

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

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⁾において相対水深毎に入射波高及び波の打ち上げ高さのそれぞれの代表波間の関係を求め、更に入射波高と波の打ち上げ高さの代表波の関係式を求め報告した。本研究は、その関係式を用いて、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った。

表-1 実験条件

実験 No.	$T_{1/3}$ (sec)	$H_{1/3}$ (cm)	hi/L_0	hi (cm)	h (cm)
1/0.5 勾配	1.34	1.0	-0.02	-5.60	24.40
			-0.01	-2.80	27.20
			0.00	0.00	30.00
			0.01	2.80	32.80
			0.02	5.60	35.60
			0.03	8.40	38.40
			0.04	11.20	41.20
			0.05	14.00	44.00
1/3 勾配	10.0	10.0	-0.02	-5.60	24.40
			-0.01	-2.80	27.20
			0.00	0.00	30.00
			0.01	2.80	32.80
			0.02	5.60	35.60
			0.03	8.40	38.40
			0.04	11.20	41.20
			0.05	14.00	44.00

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 $h = 24.4$ ~ 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。) $/L_0 = -0.02 \sim 0.05$ 迄の 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-2 各代表波の関係 (1/3 勾配: $hi/L_0 = 0.04$)

	H_{mean}	$H_{1/3}$	$(H_{1/3})_0'$	$H_{1/10}$	H_{max}	R_{mean}	$R_{1/3}$	$R_{1/10}$	$R_{2\%}$	R_{max}
H_{mean}		0.626		0.499	0.405	0.361	0.234	0.194	0.160	0.151
$H_{1/3}$	1.60			0.796	0.647	0.575	0.373	0.309	0.255	0.241
$H_{1/10}$	2.00	1.26			0.813	0.722	0.469	0.388	0.320	0.302
H_{max}	2.46	1.54		1.23		0.887	0.576	0.476	0.394	0.372
R_{mean}	2.76	1.73	1.58	1.37	1.12		0.648	0.536	0.445	0.421
$R_{1/3}$	4.25	2.66	2.43	2.12	1.72	1.54		0.827	0.685	0.646
$R_{1/10}$	5.14	3.22	2.94	2.56	2.08	1.86	1.21		0.828	0.781
$R_{2\%}$	6.18	3.87	3.53	3.08	2.50	2.25	1.45	1.20		0.946
R_{max}	6.50	4.07	3.72	3.23	2.64	2.37	1.53	1.27	1.06	

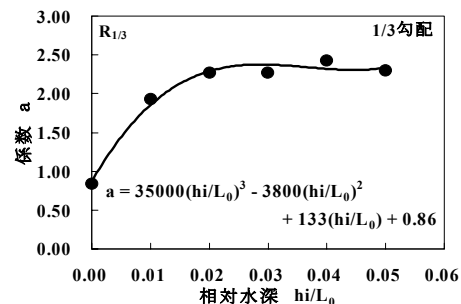
3. 実験結果及び考察

3-1. 各代表波の関係¹⁾

表-2 は、各代表波高の関係、各代表打ち上げ高さの関係、更に波高と打ち上げ高さの各代表波の関係を、1/3 勾配における $hi/L_0 = 0.04$ のケースで一例を示したものである。なお、表中には $(H_{1/3})_0'$ (換算沖波有義波高) と各代表打ち上げ高さの関係も示してある。各関係は、一次式でありよく対応している。

3-2. 係数 a の算出式

表-2 より、1/3 勾配における $hi/L_0 = 0.04$ のケースでは $(H_{1/3})_0'$ に対する $R_{1/3}$ (1/3 最大打ち上げ高さ) は $R_{1/3} = a \cdot (H_{1/3})_0'$ ($a: 2.43$) の関係にあることが認められる。図-1 は、この関係を 1/3 勾配で $hi/L_0 = 0.00 \sim 0.05$ の範囲でプロットしたものである。縦軸は係数 a、横軸は相対水深 hi/L_0 である。図中の曲線は 3 次の多項式近似曲線である。同様に、1/0.5 及び 1/3 勾配において、各代表打ち上げ高さ (R_{mean} , $R_{1/3}$, $R_{1/10}$, $R_{2\%}$, R_{max}) について係数 a をまとめると、それぞれ表-3(a), (b) のようになる。

図-1 hi/L_0 と係数 a の関係の一例 [$R_{1/3}$](1/3 勾配: $hi/L_0 = 0.00 \sim 0.05$)

キーワード 傾斜護岸, 波の打ち上げ高さ, 相対水深, 不規則波, 代表打ち上げ高さ

連絡先 〒982-8577 宮城県仙台市太白区八木山香澄町 35-1 東北工業大学 TEL 022-229-1151

表-3(a) 代表打ち上げ高さを求める実験式（1/0.5 勾配）

関係式	係数 a	範囲
$R_{mean} = a \cdot (H_{1/3})_0^3$	$a = 54000(hi/L_0)^3 - 5600(hi/L_0)^2 + 161(hi/L_0) + 0.52$	hi/L_0
$R_{1/3} = a \cdot (H_{1/3})_0^3$	$a = 82000(hi/L_0)^3 - 8600(hi/L_0)^2 + 254(hi/L_0) + 0.81$	0.00
$R_{1/10} = a \cdot (H_{1/3})_0^3$	$a = 112000(hi/L_0)^3 - 11000(hi/L_0)^2 + 310(hi/L_0) + 1.06$	}
$R_{2\%} = a \cdot (H_{1/3})_0^3$	$a = 118000(hi/L_0)^3 - 11600(hi/L_0)^2 + 316(hi/L_0) + 1.32$	
$R_{max} = a \cdot (H_{1/3})_0^3$	$a = 114000(hi/L_0)^3 - 11400(hi/L_0)^2 + 314(hi/L_0) + 1.40$	0.05

表-3(b) 代表打ち上げ高さを求める実験式（1/3 勾配）

関係式	係数 a	範囲
$R_{mean} = a \cdot (H_{1/3})_0^3$	$a = 33000(hi/L_0)^3 - 3400(hi/L_0)^2 + 110(hi/L_0) + 0.50$	hi/L_0
$R_{1/3} = a \cdot (H_{1/3})_0^3$	$a = 35000(hi/L_0)^3 - 3800(hi/L_0)^2 + 133(hi/L_0) + 0.86$	0.00
$R_{1/10} = a \cdot (H_{1/3})_0^3$	$a = 28000(hi/L_0)^3 - 3600(hi/L_0)^2 + 141(hi/L_0) + 1.10$	}
$R_{2\%} = a \cdot (H_{1/3})_0^3$	$a = 22000(hi/L_0)^3 - 3100(hi/L_0)^2 + 138(hi/L_0) + 1.43$	
$R_{max} = a \cdot (H_{1/3})_0^3$	$a = 10000(hi/L_0)^3 - 2100(hi/L_0)^2 + 114(hi/L_0) + 1.68$	0.05

3-3. 各代表打ち上げ高さの実験値と計算値の比較

図-2 は、1/0.5 勾配において

て $hi/L_0 = 0.00 \sim 0.05$ の範囲

で R_{mean} 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。比較的小さな値の一

部で差が大きくなっている

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。図-3、4 は、1/0.5

及び 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。図より 1/0.5 勾配においては、1/3 勾配よりも全体的に幾分ば

らつきは大きくなっている。両図より、 $R_{1/3}$ 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。図-5 は、1/3 勾配において $hi/L_0 = 0.00 \sim 0.05$ の範囲で

R_{max} の実験値と計算値の比較を示したものである。図より、 R_{max} の

実験値と計算値は図-3 に示した $R_{1/3}$ の実験値と計算値の関係よりも

ばらつきが幾分大きくなっている。これらのことから、実験値と計

算値は R_{mean} と $R_{1/3}$ である程度よく対応するが、打ち上げ高さが大き

くなるにつれてその誤差は大きくなっていく傾向が認められる。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。

4. あとがき

代表打ち上げ高さを、1/0.5 及び 1/3 勾配毎に相対水深 $hi/L_0 = 0.00$

~ 0.05 までの範囲を相対水深に関わらず沖波有義波高 $(H_{1/3})_0$ を用い

て表すことができた。この実験式を用いた R_{mean} 及び $R_{1/3}$ の計算値と

実験値の誤差は、ほぼ 25%以内でありよく対応すると思われる。し

かし、波の代表打ち上げ高さが大きくなるにつれて実験値と計算値

のばらつきが幾分大きくなることから、更に検討を行う必要がある。

参考文献

- 1) 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.

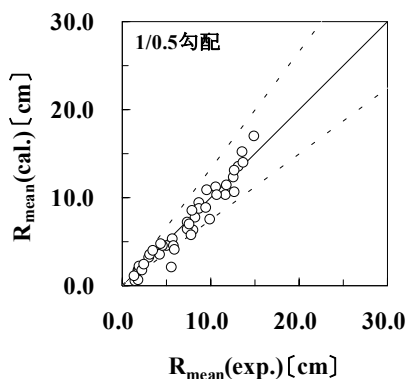


図-2 R_{mean} の実験値と計算値の比較
(1/0.5 勾配: $hi/L_0 = 0.00 \sim 0.05$)

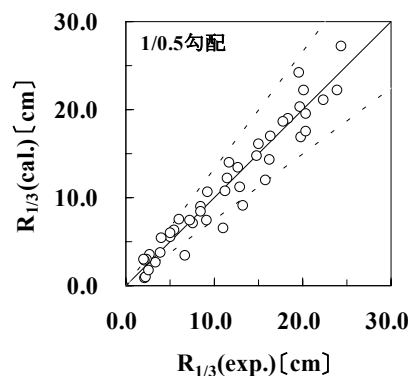


図-3 $R_{1/3}$ の実験値と計算値の比較
(1/0.5 勾配: $hi/L_0 = 0.00 \sim 0.05$)

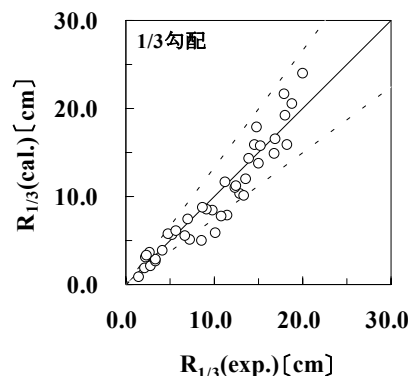


図-4 $R_{1/3}$ の実験値と計算値の比較
(1/3 勾配: $hi/L_0 = 0.00 \sim 0.05$)

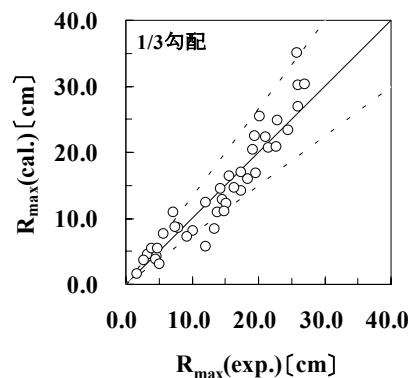


図-5 R_{max} の実験値と計算値の比較
(1/3 勾配: $hi/L_0 = 0.00 \sim 0.05$)