

III-12 キャップの固定形式および端面条件が砂の排水三軸圧縮強度に及ぼす影響

東京大学大学院 学生員 後藤 聡
東京大学 生産技術研究所 正員 龍岡 文夫

1. まえがき

本来、三軸試験は供試体を一つの要素と考え、一様変形の条件でせん断を行なうのが最も好ましい方法である。しかし、現実では、供試体とキャップおよびペデスタルの境界条件にいくつかの方法があり、応力-ひずみ曲線、体積変化に大きな影響を与えている。境界条件として、キャップの固定形式、端面の拘束条件を変えて実験を行なったのでここに報告する。

2. 実験方法

今回用いた試験装置は東京大学生産技術研究所で作成されたものであり龍岡らによって報告されているので参照のこと。

図-1に示すように、供試体の境界条件としてキャップの固定形式と端面の拘束条件を変えて、TYPE A, B, Cの3つ

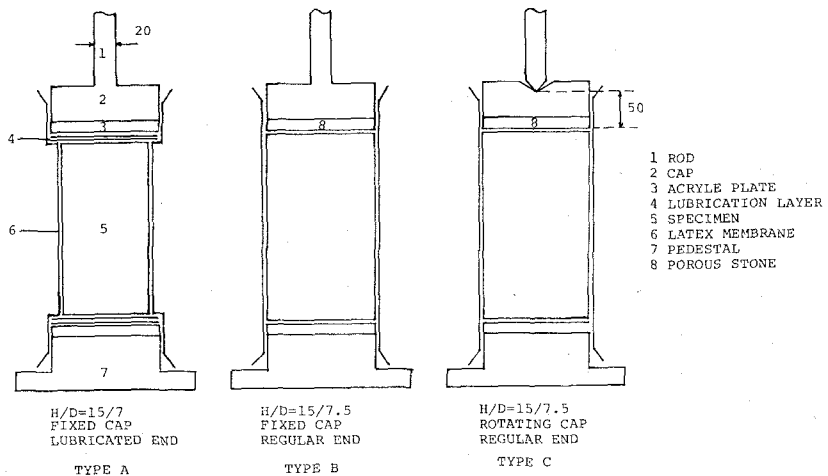


図-1

を考えた。Aはルブリケーション層を用いて供試体が一様に変

形するようにしたものである。ルブリケーション層としてはアクリル円板の上に0.3mmの厚さのゴム膜2枚をシリコングリース(一層につき0.2g)で付着させたものを、上下端面と供試体の間に配置した。実際に端面の摩擦がどれくらいかは、鳥居、龍岡らによって詳しく研究され、軸力が1~5 kgf/cm²のとき摩擦角が0.5度であり、端面摩擦は除去されていると考えてよい。Bは、キャップの固定形式はAと同じであるが、供試体と上下端面にポーラスストーンを使っている。Cは、キャップの上端とロッドを回転可能とし上下端面にポーラスストーンを使っている。

供試体として、豊浦標準砂を空中落下法で作成し、0.3 kgf/cm²で供試体を自立させ、 $\sigma'_v = 1.0 \text{ kgf/cm}^2$ でせん断を開始した。せん断は、ひずみ制御で行ない、載荷速度は0.2%/minとした。

3. 実験結果および考察

図-2は、横軸に圧密後の間げき比、縦軸に内部摩擦角をプロットしたものである。

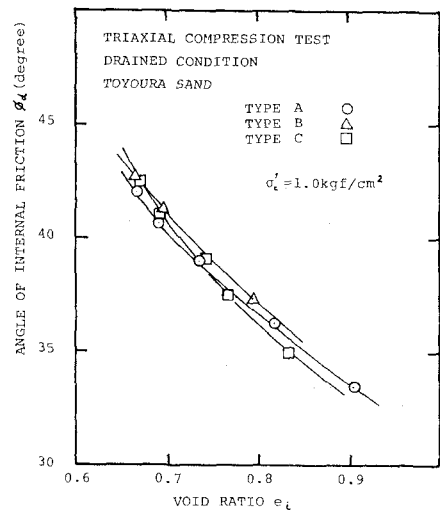


図-2

なお、図-2においては、砂粒子がメンブレンに貫入することによって生じる軸ひずみおよび体積ひずみの誤差は補正している。そして、内部摩擦角 ϕ_d は次の式により求めた。

$$\phi_d = \sin^{-1} \left(\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3} \right)_{failure}$$

図-2より次のことがわかる。

1. Fixed Capにおいて、Lubricated EndとRegular Endを比較すると、後者の方が ϕ_d で0.5度～1度強くなっている。
2. Regular Endにおいて、Fixed CapとRotating Capを比較すると、密な砂においては ϕ_d が一致しているが、ゆるい砂においては1度ほど強く出ている。これは密な砂では供試体の強度はCapの固定形式によらないが、ゆるい砂ではRotating Capの方がすべり線が入りやすく強度が落ちるものと考えられる。
3. Fixed CapのLubricated EndとRotating CapのRegular Endを比較すると、密な砂では後者の方が強く、ゆるい砂では前者の方が強い。これは、密な砂ではCapの固定形式によらず端面条件に大きく左右され、ゆるい砂では端面条件によらずCapの固定形式によるものだと考えられる。

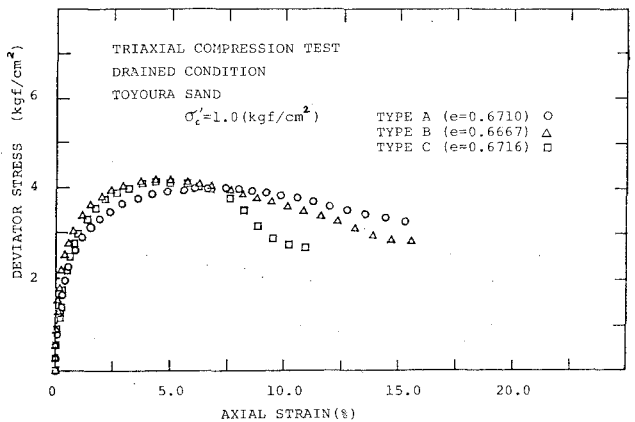


図-3

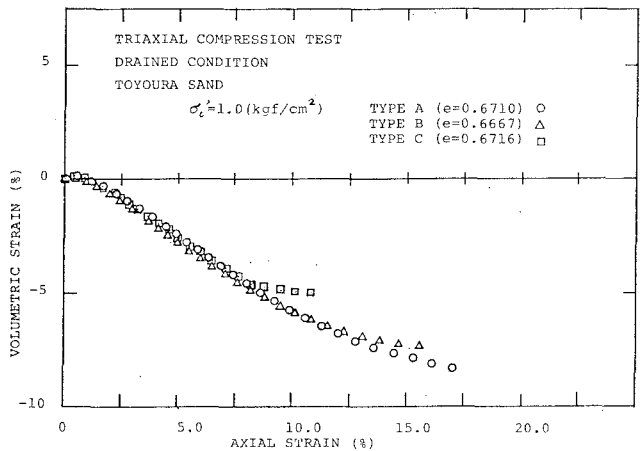


図-4

図-3, 4は密な砂($e_i=0.67$)の応力-ひずみ曲線、体積ひずみ-軸ひずみ曲線である。

- これらの図より次のことがわかる。
1. 応力-ひずみ曲線において、ポーラスストーンを用いたB, Cは、初期剛性が大きく、ピークを越えるとRotating Capの方の応力は急激に落ちる。
 2. Lubrication 層を用いたAは、ピークにいたるまでのひずみが大きく、ピークを越えてもゆるやかに減少する。
 3. 体積ひずみ-軸ひずみ曲線において、すべり線が入りやすいRotating CapであるCが、1番早く体積ひずみ一定となり、次にBが一定となり、Aはなだらかに体積ひずみが減少している。これから、Aの端面摩擦は大部分が除去されていると考えてよい。

4. 結論

1. 端面の拘束条件は、強度に大きな影響を与え、端面が拘束されていると初期剛性は大きくなる。
 2. Capの固定形式はピーク時、つまりすべり線の形成に大きな影響を与え、ゆるい砂ほど顕著である。
 3. ゆるい砂では、供試体の境界条件の影響が大であるから、補正が必要である。
5. 謝辞 本実験に用いた試験機、その他の部品は東大生研試作工場で作成した。試作工場の方々に感謝します。
6. 参考文献 Poul V. Lade, Localization effect in Triaxial tests on sand, Delft /31 Aug. 1982

高野 公寿 東京大学大学院修士論文