

(一社) 建設コンサルタンツ協会
令和5年度 海岸・海洋セミナー

環境や利用に配慮した海岸保全について

琉球大学 工学部 社会基盤デザインコース
教授 仲座栄三

12/19 2023

1

現在の沖縄島、宅地の過密、自然海岸の消失



嘉手納から泡瀬地区までの市街地の現在の様子

2

都市計画100年の歴史



同じ倍率で見た基地内の住宅地

3

混沌



同じ倍率で見た沖縄市の住宅地

4

人工リーフの設置による
面的防御事例

(沖縄県、サンゴ礁海岸)

5



名護市東江海岸
9/29 2023
現地調査及び意見交換会
対象地

人工リーフ設置に対し、
地元からは、サンゴの生
育地をつぶすという根強
い反対意見もあった。

6



現在、たびたび台風時の高波による越波、砂の打上げ、飛砂、石積護岸被災など、背後地の災害が問題となっている。

7

2023年8月2日に沖縄本島を直撃した台風6号による災害調査より（琉球大学工学部水圏環境工学講座、福田准教授研究室調査結果）



東江海岸台風6号による被災

8

越波に伴う砂の打上げ、強風による飛砂



他のいくつかの海岸でも同種の問題が発生

9

平良湾の湾奥に設置された人工リーフ



10

平良湾（人工リーフの設置）



護岸上越波、砂の打上げによる被災が生じている

11

伊是名島における人工リーフ設置事例



12

高潮・越波、砂浜侵食対策であるが効果は疑問



13

対岸に見る自然の海浜堆積に学ぶことはないか



黄色の破線は、
J. Hsuの海浜安定
曲線（自然海浜形
状は、安定曲線と
ほぼ一致する）

14

J. Hsu 安定海浜形状による人工リーフ設置以
前の自然海岸線に対する安定形状の推定



15

浜の中央に突提を設置し、浜分割による2区間内
での安定化を検討（効果はあまり望めない）



16

浜両端の境界点の前出しによる浜全体での安定化
を検討（浜幅の増加を期待できる）



但し、後浜の高
さは高潮対策に
必要な高さを確
保する必要がある。

17

本部港北海岸、人工リーフ設置例



18

人工リーフ設置の選択肢でよかったか？



19

対岸に見る自然の堆砂に学ぶことはないか



20



J. HsuのParabolic
安定曲線の適用
による面的防御
の思索

21

水納島の事例



22

漂砂系を断ち切る港湾の建設位置の問題



港内埋没と砂浜
侵蝕の問題を抱
えている。
解決策案を後に
提示する。

23

宮古島前浜海岸の侵食事例



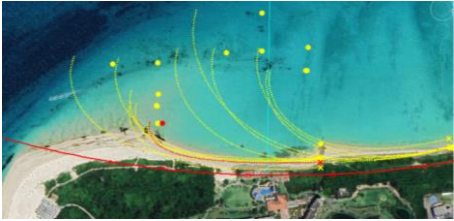
24

自然の漂砂系とその安定性を活かしたい



25

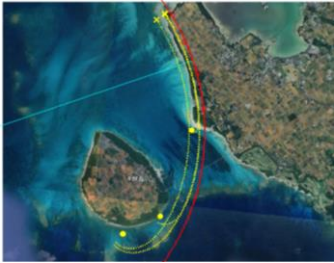
移動境界点という考え方



移動する境界点設定の試行錯誤
結論としては、さらに全体的な漂砂系での検討が必要

26

対応策案



北西端の境界点
の前出しによる
浜幅の増大が期
待される。

27

漂砂系を断ち切らない工夫としての
ウィングラス漁港方式の採用



施設背後にトンボロ
の形成、その両底端
部の侵食の発生など、
問題はいぜんとして
存在する。

28

人工リーフ設置の利点と問題点

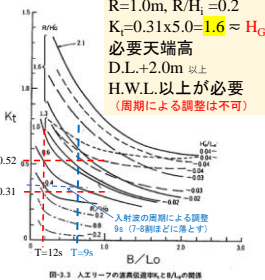
主なる利点（期待？）

- 1) 波の減衰効果による背後地の防御
- 2) 侵食防止
- 3) 景観への配慮

問題点

- 1) 周期の長い波に対して、波の減衰効果が低い
- 2) 離岸堤に比較し、広大な面積の占有（埋め立て、環境負荷）
- 3) 水位上昇量の増大、あらたな長周期波の発生
- 4) 侵食防止になり得るか？

29



人工リーフの高い透過率
の問題点（H.H.W.L.時）

- 1) $T_{1/3} = 12.0s$
- 2) $H_o = 11.0m$
- 3) $L_o = 224.0m$
- 4) $h = D.L. - 2.0m$
- 5) H.H.W.L. D.L.+3.0m
- 6) $B = 40.0m, B/L_o = 0.18$
- 7) $H_t = 0.45 \times 11.0 = 5.0m$
- 8) $R/H_t = 3.0/5.0 = 0.6$
- 9) $H' = K_t \times H_t = 0.52 \times 5 = 2.6m$
- 10) 合田の碎波変形の場合 $H_b = 0.15 \times 11.0 = 1.7m$ ($\tan\beta = 1/20$)

30

平常時の流れをあまり変えず、暴浪を減衰させ、リーフ上に岸向きの流れを発生させず、堆砂機能を有し、埋め立て面積を縮小させる（環境配慮型）万能策の考究

31

改善策の一例 開発したブロックの使用

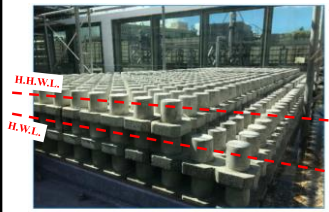
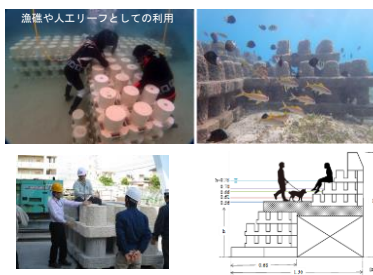


図-2 開発した消波ブロックを用いた人工リーフモデルの設置
透過型人工リーフの水理特性に関する研究：宮里ら、土木学会論文集B2（海岸工学）. Vol. 76, No. 2, 1_763-1_768, 2020

H.W.L.時には干出
H.H.W.L.時の暴浪に対して作用し、リーフ上
岸向き流れの形成を減少させる。
人工リーフ向にかう離
岸流の発生を期待
緩やかな潮流に対して
は完全透過的な作用

32

開発ブロックの現地設置例及びハーモニーテラス



コーラル
ハーモニー
テラス
人の直接的利用
（海のテラスや
壮大な観客席と
しての利用）を
想定した消波護
岸

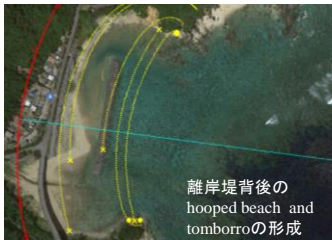
33



楚洲海岸

人工リーフ案を
消波ブロックによ
る離岸堤に変更し
た越波対策事例

34

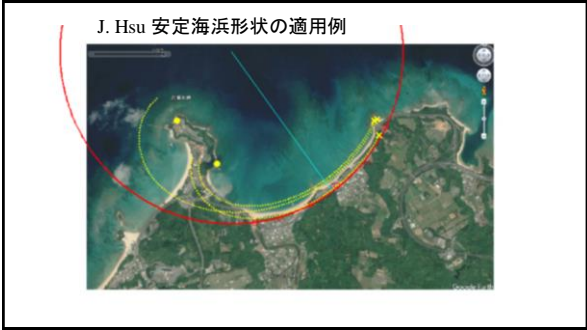


35

Application example of J. Hsu's stable beach geometry



36



37



38

ウミガメ・陸ヤドカリ類への配慮

自然石・セットバック方式による
環境配慮型の護岸の設置事例

(高潮対策事業及びエココスト事業)

39



40



41



42



43



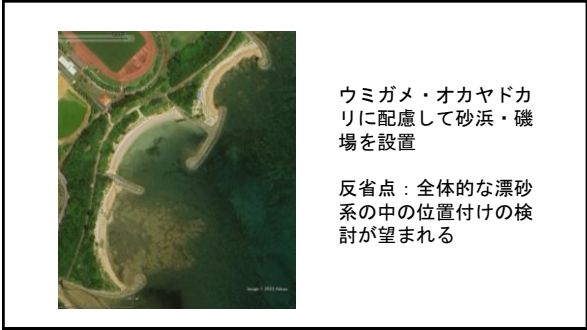
44



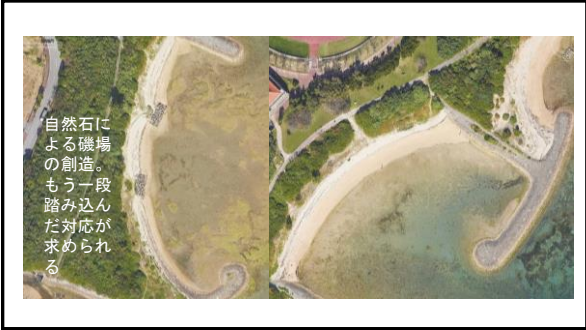
45



46



47



48

護岸を造らず
突堤のみによる対策事例

エココスト事業

49



宮古島諸島
水納島

自然の漂砂系に
一体化した港湾造り

漂砂による港湾埋没が
問題となっていた水納港

50



防波堤に接続する突堤を
J.Shuの安定海浜曲線の形に設置

51



John H. さん自身による検討結果

Hi Nakaza-san.

Thanks for your continuous
interest in applying my
parabolic model.
As suggested, I have
attempted to verify the
stability for the case on
Minna-Island in Miyako-Jima,
using MeePaSoL software.
Good result is found (attached).

The fitting can be refined.
Please try it out by yourself.

Cheers
John H

赤色線は、Dr. J. Hsuによる。黄色線は仲座による予測値

52

宮古島水納島港の成功事例を、
沖縄島北部水納島港へ活かす



53

防波堤の無い港湾事例



700m 沖出し岸壁と
港湾奥に形成された海浜

54



埋め立て前の安定海浜形状の推定

55



56

まとめ

- 1) 防災と環境保全の一体化
- 2) 防災工法の選定とJ. Hsu曲線による海浜の安定性検討
- 3) 漂砂系の局所的把握と広域的な把握

57