

Ⅲ-7 異方圧密粘土の変形特性

西日本工業大学 正員 安原 一哉
 西日本工業大学 正員 平尾 和年
 徳山工業高等専門学校 正員 上 俊二

1. はじめに

粘土地盤の変形解析に有力な力学モデルを提案する目的で、筆者らは、飽和粘土により各種の三軸試験を行なっている。前報では、等方圧密粘土の挙動について報告した。本文は、盛土など構造物直下および周辺部の地盤内における応力状態をより忠実に再現するために、 K_0 圧密させた後、非排水三軸圧縮試験および伸張試験を行ない検討を行なったものである。

2. 実験概要

- 1) 試料：試料は表-1に示す物性を有する練り返し有明沖積粘土である。
- 2) 試験機：通常の三軸圧縮試験機と原理的には変わらないが、三軸セル内に側方変位計が取り付けられていること、あるいは K_0 圧密時には、側圧を油圧サーボにより自動的に制御できる装置をもつなどの特徴を有している応力制御を中心とした試験機である。
- 3) 試験方法：供試体は、先行圧密として K_0 圧密を3日間行ない、バック・プレッシャーを1日間負荷した後、非排水状態で三軸圧縮試験および伸張試験を行う。また、間接水圧の測定は供試体底部で測定した。なお、試験条件は表-2にまとめて示す。

表-1. 用いた粘土の物理的性質

比重 G_s	2.65
液性限界 W_L (%)	115
塑性指数 I_p	58
先行荷重 P_c (kg/cm ²)	0.5
初期含水比 w_L (%)	41

表-2. 実験条件

三軸試験	K_0 圧密後の応力 (kg/cm ²)	載荷 間隔	載荷 方法	載荷荷重 (kg/cm ²) (段階毎)	供試体 寸法	背圧 (kg/cm ²)
圧縮	1.0	0.42	+ $\Delta\sigma_1$	0.1, 0.05	$H_0 = 7.5\text{cm}$ $D_0 = 6.0\text{cm}$	0.42
	1.5	0.72		0.15, 0.075		0.72
	2.0	0.85		0.2, 0.1		0.85
伸張	1.0	0.43	- $\Delta\sigma_1$	-0.1, -0.05	$H_0 = 6.5\text{cm}$ $D_0 = 6.0\text{cm}$	0.43
	1.5	0.68		-0.15, -0.075		0.68
	2.0	0.80		-0.2, -0.1		0.80
伸張	1.0	0.48	+ $\Delta\sigma_3$	0.1, 0.05	$H_0 = 6.5\text{cm}$ $D_0 = 6.0\text{cm}$	0.48
	1.5	0.65		0.15, 0.075		0.65
	2.0	0.85		0.2, 0.1		0.85

3. 実験結果とその考察

1) ストレス・パス

図-1(a)に示す様に、ストレス・パスは各試験ごとにそれぞれ異なっているが概率的には圧縮と伸張の試験ごとに同一の破壊線上に集まっていることがわかる。なお、伸張試験についてのみいえば、載荷方法の違いによりストレス・パスが著しく違うことがうかがえる。以上のことより、異方圧密粘土の強度特性はすでにHenkelが等方圧密粘土について確かめたように

ストレス・パスに無関係であることがわかる。また、等方圧密粘土と異方圧密粘土の圧縮強度はCritical stateにおける q/p lineの勾配からほぼ等しいことがわかる。

2) 軸ヒズミと応力比の関係

図-2は、せん断時の軸ヒズミと応力比の関係を示したものである。これから、圧縮および伸張の試験ごとにせん断ヒズミは統一的に応力比によって整理されることがうかがえる。

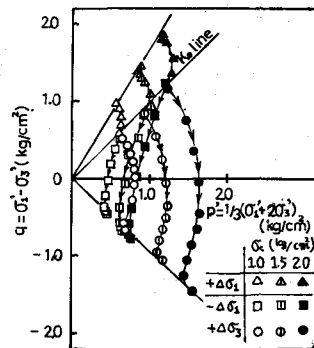


図-1(a). 異方圧密粘土のストレス・パス

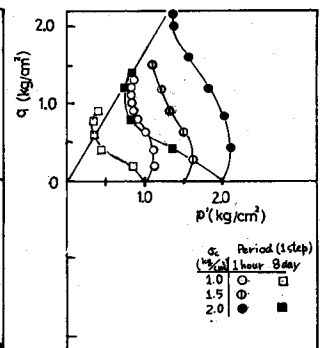


図-1(b). 異方圧密粘土のストレス・パス

3) 間ゲキ水圧とヒズミの関係

図-3はセン断時に生ずる間ゲキ水圧をセン断開始前の拘束圧を除いた $\Delta u^* (= \Delta u / \sigma_c)$ と軸ヒズミとの関係を示したものである。各試験毎に単一な関係がありそうなことがうかがえる。これより等方圧密粘土について確かめられたのと同様、 $\Delta u^* \sim \varepsilon$ 間には各試験ごとに、

$$\Delta u^* = \frac{\Delta u}{\sigma_c} = \frac{\varepsilon}{(a + b\varepsilon)}$$

$$\therefore \Delta u = \sigma_c \cdot \frac{\varepsilon}{a + b\varepsilon} \quad (a, b: \text{実験定数})$$

なる双曲線関係がありそうなことがわかる。ただし、定数 a, b は試験毎に異なることは明らかである。さらに、 σ_3 を増加させる伸張試験と σ_1 を減少させる伸張試験とでは $\Delta u^* \sim \varepsilon$ 関係は著しく異なっており、これを統一的に整理することは現段階では無理といえよう。

4) 間ゲキ水圧と応力比の関係

よく知られている様にセン断時の間ゲキ水圧は、

$$\Delta u = \Delta p + A \Delta q = \Delta u_c + \Delta u_d$$

$$\left(\begin{array}{l} \Delta p = \frac{1}{3} (\Delta \sigma_1 + 2\Delta \sigma_3) \\ \Delta q = \Delta \sigma_1 - \Delta \sigma_3 \end{array} \right)$$

で表わす。ここで、 Δu_c は平均主応力より、 Δu_d は偏差応力よりなる間ゲキ水圧の成分である。前報と同様にこの Δu_d と拘束圧 σ_c との比 $\frac{\Delta u_d}{\sigma_c}$ と q/p との関係を整理し直してみると図-4が得られる。この場合も各試験毎に、 Δu_d は q のものよりも q/p で整理する方がよりよく説明しえるようである。

4. おわりに

前報までは、等方圧密状態における圧縮試験を行なってきたが今回は異方圧密状態における圧縮および伸張試験を行ない、次のことが明らかになった。1) 飽和粘土は、異方圧密させることによって生じた異方性はセン断強度には影響しないが変形に著しく影響する。2) 非排水セン断時の間ゲキ水圧と軸ヒズミの関係は載荷方法の同一の試験ごとに等方粘土と同様に、ユニークな双曲線表示が可能である。3) セン断応力による間ゲキ水圧の増分は、セン断応力 q のものよりも q/p によって整理する方がよく対応しうようである。4) 圧縮試験と伸張試験における変形を統一的に説明するためには、 q/p 以外のパラメーターが必要のようであるが、少なくとも、載荷方向が同一の圧縮試験と伸張試験とは連続的に取組める可能性がある。

引用文献

- 1) 安原・上 (1978): 飽和粘土の応力・変形・間ゲキ水圧の挙動, 昭和52年度土木学会 西部支部研究発表会講演集, pp.87~88.
- 2) 安原・山内・平尾・上 (1978): 飽和粘土の静的および動的変形特性, 第13回土木工学研究発表会 概論集, pp.309~312.

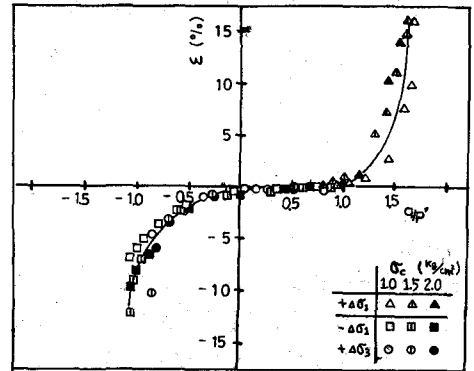


図-2. 軸ヒズミと応力比の関係

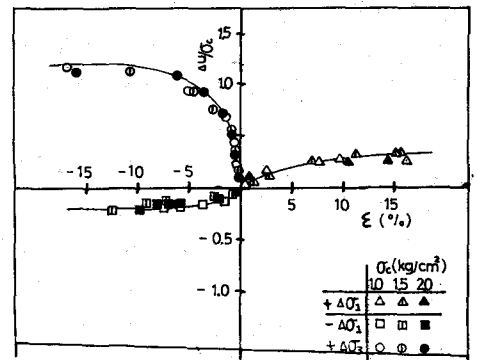


図-3. 間ゲキ水圧と軸ヒズミの関係

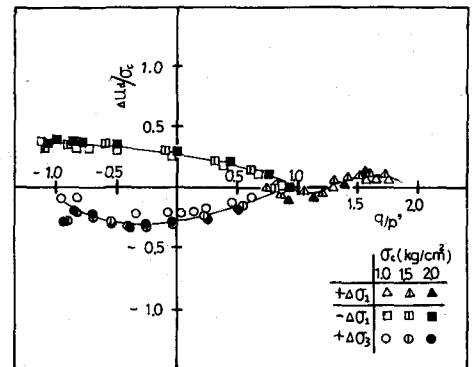


図-4. 偏差応力による間ゲキ水圧と応力比の関係