

斜面上における不規則波の波高分布の変化

鳥取大学工学部 木村 晃

1. はじめに：著者らはここ数年来、斜面上における不規則波の波高の確率特性の変化モデルを構築するために、ゼロダウクロス法で定義した不規則波のShoaling, 碎波, 碎波後の波高変化について、数千波にわたる実測値をもとにその定式化を進めてきた。最近、各プロセスでの実験式を含む浅海域での波高変化予測モデルがほぼ完成したので、ここでその概要について説明する。ここでは特に、このモデルで新たに提案する”任意水深における波高 H とその波の深海における波高 H_0 との関係を示す図”を用いて波高の確率分布の簡単な計算方法について説明する。

2. 研究内容：図-1は水深減少にともなう波高 H/H_s の変化図であり、 $1/30$ 斜面上における有義波の波形勾配 $H_s/L_s=0.03$ の不規則波に含まれるゼロクロス波 H/H_s の水深による変化を示す図である。ここに H_0 は深海波高、 d は水深であり、 H_s と L_s はそれぞれ深海における有義波高と波長である。図中のBr線は碎波点、P線は波高が最大になる点、B点はBoreの出現点を結んだものである。図-2は図-1の H_0/H_s をパラメータとした $H/H_s \sim d/L_s$ の関係を、 H/H_s をパラメータとした $H_0/H_s \sim d/L_s$ の関係に書き換えて示したものである。この図がここで新たに提案する不規則波の H_0/H_s と d/L_s の関係を示す図である。この図は $H_s/L_s=0.03, \tan \theta=1/30$ のケースのものである。図中の3本の曲線Br, PおよびBはそれぞれ図-1のものに対応する。例えばB線より上の波はBore状態、P線とB線との間の波は碎波直後のPlunging状態にあることを示す。図中の実線が $H/H_s=$ 一定(図中に示す値)なる条件下での $H_0/H_s \sim d/L_s$ の関係である。この図より、任意の水深 d/L_s における H/H_s からその波の深海域での H_0/H_s を求めることが可能であり、逆に深海での H_0/H_s を与えて任意水深での H/H_s を求めることもできる。図-3は図-2と同じ図であり $\tan \theta=1/20$ 、図-4は $\tan \theta=1/50$ の場合のもので、 H_s/L_s はともに 0.03 のものを示した。図-2～4を用いると任意水深 d/L_s における波高の確率分布は次のように求められる。

$$P_1(H) = \int \int_D p_2(H_0/H_s) p_3(d/L_s) dH_0 dd \quad (1)$$

Dは図-2～4において2本の等波高線 H/H_s と $(H+dH)/H_s$ の間に挟まれる領域である。 p_2 は深海における波高の確率分布であり、本モデルでは次のRayleigh分布を用いた。

$$p_2(H_0/H_s) = \pi/2 (H_s/H_m)^2 (H_0/H_s) \times \exp \{ -\pi/4 (H_s/H_m)^2 (H_0/H_s)^2 \} \quad (2)$$

p_3 はサーフビート ξ と、本研究で新たに導入したゼロクロス波の波高中分点の位置と静水面との距離 ξ の和の確率分布である。 ξ の確率分布は共に正規分布で近似でき、それらの標準偏差は ξ の場合、合田の式(3)、 ξ の場合は数値シミュレーションと水理実験の結果をもとに決定した実験式(4)を用いた。

サーフビート： $\sigma(\xi_{rms}/L_s) = 0.01 H_0/L_s / \sqrt{H_0/L_s (1+d/H_s)}$ (3)

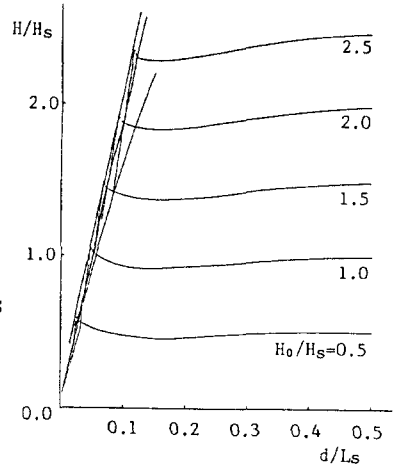


図-1 $H/H_s \sim d/L_s$ の関係

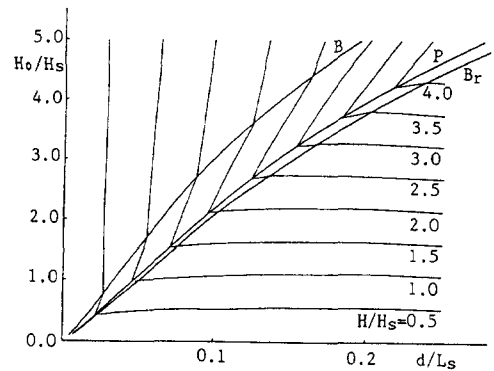


図-2 $H_0/H_s \sim d/L_s$ の関係($\tan \theta=1/30$)

波高中分点の変動：

$$d/L_s < 0.15 : \sigma(d'/L_s) = H_s/L_s((-1.2\tan\theta + 0.46)(d/L_s - 0.15) + 0.09)$$

$$d/L_s > 0.15 : \sigma(d'/L_s) = 0.09(H_s/L_s) \quad (4)$$

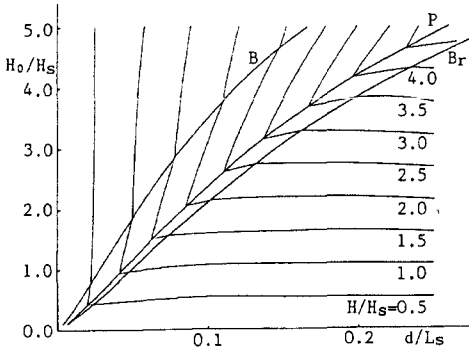


図-3 $H_0/H_s \sim d/L_s$ の関係 ($\tan\theta=1/20$)

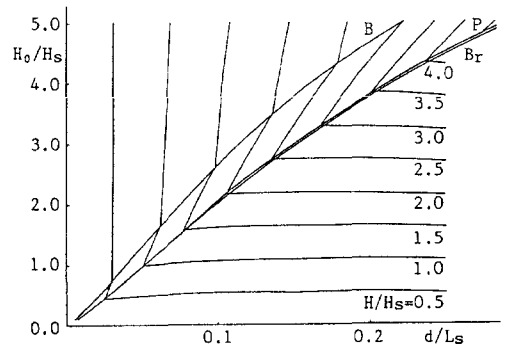


図-4 $H_0/H_s \sim d/L_s$ の関係 ($\tan\theta=1/50$)

ととは独立であるので、結局 p_3 は合田のサーフビートの標準偏差(3)と波高中分点の標準偏差(4)の2乗の和の平方根を標準偏差として持つ正規分布となる(平均値は指定した水深: d/L_s)。結局(1)式は当該地点におけるあるいはとによる見かけ上の水深変化を p_3 の分布で補正していることになる。

3. 主要な結果: 図-5~7は $\tan\theta=1/20$ (図-5), $1/30$ (図-6) 及び $1/50$ (図-7) で

$H_s/L_s=0.03$ の場合の $d/L_s=0.05$ から 0.01 までの波高分布の変化を示したものである。

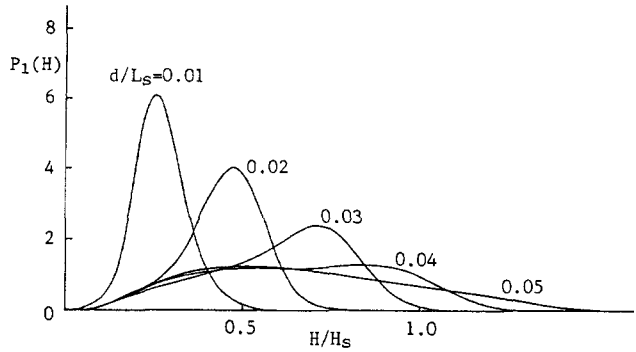


図-5 波高の確率分布の変化 ($\tan\theta=1/20$)

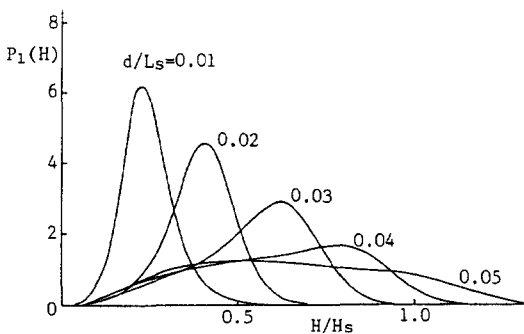


図-6 波高の確率分布の変化 ($\tan\theta=1/30$)

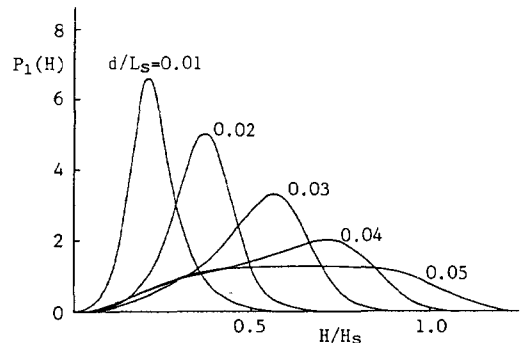


図-7 波高の確率分布の変化 ($\tan\theta=1/50$)