

岐阜大学工学部 正員 河村三郎

(1) 動的平衡¹⁾ Fig. 1 のごとく縮流する場合の洗掘水深は(1)式のごとくに表示(3)。

$$h_s = (h_2 - h_1) + (1+c) \left(\frac{U_2^2}{2g} - \frac{U_1^2}{2g} \right) \dots\dots (1) \quad \text{ここに } H_L = c \left(\frac{U_2^2}{2g} - \frac{U_1^2}{2g} \right), \quad F_1^2 = U_1^2 / g h_1 \text{ とおき(1)式を無次元表示すれば(2)式のごとくになる。}$$

$$\frac{h_s}{h_1} = \left(\frac{h_2}{h_1} - 1 \right) + \frac{(1+c) F_1^2 \left[\left(\frac{B_1}{B_2} \right)^2 \left(\frac{h_1}{h_2} \right)^2 - 1 \right]}{2} \dots\dots (2) \quad \text{元表示すれば(2)式のごとくになる。実際問題では右辺第2項は十分省略(3)。(1)および(2)式は(3)式となる。}$$

$$\frac{h_s}{h_1} = \frac{h_2}{h_1} - 1 \dots\dots (3) \quad \text{3. 流水の連続式として(4)式、抵抗法則の式として(5),(6)式を使用する。ここに } d_s: \text{平均粒径, } \beta = 1/6, m = 0 \sim 3. \text{ 流砂量公式として(7)式を使用する。Brownの式では } d_s = 10, \beta = 2 \text{ である。流砂の連続式として(8)式を使用する。}$$

$$Q = B_1 h_1 U_1 = B_2 h_2 U_2 = \text{const.} \dots\dots (4)$$

$$\frac{U}{U_*} = E \left(\frac{U}{U_*} \right)^2 \dots\dots (5)$$

$$\frac{h_s}{d_s} = K \left[\frac{U_*^2}{\sqrt{(0.9)^2 - 1} g d_s} \right]^m \dots\dots (6)$$

$$\frac{g_s}{U_* d_s} = a_s \left[\frac{U_*^2}{\sqrt{(0.9)^2 - 1} g d_s} \right]^p \dots\dots (7)$$

$$\frac{\partial z}{\partial x} + \frac{1}{B(1-\lambda)} \frac{\partial(B\lambda)}{\partial x} = 0 \dots\dots (8)$$

$$\frac{h_s}{h_1} = \left(\frac{z_{01}}{z_{02}} \right)^{1/4} \left(\frac{B_1}{B_2} \right)^{(m+1)/7} - 1 \dots\dots (10) \quad \text{を(12)に代入すれば(11)式を得る。}$$

$$\frac{h_s}{h_1} = \left(\frac{z_{01}}{z_{02}} \right)^{3/4} \left(\frac{B_1}{B_2} \right)^{6/7} - 1 \dots\dots (11) \quad \text{(10)の指数が } 3/4 \text{ になるのは断面1と2における粒径変化が } z_{01}/z_{02} \text{ の指数が } 3/4 \text{ になるからである。}$$

(2) 静的平衡²⁾ 限界掃流力の式として岩垣公式を使用する。(13)式の断面1と2における比

$$U_*^2 = a_c \left[\left(\frac{a}{a_c} \right)^2 - 1 \right] g d_s \dots\dots (13) \quad \text{關係から(14)式を得る。}$$

$$\frac{z_{01}}{z_{02}} = \left(\frac{a_{c1}}{a_{c2}} \right) \left(\frac{d_{s1}}{d_{s2}} \right) \dots\dots (14), \quad \frac{h_s}{h_1} = \left(\frac{a_{c1}}{a_{c2}} \right)^{(m-1)/4} \left(\frac{z_{01}}{z_{02}} \right)^{3/4} \left(\frac{B_1}{B_2} \right)^{6/7} - 1 \dots\dots (15)$$

$$\frac{h_s}{h_1} = \left(\frac{z_{01}}{z_{02}} \right)^{3/4} \left(\frac{B_1}{B_2} \right)^{6/7} - 1 \dots\dots (16) \quad \text{とすれば(16)式を得る。}$$

(3) 実験結果との考察. Fig. 2 に示す

ような装置にて(B₁/B₂)=2, 4にわたって実験を行なった。実験に使用した砂A,B,CはTable 1に示す。実験は動的の場合を11回、静的の場合を12回行なった。各実験の流下時間は6~11秒間であった。m=0, 1, 2, 3にわたって実験値を(10)式と比較してみてもm=1が最もよく適合した。その結果をFig. 3に示す。同様に静的の場合の

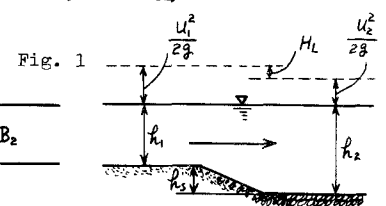
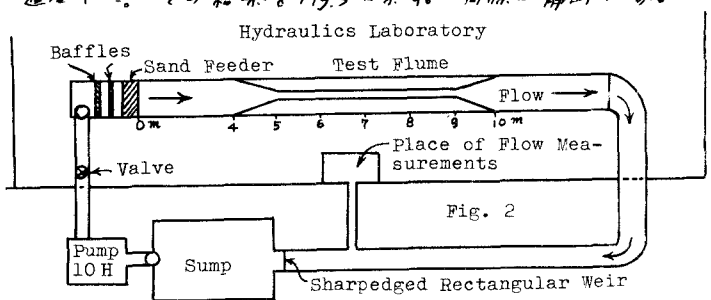
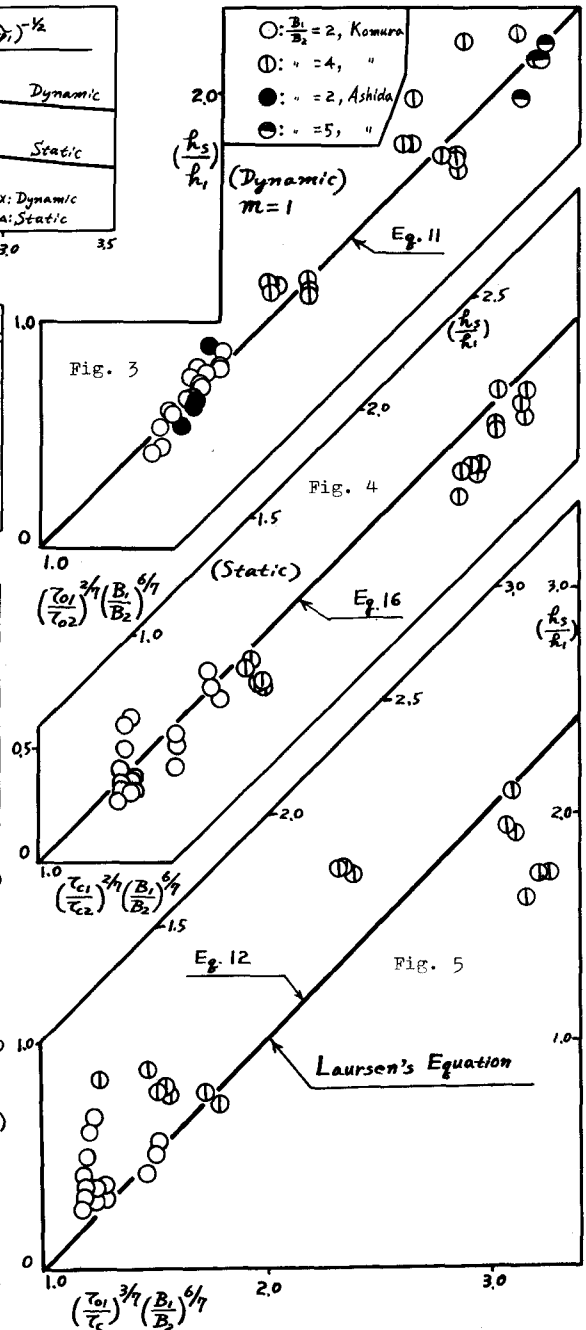
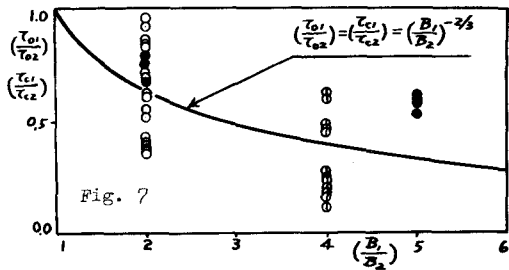
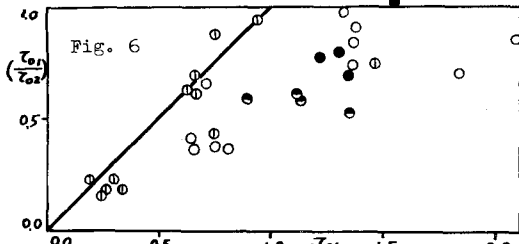
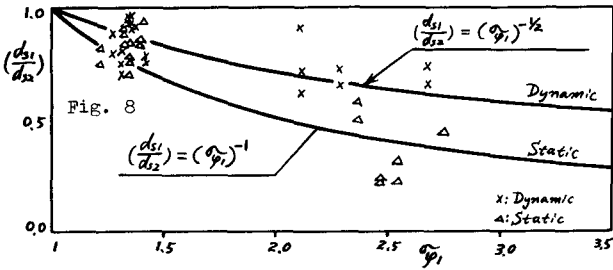


Table 1

	d ₅₀ (mm)	d ₆₅ (mm)	d ₁₆ (mm)	d ₈₄ (mm)	σ _p	σ _s
A	0.70	1.10	0.34	2.40	2.65	2.63
B	0.55	0.63	0.44	0.76	1.85	2.60
C	0.35	0.38	0.26	0.44	1.34	2.59

実験値を(10)式と比較(1)のFig. 4である。Laursenの式(12)を検討してみてもFig. 5のごとく其の散らばりが大きく異なる結果を示す。よって(1)式が知られる。





(4) $(\frac{\tau_{o1}}{\tau_{o2}})$ と $(\frac{\tau_{c1}}{\tau_{c2}})$ の値 E.M. Laursen は $(\frac{\tau_{o1}}{\tau_{o2}})$ を推定する式として次式を提案 (24)。²⁾
 $(\frac{\tau_{o1}}{\tau_{o2}}) = (\frac{\tau_{o1}}{\tau_c}) = U_*^2 / 120 d_s^{2/3} \rho^{1/3}$ ----- (17)
 (17) 式は feet 単位である。 $(\frac{\tau_{o1}}{\tau_{o2}})$ と $(\frac{\tau_{o1}}{\tau_c})$ の関係を示すもの如 Fig. 6 である。Fig. 6 中の (17) 式の関係は適合するものと知られる。
 $U_{*c} \ll U_*$ のときは (4), (5), (6), (7), (9) 式より $(\frac{\tau_{o1}}{\tau_{o2}}) = (B_1/B_2)^{-2/3}$, 同様にして $(\frac{\tau_{c1}}{\tau_{c2}}) = (B_1/B_2)^{-2/3}$ 。
 この関係を Fig. 7 に示す。断面 1 と 2 の間の標準偏差 $\sigma_{p1} = \sqrt{d_{s2} / d_{s1}}$ と (d_{s1}/d_{s2}) の関係を Fig. 8 に示す。動的の場合には $(d_{s1}/d_{s2}) = (\sigma_{p1})^{-1/2}$, 静的の場合には $(d_{s1}/d_{s2}) = (\sigma_{p1})^{-1}$ である。(7) 式と (9) 式より $(\frac{\tau_{o1}}{\tau_{o2}}) = (B_1/B_2)^{-2/3} (\frac{d_{s1}}{d_{s2}})^{3/4}$, 故に
 $(\frac{\tau_{o1}}{\tau_{o2}}) \div (B_1/B_2)^{-2/3} (\sigma_{p1})^{3/4}$ ----- (18)
 同様にして (4) 式から $(\frac{\tau_{c1}}{\tau_{c2}}) = (\frac{a_{c1}}{a_{c2}}) (\frac{d_{s1}}{d_{s2}})$
 故に $(\frac{\tau_{c1}}{\tau_{c2}}) \div (\frac{a_{c1}}{a_{c2}}) (\sigma_{p1})^{-1}$ ----- (19)

文献

1) Komura, S., Discussion of "Sediment Transportation Mechanics; Erosion of Sediment," Proc. ASCE, Vol. 89, No. HY1, 1963, pp. 269-276.
 2) Laursen, E. M., "An Analysis of Relief Bridge Scour," Proc. ASCE, Vol. 89, No. HY3, 1963, pp. 92-118.
 3) 井田和男, 『断面変化部における河床変動に関する研究』京都大学工学研究所年報 6号, 昭和38年7月, pp. 312-327.