

II - 41 砕波変形モデルの比較

東北大学工学部 学生員 ○河西義人
東北大学工学部 正 員 真野 明

1. はじめに

砕波帯における波の変形の研究は従来から多くの研究者によって行われてきたが、砕波帯の乱れの性質が複雑であるためにその解析とモデル化は非常に困難であった。しかし、波高やエネルギーの変化を評価する場合にはエネルギー方程式を使いたくつかのモデルが提案され、砕波帯内の数値シミュレーションに使われている。

そこで本研究は、従来提案されてきたそれらのモデルの仮定を調べ、その計算値を同一条件で比較することにより、それぞれの特徴を考察したものである。

2. 各モデルの成り立ち

一般にエネルギー方程式は $\frac{\partial}{\partial x}(Ec_g) = -f_D E$ の形をしている。ここで、 x : 砕波点から岸方向にとった距離、 E : 波動エネルギー、 c_g : 波の群速度である。砕波減衰係数 f_D はいろいろな考え方で定式化されている（表1）。ここでは主要な3つのモデルについて説明する。

(1) 水口モデル 水口ら(1978)はエネルギー減衰が主に砕波によって発生する乱れから来るものであると考え、これを渦粘性係数によって表現した。この係数は「一定勾配斜面では波高水深比がほぼ一定である」という条件から定めている。ただし、砕波による平均水面の変化や質量輸送は無視している。

(2) 泉宮モデル 泉宮ら(1983)はエネルギー減衰を、主に乱れのレイノルズ応力を用いて定式化した。ここで用いた仮定は、一定な波高水深比、レイノルズ応力の鉛直分布の相似性であり、平均水面の変化や質量輸送は考慮していない。

(3) 間瀬モデル 間瀬ら(1986)は砕波を bore とみなして定式化した。ここで、砕波帯内を3つの領域に分け、係数 B を領域によって場合分けしている。また、平均水面の変化は考慮し、質量輸送は考えていない。さらに波高水深比一定の仮定は用いていない。

3. 各モデルの計算

質量輸送、平均水面の変化を考慮して、質量、運動量、エネルギーの輸送方程式を連立し、Runge-Kutta法により解いた。一定勾配斜面、微小振幅長波の進行波を仮定し、砕波条件は合田(1970)の砕波指標によって定めた。

4. 結果と考察

以上の条件で計算した結果が図1～3である。ここでは比較を容易にするために、 x と H をそれぞれ砕波点での値で無次元化している。完全に波高水深比 γ が一定になるようなモデルの計算値と、佐伯ら(1973)、佐々木ら(1974)による実験値も比較のためにのせた。

Spilling 型砕波の条件で比較した図1、図2から、実験値は $x/x_B > 0.3$ で γ がほぼ一定になっており、実

表1 各モデルの砕波減衰係数

水口モデル	泉宮モデル	間瀬モデル
$f_D = \frac{5}{2} \tan \beta \frac{c_B}{h} \sqrt{\frac{H}{\gamma_B h}}$	$f_D = \frac{1.80 E}{\rho g^{1/2} h^{5/2}}$	$f_D = \frac{2B}{\gamma^3 T} \left(\frac{H}{h}\right)^4$

H : 波高, h : 水深, γ : 波高水深比, β : 海底勾配, T : 周期, c_B : 砕波点での波速, γ : 砕波波高水深比

験値を取り込んでいる泉宮と間瀬のモデルでは、この領域の波高変化は実験値と良い一致を示す。水口のモデルはこれらの傾向から離れており、波高変化も実験値との差が大きい。一方、 $x/x_B < 0.3$ の砕波点付近 (outer region) では、泉宮、間瀬モデルとも実験値から離れている。図 3 で示した Plunging 型砕波の波高変化も、Spilling 型砕波の場合と同様の傾向を示している。

平均水面の変化と質量輸送を考慮しないで解いた図 4 を図 2 と比較すると、汀線付近で差が出てくる。水面変化を考慮しないモデルでは汀線で波高が零に近づく。

5. おわりに

以上から、泉宮と間瀬のモデルは異なった力学的な機構に基づくものであるが、結果は近く、また実験値ともよく一致する事が分かった。しかし、砕波点付近の領域では実験値との間にずれが生じた。今後はこの領域を含めて改良を行ってきたい。

参考文献 水口ら (1978): 砕波後の波高変化についての一考察, 第 25 回海岸工学講演会論文集. 泉宮ら (1983): 砕波帯内における波のエネルギー方程式のモデリング, 第 30 回海岸工学講演会論文集. 間瀬ら (1986): 不規則波の浅水・砕波変形計算モデルに関する研究, 土木学会論文集, vol. 375. 合田 (1970): 砕波指標の整理について, 土木学会論文集, vol. 180. 佐伯ら (1973): 砕波後の波の変形に関する研究 (1), 第 20 回海岸工学講演会論文集. 佐々木ら (1974): 砕波後の波の変形に関する研究 (2), 第 21 回海岸工学講演会論文集.

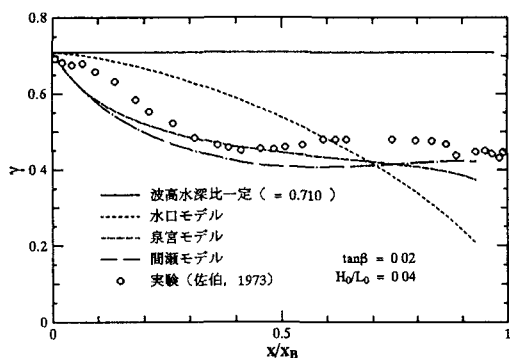


図 1 Spilling 砕波の波高水深比の変化

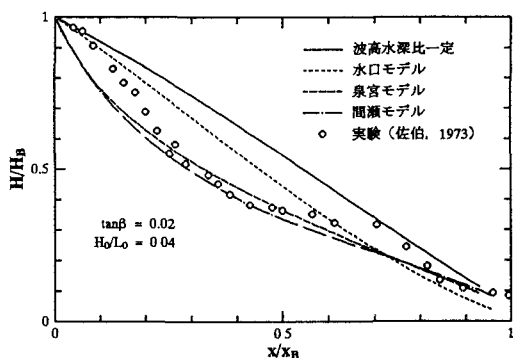


図 2 Spilling 砕波の波高の変化

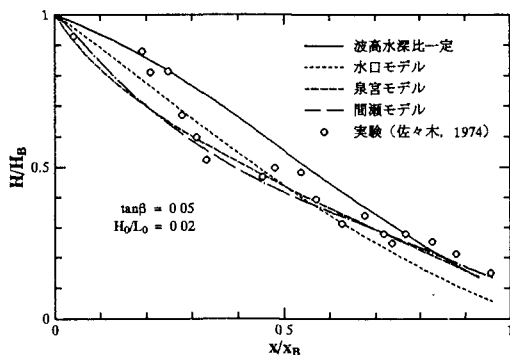


図 3 Plunging 砕波の波高の変化

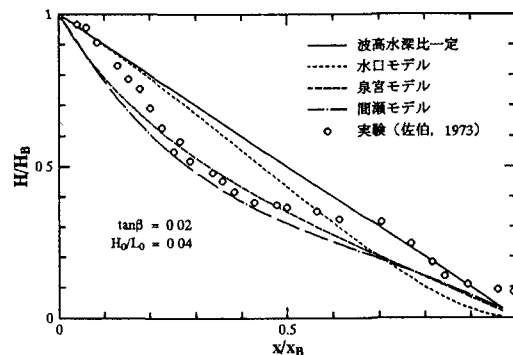


図 4 Spilling 砕波の波高の変化 (平均水面変化なし)