

30度の緩傾斜盛土斜面での遠心場降雨実験による対策効果

東京都市大学大学院 学生会員 ○田崎 翔 学生会員 佐野和弥

東京都市大学 正会員 伊藤和也

東急建設 正会員 船元勝宏 正会員 野中隆博

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が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した。以前に行った実験¹⁾を参照し、模型斜面を緩傾斜とした盛土斜面にて実験を行った。本報告では、遠心場降雨装置を用いて無対策の状態と排水パイプによる対策を行った盛土斜面崩壊実験の結果を報告する。

2. 遠心場降雨実験概要

模型地盤に使用した試料は、高知県産山砂(土粒子密度 $\rho_s=2.685 \text{ g/cm}^3$ 、細粒分含有率=45.5%、均等係数 $U_c=45.7$ 、最大乾燥密度 $\rho_{dmax}=1.814 \text{ g/cm}^3$)を2mmフルイでふるい、含水比 $w=11\%$ となるように調整したものである。この試料を4層に分けて締固め密度 $D_c=80\%$ 、斜面高さ90mm(実地盤換算4.5m)となるようにペロフラムシリンダーを用いて静的に締固めた。作製した地盤はベニヤ板製型枠を用いて30°斜面形状となるように切り取った。無対策をCase 1、排水パイプを設置したものをCase 2とした。写真-1にCase 1、写真-2にCase 2の作製した地盤の写真を示す。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に設定して実験を行った。計測機器類の設置状況を図-1に示す。地下水位の上昇を確認するための間隙水圧計をCase 1では2つ、Case 2では5つ、雨水の浸透を確認するためのテンシオメータをCase 1とCase 2でそれぞれ2つ、地盤の形状の変化を確認するため傾斜計を2つ、斜面の変形の確認のためのビデオカメラ(GoPro HERO5 Session)をそれぞれ設置した。またCase 2では排水パイプを底盤から高さ15mmの位置に2本追加して設置している。降雨は50G到達後に1分降雨、1分停止を15回繰り返した。

3. 実験結果

各種センサーの時系列グラフを図-2、図-3に、実験後の様子を写真-3、写真-4にそれぞれ示す。側面の写真の実線は実験前の斜面位置を示している。グラフに記載されている青い範囲は降雨を行った時間帯を示し、図内の数字は降雨の回数を表している。また、間隙水圧計の値は、計測可能となった時からプロットしている。間隙水圧計Cが破損し、計測が出来ていなかったため図-2のグラフにはプロットしていない。

3.1. 無対策 Case 1

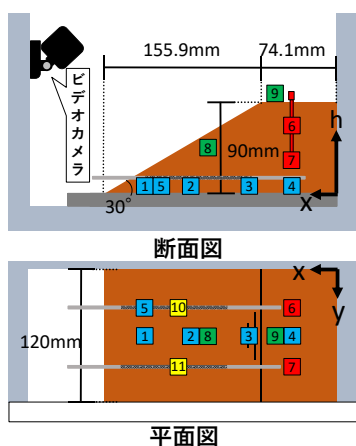
写真-3を見ると雨水により斜面下部からガリ浸食のように崩れており、また、天端面が下がっていることがわかる。テンシオメータAは1回目降雨後、テンシオ



写真-1 Case 1 無対策(左:正面, 右:側面)



写真-2 Case 2 対策工(左:正面, 右:側面)



- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| 1 間隙水圧計A
x=200 y=60 h=0 | 8 傾斜計A
x=140 y=60 h=45 |
| 2 間隙水圧計B
x=150 y=60 h=0 | 9 傾斜計B
x=60 y=60 h=90 |
| 3 間隙水圧計C
x=90 y=60 h=0 | 10 排水パイプA
x=50 y=40 z=15 |
| 4 間隙水圧計D
x=40 y=60 h=0 | 11 排水パイプB
x=50 y=80 z=15 |
| 5 間隙水圧計E
x=200 y=40 h=0 | |
| 6 テンシオA
x=40 y=40 h=15 | |
| 7 テンシオB
x=40 y=80 h=55 | |

はCase 2のみ

図-1 計測機器設置状況

キーワード 遠心模型実験, 降雨, 盛土斜面, 排水パイプ
連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1

東京都市大学 TEL03-3703-3111

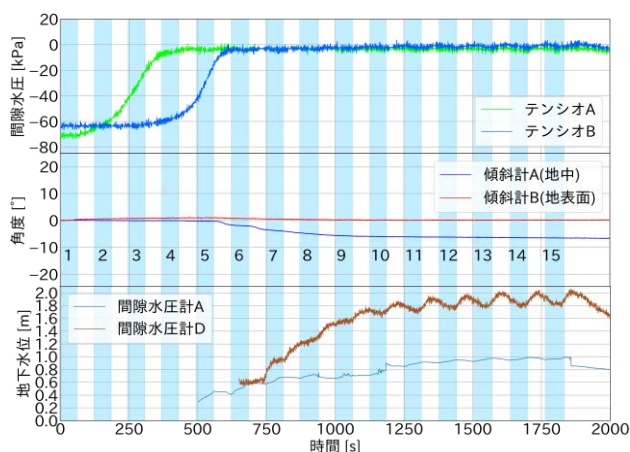


図-2 Case 1 計測結果(サクシオン, 傾斜角度, 地下水位)



写真-3 Case 1 無対策 実験後(左:正面, 右:側面)

メータ B は 3 回目降雨後に反応を始め, サクシオンが失われた. 地表面の傾斜計はほとんど反応していない. 地中の傾斜計では 4 回目の降雨後から 7 回目降雨後にかけて斜面方向後ろに 8° 傾いた. 間隙水圧計 A は 5 回目降雨中, 間隙水圧計 B は 6 回目降雨後から測定可能となっている. 間隙水圧計 A では緩やかに地下水位が上昇していき地下水位が 1.0 m となった. また, 8~10 回目降雨中に斜面が崩れることによって小刻みな反応を示した. 間隙水圧計 D では 10 回目降雨まで地下水位が急激に上昇していき, 最終的に 1.9 m 付近まで地下水位が上昇した.

3.2. 対策工 Case 2

写真-4 を見ると斜面は崩れず亀裂が入るのみとなっている. 図-9 に着目するとテンシオメータ A が 2 回目降雨中, テンシオメータ B は 4 回目降雨直前に反応を開始し, サクシオンが失われた. 傾斜計は地中, 地表面ともにほとんど反応しなかった. 測定された地下水位は 9 回目降雨前後からほとんど一定となっている. また, 地下水位は天端側から D→C・B→A の順で大きいことがわかる. また, Case 2 の 800 秒と 1600 秒の地下水位の変化を図-4 に示した. 図-4 の黒色の部分は排水パイプの排水孔を示したものである. 図を見るとこの付近で地下水位が上昇していないことから排水は行われていたものと考えられる. しかし, 図-3 に示すように排水は確認されなかった. これは排水を集めている排水タンクまで排水パイプから位置が離れているため

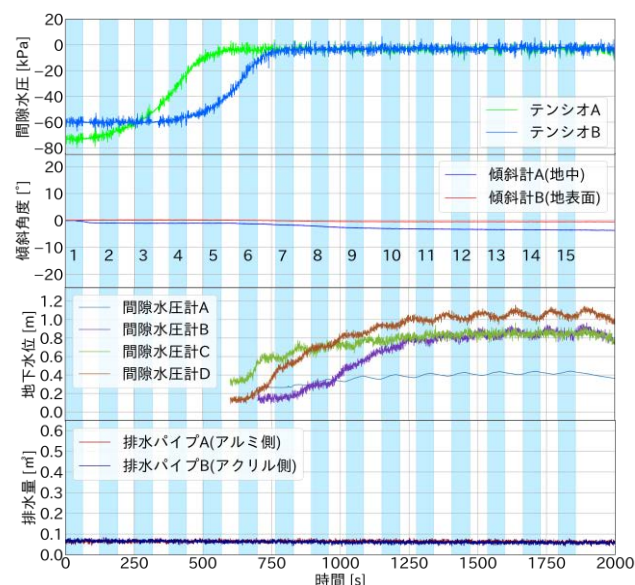


図-3 Case 2 (サクシオン, 傾斜角度, 地下水位, 排水量)



写真-4 Case 2 無対策 実験後(左:正面, 右:側面)

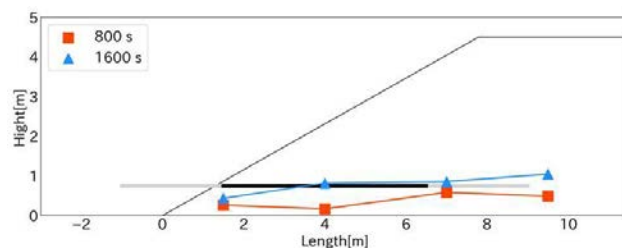


図-4 Case 2 地下水位比較(800 s と 1600 s)

排水が確認されなかったと考えている.

4. まとめ

遠心模型実験装置と降雨装置を用いた降雨斜面崩壊実験を 30° 斜面の無対策と, 排水パイプでの対策工の 2 ケース行った. 以下に得られた結果をまとめる.

- 1) Case 1 では盛土下部から飽和していきガリ浸食のように斜面が崩れていった.
- 2) Case 2 では地下水位が上昇しなかったことから排水パイプから排水がなされて, 斜面が崩壊しなかった.

参考文献

- 1) K. Tasaki, K. Itoh, T. Tanaka, N. Suemasa, R. Tomooka, T. Nonaka, T. Tanaka, and K. Sasahara, Slope Failure and a Countermeasure by Centrifuge Rainfall Experiment, 10th International Conference on Physical Modelling in Geotechnics 2022, 21C2-T09-4, September 21, 2022