正規圧密三軸供試体の排水 / 非排水せん断挙動に及ぼす載荷速度効果

名古屋大学 学生会員 藤川雄資 威能洋恭 野中俊宏 酒井宏和 名古屋大学 正会員 中井健太郎 中野正樹 野田利弘

## <u>1.はじめに</u>

飽和粘性土のせん断挙動は、載荷速度によって大きく異なることが知られている。本報告では、再構成粘 土試料を用いて、軸ひずみ速度一定圧密排水 / 非排水三軸圧縮試験を実施し、正規圧密三軸供試体のせん断 挙動に及ぼす載荷速度効果について調べた。

2. 試料の物理特性と試験方法

試験に用いた試料は、東京湾内から採取した有楽町層粘土であ る。粒径加積曲線を図-1 に、物理特性を表-1 に示す。有楽町層粘 土は、細粒分(425µm 以下)含有率がほぼ100%を占めることがわ かる。液性限界の2倍に含水比調整したスラリー状の試料を、十 分に攪拌・脱気して予備圧密槽に入れ、鉛直応力196kPaで1週間 一次元圧密して再構成試料を作製した。取り出した試料は、 35mm、h80mmの円筒型に成形して三軸試験機にセットし、24時 間等方圧密した後、側圧一定条件のもと、軸ひずみ速度一定排水

/ 非排水三軸圧縮試験を実施した。等方圧密圧力はすべて 294kPa で行ったので、供試体はすべて正規圧密状態である。

<u>3. せん断挙動に及ぼす載荷速度効果について</u>

図-2 に、軸ひずみ速度を種々に変えた排水せん断挙動を示す。 軸ひずみ速度が速いほど、破壊時あるいは最大のせん断強度 q<sub>f</sub>が 小さくなる。載荷速度の最も速い[1]は、体積ひずみがほとんど生 じておらず、非排水条件のように振舞う。載荷速度が大き くなるにしたがって体積ひずみは大きくなり、試験終了時 には収束傾向にある。粘性土のように透水性の低い土では、

載荷速度が速いとせん断中の体積圧縮(排水)に伴う密度 増加が生じにくいので、せん断強度が低下してしまう。

図-3 に、軸ひずみ速度を種々に変えた非排水せん断挙動 を示す。排水せん断とは逆で、軸ひずみ速度が速いほど qf が大きくなる。さらに、軸ひずみ速度が速いと、載荷初期 の有効応力パスにおいて p'が増加していることがわかる。 特に載荷速度の最も速い(1)では、有効応力パスが全応力パ スとほぼ一致している。境界非排水条件とはいえ、供試体 内では水の出入りがあるので、載荷速度に応じて間隙水の マイグレーションの影響が生じる。間隙水圧は供試体下端 で計測しているが、載荷速度が速いと間隙水圧が不均質に



図-1 粒径加積曲線

表-1 物理特性

	wL(%)	wp(%)	Ip
有楽町層粘土	94.02	34.63	59.40
川崎粘土	50.5	24.7	25.8



図-2 載荷の異なる排水せん断試験結果

分布し、供試体端部で正確に計 測できないためである。図-4 と 5 に、(1)と(4)の破壊時の写真を 示す。両端部はペデスタル・キ ャップによる拘束があるため変 形せず、供試体は樽型に変形す るが、載荷速度が遅いと、上部 から下部に向かって供試体全域 にせん断面が入る。一方、載荷 速度が速いと、供試体内の間隙 水分布が不均一になり、せん断 面が供試体上部に偏って入る。

図-6 に、有楽町層粘土せん断 強度の載荷速度効果をまとめた 図を示す。非排水試験はS字型 の、排水せん断試験は逆 S 字型



載荷速度の異なる非排水せん断試験結果 図-3

1200

1000

(kPa) 800

度 600

強

푄 400

Þ

図-6

(kPa) 800

断強度 600

Þ

200

1200

1000

400

200

0 10<sup>-3</sup>

n 10<sup>-3</sup>

 $10^{-2}$ 

 $10^{-2}$ 

 $10^{-1}$ 

軸ひずみ速度 (%/min)

有楽町層粘土の載荷速度効果(せん断強度)

 $10^{-1}$ 

**軸ひずみ速度** (%/min)

図-7 川崎粘土の載荷速度効果(せん断強度)

図-5 (4)の破壊形状

排水せん断試験

 $10^{0}$ 

排水せん断試験

100

非排水せん断試

10<sup>1</sup>

 $10^{1}$ 

非排水せん断試験

のカーブを描いており、排水せん断挙動の方が大きい。5.0 ×10<sup>-1</sup>%/min 以上の速い載荷速度では、間隙水のマイグレ ーションが生じないので、排水条件に関わらず強度は一致 する。載荷速度が 3.0×10<sup>-3</sup>%/min 以下だと、間隙水のマイ グレーションが十分に生じるので、排水 / 非排水せん断強 度ともにこれ以上載荷速度を遅くしても変化しなくなる。 載荷速度がこれらの間になると、間隙水のマイグレーショ ンに伴う部分排水効果でせん断強度が変化する。

## 4.まとめ

図-7 に、川崎粘土の載荷速度効果を示す )。川崎粘土の 粒度分布、物理特性は図-1 と表-1 に示してある。図-6 と 比較すると、細粒分の多い有楽町層粘土はマイグレーショ ン効果の現れない載荷速度が 3.0×10<sup>-3</sup>%/min であるのに 対し、細粒分の少ない川崎粘土は 7.0×10<sup>-2</sup>%/min である。 細粒分が多いほど、透水性は低くなり、間隙水のマイグレ ーションも生じにくいからである。以上から、三軸試験を 要素挙動として捉えるためには、細粒分含有率等に起因す る透水性の大小に注意して、載荷速度を決定する必要があ る。

## 参考文献

1) 浅岡ら(1993): 練り返し粘土の非排水3軸圧縮試験における間隙水のマイグレーション、第28回土質工学 発表会、pp.741 - 744.