

K₀圧密した粘土の平面ひずみ圧縮挙動

九州大学工学部 学○古川幸則 正 落合 英俊
正 林 重徳 正 梅崎 健夫
学 畑 成年

1. はじめに

自然に堆積圧密された地盤上に構造物を築造する場合には、原位置における応力状態を正確に把握することが重要である。この度、堤体や連続基礎のように一様な断面を持つ長い構造物を築造する場合に、原位置で最も普通にみられる応力状態であるK₀圧密とそれに引き続く平面ひずみ状態での応力変化を再現できる直方体供試体用の三軸圧縮装置を開発した。本文は、この試験装置を用いて正規圧密粘土のK₀圧密・平面ひずみ圧縮試験を行ったので、試験装置¹⁾の特徴と非排水強度について報告する。

2. 試料及び供試体

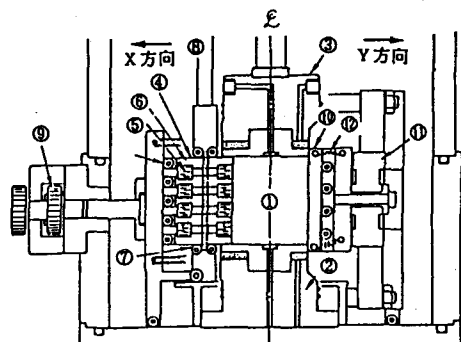
試料は佐賀県諸富町で採取した有明粘土($I_p=69$, $W_L=105\%$, $G_s=2.59$)で、 $420\mu\text{m}$ のふるいを通させた後、 $\sigma_v=0.5\text{kgf/cm}^2$ で一次元圧密を5日間行い、 $52\times 52\times 60(\text{mm})$ に切り出したものを供試体として用いた。

3. 試験装置及び試験方法

K₀圧密および平面ひずみ試験装置は、従来から個々に様々な型式の装置が開発されている。これらのK₀圧密試験装置の多くは側方変位を何らかの方法で測定するか、あるいは、体積変化量と軸方向変位から断面が一定になるように、液圧を制御するものである。^{2) 3)}本装置は、図-1に示すように、X方向にはパルサ材を用いた圧縮形拘束装置を、Y方向には水中ロードセルを備えた浮動型拘束装置を用いることによって、面倒な液圧制御を行うことなく側方変位を許さないK₀圧密試験を行なうことができるようにしたものである。また、簡単な操作によりK₀圧密に引き続き平面ひずみ圧縮試験を実施できる。試験では、まず所定の圧密圧力($0.8, 1.0, 1.2\text{ kgf/cm}^2$)になるまで段階的に圧密圧力を増加させ、最終圧密圧力で24時間K₀圧密(周面排水)を行った。また、最終圧密段階において、間隙水圧が消散した時点で液圧をロードセルで測定した側方圧力と同じになるまで増加させ圧力変換を行った。次いで、K₀圧密終了後X方向の圧縮形拘束装置を取り外すことによりこの方向への供試体の変形を自由にして、せん断速度 $0.07\%/min$ 、非排水条件での平面ひずみ圧縮試験を行った。なお、供試体との間に働く摩擦力を軽減するために、載荷キャップ、ベDESTALおよび浮動型拘束装置には、テフロンシートとシリコングリースを塗布したゴムスリーブを貼付けた。

4. 試験結果および考察

K₀圧密を受けた正規圧密粘土の平面ひずみ状態における非排水せん断強度 C_u ($=(\sigma_1' - \sigma_3')/2$)は、一般に土の性状や圧密終了時の応力状態、および応力履歴によって異なる。つまり C_u に及ぼす影響因子は、土の内部摩擦角 ϕ'



①供試体 ②ベDESTAL ③載荷キャップ
④圧縮形拘束装置 ⑤パルサ材 ⑥ステンレス板
⑦受圧ローラー ⑧拘束板圧縮フレーム ⑨装置解放ネジ
⑩浮動型拘束板 ⑪水平ロードセル ⑫スプリング

図-1 試験装置の概要

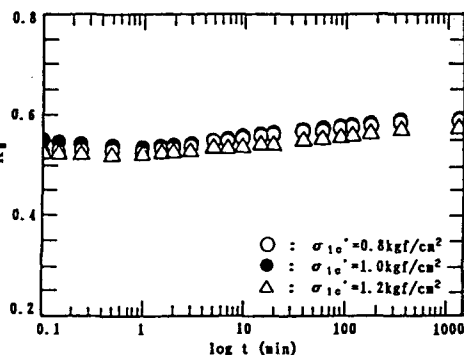


図-2 K₀値の経時変化

、静止土圧係数 K_0 、圧密圧力 $p_{0'}$ 、 b 値
 $(=(\sigma_2' - \sigma_3') / (\sigma_1' - \sigma_3'))$ 、破壊
 時における間隙水圧係数 A などがあり、
 これら関数形として表わすと、

$C_u = F(\phi', K_0, p_{0'}, b, A)$
 となる。以下、本文では特に非排水せん断強度 C_u と K_0 値および圧密圧力 $p_{0'}$ の
 関係に着目して考察した。

4.1. K_0 値の経時的変化

図-2は、圧密中の K_0 値(σ_3' / σ_1')の経時変化を示したものである。いずれの場合も間隙水圧が消散し始める $t=t_{min}$ までは、ほぼ一定の値を示すが、間隙水圧が消散するにしたがい幾分増加し、圧密圧力に依らず $K_0 = 0.58$ のほぼ一定値をとる。このことは、非排水強度 C_u を検討するうえで大変重要である。

4.2. 平面ひずみ圧縮特性

1) 応力経路

図-3は、 K_0 圧密・平面ひずみ圧縮試験における応力経路を示したものである。せん断中全応力経路は、 b 値が増加するため直線にならない。一方、有効応力経路は圧密圧力の違いによらず、ほぼ同様の経路を示す。また有効応力経路の初期部分においては、 p' が幾分増加している部分がある。

2) 平面ひずみ非排水強度

図-4は、非排水せん断強度(C_u)と圧密圧力との関係を示したものである。4.1.で述べたように、この3ケースにおいて K_0 値はほぼ一定であるから、圧密終了時の最大主応力 $\sigma_{1c}' = p_{0'}$ とすると C_u は圧密圧力に比例して増加し、 $C_u / \sigma_{1c}' = 0.39$ であった。

5. まとめ

新たに作製した試験装置を用いて、正規圧密粘土の K_0 圧密・平面ひずみ圧縮試験を行った。また K_0 値の経時変化および平面ひずみ状態における非排水せん断強度に及ぼす圧密圧力の影響について考察した。

その結果、 1) K_0 値は、間隙水圧が消散し始めると幾分増加する。

2) 非排水せん断強度 C_u は、平面ひずみ状態においても圧密圧力に比例する。

という結論を得た。今後、長期圧密した場合の K_0 値の経時変化と、上記の影響因子が非排水せん断強度に及ぼす影響について検討することが重要である。

【参考文献】

- 1) 落合・林ら(1989): 大変形追従型 K_0 圧密・平面ひずみ試験装置の開発, 九州大学工学集報 第62巻 第5号 pp.545-552
- 2) Toshiyuki Mitachi and Shigeru Kitago (1980): "Undrained Triaxial and Plane Strain," Soils and Foundations, Vol. 20, No. 1, pp.13-28.
- 3) 赤井浩一・足立紀尚(1965): 有効応力よりみた飽和粘土の一次元圧密と強度特性に関する研究 "土木学会論文報告集" NO.113, PP.19-70.

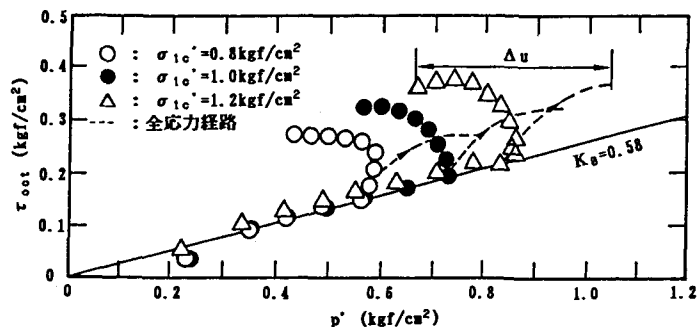


図-3 K_0 圧密・平面ひずみ圧縮試験の応力経路

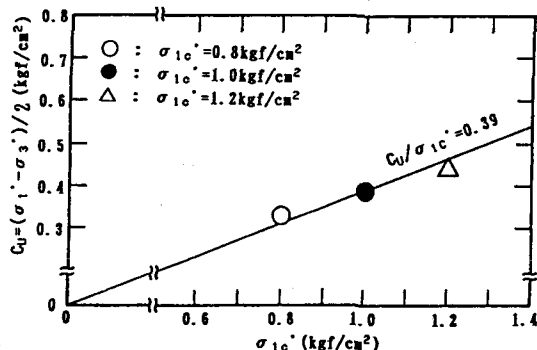


図-4 非排水強度に及ぼす圧密圧力の影響