

勾配の急減と幅の急拡大による土石流の堆積過程(2)

九州大学大学院○学生員 田崎武詞

九州大学工学部 正 員 橋本晴行 藤田和夫 平野宗夫

九州大学工学部 学生員 峯 敏雄 高尾直徳

1. まえがき

土石流災害の多くは勾配が急減し、幅が急拡大する溪流出口付近など、土石流が流出して堆積するところで発生する。その堆積危険地帯を予測するためには土石流中の粒子がどのような位置に停止するかを明らかにする必要がある。そのため、本研究は、前報¹⁾に引き続いて、3次元堆積における粒子の停止距離について実験を行い検討を加えたものである。

2. 実験の方法

水路は、図-1に示すように移動床部と固定床部からなる幅10cmの土石流発生・流下水路と幅123cmの固定床堆積水路とをヒンジで接続させたものを用いた。実験は、移動床部に平均粒径 $d = 1.9\text{mm}$ 、密度 $\sigma = 2.58\text{g/cm}^3$ の砂れきを厚さ10cmに敷き、上流端から急激に給水し、土石流を発生させて行った。堆積水路に到達した土石流は勾配の急減と幅の急拡大のため堆積を開始するが、その様子を真上からVTRカメラを用いて撮影すると同時に、粒子の停止距離を調べるため着色砂粒を先端部の土石流表面に投入した。着色砂粒の投入装置として、図-2に示すように勾配変化点上に box を設置し、その中を仕切り板で5等分したものを用いた。この装置は土石流の到達をセンサーにより感知すると同時に底が開くシステムになっている。その結果土石流到達後、粒子がその表面に達するまでの時間は $T_{ir} = 0.17 \sim 0.26$ 秒であった。実験に際しては5種類の色分けされた着色砂粒をそれぞれの仕切り板内(底面積 $1.52\text{cm} \times 1.52\text{cm}$)に40個ずつ入れた。

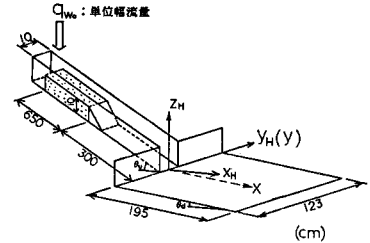


図-1

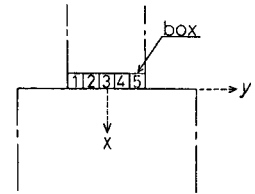


図-2

実験は土石流が堆積水路上に流入してから $T_D = 10$ 秒間継続させ、その後土石流の流入を停止して埋没した着色砂粒を注意深く捜し出し、その停止位置(x, y)を測定した。なお、実験条件を表-1に示す。

θ_u	θ_d	$Q_m(\text{cm}^3/\text{s})$
18°	2°	102
18°	4°	99
18°	5.85°	103
14°	2°	99
14°	4°	102
14°	5.85°	100

表-1

3. 実験の結果

1) 堆積土砂外縁

水路の真上から撮影したVTRより、減速して堆積しつつある土石流外縁の時間的变化を読み取り示したものが、図-3である。 $\theta_u = 18^\circ$ の実験では、土石流外縁は下流方向にも横方向にも一様に拡大するが、約1秒後には流下を停止し、主に横方向に拡大していく。一方 $\theta_u = 14^\circ$ の実験では、流入後土石流外縁は約3秒で前進を停止する。その停止距離 L_x と停止時の拡がり最大幅 B を読み取り示したものが、図-4である。下流側勾配 θ_d が大きいほど、また $\theta_u = 18^\circ$ より $\theta_u = 14^\circ$ の場合の方が L_x は大きい。また $L_x/(B/2)$ は平均的に $\theta_u = 14^\circ$ で約5、 $\theta_u = 18^\circ$ で約1.5である。従って $\theta_u = 14^\circ$ の方が非常に細長い土砂の拡がりを示していることがわかる。

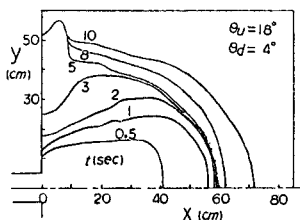


図-3

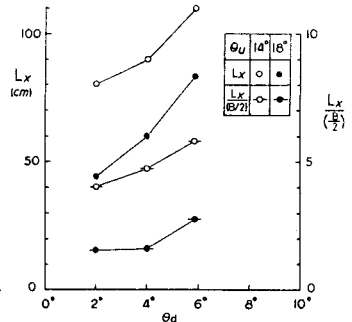


図-4

2) 土石流表面粒子の停止距離

図-5は着色粒砂の停止状況を示している。U字型をなして分布している砂粒群とそれから下流方向に離れて分布している砂粒群とが存在する。後者は堆積土砂から絞り出された水流によって停止後2次的に動かされたものと考えられ、考察から除外することにする。またいずれの粒子もほぼ河床底面上に分布している。粒子の停止位置の平均値($\bar{x}$, $\bar{y}$)、標準偏差(S_x , S_y)などを図-6に示す。停止位置は粒子の投入位置によって異なる。水路中央付近で投下された粒子(No.3)ほど停止距離 $\bar{x}$ は長く、逆に側壁付近で投下された粒子(No.1,5)の停止距離 $\bar{x}$ は短い、横方向に偏向して停止している。

x方向の標準偏差は $\theta_u = 14^\circ$ の場合平均的に $S_x = 12$ 程度、 $\theta_u = 18^\circ$ の場合 $S_x = 9$ 程度で、 $\theta_u = 14^\circ$ の場合の方が分布のバラツキが大きい。一方、y方向の標準偏差は $\theta_u = 14^\circ$ 、 18° とともに平均的に $S_y = 3.5$ 程度で、y方向のバラツキはx方向より小さい。 S_x については平均停止距離 $\bar{x}$ で、 S_y については粒子投入幅 $\Delta y_{in} = 1.52\text{cm}$ でそれぞれ無次元化した結果が図-7である。変動係数 $\alpha_x = S_x / \bar{x}$ は平均的に $\theta_u = 14^\circ$ では 0.32、 $\theta_u = 18^\circ$ では 0.17 程度である。また $S_y / \Delta y_{in}$ は $\theta_u = 14^\circ$ 、 18° とともに平均的に 2.4 程度である。

以上の結果、先端部における土石流表面の粒子の停止過程を模式的に示すと図-8のようになる。

4. あとがき

以上、土石流表面粒子の停止距離などについて実験的に検討を行ったが、今後 θ_u 、 θ_d をさらに変化させて実験を行うと同時に、平均的停止位置の予測式を導く必要がある。最後に、本研究を遂行するに当たり多大の助力を受けた九州大学工学部の松岡雅博、柴田敏彦両氏に感謝の意を表します。

参考文献 1) 橋本・藤田・平野・椿、
土木学会第41回年次学術講演会，1986。

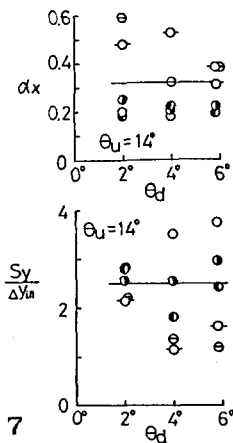


図-7

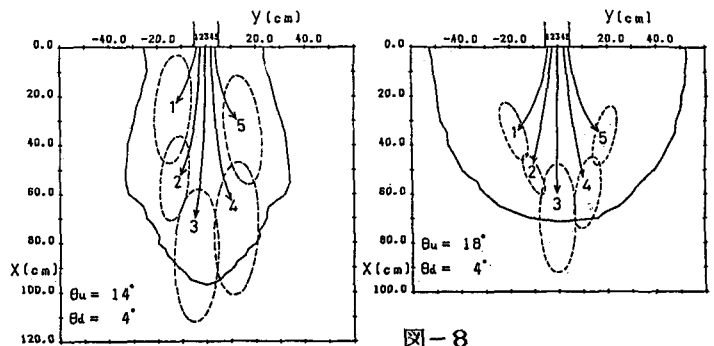


図-8

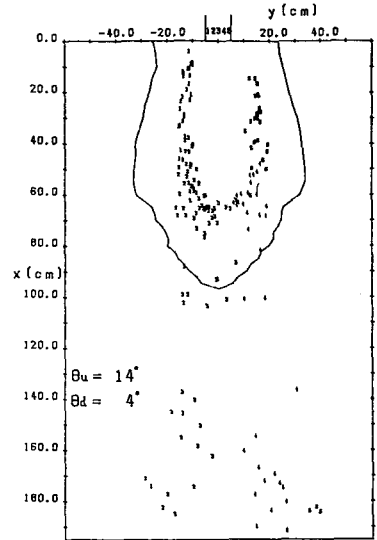


図-5

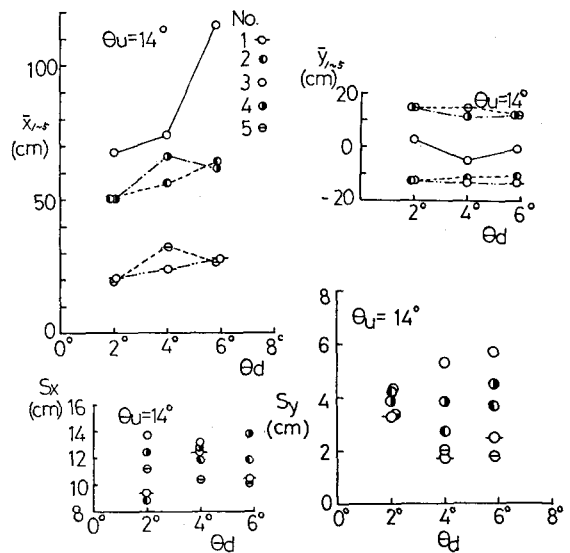


図-6