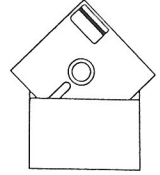


プログラム紹介



護岸設計プログラム

A Calculation Program for Revetment

越 後 滋*
Shigeru ECHIGO松 本 正 三**
Shozo MATSUMOTO斉 藤 洋 一**
Yoichi SAITO

1. まえがき

護岸工とは、流水の作用から河岸・堤防を保護し、また、背後からの土圧による崩壊を防止するための施設である。材料に鋼矢板を用いた構造形式として、自立式、タイロッド式、二重締め切りなどに分類され、なかでも一般的なものが自立式鋼矢板護岸である。

護岸工の設計では、主働崩壊線による背面側上載荷重の換算および土圧の算出式が複雑であることや、護岸工の連続性によって検討断面が多数となることなどから、本プログラムの利用は、設計業務の省力化に効果があると思われる。以下にその概要を紹介する。

2. 概要

本プログラムは、河川の護岸工に用いる鋼矢板壁を永久構造物として設計計算するものである。構造形式としては、自立式鋼矢板護岸を対象としている。日本河川協会の基準^{1),2)}に準拠し、常時・地震時における矢板壁の根入れ長・断面計算を行い、詳細な設計計算書を作成するものである。護岸形状は、図-1に示すように3タイプが可能である。タイプ-2の場合は、傾斜角(β)は、全土層について一定とし、タイプ-3のように背面側に盛土がある

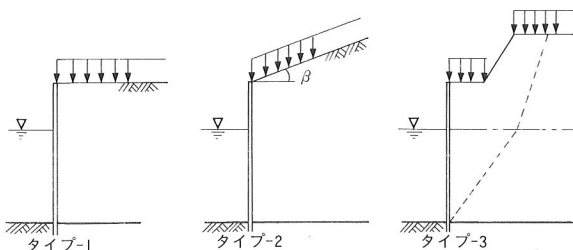


図-1 護岸形状

場合は、各層ごとに主働崩壊角を計算し、上載荷重として換算している。

3. 計算式

(1) 砂質土の土圧

a) 主働土圧

$$P_a = K_a \left(\Sigma \gamma \cdot h + \frac{Q \cdot \cos \psi}{\cos(\psi - \beta)} \right) \cos \psi$$

$$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \psi - \theta)}{\cos \theta \cdot \cos^2 \psi \cdot \cos(\delta + \psi + \theta)}$$

$$\cdot \left[1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta - \theta)}{\cos(\delta + \psi + \theta) \cdot \cos(\psi - \beta)} \right]^2$$

$$\cot(\xi - \beta) = -\tan(\phi + \delta + \psi - \beta)$$

$$+ \sec(\phi + \delta + \psi - \beta) \sqrt{\frac{\cos(\psi + \delta + \theta) \cdot \sin(\phi - \delta)}{\cos(\psi - \beta) \cdot \sin(\phi - \beta - \theta)}}$$

b) 受働土圧

$$P_p = K_p \left(\Sigma \gamma \cdot h + \frac{Q \cdot \cos \psi}{\cos \psi} \right) \cos \psi$$

$$K_p = \frac{\cos^2(\phi + \psi)}{\cos \theta \cdot \cos^2 \psi \cdot \cos(\delta + \psi - \theta)}$$

$$\cdot \left[1 - \frac{\sin(\phi - \delta) \cdot \sin(\phi - \theta)}{\cos(\delta + \psi - \theta) \cdot \cos \psi} \right]^2$$

$$\cot(\xi - \beta) = -\tan(\phi - \delta - \psi)$$

$$+ \sec(\phi - \delta - \psi) \sqrt{\frac{\cos(\psi + \delta - \theta) \cdot \sin(\phi - \theta)}{\cos \psi \cdot \sin(\phi - \theta)}}$$

(2) 粘性土の土圧

a) 主働土圧(常時)

式(1), (2)のうち大なる値を用いる。

$$P_a = \Sigma \gamma \cdot h + Q - 2C \dots\dots\dots(1)$$

$$P_a = K_c \cdot (\Sigma \gamma \cdot h + Q) \dots\dots\dots(2)$$

b) 主働土圧(地震時)

式(2), (3)のうち大なる値を用いる。

$$P_a = \frac{(\Sigma \gamma \cdot h + Q) \cdot \sin(\theta + \alpha)}{\cos \theta \cdot \sin \alpha} - \frac{C}{\cos \alpha \cdot \sin \alpha} \dots (3)$$

$$\alpha = \tan^{-1} \sqrt{1 - \frac{\Sigma \gamma \cdot h + 2Q}{2C} \cdot \tan \theta}$$

c) 受働土圧

$$P_p = \Sigma \gamma \cdot h + Q + 2C$$

(3) 中間土の土圧

a) 主働土圧

$$P_a = K_a \cdot (\Sigma \gamma \cdot h + Q) - 2C \sqrt{K_a}$$

b) 受働土圧

$$P_p = K_p \cdot (\Sigma \gamma \cdot h + Q) + 2C \sqrt{K_p}$$

(4) 最大曲げモーメント

$$M_{\max} = M \cdot \psi_m$$

$$\psi_m = \frac{\sqrt{(1 + 2\beta h_0)^2 + 1}}{2\beta h_0} \exp\left(-\tan^{-1} \frac{1}{1 + 2\beta h_0}\right)$$

$$\beta = 4 \sqrt{\frac{Kh \cdot B}{4EI}}$$

(5) 根入れ長

$$D = 3/\beta, EI \leq 10^{12} (\text{kg/cm}^2)$$

$$D = 2.5/\beta, EI > 10^{12} (\text{kg/cm}^2)$$

(6) 変位

$$\delta = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3$$

$$\delta_1 = \frac{(1 + \beta h_0) \cdot P}{2EI\beta^3}$$

$$\delta_2 = \frac{(1 + 2\beta h_0) \cdot PH}{2EI\beta^2}$$

$$\delta_3 = \frac{QH^3}{EI}$$

$$Q = \Sigma \{ (3 - \alpha) \cdot \alpha^2 \times P \} / 6$$

4. 機能と特徴

本プログラムの機能と特徴は次のようである。

- ① データ入力部は対話形式で、スクリーン・エディタ機能によって入力・修正が容易である。
- ② 入力データと計算結果はファイルに登録でき、入力データのコピーによりデータ作成も容易である。
- ③ 最大39ケースの入力データを連続して計算するバッチ処理機能があり、複数の護岸形状について計算する際に有効である。また、選択により計算終了後、連続してプリント出力できる。
- ④ 土質は、最大9層までの互層地盤が可能である。
- ⑤ 背面の盛土は、任意の形状が入力可能で、等分布荷重の載荷も可能である。
- ⑥ 最大5種類の材料について同時に検討でき、材料選択の際に有効である。また、腐食率・継手効率を考慮できる。
- ⑦ 鋼矢板の種類は、U型鋼矢板・Z型鋼矢板・鋼管矢

板・軽量鋼矢板などがあり、マスターファイルから引き出して使用でき、追加・修正も可能である。

5. 入力画面および出力例

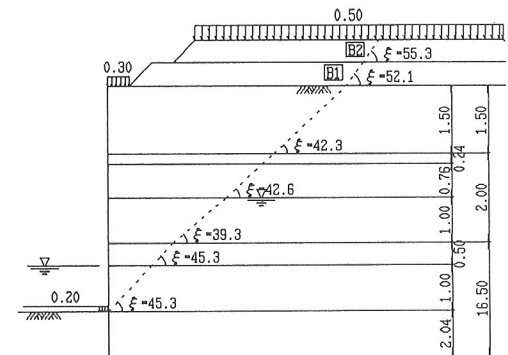
入力画面と出力例を図-2, 3に示す。

[主働側土質定数入力]				[数値入力] [横移動] [1/1]			
No.	層の厚さ (m)	層の種類 下記参照	空中重量 (t/m ³)	水中重量 (t/m ³)	内部 摩擦角 [*]	粘着力の 増加係数	粘着力の 定数
1	1.50	3	1.50	0.50	20.00	0.00	0.50
2	2.00	2	1.50	0.50	0.00	0.20	2.30
3	16.50	1	2.00	1.00	30.00	0.00	0.00
4							
5							
6							
7							
8							
9							

層の種類 1: 砂質土 2: 粘性土 3: 中間土

◆ケース名[Case-1]]
[ESC]-終了[↖]-改頁[→←]-選択[XMIT]-移動
[INS]-行挿入[DEL]-行削除[BS]-リセット[CE]-リセット
[CLR]-単複写[TAB]-行複写[Space]-モード[☐]-入力

図-2 土質定数入力画面



No.	内部 摩擦角 φ 度	地震 合成角 θ 度	崩壊角 ξ 度	下 端 座 標		上 端 座 標	
				X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
1	30.000	11.310	45.317	0.000	0.000	0.989	1.000
2	30.000	11.310	45.317	0.989	1.000	1.483	1.500
3	0.000	11.310	39.302	1.483	1.500	2.705	2.500
4	0.000	5.711	42.590	2.705	2.500	3.793	3.500
5	20.000	5.711	42.283	3.793	3.500	5.442	5.000
6	25.000	5.711	52.096	5.442	5.000	5.832	5.500
7	30.000	5.711	55.295	5.832	5.500	6.178	6.000

図-3 崩壊角の計算

6. あとがき

以上、本プログラムの概要について述べた。護岸工の設計は各基準によって設計方法に相違が見られるため、本プログラムに対する問い合わせや要望が数多く寄せられている。今後は、適用範囲を広げるとともに、タイロッド式・二重締め切りによる護岸工のプログラム開発によって、設計業務の省力化に役立てたいと思う。

参考文献

- 1) 日本河川協会：河川砂防技術基準(案), 1985年10月。
- 2) 日本河川協会：河川改修事業関係例規集, 1985年8月。