

大山松江軽石土の一面せん断試験

鳥取大学 正会員 清水正喜
(株) 白石 正会員 ○田合昭博

1. はじめに

軽石風化土(大山松江軽石)の不攪乱試料に対して、圧密排水条件で一面せん断試験を行なった。試料は飽和状態に調整した供試体と、調整しない自然飽和度の供試体を準備した。試料の初期構造に対する圧力の影響を調べた。圧密圧力を 24.5～392kPa の範囲で変えた。せん断強度とその影響因子(垂直応力, 含水比, 間隙比, 飽和度)との相関について調べた。

2. 物理的性質

土粒子の密度：供試体成形時に残った試料から土粒子密度を測定した。測定個数は 27 個であり、結果を図 1 に示す。50%以上が $\rho_s=2.60-2.65$ の範囲に入ったが、最大値 2.750, 最小値 2.544 と広い範囲でばらついている(平均値 2.624Mg/m^3)。

含水比, 間隙比, 飽和度：成形したせん断試験用供試体の質量, 乾燥質量, 体積および土粒子密度からせん断試験前の含水比と間隙比および飽和度を算定した。土粒子密度は先に記した平均値を用いている。その結果、飽和度調整しない供試体では初期間隙比が 3 から 4.5, 初期含水比が 85 から 115%間にあって、非常にばらついているが飽和度は 65 から 78%の間にあった。また、飽和度調整した供試体では初期間隙比が 3.1 から 4.2 と調整しない場合と変わらないが、含水比は 117 から 155%になり飽和度はすべて 94%以上となった。なお、飽和度調整は試料を包んでいるパラフィンに針で無数の穴をあけ、水中で真空脱気する方法で行なった。

コンシステンシー：非乾燥法で液性・塑性試験を行なった。粒度調整は水を加えながら $425\mu\text{m}$ ふるいで裏ごしした。一方、粒度調整を行なわないものについても試験した。結果を表 1 に示す。粒度調整を行なった場合に大きな液性・塑性限界が得られた。ただし、塑性指数には大きな違いがない。粒度：火山灰質土の粒度測定は試料準備方法の影響を強く受ける。そこでまず基準の方法に準じ、乾燥法と非乾燥法で粒度試験を行なった(図 2)。非乾燥法では沈降分析による粒度とふるい分けによる粒度測定結果の不連続が生じた(図中 A, B)。基準の方法では、土粒子質量を試験前含水比から推定することになっているが、含水比にばらつきがあるために土粒子質量を正しく評価できなかったと考えられる。それに対し、乾燥法では、そのような不連続は生じなかった(図中 C)。

乾燥させることで試料の含水比が均一になったためである。ただし、乾燥させることで細粒分の団粒化が起こると予想される。実際 C は $425\mu\text{m}$ より細かい部分で他より粒径が大きくなっている。そこで、これらの現象を防ぐため、ふるい分けはすべて水中で行ない、試験後その水も含め全試料を炉乾燥させることで直接炉乾燥質量を求め

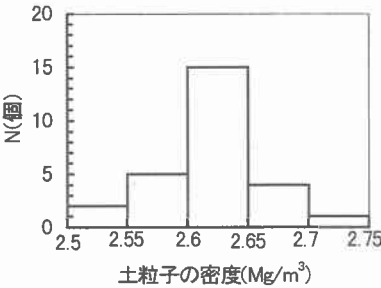


図 1:土粒子密度の頻度分布

表 1:コンシステンシー限界

	粒度調整なし	粒度調整あり
W_L (%)	115.2	140.2
W_P (%)	66.1	96.5
PI	49.1	43.7

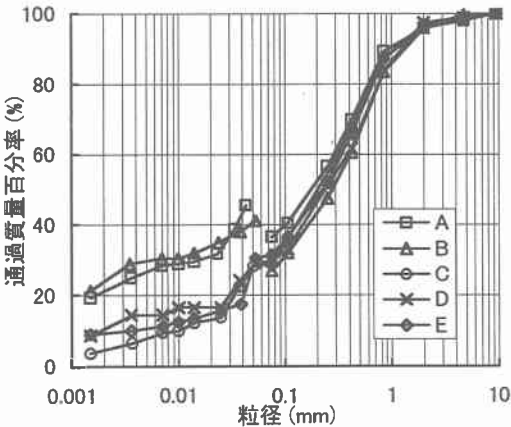


図 2:試料の粒度

た(図中 D, E)。この結果、測定結果の不連続はほとんど生じなくなった。本試料のように含水状態が不均一でかつ乾燥によって団粒化する場合、この方法が有効と思われる。

3. 一面せん断試験の方法

改良型一面せん断試験機を使用して圧密排水せん断の条件で試験した。上下のせん断箱の隙間を 0.2mm に設定した。圧密は所定の垂直荷重を一回で、または段階的に载荷した。各荷重段階において圧密終了は 3 t 法によって判断した。せん断速度は 0.05mm/min, 最大せん断変位は 8mm とした。

4. 結果と考察

図 3 は全供試体の圧密後の間隙比と圧密圧力の関係である。この図より、同じ圧力であっても間隙比が広範囲に分布している。特に低圧力下で顕著であることがわかる。次に段階载荷を行った供試体を見ると、圧密圧力が高くなるに伴って徐々に間隙比が減少し、250(kPa) 前後で急変していることがわかる。初期構造はこの圧力程度で破壊されると推測できる。したがって、低圧力下では初期の構造が破壊されず初期間隙比の影響が圧密後も多分に残っていると思われる。

垂直応力が小さいときは、最大せん断応力は初期の構造(初期間隙比)の影響を強く受けると予想される。そこで、低垂直応力下で実施した結果に対して初期間隙比と最大せん断応力の関係を調べた(図 4)。ばらつきがあるが同じ圧力のとき初期間隙比が小さいほど最大せん断応力が大きいという傾向がある。ただし、間隙比だけでは初期構造に由来する強度を評価できず、土粒子間の結合力も大きな因子の一つと考える。上記のばらつきはそのような個々の供試体のもつ粒子間結合力が供試体において異なるためであると思われる。また、飽和度を上げた供試体の強度は同じ間隙比の不飽和供試体のそれより小さいという傾向が読み取れる。

図 5 には高圧力下($\sigma_c=392\text{kPa}$)でのせん断中の間隙比とせん断応力の変化の関係を示す。これより、飽和、不飽和に関係なく、せん断応力は間隙比の減少を伴って増加していることが分かる。また、間隙比が異なっているにもかかわらず、最大せん断応力はほぼ等しくなっている。このことから、初期の構造が破壊されるような大きな垂直応力の下では、せん断応力は主として垂直応力によって決定される傾向があるといえる。

5. 結論

- (1) 粒度試験のふるいわけは水中で行い、また炉乾燥質量は含水比からの推定ではなく直接測定した方がよい。
- (2) $p=250\text{kPa}$ 前後で初期構造が破壊される。
- (3) 低垂直応力下ではせん断強さは初期間隙比が大きいほどまた飽和度が高いほど小さくなった。
- (4) 高垂直応力下ではせん断強さは飽和度の影響を受けない。またせん断に伴って体積が圧縮する。

参考文献

- 1) 清水・西田・羽馬(1998): 不攪乱軽石風化土の非排水せん断特性—初期有効応力と圧密の効果—, 第 33 回地盤工学会研究発表会, pp. 667 - 668.
- 2) 清水・田合(1999): 不攪乱軽石風化土の排水せん断強度特性—一面せん断試験—, 第 34 回地盤工学会研究発表会(投稿中)。

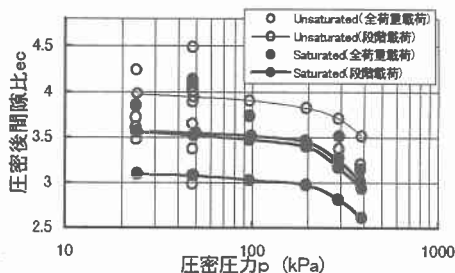


図 3: 圧密後間隙比と圧密圧力の関係

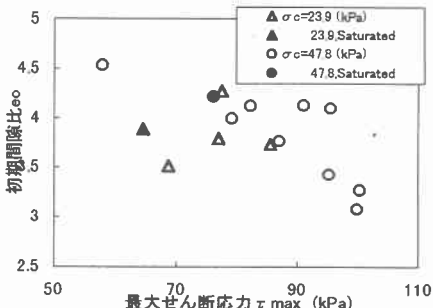


図 4: 初期間隙比と最大せん断応力の関係

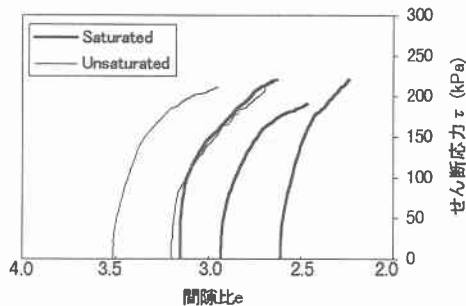


図 5: $e - \tau$ 関係