

不カク乱マサ土の透水特性について

関西大学工学部 正員 西田一彦
 関西大学工学部 正員 青山干彰
 アジア航測(株) 正員 〇壺山茂行

1. はじめに

マサ土の透水性についての研究のほとんどはカク乱した試料に対するものである。しかし、マサ土土壌での自然斜面安定の検討を行う場合、マサ土の風化の特殊性に注目すれば、不カク乱状態での透水性の検討が重要になってくる。本報告は、不カク乱マサ土の透水性を間ゲキ分布から検討し、透水性の経時変化について流量解析を行った結果を述べたものである。

2. 試料および実験方法

試料は大阪府河内長野市の山並に分布する領家型花コウ閃緑岩の風化残積土である。不カク乱マサ土のサンプリングは、特別に工夫された方法で行い、得られたサンプルはそのまき透水実験装置に組みこめるものである。透水実験は、試料をあらかじめ真空飽和状態に近づけた後、定水位実験法で行った。なお、第1段階として、動水勾配(心)を増減させ、測定時間を一定にした場合の透水性の検討を行い、第2段階は心を一一定にして透水性の経時変化を求めた。間ゲキ分布の測定はポロシメーターにより行った。

3. 透水による間ゲキ構造変化

不カク乱マサ土の透水性については、心を増減させると次第にダルシー則からはずれ、透水性は低下する。図-1は流速(心)と心の関係を表わしたものである。図中の実線で示したダルシー線は透水開始時の透水係数(心をもとに算定したものである。心の増減をくり返すと心は非可逆的な変化を示すため、不飽和や乱流そのものが透水性の低下の直接的な原因ではない。しかし、これらが誘因として作用し、間ゲキ構造が変化すれば、透水性は変化すると予想される。そこで、透水後の間ゲキ構造変化を確認するため、透水前後の間ゲキ分布の測定を行った。図-2は間ゲキ分布の状態を間ゲキ半径加積曲線で表現したものである。間ゲキ半径50 μ m以下の部分について比較した結果、透水後には明らかに50 μ m以下の間ゲキが増大しており、透水前後の全間ゲキ量が変化しないとすれば、透水中に50 μ m以上の粗大間ゲキは減少したと推定できる。したがって、粗大間ゲキの減少が透水性の低

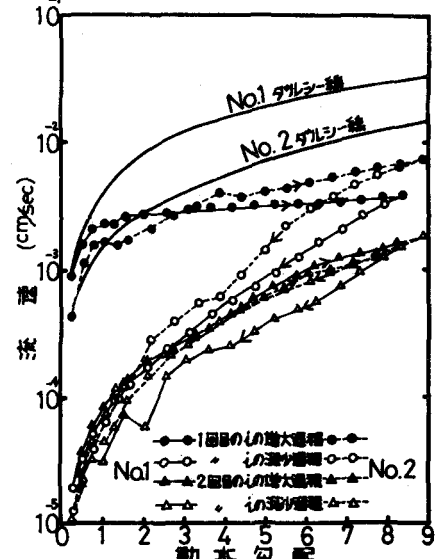


図-1 流速と動水勾配の関係

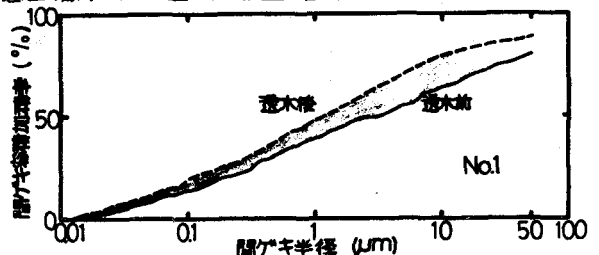


図-2 間ゲキ半径加積曲線

下の原因の一つであると考えられる。

4. 透水性の経時変化

不かく乱マサ土の透水性において、 λ の増減をくりかえすと、 λ は漸次減少するに至ったが、 λ を一定にした場合の透水性の経時変化は $\lambda=1$ として実験を行い、累積流量(ΣQ)と経過時間(Σt)の関係を検討した。

図-3にプロットした点は実験した Σt に対する ΣQ を示したものである。 Σt が増大するに従い ΣQ の増加は緩やかになり、ある一定流量に漸近する傾向を示している。このような時間の経過

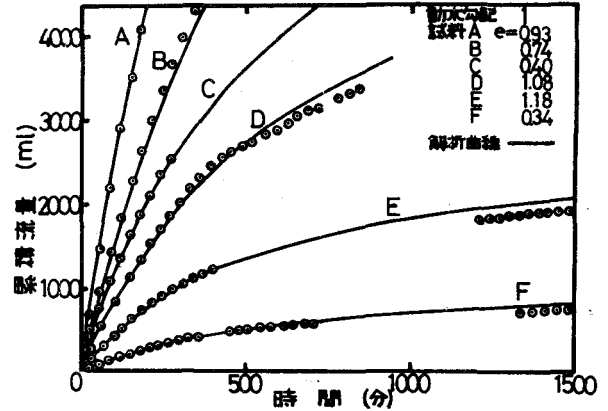


図-3 累積流量と時間の関係

にともなう透水性の低下については、試料によって多少の差異はあるが、微細土粒子の移動や懸濁物が土粒子に付着することによる間隙構造の変化が目づまりを生じさせたためと言われている。ここで、不かく乱マサ土の透水性を支配する因子として、 λ の変化、 Σt 、 ΣQ が考えられるが、それぞれは独立の因子ではなく、相互関係にあるものである。そこで、 λ を一定にした場合の ΣQ と Σt の相関性を解析した。解析に先立ち、不かく乱マサ土の透水性の低下は間隙構造変化による目づまり量に支配されると考え、つぎのような仮定をたてた。すなわち、『目づまり量は現時点までに流れた ΣQ に依存する』と考え、実験値をもとに流量解析を行った。図-4は

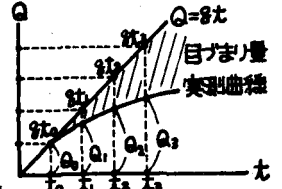


図-4 $Q-\Sigma t$ 曲線

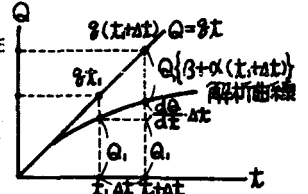


図-5 $Q-\Sigma t$ 曲線

ダルシー則に従う $Q=gt$ を示す直線と各測定時間の ΣQ の実験値を示した曲線である。各測定時間 $t_1, t_2, t_3, \dots$ においてダルシー則に従うならば $gt_1, gt_2, gt_3, \dots$ の流量が得られるが、 ΣQ はそれぞれ $Q_1, Q_2, Q_3, \dots$ である。また、目づまり量とは $gt_1 - Q_1, gt_2 - Q_2, gt_3 - Q_3, \dots$ を意味している。仮定より、目づまり量は現時点までに得られた ΣQ となんらかの関係が存在する。そこで、 $(gt_1 - Q_1)/Q_1, (gt_2 - Q_2)/Q_2, (gt_3 - Q_3)/Q_3, \dots$ の関係を求めた結果、 $(gt_1 - Q_1)/Q_1$ は初項 β 、公差 α の等差級数的な変化をしていることがわかった。そこで、図-5において任意時間 t より Δt 経過後のつりあい式をたてるとつぎのようになる。

$g(t+\Delta t) = Q_1 \{1 + \alpha(t+\Delta t)\} + \frac{Q_1}{\Delta t} \Delta t + Q_1 = Q_1 \{1 + \alpha(t+\Delta t)\} + \frac{Q_1}{\Delta t} \Delta t$ ここで $\lim_{\Delta t \rightarrow 0} g(t+\Delta t) = gt$
 $\lim_{\Delta t \rightarrow 0} [Q_1 \{1 + \alpha(t+\Delta t)\} + \frac{Q_1}{\Delta t} \Delta t] = Q_1 (1 + \beta + \alpha t) \quad \therefore gt = Q_1 (1 + \beta + \alpha t)$ したがって、任意時間 t における ΣQ は $Q = \frac{gt}{1 + \beta + \alpha t}$ (α, β は実験によって決まる定数) となる。この式で求めた曲線(以後、解析曲線)を実験値と対応させたものが図-3の実線である。解析曲線は実験値とよく対応しており、解析に先だちたてた仮定は正しいことがわかる。以上の結果、不かく乱マサ土の透水性の低下は間隙構造変化による目づまりが原因しており、流量は経時的に減少し、最終的に g/α に収束すると推定される。

- 1) 青山、遠山、西田(1977)「間隙分布からみた不かく乱マサ土の土構造」第12回土壌工学会研究発表会要録 P.149~152
 2) 青山、遠山、西田(1977)「不かく乱マサ土の透水性試験について」土学会関西支部講演集(昭和55年度)Ⅲ-29
 3) 伊藤、八幡敏雄「土壌の物理」東京大学出版会