

横浜国立大学工学部 学生会員 ○田 端 憲太郎

同 上 正 会 員 ブラダンテージ

同 上 正 会 員 今 井 五 郎

同 上 正 会 員 片 桐 雅 明

1. はじめに

山留め掘削工事に伴う山留め壁の変形による周辺地盤への影響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。土は非線形性の強い材料であるため、同じ種類の土であっても、受けた変形履歴や応力履歴が異なれば、変形係数は同一ではないという特性を持っている。

本研究では、三軸試験機を用いて K_0 圧密状態を作ることにより現地盤に近い応力状態になった供試体に対し、八下田(1992)の研究では側方ひずみ履歴を1回与えたところを、今回は側方ひずみ履歴を複数回繰返し与えた。そのことから、繰返し側方ひずみ履歴を与える過程における応力状態の変化と、繰返し側方ひずみ履歴を受けた後非排水圧縮せん断試験を行うことにより変形係数及び非排水せん断強度を調べた。

2. 試料及び実験方法

本研究では、東京湾海成粘土を調整した試料(Y.N.U. Clay-1: 単位体積重量 2.68 gf/cm^3 、液性限界125.0%、塑性限界63.3%)を用いて作製した再圧密試料から、高さ5cm、直径5cmの供試体に成形した。その供試体を用いて以下の手順で実験を行った。

1. 軸ひずみ速度 $0.018\%/ \text{min}$ で軸方向に圧縮させ、コンピュータにより水平全応力 (σ_H) を制御し K_0 状態を保持しながら圧密を行い、所定の鉛直全応力 (σ_v) に達したら圧密を終了した。
2. 非排水、 σ_v 一定の条件のもと、 σ_H を増減させることによって側方ひずみ履歴を複数回与えた(各実験の側方ひずみ履歴のパターンを図-1に示す)。
3. 所定の繰返し側方ひずみ履歴を与えた後、軸ひずみ速度 $0.03\%/ \text{min}$ 、 σ_H 一定で非排水圧縮せん断試験を行った。

3. 実験結果と考察

典型的な例として、実験③-5の繰返し側方ひずみ履歴を与える過程における側方ひずみ (ε_r) と水平応力 (σ_H , σ_H') の関係を図-2に示す(図中のS点、R点、C点はそれぞれ K_0 圧密終了後繰返し側方ひずみ履歴を与え始める点、発生した側方ひずみを元の状態に戻し始める点及び所定の繰返し側方ひずみ履歴を与えた後圧縮せん断試験を始める点である)。 K_0 圧密後の供試体に膨張側の側方変形が生じた場合、その変形を元の状態に戻すためには、受働状態であるため、側方変形発生前よりも非常に大きな σ_H が必要であることがわかる。しかし、側方ひずみ履歴を2回以上与えることにより側方変形発生前の状態か

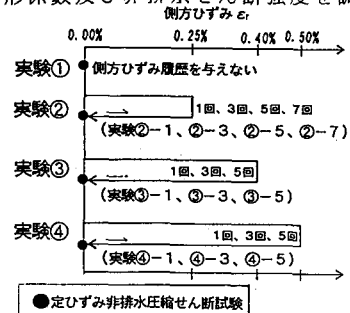


図-1 実験の種類

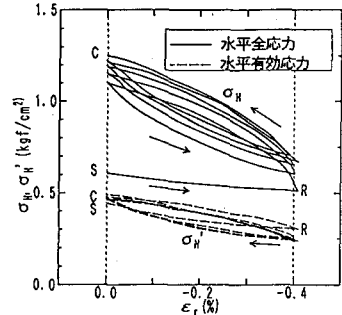


図-2 実験③-5の側方ひずみ-水平応力関係

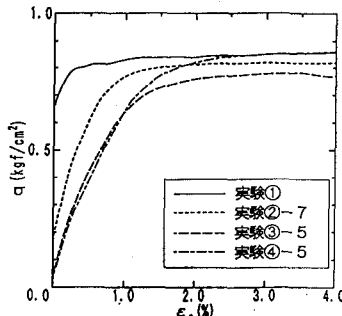


図-3 軸ひずみ-軸せん断力関係

らの σ_v の増分は小さくなっていく傾向が見られる。一方、水平有効応力(σ'_h)の変化は小さく、側方ひずみ履歴を与える回数に依らないことがわかる。このことから、発生した側方変形を元の状態に戻すために必要とした σ_v の増分の大部分は過剰間隙水圧が担うことがわかる。

実験①、②-7、③-5及び④-5の繰返し側方ひずみ履歴を与えた後の圧縮試験における軸ひずみ(ε_a)と軸差応力(q)の関係を図-3に、有効応力経路(p' , q)を図-4に示す。 σ_v 一定で繰返し側方ひずみ履歴を与えるので q の初期値は異なり、最大軸差応力(q_{max})は多少異なっているが、破壊時の応力比($(q/p')_{max}$)はほぼ一定であることがわかった。

典型的な例として実験③の繰返し側方ひずみ履歴を与えた後の圧縮試験における ε_a と変形係数 E_{vc} の関係を図-5に示す。 E_{vc} は以下の式で定義した。

$$E_{vc} = \left| \frac{dq}{d\varepsilon_a} \right|$$

図-5から、同じ大きさの ε_r の側方ひずみ履歴を複数回与えても E_{vc} にほとんど影響しないことがわかる。

与えた ε_r の大きさに着目した ε_a と E_{vc} の関係を図-6に示す。図-6から、初期の E_{vc} は与えた ε_r が小さいほど大きい、ひずみレベルに依存する度合いが小さいことがわかる。

4. 結論

- 側方変形が発生した場合、その変形を元の状態に戻すためには、側方変形発生前の水平全応力よりも非常に大きな水平全応力を必要とする。しかし、2回以上側方ひずみ履歴を与えられた場合、側方変形発生前の状態からの水平全応力の増分は小さくなってゆく。
- 繰返し側方ひずみ履歴を与えた後の破壊時の応力比($(q/p')_{max}$)は、応力状態や与えられた繰返し側方ひずみ履歴に依存しない。
- 繰返し側方ひずみ履歴を与えた後の初期の変形係数は、繰返し側方ひずみ履歴の回数に依存せず、与えた側方ひずみの大きさに依存する。

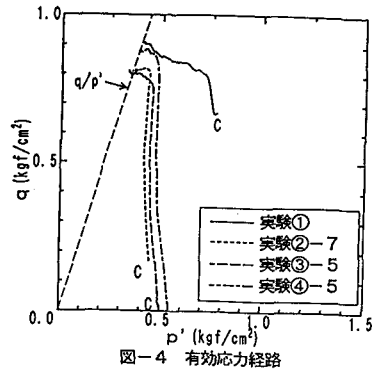


図-4 有効応力経路

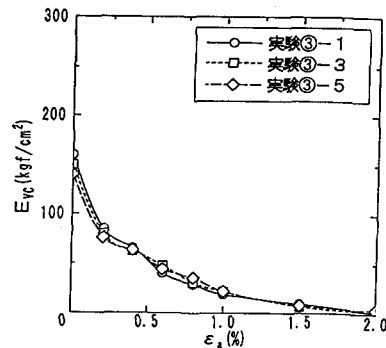


図-5 実験③の軸ひずみ-変形係数関係

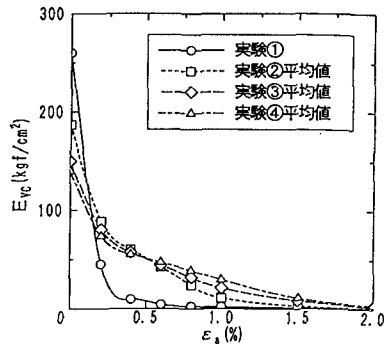


図-6 軸ひずみ-変形係数関係

謝辞

本研究は、「(財)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

- 1) 八下田・今井・ブラダン・片桐(1992)「側方ひずみ履歴を受けた粘土のせん断特性」土木学会第47回年次学術講演会
- 2) 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