

II-583 成層化した振動流場に海底構造物を設置した場合の流れと密度界面について

神戸市立工業高等専門学校 土木工学科 辻本剛三

1. はじめに

近年、海底構造物を利用して底層の栄養塩に富んだ水塊を上昇させる試みがあり、いくつかの具体的な方法を実施されている。しかし、夏期に形成される密度成層場では、下層の水塊の
上昇や混合が密度界面により抑制される懸念がある。今村らは一様流中の密度成層場に鉛直壁を設置して密度界面の形状の挙動と湧昇効果を調べたり、上嶋・山崎らは振動流中の密度成層場に鉛直壁を設置して湧昇高さの変化を検討している。そこで本研究は密度成層が形成された振動流場に海底構造物を設置した場合の流れや密度界面の変化を簡単な数値計算で検討したものである。

2. 数値計算の方法

著者はすでに波動場や振動流場における砂漣上の流れや浮遊砂の挙動を数値計算で検討している。本研究の数値計算は著者の手法を参考にして層流場を対象として、連続式、運動方程式、拡散方程式を数値解析した。鉛直壁の存在は方程式中の生成項を不活性化して表現している。密度成層された振動流場に構造物を設置した実験は著者が知る限り上嶋・山崎らの研究しかないので、計算条件としてはこれらを参照して、周期174秒、最大流速3.9 cm/sの振動流を与えた。計算条件を図-1に示すように水平距離L、全水深H、上層淡水厚さh1、下層塩水層厚さh2、構造物高さD、上層密度 ρ_1 、下層密度 ρ_2 とし、本研究では $L=40$ cm、 $H=55.5$ cm、 $h_1=50.5$ cm、 $h_2=4.5$ cm、 $D=10.5$ cm、 $(\rho_2-\rho_1)/\rho_1=0.025$ とした。計算器の制約上水平方向に19分割、鉛直方向に13分割、一周期を10分割して10~20周期パソコンで計算を行った。図中流れが右向きに変化した時の位相を $t/T=1/10$ とした。

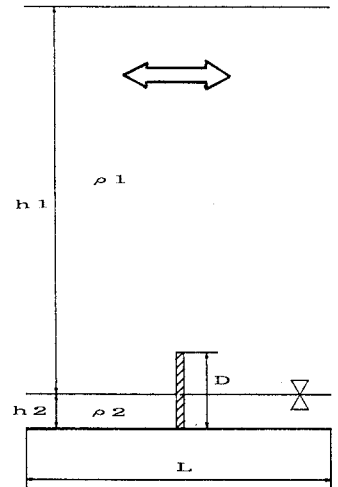


図-1 計算条件

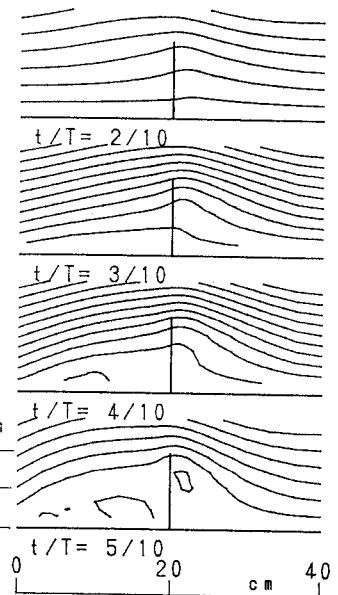


図-2 各位相の流線

3. 計算結果について

3.1 流線

海底に鉛直壁を設置するとその背後に後流域が形成され、これが鉛直混合を引き起こす可能性があると言われている。図-2は振動流を与えて10周期後の各位相における流線を間隔(5 cm²/s)で描いている。 $t/T=$

3/10付近が最大流速を生じる位相である。鉛直壁上では流速が加速され、その背後に後流域が形成されている。

3.2 相対密度差

今村らは一様流中で同様な実験を行っており、密度界面の形状を密度フルード数によって①密界面の変動がない②構造物背後での界面の低下③剥離渦による界面の上昇などに分類している。密度成層化した振動流場での相対密度差の変動を検討した例はきわめて少なく、ましてや構造物を設置した場合の実験結果は無いものと思われ直接の比較はできないが、図-3、4に振動流を与えて10周期及び20周期後の各位相での相対密度差の変化を示す。図中の曲線の間隔は 1.25×10^{-3} であり鎖線の値は 6.25×10^{-3} である。流速の反転時を除いて各位相では鉛直壁の前面で密度界面が盛り上がり、構造物の背後で急激に低下する現象が見られ、流速の反転直前の位相でその傾向が著しい。図-3、4を比較すると相対密度差の上方への広がりや20周期後の方が大きい、底面近傍はほとんど変わらない。最大流速で定義した密度フルード数は0.4程度であり、今村らの構造物背後の界面低下が生じる密度フルード数の領域に入る。

4. あとがき

密度成層化した振動流場の流れや密度の変化を把握するためには、実験による検討がきわめて重要である。しかしながら実験を繰り返して行うには多大な労を必要とする。本研究では層流場を仮定して数値計算を行い、実験結果との直接の比較はしていないが、定性的な現象は表現されていると思われる。ここでは鉛直壁が平坦床に設置されているが、この計算方法は海底に実際に存在する瀬に鉛直壁を設置した場合の計算も可能である。今後はこれらの点や乱流場を想定した計算を検討したい。

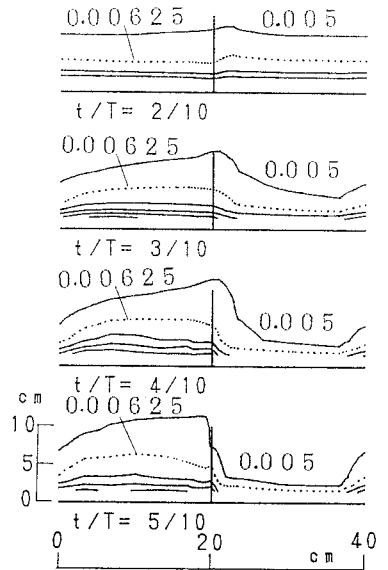


図-3 相対密度差の分布(10周期後)

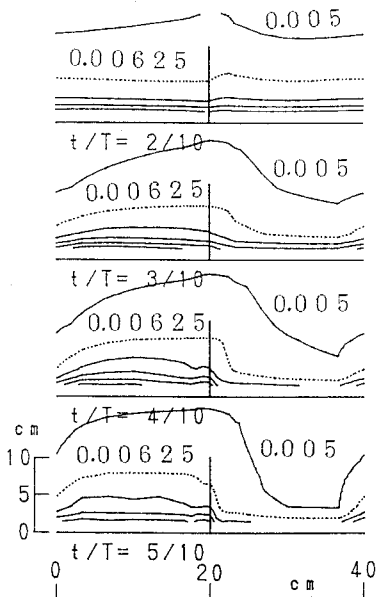


図-4 相対密度差の分布(20周期後)

参考文献

- ①今村均：海底構造物による密度界面の上昇・混合過程に関する研究、海岸工学論文集vol.38②上嶋英機：潮流制御による瀬戸内海環境保全技術に関する研究、中国工業試験所研究報告vol.8③辻本剛三：砂漣を有する海底面上の乱流構造に関する研究、土木学会論文集vol.423④Tsujimoto:A study on suspended sediment concentration and sediment transport mechanism over rippled sand bed using a turbulence model, Coastal Eng. in Japan, vol.34, No.2