

内湾の超大型浮体構造物周りの潮流解析

九州大学・総理工 ○橋 泰弘・経塚雄策

1 緒 言

近年、大規模臨海開発の一環として、埋立法に並んで浮体工法が見直されつつある。浮体工法は、埋立法に比べて環境への影響が小さいと考えられているものの、これらの企画を進めるにあたって大規模浮体構造物がもたらす環境影響に関して、事前に検討しておくことが当面の課題として考えられる。

本研究では、大規模浮体構造物の環境影響評価に関する課題のひとつとして、内湾に浮体式の構造物を設置した場合に、海水流動等へ及ぼす影響を見積もるために行った数値計算結果について報告する。

2 浮体 が 考 慮 で き る 2 次 元 潮 流 解 析

計算領域としては、一定水深20mの矩形湾(40km×30km)を考え二次元単層モデルで、ADI法によって差分計算した。この方法としては、堀江¹⁾によって詳述されている。図1に浮体領域の座標系を示す。浮体構造物のモデルとしては、ボンツーン型(箱型一様断面型)で(6km×2km)とした。

図1のように流体域、陸域のほかに新たに浮体域を考え浮体底部では、下の表式で u 、 v 、 ζ を求める。

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial x} [(h-d)u] + \frac{\partial}{\partial y} [(h-d)v] &= 0 \\ \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} - f v + g \frac{\partial \zeta^*}{\partial x} \\ - A_h \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) + \frac{g u \sqrt{u^2 + v^2}}{(h-d)c^2} &= 0 \\ \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + f u + g \frac{\partial \zeta^*}{\partial y} \\ - A_h \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) + \frac{g v \sqrt{u^2 + v^2}}{(h-d)c^2} &= 0 \quad (1) \end{aligned}$$

$$P = \rho g \zeta^* \quad (2)$$

但し、

h : 水深、 P : 圧力

ζ^* : 浮体底部の圧力

d : 浮体構造物の吃水値

$$C = \frac{1}{n} (h + \zeta)^{1/6} \quad (3)$$

$n=0.026$: マニングの粗度係数

浮体下部では海底、浮体底の摩擦を考慮している。領域(2)の浮体下面での境界条件として $z = -d$ として

浮体構造物の下での流速を求めた。浮体は上下揺れないとして、領域(2)では、上の(1)式を差分化して計算する。 ζ の代わりに ζ^* なる流圧力を求めることにするようなプログラムを開発した。

3 数 値 計 算 結 果 お よ び 考 察

3.1 構造物による流況変化

図2(a)、(b)、(c)はそれぞれ埋立、浮体(吃水4、18m)の構造物を設置した時の、上げ潮時の水平流速である。埋立式のときには構造物の周りを流れが迂回するが、浮体式にしたときには流れは構造物の横を回り込まずに下を通過している様子がよく判る。

3.2 浮体下の線流量

図3は浮体底部を通過する線流量(全水深単位幅流量)と浮体吃水値の関係である。縦軸の線流量は無次元化してある。吃水値2.0mの場合、線流量は浮体のないケースの約80%であり埋立式にくらべ周りの海域の流れに及ぼす影響はかなり小さい。しかし、浮体下部での線流量は浮体の設置場所、規模、海底地形によって左右されることからさらに検討が必要であろう。また y 方向の流量の収支は少なく、 Q_2 からの流入を Q_1, Q_3, Q_4 で流出することにより連続の式を満たしている。

4 お わ り に

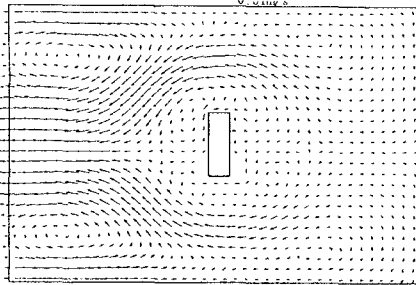
本研究では、浮体構造物を設置した場合の主に潮流の変化に注目してプログラムを作成し検討を行ったが、環境への影響という観点からは物質の拡散の仕方の変化等も調べる必要があろう。また、潮汐残差流などにより、構造物の設置場所の違いの影響も調べる必要がある。また、図3から、浮体構造物を設置した際湾全体の流れが大きく変わることはないが流域の吃水値の占める割合が4割を越すあたりから海水が通過しにくい現象が確認できた。一般に、ボンツーン型の浮体構造物は要素浮体支持型に比べて適用規模には限界があり²⁾海水流動に対する、影響は比較的大きいことから、今後はこれをふまえて浮体のモデル化が適当かどうか、有明海北湾を例に数値計算を行う予定である。

〈表1: 計算条件〉

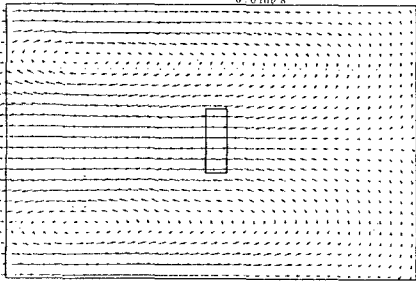
	値
格子間隔	1000 (m)
時間 格子間隔	$\Delta t = 15$ (sec)
水平渦動粘性係数	100.0 (m^2/sec)
海底摩擦係数	0.0026
開境界の境界条件	$\zeta = 0.5 \sin(2\pi t/T)$
波周期	$T = 12$ (hour)
コリオリ力	考慮しない
計算時間	60 (hour)

0.1m/s
0.05m/s

(a) 埋立式



(b) 浮体式
(吃水 4.0m)



(c) 浮体式
(吃水 18.0m)

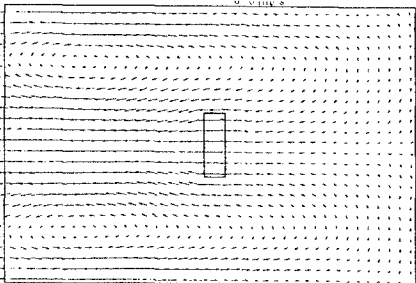


図2: 矩形湾の水平流速
(57hour)

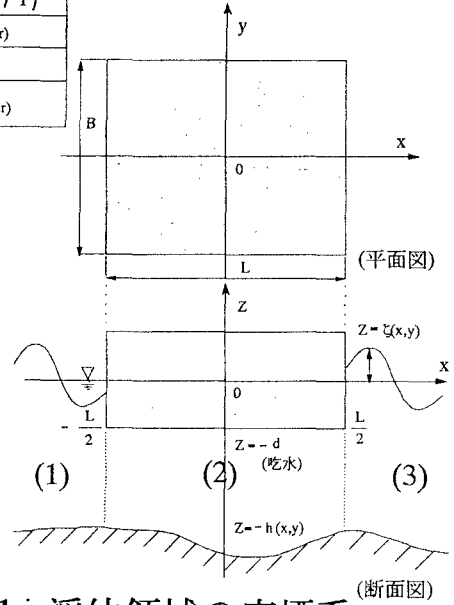


図1: 浮体領域の座標系

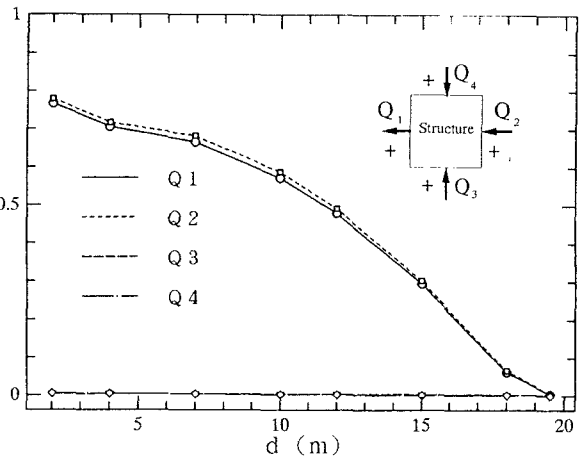


図3 線流量と吃水値の関係

参考文献

- [1] 堀江 毅: 港湾技術資料, No.360 (1980).
- [2] 日本海難防止協会: 浮体構造物に係わる環境影響評価技術指針に関する調査研究、(1991.3).