

土石流に関する研究

岐阜大学工学部 正会員 河村三郎

学生会員 新井宗之

1. 実験装置および実験方法

実験水路は図-1に示したような、幅15cm、高さ20cm、長さ8mの硬質プラスチック製のもので、水路床には滑動を防ぐために、 $D_{50}=0.43\text{mm}$ の砂を合成樹脂性ペンキを塗布後散布して粗度を与えた。またこの水路をスチール製のアングル支柱でささえ、こう配可変水路としてある。給水部は基底流量を与えるものと急給水を与えるものから成り立っている。急注入の給水は一定水頭の給水タンクから行なうようにしてある。土石流の流動形状を求めるために、35mmカメラ、8mmカメラ、ポラロイドカメラを使用した。土石流速度は歪ゲージを使用した受感部の装置を水路の下流部へ2ヶ所(2m間隔に)設置し、その距離と通過時間から求めた。

実験は、水路こう配を15°、20°、25°、30°の4種類とし、 $D=10\text{mm}$ の砂利を水路に2.0、2.5、5.0、7.5、10.0cmの敷厚で敷き、基底流量(0.0~0.62 m^3/s)、急注入流量(1.01~4.72 m^3/s)を与えて擬似土石流を発生させた。ただし、急こう配の場合、敷厚が7.5、10.0cmでは水路からあふれるために、測定のできないものがある。一部の実験ではベントナイトを実験砂に湿潤状態で混入させ、流下時の粘性が増加するようにして実験を行った。

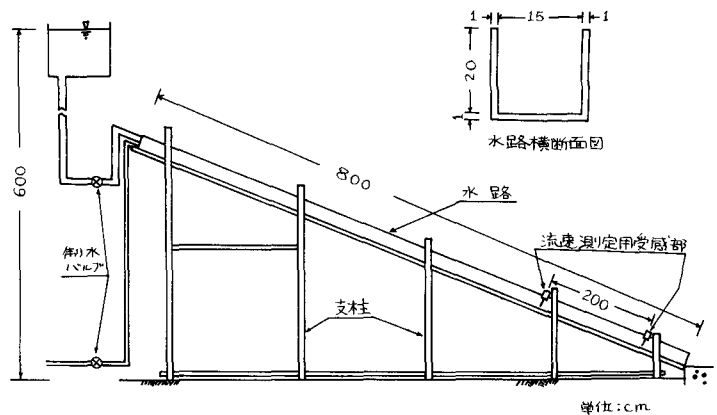


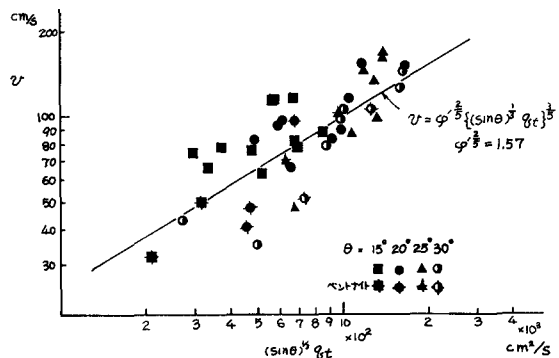
図-1 実験水路

2. 土石流の流下速度

清澄水を急激に加えて発生させた擬似土石流を観察すると、砂利と水が一体となって流れるので、その擬似土石流の流れは粒子流(水成流)と考えることができる。

Bagnoldは固体流子を伴う流れにおいて、せん断力では次のようになることを見出している。 $\tau = k\lambda(\lambda D)^2 \left(\frac{du}{dy}\right)^2 \sin \alpha$ — (1)

ここに、 k : 係数、 $\lambda = \left\{ \left(\frac{C}{C_c} \right)^{1/3} - 1 \right\}^{-1}$: 砂利の容積濃度の表現、 α : 水きの衝突条件からきまる角度、

図-2 v と $(\sin \theta)^{1/2} q_{tc}$ との関係

D: 粒径, ρ : 固体粒子の密度。

このこの分布が三角形分布であると仮定すると, 深さHの場合,

$$\tau = \rho g (H - y) \sin \theta \quad \text{--- (2)}$$

となる。そこで, 式(1)と式(2)より流速uを求めると,

$$u = \frac{2}{3} \frac{1}{\lambda D} \left(\frac{\rho g \sin \theta}{k \alpha \sin \alpha} \right)^{1/2} \{ H^{3/2} - (H - y)^{3/2} \} \quad \text{--- (3)}$$

したがって, 平均流速は,

$$u_m = \frac{2}{5} \frac{1}{\lambda D} \left(\frac{\rho g \sin \theta}{k \alpha \sin \alpha} \right)^{1/2} H^{3/2} \quad \text{--- (4)}$$

単位幅流量は $q = u_m H$ であるから, 式(4)を q で

表わすと, $u_m = \varphi'^{2/5} \{ (\sin \theta)^{1/5} q \}^{3/5} \quad \text{--- (5)}$

$$\varphi' = \frac{2}{5} \frac{1}{\lambda D} \left\{ \frac{\rho g}{k \alpha \sin \alpha} \right\}^{1/2}$$

ここに φ' は常数と考えることができる。

3. 実験結果および考察

1) 流動形状: 水路こう配が小さい15°では砂利床

上をうようなかたちで急激に流下し, 掃流状態であ

る。格らの土石流の分類によると, こう配が20°

の場合は頂部は水路床とほとんど平行な集合運搬型の流れであ

る。水路こう配が30°の場合, 頂部には水路床と平行な所がな

い流れ形状となる。25°の場合, 頂部はやや長い水路床とは

平行でないで集合運搬・掃流型の流れである。

2) 土石流速度: 図-2は土石流の単位幅当りの流量を q_t とし

$(\sin \theta)^{1/5} q_t$ とひとの関係をプロットしたものである。 $(\sin \theta)^{1/5} q_t$

とひとの関係は, $\varphi'^{2/5} = 1.57$ とすると式(5)に比較的よく一致

する。

3) 土石流先端部のこう配: 図-3のように定義すると, l/h と

θ との関係は図-4のようである。これからわかることは, 水

路こう配が20°付近での土石流の先端こう配が最大となり, そ

れより緩こう配および急こう配の水路では, 土石流の先端こう

配がゆるやかとなっている。

4) 砂利の敷厚の効果: 図-5に h/d と θ との関係を示した。

なお, 堆積形状その他の結果は講演時に述べる。

参考文献

1) Bagnold R.A; The Flow of Cohesionless Grain in Fluid, Phil. Trans. Soc., Vol.249, 1957

2) 椿, 平野, 田中; 渋谷堆積土砂の流動について, 第8回自然災害科学シンポジウム, 1971.10, pp 77 ~ pp 82

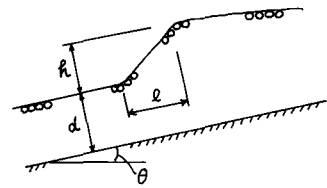


図-3 土石流先端部の定義図

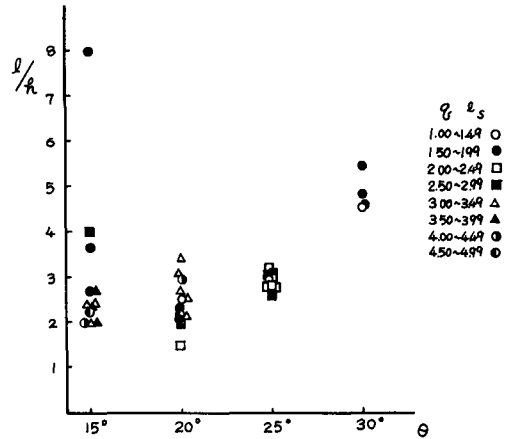


図-4 水路こう配と土石流先端部こう配の関係

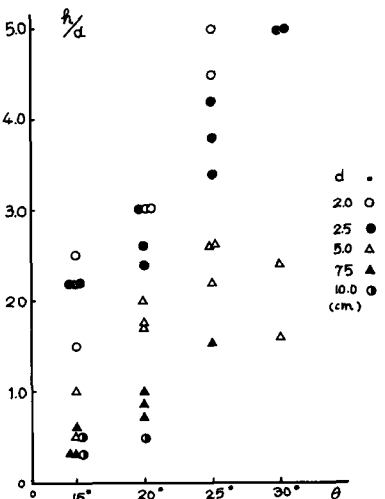


図-5 h/d と θ との関係