

II-149

振動流中の構造物周辺における局所流の実験

神戸大学大学院 学生員 西出浩明
 神戸大学大学院 学生員 坂本 格
 神戸大学工学部 正 員 道奥康治
 神戸市立工業高専 正 員 辻本剛三

1. はじめに

波浪の制御，人工湧昇流の促進等の目的で各種構造物を海底に設置することが検討されている．振動流場における構造物周辺の局所流況を把握する目的として水理実験を行った．振動流を発生するための潮流水槽は一般に大型で流れや乱れの制御が困難であり計測も大がかりとなるため，ここでは図-1に示すように小型水槽の底面に二次元模型を設置し，これを振動させることによって振動流を模擬する．構造物とともに移動する座標系でみれば周囲の流れはポテンシャル流として単純化されて壁面乱流などが排除され，構造物によって発生する局所流だけを検討することができる．

2. 実験方法

水平長88cm×88cm，高さ45cmの透明アクリル製水槽に二次元構造物を設置し，一定の周波数 f ，振幅 s で水平方向に振動させる．位相はポテンシオメーターを用いて測定する．流速は構造物とともに移動する二次元電磁流速計により20Hzで測定する．系は構造物を中心に左右対称であるので，図-1のように構造物の右側だけに計測点を設ける．位相平均操作のために一測点あたり30回以上往復させる．

3. 実験条件

流況を支配する関連物理量は振動条件の振幅 s ，角周波数 $\omega=2\pi f$ （ここで， T は周期）の他，構造物高さ d ，水深 h ，である．計測時間の都合上，構造物高さ d と水深は $d=5\text{cm}$ ， $h=25\text{cm}$ に固定する．流速，長さ，時間の代表量として各々， $U_0=2\pi fs$ ， $L_0=d$ ， $t_0=L_0/U_0=d/(2\pi fs)$ を採用し，座標・流速・水深・時間などを $(\tilde{x}, \tilde{z})=(x, z)/L_0$ ， $(\tilde{u}, \tilde{w})=(u, w)/U_0$ ， $\tilde{h}=h/L_0$ ， $\tilde{t}=t/t_0$ のように規準化する．流況を支配する無次元量として，KC数： $KC=(U_0/L_0)f=2\pi fs/(fd)=2\pi \tilde{s}$ ，Reynolds数： $Re=U_0 L_0/\nu=2\pi fsd/\nu$ ，Froude数： $Fr=U_0/\sqrt{gd}=2\pi fs/\sqrt{gd}$ ，等が定義される．ここでは周辺流況がポテンシャル流であり，かつ顕著な水面勾配がほとんどあらわれないので Fr をパラメーターから除外し，KC， Re のみを考慮して表-1のように実験条件を設定する．

4. 実験結果

位相角 θ は図-2に模式的に示すように，（順流時： $\theta=0$ ）→（転流時： $\theta=\pi/2$ ）→（逆流時： $\theta=\pi$ ）→（転流時： $\theta=3\pi/2$ ）→，等のように定義する．図-3は位相平均された流速ベクトルと渦度の等値線を各位相毎に示す（Case-1）．流速・渦度ともに無次元化されており，渦度は時計回りを正とする．図には示

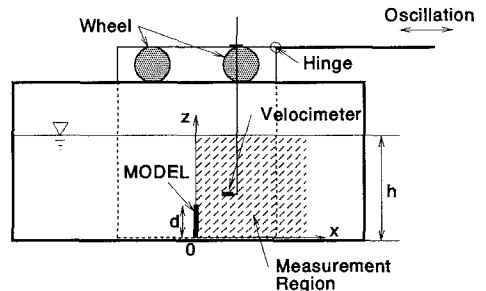
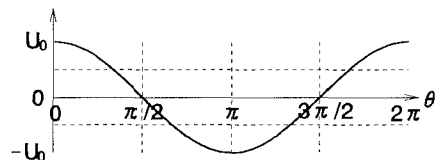


図-1 実験装置と計測領域

表-1 実験条件

Case	振幅 s(cm)	周期 T(sec)	KC数 KC	Reynolds数 Re
1	5	5	6.3	3,142
2	5	15	6.3	1,047
3	11	11	13.8	3,142
4	11	33	13.8	1,047
5	17	17	21.4	3,142
6	17	51	21.4	1,047

図-2 位相 θ の定義（縦軸は周囲流速）

していないが、 $\theta=13\pi/8$ (or $\theta=-3\pi/8$) 付近から構造物の直上で顕著な渦が発進し、周囲の流れによって $\tilde{x}$ の正の方向へと移流される。 $\theta=4\pi/8=\pi/2$ 程度で渦の中心は構造物から最も遠方に離れ、おおよそ $\tilde{x}=2$ 近傍まで輸送される。その後、渦の中心部における渦度は減少するとともに $\tilde{x}$ の負の方向へと輸送される。 $\theta=\pi$ 付近で渦は構造物直上を越え $x<0$ の側に移流される。この時点で、構造物直上には負の渦度が見いだ

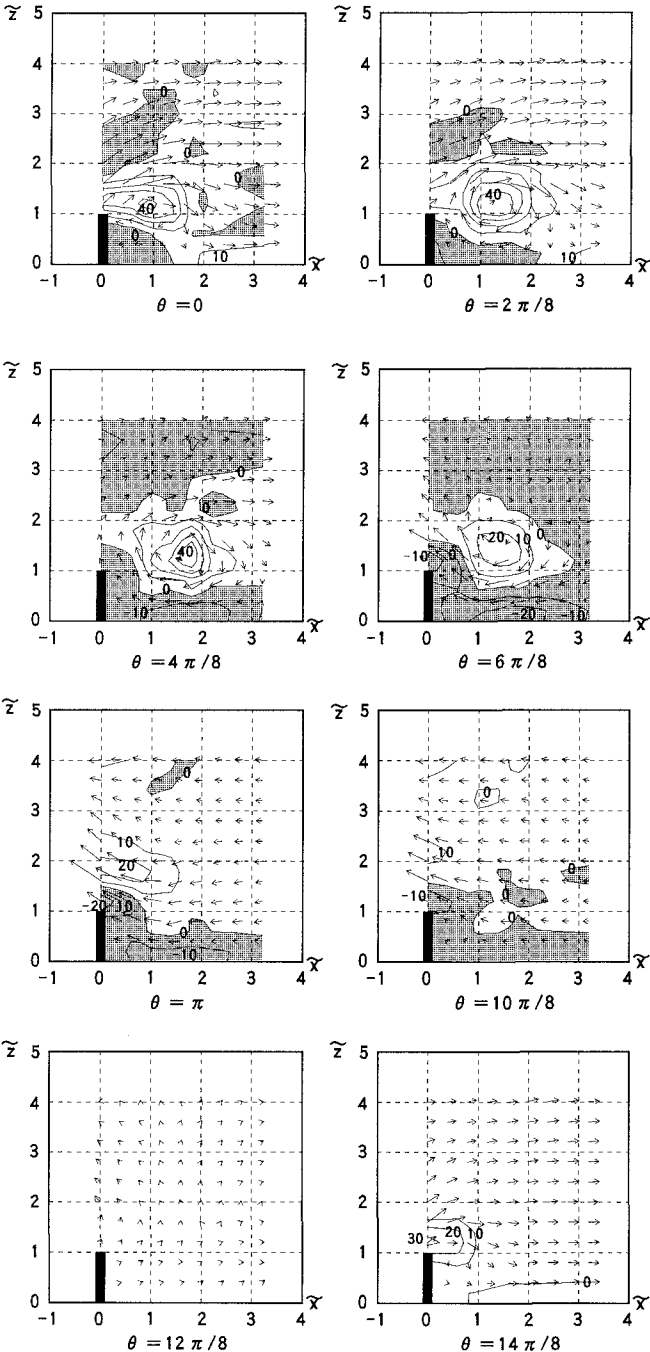


図-3 位相平均された流速ベクトルと等渦度線 (Case-1)

される。これは $x<0$ の領域への発達渦に相当すると考えられ、 $\theta=0$ での $\tilde{x}>0$ の流況を構造物を対称軸として $\tilde{x}<0$ の側に折り返せばこの時の構造物背後の流況が記述されよう。 $\theta=10\pi/8 \sim 12\pi/8$ の逆流時には顕著な渦は見られず、上述のように $\theta=13\pi/8$ から再び渦が $\tilde{x}$ の正の方向へ発達する。KC数が流れにおよぼす影響を見るために $\theta=2\pi/8$ におけるCase-3とCase-5の流速ベクトル・等渦度線を図-4にあらわす。KC数が大きいほど渦度が減少することがわかる。また、本実験のReynolds数の範囲では流れ場のReynolds数への影響はほとんど見られず、KC数のみに依存していることが明らかとなった。今後、構造物形状の影響などを検討する。

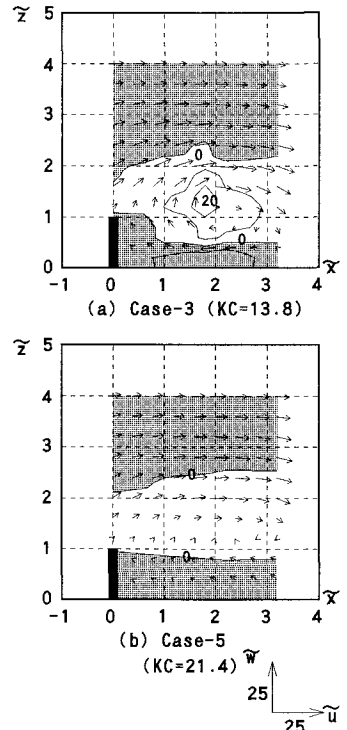


図-4 $\theta=2\pi/8$ における流況の比較