

神戸大学工学部 〇 学生員 古田 一郎
 神戸大学工学部 正 員 齋 藤 大 蔵

予えがき 砂の応力経路〜ヒズミ関係に関する実験事實は粘土のそれより明確でない。例え、同じき比〜応力状態の関係について言えば、Wroth & Bassett が、正規圧密粘土と同様の関係を仮定してゐるのに対し、El-Sabhy の異方圧密試験結果は全く異つてゐる。筆者らは、飽和砂の異方圧密試験及びクリーフ試験を行い、ヒズミ増分比や同ひき比〜応力状態関係について予備的の解析を行つた。

1. 試料 飽和した豊浦標準砂(土粒子比重: 2.65 均等係数: 1.50)を使用した。
2. 実験方法 図-1に示す応力経路で異方圧密及びせん断試験を行つた。8 kg/cm²

異方圧密中は、主応力比($R = \sigma_v/\sigma_h$)を極力一定とする為、軸圧をヒズミ制御法で増加させ、側圧は軸圧変化に伴う様子を自動で増加させてゐる。尚、断面補正は $\sigma_c = 0.5 \text{ kg/cm}^2$ として応力増加途中断して行つた。圧密試験後、各供試体のせん断強度を確認する為、等方圧戻した後側圧一定($R = 3.1 \text{ kg/cm}^2$)でヒズミ制御法($\sigma_{0.97 \sim 0.98}$)による排水せん断試験を行つた。又、 R が大さい場合圧密中 K 破壊が起る為、クリーフ試験のみを行つた。

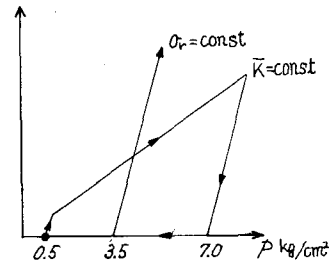


図 - 1

3. 主応力比〜体積ヒズミ関係 図-2は異方圧密中の平均主応力(P kg/cm²)と体積ヒズミ(ϵ_v)の関係を示してゐる。 ϵ_v は R の増加と共に減少し $R > 4.00$ では P の増加にもかかわらず体積膨張が生じる。この様な圧縮性の変化は異方圧密中のヒズミ砂粒子間のスベリに起因するを暗示してゐる。又、特徴的の事は、体積圧縮側での P の増加と共に ϵ_v の変化率が減少するのに対し、膨張側では逆の傾向を示す事である。

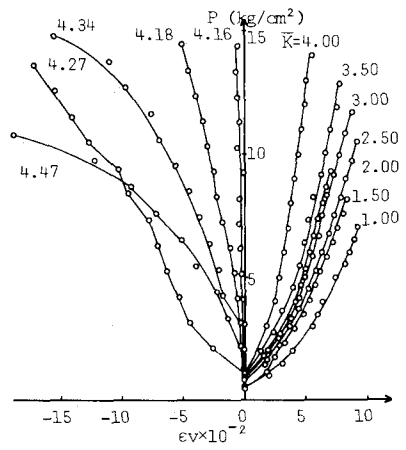


図 - 2

4. 主応力比〜主ヒズミ比関係 異方圧密に於ては、主応力比と主ヒズミ比は固有の係数があると考えられる。そこで $R \sim \epsilon_v/\epsilon_a$ 及び $R \sim \epsilon_v/\epsilon_a$ の関係を求めた。 (図-3)(図-4)。各々の関係は其の曲線関係にあると思はれる。両図に於て、 $\epsilon_v/\epsilon_a = 1$, $\epsilon_v/\epsilon_a = 0$ が K_0 状態を示し、各々 $K_0 = 0.341$, 0.344 となり、Jakyの経験式($K_0 = 1 - \sin \phi$)による推定値(0.344)と良好の一致を示してゐる。

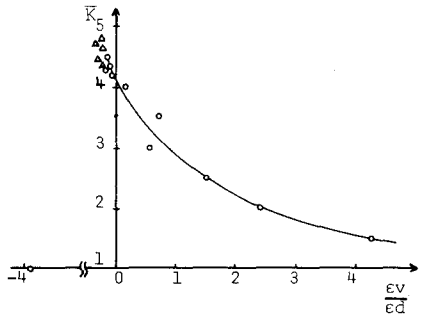


図 - 3

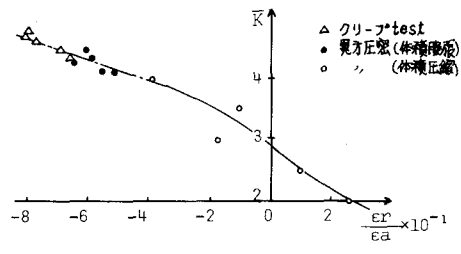


図 - 4

5. 異方圧密とクリープ クリープ試験を小さい主応力比のもで行うと体積膨張が起り、この様な場合のクリープ変形 ($\epsilon_a - \epsilon_r$) はきわめて小さい。一方、体積膨張が起る様な主応力比のもでは、変形が著しく進行する。図-3、図-4に、クリープ試験結果を示している。図より明らか様に、クリープは異方圧密とほぼ同一の曲線上に位置し、両者の変形機構の類似性を暗示している。しかし、両者のヒズミ量を試験開始後等しい経過時間で比較すると、クリープのヒズミ量は異方圧密の10%程度になっている。従って、異方圧密中のヒズミは、クリープヒズミが平均主応力の増加に伴って、一層強調されて現れたものと思われる。

6. 応力状態と等間けき比 $e \sim \log p$ 平面における異方圧密線は、正規圧密粘土上で平行な直線群となることが知られている。Wroth, Bassett 等は、砂について同様であるとしている。野村等は、砂は粘土と異り異方圧密線がある所より上方に巻き上ると考えられている。図-5に $e \sim \log p$ を示しているが、ある主応力比 (推定値 = 4.13) を越えると明らかになり、しかも $\Delta e < 0$ となっている。次に $e \sim \log p$ 平面上の等間けき比線 (図-6) を比較すると、 $R < 4.13$ の領域にある等間けき比線は $R \geq 4.13$ の領域に至り得ず、従って破壊線に到達しない。これは、砂のせん断試験から求めたもの、或いは粘土のものとの相違を示している。しかし $R < 4.13$ の領域内の等間けき比線のみを比べると、その形状はせん断によるものと類似している。又、図-6から非排水せん断径路を考えると、CD試験とCU試験の破壊線が異なりを考慮される。

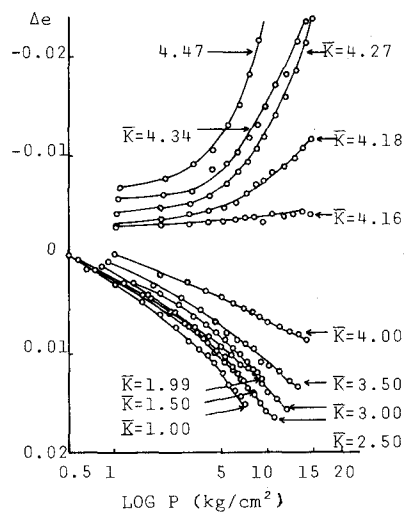


図 - 5

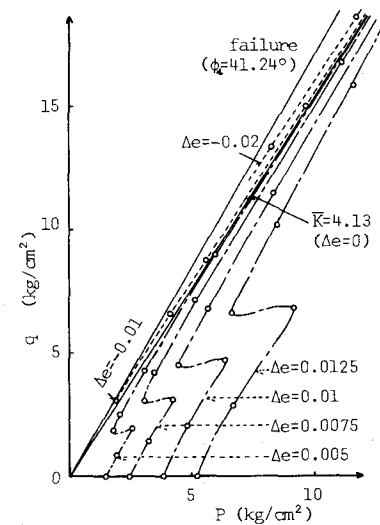


図 - 6

7. まとめ

- 飽和砂の異方圧密中の体積膨張現象は、クリープ変形の性質に類似することから、平均主応力の増加により一層強調されたものと考えられる。
- 等間けき比線は粘土と異り、体積変化が起らない主応力比線に漸近する二組の曲線群を示す。下部の曲線群はせん断試験による等間けき比線の形状に類似している。
- 異方圧密の場合の等間けき比線が非排水せん断径路と同じならば、排水せん断の ϕ は、非排水せん断の ϕ を上回るものと考えられる。

<参考文献>

1. El-Sohby (1969) Deformational of Sand under Constant Ratios, Proc. 7th Int. Conf. SMFE, Vol. 1, pp 111-119
2. Wroth & Bassett (1969) A Stress-Strain Relationship for the shearing Behaviour of a Sand, Géotechnique, Vol. 15-1, pp 32-56
3. 鈴木 (1975) 砂のシンフォルシア状態における応力-ダイレイタンス関係について 神戸大学卒業研究