

II - 357

振動流場における底面構造物の幾何形状が流況に及ぼす影響

神戸大学大学院 学生員 久野悟志
 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

海底に構造物を設置し、栄養塩に富んだ海底水を表層へ人工的に湧昇させる水産工学的研究が行われている。本報では小型水槽の底面に各種形状の二次元構造物を設置し、これを水平方向に振動させることによって構造物周辺の振動局所流を実験的に再現する。特に、構造物形状が流況に及ぼす影響に焦点をおいて、底層水を効率的に拡散させ鉛直上方へ輸送するための最適構造物形状について考察する。

2. 実験方法・条件と対象とした

海底構造物形状

水深 (cm)	無次元 水深 H	振幅 S (cm)	周期 T (sec)	KC数	Re数	変換データ個数
25	5	5	15	6.3	1047	4500

表-2 実験条件 (C型)

RUN	構造物間 距離 S (cm)
C1	5
C2	8
C3	10
C4	13

図-1に示すような6種類の構造物模型¹⁾について表-1の条件のもとに水理実験を行った。c型模型については、表-2のように4種類の構造物間隔に対して実験を行っ

た。水槽は水平長88cm×88cm、高さ45cmの透明アクリル製である。一定の周波数 f 、振幅 s のもとに、静止水中を底面構造物と二次元電磁流速計が一体的に水平方向に振動する。位相はポテンシオメーターにより測定する。流速は10Hzでサンプリングする。[長さ、速度、時間]の代表スケールとして、[$L_0=d$ (構造物の最大高さ), $U_0=2\pi fs$,

$t_0=L_0/U_0=d/(2\pi fs)$]をとる。次元考察より無次元支配パラメーターは、(a) $KC=U_0 T_0/L_0=2\pi s/d$:KC数、(b)

$Re=U_0 L_0/\nu=2\pi f s d/\nu$:Reynolds数、(c) $\tilde{H}=H/d$:無次元水深(H :全水深)、となる。

3. 各種構造物における流況

位相角 θ は(順流時: $\theta=0$)→(転流時: $\theta=\pi/2$)→(逆流時: $\theta=\pi$)→(転流時: $\theta=3\pi/2$)...のように定義する。流況の計測例として発達渦中心部の渦度が大きくなる $\theta=\pi/4$ での流速ベクトルを図-2に示す。ここで、系の左右対称性より $x \leq 0$ の領域では $x \geq 0$ の流況を対象軸 $x=0$ に関して反転した流況が生ずるので、流速は構造物の右側領域のみで計測されている。(b),(c3),(c4),(f)の構造物では秩序だった渦構造が構造物背後に発達しているのに対し、(a),(c1),(d)の場合には、顕著な渦構造は見られない。

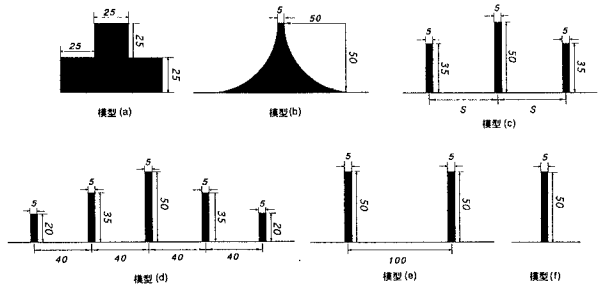


図-1 対象とした構造物模型(単位:mm)

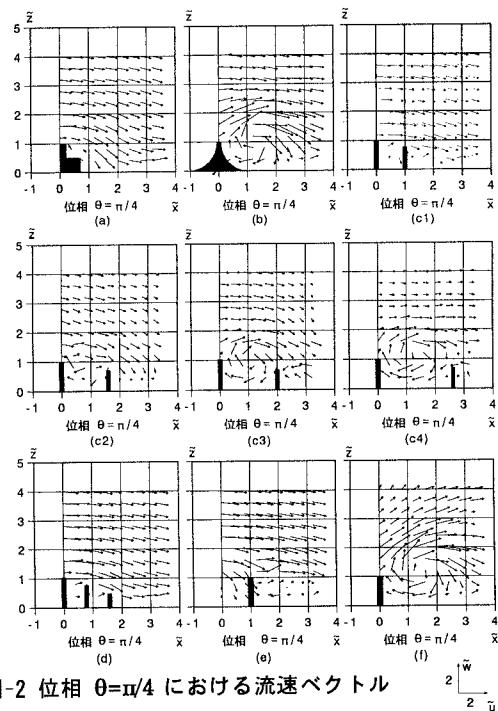


図-2 位相 $\theta=\pi/4$ における流速ベクトル

4. 渦度の時空間発達特性

渦度の時空間的挙動に着目して、渦が発進する構造物直上の高さ $\tilde{z}=1.0$ における

$(\tilde{x}, \theta)$ 平面上の渦度分布を各ケースに対し図-3に示す($KC, Re, \tilde{H}$ は全てのケースで同じ). 渦発達直後 ($\theta=0 \sim \pi/2$ 程度)において (b),(c4),(f) の構造物は他の case よりも遠方 ($\tilde{x}=2.0$) にまで輸送され、渦中心の渦度も大きい。これらの case では $\theta=\pi$ 付近で構造物直上 ($\tilde{x}=0$) に生成される負の渦度も大きい。(c1) では正・負の渦度とも $0 \leq \tilde{x} \leq 1$ の範囲内に閉じこめられている。(c2),(c3),(c4) の場合には、 $\theta=\pi/2 \sim 3\pi/2$ の範囲で右側の鉛直壁から発達すると考えられる負の渦が

$\tilde{x}=1 \sim 2.5$ 付近に発達している。(d) の case では構造物間隔が小さいため際立った渦構造は発達しないようである。各位相における最大渦度を各ケースに対し図-4に示す。(b),(c3),(c4) は他の case より渦度が大きいことがわかった。構造物による湧昇効果を評価する一つの手段として残渣流を考え、(b),(f) の場合の残渣流ベクトルを図-5に例示する。両者間

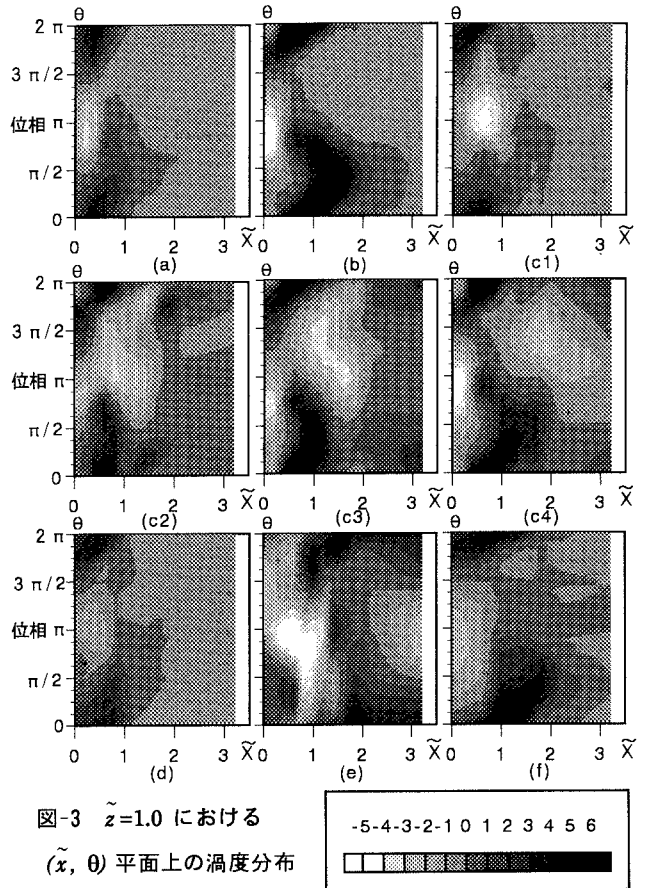


図-3 $\tilde{z}=1.0$ における
 $(\tilde{x}, \theta)$ 平面上の渦度分布

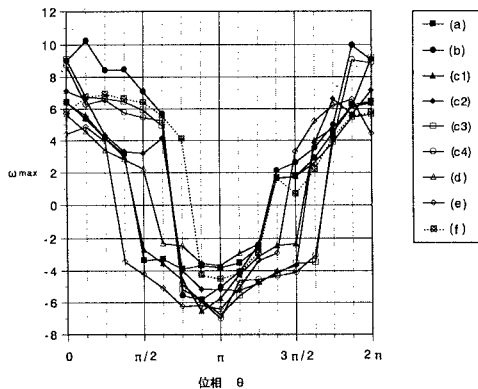


図-4 最大渦度の位相変化

に特に顕著な違いは見られないが、これらの case はその他に比べると構造物直上の鉛直残渣流速が大きい。

5. むすび

ここでは、渦の挙動特性に関する議論にとどまったが、渦運動と底層水の鉛直輸送過程との関連性、三次元構造物の実験、水粒子の Lagrange 的追跡による湧昇流量の定量的評価、などを検討する必要がある。

参考文献

- 1) 久野他:振動流中の各種構造物が誘起する局所流の特性, 平成7年度土木学会関西支部年講, 1995年5月

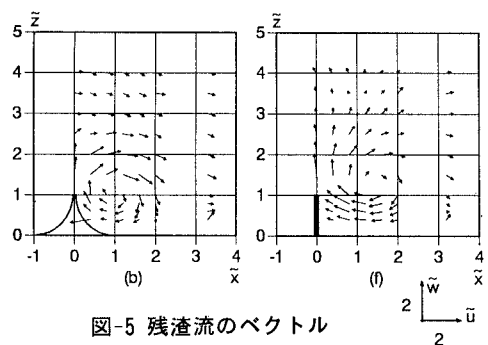


図-5 残渣流のベクトル