

II-305

上部鉛直板による波の反射率・透過率及びエネルギー逸散に関する実験的研究

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

本研究は、基礎的で最も単純な構造物として、1枚の鉛直板を対象に波の反射率・透過率及びエネルギー逸散を鉛直板周辺に発生する渦と関連づけて実験を行い、渦の生成及びエネルギー逸散について検討した。

2. 実験条件及び実験方法

実験は幅0.4m、高さ0.3m、長さ10.0mの両面硝子張りの水路で水深 $h=20.0$ cmと一定に保ち行つた。鉛直板は造波板から5.2mの位置にきつ水深 d を4.0~16.0cmと変化させて設置し、周期 $T=1.2\sim 1.8$ secの波を作用させた。波高 H は1.0, 3.0, 5.0cmの3種類とした。波高は容量式波高計を用いて測定し、同一条件で3回づつ実験を行いその平均値を用いた。尚、入射波高、反射波高及び透過波高はHealyの方法で解析した。流速は、X型プローブを取り付けた熱膜流速計を1測線につき1cm間隔で14測点を、鉛直板前後8測線について測定した。鉛直板付近の流況は、水路に対して固定した高解像度カメラで撮影した。図-1は、模型堤体概略図である。

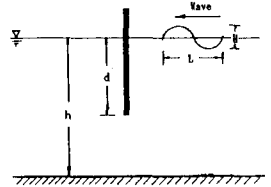


図-1 模型堤体概略図

3. 実験結果及び考察

(1) 波の反射率と透過率及びエネルギー逸散率

図-2は、縦軸に反射率 K_R ・透過率 K_T 、横軸に d と h の比 d/h をとり、周期、波高別に実験値をプロットした一例である。図中の実線、破線は、Wiegelsのpower-transmission theory¹⁾より求めた反射率 K_R 、透過率 K_T である。当然ながら d/h が大きくなると反射率は増加し、透過率は減少する傾向は理論値、実験値とも同じであるが、その値は透過率では、ほぼ一致し、反射率では実験値が理論値よりかなり小さい値を示している。Wiegelsの理論ではエネルギー逸散を考慮していないが、実際の現象では、波が鉛直板に衝突することによるエネルギー逸散や鉛直板下端に渦を形成することによるエネルギー逸散などがある為、反射率の実験値が理論値よりかなり小さくなったと考えられる。

図-3は、横軸に d/h 、縦軸にエネルギー逸散率($E_{loss}=1-K_T^2-K_R^2$)をとり、周期をパラメータとして示したものである。各周期とも、中村²⁾の実験結果と同様、きつ水深 d (d/h)が大きくなるにつれて E_{loss} は増大していく傾向にある。

(2) 鉛直板周辺の流況

流況は $d/h=0.2, 0.4, 0.5, 0.6, 0.8$ の場合に、 $H=3.0$ cm、 $T=1.2, 1.6$ secの波を作用させた時のアルミ粉の移動を高解像度カメラで撮影し、 T^* ($=t/T$) $=0.125$ 毎にその画像を読み取ってスケッチした。いずれのきつ水深でも鉛直板沖側の水位が谷から峰に変わるまでの半周期の間は沖向きの流れによって沖側に渦が形成され、それに続く半周期では岸向きの流れにより岸側に渦が形成されるが、その渦の移動形態は d/h によって大きく2つに大別できる。 $d/h \leq 0.5$ の場合(図-4(a))、波の峰が鉛直板に到達した後の岸向きの流れによって、鉛直板の岸側に単独の渦が発生するが、

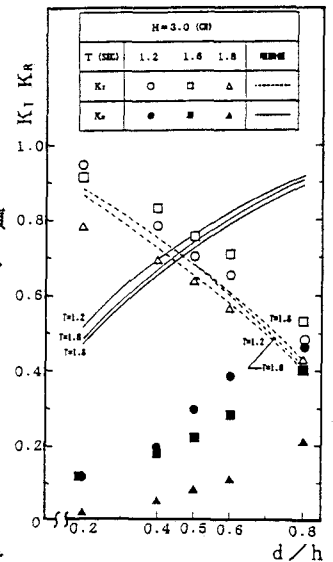
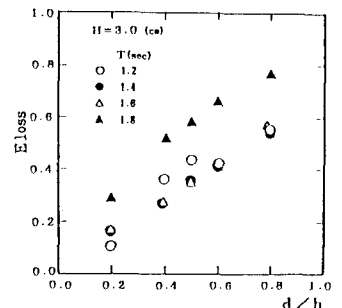


図-2 反射率・透過率の実験値及び理論値

図-3 d/h とエネルギー逸散率

この渦は次の沖向きの流れに乗って沖側下方へと移動し、沖側に新しく発生した渦と渦対を形成する現象が見られる。これに対し、 $d/h > 0.5$ の場合（図-4(b)）、岸向きの流れによって鉛直板岸側に発生した渦はさらに岸方向へと移動し、沖側に新しい渦が発生する以前に衰退する。これと同様に沖側に発生した渦もさらに沖方向へと移動し岸側に新しい渦が発生する以前に衰退する。このため、 $d/h > 0.5$ の場合には、 $d/h \leq 0.5$ の場合に見られるような渦対は形成されない。

(3) 鉛直板周辺の流れ特性

熱膜流速計と波高計の出力信号をデーターレコーダーに同時収録して、サンプリングタイム1/250sec、データー個数5000個でA/D変換し、起波後4波目から約3波分のUのデーター1024個を解析の対象とした。流速 $U = \bar{U} + U'$ と表すことができる。 $\bar{U}$ は移動平均量、 U' は移動平均量からのずれ（乱れ）として取り扱った。移動平均は0.1sec(10Hz)間のデーターで行った。図-5は水平方向の乱れ強度($\sqrt{U'^2}$)の鉛直分布を示したものである。鉛直板をはさんで岸・沖とも鉛直板寄りの3測線では、深さ10.0~17.0cmの測点で大きな値を示すが、この領域と渦が形成される領域とはほぼ一致することが認められる。また、沖側の3測線下方での乱れ強さが特に大きくなっているが、これは重複波や渦対の形成に起因すると推測される。

(4) エネルギー逸散と抵抗係数

日野³⁾らは、潜堤の入射波1周期当りのエネルギー逸散量 ϵ を、抗力係数 C_D を用いて抗力と流速の積を時間で積分した値で見積っている。本実験でも、同様の方法を上部鉛直板に適用して抵抗係数を求めた。尚、流速として鉛直板中間での流速と下端での流速の2種類を用いた。図-6は、横軸に波長に関する無次元表示($2\pi h/L$)、縦軸にエネルギー逸散の無次元表示(ϵ/E)をとり、各きつ水毎にプロットした1例である。鉛直板中間での流速を使用した場合の C_D の値は23~27程度、下端での流速を用いた場合は26~34程度の値となり、定常流中の値 $C_D=2.0$ の11~17倍の値を示した。

4. おわりに

基礎的な研究として、1枚の上部鉛直板周辺の波の特性を、渦と関連づけてある程度まで把握することができた。また、エネルギー逸散を抵抗係数で表すと、定常流中の値の約10倍以上の値となることわかった。

<参考文献> 1)Wiegel, R.L.: Transmission of waves past a rigid vertical thin barrier, Proc. of ASCE, Vol. 88, WW1, pp. 1~13, 1960 2)中村：カーテンウォール型防波堤まわりの波変形と作用波力に関する研究, 第31回海岸工学講演会論文集, pp. 512~516, 1984 3)日野・山崎：垂直板による波の反射率・透過率及びエネルギー損失, 土木学会論文報告集, 第190号, pp. 75~80, 1971

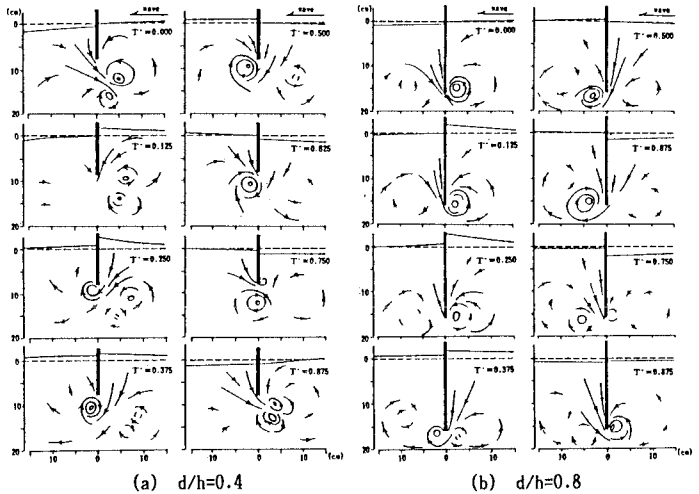


図-4 鉛直板周辺の流況図(T=1.2sec, H=3.0cm)

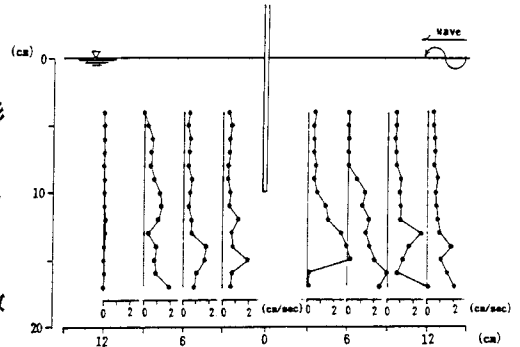


図-5 乱れ強度の鉛直分布(T=1.2sec, H=3.0cm)

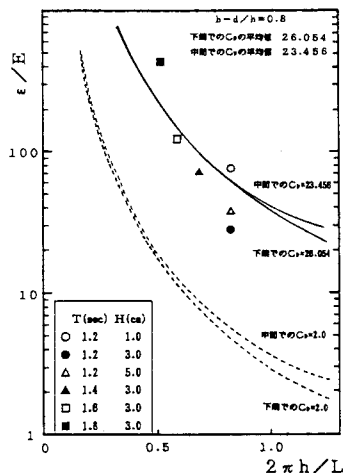


図-6 エネルギー逸散と抵抗係数