

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2 崩壊形状と排水挙動の考察～

元 東京都市大学大学院（現 大林組技術研究所） 正○友岡亮太郎
東京都市大学 学生 田崎翔 正 伊藤和也 正 田中剛 正 末政直晃
東急建設 正 野中隆博 正 田中卓也
高知大学 正 笹原克夫

1. はじめに

本報告では、別報¹⁾にて報告した遠心場降雨発生システムによる盛土地盤内への雨水の浸透挙動や崩壊時の変形挙動の把握と排水パイプによる対策効果について、崩壊形状について示し、崩壊に至るまでの地下水位やサクシオンと傾斜計による変形挙動について幾つかの考察を行った。

2. 合成写真による実験前後の斜面形状比較

写真-1はケースO1（写真-1(a)）、ケースP1（写真-1(b)）、ケースP2（写真-1(c)）の実験前後の写真を合成したものである。これはグレースケールに変換した実験前後の画像について実験前を赤色系、実験後を青色系に画像変換しカラー合成したものに実験終了後のカラー画像を合成したものであり、青紫色部が崩壊した箇所を示している。写真-1(a)を見ると排水パイプを設置した他のケースよりも崩壊範囲と流出土砂量が多く、肩付近のテンシオメータA(z=7.4)が大きく傾いており、大規模な崩壊が発生していることが確認できる。排水パイプの設置位置の違いで見ると、設置位置100cmのケースP1（写真-1(b)）のほうが設置位置75cmのケースP2（写真-1(c)）よりも天端面の沈下量が大きい。

3. 地下水位と排水量の比較

図-1にケースP1のアルミ側とアクリル側の2本、ケースP2のアルミ側の排水量と法先の地下水位の関係を示したグラフを示す。どちらのケースでも排水パイプの設置高さよりも排水される地下水位が浅い。これは遠心加速度上昇時とその後の複数回の降雨によって斜面全体が沈下し、排水パイプの設置高さが低くなったためである。正確な沈下量については、土槽上部に降雨発生システムがあり計測できないことから、ここでは実験前での設置高さで表記する。図を見るとすべてのケースで排水中に地下水位が緩やかに上昇している。このことから今回使用した排水パイプの本数では本実験で与えた降雨量に対して排水能力が必ずしも足りていない。以下にそれぞれのケースについて述べる。まず、排水パイプを75cmに設置しているケースP2の方が浅い地下水位から排水が始まり、無対策の斜面（ケースO1）で崩壊した際の地下水位100cmには到達していない。2本とも100cmの高さに設置したケースP1は地下水位90cmから排水が確認されたが、排水能力の超える降雨量によって緩やかに地下水位が上昇して、最終的に崩壊に至っている。

4. 傾斜角度とサクシオンの関係

図-2(a)地表面、(b)地中)に1回目の降雨時の雨水浸透時の傾斜角度の動きを把握するための傾斜角度とサクシオンの関係を示す。図-2(a)のグラフを見るとサクシオンの減少とともに傾斜角度が変化しはじめ、その後、傾斜角度が安定している。これは、雨水浸透時に表層部に水が浸透した影響による沈み込

表-1 実験ケース

ケース名	パイプ		
	有無	底面からの設置位置 (cm)※	パイプ高さ / 斜面高さ
O1	×	—	—
P1	○	100	0.22
P2	○	75	0.17

※実地盤換算での位置



(a) ケース O1



(b) ケース P1 (設置位置 100cm-100cm)



(c) ケース P2 (設置位置 75cm-75cm)

写真-1 各ケースの実験終了後の写真

キーワード 遠心模型実験, 斜面崩壊, 排水パイプ工法

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:sk142432.ryo@gmail.com

みによる変化だと考えられる。図-2(b)のグラフを見ると排水パイプを設置したケース P1 とケース P2 ではケース O1 よりもサクシジョンの増加に伴う傾斜角度の上昇が低い。これは、排水パイプを設置したことによる斜面の地山補強効果が表れているのではないかと考えられる。ケース P1 ではケース P2 よりも広範囲で表層崩壊が発生したことにより傾斜角度が変化してしまったがサクシジョンが-60kPa 時の値を見るとケース P2 と同様の値をとっていることから同じような挙動であると言える。

5. 傾斜角度と地下水位の関係

図-3 に地表面の 2 回目以降の降雨時の雨水浸透時の傾斜角度の動きを把握するための傾斜角度と地下水位の関係を示す。3 回目降雨での挙動を見ると地下水位が上昇することに傾斜角度が増加し、その後地下水位が下降して傾斜角度が安定している。しかし、ケース O1 では地下水位の上昇とともに傾斜角度が上昇し続けて崩壊している。4 回目降雨での挙動を見ると、ケース P1 では、地下水位の上昇によって傾斜角度が増加して斜面が崩壊している。排水パイプが低い位置に設置されているケース P2 では地下水位の上昇が少なくなることがわかる。これは排水パイプによる地下水排除効果による影響だと考えられる。このことから、排水パイプの設置高さの違いが斜面安定性に与える影響を確認することができた。なお、地表面の傾斜計と地下水位の関係についてここでは示したが、地中の傾斜計についてもほぼ同様の傾向であった。

6. まとめ

本論文は、遠心場降雨発生システムを用いた遠心場での降雨斜面崩壊実験による雨水の浸透挙動や崩壊時の変形挙動の把握を行った。その後、斜面崩壊防止対策として、排水パイプを挿入して、設置位置を変化させた対策効果について確認した。以下に本研究で得られた結論を示す。

1. 遠心場で降雨による斜面崩壊実験を行ったところ、降雨浸透に伴う地表面付近のサクシジョン低下による斜面の表層崩壊が発生し、その後、地下水位上昇による浸透崩壊が発生するような崩壊の一連のプロセスを把握した。
2. 地下水排除工である排水パイプの設置高さを変化させて斜面安定性に与える影響について検討したところ、地下水位と排水量や傾斜角度の関係から、低い位置に設置したケースのほうが地下水位の上昇を抑制しており、大規模な斜面崩壊を抑制した。

謝辞：本研究の一部は東京都市大学と東急建設との産学連携事業として実施したものである。

参考文献

- 1) 田崎翔ら：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～、土木学会第 76 回年次学術講演会、投稿中

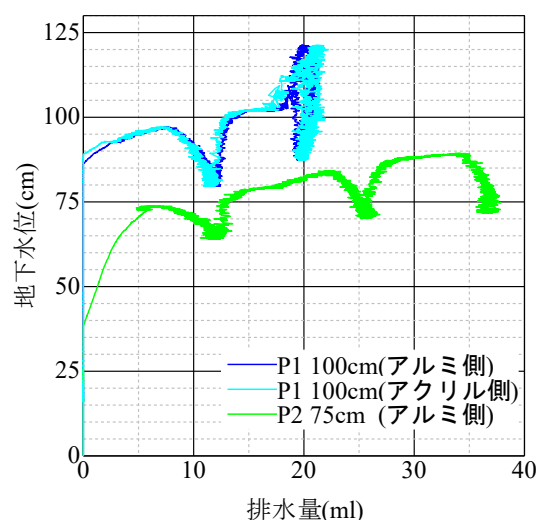
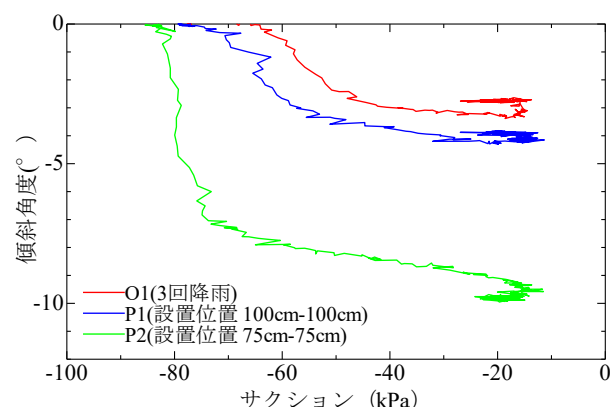
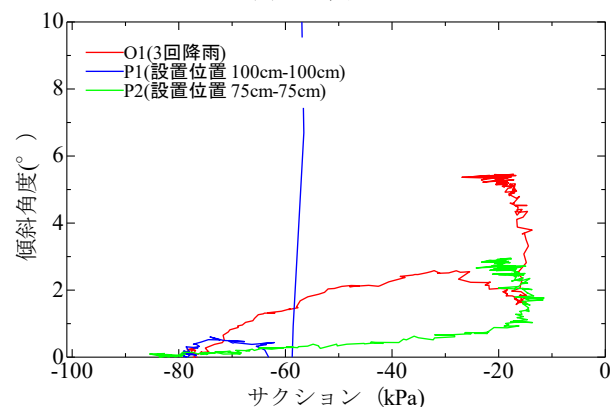


図-1 排水量と地下水位の関係



(a) 地表面



(b) 地中

図-2 傾斜角度とサクシジョンの関係

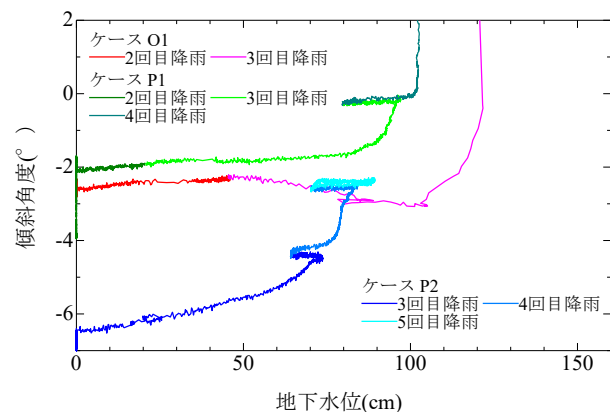


図-3 傾斜角度と地下水位の関係