

遠心場降雨発生システムの開発と斜面崩壊の発生メカニズムの解明

東京都市大学 学生 ○友岡 亮太郎

東京都市大学大学院 学生 高德 亮太

東京都市大学 正 伊藤 和也 正 田中 剛

1. はじめに

近年、斜面崩壊による災害が多く発生している。斜面を不安定化させる要因には、斜面を急勾配に切土掘削する人為的なものと降雨や地震などによる地盤の風化や重量増加、斜面に生えている植物の状況変化などの自然現象に大別される。本研究では降雨による斜面崩壊発生メカニズムを解明することを目的に遠心模型実験にて降雨を発生させるシステムの開発を行った。本報告では、開発した遠心場降雨発生システムを用いて 1G 場と遠心場の降雨分布状況について確認し、その後遠心加速度 50G 場にて降雨による斜面崩壊発生状況について述べる。

2. 遠心場降雨システムによる降雨量分布結果

(1) 実験概要

遠心場降雨発生システムを用いて降雨分布の状況を確認した。図 1 に今回行った遠心模型実験で用いた土槽の概要を示す。土槽内底部から 30mm の位置に降雨量分布を確認するための小型ビーカーを設置した。散水ノズルの位置は土槽中心（奥行 60mm）に 2 台配置し、散水ノズルからビーカーの距離は 180mm とした。

(2) 実験方法

実験方法を以下に示す。まず、土槽の底部に発泡スチロールを設置し、その上にビーカーの中心間の距離を 30mm 間隔で縦 4 列、横 11 列に設置した。その後、重力場と遠心加速度 50G 場で 0.3MPa の空気圧を与えて 10 分間散水させた。実験終了後にそれぞれの小型ビーカーに溜まった水の量を計測して降雨分布の状況を確認した。

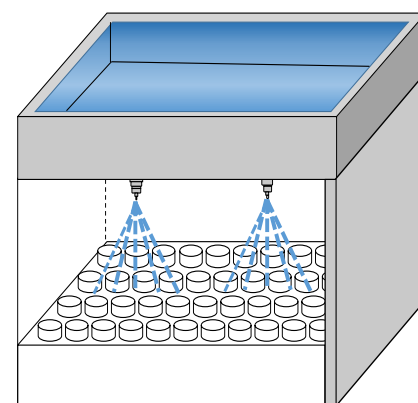


図 1. 使用した土槽

(3) 実験結果

図 2 に 1G 場での降雨の分布図、図 3 に遠心場での降雨の分布図を示す。+印がついている部分にノズルが設置されている。2つの図を比較すると、遠心場では 1G 場の降雨している範囲がアクリル面側に移動していることがわかる。1G 場と違いアルミ面側に降雨されていないのは、遠心模型実験ではコリオリ力が働き、雨滴の軌跡が手前に変化するためである。そこでコリオリ力の影響を少なくするためにノズルの高さを 3cm 下

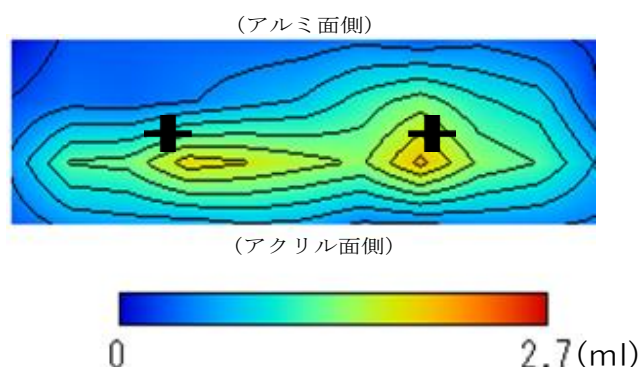


図 2. 1G 場の降雨量の分布状況

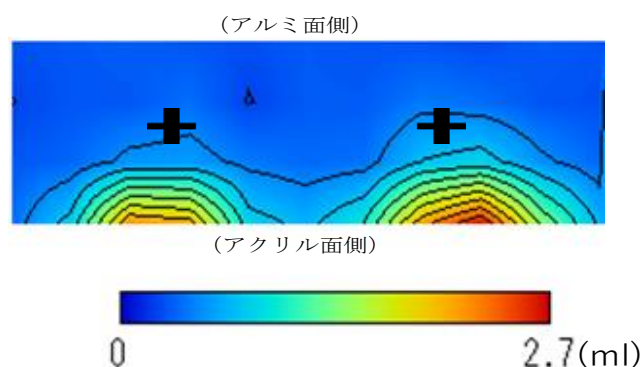


図 3. 遠心場の降雨量の分布状況

キーワード 降雨分布, 遠心場降雨発生システム, 斜面崩壊,

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1 丁目 28-1 東京都市大学 TEL:03-3703-3111 E-mail : g1518074@tcu.ac.jp

げて再度実験を行った．その時の降雨の分布図を図 4 に示す．図 3 と比較すると降雨がノズルの真下部分に分布していることが分かる．高さを下げることでコリオリ力による雨滴軌跡の曲がりがある程度抑制できることが確認された．以上の結果から斜面崩壊実験では落下高さ 8cm にて実験を行った．

3. 降雨による斜面崩壊の遠心模型実験

(1) 実験概要

写真 1 に実験前の土槽の写真を示す．模型斜面に使用した試料は青粘土と珪砂 7 号を 3 : 1 の割合とし，含水比 $w=13\%$ ，湿潤密度 $\rho_t=1.5\text{g/cm}^3$ に設定しベロフラムシリンダーを用いて 2 層に分けて締め固めた．作製した地盤はベニヤ板で 60 度斜面状とした型枠をガイドとして切り取った．模型斜面は高さ 90mm，斜面勾配は 60°となっている．降雨発生ノズルは斜面と法肩の上部に配置されている．遠心加速度は 50G に設定し，50G 到達後降雨を開始し，斜面崩壊が発生し変化がなくなるまで降雨をさせた．

(2) 実験結果

写真 2 に実験後の土槽の写真を示す．実験前後（写真 1 と写真 2）を比較するとアクリル面側の斜面が変形していることが分かる．写真 3 に上から撮影した地盤表面の斜面変形状況の写真を示す．斜面はアクリル面側では流動して変形しているがアルミ側では大きな変形は見られない．実験終了後に行った含水比測定の結果，アルミ側は $w=26.2\%$ なのに対し，アクリル面は $w=19.9\%$ と差があり，降雨を全体に均等に与えられていないことが示された．しかし，降雨が与えられている範囲では斜面が大きく変形していることが確認された．今回の実験結果ではガリ浸食は確認されず十分細かい雨滴が降雨されていることが分かった．

4. まとめ

本報告では，遠心場降雨発生システムの降雨分布および降雨による斜面崩壊の遠心模型実験について述べた．遠心場（回転場）では，コリオリ力が働くことで降雨軌跡が曲がってしまうため落下高さを低くする必要があることがわかった．遠心場降雨実験ではコリオリ力による降雨の軌跡のずれによって斜面崩壊は起きるが含水比の違いによる斜面変形の違いが表れた．今後，ノズルを増やすことや配置を移動して均質な降雨による実験を行いたい．

5. 参考文献

- 1) 玉手 聡，伊藤 直幸，遠藤 明 地盤の透水性と降雨強度の関係に着目した斜面の表層崩壊に関する実験的考察労働安全衛生総合研究所 特別研究報告，SRR-No.35-04，2007
- 2) Bernardo Caicedo, Luc Thorel, Julian Tristanco : Mathematical and physical modelling of rainfall in centrifuge International Journal of Physical Modelling in Geotechnics, Vol15, pp150~164, 2015
- 3) K.Itoh, Y.Toyosawa, O.Kusakabe : CENTRIFUGAL MODELLING OF ROCKFALL EVENTS, International Journal of Physical Modelling in Geotechnics , Vol9, pp01~22, 2009.

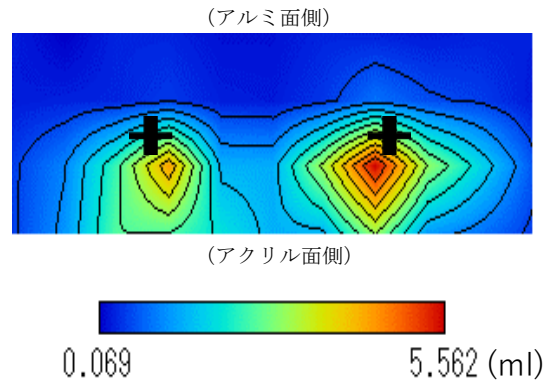


図 4. 遠心場の降雨量の分布状況 (3cm 下

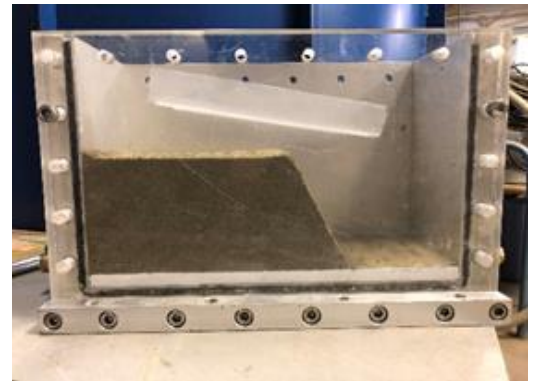


写真 1. 実験前の土槽

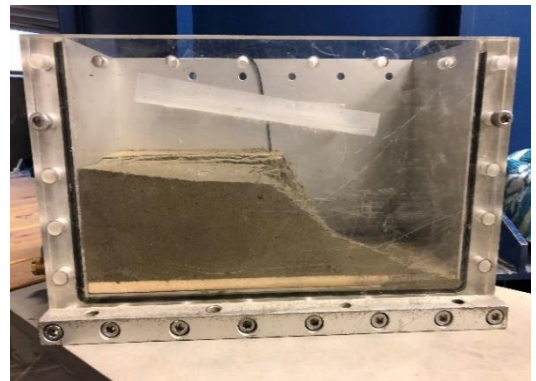


写真 2. 実験後の土槽



写真 3. 土槽表面