

粘性土の繰返し圧密特性

徳山工業高等専門学校 正員 藤原 東雄
徳山工業高等専門学校 正員 ○上 俊二

1. まえがき

交通車両を受ける路床土、オイルタンクあるいは海洋構造物などの基礎地盤は複雑な繰返し荷重が作用しているものと考えられ、静的に載荷された場合とは異なる挙動が生じることが指摘されている。これまで著者らは室内で一次元的に繰返し圧密試験を行い繰返し荷重下の圧密特性を基礎的な立場より検討してきた。今回報告するのは粘性土が比較的長い周期で長期間繰返し載荷された場合に、一次圧密と二次圧密にどのように影響を及ぼすかを検討した。また、静的に載荷された場合と比較して、その時間一沈下曲線の子測式を提案し、その妥当性を検討した。

2. 一次元繰返し圧密時の沈下予測

一般に圧密沈下ひずみ ϵ_v は図-1 に示すように、一次圧密ひずみ ϵ_{vp} と二次圧密ひずみ ϵ_{vs} の和として

$$\epsilon_v = \epsilon_{vp} + \epsilon_{vs} \quad (1)$$

と表される。また、一次圧密ひずみ ϵ_{vp} と二次圧密ひずみ ϵ_{vs} はそれぞれ、

$$\epsilon_{vp} = U_{av} \cdot C_c / (1 + e_1) \cdot \log((p + \Delta p) / p) \quad (2)$$

$$\epsilon_{vs} = C_c / (1 + e_2) \cdot \log(t / t_0)^R \quad (3)$$

と表される。ここで、 U_{av} : 一次圧密中の圧密度、 C_c : 圧縮指数、 e_1, e_2 : 初期および一次圧密終了時の間隙比、 t_0 : 一次圧密終了時間、 t : 経過時間、 $R = C_\alpha / C_c$ (C_α : 二次圧密係数)である。Wilson¹⁾ は一次圧密領域における繰返し圧密の圧密度 U_{av} を次式で表している。

$$U_{av} = 1 - \frac{8}{\pi^2} \sum_{m=0}^{\infty} \frac{1}{(2m+1)^2} \left[\frac{e^{\alpha_m' (T_1 - t_1)} - e^{\alpha_m' (T - t_1)}}{1 - e^{\alpha_m' T}} - \frac{e^{\alpha_m' (t - T_1)} - e^{\alpha_m' (t - T)}}{1 - e^{\alpha_m' T}} + e^{-\alpha_m' t} \right] \quad (4)$$

ここで、 $\alpha_m = C_v (M^2 / H^2)$, $\alpha_m' = C_v' (M^2 / H^2)$, $M = (2m+1) \pi / 2$, C_v : 正規圧密状態での圧密係数, C_v' : 過圧密状態での圧密係数, H : 粘土層の厚さであり、 T, T_1, t, t_1 は図-2 に示す通りである。Balight²⁾ によれば、

$$\beta = C_v / C_v' : 0 \leq \beta \leq 1.0$$

であり、一般に β は 0.2 ~ 0.1 とされている。したがって、繰返し圧密中は β が 1.0 から徐々に 0.1 まで変化するものとする。

3. 実験概要

試料は福岡県苅田港より採取した沖積粘土 (NO-CLAY) ($G_s = 2.67, w_L = 90.0\%, I_p = 60.0$) に高分子凝集剤 (ハイセツ) を添加した粘土 (HI-CLAY) ($G_s = 2.54, w_L = 113.0\%, I_p = 85.0\%$) を用いた。液性限界付近の含水比でよく練り返した後、再圧密したものを供試体とした。実験方法は先行荷重 p で 1 日間圧密後、増分荷重 Δp で 7 日間静的圧密、繰返し圧密を行った。総荷重 $(p + \Delta p)$ は 1.8 kgf/cm^2 とし、荷重増加率 $(\Delta p / p)$ は 1.0, 2.0 とした。繰返し圧密の荷重周期は 6 分 (T_{25})、23 分 (T_{50}) とした。これは、圧密度がそれぞれ 25, 50%

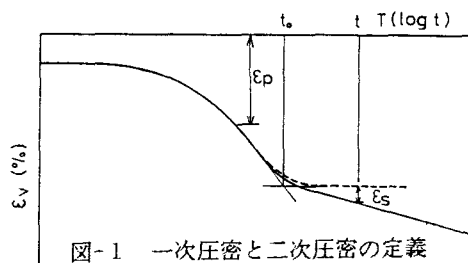


図-1 一次圧密と二次圧密の定義

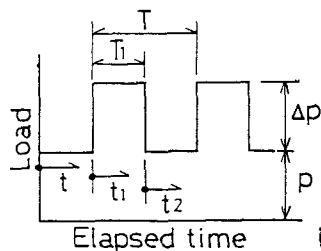


図-2 載荷方法

時の時間にあたる。載荷方法は図-2に示すように一次元的に載荷した。

4. 実験結果と考察

図-3 (a) (b) に荷重周期を変化させた場合の時間～沈下ひずみの実測値と計算値の関係を示す。実測値によると、一次圧密はほぼ $t_0=100$ 分で終了しており沈下ひずみは一次圧密領域ではStaticの方が, Repeatedより大きい。しかし、二次圧密領域になるとRepeatedのほうがStaticより二次圧密係数が大きく沈下ひずみが卓越して大きくなる傾向がある。また、繰り返し圧密の荷重周期について比較すると、周期の長い(T50)の方が周期の短い(T25)方より沈下ひずみが大きく、二次圧密係数は若干ではあるが周期の長い方(T50)が大きくなる傾向がある。荷重増加率が変化しても同様の傾向が見られ、二次圧密係数はほぼ等しい。

式(1)(2)(3)(4)を用いて計算した結果を図中に示す。今回はT50については $\alpha=0.1$ 、T25については $\alpha=0.05$ とした。式中のパラメータの設定は表-1に示す。計算値と実測値はかなり一致しているが、パラメータの設定が正確に行われるとさらに一致するものと思われる。

5. あとがき

粘性土に一次元的に長期間、比較的長い周期の繰り返し圧密試験を行った結果次のことが明らかになった。1) 一次圧密領域では静的に載荷された場合が、繰り返し載荷された場合より沈下が大きいが、二次圧密領域では逆に繰り返し載荷された場合が大きくなる。2) 繰り返し載荷を受ける粘土は、静的載荷を受ける粘土と比較して圧密係数や二次圧密係数が異なる。3) 長期間、静的および繰り返し載荷中の沈下予測式はパラメータの取り扱いに問題はあるが、提案した式で近似的に求められる。今後、圧密中における供試体中の残留間隙水圧等を測定する事により、繰り返し圧密におけるメカニズムを明らかにする必要がある。

6. 参考文献

1) Wilson et al. (1974); "Consolidation of Soils Under Cyclic Loading", Canadian Geotechnical Journal, Vol. 2, No. 3, pp. 420-422. 2) Balight et al. (1978); "Consolidation Theory for Cyclic Loading", ASCE G T4, pp. 415-431. 3) Fujiwara et al. (1985); "Consolidation of Alluvial Clay under Repeated Loading". Soils & Foundations. Vol. 25, No. 3, pp. 19-30.

表-1 パラメータの設定

	C_c	C_α	$C_v \frac{\text{cm}^2}{\text{min}}$	$C_v \frac{\text{cm}^2}{\text{min}}$	$T_i \text{ min}$	$T \text{ min}$
Static	0.919	0.026	0.016	0.016		
R(T25)	0.919	0.041	0.016	0.160	3	6
R(T50)	0.919	0.042	0.016	0.320	11.5	23

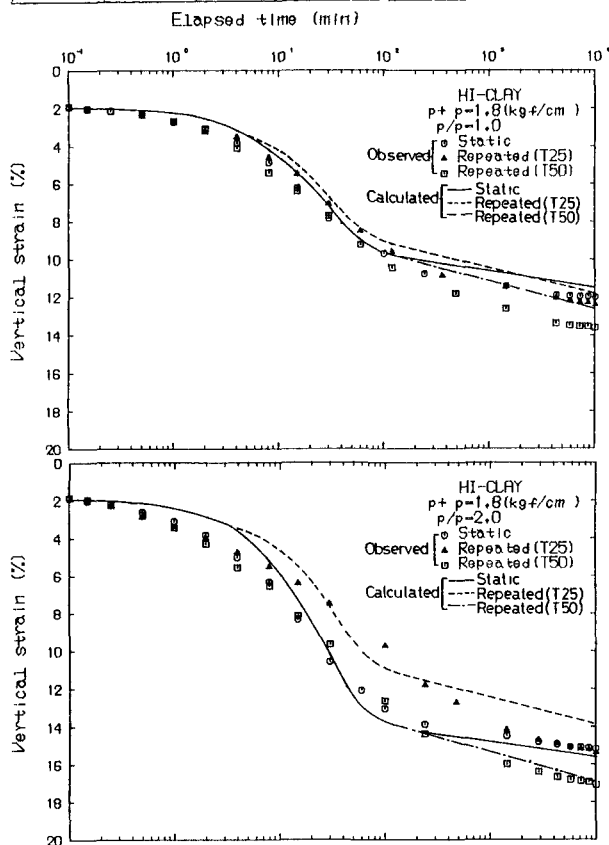


図-3 (a) (b) 時間～沈下ひずみの関係