

秋田 高専 学生員 高橋 永幸
秋田 高専 正会員 対馬 雅己

1. まえがき

一般に地盤に盛土を行う際、地盤の安定を支配するせん断強さは盛土荷重載荷前の地盤の応力異方性の度合いの影響を受けるものと考えられる。そこで圧密時の主応力比が異なる高有機質土および粘土について応力解放後、サクシヨンの測定から残留有効応力を知り、圧密時の応力異方性が残留有効応力に与える影響を調べるとともに、異方圧密履歴が一軸圧縮強さやせん断特性に及ぼす影響についても検討するものである。

2. 試料および実験方法

用いた試料は、高有機質土(P)および粘土(C)であって、物理的性質を表-1 に示す。これらの試料は所定の含水比で練り返し、これを予圧密セル(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。各試験の概要は以下になる。

- 1) IS 試験: 予圧密した供試体について、圧密時の主応力比 $K=1.0$, 0.8, 0.6, 0.4 の条件下で異方圧密後、非排水三軸圧縮試験を行う。
- 2) PS 試験: IS 試験と同じ条件下でそれぞれ異方圧密後、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、非排水三軸圧縮試験を行う。これは供試体が応力解放の影響のみを受ける場合を想定した実験である。
- 3) UC 試験: IS 試験と同じ条件下でそれぞれ異方圧密後、非排水状態で応力を解放し、再セット後一軸圧縮試験を行う。UC 試験について応力解放後の供試体のサクシヨン(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 は圧密時の主応力比 $K=1.0$ および 0.4 について UC 試験による有効応力経路を示したものである。試料 P および C のせん断強さは、いずれも圧密時の異方性の度合いが大きいほど減少する傾向を示す。主応力比 $K=0.4$ における試料 P のせん断強さは、 $K=1.0$ のそれと比べて 15%程度小さくなる。また、 $K=0.4$ の条件下での残留有効応力は、 $K=1.0$ と比較して約 20%も低下することが認められる。同様に粘土についての $K=0.4$ におけるせん断強さは $K=1.0$ に比べて 25%程度減少する。同試料において、 $K=0.4$ から得られる残留有効応力は $K=1.0$ と比較して 20%低下する。このように、一軸圧縮強さは応力の解放に伴う主応力差の変化量が大

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	塑性指数	強熱減量 Li (%)	分解度 H (%)
P	1.65-1.75	-----	-----	60-70	80-90
C	2.72	64	33	0	-----

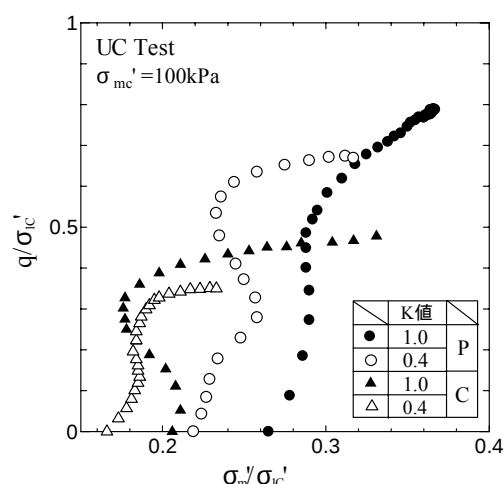


図-1 非排水せん断中の有効応力経路 (UC Test $K=1.0, 0.4$)

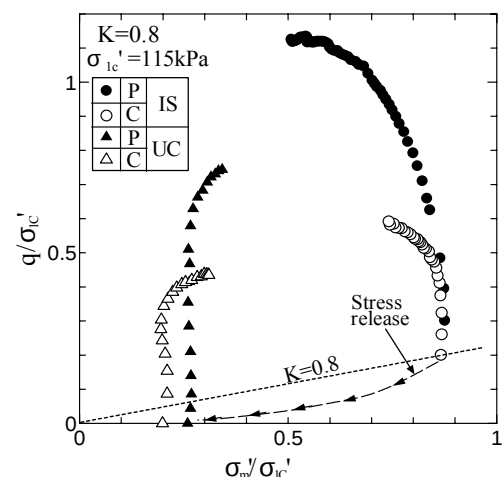


図-2 非排水せん断中の有効応力経路 (IS & UC Test $K=0.8$)

きいほど、供試体に大きな乱れを与えているといえる。

図-2 圧密時の主応力比 $K=0.8$ について、試験条件が異なる IS および UC 試験 ($\sigma_{1c}'=115\text{kPa}$) のせん断時の有効応力経路を示したものである。各試料における一軸圧縮試験前の残留有効応力は異方圧密後の応力解放による乱れの増加に伴って

いずれも減少することが分かる。試料 P について UC 試験による強度の減少は、IS 試験のそれに比べて 35% も低下する。同様な傾向は UC 試験による粘土についてもみられる。

図-3、4 は圧密時の主応力比 $K=1.0\sim 0.4$ について、試料 P、C の IS、PS および UC 試験によるせん断時の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。図から分かるように、各試料とも試験条件によって有効応力経路がそれぞれ異なるが、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。このことから、種々の異方圧密状態における再構成した各試料についてもセラミックディスク付きの下部加圧板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-5 は初期圧密時の主応力比をパラメータとして、試料 P、C についてそれぞれ UC 試験の非排水状態で応力解放した後の残留有効応力と有効鉛直圧密応力の関係を示したものである。図から分かるように、試料 P および C では残留有効応力は圧密時の試料の異方性に関わりなく、それぞれ有効鉛直圧密応力に対して 27%、20% 程度残留する。異方的に圧密した高有機質土および粘性土の同様な結果は、対馬ら¹⁾および土田ら²⁾によって報告されている。

図-6 は試料 P、C について、圧密時の主応力比をパラメータとした UC 試験による非排水強度 $qu/2$ と応力解放後の残留有効応力の関係を示したものである。各試料はいずれもややばらつくが、圧密時の応力の異方性に関わらず、応力解放後の供試体の残留有効応力と非排水強度との間にはほぼ線形関係が認められる。すなわち、供試体の異方性に関わらず、一軸圧縮試験による非排水強度はせん断試験開始前の残留有効応力に支配されることが分かる。

参考文献 1) Tsushima et al.(1999): Simplified Method for Predicting Undrained Strength of Highly Organic Soil Ground, Civil and Environmental Engineering Conference New Frontiers and Challenges, Bangkok, pp.61-66. 2) 土田ら(1995): 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ウム発表論文集, pp.103-110

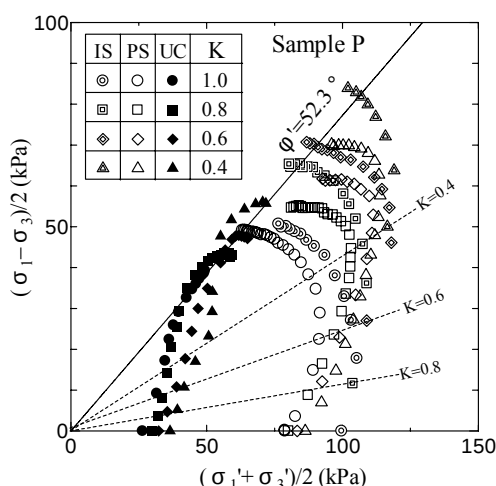


図-3 非排水せん断中の有効応力経路 (試料 P)

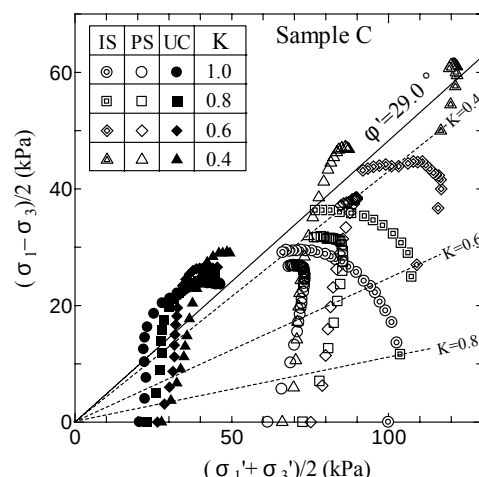


図-4 非排水せん断中の有効応力経路 (試料 C)

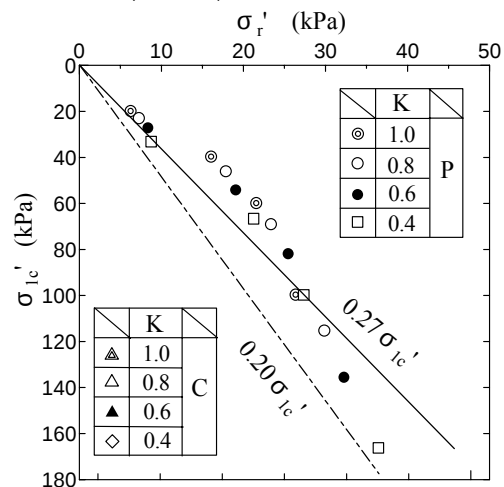


図-5 鉛直有効応力と残留有効応力の関係 (UC Test 試料 P&C)

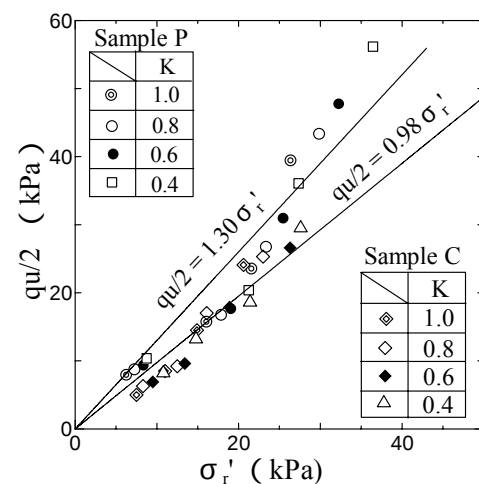


図-6 $qu/2$ と σ_r' の関係 (試料 P & C)