

東京大学 大学院 学生員 〇後藤 聡  
 東京大学 生産技術研究所 正員 龍岡 文夫

### 1. まえがき

三軸試験を行なう場合、試験装置と供試体の境界条件として、キャップとロッドの接続型式、供試体両端面の拘束条件などが考えられる。そこで、供試体の境界条件が、砂の変形、強度、破壊モードにどのような影響を与えるのか、といった問題が生じる。つまり、強度に影響を与える境界条件は何か、またどのくらいの影響なのかということを知ることは、試験目的に応じた境界条件の設定、実験結果の検討といったことの助けとなるはずである。供試体の境界条件として、上に挙げたキャップとロッドの接続型式、供試体両端面の拘束条件を考え、それらが変形、強度に与える影響について追加実験を行なったのでここに報告する。

### 2. 実験方法

図-1に示すように、供試体と三軸装置の境界条件を設定した。タイプAは、端面の摩擦を除去する目的のために、供試体の上下端面にルブリケーション層を形成したものである。本実験で用いたルブリケーション層は、アクリル円板の上に0.3 mmの厚さのゴム膜2枚をシリコングリース(一層につき0.2 g)で付着させたものを供試体の上下端面に配置した。<sup>2)</sup>

供試体の一様変形を満足させるために、広く行なわれて

いる方法であるが、軸方向に砂粒子が端面のゴム膜に貫入して、軸ひずみを過大評価するという欠点もある。<sup>3)4)</sup>

次に、タイプBは、供試体の上下端面にポラスストーンを置いて端面を拘束したもので、ロッドとキャップは固定されている。最後に、

タイプCは、キャッ

プとロッドが1点で接していて、その点を中心に自由に回転できるようになっている。

供試体は、豊浦標準砂を気乾状態で空中落下させることにより作製した。そして、0.3 kg/cm<sup>2</sup> で自立させこれを1.0 kg/cm<sup>2</sup> まで等方圧密した後せん断を開始した。せん断はひずみ制御で0.25%/minとした。

### 3. 実験結果および考察

供試体の境界条件として、キャップとロッドの接続型式、両端面の拘束条件、高さ直径比をそれぞれ変えて

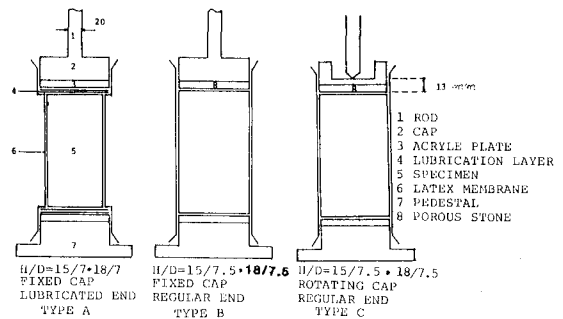


図-1 供試体の境界条件

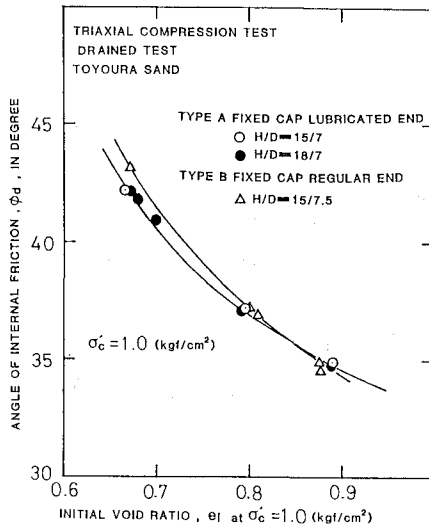


図-2 間げき比～内部摩擦角(その1)

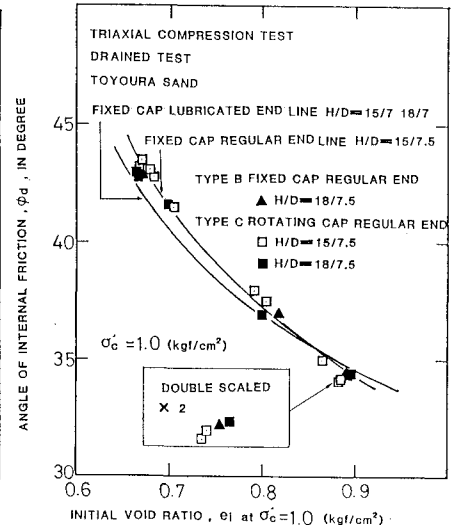


図-3 間げき比～内部摩擦角(その2)

実験を行ない、その結果を図2～図5に示した。図-2,3は、横軸にせん断前の間げき比、縦軸に内部摩擦角 $\phi_d$ をプロットしたものである。図-2より、タイプAの場合供試体高さが15cmと18cmで $\phi_d$ が一致しているので、ピーク時までは両者とも端面摩擦がほとんど除去されていると考えられる。端面を拘束しているタイプB（その他の条件はタイプAと同じである）は、タイプAと比べて、密な領域で約1度ほど強くなり、ゆるい領域でほとんど一致している。これは、上下端面に摩擦があるために、密な砂ほど供試体の強度を過大評価するためである。図-3は、図-2のライン上にその他の境界条件によって求めた $\phi_d$ をプロットしたものである。どの条件を用いても、約1度の範囲の中におさまっているのが特長である。そして、約1度の中にでも次のことがわかる。キャップの回転が自由で供試体高さが高くなると、強度は減少する。密な領域では端面が拘束されていると、キャップの型式に関わりなく強度が一致しているが、ゆるい領域では、ピークに到るひずみが大きい

ため、キャップの回転の影響が大きくなり強度が減少する。次に、図-4,5は、横軸に直接実測された軸ひずみ、縦軸に偏差応力をとったものである。偏差応力の初期立ち上がりを見ると、キャップが自由に回転できるタイプCがタイプA,Bよりも剛性が高い。これは、供試体の変形が一か所に集中するため、軸ひずみが小さく測定されるからである。 $\phi \sim \epsilon_a$ 曲線を全体的に眺めると、タイプAはなだらかに $\phi$ が増加し、ピークまでの軸ひずみも大きく、ピーク以後なだらかに減少する。タイプCは、急激に $\phi$ が増加しピークまでの軸ひずみも小さく、ピーク以後急激に減少する。タイプBは、両者の中間的特性をもつ。

#### 4. 結論

(1)供試体の境界条件は、砂の変形または強度に明らかに影響を与える。(2)砂の強度特性を知るのが目的であれば供試体の境界条件として、キャップの型式、端面の拘束条件を変えても $\phi_d$ で約1度の中に収まる。しかも、その約1度の中にも何らかの法則性がみられる。(3)砂の変形特性を知るのが目的であれば、一様変形条件を満足させるような境界条件がベストであるが、端面摩擦除去層への砂粒子の貫入といった問題も生じる。<sup>3)4)</sup> [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製した。試作工場の方々に感謝します。

[参考文献] 1). 後藤聡、龍岡文夫“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18回土質工学会研究発表会1983.6  
2). 日野努、龍岡文夫“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1983.6  
3). 島尾剛、龍岡文夫“三軸試験における端面摩擦除去層等への砂粒子の貫入について”第38回土木学会1983  
4). 龍岡文夫ら“三軸圧縮試験の端面で生ずるひずみの誤差について”第38回土木学会1983

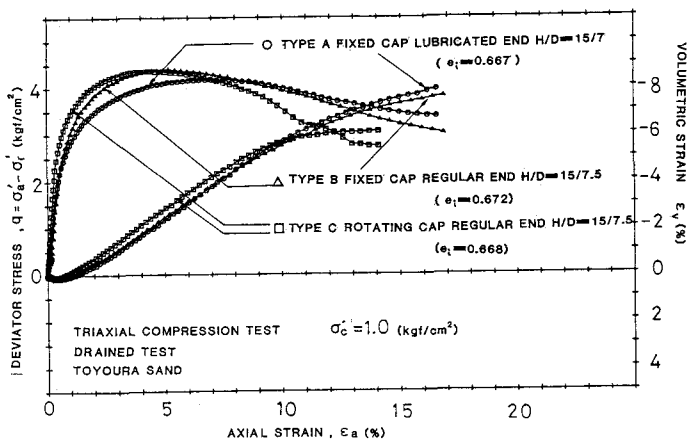


図-4 境界条件が $\phi \sim \epsilon_a$ 曲線に与える影響（密な砂）

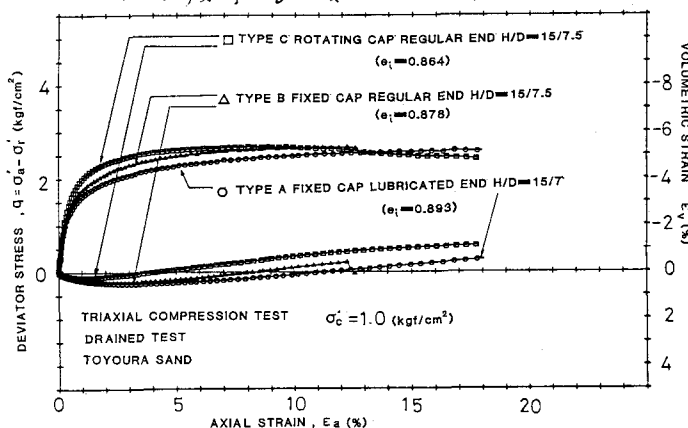


図-5 境界条件が $\phi \sim \epsilon_a$ 曲線に与える影響（ゆるい砂）