

Ⅱ-67 傾斜護岸への相対水深を考慮した代表打ち上げ高さに関する一推定法

東北工業大学大学院 学生員 ○加藤 悠司
東北工業大学 正会員 高橋 敏彦

1. はじめに

海域を護る施設として、傾斜堤や護岸等がある。これらの構造物を築造する場合、背後地や砂浜地、海底勾配等様々な条件により、堤脚が海中に設置されるケースも少なくない。また、陸上に設置した場合でも、侵食により堤脚が海中に没する場合もある。前報¹⁾において入射波高と波の打ち上げ高さの代表波の関係式を用いて、相対水深に関わらず沖波有義波高から代表打ち上げ高さを推定する実験式について検討を行い報告した。本研究は、その $R_{1/3}$ (1/3 最大打ち上げ高さ) を求める実験式を用いて、不規則波の波高の分布が Rayleigh 分布に従うとした理論から、各代表打ち上げ高さを推定する検討を行った。

2. 実験条件及び実験方法

前報において報告したので、要約して記述する。実験水路は、長さ 20.0m、幅 0.6m、高さ 0.7m の両面ガラス張りの造波水路を二分し、片側 0.3m として両側の水路を使用した。水路には合板で 1/20 勾配を作成し、その上に模型堤体を設置した。模型堤体の法勾配は、1/0.5 と 1/3 の 2 種類とし、滑面で実験を行った。実験は、一様部水深 $h=24.4 \sim 44.0$ cm、有義波周期 $T_{1/3}=1.34$ sec、有義波波高 $H_{1/3}=1.0 \sim 10.0$ cm、相対水深 hi (堤体のり先から鉛直上方を+、下方を-とした) $/L_0$ (沖波波長) $= -0.02 \sim 0.05$ の 0.01 刻みに 8 ケースである。遡上波は 1~120 波目を読み取り、11~110 波目の値を用いて解析を行った。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.	$T_{1/3}$ (sec)	$H_{1/3}$ (cm)	hi/L_0	h (cm)
A-1	1.34	1.0	-5.60	24.40
A-2			-2.80	27.20
A-3			0.00	30.00
A-4			2.80	32.80
A-5			5.60	35.60
A-6			8.40	38.40
A-7			11.20	41.20
A-8			14.00	44.00
B-1	10.0	10.0	-5.60	24.40
B-2			-2.80	27.20
B-3			0.00	30.00
B-4			2.80	32.80
B-5			5.60	35.60
B-6			8.40	38.40
B-7			11.20	41.20
B-8			14.00	44.00

3. 実験結果及び考察

表-2 $R_{1/3}$ を求める実験式

3-1. 1/3 最大打ち上げ高さの実験式¹⁾

表-2 は、前報において報告した相対水深に関わらず 1/3 最大打ち上げ高さを推定する本実験式を示したものである。

この式により、係数 a を求める式に任意の hi/L_0 を代入し、その係数 a に $(H_{1/3})_0'$ (換算沖波有義波高) を乗ずることで $R_{1/3}$ を算出できる。図-1 は、1/3 勾配において $hi/L_0=0.00 \sim 0.05$ の範囲で $R_{1/3}$ の実験値と計算値の比較を示したものである。図中の破線は誤差 25% を表している。 $R_{1/3}$ が比較的小さい値で誤差 25% から外れているケースもあるが、全体的にはほぼ対応していると思われる。

3-2. Rayleigh 分布による代表打ち上げ高さ比

表-3 は、波高の分布が Rayleigh 分布に従うとして、Longuet-Higgins²⁾ が確率計算によって求めた代表波高間の関係をまとめたものである。なお、 H_{max} に対する波高比については、度数分布のピークすなわち mode (最多値) を、 N (波の観測個数) $=100$ とした場合で計算したもので示している。著者ら³⁾ は、各勾配、各相対水深毎に H 及び R ともに Rayleigh 分布にほぼ従う結果が得られ報告している。図-2、3 は、両勾配において $hi/L_0=0.00 \sim 0.05$ の 6 ケースで、それぞれ R_{mean} と $R_{1/3}$ 及び $R_{1/3}$ と R_{mean} 、 $R_{1/3}$ と $R_{1/10}$ の関係を示したも

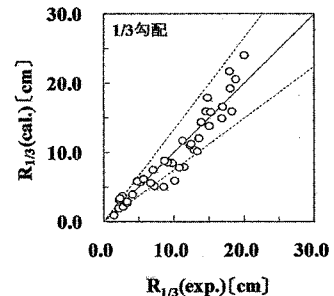


図-1 $R_{1/3}$ の実験値と計算値の比較

表-3 代表波高間の関係

	H_{mean}	$H_{1/3}$
H_{mean}	1.00	0.625
$H_{1/3}$	1.60	1.00
$H_{1/10}$	2.03	1.27
H_{max}	2.45	1.53

のである。図中の直線は代表波高間の理論関係を、各代表打ち上げ高さに当てはめて関係式を表したものである。両図より、勾配や相対水深に関わらず代表打ち上げ高さ間において Rayleigh 分布に従うことが認められる。これらの傾向は、Mase ら⁴⁾ (slope=1/0.5 and 1/3, 水深 3 ケース) による実験結果と同様である。そこで、次に各代表打ち上げ高さを表-3 で示した代表波高間と同じ関係式を用いて推定する。ただし、 $R_{1/3}$ は表-2 で示した実験式を用いるものとする。

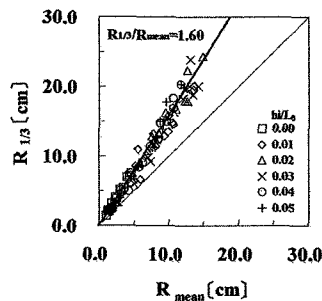


図-2 R_{mean} と $R_{1/3}$ の関係
($hi/L_0=0.00\sim0.05$)

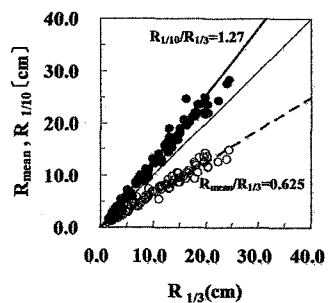


図-3 $R_{1/3}$ と $R_{mean}, R_{1/10}$ の関係
($hi/L_0=0.00\sim0.05$)

3-3. 各代表打ち上げ高さの実験値と計算値の比較

図-4 は、1/0.5 勾配において $hi/L_0=0.00\sim0.05$ の範囲で、 $R_{1/3}$ の実験式に Rayleigh 分布の関係式($R_{mean}=0.625 \cdot R_{1/3}$)を用いて算出した R_{mean} の計算値と実験値の比較を示したものである。図-5 は、1/3 勾配において $hi/L_0=0.00\sim0.05$ の範囲で、上記と同様にして算出した R_{max} の計算値と実験値の比較を示したものである。図中には、それぞれ比較のために本実験式¹⁾ から算出した R_{mean} 、 R_{max} の計算値もプロットしてある。図-4 より、比較的小さな値の一部で差が大きくなるケースもあるが、ほとんどのケースで誤差 25% 以内となっており、よく対応していると思われる。また、図-5 の R_{max} の実験値と計算値は図-4 に示した R_{mean} の計算値と実験値の関係よりもばらつきが大きくなっている。しかし、 R_{max} は H_{max} と同様に計測中の一波に対応することなどから考慮すると、ほぼ対応しているものと思われる。両図より、Rayleigh 分布の関係式を用いた計算値と実験式から算出した計算値を比較してみると、関係式を用いた計算値の方が R_{max} の比較的大きいケースで幾分か大きい値を示す傾向にあるが、全体的には実験式を用いた場合と同程度か幾分ばらつきは小さくなるようである。

4. あとがき

代表打ち上げ高さ間の関係は、相対水深にかかわらず代表波高間の Rayleigh 分布の関係式を用いることができる。また、相対水深($hi/L_0=0.00\sim0.05$)に関わらず、任意の沖波波高に対する $R_{1/3}$ の実験式を基に、他の代表打ち上げ高さを Rayleigh 分布の関係式を用いて推定できると考えられる。

参考文献

- 1) 加藤・高橋:傾斜護岸への相対水深を考慮した代表打ち上げ高さに関する一検討, 土木学会第 60 回年次学術講演会概要集, pp.373-374, 2005.
- 2) Longuet-Higgins, M.S.: On the statistical distributions of sea waves, Jour. Marine Res., Vol. XI, No. 3, pp.245-266, 1952.
- 3) 加藤・高橋:不規則波による傾斜護岸への代表打ち上げ高さに関する検討, 土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集, pp.320-321, 2005.
- 4) Mase, H., A. Miyahira and T.S. Hedges: Random wave runup on seawalls near shorelines with and without artificial reefs, Coastal Engineering Journal, Vol. 46 No. 3, pp.247-268, 2004.

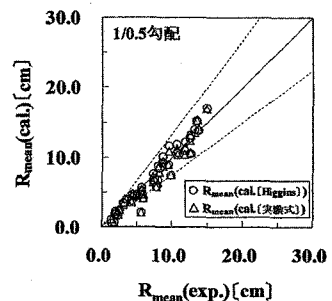


図-4 R_{mean} の実験値と計算値の比較
(1/0.5 勾配: $hi/L_0=0.00\sim0.05$)

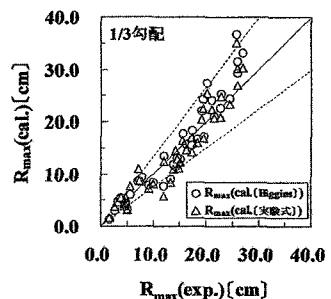


図-5 R_{max} の実験値と計算値の比較
(1/3 勾配: $hi/L_0=0.00\sim0.05$)