

不かく乱マサ土の透水特性について

関西大学工学部 正 ○青山千彰
関西大学工学部 正 西田一彦

1. はじめに

マサ土は一般に砂質土として分類されているため、不かく乱状態においても、同様な解釈がなされている。したがって、マサ土斜面への雨水の浸透等の問題は、ほとんどが砂層への浸透問題として取り扱われている場合が多い。しかし、不かく乱状態でのマサ土は、かなり強風化のもので、結晶粒界は保たれており、採取時に粒界面が分離した、かく乱マサ土とは透水特性が異なると考えられる。本報告は、前回報告した透水試験装置を用いて透水実験を行い、不かく乱マサ土の透水特性について検討したものである。

2. 試料および実験方法

試料は大阪府河内長野市の山地を構成する領家型花こう閃緑岩の風化残積土を不かく乱状態でサンプリングしたものである。その基本的性質を表-1に示す。透水実験は、あらかじめ500(mmHg)の真空度で飽和状態に近づけた後、脱気水を用いて定水位実験法で行なった。透水試験装置は前回報告した形式のものに三ヶ所間隔き水圧計を取りつけ、試料内の間隔き水圧分布が測定できるように改良したものである。

表-1 基本的性質

Gs	ρ_d (g/cm ³)	W _n (%)	S _s (m ² /g)	lg loss (%)
2.64	1.10	6	0.12	2.5
2.77	1.70	38	14.4	8.5

3. 動水勾配が変化する場合の透水係数について

不かく乱マサ土の透水実験結果を、30分間隔で動水勾配(i)を変化させた場合について、透水係数(k)と i との関係を図-1に示す。図より注目される点は、 i の増減により k が変化していることである。 k は1回目の i の増加過程より減少過程にかけて減少し、2回目の i の増加過程ではやや増加する傾向を示すが、減少過程では、1回目ほど減少せず、ほぼ一定値に近づく傾向を示している。一般に、砂質系の透水試験ではダルシー則が用いられ、透水中 k は変化しないと考えられている。ただし、流速が早い場合、あるいは粘性土で流速が非常に遅い場合では、層流より乱流への変化、あるいは非ニュートン流体的挙動を示すことで、おかけ上 k が変化するといわれている。特に、後者は i の2回目の過程にあてはまり、Hansboの式より算出した図中、鎖線であらわした曲線と、実験値が近似してくることから、粘性土の透水特性を示すことが理解される。しかし、1回目の i の増減過程における k の減少は、透水開始時と終了時で k の値に約2オーダーもの差が生じ、再び回復しないことから、層流、乱流等で説明できない特徴を持っている。そこで、 k の減少の原因を推定すると以下の3点が考えられる。Ⅰ、骨格の変形により流路が狭められ、 k が減少する。Ⅱ、流路に粘土等の風化物が集積し、目づまりを起す。Ⅲ、不飽和状態のため流路が狭められる。これから3点のうち、Ⅲは透水実験開始時に真空ラインにおける飽和

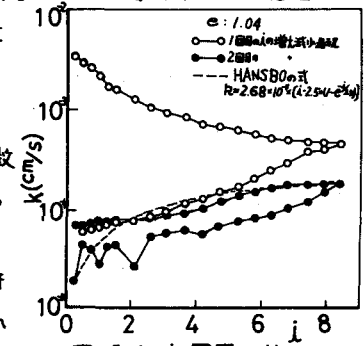


図-1 k - i 履歴曲線

状態に近づけてあるため、直接の原因から除くとⅠ、Ⅱが主因となり、いずれも水路の構造が変化すると考えられる。

4. λ が一定の場合、時間と流量の関係

前回の報告²⁾では、 λ が一定の場合、時間と流量との関係は図-2に示すように、実験値と解析曲線が非常によく一致することがわかった。この解析曲線は $Q = \frac{8\lambda}{1 + \alpha\lambda} \dots (1)$

ただし Q : 累積流量 λ : 最初の測定時に得られる単位時間あたりの流量

α : 実験定数 t : 時間 であらわされる。

ここで、さらに(1)式において $\alpha = f \cdot \frac{8}{\lambda}$ とおけば

$$Q = \frac{8\lambda}{1 + f \cdot \frac{8}{\lambda} \cdot \lambda} \dots (2)$$

が得られる。ただし、 $f = \frac{6 \cdot C \cdot N \cdot dP}{2 \pi \cdot \eta \cdot L \cdot \lambda}$

C : 実験定数 N , L 毛細管の数と長さ, dP 水頭, η : 粘性係数

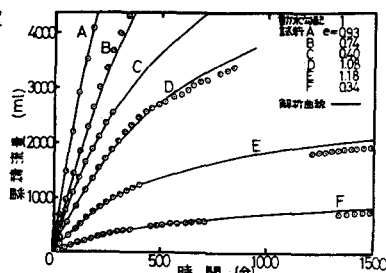


図-2 累積流量と時間の関係

この式は、一般に標準閉そく型の口過方程式と呼ばれているものである。つまり、 λ 一定の場合における時間と流量との関係は、口過方程式に一致することになり、前述のⅡの推定を一見、証明している様に考えられる。ところが、標準閉そく型の口過は、血管中にコレステロールがたまる様に毛細管の径が細まってゆくと仮定して導かれたものである。Ⅰの推定による骨格の変形によっても、流路がせぼめられ、同様の結果となることが予想されるが、Ⅰ、Ⅱいずれの場合にしろ、水路が細くなることが共通している。

5. 透水試験中における各層の λ の変化

図-3は、模式図に見られる様に、各地点の間けき水圧から動水勾配を求め、連続式より、流線と直角な4つの層の透水係数を求めたものである。ただし、流線と直角な方向には λ の変化はないものとし、透水断面面積は一定とする。実験は、4段階の λ について増減を繰り返した λ の変化を求めたものである。他の試料同様、全体の λ は λ の増減により低下する傾向を示し、2回目ではやや一定値におちつこうとしている。ところが、オ1層と4層では、オ4層が λ の増減に追従して λ が変化するのに対し、オ1層は λ の増減に関係なく低下している。このことは、水圧の上昇に伴ない下部層では水路が太くなり、上部層では逆に細くなると解釈でき、Ⅰの推定を証明している様に思われる。透水試験では、全面を拘束するため、上部の排水口側の圧縮され、 λ が減少すると考えられるが、 λ がⅠ程度の低圧で岩に近い試料が変形するとは考えにくく、今後の課題としなければならぬ。

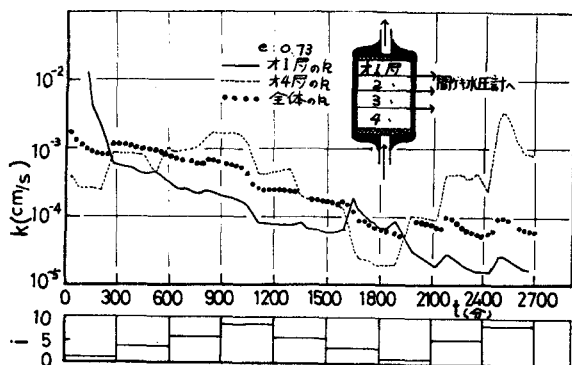


図-3 透水試験中における各層の λ の変化

参考文献

- 1) 山崎 義夫 (1977) 「不飽和マサ土の透水試験について」土木学会全国大会講演集Ⅲ-29-1~Ⅲ-29-2
- 2) 山崎 義夫 (1978) 「乱れたマサ土の透水特性」第13回土工学会研究発表会講演集PP.147~160