

III-26 間ゲキ水圧の挙動におよぼす応力履歴の影響について

北海道大学 正員 ○三田地 利之
北海道開発局 “ 高橋 喜一
北海道大学 “ 北郷 繁

[1] ま え が き

本研究は、乱した飽和粘土を用いて、三軸セル内で、原位置での応力状態およびサンプリング試料の応力状態に対応する状態の供試体をつくり、両者における非排水セン断特性、特に間ゲキ水圧の挙動の相違について考察し、あわせてサンプリング試料についてのセン断試験結果から原位置強度を推定する一つの試みを示したものである。

[2] 試料および実験方法

本実験に用いた試料は表-1に示す物理的性質をもつ4種の乱した粘土である。供試体の寸法は直径50mm、高さ120mmで、これの作製にあたっては当研究室でいうビート法および真空押出法⁽¹⁾による。

試料	LL(%)	PI(%)	調整含水比(%)	G_s	採取地
No.1	50	25	29	2.70	江別市角山
No.2	62	30	44	2.74	北大工学部
No.3	87	46	60	2.68	札幌市苗穂
No.4	102	58	63	2.71	亀田郡大野

表-1 試料の物理的性質

本実験ではすべての供試体について K_0 -圧密を行なった。側圧は0.5, 1.0, 2.0, 4.0 kg/cm^2 の4段階とし、側方とズミ指示器⁽²⁾を用いて側方の変位を許さないように軸圧をコントロールした。 K_0 -圧密終了後、非排水セン断(とズミ速度0.05%/min)を行なうものをCAU試験と呼ぶことにし、これが原位置強度と与えるものとする。 K_0 -圧密終了後、非排水条件で軸差応力を解放し、平衡状態に達したのち、 K_0 -圧密中にかっていた鉛直有効応力で等方的に再圧密して非排水セン断するものをCAPU試験と呼ぶことにする。これは、原土盤で K_0 -条件の下で圧密終了した粘土を採取して来て、有効土被り圧で等方的に圧密し、非排水セン断試験を行なう場合を想定したものである。

[3] 実験結果の検討

図-1はSample No.3について、セン断中の有効応力の変化をRendulicの応力面上に表示したものである。図中の $\angle POQ = \alpha$ とすれば、破壊時間ゲキ圧係数 A_f と α の間には、 $A_f = \frac{\tan \alpha}{1 + \tan \alpha}$ の関係があるから、 $\tan \alpha$ は A_f の大小を表わす一つの指標となる。図からわかるようにCAUに相当する OP 線は側圧によりずいぶん平行で、CAPUの場合の $O'P'$ 線も同様である。そして、 $\tan \alpha$ の値は $CAU > CAPU$ の関係を示している。従ってO点と同一平均圧密圧を示すR点からの出発した場合でも A_f の値は $CAU > CAPU$ と考えてよい。ところで、本実験から得られた有効応力によるセン断抵抗角 ϕ' はすでに報告した⁽³⁾ように、CAUとCAPUの間に著しい差がみられ、同一平均圧密圧に対する非排水セン断強

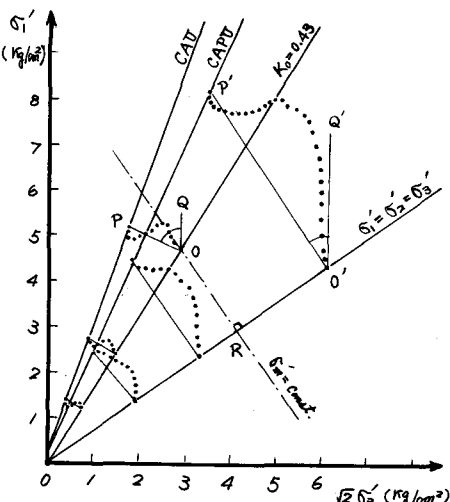


図-1 セン断時有効応力の変化

度の比較においても若干の差がみられる。ところが、同一平均圧密圧についての含水比は等しいとみなせる⁽³⁾から、Hvorslevの規準による C_e , ϕ_e の値は CAU と CAPU で等しいと考えられる。従って、CAU と CAPU のセリ断特性の相違は、セリ断開始時の応力状態が違ふことの他に、セリ断中の間ゲキ水圧の発生量が異なることによるものと考えてよいであろう。

そこで、破壊時間ゲキ水圧係数 A_f の値を推定することにより、原位置強度を推定する方法について考えてみよう。いま、 K_0 -圧密終了時の最大圧密圧を σ'_c とすれば、CAU での平均圧密圧は $\sigma'_m = \frac{\sigma'_c(1+2K_0)}{3}$ であり、CAPU での再圧密終了時の平均圧密圧は $\sigma'_m = \sigma'_c$ である。従って CAU, CAPU からの得られる非排水セリ断強度 C_u は、 $\phi' (c'=0)$ および C_e と ϕ_e を用いてつぎのように表わされる。(式中のサマックス F と δ はそれぞれ、原位置の条件およびサンプリングの条件を表わす。)

$$C_{uF} = \frac{\frac{3}{1+2K_0} \sigma'_m \sin \phi'_F [K_0 + A_{fF}(1-K_0)]}{1 + (2A_{fF} - 1) \sin \phi'_F} = \frac{\frac{3}{1+2K_0} \sigma'_m \sin \phi_e [K_0 + A_{fF}(1-K_0)] + C_e \cos \phi_e}{1 + (2A_{fF} - 1) \sin \phi_e} \quad (1)$$

$$C_{uS} = \frac{\sigma'_m \sin \phi_e + C_e \cos \phi_e}{1 + (2A_{fS} - 1) \sin \phi_e} \quad (2)$$

等価圧密圧 $\sigma'_e = \sigma'_m$ と考えて、 $K = C_e / \sigma'_m$ とおき

$C_{uF} = C_{uS}$ と適用すれば、

$$A_{fF} = \frac{\frac{1-K_0}{1+2K_0} (1 - \sin \phi_e) - 2A_{fS} \left(\frac{3K_0}{1+2K_0} \sin \phi_e + K \cos \phi_e \right)}{\frac{3(1-K_0)}{1+2K_0} [1 + (2A_{fS} - 1) \sin \phi_e] - 2(\sin \phi_e + K \cos \phi_e)} \quad (3)$$

一方、(1)式から

$$\sin \phi'_F = \frac{\frac{3}{1+2K_0} \sin \phi_e [K_0 + A_{fF}(1-K_0)] + K \cos \phi_e}{\frac{3}{1+2K_0} [K_0 + A_{fF}(1-K_0)] - (2A_{fF} - 1) K \cos \phi_e} \quad (4)$$

となる。従って、 K , ϕ_e および K_0 , A_{fS} の平均値が分れば、(3)式を用いて A_{fF} の値を推定し、これを(4)式に代入することにより、 ϕ'_F が推定出来ることになる。表-2に本実験からの得られた $\phi' (c'=0)$ とした場合の)の値と、(3), (4)式を用いて推定された ϕ'_F の値を示す。Sample No.3については、 K_0 -圧密後、 K_0 -条件で膨脹させて非排水セリ断したもの(CARU)とCAUからの K , ϕ_e および、CAU, CAPUからの K , ϕ_e を用いて求めたものを示してある。他の3種の試料については後者の方法によるものである。推定値と実測値が比較的良好一致を示しているが、 K , ϕ_e の値は、採取試料について、等方圧密非排水試験および、等方圧密等方膨脹非排水試験を行なうことにより求められるのが普通であるから、CAU, CAPUからの求めた K , ϕ_e との比較検討が今後の課題である。

[5] おまへ

本文は、北郷の指導の下に高橋の修士論文ならびに唐牛義夫君の卒業論文として行なわれた実験結果と三田地がとりまとめたものである。粘土試料の入手については通内の各機関をめぐらわした。記して深甚なる謝意を表する。

[文献]

- 1) 北郷・三田地・上田: 粘土飽和粘土の供試体作製法, 土質工学会北海道支部技術報告資料第9号, 1969
- 2) 三田地・能登・上田: 飽和粘土の強度におよぼす K_0 -圧密の影響について, 土質工学会北海道支部技術報告資料第10号, 1970
- 3) 三田地・北郷・高橋: 粘土土の強度におよぼす応力履歴の影響について, 土質工学会第6回研究発表会講演概要集, 1971
- 4) Norany, I. & H.B. Seed: On-site Strength Characteristics of Soft Clays, Proc. ASCE, Vol. 91, No. SM2, 1965