

勾配の急減と幅の急拡大による土石流の堆積過程

九大大学院 学〇留池 博文 九大工学部 正 橋本 晴行
九大工学部 正 藤田 知夫 九大工学部 学 富永 浩

はじめに

急勾配の渓谷に発生し、流下してきた土石流は、勾配が急減し、幅が急拡大する決流出口付近に流出し、甚大な災害を引き起す。このため、前報^{1),2)}においては、水路幅を固定し、勾配のみを急変させて生じる2次元堆積について研究し、堆積形状の計算法を提案した。本研究はより実際的な場合として、土石流が勾配の急減と幅の急拡大を同時に受けて堆積する問題を取り扱ったもので、簡単のため、勾配急変点において2次元水路の側壁の一方を取りはずし、水路幅を急拡大にした場合について検討している。

実験の方法

実験水路としては、図-1に示すように、土石流が発生し流下する長さ950cm、幅10cmの水路とその下流側に長さ175cm、幅90cmの堆積水路をヒンジで接属させ、それぞれの勾配を独立に設定できるようにしたものを用いた。実験は、この上流側水路の物動床部に、平均粒径1.9mm、密度2.58g/cm³、最密充填濃度0.58の砂れきを厚さ10cmに敷き、上流端から単位幅流量 $q_{w0} = 100 \text{ cm}^2/\text{s}$ の水を急激に供給して土石流を発生・流下させて行った。下流側の堆積水路に到達した土石流は勾配の急減と幅の急拡大によって堆積を開始するが、それを堆積水路の側方および真上より、VTRカメラと、16mm高速度カメラを用いて撮影するとともに、給水停止後砂面測定器を用いて堆積形状を測定した。実験条件は図-3に示す通りである。なお、土石流が流下し、堆積する水路の底面は粗度として実験材料と同一のものを貼りつけ固定床としている。

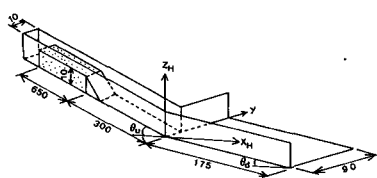


図-1 実験水路

実験の結果

水路の真上より撮影した16mmフィルムから、堆積水路に流入して減速し、堆積する土石流の外縁を読み取り、示したものが図-2である。ここに、 t は土石流の先端が勾配変化点に到達してから時間である。このような図と16mmフィルムによる流況の観察から、上流側勾配 $\theta_u = 18^\circ$ の実験においては、次のことが分る。流入後まず、土石流中の土砂と水は一体となって流下すると同時に、水路幅方向にも顕著な流れが存在し、流れの領域がほぼ一様に拡大していく。しかしながら、 $t = 2$ 秒付近になると、土砂と水は分離し始め、 $t = 4$ 秒になると、外縁は $x = 1 \text{ m}$ 付近に達してほぼ停止し、流下方向には進行しなくなる。これと同時に、流れは水路幅方向に向きを変え、外縁は横方向へ発達していく。さらに、 $t = 7$ 秒付近になると流れの向きはまたしだいに流下方向となり、ついに $t = 10$ 秒においては、流れは勾配急変点で停止し、堆積水路に至らなくなる。また、外縁は比較的明瞭である。

一方、 $\theta_u = 14^\circ$ の実験においては、 $\theta_u = 18^\circ$ の実験と同様に、

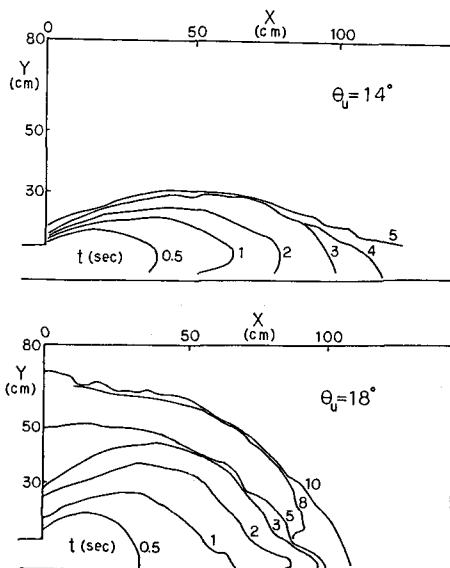


図-2 減速・堆積する土砂の外縁

$t = 1$ 秒付近で土砂と水が分離し始めるが、流れの向きは時間に依りなく、ほぼ流下方向を示す。その結果、外縁は $\theta_u = 18^\circ$ の場合ほど水路幅方向には進行せず、きわめて細長い形状となっている。また、外縁が $x = 1$ m 付近に達してからは、それより下流側の外縁は不明瞭となる。

また、水路側壁より撮影した16mmフィルムとVTRから、前進する堆積の先端 x_F と、上流側水路へ遡上する堆積の後端 x_B の軌跡を読み取り、示したものが図-3である。これには、土石流が勾配急変のみを受けて堆積する2次元堆積実験の結果も示されている。堆積の先端は、ほぼ1m付近で停止し、2次元水路の実験結果に比して進行距離が半減していることが分る。一方、堆積の後端は、 $\theta_u = 18^\circ$ の場合、2次元水路の実験結果より若干の遅れをもって遡上している。 $\theta_u = 14^\circ$ の場合は、背砂が急速に進行して、読み取りが困難であった。

また、いずれの実験においても、堆積水路にはジャンプを伴った堆積の遡上は観察することができなかった。

図-4は給水停止後の堆積土砂の等高線を示したものである。ここに、 T_0 は給水継続時間である。 $\theta_u = 14^\circ, 18^\circ$ いずれの場合においても、上流側出口付近は細長い台地状であるのに対し、堆積の中央部は等高線間隔が大体等しく、縦断方向にも、横断方向にも直線状の斜面を形成している。また、 $\theta_u = 18^\circ$ では、堆積形状は丸味を帯び、堆積勾配は比較的急で堆積層も厚いのに対して、 $\theta_u = 14^\circ$ では、下流側方向に細長く伸び、堆積勾配も緩やかで堆積層も薄い。このように上流側水路勾配に応じて特徴的な堆積形状を示すのは、主として流動性の違いに起因しているものと思われる。

おわりに

以上、勾配の急減と幅の急拡大によつて生じる土石流の3次元堆積を実験的に検討してきたが、今後は、より詳細な実験を行い、堆積の進行の計算を可能にするように研究を進める予定である。

参考文献

- 1) 椿 東一郎・橋本 晴行：水理講演会論文集，1984。
- 2) 橋本 晴行・瀧池 博文・元野 一生・椿 東一郎：水理講演会論文集，1985。
- 3) 高橋 保：京都大学防災研究所年報，第23号 B-2，1980。

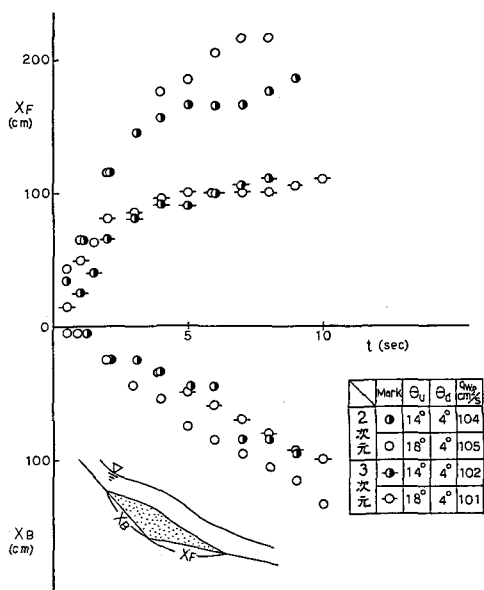


図-3 堆積の先端と後端の軌跡

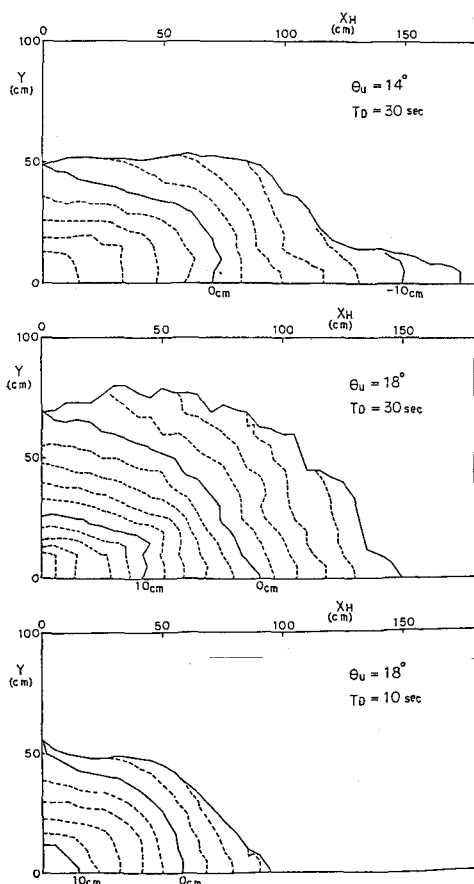


図-4 給水停止後の堆積土砂の等高線