

擬似飽和体積含水率に着目した斜面モニタリング手法における間隙空気圧の影響

岡山大学 正会員 小松 満
岡山大学 学生会員 ○高塚 晃佑
大阪大学 正会員 小泉 圭吾

1. はじめに

近年、豪雨時における斜面の健全度を評価するために土中水分量の現場観測データを用いた研究が行われている。例えば、浅層斜面において体積含水率を計測し、降雨強度が一定条件において土中の体積含水率が一時的に平衡する時点の値である初期擬似飽和体積含水率(以下IQS)を閾値として、警報の発令・解除の補助的指標として利用するというものである¹⁾。図-1に示すようにこれまでIQSと降雨強度には正の関係があることが確認されている²⁾が図-2に示すように土中の間隙空気の移動が抑圧される条件下では想定される降雨強度に対するIQSの値よりも低い値で一定となる可能性があることも示されている³⁾。そこで本研究では、降雨時の間隙空気圧の値を測定することで間隙空気がIQSの値に与える影響を検証した。

2. 試料の基礎物性及び実験方法

試料には岡山県産のまさ土を用い、諸試験から表-1に示す物性値を得た。実験装置の概略図を図-3に示す。直径φ10cm、高さ100cmの亚克力製のカラムに一定間隔(供試体上端から10cm、30cm、50cm、70cm、90cm)で、水分計、間隙水压計、間隙空気圧計、排気と水位計測を兼ねたマノメータを5個ずつ設置する構造とし、容器内に締固め試験に基づいて含水比6.0%、乾燥密度1.60g/cm³(締固め度84.2%)で突き固めて供試体を作製した。試験条件を表-2に示す。定量ポンプで供試体上部から段階的に一定量で注水した際の水分量、圧力水頭、間隙空気圧の経時変化を測定し、体積含水率が上昇した後に一定値で安定したことを確認後、注水量を増加させた。排水条件は底部排水バルブを開放することで排水状態とした。

3. 実験結果

体積含水率の経時変化、間隙空気圧の経時変化を図-4に示す。散水強度の上昇と共に体積含水率が上昇している様子が捉えられたがCase1と比べてCase2では体積含水率の上昇が小さいことが分かる。間隙空気圧は深度70cmでわずかにCase2の方が高い値を示した。また、いずれの場合も散水時に表面排水は認められなかった。ここで、降雨強度とIQSの関係を比較した結果を図-5に示す。いずれの

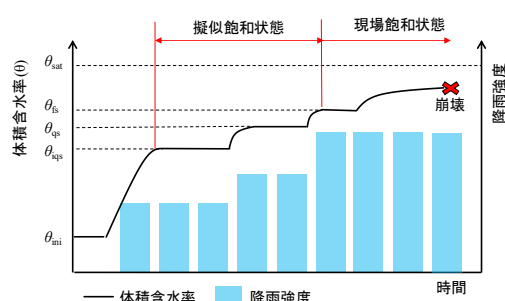


図-1 体積含水率の経時変化の概念図²⁾

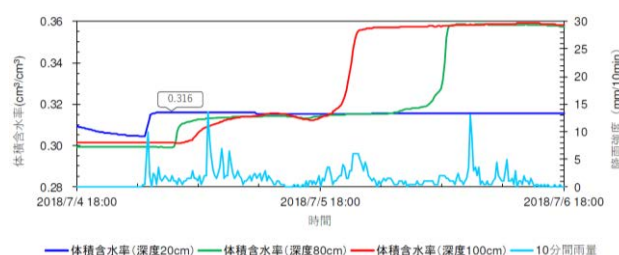


図-2 現場斜面における体積含水率の変位の挙動³⁾

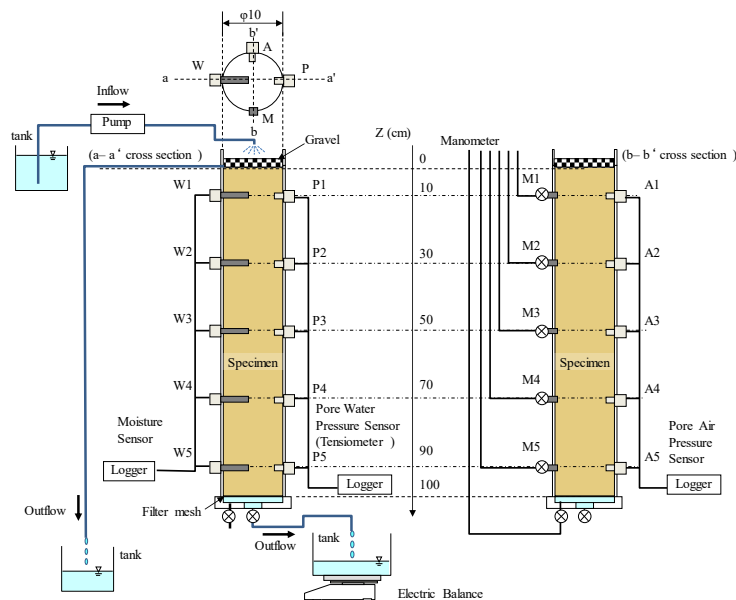


図-3 鉛直一次元カラム散水実験装置概略図

表-1 試料の物理特性

土粒子密度(g/cm ³)	2.630
間隙率n	0.387
飽和透水係数ks	9.34×10 ⁻³

表-2 実験ケース

Case	散水量(mm/h)	排気バルブ	排水バルブ	備考
1	20 → 40 → 60 → 80	開放	開放	排気・排水条件
2		閉鎖	開放	非排気・排水条件

キーワード：浅層斜面崩壊、擬似飽和体積含水率、間隙空気圧

連絡先：〒700-8530 岡山市北区津島中 3-1-1 Tel・FAX:086-251-8160

ケースも降雨強度の増加に対してIQS値も増加していることが分かる。また、Case2におけるIQS値の増加はCase1と比べて僅かに小さいことが確認された。今回の散水状態では空気が封入されるような浸潤前線の降下ではなく、浸透水と空気が置換することで空気が供試体上方へ移動しやすい条件であったことが僅かな差異となった要因と推察される。次に間隙空気圧とIQSの関係を図-6に示す。いずれも間隙空気圧の上昇に伴ってIQSの値が僅かに低下する傾向が認められた。ただし、間隙空気圧の上昇は1kPa未満であった。これは試料の空気侵入値が低い場合、浸潤前線の降下により供試体内部に間隙空気圧が発生しても、明確な空気圧の上昇前に浸潤前線が降下するような挙動が生じていたことが影響しているものと理解できる。

5. まとめ

散水実験を行った結果、散水強度が上昇するとIQS値も上昇する傾向が認められたが、間隙空気圧が移動しやすい条件下では排気条件と非排気条件

との違いは僅かであることが示された。また、間隙空気圧が上昇するとIQS値が低下する傾向が確認されたが、試料の空気侵入値が低い場合には傾向がわずかであることが示唆された。今後の課題としては、より空気侵入値(AEV)が高い試料、つまり細粒分が多い試料を用いた検証が必要であるものと考えられる。

【参考文献】

- 1) 小泉圭吾, 櫻谷慶治, 小田和広, 伊藤真一, 福田芳雄, M.Q.Feng, 竹本将: 降雨時の表層崩壊に対する高速道路通行規制基準の高度化に向けた基礎的研究, 土木学会論文集C(地圏工学), Vol.73, No.1, pp.93-105, 2017.
- 2) 小泉圭吾, 小松満, 小田和広, 伊藤真一, 櫻谷慶治: 擬似飽和体積含水率と降雨強度の関係に関する考察, 第53回地盤工学研究発表会, 1027, pp.2051-2052, 2018.
- 3) 小泉圭吾, 山本健史, 小松満, 小田和広, 堤浩志: 体積含水率に着目した斜面モニタリング手法の現場適用性に関する考察, 第52回地盤工学学会発表, 0871, pp.1741-1742, 2019.

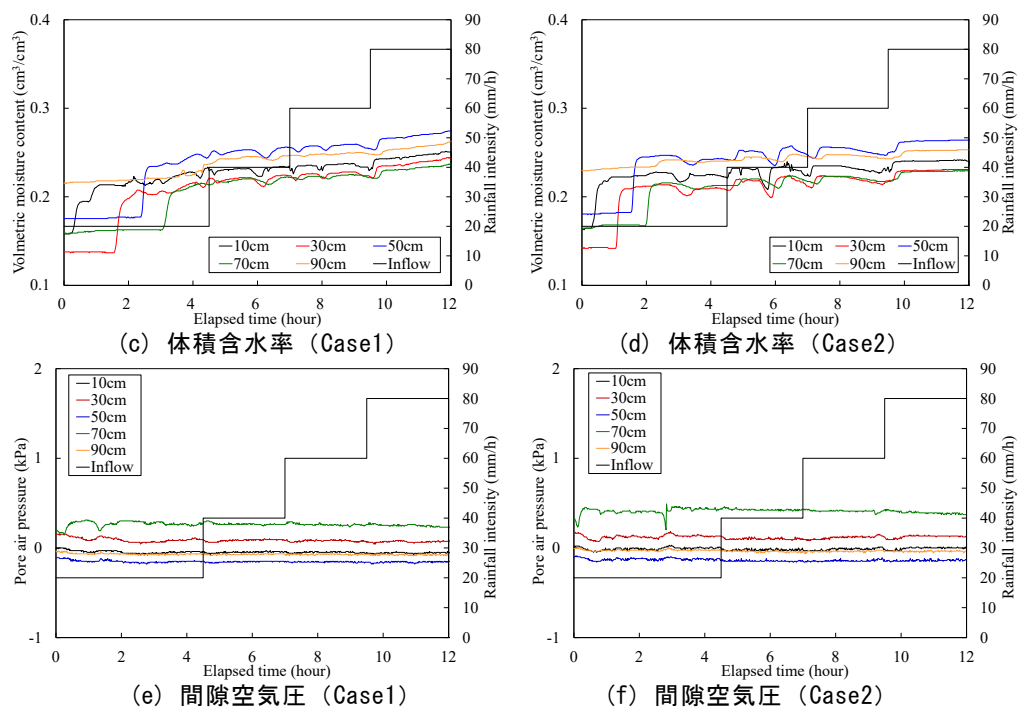


図-4 鉛直一次元カラム散水実験結果

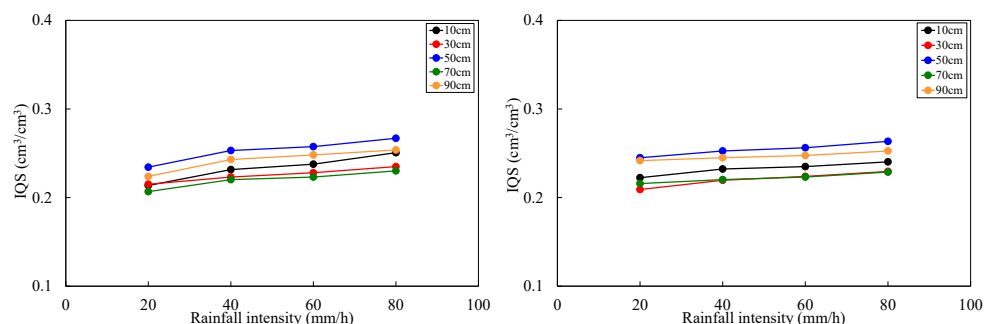


図-5 IQSと降雨量(左: Case1, 右: Case2)

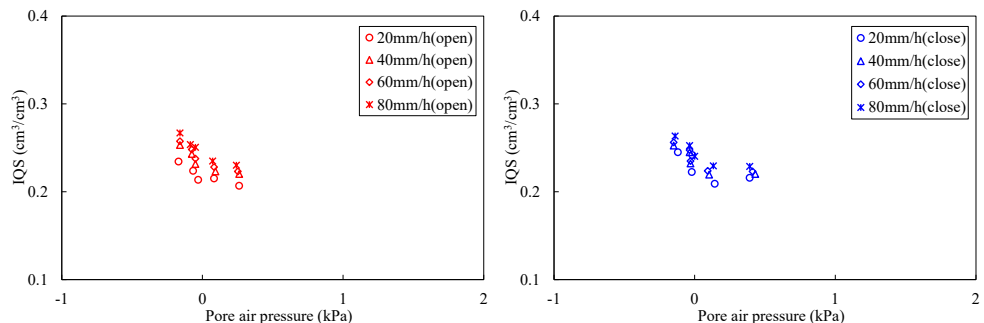


図-6 IQSと間隙空気圧(左: Case1, 右: Case2)