

25 火砕流の流動機構に関する実験

建設省土木研究所 ○石川 芳治、山田 孝
(株)建設技術研究所 中村 淳治、松原 智生

1. はじめに

火砕流本体部の運動モデルについてはこれまでもいくつか提案されている^{1), 2)}が、溶岩塊の破碎により発生する火山ガスの影響や粒径の影響および土砂濃度分布等については不明の点も多く、精度の高い流動シミュレーションを行うためにもこれらを明らかにして行く必要がある。

ここでは、条件を簡単にした実験を行い、主として、火砕流本体部の流速分布、流速係数、土砂濃度分布について検討した。

2. 実験方法

実験に用いた流路は長さ5.3m、幅0.15m、高さ0.3mの直線水路であり、流路床からは空気を上方に供給することができる(図-1)。流路上方の端にはホッパーを設置して、粒径0.1~0.3mm、0.5~0.7mm、0.8~1.1mmの乾燥砂(粒子の比重2.6)約100lを一定量づつ流下させて定常流を発生させた。なお、この乾燥砂には流速分布計測のために粒径1.8~2.2mmのトレーサーを混入させた。実験に用いた乾燥砂の空隙率および静止摩擦角は各々35%、35°である。流路勾配は22, 22, 24, 26, 28°の5種類、流路床から供給する空気の上昇速度は約0.4m/sec(平成5年度)および流路床部における空気の圧力約20~25mmH₂O(平成6年度)を用いた。実験ではトレーサーの軌跡を高速VTRカメラ(200コマ/sec)の画像から読みとり深さ方向の流速分布を計測した。また、流路下端部で一定時間土砂を採取して全土砂濃度を計測した。さらに流路下端部に採取口の高さを変えた各種の土砂採取装置(採取口の高さ:2mm, 4mm, 8mm, 13mm)を設置して各採取口高毎に単位時間当たりの採取土砂実体積と採取口に流入する空隙を含む流量との比から、各々の深さの土砂濃度を算出し、流れの深さ方向の土砂濃度分布を求めた。

3. 実験結果

図-2、3に深さ方向における流速分布を示す。ここで縦軸の h/H は流路床からの鉛直高 h と全流動深 H との比、横軸の V_h/V_H は流路床から h の高さにおける流速 V_h と最大流速 V_H との比、 V_h/V_* は流路床から h の高さにおける流速 V_h と摩擦速度 V_* との比を表している。なお、実験の範囲では流動深は約0.6~2.3cm、壁面沿の最大流速は0.6~3.9m/secである。図-2、3の流速分布はダイラタント流体およびニュートン流体のいずれにも近似しており、これらの図から判断することはできない。また、粒径が大きくなるほど、流路勾配が緩くなるほど流速係数が小さくなることが分かる。

図-4に流路勾配と全土砂濃度の関係を示す。土砂濃度は35~55%の間で変化しており、粒径が大きいほど、流路勾配が急なほど土砂濃度が高くなる傾向にある。ちなみに、これまでに本体部の土砂濃度を与えるために用いられてきている土砂濃度と流路勾配の関係を図-4に示すが、今回得られた実験結果では土砂濃度は流路勾配の変化に対してそれほど鋭敏ではなく、むしろ一定に近いとも言える。

図-5には深さ方向の土砂濃度分布を示す。今回の実験結果では流路床付近で若干土砂濃度が相対的に低い結果が得られているが、全体としては深さ方向にほぼ一定とみなせる。また、粒径や流路勾配による影響も小さいようである。

4. 今後の課題

本体部を構成する粒径が流速係数に与える影響は大きいことが分かったが、この他にも、流路床部から供給される空気（圧力）も流速係数に大きな影響を与えるものと考えられる。今後はこれらについても検討を進め、適切な本体部の流動モデルを作成する必要がある。

参考文献

- 1) 山田孝、宮本邦明、水山高久：火砕流の流動メカニズムとシミュレーション、新砂防、Vol. 44, No. 3, pp. 20-27, 1991
- 2) 高橋保、里深好文、金銅将史、竹内竜太：火砕流の流動機構(2)、平成6年度砂防学会研究発表会概要集、PP. 41-44, 1994

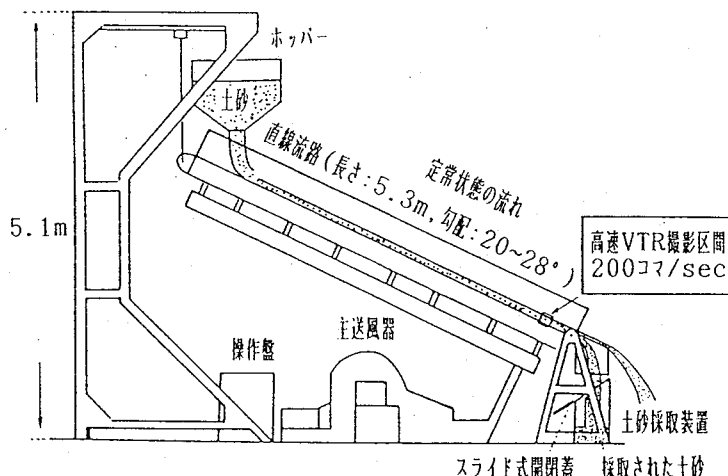


図-1 実験装置の概要

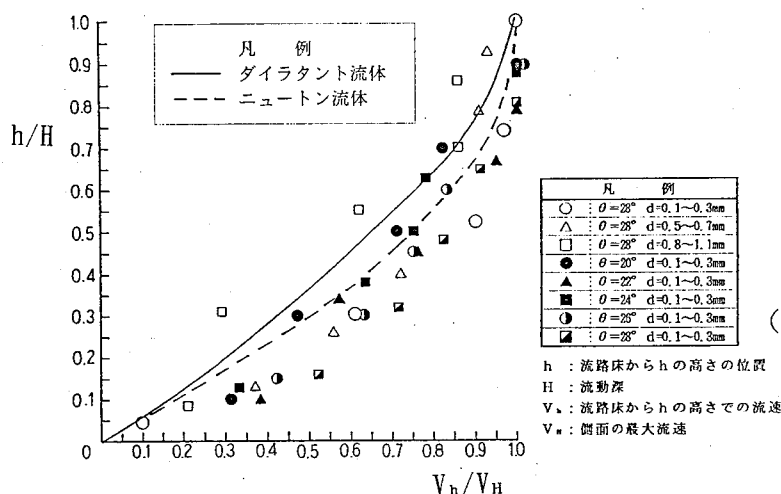


図-2 深さ方向の流速分布

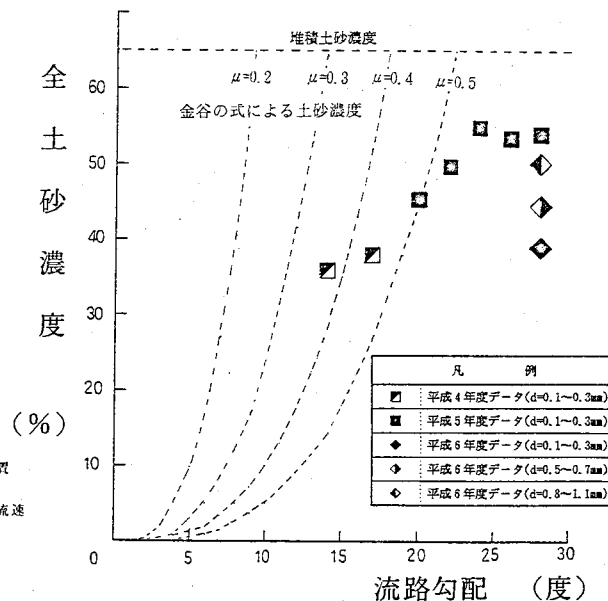


図-4 流路勾配と全土砂濃度

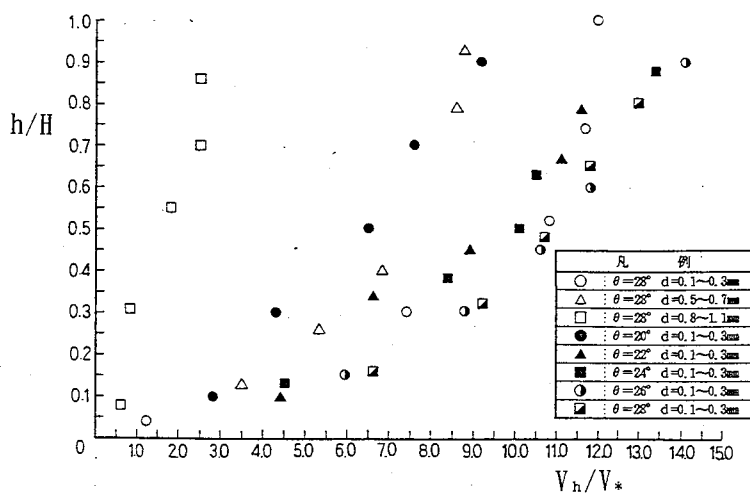


図-3 深さ方向の流速係数の分布

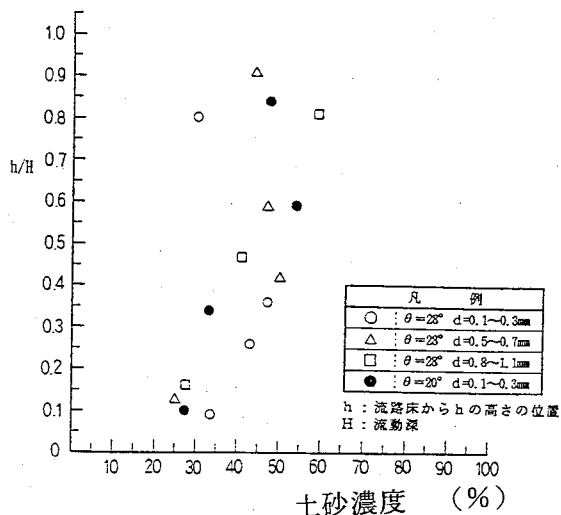


図-5 深さ方向の土砂濃度分布