

二成分波の砕波限界に関する一検討

名古屋大学大学院 学生員 ○片岡 純久
名古屋大学工学部 正 員 岩田 好一朗

1. 緒言: 不規則な風波の砕波限界を正確に推算することは海岸・港湾構造物の設計外力の評価のために重要である。不規則波は二つ以上の自由波の集合とみなすことができる。そこで本研究では、不規則波の最も簡単な形である二成分合成波の砕波限界を取りあげ、規則波の砕波限界との差異について若干の検討を加えた。その結果の一部を報告する。

2. 水理実験および実験結果: 実験は名大土木工
学教室の二次元鋼製波水槽を用いて行なわれた。斜

面勾配は $1/15$ の一様勾配とした。実験波は2台の Function Generator で発生させた振幅、周期の異なる正弦波を、周期の比が $T_1=1.0, 1.2, 1.4, 1.6$ (sec) と $T_2=0.9T_1, 0.8T_1, 0.7T_1, 0.6T_1, 0.5T_1$ (sec) となるように合成し、発生させた。また二成分波と比較するために、周期が T_1 (sec) の規則波についても実験を行なった。このとき発生波が、斜面上で砕波するように振幅を調節し、砕波する瞬間を16mm高速シネカメラで撮影し、砕波波高 H_b 、砕波波長 L_b をZ.U.C.法で求めた。実験によれば、図-1に示すように、限界波形勾配 (H_b/L_b) は、Micheの式

$$H_b/L_b = 0.142 \tanh 2\pi h/L_b \quad (1)$$

のまわりにばらつくが、二成分波の値の方が規則波(図中○印)より大きくばらつく事が認められる。以下、線型理論を用いてこの原因について考察する。

3. 線型理論による一考察: 線型理論によると規則波の波形 η_1 、水平方向の水粒子速度 u_1 、波速 C_1 と二成分波の波形 η_2 、水平方向の水粒子速度 u_2 、極大波高の波速 C_2 は、おのおの式(2)、式(3)で与えられる。

$$\text{規則波: } \eta_1 = a_1 \cos(k_1 x - \omega_1 t), C_1 = \frac{gT_1}{2\pi} \tanh kh, u_1 = a_1 \frac{\cosh k(h+z)}{\sinh kh} \cos(k_1 x - \omega_1 t) \quad (2)$$

$$\text{二成分波: } \left. \begin{aligned} \eta_2 &= a_1 \cos(k_1 x - \omega_1 t) + a_2 \cos(k_2 x - \omega_2 t - \theta) \\ u_2 &= a_1 \frac{\cosh k_1(h+z)}{\sinh k_1 h} \cos(k_1 x - \omega_1 t) + a_2 \frac{\cosh k_2(h+z)}{\sinh k_2 h} \cos(k_2 x - \omega_2 t - \theta) \\ C_2 &= \left\{ a_1 k_1 \cos(k_1 x - \omega_1 t) + a_2 k_2 \cos(k_2 x - \omega_2 t - \theta) \right\} / \left\{ a_1 k_1^2 \cos(k_1 x - \omega_1 t) + a_2 k_2^2 \cos(k_2 x - \omega_2 t - \theta) \right\} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

(ここで a : 振幅, $a = \frac{H}{2}$, T : 周期, $k = \frac{2\pi}{L}$, L : 波長, h : 静水深, θ : 位相, x : 水平距離, z : 鉛直距離, t : 時間)

静水面 ($z=0$) で $u_1=C_1$, $u_2=C_2$ を満たすと、砕波するものとし、この条件により求めた二成分波と規則波の限界波形勾配の比 γ ($\gamma = (\text{二成分波の限界波形勾配}) / (\text{規則波の限界波形勾配})$) を計算した結果の教例を図-2～図-4に示す。また実験で得られた砕波波形と、計算による砕波波形の代表例を図-5に示す。ついで、式(1)の係数である0.142の代りに p とした $H/L = p \tanh 2\pi h/L$ が砕波時に成立するもの

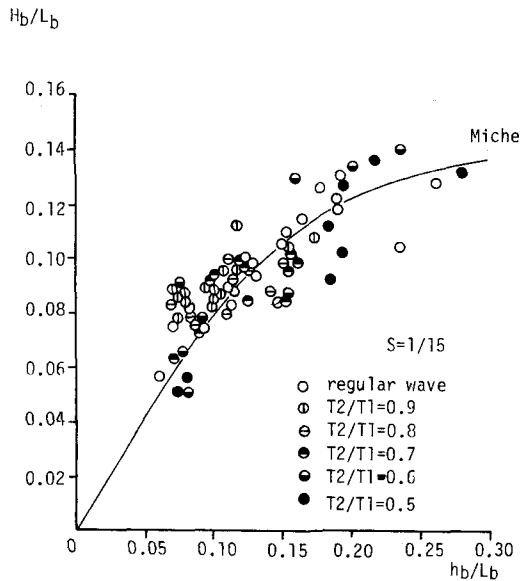


図-1 $H_b/L_b - h/L_b$ (Z.U.C.法)

と仮定し、二成分合成波の実験値の中で数値計算の条件に対応する波についてこの p の値を求め、この値を p_1 として、規則波の実験で得られた平均値 $p=0.172$ との比 (p/p) を求め、この値と理論値 (γ) との比較を行なった一例を表-1である。 $(p/p)/\gamma$ の値は、ほぼ1に近い値となり、線型理論で定性的な論議が可能であることがわかる。

図-2～図-5と表-1より以下の事が指摘できる。

- (1) 規則波と異なり、二成分波の碎波限界波形勾配は、 a_2/a_1 、 T_2/T_1 、 θ により著しく変化する。
- (2) 構成波の周期比 T_2/T_1 が小さい時には一般に $\gamma < 1$ となり、二成分波の限界波形勾配が規則波の値より小さくなる。
- (3) 周期の短い成分の波が長い周期の成分波の位相より遅れると($\theta < 0$)、位相が進む場合($\theta > 0$)より限界波形勾配は小さくなる。

したがって、上述の結果は、図-1の実験結果をある程度説明している。

4. 結語： 以上、線型理論を用いて二成分波と規則波の限界波形勾配の差異について論議してきた。今後さらに非線型理論を用いて、二成分波の碎波を検討していく所存である。

【参考文献】 (1) 権木・岩田・石井：第27回海岸工学講演会，1980，四片岡：名大土木卒業論文，1983

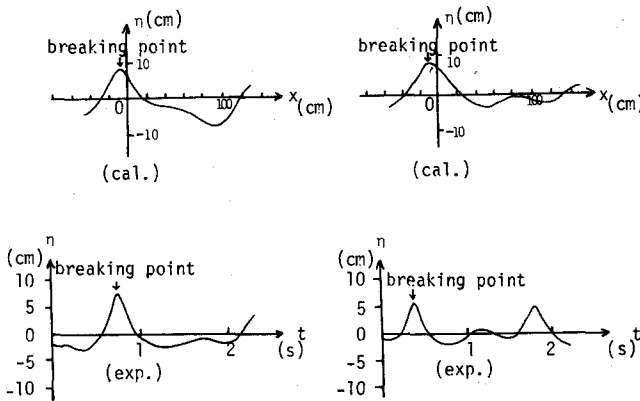


図-5 碎波波形例

表-1 実験値と理論値の比較例

p_1 (exp.)	p_1/p (exp.)	γ (cal.)	$(p_1/p)/\gamma$ (exp./cal.)
0.161	0.936	0.989	0.946
0.167	0.971	0.896	1.084
0.135	0.785	0.827	0.949
0.168	0.977	0.957	1.021
0.163	0.948	0.911	1.041

(exp: 実験値, cal.: 数値計算値)

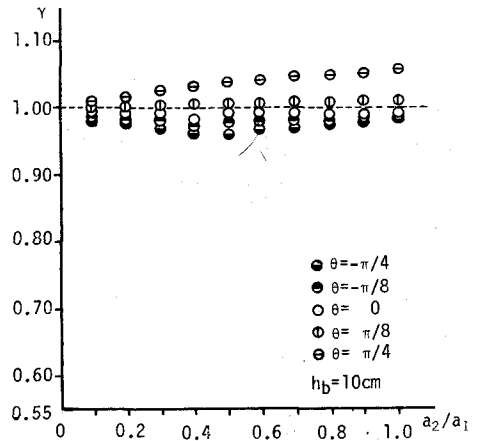


図-2 計算結果($T_2/T_1 = 0.9$)

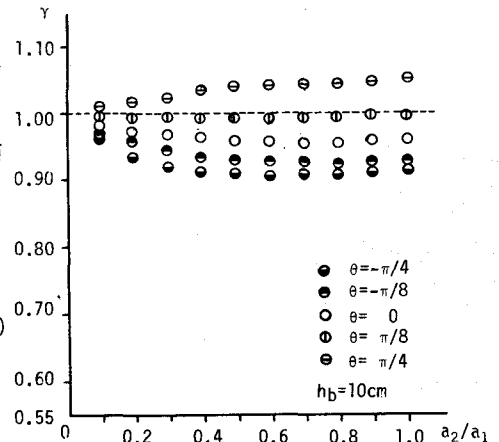


図-3 計算結果($T_2/T_1 = 0.8$)

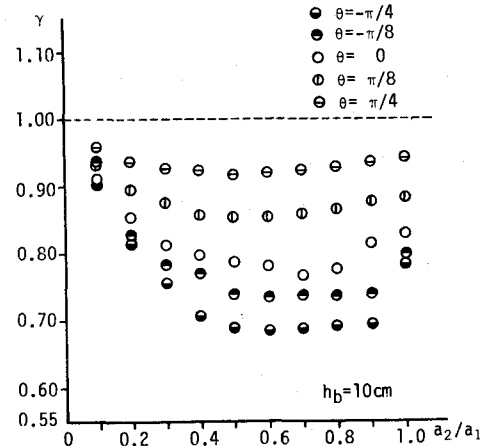


図-4 計算結果($T_2/T_1 = 0.6$)