

III-11 粘土の圧縮性について

京都大学防災研究所 正員 ○柴田 徹
京都大学大学院 学生員 梅原 靖文

粘土の応力とヒズミあるいはセリ断中の体積変化や間隙水圧を調べるために、1) 平均有効主応力を一定に保った排水圧縮試験と、2) 側圧を一定に保った非排水圧縮試験を実施した。1) の試験からえられた結果の一部は既に報告した¹⁾²⁾ので、ここにはもう一度データをまとめることにする。

1. 平均有効主応力一定の圧縮試験

セリ断応力の変化によつて生じる粘土の体積変化(ダイラタンシー)を調べるためには、平均有効主応力 $\sigma'_m = (\sigma'_1 + 2\sigma'_3)/3$ を一定に保つて行つた試験が適してゐるので、N.G.I. 型三軸試験機を用いて定荷重式の排水圧縮試験を実施した。すなわち尾崎粘土の乱さない試料について、その先行圧縮応力よりも大きい等方圧力 σ_{mc} で圧密したのち、その σ_{mc} の値を変えないよう($\sigma_{mc} = \sigma'_m$), 主応力差 $(\sigma_1 - \sigma_3)$ を加えると同時に最小主応力 σ_3 を減少せしめ、paper drain を併用して供試体からの排水を許したばう破壊まで段階的に $(\sigma_1 - \sigma_3)$ を増加した。

$\sigma'_m = 2.73, 4.50 \text{ kg/cm}^2$ の場合の $(\sigma_1 - \sigma_3)/\sigma'_{mc} \sim \epsilon_1$ および体積変化 $\Delta V_0/V_1 \sim \epsilon_1$ 関係をプロットすると図-1 のようになる。ただし ϵ_1 は各荷重段階において供試体からの排水がとまったとき(割二圓間づつを要した)の軸方向ヒズミである。この図よりわかることは、i) 応力 $(\sigma_1 - \sigma_3) \sim \epsilon_1$ 関係は σ'_{mc} の値によつて異なつた曲線となるが、図示のように $(\sigma_1 - \sigma_3)$ を σ'_{mc} で割つた値で整理すれば σ'_{mc} とは無関係に(すなわち含水比とは無関係に)一つの曲線であらわせる。なおこの $(\sigma_1 - \sigma_3)/\sigma'_{mc} \sim \epsilon_1$ 関係を両対数紙上にプロットすると、上限降伏値に相当する応力 $\sigma'_{u1} = 0.68 \sigma'_{mc}$ 、ヒズミ $\epsilon_u = 3.5\%$ が求められる(図省略)。ii) $\Delta V_0/V_1 \sim \epsilon_1$ 関係も σ'_{mc} の値にかかわらず一つの曲線であらわせる。

図-2 は $\Delta V_0/V_1 \sim (\sigma_1 - \sigma_3)/\sigma'_{mc}$ 関係を示したもので、これによれば粘土のダイラタンシーはセリ断開始時の

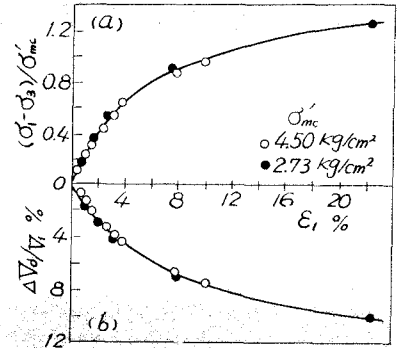


図-1

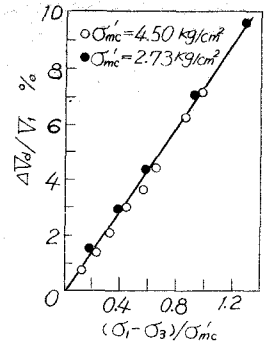


図-2

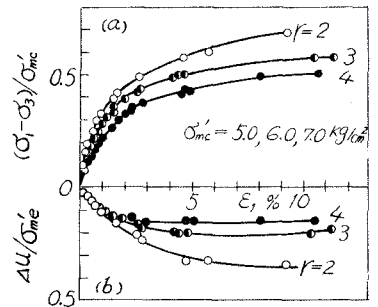


図-3

含水比とは無関係に $(\sigma_1 - \sigma_3)/\sigma'_{mc}$ によつて一義的に定まり、両者は比例関係にあることがわかる。

2. 側圧一定の圧縮試験

定荷重式の非排水試験（供試体底面で間デキ水圧測定）により、過圧密比 r ($r =$ 圧密圧力 σ'_{mc} / 膨潤圧力 σ'_{me}) を種々に変えた過圧密粘土の圧縮性を調べた。各荷重段階における荷重増加量は $(\Delta\sigma_1 - \Delta\sigma_3) = 0.5 \text{ kg/cm}^2$ とし、一段階における載荷時間は間デキ水圧が一定値に落ちつくまで約6時間づつを要した。供試体は圧密型試験作成機により作つたものである。

図-3は結果をまとめたもので、圧密圧力 σ'_{mc} が5, 6, 7 kg/cm^2 の場合に、それぞれ $r = 2, 3, 4$ に変えてある。図-3(a)は $(\sigma_1 - \sigma_3)/\sigma'_{mc} \sim \epsilon_1$ 関係であつて、 σ'_{mc} のいかにかわらず過圧密比をパラメーターとして、それぞれ一つの曲線であらわすことが出来る。また図-3(b)はせん断中に発生する間デキ水圧 Δu を膨潤圧力 σ'_{me} で割つた値と ϵ_1 の関係であつて、やはり σ'_{me} の値にかかわらず r によつて定まることがわかる。なお σ'_{me} のかわりに σ'_{mc} で割つた値で整理しても同様のことがいえる。また図-3のやうな関係が成立すれば、あるヒズミにおける $(\sigma_1 - \sigma_3)/2$ と $(\sigma'_1 + \sigma'_3)/2$ あるいは σ'_{mc} , σ'_{me} 等との関係は r をパラメーターとすれば原素を通る直線であらわされることが説明出来る。このやうな図-4には $\epsilon_1 = 10\%$ における $(\sigma_1 - \sigma_3)/2$ と σ'_{me} の関係を例示する。図-5は含水比 w と σ'_{mc} あるいは σ'_{me} の関係を半対数紙上にプロットしたものであり、正規圧密粘土の場合と同様、同じ r の値を結ぶと直線になる。また図-6は w と $\epsilon_1 = 10\%$ における $(\sigma_1 - \sigma_3)/2$ の関係を半対数紙上に描いたものであり、この場合も図-5と類似の傾向がみられる。図-5, 6において同じ r の値を結ぶ直線（図中実線）がそれぞれ平行になることから、図-4の関係が成立することもまた証明できる。従つて図-3以下に述べた種々の関係は互いに矛盾するものでないことが説明できる。

引用文献：—

- 1) 柴田, 松尾裕: 粘土のダイラタンシーについて, カリロロジ-討論会講演要旨集, 1962, pp. 50-56.
- 2) 柴田, 松原: 粘土の体積変化について, 土木学会関西支社講演会概要集, 1962, pp. 47-48.

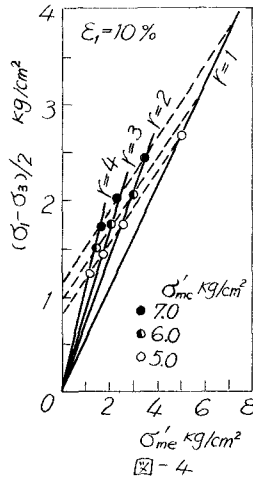


図-4

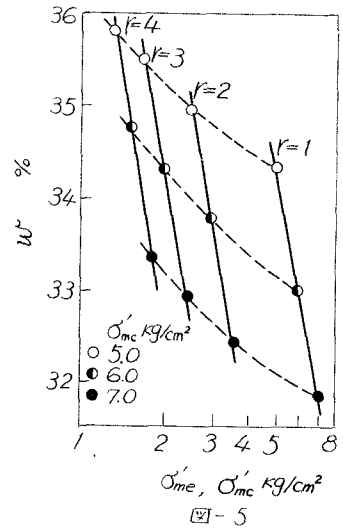


図-5

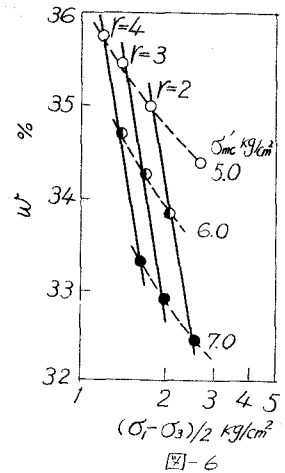


図-6