

京都大学大学院農学研究科 ○山岸真希
 京都大学大学院農学研究科 水山高久
 京都大学大学院農学研究科 里深好文
 国土技術政策総合研究所 水野秀明

1. はじめに

石礫型の土石流において大径礫が流れの先頭部を走ってくるといわれている。先頭部の大きな岩石が後続流の流れかたを支配するという可能性も指摘されている。今回は土石流が流下する過程で粒径による篩い分けが生じていると仮定し、この現象への理解を土石流の流れ全体への理解に繋げることを目指す。様々な大きさ・比重の粒子を混合し、それに力を与えると、どんな混合条件でも粒度偏析が生じることを実験で明らかにした。実験において得られた粒度偏析の傾向をモデル化することによりあらゆる混合条件での実験結果を予測したい。また粒子の大きさの違いが流れに与える影響を明らかにするためには個々の粒子の挙動を追う必要がある。ここでは個別要素法を用いる。

2. 実験

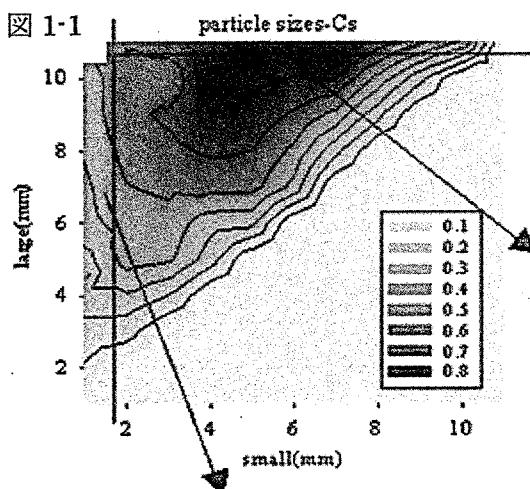


図 1-3

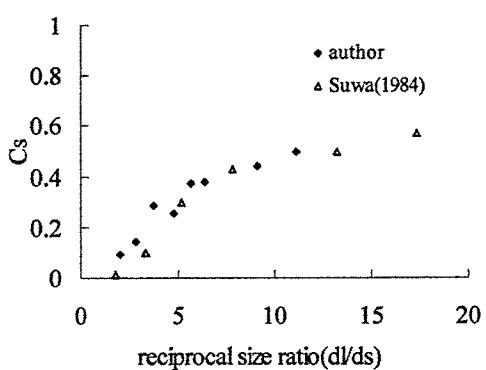
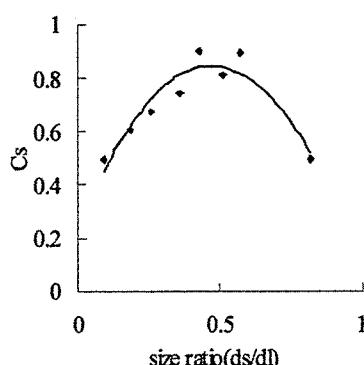


図 1-2



粒径 1.19mm～11mm のガラス粒子（表 1, 次ページ）から 2 種類の粒子を 200 g ずつ混合したものに、定常状態になるまで力を加えて、偏析度を調べた。その結果を示したのが図 1-1 であり、粒子の大きさと偏析度の関係を示す。用いた容器はアクリル製で図 2 に示したものである。

$$\text{偏析度 } C_s = \frac{pu - pd}{pu + pd} \quad (\text{after Williams, 1976})$$

pu : 上層における大きい方の粒子の質量%

pd : 下層における大きい方の粒子の質量%

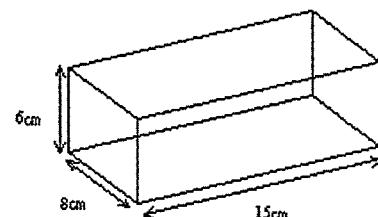
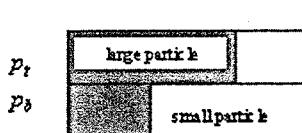


図 2

粒径 12mm、6.15mm の粒子を混合した際にもっとも大きく偏析して、ほぼ完全に 2 層に分かれた。後に、この混合条件の実験をモデル化しようとする。

表 1 実験材料

particle №	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
diameter(mm)	1.19	2.39	3.38	4.33	5.16	6.15	7.05	10	11	6.15
σ/ρ	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	3.7
material	glass	alumina								

3. 個別要素法による数値解析

表 2 で与えられる粒子群に $x = A \sin 2\pi ft$ で表される振動を与えた際の粒度偏析の様子を時間変化とともに記録した。ただし X: 振動方向の容器の座標、A: 振幅、f: 振動数、t: 時間。このときは $A=5$ 、 $f=2$ を用いた。この実験を個別要素法により再現しようとしたものを実験結果とともに示す。与えたパラメーターは表 2 に示す

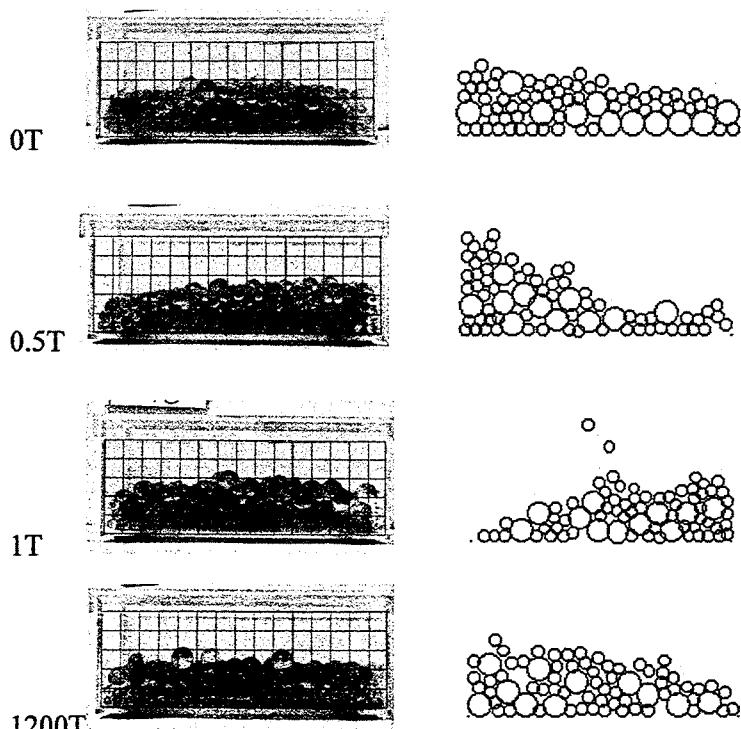


図 3 実験結果（左）及び計算結果（右）、T:周期=0.5

実験では 1 周期もあれば粒度偏析がかなり進み、定常状態では完全に上層、下層に分かれるのに対し、計算結果では大きい粒子が浮上する様子は全くみられない。パラメーターを変化させても偏析現象は観察できなかった。試しに粒径により、別々のパラメーターを与えたところ大粒径粒子の浮上がみられた。現在粒径などの情報からパラメーターを決定する方法を検討中である。

4. まとめ

与えるパラメーターによっては大径粒子の浮上を再現できる。合理的にパラメーターを決定し、実験結果を正確に再現することができれば個別要素法の適用可能性が広がる。

表 2 パラメーター

			particle to particle	particle to wall
Spring	normal	k_n (N/m)	$3.6 \times 2.5 \times 9.8$	$7.280 \times 2.5 \times 9.8$
	tangential	k_s (N/m)	$3.6 \times 2.5 \times 9.8$	$7.280 \times 2.5 \times 9.8$
Dashpot	normal	η_n (N sec/m)	$15.3 \times 2.5 \times 9.8$	$30.06 \times 2.5 \times 9.8$
	tangential	η_s (N sec/m)	$15.3 \times 2.5 \times 9.8$	$30.06 \times 2.5 \times 9.8$
摩擦係数		μ	0.577	0.177
	timestep	Δt (sec)	1.0×10^{-4}	

参考文献 1) 諏訪浩・奥田節夫・小川恒一：土石流における粒度偏析過程 その 1 - 大径礫の先端集中と動的篩作用による逆級化-, 京大防災研究所年報, 第 27 号 B-1, p.409-423