

相対水深を考慮した 1/3 傾斜護岸への波の打ち上げ高さに関する一推定法

東北工業大学 学生員○鈴木豊人

東北工業大学 正 員 菅原景一・高橋敏彦

1. まえがき

波の打ち上げ高さに及ぼす相対水深の影響に関しては、規則波については豊島らの算定図よりある程度検討されている。また、改良仮想勾配法で求めた打ち上げ高さは、相対水深が深くなると過小評価となることが指摘<sup>1)</sup>されている。そこで本研究は、現在波の打ち上げ高さに対する設計方法の1つである改良仮想勾配法<sup>2)</sup>と豊島らの算定図<sup>3-4)</sup>との比較を行うとともに、相対水深を考慮した改良仮想勾配法による波の打ち上げ高さの推定方法を検討することを目的とした

2. 検討方法

改良仮想勾配法と豊島らの算定図を比較する際に両方の打ち上げ高さを求める必要がある。検討する打ち上げ高さは堤勾配 1/3 で海底勾配 1/20 の

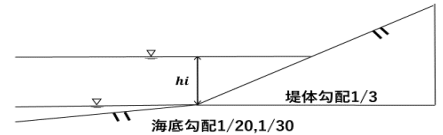


図-1 堤体勾配と海底勾配の概略図

ケース及び、1/30 のケースである。豊島らの算定図から打ち上げ高さを算出した。それらに対応する波の打ち上げ高さを改良仮想勾配法で求め比較検討し、相対水深を考慮した改良仮想勾配法による波の打ち上げ高さの推定式を求める。ただし、豊島らの算定図において  $hi/L_0 = 0.04$  のケースは打ち上げ高算定図が得られてないので除外してある。図-1 は堤勾配と海底勾配の概略図である。

3. 検討結果及び考察

図-2 の改良仮想勾配法は、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  $\alpha$  を決定するものである。仮想勾配  $\alpha$  を設定する際に、図中にある打ち上げ高さ R を求めることができる。改良仮想勾配法で求めた値と豊島らの算定図を比較した。

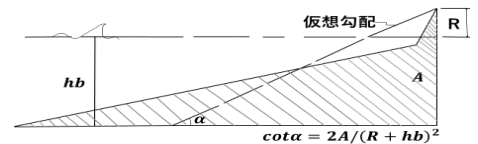


図-2 改良仮想勾配法の考え方

3-1. 豊島らの算定図と改良仮想勾配法の波の打ち上げ高さの比較

図-3 は海底勾配 1/20 相対水深  $hi/L_0 = 0.01$  のケースで沖波波形勾配 ( $H_0/L_0$ ) を横軸に、相対打ち上げ高さ  $R/H_0'$  を縦軸に示したものである。図中には豊島らの実験曲線と改良仮想勾配法より求めた値を示している。豊島らの実験曲線に対するそれぞれの値は約 0.3~1.1 倍で平均は 0.6 倍となっている。また、図-4 は海底勾配 1/30 相対水深  $hi/L_0 = 0.02$  のケースである。図より豊島らの実験曲線に対する

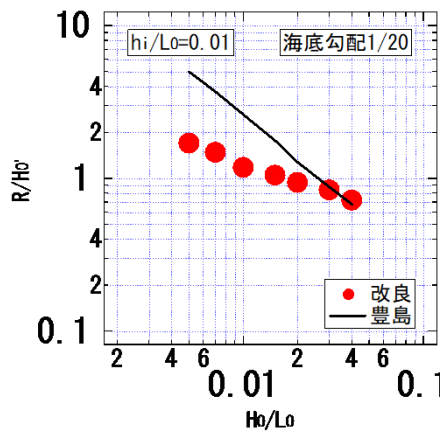


図-3 算定値と改良仮想勾配法の比較

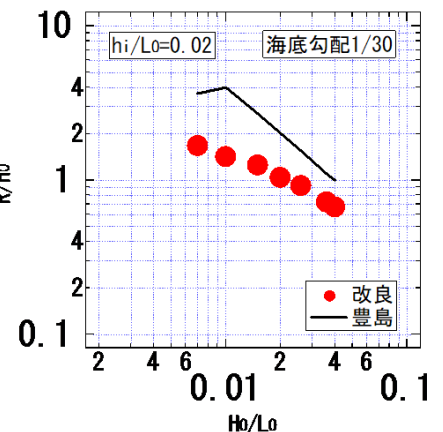


図-4 算定値と改良仮想勾配法の比較

改良仮想勾配の値は、約 0.4~0.7 倍で平均は 0.5 倍であった。全体的に改良仮想勾配法は、豊島らの算定図と比較すると波の打ち上げ高さが過小評価となる。なお、海底勾配 1/20, 1/30 の  $hi/L_0 = 0.00$  のケースのみ、豊島らの算定図より改良仮想勾配法で求めた打ち上げ高さの値が全体的に大きくなっている。

3-2. 相対水深を考慮した改良仮想勾配法による打ち上げ高さの推定

改良仮想勾配法による打ち上げ高さ  $R/H_0'$  (改良) と豊島らの算定図の関係について、 $hi/L_0 = 0.00 \sim 0.05$  (0.04 を除く) の範囲で  $R/H_0'$  (豊島ら) =  $a \cdot R/H_0'$  (改良)<sup>b</sup> の関係式を導く。

キーワード：改良仮想勾配法、豊島らの算定図、相対水深、波の打ち上げ高さ

はじめに改良仮想勾配法による打ち上げ高さ  $R/H_0'$ (改良)と打ち上げ高算定図  $R/H_0'$ (豊島ら)の関係式(図-5: $h_i/L_0 = 0.00$ 、図-6: $h_i/L_0 = 0.03$ の一例)を相対水深ごとに求め、関係式  $R/H_0'$ (豊島ら)  $= a \cdot (R/H_0')$ (改良) $^b$ の係数  $a$ 、指数  $b$ を求める。次に求めた  $h_i/L_0 = 0.00 \sim 0.01$ 、 $0.02 \sim 0.05$  毎に分けて係数  $a$ 、指数  $b$ をそれぞれ図にまとめて回帰式を算出する。ここでは  $h_i/L_0 = 0.02 \sim 0.05$  のケースを示す。(図-7:係数  $a$ 、図-8:指数  $b$ )。相対水深  $h_i/L_0$ と係数  $a$ の関係より、 $A = 3.26(h_i/L_0) + 1.61$ の回帰式が求まる。同じく相対水深  $h_i/L_0$ と指数  $b$ の関係より、 $B = -23.7(h_i/L_0) + 2.25$ の回帰式が求まる。回帰式より求めた係数  $A$ 、 $B$ を式(1)、(2)に代入することで打ち上げ高さを推定することができる。なお、(1)  $h_i/L_0 = 0.00 \sim 0.01$ においても係数  $a$  指数  $b$ の関係から次式を求めた。

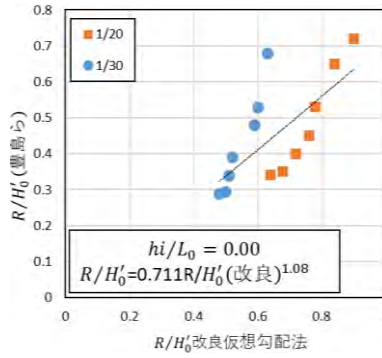


図-5 算定値と計算値の関係式

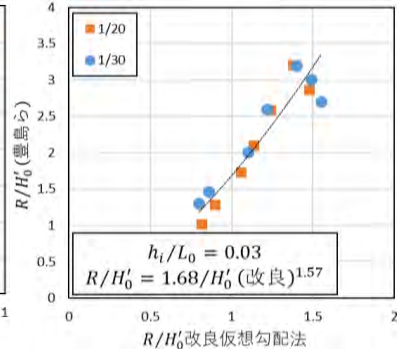


図-6 算定値と計算値の関係式

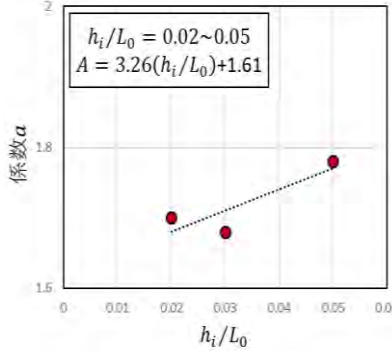


図-7 相対水深と係数 a の関係

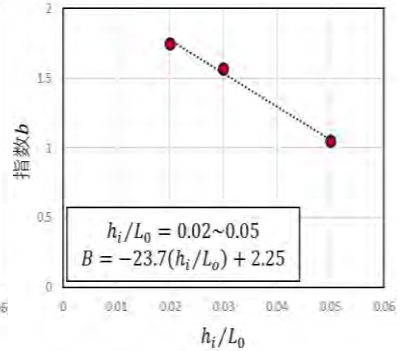


図-8 相対水深と指数 b の関係

$$R/H_0'(\text{豊島ら}) = A \cdot R/H_0'(\text{改良})^B \dots (1)$$

$$A = 110(h_i/L_0) + 0.711$$

$$B = 90.3(h_i/L_0) + 1.08$$

$$1/30 \leq \text{海底勾配} \leq 1/20, \quad 0.00 \leq h_i/L_0 \leq 0.01$$

$$R/H_0'(\text{豊島ら}) = A \cdot R/H_0'(\text{改良})^B \dots (2)$$

$$A = 3.26(h_i/L_0) + 1.61$$

$$B = -23.7(h_i/L_0) + 2.25$$

$$1/30 \leq \text{海底勾配} \leq 1/20, \quad 0.02 \leq h_i/L_0 \leq 0.05$$

図-9 は(1),(2)式より求めた推定値を横軸に、海底勾配 1/20,1/30 をパラメータとして算定値を縦軸に図示したものである。図-10 は相対水深別に比較したものである。両図より全体的に誤差 20%以内にまとまっており、ほぼ対応していると考えられる。

#### 4. あとがき

改良仮想勾配法で求めた打ち上げ高さ と豊島らの算定図で求めた打ち上げ高さの値を比較した。海底勾配 1/20,1/30 の  $h_i/L_0 = 0.00$  のケースを除く、 $0.01 \sim 0.05$  では改良仮想勾配法で求めた打ち上げ高さの値は全体的に過小評価となった。そこで、改良仮想勾配法で求めた波の打ち上げ高さに相対水深  $h_i/L_0$ を考慮した推定式  $R/H_0'$ (豊島ら)  $= A \cdot R/H_0'$ (改良) $^B$ を求めた。

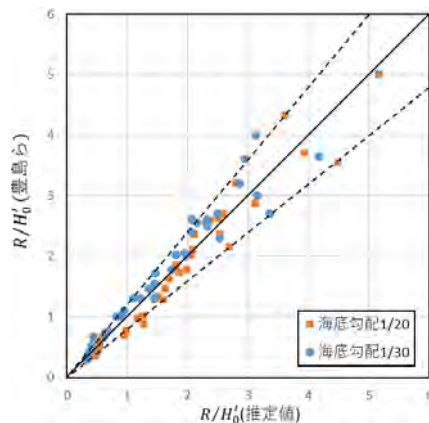


図-9 算定値と推定値の比較

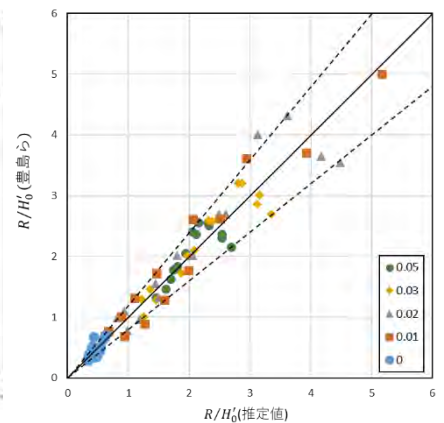


図-10 算定値と推定値の比較

推定式の結果と実験値の差が約 20%以内となり、ほぼ対応させることができた。

<参考文献>1) 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 B(海岸工学)、Vol.71 No2I-841~I-846,2015 2)中村充、佐々木泰雄、山田譲二：複合断面における波の打ち上げに関する研究,第 19 回海岸工学講演会講演集 pp.309~312,1972 3) 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) 4) 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)