

自然粘土の強度変形特性 に与えるせん断履歴の影響

岐阜大学 正会員 岡 二三生
岐阜大学大学院 ○学生員 杉山 英夫
岐阜大学大学院 学生員 加藤 直樹
岐阜大学 学生員 岩木 宏

1. はじめに

鋭敏性の高い沖積粘土地盤では、施工に伴う地盤変形が問題になることが多い。この外乱に対して脆弱な鋭敏粘土の強度および変形特性を把握することは、土構造物や基礎地盤等の設計および施工を行う上で重要である。粘土の強度および変形特性は、過去の応力履歴や現在の応力状態に大きく依存している。そこで、本研究では、東大阪に分布する鋭敏粘土に対して攪乱の割合を変化させるため、初期ひずみを圧縮せん断およびねじりせん断によって与え、その後、三軸圧縮試験を行うことによって、せん断履歴の違いが粘土の強度変形特性にどのような影響を及ぼすか比較検討してみた。

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 8.3 m より採取した不攪乱粘土で、微細な貝片や砂のシームが混ざっていた。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。圧縮せん断ひずみをせん断履歴として与える三軸圧縮試験では、試料を直径 5 cm、高さ 10 cm の円柱供試体に、ねじりせん断ひずみをせん断履歴として与える三軸圧縮試験では、直径 7 cm、高さ 10 cm の円柱供試体に成形した。0.4、0.8 kgf/cm² で等方圧密を行い、せん断履歴を与え、発生した過剰間隙水圧を消散させた後、一定のせん断ひずみ速度で非排水三軸圧縮せん断試験を行った。

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	1.5
膨潤指数 κ	0.0477	活性度	0.54
自然含水比	65~72 (%)	粘土分	56 (%)
液性限界	69.2~75.1 (%)	シルト分	37 (%)
塑性限界	24.5~27.3 (%)	砂分	7 (%)

3. 試験結果および考察

図 1、図 2 は、ねじりせん断ひずみを与えた三軸圧縮試験の試験結果を示している。TNS 5-3 と TNS 5-8 は圧密圧力 0.8 kgf/cm² (過圧密比 1.2) でおこなった三軸圧縮試験である。この応力-ひずみ関係より、通常の三軸圧縮試験である TNS 5-8 ($\gamma_i=0\%$) (γ_i : 初期ねじりせん断ひずみ) では、 $\varepsilon_{11}=2.52\%$ でピーク応力に達し、ピークが明瞭に現れている。これに対して、せん断履歴を加えた TNS 5-3 では、明瞭なピークは現れておらず、ピーク応力の低下がみられる。大ひずみでの強度は、TNS 5-3 の軸差応力の方が少し大きいとほぼ等しい。しかし、せん断履歴を加えたときに発生した間隙水圧を消散することによって起こる間隙比の減少による強度増加を考慮するならば、せん断履歴を加えた TNS 5-3 ($\gamma_i=10\%$) の強度の方が小さくなっていると考えられる。図 2 の応力経路図より、TNS 5-8 では、ピークに達した後、軟化と共に平均有効応力の減少が起こり残留応力状態に達している。しかし、せん断履歴を加えた TNS 5-3 では、この軟化現象の割合が少なくなっている。また、TNS 5-3 ($\gamma_i=10\%$) と TNS 5-8 ($\gamma_i=0\%$) の負のダイレタンシーの発生のしかたは同じであるが、TNS 5-3 の方が TNS 5-8 よりもピーク前の負のダイレタンシーの発生のしかたが大きくなっている。このことは、試料を乱すことにより、鋭敏粘土の特徴である固結作用による剛性を破壊しているともいえる。一方、TNS 5-4 と TNS 5-7 は、圧密圧力 0.4 kgf/cm² (過圧密比 2.4) でおこなった三軸圧縮試験である。せん断履歴を加えた TNS 5-7 ($\gamma_i=10\%$) と TNS 5-4 ($\gamma_i=0\%$) における大ひずみでの

度を比較すると、TNS 5-7の方がせん断履歴を加えたTNS 5-4よりも軸差応力が大きく發揮している。この圧密圧力0.4と0.8 kgf/cm²で行った試験の大ひずみでの強度の違いは、TNS 5-7に砂のシームが含まれており、その影響によるものと思われる。

図3、図4は、圧縮せん断ひずみを与えたTTS 6-3の三軸圧縮試験の試験結果を示している。図3の応力-ひずみ関係より、予ひずみを与えた後の試験TTS 6-3 ($\epsilon_1=5.8\%$) (ϵ_1 :初期圧縮せん断ひずみ)の軸差応力の方が予ひずみを与える過程($\epsilon_1=0\%$)よりも大きい。また、図4の応力経路図より、TTS 6-3 ($\epsilon_1=5.8\%$)においてピーク前の負のダイレタンシーの発生しかたがTTS 6-3 ($\epsilon_1=0\%$)より小さくなっている。このような傾向は、八木ら¹⁾によっても報告されている。

圧縮せん断ひずみとねじりせん断ひずみを加えた試験結果を比較すると、ピーク前の負のダイレタンシーの発生しかたや軸差応力の發揮しかたなどにおいて反対の傾向を示している。この圧縮せん断ひずみとねじりせん断ひずみのせん断履歴による変形挙動の違いは、主応力方向の変化による変形のメカニズムの違いによる影響と考えられる。

4. 参考文献

- 1) 八木則男, 一本英三郎, 榎明潔(1989): "一軸圧縮強度と非排水三軸強度の比較検討": 土木学会第44回年次学術講演会講演概要集第3部, pp. 454-455

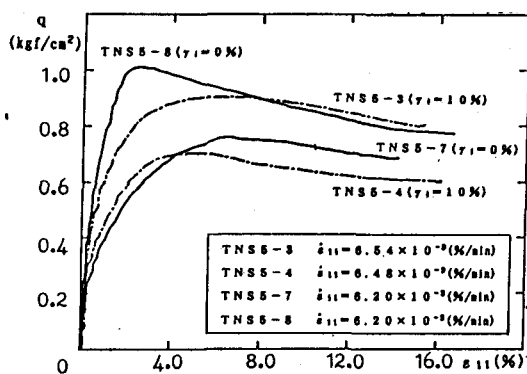


図1 応力-ひずみ関係 (ねじりせん断履歴を加えた三軸圧縮試験)

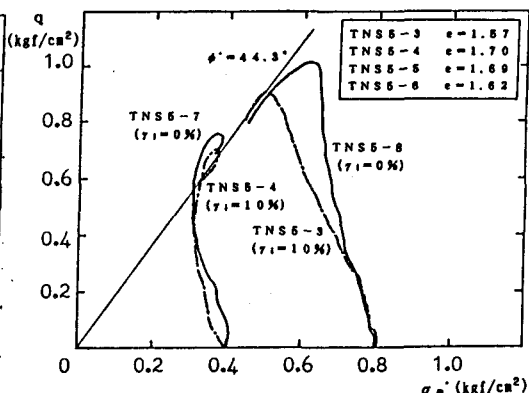


図2 応力経路図 (ねじりせん断履歴を加えた三軸圧縮試験)

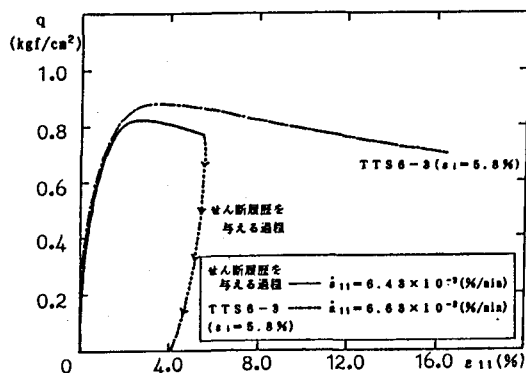


図3 TTS 6-3の応力-ひずみ関係

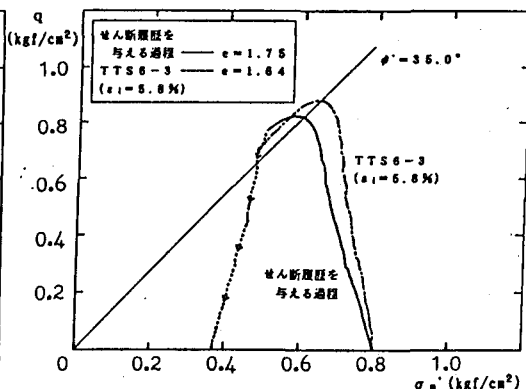


図4 TTS 6-3の応力経路図