

電子計算機による背水計算の一方法について

中電技術コンサルタント K.T. 池田 様
同 上 永田 栄亮

1 まえがき

背水曲線の計算としては種々公式があり、簡便化したものもあるが、これらは特定の断面に対するものであり自然河川のように河幅、断面形、勾配などが不規則に変化している一般断面としては適用し難い。また不等流の基本方程式を階差の形で書き表わした逐次計算法(試算法)を用いれば、一般断面にも適用されるが計算が煩雑で、従来の手計算では精度を下げて計算を速めている場合が多い。ここでは電子計算機を用いて漸縮(又は漸拡)の損失水頭の項を加え、また貯水池内の仮定した等断面の影響を加味した背水計算の一方法を紹介する。

2 計算式

$$H_a + \alpha \frac{V_a^2}{2g} + h_f + h_g (z + h_e) = H_b + z + \alpha \frac{V_b^2}{2g} \quad \text{より}$$

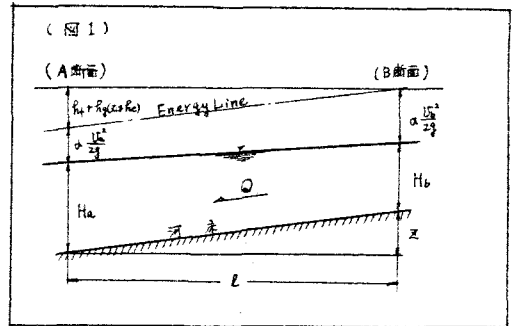
$$H_b = (H_a - z) + \frac{Q^2}{2g} \left\{ \alpha \left(\frac{1}{A_a^2} - \frac{1}{A_b^2} \right) + f_g \left(\frac{1}{A_a} \right) + f_g \left(\frac{1}{A_b} - \frac{1}{A_a} \right) \right\}$$

$$+ \frac{Q^2 l}{2} \left(\frac{n_a^2}{R_a^{4/3} A_a^2} + \frac{n_b^2}{R_b^{4/3} A_b^2} \right) \quad \text{----- (1)}$$

こゝに Manning 公式を適用すれば

$$h_f = \int_a^b \frac{n^2 Q^2}{R^{4/3} A^2} dx \approx \frac{Q^2 l}{2} \left(\frac{n_a^2}{R_a^{4/3} A_a^2} + \frac{n_b^2}{R_b^{4/3} A_b^2} \right)$$

$$h_g = f_g \frac{V_a^2}{2g} \quad h_e = f_e \frac{(V_b - V_a)^2}{2g}$$



流積 $A = F(H) \quad \text{----- (2)}$

潤凹 $P = f(H) \quad \text{----- (3)}$

河幅 $B = G(H) \quad \text{----- (4) (河幅計算は係数により必要)}$
(符号説明)

H_a, H_b : $F(H)$ 流断面の水深

A_a, A_b : 流積

R_a, R_b : 半径

n_a, n_b : 粗度係数

f_f, f_e : 漸縮, 漸拡の損失係数

$$R = \frac{A}{P} \quad (\text{毛沢})$$

Q : 流量

l : 区間距離

α : 勾配

α : 流速修正係数

(1) 式の左辺 H_b を仮定し (2) 式より右辺の計算し仮定の H_b と等しい値をもちて上流断面の水深とし順次上流に向って計算する。(図1参照)

3 計算の適用ケース

このプログラムでは、次の4通りの計算が出来る。(図2参照)

- (圖 2)
-
- 浮渣層
- 浮渣面
- $H_1 = H_2$
- 沉渣
- L_1
- L_2
- H_1
- H_2
- H_0

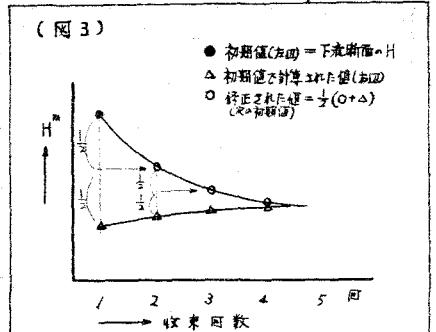
- (1) インพุットデータは各水深(H)に対する流積(A), 潤凹(P), 河幅(B)の各値, 流量(Q), 区間距離(L), 河床高(G), 損失係数($h_{f, se}$), 流速修正係数(α), 生発英の水深等
- (2) 流積, 潤凹, 河幅の各値はサブルーチンにより最小2乗法にて, 2次(又は1次)曲線でHの関数として近似する。

- (3) 滞砂計算は滞砂面と在来河床の交点までを滞砂区間とし, この区間の滞砂容量 V_s は

$$V_s = \sum_{i=1}^n \frac{1}{2} (A_i + A_{i+1}) \cdot \Delta x \quad \text{として計算する。}$$

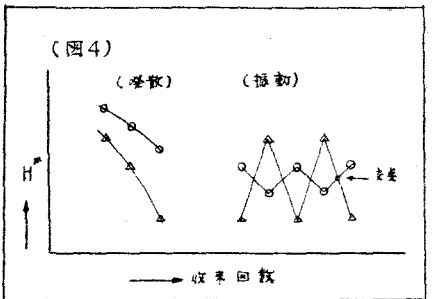
- (4) 在来水深(H_1), 文工堤築造後水深(H_2)の計算はサブルーチンを使用し, 滞砂計算をする場合は H_1 の基準又は現河床であるが, H_2 は滞砂面上より計算される。

- (5) 上流水深を求めるのは試算の繰返しであるが, 人間が計算すれば上流断面の水深は諸条件を考慮して或る程度カンにより水深を推定出来るが, 機械計算する方法としては, まず初期値の決定は下流断面の水深とし, 2回目



目は初期値とその初期値をもつて計算された値の平均とする。以下同じ手順をくり返す。その過程は図3参照。解としては 左辺(H) = 右辺 $\pm 0.001^m$ になれば終る。しかし左辺(決定値)と右辺(計算値)が収斂しない場合として発散と振動を考へ, 発散の場合は自動的に計算中止し, 振動計算としては 図4のように交差をもつて解とする。

- (6) 各断面ごとの計算された各値が印刷される。
- (7) 順次上流断面にわたり計算し H_1 と H_2 とが一致した所で全計算を終了する。



5 まとめ

- 各断面の $H-A$, $H-P$, $H-B$ 曲線の近似がうまく出来てなければならない。
- 断面の变化(漸縮漸拡)にともなう損失水頭は的確に推定する方法がないが, 計算は係数を手で与えることにより可能である。
- 1つの横断面形が顕著に異なる場合は断面形の修正を行わなければならない異なる結果を生ずる。
- 決定値(左辺) = 計算値(右辺)の許容誤差が 0.001^m 即ち水深 1^m であるから管水終端付近では区間距離を小さくすると管水曲線は上流無限遠まで続くことになるので, 実用上の目的からいえば区間距離を余り小さくとらない方がよい。
- 河川の不等流を計算する場合, 最初の断面の水深は決める難い場合が多いかも知れないがこの逐次計算法を用いると与えられた流量に対して多少ちがった水深を仮定して計算を始めの場合でも, 求められる水面形はますます正しいものになってくる。従つて生発断面より十分下流断面で任意に水深を仮定して計算を進めても次第に正しい高工が得られることになり, この結果が最初の値と一致すれば, 最初断面の水深が正しいものになる。この英計算機によれば, 必要区間外の下流断面より計算を開始しても, また手エツクにしても大した煩雜もなく計算出来る。