

傾斜護岸への波の打ち上げ高さに及ぼす相対水深の影響に関する実験

東北工業大学 学生員 ○加藤 悠司
東北工業大学 正会員 高橋 敏彦
東北工業大学 正会員 阿部 至雄

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。波の打ち上げ高さや反射率に及ぼす相対水深の影響に関しては、規則波についてある程度検討されているが、不規則波によるそれらの影響に関してはほとんど検討されていない。そこで本研究は、不規則波を用いて相対水深の違いによる波の打ち上げ高さや反射率の特性を調べるとともに、波の打ち上げ高算定図を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二分し、片側 0.3m として両側の水路を使用した。水路の一端にはピストン型反射波吸収制御付き不規則波造波装置、他端には合板で 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 h_i (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。入射波高、反射波高は合田の入射波分離法を用いた。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。図-1 (a) 実験水路概略図、(b) 模型堤体概略図、表-1 に実験条件を示す。

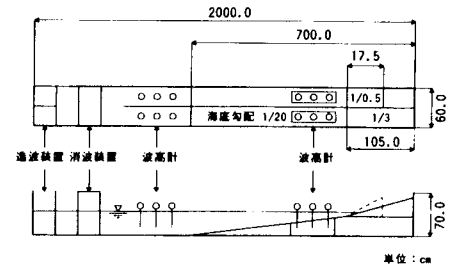


図-1(a) 実験水路概略図

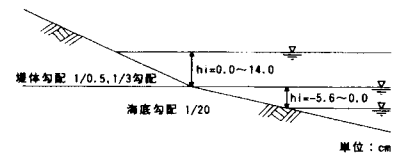


図-1(b) 模型堤体概略図

表-1 実験条件

実験 No.	$T_{1/3}$ (sec)	$H_{1/3}$ (cm)	h/L_0	h_i (cm)	h (cm)
1/0.5 勾配					
A-1			-0.02	-5.83	24.40
A-2			-0.01	-2.80	27.20
A-3			0.00	0.00	30.00
A-4			0.01	2.80	32.80
A-5			0.02	5.83	35.60
A-6			0.03	8.40	38.40
A-7			0.04	11.20	41.20
A-8			0.05	14.00	44.00
1/3 勾配					
B-1			-0.02	-5.83	24.40
B-2			-0.01	-2.80	27.20
B-3			0.00	0.00	30.00
B-4			0.01	2.80	32.80
B-5			0.02	5.83	35.60
B-6			0.03	8.40	38.40
B-7			0.04	11.20	41.20
B-8			0.05	14.00	44.00

3. 実験結果及び考察

3-1. 不規則波と規則波による波の打ち上げ高さの比較

図-2(a), (b) は、1/0.5 勾配及び 1/3 勾配における $h_i/L_0 = 0.02$ のケースの不規則波と規則波の実験結果¹⁾をプロットしたものである。縦軸は相対打ち上げ高さ R/H_0 {規則波, R : 静水面からの波の鉛直打ち上げ高さ, H_0 : 沖波波高}, $R_{1/3}$ {不規則波, $R_{1/3}$: 1/3 最大打ち上げ高さ, $(H_{1/3})_0$: 沖波有義波高(以降 H_0 と記述する)},

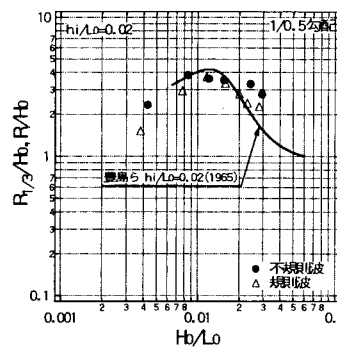


図-2(a) $R_{1/3}/H_0$ と H_0/L_0 の関係 ($h_i/L_0 = 0.02$)

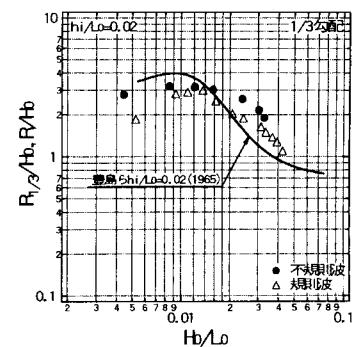


図-2(b) $R_{1/3}/H_0$ と H_0/L_0 の関係 ($h_i/L_0 = 0.02$)

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、反射率

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

横軸は沖波波形勾配 H_0/L_0 (L_0 : 沖波波長) である。比較のために、1/20 海底勾配の上に模型堤体を設置した豊島ら²⁾の滑面に対する規則波実験曲線も併記している。図-2 より、本実験の不規則波と規則波の相対打ち上げ高さを比較してみると、同程度か幾分不規則波の相対打ち上げ高さの方が大きい値を示している。不規則波の実験値は、豊島らの実験曲線と比較すると、幾分大きい値を示したり、小さい値を示したりしているが、全体的に同程度か幾分大きい値を示す傾向が認められた。

3-2. 不規則波による波の打ち上げ高さに及ぼす相対水深の影響

図-3(a), (b) は h_i/L_0 をパラメータとして、1/0.5 勾配及び 1/3 勾配における $R_{1/3}/H_0$ と H_0/L_0 の関係を近似曲線として表したものである。図より、両勾配とも $h_i/L_0 = -0.01$ と -0.02 は、 $h_i/L_0 = -0.02$ のほうが幾分大きいものの同程度の値を示している。これは、両ケースとも $H_0/L_0 < 0.02$ の場合、堤体まで波が遡上せずほとんど海底勾配 1/20 での波の打ち上げ高さとなっているためである。両勾配とも、 h_i/L_0 が 0.0 以下の場合の $R_{1/3}/H_0$ の値は、約 1.0 以下の比較的小さい値を示し、 $h_i/L_0 = 0.01$ 以上になると $R_{1/3}/H_0$ の値は約 2.0~4.0 程度の値に急激に大きくなっていく傾向がある。両勾配とも、 $R_{1/3}/H_0$ の値が大きくなる h_i/L_0 の値は、 $0.004 < H_0/L_0 < 0.03$ の範囲で、相対水深が比較的浅い $h_i/L_0 = 0.01 \sim 0.03$ となっている。

3-3. 反射率 K_r に及ぼす相対水深の影響

図-4(a), (b) は、 h_i/L_0 をパラメータとして 1/0.5 及び 1/3 勾配における K_r と H_0/L_0 の関係を示したものである。図中には比較のため Greslou-Mahe³⁾の実験曲線も併記している。両図とも本実験値 $h_i/L_0 = -0.02$ から h_i/L_0 が順に増加するのに従い、 K_r も徐々に大きくなっていく傾向が認められる。1/0.5 勾配の場合は、 $h_i/L_0 = 0.04 \sim 0.05$ で $K_r \approx 0.75 \sim 0.85$ の値となっており、 H_0/L_0 の影響は小さくなるようだ。1/3 勾配の場合は、 $h_i/L_0 = 0.01 \sim 0.05$ までは H_0/L_0 が小さい程、 K_r は大きな値を示す傾向となっている。Greslou-Mahe の実験曲線は、水平床に模型堤体を直接設置しているため、海底勾配の無い条件である。そのため、両図の $h_i/L_0 = 0.00 \sim 0.05$ の本実験値は、Greslou-Mahe の実験曲線より小さい値となっていると考えられる。両図の $h_i/L_0 = -0.01$ と -0.02 の実験値は、Greslou-Mahe の実験曲線よりもやや大きい値を示している。

4. あとがき

海底勾配 1/20 の上に設置した 1/0.5 勾配、1/3 勾配の滑面堤体に対する $R_{1/3}/H_0$ と H_0/L_0 の関係を示す実験曲線を、 h_i/L_0 をパラメータとして $-0.02 \sim 0.05$ まで 0.01 刻み毎に求めた。また、 K_r と H_0/L_0 の関係も h_i/L_0 をパラメータとして明らかにすることができた。今後、 h_i/L_0 をパラメータとして代表打ち上げ高さ (R_{max} , $R_{2\%}$, $R_{1/10}$, R_{mean}) と H_0/L_0 の関係など更に詳細にデータ解析を進める予定である。

参考文献

- 1) 佐藤・吉田: 波の打ち上げ高さに及ぼす堤脚水深の影響に関する規則波実験, 東北工業大学土木工科大学卒業論文要旨集, 2004.
- 2) 豊島 修・首藤伸夫・橋本 宏: 海岸堤防への波の打ち上げ高—海底勾配 1/20—, 第 12 回海岸工学講演会講演集, pp180-185, 1965.
- 3) Greslou, L. et Y. Mahe: Etude du Coefficient de reflexion d'une houle sur un obstacle constitue par un plan incline, Proc. of 5th Coastal Engineering, pp.68-84, 1955.

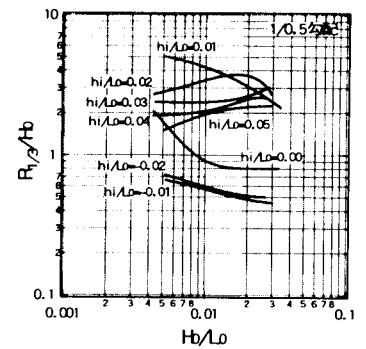


図-3(a) $R_{1/3}/H_0$ と H_0/L_0 の関係
(h_i/L_0 別実験曲線)

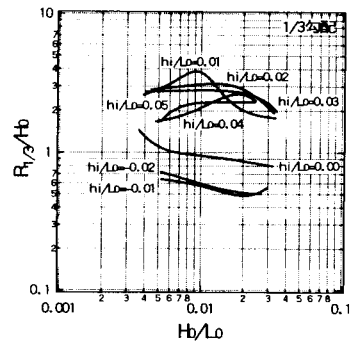


図-3(b) $R_{1/3}/H_0$ と H_0/L_0 の関係
(h_i/L_0 別実験曲線)

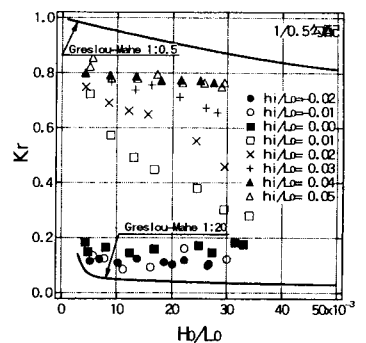


図-4(a) K_r と H_0/L_0 の関係
(h_i/L_0 別パラメータ)

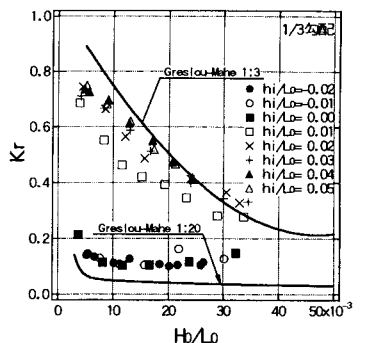


図-4(b) K_r と H_0/L_0 の関係
(h_i/L_0 別パラメータ)