

東北工業大学 正員 高橋 敏彦
東北工業大学 正員 沼田 淳

1. はじめに

著者の1人は、有孔防波堤の消波特性を調べるため微小振幅波理論にもとづく堀口¹⁾の理論を用いた数値計算と合板を用いた実験を行い比較検討を行ったところ、定性的な傾向は一致するが定量的にはかなりの隔りがあった。そこで、理論式中に含まれる粗度係数を種々変化させて実験値に適合する最適粗度係数を求めたところ、その値は定常流に対して与えられている粗度係数よりもやや大きな値を用いなければならない。という結果が得られている。この原因として、合板の孔径が小さいためドリルであけた孔を十分平滑に仕上げることができなかったためとも考えられたので、アクリル板を用いて計算値と実験値の比較検討²⁾も行ってみた。その結果最適粗度係数の値は、0.03~0.06となり合板を用いた場合の値0.06~0.11より幾分小さくなったが、なお定常流に対する粗度係数の3~5倍の値となっている。そこで今回は、アクリル板の定常流に対する粗度係数を0.0110と一定に保ち、入口損失係数を種々変化させて計算を行い、実験値に適合する最適な入口損失係数を求め前述の計算値および実験値との比較検討を行った。

表-1 実験条件

水深	20.0 cm	前壁孔径	0.4 ~ 1.5 cm
入射波高	3.75 cm	後壁孔径	0.4 ~ 1.5 cm
前壁壁厚	1.80 cm	前壁開孔率	23 %
後壁壁厚	0.80 cm	後壁開孔率	6 ~ 23 %

2. 実験方法および実験条件
実験は、長さ10 m、幅0.4 m、高さ0.3 mの両面ガラス張り二次元水路を用いて行った。模型堤体は、水路末端より3.80 mの位置に設置した。波高は、堤体前後に容量式波高計をセットし増幅器を通してペンレコーダに記録させた。実験条件は表-1に示す。実験波の周期は、遊水幅の影響を調べる実験では $T=0.86 \text{ sec}$ 、1.0 / sec、後壁開孔率および前後壁の孔径を調べる実験では $T=0.86$ 、0.97 sec とした。

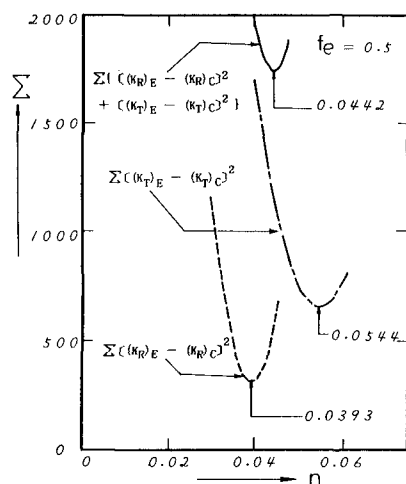


図-1 最適粗度係数

3. 結果および考察

3.1 粗度係数と入口損失係数の関係

図-1は、入口損失係数 f_e を0.5、出口損失係数 f_o を1.0とし粗度係数 n を種々変化させた場合の反射率 K_R 、透過率 K_T の計算値と実験値の差の2乗の和を縦軸に、 n を横軸に取ってプロットしたものの1例である。計算値と実験値の差の2乗の和を最小とする n の値が最適粗度係数である。この例では、 K_R および K_T の最適粗度係数は0.0393および0.0544であり、 K_R 、 K_T の両者の最適粗度係数は0.0442である。

図-2は、3種類の実験ケースに対し入口損失係数を種々変えて図-1と同様 K_R 、 K_T 両者に対する最

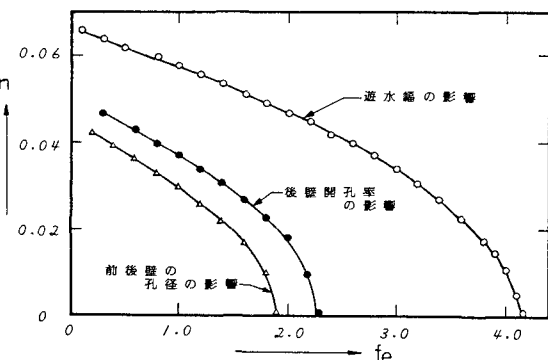


図-2 粗度係数と入口損失係数の関係

通粗度係数を求め(ただし $f_s=1.0$ とする) 図示したものである。●,○,△印はそれぞれ後壁開孔率の影響を調べるための実験($T=0.97, 0.86\text{sec}$, $H=3.75\text{cm}$, 前壁開孔率23%, 後壁開孔率6~23%) 透水幅の影響を調べるための実験($T=1.01, 0.86\text{sec}$, $H=3.75\text{cm}$, 前壁開孔率23%, 後壁開孔率9%, 透水幅4.9~54.9cm) および前後壁の孔径の影響を調べるための実験($T=0.97, 0.86\text{sec}$, $H=3.75\text{cm}$, 前後壁の孔径比0.4~1.5) に対するものである。この図からアクリル板に対する粗度係数 $n=0.0110$ に対応する入口損失係数は、上記3種類の実験ケースに対しそれぞれ2.18, 4.0, 1.78となり定常流に対する入口損失係数 $f_e=0.5$ の3.6~8.0倍の値となること分かる。

3.2 エネルギー損失について

図-3は、後壁開孔率の影響を調べるための実験に対するエネルギー損失率($=1-k_a^2-k_r^2$, 図中の実線)と半周期における平均流速値を用いて計算した損失水頭(前後壁における入口, まさつ, 出口の各損失水頭の和)を比較した1例で、破線は $n=0.0110$, $f_e=2.18$ を用いた計算値, 点線は $f_e=0.5$, $n=0.0442$ を用いた計算値である。前者の場合, 入口損失水頭は総損失水頭の約66%であるが, まさつによるそれは約3%で無視できる程小さい。

一方, 後者の場合は, 入口, まさつによる損失水頭は, それを水柱損失水頭の約17%, 50%となっている。このような各損失水頭の寄与率から判断すると, まさつによるものよりも入口, 出口(今回は一定)の影響の方が大きいのではないと思われる。これは, 前・後壁厚が1.8cm, 0.8cmと小さいためと考えられる。

次に, エネルギー損失率(実験値)と損失水頭(計算値)を比較すると, 前者は後壁開孔率が大きくなるにしたがって減少しているが, 後者では後壁開孔率が20~23%の所でやや増加する傾向を示している。

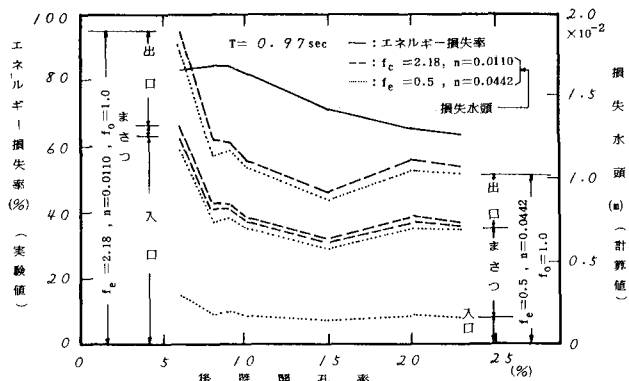


図-3 損失水頭の比較

3.3 実験値と計算値の比較

図-4は、図-3と同様後壁開孔率の影響を調べたときの実験値および計算値を比較した1例である。実験結果の縦線は、実験値のバラツキの範囲を示し実線はその平均値を結んだものである。

$f_e=0.5$, $n=0.0110$ の場合、定性的な傾向は一致するが定量的には幾分隔りがある。また、後壁開孔率が小さいときは $f_e=2.18$, $n=0.0110$ がよく実験値と一致し、開孔率が大きくなるにしたがって $f_e=0.5$, $n=0.0442$ の方がよく一致している。しかし、両者とも平均的にみるとほぼ実験値と一致し、いずれの値を用いてもその程度の差異は認められない。

<謝辞> 実験に協力頂いた本学学生諸氏に感謝の意を表します。

(参考文献) 1) 堀口孝男他: 99孔壁式防波堤の消浪機構と波力, 第23回海講集, PP89~94, 1974. 2) 沼田淳他: 両面99孔壁式防波堤の透過率・反射率に関する一検討, 第29回海講集, PP395~399, 1982. 3) 高橋敏彦他: 有孔防波堤の透過率・反射率に関する一検討, 昭和59年度土木学会東北支部概要, PP109~110.

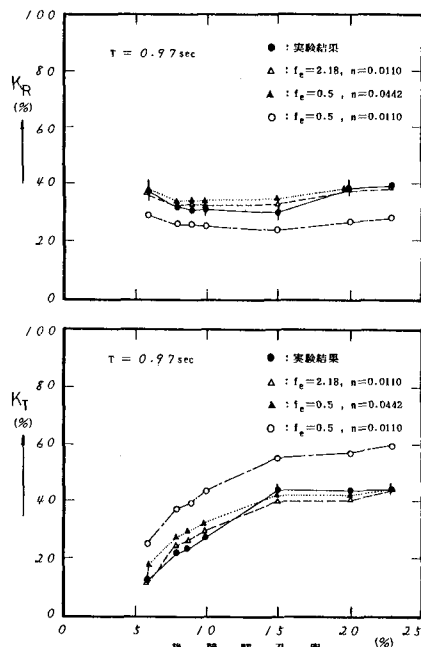


図-4 実験値と計算値の比較