

II-28

ブシネスクモデルを用いた海浜安定のための潜堤配置の検討

運輸省第四港湾建設局下関調査設計事務所 正会員 酒井浩二
 運輸省第四港湾建設局下関調査設計事務所 後藤 清
 運輸省第四港湾建設局下関調査設計事務所 川崎俊正
 (株)三洋コンサルタント 正会員 西井康浩

1. はじめに

海浜域における景観を考慮に入れた海浜安定の工法の一つとして、海面上に姿を現さない潜堤が考えられる。一方で、潜堤ならではの技術的な問題点も明らかになってきている。たとえば、潜堤背後の水位上昇(wave set-up)や海浜流の流況である。潜堤上では波が砕波しやすくなるため、波の伝達領域では水位上昇が生じ、離岸堤を設置した場合と反対の海浜循環流を起こす原因となっている。その結果、潜堤を越えてくる浮遊砂の流入量が少ない場合、潜堤の両端部付近では岸から沖向きに流れが卓越するため、浮遊砂を沖側へ流出させるようになる。このため、汀線は後退し、せっかくの潜堤設置も海岸保全機能を低下させる側に働きかねないことがある。そのため、本論文では、波浪場から海浜流場まで一括して解析することができ、分散性や不規則性も再現しているブシネスクモデルにより定式化した波浪変形モデルを用いて、潜堤を複数配置した場合の波と海浜流の特性を整理し、潜堤背後の海浜流を抑制させる潜堤配置形状を検討する。

2. 検討方法

数値解析を非線形長波理論に分散項を考慮したブシネスク方程式において検討する。次の連続方程式、運動方程式を差分法により定式化する。なお、本モデルは一層モデルである。

・連続方程式

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{\partial Q}{\partial y} = 0$$

・x方向運動量方程式

$$\begin{aligned} & \frac{\partial P}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{P^2}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{PQ}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} - \nu \left(\frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} \right) + \varepsilon P + \frac{f}{2D^2} P \sqrt{P^2 + Q^2} \\ & = \left(B + \frac{1}{3} \right) h^2 \left(\frac{\partial^3 P}{\partial x^2 \partial t} + \frac{\partial^3 Q}{\partial x \partial y \partial t} \right) + Bgh^3 \left(\frac{\partial^3 \eta}{\partial x^3} + \frac{\partial^3 \eta}{\partial x \partial y^2} \right) + h \frac{\partial h}{\partial x} \left(\frac{1}{3} \frac{\partial^2 P}{\partial x \partial t} + \frac{1}{6} \frac{\partial^2 Q}{\partial y \partial t} \right) + h \frac{\partial h}{\partial y} \left(\frac{1}{6} \frac{\partial^2 Q}{\partial y \partial t} \right) + Bgh^2 \left\{ \frac{\partial h}{\partial x} \left(2 \frac{\partial^2 \eta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \eta}{\partial y^2} \right) + \frac{\partial h}{\partial y} \frac{\partial^2 \eta}{\partial x \partial y} \right\} \end{aligned}$$

・y方向運動量方程式

$$\begin{aligned} & \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{PQ}{D} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{Q^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial y} - \nu \left(\frac{\partial^2 Q}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 Q}{\partial y^2} \right) + \varepsilon Q + \frac{f}{2D^2} Q \sqrt{P^2 + Q^2} \\ & = \left(B + \frac{1}{3} \right) h^2 \left(\frac{\partial^3 Q}{\partial y^2 \partial t} + \frac{\partial^3 P}{\partial x \partial y \partial t} \right) + Bgh^3 \left(\frac{\partial^3 \eta}{\partial y^3} + \frac{\partial^3 \eta}{\partial x^2 \partial y} \right) + h \frac{\partial h}{\partial y} \left(\frac{1}{3} \frac{\partial^2 Q}{\partial y \partial t} + \frac{1}{6} \frac{\partial^2 P}{\partial x \partial t} \right) + h \frac{\partial h}{\partial x} \left(\frac{1}{6} \frac{\partial^2 P}{\partial x \partial t} \right) + Bgh^2 \left\{ \frac{\partial h}{\partial y} \left(2 \frac{\partial^2 \eta}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \eta}{\partial x^2} \right) + \frac{\partial h}{\partial x} \frac{\partial^2 \eta}{\partial x \partial y} \right\} \end{aligned}$$

ここで、x, yは平面座標、tは時間、ηは水位、Pはx方向線流量、Qはy方向線流量、hは静水深、Dは全水深 (D=h+η)、fは底面摩擦係数、νは砕波によって生じる乱れによる運動の混合を表す渦動粘性係数、εはエネルギー吸収帯の吸収係数である。また、Madsenら(1992)は、分散項の補正係数をB=1/15とするのがよいとしている。

潜堤は図-2～4に示すような単一、複数、千鳥型を配置し、海底勾配(1/30, 1/60)、離岸距離(140m、

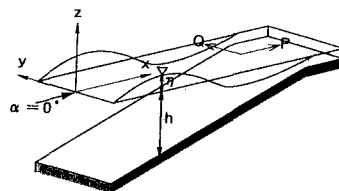


図-1 座標系

キーワード：潜堤、ブシネスク方程式、海浜流

〒750-0025 山口県下関市竹崎町 4-6-1 下関地方合同庁舎 tel 0832(24)4130 fax 0832(28)1108

230m,320m), 潜堤の幅(12m,42m)および天端水深(1.2m,2.4m)を設定し, 平均水位の変化, 波の伝達率, 海浜流等の算出を行った。なお, 入力した波は周期 $T=10.0$ (s), 波高 ($H=1.0\text{m}, 2.0\text{m}, 3.0\text{m}$) の不規則波である。

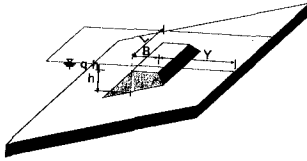


図-2 単一潜堤

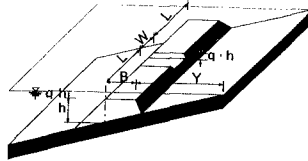


図-3 複数潜堤

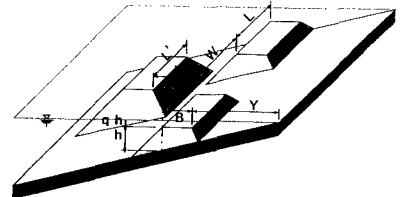


図-4 千鳥型配置潜堤

3, 検討結果

ここでは, 海底勾配 $1/60$, 波高 $H=2.0$ (m) の不規則波を作用させたときの, 海浜流ベクトルを示す。なお, 紙面の都合上表示は半領域で示すこととする。単一潜堤の場合, 潜堤により碎波され, 岸向きの流れが卓越し, 逆に下方部では沖向きの流れが引き起こされている。また潜堤端部では海浜循環流が発生していることがわかる (図-5)。潜堤に開口部を設けた複数潜堤の場合 (図-6), この開口部に岸から沖向きの流れが卓越しているのがわかる。このように, 潜堤があることにより卓越する海浜流の方向は, 離岸堤を設置した場合と比べて反対方向になる。

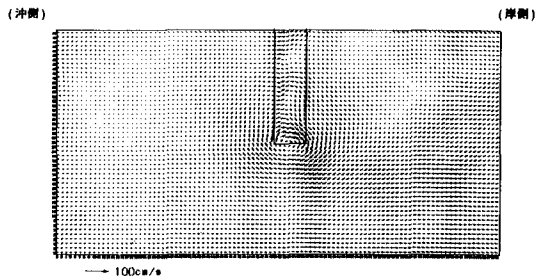


図-5 単一潜堤の海浜流ベクトル

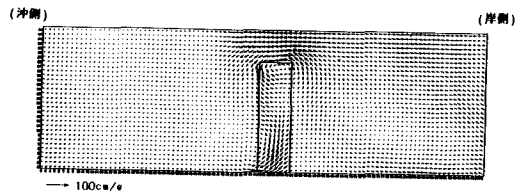


図-6 複数潜堤の海浜流ベクトル

次に, 単一潜堤や複数潜堤の海浜流の流が逆向きになることを参考に, 千鳥型に潜堤を配置し, 海浜流の擾乱を抑制させる潜堤配置を考える。面的な配置構成はパラメーターを単純にするため, 開口部を持つ主潜堤と開口幅と同じ長さの副潜堤による組み合わせとした。また主潜堤と副潜堤の間隔は, 主潜堤の開口幅と同じ長さとした。図-7に, 副潜堤を80(m)とした場合の解析結果を示す。これによると, 潜堤固有の海浜循環流は沖側の副潜堤が受け持ち, 主潜堤への影響を軽減させている。その結果, 潜堤背後の海浜流の擾乱が抑制されるようになった。

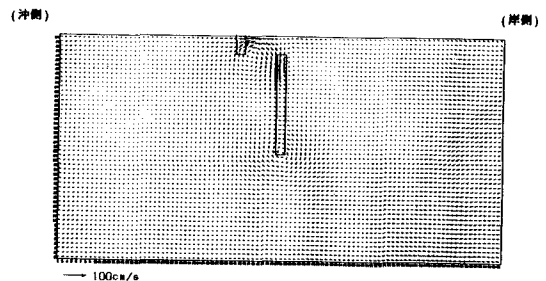


図-7 千鳥型配置潜堤の海浜流ベクトル

4, まとめ

ブシネスクモデルを利用して潜堤周辺の流れの場を数値解析により再現し, 潜堤の面的な配置を工夫することにより, 潜堤によって引き起こされる潜堤背後の海浜流を抑制することができた。今回の方法により海浜安定を考える第一段階である流れの場について検討することがわかった。今後の課題として, 海浜安定の検討には, 海浜流だけでなく, 波の伝達領域の浮遊砂量濃度が重要な影響を与えるため, 多層化によるモデル化や浮遊砂量の推定が挙げられる。