

(Ⅲ-21) 関東ロームの応力～ひずみ～時間関係

東海大学 学生会員 ○ 廖 紅建
 東海大学 学生会員 井波文明
 金沢工業大学 正会員 外崎 明
 東海大学 正会員 赤石 勝

1. まえがき

近年火山灰性粘性土（関東ローム）による盛土が高さ100mを超える場合もあり、施工中・施工後の安定問題ばかりでなく変形量の大きさが問題になることがある。関東ロームからなる高盛土の安定ならびに変形解析に必要な土質定数の決定には、一般に三軸圧縮試験が実施される。弾（粘）塑性FE解析を行うには、ロームの応力～ひずみ～時間関係が必要とされるが、飽和粘性土や砂については、多数の研究がなされているが、ロームに関するそれはあまり多くないようである。そこで飽和粘土の代表的な弾塑性構成式としてかなり広く利用されているCam Clay Model(カムクレイモデル)による三軸圧縮非排水せん断試験における挙動予測と実験結果を比較し、その適用性を検討した。

2. 試料および実験方法

実験には東海大学構内の掘削現場で採取した関東ロームを用いた。試料の物理的性質はTable～2.1に示す通りである。CBR用モールドに詰めたロームを圧密荷重0.5kgf/cm²で圧密し、三軸圧縮試験用の円柱供試体を作成した。1kgf/cm²のバックプレッシャーを用い、ひずみ制御($\dot{\epsilon}=0.175\%/min$)による三軸CU試験を実施した。試験結果を用いてカムクレイモデルによるCU試験の再現計算に必要な定数を求めた結果がTable～2.2である。ポアソン比($\nu=K_0/(1+K_0)$)は、静止土圧係数 $K_0(=1-\sin\phi')$ から、 K_0 はせん断抵抗角 ϕ' から推定した。弾性係数Eは次式から算定した： $E=3Po'(1+e_0)(1-2\nu)/k$ 。

また、ロームの応力～ひずみ関係の時間依存性を調べるため軸力の載荷時間を変化させた応力制御によるCU試験も実施した。

3. 実験結果と考察

Fig.3.1は、ひずみ制御による非排水三軸圧縮せん断試験の有効応力経路とカムクレイモデルの計算結果を比較したものである。実験結果ではせん断当初正のダイレイタンスが生じ、圧密圧力の大きなものほど正のダイレイタンスは大きくなる傾向が観察される。1kgf/cm²のバックプレッシャーを用いているが、B値は過圧密試料で95%前後、正規圧密試料では90%前後と低いことがダイレイタンスに影響している可能性がある。また、有効応力経路は、限界状態線(CSL)の近くでダイレイタンスが逆転し、CSLに沿ってかなり大きな偏差応力まで増加している。したがって、実験で得られる最大偏差応力は、計算結果(カムクレイ)よりかなり大きい。

Fig.3.2は、載荷速度を変化させた応力制御による三軸CU試験の偏差応力～軸ひずみ関係である。載荷時間間隔の大きな、載荷速度の小さいものほど小さい偏差応力で大きな軸ひ

Table 2.1 Physical properties of material tested

Sample	Gs	Wn (%)	WL (%)	Wp (%)	Grading(%)		
					Clay	Silt	Sand
Loam	2.841	120.0	123.2	81.3	23.7	17.0	59.3

Table 2.2 Parameters of Cam clay model

Sample	λ	κ	ϕ'	ν	e_0^*
Loam	0.147	0.054	41.81	0.257	2.520

* $Po'=2\text{kgf/cm}^2$

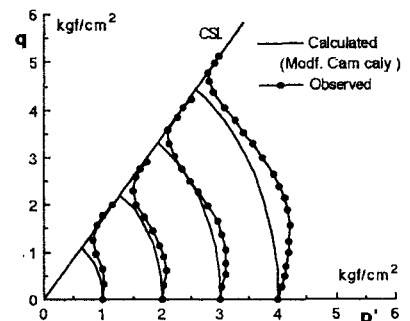


Fig.3.1 Effective stress paths

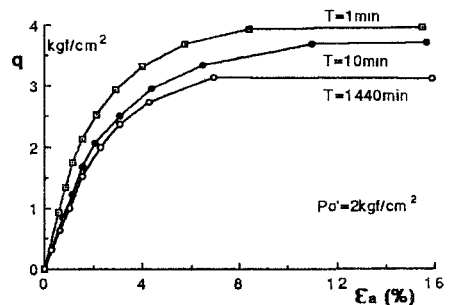


Fig.3.2 Relationship between q-εa

ずみが生じている。Fig. 3.2より最大偏差応力 q_{max} と載荷速度の関係を示したのがFig. 3.3である。本報告の実験に用いた関東ロームは砂分含有量が比較的大きい試料であるが、 q_{max} は載荷速度によってかなり大きな影響を受けている。Fig. 3.4(a). (b)は、載荷時間間隔が1440分の試験の各載荷段階における軸ひずみ ϵ_a と間隙水圧 u の経時変化を示したものである。 ϵ_a と u のいずれも時間とともに増加する傾向が観察される。

Fig. 3.5とFig. 3.6は、それぞれ過圧密ロームの三軸CU試験(ひずみ制御)における有効応力経路と偏差応力～軸ひずみ関係の実験結果とカムクレイモデルの計算結果を比較したものである。降伏面内の有効応力経路は、過圧密比の増加によってダイレイタンスーが負から正に変化し、明確な弾性挙動は示さないようである。過圧密が4以上の有効応力経路は、降伏面に到達前に限界状態線CSL上で変形が増大し破壊している。また、Fig. 3.6の実験結果から明らかなようにひずみ軟化を示さない。

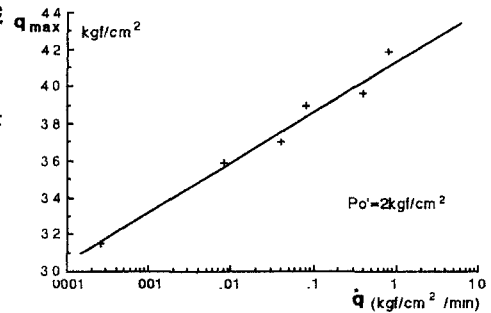


Fig. 3.3 Relationship between loading speed and undrained shearing strength

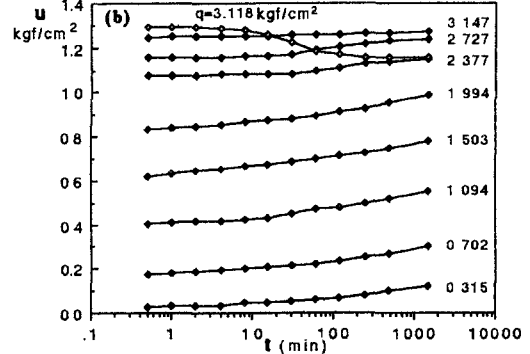
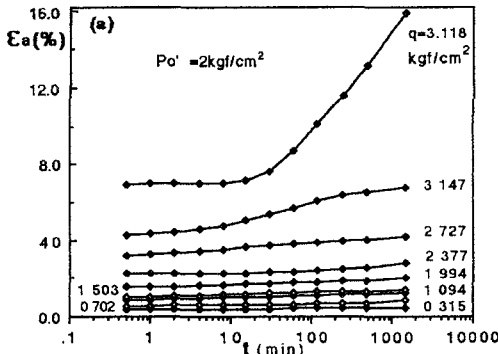


Fig. 3.4 Relationship between ϵ_a -t and u-t

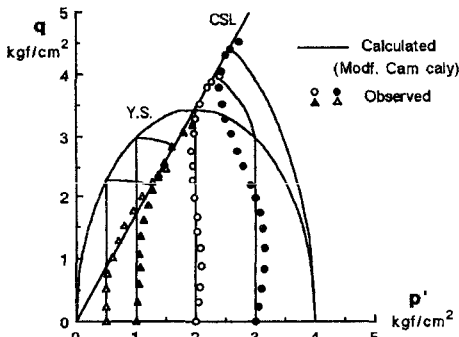


Fig. 3.5

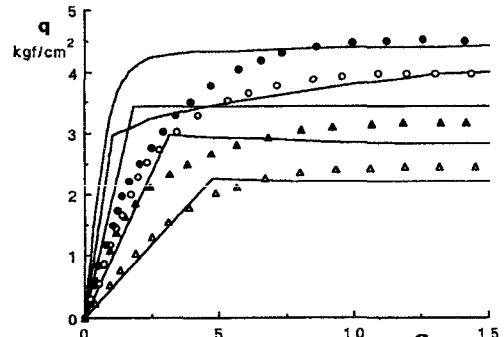


Fig. 3.6

4. むすび

本報告で用いた関東ロームは、採取後の乾燥防止のため水中保存している。三軸室にセット1kgf/cm²のバックプレッシャーを用いても正規圧密試料のB値は90%前後であった。B値低い供試体の不飽和の割合が関東ロームの応力～ひずみ～時間関係におよぼす影響を調べる必要がある。

《参考文献》

- 1). 関東ロームの土工 — その土質と設計・施工 — 高速道路調査会編, 昭和48年
- 2). 赤石・外崎ら: 飽和粘土の載荷速度効果とダイレイタンスー, 土質工学会論文報告集, Vol.27, No.4, 1987
- 3). Malcolm Bolton, A Guide to Soil Mechanics, 1979