

バー型海浜におけるサーフビートの発生に関する研究

鹿児島大学 工学部 正員 佐藤道郎

鹿児島大学 大学院 ○西 隆一郎

1. まえがき

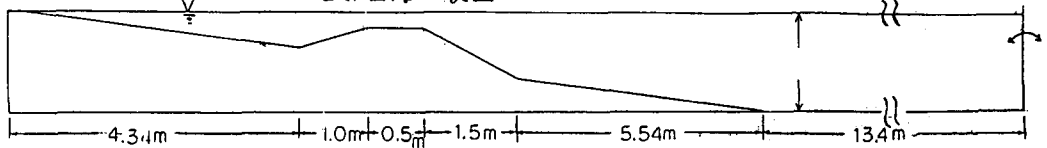
二次元的なサーフビートの発生機構に関連して、入射波高が時間的に変化する場合に生ずる平均水位の変化を測定し、一様斜面上での実験結果については既に報告してきた。一様斜面上では、入射波高が高いと汀線から離れたところで砕け、そこから wave set-up が生じ、低い波のときは、近くで砕け、そこから wave set-up が生じるといった具合に、波高変化に伴う wave set-up の変化としての強制的な平均水位変動が生じていることが分かった。

ところが、バー型海浜の実験結果を見ると、一様斜面とは異なり、実験条件によらず、かなりの水位変動が励起されることが明らかになった。これは有力なサーフビートの発生原因を説明しようものと考えられ、本文ではその結果のあらましについて報告する。

2. 実験方法

実験は 30 m の長さの二次元造波水路に図 1 に示されるような鋼製のバー型海浜模型を設置し、周期は変化しないが、一定の波数ごとに繰り返し波高が大きくなったり小さくなったりする波を入射させて行った。沖波と斜面上の計 25 点で容量式波高計により水位を測定し、0.04 秒で A/D 変換して、ゼロアップクロス法により一波一波を定義して波高を求め、また各波毎の平均水位と波の到達前の水位の差として平均水面の変化量を求めた。

図 1 Bar 型海浜模型



3. 実験結果と考察

図 2 に周期は 1.2 秒で、低い波と高い波をそれぞれ 20 波ずつ交互に繰り返す場合のものの一部を示した。直参考のために、同様の実験条件での一様斜面におけるものの例を添付する。バー型海浜の場合には砕波前と砕波後では平均水位の変動の様子が十分に異なっている。砕波後では波高の増減に対応して水位が大きく変化しており、これは一様斜面の場合にも見られた wave set up の始点の変動で説明されるような強制的な水位変動である。それに対して、砕波前と沖での記録には波群周期よりも小さな周期での変動が現れている。この水位変動の周期は、他の実験条件においてもほぼ同じである。次いで図 3 に同じ周期で波高が異なるものの実験結果を示す。この中で、入射波周期が 1.2 秒で波高が 5 波ごとに 8 cm と 13 cm で変化する場合は、特に平均水位変動が強く励起されている。波はバー前面で砕波し、そこから岸寄りではかなりの平均水位変動が見られ、これは一様斜面での同じ入射波で見られるものの 2.5 倍程度まで大きくなっている。また、一様斜面の実験では沖波の記録にはどの場合についても目立った平均水位変動は現れていなかったが、バー型の場合には明瞭な平均水位変動が現れている。この変動は Longuet-Higgins と Stewart の理論で予測されるようなものよりもはるかに大きなものである。しかも、波高変化の繰り返しに伴い平均水位変動の振幅も次第に増している。したがってこの例は、他の実験条件の砕波前の記録にも表れるような平均水位変動の周期と、波高増減の周期がほぼ一致したときのものとも見ることができる。また、図 3 に示す例の砕波帯内の変動記録も周波数分析して見るとこの変動周期に対応し

た変動が重畳していることがわかった。

ところで、この砕波点よりも沖側に見られる水位変動はどうして生じたものかという点が問題である。一樣勾配斜面の実験では同じ条件の入射波に対して、これ程の振幅をもった水位変動が生じていないことを考えると、バー、トラフ地形の存在がこの水位変動に関係することが考えられる。だが、それに先立ってまず水路の造波板と斜面からなる振動系で形成される

系の固有周期を計算してみた。計算は以下に示すReinhard Flickらによる式を用いた。

$$T_n = (n + 1/4) \pi \sqrt{\frac{8 \beta X_s}{X_L + X_s}}$$

但し X_L , X_s は可線から造波板までの距離と、斜面先端部までの距離、 β は斜面の勾配を表す。ここで用いた座標系は図4に示す。3次のモードまでの計算結果は表1に示すようになる。次に、平均水位変動のデータをもとにしてFFTで周波数分析した。そして、表2に周期1.2秒で波数の異なる例の、実際の入射波群周期で ω と、沖、バー前面、岸でのピーク周期を示す。これを見ると、上記の振動系の、斜面先端部とバー頂部を結ぶ線で近似した断面1と、一樣斜面断面2における一次のモードに近い20秒前後の平均水位変動が存在しており、この場合に水槽の固有周期を持った振動が励起されているものとも考えられる。しかし、一樣斜面の場合には非常に小さな水位変動しか見られず、沖波の波高計が造波板にかなり近いことを考えると、一樣斜面の場合にそこが節となることも考え難い。また、一樣斜面とバー型の場合とで斜面勾配の相違ということも考えられるが、この長い周期の水位変動に対してはいずれにせよ完全反射と思われる。したがって、一樣斜面では全くの強制波であった水位変動が、バー型の場合には何らかの理由により強制波からの自由波に変換される可能性がある。

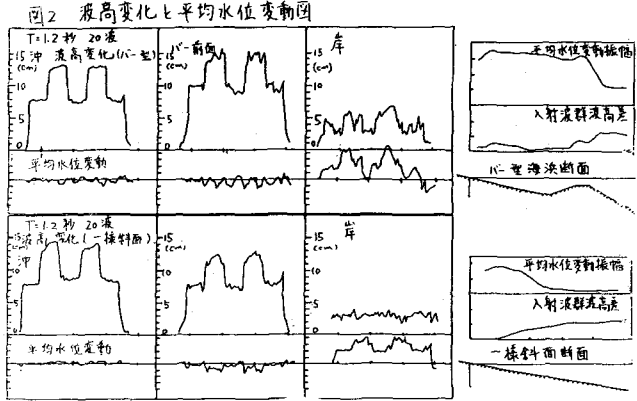


図3 波数別平均水位変動図

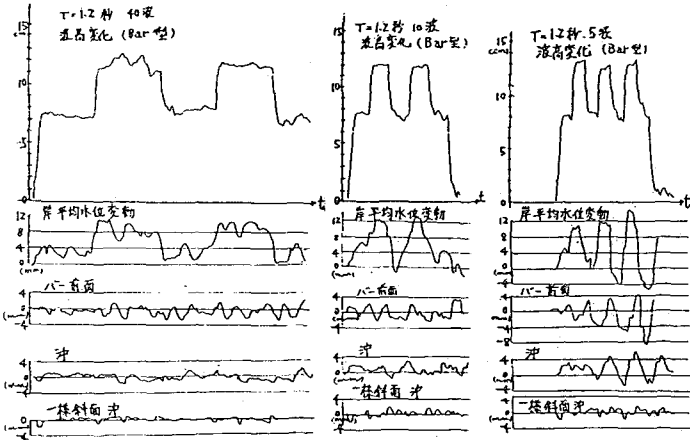


図 座標系

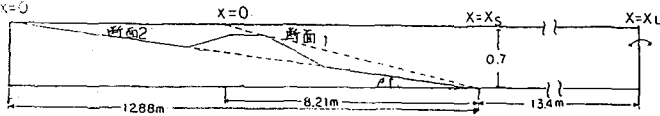


表1 固有周期表

断面1	断面2
α_n	T_n
0.35	18.2
0.62	11.1
0.90	7.0

表2 周波数分析によるピーク周期表

周波数 (Hz)	OFF SHORE	ON SHORE
12 5	26 21	20
12 10	37 23	11
12 20	61 17 65	16 72
12 40	110 103 20	31 18