

金沢大学工学部 正員 ○八木則男
 金沢大学工学部 正員 西田義親
 金沢大学工学部 大島理喜夫

1. まえがき

飽和粘土の力学特性の研究は、均一な不攪乱粘土を数多く得ることの困難さから、練り返し再圧密粘土に対し多くなされてきた。そして正規圧密状態とはスラリー状の粘土を圧密したもので、正規状態での圧密圧力 σ_c と間げき比 e (含水比 w)の関係は一義的に決定される。したがって先行荷重 σ_c と過圧密比 OCR がわかれば粘土の状態が決定され、力学特性は σ_c と OCR によって統一的に表示することにより、大いなる成果が得られてきた¹⁾。しかし、ある荷重で圧密された粘土を練り返すことによって応力履歴を取り除き、再度圧密をすると同じ圧密圧力の下でも以前のものより低含水比の状態が得られる。この状態を正規圧密と呼んでよいかどうかはわからないが、一応練り返し正規状態と呼ぶことにし、この状態に対応する練り返し過圧密を考えると、 $\sigma_c \sim w$ 関係のある一点における状態は練り返し時の含水比 w 、 σ_c 、 OCR がわからなければ決定できず、その点における状態は数多く存在することになる。したがって σ_c と OCR のみでは粘土の力学特性は表示し得なくなる。そこでこのような状態での粘土の力学特性を統一的に表示することを目的として練り返し粘土に対し、圧密非排水試験を行なった。このような研究は少なく、例えば Ladd²⁾らがサンプリング時の乱れの影響についてわずかに行なっているが、それも系統的ではない。

2. 試料、実験方法

試料は石川県地方で凡谷焼に用いられる淡茶色のカオリン粘土で、 $L.L.=79.3\%$ 、 $P.L.=26.8\%$ 、 2μ 以下の粒子55%である。実験は普通の圧密非排水3軸圧縮試験でバックプレッシャー 3 kg/cm^2 、間げき水圧はストレインゲージタイプの水圧計を通じ自記させた。供試体の状態を等方圧密圧力 σ_c と含水比 w の関係で示すと図-1のようになる。図-1でスラリー状から圧密したものを正規状態 NC 、これに対応する過圧密状態を OC 、一度圧密した粘土を練り返し再度圧密したものを練り返し正規状態 RNC 、これに対する過圧密状態を ROC と呼ぶ。図-1で RNC を直線で結んだのは練り返し時の含水比 w がほぼ同じものである。

3. 実験結果と考察

以下紙面に制限があるので、次の事柄について図に従い結果と結論を簡単に述べる。

①強度：図-2に含水比 w と非排水強度 $(\sigma'_1 - \sigma'_3)_f$ の対数との関係を示す。 w が同じであれば両者は直線関係で示され、同じ w では w が小さいほど強度は小さい。これは後に述べる間げき水圧係数 A_f をみれば理解できる。次に強度常数 C' 、 φ を調べるため、 $(\sigma'_1 - \sigma'_3)/2$ と $(\sigma'_1 + \sigma'_3)/2$ の関係を示したのが図-3である。 φ において RNC の方が 1.5° 程度大きくになっている。さらに Hvorslevの強度常数 C_e 、 φ_e を求めるために $(\sigma'_1 - \sigma'_3)/2\sigma_e$ と σ'_3/σ_e (σ_e ：図-1の NC 線上での等価圧密圧力)

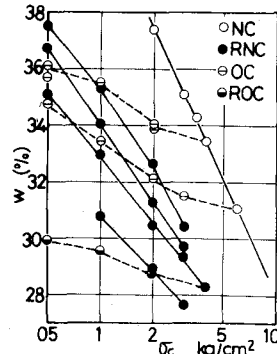


図-1

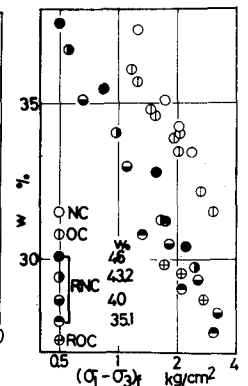


図-2

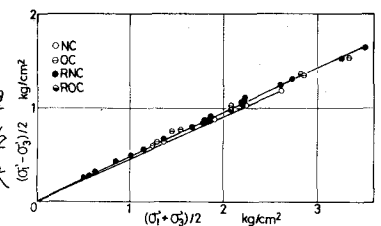


図-3

の関係を示したのが図-4である。ばらつきはあるが、明らかにNCとOCを結んだ線とRNCとROCを結んだ線とは異なり C_e , q_e の値が異なることを示している。後者に対しRの添字つけて値を求めると $q_e = 21'02'$, $q_{er} = 26'10'$, 粘着力係数 $\alpha = 0.069$, $\alpha_R = 0.011$ なる。またRNC, ROC線の延長上にNC点があるのも興味深い。以上より C_e , q_e は応力履歴の影響を受けられる。

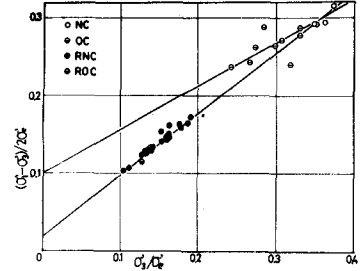


図-4

b) 間引き水圧係数 A_f : NC線上では A_f が等しいことは以前よりいわれているが、RNC線上では等しくなかった。 A_f は σ'_c と w の関数であるが、NC線上で一定値を示すことは σ'_c , w の影響も含めてNC線の勾配であれば一定値を示すのではないかと予想される。そこでRNCの各点よりNC線に平行線を引き $\sigma'_c = 1$ ($\log \sigma'_c = 0$) における値を b とし、 b と A_f の関係を示すと図-5のようになる。OCのような応力履歴を持たないという共通点を有するNC, RNCの A_f は b により統一的に表わされる。同時にOC, ROCの A_f もプロットしたがNC, RNCよりかなり小さい。

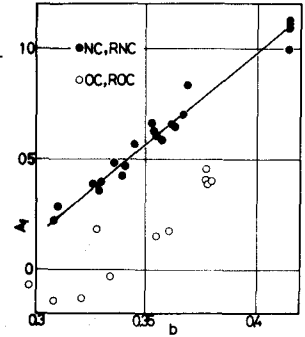


図-5

c) 応力経路: 図-6に含水比に近いRNCと過圧密に対する有効応力経路を示す。両者には明確な差がみられ、応力経路の違いがある圧密圧力に対する含水比の差だけで説明できない。また A_f が b により統一的に表示できたことから b が同じであれば、応力経路が相似になることが予想されるので、同じ b で σ'_c の異なるものに対する応力経路を示すと図-7のようになり、同じ b すみに対する点は原点を通る直線上にあることが示された。さらにこの事実を確かめるため、 $(\sigma'_1 + \sigma'_3)/2$ が最小になる点のひすみ $E(\frac{\sigma'_1 + \sigma'_3}{2})_{min}$ と b の関係を示すと図-8のようになり、ばらつきはあるが $E(\frac{\sigma'_1 + \sigma'_3}{2})_{min}$ と b との関係は一貫的であろう。

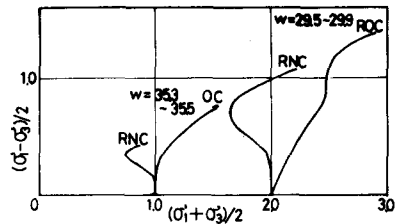


図-6

4. あとがき

粘土の応力履歴圧密の状態の影響が大きいことが判明した。これらを説明するためには正規圧密、過圧密に対する粒子の骨格構造が明確にされる必要がある。この結果を使用するには粘土の応力履歴や圧密の履歴すなわら図-1などの状態にあるかを知る方法が必要であるが、それらについては目下研究中である。なお、上記の性質がここで用いた九谷粘土以外の粘土についても同様の、また繰り返し粘土の圧密時間(シキソトロピー的な)等の問題についても今後、検討するつもりである。

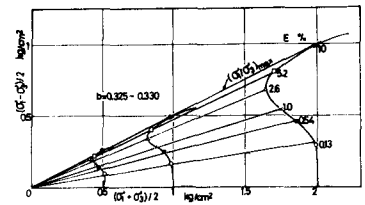


図-7

参考文献

- 1) 例えば D.J. Henkel. "The Relationship between the Strength, Pore-Water Pressure and Volume Change Characteristics of Saturated Clays", Geotechnique, Vol. IX, No. 3, 1959
- 2) C.C. Ladd & T.W. Lambe. "The Strength of Undisturbed Clay Determined from Undrained Tests", ASTM Spec. Tech. Publ., No. 361, 1963

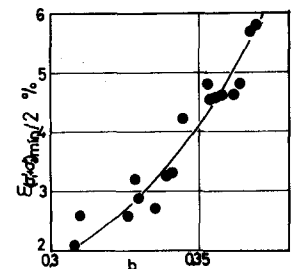


図-8