

熊本港におけるシルテーション対策について

運輸省第四港湾建設局下関調査設計事務所 正員 小笹 博昭 正員 松本 清次
正員○元野 一生 大瀬 信一

1. はじめに 平成4年暫定供用をめざしている熊本港は、有明海中央部東岸に位置する。周辺海域にはシルト及び粘土質の軟弱な底質が広範囲にわたって分布しており、航路・泊地の浮泥による埋没（シルテーション）が予想される。このため、熊本港の航路・泊地の浚渫にあたってはシルテーションの予測と防止対策が必要となる。そこで、第四港湾建設局では軟弱底泥海域におけるシルテーション予測手法の開発と、またそれを用いた効果的なシルテーション防止工法について検討を行った。

2. 現地での埋没の観測結果 S. 61. 12～S. 63. 2までの間、熊本港海域においてポケット浚渫地（幅30m×長さ50m×深さ2m）の埋没状況の観測を行った。潜堤を設けないポケット浚渫地が、1年間で150cm程度埋没したのに対して、高さ1mの潜堤で囲んだポケット浚渫地は、荒天時でも特に顕著な埋没はみられず、1年間の埋没高さも20cm程度であった。この結果から潜堤の設置がシルテーション防止のうえで効果的であることが確認できた。

3. シルテーションのモデル化 潜堤の設置によるシルテーション防止効果を予測するため、数値シミュレーション・プログラムを開発した。浮泥の動きを密度流的なモデルとして捉えたものであり、海底近傍の浮泥密度層の濃度を $1.0 \times 10^5 \text{ mg/l}$ に固定し、浮泥量の増減は層厚の増減として表されるレイヤーモデルである（図-1）。移流拡散による浮泥層と上層との間の粒子交換は考慮していない。このため、潜堤高さより浮泥層の層厚が低い場合、浮泥は潜堤を越流せず潜堤に沿うように流れることとなる。下層流れの基本式は次のとおりである。

$$\text{運動方程式} \quad \frac{\partial Q_{x2}}{\partial t} = - \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2} g \eta \frac{\partial h^*}{\partial x} - \tau_{bx}$$

$$\frac{\partial Q_{y2}}{\partial t} = - \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2} g \eta \frac{\partial h^*}{\partial y} - \tau_{by}$$

$$\text{連続式} \quad \frac{\partial \eta}{\partial t} = - \frac{\partial (Q_{x2} - Q_{x1} \cdot \eta / h)}{\partial x} - \frac{\partial (Q_{y2} - Q_{y1} \cdot \eta / h)}{\partial y}$$

$$\text{浮泥の巻き上げ量} \quad E = A (\tau_c / \tau_a - 1)^n$$

$$\text{浮泥の沈降量} \quad D = W_{50} (1 - \tau_c / \tau_a) C$$

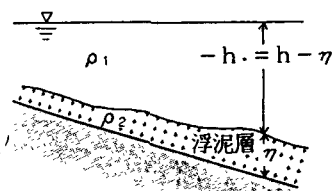


図-1 シルテーションのモデル化

ここに、 (x, y) ：水平座標、 t ：時刻、 h ：水深、 h^* ：平均水面から境界面までの深さ、 $\eta = E/C$ ：浮泥厚、 g ：重力加速度、 ρ_1 ：上層密度、 ρ_2 ：下層密度、 Q_{x1} 、 Q_{y1} ：全層平均流の線流量、 Q_{x2} 、 Q_{y2} ：下層偏差流の線流量、 τ_{bx} 、 τ_{by} ：底面せん断力。熊本港の底質を用いた室内模型実験及び現地観測結果から底泥の巻き上げ限界せん断力 $\tau_c = 2.0 \text{ dyne/cm}^2$ 、沈降の始まる限界せん断力 $\tau_a = 0.7 \text{ dyne/cm}^2$ 、浮泥の静水中の沈降速度 $w_{50} = 0.083 \text{ cm/sec}$ 、下層のSS濃度 $C = 1.0 \times 10^5 \text{ mg/l}$ 、 $n = 1.651$ 、 $A = 0.0102 \text{ kg/(m}^2 \cdot \text{min.)}$ に設定した。

4. シルテーションの予測 シミュレーションにおいて波浪

・潮位は1987年8月31日の一時化を作用させた（図-2）、

メッシュ間隔は、航路・泊地は33.3m、周辺は100mまたは、300mとした、シミュレーションを行った潜堤の配置（潜堤高及び法線）及び航路・泊地のブロック割を図-3に示す。各ケースごとの総埋没量を表-1に、ブロック別埋没高さを図-4に示す。シミュレーションによって明らかになったのは次の点である。

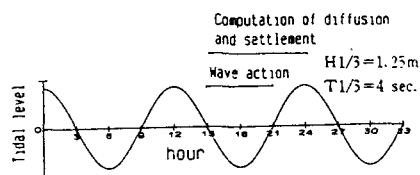


図-2 波浪・潮位の条件

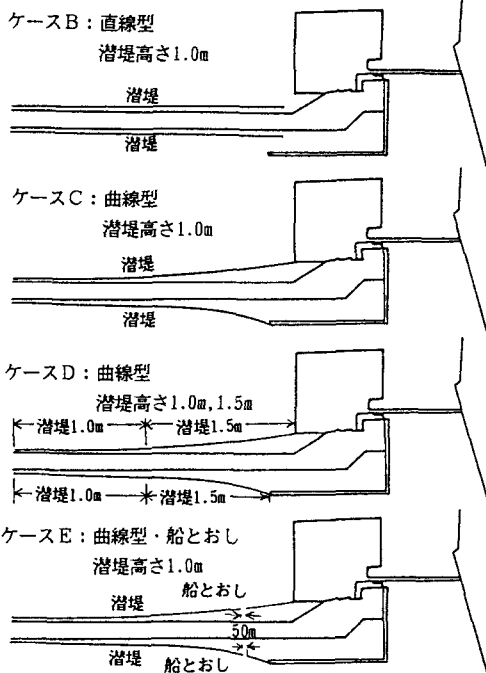
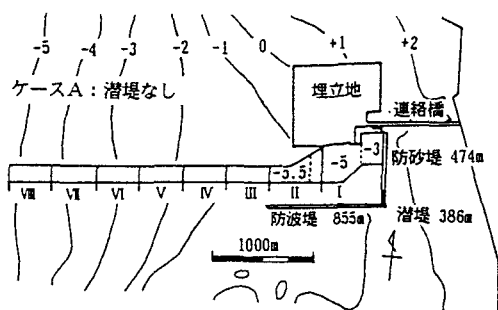


図-3 潜堤の配置

Ⅱ、Ⅲ付近の堆積高さが12～17cmから5cm程度に減少している。これは、防波堤と潜堤との開口部がなくなり、浮泥の流入が減少したこと及びフラッシュ効果によるものと思われる。

③潜堤の高さの違いによる埋没防止効果を比較するため、ケースCの潜堤法線について、浮泥の越流のみられた潜堤区間に対して潜堤高さを1.0mから1.5mにかさ上げたものをケースDとした。埋没量は、ケースCの80%と最も少ない。

④ケースEは、ケースCの一部に南・北側潜堤に船とおしを50mずつ設けた場合である。堆積量はケースBよりはるかに多い5.1万 m^3 である。これは、船とおしからかなりの浮泥が流入することによる。

以上の検討の結果、潜堤の基本的な配置は、浮泥の流入を効果的に防止し、流入した浮泥も効果的に排出できるケースDとした。潜堤の構造については、軟弱地盤海域での安定性、経済性、耐久性等を考慮してRC製逆T型潜堤とした。シミュレーションの結果をうけて、潜堤を平成3年度に設置し、あわせてシルテーション防止効果の実証観測を行う予定である。

表-1 潜堤の配置と総埋没量

ケース	潜堤形状	潜堤高 (m)	総埋没量 (万 m^3)
A	なし	—	19.6
B	直線型	1.0	3.9
C	曲線型	1.0	1.9
D	曲線型	1.0, 1.5	1.5
E	曲線型 船とおし	1.0	5.1

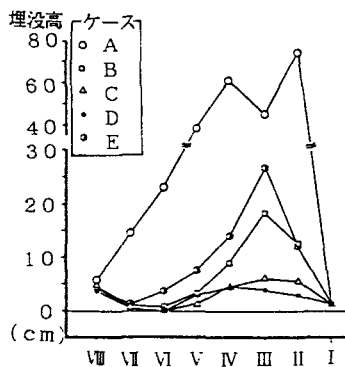


図-4 ブロック別埋没高さ

①潜堤を配置しない場合（ケースA）は、埋没量は約20万 m^3 と潜堤を配置したケースの4～10倍の埋没量となっており、潜堤による埋没防止効果が明らかである。

②潜堤の法線については、直線型（ケースB）と、曲線型（ケースC）との比較を行った。直線型は開口部が大きいため、埋没量は3.9万 m^3 と曲線型の1.9万 m^3 に比べ多い。曲線型は、航路内の浮泥を強制的に沖へ押し流すフラッシュ効果を期待したものである。ケースCは、ケースBに比べ