

東京大学 生産技術研究所 正員 〇山田 眞一
 東京大学 生産技術研究所 正員 熊岡 文夫
 東京大学 大学院学生 学生員 福島 伸二

1. まえがき

地震により崩壊した斜面の安定解析を行なうために原位置より採取した関東ロームの不攪乱試料を用いて種々の条件下で中空供試体を用いた非排水ねじり単純せん断試験を行なった。

2. 実験方法

試料は、斜面より深さ約30cm~50cmの位置からブロッフサンプリングにより採取したものである。地震発生以前には、崩壊面上に約150cmの厚さで表土が存在していたと思われる。試料の物理的性質は、($G_s=2.86$, $LL=126\%$, $PL=61\%$, $PI=65\%$, $w_n=121\%$)である。

1) 等方圧密非排水せん断試験: ブロッフより切り出した試料を高さ約10cm 外径約7.0cm, 内径約3cmに成形した。供試体の端面及び側面には、口紙を張り、供試体を真空(0.5 kgf/cm^2)で約5時間引き、体積収縮が終了したと思われる時点で寸法を測定し、その後有効応力状態を変化させないように真空圧を拘束圧に置き換え、供試体に二酸化炭素及び脱気水を充分時間をかけて流し背圧($BP=2.0\text{ kgf/cm}^2$)をかけ $B=1.0$ をえた。背圧をかけた状態で約15時間所定の拘束圧で圧密後非排水で変位速度 $0.175\%/min$ で歪制御試験を行なった。詳細については、参考文献1を参照されたい。

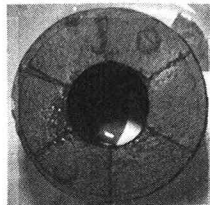
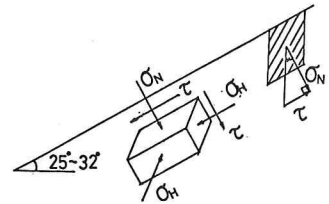
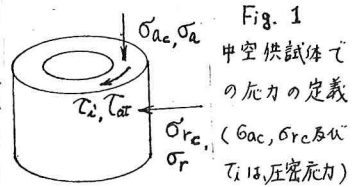
2) 等方及び異方圧密後、排水条件で初期せん断力をかけた後非排水せん断試験をしたもの: 1)と同様な手順で試料の準備を行ない、以下の条件で実験を行なった。地震により崩壊した斜面は、その角度が、 $\theta=25^\circ\sim 32^\circ$ であつたのでその平均として $\theta=28.5^\circ$ とし、Fig.2を参照し、初期せん断力は、 $\tau_i = c_n \times \tan\theta$ である。そして圧密条件を以下の様に種々かえて行なった。

- (a) 等方圧密: ① $\sigma_{ac} = \sigma_{rc} = 1.0\text{ kgf/cm}^2$, $\tau_i = 0.543\text{ kgf/cm}^2$ $\lambda_i = 0.272 \cdot \text{kgf/cm}^2$
- ② $\sigma_{ac} = \sigma_{rc} = 0.75\text{ kgf/cm}^2$, $\tau_i = 0.407\text{ kgf/cm}^2$ ③ $\sigma_{ac} = \sigma_{rc} = 0.5\text{ kgf/cm}^2$, $\tau_i = 0.272 \cdot \text{kgf/cm}^2$
- (b) 異方圧密: ① $\sigma_{ac} = 1.0$, $\sigma_{rc} = 0.5$, $\tau_i = 0.543\text{ kgf/cm}^2$
- ② $\sigma_{ac} = 0.5$, $\sigma_{rc} = 0.25$, $\tau_i = 0.272\text{ kgf/cm}^2$

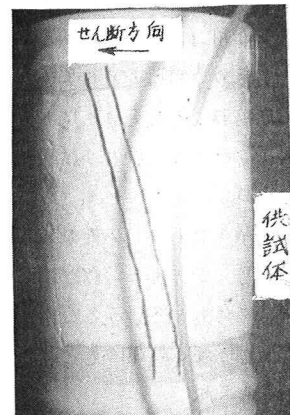
なお初期せん断力をかける前に所定の圧密条件で約15時間圧密後排水状態で段階的にだいたい 0.1 kgf/cm^2 ステップで約1時間おきにかき、最終的に τ_i をかけた後 約12時間放置し、非排水条件で歪速度 $0.175\%/min$ で実験を行なった。

3. 実験結果及びせん断強度の推定

写真1は、試験(b): 異方圧密 ($\sigma_{ac}=1.0$, $\sigma_{rc}=0.5$, $\tau_i=0.272\text{ kgf/cm}^2$) 後非排水せん断試験中 $\gamma_{ax} = 14.3\%$ における供試体の変形状態を撮影したものである。非常に一様に変形していることがわかる。写真2は、試験(c) ($\sigma_{ac} = \sigma_{rc} = 1.0\text{ kgf/cm}^2$ $\tau_i = 0$) の実験後の写真である。Fig. 3に、軸方向圧密応力 $\sigma_{ac} = 0.5\text{ kgf/cm}^2$ における3種類の実験結果の応力-ひずみ曲線を示す。図より、試験(d): 等方状態で初



写真(2)



写真(1)
(縦の線はせん断前は鉛直であった)

期せん断力をかけたもの、試験(c)；等方状態で

$\tau_i = 0$ のもの試験(d)；異方状態で初期せん断力をかけたものにせん断強度にはほとんど差がないということがわかった。したがって σ_{ac} が 0.5 kgf/cm^2 においては、初期せん断力の有無、その圧密応力比が、そのせん断強度にあまり影響しないのではないかと思われる。一方、軸方向圧密応力 $\sigma_{ac} = 1.0 \text{ kgf/cm}^2$ における実験結果を Fig. 4 に示す。図より $\sigma_{ac} = 0.5 \text{ kgf/cm}^2$ のものにくらべそのせん断強度の差が大きいことがわかる。試験(a)が試験(c)にくらべ大きく、試験(a)より試験(b)のせん断強度が Fig. 3

わじり単純せん断試験による応力-ひずみ曲線 ($\sigma_{ac} = 0.5 \text{ kgf/cm}^2$) 小さくなっていることがわかる。以上の事は、Fig. 5 に示す有効応力経路から次の理由のためと思われる。 $\sigma_{ac} = 0.5 \text{ kgf/cm}^2$ の時は、供試体は、過圧密土の挙動を示している。即ち 等方圧密からの非排水せん断応力変化も少ないし、初期排水せん断中の体積変化も少ないので (d) と (e) の強度の差が小さい。一方 $\sigma_{ac} = 1.0 \text{ kgf/cm}^2$ の時は供試体は、正規圧密土の挙動を示しており、等方圧密からの非排水せん断時に有効応力が減少し、一方初期排水せん断時に体積収縮が生じ強度が増加しているため (a) が (c) の強度が大きいだろう。

従って原位置が、正規圧密状態にあるほど原位置と同じ圧密応力状態を再現することが重要となってくるものと思われる。

Fig. 6 に全応力経路を示す。もし σ_{ac} が $0.5 \text{ GN} \sim 6 \text{ N}$ の範囲にあるとすれば Fig. 6 の図中に実線で示してある 2 本の破壊包絡線にはさまれた範囲にそのせん断強度があると思われる。したがって図のようにある 6 N に対してこの土のせん断強度の推定幅が入る。

以上の事から、中空供試体を用いたわじり単純せん断試験は、斜面応力経路内土の要素の種々の圧密応力状態をかかりよく再現できる有用な、実験手法と言えるようである。

4. 今後の方針 上述の実験だけでは、目的の斜面安定解析には、まだ充分とはいえない。今後、中空供試体による軸的、わじり試験を行なう予定である。

5. 謝辞

この実験を行なうにあたりまして、東京大学 生産技術研究所、三木五三郎教授及び東京大学 大学院 大河内保彦氏にいろいろとご指導いただきました。ここに末筆ながら深く感謝の意を表します。

6. 参考文献

1) 第15回土質工学会報告集 関東ロームの非排水せん断特性。山田真一、大河内保彦、麓岡文夫。

	σ_{ac} kgf/cm ²	σ'_{rc} kgf/cm ²	τ_i kgf/cm ²	e	Volume Change during Initial Drained Shear (%)
d	0.5	0.5	0.0	3.46	—
e	0.5	0.5	0.272	3.34	0.28
f	0.5	0.25	0.272	3.51	0.31

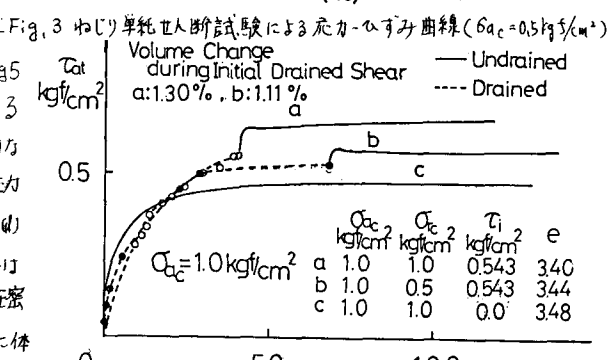
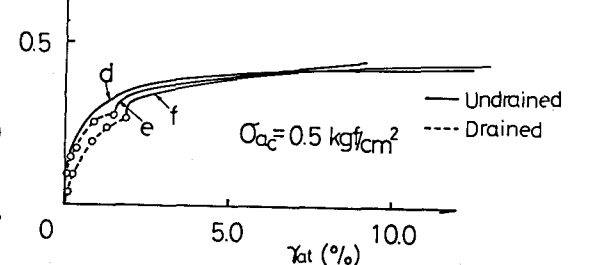


Fig. 4 わじり単純せん断試験による応力-ひずみ曲線 ($\sigma_{ac} = 1.0 \text{ kgf/cm}^2$)

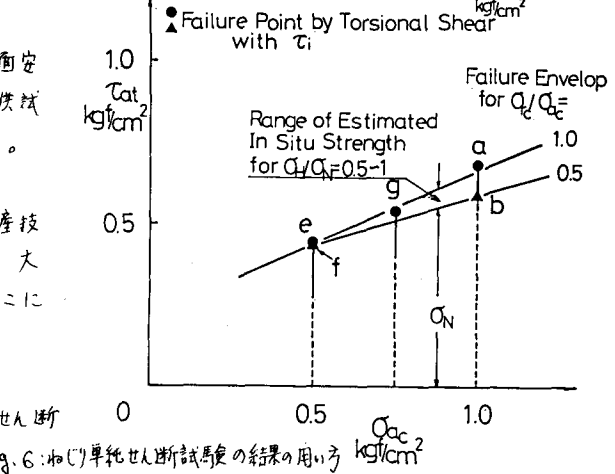
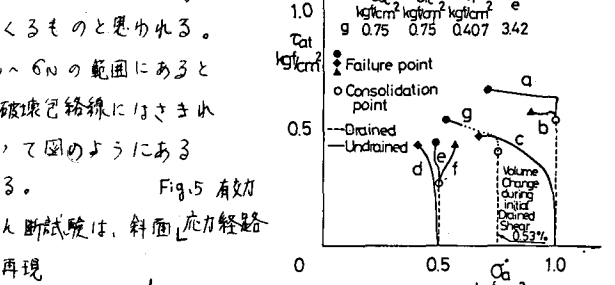


Fig. 6 わじり単純せん断試験の結果の用い