

## 排水パイプの有無による地下水位の挙動と盛土斜面安定性の検討

東京都市大学 学○田崎 翔 学 佐野和弥 正 伊藤和也  
東急建設(株) 正 船元勝宏正 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る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。以前の実験<sup>1)</sup>から地下水位の重要性が明らかになったため地下水位に着目した。そこで本報告では、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際の地下水位の挙動及び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45°斜面形状となるように切り取った。無対策をCase1、排水パイプを用いて対策したものをCase2とした。写真-1にCase1、写真-2にCase2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4つ、地表面からの雨水の浸透を確認するためのテンシオメータを3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。Case2では排水パイプを底盤より高さ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。Case2の側面の写真はデータ破損のため正面の写真のみを表している。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、間隙水圧計と排水量の値は、計測可能となった時からプロットしている。

#### 1) 無対策(Case 1)

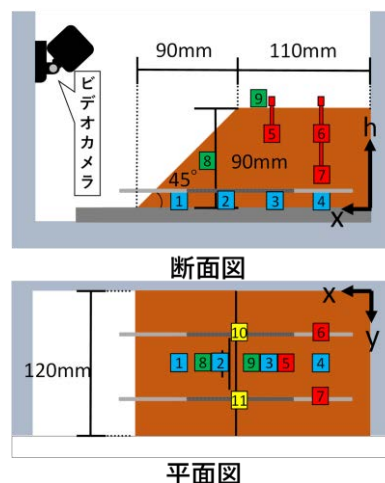
写真-3より斜面が崩れ、天端面が下がっていることがわかる。1回目降雨時にテンシオメータA、Bが反応し、2回目降雨後にテンシオメータCが反応を開始していることから雨水の浸透が確認できた。降雨7回目に斜面が崩壊しその前後で傾斜計A、傾斜計Bは前傾している。その後、降雨12回目まで断続的に斜面崩壊が発生していることがわかる。また、降雨7~9回目で地下水位の計測が開始された。この地下水位の増加に合わせて斜面が崩壊



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=180 y=60 h=0
  - 2 間隙水圧計B x=130 y=60 h=0
  - 3 間隙水圧計C x=90 y=60 h=0
  - 4 間隙水圧計D x=40 y=60 h=0
  - 5 テンシオA x=80 y=60 h=15
  - 6 テンシオB x=40 y=40 h=15
  - 7 テンシオC x=40 y=80 h=55
  - 8 傾斜計A x=150 y=60 h=45
  - 9 傾斜計B x=60 y=60 h=90
  - 10 排水パイプA x=20 y=40 z=15
  - 11 排水パイプB x=20 y=80 z=15
- 10 と 11 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 地下水位 降雨 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 TEL:03-3703-3111 E-mail:g2281631@tcu.ac.jp

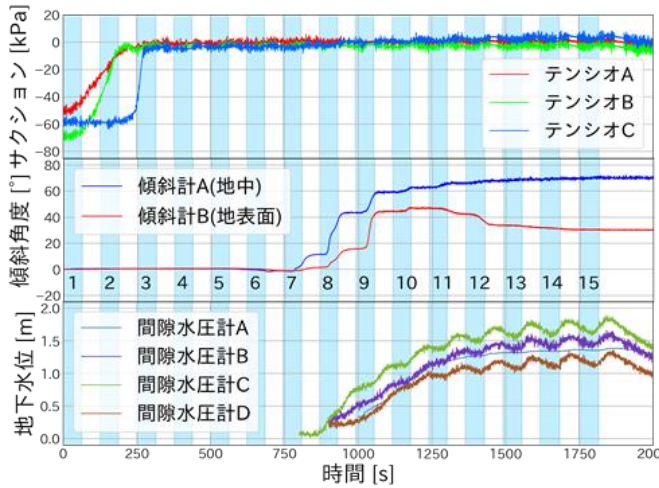


図-2 Case 1 計測結果(サクシオン, 傾斜角度, 地下水位)



写真-3 Case 1 無対策 実験後(左:正面, 右:側面)

していることがわかる。

2) 排水パイプ設置 (Case 2)

Case 2 のテンシオメータ B は計測不良のためプロットをしていない。写真-4 より Case 2 では斜面が崩壊していないことがわかる。図-3 を見ると 1 回目降雨時にテンシオメータ A が反応し, 3 回目降雨直前にテンシオメータ C が反応を開始した。傾斜計は斜面崩壊が発生しなかったため大きく傾くことはなかった。しかし, 傾斜計 A が 6 回目から 9 回目降雨時にかけて徐々に後傾している。これは地下水位が上昇し始めている時間とほぼ一致している。地下水位は大きく上昇することなく 9 回目降雨後からほとんど一定の値となっている。排水パイプからの排水が確認されたのは 13 回目降雨時点であるが, 排水パイプ B では少なくとも 9 回目降雨後から排水していることを映像で確認された。そのため地下水位が一定となったのは排水パイプから排水が開始されたためだと考える。

3. 排水パイプの効果

図-4 に 1500 秒時点での Case 1 と Case 2 の地下水位の高さを表している。また図中の灰色と黒色で排水パイプを示している。.. 黒色部分は特に集水孔の部分を示している。特に Case 2 では排水パイプの集水孔付近から地下水が下がっていることがわかる。また, Case 2 では斜面崩壊が起らなかったため排水パイプによる排水効果があったと考えられる。

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 45° 斜面の無対策と, 排水パイプでの対策工の 2 ケ

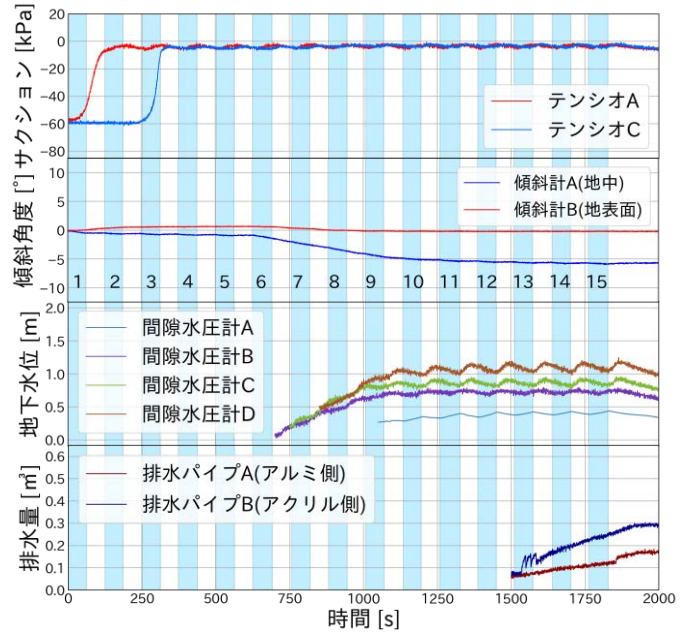


図-3 Case 2 計測結果(サクシオン, 傾斜角度, 地下水位, 排水量)



写真-4 Case 2 対策 実験後正面

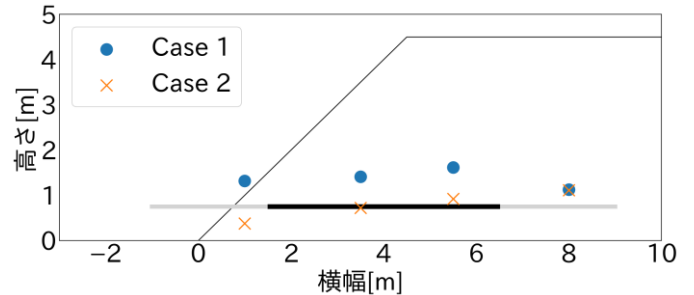


図-4 Case 1, Case 2 地下水位比較図(1500s)

ース行った。以下に得られた結果をまとめる。

1. Case 1 では雨水が浸透し地下水位の上昇に合わせて斜面が崩壊していく様子が確認された。
2. Case 2 では排水パイプから排水が確認された。排水が開始されてからは地下水位の上昇を抑制し, 斜面崩壊が発生することはなかった。

5. 参考文献

- 1) K. Tasaki, K. Ito, G. 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