

第Ⅲ部門

降雨条件の違いが地盤内の間隙空気圧の変化に及ぼす影響に関する一考察

立命館大学 学生員 ○檀上徹
 立命館大学大学院 学生員 里見知昭
 立命館大学 正会員 酒匂一成
 立命館大学 フェロー 深川良一

1. はじめに

近年、梅雨期・台風期に局地的な集中豪雨が発生し、各地で斜面崩壊が発生している。その要因としては、雨水浸透による 1)土塊自重の増加、2)サクシヨンの低下によるせん断強度の減少、3)地下水の上昇が挙げられる。降雨時の斜面の安定性を定量的に評価するためには、地盤内の水分変動を把握することが重要である。本研究では、テンシオメータを用いて地盤内の間隙水圧を計測している。ここで、テンシオメータは地盤内の間隙空気圧を 0kPa と仮定して計測を行っているため、間隙圧を間隙水圧とみなして計測している。しかしながら既往の研究により、不飽和地盤において間隙空気圧を無視することはできないとされているため¹⁾、間隙空気圧の計測が求められる。本論文では、降雨量の違いが土中の間隙空気圧の変化に及ぼす影響を明らかにするため、室内一次元浸透カラム試験を行った。

2. 試験概要と試験条件

一次元カラム試験の概要、試験条件および土の初期条件を図-1 と表-1 と表-2 に示す。

試験は Case1～Case3 の3回行い、土の初期条件はすべて同じ条件とした。非排気条件にしているためカラム底部のバルブは閉じ、地下水ありとしては土の底の部分まで水を入れたものとした。降雨条件に関しては、降雨装置を用いて3パターンの雨量調節を行っているが、カラム土槽の隣に雨量計を設置して雨量の確認を行っている。各計測機器のデータの取得は、計測機器をデータロガーにつなぎ、パソコンで読み取る方法で行っている。

本実験で使用した計測機器は、間隙圧を測定するテンシオメータ、体積含水率を測定する土壌水分計(EC-5)、間隙空気圧計の3つを地表面から20cm 深

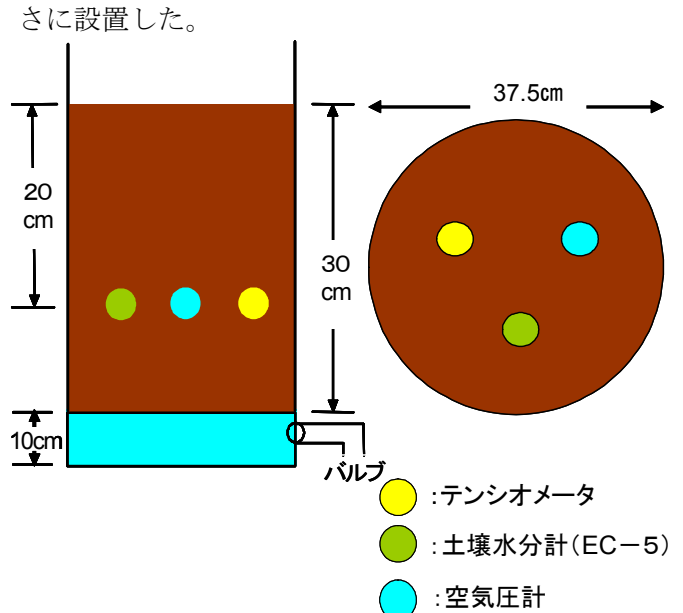


図-1 カラム土槽試験概要

表-1 試験条件

Case	降雨量	排気条件	地下水条件
Case1	10 mm/h	非排気	地下水あり
Case2	50 mm/h		
Case3	100 mm/h		

表-2 土の初期条件

試料	滋賀県信楽産まさ土
初期設定含水比	5(%)
設定湿潤密度	1.60 (g/cm ³)
設定乾燥密度	1.52 (g/cm ³)
設定間隙比	0.72
粒径	2.615 (mm)
透水係数	9.15 × 10 ⁻⁴ (cm/s)

3. 試験結果

Case1～Case3 の試験により得られた間隙圧、間隙水圧および間隙空気圧の時系列変化を図-2～図-4 に示す。

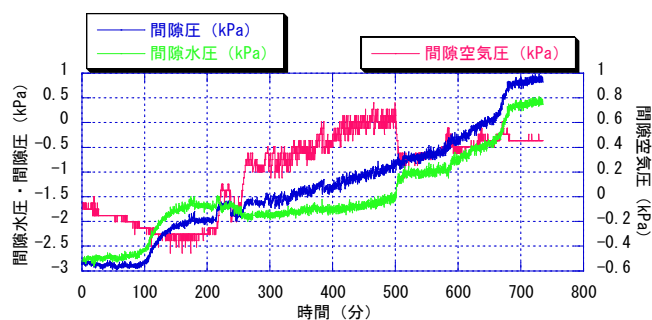


図-2 10 mm/h・非排気・地下水あり (Case1)

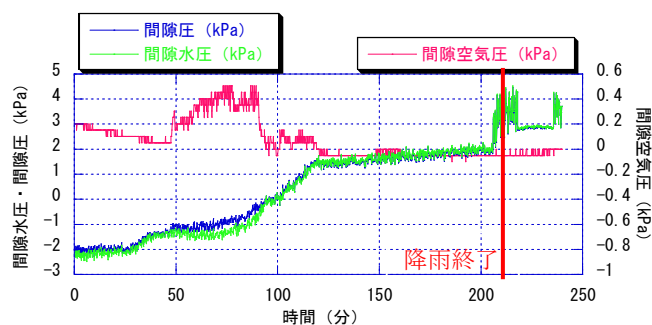


図-3 50 mm/h・非排気・地下水あり (Case2)

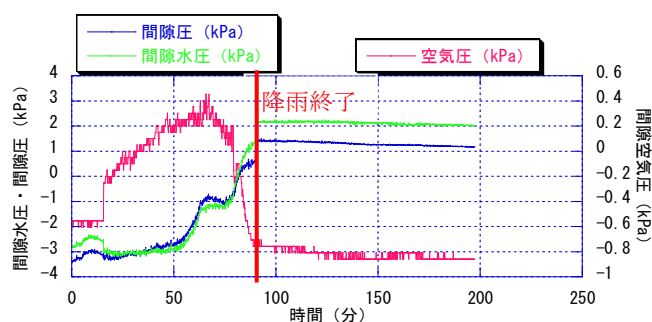


図-4 100 mm/h・非排気・地下水あり (Case3)

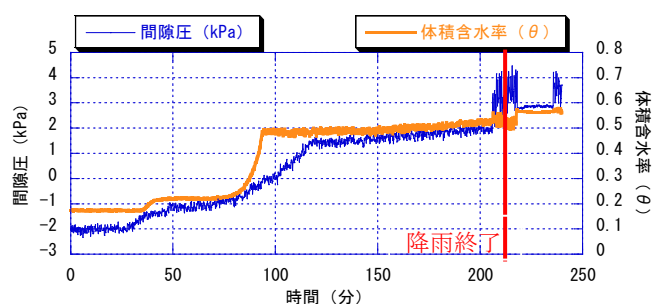


図-5 50 mm/h・非排気・地下水あり

Case1 では、降雨開始 240 分後に地表面に水溜りが発生した。同様に、Case2 では 15 分後、Case3 では 4 分後に水溜りが確認できた。

Case2 と Case3 では、地表面の水がテンシオメータのセンサー付近にまで及んだので、計測機器の故障を防ぐために降雨を終了した。

図-5 は、Case2 におけるテンシオメータと土壌水分計の計測結果を示す。両者とも雨水浸透に伴い、

同じ時間帯に値が上昇していることがわかる。

4. 考察

降雨開始直後に Case1 と Case2 については間隙空気圧が減少しているのに対して、Case3 では減少傾向は見られない。また、Case1 と Case2 を比較しても、Case2 の方が減少時間は短く間隙空気圧の減少量も少ない。そのため、間隙空気圧は地表面が不飽和状態時に流出し、飽和状態になると地盤内に閉じ込められやすいことが確認できる。

図-2～図-4 より、降雨量が大きいほど計測機器の反応時間が早い傾向が見られ、地表面に水溜りが出来るのが早いことが目視で確認できた。

図-4 より、降雨開始約 80 分頃に間隙空気圧の急激な減少が見られる。その際に、地表面付近で多数の空気の泡が目視で確認できたことから、地盤内の間隙空気が地表面に流出したことが分かる。また、間隙空気の流出の原因としては、降雨による自重の増加から地盤内の粒子が動き空気の抜け道ができたため起こったと考えられる。

以上のことから、降雨量が間隙空気圧の変動に大きく影響を及ぼしていると考えられる。

5. おわりに

間隙空気圧を測定することは極めて重要であり、斜面崩壊に及ぼす影響の究明、避難勧告指示の向上に繋がると思われる。

今後の課題としては、排気条件や地下水条件を変えた場合にどのような結果が得られるか実験していく必要がある。

謝辞：本研究は、平成 20 年度 JST シーズ発掘試験（課題番号：09-041）の援助を受けた。また、間隙空気圧測定に関して、岡山大学西垣誠教授に貴重な助言を頂いた。ここに謝意を示す。

参考文献

- 1) 斎藤雅彦, 川谷健：間隙内空気の運動を考慮した数値シミュレーションによる雨水浸透・浸出過程に関する研究, 応用力学論文集, Vol.6, pp.865-872, 2003.