

入射波数と遡上波数を考慮した波の打ち上げ高さに関する実験的検討

東北工業大学 学生員 ○小野 智樹
東北工業大学 正員 高橋 敏彦

1. まえがき

近年、不規則波の代表打ち上げ高さを定義する際に、入射波数を基準とした結果が報告¹⁾されている。これらの理由として遡上波数は、入射波数に比べて減少し、そのため不規則波の代表値が過大となる傾向があるとの指摘がある。そこで本研究は、遡上波数^{2~3)}と入射波数¹⁾を基準とした不規則波の代表打ち上げ高さ R_x 及び波の打ち上げ高さの測定方法の違いによる換算入射波数を基準にした波の打ち上げ高さの比較検討することを目的とした。

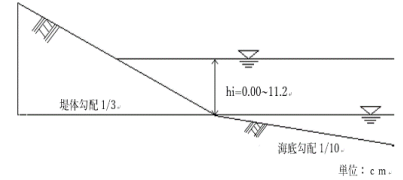


図-1 模型堤体概略図

2. 実験条件および実験方法

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 $h=31.0\sim42.2\text{cm}$ 、有義波周期 $T_{1/3}=1.34\text{s}(1.26\sim1.49\text{s})$ 、有義波高 $H_{1/3}=0.91\sim9.26\text{cm}$ 、相対水深 $h/L_0=0.00, 0.01, 0.02, 0.03, 0.04$ 、の 5 ケースである。波の打ち上げ高さは、アクリル板に目盛りを書き込み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 100 波を解析対象とした。入射波数は、一様部水深に設置した波高計で入射波 11 波目から 100 波を読み取った。波の打ち上げ波数は、入射波数 100 波の時間に対する波の遡上波数をビデオカメラを用いて 1 波 1 波詳細に測定した。波の打ち上げ高さ及び入射波数の計測は 3 回ずつ行い、その平均値を用いている。

3. 実験結果及び考察

3-1. 入射波数と遡上波数による波の打ち上げ高さの関係

図 2 は、波の打ち上げ高さの模式図を示したものである。横軸は、経過時間 t 、縦軸は、堤体勾配の斜面方向の距離を示している。図 2 に示している通り波の打ち上げ高さは、各 peak 値を読み取る方法(以降 peak と呼ぶ)と、汀線を越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。図-2 での peak 値の読みは、①、②、③となるが、wave setup の読みは、②、③となる。図-3、4 の(a)及び(b)は、peak 及び wave setup で波の打ち上げ高さを 100 波読み取った、 $R_{1/10}$ (1/10 最大平均打ち上げ高さ)/ H_0 (換算沖波波高)及び $R_{1/3}$ (1/3 最大平均打ち上げ高さ)/ H_0 と各遡上波数 100 波に対する入射波数を用いた波の打ち上げ高さの関係を示したものである。また図中の実線は、Ratio=1.0 を示しており破線は、両者の 20% の差を示す。図-3、4 より peak で読み取った場合のほうが、wave setup で読み取った場合よりも、遡上波数と入射波数による R_x (代表打ち上げ高さ)/ H_0 の差は、比較

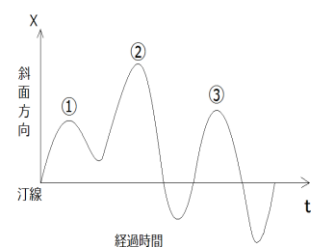


図-2 波の打ち上げ高さの模式図

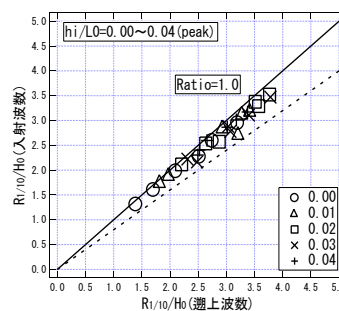


図-3(a) 遡上波数と入射波数の関係

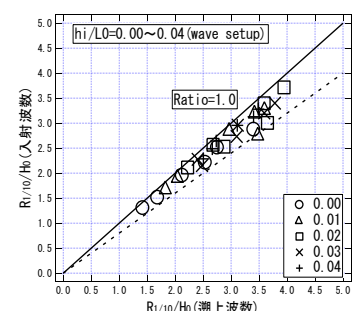
(R_{1/10}/H₀)

図-3(b) 遡上波数と入射波数の関係

(R_{1/10}/H₀)

キーワード：不規則波の代表打ち上げ高さ、入射波数、遡上波数、実験

〒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

的小さく 20%以内の破線内にお納まっている。一方両図の(b)では、両者の差が 20%を超えているものもある。両図の(a)の peak で読み取った遡上波数 100 波の $R_{1/10}/H_0$ と $R_{1/3}/H_0$ に対する入射波数を用いた平均値の値は、0.94 と 0.90 である。一方両図の(b)の wave setup で読み取った遡上波数 100 波の $R_{1/10}/H_0$ と $R_{1/3}/H_0$ に対する入射波数の平均値の値は、0.91 と 0.86 である。これらのことから波の打ち上

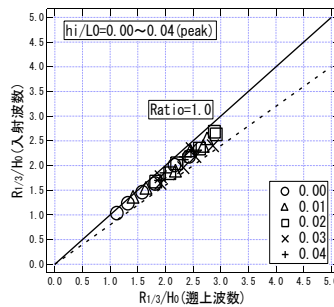


図-4(a) 遡上波数と入射波数の関係

(R1/3/H0)

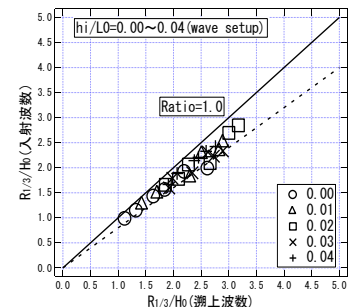


図-4(b) 遡上波数と入射波数の関係

(R1/3/H0)

げ高さを peak で読み取った場合、入射波数を基準にした代表打ち上げ高さ、 $R_{1/10}$ 及び $R_{1/3}$ は、遡上波数を基準にしたそれらの値の 6%及び 10%程度小さくなる傾向を示した。一方、wave setup で波の打ち上げ高さを読み取った場合、同代表打ち上げ高さは、それぞれ 9%及び 14%程度入射波数を基準にした値が、小さくなる傾向を示した。なお hi/L_0 の違いによる遡上波数と入射波数を用いた R_x/H_0 の差は、ほとんど認められない。

3-2. 各入射波数による波の打ち上げ高さ

図-5(a)、(b)、(c)は peak 及び wave setup の遡上波数 100 波に対する各換算入射波数による $R_{2\%}$ (2%超過打ち上げ高さ)/ H_0 、 $R_{1/10}/H_0$ 、 $R_{1/3}/H_0$ の比較を hi/L_0 をパラメータとして示したものである。図中の実線は、ratio=1.0 である。図-5(a)、(b)、(c)より peak 及び wave setup による入射波数で求めた代表打ち上げ高さ $R_{2\%}/H_0$ 、 $R_{1/10}/H_0$ 、 $R_{1/3}/H_0$ 共、ほぼ同程度の値を示している。また hi/L_0 の違いによる代表打ち上げ高さの差はほとんど認められない。このことは、peak 及び wave setup で波の打ち上げ高さを読み取っても、それらの入射波数で波の打ち上げ高さを求めた場合、ほぼ同じであることを示している。

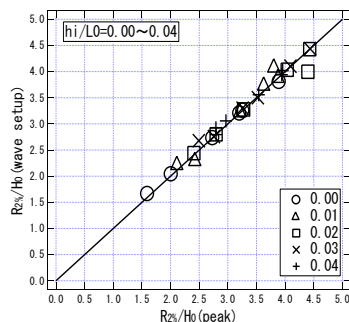


図-5(a) 入射波数による wave setup と peak の関係

(R2%/H0)

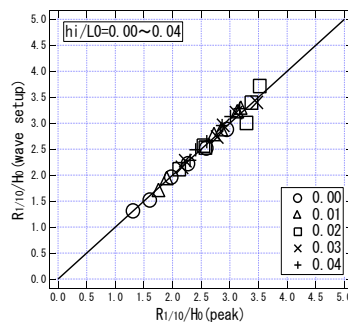


図-5(b) 入射波数による wave setup と peak の関係

(R1/10/H0)

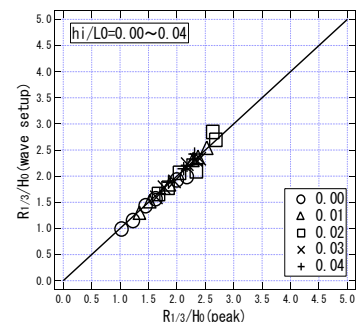


図-5(c) 入射波数による wave setup と peak の関係

(R1/3/H0)

4. あとがき

波の打ち上げ高さを peak で読み取った場合、入射波数を基準にした代表打ち上げ高さ $R_{1/10}$ 及び $R_{1/3}$ は、遡上波数を基準にした値の 6%及び 10%程度小さくなる。一方 wave setup の場合は、9%及び 14%程度入射波数を基準とした値が小さくなる傾向を示した。peak 及び wave setup の両方で波の打ち上げ高さを読み取ってもそれらの入射波数で波の打ち上げ高さを求めた場合、ほぼ同じであることが分かった。

参考文献

- 1) 例えば、玉田崇、間瀬肇、安田誠宏:複合断面に対する不規則波を考慮した打ち上げ高測定法に関する研究、土木学会論文集 B2(海岸工学)、Vol.B2-65, No.1, pp.936-940, 2009
- 2) 例えば、Mase, H.: Random wave runup height on gentle slope, J. Watertway, Port, Coastal, and Ocean eng., ASCE, Vol. 115, No. 5, pp. 649-661, 1989.
- 3) 例えば、高橋敏彦・首藤信夫・沼田 淳: 緩傾斜堤の水理特性に関する実験的研究、海岸工学論文集、第 37 巻、pp. 509-513, 1990.