

まさ土の降雨浸透とサクシオン変化の基礎的研究

呉工業高専 正員○小堀慈久、加藤省二

防衛庁 正員 国川智美

呉工業高専専攻科 荒谷祐貴、村上昭仁

1. はじめに

広島県瀬戸内海沿岸部では降雨による土砂災害が多く発生している。最近では平成11年6月29日、広島県内を移動性の梅雨前線による集中豪雨は呉市での2時間雨量は約190mmに達し、大規模な土砂災害が多発した。

この地域には風化花崗岩からなる特殊土であるまさ土が広く分布し、厚い風化残積層を形成している。まさ土地盤の崩壊は降雨浸透による高い地下水面の形成、それに伴う間隙水圧の上昇とサクシオンの低下、それにより有効応力の低下から崩壊に至る。また降雨浸透によるサクシオン変化は崩壊とも関係する。

そこで本研究では、自然地盤のまさ土斜面の浸透状況を把握するために、模型斜面を用いて地盤条件を変化させ、まさ土斜面の降雨量に対する間隙水圧・排水量の違い、サクシオン（pF値）と崩壊予知について検討した。

2. 実験概要

本研究で用いた実験装置を図-1に示す。縦50cm、横133cm、深さ50cmの形状で傾斜勾配30°の斜面模型装置である。

まさ土を3層に分けて締め固め、間隙比 e は $e=0.839\sim 1.080$ で行った。pF測定器として水銀柱によるテンソメーターを用い斜面中央の15cm深さに設置した。間隙水圧は装置下部の底面で測定した。降雨排水量を測定するために、装置下部の前面に上部、下部排水口を設けた。試験方法は降雨強度100mm/hで試験を行った。比較実験として、排水・非排水、繰り返し降雨の有無、層厚の変化を加えた。実験値としてpF値、間隙水圧、排水量、含水比 w を測定し、まさ土の降雨浸透特性およびpF値によりサクシオンの挙動と斜面崩壊の関係を考察する。

3. 結果および考察

実験試料であるまさ土を用いてJIS A 1204¹⁾に基づき、粒度試験を行った。図-2に得られた粒径加積曲線を示す。また表-1にまさ土の均等係数 U_c 、土粒子密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$ 、透水係数 $k_t(\text{cm/s})$ を示す。

3.1 降雨量と、間隙水圧・pF値の関係

層厚15cm、間隙比 $e=0.935$ で排水させながら降雨試験を行った。図-3は累積降雨量と間隙水圧の関係で繰り返

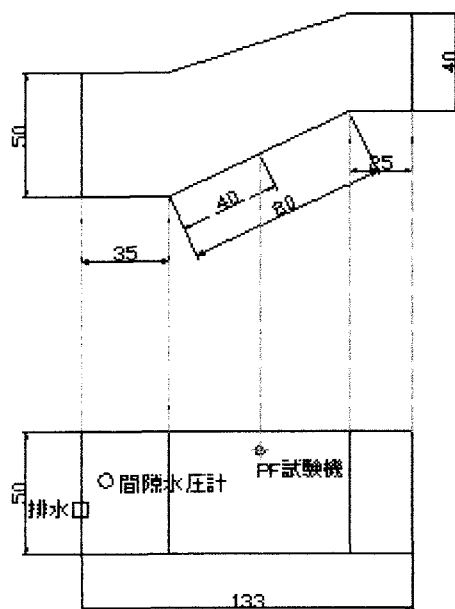


図-1 実験装置

表-1 まさ土の均等係数、土粒子比重及び透水係数

均等係数 U_c	土粒子密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$	透水係数 $k_t(\text{cm/s})$
98	2.61	5.44×10^{-4}

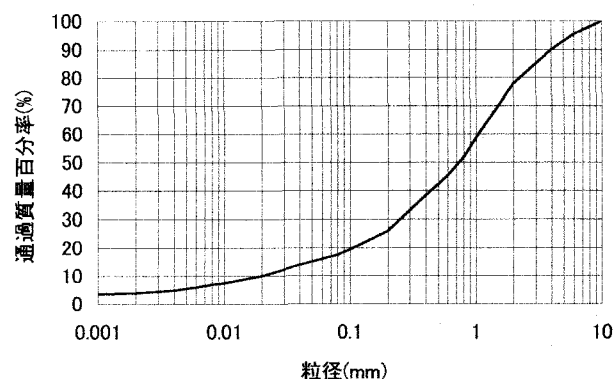


図-2 実験試料の粒径加積曲線

し降雨のため降雨開始から 10mm で間隙水圧が立ち上がった。開始 6 分後である。降雨量 100mm、60 分後に最大値に達した。図-4 に累積降雨量と pF 値の関係を示す。不飽和地盤で pF の初期値は 30mmHg から 18 分後、降雨量 32mm で pF 値のサクシオンはゼロとなった。図-5 に含水比と pF 値との関係から水分特性曲線を示す。同様の地盤に 2 回目の繰り返し降雨試験を行い湿潤過程と乾燥過程をみた。pF 値の初期値は 38mmHg、含水比 9%を示し、降雨により含水比 $e=25\%$ で pF 値はゼロとなった。降雨をとめ 3 日間、含水比測定をし乾燥過程を観察した。含水比 $e=17\%$ 、pF 値 21mmHg を示し水分特性が得られた。湿潤、乾燥曲線形状に大きな差が見られないのは細粒分が多く透水性が低いためと思われる。又 pF 値が 0 の飽和地盤は崩壊危険度が高い。

3.2 排水条件と間隙水圧の関係

図-6 は層厚 15cm における降雨時間と排水量の関係を示す。排水口が側面の上部、下部に設けた。上部の排水量は降雨開始から 18 分後から排水が始まり 20 分後には 580mm、32 分後にはピーク 690mm の排水量となっている。下部の排水量は上部排水より 5 分遅れの 23 分から始まり 30 分後にピーク 100mm の排水量があった。上部排水は地表面の貯留水であり、まさ土の透水性から浸透量に比べ地表面の流下量が多いため、下部排水は $k_t = 5.44 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$ と比較的低い透水係数が結果に影響したと思われる。図-7 は排水条件と累積降雨量の関係を示す。非排水条件は上部、下部の排水口を止めて貯留させながら降雨実験を行う方法で、排水試験は排水させ、排水量を計測する降雨実験である。非排水試験では 10mm の累積降雨で間隙水圧が発生し 50mm 降雨では 10 g/cm^2 の間隙水圧が見られた。排水試験では 40mm 降雨で間隙水圧が発生する事がわかる。災害時の排水施設が防災上、有効である事が判る。

4. まとめ

- 1) 繰り返し降雨では間隙水圧の立ち上がりが早期である。
 - 2) 降雨試験で pF 値の水分特性曲線が得られた。
 - 3) 上部排水は下部排水よりも早期に排水が始まり、排水量も多い。下部排水は排水量は少ないが一定量である。
 - 4) 排水条件で非排水試験は間隙水圧の発生が早く、値も急激に上昇し大きい。排水試験は水圧の発生が遅く、値も低い。このことから排水施設の整備が防災上重要であると思われる。
 - 5) その他、初期降雨と繰り返し降雨で初期降雨は間隙水圧の発生が遅く、2 回目降雨は 2~3 倍早く、水圧の値も高い。
- 「参考文献」小堀慈久：降雨斜面災害と時系列特性、1997. 3

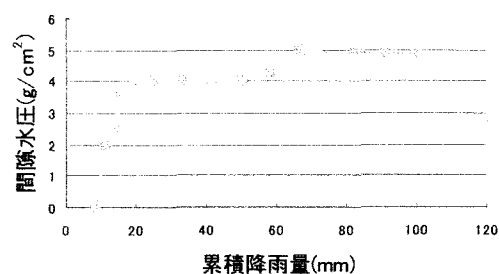


図-3 降雨量と間隙水圧の関係(層厚 15cm・排水)

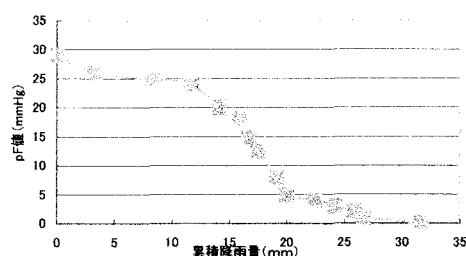


図-4 降雨量と pF の関係(層厚 15cm・排水)

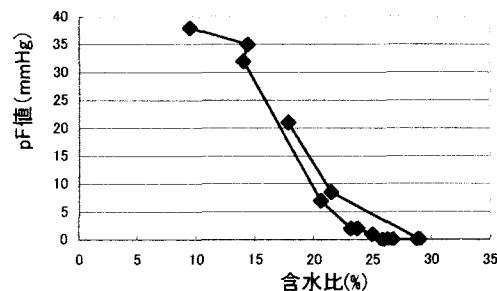


図-5 含水比と pF の関係

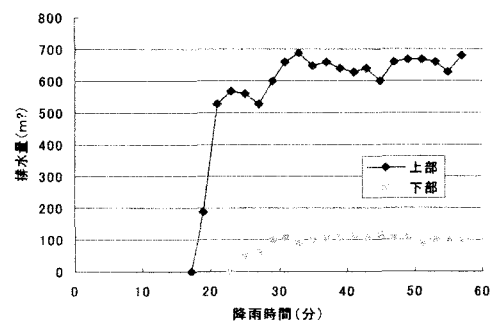


図-6 降雨時間と排水量(層厚 15cm)

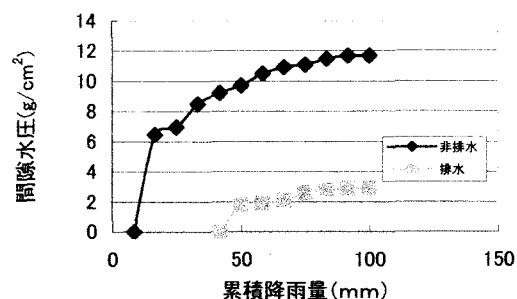


図-7 排水条件と間隙水圧(層厚 15cm)