

土石流の流動過程について(その2)

京都大学防災研究所 〇諏訪 浩 奥田節夫
 京都府立大学農学部 小川恒一

堤上堰沢における1978年の土石流観測では土石流の流速、流動形態、材料組成および土石流に伴う地盤の振動などのデータを得ることができた。8月17日の土石流(No.2)は大規模であったが、9月4日(No.3)と29日(No.4)のそれは比較的小規模であった。

1. 土石流の流動形態 土石流は流路が少しでも屈曲しているとかかなり大きな偏流を起こし、堰堤や床面を通過する際に、本体がもろにそれらの袖部に突き当たり、棄り上げるようにして溢流する。これまでの6組のデータによると床面を流下する際の横断方向の水面の傾斜角 θ は最大23.8°にも達し、 θ と先端流速 v との間には相関係数が0.90、 $(\tan \theta)^{1/2}$ と v の間には ρ が0.92という正の強い相関がある。ところで土石流No.2のそれぞれのダムでの最大通過断面を図1に示す。これらの一都は写真記録によったが、あとは左右両端の痕跡の位置から推定した。また土石流No.3の第6号上流床面での写真記録によるとフロントの縦断方向の水面の傾斜角は約29°であることがわかった。

2. 土石流の流速とハイドログラフ 固定断面を通過する土石流の流速と流量については1976年8月3日の土石流について3つの異なる方法で計算を試み、今のところSribniy式によるものが実際に近い値を与えることがわかった。図2には土石流No.3について同様の方法で計算したものを示す。上段は Manning式、中段はSribniy式によるもの、下段は空間フィルタ流速計で実測したものを示す。先頭部30秒間の値に着目すると、空間フィルタ流速計による値が他の方法によるものより

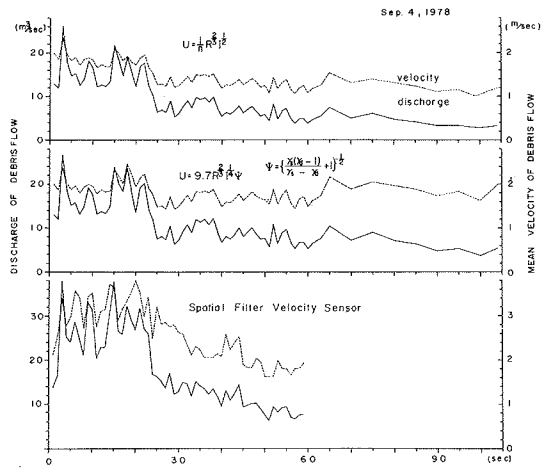


図2 土石流の流速とハイドログラフ

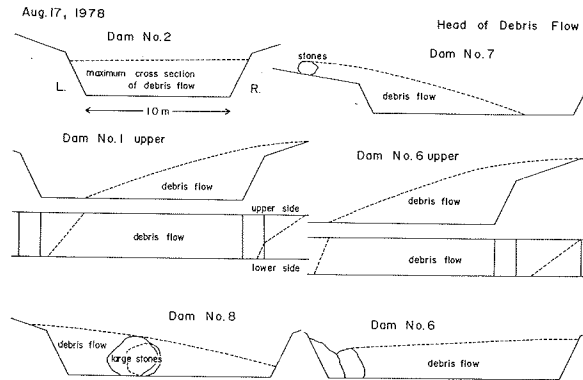


図1 土石流先頭部の偏流と横断面形

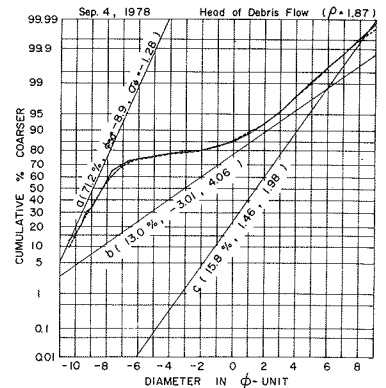


図3 土石流先頭部の土砂石礫の粒径分布

はるかに大きいことがわかる。これは先頭部の流れがキャタピラの動きのような流れの構造を呈していて平均流速に比べて表面流速がずっと大きいことを示すものと解釈される。また'76年のデータと比べるとマニング式の $\frac{1}{n}$ の値とSribniy式の係数は約2割小さい。測定点の溪床の粗度には差が無いことを考慮すると、これは土石流No.3のみかけの粘性が大きかったことを示すものであろう。

3. 先頭部の材料組成 土石流No.3の先頭部の材料組成を35ミリ連続写真と採泥圧のサンプルとから求めることができた。

写真からは粒径が10cm以上の石礫の粒度分布およびその体積と10cm未満の土砂礫および水の体積を、採泥圧のサンプルからは土砂礫の粒度分布と含水率を求めた。その結果、全体としてのみかけの密度は $1.87g/cm^3$ 、土砂礫の体積濃度は85.1%、重量濃度は92.0%であった。また全体としての粒度分布(200 μm ~2 μm)は粒径の粗いほうからの累積重量百分率を ϕ スケールで正規確率紙にプロットし、図3の太い実線で示した。細い直線はこのサンプルを構成する対数正規分布した母集団で、これらを合成すると破線に示す近似曲線となる。

4. 溪岸地盤の振動 土石流の流下に伴って溪床や溪岸の地盤が激しく振動し、このため土砂礫の流動性が増して、土石流の流動が維持あるいは促進されることが予想される。またこの振動の特性が明らかになれば、振動によって土石流の発生をモニターすることができよう。土石流の流下に伴う振動の加速度の変化を

図4の下段に、卓越周波数の変化を上段に示す。土石流No.2のデータは途中で中断しているが'76年の同規模の土石流のデータと比較して外挿すると最大100gal程度の加速度に達する大きな振動であったことがうかがえる。また卓越周波数の推移から、土石流の先頭部では10~30Hzに、後続泥流では60~80Hzに卓越周波数が存在することがわかる。さらに図5は溪床に埋設されたブロックの洗掘・移動調査の結果を示すが、これは振動による流動化や剪断応力のために深さ数十cmのオーダーの洗掘が生じ、さらに同時に同程度またはそれ以上の埋め戻しの生じたことを示している。

この研究は建設省松本防砂工事事務所の援助を得て実施したものであることを記し謝辞にかえる。
参考文献 奥田節夫ほか；土石流の総合的観測 その3、京大防災研年報、20号B-1、昭52.4

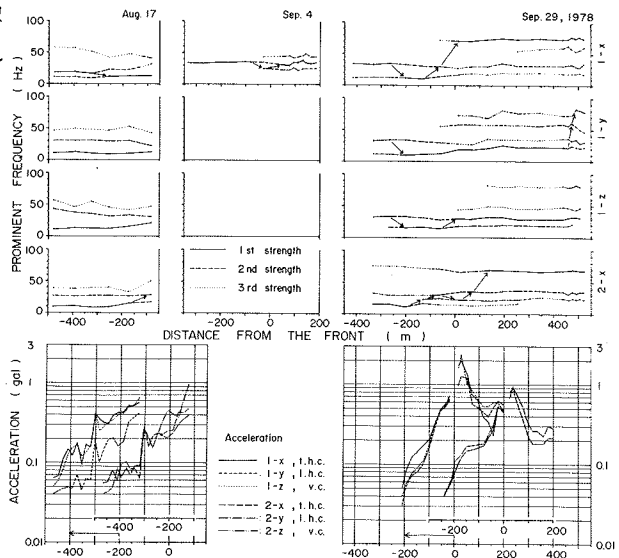


図4 地盤振動の加速度と卓越周波数の変化

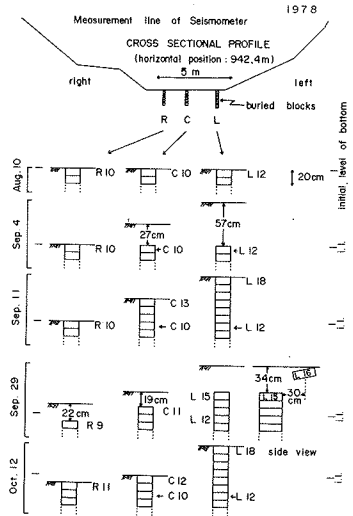


図5 ブロック埋設地点の侵食と堆積