

しらす地盤における野外浸透実験

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

しらす台地での集中豪雨時の斜面崩壊の解明や土中構造物の設計には、しらすの浸透特性を把握することが重要であるが、現地での浸透試験結果の報告は少なく、また貴重な報告があっても不飽和浸透を考慮しないで参照されていることが多いようである。このようなことから、しらす地盤について種々の野外浸透実験を行って、その結果を互いに比較することと、不攪乱試料を採取して、その浸透試験結果との比較を行うこととした。

2. しらす地盤の野外浸透実験

野外実験は宮崎県三股町のゴルフ場建設現場で行った。実験は、非定常的に水位が変動するものと、一定水位のもの二種類の実験を行った。前者の実験は、図-1のように、地盤に直径20cm、深さ40cmの円柱状の孔を掘り、その孔に満水になるまで注水して、その後の水位の時間的変化を測定した。さらに実験後に孔の中心を通る幅160cm、深さ80cmの垂直壁面を切り出し、10cm間隔の格子位置(149点)でしらすを直径4.6cmのシリンダーを用いて採取することによって体積含水率の分布を測定した。なお注水孔は3個作成して、注水の繰り返し回数をそれぞれ2回、3回、4回と変化させる実験にあてた。一定水位の実験は、図-2のように直径28cm・高さ35cmと直径45cm・高さ30cmのシリンダーをしらす地盤に二重に打ち込み、内側のシリンダー内にマリョットタンクにより一定水位で注水して、タンク内の水位の時間的変化を測定した。なお外側のシリンダー内の水位は内側の水位と変化がないように配慮しながらマリョットタンクとは別に注水した。

3. 野外浸透実験結果

非定常水位の実験において測定した孔内水位の変化を図-3に示す。浸透時間は1回目よりも2回目の方が顕著に長くなっているが、3回目と4回目の相違は小さくなり、孔の周囲の飽和度が高くなっていることが推定される。ここで飽和状態の場合の鉛直浸透の動水勾配は1であることを考慮して、孔内の水深 h の時の透水係数を $k=Q/(2\pi rh+\pi r^2)$ で算定して表-1の値を得た。結果によると、ほぼ同一地点で測定したにもかかわらず孔ごとに透水係数が相違している。また注水4回目の終了後に切り出した鉛直面の体積含水率分布を示すと図-4のようになった。この分布図は実験終了後の切り出し時間中にも浸透していることを考慮

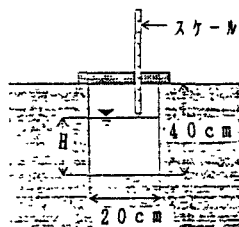


図-1 変水型の実験

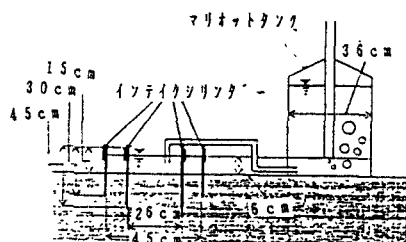


図-2 定水型の実験

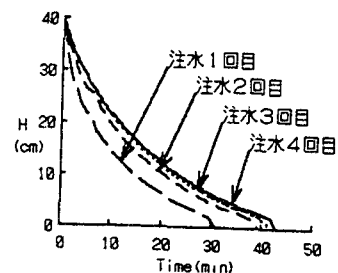
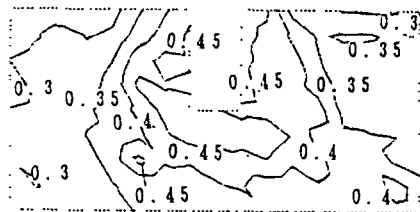


図-3 孔内水位の変化

図-4 θ の分布図(4回注水)

すると実験終了直後の体積含水率分布ではないが、ほぼ孔底面を中心とした球状の分布になることがわかる。次に一定水位の実験において測定した浸透量の変化を図-5に示す。実験開始直後に大きい値を示すが、時間経過とともにある一定値に漸近している。この一定値を示す時間帯ではシリンダー内の地表面付近の飽和度が高くなっていると推定されるので、この時の透水係数を、動水勾配を1、内部シリンダーの断面積を A とおいて $k=Q/A$ で算定すると表-2の値を得た。2つの

孔で相違しているとともに、表-1の値とも異なった値となった。

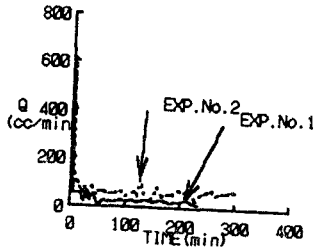


図-5 浸透量の時間的变化

表-1 変水位での透水係数

	水深 (cm)	透水係数 k
孔1 注水2回目	19.30	3.77E-3
	9.35	4.21E-3
	3.00	3.48E-3
孔2 注水3回目	24.05	4.94E-3
	12.70	5.03E-3
	3.90	5.15E-3
孔3 注水4回目	25.60	3.81E-3
	12.30	3.85E-3
	3.95	3.25E-3

* 注水回数、孔1は2回、孔2は3回、孔3は4回

表-2 定水位測定における 透水係数

	透水係数 k
1回目	6.75E-4
2回目	1.56E-3

表-3 室内測定での透水係数

	透水係数 k
1回目	3.34E-3
2回目	4.20E-3
3回目	5.87E-3
4回目	3.20E-3
5回目	3.14E-3

4. 浸透特性の室内試験結果

不飽和浸透特性を知るために、野外実験場から不攪乱のしらすを採取して、加圧式の不飽和透水係数測定器(Daiki-4150)により湿潤過程の測定を行った。図-6、図-7はその $\phi-\theta$ 曲線と $\theta-k_r$ 曲線を示しており、図中の実線はMualem式の算定結果と測定結果との誤差の平方和が最小になるように様に求めた値を示している。なお、式中のパラメータは、 θ_s に現場密度試験から求めた $\theta_s=0.5604$ を用いて、 $N=0.4889$ 、 $\theta_r=0.0001$ 、 $\phi_c=19.78$ を得た。

$$\text{Mualem式 } S_e = (\phi_c / \phi)^N \quad \text{ここで } S_e = (\theta - \theta_r) / (\theta_s - \theta_r)$$

$$k_r = k_u / k = S_e^{(2+2/N)}$$

また、この試料を用いて飽和状態についての変水位透水試験法によって透水係数を求めた。その結果は表-3のようになり、この値と上記の表-1、2の値と比較すると、ほぼ表-1と同じ値を示し、表-2とは相違することがわかる。また図-8は $k_u-\phi$ を示したもので、 ϕ が0に近づくにつれて k_u は約 3.0×10^{-4} (cm/s)に漸近している。この一定値は飽和状態の透水係数を示しており、表-3と比べると相違していることがわかる。

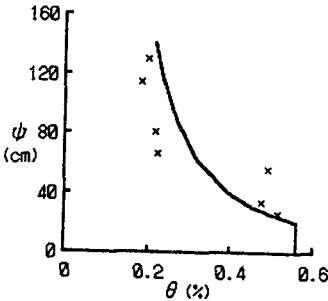


図-6 $\phi-\theta$ 曲線

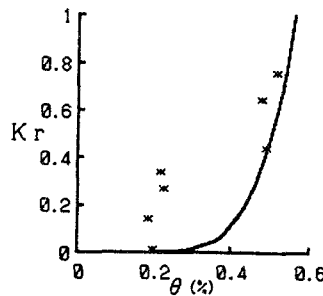


図-7 $\theta-k_r$ 曲線

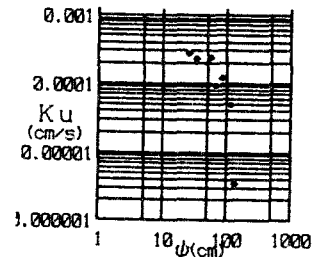


図-8 $K_u-\phi$

5. 飽和-不飽和浸透流解析

上記の不飽和浸透特性を使った飽和-不飽和浸透流解析により、非定常水位の実験を再現した。解析はPC-UNSAFで行った。図-9は、2回注水試験での孔内水位の測定値を解析値と比較したものである。解析値の水位は孔底部の圧力水頭の平均値を水位としたが、飽和状態の透水係数を $1.0E-5$ (cm/s)と入力した場合に測定水位とほぼ同じになった。

参考文献

西 力造・木村大造：シラス地帯（第2報）シラス層における含水量及び力学的性質に及ぼす影響，鹿児島大学農学部学術報告，1925。

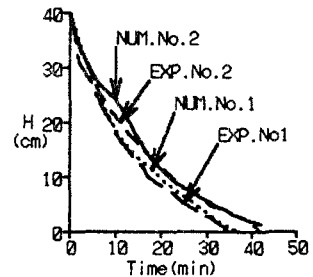


図-9 実験値と解析値の比較