

東海大学 正 稲田 信 徳

東海大学 正 赤石 勝

1. まえがき

載荷速度の相違によって正規圧密飽和粘土のセリ断特性がどのように変化するかを確かめるとともに、非排水セリ断試験および非排水クリープ試験の過程で発揮される応力～ひずみ関係の類似性を明らかにする目的で、載荷速度と載荷方法の異なる応力制御型の非排水セリ断試験を行なった。

2. 試料および実験方法

2.1. 試料 実験に用いた試料は茨城県守谷町の泥炭地盤(深さ7.0~10.0m)からファイルサンプラーによって採取した乱さない正規圧密飽和粘土(分類記号CH, 土がぶり圧約0.3 kg/cm²)で、その性質は表-1に示したとおりである。

表-1. 試料の性質

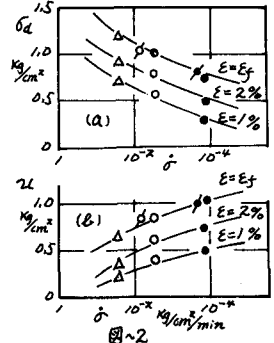
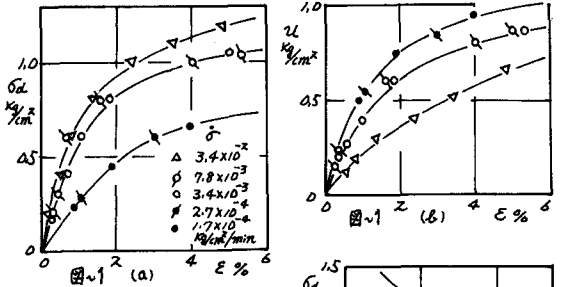
G_s	2.67~2.69
粘土分	64 %
シルト分	28 %
砂分	8 %
w_L	131~142 %
I_p	78~90 %
w_n	143~149
e_n	3.31~4.00
q_u	0.09~0.12 kg/cm ²

2.2. 実験方法 粘土がやわらかくて取扱いがむずかしかったため、まず大型三軸室内で1.2 kg/cm²の等方圧を加えて圧密した後、直径3.5cm、高さ7.0cmの供試体を成形した。この供試体を三軸室内にセットし、圧密促進のため側面にドレーンペーパーを巻いた後、周圧1.42 kg/cm²を加えて圧密した。セリ断は側圧 σ_3 を圧密圧 $\sigma_c (=1.42 \text{ kg/cm}^2)$ に保ち、軸圧を一定速度で増加させる応力制御法によって行なった。ただし今回の実験に用いた応力制御装置では、軸圧増加速度の変化が可能な範囲は、供試体が破壊に至るまでの時間で10~400分に限られていたため、これ以上の破壊時間が必要とするセリ断では、定荷重を24時間間隔で増加させる方法を用いた。

3. 実験結果と考察

3.1. 破壊応力と載荷速度 図-1(a), (b)は軸差応力 σ_d および発生間ゲキ水圧 u と軸ひずみ ϵ の関係を載荷速度ごとに示したものである。図-1によると $\sigma_d \sim \epsilon$ および $u \sim \epsilon$ の関係は載荷速度に大きく依存して変化することがわかる。軸差応力および発生水圧の載荷速度に対する依存度を調べるため、軸ひずみをパラメーターとして、横軸に載荷速度の対数をとり、縦軸にそれぞれ軸差応力および間ゲキ水圧をとってプロットしたのが図-2(a), (b)である。軸差応力は載荷速度の対数にほぼ比例して増加するが、発生間ゲキ水圧は載荷速度の対数にほぼ比例して減少しており、いずれも載荷速度の影響が認められる。したがってセリ断中の応力経路も図-3に示すように載荷速度によって著しく異なっている。しかしいずれの速度によっても破壊時には一つの破壊線上に集まっており、クリープ試験に類似した段階載荷によった $\dot{\sigma} = 2.7 \times 10^{-4}$ と $1.7 \times 10^{-4} \text{ kg/cm}^2/\text{min}$ の場合も差異は認められない。柴田・野部¹⁾は正規圧密粘土のクリープ破壊時の応力状態が同じ粘土における通常の圧縮試験から求められる破壊線上にあることを確かめているが、今回の結果でも応力経路のいかんによらず破壊時の応力が同じ破壊線で示されることは明らかである。

3.2. セリ断破壊角 ϕ と載荷速度 図-3の応力経路からも明らかなように載荷速度の大きいとき主応力差最大を破壊条件として求めた ϕ は、有効主応力比最大を破壊条件として求めた ϕ より小さいが、載荷速度が遅くな



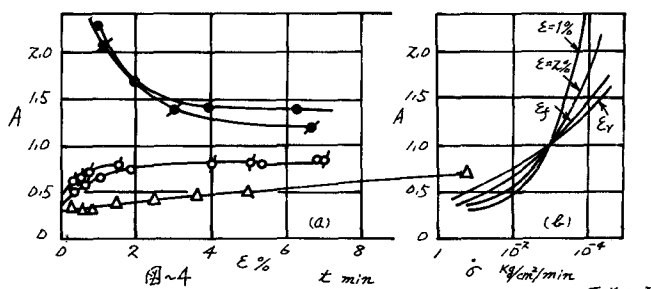
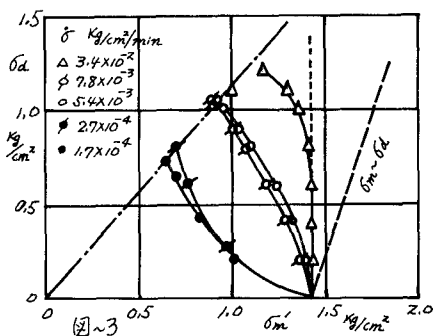


図4

れば両者はほぼ一致している。

3.2. 側圧係数Aと載荷速度 図4(a)は、側圧係数Aを載荷速度ごとに軸ひずみεに対してプロットしたものである。載荷速度の早いセリ断におけるAの値は載荷当初の1/3からひずみとともに増加するのに対し、遅いセリ断では載荷初期にさきめて大きな値を示した後、ひずみの増加とともに減りしてほぼ一定値に近づく。試験数が多くないので正確ではないが、一定ひずみをパラメータとして載荷速度によるAの変化を示した図4(b)によれば、 $\dot{\sigma} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ kg/cm}^2/\text{min}$ の場合のみ、ひずみによらずAが1.0とほぼ一定値を示していることがわかる。

3.3. 非排水セリ断試験と非排水クリープ試験

定時間ごとに段階載荷したセリ断試験の結果を用いて、クリープ試験の結果を類推したのが図5である。ひずみが小さい段階の新增載荷の発生水圧は同じ応力によるクリープ試験中の発生水圧よりかなり小さいが、ひずみが増加するに従ってその差は急激に小さくなり破壊時には両試験ともほぼ同じ値を示すことが認められる。図6(a)に示した破線は載荷後一定時間における応力経路である。この破線と鎖線で示した破壊線の交点から図6(b)のような破壊応力 σ_d と破壊時間 t の関係が求められる。クリープ試験における破壊の定義として加速クリープ始点とった場合の破壊線を図6(a)に二点鎖線で示した。この場合セリ断試験角 ϕ は、 $20^\circ 30'$ である。加速クリープの急増する点とった場合には $29^\circ 30'$ であり、 $\sin \phi' / \sin \phi = 0.7$ である。

4. 参考文献

- 1). Shibata, T. and D. Karube: Creep rate and Creep strength of Clay, Proc. of 9th Int. Conf. 1969
- 2). 赤井, 足立, 海藤: 飽和粘土の応力-ひずみ-時間関係, 土木学会論文集 No. 225 1974
- 3). 稲田・赤石: セリ断速度による飽和粘土の応力-ひずみ関係の変化, 東海大学工学部紀要 No. 2 1975

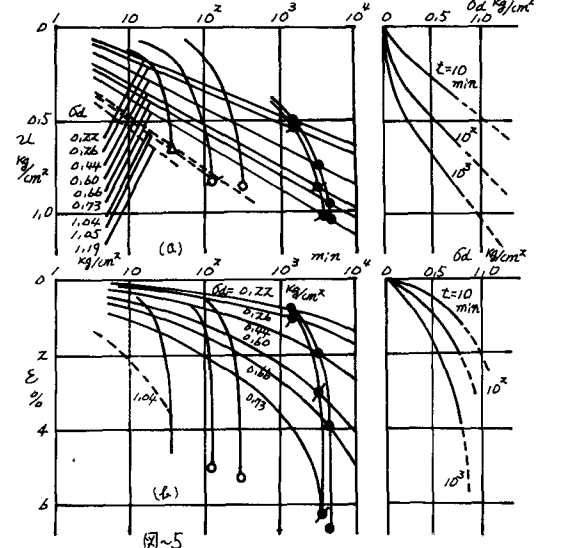


図5

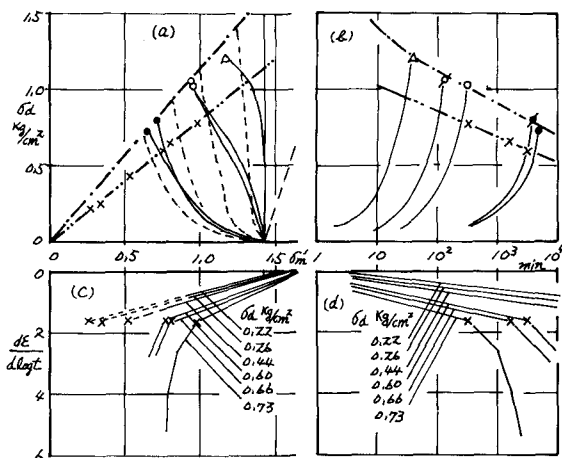


図6