

III-168 一次元圧密における粘土の状態曲面について

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
 阪急電鉄 正会員 中野 雅文

1. まえがき

本報告では、粘土の弾粘塑性モデルを用いて一次元圧密解析を行い、間隙比-間隙比速度-有効応力空間における一次元圧密時の状態経路(粘土要素)が2つの曲面から成る状態曲面を形成することを明らかにしている。

2. 解析の概要

解析には筆者等が提案している粘土の弾粘塑性モデル(1)と有限要素圧密解析法(2)を用いている。また、弾粘塑性モデルの基準特性は異方弾塑性モデル(3)によって記述されるものと仮定している。解析に用いた粘土の材料定数を表-1に示している。解析は単一載荷荷重が瞬時載荷される一次元圧密試験を模擬しており、供試体高さは2cm, 5cm, 10cmとし、排水は供試体上面から生じるものとしている。粘土は正規圧密状態にあり、 K_0 値は圧密中変化しないものと仮定している。

3. 解析結果と考察

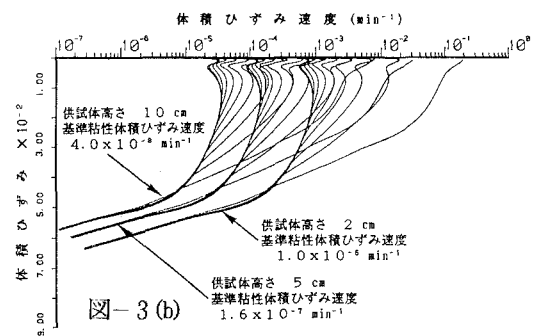
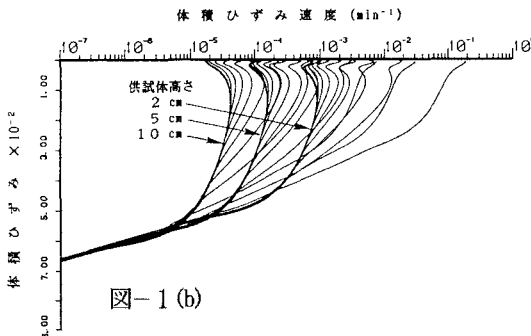
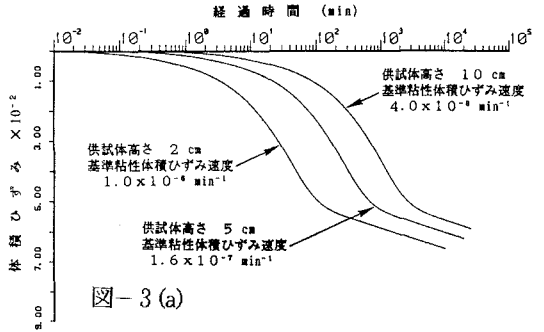
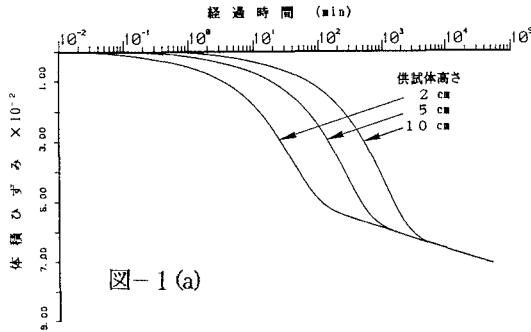
図-1(a)は供試体(初期圧密圧力1.0 kgf/cm²)の体積ひずみ-時間関係を示したものである。二次圧密領域に入ると体積ひずみは時間の対数に対して直線的に増加し、供試体高さの異なる3本の曲線はこの直線部分で一致している。すなわち、このモデルの一次元圧密特性は isotache を満足するものである。図-1(b)は粘土要素

の体積ひずみ-体積ひずみ速度の関係である。載荷直後を除くと要素の体積ひずみ速度は体積ひずみの増加に伴い単調に減少して行き、二次圧密領域に入る時の体積ひずみ、体積ひずみ速度はすべての粘土要素ではほぼ等しくなっている。これらの値は供試体高さが大きくなるに伴い、体積ひずみは大きくなり、体積ひずみ速度は小さくなる。

図-2(a), (b)は一次元圧密時の状態経路を間隙比-間隙比速度-有効応力空間で表示したものである。図から明らかなように状態経路は2つの曲面から成る状態曲面を形成していることがわかる。2つの曲面の構成は基準速度に依存しており、それぞれひずみ速度効果およびクリープ効果の生じている領域に対応している。したがって、これらの曲面をひずみ速度(効果)曲面、クリープ(効果)曲面と呼ぶことができる。図-3(a), (b)はモデルの基準速度を規定するパラメータである基準粘性体積ひずみ速度の値を供試体高さの比の二乗の逆数に比例して減少させた場合の結果である。この場合、二次圧

表-1

λ	κ	M	e_0	k (cm/min)	C_k	μ	$\frac{v}{1/m \ln}$	δ
0.2	0.03	1.65	1.358	0.3×10^{-3}	0.68	0.0027	1×10^{-6}	0.001



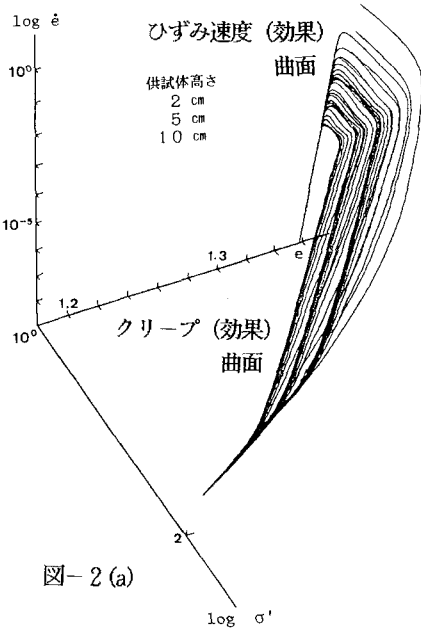


図-2(a)

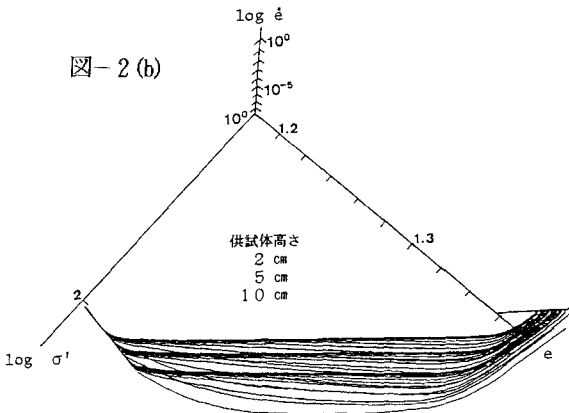


図-2(b)

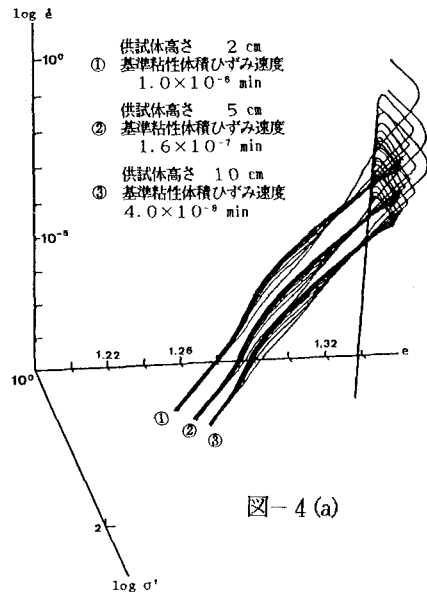


図-4(a)

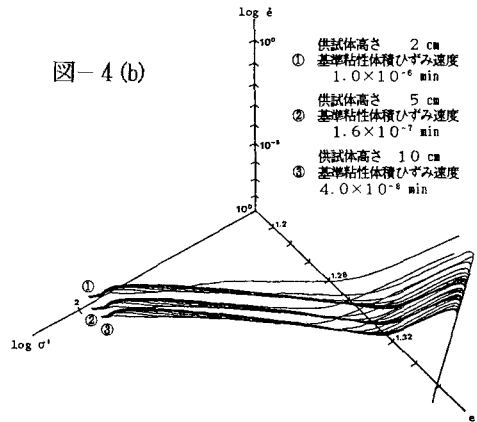


図-4(b)

密領域に入る時の体積ひずみがほぼ等しくなっている。図-3(a), 1(a) に示される結果は二次圧密に関する仮説A, Bに対応しているが、これらの挙動の差が一次圧密中のクリープの有無ではなく、粘土のひずみ速度応答性の相違に起因していることに注意する必要がある。図-4(a), (b)は図-2と同様の状態経路を示したものであるが、供試体高さが異なる(基準速度が異なる)と粘土要素の状態経路は異なったクリープ(効果)曲面上を動いており、isotacheは成立しない。逆に言えば、粘土の基準速度が同じならば同じクリープ(効果)曲面上を動くことになり、isotacheが必ず成立する。

4. あとがき

解析結果に基づいて、間隙比-間隙比速度-有効応力空間における状態経路が状態経路を形成することを示したが、今井等(4)は分割型圧密試験機を用いて精密な実験を実施し、その結果に基づいてここで示された状態曲面と同様の意味を持つと考えられる曲面の存在を指摘し

ており、一次元圧密における状態曲面は実験的にも明らかになさる。

【参考文献】

- (1) Matsui & Abe: Flow surface model of viscoplasticity for normally consolidated clay, 2nd Int. Symp. Num. Models in Geomech., 1986.
- (2) Matsui & Abe: Applications of elasto-plastic and elasto-viscoplastic models to multi-dimensional consolidation analysis, Int. Symp. Num. Models in Geomech., 1982.
- (3) Matsui & Abe: Multi-dimensional elasto-plastic consolidation analysis by finite element method, Soils & Foundations, Vol.12, No.1, 1981.
- (4) 今井他: 一次元圧密に対する状態曲面の存在について, 第22回土質工学研究発表会発表講演集.