

法先水深を考慮した傾斜護岸への波の打ち上げ高さに関する一検討

東北工業大学 学生員 ○菅原命士

東北工業大学 正 員 高橋敏彦 相原昭洋

1. まえがき

波の打ち上げ高さに及ぼす法先水深の影響に関して規則波についてはある程度^{1~2)}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加藤ら³⁾、斎藤ら⁴⁾等以外あまり検討されていない。そこで本研究は法先水深を考慮した波の打ち上げ特性を調べ、算定図等を作成するとともに、波の打ち上げ高測定方法の違いによる打ち上げ高さの検討を行うことを目的とした。

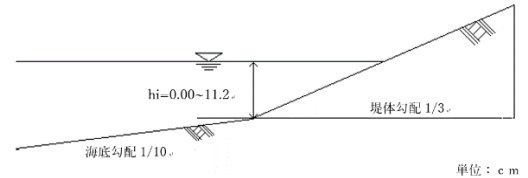


図-1 模型堤体概略図

表-1 実験条件

実験NO.	堤勾配	$T_{1/3}$ (sec)	$H_{1/3}$ (cm)	h_i (cm)	h_i/L_0	h (cm)
A-1	1/3勾配	1.34	1.0~10.0	0.00	0.00	31.0
A-2				2.80	0.01	33.8
A-3				5.60	0.02	36.6
A-4				8.40	0.03	39.4
A-5				11.20	0.04	42.2

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 $h=31.0\sim42.2$ cm、有義波周期 $T_{1/3}\approx 1.34$ s、有義波高 $H_{1/3}=1.0\sim10.0$ cm、法先水深・波長比 h_i (法先水深)/ L_0 (沖波波長) $=0.00\sim0.04$ の 5 ケースである。波の打ち上げ高さは、波が遡上する様子をビデオカメラで撮影し、ビデオカメラの記録から 1 波 1 波詳細に読み取った。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。入射波数は、一様水深部に設置した波高計で測定した。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。

3. 実験結果及び考察

図-2 は、波の打ち上げ高さの模式図を示したものである。縦軸は 1/3 勾配の法面方向の距離 x 、横軸は経過時間 t を表している。波の打ち上げ高さは図-2 に示している通り、打ちあがった波の各ピーク値を読み取る方法 (以降 peak と呼ぶ) と汀線を超えて打ち上がった波が汀線より沖側へ一旦戻った遡上波の最大ピーク値を読み取る方法 (以降 wave setup と呼ぶ) が考えられる。peak の読みは、①、②、③となるが、wave setup の読みは②、③となる。

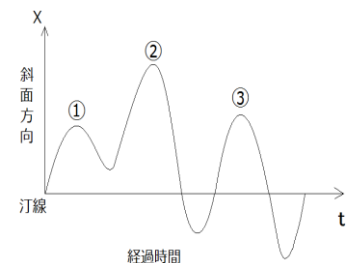
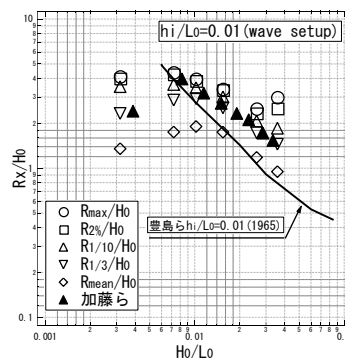
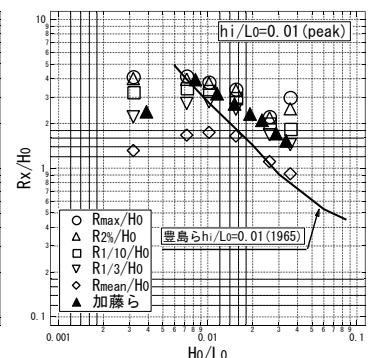


図-2 波の打ち上げ高さの模式図

3-1. 各代表打ち上げ高さ R_x/H_0 と沖波波形勾配 H_0/L_0

図-3(a) (b) は 1/3 勾配における相対水深 $h_i/L_0=0.01$ の波の打ち上げ高さを wave setup と peak で読み取った値の沖波波形勾配 H_0/L_0 と各代表打ち上げ高さ R_x/H_0 ($R_{2\%}$: 2%超過打ち上げ高さ、 $R_{1/10}$: 1/10 最大打ち上げ高さ、 $R_{1/3}$: 1/3 最大打ち上げ高さ、 R_{mean} : 平均打ち上げ高さ) の関係を示したものである。沖波波形勾配 H_0/L_0 を横軸に、各代表打ち上げ高さ R_x/H_0 を縦軸にプロットしたものである。両図には比較の為、1/20 海底勾配上に 1/3 勾配の模型勾配を設置した加藤ら³⁾の不規則波の

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

キーワード：不規則波の波の打ち上げ高さ、法先水深、傾斜護岸、遡上高さの測定方法

〒982-8577 仙台市太白区八木山香澄町 35-1 東北工業大学 工学部 都市マネジメント学科 TEL:022-305-3539

実験値と $1/20$ 海底勾配上に $1/3$ 勾配を設置した豊島らの滑面に対する規則波実験曲線¹⁾も併記している。両図より、当然ながら $R_{2\%}/H_0$ 、 $R_{1/10}/H_0$ 、 $R_{1/3}/H_0$ 、 R_{mean}/H_0 の順に代表打ち上げ高さが大きい。また各 R_x/H_0 及び既往の実験値共 $H_0/L_0 < 0.01$ 付近では右上がり、 $H_0/L_0 > 0.01$ 付近では右下がりの傾向を示している。両図の peak と wave setup による実験値はほぼ同程度か幾分 wave setup の実験値が大きい値を示している。なお、両実験値と加藤らの実験値を比較すると、同程度か本実験結果がわずかに小さな値を示している。また、不規則波の実験値は規則波を対象としている豊島らの実験曲線に比べ $H_0/L_0 < 0.01$ では幾分小さい値を示している。

3-2. 不規則波の波の打ち上げ高さに及ぼす法先水深

図-5 は wave setup による代表打ち上げ高さ $R_{1/3}/H_0$ と H_0/L_0 の関係を h_i/L_0 をパラメータとして示し、各曲線は実験値の近似曲線を図示した一例である。 $R_{1/3}/H_0$ の値は $H_0/L_0 < 0.005$ では、 h_i/L_0 が小さい値程 $R_{1/3}/H_0$ の値は大きくなっている。一方、 $0.02 < H_0/L_0$ では h_i/L_0 が大きいほど $R_{1/3}/H_0$ の値は大きくなっている。 $H_0/L_0 \approx 0.01$ では $h_i/L_0 = 0.02$ のケースで $R_{1/3}/H_0$ の値が最も大きくなっている。

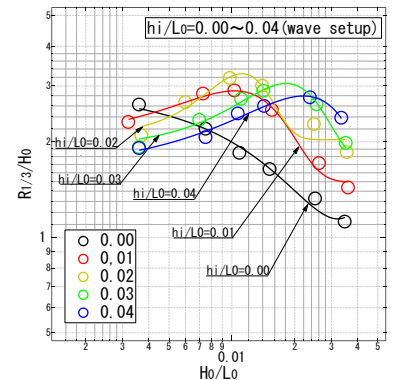


図-5 法先水深別の $R_{1/3}/H_0$ と H_0/L_0 の関係

3-3. peak と wave setup の波の打ち上げ高さの比較

図-6(a) (b) (c) (d) は、図-2 で示した波の打ち上げ高さを peak と wave setup で各 100 波を読み取ったそれぞれの代表打ち上げ高さ $R_{2\%}/H_0$ 、 $R_{1/10}/H_0$ 、 $R_{1/3}/H_0$ 、 R_{mean}/H_0 の関係を、 $h_i/L_0 = 0.00 \sim 0.04$ まで 0.01 毎にパラメータとして示したものである。図中の点線は 10% の差を示している。各図より波の打ち上げ高さを wave setup と peak の両方で測定する方法は、同程度か wave setup で読み取る方法が幾分大きい値を示している。波の代表打ち上げ高さ $R_{2\%}/H_0$ 、 $R_{1/10}/H_0$ 、 $R_{1/3}/H_0$ 、 R_{mean}/H_0 の全体の平均値は、wave setup で読み取った場合、peak で読み取った場合の 1.013、1.028、1.033、1.045 となっている。すなわち、wave setup で波の打ち上げ高さを測定した場合、peak で測定した値よりわずかに 1~5% 程度大きな値となることを示している。

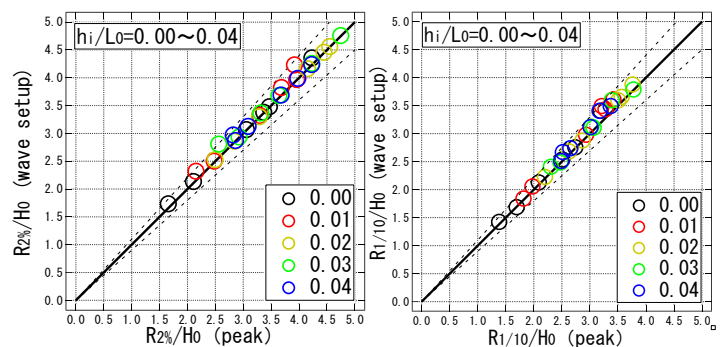


図-6(a) peak と wave setup 関係

図-6(b) peak と wave setup 関係

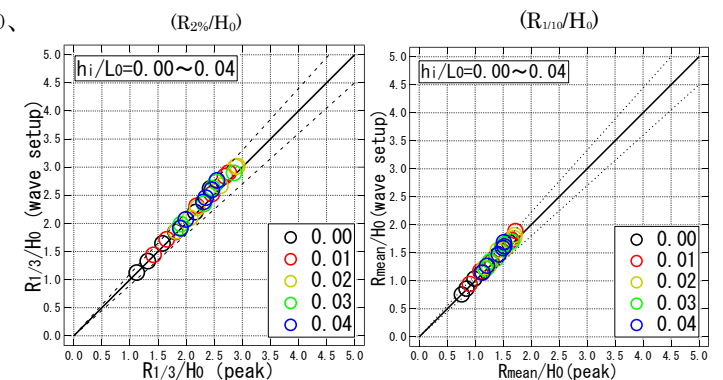


図-6(c) peak と wave setup の関係

図-6(d) peak と wave setup の関係

4. あとがき

不規則波実験により各代表打ち上げ高さ間の関係を示した。波の打ち上げ高測定方法の違いによる打ち上げ高さの比較検討を行うとともに、また法先水深を考慮した不規則波の波の打ち上げ高さの算定図を作成した。波の打ち上げ高さを wave setup と peak で測定する方法については、両測定方法ともに同程度か wave setup で読み取る方法が幾分大きい値を示している。

<参考文献>

- 1) 豊島修、首藤伸夫、橋本宏：海岸堤防への波の打ち上げ高- $1/20$ -，第 12 回海岸工学講演会講演集，pp180~185，1964
- 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，pp260~265，1965
- 3) 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，pp721~725，2006
- 4) 斎藤祐平、高橋敏彦、小林且幸、新井信一：傾斜護岸への法先水深を考慮した波の打ち上げ高さに関する一検討，土木学会論文集 B2 (海岸工学)，Vol. 71 No. 2 I_841~I_846，2015