

電力中央研究所 ○岡本敏郎 国生周郎
松井家寿
電力技術整備 田中栄治

1. はじめに

繰り返し荷重下にある粘性土が大変形を生じた場合、特に正規圧密粘土においてはかなりの間隙水圧が発生してくるものと考えられる。また粘性土の動的強度を算える上で有効応力からのメカニズムの解明も必要とされる。今回正規圧密粘土の間隙水圧を測定する試みをしたのでその結果について報告する。

2. 実験概要

(1) 実験装置 用いた装置は油圧サーボ型三軸装置である。セルの概要を図1に示した。間隙水圧は通常行われる供試体下端から導いてセル外で測定した場合（外部間隙水圧）と供試体内に図2に示す半球型水圧計を埋め込んだ場合（内部間隙水圧）との2種の方法によって計測をした。

(2) 供試体作成法 粉末粘土をLLの約2倍にした流水を約 1.0 kg/cm^2 で等圧圧密し、成形後セル内で 5.0 kg/cm^2 の等圧圧密を1日同行した。物理的性質は $LL=57.2$ $PL=21.5$ $q_s=2.64$ 粘土分80% である。

(3) 実験内容 等圧圧密後 側圧一定で軸方向に繰り返し載荷をした。振動数 $0.001 \sim 1 \text{ Hz}$ の正弦波を用いた。

3. 実験結果及び考察

(1) 応力・ひずみ・間隙水圧関係 図3には 0.001 Hz ($\sigma_1 - \sigma_3$) の $= 1.25 \text{ kg/cm}^2$ のときの結果を示した。応力振幅と振動数ばかりでなく、ひずみと軸方向のひずみと側圧との関係も示した。また図4のように伸張側へ変形が進展していくことがわかる。これより速い載荷の場合には内部と外部とでは間隙水圧量は全く異なる。

(2) 有効応力経路 図5、6にはそれぞれ外部、内部間隙水圧計による、たとえその有効応力経路を示した。図5では間隙水圧の増大の様子があるが、図6ほどは量が少ない。図6では $0.1 \% / \text{min}$ の三軸CU試験による有効応力強度も示してある。こゝで三軸伸張では次式により算定してある。

$$k = \sigma_e / \sigma_c = - \frac{3 - \sin \phi}{3 + \sin \phi}$$

図6の有効応力経路をみると破壊近傍では圧縮側、伸張側共に上記破壊強度線を越えているが、速度効果により一点鎖線のように変化すると考えられる。破壊近傍の応力経路のうち伸張側においては破壊包絡線にかなり沿っていることがわかる。変形

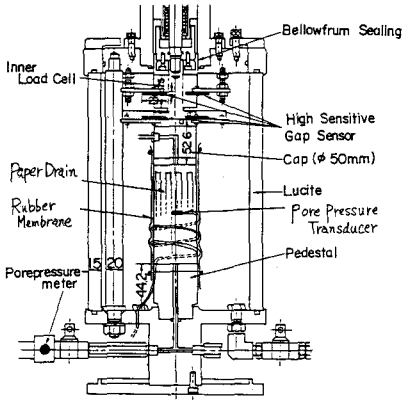


図1 セルの概要及び間隙水圧計配置

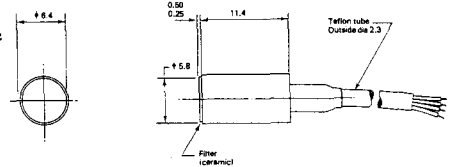


図2 内部間隙水圧計部

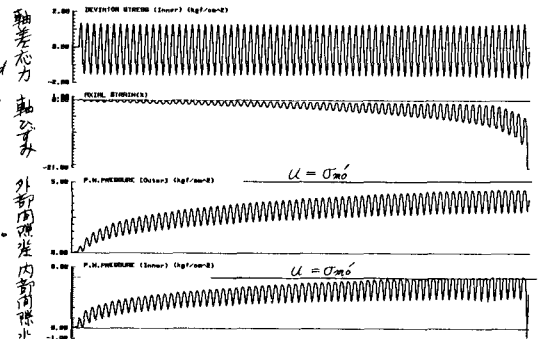


図3 応力・ひずみ・間隙水圧計測結果 ($f=0.001 \text{ Hz}$)

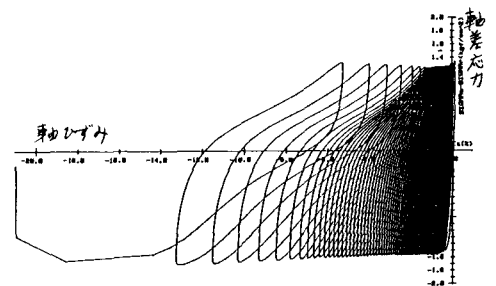


図4 応力・ひずみ関係 ($f=0.001 \text{ Hz}$)

も破壊時には伸張側にあることと考へると初期せん断応力ばかりの二つの場合には伸張側の破壊包絡線によって動的強度が決まるのではないかと考へられる。

(3)繰り返し載荷時非排水強度
今回得られた強度を石原の図を引出しこれにプロットしたのが図7である。初期せん断応力が零のとき動的強度は静約強度に比べ最も低下率が大きい。これは上記のように非排水強度が伸張側での強度により決定されるというならば理解できる。半波によれば単調載荷時の非排水強度は伸張と圧縮とで0.25~0.75(平均0.57)の比をもつという。中には過圧密データもある。これらの結果から図7が理解できる。

また図8のように圧縮側と伸張側の軸差強度が等しくなる応力を求めると有効応力に換し $q_s = \frac{12 \sin \phi (C \cos \phi + P \sin \phi)}{(3 - \sin \phi)(3 + \sin \phi)}$ となる。いま $C = 0.28 \text{ kgf/cm}^2$ $\phi = 24.6^\circ$ を代入し、破壊時の P が 1 kgf/cm^2 のときを考へる。このとき静的非排水強度 $q_f = 2.6 \text{ kgf/cm}^2$ とすると (三軸CU試験による) $q_s/q_f = 0.16$ となる。すなわち初期せん断応力がこれより小さいと伸張側で強度が決まることになる。ここでの試算はまた図7の結果を説明できるものではないが、大略検討がつくものと見られる。

4. 本所には 粘性土の非排水繰り返し強度は伸張側で決まることとあることを間隙水圧の計測から考察した。

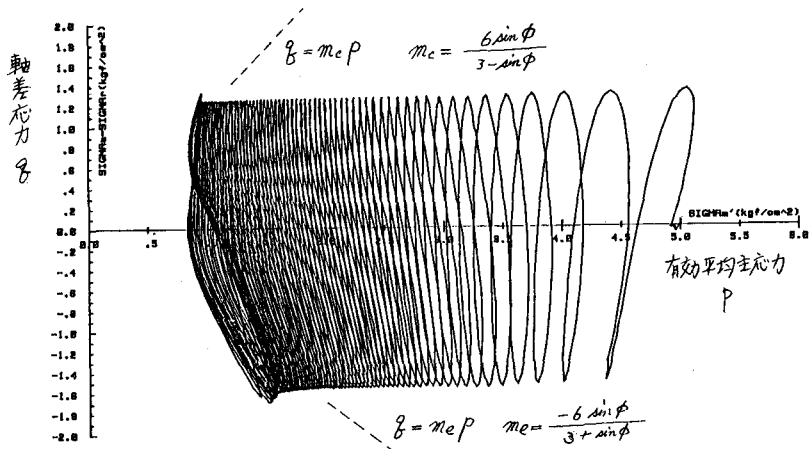


図5 外部間隙水圧計による有効応力経路

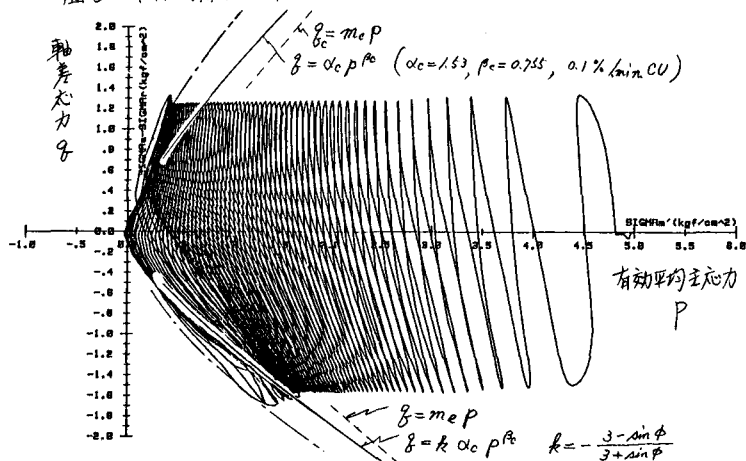


図6 内部間隙水圧計による有効応力経路

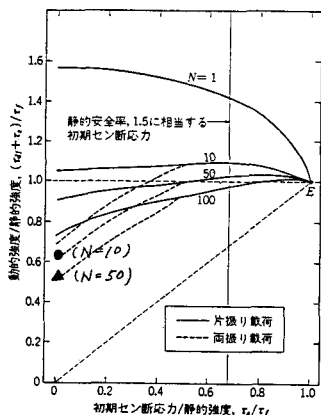


図7 動的強度(石原による)

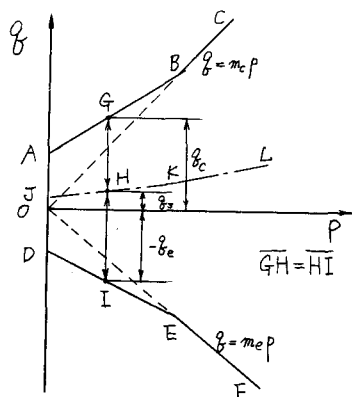


図8 動的強度に与える初期せん断応力の影響の模式図

参考文献
石原「土質力学の基礎」
半沢「学位論文」