

混合粒径を考慮した土石流の流動機構

京都大学防災研究所 正 員 高橋 保
 京都大学大学院 学生員 藤井由之
 京都大学大学院 学生員 ○原田達夫

★★★1. はじめに

土石流災害は毎年のように全国各地で発生し、大きな被害を与えている。この被害を防ぐためには、土石流の力学的機構の解明が必要である。本研究では、砂礫型土石流では慣性の卓越するダイラタント流動をするという立場を取り、混合粒径からなる土石流の開水路実験を行って、その流動機構について考察を行った。

★★★2. 実験方法及び条件

実験には3種類の粒径($d_m = 3.37, 1.55, 0.81\text{mm}$ 、 $\sigma = 1.58, 1.74, 1.86\text{ g/cm}^3$)の軽量骨材を用い、これらの粒子を、それぞれL、M、S粒子と名付けて区別した。水路(長さ400cm, 幅5cm, 高さ10cm)に通水を行った後、水路上流よりあらかじめ水で飽和した材料を供給した。実験は、各粒子の均一粒径の場合と、L粒子、S粒子からなる混合粒径、及び、L粒子、M粒子からなる混合粒径の場合の、計5つの場合について、濃度を色々と変化させて(5%~35%)行った。実験の際に水路側方から、水路と平行に移動できる高速ビデオカメラで粒子の運動を追跡し、水路下流においては、標準ビデオカメラを固定して流れを撮影し、濃度分布・流速分布を測定した。実験条件は、表1の通りである。

表1 実験条件

Case	Q_T (cm^2/s)	濃度 C_d	Material	勾配 θ ($^\circ$)	混合比
①	80.3	.336	L	8	
②	60.0	.284	M	8	
③	132.5	.234	S	8	
④	124.8	.264	L, S	8	1:0.33
⑤	45.8	.208	L, M	8	1:2.43
⑥	117.3	.287	L, M	8	1:0.38

実験は、各粒子の均一粒径の場合と、L粒子、S粒子からなる混合粒径、及び、L粒子、M粒子からなる混合粒径の場合の、計5つの場合について、濃度を色々と変化させて(5%~35%)行った。実験の際に水路側方から、水路と平行に移動できる高速ビデオカメラで粒子の運動を追跡し、水路下流においては、標準ビデオカメラを固定して流れを撮影し、濃度分布・流速分布を測定した。実験条件は、表1の通りである。

★★★3. 実験結果及び考察

実験より得られた濃度分布・流速分布を図1~図5に示す。各図の下図は濃度分布の実験値と、その実験値から回帰分析によって求めた放物線である。また、上図は流速分布の実験値と、理論曲線である。そのうち濃度分布を考慮した2つの式は、もとの式に上で述べた回帰曲線の濃度分布形を導入したものである。これらの図を比較すると、Case①、

及び、Case④では、濃度分布を考慮した場合と濃度分布を均一とした場合とは流速分布の分布形にあまり変化はなく、実験値は濃度分布を均一とした場合の曲線に合っている。また、Case②、Case③及びCase⑤では、実験値は濃度分布を考慮した場合の流速分布の曲線に合っている。この理由を考えると、Case①

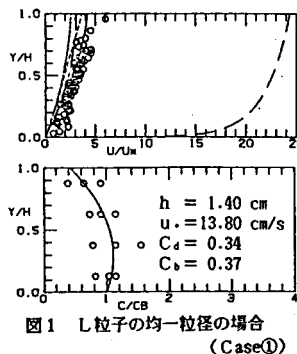


図1 L粒子の均一粒径の場合 (Case①)

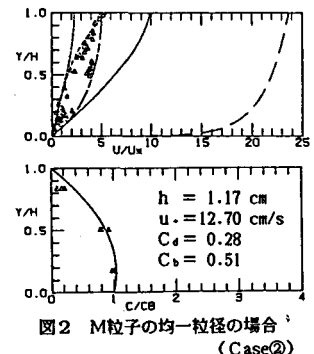


図2 M粒子の均一粒径の場合 (Case②)

では濃度分布がほぼ一定で、また、Case④ではL粒子が上に多く分布し、S粒子は下に多く分布して全体としては粒子がほぼ均一に分布しているので、濃度分布を考慮する必要はないものと思われる。一方、Case②、Case③では、粒子は下に多く分布し、また、Case⑤では、L粒子は均一に、M粒子は下に多く分布し、全体としては下に多く分布して濃度が均一ではないので、濃度分布を考慮する必要があるものと思われる。

次に、粒子の運動の軌跡を示したものが図6～図8である。粒子の運動はその粒子の平均流速で動く移動座標系で表している。これらの図をみると、粒子の上下方向の変動幅はほぼ粒径程度となっていて、粒子の運動はほぼ層状であり、これらの実験ケースでは、ダイラタント流体モデルの適用出来るような流れである事を示している。

★★★4. 結び

本研究では、混合粒径からなる土石流の流動機構について考察を行い、その結果、濃度分布を考慮すれば、粒径 d に平均粒径 d_m を用いたダイラタント流体モデルが適合することが解った。本研究では、濃度分布の分布形として実験値を回帰分析して得た放物線を用いたが、今後は、理論的に導かれた濃度分布形の解明が望まれる。また、流れの中における粒子の運動についても、その運動の特徴を定量的に評価する必要がある。

《参考文献》

- 1) 高橋保：土石流の流動機構、混相流シンポジウム(1983)187-203
- 2) 新井宗之・高橋保：泥流型土石流の流動機構、土木学会論文集 第375号/II-6
1986年11月
- 3) 高橋保・藤井由之：土石流の流動機構、昭和61年度 関西支部年次学術講演会 講演概要 II-68

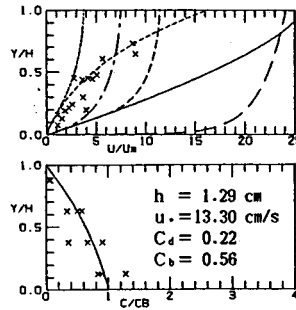


図3 S粒子の均一粒径の場合 (Case③)

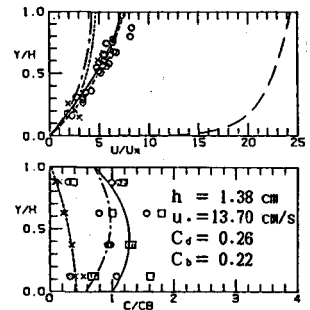


図4 L粒子、S粒子の混合粒径の場合 (Case④)

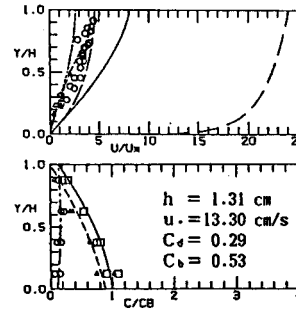


図5 L粒子、M粒子の混合粒径の場合 (Case⑤)

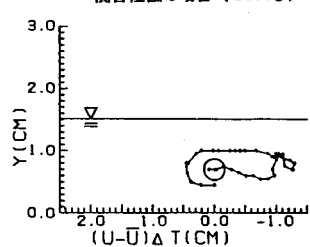


図6 Case④におけるL粒子の運動

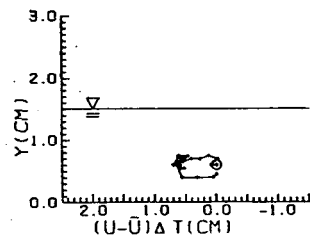


図7 Case⑤におけるM粒子の運動

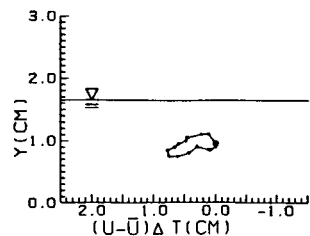


図8 Case③におけるS粒子の運動