

消波機能を有する発電所取水口の形状に関する実験

中部電力(株) 正会員 三浦 雅彦
 同 上 正会員 河島 宏治
 中電工事(株) 正会員 佐藤 公己
 同 上 正会員 ○若松 正文

1. はじめに.

一般に外海に面する沿岸に発電所を立地する場合、取水口設備は海底取水管方式か、前面に防波堤を設けるカーテンウォール方式等がとられている。本研究では、これらを合理的かつ経済的に設計する方法として取水口と防波堤とを一体化した消波機能を有するパイプ式透過堤による取水口を考案し、模型実験により検討した結果、その消波効果(伝達率・反射率)についての有効性が明らかになったので報告する。

2. 実験装置および実験方法

模型縮尺は $S=1/50$ で図-1に示す長さ30m、幅1mの断面水路を用いた。水路縦断形は造波板より10m離れた位置から1/10勾配の斜面を3m、さらに1/40勾配の斜面を6m設け、それより岸側を一樣水深 $h=30\text{cm}$ とした。

パイプ式透過堤の形状は図-2に示す通り多孔式とし、孔径(D)50, 25, 13mmの塩ビ管で製作した。

また、パイプの配置は孔径50mmの透過堤で開孔率 $\varepsilon=0.3$ において、静水面が最上列の孔の中心となるよう配列し、開孔率を小さくするに従い、静水面付近の孔から順に塞いだ。

検討ケースは表-1に示すように孔径50mmの透過堤において奥行きBと開孔率 ε をパラメータに、また、奥行き $B=20\text{cm}$ の透過堤においては孔径Dと開孔率 ε をパラメータとする消波効果の検討を行った。なお、開孔率 ε は通水部面積と静水面下における透過堤投影面積との比で定義した。

実験は水路の一樣水深の模型床部始点に各形状のパイプ式透過堤を設置し、容量式波高計を用いて、透過堤による反射波高と背後の伝達波高を測定した。波高計は図-1に示す通り、沖合の2本で入射波と反射波を求め、伝達波は透過堤前面より3m岸側に離れた位置から80cm間隔で設置した3本の波高計で測定した。測定は3回行い、伝達波高はこれら3本の測定の平均値で、沖波入射波に対する比を伝達率 K_t とした。なお、実験波は波高 $H_{1/3}=4\sim 21\text{cm}$ 、周期 $T_{1/3}=1.27\sim 2.12\text{s}$ の5種類の不規則波を使用した。

3. 実験結果と考察

(1) 開孔率と伝達率、反射率との関係

図-3、図-4は奥行き $B=40\text{cm}$ における開孔率 ε と伝達率 K_t 、開孔率 ε と反射率 K_r の関係をそれぞれ示す。伝達率 K_t と開孔率 ε の関係はほぼ直線的に変化する比例関係にあった。一方、反射率 K_r は開孔率 ε が0.04~0.2の範囲では、緩やかな減少傾向を示し、開孔率 $\varepsilon=0.3$ で急激に小さくなった。これは開孔率 $\varepsilon=0.3$ の場合、水面変動が最上列の開孔部付近で起きているのに対し、 $\varepsilon=0.2$ 以下では開孔部より上部の不透過

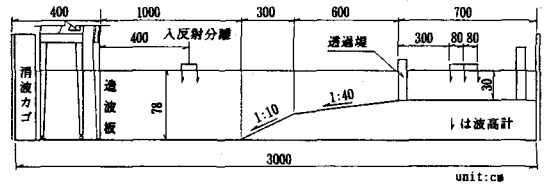


図-1 実験装置概要図

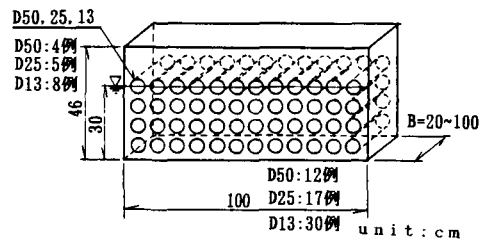


図-2 パイプ式透過堤模型図

表-1 検討ケース

	パラメータ	模型形状寸法
孔径50mm	奥行き B	20~100cm の5種類
	開孔率 ε	0.30~0.04の7種類
奥行き B=20cm	開孔径 D	50, 25, 13mmの3種類
	開孔率 ε	0.10~0.04の4種類

過直立面で変動しているためである。

従って、同じ開孔率で反射率 K_r を低減するには水面付近にも開孔部を設ける必要があると考えられる。また、波浪条件による反射率 K_r の比較をすると $T_{1/3} = 2.12s$, $H_{1/3} = 21cm$ の波に対する K_r が他の波に比べて著しく小さいが、これは越波しているためである。

(2) 奥行きと伝達率、反射率との関係

図-5、図-6は開孔率 $\varepsilon = 0.2$ における奥行き B と伝達率 K_t 、奥行き B と反射率 K_r の関係をそれぞれ示す。伝達率 K_t は奥行き B が増加する程、減少するが、その効果は $B = 80cm$ 以上で小さくなった。一方、反射率 K_r も奥行き B が $20 \sim 60cm$ の範囲で B が増加するに伴い K_r も増加し、それ以上の奥行きになるとあまり変化しなかった。

図-7は径 $D = 50mm$ 、奥行き $B = 40cm$ 、開孔率 $\varepsilon = 0.2$ における入射波の波形勾配 H/L (周期を一定) と伝達率 K_t の関係を示す。図より長周期の波ほど、伝達率 K_t は大きく、周期が等しければ波高が変化しても、伝達率 K_t はほぼ一定であることが判った。従って、パイプ式透過堤の伝達率 K_t は入射波高にあまり関係なく、周期が支配的要因であると言える。

(3) 開孔径と伝達率、反射率との関係

図-8は開孔径による比較を奥行き $B = 20cm$ において、伝達率 K_t と開孔率 ε の関係で示した。同一開孔率の場合、小孔径である多孔式の透過堤 ($D = 13mm$) の方が摩擦によるエネルギー損失が大きいため、伝達率 K_t は小さくなると考えられたが、当実験の範囲内では孔径 D が大きい程、伝達率は小さくなった。また、図には示していないが、孔径と反射率の関係は開孔率が変化しても、 $K_r = 0.7 \sim 0.8$ 程度で3種類ともほぼ等しいことより、パイプ式透過堤によるエネルギー逸散は摩擦以外に原因があると考えられる。

4. おわりに.

本研究で得られたパイプ式透過堤の消波特性を以下にまとめると

- ① 伝達率は開孔率とほぼ比例関係にあるが、反射率は開孔部が静水面下にある場合、それほど差はない。
- ② 奥行きが長い程、伝達率は減少するが、奥行きがある限度を越えると減少度合は小さくなる。
- ③ 伝達率は入射波高にあまり関係なく、周期が支配的要因となる。
- ④ 開孔径の伝達率に与える影響は十分な説明をできず、今後の課題として残され、現地に適用する場合は貝類の付着することも考慮する必要がある。

また、これを発電所取水口に用いる場合、取水口内へ伝達した波はポンプ室壁面で重複波となり、波高が増幅するため、現地に適用する場合は設計された取水口形状で十分な検討を必要とする。

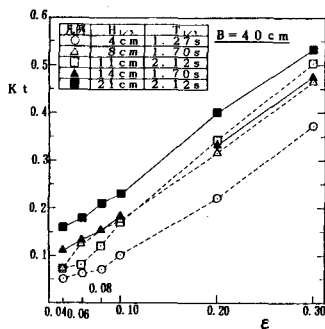


図-3 開孔率 ε と伝達率 K_t の関係

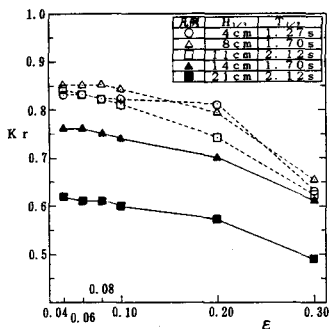


図-4 開孔率 ε と反射率 K_r の関係

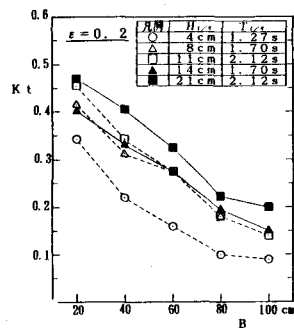


図-5 奥行き B と伝達率 K_t の関係

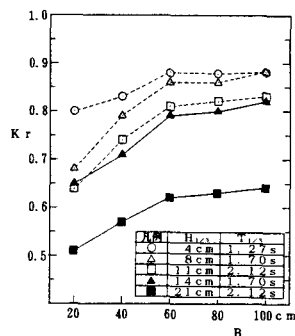


図-6 奥行き B と反射率 K_r の関係

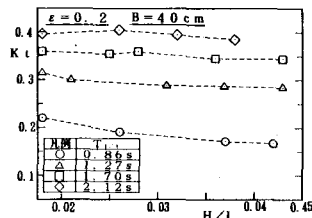


図-7 波形勾配 H/L と伝達率 K_t の関係

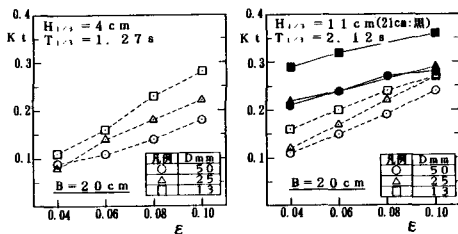


図-8 孔径別の開孔率 ε と伝達率 K_t の関係