

潜堤等の防波効果の数値解析におけるエネルギー損失係数について

九州大学工学部 学生員○鷲崎雅明、崎山透、杉尾俊治 正会員 小島治幸

1 まえかき 鉛直版や潜堤等の防波効果を理論的に算定する際、渦や砕波が生じることによるエネルギー損失の影響を無視すると、理論解は消波効果を著しく過小評価することが知られており、数値解析にその効果を合理的に導入する必要がある。本研究は、流体運動の不連続点において生じる渦や砕波によるエネルギー損失をそこでの流速の2乗に比例する抵抗係数と加速度に比例する係数によって表せるものと仮定した数値解析と水理模型実験により、この解析法が砕波まで含む場合の各種水理量を精度よく算定できるかを検討し、2,3の没水構造物に関するそれら抵抗係数を求め、それらの特性を考察する。

2 理論解析の概要 本研究で用いた理論解析法は、昨年の西部支部で木佐貫らが発表した方法¹⁾を応用したもので、二次元のクリーン公式を用いた境界要素法によって解析する方法である。渦および砕波によるエネルギー損失は、流速の2乗に比例する抵抗と加速度に比例する抵抗が流体に作用すると仮定し、それぞれの係数を C_D と C_H で表す。この際、流速の2乗に比例する抵抗は非線形項であるため、Lorentzの等価仕事則により時間に関して線形化を行い、流速の絶対値に対する非線形項は、 $C_D=0$ の場合について解を求め、その解を第一近似として解が収束するまで繰り返し計算を行うことになる。これより、反射率や通過率、波力等の水理量を算定することかできる。

3 実験の方法と条件 実験は、無反射型の二次元造波水路(幅0.3m、深さ0.5m、長さ28m)を用い、鉛直版と不透過潜堤について行った。鉛直版の実験は、水深(h)を0.35mとし厚さ1cmの亚克力板でできた鉛直版を水路の中央に設置し、鉛直版の天端水深(D)を水深の0.1、0.2、0.3倍と変えて行った。また、潜堤の実験においては $h=0.386$ mとして、矩形潜堤とそれと同一の断面積をもつ図-1に示すような角を1/4円弧とした潜堤とを用い、角で発生する渦によるエネルギーの損失かどの様に違うかを比較検討した。

実験では、入射波高を4cmと8cmの2種類として波数 kh を0.5から2.5まで、0.1間隔で変化させた。各々

2本の容量式波高計を鉛直版の入射波側約3.6m、通過波側約2.7mの所に設置して、入射波高、反射波高および通過波高を測定し分離推定法を用いて合成波から入射波と反射波、通過波をそれぞれ分離させ基本周波数における反射率と通過率を算定した。

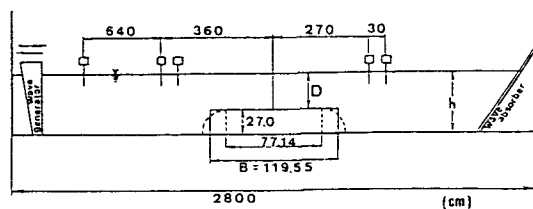


図-1 実験水路

4 結果と考察 (1)鉛直版 図-2(a)と(b)は、 $D/h=0.2$ の鉛直版における反射率(KR)と通過率(KT)の実験値と計算値の結果を示している。計算値は、加速度に比例する係数 $C_H=0.0$ として流速の2乗に比例する係数 C_D を0.0から2.0まで0.25ごとに変えたときの結果である。図-3は、各 C_D における実験値と計算値の標準偏差を表しており、STが通過率の、SRが反射率の結果である。実験値に最もよく合う計算値を与える係数 C_D が、反射率と通過率では異なり、反射率の方が若干小さな値となっている。図-3からも分かるように、係数 C_H を入ると通過率においては $C_H=0.0$ よりも計算値が実験値に全般的に近づく C_D の値が小さくなるが、反射率においては実験値と著しくずれる傾向にある。この傾向は、 D/h が異なる鉛直版の場合も同様である。また、通過率については図-2(b)に示すように、 kh を3つの区間に分け、それぞれの区間に別々の C_D を使うと計算結果と実験結果の一致はさらによくなり、この場合では、 $0.5 \leq kh < 1.05$ のとき $C_D=0.5$ 、 $1.05 < kh < 1.65$ のとき $C_D=0.75$ 、 $1.65 < kh \leq 2.5$ のとき $C_D=1.2$ 程度となる。このようにして決定された損失係数 C_D を一種のK.C.数($l_m \cdot T/D$)でまとめたものが図-4である。ここに、 l_m は水底での最大流速値、 T は入射波の周期を表している。K.C.数が大きくなるに従って C_D の値は小さくなる傾向がみられる。また、鉛直版上の水面で砕波を伴う $H_0/h=0.229$ の場合は、砕波の起こらない

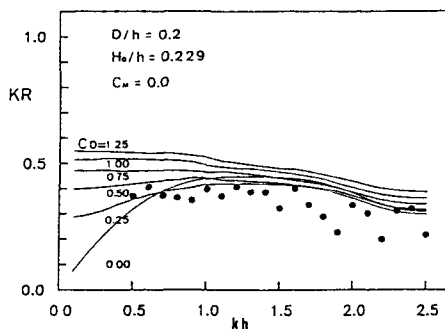


図-2(a) 鉛直版による反射率

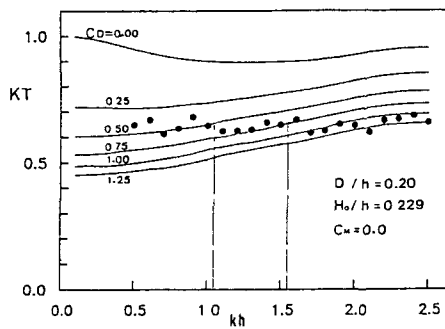


図-2(b) 鉛直版による通過率

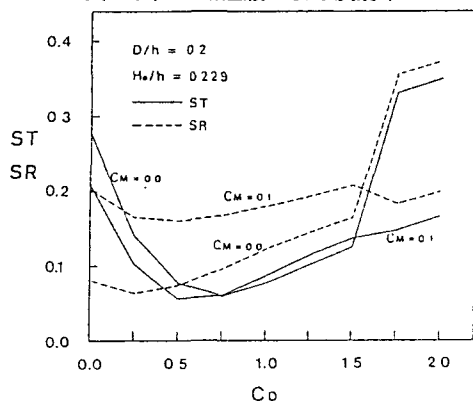


図-3 実験値と計算値の標準偏差と C_D の関係

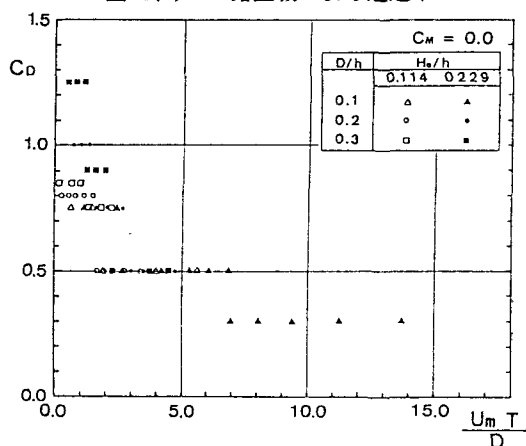


図-4 鉛直版における C_D と k_c の関係

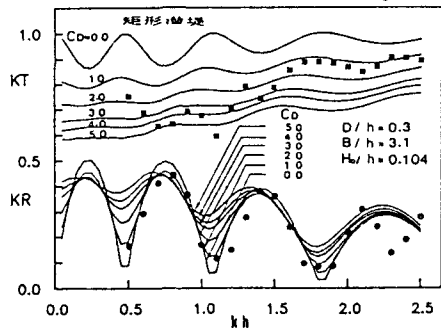


図-5 矩形潜堤による反射率と通過率

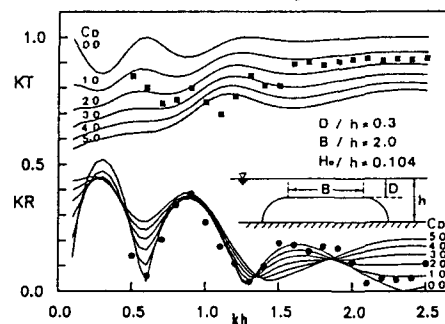


図-6 1/4円弧を有した潜堤による反射率と通過率

$H_0/h=0.114$ よりも C_D の値を大きくする必要がある。
 (2)不透過潜堤 矩形潜堤とその角を1/4円弧とした潜堤における通過率と反射率の実験値と計算値を図-5と6に示す。反射率については、両者とも kh に関係なくほぼ一つの C_D 値で計算値と実験値の一致がよく、矩形潜堤では $C_D=1.0$ 、1/4円弧を有する潜堤では $C_D=0.0$ 程度と通過率に対する C_D 値よりも低い。通過率を見ると、両潜堤とも kh が小さくなるほど小さい C_D の値で計算値と実験値の一致がみられ、前者では $C_D=1.0 \sim 5.0$ 、後者では $C_D=1.0 \sim 3.0$ と明

らかに矩形潜堤に対する抵抗係数が大きくなり、角によって生じる渦によるエネルギー損失効果が現れている。

5 あとがき 今後は、寸法の異なる潜堤や他の防波構造物の実験を行い、それらの損失係数を決めていく予定である。

参考文献：(1)木佐貫 徹ら、昭和62年度土木学会西部支部研究発表会講演会概要集、1988