

II-448

防波堤の遮蔽域で発達する海浜循環流の制御

—人工リーフの応用—

建設省土木研究所海岸研究室

正会員 宇多高明

建設省土木研究所海岸研究室（幹アイ・エヌ・エー）

正会員 板橋直樹

1. まえがき

防波堤等が伸ばされて形成された波の遮蔽域の汀線付近では、波の入射方向の変化にかかわらず遮蔽域外より遮蔽域内へ向いた流れが発生し、この流れは隣接海岸から港内方面へ向いた沿岸漂砂をひき起こす。この現象は図-1に模式化される。発生頻度の高い波の入射方向をA、B方向とすると、防波堤の背後およびその隣接域ではそれぞれA'、B'で示す循環流が生じる。循環流の規模は異なるが、波の入射方向

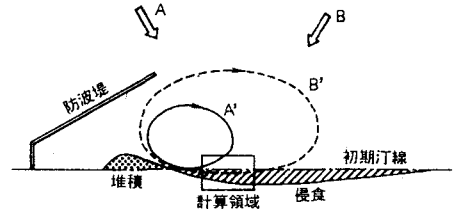


図-1 防波堤による波の遮蔽域付近での海浜循環流の発達

の変化にかかわらず汀線付近の流れは常に防波堤背後へと向かう。このため防波堤背後へ向かう沿岸漂砂が発達して隣接海岸は侵食され、防波堤背後では堆砂が起こる。こうした場合、図-1に斜線で示す侵食域は土砂が運び去られて急深となるために越波が激しく、何らかの消波施設が必要となる。急深となってしまった海岸での消波構造物としては人工リーフが有効であるが、その形をわずかに変えることによって循環流の制御も可能となれば人工リーフはかなり合理的な対策と考えられる。このことより、以下では人工リーフと突堤の組み合わせによる循環流の制御を数値モデルにより検討する。

2. 人工リーフによる海浜循環流の制御

人工リーフ上では岸向き流れが発達し、さらにこの流れが人工リーフの両端部付近より外側へ流出し、1対の循環流が形成される（建設省、1992）。防波堤背後に生ずる大規模循環流の、この流れを利用した制御法について海浜流の数値モデルにより検討する。図-1に示す防波堤内側へ向かう流れが発達している領域を対象とし、そこに人工リーフを設置した場合について考える。この時、計算領域の長さは沿岸方向に1km、岸沖方向に400mとする。また、侵食されて急深となった海岸の断面形を図-2のように仮定し、計算領域の中央に天端幅50m、天端水深2m、延長200mの人工リーフを設置する。計算メッシュは10m、 $\Delta t = 0.4$ s、海底摩擦係数を $C_f = 0.01$ 、および水平方向渦動粘性係数を $\nu_H = 10.0 \text{ m}^2/\text{s}$ とする。また、入力波浪は波高 $H = 2 \text{ m}$ 、周期 $T = 8 \text{ s}$ 、波向 $\theta = 0^\circ$ とする。波浪場の計算は放物型モデルにより行い、得られた波高と波向の平面分布をもとに海浜流の計算を行った。計算は、境界条件の影響を考慮して広範囲で行ったが、結果を図示する際にはリーフ周辺の流況を詳しく見るために、500m×200mの範囲を抽出してプロットした。従来型的人工リーフ周辺の海浜流計算の結果を図-3に示す。「人工リーフの設計の手引き」に示されている循環流と同様に、人工リーフの両端を中心に左端では時計回り、右端では反時計回りの循環流が生じている。このため、人工リーフの右半分の汀線付近では右向きの沿岸流が生じ、この流れは図-1に示す防波堤の遮蔽域形成に起因する大規模循環流の沿岸成分を打ち消す方向となる。しかし、左半分では遮蔽域方向への流れを加速する結果となる。したがって人工リーフの中央より左側では現在より侵食が助長される可能性があり、従来型人工リーフのみでは侵食対策効果はあまり期待できない。そこで新たに人工リーフの左側端部付近に人工リーフと岸をつなぐ潜り突堤（天端水深は2m）を加えて同様な計算を行った。結果を図-4に示す。図示するように、この対策を行っても人工リーフ周辺の流れに大きな変化は見

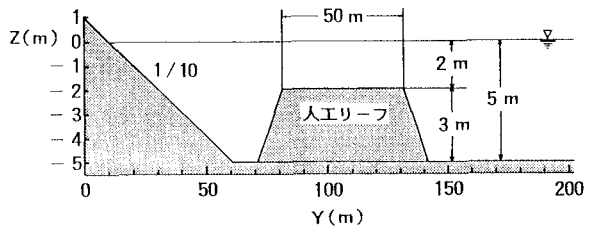


図-2 海岸断面と人工リーフの断面

し、そこに人工リーフを設置した場合について考える。この時、計算領域の長さは沿岸方向に1km、岸沖方向に400mとする。また、侵食されて急深となった海岸の断面形を図-2のように仮定し、計算領域の中央に天端幅50m、天端水深2m、延長200mの人工リーフを設置する。計算メッシュは10m、 $\Delta t = 0.4$ s、海底摩擦係数を $C_f = 0.01$ 、および水平方向渦動粘性係数を $\nu_H = 10.0 \text{ m}^2/\text{s}$ とする。また、入力波浪は波高 $H = 2 \text{ m}$ 、周期 $T = 8 \text{ s}$ 、波向 $\theta = 0^\circ$ とする。波浪場の計算は放物型モデルにより行い、得られた波高と波向の平面分布をもとに海浜流の計算を行った。計算は、境界条件の影響を考慮して広範囲で行ったが、結果を図示する際にはリーフ周辺の流況を詳しく見るために、500m×200mの範囲を抽出してプロットした。従来型的人工リーフ周辺の海浜流計算の結果を図-3に示す。「人工リーフの設計の手引き」に示されている循環流と同様に、人工リーフの両端を中心に左端では時計回り、右端では反時計回りの循環流が生じている。このため、人工リーフの右半分の汀線付近では右向きの沿岸流が生じ、この流れは図-1に示す防波堤の遮蔽域形成に起因する大規模循環流の沿岸成分を打ち消す方向となる。しかし、左半分では遮蔽域方向への流れを加速する結果となる。したがって人工リーフの中央より左側では現在より侵食が助長される可能性があり、従来型人工リーフのみでは侵食対策効果はあまり期待できない。そこで新たに人工リーフの左側端部付近に人工リーフと岸をつなぐ潜り突堤（天端水深は2m）を加えて同様な計算を行った。結果を図-4に示す。図示するように、この対策を行っても人工リーフ周辺の流れに大きな変化は見

られず、対策としては不十分である。さらに、突堤の天端高を上げて水面上に出すとともに、長さを延長して同様な計算を行った結果が図-5である。人工リーフ左端周辺では時計回りの循環流が消失するとともに、汀線付近の沿岸流は完全に消えた。一方、人工リーフの右端では規模の大きな反時計回りの循環流が得られ、これにより汀線付近ではほぼ全域で右向きの沿岸流となった。この流れは図-1に示した大規模な循環流による汀線付近での左向きの沿岸流を打ち消す方向である。

次に、大規模循環流の成分を考慮した上での人工リーフの効果について検討した。いま、計算領域の右端において大規模循環流の沿岸方向の線流量成分が $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ と仮定して同様に海浜流計算を行うと、図-6が得られる。人工リーフの右側に発達する右向きの沿岸流と右端で与えた流れとが重なって大規模循環流の流軸は沖へと移動しており、全体に沖合の流れは蛇行することになった。一方、人工リーフ周辺の沿岸流を見ると、人工リーフ右端の汀線付近では循環流による右向きの流れがあるものの、その他の区域、特にリーフ左側（防波堤側）の汀線付近の流れはほとんど消失している。以上のことから、汀線付近での左向き流れを弱め、土砂の移動を防止するという観点において、端部付近に突堤を併設した人工リーフはかなり有効と考えられる。また、人工リーフはかなり高い消波効果を持っており、その岸側では波高が低下するから、かなりの侵食防護効果が期待できる。一方、人工リーフの沖合では人工リーフ自身が障害となって沿岸流の流軸が沖へ移動するのに加えて、人工リーフによる流れが重なるため、結果として流れは対策前より多少強くなると予想される。しかし、この区域は既に侵食されて急深となっており、沿岸漂砂量自体が小さいため、大きな影響はないと考えられる。

3. まとめ

本研究では、端部に突堤を併設した人工リーフによる防波堤背後の大規模循環流の制御効果について数値モデルを用いて検討した。この結果、端部に突堤を併設した人工リーフにより大規模循環流に伴う汀線付近の遮蔽域方向へ向いた流れをほぼうち消すことができることがわかった。

参考文献

建設省河川局海岸課監修（1992）：人工リーフの設計の手引き、（社）全国海岸協会、p. 94.

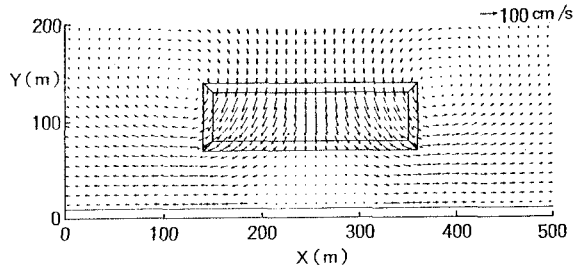


図-3 人工リーフ周辺の海浜流（人工リーフのみ）

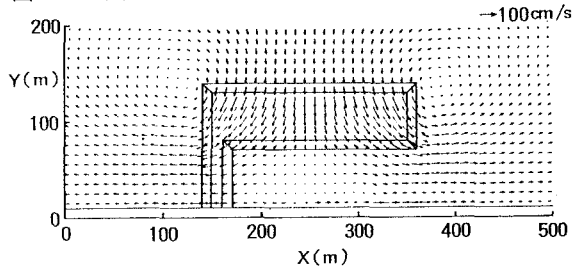


図-4 人工リーフ周辺の海浜流
（人工リーフ+潜り突堤）

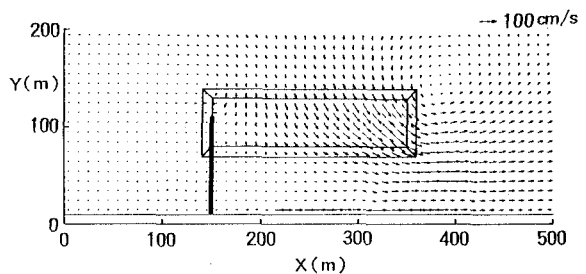


図-5 人工リーフ周辺の海浜流（人工リーフ+突堤）

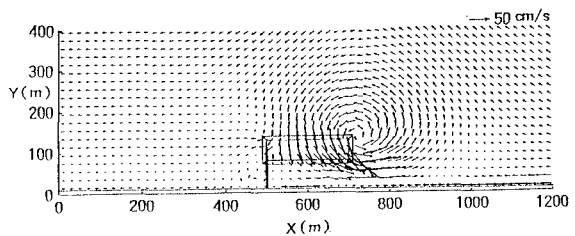


図-6 大規模循環流成分を加えた場合の人工リーフ
周辺の海浜流（人工リーフ+突堤）