

# 法先水深を考慮した波の打ち上げ高さに関する実験(1)

1214223 高橋悠也

## 1. はじめに

傾斜護岸への波の打ち上げ高さには、法先水深が大きく影響する。護岸の設計、施工及び管理を行う際には、法先水深を考慮することが重要になってくる。規則波については、豊島ら<sup>1)</sup>によって法先水深を考慮した検討が行われてきた。一方、不規則波については加藤ら<sup>2)</sup>によって検討が行われてきた。しかし、いずれも

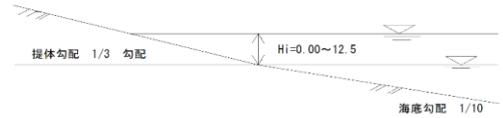


図-1 模型堤体概略図

法先水深沖波波長比  $h_i/L_0$  をパラメータとして波の打ち上げ高算定図を示している。このパラメータだと法先水深に対する波高の割合が不明である。そこで法先水深を考慮した  $h_i/H_0$  (沖波波高) をパラメータとした不規則波の代表打ち上げ高さの算定図を実験的に作成することを目的とした。

## 2. 実験条件及び実験方法

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使用した。水路の一端にはピストン型反射波吸収制御付不規則波造波装置、他端には合板による 1/10 の海底勾配を作成し、その上に 1/3 勾配の模型堤体を設置した。実験は一様部水深  $h=31.00\sim44\text{cm}$ 、有義波周期  $T_{1/3}=1.10\sim1.30\text{ s}$ 、有義波高  $H_{1/3}=0.92\sim9.2\text{cm}$ 、法先水深・沖波波高比  $h_i/H_0=0.25, 1.0, 2.0, 3.0$  の 4 ケースである。波の打ち上げ高さは、目視観測を主として、ビデオカメラ観測を副とし、波が最も高く打ち上がった部分を読み取った。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なった。波の打ち上げ高さの計測は 3 回ずつ行い、その平均値を用いている。図-1 に模型堤体概略図、表-1 に実験条件を示す。

表-1 実験条件

実験No.	$T_{1/3}$ (s)	$H_{1/3}$ (cm)	$h$ (cm)	$h/L_0$	$h$ (cm)	
1/3勾配	A-1	1.10~1.30	0.92~9.2	1.0~2.5	0.25	31~32.5
	A-3			1.0~10.0	1.0	31~39
	A-5			2.0~12.0	2.0	32~42
	A-7			3.0~12.0	3.0	33~42

## 3. 実験結果及び考察

### 3-1. 波形勾配 $H_0/L_0$ と代表打ち上げ高さ $R_x/H_0$ との関係

図 2(a)~(d) は、堤体勾配 1/3 勾配における法先水深・沖波波高比  $h_i/H_0=0.25, 1.0, 2.0, 3.0$  の実験結果をプロットしたものである。縦軸は、代表打ち上げ高  $R_x$  ( $R_{2\%}$ : 2%超過打ち上げ高、 $R_{1/10}$ : 1/10 最大打ち上げ高、 $R_{1/3}$ : 1/3 最大打ち上げ高、 $R_{\text{mean}}$ : 平均打ち上げ高) を ( $H_{1/3}$ )<sub>0</sub>: 沖波有義波高(以降  $H_0$  と記述する)で除した値  $R_x/H_0$  ( $R_{2\%}/H_0, R_{1/10}/H_0, R_{1/3}/H_0, R_{\text{mean}}/H_0$ ) で、横軸は沖波波形勾配  $H_0/L_0$  ( $L_0$ =沖波波長) である。

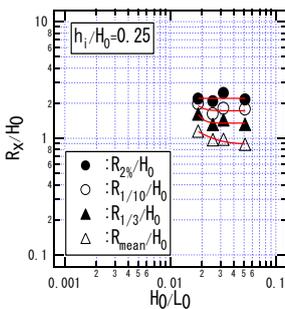


図-2(a)  $R_x/H_0$  と  $H_0/L_0$  との関係  
( $h_i/H_0=0.25$ )

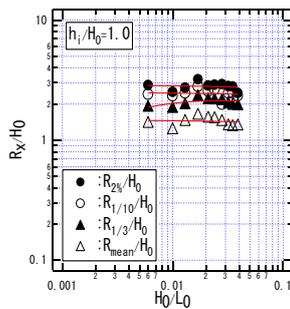


図-2(b)  $R_x/H_0$  と  $H_0/L_0$  との関係  
( $h_i/H_0=1.0$ )

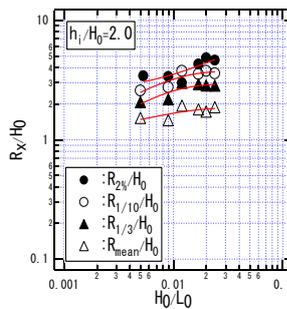


図-2(c)  $R_x/H_0$  と  $H_0/L_0$  との関係  
( $h_i/H_0=2.0$ )

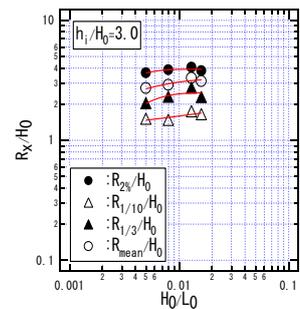


図-2(d)  $R_x/H_0$  と  $H_0/L_0$  との関係  
( $h_i/H_0=3.0$ )

キーワード：不規則波実験、傾斜護岸、波の代表打ち上げ高さ、法先水深・沖波波高比

No. 1-19 (高橋研究室)

図-2 より各代表打ち上げ高さ共、波形勾配によって幾分打ち上げ高さが変動している。図中の実線は、玉田ら<sup>3)</sup>に倣い各実験結果にフィットするように引いた回帰曲線である。回帰曲線の一般式は、 $R_x/H_0 = A + B \exp\{-C(H_0/L_0)\}$  である。ここに A、B、C：定数である。

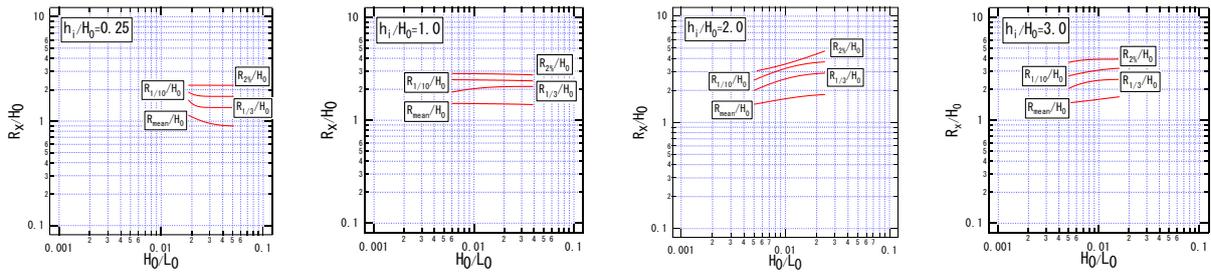


図-3(a)  $R_x/H_0$ と  $H_0/L_0$ との関係 図-3(b)  $R_x/H_0$ と  $H_0/L_0$ との関係 図-3(c)  $R_x/H_0$ と  $H_0/L_0$ との関係 図-3(d)  $R_x/H_0$ と  $H_0/L_0$ との関係  
( $hi/H_0=0.25$ ) ( $hi/H_0=1.0$ ) ( $hi/H_0=2.0$ ) ( $hi/H_0=3.0$ )

図-3(a)～(d)は、図-2(a)～(d)の回帰曲線のみ図示したもので  $R_x/H_0$  をパラメータとして不規則波の代表打ち上げ高の算定曲線を示したものである。当然ではあるが、各図とも代表打ち上げ高さは、 $R_{2\%}/H_0$ 、 $R_{1/10}/H_0$ 、 $R_{1/3}/H_0$ 、 $R_{mean}/H_0$ の順に打ち上げ高さが大きい。図-3(a)は  $hi/H_0=0.25$  のケースであり、 $H_0/L_0 \doteq 0.02 \sim 0.05$  の範囲である。(b)及び(c)の  $hi/H_0=1.0$  及び  $2.0$  のケースでは、それぞれ  $H_0/L_0 \doteq 0.006 \sim 0.04$  及び  $H_0/L_0 \doteq 0.005 \sim 0.025$  の範囲である。(d)の  $hi/H_0=3.0$  のケースでは、 $H_0/L_0 \doteq 0.005 \sim 0.017$  の範囲である。代表打ち上げ高  $R_x/H_0$  は  $H_0/L_0$  が大きくなるに従って(a)の  $hi/H_0=0.25$  では直線または幾分右下がり、(c)、(d)の  $hi/H_0=2.0$ 、 $3.0$  では右上がり、(b)の  $hi/H_0=1.0$  ではその中間で  $H_0/L_0$  に関係無くほぼ直線的な曲線となっている。各代表打ち上げ高さ  $R_x$  ( $R_{2\%}/H_0$ 、 $R_{1/10}/H_0$ 、 $R_{1/3}/H_0$ 、 $R_{mean}/H_0$ )間の曲線は、 $hi/H_0=0.25$  及び  $3.0$  ではほぼ等間であるが、 $hi/H_0=1.0$  及び  $2.0$  では  $R_{2\%}/H_0$  と  $R_{1/10}/H_0$ 、 $R_{1/3}/H_0$  の曲線の間隔が狭くなっている。

### 3-2 $hi/H_0$ 別代表打ち上げ高さ $R_x/H_0$ との関係

図-4(a)、(b)は  $hi/H_0$  をパラメータとして  $R_{2\%}/H_0$  と  $R_{mean}/H_0$  の  $H_0/L_0$  と  $R_x/H_0$  との関係を示した例である。(a)の  $R_{2\%}/H_0$  では、 $hi/H_0=2.0$  と  $3.0$  が同程度の値を示しており、 $hi/H_0=0.25$  が最も小さい値を示している。(b)の  $R_{mean}/H_0$  では、最も大きな値を示しているのは  $hi/H_0=3.0$  及び  $2.0$  で次に  $1.0$ 、 $0.25$  の順になっている。ここでは示していないが、 $R_{1/10}/H_0$  と  $R_{1/3}/H_0$  でも同様の傾向を示している。全体的に代表打ち上げ高は、 $hi/H_0=3.0 \doteq 2.0$ 、 $1.0$ 、 $0.25$  の順に大きな値を示している。ただしその差は  $H_0/L_0=0.25$  を除くとそれほど大きくない傾向にある。

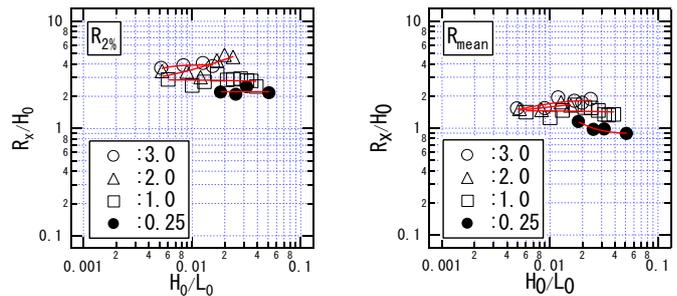


図-4(a)  $R_x/H_0$ と  $H_0/L_0$ との関係 図-4(b)  $R_x/H_0$ と  $H_0/L_0$ との関係  
( $R_{2\%}/H_0$ ) ( $R_{mean}/H_0$ )

## 5. おわりに

法先水深を考慮した不規則波の代表打ち上げ高さに関する実験を行い、 $H_0/L_0$  と代表打ち上げ高  $R_x/H_0$  との関係を  $hi/H_0$  毎に算定曲線を作成した。その結果、 $hi/H_0$  毎に  $H_0/L_0$  と不規則波の各代表打ち上げ高さの関係及び傾向を示す事ができた。

### 参考文献

- 1) 加藤悠司・高橋敏彦・新井信一：傾斜護岸への相対水深を考慮した波の打ち上げ高さの一推定法, 海岸工学論文集 第53巻(2), pp721-725, 2006
- 2) 豊島修・首藤伸夫・橋本宏：海岸堤防への波の打ち上げ高一/30一, 第11回海岸工学講演会講演集, 土木学会, pp206~265, 1964.
- 3) 玉田崇・間瀬肇・安田誠宏：複合断面に対する波の不規則性を考慮した打ち上げ高算定法に関する土木学会論文集 B2(海岸工学) Vol. B2-65, No.1, 936-940, 2009