遠心場降雨実験による降雨時の盛土斜面の崩壊挙動

東京都市大学	学○田崎	翔	学	佐野和弥	Æ	伊藤和也
Ţ	東急建設(桃	朱)	正	野中隆博	正	舩元勝宏

1. はじめに

近年の気候変動に伴って集中豪雨や長期間降雨によって土砂災害の発生件 数が増加している.宅地造成等の盛土や廃棄物処分場では指針類にて排水設備 の設置は基準化されているが,既存の残土処分地では排水対策が施されていな いケースも見られる.本研究は既存盛土にも施工可能な排水パイプ工法による 降雨時の斜面安定性について,遠心場降雨実験による盛土崩壊実験を行い検討 する.本報告では,遠心場降雨装置¹⁾を用いた遠心場での降雨分布の結果と, 無対策の状態での降雨による模型斜面の盛土崩壊結果について報告する.

2. 降雨分布の確認

2. 1. 実験概要

降雨装置を用いた降雨分布の確認実験を 50G 場において行った.遠心模型実 験で使用した土槽を写真-2 に示す.土槽内底部から 100mm の位置に試験管の 入り口が来るように,試験管は中心間の距離を 15mm 間隔で縦 8 列,横 18 列, 計 144 個を設置した.散水ノズルを斜面と天端の上部に 5 個配置した.使用し た散水ノズルは 2 流体ノズル形式であり,空気圧 0.4MPa と水タンクからの水 から微霧を発生させ 5 分間散水させた.その後,試験管に溜まった水量を計測 し,1時間の降雨量に換算して降雨分布の状況を確認した.遠心力による加速 度は回転軸からの距離に比例して増加するため,回転軸から外側に向かい運動 をする雨水に対しコリオリカが働く.その影響により降雨起動が曲線形状とな り慣性力が働く方向であるアクリル側に降雨の偏りが生じる.そこで散水ノズ ルをアルミ側に傾けて偏りを小さくした.傾ける角度は 12°傾けることとした.

2.2. 降雨量分布測定結果

降雨量分布結果をそれぞれ示す.○で表記している箇所に試験管,赤い線で 表記している場所にノズルが設置されている.図-1 に示している様に斜面中 央を中心として降雨が均一に行われていることがわかる.

3. 模型斜面を用いた遠心場降雨実験

3.1. 実験概要

模型地盤に使用した試料は高知県産山砂(土粒子密度 ps=2.685g/cm³,細粒分含有率=45.5%,均等係数Uc=45.7,最大乾 燥密度 pdmax=1.814g/cm³)を 2mm フルイでふるい,含水比 w=11% となるように調整した試料をベロフラムシリンダーを用いて 4 層に分けて締固め密度 Dc=80%,斜面高さ 90mm となるように静 的に締固めた.作製した地盤はベニヤ板製型枠を用いて 45°斜 面形状となるように切り取った.**写真-3**,**写真-4**に作成した地 盤の断面,正面からの写真を示す.散水ノズルは斜面と天端の上 部に計 5 個配置されている.側面から流下する水滴が地盤内に浸 み込むことを防ぐため雨どいを設置している.遠心加速度は 50G





写真-3 模型地盤側面 実験前



写真-4 模型地盤正面 実験前

1 間隙水圧計A 110mm x=180 y=60 h=0 Ľ 2 間隙水圧計B オカ x=40 y=60 h=0 メラ 3 傾斜計(地中) 90mm x=150 y=60 h=45 1 |傾斜計 (地表面) x=100 y=60 h=90 断面図 テンシオA x=80 y=60 h=15 6 テンシオB 4 5 120mm x=40 y=40 h=15 テンシオC x=40 y=80 h=55 平面図 図-4 計測機器概要図

キーワード 遠心模型実験,斜面崩壊,降雨

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 TEL:03-3703-3111 E-mail:g1818056@tcu.ac.jp

に設定して実験を行った.計測機器は地下水位の上昇を確認するための間 隙水圧計を2つ、地盤の形状の変化を確認するための傾斜計を2つ、雨水 の浸透を確認するためのテンシオメータを3つ、斜面の変形の確認のため のビデオカメラ (GoPro HERO5 Session) をそれぞれ図-4 のように設置し た. 降雨スケジュールは 50G 到達後に1分降雨,1分停止を13回行い, その後,3分間挙動を観察した後で実験を終了とした.

3.2. 実験結果

写真-5,6に実験後の写真を示す.実験前と比較すると、斜面が崩壊した ことと雨水によってコラプス沈下が発生し天端面の高さが下がっている ことがわかる.図-5に上からテンシオメータ,傾斜計,間隙水圧計の測定 結果をまとめた. グラフの青色の箇所は降雨を行っている部分を示してい る.また、間隙水圧計の値は、受圧部の高さがあるため反応するまでの値

> 20 0

0 [kba] _20 水王

盦 眶 -60

-40

-80

20

10

-10 -20

200

175 ទ្រ៊ 150

25 0 間隙水圧計B

200

5 角度

をプロットしていない. 図-5 を見る と1回目降雨時にテンシオA,Bが反 応し、3回目降雨時にテンシオCが反 応しており, テンシオメータによっ て降雨の浸透とサクションが失われ たことが確認された.次に傾斜計(図 -5)に注目する.地表面では降雨5回 目で斜面崩壊発生時に急激に 10° 傾 いた. その後, 降雨9回目~12回目 の降雨ごとに斜面が少しずつ変形し ていった.この変形に併せて傾斜角 度が徐々に傾いていく傾向を示し た.地中の傾斜計は、降雨開始から

写真-6 模型地盤正面 実験後 テンシオA テンシオB テンシオC 地表面 地中 間隙水圧計A

800 図-5 測定結果(テンシオメータ、傾斜計、間隙水圧計)

, 時間 [s]

1000

1200

1400

1600

600

500 秒付近まで傾き続けている.これは斜面からの降雨浸透によって傾いたためだと考えられる.その後 4 回目降 雨後に5°程傾き、5回目降雨時に斜面が崩壊した.その後、1500秒付近で斜面が崩れた際に10°傾いた.次に底 面に設置した間隙水圧計は図-5を見ると、5回目の降雨時に間隙水圧計Aが、6回目の降雨時から間隙水圧計Bが 測定可能となっている.法先に設置した間隙水圧計Aは5回目の降雨時に地下水位が短時間に上下して,ほぼ同時 刻に斜面崩壊が発生している. 天端に設置した間隙水圧計 B は 6 回目降雨時から測定可能となり回数を重ねるごと に地下水位の上昇が緩やかになっている.また,法先の間隙水圧計 A の地下水位が 125cm の時から大きく反応し た. 降雨9回目から地下水位が1500秒まで一定. その後, 200cm 前後まで地下水位が上昇した. また, 天端の間隙 水圧計 B では降雨ごとに地下水位が上下しているが法先の間隙水圧計 A ではあまり地下水位の上下は見られなか った.これは斜面への降雨浸透に加えて地盤内部に浸透した雨水が法先部から流出するためだと考えられる.法先 の地下水位が天端よりも高くなることで斜面が不安定化し、段階的な崩壊が発生している.

4. まとめ

遠心模型実験手法を用いて降雨装置を用いた降雨分布の把握と降雨斜面崩壊実験を行った。降雨分布では、散水 ノズルを12。傾けると斜面中央を中心に均一に散水されることを確認した.また,降雨斜面崩壊実験では雨水が斜 面内に浸透していき、地下水位面が形成されて斜面崩壊に至る様子が確認された。今後、排水パイプ設置による斜 面安定性について実験を行っていきたい.

5参考文献

1)田崎翔,伊藤和也,田中剛,末政直晃,友岡亮太朗,野中隆博,田中卓也,笹原克夫,降雨時の排水パイプ工法の 斜面崩壊防止効果に関する遠心模型実験 ~その1 実験概要と計測結果~, 令和3年度土木学会全国大会第76回 年次学術講演会, III-226, 2021年9月9日

