

不飽和土の三軸圧縮挙動に対する試験条件の影響

鳥取大学工学部 正 会 員 清水 正喜

鳥取大学大学院 学生会員 坂本 創

鳥取大学大学院 学生会員 ○西岡 龍二

1. はじめに

不飽和供試体に対して、三軸圧縮試験を行い、軸圧縮過程での排水条件などを変化させることにより、サクシオンや体積変化の挙動と強度に与える影響について調べた。

2. 試験装置及び供試体

試験装置は清水・坂本¹⁾が使用したものを用いた(図1)。排水量は二重管ビュレット内水位、体積変化量はセル内水位の変化量を測定することで算定できる。Yリング装着型荷重棒を用いてセル水がセル外に蒸発するのを防いだ。

試料はDLクレーを用いた(表1)。供試体は、三軸セル内で予圧密を行い作成した。予圧密を行うために、三軸セルのペダスタルにモールドを取り付けた(図2)。試料を含水比60%に調節して十分に練り返して、モールドに入れ、49.2kPaまで段階的に圧密し、5.7kPaまで除荷を行った。その後、サクシオン30kPaを作用させて供試体を不飽和化した。モールドを取り外し、ゴムスリーブをつけた後、セルを図1のように組み立てて、三軸圧縮試験を行った。

3. 試験方法

三軸試験は等方圧縮過程と軸圧縮過程に分かれる。試験は6つの条件で行った(表2)。等方圧縮過程では、所定の正味の拘束圧($\sigma_{net} = \sigma_3 - u_a$)とサクシオン($s = u_a - u_w$)を作用させた。軸圧縮過程では、排水と非排水の条件で試験を行った。さらに、非排水条件においては、間隙空気圧一定条件(u_a 一定)と、間隙水圧の変化に伴って間隙空気圧も同じ量を変化させることでサクシオンを一定に保つサクシオン一定条件(s 一定)の2通りで行った。非排水条件はひずみ速度0.0244%/minで、排水条件はひずみ速度0.0051%/minで行った。

4. 結果

非排水(u_a 一定)条件時の結果を図3と図4に示す。非排水条件(u_a 一定)では、間隙水圧が上昇したため、サクシオンは減少した。その減少量は100kPaの場合と200kPaの場合

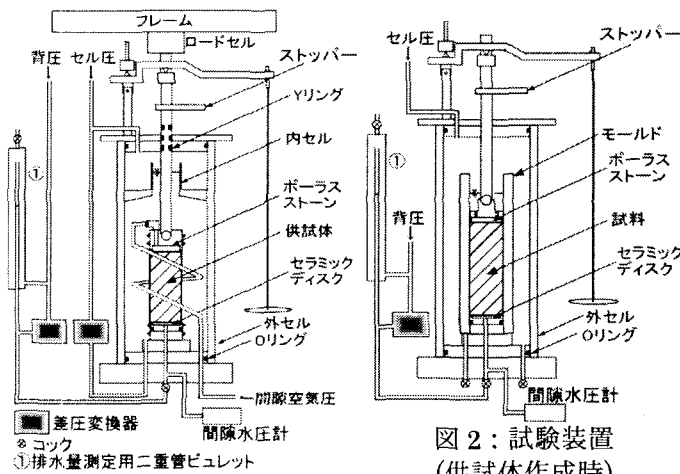


図1：試験装置
(三軸圧縮試験時)

図2：試験装置
(供試体作成時)

表1：試料の物理的性質

ρ_s (g/cm ³)	w_L (%)	w_P (%)	シルト(%)	粘土(%)
2.697	NP	NP	83	17

表2：試験条件

等方圧縮過程 (軸圧縮時初期値)		軸圧縮過程
σ_{net}	s	試験条件*
100 kPa	70 kPa	U(u_a 一定)
		U(s 一定)
		D
200 kPa	kPa	U(u_a 一定)
		U(s 一定)
		D

(*: Uは底面非排水, Dは底面排水, 上面はすべて排気・排水条件である)

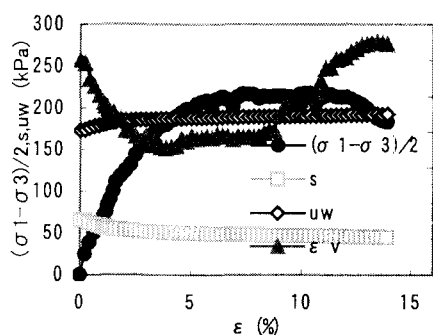


図3：非排水(u_a 一定)条件($\sigma_{net}=100$ kPa) ($\sigma_3=340$ kPa, $u_a=240$ kPa)

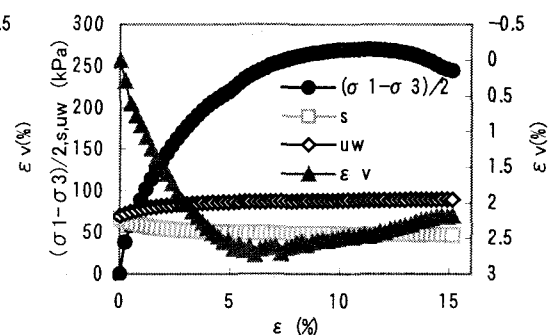


図4：非排水(u_a 一定)条件($\sigma_{net}=200$ kPa) ($\sigma_3=340$ kPa, $u_a=140$ kPa)

とでほとんど同じであった。

非排水(s 一定)条件($\sigma_{net}=200\text{kPa}$)の結果を図5と図6に示す。非排水(s 一定)条件では、間隙水圧が上昇した。そして、サクシオンを一定に保つために、間隙空気圧を上昇させた。間隙空気圧がセル圧と同じ値になると間隙空気圧の制御を止めた。その後も間隙水圧は上昇しつづけたため、サクシオンは減少した。また、間隙空気圧を上昇させたため σ_{net} も減少した。

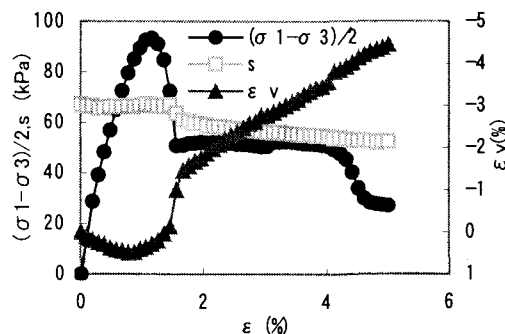


図5：非排水(s 一定)条件($\sigma_{net}=200\text{kPa}$)

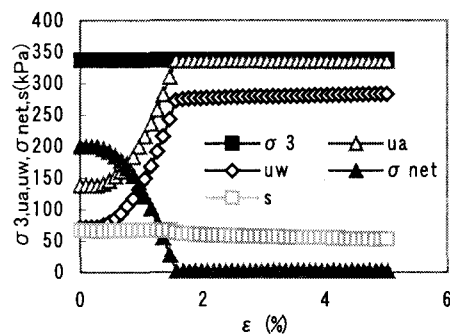


図6：非排水(s 一定)条件($\sigma_{net}=200\text{kPa}$)圧力変化

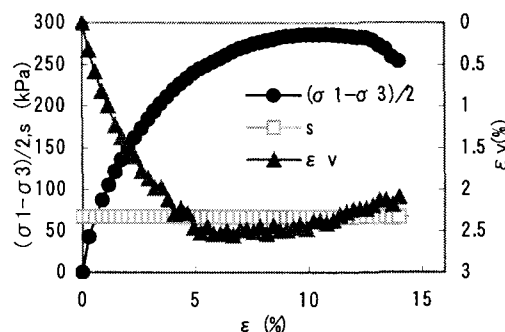


図7：排水条件($\sigma_{net}=200\text{kPa}$)

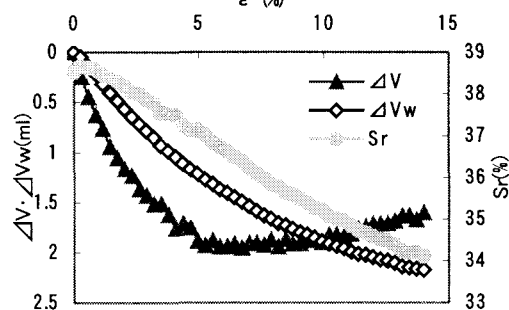


図8：排水条件($\sigma_{net}=200\text{kPa}$)体積変化

排水条件($\sigma_{net}=200\text{kPa}$)の結果を図7と図8に示す。排水条件では、軸圧縮初期は体積が圧縮し、排水が生じた。しかし、体積変化が膨張に転じて、排水は収まらなかった。これは、間隙径が大きくなるにつれて、土粒子間に存在する間隙水の表面張力が小さくなり間隙水圧が上昇し、供試体の内部と外部で圧力勾配が生じるため排水が生じたと思われる。

($\sigma_1 - \sigma_3$)/2を縦軸に、($\sigma_1 + \sigma_3$)/2 $\cdot u_a$ を横軸にとり応力経路を図9に示す。各条件において、 σ_{net} の値が大きいと強度が大きくなっているのが分かる。排水条件と非排水(u_a 一定)条件を比べると、強度は排水条件のほうが大きい。排水条件ではサクシオンは一定であるが非排水(u_a 一定)条件では、軸圧縮中にサクシオンが低下した。よって、サクシオンが低下した影響で強度が小さくなったと考えられる。排水条件と非排水(s 一定)条件を比べる。両条件ともサクシオンは70kPa一定であるが、強度は排水条件のほうが大きい。非排水(s 一定)条件では σ_{net} が減少したため強度が小さくなったと考えられる。非排水(s 一定)条件と非排水(u_a 一定)条件を比べる。非排水(s 一定)条件はサクシオンが70kPaのときに軸差応力はピークに達したが、非排水(u_a 一定)条件ではサクシオンが約50kPaまで低下した時にピークに達した。このことから、強度はサクシオンより σ_{net} の影響を大きく受けると考えられる。

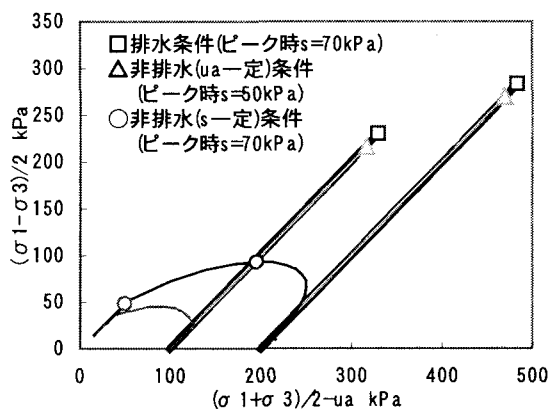


図9：全条件応力経路

5. 結論

- ・非排水条件下ではサクシオンは減少する。その減少量は σ_{net} には依存しなかった。
- ・非排水条件下ではサクシオンが減少するため排水条件より強度が低くなる。

参考文献

- 1) 清水正喜・坂本創：不飽和土の三軸圧縮試験における排水条件の影響，土木学会中国支部第56回研究発表会，pp.313—314，2004。