

九州大学 工学部 正員 椿 東一郎
 " " " 平野 宗夫
 " " " 中山 比佐雄

まえがき

前報⁽¹⁾において、急勾配水路の上流端から突然水を流し、段波状の土石流を発生させた場合の、フロントの進行速度 $v = \varphi U_*$ は単位幅当りの砂礫(容積) $\mathcal{E}_B$ と水 $\mathcal{E}_w$ と土砂礫水流量 $\mathcal{Q}_T$ 、勾配 $\sin \theta$ を用いて

$$v = \varphi U_* = \varphi^{\frac{2}{3}} (\mathcal{Q}_T \sin \theta)^{\frac{1}{3}} \quad (1)$$

で表わされ、流砂量 $\mathcal{E}_B$ は Brown 型の流砂量 $\mathcal{E}_B / U_* d = K (U_*^2 / s g d)^m$ を用いるとき、土石流において掃流砂量と同様に $m = 1$ で

$$\mathcal{E}_B = K U_*^2 / s g = K / s g \cdot (\mathcal{Q}_T \sin \theta / \varphi) \quad (2)$$

で表わされることを示し、若干の実験と考察を行った。そこで S は砂の水中比重である。本文は、(I) 粒径 $d = 0.129 \text{ mm}$, 0.32 mm , 0.74 mm のほぼ均一砂、(II) 各々の均一砂に $d = 8 \text{ mm}$ の玉石を混ぜ、砂と玉石との重量比が ($Z = 1$)、及び ($1:1$) の実験、及び (III) 平均粒径 $d_m = 1.09 \text{ mm}$ 、標準偏差 $\sigma = 2.12$ の混合砂を用いた実験を行い、式 (1)、(2) の妥当性を検討するとともに、実験 II、III における砂、玉石、混合砂の係数 K の値を検討し、土石流のフロントの粗粒化現象について検討したものである。

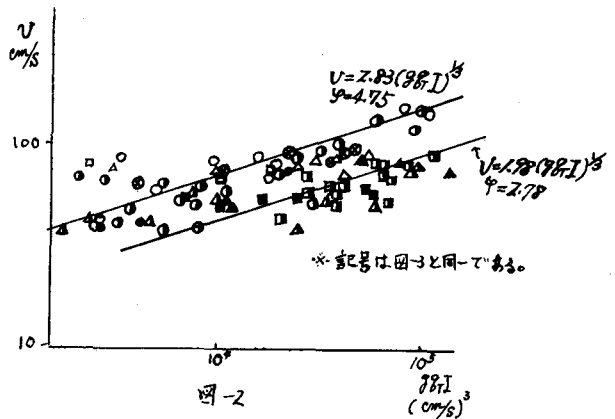
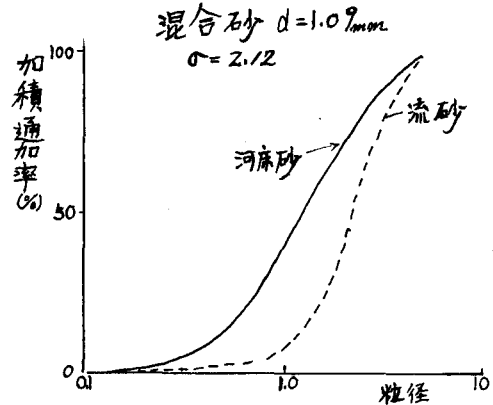
実験結果と考察

図-1. 粒度曲線

流速係数 φ 図-2 はフロントの進行速度 v と $\mathcal{Q}_T \sin \theta$ との関係を示したものである。

河床堆積層とその上を流下する土石流との抵抗を表わす。流速係数 φ が一定であれば、 v と $\mathcal{Q}_T \sin \theta$ との間に $1/3$ 乗の関係が成立する筈であるが、測定値は非常に散ばり詳しい議論は出来ない。ただ砂のみの場合と玉石を混えた場合の φ の値にはかなりの差異が認められるので、ここでは平均的に前者は $\varphi \approx 4.75$ 、後者は $\varphi \approx 2.78$ とおき、以下の計算にこの値を用いる。

流砂量式 式 (2) の妥当性を検討するための全流砂量 $\mathcal{E}_B$ と $U_*^2 = \mathcal{Q}_T \sin \theta / \varphi$ との関係を全資料について検討した結果を図-3 に示す。 $\mathcal{E}_B$ と $(\mathcal{Q}_T \sin \theta)$ は直線的な関係にあり、段波状土石流において掃流砂量は一つの式 (2) に従うことが確かめられる。なお、図中の直線は平均として $K = 1/6$ を与えた場合で、この係数は芦田、道上の流砂量式で $U_* \gg U_{*c}$ としたときの係数 $K = 1/7$ とオーダーとして一致している。



流砂量係数 K 先の考察は全流砂量に関するものであるが、(Ⅱ)、(Ⅲ)の実験では(2)式を粒度別流砂量に書き、更に

$$i_b \rho_b / i_b = K i / s \cdot (\rho_b \sin \theta / \rho) \quad (3)$$

より、 $(i_b \rho_b / i_b) / s (\rho_b \sin \theta / \rho) = K i \in U_b^2 / g d_i$ に対してプロットして、実験(Ⅰ)の均一砂における K 、実験(Ⅱ)で一様砂 $i_b = i_b = 1$ とみなした場合の K_m 、及び砂、玉石の K_s 、 K_g を求めた結果をまとめたものが、下表であり、実験(Ⅲ)について粒度ごとの K_i を求めたものが図-4である。

実験(Ⅱ)に於ては常に $K_s < K_g$ であり、そして、混合割合 (1:1) のものは $K_g \approx 2 K_s$ 程度であり、土石流のフロントには玉石が集中して流れることになる。

d (mm)	玉石混合比	K	K_m	K_s	K_g
0.129	(1:0) (2:1)	9.98	—	6.29	6.74
0.32	(1:0) (2:1) (1:1)	8.14	—	6.74 7.64	— 8.54 9.44
0.74	(1:0) (2:1) (1:1)	7.83	—	6.52 6.72	— 5.39 4.32 6.74 8.99

フロントの粗粒化は実験Ⅱの混合砂において特に著しい。

すなわち d_i/d_m の大きい大粒径の砂の K_i が大きく、 d_i/d_m の減少とともに急減し、平均粒径 $d_i/d_m = 1$ の K_i は K_m より若干小さい。

混合砂の粒度別掃流砂量においては、限界掃流力附近では K_i は d_i/d_m が大きるとともに増加し、 $U_* \gg U_{*c}$ において K_i が d_i/d_m に無関係となることと対比して、土石流の特徴が明確に現われているといえる。

以上のような簡単な実験が実際に土石流をどの程度反映するかについてはまだなんともない感じがする。土石流の発生、流動過程には数種の型式があり、例へば、昭和28年の門司地区で、最近の天草災害のように高濃度の泥流を含まない型と、火山地帯に発生する泥流が石を運ぶ型などに分けられるであろう。この研究は前報の型の強い10分雨量によって発生する段波状土石流を対象としているが、粗粒化の水理学的機構については検討の余地が多い。この問題と併せて泥流型の土石流の実験を計画している。

参考文献

1) 椿, 手野, 内村, 混合堆積土砂の流動(第2報) 第2回年次講演会(1972, 10)

