

1. まえがき： 一樣水路の定流と單に normal flow と呼び、水路中に狭窄部を設置すると normal flow は乱れる、この乱れた流水を一般に局所流という。局所流による河床洗掘と一般に局所洗掘といい、この現象に對するアプローチとして、"step-by-step method" と "equilibrium-conditional method" の2つの手法と著者は提議した[1]、図-1の狭窄部にかかる局所洗掘を対象として、step-by-step method に従つて実験値を整理して、この手法の有効性を確認するが、この研究の主要目的である。この手法は洗掘発生限界(B.S.A.)：平直河床上の局所流の性質を明らかにして、その性質と河床物質の性質との関係から B.S.A.の現象を明らかにする、平衡洗掘深(E.S.D.)：B.S.A.における水理量と生じた水理量との相対的關係から E.S.D. を解析する手法である。

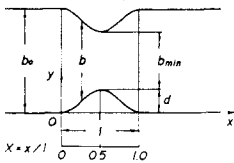


図-1

2. 狭窄部 ($X=0.5$) 横断面における平均流速 U_b について。

水平水路の $X=0.5$ の横断面上の15~20個所の流速の平均値は図-2に示す[2]、こゝに U_n は $X=0.5$ 断面の normal flow における平均流速； $Re = U_n d / \nu$ 、 U_n は normal flow の限界流速； $F_n = U_n / \sqrt{g h_n}$ 、 h_n は $X=0.5$ 断面の normal flow における水深。図-2の關係は normal flow の限界水深 h_n を用いることによつて次のように變形される。

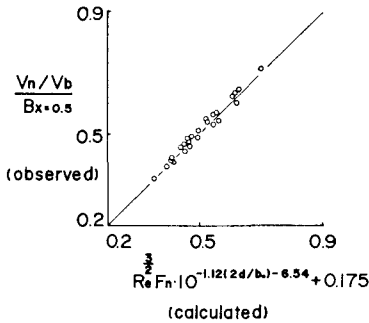


図-2

$$\left. \begin{aligned} 0.175 H_n + a_0 H_n &= \frac{a_1}{(1-K) U_b^{-1/2}} \\ a_0 &= \left(\frac{Q g d^3}{\alpha b_0 U^3} \right)^{1/2} \times 10^{-(1.12K + 6.54)} \\ a_1 &= \left(\frac{Q g}{\alpha b_0} \right)^{1/3}, K = \frac{2d}{b_0}, H_n = \frac{h_n}{h_c} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

a_0, a_1 は Reynolds 数, normal flow における限界流速を意味する。

3. 河床物質の限界底流速について： 河床物質の移動のなす平直河床上の底流速に関する実験資料より次の簡便が得られた[3]、ただし河床物質の比重 2.60 に注目して變形した式である。

$$\frac{U_b}{U_*} = \frac{1.72}{\left\{ U_* / \sqrt{(\rho_s / \rho - 1) g d_m} \right\}^{0.784}} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \frac{U_b}{U_{*c}} &= \frac{1.72}{\left\{ U_{*c} / \sqrt{(\rho_s / \rho - 1) g d_m} \right\}^{0.784}} \\ &= 1.72 / (\sqrt{F_c})^{0.784} \end{aligned} \quad (3)$$

$$U_{bc} = 49.6 \sqrt{d_m} \quad (\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}) \quad (4)$$

こゝに、 $U_* = \sqrt{\tau_0 / \rho}$ 摩擦速度、 ρ_s, d_m はそれぞれ河床物質の密度、平均粒径である。河床物質の移動開始時の U_b を限界底流速 U_{bc} とすると、 U_{bc} は τ_0 の代りに限界摩擦力 τ_c を用いると(3)式によつて与えられる。

平直河床面が粗で乱流の場合 F_c は常数とすると、例えば Shields, 著述によると 0.056, 0.050 である[4]、両者を勘案して(3)式より(4)式が得られる。

4. 洗掘発生限界 (B.S.A.)： $X=0.5$ の断面における平均流速 U_b が河床物質の限界底流速に等しくなったとき、B.S.A. の現象が狭窄部平直河床面に生ずるとの推論される、すなわち(1)式より(5)式が得られる、こゝに H_{n*} は B.S.A. における H_n を意味し、この關係は実験資料によつて確認する必要がある。

$$0.175 H_{n*} + a_0 H_{n*}^{-1/2} = F \left\{ \frac{a_1}{(1-K) U_{bc}} \right\} \quad (5)$$

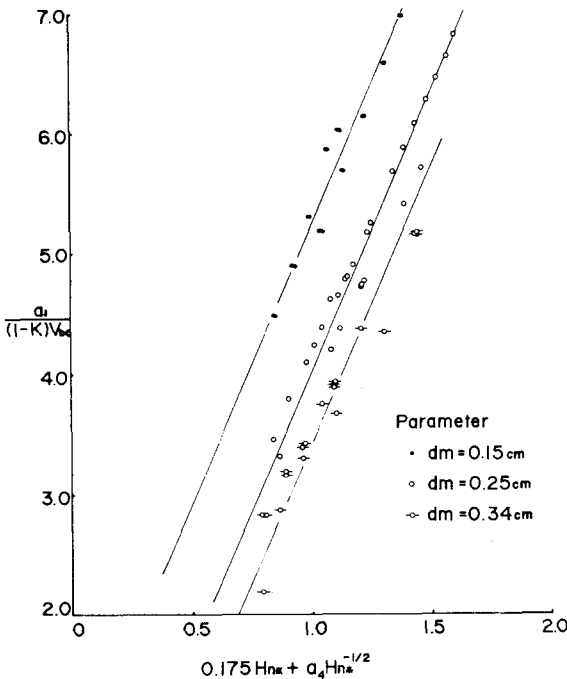


図-3

Experimental Conditions

No.	b_0 (cm)	$Q \cdot 10^{-3}$ (cc/s)	d_m (cm)	d (cm)	l (cm)	$2\pi d/l$	$K=2d/b_0$
1	36.9	12.6~30.6	0.15	6.0	100	0.377	0.325
2	"	12.6~41.6	0.25	4.0	"	0.251	0.217
3	"	20.9~35.9	"	6.0	"	0.377	0.325
4	"	12.6~30.6	"	8.0	"	0.502	0.434
5	"	10.8~28.6	0.34	4.0	"	0.251	0.217
6	"	7.39~25.4	"	6.0	"	0.377	0.325
7	"	7.33~25.4	"	8.0	"	0.502	0.434

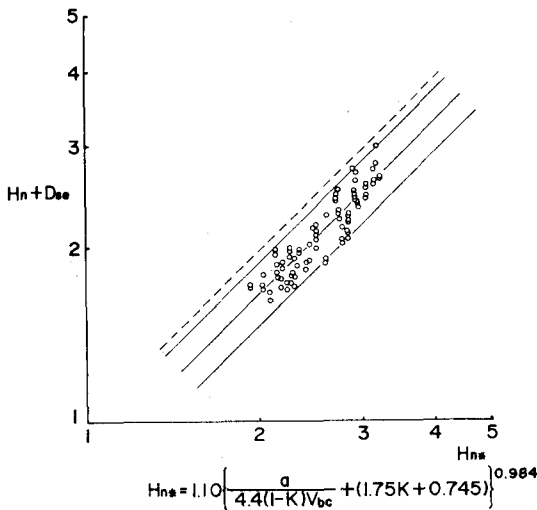


図-5

Experimental Conditions

No.	b_0 (cm)	d_m (cm)	d (cm)	l (cm)	$2\pi d/l$	$K=2d/b_0$
1	36.9	0.15	4.0	50	0.502	0.217
2	"	"	"	100	0.251	"
3	"	"	"	200	0.126	"
4	"	"	6.0	50	0.754	0.325
5	"	"	"	100	0.377	"
6	"	"	"	200	0.188	"
7	"	0.25	4.0	100	0.251	0.217
8	"	"	6.0	"	0.377	0.325
9	"	"	8.0	"	0.502	0.434
10	"	0.34	4.0	"	0.251	0.217
11	"	"	6.0	"	0.377	0.325
12	"	"	8.0	"	0.502	0.434

図-3より(5)式の相関が確認される、しかし(5)式に従って H_{ns} を求めることは大変煩雑であるので、他の方向より再検討する、図-2の関係は $V_n = \frac{a_1}{H_n}$ 、 $V_n = 1/\alpha H_n^{3/2}$ の使用によって、B.S.A.は次のように推論される。

$$\frac{a_1}{(1-K)V_{bc}} = F(H_{ns}, R_{cs}, K) \quad (6)$$

この関係を検討するために、初めに H_{ns} と H_{ns} の関係を調べ、最終的に図-4の結果が得られた。

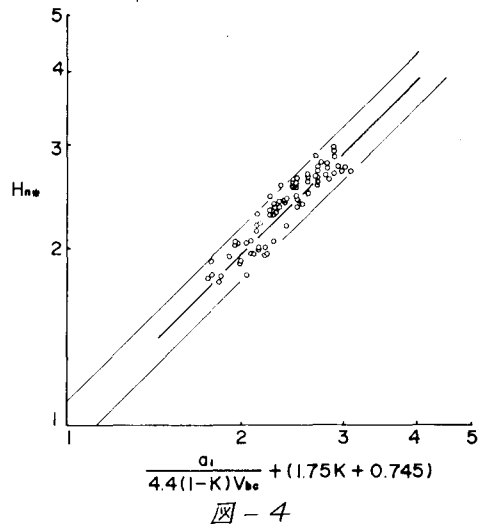


図-4

5. 平衡洗掘深(E.S.D.): $H_n < H_{ns}$ の場合、洗掘現象が生ずる、最大洗掘深をnormal flowの水面から示す、これを $h_n + d_{se}$ 、 d_{se} は初期平均河床面からの洗掘深である、従って無次元最大洗掘深は次のように推論される。

$$(h_n + d_{se})/h_c = H_n + D_{se} = F(H_{ns}) \quad (7)$$

この関係は図-5によって確認される。

参考文献: [1] 栗津: 「局所洗掘の分類と提挙」 土木学会誌 52, 「橋脚周辺の洗掘についての研究(第2報)」 土木学会誌 53, [2] 栗津: 「洗掘発生限界と想定した狭窄部の局所流について」 土木学会年報 55, [3] 栗津: 「洗掘機構について基礎的研究」 土木学会論文集 No. 52, [4] 利根は: "Open channel flow" The Macmillan Comp. 1966, 栗垣: 「洗掘発生力に関する基礎的研究」 土木学会論文集 No. 41.