

加とともに経路が近似して土は弾性的に変形するようになる。液圧を加える時の体積変化の経路は常に対数曲線で表わすことができる。

1つの土についての実験式は次のようになった。

第1回の加圧に対して体積変化度 e_1 は

$$e_1 = \frac{\sigma_0}{V_0} \phi$$

ここに

$$\phi = c_n \left(1 + \frac{\sigma_c}{\sigma_0} \right)$$

で, $\sigma_0 (=0.535 \text{ kg/cm}^2)$, $\sigma_0/V_0 (=1.26 \times 10^{-2})$ は土の常数で, σ_c は液圧である。

第N回目の加圧に対し

$$e_N(\sigma_c) - e_N(a) = \frac{0.58}{1+2a} \frac{N-0.8}{N-0.884} \cdot \frac{N+1+4a}{N+1} \{e_1(\sigma_c) - e_1(a)\} \dots\dots\dots (1)$$

および第 N 回目の減圧に対し

$$e'_N(b) - e'_N(\sigma) = \frac{0.58}{1+2a} \frac{N+1+4a}{N+1+4\sigma_c} \{e_1(b) - e_1(\sigma_c)\} \dots\dots\dots (2)$$

ここに a, b は繰返し圧力の下限と上限で, e_N, e'_N はそれぞれ第 N 回目の加圧と減圧における体積変化度である。

N を無限回とすれば, 加圧と減圧の式は完全に一致することを示している。

次に液圧を繰返したあとで上下圧を加えて体積変化と剪断変形を測つた。液圧の繰返しをうけて圧縮された供試体は上下圧をうけた時に小さな体積圧縮を示し, 剪断変形にはあまり著しい影響は見られない。極限の破壊強さは液圧の繰返しによつていくぶん影響され, 粘着力と内部摩擦角が変化することが認められ, いわゆる事前圧縮の現象として解釈される。

終りに側圧を一定として上下圧のみを加える途中で繰返した時の体積変化と剪断変形を測定した。上下圧がまだ小さい時の繰返しにおいては体積変化は正常であるが極めて小さく, 上下圧の大きい所すなわち破壊に近い所では体積が加圧により膨張し減圧により収縮するような異常を示す。繰返しによる剪断変形は上下圧の大きいほど変化が著しいが, 一回の繰返しをした時の主経路としない時の経路はよく一致し, 極限の強さに対する影響もほとんど認められない。(昭和29年度科学試験研究費による研究の一部)

(3—11) 含水量による不攪乱粘土の強度変化

正員 京都大学工学部 ○赤 井 浩 一
准員 同 柴 田 徹

1) 大阪地盤の土質構成に対する研究の一環として土質調査を行い, 多数の土質柱状図を作成して来たが, たまたま不攪乱粘土の単軸圧縮強度と含水量の間に明瞭な相関のあることに着目し, 此花区北港において薄肉ピストン・サンブラーで採取したものについてその関係を明らかにした。

2) 含水比に対し単軸圧縮強度(対数目盛)をプロットすると, 直線ないしは近似的な直線関係が得られることは従来の文献にも見えているところであつて, 不攪乱粘土試料を徐々に気乾燥して計画的に含水量を変え, 単軸圧縮試験(U-test)及びヴェイン剪断試験を行うと, 図—1に示す通り上記の関係はかなり明確にプロットされる。この図にはまた三軸圧密急速剪断試験(Q^c -test)で求めた最大軸差応力についてもその関係をプロットしたが, これらも同じ直線上にのつている。なおこの関係を表わす直線は標準圧密試験の処女曲線に平行となるといわれていることは, われわれの実験でも立証された。

3) いま実験結果をもとにして含水比 w と圧縮強度 p との関係を表わすと

$$p = A \cdot e^{-Kw} \dots\dots\dots (1)$$

となつて, 粘土の圧縮強度は e^{-Kw} に比例することになる。一方, Debye によれば, d なる相互距離に置かれた2粒子間の帯電による斥力は e^{-Kd} に比例する。いまこの斥力が粘土の圧縮剪断に抵抗するものとし, 飽和粘土の間隙比, 従つて含水比が d に比例すると仮定すれば, これらの関係は式(1)と同形のものとなるので, 粘土の圧縮強度と含水比が半対数紙上で直線関係にあることを説明する手掛りが得られる。この直線は圧密処女曲線

に平行であるから、式(1)の常数 K は圧縮係数 C_c と $K \cdot C_c = \ln 10$ なる関係があることがわかる。

大阪粘土について多数の圧密試験を行つて C_c と $L.L.$ の関係を調べたところ、ほぼ次式が成立している。

$$C_c \approx 0.01(L.L. - 12\%) \cdots \cdots (2)$$

すなわち式(1)の係数 K_c は $L.L.$ より決まることになるので、含水量による粘土の強度変化の主要因子として液性限界に注目することは意味が深い。

4) 三軸圧縮試験と単軸圧縮試験を比較すると、最小主応力(側圧)の有無によつて試料に加えられる応力状態が相異なるにもかかわらず粘土の圧縮強度が含水量によつて一義的に決定できるという実験結果は一見矛盾するかに見える。この矛盾を解消するための鍵として、われわれは土壌水吸引力に着眼した。飽和粘土試料の表面は空気と接しているためにメニスカスが生じ、これが表面張力を持つて負圧となる。しかも含水量の減少に伴つて表面のメニスカスが粘土試料内に後退し、その曲率半径が小さくなつて表面張力が増すために土壌水吸引力が増加する。かくて単軸圧縮試験において負圧として作用する表面張力は、あたかも三軸圧縮試験における側圧に相当するものと考えられ、しかも計画的に含水量を変えるために試料を気乾燥した過程は、三軸的な圧密に類似すると推定できるので、両者の試験結果は当然一致すべきであろう。

5) 三軸圧密急速剪断試験において剪断に先立つて行う三軸圧密を研究した。一例として側圧 3 kg/cm^2 の場合に paper drain を行つたものと、そうでないもの(一軸圧密)との圧密速度を比較して 図-2 に示す。一軸圧密曲線は理論値によく一致しているが、paper drain の効果は 50% の圧密度において前者の約 $1/5$ の time factor を持っていることがわかる。

もし側方排水が完全であれば三軸圧密では一軸圧密に較べて約 20 倍の圧密速度を有していることになる。

図 - 1

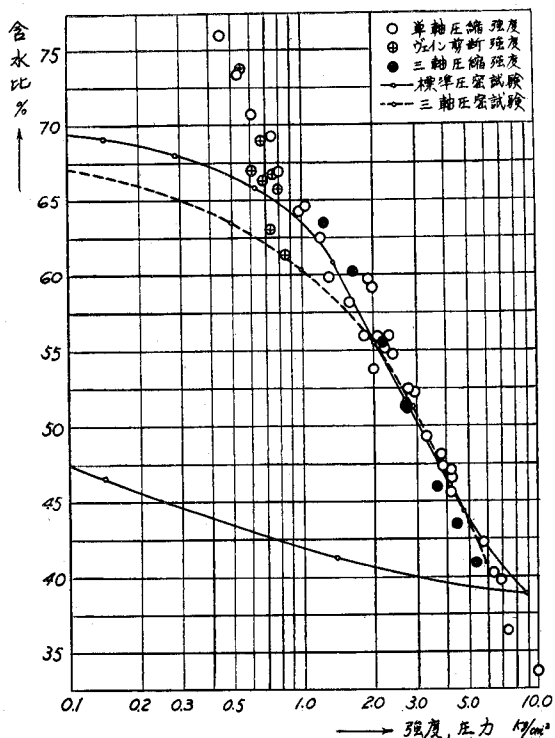


図 - 2

