

Ⅲ-340

大きな繰返し応力履歴を受けた堆積軟岩の変形特性について

東京大学大学院 学生会員 王 林
 東京大学生産技術研究所 正会員 龍岡文夫・古閑潤一
 中国洛陽水利工程研究所 谷学東

1 はじめに

堆積軟岩の室内試験の結果は、サンプリング（特にロータリーコアチューブサンプリング）の時の試料の乱れを受ける。又、孔内水平載荷試験や平板載荷試験のために、ボーリングや載荷面を整形することによっても地盤に乱れが生じ、試験結果に影響をもたらす。更に、実際の工事で堆積軟岩地盤を掘削することによっても、地盤の乱れが生じ、地盤の剛性を低下させる。これらの乱れは、繰返し載荷履歴により構造（セメンテーション）が損傷（damage）を受けた結果と解釈できる。従って、乱れの問題は、原位置試験や実工事における単調載荷、或いは繰返し載荷の履歴の影響に関係している。今回、この問題点を明らかにするために以下のような大きな繰返し載荷／徐荷を含む三軸圧縮試験を行なった。

2 試料及び試験方法

相模原の上総層群堆積軟岩地盤内に掘削した深さ48 mの試験横坑内でブロックサンプリングした試料を用いた。供試体寸法は5 cm（直径）×15 cm（高さ）である。原位置有効上載圧（4.8 kgf/cm²）で等方圧密後、排水、或いは非排水状態で二つの局所変形測定装置LDTs (Local Deformation Transducers)を用いて供試体側面で軸ひずみを測定した。

図-1と図-2は大きな繰返しを加えたCDあるいはCU三軸圧縮試験での応力・ひずみ履歴曲線である。詳細を図-3と図-4に示す。初期載荷と除荷を(1)、(2)で、以後の載荷／除荷を(3)、(4)等で表示してある。排水試験では三段階応力の偏差応力 $q=20$ kgf/cm²、 40 kgf/cm²、 60 kgf/cm²の間で繰返し載荷を行い、最後は破壊までせん断した。せん断中での等価弾性ヤング率 E_e を調べるため、偏差応力 $q=10, 20, 30, 40, 50, 60$ kgf/cm²において、微小な除荷・再載荷を行った。非

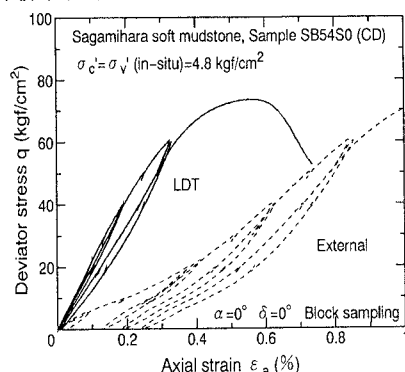


図-1 排水試験の大きな繰返し
応力・ひずみの関係

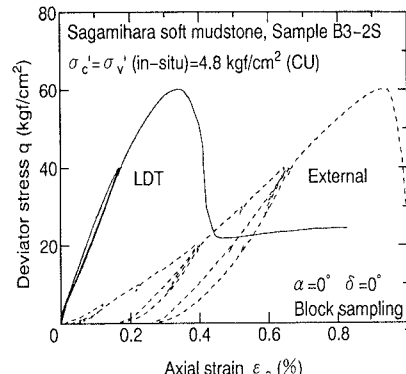


図-2 非排水試験の大きな繰返し
応力・ひずみの関係

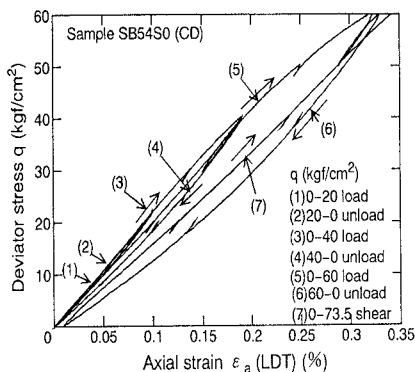


図-3 排水試験の大きな繰返し応
力・ひずみの関係の拡大図

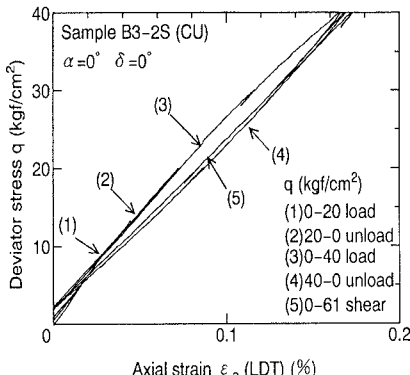


図-4 非排水試験の大きな繰返し応
力・ひずみの関係の拡大図

排水試験では、 $q=0$ と 20 kgf/cm^2 と 40 kgf/cm^2 の間で繰返し載荷を行い、最後は破壊までせん断した。

3 結果および考察

図-5と図-6は、偏差応力 q ($=\sigma_a - \sigma_r$) - 軸ひずみ ε_a 関係から得られた弾性ヤング率 E_{max} (軸ひずみ 0.001% 以下で定義) に対しての接線ヤング率 E_{tan} と E_{eq} (図-5のみ) の比とせん断応力レベル q/q_{max} の関係のまとめである。CDとCU試料の破壊強度 q_{max} は 73.5 と 61 kgf/cm^2 、 E_{max} は 28700 と 26600 kgf/cm^2 である。相模原現場からRCS (ロータリーコアチューブサンプリング) により、得られた多数の三軸圧縮試験による $E_{tan}/E_{max} - q/q_{max}$ の関係を、乱れの少ない順で、パターン1、2、3に分類した¹⁾。パターン2、3は試料が乱れている場合であり、今回の試験したCD、CU試料の $E_{tan}/E_{max} - q/q_{max}$ 関係はパターン2、1と似ているので、CD試料は、ある原因でやや乱れていると判断した。

図-5と図-6から、次のことが分かる。(1) 両試験で共通して、載荷中の接線ヤング率 E_{tan} は過去に受けた最大の偏差応力が増えるにつれて、徐々に減少した。つまり、同一の応力レベル q/q_{max} で、接線ヤング率 E_{tan} は一回目、二回目と三回目の繰返し載荷の順で、同様に等価ヤング率 E_{eq} も、過去最大の偏差応力 q が増加するにつれて、同一の応力レベル q/q_{max} 、一回目、二回目と三回目の繰返し載荷の順で徐々に減少している。このような傾向は、せん断変形によって、セメンテーションが損傷を受けたためと思われる。損傷程度は、せん断応力レベル q/q_{max} の過去最大値の増加とともに増加している。

これらの結果から見ると、孔内水平載荷試験と平板載荷試験における繰返し載荷変位曲線により得られる弾性係数には、セメンテーションの損傷の影響を受けている可能性がある。また、掘削工事において、地盤が各種の荷重履歴を受けることより、乱れることを示唆している。

4 まとめ

相模原堆積軟岩の繰返し三軸試験載荷中において、過去に受けた偏差応力 q の最大値が増加するにつれて、接線ヤング率 E_{tan} および等価弾性ヤング率 E_{eq} が徐々に減少した。これは、せん断変形によるセメンテーションの損傷によるものと思われる。このことは、原位置試験結果と原位置挙動の解釈においても、考慮する必要があると思われる。

5 参考文献

1) 龍岡文夫・木幡行宏・壺内達也・越智健三・土本英徳・村田健司(1994):セメンテーションの硬質地盤地盤材料のコアサンプリングによる試料の乱れ、第29回土質工学研究発表会講演集。2) 王林・諏訪勝彦・龍岡文夫・木幡行宏・越智健三・壺内達也(1995):サンプリング方法による軟岩試料の乱れ、第30回土質工学研究発表会講演集

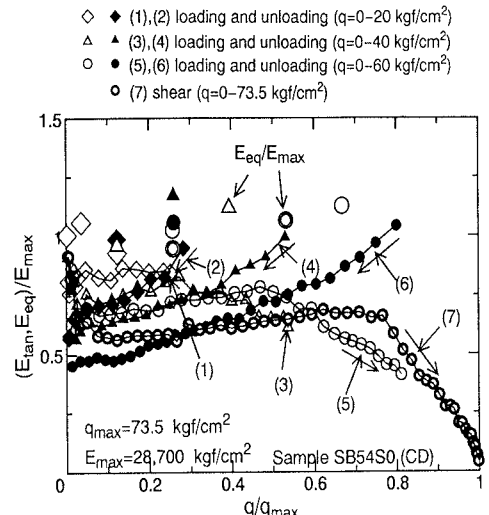


図-5 排水試験の E_{tan}/E_{max} と q/q_{max} の関係

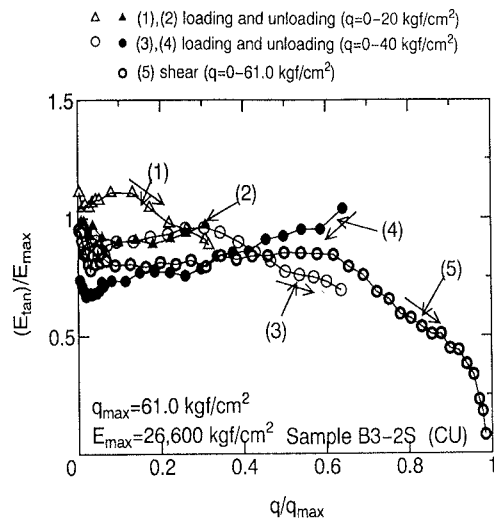


図-6 非排水試験の E_{tan}/E_{max} と q/q_{max} の関係