

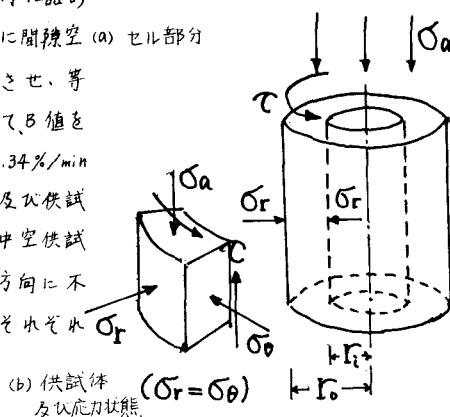
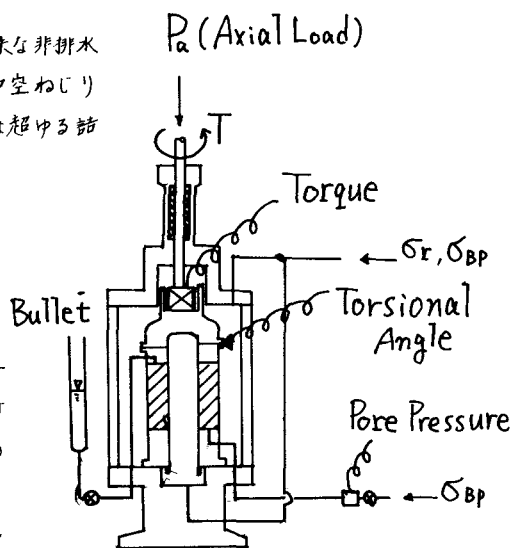
○ 東京大学 生産技術研究所 正員 山田 真一
東京大学 大学院 学正員 福島 伸二

1. まえがき

三軸及びK₀三軸試験機により、超ゆる詰め砂がきわめて特殊な非排水せん断特性をもつことは、既に指摘されている。^{1), 2), 3)} 今回、中空ねじり試験機により砂のせん断特性を調べる手始めとしてこのような超ゆる詰め砂の非排水せん断試験を行、たので報告する。

2. 実験方法

中空ねじり試験機は、せん断の進行と共に主応力方向が、回転するが、今回は、等方応力状態($\sigma_a = \sigma_r$)でせん断したので、せん断開始と同時に主応力方向は45°回転するが以後一定である(純せん断状態)ことに注意していただきたい。供試体寸法は、高さ $H = 10$ cm, 外径 $2R_0 = 10$ cm, 内径 $2R_i = 6$ cm, の中空状のもので、試料は、豊浦砂($G_s = 2.64$, $e_{max} = 0.96$, $e_{min} = 0.64$, $U_c = 1.46$)を用いた。供試体の作製は、見掛けの粘着力を期待して含水比約3%の不飽和とし、5層に分けてモールド内に詰め各層につき軽くタンピングして超ゆる詰めとした。次に間隙空(a)セル部分を二酸化炭素で置き換えてから脱気水を流して飽和させ、等方圧密($\sigma_a = \sigma_r = 1.0$ kgf/cm²)後、背圧 $\sigma_{bp} = 2$ kgf/cm² をかけて、B値をほぼ1.0とした。つづいて非排水にして歪制御($\dot{\gamma} = 0.34\%/min$ or $\dot{\theta} = 0.5^\circ/min$)でせん断を行、た。せん断中、間隙水圧及び供試体上部でトルク、回転角を直接測定した(Fig.1)。尚、中空供試体ではあるがせん断応力及びせん断歪の分布が、半径方向に不均一であるため供試体の $r = \frac{1}{2}(R_0 + R_i)$ の位置におけるそれぞれ値を採用した。



3. 実験結果

実験結果の1例をFig.2に示す。これらの図から、せん断応力は、ある最大値に達した後、破壊線に沿、てそのまま低下しつづり有効応力が0となり破壊に至ることがわかる。すなわちせん断応力がピークに達するまでの歪が、非常に小さく $\gamma \approx 1 \sim 2\%$ で破壊してしまう。このためこ

のような超ゆる詰め砂では、ピーク強度が小さく、その時の歪も小さいから変形がほとんどみられなくてピーク強度に達すればそのまま破壊してしまうためピーク強度のみが重要な要素となるものと思われる。これに対してゆる詰め砂の場合には、同じように有効応力が0に近づいてゆくにしても、有効応力が0に近づくまでには歪で数%も必要であり、また有効応力は完全に0にはならない。またピーク時の歪は超ゆる詰めの場合よりかなり大きい。さらに密度が大きくなれば、必ずしもせん断応力はピークをもたずに変形が進行するか、あるいは

$$\sigma_a = \sigma_r \quad \left. \begin{matrix} \sigma_1 \\ \sigma_3 \end{matrix} \right\} = (\sigma_a \pm \tau) - u$$

$$\sigma_2 = \sigma_r - u$$

$$p' = \sigma_1' + \sigma_2' + \sigma_3', \quad q_{13} = \sigma_1 - \sigma_3$$

Fig. 1. 中空ねじり試験機

破壊線に沿って上昇するようになり、応力と変形を考えた扱いをしなければならぬであろう。このことは安定を考えるとき超ゆる詰めのみがその取扱いに特殊性をもっていることを示している。参考文献1)の結果を引用して超ゆる詰め砂の三軸試験の結果と比較すると(Fig.3)ピーク強度時の歪の大きさは中空ねじりでは $\gamma=0.2 \sim 0.3\%$ であるが三軸では $\gamma=\frac{3}{2}e_1=0.6\%$ とこれより大きくなっている。またピーク強度も三軸の方が若干大きい値となっているが傾向としては三軸試験と同じようである。但しここで注意しなければならないのは中空と三軸では応力状態(中空ねじりでは $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$, 三軸では $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$)せん断の形式、主応力方向の回転の有無等の相違があることである。

4. 結論

中空ねじり試験機により超ゆる詰め砂の非排水せん断試験を実施した結果、ほぼ三軸試験の結果と同じものが得られた。つまり超ゆる詰め砂は、

- (1) きわめて特殊な非排水せん断特性をもつ。
 - (2) このため安定を考える場合、ピーク強度が重要な要素となる。
- このような超ゆる詰め砂の不安定性は、載荷速度に関係なくせん断時に砂が、収縮する傾向が大きい性質に帰因する。

5. あとがき

この種の超ゆる詰め砂の非排水せん断特性を知ることは砂の変形特性の極端な場合を知る上で重要であるだけでなく、実際問題としても重要である。つまり超ゆる詰め状態でなくても、これに近い状態で堆積している地盤があるならば地震時のように繰返し荷重を受けなくても単調載荷により間隙水圧が上昇しきわめて不安定な状態に至ることは既に指摘されているところである。但し地盤全体がこのような状態になくとも地盤内に局部的にこのような部分が存在する(たとえば埋立て地盤など)場合には地盤安定上致命的な影響を与えることになろう。

6. 謝辞

この実験を行うにあたり三木五三郎教授、龍岡文夫助教授及びM2の大河内氏らに適切な助言をいただきました。ここに末筆ながら感謝いたします。

7. 参考文献 1) 大河内、宮崎、龍岡(1978): 超ゆる詰め砂の非排水せん断特性, 土木学会第5回関東支部年次研究発表会第Ⅱ部。
- 2) 龍岡、大河内、宮崎(1978): 特にゆるい砂の非排水せん断特性, 第13回土壌工学研究発表会, p. 421~424。
- 3) 大河内、龍岡、山田(1978): 特にゆる詰め砂の圧密非排水せん断試験, 第33回土木学会年次学術講演会Ⅱ部pp.19~20。

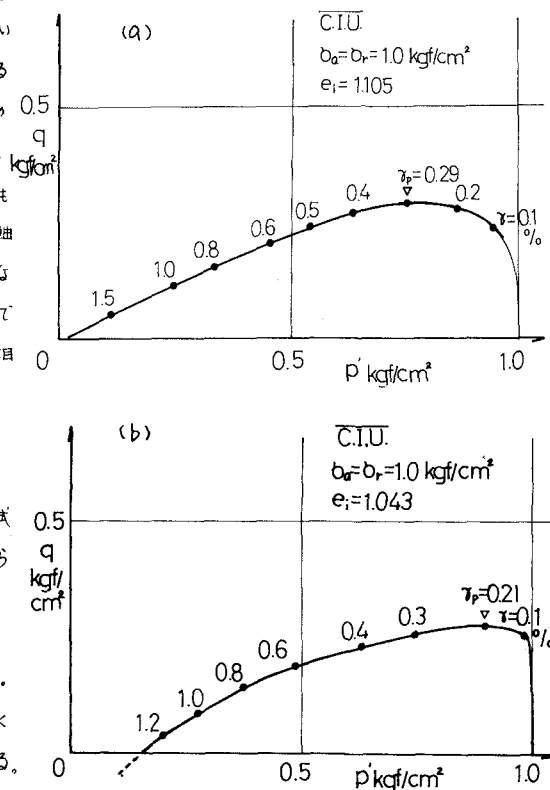


Fig. 2.

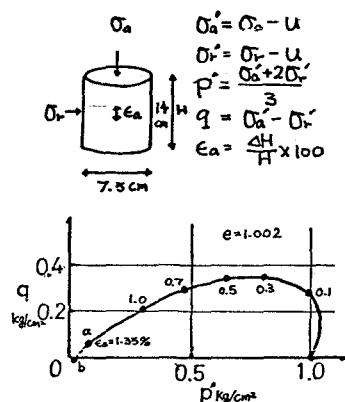


Fig. 3.