

Ⅲ-188

異方圧密粘土の非排水せん断時における間隙圧係数について

九州大学工学部 学○富永哲男 正 落合英俊
正 安福規之 正 大嶺 聖

1.はじめに：原地盤の粘土は、その位置により、 K_0 状態を含む様々な応力状態で異方圧密されていると考えられる。一般に、この正規異方圧密粘土は正規等方圧密粘土とは異なった非排水せん断特性を示すことが知られている。筆者らは異方圧密粘土の非排水せん断試験を行った時、異方圧密時の平均有効主応力 p' ($=(\sigma_1' + 2\sigma_3')/3$) と偏差応力 q ($=\sigma_1 - \sigma_3$) の比 η' ($=q/p'$) が大きくなるにしたがい、非排水せん断時の有効応力経路における偏差応力 q のピークが明確に現れてくることを既に報告している¹⁾。本研究では、有効応力経路の特性を示す指標の1つである間隙圧係数 A に着目して、このような異方圧密粘土の非排水せん断特性について検討を行った。

2.試料および供試体：試料は425 μm のふるいを通過させ練返した有明粘土 ($\rho_s=2.596\text{ g/cm}^3$ 、 $W_L=108\%$ 、 $I_p=64$) を予圧密装置により、圧密応力49kPaで一次元圧密したものを用いた。この時の圧密打ち切り時間は3 t 法により5日間とした。この試料から直径3.5cm、高さ7.0cmの円柱供試体を成形し、試験を行った。

3.試験方法：まずTEST 1として圧密応力98kPaで等方圧密を行った後、非排水三軸圧縮試験（ひずみ速度0.06%/min）を行った。この時の圧密打ち切り時間は3 t 法により決定した。次に、TEST 2としてTEST 1の等方圧密粘土と等しい間隙比になるまで0.2、0.4、0.5、0.6、0.8の5つの η' について異方圧密試験を実施し、その後、それぞれ非排水三軸圧縮試験（ひずみ速度0.06%/min）を行った。この時、異方圧密試験は電空弁を用いて側圧を調整することで初期拘束圧19.6kPaから所定の η' になるまでは p' 一定、その後は η' 一定となるように、ひずみ制御（ひずみ速度0.0004%/min）で行った。

4.試験結果および考察：図1には非排水せん断試験により得られた6種類の有効応力経路のうち代表的なものを示した。等方圧密粘土の応力経路では q のピークが限界状態に達した時に現れているのに対して、 η' が0.8の異方圧密粘土の応力経路の場合、 q のピークは限界状態に達する前に現れている。図2はそれぞれの応力経路におけるピーク時の q ($q_{\max}$)、限界状態時の q (q_{cri}) の値を圧密時の応力比に対して示したものである。なお、本研究においては軸ひずみ15%時の q の値を q_{cri} とした。図より $q_{\max}$ の値は η' が大きくなると若干、小さな値を示しているが、ほぼ等しいと言える。これに対して q_{cri} の値は η' の増加に伴い、明らかに減少している。さらに両者の比をとり、 $q_{\max}/q_{\text{cri}}$ と η' の関係を図3に示した。この図は、等方圧密においては $q_{\max}$ と q_{cri} がほぼ一致し、圧密時の η' が大きくなれば両者の差は増加することを意味している。次に間

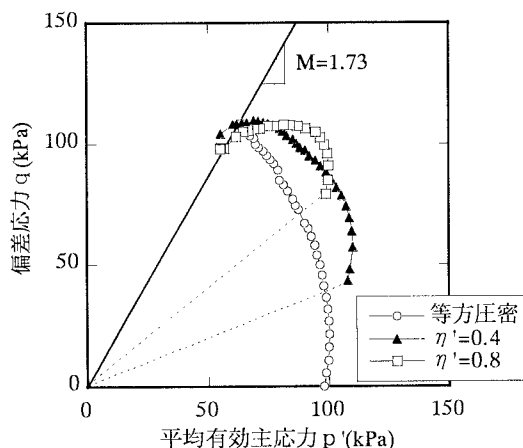


図1 非排水せん断時の有効応力経路

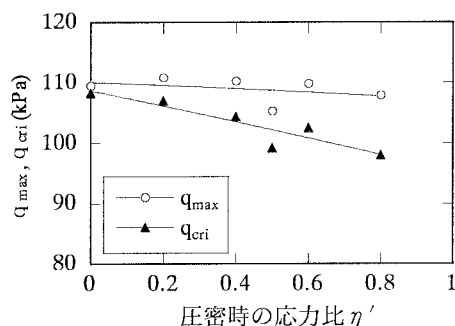


図2 $q_{\max}$, q_{cri} と η' の関係

隙水圧特性を考察するために、ここでは間隙圧係数 A を用いた検討を行う。なお、間隙圧係数 A は以下の式により求めた。

$$A = \frac{\Delta u}{q - q_0}$$

ここで、 Δu は非排水せん断時に生じた過剰間隙水圧、 q_0 は圧密終了時の q の値である。図4に非排水せん断時の A の変化を示す。この図において A の値はせん断初期に急激に増加し、軸ひずみの増加とともに徐々に収束する傾向にあることが分かる。

また、圧密時の応力比が大きいものほど間隙圧係数の増加が著しい。ここで、さらに q_{cri} 時の間隙圧係数を A_{cri} として η' に対してプロットしたのが図5である。 A_{cri} が応力比とともに増加していることが分かる。 A_{cri} は通常 A_f で表されるもので R.L. Wei らは、 K_0 圧密粘土の A_f は等方圧密粘土の A_f の1.9倍になることを示している²⁾。本試験において用いた試料の K_0 値は0.6程度であり、この時の応力比 η' は0.55である。したがって、ほぼ同様の結果が得られていると言える。また、通常、粘土の非排水強度はピーク強度として捉えられることから特に q_{max} に着目し、 A_{cri} と同様、この q のピーク時の間隙圧係数と η' との関係を図6に示した。 A_{cri} が応力比とともに増加しているのに対して q のピーク時の間隙圧係数は応力比に関係なくほぼ一定の値をとっていることが分かる。このことは q のピーク時の間隙圧係数が、限界状態時の間隙圧係数とは異なり、圧密時の応力比に影響されないことを示していると言える。

5. 結論：本研究より得られた知見を以下に示す。

- ・異方圧密粘土の非排水せん断時における間隙圧係数はせん断初期に急激に増加し、軸ひずみの増加とともに収束する傾向にあり、圧密時の η' が大きいものほど、この増加が著しい。
- ・異方圧密粘土の非排水応力経路において、限界状態時の間隙圧係数は圧密時の応力比とともに増加するが、 q のピーク時の間隙圧係数は応力比によらずほぼ一定である。

【参考文献】

- 1) 富永ら(1995)：初期応力履歴に着目した練返し粘土の非排水せん断挙動, 第30回土質工学研究発表会, 投稿中。
- 2) Wei, R.L. et al. (1989)：Pore pressure behaviour of soft clay, Proc. 12th Int. Conf. S.M.F.E., pp.139-142.

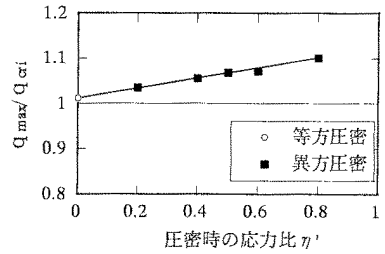


図3 q_{max}/q_{cri} と η' の関係

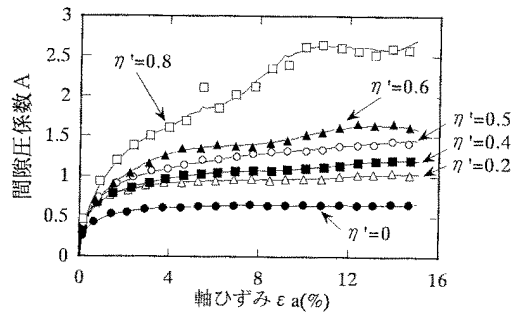


図4 非排水せん断時の間隙圧係数の変化

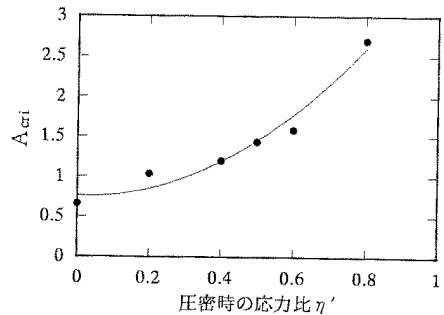


図5 限界状態時の間隙圧係数

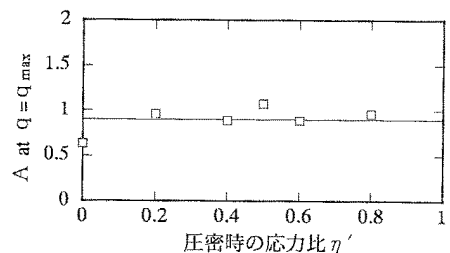


図6 q のピーク時の間隙圧係数