

任意海底地形に対する不規則波の砕波変形モデル

京都大学工学部 正員 岩垣 雄一
 京都大学工学部 正員 間瀬 肇

1. まえがき 浅海域における不規則波の波高変化の計算法を取扱った研究は、これまでいくつか発表されているが、一様勾配海底地形とは異なる複合断面を有する海底地形(Bar型あるいはStep型地形)上での砕波変形計算法に関するものは少なく、Battjesら(1979)、水口ら(1980)および佐藤ら(1983)が挙げられるくらいである。本研究は、一様勾配海底地形の場合に用いた波高変化モデルを任意海底地形(直線の組合せで近似できる)の場合に適用し、実験結果と比較検討する。

2. 不規則波の砕波変形モデル 砕波前のある地点での不規則波の記録を用いてゼロアップクロス法で定義される個々の波の浅海域における波高変化は、同じ波高・周期を持つ規則波のそれと等しいと仮定し、浅水・砕波変形の結果を重ね合わせるこによって、不規則波の波高変化を計算する。その手順は、i) 砕波前の波高変化は微小振幅波理論に基づく浅水変形により算定する。ii) 砕波限界波高は合田(1970)の式の係数を0.16として用いる。ただし、バーがあるような地形が急変する場合には係数を0.14とする。iii) 砕波後の波高変化はBattjes(1978)のboreモデルを用いる。こを用いると、水深が直線的に変化する場合および一定水深の場合に、砕波後の波高が浅水係数のように、ある地点の水深(一定水深の場合は水平距離)や波長によって簡単な形で表わされ、エネルギー平衡式を数値積分して順次求めなくてもよい。Battjesによって提案された式は次のようである。 $dP/dx = -D$, --- (1)
 $P = \frac{1}{8} g H^2 (gd)^{1/2}$, --- (2) $D = \frac{B}{4d^3} - \frac{g H^2}{T} (H/d)^4$, --- (3) $\delta = 0.7 + 5 \tan \theta$. --- (4)
 順勾配(沖から岸に向かって水深が直線的に減少していく場合)についての波高変化はすでに示されている。逆勾配地形および一定水深領域に砕波後の波が進行していく場合には、式(1)~(4)を解くと次のようになる。 $H/H_1 = 1 / \{ -\frac{4}{3} K (d/d_1)^{3/2} + (1 + \frac{4}{3} K) (d/d_1) \}^{0.25}$, --- (5)
 $H/H_2 = 1 / (1 + 2Ax/d_2)^{0.25}$. --- (6) ただし、KおよびAは斜面勾配、沖波波高・周期などから決まる係数、 H_1, d_1 は逆勾配が始まる地点における波高と水深、 H_2, d_2 は一定水深が始まる地点における波高と水深、 x は水平距離である。iv) 水深には平均水位の変化量やサーフビートによる水位変動を考慮する。v) 砕波後の波の再生条件として、水口ら(1978)が用いた $H \leq 0.5d$ という条件を用いる。

3. 実験条件 模型地形は3種類(バー型海底地形2種類、ステップ型海底地形1種類)とし、それぞれに対して沖波波形勾配が異なる3種類の不規則波(Pierson-Moskowitz型スペクトル)を用いた。水位変動は11台の容量式波高計を用いて測定した。

4. 実験結果と計算結果の比較 バー型海底地形の場合、バー頂部より少し岸側の地点で巻き波砕波や崩れ波砕波が顕著である。沖波波形勾配が0.02の場合には、バー頂部に達する前にすでに砕波した波、あるいはバー頂部付近で砕波した波が気泡を連行しながら進行す

Yuichi Iwagaki, Hajime Mase

るうちに、その波の背面に一つの峰が現われることが多い。背面に現われた波も独立の波のように進行し、水深の減少に伴い波高を増大し、破波して汀線に達する。バー頂部付近で破波した波はそのまま汀線に達することもあるが、大部分は汀線に達するまでに気泡がなくなり、再生し、再び浅水変形、破波が起こる。図-1はバー型海底地形上の不規則波の代表波高、図-2は波高の頻度分布、図-3は水位変動の実験結果を示したものである。図-1から実験結果と計算結果は良く一致しているのがわかる。ただし、バー頂部の破波限界波高を2.6で述べたように計算では0.14の係数を用いて算定している。図-2では、W-8の波高の頻度分布については実験結果と計算結果の一致が悪いが、これは破波後の波の背面に現われる波(図-3の矢印参照)のために、 $H/\bar{H}$ が0.5付近の波高の出現率が大きくなり、両者の対応が悪くなるのではないかと思います。本計算モデルでは、このような波の分裂は考慮していないが、代表波高についてはかなり良く一致している。沖波波形勾配が0.055と大きくなると、代表波高・波高分布とも良く合っていた。他にもう一つのバー型海底地形の場合も、以上述べた結果と同様である。最後に、ステップ型海底地形の場合について述べる。この場合、一定水深の領域で実験結果と計算結果の対応が悪かった。すなわち、計算結果は一定水深領域の初期で波高が大きく減衰し、その後あまり変化しないのに対し、実験結果はほぼ直線的に減少していた。計算モデルでは、順勾配から一定水深への接続地点で破波条件を満たす波は、その地点から波高減衰の計算を始めるが、実験をよく観察すると、波は一定水深領域のかなりの幅にわたって破波しており、波高減衰の開始点が計算モデルと異なっている点が計算と実験が一致しない大きな原因である。

本研究は、文部省科学研究費奨励研究(A)による研究の一部であることを付記して謝意を表する。

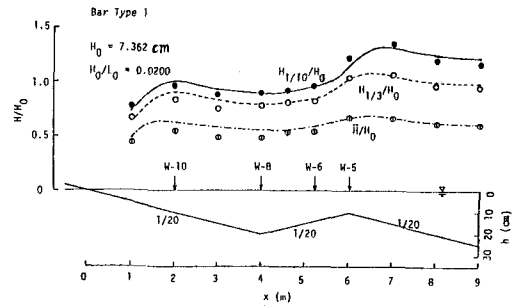


図-1 バー型海底地形上の不規則波の代表波高

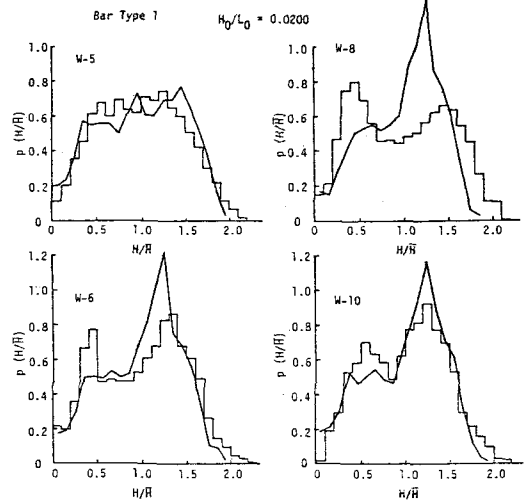


図-2 波高の頻度分布

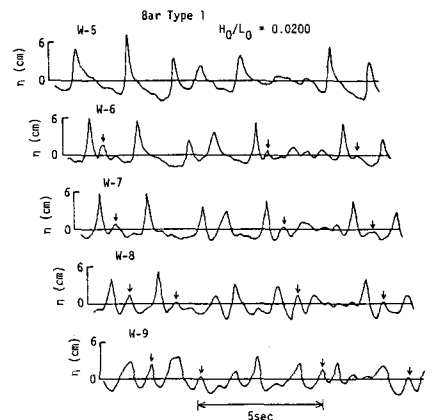


図-3 バー通過後の水位変動