

水理公式集例題プログラム集（平成 13 年版）【例題 5・基礎 4】浅水変形  
作成者 小林智尚（岐阜大学）

## 目次

### 1. このプログラムの使い方

#### 1.1. 操作方法

#### 1.2. 作画画面

### 2. 浅水変形の理論

#### 2.1. 微小振幅波理論

#### 2.2. 有限振幅波を対象とした理論

#### 2.3. 波速

#### 2.4. 波長

#### 2.5. 碎波限界

## 1.1. プログラムの使い方 —操作方法—

このプログラムの画面は上から順に

1. メニューバー
2. ツールバー
3. 作画画面（計算結果のグラフが表示されている画面）
4. ステータスバー

で構成されています。

メニューバーとツールバーには次のコマンドが用意されています。

### 1 [結果の保存]コマンド.

作画画面に表示されている「微小振幅波による浅水変形理論」, 「波の有限振幅性波を考慮した浅水変形理論」, 「波速」, 「波長」のグラフの計算結果と「砕波限界」から計算した砕波点での水深と波高を, ASCII 形式のファイルに出力します。

### 1 [海底勾配 $\theta$ ]コマンド.

現在設定されている海底勾配の値を変更します。値の変更では海底勾配の逆数を入力します。(例えば, 「1/100 勾配」であれば「100」を入力します。この値は正の値でなければなりません。初期値は 1/100 勾配です。

### 1 [沖波波高 $H_0$ ]コマンド.

現在設定されている沖波の波高の値を変更します。この値は[m]単位で正の値でなければなりません。初期値は 1m です。

### 1 [周期 T]コマンド.

現在設定されている入射波の周期の値を変更します。この値は[s]単位で正の値でなければなりません。初期値は 10s です。

### 1 [浅水変形のヘルプ]コマンド.

このファイルを表示します。

## 1.2. プログラムの使い方 ―作画画面―

作画画面には横軸を水深、縦軸を波高、波速あるいは波長として「微小振幅波による浅水変形理論」、「波の有限振幅性波を考慮した浅水変形理論」、「波速」、「波長」の4つのグラフが描かれています。

「微小振幅波による浅水変形理論」と「波の有限振幅性波を考慮した浅水変形理論」のグラフは縦軸とともに赤で表示されています。

「波速」と「波長」のグラフは縦軸とともに水色で表示されています。波速と波長は異なった値を示しますが、グラフの形状はまったく同じです。このためこの作画画面では常に重なって表示されています。

「微小振幅波による浅水変形理論」のグラフは水深の全領域に対して計算できるように全領域での計算結果を示しています。これに対して「波の有限振幅性波を考慮した浅水変形理論」、「波速」、「波長」の3つのグラフは沖側から碎波限界に求められる碎波点まで計算・表示しています。

### 2.1. 微小振幅波による浅水変形理論

微小振幅波理論よりエネルギーフラックスが海底斜面上のどの鉛直断面においても一定である事から求められます。この理論から浅水変形を受けた波の波高は次のように求める事ができます。

$$K_s \equiv \frac{H}{H_0} = \sqrt{\frac{c_0}{2nc}}$$

ここで、 $H$  は任意の水深での波高、 $H_0$  は沖波の波高、 $c$  は任意の水深の点での波速です。また  $n$  はエネルギー輸送速度と波速との比で、

$$n = \frac{1}{2} \left( 1 + \frac{2kh}{\sinh 2kh} \right)$$

です。

## 2.2. 波の有限振幅性を考慮した浅水変形理論

有限振幅性を考慮した波の浅水変形による波高変化は次の式から計算する事ができます.

$$K_s \equiv \frac{H}{H_0} = \begin{cases} K_{si} & : h_{30} \leq h \\ (K_{si})_{30} \cdot \left(\frac{h_{30}}{h}\right)^{2/7} & : h_{50} \leq h < h_{30} \\ K_s(\sqrt{K_s} - A) - B = 0 \text{ を満たす } K_s & : h < h_{50} \end{cases}$$

ここで、H は波高、H0 は沖波の波高、Ks は浅水係数、Ksi は微小振幅波理論よる浅水係数. また他の係数は以下の式より求められます.

$$\left(\frac{h_{30}}{L_0}\right)^2 = \frac{2\pi H_0}{30 L_0} (K_{si})_{30}$$

$$\left(\frac{h_{50}}{L_0}\right)^2 = \frac{2\pi H_0}{50 L_0} (K_{si})_{50}$$

$$A = \frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{2\pi H_0/L_0}} \frac{h}{L_0}, \quad B = \frac{B_{50}}{\sqrt{2\pi H_0/L_0}} \left(\frac{h}{L_0}\right)^{-3/2}$$

ここで、n はエネルギー輸送速度と波速度の比で以下のように求められます.

$$n = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{2kh}{\sinh 2kh}\right)$$

また(Ks)50 は h=h50 での浅水係数 Ks. B50 は以下のように求められます.

$$B_{50} = (K_s)_{50} \left(\frac{h_{50}}{L_0}\right)^{3/2} \left\{ \sqrt{2\pi \frac{H_0}{L_0} (K_s)_{50}} - 2\sqrt{3} \frac{H_{50}}{L_0} \right\}$$

## 2.3. 波速

このプログラムでは波速をストークス波やクノイド波の有限振幅波理論から計算しています.

入射波の設定条件によっては、砕波するまでに波形勾配が大きくなり波の非線形性が大きくなるために、これらの有限振幅波理論の適用範囲外となり、計算結果の波速度が極端に大きくなってしまふことがあります.

## 2.4. 波長

波長は波速と周期から求めています.

## 2.5. 碎波限界

碎波点の位置は波の有限振幅性波を考慮した浅水変形理論から波高分布を計算した後に次に示す碎波指標から求める事が出来ます.

$$\frac{H_B}{L_0} = A \left[ 1 - \exp \left\{ -1.5 \frac{\pi h_B}{L_0} (1 + 15(\tan \beta)^{4/3}) \right\} \right]$$

ここで,  $\tan \beta$  は海底勾配を表します. また係数 A の値は 0.17 です.