

防衛大学校 学○山内 邦彦
同 正 山口 晴幸
同 正 木暮 敬二

1. はじめに

現場における地盤の多くは過圧密状態にあると考えられるが、有機質土の過圧密効果に関する研究は、正規圧密土に比べ変形が複雑であるため、少ないようである。本報告は主に排水条件下での実験結果から過圧密土の応力～ひずみ挙動について考察したものである。

2. 試料および実験

用いた試料は埼玉県浦和市郊外より採取した有機質土で、420 μ mふるいで粒度調整したものを約60kPaで2週間予圧密し、直径50mm高さ125mmの供試体に作製した。試料の物理的性質は比重 $G_s=2.36$ 、 $L.L.=147.1\%$ 、 $P.L.=67.5\%$ 、 $I.P.=79.6\%$ 、強熱減量値 $Lig=25.4\%$ である。実験は応力制御型とひずみ制御型の三軸圧縮試験機を用い、表-1に示す試験条件で先行圧密圧力(P_p')=250kPaから吸水除荷した供試体について、排水および非排水試験を実施した。

3. 実験結果と考察

3-1 有効応力経路

図-1～3は各試験の有効応力経路を等価圧密圧力 p_e' で正規化したものである。CDPC試験では正規圧密供試体(OCR=1)を除きほぼ垂直に立ち上がっているが、破壊点付近でわずかに p'/p_e' の増加を示している。一方、CUC試験ではOCR=2付近で垂直に立ち上がり、ここを境にしてOCR>2はdry側にある。しかし、CDC試験はOCR=2でもいったん p'/p_e' が減少するが、のちに増大する傾向を示しており、dry側の境界がもっと原点側、すなわちOCRの増大側にあるといえる。しかしながら排水・非排水条件下での各供試体は類似した応力軌跡を示し、状態境界面の存在をうかがわせ、弾性域から塑性域へ移行するという弾性壁の概念¹⁾が

表-1 試験条件

試験	応力制御条件	排水条件	P_p' (kPa)	過圧密比(OCR)
側圧一定非排水圧縮試験(CUC-test)	ひずみ制御, $\dot{\epsilon}=0.04\%/min$ $\sigma_3=const., \Delta\sigma_1>0$	非排水	250kPa	1,2.1,5.8,8.8,12.7
側圧一定排水圧縮試験(CDC-test)	ひずみ制御, $\dot{\epsilon}=0.0008\%/min$ $\sigma_3=const., \Delta\sigma_1>0$	排水	250kPa	1,2.0,3.0,4.9,10.3
平均主応力一定排水圧縮試験(CDPC-test)	応力制御, $\Delta\eta=0.2, \Delta\sigma_1>0, \Delta\sigma_3<0, p'=const.$	排水	250kPa	1,2.0,3.1,5.3,11.5,27.3

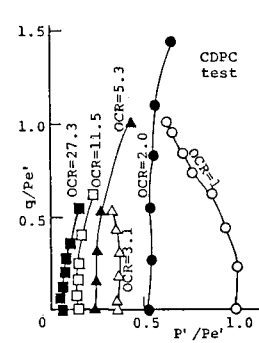


図-1 有効応力経路(CDPC)

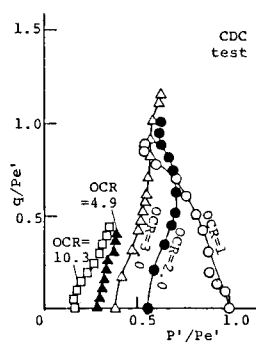


図-2 有効応力経路(CDC)

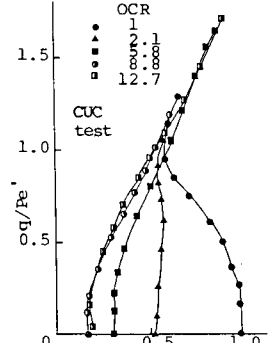


図-3 有効応力経路(CUC)

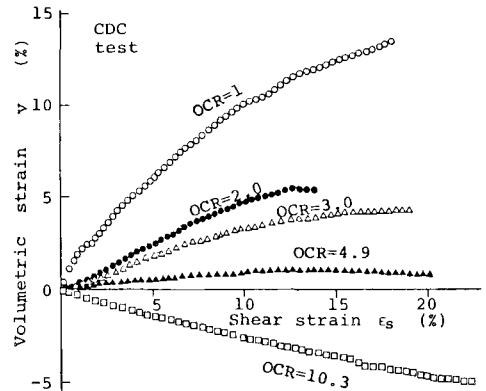


図-4 体積ひずみ～せん断ひずみ関係(CDC)

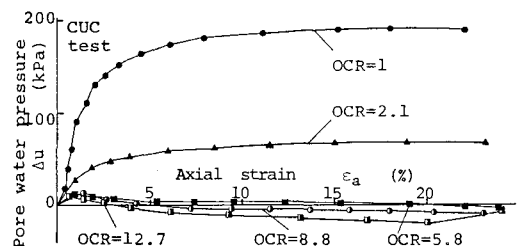


図-5 間隙水圧～軸ひずみ関係(CUC)

適用できうると考えられる。

3-2 ダイレイタンスー挙動

図-4は、CDC試験の体積ひずみ～せん断ひずみの関係を示したものである。これより、排水試験ではOCR=4.9においても体積収縮($v > 0$)を示し、非排水条件下(図-5)でも、OCR=5.8において発生間隙水圧がようやく正から負へ転じており、本実験に用いた有機質土は、OCR=5付近が収縮・膨張の境界上にあると考えられる。また、図-6は CDC試験の体積ひずみと過圧密比の関係等をせん断ひずみ線で結んだもの

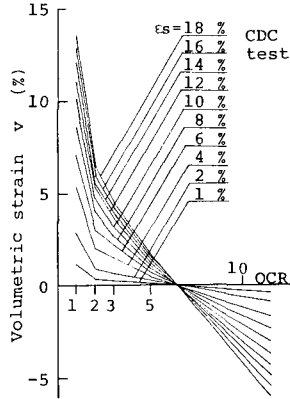


図-6 等ひずみ線(CDC)

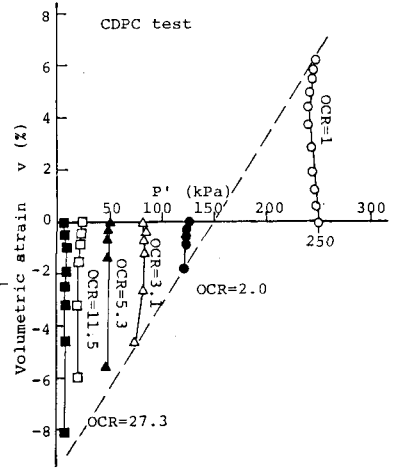


図-7 v～p' 関係(CDPC)

のもで、 $p' = 150 \text{ kPa}$ すなわち、OCR=1.67で体積変化がなくなる。したがってOCR=1.67が限界状

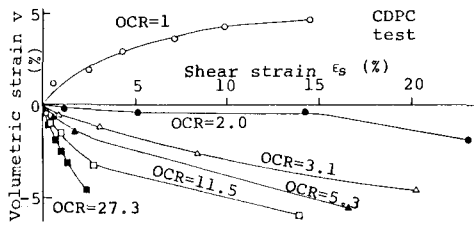


図-8 v～εs関係(CDPC)

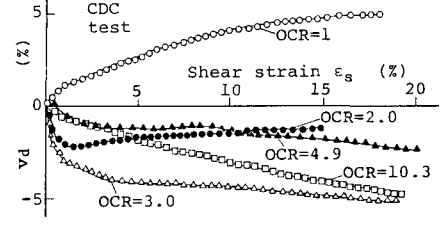


図-9 v～εs関係(CDC)

態線上にあることがわかる。ところで、体積ひずみ v が p' 成分に起因する体積ひずみ v_v と q 成分に起因する体積ひずみ v_d の和であるとする、 $v = v_v + v_d$ (1) v_d がいわゆるダイレイタンスーである。清水²⁾は p' 一定条件下でのせん断中に発生するひずみはすべて塑性的であると仮定している。すなわち唯一の弾性的ひずみは体積ひずみであり、 p' の変化に伴う弾性的体積ひずみは次式で表される。

$$v_v = \frac{\lambda}{1+e_0} \times \ln\left(\frac{p'}{p_0'}\right) \quad (2)$$

$$v_v = \frac{\kappa}{1+e_0} \times \ln\left(\frac{p'}{p_0'}\right) \quad (3)$$

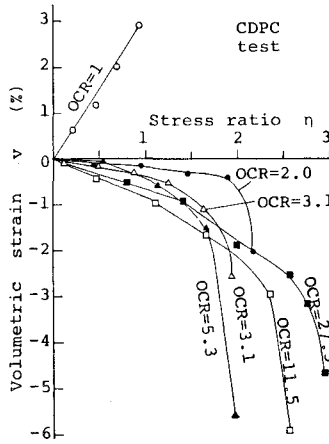


図-10 v～η関係(CDPC)

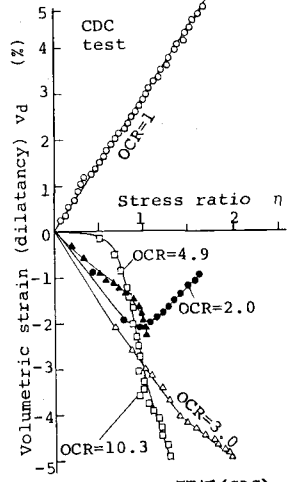


図-11 v～η関係(CDC)

ここで e_0 、 p_0' はせん断開始時の e と p' であり、(2)式はwet側、(3)式はdry側を表す。したがって、CDC試験におけるダイレイタンスー相当量 v_d は、発生した全体積ひずみ v から p' 成分による v_v を除けば良い。図-8～11はCDPC試験の $v = v_d$ とCDC試験の v_d をせん断ひずみ ϵ_s 、応力比 $\eta = q/p'$ との関係で表したものである。なお、ここでは正のダイレイタンスーを示すOCR=4.9までを(2)式で、OCR=10.3をdry側の(3)式で計算した。これらの結果から、多少のばらつきはあるが概ね近似した傾向を示しており、過圧密領域においてもひずみの重ね合わせが可能であろうと考えられる。(参考文献) 1) Atkinson et al.(1978); The mechanics of soils, McGraw-Hill. 2) 清水正喜(1979); 第14回土質工学研究発表会講演集, pp.417～420