

水深変化による孤立波の碎波の支配法則について

岐阜大学 正会員 安田孝志 学生員 榊原幸雄・○北村茂

1. 緒言 碎波を利用した波浪制御や碎波の影響を取り入れた設計外力の算定を行なう上で碎波限界を知ることは不可欠である。ここでは、入射波を孤立波とし、水深変化による碎波の支配法則について検討を行なう。

2. 水深変化による碎波の支配パラメタについて 斜面上を進む周期波の碎波特性が沖波波形勾配 H_0/L_0 と斜面勾配 $\tan \theta$ を組み合わせたパラメタ $\xi_0 = \tan \theta / (H_0/L_0)^{1/2}$ によって分類されることは、広く認められていることである。このパラメタが意味するところは、波に加わるせつ動の強さ(この場合には斜面による水深変化量)と波の個性(定常波を入射波とする場合には非線形指標)の比によって碎波の特性が決まるという点にある。このような観点から、非線形指標として一定水深場での H_1/h_1 を用い、種々の水深変化による碎波の支配パラメタを以下のように仮定する。

$$\text{斜面上: } \xi_s = \tan \theta / (H_1/h_1)^{2/5} \quad (1)$$

$$\text{高さRのステップ: } \xi_{s^*} = (R/h_1) / (H_1/h_1)^{2/5} \quad (2)$$

$$\text{高さRおよび幅Bの潜堤: } \xi_{s^*} = (BR/h_1^2) / (H_1/h_1)^{2/5} \quad (3)$$

3. 碎波限界波高と支配パラメタの関係 碎波限界(波頂前面が鉛直に突立つ瞬間、すなわち波頂からの巻き込みjetの発生の瞬間)までほぼ厳密に計算できるBIM¹⁾を用い、各水深変化(一樣斜面、矩形ステップ、矩形潜堤および傾斜ステップ)による孤立波の碎波に至る変形過程を計算し、碎波限界の波高 H_b と各支配パラメタの関係について整理した。図-1は、一樣斜面上の限界波高 $(H/h)_b$ と ξ_s の関係をPapanicolaou-Raichlen(P-R)の水利実験データ²⁾も加えて示したものである。図中の実線は回帰式

$$(H/h)_b = 3.24 \xi_s^{0.75} + 0.005 \quad (4)$$

により、このときの碎波限界波高が ξ_s を支配パラメタとしてほぼ回帰式に従っていることがわかる。ついで、図-2は矩形ステップによる碎波限界波高 H_b/h_1 と ξ_{s^*} の関係を示したものであり、図中の実線は回帰式

$$H_b/h_1 = 0.816 - 0.385 \xi_{s^*} \quad (5)$$

による。この場合も限界波高が ξ_{s^*} を支配するパラメタとしてほぼ完全に回帰式に従っていることがわかる。さらに、図-3は種々の幅 $(B/h_1 = 1.0, 3.4, 5.0)$ をもつ矩形潜堤による碎波限界波高 H_b/h_1 と $\xi_{s^*} / (B/h_1)^{-0.8}$ の関係を示し、図中の実線は

$$H_b/h_1 = -0.463 [\xi_{s^*} / (B/h_1)^{-0.8}]^{0.721} + 1.039 \quad (6)$$

による。この場合は、 ξ_{s^*} そのものではなく、 ξ_{s^*} に $(B/h_1)^{-0.8}$ を掛けたものを支配パラメタとした回帰式に H_b/h_1 は従っているが、せつ動の強さと波の個性の比に碎波限界波高が支配されている点では変わらない。

4. 複合断面による碎波とその支配パラメタ 上述の結果をさらに一般化するために、ステップの前面に $\tan \theta = 1.1/5$ および $1/10$ の3種類の斜面を付けた傾斜ステップによる碎波について検討する。図-4は、これらのステップに入射する孤立波の碎波の有無を示したものであり、図中の実線は矩形ステップの場合の碎波臨界波高を与える回帰式(5)による。これから、ステップ前面の斜面の存在によって碎波臨界波高が若干増大しているが、その差は $R/h_1 = 0.4$ の場合に最大であり、 $R/h_1 = 0.6$ では若干小さくなり、 $R/h_1 = 0.2$ では矩形ステップのものにほぼ一致するように見受けられる。

図-5は、これらの傾斜ステップ上での碎波限界波高 H_b の初期水深 h_1 に対する比と式(2)のパラメタ ξ_{s^*} との関係は矩形ステップの場合の結果も合わせて示したものである。

また、図中の実線は上述の式(5)による回帰曲線であり、 ξ_{s^*} の値が小さい場合に回帰曲線からの乖離が見られるが、ほぼいずれの H_b/h_1 も回帰式に従っていることがわかる。このことは、碎波限界波高に対しては最終的な水深の変化量(この場合、ステップの高さR)が問題であり、水深変化の過程はあまり問題にならないことを示すものといえる。したがって、複合型の複雑な断面を持つ没水構造物であっても、本質的にはそれによる水深の変化量が碎波に関して問題になるに過ぎないと推察される。

参考文献 1) Yasuda, Hara, and Tanaka (1989): Prac. 3rd Int. Sympo. Compu. Fluid Dynamics (in press).

2) Papanicolaou and Raichlen (1988): Sea Surface Soand, pp. 97-109.

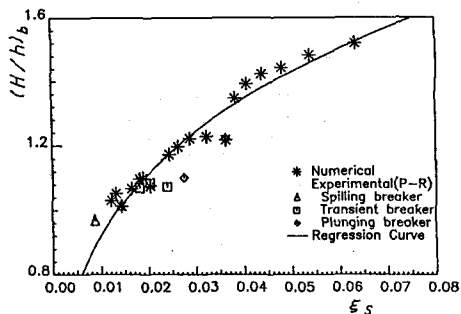


図-1 Slopeによる碎波限界波高 $(H/h)_b$ と ϵ_s の関係

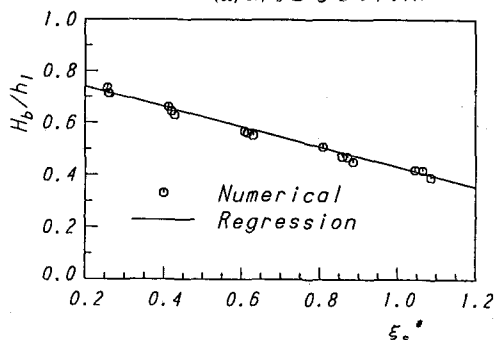


図-2 矩形ステップによる 碎波限界波高 H_b/h_1 と ϵ_s^* の関係

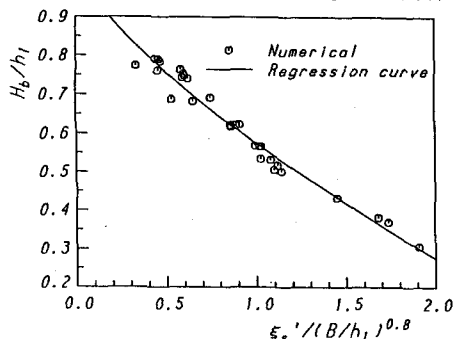


図-3 矩形潜堤による碎波限界波高 H_b/h_1 と $\epsilon_s^* / (B/h_1)^{0.8}$ の関係

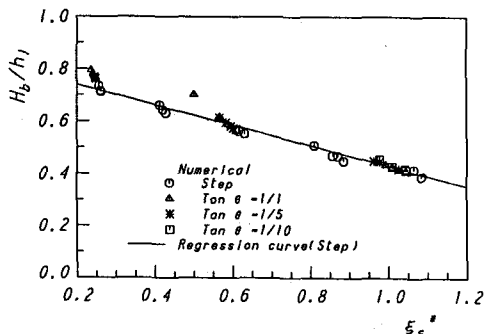
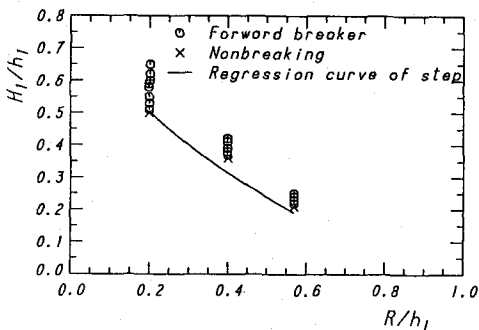
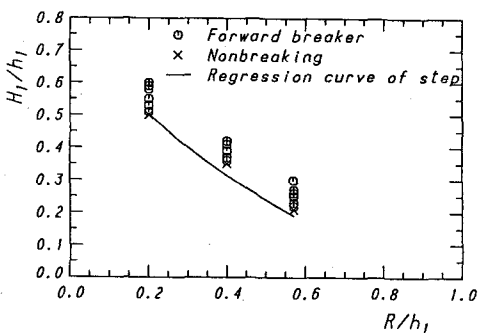


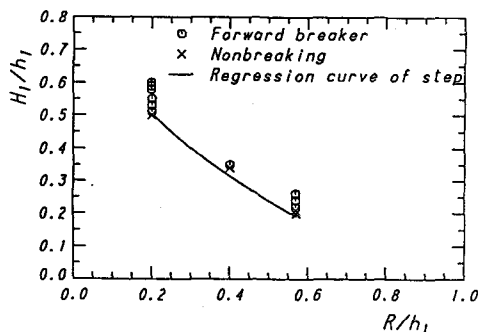
図-5 傾斜ステップによる 碎波限界波高 H_b/h_1 と ϵ_s^* の関係



(a) $\tan \theta = 1$



(b) $\tan \theta = 1/5$



(c) $\tan \theta = 1/10$

図-4 傾斜ステップ上を通過する 孤立波の碎波の有無