

II-91

不規則波による波の打ち上げ高さに関する検討

東北工業大学大学院 学生員 ○川上 丈宏

東北工業大学 正員 高橋 敏彦

東北工業大学 正員 阿部 至雄

1. まえがき

規則波による波の打ち上げ高さは、例えば Saville¹⁾、豊島ら²⁾、高田³⁾等数多くの実験式等が示されている。しかし、不規則波については、現地海岸等に対応する比較的緩勾配斜面に関する実験式等が示されているが、緩傾斜堤などの海岸構造物を対象とした検討はそれほど行われていない。そこで本研究は、緩傾斜堤への波の打ち上げ高さを不規則波を用いて実験的に検討し、代表打ち上げ高さと波浪条件や堤勾配との関係を見いだす事を目的とした。

2. 実験装置及び実験方法

実験水路は、長さ 20.0m、幅 0.6m、深さ 0.7m の両面ガラス張り造波水路を 2 分して片側 0.3m とし、両側の水路を使用した。水路の一端にピストン型反射波吸収制御付き造波装置、他端には模型堤体を設置した。模型堤体の斜面勾配は、1/3, 1/4, 1/5 とし、斜面形状は滑面とした。一様水深部は $h = 0.3\text{m}$ とし不規則波の有義波周期 $T_{1/3} = 1.34\text{s}$ 、有義波波高 $H_{1/3} = 1.0 \sim 11.0\text{cm}$ とした。波の打ち上げ高さは 1～120 波目を読み取り、11～110 波目の値を用いた。不規則波は、Bretschneider・光易型のスペクトルをもつ波を用いた。表-1 に実験条件を示す。

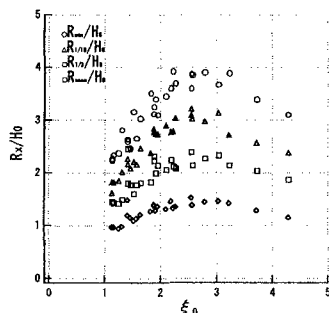
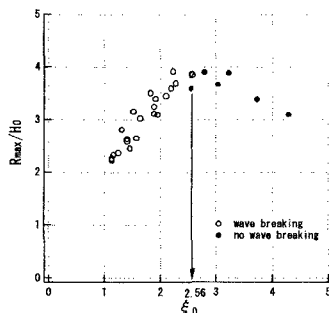
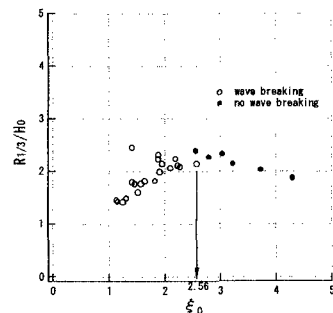
表 1 実験条件

実験 NO	斜面形状	勾配	$T_{1/3}$ (sec)	$H_{1/3}$ (m)	水深 (cm)
A-1	滑面	1/3	1.34	1.0～11.0	30
A-2		1/4			
A-3		1/5			

3. 実験結果および考察

3-1 相対打ち上げ高さ R_x/H_0 と surf similarity parameter ξ_0 の関係

図 1 は、斜面勾配 $\tan \alpha = 1/3 \sim 1/5$ の各代表打ち上げ高さ R_x を沖波有義波高 ($H_{1/3}$) $_0$ (以降 H_0 と記述する) で除した相対打ち上げ高さ $\{R_{\max}/H_0, R_{1/10}/H_0, R_{1/3}/H_0, R_{\text{mean}}/H_0\}$ と surf similarity parameter ξ_0 ($= \tan \alpha / (H_0/L_0)^{1/2}$, $\tan \alpha$: 斜面勾配, H_0 : 沖波有義波高, L_0 : 沖波有義波長) の関係を示したものである。図より R_x/H_0 の値は、当然ながら同一 ξ_0 に対して $R_{\max}/H_0, R_{1/10}/H_0, R_{1/3}/H_0, R_{\text{mean}}/H_0$ の順に大きい。またこれらの値は、 $\xi_0 \approx 2.5$ より小さい場合は右上がり、大きい場合は、幾分右下がりの傾向が認められる。図 2, 3 は、 $R_{\max}/H_0$ 及び $R_{1/3}/H_0$ と ξ_0 の関係を碎波の有無により示したものである。両図とも $\xi_0 < 2.5$ では、ほとんどのケースで碎波、 $\xi_0 > 2.5$ ではデータ数は少ないがほとんど非碎波となっている。 $\xi_0 = 2.5$ 付近は、碎波と非碎波の遷移領域となっている。なお、碎波の定義は、波の打ち上げ波数 100 波の半数以上碎波したものとした。

図 1 R_x/H_0 と ξ_0 の関係図 2 碎波の有無による $R_{\max}/H_0$ と ξ_0 の関係図 3 碎波の有無による $R_{1/3}/H_0$ と ξ_0 の関係

3-2 各代表打ち上げ高さの算定式

前節で示したように $\xi_0 \approx 2.5$ より大きい場合と小さい場合の波の打ち上げ現象が異なっていることが

分かった。そこで図-4, 5 は、 R_x/H_0 と ξ_0 の関係を $\xi_0 \leq 2.56$ の碎波領域と $\xi_0 > 2.56$ の非碎波領域に分けて回帰曲線を求めて図示したものである。各相関係数とも $R^2 = 0.90$ 以上の値を示しており強い相関を示している。各代表打ち上げ高さの回帰曲線は、 $R_x/H_0 = a \xi_0^b$ の形で示した。図 6 は、図 4, 5 の回帰曲線をまとめて図示したものであり、 $\xi_0 = 2.56$ では両領域の曲線ともほぼ滑らかに接続している。図中には、比較のため規則波による波の打ち上げ高さの Hunt の式⁴⁾ $\{R/H = 1.01 \tan \alpha / (H/L_0)^{1/2} \approx R/H_0\}$ も併記している。図 6 より、 $1.1 < \xi_0 < 2.2$ の範囲では、不規則波の $R_{1/3}/H_0$ の方が Hunt の式より幾分大きい値を示しているが、 $\xi_0 = 2.4$ ではほぼ同じ値を示すことが認められる。表 2 に、実験範囲と各代表打ち上げ高さの係数を示す。1 例として ξ_0 と H_0/L_0 が、 $1.14 \leq \xi_0 \leq 2.56$ で $0.006 \leq H_0/L_0 \leq 0.032$ の両方の条件に適合して $1/3 \sim 1/5$ 勾配の $R_{\max}/H_0$ を求める場合、 $R_{\max}/H_0 = 2.07 (\xi_0)^{0.7}$ として計算を行う事になる。

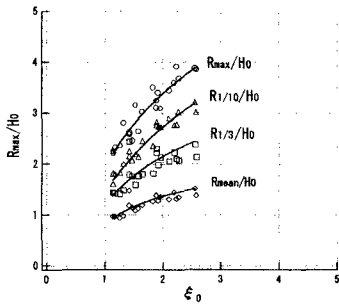


図 4 R_x/H_0 と ξ_0 の関係 ($\xi_0 < 2.56$)

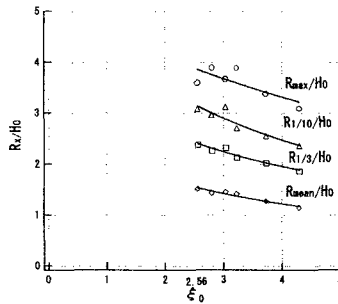


図 5 R_x/H_0 と ξ_0 の関係 ($\xi_0 > 2.56$)

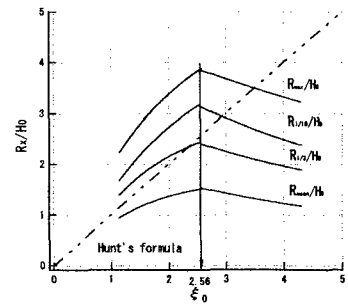


図 6 各代表打ち上げ高

表 2 各代表打ち上げ高の係数

実験範囲	$1.14 \leq \xi_0 \leq 2.56$			
	$0.006 \leq H_0/L_0 \leq 0.032$			
	$\tan \alpha = 1/3 \sim 1/5$			
	$R_{\max}$	$R_{1/10}$	$R_{1/3}$	R_{mean}
a	2.07	1.61	1.34	0.91
b	0.7	0.73	0.66	0.56

実験範囲	$2.56 < \xi_0 \leq 4.30$			
	$0.006 \leq H_0/L_0 \leq 0.017$			
	$\tan \alpha = 1/3, 1/4$			
	$R_{\max}$	$R_{1/10}$	$R_{1/3}$	R_{mean}
a	6.87	5.71	3.88	2.69
b	-0.54	-0.61	-0.5	-0.58

3-3 実験値と計算値の比較

図 7 は、各代表打ち上げ高さの計算値 $(R_x/H_0)_{\text{cal}}$ と実験値 $(R_x/H_0)_{\text{exp}}$ の比較を示したものである。図中の○、□印は、表 2 を用いた計算値及び Mase の実験式⁵⁾ (適用勾配 $1/30 \leq \tan \alpha \leq 1/5$) を用いて $1/5$ 勾配のみの計算値をそれぞれ本実験値と比較したものである。○印の本実験値と計算値は、ばらつきが小さく良く対応している。一方、□印の Mase の計算値は、本実験値より幾分大きい値を示しているが、全体的によく対応していると思われる。

4. あとがき

$1/3 \sim 1/5$ 勾配の緩傾斜堤への波の打ち上げ高さを、不規則波を用いて実験的に検討した。波の打ち上げ高さの傾向は、図 2, 3 で示したように遡上時の碎波の有無により surf similarity parameter $\xi_0 = 2.5$ 付近で異なることが分かった。これらを考慮した、各代表相対打ち上げ高さの surf similarity parameter の実験曲線及び実験式を見いだすことができた。

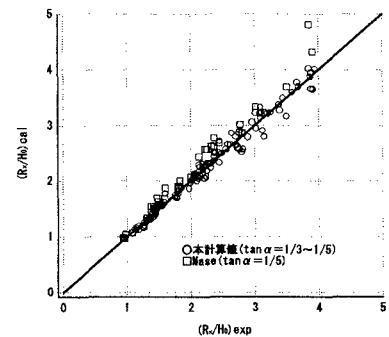


図 7 実験値と計算値の比較

<参考文献> 1. Saville, T., Jr.: Wave run-up on shore structures, Proc. (1956), Vol. 82, Paper 925, p. 14.

2. 豊島ら: 海岸堤防への波の打ち上げ高—海底勾配 $1/30$, 第 11 回海岸工学講演会講演集, (1964), p. 260-265.

3. 高田彰: 規則波の打ち上げ高および越波量の定式化について, 第 22 回海岸工学講演会論文集, (1975), p. 378-386.

4. Hunt, I. A., Jr.: Design of seawalls and breakwaters, J. Wt Harb. Div. 85, (3), (1959), p. 123-152.

5. Mase, H.: Random wave runup height on gentle slope, J. Waterway, Port, Coastal, and Ocean Eng., ASCE, Vol. 115, No. 5, (1989), p. 649-661.