

Ⅲ-A44

間隙水圧増加試験による粘性土のせん断強度特性

基礎地盤コンサルタンツ(株) 正 ○五十嵐 央
 長岡技術科学大学 正 大塚 悟, 豊田浩史
 長岡技術科学大学大学院 宮田 善郁

1.はじめに：斜面の地すべりにおけるせん断強度特性を把握することを目的に、初期せん断力が作用する粘性土供試体に対して、試料の間隙水圧を強制的に増加させる間隙水圧増加試験を実施した。間隙水圧増加試験は融雪や降雨等による斜面内の土要素における間隙水圧の増加を模擬するものである。本研究では間隙水圧の強制的な増加によって土試料がどのように変形、破壊するのか初期せん断力の大きさを変化させて調べている。

2.実験の概要：実験に用いた試料は新潟県長岡市上富岡町にて採取される粘性土である。物理的性質は表1に示している。試料は $425\mu m$ ふるい通過分を繰り返して $47kPa$ の鉛直荷重によって予圧密後(一次元圧密)、三軸試験機に設置して $200kPa$ で等方圧密した。1次圧密終了を確認後更に5時間の静置後に非排水条件で所定の軸差応力まで載荷し初期状態とした。軸差応力は非排水強度を考慮して、 $25, 50, 75, 100, 120, 130kPa$ とした。間隙水圧増加過程では、斜面等における条件と一致するように軸差応力を一定に制御した。間隙水圧は試料下端から載荷し、水圧増分は $10kPa$ とした。供試体上端にて間隙水圧の測定を行い、供試体上端と下端での水圧の一致を確認後、新たな水圧増分を与えている。

表1 試料の物理的性質

G_s	2.67
w_L	49.8
w_P	35.7
弾塑性圧縮係数 λ	0.11123
弾性圧縮係数 κ	0.018205

3.供試体の変形挙動：図1は軸差応力が $75kPa$ の場合の軸ひずみと平均有効応力の関係を示している。平均有効応力は供試体上端部で計測される間隙水圧を用いて換算した。等方圧密終了時を初期状態としていることから、所定の軸差応力までの非排水せん断によって平均有効応力は $150kPa$ 近傍まで減少した状態から間隙水圧増加過程に移行している。したがって、図には間隙水圧の増加過程に入るまでに非排水せん断による軸ひずみの発生が見られる。間隙水圧増加過程では平均有効応力が減少しているが、水圧載荷初期においては軸ひずみにはわずかな増加しか見られない。これは供試体に作用する全応力には変化がないことから間隙水圧の載荷によって有効応力が減少し、弾性膨張による軸ひずみが生じることによる。表1の物性に示されるよう

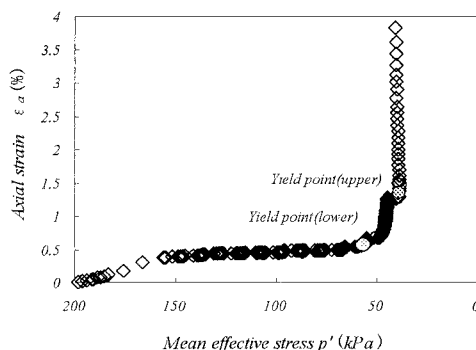


図1 軸ひずみ～平均有効応力

弾性膨張は僅かであるために、軸ひずみも非常に小さく現れている。しかし、水圧載荷によって平均有効応力が減少すると急速に軸ひずみが増加する応力点が存在している。著者らは小川の所論³⁾にしたがって、2つの数値(下降伏点, 上降伏点)を定義している²⁾。図1では下, 上降伏点の定義が不明確であるが、図2の軸差応力-間隙比-平均有効応力図を見ると明確に定義される。下降伏点は弾性挙動から塑性挙動への移行点を表し、上降伏点は排水試験におけるピーク強度を表す。図2では水圧増加によって軸差応力一定の下で平均有効応力が減少している。下降伏点に至ると間隙比が増加しはじめ、せん断による正のダイレイタンスが生じている。上降伏点に至ると間隙比の増加は著しいが、応力図では軸差応力が一定に保たれずに地すべり, 粘性土, ひずみ軟化, 応力径路, 間隙水圧

長岡技術科学大学(新潟県長岡市上富岡町 1603-1・0258-46-6000)

減少している。上降伏点が排水試験におけるピーク強度に対応すると述べたのは上降伏点に至ると軸差応力の減少に見られるように軟化現象が生じていることによる。上降伏点近傍に至ると供試体にはせん断の局所化域が現れており、もはや要素試験と言うことは出来ないが、マクロ的には図2に見られるように残留状態では限界状態線に向かっている。要素性が失われる過程については文献²⁾に述べられている。

4. 供試体の強度特性：図3に初期せん断応力を変化させた際の間隙水圧増加試験結果をまとめて示す。どの初期せん断力を载荷した供試体でも間隙水圧増加過程における挙動は類似している。但し、初期せん断応力が25kPaの場合については最終的に変形が大きく現れる破壊には至っていない。それ以外のケースについては下降伏点、上降伏点、残留状態がだいたい明確に現れている。図では下降伏点がどの初期せん断応力においてもほぼ限界状態線上にあることが分かる。下降伏点は塑性状態への移行を表すことを考えると、限界状態線を利用した強度定数は安全側の設計として利用可能である。他方、上降伏点は排水試験におけるピーク強度に対応することを述べたが、上降伏点は初期せん断応力の変化に対して限界状態線と平行な直線上に位置することが分かる。何故、限界状態線と平行であるのか、その理由については把握できていないが、上降伏点を表す強度定数はせん断強度を積極的に利用する際の設計定数と考えることができる。残留状態では限界状態線上に位置することから、長期的な問題に対しては限界状態線を用いた強度定数が有用であり、今回の実験では下降伏点を用いた安全側の設計と一致する結果となった。

5. おわりに：地すべり現象を模擬した試験を三軸試験機を用いて行った。その結果、軸変位の発生から下降伏点、上降伏点を定義した。初期応力（軸差応力）を変化させた間隙水圧増加試験からは下降伏点がほぼ限界状態線上に、上降伏点が限界状態線と平行な直線上に整理された。残留状態では再び限界状態線近傍に位置する傾向が見られる。下降伏点並びに上降伏点がこのように整理される理由については実のところよく分からない。試料の性質や試験条件等の影響についても無視することは出来ないかも知れない。今後、詳細な検討を加える必要がある。

【参考文献】1)浅岡ら：例えば「滑っては止まり、滑っては止まりを繰り返す超過圧密粘土の進行性破壊」(1996)、第31回地盤工学研究発表会、pp.799-800。2)五十嵐ら(1998)：「初期せん断力を与えた粘性土の間隙水圧増加試験」、第33回地盤工学研究発表会（投稿中）。3)小川(1986)：「蓬平地すべり、濁沢地すべり地での地下水挙動と土の力学的性質」、第14回地滑り学会北陸支部現地検討会、pp.27-38。

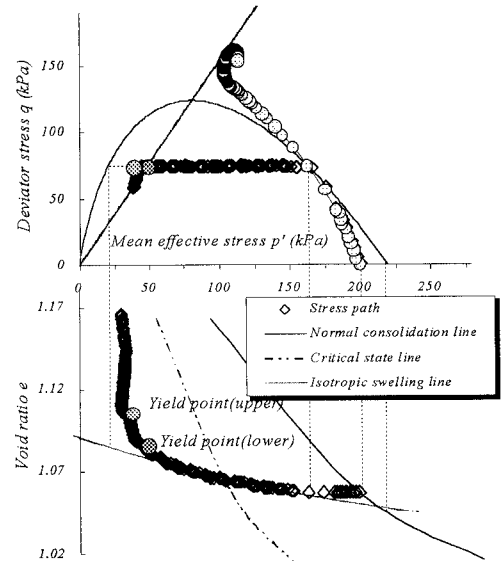


図2 軸差応力～間隙比～平均有効応力

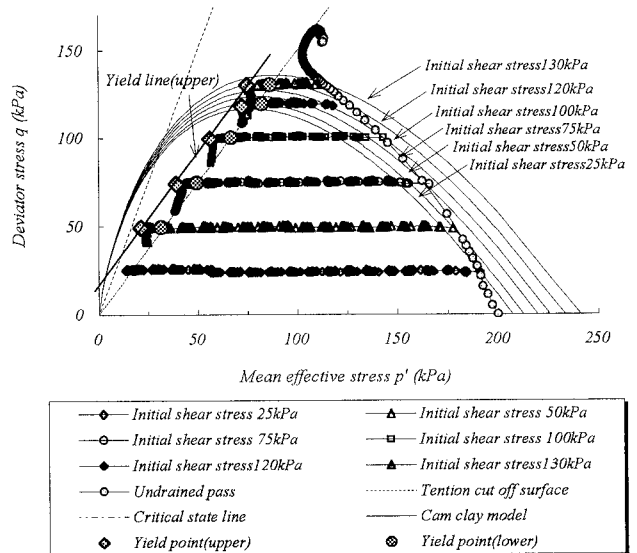


図3 有効応力経路