

(Ⅱ-47) 波浪中の水平柱状体まわりの流れと波力

足利工業大学大学院 学会員 ○大嶋伸治

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

1. はじめに 水平な円形柱状体に働く波力について、その質量力係数がKC数が1を越えると低下し、これが円柱まわりに発達するであろう循環流によることが Chaplin¹⁾によって示された。しかし、その循環流の特性はいまだに明らかにされていない。我々は先に、長方形断面柱状体と円形断面柱状体のまわりに発達する2次流の可視化および検力の実験をおこない報告しているが^{2) 3) 4)}、ここでは、新たに正方形断面柱状体を追加し、かつ質量力係数の減少と循環流の発達の様子を対比して示し、その関係を考察する。

2. 実験方法 可視化には、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⁾を使用した。造波水槽内に、図1のような断面形状を有する長さ790mmの柱状体模型3種類を、それぞれ図2のように水平に設置した。なお、流れの2次元性を保つため、測定側の模型断面を水槽壁に密着させた。レーザー点滅光を図2に示すようにプローブからレーザーシートとして出射し、模型の上下面から計測流場を照射した。流体中には光を反射する粒子として、直径0.1～0.5mmで比重約1のビーズをビベットにて静かに模型まわりに注入しておく。次に造波し、その点滅する粒子の運動の断続的な軌跡を、波周期と露光時間をほぼ同じにしたCCDカメラで記録した。粒子軌跡の長さや位置を画像解析にて求め、レーザー発光時間との組合わせから粒子速度を得た。このようにして、1粒子1周期あたり10の水粒子の流跡線を計測した。

波力の計測には、6分力計を使用した。得られたデータをフーリエ解析することによってモリソン式に用いる質量力係数の鉛直方向成分 C_{Mv} を求めた。なお、周期は可視化、検力とも1.05secを使用した。

3. 実験結果およびその考察 可視化によって計測された流跡線の例を図3に示す。図中の線分長は流速を示しており、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おり、画面最上部は静水面である。粒子の移動はすべて時計まわりである。流跡線の計測値を使用した外挿法により始点から1周期後の正確な位置を求め、粒子の移動距離を求めた。そして、これを定常な2次流れによるものとみなし、周期で除して、その速度すなわち時間平均流を求めてみた。その結果を図3中に矢印で示す。

3種類の模型の C_{Mv} の計測結果をそれぞれ図4～図6に示す。横軸は KC =模型中心位置での水平方向水粒子最大速度×波周期/模型幅である。水平矢印は一方方向微小振幅振動流の場合の値である。これによると、どの断面形状においても KC 数が約1を越えると C_{Mv} の値が急激に減少し始めることがわかる。このときの、白ぬき矢印で示す点の時間平均流の状況を図7～12に示す。これによると、どの断面形状でも柱状体を時計まわりに流れる循環流が確認でき、循環流は KC 数が大きくなると強くなることがわかる。

4. おわりに 流跡線を計測し時間平均流を求めることによって、柱体まわりに時計まわりに循環する流れがあることが確認できた。そして、この循環流が KC 数の増加に対する波力の減少と関係があることも確認できた。本研究の実施にあたり、本学卒研究生、賀澤貴、桑原康次、名川潤各氏の協力を得た。ここに記して感謝する。

参考文献 1) J.R.CHAPLIN: Nonlinear force on a horizontal cylinder beneath waves, J.Fluid Mech., vol.147, pp.449-464, 1984

2) 近藤圭央, 新井信一, 岩崎敏夫: 波浪中の水平柱体まわりに誘起される流れの計測, 土木学会第47回年次学術講演会講演集, 1062-1063, 1992.9

3) 近藤圭央, 新井信一, 岩崎敏夫: 波浪中の水平円柱まわりの流れと波力, 第20回関東支部技術研究発表会講演概要集, pp.76-77, 1993.3

4) 近藤圭央, 大嶋伸治, 新井信一: 波浪中の水平柱体まわりに誘起される流れの計測, 土木学会第48回

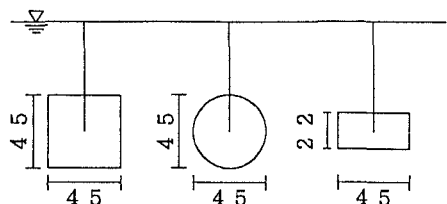


図1 柱状体模型断面の種類

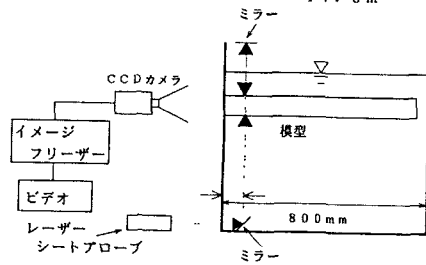
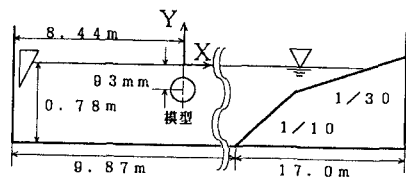


図2 模型の位置とレーザー照射方法

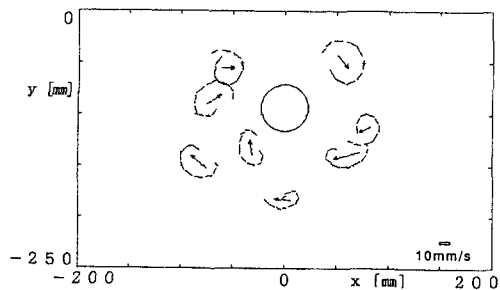


図3 流跡線と時間平均流の例

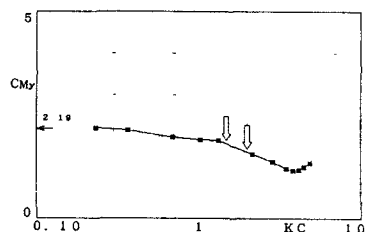


図4 C_{My} -KC数 (正方形)

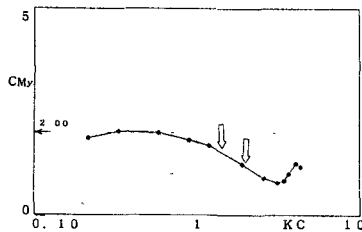


図5 C_{My} -KC数 (円形)

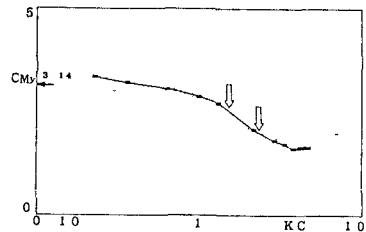


図6 C_{My} -KC数 (長方形)

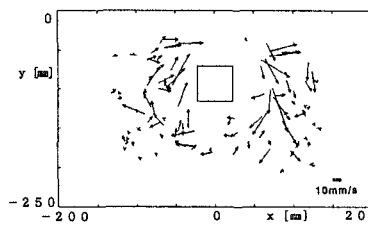


図7 時間平均流 (正方形: $KC=1.96$)

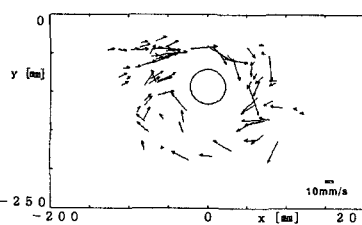


図9 時間平均流 (円形: $KC=1.96$)

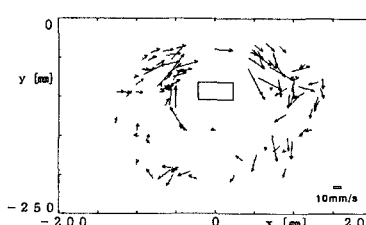


図11 時間平均流 (長方形: $KC=2.07$)

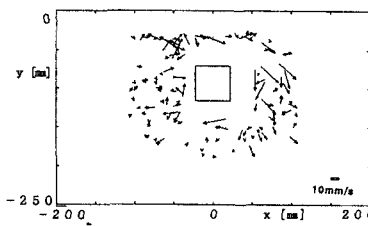


図8 時間平均流 (正方形: $KC=1.25$)

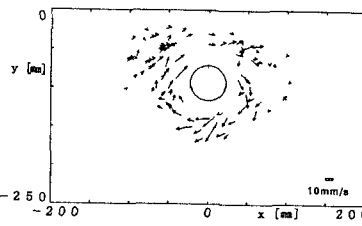


図10 時間平均流 (円形: $KC=1.21$)

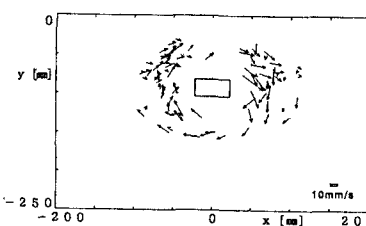


図12 時間平均流 (長方形: $KC=1.27$)