

急傾斜護岸への相対水深を考慮した波の打ち上げ高さに関する一検討

東北工業大学 学生員○岡道雄斗

東北工業大学 正 員 菅原景一・高橋敏彦

1. はじめに

波の打ち上げ高さに及ぼす相対水深の影響に関しては、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⁾以外あまり検討されていない。本研究では、現在波の打ち上げ高さに対する設計方法の1つである、中村らの改良仮想勾配法⁵⁾及び相対水深を考慮した豊島らの算定図²⁾と現地に多く設置されている急傾斜護岸⁶⁾の相対水深の違いによる打ち上げ高さの実験結果との比較検討を行うことを目的とした。

2. 実験条件

今回検討を行うにあたり、和野ら⁷⁻⁸⁾の実験データを使用した。実験水路は、長さ 20.0m、幅 0.6m、高さ 0.7m の両面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 1/0.5 とした。実験は一様部水深 $h=31.0\sim42.2\text{cm}$ 、有義波周期 $T_{1/3}\approx 1.34\text{s}$ 、相対水深 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 波目を読み取り、11~110 波目の値を用いて解析を行った。入射波数は、一様部水深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。

表-1 実験条件

実験No.	堤体勾配	海底勾配	$T_{1/3}(\text{sec})$	$H_{1/3}(\text{cm})$	$h_i(\text{cm})$	h_i/L_0	$h(\text{cm})$
A-1	1/0.5	1/30	1.34	3.0, 4.0, 7.0, 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

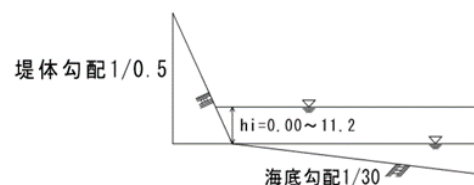


図-1 模型堤体概略図

図-2は、改良仮想勾配法の考え方の模式図である。改良仮想勾配法は、波の打ち上げ高と碎波水深地点の2点間の実断面の面積 A から、図中の式により仮想勾配 β を決定するものである。仮想勾配 β を決定する際に、図中にある打ち上げ高さ R を求めることができる。中村らの改良仮想勾配法で求めた値、相対水深を考慮した豊島らの算定図で求めた値と実験値をそれぞれ比較検討した。なお、規則波と不規則波の比較において、規則波の沖波波高は不規則波の沖波有義波高に対応させた。

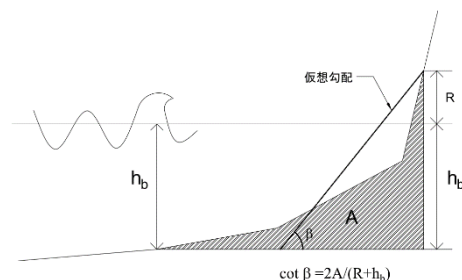


図-2 改良仮想勾配法の模式図

3. 検討結果及び考察

図-3は、 $h_i/L_0=0.00\sim0.04$ のケースで、豊島らの算定図から求めた打ち上げ高さを縦軸に、改良仮想勾配法より求めた打ち上げ高さを横軸にプロットし、相対水深ごとに比較したものである。図より、改良仮想勾配法の打ち上

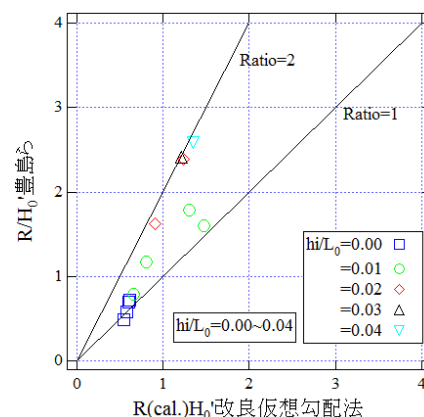


図-3 算定方法による比較

(hi/L0=0.00~0.04)

キーワード: 急傾斜護岸、相対水深、不規則波、改良仮想勾配法

げ高さに対して、豊島らの算定図より求めた打ち上げ高さは $hi/L_0=0.00$ のケースではほぼ同等の値を示したが、 $hi/L_0=0.01$ のケースで 1.0~1.5 倍程度の値になり、 $hi/L_0=0.02\sim0.04$ になると 2.0 倍弱の値となっており、 hi/L_0 が 0.01 以上になると、豊島らの波の打ち上げ高さが大きくなっている。これらの結果より、改良仮想勾配法では相対水深が大きくなる $hi/L_0=0.01$ 以上の場合、波の打ち上げ高さが過小評価になることが考えられる。

3-2.改良仮想勾配法と本実験値の波の打ち上げ高さの比較

図-4 は、 $hi/L_0=0.00\sim0.04$ のケースで、改良仮想勾配法より求めた打ち上げ高さを横軸に、2%超過打ち上げ高さ $R_{2\%}/H_0'$ 、1/3 最大打ち上げ高さ $R_{1/3}/H_0'$ 、および平均打ち上げ高さ R_{mean}/H_0' をパラメータとして、実験値を縦軸にプロットしたものである。図-5 は、図-4 の $R_{1/3}/H_0'$ を縦軸に、 hi/L_0 をパラメータとして図示したものである。図-4 より $hi/L_0=0.00\sim0.04$ では実験値 R_{mean}/H_0' の値は、1.0~2.0 倍となっており、 $R_{2\%}/H_0'$ の値は 1.8~5.0 倍弱の値となった。また、 $R_{1/3}/H_0'$ では、改良仮想勾配法の打ち上げ高さの、1.2~4.0 倍強の値となっている。図-5 より $R_{1/3}/H_0'$ の値は、 $hi/L_0=0.00$ で 1.2~4.0、 $hi/L_0=0.01\sim0.04$ で 2~4 倍程度の値となっている。 $R_{1/3}/H_0'$ の全体平均は改良仮想勾配法から求めた打ち上げ高さの 2.4 倍程度となった。データ数が少ないが、改良仮想勾配法で求めた打ち上げ高さは、 hi/L_0 を考慮した場合、過小評価となる傾向となることが考えられる。

3-3.豊島らの算定図と本実験値の波の打ち上げ高さの比較

図-6 は、 $hi/L_0=0.00\sim0.04$ のケースで、豊島らの算定図から求めた打ち上げ高さを横軸に、2%超過打ち上げ高さ $R_{2\%}/H_0'$ 、1/3 最大打ち上げ高さ $R_{1/3}/H_0'$ 、および平均打ち上げ高さ R_{mean}/H_0' をパラメータとして、実験値を縦軸にプロットしたものである。図-6 より $hi/L_0=0.00\sim0.04$ では実験値 R_{mean}/H_0' の値は、0.4~2.0 倍弱となり豊島らの算定図から求めた値とほぼ同程度または小さく出ている $R_{1/3}/H_0'$ では、豊島らの算定図から求めた打ち上げ高さの、0.8~4.0 倍弱の値を示し、また、 $R_{2\%}/H_0'$ の値は 1.7~5.0 倍程度となった。 $R_{1/3}/H_0'$ の全体平均は豊島らの算定図から求めた打ち上げ高さの 1.3 倍程度となった。

4. あとがき

改良仮想勾配法で波の打ち上げ高さを求める場合、本実験値や、 hi/L_0 を考慮した豊島らの算定図と比較すると、 hi/L_0 が 0.01 以上になると過小評価となる。本実験値と hi/L_0 を考慮した豊島らの算定図より求めた波の打ち上げ高さにおいては、 $hi/L_0=0.00\sim0.04$ の範囲において $R_{1/3}/H_0'$ は 1.3 倍程度の値となった。

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 pp.180~185,1965
- 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 pp.260~265,1964
- 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, pp.721~725,2006
- 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
- 5) 中村充、佐々木泰雄、山田譲二：複合断面における波の打上げに関する研究 第 19 回海岸工学講演会講演集, pp.309~312,1972.
- 6) 間瀬肇、宮平彰、桜井秀忠、井上雅夫：汀線近傍の護岸への不規則波の打ち上げに関する研究-算定打ち上げ高と不規則波の代表打ち上げ高の関係-, 土木学会論文集, No.726/II-6, pp.99~107,2003
- 7) 和野優大、高橋敏彦：相対水深を考慮した急傾斜護岸への波の打ち上げ高さに関する実験 平成 30 年度土木学会東北支部技術研究発表会II-69
- 8) 小林且幸、高橋敏彦：傾斜護岸への相対水深を考慮した波の打ち上げ高さに関する検討 平成 10 年度土木学会東北支部技術研究発表会II-69

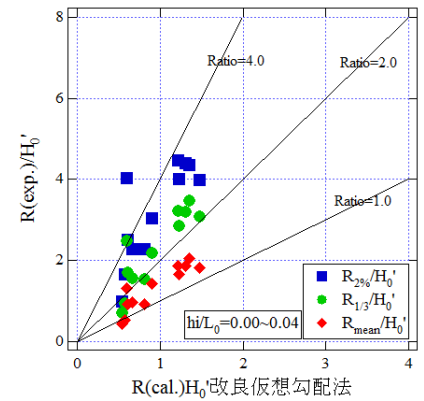


図-4 算定値と実験値の比較
($hi/L_0=0.00\sim0.04$)

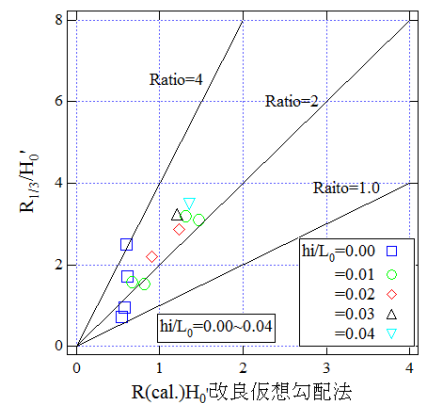


図-5 算定値と実験値の比較
($hi/L_0=0.00\sim0.04$)

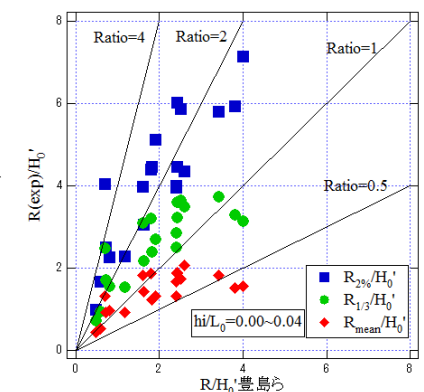


図-6 算定値と実験値の比較
($hi/L_0=0.00\sim0.04$)