

## Ⅱ-79

## 人工リーフの有無による波の打ち上げ高さに関する一検討

東北工業大学 学生員○蝦名茂樹・阿部勇也

東北工業大学 正員 高橋敏彦

東北大学大学院 正員 今村文彦

### 1 まえがき

これまでに、数値計算による緩傾斜堤への波の打ち上げ高さに関して、種々検討を行い報告<sup>1)2)</sup>を行ってきた。近年、護岸等のみの線の防御から複数の構造物による面的防御が考慮されている。そこで本研究は「緩傾斜堤+人工リーフ」の面的防御に着目し、数値計算による人工リーフの有無や、天端水深の違いによる波の空間波形を検討し、更に、人工リーフの有無による波の打ち上げ高さの実験結果<sup>3)</sup>と比較検討することを目的とした。

### 2 数値計算の方法

浅水理論による支配方程式の連続式及び運動方程式は、式(1)、(2)により表せる。<sup>4)</sup>

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial (M^2/D)}{\partial x} + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + Fr = 0 \quad (2)$$

$$Fr = gn^2/D^{7/3} * |M|M$$

ここに、 $\eta$ ：静水面からの水位、 $h$ ：静水深、 $M$ ：X方向の線流量（単位幅）、 $D$ ：全水深（ $=h+\eta$ ）、 $g$ ：重力加速度、 $Fr$ ：(X)方向の海底摩擦力、 $n$ ：Manningの粗度係数（ $=0.01$ ）である。空間メッシュ間隔 $\Delta x$ 、計算の時間間隔 $\Delta t$ は数値計算の安定条件を満たす値を用いた。人工リーフは、現地で設置されている標準的な寸法の1/40縮尺で設置しており、底から天端までの高さは15cm、天端幅は100cm、のり勾配は1/3である。また、緩傾斜堤の勾配に関わらず、堤のり先から人工リーフまでの距離は200cmとした。

### 3 実験結果

図-1は文献3)より引用したもので、1/5勾配の $R/H_0$ と $H_0/L_0$ の関係を人工リーフの有無をパラメータとして図示したものである。図より人工リーフ無の場合の $R/H_0$ の値は、水深が変わっても同程度である。一方、人工リーフを設置した場合の $R/H_0$ は、水深25cm（天端水深10cm）では設置しない場合とほとんど同程度の値であるが、水深20cm、15cm（天端水深5cm、0cm）と浅くなるに従ってかなり小さくなることが認められ、人工リーフの影響が大きくなることが認められる。始めに数値計算により人工リーフの有無による波の空間波形を比較する。

### 4 数値計算及び考察

#### 4-1 波の空間波形の比較

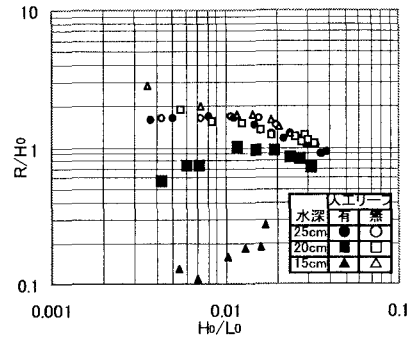


図-1 1/5 勾配の  $H_0/L_0$  と  $R/H_0$  の関係

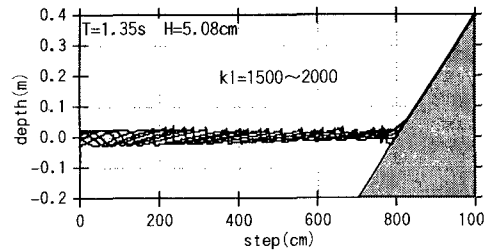


図-2(a) 波の空間波形 ( $S=1/5$   $h=20$ cm 人工リーフ無)

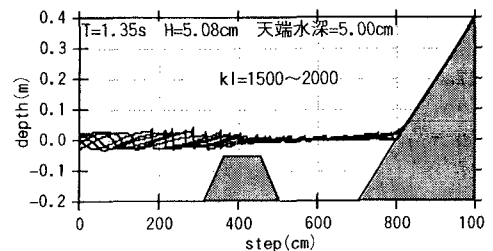


図-2(b) 波の空間波形 ( $S=1/5$   $h=20$ cm 人工リーフ有)

図-2(a), (b)は、同一海象条件のもとで人工リーフの有無による空間波形を、起波後 5.625 秒～7.500 秒( $kl=1500\sim 2000$ )まで 0.375 秒(100 ステップ)毎に重ねて示したものである。図-2(a)の人工リーフ無は、堤まで波がほとんど変わらず伝播し緩傾斜堤上へ遡上している。一方、図-2(b)の人工リーフ有では、人工リーフ前面までは図-2(a)と同じ空間波形を示すが、人工リーフ上で波長(周期)が短くなり、急激に波が減衰しているのがわかる。

#### 4-2 実験値と計算値の打ち上げ高さの比較

図-3(a), (b)は、1/5 勾配において水深 25cm、20cm、15cm の実験値と計算値の最大打ち上げ高さの比較を示したものである(図-3(b)の 15cm は実験精度上削除)。数値計算による遡上計算は、第一波目を検討対象とした。数値計算では、始めに  $kl=200$  ステップ毎に遡上高さを求めたが、200 ステップ毎は 0.75sec 毎の遡上高さである。このステップ毎で最大打ち上げ高さを求めるのはかなりラフである。そこで、 $kl=50$  ステップ(0.1875sec)毎に計算を行い、最終的には  $kl=10$  ステップ(0.0375sec)毎の遡上高さより求めた計算値を最大打ち上げ高さとした。比較検討した波高、周期は 2cm、5cm、7cm 及び 1.34s を基準とした実験値とその同一条件の計算値である。図-3(a)の人工リーフ無の場合は、各水深とも幾分実験値の方が大きい値を示している。図-3(b)の人工リーフ有の場合は、同程度または幾分実験値の方が大きい傾向を示している。

図-4(a), (b)は、 $R/H_0$  (相対打ち上げ高さ)と  $H_0/L_0$  (沖波波形勾配)の関係を、水深別に実験値と計算値をパラメータとして比較したものである。(a)は、実験値の方が計算値より幾分大きいか同程度、(b)は、実験値の方が計算値より大きかったり小さかったり、幾分ばらつきはあるものの、両図とも実験値と計算値はほぼ同程度の値となっている。

#### 5 あとがき

人工リーフの有無による波の空間波形や最大打ち上げ高さの違いが、数値計算でも明らかになった。また、実験値と数値計算による結果が、ほぼ同程度の値となることが認められた。

<参考文献>1) 高橋 敏彦・沼田 淳・今村 文彦: 波の打ち上げ高さに関する数値計算, 東北工業大学紀要, I 理工学編第 19 号, P155~168, 1999 2) 中島 康善・高橋 敏彦・沼田 淳: 緩傾斜堤への波の打ち上げ高さに関する一検討, 土木学会東北支部技術研究発表会後援概要, 平成 11 年度, P146~147, 2000 3) 氏家 宏ら: 緩傾斜堤への波の打ち上げ高さに及ぼす人工リーフの効果-規則波実験-, 東北工業大学平成 13 年度卒業論文 4) 後藤 智明・小川 由信: Leap-frog 法を用いた津波の数値計算法, 東北大学土木工学科, 1982

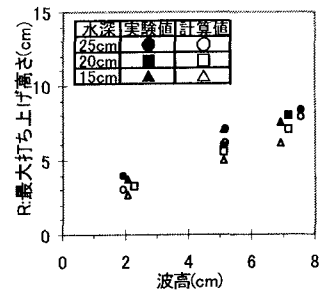


図-3 (a) 実験値と計算値の最大打ち上げ高さの比較  
( $s=1/5$  人工リーフ無)

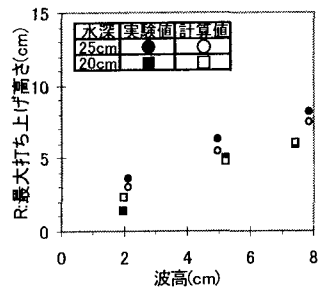


図-3 (b) 実験値と計算値の最大打ち上げ高さの比較  
( $s=1/5$  人工リーフ有)

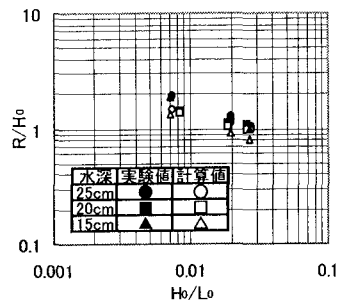


図-4(a) 実験値と計算値の  $R/H_0$  と  $H_0/L_0$  の比較  
( $s=1/5$  人工リーフ無)

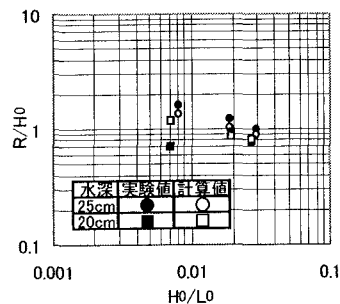


図-4(b) 実験値と計算値の  $R/H_0$  と  $H_0/L_0$  の比較  
( $s=1/5$  人工リーフ有)