

低飽和度・不飽和供試体の一次元圧縮試験

鳥取大学工学部（正） 清水正喜
鳥取大学大学院（学） ○福田尚弘

1. はじめに

著者らは不飽和土の一次元圧縮試験を行ってきた¹⁾²⁾³⁾が、比較的高い飽和度 ($S_r=80\%$ 程度) を対象としていた。そこでより低い飽和度の不飽和供試体の一次元圧縮試験を行った。本報告では含水比及び間隙比の変化に影響を与える因子について検討する。

2. 試料および試験方法

試験試料は DL クレーを使用した。 $\rho_s=2.697\text{g/cm}^3$, $w_L=32.7(\%)$, $I_p=1.6$ である。自然乾燥試料を含水比約 59% で練り返し、最大圧密圧力 49kPa で一次元圧密した試料を成形して供試体にした。加圧板法によって所定のサクシオンを段階的に作用させ不飽和にした後、圧密圧力 p を段階的に载荷及び除荷した。排水量は二重管ピュレット内の水位の変動量から測定した。

3. 結果及び考察

サクシオン s を最大 100kPa 作用させた試験の結果を示す。

(1) サクシオンと飽和度の関係

図 - 1 に水分特性曲線を示す。 s を 50 から 100kPa にした際に飽和度が約 30% まで下がった。

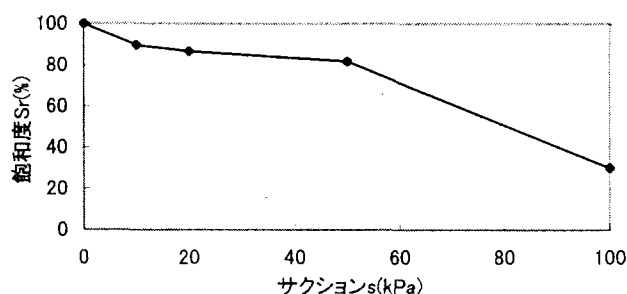


図 - 1 水分特性曲線

(2) 载荷時の圧密挙動

図 - 2 に p を 157 から 314kPa に増加させたときの排水量 ΔV_w 、体積圧縮量 ΔV 及び排気量 ΔV_a と経過時間 t の関係を示す。ここに、 ΔV_w は二重管ピュレット内の水位の変化、 ΔV は供試体鉛直変位量を Δd 、断面積 A とするとき、 $\Delta V = \Delta d \times A$ であらわされ、 ΔV_a は $\Delta V_a = \Delta V - \Delta V_w$ である。まず 0.1 秒までに排気による体積圧縮が起り、その後吸気と排水が同時に起りながら徐々に体積圧縮が進行している。これは、荷重を受

けることにより粘性の低い間隙空気が最初に排出して体積が圧縮する。それによって飽和度が上昇するため供試体内の間隙水圧が上昇し、供試体の外からセラミックプレートを通して作用させた水圧との平衡が崩れ、作用させた水圧に平衡しようとするために排水が起きたと考えられる。

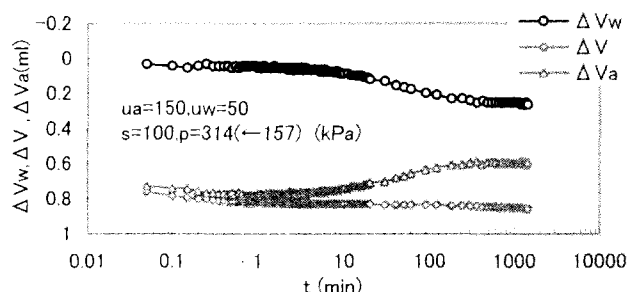


図 - 2 载荷時の挙動($p=314 \leftarrow 157\text{kPa}$)

(3) 除荷時の圧密挙動

除荷過程では、 ΔV_w の変化は $t=10000$ 分に達しても微小であった。 $p=157\text{kPa}$ のときに、エアコンの不調により室温 T が急変し、 ΔV_w は明らかに温度の影響を受けた。そこで、 $p=39.2\text{kPa}$ に除荷してみると、室温と排水量の間に相関性がみられたので、温度変化によって生じる真の排水量を推定するために、非排水にして、 ΔV_w と室温の関係性を調べた。図 - 3 はそのときの ΔV_w 、 ΔV 、 T と経過時間 t の関係である。 ΔV_w は室温が下がると減少挙動を示し、室温が上昇すると増加する挙動を示している。この結果を用いて温度変化時の ΔV_w の測定値を補正することを試みたが、真の吸・排水量そのものが微少であり、困難であった。このように、排水量が微少である場合、吸・排水挙動は室温変動の影響を顕著に受けるので注意が必要である。

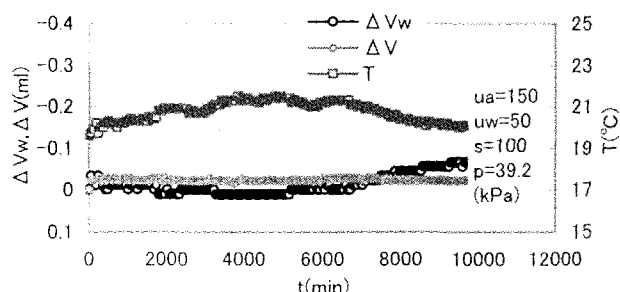


図 - 3 吸・排水量の測定に及ぼす温度変化の影響

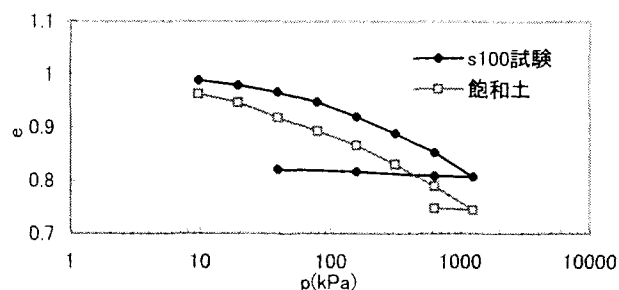


図-4 e-logp 曲線

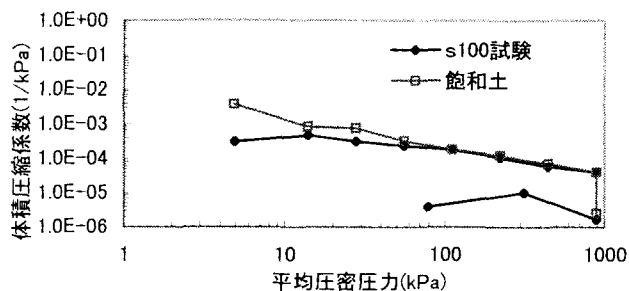


図-5 体積圧縮係数と平均圧密圧力の関係

(4) 圧縮特性

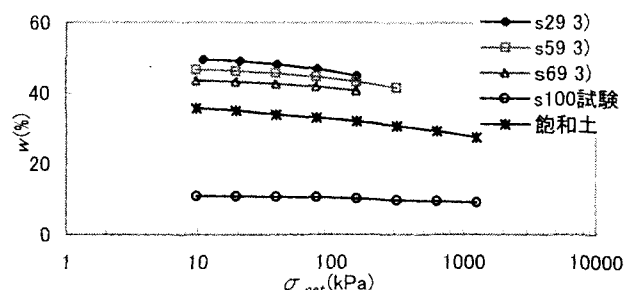
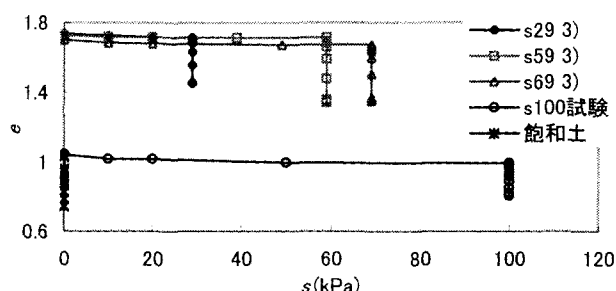
図-4に間隙比 e と圧密圧力 p の関係、図-5に体積圧縮係数と平均圧密圧力の関係を示す。別途行った飽和供試体の結果と比較した。図-4より、サクシオンを作用させることにより載荷重による圧縮性は小さくなるのがわかる。しかし、力が十分大きくなると、その差は解消する傾向が見られた。実際、s100と飽和土の圧縮指数 C_c は、それぞれ 0.157, 0.153 とほぼ同じ値となった。また、図-5より、平均圧密圧力が小さい段階では、s100試験に比べ飽和土の圧密試験の体積圧縮係数が大きくなっており、平均圧密圧力が大きい段階では、体積圧縮係数は両試験でほぼ等しくなっている。

(5) 含水比及び間隙比変化に影響する因子

含水比変化に対する主な影響因子はサクシオンであり、間隙比変化は基底応力によって影響を受けると考えられる。このことを検証するために、ここでは含水比に対する基底応力の影響と、間隙比に対するサクシオンの影響について考察する。

図-6に含水比 w と基底応力 σ_{net} の関係、図-7に間隙比 e とサクシオン s の関係を示す。比較の対象が少ないため、過去に行った試験³⁾の結果も載せている。

(文献3)は藤の森粘土 図-6において、基底応力を作用させるに伴う含水比変化は、基底応力作用前の含水比が高いほど大きく、低いほど小さくなっている。このことから、基底応力の増加によっても含水比は変化し、その変化量は基底応力作用前の含水比に依

図-6 $w - \sigma_{net}$ 関係図-7 $e - s$ 関係

存すると考えられる。図-7より、各試験において、サクシオンを作用させることによって、若干ではあるが間隙比が変化していることがわかる。これによって、サクシオンを作用させることによっても、間隙比が若干変化すると考えられる。

4. 結論

(1) 飽和度の低い不飽和土においても、載荷によってまず粘性の低い空気が排気され圧縮し、その後吸気と排水が起りながら圧縮する。

(2) ΔV_v は $\pm 1^\circ\text{C}$ 程度の室温変動の影響を顕著に受けるので、排水量が微少である場合には注意が必要である。

(3) サクシオンを作用させて飽和度を低下させた供試体は、飽和供試体に比べて圧縮性が小さくなるが、荷重が大きくなるとその差は解消する。

(4) 基底応力の増加によっても含水比は変化し、その変化量は基底応力作用前の含水比に依存する。

(5) サクシオンを作用させることによっても、間隙比は若干変化する。

参考文献

- 1) 清水・南部(1999)：不飽和粘性土の一次元圧密・圧縮挙動 - サクシオンの影響 -, 第34回地盤工学研究発表会, pp. 737-738.
- 2) 清水・今村・小川(2000)：不飽和土の一次元圧縮特性と圧密挙動, 第35回地盤工学研究発表会, pp. 1279-1280.
- 3) 清水・南部(2001)：不飽和粘性土の一次元圧縮試験における除荷時の吸水・排水挙動, 鳥取大学工学部研究報告第32巻, pp. 63-70.