

斜面下の地盤が崩壊土砂の到達距離に及ぼす影響に関する模型実験

鳥取大学 学生会員 ○松浦 悠斗
鳥取大学 正会員 小野 祐輔
鳥取大学 正会員 河野 勝宣

1. 研究の背景と目的

我が国では降雨や地震による斜面崩壊が多発している。斜面崩壊は、社会基盤構造物に損害を与え、さらには人的被害を引き起こす恐れがある。斜面崩壊に対する対策を検討する上で重要な情報として、崩壊土砂の到達範囲がある。そのため、斜面崩壊による崩壊土砂の流動距離に着目した研究は、これまで多数行われてきた(例えば土田ら²⁾)。また、原子力発電所耐震設計技術指針¹⁾では、地震等による斜面崩壊の崩壊土砂の到達距離は斜面高さの約1.4倍以内、あるいは約50m以内としている。

ところで、斜面下の平地部の地盤の性質は崩壊土砂の到達範囲に影響を与えと考えられる。例えば、北海道胆振東部地震により大きな被害を受けた厚真町では、斜面崩壊による崩壊土砂が流入することによって、田んぼが隆起していた。当然、この隆起が崩壊土砂の到達範囲に影響を及ぼしたはずである。しかし、崩壊土砂の到達範囲に対して斜面下の地盤と崩壊土砂との相互作用がどのように生じるのかについては不明な点が多い。先述の土田ら²⁾においても、斜面下の平坦部の地盤の影響に着目した検討は行われていない。

以上の背景に基づき、本研究では斜面で発生した崩壊土砂が平地部に流入した際に平地部に生じる変形と崩壊土砂の到達距離の関係を明らかにするための模型実験を実施した。

2. 模型実験の概要

本研究の模型実験では、アクリル板を用いて土槽を作成し、崩壊土砂と斜面下の平坦な地盤を設置した(図2)。斜面は 30° ~ 50° の範囲で 5° 刻みに角度を変更できるようにした。崩壊土砂にはアルミナボール(密度は 3.3 g/cm^3)を用いた。崩壊土砂であるアルミナボールは粒径 d が 5 mm と 3 mm の2種類のものを使用した。アルミナボールは、斜面上に四角形に設置した。高さ h は 5 cm で固定し、設置幅 a が 3 cm 、 6 cm の2パターンを用いた。それぞれ、アルミナボールの総質量が 400 g 、 800 g となった。平坦部には粗粒度である乾燥状態の三河珪砂V3号を使用した。実験装置の寸法は、図1に示すとおりである。なお、斜面距離を L 、斜面傾斜角度を α としている。

実験手順は、以下の通りである。

1. 指定した傾斜角度になるように斜面を固定する。
2. 振動を与えて平地部を締め固める。
3. 平地部の表面が水平になるようにヘラで整地する。
4. 流下物を指定の位置に設置する。
5. 流下物を流下させ、その様子を高速度カメラ、ビデオカメラ、デジタルカメラで撮影する。

斜面の傾斜角度は、 31° 、 36° 、 42.5° 、 50° の4通りで実験を行った。斜面の下端からそれぞれ 50 cm 、 100 cm の位置(斜面距離 L)に木の板による仕切りを設けて流下物を設置し、上方へ素早く引き抜いて流下物を流した。

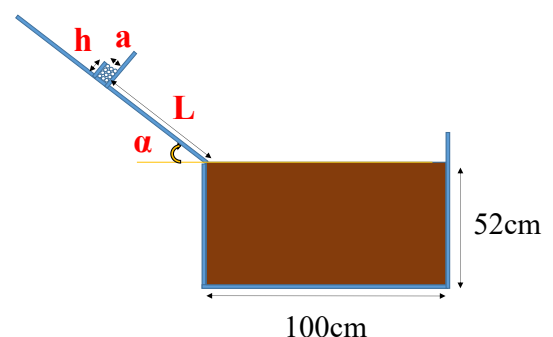


図1 実験装置の寸法

キーワード 模型実験, 流動距離, 隆起, 変形

連絡先 〒680-8552 鳥取市湖山町南4丁目101 鳥取大学大学院持続性社会創生科学研究科工学専攻

T E L 0857-31-5286

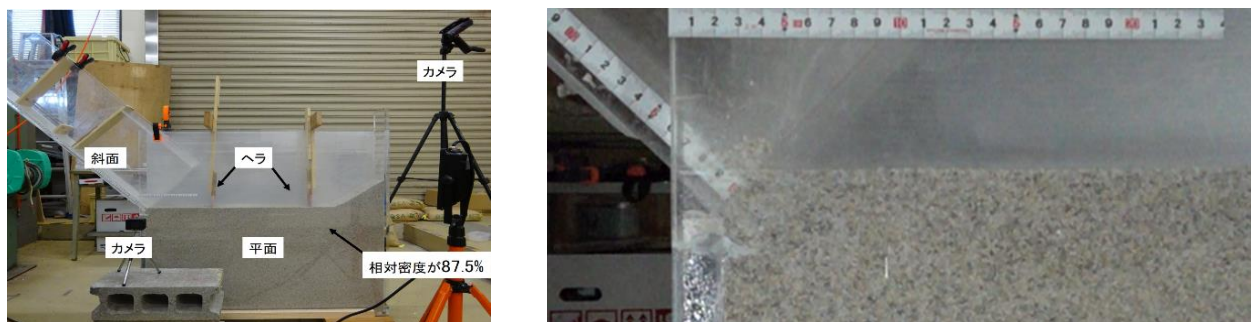


図2 実験装置

平坦部は図3に示すように斜面部との境界部の3カ所にL字アングルを差し込み、振動を与えて締め固めた。なお、締め固め後の相対密度は87.5%であった。本研究では、他のアルミナボールとの距離がアルミナボール1個分以内である場合には連続した土砂とみなし、連続した土砂の先端部を流動距離 D として計測した(図4)。平坦部に生じる変形については斜面下端の位置を基準として、生じた隆起の高さ H を測定した(図5)。なお、各パターン3回ずつ実験を行っており、流動距離と隆起の高さはともに3回の測定の平均値で記した。

3. 実験結果と考察

各実験パラメータが、平地部に生じる隆起、流下物の乗り越え運動、流下物の流動距離へ及ぼす影響を整理した。実験を行ったケースを表1に示した。

平地部の隆起の高さと斜面傾斜角度の関係を整理したところ図6のようになった。斜面傾斜角度が増加すると隆起の高さも増加した。ケース3とケース1、ケース4とケース2をそれぞれ比較すると、斜面距離が大きい実験ケースの方がそれぞれ隆起の高さが大きくなる結果となった。また、ケース6とケース5を比較すると流下物の総質量が大きい実験ケースの方が隆起の高さが大きくなる結果となった。さらに斜面傾斜角度が大きくなるにつれて、ケースの違いによる隆起の高さのばらつきが小さくなる結果となった。

次は、流下物の流動距離と斜面傾斜角度の関係について整理した結果が図7である。斜面傾斜角度が増加すると流動距離も増加した。また、斜面距離あるいは流下物の総質量が大きいほど流動距離が大きくなった。この結果は土田ら²の結果と調和的である。

4. 結論

本研究では、斜面崩壊土砂の到達範囲に及ぼす平坦部の地盤の性質の影響を検討することを目的とした模型実験を実施した。平坦部を砂で作成することで、崩壊土砂に見立てたアルミナボールの移動と平坦部の隆起



図3 締め固めの様子



図4 流動土砂の先端

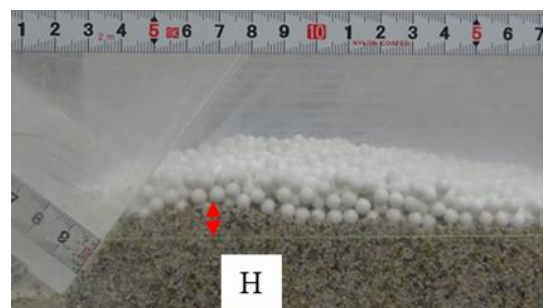


図5 隆起の高さ

表1 実験ケース

	アルミナボール径 d (mm)	斜面距離 L (cm)	流下物の設置幅 a (cm)
ケース 1	5	50	3
ケース 2	3	50	3
ケース 3	5	100	3
ケース 4	3	100	3
ケース 5	5	50	6
ケース 6	5	100	6

の様子を撮影し、さらに流動距離を測定した。実験から得られた知見を以下に示す。

- (1) 流動距離 D が斜面距離 L ，流下質量，斜面傾斜角度 α の増加と共に増加した。この結果から、実際に崩壊土砂の流動距離の予測をする際には、斜面距離 L ，流下質量，斜面傾斜角度 α を考慮することの重要性を示唆していると考えられる。
- (2) 平地部に生じる隆起の高さ H は、斜面距離 L ，流下質量，斜面傾斜角度 α の増加と共に増加した。

本研究では、平坦部の地盤には三河珪砂 V3 号を使用し、実験を行った際の相対密度は 87.5%と密な状態であった。今後は、平坦部の地盤の相対密度を小さくした実験を実施し、今回の結果との比較を行う予定である。

参考文献

- 1) 日本電気協会：原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987, p.89, 1987.
- 2) 土田章仁，下條洋介，西村強，河野勝宣：斜面を流下する土砂の到達域に関する室内模型実験と質点モデルによる表現，地盤工学ジャーナル，Vol.15, No.1, pp.159-169, 2020

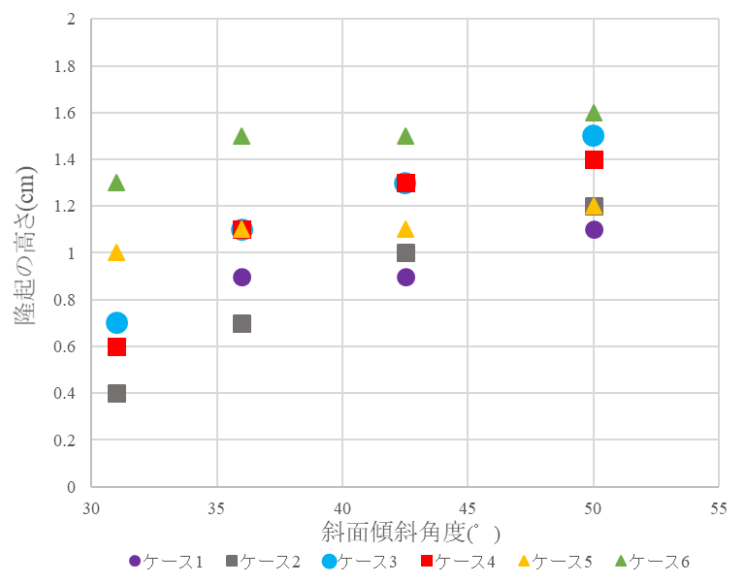


図6 隆起の高さと斜面傾斜角度

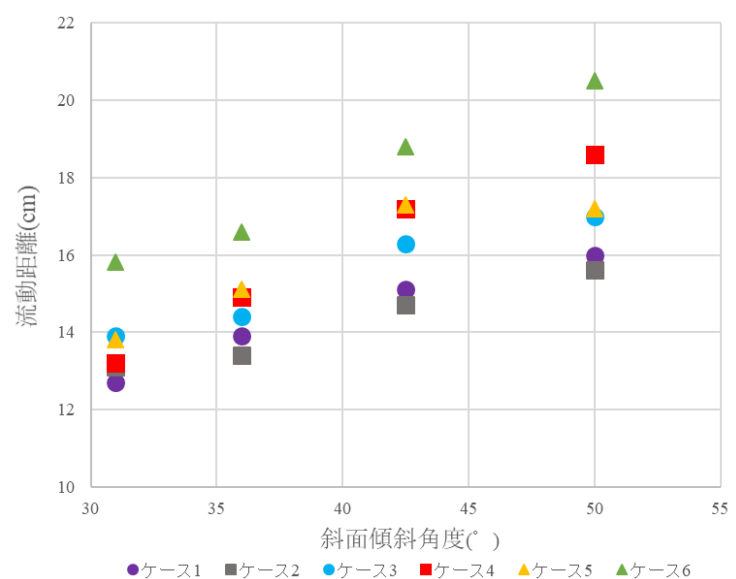


図7 流動距離と斜面傾斜角度の関係