

斜面内のパイプ流周辺における地下水位変動に関する実験的考察

立命館大学大学院理工学研究科 ○伊良知慎太郎

独立行政法人労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所

平岡伸隆

立命館大学大学院理工学研究科

稲垣大基

立命館大学理工学部

藤本将光

立命館大学総合科学技術研究機構

田中克彦

立命館大学理工学部

深川良一

1. はじめに

土砂災害現場では滑落部にパイピングホールが確認されることが多く、それは斜面内にパイプ流が発生していたことを示す。パイプ流は斜面内の地下水を排出する効果を持つが、流路の閉塞や過剰な地下水の流入によって地下水が行き場を失い、斜面の安定性は極めて危険な状態となる。したがって、地盤中に発生する間隙水圧の上昇箇所を特定し、その地点の地下水位や水分量の変動特性を捉え斜面の崩壊危険度を評価することで、斜面崩壊予測に繋がると考えた。Tanaka et al. (2009) は多地点多深度計測に適した超音波による水分水位測定システムを開発しており、これを応用して、パイプ流が斜面内の地下水位に与える影響を室内実験によって検証した。

2. 室内降雨実験

本研究では模擬パイプ流を用いない CASE1 と模擬パイプ流を用いた CASE2 を実施した。各実験条件を表-1 に示す。また、CASE1 と CASE2 のモデル斜面の寸法と各測定器の設置箇所を図-1、図-2 に示す。CASE1 ではパイプ流が存在しない自然斜面を想定し、降雨による斜面崩壊を再現した。CASE2 ではパイプ流の存在する自然斜面に対して降雨を与えた際のパイプ流周辺における地下水位の変動を確認した。

表-1 各実験条件

	CASE1	CASE2
使用土	真砂土	
初期含水比	10%	
乾燥密度	1.40g/cm ³	
湿潤密度	1.54g/cm ³	
排水条件(非排水)	背面、底面、側面	
排水条件(排水)	前面	前面、パイプ
降雨条件	30mm/h:2時間	20mm/h:5時間
	20mm/h:3時間	50mm/h:7時間
	50mm/h:28分	
模擬パイプ流	なし	内径20mm,外径26mm,開孔率5%の塩ビ管

各実験に使用した計測機器は超音波測定器、圧力式水位計、誘電率土壌水分計である。CASE2 では斜面中央部にパイプ流を模した内径 20mm、外径 26mm、開孔率 5%の塩ビ管を設置した。また、パイプ流が閉塞した際の地下水位変動を確認するため実験開始 9 時間 20 分後にパイプ先端部に栓をし、斜面上層部から地下水の流入があったと想定して 10 時間 50 分後にパイプ先端部に栓をしたままパイプ内に注水を開始した。

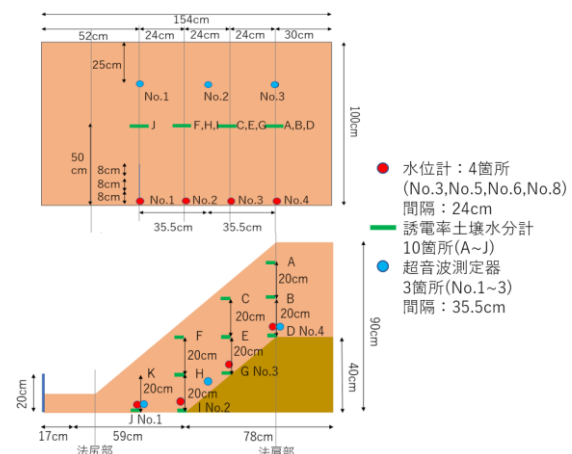


図-1 CASE1 の各測定器の設置箇所

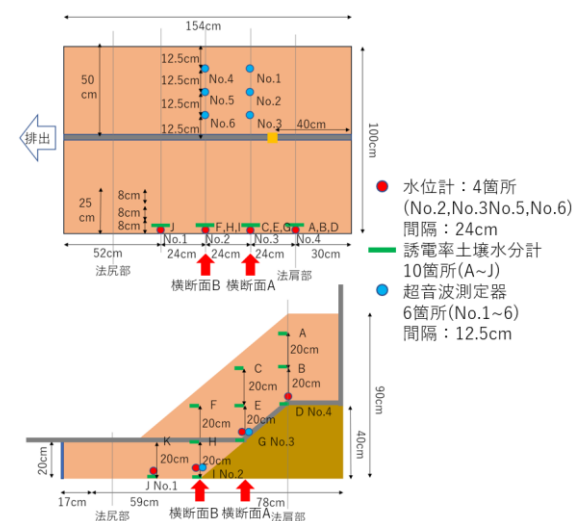


図-2 CASE2 の各測定器の設置箇所

3. 実験結果と考察

CASE2 の横断面 A と B の各時間の水位を図-3、図-4 に示す。また CASE1, CASE2 の時間ごとの地下水位変動を図-5、図-6 に示す。CASE1 では実験開始 5 時間 28 分後に斜面崩壊を確認した。地下水位の上昇による法肩部からの滑り崩壊が発生し、土砂が前面部に大きく移動した。CASE2 ではパイプ流による排水が地下水位の変動に大きく影響したと考えられる。横断面 A, B における時間ごとの地下水位変動の結果から、パイプ流周辺では地下水位が低下し、斜面安定に寄与したと考えられる。パイプ流内に流水を開始後、地下水位は若干上昇し、模擬パイプ流周辺の表層部への水圧が上昇したことから斜面崩壊が発生した。表層部へ地下水が流出した結果、斜面内の土

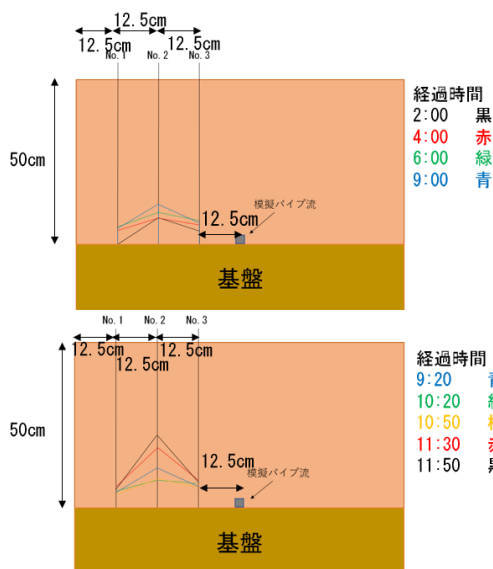


図-3 CASE2 の断面 A における地下水位の変動

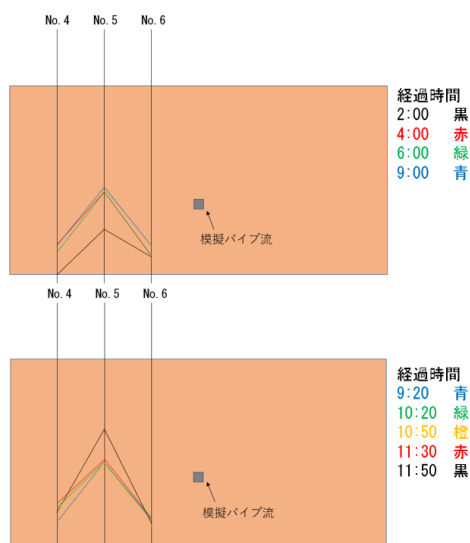


図-4 CASE2 の断面 B における地下水位の変動

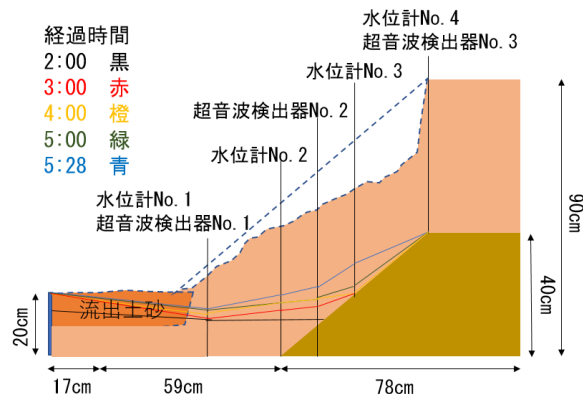


図-5 CASE1 の時間ごとの地下水位変動

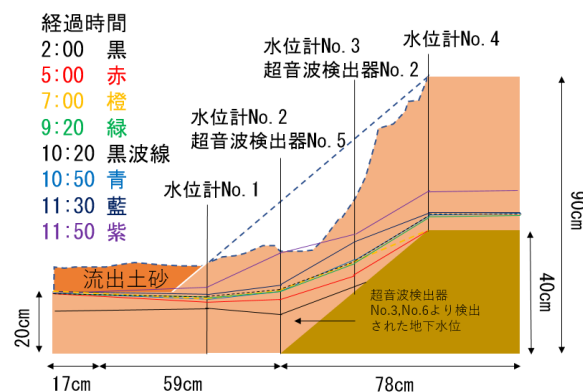


図-6 CASE2 の時間ごとの地下水位変動

砂が流出し斜面内部が空洞化することで斜面下部から上部へ崩壊が進んだ。パイプ流周辺の地下水位の上昇が確認されなかった要因として、水圧の急激な上昇により地下水の土層表層部への流出が短時間で起こったことで測定間隔内での地下水位の上昇を捉えることができなかったことが挙げられる。

4. おわりに

室内実験によって模擬パイプ流が斜面内の地下水位に与える影響を検討した結果、パイプ流が斜面外へ地下水を排出することで、斜面内の地下水位を低下させ、斜面安定に貢献することが示唆された。また、パイプ流が閉塞されることで斜面内の間隙水圧が上昇し、地表に地下水が流出することで斜面内の土砂を流出させた。その結果斜面内部が空洞化し、斜面下部から上部へ崩壊が進む進行性崩壊が発生したと考えられる。

謝辞

本研究の一部は科学研究費補助金 (若手(B), 15K18714) (2015~2017 年度),(若手 (B) , 16K16379) (2016~2018 年度) の助成を受けて行った。

【参考文献】

- 1) K. Tanaka, T. Suda, K. Hirai, K. Sako and R. Fukagawa. Monitoring of soil moisture and groundwater level using ultrasonic waves to predict slope failures. Japan. J. Appl. Phys., Vol. 48, No. 9, pp. 09KD12- 1-09KD12-4, 2009.