係である．揚程に関係なく式(2)の線形の関係がある．

$$Q = 0.9442Q_t + 388.7 \quad (Q, Q_t : cm^3/s) \quad \cdots(2)$$

この関係式を用いることにより，周囲水に自由放流する場合の放流流量を算定することが可能となる．

(5)1，2，3 号機について波高及び周期と送水量の比較を行った結果，3 号機の送水量がどの波高においても最大であることから，傾斜板が急になり受水枡の容積が大きくなるほど送水量が増加する．また，同時に測定した加速度の値から，3 号機は heaving がかなり小さくなり，これも受水枡の水量が影響しているといえる．

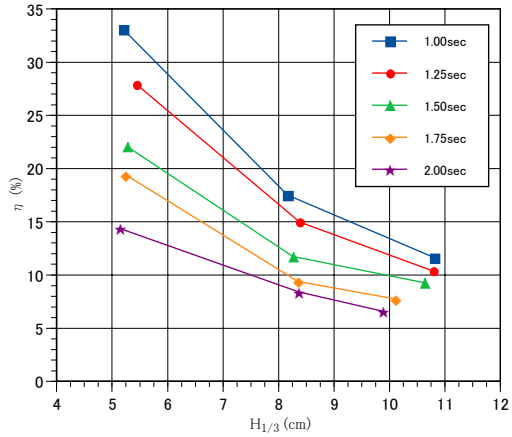

図-3　波高と効率の関係(揚程 4cm)

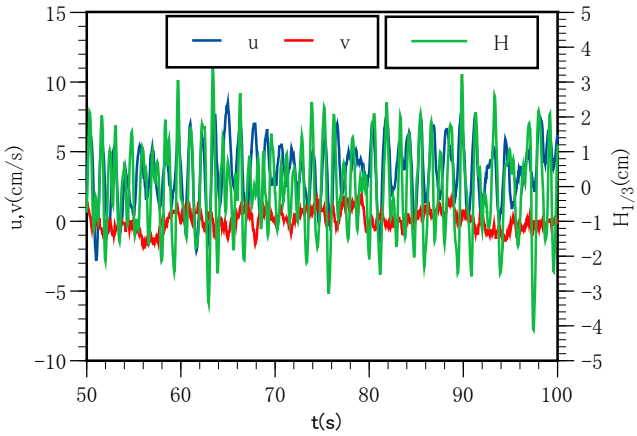

図-4　波高と流速の関係(揚程 4cm)

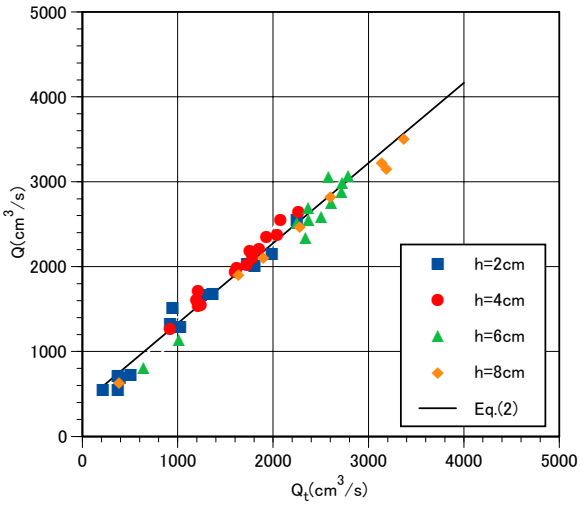

図-5　流量 Q と Q_t の関係

4. おわりに

今回の 3 号機は，既往の報告[1), 2)]で使用した実験模型と形状が異なるため実験結果も若干異なった．今後，用途に見合った改良を重ねるとともに，浮体運動としての解析を行う必要がある．

[参考文献]

1)田中，長津，真鍋:海洋開発論文集，第 20 巻，pp.455-460，2004.
2)田中，長津，真鍋:海洋開発論文集，第 21 巻，pp.553-558，2005.