

広島大学工学部 正員 吉国洋
広島大学工学部 正員 中堂裕文
広島大学大学院 学員 ○與那嶺満

1. はじめに

本研究は、過圧密状態から正規圧密状態に至る一次元圧密挙動を調べ、その解析方法を検討するために行なった室内試験とFEM解析結果について報告する。室内試験は分割型の一次元圧密装置により圧密中の試料内部の歪や間隙水圧分布を測定し、またFEM解析はBjerrumの概念をそのまま過圧密土にも適用している。

2. 実験方法

試料は練り返し再圧密(0.5 kgf/cm^2)した広島粘土で、その物理特性は表-1に示すようである。試験は標準圧密試験と同寸法の試料5つをそれぞれ圧密セル内で図-1に示す所定の圧力まで24時間隔で段階的に圧密した。その後 1.6 kgf/cm^2 まで除荷を行った。それから5つのセルを直列に連結し、層厚が 10cm の片面排水状態とした後、 3.2 kgf/cm^2 まで載荷して圧密試験を行った。載荷期間は1万分の2、2の間、各試料上下端の間隙水圧および圧縮量を測定する。なお荷重増加率は1である。

3. FEM解析

FEM解析は一次元要素(間隙水圧一次、変位二次内挿関数)を用い、応力へ至る時間関係はBjerrumの概念をモデル化した式をそのまま過圧密土に対して適用した。即ち

$$\partial e = (\partial e / \partial \sigma') d\sigma' + (\partial e / \partial t) dt \quad (1)$$

$$\text{ここで } (\partial e / \partial \sigma') = -\kappa / \sigma', (\partial e / \partial t) = -\alpha_c / t'$$

$$t' = t \cdot \exp \{ (e - e_0) / \alpha_c \}$$

κ は除荷指數、 α_c は2次圧縮指數、 t' は基準時間で、二つめは標準圧密試験の載荷サイクルである1440分としている。標準圧密試験および長期圧密試験より求めたパラメータを表-3に示す。なお、(1)式は基本的開口の提案するものと同じである。図-2に解析モデルを示す。

4. 実験および解析結果

図-5は、粘土層全体の沈下ひずみ～時間関係を示したものである。今回の解析に用いた物理定数は表-3に示したが、先にも述べた通り、標準圧密試験より求めたパラメータである。このパラメータを使用して解析した結果と実験で得られた各ケースの沈下歪の挙動は、全体的にみてかなりよい近似ができた。

表-1 試料の物理的性質

| 比重 G_s | 液性限界 $LL(\%)$ | 塑性限界 $PL(\%)$ | 塑性指数 $IP(\%)$ |
|-------------|------------------|------------------|------------------|
| 2.65 | 66.3 | 35.0 | 31.3 |

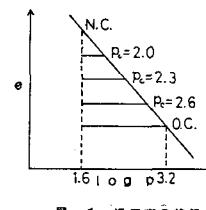


図-1 過圧密の状態

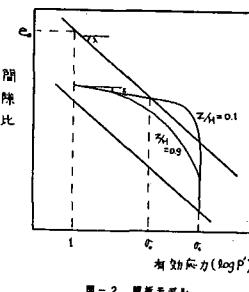


図-2 解析モデル

表-3 解析に用いた力学定数

| κ | λ | e_0 | K_0 (cm/min) | α_s | α_c | t_0 (min) |
|----------|-----------|-------|----------------------------------|------------|------------|-------------|
| 0.02 | 0.2 | 1.378 | 1×10^{-7} | 3. | 0.011 | 1440 |

表-2 圧密荷重

| 圧密荷重 (kgf/cm^2) | |
|----------------------------|-----------------------------|
| CASE I | 0.8 → 1.6 → - → - → 3.2 |
| CASE II | 0.8 → 1.6 → 2.0 → 1.6 → 3.2 |
| CASE III | 0.8 → 1.6 → 2.3 → 1.6 → 3.2 |
| CASE IV | 0.8 → 1.6 → 2.6 → 1.6 → 3.2 |
| CASE V | 0.8 → 1.6 → 3.2 → 1.6 → 3.2 |

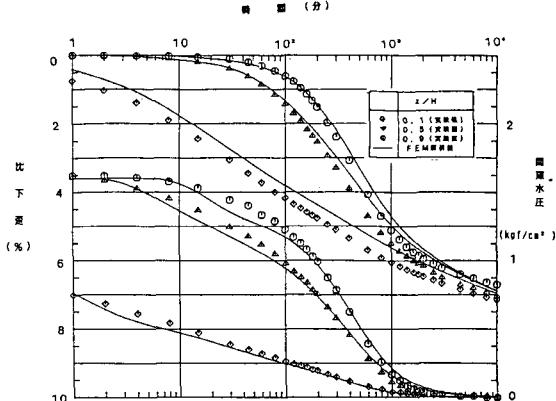


図-3 比下歪～時間関係および間隙水圧消散過程 (CASE I)

図-3, 4 は沈下歪、間隙水圧-時間関係の実験値および解析結果を示したものである。図-4 は、ケースIV の場合である。間隙水圧の挙動をみると、解析では $t=100$ 分付近に顕著な変曲点がみられるが、実験値ではそのような顕著な点は現われていない。沈下歪の方は、実験値、解析結果ともによく対応している。図-3 は正規状態の解析、実験値を示す。ここで間隙水圧の挙動をみると $\varepsilon/H = 0.9$ の解析で、 $t=15 \sim 60$ 分付近に凹部が現われるが、これは解析モデルで与えられた $\varepsilon \sim \log P'$ 関係において、屈曲点が生ずるため、図-4 でみられる変曲点と同じ性質の変曲点が表わしたものである。しかし、図-3, 4 において、実験結果と解析結果はほぼ相似な形を成しまた沈下ひずみにおける誤差も、 $t=1$ 分の点で $E_{mean} \pm 0.5\%$ 程度である。

図-6, 7 はケースIV における実験値と解析結果の圧密度の経時曲線である。図-6 は間隙水圧に関する圧密度であるが、解析結果と実験値を比べると $t=10$ 分の時点でも両者の間に大きなズレを生じている。図-4 をみると、実験値の $t=100 \sim 700$ 付近で間隙水圧が停滞しているのがわかる。また、沈下歪の方は解析結果と同様に歪が進行している。これは応力履歴の影響により、試料内部がみだれたために、解析モデルのクリープと実験のクリープ挙動が異なったためと考えた。図-7 は沈下歪に関する圧密度を示す。ここで $t=1$ 分時の沈下歪を基準にして圧密度を計算した。図-7において、図-6 でみられた解析結果と実験値のきわだつた差はみられない。

5. あとがき

今回は過圧密土の挙動を中心に議論してきたが、今後は擬似過圧密土について実験を行い、応力履歴の異なる2種類の粘土の関係を明らかにしたい。

6. 参考文献

- 1) Nideo Sekiguchi and Makoto Torikara, Theory of one-dimensional consolidation of clay with consideration of their Rheological properties, Soil and Foundation, Vol.16, No.1, 1976
- 2) Garlepp J.E.(1972) : "The consolidation of soils exhibiting creep under constant effective stress"
- 3) 網干寿夫、松田博：粘土の二次圧密と沈下解析 Vol.29, No.3 1981
土と基礎壁 PP. 19~24

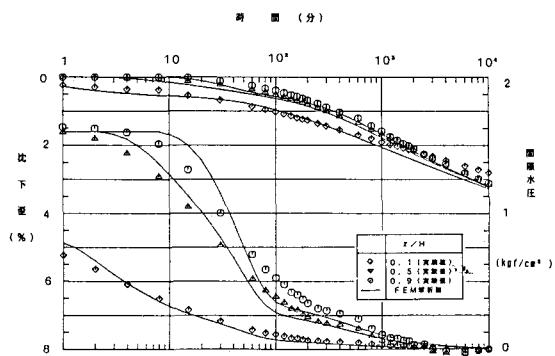


図-4 沈下歪・間隙圧縮および間隙水圧消散過程 (CASE IV)

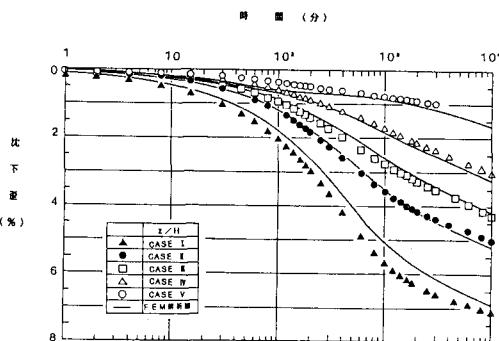


図-5 粘土層全体の沈下歪・時間関係

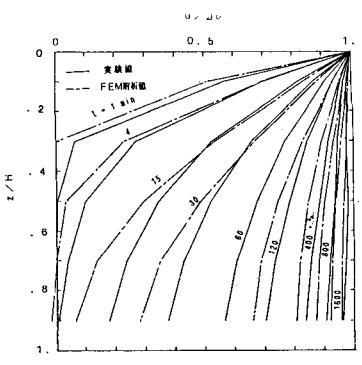


図-6 間隙水圧に関する圧密度のアイソクローン (CASE IV)

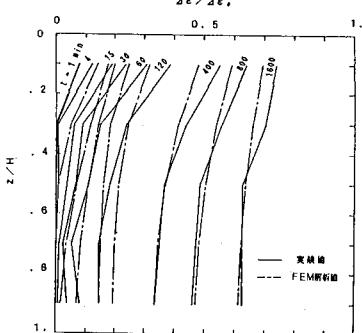


図-7 強に関する圧密度のアイソクローン (CASE IV)