

F E Mによる定ひずみ速度圧密試験シミュレーション

鳥取大学工学部 正会員 清水正喜
 鳥取大学大学院 学生会員 ○橘原隆宏
 鳥取大学工学部 学生会員 飯塚浩延
 鳥取大学大学院 学生会員 田淵俊幸

1. はじめに

定ひずみ速度圧密試験が、その適用性の広さや、有用性から我が国でも基準化が行われつつある。⁽¹⁾ 本研究では、一次元有限要素法により、粘土の定ひずみ速度圧密試験をシミュレートし、その結果を基に、一斉試験⁽¹⁾で採用された整理方法⁽²⁾で、圧密諸定数を求め、解析に用いた真の値と比較し、一斉試験の整理法による結果のひずみ速度依存性を検討する。

2. 研究方法

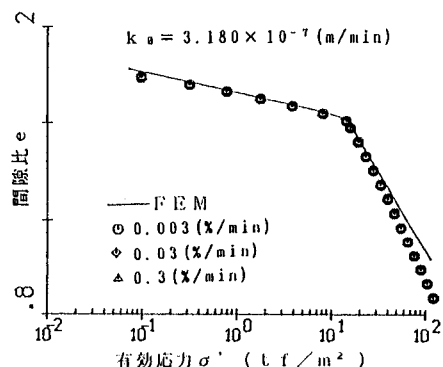
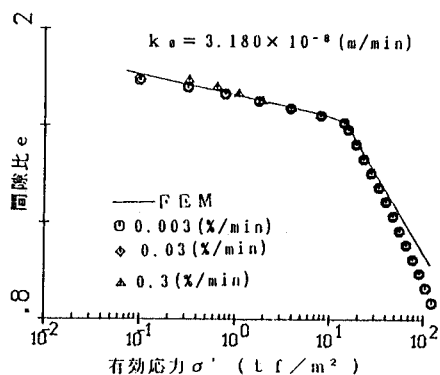
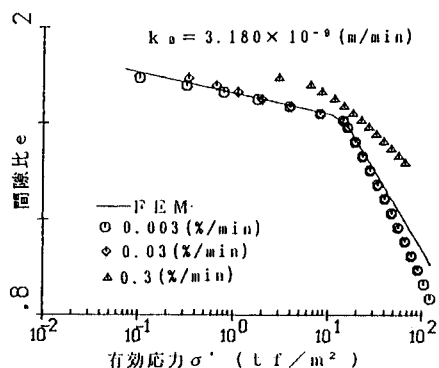
有限要素解析により軸方向応力、底面間隙水圧と時間の関係が得られる。これらは、構成関係が既知の試料に対する実験データと考えられる。それに一斉試験の整理法を適用して圧密諸定数を求め、有限要素解析により得られた圧密諸定数を比較する。

供試体モデル 高さ2cmの供試体を10個の要素に分割した。境界条件としては、下端固定、上面排水とした。

ひずみ速度 モデル粘土の塑性指数による最適ひずみ速度(0.03%/min)を基準として、その10倍(0.3%/min)及び10分の1(0.003%/min)の3種類のひずみ速度で解析した。

表1 材料定数

土粒子の比重	2.65
圧縮指数 正規圧密領域 λ	0.282
過圧密領域 κ	0.0378
先行圧密圧力 p_0 (tf/m^2)	14.00
初期間隙比 e_0	1.82
基準透水係数 k_0 (cm/s)	5.30×10^{-7} 5.30×10^{-8} 5.30×10^{-9}
基準有効応力 σ_0 (tf/m^2)	48.00
透水性に関するパラメーター ξ_{NC}	1.05
ξ_{OC}	0.35

図2 $e - \log \sigma'$ 曲線図3 $e - \log \sigma'$ 曲線図4 $e - \log \sigma'$ 曲線

材料モデル⁽³⁾ $e - \log \sigma'$ 関係の直線性を仮定した。また透水係数 k は、有効応力 σ' と次の関係にあると仮定した。

$$k = k_0 \left(-\frac{\sigma'}{\sigma_0'} \right)^{\xi}$$

ここに σ_0' は基準の有効応力であり、 k_0 はその時の透水係数である。 ξ は、 $\log k - \log \sigma'$ 関係の傾きに相当する。正規圧密領域で $\xi = \xi_{NC}$ 、過圧密領域で $\xi = \xi_{OC}$ の値をとる。上式の中の基準透水係数 k_0 を、 $k_0 = 5.30 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$ 、 $5.30 \times 10^{-8} \text{ cm/s}$ 、 $5.30 \times 10^{-9} \text{ cm/s}$ の3種類で変化させた。用いた材料定数を表1に示す。

3. 結果 図2, 3, 4に $e - \log \sigma'$ 曲線を示す。有限要素解析による結果と一斉試験の整理法から得た結果を比較している。一斉試験の整理法による結果は、透水係数が大きい(図2; $k_0 = 5.30 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$)時にはひずみ速度による影響を受けないが、ひずみ速度が小さい(図4; $k_0 = 5.30 \times 10^{-9} \text{ cm/s}$)時はひずみ速度の影響を受けて、異なった $e - \log \sigma'$ 関係が得られる。

図5, 6, 7に $\log cv - \log \sigma'$ 曲線を示す。

透水係数が大きい(図5; $k_0 = 5.30 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$)時は、ひずみ速度が小さすぎると真の関係からはずれ、透水係数が小さい(図6; $k_0 = 5.30 \times 10^{-9} \text{ cm/s}$)時はひずみ速度が大きすぎるとやはり真の関係からはずれている。言い換えれば対象試料の透水性(一般的には圧密係数)に応じた最適のひずみ速度が存在することを示唆している。

4. 結論

一斉試験における整理法を適用して得られる $e - \log \sigma'$ 関係及び $\log cv - \log \sigma'$ 関係は、ひずみ速度によって異なる。最適のひずみ速度は、透水性(または圧密係数)に応じて決定する必要がある。但し、それは最小値ではない。つまりひずみ速度を小さくし過ぎると真の関係からはずれる場合もある。

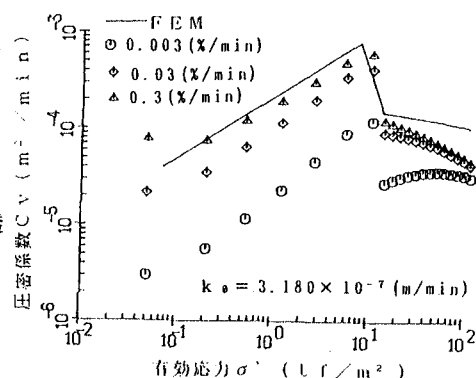


図5 $\log cv - \log \sigma'$ 曲線

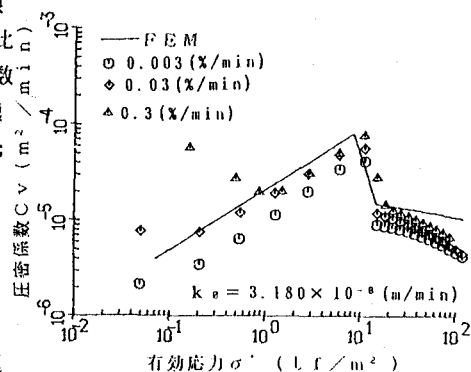


図6 $\log cv - \log \sigma'$ 曲線

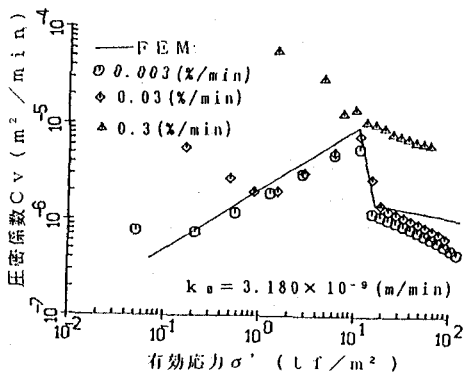


図7 $\log cv - \log \sigma'$ 曲線

参考文献

- (1) 定ひずみ速度圧密試験基準委員会(1992): 土と基礎, 40-2
- (2) 特殊圧密試験方法に関する研究委員会(1988): 委員会報告I-3 定ひずみ速度圧密について 特殊圧密試験に関するシンポジウム発表論文集
- (3) 清水正喜(1990): 地下水位の変動による地盤沈下挙動のFEM解析 第35回土質工学シンポジウム発表論文集 (土質工学会)