

鹿児島工高専 正員 田原 誠

1. まえがき

急斜面に豪雨がいった場合に発生するガリ浸食の解析については、種々の問題点たとえば、豪雨の地盤効果と砂礫の移動量、流水の抵抗則、粘着質量^{質量}と^{質量}があり、その浸食量の予測と検討されてきている。本報では、設定された区域内での降雨による集水の結果、砂礫の流動現象がみられると考えると、現場実測資料に基づいて、浸食モデルをつくりその数量的予測を試みたものである。

2. 実測結果の検討

図-1は河床形状のモデルで、初期勾配 $I_0 = \tan \theta_0$ の傾斜面上に、上流端から x 軸、それに直角水平に y 軸、下方に z 軸をとる。雨は、斜面一様に降雨強度 r で継続して時間 t だけ降りつづき、下流端 $x=l$ においては河床底下防止工がなされ、かつ堆積もなさないよう維持されているものとする。図-2は、実測値(●, ○印)と、シラス斜面における降雨実験³⁾の値(◇, △, ▽印)である。記号◇で、 $\theta_0 = 39.8^\circ$ 、安息角 $\theta_s = 34^\circ$ を与えた場合の線をひくと、図に示すように、最終形状として漸近することが考えられる。

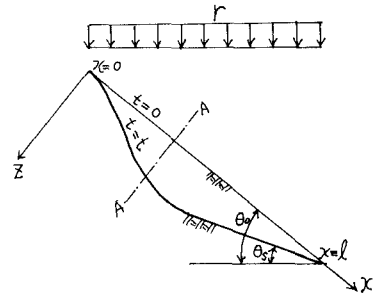


図-1. 流路浸食の縦断形状(断面B-B)のモデル

図-3は、図-1のA-A断面のモデルで、その実測値を図-4, 5に示す。図-5から、河床幅 b_0 は下流に至ってもあまり変化せずほぼ一定である。図-4から上流端 $x/l = 0.0 \sim 0.3$ 程度では、断面形状の一部として円弧を仮定してもよさそうである。いま、その半径として、 $r = (1-p)Z$ とおけば、浸食断面積は、

$$A = (2 - \frac{\pi}{2})(1-p)^2 Z^2 + b_0 Z \quad \text{---(1)}$$

となり、この場合は $p=0$ とみなすことができる。なお、図-3における流路間隔 a は一般河川を想定すると、下流にゆくにつれ a の増大する傾斜状と考えられ、実測資料が乏しくはない傾向は得られなかった。

3. 流路浸食の基礎方程式

(1) 流水の連続・運動方程式

地点 $x = x$ における集水流量 Q および平均流速 V は、

$$Q = V b_0 h = r \int_0^x (2r\alpha + b_0) \cos \theta_0 d\alpha \quad \text{---(2)}$$

$$V = \varphi U_* = \varphi \sqrt{g h I_e} \quad \text{---(3)}$$

ここに、流速係数 $\varphi = k^{1/2} / n \sqrt{g}$ において、Manningの粗度係数 $n = k^{1/2} / (766 \sqrt{g})$ 、 k は絶対粗度で 90% 粒径の2倍程度である。エネルギー勾配 $I_e = I_x = dz/dx$ とみなすことができ、両式から、

$$Q = \frac{\varphi b_0}{g I_x} U_*^3 \quad \text{---(4)}$$

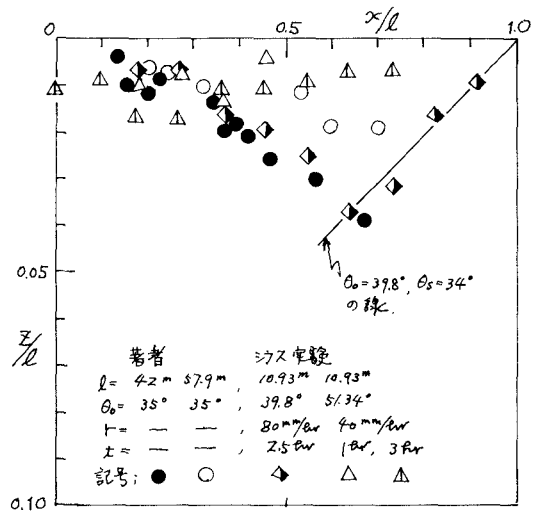


図-2. 縦断形状

(2). 砂礫の連続・運輸方程式

地床 $x = x$ における浸食容積は、 $\int_0^x A dx$ 、砂礫を単位容積で測定し、空隙率 $\lambda (= 0.4)$ 、単位幅あたりの砂礫移動量を q_T とおくと、連続の式は

$$(1-\lambda) \frac{\partial A}{\partial x} = \frac{\partial (q_T b_0)}{\partial x} \quad (5)$$

流砂量の式として、次式を用いる。

$$q_T = \frac{K}{Sg} U_*^2 \quad (6)$$

ここに、 K は流砂量係数で、土研の表示では 0.623 である。 S は砂礫の水中比重で 1.65 程度、シラスでは 1.45 程度であり。

(3). 河床の横断面形状の式

式(4)、(6)から U_* を消去すると、

$$q_T b_0 = \frac{KQ}{Sg} \frac{dz}{dx} \quad (7)$$

ここに、 Q は式(2)より Γ を含んだ形に書き直し、式(1)、(7)を式(5)に代入し整理すると、

$$\frac{\partial z}{\partial x} = \frac{K r a_0 \theta_0}{(1-\lambda) S g} \frac{2(1-p)z + b_0}{2(1-\frac{p}{2})(1-p)z + b_0} \times \left\{ \int_0^x \frac{2(1-p)z + b_0}{2(1-p)z + b_0} dx \frac{\partial z}{\partial x^2} + \frac{\partial z}{\partial x} \right\} \quad (8)$$

いま、 $x/l = \xi$ 、 $z/l = \zeta$ および

$$\frac{z}{l} = \frac{K r a_0 \theta_0}{(1-\lambda) S g l \cdot (2 - \frac{p}{2})(1-p)} = C \quad (9)$$

とおけば、 $b_0 = -\text{一定} a$ とし

$$\frac{\partial \zeta}{\partial \xi} = \xi \frac{\partial \zeta}{\partial \xi^2} + \frac{\partial \zeta}{\partial \xi} \quad (10)$$

となり。境界条件として、 $\xi=0$ で $z=0$ 、 $x=l$ で $z=0$ 、 $\partial z / \partial x = -\tan(\theta_0 - \theta_s)$ を考えよことかできようが、現在、数値計算を進めており、講演時に発表する予定である。

最後に、本研究について御指導を頂きました九州大学橋本一郎教授、平野宗夫助教授、および貴重な資料を提供して下さいた日本道路公団および鹿島建設技術研究所の方には感謝の意を表する次第であります。

参考文献

- 1) 芦田・奥村・田中；斜面侵食に関する実験的研究，防災研年報 16-B，昭48.4
- 2) 河村；横山・日柄；ガリ侵食に関する研究，第28回土木学会年講，昭48.10
- 3) 日本道路公団福岡支社・鹿島建設KK.；吉田試験盛土工事報告書，昭45.12

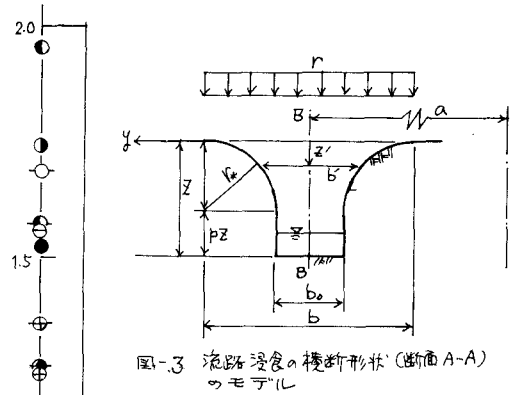


図-3 流路侵食の横断面形状(断面A-A)のモデル

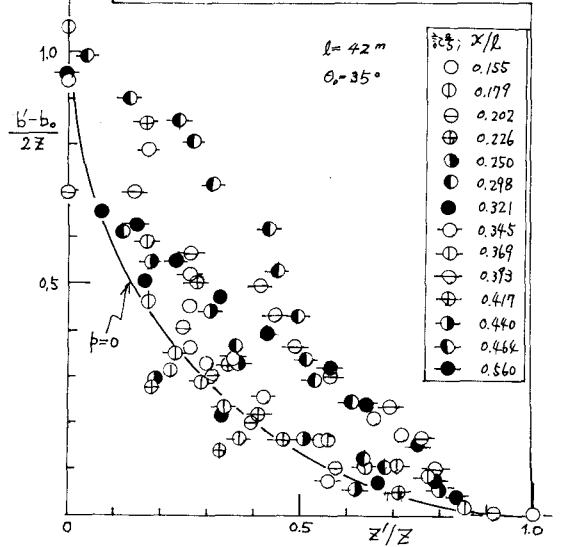


図-4. 横断面形状

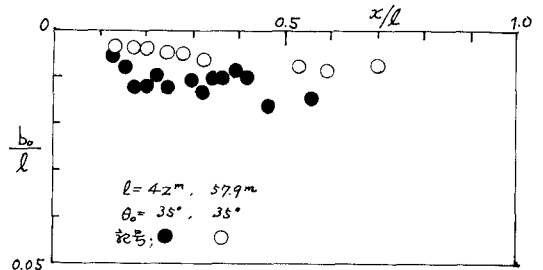


図-5. 河床幅