

九州大学工学部 正員 橋 東一郎

" " 平野 宗夫

" " 内村 好

1. まえがき

前報において、玉砂利に等量の細砂を加えた河床材料を用いた掃流形式の土石流に関する実験結果を報告したが、引き続き、玉砂利と細砂との混合比を変化させて、同様の実験を行なったので、前報の結果と比較しつつ報告する。

2. 実験装置および方法

今回は、水路幅を10cmとし、長さ5mの可変勾配水路を使用した。水路に、玉砂利($D_{50}=8.0\text{mm}$)と細砂($D_{50}=0.32\text{mm}$)を混合したものを一定の厚さに敷き、上流端から急激に一定流量を供給して土石流を発生させ、その先端の移動速度、流動土砂量、形状等を測定した。なお、今回の実験条件は、玉砂利:細砂=0:1及び1:1、水路勾配0.170~0.395、供給水量0.406~2.464/sである。また、河床の粗さによる影響をみるため、河床に砂粒及び玉砂利を貼りつけ、水だけ流した場合の段波の速度も測定した。

3. 実験結果とその考察

(1)流動状態 本実験でも、前回と同じように、供給された水は、河床の透水係数が小さいため、殆んど表面流となり、多量の土砂を含んだ段波(高さ1~2cm)となって激しく流下し(速度50~120cm/s)、いわゆる土石流に似かよったものとなる。その際、河床は表層だけしか流動しておらず、掃流形式の土石流となっている。なお、玉砂利を含む実験では、先端部に玉石が集中しているのが、みとめられた。

(2)先端の移動速度 先端の移動速度 v と単位幅当りの採取水量 q_b (下流端で採取した土石流先端部に含まれる水量)との関係を図-1に示す。図には、水だけ流した場合の段波の移動速度 v と供給水量

との関係も示されている。これによると、水の段波の速度については、底面の粗さの影響が現われており、玉砂利を貼った場合(以下[G]と呼ぶ)の方が、細砂を貼った場合(S)より、かなり遅くなっている。ここで、流速係数を $\varphi(=v/u_x)$ 、水深を h とし、 $v=\varphi\sqrt{gh\sin\theta}$ および $q_b=vh$ より次式が得られる。 $v=\varphi^3(ggh\sin\theta)^{1/3}$ — ①

(図-1)より φ を定めると、G,Sについて、それぞれ $\varphi=2.5$ 及び 4.1 ($\varphi^3=1.84$ 及び 2.55)となる。土石流については、I,II, どちらの場合にも、水だけの場合と同じような傾向をもっている。また、同じ供給水量に対して、II→Iの順に速度が速くなっているのは、含まれる玉砂利の粗さの影響ではないかと考えられる。つぎに、土石流に対し

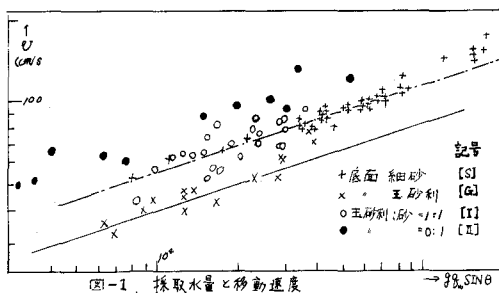


図-1. 採取水量と移動速度

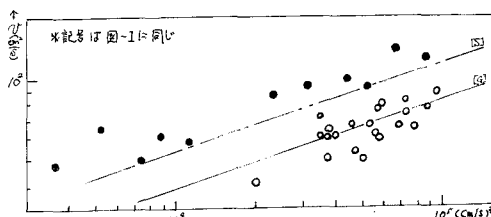


図-2. 土石流流量(単位)と移動速度

て、その単位幅容積流量 q' を用いて、この関係を表わしたものが(図-2)である。図にはG及びSの結果が直線で見えてゐる。これによると、Iの据点は、G線上に、IIの据点はほぼS線上に集まる。従つてI及びIIの粉動速度 v は、 q' を用いて、

$$v = \varphi^{\frac{2}{3}} (q' g' \sin \theta)^{\frac{1}{3}} \quad \text{--- ②}$$

で表わされることがわかる。

(2) 土石流先端の流動土砂量 土石流先端の土砂を水と共に採取して、流動土砂量を測定した。(図-3)は、土石流の流量 q' と採取水量 q_w の関係を示しているが、IIよりIのほうが、つまり、玉砂利を多く含む方が、 q_w に対する q' の割合が増していることがわかる。つぎに単位幅当り流動土砂量 $q_b (= q' - q_w)$ が既存の流動土砂量式 $q_b / U d = K (U d / S g d)^m$ で表わされるものとし、流速の式として②式を用いると、

$$q_b = \frac{K d^{\frac{1}{3}} g^{\frac{1-m}{3}}}{S^m \varphi^{\frac{2m+1}{3}}} (g' \sin \theta)^{\frac{2m+1}{3}} \quad \text{--- ③}$$

となる。ここに、 d は粒径、 S は土砂の水中比重、 K 及び m は定数である。そこで、 q_b と $g' \sin \theta$ の測定値を、IとIIの場合についてプロットすると、(図-4)のようになり、いずれも、 $m = 1$ としてよいようである。従つて、 $q_b = q' - q_w$ より、 q' と q_w の関係を表わす次式が得られる。

$$q' = \frac{q_b}{1 - \frac{K}{S g \sin \theta}} \quad \text{--- ④}$$

また図中の直線より、定数 K を定めてやると、I、IIについて、それぞれ、 $\varphi = 2.5$ 及び 4.1 を用いて、両者とも $K = 6.8$ となる。④式に従つて、 q_b と q' との関係を表わしたものが、(図-5)であり、④式と実験値との一致は、かなりよい。なお、④式において、粒径 d が含まれていないが、本実験では、 φ の値は、粒径の大きい方が小さくなっており、定性的には妥当な傾向を示しているが、このような急勾配水路における粗度を明らかにすることが、今後の研究課題であらう。

参考文献

1) 橋本野、内村：渋谷堆積土砂の流動 (J2報), 第29回年次講演会 (1972.10)

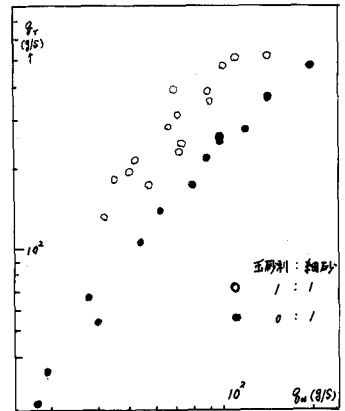


図-3. 採取水量と流動土砂量(質量)

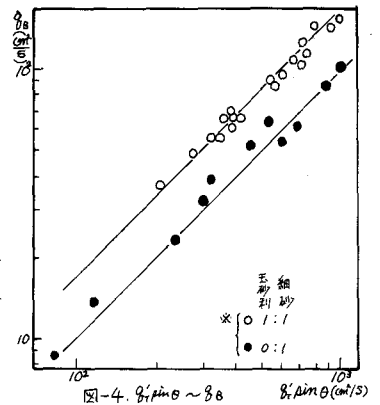


図-4. $g' \sin \theta \sim q_b$

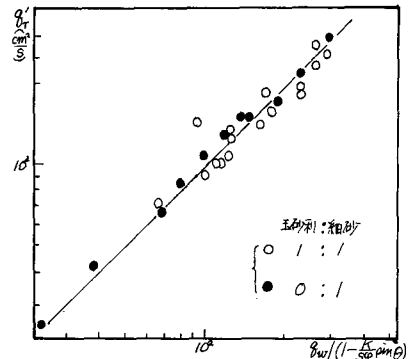


図-5. 採取水量と土石流流量(容積)