

大山倉吉軽石の微視的構造に関する研究

(株)田村組 ○谷口 正弥 鳥取大学大学院 寺井 昭博
鳥取大学工学部 藤村 尚 鳥取大学工学部 木山 英郎

1. はじめに

火山灰質粘性土は練り返しにより強度が著しく低下する特異な性質を持っている。このような現象が起こる原因として次の二つが挙げられる。一つは一般の粘性土にみられるような土粒子構造の破壊によるもので、もう一つは土粒子間に拘束されている非自由水分のこね返しによる自由化である。本研究の目的は、この土粒子構造の破壊について火山灰質粘性土の大山倉吉軽石を用い、不攪乱および攪乱の走査型電子顕微鏡による画像から得た白黒濃度情報を、高速フーリエ変換によるピリオドグラフ解析し、微視的構造の判別から土粒子構造の変化を考察する。

2. 試料作成方法

試料は、鳥取県倉吉市桜より採取した大山倉吉軽石を使用した。サンプリングチューブから乱さないようにして抜き出したものを不攪乱試料とし、突固めによる土の締固め試験の方法により締固められた試料を攪乱試料とした。攪乱試料の目標含水比は、不攪乱試料の物理試験の結果を参考にし、150%~160%とする。これを一面せん断試験と走査型電子顕微鏡の攪乱試料とした。

3. 力学試験結果と考察

不攪乱試料、攪乱試料の一面せん断試験の結果を図-1~図-4に示す。

図-1、図-3のグラフより、不攪乱試料における強度特性を見ると、垂直応力 $\sigma=156(\text{kPa})$ あたりで破壊線の勾配が大きく変化する。この応力が最大圧密降伏応力であると考えられる。過圧密領域では、粘着力 $C_d=37.2(\text{kPa})$ 、内部摩擦角 $\phi_d=9.1$ 度、正規圧密領域では、粘着力 $C_d=0(\text{kPa})$ 、内部摩擦角 $\phi_d=21.5$ 度となっている。低圧力下では構造の破壊が少ないので間隙の変化は小さく、土粒子のまわりの吸着水を通じて発揮される土粒子間の結合力が強いことが推察される。

図-2、図-4のグラフより、攪乱試料における強度特性では、破壊線は正規圧密の様相を示しており、粘着力 $C_d=21.6(\text{kPa})$ 、 $\phi_d=17.2$ 度となっている。また、締固めることで間隙比が小さくなり粒子間は密になっているが、 ϕ_d の値は、不攪乱よりも小さく、粘着力の値も約半分、強度は低くなっている。このことから、大山倉吉軽石は締固めると軟弱化し、土粒子の結合力の低下が起こることが分かる。

4. 走査型電子顕微鏡

走査型電子顕微鏡を用いて粒子構造を撮影する。この画像の濃度分布を種々の周期の波が合成された一種の不規則波と考え、それを高速フーリエ変換によるピリオドグラフ解析を行う。試料の鉛直断面、水平断面の画像上において、画像の縦方向、横方向を、

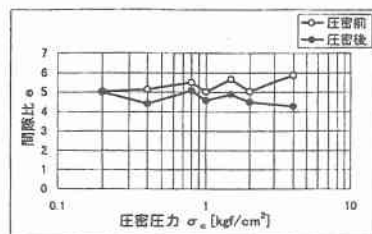


図-1 間隙比と圧密圧力の関係(不攪乱)

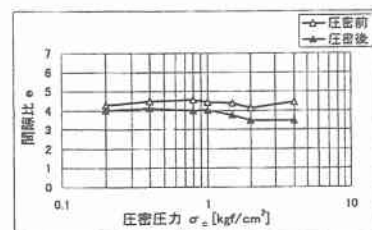
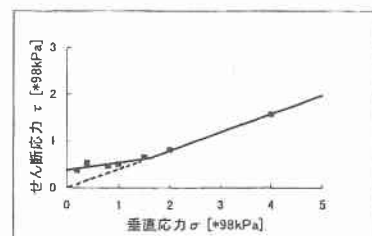
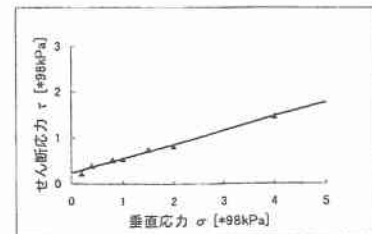


図-2 間隙比と圧密圧力の関係(攪乱)

図-3 τ - σ 曲線(不攪乱)図-4 τ - σ 曲線(攪乱)

直交する X 方向、Y 方向とした。鉛直断面では、X 方向が水平方向、Y 方向が鉛直方向を示している。解析結果は周期と相関比の関係を図-5～図-8 に示す。ここで示した相関比とは不規則波である濃度分布において、ある周期の波が与えられた不規則波にどれだけ影響を与えているかという影響値を表わす。周期の単位はピクセルである。

5. 解析結果と考察

図-5 より鉛直断面の X 方向において、不攪乱では、 $50\mu\text{m}$ 付近の土粒子が多く存在するのにに対し、攪乱すると $26\sim 40\mu\text{m}$ の土粒子の存在が大きくなっていることがわかる。これは団粒が破壊され、その大きさが小さくなっていることを示している。また、 $20\mu\text{m}$ 以下の小さな粒径の土粒子が増えており、団粒から剥離した微小な土粒子が増加していることがわかる。図-6 の Y 方向においては大きな変化がほとんど見られない。しかし、 $28\mu\text{m}$ 、 $40\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ の土粒子の存在が不攪乱よりもやや大きくなっている。団粒の大きさは少し小さくなっているが、水平方向での結合、剥離は少ないようである。

図-7 より水平断面の X 方向において、攪乱後、土粒子の粒径がやや小さくなっている程度で、全体的に大きな変化は見られない。図-8 の Y 方向では、 $43\mu\text{m}$ 付近の土粒子の存在が大きくなっているものの、全体的に変動の少ない曲線になっている。つまり、卓越する粒径はなく、粒径のばらつきが少なくなっている。

試料は、攪乱することによって断面にかかわらず粒径が小さくなり、特に鉛直断面の鉛直方向では、土粒子の変化が大きいようである。

6. まとめ

一面せん断試験によって得られた力学特性から、大山倉吉軽石は、攪乱されることで強度が著しく低下している。また画像解析から、土の鉛直断面と水平断面を観察して、3 次元的に粒径、構造の変化を調べた。その結果、よって土粒子構造の破壊は、土粒子そのものの破壊と土粒子間の間隙の変化が関与しているようである。

参考文献

- 1) 土質工学会編：日本の特殊土，土質基礎工学ライブラリー 10，p.22，pp.38-40，1974
- 2) 土木学会編：新体系土木工学，17 土の力学(II)-特殊土・締固め・土と水-，p.7，pp.14-20，1984
- 3) 土質工学会：粘土の不思議，p.20，p.42，1986
- 4) 河野伊一郎・八木則男・吉国 洋：土の力学，pp.6-7，p.14，pp.96-97，pp.126-127，pp.196-197，1990

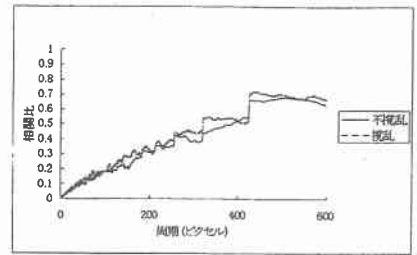


図-5 鉛直断面 X(鉛直)方向

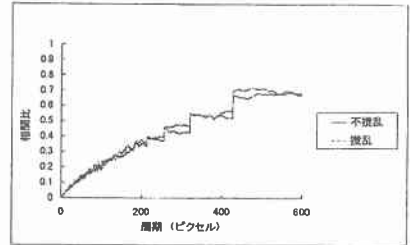


図-6 鉛直断面 Y(水平)方向

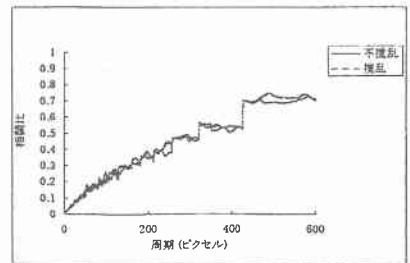


図-7 水平断面 X方向

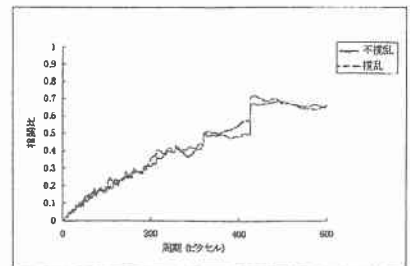


図-8 水平断面 Y方向