

III-B 373 サクシヨンの測定を伴う高有機質土の一軸圧縮試験による原位置強度の推定

秋田 高専 正員 ○対馬 雅己
北大工学部 正員 三田地 利之

1. まえがき

著者ら¹⁾は等方圧密試験を用いて一軸圧縮及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、強度特性に及ぼす応力解放や機械的な乱れの影響などについて調べているが、これをさらに異方圧密状態まで拡張し、得られた実験結果に基づいて、サクシヨンの測定を伴う一軸試験結果から原位置強度を推定する方法について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、秋田市周辺から採取した不攪乱泥炭（Pt）であって、物理的性質を表-1に示す。サンプリングチューブから押し出した試料を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。すべての供試体について、異方圧密($K=0.6$, 背圧100kPa)した後、種々の応力履歴を与えてシミュレーション実験を行った。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=210kPa) を用いて供試体下端で行った。この試験では、純粋に応力解放のみの影響を調べる一軸試験をUC1試験、また応力解放後に人為的に圧縮ひずみを与えることによる乱れと吸水膨張による乱れを受けた供試体の一軸試験をUC2試験とした(表-2)。なお、せん断時のひずみ速度はすべて0.1%/minである。

表-1 試料の物理的性質

初期含水比 Wi (%)	強熱減量 Li (%)	分解度 H (%)	土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)
560~680	60~70	80~90	1.65~1.75

表-2 実験条件及び実験結果

試験名	NO.	初期異方圧密(kPa)	せん断直前(kPa)	OCR (σ_{1c}'/σ_r')	c_u/σ_r'	備考
IS試験	IS10	80	81.2	81.2	1.0	0.549
	IS20	100	135.2	135.2	1.0	0.502
PS試験	PS10	80	81.6	53.8	1.5	0.730
	PS20	100	135.8	82.3	1.7	0.784
UC1試験	UC1-10	80	81.9	19.5	4.2	1.436
	UC1-20	100	136.0	36.0	3.8	1.356
UC2試験	UC2-30	80	82.0	16.6	4.9	1.807
	UC2-31	80	82.0	11.1	7.4	2.496
	UC2-32	80	82.0	13.2	6.2	2.168
	UC2-33	80	81.7	19.2	4.3	1.534
	UC2-34	100	135.6	29.2	4.6	1.363
	UC2-35	100	135.9	17.2	7.9	1.843
	UC2-36	100	136.0	22.9	5.9	1.694
	UC2-37	100	135.7	27.9	4.9	1.534

3. 実験結果および考察

図-1は $K=0.6$ で異方圧密した供試体($\sigma_{m0}'=100$ kPa)について、IS試験と、応力解放後に人為的に乱れを与えたUC2試験の主応力差を有効鉛直圧密応力で正規化した q/σ_{1c}' と軸ひずみ ε の関係を示したものである。図から分かるように、通常の三軸圧縮試験 (IS20) と比べて応力解放後に5%まで圧縮して乱れを与えたUC2-34の強度低下は42%であり、圧密終了時に吸水膨張させたUC2-35では、56%程度の強度低下がみられる。これは既報¹⁾の等方圧密供試体と同様に、応力解放および機械的乱れの影響によって生じた残留有効応力の低下に起因しているものと考えられる。図-2は、図-1と同じ乱れの条件のもとで、初期圧密時の応力履歴による強度変化を比較するために既報¹⁾の等方圧密供試体($\sigma_{m0}'=100$ kPa)の正規化した $q/\sigma_r' \sim \varepsilon$ 関係を示したものである。IS試験 (IS3) と比較して応力解放時に5%圧縮を与えたUC2-11の強度低下は35%であり、圧密終了時に吸水膨張させたUC2-12では48%も低下する。これらの試験結果から、圧密時の応力履歴、すなわち圧密時の異方性が大きいほど乱れの影響を受けやすいことが分かる。これは圧密時の平均有効主応力が同じであれば主応力比が小さいほど有効鉛直応力は大きくなり、結果として応力比の解放に伴う主応力差の変化量が大きくなるためと考えられる。図-3は平均有効圧密応

力60kPa($K=0.6$)の供試体について、残留有効応力 σ_r' で正規化した非排水強度 c_u/σ_r' とOCR($=\sigma_{1c}'/\sigma_r'$)との関係を示したものである。ここでは初期異方圧密された供試体について、応力解放時のサクシオンを測定することによって原位置の強度を推定を試みているものである。図中の実線は三田地ら²⁾が提案した過圧密粘土の強度推定式を高有機質土に適用した計算値であり、この強度推定式は次のように示される。

$$(c_u/\sigma_r')_{oc} = (c_u/\sigma_r')_{nc} \cdot OCR^\Lambda \quad \dots\dots (1)$$

ここに $\Lambda = 1 - C_s/C_c$ 、また C_c 、 C_s はそれぞれ圧縮および膨張指数である。圧縮指数および膨張指数を求めて、式(1)を用いた計算値が図-3で示される実線であり、実測値とほぼ近似している。以上のことから、異方圧密供試体についても圧縮指数および膨張指数が与えられ、一軸圧縮試験前に供試体のサクシオンの測定を行うことによって、乱れを受けない高有機質土の原位置強度を推定できることになる。図-4は、粘性土について三田地ら²⁾が提案した原位置強度の簡易推定法を異方圧密された高有機質土に適用したものであって、残留有効応力 σ_r' で正規化した非排水強度 c_u/σ_r' とOCR(σ_{1c}'/σ_r' 、 σ_{1c}' は初期異方圧密時の有効鉛直応力)との関係を両対数グラフ上に示したものである。乱れの程度が異なる試料についての一軸圧縮試験の実測値 3点を結んだ直線を延長して得られる縦時の切片、すなわち c_u/σ_r' の値がIS試験の実測値と近似することが分かる。このことから、圧縮指数および膨張指数がわからなくても、有効土被り圧が既知で乱れの程度の異なる 2個以上の異方圧密供試体についてサクシオンの測定を伴う一軸圧縮試験を行えば、多少精度が落ちるが原位置強度が推定可能となる。

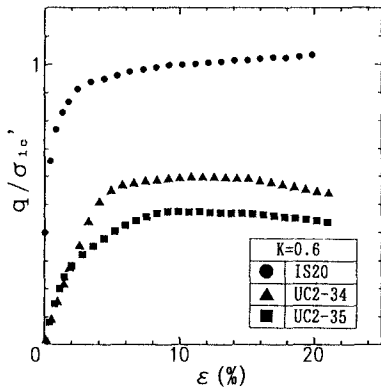


図-1 主応力差～軸ひずみ関係($K=0.6$)

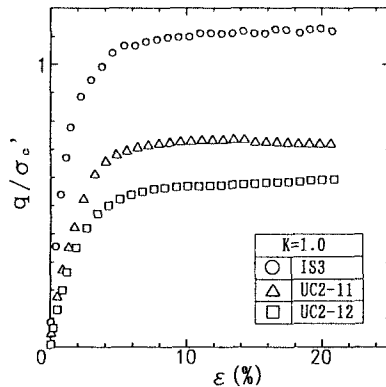


図-2 主応力差～軸ひずみ関係($K=1.0$)¹⁾

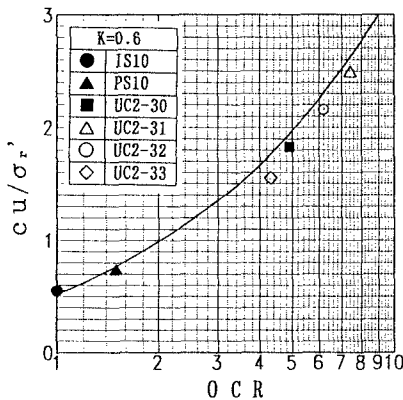


図-3 $c_u/\sigma_r' \sim OCR$ 関係($K=0.6$)

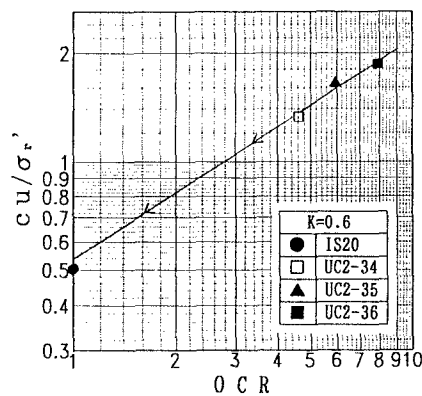


図-4 $c_u/\sigma_r' \sim OCR$ 関係($K=0.6$)

〈参考文献〉1) 対馬・三田地：高有機質土のサクシオンとせん断強度について，第30回土質工学研究発表会，pp. 725～726, 1995. 2) 三田地・工藤：一軸圧縮試験結果に基づく原位置強度の推定法，土と基礎，Vol.42, No.4, PP. 15～20, 1994. 3) Mitachi and Kitago: Change in Undrained Shear Strength Characteristics of Saturated Remolded Clay due to Swelling, Soil and Foundations, Vol.16, No.1, PP.45～58, 1976.