

○ 中央大学 正員 内田 道夫
 同上 正員 久野 悟郎
 同上 正員 藤井 奇昭

まえがき

関東ロームは自然含水比状態において一軸圧縮強さが $1 \sim 2 \text{ kg/cm}^2$ であるにもかかわらず、これを乱すことにより大きな強度低下をきたすことは周知の通りである。然しながら、関東ロームのこのような不攪乱と攪乱状態におけるせん断挙動特性の差異については、未だ十分明らかにはされていない。筆者らは同一地点のローム地山から採取した乱さない試料と十分な乱れを与えた試料について完全飽和の状態で一連の三軸圧縮試験を行ない両者のせん断特性を比較してきたが、2, 3の新しい知見を得たのでここに報告するものである。

試料および実験

試料は文京区中央大学理工学部構内の採取深さ $2.0 \sim 2.5 \text{ m}$ からブロックサンプリングした武蔵野ロームを使用した。この試料の自然含水比は $117 \sim 122 \%$ 、比重 $2.82 \sim 2.84$ 、液性、塑性限界は十分乱した試料で $119 \sim 120 \%$ 、 $80.0 \sim 86.7 \%$ 、自然状態の試料においては $135.0 \sim 136.5 \%$ 、 $84.4 \sim 89.3 \%$ を得た。ブロックから堆積方向に直径 5.0 cm 、高さ 12.5 cm の不攪乱試料を作成し、残りの試料を攪乱試料として利用した。攪乱試料は自然含水比試料に加水して $w = 130 \%$ 程度にしたものをこね返してスラリー状とし、これを 15 cm モールドに流し込み予備圧密 (0.25 kg/cm^2 で約一週間) をしてのち成形した。ロームの骨格構造を完全に乱すことと、試料の飽和度を高めるため真空タンク内にオムニミキサー (5ℓ用) を入れ、真空状態 (60 mmHg) で毎分 500 回転を与えながら約 15 分間繰り返した。不攪乱試料は完全飽和に近づけるため、三軸圧縮試験に試料をセットした後、下方からヘッド差約 40 cm で $2 \sim 3$ 日脱気水を浸透させた。三軸室内で等方圧密後攪乱。不攪乱試料とも 2.0 kg/cm^2 のバックフレッシャーを 24 時間加え間隙圧係数 B 値を確認した上でせん断試験を行なった。なお、 B 値の平均は攪乱試料で 0.95 、不攪乱試料で 0.96 であった。

せん断試験 (CU) の結果

等方圧密応力は $\sigma_3 = 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 \text{ kg/cm}^2$ の5種類、軸圧縮速度は 0.05% /min で三軸圧縮試験を行なった結果、不攪乱、攪乱試料の応力・ひずみ、間隙水圧・ひずみ曲線をそれぞれ図・1, 2に示す。攪乱試料の応力・ひずみ曲線において、沖積粘土などのそれと比較して特色付けられることは、軸ひずみ $0.5 \sim 7 \%$ と $6 \sim 10 \%$ の二ヶ所で顕著な変曲点が見い出せることである。同時に、間隙水圧のピークは通常最大主応力付近で起こるにもかかわらず、攪乱試料の場合には初期変曲点付近にピークが見られる。不攪乱試料では最大主応力差がいずれも軸圧縮ひずみ $2 \sim 3 \%$ で生じ、間隙水圧の発生は正規圧密状態で最大主応力を越えた後で漸増を示し、過圧密状態においてはピーク後はほぼ横ばいの傾向を示している。ちなみに、標準圧密試験における不攪乱試料の圧密降伏応力は $\sigma_y =$

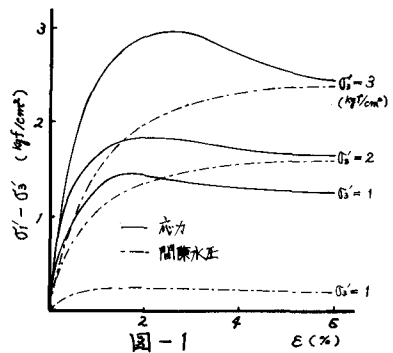


図-1

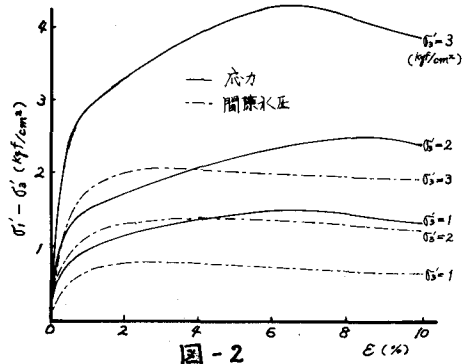


図-2

2.0 kgf/cm²であった。両者の応力経路を図・3, 4に示す。乱した試料の応力経路では、それそれの圧密応力 σ'_s に対しほぼ相似形を示す。不攪乱試料では $\sigma'_s \geq 2.0$ kgf/cm²で対応する攪乱試料の応力経路と立ち上がりが酷似しているものの、 $\sigma'_s < 2.0$ kgf/cm²においては過圧密に近い傾向を示している。乱した試料の $\phi' \approx 0$ として最大主応力差から求めると39.2°となり、不攪乱試料では圧密応力 $\sigma'_s \geq 2.0$ kgf/cm²で前記と同じ方法で求めた ϕ' は35.3°とやや小さい値を得、 $\sigma'_s < 2.0$ kgf/cm²においては $\phi' = 32.0^\circ$ 、 $C' = 0.3$ kgf/cm²であり、立川ロームとはほぼ一致した値であった。⁽¹⁾

考察

図・7に示す不攪乱試料の応力・ひずみ曲線を見ると、高い圧密応力 ($\sigma'_s > 2.0$ kgf/cm²) の下では破壊後も間隙水圧は上昇を続け、供試体に加えられたせん断応力と間隙水圧の値がほとんど等しくなる。このような傾向は同じ不攪乱試料でも過圧密応力下、あるいは乱した試料の試験(図・2)では全く見られない。これは関東ロームが一般的粘土鉱物よりもほゞはるかに大きい比表面積をもつ、アロフェンを主成分としていることに起因すると考えられる。

即ち、乱さない状態の関東ロームというものを、内部に無数の pore をもっている粒子の集合体としてモデル化する。そこで、このようなモデルにせん断応力を加えたと粒子間には大きな接触応力が作用し、粒子内部の pore が漸次潰れていくため、最大せん断応力後も間隙水圧は上昇を続ける。一方、十分に乱した試料ではモデル粒子内の pore が既に相当潰されているためこのような間隙水圧の上昇は生じないものと考えられる。なお、関東ロームの乱さない試料と乱した試料についてこのような解釈は、これまでに知られている関東ロームの乱れが物理的性質や圧密特性におよぼす影響からみても首肯されるであろう。図・2に示す乱した試料の応力・ひずみ曲線では、破壊ひずみのおよそ1/10程の小さなひずみ段階で明瞭な変曲点のあることを先に指摘したが、この初期変曲点に到達するまでの応力・ひずみ曲線の接線勾配を求め E_{dist} とする。乱さない試料についても、その初期接線勾配を求めこれを E_{und} とする。 E_{dist} 、 E_{und} の値を圧密応力 σ'_s に対してプロットしたものを図・5に示す。この図より、乱した試料と乱さない試料とがその初期変曲係数はほとんど一致するという興味深い結果が得られた。なお、乱れを与えた直後の供試体における一軸圧縮試験では、乱れを与えることにより変形係数が著しく低下することが知られている。したがって本実験では、十分に乱れを与えた関東ロームを圧密してせん断するまでに凡そ2週間近くを要しているため、その間に強度回復がなされたものと考えられる。以上の試験結果から、関東ロームではせん断断るともなる粒子の圧縮変形が大きいと考えられることや、乱した後の強度回復の様相がよく解明されていることなどから、関東ロームを主にした有効応力解析では、間隙水圧も推定することが極めて困難となる。

[参考文献]

- (1) 山口 柏樹 他 ; 第11回土質工学会 D-5, 40 立川ロームの圧密およびせん断特性
 関東ロームの土工 高速道路調査会 (共立出版株式会社)

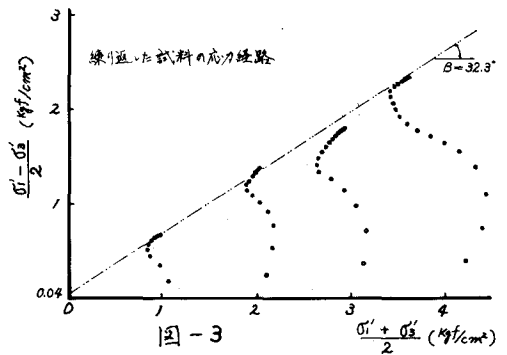


図-3

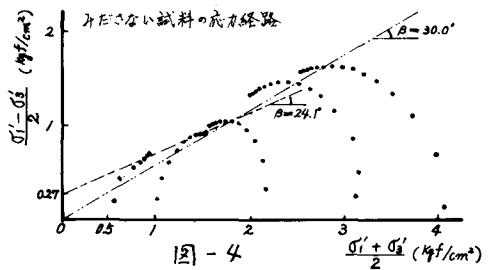


図-4

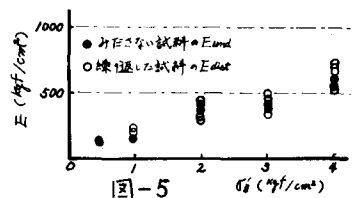


図-5