

日本大学生産工学部 ○学生員 滝沢 武夫
 東京大学大学院 学生員 後藤 聡
 東京大学生産技術研究所 正会員 龍岡 文夫

1. まえがき

通常、非排水試験を行なう場合、排水コックを閉じることにより、供試体の体積変化は生じないとしている。しかし、供試体の境界条件(側方メンブレン、端面条件等)により実際は体積変化の誤差が生じていると考えられる。このことを供試体の寸法・端面条件を変えて実験的に確かめた。

2. 実験方法

供試体の境界条件として供試体寸法と端面の拘束条件を変えて実験を行なった。一方は、 $h(\text{cm})/d(\text{cm}) = 20/10, 15/7, 10/5$ の供試体を Lubricated end を用いて一様に変形させるようにした。Lubricated end は 0.3 mm の厚さのゴム膜に DOW グリース 50 μm を塗ったもので、端面の摩擦を除去するためのものである。ここで $h/d = 10/5$ のキャップ、ペディスタルは、アクリル板を使用し、 $h/d = 20/10, 15/7$ のキャップ、ペディスタルはステンレスを使用している。アクリル板では、軸力 $1 \sim 7.5 \text{ kgf/cm}^2$ のときの摩擦角が 0.2 度なので端面の摩擦は除去されていると判断してよい。もう一方は、 $h/d = 15/7.5$ で端面には Porous Stone を使用している。供試体は豊浦標準砂を用い、空中落下法により作成し、 $\sigma'_c = 0.3 \text{ kgf/cm}^2$ で自立させ、 $\sigma'_c = 1.0 \text{ kgf/cm}^2$ (背圧 3.0 kgf/cm^2) 3.0 kgf/cm^2 (背圧 2.0 kgf/cm^2) でせん断を行なった。せん断はひずみ制御で行ない、載荷速度は 0.25%/min とした。過剰間ゲキ水圧 (Δu) は、有効拘束圧を測定する差圧計より、せん断開始前の値を 0 とし、それからの変化分を過剰間ゲキ水圧とした。精度は、0.01 kgf/cm^2 である。

3. 実験結果および考察

図-1.2 に示すのは、端面の拘束条件と供試体の高さ・直径比 (h/d) を変えた場合の砂の $\sigma'_c = 3.0 \text{ kgf/cm}^2$ の試験結果である。図-2 に示す $\sigma'_c = 3.0 \text{ kgf/cm}^2$ のとき、はっきりとその違いが出ている。Lubricated end の場合、供試体寸法が大きいほど応力比が大きくなっており、正の過剰間ゲキ水圧が生じやすいことがわかる。ここで、砂の非排水試験を行なう場合、等体積条件を満足させるために排水コックを締めているが、次式に示すように完全に非排水条件を満足しない。

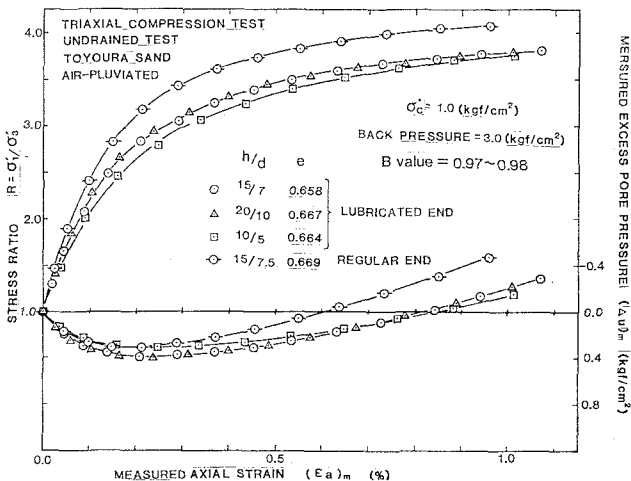


図-1

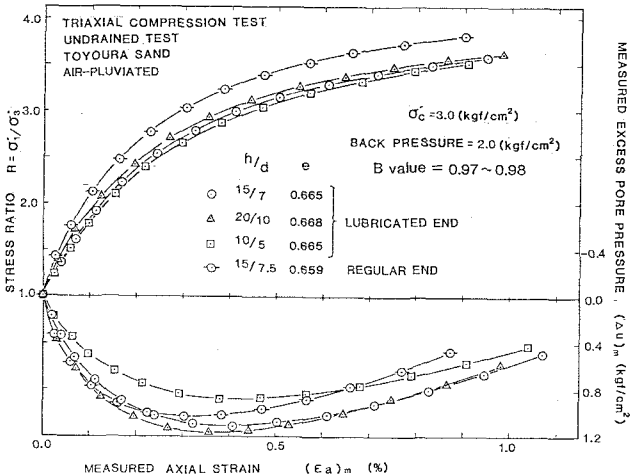


図-2

$$(\varepsilon_v)_m = (\varepsilon_v)_t + (\varepsilon_v)_{MP} + (\varepsilon_v)_{BE} + (\varepsilon_v)_s$$

$$= (\varepsilon_v)_t + \frac{4}{D} \Delta MP + \frac{2}{H} \Delta BE + \frac{1}{V} \Delta S \quad \text{--- (1)}$$

$(\varepsilon_v)_m$: 実測された体積ひずみ, $(\varepsilon_v)_t$: 真の体積ひずみ, ΔMP : 単位側面積当りの error 量 (ml/cm^2), ΔBE : 端面への砂粒子の貫入量 (mm), ΔS : SYSTEM COMPLIANCE (管の膨張等, cm^3), D : 供試体直径 (cm), H : 供試体高さ (mm) V : 供試体体積 (cm^3)

ここで、CU試験において $(\varepsilon_v)_m = 0$ である。

(1)式より、直径が小さいほどメンブレンが砂粒子にわん入するために起こるエラー量が多くなり、高さが低いほど砂粒子が端面に貫入するエラー量が多い。その傾向が図-1, 2に現われている。また端面にPorous Stoneを用いることにより、排水試験と同様³⁾強度が大きくなり、負の過剰間ゲキ水圧が生じやすい。このことは、端面がPorous Stoneによって拘束されているからである。図-3, 4, 5, 6は、前述の条件によるStress Pathを示してある。図-4においては、Stress Pathが違うことがはっきりわかる。Lubricated endの場合には(1)式によれば供試体高さ・直径が小さいほど、等体積条件から遠くなる。図-6は、端面条件を変えたことにより、Stress Pathが違うことを表わしており、Regular endは端面を拘束していることがはっきりわかる。図-5は、 $\sigma'_c = 1.0 \text{ kgf/cm}^2$ 、 3.0 kgf/cm^2 のStress Pathを規準化したものであり、有効拘束圧の精度を考えた場合に、 $\sigma'_c = 1.0 \text{ kgf/cm}^2$ と 3.0 kgf/cm^2 の間では傾向にあまり差はないと考えてよい。

4. 結論

- 1) メンブレンの砂粒子間にわん入するエラー量、および砂粒子が端面に貫入するエラー量は、それぞれ供試体高さが低く、直径が小さいほど大きい。
- 2) 端面の拘束条件により、 ΔU の発生状況・応力ひずみ曲線・Stress Pathが異なる。

5. 謝辞

今回の実験は、東京大学生産技術研究所で行なったものである。実験を行なうに当たり、龍岡研究室の方々に大変お世話になりました。末筆ながら感謝の意を表します。

6. 参考文献

- 1) 日野、龍岡ら「室内土質試験における端面摩擦除去法について」第18回土質工学会研究発表会
- 2) 高木、龍岡ら「Lubrication層への砂粒子の貫入が軸ひずみに及ぼす影響について」第10回関東支部
- 3) 後藤、龍岡ら「砂の三軸圧縮試験において供試体の境界条件が強度に及ぼす影響」第10回関東支部

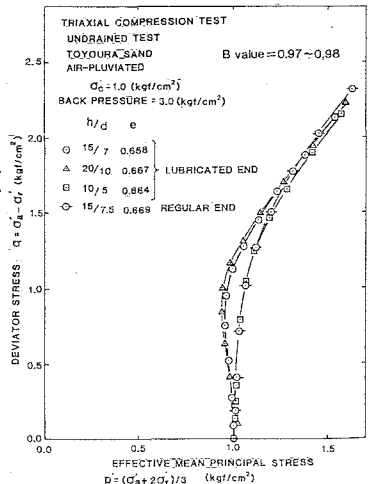


図-3

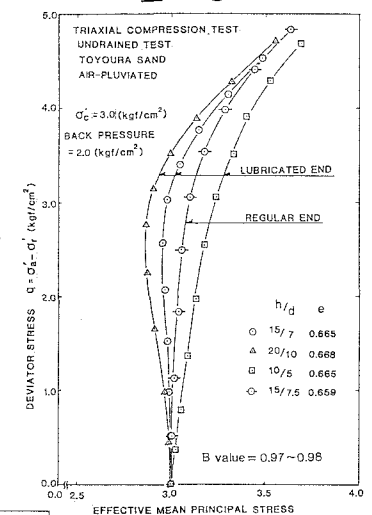


図-4

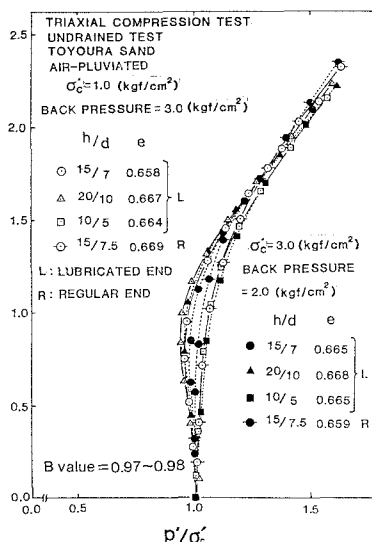


図-5

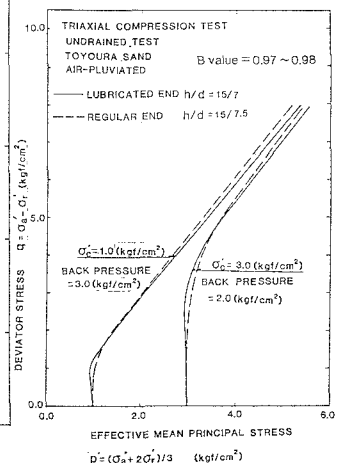


図-6