降雨時の排水パイプエ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~

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 元 東京都市大学大学院(現 大林組技術研究所) 正 友岡亮太朗 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

近年の気候変動に伴った集中豪雨によって,斜面崩壊が顕在化してい る.雨水浸透により,土塊自重が増加し滑動力が増加,飽和に伴う見かけ の粘着力の消滅,間隙水圧上昇による地盤強度の低下,地下水上昇による 浮力の発生とされている.降雨による斜面崩壊は地盤内の水分量や地下水 位が重要な要素となる.そこで,本研究では遠心模型実験手法を用いて降 雨による斜面崩壊現象のモデル化を試み,斜面崩壊対策として排水パイプ を取り上げた.本報告では,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,そして,排水パイプによる対策効果に ついて述べる.なお,崩壊形状と排水パイプ設置による排水挙動の考察に ついては別報¹⁾にて報告する.

2. 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 ρs=2.685g/cm³, 細 粒分含有率=45.5%, 均等係数 Uc=45.7, 最大乾燥密度 ρdmax=1.814g/cm³) で ある. これを 2mm フルイでふるい, 初期含水比 9.5%とした試料を 4 層に 分けてベロフラムシリンダーを用いて静的締固めを行い, その後, 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. 模型斜面は高 さ90mm, 斜面勾配 45°である. 写真-1, 写真-2 に使用した地盤の正面, 側面からの写真を示す. 図-1 に使用した土槽の概要図を示す. 散水ノズ ルは上部に等間隔に5個配置した.側面から水滴が地盤内に浸み込むこと を防ぐために側壁には雨どいを設置している. 遠心加速度を 50G に設定 して実験を行った.計測は地下水位の上昇を確認するための2箇所に間隙 水圧計,地盤の形状変化を確認するための2箇所に傾斜計,降雨の浸透を 確認するために3箇所にテンシオメータ,斜面の変形を確認するためのビ デオカメラをそれぞれ図-1 のように設置した. 排水パイプはステンレス 製の長さ 200mm, \$3.1mm, パイプ孔 \$1.0mm, 開口率 10.75%(開口面積/ パイプ表面積)のものを地盤作製時に事前に2本設置している.実験ケー スは表-1 に示すように無対策地盤と排水パイプの設置位置を変化させた 2種類の対策地盤の計3ケースである.以下に示す実験結果は時間を除い てすべて実物換算となっている.

3. 実験結果

3 ケースのセンサーの時系列グラフを図-2~4 にそれぞれ示す. なお, 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ている.以 下にそれぞれの結果について述べる.

(1)無対策 (ケース-01)

図-2 にサクション、地下水位、傾斜角度の経時変化を示す.無対策のケースでは、3 回目の降雨時に大規模な斜面崩

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:g1818056@tcu.ac.jp



図-1 計測機器設置位置概要図



写真-1 模型地盤(正面)



写真-2 模型地盤(側面)

表-1 実験ケース			
ケース名	パイプ		
	有無	底面からの設	パイプ高さ
		置位置(cm)※	/斜面高さ
01	\times		_
P1	\bigcirc	100	0.22
P2	0	75	0.17

[※]実地盤換算での位置

壊が発生したため実験を終了している. サ クションのグラフからテンシオメータA. Bは1回目の降雨中, テンシオメータCは 1回目の降雨終了時に反応が始まってい る.次に、地下水位のグラフを見ると、間 隙水圧計 B は 2 回目降雨中に,間隙水圧 計Aは2回目降雨終了後に反応した.3回 目降雨ではどちらの間隙水圧計も降雨開 始から地下水位が上昇している.間隙水圧 計Aは3回目の降雨時の地下水位約100cm と約 150cm にて,瞬間的に地下水位が減 少・回復をする挙動を示している. 傾斜角 度のグラフを見ると、1回目の降雨時はサ クションの変化に連動して傾斜計も変化 している.また、2回目の降雨時には地下 水位上昇と連動して地中傾斜計は加速度 的に増加している.3回目の降雨中にはど ちらの傾斜計も急激に変化して測定不能 となった.

(2)対策工(ケース P1, P2)

図-3 にケース P1,図-4 にケース P2 の サクション,地下水位,傾斜角度,排水量 の経時変化をそれぞれ示す.サクションの グラフを見ると,どちらのケースにおいて も 1 回目の降雨前後からテンシオメータ が反応していることから雨水が浸透して いることが確認出来た.ケース RWP-1 で は 2 回目降雨後から,ケース RWP-2 では 3 回目降雨時から間隙水圧計が反応し地下 水面が形成されている.ここでケース P1 では無対策と同様に地下水位が約 100cm で地下水位が瞬間的に低下と回復をして いる.その直前には傾斜計が大きく反応し ており,斜面崩壊による地盤内の変化を観



測したと考えられる. これに対しケース P2 では地下水位が 100cm には達しておらず傾斜計の大きな反応もなかった. また, どちらのケースも1回目の降雨後に斜面の表層が崩壊しておりその際には大小はあるが傾斜計が反応している. 最後に, 排水量のグラフを見ると, どちらも3回目の降雨時から排水が開始された. ケース P1 の4回目から値が減少 し,5回目の降雨時には値が上昇していない. これは使用した排水タンクの底面積が小さく, 斜面内の地下水位との水 頭差の関係から排水タンクに排水されなかった装置上の都合によるものである. なお, ケース P2 において排水タンク の接続部から水漏れが発生したためアクリル面側では正確な排水量の計測が行えていないが排水については問題無く されている. 崩壊形状と排水挙動についての考察は別報¹にて報告する.

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) 友岡亮太朗ら: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2 崩壊形状と排水挙動の 考察~,土木学会第76回年次学術講演会,投稿中