

III-204

中空ねじりせん断試験機による不飽和粘性土の強度特性

新 潟 県 正会員 ○小林 加津春
 長岡技術科学大学 正会員 小川 正二
 長岡技術科学大学 正会員 本城 勇介
 長岡技術科学大学大学院 学生員 鈴木 亮彦

1. まえがき

実際の地盤内における応力状態は三次元の応力-ひずみ状態にあり、単純せん断変形条件にあることが多い。したがって土構造物の安定を考える場合に必要な土の強度・変形特性は可能な限り原位置での応力状態を再現できる試験によって求めることが望ましい。そこで本文では不飽和粘性土の中空ねじり単純せん断試験(TSS)より、不飽和粘性土のせん断特性を明らかにするとともに、三軸圧縮試験(TC)結果との比較により試験法の差異が土のせん断特性に与える影響について述べている。

2. 試験条件

試験に用いた試料は新潟県柏崎市米山付近より採取した粘性土であり、試料の物理的性質を表-1に示す。また中空供試体は内径3cm, 外径7cm, 高さ10cmとした。供試体の物理的性質は表-2のとうりで、試験は間隙空気圧 $u_a = 0.5, 1.0 \text{ kgf/cm}^2$ の2種類とし、拘束圧を $(\sigma_c - u_a) = 0.5, 1.0, 2.0 \text{ kgf/cm}^2$ の3種類に変化させた。三軸圧縮試験(TC), 中空ねじりせん断試験(TSS)とも圧密排気非排水条件とした。

表-1 試料の物理的性質

Gs	wL	wP	IP	SAND	SILT	CLAY
2.815	57.8%	43.8%	14.0	44.4%	40.6%	15.0%

表-2 供試体の物理的性質

乾燥密度 ρ_d	含水比 w	間隙比 e	飽和度 Sr
1.200	31.0%	1.346	70%

3. 不飽和粘性土の破壊基準

不飽和粘性土ではサクション力がせん断強さに影響を与えるために破壊時の応力状態を単に平均主応力と軸差応力の関係のみで表現することができない。

本研究ではFredlund¹⁾の破壊条件式を参考に応力パラメーターに平均主応力 p 、サクション $(u_a - u_w)$ 、軸差応力 q を用いて表-3のような破壊条件式を定義し、この破壊条件式よりTSS、TC試験のそれぞれの破壊基準について比較検討を行なう。

表-3 破壊条件式

No	破 壊 条 件 式
S-1	$q = M_1 \cdot p + M_2 \cdot (u_a - u_w) + M_3$
S-2	$q = M_1 \cdot p + M_2 \cdot (u_a - u_w)$

M_1 : 平均主応力係数
 M_2 : サクション係数
 M_3 : 粘着力係数

4. 実験結果および考察

実験による不飽和粘性土の破壊時の応力状態を表-3の破壊条件式を用いて各係数を求めると表-4となる。破壊条件式S-1ではTC試験とTSS試験の平均主応力係数 M_1 がほぼ等しくなっており、せん断強さに寄与する平均主応力の影響は試験法の差異によらず等しいことになる。しかし二つの試験法でのサクション係数 M_2 が異なり、サクション力がせん断強さに寄与する割合は試験法により異なることがわかる。また破壊条件式S-2ではTC試験の平均主

表-4 各種試験の係数

	試 験 方 法					
	三軸圧縮試験 (TC)			中空ねじり試験 (TSS)		
	M_1	M_2	M_3	M_1	M_2	M_3
S-1	1.056	0.371	0.455	1.001	0.289	0.149
S-2	1.186	0.545	—	1.038	0.429	—

応力係数 M_1 およびサクション係数 M_2 がTSS試験に比べて大きくなっている。各試験の破壊基準面より内挿により、二次元座標で表示した破壊基準線は図-1~2となる。破壊条件式S-1による二次元座標での破壊基準線は図-1(a), (b)となり、試験法の差異によらず平均主応力がせん断強さに与える影響はほぼ同じであることがわかる。しかしサクション力がせん断強さに与える影響は試験法により異なる。

破壊条件式S-2では同一サクションでも試験法により平均主応力がせん断強さに与える影響は異なり同一平均主応力でもせん断強さに寄与するサクションの寄与率は試験法により異なる。

Fredlund¹⁾はせん断応力と平均主応力の間の傾き(M_1)は材料定数であり、同一試料では不変であると述べており、本試験でも試験法の違いによらずせん断応力と平均主応力の間の傾きはほぼ等しくなっており、破壊条件式S-1は不飽和粘性土の破壊状態を表現していると考えられるが、せん断時の主応力方向の回転に起因するダイレイタンスーが試験法により異なるために軸差応力とサクション力の間の傾きは試験法により異なる。

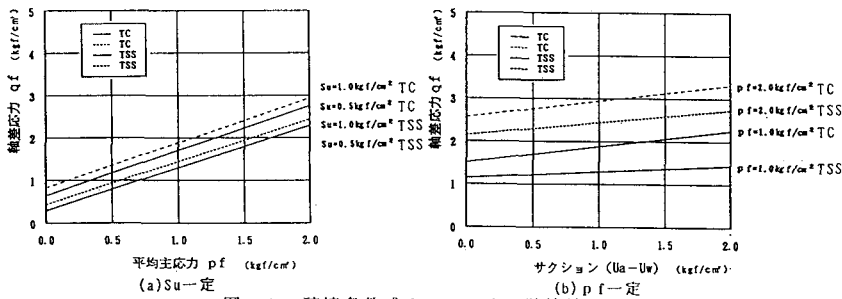


図-1 破壊条件式S-1による破壊線

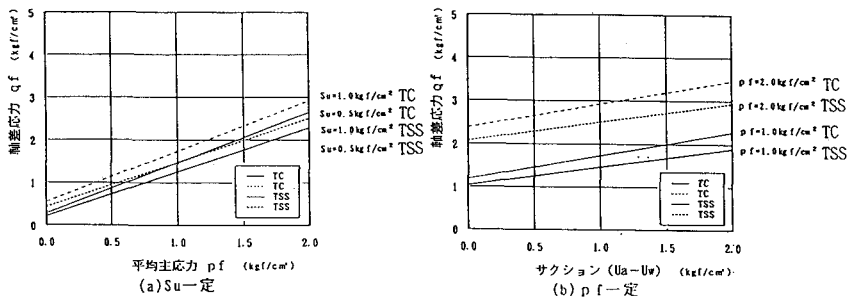


図-2 破壊条件式S-2による破壊線

5. まとめ

本文で述べた結果をまとめると以下の通りである。

- 1) 不飽和土を用いたTC試験では初期サクションが大きいほどせん断強さは増加傾向にあるが、TSS試験ではせん断強さに与える初期サクションの影響は小さい。またTSS試験では主応力方向の回転に起因するダイレイタンスーが小さいために、せん断強さに与えるサクション力の影響はTC試験に比べて小さい。
- 2) 不飽和粘性土では試験法により破壊基準線は異なるが、せん断強さに与える平均主応力の寄与率は等しくなる。

【参考文献】

- 1) Fredlund, D. G. : Shear strength of unsaturated soils, Canadian Geotechnical Journal, Vol. 15, No. 3, 1978.