

III-430 乱さないまさ土の浸透場におけるせん断特性と透水性の変化について

京都大学工学部 正会員 嘉門雅史 佐野郁雄
京都大学大学院 学生員 ○望月直也

1. はじめに

筆者らは、豪雨時のまさ土斜面の崩壊を研究するために、三軸圧縮透水試験装置を用いて、乱さないまさ土に浸透力が作用したときの、せん断強度の変化を調べている¹⁾。そこで今回はせん断試験中の透水特性に着目し、せん断特性と透水特性の関連性を検討したものである。

2. 試料と試験方法

表-1 試料の物理的性質

採取場所は滋賀県大津市比叡平であり、採取にはネイルサンプリングを用いた。試料は白亜紀型花崗岩に分類され、弾性波速度は450~600(m/s)である。表-1に試料の物理的性質を示す。

比重 Gs	湿潤密度 (g/cm ³)	乾燥密度 (g/cm ³)	含水比 (%)	間隙比	飽和度 (%)
2.615	1.63-1.90	1.43-1.67	11.6-18.0	0.57-0.83	45.3-72.3

図-1に2重セルタイプの三軸透水試験装置の概略を示す。装置は軸力载荷過程中に、供試体の軸方向に下から上に透水が可能であり、上流端の越流水層の位置を変えることによって任意の水頭差で透水できる機構である。透水量は下流端の越流水層から越流する水量をタンクで受け、それにかかる引っ張り力をロードセルで読み取った。また軸力と側圧は独立に制御できる方式である。排水条件は圧密排水試験とし、せん断はひずみ制御で0.30(%/min)である。透水は圧密(20min)終了後直ちに開始し、1時間透水することにより飽和したと見なした。なお実験終了後の飽和度は90.9-98.8(%)の間であった。

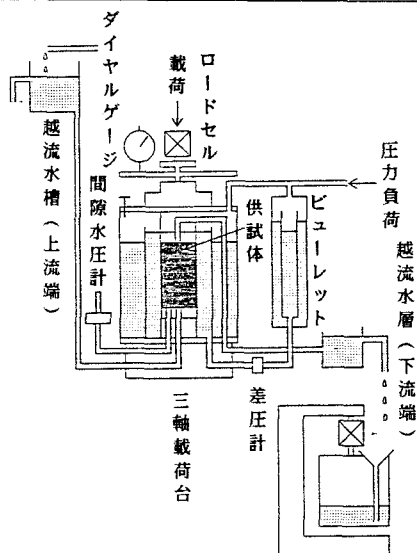


図-1 三軸透水試験装置

3. 力学試験結果

1) 強度特性 図-2に応力~ひずみ関係、体積変化~軸ひずみ関係を示す。浸透力を変えることによる影響は少なく、全体的にひずみ硬化型の挙動を示しており、明確なピークは現れていない。また供試体の体積変化は高側圧側では減少傾向にあるが、側圧が小さくなるにつれて膨張するようになる。

本試験の場合、供試体に作用する浸透力はせん断中において供試体に線形分布をとって作用すると仮定することができる²⁾。したがって、浸透力によって要素試験とはなり得ないが、今回は供試体中央部に作用する応力が供試体に平均的に働いているとみなして、有効応力に基づく評価方法を行った。なお、

$$\sigma_1' = \sigma_1 - \Delta u / 2, \quad \sigma_3' = \sigma_3 - \Delta u / 2$$

である。図-3は浸透力によるせん断強さ

の低下率と有効側圧の関係を示したものである。測定試料の初期間隙比のばらつきについては、せん断強さが間隙比に反比例すると仮定して、浸透力が作用していないときの間隙比で規準化した。ここで強度低下率 R_s は次式で表すことができる。

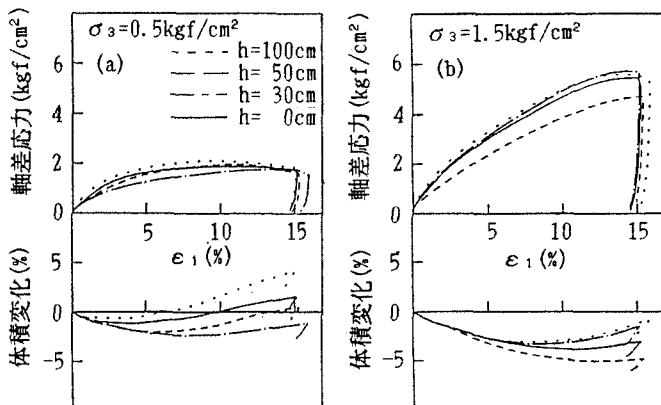


図-2 応力~軸ひずみ~体積変化関係

$$R_s = (1 - q/q_0) \times 100 \quad (\%)$$

q : 各々の破壊時の軸差応力

q_0 : 飽和しているが浸透力が作用していない

場合の軸差応力

この結果より拘束圧が低い $\sigma_3 = 0.15 \text{ kgf/cm}^2$ の場合、浸透力によるせん断強さの低下割合が著しく、ダイレイタンシーによる体積増加とともに、流れる水の影響を受けやすいことがわかる。

2) 透水特性 せん断中の透水係数の変化を大別すると図-4 のようになり、透水係数が減少した後増加するものと、指数関数的に減少するものの2つの種類があった。

透水係数が減少した後増加した試料は図-5 (a) のように、明確ではないがすべり面が発生しており、他の試料が図-5 (b) のように樽型変形をするのとは異なっている。したがってせん断中に透水係数が増加したのはすべり面に沿ってたしかかな水みちができたためと考えられる。また、この試料はすべて側圧 0.15 kgf/cm^2 の試料であり、低い側圧に浸透力が作用したときには滑り破壊が生じるということが明らかになった。

また、透水係数が指数関数的に減少した試料は、体積が減少するとともに透水係数が減少し、その後体積変化が増加に転ずると透水係数は増加せず、ほとんど一定の値を保った（図-6）。これはいったん密な構造になったときに、石英、正長石などの一次鉱物の中にカオリナイト、ハロイサイトなどの粘土鉱物が組み込まれ、その後体積が膨張に転じた後でも粘土鉱物がその場所に存在し、透水の目づまりを生じさせているためと考えられる。

4. おわりに

まさ土に浸透力を与えた三軸透水試験を行うことにより、せん断強さは低側圧領域において浸透力の影響を受けること、せん断試験中の透水性の変化は低側圧領域と高側圧領域においては全く違った挙動をすることが明らかになった。

参考文献

- 1) 嘉門雅史ら, 昭和63年度土木学会関西支部年次学術講演会（投稿中）
- 2) 村田重之ら, 第19回土質工学研究発表会講演集, pp. 499~502, 1984.

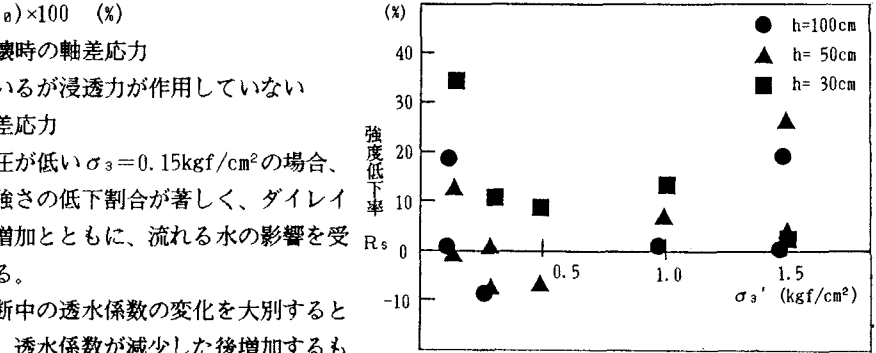


図-3 破壊時の強度比較

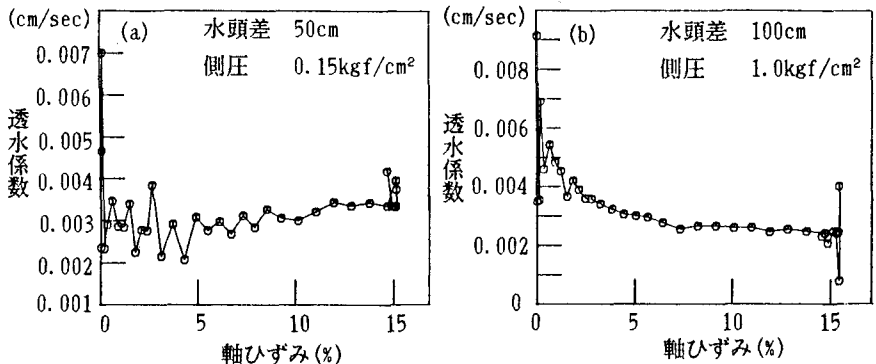


図-4 せん断中の透水係数の変化

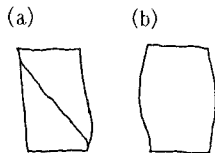


図-5 破壊形態

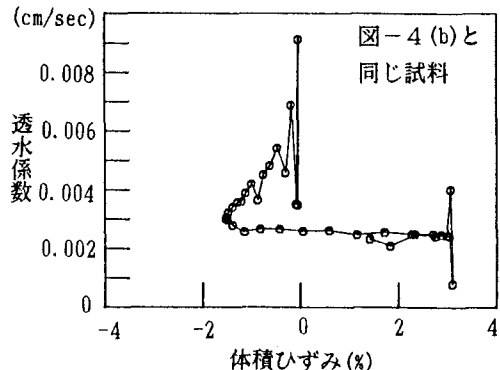


図-6 せん断中の透水係数の変化