

Ⅲ－17 過圧密履歴を受けた高有機質土および粘土とその混合土のせん断特性について

秋田 高専 正会員 対馬 雅己
北大院工学研究科 フェロー 三田地 利之
秋田 高専 学生員 ○佐藤 大作

1. はじめに

過圧密履歴を受けた高有機質土について、一軸圧縮および三軸圧縮試験に至る過程を三軸試験機内でシミュレートして、過圧密条件下における応力解放時の残留有効応力と一軸および三軸強度の関係を調べているが¹⁾、これを有機物含有量の異なる試料まで拡張し、これらの試料における過圧密後の残留有効応力の変化がせん断特性に及ぼす影響を検討するものである。

2. 試料および実験方法

使用した試料は、高有機質土と粘土であって、さらにこれらの試料の他に高有機質土と粘土をそれぞれ乾燥質量比で50%になるよう混合した試料を用いた（以下、高有機質土：P、粘土：C、混合土：CP と呼称する）。これらの物理的性質を表-1 に示す。高有機質土および混合土は約 600%以上の含水比で練り返した試料を予圧密セル（直径 70mm、高さ 500mm）に入れ、鉛直応力 15kPa で7日間一次元圧密した。予圧密終了後、カッターナイフなどで慎重に上下端面のみを仕上げて、直径 70mm、長さ 160mm の供試体とした。また、粘土試料は市販の粉末粘土を液性限界の2倍程度の含水比で練り返したものを高有機質土と同様、予圧密セルに入れ圧密終了後、上下端面のみを成形した。なお、予圧密時の鉛直応力、圧密期間および供試体の寸法は高有機質土と同様である。各試験の概要は以下のようになる。

1) IS 試験：予圧密した供試体について、所定の応力条件 ($\sigma_{ic}'=27,55,82,136\text{kPa}$) のもとで異方圧密 ($K=0.6$) 後、過圧密比 15 のもとで等方的に吸水膨張させた供試体の非排水三軸圧縮試験を行う。2) UC 試験：IS 試験と同じ条件下で圧密および吸水膨張させた後、非排水状態で応力を解放した供試体の一軸圧縮試験を行う。3) PS 試験：IS 試験と同じ条件下で圧密および吸水膨張させた後、圧密時の背圧と等しくなるまで非排水でセル圧を下げ、間隙水圧が平衡状態（約 1 時間）に達した後、非排水三軸圧縮試験を行う。応力解放後の供試体のサクシオン（残留有効応力）およびせん断過程における間隙水圧の測定は、セラミックディスク ($AEV=210\text{kPa}$) を用いて供試体下端で行った。なお、せん断時のひずみ速度はすべて 0.1%/min である。

3. 実験結果および考察

図-1 は過圧密後の P、CP および C の供試体について、IS および UC 試験によるせん断時の有効応力経路を比較したものである。図から分かるように、試験条件によって有効応力経路が異なるが、供試体 P の IS 試験と比べた UC 試験の強度低下は 30% であり、また供試体 CP について IS と UC 試験を比較すると UC 試験の方が 25% 減少する。さらに、供試体 C では、UC 試験の強度が 40% 小さくなる。このような傾向は、各試料とも吸水膨張後、応力解放の有無によるせん断開始前の有効応力の差に起因している。図-2 は一例として CP の供試体について、過圧密履歴を受けた IS と UC 試験における有効応力経路と破壊時のせん断抵抗角を示したものである。図

表-1 試料の物理的性質

試料	土粒子の密度 $\rho_s (\text{g/cm}^3)$	強熱減量 Li (%)	分解度 H (%)
P	1.65	75	85
CP	1.82	42	-----
C	2.72	-----	-----

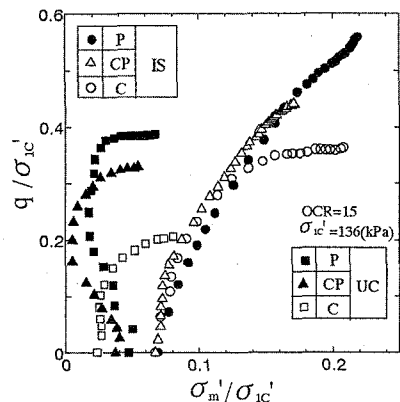


図-1 非排水せん断中の有効応力経路

から分かるように、異方圧密後、過圧密状態の供試体の残留有効応力を測定した後、間隙水圧を測定しながら行った UC 試験の有効応力経路は、同一の条件下での IS 試験のそれとは異なるが、いずれも試験条件に関わらず同じ破壊包絡線上に到達する傾向にある。ま

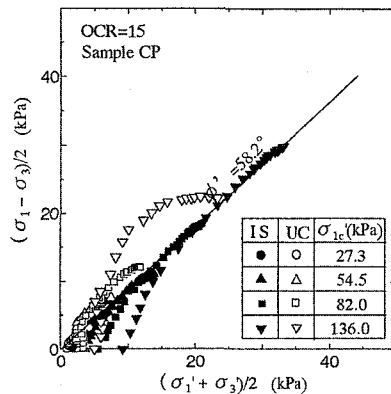


図-2 非排水せん断中の有効応力経路

た、図には示していないが、P、CPの供試体について上記と同じ試験条件で行った結果、同様な傾向となることが確認された。このように、過圧密状態で有機物含有量の異なる各試料についてもポーラスセラミックディスクを用いた一軸圧縮試験を実施することによって、有効応力に基づいた破壊包絡線が推定できることになる。図-3はP、CPおよびCの供試体について、過圧密後応力解放したUC試験の残留有効応力 σ_r' と非排水強度 $qu/2$ の関係を示したものである。若干ばらつくが試料の有機物含有量に関わらず、応力解放後の試料の残留有効応力と非排水強度との間には線形関係が認められる。すなわち、試料の有機物含有量に関わらず、過圧密後応力解放した一軸試験による非排水強度は試験開始前の残留有効応力に支配されることが分かる。図-4は異方圧密し、等方的に吸水膨張させた後、圧密時の背圧と等しくなるまで非排水でセル圧を下げ、間隙水圧が平衡状態に達した後のPS試験とIS試験による非排水強度 Su の関係を示したものである。P、CPおよびCの供試体に関わらず、PS試験による $(Su)_{PS}$ とIS試験による $(Su)_{IS}$ の間には線形関係がみられ、IS試験と比べたPS試験の強度低下は10%程度である。これは図に示していないが、PS試験において吸水膨張させた後、圧密時の背圧と等しくなるまで非排水で応力解放後にも有効平均主応力 σ_m' が各試料とも応力解放後前の値の80~90%も残留しており、有効応力の保存状態が良ければ、IS試験とさほど変わらない値が得られる。図-5は過圧密後のUCおよびIS試験による非排水強度 $qu/2$ と Su の関係を示したものである。図から分かるように、若干ばらつくが試料の有機物含有量に関わらず、UC試験の $qu/2$ とIS試験の Su の間には線形関係が認められる。このように、かなり過圧密された状態においても試料の有機物含有量に関わらず、UC試験による $qu/2$ 値はIS試験の約30%程度の強度低下を生じることになる。

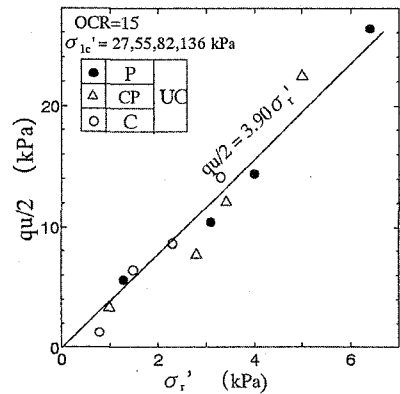


図-3 $qu/2 \sim \sigma_r'$ 関係

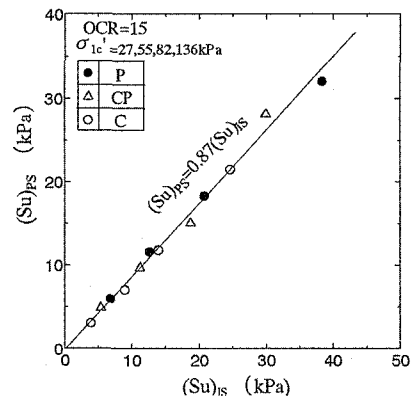


図-4 $(Su)_{PS} \sim (Su)_{IS}$ 関係

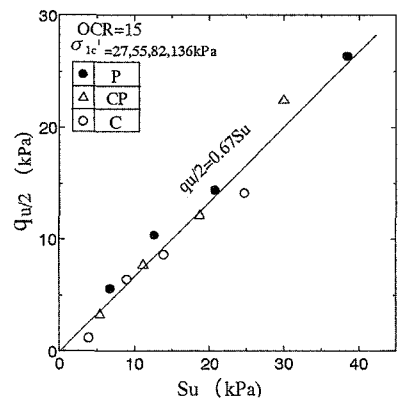


図-5 $qu/2 \sim Su$ 関係

〈参考文献〉1)対馬,三田地:過圧密履歴を受けた再構成高有機質土の残留有効応力と強度について,土木学会第60回年次学術講演会講演概要集,III-513, pp.1023-1024, 2005. 2)荻野,対馬,三田地:過圧密履歴を受けた高有機質土の残留有効応力と一軸圧縮強度,土木学会論文集, No.673/III-54, pp.195-200, 2001.