

(Ⅲ-20)繰返し載荷履歴を受けた関東ロームの変形特性

金沢工業大学 ○外崎 明
東海大学大学院 廖 紅建
東海大学工学部 赤石 勝

1. まえがき

飽和地盤に繰返し荷重が作用すると過剰間隙水圧が上昇し、有効応力は減少する。砂地盤の場合には間隙水圧が上昇して液状化に至ることもある。粘性土地盤の場合には、繰返し載荷によって発生した過剰間隙水圧の一部は、地盤内に残留しその後消散するため圧密沈下の原因になると考えられる。このような飽和粘性土地盤の変形挙動は不明な点も多く、繰返し載荷履歴を繰返し受けた場合に発生すると考えられる圧密沈下量は無視しうる大きさか否か明らかでない。

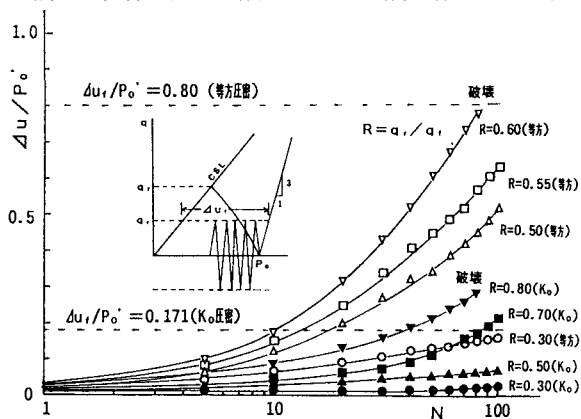
本研究は等方および K_0 圧密された関東ロームについて、非排水繰返し三軸圧縮試験を行い、供試体内に残留する間隙水圧の挙動およびその消散による体積変化を調べ、次に再圧密による強度増加特性を検討したものである。

2. 試料および実験方法

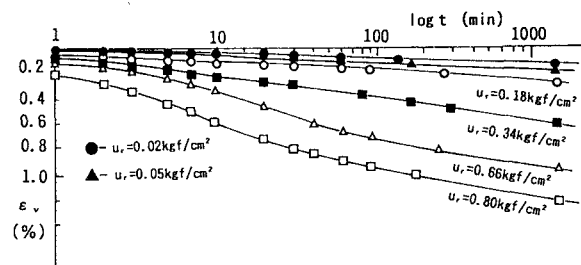
実験に用いた試料は、東海大学構内より採取した関東ロームである。この試料の物理的性質は、比重；2.81、液性限界；128%、塑性限界；61%、粘土分；24%、シルト分；42%、砂分；34%である。実験は、所定の圧密圧力（圧密時の平均有効主応力： $P_o' = 1.5 \text{ kgf/cm}^2$ ）で24時間等方および K_0 圧密したのち、非排水状態とし、側圧一定の下で軸圧を荷重振幅一定、周波数0.05Hzの正弦波として変動させて繰返し載荷を行い、軸ひずみおよび過剰間隙水圧の累積過程を調べた。繰返し回数 $N=100$ で載荷を停止し、残留過剰間隙水圧が一定値になることを確かめた後、1.0排水コックを開放し、この残留過剰間隙水圧の消散に伴う圧密排水量を24時間測定した。さらに再び非排水状態にして静的せん断試験を行い、再圧密による強度増加特性を調べた。なお、この時のせん断速度は0.1%/minである。

3. 実験結果と考察

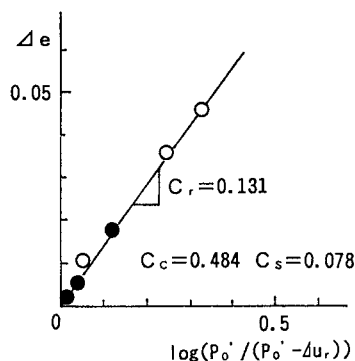
本実験での繰返し応力レベルは静的非排水三軸圧縮強度 q_r に基づいて、応力比（ $R = q_r / q_r$ ）は0.3～0.8の範囲で行なっている。図・1はそれぞれの繰返し回数における過剰間隙水圧を等方および K_0 圧密について示したものである。また図中に模式図で示したように、載荷応力レベル q_r によって限界状態線まで発生すると仮定した場合の過剰間隙水圧 Δu_r を破線で示した。 K_0 圧密の場合、 $R=0.8$ 等方圧密は $R=0.6$ で繰返し回数80付近で破壊に至っている。破壊に至るまでに発生した過剰間隙水圧は等方圧密の場合ほぼ Δu_r に一致し、限界状態線上で破壊が生じていることを示している。 K_0 圧密の場合の過剰間隙水圧は Δu_r よりかなり大きめの値を示し、



図・1 繰返し回数と過剰間隙水圧



図・2 残留過剰間隙水圧による圧密沈下曲線



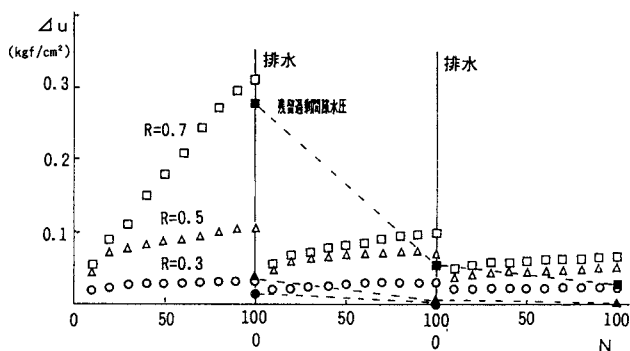
図・3 有効応力の増加と間隙比減少量

限界状態線を越えて破壊に至っている。しかし、等方圧密と比較して K_0 圧密の場合、発生する過剰間隙水圧は非常に小さい。図・2は図・1で示した破壊しない応力レベルの残留過剰間隙水圧による圧密一時間曲線を示したものである。等方圧密、 K_0 圧密ともに残留過剰間隙水圧の大きいものほど圧密量も大きく、二次圧密的沈下が観察される。図・3は残留過剰間隙水圧 Δu_r の消散に伴う間隙比の減少量 Δe と再圧密による有効応力の増加量 $\log(P_0' / (P_0' - \Delta u_r))$ の関係を示したものである。ただし K_0 圧密の場合には二次圧密による間隙比の低下量を差し引いて補正している。図より応力比および圧密条件に関わらず、いずれも有効応力の増加量と間隙比減少量は比例関係にあることがわかる。図中に示した直線勾配 C_r を再圧密時の圧縮指数として求めた値は0.131である。この関東ロームの等方圧密

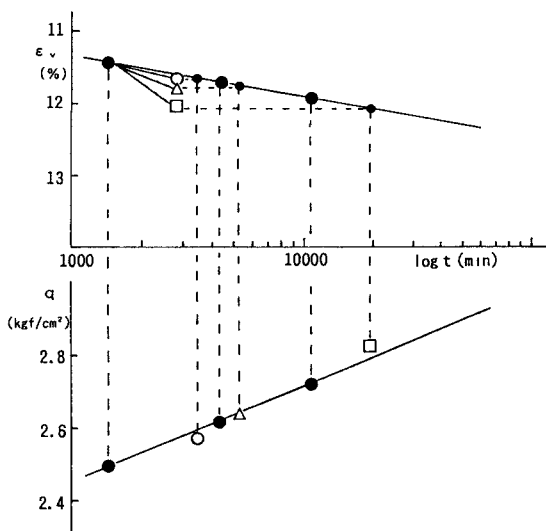
・膨張試験から得られた圧縮指数および膨張指数は、 $C_c = 0.484$ 、 $C_s = 0.078$ で、両者のほぼ中間の値となっている。このことから関東ロームの再圧密は通常の圧密履歴による過圧密的挙動より、繰返し载荷によって土の骨格構造が乱されることによるものと思われる。次に、 K_0 圧密された供試体について、繰返し载荷を100回载荷した後、载荷を停止し、生じた過剰間隙水圧を消散させる。その後さらに同じ繰返し荷重を加える。このような過程を3回繰返し、排水履歴を受けた場合の過剰間隙水圧関係を調べたのが図・4である。間隙水圧は圧密履歴を受けるたびに増加の程度は大きく減少し、応力比 $R = 0.5$ では、3回目で残留過剰間隙水圧は発生せずゼロとなっており、繰返し载荷に対する抵抗性が増加している。図・5は長期圧密による強度増加と繰返し载荷によって再圧密された場合の強度を比較したものである。図に示したように長期圧密の二次圧密線を利用して圧密時間を補正し、圧密時間と強度の関係を示した。図より長期圧密と同様に圧密時間に比例して強度が増加していくことがわかる。またこのことは、繰返し履歴を受け再圧密された場合も長期圧密と同様の取り扱いができる可能性を示したものである。

4. まとめ

本研究では、正規圧密された関東ロームについて、繰返し载荷によって発生する過剰間隙水圧とその消散に伴う再圧密および強度増加について実験的に検討した。今後さらにデータを蓄積するとともに過圧密についても検討を加えて行く予定である。最後に、本研究を行なうにあたって文部省科学研究費補助金（一般研究C）の補助を受けたことを記し、謝意を表する。



図・4 排水履歴を受けた場合の間隙水圧と繰返し回数



図・5 圧密時間と非排水強度