

(14) 白川の掃流土砂量

熊本大学工学部 会員 藤 芳 義 男

(1) 掃流力と轉石の徑 白川は竜田口上流が $1/400 \sim 1/100$ の急流となつてゐる。

昭和28年6月28日の大洪水後の河床は轉石、主名の河系を現出してゐる。筆者はまだ人工を加へられてゐない所を13ヶ所選べ、各ヶ所200平米を限り、その表面に轉石する石の最大粒徑のものから順に20個を掘りとり、これを粒徑別(粒徑)に並べてみた。順位と粒形はほぼ一直線上に並ぶが、最大の數個だけは若干異つたので、確率論的に最大粒徑を定め、これと28年6月最高水位時の掃流力 ωRI (建設省の實測図から算定)との図表を試みた。これによるとかなりのばらつきはあるが、凡そ

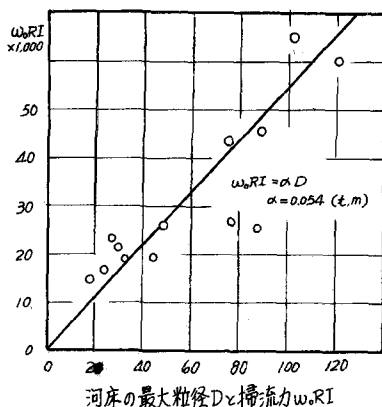
$$\omega RI = \alpha D$$

と置いた場合、 $\alpha = 0.054 \text{ t/m}$ を得た。

(2) 掃流土砂量の實驗

白川、蜂川、菊池川3河川の河床砂を材料として、巾20cm、勾配 $1/50$ 及び $1/100$ 、流量約2.6 m^3/s 、砂の敷厚4cm、上流端には常に砂を補給した。

その結果は次の通りである。



河川名	白 川						菊 池 川				蜂 川			
勾配	1/50				1/100		1/50				1/50			
水路	直線		曲線		曲線		直線		曲線		直線		曲線	
時間T分	60	30	60	30	60	30	60	30	60	30	60	30	60	30
流量Q m^3/s	2.64	2.69	2.62	2.67	2.48	2.62	2.61	2.76	2.62	2.72	2.60	2.72	2.61	2.74
水深H cm	2.70	2.76	2.68	2.74	—	—	2.30	2.47	2.32	2.42	2.50	2.60	2.51	2.64
流砂量G kg	168.0	86.6	185.2	85.0	75.58	42.85	108.0	61.0	111.2	58.3	122.6	69.1	119.3	69.6
$q = \frac{G}{AIT}$	0.885	0.894	0.876	0.886	0.847	0.912	0.576	0.615	0.590	0.545	0.655	0.706	0.635	0.707
q 平均値	0.879				0.869		0.590				0.666			

(3) 掃流土砂量の公式 次の通り公式を組立てた。掃流土砂量 $G(t)$ は

$$G = \omega D \times \frac{1}{2} v_b \times b \quad [t, m, s] \quad \text{----- (1)}$$

であり、河床流速 $v_b = (1 - \frac{h}{s_0}) v_m$ (Bousinesq), 掃流土砂の厚さ D は(1)では簡単に、 $D = \frac{1}{2} RI$ と置いたが、二、では掃流土砂の下面に摩擦係力があつて、これが限界掃流力 s_0 に相当すると考へ、土砂に働く掃流力は $s - s_0$ とした。かくて $s - s_0 = \alpha D$ から

$$D = \frac{1}{2} (s - s_0) = \frac{1}{2} s (1 - \frac{s_0}{s}) = \frac{\omega}{\alpha} RI (1 - \frac{s_0}{s}) \quad \text{----- (2)}$$

を得、これを(1)式に代入すれば結局次の通りになる。

$$G = \frac{w w_0}{2 \alpha} \cdot \left(1 - \frac{k}{3c}\right) \cdot \left(1 - \frac{s_0}{s}\right) \cdot R I \cdot V_m \cdot b$$

$$= \varphi Q I$$

$$\varphi = \frac{w w_0}{2 \alpha} \cdot \left(1 - \frac{k}{3c}\right) \cdot \left(1 - \frac{s_0}{s}\right) \quad \text{--- (3)}$$

例 $w = 2.6 \%$ $w_0 = 1.0 \%$ $\alpha = 0.6 \%$ $1 - \frac{k}{3c} = 1 - \frac{42}{3 \times 25} = 0.44$ $\frac{s_0}{s} = 0.00$ では

$$\varphi = \frac{2.6 \times 1.0}{2 \times 0.6} \times 0.44 \times 1.0 = 0.955 (\%)$$

一般には假定にある土砂の流速 $\frac{1}{2}V_0$, α などとはつきりしないので実験で求める。

φ の値は前表の通り勾配の変化にはあまり関係しないようである。強いて云へば、

$$\varphi = 0.879 \left(\frac{I}{\frac{1}{50}} \right)^{0.0165}$$

となった。Schokelisch などとは $I^{\frac{1}{2}}$ に比例するとしたが、さらば実験値と白川自身 (φ_s) では、

$$\varphi_s = 0.879 \left(\frac{\frac{5.5}{10,000}}{\frac{1}{50}} \right)^{\frac{1}{2}} = 0.879 \times 0.166 = 0.146$$

となって、白川流砂量としては常流外の少ない値となる。

次に平均粒径との間にはある一定の関係が認められる。いま $\varphi_1 = \varphi_0 \left(1 - \frac{s_0}{s_1}\right)$, $\varphi_2 = \varphi_0 \left(1 - \frac{s_0}{s_2}\right)$

$\varphi_3 = \varphi_0 \left(1 - \frac{s_0}{s_3}\right)$ において、3例から φ_0 を求めると

元式 $\varphi_1 \varphi_2 \varphi_3$ 平均

φ_0 1.025, 0.998, 0.871, 0.965

と得る。よって $\varphi_0 = 0.965$ とい

て、 S_{01} , S_{02} , S_{03} を差引く、

$$S_0 = \alpha d_m$$

において α を算出して見る。

河川名	白川	緑川	菊池川	平均
$S_0 \times 1,000 \%$	0.0503	0.158	0.183	—
$\alpha \%$	0.0735	0.0532	0.0584	0.0617

となつて、限界掃流力と粒径の間にも簡単に $S_0 = \alpha d_m$ の関係が認められる。 α の二の値は前表といた内外各専門家の限界掃流力公式と同程度の値を示す。

また白川橋 ($i = \frac{5.5}{10,000}$) で $\varphi_1 = 0.80 \%$ で白川の流砂量を算定すれば、年平均流砂量 $416,000 \text{ t/year} = 260,000 \text{ m}^3/\text{year}$ となるが、これは上流の竜田口 ($i = \frac{1}{385}$) でも同じ流砂量となる筈である。 乃ち

$$G = \varphi_1 Q I_1 T \quad \text{白川橋}$$

$$= \varphi_2 Q I_2 T \quad \text{竜田口}$$

から $\varphi_2 = \varphi_1 \frac{I_1}{I_2}$ が成立する筈である。

$$\varphi_2 = 0.80 \% \times \frac{\frac{5.5}{10,000}}{\frac{1}{385}} = 0.168 \%$$

よって $\varphi_2 = \varphi_0 \left(1 - \frac{s_0}{s_2}\right)$ とおき、 $\varphi_0 = 0.965 \%$, $s_2 = 1.0 \%$ $\times 0.6 \%$ $\times \frac{1}{385} = \frac{1.57}{1,000} \%$ を代入して S_{02} の竜田口の限界掃流力相当値を差引いて見ると

$$S_{02} = S_2 \left(1 - \frac{\varphi_2}{\varphi_0}\right) = \frac{1.295}{1,000} \%$$

となり、 $d_m = \frac{1}{\alpha} S_{02}$ から限界掃流力に対応する平均粒径を求める $d_m = 0.021 \text{ m}$ 又は 2.1 cm となり、竜田口河床の砂利から見て極めて希微的である。掃流土砂量から^{算出}限界掃流力が得られることはこの公式の一般性を表すと考へる。(文部省科学研究所発表による)

