

三軸圧縮試験における真空圧密挙動

信州大学大学院 学生員○谷村剛嗣

信州大学工学部 正員 梅崎健夫

信州大学大学院 正員 塩野敏昭

1. はじめに

地盤改良工法の一つに真空圧密工法がある。本工法は真空ポンプを用いて地盤内の水圧を低下させるものであり、圧密終了時の真空度は最大でも -78.4kPa 程度となり、この場合深度約 8m までの部分の間隙水圧が負圧となる。本文では、不飽和供試体用の三軸圧縮試験装置を改良して用いることにより、等方応力状態における真空圧密挙動を再現し、体積変化と間隙水圧を精度良く測定した。さらに、載荷圧密の場合と比較・検討した。

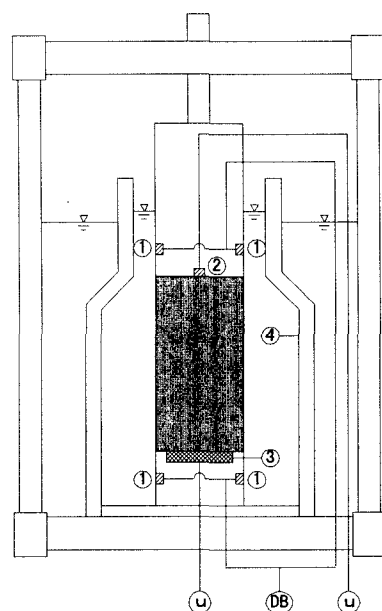
2. 試験方法

試料はNSF粘土($G_s=2.756$, $w_L=61.1\%$, $I_p=27.4$)を用いた。純水を用いて含水比 120% に練り返し、 98kPa で一次的に予圧密した試料を、直径 5cm 、高さ 10cm に成形して供試体とした。真空圧密時に二重管ビューレット(DB)内に気泡が発生するため¹⁾、内セル(図-1中の④)内の水位変化を差圧計(DP)を用いて測定し、体積変化を算出した。そのとき、よく脱気された純水をセル水として使用した。また、供試体内の負圧を精度よく測定するためにセラミック(C)をペダスタルに取り付けた。供試体および管路を二重負圧法により脱気し、背圧 196kPa を載荷した。圧密圧力 196.0kPa で先行圧密した後、さらに 78.4kPa を載荷させる通常の載荷圧密(D-L試験)と、背圧を 0kPa まで解除して、 -78.4kPa の負圧を真空ポンプからDBを介して負荷させる真空圧密(D-V試験)を周面排水により実施した。また、千野ら¹⁾が行った試験を再現するために、内セルを使用せず、セル水は脱気しない場合の上記と同様の真空圧密(S-V試験)も行った。その後、 $0.07\%/min$ のひずみ速度で非排水せん断を実施した。試験後の供試体を素早く取り出してトリマーに設置し、ろ紙の影響を無くすために表面を切り落として含水比測定も行った。

3. 試験結果

(1) 圧密挙動

図-2(a)に二重管ビューレット(DB)を用いた排水量および差圧計(D)より計算した体積ひずみの経時変化を示す。なお、D-L試験の体積ひずみはDBとDを用いた両方の結果が等しいため図から割愛した。圧密終了はDにより計算した体積ひずみの $3t$ 法で決定した。D-V試験では二重管ビューレットの中にごくわずかな気泡が発生したが、DBとDを用いて計算した値が一致している。D-L試験の圧密終了時間は 72min であるのに対して、D-V試験の圧密終了時間は 100min と二次圧密が大きくなるという傾向が出ているが、結果として体積ひずみは一致している。S-V試験ではDBに発生した気泡のために約 30min



- ①: 周面排水用ポーラスストーン(PS)
- ②: 間隙水圧測定用 PS $\phi=0.5\text{cm}$
- ③: 間隙水圧測定用セラミック(C) $\phi=4\text{cm}$
- ④: 体積変化測定用内セル

図-1 三軸室の概要

から体積ひずみが大きくなる。これはセル水からの若干の空気がメンブレンを通して進入していると考えられる。このことは、千野ら¹⁾が行った試験結果においても見られる。この場合は、体積ひずみにより圧密終了時間を決定できないため、D-V 試験に合わせた。

図-2(b)に軸ひずみの経時変化を示す。S-V 試験において体積ひずみの傾向と異なり、すべての試験結果は等しく、体積ひずみの約 1/3 である。S-V 試験の軸ひずみによる 3t 時間は 76min であった。

図-2(c)に直径 4cm のセラミック (C)、直径 0.5cm のポーラスストーン (PS) を介して測定した過剰間隙水圧の経時変化を示す。供試体の中心付近で測定する PS の値は非排水境界とみなす。供試体下部の大部分で測定 C の値を供試体の平均とみなす。すべての試験において 3t 時間付近で過剰間隙水圧が消散している。D-L (C) と D-V (C) の値は等しいが、S-V (C) の値はそれよりも低い値となっている。

(2) 供試体の含水比変化

図-3 は試験前 (○), 先行圧密後 (△), 圧密後 (□, ▽) の含水比である。なお、○および▽はそれぞれ試験前および試験後供試体における実測の含水比である。一方、△および□は試験前の間隙比を飽和度 100% と仮定して体積ひずみから算出した値である。△の差は最大でも 0.2% である。□の場合は D-L 試験と D-V 試験の差が 0.1% である。しかし、▽の値は□の値と約 0.7% も異なっている。真空圧密試験では DB に気泡が現れるため供試体の飽和度が重要である。したがって、試験後の含水比を正確に測定することが重要である。

4. まとめ

二重セルを使用した場合、真空圧密と載荷圧密では体積ひずみ、軸ひずみ、過剰間隙水圧の経時変化にあまり違いが見られない。また、二重セルを使用しない試験においては過剰間隙水圧の平均の値は低くなっており、体積変化が大きく出ている。これは、セル水からの若干の空気がメンブレンを通して進入していると考えられる。このことより供試体内部およびセル水がよく脱気された純水を使用し、3t 時間で圧密を終了させた時の真空圧密と載荷圧密の圧密挙動は等しいと考えられる。しかしながら、圧密を 3t 法で終了せず、長時間の圧密を行った場合には排水量が大きくなる傾向が若干見られた。このことを、今後の課題にしていきたい。また、現場では地下水中の溶存酸素や不飽和などの影響を考慮する必要がある。

【参考文献】

1) 千野ら: 真空による粘土の圧密挙動と強度増加特性, 第 33 回地盤工学研究発表会, pp.593-594, 1998

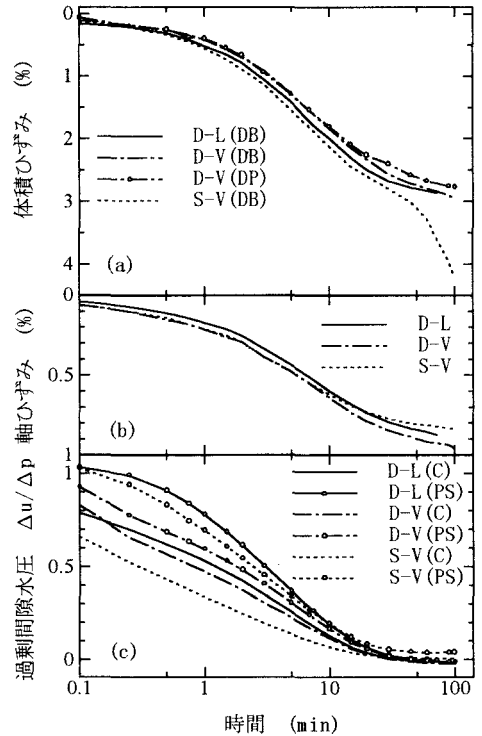


図-2 体積ひずみ、軸ひずみ、過剰間隙水圧の経時変化

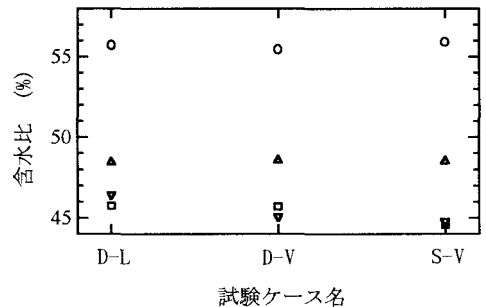


図-3 供試体の含水比