

III-152 弾粘塑性モデルの非排水クリープ特性と非排水強度のひずみ速度依存性

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

本報告は、著者らが提案している正規圧密粘土の弾粘塑性モデルについて、その非排水クリープ特性および非排水強度のひずみ速度依存性を三軸試験結果にもとづいて検討したものである。

2. 正規圧密粘土の弾粘塑性モデル

ここで用いている弾粘塑性モデルの流動曲面は次式であたえられる。

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

三軸非排水クリープに関する理論解は(1)式と非排水条件式から求められるが、これについては文献〔1〕を参照されたい。

3. 非排水三軸試験

非排水三軸試験は、不攪乱 Haney clay について Vaid・Campanella〔2〕が実施したものである。試験は、ブロック・サンプリングによって採取された供試体を、圧密圧力 $p = 5.25 \text{ kgf/cm}^2$ で36時間等方圧密し、さらに12時間非排水状態で静置した後に実施されている。また、Haney clayの先行圧密圧力は 3.5 kgf/cm^2 であり、したがって、一連の非排水三軸試験は正規圧密状態で実施されている。

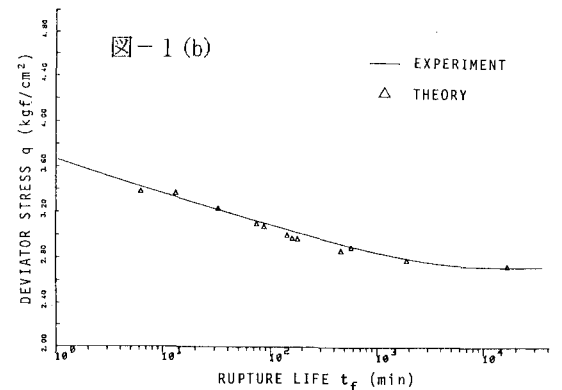
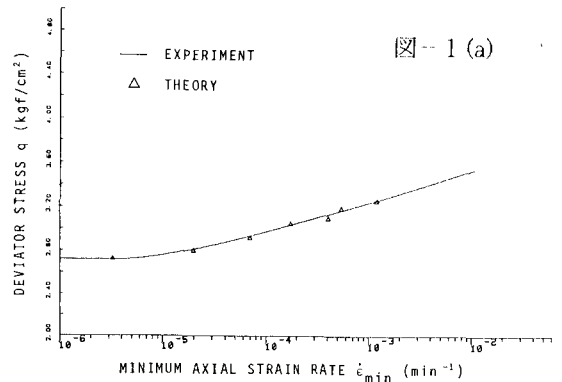
4. モデルパラメータの決定

(1)式の弾粘塑性モデルには8個のパラメータが必要であり、Haney clayに対するパラメータは表-1に示されている。圧縮指数、膨潤指数は、この実験シリーズに用いられたHaney clayの $e - \ln \sigma_v$ 曲線〔3〕から決定した。また、供試体の初期間隙比 e_0 の平均値は0.896であった〔3〕。破壊時の応力比、弾性せん断定数は、それぞれ、文献〔2〕に示されている破壊条件、一定軸ひずみ速度非排水三軸試験の軸差応力～軸ひずみ曲線から決定した。パラメータ μ , δ , $\dot{\gamma}_r^V$ については、文献〔2〕に示されているクリープ応力～最小クリープひずみ速度関係に理論解をfittingすることによって決定した。fittingの程度は図-1(a)に示されている。なお、このHaney clayについては、長期の圧密試験が実施されておらず、したがって、二次圧縮係数は求められていない。

5. 結果と考察

表-1

λ	κ	e_0	M	G	μ	δ	$\dot{\gamma}_r^V$	p_0
0.20	0.031	0.896	1.29	600	0.004	0.168	8.0×10^{-4}	5.25
					[kgf/cm ²]		[min ⁻¹]	[kgf/cm ²]



三軸非排水クリープについてモデルによる計算結果と試験結果を比較したものが図-1である。クリープ応力～破壊時間、クリープひずみ～時間、クリープひずみ速度～時間関係において両者は比較的良好一致を示している。特に、Vaidらの非排水クリープ試験結果は明確に上限降伏値の存在を示唆するものであるが、モデルはこの特性を的確に表現している。なお、図-1(d)において、クリープ破壊に到らないケースでは計算結果のひずみ速度が少し早く減少しすぎるようであるが、この点については文献〔4〕を参照されたい。図-2は、一定軸ひずみ速度非排水三軸試験についてモデルによる計算結果と試験結果を比較したものである。図-2(a)では、軸ひずみ速度の小さいケースにおいて曲線の立ち上がりが若干ゆるやかになる傾向があるものの、ピーク値そのものには良い対応がある。図-2(b)は、非排水強度～軸ひずみ速度関係、すなわち、非排水強度のひずみ速度依存性について計算結果と試験結果を比較したものである。提案モデルでは、軸ひずみ速度を小さくしてゆくと非排水強度は減少し、一定値に収束する。軸ひずみ速度をいくら小さくしても、有効応力経路は非排水平衡状態曲面の内部に入ることではないので、非排水強度が上限降伏値以下になることはない。図-2(b)によれば、少なくともVaidらの試験結果をこのような考え方で理解することは可能のように思われる。

6. あとがき

提案モデルの非排水クリープ特性および非排水強度のひずみ速度依存性を三軸試験結果にもとづいて検討し、その適用性を明らかにした。しかし、パラメータの決定に関して若干の問題を残しており、今後の課題としたい。

参考文献

- (1) 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概要集、1985
- (2) Vaid&Campanella:Time-dependent behavior of undisturbed clay, Jour. of GT Div. ASCE, Vol. 3, No.GT7, 1977
- (3) Vaid:Private Communication, 1985
- (4) 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講演集、1986

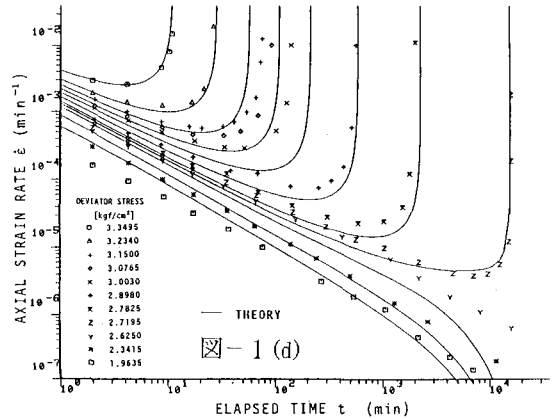
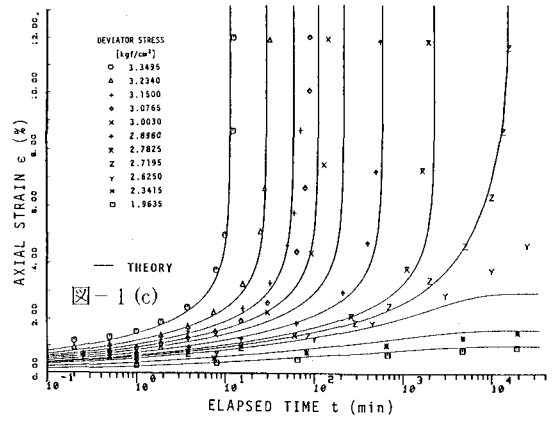


図-2(a)

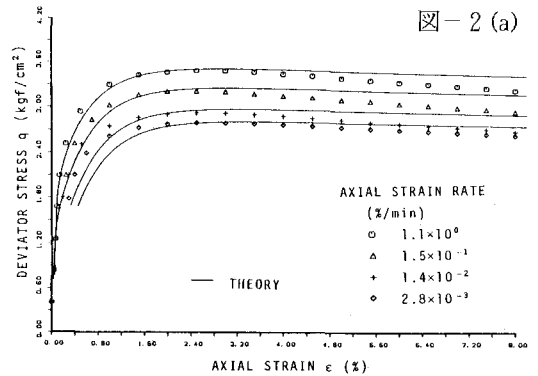


図-2(b)

