

相対水深を考慮した 1/2 傾斜護岸への波の打ち上げ高に関する一推定法

東北工業大学 学生員○永田希成

東北工業大学 正 員 菅原景一・高橋敏彦

1. まえがき

石崎らは、相対水深を考慮した不規則波実験の実験値を用いて、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値を求め、両者はほぼ対応することを報告¹⁾している。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²⁾と相対水深を考慮した豊島らの算定図^{3,4)}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⁵⁾

規則波の波の打ち上げ高さに関する設計方法として、相対水深を考慮した豊島らの波の打ち上げ高算定図と碎波水深を考慮した改良仮想勾配法がある。両者の沖波波形勾配 H_0/L_0 毎の相対打ち上げ高さ R/H_0' を比較検討し、相対水深 h_i/L_0 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。また、推定式は堤勾配 1/2 に関して適用範囲を広く海底勾配 1/20 と 1/30 の両者をまとめて行う。ただし、豊島らの算定図において $h/L_0 = 0.04$ のケースは打ち上げ高算定図が得られてい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。

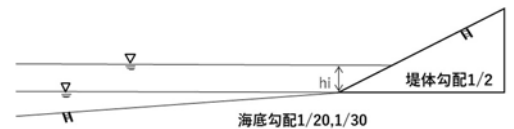


図-1 堤体勾配と海底勾配の概略図

3. 検討結果及び考察

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⁵⁾を比較した。

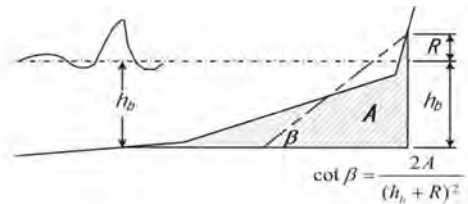


図-2 改良仮想勾配法の考え方

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-3,4 は海底勾配 1/20,1/30 で、相対水深 $h_i/L_0 = 0.01, 0.03$ のケースで豊島らの算定図より求めた H_0/L_0 を横軸に、 R/H_0' を縦軸とし、豊島らの打ち上げ高算定図を実線、改良仮想勾配法より求めた打ち上げ高さをパラメータとしてプロットしたものである。豊島らの算定図に対するそれぞれの値は $h_i/L_0 = 0.01$ で約 0.4~0.9 倍で平均は 0.6 倍となった。また、図-4 より $h_i/L_0 = 0.03$ のケースで約 0.4~0.8 倍で平均は 0.6 倍であった。なお、海底勾配 1/30 で $h_i/L_0 = 0.00$ のケースのみ、改良仮想勾配法で求めた R/H_0' の方が豊島らの算定図より大きくなっている。

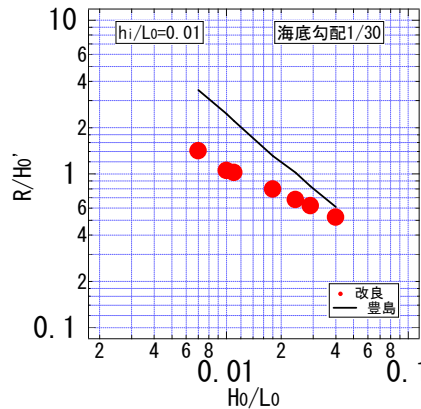


図-3 算定値と改良仮想勾配法の比較

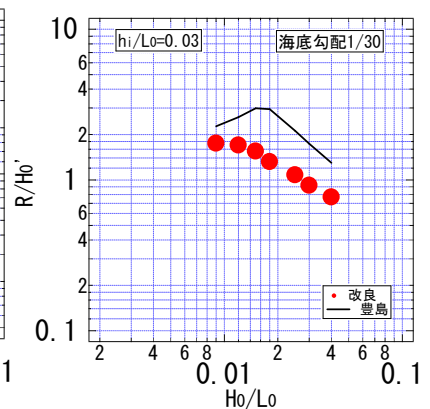


図-4 算定値と改良仮想勾配法の比較

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、 $h_i/L_0 = 0.00 \sim 0.05$ の範囲で R/H_0' (豊島) = $a \cdot R/H_0'$ (改良)^b の関係式を導いた。この関係式を利用して、改良仮想勾配法による打ち上げ高さ

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

ら豊島らの算定図の打ち上げ高さ R/H_0' を算出できるように推定式を導いた。

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: $hi/L_0 = 0.00$ 、図-6: $hi/L_0 = 0.02$ 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 $hi/L_0 = 0.00 \sim 0.01$ 、 $0.02 \sim 0.05$ に分けて(傾きが異なる為)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(図-7:係数 a 、図-8:指数 b)。相対水深 hi/L_0 と係数 a の関係より、 $A=20.4(hi/L_0)+1.25$ の回帰式が求まる。同じく相対水深 hi/L_0 と指数 b の関係より、 $B=-49.5(hi/L_0)+2.34$ 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。ここに、

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

ただし $A=95.0(hi/L_0)+0.730$

$B=-93.6(hi/L_0)+0.714$

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

図-9 は算定値を縦軸、(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プロットしたもので、図-10 は相対水深別に比較したものである。相対水深 $hi/L_0=0.00 \sim 0.01$ の範囲のばらつきが大きい、全体的に誤差 30%以内にとまっており、ほぼ対応していると考えられる。

4. あとがき

1/2 傾斜護岸の海底勾配 1/20,1/30 の R/H_0' の値を豊島らの算定図と改良仮想勾配法で求めた値を比較した。豊島らの算定図に対する R/H_0' は海底勾配 1/30 で $hi/L_0 = 0.00$ のケースを除き、約 0.4~0.9 倍の値となり改良仮想勾配法で求めた値は過小評価となった。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 hi/L_0 を考慮した推定式 $R/H_0'(\text{豊島ら})=A \cdot R/H_0'(\text{改良})^B$ を求めた。推定式の結果と算定値の差が約 30%以内となり、ほぼ対応させることができた。

<参考文献>

- 1) 石崎由佳、菅原景一、高橋敏彦：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に関する一検討 pp.48~77,2022
- 2) 中村充、佐々木泰雄、山田讓二：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-1/30，第 11 回海岸工学講演会講演集 pp.260~265,1964
- 4) 豊島修、首藤伸夫、橋本宏：海岸堤防への波の打ち上げ高-1/20，第 12 回海岸工学講演会講演集 pp.180~185,1965
- 5) 海岸保全施設築造基準解説（改訂） pp.79,

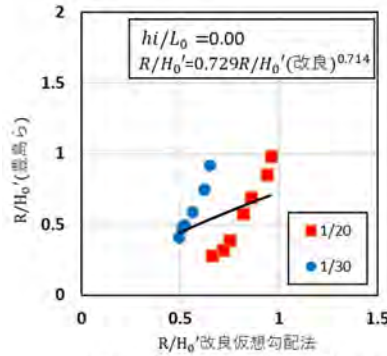


図-5 算定値と計算値の関係式

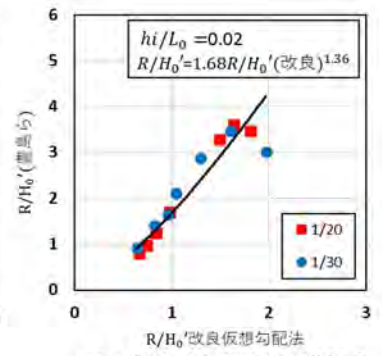


図-6 算定値と計算値の関係式

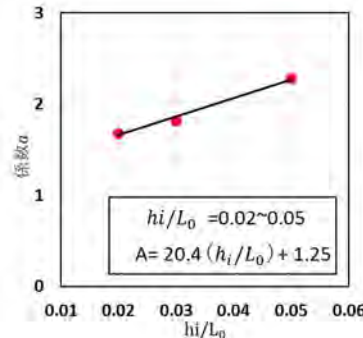


図-7 相対水深と係数 a の関係

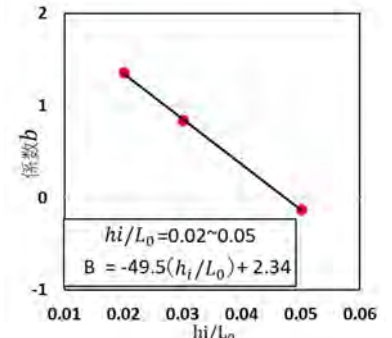


図-8 相対水深と指数 b の関係

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

ただし $A=20.4(hi/L_0)+1.25$

$B=-49.5(hi/L_0)+2.34$

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

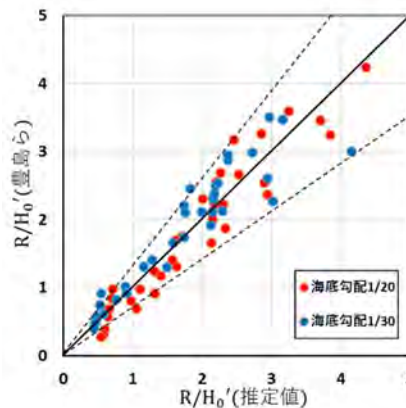


図-9 算定値と推定式によって算出した計算値の比較

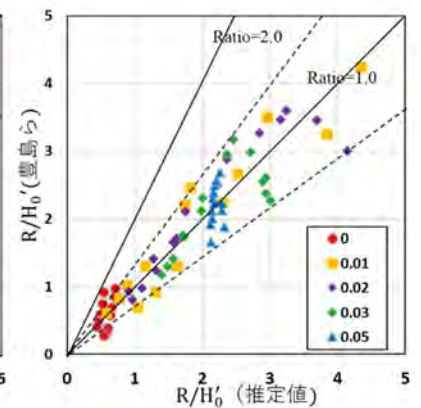


図-10 算定値と推定式によって算出した計算値の比較