

琉球大学学術リポジトリ

新たな人工リーフの開発

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学工学部 公開日: 2010-02-23 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 仲座, 栄三, 津嘉山, 正光, 大城, 真一, Nakaza, Eizo, Tsukayama, Seikoh, Ohshiro, Shinichi メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/15828

新たな人工リーフの開発

仲座栄三*・津嘉山正光*・大城真一**

Development of a New Artificial Reef for Control of Beaches, Waves and Currents

Eizo Nakaza*, Seikoh Tsukayama and Shinichi Ohshiro**

Abstract

A new type of artificial reef has been developed. The proposed reef has a hydrodynamic function allowing the return flow or undertow. Very small wave-set up, therefore, is exerted around the reef. The flow pattern of wave-induced currents behind the reef are almost same to one induced by a detached type breakwater, but the flow direction is opposite to the flow around the existing artificial reef. The proposed reef should be very effective for control of naturally sand beach against incoming high waves, and for land protection against storm surges.

1. はじめに

サンゴ礁海岸に立って海を見るとき、岸からいくらか離れた沖で波が砕ける様子が見える。特に、沿岸方向にどこまでも伸びるようなサンゴ礁海岸では、その様子があたかも無限に続く白い噴水列のように見える。その昔、重税に苦しむ庶民はその様を「真っ白な紬に変わってくれ」と念願し、また足下の砂が「粟であるならば」と切に願ったことが民謡に歌われている。

沖縄地方では、海は「ニライカナイ」であり、方言で「ウミアッチャー」が意味するように「歩けるもの」として表現される。特に漁師でなくても干潮時には誰もが海に出て、それこそ何処までも歩け、また海の幸を得ることができた。冬場のイザリ火は昼間見たあの紬の列を飾る輝きのようにであった。

ここで共通することは、礁池（イノー）がまさしく母なる海をつくりだし、サンゴ礁がそこに住む人々を暴波浪から守ってきたことである。

最近、日本の海岸工学はそのサンゴ礁が有する防波効果に注目し、暴浪に対する防災対策として人工リーフや幅広潜堤をつくり出した。また、今や時代は防災や国土保全に対しても景観性を要求し、海岸構造物の

多くも親水性を要求されるに至り、その姿が水面下に隠れた潜堤の建設が求められるようになって来ている。人工リーフは、その規模からして従来の離岸堤工法と比較して大幅な建設経費の増加につながる。しかしながら、人工リーフは天然のリーフの消波機能をまねて作り出されただけに、波の波高を減衰させるという水理学的機能に関しては優れた面を有し、現地実験でもその有効性が実証されつつある。

人工リーフの開発にあたっては波高減衰機能を期待する傍ら、2次的な効果として、背後への堆砂機能も期待されている。しかしながら、人工リーフが来襲波を強制的に砕波させ、著しい波高の減衰を生じさせているため、背後で水位上昇が生じると共に、その天端からは岸向きの強い海浜流を発生させ、普通の離岸堤とは全く逆方向の海浜流を形成させてしまう。また、この空間的に不連続な非定常海浜流の形成は新たな長周期波の形成につながる場合もある（後に詳しく説明する）。

本研究の主たる目的は、上述した従来の人工リーフが有する欠点を改良し得る新たな人工リーフの開発を行うことにある。

筆者らは、沖縄のサンゴ礁海岸で得られた波浪データを詳細に検討しているとき、サンゴ礁の切れ目から沖に向かう流れがかなり大きいことに着目した。また、その流れが存在する所で水位の上昇量が小さいことに

受理：1996年11月29日

*環境建設工学科

(Dept. of Civil Eng., Fac. of Eng.)

**海岸環境調査研究所

(CEREC, Co.)

本研究の一部は海岸工学論文集, Vol. 36にて発表済みである。

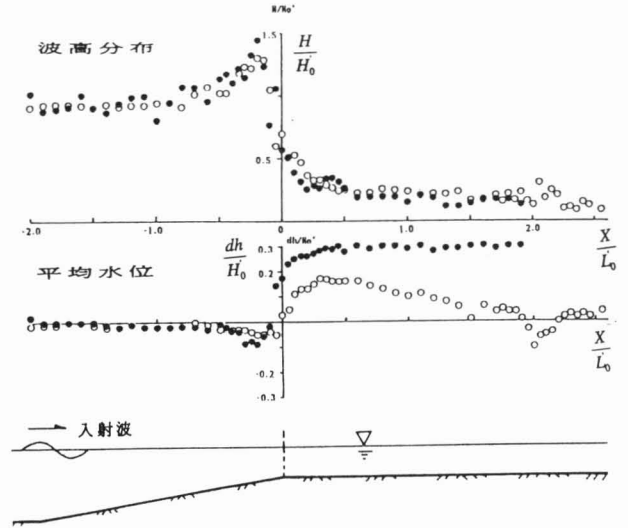
気づき、その原理を応用して人工リーフや天然のリーフ上の水位上昇を人工的に押さえることが可能でないかということに気づいた。都合の良いことに、津嘉山・仲座ら（1989）は、リーフ上の波の変形と水位上昇量に関する研究の中で、リーフ背後に二次元的な流れが形成される場合は水位の上昇が殆ど生じないとする実験結果をすでに得ていた。このことで新たな人工リーフに対する理論及び実験的な根拠を与えることができ、ここにその提案が可能となった。

2. リーフによる波の変形と水位上昇量

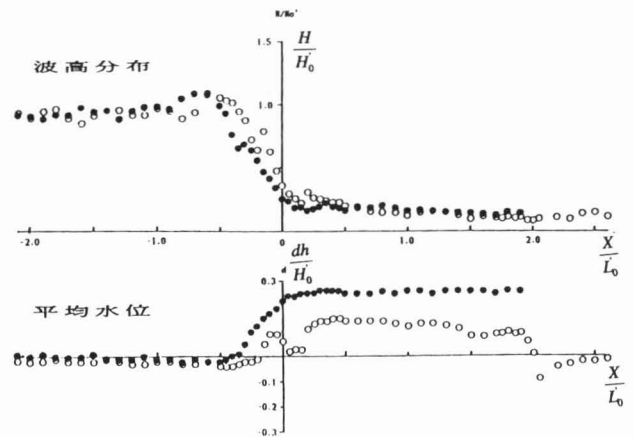
図-1に、リーフ上の波の変形と水位上昇の実験結果の幾つかを示す。これらの実験結果は、現地スケールで周期を12秒と一定に保ち、入射波高を4.2m及び10.5mと変化させた場合に対応する。図中には、●及び○の印で示すデータが書き込まれているが、ここでは●印で示すデータのみ注目して頂きたい。図示のとおり、入射波高はリーフの先端付近から指数曲線的に減衰している。これが、砕波による波高減衰である。一方、水位上昇量は、波高が減衰するのにほぼ連動する形で上昇し、リーフ上では入射波高の約3割にも達している。このことは、例えば、台風などによって波高が10m程度の波が発生し、それがリーフ上で砕波するとき、岸近くの海面は約3m程度も（約1階建ての家屋の高さまでも）上昇することを示している。すなわち、たとえ砕波という形で来襲波浪に立ち向かっても、その波のエネルギーの大半は別の形で密かに存在していることになる。

図-2に、海岸に人工リーフを建設した場合の波の数値計算結果とその周りに形成される海浜流の概念図を示す。図中ベクトル表示してあるのは、波の波高の大きさと向きを示す。図示のとおり、人工リーフの周りや背後は波高が相当減衰し、静穏な海域となっている。この結果に図-1で示した結果を勘案すると、人工リーフの周りには図示のような海浜流系が形成されることになる。なぜならば、波高減衰が著しい所ほど水位上昇が高くなり、一般に水位の低い所に向けて流れが生じるからである。

図-3は、従来より越波対策や侵食防止策などとして用いられてきている離岸堤工法の場合の流れや堆砂の概念図である。この場合、図-2に示す流れと逆の海浜流が形成され（波向きも殆ど同じ向きである）、



(a) 入射波高4.2m



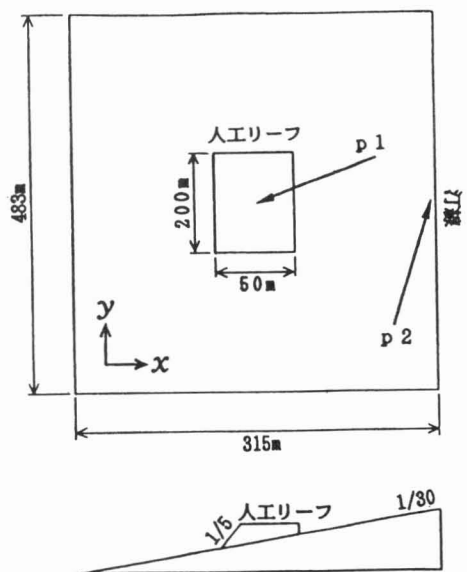
(b) 入射波高10.5m

図-1 リーフ上の波の変形及び水位上昇量
(●従来の人工リーフ, ○新たな人工リーフ)

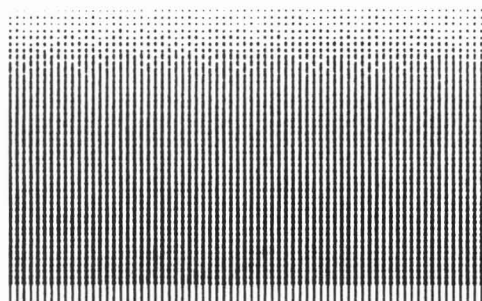
普通その流れにほぼ従うように砂の堆積が形成される（トンボロの形成）。当然ながら、離岸堤の背後では周りより海面が低下していることになる。

以上のことから、従来の人工リーフが有する水理学的問題点を列挙すれば以下ようになる。

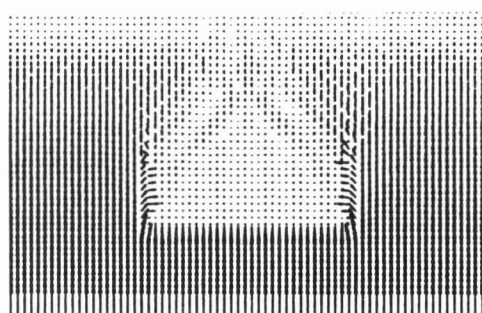
- 1) 堤体背後の平均海面が周りより高くなる
(水位上昇)
- 2) 従来の離岸堤と逆向きの海浜流系の形成
- 3) 新たな長周期波の形成
- 4) 海水交換性の低下
- 5) 堆砂効果の低下



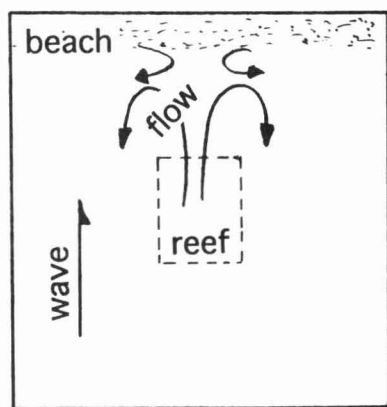
(a) 人工リーフの設置概念図



(b) 自然状態での波高分布



(c) 人工リーフ設置後の波高分布



(d) 流れの概念図

図-2 人工リーフ周辺の波高分布(計算値)と流れの概念図

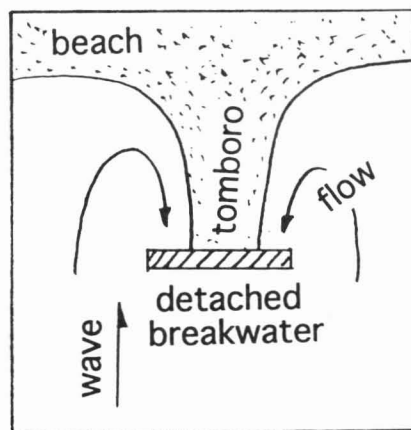


図-3 離岸堤周辺の流れのパターンとトンボロの形成

3. 新たな人工リーフの提案とその水理学的説明

従来の人工リーフが抱えている水理学的な問題点をいくらか改善することが可能となると、海岸の超自然的な防災対策や管理が可能となることになる。

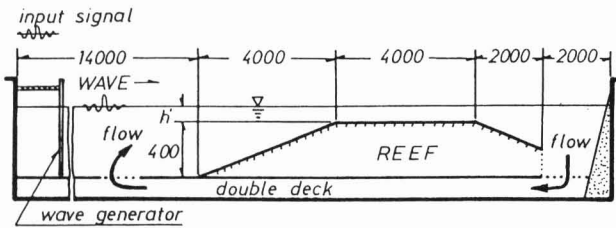
図-1に再度注目してみる。ここでは、●印及び○印で示すデータの比較を行いながら説明を行う。図中の●印と○印のデータとの違いは、実験に用いたリーフモデルの違いにある。図-4にその違いを示す。図示のとおり、●印で示すデータは、リーフ先端から岸側に離れたところで海岸部が存在する場合に相当し、定常状態ではリーフ上に断面平均流速が生じないような場合に対応する。一方、○印で示すデータは、リーフフラット部の背後にさらに水深増大部が存在し、さらにリーフの底部が空洞になっており、そこを通過して波による輸送水量が沖側に戻るよう工夫した場合に対応している。

図-1は、波高の変化に関しては、殆ど両者の違いがないことを示している。すなわち、来襲波浪の波高減衰効果(防波堤効果)に関しては殆ど同じであると言える。しかし、水位の上昇量に関しては、リーフ上で大きな違いが生じている。波の輸送水量をうまく戻してやるリーフの場合は、そうでない場合の半分以下となっている。驚くべきことには、汀線部付近に注目すると、水位上昇量が殆どゼロとなっていることである。

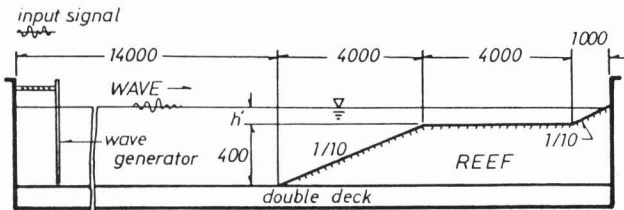
筆者らが提案する新たな人工リーフ(潜堤)とは、まさしく図-4(a)に示すような機能を有するリーフであり、戻り流れを生じさせる機能を有することにある。図-1に示す結果から、従来の人工リーフが有する水理学的問題点は殆ど取り除かれることになる。

設置による長周期波の新たな発生，琉球大学工学部紀要，第46号，pp.75-84.

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



(a) 新たな人工リーフをイメージした装置
(波の輸送水量を堤体を通して沖側へ戻す機能を有する)



(b) 従来の人工リーフをイメージした装置

図-4 従来の人工リーフと新しい人工リーフとに対する実験装置の概略

4. おわりに

本研究では，従来の人工リーフが有する水理学的な問題点を明確にし，その問題点の殆どを改良し得る新たな人工リーフの開発を行った。また，その有効性の一部を，断面二次元実験結果を基に明らかにした。さらに，本論では新たな人工リーフの水理学的機能の説明を分かり易く説明すると共に，その発想の経緯についても言及した。本研究で開発した人工リーフの理論的な解析はすでに終了しているが，その説明は本論の主旨から外れるため，現在行っている詳細な実験結果とともに別の機会に報告する予定である。

謝辞

本研究で述べた実験に際しては，当時土木工学科水工研究室技官（現在，環境建設工学科技官）宇座俊吉氏及び卒業研究に従事していた我喜屋邦浩氏（現在，浦添市役所技師）にご協力頂いた。ここに記し謝意を表します。

参考文献

津嘉山正光・仲座栄三・我喜屋邦浩（1989）：リーフ上の波の変形に関する研究，土木学会，第36回海岸工学講演会論文集，pp.70-74.

仲座栄三・津嘉山正光・田中聡(1993)：人工リーフ