

正規圧密粘土の繰り返し平均主応力一定排水せん断試験結果について

琉球大学 大学院 呉屋 健一

琉球大学 工学部 上原 方成

琉球大学 工学部 原 久夫

1 まえがき

土が繰り返し荷重を受けるとその応力ひずみ曲線はヒステリシスループを描く。このようなヒステリシスループを描く粘土の応力ひずみ曲線から粘土の変形挙動を表現する構成式の確立に必要な情報を得ることができる。ここでは正規圧密状態の飽和粘性土を用いて平均主応力一定排水せん断試験を3種類の異なる応力点まで載荷、除荷を繰り返して行ない、その試験結果について考察してみた。

2 試料および実験方法

実験に用いた試料は沖縄県中南部に分布する島尻粘土である。その物理特性は $G_c=2.68$ 、 $L.L.=60(\%)$ 、 $P.I.=32(\%)$ 、 $I_p=28(\%)$ である。試料は鉛直圧密圧力 0.5kgf/cm^2 (49kPa)で20日間一次的に予圧密を行ない、直径5cm、高さ10cmの円柱形供試体を作成し使用した。軸圧と側圧は、任意に載荷(除荷)速度を変えることのできる装置を使用し、偏差応力の載荷速度 $\dot{q}=5.8 \times 10^{-4}(\text{kgf/cm}^2/\text{min})$ ($0.835\text{kgf/cm}^2/\text{day}$)となるような速度に設定した。島尻粘土の場合、この速度で排水せん断をすると間隙水圧の上昇は観測されていない。

実験は、平均有効応力(p)を一定に保ちながら偏差応力(q)を載荷速度一定で上昇させるものである。図-1に応力経路図を示す。図-1に示すようにA点(1.06kgf/cm^2)(104kPa)の圧密応力で24時間等方圧密圧密した後、載荷終了点をかえて5つの繰り返し平均主応力一定排水試験を行なった。種類は繰り返し載荷除荷を行なわないもの(A→D)、B(C、D)点まで載荷しA点まで除荷、さらにD点まで載荷するもの、また、除荷開始応力点を上げながら載荷除荷を繰り返すものである(A→B→A→C→A→D→A→D)。データ名でCPの後の数字はそれぞれの供試体の限界状態線の勾配 M (繰り返し排水せん断試験を行なった後、非排水せん断試験を行なった結果)で除荷開始応力点の応力比を除して百倍した値である。CPAL試験は3つの応力点(B、C、D)で繰り返している。

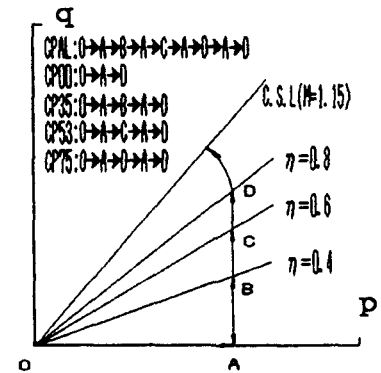


図-1 応力経路

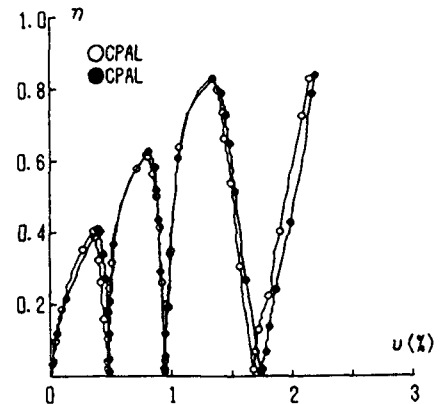


図-2 体積ひずみと応力比の関係

3 試験結果と考察

図-2はCPAL試験での体積ひずみ v と応力比 η の関係を示したものである。排水せん断開始時の体積ひずみを0としてある。平均主応力一定経路では発生する体積ひずみはダイレイタンス成分であると考えられる。図から除荷時においても体積ひずみは蓄積されることがわかる。また、

cam-clayモデルのような弾塑性構成モデルを想定すると降伏面内では弾性挙動を示すので、平均主応力が一定のとき体積ひずみは発生しないことになるが、試験結果からは体積ひずみが発生しており降伏面内では弾性挙動を示すという仮定に反する結果になった。図-3は除荷開始時までに発生した全体積ひずみと応力比の関係を示したものである。両者の関係はほぼ直線関係にあり、柴田¹⁾が指摘したような結果となった。この関係は排水にかかる時間の長短によって異なるといわれている。²⁾

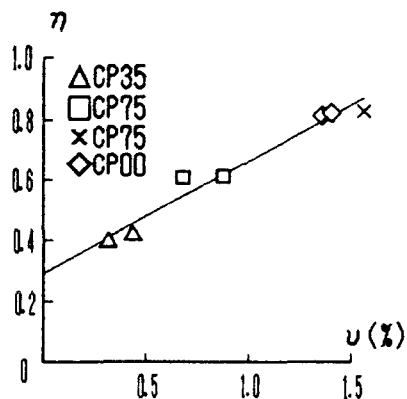


図-3 載荷時の体積ひずみと応力比の関係

図-4はCPAL試験の偏差応力 q とせん断ひずみ ε の関係を示したもので排水せん断開始時のせん断ひずみの値を0としている。除荷、再載荷時のヒステリシスループは載荷終了点の応力比が高くなるにつれて大きくなっていく。これは除荷開始応力点が高くなると応力変動経路が長くなる分、実時間が長くなり、変形の回復に要する時間が多く提供されたことによるためと思われる。全せん断ひずみ ε と回復せん断ひずみ ε^* の関係をプロットしたものが図-5である。回復せん断ひずみは繰り返す載荷応力(偏差応力)が大きくなるにつれて、全せん断ひずみとともに増加していく。また、載荷応力が小さいうちはあまりバラツキはないが載荷応力が大きくなるとバラツキが大きくなっている。軽部³⁾は繰り返しせん断において $\varepsilon^*/\varepsilon$ は試験条件によらず試料固有の値であると述べている。図-5も同様な結果となっている。

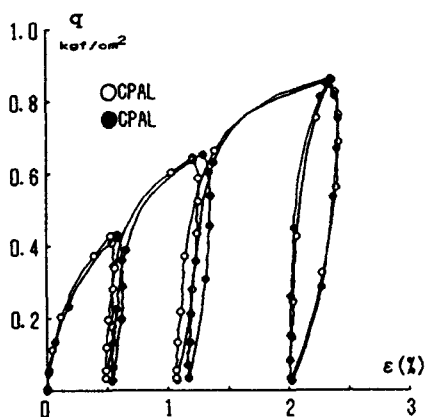


図-4 せん断ひずみと応力比の関係

4 まとめ

- (1) 平均主応力一定経路では荷重を除荷しても体積ひずみは回復せずに蓄積されていく。
- (2) また、除荷開始までに発生する体積ひずみと応力比には直線関係が見られた。
- (3) 全せん断ひずみに対する回復せん断ひずみは全せん断ひずみの増加とともに増加する。

<参考文献>

- (1) 柴田 徹：粘土のダイラタンシーについて、京都大学防災研究所年報 6号、pp. 128-134 1963
- (2) 柴田・太田・関口：土の応力・変形・強度特性、土と基礎、vol. 24, No. 8 pp11-22
- (3) 軽部・横江・笹井：洪積世粘土の除荷時における変形係数、土木学会第40回年次学術講演会講演概要集 第3部、pp509-510

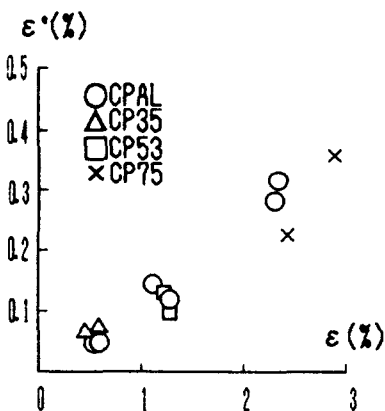


図-5 全せん断ひずみと回復せん断ひずみの関係