

異方圧密粘性土の降伏特性

信州大学工学部 正会員 小西純一
大学院 ○加納宏史

1. まえがき

自然堆積粘土は堆積過程に由来する構造異方性を有しており、その降伏特性は等方圧密粘性土とかなり異なることが報告されている¹⁾。本報告では圧密時の応力比によって異方圧密粘性土の降伏特性がどのように変わるかを調べた。

2. 試料及び試験方法

試料はカオリン粘土とDLクレイを重量比1:1で混合したものである。その物理的性質は、土粒子の比重： $G_s = 2.679$ 液性限界： $w_L = 49.0\%$ 塑性限界： $w_P = 37.9\%$ 塑性指数： $I_P = 11.1$ である。

試験には標準的な三軸試験装置を用いた。供試体の寸法は、高さ125mm、直径50mmであり、端面摩擦軽減の措置はとっていない。圧密応力比(q/p')をそれぞれ、0.0(等方)、0.375($\equiv K_0$)、0.55で等方(異方)圧密し、その後、(過圧密の場合は所定の値まで除荷をしてから)側圧一定で非排水せん断を行う。試験はひずみ速度一定(0.1%/min)で行う。

3. 試験結果と考察

(a) 降伏面の求め方

降伏面とは、応力空間において塑性領域と弾性領域を分ける面である。しかし、実際の土試料の弾性から塑性への移り変わりは明確には現れず、図-1のように過渡的な領域を経て移行するのが普通である。従って、降伏点を決める場合には常にあいまいさがつきまとう。降伏点は、軸差応力～軸ひずみ曲線、軸差応力～間隙水圧曲線などの上で決めなければならないが、上記のあいまいさ故にいろいろな方法が試みられてきた。普通目盛り上のプロット以外に片対数、両対数プロットなどを用いる方法も試みられている。ここでは圧密による初期降伏面を次のようにして決定した。まず、正規圧密土は最初から塑性状態にある。それに対し過圧密土は最初は弾性状態であり、その後、降伏して塑性状態になる。そこで、過圧密粘性土の軸差応力～軸ひずみ曲線、あるいは軸差応力～間隙水圧曲線と正規圧密粘性土のそれらと比較する。両方の曲線が一致する点をもって降伏点とするのである。図-2に降伏点の決め方を示す。

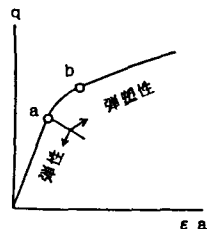


図-1 実際の土の応力ひずみ曲線

(b) 圧密応力比の違いによる初期降伏面の比較

上の方法で求めた降伏点を応力平面上でつなげたものが初期降伏面である。図-3に今回の試験結果から得られた各圧密応力比での降伏面を示した。この図から、等方圧密の降伏面はカムクレイモデルの降伏面と修正カムクレイモデルの降伏面の間に現れ、形状はどちらかといえば、カムクレイモデルの降伏面に近い。しかし、異方圧密の降伏面の形状は圧密

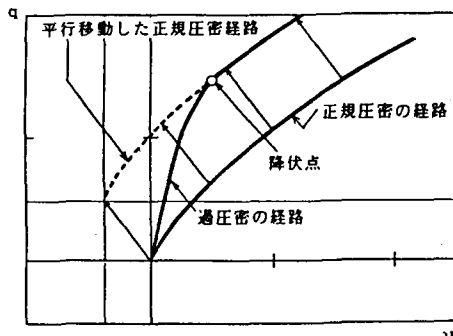


図-2 降伏面の決定法

応力比が大きいほど、修正カムクレイの降伏面に近くなっている。等方圧密の降伏面は圧縮側の方が伸張側より広がっているのに対し、異方圧密の方は圧縮側より伸張側の方が広がっていることが分かる。また、圧縮側は応力比が大きいほど領域が狭くなっているが、伸張側には大きな違いが見られない。これは、異方圧密の圧密状態が圧縮側の限界状態線に近いためと考えられる。

図-3の降伏面は除荷の際に膨潤して間隙比が変化している。図-4は図-3を等価応力 p_e' で正規化し、その影響を取り除いたものである。ここで、 p_e' とはある時（ここでは圧密（除荷）終了時）の間隙比に対応する正規圧密線上の平均主応力の値のことである。

限界状態理論では、理想的な等方圧密試料の降伏面はロスコー面と一致すると考えている。しかし、今回得られた降伏面は明らかにロスコー面の内側にでている。同様に、異方圧密試料の降伏面も状態境界面の内側に現れている。また、圧縮側では圧密応力比が大きいものほど降伏面とロスコー面（状態境界線）の差は小さいが、伸張側は、圧密応力比が変化しても、あまり変わらない。

4. まとめ

1, 限界状態理論によると、正規化された理想的な等方圧密試料の降伏面はロスコー面と一致するが、実際の土試料の降伏面はそれよりも内側に存在する。

2, 降伏面の圧縮側は応力比が大きいほど領域が狭くなるが、伸張側の領域はあまり変わらない。これは、圧密状態が圧縮側の限界状態線に近いためと考えられる。

3, 等方圧密の降伏面は弾丸型（カムクレイモデル）であるが、応力比が大きくなるにつれ、楕円型（修正カムクレイモデル）に近づく。

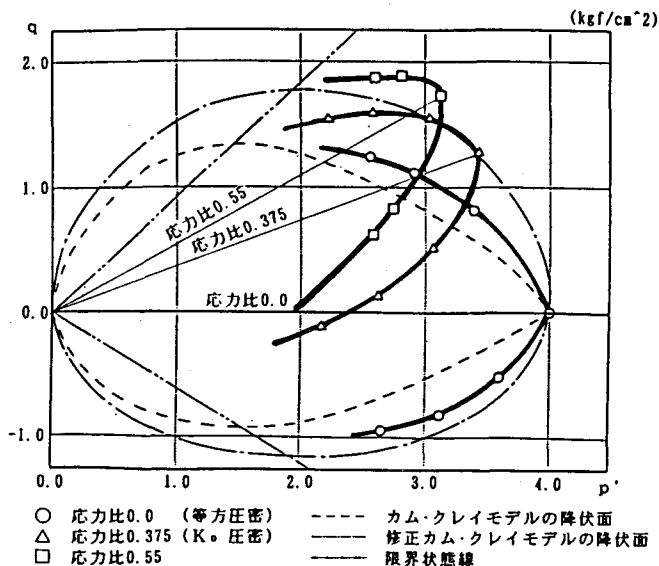


図-3 降伏面の形状

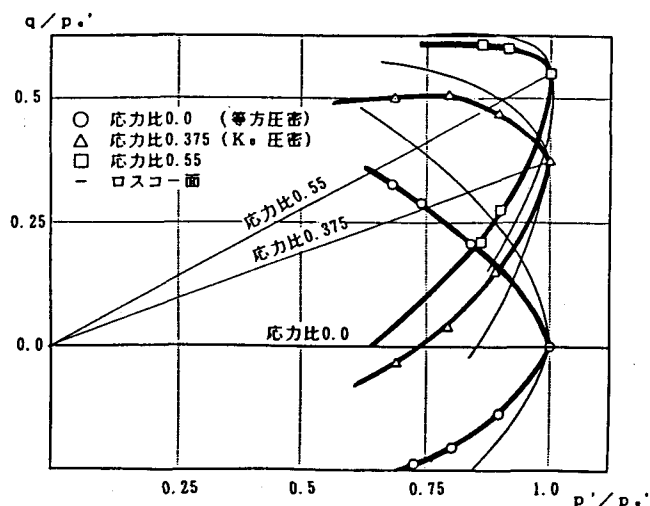


図-4 ロスコー面と正規化された降伏面

参考文献

1) 嘉門, 他: 異方性と強度・変形～粘性土の場合～, 講座「地盤の異方性3」, 土と基礎, 41-6, 1993, 6 p79