

III-181 側方ひずみ履歴を受けた粘土のせん断特性

横浜国立大学 工学部 学 ○八下田淳一 正 今井 五郎
正 プラツティツ B.S. 正 片桐 雅明

はじめに

山留め掘削工事に伴う山留め壁の変形が周辺地盤にどのような影響を及ぼすかを有限要素法等を用いて解析するためには、土の変形係数を考える必要がある。土の変形係数は、鋼材のそれとは異なり、土の種類が同じであってもその変形状態や作用する応力が異なれば、同一ではないという特性を持っている。

そこで、本研究では三軸試験機を用いて側方ひずみ履歴を与えた後の粘土の変形係数が側方ひずみ値の度合いによりどのように変化するかを調べた。

実験方法および種類

東京湾海成粘土を調整した試料($\gamma_s = 2.68 \text{ gf/cm}^3$, $w_L = 125.0\%$, $w_P = 63.3\%$, $I_p = 62$)を用いて作製した再圧密試料から、供試体(直径5cm, 高さ5cm)を成形した。実験方法は以下の手順に従った。

(1) 現地盤に近い応力状態を再現するために K_0 圧密を行い、所定の全軸方向応力(σ_a)に達した時点で圧密を終了させた。 K_0 圧密は軸ひずみ速度 $0.03 \text{ \%}/\text{min}$ で軸方向に圧縮させ、コンピューター制御で側方応力(σ_r)を調整することにより、 K_0 状態を保持した。

(2) 側方ひずみ(ε_r)は、非排水状態で σ_a 一定のもとで σ_r を調整して与えた。側方ひずみ履歴の与え方およびそのときの全応力経路を模式的にそれぞれ図-1, 図-2 に示す。

(3) 側方ひずみ履歴を与えた後に軸ひずみ速度 $0.05 \text{ \%}/\text{min}$ で非排水圧縮試験(σ_r 一定)を行った。

なお、せん断変形係数は、接線勾配($\Delta q / \Delta \varepsilon_s$, $q = \sigma_a - \sigma_r$, ε_s ; 軸ひずみ)を用いた。

実験結果と考察

図-3 は、実験番号⑤の側方ひずみ履歴を与えるときの ε_r と側方全・有効応力(σ_r, σ_r')の関係である。また図-4 はそのときの軸方向全・有効応力(σ_a, σ_a')の関係である。それぞれ図中の S 点, R 点は、それぞれ K_0 圧密終了後側方ひずみ履歴を与え始める点および発生した側方ひずみを戻し始める点である。側方ひずみが発生した場合、その側方ひずみを元の状態まで戻すためには、受働状態であるためひずみ発生前の側方応力に比べてかなり大きな側方応力が必要であることがわかる。しかし σ_r' は元のひずみ状態に戻したときと元の状態がほぼ一致した。また σ_a' は発生した過剰水圧の分だけ初

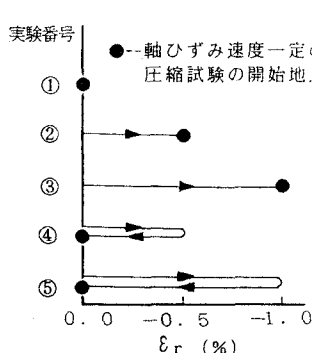


図-1 側方ひずみ履歴の与え方

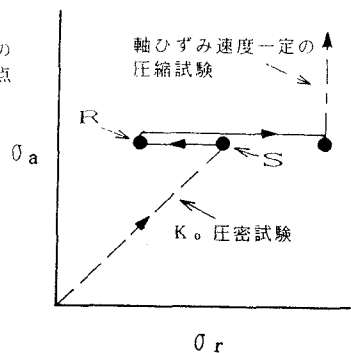


図-2 実験⑤の全応力経路(概念図)

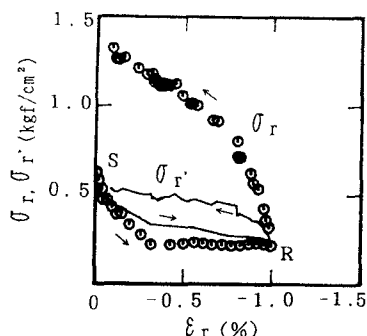


図-3 側方ひずみ履歴を与えた時の $\varepsilon_r \sim \sigma_r, \sigma_r'$ の関係(実験⑤)

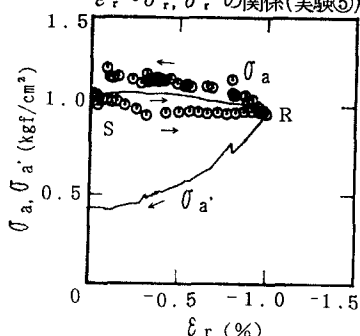


図-4 側方ひずみ履歴を与えた時の $\varepsilon_r \sim \sigma_a, \sigma_a'$ の関係(実験⑤)

期状態よりも低下した。

図-5は側方ひずみを与えた後の圧縮過程における実験①, ③, ⑤の $\varepsilon_a \sim$ 軸差応力 $q (= \sigma_a - \sigma_r)$ の関係である。 σ_r 一定でひずみ履歴を与えたので、 q の初期値はそれぞれ異なっているが、最大強度は今回行った範囲ではほとんど変わらなかった。しかし $\varepsilon_a \sim q$ 関係は非常に異なり、①, ③では $\varepsilon_a = 2\%$ 程度で、⑤では $\varepsilon_a = 7\%$ を越えた付近で最大強度を示した。

図-6は側方ひずみ履歴を与えた後の圧縮過程の $\varepsilon_a \sim q$ 曲線の接線勾配(せん断変形係数)と ε_a の関係である。ここで用いた ε_a は、圧縮試験開始点を初期状態と考えて算出した値である。図中の①～⑤は図-1の実験番号である。側方ひずみが発生した場合(②, ③)のせん断変形係数は、発生しない場合(①)よりかなり低い値を示した。また、側方ひずみを元の状態に戻すこと(④, ⑤)により、一旦低下したせん断変形係数は再び回復することを示している。

非排水条件であるので、側方ひずみが -1.0% 発生したひずみ状態は、軸ひずみが 2.0% 発生した状態と等価となる。そこで K_0 圧密終了時から同じひずみ量(ε_r)が生じたときのせん断変形係数を比較する。実験①における $\varepsilon_a = 2\%$ のときのせん断変形係数は 10 kgf/cm^2 程度であるが、実験③において $\varepsilon_a = 0\%$ のそれは、 118 kgf/cm^2 である。また実験①における $\varepsilon_a = 1\%$ のそれは 15 kgf/cm^2 程度であるが、実験②における $\varepsilon_a = 0\%$ のそれは 112 kgf/cm^2 あり、側方応力を変化させてひずみを与えた方がせん断変形係数は大きい。このことはひずみ履歴は同じでも応力状態(履歴)が異なるためと考えられる。

実験①と④および⑤を比較すると、せん断初期では、ひずみ履歴を与えない①のせん断変形係数は④, ⑤よりも大きい。が、変形が進むにつれてその関係は逆転した。これはひずみ履歴・応力履歴を与えたことにより、乱れたことおよび応力状態が異なることに起因しているものと考えられる。

まとめ

- (1) 側方ひずみが発生した場合、その側方ひずみを元のひずみ状態まで戻すためには、ひずみ発生前の側方応力よりかなり大きい側方応力が必要である。
- (2) 側方ひずみ履歴を与えることにより、せん断変形係数は大きく変化する。
- (3) 同じひずみ履歴でも、応力状態(履歴)が異なるとせん断変形係数は異なる。

今後、与える側方ひずみ量を変えたり、また側方ひずみを与え元の状態に戻す回数も増やしたい。

謝辞：本研究は「財団法人 東電記念科学技術研究所」から研究助成を受けた。記して謝意を表します。

参考文献：杉本隆夫(1989)：「山留め・掘削工事に伴う周辺地盤の変形」土と基礎 Vol. 37, No. 5, pp5-10

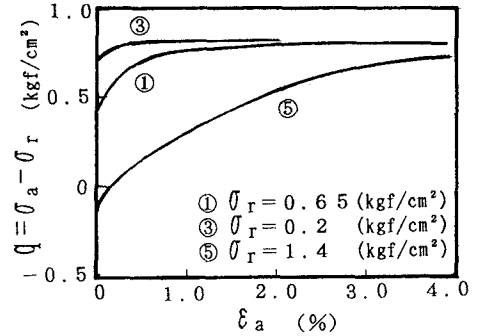


図-5 側方ひずみ履歴後の $\varepsilon_a \sim q$ 関係

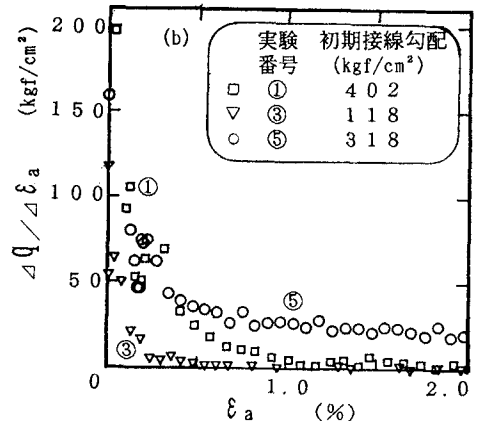
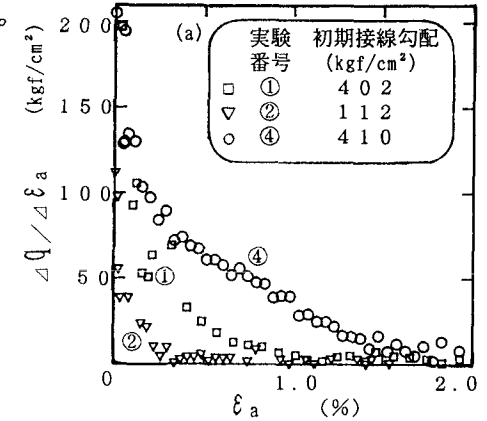


図-6 $\varepsilon_a \sim \Delta q / \Delta \varepsilon_a$ 関係