

大工 正 橋 東一部

〃 〃 平野 宗夫

〃 〃 〇中ム比佐雄

1. まえがき

土石流の災害跡を見ると、最も被害の大きいのは、土石流の停止、堆積点であり、これは、勾配の急変点及び拡幅部であることが知られている。また、巨礫による被害はこの地点において多く発生している。前報において実験水路に土石流を発生させ勾配急変点の堆積状況を報告した。今回は、拡幅部における土石流の堆積の様子を実験により観察をし、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、途中に上流端より2m地点に、図1の如く拡幅部を持ち、勾配は0°~20°まで変えられる。また、河床には、適当な粗度を持たせるために、中央粒径0.34mmの砂が一様に張りつけてある。

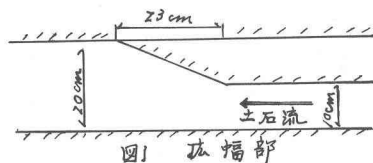
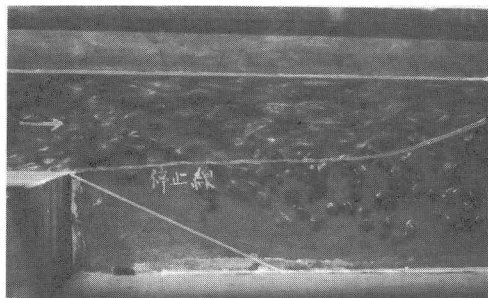


図1 拡幅部

a. 土石流の堆積

上流端から、長さ1m、厚さ0.1mに、砂($D_{50}=0.34$ mm)のみ、及び、それに玉石($D_{50}=8.0$ 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倍の水を連続して供給し、土石流を発生させて、拡幅部における堆積状況を観察する。



砂のみの場合、拡幅部における土石流は、多少拡がるが、停止することなく流下する。一方、玉石を混入させると写真のように、玉石の停止を生じ、それに折重なるように堆積が起り、溯っていく。

b. 玉石の移動限界

同じ水路の上流部において、玉石の移動限界が、粒径と水深との比 d/H によりどのように変化するかを調べる。使用した玉石は、任意に抽出した41個で、粒度分布は、0.230~0.650cmまで連続的であり、平均粒径はNominal Diameterで0.476cmである。 $d_{nominal}$ を用いたのは、これが、この実験において移動性を良く示しているからである。

実験は、水路で長さ1mの区間を定め、この区間の上流端で、玉石を静かに1個ずつ落とし、直ちに停止するもの、区間内で停止するもの、通過するものに分類した。図2-1は一定勾配で、流量を変化させ、直ちに停止する個数 N と流量 Q との関係を示したものである。移動限界を50%停止のとき(2個停止)と定めると、図2-1より限界流量 Q が定まる。また求めた Q から限界水深 h を図2-2より求める。ここで限界水深は一定勾配で50%の玉石の停止が起る水深である。

このようにして求めた Q から、限界掃流力 τ_b を求め、 d/H との関係を表わしたのが、図3で、 d/H の増加、即ち相対水深の減少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て

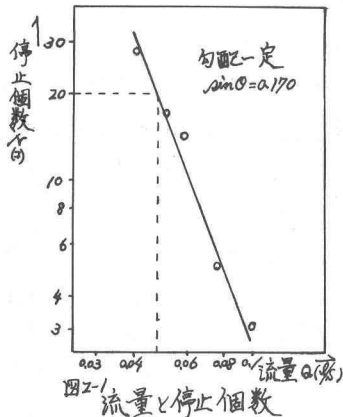


図2-1 流量と停止個数

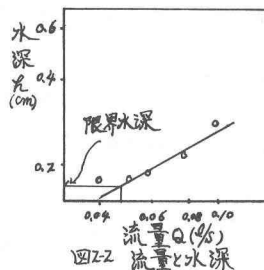


図2-2 流量と水深

と報告されている。即ち、拡幅部において、流水の拡がりによる水深の低下が起ると限界掃流力が急激に増加して、玉石の停止が起りやすくなることを示している。なお、 U^2/sgd の値は1個の玉石の実験のため、移動床の場合の値よりもかなり小さくなっている。

c. 急勾配拡幅部における水深の変化

同一水路において、水だけ流して拡幅部における水深の変化を測定し、Ippen等の実験結果と比較したものが図4である。右岸で若干異っているが、これはIppen等の実験が拡幅部において無限の拡がりをもつため生じたと考えられる。主流部ではほぼ同じなので、Ippen等の実験結果と同じと見なせよう。

d. 拡幅部における玉石の停止

水路上流より、同じ玉石を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である。なお、 $\circ \diamond \bullet$ は前の実験で停止度の大きさにより4通りに分けて示している。大きさは記号の順である。左岸で側壁の影響であるものを除けば、ほぼ1つの線上に集まり、図3で求めた等限界掃流力線(太点線)より下流に停止している。なお停止度の低いものは下流に流しさられたものが多い。また、 $\circ$ のものは全域にわたり、 $\diamond$ は $U^2/sgd = 0.02 \sim 0.01$ の間に集中しており、玉石の直進性がみられる。これは図3が、玉石の直ちに停止する場合だけを考慮して、玉石の慣性を無視しているためである。また、等水深線、流線はIppen等の同一条件での実験結果より求めたものである。

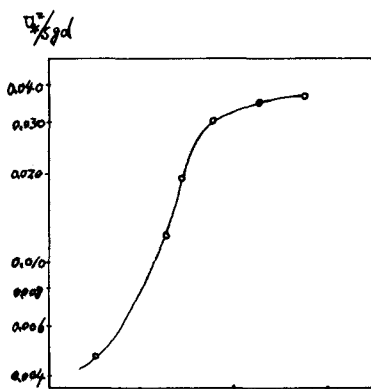


図3 限界掃流力 U^2/sgd による変化

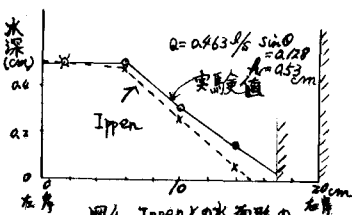


図4 Ippenと水表面形の比較 (横断方向)

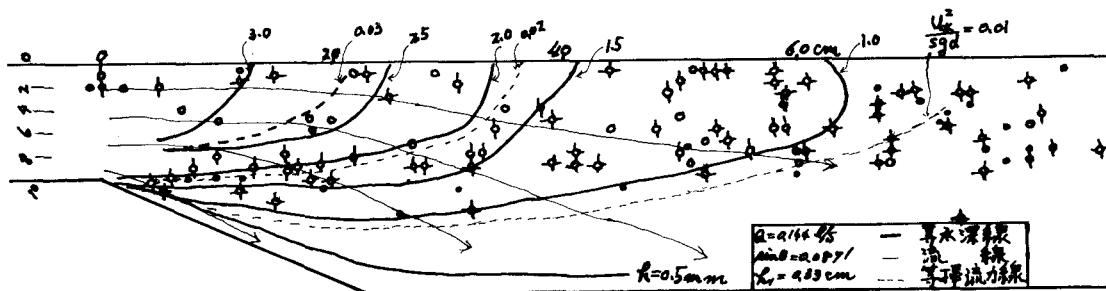


図5 拡幅部における水深変化と玉石の停止点

3. 結論

以上より、土石流は拡幅部において水流の拡散のため、相対的な水深の低下を生じ、掃流力の低下のために、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。さらに、その堆積点は慣性によるために、等限界掃流力線よりもかなり下方には、ており、土石流の直進性が見られる。また、玉石を4通りに分けてプロットしたことが明白な特徴は見えぬ。しかし、上流から玉石を連続的に投入した場合、玉石が1個停止すると、そのwakeに次々に玉石がとらえられ、急激に堆積が発達し、遡っていく現象がみられた。これらについて、今後さらに詳しく調べるつもりである。

参考文献

- 1) 橋、平野、内村、浅谷堆積土砂の流動(第3報)、第28回 土木学会講演集、1973。
- 2) 芦田、大同、高橋ら、急勾配流水の限界掃流力に関する研究、第17回 水理講演集、1973。
- 3) J. Ippen's, High-velocity flow in open channel, Proc. of A.S.C.E. 1949。