

大阪大学大学院 学生員 森野彰夫
大阪大学工学部 正員 植木 亨
大阪大学工学部 正員 岩田好一朗

1. 緒言： 砕波後の波には、大きな質量輸送量が伴うために、平均水位の上昇が著しく、河瀬近傍においては波高と平均水位の上昇量は、ほぼ同じオーダーになることが、規則波については既に実験と理論の両面より明らかにされている。一方、不規則波による平均水位変動量については、*Battjes*¹⁾あるいは合田²⁾により計算方法が提案されているが、水理実験の面からの議論は極めて少ないのが現状といえる。したがって、本論では不規則波による平均水位の変動特性を水理実験により明らかにし、ついで、*Battjes*と合田のモデルの妥当性について若干の検討を加えたので、その結果の一部を報告する。

2. 実験装置、実験方法および解析方法： 実験に使用した水槽は、本学にある幅0.7m、高さ2.8m、長さ30mの平面ガラス張り屋内鋼製造波水槽である。模型海浜は、 $S=1/10, 1/15, 1/20, 1/30$ の4種勾配を製造傾斜面を用い、造波板直前に波形を整えるための整流装置として整流板を、他端には波の反射を防ぐため砕石より構成された消波装置を設けた。造波方法はホフイトノイズをバンドパスフィルターにより選別し、それを入力としてフラップ型造波板を不規則振動せしめて発生させる方法を用い、実験ケースは各勾配について3種目、総計12種目とした。一樣水深域での水深は $h=30\text{cm}$ とし、浅海域における水位変動の測定にはステンレス鋼棒(直径3mm)を2本使用して特別に作られた電気抵抗線式波高計を用い、河瀬を基準に水深方向1cmの間隔で10~15地点で計測を行なった。測定した波形は全て磁気テープに収録し、これをデータ処理機によってA-D変換し、電子計算機を用いて解析を行なった。*set-up*, *set-down*は、サンプリング間隔 $\Delta t=6/30\text{sec}$ 、データ数 $N=400$ のデジタルな波形の時間変化量の平均値と静水位との偏差($\bar{\eta}$)を σ として表わし、この偏差値が静水位の上方に位置するときには*set-up*、逆のときは*set-down*と定義した。

3. 実験結果とその考察： 図-1は水深変化に伴う $\bar{\eta}$ の実験値を $S=1/10 \sim 1/30$ の4種勾配について示したものである。図中の深波波高 H_0 は有義波高 H_0 に波長係数 L_0 を乗じて求め、深波波長 L_0 は入射波スペクトルのピーク周波数を用いて深波波長換算を行なったものである。図-1によれば、規則波の場合と同様に水深の減少に伴って、まず*set-down*が生じ、その後*set-up*が始まり、河瀬へ水位の上昇が認められる。図中の曲線は実験値をもとに水深変化に伴う平均水位の変化の

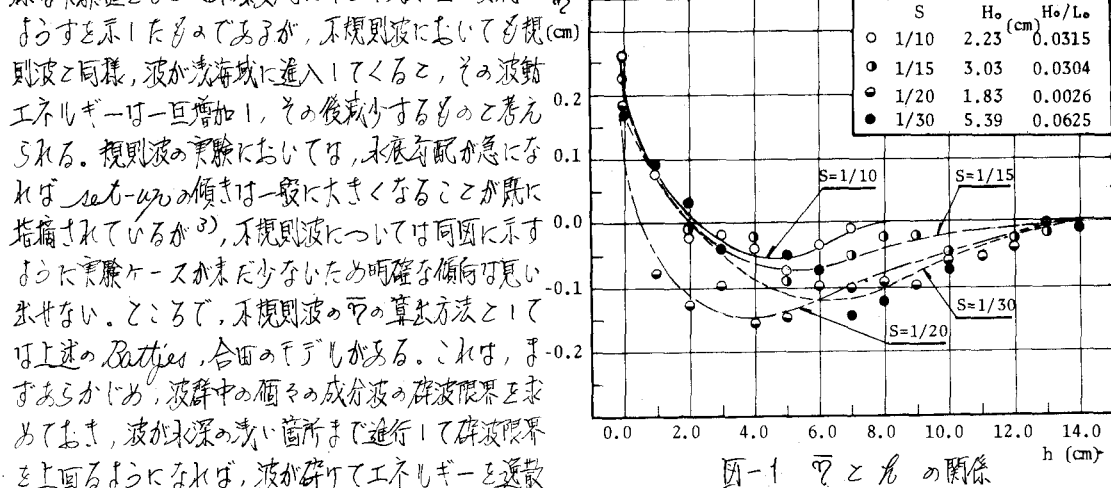


図-1 $\bar{\eta}$ と h の関係

1. 新たな波高分布が形成されると考え、この波高分布から *radiation stress* の計算に用いる波動エネルギーとして波高の自乗平均値を採用する方法であり、Battjes は砕波限界式として一様水深域における *Niche* の式に水深勾配による補正係数を代入した式を用いて、砕波後の波高は水深に依存する砕波限界波高を保持するものと仮定して波高の自乗平均値を求める。一方、合田は単一周期の波の砕波指標を数式化した砕波限界式を用い、砕けた波はエネルギーの一部を失って波高の低い波に再生されるが、その波高は残存部の確率密度に比例した確率で分布するを仮定した選抜的砕波による波高分布モデルより波高の自乗平均値を求めて、それぞれ平均水位の変化と沖合から河線までの数値積分によって計算している。図-2 は、 $S = 1/10$ の場合の実験値と Battjes

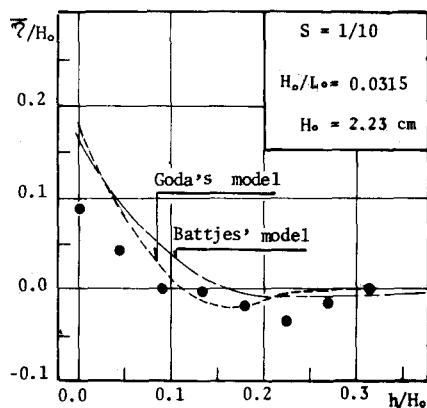


図-2 $\bar{\eta}/H_0$ と h/H_0 の関係

の計算結果と比較した一例である。Battjes の補正係数としては $\beta = 0.8$ を用いているが、実験値は両者の計算値よりも低い値であるから定性的には計算値と一致した結果が得られ、この傾向は他の水深勾配についても同様に見られた。しかし、Battjes の計算値については、その補正係数を水深勾配に対して常に $\beta = 0.8$ と固定する限り水深勾配の減少に伴って計算値との差は大きくなること判明し、この β の値についてはさらに検討を要する。図-3 は河線における無次元平均水位の上昇量 $\bar{\eta}_0/H_0$ ($\bar{\eta}_0$: 河線における平均水位上昇量)

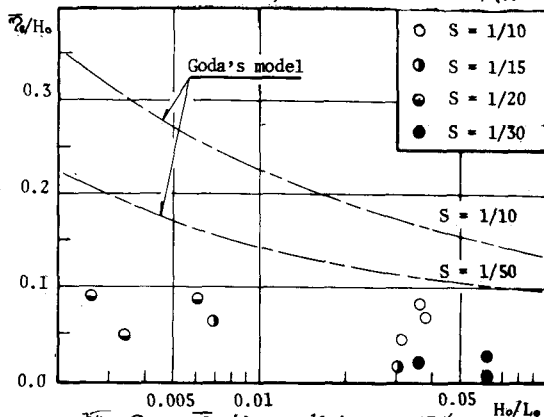


図-3 $\bar{\eta}_0/H_0$ と H_0/L_0 の関係

と沖波波形勾配との関連性を示したものであるが、河線における平均水位の沖波波高に対する相対上昇量は水深勾配が急になるほど、さらに沖波波形勾配が小さくなるほど若干大きくなることから認められ、この傾向は規則波についてなされた実験結果と同様であるがその程度は比較的小さいことが認められる。図には同時に合田による計算結果を示してあるが、実験値との差は河線においてはかなり大きくなっていることがわかる。図-2, 3 に示すように実験値が常に計算値よりも低い値に見られるのは、本報では省略したが砕波限界式、および波動エネルギーの減衰率のモデルを実験値と比較すると特に Battjes の波高分布モデルについては若干の矛盾があるものの、Battjes、合田とも波動エネルギーの減衰率については実験値と良く一致しているが、砕波限界式は著者らが実験で観測した砕波波高を過大評価しているため波動エネルギーが大きくなることより平均水位の上昇量が大きくなっているものと思われる。

以上のよう、不規則波の場合でも波高の自乗平均値の変化が求められれば平均水位の変化が再計算され、その結果を水深の補正量として波高分布の変化が再計算される。しかしながら、浅海域における波高分布モデルについてはさらに物理実験の面からの検討が必要であり、今後数多くの実験を行なうとともに、波特性と平均水位変動量との定量的な関係について海浜勾配の効果と合わせてさらに検討すべきように思われる。最後に、実験および解析に協力して頂いた本学大学院生 栗 俊夫 君に感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) Battjes, J.A.: *Set-up due to irregular waves*, Proc. 13th Coastal Eng. Conf., 1972, pp. 1793-2004.
- 2) 合田良実: 浅海域における波浪の砕波変形, 港湾技術研究所報告, 第4巻 第3号, 1975, pp. 60-106.
- 3) 佐々木幹夫・佐伯 浩: 砕波後の波の変形に関する研究, 第21回海岸工学論文集, 1974, pp. 39-44.