

降雨時におけるしらす斜面の安定解析

宮崎大学工学部 ○学生会員 桑畑 英紀
 正会員 杉尾 哲
 鹿児島高専 正会員 岡林 巧

1. まえがき

南九州において、しらす斜面を主成分とする斜面が広域にわたって分布しており、南九州が日本でも有数の多雨地域に属することから、集中豪雨時のしらす斜面の崩壊災害が多発しており、社会的に非常に重要な問題である。この斜面崩壊の解明は、しらすの浸透特性と土質力学的特性の究明が必要である。そこで本研究は、有限要素法による降雨下による飽和-不飽和浸透解析と限界状態土質力学に基づいた安定解析を行った。

2. 飽和-不飽和浸透流解析

降雨下におけるしらす斜面の雨水の浸透流を再現するために、斜面モデルを図-1の様に分割し、飽和-不飽和浸透流の解析¹⁾を行った。一般にしらす層の上に黒ぼく土が堆積しているので斜面の天場に黒ぼく土の層を考慮した。斜面の傾斜角は、昭和61年7月の鹿児島市で発生した集中豪雨による斜面崩壊の実態調査を基に 60° とした²⁾。また、降雨条件は、降雨強度 1.8mm/hr を与えて定常解析を行った。解析には、しらすと黒ぼく土の不飽和浸透特性が必要となる。今回は宮崎県高城町の不攪乱のしらすを採取し、不飽和透水係数測定器により測定した体積含水率 θ 、サクション ϕ 、不飽和透水係数 k_u の値を式1の算定結果と測定値との誤差の平方和が最小になるようにパラメータを同定した値を用いた。その値は表-1に示す。また、飽和の透水係数は不攪乱試料を採取した場所で、図-2に示す浸透量測定装置により時間的流量の変化を測定し飽和-不飽和浸透流解析により浸透量の解析値と実験値が一致するように同定した値を用い、表-1に示す。次に、黒ぼく土の飽和の透水係数と不飽和浸透特性は、しらすと同様に図-2に示す浸透量測定装置により時間的流量の変化を測定し飽和-不飽和浸透流解析により浸透量の解析値と実験値が一致するように式1のパラメータを変えて計算し不飽和浸透特性を求めた値を用い、表-1に示す。図-5は定常解析から得られた体積含水率の分布を示す。この図によると斜面の体積含水率はほぼ一様であるが天場の部分の体積含水率が高いことがわかる。

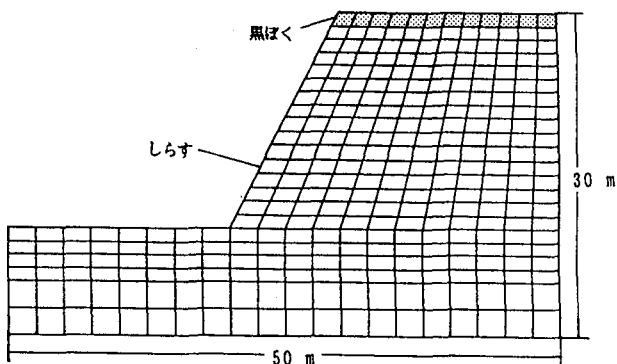


図-1 しらす斜面の要素分割

	しらす	黒ぼく
k_o	5.1×10^{-4}	5.8×10^{-4}
θ_s	0.53	0.66
θ_r	0.0	0.36
ϕ_c	26.6	30.0
n	0.634	4.43

注) k_o (cm/s), ϕ_c (cm)

表-1 Mualem式のパラメータ

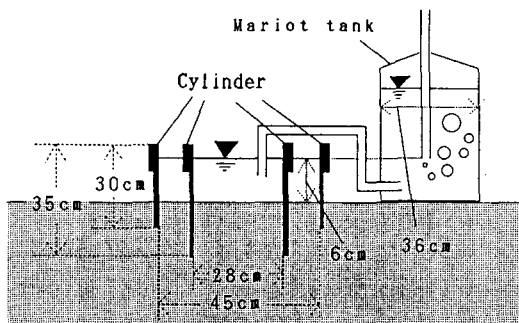


図-2 浸透量測定装置の概略図

Mualen式

$$S e = (\phi c / \phi)^n \dots\dots (1)$$

ここに $k r = S e^{2/5+2/n}$

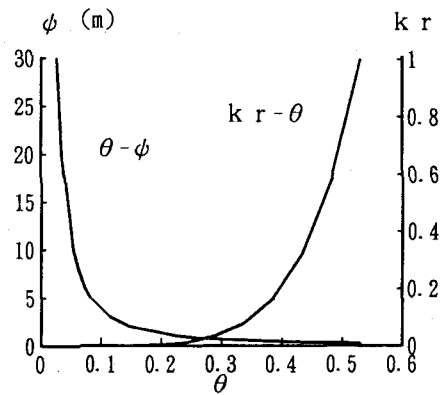
$$S e = \frac{\theta - \theta r}{\theta s - \theta r}$$

3. 斜面の安定解析

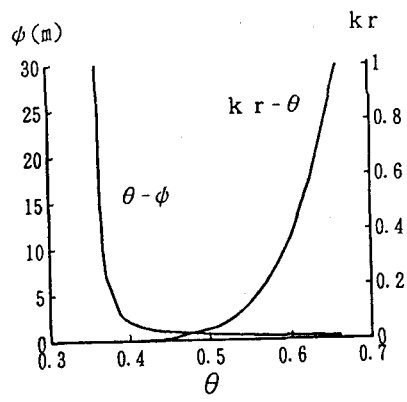
しらす斜面の降雨時の安定解析では、雨水の浸透で増加した黒ぼく土の自重を荷重として与えた。各要素の間隙水圧は、飽和－不飽和浸透流解析において求めた値を与えた。そして、しらすの構成則は修正Cam-Clayモデルを用いた。修正Cam-Clayモデルにおけるしらすの土質力学特性を表す定数M, κ, λ, Γは圧密試験と三軸圧縮試験で求めた値を与えた。図－6はこの安定解析の変形図を示しており天場と斜面の要素の変形が他の要素に比べて卓越していることがわかる。

Γ	2.011
λ	0.0152
κ	0.00152
M	1.525

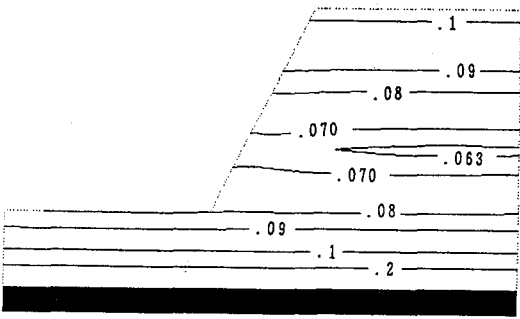
表 - 2 しらすの土質力学パラメータ



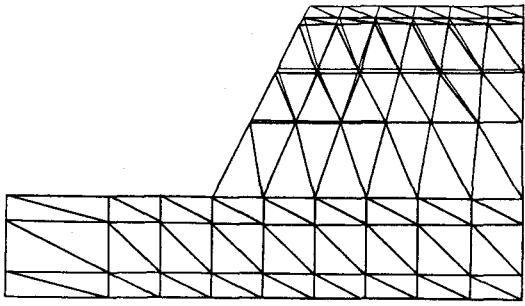
図－3 しらすの不飽和浸透特性曲線



図－4 黒ぼく土の不飽和浸透特性曲線



図－5 しらす斜面の体積含水率分布



図－6 しらす斜面の変形図

<参考文献>

1) 西垣 誠、竹下祐二；有限要素法による飽和－不飽和浸透流解析法，土質工学会中国支部，1987
2) 矢澤昭夫、木村秀雄、武村朝湖；昭和61年7月10日鹿児島市集中豪雨によるしらす斜面崩壊の要因について、第23回土質工学研究発表会講演集，pp.1811～1812, 1988