

## 斜面崩壊土砂の堆積形状と到達域に関する室内模型実験

協和設計株式会社 寺田 幸太

### 1. 研究背景・目的

山地が多く脆弱な地盤が広く分布し、自然災害が多く発生する日本では、降雨や地震等の発生により山の斜面が崩れ、付近の家屋や住民に大きな被害を与えるケースがある。

さらに山地のすぐそばや山の斜面を切り崩したような危険個所で災害が発生した場合、被害を免れることは難しい。というのも土砂災害は局所的かつ突発的に発生し、土砂と石が高速で移動するためだ。土砂災害から自身の身や財産を守るためには、斜面崩壊時の土砂の堆積形状・到達域を把握し、被害が及ぶ危険区域を避けることが重要である。

1) 2) 3)

そこで本研究では、崩壊土砂の堆積形状・到達域と斜面勾配などの関係について、観察より例示することを目的として室内模型実験を行う。また、Fringe 画像を堆積物に投影し、対象の形状を観測することで、崩壊土砂・斜面傾度と堆積形状の関係について、三次元的な傾向観察を試みる。

### 2. 実験方法

実験は、図-1のようにコンパネで作った斜面板上で砂試料を開放し、試料の堆積形状を記録するという方法で行う。このとき、斜面傾度 $\theta$ を $35\cdot 40\cdot 45\cdot 50\cdot 55^\circ$ 、砂の流下質量 $m$ を $100\cdot 300\cdot 500\cdot 700\cdot 900\text{g}$ 、砂の流下長さ(斜面上初期位置) $L$ を $10\cdot 20\cdot 30\text{cm}$ と変化させ、計75通りの条件で繰り返し実験を行う。結果から到達長さを測定し、流下試料体積 $V$ の三乗根で相対化し到達域を定量的に表現する。そして変化させる条件が到達域に及ぼす影響を観察・比較する。

試料には鳥取砂丘砂で粒径 $2\text{mm}$ 以下かつ気乾燥状態のものを用いる。ここでの気乾燥状態は、砂をシートに広げ、空気が全体に触れるよう何度か混ぜ、1日放置するものとする。

斜面板を流下させる試料の斜面板上の塩ビパイプへの詰め方については、所定質量を容器に準備の上、斜面上に設置した塩ビパイプに入れ、ヘラ棒で砂の表面が斜面と平行になるよう均す。平行については目視で確認する程度とする。この時の密度は、塩ビパイプに $100\text{g}\cdot 300\text{g}\cdot 500\text{g}\cdot 700\text{g}\cdot 900\text{g}$ それぞれの質量の砂を平面上で測り入れ、ヘラ棒で均したときの高さ $h$ と塩ビパイプの断面積から体積を測り、パイプ内の砂の

質量を測った体積で除して算出する。結果、 $100\text{g}\cdot 300\text{g}\cdot 500\text{g}\cdot 700\text{g}\cdot 900\text{g}$ それぞれほぼ同じ値となった。5つの平均密度は $1.489\text{g}/\text{cm}^3$ となり、相対密度で表現すると32.7%であった。これは中密詰めであるが、ゆる詰めよりの値といえる。本実験ではこの手法による密度で設置した砂を用いて毎回実験を行う。試料特性については、JIS 規定に基づく土質試験の結果より表-1に示す。

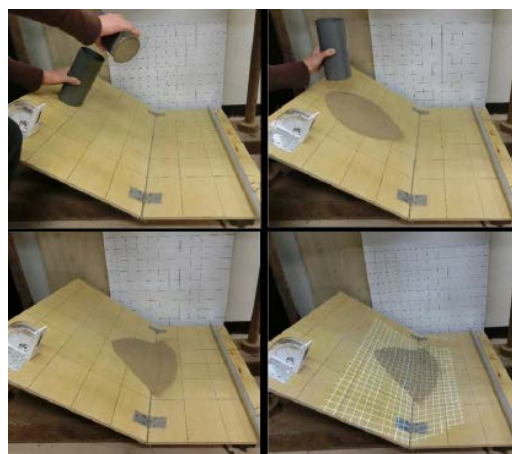


図-1 実験時

表-1 試料特性

	鳥取砂丘砂
土粒子密度	$2.652\text{g}/\text{cm}^3$
最大密度	$1.719\text{g}/\text{cm}^3$
最小密度	$1.398\text{g}/\text{cm}^3$
自然乾燥時の含水比	0.23%
実験時密度	$1.489\text{g}/\text{cm}^3$
安息角	$30^\circ$

### 3. 実験結果

流下試験による流下砂の到達域の計測から得られた結果を、変化させる条件ごとに比較し、斜面流下条件の違いが到達域に及ぼす影響について観察した。

図-2のように最大到達距離を $D$ 、最大到達幅を $W$ とする。斜面傾度の増加は $D$ を大きくする影響を与えるが、 $W$ に与える影響は軽微であることが明らかとなった。それとは逆に、流下質量と流下距離の増加は、 $W$ を大きくする影響を与えるが、 $D$ に与える影響は軽

微であることが示された。

堆積した砂に Fringe 画像をあてたものの1つを図-3に示す。この画像から堆積物の形状を観測し、崩壊土砂・斜面傾度と堆積形状の関係を示すために、本研究では MathWorks の matlab を用いた。matlab によって Fringe 画像を投影した状態の堆積物の画像を二値化し、堆積物に当たり変化した Fringe の線を matlab によって読み取り、画像解析を行う。を二値化したものを図-4として示す。これらの画像から、等高線のように Fringe が変化しているのが確認できる。

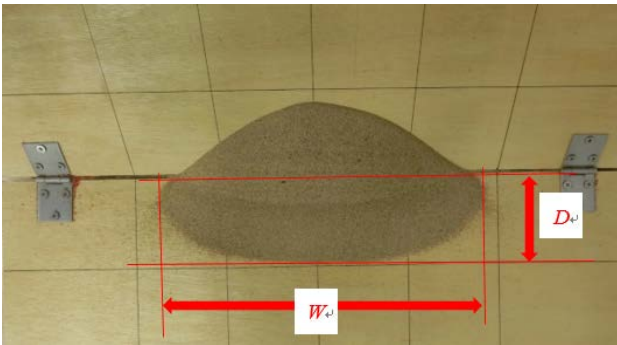


図-2 最大到達距離・最大到達幅

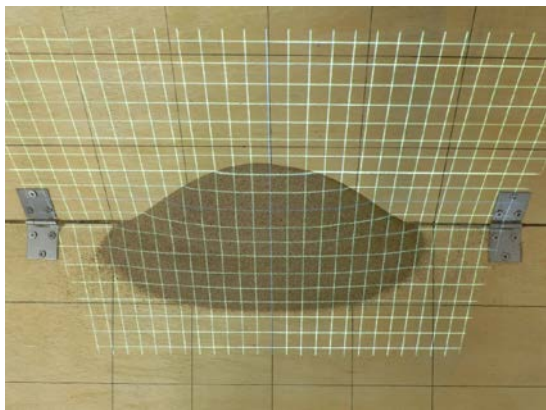


図-3 Fringe 画像投影

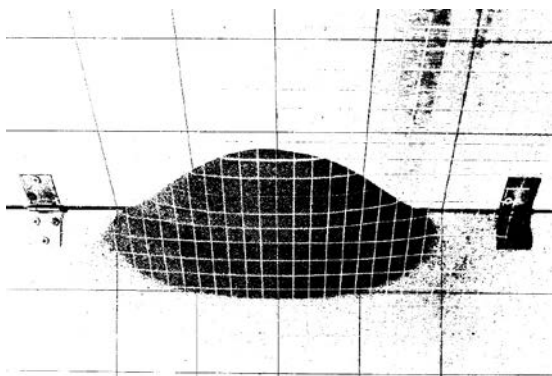


図-4 Fringe 画像投影二値化画像

#### 4. 結論

今回行った実験により、二次元的に堆積形状を把握した。今後の利用について、Fringe の二値化画像から等高線を読み取ることで、そこから堆積物の高さが判断でき、それによって堆積物を立体として把握し、形状の三次元的な傾向観察に利用できればと考えている。

#### 5. 参考文献

- 1) 高野秀夫 (1983) 『斜面と防災』 築地書館株式会社 : 179pp
- 2) 土木学会, 地盤工学委員会, 斜面工学研究小委員会, 委員長, 後藤聡 (2009) 『家族を守る斜面の知識～あなたの家は大丈夫?～』 社団法人土木学会 : 162pp
- 3) 土木学会地盤工学委員会斜面工学研究小委員会「知っておきたい斜面のはなし Q&A」編集委員会, 委員長, 後藤聡 (2005) 『知っておきたい斜面のはなし Q&A-斜面と暮らす-』 社団法人土木学会 : 291pp