

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

前回の報告¹⁾では、供試体の境界条件としてキャップとロッドの接続型式、端面の拘束条件などを考え、それらが主に強度に与える影響について論じた。今回は、強度に関する考察を一步進め、変形に關しても E_{50} で定量的に整理してみたので、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。詳しい条件の説明は文献¹⁾に譲るとして、その概略的なことについて述べる。タイプAは、端面の摩擦を軽減するために、*lubrication* 層を用いたものである。せん断中の観察によると、荷重で *peak* あたりまでは一様変形が満足されており、*peak* を越え、上端または下端に変形が集中し、顕著なすべり線は現れぬ。タイプBは、キャップとロッドが固定されており、上下端面が *porous stone* である。

せん断中、供試体は中央が膨らんだたる形変形となり、これも顕著なすべり線は現れぬ。タイプCは、キャップとロッドが1点で接していて、その点を中心に回転できるようにになっている。このため明瞭なすべり線が見られる。

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 kgf/cm^2 で自立させ、これを 1.0 kgf/cm^2 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

図-2 は、横軸にせん断前の間げき比、縦軸に内部摩擦角 ϕ_d をプロットしたものである。キャップが固定されている時の、 $R/d = 15/7, 18/7$ の *lubricated end line* と $R/d = 15/7.5$ の *Regular end line* (上下端面に *porous stone* を用いる) を比較すると、密な領域で *Regular end* の方が、約1度ほど大きくなっている。ゆるい領域では、それほどの差はみられぬ。これは、密な砂の方が正の *dilatancy* が大きく、端面の拘束の影響が大きくなるからと考えられる。

次に、破壊時 (*peak*) の間げき比で整理しなおしたのが図-2 の破線である。破壊時の間げき比で整理すると、供試体の境界条件は強度に影響を与えないことになる。なお、ゆるい領域においては、*peak* 時の体積変化が小さいのでグラフの横軸上の移動も小さくなっている。

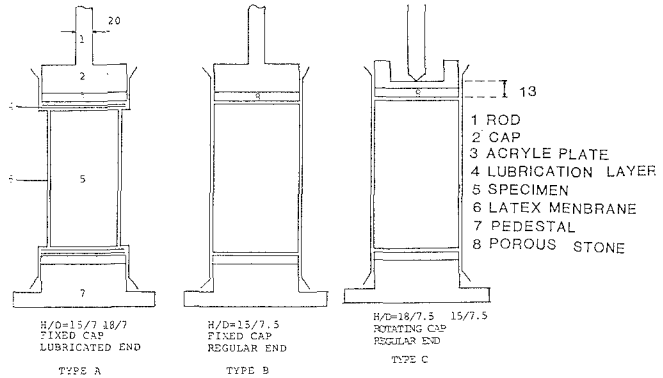


図-1

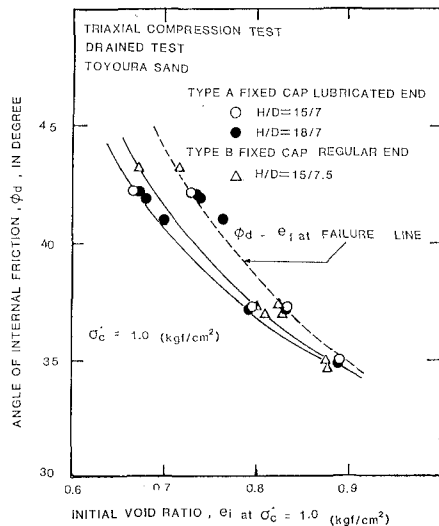


図-2

図-3は、*bedding error* (軸ひずみの測定誤差) が E_{50} に与える影響を模式的に表わしたものである。ここで *bedding error* 量は次式のように表わせる。2)

$$(\epsilon_a)_m = (\epsilon_a)_t + \Delta BE/H \quad \text{式(1)}$$

$(\epsilon_a)_m$; 境界の変位で測定された軸ひずみ

$(\epsilon_a)_t$; 真の軸ひずみ H ; 供試体高さ

ΔBE ; *bedding error* 量 (mm)

図-4は、横軸にせん断前の間げき比、縦軸に E_{50} をプロットしたものである。式(1)から、供試体の高さを変えることにより、 ΔBE を求めることができ、*bedding error* を考慮した E_{50} が得られる。それを破線で示す。図-4より、次のことがわかる。

(1) タイプAはばらつきが少ない (2) *bedding error* が E_{50} に与える影響は大変大きく、密な領域で約2倍近くである。

(3) *Porous Stone* を用いても *bedding error* は生じる。

(4) キャップの回転が E_{50} に与える影響は、偶然性に左右されているようであるが、タイプA (*lubrication*) よりも E_{50} は大きい。

図-5は、横軸に境界で測定された軸ひずみ、縦軸に偏差応力をとった応力-ひずみ曲線である。実線は、タイプA (*lubrication*) であり、破線は図-5の右側に示すように、スラストベアリングを用いて *lubrication* がなされている板を水平方向に自由としたもので、非一様変形が起こりやすいようにしたものである。

最初の立ち上がりはほとんど同じであるが、 $\epsilon_a = 2\%$ 付近から (Q点) 変形の集中が始まっているのがわかる。つまり、図-5だけで判断すると、Q点まではほとんど変形の集中はおこなわず、Q点を越えると変形の非一様性が卓越する。このQ点は、偶然性に支配されるのではないかと思われる。

4. 結論

(1) 供試体の境界条件により E_{50} は大きく変動する。*lubricated end* は補正が必要である。(2) 破壊時の間げき比で整理すると、供試体の境界条件は強度に影響を与えないようである。

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製作した。末等ながら感謝の意を表します。

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” について “第38回土学会”
- 2) 龍岡文夫ら “三軸圧縮試験の端面で生じる誤差について” 第38回土学会

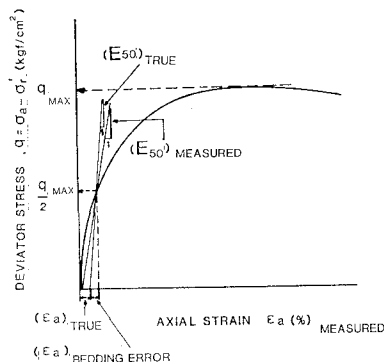


図-3

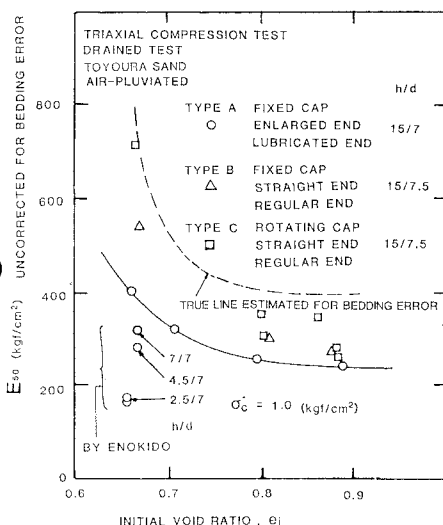


図-4

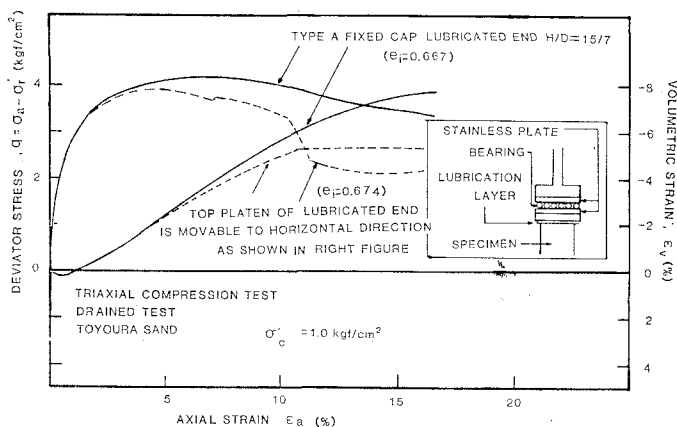


図-5