

斜面上の粒状体に関する実験

東北大学工学部 学生員 ○木ノ本 剛

東北大学大学院 佐藤 英司

東北大学大学院 フェロー 沢本 正樹

1. はじめに

地滑りや斜面崩壊、土石流等の土砂災害に対する適切な対策を立てるに当たって、土砂の流動機構の解明が必要とされているが、これらの現象を解明するためには粒状体の流動機構を知る必要がある。

そこで今回の実験では粒状体の流動機構を知るために、砂の安息角程度に傾斜をつけた水路を用い粒子流を発生させ、その挙動を観察した。そして観察結果を用いて粒子流の流速分布を調べた。

2. 実験装置ならびに実験方法

2.1 実験装置

実験装置は下流端に堰を設けた幅 10cm、高さ 25cm、長さ 400cm の長方形断面水路を制作した。流路側面は粒子流の状態を観察できるように両面アクリル板を用いた。流路の傾斜は砂の安息角に近い 32.58 度に設定した。下流端の堰は下部 10cm を固定し、上部 15cm は滑車を通し重りをつけたワイヤーと接続し、重りを落とすことで瞬時に堰が外れるようになっている。実験装置の概略図を図-1 に示す。

2.2 実験方法

実験は、この流路に砂を底から 20cm まで満たし、下流端上部の堰を外すことにより粒子流を発生させる。ここで実験に用いる砂は、阿武隈川河口から採取してきた砂とコンクリート用の細骨材をよく水洗いし、乾燥炉で乾かしたものを篩にかけ粒径のばらつきを小さくしたものをを用いた。

発生した粒子流を下流端から 50cm の側面から高速度ビデオで撮影し、現象が開始してから 20 秒後の移動層厚や粒子速度を測定した。また流路の真上からもビデオを用いて撮影し、表面の粒子速度も測定した。高速度ビデオで撮影した流路側面の画像から、粒子を連続的に追跡しその座標を読み取ることによりラグランジュ的に速度を求め、多数の粒子を追跡することにより流路側面の流速分布を求めた、また同様に表面の流速分布も求めた。

また下流端では、流れを採取し、単位幅流砂量を測定した。実験条件を表-1 に示す。

表 1 実験条件

粒径 d_{50} (mm)	流路勾配	測定時間	砂の比重
0.29	32.58 度	18~22sec	2.71
1.08			2.68

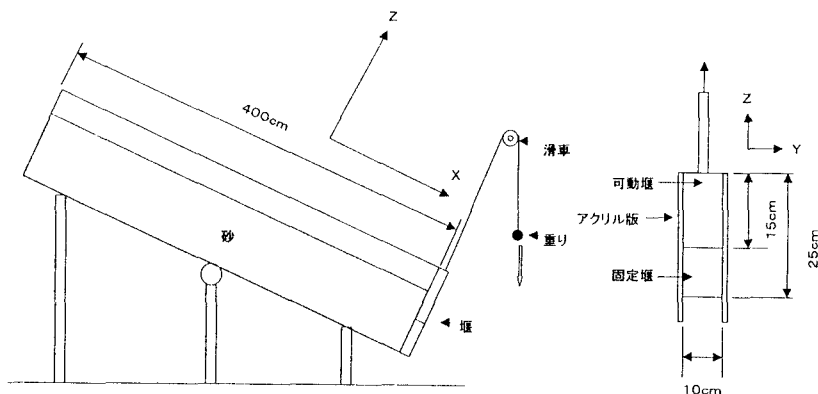


図-1 実験装置概略図

3. 実験結果とその考察

図-2 は現象が開始してから 20 秒後における側面の流路方向の流速分布を示している。いずれの流速分布においても、粒子移動層の下層では流速の乱れはそれほどなく、上層に近くなるにつれて流速に乱れが生じてくる。粒子移動層の下層では粒子の濃度が高いがために粒子同士が互いに接触しやすく、粒子が乱れにくくなっているからである。

また粒径別に比べてみると、粒径が小さいほうが乱れは小さくなる。これは粒径が小さければそれだけ密な状態を作りやすくなるために、上と同じ理由で乱れを制御しているからである。実際撮影した映像からも粒子が小さい程、全体的に濃度が高い事を確認できた。

また今回の実験で得られた流速分布は関数として $y = a \times \log\{b \times (x+1)\}$ でほぼ近似できる。

図-3 は同じく現象が開始してから 20 秒後における表面の流速分布を示している。図から見て解るように粒子は側壁に接する粒子は壁面の摩擦により減速されていることが分かる、だが壁面からある程度離れることによって壁面の影響が微少になり、表面流速を求める事ができる。

側面の流速分布と表面の流速分布からも流速は粒径が大きい方が速くなるという事が分かった。

図-4 は単位幅流砂量の時間変化を示している、単位幅流砂量においても、粒径が大きいほど現象開始から 20 秒後における流砂量が多くなっている、このようなことから流速と流砂量の間の関係求める事ができる。

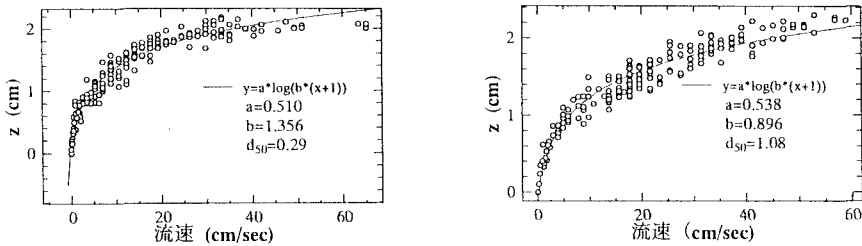


図-2 側面の流速分布

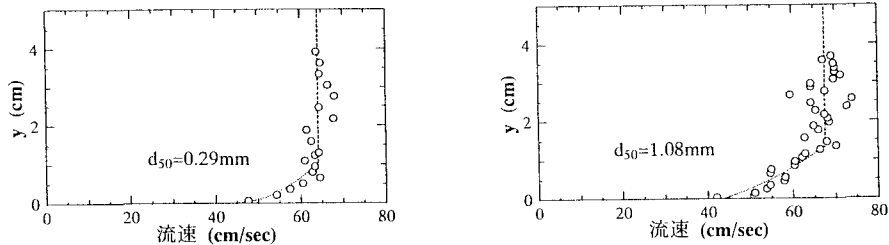


図-3 表面の流速分布

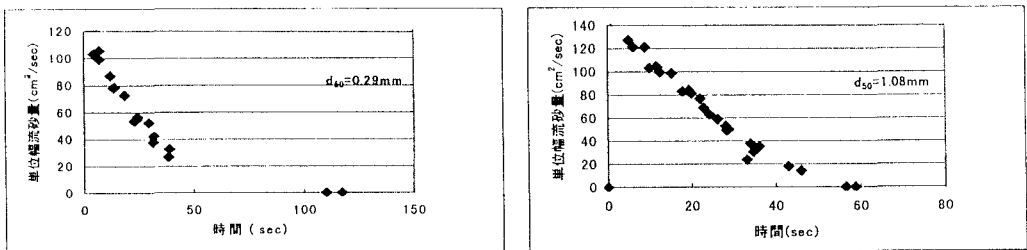


図-4 単位幅流砂量と時間の関係