

(Ⅱ - 8) 水平没水矩形柱体まわりの波動流場の可視化

足利工業大学 正 新井信一、 足利工業大学 正 岩崎敏夫

1 序言 水平矩形柱体に働く波力をこれまで検力計により調べてきたが¹⁾²⁾³⁾、波力の機構を明らかにするには、柱体回りの流場も調べる必要がある。そこで、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⁴⁾を使用し、流場を計測してみることにした。計測方法の概要と得られた結果の一部をここに報告する。

2 実験方法 使用したシステムの構成を図1に、また模型とレーザー計測方法を図2に示す。本学水理実験棟造波水槽(長さ 26.87m、幅 0.8m、高さ 1m)に、高さ 24mm、幅 45mm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。模型深さは断面中心が静水面下 47mm と 94mm、波周期は 2.00sec、波高は前者の深さに対し 58mm、後者に対し 67mmであった。A r-イオンレーザーを回転歯形円盤のロータリーシャッターにより一定時間間隔の照射光にして、光ファイバーケーブルに誘導し、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計測流場に出射して、図2の様に模型上下から照射する。流体中に光を反射する微粒子をいれておくと、その粒子の運動の断続的軌跡が、適当な露光時間を設定した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される。粒子軌跡の長ささと露光時間との組み合わせから粒子速度を得る。トレーサーは直径 0.5~0.1mmのガラスビーズで、ピベットにて静かに模型回りに注入する。

(1) 流跡線の計測方法 1周期の水粒子の流跡線を撮るため、露光時間を波周期と同じとした。ロータリーシャッターは、60度回転部が光をカット、続く 120度回転部が光をスルーする歯が2枚あるものを使用した。回転数を 300rpm としたので、0.1sec の間隔で1露光時間 0.2/3sec の粒子の軌跡が、1周期分、同一画像に記録される。

(2) 流線の計測方法 この場合は、まずロータリーシャッターの回転を止めてレーザーを連続光の状態にする。カメラの方でシャッタースピードを 1/15sec とし、シャッターインターバルを 12/60sec とした。よって1周期の間に流線の画像が10画面とれるはずであるが、実際の撮影結果を調べてみると約 13/60sec 間隔の位相の画面となっており、そのため1周期での画像数が9ないし10画面となった。この点は今後の実験では改良していく必要がある

3 実験結果 模型深さ2種類に対して計測された流跡線を図3と図4に示す。パソコンによる画像処理上の都合から、個々の粒子の流跡線は異なる位相から集められた。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。その変位量は模型の左よりも右側で大きく、模型が浅いほど大きい。

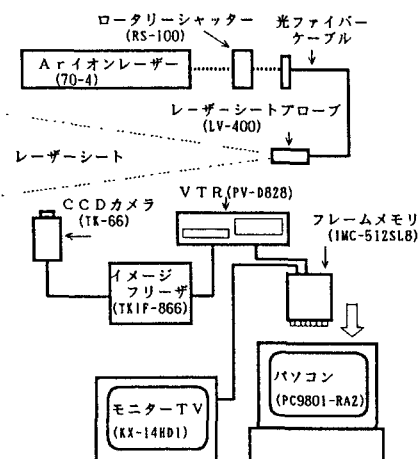


図1 レーザー可視化画像処理システム

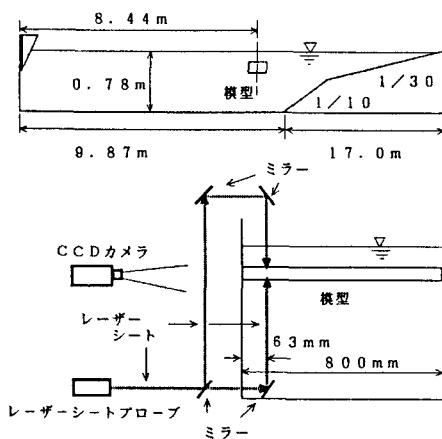


図2 模型とレーザー照射方法

模型深さ94mmの場合の流線計測結果を図5と図6に示す。それぞれの図のaは多量のビーズをいれて流場を定性的に視覚化したものである。一方図のbは、ビーズの量を減らし3波

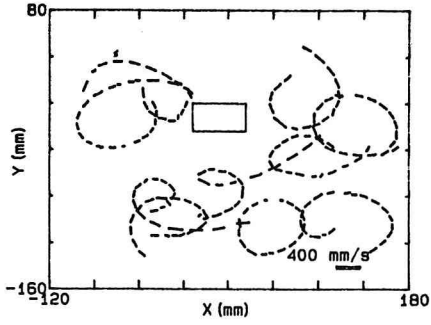


図3 流跡線 (模型深さ94mm)

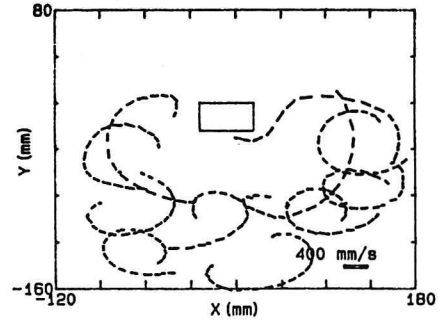


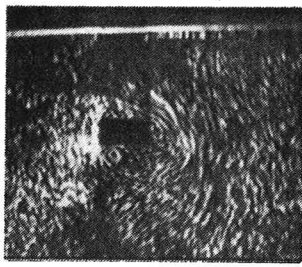
図4 流跡線 (模型深さ47mm)

を数値化した後、同じ位相のデータを重ね画きしたものである。図5は波面がゼロダウンクロス位相で流れは下向きであり、図6はゼロアップクロス位相で流れは上向きである。写真でも画像解析結果でも、下降時は模型右側の流れが強く上昇時は左側の方が強くなるのがわかる。図5-aの写真では模型右上と左下の隅角部から渦の出ていることが認識されるが、図5-bの画像解析結果ではこれをとらえられず、小さな渦の画像解析による定量化は難しいといえる。

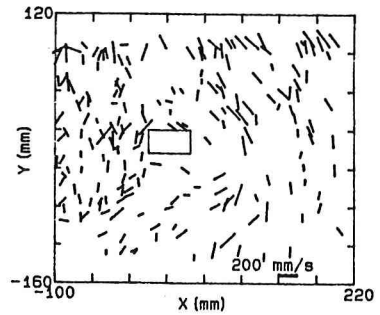
4 結言 以上、流跡線と流線の計測結果の一部を報告した。詳しくは文献⁵⁾を参照願いたい。今後、波力と流場の相関を調べる予定である。なお以上の結果は、平成3年度卒研生の加藤雅裕、近藤圭央、鶴岡幸雄、山岸誠事、山館康幸の各君の努力に負うところ大であり、ここに記して感謝する次第である。

参考文献

- 1) 新井信一：モリソン式による水平矩形柱体に働く波力の検討、足利工業大学研究集録、第16号、pp.81-88、1990.3
- 2) 新井信一、岩崎敏夫、上岡充男：低いKC数における柱体に働く波力の検討、土木学会第17回関東支部技術研究発表会講演概要集、pp.124-125、1990.3
- 3) 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
- 4) 上岡充男、新井信一、岩崎敏夫：レーザーによる開水路流れの計測、土木学会第18回関東支部技術研究発表会講演概要集、pp.80-81、1991.3
- 5) 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、1992.3、投稿中

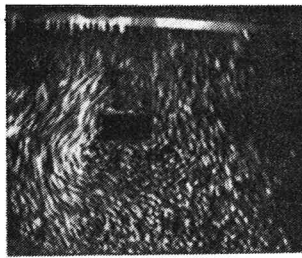


〔図5-a 写真〕

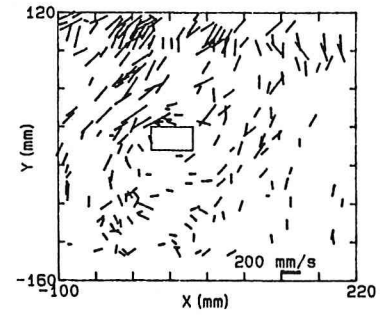


〔図5-b 画像解析値〕

図5 流線 (波面のゼロダウンクロス時の位相、下降流)



〔図6-a 写真〕



〔図6-b 画像解析値〕

図6 流線 (波面のゼロアップクロス時の位相、上昇流)