

足利工業大学大学院 学会員 ○大嶋伸治 足利工業大学 正会員 新井信一
足利工業大学 正会員 長尾昌朋 足利工業大学 正会員 上岡充男

1. はじめに 著者らは、波浪中に置かれた図1のような断面形状を持つ水平柱状模型まわりの流れと波力について調べ、どの模型まわりにも時計まわりの循環流があることを指摘し、その循環値 Γ が、模型の断面形状に関わらず同じ関数で近似できることを述べた¹⁾。今回は、さらに水平板状模型まわりの流れと波力について調べ、水平円形模型のそれと比較し、考察する。

2. 実験方法 造波水槽内に図2のような断面形状を有する長さ790mmの板状模型を図3のように水平に設置した。実験方法は前報¹⁾と同様で、流跡線と流線を可視化し、波力を計測した。波周期は1.05secである。可視化では、あらかじめ比重が約1で直径が0.3~0.5mmのビーズを模型まわりに注入しておき、レーザーシート光を図4に示すように照射した。カメラの露光時間と波周期をほぼ同じにし、レーザー光を点滅させることによって流跡線を、適当な露光時間の設定し、レーザー光を連続照射することによって流線を記録した。波力の計測では、6分力計によって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を求めた。ここではその鉛直成分 C_{MY} のみを報告する。

3. 実験結果およびその考察 まず、可視化によって得られた流跡線の始点とその1周期後の点から粒子の移動距離を求め、これを定常な2次流れとみなして波周期で除し、その速度すなわち時間平均流を求めた。その結果を図5、6に示す。これより、板状模型まわりにも円形模型と同じように循環流が確認される。ただし、流れは少し弱い。なお、 KCx は水平方向のクーリガン・カーペンター数で、水平方向最大水粒子速度 $\times$ 波周期/模型幅である。

流線の写真を図7、8に示す。板状模型でも円形模型でも各位相でほとんど同じ位置に渦が見える。ただし、板状模型の方が渦が強い。

波力の計測によって求められた模型の C_{MY} の計測結果を図9、10に示す。ここで、水平矢印は一方向微小振幅振動流の場合の値である。これによると、両方の模型とも KCx が増加するにしたがい C_{MY} が減少し、その後増加に転じるという傾向を示す。ただし、板状模型の方がその傾向が早く現れる。

板状模型まわりの循環は、時間平均流が小さいために求めにくい。そこで、模型の断面形状にかかわらず循環が同じであるという結果から、板状模型の循環が他の模型まわりの循環 $\Gamma = 18.0 K C x^2$ (cm^2/s)と同じと仮定し、揚力 $F_L = \rho U \Gamma$ を計算した。ここに、 ρ は水の密度、 U は微小振幅波理論による模型中心深さでの水平方向最大水粒子速度である。この単位長さ当たりの揚力を、質量力係数と同様な方法で無次元化し ΔC_{MY} とおくと、 $\Delta C_{MY} = 0.745 K C x^2$ を得る。揚力は質量力と逆向きの力であるので、一方向微小振幅振動流の場合の値である $C_{MY} = 5.75$ から ΔC_{MY} を減じると図9の破線部分のようになる。これより、破線部分が計測結果の C_{MY} の減少とほぼ対応するので、板状模型においても、 C_{MY} の減少は模型まわりにできた循環流に関係していると考えられる。

4. おわりに 板状模型まわりにも時計まわりの循環流が存在することがわかった。そして、この循環流が KC 数の増加に対する質量力の減少と関係があることもわかった。本研究の実施にあたり、本学卒研究生、栗山新也、佐瀬隆聡、代田良成、角野英雄、清沢秀樹、三枝聡也各氏の協力を得た。ここに記して感謝する。
参考文献 1) 大嶋伸治、近藤圭央、新井信一：波浪中の水平柱状体まわりの流れと波力、第21回関東支部技術研究発表会概要集、pp. 208-209, 1994. 3

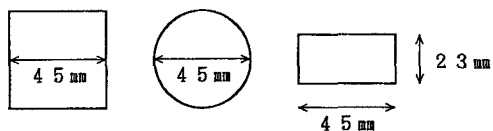


図1. 過去に報告した模型

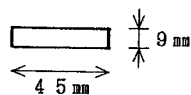


図2. 今回使用した模型

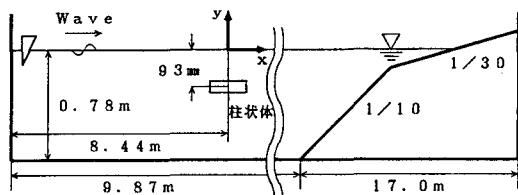


図3. 実験水槽

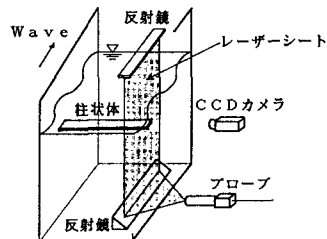


図4. レーザーの照射方法

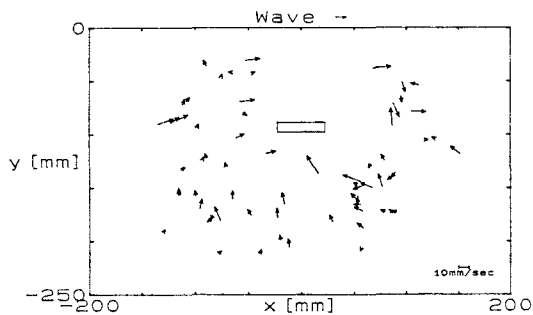


図5. 時間平均流 (板: $KCx = 2.00$)

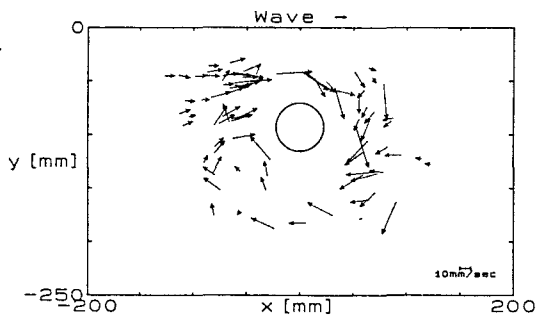


図6. 時間平均流 (円: $KCx = 1.96$)

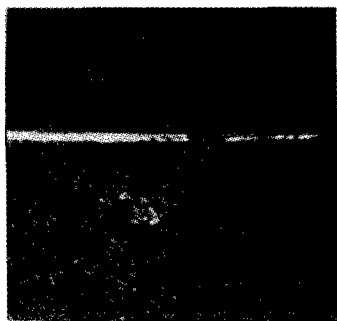


図7. 流線 (板: $KC = 2.00$)



図8. 流線 (円: $KC = 2.30$)

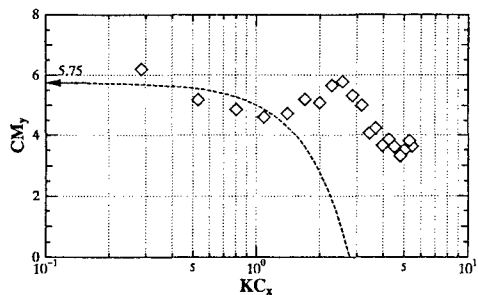


図9. $KCx - CM_y$ (板)

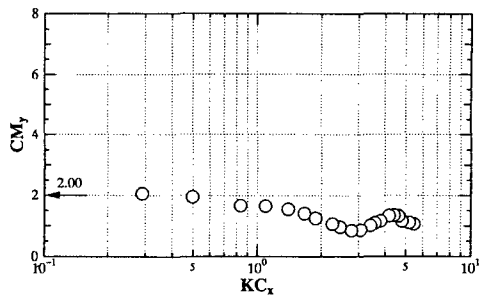


図10. $KCx - CM_y$ (円)