

京都大学防災研究所 正会員 嘉門 雅史
同上 正会員 三村 衛
京都大学大学院 学生員 ○五十嵐 謙一

1. はじめに

土の K_0 値を正確に把握することは地盤工学における大きな命題の一つである。しかしながら供試体の断面積を一定に保ちながら軸圧、側圧を制御しなければならず計測・制御系のコントロールが煩雑となるため必ずしも広く行われているとはいえない。筆者らは新たに開発された K_0 圧密試験システム¹⁾を用いて K_0 試験と非排水せん断試験を行って計測・制御系の妥当性を検証し、自然堆積粘土の K_0 圧密・せん断強度特性について実験的に調べた。

2. 実験概要

使用した試料は広島湾岩国沖から採取された沖積粘土である。この自然堆積粘土を三軸セル内にセットし、軸変位と体積変化を計測し K_0 条件を満たすように応力を制御することを自動的に繰り返すことで K_0 圧密を行ってその K_0 値を求めた。圧密後に非排水定ひずみ速度三軸圧縮試験を行い、 K_0 圧密後のせん断特性を調べた。

用いた試料の物性値を表-1に、装置の全体システム図を図-1に示す。

3. 結果

K_0 圧密中の K_0 値の時刻歴を図-2に示す。この図に示した深度13.5m～13.8m付近の試料を用いて行った3本の K_0 圧密においては、 K_0 値は徐々に増加して最終的には3本とも約0.41となった。この結果より、同一と考えられる試料を用いて同一条件で今回の K_0 圧密を行えば、ほぼ等しい応力状態を再現することが可能である。異なるシンウォールチューブから採取した試料を用いた場合の K_0 値の時刻歴を示した図-3を見ると最終的に得られた K_0 値は0.41～0.42のごく狭い範囲にあることがわかる。表-1に示したように深度とともに塑性指数は増加しているが得られた K_0 値と採取深度塑性指数の間に有意な関係は見出だせない。このことから今回行った実験の範囲（深度9m～19m）では岩国粘土の K_0 値は深度によらずほぼ0.41となると考えられる。

深度13.5m～13.8m付近の試料を用いて行った K_0 圧密非排水三軸圧縮試験の応力-ひずみ関係を図-4に示す。実験に用いたひずみ速度は1%/min, 0.1%/min, 0.01%/minの3種類である。応力-ひずみ関係は強いひずみ軟化挙動を示し、明確なピーク強度が存在する。それぞれのピーク強度はひずみ速度1%/minに対して3.81kgf/cm², 0.1%/minに対して3.49kgf/cm², 0.01%/minに対して3.20kgf/cm²となっている。またピーク強度時のいわゆる破壊ひずみはそれぞれ1.5%、1.2%、0.8%となっている。図-5は採取した深度の異なる

表-1 岩国粘土の物性値

採取深度	自然含水比	塑性限界	液性限界	塑性指数
9.8m付近	60.4	43.3	64.6	21.3
13.5～13.8m付近	58.4	45.3	75.0	29.7
15.5m付近	63.8	45.2	85.0	39.8
18.5m付近	69.6	45.8	88.6	42.8

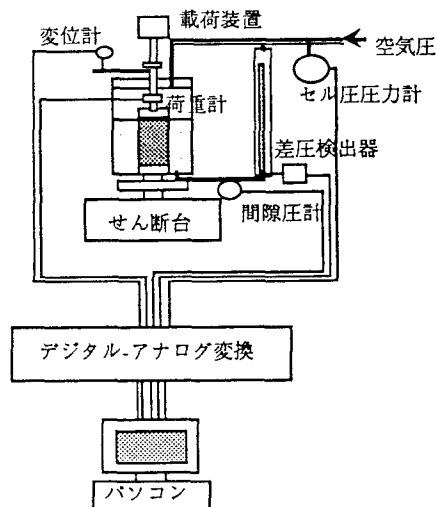


図-1 装置の全体システム図

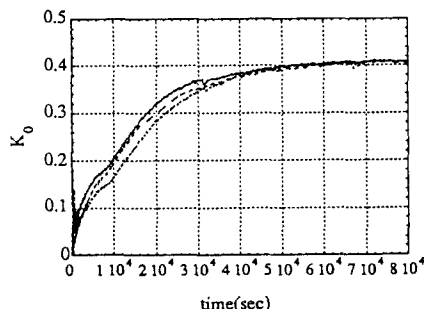


図-2 K_0 値の時刻歴

試料を用いて K_0 圧密後ひずみ速度1%/minでせん断したときの応力-ひずみ関係を示したものである。この図を見る限り、応力-ひずみ曲線の形状、破壊ひずみは同じであるが、 K_0 値が深度によるばらつきが見られなかったのとは対照的に、ピーク強度の値そのものは採取深度ごとにかなり異なり、8%程度のバラツキがみられる。こうした挙動については自然堆積粘土が有する構造に起因するものと考えられるが、現在のところ確定的な結論には至っていない。

K_0 圧密非排水三軸圧縮試験における有効応力経路を図-6に示す。有効応力経路をみると同じ有効応力に対してひずみ速度の大きいものほど大きなせん断力を発揮しており、本研究で用いた岩国粘土の強度の顕著な時間依存性が示されている。 p - q 平面上でそれぞれのピーク強度を連ねると原点を通る直線とみなすことができ、その傾き $M(=q/p)$ は1.33となった。本研究では等方圧密過程を経ずに初期段階から K_0 圧密を行っている。その結果供試体の応力比は圧密初期において破壊線の応力比 M よりも大きな値を取っている。一方岩国粘土の先行圧密応力 p_0 は 1.42kgf/cm^2 と求められており、供試体の応力比は過圧密領域において M よりも大きな値をとり、降伏応力に近づくに従って減少し、正規圧密領域にはいると一定値に収束するという過程をたどっていることがわかる。この結果は粘土の K_0 値は過圧密比に比例して小さくなるというLaddら²⁾の指摘を裏付けるものとなっているとともに本研究で実施した K_0 圧密試験の制御が精度よく行われていることを示している。

4. 結論

1. 広島湾岩国粘土を用いて K_0 圧密試験を実施した。その結果、採取深度によって粘土の塑性指数に比較的大きなばらつきが認められたが、 K_0 値はほとんど同じ値(0.41~0.43)に収束し K_0 値と塑性指数との間に有意な関係は認められなかった。
2. K_0 圧密非排水三軸圧縮試験を三種類の異なるひずみ速度によって実施した。 K_0 圧密非排水三軸圧縮試験では1.5%程度の小さい破壊ひずみでピーク強度に達した後、顕著なひずみ軟化挙動を示すことがわかった。

(参考文献)

- 1) 五十嵐謙一 (1995) : 自然堆積粘土の K_0 圧密・せん断特性に関する実験的研究, 京都大学工学部卒業研究論文
- 2) Ladd, C.C. et al. (1977) : Stress-deformation and strength characteristics, Proc. 9th ICSMFE, Vol. 2, pp. 421-49

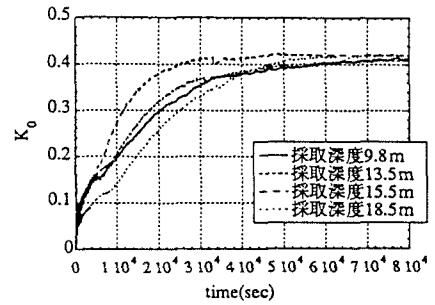


図-3 K_0 値の時刻歴

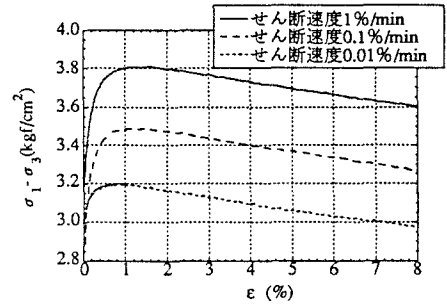


図4 K_0 圧密非排水三軸試験の応力ひずみ関係

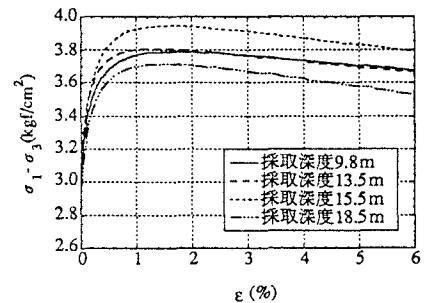


図-5 K_0 圧密非排水三軸試験の応力ひずみ関係 (ひずみ速度1%/min)

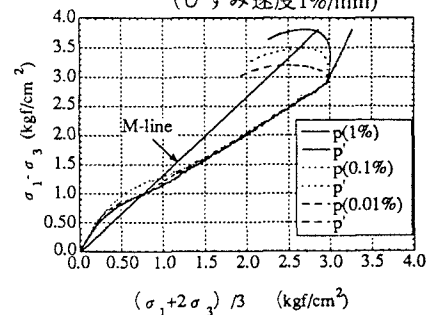


図-6 K_0 圧密非排水三軸試験の有効応力経路