

建設技術研究所 ○坂東 高
建設省土木研究所 水山 高久

1. 緒 論

土石流の運動機構に関しては、かなり研究が進んできたが、火山泥流についてはまだ不明な点が多い。著者らは活火山山麓の荒廃溪流の流路工に関する水理模型実験を実施するために、泥流の流砂量、流水の抵抗、弯曲部の水位上昇について基礎的な研究を行なった。その結果を報告する。

2. 実験条件

特定の水理模型実験に関連して行なった研究であるので、水路勾配は15% (8.53°) の1種類で、水路床は比較的滑らかな固定床である。実験に使用した砂は、図-1に示すような粒度分布を有している。細粒砂としてはフライアッシュ (比重2.13) を使用した。

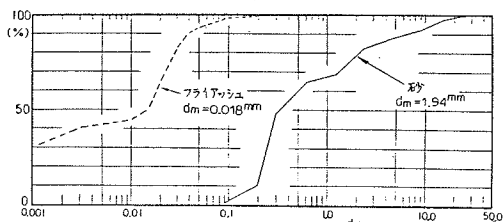


図-1 実験砂粒度分布

3. 流砂量

図-2に清水時 ($\rho = 1.0$) における流砂量 ($Q_{s*} = q_s/u_* \cdot d_m$) と流砂のある状態での水深を用いて求めた $\tau_* = U_*^2 / \{ (\rho - 1) \cdot g \cdot d_m \}$ との関係を示す。図中に芦田・高橋・水山の掃流砂式¹⁾ --(1)式、水山・上原による固定床での実験式²⁾ --(2)式、高橋の土砂流の式³⁾ --(3)式を示した。清水時の流砂量は(2)式とほぼ一致している。

$$Q_{s*} = 12 \tau_* (1 - 0.85 \tau_{*c} / \tau_*) (1 - 0.92 \sqrt{\tau_{*c} / \tau_*}) \quad (1)$$

$$Q_{s*} = 21 \tau_* (1 - 0.85 \tau_{*c} / \tau_*) (1 - 0.92 \sqrt{\tau_{*c} / \tau_*}) \quad (2)$$

$$Q_{s*} = \frac{2}{3} \frac{(4.2 - 0.75 C_{dc})}{\cos^2 \theta (\tan \phi - \tan \theta)^2} \tau_*^2 (1 - \tau_{*c} / \tau_*)^2 \quad (3)$$

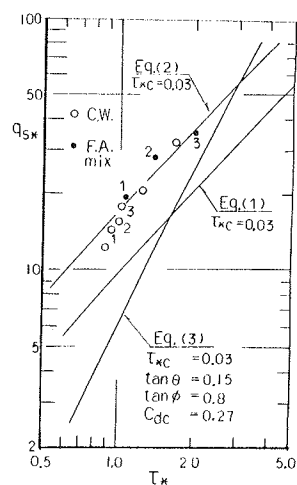


図-2 流砂量

次に水に対して、約10%、20%、38%のフライアッシュ (FA) を混入して実験を行ない、流砂量を求めた。その結果を図-2に示す。図中の番号は清水時とフライアッシュ混入時の流砂量の対応を示す。図よりフライアッシュ混入 (ρ の増加) により流砂量が増加していることがわかる。

図-3は、フライアッシュの濃度 (0~38%) による流砂量の変化を示す。 Q_{s0} は水とフライアッシュの合計と等しい量の清水による流砂量である。砂の量はフライアッシュの増加とともに増加し、その傾向は(2)式で示される。

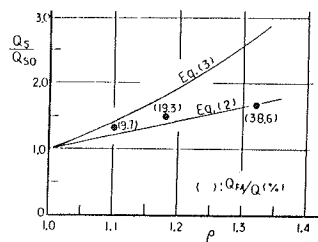


図-3 ρ による流砂量の変化

図-4は、水の量を一定 ($200 \text{ cm}^3/\text{sec}/\text{cm}$) とした場合のフライアッシュの濃度による流砂量の変化を示した。 Q'_{s0} は $g = 200 \text{ cm}^2/\text{sec}$ での流砂量である。フライアッシュの濃度としては、38.6%が上限

で、清水にフライアッシュを混入すると、38.6%では3.3倍程度まで流砂量は増加する。

4. 流水抵抗

フライアッシュ濃度の増加により、流砂量は増加して流速は清水時に比べて減少する。図-5はその結果である。Wang式 ($V = \frac{\rho}{\rho + C(\sigma - \rho)}$ $\times V_0$ —(4)式) と比べると、流速の減少の割合が約40%少なくなる。この傾向は次の実験式で示される。

$$V = \{ 0.4 + 0.6 \frac{\rho}{\rho + C(\sigma - \rho)} \} V_0 \quad (5)$$

5. 弯曲部の水位上昇

泥流流下時における弯曲部の水位上昇について調べた。

用いた水路は、 $R = 4.5\text{m}$ 、 $b = 25\text{cm}$ 、 $\theta = 8.5^\circ$ の矩形水路である。図-6にわん曲部外彎部の最高水位 $h_{\max}$ と弯曲部上流の直線区間の平均水位との差 Δh と $bV^2/8R$ (V : わん曲部上流直線区間の平均流速) との関係を示す。

ナップによれば、わん曲部外側壁における Δh および外弯、内弯での水位差 $\Delta h'$ は次式で示される。

$$\Delta h = bV^2/8R \quad (6) \quad \Delta h' = 2bV^2/8R \quad (7)$$

図-7は $\Delta h'$ について(7)式による計算値と実測値を比較したもので、図中に水山、上原らの実験結果⁴⁾も記入した。

図-6、図-7より Δh は(6)式の2倍、 $\Delta h'$ は(7)式の2倍となっている。このように、泥流流下時には弯曲部における水位上昇は、ナップの式の値より大きくなり、この増加の割合は勾配とともに増加し、本実験結果は、水山、上原らの実験結果とほぼ一致している。

6. 結 語

以上、急勾配水路での泥流流下時の水理現象について基礎的な検討を行なった。本研究は実験データの数も少なく詳細な検討はできなかったが、泥流の抵抗、流砂量について知見を得ることができた。今後さらに検討していきたい。

<参考文献>

- 1) 芦田和男、高橋 保、水山高久：山地河川の掃流砂量に関する研究，新砂防107，昭和53年4月
- 2) 水山高久、上原信司：急勾配固定床水路における掃流砂量の算定方法，土木技術資料25-8，1983年
- 3) 高橋 保：土石流の停止・堆積機構に関する研究(3)，京都大学防災研究所年報第25号B-2，昭和57年4月
- 4) 水山高久、上原信司：弯曲水路における土石流の挙動，土木技術資料23-5，1981年

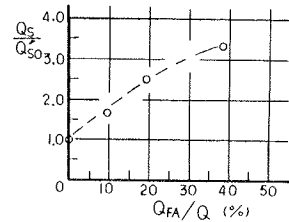


図-4 FAの濃度による流砂量

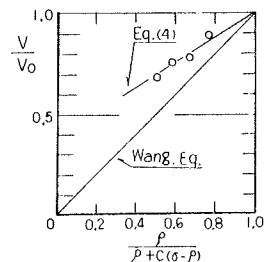


図-5 土砂濃度による流速の変化

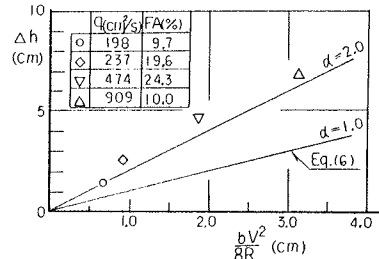


図-6 外弯側の水位せき上

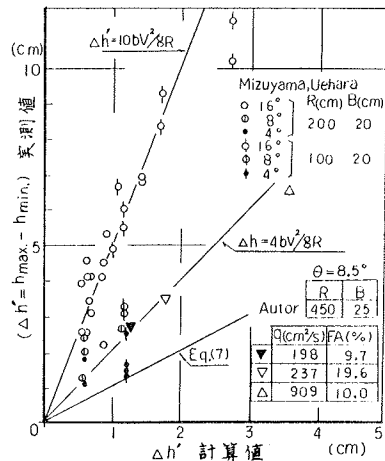


図-7 外弯側水位と内弯側水位の差の実測値と計算値の比較