

(33) 砂防ダム水叩工の洗掘に関する研究

九州大学大学院 縊 引 靖
信州大学農学部 堀 田 照 夫

砂防ダム下流部は、洪水時、石礫を含む水流により洗掘されるため、対策の一種として、下流部をコンクリートで厚く覆う水叩工もやがて洗掘されるが、本研究では、ここにおける洗掘を調査することにより、その要因である洪水流を把握し、より合理的な砂防工作物のあり方を明らかにしようとした。実測結果によれば、洗掘は、ダム本体をやや離れた位置から大きくなり、最大値をとったあと再び小となり終結するが、この状況から、洪水流、粗度係数、砂防ダムの下流ノリ、水叩工の長さおよび厚さについて考察した。調査流域は、長野県伊那谷天龍川水系から、水叩工の設置されている河川21を選び、合計116個所を測定した。

1. 洪水流について

- ④ 洗掘の終端部(図1.b点)を最大洪水における表面水脈の到達点と考え、ダム越流部(天端下流端)を離れる瞬間の流速を推定すると、 $2.5 \sim 5.0 \text{ m/sec}$ であった。その際越流水深も同時に推定すれば、 $0.3 \sim 1.5 \text{ m}$ の値を示した。
- ⑤ ダム天端下流端では、水深小さく、流速が速くなっていると考えられるので、下流端へ達する以前の流速および水深を推定すれば、それぞれ、 $1.5 \sim 3.0 \text{ m/sec}$ $0.5 \sim 2.5 \text{ m}$ の値を示した。

2. 流速公式および粗度係数について

- ⑥ 洗掘跡から推定した流速と、マタキーピッジの平均流速公式による計算値とが近似し、野溪河川における流速公式として、マタキーピッジ式の実用性の高いことが知られた。
- ⑦ 洗掘によって推定した流速水深をもとに、マンニングの流速公式にみられる粗度係数を算出したが、洗掘を測定した個所付近での実測値と適合性が見られ、洗掘状況からも粗度係数が推定可能であることが知られた。
- ⑧ 粗度係数は野溪河川において、 $0.03 \sim 0.08$ 程度とされているが、洗掘から算出した値では 0.10 以上となる例が多く見られ、比較的大きな値であることが知られた。またこの値は上流から下流に行くに従い、小となる傾向が認められた。

3. 砂防ダム下流ノリについて

- ⑨ 洗掘は、下流ノリ面近くでは微小で、ある程度離れた位置(図1.a点)から大きくなる。この位置までは、ノリ面を設けても安全であると考え、下流ノリを決定する式 $n = Vg \sqrt{\frac{2}{gh}}$ において、 Vg に相当する値を算出すれば $0.8 \sim 2.4 \text{ m/sec}$ の値を示し、従来の如く画一的に 2.0 m/sec とすることは不適当であることが知られた。
- ⑩ $n = Ug \sqrt{\frac{2}{gh}}$ は、落下水流によるノリ面の損傷を考慮した式であるが、ダム体積の節減を考えると、下流ノリは、

$$n = \frac{-3(\frac{a}{h}) + \sqrt{5(\frac{a}{h})^2 + 2}}{2} \quad (a : \text{天端幅})$$

によってあらわされる。この2つの式は、対照的な曲線を描く(図2参照)が、損傷の制約を受けない範囲では、後者によって設計するのが適当と考えられる。下流ノリは、図2のごとく、 Ug 、 a 、 h によってさまざまに変わるものであり現行の2分勾配は再検討の必要性がある。

4. 水叩工の長さについて

- ⑪ 水叩工の長さを求める式として、 $L = \alpha(H + h_0) - nh$ があるが、係数 α は、ダムの高さおよび洪水規模の2要因で決まるもので、ダム高のみで決定するのは適切でない。その値も $1.5 \sim 3.0$ 程度にとっているが、実際の洗掘例からは、殆ど 1.5 以下であった。
- ⑫ 洗掘を防止するための水叩工の長さ(図1.b-d)に関して、次式が得られた。

$$L = 2.1 \sqrt{h_0(H+h_0)} - nh$$

5. 水叩工の厚さについて

- 水叩工の最大洗掘深(図1.e-f)は、 1.5 m 程度であったが、低ダムでも深い洗掘が起っており、設置個所によっては、相当厚く施工しなくてはならないと考えられる。水叩工の厚さを求める式に $D = \beta T$ (T : 落下水の貫入深)、係数 $\beta = 0.2$ としたものがあるが、 0.2 では不足で最大 0.7 程度のものが見出された。

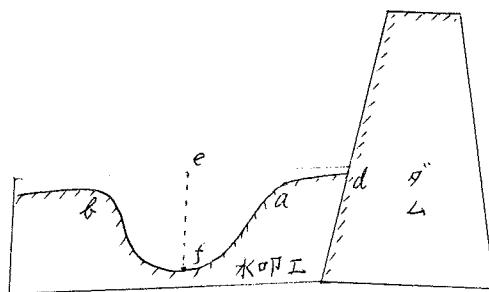


図1 水口工の洗掘状況

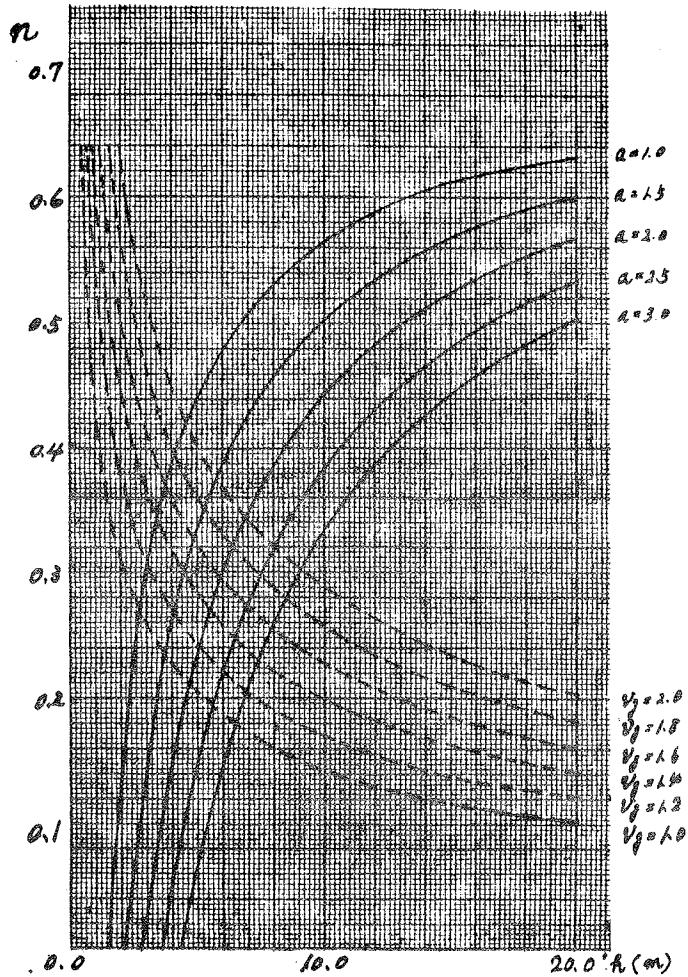


図2 ダム高(h)と下流の n (n)の関係

$$\text{----- : } n = \frac{V_f}{\sqrt{gh}}$$

$$\text{_____ : } n = \frac{-3(\frac{\alpha}{h}) + \sqrt{5(\frac{\alpha}{h})^2 + 2}}{2}$$