

III-94 カ学特性に及ぼす粘土の異方向性の影響

筑波大学 工学部 正。八木 則男
 “ “ 正 矢田部 龍一
 “ 大学院 学 松村 真一郎

1. まえがき

粘土粒子は偏平であるため、その配列によつては力学的に異方向性を示すであろう。粒子配列の異方向性に圧密の方法によつても生ずる。例えば一次元圧密を行なえば、圧密時の最大主応力方向に偏平な面が直角になる粒子が多くなるであろう。一度二のように配列した粒子はつぎに一次元圧密のときよりかなり大きな圧力で等方圧密を行な、ても、配列は全体として等方にならないといわれている。

しかるに一般に粘土の力学特性を実験的に究明する場合の供試体は、例えば、一次元圧密で作製した試料を成形して三軸試験用にされることが多い。この場合、三軸試験で等方圧密をしたのちせん断試験を行ない、等方状態として扱っている。しかし前述のように実際には供試体の粒子配列構造は異方向性であると思われる。このように今日まで、本当の意味での等方的な供試体が作製されないまま粘土の力学特性が実験的に取扱われてきた。

本文では繰り返し粘土を三軸試験機で等方および一次元圧密を行なうことにより、等方的および異方向性の供試体と人工的に作製することにより、粘土の粒子配列構造の異方向性がせん断特性に及ぼす影響について検討した。

2. 実験方法

行なつた実験は三軸試験機による圧密非排水せん断試験である。使用した粘土は磁部焼きに用いられるもので、 $L.L.=49\%$ 、 $P.L.=27\%$ 、 $G_s=2.68$ である。以下供試体の作製方法について述べる。

先ず、液性限界以上の含水比の粘土を大型圧密容器で一次元圧密をする。この粘土を適当な大きさに切り出し、含水比が変化しないようまたなるべく空気が混入しないようにして手で完全に繰り返したのち、三軸試験用供試体(直径3.5 cm, 高さ8.0 cm)に成形する。この状態で供試体は巨視的には等方であろう。等方状態と異方向状態の供試体を作るために、この繰り返した粘土を三軸セル内でつぎの3種の方法で圧密したのち、非排水せん断を行なつた。1)等方圧密でRNCと呼ぶ。2)側方変位を許さないK-圧密と比較的小さい圧密圧力で行なつたのち、その数倍の圧力で等方圧密を行なう。RK-RNCと呼ぶ。3)庫方向の変位を許さない異方圧密と比較的小さい圧力で行なつたのち、その数倍の圧力で等方圧密を行なう。RK₂-RNCと呼ぶ。したがつて、せん断直前の応力状態はすべて等方であるが、巨視的にみれば、粒子配列構造は1)では等方であり、2)、3)では異方向性の状態にあると思われる。2)では異方圧密時の最大主応力の方向とせん断時の最大主応力の方向が一致しており、3)では両者での最小主応力と最大主応力の方向が一致している。せん断直前の等方圧密圧力は2.0、4.0 kgf/cm²とし、せん断時には2.0 kgf/cm²のバックプレッシャーを作用させた。せん断時の軸変位速度は0.044 mm/minである。

3. 実験結果と考察

せん断時の間げき水圧の発生に及ぼす粒子配列の異方向性の影響を調べるために、最大せん断応力が作用している面における有効応力経路を示したのが図-1、図-2である。図中の σ_{3L} は異方向圧密時の側圧である。圧密圧力が2.0、4.0 kgf/cm²のい

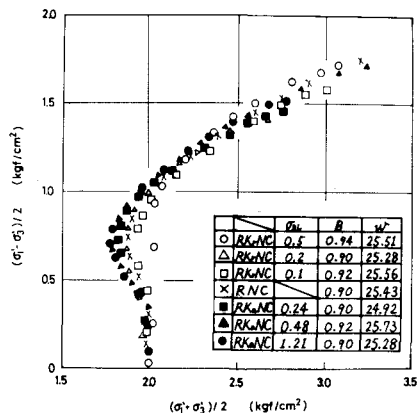


図-1 有効応力経路

れの場合も傾向として応力経路は右から左へ $RKrNC$, RNC , $RKaNC$ の順になっている。応力経路が右側にあることはせん断時に発生する正の間げき水圧が小さいことを示している。したがって異方性を作り出すための圧密時の主応力の方向とせん断時の主応力の方向が一致してあれば、間げき水圧の発生は等方状態より小さく、その逆の場合は大きくなることを示している。ここで注意せねばならないのは、繰り返しの際に十分に注意はしているが空気が多少混入し、間げき水圧係数 B の値が 1 より小さくなる。 B の値が 1 から小さくなるにつれて正の間げき水圧が発生する場合には応力経路は右側に移行する傾向にある。図-1、図-2 の場合は B の値は図中に示されるように 0.9 前後であり、この差を考慮しても上記の結果は変わらないようである。また含水比の圧密方法による差は図中に示されるようにほとんどないので無視してよいであろう。

つぎに応力とひずみの関係に及ぼす異方向性の影響をみるために、 $(\sigma'_1 - \sigma'_3)/\sigma'_3$ と ε の関係を示したのが図-3、図-4 である。ここで $(\sigma'_1 - \sigma'_3)/\sigma'_3$ で割って正規化したのは、図-1、図-2 に示すように有効応力の状態が異なると当然同じひずみに対して発揮されるせん断抵抗が異なるので、その影響をなくするためである。図-3、図-4 をみると同じひずみに対する正規化した $(\sigma'_1 - \sigma'_3)/\sigma'_3$ も試料の異方向性の影響を受け、 $RKrNC$ の $(\sigma'_1 - \sigma'_3)/\sigma'_3$ が最も大きくなり、 RNC , $RKaNC$ の順になる傾向がある。

また強度定数について調べるために、 $(\sigma'_1 - \sigma'_3)$ が最大時の $(\sigma'_1 + \sigma'_3)/2$, $(\sigma'_1 - \sigma'_3)/2$ の関係を図示すると図-5 のようになり、ややばらつきがあるが、ほぼ原点を通る直線上にあり、等方性、異方向性によって強度定数はあまり影響されないようである。ゆえに等方性、異方向性による強度の差は間げき水圧の発生による有効応力の違いにもとづくものと思われる。

4. あとがき

繰り返した粘土を用いて等方性の供試体と作製し、異方圧密を受けた異方向性供試体とのせん断特性を比較したところ、両者の間には間げき水圧の発生状態などに定性的に差違が指摘された。しかし今回の実験においては供試体の作製に伴う B の値が 1 よりかなり小さくなるなどの問題点があったので、今後さらに精度のよい実験を行い粘性土の異方向性が力学特性に及ぼす影響について究明したい。

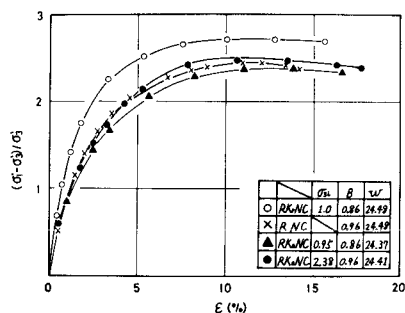


図-4 応力～ひずみ関係 圧密圧力 (4 kgf/cm^2)

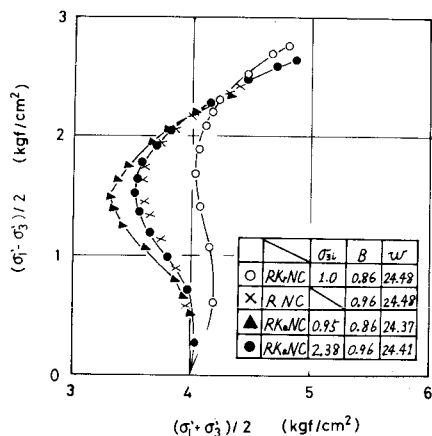


図-2 有効応力経路

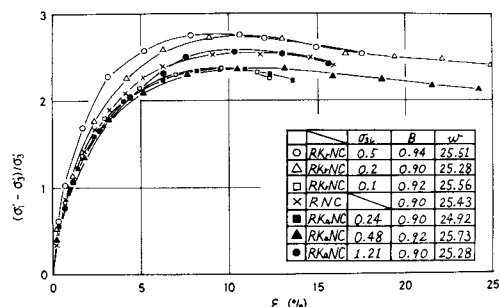


図-3 応力～ひずみ関係 圧密圧力 (2 kgf/cm^2)

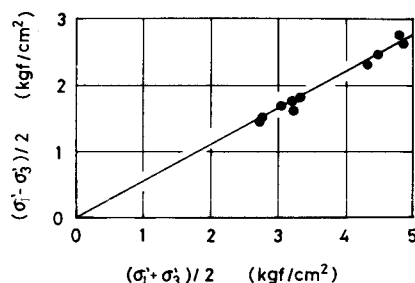


図-5 $(\sigma'_1 + \sigma'_3)/2$ と $(\sigma'_1 - \sigma'_3)/2$ の関係