

金沢工業大学 正員 ○ 外崎 明
 東海 大学 正員 赤石 勝
 東海 大学 正員 稲田 信穂

1. まえがき

粘土の応力～ひずみ関係を求めるため実施される室内三軸圧縮試験は、通常等方圧密後の供試体で行われることが多い。載荷前の原地盤の応力状態は一般には k_0 状態であると言われ、道路盛土のような帯状荷重を受けた地盤内の有効主応力比は、ほとんどの場合 k_0 値以下である。圧密時の応力状態が粘土の応力～ひずみ関係に大きな影響を与えることは周知の事実であるが、その評価には不明な点も少なくない。

そこで本報告では、圧密時の有効主応力比 K を $K=1 \sim K_0=0.42$ の範囲で5段階に変化させ、圧密時の応力状態がその後の非排水条件下で得られる応力～ひずみ関係におよぼす影響について実験的に検討した。

2. 試料および実験方法

実験に用いた試料は千葉県柏市より採取した練り返し粘土でその物理的性質は $G_s=2.64$, $w_L=63\%$, $P_L=32\%$ である。ペースト状に十分練り返した粘土を 0.2 kg/cm^2 で予備圧密し、至 5 cm ・高さ 12.5 cm で供試体を作成した。排水はパーバードレーンによって側方排水とし、上・下端面はシリコングリースをぬり、テフロンシートを敷き摩擦の影響をなくした。実験は圧密圧力 $\sigma'_{vm}=0.5, 1.0, 1.5 \text{ kg/cm}^2$ として等方圧密、また圧密終了時の平均主応力が同一の異方圧密($\sigma'_{vm}=K=0.5, 0.6, 0.8$)および k_0 圧密($K=0.42$)を24時間行い 1.0 kg/cm^2 のバックプレッシャーをかけた後、載荷速度 $0.10 \text{ kg/cm}^2/\text{min}$ で非排水応力制御せん断試験を行った。なお、せん断中応力が一定にかかるように荷重補正を行い、実験中三軸室内の水温が 20°C に保つようにサーモサーキュレーターによって温度調整が行われている。

3. 実験結果および考察

図-1は圧密終了時の間げき比 e と平均有効主応力 σ'_{vm} の関係について、圧密時の有効主応力比 $K=\sigma'_v/\sigma'_h$ をパラメータにして整理した結果である。 $e \sim \log \sigma'_{vm}$ 関係はそれぞれ平行な直線となり K が小さいほど下方へ位置することが認められる。圧密時の平均有効主応力一定($\sigma'_{vm}=\text{const}$)で生じる間げき比の低下は、異方圧密時に発揮された負のダイレイタンスーによるものと考えられる。

図-2は図-1に示した $e \sim \log \sigma'_{vm}$ で圧密を終了した供試体を非排水せん断した場合の有効応力経路を示したものである。図-2より圧密時の K が小さくなるにしたがって有効応力経路が鉛直に立ちあがっていく傾向が認められる。破壊時までの非排水せん断中に発揮されるダイレイタンスーが、圧密時の K の小さいものほど小さいので、図-1に示した異方圧密時に発揮された負のダイレイタンスーの大きさと対応させると、圧密時に発揮された負のダイレイタンスーの大きさと対応させると、圧密時に発揮された負のダイレイタンスーが大きいもの程せん断中に発揮される負のダイレイタンスーは、小さいことになる。このように異方圧密によって非排水せん断時のダイレイ

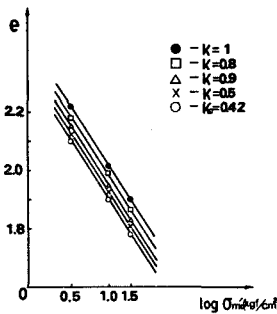


図-1

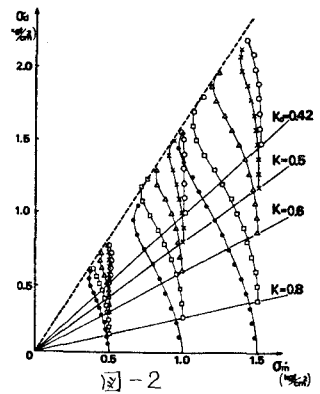


図-2

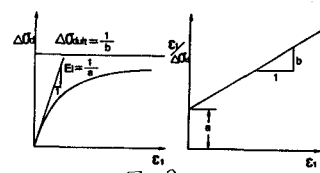


図-3

$$\Delta e = \frac{e_1}{a + b e_1} \quad (1)$$

タンシー特性
が異なる応力
ひずみ挙
動に影響を
生じることは明
らかである。

土のような

非線形な応力ひずみ関係を式(1)で示す双曲線で
近似し、その影響を検討することにする。(図-3)

図-4は主応力差増分 σ_0' と軸ひずみ ϵ_1 の関係を σ_0'
へ ϵ_1 関係に直して整理した結果の一例である。図

5は $K=1$ および $K=0.42$ の応力ひずみ曲線であり、図中実線は前記方法によ
って推定したパラメータ a, b を用いた双曲線近似したものである。図-4、図-5か
ら明らかなように応力ひずみ関係を双曲線によってかなりの精度で近似でき
ようである。図-5の応力ひずみ関係を圧密時の σ_{m0}' で無次元化したものが図
-6である。若干のバラツキを生じているが、各々一つの双曲線で近似でき
ようである。しかし、曲線は圧密時の K によって明らかに異なっていることが観
察される。また、初期接線弾性係数 E_i (ϵ_1 を)と σ_{m0}' の関係を K をパラメータと
して示したのが図-7である。 $\log E_i \sim \log \sigma_{m0}'$ 間には直線関係が認められ、 K
の小さなものほど上側に位置し互にはほぼ平行である。図-6や図-7に示した
ように応力ひずみ関係は圧密時の K にかなり影響されるようである。そこで
 K に影響されない応力ひずみ関係を見出すため、まず開き比に着目して考
察を進めることにする。

図-1に示した等方圧密($K=1$)の $\epsilon_1 \sim \log \sigma_{m0}'$ 関係を基準にして、 $K < 1$ の
真のダイレイタンシーによって低下した開き比の影響を有効応力の増加と
して評価することにする。著者らは、この有効応力を等価有効応力 σ_e
($= \sigma_{m0}' + D_e \Delta \sigma_0$, D_e はダイレイタンシー係数)と呼んでいるが、
この D_e の求め方と $\log \sigma_e$ 関係を示したのが図-8である。図より E_i と
 D_e の関係で整理すると圧密時の K によらずそれぞれほぼ一つの直線で
近似できようである。そこで図-5の応力ひずみ関係を σ_e で無次元化
したのが図-9である。図-9の σ_e/ϵ_1 関係は図-6と比較すると、 $K=0.42$
の曲線が $K=1$ の曲線にかなり近づいていることが観察され、圧密時の
 K の異なる応力ひずみ曲線を一つの曲線として表現する可能性を示
しているものと思われる。

4. まとめ

本実験で得られた結果を要約すると次のようになる。
(1) 初期接線弾性係数は圧密時の有効主応力比が小さくなるにしたがって
大きくなる傾向にある。
(2) 初期接線弾性係数と平均有効応力は指数関係にあり、その直線
コウ配は圧密時の有効主応力比によらずほぼ一定である。
(3) 等価有効応力を用いると初期接線弾性係数は圧密時の有効主
応力比に影響されない整理が可能である。

参考文献

- 1) Duncan, J.M. and C.Y. Chang: Proc. ASCE, Vol. 96, No. S.M.S. 1970.
- 2) 柏田, 赤石, 張: 土木学会論文報告集 No 306, 1981.

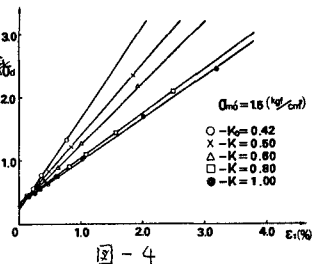


図-4

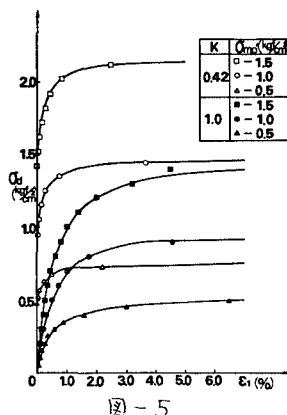


図-5

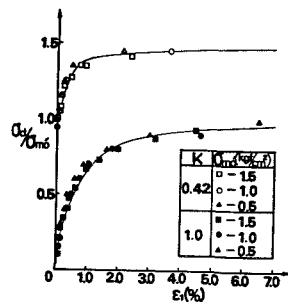


図-6

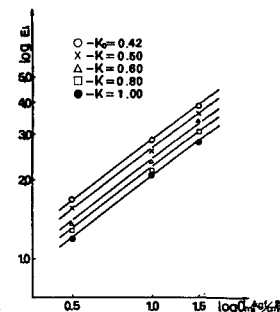


図-7

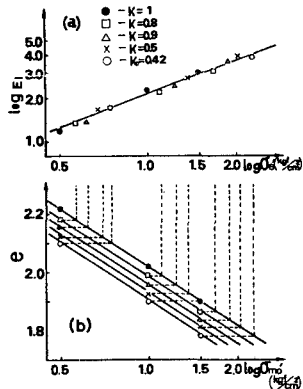


図-8

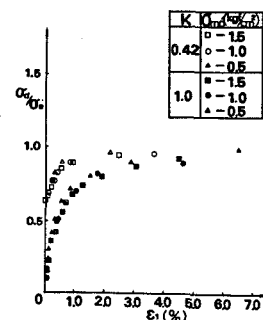


図-9