

# 海浜流数値計算による潜堤構造の評価

九州大学 工学部 学生員○ 信岡尚道 木原康成

正会員 入江 功 村上啓介

**1. 目的** 今日では景観も海岸整備における重要な要素の一つであり、海岸保全施設として潜堤構造物である潜堤や人工リーフ工法等が採用されはじめている。これらの構造物周辺では特有のウエーブセットアップにより様々な流れが発生し漂砂の移動に影響を及ぼすので、保全機能を低下させないよう留意する必要がある。著者らはこの視点にたち、海浜流を制御し海浜の安定を促進する構造物の開発を目指し、連立壁潜堤や底版型潜堤を提案してきた。そこで本論文は、傾斜型の連立壁潜堤が通常用いられる矩形潜堤とは逆に、堤体上で沖向きの流れを発生し得ることに着目し、海浜流数値計算及び水理実験により海浜流制御機能を調べ矩形潜堤と比較検討における海浜流起因力を二次元実験の堤体前後の水位差結果から概算し平面計算へ適用し海浜流制御機能を調べ矩形潜堤と比較し評価するものである。

**2. 平面計算方法と条件** 海浜流基礎方程式として次式を用いた。

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} [u(\eta+h)] + \frac{\partial}{\partial y} [v(\eta+h)] = 0 \quad \text{--- (1)}$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + g \frac{\partial \eta}{\partial x} + (\text{摩擦項}) - (\text{水平混合項}) + \frac{1}{\rho(\eta+h)} \left( \frac{\partial s_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial s_{xy}}{\partial y} \right) = 0 \quad \text{--- (2)}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + g \frac{\partial \eta}{\partial y} + (\text{摩擦項}) - (\text{水平混合項}) + \frac{1}{\rho(\eta+h)} \left( \frac{\partial s_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial s_{yy}}{\partial y} \right) = 0 \quad \text{--- (3)}$$

(1) - (3) 式をADI法による差分計算を行った。計算入力値である波高は平面及び二次元実験値より求めたもの、波向きは画像解析とポテンシャル接続法による計算値より求めたものを用いた。計算領域は平面実験にあわせ領域(1.7×1.7mの水平床)、水深0.1m、堤体0.6×0.6×0.065mを水槽中央に設定した。マニング粗度係数0.013、水平混合係数0.05×(空間メッシュ)<sup>4/3</sup>、波による摩擦係数0.2とした。砕波を起こし岸向きの運動量が增大する潜堤ではradiation-応力を1.2倍とした。(Sii; radiation-応力)

**3. 連立壁潜堤の海浜流起因力の評価** 連立壁潜堤は岸側平均水位上昇が小さいことを木原ら<sup>1)</sup>が二次元実験により明らかにしている。さらに同条件方法で壁を直立から15° 30° 45° と傾斜させた実験を行い、周期と堤体前後の平均水位の相対差を示したのが図-1である。平均水位は、堤体岸側では直後から沖側では水深の2倍の距離から一定となる傾向があり、それぞれ一定となったところの水位差を表したもので、相対的に沖側が高い時プラスとしている。壁を傾斜させると、沖側平均水位が上昇するという従来の潜堤構造物と逆の現象となっている。この現象は図-2のように、堤体上の水塊(図中斜線)でのradiation-応力勾配(F<sub>r</sub>)と壁上端より発生する渦の非対称性による力(F<sub>v</sub>)とのつりあい関係があり、F<sub>v</sub>がF<sub>r</sub>より大きいので沖側水位が上昇しているものと考えられる。

このF<sub>v</sub>の力は海浜流起因力になるものであり、領域Iでのモデル式(4)を立て推定を試みた。

$$\Delta \eta = -\frac{1}{\rho g(h+\eta)} \Delta S_{xx} + \beta \frac{1}{\rho g(h+\eta)} (U_{on}^2 - U_{off}^2) \quad \dots (4)$$

左辺は水位差、右辺第一項はF<sub>r</sub>(radiation-応力; 水深は水面から天端まで)、第二項はF<sub>v</sub>を表す。F<sub>v</sub>は壁上の流速の岸沖差と壁傾斜による非対称渦運動による力の差を考えたものである。Uは代表流速で水平床の壁上端と同高さにおけるストークスの第二近似による岸向き(U<sub>on</sub>)及び沖向き(U<sub>off</sub>)流速最大値とした。Uを代表流速としたのは、壁上流速の2乗と渦強度に関係があり

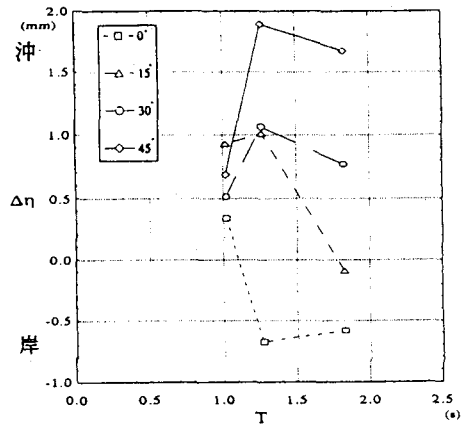


図-1 連立壁の周期と平均水位の相対差

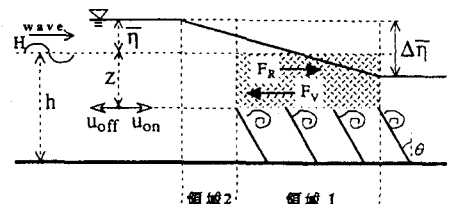


図-2 連立壁の海浜流起因力モデル

この壁上流速は $U$ と関係あると仮定したからである。 $N$ は壁数である。 $\beta$ はパラメーターで、各角度別に周期( $T=2.0-0.8$ (s))の radiation-応力と平均水位差(図-1より回帰計算したもの)と代表流速 $U$ を求め式(4)の回帰計算したものを、再び角度に対する回帰計算して式(5)を得た。領域2は、堤体より沖側であるが平均水位が変化してしている区域であり、渦の運動が及んでいると考えられ 領域1と同様の方法で水深 $h$ としてパラメーター $\gamma$ を求めた。

$$\beta = -0.0021 \times \text{角度} - 0.033 \quad \dots(5)$$

$$\gamma = -0.0014 \times \text{角度} - 0.023 \quad \dots(6)$$

連立壁の平面計算を行うにこのモデル化した $F_v$ を表す項を式(2)に加えるが、そのまま平面に適用すると流れが実験値より大きい結果となった。これは力が平面では分散するのと $\beta$ の誤差の為に考えられ、平面実験と計算での堤体上同一点の流速が一致するよう補正パラメータ $\alpha$ を求め $\beta$ ,  $\gamma$ に乘じた。

$$\alpha = 1.2 - 0.88 \times \text{周期} \quad \dots(7)$$

4. 平面の計算結果と構造評価 2.3. をもとに行った海浜流計算例を図-3、図-4に示す。周期1.1(s) 波高0.017(m)の連立壁(壁4枚, 2h間隔, 傾斜 $30^\circ$ )のケースが図-3であり、同条件の矩形潜堤の場合が図-4である。連立壁は堤体上で沖向き流れ、矩形潜堤では岸向き流れと対称になっている。参考文献<sup>2)</sup>の実験結果と比較すると連立壁は堤体岸側の流入部などよく一致している。潜堤については堤体沖側は少し違うが傾向は大体あっているようである。

海浜の安定に有効な潜堤構造の評価法として開口部の流入流出に着目する。それは、堤体部は砂の通過はなく、開口部での沖岸向き流れが砂の収支に関係あると考えられるからである。上に示した2ケースに同条件の連立壁傾斜 $0^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $45^\circ$ を加えた5ケースについての開口部断面総流量を示したのが図-5である。プラスが岸向き流れで海浜の安定を促進する流れである。壁が傾斜するほど岸向き流れが強くなっており、このケースの中では有効な構造物といえる。

5. まとめ 連立壁潜堤周辺の海浜流起因力を2次元、平面実験より推算し実験範囲内での周期、連立壁角度が変化した場合の海浜流を再現することを可能にした。構造評価として数値計算により、連立壁潜堤は30度以上傾ければ海浜の安定に有効であると予測できた。今後さらに予測の適用範囲を広げていく予定である。なお、本研究で実験に尽力つくしてくれた本学4年の松永君に感謝の意を表する。

#### 参考文献

- 1) 本原ら; 直立連立壁潜堤の波の減殺効果  
H. 4西部支部研究発表会 p208
- 2) 松永ら; 種々の潜堤構造物周辺の海浜流に関する水理実験  
H. 5西部支部研究発表会 投稿

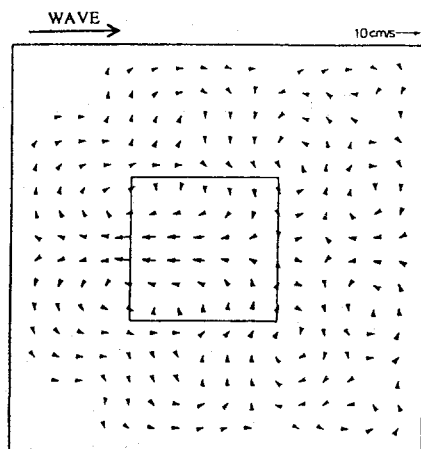


図-3 海浜流(連立壁潜堤,  $30^\circ$   
周期1.1s 波高1.7cm)

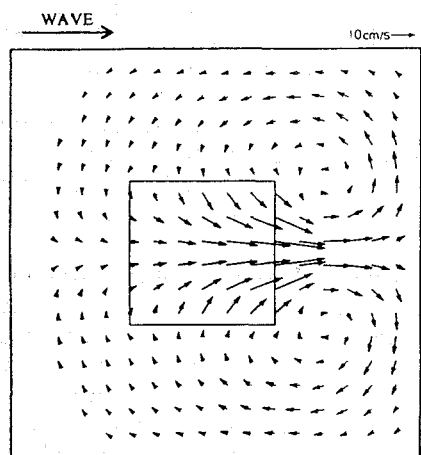


図-4 海浜流(矩形潜堤,  
周期1.1s 波高1.7cm)

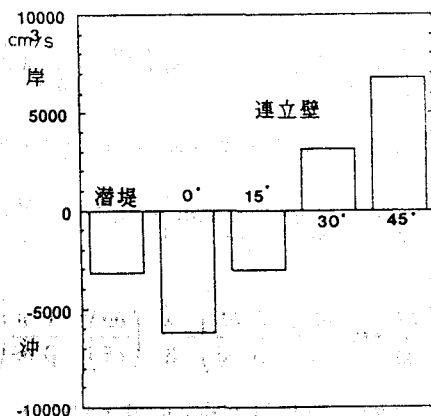


図-5 開口部断面流量比較