

ステップ型リーフ上での水位上昇

琉球大学 正員 筒井 茂明
 学生員 鈴山 勝之

1. 緒言

沖縄諸島の大部分の海岸は珊瑚礁から成るリーフが発達している。リーフ海岸での波浪推算を行うにあたって考慮すべき現象としてリーフ上での水位上昇が挙げられる。本研究ではステップ型リーフに対する不規則波浪実験を実施し、ステップ型リーフ上での水位上昇と波浪条件との関係を明らかにし、リーフ上での水位上昇分布の算定式を提案する。

2. 実験

実験には2次元不規則波浪水槽(長さ27m, 幅0.7m, 高さ1m)を用いた。ステップ型リーフモデルは鋼製で、リーフ内外の水深 h_2, h_1 による水深比 $\varepsilon = h_2/h_1 = 0.15, 0.2, 0.3$ の3ケースについて実験を行った。波浪条件はステップ先端での碎波率の大小に応じて、有義波に相当する個々波が碎波しない場合、一部が碎波する場合、および碎波する場合を対象とした。水位の測定点は、入射波用に沖側に2点、リーフ上に0.5-1m間隔で8-9点設置した。なお、造波水槽の長さの制約により水位計測の継続時間が短いため、波数が約500程度になるように繰り返し造波し、実験を行った。

3. リーフ上の水位上昇の特性

ここでは各測定点において得られた静水面からの最大水位上昇 Δh をリーフ上での水位上昇と定義する。図-1は水深比 $\varepsilon = 0.15, 0.3$ のリーフに対して各種の波浪条件による水位上昇を例示するものである。ただし、 (H_0, L_0) は有義波に対する深海波高と波長、 x はステップ先端からの距離である。同図(1), (2)から判るように、同一水深比に対しては水位上昇に対する相対水深 h_2/L_0 の影響がもっとも顕著である。すなわち、相対水深が小さい長周期波ほど水位上昇が大きくなっている(例えば図(1)の□)。また、水深波高 h_2/H_0 が小さい場合にはリーフ先端の碎波率が高いので、その結果水位上昇が大きくなる(例えば図(1)の□と■)。一方、図-1(3)に示す様にリーフ上の水深が深い場合には、相対水深 h_2/L_0 および水深波高 h_2/H_0 の値は図-1(2)とほぼ同じ値であり同図と類似した水位上昇分布となっている。以下のようにリーフ上で水位上昇に対しては、波浪条件との相対水深、水深波高および波形勾配とリーフの水深比との関係が水位上昇に影響している。図-1中の曲線群はこれらを踏まえて得られた水位上昇の算定曲線を示しているが、以下ではこれについて述べる。

4. ステップ型リーフにおける平均水位上昇の算定

水位上昇に関する研究(Goda, 1975; 日野ら, 1989)では、水位変動の自乗平均値の平方 η_{ms} と波浪条件の関係で表される場合が多い。しかし、水位上昇 Δh を直接用いる方がより実用的であると考えられるので、水位上昇 Δh と η_{ms} との関係を調べると図-2に示すようになり、次式の関係が成立する。

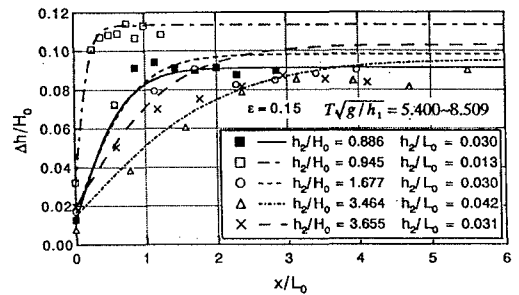
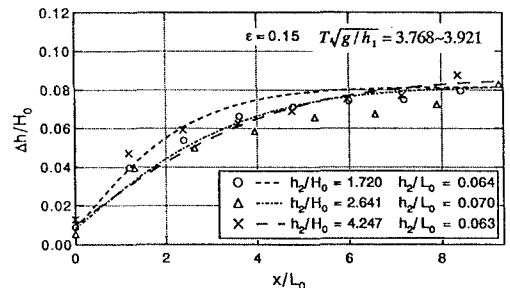
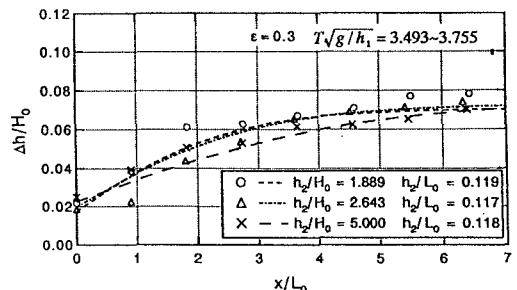
(1) $\varepsilon = 0.15 \quad T\sqrt{g/h_1} = 5.400 \sim 8.509$ (2) $\varepsilon = 0.15 \quad T\sqrt{g/h_1} = 3.768 \sim 3.921$ (3) $\varepsilon = 0.3 \quad T\sqrt{g/h_1} = 3.493 \sim 3.755$

図-1 リーフ上での水位上昇の分布

$$\Delta h / \eta_{rms} = 2 \quad (1)$$

図-3は水位上昇 $\Delta h/H_0$ と波浪条件 $(H_0/L_0)(1+h_2/H_0)$ の関係を示す。各水深比 ϵ に対するリーフ上の水位上昇はそれぞれ○, △, □で示し、特にリーフ先端での水位上昇は●, ▲, ■で示されている。図中の勾配1/2の破線はGoda (1975)による η_{rms} を式(1)により換算したものである。この推算式はステップ型リーフでの水位上昇の概略値とほぼ一致するが水深波高 h_2/H_0 および波形勾配 H_0/L_0 が大きい場合、すなわち、短周期で小波高の波に対しては水位上昇を過小評価することになる。図-1に例示したように、リーフ先端部から数波長離れた地点でほぼ一定となる最大水位上昇については図中の勾配1/4の実線で評価するのが妥当であると考えられる。以下ではリーフ上での水位上昇の分布の算定式を提案する。水位上昇 Δh のリーフ上での分布式として次式を仮定する。

$$\Delta h/H_0 = (a - c)\tanh(bx/L_0) + c \quad (2)$$

係数 a は水位上昇 $\Delta h/H_0$ の最大値を表すもので、上述のように、図-3中の勾配1/4の実線

$$a = (\Delta h/H_0)_{\max} = 0.046 [H_0/L_0(1+h_2/H_0)]^{-1/4} \quad (3)$$

で近似される。係数 c はリーフ先端部での水位上昇(●, ▲, ■)を表すもので、図-3にはこれらに対する近似式

$$c = (\Delta h/H_0)_{\min} = 0.035 \epsilon [h_1/L_0(1+H_0/h_2)]^{-1} \quad (4)$$

が点線で示されている。係数 b は図-1に示した水位上昇量の分布の勾配を表すもので、式(4)と同様に波浪条件との関係は図-4に示すようになる。従って、係数 b は次式で近似される。

$$b = 0.353 (H_0/h_2) [h_1/L_0(1+H_0/h_2)]^{-3/2} \quad (5)$$

以上の結果を用いてリーフ上での水位上昇の分布を例示したものが図-1中の曲線群である。

以上から判るように、相対水深 h_2/L_0 、水深波高 h_2/H_0 および波形勾配 H_0/L_0 が小さい場合に最大水位上昇が大きくなる。ただし、勾配1/4の最大水位上昇を表す実線と各水深比に対するリーフ先端部の水位上昇を表す点線が交わる点よりも横軸の値が小さくなる波浪条件の波が入射する場合には、水位上昇はリーフ先端部を除きリーフ全体に渡り一様に分布することを意味する。

5. 結 語

本研究ではステップ型リーフ上での水位上昇分布の算定式を提案した。その結果は以下の様に要約される。(1)リーフ上での水位上昇は相対水深 h_2/L_0 および波形勾配 H_0/L_0 が小さい場合に大きくなる。(2)リーフ先端部での水位上昇および付近での分布の勾配には水深比 ϵ および波高水深 h_2/H_0 が重要な役割をする。

参考文献 日野幹雄・仲座栄三・与儀実和(1989): リーフ地形海岸におけるBor e状サーフビートに関する研究, 第36回海岸工学講演会論文集, pp.75-79.
Goda, Y. (1975): Irregular wave deformation in the surf zone, Coastal Eng. in Japan, Vol.18, pp.13-26.

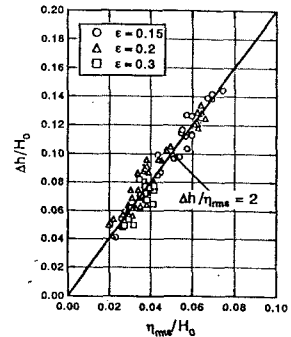


図-2 水位上昇と水面変動量の自乗平均の平方との関係

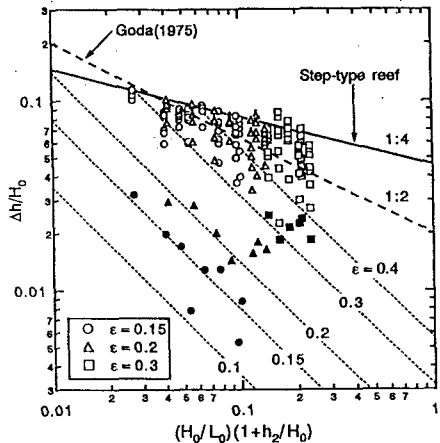


図-3 ステップ型リーフにおける平均水位上昇と波浪条件との関係

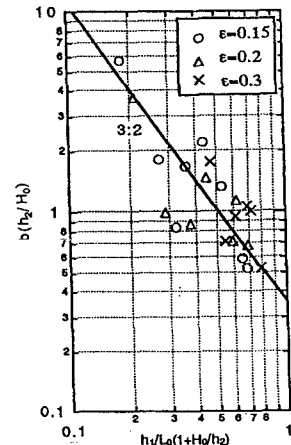


図-4 リーフ上での水位上昇の分布勾配 b と波浪条件との関係