

九大工 正 椿 東一郎

“ “ 平野 宗夫

“ “ 内村 好

1. まえがき

土石流の発生跡を見ると、その停止・堆積点は、勾配の急変点及び¹⁾拡幅部であることが知られており、また、巨礫による被害も、その地点において多く発生している。我々は、前報において、実験水路に土石流を発生させ勾配急変点における堆積の状態を調べ、報告した。さらに、今回は、拡幅部における土石流の堆積の様子と実験により観察し、礫の移動限界について調べた。

2. 実験及び結果

実験水路は、長さ4m・高さ0.3mで、途中、上流より2.0m地点に、図-1のような拡幅部を持ち、勾配は、 $0^{\circ} \sim 20^{\circ}$ まで変えられる。また、河床には、適当な粗さを持たせるために、中央粒径0.34mmの砂が、一様にはり付けてある。

a. 土石流の堆積

上流端から、長さ1m・厚さ10cmに、砂($D_{50}=0.34\text{mm}$)のみ、および、それに玉石($D_{50}=8.0\text{mm}$)を1:1の割合で混合したものを敷き、上流より、0.1~0.5 m^3/s の水を連続的に供給して土石流を発生させ、拡幅部における堆積の模様を観察する。

砂だけの場合、拡幅部においても土石流は、多少広がるものの、停止することなく流下したが、それに玉石が混入されると、写真の様に、玉石の停止が生じ、それに折重なる様に堆積がおこり、逆上する。

b. 玉石の移動限界

同じ水路の上流側、一定幅部分を用いて、玉石の移動限界が、粒径と水深との関係(d/h)により、どのように変化するかを調べる。用いた玉石は、任意に抽出した41個で、粒度分布は、0.330~0.650cmまで連続的であり、平均粒径は、Nominal Diameterで0.476cmである。ここで、粒径として、 d_{nominal} を用いたのは、以下の実験において、玉石の移動性を最も良く示していることが確かめられたからである。

実験は、水路途中に、長さ1mの区間を定め、その区間の上流端にて、玉石を1個ずつ静かに落とし、直ちに停止するもの、区間内で停止するもの、通過するものなどの別に調べる。図-2は、一定勾配で、流量を変化させ、直ちに停止するものの個数 N と、流量 Q との関係をプロットしたものである。ここでは、移動限界を50%停止の時、即ち、20個停止と定めると、図-2より、その時の限界流量 Q_c が定まる。

そのようにして求めた Q_c から、限界掃流力の無次元表示 u_*^2/sgd を求め、 d/h との関係を表わしたものが、図-3であり、 d/h の増加、即ち、相対水深の増加

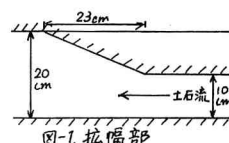


図-1. 拡幅部

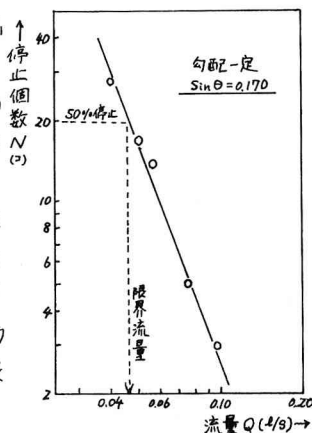
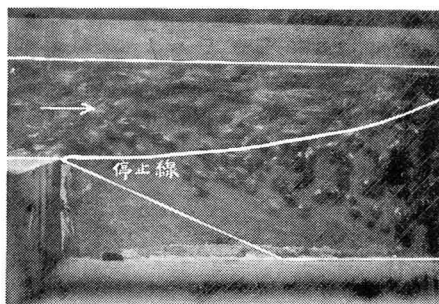


図-2. 流量と停止個数

と共に限界掃流力の急激な増加がみられる。同様のことは、芦田等によっても報告²⁾されている。このことは、拡幅部において、流水の拡がりによる水深の低下があると、玉石は停止しやすくなることを示している。

c. 急勾配拡幅部における水深の変化

同じ水路において、水だけ流した場合、拡幅部における水深の変化を実測し、Ippen等の実験結果と比較したものの一例が図-4であり、各断面とも、拡幅部において無限の拡がりを持つIppen等の実験と、右岸側で、異なっているが、ほぼ一致しているとみなせよう。

d. 拡幅部における玉石の停止

水路の上流より、同じ試料の玉石を1個ずつ流下させ、拡幅部における玉石の停止位置を逐一記したものが、図-5の○印である。左岸側で、あきらかに側壁の影響とみなせる数個を除けば、ほぼ一つの線上に集まっている。同じ図の実線は、同じ条件で等水深線をIppen等の実験結果より求めたもので、同時に流線も示してある。また図中の点線は、等掃流力線であり、特に太点線は、図-3より求めた等限界掃流力線であるが、あきらかに玉石の停止は、それよりも下流側、 $u_b/sgd = 0.02 \sim 0.01$ の間であり、土石流の直進性が見られる。これは図-3が直ちに停止する玉石だけを考慮していることと、玉石の慣性によるものと思われる。

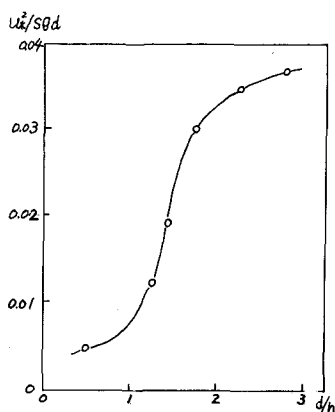


図-3. 限界掃流力の d/h による変化

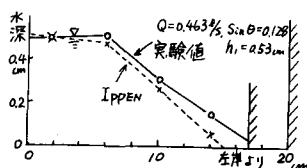


図-4 Ippenとの水面形の比較
(標断面方向)

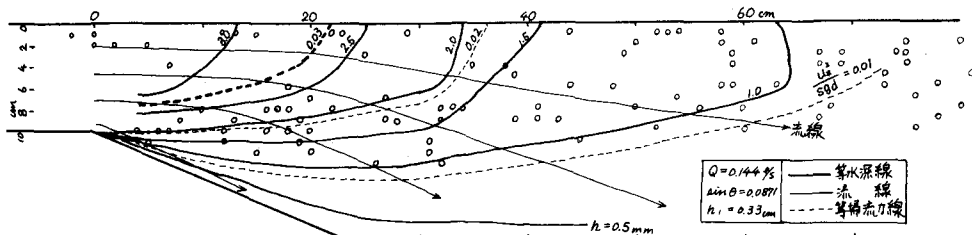


図-5. 拡幅部における水深変化と玉石の停止点。

3. 結 び

以上の実験より、土石流においては、拡幅部において、水流の分散のため、相対的な水深の低下が生じ、限界掃流力の低下に従って、勾配の変化がなくとも、停止・堆積することが確かめられた。また、その堆積点は、慣性のために、限界掃流力の線よりも、かなり下方になることが考えられ、直進性がみられる。

実際の土石流においては、勾配の変化と拡幅とが重なり、また、礫の流出も連続的であり、土砂をも含むためより現象は複雑であろうと考えられるが、我々の実験でも見られた様に、部分的な停止が生じれば、それに併なって堆積が激しく上ると思われるので、今回の結果をもとに、さらに調べたい。

終りに当り、実験に際し、当大学学生、中山 比佐雄君に、非常に御協力を得たことを付記する。

参考文献

- 1) 橋・平野・内村、炭谷堆積土砂の流動(予報)、第28回土木学会講演集、1973。
- 2) 芦田・大同・高橋ら、急こう配流出の限界掃流力に関する研究、第17回水理講演会講演集、1973。
- 3) T. Ippenら、High-velocity flow in open channel, Proc. of. A.S.C.E., 1949。