

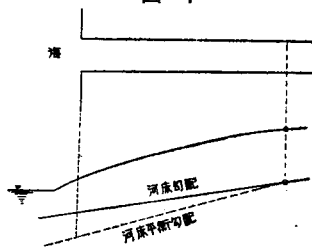


計画高水位について

正員 井部 勇 一*

1. 河口附近の計画高水位 河口に砂洲が発達していると河口は狭くなり、出水時砂洲の上流は堰上げられて、水位は高まり遂に砂洲を越すようになる。流量が増すに従い次第に砂洲を洗掘し、河積を増加する。従つて水位は差程増さずに流量を著しく増すことが出来る。一般に河口附近は出水時河床は深く洗掘されるもので、河口附近の砂洲は出水時往々に姿を消すことがある。出水が終れば、河と海との両方より土砂堆積して水深は元通り浅くなる。従つて平水時の河口附近の河床勾配は著しく緩くなつている。河口附近の河床勾配を見ると、或る地点を境界にして下流が上流に比して著しく緩くなつている。洪水勾配もこの点を境にして上流は大体河床勾配と平行しているが、下流は河床勾配よりも急となつている。これは下流部は洪水時河床が洗掘されるが、その後又元の勾配迄土砂が堆積することを示している。一般に出水時、海への出口では河水面は海面より高いので、海面迄水位低下し、水面勾配が急となる為、流速が著しく大きくなり、河床を洗掘する。河床を洗掘して、通水断面積を増加すれば一定流量を流すためには流速は小さくて良いことになり水面勾配は緩くなる。洗掘は次第に上流へ及ぼし河床がある一定の勾配となり流速が河床と平衡する速度迄減じて洗掘は止む。即ち窮極に於て、河床勾配従つて水面勾配はその河床の性質と平衡する流速を与えるような勾配を採ることになる。

河川の流れを不等速定流として考え、上流地点Ⅰと下流地点Ⅱとの距離が充分小さい場合、 i : 水面勾配, i_0 : 河床勾配, l : Ⅰ, Ⅱ



間の距離, H : 水深, A : 断面積, v : 平均流速, c : 平均流速係数 R : 径深, g : 重力の加速度とすれば、

$$il = i_0 l - (H_2 - H_1) = \alpha' \left(\frac{v_2^2 - v_1^2}{2g} \right)$$

$$+ \left(\frac{v_1^2}{C_1^2 R_1} + \frac{v_2^2}{C_2^2 R_2} \right) \frac{l}{2} \dots \dots \dots (1)$$

この式に於て洗掘された後の河床勾配 i_0 は未知である。掃流力より $H_1 i$ は既知であるから、

$$H_1 i = K \quad (K \text{ は常数}) \dots \dots \dots (2)$$

下流箇所Ⅱ地点の種々の値が分つている場合は、この式より第1近似値を得る為 $C_1^2 R_1 \doteq C_2^2 R_2$ とおき

$$K_1 = \frac{v_2^2}{2K} \left(\frac{\alpha'}{gl} + \frac{1}{C_2^2 R_2} \right)$$

$$K_2 = \frac{Q^2}{2K} \left\{ \frac{1}{C_1^2 R_1} - \frac{\alpha'}{gl} \right\}$$

$$\doteq \frac{Q^2}{2K} \left\{ \frac{1}{C_2^2 R_2} - \frac{\alpha'}{gl} \right\} \dots \dots \dots (3)$$

とおけば(1)式は(2)及び(3)式より

$$\frac{1}{H_1} = K_1 + \frac{K_2}{A_1^2} \dots \dots \dots (4)$$

K_1 と K_2 の値は分るから上式より容易に H_1 を試算して求めることが出来る。次に第1近似値の H_1 を用いて $C_1^2 R_1$ を計算し、 K_2 の更に正確な値を求め(4)式より更に正確な H_1 の第2近似値を得る。 H_1 が分れば(2)式より i が求まり(1)式より i_0 が求まる。

次に上流箇所Ⅰ地点の種々の値が分つている場合は先づ(2)式より i は直ちに求まる。次に

$$K_1 = \frac{Kl}{H_1} + \frac{v_1^2}{2} \left(\frac{\alpha'}{g} - \frac{l}{C_1^2 R_1} \right)$$

$$K_2 = \frac{Q^2}{2} \left(\frac{\alpha'}{g} + \frac{l}{C_2^2 R_2} \right)$$

$$\doteq \frac{Q^2}{2} \left(\frac{\alpha'}{g} + \frac{l}{C_1^2 R_1} \right) \dots \dots \dots (5)$$

とおけば

$$A_2 = \sqrt{\frac{K_2}{K_1}} \dots \dots \dots (6)$$

H_2 は(6)式より求まり従つて(1)式より i_0 が求まる。流れを等速定流とすれば(1)式は $v = C\sqrt{Ri}$ となり $H_1 i = K$ 及び $Q = vA$ の3式より $H_1 i$ 従つて v が求まる。 $H_1 i$ が決まれば何処か或る一箇所の水位か或いは河床高が求まればその箇所を基点として洪水時洗掘状態の水面勾配及び河床勾配が求まる。

河口附近の現在の砂洲は過去の洪水の減水時に堆積したものの上にその後の平水時に流送してきたものや海よりの漂砂が重つて堆積しているものと思われる。従つて今後の出水時上層は容易に洗掘されるが、下層

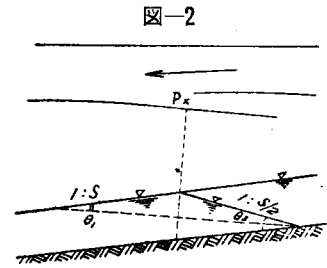
* 建設省東北地方建設局工務課長

の砂礫は過去の洪水時の流速まで、流速が大きくなれば洗掘されぬであろう。そしてこの流速に達すれば容易に河床を洗掘して、その結果河積を増加し、一定流量を流す場合には流速は小さくてよいことになり、水面勾配は緩くなる。それ故流速は河床が洗掘される場合或る一定以上にはなり得ない。従つて過去の最大洪水時の河床流速を以て計画高水流量を流下する場合の設計河床流速に採ればよい。河床の性質が一樣に変化している処では、水面勾配が急変しても掃流力は一様に変化する。従つてその箇所の水深と勾配との積は、その箇所の直上流の水深と勾配との積より幾分小さく採ればよい。以上によりその箇所の水深と勾配との積を求めるには、河床の性質より掃流力を種々の公式より算定するか或いは過去の洪水記録又は直上流の水深と勾配との積より判定する事が出来る。

2. 計画高水位と河幅 一般に河床が絶対に洗掘されないように限界掃流力より河幅を決める時は著しく河幅は大きくなつて不経済となり実施困難である。そこで多少河床は洗掘されても流水に対して堤防を安全に維持出来るように河幅を決める。 H : 水深, i : 水面勾配とすれば、多くの実例より張芝の堤防が安全である為には堤防の法面及び附近の高水敷で $H \cdot i \geq \frac{1}{500}$ が必要である。土質が良くて洪水期が短い場合は $H \cdot i \geq \frac{1}{300} \sim \frac{1}{400}$ まで許容されて、この場合平均流速は大体 2m/sec 位である。水深は堤防の施工維持等より堤防附近で 4m 以下が望ましい。 $H \cdot i > \frac{1}{300}$ ならば護岸水制が必要となる。相当幅の広い高水敷があつても、低水路が次第に高水敷を欠襲して彎曲し、堤防に接近するおそれのある箇所では低水路は $H \cdot i < \frac{1}{200} \sim \frac{1}{220}$ であることが必要であり、この場合平均流速は大体

3m/sec 位である。水深は 6m 以下が望ましい。水深の大なることは水圧が大きくなり、堤防及び基礎が通水し易く甚だ危険である。

3. 霞堤の逆水勾配 霞堤より浸入した流水は図-2に示すように或る勾配をなして溜るもので決して水平に堤内へ浸水するものではない。今浸水入口の P 点に達した流水を考



えれば、この流水は $\theta_2 < \theta_1$ ならば下流へ流れ $\theta_2 > \theta_1$ ならば堤内へ浸入する。従つて $\theta_2 = \theta_1$ となるように堤内へ水面勾配をとつて浸水湛水する。決して水面勾配が水平になつて浸水することはない。これは一見水の性質に矛盾するように考えられるが、実は P より浸水してここに貯溜された水は常に P 点より下流へ流下しようとしているもので下流の水が減水すれば直ちに流下する性質のものである。逆流浸水の水面勾配は上述の $\theta_2 = \theta_1$ より地盤に対して $2\theta_1$ の角度をなす。今 $\tan \theta_1 = 1:s$ とすれば $\tan 2\theta_1 = 1: \frac{s}{2}$ となるから逆流水面の地盤に対する角度は河道水面勾配の 2 倍となる。この現象は急流河川では顕著な事実であるが、緩流河川でも同様な理屈が成立つものと考えられる。この逆流浸水した水が堤内に於て下流へ流下するような地形の箇所では、逆流浸水の水面勾配は上述の $1: \frac{s}{2}$ の勾配がそれ以内を保つたまま、流水はどんどん霞堤より堤内へ浸入流下することになる。

新刊紹介

高橋清藏著 水路隧道施工法

A 5, 180頁, 理工図書株式会社刊 26.4.20. 発行
250 円, 〒 30 円

著者 40 年の現場工事を振り返つてみて、斯うもしたかつたあゝもしたかつたことを織込んだ経験をもととして、理論と実際とを結び付けた水力発電の水路隧道施工方法を示したもので、水力発電工事の大部分の工費はこの隧道工事で占められて居り、これを如何にして経済的に間違いなく施工するかということが、本書の主眼として述べられている。

第 1 章は隧道掘鑿工事より解き初め、10 章に亘り、

坑内の送風の設備、特に長い隧道の施工事、並に水圧の高い隧道に対する施工の考え方と設備最後の章では最近十和田発電所工事の建設所長として、同所の長隧道の施工や、悪質隧道の崩壊の善後策とする処理方法に及び、特に十和田水路の特異性を説き、日本と諸外国の隧道施行の実例を網羅し、通水作業で終つている。

著者は或る程度の水圧隧道に対して、水圧以上の深い山であつたなら、グラウトさえ完全に施工すれば、隧道に鉄筋を挿入しなくとも、充分耐え得るものであるとの特論を持つて居り、しかも、それを 60 尺の十和田の水圧隧道に実施した際の、グラウト施工の理論と方法について第 7 章に於いて詳細に述べている。

(高橋正次)