

斜面上における不規則波の碎波変形

日 水 コ ン 正会員○山田良作
鳥取大学工学部 正会員 木村 晃
鳥取大学工学部 正会員 瀬山 明

1. はじめに: すでにいくつかの不規則波の碎波変形モデルが提案されている(たとえば合田¹⁾). しかしこれらのモデルは不規則波の力学的特性の検討の上に構築されたものでなく, 碎波限界や, 碎波後の波高変化に多くの仮定をおいて導かれたものである. 本研究は, 著者らによる浅海域での不規則波の変形に関する実験的研究^{2), 3)} をもとに任意水深における不規則波の波高分布の変化モデルを構築したものである.

2. モデルの基本的概念: 本モデルと従来のモデルとの相違点は水深の取扱いにある. すなわち, このモデルでは, 静水深 h をそのまま水深とせず, 波高中分点と底面までの距離を補正水深 d とした. この d にはwave set-up, surf beat等の平均水位の変化も含まれる. さらにこのモデルでは, "水深は確率的に変化するもの"としている. これより, 計算の過程で静水深を意識する必要がなく, 従来のモデルがやむおえず採用している長周期水面変動による水深変化の補正のための繰り返し計算を必要としない.

3. 計算の手順: 計算は深海における波高の確率分布として, 所定の有義波高をもつRayleigh分布を与えることから開始する. 周期は一定, すなわち全ての波の周期を有義周期に等しいとし, この分布を構成する個々の波が固有の力学特性で変形過程をたどるものとした. すなわち, (1). 碎波点までの水深減少による波高変化は微小振幅波理論にしたがう. (2). 碎波条件は著者らの提案した不規則波の碎波条件式にしたがう. (3). 碎波後の波高変化は, 碎波後もわずかに波高の増大するShoaling領域, 急激な波高減少の起こるPlunging領域および緩やかな波高変化の見られるBore領域の3領域に分け, それぞれの領域で著者らの提案した波高の変化に対する実験式を適用する.

4. 水深変化の取扱い: この研究では水深を確率的に変化する量(Surf beat, 波高中分点の変動)と確定量(Wave set-up, down)とに分けて取り扱った. Surf beat ξ については次の合田¹⁾の経験式を用いた.

$$\zeta_{rms}/H'_0 = 0.01/\sqrt{(H'_0/L_0)(1+d/H'_0)} \quad (1)$$

ここに, ζ_{rms} : サーフビートの標準偏差, H'_0 , および L_0 : 有義波の換算沖波波高及び波長である. 波高中分点と静水位との差は不規則波のシミュレーションをもとに検討を行い正規分布をすることを確認し, その標準偏差をシミュレーション結果を用いて与えることとした.

$$\delta_{rms}/H'_0 = \sigma(s/H) \quad (2)$$

ここに, δ_{rms} : 波高中分点の標準偏差, $\sigma(s/H)$: 個々の波の波高中分点と静水位との差 s を波高 H で割った値の標準偏差(=0.15: Pierson-Moskowitz スペクトル)である. ただし, 波高中分点の分布する範囲は定義より $-H/2 \leq s \leq H/2$ に限定される.

水深は ξ と $d(h+s)$ およびWave set-up, down量 η の和で与えられるので, 水深変化の確率分布としては ξ と d の和の確率分布

$$P_d(d) = \int P_G(\xi) P_S(d-\xi) d\xi \quad (3)$$

で与える. ここに, P_G , P_S はそれぞれ標準偏差が(1), (2)で与えられる正規分布である.

η の計算の具体的な方法は5. で説明されるが, 補正水深 d を与えて波高の頻度分布を計算し, その分布形をもとに合田¹⁾と同じ方法で計算する. d の平均値 $=h+\eta$ であるので, ここではあらかじめスローブ毎に沖波の波形勾配(有義波の)をパラメーターとして h と d の平均値との関係を計算し, h を与えて d の平均値を読み取る図を準備して用いた.

5. 任意水深における波高分布の計算: 深海域での有義波波高, 周期を与えてRayleigh分布を計算し, これを深海域での波高分布 $P(H_0)$ とした. 当該水深 d が与えられた場合, 前述したようにこの研究では, 水深は d を中心として(3)で与えられる分布をするものとする. したがってこの水深における波高の頻度分布は次式で与えられる.

$$P_H(H) = \iint_D P(H_0) P_d(d | \bar{d}) dH_0 dd \quad (4)$$

ここに D は $H_0 \sim d$ 平面において $F(H_0, d | L_0)$ の値が H と $H+dH$ の間に入る領域、 F は H_0, L_0 および d をあたえて当該水深における波高 H を与える関数である。3. の(1), (2)および(3)で前述したように、この関数は4つの領域に区分けされて与えられている。最後に、この研究ではゼロクロス法で定義した波の不確実性も考慮した。すなわち、不規則波の変化がShoaling, 碎波及びその後の変化で示す特性を平均値 $\bar{F}$ とばらつきにわけ、ばらつきの影響を次のようにして導入した。すなわち、

$$P'_H(H) = \int P_H(H') Q(H-H' | H') dH' \quad (5)$$

ここに Q は F からの波高のばらつきを与える確率分布であり、ここではその標準偏差を実験値から計算した正規分布で近似した。

6. 2, 3の計算例：図-1は沖波波形勾配 $H'_0/L_0=0.03$ の不規則波の波高分布の水深にともなう変化を示したものである。また図-2, 3は同じ分布から求めた有義波高と平均水位の関係である。4. で説明した h と d の関係式はたとえば図-1の分布をもとに計算される。

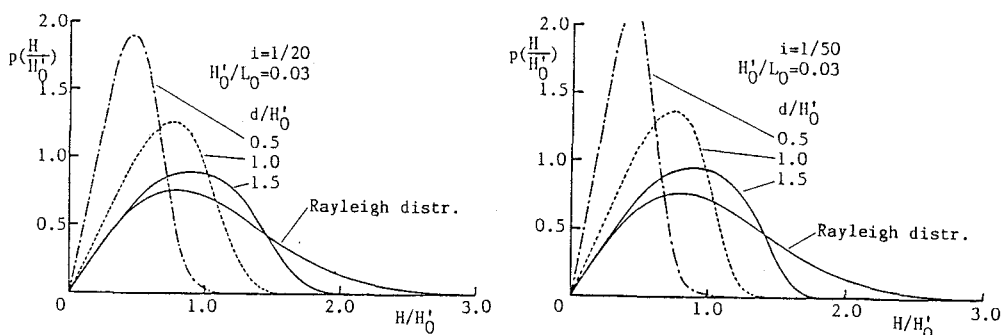


図-1 波高分布の変化

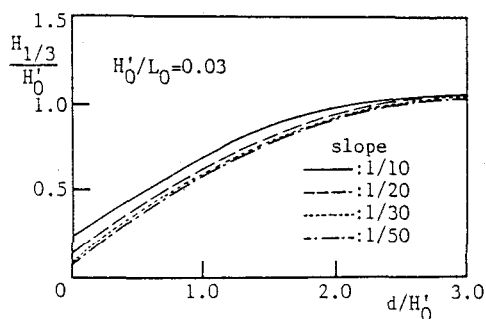


図-2 有義波高の変化

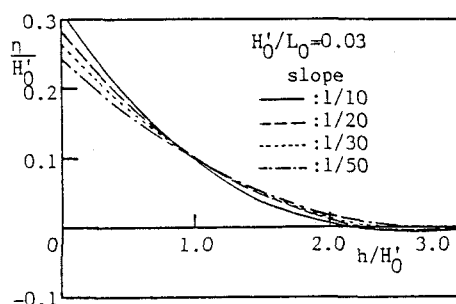


図-3 平均水位の変位

[参考文献]

- 1) 合田良実：浅海域における波浪の碎波変形，港研報告，第14巻，第3号，pp.59-106, 1975.
- 2) 木村 晃・瀬山 明：斜面上の不規則波の碎波限界について，第33回海講論文集，pp.174-178, 1986.
- 3) 木村 晃・後藤克史・瀬山 明：浅海域における不規則波の波高変化について，第35回海講論文集，pp.168-172, 1988.