

鹿児島工高専 正員 田原 誠

1. まえがき

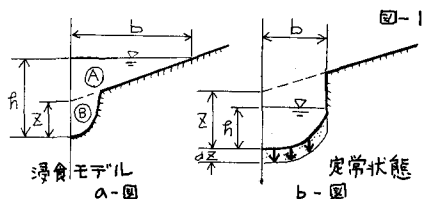
流路の幅幅と河床低下の相互作用は、緩勾配の河川における振幅量あるいは蛇行現象の問題としてとらえられる場合が多い。これは、流送力が流れ方向にではなく、横方向に働く量が無視できないためである。急勾配の流路においては、わずかな流量でも流れ方向流送力は非常に大きい。本報は、この現象を雨水流による層状浸食の問題として、河床に粘着力を持たせた場合の実験を行ない考察を加えたものである。¹⁾

2. 実験の概要

水路は長さ2m、幅10cm、高さ20cmの両面有機ガラス製で、下流端の調節により勾配可変である。実験は、至 $\phi \sim 1.0\text{mm}$ でふるい分けした平均粒径 $d_m = 0.65\text{mm}$ の均一砂と、含水比40%のベンゾナイトと砂の空隙に充たされるような割合それぞれ $\phi:2$ で練り固めたもので河床をつくった。河床の厚さは5~10cmで、上流端は 30° の傾斜をもたせ、下流端は刃形せきでとめ段落ちになっている。河床勾配 $I_x = \tan 30^\circ = 1/1.732$ の場合は片勾配 $1/20$ をついて、流量 $Q = 40, 80, 160\text{ cm}^3/\text{s}$ 流した。 $I_x = 1/100$ の場合は片勾配なしで、 $Q = 80, 160, 280\text{ cm}^3/\text{s}$ である。通水時間2~3時間である。

3. 実験結果の考察

図-1aは、片勾配を有する流水断面の一般形である。流れの初期では三角形断面(A)である。掃流力の片寄りが左岸にあるため、浸食量は左岸を中心にして断面(B)の振幅が行なわれる。水面幅 b の減少は河床低下量 z の増加となる。両者を時間が充分経過したとき



の最大水深 h_0 で割った実験値を示せば図-2のようであり、粘着性を考察した急斜面の流れでは、振幅量の定常状態即ちかり状の浸食が存在することが分る。

断面(B)の底部における河床の連続の式は、鉛直下向きに z 軸流れ方向に x 軸をとれば

$$\frac{Q_B}{1-\lambda} dt = l \cdot dA \quad (1)$$

ここに、 λ : 河床砂の空隙率、 Q_B : 単位時間あたりの移動砂量、 l : 流路の長さ、 dA : dt 時間に河床の削られる流水断面積である。いま、振幅量 b が一定値におちついた状態を考えれば、 $Q_B = q_B \cdot b$ 、 $dA = b \cdot dz$ とおきかえられる。初期条件: $x=0$ で $z=h_0$ であることを考慮すれば、(1)式は、図-1bより

$$\frac{z}{h_0} = \frac{q_B x}{(1-\lambda) l h_0} \quad (2)$$

となる。図-3のプロットは実験結果で、河床勾配の緩急にかかわらず、浸食量 z は時間 x にはば

比例していることが分る。定常状態における移動砂量 q_B , l , h_0 の実験値から $q_B/(1-\lambda)l \cdot h_0$ を求め実線を示す。

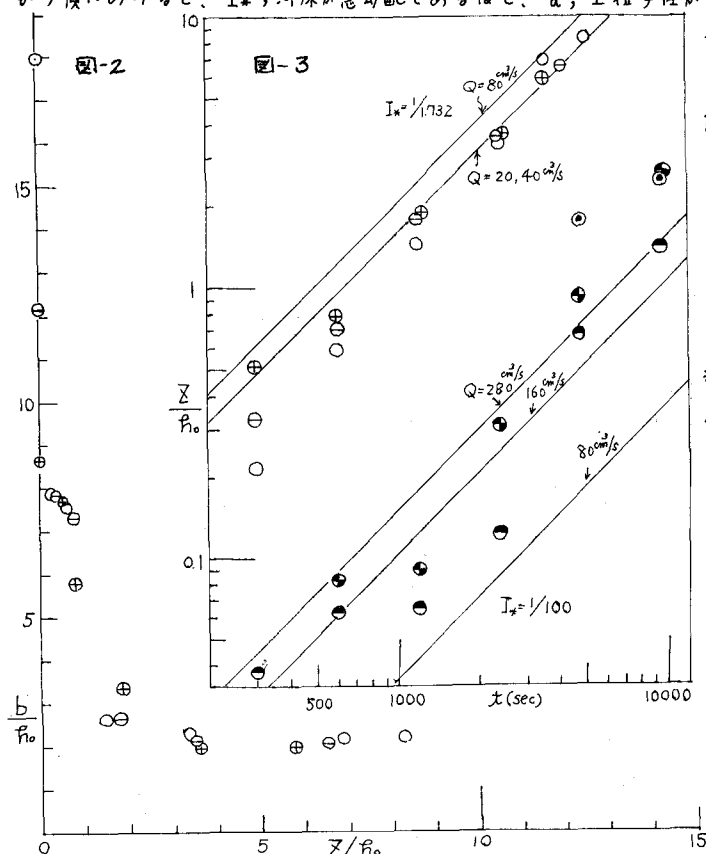
粘着力を考慮した場合の掃流力表示は、砂粒に働く流体力 $F = k_1 \cdot d^2 J_0$ と砂粒の抵抗力 $R = k_2 \cdot (G-P)gd^3 + k_3 \cdot d^2 C$ の比と考えられる。ここに、 d ；砂粒の直径、 G, P ；砂粒および水の密度、 C ；粘着力、 k_1, k_2, k_3 ；流体力、質量力および粘着力の比例定数である。従って

$$\frac{F}{R} = \frac{k_1 \cdot d^2 J_0}{k_2 (G-P)gd^3 + k_3 \cdot d^2 C} \quad \therefore \psi = \frac{U_*^2}{sgd(1+f \frac{C}{Psgd})}$$

ここに、 $U_* = \sqrt{J_0/P}$ ；摩擦速度、 $s = (G-P)/P$ ；砂粒の水中比重、 $f = k_3/k_2$ である。いま、掃流砂量公式として *Brown* 型 $\psi_B = K\psi^m$ (K, m は定数)を考へ、更に、 $q_B = \psi_B \sqrt{sgd^3}$ および $U_* = \sqrt{gRI_*}$, R ；径深とすれば、式(2)は次のようになる。

$$\frac{\psi}{h_0} = \frac{K g^{0.5} I_*^m R^m}{(1-\lambda) l s^{m-0.5} d^{m-1.5} h_0 (1+f \frac{C}{Psgd})^m} \quad (3)$$

ここに、 K および m は、*Brown* 公式で10および2.5であるが、薄層流の浸食では、この値より K は少く、 m は大きい結果が知られている。²⁾ 本実験では、 $m=1$ のとき $I_* = 1/\sqrt{3}$ で $K=2.05$, $I_* = 1/100$ で $K=0.5$ 程度である。式中、 $m=2.5$ 、および $R=h_0$ とおいて浸食量に与える影響の大きいものから順にあげると、 I_* ；河床の急勾配であるほど、 d ；土粒子径が小さくなるほど、 h_0 ；水深即ち流量の大きいほど、 l ；流路長が短かく時間経過するほど、 λ ；空隙が大きくなるほど、 C ；粘着力が粒子間の摩擦力より大きくなるに従って、著しい。



4. おおび
流水中における粘着力 C と土粒子の付着効果 f の検討も今後の研究課題としたい。

参考文献

- 1) 田原；流れによるシラスの浸食について。(S.45.2 西部支部講演集)
- 2) 水理公式集。(S.46.11. p.132)

I_*	$Q (cm^2/s)$
$1/1732$	20 ○
	40 ⊖
	80 ⊕
$1/100$	80 ⊙
	160 ●
	280 ⊛