

II-263

蒲原沢土石流の流動に対する微細砂濃度の影響

大阪府立工業高等専門学校 正会員 ○本田 尚正*
立命館大学理工学部 正会員 江頭 進治**
立命館大学大学院 学生員 有村 真一**

1. はじめに 土石流が石礫と微細砂を含む間隙水すなわち泥水との混合物から構成される場合、土砂は泥水によって浮力が増大化し、流れやすい状態となる。このため、土石流の流動機構の解明にあたっては、間隙水の微細砂濃度の取扱いが重要となる。本研究では1996年12月に長野県小谷村で発生した蒲原沢土石流を事例として、数値解析により、泥水の微細砂濃度が土石流特性値(水深、流速、流量等)に及ぼす影響について検討する。

2. 支配方程式および抵抗則 土石流による土砂流出現象を一次元支配方程式を用いて表現するものとすれば、これらは、それぞれ次式で与えられる¹⁾。

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{1}{B} \frac{\partial v h B}{\partial x} = \frac{E}{c_*} \quad (1) \quad \frac{\partial c h}{\partial t} + \frac{1}{B} \frac{\partial c v h B}{\partial x} = E \quad (2) \quad \frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} = g \sin \theta_x - \frac{1}{\rho_m} \frac{1}{h} \frac{\partial P}{\partial x} - \frac{v E}{c_* h} - \frac{\tau_b}{\rho_m h} \quad (3)$$

$$\frac{\partial Z_b}{\partial t} = -\frac{E}{c_*} \cos \theta_x \quad (4) \quad \theta_x = \sin^{-1} \left(-\frac{\partial Z_b}{\partial x} \right) \quad (5) \quad \rho_m = (\sigma - \rho) c + \rho \quad (6)$$

ここに、 t は時間、 x は流れに沿う座標、 h は流動深、 B は河幅、 v は断面平均流速、 E は侵食速度($E < 0$ の時には堆積)、 c は土石流の砂礫粒子体積濃度、 c_* は砂礫の静止体積濃度、 θ_x は河床勾配、 g は重力加速度、 ρ は間隙水の密度、 σ は砂礫の密度、 ρ_m は水と砂礫の混合物の密度、 P は圧力、 τ_b は河床せん断力、 Z_b は河床高である。

E と τ_b には、江頭らの式¹⁾を用いるものとすれば、これらは次のようである。

$$\tau_b = \tau_y + \rho f U^2 \quad (7) \quad \frac{E}{U} = c_* \tan(\theta_x - \theta_e) \quad (8)$$

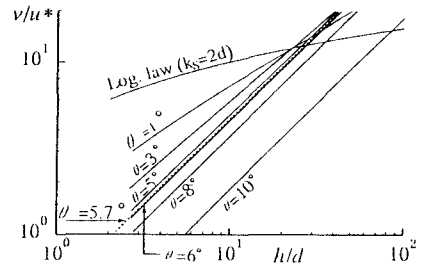
$$\text{ここに、} \tau_y = \frac{1}{1+\alpha} \rho (\sigma/\rho - 1) c g h \cos \theta_x \tan \phi, \quad (9)$$

$$f = \frac{25}{4} \left\{ k_f \frac{(1-c)^{5/3}}{c^{2/3}} + k_g \frac{\sigma}{\rho} (1-e^2) c^{1/3} \right\} \left(\frac{h}{d} \right)^{-2} \quad (10)$$

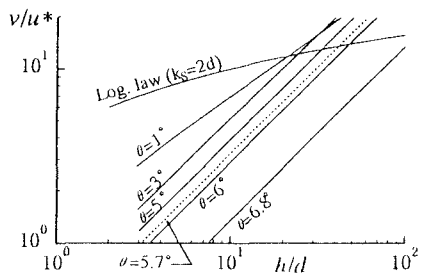
$$\tan \theta_e = \frac{(\sigma/\rho - 1)c}{(\sigma/\rho - 1)c + 1} \tan \phi_s \quad (11)$$

ここに、 θ_e は土石流の濃度 c に対する平衡河床勾配、 ϕ は砂礫の内内部摩擦角、 e は砂礫の反発係数、 d は砂礫の代表粒径、 α 、 k_f 、 k_g は係数で、各々 $\alpha = 0.25$ 、 $k_f = 0.16$ 、 $k_g = 0.0828$ である。

上述の式(9)、(10)によれば、水深～粒径比 h/d が大きくなると流速係数 v/u_* ($u_* = \sqrt{gh \sin \theta_x}$) が過大となり、それは現実に合わなくなる。これは、同式が濃度一様の固定床を想定して導かれたものであって、数値シミュレーションを容易に行うために、移動床へそのまま拡張するからである。江頭・宮本・伊藤の構成則²⁾を用いれば、流速分布と粒子濃度の鉛直分布の連立解から流速係数が求められ、それは粒子濃度、粒子径および間隙水の密度の影響を強く受ける。その結果の一例を図-1に示す。



(a) $\rho = 1.50 \text{ g/cm}^3$ (微細砂濃度 30%) の場合



(b) $\rho = 1.83 \text{ g/cm}^3$ (微細砂濃度 50%) の場合

図-1 水深～粒径比と流速係数との関係

3. 計算条件 蒲原沢土石流を対象に数値計算を行う。計算対象区間(約 3,160m)の河床縦断形状を図-2に示す。この区間の平均河床勾配は 16° 、平均流動幅は約 12m であり、下流部には谷止工、2号および1号砂防ダム、流路工(流路幅 20m)が設置されている。数値計算の基本条件として、崩壊による堆積土砂量は既往調査による航空写真判読結果³⁾より $V = 31,000 \text{ m}^3/\text{s}$ とし、その堆積長は $L = 250 \text{ m}$ と仮定する。渓床堆積物は河床勾配が 22° よりも緩い領域に存在するものとし、元河床からの限界侵食深を 4.0m として、これ以上は侵食されないものとする。

Keywords: Sediment-water mixture, Fine sand with debris flow, Running out process of debris flow

* 〒572-8572 大阪府寝屋川市幸町 2-6-1 2 TEL. 0720(20)8585 FAX. 0720(21)0134

** 〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1 TEL. 0775(61)2732 FAX. 0775(61)2667

