

人工リーフ上での斜め入射波の特性

徳島大学大学院○学生員 吉田善昭

神戸大学大学院 学生員 増味康彰

徳島大学工学部 正 員 中野 晋

徳島大学工学部 正 員 三井 宏

1. 研究目的 一般に離岸堤の天端高が静水面以下になると、波浪の伝達率は急激に上昇する。漁船の大型化に伴って、人工リーフに対し2m以上の天端上水深が要請されており、その機能の低下が予想される。この機能を強化するには、集波力を持つリーフを交互に配置することが考えられ、また、最近無シーズン化、広域化、国際化の傾向にあるサーフィンの貴重な場とも共存可能と思われる。サーフィンには砕波高、peel angle, peel velocity の3者が重要な因子とされている。この研究では、防災機能とサーフィン機能を備えた人工リーフの設計基礎資料とするため、直線人工リーフを設置した場合、斜め入射波の上述の3因子がどのように変化するかを模型実験により明らかにする。

2. 実験装置および実験方法 水深 $h_0 = 35\text{cm}$ の平面水槽中の一様勾配 1/30、汀線と造波板のなす角度 30° のモルタル製海浜の上に、図-1に示す断面形状の模型人工リーフを中央粒径 3.0cmの碎石で作成した。リーフの天端上水深はいずれも10cm、堤脚水深 h は 15, 20, 30cmの3種類で、それぞれ REEF 1, 2, 3 とした。実験波は平常時の入射波として周期 $T = 1.3, 1.5$,

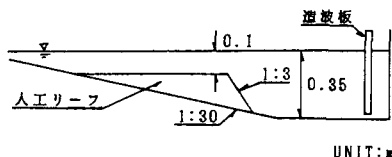


図-1 模型人工リーフ

1.7 sec (換算深海波形勾配 H_0'/L_0 はそれぞれ 0.030, 0.022, 0.017 で、いずれもリーフ斜面上で砕波する) の3種類、荒天

時の波として $T = 1.3, 1.5$ sec (H_0/L_0 はそれぞれ 0.038, 0.034 で、いずれもリーフよりも沖で砕波する) の2種類を用いた。汀線に直角に10cm間隔に並べた4本の波高計を逐次移動してリーフ上、およびリーフ前面の水位変動を計測し、空間波形の時間変化から砕波高などを求めた。また、汀線に平行に進行する砕波の波速 (peel velocity) をストップウォッチで測定した。

3. 実験結果と考察 図-2は海底勾配 $\tan\beta$ と沖波波形勾配 H_0'/L_0 による砕波形式の分類図¹⁾に実験値をプロットしたものである。実験では全ケースにおいて巻き波型砕波が観察されたが、この分類では崩れ波型砕波となるもの

も含まれており、リーフの設置により砕波形式が変化したと考えられる。次に図-3に砕波高 H_b を砕波水深 h_0 で無次元化した相対砕波高と換算深海波形勾配との関係を示す。図中の実線は斜面勾配 1/30 についての合田²⁾の実験曲

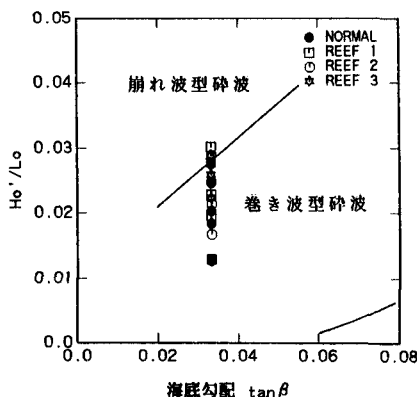


図-2 砕波形式

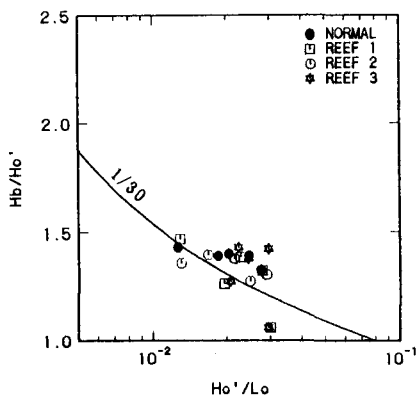


図-3 相対砕波高と波形勾配

線である。これによると、自然海浜モデルの相対砕波高(●印)は合田の実験曲線に概ね一致している。リーフモデルの値はばらついているが、自然海浜および各リーフ間での著しい相違は認められず、したがって、リーフによる砕波高の増大効果は期待できないことが分かる。

Pratte et al.³⁾ は peel velocity V_s がサーフボードの速度に等しいと仮定して、砕波高 H_b および peel angle α_b (砕波点での屈折角) の関係を求め、 H_b と V_s が大きいほど優れたサーフィン技術を要するとして、図-4 に示す破線および一点鎖線を提案している。図中の実線は実験結果に基づく補正值を用いて、以下の方法で求めた計算結果である。孤立波理論によると波速は

$$C_b = \sqrt{gh} \left\{ 1 + \frac{1}{2} \frac{H_b}{h_b} - \frac{3}{20} \left(\frac{H_b}{1.20h_b} \right)^2 \right\} \quad (1)$$

で求められる。これに $H_b/h_b = 0.83$ を代入すれば、砕波の波速は次式のように砕波高で与えられる。

$$C_b = 1.31\sqrt{gH_b} \quad (2)$$

一方、 V_s は図中の幾何学的関係により、

$$V_s = C_b / \sin \alpha_b \quad (3)$$

であるが、この計算値は実験結果よりもかなり大きく、平均値として 1.563 倍の値となった。そこで式(3)をこの値で補正して変形すれば、 V_s をパラメタとして、次式のような H_b と α_b の関係が得られる。

$$\alpha_b = \sin^{-1} \left(\frac{1.31\sqrt{gH_b}}{1.563 V_s} \right) \quad (4)$$

同一 peel angle、砕波高においては Pratte et al. が破線で示した peel velocity よりもかなり小さい値になっている。

図-5 に相対打ち上げ高の実験結果を示す。これによると、

従来の研究成果同様に、換算深海波形勾配が大きいほど相対打ち上げ高が減少する。また、人工リーフの規模が大きくなるほど、リーフ設置による打ち上げ高の低減効果が顕著になる。

4. まとめ 以上を総合すると、人工リーフを設置することにより、通常崩れ波型砕波であるはずの海浜であっても、巻き波型砕波に変えられる可能性がある。砕波高は、リーフ設置前の自然海浜とほとんど変わらない。緩勾配の人工リーフに対する Pratte et al. の研究成果に比較して peel velocity はかなり小さい。荒天時の波の打ち上げ高は、リーフによって明らかに小さくなる。

参考文献

- 1)たとえば、土木学会：水理公式集(昭和60年版)，510p.
- 2)たとえば、佐藤，合田：海岸・港湾(新訂版)，59p.，彰国社
- 3)Pratte T.P., J.R. Walker, PhD.P.E., P.E. Gadd and C.B. Leidersdorf : A new wave on the horizon towards building surfing reefs nearshore, Coastal Zone, 1989, pp.3403-3411

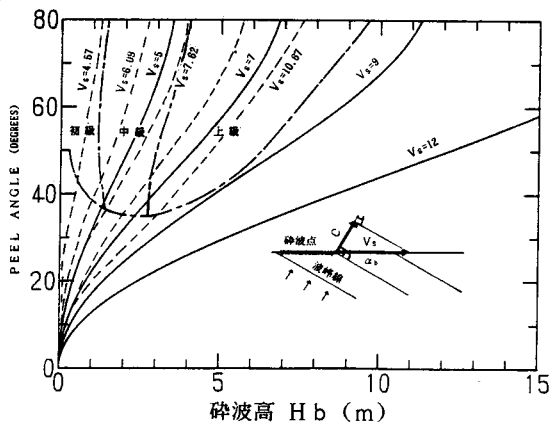


図-4 peel velocity とサーフィン難易度

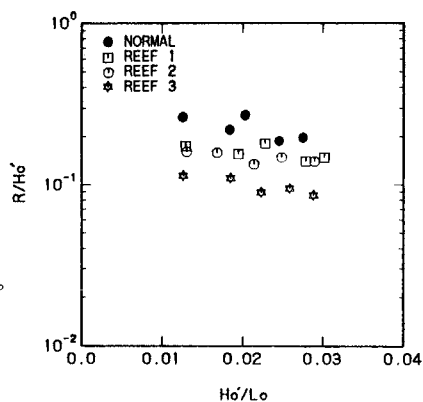


図-5 波形勾配と相対打ち上げ高