

4種類の制御方法による正規圧密カオリン粘土の定体積一面せん断試験 Four types of Constant Volume Direct shear Box Test on Normally Consolidated Kaolin Clay

古谷保・川本治・山田康晴・中里裕臣・井上敬資・有吉充

FURUYA Tamotsu, KAWAMOTO Osamu, YAMADA Yasuharu,

NAKAZATO Hiroomi, INOUE Keisuke, ARIYOSHI Mitsuru

1. はじめに

垂直荷重計を反力側に取り付けた一面剪断試験機(図1)により定体積試験を行った場合、この垂直荷重計の歪みのため上下せん断箱の間隙が試験中一定に保たれておらず、定体積試験の精度に疑問があった。このため垂直力載荷側の制御装置及び反力側に取り付けられたせん断面の間隙を制御するネジを利用して、 載荷側制御、 反力側制御、 両側制御による定体積試験、及び 載荷側レバー、反力側調整ネジのどちらも操作しない無制御の擬似定体積試験を行い、定圧排水試験の結果と比較した。用いた試料は市販のカオリン HA 粘土 (G_s 2.738g/cm³, W_L 41.3%, I_p 16.8) である。供試体の作成は、スラリー試料をせん断箱に直接流し込んで圧密した。

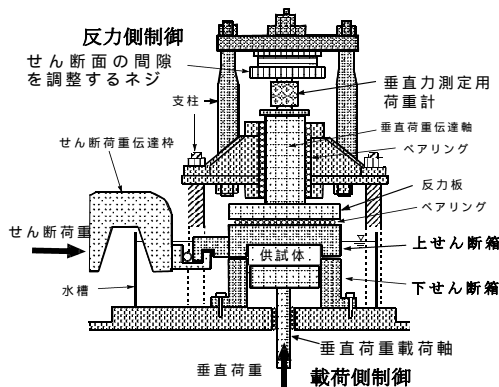


図1 試験機の構造と垂直変位の制御方法

2. 定圧排水試験と載荷側制御(慣行)の定体積試験結果

載荷側、反力側及び平均(上下供試体の厚さで比例配分)の垂直応力に分けて整理した。試験結果を Table 1 及び反力側垂直応力で整理した例を図2, 3に示す。定圧及び定体積試験ともに、上下せん断箱の間隙 D は 0.2 及び 0.5mm である。定圧試験では D に関係なく類似の結果になった。定体積試験では、 $D = 0.2$ mm の場合は、せん断が進行するにつれて載荷側垂直応力が反力側よりも小さくなる傾向(ϕ が大きくなる、Case 1)があったが、 $D = 0.5$ mm の場合は載荷側垂直応力が反力側よりも大きくなる傾向(ϕ が小さくなる、Case 2)があった (Table 1)。

Table 1 定圧試験及び定体積試験の結果(文献1)

試験法	垂直応力	載荷側	平均	反力側
定圧試験 $D = 0.2$ mm		27.4°	29.0°	31.2°
定圧試験 $D = 0.5$ mm		27.7°	28.9°	31.0°
定体積試験 $D = 0.2$ mm		33.5°	30.6°	29.2°
定体積試験 $D = 0.5$ mm		29.2°	29.6°	30.4°

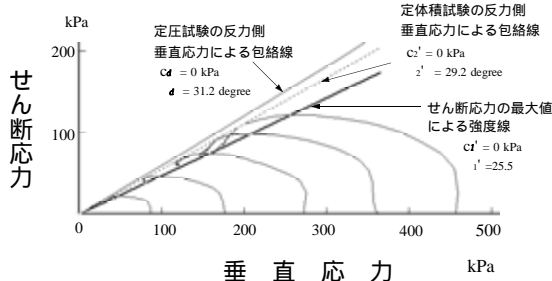


図2 反力側垂直応力による応力曲線 (D=0.2mm)

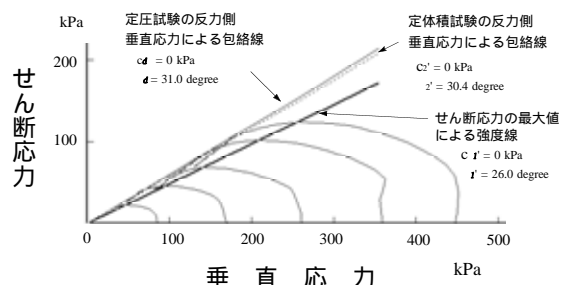


図3 反力側垂直応力による応力曲線 (D=0.5mm)

3. 垂直応力の補正と4種類の定体積試験の比較

Case 1 では反力側垂直応力による応力曲線が、Case 2 では平均垂直応力による応力曲線がせん断面の平均垂直応力に近いと仮定した補正法(図4)で整理すると、定圧・定体積試験ともに一つの包絡線にほぼ一致する(図5)。この考え方で ~ の定体積試験と定圧試験を比較したものが図6~9である。反力側制御と両側制御方式は、せん断面の間隙を制御するネジが精密制御可能なものでないため、操作が難しく、試験中の垂直方向の変位が若干不安定であった。また荷重側制御方式は、反力側荷重計のリバウンドにより、垂直変位を制御する度に供試体のせん断面付近が圧縮される傾向があった。これらのため、, , の試験は定圧試験の結果よりわずかに大きくなったが、図上ではほとんど一致しているように見える。定体積試験において、上下せん断箱の間隙 0.05 ~ 0.2 mm 程度の変位が σ'_v (図4)に与える影響は小さかった。

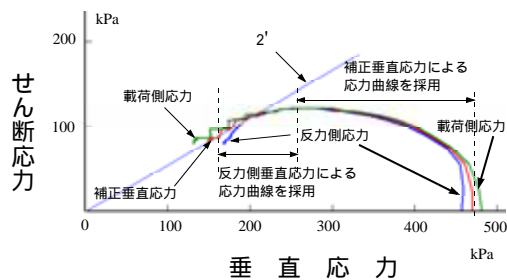


図4 応力曲線の組み合わせ補正法(文献1)

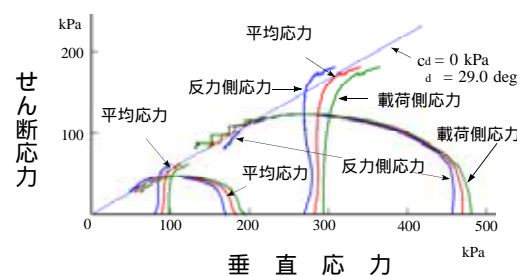


図5 荷重側と反力側垂直応力の組み合わせによる包絡線(文献1)

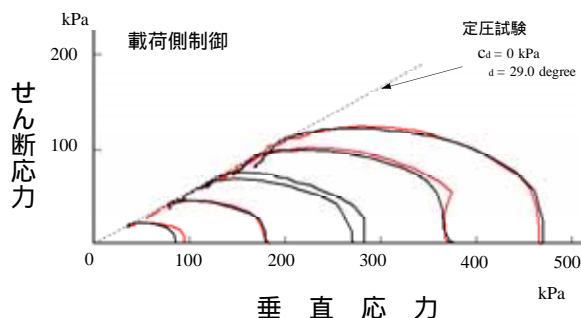


図6 荷重側制御による定体積試験結果(文献1)

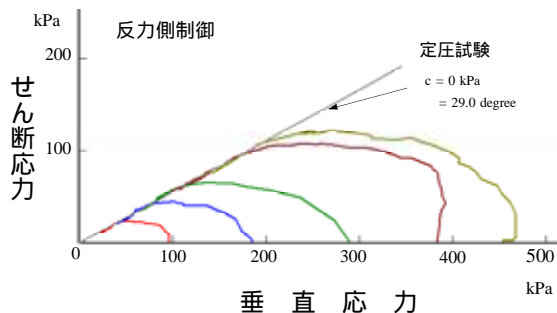


図7 反力側制御による定体積試験結果

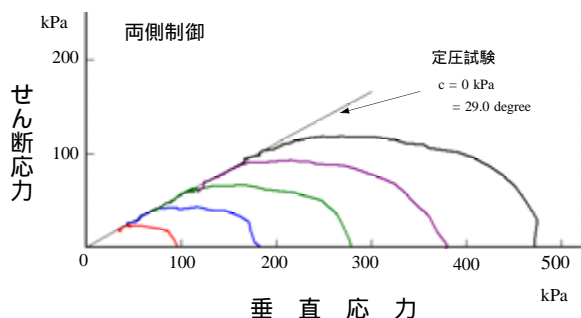


図8 両側制御による定体積試験結果

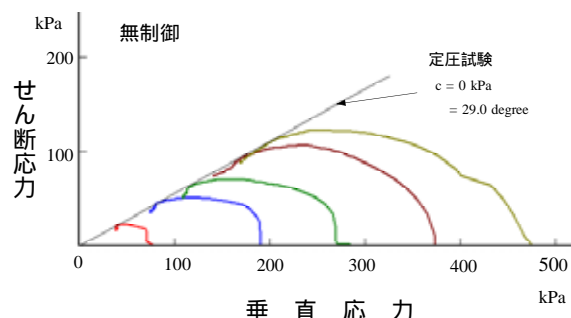


図9 無制御による擬定体積試験結果

参考文献

- 1) 古谷保・有吉充・奥山武彦・黒田清一郎(2007): カオリン粘土の一面剪断試験における周面摩擦特性と限界強度、農業工学研究所技報、第206号