

III-192

東京下町粘土の強度・変形特性と時間効果

芝浦工業大学（正）足立格一郎 （正）園田紘史 ○（学）伊田恒弘
（株）富貴沢建設コンサルタンツ（正）沼尾岳士

1. はじめに

粘性土は一定応力下で長時間圧密されると、時間効果によって強度増加などの特性変化がみられる。本研究では、東京下町粘土（下部有峯町層）の強度・変形特性に時間効果が与える影響に関し一連の試験を実施したが、ここでは試験結果の要点と討議結果を報告する。試験は、試料の飽和度向上のために間隙水圧測定系統に工夫を加えた三軸圧縮試験装置によるCU試験を中心とし、間隙水圧係数Bおよび $\bar{A}$ の挙動や、非排水せん断強さ C_u の変化に着目し、時間効果が粘性土の骨格構造に与える影響を検討した。

2. 試料および実験方法

1) 試料・・・東京湾 浮島において、T.P.-22.7m～25.6mより固定ピストン式シンウォールサンプラーによって採取された不攪乱試料と、同試料を練返し、試験室で人工圧密した試料（圧密圧力 $\sigma_c' = 1 \text{ kgf/cm}^2$ で一次圧密完了まで圧密）を用いた。なお試料のコンシステンシー限界は、 $W_L = 95\%$ $W_P = 40\%$ $I_P = 55$ であり、高塑性粘性土に分類される。

2) 試験内容

係数B、 $\bar{A}$ および C_u への時間効果が与える影響を検討するために、不攪乱試料および人工圧密試料のそれぞれに対し、試料の先行圧密圧力（0.9～1.4 kgf/cm^2 ）より大きな圧密圧力 $\sigma_c' = 3 \text{ kgf/cm}^2$ のもとに、圧密時間のみを変化させて等方応力による圧密を行なった。圧密時間は、4供試体を1セットとし、それぞれ1時間（一次圧密完了まででほぼ1時間）、24時間、1週間、1ヶ月と変化させ、結果を比較することとした。圧密終了後、有効応力一定のもとでB値測定を行ない、その後非排水せん断した。各試験とも試験の精度を十分に確保するために、間隙水圧測定系統を含め試料の蒸留・脱気水による飽和に十分な配慮をした。

3. 実験結果および考察

1) 間隙水圧係数B

今回は、実験および理論式よりB値を検討した。B値測定結果では、圧密時間の長い（時間効果の大きい）試料ほどB値が低くなった（ただし、いずれも背圧の増加とともに1.0に近づく）。B値の理論式による算定は、飽和度 S_r を①99% ②98%とし、それぞれ $C_{SK} = 2.5 \times 10^{-2}$ および $2.0 \times 10^{-2} (\text{kgf/cm}^2)$ に対して行なった。なお C_{SK} は、土の骨格構造の圧縮率である。 C_{SK} が一定の場合には、 S_r が大きいほどB値は1.0に近づき、逆に S_r 一定で C_{SK} を変化させると C_{SK} が大きいほど（骨格の圧縮性が高いほど）B値は1.0に近づく。B値測定結果と理論値を対比してみると、実験操作の統一により各試料間の飽和度の差異は少ないと判断されるので、実験結果は、時間効果が土の骨格構造の圧縮率 C_{SK} を小さくしていることを示しているといえる。¹⁾

2) 非排水せん断強さ

図-1には、時間効果による非排水せん断強さの変化を、不攪乱試料に対する結果と人工圧密試料に対する結果を対比して示した。いずれの場合にも、時間効果により C_u が増加していることがわかるが、特に不攪乱試料よりも一度練返して人工的に圧密した試料の非排水せん断強さがいずれも大きくなっていることに注目したい。練返しにより固有の組織が破壊された粘性土は、再圧密後も不攪乱試料に比し強度の低いケースが多いが、東京下町粘土において、かつ、再圧密応力が不攪乱試料の先行

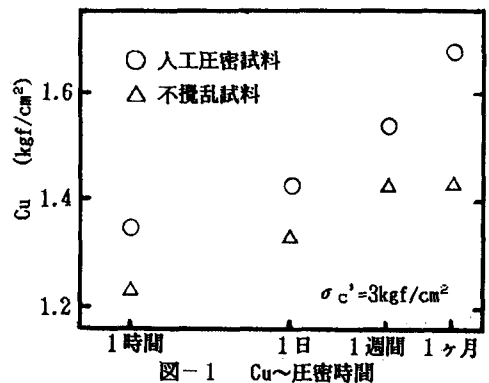


図-1 $C_u \sim$ 圧密時間

圧密応力を相当上回っている場合には、繰返し後人工圧密した試料のCuが不攪乱試料のCuを上回るという結果が示されている。

3) 間隙水圧係数 $\bar{A}$

図-2および図-3には、試料の非排水せん断中の軸差応力および間隙水圧の変化を軸歪に対してプロットした。時間効果の増大に伴って、軸差応力は増加しているが、せん断中の間隙水圧はいずれの試料においてもほぼ同様の変化をしていることが注目される。次に、破壊時の間隙水圧係数 $\bar{A}_f$ を圧密時間に対してプロットしたものが図-4である。なお、間隙水圧係数 $\bar{A}$ は、本実験のごとく σ_v が一定の条件下では、 $\bar{A} = \Delta u / \Delta \sigma_v$ で定義され、 $\bar{A}_f$ はその破壊時の値である。不攪乱試料・人工圧密試料のいずれの場合にも $\bar{A}_f$ は時間効果の進行に伴って減少している。また、上記2)とも関連するが、人工圧密試料の $\bar{A}_f$ は、不攪乱試料の $\bar{A}_f$ より小さな値となっている。これに対して、時間効果を受けていない正規圧密粘性土の場合には、有効応力 σ'_c を増加させると軸差応力が増加し、間隙水圧も比例して増加する、すなわち、有効応力 σ'_c の変化に対し、 $\bar{A}_f$ はほぼ一定であることに留意したい。

4) ダイレイタンス特性

不攪乱試料と人工圧密試料とのダイレイタンス性向の差異は有効応力経路にも表われており、図-5 (a) (b) のようになる。(a) は不攪乱試料、(b) は繰返し人工圧密試料の結果である。いずれの試料に対しても時間効果は有効応力経路を右よりにシフトさせる、すなわち、より骨格構造の強い土に変化させていることが読み取れる。また、不攪乱試料は負のダイレイタンス傾向が顕著であるのに対し、繰返し後人工圧密した試料は負のダイレイタンスの程度が少なくなり、さらに破壊に近づくとき負のダイレイタンス傾向からゼロないし正のダイレイタンス傾向になるという結果となった。両者の骨格構造に差異のあることが示唆されている。

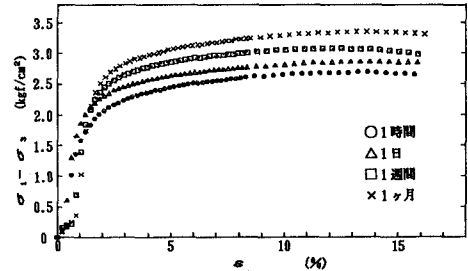


図-2 軸差応力～軸歪

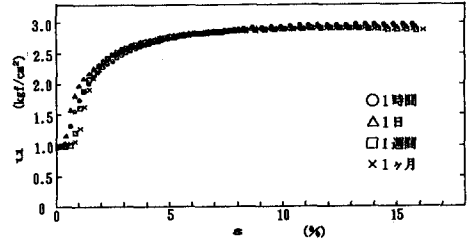


図-3 間隙水圧～軸歪

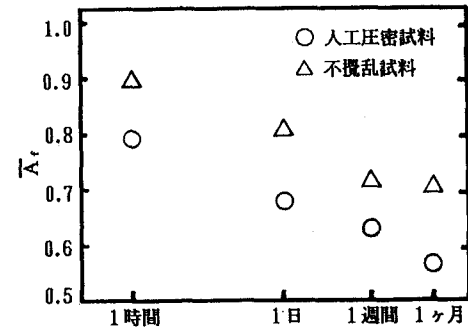


図-4 $\bar{A}_f$ ～圧密時間

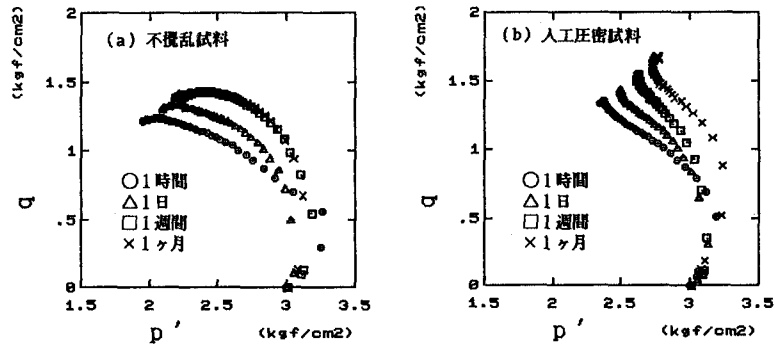


図-5 有効応力経路

以上の結果より、時間効果は東京下町粘土の骨格構造を変化させ、強化することが理解できる。また、東京下町粘土の場合、不攪乱試料と繰返し後人工圧密した試料の挙動には差異が見られ、地盤改良などの際に考慮すべき要素が内蔵されていると考えられる。

参考文献: 1) 足立, 園田, 伊田, 平沢; 時間効果が東京下町粘土の強度および変形特性に与える影響: 第24回土質工学研究発表会(1989)