

大阪大学大学院 学生員 ○奥田和友
大阪大学大学院 正会員 小田和広
大阪大学大学院 正会員 鍋島康之
大阪大学大学院 フェロー 松井 保
大阪大学大学院 学生員 金 榮錫

1. はじめに

三軸試験機を用いて粘土の K_0 圧密試験を行う場合、供試体の軸ひずみ (ϵ_a) と体積ひずみ (ϵ_v) を直接制御するのではなく、両者が一致するように、軸方向の鉛直応力 (σ_a) またはセル圧 (σ_c)、もしくはその両方を制御する方法がよく用いられる。このとき、 K_0 条件を満足させるためには、高度な計測・制御のフィードバックシステムが必要となる。ところで、筆者らが開発してきたひずみ経路制御ミニ三軸試験¹⁾では、供試体の ϵ_a と ϵ_v の両方が直接制御される。そのため、 K_0 条件を満足させるための複雑なフィードバックシステムを必要としない。本研究では、このひずみ経路制御ミニ試験機によって、大阪湾の沖積層から採取された不攪乱粘土の K_0 圧密非排水圧縮試験を行い、その力学特性について明らかにしようとするものである。

2. ひずみ経路制御方式による K_0 圧密試験

図-1 はひずみ経路制御方式の K_0 圧密試験におけるひずみおよび応力の状態を示している。まず、等方有効応力 (σ'_i) が所定の値に保たれるように、 σ_c と背圧 (u_b) を供試体に作用させる。この初期状態から所定の速度の軸変位と体積変化をそれぞれ載荷装置および体積変化制御装置 (DPVC) によって供試体に加える。これにより、供試体には ϵ_a と ϵ_v が生じる。 ϵ_a の増加に伴い σ_a が増加し、一方、 ϵ_v の増加に伴い u_b は減少する。本試験では、 σ_c を一定に保っているため、 u_b の減少は側方の有効応力 (σ'_c) の増加に転化される。

3. 試験試料および試験ケース

表-1 は今回の試験に用いた大阪湾沖積粘土の物理・力学特性を示している。今回試験に用いた試料は沖積層下部から採取されているため、 w_L が低い。また、上載圧として埋立荷重が作用しているので圧密降伏応力 (p_c) が高くなっている。

表-2 は試験ケースを示している。圧密は ϵ_v が約 10% に達するまで行った。その後、直ちに非排水圧縮試験を実施した。なお、本試験機では、DPVC を停止することにより、圧密過程から非排水せん断過程への切り替えを瞬時に行うことができる。

表-1 試料の物理・力学特性

$\rho_t(\text{g}/\text{cm}^3)$	Gs	$w_L(\%)$	$w_p(\%)$	w_n	$P_c(\text{kPa})$	Cc
1.838	2.681	49.7	17.0	36.2	372.8	0.702

表-2 試験ケース

$\sigma'_i(\text{kPa})$	$u_b(\text{kPa})$	$\sigma_c(\text{kPa})$	$\dot{\epsilon}_a(\%/min)$	$\dot{\epsilon}_v(\%/min)$	$\epsilon_v(\%)$
19.6	490.5	510.1	0.03	0.03	9.914

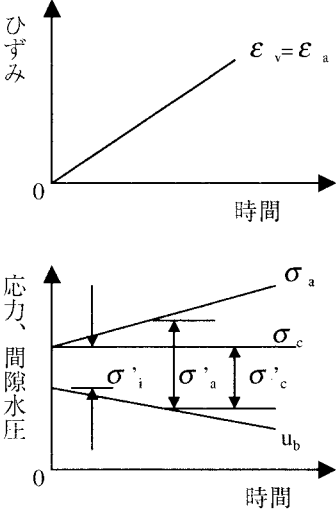


図-1 K_0 圧密におけるひずみ及び応力の状態

4. 試験結果と考察

図-2 は K_0 圧密過程における応力および背圧とひずみの関係を示している。軸差応力 (q) と平均有効主応力 (p') はひずみの増加とともに単調に増加し、一方、背圧は単調に減少している。

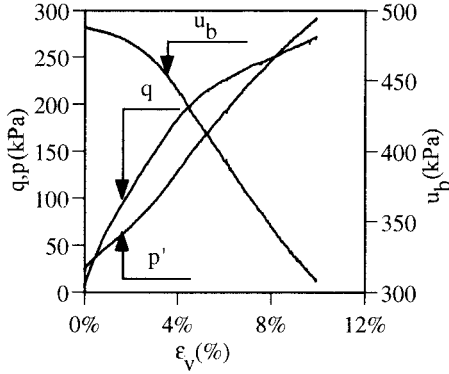


図-2 応力および背圧とひずみの関係 (K_0 圧密過程)

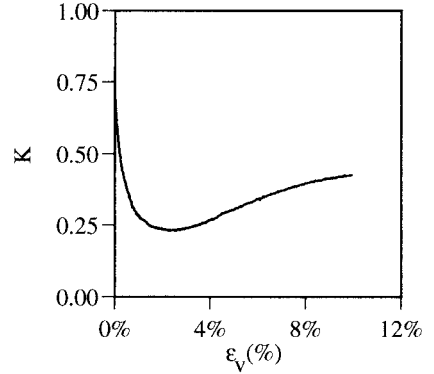


図-3 主応力比と体積ひずみの関係 (K_0 圧密過程)

図-3 は ϵ_v と主応力比 ($K=\sigma'_1/\sigma'_3$) の関係を示している。初期状態は等方状態であるので K は 1.0 である。 ϵ_v の増加とともに K は急減し、 ϵ_v が約 2% のとき、約 0.25 になっている。その後、 K は増加に転じ、 K_0 圧密終了時点では約 0.4 になっている。図-4 は非排水圧縮過程における応力とひずみの関係を示している。 q はひずみの増加とともに単調に

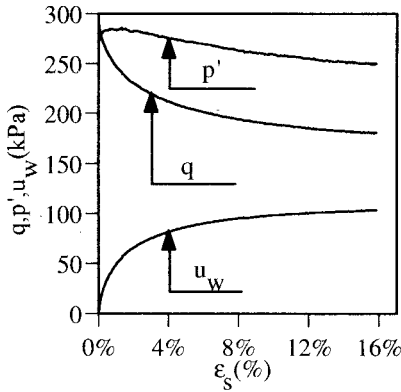


図-4 応力および背圧とひずみの関係 (非排水圧縮過程)

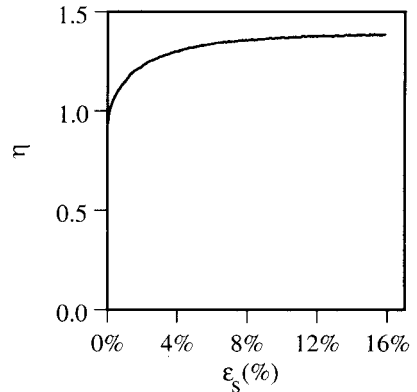


図-5 応力比とせん断ひずみの関係 (非排水圧縮過程)

減少しており、ひずみ軟化挙動を示している。また、過剰間隙水圧 (u) はひずみの増加とともに単調に増加し、逆に p' は単調に減少している。図-5 は ϵ_s と応力比 ($\eta=q/p'$) の関係を示している。 η にひずみ軟化は認められない。このため図-4 に見られるひずみ軟化特性は、 p' の減少によるものと考えられる。図-6 は有効応力経路を示している。異方圧密初期では q が急増するため応力経路は限界状態線を越えている。 q の p' に対する増加率は p' が約 100kPa に達した時点で緩やかになる。このため応力経路は限界状態線の内側に入る。

5. まとめ

本研究では、ひずみ経路制御ミニ試験機により、大阪湾沖積粘土の K_0 圧密非排水圧縮試験を行った。そしてその力学挙動を明らかにした。

[参考文献] : 1) Matsui, T., Oda, K. and Nabeshima, Y. (1999) : Development of strain path controlled mini-triaxial apparatus and strain path dependent behavior of clay, Proc. 11th ARCSMFE, pp. 121-124.

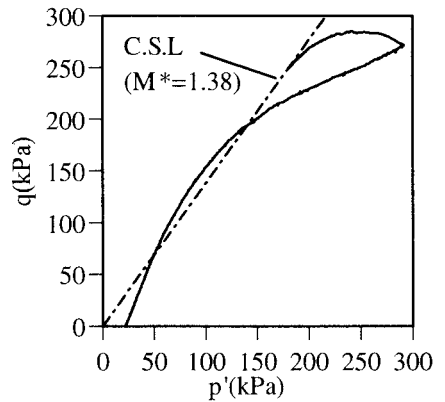


図-6 有効応力経路