

II-269

波による上部鉛直板周辺の流況と乱れ特性

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、波による構造物周辺の流況及び渦の発生状況や生成過程など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鉛直板周辺の流況や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、鉛直板のきつ水深 d を7.0, 9.0, 11.0cmと変化した。周期は1.2秒の波を作用させ、入射波の波高は3.0cm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10mm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。

鉛直板周辺の流況及び渦の挙動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。可視化は水路に対して垂直に固定したビデオカメラと、35mmカメラで行い、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) 鉛直板周辺の流況

流況観測は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、写真-1は $d/h = 0.50$ の場合のスケッチ図及び写真の一例)。いずれのきつ水深 d でも鉛直板に波の峰が到達するまでの半周期の間は岸側から沖側へ向かう流れによって沖側に渦が形成されるがそれに続く半周期では沖側から岸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つ水深 d でも鉛直板下端付近で鉛直板の前後約6.0cmまでの範囲である。

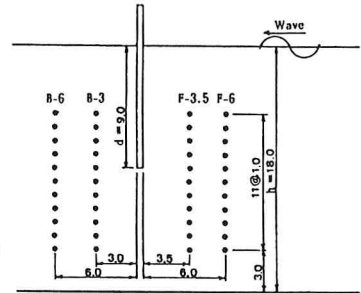


図-1 流速測定位置 単位: cm

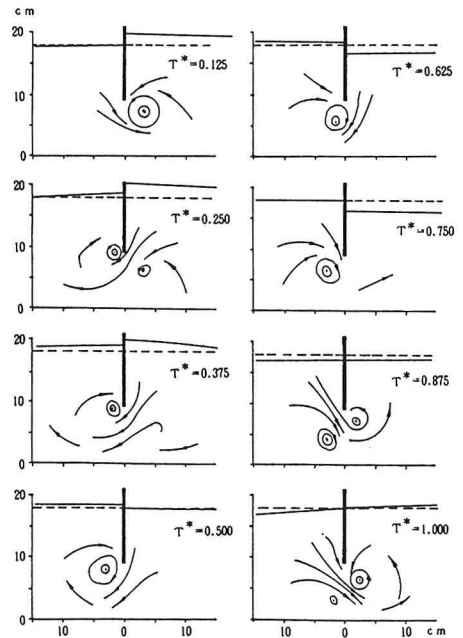
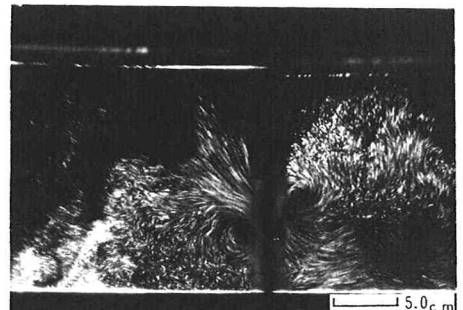


図-2 鉛直板周辺の流況と渦

写真-1 可視化の一例 ($T^* = 0.875$)

(2) 鉛直板周辺の乱れの解析

熱膜流速計と波高計の出力信号は、データ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, データ一箇4096個でA・D変換し、起波後4波目から約3波分のU, Vのデータ一1024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)間のデータで行った（図-3は熱膜流速計の生記録の一例）。

図-4は、鉛直板周辺の波動成分を調べるために、各測点の卓越周波数をパワースペクトルより求め図示したものである。ハッチ内は、入射波の周波数 $f = 0.833$ Hzに近い卓越周波数 $f = 0.733 \sim 0.977$ Hzの領域を示している。図より、鉛直板沖側ではU, V方向とも卓越周波数が入射波の周波数とほぼ一致する領域が鉛直板下端より上の方に集中することが分かる。岸側では、U方向の場合開口部付近に集中しているのに対しV方向の場合は、上、中、下層に分散して現れている。

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る。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、当然ながら渦の影響を強くうけていると推測される。

4. おわりに

規則波を用いた鉛直板周辺での流況や渦及び乱れなどを、可視化及び熱膜流速計を用いてある程度まで把握することができた。今後得られたデータに更に検討を加えると共に、より詳細な精度の高いデータを集積し、波による鉛直板周辺の特性を明らかにしていきたい。

最後に、本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 長林久夫講師に有益な御助言ならびに御指導を頂いた。実験及び解析については当時本学学生諸氏に多大なる協力を得た。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）
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
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回海講論文集（1978）P46～P50 4). 酒井・三反田：碎波による乱れのレイノルズ応力について，第30回海講論文集（1983）

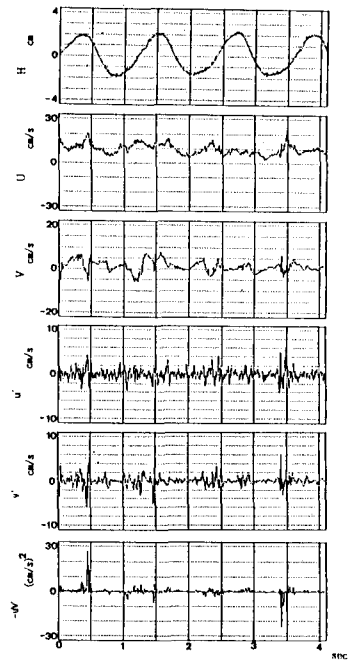


図-3 熱膜流速計による生記録の一例

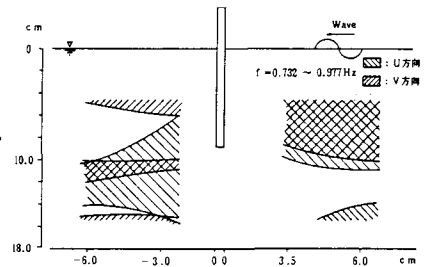
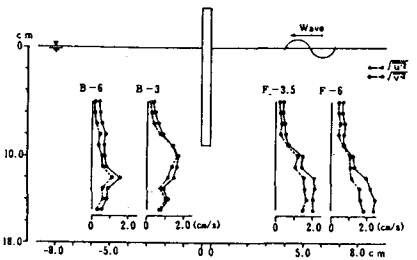
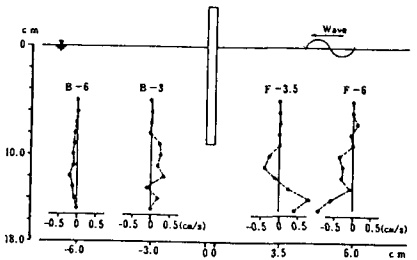


図-4 鉛直板周辺の波動成分

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