

カオリン粘土の排水せん断特性について

京都大学工学部 赤井 浩一

清水建設 松田 道雄

日本道路公団 ○中尾 信裕

1. はじめに

異方圧密を受けて形成された正規圧密粘土は、等方圧密履歴のものとは異なったせん断特性を示す。このせん断特性の相違は、異方圧密過程において生じる土構造の異方性に起因するものと説明されているが、本研究では、これらの圧密履歴の異なる試料を用いて、飽和粘性土のせん断における応力とひずみの面から考察を加える。

2. 排水せん断経路

$e \sim p \sim q$ 状態空間(図-1)において等方圧密試料がせん断中にたどる経路は状態限界面(SBS)と p 一定平面との交線 IF となる。一方、異方圧密試料の有効応力経路は、圧密中はSBS上にあり、これを $p \sim q$ 面に投影すれば原点を通る応力比一定の直線 $A_1 B_1$ または $A_1 C_1$ である。圧密終了点(せん断開始点) B または C は、等方圧密試料のせん断経路 IF 上にあり、異方圧密試料のせん断時の経路 BF または CF は IF の後半に重なる。このように状態空間に示される限り、両試料の排水せん断経路は一致するが、このことが、両者が全く同一の状態を示すとは限らない。なぜなら、状態空間は、体積ひずみ v に対応する間隙比 e は表現できるが、偏差ひずみ ϵ を表現することができない。つまり、状態空間は、土の状態量を必しも完全には表現しえない。

3. 試験方法

カオリン粘土(LL=89.3%, PI=57.6%)に対し、軸圧と側圧を独立に与える三軸セルを用いて $p = 2.0 \text{ kgf/cm}^2$ に至るまで

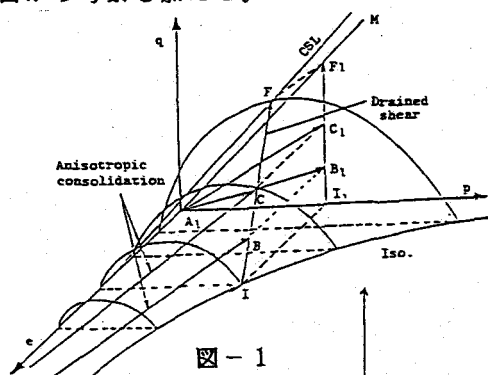


図-1

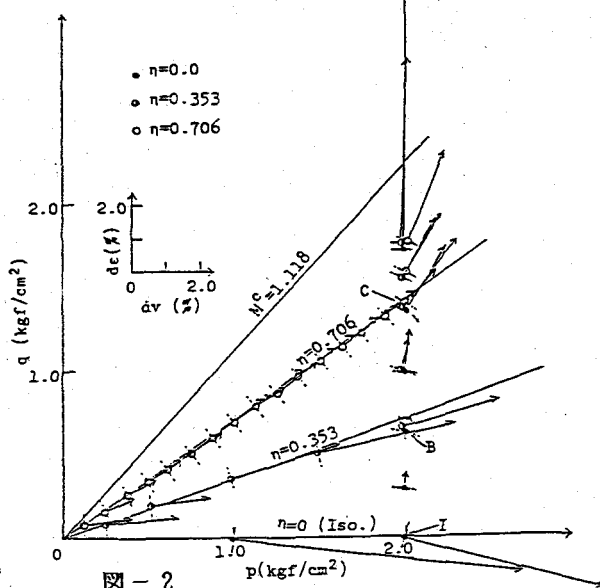


図-2

等方もしくは異方圧密した後、 p 一定排水せん断試験を行った。供試体は高さ10cm、直径5cm、排水方式はペーバードレーンにより 0.5Kgf/cm^2 の背圧のもとで側方排水とした。また、せん断は各段階($\Delta q = 0.353\text{Kgf/cm}^2$ または 0.177Kgf/cm^2)に約一週間を要した。

4. 試験結果と考察

一連の試験に対する応力経路と各荷重段階におけるひずみ増分ベクトルを図-2に示す。これより、各試料とも、せん断の進行に伴い、ひずみ増分ベクトルは、反時計回りにその向きを変え、破壊時には真上を向く傾向がある。これは、限界状態においては、軸ひずみは増加するが、ダイレクشنシーがなくなるため、偏差ひずみは正となるが、体積ひずみは0となるためである。図3-(a)は、 $p = 2.0\text{Kgf/cm}^2$ を一定に保つ排水せん断試験の応力-ひずみ曲線であり、等方圧密試料と応力比 $\eta = q/p$ で異方圧密された試料とを比較できる。

$\eta = 0.706$ に対する異方圧密終了時の偏差ひずみは $\epsilon = 11.9\%$ であるが、同一応力レベルにおいて等方圧密試料は原点補正を行っても $\epsilon^* =$

4.5%であり、 $\eta = 0.353$ の異方圧密試料は $\epsilon =$

5.9%に過ぎない。これより、有効応力経路上の同一点でも、圧密時の応力比に応じて偏差ひずみの量が著しく異なるという応力経路依存性が明らかとなる。次に、最大強度および破壊時のひずみは3種類の圧密履歴をもつ試料について、 $q_{\max} = 1.71 \sim 1.77\text{Kgf/cm}^2$ 及び $\epsilon_f = 12.3 \sim 15.7\%$ で大差はない。これより、応力比の大きい異方圧密粘土はせん断中にわずかな偏差ひずみの増分で破壊に至ることがわかる。図3-(b)は $v \sim \epsilon$ 関係を示し、破壊時の体積ひずみは $v_f = 15.2 \sim 18.1\%$ と大差ない。また、 $v : \epsilon = 3 : 2$ の制約条件を用いてカオリン粘土の静止土圧係数は $K = 0.52$ となり、これは応力比 $\eta = 0.706$ に対する異方圧密と一致している。

5. おわりに

カオリン粘土の排水せん断試験において、体積ひずみ v は圧密履歴の影響をさほど大きく受けることはない。一方、偏差ひずみ ϵ は応力経路依存性が顕著である。これより、状態空間中の同一点が必ずしも同じ状態を示しているとはいえず、排水せん断中の状態量の検討には、応力-ひずみ曲線を利用する必要がある。

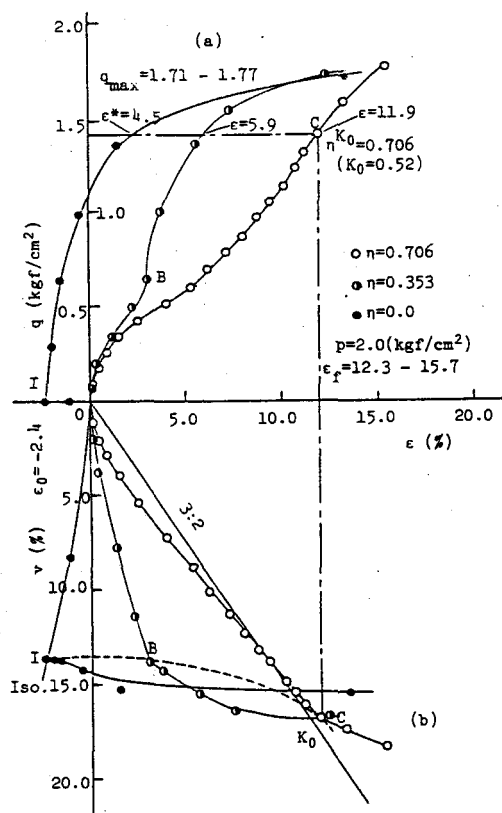


図-3