

不規則波による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

東北工業大学 学生員 ○斎藤 慎也
東北工業大学 正員 高橋 敏彦

1. まえがき

近年、不規則波における各代表打ち上げ高さを定義する際に、入射波数で定義した結果が報告¹⁾されている。この理由として遡上波数で定義した場合^{2~3)}、入射波数で定義した場合に比べて波数が減少し、そのため不規則波の各代表打ち上げ高さが過大となる傾向があるとの指摘である。しかし入射波数と遡上波数の関係についてはほとんど検討されていない。そこで本研究は、入射波数と遡上波数の関係について検討を行う。次に入射波数と遡上波数を基準とした波の打ち上げ高さ R_x 等について比較検討をすることを目的とした。

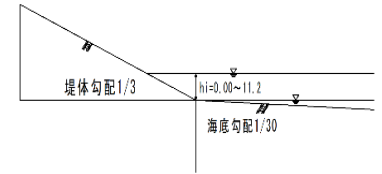


図1 模型堤体概略図

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 1/30 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 $h=31.0\sim42.2\text{m}$ 、有義波周期 $T_{1/3}=1.34\text{s}$ 、有義波高 $H_{1/3}=1\sim10\text{cm}$ 、相対水深 h_1 (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、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

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。本研究では各波の最大値を読み取る測定方法（以降 crest-to-crest と呼ぶ）と汀線を越えて打ちあがった波が汀線より沖側へ戻った遡上波の最大値を読み取る測定方法（以降 zero-up-cross と呼ぶ）をそれぞれ使用した。なお、波の打ち上げ高さ R は静水面上から波の打ちあがった鉛直の高さである。

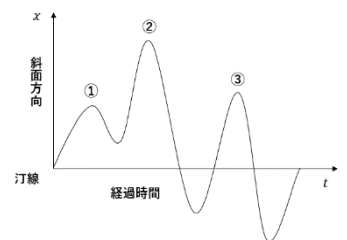


図2 波の打ち上げ高さ模式図

3-1). 遡上波数と沖波波形勾配 H_0/L_0

図-3 は、 $h_1/L_0=0.02$ の入射波数 100 波に対する crest-to-crest 及び zero-up-cross の測定方法で読み取った、遡上波数と H_0/L_0 の関係を示した一例である。図中の遡上波数や反射率 K_r は各 3 回ずつ実験を行っており、その変動値も示している。実線は、平均値を結んだものである。図-3 より H_0/L_0 に関係なく crest-to-crest ではおよそ 60 波まで減少し、zero-up-cross では 50 波程度まで減少している傾向が認められる。反射率 K_r は H_0/L_0 が大きくなるにつれ、低くなる傾向を示している。

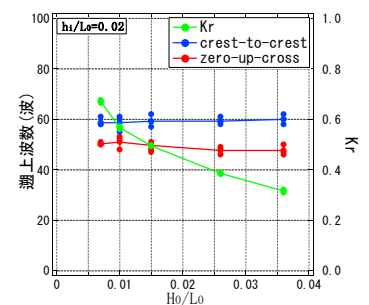


図3 遡上波数と入射波数の関係

($h_1/L_0=0.02$)3-2). 沖波波形勾配 H_0/L_0 と波の打ち上げ高さ 100 波に対する換算入射波数

図-4(a),(b)は、crest-to-crest 及び zero-up-cross で読み取った、波の打ち上げ高さ 100 波に対する換算入射波数

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、相対水深

〒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

と H_0/L_0 の関係を、 h_i/L_0 をパラメーターとして図示したものである。両図の $h_i/L_0=0.00$ のケースのみ、他のケースと異なり H_0/L_0 が大きくなるにつれて換算入射波数が大きくなる傾向を示している。図-3(a)の crest-to-crest では、 $h_i/L_0=0.01\sim 0.04$ のケースで換算入射波数は 160~180 波程度になっている。一方、図-3(b)の zero-up-cross では、同ケースで 180~220 波程度となっている。

3-3).入射波数と遡上波数による波の打ち上げ高さの関係

図-5,6 の (a) 及び (b) は、crest-to-crest 及び zero-up-cross で波の打ち上げ高さを 100 波読み取った、 $R_{1/10}/H_0$ (1/10 最大平均打ち上げ高さ) 及び $R_{1/3}/H_0$ (1/3 最大平均打ち上げ高さ) と各遡上波数 100 波に対する換算入射波数を用いた、波の打ち上げ高さの関係を示したものである。図中の実線は $R_{ratio}=1.0$ を示しており、破線は 20%の差を示している。図-5,6 の (a) における遡上波数 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それぞれの平均値の値は、0.91 と 0.85 である。一方両図の(b)における遡上波数 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それぞれの平均値の値は、それぞれ 0.89 と 0.81 であった。これらのことから、波の打ち上げ高さを crest-to-crest で読み取った場合、入射波数で定義した各代表打ち上げ高さ ($R_{1/10}$ 及び $R_{1/3}$) は遡上波数で定義した各代表打ち上げ高さに比べて 9%~15%程度小さくなる傾向を示した。一方、zero-up-cross で波の打ち上げ高さを読み取った場合、入射波数で定義した同各代表打ち上げ高さは遡上波数で定義した場合に比べ、11%~19%程度小さくなる傾向を示した。なお相対水深 h_i/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。

4.あとがき

入射波数と遡上波数について検討を行った。その結果、入射波数 100 波に対して遡上波数は crest-to-crest では 60 波程度まで減少し、zero-up-cross では 50 波程度まで減少する傾向があることが分かった。波の打ち上げ高さの測定方法の違いによる検討では、crest-to-crest で波の打ち上げ高さを読み取った場合、入射波数で定義した各代表打ち上げ高さ $R_{1/10}/H_0$ 及び $R_{1/3}/H_0$ は、遡上波数で定義した場合より、9%~15%程度値が小さくなる。一方、zero-up-cross で読み取った場合、同各代表打ち上げ高さは入射波数で定義した場合の方が 11%~19%程度小さくなる傾向を示した。

参考文献

- 1) 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.

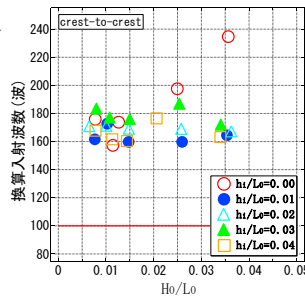


図 4(a)換算入射波数と
 H_0/L_0 (crest-to-crest)

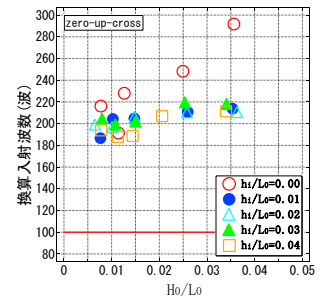


図 4(b)換算入射波数と
 H_0/L_0 (zero-up-cross)

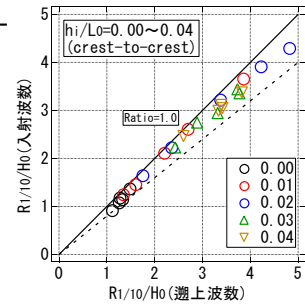


図 5(a)遡上波数と入射波数
の比較($R_{1/10}/H_0$)

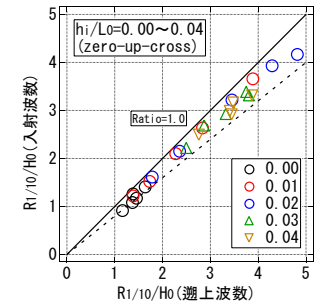


図 5(b)遡上波数と入射波数
の比較($R_{1/10}/H_0$)

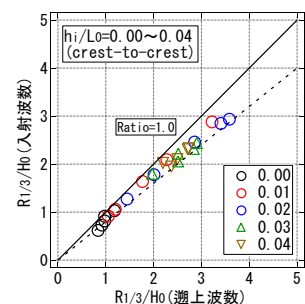


図 6(a)遡上波数と入射波数
の比較($R_{1/3}/H_0$)

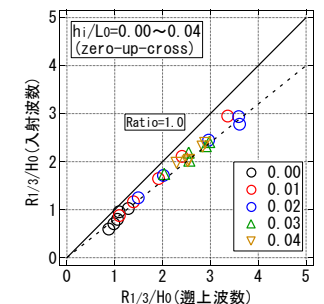


図 6(b)遡上波数と入射波数
の比較($R_{1/3}/H_0$)