

潜堤背後の水位上昇量と海浜流の制御に関する研究

仲 座 栄 三* ・ 津嘉山正光** ・ 川 中 匠***
玉 城 重 則**** ・ 大 城 真 一****

1. はじめに

人工リーフいわゆる幅広い天端を有する潜堤は、波高減衰効果が優れていることや景観上の利点から、幾つかの海岸で実際に施工されている。しばしば、人工リーフの設置は、波高減衰効果のみでなく、副次的な効果として、背後への堆砂機能をも有することが期待される。実験結果や現地観測のデータからは、波高減衰効果に関してはほぼ十分であるものの、波の遡上高の減少効果や堆砂機能に関しては離岸堤工法ほど優れていないことが指摘されている(山崎ら, 1992; 宇多, 1994; 宇多ら, 1996)。

その一因としては、離岸堤の場合と潜堤の場合とで海浜流の形成パターンが全く逆となる場合があることや、潜堤背後の平均水位上昇量に大きな差異を有することなどが考えられる。一方、天然のリーフ海岸でも高潮やサーフビートの発生など、平均水位の上昇に結びつく現象が問題となっている(仲座ら, 1994)。

本研究では、人工リーフの下部に戻り流れを形成させるというような水理学的機能を有する新たな人工リーフの開発を行い、それを用いて堤背後の水位上昇量を押さえ得ることを実験的に示す。さらに、この新たな人工リーフの海浜流制御、さらには天然のサンゴ礁海岸あるいは比較的小さな港湾・漁港等での異常な水位上昇量の制御などへの応用を提案する。

2. 新たな人工リーフの開発

通常、人工リーフは天然石やコンクリートブロックなどを用いて建設される。そのため、堤体を通して流れる戻り流れは殆ど存在しないことになる。

図-1に人工リーフの設置とその周りの海浜流の概念図を示す。人工リーフ上の水深はそのまわりよりも小さいため、堤上で来襲波浪の波高減衰が大きく、その結果大きな水位上昇が発生する。この水位上昇は、結果として図示のような海浜流を形成することになる(しかし、

リーフの設置状況及び波浪諸元によっても異なる; 山崎ら, 1992)。

図-2に、離岸堤背後の流れのパターンとトンボロの形成パターンを示す。離岸堤背後の流れは人工リーフの場合の流れと全く逆となっている。

仲座ら(1997)は、従来の人工リーフに新たに戻り流れを形成させる機能を持たせるため、堤体下部にパイプや暗渠などを埋め込んだ人工リーフの開発を行っている。

以下では、このような人工リーフに関して、水位上昇

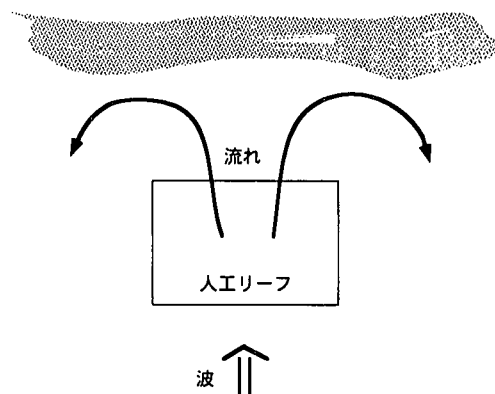


図-1 人工リーフ背後の海浜流の概念図

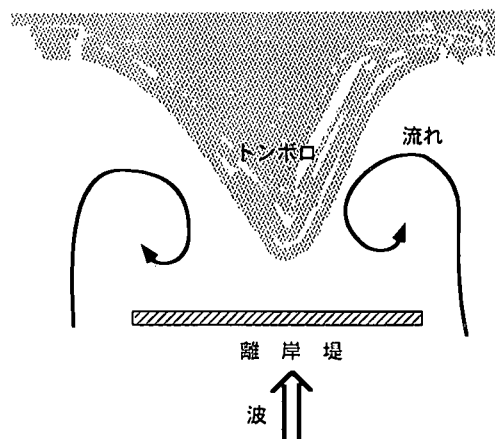


図-2 離岸堤背後の海浜流の概念図

* 正 会 員 工 博 琉球大学工学部助教授 環境建設工学科
** 正 会 員 工 博 琉球大学工学部教授 環境建設工学科
*** 学生会員 琉球大学大学院工学研究科
**** 正 会 員 (有)海岸環境調査研究所

量が制御可能かどうかを中心に実験的に検討する。

3. 実験装置及び実験方法

図-3 及び 4 に、実験装置の概要図を示す。図-3 に示す実験では、天然のリーフ海岸での水位上昇のコントロールをも想定して、人工リーフモデルは相当長い天端を有するものとなっている(モデル-1)。リーフ上を通過した水量は、リーフ下部を通過して戻っている。その水路部は 20×70 cm の矩形断面であり、ここを通過した水量は造波板の直前で造波部の水槽内に戻るような構造になっている。

図-4 は、人工リーフを鋼管や暗渠などを用いて施工した場合に当たる(モデル-2)。ステップ上の静水深は 5.5 cm であり、その上に長さ 1 m のパイプを設置した。開発した人工リーフ堤体内部で冲向き流れを形成させる原理は、砕波帯内外の平均水位差を利用することにあるため、パイプの沖側端部位置が丁度砕波点となるようにしてある。従来型の人工リーフに対応する実験では、この鋼管の流入口をふさぎ、不透過として実験を行った。

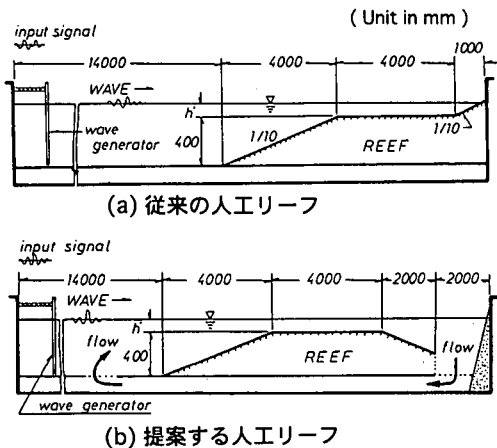


図-3 実験装置の概要図 (Model-1)

実験では、波高が 8.0 cm 及び 4.0 cm の波高を有し周期が 1.0 秒の規則波と、波高が 4.2 cm 及び 10.5 cm を有し周期が 1.2 秒の規則波の合計 4 種類の入射波を用いた。測定は入射後 15 分を経ってから開始した。

さらに実験では、サーフビートに関する効果も検討するため、不規則波を用いた実験も行った。これは、モデル-1 に対して実施した。この時の入射波諸元は有義波波高 8.0 cm、有義波周期 1.2 秒である。

4. 実験結果及び考察

図-5 及び 6 に、モデル-1 に関する波高及び水位上昇量の実験結果を示す。図中の●印は、従来の人工リーフに対応するもので、○印が本研究で提案する人工リーフに関するデータを示す。

波高分布に関しては、従来のリーフと提案するリーフとの間に有意な差は生じていない。しかし、平均水位の上昇量に関しては両者の差が明らかである。例えば、入射波高 4.2 cm の場合、提案するリーフ背後の平均水位は入射波高の 1 割程度も低下している。流れは、リーフ上で射流となり、 $x/L_0=2.0$ ($L_0=2.25$ m) 付近で跳水を発生させ、背後の水位に接続している(現象面の詳細は津嘉山(1991)を参照されたい)。この時、リーフ背後の平均水位はほとんど上昇していない。一方、従来の人工リーフの場合、堤背後の平均水位上昇量は入射波高の 3 割にも達している。

図-6 に示す入射波高 10.5 cm の波に対しては、波高の変化が砕波帯で若干異なっている。戻り流れを許したリーフの場合、リーフ上で流れが形成されるため、流れの効果で砕波点が岸側に移動している。但し、リーフ上をある程度進行した所では両者の差異は認められない。

平均水位に関しては、リーフ上で両者の差は倍程度になっている。リーフ背後となる $x/L_0=2.0$ では、平均水位の上昇量は、殆ど生じていない。この時、岸側で両者の差は実スケールで約 2.5 m となり、提案するリーフによ

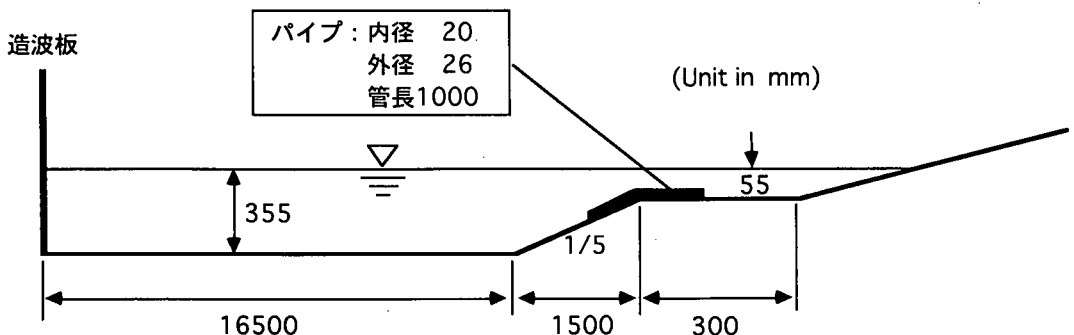


図-4 鋼管を用いた人工リーフに関する実験装置概要図 (model-2)

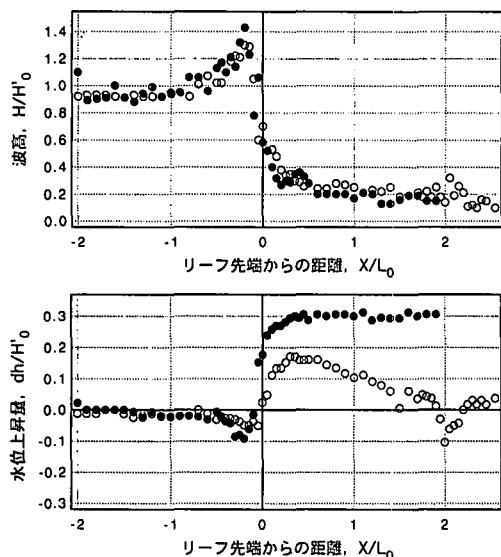


図-5 波高分布及び水位上昇量の分布 (入射波高 4.2 cm) (H_0 : 換算沖波, L_0 : 沖波波長)

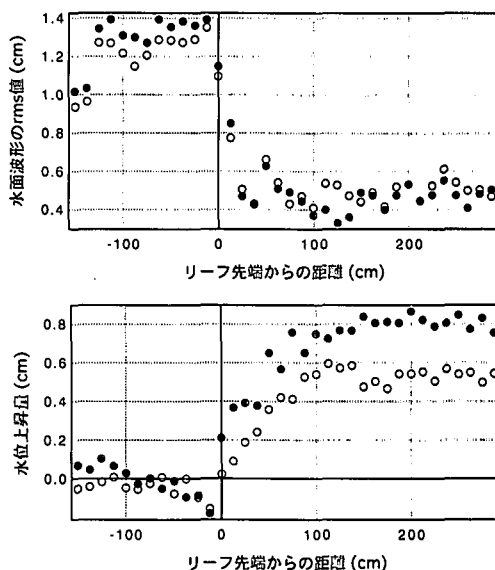


図-7 波高分布 (rms) 及び水位上昇の分布 (入射波高 4.0 cm, 周期 1.0 秒)

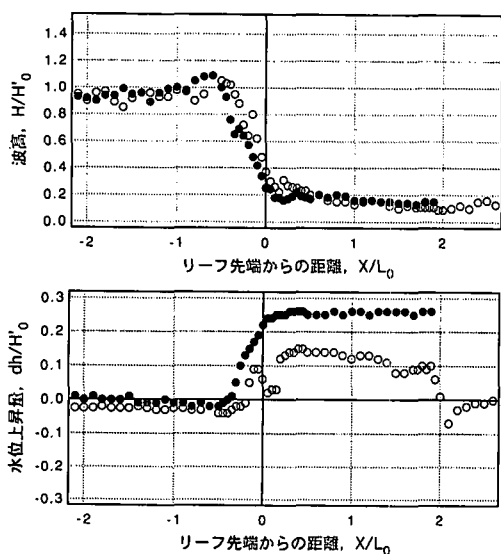


図-6 波高分布及び水位上昇量の分布 (入射波高 10.5 cm) (H_0 : 換算沖波, L_0 : 沖波波長)

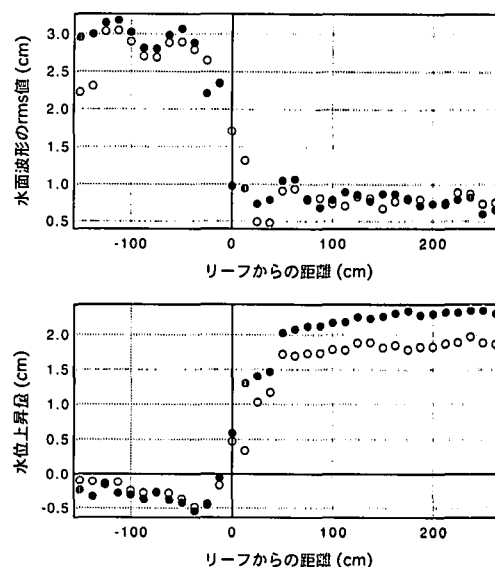


図-8 波高分布 (rms) 及び水位上昇の分布 (入射波高 8.0 cm, 周期 1.0 秒)

る平均水位のコントロールの有効性が理解される。

図-7 及び 8 に、モデル-2 に対する実験結果を示す。この場合、斜面勾配が $1/5$ となっており、さらに人工リーフが外径 2.6 cm の鋼管を水槽に一様に敷き詰めたものからなっている。基礎となる海底形状は図-4 に示すようにステップ型であり、天然のリーフ海岸にも当てはまる。

図-7 に示すように、波高分布を示す水面形の rms 値は、従来型と提案するリーフの場合とで若干の相違はあるものの殆ど同じ傾向を示している。しかし、平均水位

上昇量に関しては、両者に差異が生じており、砕波点辺りから岸側にかけての分布形が異なり、堤背後では、両者に 0.25 cm 程度の差が生じている。

図-8 に示す入射波高 8 cm の場合も波高の変動には両者の差はあまり見られない。しかしながら、水位上昇には差があり、堤背後で約 0.45 cm の差を生じている。

これらの実験は、相似則をフルード則に従わせており、長さの縮尺は $1/100$ となっている。これらの結果から、鋼

管を用いた場合の効果としては、従来のリーフに比べて $0.25 \sim 0.45 \text{ m}$ の水位低下が期待される。

図-9 に、モデル-1 に関して不規則波を用いた実験結果を示す。図中 no flow が従来のリーフに関するデータであり、flow が提案するリーフに対応している。

不規則波を用いた場合でも、波高の変化は殆ど両者に変化が認められない。しかし、平均水位の上昇量に関しては圧倒的な違いが生じている。また、サーフビートの振幅に関しても、リーフ上でのみ変化が出ている。サーフビートの振幅は、従来の人工リーフの場合の約半分になっている。

以上のように、本研究で提案する人工リーフは、波による水位上昇量をかなりコントロールすることが実験的に明らかとなった。水位をまわりよりも低くすることが可能となったことから、海浜流もそれに従いコントロールされるものと期待される。また、人工リーフは人工ビーチでも用いられることも多く、リーフの波浪低減効果に加えて新たに海水交換作用の機能をも持たせ得ることも期待される。

また、この工法を漁港や港湾などの防波施設として利

用すれば漁港などの水位上昇量を押さえ得る可能性があると共に、海水交換率を高めることも可能と考えられる。

山下ら (1995) は、人工リーフのブロックの安定の検討で図-5 及び 6 に対応するような実験結果を得ている。彼らの実験は従来の人工リーフに対する実験となっており、研究目的も異なる。しかし、彼らの実験成果からも本研究で示す新たな人工リーフによる水位上昇の制御の可能性を読み取ることができる。

5. おわりに

図-5~9 に示すように、提案する人工リーフが平均水位上昇量及びサーフビートの振幅の低減に大きな効果を有することが実験的に示された。

本研究で示した実験は二次元実験であり、現地での人工リーフの設置状況と大きく異なる。すなわち、現地での人工リーフは普通いくらかの間隔を設けて設置される。平面的な配置を考えれば、人工リーフまわりの波浪・水理現象は明らかに三次元的に生じているものと判断される。このようなことから、今後は三次元的な実験とパイプの摩擦損失などの影響に関する検討が必要と考えら

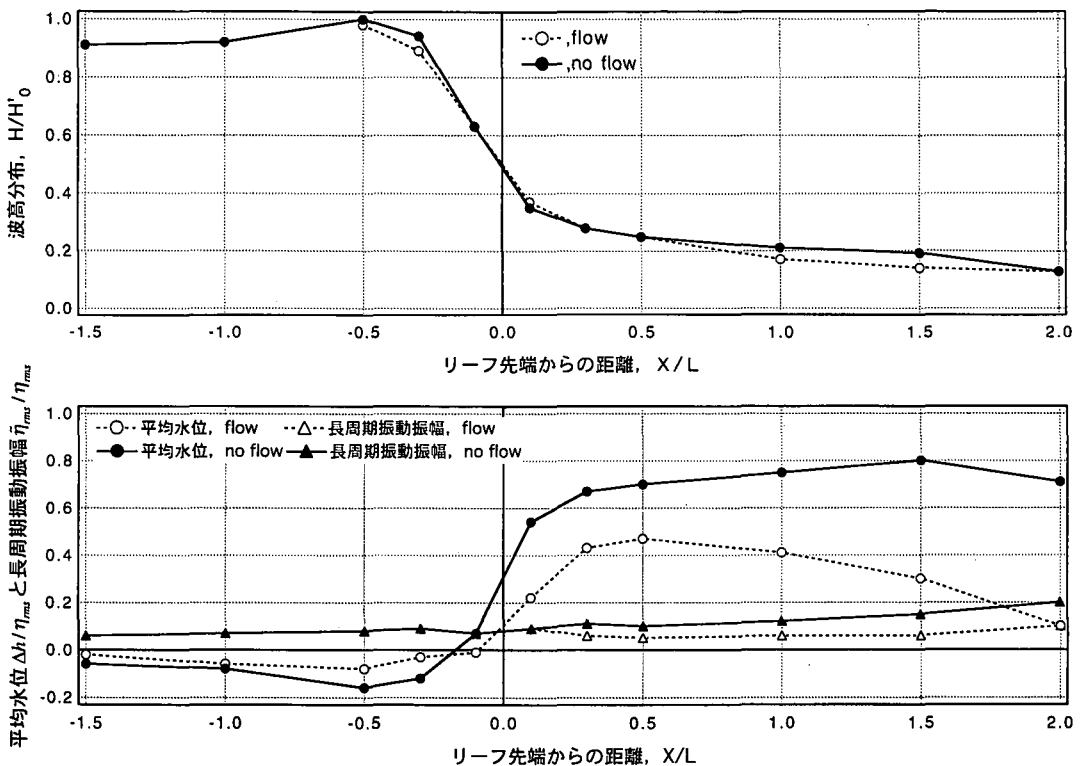


図-9 不規則波を用いた場合の実験結果、

(有義波高 8.0 cm , 有義波周期 1.1 s
 η_{rms} : 波の rms 値, $\tilde{\eta}_{rms}$: サーフビートの rms 値,
 Δh : 平均水位上昇量, L : 沖波波長)

れる。

本研究を実施するに際し、当環境建設工学科の宇座俊吉技官にご協力頂いた。ここに記し感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 宇多高明 (1994): 現場のための海岸 Q&A 撰集, (社) 全国海岸協会, 236 p.
- 宇多高明・竹内正幸・筒井 雄 (1996): 暗渠と人工リーフを併用した新しい加工処理工に関する実験的検討, 海岸工学論文集, 第 43 巻, pp. 611-615.
- 津嘉山正光 (1991): リーフ上の波の変形に関する研究, 学位論文, 143 p.

- 仲座栄三・津嘉山正光・田中 聡 (1994): リーフ海岸における波・サーフビートに関する研究, 海岸工学論文集, 第 41 巻, pp. 86-90.
- 仲座栄三・津嘉山正光・大城真一 (1997): 新たな人工リーフの開発, 琉球大学工学部紀要, 第 53 号, pp. 27-30.
- 山崎丈夫・宇多高明・衛門久明・小俣 篤 (1992): 「人工リーフの設計の手引き」とその留意点, 海岸工学論文集, 第 39 巻, pp. 651-655.
- 山下俊彦・平野明德・小野敏行・佐伯 浩 (1995): 人工リーフの水理特性とブロックの安定への環流の効果に関する実験的研究, 海岸工学論文集, 第 42 巻, pp. 766-770.
-