

一次元圧密におけるひずみ速度の影響について

大阪大学工学部 正 会 員 松井 保 阿部 信晴
大阪大学大学院 学生会員 ○中野 雅文 喜多 直之

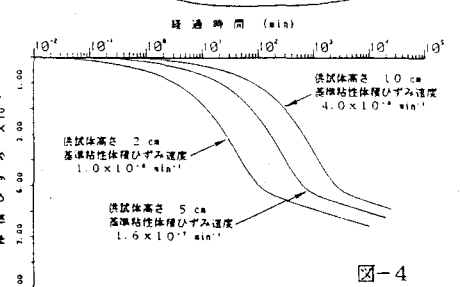
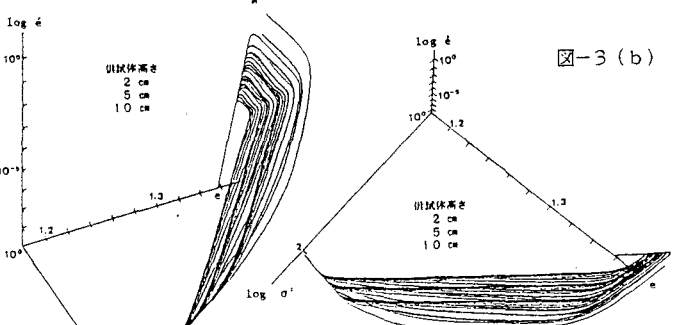
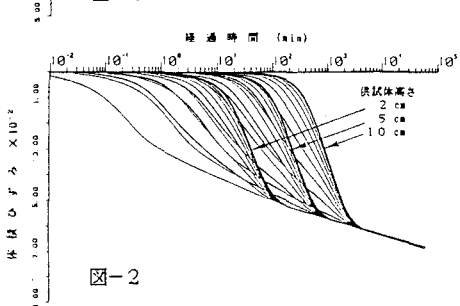
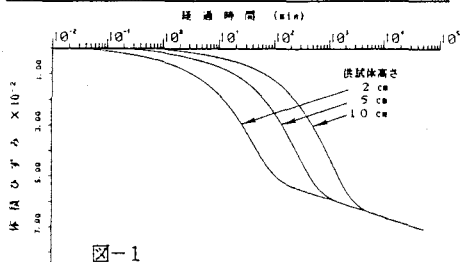
1. まえがき 粘土の一次元圧密は実用面において大変重要であり, Terzaghiの圧密理論以降, 数多くの研究成果が報告されている。近年の研究では状態経路のひずみ速度依存性など一次元圧密挙動に与えるひずみ速度の影響が注目されている。そこで, 本報告ではひずみ速度に大きな影響を与える粘土層厚, 荷重増加率の問題について著者らの提案する弾粘塑性モデルを用い粘土の一次元圧密解析を行ない, ひずみ速度が圧密挙動に与える影響を考察するとともに, モデルの適用性について検討している。¹⁾

2. 解析の概要 解析は著者らの提案する弾粘塑性モデルと圧密解析手法を用いて行なっている。^{2) 3)} 仮定した粘土の材料定数を表-1に示す。 $\lambda, \kappa, e_0, M, \mu$ は中瀬ら⁴⁾の研究結果より塑性指数の関係から求めている。また, k, C_v はTavenasら⁵⁾の実験結果を参考に求めている。解析は一次元圧密解析試験を模擬している。供試体高さは2, 5, 10 cmとし, これを高き方向10要素に等分割している。載荷は瞬間載荷とし, 排水は上面のみから行なう。また, 粘土は正規圧密状態とし, 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 図-1は供試体の体積ひずみの経時変化を示したものであるが, 二次圧密部分において同一直線になっており, isotacheを満足する挙動となっている。図-2は供試体各要素の体積ひずみの経時変化を示したものである。同一供試体においては, 排水距離の影響により圧密進行に時間的なずれが見られるが, 一次圧密終了時の時間と体積ひずみは等しくなっている。また, 一次圧密終了時までの時間は試料厚が大きくなるほど長く体積ひずみは大きくなり, 二次圧密部分では一本の直線となっている。図-3は応力-ひずみ関係だけでなくひずみ速度も考慮した $e-\dot{e}-\sigma'$ 空間で表示した供試体各要素の状態経路である。圧密中の状態経路は排水距離の影響を受けず二枚のユニークな面により形成されている。本モデルの特性より, 各々の面は粘土が速度効果およびクリープ効果を示している状態を示していると言える。

表-1

λ	κ	M	e_0	k (cm/min)	C_v	μ	$\dot{\epsilon}$ (1/min)	δ
0.2	0.03	1.65	1.358	0.3×10^{-3}	0.68	0.0027	1×10^{-4}	0.001



本モデルでは基準状態を基準粘性体積ひずみ速度によって規定している。粘土層厚が厚い粘土は圧密に要する時間が長く硬くなっており、ひずみ応答性が異なっていると考えられる。そこで、本モデルでは粘土層厚が厚いものほど基準粘性体積ひずみ速度を小さくすることによりそれを評価するものとする。図-4はこのように基準粘性体積ひずみ速度を試料厚により変化させた場合

の沈下ひずみ曲線である。一次圧密終了時の体積ひずみが等しくなっており、二次圧密曲線は互いに平行な直線となっている。図-5は供試体各要素の状態経路を $e-\dot{e}-\sigma'$ 空間で表示したものである。クリープ効果曲面は異なった状態曲面を形成しており、粘土の性質が全く異なっていることを示している。本モデルでは、このようにisotacheを満足しない圧密挙動を基準状態を変化させることにより表現できる。

図-6は荷重増加率が異なる供試体の沈下ひずみ曲線である。荷重増加率が大きいものは典型的なTerzaghi型の沈下曲線を示すが、増加率が小さくなるにしたがって沈下形状が異なっている。図-7は供試体各要素の状態経路を $e-\dot{e}-\sigma'$ 空間で表示したものである。荷重増加率の小さいものは一次圧密終了近くにおいて初めてクリープ効果曲面に移行しているが、増加率の大きいものは一次圧密の前半においてこの曲面に移行している。このような状態経路の差が沈下曲線の差となっている。

4. 結論 一次元圧密挙動は応力-ひずみ-ひずみ速度空間で性質の異なる二枚の曲面によって形成される状態曲面上を動く。それぞれの曲面は粘土が速度効果およびクリープ効果を示している状態を表わしている。この状態曲面上をどのように移動するかにより、粘土の圧密挙動が規定される。

<参考文献> 1) 松井, 阿部, 中野:弾粘塑性モデルによる粘土の一次元圧密解析, 第21回土質工学研究発表会, 1986. 2) Matsui & Abe: Elasto/Viscoplastic Constitutive Equation of Normally Consolidated clays Based on Flow surface Theory, 5th Int. Conf. on Num. Methods in Geomech., 1985. 3) Matsui & Abe: Applications of Elasto-Plastic and Elasto-Viscoplastic Models to Multi-Dimensional Consolidation Analysis, Int. Symp. on Num. Models in Geomech., 1982 4) 亀井, 平塚, 中瀬: 正規圧密粘土の非排水せん断特性, 第19回土質工学研究発表会, 1984. 5) Tavenas et al.: The Permeability of Natural Soft Clays. Part II: Permeability Characteristics, Can. Geotech. 20, 1983.

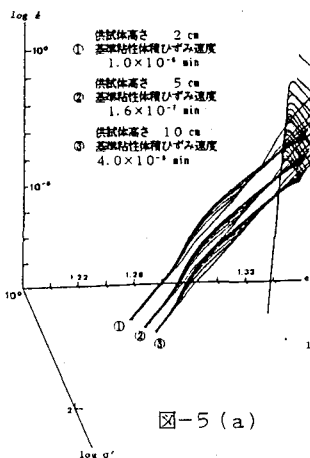


図-5 (a)

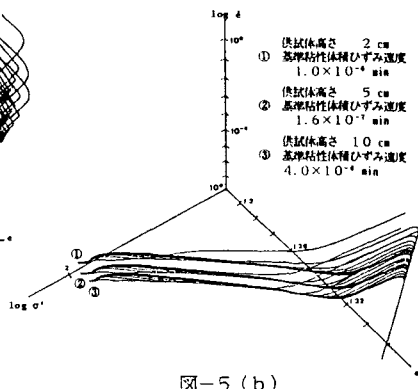


図-5 (b)

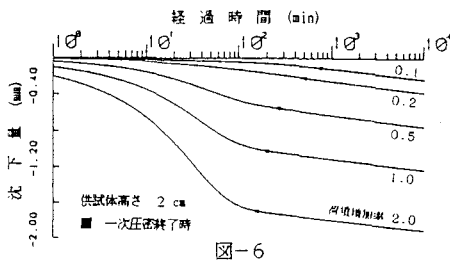


図-6

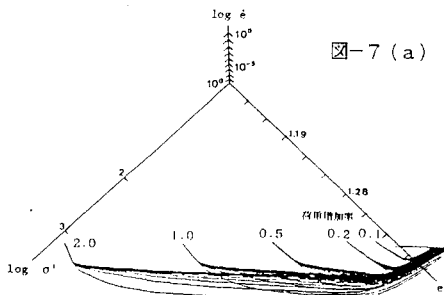


図-7 (a)

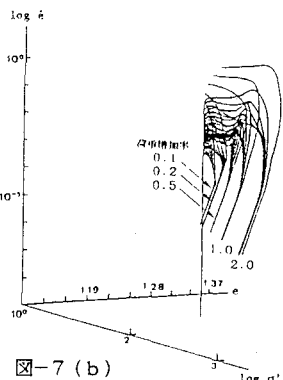


図-7 (b)