

流動曲面モデルに基づく正規圧密粘土の時間依存性挙動

大阪大学工学部 正会員 松井 保
 大阪大学工学部 正会員 阿部 信晴
 大阪大学大学院 学生会員 ○ 林 健二
 大阪大学大学院 学生会員 中野 雅文

1. まえがき

本報告では、著者が提案している流動曲面モデルによる正規圧密粘土の時間依存性挙動についての数値計算結果を示すとともに、その妥当性を定性的に検討している。

2. 流動曲面モデル

ここで用いている弾/粘塑性モデルの流動曲面は次式で与えられる。

$$f = \mu \ln \left[\frac{1}{\delta} \left\{ 1 - \exp \left(-\frac{\delta}{\mu} \dot{\epsilon}^p t \right) \right\} \exp \left[\frac{\lambda - \kappa}{\mu(1 + e_0)} \left\{ \ln \left(\frac{p}{p_0} \right) + \frac{q}{M} \right\} \right] + \delta \exp \left(-\frac{\delta}{\mu} \dot{\epsilon}^p t \right) \right] - v^p = 0 \quad (1)$$

この流動曲面モデルについての詳細は文献[1]を参照されたい。数値計算は表-1に示す材料定数を有する等方正規圧密粘土について行なわれたものである。

3. 数値計算結果と考察

正規圧密粘土の時間依存性挙動として、ここでは三軸非排水状態における定ひずみ速度せん断、クリープ、応力緩和挙動を取りあげている。

定ひずみ速度せん断

図-1(a)は軸差応力と軸ひずみの関係、図-1(b)は有効応力経路を示したものである。ひずみ速度効果は、これまでの実験的傾向を良く表現している。図-1(c)は非排水強度のひずみ速度依存性を示したものであるが、非排水強度は軸ひずみ速度の対数に対してほぼ直線的に変化している。図示の範囲では、軸ひずみ速度が10倍になると、非排水強度は4.8~6.5%の増加を示しているが、この値も一般的な実験結果にほぼ一致している。

クリープ

この流動曲面モデルでは、非排水クリープにおける平衡応力線（平衡状態曲面）と上限降伏値を決定することができる。この計算例での上限降伏値は 1.0 kgf/cm^2 である。図-2(a)はクリープひずみ速度の経時変化を示したものであるが、このモデルでは加速

表-1

λ	κ	M	e_0	ν	δ	$\dot{\epsilon}^p$	p_0
0.3	0.03	1.485	1.725	0.003	0.001	3.0×10^{-4}	2.0
						(min^{-1})	(kgf/cm^2)

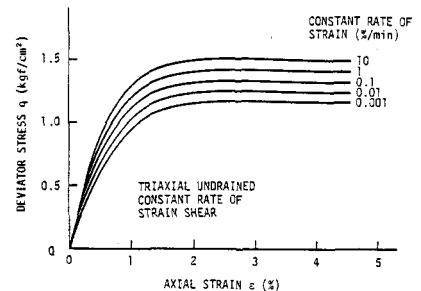


図-1(a)

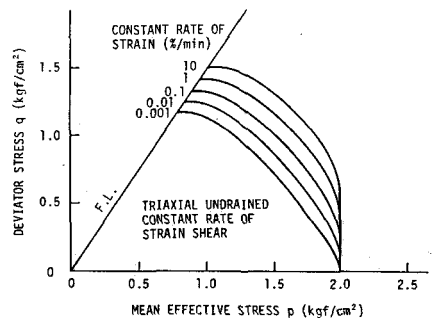


図-1(b)

フリープ過程と停止クリープ過程を共に表現することができる。これはフリープ試験結果の傾向と一致している。また図中の破線は最小フリープひずみ速度線を表わし、直線となっている。図-2(ハ)は有効応力経路を示したものである。図中の破線は original Cam-clayモデルによる状態境界曲面を表わし、白丸は最小フリープひずみ速度の生じる応力点を示している。上限降伏値以下の軸差応力下では、有効応力点は状態境界曲面内の平衡状態曲面上に至り、クリープは終了する。本モデルの非排水クリープ特性についての詳細は、文献[2]を参照されたい。

応力緩和

図-3(a)は応力緩和過程における軸差応力の経時変化を示したものである。軸差応力は経過時間の対数に対して直線的に減少し、最終的に一定値となる。図-3(ハ)は有効応力経路を示している。応力緩和は有効応力点が平衡状態曲面上に至ると終了する。図-3(セ)は間隙水圧の経時変化を示したものであり初期軸ひずみが小さい程、間隙水圧の発生量は大きくなっているのがわかる。また破線は等方応力緩和時の間隙水圧の発生を示している。これらの特性は多くの応力緩和試験において認められている。

4. あとがき

提案している流動曲面モデルにより、正規圧密粘土の時間依存性挙動を定性的にはあるが、統一的に考察した。なお非排水クリープに対するモデルの定量的な適用性については、文献[3]を参照されたい。

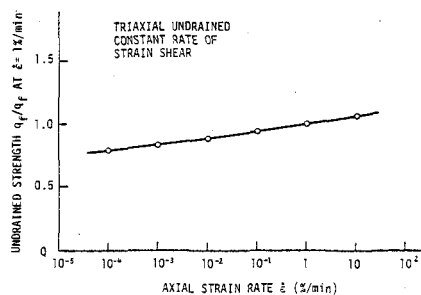


図-1(c)

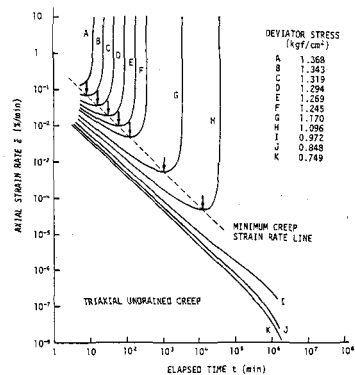


図-2(a)

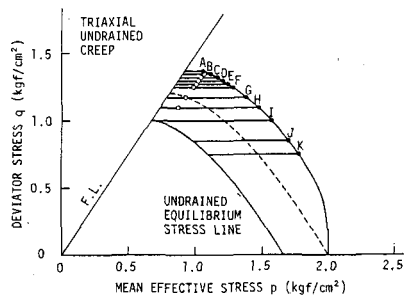


図-2(b)

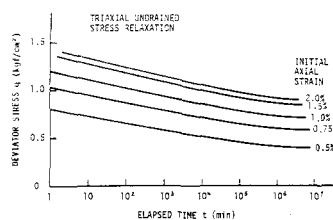


図-3(a)

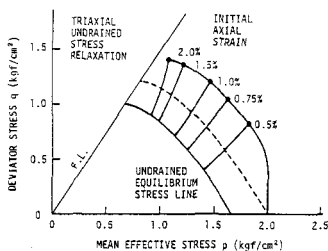


図-3(b)

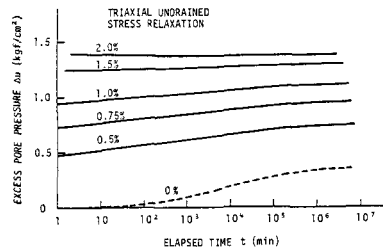


図-3(c)

参考文献

- [1] Matsui & Abe: Elasto/viscoplastic constitutive equation of ..., 5th ICNMG, 1985
- [2] 松井・阿部・林: 流動曲面モデルに基づく正規圧密粘土の非排水クリープ特性, 第40回土木学会年次学術講演会, 1985
- [3] 松井・阿部・林・中野: 非排水クリープ挙動に対する流動曲面モデルの適用性, 第21回土質工学研究発表会, 1986