

## 土石流の流動パターンに関する実験

東洋大学 学生会員 ○伊東 琢磨  
学生会員 石井 久之  
フェロー会員 荻原 国宏

### 1. 目的

本実験は土石流のメカニズムを知るためのものである。自然発生による土石流とダムの決壊によって発生する土石流を想定した実験である。土石流の基本的モデルとして砂の粒径 3 パターンについて砂と水の混合する割合を変化させ実験を行う。合計 135 ケースの実験から衝撃力、流速などの関係を検証し評価する。

### 2. 方法

実験装置概略図

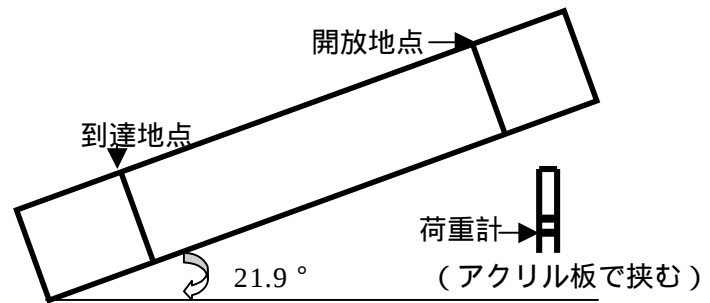
縦断面

全長：6 m（計測範囲：5.3m）

水路の深さ：0.23m

傾斜角度：21.9°

砂の粒径（直径 2.5 mm、5 mm、10 mm）



- 1) 開放地点と到達地点にそれぞれ観測員を置き、開放地点のゲート開放した時点から時間を計り始めストップウォッチを用いて測定し両方の値の平均を取り到達時間とし、それらを使い流速を算定する。
- 2) ひずみ計とデータロガーを接続した荷重計を到達地点に設置し、開放地点に砂と水を堆積させ、板を一気に引き抜き砂と水を開放する。求められた衝撃力をパターン分けしそれらの関係を検証し評価する。

### 3. 結果と考察

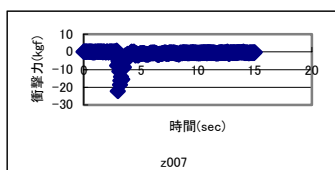
#### 1) 流速のデータ

表 1

| 砂の重さ<br>(kg) | 水の質量<br>(kg) | 粒径 2.5mm<br>(m/sec) | 粒径 5mm<br>(m/sec) | 粒径 10mm<br>(m/sec) | 砂の重さ<br>(kg) | 水の質量<br>(kg) | 粒径 2.5mm<br>(m/sec) | 粒径 5mm<br>(m/sec) | 粒径 10mm<br>(m/sec) |
|--------------|--------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------|--------------|---------------------|-------------------|--------------------|
| 3            | 2            | 1.886121            | 1.959335          | 1.903052           | 4            | 2            | 1.325               | 1.71521           | 1.679873           |
|              | 3            | 2.355556            | 2.217573          | 2.403628           |              | 3            | 2.145749            | 2.158859          | 2.289417           |
|              | 4            | 2.683544            | 2.548077          | 2.690355           |              | 4            | 2.476636            | 2.355556          | 2.585366           |
|              | 5            | 2.690355            | 2.724936          | 2.888283           |              | 5            | 2.610837            | 2.731959          | 2.753247           |
|              | 6            | 2.92011             | 2.819149          | 2.952646           |              | 6            | 2.804233            | 2.811671          | 2.896175           |
|              | 7            | 2.960894            | 2.952646          | 3.054755           |              |              |                     |                   |                    |

過去の事例において土石流の流速は 3～21m/sec である。これに相当する流れにあう実験結果は、粒径 2.5mm で 8 ケース、粒径 5mm で 3 ケース、粒径 10mm で 10 ケースあった。流速のみで考えるとこれらは土石流と考えられる。目視した結果では 3m/sec 以下でも土石流といえるものが存在した。ゲートを開放し砂が動きその後に砂と水が混ざったものが砂をのみ込むまでに時間がかかり、その後一気に流れ落ちているといった結果が得られたからである。以下の点から目視をし、砂と水が混ざったものが砂をのみ込んだ時から時間を計り始めると良いと推測される。

#### 2) 衝撃力のグラフ 図 1



流れによる衝撃荷重データを見ると、砂の量 1 kg 以外がすべて負荷重であった。1kg は、量が少なく分散し荷重計に衝突したために正荷重であったと考えられる。その他の重さについては水が多く一気に荷重計に衝突したために荷重計の隙間に入り荷重計の前板を水が押し上げ負荷重が発生したと考えられる。

キーワード 土石流 流速 衝撃力のパターン分け

連絡先 〒350-8585 川越市鯨井 2100 TEL 049-239-1395 FAX 049-231-4482

図2 パターン1

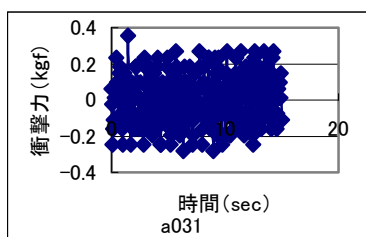


図3 パターン2

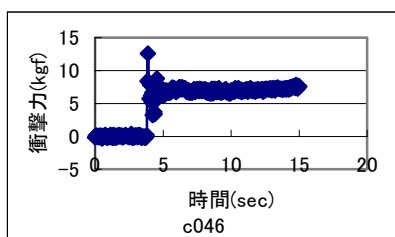


図4 パターン3

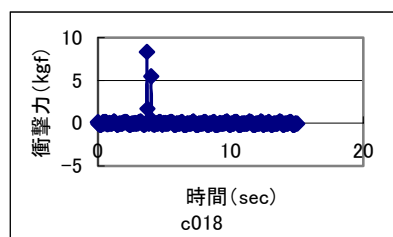


図5 パターン4

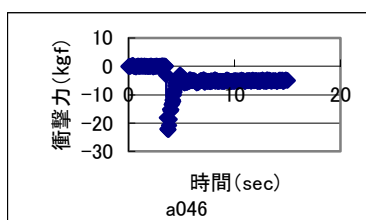


図6 パターン5

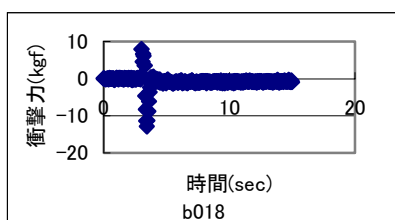
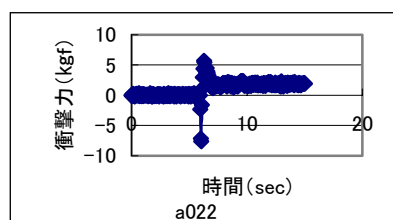


図7 パターン6



パターン1 土石流が荷重計まで達しなかったもので5ケースあり、砂が多く水が少ないものが多かった。これは砂が斜面に平行な力よりも重くその場に堆積したために流れなかったと考えられる。流下時に生じた振動によって衝撃力が記録されたと考えられる。

パターン2 正荷重の後に、土石流の堆積による荷重が記録されたもので14ケースあり、粒径10mmが多かった。これは砂と水が混ざったものが一気に荷重計にあたってその後、砂が体積したと考えられる。

パターン3 正荷重の後に、土砂の堆積による荷重記録されなかったもので6ケースあり、粒径10mmで砂の量に対して水の量が2～9倍と比較的多い時に見られた。これは水が多く荷重計にあたった時に水と砂が散らばったためにその後堆積物がなかったと考えられる。水が多いために砂の中に水が入るというわけではなく、水の中で砂が浮いている状態のため衝突時に散らばってしまったと考えられる。

パターン4 負荷重のみ記録されたもので20ケースあり、粒径2.5mmのものも多く砂に比べて水が多い時に見られた。これは荷重計にあたる時に水が先に到着したと考えられ、その際荷重計の下の際間から水が入り込んだため荷重計の前板を水が押し上げたため負荷重が発生したと考えられる。その後、水と砂が散らばり堆積物がなかったものと考えられる。

パターン5 正荷重の後に、負荷重が記録されたもので31ケースあり、粒径2.5mmは砂のほうが多い時粒径10mmは水の方が多い時に見られた。これは砂と水が混ざったものが荷重計にあたった後、荷重計の際間から水が流れ込みこういったパターンができたと考えられる。水が多いものは、砂が少量で水と砂が混ざったものが流れその後に砂と混ざらなかった水が流れたと考えられる。

パターン6 負荷重の後に、正加重が記録されたもので30ケースあり、粒径2.5mmが一番多く、粒径10mm、粒径5mmといった順番のケース数があった。これは水が先に流れ荷重計の際間から入り込み荷重計の前板を押し上げ、負荷重を発生させその後に水と砂の混ざったものが来たためと考えられる。

パターン分けを粒径ごとに見てみると粒径2.5mmの場合は、パターン4が19ケースあり最も多く、砂の量が少ないところに集中している。粒径5mmの場合は、パターン5が23ケースあり最も多く全体的に分布している。粒径10mmの場合は、パターン2が11ケースあり砂の量が多いところで分布している。以上の結果より粒径が2.5mm以下の時はパターン4、中間的な粒径の場合はパターン5、粒径が10mm以上の時はパターン2が多く分布すると考えられる。

#### 4. 結論

本実験では傾斜角度21.9°、粒径3パターンについて実験をおこない以上の結果が得られた。土石流のメカニズムを知るため今後は傾斜角度、粒径パターンを変えて実験を行う必要があると考える。