

II-327 人工リーフとサーフィンの共存

徳島大学大学院 学生員 ○ 吉田 善昭

徳島大学工学部 正会員 中野 晋

徳島大学工学部 正会員 三井 宏

1. はじめに

近年、余暇時間の増加に伴い、マリンスポーツに対する関心、欲求が高まってきている。これまで、少数の人が愛好していたサーフィンも無シーズン化、広域化しつつあり、過疎化の傾向にある適地では、人集めの貴重な場として、このスポーツが見直される傾向にある。ところが、こうした適地では、突堤、離岸堤、海岸堤防などによって貴重なサーフィン適地が少なからず失われつつある。これまでに、サーフィンに適する波の聞き取り調査をサーファーに対して行ったが、その結果、サーフィンに適した波を発生するための恒常的な条件として最も重要なのは海底地形であることが判明した。ここではサーフィンと共存可能な海岸構造物の基本形と考えられる人工リーフにおける砕波の性状を模型実験で明らかにする。

2. 模型実験

実験装置を図-1に示す。1:20勾配の自然海浜に3種類の堤脚水深 $h=10, 12.5, 15\text{cm}$ と1種類のステップ水深 $h_s=5\text{cm}$ を持つ人工リーフを設置し、4本の波高計を5cm

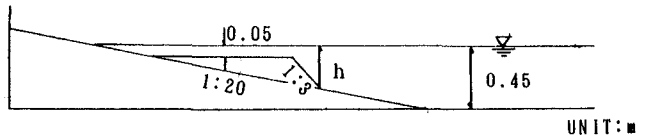


図-1 実験装置

間隔で逐次移動してリーフ上、およびリーフ前面水域の水位を計測した。なお、人工リーフの1:3斜面上で砕波する規則波を用いた。

サーフィンに適する波の特性は、砕波点から突込点までの波の持続時間 t' および距離 l が長く、その前面角度 α が大で、ステップ上の静水深 h_s に比べて砕波高 H_b が大きいことであると思われる。これらの量の実験結果を図-2～5に示す。なお、図中黒く塗りつぶした記号は、実験中にリーフの天端が露出して危険と思われるケースであり、 $h_s/H_b \approx 1$ がこの境界値であると思われる。これらの実験結果に共通して、相対ステップ上部水深 h_s/H_b が大きいほど、surf similarity parameter $\xi (= \tan \theta / (H_b/L_0)^{1/2})$ 、 θ は仮想勾配法による)は小さくなって崩れ波型砕波に近くなり、 h_s/H_b が小さいほどは大きくなって砕波における巻き波の程度が強くなっている。砕波点から突込点までの砕波の相対持続時間 t'/T と ξ との関係を示す図-2においては、 h_s/H_b が大、すなわち ξ が小さくなると t'/T は大きくなる傾向が認められ、崩れ波に近い波の方が巻き波よりも相対持続時間は長いと思われる。一方、砕波点から突込点までの相対距離 l/h_s を示す

図-3においては、 t'/T の場合とは逆に、 ξ が大きくなるにつれて l/h_s は増加の傾向にある。このことは、 h_s/H_b が小さくて巻き波型砕波になる場合は、 l/h_s は小さいが t'/T は大きく、 h_s/H_b が大きくて

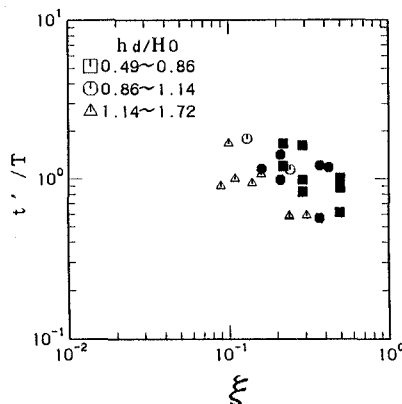


図-2 相対持続時間と ξ の関係

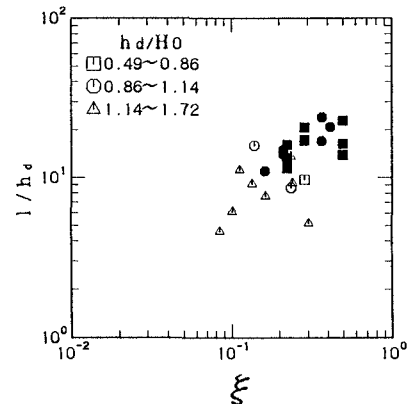


図-3 相対距離と ξ の関係

崩れ波型碎波に近い場合にはこの逆となることを意味する。碎波高と静水深との比 H_b/h_d と ξ の関係を示す。図-4 においては、当然のことながら、沖波波高 H_0 が大きい（ h_d/H_0 が小さい）方が H_b/h_b が大きく、その結果、 ξ が増加すると h_d/H_0 は大きくなる傾向を示している。碎波点から突込点での波の前面角度の平均値 α と ξ の関係を示す図-5において、理由はよくわからないが、 α が極小となる ξ が存在するように思える。

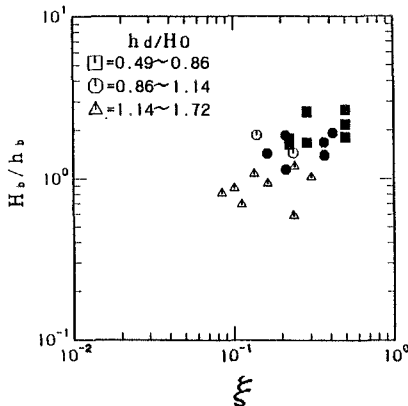


図-4 碎波高と ξ の関係

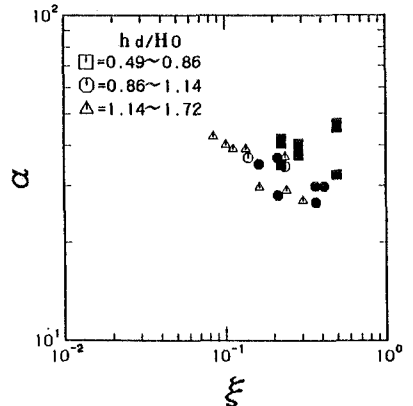


図-5 前面角度と ξ の関係

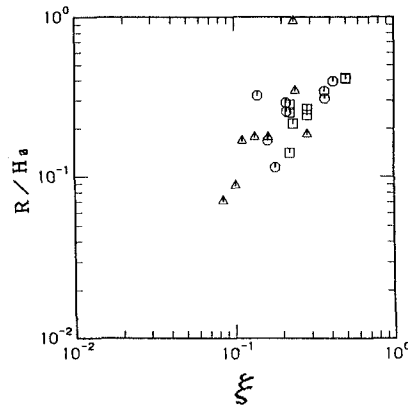


図-6 相対打ち上げ高と ξ の関係

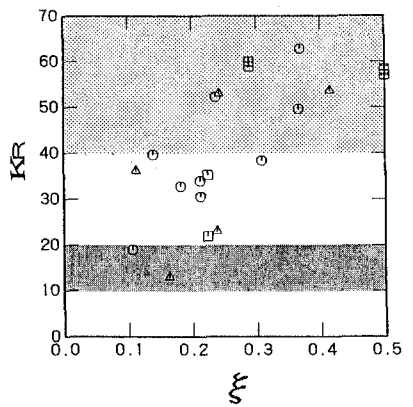


図-7 反射率と ξ の関係

図-6は相対打ち上げ高 R/H_0 と ξ の関係を示したものである。これによると、 ξ が大きくなると相対打ち上げ高も大きくなっている。打ち上げ高の実験値がばらついている原因としては、海浜の断面形状が複合断面であるためと考えられる。合田らの入反射分離法を用いて算定した反射率 K_R の実験結果と ξ の関係を図-7に示す。図中に示した上方の網かけは勾配1/3~1/2の滑面，下方は自然海浜の反射率の範囲である。 ξ が大きくなると K_R は明らかに大きくなる傾向を示す。また、ステップを設置した海岸では、沖波波高 H_0 が相対的に大きい（ h_d/H_0 小、 ξ 小）場合には自然海浜なみの反射率になり、 H_0 が相対的に小さい（ h_d/H_0 大、 ξ 大）場合には緩勾配滑面なみの反射率になっており、碎波点の位置が反射率を支配するものと考えられる。

3. あとがき

以上を総合すると、 $h_d/H_0 \approx 1$ がサーフィンにとって危険な波になる境界値となる。 h_d/H_0 が大きく、結果的に ξ が小さい場合には、 H_b/h_b が小、 t'/T が大、 $1/h_d$ が小、すなわちパワーはないが、波の周期のわりには比較的持続時間が長い初心者向けの波と言える。 h_d/H_0 が小さく、はっきりした巻き波が生じる ξ が大きい場合には、波高が大きく、比較的長い距離を短時間で走る上級者向けの波になると思われる。打ち上げ高、反射率はともに海浜の断面形状が大きな影響をおよぼすと考えられる。なお、斜め入射の場合には、人工リーフに沿って碎波が長時間進行することになる。また、円弧状の人工リーフでは屈折による波高増大やサーファーにとって都合な離岸流の発生を促進する効果が期待される。これらは今後研究する予定である。