

(Ⅲ - 2) 関東ロームのひずみ軟化挙動に関する一考察

東海大学 学生会員 ○川浦文子
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

過圧密状態にある火山灰性粘性土(関東ローム)地盤の変形を予測する弾塑性FE解析を行うには、粘性土の応力～ひずみ関係が必要である。著者らは、正規圧密状態にある関東ロームの非排水せん断試験における応力～ひずみ関係に、Cam Clay Model(以下カムクレイモデル)が利用しうることを既に報告している¹⁾。カムクレイモデルでは、過圧密比の大きな粘性土は、有効応力が降伏面に到達するまで弾性体として扱われ、その後ひずみ軟化挙動を示すが、そのモデル化は明確にされていない²⁾。

この報告では、過圧密関東ロームの三軸CU試験で観察されるひずみ軟化挙動をカムクレイモデルとして予測されるそれと比較検討した。

2. 試料および実験方法

実験に用いた試料は、東海大学構内の掘削現場より採用した関東ロームであり、試料の物理的性質は、Table～1に示す通りである。

採取試料を大型三軸室を用い0.5kgf/cm²で等方圧密後、直径5cm、高さ10cmの供試体を成形、三軸室にセットし、軸方向力 $\sigma'_a=1.5\text{kgf/cm}^2$ 、バックプレッシャー1kgf/cm²で1日間K₀圧密した。圧密後所定の過圧密比OCR1.5、2.4、4あるいは6までK₀状態で σ'_a を除荷し2日後吸水膨張後、非排水せん断試験(CU試験)を実施した。

3. カムクレイモデルのひずみ軟化挙動

Fig～1に示すように過圧密状態にあるカムクレイモデルは、作用する有効応力が降伏面に到達するまでは弾性挙動、到達後は弾塑性挙動を示す。過圧密比が2を越える場合は、ひずみ軟化挙動を示す可能性がある³⁾。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土質定数を求めた結果がTable～2である。この報告では弾塑性挙動の計算に必要な弾性係数Eは式(1)から求め、ポアソン比 $\nu (=K_0/(1+K_0))$ は静止土圧係数K₀から推定した。

$$E = 3p'_o(1+e_o)(1-2\nu)/\kappa \cdots (1)$$

ここに、 p'_o と e_o は、平均有効応力と間隙比、 κ は過圧密領域の $e \sim \ln p'$ 曲線の勾配である。

弾塑性(ひずみ軟化)挙動を計算する場合、一般的にはFig～1に示す降伏面(Y. S)の縮小を考えるが縮小の仕方に確立された方法はないようである。

この報告では、降伏面のサイズパラメーターが、Fig～1の p'_o から p'_e に変化する過程を式(2)に示すように簡単なせん断ひずみの関数として表現し、実験結果と比較した。

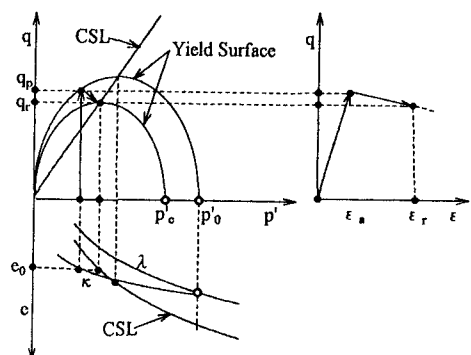
Table～1 試料の物理的性質

Sample	G _s	W _n (%)	W _L (%)	W _p (%)	Grading(%)		
					Clay	Silt	Sand
Loam	2.810	120	128	61	24	42	34

Table～2 カムクレイモデルの定数

Sample	λ	κ	ϕ'	ν	e_o^*	K ₀
Loam	0.212	0.034	36.2	0.265	2.931	0.36

* $p'_o=1\text{kgf/cm}^2$ Normally consolidated



Fig～1 有効応力経路と応力～ひずみ関係

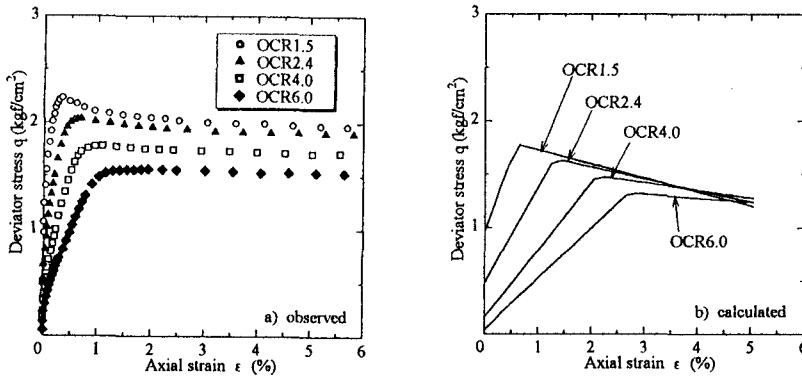
$$p' = \alpha(\varepsilon - \varepsilon_p) + p'_o \dots (2)$$

ここに、 $\alpha = (p'_o - p'_c) / (\varepsilon_p - \varepsilon_c)$ 、 ε_r は、残留強度 q_r に到達するせん断ひずみで15%と仮定した。

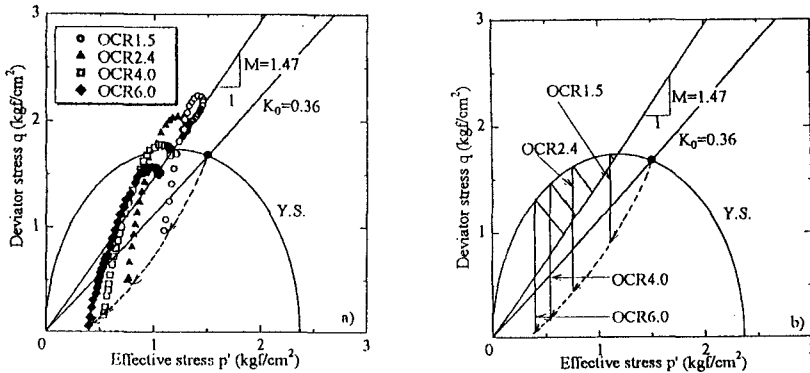
4. 実験結果と計算結果の比較

Fig~2 a)、b)は、偏差応力～軸ひずみ関係の実験結果と計算結果の比較である。過圧密比の大きな供試体ほど大きな軸ひずみで偏差応力が減少し、減少度合いが小さくなる傾向が実験結果より観察されるが、ほぼそれと類似の計算結果が得られている。降伏面の縮小すなわちひずみ軟化挙動をせん断ひずみの関数として説明できそうである。しかし、計算結果の偏差応力の最大値は、実験結果よりかなり小さい。

Fig~3 a)、b)は、有効応力経路の実験ならびに計算結果の比較である。実験では、せん断開始当初より有効応力経路は右に大きく変化し、弾性体としての計算結果と大きく異なっている。有効応力は降伏面の外側にも伸びて大きな偏差応力を示し、過圧密粘性土の降伏面の存在を否定するような実験結果である。



Fig~2 応力～ひずみ関係



Fig~3 有効応力経路

5. むすび

過圧密粘性土(関東ローム)の三軸CU試験結果は、当初考えていた挙動と大きく異なるものであった。実験数が限られているので明確な結論は、得られないが、Dry側の降伏面について今後更に実験的に検討する必要がある。

《参考文献》

1) 廖紅建他、"関東ロームの応力～ひずみ～時間関係"

第21回土木学会関東支部技術研究発表会講演集、1993 pp.314~315

2) M. Bolton "A guide to Soil Mechanics" Macmillan Press pp.219~222 1979

3) 例えば、J.H. Atkinson "Foundations and Slopes" McGRAW-HILL pp.42~48 1981