

II-34 人工リーフ周辺の海浜流について

日本大大学院 学 鷺見 浩一
東海大・海洋 正 小菅 晋

1. はじめに

海洋環境を保全するために海水交換性に優れ、海岸の景観を確保することのできる人工リーフの施工例が近年増加している。人工リーフを設置する場合、離岸堤のように開口幅を設けて設置することが考えられる。このとき、人工リーフの堤長と開口幅を変化させることで、人工リーフ周辺に水面変動が生じ、それに伴い特徴的な流れのパターンや循環流が発生することは宇多¹⁾の研究により知られている。しかし、堤長と開口幅を変化させたときの詳細な流速変動、流況パターン、海浜変化についての報告例は少数である。そこで、本研究では3次元移動床実験を行い、人工リーフの設計諸元である堤長と開口幅を変化させたときに生じる流況パターンについて検討し、人工リーフ周辺に発生する海浜流を数値計算で検証した。

2. 実験装置と実験方法

実験はピストン式造波機を備えた平面水槽(13.0m×7.6m×0.5m)を用いた(図-1)。縮尺は 1/50 とし、海浜模型は中央粒径 $d_m=0.19\text{mm}$ のケイ砂を用い初期勾配 $i=1/15$ の斜面上に 3~4g の砕石を基礎マウンドとした人工リーフ模型を設置した。模型堤体は法面勾配 $s=1/3$ 、天端幅 $B=1.0\text{m}$ 、堤体高さ $d=14\text{cm}$ 、天端水深 $R=6\text{cm}$ とし、図-2 に示すように堤長 L_r 、開口幅 W を変化させ 5 種類とした。作用波浪条件は、入射波高 $H=6\text{cm}$ 、周期 $T=1.13\text{s}$ 、波向き 0° (汀線直角方向) とし、5 時間作用させた。測定項目は海浜流の流況である。海浜流の流況は人工リーフ周辺の約 350 点で電磁流速計を用いて静水面下約 3cm の表層を測定した。

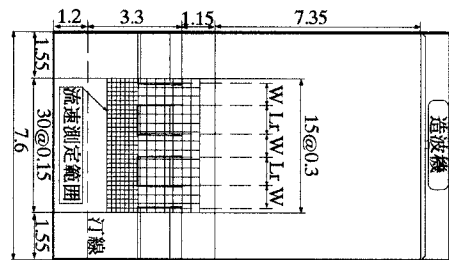


図-1 実験水槽(単位:m)

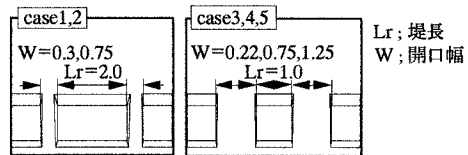


図-2 実験ケース(単位:m)

3. 実験結果と考察

(1) 人工リーフ周辺の海浜流

図-3, 4 は $L_r=2.0\text{m}$ と一定に保ち、 $W=0.35, 0.75\text{m}$ に変化したものである。図-3 は比較的開口幅の狭いケース 1 の流速分布を示している。堤体上では入射波砕波後の岸向きの流れが生じ、その両端の開口部では沖向きの流れが発生している。堤体背後域では岸沖方向の流れが生じ、渦んだ状態となった。図-4 は開口幅の広いケース 2 の流速分布を示したものである。堤体上では岸向きの流れが発生し、堤体背後では中央から開口部に向かう循環流が 2 つ形成され、開口部では沖向きの流れが発達している。

図-5, 6 は $L_r=1.0\text{m}$ と一定に保ち、 $W=0.22, 0.75\text{m}$ に変化したものであり、図-5 は開口幅の狭いケース 3 の流速分布を示している。堤体上では沖向きの流れが発生し、背後域では向岸流と離岸流が不規則に生じ、不安定な循環流を形成している。図-6 は開口幅の広いケース 4 の流速分布を示している。堤体上では入射波砕波後の岸向きの流れが生じ、背後域では岸向きの流れが発達し、開口部へと向かう 1 つ

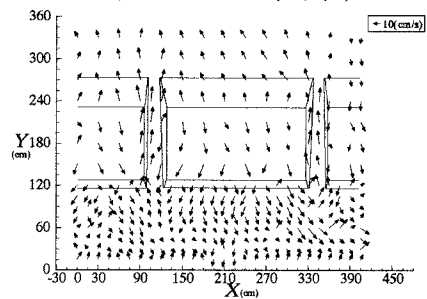


図-3 流速分布(ケース 1)

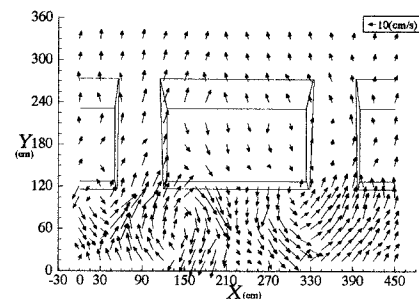


図-4 流速分布(ケース 2)

の循環流を形成し、開口部では冲向きの流れとなっている。

図-7は堤長を開口幅で無次元化した L/W と堤長を離岸距離で無次元化した L/Y との関係を図況パターンについて示したものであり、既往の研究結果と比較してある。図中の白で示してある記号は宇多ら¹⁾の実験結果であり、黒で示しているのは本研究の実験結果である。 L/W が大きくなり、堤長に対して開口幅が小さくなると岸沖方向の流れが発達し、循環流が発生しないことがわかる。1,2つの循環流が発生するケースと岸沖方向の流れが発生するケースは宇多らとほぼ同様の結果を示している。

また、本研究で不明瞭な図況パターンを示したケース3(◆)の Lr/W の値が、1,2つの循環流が発生するケース(●, ▼)と岸沖方向の流れが発生するケース(■)の中間付近であることを考慮すると、人工リーフ周辺での海浜流は Lr, W に支配されていると考えられる。そこで、本研究と宇多らの研究結果から堤体背後域の図況区分は3つの状態からなり、 $0 < Lr/Y \leq 4$ では安定した循環流が発生する領域、 $4 < Lr/Y \leq 6$ では不安定な循環流が発生する領域、 $6 < Lr/Y$ では循環流が発生しない領域とすることができる。

(2)数値計算

海浜流は鉛直方向に一樣な流れを考え、波高分布から radiation 応力を求め、これを外力として連続の式および運動方程式より計算した。基本方程式は以下である。

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial U(h + \zeta)}{\partial x} + \frac{\partial V(h + \zeta)}{\partial y} = 0 \quad \dots (1)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y} + Fx - Mx + Rx + g \frac{\partial \zeta}{\partial x} &= 0 \\ \frac{\partial V}{\partial t} + U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} + Fy - My + Ry + g \frac{\partial \zeta}{\partial y} &= 0 \end{aligned} \right\} \dots (2)$$

ここに、 U, V は海浜流の x, y 成分、 ζ は平均水位上昇量、 Fx, Fy は底面摩擦項、 Mx, My は水平拡散項、 Rx, Ry は radiation 応力項である。

計算領域は $6.8 \times 6.7\text{m}$ で水深は $h=45\text{cm}$ とし、境界条件は開境界には水位を、閉境界には流速を与えた。作用波浪条件は実験と同様にした。

図-8は平面実験の再現計算結果を示している。堤体上で岸向き、背後域で開口部に向かう循環流が発生し実験結果と一致している。

4. おわりに

人工リーフの平面諸元である堤長、開口幅を変化させ、循環流の発生区分を検討した結果、次のことがいえる。

人工リーフ周辺に発生する特有の海浜流は堤長と開口幅の変化に依存し、堤長に対し開口幅が長くなるほど循環流が発生しやすくなる。また、開口幅が狭く連続堤のようになると岸沖方向の流れが生じ激んだ状態となった。数値計算による人工リーフ周辺の海浜流場の再現は、比較的实验結果と一致し堤体背後で循環流が発生することが予測できる。

参考文献 1)宇多・小俣・横山(1988): 人工リーフの機能と設計法、土木研究所、第2696号、78pp.

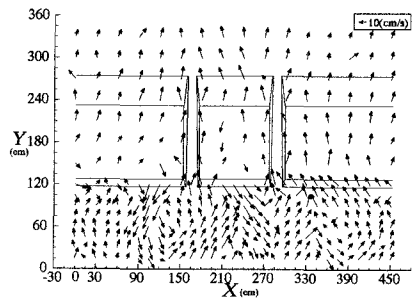


図-5 流速分布(ケース3)

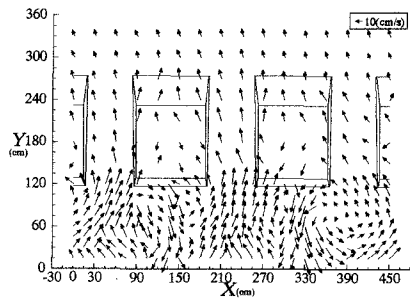


図-6 流速分布(ケース4)

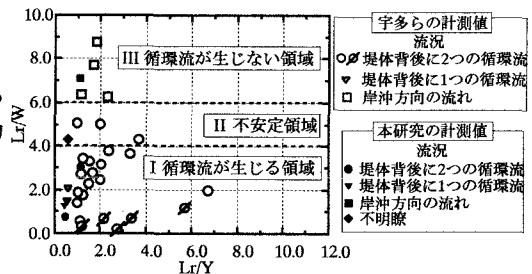


図-7 図況区分

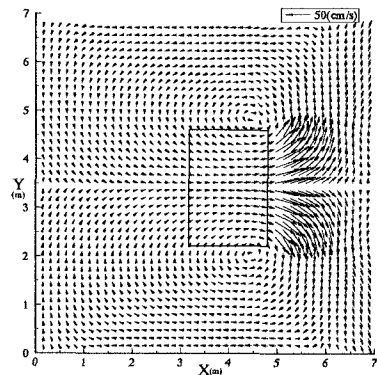


図-8 海浜流の計算結果