

II-506

波浪中の水平矩形柱体まわりに誘起される流れの計測

足利工業大学大学院 学会員 近藤圭央

足利工業大学 正会員 新井信一

足利工業大学 名誉会員 岩崎敏夫

1 序言 構造物の柱状部として代表的なものに円柱と角柱があるが、円柱に比べて角柱の波力は研究例が少なく、その特性が十分に解明されていない。先に水平矩形柱体の波力計測結果の一部を報告している¹⁾が、ここでは矩形柱体回りの波動流場を調べた結果計測された、時間平均流れを報告する。

2 実験方法 使用したシステムは、本学水理研究室乱れ場解析システムのレーザー可視化画像処理システム²⁾であり、その構成を図1に示す。造波水槽（長さ 26.87m、幅 0.8m、高さ 1m）に、高さ幅比 $H/B=0.53$ ($B=45\text{mm}$) の断面で長さ 780mm の柱体模型を図2のごとく水平に設置した。その際、測定側の断面は水槽側壁に密着させた。静水面下模型中心深さは $h/B=1.04$ と 2.09、波周期は 2.00sec である。回転歯形円盤の円周60度部が凸で光をカット、続く 120度回転部が凹で光をスルーする歯が2枚あるロータリーシャッターの回転数を 300rpm とし、ここを Ar-イオンレーザー光を通すことにより、発光時間 0.2/3sec、遮光時間 0.1/3sec の 0.1sec 間隔の照射光とする。これを光ファイバケーブルに誘導し、他端のシリンドリカルレンズから平行レーザーシートとして出射して、図2の様に模型上下から計測流場を照射する。流体中には光を反射する微粒子として、直径 0.5~0.1mm のガラスビーズをピペットにて静かに模型回りに注入しておく。次に造波し、その粒子の運動の断続的軌跡を、波周期と同じ露光時間に設定した CCD カメラ及びイメージフリーザーによってビデオ画像に記録する。粒子軌跡の長さど位置を画像解析により求め、発光時間との組み合わせから粒子速度も得る。このようにして1粒子1周期あたり20個の水粒子流跡線を計測できる。

3 実験結果 模型深さ2種類に対して計測された流跡線の例を図3から図5に示す。パソコンによる画像処理の都合から、解析時に同一画面にはいる流跡線の数を余り多くとれないので、これらの流跡線は異なる複数の位相の画像から集められた。図中の線分は流速の方向と大きさを示しており、粒子の位置は線分の中央である。波は画面左方から入射している。観察によると図の粒子は全て時計回りに移動している。

粒子は、模型に近づくとき波本来の楕円軌道が歪められ、1周期後の位置を変える。その歪み方は模型に近いほど大きい。模型深さが同じで波高が小さい、すなわち KC 数が小さい場合の図3と大きい場合の図4を比較してみると、波高が大きいほど歪みは大きいといえる。図5は模型が浅い場合の例である。 KC 数は $KC = \text{水}$

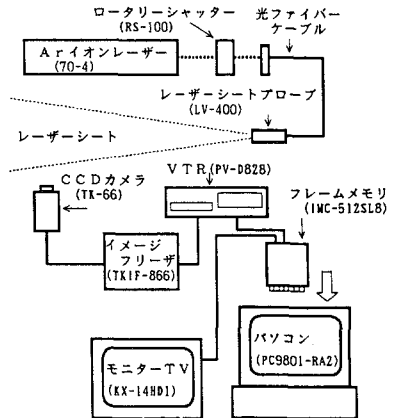


図1 レーザー可視化画像処理システム

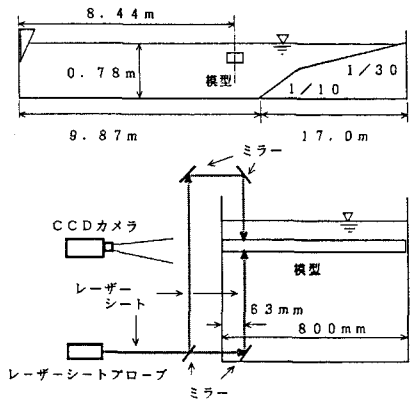


図2 模型とレーザー照射方法

平方方向最大速度×周期／模型幅である。

1 粒子の流跡線を見ると、1 周期後の終点がその始点に戻らないのは時間的平均流が存在するためであるとすると、その移動距離は粒子の経路となった場の流れの積分値を表しているといえる。この時、水粒子の軌跡の範囲が小さいほどその点の平均流を精度よくとらえられる。そこで、模型の回りを半周以上するような軌跡の長い流跡線はデータから除外し、これらの移動距離を多数求めてみることにした。その際、流跡線の始点の丁度 1 周期後の位相になる 21 点目を、計測されている 19 点目と 20 点目の値から外挿により求めこれを終点とした。このようにして図 6 から図 8 を得た。

図 6 は波高が小さく、比較的良好平均流がとらえられた例である。模型下部から左上部へと流れが回り込み、右上部では右方への流れと下方への流れに分かれていくこと、さらに流れの強い模型下部へ右下方から連行される流れのあることなどがわかる。この流れの最大速度は模型位置における進行波最大粒子速度の 8 % 程である。図 7 は波高が大きくなった場合である。先にみた図 6 の流れの模型近辺の部分が拡大された様に流れている。この場合、水粒子軌跡が図 4 に見るように大きく、流れの空間的分解能は余りよくないが、模型の回りに強い流れが発生していることが理解される。

図 8 は模型が浅く、水面の効果がより強く出る場合である。模型左部は模型下部からの流れと左方からの弱い流れがあるが、模型左上部への流れ込みが明瞭にはみられない。模型右部をみると、下部に流れ込む強い流れがありこれに連行される形で右上部では模型に向う流れが誘起されており、またこれらの流れが右下部からの流れを誘起しているようである。

4 結言 流跡線を計測することにより水平矩形柱体回りの時間的平均流の存在を示した。このような流れは海水交換促進に利用できる可能性があるとともに、波力の機構にも影響を及ぼす可能性もあり、さらに特性を明らかにしていく必要がある。

参考文献

- 1) 新井信一、岩崎敏夫、上岡充男：水平矩形柱体に働く波力、土木学会第45回年次学術講演会講演集、pp. 784-785、1990. 9
- 2) 新井信一、岩崎敏夫、上岡充男：水平没水矩形柱体のまわりの波動流場の可視化、足利工業大学研究集録、第18号、pp. 165-172、1992. 3

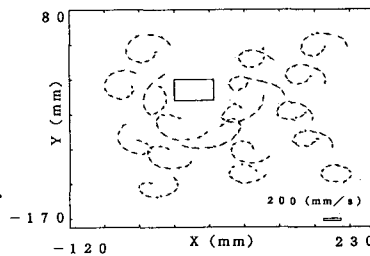


図3 流跡線 ($h/B=2.09$
波周期2秒、 $KC=2.888$)

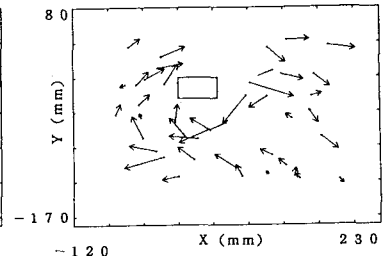


図6 平均流 ($h/B=2.09$
波周期2秒、 $KC=2.888$)

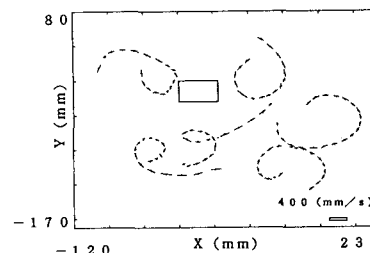


図4 流跡線 ($h/B=2.09$
波周期2秒、 $KC=6.718$)

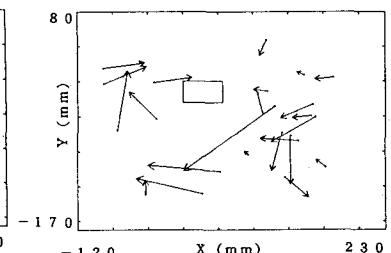


図7 平均流 ($h/B=2.09$
波周期2秒、 $KC=6.718$)

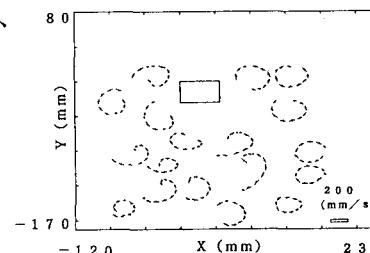


図5 流跡線 ($h/B=1.04$
波周期2秒、 $KC=2.378$)

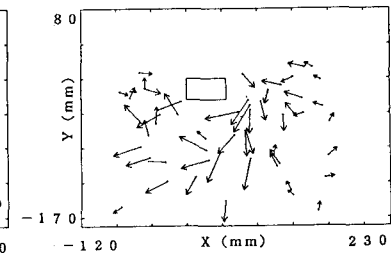


図8 平均流 ($h/B=1.04$
波周期2秒、 $KC=2.378$)