

過圧密飽和粘土のせん断特性

京都大学工学部
日本不動産銀行
鹿島建設

正員 足立 紀 尚
正員 田中 利 雄
正員 ○池田 雅 一

1. はじめに

過圧密粘土の力学的挙動を解明し、土質材料の構成式を確立するために、一連の試験を行なっているが、正規圧密粘土の構成式としては、弾塑性体理論によるものとして、Roscoeらのもの、および高田らのものがあり、弾粘塑性体理論によるものとして、足立らのものが、すでに提案されている。しかし過圧密粘土の構成式に関する研究は少ない。たとえばRoscoeらの理論におけるelastic wall内での粘土の挙動は弾性的であると仮定されているが、実際の粘土の挙動はそうとは言い難いという実験事実が指摘されつつある。本報告はelastic wall内の挙動を実験的に解明する目的で、とくにひずみ成分に着目して、種々の排水試験を行なった結果についてのものである。

2. 実験方法その他

試料は乾燥深草粘土を充分練返し、すべて先行圧密圧力 30 kg/cm^2 で圧密、膨潤させたものを用いた。粘土の物理的性質は比重2.71 LL 59.0% PL 26.0% PI 33.0 初期含水比21.0%であった。今回行なった試験は排水せん断試験、繰返し載荷試験および軸差応力一定試験の3種類であるが、すべて完全排水条件のもとで $0.15 \sim 0.3 \text{ kg/cm}^2$ の段階的載荷による応力制御方式で行なった。排水せん断試験のせん断開始時の圧密圧力は 0.6 kg/cm^2 、 1.5 kg/cm^2 、 3.0 kg/cm^2 、 6.0 kg/cm^2 (過圧密比はそれぞれ50, 20, 10, 5)である。繰返し載荷試験のせん断開始時の圧密圧力は 1.5 kg/cm^2 、 6.0 kg/cm^2 (過圧密比20, 5)であり、せん断応力 1.0 kg/cm^2 まで載荷し、次に除荷を行なった。軸差応力一定試験は、状態曲面内と考えられる所定の軸差応力まで載荷を行ない、その後軸差応力一定で平均主応力のみを増加させ、次に同応力径路を通るように除荷を行なった。今回行なった軸差応力一定試験は初期圧密圧力 1.5 kg/cm^2 (過圧密比20)、せん断応力 1.0 kg/cm^2 および初期圧密圧力 6.0 kg/cm^2 (過圧密比5)、せん断応力 3.0 kg/cm^2 である。

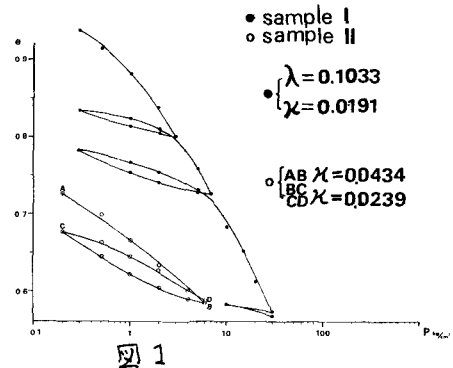


図 1

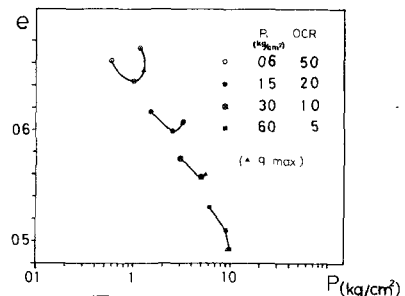


図 2

3. 実験結果 および考察

図1は試料の 30 kg/cm^2 圧密時の等方圧密曲線および膨潤線を示す。図2に排水せん断試験の間げき比・平均主応力対数曲線を示すが、同図からの膨潤線のこう配 $\chi = 0.0437$ は図1の膨潤

線のこう配 $\alpha_{AB} \approx 0.0434$ とほぼ一致しており、富太田の仮定、すなわち排水せん断において過圧密粘土の状態径路は状態曲面に出るまでは elastic wall 内に存在するということの妥当性を示すのと考えられ、状態曲面内では体積ひずみ増分は、ほぼ弾性 すなわち $dv = dv^e$ と考えられる。

図3、図4はそれぞれ繰り返し載荷試験の軸差応力-偏差ひずみ関係および軸差応力-体積ひずみ関係を示したもので、図のおおのの状態は図2より elastic wall 内の点と考えられ、elastic wall 内では偏差ひずみ増分はほぼ塑性 すなわち $d\epsilon = d\epsilon^p$ 、また体積ひずみ増分は排水せん断試験の結果と同様、弾性 すなわち $dv = dv^e$ と考えられる。

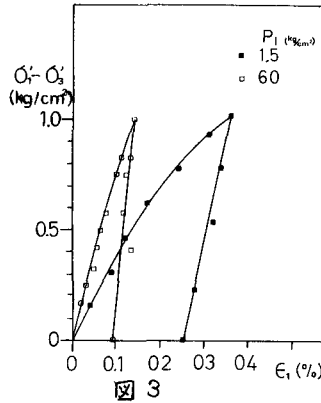


図3

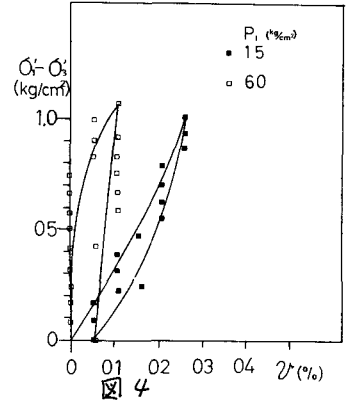


図4

図5に今回行った軸差応力一定試験の応力経路を示す。また間げき比-平均主応力対数関係を図6に示す。両図中のAB, BC, CD, DEはそれぞれせん断応力載荷、軸差応力一定で平均主応力載荷、軸差応力一定で平均主応力除荷、せん断応力除荷を示す。図6から軸差応力一定時のこう面が図2の膨潤線のこう配とほぼ等しいことがわかる。載荷と除荷でこう配が異なるのをヒステリシスとみなせば、体積ひずみ増分は主応力差の増分によつては生じず、平均主応力の増分によつてのみ生ずると考えられ、状態径路は elastic wall 内に存在しており elastic wall 内ではタイレタンシーは生じないと考えられる。すなわち先ほどの排水せん断試験および繰り返し載荷試験の結果と同様 $dv = dv^e$ と考えられる。以上の結果から Roscoe and Burland の仮定が拡張され、状態曲面内に平均主応力軸に、平行な塑性ポテンシャル面が存在すると考えられる。

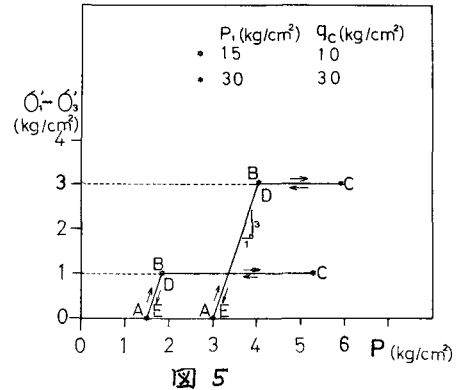


図5

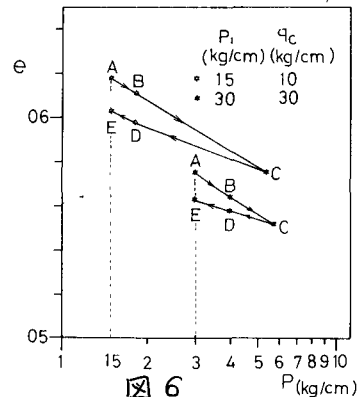


図6

参考文献

- *1 Ohta, H. "Analysis of Deformation of Soils Based on the Plasticity and Its Application to Settlement of Embankments" Doctor Thesis Kyoto University 1971
- *2 Roscoe, K. H. and Burland, J. B. "On the Generalized Stress-Strain Behavior of Wet Clay," Engineering Plasticity, Cambridge University Press pp. 535 ~ 609