

II-8

緩傾斜堤への波の打ち上げ高の推定法

東北工業大学 正員○高橋敏彦

東北工業大学 正員 沼田 淳

東北大学・工 正員 首藤伸夫

1. はじめに

前報（高橋ら,1990）において、現在施工されている標準的な緩傾斜堤の縮尺1/40の模型を基本に実験を行い、波の打ち上げ高さ・反射率に及ぼす粗面による粗度及び透水層による透水性の効果を抽出した。本研究は、これらのデータを用い、さらに波の打ち上げ高さを水理学的に計算できる手法を探ることを目的とした。なお、実験条件及び実験方法については、前報に掲載しているので割愛する。

2. 斜面上の波先端移動速度

図-1は、縦軸にC（波先端移動速度）、横軸に H_0/L_0 （沖波波形勾配）をとり粗面 $D=14.0\text{mm}$ の場合の実験結果を示した1例である。●印は、図-2(a)の打ち上げ高さRより(1)式を用いて定義している。また○印は、ビデオ解析より求めたもので、図-2(b)の記号を用いそれぞれ(2)、(3)式で定義したものである。

$$C = 2 R / \sin \alpha \cdot 1/T \quad (1)$$

$$C = 2 X_m / t_2 \quad (2)$$

$$C = X_m / t_1 \quad (3)$$

ここに、

R：波の打ち上げ高さ T：入射波周期

α ：法面角度

X_m ：汀線から波の打ち上げ高さまでの斜面長

t_1 ：汀線から X_m 点までの打ち上げ時間

t_2 ：汀線を基準にした波の打ち上げ周期

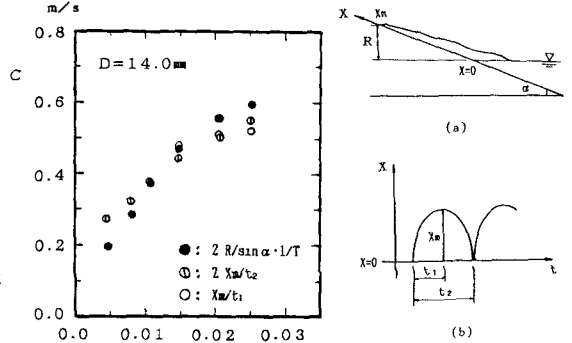


図-1 Cと H_0/L_0 の関係

図-2 波の打ち上げ高の模式図

図-1より、●印と○印の値はよく対応している。ここでは示していないが、「粗面+透水層」の場合もほぼ同様の結果となっている。

Rより求めた●印とビデオ解析より求めた○印がほぼ等しいとみなせば、波先端移動速度は $C \approx 2 R / \sin \alpha \cdot 1/T$ として求めることができる。

3. Re数と (C_R, n_R) 、 (C_{fR}, n_{fR}) の関係

著者らは、前報で粗面及び「粗面+透水層」に対する R/H_0 の実験式として次式を示している。

$$R/H_0 = C_R (\xi)^{n_R} \quad (4)$$

$$R/H_0 = C_R C_{fR} (\xi)^{n_R n_{fR}} \quad (5)$$

ただし、両式とも $1.25 \leq \xi < 3.0$

(4)式の C_R 、 n_R は、粗面の粗度による効果、(5)式の C_{fR} 、 n_{fR} は、透水層が加わることによる修正、すなわち透水層の透水性の効果と考えることができる。いずれの効果も含まない場合は、(6)式となり、

$$R/H_0 = \xi = \tan \alpha / (H/L_0)^{1/2} \quad (6)$$

滑面に対するHunt(1959)の実験式

$(R/H = 1.01 \tan \alpha / (H/L_0)^{1/2})$ とほぼ同じになる。

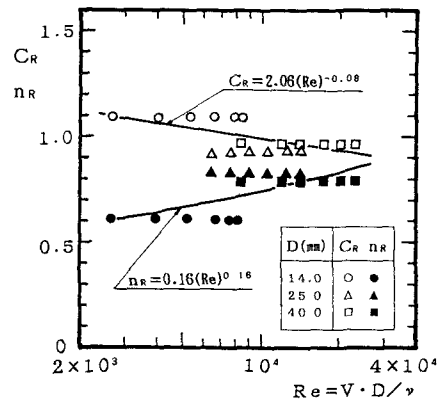


図-3 Re数と (C_R, n_R) の関係

図-3, 4は、 Re 数 ($=V \cdot D/\nu$) ただし、 V : 斜面上の波先端移動速度 ($2R/\sin\alpha \cdot 1/T$), D : 粗面の孔径, ν : 動粘性係数) と (C_R, n_R), (C_{fR}, n_{fR}) との関係を図示したもので、それぞれ (7) ~ (10) 式で近似することができる。

$$C_R = 2.06 (Re)^{-0.08} \quad (7)$$

$$n_R = 0.16 (Re)^{0.16} \quad (8)$$

$$C_{fR} = 0.89 (Re)^{0.02} \quad (9)$$

$$n_{fR} = 0.13 (Re)^{0.19} \quad (10)$$

ただし、 $2.8 \times 10^3 < Re < 2.5 \times 10^4$

4. 波の打ち上げ高の推定方法

図-5は、波の打ち上げ高の推定方法をフローチャートとして図示したものである。既知量として、 T (周期), h

(水深), H (入射波高), $\tan\alpha$ (斜面勾配), D (粗面の孔径) である。以下フローチャートに従って手順を説明する。① h/L_0 (相対水深), H/H_0 ($=K_s$: 浅水系数), ξ (surf similarity parameter) を求める。② R_i として波の打ち上げ高さを仮定する。③ R_i を用いて V , 及びその V を用いて Re 数をそれぞれ計算する。④ 図-3または(7)(8)式を用いて C_R, n_R を求める。⑤ $R/H_0 = C_R (\xi)^{n_R}$ より粗面の R/H_0 を求める。⑥ R_i と⑤で求めた R が等しくなければ②まで戻り再び R_2 として打ち上げ高さを仮定し、 $R = R_i$ になるまで繰り返す。 $R = R_i$ で粗面に対する打ち上げ高さが求められる。⑦次に「粗面+透水層」の R_i を仮定し、粗面と同手順で進める。なお、 C_{fR}, n_{fR} は図-4または(9)(10)式を用いて求めることができる。

図-6は、 R/H_0 と ξ の関係を示したものである。図中の波線、点線は、前報 (高橋ら, 1989) で示した粗面及び「粗面+透水層」の実験値の近似曲線である。●, ○印は5種類の入射波高について今回の推定法を用いて計算した値である。図より、両者はよく対応していることが分かる。

5. おわりに

緩傾斜堤への波の打ち上げ高の一推定法を示した。この推定方法は、粗度及び透水性を考慮したもので実験式とよく対応する。ただし、適用条件、範囲等今後検討すべき点が残されている。

《参考文献》

- 1) Hunt, I.A. (1959): Design of seawalls and breakwaters, Proc. ASCE, vol.85, No. WW3, pp123~152
- 2) 高橋・首藤・沼田 (1990): 緩傾斜堤の水利特性に関する実験的研究, 海講論文集, 第37巻, pp.509-513.
- 3) 高橋・首藤 (1989): 波の打ち上げ高, 反射率に及ぼす粗度・透水性の効果に関する一検討, 第44回年講, pp.648-649

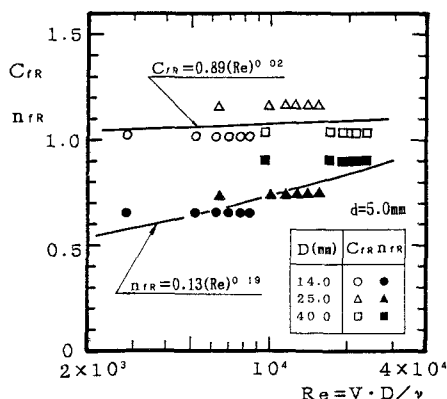


図-4 Re 数と (C_{fR}, n_{fR}) の関係

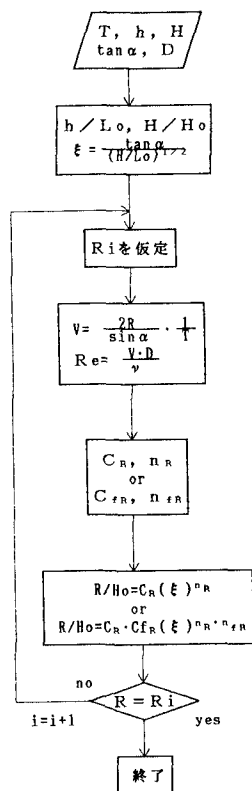


図-5 波の打ち上げ高推定方法のフローチャート

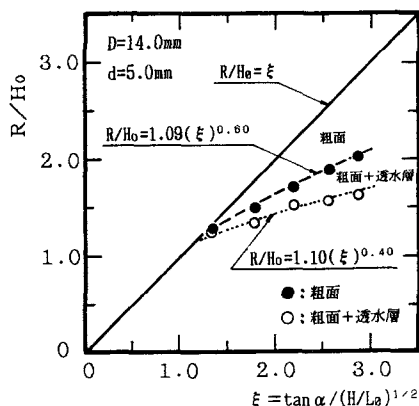


図-6 実験式と推定値の比較