

II-420

サーフィン機能と防災機能を持つ人工リーフの基礎的研究

徳島大学工学部 正会員 三井 宏

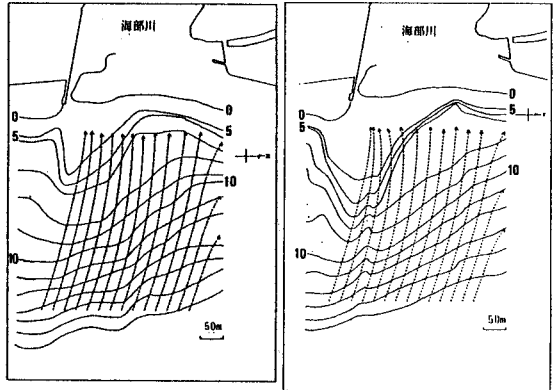
徳島大学工学部 正会員 中野 晋

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

1. 研究の目的 国民生活様式の変化に対応して海洋性レクリエーションが一層盛んになってきている中で、サーフィンは年々人口増加、国際化、無シーズン化、広域化する傾向にある。一方、防災機能に主眼を置いた海岸構造物の新設により、多くの貴重なサーフポイントが消滅する恐れがある。この研究では、サーフィン機能も備え持った人工リーフに着目し、その形状を決定する参考資料として、日本で有数のサーフポイントである海部川河口部の海底地形測量を行い、屈折図を作成して考察をした。また、模型実験により人工リーフの最も基本的な形状である直線上の人工リーフに斜めに入射する波がサーフィンにとって重要な因子である砕波高, peel angle, peel velocity にどのような影響を及ぼすかを明らかにする。

2. 計算結果 近年にないサーフィンに適した砕波が起こっていることが確認された平成2年の海部川河口部において深浅測量を同年12月に行い、等深線図を作成した。この測量結果および徳島県の調査による平成元年の等深線図を用い、平成元年および2年の入射角 70° の場合の微小振幅波理論による屈折図の計算結果をそれぞれ等深線図とともに図-1および2に示す。これらの等深線図によれば、いずれの年も河口テラスが沖に伸びているのが分かる。とくに、平成2年の場合は、はっきりとした大きい河口テラスが生成しているため、入射波のエネルギー



収束の度合いが大きく、また河口テラスの斜面勾配が急であるために巻き波型砕波が発生し易くなっているものと思われる。屈折図によれば、平成2年の波向線は明らかに平成元年のものよりも屈折による収束の度合いが強く、このため大波高の斜め砕波が発生して、その継続時間(換言すれば波乗り時間)も長いと思われる。これらが原因となって平成2年には近年にないサーフィンに適した波が発生したものと思われる。その他の入射角による屈折図と比較すると、両年とも入射角が 70° の波の屈折率が大きく、サーファーへの聞き取り調査による南東方向からのうねりが最適であるという結果と一致している。これらより、波のエネルギーが収束し、しかも斜め砕波が適当な区間にわたって継続進行するような人工リーフの形状がサーフィンに適していると思われる。つぎに、その基本形である直線状の人工リーフにおける斜め砕波の特性を模型実験により明らかにする。

3. 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 $1/30$ 、汀線と造波板とのなす角度 30° のモルタル製海浜の上に、図-3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

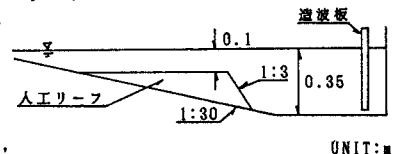


図-3 模型人工リーフ

時の入射波として周期 $T=1.3, 1.5, 1.7\text{sec}$ (換算深海波形状勾配 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 $T=1.3, 1.5\text{sec}$ (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の変動を計測し、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。

4. 実験結果と考察 図-4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

砕波が確認されたが、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。図-5に

砕波高 H_b を砕波水深 h_b 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

実験曲線である。これによると、自然海滨モデル（●印）

は合田の実験曲線に概ね一致しており、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。

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 。（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者を要するとして、図-6

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

本実験結果に基づき、孤立波理論による波速を補正して求

めた計算結果である。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-7に相対打ち上げ高の実験結果を示す。図中の曲線

はSaville⁴⁾の1/30一様勾配の実験曲線である。これより、斜め入射と汀

線に直角に入射の場合を比較すると相対打ち上げ高はほぼ一致している

ことが分かる。従来の研究結果同様、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。

謝辞 浅浅測量図などの貴重な資料を提供して頂いた徳島県日和佐土木

事務所、(株)大竹組の関係各位ならびにサーフィンの波について御助言

頂いた徳島大学歯学部宮本雅司氏、サーフショップ・ブルーリバーの

出井利通氏、B O Bサーフショップの新居昌也氏に感謝の意を表します。

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、合田、佐藤：海岸・港湾（新訂版），59p.，彰国社

3)Pratte T.P., J.R. Walker, Ph.D. 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

4)たとえば、堀川編：海岸環境工学，97p.，東京大学出版会

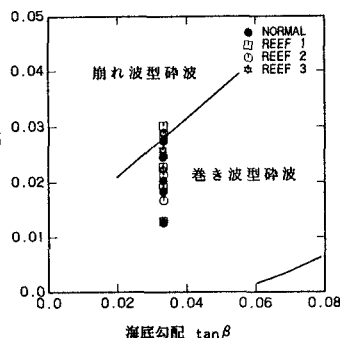


図-4 砕波形式

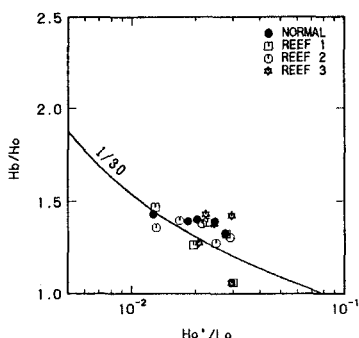


図-5 砕波高と波形勾配

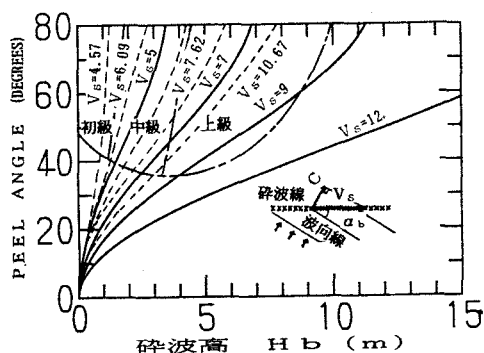


図-6 peel velocity とサーフィン難易度

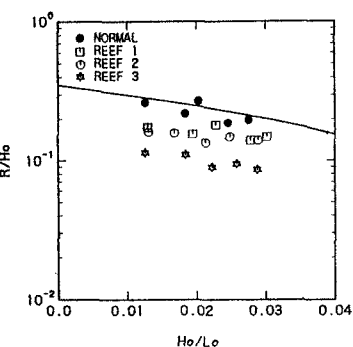


図-7 波形勾配と打ち上げ高