

攪乱および不攪乱倉吉軽石の微視的観察

鳥取大学 学生会員 ○寺井 昭博

正会員 藤村 尚

正会員 木山 英郎

正会員 西村 強

1. はじめに

火山灰質粘性土の工学的特徴は、機械の掘削、運搬、敷きならしなどの操作によってこね返されると著しく軟弱化して、施工能率がほかの土質に比べてはなはだしく低下するとともに、施工された盛土の支持特性が劣悪になるというものである。それでは、なぜこのような現象が起こるのか、これには以下の2点が考えられる。1つは一般の粘性土に見られるようなこねかえしによる土粒子構造の破壊によるもので、もう1つは土粒子間に拘束されていた豊富な非自由水分のこね返しによる自由水化によるものである。本研究では、前者のこね返しによる土粒子構造の変化をとりあげ、粒度試験と電子顕微鏡観察から調べた。

2. 試料

試料として倉吉市に産する中部ロームの倉吉軽石、下部ローム、同県日野郡フラワーパーク内の下部ローム(U)、下部ローム(L)を用いた。これらはすべて大山ロームに属する。なお、攪乱土は視認できる範囲で団粒がなくなるまで手ですりつぶした。

3. 粒度試験

0.75mm以下の粒径を計測するレーザー回折式粒度分布測定装置を用いた粒度試験は、不攪乱試料については、ブロックサンプルをバットの上に置き、木槌を用いて砕き、その後、手で試料をときほぐした。ときほぐし作業は約5分間行い、団粒構造を持つ試料の粒径が最大のもので1cm程度となるようにした。この試料を0.75mmふるいにかけて通過したものを不攪乱試料とした。攪乱試料については、0.75mmを通過した試料を視認できる範囲で団粒がなくなるまで手でこねかえた。さらに分散剤としてヘキサメタリン酸ナトリウム飽和溶液を加えて分散し、これを攪乱試料とした。測定時、蒸留水に対して試料は質量で1%、分散剤は0.2%添加する。

4. 一面せん断試験

改良型一面せん断試験機を用いて圧密定圧試験を行った。なお、せん断速度は0.05(mm/min)に設定した。

攪乱試料の供試体は試料を突き固め、間隙比もしくは湿潤密度を調整して用いる。

5. 走査線電子顕微鏡写真の画像解析

大山ロームの電子顕微鏡写真を粒子画像の濃度分布によって解析した。電子顕微鏡写真の縦方向と横方向の濃度分布を一種の波とみなし、高速フーリエ変換によってその波形を調べ、相関比と呼ばれる量 η を求める。求め

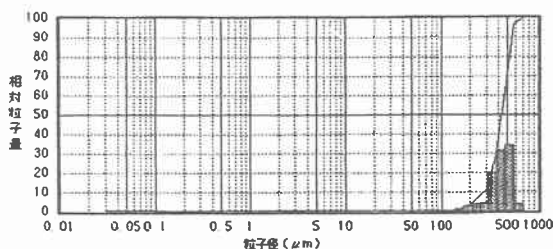


図-1 粒度分布(倉吉軽石 不攪乱)

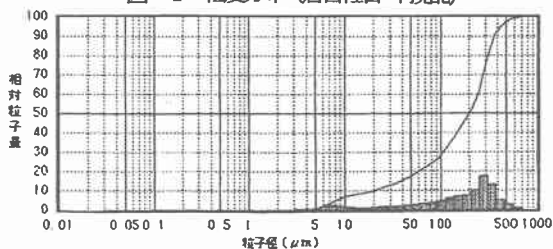


図-2 粒度分布(倉吉軽石 攪乱)

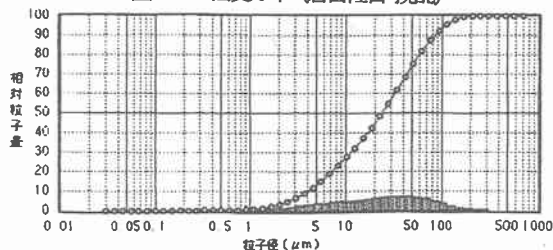


図-3 粒度分布(倉吉軽石 不攪乱 分散剤)

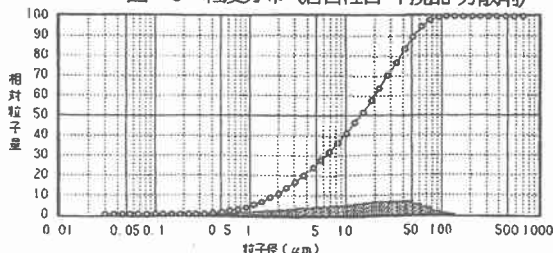


図-4 粒度分布(倉吉軽石 攪乱 分散剤)

たグラフにおいて相関比 η が大きければ、その時の周期が与えられた波形の主周期である。この周期は画像のピクセル数であり、すなわち長さである。なお、画像1ピクセルの実際の大きさは $0.08\mu\text{m}$ である。

6. 結果

レーザー回折式粒度分布測定装置を用いた粒度試験について、攪乱および不攪乱と攪乱試料に分散剤ヘキサメタリン酸ナトリウム飽和溶液を用いて分散した結果を図-1~4に示す。同図において、不攪乱試料と攪乱試料、分散剤添加試料を比較してみると、攪乱と分散剤添加により相対粒子量のピークが細粒側へ移動していることが分かる。これは土粒子の団粒構造が微細化している。

一面せん断試験において、せん断試験で測定される応力とひずみは、測定方法や供試体内の状態の不均一性などによって異なる。

攪乱および不攪乱倉吉軽石の一面せん断試験結果を図-5、6に示す。不攪乱試料においては最大せん断応力を示す点を破壊点とすると、応力-ひずみ曲線の立ち上がり急である。また、せん断応力はひずみの増加とともに増加し、最大応力点に達した後ひずみの増加に伴って徐々に減少し、一定値に近づいていく。一方、攪乱試料においては不攪乱試料に比べて応力-ひずみ曲線はなだらかで、最大せん断応力が不明瞭である。これは、粒状体の内部構造の変化がせん断特性に影響を与えているのではないかと考えられる。

電子顕微鏡写真のFFT解析で、横方向の波形と縦方向にとったものとは、相関比のピークの位置に差がでてくる。したがって、主周期を土粒子の大きさと考えると、倉吉軽石の不攪乱土の土粒子の形状は扁平した形状であるということがわかる。横方向では110あたりでピークが現れているのに対して、縦方向では130あたりの相関比が大きくなっている。粒子画像の1ピクセルは実際の大きさでは、およそ $0.08\mu\text{m}$ であるので倉吉軽石の不攪乱土では横 $8.8\mu\text{m}$ 縦 $10.4\mu\text{m}$ の大きさが土粒子の平均的なものであるといえる。同様に倉吉軽石の攪乱土についても、その土粒子の形状は扁平したものであり、その大きさは横 $5.2\mu\text{m}$ 縦 $7.2\mu\text{m}$ である。粒度試験で得られた土粒子の平均粒径と比較的近い値が得られた(図-7, 8)。

倉吉軽石の攪乱土と不攪乱土を比べてみると、土粒子の大きさは不攪乱土に対して攪乱土は少し小さくなっている。このことから倉吉軽石の不攪乱土は繰り返すことによって、その土粒子が破碎するのではないかとと思われる。

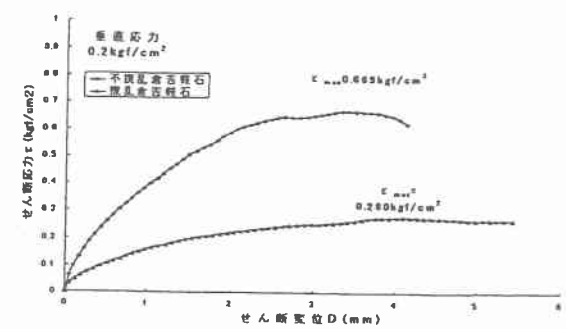


図-5 τ -D曲線

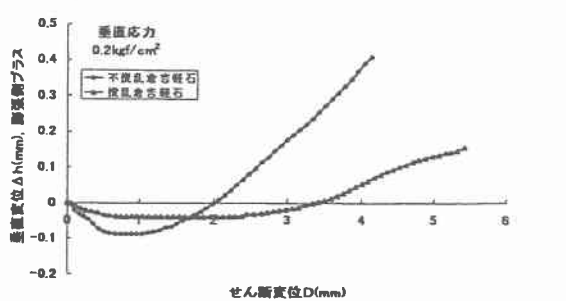


図-6 Δh -D曲線

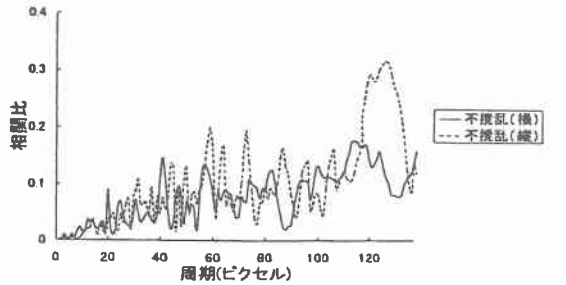


図-7 ピリオドグラム (不攪乱土)

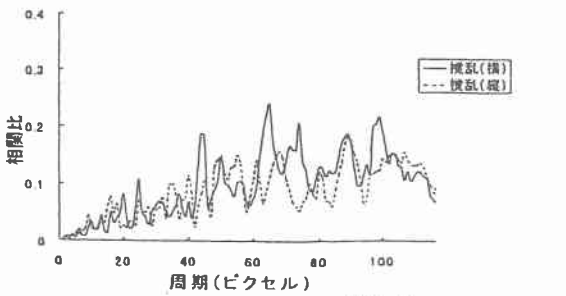


図-8 ピリオドグラム (攪乱土)