

法先水深を考慮した波の打ち上げ高さに関する実験(2)

1114202 青木 洸大

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¹⁾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²⁾によって検討が行われてきた。しかし、いずれも法先水深・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さ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 毎の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事を目的とした。

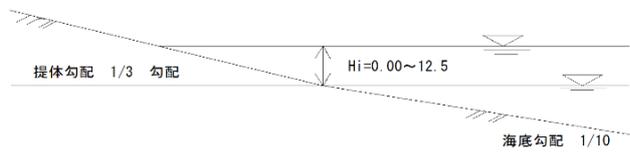


図-1 模型堤体概略図

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、その上に模型堤体を設置した。模型堤体の法勾配は 1/3 とした。実験は一様部水深 $H=31.00\sim 42.5\text{cm}$ 、有義波周期 $T_{1/3}=1.03\sim 1.28\text{s}$ 、有義波高 $H_{1/3}=0.93\sim 9.18\text{cm}$ 、法先水深・沖波波高比 $h_i/H_0=0.5, 1.5, 2.5$ の 3 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とった。遡上波は 1~120 波を読み取り、11~110 波目の値を用いて解析を行った。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.1	T1/3(s)	H1/3(s)	hi(cm)	hi/H0	h(cm)	
1/3勾配	A-2	1.03~1.28	0.93~9.18	1.0~2.5	0.5	31.0~35.0
	A-4			1.5~2.0	1.5	31.5~42.0
	A-6			2.5~12.5	2.5	32.5~42.5

3. 実験結果及び考察

3-1. 代表打ち上げ高さ と 波形勾配 と の 関 係

図-2(a)~(c)は、堤体勾配1/3勾配における法先水深・沖波波高比 $h_i/H_0=0.5, 1.5, 2.5$ 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_{mean} :平均打ち上げ高)を $(H_{1/3})_0$:沖波有義波高(以降 H_0 と記述する)で除した値

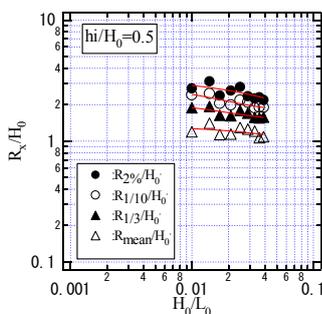


図-2(a) R_x/H_0 と H_0/L_0 との関係
($h_i/H_0=0.5$)

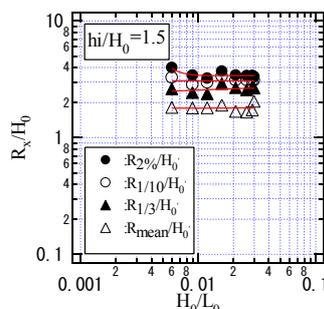


図-2(b) R_x/H_0 と H_0/L_0 との関係
($h_i/H_0=1.5$)

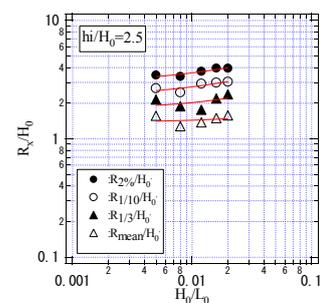


図-2(c) R_x/H_0 と H_0/L_0 との関係
($h_i/H_0=2.5$)

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

No. 1-20(高橋研究室)

R_x/H_0 ($R_{2\%}/H_0$, $R_{1/10}/H_0$, $R_{1/3}/H_0$, R_{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変動している。図より全体的に●印の $R_{2\%}/H_0$ の値が2~4と大きく $hi/H_0=1.5$ と 2.5 で3~4の同程度を示し、0.5で2~3の比較的小さい値を示している。図中の実線は、玉田ら³⁾ 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り、一般式は $R_x/H_0=A+B \exp \{-C(H_0/L_0)\}$ である。

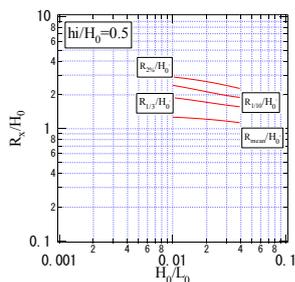


図-3(a) R_x/H_0 と H_0/L_0 との関係
($hi/H_0=0.5$)

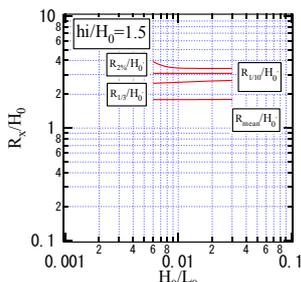


図-3(b) R_x/H_0 と H_0/L_0 との関係
($hi/H_0=1.5$)

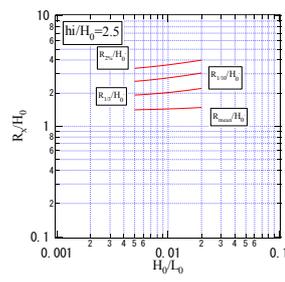


図-3(c) R_x/H_0 と H_0/L_0 との関係
($hi/H_0=2.5$)

図-3(a)~(c)は、図-2(a)~(c)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 $R_{2\%}/H_0$, $R_{1/10}/H_0$, $R_{1/3}/H_0$, R_{mean}/H_0 の順に打ち上げ高さが大きい。図-3(a)は $hi/H_0=0.5$ のケースであり、 $H_0/L_0 \approx 0.01 \sim 0.04$ の範囲である。(b)及び(c)の $hi/H_0=1.5$ 及び 2.5 のケースでは、それぞれ $H_0/L_0 \approx 0.006 \sim 0.03$ 及び $H_0/L_0 \approx 0.005 \sim 0.02$ 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 $hi/H_0=0.5$ では幾分右下がり、(c)の $hi/H_0=2.5$ では右上がり、(b)の $hi/H_0=1.5$ 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、 $hi/H_0=2.5$ 及び 0.5 ではほぼ等間であるが、 $hi/H_0=1.5$ 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、 $hi/H_0=1.5$ と 2.5 が同程度の値を示しており、 $hi/H_0=0.5$ 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 $hi/H_0=1.5$ のケースで次に 2.5 , 0.5 の順になっている。ここでは示していないが、 $R_{1/10}/H_0$ では(a)の $R_{2\%}/H_0$ と $R_{1/3}/H_0$ では(c)の R_{mean}/H_0 と同様の傾向を示している。全体的に代表打ち上げ高は、 $hi/H_0=1.5, 2.5, 0.5$ の順に大きな値を示している。ただしその差はそれほど大きくない傾向にある。

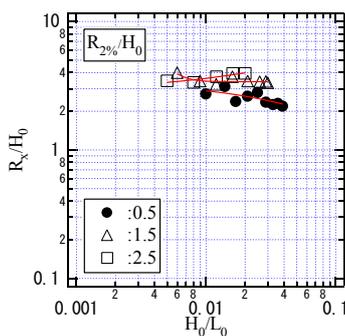


図-4(a) R_x/H_0 と H_0/L_0 との関係
($R_{2\%}/H_0$)

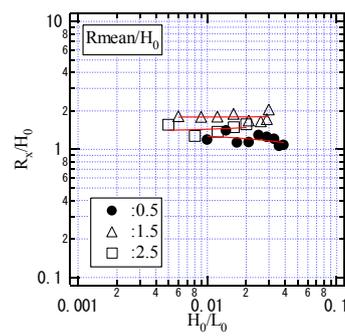


図-4(b) R_x/H_0 と H_0/L_0 との関係
(R_{mean}/H_0)

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った。その結果 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。

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—1/30—,第11回海岸工学講演会講演集,土木学会,pp260~265,1964.
- 3) 玉田崇・問瀬肇・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研究、土木学会論文集 B2(海岸工学)Vol.1, B2-65, No. 1, 936-940, 2009