

(14) 流下石 による水叩工の削磨について

九州大学農学部大学院 綿 引 靖

砂防ダム下流保護のため設けられるコンクリート水叩工は、ダム越流部より落下する流水および石礫の作用により、侵食の一形態としての削磨を受け、破壊に至る例が見られる。ここでは、その要因として、石礫の作用をとりあげ、どのように削磨されるかについて、理論的計算を試みたので発表する。

従来の研究例が少ないので、計算上やむを得ない点や、未解明の点等については、適当な仮定を設けた。

計算は、次の手順により行なった。

- ① 1つのダム地点において、放水路を通過する流水の水位、流量とその出現頻度（1年間における）を想定する。
- ② 水叩工の縦断方向に一定間隔で、削磨量を計算するための代表点を設ける。（図-1、1、2、…、…）1つの代表点に水脈が落下するのは、その点に落ちる水脈の外側があたるとき（流量 Q_1 とする）から、内側があたるとき（流量 Q_2 とする）の間である。石礫は、水脈中に含まれ落下するものとする。
- ③ 流下する石礫の粒径を均一と仮定し、任意の流量のときの石礫の流下個数を、流砂量式より求める。
- ④ 水叩工の削磨量が、石礫が衝突する際の撃力に比例するものとして、石礫1個あたりの削磨量を求める。
- ⑤ 1代表点の削磨量（1年間における）を、〔流量 Q_1 から Q_2 までのとり得る時間〕×〔石礫の流下個数〕×〔石礫1個あたりの削磨量〕として求める。
- ⑥ この計算を、縦断方向に設けたすべての代表点について行ない、各点の値をプロットする。これにより、1年間の削磨量が示される。
- ⑦ 年度の更新をして、次の1年間について⑥の状態へさらに落下するものとし、新たに代表点ごとに計算を行なう。この年度更新を繰り返して、長期予測を行なう。

実際の計算においては、流量の年間頻度分布として、対数正規分布を用い、また、流砂量式として、篠原・椿式を用いれば、1代表点(i)の削磨量(C_i)は、次式によりあらわされる。

$$C_i = a_1 \sqrt{H+Y_i} \left(1 - \frac{\tan w}{\tan \theta}\right) \frac{1 \tan 1}{\sqrt{1 + \tan^2}} \int_{Q_1}^{Q_2} \frac{1}{Q-b} \cdot \exp\left\{ -\frac{(\log_{10}(Q-b) - u)^2}{2} \right\} \cdot \frac{1}{\sqrt{a_2 Q^{0.8} + 2g(H+Y_i)}} \cdot \frac{Q^{0.09}}{(a_3 + a_4 \log_{10} Q)^{1.8}} \cdot \left(\frac{a_5 Q^{0.7}}{a_3 + a_4 \log_{10} Q} - a_6 \right) dQ$$

Q : 流量 (m^3/sec)、 u : 流量頻度分布の平均値および標準偏差、 b : 流量の下限値、 $a_1 \sim a_6$: 定数、 θ : 図-2参照

そこで、表-1に示す値を用いて、計算を行ない、その結果を図-3に示した。この図においては、5年後および10年後の状況について描き、また、参考のため実測値として、小黑川（天竜川水系）における2つの事例を掲げた。これによれば、計算結果と実測値には、削磨の深さおよび位置に差異があるが、形状としては、両者に類似の傾向が認められる。この計算において用いた数値をより現実の値に近づけてゆけば、さらに近似した形状になることが予想され、基礎的段階として、本計算法は有効であると考えられる。

今後の問題として、流下する石礫が混合粒径である場合や、削磨が進行して、ウォータークッションの影響が考慮される場合等について、検討が必要である。

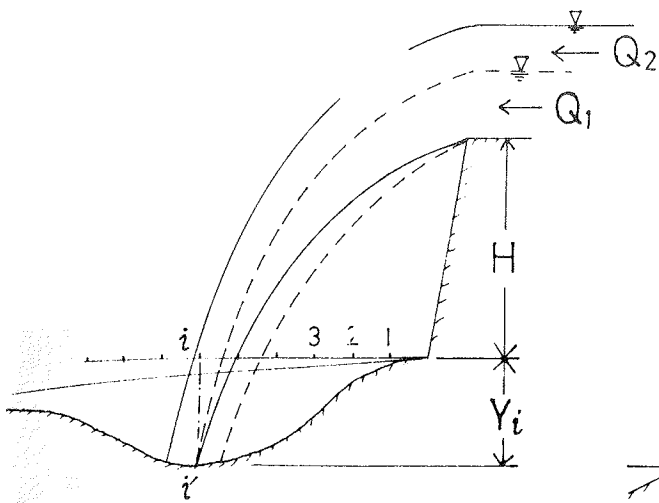


図-1

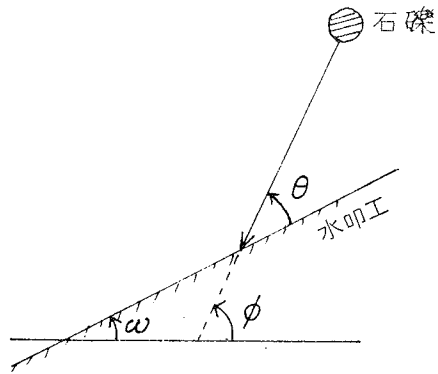


図-2

表-1

μ	0.104
σ	0.513
b	0.250
a_1	68.532
a_2	0.721
a_3	12.158
a_4	3.450
a_5	0.399
a_6	0.040

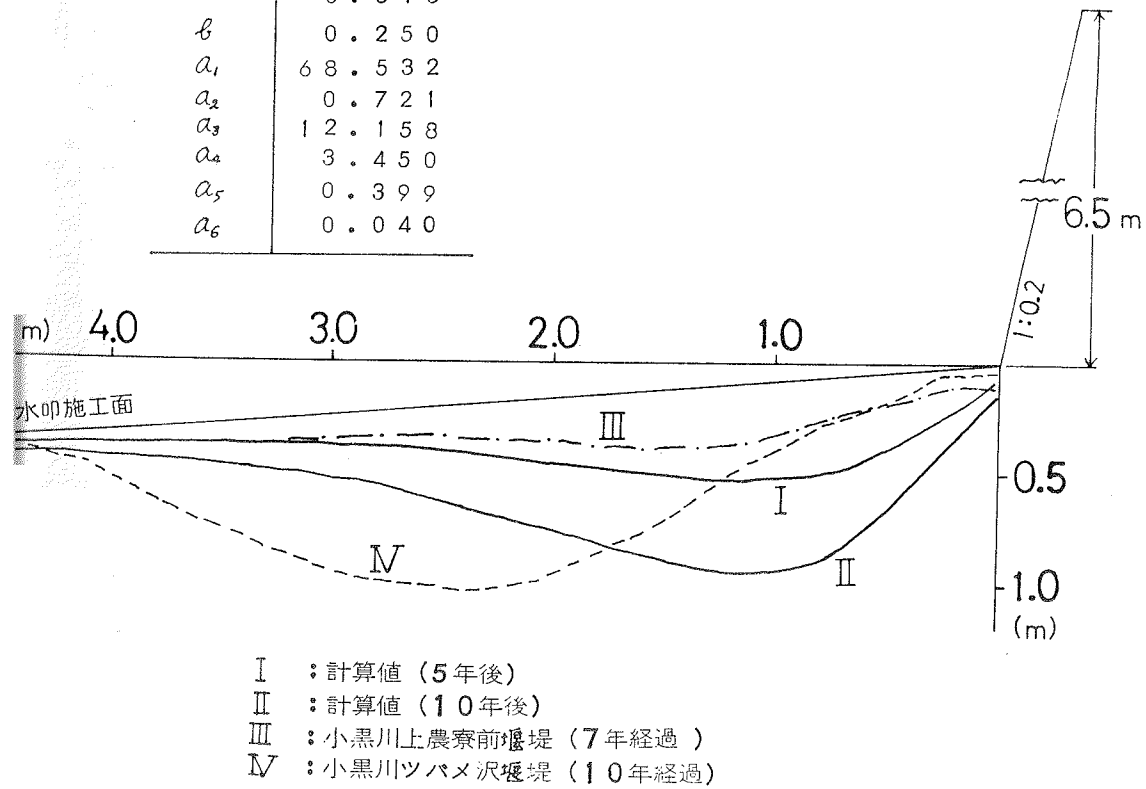


図-3