

II-333

人工リーフ周りの流れと地形変化に関する検討

建設省土木研究所 正 員 宇多高明

正 員 坂野 章

正 員 竹 淵 勉

1. まえがき 人工リーフ工法は、サンゴ礁の持つ波浪減殺効果を人工的な構造物により生み出し、背後の海域を静穏化することを目的とする。この工法の設計手法については、既に築造基準¹⁾で明らかにされており、また、実際にいくつかの海岸では試験施工²⁾が試みられている。しかし、浅海域の海底勾配が急な海岸において、かなり深い場所に堤体を設置する場合の人工リーフの波浪減殺効果や周辺の海底地形に及ぼす影響については不明な点が残されている。そこで、本研究では移動床水理模型実験と海浜流の数値モデルによりこれらの点について検討した。

2. 研究方法 水理実験では、平面水槽（21×16×0.6 m）内に人工リーフと離岸堤（堤長1 m）を設置し、波を10時間作用させて地形変化を調べた。人工リーフのほかに離岸堤を設置したのは、両者のすり合わせについても検討するためである。実験に用いた底質材料は、中央粒径約0.3 mmの砂であり、離岸堤の構造は、異型ブロック（244g）の層積みとした。また人工リーフは碎石と平ブロックで製作した。実験の縮尺は1/50とし、図1に示すように1/60、1/10勾配からなる沿岸方向に一樣な模型海浜を造り、波を作用させた。入射波は $H_i = 5.2 \text{ cm}$ 、 $T = 1.2 \text{ s}$ の条件を水深0.3 mの地点で与えた。波は3時間作用させ、あらかじめ初期における岸沖漂砂による急速な地形変化を生じさせた。その後構造物を設置して再び波を10時間作用させた。入射波向は初期汀線に直角とした。測定項目は、海浜形状、流況、砕波波高、波向および人工リーフ上の波高分布である。

海浜流モデルによる計算においては、まず緩勾配方程式の放物型モデルを差分計算することにより波の変形計算を行った³⁾。放物型モデルを用いて人工リーフ周りの波高分布を計算するには、人工リーフ上で生ずる強制砕波を表わす砕波減衰項を含める必要がある。これについては、ポテンシャルを ϕ としたとき $-\alpha_B \phi$ とおいた。ここに α_B は次式で表わされる。

$$\alpha_B = C_1 (s/h) (a/C_2 h - 1)^{1/2} \quad (1)$$

また、 $s = \tan \beta$ ：砕波点付近の海底勾配、 $a = H/2$ ：波の振幅、 h = 水深、 C_1 、 C_2 ：係数である。流れの計算においては波と流れの相互干渉は無視し、外力となるradiation stressは進行波を対象として微小振幅波理論から求めた。計算条件は、三次元移動床実験の実験開始時の地形・波浪条件を対象とした。ただし計算に用いた地形は0.25 m間隔の格子点において、周囲8点の平均操作によりスムージングをかけて作成した。また砕波に係わる定数 C_1 、 C_2 および海底勾配 s は実験より求めた人工リーフ上の波高分布と一致するよう経験的に選定し、 $C_1 = 0.25$ 、 $C_2 = 0.25$ 、 $s = 0.25$ （人工リーフ沖側の法勾配）とした。流れの計算においては実験値に対応する波を入射させ、実験の状況と良く一致するように海底摩擦係数 C_f を試行錯誤的に選定した。その値は人工リーフ上においては0.05、その他の部分では0.01であった。

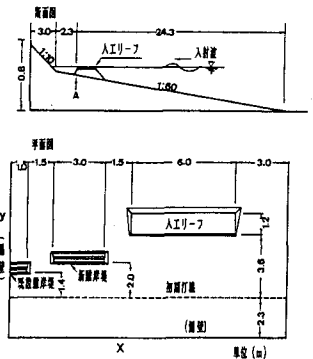


図1 初期海浜形状

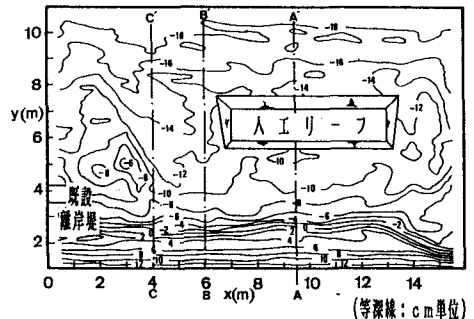


図2 波作用後10時間の海浜形状

3. 実験・計算の結果 波を10時間作用させた後の地形形状を図2に示す。ただし、初期形状では各等深線はX軸とほぼ平行であった。人工リーフの背後では4cm～6cmの間の等深線が2つのピークを形成しつつなだらかに前進した。これは人工リーフ背後が静穏となったためである。人工リーフと離岸堤の間では-10cm～-16cmの等深線が著しく変化し、舌状の深い部分が岸向きに入り込んでいる。これと対照的に、離岸堤の斜め沖合の区域では-12cm、-10cmの等深線が沖へ移動した。結局、人工リーフの左側端部付近より侵食された土砂が離岸堤の斜め沖合部に堆積したことがわかる。実験開始後の海浜流の流況を図3に示す。人工リーフ上での強制砕波により強い岸向き流れが誘起された。人工リーフの岸側へと運ばれた流体は、開口部より沖向き流れとなって流出し、結局1対の循環流が形成された。人工リーフの左側部分の方が開口幅が広いので、右側部分と比較して左側の循環流の規模の方が大きい。また、左側開口部では斜め沖向きに強い離岸流が発生し、沖向き流れが加速されている。

ここでは図1によれば洗掘が進んでおり、流れと地形変化が良い対応を示していることが明らかである。

実験と計算の波高分布を図4に示す。人工リーフ中央の $x=10.0\text{m}$ 断面と左開口部近傍の $x=7.75\text{m}$ 断面とを典型的に選んだ。両断面とも人工リーフの沖側法肩付近で波高は最大値をとり、その後急速に減衰する状況は、実験結果と良く一致することが明らかである。また $x=7.75\text{m}$ 断面では、人工リーフの岸側で回折波によって波高が高まる区域があることが計算結果よりわかる。次に、流れの計算結果を図5に示す。人工リーフ上での強制砕波により誘起された強い岸向き流れや、人工リーフの岸側端部付近を中心として発生した一対の循環流は実験と計算で良い一致を示す。

以上のように、計算と実験の流況は良く一致した。また、実験によれば流れと地形変化は良い対応を示していた。ここでは地形変化予測までは行っていないが、流れと地形変化がかなり良く対応することから、流れの状況が計算できれば模型実験により検討しなくても、ある程度まで地形変化の予見が可能と考えられる。移動床実験を実施するには多くの労力を必要とするので、実際の施工段階において人工リーフの諸元や海底地形条件がわずかに変化したからと言って実験をやり直すことは困難である。一方、数値モデルによる計算は容易であるから、移動床実験の補助的手段として波、流れの計算モデルを用いことは大層有効であると考えられる。

参考文献

- 1) 海岸保全施設築造基準連絡協議会編：改定海岸保全施設築造基準解説，全国海岸協会，1987。
- 2) 浜口達男・宇多高明・井上 力・五十嵐晃・中山 修：人工リーフの波浪制御効果に関する現地実験，第35回海岸工学講演会論文集，pp.128～132，1988。
- 3) 平口博丸・丸山康樹：斜め入射波に対する放物型方程式の適用性の拡張，第33回海岸工学講演会論文集，pp.114～118，1986。

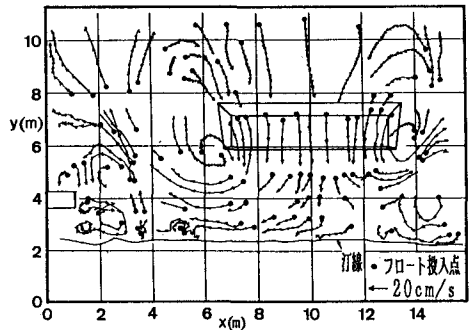


図3 海浜流の流況（実験結果）

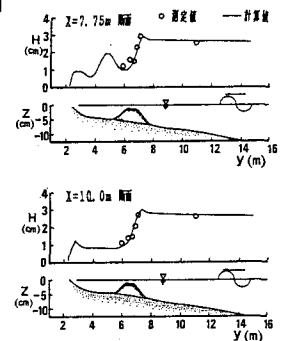


図4 人工リーフの代表断面における波高分布の比較

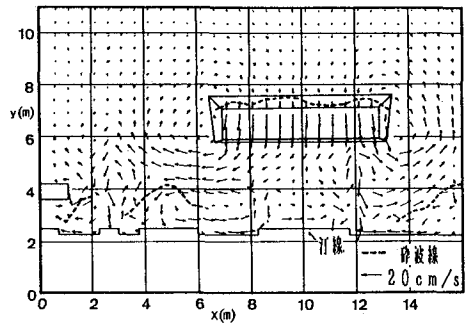


図5 流れの計算結果