

長期圧密された低塑性粘土の動的強度

西日本工業大学 正員○平尾和年
茨城大学工学部 正員 安原一哉

1. まえがき

粘性土の動的強度に及ぼすいくつかの要因の中で、粘性土では重要な要因である圧密時間について、これまで低・高塑性の再構成粘土を用いた非排水繰返し三軸試験を行ない、主に未圧密土の動的強度について検討を行ってきた^{1), 2), 3)}。今回は、これに加えて、長時間圧密された低塑性粘土の動的強度について検討した。

2. 実験概要

実験試料：実験に用いた低塑性粘土(混合土)は、荻田粘土に標準砂を乾燥重量比1:1で混合したもので、練り返し後、大型圧密容器で予圧密($p=0.5\text{kgf/cm}^2$)して人工的に作成した。予圧密後の試料の含水比は約35%であった。物理的性質は、 $G_s=2.67$, $w_L=39\%$, $I_p=22$ で、粘土分含有率(PC)は37%である。

実験方法：供試体の寸法は、直径 5cm, 高さ10cm であり、空圧制御方式の繰返し三軸試験機を用いた。実験は、供試体に背圧 $BP=2\text{kgf/cm}^2$ を2時間負荷する。その後、拘束圧 $\sigma_c=2\text{kgf/cm}^2$ で96時間等方圧密を行なう。この時、三軸セル内の空気がゴムスリーブを透過して供試体に入らないよう側液の上部にシリコンオイルを用いた。ここで、先行圧密中の体積ひずみの経時変化を示すと図-1 のようになる。過剰な体積ひずみが生じていないことが確認される。低塑性粘土の一次圧密終了($u=0$)時間は約4時間である。非排水繰返し載荷は、周波数 $f=0.1\text{Hz}$ ・二方向載荷で、それぞれの供試体に異なった繰返し応力片振幅 σ_r を軸ひずみ両振幅 $\varepsilon_{DA}=5\%$ に達するまで載荷した。なお、間隙水圧の計測は供試体底面で行なっている。

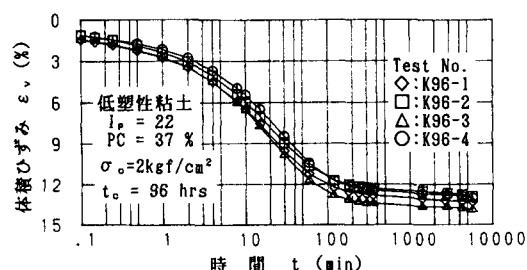


図-1 体積ひずみの経時変化

3. 長期圧密土の動的強度

図-2 に先行圧密時間をパラメータにした、破壊時の繰返し回数 N_f と繰返し応力比 $\sigma_r/2\cdot\sigma_c$ の関係をまとめている。

これより、先行圧密時間が長くなるとともに粘土の動的強度は大きくなることが明らかである。いま、載荷回数20波に注目して $t_c=0$ の動的強度 $\sigma_r/2\cdot\sigma_c$ を基準の動的強度 R_{f0} 、それぞれの圧密時間の動的強度を R_f とすれば、 R_f/R_{f0} が動的強度比となる。

この動的強度比を先行圧密時間で、整理すると図-3 のようになる。これより、低塑性粘土では

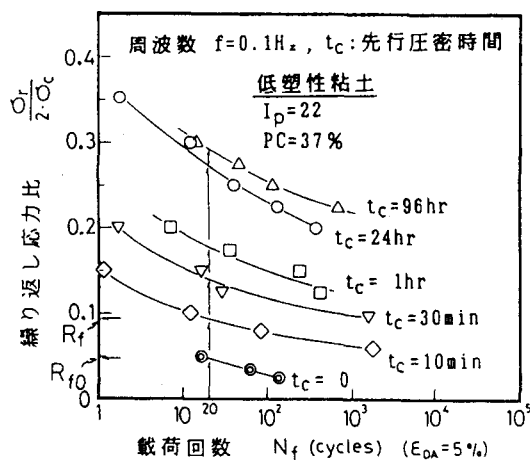


図-2 動的強度に及ぼす
先行圧密時間の影響

未圧密領域での動的強度の著しい増加に比べ、長期圧密された粘土の動的強度は僅かであるが、二次圧密による体積減少によって大きくなる。

粘性土の場合、応力状態によってその強度は変る。そこで、図-2の繰返し応力比 $\sigma_r/2\sigma_o$ の代りに繰返し応力比をそれぞれの圧密時間に対応した非排水強度 s_u で正規化して未圧密とともに両対数上で整理すれば図-4となる。これより、長期圧密・未圧密に関わらず、ほぼ直線近似できることが分かる。したがって、

$$\frac{\sigma_r}{2 \cdot s_u} = a N_f^b \quad (1)$$

と表される。ここで、 a, b : 実験定数である。

今回用いた低塑性粘土では、 $a = 0.85, b = -0.064$ となる。既に報告した³⁾高塑性粘土の $a = 0.85, b = -0.069$ とほぼ同じであり、人工的に作られた再構成粘土の場合、実験定数 a, b には塑性の影響は少ないようである。

式(1)は長期圧密された粘土の動的強度の予測についても適用できる可能性がある。一次圧密終了時間を t_0 とすれば、二次圧密領域における任意時間 $t(>t_0)$ における強度を式(2)のように提案⁴⁾している。

$$s_{u0} = s_u \left(\frac{t}{t_0} \right)^R = \sigma_o' \left(\frac{t}{t_0} \right)^R \quad (2)$$

ここで、 $R = C\alpha/Cc$ ($C\alpha$: 二次圧密係数, Cc : 圧縮指数)である。そこで、式(2)を用いて低塑性粘土の二次圧密領域の非排水強度を計算し、実験値と比較した結果が図-5である。図中に示した $C\alpha, Cc$ は別途行なった標準圧密試験から求めた値(2供試体の平均)である。データが少ないが、計算値は実験値と良い対応を示していると言えよう。

4. あとがき

今回は、長時間圧密された低塑性粘土の動的強度について検討した結果、非排水強度 s_u で動的強度を規定する方法によって、統一的に実験結果を整理できることが分かった。また、この方法が長期圧密された粘土の動的強度の予測についても有効と考えられる。

引用文献

1) 平尾・安原(1992): 低塑性粘土の動的強度に及ぼす圧密時間の影響, 平成3年度土木学会西部支部講演概要集, pp.630-631. 2) 平尾・安原(1992): 未圧密粘性土の動的挙動, 第27回土質工学研究発表会講演集, pp.911-912. 3) Hirao, K. and K. Yasuhara(1991): Cyclic strength of underconsolidated clay, Soils and Foundations, technical note, Vol.31, No.4, pp.180-186. 4) K. Yasuhara and S. Ue (1983): Increase in undrained shear strength due to secondary compression, Soils and Foundations, Vol.23, No.3, pp.50-64.

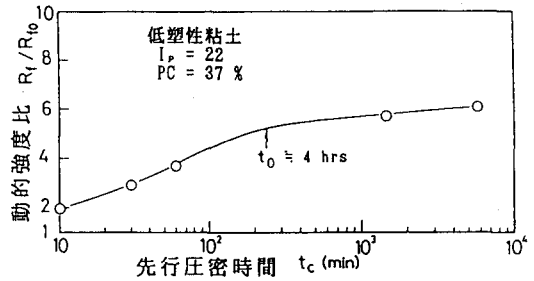


図-3 先行圧密時間による動的強度の変化

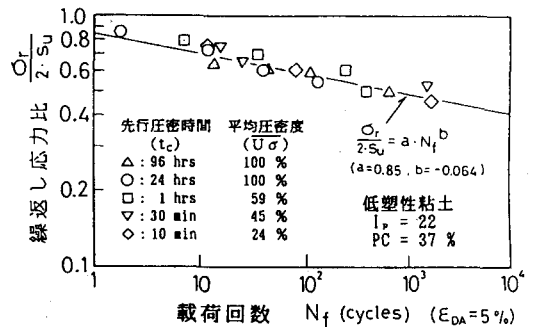


図-4 低塑性粘土の動的強度曲線

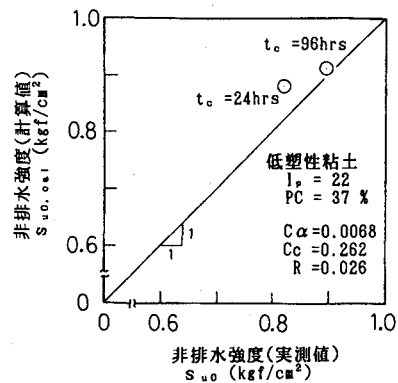


図-5 非排水強度の予測結果