

高温再圧密粘土の非排水繰返しせん断強度の評価

徳山工業高等専門学校 正 員 藤原東雄 正 員 上 俊二
同 上 正 員 福田 靖 学生員 ○高野義和

1. まえがき

自然堆積した粘土地盤は、二次圧密やセメンテーションによって擬似的に過圧密な状態であることが知られている。このような年代効果を有する粘土の特性を再現する手法として高温状態で再圧密する方法が提案され、その有用性が確かめられている。本研究では、高温および室温で再圧密された粘土の非排水繰返し三軸試験を行い、非排水繰返しせん断強度に対する塑性指数、間隙比および過圧密比の影響を明らかにし、粘土の非排水繰返しせん断強度の評価を行った。

2. 試料および実験方法

本研究で用いた試料は、有明粘土、岡山粘土A、Bおよび沖縄粘土である。その物理的性質は表-1に示す。これらの粘土を液性限界の約2倍の含水比で十分攪拌し、2mmフルイ通過分を室温(20℃)および高温(80℃)に保ちながら再圧密を行った。図-1は定ひずみ圧密試験により得られた $e-\log p$ 曲線を示す。高温再圧密された試料は、室温試料に比べ間隙比が高く、圧密降伏応力 p_v が大きいのが特徴である。このように作成された試料を用いて、油圧制御式繰返し三軸試験機により所定の等方応力下($\sigma_c=0.5$ および 2.0kgf/cm^2)で圧密を行った後、非排水状態で周波数 $f=0.02\text{Hz}$ の繰返し荷重を載荷した。

3. 粘性土の非排水繰返しせん断強度の評価

本研究では、非排水繰返しせん断強度を繰返し回数 $N=20$ 回で軸ひずみ両振幅 $DA=10\%$ に至るに必要な繰返し軸差応力比 $R_t=(q_{cv}/p_c)$ と定義した。図-2は、正規圧密および過圧密粘土の非排水繰返しせん断強度 R_t と塑性指数 I_p の関係を示したものである。これを見ると、正規圧密粘土($\sigma_c=2.0\text{kgf/cm}^2$)には再圧密時の温度によらず R_t と I_p の間に相関関係があり、兵動ら¹⁾により提案された次式が適用できることが分かる。

$$R_t=0.0015 I_p+0.50 \quad \cdots \cdots (1)$$

なお、式(1)の R_t は正規圧密粘土の非排水繰返しせん断強度 R_t を表している。一方、過圧密粘土($\sigma_c=0.5\text{kgf/cm}^2$)においては式(1)の直線より上方にプロットされ、高温試料は室温試料より高い強度を示している。これは、過圧密状態では土構造が破壊されることがなく強度がその構造に影響されることが考えられる。図-3は、式(1)より得られた R_t と繰返しせん断強度 R_t との関係を示したものである。このグラフでも分かるが過圧密粘土には正規圧密粘土のように R_t と R_t の間に対応関係がみられない。そこで次のように過圧密粘土の非排水繰返しせん断強度の評価を行った。図-4は過圧密比 p_v/p_o と間隙比の逆数 $1/e$ の積 $p_v/p_o \cdot 1/e$ と繰返しせん断強度 R_t と式(1)より求められる R_t との偏差 R_t-R_t の関係を示したものである。これを見ると、両者の間には相関関係が存在することが分かり次式のように表される。

表-1 試料の物理的性質

	液性限界 $W_L(\%)$	塑性限界 $W_P(\%)$	塑性指数 I_P	土の密度 ρ_s
有明粘土	95.35	43.99	51.36	2.67
岡山粘土A	77.00	29.40	47.60	2.67
岡山粘土B	65.40	26.70	38.75	2.62
沖縄粘土	59.50	26.38	33.12	2.65

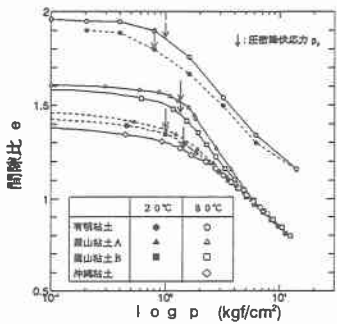


図-1 定ひずみ圧密試験結果

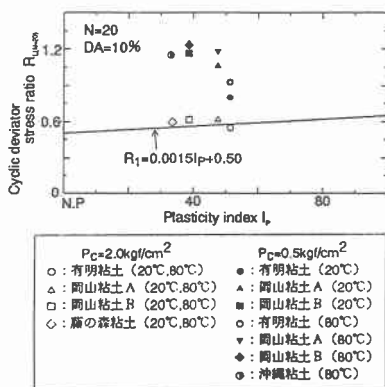


図-2 繰返しせん断強度 R_L ($N=20$) と塑性指数 I_p の関係

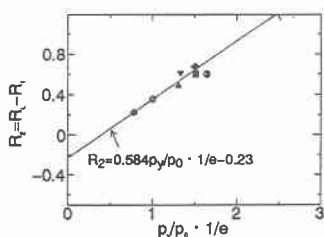


図-4 $R_L - R_1$ と $p_v / p_0 \cdot 1/e$ の関係

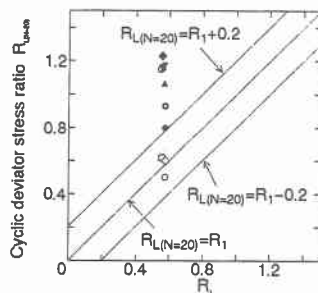


図-3 繰返しせん断強度 R_L と R_1 の関係

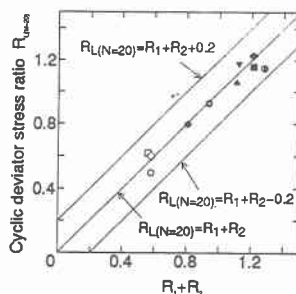


図-5 繰返しせん断強度 R_L と $R_1 + R_2$ の関係

$$R_2 = 0.584 \frac{p_v}{p_0} \frac{1}{e} - 0.23 \quad \dots \dots \dots (2)$$

図-5は、式(1)、式(2)より得られる R_1 、 R_2 の和 $R_1 + R_2$ と繰返しせん断強さ R_L の関係を示したものである。図より両者は対応していることが認められる。つまり、繰返しせん断強度 R_L は、過圧密比 p_v / p_0 および間隙比 e を考慮することにより評価可能である。以上の結果をまとめると以下のように表される。

$$\left. \begin{aligned} R &= R_1 + R_2 = 0.0015 I_p + 0.584 \frac{p_v}{p_0} \frac{1}{e} + 0.27 & (p_c < p_v) \\ R &= R_1 = 0.0015 I_p + 0.50 & (p_v \leq p_c) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (3)$$

ここで、 R ：粘性土の繰返しせん断強度、 R_1 ：塑性指数 I_p の関数で表される R の第1項、 R_2 ： $p_v / p_0 \cdot 1/e$ の関数で表される R の第2項である。

4. あとがき

正規圧密粘土は、塑性指数 I_p を考慮することにより評価可能であることが明らかになった。また、過圧密粘土は過圧密比 p_v / p_0 と間隙比の逆数 $1/e$ の積 $p_v / p_0 \cdot 1/e$ を考慮することにより評価できる可能性がある。

参考文献

- 1) 兵動正幸他：年代効果を有する不攪乱海成粘土の現位置非排水繰返しせん断強度の評価、第30回土質工学会研究会講演集、pp. 937-940、1995。