

東北工業大学 学生員 ○大湯 能宏
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

波による構造物周辺に発生する渦は海岸分野において広範囲に存在する。しかし、波による渦の発生状況や生成過程及び渦とエネルギー逸散との関係について明らかにされていない点が多い。そこで本研究は、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、渦の生成及び乱れ特性などを検討した。

2. 実験条件及び実験方法

実験は幅40cm、高さ30cm、長さ10mの両面硝子張り水路で行った。鉛直板は造波板から5.56mのところに設置した。水深 h は18.0cmと一定に保ち、鉛直板のきり水深 d を7.0, 9.0, 11.0cmと変化させた。周期は1.0～2.0秒の波を作用した。入射波の波高は各周期とも1.0, 2.0, 3.0, 4.0cmの4種類とした。

波高の測定には容量式波高計を用い、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図-1に示す4測線について、鉛直方向に1cm間隔で11測点について測定した。流速と対応させる波高は、流速計を設置した位置に1台、鉛直板をはさんでそれと対称の位置に他の1台を設置し2点で同時測定した。

渦の様子を可視化するために、トレーサーとしてアルミ粉、ポリスチレン粒子を用いた。流れのパターンは水路に対して固定した25mmTVカメラと、50mmカメラで撮影されており、すべての図・写真において左側が岸側である。

3. 実験結果及び考察

(1) 鉛直板付近の流況とエネルギー逸散率

流況観測は波高 $H=3.0$ cm、周期 $T=1.2$ secの条件でアルミ粉の移動をビデオカメラで撮影し、 $d/h=0.39, 0.50, 0.61$ の場合の流況を $T^*(=t/T)=0.125$ 刻みごとに画像を読み取ってスケッチした(図-2は $d/h=0.50$ の場合の $T^*=0.250$ 刻みのスケッチである)。いずれのきり水深でも鉛直板に波の峰が到達するまでの半周期の間は沖側から岸側へ向かう流れによって岸側に渦が形成されるがそれに続く半周期では岸側から沖側に渦が形成される。このように半周期毎に岸側、沖側交互に渦が形成され、消滅するという現象を繰り返すが、 $d/h=0.39$ の場合岸側に形成された渦は鉛直板の波が谷から峰に変わる間に沖側に移動し、沖

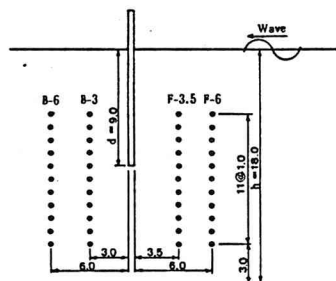


図-1 流速測定位置 単位: cm

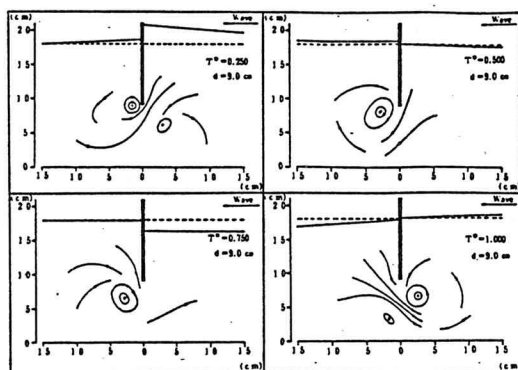


図-2 鉛直板付近の経時変化

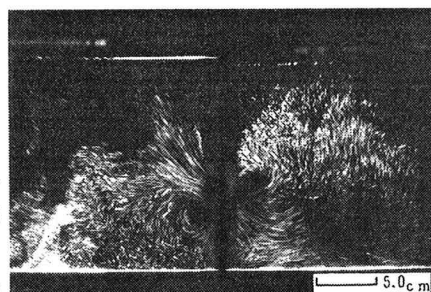


写真-1 可視化の一例 ($T^* = 0.875$)

側に新しくできた渦との渦対を形成する現象が見られた。渦が形成される位置はどのきっ水深さでも鉛直板下端付近で鉛直板の前後約3.0～4.0cmの範囲である。図-3は d/h と反射率 KR 、透過率 KT 及びエネルギー逸散率 E_{loss} ($=1-KT-KR$)との関係を示した1例であるが、当然のことながら各周期とも d/h が大きくなるにつれて E_{loss} の値が大きくなっている。又、波形勾配が大きくなるにつれて KT は減少するが、 KR は波形勾配に関係ないように思われる。これを、鉛直板付近の渦の変化の様子と比較すると沖側、岸側の渦は、きっ水深さの増加と共に成長する傾向がみられることから E_{loss} と渦の形成特性との間には密接な関連性のあることが推測される。

(2) 鉛直板付近の乱れの解析

熱膜流速計と波高計の出力信号は、データーレコーダーに同時に収録してサンプリングタイム1/250 sec, データー個数4096個でA・D変換し、起波後4波目から約3波分のU, Vのデーター1024個を解析対象とした。流速U, Vは、 $U = \bar{u} + u'$, $V = \bar{v} + v'$ と表すことが出来る。ここで、 $\bar{}$ は移動平均量、 ' は移動平均量からのずれ(乱れ)として扱った。移動平均については0.1sec(10Hz)間のデーターで行った(図-4は熱膜流速計の生記録)。

図-5に乱れ強度の鉛直分布を示す。沖側測線では水深12.0～15.0cmの測点で大きな値を示しているが、岸側測点では水深12.0cmの測点で乱れ強さが最大となっていて、B-3は全水深にわたってB-6より大きな値を示している。前述した様に渦が形成された位置(岸側)及びその下方(沖側)で乱れ強さが大きくなっている様に推測される。

図-6に示すレイノルズ応力は鉛直板下端より上方ではほぼ0、その下方では鉛直板に近い2測線で正・負の応力が交互に現れている。この結果からも前者の2測線は、渦の影響範囲内であり後者の2測線は、その範囲外であると推測される。

<謝辞>

本実験は小田島勉君・海鋒純哉君との共同実験であり、実験を遂行するにあたり運輸省港湾技術研究所 後藤智明博士、東北工大 阿部至雄教授、又計測等について日本大学工学部 長村久夫講師に有益な御助言ならびに御指導を頂いた。ここに記して感謝の意を表します。

<参考文献>

- 1). 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(1971) P75～P80
- 2). 池田・浅枝・野本・木村: 波動場に置かれた垂直板付近の発生渦の特性とエネルギー逸散, 土木学会論文集, 第363号/II-4(1985) P87～P96
- 3). 沢本・山口: 進行波による砂連上の境界層内の流速及び乱れ分布, 第25回海講演集(1978) P46～P50
- 4). 酒井・三反田: 砕波による乱れのレイノルズ応力について, 第30回海講演集(1983) P30～P33

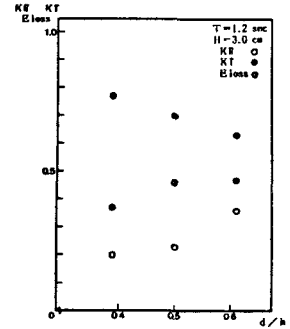


図-3 反射率・透過率及びエネルギー逸散

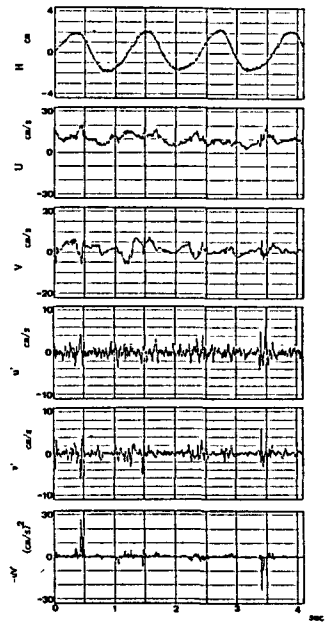


図-4 熱膜流速計による生記録

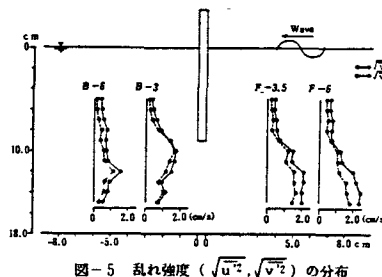


図-5 乱れ強度 ($\sqrt{u'^2}$, $\sqrt{v'^2}$) の分布

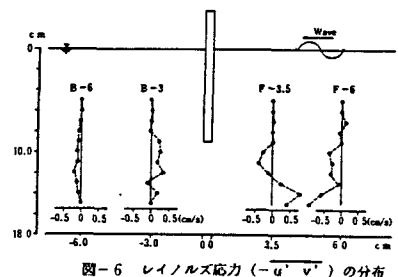


図-6 レイノルズ応力 ($-u'v'$) の分布