

(II-15) 潮流と風成流数値モデルにおける鉛直方向流速分布の効果について

長岡技術科学大学大学院 学生会員 ○野田 和宏
 長岡技術科学大学 環境・建設系 正会員 早川 典生
 長岡技術科学大学 環境・建設系 正会員 犬飼 直之

1 研究の目的

流れ数値モデルでは、従来基礎微分方程式を水深方向に平均した水平2次元モデルが一般的である。水平2次元モデルは、海底の地形変化が少なく、流れが鉛直方向で一樣な場合に適用される。しかし地形が複雑な海域や、季節風などの海上風が卓越する海域では、鉛直方向の流れの分布は大きく異なり、水平2次元のモデルは適用できない場合がある。そこで本研究は、潮流流または海上風が起動力となる風成流によって生成される鉛直2次元の流れの分布を計算可能なプログラムを作成し、基礎的な地形で潮流流または、風成流について計算を行ない、計算結果を比較・検討することを目的とする。

2 解析手法

鉛直2次元での運動を対象とした場合の非圧縮粘性流体の運動方程式は以下の式で表せる。

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + w \frac{\partial u}{\partial z} = -g \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \nu_x \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} \quad (1)$$

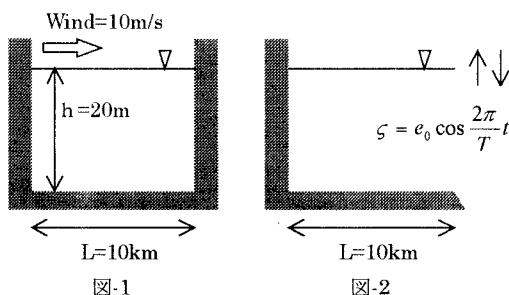
$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (2)$$

ここで、 u, w は x, z 方向の流速、 ζ は水位、 ν_x は水平渦動粘性係数、 τ_{xz} は各層位のせん断力、 g は重力加速度を示す。

3 研究内容

本研究では、風成流と潮流流について単層または5層でマウンドの有無との条件で流速と水位をそれぞれ求めた。手法は、式(1)、(2)をそれぞれ差分化し、Leap-Frog法を用いた。

風成流の場合は、図-1に示すように閉海域の海面上で一定風を与えた。潮流流の場合は図-2に示すように右側の開境界で潮汐を与えた。



4 計算条件

風成流と潮流流のそれぞれの場合における計算条件を表-1に示す。

表-1 計算条件

	風成流	潮流流
計算領域	10km*20m	10km*20m
水深	20m	20m
層数	1層または5層	1層または5層
層厚	20mまたは4m	20mまたは4m
Time step	3sec	3sec
水平渦動粘性係数	2.0m ² /s	2.0m ² /s
抵抗係数	$\gamma^2_a = 0.0015$ (海面) $\gamma^2_b = 0.0026$ (海底) $\gamma^2_i = 0.0001$ (境界面)	$\gamma^2_a = 0.0015$ (海面) $\gamma^2_b = 0.0026$ (海底) $\gamma^2_i = 0.0001$ (境界面)
風速	10m/s	
潮汐振幅		0.3m
潮汐周期		12hour
マウンド	無、有*)	無、有*)

*) 幅1km、高さ8mのマウンドを湾奥から5~6kmに設置

5 計算結果

風成流による計算開始から定常流れになるまでの240時間後の水位分布と流速ベクトルを図-3に示す。図中(1)は単層または5層の水位分布であり、(2)は5層の流速ベクトルであり、(3)はマウンドの有無による流線図を表す。また図-4は潮流流を240時間計算して求めた残差流の水

Key Words: 鉛直2次元、風成流、潮流流

連絡先 : 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 TEL (0258)-47-9624

位分布と流速ベクトルと流線である。残差流は計算開始から 240 時間まで 1 時間ごとに各地点の流速値を足し合わせ、計算終了後、計算時間(240 時間)で割った流速値を用いた。

図中(1),(2),(3)は風成流の場合と同じである。

水位分布図から 5 層のほうが、水位勾配が大きい。また 5 層は、マウンドの有無に関係なく勾配が同じである。

流速ベクトル図から、風成流・残差流の場合ともに循環流れが生じ、特に風成流の場合のほうが流速が大きく、残差流では、表層では流速は大きく、低層部は流速が小さい。また、マウンドを設置することによって同一方向に循環流が 1 つ増える。

流線図からマウンドを設置していない表層部で流線が密になる。マウンドを設置すると、表層部以外での流速は、小さくなる。

6 まとめ

今回鉛直 2 次元での数値解析を風成流、残差流について単層、5 層の条件によって、そしてマウンドの有無についても計算を行った。主要な結論を次に示す。

水位勾配は、単層よりも 5 層のほうが大きい。

流速ベクトルに関しては、風成流、残差流ともに循環流ができる。

流線については、マウンドなしだと水深と平行となる流線ができ、マウンドがあると表層部の流線が疎になり、低層部にも流線ができる。

参考文献

- 1)堀江 毅、村上和男 三次元流れと土砂拡散シミュレーションの実際 港湾技研資料 No360 1980 年
- 2)堀川清司 著 [新編]海岸工学
- 3)川合英夫 高野健三 海洋物理Ⅱ

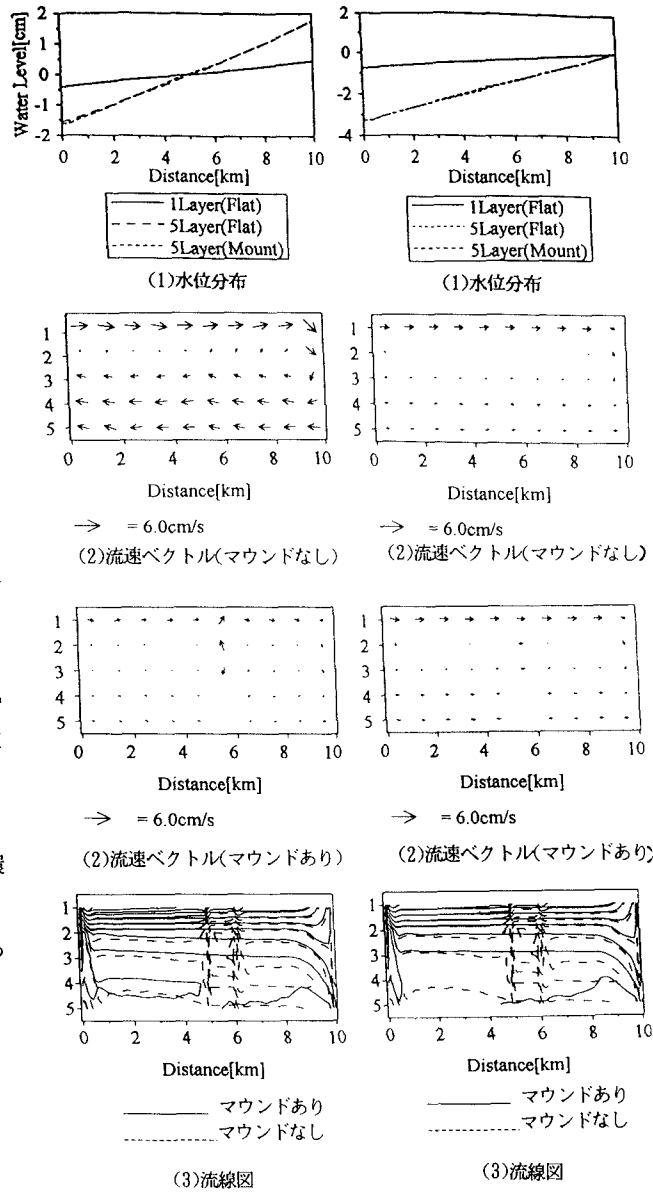


図-3 風成流の場合

図-4 残差流の場合