II-275　斜面上における不規則波の砕波の平均連長と平均繰り返し長

名古屋大学工学部　正員　岩田好一朗
日建設計株式会社　正員　伊藤　俊治

1. 緒言：著者らは第31回海講[1]で1/15の斜面上での不規則波の砕波の連なりの特性について述べた。その後，1/30の斜面で水理実験を行ない，不規則波の砕波の連なりの特性を検討した結果，第31回海講で示した計算手法で，砕波（特に砕けている波）の平均連長と平均繰り返し長をかなり精度よく予測できることが判明した[2]。このため，本報では，斜面勾配(S)を1/10, 1/30, 1/50の3種類，沖波の波形勾配（有義波換算）を0.002, 0.005, 0.01, 0.02, 0.05と0.08の6種類変化させて，数値計算を行ない，斜面上での水深変化に伴なう砕けている波の平均連長と平均繰り返し長さの変化の算定図の作成を試みたものである。

2. 計算手法：砕波の平均連長$\overline{J}_2$と平均繰り返し長$\overline{\ell}_2$はランダム過程のモデル[3]に基づくと次式で与えられる。

$$\overline{J}_2 = 1/(1-P_B) \quad (1) \quad , \quad \overline{\ell}_2 = 1/P_B(1-P_B) \quad (2)$$

なお，P_Bは砕けている波の確率であり，このP_Bを基本的には椹木・岩田[4]のモデルに従がって計算する。つまり，

(a) 沖波条件：波高HはRayleigh分布，周期Tの自乗はRayleigh分布し，両者は無相関とする。

$$p(H^*, T^*) = 1.35\pi H^* T^{*3} \exp\left[-\left(\frac{\pi}{4}H^{*2} + 0.675\,T^{*4}\right)\right], \quad H^* = H/\overline{H}, \quad T^* = T/\overline{T} \quad (3)$$

(b) 浅水変形：微小振幅波理論に基づく。

$$H_s = K_s H_o, \quad K_s = [\tanh kh + kh(1-\tanh^2 kh)]^{-1/2} \quad (4)$$

(c) 砕波限界：係数を小さくした合田の式[5]を使用する。

$$H_b/L_o = 0.15\{1-\exp(-1.5\pi(h_b/L_o)(1-15S^{4/3}))\} \quad (5)$$

(d) 平均水位の変動：Longuet－Higginsら[6]の式を使用する。

$$\frac{d\overline{\eta}}{dx} = -\frac{1}{(h+\overline{\eta})}\cdot\frac{d}{dx}\left\{\frac{1}{8}\overline{H}^2\left(\frac{1}{2}+\frac{2kh}{\sinh 2kh}\right)\right\} \quad (6)$$

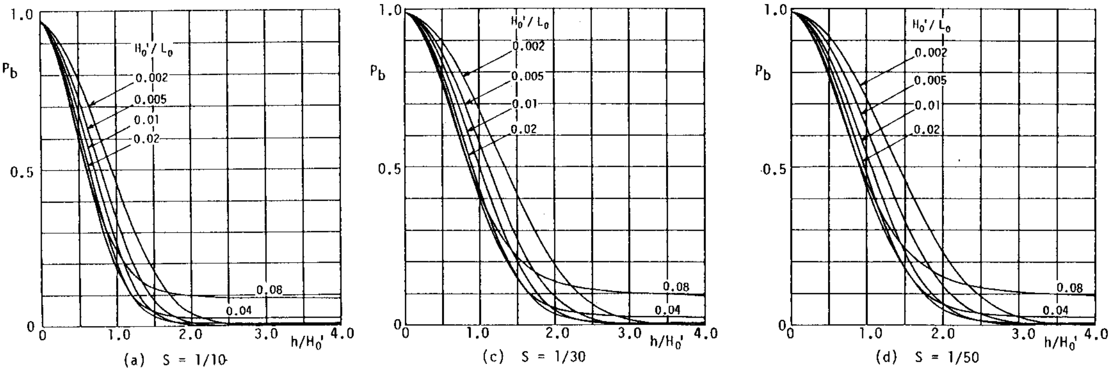
なお，式(3)～式(6)で，$\overline{H}$と$\overline{T}$は平均波高と平均周期，kは波数，hは静水深，L_oは沖波波長，Sは水底勾配，$\overline{\eta}$は平均水位，$\overline{H^2}$は自乗平均波高，xは水平距離，下つき添字sとbは水深hでの値と砕波を示す。

まず，式(3)の沖波を1/100の等間隔メッシュに区切って，各メッシュにおける波高と周期の結合分布の確率密度を決定する。以後，各メッシュの波が独立して浅水砕波変形するものとして計算をすすめるが，一度砕波した波は汀線に至るまで砕けたままとする。$\overline{H^2}$の値は，砕波している波の確率を非砕波の残存波の確率に比例して再分配した後で決定する。なお，この浅水砕波変形計算の詳細は参考文献4)を参照して頂きたい。

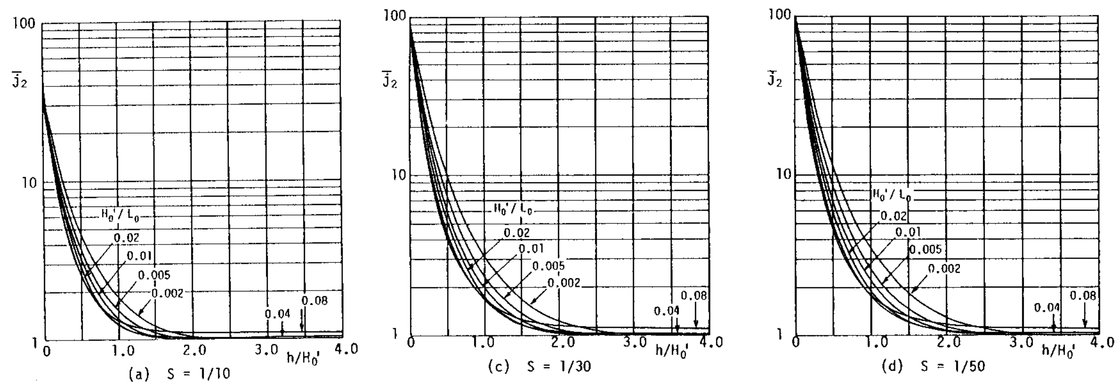
3. 計算結果とその考察：図－1は砕けている波の確率P_B，図－2は砕けている波の平均連長$\overline{J}_2$，図－3は砕けている波の平均繰り返し長さ$\overline{\ell}_2$の値を水底勾配別に沖波波形勾配をパラメーターにして示したものである。図－1に示すように，砕けている波の確率P_Bは汀線に近づく（h/H'_0が小さくなるにつれて）につれて大きくなること，水底勾配が緩かになるにつれてより深い水深で砕けている波の確率が大きくなること，などが判明する。このため，図－2に示すように，砕けている波の平均連長$\overline{J}_2$も汀線に向うにつれて大きくなると同時に，水底勾配が緩やかになるにつれて，同一のh/H'_0の値に対して$\overline{J}_2$は大きくなることが判明する。一方，砕けている波の平均繰り返し長ℓ_2は，式(2)からも判明するように，$P_B=1/2$で極小値$(\ell_2)\min = 4$をとることが認められる。著者らの実験によれば，$(\overline{\ell}_2)\min = 3.9$の値を得ており，計算値にほぼ一致しており，波を互に独立して取り扱う方法でもかなり精度高く，砕けている波の平均連長や平均

繰り返し長さを予測できるものと考えてよい。

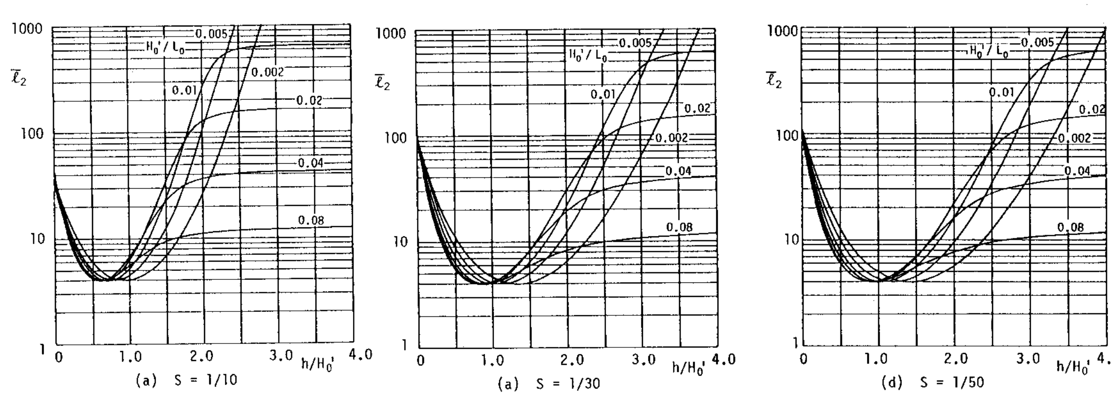
参考文献：1) 岩田・片岡・伊藤：第31回海講，1984，　2) 伊藤：修士論文，1986，　3) 合田：港研技報，1975，　4) 樋木・岩田：Proc. HOE'81，1981，　5) 合田：港研技報，1976，　6) Longuet-Higgins & Stewart：J.F.Mech.，1962.



図－1　砕けている波の確率 P_B



図－2　砕けている波の平均連長 $\bar{J}_2$



図－3　砕けている波の平均繰り返し長さ $\bar{\ell}_2$