

函館高専 正員 佐野 信房

1. まえがき

飽和粘性土の原位置非排水セン断強度の推定法探求を目標として応力系(等方と K_0)・応力履歴(圧密と圧密膨張)の影響を軸対称三軸圧密非排水圧縮試験機により検討した。そのうちの異方圧密効果すなわち圧密時の等方条件と K_0 条件(側方変位なし)のちがいによるひずみ～応力関係の差異を検討し、等方条件のデータより K_0 条件の数値を推定するための基礎をつくろうとするものである。

表-1 試料土の物理的性質

試料No.	W_L (%)	I_p (%)	G_s	採取地 その他	分類
NO.1	55.3	27.1	2.625	北海道空知郡光村 字大馬場(下層)	CH
NO.2	77.8	50.9	2.629	同上(上層)	CH
NO.3	94.3	51.4	2.448	鹿児島市大和町 (名教物含む)	OH

2. 試料および試験方法

表-1に示す種の自然粘土を用いた。泥水を 0.7 kg/cm^2 の圧力で予備圧密した後直径50mm高さ120mmの円筒供試体を作成し水中セットを行なった。等方圧密非排水セン断(CIU) K_0 圧密非排水セン断(CK_0U)両試験を軸対称三軸圧縮装置にて行なった。 K_0 圧密は文献(1)に示す装置を利用した。側圧はCIUでは2, 4, 6 kg/cm^2 , CK_0U では0.8, 1.5, 3.0, 4.0 kg/cm^2 とし、CIUの場合前段階における ΔU がほとんど消散したことを確かめて0.5 kg/cm^2 ずつ段階的に増加させた。 CK_0U は自動 K_0 圧密装置の機構上圧密初期にはわずかながら側圧を上昇させ、2日目ごろから大きく(0.2~0.3 kg/cm^2)増加させた。したがって圧密に要した日数は2日~2週間と変動しており一様ではない。両試験共最終圧に到達してから最低1日を経過してからセン断した。圧密初期から1.0 kg/cm^2 のバックアップポンプを使用、排水は半径方向、間ゲキ圧測定は供試体下端、ひずみ制御方式($\dot{\epsilon}=0.05 \text{ \%}/\text{min}$)とした。

3. 実験結果と考察

3.1 ひずみ～セン断応力の関係 $\epsilon \sim (\sigma - \sigma_3)$ 曲線と大別すると図-1のA~Dの4種に分類される。B型は試料No.2の一部にのみ見られ他はすべてA型である。C型は異方圧密に典型的にみられるものである。D型はその初期部はC型と同じであるがその後のひずみに対して応力の明確な減少を示さない。この現象は文献(1)に示されており圧密時間の差によることが示唆されているが本実験においては圧密日数とは関連性がみられなかったが、構造の差によりちがいが出るものと推測されるので圧密の進行速度も一定にする必要があるのではなからうか。正割係数 E_{50} は σ'_{ic} が増大するにつれて増大する。この場合D型に属するものは初期ピークについて求めるべきものがいくつかみられた。

3.2 ひずみ～間ゲキ水圧の関係 セン断時に発生する間ゲキ水圧 ΔU は小さいひずみにおいてその大部分を生じその後の変動は非常に少ない。

等方と K_0 を比較してみると形状は似ているが等方ではより大きな ΔU が発生している。図-2にみられるように $\Delta U/\sigma'_{ic}$ は K_0 で0.2~0.35等方で0.55~0.75でありLadd(2)の結果と同程度である。なお試料により若干の差がみられたがその関連性は明らかではない。間ゲキ圧比 $\Delta U/p + k$ を求めてみるとLo(4)の示したように CK_0U がCIUより上に位置するが破壊時の値は K_0 の方が小さくなり文献(3)のようにほぼ等しくはならなかった。(3)では $(\sigma'_3)_{max}$ と破壊とし ϵ_f が大きくなり似通っているためと考えられる。間ゲキ圧係数A, Bについてみる。Bの実測値

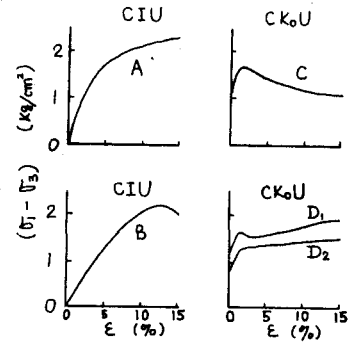


図-1 ひずみ～セン断応力の模式図

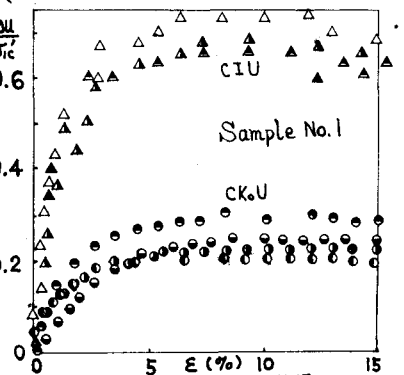


図-2 間ゲキ水圧の発生状況

はバックプレッシャーをかける前にあいて0.95~1.0であったので、圧密開始以後は $B=1.0$ とみなしてもよいであろう。Aは圧密圧力の異方性により大きな影響を受ける。すなわち等方の場合小さいひずみにおいて一定値に到達してそれ以後の増減は小さい。これに対して K_0 の場合はよりゆるい傾きで立ち上りしかもその後その傾きが減少せずA値はどんどん大きくなる。両者の場合のこのようなちがいは Δu の発生状況よりむしろ軸差応力 $\Delta(\sigma_1 - \sigma_3)$ の発生状況の差によるものである。Ladd(2)によると不カク乱試料より繰り返して試料の方にこの傾向が強い。Aはひずみの進行と共に変動するので破壊時のA値(A_f)を比較してみる。 A_f の値は過圧密比により決まるといわれている。したがって正規圧密($\Delta C.R.=1$)

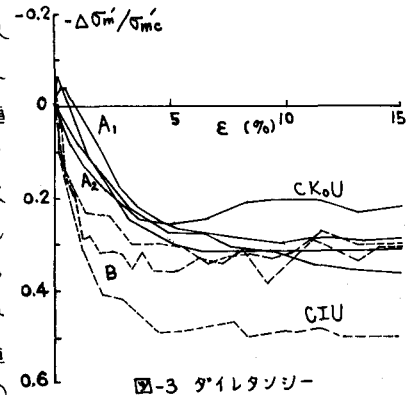


図-3 ダイレクソンジ

において1個の値となるはずである。等方の場合にはほぼ一定の値となるが K_0 の場合にはかなりのバラツキがみられた。これは ε_f がバラツクこと、Aの値がひずみと共に大きく変化することによる。前述のような図-1のD型の場合、初期ピークを破壊として A_f を決めてみると K_0 の場合にもある値に収束し、かつ $A_f(ISO) > A_f(K_0)$ の関係が成立する。 $S_u/p = [K + A_f(1-K)] \sin \phi / \{1 + (2A_f - 1) \sin \phi\}$ などのように強度を推定しようとするとき A_f は重要な役割をもっており、さうに文献(5)(6)のようにO.C.R.から A_f を推定する場合に正規圧密時の値はその基本となる重要な数値である。

3.3 ダイレクソンジ セン断に伴う体積変化は非排水試験の場合には間キ圧の変化としてとらえられる。文献(7)により $\Delta u_d = \Delta u - \Delta \sigma_m = -\Delta \sigma'_m$ であるので圧密時の平均有効主応力 σ'_{mc} で除して正規化してみると図-3のようになる。等方の場合には単調に収縮し、その初期傾度は大きくダイレクソンジの程度も大きい(B)。これに対して K_0 の場合は小さいひずみで一時的膨張しその後収縮に変わる(A_1)か、よりゆるい傾度で単調に収縮(A_2)する。共にその傾度はゆるやかであり最終値は等方より小さい。 K_0 と等方の挙動の差異の直接の原因はすべて K_0 では圧密時に側圧による Δu のみならず軸差応力 $(\sigma_1 - \sigma_3)$ に帰因する Δu が消散してしまうことであらう。しかしながらそれが唯一の理由ならば K_0 は圧密時からセン断が開始されているだけであるからセン断時の挙動はひずみ分だけ水平に平行移動した場合に両者の挙動は一致してもよいはずである。しかしながら軸差応力はもちろん、 Δu 、ダイレクソンジなどすべての挙動は一致していない。これは土の構造が本質的に変化したためと考えざるを得ない。そうであるならば等方条件のデータより K_0 条件の数値を推定しようすることは本質的には不可能なことである。文献(8)では「推定可能な理由は何う存しない」と述べている。しかしK.試験や平面ひずみ、単純セン断試験などは大変熟練を要し、一方等方試験は比較的容易である。それゆえ実験的に等方と K_0 の数値を関連づけることの重要性はいささかもそこなわれるものではないと考える。

4. あとがき

紙面の都合上含水比~応力、強度増加率、強度定数への影響について別の機会に報告することとして割愛した。本研究は筆者が昭和49年度文部省内地研究員として北海道大学北郷教授・三田地助教授の指導のもとで行なったものである。実験は高橋耕平・橋本直蔵両君(卒業論文)、工藤豊氏の協力により実施された。ここに記して深甚の謝意を表します。

5. 参考文献

- 1 北郷三田地・唐牛(1973)粘性土の強度特性におよぼす圧密時間の影響(オ3報)。オ8回土質工学研究発表会講演集
- 2 Ladd, C.C. (1965) Stress-strain behaviour of anisotropically consolidated —. Proc. 6th ICSMFE
- 3 Bjerrum, L. & Lo, K.Y. (1963) Effect of aging on the shear strength properties —. Geotechnique Vol. 13 No. 2
- 4 Lo, K.Y. (1969) The porepressure-strain relationship of normally —. Canadian Geotechnical Journal
- 5 中瀬・小林・勝野(1969)圧密・膨張による飽和粘土のせん断強度の変化。港湾技術研究所報告。Vol. 8 No. 4
- 6 三田地・北郷・川島(1974)過圧密粘土の非排水強度について。オ9回土質工学研究発表会講演集
- 7 軽部・栗原(1966)繰り返して粘土のダイレクソンジとせん断強度について。土木学会論文集。135号
- 8 Skempton, A.W. & Sowa, V.N. (1963) The behaviour of saturated clays during sampling and testing. Geotechnique Vol. 13