

III-75

鋭敏粘土のねじりせん断特性

岐阜大学	正会員	岡 二三生
岐阜大学	正会員	八嶋 厚
N T T (元岐阜大学大学院)	〇正生員	杉山 英夫
岐阜大学大学院	学生員	加藤 直樹
岐阜大学大学院	学生員	岩木 宏

1. はじめに

破壊時における応力状態は、粘土の強度変形特性に大きな影響を及ぼしている。すでに報告している等方圧密した後の非排水三軸圧縮および中空ねじり試験結果の比較¹⁾より、ピークせん断強度の大きさ、有効応力径路(ダイランシー特性)、ピークせん断強度に達するまでのひずみの発生量について、この二つの試験結果には大きな差がみられた。これは、主応力方向のちがいによる中間主応力の影響と粘土の初期構造の異方性によるものと思われる。本研究では、異方圧密された自然粘土に対して主応力方向の回転が強度変形特性にどのような影響を与えているかを調べるため非排水状態で三軸圧縮試験および中空ねじり試験を行い、得られた実験結果より応力-ひずみ関係、非排水せん断強度について比較検討を行ってみた。

2. 試料および試験方法

実験に用いた試料は、東大阪市の深さ8.3mより採取した不攪乱粘土で、微細な貝片や砂が混ざっていた。表1に平均的な物理特性を示した。自然含水比が液性限界に近いことからこの粘土は鋭敏粘土であると言える。三軸圧縮試験では試料を直径5cm、高さ10cmの円柱供試体に、中空ねじり試験では外径7cm、内径3cm、高さ10cmの中空円筒供試体に成形した。圧密段階を応力制御方式で、多段階載荷法により $\sigma'_m = 1.04 \text{ kgf/cm}^2$

表1 東大阪粘土の物理特性

比重	2.67~2.703	塑性指数	41.9~50.6
先行圧密荷重	0.95 (kgf/cm ²)	液性指数	0.745~1.13
圧密指数 λ	0.355	鋭敏比	15 ^{*1)}
膨潤指数 κ	0.0477	活性度	0.54
自然含水比	65~72 (%)	粘土分	56 (%) ^{*2)}
液性限界	69.2~75.1 (%)	シルト分	37 (%)
塑性限界	24.5~27.3 (%)	砂分	7 (%)

*1) 鋭敏比: 一軸圧縮試験により決定している。*2) 5 μm 以下

まで異方圧密($\sigma'_3/\sigma'_1 = 0.45$, 約15日間)した後、非排水三軸圧縮および中空ねじり試験を行った。ここで、せん断応力 $\sqrt{2}J_2$ は $\sqrt{2}J_2 = \sqrt{s_{ij} \cdot s_{ij}}$, $\gamma^* = \gamma^* = \sqrt{e_{ij} \cdot e_{ij}}/2$ (s_{ij} : 偏差応力テンソル, e_{ij} : 偏差ひずみテンソル)と定義した。(中空ねじり試験のせん断時における高さは、固定していない。)

3. 試験結果および考察

図1の応力-ひずみ曲線より、三軸圧縮試験TAS6-1がピーク強度に $\gamma^* = 0.89\%$ で達しているのに対し、ねじりせん断試験NAT3-2は $\gamma^* = 2.11\%$ でピーク強度に達している。つまり、ねじりせん断試験結果より三軸圧縮試験結果の方が小さなひずみで、ピークせん断強度に達している。TAS6-1とNAT3-2の γ^* は、それぞれ 6.63×10^{-3} , $6.07 \times 10^{-3}\%/min$ でほぼ同じひずみ速度で荷重を載荷したのであるが、図2よりTAS6-1の応力径路の方がNAT3-2のより急に立ち上がってピーク強度に達している。TAS6-1, NAT3-2の $(\sqrt{2}J_2)_{max}$ は 0.937 , 0.849 kgf/cm^2 であり、三軸圧縮試験のピークせん断強度の方が大きい。このような傾向は、Hicher and Lade²⁾の試験結果でもみられた。また、NAT3-2のせん断応力増分は、TAS6-1と比べても、かなり少ないことが分かる。この三軸圧縮試験と中空ねじり試験の強度変形特性のちがいは、等方圧密後の試験結果と同様に、この二つの試験の主応力方向のちがいによる中間主応力の影響と粘土の初期構造の異方性によるものと考えられる。大ひずみにおける σ'_m -一定面での強度を比較すると、TAS6-1, NAT3-2とも、

ほぼ同じとなっている。よって、大ひずみの強度には、異方性の影響は少ないと考えられる。正八面体上における強度を図3に示した。(なお、図中のNAT3-3は、伸張側で異方圧密($\sigma_3'/\sigma_1' = 2.0$, 約15日間)した後、非排水中空ねじりせん断試験を行ったものである。)

中空ねじり試験において、せん断時における軸方向は固定していない。NT2-3, NAT3-2の軸ひずみ ε_{11} -せん断ひずみ $\gamma_{at}(=\gamma_{2\theta})$ 関係を、図4に示した。等方圧密した後の中空ねじり試験では、せん断中の軸方向変位はほぼ0に等しい状態であった。しかし、異方圧密後の中空ねじり試験では、図4に示すように、せん断中、軸方向に対する変位が認められた。異方圧密は、一種の排水せん断試験である。よって、NAT3-2のせん断時における軸変位は、異方圧密段階において、粘土の構造が壊され、変形しやすくなったためと考えられる。異方圧密された粘土では、せん断応力増分に関する強度が非常に小さく、鋭敏粘土の自然斜面では、少しのせん断力の増加でも滑りやすいことを意味していると考えられる。

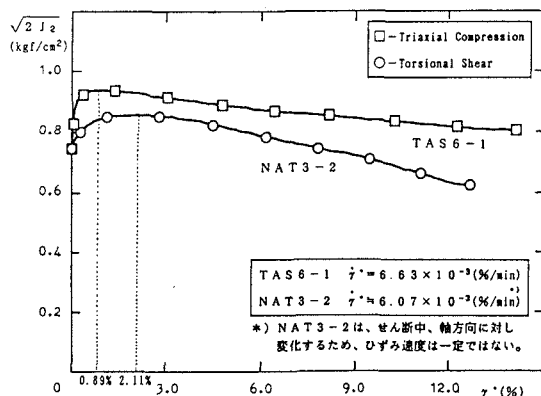


図1 応力-ひずみ関係

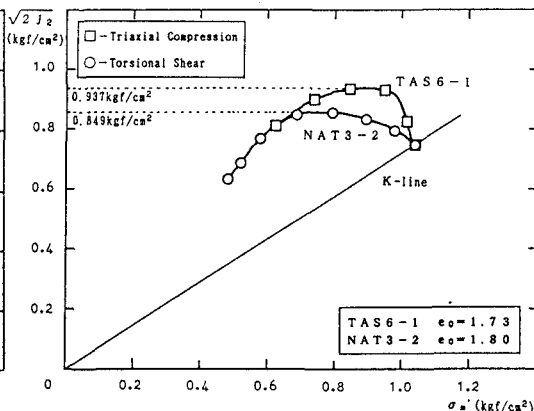


図2 応力経路

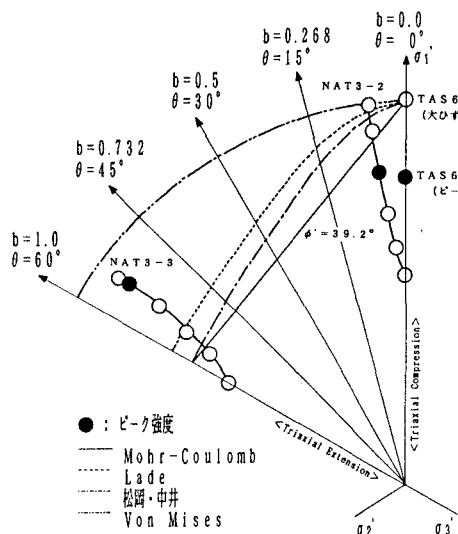


図3 σ_m' 一定面上での強度

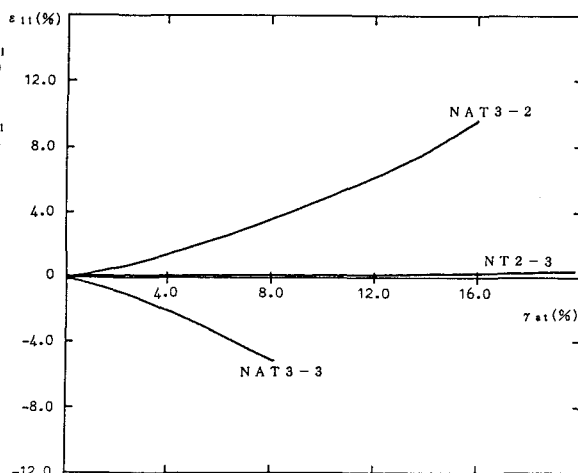


図4 $\varepsilon_{11}-\gamma_{at}(=\gamma_{2\theta})$ 関係

4. 参考文献 1)岡二三生,長屋淳一,杉山英夫,加藤直樹(1989):土木学会第44回年次講演概要集第3部 pp.436-437. 2) Pierre-Yves Hicher, Poul V. Lade(1987):J. Geotech. Engng., ASCE, Vol. 113, pp. 774-788.