

京都大学防災研究所 正員 大槌正紀

要旨 正規圧密飽和粘土をある応力比から平均主応力(p)、及び最小主応力(σ_3)一定のもとに、応力比を減少させて試験結果を示す。また、応力摂動(Stress Probe)試験結果につき、状態境界面内における状態経路について検討した結果を示す。

平均主応力及び最小主応力一定の除荷試験結果 市販粉末粘土(通称森森粘土)の繰り返し再圧密試験($w_0 \approx 45\%$)を用いて、三軸圧縮条件のもとに2486cm²まで等方圧密後、 p 一定で所定の応力比($r_i = (\sigma_1/p)_i$)まで載荷した後、 p または σ_3 一定で応力比を減少させた。試験は側方排水条件のもとに、応力制御で行った。各試験の試験期間はいくつ3週間である。図-1, 2にそれぞれ p , σ_3 一定除荷試験結果を示す($-\delta e$, e_v , $e_d (= e_v - e_v/3)$ は間けき比, 体積ひずみ, 及び偏差ひずみ)。 p 一定試験では、いずれも間けき比は減少している。いま、 p 一定試験の e , e_d を(1), (2)式で表わす²⁾。ここに、 $(-\delta e)_0$, e_{d0} は応力比を r_i からゼロまで減少し

$$e_i - e = \frac{(-\delta e)_0}{\ln \frac{C_m}{r_i + C_m}} \ln \frac{r + C_m}{r_i + C_m} = \Delta e'' \ln \frac{r + C_m}{r_i + C_m} \quad (1)$$

$$e_d = \frac{e_{d0}}{\ln \frac{C_d}{r_i + C_d}} \ln \frac{r + C_d}{r_i + C_d} = e_d'' \ln \frac{r + C_d}{r_i + C_d} \quad (2)$$

たときの間けき比の減少量及び偏差ひずみの変化量であり、 C_m , C_d は定数、 e_i は除荷開始時の間けき比である。図-3に図-1より求めた $(-\delta e)_0$, e_{d0} と r_i の関係のプロットを示す。この関係を(3), (4)式で表わす。ここに、 a_m , b_m , a_d , b_d は定数、図-3に実線で、これらの式による計算曲線を示す。図-1に

$$(-\delta e)_0 = a_m \{ \exp(b_m r_i) - 1 \} \quad (3)$$

$$e_{d0} = a_d \{ \exp(b_d r_i) - 1 \} \quad (4)$$

実線で(1)～(4)式の計算曲線を示す。用いた定数は図-1及び図-3中に示している。

状態境界面内の状態

曲面について 図-4に、

文献²⁾中のseries2の $(-\delta e)$

と p の関係を示す(各試験

番号は文献²⁾と同じ)。こ

の図より、状態経路の $e \sim$

p 面上への投影は、ある境

界(試験11及び試験5又は4の $e \sim p$ 線付近)より

左上にあることがわかる

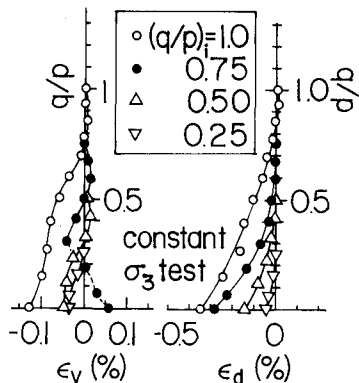


図-2 $q/p \sim e_v, e_d$ 関係

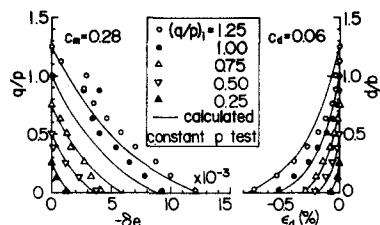


図-1 $q/p \sim (-\delta e)_0, e_d$ 関係

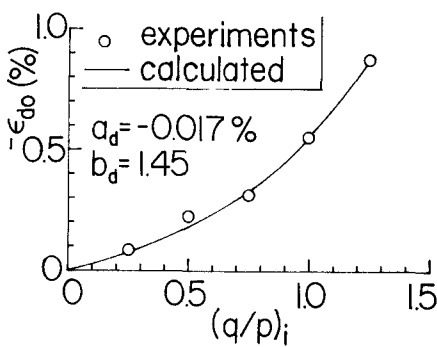
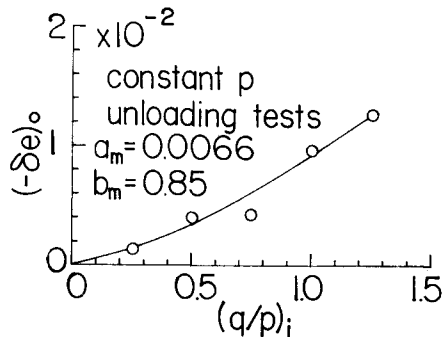


図-3 $(-\delta e)_0, -e_{d0} \sim (q/p)_i$ 関係

(右図は左図を拡大したものである)。図-5, 6は, これらの関係を模式的に示したものである。同図中のAD及びAGが上述した $e \sim p$ 図上で境界線を示しており, これは, 図-5からわかるように, 状態境界面とこの中の状態曲面との交線と考えられる。また, これらの図中の状態経路AB, ACはそれぞれ p -一定及び e -一定の除荷経路を示し, AFは異方膨潤に対する状態経路である。図-7(a)に, 応力増減試験(図-4)のうち, 状態境界面内に属すると考えられる試験4~8の応力比 p_i からゼロまで変化したときの固けき比の減少量 $(-\delta e)_{r=0}$ と $\log p$ の実係を示す。これらのプロットは $(-\delta e)_{r=0} \sim \ln p$ 図上で勾配 ζ , K をもつ2本の直線上にあるとする。同図(b)に, 図-1, 2より求めた同様の実係を示す(同図(a), (b)の対応する直線の勾配は同じ)。これらの直線は, 図-5, 6ではDBC及びCEに対応する。つきに, 状態境界面内の状態曲面を表わす式を示す。状態経路ABは(1)式で表わされるが, この曲線のB点が r 一線上を移動するときできる曲面を状態曲面ADB

$$e = e_i - \zeta \ln \frac{p}{p_i} - \Delta e'_0 \ln \frac{r+C_m}{r_i+C_m} \quad (5)$$

$$e = e_a - \lambda \ln p - K_m p^m F(x) \quad (6)$$

$$\zeta \ln \frac{p}{p_i} + \Delta e'_0 \ln \frac{r+C_m}{r_i+C_m} = 0 \quad (7)$$

$$e = e_i - K \ln \frac{p}{p_i} - \frac{K}{\zeta} \Delta e'_0 \ln \frac{r+C_m}{r_i+C_m} \quad (8)$$

Cとすると, これは(5)式で表わされる。(6)式で表わされる状態曲面²⁾とこの曲面の交線は状態経路AD(図-5, 6)を表わす。他方, 状態経路ACは, (5)式において $e = e_i$ として(7)式で表わされる。つきに曲面ACEFは曲線ACのA点がAF上を移動する

ときにできる曲面とすれば(8)式のように r_i のとき

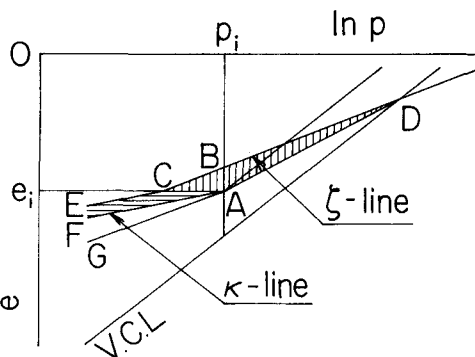


図-6 $e \sim \ln p$ 関係(模式図)

式で $r=0$ としたときのCE線は, 異方膨潤線AFに平行である。

謝辞: 御指導頂いた防災研究所柴田敏教授, 実験を手伝って頂いた清水博樹技官に深謝の意を表します。

引用文献 1) 大橋(1976): 土木学会国内支部学術講演会概要, 2) 大橋(1976): 第11回土質工学研究発表会概要

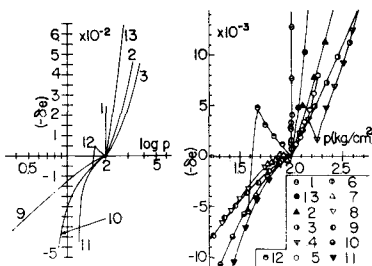


図-4 応力増減試験の $(-\delta e) \sim \log p$ 関係

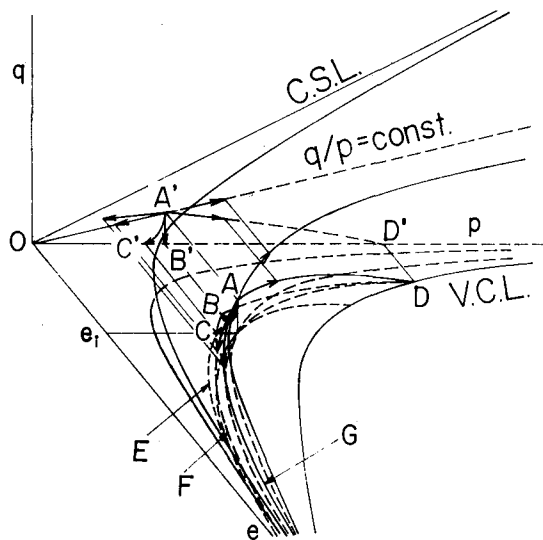


図-5 $e \sim p \sim q$ 関係の模式図

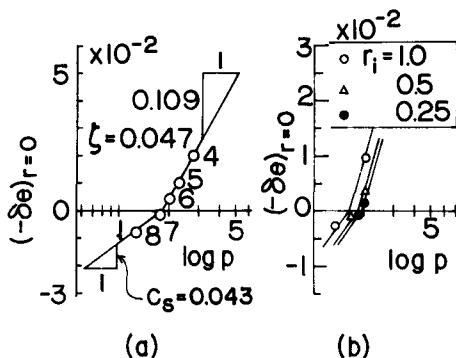


図-7 $(-\delta e)_{r=0} \sim \log p$ 関係