

東海大学土木工学科 正員 稲田 信徳  
 東海大学土木工学科 正員 赤石 勝  
 東海大学土木工学科 正員 白子 博明

### 1. まえがき

現場の沈下解析は、ほとんどの場合標準圧縮試験結果を利用して行われる。この慣用的沈下計算法によって、実用的に満足しうる程度に沈下量を予測しうるが、沈下速度については実際よりかなり遅く予測することの多いことが知られている。

この報告は、供試体寸法の異なる二種類の一次元圧縮試験と数値計算によって、標準圧縮試験結果を利用した沈下解析について若干の考察を加えたものである。

### 2. 試料および実験方法

2.1 試料 実験に用いた試料は、埼玉県草加市で採取したもので物理的性質は表～1に示すとおりである。

2.2 実験方法 液性限界付近の含水比で十分練り返した試料を二連式の大型圧縮試験機(固定リング式、直径20cm、高さ7cm)に詰め、先行荷重 $P_0$ ( $=0.4 \text{ kgf/cm}^2$ )で約12日間圧縮し、間隙比のほぼ等しい二個の試料を作成した。このうち一方は、大型圧縮試験機でそのまま12日間隔断荷の圧縮試験を実施した。他の方方は、 $P_0$ を脱荷し粘土塊から試料を採取し、通常の標準圧縮試験を実施した。大型圧縮試験結果が、実際地盤の圧縮挙動を示すとこの報告では仮定している。

表～1 物理的性質

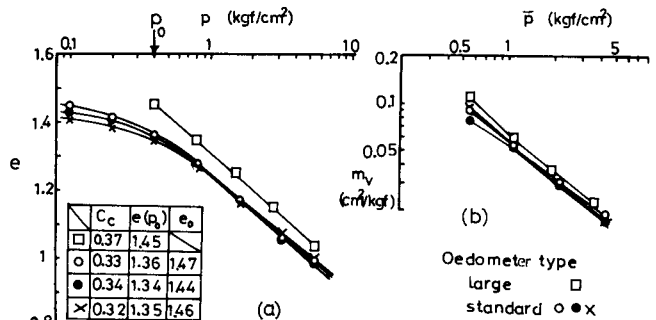
| $G_s$ | $W_L(\%)$ | $W_p(\%)$ | silt(%) | clay(%) | sand(%) | Liq(%) |
|-------|-----------|-----------|---------|---------|---------|--------|
| 2.65  | 63.4      | 32.5      | 35.4    | 14.0    | 50.6    | 5.8    |

### 3. 実験結果と考察

図～1が圧縮試験結果である。圧縮荷重の解放や供試体成形などによる乱れの影響が標準圧縮試験結果に認められる。

沈下量の算定式は、 $m_v$ ,  $C_c$ , あるいは $e \sim \log P$ 曲線を用いて行われるが、図～1の $P_0 \sim P$ ( $=0.8 \text{ kgf/cm}^2$ )間で三方法による沈下量を比較したのが表～2である。表～2によれば、算定法あるいは原位置間隙比の取り方によって沈下量を過大にも、過小にも予測する可能性がある。

図～2は、 $P_0 \sim P$ ( $=0.8 \text{ kgf/cm}^2$ )間の圧縮量～時間関係を示したものである。標準圧縮試験結果から圧縮係数を求め、排水距離の大きな圧縮量～時間関係を計算し図中に実線で示した。沈下速度の実測値と計算値は比較的よく一致しているが、実測値には両圧縮試験ともに二次圧縮が観察されるた



図～1 圧縮試験結果

表～2 沈下量の比較

| standard No. | $m_v$ (cm/kgf) |       | $e \sim \log P$ (1) |       | $C_c^*(1)$     |       | $C_c^*(2)$     |       |
|--------------|----------------|-------|---------------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
|              | $\Delta E(\%)$ | $R_s$ | $\Delta E(\%)$      | $R_s$ | $\Delta E(\%)$ | $R_s$ | $\Delta E(\%)$ | $R_s$ |
| 1 ○          | 3.74           | 0.90  | 7.86                | 1.89  | 4.02           | 0.97  | 4.21           | 1.01  |
| 2 ●          | 3.06           | 0.74  | 7.00                | 1.68  | 4.19           | 1.01  | 4.37           | 1.05  |
| 3 ×          | 3.82           | 0.92  | 8.08                | 1.94  | 3.90           | 0.94  | 4.10           | 0.99  |

\* (1)  $e_0$  = initial void ratio, (2)  $e_0 = e$  ( $P_0 = 0.4 \text{ kgf/cm}^2$ )

め、標準圧入試験の24時間後の圧入量がそれぞれ排水距離の大きな試料の何時間後の圧入量に対応するかが問題である。

二次圧入が時間の対数に比例して無限に続くと考えられなければならないが、圧入量の収束値を実験によって確かめることも困難である。そこで、二次圧入が排水距離の異なる試料の圧入量～時間関係におよぼす影響を、図～3に示す力学模型と式(1)の三つの圧入方程式を用いて検討した。

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial t} = C_v \frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial z^2} \quad (1)$$

図～3に示したモデルでは、圧入による体積ひずみを有効応力と時間の関数と考えたおり式(2)で表わされる。

$$\Delta \varepsilon = \left[ \frac{1}{\gamma_0} + \sum_{i=1}^n \frac{1}{\eta_i} (1 - \exp(-\frac{\gamma_i}{\eta_i} \cdot t)) \right] \cdot \Delta \sigma' \quad (2)$$

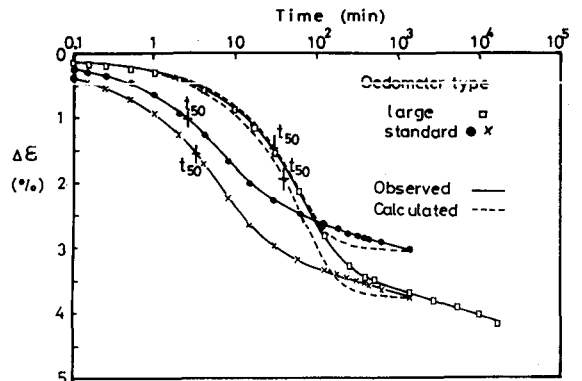
ここで、 $1/\gamma_0$ 、 $1/\eta_i$ は体積ひずみ係数、 $\eta_i$ は粘性係数、 $n$ はフォークトモデル数、 $t$ は時間、 $\Delta \sigma'$ は有効応力増分である。

式(2)で表わされる体積ひずみは、フォークトモデルの個数によって一定時間後ほぼ一定値に収束する。数値計算を簡単にするためモデルの定数を、 $1/\gamma_0 = 0.08$ 、 $1/\eta_i = 0.005 \text{ (m}^3/\text{cm}^2\text{)}$ 、 $\gamma_i/\eta_i = 10^{i-2} \text{ (min)}$ とし、フォークトモデルの個数 $n = 8$ 、圧入荷重増分 $\Delta \sigma = 1 \text{ Ton/cm}^2$ とすれば二次圧入は約10年後に終了し、体積ひずみ $\Delta \varepsilon$ は12%に達する。圧入係数 $C_v = 0.1 \text{ cm}^2/\text{min}$ 、最大排水距離 $H = 1, 10, 10^2, 10^3 \text{ cm}$ の4種類で数値計算した結果が図～4の実線である。

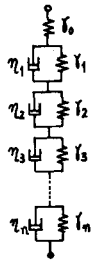
$H = 1 \text{ cm}$ の計算結果から近法によって圧入係数を求め、慣用的な法で $H = 10 \text{ cm}$ 以上の圧入量～時間関係を計算したのが図～4中の実線である。排水距離の大きい場合ほどクリープ変形の含まれる割合が多くなり、見掛け上圧入速度が早くなるので、標準圧入試験から求めた圧入係数では現場の沈下速度を遅く予測する可能性のあることが示されていると思われる。

#### 4. おまけ

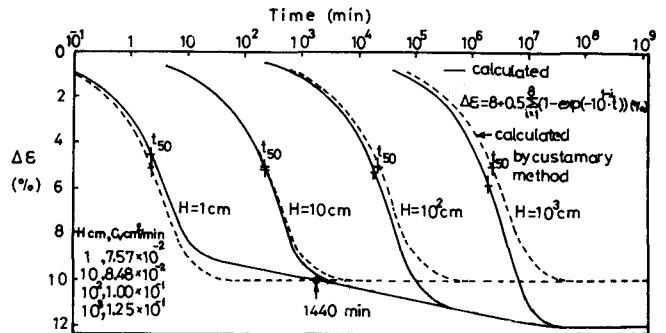
標準圧入試験で観測される二次圧入速度は、時間の対数に比例する。無限に圧入沈下が継続するとは思われぬが、実験によって最終沈下量を確認するのもかなり困難であろう。しかし、二次圧入は沈下量、沈下速度いずれの予測にも大きく影響するので実際の沈下解析において考慮すべきと思われる。



図～2 圧入量～時間関係



図～3



図～4 圧入量～時間関係 (計算値)