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

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

1. まえがき

再構成した試料を用いて正規圧密条件下におけるせん断特性について調べているが[1)]，本研究はさらに過圧密状態まで拡張して，過圧密後，応力解放時の残留有効応力の変化が強度に及ぼす影響を検討するとともに，一軸圧縮およびＣＵ三軸圧縮試験による強度特性の比較についても論ずるものである．

2. 試料および実験方法

用いた試料は, 高有機質土と粘土であって, これらの物理的性質を表-1 に示す．高有機質土は約 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．

表-1 試料の物理的性質

試料	土粒子の密度 ρ_s (g/cm^3)	液性限界 w_L(%)	塑性指数 I_p	強熱減量 Li (%)	分解度 H (%)
P	1.65	-----	-----	75	85
C	2.72	70	62	-----	-----

1) IS 試験：予圧密した供試体について，所定の応力条件(σ_{1c}'=27,55,82,136kPa)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．応力解放後の供試体のサクション(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=210kPa)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，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 C について IS と UC 試験を比較すると UC 試験の方が 40 %減少する。このような傾向は，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-2，3 は P と C 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．これらの図から分かるように，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．また，再構成した高有機質土のせん断抵抗角は，同条

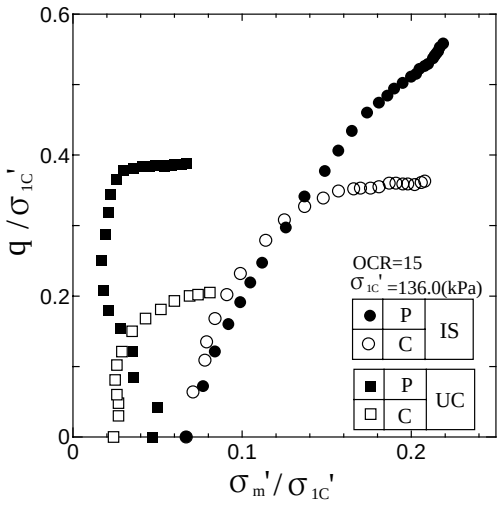

図-1　非排水せん断中の有効応力経路

キーワード：再構成試料，過圧密，高有機質土，CU 三軸圧縮試験，一軸圧縮試験
〒011-8511 秋田市飯島文京町 1-1　　TEL.018-847-6073　　FAX 018-847-6073

件下における既報[2]の乱さない試料の試験結果とほぼ同様な値となることが確認された．このように，過圧密状態における再構成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-4 は過圧密状態のもとで応力解放後，残留有効応力(σ_r')を測定し，この値を過圧密時の有効応力(σ_s')に対応させた関係を示したものである．正規圧密状態における高有機質土および粘性土に関して，残留有効応力はそれぞれ有効土被り圧の 26% および 15～20%となることが報告[2),3)]されているが，OCR=15 でかなり過圧密された状態になると膨張終了時の有効応力は，高有機質土では 75%，粘土については 37%がそれぞれ残留することが認められる．図-5 は P 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-6 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．

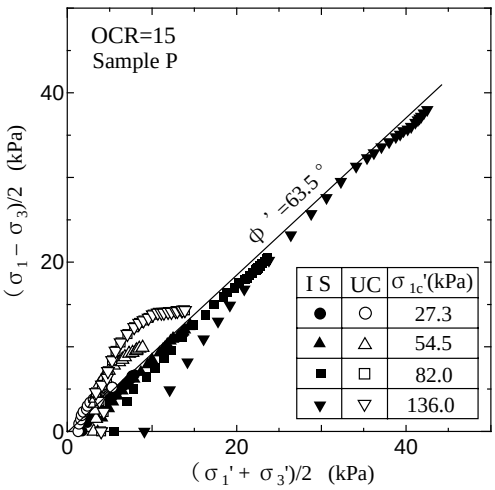

図-2　非排水せん断中の有効応力経路

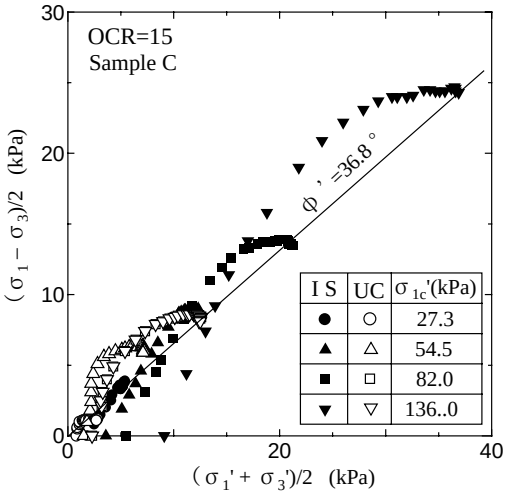

図-3　非排水せん断中の有効応力経路

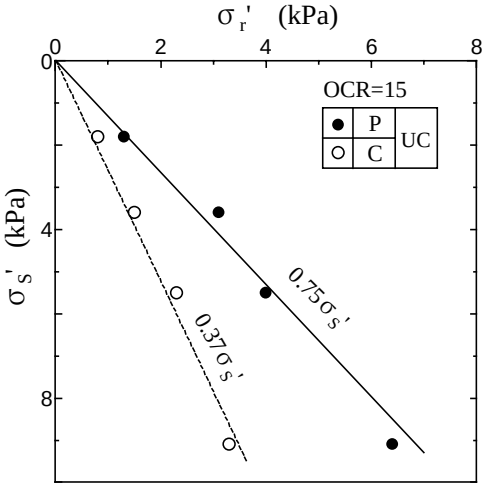

図-4　σr’とσs’の関係

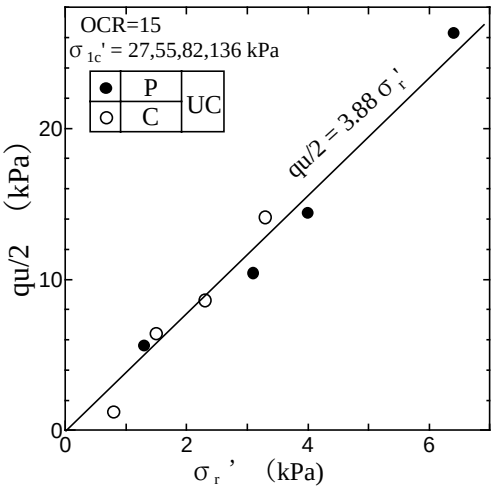

図-5　qu/2 とσr’の関係

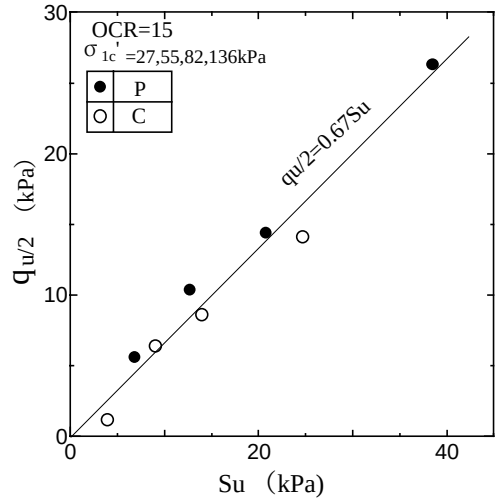

図-6　qu/2 と Su の関係

〈 参考文献 〉1)対馬,三田地：高有機質土および粘土とその混合土の有効応力と UU 三軸強度について,土木学会第 59 回年次学術講演会講演概要集,Ⅲ-001，pp.1-2，2004． 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.195-200,2001．3)土田,奥村：不攪乱粘性土試料の乱れとその補正法について,サンプリングに関するシンポジュウム,pp.103-110,1995.