

低塑性粘土の動的強度に及ぼす圧密時間の影響

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要因には、①細粒分含有量および細粒分の特性、②応力履歴、③圧密時間などいくつか考えられる。このうち、粘性土では重要な要因である圧密時間について、これまで高塑性粘土（再構成有明粘土）を用いた非排水繰返し三軸試験により、未圧密粘性土の動的強度について検討を行ってきた^{1)・2)・3)}。今回は、引き続き低塑性粘土の動的強度に及ぼす圧密時間の影響について検討した結果を報告する。

2. 実験概要

実験試料：実験に用いた低塑性粘土（混合土）は、苧田粘土に標準砂を乾燥重量比1:1で混合したものである。これを液性限界以上の高含水比（ $W=W_L \times 2$ ）で練り返した後、大型圧密容器（ $\phi=22\text{cm}$ ）で一次圧密終了時間の10倍の時間まで予圧密を行ない人工的に作成した。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、まず供試体に拘束圧に等しい背圧 $B_p=2 \text{ kgf/cm}^2$ を2時間負荷する。その後、拘束圧 $\sigma_c=2 \text{ kgf/cm}^2$ を加え、先行圧密時間を変えた等方圧密を行なう。ここで、先行圧密時間は混合土の一次圧密終了（ $u=0$ ）時間が約4時間であったので、これより短い圧密時間をいくつか設定した。また、所定の圧密時間終了後、供試体内部の間隙水圧を均一化するため1時間放置した。非排水繰返し載荷では、供試体の破壊を軸ひずみ両振幅 $\varepsilon_{DA}=5\%$ に達する載荷回数 N_f で定義した。繰返し載荷条件は、周波数 $f=0.1\text{Hz}$ 、二方向載荷である。また、繰返し載荷は鉛直方向のみで、それぞれの供試体に異なった繰返し応力片振幅 σ_r を載荷し、間隙水圧の計測は供試体底面で行なっている。

3. 動的強度に及ぼす圧密時間の影響

砂質土の場合、間隙水圧が拘束圧まで上昇して液状化することは良く知られている。しかし、高塑性粘土では間隙水圧が拘束圧まで達しないうちに破壊する傾向があった¹⁾。低塑性粘土でこのことを確かめるため、図-1に先行圧密時間をパラメータにして $\varepsilon_{DA}=5\%$ 時の累積間隙水圧 $u_{t, DA=5\%}$ を拘束圧 σ_c で正規化した間隙水圧比 $u_{t, DA=5\%}/\sigma_c$ と繰返し応力比 $\sigma_r/2\sigma_c$ の関係をまとめている。図中には、同じ圧密時間の供試体の平均圧密度 $\bar{U}\sigma$ （応力に関する圧密度）も記入している。

先行圧密時間に関わらず、繰返し応力比の低下に伴って累積される間隙水圧が大きくなる。さらに、いずれの実験も間隙水圧が拘束圧に等しくならないうちに $\varepsilon_{DA}=5\%$ に至ることが分かる。

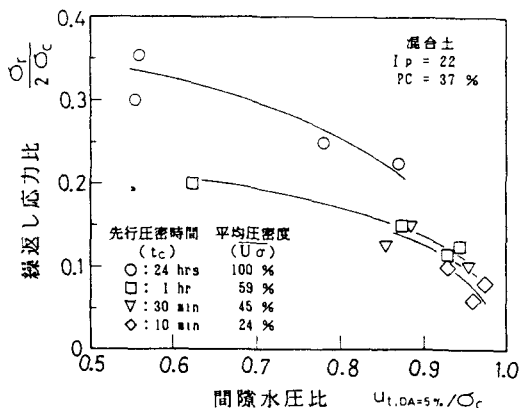


図-1 $\varepsilon_{DA}=5\%$ における繰返し応力比と間隙水圧比の関係

したがって、粘土の場合繰返し破壊を間隙水圧で定義することは難しいようである。

低塑性粘土の破壊時の繰返し回数 N_f を繰返し応力比 $\sigma_r/2\cdot\sigma_o$ で整理すると図-2 のようになる。図中には圧密を行わず ($t_c=0$) 繰返し荷重を載荷した実験結果も記入している。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 $\sigma_r/2\cdot\sigma_o$ 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} が動的強度の増加を表現することになる。

この動的強度比を先行圧密時間で、既に報告した²⁾ 高塑性粘土とともに整理すれば、図-3 のようになる。これより、低塑性・高塑性粘土とも未圧密領域での動的強度の著しい増加に比べ、正規圧密領域ではそれほどではない。また、動的強度の増加は低塑性粘土の方が高塑性粘土に比べ小さくなる傾向が見られる。これは、図中に記入している粘土分含有率PCの相違が関連しているものと思われる。

しかし、同じ圧密時間でも試料によって圧密度が異なるため、各圧密時間の供試体の平均圧密度 $\bar{U}_o$ で再整理すれば図-4 となる。低塑性・高塑性粘土とも動的強度比は圧密度とほぼ直線関係が認められる。このことは、圧密途中の動的強度も静的せん断試験における非排水強度と圧密度関係³⁾ と同様に圧密度に依存すると言えよう。このような動的強度の増加は、圧密時間が短時間であるため主に圧密の進行による密度の増加に起因するものと思われる。

4. あとがき

低塑性粘土を用いて先行圧密時間が動的強度

に及ぼす影響について検討した結果、1) 高塑性粘土と同様に圧密途中の動的強度は圧密度 (圧密時間) に強く支配され、応力に関する圧密度と一義的な関係が認められた。2) 圧密の進行に伴う動的強度の増加は、塑性の高い粘土ほど著しいことが分った。

引用文献

1) 平尾・安原(1989): 有明粘土の動的強度に及ぼす圧密時間の影響, 平成元年度土木学会西部支部講演概要集, pp.486-487. 2) 平尾・安原 (1990): 未圧密粘土の動的挙動, 第25回土質工学研究発表会講演集, pp.813-814. 3) Hirao, K. and K. Yasuhara(1991): Cyclic Strength of Under-consolidated Clay, Soils and Foundations, Technical Note, Vol.31, No.4, pp.180-186.

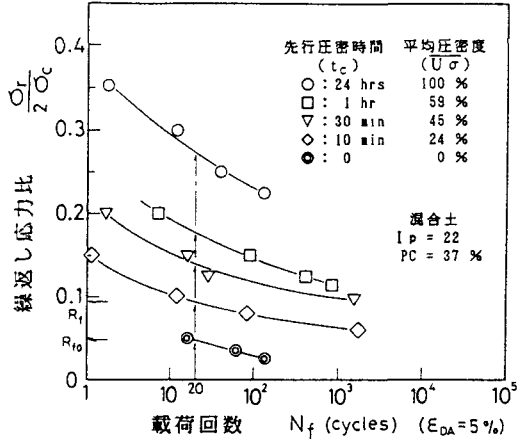


図-2 動的強度に及ぼす先行圧密時間の影響

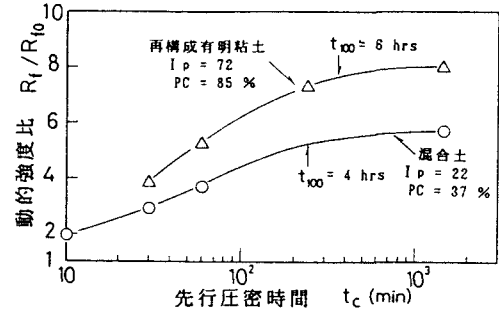


図-3 先行圧密時間による動的強度比の変化

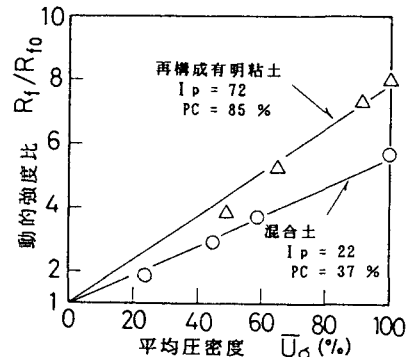


図-4 応力に関する圧密度と動的強度比の関係