

地山しらす斜面における雨水の浸透特性

鹿児島高専 正 員 岡林 巧
鹿児島高専 正 員 永吉 馨
鹿児島高専 正 員 木原 正人
鹿児島高専 学生員 松田 悟
鹿児島高専 学生員 ○吉村 俊博

1. まえがき

南九州においては、地山しらすを主体とする自然斜面が主に鹿児島県全域及び宮崎県南部にわたって広範囲に分布している¹⁾。これらの地山しらす斜面は、南九州が日本でも有数の多雨地域に属することに起因して降雨期に大小の崩壊災害が頻発することによって知られている²⁾。この地山しらす斜面の安定性の検討は、降雨下における雨水の不飽和浸透特性を解明してはじめて成し得るものである。雨水の不飽和浸透に関する研究は、各所の研究機関でかなり進められているが^{3) 4)}、その機構が複雑である故に現地の防災に供するまでに致っていないのが実状である。本研究は、降雨下における雨水の不飽和浸透機構を解明し、雨水浸透に起因した地山しらす斜面の安定性の検討の基礎とするものである。

2. 原位置透水係数の算定

地山しらす地盤の原位置透水係数の算定モデルを示したものが図-1である。原位置透水係数の算定には、次の仮定をたてた。すなわち、雨水の地山への不飽和浸透は、浸透シリンダー底面部 A_0 のみから行われる。不飽和浸透形状は、深度方向に傾斜角 45° の円錐台を呈する。地下水位は、存在しないものとした。したがって、不飽和浸透深度 L_s は、雨水浸透全体积 V_s 及び浸透シリンダー内径 B すると次のようになる。

$$L_s = (3/\pi \cdot V_s)^{1/3} - B/2 \dots\dots\dots (1)$$

また、浸透断面積 A_1 、水頭差 H で、 dt 時間に dQ の流量があると考えると

$$dQ = k \cdot H/L_s \cdot A_1 \cdot dt \dots\dots\dots (2)$$

いま、浸透シリンダー中の水位が dt 時間に dH まで低下したとすると

$$dQ = -dH \cdot A_0 \dots\dots\dots (3)$$

(2)、(3)式を等しいとし、時間 t_1 から t_2 間に水位が H_1 から H_2 まで低下するものと考え、式を積分すると次式の原位置透水係数を得る。

$$k = L_s \cdot A_0/A_1(t_2 - t_1) \cdot \ln(H_1/H_2) \dots\dots\dots (4)$$

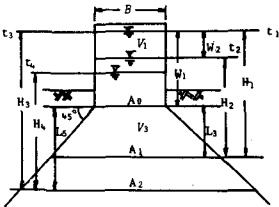


図-1 原位置透水係数の算定モデル

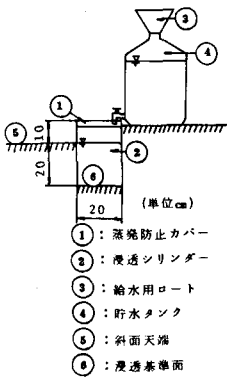


図-2 原位置浸透装置

表-1 原位置試料の指数的性質

実験 番号	初期 含水比 (%)	初期浸透 密度 (g/cm ³)	初期乾燥 密度 (g/cm ³)	比重	初期 空隙率 (%)	初期 空隙率 (%)	試料
1	38.1	2.890	2.090	2.43	1.16	53.7	しらす
2	38.1	2.890	2.090	2.43	1.16	53.7	しらす

表-2 原位置浸透試験条件

実験 番号	θ (°)	H (cm)	B (cm)	C (cm)	D (cm)	E (cm)	F (cm)	供試体
1	90	120	40	60	20	30	20	
2	60	120	40	60	20	30	20	

3. 試験方法及び試料の性質

原位置浸透装置を図-2に示す。また、原位置試料の指数的性質を示したものが表-1である。浸透試験に用いた斜面の形状寸法は表-2のとおりである。

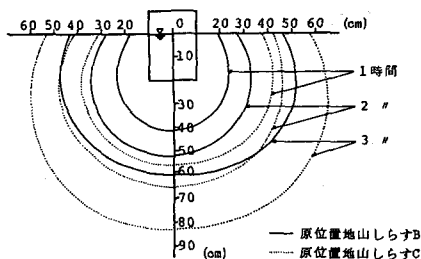


図-3 水の浸透状況

4. 実験結果及び考察

本原位置ではないが、中硬質の地山しらすBと硬質しらすCに関し
た浸透水の浸透状況を示したものが図-3である。いずれの硬度を示
すしらす地盤とも、水の不飽和浸透形状は、ほぼ球形を呈することが
明らかである。したがって本原位置透水係数の算定には浸透断面積
を必要とすることから、浸透形状を球形に近い円錐台と仮定すること
にした。図-4は、各種の設定飽和度に対する水の浸透深度と浸透時
間の関係を示したものである。図からこの程度の斜面条件での浸透
深度には、大差がないことがわかる。また、不飽和の程度が小さく
なるほど浸透速度は急増する傾向にある。透水係数と浸透時間の関
係を示したものが図-5である。原位置透水係数の算定は前(4)式によ
った。また、比較のために乱さない状態での地山しらすの室内変水
位透水試験による透水係数も表示した。原位置での地山しらすの透
水係数は、浸透時間が長くなるにつれ次第に定常値化する傾向にある。
さらに、室内変水位透水試験による透水係数が 5×10^{-5} cm/sec程度
に定常値化していることを踏まえると、降雨時における原位置地山し
らす斜面の飽和度は、85%程度に達しているものと考えられる。図-
6は、室内変水位試験による乱さない状態でのしらすの透水係数と
飽和度の関係を示したものである。図からわかるように、飽和度が
大きくなるにしたがって透水係数は定常値化する傾向にある。飽和度
は、供試体上部からの流入水量と下部からの排出水量の差を計測する
ことにより定めた。飽和の程度は、浸透時間が長くなるのにし
たがって一定値を示す傾向にあるが、その限度は85%程度と考えら
れる。自然浸透による限界飽和度が定まった後に真空圧をかける
ことにより飽和度を漸増させた。真空圧をかけた後の飽和度の最大
値は97%を示した。強制的に飽和度を高めた場合においても飽
和度が増大するにしたがって透水係数は、自然浸透により求めた値
に定常値化することは特記すべきである。

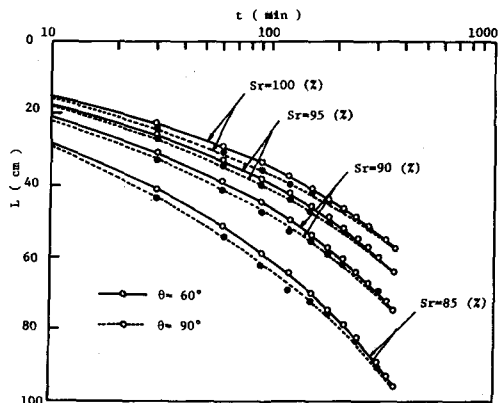


図-4 浸透深度Lと浸透時間tの関係

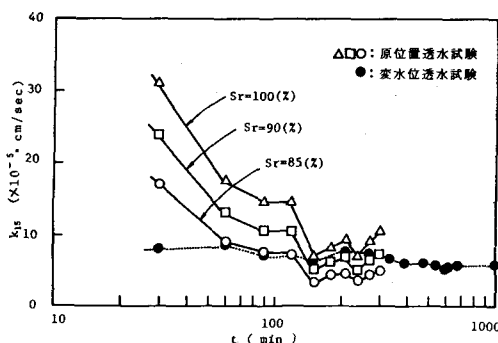


図-5 透水係数kと浸透時間tの関係

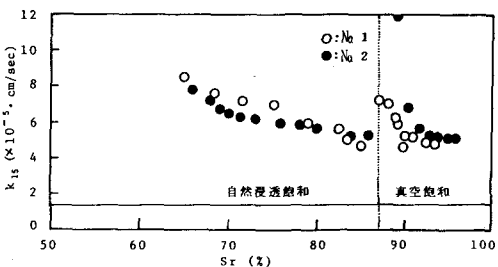


図-6 変水位透水係数kと飽和度Srの関係

5. あとがき

本研究では、まず地山しらす斜面の原位置での透水係数を求める簡易法を見い出した。また、本原位置での地山しらす斜面の降雨時の最大飽和度は約85%であり、透水係数は 5×10^{-5} cm/secと言える。最後に、本研究を進めるにあたり懇切な御指導を賜った九州大学工学部山内豊聡教授ならびに山口大学建設工学科村田秀一教授に感謝の意を表する。

- 参考文献 1) 山内豊聡、後藤恵之輔、松田滋、村田秀一：昭和51年6月、豪雨によるシラス斜面災害の特徴、昭和51年6月豪雨による鹿児島県土砂および土石流災害に関する調査研究報告書、pp29～35、昭和51年
2) 芥川真知、風間秀彦、中島健一：降雨の浸透に伴う飽和度の経時変化と斜面の安定性、第17回土質工学研究発表会、p p1137～1140、昭和57年
3) 山内豊聡：九州・沖縄の特殊土、九州大学出版会、pp160～161、昭和58年
4) 豪雨時における自然斜面の安定に関する研究委員会：豪雨時における自然斜面の安定に関するシンポジウム、pp1～94、1978。