

Ⅲ - B320

UU三軸圧縮試験による高有機質土の強度の再評価

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⁾は等方圧密試料を用いて試料採取からUU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、サクシオンと強度の関係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、応力解放や機械的な乱れを与えた後、UU三軸圧縮試験を行い、拘束圧の作用による有効応力の変化が強度に及ぼす影響を調べるとともに、せん断中の有効応力の挙動についても検討するものである。

2. 試料および実験方法

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 $\rho_s(g/cm^3)$
560~680	60~70	80~90	1.65~1.75

用いた試料は、秋田市近郊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。有効平均主応力 20, 40, 60, 100kPaでそれぞれ異方圧密($K=0.6$, 背圧100kPa)した後、非排水で応力解放しセルを解体して供試体のろ紙を除去し、再セットして非圧密非排水(UU)せん断試験を行った。純粋に応力解放のみの影響を調べるUU三軸試験をUU1試験、また、応力解放後人為的に圧縮ひずみを与えた供試体および圧密後吸水膨張によって過圧密状態にした供試体の応力を解放し、再セット後行ったUU三軸試験をUU2試験とした(表-2)。なお、異方圧密後そのまま非排水せん断したものゝIS試験とした。表-2中のOCRは、有効鉛直圧密応力(σ_{1c}')を残留有効応力(σ_1')で除した疑似過圧密比である。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。なお、せん断時のひずみ速度はすべて0.1%/minである。

表-2 実験条件及び実験結果

試験名	NO.	初期異方圧密(kPa)	σ_1'	OCR	c_u/σ_1'	c_u/σ_{1c}'	拘束圧力 σ_3 (kPa)	有効応力 σ_1' (kPa)	備考
		σ_{mc}'	σ_{1c}'	(σ_{1c}'/σ_1')					
IS試験	IS10	60	81.2	1.0	0.549	0.549			
	IS20	100	135.2	1.0	0.502	0.502			
UU1試験	UU10	20	27.3	5.8	1.948	0.414	40	7.3	
	UU20	40	54.5	11.8	1.890	0.409	60	14.7	
	UU30	60	82.0	18.1	1.740	0.384	80	23.8	
	UU40	100	136.0	28.6	1.808	0.380	120	36.3	
UU2試験	UU50	60	81.8	15.7	1.535	0.295	80	19.8	応力解放時5%ひずりまで圧縮
	UU60	60	82.0	14.4	1.903	0.334	80	19.2	応力解放時3%ひずりまで3回圧縮
	UU70	60	81.8	11.5	2.287	0.322	80	17.0	82.0kPa→27.3kPaまで減少し吸水膨張
	UU80	60	82.0	14.0	2.043	0.349	80	17.4	82.0kPa→41.0kPaまで減少し吸水膨張
	UU90	60	81.8	17.4	1.764	0.375	80	24.5	82.0kPa→61.7kPaまで減少し吸水膨張
	UU100	100	135.8	26.4	1.508	0.293	120	40.0	応力解放時5%ひずりまで圧縮
	UU110	100	135.8	21.0	2.048	0.317	120	30.8	応力解放時3%ひずりまで3回圧縮
	UU120	100	135.8	13.1	3.168	0.306	120	21.7	136.0kPa→45.3kPaまで減少し吸水膨張
	UU130	100	135.8	19.8	2.253	0.328	120	28.3	136.0kPa→68.0kPaまで減少し吸水膨張
	UU140	100	136.0	29.8	1.685	0.369	120	44.9	136.0kPa→102.2kPaまで減少し吸水膨張

3. 実験結果および考察

図-1は、せん断条件が異なるIS, UU1, UC1試験²⁾($\sigma_{mc}'=60kPa$)の主応力差 q を応力解放前の有効鉛直圧密圧力 σ_{1c}' で除したものと軸ひずみ ϵ との関係を示したものである。図から明らかなように、UC1試験ではIS試験に比べて40%も強度が低下しているが、UU1とUC1試験の比較ではUU1試験の方が10%程度大きい。このような傾向は図-2の有効応力経路に示されるように、せん断開始前の有効応力の違いに起因している。図中の横軸上の(■, △)印はUC1試験とUU1試験についての応力解放後の残留有効応力でありほぼ同じ値を示しているが、UU1試験では応力解放後にセル圧($\sigma_3=80kPa$)を作用させることによって有効応力の値が▲印に移動した。セル圧の作用後の有効応力が応力解放後の残留有効応力と比較して30%も

キーワード: サクシオン, 試料の乱れ, 高有機質土, UU三軸圧縮試験, 有効応力
〒011 秋田市飯島文京町1-1 TEL 0188-45-2151 FAX 0188-57-3191

増加し、結果として応力解放による有効応力の低下分の一部が回復したことになり、これが強度に反映されることが分かる。図-3は異方圧密終了後($\sigma_{mc}'=100\text{kPa}$)、人為的に乱れを与えた供試体や過圧密供試体の応力解放後のUU2試験(UU110, UU120, UU140)についての有効応力経路を示したものである。図中の横軸上の(○, △, □)印は応力解放して人為的に乱れを与えた後の供試体や過圧密供試体の応力解放後の残留有効応力であり、この値は通常のUU1試験の応力解放後と比べてかなり低下することが認められる。その後セル圧の作用によって有効応力がせん断直前の(●, ▲, ■)に移動した後、せん断に伴って図中の経路を描いて破壊に到達している。せん断直前の有効応力が残留有効応力と比較して45~65%も増加しており、UU1試験に比べてその増加割合が大きい。このように、乱れの度合いが大きい供試体ほどUU三軸圧縮試験を適用することによる乱れの影響の軽減効果が大きいことが分かる。図-4は、IS試験、UU2試験から得られた破壊時の有効せん断抵抗角を示したものである。図中の(▽, ▼, ◇, ◆)印はいずれもUU2試験であり、試料の採取から室内試験までの一連の作業における機械的な乱れを想定している。またこの試験ではせん断過程で間隙水圧を測定しているため、有効応力表示のプロットが可能である。有効応力経路は試験条件によって異なるが、ほぼ同一の破壊包絡線上で破壊に達していることが分かる。このように原位置から採取された試料を想定して異方圧密された高有機質土についても、ポーラスセラミックディスクを用いて間隙水圧を測りながらUU三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。

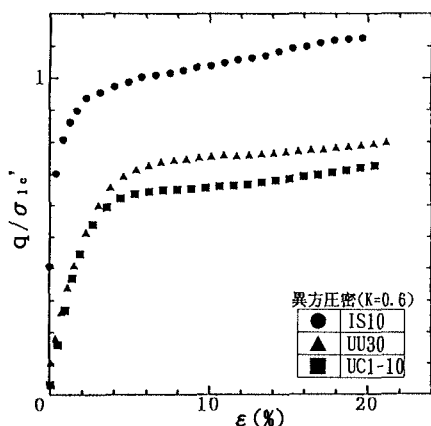


図-1 主応力差～軸ひずみ関係

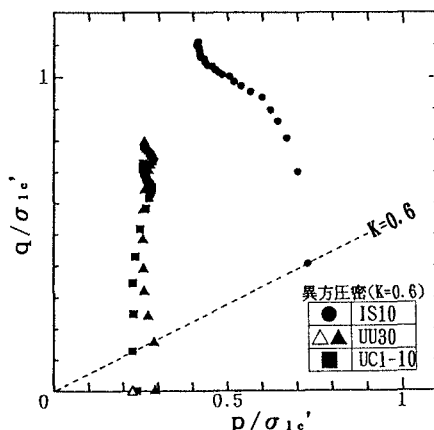


図-2 非排水せん断中の有効応力経路

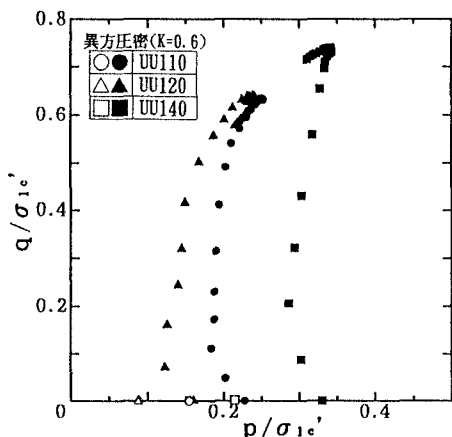


図-3 非排水せん断中の有効応力経路

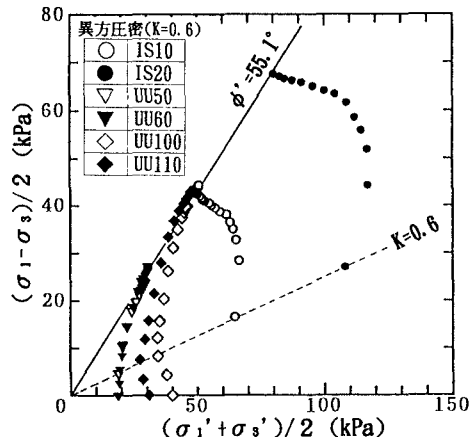


図-4 非排水せん断中の有効応力経路

〈参考文献〉1) 対馬・三田地：高有機質土のサクシオンとUU三軸強度について、第49回年次学術講演会，pp. 464～465，1994． 2) 対馬・三田地：サクシオ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，第51回年次学術講演会，pp. 746～747，1996．